福島第一事故の教訓集

2021年3月

原子力安全推進協会

本教訓集から転載する場合は、事前にＪＡＮＳＩへ相談をお願いします。

目　次

1. はじめに.....1

2. 概観.....2

3. 知見

知見 1.　あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。.....3
知見 2.　見たくないものは見えない。見たいものが見える。.....4
知見 3.　可能な限りの想定と十分な準備をする。.....5
知見 4.　形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。.....6
知見 5.　全ては変わるのであり、変化に柔軟に対応する。.....7
知見 6.　危険の存在を認め、危険に正対して議論できる文化を作る。.....8
知見 7.　自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを
　　認識し、そのような能力を涵養することが重要である。.....10
知見 8.　その他：緊急時対応を行う職員の環境整備を図る。対外発表、渉外業務を
　　適切に行い、海外対応にも気を配る。.....11

4. 教訓

教訓 1-1（前提条件、発生確率、知見の確立）（通番 1）.....12
教訓 1-2（事柄や経験に学ぶ）（通番 2）.....13
教訓 1-3（論理的にリスクを評価）（通番 3）.....14
教訓 2-1（見たくないものに向き合う姿勢）（通番 4）.....15
教訓 2-2（見落としを減らすための体系化）（通番 5）.....16
教訓 3-1（設備・システムの信頼度向上）（通番 6）.....17
教訓 3-2（最悪に備えたきめ細かな設備形成）（通番 7）.....18
教訓 3-3（外部の監視および外部設備の固縛・分散管理）（通番 8）.....19
教訓 3-4（不測の事態に対応できる訓練）（通番 9）.....20
教訓 3-5（危機管理を念頭に置いた操作）（通番 10）.....22
教訓 4-1（構成員の自覚）（通番 11）.....23
教訓 4-2（現場本部と支援組織の役割分担）（通番 12）.....24
教訓 4-3（トップの機能）（通番 13）.....25
教訓 4-4（緊急時のコミュニケーション）（通番 14）.....26
教訓 5-1（新知見、環境変化への対応姿勢）（通番 15）.....27
教訓 6-1（危険に正対して議論できる文化）（通番 16）.....28

教訓 7-1（想定外へ対応できる応用力）（通番 17） 29
教訓 7-2（レジリエンスの強化）（通番 18） 30
教訓 7-3（緊急時に対する資質・能力の育成）（通番 19） 32
教訓 8-1（労働環境の整備）（通番 20） 34
教訓 8-2（対外発表）（通番 21） 35
教訓 8-3（渉外対応）（通番 22） 36
教訓 8-4（国際関係）（通番 23） 37

5. 細目

細目 1-1-1（設計条件とその前提条件を確認）
自然現象に対するプラントの設計条件と自然現象の前提条件を
定期的に確認する。（細 1） 38
細目 1-1-2（建設以前の地形と災害の歴史を確認）
プラント建設以前の地形・地盤や災害の歴史を確認する。（細 2） 42
細目 1-1-3（確率が小さくても、不確実でも発生する）
発生確率が小さい事象、不確実な事象は発生する。（細 3） 45
細目 1-2-1（安全研究の最先端の情報を得る）
安全に係わる研究の最先端の情報を得るように努める。（細 4） 49
細目 1-2-2（再発防止策は多方面から妥当性を確認）
再発防止策は多方面から妥当性を確認する。（細 5） 52
細目 1-2-3（内外の運転経験、国際動向を改善活動に活かす）
自社経験、他社経験、安全に関する国際動向を幅広く改善活動に
役立たせる。（細 6） 56
細目 1-2-4（ここでも起こり得るとの現実感を持って分析）
他社事例から脅威となる本質を見抜き、ここでも起こり得るとの
現実感を持って分析する。（細 7） 61
細目 1-3-1（実施可能な手法による聖域のない総合的リスク評価）
実施可能な評価手法を採用して、聖域を設けない総合的リスク
評価を行う。（細 8） 66
細目 2-1-1（安全限界を確認して対策を打つ）
不確実、発生確率小の事象に対しても安全限界を確認し、対策する。
（細 9） 72
細目 2-1-2（被害に優先度を置いた実効的な影響緩和策を準備）
被害の大きさに優先度を置いて実効的な影響緩和策を準備する。
（細 10） 77

細目 2-1-3（評価結果を受け止め被害の防止縮小化に繋げる）
評価結果を素直に受け止め、被害の発生防止あるいは縮小化につなげる。（細 11）..... 81
細目 2-1-4（安全対策とセキュリティ対策を整合させテロに備える）
安全対策とセキュリティ対策を整合させテロに備える。（細 12）..... 85
細目 2-2-1（深層防護の考えで体制、手順、設備等を体系的に整備）
深層防護の考え方に基づき、体制、対応手順、設備等を体系的に整備する。（細 13）..... 89
細目 2-2-2（緊急時の実践的な手順を体系的に整備）
緊急時に必要となる実践的な手順を体系的に整備する。（細 14）..... 94
細目 2-2-3（緊急時の知識と技能を身に付ける教育訓練体系）
緊急時対応の知識と技能を身に付けるための体系的な教育訓練体系を構築する。（細 15）..... 98
細目 3-1-1（電源等重要設備の防水対策、浸水対策）
電源等重要設備は防水対策、浸水対策を考慮して設置する。（細 16）..... 103
細目 3-1-2（耐震性向上、多様化等による信頼度向上）
耐震性向上、多重化・多様化、独立性の確保等により信頼度を向上させる。（細 17）..... 107
細目 3-1-3（電気通信設備の多様化と復旧方策の検討）
電気通信設備の多様化を図り、その復旧方策も検討しておく。（細 18）..... 111
細目 3-1-4（安全システムのリスクを多方面から再評価）
安全システムにリスクがないか多方面から評価する。（細 19）..... 115
細目 3-2-1（予備品の充実と支援機器用各種アダプターの用意）
予備品を充実、また、支援設備の有効活用のための各種アダプターを用意する。（細 20）..... 120
細目 3-2-2（人間による弁の駆動やパラメータ監視）
重要な弁やパラメータ監視は、緊急時に人間が操作できるような構造とする。（細 21）..... 124
細目 3-3-1（現場本部の外部監視機能等の強化）
緊急対策本部は、外部の監視機能や報道状況の確認機能を強化する。（細 22）..... 128
細目 3-3-2（屋外設備に対する固縛管理と分散管理）
屋外設備は固縛し、屋外の重機類等は分散管理する。（細 23）..... 132
細目 3-4-1（複合災害、複数同時発災等の厳しい訓練想定）
訓練では、複合災害、複数同時発災等の厳しい想定とする。（細 24）..... 135

細目 3-4-2（全電源喪失、コンピュータ機能喪失等の厳しい訓練設定）
訓練では、全電源喪失、コンピュータ機能喪失等の厳しい設定とする。
（細 25）.....140
細目 3-4-3（緊急時における様々な障害を想定した訓練）
訓練では、緊急時において様々な障害が発生することを想定する。
（細 26）.....144
細目 3-4-4（一部の緊急時組織が機能しないことを想定した訓練）
緊急時体制において、一部の組織が機能しない場合に欠落組織を代替する。
（細 27）.....148
細目 3-4-5（緊急時の輸送プロセス等まで定めた支援協定の締結）
関係機関と緊急時の支援内容、支援手順、輸送プロセス等の支援体制を合意する。（細 28）.....152
細目 3-4-6（支援物資の選別、確実な配送等の受入れ体制を構築）
必要な支援物資を選別して現地に届ける支援物資の受入れ体制を構築する。
（細 29）.....156
細目 3-5-1（代替措置の確保－現場のリスクマネジメント）
代替措置を確保した上で、切替え操作をする訓練を行う。（細 30）.....160
細目 3-5-2（平時の手順・操作とは異なる緊急時の応用動作）
平時から手順・操作の意味を理解し、緊急時では適切に応用動作を行う。
（細 31）.....164
細目 4-1-1（緊急時における目的の共有と基本方針の確認）
目的を共有し、基本方針を確認しながら対処するという訓練を行う。
（細 32）.....168
細目 4-1-2（理解を深める教育システムと力量評価システム）
設備やシステムを理解するための教育システムや力量評価システムが必要である。（細 33）.....173
細目 4-1-3（責務を理解し責任を自覚し任務を遂行）
自らの責務を理解し、責任の重さを自覚し、任務にあたる。（細 34）.....177
細目 4-1-4（各機能班は総合的な視点を持ち他班と連携する）
各機能班は事態を見渡して総合的に捉え、他班と連携して必要な支援業務を行う。（細 35）.....180
細目 4-2-1（現場対処にかかわる事柄の判断は現場に任せる）
現場対処にかかわる事柄の判断は現場に任せることを明確化する。
（細 36）.....183

細目 4-2-2（現場は、信念を持って状況を判断し、実行）
現場は、信念を持って状況を判断し、実行する。（細 37）……187
細目 4-2-3（支援組織の役割を明確にして、現場をサポート）
支援組織の役割を明確にする。（細 38）……191
細目 4-3-1（緊急時にはトップ及び幹部はまず組織を機能させる）
トップ及び幹部は、緊急事態において組織を機能させる措置を優先する。
（細 39）……196
細目 4-3-2（人材的、環境的な実効性を求められる災害対応の拠点）
災害対応の拠点は、人材的にも、環境的にも実効的なものとする。
（細 40）……200
細目 4-3-3（トップの思考に余裕を持たせる体制とその実効性の確認）
権限委譲により指揮命令系統を分割して、トップの思考に余裕を持たせる
体制を構築して、教育訓練によりその実効性を確認する。（細 41）……204
細目 4-4-1（安全上重要な操作には現場本部の確認が必要）
安全上極めて重要な操作については緊急対策本部の確認をとる。
（細 42）……208
細目 4-4-2（現場と現場本部は確実に認識を共有する）
現場（中央制御室）と現場本部は確実に認識を共有する。（細 43）……213
細目 4-4-3（緊急時に重要なコミュニケーションツールの活用）
緊急時においては必ずコミュニケーションツールを活用する。（細 44）……217
細目 5-1-1（影響の大きい最新知見等には継続的改善で速やかに対処）
最新知見や環境変化の影響が大きい場合は、速やかに継続的改善に繋げる。
（細 45）……220
細目 5-1-2（トップの強いコミットメントによる外部レビュー等の活用）
トップは強いコミットメントを発信し、外部機関のレビュー等を活用し
継続的に安全性を向上させる。（細 46）……224
細目 5-1-3（問い掛け学ぶ姿勢の堅持と風通しの良い組織）
各個人が問い掛け学ぶ姿勢を堅持し、風通しの良い組織を作る。
（細 47）……228
細目 6-1-1（安全パラドックスから脱却して安全性を向上）
安全パラドックスにとらわれず、安全性の向上に取り組む。（細 48）……232
細目 6-1-2（被害者の視点で地域対応し納得感・安心感につなげる）
住民側に立った防災計画と危険物の管理など地域に理解を求め、地域住民
の納得感・安心感につなげる。（細 49）……237

細目 6-1-3（安全議論では権威勾配や数の論理を排除）
安全議論では、組織内の権威勾配や数の論理を排除する。（細 50）.....241
細目 7-1-1（緊急時に必要な逐条的な手順の遵守を超えた発想力）
逐条的な手順の遵守を超えた発想力を高める。（細 51）.....245
細目 7-1-2（柔軟な発想で機転を利かせて、人と物を全活用）
柔軟な発想で機転を利かせて、使える人と物をすべて活用する。
（細 52）.....248
細目 7-1-3（想定外の発生を織り込んだマネジメント）
想定外の作業に対する対処方法（マネジメント）をあらかじめ定める。
（細 53）.....252
細目 7-2-1（極限状態における意思決定訓練）
極限状態の中での正しい意思決定に資する訓練を行う。（細 54）.....255
細目 7-2-2（一人ひとりの安全性向上活動を継続的改善に繋げる）
重要度に応じた品証活動と一人ひとりの安全性向上活動を継続的改善に
繋げる。（細 55）.....258
細目 7-2-3（重要設備の組織的フォローと優先度に応じた確実な救済）
錯綜した状況の中でも、体制全体で重要設備を確実にフォローし、緊急度に
応じた優先度で対応する中でも、救えるものは確実に救っていく。
（細 56）.....263
細目 7-2-4（人間の応用力の育成と応用力を活用できる設備形成）
訓練により人間の応用力を引き出してレジリエンスを向上させる。
（細 57）.....267
細目 7-3-1（限られた時間内では時間ファクターを優先して手段を選択）
緊急時には、時間ファクターを優先して、限られた時間内で可能な手段を
採用する。（細 58）.....271
細目 7-3-2（特殊な技能を有する要員の育成と確保）
特殊技能を要する作業の手順書を整備し、オペレーション要員を確保する。
（細 59）.....276
細目 7-3-3（過酷な事態を前提とした訓練と検証の繰り返し）
危機管理能力を向上させるため、過酷な事態が実際に発生することを
前提に訓練と検証を繰り返す。（細 60）.....280
細目 7-3-4（環境変化に応じた関係者間での確実な情報共有）
環境の変化を的確に捉え、確実に関係者（社内、国内、海外）が情報を
共有することを優先的に実行する。（細 61）.....285

細目 7-3-5（現場の負担を増やさない情報共有体制の整備）
状況変化を見越し、現場の負担を増やさない情報共有体制を整備する。
（細 62）.....289
細目 8-1-1（職員の安全確保と長期的な安全管理・健康管理）
災害から職員を守り、長期的な安全管理・健康管理の下で事故収束に
全力をあげる。（細 63）.....293
細目 8-1-2（食糧、健康管理等長期化に備えた体制整備）
水、食糧、衛生管理、健康管理等長期化に備えた体制整備を行う。
（細 64）.....298
細目 8-1-3（業務継続の基本となる家族の安否確認）
災害発生時に対応要員の家族の安否確認をする。（細 65）.....302
細目 8-2-1（リスクコミュニケーションの実施と相手に伝わる対外発表）
常日頃からのリスクコミュニケーションに注力し、対外発表の際には
「伝わること」を目指す。（細 66）.....305
細目 8-2-2（緊急時には事前了解の効率化が必要）
組織内あるいは関係組織間で緊急時の事前了解の効率化について
合意する。（細 67）.....310
細目 8-3-1（緊急時の視察や立入には、最小限で対応）
やむを得ない緊急時の視察や立入には、最小限で対応する。（細 68）.....315
細目 8-3-2（事故時には来訪者の安全確保が第一）
人道的な渉外対応の場合は来訪者の安全確保を第一に考える。
（細 69）.....318
細目 8-4-1（国際間ルールと国内のルールに相違に注意）
国際間ルールと国内のルールに相違がある場合は、その違いを把握する。
（細 70）.....321
細目 8-4-2（諸外国との条約を把握し国際問題化を回避）
危険物の処置等の国際問題になりかねない事象について、必要な
手続きを把握する。（細 71）.....324

＜資料＞

資料 1.1　『中央防災会議の概要』と『東北地方太平洋沖地震を教訓とした
地震・津波に関する専門調査会』の反省 327
資料 2.1　貞観地震と長期評価 332
資料 2.2　貞観地震、貞観津波の記録-日本三代実録 336
資料 3.1　耐震指針改訂の経緯と新耐震指針の概要 338
資料 3.2　耐震設計審査指針関連の用語解説 341
資料 3.3　耐震安全性評価フロー 344
資料 3.4　SA 対策、津波対策、事故対応の根本原因 347
資料 3.5　重要な機器・配管系への地震の影響 351
資料 4.1　水 - ジルコニウム反応 356
資料 5.1　ブローアウトパネル 360
資料 5.2　ラプチャーディスクは作動したか？ 362
資料 5.3　ラプチャーディスクの役割 366
資料 5.4　1 号機　消防車注水にバイパスフローがあった。 369
資料 6.1　JANSI の情報分析評価活動の概要 375
資料 6.2　運転経験の活用や外部レビューへの取組みに関する反省 378
資料 6.3　再発防止を積み重ねるだけの防災対策には限界がある。 385
資料 7.1　B.5.b の内容 388
資料 7.2　B.5.b への対応状況を確認する NRC の実施検査の内容 392
資料 7.3　B.5.b 情報を入手できなかったこと、テロ対策を自ら実施できなかった
ことへの問題意識 395
資料 7.4　海外の運転経験情報を活用できなかった例：ルブレイエ、馬鞍山、
マドラス 401
資料 7.5　運転経験情報のスクリーニング体制の弱点 405
資料 8.1　原子力関係者の反省と今後の原子力への向き合い方 407
資料 8.2　リスク管理に関する問題意識 417
資料 8.3　巨大津波による発電所機能喪失まで考えが及ばなかった（事故以前の、
地震、津波に対するリスク管理） 425
資料 8.4　安全設計の不備への取組みについての総括 428
資料 9.1　ハザード分析によりクリフエッジ性が高い場合は、実施可能な対策を
速やかに実現 434
資料 9.2　土木学会の津波評価技術の概要 437
資料 9.3　東北地方太平洋沖地震による津波の高さは想定できたか。 440
資料 9.4　津波への対処に関する問題認識 448
資料 9.5　東電の今回の事故に対する基本姿勢 454

資料 9.6　津波の襲来状況（波高計観測結果）.....457
資料 10.1 米国の FLEX 戦略.....460
資料 10.2 日本の新規制対応の費用.....464
資料 10.3 津波対策を取らなかったことに関する問題認識.....466
資料 10.4 バックフィットが行われなかった理由.....470
資料 10.5 日本の AM 対策の流れ.....472
資料 11.1 大津波は想定外だったか。.....479
資料 11.2 有効で十分な津波対策とは思えない海水ポンプのモータシールの強化.....483
資料 12.1 テロに対応するためには.....486
資料 12.2 過酷事故対策にも通じるテロ対策.....494
資料 12.3 原子力発電所とサイバーセキュリティ.....498
資料 13.1 レジリエンスを高めるリスクマネジメントの必要性.....501
資料 13.2 アクシデントマネジメントの規制化に反対したことに対する問題認識.....506
資料 13.3 本事故に対する根本原因分析の結果.....509
資料 13.4 設備（ハード）面での対策の全貌と設計図書の不備.....513
資料 14.1 格納容器ベントの系統図.....521
資料 14.2 代替注水ラインの系統図.....523
資料 15.1 体系的教育・訓練手法（SAT）.....526
資料 16.1 電源設備の設置階や浸水経路の違いによって異なる浸水被害.....529
資料 17.1 系統として浸水被害を免れた電源系統.....534
資料 17.2 多様性の重視.....538
資料 18.1 多様性を確保した通信連絡設備.....541
資料 19.1 設計変更による安全性向上の必要性.....546
資料 19.2 非常用復水器（IC）の系統図と IC 隔離弁の動作イメージ.....549
資料 19.3 オイスタークリークの非常用復水器の運用と設計
（フェイルセーフ機能）.....553
資料 20.1 福島第二の復旧資材の緊急調達と輸送の成功.....556
資料 20.2 米国の FLEX 戦略.....562
資料 21.1 運転員と保全員の技術力向上のプロセス.....565
資料 21.2 現場の苦闘－サプレッションチェンバー（S/C）ベント弁操作.....568
資料 22.1 発電所対策本部（免震重要棟）における外部情報の入手.....571
資料 22.2 現場把握のための監視カメラの設置.....574
資料 23.1 津波で流された重油タンク.....577
資料 23.2 可搬型重大事故等対処設備の保管場所.....580
資料 24.1 複合災害、複数号機同時発災を想定した訓練計画の必要性.....586

資料 24.2 複合災害を想定した原子力防災訓練に消極的な姿勢 590
資料 24.3 緊急時組織の要員規模 593
資料 24.4 事故対応でリスク要因になった可能性のある事項 598
資料 25.1 緊急時対応情報表示システム（SPDS）の概要 604
資料 25.2 情報共有システムが使えない場合の対処方法－情報テンプレートの
活用 608
資料 25.3 緊急時対策支援システム(ERSS)と緊急時迅速放射能影響予測
ネットワークシステム(SPEEDI)の概要 611
資料 26.1 地震津波による数々の通行支障 616
資料 26.2 双葉町の余震の回数とその影響 620
資料 27.1 原子力防災に関する組織の概要とオフサイトセンターの各組織の構成 625
資料 28.1 電源車と消防車の調達実績 636
資料 28.2 時間的推移を仮定した各緊急時組織の役割 645
資料 29.1 事故収束対応を阻害せず、真に必要とする支援を選択する仕組み 651
資料 29.2 外国からの支援状況 657
資料 30.1 初動対応における目標 661
資料 30.2 原子炉隔離時冷却系（RCIC）の系統図と主蒸気逃がし安全（SR）弁の
作動原理イメージ 664
資料 30.3 現場対応が混乱した組織的要因 672
資料 30.4 非常用復水器（IC）の作動状況の誤認 675
資料 30.5 福島第二の成功要因：復旧戦略の優先順位付けとリーダーシップ 679
資料 30.6 福島第一と福島第二の所員の能力差についての見解 683
資料 31.1 福島第二の RCIC の水源の切替え 685
資料 32.1 発電所本部が本店本部からの問い合わせで忙殺されたという問題認識 689
資料 34.1 地震時に使命感を持って行動した警察官や消防団員 693
資料 34.2 警報付き個人線量計（APD）の未装着問題 698
資料 35.1 海水注入継続の判断の経緯 703
資料 35.2 縦割り組織としての緊急対策本部 708
資料 36.1 本店対策本部の役割 715
資料 36.2 当直と発電所対策本部と本店対策本部の役割 718
資料 36.3 ICS（Incident Command System）の考え方に則った本店の緊急時組織の
考え方 722
資料 36.4 決定権を現場指揮官に与える役割分担の明確化
(ICS(Incident Command System)) 726
資料 37.1 総理の撤退に関する発言が東電職員に与えた影響 728

資料 38.1 福島第一事故時における国、県、事業者を含めた全体の組織概略図 732
資料 38.2 Incident Command System (ICS)とは 736
資料 39.1 ICS（Incident Command System）に基づく監督限界の設定 745
資料 39.2 非常用復水器（IC）の動作状況の誤認に対する吉田所長の反省 749
資料 39.3 ICS（Incident Command System）を採用した緊急時組織 760
資料 40.1 代替注水も含めた全注水系の系統図 764
資料 40.2 3 号機の高圧注水系から低圧注水系への切替え 769
資料 40.3 3 号機の注水機能の喪失（HPCI 手動停止＆SRV による減圧失敗）に
関する問題点 774
資料 41.1 3 号機の高圧注水系（HPCI）の手動停止の手順についての見解 780
資料 42.1 非常用復水器（IC）の動作状況への誤認 784
資料 42.2 非常用復水器（IC）の動作状況の誤認の経緯 788
資料 42.3 3 号機高圧注水系（HPCI）手動停止の当直判断への疑問に対する見解 796
資料 42.4 中央制御室と発電所対策本部の権限と役割 802
資料 43.1 格納容器ベントや注水の遅れに対する見解－IC の動作状況の
誤認識の影響 809
資料 43.2 代替注水設備の系統図及び DDFP の運転状況 813
資料 43.3 非常用復水器（IC）の系統構成、IC 隔離弁の電源構成 818
資料 44.1 ヒューマンパフォーマンス改善ツール 823
資料 45.1 長期評価において巨大地震発生を想定 829
資料 45.2 新知見への消極的な取組みへの問題意識 831
資料 46.1 JANSI 安全文化の 7 原則 838
資料 46.2 IAEA 安全文化の劣化の度合いと東電の振る舞いの対比 844
資料 46.3 JANSI 活動への期待 848
資料 47.1 問い掛け学ぶ姿勢の重要性 854
資料 48.1 なぜ事故シナリオを想定できなかったか。 858
資料 48.2 想定を超える津波来襲のリスクを公表しなかったことに対する見解 864
資料 48.3 安全神話の形成に至った原子力広報のあり方 867
資料 48.4 過酷事故対策が遅れたことに対する問題点 869
資料 48.5 津波対策を取らなかった背後要因 873
資料 49.1 3 号機格納容器からの放射性物質の直接放出についての見解 878
資料 49.2 リスクコミュニケーションの展開 880
資料 50.1 権威勾配の悪影響の例（航空産業） 883
資料 51.1 圧力抑制室（S/C）と原子炉の同時冷却ライン 888
資料 52.1 現場写真（中央制御室の仮設照明や仮設バッテリー） 892
資料 52.2 空気作動弁（AO 弁）の作動原理イメージ図 897

資料 53.1 当直が早期に行った消火（FP）系代替注入ラインの構成の意義 901
資料 53.2 消防車による注水が燃料切れで停止していたことについて 906
資料 54.1 現場の声－事故時の現場の厳しい状況 909
資料 54.2 水素爆発が起こる中での吉田所長のリーダーシップ 916
資料 55.1 重要な設備へ対策を適用するに当たっての考え方 921
資料 55.2 安全性向上の意識を継続させるための提案制度 928
資料 55.3 QMS の問題点 931
資料 55.4 QMS の改善 936
資料 56.1 高圧注水系（HPCI）の系統図 940
資料 56.2 米国における炉心冷却状況の把握 944
資料 56.3 Incident Command System (ICS)の特徴（情報共有関連） 946
資料 57.1 レジリエンスを向上させるためシビアアクシデントを想定した
訓練の必要性 950
資料 57.2 直営作業によって技術力を強化する対策 954
資料 58.1 SLC よりも消防車による FP 系注水を優先すべき 956
資料 58.2 SLC 電源復旧作業、RCIC の運転状況、HPCI の運転状況 961
資料 58.3 時間余裕で対応を変えていくフェーズドアプローチ 968
資料 59.1 重機等の操作（吉田所長の反省）、12 日からの人の動き 971
資料 59.2 運転員と保全員に対する直営作業の内容 976
資料 59.3 協力企業の支援と役割分担 981
資料 60.1 非常用復水器（IC）隔離弁の動作イメージ 984
資料 60.2 IC 隔離弁への要求事項、駆動電源、制御電源、制御回路 988
資料 60.3 原子炉水位計/原子炉圧力計の仕組みおよび原子炉水位計に誤計測、
誤表示が生じる要因 993
資料 60.4 実践的な訓練の計画 999
資料 60.5 国の総合防災訓練、東電の過酷事故への取組み、緊急時訓練への
取組みへの批判 1002
資料 61.1 在留外国人の数および訪日外客数 1005
資料 62.1 発災初期における福島第一への社内外からの応援要員の実績 1008
資料 62.2 運転機数に応じた初動対応に必要な要員の規模等 1014
資料 63.1 地震後の事務本館の状況 1017
資料 63.2 中央制御室の手摺り 1020
資料 64.1 長期対応態勢の必要性、職員の健康状態、医師の常駐化の状況 1022
資料 64.2 免震重要棟、中央制御室における被ばく線量低減努力、線量限度の超過 1026
資料 64.3 福島第二の成功要因の一つである後方支援活動 1034
資料 64.4 被災した発電所の食糧の備蓄量等 1037

資料 65.1 現場の声－家族に関する声.....1040
資料 65.2 家族の安否確認の重要性－防衛省業務継続計画.....1044
資料 66.1 情報隠しとの指摘や炉心溶融を認めず事態を矮小化との指摘に
対する見解.....1047
資料 66.2 事故時の広報活動についての反省.....1052
資料 66.3 撤退問題の事実関係.....1056
資料 66.4 公開姿勢－情報の透明性よりも官に対する事業者としての体面を重視.....1062
資料 67.1 情報公開に時間を要した要因や経営陣による説明不足についての見解.....1067
資料 67.2 緊急時の情報公開の体制上の課題や問題認識.....1072
資料 68.1 事故時における総理の福島第一来訪－現地の受止め.....1075
資料 69.1 女川原子力発電所における地元女川町の避難者の受入れ.....1082
資料 70.1 避難指示基準についての考察.....1085
資料 70.2 避難指示基準に関する環境省の見解.....1088
資料 70.3 原子力緊急事態における防護措置.....1093
資料 71.1 放射性物質の海洋放出について.....1105

＜別添＞

別添 1 福島第一原子力発電所事故の概要.....1110
別添 2 福島第一原子力発電所の概要（JANTI 報告書より）.....1126
別添 3 東北地方太平洋沖地震と随伴津波の概要.....1131
別添 4 原子力発電の仕組み.....1136
別添 5 新規制基準に基づく対策（例）.....1141
別添 6 用語集（JANTI 報告書より）.....1148
別添 7 略語集（JANTI 報告書より）.....1168

本教訓集から転載する場合は、事前にJANSIへ相談をお願いします。

福島第一原子力発電所事故に係る教訓等の再整理と検索システムの構築

－施設の運営を中心に－

1. はじめに

福島第一原子力発電所事故（以後、事故と呼ぶ。）から 10 年が経ち、原子力発電所はその設備面はもとより運営面でも多くの改善に取り組んでいる。

JANSI は 2012 年に事業者の自主的継続的安全性向上活動を牽引する組織として設立され、これまでも事故からの教訓を自主保安活動に反映する活動を実施してきた。

JANSI では事故後 10 年を節目に、事業者が事故の教訓を日常的に学び、現場で活用できるように、抽出された教訓をもとに、膨大な報告書群にある関連する事例及び指摘事項を容易に確認、活用できるような教訓集を作成することとした。このため、事故後に発表された報告書等からの教訓を改めて再整理するとともに教訓の元となった事象や事実に遡るための検索システムを構築した。

今回の教訓の再整理ではより幅広い観点で事故を見つめ直すため政府事故調報告（最終）の委員長所感で示された 7 項目を 7 つの知見として活用した。7 つの知見は原子力分野に限らず汎用的に取りまとめられた究極的な知見とも言える。この 7 つの知見を活用することで以下の効果が期待できる。

① 施設の運営に係わる教訓を再整理する際の基軸にすることができる。

② どの報告書の教訓や指摘事項であっても統一的に整理できる。

③ 原子力産業界だけでなく他産業界にも通じる体系で整理できる。

再整理の結果、7 の知見（便宜上 8 に分類）、23 の教訓、71 の教訓細目、及び事故のデータベースとして 175 の関連資料、7 の別添資料に分類整理した。

また、検索システムでは、知見、教訓、教訓細目だけではなくその元となった事象や事実にも遡ることのできる検索ガイドと関連する文献そのものに遡るための検索ガイドの 2 種類の検索ガイドを作成した。前者は、関連 Q、知見等の No、またはキーワードで検索できる。後者は、文献そのもの（全文あるいは抜粋）を文献名で検索できる。

今後、事実が解明されていくと更なる教訓が生まれるかもしれない。また今回参考とした文献やその他の文献から新たな視点での教訓に気付くことも考えられる。これからも継続的な改善が必要である。

2. 概観

「7＋1」の知見に基づいて、71 の教訓の細目を抽出した。さらに、71 の細目を 23 の教訓に分類整理した。

23 の教訓や 71 の細目を見て改めて思うのは、一つひとつは当たり前の事柄だということである。「常日頃に当たり前のことができていない、緊急時には当たり前のことができなくなる」というのが、教訓を整理してみた上での実感である。では、どうすれば良いのか。その答えは、「常日頃から当たり前のことを愚直に実践し、緊急時に備えて当たり前のことを繰り返し訓練する」ということであろう。

しかし、組織において、当たり前のことをするにも多くの障害が存在する。組織のトップや幹部、中堅、実務者が当たり前のことをきっちりやるんだという共通認識に立っていなければ実践は難しいことをしっかり理解すべきである。

福島第一原子力発電所事故を二度と起こしてはならないことは当然のことであるが、この事故からの教訓は必ずしも原子力特有のものばかりではなく、危険物を取り扱う多くの産業に携わる方々にも一考していただく価値があるのではないかと改めて感じている。

この教訓集を発電所員の教育に活用する場合には、所員が教訓をそのまま正しいこととして覚えてしまうようなことが無いように留意する必要がある。いろいろな場面に合った適切な教訓を検索できるように整理をしており、教訓の活用が進むことを期待するものであるが、緊急時の対応力を発揮できるようにするために大事なのは自らの頭で「どうするか」を考えるようにすることである。いろいろな教材を組み合わせることで教訓の活用に偏ることがないように配慮することをお願いしたい。

知見 1. あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。

解説

✧　政府事故調報告書（最終）委員長所感　P444-P445

（1）あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。

【抜粋】

今回の事故の直接的な原因は、「長時間の全電源喪失は起こらない」との前提の下に全てが構築・運営されていたことに尽きる。「あり得ることは起こる」と考えるべきである。さらに、「あり得ないと思う」という認識にすら至らない現象もあり得る、言い換えれば「思い付きもしない現象も起こり得る」ことも併せて認識しておく必要があろう。

【全文】

今回の事故の直接的な原因は、「長時間の全電源喪失は起こらない」との前提の下に全てが構築・運営されていたことに尽きる。しかし、本来は「あり得ることは起こる」と考えるべきである。当委員会が中間報告を取りまとめた後の平成24年2月に海外の専門家を招いて開催した国際会議においてフランスの専門家などから、原子力発電分野では“ありそうにないことも起こり得る（improbable est possible）、と考えなければならない”と指摘された。どのようなことについて考えるべきかを考える上で最も重要なことは、経験と論理で考えることである。国内外で過去に起こった事柄や経験に学ぶことと、あらゆる要素を考えて論理的にあり得ることを見付けることである。発生確率が低いということは発生しないということではない。発生確率の低いものや知見として確立していないものは考えなくてもよい、対応しなくてもよいと考えることは誤りである。

さらに、「あり得ないと思う」という認識にすら至らない現象もあり得る、言い換えれば「思い付きもしない現象も起こり得る」ことも併せて認識しておく必要があろう。

✧　キーセンテンスの抽出

- 今回の事故の直接的な原因は、「長時間の全電源喪失は起こらない」との前提の下に全てが構築・運営されていたことに尽きる。
- 国内外で過去に起こった事柄や経験に学ぶ。
- あらゆる要素を考えて論理的にあり得ることを見付ける。
- 発生確率の低いものや知見として確立していないものは考えなくてもよい、対応しなくてもよいと考えることは誤りである。

知見 2. 見たくないものは見えない。見たいものが見える。

解説

✧　**政府事故調報告（最終）委員長所感　P445**

（2）見たくないものは見えない。見たいものが見える。

【抜粋】

人間はものを見たり考えたりするとき、自分が好ましいと思うものや、自分がやろうと思う方向だけを見がちで、見たくないもの、都合の悪いことは見えないものである。自分の利害だけでなく自分を取り巻く組織・社会・時代の様々な影響によって自分の見方が偏っていることを常に自覚し、必ず見落としがあると意識していなければならない。

【全文】

人間はものを見たり考えたりするとき、自分が好ましいと思うものや、自分がやろうと思う方向だけを見がちで、見たくないもの、都合の悪いことは見えないものである*。東京電力の自然災害対策において、津波に対するAM策を整備していなかったことや、複数の原子炉施設が同時に全電源喪失する事態への備えがなかったことにも、このような人間の心理的影響が垣間見える。このようなことを防ぐには、自分の利害だけでなく自分を取り巻く組織・社会・時代の様々な影響によって自分の見方が偏っていることを常に自覚し、必ず見落としがあると意識していなければならない。

このことは、当委員会の報告書についても当てはまる。当委員会が公表した報告書は福島原発事故の全貌を明らかにしたものではなく、あくまで事故の事実解明への一里塚に過ぎない。今後、福島原発事故の原因究明に努力する人々によって、見落としや誤りがないか事後点検がなされ、これを踏まえて更に事実解明と事故防止に向けた努力が継続されることを要望する。

＊ ユリウス・カエサルは、部下の総督代理サビヌスがガリアのウェネティ族に仕掛けた計略が奏功したことを描写した『ガリア戦記』第3 巻18 において、fere libenter homines id quod volunt credunt（人間は自分たちが望んでいることを大抵勝手に信じてしまう）と記した。このフレーズが、「人は自分の見たいものしか見ない」又は「人は見たいと欲するものしか見ない」などと意訳され、カエサルの格言とされるようになった。

〔補足〕AM：アクシデントマネジメント

✧　**キーセンテンスの抽出**

- 自分が好ましいと思うものや、自分がやろうと思う方向だけを見がちで、見たくないもの、都合の悪いことは見えない。
- 自分の見方が偏っていることを常に自覚し、必ず見落としがあると意識していなければならない。

知見 3. 可能な限りの想定と十分な準備をする。

解説

✧　**政府事故調報告（最終）委員長所感　P445-P446**

（３）可能な限りの想定と十分な準備をする。

【抜粋】

過去のある時点での想定にとらわれず、常に可能な限り想定の見直しを行って事故や災害の未然防止策を講じるとともに、これまで思い付きもしない事態も起こり得るとの発想の下で十分な準備をすることが必要である。

【全文】

可能な限りの想定と十分な準備をすることが重要である。さらに、思い付きもしないことが起こり得る可能性を否定せず、最悪の事態に至らないような備えをしておくことが必要である。今回の事故では、調査の結果、地震に対する備えは相当程度行われており、地震自体によって重要設備が機能を喪失したことは確認できていないが、想定を超える津波に襲われた場合の備えがなかったために対応できず、大事故に至ったと考えられる。確立していないものであっても新たな知見を受け入れて津波の想定を見直し、それに対して十分な準備がしてあれば、又は予期せぬ事態の出来に備え十分な準備がしてあれば、今回のような大事故には至らなかった可能性がある。

後から考えてこのようなことを言うのは容易であるが、まだ起こっていない時にこのような考え方をするのは非常に難しい。しかし、設計段階など過去のある時点での想定にとらわれず、常に可能な限り想定の見直しを行って事故や災害の未然防止策を講じるとともに、これまで思い付きもしない事態も起こり得るとの発想の下で十分な準備をすることが必要である。

✧　**キーセンテンスの抽出**

- 可能な限りの想定と十分な準備をすることが重要である。さらに、思い付きもしないことが起こり得る可能性を否定せず、最悪の事態に至らないような備えをしておくことが必要である。

知見 4. 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。

解説

✧　**政府事故調報告（最終）委員長所感**

（４）形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。

【抜粋】

事業者も規制関係機関も地方自治体も、それぞれの組織が形式的には原発事故に対応する仕組みを作っていた。しかし、いざ事故が起こるとその対応には不備が散見された。それは組織の構成員がその仕組みが何を目的とし、社会から何を預託されているかについて十分自覚していなかったためと考えられる。構成員それぞれが、社会から何を預託され、自分が全体の中でどこにいるのか、また自分の働きが全体にどのような影響を与えるかを常に考えているような状態を作らなければならない。

【全文】

事業者も規制関係機関も地方自治体も、それぞれの組織が形式的には原発事故に対応する仕組みを作っていた。しかし、いざ事故が起こるとその対応には不備が散見された。それは組織の構成員がその仕組みが何を目的とし、社会から何を預託されているかについて十分自覚していなかったためと考えられる。各構成員が何をしなければいけないかを自分の問題として自覚している状態を作らなければ、仕組みを作っても全体としては機能しない。目的が共有されないからである。緊急時のために構築されたSPEEDI のシステムが避難に活用されなかったのは正にこの例である。

構成員全員が目的を共有するには、それぞれが社会から何を預託され、自分が全体の中でどこにいるのか、また自分の働きが全体にどのような影響を与えるかを常に考えているような状態を作らなければならない。その状態を更に維持するためには教育と訓練が必要である。社会がそれぞれの構成員に預託している事柄をきっちり自覚できるような社会運営をしなければならない。

✧　**キーセンテンスの抽出**

- 各構成員が何をしなければいけないかを自分の問題として自覚している状態を作らなければ、仕組みを作っても全体としては機能しない。目的が共有されないからである。
- 構成員全員が目的を共有するには、それぞれが社会から何を預託され、自分が全体の中でどこにいるのか、また自分の働きが全体にどのような影響を与えるかを常に考えているような状態を作らなければならない
- その状態を更に維持するためには教育と訓練が必要である。社会がそれぞれの構成員に預託している事柄をきっちり自覚できるような社会運営をしなければならない。

知見 5. 全ては変わるのであり、変化に柔軟に対応する。

解説

✧　**政府事故調報告（最終）委員長所感　P446-P447**

（５）全ては変わるのであり、変化に柔軟に対応する。

【抜粋】

与条件を固定して考えると、詳細にしかも形の上では立派な対応ができる。しかし、与条件は常に変化するものであり、常に変化に応じた対応を模索し続けなければ実態に合わなくなる。全ての事柄が変化すると考え、細心の注意を払って観察し、外部の声に謙虚に耳を傾け、適切な対応を続けることが必要である。

【全文】

与条件を固定して考えると、詳細にしかも形の上では立派な対応ができる。しかし、与条件は常に変化するものであり、常に変化に応じた対応を模索し続けなければ実態に合わなくなる。例えば、地震や津波についての調査研究が進展し、福島県沖について、従来考えられていたものより大規模な地震・津波が発生する可能性を指摘する見解もあらわれていた。関係者も、このような新たな見解をキャッチし、それなりの対応を講じてはいたが、災害の未然防止という観点からは結果的に十分な対応を講じるには至らなかった。今後、このような事態を生じさせないためには、全ての事柄が変化すると考え、細心の注意を払って観察し、外部の声に謙虚に耳を傾け、適切な対応を続ける以外にない。

✧　キーセンテンスの抽出

- 与条件は常に変化するものであり、常に変化に応じた対応を模索し続けなければ実態に合わなくなる。
- 全ての事柄が変化すると考え、細心の注意を払って観察し、外部の声に謙虚に耳を傾け、適切な対応を続ける以外にない。

知見 6. 危険の存在を認め、危険に正対して議論できる文化を作る。

解説

✧ **政府事故調報告（最終）委員長所感　P447**

（6）危険の存在を認め、危険に正対して議論できる文化を作る。

【抜粋】

どのような事態が生ずるかを完全に予見することは何人にもできないにもかかわらず、危険を完全に排除すべきと考えることは、可能性の低い危険の存在をないことにする「安全神話」につながる危険がある。危険を危険として認め、危険に正対して議論できる文化を作らなければ、安全というベールに覆われた大きな危険を放置することになる。

【全文】

危険が存在することを認めず、完全に排除すべきと考えるのは一見誠実な考え方のようであるが、実態に合わないことがままある。どのような事態が生ずるかを完全に予見することは何人にもできないにもかかわらず、危険を完全に排除すべきと考えることは、可能性の低い危険の存在をないことにする「安全神話」につながる危険がある。原子力発電は極めてエネルギー密度が高く、元来危険なものであるにもかかわらず、社会の不安感を払拭するために危険がないものとして原子力利用の推進が図られてきたことは否定できない。原子力防災マニュアルが今回のような大規模な災害に対応できるものとはなっておらず、事前の防災訓練も不十分であったなど、原子力防災対策が不十分であったことの背景に、我が国の原子力発電所では大量の放射性物質が飛散するような重大な事故は起きないという思い込みがあったことは否定できない。

危険の存在を認めなければ、考え方が硬直化して実態に合わなくなるばかりでなく、真に必要な防災・減災対策を取ることができなくなる。危険を完全に排除しようとするために余計なコストを抱え込むことになったり、危険が顕在化してしまった後の被害の拡大を防止し影響を緩和するための減災対策を議論し、実施することができなくなる。原子力に限らず、危険を危険として認め、危険に正対して議論できる文化を作らなければ、安全というベールに覆われた大きな危険を放置することになる。

このように考えると、一つの物事を見るとき、それのもたらす利便と危険の二つを同時に正視し、それらのバランスを考慮して判断することが必要となる。その時、対立する考えを否定し、真の討論を行わずに一方の考えのみで物事を処すれば、最悪の道をたどることになる。今回の大事故は我々日本人に考え方を変えることを求めている。

✧ **キーセンテンスの抽出**

- 危険を完全に排除すべきと考えることは、可能性の低い危険の存在をないことにする

「安全神話」につながる危険がある。

- 我が国の原子力発電所では大量の放射性物質が飛散するような重大な事故は起きないという思い込みがあったことは否定できない。
- 危険の存在を認めなければ、考え方が硬直化して実態に合わなくなるばかりでなく、真に必要な防災・減災対策を取ることができなくなる。
- 原子力に限らず、危険を危険として認め、危険に正対して議論できる文化を作らなければ、安全というベールに覆われた大きな危険を放置することになる。
- 利便と危険の二つを同時に正視し、それらのバランスを考慮して判断することが必要となる。

知見 7. 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。

解説

✧　政府事故調報告（最終）委員長所感　P447-P448

（7）自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。

【抜粋】

想定外の事故・災害に対処するには、自ら考えて事態に臨む姿勢と柔軟かつ能動的な思考が必要である。平時からこのような資質や能力を高める組織運営を行うとともに、教育や訓練を行っておくことが重要である。

【全文】

頼りとするマニュアルがないような想定外の事故・災害に対処するには、それに関与する人々がそれぞれ入手した情報からあらゆる可能性を考えて、いかに対処すべきか判断し、行動しなければならない。今回の事故対応では不適切な対応が多々あったが、他方、例えば周囲にあった自動車のバッテリーをかき集めて応急の電源として計測器を動かし、必要最小限のデータを収集するなど、臨機の工夫と判断で事態を打開するための努力がなされた例も多い。そのような対応は、関与した人たちが、実現したい事柄に向けて自ら考え、判断し、行動することによって可能になったものである。頼りとなるものがない状況で最善な行動を可能とするには、自ら考えて事態に臨む姿勢と柔軟かつ能動的な思考が必要である。平時からこのような資質や能力を高める組織運営を行うとともに、教育や訓練を行っておくことが重要である。

✧　キーセンテンスの抽出

- 頼りとするマニュアルがないような想定外の事故・災害に対処するには、それに関与する人々がそれぞれ入手した情報からあらゆる可能性を考えて、いかに対処すべきか判断し、行動しなければならない。
- 頼りとなるものがない状況で最善な行動を可能とするには、自ら考えて事態に臨む姿勢と柔軟かつ能動的な思考が必要である。
- 平時からこのような資質や能力を高める組織運営を行うとともに、教育や訓練を行っておくことが重要である。

知見 8. その他：緊急時対応を行う職員の環境整備を図る。対外発表、渉外業務を適切に行い、海外対応にも気を配る。

解説

本章の内容は、前出の各章のどこかに入れ込むことも可能であった。しかし、現場の技術分野という観点からは若干異質なため、埋没を恐れて独立した 8 章として取りまとめることとした。

教訓 1-1（前提条件、発生確率、知見の確立）（通番 1）

規制値や設計値を安全確保の十分条件と見なさずに、設計の前提や立地点の歴史を確認し、与条件を超える事象、発生確率の低い事象、知見として確立していない事象も起こり得るということを肝に銘じる。

細目

1-1-1　自然現象に対するプラントの設計条件と自然現象の前提条件を定期的に確認する。（細 1）

解説

プラントの安全限界を知るために、自然現象に対するプラントの設計条件と設計に使った自然現象の前提条件を定期的に確認する。その際、前提条件とハザードの関係等について専門分野間で意見交換を深め、リスク認識を共有し、継続的な改善に繋げる。知らないうちにどんな場合でも安全という思わぬ思い込みに陥っているかもしれない。事故の一義的責任は事業者にあり、規制値や設計値を安全確保の十分条件と考えてはいけない。

1-1-2　プラント建設以前の地形・地盤や災害の歴史を確認する。（細 2）

解説

プラントが建設される前の地形や歴史はプラント設計に大きく影響する。プラントが建てられる前の地形・地盤や災害の歴史を確認し、プラントが設置されている場所の環境的な弱点を知ると共に自然現象への対応における見識を深める。

1-1-3　発生確率が小さい事象、不確実な事象は発生する。（細 3）

解説

発生確率が小さい事象や不確実な事象というのは発生しないということではない。発生しないと目をつむるとそこで思考停止する。発生したらどうなるかと考えることが重要である。特に、自然現象には大きな不確実性を伴うことに留意する必要がある。不確実性を認識し、発生確率が小さい事象や不確実な事象が発生した場合を想定し、炉心損傷頻度だけでなく、クリフエッジの有無を確認する。なお、自然現象については重畳現象を把握しておく必要がある。内的事象については、共通要因による複数機器の同時機能喪失の可能性を確認する必要がある。

教訓 1-2（事柄や経験に学ぶ）（通番 2）

様々な事象に対処するため過去の事柄や経験を積極的に学び、自分のプラントでも起こり得るとの前提で分析する。また国際的な動向や最新の知見に常に注意を払い安全性向上につなげる。

細目

1-2-1　安全に係わる研究の最先端の情報を得るように努める。（細 4）

解説

安全に係わる研究の最先端の情報を得るように努める。見解が分かれている場合は、安全の観点から重要かどうかで判断する。学会等で発表される研究論文まですべてを確認することは困難であるが、研究機関とタイアップする等により、貴重な情報を効率的に入手することは可能かもしれない。

1-2-2　再発防止策は多方面から妥当性を確認する。（細 5）

解説

再発防止策は、当該の事象だけにとらわれず、安全の確保を多方面から考えて妥当性を確認する。考えられるすべての想定にとって、その再発防止策が適切であり確実に機能し、総合的なリスクの低減に繋がることを確認しておかないとむしろ障害となることがある。また、重要な課題については、国際的な動向を調査してみる、あるいは、必要な場合は国際的な場等で広く議論してみるのも有効な方策である。

1-2-3　自社経験、他社経験、安全に関する国際動向を幅広く改善活動に役立たせる。（細 6）

解説

自社の運転経験だけでなく、海外や他産業を含む他社の運転経験や安全に関する国際的動向も幅広く改善活動に役立たせる。ただし、再発防止のような形だけでの防災対策には限界があることに留意する必要がある。

1-2-4　他社事例から脅威となる本質を見抜き、ここでも起こり得るとの現実感を持って分析する。（細 7）

解説

自社/他社で発生した事象について、安全への脅威となる本質を見抜くと共に自分のプラントでも起きるという前提で分析を行う。福島第一事故は津波による溢水から生じた全電源喪失が本質でした。海外で洪水による溢水で電源喪失した事象が発生した時に、想定を超える津波は実際には来ないと考えていたことにより、溢水に対する脆弱性に目を向けることができませんでした。

教訓 1-3（論理的にリスクを評価）（通番 3）

自らのプラントについて、あらゆる要素を考えてあり得るリスクを論理的に発見するように努める。

細目

1-3-1　実施可能な評価手法を採用して、聖域を設けない総合的リスク評価を行う。（細 8）

解説

現段階で実施可能な評価手法を積極的に用い、聖域を設けない総合的リスク評価を行う。総合的リスク評価はプラントの脆弱性を見つけ出し、安全対策・防災対策に繋げるための手段であり、リスクが低いことをアピールするためのものではない。また、リスク管理には安全目標が必要である。すべてのリスクと向き合い、特に甚大な被害をもたらす場合は安全対策・防災対策を立てて、訓練することで被害を解消あるいは軽減させることができる。これがリスクマネジメントであり結局それが組織と構成員だけでなく地域の住民の生活も守ることになる。

教訓 2-1（見たくないものに向き合う姿勢）（通番 4）

テロも含め、不確実な事象、発生確率の小さな事象に対しても安全限界を確認し、その評価結果を素直に受け止める。被害の大きい事柄に優先度を置いて実効的な対策を準備して、被害の発生防止あるいは縮小化につなげる。

細目

2-1-1　不確実、発生確率小の事象に対しても安全限界を確認し、対策する。（細 9）

解説

不確実な事象、発生確率の小さな事象に対しても安全限界を確認し、安全限界を超えるなら深層防護の観点から何らかの対策をとる。自然現象や新知見には不確実性が付き物であるが、クリフエッジの存在を見極めることが重要。安全限界を確認するための定量的安全目標には性能目標として、炉心損傷頻度の他に、放射性物質放出量の制限等も加える必要がある。発生確率が小さいことは起きないということではないことは誰もが認識しているが、人間は起きないと思い込みがちである。

2-1-2　被害の大きさに優先度を置いて実効的な影響緩和策を準備する。（細 10）

解説

様々な不測の過酷事態に対応するためには影響緩和策が実効的である。「経営的に厳しい状況なので、いつ起こるか分からないし、起こらないかもしれないものにコストを掛けられない。」とオン/オフで硬直的に判断するのではなく、被害の大きい事柄に優先度を置いて実効的な影響緩和策を検討する。影響緩和策であれば、費用負担が軽い場合もある。

2-1-3　評価結果を素直に受け止め、被害の発生防止あるいは縮小化につなげる。（細 11）

解説

評価結果を素直に受け止め、やらない理由を探すのではなく、被害の発生防止あるいは縮小化につなげる。いろいろ理由を付けて現状の安全評価の範囲内に収めようとする努力が、自らの組織を存亡の際に立たせることになるかもしれない。評価結果が厳しい場合は、少なくとも影響緩和策をとっておくべきである。安全限界を確認し、被害の大きさや対応の難しさから優先順位を付けて、被害の発生防止あるいは縮小化を図ることは防災上も組織を守るためにも重要である。

2-1-4　安全対策とセキュリティ対策を整合させテロに備える。（細 12）

解説

福島第一事故により、テロに対する原子力発電所の脆弱性が明らかとなった。今後はテロを現実のものとして考えるべきであり、内部脅威への対応はより深刻である。安全とセキュリティを整合させ、また警備当局との実践的な合同訓練も必要である。

教訓 2-2（見落としを減らすための体系化）（通番 5）

可能な限りの想定をして、深層防護の考え方に基づき、その進展に応じて、段階的に体制、対応手順、設備等の整備を行う。緊急時に必要となる対応に対して実践的な手順を体系的に整備し、当直員と緊急時対応要員に対して、緊急時対応の知識と技能を身に付けるための教育訓練体系を構築する。

細目

2-2-1　深層防護の考え方に基づき、体制、対応手順、設備等を体系的に整備する。（細 13）

解説

いかなる状況下で過酷な事象が起きたとしても、その進展を想定し、段階的に体制、対応手順、設備等を体系的に整備しておく。設計基準事象は想定に伴う不確かさを有しており、これを逸脱する事象に対する備えが必要である。なお、シビアアクシデントマネジメント（第 4 層）では、第 3 層（設計）とは独立した観点で対策を考える必要がある。可能な限りの想定をしても、その想定を超えることがあるかもしれない。しかし、かなり厳しい想定までしてあれば、応用が可能になる。

2-2-2　緊急時に必要となる対応に対して実践的な手順を体系的に整備する。（細 14）

解説

緊急時に必要となる対応に対して設備設計と密に連携した実践的な手順を体系的に整備する。実践的な手順書体系は、設計基準を超える事象へ対応するための備えとなる。

2-2-3　緊急時対応の知識と技能を身に付けるための体系的な教育訓練体系を構築する。（細 15）

解説

当直員と緊急時対応要員に対して、緊急時対応の知識と技能を身に付けるための体系的な教育訓練体系を構築する。体系的なアプローチによる教材の整備、教育訓練を行うことによって、様々な状況における対応能力を育成できる。

教訓 3-1（設備・システムの信頼度向上）（通番 6）

不測の事態が発生しても、最悪の事態に至らないように、重要設備や電気通信設備の信頼度を向上させる。また、インターロック等の安全システムが逆にリスクを高めることにならないか多方面から評価する。

細目

3-1-1　電源等重要設備は防水対策、浸水対策を考慮して設置する。（細 16）

解説

電源等重要設備は防水対策、浸水対策、配置設計を考慮して設置する。福島第一では、地下階であっても中地下階へ設置された電源盤や浸水経路となる給気ルーバ等が浸水高より上に設置されている場合に被水を免れている。また、防水対策や移動可能な電源供給装置等の設置を忘れない。津波に限らず、台風や高潮等を考えると海岸沿いのプラントの電源設備等の重要設備が地下階設置の場合は浸水対策が必須である。また、１階といえども安心してはいけない。

3-1-2　耐震性向上、多重化・多様化、独立性の確保等により信頼度を向上させる。（細 17）

解説

耐震性向上、多重化・多様化、独立性の確保等により緊急時に必要な系統・設備・装置の信頼度を向上させる。信頼度の向上に際しては、関連機器を含めた系統としての信頼度の向上を図る。設備を多重化する際に、同じ条件の対象位置に配置しがちである。同じ条件ということは共通要因に脆弱ということになり、設置階を変えるだけでも信頼度が向上する。

3-1-3　電気通信設備の多様化を図り、その復旧方策も検討しておく。（細 18）

解説

電気通信設備には多様性をもたせる。また、災害時の電気通信設備の復旧方策を検討しておく。災害時において連絡手段の確保は最優先事項である。電気通信設備は、ページング、有線電話、携帯、PHS、VHS 無線機等の多様化を図ることができるが、復旧手段の検討を忘れがちである。また、全面マスクを装着した状態での通信設備等の開発も必要である。

3-1-4　安全システムにリスクがないか多方面から評価する。（細 19）

解説

安全システムに盲点がないか、安全のために設定されたインターロックやバルブ等が逆にリスクを高めることにならないか、安全システムを多方面から評価する。安全システムの前提を確認し、必要な多重化と多様化と影響緩和策を準備する。

教訓 3-2（最悪に備えたきめ細かな設備形成）（通番 7）

予備品の充実、支援設備の有効活用のための各種アダプターの準備、人力で重要設備の操作や重要パラメータの確認ができるような設備形成等により緊急時対応の多様な選択肢を確保する。

細目

3-2-1　予備品を充実、また、支援設備の有効活用のための各種アダプターを用意する。（細 20）

解説

外部への支援要請は早めに行う手順とする。予備品を充実させると共に、外部からの支援設備を効率的に活用するため、電気や水やエア等の接続のためのアダプターも用意しておく等により汎用性も確保しておく。外部から支援があっても接続部品がないため使えないのは大変に残念なことである。緊急時に対する多様な選択肢を確保しておくことが重要である。また、緊急時に使用する設備や部品についても、保全管理を適切に行う。

3-2-2　重要な弁やパラメータ監視は、緊急時に人間が操作できるような構造とする。（細 21）

解説

安全上重要な電動弁や空気作動弁や重要なパラメータ監視は、緊急時に人間が操作できるような構造とし、近傍に必要な空気ボンベや必要な機材を置く等の措置を取っておく。最後は人間の手で操作するしかないことをしっかり頭に入れ、開閉の保持等の機能も備えた設備形成とする。また、常日頃より緊急時を想定した訓練を行い、人的過誤を減少させる必要がある。

教訓 3-3（外部の監視および外部設備の固縛・分散管理）（通番 8）

外部の異常事態をいち早く確認できるようにする。また、屋外設備や緊急時に必要になる消防車、可搬式設備、重機類等は固縛・分散管理する。

細目

3-3-1　緊急対策本部は、外部の監視機能や報道状況の確認機能を強化する。（細 22）

解説

緊急対策本部は密室なので、津波襲来等を確認できる ITV カメラや報道状況を確認できるテレビを設置する。外界から遮断される環境では、直接津波の来襲を確認できることは有効である。また、外に出られない場合、テレビ報道で初めて被害状況を知るということもあり得る。

3-3-2　屋外設備は固縛し、屋外の重機類等は分散管理する。（細 23）

解説

屋外設備は地震による倒壊や津波による浮遊を防ぐため固縛する。屋外に配置してある非常時に必要な消防車や可搬式設備や重機類等は多ルートでのアクセスが可能なように一か所に集めずに分散管理する。また、燃料の補給策を講じておく。

教訓 3-4（不測の事態に対応できる訓練）（通番 9）

厳しい想定と厳しい条件の下で、訓練を行う。また、関係機関とは事前に支援体制を確立し、支援を有効に活用できるようにする。

細目

3-4-1　訓練では、複合災害、複数同時発災等の厳しい想定とする。（細 24）

解説

複合災害、複数同時発災等の厳しい想定での訓練を計画し、人間の力でどこまでの対応が可能なのかを検証する。単一故障だけでなく、複数同時故障や共通要因による故障・機能喪失の伝搬も考えられる。また、訓練では、過酷な状態において状況を正しく把握し予想するため、リアルタイムで更新できる予想解析ツールや専門家も必要である。

3-4-2　訓練では、全電源喪失、コンピュータ機能喪失等の厳しい設定とする。（細 25）

解説

交流も直流も遮断された暗闇での訓練やコンピュータが使えないという厳しい環境条件での訓練を行う。また、意図的に不正確な条件を伝えるなど難易度の高い訓練を行う。平時はコンピュータを使うことが空気のようになっている。コンピュータに依存していることに気付いてさえいない場合もあるかもしれない。

3-4-3　訓練では、緊急時において様々な障害が発生することを想定する。（細 26）

解説

厳しい事故を収束させるには緊急作業が必要になるが、自然災害や事故の規模が大きい場合、緊急作業を阻害する様々な障害が発生する。様々な障害を乗り越えて、緊急作業を遂行して行くためには、意図的に混乱させる情報を与える等の障害を設定し、これらの障害による遅延を盛り込んだ訓練を繰り返すしかない。

3-4-4　緊急時体制において、一部の組織が機能しない場合に欠落組織を代替する。（細 27）

解説

福島第一事故ではオフサイトセンターが機能しなかったために多くの混乱が生じた。現場の緊急時対応においては、常日頃の管理体制の下で、緊急時体制の各班の構成要員が確実に参集できるように危機管理を徹底する。それでも一部組織が欠落した場合に備えて、常日頃より、各班の構成要員に余裕を設け、予備班を結成して対応できるように人選・調整・訓練を行う。

3-4-5　関係機関と緊急時の支援内容、支援手順、輸送プロセス等の支援体制を合意する。（細 28）

解説

原子力事故の場合、放射能による汚染エリア内への輸送を拒否されたり、汚染エリアから外へ出られない等の支障が生じる恐れがあり、関係機関と緊急時の支援内容、

支援手順、輸送プロセス等の支援体制を合意しておく。ただし、自然災害との複合災害の場合、外からの支援用の資機材の搬入が困難になる事態が想定され、事故当初は公共消防機関や外部からの応援は期待できないという孤立無援の前提での訓練が必要である。

3-4-6　必要な支援物資を選別して現地に届ける支援物資の受入れ体制を構築する。(細 29)

解説

緊急時には国の内外から支援の申し入れや支援物資が殺到する。必要なものを表明し、支援物資から必要なものを選別し確実に現地に送り届ける等の作業を行う支援物資の受入れ体制を構築する必要がある。このような作業は現場との連携が重要であり、あらかじめこのような体制を構築して、事故対応要員には事故収束に専念させる必要がある。

教訓 3-5（危機管理を念頭に置いた操作）（通番 10）

緊急事態では、一つの操作にも危機管理を想定し、代替措置を確保する。また、手順の意味を理解し、盲目的に手順書に従うのではなく、適切に応用動作を行う。

細目

3-5-1　代替措置を確保した上で、切替え操作をする訓練を行う。（細 30）

解説

不測の事態を予測し、代替措置を確保した上で、慎重に切替え操作をする訓練を行う。切替え操作を行うことは手段であって、目的ではない。不足の事態が発生しても目的を達成することが重要であり、代替措置の確保は重要な意味を持つ。

3-5-2　平時から手順・操作の意味を理解し、緊急時では適切に応用動作を行う。（細 31）

解説

操作の意味を理解せずに、緊急時に手順書通りに行うことは、大きな間違いにつながる可能性がある。平時から緊急時を想定した教育・訓練を行う。操作員は平常時の操作に慣れているため、緊急時おいても同じ操作をする可能性がある。平常時と前提が全く異なった状態では、致命的な結果になりかねない。

教訓 4-1（構成員の自覚）（通番 11）

社会から信頼される人材の育成システムを構築し、スキルアップのインセンティブを高める。また、各構成員は緊急時には自らの役割を自覚し、目的や基本方針を共有して対応にあたる。

細目

4-1-1　目的を共有し、基本方針を確認しながら対処するという訓練を行う。（細 32）

解説

様々な事象が次々と発生するような緊急事態では、対応要員が目の前の作業に忙殺される事態となる。このような状況の中でも冷静に判断して行動するためには目的を共有し、基本方針を確認しながら対処するという訓練が必要である。目的と方針を意識すれば、外乱があっても優先度や重要度を間違える可能性は低くなる。

4-1-2　設備やシステムを理解するための教育システムや力量評価システムが必要である。（細 33）

解説

緊急時にプラント挙動を正しく把握し、正しく応用動作ができるように、設備やシステムの機能を本質的に理解するための教育システムが必要である。また、教育システムで使用されるガイドラインや事業者の人材を共通的に評価できる資格制度（所長、運転責任者、炉主任等）の見える化が必要である。

4-1-3　自らの責務を理解し、責任の重さを自覚し、任務にあたる。（細 34）

解説

緊急時体制における各要員は強い責任感を持って職務を全うするように意識付けを行う。各要員は自らの責務を理解し、その責任の重さを自覚し、強い責任感を持って任務にあたるべきである。また、訓練を受けたことがない人間が緊急対策本部に入った場合は、最低限の責務を教える必要がある。

4-1-4　各機能班は事態を見渡して総合的に捉え、他班と連携して必要な支援業務を行う。（細 35）

解説

緊急時体制を構成する各機能班はその職務に尽力すると共に、事態を見渡して総合的に捉え、その中に自らの班の役割を位置付け、必要な支援業務を行う。どうしても組織は専門性で区別せざるを得ない面があるが、緊急時にトップが定めのない指示を行う場合は、内容だけでなく責任分担も明確にし、また、各機能班は積極的に協力・連携して、専門性での縦割りの弱点を顕在化させないようにする。

教訓 4-2（現場本部と支援組織の役割分担）（通番 12）

現場対処にかかわる事柄の判断は現場判断を尊重する。本店等の支援組織の役割は、現場からの支援要請に応えると共に比較的冷静な視点で、推移を見守り評価し、適切に助言し、支援することである。

細目

4-2-1　現場対処にかかわる事柄の判断は現場に任せることを明確化する。（細 36）

解説

すぐれて現場対処にかかわる事柄は判断を現場に任せることを明記した体制とする。現場から離れている支援組織が現場組織の足を引っ張るようなことはあってはならない。本店等の支援組織は現場の対応が不適切・不十分と認められる場合に限って必要な措置を現場に伝えるべきであり、そうでないと、現場をいたずらに混乱させることになる。

4-2-2　現場は、信念を持って状況を判断し、実行する。（細 37）

解説

現場の状況を把握できるのは、現場しかない。現場は、緊急度を冷静に把握し、信念を持って状況を判断し、必要に応じて支援組織と認識を合わせながらやるべきことを実行するとの認識を共有する。現場には外野からの無責任な介入をはねつけるだけの確固たる信念が必要である。

4-2-3　支援組織の役割を明確にする。（細 38）

解説

支援組織の役割は現場からの支援要請に応えると共に現場組織の対応を全体的に俯瞰し、比較的冷静な視点で、推移を見守り評価し、適切に助言し、支援することであることを明確にする。現場と同じように右往左往していたのでは、その本来の職務を果たせない。また、現場や本店対策本部とは別に、事故の進展予測やその後の対策を検討するサポート体制が必要である。

教訓 4-3（トップの機能）（通番 13）

トップ及び幹部は、実効的な災害対応拠点を構築し、緊急事態においては優先事項に従って組織を機能させる措置を速やかに実行する。また、緊急事象が多発する場合、権限委譲により指揮命令系統を分割して、トップの思考に余裕を持たせる柔軟な体制とし、訓練によってその実効性を確認する。

細目

4-3-1　トップ及び幹部は、緊急事態において組織を機能させる措置を優先する。（細 39）

解説

トップ及び幹部はアクシデントマネジメントに入る基準を明確に認識し、アクシデントマネジメントに入ったら組織を機能させることを最優先とすべきである。個人の納得感に拘ったり、組織を機能させる措置の停滞を見過ごしてはならない。緊急事態になると、情報が不足がちになるが、優先的に必要な事項は確実に遂行されなければならない。

4-3-2　災害対応の拠点は、人材的にも、環境的にも実効的なものとする。（細 40）

解説

実際に事象が発生すると最も実効的な体制で対応せざるを得なくなる。形式重視の体制では対応しきれなくなるので、非常時における現実的な体制を構築する。災害対応の拠点は、できる限り情報入手が容易で、現場の動きを把握しやすい、現場に近い場所にする必要がある。それと、実態を理解できる人間が必要である。この観点で緊急時体制が現実的かどうかを確認する必要がある。

4-3-3　権限委譲により指揮命令系統を分割して、トップの思考に余裕を持たせる。（細 41）

解説

緊急事象が多発する場合、一人の人間に責任を集中させると重要なことが抜け落ちるなど対応には限界が生まれる。権限委譲により指揮命令系統を柔軟に分割して、トップの思考に余裕を持たせる体制を構築し、教育・訓練を繰り返してその実効性を確認する。また、炉主任の権限と役割を見直し、所長が技術的・専門的な立場から炉主任を最大限活用できるようにする必要がある。

教訓 4-4（緊急時のコミュニケーション）（通番 14）

現場と緊急対策本部は共通のテンプレートやコミュニケーションツールの活用等によって、齟齬なく認識を共有する。また、現場が行う安全上の重要操作については緊急対策本部の確認をとる。

細目

4-4-1　安全上極めて重要な操作については緊急対策本部の確認をとる。（細 42）

解説

判断が中央制御室に任されている操作であっても、緊急事態において、安全上極めて重要な操作については緊急対策本部の確認をとる。安全上極めて重要な操作はその後の方向性を決めてしまう可能性があるので、慎重な対応が必要である。

4-4-2　現場（中央制御室）と現場本部は確実に認識を共有する。（細 43）

解説

緊急時において、現場（中央制御室）と現場本部が齟齬なく認識を共有する。安全上の重要設備に対する認識に誤解が生まれると、深刻な事態を招きかねない。認識を共有するためには、テンプレートの有効活用や当直内に外部対応要員を置くことが考えられる。外部対応要員がいれば、当直長は運転員の監督に集中できるとともに、タイムリーで正確かつ連続的な情報の流れを確保できる。

4-4-3　緊急時においては必ずコミュニケーションツールを活用する。（細 44）

解説

緊急時こそコミュニケーションの基本動作を確実に実施する。緊急時は少なくとも 2 ウェイコミュニケーション以上を心掛ける。電話による受け答えしかり、報告による受け答えしかり、FAX の着任確認しかりである。また、紛らわしい用語は常日頃から使わないにしておく必要がある。例えば、「手動（しゅどう）停止」は「自動（じどう）停止」と紛らわしいため「手動（てどう）停止」に変える等の配慮が必要である。

教訓 5-1（新知見、環境変化への対応姿勢）（通番 15）

新知見や環境変化に適切に対応するため、トップは先頭に立って安全文化の醸成に注力する。安全文化が醸成されておれば、知見の発見や環境の変化に対して、最新の注意を払って観察し、外部の声に謙虚に耳を傾け、適切に対応することができる。

細目

5-1-1　最新知見や環境変化の影響が大きい場合は、速やかに継続的改善に繋げる。（細 45）

解説

新知見や環境変化を収集する努力をして、俯瞰的な視点で新知見や環境変化を評価し、影響が大きい場合は、先送りせずにまず応急対策あるいは緩和策を打つ。その後で恒久対策の検討に入る。新知見を得ても対応しない理由を探すのでは新知見の意味がない。影響の大きさを評価し、優先度に応じた継続的な改善に繋げる。

5-1-2　トップは強いコミットメントを発信し、外部機関のレビュー等も活用し継続的に安全性を向上させる。（細 46）

解説

トップは原子力特有のリスクを認識した上で、安全最優先の価値観を自らの強いコミットメントとして発信することが第一である。また、福島第一事故後は社会が事業者を見る目は厳しく、事業者自らが規制要件を満たすことに安住せず安全性を向上させる努力をすることに加えて、安全確保の仕組みに外部機関のレビュー等を組み込むことが必須であることを組織内に浸透させなければならない。

5-1-3　各個人が問い掛け学ぶ姿勢を堅持し、風通しの良い組織を作る。（細 47）

解説

事故を防止するために、組織及び個人の安全文化のレベルを向上させる。安全を確保するためには、組織的観点に加えて、組織に属する各個人の役割と責務も重要である。各個人が問い掛け学ぶ姿勢を堅持し、外部の声に謙虚に耳を傾け、鋭敏なリスク感知能力を身に付けるとともに、組織内で自由に表明し、それらが上層部にまで共有されて適切な対応がなされることが重要である。逆に安全に目を瞑ったり、目を向けさせないようにすると、いずれ企業としての存亡の危機に立たされる。

教訓 6-1（危険に正対して議論できる文化）（通番 16）

防災計画や危険物の取扱いなどにおけるリスクの存在を地域と共有し、安全パラドックスに陥ることなく継続的に必要な防災・減災対策をとる。

細目

6-1-1　安全パラドックスに捉われず、安全性の向上に取り組む。（細 48）

解説

改良することは過去の安全の否定につながるという安全パラドックスがあるが、自分の家族がそこに住んでいるという被害者の視点で考えれば、安全パラドックスにとらわれるより安全性を向上する方に価値があるのは当然であることが分かる。安全に関してはこのようなパラドックスに負けないで、安全性の向上に優先度を置かなければならない。

6-1-2　住民側に立った防災計画と危険物の管理など地域に理解を求め、地域住民の納得感・安心感につなげる。（細 49）

解説

モニタリングシステム等の住民の安全な避難に資する設備を整えるとともに、地域防災計画において関係組織の役割分担を明確にし、地域の理解を得る必要がある。地域防災計画は危険物の管理のリスクを地域と共有することから始まる。危険物は閉じ込めるだけでは、閉じ込めている容器自体が破壊され、より深刻な事態を招く場合もある。危険物を正しく扱うために、必要に応じて、地域に理解を求める。地域との議論が地域住民の納得感・安心感につながる。

6-1-3　安全議論では、組織内の権威勾配や数の論理を排除する。（細 50）

解説

安全に関する限り、組織内に権威勾配や数の論理があってはならない。安全問題において権威勾配や数の論理があると、だれも安全について真剣に考えようとしなくなる。自分自身が権威勾配を振りかざしていないか、反省しましょう。

教訓 7-1（想定外へ対応できる応用力）（通番 17）

システム・手順の意味を深く理解し、想定外の事象に対して、機転を利かした判断や行動をするための応用力を高めると共にその応用力を適切に活かすことができるマネジメント力が必要である。

細目

7-1-1　逐条的な手順の遵守を超えた発想力を高める。（細 51）

解説

緊急事態の作業では、環境条件によって、どのマニュアルもそのままでは使えない場合があり得る。その場合、いくつかのマニュアルを繋ぎ合わせて、新たなマニュアルを作るという応用力が必要となる。システムやもともとのマニュアルの手順の意味を深く理解することによってこの応用力を高める必要がある。マニュアルを逐条的に遵守実行しているだけではこの応用力は育たない。

7-1-2　柔軟な発想で機転を利かせて、使える人と物をすべて活用する。（細 52）

解説

今後の設備設計はマネジメントの領域まで踏み込んだ設計が求められ、マネジメントは深層防護の全領域に対応できることが求められる。特に、常設の設備が機能しなくなった場合は、柔軟な発想で機転を利かせて、使える人と物をすべて活用できるマネジメントが必要である。人間の柔軟性を活かせるような腕力で動かせる設備設計や可搬式設備、そして連絡手段の確保など、設計からマネジメントまでをカバーする俯瞰的な安全体系が必要である。

7-1-3　想定外の作業に対する対処方法（マネジメント）をあらかじめ定める。（細 53）

解説

応用動作はもともとの手順に存在しないため現場や緊急対策本部での共通認識になりにくい。共通認識とならないと取組みも遅れるし維持できない場合もある。緊急事態で想定外作業が発生し応用動作で対処することは十分あり得るので、そのような場合に対処するマネジメントをあらかじめ定めておく必要がある。緊急時体制における各構成員（特に班長）は、自らの役割を認識すると共に全体の構成を理解して、そのようなマネジメントが発動した場合はその責任者への的確な情報提供と支援を行わなければならない。

教訓 7-2（レジリエンスの強化）（通番 18）

継続的な安全意識の向上、人間の応用力を活用できる設備形成、組織全体でのフォロー体制、技能・知識を高める教育、切迫した状況での訓練等によってレジリエンスを強化する。

細目

7-2-1　極限状態の中での正しい意思決定に資する訓練を行う。（細 54）

解説

一般に産業界の訓練では生死の分かれ目を覚悟して意思決定するという訓練はないが、福島第一事故は、いやおうもなくこのような状態に追い込まれる場合があることを示した。また、極限状態の中での指示が正しかったとしても、指示を受ける側が拒否する場合もあり得る。判断者には冷静な決断力と信頼される人間力が必要である。

7-2-2　一人ひとりの安全性向上活動を継続的改善に繋げる。（細 55）

解説

原子力安全を支えるのは継続的改善であり、継続的改善を進めていくには一人ひとりの安全意識の向上が必要である。一人ひとりの安全意識の向上を図るには、常日頃から従業員の安全性向上意識をバックアップし、小さな対策であっても積み重ねていくという活動が大切である。東日本大震災は、災害になるかならないかは紙一重の場合もあることを示している。

7-2-3　錯綜した状況の中でも、体制全体で重要設備を確実にフォローする。（細 56）

解説

人間は、平時であれば気付けることでも、錯綜した状況の中では失念してしまうことがある。重要設備に対するこのようなミスは致命的な結果を招きかねないので、多重の対策が必要である。中央制御室が失念しても、緊急対策本部がフォローし、緊急対策本部も失念していたら、本店本部がフォローしないといけない。重要設備の状況を体制全体で共有し、フォローし合うことが収束に向けての確実な一歩となる。

また、優先度の付け方には、緊急度の高いものに優先的に対応するという考えと、救えるものは確実に救うという考えの 2 通りがある。実際にはこれらを組み合わせて対応することになるが、その際重要設備のフォローが確実に行われていることが前提となる。

7-2-4　訓練により人間の応用力を引き出してレジリエンスを向上させる。（細 57）

解説

可能な限りの想定に対応しようとすると、人間の応用力が重要となる。平時より応用力の育成を組み込んだ教育・訓練を行い組織としてのレジリエンスを向上させる。例えば、事象進展に合わせた責任・権限の委譲システム等の体制整備、人間の応用

力を活用できるマン・マシン・インターフェース等の設備形成、職員の使命感の醸成、設備やシステム全体に関する理解を深める教育、また、厳しい想定をしたシナリオレス訓練や切迫した状況な中で様々な支障が発生する訓練等が必要である。

教訓 7-3（緊急時に対する資質・能力の育成）（通番 19）

緊急時における過酷かつ流動的な状況の中で、状況変化を的確に捉え、優先度を選択し、また、突発的な特殊な作業の発生などの困難を乗り越えていけるだけの資質・能力を育成する。

細目

7-3-1　緊急時には、時間ファクターを優先して、限られた時間内で可能な手段を採用する。（細 58）

解説

原子炉は給水が途絶えると 2～3 時間で燃料棒の温度が 700℃を超え、水－ジルコニウム反応による水素発生量の増加が顕著になる。給水が途絶えてから 2～3 時間以内に給水できれば炉心溶融を防げる可能性があるということである。給水が続いているとしてもいつ途絶えても良いように準備する必要がある。このように時間余裕がない場合は、次善の策であっても限られた時間内で可能な手段を採用することが重要である。機能的には最良であっても、状況の確認や手順に時間を要するような手段に期待しすぎると深刻な状況に陥る可能性がある。

7-3-2　特殊技能を要する作業の手順書を整備し、オペレーション要員を確保する。（細 59）

解説

緊急時の対応を確実なものにするには、重機等の特殊な設備を操作する技能・知識を持つ要員を協力会社との契約の下で確保するとともに職員を育成する体系を構築する。災害時には通常では職員が行わない作業が必要になる場合がある。どのような特殊技能を必要とする作業があるかを考え、そのための手順書を整備し、オペレーション要員を確保しておく必要がある。

7-3-3　危機管理能力を向上させるため、過酷な事態が実際に発生することを前提に訓練と検証を繰り返す。（細 60）

解説

深刻な事態になればなるほど、人的過誤の確率も増加し、準備と訓練無しに適切に対処することは難しい。重大で過酷な事故発生時にも通用する資質・能力というのは、型どおりの机上訓練等では一朝一夕に形成されないことを認識し、過酷な事態を想定した実践的な教育・訓練・検証を繰り返す。なお、過酷な事態を想定しても、範囲を限定する、実際には起きないなどの甘さがあると危機管理能力の向上にはつながらない。

7-3-4　環境の変化を的確に捉え、確実に関係者（社内、国内、海外）が情報を共有することを優先的に実行する。（細 61）

解説

国の対策本部、本店本部、現地本部、現場は重要情報を確実に共有する必要がある。

通信設備が劣悪な状況にあっても、環境の変化を的確に捉え、確実に情報を共有することを優先的に実行する。情報の共有によって、誤判断の可能性が小さくなる。基本的なことであるが、極めて重要なことである。また、各国政府は日本に滞在している自国民に対して安全措置を発信する責務があり、国は各国政府への情報発信の責務を有している。どのような事態であろうと事業者は国との情報共有に積極的に取り組むべきである。

7-3-5　状況変化を見越し、現場の負担を増やさない情報共有体制を整備する。（細 62）

解説

時々刻々変化していく環境の中では、変化を見越した監視体制の強化や情報共有のための連絡要員の配備等の体制の整備を図る。現場が監視や操作で繁忙な状況では、対策本部への情報提供が後回しになりがちであり、情報共有の遅れによって変化に対して先手を打つことができなくなる。

教訓 8-1（労働環境の整備）（通番 20）

緊急時対応を支える職員の安全確保とその家族の安否確認の措置をとる。また、長期化にも備えた体制を整備する。これにより復旧作業の継続性が確保される。

細目

8-1-1　災害から職員を守り、長期的な安全管理・健康管理の下で事故収束に全力をあげる。（細 63）

解説

制御盤への手摺りの設置、什器やパソコン等の備品の固定、天井からの落下物防止、ヘルメットの準備等の地震等に対する災害対策や職員の長期的な安全管理や健康管理を強化する。重篤なけが人が発生すると、緊急時対応の局面がさらに困難なものとなる。

8-1-2　水、食糧、衛生管理、健康管理等長期化に備えた体制整備を行う。（細 64）

解説

長期化に備えた体制整備を行う。例えば、作業員の出入管理地点や物資の中継地点の整備、協力会社も含め構内の職員数に応じた水・食糧の多めの備蓄と補給策を検討しておく。その他、衛生管理、傷病対応、メンタルケアも必要である。実際に緊急事態になると、想定以上に多くの人が集まってくるということを念頭に置いておく必要がある。

8-1-3　災害発生時に対応要員の家族の安否確認をする。（細 65）

解説

災害発生時に対応要員の家族の安否確認をする等の士気を維持する仕組みを構築する。特に災害発生時から構内に常駐している緊急時対応要員の士気を維持するための家族の安否確認等を含むガイダンスが必要である。

教訓 8-2（対外発表）（通番 21）

外部発表は「伝えること」ではなく適時的確に「伝わること」を目指す。また、緊急性を要する場合の事前了解のあり方を定めておく。

細目

8-2-1　常日頃からのリスクコミュニケーションに注力し、対外発表の際には「伝わること」を目指す。（細 66）

解説

緊急時においては、事実を適切に伝え、正しく恐れてもらえるようにする。誤解の無いように言葉を選んで補足し、どう受け止められるかまで考えて発言する。判断を受信者側に委ねるような表現は適切でない。また、「混乱を避ける」等の言い訳で公表を控える、粉飾するなどの行為は、最も大切な信頼感を失うことにつながる。「伝えること」ではなく「伝わること」が重要で、特に責任逃れと受け止められかねない発言には注意が必要である。また、正しく伝わるには常日頃からのリスクコミュニケーションが重要である。

8-2-2　組織内あるいは関係組織間で緊急時の事前了解の効率化について合意する。（細 67）

解説

状況が刻一刻と変化するような場合は、適時かつ正確な情報発信に努める。なお、緊急性を要する場合もあり内部あるいは他組織との事前了解は効率的に実施する。上部組織や関係組織との情報共有は重要だが、すべてのプレス発表をこれらの組織の事前了解を必要とすると、住民の健康や生命に係わるような緊急性を有する情報を直ちに広報できない状況が生じる恐れがある。

教訓 8-3（渉外対応）（通番 22）

緊急時におけるやむを得ない来所に対する対応方針を定める。

細目

8-3-1　やむを得ない緊急時の視察や立入には、最小限で対応する。（細 68）

解説

緊急時における視察や立入をどうしても断れない場合は安全確保を大前提にすることを理解してもらい最小限で対応する。緊急時にやむを得ない来訪が入った場合に備え、その場合の対応基準を安全に置くことを確認しておくことは、実際の場合の混乱を最小限にするのに役立つ。

8-3-2　人道的な渉外対応の場合は来訪者の安全確保を第一に考える。（細 69）

解説

人道的な渉外対応が入る場合も想定される。その場合は来訪者の安全確保を第一に考えて柔軟に対応する。いろいろと想定しておけば、バタバタしないので、緊急時対応への影響を最小限にできる。

教訓 8-4（国際関係）（通番 23）

国際的な軋轢を生じさせないように国際ルールを把握する。また、外国政府に対して適切に情報提供する。

細目

8-4-1　国際間ルールと国内のルールに相違がある場合は、その違いを明確に把握する。（細 70）

解説

国際的なルールと国内のルールに相違がある場合は、その違いを明確に把握しておく。国際機関の発表はインパクトがあり、新聞報道等で大きく取り上げられるため注意が必要である。

8-4-2　危険物の処置等の国際問題になりかねない事象について、必要な手続きを把握する。（細 71）

解説

国際問題になりかねない事象については事前にどのような手続きが必要になるか把握しておく。国際的な取決めに関しては、平時は特に問題はないので見落としがちであるが、災害発生時には国外で様々な活動が展開される。当該危険物についての国際的な枠組みや対処方法を把握しておくことで無用な混乱を避けることができる。

細目 1-1-1（設計条件とその前提条件を確認）

自然現象に対するプラントの設計条件と自然現象の前提条件を定期的に確認する。（細 1）

解説

プラントの安全限界を知るために、自然現象に対するプラントの設計条件と設計に使った自然現象の前提条件を定期的に確認する。その際、前提条件とハザードの関係等について専門分野間で意見交換を深め、リスク認識を共有し、継続的な改善に繋げる。知らないうちにどんな場合でも安全という思わぬ思い込みに陥っているかもしれない。事故の一義的責任は事業者にあり、規制値や設計値を安全確保の十分条件と考えてはいけない。

◆ 福島原子力発電所事故での事例

原子力発電所では、地震、津波、台風、積雪等の自然現象に対して設計で一定の配慮をしている。最も注目されるのは地震であるが、その随伴事象である津波に対しては津波高さを想定して敷地高さに反映している。政府事故調報告書（中間）より、津波高さを想定するための津波評価技術について抽出した。

- 津波高さは土木学会の津波評価技術に基づいて想定する。この津波評価技術はおおむね信頼性があると判断される痕跡高記録が残されている津波を評価対象にして想定波高を算定するものである。この手法では、記録の残っていない古い時代に巨大な津波が発生していたとしても、そのようなものは評価対象として取り上げられない。(377P)
- 福島第一原発の敷地高さは海抜 10～13mであり、平成 14 年の津波評価技術に基づく想定する津波高さは 6.1mでしたが、10mを超す（最大 15.5m）の津波に襲われた。(19P、401P)
- この津波評価技術の前提に入っていない巨大津波として 869 年（貞観 11 年：平安時代）に発生した貞観津波があったが、知見が確定していないということから土木学会での検討に委ねることとした。(401P)
- 震災後、中央防災会議の「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」（座長・河田 惠昭（よしあき） 関西大学教授）がまとめた「報告」（平成 23 年 9 月 28 日）において、貞観津波などを考慮の外においてきたことを反省しつつ、「確からしさが低くても、地震・津波被害が圧倒的に大きかったと考えられる歴史地震については、十分考慮する必要がある」と総括した。(394P に平成 23 年 6 月の専門調査会の中間とりまとめに基づいた同様の記載がある。)

◆ 関係する指摘事項等

✧ ASME 報告書

○ 地震や洪水のような自然現象の規模と頻度を予測する能力は向上してはいるが、不確実さは常に残っている。(28P)

○ 新しい安全性構造の必須項目は以下の通りである。(5P)

- 設計基準を超えるような事象を扱う機能
- めったに起こりえないような事象を考慮した設計基準
- 全リスクアプローチの利用、事故進行のいかなる過程でも炉心冷却を補償する
- 人の行動、阻止的なインフラ、指示、制御、事故管理、緊急時に対する準備の改善

○ 福島第一事故によって、稀ではあるが起こり得る事象でその影響が極めて大きい事象に対する安全レベルを設定、実現する点において、規制当局には限られた能力しかないという事実が改めて明らかになった。それ故、所有者、運転者、及びその支援組織には規制要求を超えた適切な安全対策の実現に力を注ぐ姿勢と能力が求められる。(75P)

✧ 国会事故調報告書

わが国においては、観測された最大地震加速度が設計地震加速度を超過する事例が、平成 17（2005）年以降に確認されただけでも 5 ケースに及んでいる。超過頻度を 1 万年に 1 回未満として設定している欧州主要国と比べても、著しく非保守的である実態を示唆している。(203P)

✧ 民間事故調報告書

経年劣化対策の観点から、プラント全体の旧式化への対策を強めていれば、全電源喪失の危険性に意識が向けられていた可能性は否定できない。(262P)

✧ 政府事故調報告書（最終）

- 事業者や規制機関が「システム中枢領域」(原子炉建屋、タービン建屋等の主要設備)の安全性を設計の前提条件の枠の中だけで過信すると、安全対策が破綻する。(415P)
- 東京電力は、原子力発電所の安全性に一義的な責任を負う事業者として、国民に対して重大な社会的責任を負っているが、津波を始め、自然災害によって炉心が重大な損傷を受ける事態に至る事故の対策が不十分であった。(441P)

✧ 東電報告書

今後も法令等の基準やルールの遵守は目的ではなく、最低限の前提条件であることを改めて認識し、社員一人ひとりが安全性の向上に向けて自問自答を繰り返し、本質的な危機を見抜き、安全を追求していくよう、不断の努力を行っていく。(351P)

✧ INPO 報告書

○ 重要な原子力安全文化の原則に、問いかける姿勢や仮定条件に疑いを持つ姿勢を養うことが含まれている。振り返ってみると、プラントの溢水を引き起こす可能性のある巨大津波が起こらないという仮定条件に対して、東京電力は追加的な問いかけや検証を実施していれば事態を改善できたかもしれない。加えて、コミュニケーションに困難を来し、またプラントについて信頼できる情報が得られなかった福島事故において、問いかけの姿勢や仮定条件に対する疑いの念があれば炉心冷却の維持に役立ったかもしれない。(34P)（上記の議論を進行する上で手助けとなり得る質問の例）

- 複雑な事象の発生時に原子炉冷却と格納容器の健全性が保たれることを確実にするために、前提条件に疑問を持ち、問いかける姿勢を組織としてどのように求めるか？（34P）

○　東京電力は、（想定を）大きく上回る津波高さを示した際、潜在的な結果についての十分な検証や補償的措置や対策を行うことなく他者にその問題のレビューを委ねた。他の機関は、不完全なあるいは結論が出ていない情報を含んでいる同様の状況に直面した際、原子力安全に潜在的に影響を与える問題をより厳しくレビューすることで、事態を改善できるかもしれない。（34P）（上記の議論を進行する上で手助けとなり得る質問の例）

情報が不完全あるいは結論が出ておらず、プラントへの影響が十分に理解されていない場合に、原子力安全に潜在的に影響を与える問題を特定・解決するための、もしくは保守的な措置を講じるためのアプローチはどの程度綿密なものであるか？（35P）

✧　原子力発電所が二度と過酷事故を起こさないために（科学技術国際交流センター）

今回の地震動でも女川原子力発電所でも、福島第一原子力発電所でも基準地震動を超える地震動が観測されたからである。それは設計基準を超える事態であるということであり、それはシビアアクシデント領域に入ると言うことになる。（30P）

✧　学会事故調報告書

設計基準津波の基盤となるリスクについて、専門分野間の共通認識を得るためのコミュニケーションが不足していた点である。原子力安全の側から津波に関する専門家に対して設計基準ハザードを定量的に示し、これに対応する津波の高さなどについての深い情報交換を進め、これに基づいた基準の改訂などを進める必要があった。（137P）

◆ 備　考

判断基準や評価結果が独り歩きしがちであるが、その前提条件を外れている事象に対しては、判断基準や評価結果は意味をもたない。近年、貞観津波に対する調査も進み、知見の反映が検討されつつあった。東京電力はこれらの知見を活かし貞観津波の福島第一原発の波高として9mを超える数値を得ていたが、十分に根拠のある知見と見做さず、具体的な津波対策には着手しなかった。

◆ 関連資料　1.1（項目）

- 中央防災会議の概要（内閣府HP）
- 「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波に関する専門調査会」の反省（中央防災会議）
- 貞観地震が海溝型地震の長期評価から外された理由（産総研HP「地層研究が明らかにした1100年前の大地震」）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 1-1-1、細 1 自然現象に対するプラントの設計条件と自然現象の前提条件を定期的に確認する。
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。
	関連教訓 No	教訓 1-1、通番 1 前提条件、発生確率、知見の確立
	関連資料 No	資料 1.1 『中央防災会議の概要』と『東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波に関する専門調査会』の反省
キーワード		
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 1 **政府関連**：政府事故調報告書（中間）1、政府事故調報告書（最終）1、地震・津波専門調査会報告 1 **学協会関連**：学会事故調報告書 1、津波評価技術 1 **海外機関関連**：INPO 報告書 1、ASME 報告書 1 **事業者関連**：東電報告書 1 **有識者関連**：民間事故調報告書 1、原子力発電所が二度と過酷事故を起こさないために1 **その他文献等**：地層研究が明らかにした 1100 年前の大地震(産総研)

細目 1-1-2（建設以前の地形と災害の歴史を確認）

プラント建設以前の地形・地盤や災害の歴史を確認する。（細 2）

解説

プラントが建設される前の地形や歴史はプラント設計に大きく影響する。プラントが建てられる前の地形・地盤や災害の歴史を確認し、プラントが設置されている場所の環境的な弱点を知ると共に自然現象への対応における見識を深める。

◆ 福島原子力発電所事故での事例

一般の住宅でも、地盤の過去を知ることは減災への近道と言われる。福島第一原発の敷地高さは海抜 10～13mであるが、もともとは海抜 30～35mの平坦な丘陵地で急峻な海食崖を持つ地形でした。政府事故調報告書（中間）より、東京電力が実施した津波調査の結果を抽出した。

- 東京電力は、21年12月から平成22年3月までの間、福島県沿岸において、津波堆積物調査を実施した。その結果、貞観津波（869年）の堆積物が、福島第一原発より10㎞北方に位置する南相馬市小高区浦尻地区等において発見されたが、福島第一原発より南方では、津波堆積物は発見されなかった。(399P)

発電所敷地の近傍は海抜 30～35mの海食崖なので、津波の痕跡は残りようもないが、10mを超えるような津波の痕跡は発電所近くでは発見されなかったことになる。
しかし、現実には 10mを超す（最大 15.5m）津波に襲われた。

◆ 関係する指摘事項等

✧ 国会事故調報告書

地震は、原子力施設に地震動、断層変位、地殻変動（地盤の隆起・沈降)、津波という一次的な脅威を及ぼすほかにも、施設内及び施設外にさまざまな二次的影響を与える。例えば、原子力施設内の土木構造物や電気設備などの地震被災、タービンミサイル、原子力施設外の送電系統やダムの地震被災による外部電源喪失、洪水の発生等、考えられる限りの誘発事象を評価して対策を講ずる。(595P)

✧ 学会事故調報告書

各発電所の設置当時の知見では耐津波設計としては十分なものであったが、最新知見の取込みと対応策の実施については、結果として十分なものではなかったといえる。統一的な基準化が進まない中、事業者の独自の対応はまちまちであるが、各発電所ではそれなりの対策がとられてきた。これにより被災したか否かは、最新知見の取込みと対応策の実施について、対応ができていたか否かの結果であった。しかし、女川原子力発電所のように津波の脅威、畏怖というものが、事故に至るのを救ったというのも事実であろうし、自然現象への対応における見識が求められる。(194P)

◆ 備　考

発電所の 10㎞北方では貞観津波の痕跡がみつかっていること、津波の痕跡が発電所近くでは発見されていないとはいうもののもともとは海抜 30～35ｍの平坦な丘陵地であったこと、貞観津波の福島第一原発の波高として 9ｍを超える試算値を得ていたこと、津波高さは自然現象としての大きな不確かさがあること等をどう受け止めるかという問題である。以下が他事業者の例であるが、もともとの地形にも意味があり、自然事象に対してはその意味も配慮して防護策を検討することが必要である。

- 東北電力は、発電所の設置許可を申請するに際して土木技術者が文献調査（1896 年の明治三陸津波や 1933 年の昭和三陸津波等の過去の津波記録）や聞き取りをして調査した結果、最大津波は約 3ｍであったが、明治三陸津波や昭和三陸津波よりも震源が南にある地震、例えば 869 年の貞観や 1611 年の慶長等の地震による津波の波高はもっと大きくなることもあろう等の議論を踏まえて、敷地高さを 14.8ｍに決定した。（平成 27 年度電気学会全国大会の資料「地震・津波被災を乗り越えた女川原子力発電所」より）

◆ 関連資料　2.1（項目）

- 貞観地震と長期評価（産総研 HP）

◆ 関連資料　2.2（項目）

- 貞観地震、貞観津波の記録-日本三代実録（日本学術会議主催学術フォーラム）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 1-1-2、細 2 プラント建設以前の地形・地盤や災害の歴史を確認する。
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。
	関連教訓 No	教訓 1-1、通番 1 前提条件、発生確率、知見の確立
	関連資料 No	資料 2.1 貞観地震と長期評価 資料 2.2 貞観地震、貞観津波の記録−日本三代実録
キーワード		
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 2 **政府関連**：政府事故調報告書（中間）2 **学協会関連**：学会事故調報告書 2 **事業者関連**：女川の被災者対応 1

細目 1-1-3（確率が小さくても、不確実でも発生する）

発生確率が小さい事象、不確実な事象は発生する。（細 3）

解説

発生確率が小さい事象や不確実な事象というのは発生しないということではない。発生しないと目をつむるとそこで思考停止する。発生したらどうなるかと考えることが重要である。特に、自然現象には大きな不確実性を伴うことに留意する必要がある。不確実性を認識し、発生確率が小さい事象や不確実な事象が発生した場合を想定し、炉心損傷頻度だけでなく、クリフエッジの有無を確認する。なお、自然現象については重畳現象を把握しておく必要がある。内的事象については、共通要因による複数機器の同時機能喪失の可能性を確認する必要がある。

◆ 福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告書（中間）より、東京電力が実施した津波リスクに関する評価を抽出した。

津波に対して非常用設備だけは守れるように非常用設備は2倍や3倍の高さにする等の手立てを講じるといった設計思想に対して東京電力関係者の受止めは以下のとおりであった。

平成 14 年の津波評価技術策定時点では、算定される想定津波の波高は既往津波の 2 倍程度となり、既往津波に相当すると考えられる S1 地震動の最大加速度振幅の 1.5 倍程度になることの多かった S2 地震動に近いことから、津波評価技術に基づく津波水位は S2 地震動的な概念と考えた。このことを踏まえて、想定津波を超える確率は S2 地震動の発生確率として理解されていた 10^{-4}／年～10^{-5}／年(1 万年から 10 万年に 1 回発生）オーダー程度と考えた。(446P)

その後土木学会ではリスクを確率論的に見積もる方向の検討が行われ、評価手法として未確立ではあるものの、その検討成果に基づいて福島第一原発のリスク評価を行ったところ、設計津波水位を超える確率は 10^{-4}／年オーダーであり、CDF の観点からリスクレベルとしては大きくないと認識した。(446P)

平成14 年7月に公表された推本の「三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価について」で述べられている「1896年の明治三陸地震と同様の地震は、三陸沖北部から房総沖の海溝寄りの領域内のどこでも発生する可能性がある。」という知見に対して東電は以下のとおり対応した。

遅くとも平成 20 年 5 月下旬から同年 6 月上旬までに、推本の長期評価に基づき津波評価技術で設定されている三陸沖の波源モデルを流用して試算した結果、それぞれ福島第一原発 2 号機付近で O.P.+9.3m、福島第一原発 5 号機付近で O.P.+10.2m、敷地南部で O.P.+15.7m といった想定波高の数値を得た。(396P)

武藤副本部長及び吉田部長は、前記想定波高につき、試算の前提とされた推本の長期評価が震源の場所や地震の大きさを示さずに、「地震が三陸沖北部から房総沖の海溝寄

りの領域内のどこでも発生する可能性がある。」としているだけのものである上、津波評価技術で設定されている三陸沖の波源モデルを福島第一原発に最も厳しくなる場所に仮に置いて試算した結果にすぎないものであり、ここで示されるような津波は実際には来ないと考えていた。(397P)

- 他方で、武藤副本部長及び吉田部長は、念のために、推本の長期評価が、津波評価技術に基づく福島第一原発及び福島第二原発の安全性評価を覆すものかどうかを判断するため、電力共通研究として土木学会に検討を依頼しようと考えた。ただし、あくまで「念のため」の依頼であって、その検討の結果がかかる安全性評価を覆すものであるとされない限りは考慮に値しないものと考えていたとのことであり、武藤副本部長らと共に説明を受けた新潟県中越沖地震対策センター長(以下「センター長」という。)も、おおむね同様の考えであった。(397P)
- 結論として、武藤副本部長より、①推本の長期評価の取扱いについては、評価方法が確定しておらず、直ちに設計に反映させるレベルのものではないと思料されるので、当該知見については、電力共通研究として土木学会に検討してもらい、しっかりとした結論を出してもらう、②その結果、対策が必要となれば、きちんとその対策工事等を行う、③耐震バックチェックは、当面、平成14年の津波評価技術に基づいて実施する、④土木学会の委員を務める有識者に前記方針について理解を求めることが、東京電力の方針として決定された。(397P)

◆ 関係する指摘事項等

✧ 国会事故調報告書

- 日本は自然災害大国でもあるにもかかわらず、地震や津波といった外部事象を想定せず、内部事象のみを想定したＳＡ対策を行ってきた。(28P)
- 東電は、実際に発生した事象については対策を検討するものの、そのほかの事象は、たとえ警鐘がなっても、発生可能性の科学的根拠を口実として対策を先送りしてきた。その意味で、東電のリスクマネジメントの考え方には根本的な欠陥があった。(41P)
- それぞれ福島第一原発2号機付近で0.P.+9.3m、福島第一原発5号機付近で0.P.+10.2m、敷地南部で0.P.+15.7mといった想定波高の数値を得たが、武藤栄東電原子力・立地本部副本部長ほかは津波到来の緊急性は低いと考えた。津波対策は防潮堤、防波堤、海水ポンプの水密化並びに建屋の設置といった対応策が検討されたものの、事故時点までに安全性確保に十分な対策が取られることはなかった。(497P)

✧ 政府事故調報告書(最終)

- 広域にわたり甚大な被害をもたらす事故・災害の場合には、発生確率にかかわらずしかるべき安全対策・防災対策を立てておくべきである、という新たな防災思想が、行政においても企業においても確立される必要がある。(433P)

✧ ASME報告書

- 福島の出来事から学んだ重要な教訓の 1 つは、稀な自然現象の発生可能性および厳しさは予想することが難しいということ。(28P)
- 地震や洪水のような自然現象の規模と頻度を予測する能力は向上してはいるが、不確実さは常に残っている。(28P)

✧ 学会事故調報告書

✧ 地震と津波がそうであったように、自然現象は重畳して発生する可能性がある。種々の自然現象に対して、coincidental（偶然)、consequential（従属)、correlated（相関）な要因を考慮したうえで重畳について考慮する必要がある。(197P)

✧ 福島第一で起きたような同一機能を有する複数の機器が同時に機能を喪失する複数機器の損傷や共通の要因による事故の想定は、発生の可能性がきわめて低いとして遠ざけられてきたことが、今回の事故に適切に対応できなかった要因の一つになっている。（198P）

◆ 備　考

福島第一原発は各号機毎に独立して非常用交流電源や直流電源を有しており、また、非常用交流電源については、隣接号機との連携を図るなど単一要因で複数機の原子炉で事故が発生することがないように配慮している。しかし、敷地高さを超える津波は来ないと考えた結果、複数号機が同時に損壊故障する全電源喪失を想定するに至らなかった。発生確率が小さいことや不確実であることは発生しないことの理由にはならないということを肝に銘じなければならない。

◆ 関連資料　3.1（項目）

- 耐震指針改訂の経緯と新耐震指針の概要（福井県原子力安全専門委員会－日本原電㈱、関西電力㈱、JAEAの連名資料）

◆ 関連資料　3.2（項目）

- 耐震設計審査指針関連の用語解説（ATOMICA）

◆ 関連資料　3.3（項目）

- 耐震安全性評価フロー（東電プレス資料）

◆ 関連資料　3.4（項目）

- SA対策、津波対策、事故対応の根本原因（東電原子力安全改革プラン）

◆ 関連資料　3.5（項目）

- 重要な機器・配管系への地震の影響（政府事故調報告書（中間)、国会事故調報告書、学会事故調報告書）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 1-1-3、細 3 発生確率が小さい事象、不確実な事象は発生する。
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。
	関連教訓 No	教訓 1-1、通番 1 前提条件、発生確率、知見の確立
	関連資料 No	資料 3.1 耐震指針改訂の経緯と新耐震指針の概要 資料 3.2 耐震設計審査指針関連の用語解説 資料 3.3 耐震安全性評価フロー 資料 3.4 SA 対策、津波対策、事故対応の根本原因 資料 3.5 重要な機器・配管系への地震の影響
キーワード		
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 3 **政府関連**：政府事故調報告書（中間）3、政府事故調報告書（最終）2 **学協会関連**：学会事故調報告書 3 **海外機関関連**：INPO 報告書 2、ASME 報告書 2

細目 1-2-1（安全研究の最先端の情報を得る）

安全に係わる研究の最先端の情報を得るように努める。（細 4）

解説

安全に係わる研究の最先端の情報を得るように努める。見解が分かれている場合は、安全の観点から重要かどうかで判断する。学会等で発表される研究論文まですべてを確認することは困難であるが、研究機関とタイアップする等により、貴重な情報を効率的に入手することは可能かもしれない。

◆ 福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告（中間）より、水素爆発の論文に関する部分を抽出した。

1号機、3号機及び4号機の原子炉建屋（R/B）において、水素爆発が発生したが、最初の1号機の爆発が起きるまで、事故対応に当たっていた福島第一原発、発災事業者本店、国等の関係者らは、R/Bで水素爆発が発生する可能性を認識していなかった。(245P)

- 今回の地震以前にR/Bにおける水素爆発を論じた文献が2件見つかった。ただし、国際原子力機関（IAEA)、経済協力開発機構原子力機関（OECD/ NEA）等においても、現在のところ、R/Bの水素爆発について論じた形跡は見当たらない。(245P)
- 1件は、マークⅠ型格納容器の沸騰水型原子炉（BWR）における長時間電源喪失事故で圧力容器の減圧にも失敗するケースについて、米国の原子力発電所をモデルとして解析した結果、原子炉格納容器の損傷直後に数回の水素燃焼がR/B及び燃料交換フロアにおいて発生する。(246P)
- もう1件は、BWRの原子炉格納容器が比較的小さいため、シビアアクシデント（原子炉の炉心が重大な損傷を受けるような事象）時に発生する水素が漏えいし、R/Bに蓄積する可能性があることを踏まえて、フィンランドの原子力発電所におけるR/Bでの水素燃焼及び爆ごうの可能性を評価したところ、原子炉格納容器に20㎟の隙間がある状態で、R/Bにおける火炎加速及び爆燃・爆ごうに至る可能性は排除できないと論じられている。(246P)

◆ 関係する指摘事項等

✧ 政府事故調報告（中間）

- 今回の地震以前にR/Bの水素爆発について論じていた文献2件についての追記事項は以下の通り。(245P)

  ①「MELCOR（第1.8版）を用いたピーチボトムにおける自動減圧作動を伴わない長期所内停電事象の解析」（以下「ブルックヘブン論文」という。）

  1994（平成6）年にアメリカ合衆国（以下「米国」という。）のブルックヘブン国立研究所により発表された。

  ②「BWR 原子炉建屋における水素の爆燃及び爆ごうのシミュレーション」（以下「マンニネン論文」という。）

2002年（平成14年）にM.Manninen等により発表された。

✧　学会事故調報告

- 研究者の見解が分かれていてどちらが正しいかは分からない状況であったとしても、原子力発電所の安全の観点からは津波対策に反映すべきであった。一般的な教訓として記せば、研究途上の成果であっても原子力発電所の安全の観点から重要であれば、事業者や規制当局は安全対策に反映させるべきである。(342P)
- 想定津波波高を超える津波に襲われた場合に、きわめて深刻な事態になるとの結果が得られていた。また、この結果は確率論的リスク評価の専門家であれば容易に推定できる。したがって、津波研究の知見が学界で評価の分かれる状況であったとしても、確率論的リスク評価と合わせて考えれば津波対策をとるべきであった。(342P)

◆ 備　考

上記の2件の文献については、IAEA等でも論じられていないようなので、このような情報に接するのは困難だったかもしれない。しかし、仮にこの論文を知っていれば、事故の早い段階でブローアウトパネルの開放等の措置を行い、水素爆発を防ぎ得たかもしれない。原子力発電の安全を確保するためには、このような知見も含めて国内外の原子力に関する知見の蓄積や技術進歩に合わせた原子力発電所の安全水準の向上が必要である。

◆ 関連資料　4.1（項目）

- ジルコニウムー水反応（ATOMICA、JANTI資料）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 1-2-1、細 4 安全に係わる研究の最先端の情報を得るように努める。
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。 知見 5 全ては変わるのであり、変化に柔軟に対応する。
	関連教訓 No	教訓 1-2、通番 2 事柄や経験に学ぶ 教訓 5-1、通番 15 新知見、環境変化への対応姿勢
	関連資料 No	資料 4.1 水 - ジルコニウム反応
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）4 **学協会関連**：学会事故調報告書 4

細目 1-2-2（再発防止策は多方面から妥当性を確認）

再発防止策は多方面から妥当性を確認する。(細 5)

解説

再発防止策は、当該の事象だけにとらわれず、安全の確保を多方面から考えて妥当性を確認する。考えられるすべての想定にとって、その再発防止策が適切であり確実に機能し、総合的なリスクの低減に繋がることを確認しておかないとむしろ障害となることがある。また、重要な課題については、国際的な動向を調査してみる、あるいは、必要な場合は国際的な場等で広く議論してみるのも有効な方策である。

◆ 福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告書（中間)、INPO報告書より、良かれと思った対策が裏目となった例を抽出した。

(1) 原子炉建屋（R/B）のブローアウトパネル（政府事故調報告（中間))

水素爆発を防止するため、R/B内に水蒸気が充満し圧力が上昇した場合に自動的に外れるように設計されたブローアウトパネルを取り外せないか検討した。しかし、新潟県中越沖地震の経験から、福島第一原発では、ブローアウトパネルが容易に取り外しできないようにしてあり、取り外すにはR/B に入った上、作業中に火花や静電気が発生することも懸念され、実際には作業は不可能であった。(214P)

(2) 格納容器ベントのラプチャーディスク（INPO報告書）

日本では、放射性物質の放出を避けるため、できるだけベントを遅せるよう考え、格納容器が最高運転圧力に達するまで破裂しないラプチャーディスクを設置した。(15P)

- 米国の BWR は、一般的にラプチャーディスクを備えておらず、非常時の運転手順では格納容器の設計圧力に到達する前にベントを開始することが要求されている。(16P)
- 燃料損傷の発生時には、ガイダンスにのっとり、格納容器内での爆発の可能性を減らすため、格納容器内の水素濃度に基づき早期ベントが要求されている。サイト緊急時対応センターと相談し助言をもらった上で、当直長がベント開始を決定する。(16P)

◆ 関係する指摘事項等

✧ INPO報告書

- 日本の BWR では、米サンディア国立研究所で実施された格納容器の健全性試験の結果の検討により、ベント実施前に格納容器圧力が設計圧の2 倍に達することを許すような手順ガイダンスが決められた（NUREG/CR-6906/SAND2006-2274 [2006 年7 月発行]を参照)。この研究では、スケールモデルを用いた試験により、定格値の2 倍を超えるまで格納容器は壊れないことが示された。日本の事業者と原子炉ベンダーは個々の機器が同程度の高圧でも破損せずに耐えられることを確認するために詳細な計算を行った。しかしながら、ベントを遅らせる戦略を採用することが決定された際、格納容器圧力

が高い状況下での水素漏洩量の増加の可能性については十分に対処されなかった。（16P）

- 教訓：国際機関やフォーラムに積極的に参加し、共有されている情報を最大限に利用する。
  国際的なオーナーズグループの活動やその他のフォーラムに積極的に参加していれば、東京電力や日本のほかの電力会社にとって自社の緊急時対応・アクシデントマネジメント戦略に対する代替策の認識が促されていたかもしれない。さらに、これらのフォーラムにおけるAM やその他のトピックスに対する日本のアプローチの議論は、多様な見方及び観点を持つ人々からの質問や、建設的な反論を提供してくれたかもしれない。日本以外の電力会社も、日本の電力会社が提供できる運転経験から利益を享受できただろう。(32P)
- 定期的なレビューや新しい知見により、安全マージンを大きく引き下げるか、現在の設計仮定条件を超える可能性が示された場合、実質的な影響が出る可能性をタイムリーに、規則にのっとり、かつ包括的に評価する必要がある。プラントウォークダウンを伴う、独立した様々な分野にまたがる安全レビューも原子力安全にかかわる事項を理解するために実施されなければならない。そうした影響に重要な安全系の共通モード故障が含まれる場合、補償措置または対策を遅滞なく確立するべきである。(INPO報告書4P)

✧　学会事故調報告書

- すべての安全対策は、新たなリスクを取り込むことになる。安全対策によるリスク低減が、この新たなリスクの導入よりも十分に効果的であることを総合的なリスク低減の観点から評価しなくてはならない。さもないと、SAM対策による事故が起こりうることになる。(179P)
- 想定外事象に対する備えを考える際に重要な課題は、運転や保守を含めたプラントの総合的リスクを考慮することである。しかしながら、対策（特に設備）を追加することが必ずしもリスクを低減するとは限らないことを考慮する必要がある。(361P)

◆ 備　考

INPO報告書に水素対策として、以下のような提案がなされている。

- 格納容器内への受動的水素再結合器の設置は事故発生時に水素の蓄積を防止することができるかもしれない。さらに、蓄積した可能性がある水素をベントするために、各原子炉建屋に手動式ベントを設置することは良策かもしれない。(INPO報告書27P)

◆ 関連資料　5.1（項目）

- 　ブローアウトパネルの機能（東電報告書）

◆ 関連資料　5.2（項目）

- 2号機ラプチャーディスクは機能したのか。（政府事故調報告書（中間））
- ラプチャーディスクの設定圧の考え方（INPO報告書）
- 1号機格納容器ベントの成功（政府事故調報告書（中間））
- 3号機は格納容器ベントではなく、格納容器からの漏えいで圧力減少（東電未解明問題進捗報告）

◆ **関連資料　5.3（項目）**

- ラプチャーディスクの役割（JANTI報告書）
- 米国の早期ベントの考え方（INPO報告書）

◆ **関連資料　5.4（項目）**

- 1号機の消防車注水にバイパスフローあり（東電未解明問題進捗報告）
- 柏崎刈羽のバイパスフロー対策（東電未解明問題進捗報告）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 1-2-2、細 5 再発防止策は多方面から妥当性を確認する。
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。
	関連教訓 No	教訓 1-2、通番 2 事柄や経験に学ぶ
	関連資料 No	資料 5.1 ブローアウトパネル 資料 5.2 ラプチャーディスクは作動したか？ 資料 5.3 ラプチャーディスクの役割 資料 5.4 1 号機　消防車注水にバイパスフローがあった。
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）5 **学協会関連**：学会事故調報告書 5 **海外機関関連**：INPO 報告書 3

細目 1-2-3（内外の運転経験、国際動向を改善活動に活かす）

自社経験、他社経験、安全に関する国際動向を幅広く改善活動に役立たせる。（細 6）

解説

自社の運転経験だけでなく、海外や他産業を含む他社の運転経験や安全に関する国際的動向も幅広く改善活動に役立たせる。ただし、再発防止のような形だけでの防災対策には限界があることに留意する必要がある。

◆ 福島原子力発電所事故での事例

浸水対策の観点で福島第一原発に反映されておれば、事故の様相は相当に違ったものになったのではないかという海外の発電所の過去の運転経験を紹介する。

フランスのルブレイエ原子力発電所での溢水事象（INPO 報告書より）

フランスのルブレイエ原子力発電所で、溢水により 4 機の原子炉のうち 2 機について、低圧安全注水及び格納容器スプレーが全系統使用不能になった。この溢水は、解析で想定されていない風と河川の状態が原因であった。(32P)

WANO（世界原子力発電事業者協会）はルブレイエからの教訓を記述する 2 つのレポートを発行しており、そのうち、一つのレポートではすべての原子力運転組織が検討すべき具体的な推奨項目が記載されている。福島第一原発では、福島サイトは河川ではなく海に面しており、強風は設計基準と規制要件により、すでに解析され、対処されていることから、これらのレポートは福島には該当すると考えなかった。(32P)

- レビュー時に、ルブレイエにおける溢水の結果を考慮した大局的なアプローチが用いられていたならば、ルブレイエの是正処置（浸水に対する抵抗力を高めるためのケーブル坑道と電線貫通部の改造、溢水の侵入を食い止める防水ドアの増設）の実施が福島においても検討されていたかもしれない。(33P)

◆ 関係する指摘事項等

✧ INPO報告書

- もうひとつの重要な原則には、組織的学習が関係している。東京電力の上層部は、今考えると運転経験を共有し、アクシデントマネジメント戦略の差異について批判的に議論される場である国際フォーラムにもっと頻繁に参加していれば事態を改善できたかもしれないと述べている。同様に彼らは、プラントの事故が発生する潜在性を小さくするためには、海外運転経験情報をもっと活用する必要があると指摘した。(35P)（上記の議論を進行する上で手助けとなり得る質問の例）
  - 原子力安全を高めるための情報共有を行う国際フォーラムにどのように関与していくのか？（36P）
  - 他の原子力運転組織とかけ離れた、望ましくない、もしくは意図しない潜在的な重大事項を把握するための手法についてどのようにレビューしているか？（36P）

- 福島事故からの教訓や設計基準を超える他の事象への備えに必要な事項を考慮して最適な戦略、手順ガイダンスを特定するためには、国際的な協力及び共有が必要なのは明白である。(28P)

✧ 東電原子力安全改革プラン

○ 同プランにおいて、海外の運転経験の調査を、的確に安全性の向上対策に活かすことに消極的であった背後要因が示されている。

- 追加対策によってコスト負担が増加することを敬遠した。
- 対策を実施することが社会的に現状の安全性への不安を招き、設置許可取消訴訟への影響や長期運転停止につながりかねないことを心配し、対策を不要とする意識が働いていた。
- 上記については、旧原子力経営層の同様な意識が組織全体に反映されていたものと考えられる。
- 影響ありと判断し対策を実施することになると、新たな仕事を増やすことにつながるため消極的な調査になっていた。
- 原子力部門内の原子力品質・安全部、原子力運営管理部等でスクリーニング、調査、協力依頼、報告書作成を行なっていたため、消極的な意識が働きやすかった。(14P)

○ 同プランにおいて、これまでの運転経験情報検討手順が教訓を拾い上げにくいプロセスになっていたという問題点の背後要因が示されている

- 事故が生じた原因のみに着目した評価になっており、事故が生じた場合に発生する影響や、当該事業者が採った対策に着目していなかった。(15P)
- 初期スクリーニングの段階で上位職者が関与しなかったため、大局的な視点からの検討に至らなかった。この点では上位職者が適切なマネジメントを行っていなかったことが問題と言える。(15P)

○ また、今後安全情報を活用するプロセスを構築していくとしている。

- 事故を未然に防ぐための活動の中でも、国内外のOE 情報／規制情報／学協会の動向／他産業の安全情報の活用は特に重要となる。OE 情報等の検討手順が教訓を拾い上げにくいプロセスになっていたために、ルブレイエ、馬鞍山、マドラス原子力発電所のトラブルといった福島原子力事故を少しでも緩和できた可能性がある情報を見逃してしまっていた。(71P)

○ 福島原子力事故対応において、当社はいままで類を見なかったレベルの経験をしている。東北地方太平洋沖地震発生以降の事故の進展に伴う損傷箇所、程度、原因等について未確認・未解明な事項も残っているため、当社としては引き続き計画的な現場調査やシミュレーション解析によって事故時の原子炉の挙動等を把握することに努める。また、今回の事故の国際的責務を考えると、この経験を積極的に海外にも伝え、共有することで貢献していく。(58P)

✧　国会事故調報告

- 既設プラントに対する安全性向上のためには、プラント間、原子力発電事業者間での設計思想及びグッドプラクティスを共有し、絶えず改善を重ねていくことが必要である。(204P)
- 提言4-(2)(事故調報告書では規制側の仕事と述べているが、)電気事業者間において、原子力安全のための先進事例を確認し、その達成に向けた不断の努力を促す相互監視体制を構築する。(21P)
- さらに、各国の規制機関あるいは事業者の反省点などは今後のあらゆる事象への対応に際して有益に資する情報であるにもかかわらず、日本では改善において指摘事項は全く生かされていない。たとえば、他国の規制機関にIRRSやOSART[179]などのピア・レビューへ赴いた日本の専門家はその知識を国内で共有すべきであるし、事業者へのピア・レビューの報告書も事業者間で共有しあい、日本の原子力安全を全体的に向上し底上げを図ることが望ましい。(563P)

✧　学会事故調報告

- 国際原子力機関（IAEA）閣僚級会合への日本国政府の報告書において、今回の事故から徹底的に教訓を汲み取ることが重要であると指摘されている。(131P)
- 過酷事故対策や自然災害への対策を、海外での経験やIAEAなどの国際的な取組みから学ぼうとする姿勢に欠けていた。(356P)

◆ 備　考

このように自社の運転経験だけでなく、幅広く情報収集することがまず重要である。またトラブル情報だけではなく、ピアレビューなど JANSI や WANO の活動や IAEA（国際原子力機関）等の国際機関の活動に積極的に参画して自らも積極的に情報を発信することによって、様々な運用管理に関する情報も得ることができる。

◆ 関連資料　6.1（項目）

- JANSI の情報分析評価活動の概要（JANSI-HP）

◆ 関連資料　6.2（項目）

- 他社の運転経験を活用できなかったことに対する問題点と背後要因（東電原子力安全改革プラン）
- 外部レビュー等への取組みへの反省と今後の取組み方（東電原子力安全改革プラン）
- 福島第一 1 号機が過去に経験した内部溢水事象

◆ 関連資料　6.3（項目）

- これまでの防災対策の問題点（東電報告書-首都中枢機構確保検討会報告書）
  - 再発防止を積み重ねる防災対策には限界あり

- 精緻な被害想定を超える被害が発生すると機能不全に陥る
- 想定やシナリオには一定の限界がある

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 1-2-3、細 6 自社経験、他社経験、安全に関する国際動向を幅広く改善活動に役立たせる。
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。 知見 5 全ては変わるのであり、変化に柔軟に対応する。
	関連教訓 No	教訓 1-2、通番 2 事柄や経験に学ぶ 教訓 5-1、通番 15 新知見、環境変化への対応姿勢
	関連資料 No	資料 6.1 JANSI の情報分析評価活動の概要 資料 6.2 運転経験の活用や外部レビューへの取組みに関する反省 資料 6.3 再発防止を積み重ねるだけの防災対策には限界がある。
キーワード		
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 4 **学協会関連**：学会事故調報告書 6 **海外機関関連**：INPO 報告書 4 **事業者関連**：東電報告書 2、東電原子力安全改革プラン 1

細目 1-2-4（ここでも起こり得るとの現実感を持って分析）

他社事例から脅威となる本質を見抜き、ここでも起こり得るとの現実感を持って分析する。（細 7）

解説

自社/他社で発生した事象について、安全への脅威となる本質を見抜くと共に自分のプラントでも起きるという前提で分析を行う。福島第一事故は津波による溢水から生じた全電源喪失が本質でした。海外で洪水による溢水で電源喪失した事象が発生した時に、想定を超える津波は実際には来ないと考えていたことにより、溢水に対する脆弱性に目を向けることができませんでした。

◆ 福島原子力発電所事故での事例

（1）B.5.bについて

B.5.bに関する情報はテロ対策という機微情報であったため政府ベースで日本にも伝えられたが、保安院にとどめられてしまった。事業者は警備の強化を行ったが、米国の発電所がこのような備えをしていることに気付かなかった。

✧ 国会事故調報告書

- 平成13（2001）年9月11日の同時多発テロの後、平成14（2002）年にNRC（米国原子力規制委員会）が策定したテロ対策。全電源喪失を想定した機材の備えと訓練を米国の全原子力発電所に義務付けている。(593P)

✧ 政府事故調報告書（最終）

- B.5.b は、設計基準を超えた航空機衝突を含め、あらゆる要因による大火災や大爆発により、施設に大きな損傷を受けた場合に対処するため、炉心冷却、格納容器閉じ込め機能、使用済燃料プールの冷却能力を保ち又は回復するために、容易に利用可能なリソースを使った緩和方策を採用するよう要求している。このB.5.bについて米国は日本を含む国々に考え方を伝えており、日本では保安院に伝えたと分かった。(327P、330P)
- 保安院関係者は、航空機衝突の問題についてこのように対応した経緯について、当委員会のヒアリングにおいて、「プライオリティについて、一般論として、日本のテロの危険性は、米国と比べれば、多分低いだろうと思っていた。日本では、警察がきちんと発電所に居るが、発電所で警備員自身が自動小銃を持って警備している米国と比べれば、やはり、多少ゆっくりでも、しょうがないのかなという感じはしていた」等(328P、329P)
- 平成23年10月に開催された第19 回原子力工学国際会議（ICONE-19）において、NRC の元委員長であるNils J. Diaz 氏が講演を行い、「もし仮に、日本でB.5.b 型の安全性強化策を効果的かつタイムリーに実施していれば、福島第一原子力発電所の運転員が直面した事態は軽減されていたであろうし、とりわけ、SBO（全交流電源喪失事象）並びに炉心及び燃料プールの冷却への対処がなされていたであろう」旨発言している。

（329P）

（2）運転経験

✧ INPO報告書

- レビュー時に、ルブレイエにおける溢水の結果を考慮した大局的なアプローチが用いられていたならば、ルブレイエの是正処置（浸水に対する抵抗力を高めるためのケーブル坑道と電線貫通部の改造、溢水の侵入を食い止める防水ドアの増設）の実施が福島においても検討されていたかもしれない。（33P）
- ルブレイエ、馬鞍山、マドラス原子力発電所のトラブルといった福島原子力事故を少しでも緩和できた可能性がある情報を見逃してしまっていた。世界中のどこかで起こったことは、当社の発電所でも起こり得るという視点に立ち、安全情報を活用するプロセスを構築する。（71P）

- **関係する指摘事項等**

✧ 政府事故調報告（最終）

- B.5.bとは、NRCから事業者に対して発出された「Order for Interim Safeguards and Security Compensatory Measures」のB.5.b 節を指す。（309P）

✧ 国会事故調報告

- 「9-11 対策」として2002年2月25日付のNRC からの命令書の「B.5.b 項」で要求された内部事象に対する対策、外部事象に対する対策、テロ攻撃に対する対策にはシビアアクシデント対策との緊密な共通性が存在している。日本における原子力安全の取り組みにおいても、このような認識に基づくシビアアクシデント対策の構築が将来の不測の事態において役に立つ。（598P）

✧ 学会事故調報告書

- B5bが要求していることを忠実に反映した場合、今回の事象でIC系を活かすために必要であった治具（操作棒など）を設置していた可能性がある。（158P）

✧ INPO報告書

- インタビューでは、複数の管理職員が、運転経験報告書に記載されている事象の直接原因が東京電力の発電所には存在しない場合は対策の必要なしとして処理されていたと述べている。彼らは、後から考えると、東京電力も他社も、運転経験報告書を幅広く活用することで、恩恵を受けられていたはずだとしている。例えば、たとえ管理層がよそで発生したのと同じ原因を伴う事象を経験することはないと考えていたとしても、ほかにどのような原因が同じ結果をもたらしうるかを検討すべきである。（32P）
- 国際的な事象から得た重大な運転経験情報の適用性を検討する際、事象の原因と過渡変化の起因事象のみならず、それ以外の原因により同じ結果を経験する可能性についても検討する必要がある。（32P）
- もうひとつの重要な原則には、組織的学習が関係している。東京電力の上層部は、今

考えると運転経験を共有し、アクシデントマネジメント戦略の差異について批判的に議論される場である国際フォーラムにもっと頻繁に参加していれば事態を改善できたかもしれないと述べている。同様に彼らは、プラントの事故が発生する潜在性を小さくするためには、海外運転経験情報をもっと活用する必要があると指摘した。(35P)(上記の議論を進行する上で手助けとなり得る質問の例)

－海外運転経験情報のレビューを実施する際に、どのようにして傍観者意識を捨て、「ここでも起こりうる」という姿勢を養っているのか？（36P）

✧　東電原子力安全改革プラン

- また、日本では長時間の全電源喪失が発生する確率が十分に低いという安全審査指針の考えに捉われ、同様の事態が自社プラントで生じた際の全電源喪失が発生する可能性について自ら考え直してみるという姿勢が不足していた。(13P)

✧　原子力発電所が二度と過酷事故を起こさないために（科学技術国際交流センター）

- 規制機関としては、原子力安全基盤機構が2006年にフランスのルブレイエ原子力発電所浸水事故の事例を東電福島第一原子力発電所の１号機に適用して、同様の事態に際しての炉心溶融頻度のリスク評価を行った結果、極めて高い炉心損傷確率（CDF）の数値を示していたにも拘わらず、何らの対応もなかったのは残念であり、今後の課題である。(44P)

✧　学会事故調報告書

- 原子力発電事業者の自主的措置としてAM策を整備するよう事業者に要請した。これは海外の事故を対岸の火事として見ていたということであり、わが国では過酷事故は起きないという「思い込み」が原子力関係者の意識の中に存在していた一つの証である。（338P）
- わが国は「チェルノブイリ事故のような事故は軽水冷却型の原子炉では起きない」との立場から、設計想定を超える事象への対策を盛り込んだIAEAの深層防護の考えを安全規制に取り込むことをせず、事業者の自主的な対応に委ねることとしていた。(360P)

◆ 備　考

貴重な情報を得ていながら、何らの対応もしなかった背景には、「テロは日本では起きない」「想定を超える津波は来ない」「全電源喪失が発生する確率が十分に低いので、発生しない」などの「思い込み」があった。溢水に関しては、炉心溶融頻度のリスク評価を行った結果、極めて高い炉心損傷確率（CDF）の数値を示していたにも関わらず何らの対応もなされなかった。これは、「想定を超える津波は来ない」の延長線上で、「溢水は発生しない」という思い込みに繋がったものであろう。思い込みは信念のようなものなので、自らただすのは難しい。問い掛け学ぶ姿勢を堅持し、他者の意見に耳を傾けるということができないといけない。

◆ **関連資料　7.1（項目）**

- B.5.bの内容（政府事故調報告書（最終））
- B.5.bの対策は外部電源も内部電源も無い状態で実施する。(NEI 06-12)

◆ **関連資料　7.2（項目）**

- B.5.bの対応状況を確認するNRCの実施検査の内容（法と経済のジャーナル-HP）

◆ **関連資料　7.3（項目）**

- テロ対策を自ら実施できなかったことに対する問題認識（東電原子力安全改革プラン）
- B.5.b情報を自ら知り得た可能性（東電改革監視委員会資料）
- B.5.b情報のNRCから保安院への連絡（政府事故調報告書（最終）、国会事故調報告書）
- NRC の元委員長であるNils J. Diaz 氏の講演での発言「B.5.b対策がもし福島第一にあれば」（政府事故調報告書（最終））

◆ **関連資料　7.4（項目）**

- 海外の運転経験情報を活用できなかった例：ルブレイエ、馬鞍山、マドラス（東電原子力安全改革プラン）

◆ **関連資料　7.5（項目）**

- 東電における運転経験情報のスクリーニング体制の弱点（東電原子力安全改革プラン）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 1-2-4、細 7 他社事例から脅威となる本質を見抜き、ここでも起こり得るとの現実感を持って分析する。
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。
	関連教訓 No	教訓 1-2、通番 2 事柄や経験に学ぶ
	関連資料 No	資料 7.1 B.5.b の内容 資料 7.2 B.5.b への対応状況を確認する NRC の実施検査の内容 資料 7.3 B.5.b 情報を入手できなかったこと、テロ対策を自ら実施できなかったことへの問題意識 資料 7.4 海外の運転経験情報を活用できなかった例：ルブレイエ、馬鞍山、マドラス 資料 7.5 運転経験情報のスクリーニング体制の弱点
キーワード		
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 5 **政府関連**：政府事故調報告書（最終）3**学協会関連**：学会事故調報告書 7　**海外機関関連**：INPO 報告書 5 **事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 2 **有識者関連**：原子力発電所が二度と過酷事故を起こさないために 2

細目 1-3-1（実施可能な手法による聖域のない総合的リスク評価）

実施可能な評価手法を採用して、聖域を設けない総合的リスク評価を行う。（細 8）

解説

現段階で実施可能な評価手法を積極的に用い、聖域を設けない総合的リスク評価を行う。総合的リスク評価はプラントの脆弱性を見つけ出し、安全対策・防災対策に繋げるための手段であり、リスクが低いことをアピールするためのものではない。また、リスク管理には安全目標が必要である。すべてのリスクと向き合い、特に甚大な被害をもたらす場合は安全対策・防災対策を立てて、訓練することで被害を解消あるいは軽減させることができる。これがリスクマネジメントであり結局それが組織と構成員だけでなく地域の住民の生活も守ることになる。

◆ 福島原子力発電所事故での事例

○ アクシデントマネジメントの整備が限定的になった背景

平成4年7月、通商産業省（当時）は、「アクシデントマネジメントの今後の進め方について」を発表し、わが国でもシビアアクシデント対策としてのアクシデントマネジメント（AM）の検討が始まった。（政府事故調報告書（中間）491P）

政府事故調報告書（最終）より、アクシデントマネジメントの整備が限定的になった背景に関する部分を抽出した。

- 我が国においては、アクシデントマネジメントとして整備されたのは内的事象に起因する対策のみで、地震・津波等の外的事象は具体的な検討対象とはならなかった。

  このような事情の背景としては、シビアアクシデント対策を検討するのに有用な手法とされる確率論的安全評価（PSA）については、福島原発事故発生以前に確立されていた外的事象PSAは地震PSAのみで手法として限定的であったこと、定期安全レビューが外的事象PSA についての技術的水準の進歩を勘案してシビアアクシデント対策の改善を促す機会とはならなかったこと、外的事象PSA を実施して合理的追加対策があれば行うことを奨励すべきとの指摘があったものの、耐震バックチェックの作業等の事情から早急に導入を検討するには至らなかったことなどが挙げられる。（最終396P）

○ 原子力安全のリスク管理上の位置付け（事故前）

東電原子力安全改革プランより、原子力安全のリスク管理上の位置付けに関する部分を抽出した。

- 旧原子力経営層は、原子力安全は既に十分なレベルに達しているとの考えから、リスク管理上は安全対策を過剰なコスト負担としての経営リスクに分類していた。（11P）
- 「安全最優先」をビジョンと掲げていても、現実に頻発した人身災害や火災といった安全問題にリソースを割いており、一定の過酷事故対策を実施した後には安全は確立されたものと思い込み、稼働率等を重要な経営課題と認識した。このため、業務の優先順位を決めるリスクマップでは、原子炉停止期間の長期化の回避（稼働率の向上）

が評価軸の一つとして作成され、過酷事故対策のように、その対策による効果が評価しにくいものは、先送りされることとなった。(50P)

- 問題点（過酷-③）：発電所における原子炉安全に関する組織が弱くなっていた。
  - 90年代後半に福島第一の技術グループが内部溢水・火災を対象とした対策工事を立案していたが、その後の実施状況をフォローする力が十分でなかった。
  - 2002年トラブル隠し後の組織改編で技術グループの機能の一部を安全管理グループ、運転評価グループに移管した際、発電所内に原子炉安全全体を俯瞰する機能が消失した。
  - 現在は、保全部各グループが個別に原子炉安全に関する対策工事を提案しているが、1～4 号機－5/6号機間の電源融通策のようなアクシデントマネジメント策は、希頻度事象としてリスク管理表上の優先順位が低く、予算確保が難しい状況であった。(12P)
- 不確実性が大きな外的事象（地震、津波、火災）のPRA開発は、技術的に難しい課題であった。安全設計を担当する部門は、信頼できるPRA手法が完成しないと、多額の費用が掛かる設備対策に対する合理的な説明ができず、社内合意を得ることは難しいと考えた。(12P)

◆ 関係する指摘事項等

✧ 国会事故調報告書

- 日本におけるシビアアクシデント対策（SA対策）はいずれも実効性に乏しいものであった。日本は自然災害大国であるにもかかわらず、地震や津波といった外部事象を想定せず、運転上のミスあるいは設計上のトラブルといった内部事象のみを想定したSA対策を行ってきた。(95P)
- 自主対策では、規制要件上の工学的安全設備のように高い信頼性が、SA対策設備に求められない。そのため、従来の安全設備が機能できない事故時に必要なSA対策設備にもかかわらず、その安全設備よりも、そもそも耐力が低く、先にSA対策設備が機能を失う可能性が高いという矛盾を抱えた、実効性の乏しい対策となっていた。(95P)
- 耐震性の低いSA対策設備でよいことを外的要因（地震）のPSAによるリスク評価で確認する、としているにもかかわらず、実際には後述のように外的要因のPSAは手法の不確実性が高いとして長い間実施されなかった。(119P)

✧ 政府事故調報告書（中間）(428P)

- 平成18年9月19日に、安全委員会は、耐震設計審査指針を改訂し、「残余のリスク」を導入した。同月20日に、保安院は、耐震バックチェックにおいて、事業者に対して、「残余のリスク」については、定量的な評価を行い、報告することを要請した。
- 関係者のヒアリングによると、耐震設計審査指針改訂の検討に当たっては、安全委員会及び保安院では、JNESから、各国のPWRとBWRの代表炉について、内的事象と地震に

よる外的事象について、PSAの結果を聴取しており、その際の資料では、地震による炉心損傷のリスクは、IAEAにおける目標である10^{-4}／炉・年と同程度以下だったものの、10^{-6}～10^{-4}／炉・年程度と、内的事象でのリスク（10^{-7}／炉・年程度）に比べて大きかった旨の供述が得られている。

✧ 政府事故調報告書（最終）

- 必ずしもPSAの標準化が完了していない外的事象についても、事業者は現段階で可能な手法を積極的に用いるとともに、国においてもその研究が促進されるよう支援することが必要である。(397P)
- 外的事象をも考慮に入れた総合的安全評価を実施し、様々な種類の内的事象や外的事象の各特性に対する施設の脆弱性を見いだし、それらの脆弱性に対し、重大な炉心損傷を想定して有効な対策（シビアアクシデント対策）を検討し準備しておく必要がある。また、それらのシビアアクシデント対策の有効性について、PSA等の手法により評価する必要がある。(398)
- 地震・地震随伴事象以外の溢水・火山・火災等の外的事象及び従前から評価の対象としてきた内的事象をも考慮に入れて、施設の置かれた自然環境特性に応じて総合的なリスク評価を事業者が行い、規制当局等が確認を行うことが必要である。(435P)

✧ 原子力発電所が二度と過酷事故を起こさないために（科学技術国際交流センター）

- リスクに科学的に向き合い、リスクを多面的かつシステマティックに軽減していくことが過酷事故を防止し回避する本道ではないだろうか。(viiP)
- 原子力施設の安全確保には想定外は許されない。徹底した自然災害、人為的事象及び内部事象等による事故事象の想定と対策を規制機関、事業者は検討すべきであり、またそれを達成する仕組みを構築しなければならない。(95P)

✧ ASME報告（日本機械学会の翻訳）

- 福島第一の事象に照らして、ASMEタスクフォースはフルスコープのPRAの使用を含めて、シビアアクシデントの社会的、政治的および経済的損害の回避を可能とできるよう全リスクアプローチを実現することが基本的に必要であると考える。(24P)
- 福島第一事故は、これからは、従来の設計基準事象からの防護を与える通常及び後備の炉心冷却の喪失の原因となる大規模火災・爆発、極端な自然現象、継続時間が定まらないステーションブラックアウト及び内的故障の組合せといった事象に対しても防護される必要があることを示した。この論理的思考は、新たな原子力安全の構築においてあらゆるリスクに取り組むことにつながる。(39P)

✧ 学会事故調報告

- 外的事象について、評価手法の成熟を待つという姿勢は、その意義と果たすべき役割を損なうものであった。(121P)
- PRAを用いる目的を“すでに安全な原子力発電所についてリスクが十分に低い”ということを示すことと考えていたからに違いない。(121P)

- シビアアクシデントのリスク抑制が重要と述べながら、炉心損傷発生頻度をもってリスク抑制水準は国際的に遜色ないと判断するところに論理的な不整合がある。(121P)
- 国民の健康や社会環境に大きな影響を及ぼすリスクが潜在する原子力施設は、それを「想定外」として危機管理の外に置くことは認められず、敷地境界付近の公衆および環境に放射性物質による重大な影響を与えることは許容されない。したがって、適切なリスク管理、リスク抑制状態の適切さを評価するにあたり参照される安全目標が原子力規制には必須である。さらに、新たな知見や研究成果、内外の運転経験をリスク管理や原子力規制に適切に取り入れることが肝要である。(124P)
- 日本原子力学会の原子力基本安全原則は社会的リスクに着目し、重大な土地汚染が生じる放射性物質の放出を制限することをリスク抑制の要素の一つとして掲げている。また、チェルノブイリ事故を経験した欧州の主要国の安全目標では、放射性物質の放出量の制限を性能目標の一つとして掲げている。安全目標は公衆の健康リスクのみでは不十分であり、社会的リスクにどのように向き合うかが重大な課題である。(126P)
- 外的事象の評価には大きな不確かさを伴うことから、PRAの活用とともに深層防護の考え方による決定論的対応が重要である。また、テロなど人為的なものへの備えも重要となっている。(361P)

◆ 備　考

手法や整備が完備していないとしても、包括的なリスク評価を実施すれば、福島第一事故のような事象進展シナリオを抽出できていたであろう。その発生頻度は低いという評価になったとしても、共通原因故障に至る蓋然性、シビアアクシデント拡大防止の困難さ、対策設備の簡明さなどから事故を防ぐ対策をとり、その効果をリスク評価で確認し、実効的ならしめるために適切な教育・訓練を行うという選択をとることは可能であり当然でもあった。(学会事故調報告 123P)

◆ 関連資料　8.1（項目）

- 原子力関係者の反省事項と今後の原子力安全への向き合い方（原子力の自主的・継続的な安全性向上に向けた提言）
- 外的事象の不確かさへは安全余裕と深層防護で対処する（学会事故調報告書）

◆ 関連資料　8.2（項目）

- 過酷事故に対するリスク管理に見られる経営の問題点（東電原子力安全改革プラン）
- 東電のリスク管理体制と問題点（国会事故調報告書）

◆ 関連資料　8.3（項目）

- 地震、津波に対する事故以前のリスク管理（東電報告書）

◆ 関連資料　8.4（項目）

- 不備を改めることができなかった安全設計への取り組みに対する総括（反省）（東電原子力安全改革プラン）
- 福島第一アクシデントマネジメント整備報告書（平成 14 年 5 月）の内容（福島第一 AM 整備報告書）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 1-3-1、細 8 実施可能な評価手法を採用して、聖域を設けない総合的リスク評価を行う。
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。
	関連教訓 No	教訓 1-3、通番 3 論理的にリスクを評価
	関連資料 No	資料 8.1 原子力関係者の反省と今後の原子力への向き合い方 資料 8.2 リスク管理に関する問題意識 資料 8.3 巨大津波による発電所機能喪失まで考えが及ばなかった（事故以前の、地震、津波に対するリスク管理） 資料 8.4 安全設計の不備への取組みについての総括
キーワード		
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 6 **政府関連**：政府事故調報告書（中間）6、政府事故調報告書（最終）4 **学協会関連**：学会事故調報告書 8 **海外機関関連**：ASME 報告書 3 **事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 3 **有識者関連**：原子力発電所が二度と過酷事故を起こさないために3

細目 2-1-1（安全限界を確認して対策を打つ）

不確実、発生確率小の事象に対しても安全限界を確認し、対策する。（細 9）

解説

不確実な事象、発生確率の小さな事象に対しても安全限界を確認し、安全限界を超えるなら深層防護の観点から何らかの対策をとる。自然現象や新知見には不確実性が付き物であるが、クリフエッジの存在を見極めることが重要。安全限界を確認するための定量的安全目標には性能目標として、炉心損傷頻度の他に、放射性物質放出量の制限等も加える必要がある。発生確率が小さいことは起きないということではないことは誰もが認識しているが、人間は起きないと思い込みがちである。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告書（中間）より、津波対策を講じなかった判断に関する部分を抽出した。

(1) 津波によって発生した事象

- 東電は、平成 20 年に津波リスクの再検討を行い、福島第一原発において 15m を超える想定波高の数値を得た。また、貞観津波の波源モデルを基に波高を計算し、9m を超える数値を得た。しかし、東電は、十分に根拠のある知見とは見なされないとして、具体的な津波対策に着手するには至らなかった。(490P)
- 武藤副本部長及び吉田部長は、前記想定波高につき、試算の前提とされた推本の長期評価が震源の場所や地震の大きさを示さずに、「地震が三陸沖北部から房総沖の海溝寄りの領域内のどこでも発生する可能性がある。」としているだけのものである上、津波評価技術で設定されている三陸沖の波源モデルを福島第一原発に最も厳しくなる場所に仮に置いて試算した結果にすぎないものであり、ここで示されるような津波は実際には来ないと考えていた。
- 自然災害等の外的事象により複数の原子炉施設が同時に損壊・故障する等により、隣接している原子炉施設から電源融通を受けられない事態となった場合の対処方策も検討されていなかった。また、非常用電源についても、非常用ディーゼル発電機及び電源盤設置場所の多重化・多様化等の措置が講じられることもなかった。(493P)
- 要するに、設計基準を超える津波が来襲する可能性を考慮できていなかったために、「同時多発電源喪失」や「直流電源を含む全電源喪失」という事態への備えはなされていなかった。(493P)

(2) 津波対策を講じなかった判断の根底

- 設計上の想定を大きく上回る津波の場合、共通的な要因によって安全機能の広範な喪失が一時に生じることがあり、直ちにシビアアクシデントに至る可能性が高い。今回の事故が示したとおりである。それにもかかわらず、シビアアクシデント対策においては、これまで津波のリスクが十分には認識されていなかった。(491P)
- 当委員会のヒアリングにおいて得られた、複数の東京電力幹部社員の「今になって指

摘されれば、社内において自然災害に対する総合的な対策を実施する意識や体制が不十分であったかもしれない。」「設計基準を超える自然災害が発生することは考えていなかった。」「これまでは自然災害に係る外的事象を想定しだすときりがないと考えていた。」などのような供述からも確認できる。(492P)

◆ **関係する指摘事項等**

✧ 国会事故調報告

発生頻度は低いが一度起きると甚大な被害を及ぼす可能性のある「クリフエッジ」効果のある事象に関しては、その設計基準の定め方について、特に慎重な配慮が必要である。そのようなクリフエッジ効果のある現象としては津波が代表的ではあるが、そのほかの自然現象や事象においても同様の潜在性を有するものがないか、慎重な洗い出しと検討を行う。(595P)

✧ 東電安全改革プラン

事故トラブル対応においては、膨大なリソースを投じ「総点検」、「再発防止対策」、「水平展開」を実施したものの、事故トラブルの再発防止に重点が置かれており、深層防護の積み重ねのような安全性の向上につながらず、ただ業務の負担の増大となった。(37P)

✧ カーネギー財団報告書

- 今回の場合、海岸から凡そ10km以上離れたところでは、最も高い波でもその高さは約6mに過ぎなかった。しかし、波が海岸線に近づくにつれて、陸で反射して戻って来た先の波が後から来た波を“強め”て(“相乗的干渉’として知られる効果)、最終的には13mを超える津波に成長した。この現象のためにプラントの近くでは津波の高さが劇的に高くなったのだ(これに比べて、福島第一から南に約12km離れた福島第二原子力発電所では津波の高さは9mであった。また、福島から南に約40km離れたいわき市では1mに過ぎなかった。) この効果については良く知られており、予め予測されていたが、シミュレーションでは3月11日に実際に発生した地震よりもかなり小さな地震が仮定されていたために、津波の高さが過小評価されたのだ。(8P)
- 3月11日に福島第二原子力発電所を襲った9mの津波は、傾斜地を12m上がったところにある同発電所を浸水させたのだ。この観測結果を見ると、(プラントが耐え得るとTEPCOが考えていた) 5.7mの津波でも福島第一原子力発電所に深刻な損害を与えたのではないかという疑念が湧いてくる。そのような津波が予想以上に高く遡上した可能性があり、海水ポンプのように低いところに置かれた脆弱な機器が損傷したことも考えられる。(10P)

✧ 学会事故調報告

- クリフエッジは当然ながら設計基準を超えたところにある。従来の安全規制では設計基準までの安全評価を求めていた。また、プラントの安全がよって立つところの深層

防護も第3層（設計基準事故の緩和）までを考慮してきた。これらのことがクリフエッジを超えた場合の対応を十分に考慮できていなかった本質であろう。(197P)

- 東京電力は、第一にこうした津波波源が学界の一致した意見ではない、第二に発生確率が対策を必要とする程度に高くはないという判断によって、これらの津波に対する対策を先延ばしにしていた。ただし、確率論的に津波対策を検討するのであれば、むしろ、想定波高を上回る津波に対して炉心損傷確率が急に高くなるといういわゆるクリフエッジを問題とすべきであった。(354P)
- 外部事象に対して、クリフエッジの存在を把握し、安全機能などが喪失した場合のプラント挙動の把握とその対応についての検討を行い、見出した脆弱性に対して適切に対処すべきである。(361P)

◆ 備　考

政府事故調報告（最終）では、「今回のような広域にわたり甚大な被害をもたらす事故・災害の場合には、発生確率にかかわらずしかるべき安全対策・防災対策を立てておくべきである、という新たな防災思想を行政や企業において確立する必要がある。(413P)」と評価している。

◆ 関連資料　9.1（項目）

- クリフエッジ効果とは（国会事故調報告書）
- ハザード分析による改善プロセス（東電原子力安全改革プラン）
- 今後の基準の決め方への戸惑い（吉田調書）

◆ 関連資料　9.2（項目）

- 土木学会の津波評価技術の概要（東電報告書）

◆ 関連資料　9.3（項目）

- 「津波高さは想定できたか？」に対する平成 24 年 4 月の東電の見解（東電 HP）
- 津波評価技術に基づいた評価による津波高さ（6.1m）（政府事故調報告書（中間））
- 長期評価や貞観地震・津波への東電の対応方針（政府事故調報告書（中間））
- 貞観津波シミュレーションに基づく波高の試算値（福島第一で 8.6～9.2m、福島第二で 7.7～8.0m）（政府事故調報告書（中間））
- 長期評価に基づく波高の試算値（福島第一の敷地南部で 15.7m）（政府事故調報告書（中間））

◆ 関連資料　9.4（項目）

- 津波に対する認識に見られる問題点（東電原子力安全改革プラン）
- 津波高さや対策が適切に実施されなかった根本原因（東電原子力安全改革プラン）
- 根本原因分析の中で抽出された問題点を「安全意識」「技術力」「対話力」の観点から

整理（東電原子力安全改革プラン）

◆ **関連資料　9.5（項目）**

- 福島第一事故に対する東京電力の基本姿勢（東電原子力安全改革プラン）
- 津波高さは想定できたか、（東電 HP）

◆ **関連資料　9.6（項目）**

- 福島第一への津波の襲来状況（波高計観測結果とその後の調査結果）（東電報告書）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 2-1-1、細 9 不確実、発生確率小の事象に対しても安全限界を確認し、対策する。
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。 知見 2 見たくないものは見えない。見たいものが見える。
	関連教訓 No	教訓 1-1、通番 1 前提条件、発生確率、知見の確立 教訓 2-1、通番 4 見たくないものに向き合う姿勢
	関連資料 No	資料 9.1 ハザード分析によりクリフエッジ性が高い場合は、実施可能な対策を速やかに実現 資料 9.2 土木学会の津波評価技術の概要 資料 9.3 東北地方太平洋沖地震による津波の高さは想定できたか。 資料 9.4 津波への対処に関する問題認識 資料 9.5 東電の今回の事故に対する基本姿勢 資料 9.6 津波の襲来状況（波高計観測結果）
キーワード		
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 7 **政府関連**：政府事故調報告書（中間）7、政府事故調報告書（最終）5 **学協会関連**：学会事故調報告書 9 **海外機関関連**：カーネギー財団報告書 1

細目 2-1-2（被害に優先度を置いた実効的な影響緩和策を準備）
被害の大きさに優先度を置いて実効的な影響緩和策を準備する。（細 10）

解説
様々な不測の過酷事態に対応するためには影響緩和策が実効的である。「経営的に厳しい状況なので、いつ起こるか分からないし、起こらないかもしれないものにコストを掛けられない。」とオン/オフで硬直的に判断するのではなく、被害の大きい事柄に優先度を置いて実効的な影響緩和策を検討する。影響緩和策であれば、費用負担が軽い場合もある。

◆ 福島原子力発電所事故での事例
○ 政府事故調報告書（中間）より、影響緩和策に関する部分を抽出した。
- 要するに、設計基準を超える津波が来襲する可能性を考慮できていなかったために、「同時多発電源喪失」や「直流電源を含む全電源喪失」という事態への備えはなされていなかった。(493P)
- このため、そのような事態が発生した場合を想定した計測機器復旧、電源復旧、格納容器ベント、SR 弁操作による減圧等のマニュアル等も未整備で、これらに関する社員教育も行われていなかった。また、福島第一原発施設内には、そうした作業に必要なバッテリー、エアーコンプレッサー、電源車、電源ケーブル等の資機材の備蓄も行われていなかった。(493P)

○ 東電原子力安全改革プランより、影響緩和策に関する部分を抽出した。
問題点(津波－④)：防潮堤による津波防止対策は考えるが、原子力災害が発生した後の緩和策という柔軟な考えに至らず、実効性があり迅速に適用できる対策を採用できなかった。(19P)
（背後要因）
- 原子力部門は、防潮堤等の津波防止対策には多額の費用を要することから、その必要性に関する技術検討や対外説明が十分でないと予算の確保が難しいと考えた。
- 安全、設備設計及び津波評価担当部門は、津波を完璧に防ぐ対策を基本とし、影響緩和対策（深層防護の第3 層、第4 層）の発想が乏しかった。

◆ 関係する指摘事項等
✧ 政府事故調報告（中間）より、安全対策コストに関する部分を抽出した。
- 当委員会が津波評価部会の幹事団であった電力中央研究所の担当者にヒアリングしたところ、「当時は、適切な安全性を見込んだ想定津波であれば、それ以上の対応、つまりクリティカルな課題については検討する必要がないと考えていた。また、②の考え方（想定津波以上のものが全く来ないとは言えず、それが来た場合の対処の仕方も考えておく）を完全に否定するわけではないが、段階を踏んで検討を進める必要があり、初めの取りまとめ段階では、まずは水位を決め、それに対して安全性を考えて設計を

考えることとしていた。そして、想定を超える場合をどう考えるかという点については、極端に言えば、そのような場合を考えるということは、算定された水位の重要度が落ち、起こらないものに対してどこまでコストをかけるかといった問題も関係した。そして、いずれにしても、②の問題に関しては、引き続き第 2 期以降の活動において確率論的津波水位評価の研究として進めていった。」とのことであった。(380P)

- 平成20 年7 月31 日頃、武藤副本部長、吉田部長らに対する説明が行われ、担当者より、防潮堤の設置により津波の遡上水位を1 から2m 程度まで低減できるものの、数百億円規模の費用と約4 年の時間が必要になると見込まれることや、津波解析の手法等について説明がなされた。(396P)

✧ INPO報告書

- プラント特有の設計と運転手順書だけでは、設計基準をはるかに上回る事象がもたらすリスクを十分に軽減できない。そうした事象が起こる場合に備えて、それに対応するために追加の備えをしなければならない。(11P)
- 設計基準を超える事象へ対応するために要求される戦略、設備及び訓練は、長期間のAC・DC 電源の喪失に直面した時、深層防護の層を厚くするために整備されていなかった。この報告書で記載した多くの教訓は、想定外に対する備えを考えなければならない分野を示している。例えば、通常電源や他の手段が使えなくなった時に運転員が必須の作業を実施できるようにするための設計や手順書の変更、事象発生時の緊急時対応活動の助けとなる十分な人員配置、施設、手順及び訓練などである。(11P)

✧ 政府事故調報告（中間）

- 消防車を用いた注水策は、有用性が社内の一部で認識されていたにもかかわらず、AM 策の中には位置付けられていなかった。(442P)
- 海水注入についても、最悪の事態における取るべき選択肢の一つとしては認識されていたが、他方でそのような事態に至ることはないと判断され、AM 策の一つとしての検討は行われていなかった。(494P)

✧ 学会事故調報告

- 原子力発電所の過酷事故は事業者自身の経営にも大きな負担になる。リスク管理も経営の一環であることから、事業者は安全を優先させるための俯瞰的なマネジメント能力に欠けていたといわざるを得ない。(356P)

◆ 備　考

- 現在各事業者は積極的に津波対策を始めとする外的事象への対応を行っている。ただ、大震災の前にここまでの投資をするという経営判断ができたかというと現実としてなかなか難しかっただろうと推測される。
- しかし、被害を緩和するという観点から、交流電源と直流電源の喪失を前提とした、人力でのバルブの開閉のためのバッテリーや小型発電機や可搬式コンプレッサーの配

備、マニュアル整備等であれば、費用的にも時間的にも準備することはできたかもしれない。また、今回の事故を顧みても、これらの準備があれば、事故の様相は相当違ったものになったと思われる。

◆ **関連資料　10.1（項目）**

- 米国の FLEX 戦略（原子力の自主的安全性向上の取組の改善に向けた提言、自主的安全性向上・技術・人材 WG 資料、NEI-HP、日本保全学会「発電用軽水型原子力発電所の新規制基準に関する提案と課題」）
- 日米でこんなに違う原発事故の対応（RRC を 2 ヶ所設置した理由）（法と経済のジャーナル HP）

◆ **関連資料　10.2（項目）**

- 米国 FLEX 戦略の費用（NEI-HP）
- 日本の新規制対応の費用（総合資エネ調発電コスト検証ワーキンググループ資料）

◆ **関連資料　10.3（項目）**

- 影響緩和策も含め津波対策を取れなかったことに関する問題認識（東電原子力安全改革プラン）

◆ **関連資料　10.4（項目）**

- 安全設計においてバックフィットが行われなかった理由（東電原子力安全改革プラン）

◆ **関連資料　10.5（項目）**

- 当時の SA 対策に取組むや否やの判断基準（国会事故調報告書）
- 原安委の SA 対策に対する方針（原安委）
- 日本が内的事象 PSA のみに基づいた AM となった経緯（政府事故調報告書（中間））
- 外的事象によるリスクが高いわが国で外的事象を評価しない矛盾（学会事故調報告書）
- SA 対策が海外に比べて遅れた根本原因と分析の結果浮かび上がった問題点（東電原子力安全改革プラン）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 2-1-2、細 10 被害の大きさに優先度を置いて実効的な影響緩和策を準備する。
	関連知見 No	知見 2 見たくないものは見えない。見たいものが見える。 知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 2-1、通番 4 見たくないものに向き合う姿勢
	関連資料 No	資料 10.1 米国の FLEX 戦略 資料 10.2 米国 FLEX 戦略の費用と日本の新規制対応の費用 資料 10.3 津波対策を取らなかったことに関する問題認識 資料 10.4 バックフィットが行われなかった理由 資料 10.5 日本の AM 対策の流れ
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）8 **海外機関関連**：INPO 報告書 6 **学協会関連**：学会事故調報告書 10 **事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 4

細目 2-1-3（評価結果を受け止め被害の防止縮小化に繋げる）
評価結果を素直に受け止め、被害の発生防止あるいは縮小化につなげる。（細 11）

解説

評価結果を素直に受け止め、やらない理由を探すのではなく、被害の発生防止あるいは縮小化につなげる。いろいろ理由を付けて現状の安全評価の範囲内に収めようとする努力が、自らの組織を存亡の際に立たせることになるかもしれない。評価結果が厳しい場合は、少なくとも影響緩和策をとっておくべきである。安全限界を確認し、被害の大きさや対応の難しさから優先順位を付けて、被害の発生防止あるいは縮小化を図ることは防災上も組織を守るためにも重要である。

◆　福島原子力発電所事故での事例

大津波の知見に対する東京電力の対応を抽出した。

○　政府事故調報告書（最終）

- 推本（地震調査研究推進本部）地震調査委員会は、貞観津波研究の進展等を踏まえて、平成23年10 月に発表する予定で、「長期評価」の報告書をまとめつつあった。発災事業者は、同年3 月3 日文部科学省の推本事務局に対し、「貞観三陸沖地震の震源はまだ特定できていないと読めるようにしてほしい、貞観三陸沖地震が繰り返し発生しているかのように読めるので表現を工夫してほしい」等の要請をした。(422P)
- この行為は、国の機関による地震・津波予測の結果を真摯に受け止めるというより、貞観津波級の大津波への対策を迫られないようにしようとか、津波対策の不備を問われないようにしようとするものだったとの疑いを禁じ得ない。(422P)

○　政府事故調報告書（中間）

- 発災事業者幹部は、念のために、推本の長期評価が、津波評価技術に基づく福島第一原発及び福島第二原発の安全性評価を覆すものかどうかを判断するため、電力共通研究として土木学会に検討を依頼しようと考えた。ただし、あくまで「念のため」の依頼であって、その検討の結果がかかる安全性評価を覆すものであるとされない限りは考慮に値しないものと考えていた。(397P)

◆　関係する指摘事項等

✧　東電原子力安全改革プラン（19P）

問題点(津波－⑤)：完璧に津波の影響を封じることができる対策でないと、立地地域及び規制当局のみなさまに納得してもらえないと思いこんだ。

（背後要因）

- 設備設計担当部門は、津波対策が必要ということを認めること自体が、その時点での発電所が安全ではないということになり、その結果、立地地域及び規制当局のみなさまから過剰な対策を求められると思いこんだ。

- 原子力災害リスクがゼロという説明ができないと、想定を超える津波が来襲する可能性が残っていることを積極的に社外に対して説明することを躊躇した。

✧ 国会事故調報告

- 東電は、平成20（2008）年2月ごろ、地震研究の有識者に意見を求めたところ、「福島県沖海溝沿いで大地震が発生することは否定できないので、波源として考慮すべきであると考える」との意見が出されたことを受けて、遅くとも平成20（2008）年5月下旬から同年6月上旬ごろまでに、推本の長期評価に基づき津波評価技術で設定されている三陸沖の波源モデルを福島沖に流用して試算した。その結果、それぞれ福島第一原発2号機付近でO.P.+9.3m、福島第一原発5号機付近でO.P.+10.2m、敷地南部でO.P.+15.7mといった想定波高の数値を得たが、武藤栄東電原子力・立地本部副本部長ほかは津波到来の緊急性は低いと考えた。津波対策は防潮堤、防波堤、海水ポンプの水密化並びに建屋の設置といった対応策が検討されたものの、事故時点までに安全性確保に十分な対策が取られることはなかった。(497P)
- 今回重大な津波のリスクが看過された直接的な原因は、東電のリスクマネジメントの考え方にある。科学的に詳細な予測はできなくても、可能性が否定できない危険な自然現象は、リスクマネジメントの対象として経営で扱われなければならない。新知見で従来の想定を超える津波の可能性が示された時点で、原子炉の安全に対して第一義的な責任を負う事業者に求められるのは、堆積物調査等で科学的根拠をより明確にするために時間をかけたり、厳しい基準が採用されないように働きかけたりすることではなく、早急に対策を進めることであった。(82P)

✧ INPO報告書

- 問いかける姿勢の原則と密接に関係しているのが、安全第一の考え方を反映した意思決定の必要性である。東京電力は、数年間にわたり津波計算の精度向上に取り組んできた。しかし、不完全なデータに基づいた前提による仮定を用いた結果がJSCE（土木学会） の基準を用いて特定された結果を大きく上回る津波高さを示した際、潜在的な結果についての十分な検証や補償的措置や対策を行うことなく他者にその問題のレビューを委ねた。他の機関は、不完全なあるいは結論が出ていない情報を含んでいる同様の状況に直面した際、原子力安全に潜在的に影響を与える問題をより厳しくレビューすることで、事態を改善できるかもしれない。(34P)（上記の議論を進行する上で手助けとなり得る質問の例）
  - 起こり得る原子力安全問題に対し、問題の解決を外部組織や規制機関に委ねるのではなく、状況に即して当事者意識を高めているか？ (35P)

◆ **備　考**

- 発災事業者は、上記の文部科学省への要請の件について、これは文部科学省から情報交換の要請を受けて、当時の一般的な認識を述べたものであると発表している。(資料

11.1）

- 企業にとって、現状の安全性評価の範囲内に収まるかどうかは大きな問題である。特に自然現象の場合は、不確実性も大きいので、いろいろ理由を付けて範囲内に収める方向で検討しがちである。しかし、問題は被害の大きさである。被害が大きい場合は、起きてしまえば、その企業は存亡の危機に立たされる。

◆ **関連資料　11.1（項目）**

- 長期評価に貞観津波を記載することに対する東電の意見（東電 HP）
- 平成 23 年の長期評価に貞観地震が記載された。（推本地震調査委員会）

◆ **関連資料　11.2（項目）**

- 東電が実施していた津波対策（海水ポンプのモータシールの強化）は有効か？（国会事故調報告書）
- マドラス原子力発電所の運転経験への対応に対する反省（東電原子力安全改革プラン）
- R/B、海水ポンプ等の設置盤の高さ（政府事故調報告書（中間））
- 海水ポンプが被水停止する浸水高さ（国会事故調報告書）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 2-1-3、細 11 評価結果を素直に受け止め、被害の発生防止あるいは縮小化につなげる。
	関連知見 No	知見 2 見たくないものは見えない。見たいものが見える。
	関連教訓 No	教訓 2-1、通番 4 見たくないものに向き合う姿勢
	関連資料 No	資料 11.1 大津波は想定外だったか。 資料 11.2 有効で十分な津波対策とは思えない海水ポンプのモータシールの強化
キーワード		
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 8 **政府関連**：政府事故調報告書（中間）9、政府事故調報告書（最終）6 **海外機関関連**：INPO 報告書 7 **事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 5

細目 2-1-4（安全対策とセキュリティ対策を整合させテロに備える）
安全対策とセキュリティ対策を整合させテロに備える。（細 12）

解説

福島第一事故により、テロに対する原子力発電所の脆弱性が明らかとなった。今後はテロを現実のものとして考えるべきであり、内部脅威への対応はより深刻である。安全とセキュリティを整合させ、また警備当局との実践的な合同訓練も必要である。

◆　福島原子力発電所事故での事例

学会事故調報告より、核セキュリティに関する東京電力の対応を抽出した。

- 津波により，海側のフェンス，カメラ，センサが倒壊（陸側も一部倒壊）し，防護本部が損壊・浸水し，その機能が喪失したと報告されている。(264P)
- 津波および放射性物質の放出に伴って警備体制が縮小され，さらに警備委託会社の撤退により，委託警備員による警備から社員による警備への変更が実施されている。(264P)
- 発災以降の出入管理機能の劣化として,「緊急時に従事する者に対し，写真付き公的証明書の原本との照合を行わず，また，立入証明書の本人への手渡しも行われないといった本人確認に係る手続きが不十分」があげられ，文書による厳重注意処分が発せられている。(264P)

◆　関係する指摘事項等

✧　学会事故調報告

○　テロに対する脆弱性

- 今回の事故はテロによる周辺機器（一部は防護区域外の重要設備）の破壊がシビアアクシデントにつながる可能性を示唆している。これらを想定したシナリオ，すなわちテロによる過酷な事象への対策を議論しておくことが重要となる。シビアアクシデント想定時の議論がほぼ適用できると思われるが，核セキュリティの場合は内部脅威も含めたより過酷なシナリオについても検討すべきである。(264P)
- 福島第一で発生した事故により，これまで堅固な建物（防護区域）の中にある設備で安全・核セキュリティが確保されると思われてきたものが，防護区域外の複数の設備の同時損傷などにより，全交流電源の喪失や原子炉施設・使用済燃料貯蔵プールの冷却機能の喪失を意図的に発生させ得ることが公知となり，テロに対する原子力発電所の脆弱性が明らかとなった。(262P)

○　シビアアクシデント時の警備

- シビアアクシデント時（サイトへの立ち入り困難事象発生時）の警備のあり方について，事業者は適用できる代替案についてすみやかに事前の検討をしておくべきである。このためには，上述のような監視機能の早急な復帰や，新技術として外部電源フリーのカメラ・センサ，遠隔操作が可能なカメラなどの新技術導入の検討が望まれる。

（266P）

- 基本的人権は憲法上保証された権利であり，信頼性確認の導入は容易ではないと考えられるが，核セキュリティの重要性から，可能な限り早期の実施を目指した取組みの進展が期待される。また，セキュリティ上重要な職務に付いている者への処遇などセキュリティ確保への動機付けがなされるような施策も必要である。（268P）

○　内部脅威への対応

- 核セキュリティへの対応で未成熟な分野の一つに，内部脅威への対抗手段の構築がある。内部脅威とは「原子力施設の内部で働く従業員等による不正行為等により生ずる脅威」を指す。（268P）
- テロによる過酷な事象への対策を議論しておくことが重要となる。シビアアクシデント想定時の議論がほぼ適用できると思われるが、核セキュリティの場合は内部脅威も含めたより過酷なシナリオについても検討すべきである。（264P）

○　安全とセキュリティの整合

- 原子力関係者には，セキュリティに関連する基礎知識が十分ではない場合が多い一方で，治安当局の関係者には，原子力に関連する基礎知識が十分ではない場合が多い。両者がそれぞれの知識を共有できるような教育訓練が重要である。その際には，机上の学習のみならず実戦的な演習プログラムを取り入れるべきである。（270P）
- このような観点からIAEAの国際原子力安全グループ（INSAG）では両者のインターフェース調整の重要性を述べている。安全の担当者とセキュリティの担当者双方が相互の要件に対する理解を深め，最適な方策を見出す努力が求められる。すなわち，施設の設計段階から安全とともにセキュリティ要件も考慮に入れた考え方が重要。（269P）
- 原子力の平和利用を進めるには，原子力安全とともに核セキュリティの確保が必須である。しかし，両者には共通する要素があるにもかかわらず，それぞれが独立して行われてきている。このため，今後は，両者が整合的に実施される必要がある。（359P）
- 安全対策と核セキュリティ対策が整合的に実施されるよう，それぞれを所掌する組織間において，機微情報の取扱いに配慮しつつも可能な情報共有や意見交換を進め，この二つの分野が相乗効果を産み出すように努めるべきである。（359P）

✧　カーネギー財団報告書

- 原子力設備に対する外部の脅威は動的である。近年、自然の原因による脅威は、妨害破壊行為とテロリズムの脅威によって増進された。福島の大災害の結果、世界中の多くの原子力プログラムの脅威の評価において考慮されていなかった多重の脅威のシナリオを含み、そのような脅威すべてに耐えることを確認すべきである。（25P）

◆　備　考

原子力発電所の武装警備について

- 平成13年（2001年）9月11日（以下9．11）の米国同時多発テロ事件以降，国際原子力

機関（IAEA）の核物質防護のガイドラインであるINFCIRC－225rev．4の法令への取入れに伴い「原子炉等規制法」（以下「炉規法」）が改正（平成19年（2007年））され，事業者などによる核物質防護設備や警備体制の増強とともに，テロへの対応要請を受けた原子力施設への銃器対策部隊の配備により，米国などからこれまで指摘されていた「日本は原子力施設に対する武装警備がない」状況は解消されていた。（学会事故調報告書262P）

- 米国側が推奨しているFOF（force on force，武力対抗）訓練にみられるように，警備側にシナリオが一切知らされない訓練などを取り入れることが重要である。IAEAのガイドラインやFOF訓練は，わが国の場合防御側の武器所持が認められていない民間側の警備員の対応範囲を超えるため，現在原子力施設に常駐の銃器対策部隊と連携した総合訓練が不可欠となろう。この場合も上記のシナリオレスベースが適用されるべきである。（学会事故調報告書267P）
- なお，侵入者に対して，所持している武器の種別によっては武器発砲による制圧が難しい場合がありうるため，現在考えられている侵入者の制圧とは異なる方法の検討も必要である。また，不法侵入者に対し早期の制圧が重要な点であることから，制圧のための発砲などの迎撃対応を即時実施できる法令などの整備が必要と考える。（学会事故調報告書267P）

◆ **関連資料　12.1（項目）**

- 4号機使用済燃料プールの水が無くなると（国会事故調報告書）
- B.5.bが求める使用済燃料プールへの対応（国会事故調報告書）
- テロ対策のガイドラインの概要（NEI 06-12）
  - テロに対応するための基本的考え方
  - 使用済燃料プールへの対応
  - 原子炉への対応

◆ **関連資料　12.2（項目）**

- 過酷事故対策にも通じるテロ対策（国会事故調報告書）
- テロ対策との類似性（東電原子力安全改革プラン）
- テロの脅威の潜在的な範囲（テロの範囲は限りがなく、テロに限界シナリオなない）（NEI 06-12）

◆ **関連資料　12.3（項目）**

- 原子力発電所に対するサイバーテロの実績（国会事故調報告書）
- NRCやIAEAにはサイバーテロに対するガイドラインが存在（国会事故調報告書）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 2-1-4、細 12 安全対策とセキュリティ対策を整合させテロに備える。
	関連知見 No	知見 2 見たくないものは見えない。見たいものが見える。
	関連教訓 No	教訓 2-1、通番 4 見たくないものに向き合う姿勢
	関連資料 No	資料 12.1 テロに対応するためには 資料 12.2 過酷事故対策にも通じるテロ対策 資料 12.3 原子力発電所とサイバーセキュリティ
キーワード		
14	文献・出典	**学協会関連**：学会事故調報告書 11 **海外機関関連**：カーネギー財団報告書 2

細目 2-2-1（深層防護の考えで体制、手順、設備等を体系的に整備）
深層防護の考え方に基づき、体制、対応手順、設備等を体系的に整備する。（細 13）

解説

いかなる状況下で過酷な事象が起きたとしても、その進展を想定し、段階的に体制、対応手順、設備等を体系的に整備しておく。設計基準事象は想定に伴う不確かさを有しており、これを逸脱する事象に対する備えが必要である。なお、シビアアクシデントマネジメント（第 4 層）では、第 3 層（設計）とは独立した観点で対策を考える必要がある。可能な限りの想定をしても、その想定を超えることがあるかもしれない。しかし、かなり厳しい想定までしてあれば、応用が可能になる。

◆　福島原子力発電所事故での事例

学会事故調報告書より、深層防護の各層で発生した課題を抽出した。

第１層：発端となる異常や故障などの発生を防止することである。

- 福島第一事故では施設外誘因事象の一つである津波によって，多数の安全設備が同時に機能喪失した。(134P)

第２層：異常や故障が起きた場合にそれを直ちに検知して対応することにより，それが事故に発展するのを防ぐことである。

- 福島第一事故では，運転時の異常な過渡変化に分類される外部電源喪失が生じたが，地震計の信号によって原子炉は自動停止し，すべての非常用ディーゼル発電機（Ｄ／Ｇ）が起動して原子炉施設は制御された状態となった。(134P)

第３層：万一の事故に備えて，その影響の緩和を図ることである。

- 福島第一事故では各号機によって程度の違いはあるが，交流電源，海水冷却系，さらには直流電源までも喪失して，多くの安全設備が働かず，３基の原子炉で炉心溶融事故に至った。また全交流電源喪失事象（ＳＢＯ）については，原子力安全委員会の安全設計審査指針６）で「長時間のＳＢＯは考慮しなくてよい」とされていた点が問題視され多くの批判を集めた。(134P)

第４層：設計基準を超すような事故状態になったときに備えて、それがシビアアクシデントになるのを防止するための対策（フェイズ１のアクシデントマネジメント策）である。

- アクシデントマネジメント策の多くは電源の利用を前提とするものであったこと，さらに地震や津波が施設内外にもたらした影響やシビアアクシデントがもたらした環境条件，特に高い放射線場での作業は困難を極めたことにより機能しなかった。(134P)

第５層：防災対策である。

- わが国の防災は実効性がないものであったが，事故時にはさらに組織間連携にも問題があることが如実になった。また，平成１１年（１９９９年）に発生したＪＣＯの臨界事故の反省項目，たとえば災害弱者への配慮の問題も放置され

ていたことが明らかになった。(136P)

◆　関係する指摘事項等

学会事故調報告書より、深層防護に関する事項を抽出した。

○　深層防護とは

- 深層防護とは，一つは多層の安全対策を用意しておくことであり，もう一つは各層の安全対策を考えるときには，全体として特定の層に過度に依存せずに有効性（independent effectiveness）をもたせることである。(134P)
- 深層防護に基づく安全確保は単なる設備設計の要求だけでなく，日常の設備管理から万一の事故における適切な管理・運用をも含むものである。その結果として十分な安全性が確保されているかは，確率論的リスク評価（ＰＲＡ）などを用いて確認される。深層防護という概念とリスク評価という方法論は，安全確保のためにともに欠くことのできないものである。(135P)
- 安全目的の達成に係るあらゆる安全確保活動の不確かさに対して効果的な備えを行う概念が深層防護である。(140P)

○　深層防護から見た福島第一事故

- シビアアクシデントの発生防止を重視し，それを信頼しすぎたために，シビアアクシデントが発生したとたんに深層防護としての機能を失うこととなった。すなわち，特定の層に過度に依存してはならないという独立した有効性の要件が欠落していたといえる。(137P)
- わが国での深層防護の理解はシビアアクシデントの発生防止を最終の目標として，それに対して異常の発生防止，影響の抑制と事故への拡大防止，事故が発生した場合の工学的安全設備を適用していたと考えられる。シビアアクシデントを防止すれば自ずと公衆の安全確保はなされるという発想である。この考え方の誤りが 5 層の深層防護の思想に適合しないということであり，それは福島第一事故の実態から明らかである。深層防護は不確かさへの備えであり，いずれの層もバランスよく重視しなければならず，それが全体として有効でなければならない。
- わが国でもアクシデントマネジメント（第 4 層）と防災（第 5 層）を実施していた。しかし，設計基準を逸脱するような事故は現実的に考えがたいとして，第 3 層に依存しすぎていたために，それが有効でなくなったとき第 4 層と第 5 層が機能するべく周到な“備え”を怠っていたことが問題の本質である。(141P)
- 工学的安全設備を設置して炉心損傷を防止することと，格納容器により放射性物質の環境放出を防止してあるのだから，あるいは安全設計を強化しているのだから，深層防護の目的は成し遂げられているはずだという思い込みである。先に述べた independent effectiveness（特定の層に過度に依存することなく有効であること）という要求事項を満足しておらず，第 3 層に過度に依存し，深層防護としてのバラン

スを欠いていたといわざるを得ない。(141P)

○　深層防護の考え方の徹底

- 深層防護の考え方に基づく安全対策の実施にはいくつか留意すべき事項がある。設計基準を超えて，シビアアクシデントの領域に至ったとしても，起こりうるシナリオを網羅しておくことは困難であるといわざるを得ない。この場合には，可搬式設備などで柔軟性，融通性をもった対応が効果的であるが，一方で多様なアクシデントマネジメント策を進めるために，組織と人間に責任感と適切な判断力と統率力が必要となる。(138P)
- 深層防護が有効に機能するためには，オンサイト，オフサイトを含めた多重，多段の安全確保がなされることに加え，マネジメントの実効性を確保するための方策の検討，およびそれらの不断の見直しなど，多くの因子を有機的に結び付けることが必要である。(138P)
- 定められた設計基準事象に対して備えるのみでは，質の高い安全を達成することはできないと考えるべきであり，設計基準事象の想定の不完全さに伴う不確かさに配慮する必要がある。このことは，設計基準事象体系の枠組みの構築が大切であることに加え，それを逸脱する事象に対する備えが必要であることを示唆している。設計基準事象に係わる不確かさに対する備えがあれば，適切なリスク管理を実施することにより原子力安全の厚みを増し，原子力安全に対する信頼を構築することが可能である。(139P)

国会事故調報告書より、事故対応の基本となる設計図書の不備に関して抽出した。

- AM対応として追設されたベントラインは、原子炉建屋空調設備（HVAC）やSGTS、格納容器調気系（AC系）などの既設設備の一部を兼用する形で追設されたため、これらの系統との接続分岐があり、その分岐部9ヵ所に隔離弁がある。そして、ベント操作前にはそれらの隔離弁全てが全閉であることを確認することが、ベント実施の前提条件とされている。

  しかし実際の事故対応においては、直流電源喪失により当該確認を実施することができなかったため、隔離弁状態の確認不十分のままベントが実行された。(190P)
- 中央制御室に備え付けの図面集の中に、系統として独立したベントラインの配管計装線図がなかったことが、ベント実施が遅れた一つの要因となった。平成18（2006）年に設計図書の不備が指摘され配管計装線図と現場との照合を実施し図面の修正を行ってきたが、当初計画どおりに作業は進まず、本事故時点においても調査作業は終了していなかったため、プラントの最新の状況を示す配管計装線図は存在しなかった。(535P)
- 当該設備図書の不備について、原子力部門の重要リスク管理表には、①間違った設備情報を業務に使用する可能性、②トラブルに見舞われた際に、必要情報が収集できない、③業務品質の不良を指摘される可能性等のリスクが残存すると記載されている。

事故後のベント実施の遅れはまさに「トラブルに見舞われた際に、必要情報が収集できなかった」ことによってもたらされたものと考えられる。(535P)

◆ 備　考

学会事故調報告書において、今後、深層防護の有効性を確保し、継続的な安全性向上につなげていく道筋がしめされている。

- 深層防護は安全確保のための概念であるから，外部事象や人的事象などにも一般的に対応可能である。これらの事象に対する深層防護の有効性を確認するために，決定論的あるいは確率論的なリスク評価が必要である。前者は安全余裕を，後者の確率論的リスク評価は不確かさを明示する方法論であり，不確かさに対する備えである深層防護の有効性評価に不可欠である。(142P)
- 福島第一原子力発電所事故のように，公衆と環境に重大な影響を及ぼす深刻な事態を決して再発させないため，深層防護を理解しそれをもって安全確保の達成度を常に評価していることが求められる。放射能が公衆へ有意な悪影響をもたらさないようにするために，シビアアクシデントの発生防止，シビアアクシデントが発生した場合の影響の緩和と敷地内抑制，敷地外に影響が拡大した場合の緊急時の対応の実効性の評価が必要である。これらの着実な実践が継続的安全向上につながる。(142P)

◆ 関連資料　13.1（項目）

- レジリエンスを高めるリスクマネジメントの必要性（自主的・継続的安全性向上提言）
- ハザード分析による改善プロセス（東電原子力安全改革プラン）
- 外的事象への有効な対処方法（学会事故調報告書）

◆ 関連資料　13.2（項目）

- アクシデントマネジメントの規制化に反対したことへの反省（東電原子力安全改革プラン）

◆ 関連資料　13.3（項目）

- 根本原因分析の結果から得られた福島第一事故の根本原因（東電原子力安全改革プラン）
- 福島第一事故に適切に対応できなかった本質（政府事故調報告書（中間））

◆ 関連資料　13.4（項目）

- 設備（ハード）面での対策の全貌（東電報告書）
- 設計図書（配管計装線図）の不備（国会事故調報告書）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 2-2-1、細 13 深層防護の考え方に基づき、体制、対応手順、設備等を体系的に整備する。
	関連知見 No	知見 2 見たくないものは見えない。見たいものが見える。 知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 2-1、通番 4 見たくないものに向き合う姿勢 教訓 2-2、通番 5 見落としを減らすための体系化
	関連資料 No	資料 13.1 レジリエンスを高めるリスクマネジメントの必要性 資料 13.2 アクシデントマネジメントの規制化に反対したことに対する問題認識 資料 13.3 本事故に対する根本原因分析の結果 資料 13.4 設備（ハード）面での対策の全貌と設計図書の不備
キーワード		
14	文献・出典	**学協会関連**：学会事故調報告書 12

細目 2-2-2（緊急時の実践的な手順を体系的に整備）

緊急時に必要となる実践的な手順を体系的に整備する。（細 14）

解説

緊急時に必要となる対応に対して設備設計と密に連携した実践的な手順を体系的に整備する。実践的な手順書体系は、設計基準を超える事象へ対応するための備えとなる。

◆　福島原子力発電所事故での事例

設計基準を超える事象へ対応するために必要な戦略、設備及び訓練が体系的に整備されていなかった。政府事故調報告（中間）より抽出した事例を手順の観点から整理した。

(1) 原子炉格納容器の内圧を下げるための格納容器ベントの手動によるライン構成

（海水冷却系が使用不能の場合に原子炉に水を注入し続けるには原子炉格納容器の圧力をさげる原子炉格納容器ベントが必要になる。）

このベントラインは、主に空気作動弁、電動弁、ラプチャーディスク（設定圧力で破裂する板）で構成される。（資料Ⅳ-17）

全ての電源を喪失した状況の下では遠隔操作が不可能であるため、当直は、開操作すべきベント弁を特定するとともに、そのベント弁がどこにあり、手動で開状態にするにはどのようにすればいいのかなど、ベント弁の設置・構造等についての検討が必要であった。（140P）

(2) 消防車を活用した原子炉への注水および海水注入

（消防車を活用した原子炉への注水手順がなかった。）

消防車による注水を行うため、送水口を探したが、すぐには見つけることができなかった。送水口等の消防設備取付工事に携わり設置場所を知っていた者が見つかり、津波の圧力で押し曲げられたシャッターの枠で視界から遮られていた送水口を発見した。（130P）

また、消防車を使って北側物揚場から直接海水をくみ上げることを検討したが、距離、高低差、通行支障から断念。現場に水源が無いか探し回ったところ、3 号機 T/B 前の逆洗弁ピットに津波の影響で海水が大量に溜まっていることに気付いた。（133P）

(3) パラメータの監視

合計 24V 分のバッテリーをケーブルで直列に接続し､制御盤裏にある原子炉水位計用の端子に接続する作業を実施した。その際、1/2 号中央制御室内には照明がなく、パソコンも使えなかったので検索システムを用いることもできなかったため、発電所対策本部復旧班は、1 万ページ程度の分厚い配線図から目的の機器を検索して、回路が成立する場所を確認した。（159P）

(4) 水素パージ

3 号機でも 1 号機と同様に R/B 内で水素ガス爆発が発生することを恐れた。発電所対策本部及び本店対策本部では、R/B 内から水素を抜く方法を検討していたが、R/B 内の

放射線量が高く作業困難であることや、火花や静電気により水素ガス爆発を誘発する懸念等から実現可能な対策を講じられなかった。

(5) 空気作動弁等の手動操作

（交流電源と直流電源が喪失した状況で、バッテリー、小型発電機、コンプレッサー等を活用して弁を操作する手順がなかった。）

- 発電所対策本部、各中央制御室のいずれにも、非常時に計測機器等の電源復旧に用いるために必要なバッテリーや小型発電機を備えていなかった。(92P)
- 図面を確認するなどして、原子炉格納容器ベントのため開操作が必要な S/C ベント弁（AO 弁）小弁には、手動操作用のハンドルがあり、トーラス室に行って現場で手動開操作が可能であることを確認した。発電所対策本部復旧班は具体的な実施手順を検討し、当直に連絡した。(148P)
- 発電所対策本部は、中央制御室において仮設照明用小型発電機を用いて電磁弁を励磁して開けるとともに、可搬式コンプレッサーを IA 系配管に接続して空気圧を供給し、S/C ベント弁（AO 弁）大弁の開操作を実施することを決めた。発電所対策本部は、協力企業の協力も得て、構内外の協力企業事務所に可搬式コンプレッサーやアダプターがないか探した。(153P)

◆ 関係する指摘事項等

✧ INPO 報告書

- 設計基準を超える事象へ対応するために要求される戦略、設備及び訓練は、長期間の AC・DC 電源の喪失に直面した時、深層防護の層を厚くするために整備されていなかった。この報告書で記載した多くの教訓は、想定外に対する備えを考えなければならない分野を示している。例えば、通常電源や他の手段が使えなくなった時に運転員が必須の作業を実施できるようにするための設計や手順書の変更、事象発生時の緊急時対応活動の助けとなる十分な人員配置、施設、手順及び訓練などである。(11P)
- 1 号機非常用復水器及び2 号機RCIC の動作を確認し、代替低圧注水の手はずを整えるとともに、SRV と原子炉格納容器のベント弁を開くために仮設電源を供給するには、手順書が必要であった。さらに、制御室の表示とSPDS の喪失を補うためにも手順書が必要であった。このことが、タイムリーな対応を計画する能力の妨げとなり、意思決定に遅延を来す要因になった可能性がある。機器・通信・表示の幅広い喪失に対応した手順書がなく、複数の原子炉にかかわる事象への対応が複雑化したのである。(29P)
- 原子力事業者は、過酷な事故状況に効果的に対応し、炉心損傷を軽減するとともに、炉心損傷が発生した場合には、原子炉を安定させる上で必要なインフラを確立しなければならない。このインフラには、複数の原子炉に影響を及ぼし、長時間継続する、設計基準を超える事象がきっかけで起こると考えられる事象への対応に必要な人員、設備、訓練、裏付けとなる手順書が含まれる。影響を受けた原子力運転組織をサポー

トするため、本店及び産業界が効果的に対応できるように準備をすべきである。(17P)

✧ 政府事故調報告（中間）

全交流電源及び直流電源が喪失したため、1/2 号中央制御室にある制御盤において原子炉格納容器ベントに必要な弁の開操作を実施できず、現場において、手動で開操作を実施するしかなかった。そして、当直や発電所対策本部発電班においては、あらかじめ定められたAM 用の事故時運転操作手順書には制御盤上の操作手順しか記載がなかったことから、開操作を必要とする弁の特定、弁の設置場所、手動開操作が可能な構造か否か等について、一つ一つ確認する必要があった。(157P)

✧ 大前報告書

- 「現場にある水源・電源で、最悪でも何時間もたせるか？」について明確に数値設定し、その運用のマニュアルを設計（157P、166P）
- 同時に、前記の時間内で、追加の電源・水源・資材等の供給、現場での設置完了等を、必ず実施する為の体制整備と運用マニュアルの設計（157P、166P）

✧ 学会事故調報告

- 事故の想定をいかに多く創出し対応策を検討するかが重要となる。これを継続することが想定外をなくすことにもなり，継続の仕組みを整備することが重要である。これは，マネジメントの領域であるが，設備設計と密に連携した対応策の検討が望まれる。（147P）
- 設計基準事象を超える場合の対応は、事象、事態により対応が異なることから、このレベルではシナリオが重要となる。多くのシナリオを想定し、それぞれに対応できる方策を準備することが必要となる。そのうえで、設備や手順を標準化して規格化していくことで、より系統的な対応が取れる仕組みが構築される。(148P)
- 格納容器ベントや消防車注水に手間取った原因は、現場対処が不適切だったのではなく、事前の想定および準備がなされていなかったことにある。(355P)

◆ 備　考

敷地高さを超える津波を想定しておれば、複数号機同時発災や全電源喪失等発生事象を想像でき、その事象に対する対応策が検討され、手順化され、訓練される。そういう体系的な取り組みにより、事象の進展に振り回されず先を見越した対応策の立案が可能となる。

◆ 関連資料　14.1（項目）

- 1 号機の格納容器ベントの系統図（政府事故調報告書（中間））

◆ 関連資料　14.2（項目）

- 代替注水ラインの系統図（FP 系、消防車）（東電報告書）
- ＥＣＣＳ等が自動起動しない場合の対応（福島第一 AM 整備報告書）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 2-2-2、細 14 緊急時に必要となる実践的な手順を体系的に整備する。
	関連知見 No	知見 2 見たくないものは見えない。見たいものが見える。 知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 2-2、通番 5 見落としを減らすための体系化 教訓 3-2、通番 7 最悪に備えたきめ細かな設備形成
	関連資料 No	資料 14.1 格納容器ベントの系統図 資料 14.2 代替注水ラインの系統図
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）10 **学協会関連**：学会事故調報告書 13 **海外機関関連**：INPO 報告書 8 **有識者関連**：大前報告書 1

細目 2-2-3（緊急時の知識と技能を身に付ける教育訓練体系）
緊急時対応の知識と技能を身に付けるための体系的な教育訓練体系を構築する。（細 15）

解説

当直員と緊急時対応要員に対して、緊急時対応の知識と技能を身に付けるための体系的な教育訓練体系を構築する。体系的なアプローチによる教材の整備、教育訓練を行うことによって、様々な状況における対応能力を育成できる。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告（中間）では、東電によるアクシデントマネジメント（AM）についての教育/訓練は、今般の現場対処に照らすと、十分なものであったとは言えないと評価している。（445P）

(1) 東電で行っていたAMに関する教育/訓練（437P）

- AM要員に対するAMの実施に関わる基礎的知識についての机上研修
- 専門的な知識を有している必要がある要員に対する応用的知識に関する研修
- 運転員に対するAM の基礎的知識についての机上研修
- 運転員に対するBWR 運転訓練センターのシミュレータを使ったAM対応操作の訓練
- さらに、前記教育に必要なビデオ、e - ラーニング等の教材等を整備し、AM を実施する組織全体の実効性を総合的に確認するため、AM を想定した演習を年1 回実施。

(2) 今般の事故時における現場対処に見られた課題の例

- 1号機の非常用復水器 について、発電所対策本部及び本店対策本部は長時間にわたりIC の作動状況を誤認した。(437P)
- 3号機においてHPCIからFP系による原子炉注水へのライン切替を確認したのはHPCIを手動停止した後であったと認められる。しかし、万一、注水ラインの切替ができなかった場合には、D/DFP による原子炉注水ができないことになるのであるから、手順としては、HPCI 手動停止前にラインの切替確認までしておくべきであったと考えられる。(184P)
- 3号機においては、バッテリーの枯渇を懸念して、HPCI 等の作動に安住することなく、消防車を利用した早期の代替注水に取り掛かることも可能であったと思われる。（476P）
- 2号機で、3 月12 日4 時頃、当直は、復水貯蔵タンクの水位を確保するとともに、S/Cの水位上昇を抑制するため、RCIC が制御できず、残留熱除去系による圧力抑制室(S/C)の冷却ができない状況で、RCIC の水源をS/C に切り替えた。また、S/C の圧力抑制機能が失われる前に主蒸気逃し安全弁による減圧を行い、代替注水に移行する必要があったのに、そのために必要なS/C 圧力・温度の監視が行われていなかった。(192P、227Pを要約)

◆ **関係する指摘事項等**

✧ 東電報告書

- 福島第一原子力発電所が今回置かれた状況を含むより厳しい条件下でも実施できるように、設備、資機材、手順の改善と訓練を行うことが、どんな状況下でも炉心損傷を防ぐために今後とるべき改善の一つの方向性として考えられる。(45P)
- 「炉心損傷を未然に防止する応用性・機動性を高めた柔軟な機能確保の対策」や、「炉心が損傷した場合に生じる影響を緩和する措置」に関する設備面からの対策を実戦的に機能させていくためには、ハードの整備はもとより、その「具体的な実施手順の策定」、「要員・体制的な裏づけ」、「技能や知識の付与・訓練」といったソフト的な対策を整備する必要がある。(342P)
- 策定した手順を確実に遂行するため、要員・組織に必要な技能や知識を付与する教育（重機や電源車, 消防車等の運転に必要な免許取得を含む)、及び実際の事故の状況に応じて対応ができるようにするための訓練をそれぞれ実施する。(342P)

✧ 原子力発電所が二度と過酷事故を起こさないために（科学技術国際交流センター）
事業者は、アクシデントマネジメントの手順書を現場で一つひとつ確認して作成し、それに基づき従事者の教育、あらゆる条件下での訓練を徹底する。(6P,138P)

✧ INPO 報告書

- 当直員とオンサイト及びオフサイトの緊急時対応要員は、過酷事故に効果的に対応する上で、詳細なアクシデントマネジメントの知識と技能を身につけている必要がある。体系的なアプローチを用いて、教材を整備し、教育訓練を実施するべきである。(30P)
- 福島第一 1 号機の運転員は、BWR 運転訓練センターで、IC を含まない異なる設計の4号機を標準にしたシミュレーターを用いて訓練を受けていた。また、シミュレーター訓練が行われる場合、4 号機の全交流電源喪失手順書が使われている。それ以外の訓練は、福島第二2 号機をモデルにした福島第二サイトのシミュレーターで行われていた。(31P)
- IC についての 1 号機運転員の訓練は、座学と OJT に大きく依存していた。レビューチームは、系統訓練用教材の内容では、DC 電源の喪失に対する IC の応答を理解するのに必要な深さの知識を身につけることはできないと結論づけている。(31P)
- 所内全交流電源喪失及び DC 電源の喪失を受けて、IC を作動させることができたかは不明であるが、同系統の運転状態の不透明さが、正確なプラント状態に基づいていない優先順位の設定と意思決定につながった。(いくつかの重要な点で実際の制御盤と異なる、ベンダーの制御室シミュレーターを用いた運転員の訓練が、1979 年のTMI 原子力発電所事故の要因のひとつであった。)
- 運転員が実際に IC を運転した経験はわずかだった。IC 系統弁は定期的にテストされていたが、事故調査時に経歴25 年のベテラン当直長は、IC が作動しているのを見たことがなく、自分の経歴中に運転されたことはないと思うと述べている。

✧ 大前報告

- AM 手順書・対策等が適切に定義されている その手順書を実行する為に適切な人材が確保されている 適切な人材に対して、必要な教育・訓練が実行される（173P）
- 中立的な観点（または機関）から、これら（手順・人材・訓練）が適切である事が定期的にチェック・評価される（173P）

✧ 政府事故調報告（中間）

- 3 月11 日15 時37 分頃以降、1 号機の全交流電源及び直流電源が失われた時点で、当直の中に、フェイルセーフ機能によりIC の隔離弁が閉となっているのではないかとの問題意識を持った者はいなかった。
- この頃、当直は、IC が作動しているか否かについて明確な判断ができない状態が続いていたが、原子炉水位が監視できるようになった同日16 時42 分頃以降、原子炉水位が低下しているのを確認した。さらに、再びダウンスケールして原子炉水位が不明となった後、当直は、1 号機R/B 内にIC の復水器タンクの水量を確認しに行こうとしたが、放射線量が高かったため断念した。
- このような経緯があったのに、その頃、当直は、1 号機R/B 西側側壁のIC排気口から蒸気が放出されているかどうかを確認してIC の作動状態を確認することにも思い至らなかった。当直は、それまで1 号機のIC を作動させた経験がなく、実際の運転操作時に適切な判断をして応用動作を取れるような訓練、教育を受けていなかったことが、主たる原因の一つであると考えられる。(111P)

✧ 政府事故調報告（最終）

緊急事態において専門知識に基づく的確な助言・指導ができる専門的技術能力や、組織が有するリソースを有効かつ効率的に機能させるマネジメント能力の涵養に努めなければならない。それにふさわしい予算・人的スタッフの在り方の検討が必要である。（441P）

✧ 国会事故調報告

- 過酷事故対策に不備があり非常用復水器を含めてこのような状況下でのマニュアルも事前準備もなく、運転員、作業員に対する訓練も十分にはなされていなかった。ベントについても図面が不十分であった。東電の組織的な問題と捉えるべきである。(29P)
- 現在の図面集では、ベント操作をした時に、他系統に与える影響を読み取ることは難しい。普段は全く利用することがなく、使う訓練もしていない格納容器ベントラインの見難い図面を、時間に追われ、照明が消え、懐中電灯を使いながら解読する作業は困難を極めた。(190P)

✧ 民間事故調報告

榎本元副社長は、原発業務の中心が補修や運転になり、安全設計などの実務から遠ざかった。業務や人的な質の変化は安全確保の取り組みにも影響を与えたのではないかと推測する。(319P)

✧　学会事故調報告

どのような事象が起きるのかが不明であるから，特定の事故シナリオに依存することなく，どのような事象が起きても対応ができるようにすることが必要である。(361P)

◆　**備　考**

今回の事象は既存の手順書や経験をはるかに上回っていたことから、適切な判断をより難しいものにしたが、聖域のない総合的リスク評価を行い、各課題に対して放射線量等の環境変化も考慮した体系的なアプローチによる教育/訓練が必要である。

◆　**関連資料　15.1（項目）**

- 体系的教育・訓練手法（SAT）(JANSI 原子力発電所技術者の教育・ガイドライン（共通編))

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 2-2-3、細 15 緊急時対応の知識と技能を身に付けるための体系的な教育訓練体系を構築する。
	関連知見 No	知見 2 見たくないものは見えない。見たいものが見える。 知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 2-2、通番 5 見落としを減らすための体系化 教訓 7-1、通番 17 想定外へ対応できる応用力 教訓 7-2、通番 18 レジリエンスの強化
	関連資料 No	資料 15.1 体系的教育・訓練手法（SAT）
キーワード		
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 9 **政府関連**：政府事故調報告書（中間）11、政府事故調報告書（最終）7 **事業者関連**：東電報告書 3 **海外機関関連**：INPO 報告書 9 **有識者関連**：原子力発電所が二度と過酷事故を起こさないために 4、大前報告書2、民間事故調報告書 2

細目 3-1-1（電源等重要設備の防水対策、浸水対策）

電源等重要設備は防水対策、浸水対策を考慮して設置する。（細 16）

解説

電源等重要設備は防水対策、浸水対策、配置設計を考慮して設置する。福島第一では、地下階であっても中地下階へ設置された電源盤や浸水経路となる給気ルーバ等が浸水高より上に設置されている場合に被水を免れている。また、防水対策や移動可能な電源供給装置等の設置を忘れない。津波に限らず、台風や高潮等を考えると海岸沿いのプラントの電源設備等の重要設備が地下階設置の場合は浸水対策が必須である。また、１階といえども安心してはいけない。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告（中間）より、電源設備の被害状況をまとめた。（詳細は「備考」に記載）

- 津波到達の時点で、1 号機から 6 号機はいずれも非常用ディーゼル発電機（DG）から交流電源の供給を受けていたが、津波の影響で、水冷式の非常用 DG 用の冷却用海水ポンプや多数の非常用 DG 本体が被水し（2 号機用の 2B、4 号機用の 4B、6 号機用の 6B を除く。）、ほとんどの電源盤も被水するといった事態が発生した。（91P）
- このため､3 月 11 日 15 時 37 分から 15 時 42 分にかけての頃､1 号機から 6 号機は、6 号機の空冷式 DG（6B）を除き、全ての交流電源を失った。（91P）
  なお､6 号機は 5 号機と高圧交流電源と低圧交流電源について融通が可能である。(433P)

◆　関係する指摘事項等

✧　東電報告書

直流電源盤の被害については、１号機、２号機及び４号機で被水したが、３号機、５号機及び６号機では被水していない。３号機、５号機及び６号機の直流電源盤は、タービン建屋の中地下階に設置されていたことで浸水被害が及ばなかったものと推定される。また、非常用Ｄ／Ｇ給気ルーバ等の最下端が浸水高より上に設置され、浸水経路となるダクト、トレンチ等の貫通部もない箇所では、建屋への浸水がなく、設備も被水していない。（108P）

✧　国会事故調報告

○　「B.5.b 項」の実施とシビアアクシデント対策の構築（598P）

事業者における最新のシビアアクシデント対策の詳細を直ちに公開、実施させ、原子力規制機関においてはその実施を厳正に評価し、その詳細を公開することが必要である。以下は、構築すべきと考えられるシビアアクシデント対策の例である。

1）設計思想の統一化

・所外電源と所内非常用電源の優先順位

・非常用電源母線のクロスタイ

・代替低圧注水系統の仕様（ポンプの最低吐出圧力、最低流量）

2）分散化させた重要バックアップ直流電源の追加

3）高圧注水機能の追加

4）圧力抑制室プール水に対する専用ヒートシンクの追加

5）内部溢水対策

6）中央制御室と同室内電子機器類のためのバックアップ空調設備

7）遠隔停止操作パネルからの主要パラメータ読み取り用バックアップ電源の追加

8）テロ攻撃への防衛

○ 使用済燃料プールへのB.5.bの適用（124P）

使用済み燃料プールは、爆発による損壊の規模がさらに著しいなどの状況によっては、冷却水が保持できず、危険な状況となった可能性がある。したがってわが国においても、福島第一原発はもちろんのこと、すべて原子力発電所では早急にB. 5. bで指示されている対策の導入を検討すべきである。

✧ 学会事故調報告

タービン建屋の地下最下層ではなく、中層地下階にあった3,5,6号炉の125V直流電源は機能した。水没するかしないかのクリフエッジが機能喪失の有無を分けた。わずかな垂直方向の位置の違いによって機能が保持できたことは、事故から得られた重要な教訓である。(194P)

◆ 備 考

（政府事故調報告書　資料Ⅱ-21　76P と 77P より作成）

発電所の電源設備は各号機毎に、非常用ディーゼル発電機(6.9ｋV)、非常用高圧配電盤(6.9ｋV)、常用高圧配電盤(6.9ｋV)、非常用パワーセンター(480V)、常用パワーセンター(480V)、直流蓄電池（125V）が複数系統で配備されている。これらの設備はタービン建屋、コントロール建屋、または共用プール建屋の１階または地下階に設置されていた。1～3 号機の津波後の電源設備の被災状況は以下の通り。なお（　）内は設置階を示す。

- 1 号機は 2 台の DG(B1)、2 台の非常用高圧配電盤(1F)、3 台の常用高圧配電盤(1F)、2 台の非常用低圧配電盤(B1)、3 台の常用低圧配電盤(1F)、2 系列の直流蓄電池(B1)があり、被水してすべて機能喪失。
- 2 号機は 2 台の DG(B1,1F)、3 台の非常用高圧配電盤(B1)、4 台の常用高圧配電盤(B1×3 台,1F×1 台)、3 台の非常用低圧配電盤(B1×1 台,1F×2 台)、4 台の常用低圧配電盤(B1×2 台,1F×2 台)、3 系列の直流蓄電池(B1)があり、共用プール建屋(1F)にあった DG1 台と非常用低圧配電盤 2 台(1F)と常用低圧配電盤 2 台(1F)を除き被水して機能喪失。被水しなかった DG と低圧配電盤は高圧配電盤が水没したため結果として機能喪失。
- 3 号機は 2 台の DG(1F)、2 台の非常用高圧配電盤(B1)、4 台の常用高圧配電盤(B1)、2 台の非常用低圧配電盤(B1)、4 台の常用低圧配電盤(B1)、2 系列の直流蓄電池(MB1)があり、

2 系列の直流蓄電池を除き被水して機能喪失。

◆ **関連資料　16.1（項目）**

- 電源設備の浸水状況（設置階による被害の有無）（JANTI 報告書）
- 交流電源盤の被水状況（東電報告書）
- 直流電源盤の被水状況（東電報告書）
- 被水経路となった給気ルーバ等の高さの影響（東電報告書）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 3-1-1、細 16 電源等重要設備は防水対策、浸水対策を考慮して設置する。
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-1、通番 6 設備・システムの信頼度向上
	関連資料 No	資料 16.1 電源設備の設置階や浸水経路の違いによって異なる浸水被害
キーワード		
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 10 **政府関連**：政府事故調報告書（中間）12 **学協会関連**：学会事故調報告書 14 **事業者関連**：東電報告書 4

細目 3-1-2（耐震性向上、多様化等による信頼度向上）

耐震性向上、多重化・多様化、独立性の確保等により信頼度を向上させる。（細 17）

解説

耐震性向上、多重化・多様化、独立性の確保等により緊急時に必要な系統・設備・装置の信頼度を向上させる。信頼度の向上に際しては、関連機器を含めた系統としての信頼度の向上を図る。設備を多重化する際に、同じ条件の対象位置に配置しがちである。同じ条件ということは共通要因に脆弱ということになり、設置階を変えるだけでも信頼度が向上する。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告（中間）添付資料　資料Ⅱ-21（76P、77P）より、被水の観点で電源設備を整理した。

(1) 設置階が異なっていたため、被水をまぬがれた例

2 号機の非常用低圧配電盤はタービン建屋 1 階に 2 台、共用プール建屋の地下 1 階に 1 台があるが、タービン建屋 1 階の 2 台はベース部までは浸水したが本体は被水をまぬがれた。ただし、非常用高圧配電盤が被水したため機能は喪失した。

(2) 建屋が異なっていたため、被水をまぬがれた例

1～6 号機で、非常用高圧配電盤は 15 台あるが、6 号機用の原子炉複合建屋の 3 台を除き、タービン建屋、共用プール建屋等の 12 台は被水した。なお、原子炉複合建屋には地下 2 階、地下 1 階、1 階に各 1 台あるが、いずれも被水していない。

(3) 系統として機能を喪失しなかった例

6 号機は、空冷 DG1 台(DG 建屋 1 階)、非常用高圧配電盤 1 台(原子炉複合建屋地下 1 階)、非常用低圧配電盤 2 台（原子炉複合建屋地下 1 階、DG 建屋地下 1 階）が正常であり、機能喪失に至らなかった。

注：6 号機以降は原子炉建屋の廻りに複合建屋を配置する耐震性に優れた複合建屋方式が日本の標準配置形式となった。(「国内 BWR プラントの非常用電源設備の配置について（電事連　平成 23 年 8 月 23 日)」)

◆　関係する指摘事項等

✧　東電原子力安全改革プラン

深層防護の各層における重要な安全機能（「異常発生防止」、「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」）が、外的事象に顕著な共通原因で喪失することを防ぐために、従来の多重性による信頼性確保から、多様性や位置的分散を重視した信頼性確保にシフトし、深層防護を強化する。対策のグレードは、設計基準の一部に追加的な要件を課した設計ベースの対策と、同一の層内で更に信頼性を向上させるために設計ベースを超える分類（設計拡張状態、DEC ：Design Extension Condition）の対策にわけて設定するこ

とで、複数の多様な対応手段の選択肢を確保する。(55P)

✧ 原子力発電所が二度と過酷事故を起こさないために（科学技術国際交流センター）

- 過酷事故の発生防止と影響緩和に用いる設備は、既存の安全設備と同等に多重性と独立性を有する電源を含めた恒設設備とすべきである。(116P)

✧ 政府事故調報告書（中間）

- 東京電力は、非常用DG を各号機に2 台（6 号機には3 台）ずつ設置し、これにより原子炉施設の安全機能を確保するとしていた。また、万が一、全交流電源を喪失した場合には、IC 又はタービン駆動のRCIC 及びHPCIにより炉心を冷却しつつ外部電源を復旧し、非常用DG を手動起動すること及び隣接するプラント間で動力用の高圧交流電源（6,900V）及び低圧交流電源（480V）を融通することを手順化していた。(441P)
- しかしながら、東京電力が策定した前記AM 策は、隣接するプラントのいずれかが健全であることを前提としており、自然災害等の外的事象により複数のプラントが同時に損壊故障する可能性を想定していなかったことから、全電源喪失時に隣接するプラントから電源融通を受けられない場合の対処方策までは事前に検討されていなかった。（441P）
- 多重化、多様化していたが、津波で機能喪失した電源設備を以下に示す。(政府事故調報告書（中間）添付資料（資料Ⅱ-21（76P、77P））から作成)
  - ✓ 1号機の非常用高圧配電盤(6.9ｋV)2台はタービン建屋の1階に設置されていた。津波で両方とも使用不能となり多重化が機能しなかった。
  - ✓ 1 号機の非常用低圧配電盤（480V）はコントロール建屋の地下 1 階に 2 台設置されていた。津波で両方とも使用不能となり多重化が機能しなかった。
  - ✓ 1～5 号機の非常用ディーゼル発電機（6.9ｋV）は各号機に水冷 2 機あるいは水冷 1 機と空冷 1 機が設置されていた（1 号機と 2 号機、3 号機と 4 号機、5 号機と 6 号機の連携あり)。多重化とともに多様化もされていたが、津波で本体が被水あるいは関連機器が被水して機能を喪失した。
- モニタリングによる広範な地域の放射線量測定データは、原子力災害発生時に、住民の被ばく防止と避難の対応をする上で不可欠なものである。今回の問題点を踏まえて、関係機関はモニタリングシステムに関して、下記の改善措置を講じる必要がある。（480P）
  - ① モニタリングシステムが肝心なときにデータ収集ができないなどの機能不全に陥らないよう、単に地震のみでなく、津波・高潮・洪水・土砂災害・噴火・強風等の様々な事象を想定してシステム設計を行うとともに、それらの事象の二つ以上が重なって発生する複合災害の場合も想定して、システムの機能が損なわれないような対策を講じておくこと。また、モニタリングカーについて、地震による道路の損傷等の事態が発生した場合の移動・巡回等の方法に関して必要な対策を講じること。

② モニタリングシステムの機能・重要性について、関係機関及び職員の認識を深めるために、研修等の機会を充実させること。

✧ カーネギー財団報告書

今にして見れば、この代替ヒートシンクの欠如は、その他の国々でも同様に問題である。全交流電源喪失に対するハードウェアの防護の場合とは異なり、欧州連合の国の規制当局による福島後の調査により、苛酷な外部事象に対処するために予備の代替ヒートシンクを設けることに関する国の要件の欠如が証明された。(16P)

✧ 学会事故調報告

- 女川原子力発電所では、常用系M／C（1A）が火災を発生した際，非常用D／G（A）を接続している同期検出継電器の制御ケーブルが損傷し地絡が発生し、結果的に非常用D／G（A）の機能喪失に至った。つまり，常用系のトラブルが間接的な形ではあるが非常用系に波及した。(42P)
- 安全設計においては機器の配置・位置が重要であり，追設やバックフィットにあたってはその影響をより深く考察することが必要である。(45P)

◆ 備　考

福島第一事故は津波という共通要因で安全機能が喪失したが、事故の経過等を分析すると今後の設備設計では多様性や位置的分散を重視していく必要がある。

東電原子力安全改革プランでは以下のように評価している。

- 外的事象については、ある想定条件を超えた時に多数の設備が同時に被害を受ける可能性があるというのが今回の教訓であり、外的事象を考慮した物理的分離、安全設備の多重性のみならず多様性の確保が必要となる。(29P)

◆ 関連資料　17.1（項目）

- 系統として浸水被害を免れた6号機の電源系統（JANTI報告書）

◆ 関連資料　17.2（項目）

- 多重性による信頼性確保から多様性による信頼性の確保へ（東電原子力安全改革プラン）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 3-1-2、細 17 耐震性向上、多重化・多様化、独立性の確保等により信頼度を向上させる。
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-1、通番 6 設備・システムの信頼度向上
	関連資料 No	資料 17.1 系統として浸水被害を免れた電源系統 資料 17.2 多様性の重視
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）13 **事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 6 **学協会関連**：学会事故調報告書 15　**有識者関連**：原子力発電所が二度と過酷事故を起こさないために 5 **海外機関関連**：カーネギー財団報告書 3

細目 3-1-3（電気通信設備の多様化と復旧方策の検討）

電気通信設備の多様化を図り、その復旧方策も検討しておく。（細 18）

解説

電気通信設備には多様性をもたせる。また、災害時の電気通信設備の復旧方策を検討しておく。災害時において連絡手段の確保は最優先事項である。電気通信設備は、ページング、有線電話、携帯、PHS、VHS 無線機等の多様化を図ることができるが、復旧手段の検討を忘れがちである。また、全面マスクを装着した状態での通信設備等の開発も必要である。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告書（中間）より、発災事業者の電気通信設備に関する部分を抽出した。

(1) 福島第一原発における電気通信設備

福島第一原発の電気通信設備は、発電所内部についてはページング、緊急時対策室と中央制御室とを結ぶホットライン、各職員に貸与されていたPHS、VHF 無線機等が整備又は準備されており、また、発電所外との電気通信設備としては、社内テレビ会議システム、緊急時用電話回線（社内及び地元行政機関への専用回線）が整備されていた。(435P)

(2) 津波後の電気通信設備の被害

- ページングとPHS
  全交流電源喪失によりページングは使用できなくなった。また、PHS の電波を集約するPHS リモート装置のバックアップのバッテリーの持続時間が約3 時間で、相次いでPHS が通じなくなった。(443P)
- ホットライン
  発電所対策本部と各中央制御室とはホットラインが使用できたが、発電所対策本部又は中央制御室と各号機で作業する職員との間では直接連絡ができなかった。(443P)
- VHF 無線機
  発電所対策本部が各号機に派遣する職員にVHF 無線機を持たせたが、建物内では電波の状況が悪いため送受信可能な場所が限られるなど、迅速な情報伝達に支障が出た。(444P)

(3) 電気通信設備の復旧

- 電子通信部の業務マニュアルでは、災害時の電気通信設備の具体的な復旧作業の手順化まではなされておらず、PHS の復旧作業の着手は3 月15 日以降となった。(444P)

◆　関係する指摘事項等

✧　政府事故調報告書（中間）(443P)

全交流電源喪失によりページングは使用できなくなり、PHS についてはその電波を集約するPHS リモート装置に搭載されていたバックアップのバッテリーの持続時間が約3 時間であったことから、3 月11 日夕方以降、発電所内では相次いでPHS が通じな

くなった。そのため、発電所対策本部と各中央制御室とはホットラインが使用できたことから、これを通じて連絡を取り合うことができたが、発電所対策本部又は中央制御室と各号機で作業する所員との間では直接連絡を取り合うことができなくなってしまった。かかる事態を受けて、発電所対策本部が各号機に派遣する所員にVHF 無線機を持たせたものの、建物内では電波の状況が悪いため送受信可能な場所が限られるといった問題が生じるなど、迅速な情報伝達に支障が出た。

なお、東京電力の電子通信部は、原子力発電所における前記PHS リモート装置を含む伝送・交換用電源の蓄電池の最低保持時間を1 時間と設定していた。これは、全交流電源喪失から1 時間以内に各号機から交流電源の供給を受けられるという考え方に基づいており、今回の事故のような長時間に及ぶ全電源喪失といった事態を念頭に置いたものではなかった。また、電子通信部が作成していた業務マニュアルでは、かかる災害時における電気通信設備の具体的な復旧作業の手順化まではなされておらず、PHS の復旧作業の着手は3 月15 日以降となった。

✧ 東電報告書

通信事情が改善されたとしても，全面マスクでの緊急作業が続くことを考慮すれば，全面マスクを装着した状態での通信設備の開発も望まれる。(339P)

✧ 国会事故調報告書

- 災害時連絡回線として、多様な通信回線（衛星通信システム・市町村防災行政無線・J-ALERT）間の相互乗り入れ・共有が必要である。また、緊急時対策本部や事業者とのテレビ会議システムを早期に設置することも有効である。これら通信手段の確保に当たっては、地震対策の徹底にも配慮しつつ十分な防災対策を行い、プラント・事業者本社・オフサイトセンター・緊急時対策本部・被災自治体間での現状把握や情報伝達の手段を確保することが必要である。(596P)
- 中断による影響が大きい、地震・津波の被災者等の救助活動などにあっては、多くの場合、避難指示の発令後も活動が継続されることから、放射線被ばくの危険が増大したときなどの退避命令などの伝達手段として、通信障害発生の恐れの少ない通信手段の確保が重要である。(596P)
- 中央制御機能や照明、通信手段の確保は、過酷事故という緊急事態に対処するための極めて重要な基本インフラである。したがって、電源系統と同様、その設計段階で多重性、多様性、独立性を持たせるとともに、緊急時を常に意識した運用を行っていくことが必要である。(149P)

✧ 学会事故調報告書

複合災害を想定した頑強な情報連絡インフラを整えておくことが今後の重要課題の一つである。(261P)

✧ 女川及び東海第二報告書

テレビ会議システムも有効である。また、外部からの情報入手手段（テレビやラジオ）

も準備しておくべきである。(44P)

◆ 備　考

電気通信設備の機能喪失は、誤判断、作業効率の著しい低下等の原因になってしまうので、現場における早期復旧は優先度が極めて高い。女川及び東海第二報告書において、電気通信設備についての指摘事項が示されている。

- 衛星通信を活用したTV 会議回線のバックアップルートの確保が望まれる。保安電話・TV 会議の使用時は、マイクロ波無線回線と光通信回線（OPGW、配電線添架光ケーブル）による異種多ルート構成が通信の信頼性確保に有効であるため、通信設備の維持・保守は重要である。(30P)

◆ 関連資料　18.1（項目）

- 多様性を確保した通信連絡設備（柏崎刈羽 6・7 号炉通信連絡設備等）
- PHS を復旧するための現場立ち入りが困難な場合の PHS の復旧の考え方（柏崎刈羽 6・7 号炉通信連絡設備等）
- 通信連絡設備の電源設計（柏崎刈羽 6・7 号炉通信連絡設備等）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 3-1-3、細 18 電気通信設備の多様化を図り、その復旧方策も検討しておく。
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-1、通番 6 設備・システムの信頼度向上
	関連資料 No	資料 18.1 多様性を確保した通信連絡設備
キーワード		
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 11 **政府関連**：政府事故調報告書（中間）14 **学協会関連**：学会事故調報告書 16 **事業者関連**：東電報告書 5 **JANSI 関連**：女川／東海第二報告書 1

細目 3-1-4（安全システムのリスクを多方面から再評価）
安全システムにリスクがないか多方面から評価する。（細 19）

解説

安全システムに盲点がないか、安全のために設定されたインターロックやバルブ等が逆にリスクを高めることにならないか、安全システムを多方面から評価する。安全システムの前提を確認し、必要な多重化と多様化と影響緩和策を準備する。

◆　福島原子力発電所事故での事例

1号機には原子炉の蒸気を水に戻して原子炉に返す非常に重要な役割を持つIC（非常用復水器）が設置されている。政府事故調報告（中間）より、直流電源の喪失によってICの破断検出回路が誤作動し、ICの機能を喪失させたインターロックについて抽出した。（一部、学会事故調報告書からの引用あり）

(1) 非常用復水器と隔離弁

原子炉格納容器を貫通する配管には、原子炉格納容器内の放射性物質の原子炉格納容器外への漏えいを防ぐため、原子炉格納容器の内側と外側にそれぞれ隔離弁が設置されている。ICは原子炉格納容器の外に独立して2台あり、それぞれの配管に内側にはAC480V駆動の隔離弁、外側にはDC125V駆動の隔離弁が設置されている。（添付資料72P　資料Ⅱ-17）

(2) IC配管の破断検出回路

さらに原子炉格納容器内のIC配管が破断した場合に隔離弁を自動で閉止させる破断検出回路が設定されている。破断検出回路及び弁駆動（閉）用制御回路の電源はいずれも直流電源である。（86P）

(3) 破断検出回路のロジック（インターロック）

破断を検出すると破断検出回路が無励磁となり、内側と外側の隔離弁に対して閉信号が出て、隔離弁は自動的に閉止する。隔離弁が閉止するとICの機能が停止する。（添付資料114P　資料Ⅳ-10）

(4) インターロックの問題点

破断を検出すると無励磁になるが、破断検出回路の直流電源の喪失は無励磁と同義であり、破断が生じていなくても隔離弁に対して閉止信号が出てしまう。（87P）

(5) 事故時の状況

津波来襲まではA系のICが運転されていた。破断検出回路の直流電源の喪失によって隔離弁に閉止信号が出て、駆動用の交流電源や直流電源はまだ生きていたため隔離弁は閉止側に動いた。（98P）

津波襲来前（直流電源喪失直前）と4月1日の調査時の各隔離弁の開閉状況は以下の通り。

① A系（98P）

MO-1A（原子炉格納容器内側 供給配管隔離弁）：全開→中間開（4月1日調査）

MO-2A（原子炉格納容器外側 供給配管隔離弁）：全開→全開（4月1日調査）
MO-3A（原子炉格納容器外側 戻り配管隔離弁）：全閉→全開（4月1日調査）
MO-4A（原子炉格納容器内側 戻り配管隔離弁）：全開→中間開（4月1日調査）

【注記】

- MO-2AとMO-3Aが4月1日時点で全開であったのは、直流電源喪失後の運転員の現場操作によるものである。(98P)
- 発災事業者の調査報告（平成25年（2013年）5月10日）によれば，（A）系の内側隔離弁MO-1AとMO-4Aはほぼ閉状態であったことが確認されている。(学会事故調報告書155P)

② B系（98P）
MO-1B（原子炉格納容器内側 供給配管隔離弁）：全開→中間開（4月1日調査）
MO-2B（原子炉格納容器外側 供給配管隔離弁）：全開→全閉（4月1日調査）
MO-3B（原子炉格納容器外側 戻り配管隔離弁）：全閉→全閉（4月1日調査）
MO-4B（原子炉格納容器内側 戻り配管隔離弁）：全開→中間開（4月1日調査）

【注記】

- 発災事業者の調査報告（平成25年（2013年）5月10日）によれば，（B）系の内側隔離弁MO-1BとMO-4Bはほぼ開状態であったとことが確認されている。(学会事故調報告書155P)

◆ **関係する指摘事項等**

✧ INPO 報告書

- 重要な安全系統を使用不能にする恐れのある自動隔離回路の必要性は再検討されるべきである。福島第一の事象では、隔離ロジックへのDC 電源の喪失が1 号機非常用復水器出入口弁の自動閉止信号を発生させた。DC 駆動外側電動弁はおそらく全DC 電源が喪失する前に、もしくは電源が部分復旧したときに閉じられていた。RCIC とHPCI を含む他の系統にも、同様の隔離ロジックが存在しているかもしれない。事象発生時に安全系が自動隔離されることから、この防護回路は、高エネルギーラインの破損といった他の想定事象に対する防護として最善のオプションとは言えないかもしれない。（27P）
- 最善の事故対応戦略とそれに関連する実施手順（例えば緊急時運転手順や事故時対応ガイドラン）は、原子力発電所の運転事業者及び原子炉メーカと間のコミュニケーション、議論、情報交換を通じて制定されるべきである。これらの戦略や手順から逸脱する場合は、元々の基準の考え方や意図しない結果が起きる可能性を考慮した、厳格な技術的かつ独立した安全評価の後になされるべきである。(5P)

✧ 国会事故調報告

ツイン・ユニットのプラントの一方で原子炉事故が起きた場合，他方のユニットの運

転についてはどのようにするべきか。直ちに冷温停止を目指して停止操作を行うべきか。事故を起こしたユニットにおいてベント操作が行われる場合，他方のユニットの空調系は運転を継続すべきだろうか。現行の保安規定では運転継続を求めていても，不必要に放射性物質を持ち込まないように停止すべきではないだろうか。(201P)

✧ 学会事故調報告

- ICの隔離弁（内側）は電源断で「as-is」の設計となっているが、直流電源「断」によって破断信号がでて、まだ生きていた交流電源によって閉となった。原子力安全の確保のためには、「止める」「冷やす」「閉じ込める」を実現する必要があるが、相反する要請に対して優先すべき機能を決めて設計を見直すことが必要であろう。(151P)
- 安全確保のためには格納容器ベントの操作が必要に応じて実施されなければならない。しかし、弁の操作が容易にできず、以後の水素爆発や事故拡大の要因ともなったと推察される。ロバスト性には設備のロバスト性とマネジメントのロバスト性がある。格納容器ベントについては、設備には冗長性があるが、マネジメントにはまったく冗長性がなくバウンダリ機能維持のみが優先され、設備のロバスト性が活かされていない。(151P)
- なにが原子力安全に必要なことか，設計としてはフェイルセーフとするもの，ロバスト性を重視するものを見極めて対応しなければならない。何を目指した安全設計とするか見失ってはならない。(151P)
- 新設プラントにはハードを中心に考えるべきであろう。しかし，既設プラントへのハードの追設は，大きなリスクを導入する可能性が非常に高く十分な注意が必要である。(180P)
- 非常用復水器（IC）を用いた炉心冷却システムを恒設の直流電源喪失の状態でも稼働させる手順を整備しておくこと，格納容器内気体のベントシステムを電源喪失下でも機能させるよう整備しておくことは有用であった。しかし，格納容器の隔離機能の維持に重点がおかれ，これらへの対応の準備はまったくなかった。(199P)

◆ 備　考

IC系で配管破断が起きれば、IC隔離弁が閉となるインターロックはフェイルセーフ。IC隔離弁（内側）の駆動用の交流電源が断となれば、当該の隔離弁はas-isとなるのもフェイルセーフと言える。直流電源が断になるとIC隔離弁（内側）が閉となるのはフェイルセーフとは言えない。これは直流電源が断になることはないという思い込みから、フェイルセーフが徹底されなかったためではないか。安全システムにどのようなリスクが潜んでいるのか確認しておく必要がある。

◆ 関連資料　19.1（項目）

- 福島第一事故に見る設計レベルでの安全性向上の必要性（原子力の自主的・継続的な安全性向上に向けた提言）

- 設備面での改善の方向性（東電報告書）

◆ **関連資料　19.2（項目）**

- ICの系統図（政府事故調報告書（中間））
- IC隔離弁の動作イメージ（政府事故調報告書（中間））
- IC系の破断検出回路のリセット（政府事故調報告書（中間））

◆ **関連資料　19.3（項目）**

- オイスタークリークの非常用復水器の運用と設計（国会事故調報告書）
- 隔離弁に対する安全設計審査指針の要求事項（安全設計審査指針）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 3-1-4、通番 19 安全システムにリスクがないか多方面から評価する。
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-1、通番 6 設備・システムの信頼度向上
	関連資料 No	資料 19.1 設計変更による安全性向上の必要性 資料 19.2 非常用復水器（IC）の系統図と IC 隔離弁の動作イメージ 資料 19.3 オイスタークリークの非常用復水器の運用と設計（フェイルセーフ機能）
キーワード		
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 12 **政府関連**：政府事故調報告書（中間）15 **学協会関連**：学会事故調報告書 17 **海外機関関連**：INPO 報告書 10

細目 3-2-1（予備品の充実と支援機器用各種アダプターの用意）
予備品を充実、また、支援設備の有効活用のための各種アダプターを用意する。（細 20）

解説

外部への支援要請は早めに行う手順とする。予備品を充実させると共に、外部からの支援設備を効率的に活用するため、電気や水やエア等の接続のためのアダプターも用意しておく等により汎用性も確保しておく。外部から支援があっても接続部品がないため使えないのは大変に残念なことである。緊急時に対する多様な選択肢を確保しておくことが重要である。また、緊急時に使用する設備や部品についても、保全管理を適切に行う。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告（中間）より、接続部品の重要性を示す事例を抽出した。（一部東電報告書から引用）

(1) 電源車の確保とケーブル接続用のコネクター

3月11日16時10分頃、発電所対策本部は電源車の調達を本店対策本部に依頼し、16時50分頃には発災事業者全店の高圧・低圧電源車が福島に向けて出発したが、道路被害や渋滞により思うように進めなかった。そこで、発災事業者は自衛隊にヘリ輸送を依頼したが、重量オーバーで断念した。3月11日18時20分頃、東北電力に高圧電源車の派遣を依頼し、3月12日1時20分頃までに4台が到着した。また、3月11日21時28分頃以降、自衛隊の電源車も到着した。（158P）

- 3月11日に到着した自衛隊の電源車は、ケーブル接続用のコネクターの仕様が発災事業者と異なっていたため、実際に電源復旧に用いられることはなかった。（159P）
  今回の事故の場合、約40名を動員した人力での高圧ケーブルの敷設に時間がかかり、この間に到着した発災事業者の電源車が電源復旧に用いられた。（162P、東電報告書249P）

(2) コンプレッサーの調達と配管への接続のためのアダプター

3 月12 日12 時30 分頃、発電所対策本部復旧班は、発電所構内の協力会社事務所にあった可搬式コンプレッサーを入手した。（154P）

- 計器用圧縮空気（IA ）系配管への接続のためのアダプターを探したが見つからなかったが、IA 系配管に接続するために使えそうな治具があったので、協力会社社員が、接続口の加工を施し、この治具をアダプターとして用いることとした。（154P）

◆　関係する指摘事項等

✧　法と経済のジャーナル：日米でこんなに違う原発事故の対応、福島の教訓（2012.12.09 21-2219）（2016 年 3 月 30 日　承認番号 21-2004）

もっとも注目すべきことは、全米の原発で同じ機器を使えるようにするため、電源やホースの接続口を同じ大きさと形に標準化し、それに合わせて各原発で接続口を改修

したことだ。各社、「この接続口が必要だ」とか「このサイズのホースだ」とか、それぞれ異なる希望があったが、時間をかけて標準をまとめあげたという。その結果、各原発は、２カ所の緊急事態対応センターだけでなく、全米に約６０ある他の原発からも機器の融通を受けることができるようになった。

✧ 福島第二提言

津波の襲来により、海側の設備が損傷したことは十分推測できたため、ケーブルと電源車は、パトロールの結果を待たずに手配をかけた。3 月11 日の夜にパトロールにより機器の状況が確認でき、復旧班がその状況から必要な資機材をリストアップし、一部は復旧班から柏崎刈羽に直接依頼し、残りは資材班から本店に手配を依頼した。冷却系のモーターについては、TV 会議で情報を共有していた柏崎刈羽からの申し出により、当該発電所に設置してあるモーターを取り外して送ってもらった。復旧作業における協力企業への依頼は、本店資材部において「非常災害」や「緊急事態」の際の応援・協力に関する協定を各協力企業、メーカと締結している。この協定に基づいて、資材の調達への協力や作業者の派遣等を依頼して協力してもらった。(34P)

✧ INPO報告

オフサイトからの人材と支援は、外部電源の喪失といった重大事象を受けて、優先的に提供されるべきである。緊急時対応計画やそれ以外の本店指針文書には、緊急状況が発生した場合、原子力発電所に必要なものは最優先で与えることを明記すべきである。(25P)

✧ 学会事故調報告

今回の事故でオフサイト側から様々な形で支援活動が実施された。リモコン式ヘリコプタによる事故現場の撮影，さらにはロボットによる高放射線区域のがれき撤去などである。しかし一方では，緊急時のために開発したロボットが長期間メンテナンスされずに死蔵されていたために使えなかったなど多くの課題が浮き彫りとなった。(89P)

✧ A Pictorial of the Phoenix Regional Response Center (NEI)

RRCで重要なのは、ポンプ、電気機器、油圧機器に対する接続部品が共通規格になっているということである。これは米国のどの原子力発電所でも使うことができるということを意味している。

◆ 備　考

福島第一事故の対応では、電源復旧のためのケーブル敷設作業に時間がかかったため、遅れて到着した自社の電源車を使うことができたが、仮に敷設作業が短時間で済めば、ケーブル接続用のコネクターが合わないために復旧が遅れることになった。事故時の資器材の調達体制の整備とともに接続部品についても事前に整理しておく必要がある。

◆ 関連資料　20.1（項目）

- 福島第一と福島第二の被災状況の違い（東電原子力安全改革プラン）

- 福島第二の成功要因（東電原子力安全改革プラン）
- 復旧資材の緊急調達・輸送の成功による機動的復旧（東電原子力安全改革プラン、福島第二提言）

◆ **関連資料　20.2（項目）**

- 米国の FLEX 戦略の概要（NEI-HP、新規制基準に関する提案と課題（日本保全学会)、法と経済のジャーナル HP(2012.12.09　21-2219）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 3-2-1、細 20 予備品を充実、また、支援設備の有効活用のための各種アダプターを用意する。
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-2、通番 7 最悪に備えたきめ細かな設備形成 教訓 3-4、通番 9 不測の事態に対応できる訓練
	関連資料 No	資料 20.1 福島第二の復旧資材の緊急調達と輸送の成功 資料 20.2 米国の FLEX 戦略
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）16 **学協会関連**：学会事故調報告書 18 **海外機関関連**：INPO 報告書 11 **JANSI 関連**：福島第二提言 1 **その他**：日米でこんなに違う原発事故の対応（法と経済のジャーナル）

細目 3-2-2（人間による弁の駆動やパラメータ監視）

重要な弁やパラメータ監視は、緊急時に人間が操作できるような構造とする。（細 21）

解説

安全上重要な電動弁や空気作動弁や重要なパラメータ監視は、緊急時に人間が操作できるような構造とし、近傍に必要な空気ボンベや必要な機材を置く等の措置を取っておく。最後は人間の手で操作するしかないことをしっかり頭に入れ、開閉の保持等の機能も備えた設備形成とする。また、常日頃より緊急時を想定した訓練を行い、人的過誤を減少させる必要がある。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告（中間）より、次の局面への対応を抽出した。一つは「福島第一原発の事故時において様々な駆動様式（直流駆動、交流駆動、空気作動）の弁を交流電源も直流電源も喪失した状況の下で操作しなければならない局面」、もう一つは「バッテリー等を使って重要なパラメータの指示を確認しなければならない局面」である。

(1) 電動弁（直流/交流）の手動操作

当直は、必要な電動弁を手動で開け、FP 系から1 号機原子炉に注水可能なラインを構成した。その際、当直は、電動弁の場所が判然としなかったり、手動操作用のハンドルが固かったり、電動弁の設置場所がある部屋に入る鍵が合わなかったりしたため、その都度1 号機R/B 外に応援要員を求めに行き、あるいは鍵を受け取りに行くなどして時間を要した。(127P)

(2) 空気作動弁（AO弁）の手動操作

発電所対策本部復旧班は、発電班と検討・協議しながら、AM 用の事故時運転操作手順書により、ベント操作に必要な弁を特定した上、それらの弁の一つであるS/C ベント弁（空気作動（AO）弁）が、手動で開操作が可能な型式・構造かどうかを確認するため、余震が続く中、地震で入室禁止となった事務本館に赴き、確認に必要な図面を入手したり、弁の型式・構造に詳しい協力企業にも問い合わせたりした。ただし、この協力企業には連絡がなかなかつかず、連絡がついたのは3 月12 日未明であった。(140P)

(3) バッテリーによる電動弁（直流）の駆動

SR 弁開操作に必要な直流電源として、車の12V バッテリーを10 個直列に接続して用いようと考え、13日7 時44 分頃までに、発電所対策本部にいる社員の通勤用自動車から12V バッテリー10 個を取り外して集めた。(179P)

(4) 小型発電機による電磁弁の励磁

発電所対策本部は、1/2 号中央制御室において仮設照明用小型発電機を用いて電磁弁を励磁して開けるとともに、可搬式コンプレッサーをIA 系配管に接続して空気圧を供給し、S/C ベント弁（AO 弁）大弁の開操作を実施することを決めた。(153P)

(5) バッテリーによる計測機器の復旧

発電所対策本部復旧班は、協力企業の協力を得て、大型バスの12V バッテリー2 個を取り外し、更には、6V バッテリー4 個を調達して、計測機器の電源復旧に利用可能なバッテリーを確保して、11日20 時頃までに、これらを1/2 号中央制御室に持ち込み、合計24V 分のバッテリーをケーブルで直列に接続し、制御盤裏にある原子炉水位計用の端子に接続する作業を実施した。(159P)

(6) 小型発電機による計測機器の復旧

小型発電機による仮設照明は、室内全体を照らすものではなく、ごく限られた範囲、例えば書面や計測機器を読み取るために必要な手元程度を照らすことが可能なものにすぎなかった。これらの小型発電機は交流電源（120V）であり、後に、2 号機のD/W 圧力計やS/C 水温計等の交流電源を必要とする計測機器の電源としても用いられた。(160P、226P)

◆ **関係する指摘事項等**

✧ 東電報告書

発電所対策本部発電班でも、電源がない状況における格納容器ベント操作手順の検討を開始した。また、発電所対策本部復旧班は、ベント操作に必要な弁を手動で開けることが可能かどうか、弁の型式・構造を確認するために、関連する図面の調査や協力企業への問い合わせを行い、空気作動弁の小弁がハンドル操作で開操作可能であることを確認し、中央制御室へ連絡した。(127P)

✧ 政府事故調報告（中間）

そこで、発電所対策本部復旧班及び当直は、3 号機 R/B 内に立ち入り、S/C ベント弁（AO 弁）駆動用に準備していた新たな D/W 酸素濃度計校正用ボンベの交換作業を行った。その際、前回の空気ボンベ交換の際に 3 階 R/B 内の温度、湿度が相当上昇していたため、作業員は咽喉保護用にセルフエアセットを着用することとしたほか、放射線量が上昇していたため、2 班体制で、各班の作業時間を 15 分間に限って作業を実施することとした。(204P)

✧ 原子力発電所が二度と過酷事故を起こさないために（科学技術国際交流センター）

アクシデントマネジメントの具体策例としては、恒設設備では対応不可能な事態に万が一至ったとしても柔軟な対応が可能なものとする。このため、可搬式設備、移動式設備（車両に据え付けた設備）を備え、接続口は多重性を持たせるなど、いかなる事態に対しても柔軟に対応できるようにする。(5P,137P)

✧ 大前報告書

夜間の視界不良を想定した弁や計器等の「見える化（蛍光塗料塗布等）」、標準化（145P）

✧ 学会事故調報告

- すべての設備においてアクシデント・マネジメントへの対応をつねに考えなければならない。安全上重要な系統におかれた隔離弁は”fail as is”の状態とすることや、

格納容器の中に設置せず格納容器外側に 2 個設置することも考えられる。(158P)

- 安全系については，格納容器内側に電動弁など，遠隔で操作される機器を配置すべきではないと考えられる。その機器に不具合が生じたときに早急に対応がとれるよう，またシビアアクシデント時などの使用したいときに操作できるよう，安全系の機器はすべて格納容器の外側に配置する設計にすべきと考えられる。(158P)
- アクシデントマネジメント策として設けた PCV の耐圧ベントシステムにはラプチャーディスクを設置していたにもかかわらず、格納容器を異常な高圧まで過圧させてしまった原因は、ベントシステムが多くの弁の切替を必要とする設計であったことで、これは大きな教訓である。事故時の操作性を考慮したベントシステムであれば、早期にベントすることによって、格納容器の過圧破損や水素爆発も回避でき、放射性物質の放出量を大きく低減できた可能性が高い。(169P)
- 外的事象は、その大きさによっては深層防護の複数の層が同時に破られる可能性がある。したがって、安全余裕による対処のみでなく、第 3 層までの安全機能を実現するために用いられる恒設機器とは設計条件の異なる可搬型機器による対応など、安全上の効果を独立にする対処方法が有効である。(198P)

◆ 備　考

人間が操作しようとしても手動操作が不可能な構造になっていたり、バッテリーや小型発電機からの繋ぎこみが極めて困難な設備形成になっていたのでは、何ともならない。緊急時に手動操作できることに加え開閉の保持機能を付ける等のマン・マシン・インターフェースを整えておくことが重要である。また、平時からこのような状況になることを想定し、バッテリー、小型発電機等を準備し、手順書を作り、訓練を行っておく必要がある。

◆ 関連資料　21.1（項目）

- アクシデントマネジメントを踏まえた運転員と保全員の現場力の向上（東電原子力安全改革プラン）

◆ 関連資料　21.2（項目）

- 難航するサプレッションチェンバーのベント弁（AO 弁）の開操作（政府事故調報告書（中間））

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 3-2-2、細 21 重要な弁やパラメータ監視は、緊急時に人間が操作できるような構造とする。
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。 知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 3-2、通番 7 最悪に備えたきめ細かな設備形成
	関連資料 No	資料 21.1 運転員と保全員の技術力向上のプロセス 資料 21.2 現場の苦闘－サプレッションチェンバー（S/C）ベント弁操作
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）17 **学協会関連**：学会事故調報告書 19 **事業者関連**：東電報告書 6 **有識者関連**：原子力発電所が二度と過酷事故を起こさないために 6、大前報告書3

細目 3-3-1（現場本部の外部監視機能等の強化）

緊急対策本部は、外部の監視機能や報道状況の確認機能を強化する。（細 22）

解説

緊急対策本部は密室なので、津波襲来等を確認できる ITV カメラや報道状況を確認できるテレビを設置する。外界から遮断される環境では、直接津波の来襲を確認できることは有効である。また、外に出られない場合、テレビ報道で初めて被害状況を知るということもあり得る。

◆ 福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告（中間）より、津波の来襲と水素爆発に関する部分を抽出した。

(1) 津波来襲の確認

- 東北地方太平洋沖地震が発生した後、免震重要棟2 階に設置されたテレビの放送で、福島県に関する津波警報、津波予想到達時刻及び予想高さ等の気象庁が発表する情報を把握し、直ちに、各中央制御室にもその情報を提供していた。(90P)
- テレビでは、波高が3m、更には6m の津波が福島第一原発付近に到達する恐れがあるとのことで残留熱除去系（RHR） などの冷却機能の喪失を危惧した。(90P)
- 実際には、3 月11 日15 時27 分頃及び同日15 時35 分頃の2 度にわたった津波は遡上して、4m盤に設置された非常用海水系ポンプ設備が被水し、さらに、10m盤、13m盤の上まで遡上して、原子炉建屋、タービン建屋 及びその周辺施設の多くが被水した。(90P)
- その結果、6 号機の空冷式DG（6B）を除き、全ての交流電源を失った。かかる想像を絶する事態に、皆、言葉を失った。(91P)

(2) 原子炉建屋（R/B）の水素爆発

1号機の水素爆発まで、原子炉格納容器に滞留した水素がR/Bへ洩れ建屋内に充満し、爆発する危険について全く考えていなかった。(212P)

- 爆発時、下から突き上げるような衝撃があった際、発電所対策本部及び本店対策本部は、何が起こったのかすぐには把握できなかった。(212P)
- 爆発がテレビの映像で流れて爆発の状況が把握できた。(212P)
- 原子炉水位計が爆発前と変化なかったため原子炉圧力容器が爆発・破損したわけではなく、R/B上部で水素ガス爆発が起きた可能性が高いと考えた。(213P)

◆ 関係する指摘事項等

✧ 女川及び東海第二報告書

2 号機の中央制御室に設置してあるITV 監視盤のモニタTV（CRT）が転倒していたため、元の状態に復旧した。地震発生前のITV 監視盤では、取水口の映像を選択していたため、復旧したモニタTV 画面には津波襲来の様子が映されていた。モニタTV 画面を確

認して間もなく、1 号機の重油タンクが半分まで海水に浸かっていることを確認した。直ちに対策室に津波の到達を連絡した。また、ページングにより避難指示を発令した。（21P）

✧ 東電報告書

発電所沖合の津波高さの情報をできるだけ早期に入手し、作業携わる人たちに連絡し、避難できる体制を整備するため、国が保有する海面高さ観測装置のデータを利用させていただきたい。(349P)

✧ 東電報告書

(1) 津波襲来時の1号機中央制御室の状況

- １１日１５時３７分、津波の浸水によって、全ての交流電源を喪失。前後して、建屋内への海水の浸入を思わせる警報が発生、直流電源も喪失し、中央制御室の照明の他、監視計器や各種表示ランプも消灯、警報音も消え中央制御室は一瞬シーンとなった。最初は何が起きたか分からず、目の前で起こっていることが本当に現実なのかと疑いたくなるような状況であった。その後、「海水が流れ込んで来ている」と大声で叫びながら、ずぶ濡れの運転員が戻ってきたことで、中央制御室の運転員は津波の襲来を確信した。(122P)
- １１日１５時４２分、発電所長は原災法第１０条該当事象（全交流電源喪失）と判断した。(122P)

(2) アクセスルート・現場確認における津波再来襲の危険性

- 余震は繰り返し大津波警報は継続、高さが異なる津波がたびたび押し寄せており、サービス建屋２階にある中央制御室を出て、再び津波に襲われる可能性があるサービス建屋１階を通って現場に向かうことはできなかった。(118P)
- 津波によりタービン建屋地下階が水没し、サービス建屋１階も浸水、余震が継続、大津波警報が発令され高さの異なる津波が何度も押し寄せ海側のエリアを覆う津波も確認される中では容易に現場確認を開始することができなかった。当直長は、運転員から復旧のために現場確認をしたいと進言され、自身もその必要性を認識していたが、現場の安全確認が取れておらず、必要な装備も整っていなかったためすぐには現場に向かわせることができなかった。(124P)

◆ 備　考

上記のように、中央制御室の ITV に津波襲来の様子を映しており、直ちに緊急対策室に津波の到達を連絡した発電所もある。津波来襲等の外部の状況を監視できれば、厳しい状況を一刻でも早く認識するのに役立つ。

◆ 関連資料　22.1（項目）

- 発電所対策本部内での一般 TV 情報の確認（東電報告書）
- 免震重要棟の概要（災害に強い発電所作り（東電発表資料））

◆ **関連資料　22.2（項目）**

- 外部状況の確認機能の強化（現場把握のための監視カメラの設置）（東電原子力安全改革プラン）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 3-3-1、細 22 緊急対策本部は、外部の監視機能や報道状況の確認機能を強化する。
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。 知見 8 その他：緊急時対応を行う職員の環境整備を図る。対外発表、渉外業務を適切に行い、海外対応にも気を配る。
	関連教訓 No	教訓 3-3、通番 8 外部の監視および外部設備の固縛・分散管理
	関連資料 No	資料 22.1 発電所対策本部（免震重要棟）における外部情報の入手 資料 22.2 現場把握のための監視カメラの設置
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）18 **事業者関連**：東電報告書 7 **JANSI 関連**：女川／東海第二報告書 2

細目 3-3-2（屋外設備に対する固縛管理と分散管理）

屋外設備は固縛し、屋外の重機類等は分散管理する。（細 23）

解説

屋外設備は地震による倒壊や津波による浮遊を防ぐため固縛する。屋外に配置してある非常時に必要な消防車や可搬式設備や重機類等は多ルートでのアクセスが可能なように一か所に集めずに分散管理する。また、燃料の補給策を講じておく。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告（中間）より、消防車の管理に関する部分を抽出した。福島第一原発には協力会社Aが管理する消防車が2台、協力会社Bが管理する消防車が1台の計3台の消防車があった。(123P)

- 津波発生当時、協力会社Aが運転する消防車2 台のうち1 台は、協力会社Aが5 号機及び6 号機付近で訓練を実施するために用いていたところ、津波が到達し、道路の損傷や津波のガラの影響で 5 号機及び6 号機側との通行が分断され、移動ルートを確保できない限り利用不能となった。(123P)
- 津波到達前、協力会社Bが運転する1台は、1号機タービン建屋付近の北側P/P（核物質防護）ゲート近辺に停車していたところ、協力会社Bの社員は、ページングで津波警報を聞き、消防車を置いたまま避難した。その後、津波の影響により、この消防車は使用できなくなった。(124P)
- したがって、津波発生直後、福島第一原発正門付近にある協力会社Aの事務所横の倉庫にあった、協力会社A運転の消防車1台のみがすぐに利用できる状況にあった。(124P)

◆　関係する指摘事項等

✧　高浜 3・4 号炉新規制基準への適合状況（平成 26 年 10 月 14 日）

「設置許可基準規則」の要求事項

七　重大事故防止設備のうち可搬型のものは、共通要因によって、設計基準事故対処設備の安全機能、使用済燃料貯蔵槽の冷却機能若しくは注水機能又は常設重大事故防止設備の重大事故に至るおそれがある事故に対処するために必要な機能と同時にその機能がそこなわれるおそれがないよう、適切な措置を講じたものであること。(1.0.2-1)

「適合内容」

可搬型重大事故等対処設備は、設計基準事故対処設備と同時に機能が失われないよう分散配置を行い、また、基準地震動で必要な機能が失われず、高所に配置することで、共通要因によって必要な機能が失われないことを確認している。(1.0.2-1)

✧　伊方 3 号　可搬型機器等の耐震基本方針（工認申請資料 9-5）(2P)

可搬型機器等の保管は、原則として下記によるものとする。

(1) 機器の耐震重要度に応じた地震力が作用した場合においても当該設備を十分に支

持することができ、かつアクセス性が確保される保管場所に設置する。

(2) 転倒を防止するために、必要に応じ床面や壁面等に適切に固縛する。保管に際し、車両等の固縛することが適さない機器については、機器の耐震重要度に応じた地震動において、転倒することがないことを確認する。

✧ 大前報告

重油タンクの固定等（127P）

ガレキ撤去用重機配備と運転者の確保（127P）

✧ 東電報告書

人のアクセスルート、可搬機器の設置場所を明確にするとともに、操作に必要な資機材とその保管場所、被ばく低減のための装備品と保管場所も明確にした手順にする。（342P）

◆ 備　考

消防車の他にも電源車等の緊急時に重要な役割を果たす設備は多い。安定的に事態を収拾させた他の発電所での成功事例から得られた給油関係の教訓を以下に示す。

- 電源車は、燃料が数時間しか保たなかったが、給油チームを結成し 3 時間毎に給油を行って運転を継続した。（福島第二提言 35P）
- 軽油は非常用ディーゼル発電機用に 7 日分を備蓄していたため支障なく対応できた。重機の燃料には，機能喪失した非常用ディーゼル発電機の軽油を流用した。（女川及び東海第二報告書 23P）
- 発電所周辺でガソリンが確保できない場合に非常用ディーゼル発電機の軽油タンクの軽油を活用することを想定し、発電所車両の更新にあわせてディーゼル車化すること及び軽油抜き取り用の帯電防止ホースの準備をすることは有効である。（女川及び東海第二報告書 29P）
- 軽油は 1 週間分の備蓄があったが、ガソリンは入手できず、手配を断念した。（女川及び東海第二報告書 41P）

◆ 関連資料　23.1（項目）

- 津波で流された重油タンク（東電報告書）
- 重油タンクの大きさ（東電報告書）
- 地震時の港湾作業（東電報告書）

◆ 関連資料　23.2（項目）

- 高浜 3 号炉及び 4 号炉の可搬型重大事故等対処設備の保管場所及びアクセスルート（可搬型設備の保管場所・アクセスルート 1（高浜 3・4 号））
- 保管場所に対する要求事項（設備基準規則等）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 3-3-2、細 23 屋外設備は固縛し、屋外の重機類等は分散管理する。
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-3、通番 8 外部の監視および外部設備の固縛・分散管理
	関連資料 No	資料 23.1 津波で流された重油タンク 資料 23.2 可搬型重大事故等対処設備の保管場所
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）19 **事業者関連**：東電報告書 8、高浜 3・4 号炉適合状況、伊方 3 号工認説明資料 **有識者関連**：大前報告書 4

細目 3-4-1（複合災害、複数同時発災等の厳しい訓練想定）
訓練では、複合災害、複数同時発災等の厳しい想定とする。（細 24）

解説

複合災害、複数同時発災等の厳しい想定での訓練を計画し、人間の力でどこまでの対応が可能なのかを検証する。単一故障だけでなく、複数同時故障や共通要因による故障・機能喪失の伝搬も考えられる。また、訓練では、過酷な状態において状況を正しく把握し予想するため、リアルタイムで更新できる予想解析ツールや専門家も必要である。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告（中間）より、津波来襲後に福島第一原発で生じた環境悪化を抽出した。

① 通信手段が限定された。

- 作業をするにも、通信可能範囲が限定される無線機しかなく、発電所対策本部との連絡にも時間がかかり、結局、高圧ケーブルの敷設だけで数時間を要した。(163P)
- 当直は、1/2 号中央制御室において、全面マスク及びC 装備を着用したまま、被ばく量を抑えるために2 号機側に身を寄せていたが、発電所対策本部からの要請に応じ、原子炉格納容器ベントの実施に向け、1 号機R/B 内に立ち入って原子炉格納容器ベント弁（MO 弁）及びS/C ベント弁（AO 弁）小弁を開操作することにした。これらの現場作業については、1 号機R/B 内が電源喪失のため照明がなく一人では作業が困難であること、1 号機R/B 内の作業現場では高線量が予測されること、余震で1 号機R/B から引き返すこともあり得ることを考慮して、2 名1 組の3 班体制とした。現場作業に当たっては、相当量の被ばくが予想されたため、若手の当直を除外し、それぞれの班は、当直長及び副長クラスの運転員で構成された。
- 12日9 時4 分頃、当直2 名（第1 班）は、1 号機の原子炉格納容器ベントの実施に向けた現場作業を行うため、耐火服を着用し、セルフエアセット、APD 及び懐中電灯を装備して、1 号機R/B 内に入った。このとき、当直は、PHS などの移動通信手段を失っていたので、三つの班がそれぞれの現場に同時に行ってしまえば、1/2 号中央制御室との間で、操作手順に従った着手・終了に関する連絡を取れなくなるため、一班ずつ現場に行き、一班が作業終了後に中央制御室に戻ってから、次の班が出発することとした。(151P)
- 発電所対策本部は、SPDS（緊急時対応情報表示システム）が使用不能となったため、中央制御室の固定電話とホットラインだけで報告を受けて現場状況を把握した。(91P)

② 制御室が真っ暗になった。

- 1/2 号中央制御室は、全ての交流電源及び直流電源を喪失していく中で、照明や表示灯が徐々に消え、警報音も聞こえなくなった。(92P)

③ パラメータの監視ができなくなった。

- 1/2号機ともに、原子炉水位その他のパラメータを監視することができなくなった。

（92P）

④ 手順書類が使えなくなった。

- 手順書は、中央制御室でプラントの状態を監視することができ、かつ、必要な制御盤上の操作ができることを前提として記載されていた。（93P）

⑤ 放射線量の上昇

- 13日11 時17 分頃、3 号機のD/W 圧力が再度上昇を開始したため、発電所対策本部は、空気ボンベから十分空気圧が送られず、S/C ベント弁（AO 弁）大弁の開状態を維持できていないと判断した。そこで、発電所対策本部復旧班及び当直は、3 号機R/B 内に立ち入り、S/C ベント弁（AO 弁）駆動用に準備していた新たなD/W 酸素濃度計校正用ボンベの交換作業を行った。その際、前回の空気ボンベ交換の際に3 階R/B 内の温度、湿度が相当上昇していたため、作業員は咽喉保護用にセルフエアセットを着用することとしたほか、放射線量が上昇していたため、2 班体制で、各班の作業時間を15分間に限って作業を実施することとした。（204P）

⑥ その他

- 外部からの支援物資が道路事情の悪化により時間がかかった。（94P、125P、159P）
- 屋外の漂流物が構内道路を塞ぎ、重機で除去した。（444P）

◆ 関係する指摘事項等

✧ 政府事故調報告（最終）

- 緊急時対策本部内の機能班が十分な機能が果たし得なかったことの根底には、複数号機において全交流電源が喪失するといった過酷な事態を想定した十分な教育・訓練がなされていなかったことがあると考えられる。（404P）
- 単に地震のみでなく、津波・高潮・洪水・土砂災害・噴火・強風等の様々な事象を想定してシステム設計を行い、それらの事象の二つ以上が重なって発生する複合災害の場合も想定して、システムの機能が損なわれないような対策を講じておく必要がある。（436P）

✧ 国会事故調報告

- 複数ユニット、特に炉型が異なる原子力発電所では、緊急時の実務を統率する難度が増す。模擬訓練を反復し、発電所にとっての最善の方法を見いだしていく必要がある。（595P）
- 各原子力発電所において、各ユニットの過酷事故進展に対しリアルタイムで更新できる予想解析ツールと、解析ツールの活用に精通した専門家を配備する。そのような解析は、原子炉及び使用済み燃料プールにおける事故に対応できるものとする。（595P）

✧ 東電原子力安全改革プラン

過酷事故や複数号機の同時被災が起こると考えていなかったため、現場の事故対応の訓練や資機材の備えが不十分であった。その結果、重要なプラント状態の情報の共有

や迅速的確な減圧操作等ができなかった。(24P)

✧ 原子力発電所が二度と過酷事故を起こさないために（科学技術国際交流センター）
BWR、PWR を問わず、全交流電源喪失では海水への放熱が不能となるので、最後の手段としては、原子炉容器に水を給水しながら蒸気を原子炉容器外に放出し蒸発熱で冷却する「Feed and Bleed」が唯一の成功シナリオであることも認識すべきである。(123P)

✧ 学会事故調報告

- 今回の事故を踏まえると，単一機器の故障，機能損傷のみでなく，多数機同時故障・機能喪失や共通要因故障・機能喪失を考えて，なおかつ互いのシステムが影響しあい，故障・機能喪失が伝播する事故を考える必要がある。すなわち，要求される機能の確保を，構成する機器や配管，電気，計装，すべての役割を明確に連携させながら維持する「システム安全」の考え方が重要であることが分かる。(146P)
- 原子力災害と自然災害，複数の自然災害が同時ないし復旧所要時間内に発生する可能性を想定したうえで，原子炉の安全対策，周辺の防災対策の策定が必要である。(183P)
- 複数プラントで同時に事故が起きる場合には，プラント間で支援が期待できない場合や，資機材が同時に必要とされることなどを考慮する必要がある。(183P)
- 複数プラントにおいて，スクラム停止後全交流電源が喪失し，それが何日も続くといった事態を想定した手順書をつくっておく必要がある。その際には，社会インフラが損傷し外部支援の到着が遅れることも想定しておく必要がある。(183P)
- 女川原子力発電所では地震時に電源盤の火災が発生した。幸いにして大事に至らなかったが，地震と火災の複合災害の可能性も示唆するものであった。(196P)
- 従来は、各機器について厳しく機能維持を要求したうえで、内的事象として構成機器の単一故障においても安全が確保される評価を行ってきた。一方、その結果として同一機能を有する複数の機器が同時に機能を喪失する複数機器の損傷や共通の要因による事故の想定は遠ざけられてきた。(196P)

◆ 備　考

緊急時対応が短期で済むのか、長期に亘るのかも重要な要素である。長期に亘るのであれば、体制そのものの組み直しから、食糧の補給等のロジスティックスの確立など、継続的な対応を可能にしなければならない。

◆ 関連資料　24.1（項目）

- 複合災害、複数号機同時発災を想定した訓練計画の必要性（政府事故調報告書（中間））

◆ 関連資料　24.2（項目）

- 複合災害を想定した原子力防災訓練に対する保安院の消極的姿勢（国会事故調報告書）

◆ 関連資料　24.3（項目）

- 運転中の原子炉の基数によって変動する緊急時組織の要員規模（東電原子力安全改革プラン）
- 柏崎刈羽原子力発電所の緊急時対策要員の強化（東電原子力安全改革プラン）

◆ **関連資料　24.4（項目）**

- 事故対応でリスク要因になった可能性のある事項（東電原子力安全改革プラン）
  - 今回の根本原因分析では直接原因とはならなかったものの、幅広に見た場合にリスク要因となる可能性がある事項
  - 今回はクリアできていたものの、幅広に見た場合にリスク要因となる可能性がある事項

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 3-4-1、細 24 訓練では、複合災害、複数同時発災等の厳しい想定とする。
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-4、通番 9 不測の事態に対応できる訓練
	関連資料 No	資料 24.1 複合災害、複数号機同時発災を想定した訓練計画の必要性 資料 24.2 複合災害を想定した原子力防災訓練に消極的な姿勢 資料 24.3 緊急時組織の要員規模 資料 24.4 事故対応でリスク要因になった可能性のある事項
キーワード		
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 13 **政府関連**：政府事故調報告書（中間）20、政府事故調報告書（最終）8　**学協会関連**：学会事故調報告書 20 **事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 7 **有識者関連**：原子力発電所が二度と過酷事故を起こさないために 7

細目 3-4-2（全電源喪失、コンピュータ機能喪失等の厳しい訓練設定）
訓練では、全電源喪失、コンピュータ機能喪失等の厳しい設定とする。（細 25）

解説

交流も直流も遮断された暗闇での訓練やコンピュータが使えないという厳しい環境条件での訓練を行う。また、意図的に不正確な条件を伝えるなど難易度の高い訓練を行う。平時はコンピュータを使うことが空気のようになっている。コンピュータに依存していることに気付いてさえいない場合もあるかもしれない。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告（中間）より、コンピュータが使用不能になった影響を抽出した。
原子力発電所にはSPDS（緊急時対応情報表示システム）が設置されており、発電所対策本部、本店対策本部はプラントの状態をこのSPDSで共有する仕組みとなっていた。しかし、電源喪失によって、SPDSが使えなくなったため、様々な支障が出た。(91P)

- 中央制御室の固定電話とホットラインだけで報告を受けてプラント状態を把握するしかなかった。(92P)
- SPDSが機能することを前提とした訓練、教育しか受けていない者が、錯綜する情報から各号機のプラント制御にとって必要な情報を適切に取捨選択して評価することは非常に困難であった。このことが炉心状態の把握や格納容器のベントによる実施の判断を著しく困難にした。(121P)
- 国にSPEEDI(緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム)というシステムがある。SPEEDIは放射性物質の拡散を予測するシステムであるが、SPEEDIの基となるデータはSPDSから送られる仕組みであった。発電所のSPDSが使えなくなったため、このSPEEDI は結局避難計画に使うことができない状態になった。(257P、258Pを要約)

◆　関係する指摘事項等

✧　INPO 報告書

- 複数の原子炉における同時被災に対する教育訓練が行われていなかった。緊急時計画の演習は、常に利用できるとは限らない情報源（SPDS など)、機材、施設を除外することで、定期的に対応者に対し難易度の高い作業の訓練をするものになっていなかった。(30P)
- 通常の AC・DC 電源が喪失した場合に備えて、中央制御室と主要建屋の通路に独立したバッテリー式の非常灯が必要である。福島第一では、非常用照明が発電所のバッテリーから電源供給を受けていたため、バッテリーが浸水した時点で 1 号機の照明がすべて失われることとなった。本発電所では、中央制御室と安全停止に必要な経路上に独立したバッテリー式の照明を用いていなかった。運転員その他が使えるように、懐中電灯と電池も用意しておく必要がある。(26P)

✧ 国会事故調報告

- 株）BWR 運転訓練センターにおける過酷事故の教育・訓練は、直流電源が確保され、中央制御室の制御盤が使えるという条件であり、本事故のように直流電源まで喪失し、中央制御室の制御盤が使えない条件での過酷事故は対象としていなかった。かつ、そこでの教育・訓練は、「過酷事故対応」の内容を「説明できる」ことが目標の机上訓練にとどまっており、実技訓練はなかった。(191P)
- 事故時の運転手順書は炉の状態をパラメータ監視できることを大前提としており、今回のような長時間の全電源喪失といった事態において十分機能する内容とはなっていなかった。(251P)
- 東電の事故対応の問題点は，シビアアクシデント対策が機能せず，緊急時のマニュアルも役に立たなかった点であり，事故時の運転手順書は炉の状態をパラメータ監視できることを大前提としており，今回のような長時間の全電源喪失といった事態において十分機能する内容とはなっていなかった。(32P)

✧ ASME 報告書

- 効率的にオンサイト，オフサイトの EP プログラムを実施するためには，緊急状態下で役割を果たすために，プログラム実行にあたり緊急時の役割がよく整理されていなければならない。オンサイトの ERO 人員及び，オフサイトの対応者，地方と州の当局者はその責任を果たすための徹底的な訓練を受ける必要があり，その責任を果たすための演習を行う機会を与えられる必要がある。その演習はプラントの運転に影響を与えない範囲で真の事故状態を模擬するものでなければならない。(57P)
- ドリルの中には外的事象や全電源喪失のような多重事象にさらされ，オンサイト，オサイトのインフラ設備が致命傷を負う事態のときの事故シナリオを考慮しておく必要がある。(58P)

✧ 東電報告書

- 通信設備が十分な機能を発揮しない場合においても、事故時には機器の状態を的確に把握し、迅速に判断するとともに関係者間で共有するために、予め主要な機器の状況や原子炉の重要なパラメータについて、緊急時対策室と中央制御室のホワイトボード等の上に同一のテンプレートを準備して適時確認する。これらの情報伝達方式については、防災訓練などを通じて習熟訓練を実施する。(345P)
- 安全、迅速、確実な対応を行うため、両手を使えるようなヘッドライトタイプの照明の他、より広範囲を照らせるような照明設備の配備を実施すること。(339P)

◆ 備　考

（重要なプラントパラメータを把握できないということは致命的な結果を招く。）

電源を喪失した場合に必要なパラメータの情報をどう収集するか、例えば予備のバッテリーを準備しておくなど、予め準備しておくことが望ましい。具体的に必要なパラメータと

して、原子炉圧力、原子炉水位、一次冷却材温度、格納容器圧力、格納容器温度は厳しい条件下でも把握できるようにしておきたい。(福島第二提言63P)

◆ **関連資料　25.1（項目）**

- 緊急時対応情報表示システム（SPDS）の概要（東電報告書）

◆ **関連資料　25.2（項目）**

- 情報共有システムが使えない場合の対処方法ー情報テンプレートの活用（東電原子力安全改革プラン）

◆ **関連資料 25.3（項目）**

- ERSSとSPEEDI

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 3-4-2、細 25 訓練では、全電源喪失、コンピュータ機能喪失等の厳しい設定とする。
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-4、通番 9 不測の事態に対応できる訓練
	関連資料 No	資料 25.1 緊急時対応情報表示システム（SPDS）の概要 資料 25.2 情報共有システムが使えない場合の対処方法ー情報テンプレートの活用 資料 25.3 緊急時対策支援システム（ERSS）と緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム（SPEEDI）の概要
キーワード		
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 14 **政府関連**：政府事故調報告書（中間）21 **海外機関関連**：INPO 報告書 12、ASME 報告書 4 **事業者関連**：東電報告書 9

細目 3-4-3（緊急時における様々な障害を想定した訓練）
訓練では、緊急時において様々な障害が発生することを想定する。（細 26）

解説

厳しい事故を収束させるには緊急作業が必要になるが、自然災害や事故の規模が大きい場合、緊急作業を阻害する様々な障害が発生する。様々な障害を乗り越えて、緊急作業を遂行して行くためには、意図的に混乱させる情報を与える等の障害を設定し、これらの障害による遅延を盛り込んだ訓練を繰り返すしかない。

◆　福島原子力発電所事故での事例

福島第一原発では緊急事態の中で様々な応用動作を行おうとしたが、数々の障害に直面した。政府事故調報告（中間）より、障害となった事例を抽出した。

- 対策を打つには消防車や電源車や作業員の移動等が必要で、地震や津波の影響で通行困難になった道路の補修やガラの撤去によりルートを確保する必要があった。(124P)
- 電源復旧のための仮設用の高圧ケーブルは200m程度でも1ｔ以上の重さがあり、ユニック車で運べるところまで運び、その後は約40名を動員して移動させた。余震による退避もあり、高圧ケーブルの敷設だけで数時間を要した。(162P)
- 1 号機の爆発の直前には消防車による海水注入のラインも完成し、原子炉圧力が高くても注入できるSLC 系（ホウ酸注入系）ポンプを起動させるために必要な電源復旧作業もほぼ完了し、1 号機への代替注水準備が整いかけた段階であったが、爆発によって一からの復旧を余儀なくされた。(134P)
- 3号機の水素爆発の影響で、2号機の原子炉格納容器ベントラインの空気作動弁の電磁弁を励磁する回路が外れ、弁が閉になってしまった。(22P)
  （その後結局2号機の原子炉格納容器ベントは成功することはなかった。）
- 1号機の原子炉格納容器ベントのためにR/B（原子炉建屋）トーラス室にあるS/C（圧力抑制室） ベント弁（空気作動弁）小弁を開けようと当直が向かったが、1 号機R/B 内の放射線量が高く開操作ができなかった。(152P)

◆　関係する指摘事項等

✧　INPO 報告書

- 緊急時計画の演習は、常に利用できるとは限らない情報源（SPDS など)、機材、施設を除外することで、定期的に対応者に対し難易度の高い作業の訓練をするものになっていなかった。演習には、ERC 要員の問いかける姿勢、チームワーク、診断能力を試す方法として、意図的に不正確な、あるいは誤った情報を伝えることが組み込まれていなかった。(30P)
- 自然災害または内部プラント事象の発生時及びその後の状態は，プラント運転員その他が対応し必要な対策を講じる能力を著しく妨げ，遅延をもたらす恐れがある。そう

した遅延の可能性については，時間的制約を受ける運転員の対応に関する手順書と計画を定める際に考慮されるべきである。(29P)

- 通常の AC・DC 電源が喪失した場合に備えて、中央制御室と主要建屋の通路に独立したバッテリー式の非常灯が必要である。福島第一では、非常用照明が発電所のバッテリーから電源供給を受けていたため、バッテリーが浸水した時点で 1 号機の照明がすべて失われることとなった。本発電所では、中央制御室と安全停止に必要な経路上に独立したバッテリー式の照明を用いていなかった。運転員その他が使えるように、懐中電灯と電池も用意しておく必要がある。(26P)
- 燃料油やその他の消耗品は、事故対応で必要な仮設及び常設の設備を継続的に運転させるために、利用可能、入手可能であるべきである。今回の事象に対応する間、可搬型空気圧縮機、ディーゼル駆動の発電機とポンプ、消防車、及び様々なバッテリー（駐車場の車から取り外したものを含む）が使われた。免震重要棟の非常用発電機も燃料補給及びメンテナンスが必要であった。(27P)

✧ 東電報告書

- これまで整備してきた対策が機能しないような事態を考慮し，影響緩和・被害拡大防止に向けた対策の強化，訓練による実効性の向上等に取り組む。(350P)
- 瓦礫撤去用の重機を配備する必要がある。なお、駐車車両の漂流が重要施設に影響を与えないように施設内の駐車場の位置については留意が必要である。(338P)
- 安全、迅速、確実な対応を行うためには、両手を使えるようなヘッドライトタイプの照明の他、より広範囲を照らせるような照明設備の配備を実施する。(339P)
- 放射性物質による屋外汚染等により、発電所への輸送力確保の難航という原子力災害特有の影響が加わり、これが円滑な緊急輸送に対する妨げとなった。(253P)

✧ 大前報告書

【漂流物・ガレキ】

- 津波襲来により発電所の構築物・設備が破壊され、あとには瓦礫が散乱し、復旧の妨げとなった。津波対策の検討においては、高さの議論だけではなく、津波の持つエネルギーの大きさも考慮し、評価・検討するべき。(127P)
- 重油タンクが漂流し、道路を完全に塞いでいるクレーン車（重量約 45t）とガレキが漂流し、建物へのアクセスを妨害（31P）
- 4 号機タービン建屋の電源盤。大量に流れ込んだタイヤ、掃除機、ホース等が覆い尽くし、電源盤へのアクセスが出来ない状態に（37P）

【道路の液状化】

- 地震による液状化と津波によるガレキ散乱により、道路や設備へのアクセスが不良となり、復旧作業が難航し対応遅延に繋がった。(126P)
- 津波による道路液状化、ガレキ等で、外部注水ラインへの移動、接続が困難を極めた（72P）

- 基幹道路の液状化防止の強化、複数アクセスの確保（126P）
- アクセスの為の基幹道路の耐震補強は重要（214P）

【夜間】

- 液状化、大量のガレキ、道路破断等が、人・物資の運行を著しく難航させた。更に、電源喪失による夜間の暗闇化が拍車をかけ、極めて過酷な作業環境となった（38P）
- 今回の対応では、地震や津波による瓦礫が散乱し、また夜間作業も多く、現場対応の難航・遅延が発生している。（145P）

【余震】

- 度重なる余震が、注水ラインのセットアップ等の作業を中断し、適切な時間に完了できなかった。（136P）

✧ 民間事故調報告

危機対策には、その「余地」をあらかじめ織り込んでおかなくてはならない。危機時において求められるのは、整いすぎたプラン（防災計画）というより、むしろつねに危機に備え、対応できるプランニング（防災計画中）の態勢である。同じ危機は、二度と同じようには起きない。（396P）

✧ 政府事故調報告（中間）

- がれきの撤去作業に従事する作業員の被ばく線量が上昇したことから、東京電力は、作業員の被ばく低減を目的として、遠隔操作の重機によるがれき撤去についても検討を行い、有人の重機に加え、遠隔操作の重機によるがれきの撤去を開始した。（326P）
- モニタリングカーについて、地震による道路の損傷等の事態が発生した場合の移動・巡回等の方法に関して必要な対策を講じること。（480P）

◆ 備　考

自然災害に襲われたり、事故が発生した場合、その規模が大きければ大きいほど、復旧作業には様々な障害が発生し、その障害は復旧を著しく困難にしたり、遅らせたりする。従って、訓練においては、あらかじめ支障を設定して、復旧に時間制約が掛かることも前提に入れて、手順書や計画を定める必要がある。

◆ 関連資料　26.1（項目）

- 地震・津波によって生じた通行支障の写真（構内）（政府事故調報告書（中間））
- 可搬型設備の保管場所から設置場所へのアクセスルートに対する考え方（可搬型設備の保管場所・アクセスルート１（高浜３・４号））

◆ 関連資料　26.2（項目）

- 双葉町の余震の回数（政府事故調報告書（中間））
- 余震が作業に与えた影響（政府事故調報告書（中間））

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 3-4-3、細 26 訓練では、緊急時において様々な障害が発生することを想定する。
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-4、通番 9 不測の事態に対応できる訓練
	関連資料 No	資料 26.1 地震津波による数々の通行支障 資料 26.2 双葉町の余震の回数とその影響
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）22 **海外機関関連**：INPO 報告書 13 **事業者関連**：東電報告書 10 **有識者関連**：大前報告書 5、民間事故調報告書 3

細目 3-4-4（一部の緊急時組織が機能しないことを想定した訓練）
緊急時体制において、一部の組織が機能しない場合に欠落組織を代替する。（細 27）

解説

福島第一事故ではオフサイトセンターが機能しなかったために多くの混乱が生じた。現場の緊急時対応においては、常日頃の管理体制の下で、緊急時体制の各班の構成要員が確実に参集できるように危機管理を徹底する。それでも一部組織が欠落した場合に備えて、常日頃より、各班の構成要員に余裕を設け、予備班を結成して対応できるように人選・調整・訓練を行う。

◆　福島原子力発電所事故での事例

原子力災害対策特別措置法や政府の「原子力災害対策マニュアル」では、原子力災害が発生した場合、緊急事態応急対策の中心となるのが、事故現場に近い場所に設置される緊急事態応急対策拠点施設（オフサイトセンター）に設置される原子力災害現地対策本部（現地対策本部）とされている。（政府事故調報告（中間）概2P、467P）

政府事故調報告（中間）より、オフサイトセンターの状況を抽出した。

(1) オフサイトセンターの住民防護の役割

原災法第12 条第1 項は、原子力災害発生時における放射線量の測定等の原子力災害に関する情報収集活動の拠点となる施設として、オフサイトセンターの設置を国に義務付けている。また、オフサイトセンターでは、国の現地対策本部が設置されるとともに、国、地方公共団体、原子力事業者等の関係機関が情報共有を図り、事故の応急対応について必要な調整を行うための原子力災害合同対策協議会が開催される。（48P）

また、オフサイトセンターの情報集約拠点としての役割を踏まえ、一般の電話回線のほか、政府の各機関をテレビ会議等でつなぐ専用回線、更に衛星回線が設置されている。

なお、福島第一原発のオフサイトセンターは、福島第二原発と共用され、福島第一原発から約5㎞、福島第二原発から約12ｋｍ の場所に設置されていた。（49P）

(2) 今回の事故におけるオフサイトセンターの状況

オフサイトセンターにおいては、国や福島県等から派遣された職員が一体となって、七つの機能班（総括班、放射線班、プラント班、医療班、住民安全班、広報班、運営支援班）を編成し、避難状況の把握、地域住民への広報、安定ヨウ素剤の配布等の準備、緊急時モニタリングの実施、身体除染等に関する活動を行った。しかし、今回の事故においては、連絡手段が限定されたり、放射線を測定するモニタリングポストが津波で流失したり停電で使用できなくなるなど、先行する地震・津波の影響により、十分なモニタリング活動ができなかった。また、空気浄化フィルターが設置されておらす、室内の放射線量が高くなったこと等から3月15日に福島県庁に移動した。（概6P、73P、74P、249P）

◆　関係する指摘事項等

✧　政府事故調報告（中間）

- 事故発生時に情報集約・事故対応等の拠点としての役割が期待されていたオフサイトセンター（現地対策本部）は、平成23 年3月15 日に福島県庁に移転するまで、衛星電話が使用できたのみであり、ほとんど機能しなかった。(454P)
- 東京電力は、福島第一原発に置かれていた4台のWBCが、停電と空間線量率の上昇により使用できなくなったことから、3月22日、JAEAから車載式のWBCを借り受け、小名浜において、緊急作業に従事した者の内部被ばく線量の確定作業を進めた。(296P)

✧　国会事故調報告

本事故のように、ERSSによる放出源情報が得られず、SPEEDIによる予測計算の結果の確実性が低い場合には、環境放射線モニタリングの結果を迅速かつ広範に得ることが極めて重要である。(421P)

しかし、本事故では、福島県浜通りに偏在していたモニタリングポストが地震及び津波の影響で使用できなくなり、初動段階において緊急時モニタリングの結果を得ることはほとんどできなかった。(421P)

✧　INPO報告

- サイトで交流電源が喪失した際、被ばく線量記録を更新するのに使われていたコンピューターが失われた。さらに次の利用者へAPD を渡す前にAPD の指示をゼロに手動でリセットする必要があったが、何人かの作業員はその装置をリセットしなかった。(24P)

✧　東電報告書

- 電源喪失によりモニタリングポスト等環境放射線監視システムの機能が停止し、連続的な放射線監視ができず、モニタリングポストの復旧まではモニタリングカー２台を用いた人の手による測定結果のみとなった。このような状況を想定し、モニタリングのための放射線測定設備の強化が必要である。(340P)
- 今回の事故では、放射線管理員が不足した。このような事態に対処するため、発電所に勤務する者については、万一の対応を考慮して最低限必要な放射線管理に関する知識を教育するとともに、サーベイメータ、ＡＰＤ等の基本的な取り扱いについて訓練をしておくことで、放射線管理における補助的な業務が行えるようにする。(347P)

✧　民間事故調報告書

今回のケースでは、９時ベント着手予定のところ、９時４分に着手できたし、ベントが完了する前には住民避難もほぼ完了していた。しかしながら、最悪のケースでは、ベント実施と住民避難のジレンマという事態も考慮した上で、ＡＭと防災対策の双方で、対策をより良くする努力が払われるべきである。(264P)

◆　備　考

オフサイトセンターにある現地対策本部を拠点としたモニタリング活動が十分に行われていなかったことから、3 月16 日朝、改めて、政府が中心となってモニタリング態勢の強化

を図り、文部科学省、安全委員会及び原災本部の役割分担を決め直した。その際、各機関が実施しているモニタリングのデータの取りまとめ及び公表は文部科学省が、データの評価は安全委員会が、安全委員会が行った評価に基づく対応は原災本部が、それぞれ行うことが取り決められた。しかし、急を要する状況の中で、データ評価の範囲等について、関係機関の間で事前に十分な調整が行われた上で取決めがなされたとは言い難い状況にあった。(政府事故調報告書（最終）375P)

このような応急の状況で役割分担の取決めが必要となったのは、モニタリングデータの集約、評価・公表、評価に基づく対応という一連の作業を担うこととされていた現地対策本部（オフサイトセンター）が機能しない事態が生ずることを想定していなかったためと考えられる。(政府事故調報告書（最終）375P)

◆ **関連資料　27.1（項目）**

- これまでの原子力防災組織の全体像（国会事故調報告書、東電報告書）
- オフサイトセンターの役割（国会事故調報告書）
- オフサイトセンターは機能したか。(国会事故調報告書)
- 福島第一のオフサイトセンターの場所と設備（東電報告書）
- 今後の原子力緊急事態の危機管理体制（原子力災害対策マニュアル）
- 複合災害に対する体制（原子力災害対策マニュアル）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 3-4-4、細 27 緊急時体制において、一部の組織が機能しない場合に欠落組織を代替する。
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-4、通番 9 不測の事態に対応できる訓練
	関連資料 No	資料 27.1 原子力防災に関する組織の概要とオフサイトセンターの各組織の構成
キーワード		
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 15 **政府関連**：政府事故調報告書（中間）23、政府事故調報告書（最終）9 **海外機関関連**：INPO 報告書 14 **事業者関連**：東電報告書 11 **有識者関連**：民間事故調報告書 4

細目 3-4-5（緊急時の輸送プロセス等まで定めた支援協定の締結）
関係機関と緊急時の支援内容、支援手順、輸送プロセス等の支援体制を合意する。（細 28）

解説

原子力事故の場合、放射能による汚染エリア内への輸送を拒否されたり、汚染エリアから外へ出られない等の支障が生じる恐れがあり、関係機関と緊急時の支援内容、支援手順、輸送プロセス等の支援体制を合意しておく。ただし、自然災害との複合災害の場合、外からの支援用の資機材の搬入が困難になる事態が想定され、事故当初は公共消防機関や外部からの応援は期待できないという孤立無援の前提での訓練が必要である。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告（中間）より、外部からの応援がないことに関する部分を抽出した。

(1) 外部からの支援

- 発電所対策本部の要請を受けて、本店対策本部は発災事業者全店や他事業者等に消防車の派遣の協力要請をした。当時、被災による通行止めのほか、被災地域が広域にわたり、大渋滞を起こしており、発電所に消防車を派遣するにも時間を要した。(125P)
- 発電所対策本部からの電源車の早期調達の要請を受け、発災事業者全店の高圧・低圧電源車が福島に向けて出発したが、道路被害や渋滞により思うように進めなかった。そこで、発災事業者は、ヘリコプターによる高圧・低圧電源車の空輸を検討し、自衛隊にヘリ輸送を依頼したが、重量オーバーにより自衛隊による空輸を断念した。(159P)

(2) 孤立無援

- 福島第一原発では、津波到達後、漂流物が発電所内の道路を塞いだため、重機で撤去する必要が生じた。構内に重機数台があったが、発災事業者職員は、重機の運転操作ができないため、すぐに取りかかることができず、所外から重機を運転操作できるオペレーターの応援を得るなどの対応に追われた。また、消防車による注水も発災事業者職員は消防車の操作ができなかった。(444P)
- 消防車による注水をする際になっても発電所対策本部は1号機タービン建屋の送水口の位置を把握していなかった。そのため現場で探すことになったが、見つけられず、その後設置場所を知る者を見つけ送水口を発見した。(130P)

◆　関係する指摘事項等

✧　東電報告書

- 事前に資機材の輸送について段取りを決めておく必要がある。また、当社（事業者）だけでは限界があり、国等（自衛隊、警察など）との連携についても事前に検討を進めておく必要がある。(254P)
- 資機材を確実に届けるために，資機材に関する輸送に必要な情報を明確化する。情報項目としては，届け先，発注元など基本的な情報の他，機能を発揮するために必要な

資機材セットの輸送情報等を記載する様式を決め，当社が提供すべき情報の他，資機材発送側から提供される情報を資機材とともに動かすことで円滑な輸送を行う。(347P)

- 発電所は、漏えいを発見した後、迅速にコンクリートによって止水するため、コンクリート材料の手配を行ったが、発災により福島第一原子力発電所の近辺には生コンクリートを供給できる会社はなく、距離の離れたいわき市内の会社に発注せざるを得ない状況であった。また、Ｊヴィレッジで、別の生コンクリート車に積み替えが必要となるなど、生コンクリートの手配には時間を要した。(287P)
- 止水作業は専門的な技術が必要であり、かつ、線量の高い作業環境において交代で作業を行う必要があったため、作業を請け負ってくれる会社がなかなか見つからなかった。発注できたのは、東京の専門会社であった。(287P)
- 今回の事故では、緊急時線量限度の見直し、除染のための基準（スクリーニングレベル）の見直しが対応過程で実施された。これらは法律に係わる問題である一方、実際の対応で発電所が外部と連絡できずに孤立した場合には、迅速な対応が求められる。このような事態に備え、ある一定の条件の下では事業者判断で緊急線量限度、スクリーニングレベルの見直しができるよう、国と予め取り決めておくことが必要である。(349P)

✧ INPO 報告書

日本国内の原子力産業界や国際的な原子力プラントの事業者やベンダーは、支援を提供するのに必要な計画やインフラを有していなかった。東京電力社員は事象の対応にすっかりかかりきりで、支援が提供されたときに援助を引き受ける準備が出来ていなかった。～中略～もしタイムリーで効果的な方法で産業界の支援を得られるようにするために地域的もしくは国際的なレベルであらかじめ協定もしくは計画を作られたならば、将来起こる事故への対応が強化されるだろう。(26P)

✧ ASME 報告書

サイトの EP プログラムは，(SBO，複数ユニット事象，外的事象のような）シビアアクシデント条件の範囲において，必要な範囲で相当の長期間（必要な支援がサイトから得られることが十分に保障されるまでの十分に長い時間）にわたって，自己完結したものでなければならない。緊急対応人員がその間放射能の被爆から防護されること，水，食物，公衆衛生，睡眠環境に容易にアクセスできること，緊急対応機器，設備が極限状態においても機能していることなどが含まれる。

✧ 政府事故調報告（中間）

福島第一原発周辺の海域におけるモニタリングについては，福島第一原発から１５ｋｍ沖合の複数地点において，東京電力がこれを開始した。なお，このモニタリングの実施に当たり，当初，東京電力は，船舶が確保できなかったため，原災本部事務局経由で海上保安庁に船舶の手配を依頼した。(256P)

✧ A Pictorial of the Phoenix Regional Response Center (NEI)

米国では、緊急時対応機器（FLEX 機器）は商業用ヘリコプターで運べるように 8000 ポンド（3.63ｔ）以下になるように設計してある。

◆ 備　考

支援を受ける発電所が注意しておく必要のある事項が示されている。

- 広域災害時には、自衛隊に多数の緊急出動の要請があり、当面は助力を期待できない状況もあり得ることを認識しておく必要がある。（女川及び東海第二報告書 29P）
- 公共消防機関への期待ができない場合、自衛消防隊が初動対応を円滑に行うために、火災現場用酸素ボンベの準備、発煙による視界不良時の訓練等をしておく必要がある。（女川及び東海第二報告書 29P）
- アクセス道路途絶時に陸路・空路（場合によっては海路を含む）などの複数の移動・物資輸送手段を組み合わせて対応できるよう準備をしておくべきである。（女川及び東海第二報告書 29P）
- 今回は、当社施設である小名浜コールセンターやＪヴィレッジを活用したが、屋外に汚染が拡大した場合、その状況によっては利用することができない。実際の対応では、汚染の状況、道路状況等に柔軟に対応することが必要不可欠であり、発電所周辺で輸送中継拠点になりうる候補地を複数箇所事前に選定しておく必要がある。

◆ 関連資料　28.1（項目）

- 電源車の調達と活用（東電報告書、政府事故調報告書（中間））
- 消防車の調達と活用（東電報告書、政府事故調報告書（中間））

◆ 関連資料　28.2（項目）

- 事故の時間的推移を仮定した緊急時対応（東電原子力安全改革プラン）
- 米国の RRC と FLEX 戦略（各国における原子力災害対策について（自主的安全性向上・技術・人材 WG 資料））

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 3-4-5、細 28 関係機関と緊急時の支援内容、支援手順、輸送プロセス等の支援体制を合意する。
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-4、通番 9 不測の事態に対応できる訓練
	関連資料 No	資料 28.1 電源車と消防車の調達実績 資料 28.2 時間的推移を仮定した各緊急時組織の役割
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）24 **海外機関関連**:INPO 報告書 15、ASME 報告書 5、PhoenixRRC **事業者関連**：東電報告書 12

細目 3-4-6（支援物資の選別、確実な配送等の受入れ体制を構築）
必要な支援物資を選別して現地に届ける支援物資の受入れ体制を構築する。（細 29）

解説

緊急時には国の内外から支援の申し入れや支援物資が殺到する。必要なものを表明し、支援物資から必要なものを選別し確実に現地に送り届ける等の作業を行う支援物資の受入れ体制を構築する必要がある。このような作業は現場との連携が重要であり、あらかじめこのような体制を構築して、事故対応要員には事故収束に専念させる必要がある。

◆　福島原子力発電所事故での事例

東電報告書より、緊急時の対応体制の中で、外部対応の課題に関する部分を抽出した。対応態勢の課題が内側（発電所事故収束）と外側（広報、通報連絡、資機材調達等）に分けて整理されている。

- 内側：発電所事故収束の対応に直接的に係わる要員は、事故収束対応に専念する態勢を確立する必要がある。(343P)
- 外側：外側に向いて対応する態勢には、国民の皆さまへの正確・迅速な情報発信や自衛隊、警察等の機関との緊密な連携が必要であることから、発電所の事故対応に従事する要員の活動を阻害せずにプラント情報などを取得する仕組み作りを検討、整備する。また、海外からの支援等、数多くの情報の中から有益な情報を抽出し、有効活用するためには、寄せられた情報を仕分け、真に必要とする支援を選択する仕組みを考慮する必要がある。このためには、外側に向いて対応する態勢においても、技術系社員の適正な配置が必要と考える。(343P)
- 四国電力や柏崎刈羽原子力発電所から送られたAPDが受け取り側のミスにより有効に活用されなかった。（添付資料　添付13-2（1/７））

◆　関係する指摘事項等

✧　東電報告書

①　輸送中継拠点の選定

今回は、当社施設である小名浜コールセンターやＪヴィレッジを活用したが、屋外に汚染が拡大した場合、その状況によっては利用することができない。実際の対応では、汚染の状況、道路状況等に柔軟に対応することが必要不可欠であり、発電所周辺で輸送中継拠点になりうる候補地を複数箇所事前に選定しておく必要がある。(346P)

②　輸送中継チーム

外部から資機材が輸送されてきても、通信手段の問題等から、現実的には事故対応をしている発電所と直接資機材の受け渡しは難しい。このため、発電所に代わって資機材を受け取り、保管や発電所への確実な受け渡しを行うことを目的としたチームを結成、派遣する必要がある。資機材の受け渡しをこのチームが行うことで、発電所への

連絡や受け渡しにおいて確実性の向上が期待できる。(346P)

✧ 政府事故調報告（中間）

遠隔操作が可能な無人ロボットの提供申出について、相手国において操作訓練が必要であるなどの制約があったことから受入れを断念したものがあった。このほか、提供国が、モニタリングカーの支援を申し入れたものの、その操作ができる運転手の確保などに時間を要したため、受入れが遅れたものがあった。(361P)

✧ 政府事故調報告（最終）

原子力災害発生時に諸外国から支援物資の提供があった場合は、できる限り早くこれを受け入れることが、国際礼譲の点からも、国内における支援物資の必要性を迅速に満たすという点からも必要である。今後は、今回のような初期段階での混乱と不適切な対応が生じないよう、支援物資の受入態勢について、担当官庁のマニュアルや原子力事業者防災業務計画等において対応方法を定めておく必要がある。(395P)

✧ 学会事故調報告

- 第一に，地震後には道路の陥没や段差などにより通行不可能な箇所が多い。したがって，発電所周辺の道路のサーベイにより通行可能ルートを早期に把握することが重要で，この情報を輸送者に伝達する手段の整備も求められる。最も確実なのは，中継点を設けておきそこで輸送者と合流して先導する方法であるが，専門の組織を設けておかないと円滑な実行は困難である。(39P)
- 外部からの輸送は小名浜コールセンターなどまでとし，そこから発電所までの輸送は，東京電力社員などの支援要員で担当することとした。しかしながら，通信手段がないことによる道路情報不足，大型車両の運転経験不足，放射線防護用の全面マスク着用，地理感の欠如，物資の受け渡し場所のたび重なる変更，物資の荷下ろし用重機不足，重機操作要員不足などのため，輸送の大幅遅延や輸送未達のケースが多発したり，予定外の場所に物資が置かれているような事例も見られ，発電所が要望した物資がタイムリーに発電所に届くことは困難な状況であった。(87P)
- 今後の課題は原子力災害対策本部に資機材支援の体制を整えることと、避難民とは逆方向になるサイト外からの資機材支援の物流に対する配慮を防災計画に盛り込むことである。(262P)

◆ 備　考

福島第一事故で東京電力は外部から様々な支援を受けた。また、JANTI にも個人的な協力の申し入れや、技術の提案等が寄せられた。

① 「原子力災害時における原子力事業者間協力協定」に基づく電力各社からの支援要員派遣（約 300 名)、GM 管サーベイメータ（360 台)、個人線量計（1000 個)、全面マスク（1000 個)、タイベックスーツ（30000 着)（電事連：原子力事業者の防災対策への取組み 5P)

② 海外からの支援（政府ベース）

原子力専門家の受け入れ（米国、IAEA 等）。

救援物資（原子力関連）の受け入れ（米国、カナダ、ウクライナ、フランス、韓国、ロシア、フィンランド、英国）（緊急災害対策本部発表（外国からの支援））

◆ **関連資料　29.1（項目）**

- 事故収束活動を阻害しない情報収集体制や支援を適切に選別する体制の必要性（東電報告書）
- 事故対応における政府・国、自治体、事業者の責任の明確化の必要性（東電報告書）
- 今後の通報連絡及び広報の体制（東電原子力安全改革プラン）

◆ **関連資料　29.2（項目）**

- 諸外国からの支援状況の一覧（緊急災害対策本部発表資料）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 3-4-6、細 29 必要な支援物資を選別して現地に届ける支援物資の受入れ体制を構築する。
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-4、通番 9 不測の事態に対応できる訓練
	関連資料 No	資料 29.1 事故収束対応を阻害せず、真に必要とする支援を選択する仕組み 資料 29.2 外国からの支援状況
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）25、政府事故調報告書（最終）10、外国からの支援状況 1 **学協会関連**：学会事故調報告書 21 **事業者関連**：東電報告書 13、原子力事業者の防災対策への取組み 1

細目 3-5-1（代替措置の確保－現場のリスクマネジメント）
代替措置を確保した上で、切替え操作をする訓練を行う。（細 30）

解説

不測の事態を予測し、代替措置を確保した上で、慎重に切替え操作をする訓練を行う。切替え操作を行うことは手段であって、目的ではない。不測の事態が発生しても目的を達成することが重要であり、代替措置の確保は重要な意味を持つ。リスクマネジメントを体に浸み込ませる必要がある。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告書（最終）より、重要な局面で代替措置をとらなかった事例を抽出した。

- 3 号機について、バッテリー枯渇リスクを過小評価し、十分な減圧・代替注水手段が講じられていることを確認しないまま、当直においてHPCI（高圧注水系 ）を手動停止し、代替注水のための減圧操作に失敗するという手順の誤りがあった。(408P)
- 3 号機について、RCIC（原子炉隔離時冷却系） やHPCI の電源となるバッテリーが枯渇する前に、消防車による代替注水に向けた検討・準備を完了しておくべきであったのに、発電所対策本部は、HPCI 停止を知った後になってようやく、これらの検討・準備に取り掛かった。(408P)

◆　関係する指摘事項等

✧　政府事故調報告（最終）

- 福島第二では，当直長は、1 号機及び 2 号機共に、原子炉が高圧である間は RCIC による注水を継続し、RCIC が作動している間に SR 弁による原子炉減圧操作を繰り返し、原子炉を減圧した上で、RCIC が自動停止する前に他の低圧注水手段に切り替え、間断なく原子炉注水を実施しながら、RHR の復旧を待つという方針で対応することとした。（145P）
- 福島第二 1 号機では、12 日 3 時 48 分頃、原子炉圧力が約 1MPagage の状態で S/C 水温が約 96℃に達し、EOP が定める急速減圧操作の実施基準に該当したことから、当直は、EOP の規定に従い、SR 弁による急速減圧操作を実施することとした。SR 弁による急速減圧操作をした場合、圧力容器内の冷却材が蒸気として S/C に大量に移行し、原子炉水位が急激に低下するため、そのような状況で MUWC による原子炉注水に移行できなくなれば炉心損傷に至ることが懸念された。そこで、当直は、確実に代替注水に移行するため、RCIC が作動している間に、MUWC による注水を開始し、注水がなされていることを確認した上で SR 弁による急速減圧操作を開始し、同日 4 時 56 分頃まで同操作を実施した。(151P)
- 福島第二では，ＳＲ弁による減圧操作を繰り返した場合，Ｓ／Ｃ水温およびＳ／Ｃ圧力が上昇し圧力抑制機能の喪失に至ることは避けられないとの認識のもと，Ｓ／Ｃの

圧力抑制機能が喪失する前に，ＳＲ弁による原子炉減圧およびＭＵＷＣによる原子炉注水への切り替えを行った。その後も，原子炉圧力が上昇して減圧しなければならない事態を想定して，Ｓ／Ｃ水温およびＳ／Ｃ圧力の監視を怠らず，発電所全体でＳ／Ｃの状況を把握する態勢が取られた。(148P、364P)

✧ 大前報告書

２号機ではRCICが起動し運転継続した為、11日の津波発生から１５日の格納容器の損傷に推定されるS/C圧力の指示値0KPa(abs)になるまでに3-４日間の時間的猶予が発生した。高圧冷却系機能維持の有効性・重要性を再認識。高圧系冷却機能維持できている期間に低圧系冷却機能の準備する手順・訓練が重要（135P）

✧ 女川及び東海第二報告書

東海第二発電所の例：冷却系がB系1系列のみ使用可能状態であったので、サプレッションプールを冷却していた残留熱除去系を炉心冷却に切り替えるためには、一旦停止する必要があった。切り替えが失敗すると冷却系が喪失するために、念のために、外部電源が復旧して2系列使用可能となってから、A系を原子炉停止時冷却モードに入れた。(40P)

◆ 備　考

交流電源が一系列でもあるということは心理的に大きな違いであり、この違いは心の余裕に大きく影響したと考えられる。

この点、政府事故調委員会のヒアリングにおいて、福島第二原発の当直は、原子炉の運転操作に当たって最も重要なことは原子炉への注水を維持することであって、常に原子炉注水手段のパックアップを準備しておくことは当直として当然である旨供述している。(政府事故調報告書（最終）179P)

◆ 関連資料　30.1（項目）

- 事故の初動対応における目標：事故発生後速やかに注水を再開し、原子炉水位を有効燃料頂部以上に確保する。(東電原子力安全改革プラン)

◆ 関連資料　30.2（項目）

- RCICの機能（東電報告書）
- SRVの機能説明：安全弁機能、逃し弁機能、ADS機能、AM対応機能（政府事故調報告書（中間））
- 原子炉冷却材圧力バウンダリの減圧に対する要求事項（設備基準規則）
- SRVに対する要求事項（ロジック、可搬型重大事故防止設備）(設備基準規則の解釈)
- RCICの系統図（政府事故調報告書（中間））
- SRVの作動原理イメージ（政府事故調報告書（中間））

◆ **関連資料　30.3（項目）**

- 福島原子力事故の対応において、現場対応が混乱した要因（東電原子力安全改革プラン）

◆ **関連資料　30.4（項目）**

- 非常用復水器の作動状況の誤認についての見解（東電原子力安全改革プラン）
- 11 日 17 時 15 分頃、原子炉水位が有効燃料頂部（TAF）に到達するまで 1 時間と予測。（政府事故調報告書（中間））

◆ **関連資料　30.5（項目）**

- 福島第二の成功要因である復旧戦略の優先順位付けとリーダーシップ（東電原子力安全改革プラン）

◆ **関連資料　30.6（項目）**

- 福島第一と福島第二の所員の能力差についての見解（東電原子力安全改革プラン）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 3-5-1、細 30 代替措置を確保した上で、切替え操作をする訓練を行う。
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-5、通番 10 危機管理を念頭に置いた操作
	関連資料 No	資料 30.1 初動対応における目標 資料 30.2 原子炉隔離時冷却系（RCIC）の系統図と主蒸気逃がし安全（SR）弁の作動原理イメージ 資料 30.3 現場対応が混乱した組織的要因 資料 30.4 非常用復水器（IC）の作動状況の誤認 資料 30.5 福島第二の成功要因：復旧戦略の優先順位付けとリーダーシップ 資料 30.6 福島第一と福島第二の所員の能力差についての見解
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）26、政府事故調報告書（最終）11 **有識者関連**：大前報告書 6

細目 3-5-2（平時の手順・操作とは異なる緊急時の応用動作）
平時から手順・操作の意味を理解し、緊急時では適切に応用動作を行う。（細 31）

解説

操作の意味を理解せずに、緊急時に手順書通りに行うことは、大きな間違いにつながる可能性がある。平時から緊急時を想定した教育・訓練を行う。操作員は平常時の操作に慣れているため、緊急時おいても同じ操作をする可能性がある。平常時と前提が全く異なった状態では、致命的な結果になりかねない。

◆ 福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告書（中間）より、緊急時の操作に関する失敗事例を抽出した。

- 失敗事例：3 号機の HPCI（高圧注水系）手動停止の事例
  3 号機の HPCI は、運転範囲を下回る回転数で長時間作動していたこと等から破損の恐れがあると考え手動停止し、SR 弁（主蒸気逃し安全弁）で減圧操作して D/DFP（ディーゼル駆動消火ポンプ） を用いた原子炉注水を実施することとした。当直は、HPCI を手動で停止させたが、SR 弁を開くことができず、減圧操作に失敗した。（171P）

政府事故調報告書（最終）より、緊急時の操作に関する良好事例を抽出した。

- 良好事例：福島第二の4号機のRCIC（原子炉隔離時冷却系）の水源切替えの事例
  当直長は、S/C（圧力抑制室）水位高の信号が発信されたため、事故時運転操作手順書兆候ベース（EOP）の規定に従い、RCICの水源をCST（復水貯蔵タンク）からS/Cに切り替えた。しかし、当直は、事故時運転操作手順書事象ベース（AOP）にS/C水温が60℃を超える場合には「S/C水位高となっても、RCICの水源はS/C側に切替えない」とする規定に気付いた。当直は、全交流電源喪失事象（SBO）の状況下でRCICの健全性を維持し、その運転を継続させるという趣旨を理解し、当時はまだSBOに至っていなかったが、S/C水温が約70℃まで上昇しており、RCICの水源をS/CからCSTに切り替えた。（156P）

◆ 関係する指摘事項等（概要）

✧ 政府事故調報告（最終）

（2号機のRCIC）

平成23年3月12日4時頃、当直が、RCICの水源をCSTからS/Cに切り替えたものの、津波の影響で残留熱除去系が機能を喪失しており、S/Cの冷却がなされなかったが故に、S/C水温及びS/C圧力が上昇した。そのため、S/Cの圧力抑制機能が低下して蒸気が十分凝縮しなくなって、RCICタービンからS/Cに蒸気が抜けにくくなり、それに応じて、原子炉から蒸気配管を通じてRCICタービンに流れ込む蒸気流量も低下していった可能性がある。また、RCICの蒸気配管を通じて、圧力容器側からRCICのタービンに水を含む蒸気が流れ込んでタービン回転数が低下した可能性もある。いずれにせよ、同月14日9時

頃以降、RCICのタービン回転数が低下していく中で、原子炉圧力が上昇し、次第にRCICによる注水量が低下していき、遅くとも同日12時30分頃までには注水機能を喪失したと認められる。(35P)

✧ 国会事故調報告

外部環境の放射能汚染が十分に予想される中，急ピッチでＳＧＴＳの電源復旧活動が行われ，実際，復旧するや否や運転が開始されている。高温停止状態のプラントにおいて，原子炉建屋の空調を喪失した場合には，確かに保安規定ではＳＧＴＳの運転が求められるが，みすみす建屋内に放射能汚染を引き込むために行っているようにも見受けられ，このような特殊な条件下における適切な判断についての検討が行われるべきである。(201P)

✧ 政府事故調報告書（中間）と東電報告書において、3号機のHPCI手動停止後のSR弁の開操作失敗についての見解が書かれている。

- 政府事故調報告書（中間）(173P)

  SR 弁開操作に必要なバッテリー容量は、状態表示灯のための容量よりも大きいということである。

- 東電報告書（200P)

高圧注水系停止後に主蒸気逃がし安全弁を開操作したものの開動作しなかったが、このときも状態表示灯は点灯している。「なぜ主蒸気逃がし安全弁の電磁弁駆動用の直流電源が枯渇しているかもしれないと考えなかったのか、もっと前に確認しておくべきでなかったか」という意見もあるが、先の通り状態表示灯が点灯しており、高圧注水系が直前まで動いていた状況（高圧注水系動作時に必要な5600Wの油ポンプが動いている状態）から、主蒸気逃がし安全弁が開動作するために必要な小さな電磁弁（8.5W で動作）を動かすことができると考えることは自然である。

◆ **備　考**

◆ INPO報告書14P)

事故時には重要な安全機能を維持するため、「壊れるまで運転する(run-to-failure)」という対応を検討することが重要である。

では、どのようにしたら良かったのか、考察してみる。3号機のFA系は機能していたので、

① バーテリーが消耗する前に高圧注水系から低圧注水系への切替えを行っておれば、運転直が行った操作で、切替えは十分可能であったと思われる。

② HPCIを手動停止する前にSR弁が開することを確認するという手順も考えられるが、確認の時に開できたからと言って、手動停止してから開できるかどうか保証はないので、これはリスクがある。

③ 「run-to-failure」を参考に、まずSR弁を開してからHPCIを手動停止する。この

場合、SR弁が開しなければ、HPCIの手動停止は思いとどまるであろう。ただ、当直はHPCIの破損を心配しているので、「run-to-failure」を採用する場合は、異常に振動してもHPCIのバウンダリは維持されるという確信を運転員に持たせる必要があろう。

◆ **関連資料　31.1（項目）**

- RCICの水源の切替え（政府事故調報告書（最終））

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 3-5-2、細 31 平時から手順・操作の意味を理解し、緊急時では適切に応用動作を行う。
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-5、通番 10 危機管理を念頭に置いた操作
	関連資料 No	資料 31.1 福島第二の RCIC の水源の切替え
キーワード		
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 16 **政府関連**：政府事故調報告書（中間）27、政府事故調報告書（最終）12 **海外機関関連**：INPO 報告書 16 **事業者関連**：東電報告書 14

細目 4-1-1（緊急時における目的の共有と基本方針の確認）
目的を共有し、基本方針を確認しながら対処するという訓練を行う。（細 32）

解説

様々な事象が次々と発生するような緊急事態では、対応要員が目の前の作業に忙殺される事態となる。このような状況の中でも冷静に判断して行動するためには目的を共有し、基本方針を確認しながら対処するという訓練が必要である。目的と方針を意識すれば、外乱があっても優先度や重要度を間違える可能性は低くなる。

◆　福島原子力発電所事故での事例

福島第二原発は福島第一原発から約15ｋｍ南に位置し、1号機から4号機まで設置されている。津波によって、海水系は3号機の一部を除いて機能喪失等の被害を受けたが、津波到達後も福島第二原発では外部電源が使用可能であったことから、作業環境も福島第一原発と比較すると良好であり、事態の対応に当たったスタッフは心理的にもより余裕があったと思われる。（政府事故調報告書（最終）363P）この『余裕』は大きい。政府事故調報告（最終）より、原子炉への注水に関する部分を抽出した。

(1) 福島第二原発1号機

- 当直長は、1号機及び2号機共に、原子炉が高圧である間はRCICによる注水を継続し、RCICが作動している間にSR弁による原子炉減圧操作を繰り返し、原子炉を減圧した上で、RCICが自動停止する前に他の低圧注水手段に切り替え、間断なく原子炉注水を実施しながら、RHRの復旧を待つという方針で対応することとした。（147P）
- 当直は、S/Cの圧力抑制機能が失われる前に、必要に応じて、SR弁による原子炉減圧及びMUWCによる原子炉注水への切替えを実施しなければならないと考え、S/C水温計及び、S/C圧力計を継続的に監視し、S/Cの状況把握に努めた。（148P）
- 当直は、確実に代替注水に移行するため、RCICが作動している間に、MUWCによる注水を開始し、注水がなされていることを確認した上でSR弁による急速減圧操作を開始し、12日4時56分頃まで同操作を実施した。（151P）

(2) 福島第一原発2号機

- 津波到達後もRCICが作動していたものの、直流電源を喪失していたことからRCICを制御することは不可能な状態であり、いつRCICが停止するかも分からない状況にあった。（183P）
- 間断なく原子炉注水を行うためには、RCICが作動している間に、S/C水温及びS/C圧力を十分監視し、S/Cの圧力抑制機能が損なわれる前に、SR弁の開操作により低圧注水が可能な程度にまで原子炉を減圧して、消防車を用いたFP系注水に移行することが必要であった。（188P）
- しかしながら、福島第一原発2号機では、RCIC作動中にS/Cに水源を切り替えてから約48時間が経過した3月14日4時30分頃までの間、S/C水温もS/C圧力も全く監視していな

かった。(188P)

- さらに、S/Cの監視を開始してからも、S/Cの圧力抑制機能が大きく損なわれ、EOP上もSR弁による急速減圧が求められるS/C水温となっていることを把握していたにもかかわらず、RCICが制御不能のまま作動していることを過大評価して、急速減圧操作及び代替注水手段への移行を実施しなかった。(188P)
- （この項は3号機の対応のところに記載されていたものであるが、2号機でも認識は同じと考えここに引用する。）
  発電所対策本部の中には、SR 弁による減圧操作について、原子炉圧力が注水可能な程度に減圧できなければ、原子炉水位が下がり注水もできないという最悪の事態に陥ることから、これを最後の手段と捉える者が多くいた。そのため、元々高圧注水が可能な設備として設けられていたSLC 系が復旧可能であれば、これを優先的に代替注水手段としようと考える者もいた。(186P)
- その結果、福島第一原発2号機については、RCIC停止後、S/Cの圧力抑制機能が大きく損なわれた状況下において、原子炉減圧操作に手間取り、消防車によるFP系を用いた代替注水開始まで、時間を要したばかりか、その後も十分な減圧状態を維持できず、断続的かつ不十分な代替注水しかなし得なかった。(189P)

◆ **関係する指摘事項等**

✧ INPO 報告書

- 事象への対応の初期の段階において、炉心冷却と復旧活動のための明確な戦略が策定され、制御室及び ERC 職員に伝達されるべきである。加えて、指揮者は、この戦略が効果的に実践されるよう、明確な優先順位付けを行い、指示・監督を行うべきである。(15P)
- 緊急時及び事故時対応戦略及びその実施活動は炉心冷却の維持を最優先とすべきである。緊急時対策本部（ERC）は、炉心冷却の状況を常に意識すべきである。炉心冷却の方法の変更は、代替冷却方法の構築についての明確な戦略とともに、慎重に実施されるべきである。そして、炉心冷却に関する情報について特性や有効性について疑義が生じる際には、冷却方法が確立されていることを確実にするため、慎重な作業が速やかに実施されるべきである。(4P)
- 炉心冷却状態が最優先事項として常に明確に把握されていること、及び炉心冷却の連続性を確実に維持する上で、冷却状態の変化がコントロールされていることを確実にする。もし原子炉冷却が不確実であれば、炉心冷却を確実にする状況を確立するために、直接かつタイムリーな行動が取られるべきである。(12P)

✧ 国会事故調報告書

- 進展が早く状況が大きく変化する原子炉事故に臨んでは、対応手順に精通しているだけではなく、それぞれを遂行するための時間的要件についての知識も重要である。同

時に、それが中央制御室で、事故対応にあたる運転員チーム内で共有されていることも重要である。(191P)

- 他方、義務化された教育や研修プログラムを通じて過酷事故に対するレベルの高い予備知識を持ち、それに基づく緊張感をもって訓練を行い、必要資機材の点検を行っていれば、より欠落の少ない事前の備えができており、より効果的かつ効率的な事後の対応ができた可能性がある。(191P)
- 緊急時の対応方針を事前に検討しておくことも必要である。例えば、誰（何）が、どのような能力（機能）を有しており、どこにいる（ある）のかをあらかじめリスト化し、緊急時にも迅速に対応（調達）できる備えも効果的である。(194P)

✧ 大前報告書

○ 課題（171P）

単独プラントに比べて、複数プラントで過酷事故が同時発生した場合は、リスク度合いが飛躍的に倍加すると推定される

同時に、現場マネジメントにかかる負荷、要求される対応能力・速度・精度も飛躍的に高まるクロノロジーを見る限り、今回の様な事象が発生した場合の、複数プラントへの準備が必ずしも十分ではなかったと推定される

○ アクシデント・マネジメントの設計上のミッション（173P）

透明・迅速な意思決定

- ガバナンスが明確に機能する組織と権限の設計
  - プラントの安全：現場（所長と当直長）が最高意思決定者である
  - 地元の安全：プラントからの情報がリアルタイムで地元に共有され、最終判断できる
  - これらの意志決定のプロセスが透明であり、外的要因によって遅延・屈曲しない安全を担保する研修・訓練
- 安全を担保する研修・訓練

AM手順書・対策等が適切に定義されている

その手順書を実行する為に適切な人材が確保されている

適切な人材に対して、必要な教育・訓練が実行される

中立的な観点（または機関）から、これら（手順・人材・訓練）が適切である事が定期的にチェック・評価される

◆ 備　考

福島第二は外部電源が使用可能で、作業環境も福島第一と比較すれば良好であった。これが福島第二の事故対応要員の心理的な余裕につながったと思われる。しかし、緊急事態であればあるほど、基本方針を共有することが重要とあり、福島第二原発はそれができていたと言える。

◆ **関連資料　32.1（項目）**

- 発電所本部が本店本部からの問い合わせで忙殺されたという問題認識（東電原子力安全改革プラン）
- 発電所本部への外部からの問合せ数（東電報告書）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 4-1-1、細 32 目的を共有し、基本方針を確認しながら対処するという訓練を行う。
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-1、通番 11 構成員の自覚 教訓 4-4、通番 14 緊急時のコミュニケーション
	関連資料 No	資料 32.1 発電所本部が本店本部からの問い合わせで忙殺されたという問題認識
キーワード		
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 17 **政府関連**：政府事故調報告書（最終）13 **海外機関関連**：INPO 報告書 17 **有識者関連**：大前報告書 7

細目 4-1-2（理解を深める教育システムと力量評価システム）
設備やシステムを理解するための教育システムや力量評価システムが必要である。（細 33）

解説

緊急時にプラント挙動を正しく把握し、正しく応用動作ができるように、設備やシステムの機能を本質的に理解するための教育システムが必要である。また、教育システムで使用されるガイドラインや事業者の人材を共通的に評価できる資格制度（所長、運転責任者、炉主任等）の見える化が必要である。

◆　福島原子力発電所事故での事例

力量不足を表す事例を以下に示す。

- 1号機、3号機及び4号機の原子炉建屋（R/B）において、水素爆発が発生したが、最初の1号機の爆発が起きるまで、事故対応に当たっていた福島第一原発、発災事業者本店、国等の関係者らは、R/Bで水素爆発が発生する可能性を認識していなかった。（政府事故調報告書（中間）245P）
- 3 月11 日15 時37 分頃以降、1 号機の全交流電源及び直流電源が失われた時点で、当直の中にフェイルセーフ機能によりICの隔離弁が閉になっているのではないかとの問題意識を持った者はいなかった。発電所対策本部や本店対策本部も、断続的に入手される情報から正しくIC の作動状況を把握し得なかった。（政府事故調報告書（中間）111P）
- 本店及び福島第一原発関係者の中で、基準面器水位が低下すれば原子炉水位が高めに表示される危険を指摘した者はいたが、更に一歩進んで、原子炉水位計の指示値が変化しないことから、原子炉水位が炉側配管入口を下回った可能性があると考えたものはいなかった。（政府事故調報告書（最終）402P）

力量評価について以下のような点が指摘されている。

- わが国の原子力事業者は，独自のものさしで，力量（知識・技量）を設定・管理し，教育・訓練を実施している。米国のような事業者共通のガイドラインはない。事業者ごとに力量の定め方が異なっているため，原子力事業者の人材を横並びで評価することは難しい。よって，人材を共通のものさしで評価し知識や技量の向上を図るには，学協会と産業界が協力して，原子力プラントの設計，建設，運転，規制に携わる人材に必要な知識や技量を業務ごとに標準化し，ガイドラインを整備することにより，原子力人材の力量等が判断できる措置，つまり見える化を進めていくことが重要と考える。このことにより，わが国が原子力プラントを安全に設計，建設，運転，規制できる資格，能力のあることを国内外に示すことにもなると考える。(学会事故報告書292P)
- 原子力分野の人材に必要な知識や技量が、資格制度の充実などにより明示的になるようにすべきである。具体的には、原子力発電所の緊急時対応を考慮した所長および運転責任者の資格要件の明確化，国家資格である原子炉主任技術者が平常時および事故

時に責任を持った対応ができるような役割の明確化，規制人材の専門性，国際性および判断力の向上，などがあげられる。さらに，こうした能力やキャリアを獲得した人材が評価されるような組織運営を行って，組織員のインセンティブを高めることも重要である。(学会事故報告書369P)

◆ **関係する指摘事項等**

✧ INPO 報告書

アクシデントマネジメントの教育訓練は、コンピューターを利用した学習を通じて行われていた。教材の範囲は十分に広かったが、事故状況下における測定器の限界を認識するなど、重要なパラメーターの評価に対する問いかける姿勢を引き出すのに必要な深さと詳細を欠いていた。例えば、教材は RPV 水位計の基準面器の沸騰に関する基礎的知識の詳細を示していなかった。コンピューターベースの教育訓練環境と低頻度の再訓練（3 年毎）に依存したことで、知識を保持するとともに理解を深める上での脆弱性がもたらされた。(30P)

✧ 学会事故調報告

- 原子力発電所のトップである所長は平時は保安活動を統括し，緊急時には陣頭指揮することになるから，設備に対する専門的知識，俯瞰力，判断力，問題解決力，全体を牽引するリーダーシップなどが要求される。こうした力の鍛錬には，危機管理能力開発のための研修や過酷事故を模擬した実践的な演習を定期的に行う必要がある。人命を預かる飛行機の機長，船の船長にはそれぞれ公的資格があるのに対して，わが国の原子力発電所の所長に公的資格要件はない。原子力発電所の緊急時対応の重要性を考えれば，所長の資格要件を明確にすべきである。(292P)
- 今回の事故のような想定していなかった事態に対応するためには，事象の原理や意味を理解し，適切な対応策を自力で組み上げる高度な知識が必要となる。このため，重大事故に対処するためには，専門的な知識をもった技術者が必要と考えられる。(297P)

◆ **備　考**

政府事故調報告（最終）に原子炉水位計の原理が解説されている。

- 基準面器内の水位が低下したり、基準面器側配管まで水位が落ち込んだりした場合には、炉側配管圧力から基準面器側配管圧力を差し引いた値は、基準面まで水位が確保されている場合に比べて絶対値の小さな負の値となり、原子炉水位計は、実際の原子炉水位よりも高めに誤計測、誤表示することになる。(18P)
- 原子炉水位が炉側配管入口部分よりも下回った場合、その部分より下で、原子炉水位が昇降しても、炉側配管を通じて差圧伝送器内の隔液ダイアフラムにかかる水圧に変化が生じることはない。この場合、実際の原子炉水位の挙動を全く反映しない差圧を、原子炉水位に換算して表示してしまうことになる。(19P)

◆ **関連資料　15.1（項目）**

- 体系的教育・訓練手法（SAT）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 4-1-2、細 33 設備やシステムを理解するための教育システムや力量評価システムが必要である。
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。 知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 2-2、通番 5 見落としを減らすための体系化 教訓 4-1、通番 11 構成員の自覚 教訓 7-2、通番 18 レジリエンスの強化
	関連資料 No	資料 15.1 体系的教育・訓練手法（SAT）
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）28、政府事故調報告書（最終）14 **学協会関連**：学会事故調報告書 22 **海外機関関連**：INPO 報告書 18

細目 4-1-3（責務を理解し責任を自覚し任務を遂行）
自らの責務を理解し、責任の重さを自覚し、任務にあたる。（細 34）

解説
緊急時体制における各要員は強い責任感を持って職務を全うするように意識付けを行う。各要員は自らの責務を理解し、その責任の重さを自覚し、強い責任感を持って任務にあたるべきである。また、訓練を受けたことがない人間が緊急対策本部に入った場合は、最低限の責務を教える必要がある。

◆　福島原子力発電所事故での事例
政府事故調報告書（最終）より、個人の自覚に関係する問題を抽出した。
- 現地対策本部（オフサイトセンター）の住民安全班は、15 日午前中の自衛隊（東北方面隊）による1 回目の救出には立ち会ったが、現地対策本部の移転に伴い、2 回目の救出に向かった自衛隊(第12 旅団)が到着する直前に患者のみを残して双葉病院を立ち去り、どこに何人の患者が残されているのかを説明する者がいなかったため、2 回目の救出においても別棟にいた患者が更に取り残された。(381P)
- 福島第一原発においては、もともと配備されていたAPD （警報付ポケット線量計）が被水するなどしたため、3 月15 日以降の作業においてAPD が不足しているとして、代表者のみがAPD を装着する例外的な運用を始め、これが同月31 日まで続いた。しかし、実際には事故発生直後に他の発電所等からAPD が大量に届けられており、それが使用されないまま放置されたこと等が明らかとなった。保安班班長は、その理由について、「代表者のみがAPD を装着する運用を行うことによりAPD は足りていた。」と述べた。(381P)

政府事故調報告書（中間）より、個人の自覚に関係する問題を抽出した。
- 3号機における高圧注水系の停止や主蒸気逃がし安全弁の開操作失敗の情報は発電所対策本部に伝えられていたが、情報共有が遅れた。情報を発電所対策本部で受け取ったものは、当直の交代要員であり、引き継ぎ後の自分達の業務に大きな影響があるため、人一倍関心が強く、発電班長への報告が疎かになったものと考えられる。報告を受けた者はプラント制御には習熟しているが、緊急事態下の情報伝達には不慣れだった。(185P)

◆　関係する指摘事項等
✧　吉田調書
運転員はものが正常になる状態では操作というのはできますけれども、バッテリーをつなげろとか、その辺は復旧班で、計装屋がフォローしないとできないんで、一緒にやっていくんです。操作どっちがやるんだとか、下らないことを言っていたので、激怒していたと思うんです。(20110809－09 1-4 49P（通し頁 279P))

✧　政府事故調報告（最終）
今回のシビアアクシデントに対する東京電力社員の対処・対応を検証していくと、

自ら考えて事態に臨むという姿勢が十分ではなく、危機対処に必要な柔軟かつ積極的な思考に欠ける点があったと言わざるを得ない。このことは、個々人の問題というよりは、東京電力がそのような資質・能力の向上を図ることに主眼を置いた教育・訓練を行ってこなかったことに問題があったと言うべきであろう。(概 19P)

東京電力には、原子力安全に関し一次的な責任を負う事業者として、これまでの教育・訓練の内容を真摯に見直し、原子力に携わる者一人一人に対し、事故対処に当たって求められる資質・能力の向上を目指した実践的な教育・訓練を実施するよう強く期待する。(概 20P)

✧ 民間事故調報告書

事故直後には、入構者の避難誘導にあたっていた警備員が、誘導を中断して避難する場面が見られたという。構内からの退避を迅速に行う必要から、警備員は通常のセキュリティゲートを使用せず、非常口を開放して避難誘導を行っていたという。民間の警備員が自身の安全を図る事は当然だろうが、ゲートの管理等を含め、組織的、計画的な対応となっていたのかについては、事故対応という観点からだけでなく、セキュリティの観点からも再検討が必要と思われる。(343P)

✧ INPO 報告書

- 事故時また、事故後における東京電力職員の対応には、高いプロフェッショナリズム、勇気、懸命さ、及び責任感が表れている。(良好事例) (4P)
- 効果的な事故後コミュニケーションと意思決定を確実にするために、緊急時対応要員の役割と責任を明確に定め、伝達する。(22P)

◆ 備　考

放射線管理は個人管理が原則である。今回はAPDが数量的に足りないが作業は必要という特殊事情で法令上の例外的運用を行っていた。APDが数量的に足りた時点で個人管理に戻すのが本来の姿であろう。

◆ 関連資料　34.1（項目）

- 大地震、大津波の際に使命感を持って行動した警察官や消防団員(国会事故調報告書)
- 保安検査官の動きについての問題点（政府事故調報告書（中間））

◆ 関連資料　34.2（項目）

- APD（警報付き個人線量計）の未装着問題（政府事故調報告書（最終））

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 4-1-3、細 34 自らの責務を理解し、責任の重さを自覚し、任務にあたる。
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-1、通番 11 構成員の自覚
	関連資料 No	資料 34.1 地震時に使命感を持って行動した警察官や消防団員 資料 34.2 警報付き個人線量計（APD）の未装着問題
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（最終）15、吉田調書 1 **海外機関関連**：INPO 報告書 19 **有識者関連**：民間事故調報告書 5

細目 4-1-4（各機能班は総合的な視点を持ち他班と連携する）

各機能班は事態を見渡して総合的に捉え、他班と連携して必要な支援業務を行う。（細 35）

解説

緊急時体制を構成する各機能班はその職務に尽力すると共に、事態を見渡して総合的に捉え、その中に自らの班の役割を位置付け、必要な支援業務を行う。どうしても組織は専門性で区別せざるを得ない面があるが、緊急時にトップが定めのない指示を行う場合は、内容だけでなく責任分担も明確にし、また、各機能班は積極的に協力・連携して、専門性での縦割りの弱点を顕在化させないようにする。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告（最終）より、発電所対策本部の体制についての問題点を抽出した。

- 発電所長が、3 月11 日の早期から消防車による注水の検討を指示していたが、マニュアルに定められたスキームではなかったため、各機能班、グループのいずれもが自らの所掌とは認識せず、その結果、同月12日未明まで、実質的な検討がなされていなかった。（403P）
- また、主蒸気逃がし安全弁（SR 弁）開操作についても、電源がある場合には、中央制御室における制御盤上の操作のみで足りるため当直が操作すればよい。一方、電源喪失時には復旧班が制御盤裏にある接続端子に合計120V のバッテリーをつなぎ込む必要がある。このため、3 月14 日夕方以降の2 号機SR弁の開操作を実施する際、当直が行うのか、復旧班が行うのかについて定まらないといった事例も認められた。（404P）

◆　関係する指摘事項等

✧　政府事故調報告（最終）

防災業務計画やアクシデントマネジメントガイドにおいて、緊急時対策本部等の組織化を図り、その中に発電班、復旧班、技術班等の機能班を設けている。しかし、これらの機能班は、与えられた所掌をこなすことには尽力するが、事態を見渡して総合的に捉え、その中に自らの班の役割を位置付け、必要な支援業務を行うといった視点が不足していた。（403P）

✧　吉田調書

運転員は正常な状態での操作はできるが、バッテリーをつなぐなどの操作は復旧班の計装屋がフォローしないとできない。一緒にやらないとできないのに操作をどっちがやるんだとか、下らないことを言っていたので、激怒した。（20110809－09 1-4 49P（通し頁 279P））

✧　学会事故調報告書

事態を見渡して総合的に捉え、その中に自らの班の役割を位置付け、必要な支援業務を行うといった視点が不足しているとの指摘がある。対応策として、タスクの内容、

タスクの配分、実施の状況をホワイトボードなどの上に視覚化する方法が考えられる。これにより、指示者と被指示者はタスクに関する情報を明確に共有することが可能になる。(285P)

◆ 備　考

緊急事態時には深い専門知識と技術の連携が必須であり、各班の班長は定められている役割を実行するだけでなく、定められていないことでも関係しそうなことについては、明確な役割分担をトップに求め確実な実行に向けて貢献する積極性が必要である。政府事故調報告書（最終）では、専門職掌別の縦割り組織の問題点を以下のように指摘している。

- 事業者の職員は、「運転屋」「安全屋」「電気屋」「機械屋」などと専門分野ごとに区別し、役割が細分化している。自分の専門分野に関する知識は豊富であるが、一方、それとは対照的に、それ以外の分野については密接に関連する事項であっても十分な知識を有するとは言い難い。緊急事態時には、そうした組織の持つ弱点が顕在化してしまう。(403P)

◆ 関連資料　35.1（項目）

- 海水注入を指示に反して継続した経緯（吉田調書）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 4-1-4、細 35 各機能班は事態を見渡して総合的に捉え、他班と連携して必要な支援業務を行う。
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-1、通番 11 構成員の自覚 教訓 7-2、通番 18 レジリエンスの強化
	関連資料 No	資料 35.1 海水注入継続の判断の経緯
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（最終）16、吉田調書 2 **学協会関連**：学会事故調報告書 23

細目 4-2-1（現場対処にかかわる事柄の判断は現場に任せる）
現場対処にかかわる事柄の判断は現場に任せることを明確化する。（細 36）

解説

すぐれて現場対処にかかわる事柄は判断を現場に任せることを明記した体制とする。現場から離れている支援組織が現場組織の足を引っ張るようなことはあってはならない。本店等の支援組織は現場の対応が不適切・不十分と認められる場合に限って必要な措置を現場に伝えるべきであり、そうでないと、現場をいたずらに混乱させることになる。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告書（中間）より、原子炉への海水注入に関する部分を抽出した。

- 総理は原子力安全委員長の海水による再臨界の可能性の説明に納得しなかった。（167P）発電所では海水注入を既に実施していたが、官邸にいた発災事業者幹部は、発電所長に対し、「今官邸で検討中だから、海水注入を待ってほしい。」旨、強く要請した。（168P）
- 発電所長は、いつ再開可能かも分からないのに海水注入を中断すれば、原子炉の状態が悪化の一途をたどるだけだと考え、本店対策本部やオフサイトセンターの発災事業者幹部らに対し、テレビ会議システムを通じて相談した。（169P）
- 本店対策本部やオフサイトセンターの発災事業者幹部らは、いずれも、官邸で結論が出ていない以上、総理の了解も得ずに海水注入を継続するのは困難であり、一旦中断もやむを得ないという意見であった。（169P）
- しかし、発電所長は、1 号機原子炉への海水注入を中断することの危険性を懸念し、自己の責任において継続を判断し、注水作業の担当責任者を呼んで、小声で、「これから海水注入中断を指示するが、絶対に注水をやめるな。」などと指示した。（169P）

◆　関係する指摘事項等

✧　国会事故調報告

- 事故時における発電所内（オンサイト）での対応（止める、冷やす、閉じ込める）については第一義的に事業者の責任とし、政治家による場当たり的な指示・介入を防ぐ仕組みとする。（20P）
- 事故後の対応においても、本店側には、現場の実情から判断される発電所の意思決定よりも、官邸や保安院の指示、要請に従うことで、事故対応で生じる結果責任を回避しようとする動きが見られた。こうした本店の姿勢から、やがて本店と現場との意思決定に乖離が生じることとなり、最終的には、発電所においても、現場で下した判断と、本店及び官邸、保安院の指示との間で、後者の意向をくむといった意思決定が見られた。（284P）
- 本事故対応では、「発電所内の判断は現場が最優先」という本来あるべき姿とかけ離れた意思決定が散見されたが、その背景には、責任を回避しようとする東電経

営者の姿勢があったことは否めない。(284P)

✧ 大前報告書

○ 安全と経営の独立（175P）

・発電所：事故防止・安全を最優先に判断・行動。この点において、経営陣に対して独立

・本店：「プラントの安全」を現場に委ねる。現場が必要とする後方支援を行う

○透明・迅速な意思決定（173P）

・ガバナンスが明確に機能する組織と権限の設計

- プラントの安全：現場（所長と当直長）が最高意思決定者である
- 地元の安全：プラントからの情報がリアルタイムで地元に共有され、最終判断できる
- これら意思決定のプロセスが透明であり、外的要因によって遅延・屈曲しない

✧ 東電報告書

現地の具体的な事故対応については，発電所長に指揮命令の権限があることを今一度明確に認識する必要がある。(343P)

◆ 備　考

政府事故調報告書（最終）において、「すぐれて現場対処に関わる事柄は、まず、現場の状況を最も把握し、専門的・技術的知識も持ち合わせている事業者がその責任で判断すべきものであり、政府・官邸は、その対応を把握し適否についても吟味しつつも、事業者として適切な対応をとっているのであれば事業者に任せ、対応が不適切・不十分と認められる場合に限って必要な措置を講じることを命ずるべきである。当初から政府や官邸が陣頭指揮をとるような形で現場の対応に介入することは適切ではないと言えよう。(概7P)」としている。

◆ 関連資料　36.1（項目）

- 東電の「福島第一原発防災業務計画」における本店対策本部の役割（政府事故調報告書（中間））
- 本店対策本部の役割（東電報告書）

◆ 関連資料　36.2（項目）

- 当直と発電所対策本部と本店対策本部の役割（東電報告書）
- 当直長の役割（福島第一 AM 整備報告書）

◆ 関連資料　36.3（項目）

- ICS（Incident Command System）の考え方に則った本店の緊急時組織の改編（東電原子力安全改革プラン）

◆ **関連資料　36.4（項目）**

- ICS（Incident Command System）における現場指揮官の決定権（東電原子力安全改革プラン）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 4-2-1、細 36 現場対処にかかわる事柄の判断は現場に任せることを明確化する。
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-2、通番 12 現場本部と支援組織の役割分担
	関連資料 No	資料 36.1 本店対策本部の役割 資料 36.2 当直と発電所対策本部と本店対策本部の役割 資料 36.3 ICS（Incident Command System）の考え方に則った本店の緊急時組織の考え方 資料 36.4 決定権を現場指揮官に与える役割分担の明確化（ICS（Incident Command System））
キーワード		
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 18 **政府関連**：政府事故調報告書（中間）29、政府事故調報告書（最終）17 **事業者関連**：東電報告書 15 **有識者関連**：大前報告書 8

細目 4-2-2（現場は、信念を持って状況を判断し、実行）
現場は、信念を持って状況を判断し、実行する。（細 37）

解説
現場の状況を把握できるのは、現場しかない。現場は、緊急度を冷静に把握し、信念を持って状況を判断し、必要に応じて支援組織と認識を合わせながらやるべきことを実行するとの認識を共有する。現場には外野からの無責任な介入をはねつけるだけの確固たる信念が必要である。

◆　福島原子力発電所事故での事例
政府事故調報告書（中間）より現場が自らの判断で実行した事例を抽出した。
- 総理は、海水注入による再臨界の可能性に疑問を持ち、原子力安全委員長の説明に納得しなかった。(167P) その場に同席していた事業者幹部は、3 月 12 日 19 時過ぎ頃、福島第一原発の発電所長に電話し、「今官邸で検討中だから、海水注入を待ってほしい。」と強く要請した。(168P) 海水注入はすでに始まっており、発電所長はこの要請を受けて、1 号機原子炉への海水注入を中断することの危険性を懸念し、この上は自己の責任において海水注入を継続しようと判断し、表面上は発電所所員に海水注入の中止を指示したが、実際には海水注入の継続を命じていた。(169P)
- 当直は、全電源が喪失し非常用復水器 が正常に機能していない以上、代替注水手段として1 号機原子炉建屋（R/B）やタービン建屋内で、消火系（FP系）ラインから復水補給水系ラインを通じて原子炉に注水するための弁の切替操作を手動で実施した。(107P) 仮に原子炉への代替注水のラインの構成が遅れていれば、放射線量でR/Bへの立入りができず、消防車を用いたFP系への注入すら実施不能になる可能性があった。(128P)

政府事故調報告書（最終）より現場が自らの判断で実行した事例を抽出した。
- 福島第二の4号機の当直は、事故時運転操作手順書事象ベース（AOP）のうち全交流電源喪失（SBO）の項目の確認作業中、圧力抑制室（S/C）水温が60℃を超える場合には「S/P（圧力抑制室プール）水位高となっていても、RCIC（原子炉隔離時冷却系）の水源はS/P側に切替えないこと」とする規定があることに気付いた。当直は、当時の状況はSBOではなかったが、S/C水温が約70℃まで上昇していたため、この規定がRCICの健全性を保つことを目的とする以上はこれに従うべきと考え、同日23時19分頃、RCICの水源切替操作を実施し、RCICの水源をS/Cから復水貯蔵タンクに切り替えた。(156P)

◆　関係する指摘事項等
✧　吉田調書（海水注入関連）
ただ、私は、もうこの時点で水をなくすなんていうこと、注水を停止するなんて毛頭考えていませんでしたから、なおかつ中止だったら、どれくらいの期間を中止するのかという指示もない中止なんて聞けませんから、30分中止というのならまだあれです

けれども、中止と、いつ再開できるんだと担保のないような指示には従えないので、私の判断でやると。ですから、円卓にいた連中には中止すると言いましたが、それの担当をしている防災班長、■■といいますけれども、彼には、ここで中止をすると言うけれども、ちょっと寄っていって、中止命令はするけれども、絶対に中止してはだめだという指示をして、それで本店には中止したという報告したということです。（20110729 9P（通し頁69P）

✧ 大前報告書

透明・迅速な意思決定（173P）

- プラントの安全：現場（所長と当直長）が最高意思決定者である
- 地元の安全：プラントからの情報がリアルタイムで地元に共有され、最終判断できる
- これら意思決定のプロセスが透明であり、外的要因によって遅延・屈曲しない

✧ 原子力発電所が二度と過酷事故を起こさないために（科学技術国際交流センター）

事業者は原子力発電所に、原子力発電システムを熟知し、事故時における原子炉の状況を的確に把握または推測し、適切な判断をし、為すべき作業を指示出来るアクシデントマネジメント専門職を置く。(6P,137P)

✧ INPO 報告書（34P）

これらの活動やその他の活動は、原子力安全文化の強化に役立ったが、福島事故は、健全な安全文化についてさらなる注意が必要となることを示すいくつかの側面を明らかにした。他の原子力組織も，これらの分野で，自身の文化について詳細に調査及び議論することは有益であろう。以下の原子力安全文化の原則や関連する質問は、これらの議論を進行する上で手助けとなり得る。

- 重要な原子力安全文化の原則に、問いかける姿勢や仮定条件に疑いを持つ姿勢を養うことが含まれている。振り返ってみると、プラントの溢水を引き起こす可能性のある巨大津波が起こらないという仮定条件にたいして、東京電力は追加的な問いかけや検証を実施していれば事態を改善できたかもしれない。加えて、コミュニケーションに困難を来し、またプラントについて信頼できる情報が得られなかった福島事故において、問いかけの姿勢や仮定条件に対する疑いの念があれば炉心冷却の維持に役立ったかもしれない
  - 原子力安全に影響を与えうる意思決定を行う際、「グループシンク（集団浅慮）」や確信の持てない仮定条件を受け入れることをどのように回避するのか？
  - 複雑な事象の発生時に原子炉冷却と格納容器の健全性が保たれることを確実にするために、前提条件に疑問を持ち、問いかける姿勢を組織としてどのように求めるか？
  - 重要な決定を比較的早く下さねばならないとき、事象発生時にどんな追加的なアプローチを利用するか？

- プラントの安全性または信頼性に影響を及ぼす恐れのある問題を検討する際、「起こりうる最悪の事態」について考慮することはどれくらい効果があるか？

◆ 備　考

安全を確保する上で技術的に正しいと信ずることは、外乱があっても信念を持って遂行する必要がある。そのためには、平時からの学習、訓練を積み重ねておくことが重要である。

◆ 関連資料　37.1（項目）

- 統合本部での総理の発言が東電職員の士気に与えた影響（東電報告書）
- 撤退問題についての見解（国会事故調報告書）
- 撤退問題についての見解（政府事故調報告書（最終））

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 4-2-2、細 37 現場は、信念を持って状況を判断し、実行する。
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。 知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-1、通番 17 想定外へ対応できる応用力
	関連資料 No	資料 37.1 総理の撤退に関する発言が東電職員に与えた影響
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）30、吉田調書 3 **有識者関連**：大前報告書 9、原子力発電所が二度と過酷事故を起こさないために 8 **海外機関関連**：INPO 報告書 20

細目 4-2-3（支援組織の役割を明確にして、現場をサポート）
支援組織の役割を明確にする。（細 38）

解説

支援組織の役割は現場からの支援要請に応えると共に現場組織の対応を全体的に俯瞰し、比較的冷静な視点で、推移を見守り評価し、適切に助言し、支援することであることを明確にする。現場と同じように右往左往していたのでは、その本来の職務を果たせない。また、現場や本店対策本部とは別に、事故の進展予測やその後の対策を検討するサポート体制が必要である。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告書（中間）より発災事業者の本店対策本部が発電所対策本部に適切に助言できなかったケースを抽出した。

- 発電所対策本部への助言の失敗例（福島第一原発）
  （原子炉の蒸気を凝縮して原子炉に戻す役割の非常用復水器（IC）の作動状況は1号機にとって最も重要な情報であり、）本店対策本部においても、時宜にかなった支援を十分に行うため、IC の作動状態に関する情報の把握に努め、同情報が入れば、これを聞き流すことなくIC の作動状態を評価し、同情報が入らなければ情報を収集すべく、発電所対策本部に適切な助言を行うことは十分可能であったと考えられる。(120P)

政府事故調報告書（最終）より発災事業者の本店対策本部が発電所対策本部に適切に助言できたケースを抽出した。

- 発電所対策本部への助言の成功例（福島第二原発）
  福島第一原発1号機において、3月12日零時6分頃以降、D/W圧力が上昇したため格納容器ベントの準備を進めていたものの、津波の影響により全ての交流電源及び直流電源を喪失していたことから、格納容器ベントのライン構成に必要な弁の開操作を手動で実施しなければならないなど、その準備に非常に手間取っていた。そこで、本店対策本部は、福島第二原発において、富岡線1号線からの受電が維持されているうちに格納容器ベントの準備を完了させておいた方がよいと判断し、同日6時18分頃、これをテレビ会議システムにより発話した。これを受け、第二発電所対策本部は、格納容器ベントラインの構成方法・手順の検討を開始した。(165P)

◆　関係する指摘事項等

✧　東電報告書

- 本店対策本部は発電所に対して、人的、物的支援の他、事象分析等の技術的支援を行い、また、外部関係機関との調整においても発電所長が行う現場事故対応の具体的指揮に関して、直接的な介入などによる指揮の混乱等、発電所長が行う事故収束活動を阻害しないように支援しなければならない。(343P)

- 本店の対応態勢は、原子力・立地本部長または原子力・立地本部副本部長が適切に発電所支援のための判断ができるよう、発電所事故収束対応に専念できる態勢とすることが望ましい。(344P)

✧ INPO 報告書

- 福島第一における全体的対応管理の責任は、運転部長、当直長、及び副当直長とともに、所長に割り当てられていた。復旧措置の相対的優先順位の決定や格納容器のベント時期の判断といった一定の高度な意思決定は所長の責任であった。ただし、シビアアクシデントマネジメントのアプローチでは、制御室の運転員が緊急時・事故時管理手順書を実施する上で必要な決定ができるという前提に基づいて、ほとんどの意思決定責任を制御室の運転員に割り当てるというものであった。(22P)
- この意思決定アプローチは、組織内のほかのグループによる独自の申し立てやダブルチェックを定めていなかった。例えば、サイト ERC は制御室の運転員が 1 号機の IC を隔離したり、3 号の HPCI を停止したりする意思決定をする前に独立的なレビューやフィードバックの提供を行わなかった。さらに、本店 ERC は計画や戦略の立案を助け、助言をし、必要な設備と支援の確保に助力したが、このグループは自らの役割がサイトの意思決定や対応を独立して監督することであるとは考えていなかった。(22P)
- サイト及び本店 ERC の技術チームのメンバーはともに、観察されたプラント対応と予測されたプラント対応を比べる計算を行う責任を負っているが、こうした任務に関する具体的な教育訓練を受けていなかった。(31P)

✧ 国会事故調報告書

- 今まさに発生している事態への対応を行っている現場や本店の緊対本部が、同時にその後の進展を予測し、短期及び中長期の各対策を検討、実施することは困難な場合が想定される。したがって、広く知見を収集し、事故の進展予測や、その後の対策を検討するため、テクニカルサポートチームのような、事故対応を行う組織とは別の体制を平時から準備しておくことが重要であると考える。(267P)
- 東電では、3 月 14 日以降、東電 OB である早瀬祐一東電顧問が中心になり、尾本彰原子力委員会委員ら東電出身者を集めてテクニカルサポートチームが編成された。このチームでは、東電 OB と現職社員が中心となって、技術面から、当面優先順位を高く位置づけて短期的に採るべき対策と、その後中長期に採るべき対策について検討が行われた。(267P)
- この検討を経て、格納容器の水素爆発があった場合に、1 から 3 号機だけではなく 4 号機使用済み燃料プールへの対応も難しくなる場合を想定し、遮蔽やキリンといわれる注水機のリモートコントロール等のプロジェクトが行われることとなった。また、官邸から連絡を受けた馬淵澄夫衆議院議員が、内閣総理大臣補佐官としてプロジェクト責任者となり、スラリー対策等が進められた。(267P)
- 1 号機のベントに際しては、現場の困難な状況を官邸及び保安院に十分伝えられず、

事業者と官邸との間に不信感を生み出してしまった。本店が当初から現場の状況を把握し、事故対応に追われる現場に代わって、関係各所に現場の過酷な状況について理解を求めるよう積極的に対応していれば、不信感と行き違いを緩和できた可能性はある。(251P)

✧ 民間事故調報告書

- 現地の第一原発から東京電力本店に対し、消防車の増援要請を行ったが、官邸の政府高官は「稟議書をまわしているような遅さだった」と指摘している。東京電力が手探りで放水に全力を傾ける中、問題となったのが、各機関との情報連携である。(165P)
- 危機勃発後、政府は事態を把握できず、制御もできなかった。とりわけ、東電と政府の情報・評価共有と意思疎通がうまくいかなかった。(392P)

✧ 学会事故調報告書

設計想定を超える事故では、指揮者の判断、すなわちシビアアクシデントマネジメントが重要な役割を果たす。サイト内の事業者の指揮者、サイト外の事業者の指揮者、サイト外の政府側の指揮者、オフサイトセンターの指揮者の役割分担を明確化する。(260P)

✧ 政府事故調報告書（中間）

本店対策本部においても、基本的には発電所対策本部に対応する機能班が存在し、それぞれの担当班が、テレビ会議システムを通じ、役割に応じた重要情報の把握に努める。事故対処に追われる発電所対策本部よりも更に現場から一歩引いた立場で、比較的冷静な視点で情報を評価し、発電所対策本部に対して助言/支援することが期待される。(120P)

◆ 備　考

以下は杏林医会誌（2015 年 12 月）に掲載された ICS の紹介論文から災害対策本部の役割に関する部分を抜粋したものである。

- 災害対策本部の役割は,災害現場の活動を支援,調整することである。災害規模が大きくなると自治体や企業,病院の中に災害対策本部が設置される。多くの場合,災害対策本部は安全な後方に設置される。
- 誤解されやすいことは,刻一刻と状況が変化する災害現場に対して直ちに情報を得て指示をすることが災害対策本部の役割であると考えられていることである。
- 災害現場においてリアルタイムで判断し対応することは前線の災害現場の仕事であり,後方に設置される災害対策本部が現場活動の詳細を把握することは現実的には不可能である。
- 災害対応は現場に権限委譲し,災害対策本部は現場が目の前の活動に専念できるよう,支援・調整することが求められる。災害対策本部における活動はインシデントコマンドシステムに基づく指揮統制に加え,政策立案や調整も重要な要素となる。

- マイクロマネジメントとは,管理者である上司が部下の業務に対して過度な監督や干渉を行うことを意味する。また,マイクロマネジメントは,細部に執着する性格や,能力不足,不安などの内面の問題とも考えられる。
- 後方に位置する災害対策本部が現場に対してマイクロマネジメントを行うことは慎まなければならない。

◆ **関連資料　38.1（項目）**

- 福島第一事故時における国、県、事業者を含めた全体の組織概略図（政府事故調報告書（中間））
  - 今回の事故対応では、制度的な位置付けのない組織が官邸内に組織されたり、事業者との合同の福島原子力発電所事故対策統合本部が設置された。

◆ **関連資料　38.2（項目）**

- Incident Command System（ICS)とは、(ICS の紹介（杏林医学会誌))
- ICS6 つのポイント（ICS の紹介（杏林医学会誌))
  ① 現場指揮
  ② 指揮統制コマンドアンドコントロールと調整コーディネーション
  ③ 指揮系統チェーンオブコマンドの原則
  ④ 災害現場と災害対策本部の位置付け
  ⑤ 共通状況図
  ⑥ 緊急時行動計画

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 4-2-3、細 38 支援組織の役割を明確にする。
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-2、通番 12 現場本部と支援組織の役割分担
	関連資料 No	資料 38.1 福島第一事故時における国、県、事業者を含めた全体の組織概略図 資料 38.2 Incident Command System (ICS)とは
キーワード		
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 19 **政府関連**：政府事故調報告書（中間）31 **学協会関連**：学会事故調報告書 24、ICS の紹介 1 **海外機関関連**：INPO 報告書 21 **事業者関連**：東電報告書 16 **有識者関連**：民間事故調報告書 6

細目 4-3-1（緊急時にはトップ及び幹部はまず組織を機能させる）
トップ及び幹部は、緊急事態において組織を機能させる措置を優先する。（細 39）

解説

トップ及び幹部はアクシデントマネジメントに入る基準を明確に認識し、アクシデントマネジメントに入ったら組織を機能させることを最優先とすべきである。個人の納得感に拘ったり、組織を機能させる措置の停滞を見過ごしてはならない。緊急事態になると、情報が不足がちになるが、優先的に必要な事項は確実に遂行されなければならない。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告書（最終）より、政府の原子力緊急事態宣言が遅れた経緯やその影響を抽出した。

- 3 月11 日17 時42 分頃、経済産業大臣と原子力安全・保安院長は、総理に対し、15 条事態の発生について報告するとともに、原子力緊急事態宣言の発出について了承を求めた。しかし、総理からの福島第一原発の原子炉の状況や同宣言に関する関連法令等に関する質問に十分な説明をすることができないまま時間が経過し、同宣言は、同日19 時3分に発出された。（372P）
- 上記の際に、保安院職員は、原災本部長権限の現地対策本部長への一部委任に関する前記告示案を持参していながら、それについて菅総理の了承を求めるタイミングを失し、その後もそのまま放置した。（367P）
- そのような状況において、現地対策本部は、経済産業省緊急時対応センター（ERC）に置かれた原子力災害対策本部事務局とも協議の上、必要な措置を漏れなく迅速に行うため、権限の委任手続が終了しているものとして避難措置の実施等について種々の決定を行い、かつ、実施した。（368P）

◆　関係する指摘事項等

✧　国会事故調報告書

事故時に会長と社長がそろって不在であった点は、ベントや海水注入など深刻な経営判断を迫られる局面で連絡や相談に余計な負荷をかける結果となっており、初動における迅速な事故対応の妨げになった可能性は否定できない。（251P）

✧　政府事故調報告書（最終）

総理は、15 条事態が発生した旨の報告を受けたときは、15 条事態が起きたこと自体が明らかであれば、まず宣言を発出し、事態等の詳細についての把握はその後で行うというのが原災法の趣旨にも合致すると考えられる。従って、進行している事態や関連法令の詳細についての把握より、まず緊急事態宣言の発出を優先すべきであったと思われる。（373P）

✧　民間事故調報告書

３月１１日から１２日１０時まで、東京電力では、会長と社長の経営トップ２人が本店を同時に空けていた。この間、東京電力は、迅速な「組織的意思決定」ができなかった。事故対応の初動動作において、政府と東京電力は、危機管理の協力体制を組むことがなかった。その大きな原因は、東京電力が迅速かつ効果的な組織的対応に失敗したことに起因する。(384P)

✧ 東電報告書

- 原子力災害においては原子力部門のトップである原子力・立地本部長、副本部長のどちらかが事故対応時に在席し、発電所支援していくことが必要と考える。(322P)
- この他、本店対策本部長が外部との電話対応に追われたり、技術系社員がプレス対応等で時間単位であるが事故対応にあたれない状況が生じるなど、発電所の事故対応等に専念できない状況が生じた。(322P)

✧ 東電原子力安全改革プラン

緊急時に組織の権限と責任の不明瞭さが顕在化したが、平常時においても同様にマネジメントの権限と責任は曖昧さが目立っている。(50P)

✧ 福島第一原子力事業者防災業務計画（H25 年 6 月）

- 権利の行使

(1) 発電所及び本店の原子力災害対策活動に関する一切の業務は，それぞれの対策本部のもとで互いに綿密な連絡をとり行う。また，本店対策本部は発電所対策本部に対し，最優先で支援を行う。

(2) 発電所対策本部長は，職制上の権限を行使して活発に原子力災害対策活動を行う。ただし，権限外の事項であっても，緊急に実施する必要のあるものについては，臨機の措置をとることとする。なお，権限外の事項については，行使後は速やかに所定の手続きをとるものとする。

◆ 備　考

以下は杏林医会誌（2015 年 12 月）に掲載された ICS の紹介論文から組織の指揮系統の確立に関する部分を抜粋したものである。

- 災害対応を行うに当たり,組織が最初に行うことは指揮系統を確立することである。指揮系統は英語ではチェーンオブコマンド(直訳は命令の連鎖)と呼ばれる。
- その指揮系統において,人に指示を与える場合,2つのやり方,つまり指揮統制コマンドアンドコントロールと調整コーディネーションがある。
- 前者の指揮統制コマンドアンドコントロールはイメージとしては軍隊のような有無を言わせない厳しいものが考えられる。実際の災害現場では,指揮統制は法令,規制,権限委譲に基づき指示・命令・統制を発動するものである。そして迅速な意志決定と行動を可能にし,現場活動従事者の安全を確保するとともに,効率的かつ柔軟な問題

解決を図る。一分一秒で命に関わる厳しい現場では,指揮統制に基づく活動は必須である。

- 後者の調整コーディネーションは複数の関係機関との共同作業を行いながら災害現場活動を継続して支援するものである。それぞれの関係機関の権限を尊重し,無理強いを求めたり不利益を押しつけたりはしない。調和がキーワードである。
- 指揮統制コマンドアンドコントロールと調整コーディネーションは一見すると対立する概念として捉えられてしまうが,実際は災害の状況に合わせてお互いを補うような形で使い分けていくことが求められる。

◆ **関連資料　39.1（項目）**

- ICS（Incident Command System）を導入することになった背景（東電原子力安全改革プラン）
- ICS の監督限界とは（東電原子力安全改革プラン）

◆ **関連資料　39.2（項目）**

- IC（非常用復水器）に関する発電所長の認識（吉田調書）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 4-3-1、細 39 トップ及び幹部は、緊急事態において組織を機能させる措置を優先する。
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-3、通番 13 トップの機能
	関連資料 No	資料 39.1 ICS（Incident Command System）に基づく監督限界の設定 資料 39.2 非常用復水器（IC）の動作状況に誤認に対する吉田所長の反省
キーワード		
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 20 **政府関連**：政府事故調報告書（中間）32 **学協会関連**：ICS の紹介 2 **有識者関連**：民間事故調報告書 7 **事業者関連**：東電報告書 17、東電原子力安全改革プラン 8

細目 4-3-2（人材的、環境的な実効性を求められる災害対応の拠点）
災害対応の拠点は、人材的にも、環境的にも実効的なものとする。（細 40）

解説

実際に事象が発生すると最も実効的な体制で対応せざるを得なくなる。形式重視の体制では対応しきれなくなるので、非常時における現実的な体制を構築する。災害対応の拠点は、できる限り情報入手が容易で、現場の動きを把握しやすい、現場に近い場所にする必要がある。それと、実態を理解できる人間が必要である。この観点で緊急時体制が現実的かどうかを確認する必要がある。

◆　福島原子力発電所事故での事例

原子力災害が発生し、政府は経済産業省緊急時対応センター（ERC）に原子力災害対策本部（原災本部）を設置、官邸地下にある官邸危機管理センターに官邸対策室を置いた。しかし、その実態は以下の通りであった。

- 官邸地下は、情報保全のため平時から携帯電話が使用できず、携帯電話で事故情報を迅速かつ機動的に収集することが困難だった。また、危機管理センターでは、地震・津波等に関する情報収集や連絡も並行して行われた。（政府事故調報告書（中間）57P）
- このような状況のため、避難措置等の事故対応についての重要な意思決定の多くは、この官邸危機管理センターから離れて、官邸地下の中2 階の一室又は官邸5 階において、関係閣僚、原子力安全委員会委員長、保安院幹部、東電幹部らにより行われた。（政府事故調報告書（最終）概4P）
- 総理大臣執務室において、総理は、東電に対して説明者を派遣するよう要請し、東電は幹部等4 名を官邸に派遣した。しかし、もともと、東京電力は、原子力災害への対応の際、国との関係では、保安院へ報告することは予定していたが、官邸に直接報告したり、官邸に連絡要員を派遣したりすることは予定していなかった。また、東京電力は、地震・津波発生後、官邸からの要請を受け、武黒フェローらを官邸に派遣したものの、その時点では、福島第一原発のプラント状況等に関する説明のための一時的なものと認識しており、その後も引き続き官邸にとどまり、継続的に官邸との連絡役を果たすことになるとは考えていなかった。（政府事故調報告書（最終）192P、197P）

◆　関係する指摘事項等

✧　国会事故調報告

原子炉等規制法では、原子炉の運転保安を監督するため、炉ごとに原子炉主任技術者の選任が義務付けられているが、実際は１人で複数炉を担当している。また、原子炉主任技術者が過酷事故に対する特別な訓練等を受けていないため、緊急時の運転保安を監督するという点からは制度が形骸化していたといえる。（中略）今回のような複数多発事故の場合に、急速な事故進展が見られた１～４号機を同時に保安監督）

することは困難であったと考えられる。）（104P）

✧ INPO 報告書

- サイト及び本店の緊急時対応組織には、運転上の意思決定を促すのに必要な運転部門の知識と経験、及びプラント過渡解析に関する技術的な知識と経験をもつ人員が含まれる必要がある。さらに、緊急時対応要員は事故対応に必要な特別な知識と経験を持つ人（例えば、放射線防護の専門家、原子炉ベンダーや建築設計要員など）と連絡がとれる必要がある。（19P）
- 制御室の運転員には、重要な安全機能に対する独立した見解を保ち、炉心冷却、インベントリー管理、格納容器圧力の制御を確実に維持し、最適化するための一連の措置について制御室管理層に助言する専任担当者が含まれていなかった。一部の国々では、運転員には、事象が発生した場合に、さらなる深層防護をもたらす上で、事故シーケンスと事故管理の技術的専門知識と訓練経験を有する担当者が含まれている。シフトテクニカルアドバイザー（当直への技術アドバイザー）のような人員の必要性は、TMI 原子力発電所事故の教訓の一つである。（22P）

✧ 政府事故調報告（最終）

緊急事態において専門知識に基づく的確な助言・指導ができる専門的技術能力や、組織が有するリソースを有効かつ効率的に機能させるマネジメント能力の涵養に努めなければならない。そのためには、それにふさわしい予算・人的スタッフの在り方の検討が必要である。（441P）

✧ 東電報告書

対応態勢で担当する業務は、できる限り通常行っている業務と同種のものとし、少人数でも効率的に対応業務ができるよう配慮する必要がある。ただし、広報関係、調達関係等には、技術系社員からも適切に人員を配置し、前項で述べたように発電所を直接的に支援する組織の対応活動を阻害しない配慮をする必要がある。（344P）

◆ 備　考

- 福島第一事故後、原子力防災対策が強化された。政府と事業者間のネットワークの強化等のため、事業者の本店等に原子力施設事態即応センターが設置される。
- 原子力施設事態即応センター：規制庁長官が指定する規制庁職員に加え、必要に応じて委員会委員を派遣する。（原災マニュアル（平成31年3月29日版）36P）
- 福島第一事故の際には東京電力本店に制度的位置付けのない「福島原子力発電所事故対策統合本部」が設置され、政府と事業者の情報共有がなされたが、原子力施設事態即応センターはこの機能を制度化したものと言える。
- 原子力施設事態即応センターの役割（原災マニュアル156P）
  - ✓ 原子力事業所における事態収束のための原子力事業者等との調整
  - ✓ 原災本部長が発出する指示、原子炉等規制法等に基づく原子力事業者への命令の

伝達及び徹底

- ✓ 原子力事業者の事故対策状況等に関する情報の集約・整理、ERCチームプラント班等への報告及び各種調整
- ✓ 原子力事業者が事故対策に必要とする外部からの支援についての原子力事業者に対する助言及びERCチームプラント班への進言

◆ **関連資料　40.1（項目）**

- 福島第一 2～5 号機の代替注水も含めた原子炉への全注水系の系統図（東電報告書）

◆ **関連資料　40.2（項目）**

- 3 号機において高圧注水系から低圧注水系に切り替えることができなかったことに対する見解（東電報告書）
- 高圧注水系から低圧注水系への切替え時にSRV を開くための駆動電源を準備するのに時間を要した。（東電原子力安全改革プラン）
- 3 号機の DDFP は 13 日の消防車による原子炉注水の海水への水源切替えに伴う中断時にも運転を継続。（東電報告書）
- 3 号機について、より速い段階で減圧して、消防車による代替注水が可能であったのではとの見解（政府事故調報告（中間））

◆ **関連資料　40.3（項目）**

- 3 号機の注水機能が喪失したことに対する問題点が示された。(東電原子力安全改革プラン)
  - HPCI 以外の高圧注水設備（ほう酸注入系）が復旧できなかった。
  - HPCI を手動停止した。
  - 低圧注水に移行するまでに時間がかかった。
  - 発電所本部が各号機への対応に追われ、余裕がなかった。
- 3 号機の HPCI を停止した後、SRV を開くことが出来ると判断した理由（東電報告書）
- 当直は､3 号機の HPCI が損壊するかもとの恐れを抱いた。(政府事故調報告書(中間))
- 3 号機の HPCI 停止と D/DFP の運転確認との前後関係（政府事故調報告書（中間））

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 4-3-2、細 40 災害対応の拠点は、人材的にも、環境的にも実効的なものとする。
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-3、通番 13 トップの機能
	関連資料 No	資料 40.1 代替注水も含めた全注水系の系統図 資料 40.2 3 号機の高圧注水系から低圧注水系への切替え 資料 40.3 3 号機の注水機能の喪失（HPCI 手動停止＆SRV による減圧失敗）に関する問題点
キーワード		
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 21 **政府関連**：政府事故調報告書（中間）33、政府事故調報告書（最終）18、原災マニュアル 1 **海外機関関連**：INPO 報告書 22 **事業者関連**：東電報告書 18

細目 4-3-3（トップの思考に余裕を持たせる体制とその実効性の確認）
権限委譲により指揮命令系統を分割して、トップの思考に余裕を持たせる体制を構築して、教育訓練によりその実効性を確認する。（細 41）

解説

緊急事象が多発する場合、一人の人間に責任を集中させると重要なことが抜け落ちるなど対応には限界が生まれる。権限委譲により指揮命令系統を柔軟に分割して、トップの思考に余裕を持たせる体制を構築し、教育・訓練を繰り返してその実効性を確認する。また、炉主任の権限と役割を見直し、所長が技術的・専門的な立場から炉主任を最大限活用できるようにする必要がある。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告書（中間）より、1号機の事故対処に大きな影響を与えたIC（非常用復水器）の作動状況の誤認問題を抽出した。

- ICの作動状態に対する判断について、発電所長は、「これまで考えたことのなかった事態に遭遇し、次から次に入ってくる情報に追われ、それまで、順次入ってきた情報の中から、関連する重要情報を総合的に判断する余裕がなくなっていた。」旨の供述をしている。（121P）
- 各人が全力で事故対応に当たりながらも、事後的にみるとこのような問題点が発見されるのであり、その点については問題点としてしっかり認識しておく必要がある。（121P）
- 結局、極めて過酷な自然災害によって同時多発的に複数号機で全電源が喪失するような事態を想定し、これに対処する上で必要な訓練、教育が十分なされていなかったと言うほかない。そのため、発電所対策本部及び本店対策本部において、重要な情報を正しく把握・評価できず、その結果、IC の作動状態に関する適切な判断をなし得なかったと考えられ、かかる訓練、教育が極めて重要であることを示している。（121P）

吉田調書において、「大変な状況で、人も足りないし、頭はパニくってくる。本当の混乱期なので、ロジカルにタイミングを図ってということではなく、その時に気が付いたことから、どんどん指示をしてやっていくというような状態。」（20110729 16P（通し頁76P））との主旨のことが述べられている。

◆　関係する指摘事項等

✧　吉田調書

人が足りないという状態で、頭の中がパニくっているんですよ。私もはっきりいって、だけれども、さっき言ったように、やることは水を注水、どの号機も水を注水することとベントだと、これしかない。その中で、いろいろ状況が、1号機が爆発しただとか、その収拾もしなければいけない、その間に2号機、3号機の状況が変わってきつつあるのを確認しながら対応しているという指示をしていたと、本当の混乱期ですから、そ

んなロジカルに、どのタイミングで何がとかいうことはないんですね。そのときに気がついたことから、どんどん指示をしてやっていくというような状態ですから。（20110729 16P（通し頁76P））

✧ 大前報告書

○ 発生事象/問題点（169P）

要員を確保（本店約200名、第一約400名、第二約200～300名）できたものの、実態としては複数同時多発事故に対する体制・要員数が不足し、訓練も不足していたと考えられる

対策/教訓

複数プラント過酷事故時のプラント別対応者、要員の決定、訓練

○ 複数プラントにおいて過酷事故が同時発生した場合に、適切な対応能力・キャパシティを有していたのか、検証が必要（171P）

クロノロジーを見る限り、今回の様な事象が発生した場合の、複数プラントへの準備が必ずしも十分ではなかったと推定される

○ 安全を担保する研修・訓練（173P）

- AM 手順書・対策等が適切に定義されている
- その手順書を実行する為に適切な人材が確保されている
- 適切な人材に対して、必要な教育・訓練が実行される
- 中立的な観点（または機関）から、これら（手順・人材・訓練）が適切である事が定期的にチェック・評価される

✧ INPO 報告書

運転員及び緊急対応の指揮者は、炉心冷却状況を完全に把握する必要がある。この様な意味から、炉心冷却のために使用中の系統の状況を把握し、また深層防護の観点からどの系統が使用可能かを示すため、多くの組織では状況ボード（status board）を各制御室や ERC に表示している。福島第一の事象への対応の間、このレベルの状況把握と制御はなされなかった。（12P）

✧ 東電報告書

- 基本的なことではあるが、指示を出す者またはそれを補助する者が、誰に何をするのかを明確に指示することとし、訓練の中で適切に行われているか否かを確認する。（345P）
- 複数プラントの同時被災においても、対応できるための指揮命令系統、緊急時対応を支える活動拠点、長期の事故対応等ができるためのインフラ（衣食住）を考慮する。（342P）

✧ 学会事故調報告書

- 原子力発電所の所長には、設備に対する専門的知識、俯瞰力、判断力、問題解決力、全体を牽引するリーダーシップなどが要求される。こうした力の鍛錬には、危機管理

能力開発のための研修や過酷事故を模擬した実践的な演習を定期的に行う必要がある。原子力発電所の所長には、機長や船長のような公的資格要件はないが、原子力発電所の緊急時対応の重要性を考えれば、所長の資格要件を明確にすべきである。(292P)

- 事業者は国家資格を持ち保安の監督を行うべく法令上位置づけられている原子炉主任技術者の役割を再確認し，権限と責任の見直しを図るべきである。(293P)

◆ 備　考

どんなに優秀でも一人の人間の能力には限界がある。緊急事態が同時多発する場合は、新たな事象への対応も重要であるが、既往の事象へのフォローも重要である。対策本部では、重要情報をボード等に明記し情報共有するともに、重要事項のフォローを確実に役割分担させ、トップは全体像を把握し、先手を打つことに専念できる余裕が必要である。

◆ 関連資料　41.1（項目）

- 3 号機の高圧注水系（HPCI）の停止操作についての見解（東電報告書）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 4-3-3、細 41 権限委譲により指揮命令系統を分割して、トップの思考に余裕を持たせる体制を構築して、教育訓練によりその実効性を確認する。
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-3、通番 13 トップの機能
	関連資料 No	資料 41.1 3 号機の高圧注水系（HPCI）の手動停止の手順についての見解
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）34、吉田調書 4 **学協会関連**：学会事故調報告書 25 **海外機関関連**：INPO 報告書 23 **事業者関連**：東電報告書 19 **有識者関連**：大前報告書 10

細目 4-4-1（安全上重要な操作には現場本部の確認が必要）
安全上極めて重要な操作については緊急対策本部の確認をとる。（細 42）

解説

判断が中央制御室に任されている操作であっても、緊急事態において、安全上極めて重要な操作については緊急対策本部の確認をとる。安全上極めて重要な操作はその後の方向性を決めてしまう可能性があるので、慎重な対応が必要である。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告書（中間）より、「報・連・相」の観点で不適切だった事例を抽出した。

- 報告された事項への解釈が浅い事例：3 月11 日18 時18 分頃、発電所対策本部は、当直から、IC（非常用復水器）A 系の供給側と戻り側の隔離弁を開操作したと報告を受けた。発電所対策本部も本店対策本部も二つの隔離弁の開操作をしたという事実が、それまでこれらの隔離弁が閉となっており、全交流電源喪失後約3 時間弱にわたってIC が作動せず、原子炉注水もされていないことを意味することに問題意識を持たなかった。（109P）
- 報告されなかった事例：3月11日18時25分頃、当直はICが機能していないと考え、ICの弁を閉じてICを停止させた。当直から発電所本部へこの連絡をした記録はなく、発電所対策本部ではICは作動中との誤解が続いた。（113P）
- 報告されたが対策本部で共有されなかった事例：3号機において、3月13日2時42分頃にHPCI（高圧注水系）を手動停止しその後のSR弁（主蒸気逃し安全弁）の開による減圧操作に失敗した情報は発電所対策本部に伝えられていたが、同日3時55分頃まで全体で共有されなかった。（175P）

◆　関係する指摘事項等

✧　大前報告書

最前線（所長・当直長）が全権を有し、事故防止・拡大抑制を何よりも最優先するガバナンスが重要-航空業界の「管制官」と「パイロット」、製造業の「経営」と「技師長」に相当。同時に、プラント安全の全権・全責任を担う所長・当直長の資格・訓練の厳格化と適正な処遇が必要

●所長（＝管制官）

・事故手順書（AM マニュアル）のルーチン外の事象が発生した際にプラント（当直長）へ指示を与える。

・原子力発電所の全原子炉の安全・重大事故防止に対して全権、責任を持つ。

●当直長（＝パイロット）

・事故手順書のルーチン内においては、プラントの安全に対して全権を持つ。

・AM に入った時点で、情報は関係者と共有する。（175P）

✧　ASME 報告書

緊急時の EP 指揮命令と意思決定の権限保有者のレビューを実施しておくべきである。（57P）

✧ INPO 報告書

- 【１Ｆ３】サイト ERC 内の主要意思決定者は、この議論（注：ＤＣ電源喪失に伴う HPCI 停止についての実務者検討）に参加しておらず、ポンプ停止及び低圧注水に関する最良の移行方法の助言を提供する機会がなかった。（14P）
- シビアアクシデントマネジメントの意思決定アプローチは、組織内のほかのグループによる独自の申し立てやダブルチェックを定めていなかった。サイト ERC は制御室の運転員が 1 号機の IC を隔離したり、3 号の HPCI を停止したりする意思決定をする前に独立的なレビューやフィードバックの提供を行わなかった。（22P）

✧ 政府事故調報告書（中間）

3 号機のHPCI を手動停止する前、当直は、発電所対策本部発電班の一部（緊急時対策室の発電班ブースに控えていた3/4 号中央制御室担当の当直長ら）に対し、HPCI の作動状態に関する問題意識を示した上、HPCI を手動停止し、SR 弁で減圧操作して D/DFP を用いた原子炉注水を実施したい旨相談した。

当直から相談を受けた発電班の一部の者は、3 号機のHPCI の作動状態に関する問題点やHPCI の手動停止の是非等に関して話し合った。その結果、これらの者は、運転許容範囲を下回る回転数でHPCI を作動させ続ければHPCIの設備破損等の危険があるのに対し、制御盤上の操作でSR 弁を開けてD/DFPによる原子炉注水が可能なのであれば、HPCI を停止するのもやむを得ないと考え、当直にも、その旨伝えた。

しかし、これらの発電班の一部の者は、現場対応に注意を払う余り、情報伝達が疎かになり、当直が抱いた HPCI の作動状態に関する問題意識や HPCI の手動停止に関する情報が、発電所対策本部発電班全体で共有されることもなかった。そのため、発電班長も、かかる情報を把握しておらず、低圧状態下で回転数が落ちた状態ではあるものの HPCI が作動しているという認識を有しているにすぎなかった。

その結果、吉田所長を含む発電所対策本部幹部や本店対策本部も、3 号機の当直が HPCI を手動で停止しようとしていることを知らなかった。（172P）

◆ 備　考

上記の報連相が確実に行われなかったことが以下の結果を招いた。（政府事故調報告（中間））

(1) ICの動作状況を誤認：発電所対策本部は、IC による冷却機能が果たされている1 号機（誤認）よりも、RCIC（原子炉隔離時冷却系）の作動状態も原子炉水位も確認できない2 号機の方が炉心溶融に至るのではないかとより強い危機感を持った。（109P）

(2) タイミングを逸した代替注水：HPCIの停止（3月13日2時42分頃）とその後の減圧失敗を知った（同日3時55分頃）発電所長は、3 号機について、他号機よりも優先して、可能な限り早期に水を確保し、SR 弁による原子炉減圧と消防車を用いた注水を実施する必

要があると判断した。しかし、実際に代替注水できたのは13日9時25分頃であった。(176P)

◆ **関連資料　42.1（項目）**

- 津波襲来後の 1 号機の非常用復水器の動作状況（東電報告書）
- 3月11日の深夜にICの「冷やす」機能への疑問を抱いた。(政府事故調報告書（中間))

◆ **関連資料　42.2（項目）**

- 1 号機の非常用復水器を誤認した経緯（東電原子力安全改革プラン）
- 1 号機非常用復水器の運転状況を正しく理解できたかもしれないチャンス（政府事故調報告書（中間))
- 1 号機R/Bやその付近において通常よりも遥かに高い放射線量を示したがICの機能喪失に考えが及ばなかった時の状況。(政府事故調報告書（中間))
- 蒸気発生や作動音により IC の作動状況を確認しようとしなかった時の状況。(政府事故調報告書（中間))
- IC（A 系）の供給配管隔離弁（MO-2A)、戻り配管隔離弁（MO-3A）の開操作を知っても、それまで閉弁していたことに問題意識を持たなかった時の状況。(政府事故調報告書（中間))
- IC の戻り配管隔離弁（MO-3A）の閉操作が発電所本部に伝わらなかった時の状況。(政府事故調報告書（中間))
- IC の戻り配管隔離弁（MO-3A）の開操作の報告を受けても依然としてそれまで IC の機能喪失に気付かなかった時の状況。(政府事故調報告書（中間))

◆ **関連資料　42.3（項目）**

- 3 号機の HPCI 手動停止はルール、状況判断上問題はなかった。(東電報告書)
- HPCI 手動停止の報告が 1 時間程度遅れたことはその後の対応操作に影響なかった。（東電報告書)
- HPCI 手動停止は事前に発電所本部に相談があった。(政府事故調報告書（中間))

◆ **関連資料　42.4（項目）**

- 中央制御室と発電所対策本部の権限と役割（政府事故調報告書/福島第一 AM 整備報告書)
- 当直長の役割（福島第一 AM 整備報告書)
- 事故対応用の各種手順書（福島第一 AM 整備報告書)
  - ① 運転員用
    - AOP（事故時運転操作基準[事象ベース])
    - EOP（事故時運転操作基準[徴候ベース])
    - SOP（事故時運転操作基準[シビアアクシデント])

② 発電所本部

- AMG（アクシデントマネジメントガイド）

- 福島第一 AM 整備報告書に示された EOP から AMG 及び SOP への移行基準（福島第一 AM 整備報告書）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 4-4-1、細 42 安全上極めて重要な操作については緊急対策本部の確認をとる。
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-4、通番 14 緊急時のコミュニケーション
	関連資料 No	資料 42.1 非常用復水器（IC）の動作状況への誤認 資料 42.2 非常用復水器（IC）の動作状況の誤認の経緯 資料 42.3 3 号機高圧注水系（HPCI）手動停止の当直判断への疑問に対する見解 資料 42.4 中央制御室と発電所対策本部の権限と役割
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）35、政府事故調報告書（最終）19 **海外機関関連**：INPO 報告書 24、ASME 報告書 6 **有識者関連**：大前報告書 11

細目 4-4-2（現場と現場本部は確実に認識を共有する）
現場（中央制御室）と現場本部は確実に認識を共有する。（細 43）

解説

緊急時において、現場（中央制御室）と現場本部が齟齬なく認識を共有する。安全上の重要設備に対する認識に誤解が生まれると、深刻な事態を招きかねない。認識を共有するためには、テンプレートの有効活用や当直内に外部対応要員を置くことが考えられる。外部対応要員がいれば、当直長は運転員の監督に集中できるとともに、タイムリーで正確かつ連続的な情報の流れを確保できる。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告書（中間）より、報告者と被報告者の間に認識の乖離が生じた事例を抽出した。

- 3月11日18時25分頃に戻り配管隔離弁（MO-3A）を閉操作したことに関する発電所対策本部への報告について、当時当直長は、「発電所対策本部発電班に対し、『IC （非常用復水器）を起動させたところ、蒸気の発生量が少量であったため、復水器タンクの水量が十分でない可能性があり、IC は機能していないのではないかと思う。』旨、IC の作動状態に関する問題点を報告した。」旨供述する。しかし、この当直長は、IC を停止したと明確に報告したとの記憶はない。（113P）
- これに対し、発電所対策本部発電班で報告を受けていた者は、「当直長から、『IC を起動したが、蒸気の発生量が少量だったので、復水器タンクの水量が十分でない可能性がある。』旨の報告を受けた。このとき、IC を作動させることができるのだと思った。IC を停止させたとの認識はなかった。」旨供述する。（113P）
- その後も当直長から、D/DFP（ディーゼル駆動消火ポンプ）を用いてFP 系ラインから原子炉に注水するラインを構築する作業に関して報告を受けても、これを復水器タンクへの冷却水補給のラインを構築する作業と誤解しているかのような受け答えに終始し、当直長が何度訂正しても、十分な理解が得られなかったようである。（114P）

政府事故調報告書（中間）では、本件を以下のように評価している。

- 情報の重要性に鑑みて、当直長は、「IC は作動しておらず、D/DFP を用いて原子炉注水をする必要があるが、減圧操作に必要なSR 弁（主蒸気逃し安全弁）開操作用のバッテリーがないので発電所対策本部で支援して欲しい。」旨明確に説明すれば誤解を解くことも容易であったと思われる。いずれにせよ、当直から発電所対策本部及び本店対策本部に、IC の作動状態という、当時の1 号機における最重要情報の一つが正確に伝わらず、発電所対策本部と当直との間に大きな認識の乖離が生じたことは明らかであった。（114P）

◆　関係する指摘事項等

✧　国会事故調報告

本店が当初から現場の状況を把握し、事故対応に追われる現場に代わって、関係各所に現場の過酷な状況について理解を求めるよう積極的に対応していれば、不信感と行き違いを緩和できた可能性はある。(251P)

✧ 東電報告書

通信設備が十分な機能を発揮しない場合においても、事故時には機器の状態を的確に把握し、迅速に判断するとともに関係者間で共有するために、予め主要な機器の状況や原子炉の重要なパラメータについて、緊急時対策室と中央制御室のホワイトボード等の上に同一のテンプレートを準備して適時確認する。これらの情報伝達方式については、防災訓練などを通じて習熟訓練を実施する。(345P)

✧ 学会事故調報告

- 複雑な事象の発生時には，当直内で外部の問合せに対応する人を決める必要がある。そうすることで，当直長の混乱を最小限にとどめ，当直長に運転員の監督に集中させることができ，またタイムリーで正確かつ連続的な情報の流れを確保できる。(184P)
- 東京電力の対応策に対策本部と中操（中央制御室）のホワイトボードなどの上に同一のテンプレートを準備する等の対応策が示されている。ただ、運転員による連絡の忘れがあった場合、対策本部が気付くことは難しい。中操のテンプレートを本部にて視認可能とするようなハードウェア的対策、担当者が本部に定期的に報告するなどのソフトウェア的な対策が考えられる。また、系統図・テンプレートの利用は中央制御室内での作業グループ内の情報共有においても有効と考えられる。(284P)
- 1 号機の IC の不作動については,B 系の内側隔離弁が開いていたことが判明しており，早い時期に原子炉建屋に立ち入り手動で外側隔離弁の開操作を行えば B 系によって原子炉の冷却が可能であったと考えられる。しかし，これは後の調査と分析により明らかとなったものであり，事故当時に当然なされるべき対処であったとまではいえない。(354P)

◆ 備　考

米国においては、複雑な事象発生時に外部対応をする独立したコミュニケーターを指名することがある。この指名によって、タイムリーで正確かつ連続的な情報の流れを確保し、当直長に運転員の監督に集中させることができる。(INPO報告書22P)

◆ 関連資料　43.1（項目）

- IC の動作状況の誤認識が格納容器ベントや代替注水に与えた影響（別れる見解）
  - 早い段階から注水や格納容器ベントに向けた準備・検討を開始しており、注水や格納容器ベントの早期実現に影響を与えたとは考えられない。(東電報告書)
  - IC の動作状況を正しく把握していたとすれば、もっと早い時間から減圧、代替注水作業を進めることは可能だったのではないかと思われる。(政府事故調報告書（中間))

◆ **関連資料　43.2（項目）**

- 1 号機の代替注水設備の系統図（JANTI 報告書）
- 1 号機、2 号機、3 号機の DDFP の運転状況（東電報告書）

◆ **関連資料　43.3（項目）**

- 非常用復水器の系統構成、隔離弁の電源構成、仕様（東電報告書）
- IC 外側隔離弁の駆動電源が直流になっているのは、IC 外側隔離弁は運転時に開閉操作を行う弁であるため、信頼性の高い直流電源とした。（東電報告書）
- IC 内側隔離弁の駆動電源が交流になっているのは、原子炉格納容器内の高温、高圧状態には、交流電源駆動モーターの方が耐性が強いと考えられたためであった。（政府事故調報告書（中間））

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 4-4-2、細 43 現場（中央制御室）と現場本部は確実に認識を共有する。
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-1、通番 11 構成員の自覚 教訓 4-4、通番 14 緊急時のコミュニケーション
	関連資料 No	資料 43.1 格納容器ベントや注水の遅れに対する見解－IC の動作状況の誤認識の影響 資料 43.2 代替注水設備の系統図及び DDFP の運転状況 資料 43.3 非常用復水器（IC）の系統構成、IC 隔離弁の電源構成
キーワード		
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 22 **政府関連**：政府事故調報告書（中間）36 **学協会関連**：学会事故調報告書 26 **海外機関関連**：INPO 報告書 25 **事業者関連**：東電報告書 20

細目 4-4-3（緊急時に重要なコミュニケーションツールの活用）
緊急時においては必ずコミュニケーションツールを活用する。（細 44）

解説

緊急時こそコミュニケーションの基本動作を確実に実施する。緊急時は少なくとも 2 ウェイコミュニケーション以上を心掛ける。電話による受け答えしかり、報告による受け答えしかり、FAX の着任確認しかりである。また、紛らわしい用語は常日頃から使わないにしておく必要がある。例えば、「手動（しゅどう）停止」は「自動（じどう）停止」と紛らわしいため「手動（てどう）停止」に変える等の配慮が必要である。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告書（中間）より、コミュニケーションの基本動作ができなかった事例を抽出した。

- （3月13日2時42分に当直は福島第一3号機のHPCIを手動停止した。その後、SR弁を開けることができず、減圧操作に失敗した。当直は3時55分頃に緊急対策本部発電班に報告した。）
  このとき、本店対策本部も、テレビ会議システムを通じて、3 号機のHPCIが停止したことを初めて把握し、発電所対策本部に対し、自動停止だったのか、手動停止だったのかを確認するように指示した。そこで、発電班長は、発電班に HPCI の停止原因を確認したが、緊急時対策室が騒然とする中で、発電班から「手動停止」と報告を受けたのに、「自動停止」と聞き違え、メインテーブルにおいて、マイクで「自動停止」と発話した。その際、緊急時対策室が騒然としていたため、報告をした発電班の人間も、発電班長の誤解に基づく発話に気付かず、訂正できなかった。そのため、発電所対策本部及び本店対策本部は、同日2 時42 分頃に3 号機のHPCI が自動停止したものと誤解した。（175P）
- 3 月12 日9 時2 分頃、発電所対策本部は、大熊町役場との間の電話連絡を通じて、まだ避難が済んでいなかった大熊町内の住民の避難が全て完了したと認識し、1/2 号中央制御室の当直長に対し、原子炉格納容器ベントの操作をするように指示した。もっとも、この時点で、大熊町内で避難が完了したのは一部住民のみであったが、発電所対策本部は、大熊町役場との間の十分な意思疎通を図ることができず、避難状況について誤って把握していた。（151P）
- 3 号機原子炉建屋の爆発後は、食糧等の不足や放射性物質を遮断する空気浄化フィルターの設置のないオフサイトセンター（現地の緊急事態応急対策拠点施設）内の線量上昇により、福島県庁に移転することとなった。3月15日に原子力安全委員会から発信された安定ヨウ素剤投与の文書を保安院が大熊町のオフサイトセンターにFAXした。オフサイトセンターは同日で福島県庁に移転しており、担当者がこの文書に気付くのが遅れた。（460P）

◆　関係する指摘事項等

✧ 東電報告書

伝達は、口頭や数値の羅列ではなく、簡単な系統図などを利用した情報伝達様式等を整備し、視覚的に容易に状態を把握できるようにし、情報変更の度に連絡するようにしておくことが必要である。例えば、ポンプや弁等の機器状態を状態未確認も含めて記号で表示するだけで、系統状態が把握でき、系統が使用できているのか否か、系統が使用できているか判断するために状態を確認すべき機器は何かなど、判断や確認するべき項目の把握が容易になるものと考える。(345P)

◆ 備　考

自動停止の場合は、原子炉水位が高いレベルにあり停止した等のインターロックを考えるが、手動停止の場合は、原則として何らかのトラブルと考える。同じ停止でも受け止め方に大きな差異がでる場合がある。

◆ 関連資料　44.1（項目）

- 緊急時にも適用できる有効なコミュニケーションツール:「3way コミュニケーション」「フォネティック・コード（通話表)」(JANSI ヒューマン・パフォーマンス改善ハンドブック)

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 4-4-3、細 44 緊急時においては必ずコミュニケーションツールを活用する。
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-4、通番 14 緊急時のコミュニケーション
	関連資料 No	資料 44.1 ヒューマンパフォーマンス改善ツール
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）37 **事業者関連**：東電報告書 21

細目 5-1-1（影響の大きい最新知見等には継続的改善で速やかに対処）
最新知見や環境変化の影響が大きい場合は、速やかに継続的改善に繋げる。（細 45）

解説

新知見や環境変化を収集する努力をして、俯瞰的な視点で新知見や環境変化を評価し、影響が大きい場合は、先送りせずにまず応急対策あるいは緩和策を打つ。その後で恒久対策の検討に入る。新知見を得ても対応しない理由を探すのでは新知見の意味がない。影響の大きさを評価し、優先度に応じた継続的な改善に繋げる。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告書（中間）より、津波に関する新知見と新知見への対応を抽出した。

(1) 新知見（福島県沖のプレート間大地震、貞観津波）

- 平成14 年7 月には、地震調査研究推進本部地震調査委員会より、過去記録のなかった福島県沖を含め、三陸沖北部から房総沖の海溝寄りの領域内のどこでもプレート間大地震（津波地震）は発生し得るといった新しい考え方が出された。(382P)
- 平成18 年9 月に始まった耐震バックチェックの中で、規制体系の中で用いられている決定論的手法において、前記の福島県沖の津波地震や869 年に起こったとされる貞観三陸沖地震津波（以下「貞観津波」という。）を扱う必要が生じた。(382P)

(2) 新知見への対応

- 東電は、三陸沖の波源モデルを流用して試算した結果、福島第一原発において15m を超える想定波高の数値を得た。また、同年、佐竹健治他の貞観津波に関する論文に記載された貞観津波の波源モデルを基に波高を計算し、9m を超える数値を得た。(490P)
- 東電は、三陸沖の波源モデルを福島沖に仮置きして試算した仮想的な数値にすぎない、また、佐竹論文において波源モデルが確定していないなど、十分に根拠のある知見とは見なされないとして、具体的な津波対策に着手するには至らなかった。(490P)
- 東電の検討では防潮堤の設置により津波の遡上水位を1 から2m 程度まで低減できるものの、数百億円規模の費用と約4 年の時間が必要になると見込まれた。東電幹部は、ここで示されるような津波は実際には来ないと考えていた。(396P)

◆　関係する指摘事項等

✧　国会事故調報告書

今回の事故の原因は、何度も地震・津波のリスクに警鐘が鳴らされ、対応する機会があったにもかかわらず、東京電力株式会社（東電）が対策をおろそかにしてきた点にある。東電は、実際に発生した事象については対策を検討するものの、そのほかの事象については、たとえ警鐘が鳴らされたとしても、発生可能性の科学的根拠を口実として対策を先送りしてきた。その意味で、東電のリスクマネジメントの考え方には根本的な欠陥があった。(489P)

✧ 政府事故調報告書（最終）

- 地震についての科学的知見はいまだ不十分なものであり，研究成果を逐次取り入れて防災対策に生かしていかなければならない。新しい重要な知見が登場した場合には，適時必要な見直しや修正を行うことが必要。(421P)
- 原子力発電に関わる関係者は，事故の未解明の諸事項について，それぞれの立場で包括的かつ徹底した調査・検証を継続する組織的態勢をするべき。(429P)

✧ INPO報告

- プラス 10 メートル級の津波は海水ポンプを動作不能にすることが認識された。仮想的な前提に基づいた計算結果の信頼性が低いことから、AC・DC 電源の共通モード喪失を来すようなサイト建屋への浸水の可能性は考慮されなかった。(10P)
- 不完全なデータに基づいた前提による仮定を用いた結果がJSCE の基準を用いて特定された結果を大きく上回る津波高さを示した際、潜在的な結果についての十分な検証や補償的措置や対策を行うことなく他者にその問題のレビューを委ねた。(34P)

✧ カーネギー財団報告書

2003年に、IAEAは、津波によるリスクの評価において考慮しなければならない全ての要素に関するガイダンスを含む・・安全指針を公表した。日本の手法は、津波の遡上の評価のみに重点を置き、がれきの影響などのその他の主要な要素を無視しているので、このガイダンスを満たしていなかった。(18P)

✧ 学会事故調報告書

- 構造健全性にばかり目がいき，経年劣化とトラブル抑制に重点をおいた結果，安全の考え方の変化，新たな知見に対する備えと改善への努力が不十分になったのではないかという懸念である。(166P)
- 基本的には，規制当局が要求する安全基準を満たすことで安全が確保されると考え，それを越える自主的な安全向上の取り組みが弱かった。(343P)
- 事業者である東京電力は，津波や過酷事故に対する新たな知見により明らかとなったリスクを直視せず，必要な安全対策を先延ばしにしたと思われても仕方がない。事業者の経営判断において事故のリスクを軽視した。(355P)
- 巨大複雑系システムである原子力発電プラントの安全を確保するための俯瞰的な視点を有する人材および組織運営基盤が形成されていなかった，と指摘したい。(356P)
- 福島第一でも事業者の自主的取組みとしてAM策の整備が平成14年（2002年）5月までに行われた。しかしそれ以降，AM策の見直しはほとんど行われず，一方，世界では議論を重ね，改善が継続されていたことから考えると，福島第一事故が発生した時点では，わが国は世界標準から大幅に遅れていたといわざるを得ない状況であった。この不十分であった過酷事故対策が，事故から災害へと拡大した直接要因の一つである。(361P)

◆ 備　考

東電内では、平成20年頃から福島第一及び福島第二に対する津波対策が検討され、津波対策のための工事内容として、海水ポンプの電動機の水密化、ポンプを収容する建物の設置、防波堤のかさ上げ及び発電所内における防潮堤の設置などが提案された。しかし、技術的な問題に加え、推本の長期評価等が従前の津波評価技術に基づく安全性評価を覆すものであるとされない限り、対策工事の必要はないとの判断がなされていたことから、かかる問題が、社内で重要な問題として認識されていた形跡はうかがわれない。(政府事故調報告書（中間）399P、400P)

◆ **関連資料　45.1（項目）**

- 地震活動の長期評価（H14.7.31）記載された東北地方沖合の大地震（津波地震）の発生可能性（地震活動の長期評価）

◆ **関連資料　45.2（項目）**

- 新知見への取組みに関して消極的であったことへの問題認識（東電原子力安全改革プラン）
- 推本の長期評価を即採用するのは時期尚早との東電見解（国会事故調報告書）
- 長期評価への対応に対する東電の社内検討の状況（政府事故調報告書（中間））
- 貞観津波、福島県沖の大地震・大津波に関する認識（吉田調書）
- 東海第二の津波対策

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 5-1-1、細 45 最新知見や環境変化の影響が大きい場合は、速やかに継続的改善に繋げる。
	関連知見 No	知見 5 全ては変わるのであり、変化に柔軟に対応する。
	関連教訓 No	教訓 2-1、通番 4 見たくないものに向き合う姿勢 教訓 7-2、通番 18 レジリエンスの強化
	関連資料 No	資料 45.1 長期評価において巨大地震発生を想定 資料 45.2 新知見への消極的な取組みへの問題意識
キーワード		
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 23 **政府関連**：政府事故調報告書（中間）38、政府事故調報告書（最終）20 **学協会関連**：学会事故調報告書 27 **海外機関関連**：INPO 報告書 26、カーネギー財団報告書 4

細目 5-1-2（トップの強いコミットメントによる外部レビュー等の活用）
トップは強いコミットメントを発信し、外部機関のレビュー等を活用し継続的に安全性を向上させる。（細 46）

解説

トップは原子力特有のリスクを認識した上で、安全最優先の価値観を自らの強いコミットメントとして発信することが第一である。また、福島第一事故後は社会が事業者を見る目は厳しく、事業者自らが規制要件を満たすことに安住せず安全性を向上させる努力をすることに加えて、安全確保の仕組みに外部機関のレビュー等を組み込むことが必須であることを組織内に浸透させなければならない。

◆ 福島原子力発電所事故での事例

- リスク管理について

  東電は全社横断的に総括管理するため「リスク管理委員会」を設置しグループ全体のリスク管理体制を整備した。また原子力部門においても、全社的なリスク管理体制の強化にあわせ、2007年6 月に、部門における平常時のリスク管理状況を一元的に総括するための会議体として「原子力リスク管理会議」を設置した。しかし、設計基準事象を超えるシビアアクシデントについては、規制化のリスクとして捉え、実際に「設計基準事象を超えるシビアアクシデント」が生じた場合のリスクシナリオは提示されなかった。（東電安全改革プラン51P）

  旧原子力経営層は、原子力安全は既に十分なレベルに達しているとの考えから、リスク管理上は安全対策を過剰なコスト負担としての経営リスクに分類していた。（東電原子力安全改革プラン11P）

- トップのコミットメントについて

  内的事象に対するアクシデントマネジメント策終了後、原子炉安全担当者は内的事象に比べて外的事象は影響が大きいことを予想していたが、10 年経っても外的事象に対する目立った対策は行わなかった。この点について、東電安全改革プランでは以下のように問題点と背後要因を整理している。（東電安全改革プラン11P）

問題点(過酷－①)：旧原子力経営層は、過酷事故の発生を経営リスクと捉えず、継続的に安全性を高めていく活動を重要な経営課題として明示していなかった。

（背後要因）

- 旧原子力経営層に、原子力発電は特別なリスクを内包する事業であるとの強い認識が不足していた。
- 旧原子力経営層は、原子力安全は既に十分なレベルに達しているとの考えから、リスク管理上は安全対策を過剰なコスト負担としての経営リスクに分類していた。
- 重要な経営課題としては主に「稼働率」に直結する事項（例えば、応力腐食割れ対策、高経年化対策、原子燃料サイクル等）を選定し、予算も大きく割り当てていた。

- 外部レビューについて（東電安全改革プラン38P）
  監査される側の原子力・立地本部にとっては、何らかのレビューや監査が絶えず実施されているような状態になり、そのため外部レビュー結果や原子力品質監査部の監査結果をどこまで真剣に受け止め、改善を図ってきたか疑問が残る。また、指摘事項に対するフォローアップが通常業務を圧迫するように感じられたため、指摘事項を通じて改善を図るよりも指摘事項を受けないようにすることに注力し、実際に指摘された事項があった場合には何とかうまく処理しようとしてきた姿が見られた。したがって、監査を通じて安全に関する議論を深めたり、外部からの指摘に対して真摯に受け止めたりする姿勢が欠けていた。

◆ 関係する指摘事項等

✧ 国会事故調報告書

- 今回の事故は、これまで何回も対策を打つ機会があった。歴代の規制当局及び東電経営陣が、それぞれ意図的な先送り、不作為、あるいは自己の組織に都合の良い判断を行うことによって、安全対策が取られないまま3.11を迎えたことで発生したものであった。(概11P)
- 当委員会は「規制された以上の安全対策を行わず、常により高い安全を目指す姿勢に欠け、また、緊急時に、発電所の事故対応の支援ができない現場軽視の東京電力経営陣の姿勢は、原子力を扱う事業者としての資格があるのか」との疑問を呈した。(概18P)

✧ 学会事故調報告

- トップのコミットメントによる安全最優先の価値観の向上，学ぶ態度や問いかける姿勢の向上，プラント設計での想像力や専門性の向上，見える化の推進による知識や技量の向上，規制人材の専門性，国際性や判断力の向上などが必要である。(275P)
- トップが学ぶ態度や問いかける姿勢の定着度合いを確認するためには，中間管理層が組織に属する個人の業務遂行状況を日々確認したり，外部の専門家によるレビューを定期的に受けたりすることが有効である。(292P)
- トップが原子力安全に強いコミットメントを示すことが不可欠であり，トップ自らが機会あるごとに原子力安全の意識を高める指導を行わなければならない。(369P)
- 事業者においては，これまで運転管理に対するIAEAのOSART、世界原子力発電事業者協会（WANO）の相互レビュー活動を進めてきた。このような活動が今回の事故の防止に結び付かなかったことを踏まえ，制度の改善などが必要と考えられる。(347P)
- 原子力の安全規制は他の産業と比較して厳しいものであったが，そのことが逆に規制要求を守っていれば安全性が保たれるという考え方につながったと思われる。(356P)
- 原子力に関わるすべての組織と専門家がここで示された提言を自らへの問いかけととらえ，真剣に取り組むことが必要である。これができない組織と専門家は，原子力に携わる資格がないと，自覚しなければならない。(357P)

- IAEAは安全原則の原則5で「防護の最適化」として「合理的に達成できる最高レベルの安全を実現するよう防護を最適化しなければならない」としている。これは，事業者が「規制要件を満たす」ことに安住するのではなく，合理的に達成可能な範囲で安全性を高める努力を継続すべきことを求めたものである。(365P)
- 産業界全体で，原子力利用に伴う特有のリスクに対する認識を持ち続け，安全性を高める取組みを一過性のものに終わらせることなく継続させるべきである。(366P)

◆ 備　考

学会事故調報告では、トップの自らに対する啓発活動を以下のように求めている。

- トップが原子力安全に関する意識を高める機会が重要である。たとえば，WANO の会合や，JANSI のトップセミナー，あるいは WANO や JANSI が実施するピァレビューなどの場に積極的に参加すべきである。(291P)
- トップの原子力安全を優先するコミットメントが不可欠である。トップは安全に対する過信を排し，自ら原子力安全に関する意識を高める機会に積極的に参加するとともに，組織に継続的に安全性を高める姿勢を堅持する安全文化を浸透させるべきである。(366P)

◆ 関連資料　46.1（項目）

- JANSI の安全文化の 7 原則（JANSI-HP）
- WANO 10 Traits （WANO 10 Traits）

◆ 関連資料　46.2（項目）

- 安全文化の劣化の度合い（東電原子力安全改革プラン）
  第 1 段階（過信）→安全はすでに確立されたものとの思いこみ
  第 2 段階（慢心）→不安全行動やルールの背景の理解不足等軽微な事象が顕在化
  第 3 段階（無視）→地震本部の長期評価（2002 年）が公表されてから津波高さの試算を実施するまで 6 年経過
  第 4 段階（危険）→過酷事故対策の規制化に対する反論
  第 5 段階（崩壊）→2002 年ならびに 2006 年の原子力不祥事発覚

◆ 関連資料　46.3（項目）

- 原子力産業界が取り組まなければならない課題（学会事故調報告書）
- JANSI がこれまで行ってきた活動への反省（学会事故調報告書）
  - 結果的に，これまでのレビューが今回の事故の防止に結び付かなかったことを踏まえると，制度の改善などが必要と考えられる。
- JANSIへの期待（学会事故調報告書）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 5-1-2、細 46 トップは強いコミットメントを発信し、外部機関のレビュー等を活用し継続的に安全性を向上させる。
	関連知見 No	知見 5 全ては変わるのであり、変化に柔軟に対応する。
	関連教訓 No	教訓 4-3、通番 13 トップの機能 教訓 5-1、通番 15 新知見、環境変化への対応姿勢 教訓 7-2、通番 18 レジリエンスの強化
	関連資料 No	資料 46.1 JANSI 安全文化の 7 原則 資料 46.2 IAEA 安全文化の劣化の度合いと東電の振る舞いの対比 資料 46.3 JANSI 活動への期待
キーワード		
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 24 **事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 9 **学協会関連**：学会事故調報告書 28

細目 5-1-3（問い掛け学ぶ姿勢の堅持と風通しの良い組織）
各個人が問い掛け学ぶ姿勢を堅持し、風通しの良い組織を作る。（細 47）

解説

事故を防止するために、組織及び個人の安全文化のレベルを向上させる。安全を確保するためには、組織的観点に加えて、組織に属する各個人の役割と責務も重要である。各個人が問い掛け学ぶ姿勢を堅持し、外部の声に謙虚に耳を傾け、鋭敏なリスク感知能力を身に付けるとともに、組織内で自由に表明し、それらが上層部にまで共有されて適切な対応がなされることが重要である。逆に安全に目を瞑ったり、目を向けさせないようにすると、いずれ企業としての存亡の危機に立たされる。

◆　福島原子力発電所事故での事例

安全文化のチェック項目を満たさないとして指摘された状況（政府事故調報告（最終））

- 福島第一原発が想定を超える津波に襲われるリスクについて、結果として十分な対策を講じていなかったこと。(428P)
- 社員が専門分野ごとに縦割り的になっており、今回の事故対処に当たっても、事態を総合的に見渡して必要な業務を行うという視点が十分でなかったこと。(428P)
- 事故対処に関わる重要な措置が幹部社員の指示を仰ぐことなく行われるなど、情報共有体制に不備があったこと。(428P)

など、安全文化のチェック項目の幾つかについて、条件を満たしているとは言い難い状況が見受けられた。(428P)

◆　関係する指摘事項等

✧　政府事故調報告（最終）

- 安全を確保するためには、これらの組織的観点に加えて、組織に属する各個人の役割と責務も重要であり、各個人が鋭敏なリスク感知能力を身に付け、それぞれが感知したリスクや問題意識を組織内で自由に表明し、それらが上層部にまで共有されて適切な対応がなされることが重要である。(428P)

✧　INPO報告

原子力の運転組織は、福島第一の事故から安全文化の意味を理解し、問いかける姿勢、意思決定、原子力技術の特異で固有の性質、及び組織的な学習に関連した安全文化の原則を強化することに注力すべきである。(5P)

✧　民間事故調報告

- 東電出身の尾本・東大特任教授も「原子力の国産化が進む中で、「なぜ」と考える前にメーカーに電話で聞くというという発想になった。想像力の欠如や過信、バイアスなどが今回の事故の根本にあると思う。」と話している。(320P)

✧　東電安全改革プラン

- 規制当局と議論できる技術力が十分でなかったことから、規制当局との真剣な議論を避け、QMS の重さの問題（ルールやエビデンスの量が多いものの、その量に対して業務品質の向上度合いが低いこと）に気付きながら、有効な改善が実施されなかった。一方、マニュアルどおりに業務を行なえば良いという風潮を生んだ可能性がある。(41P)

✧ カーネギー財団報告書

- 日本の一部の原子力産業界の幹部と関係者は、原子力の専門家が原子力分野外の専門家からの助言を受け入れることを好まないことを日本の原子力エネルギー部門に属する島国根性とエリート意識と共に、官僚的と専門職的な縦割り組織のせいにした。日本の原子力設備は、地震に対し十分に防護されているが、津波に対しては遥かに脆弱である可能性があることの理由をこれはある程度は説明している、と彼らは語った。（22P）
- 福島第一原子力発電所が運転中であった40年間に、幾つかの国々の原子力安全規制当局及び原子力発電プラントの所有者は、潜在的に災害から福島第一原子力発電所を救った可能性がある様な形で、要件を定め、原子力発電プラントを考えていた。特に、日本以外の一部の規制当局は、極端な洪水のハザード、全交流電源喪失及び最終ヒートシンクの喪失の事象における設備の安全を再評価した。評価に参加した安全の専門家の考え方では、日本がこれらの開発を行っていれば、プラントは2011年3月に襲ってきた津波を乗り切ることができたであろう。(15P)

✧ 学会事故調報告書

- 福島第一でも平成14年（2002年）5月以降のAM策の見直しはほとんどない。一方，世界では議論を重ね，改善が継続されていた。福島第一事故が発生した時点では，わが国は世界標準から大幅に遅れていたといわざるを得ない状況であった。(361P)
- （JANSIについて）原子力産業界は、原子力発電所事業者の意向に左右されない技術的独立性を確保するとともに、各電力事業者のコミットメントを活かし、原子力安全の確保のための方策を確実に実行させるように国民に見える形として、実現を約束していかなければならない。(340P)
- 学ぶ態度や問いかける姿勢を根づかせることにより「気づき」が生まれ，設備や運用の改善につなげることが可能となる。(292P)
- 事故以前の原子力人材の育成には，潜在的リスクの認識不足や技術や安全への過信があり，原子力の特性に起因するリスクの認識不足，個別設備の知識や技量の不足や，過酷事故時の原子炉主任技術者の役割が不明確であったことが問題であった。(275P)

◆ 備　考

IAEA「安全文化の劣化の度合い」と東電の過去の振る舞い（東電改革プラン46P）

・ 第1 段階（過信）→安全はすでに確立されたものとの思いこみ

・ 第2 段階（慢心）→不安全行動やルールの背景の理解不足等軽微な事象が顕在化

・ 第3 段階（無視）→地震本部の長期評価（2002 年）が公表されてから津波高さの試算を実施するまで6 年経過
・ 第4 段階（危険）→過酷事故対策の規制化に対する反論
・ 第5 段階（崩壊）→2002 年ならびに2006 年の原子力不祥事発覚

◆ **関連資料　47.1（項目）**

- 問い掛け学ぶ姿勢で生まれる気づきが改善に繋がる。（学会事故調報告書）
- 問い掛け学ぶ姿勢の定着度合いを定期的に確認・評価する必要がある。（学会事故調報告書）
- 原子力関係組織のトップが原子力安全に強いコミットメントを示すことが不可欠（学会事故調報告書）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 5-1-3、細 47 各個人が問い掛け学ぶ姿勢を堅持し、風通しの良い組織を作る。
	関連知見 No	知見 5 全ては変わるのであり、変化に柔軟に対応する。
	関連教訓 No	教訓 5-1、通番 15 新知見、環境変化への対応姿勢 教訓 7-2、通番 18 レジリエンスの強化
	関連資料 No	資料 47.1 問い掛け学ぶ姿勢の重要性
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（最終）21 **学協会関連**：学会事故調報告書 29 **海外機関関連**：INPO 報告書 27、カーネギー財団報告書 5 **事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 10 **有識者関連**：民間事故調報告書 8

細目 6-1-1（安全パラドックスから脱却して安全性を向上）
安全パラドックスにとらわれず、安全性の向上に取り組む。（細 48）

解説

改良することは過去の安全の否定につながるという安全パラドックスがあるが、自分の家族がそこに住んでいるという被害者の視点で考えれば、安全パラドックスにとらわれるより安全性を向上する方に価値があるのは当然であることが分かる。安全に関してはこのようなパラドックスに負けないで、安全性の向上に優先度を置かなければならない。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告書（中間）は、シビアアクシデント対策が規制ではなく事業者の自主的取組となった背景には技術的な評価の他に安全パラドックスがあると指摘している。

(1) 技術的な評価

確率論的安全評価（PSA）の試算値が10-6/炉・年であり、現行規制で十分安全が確保されていると考えられていた。また、PSA手法が規制要求できるほど成熟していなかった。（498P）

(2) 安全パラドックス

国は過去の原子炉設置許可処分取消訴訟等の行政訴訟において、決定論的な設計基準事象とその根拠を説明し、現行規制において安全は十分確保されていると説明してきたという歴史的経緯があり、これに対して、シビアアクシデント対策を規制要求としてしまうと、論理的には現行の規制には不備があり、現行施設に欠陥があるとなってしまい、説明に矛盾が生じてしまう。（498P）

◆　関係する指摘事項等

✧　政府事故調報告（中間）

国は過去の原子炉設置許可処分取消訴訟等の行政訴訟において、決定論的な設計基準事象とその根拠を説明し、現行規制において安全は十分確保されていると説明してきたという歴史的経緯があり、これに対して、シビアアクシデント対策を規制要求としてしまうと、論理的には現行の規制には不備があり、現行施設に欠陥があるとなってしまい、説明に矛盾が生じてしまうことの懸念があったものと考えられる。これらは、社会におけるリスク情報の提示の仕方の難しさの表れともいえる。より安全性を高めるための改良を加えようとすると、これまでやってきた過去を否定することと受け取られてしまうというパラドックスが生じるのである。（498P）

✧　政府事故調報告（中間）

「避難訓練も、シナリオに沿ったパターン化したものだった。」と述懐している。「絶対安全」にしがみつき、「万が一」の事態を等閑視してきた「安全神話」が事前の備えを怠らせてきたというべきであろう。（485P）

✧ 民間事故調報告

- 原子力発電所事故への対応については、国や事業者などが平時に原発の安全性を強調するあまり、住民の動揺をさけるため、小規模な事故しか想定されなかった。大規模な住民避難を伴う事故対応は検討すらされていなかった。このような、想定のなさと対応策の欠如が、大きな混乱をもたらした。(208P)
- 緻密で膨大なハードウェアの点検を中心とする規制が作られることで，原発の安全性が確保されているという「神話」が紡ぎだされたが，その一方そうした規制だけを実施することで，事故を想定した緊急時対応などの準備が不十分な状態が容認されてきた。これが福島第一事故に際して，十分な備え，とりわけ「深層防護」の第４層にあたるシビアアクシデント対策の未整備につながった。(247P)
- 今回の調査で明らかになった課題とその原因（41P）
  - 津波に対する事前の対策が不十分であった。
  - シビアアクシデントに対する事前の対策が不十分であった。
  - 連絡系統の一部に混乱が見られた。
  - 複合災害の影響で、通信や輸送の手段が限られた。
  - 隣接するプラントの事故の影響を受け、作業が困難であった。
  - 関係者全員の安全に関する考え方が不十分であった。

✧ 東電原子力安全改革プラン（19P）

問題点（津波-⑤）：完璧に津波の影響を封じることができる対策でないと、立地地域及び規制当局のみなさまに納得してもらえないと思いこんだ。

（背後要因）

- 設備設計担当部門は、津波対策が必要ということを認めること自体が、その時点での発電所が安全ではないということになり、その結果、立地地域及び規制当局のみなさまから過剰な対策を求められると思いこんだ。
- 原子力災害リスクがゼロという説明ができないと、想定を超える津波が来襲する可能性が残っていることを積極的に社外に対して説明することを躊躇した。

✧ カーネギー財団

津波のリスクを調査するために2002年の始めにスタッフが開始した自主的なイニシアチブにも拘らず、2011年3月以前の福島におけるTEPCOによる遂行の欠如は、意思決定の高度の集中及び東京にある会社の本社の地方に関する知識の欠如を反映している。(23P)

✧ 学会事故調報告

- 福島第一事故の前までは、設計基準を超える事象を「起こらない」ものとしており、「念のため」これらの事象に対する対策が取られていたものの、不十分であった。様々な事態を真摯に想定し、対応策を検討しておくことは安全確保上、きわめて重要である。(128P)

- アクシデントマネジメントにおける代替電源の不備等の準備不足などの問題は、いずれも安全神話から外れることへの脅威からか、設計基準を超える事故の想定を十分にしてこなかったことに要因があるのではないか。(196P)
- 福島第一の過酷事故をもたらした大きな背後要因は，過酷事故は起こりえないという予断が，地元への説明性，訴訟対策安全規制の一貫性といった理由で正当化されてきたことである。(343P)

◆ **備　考**

- 一旦「原子力は安全である」と言ったときから、「更なる安全性の向上」の理由が難しくなる。これまでは安全ではなかったのか、これまでは嘘をついてきたのか、とのパラドックスが生じるのである。
- 発災事業者を含む事業者も国も、原子力発電所の敷地高さが想定津波に十分な余裕があるという評価結果から「敷地高さを超えるような大津波は来ないから安全」と言うと、敷地高さを超える大津波を認めることは、パラドックスを生む。(本来、敷地高さが想定津波に十分な余裕があることと大津波が来ないということは別の事柄である。)

◆ **関連資料　48.1（項目）**

- 事故を防げなかったことに対する東電の分析（東電原子力安全改革プラン）
  - 安全は既に確立されたものと思いこみ、稼働率等を重要な経営課題と認識した結果、事故への備えが不足したという構図
  - 不適合低減という品質向上への高い意識だけでは、原子力事業者に必要な強い安全意識（特に、深層防護）を確立し、維持することにはつながらなかった。
  - 原子力リスク管理会議（2010 年11 月）では、経営リスクだけが議論されシビアアクシデントが生じた場合のリスクシナリオは提示されなかった。　等

◆ **関連資料　48.2（項目）**

- 想定を超える津波来襲の試算結果を公表しなかったことに対する見解（東電原子力安全改革プラン）

◆ **関連資料　48.3（項目）**

- 安全神話の形成に至った原子力広報のあり方に関する見解（東電原子力安全改革プラン）

◆ **関連資料　48.4（項目）**

- 過酷事故対策が遅れたことに対する問題点（東電原子力安全改革プラン）

◆ **関連資料　48.5（項目）**

- 津波対策がとられなかったことに対する問題点（安全パラドックス関連）（東電原子

力安全改革プラン）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 6-1-1、細 48 安全パラドックスにとらわれず、安全性の向上に取り組む。
	関連知見 No	知見 6 危険の存在を認め、危険に正対して議論できる文化を作る。
	関連教訓 No	教訓 6-1、通番 16 危険に正対して議論できる文化 教訓 7-2、通番 18 レジリエンスの強化
	関連資料 No	資料 48.1 なぜ事故シナリオを想定できなかったか。 資料 48.2 想定を超える津波来襲のリスクを公表しなかったことに対する見解 資料 48.3 安全神話の形成に至った原子力広報のあり方 資料 48.4 過酷事故対策が遅れたことに対する問題点 資料 48.5 津波対策を取らなかった背後要因
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）39 **学協会関連**：学会事故調報告書 30 **海外機関関連**：カーネギー財団報告書 6 **事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 11 **有識者関連**：民間事故調報告書 9

細目 6-1-2（被害者の視点で地域対応し納得感・安心感につなげる）

住民側に立った防災計画と危険物の管理など地域に理解を求め、地域住民の納得感・安心感につなげる。（細 49）

解説

モニタリングシステム等の住民の安全な避難に資する設備を整えるとともに、地域防災計画において関係組織の役割分担を明確にし、地域の理解を得る必要がある。地域防災計画は危険物の管理のリスクを地域と共有することから始まる。危険物は閉じ込めるだけでは、閉じ込めている容器自体が破壊され、より深刻な事態を招く場合もある。危険物を正しく扱うために、必要に応じて、地域に理解を求める。地域との議論が地域住民の納得感・安心感につながる。

◆　福島原子力発電所事故での事例

(1) 環境への大量の放射能放出（国会事故調報告書）

- 1、3号機と2号機の放射能放出の違いをもたらした最大の要因は、風向きと格納容器S/Cベントである。1、3号機では、格納容器の圧力を大気に開放する格納容器ベントにより格納容器の圧力を低下させることができた。一方、2号機の格納容器ベントは、3号機爆発の影響による現場作業開始の遅れ、空気作動弁駆動用の空気圧の不足等により、十分なライン構成ができなかった。この結果、ドライウェル（D/W：格納容器のうち圧力抑制室以外の部分）圧力が0.6～0.7MPa[g]という高圧状態が継続し、事故初期に格納容器D/Wの破損を招いたことが、大量の放射能放出を招く要因になった。(170P)

(2) 住民の避難（政府事故調報告書（中間））

- 福島第一原発からは、大量の放射性物質が放出されて、発電所から半径20km 圏内は警戒区域として原則として立入りが禁止され、半径20km 圏外の一部の地域も、計画的避難区域に設定されるなどした。その結果、11 万人を超える住民が避難した。(1P)
- 国による避難指示等は、避難対象区域となった地方自治体全てに迅速に届かなかったばかりか、その内容もきめ細かさに欠けていた。各自治体は、十分な情報を得られないまま、住民避難の決断と避難先探し、避難方法の決定をしなければならなかった。（483P）

◆　関係する指摘事項等

✧　国会事故調報告書

- 放射能の飛散状況を予測し、被災拡大を抑制するための解析ツール及びモニタリング設備（環境放射線モニタリング並びに作業者や住民のための身体汚染、外部被ばく及び内部被ばくを測定するための設備）を整備する。モニタリング設備の整備においては、機種の多様性、設置場所の分散化、情報処理の高速化などを考慮する。(595P)

✧　政府事故調報告（最終）

- 事故が起きると広範囲の被害をもたらすおそれのある原子力発電所のようなシステムの設計、設置、運用に当たっては、地域の避難計画を含めて、事業者や規制関係機関による、「被害者の視点」を見据えたリスク要因の点検・洗い出しが必要であり、そうした取組を定着させるべきである。(418P)
- 今回の問題点を踏まえた改善措置
  ① モニタリングシステムが肝心な時に機能不全に陥らないよう、地震、津波等の様々な事象を想定してシステム設計を行うとともに、複合災害の場合も想定して対策を講じておくこと。また、モニタリングカーについて、地震による道路の損傷等の事態が発生した場合の移動・巡回等の方法に関して必要な対策を講じること。(436P)
  ② モニタリングシステムの機能・重要性について、関係機関及び職員の認識を深めるために、研修等の機会を充実させること。(436P)
- ASME報告書
- EP機能を実現するために必要となる装置は，信頼できる電源で強化されなければならない。この中には，サイト内や周辺の放射能のモニタリングに使用する装置，気象条件のモニタリング装置，放射線量予測やプルーム解析（汚染濃度分布解析）に利用されるコンピュータ装置とソフトウェア，サイトからオフサイトの意思決定者に正確で，リアルタイムデータを自動的に伝達することを保障するための装置などが含まれる。(57P)
- 地域社会への情報発信（outreach)は原子力技術の普及において重要な要素であり，一般の人々の信頼を得，他のステークホルダーの支持を取り付ける上で必要なステップである。(64P)

✧ 学会事故調報告

- 緊急防護措置の実施の際は，あらかじめ決められた範囲の予防的防護措置が放射性物質の環境への放出以前に迅速に実施できるような準備を確立しなければならない。(252P)
- 事業者，地域，国，国際間の各レベルでの関係機関の責務と役割およびその調整のあり方を組織間で合意、取決めを行い，それが実効的に機能するように訓練によって絶えず見直しを行っていく必要がある。(260P)
- 原子力安全の目標を達成するための課題解決の短期的視点のみならず中長期的なロードマップを策定すべきである。さらに，その評価の視点とともに広く社会に提示して，社会とのコミュニケーションを通じて継続的に改訂してゆくべきである。(368P)

◆ **備　考**

- 事故が起きると広範囲の被害をもたらすおそれのある原子力発電所のようなシステムの設計、設置、運用に当たっては、地域の避難計画を含めて、安全性を確実なものに

するために、事業者や規制関係機関による、「被害者の視点」を見据えたリスク要因の点検・洗い出しが必要であり、そうした取組を定着させるべきである。（政府事故調報告書（最終）418P）

- そして、その対応策には地元の理解を得る必要があるものもある。大量の放射性物質の環境への放出を防ぐためには、早い段階での格納容器ベントが有効である。しかし、格納容器ベントは少量の放射性物質を環境に放出する可能性があり、国・地域社会の理解が必要である。
- なお、米国の BWR は、一般的に早期ベントを妨げるラプチャーディスクは備えておらず、非常時の運転手順では格納容器の設計圧力に到達する前にベントを開始することが要求されている。燃料損傷が起こった場合には、手順書ガイダンスにのっとり、PCV 内での爆発の可能性を減らすため、格納容器内の水素濃度に基づき早期ベントが要求されている。サイトERC と相談し助言をもらった上で、当直長によってベント開始が決定される。（INPO報告書16P）

◆ 関連資料 49.1（項目）

- 3 号機格納容器からの放射性物質の直接放出（東電未解明問題進捗報告）

◆ 関連資料 49.2（項目）

- 今後のリスクコミュニケーション活動の基本方針（東電原子力安全改革プラン）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 6-1-2、細 49 住民側に立った防災計画と危険物の管理など地域に理解を求め、地域住民の納得感・安心感につなげる。
	関連知見 No	知見 6 危険の存在を認め、危険に正対して議論できる文化を作る。
	関連教訓 No	教訓 6-1、通番 16 危険に正対して議論できる文化
	関連資料 No	資料 49.1 3 号機格納容器からの放射性物質の直接放出についての見解 資料 49.2 リスクコミュニケーションの展開
キーワード		
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 25 **政府関連**：政府事故調報告書（中間）40、政府事故調報告書（最終）22 **学協会関連**：学会事故調報告書 31 **海外機関関連**：ASME 報告書 7、INPO 報告書 28

細目 6-1-3（安全議論では権威勾配や数の論理を排除）

安全議論では、組織内の権威勾配や数の論理を排除する。（細 50）

解説

安全に関する限り、組織内に権威勾配や数の論理があってはならない。安全問題において権威勾配や数の論理があると、だれも安全について真剣に考えようとしなくなる。自分自身が権威勾配を振りかざしていないか、反省しましょう。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告（中間）より権威勾配に逆らった例と従った例を抽出した。

(1) 権威勾配に逆らった例

- （官邸にいた幹部から海水注入を待つように強い要請を受けた。）
  しかし、吉田所長は、1 号機原子炉への海水注入を中断することの危険性を懸念し、この上は自己の責任において海水注入を継続しようと判断し、注水作業の担当責任者を呼んで、テレビ会議システムのマイクで集音されたり、周囲に聞こえたりしないような小声で、「これから海水注入中断を指示するが、絶対に注水をやめるな。」などと指示した。その後、吉田所長は、緊急時対策室全体に響き渡る声で、海水注入中断の指示をした。(169P)

(2) 権威勾配に従った例

- （3 月 13 日早朝の話）発電所で 3 号機への海水注入の準備をしている時に、官邸での意見交換を受けて、本店部長が発電所長に官邸では淡水が残っているのなら極力淡水を使った方がいいのではないかという意見が出ていると伝えた。発電所長はこれを重く受け止め、海水注入の前に極力残っている淡水を注入すべきというのが、官邸の意向と理解し、海水注入のための作業を中断し、淡水による注水ラインを変更するように指示した。(180P)
- この頃、既に、海水による注水ラインは完成していたが、放射線量が高い中で、がれき等に埋没していた防火水槽の取水口を探し回り、水源となる淡水の確保に努めた。（180P）

◆　関係する指摘事項等

✧　INPO報告書

問いかける姿勢の原則と密接に関係しているのが、安全第一の考え方を反映した意思決定の必要性である。東京電力は、数年間にわたり津波計算の精度向上に取り組んできた。しかし、不完全なデータに基づいた前提による仮定を用いた結果がJSCE の基準を用いて特定された結果を大きく上回る津波高さを示した際、潜在的な結果についての十分な検証や補償的措置や対策を行うことなく他者にその問題のレビューを委ねた。他の機関は、不完全なあるいは結論が出ていない情報を含んでいる同様の状況に直面

した際、原子力安全に潜在的に影響を与える問題をより厳しくレビューすることで、事態を改善できるかもしれない。(34P)

- 情報が不完全あるいは結論が出ておらず、プラントに対して考えられる影響が十分に理解されていない場合に、原子力安全に潜在的に影響を与える問題を特定・解決するための、もしくは保守的な措置を講じるためのアプローチはどの程度綿密なものであるか？ (35P)
- 起こり得る原子力安全問題に対し、問題の解決を外部組織や規制機関に委ねるのではなく、状況に即して当事者意識を高めているか？ (35P)
- 原子力安全に影響を与える可能性のある問題の議論はどのように行っているのか？また企業の事業計画や予算の作成時に安全への影響はどの程度検討されているか？ (35P)

✧ 東電原子力改革プラン

（東電原子力改革プランでは、品質マネジメントシステム（QMS）導入後、規制当局からの要求への対応が適切でなく、安全向上につながらなかったと評価している。）

規制当局からの要求というだけで判断し、自ら技術的な意味合いを考えずに対応したり、議論の労力を惜しんで技術的な対話を怠ったりすることが増え、安全の向上につながらないルールやエビデンスの作成等の取り組みに労力を割くようになった。(80P)

（安全文化の組織全体への浸透）

当社は、安全意識の負の連鎖を断ち切り、安全文化を再構築していくために、改めて基本理念に立ち返る。あわせて、安全文化の醸成と浸透の取り組みを、キャンペーン的であったこれまでの取り組みから、議論し、気づき、実践・行動に移すという安全文化の連鎖を回すものに改めていく。

原子力発電に関わる構成員一人ひとりに安全文化が浸透し、社会のみなさまから信頼していただくために、表4－3 の取り組みを実施する。この取り組みの基本的な考え方は、「安全文化に関する徹底的な議論によって一人ひとりの安全文化に関する理解を深めること」がスタートポイントであるという点であり、次に実際の業務を通じて安全文化7 原則を体現していくことである。また、到達すべき姿は、「上司から部下に『それでいいのか？』、部下から上司に『こうした方が良いと思うがどうか？』とお互いに問いかける（Challenge する）姿勢」をもった組織となり、その結果として日常の業務を通じて原子力安全が確保できていることである。(64P)

◆ 備　考

政府事故調報告書（中間）では、上記(2)を次のように評価している。

- 他の作業が遅れたため、注水ラインの変更によって注水開始時間が遅れることはなかったが、淡水が枯渇し、当初作っていた海水注入ラインに変更する作業が必要となり、結局、約 52 分間、十分な原子炉注水ができない時間が生じたのみならず、高線量の中で

作業員らをして海水注入ラインの再構築作業に従事させることになった。(191P)

東電原子力改革プランでは、QMSに関する規制当局からの要求に対して今後は以下のように対応するとしている。

- これまでも発電所駐在の保安検査官を含めた規制当局から、安全上の基準や要求事項ではなく、ルールやエビデンスの作成に関する具体的な要求があったが、今回の主旨を踏まえ、当社としての考え方として、安全への寄与度を柱として、技術面や合理性に基づき判断し、適切な対応・説明を行なっていく。(74P)

◆ 関連資料 50.1（項目）

- 権威勾配とは（HP 改善ハンドブック（JANSI））
- 権威勾配の悪影響についての航空産業での事例（Wikipedia/NTSB Aircraft Accident Report）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 6-1-3、細 50 安全議論では、組織内の権威勾配や数の論理を排除する。
	関連知見 No	知見 6 危険の存在を認め、危険に正対して議論できる文化を作る。
	関連教訓 No	教訓 5-1、通番 15 新知見、環境変化への対応姿勢 教訓 7-2、通番 18 レジリエンスの強化
	関連資料 No	資料 50.1 権威勾配の悪影響の例（航空産業）
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）41 **海外機関関連**：INPO 報告書 29 **事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 12

細目 7-1-1（緊急時に必要な逐条的な手順の遵守を超えた発想力）
逐条的な手順の遵守を超えた発想力を高める。（細 51）

解説

緊急事態の作業では、環境条件によって、どのマニュアルもそのままでは使えない場合があり得る。その場合、いくつかのマニュアルを繋ぎ合わせて、新たなマニュアルを作るという応用力が必要となる。システムやもともとのマニュアルの手順の意味を深く理解することによってこの応用力を高める必要がある。マニュアルを逐条的に遵守実行しているだけではこの応用力は育たない。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告（最終）（172P）より、福島第二の1号機において、細心の注意を払いながら、圧力抑制室（S/C）冷却を継続しつつ原子炉への注入を同時に行うラインを構成した事例を抽出した。

- 福島第二の1号機では、S/Cスプレイを実施していたものの、S/C水温が上昇の一途をたどり、同月13日21時頃には約122℃に達していた。
- 福島第二原発対策本部は、一刻も早く残留熱除去系（RHR）を起動させてS/Cの冷却を実施するため、非常用補機冷却系（EECW）ポンプ(1B）が復旧する前に、RHRのB系を起動させることの可否について検討した。
- その結果、EECWポンプがRHRポンプのモーターの軸受部分を冷却する系統であり、RHRポンプのモーターが摩擦等により温度が上昇してくるまでに限れば、EECWポンプが復旧する前であってもRHRを起動させることが可能と判断した。
- また、この時点では、EECWポンプ(1B）の復旧の見通しも立っており、RHRポンプの温度を監視し、警報が発生したらすぐにRHRポンプを停止させることとした。
- 同月14日1時24分頃、RHRのB系を起動させ、S/C冷却モードによる運転を開始した。
- その後、1号機については、RHRのB系をS/C冷却モードにより運転していたところ、当直は、同日10時5分頃、RHRによるS/C冷却を維持したまま、同時に原子炉へ注水できるラインを構成することとした
- この方法は、S/Cの水をRHR熱交換器において冷却し、その水を再度S/Cに戻すというRHRのS/C冷却モードのラインを一部変更したもので、S/Cの水をRHR熱交換器において冷却した後、その水をS/Cに戻すとともに、RHRの低圧注水モードの配管を通じて原子炉にも注水し、原子炉を満水状態にした上で開状態を維持したSR弁からS/Cに水を循環させるというものであった。

◆　関係する指摘事項等

✧　大前報告書

福島第一原発 6 号機では、空冷式の非常用 DG が浸水を免れた為、5 ・6 号機間の電源

融通を行い、RHR 系ポンプに給電した。同時に、仮設の海水ポンプ、電源車を準備することにより RHR ポンプの海水冷却系を再構成し、5・6 号機の冷温停止を実現した。（133P）

◆ **備　考**

INPO 報告書では、福島第二の電源復旧や除熱能力の復旧を高く評価している。

「緊急時対応要員は、重要な安全機能及びプラントの監視能力の再構築に関し革新的にかつ臨機応変に対応した。特に福島第二原子力発電所における電源及び除熱能力の復旧に関する対応は注目すべきことである。」（4P）

◆ **関連資料　51.1（項目）**

- 福島第二で実施された S/C（圧力抑制室）の冷却と原子炉への注水を同時に行うラインの系統図（政府事故調報告書（最終））

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 7-1-1、細 51 逐条的な手順の遵守を超えた発想力を高める。
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 3-5、通番 10 危機管理を念頭に置いた操作 教訓 7-1、通番 17 想定外へ対応できる応用力
	関連資料 No	資料 51.1 圧力抑制室（S/C）と原子炉の同時冷却ライン
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（最終）23 **海外機関関連**：INPO 報告書 30 **有識者関連**：大前報告書 12

細目 7-1-2（柔軟な発想で機転を利かせて、人と物を全活用）
柔軟な発想で機転を利かせて、使える人と物をすべて活用する。（細 52）

解説

今後の設備設計はマネジメントの領域まで踏み込んだ設計が求められ、マネジメントは深層防護の全領域に対応できることが求められる。特に、常設の設備が機能しなくなった場合は、柔軟な発想で機転を利かせて、使える人と物をすべて活用できるマネジメントが必要である。人間の柔軟性を活かせるような腕力で動かせる設備設計や可搬式設備、そして連絡手段の確保など、設計からマネジメントまでをカバーする俯瞰的な安全体系が必要である。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告（中間）より、機転を利かした事例を抽出した。

- 中央制御室では照明が消えてしまったため、現場巡視に用いるLEDライトを照明に代用した。(95P) また、構内の協力会社から調達した小型発電機を使い、仮設照明を設置した。この小型発電機は、交流電源を必要とする計測機器の電源としても使用された。(160P)
- 中央制御室の計測機器の電源復旧のために大型車の12Vバッテリー2個、6Vバッテリー4個を調達し、24Vのバッテリーとして使用した。(96P)
- 主蒸気逃がし安全弁（SR弁）の開操作には120Vのバッテリーが必要であり、社員の通勤用自動車の12Vバッテリーを10個取り外して、中央制御室のSR弁制御盤につないだ。(179P)
- 空気作動弁を開にするために小型発電機を用いて、電磁弁を励磁して電磁弁を開けるとともに、可搬式コンプレッサーを計器用圧縮空気系配管に接続して空気圧を供給した。(153P)

◆　関係する指摘事項等

✧　東電報告書

- ・・(略)・・原子炉への注水経路としては、アクシデントマネジメント策の一つとして設置した消火系からの注水ラインを利用している。これはアクシデントマネジメント策整備の一環である手順書整備、訓練等による知識を活用した臨機の応用動作であった。しかし、結果的に事象進展に追いつけず、炉心損傷の防止までには至らなかった。(43P)
- 想定と異なるプラント状態となる可能性も念頭に、整備した設備をプラント状態に応じて柔軟に選択できる汎用性のある手順を策定する。(342P)

✧　政府事故調報告書（中間）

- 中央制御室の照明復旧のため、小型発電機を調達し、仮設照明が設置された。
  これらの小型発電機は交流電源であり、後に、2 号機の D/W 圧力計や S/C 水温計等の交流電源を必要とする計測機器の電源としても用いられた。(160P)

✧ INPO 報告書

緊急時対応要員は、重要な安全機能及びプラントの監視能力の再構築に関し革新的にかつ臨機応変に対応した。特に福島第二原子力発電所における電源及び除熱能力の復旧に関する対応は注目すべきことである。(良好事例)(4P)

✧ 大前報告書

当直長・所長以下の現場部隊は、一貫して安全重視の観点から、ほぼ事故対応手順(AM)通りの対応を実施した。更に、運転員は手順書のみならず応用操作の訓練も実施している。水素爆発に至るまでの対応過程においては、こうした訓練の効果があったと思われる(169P)

✧ 政府事故調報告(最終)

(ⅱ)「システム支援領域」や「地域安全領域」における安全対策は、「システム中枢領域」の安全性のレベルにかかわりなく、万一の場合に独立して機能するものでなければならない。その原則が忘れられると、地域の人々の命に関わる安全防護壁に多くの「穴」(欠陥)ができてしまう危険性が高くなる。(415P)

✧ 学会事故調報告

- 異常状態が進展し深層防護の高レベルの対応になればマネジメントの役割が大きくなり、マネジメントがより必要かつ期待される。(49P)
- 地盤・建屋・機器・配管・電気・計装などのシステム全体の整合化を図るトータルシステム、通常運転から事故・緊急時までのトータルプロセス、さらに深層防護の全領域を考えハードとソフトの最適化を図るトータルマネジメント、これらを連携させ、統合した総合的、俯瞰的な取組みであるトータルデザインとしての取組みをより強固にすることが必要である。(145P)
- 設備設計はマネジメントの領域まで踏み込んだ設計が求められ、マネジメントは設備設計、防災の領域まで踏み込んで対応することが求められる。プラントの安全確保は設計だけでは十分に対応はできない。(152P)
- 第1～第3層の設備設計主体の領域と第4層、第5層のマネジメント主体の領域、相互連携が重要であり、プラント全体を求められる機能で結合させたシステムとしての安全確保の仕組みとしなければならない。(145P)
- 今回の事故を鑑みると、不測の事態に対する想定や仮定が不十分であったが、人間の持つ柔軟性によって臨機応変に行動できることを垣間見たといえよう。(282P)
- 全体システムとして機能させるため、局所の最適化のみでなく、設計からマネジメントまでをカバーする俯瞰的な安全体系に基づいて考える必要がある。(359P)

◆ 備　考

バッテリー、小型発電機、可搬式コンプレッサーなど可搬式の装置が計画的に配備してあれば、速やかな対応が可能となり、事故の様相は相当変わったかもしれない。その他の被

災した発電所で機転が効かされた事例を示す。

- ✓ ヘリコプターは、本来送電網を確認するために必要であったが、原子力発電所用に 1 台確保した。また、グループ企業ではないヘリコプターの運航会社にいち早くアクセスして、確保できたことが運搬手段として大きな手助けとなった。（女川及び東海第二報告書 23P）
- ✓ サプレッションプールの水を処理系に送るポンプの電源は常用系のため、本店からのアドバイスを受け、免震重要棟のガスタービン発電機を使った。軽油は 1 週間分の備蓄があり、本店が追加手配した。ガソリンは入手できず、手配を断念した。（女川及び東海第二報告書 41P）

◆ 関連資料 52.1（項目）

- 中央制御室での仮設照明の復旧作業や計器類の復旧作業（写真付き）（東電報告書）
- 小型発電機やバッテリー等の収集（東電報告書）
- 中央制御室内仮設照明の復旧作業（東電報告書）
- 中央制御室内計器類の復旧作業（東電報告書）

◆ 関連資料 52.2（項目）

- 空気作動弁（AO 弁）の作動原理イメージ図（政府事故調報告書（中間））

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 7-1-2、細 52 柔軟な発想で機転を利かせて、使える人と物をすべて活用する。
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-1、通番 17 想定外へ対応できる応用力
	関連資料 No	資料 52.1 現場写真（中央制御室の仮設照明や仮設バッテリー） 資料 52.2 空気作動弁（AO 弁）の作動原理イメージ図
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）42、政府事故調報告書（最終）24 **学協会関連**：学会事故調報告書 32 **海外機関関連**：INPO 報告書 31 **事業者関連**：東電報告書 22 **JANSI 関連**：女川／東海第二報告書 3 **有識者関連**：大前報告書 13

細目 7-1-3（想定外の発生を織り込んだマネジメント）
想定外の作業に対する対処方法（マネジメント）をあらかじめ定める。（細 53）

解説

応用動作はもともとの手順に存在しないため現場や緊急対策本部での共通認識になりにくい。共通認識とならないと取組みも遅れるし維持できない場合もある。緊急事態で想定外作業が発生し応用動作で対処することは十分あり得るので、そのような場合に対処するマネジメントをあらかじめ定めておく必要がある。緊急時体制における各構成員（特に班長）は、自らの役割を認識すると共に全体の構成を理解して、そのようなマネジメントが発動した場合はその責任者への的確な情報提供と支援を行わなければならない。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告（中間）より、応用動作に齟齬が生じた例を抽出した。

(1) 消防車を用いた原子炉への代替注水の体制（138P）

さらに、注水作業が遅れた原因の一つとして、吉田所長の指示に基づく消防車を用いた注水作業を担当するグループが定まっていなかったことが挙げられる。

各機能班は、あらかじめ想定された事態に基づき、各々の役割が定められているにすぎず、消防車を用いた注水のように、あらかじめAM策としても定められていない措置に関しては、いかなる機能班、グループが実施するのか一義的に明らかではなかった。

- 発電班からすれば、建屋内のFP 系ラインの変更等は担当するが建屋外のことは担当外、
- 自衛消防隊からすれば、消火、救出、避難活動は担当するが消防車を注水に用いることは担当外、
- 復旧班からすれば、消防車を用いた注水は既設の設備・機器や消防車があれば実施可能であり、何らかの復旧作業を要するわけではないので担当外ということになる。

3 月11 日17 時12 分頃に吉田所長が、消防車を用いた注水も検討するように指示したものの、同月12 日2 時頃になるまで、発電所対策本部内部で、役割・責任を自覚して検討を行ったグループはなかった

(2) 消防ポンプの燃料切れに気付かなかった事例（219P）

3 月14 日16 時30 分頃に消防車による注水ラインが完成した後、主蒸気逃がし安全弁の開操作に手間取ったり、代替注水に用いる消防ポンプが燃料切れにより停止していたことに気づかなかったりしたため、19時57分になってようやく連続注水が可能になった。

◆　関係する指摘事項等

✧　東電報告書

今回の事故対応では、その前提を大きく外れる事態となったものの、自らの役割・責

任を超えて自衛消防隊を含め各々が協力して、消防車の確保、アクセス道路確保、瓦礫撤去などの対応を行った。ただし、今後も今回のような予め定めた役割・責任を超えた対応が必要となる場合もあり得ることから、予め定めのない対応を行う際には対応に関する役割・責任を明確に指示することが、事故対応をよりスムーズにする上で、重要であると考えられる。(153P)

✧ 学会事故調報告（288P）

作業現場での作業面から事故対応を阻害した以下の要因を取り除くことが必要である。

a. 中央制御室関係：①電源の脆弱性、②通信システム（電話など）の脆弱性、③放射線防護性能の不足、④居住性が不十分

b. 免震重要棟関係：①通信システムの脆弱性、②放射線防護性能の不足、③放射線管理設備が不十分、④作業員待避場所の居住性が不十分

c. 原子炉建屋（R/B)、タービン建屋（T/B）などの建屋や道路などの作業現場関係：①建屋内外の照明の脆弱性、②通信システムの脆弱性、③建屋内外の作業場所の耐震性・耐津波性の不足、④建屋内の放射線防護性能の不足、⑤建屋外道路のがれき、⑥重機類の放射線防護性能の不足、⑦ゲートの電源の脆弱性

◆ 備　考

発電所長から検討指示が出た時点で、自分の班が担当する事柄ではないと思わずに、関係する班長等が集まって、どのように対処するか所長に具申するか、もしくは全体を調整する機能を持つ技術班が検討体制を指示するといった取組みが必要である。

◆ 関連資料　53.1（項目）

- 当直が行った早期の消火（FP）系代替注入ラインの構成に対する評価（政府事故調報告書（中間））
- 当直が行った早期の消火（FP）系代替注入ラインの構成作業（東電報告書）
- 当直が行った早期の消火（FP）系代替注入ラインの構成作業と評価（政府事故調報告書（中間））

◆ 関連資料　53.2（項目）

- 消防車による注水が燃料切れで停止していたことについて問題認識（東電原子力安全改革プラン）
- 2 号機の消防車の燃料切れについての根本原因分析図（東電原子力安全改革プラン）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 7-1-3、細 53 想定外の作業に対する対処方法（マネジメント）をあらかじめ定める。
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-1、通番 17 想定外へ対応できる応用力 教訓 7-3、通番 19 緊急時に対する資質・能力の育成
	関連資料 No	資料 53.1 当直が早期に行った消火（FP）系代替注入ラインの構成の意義 資料 53.2 消防車による注水が燃料切れで停止していたことについて
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）43 **学協会関連**：学会事故調報告書 33 **事業者関連**：東電報告書 23

細目 7-2-1（極限状態における意思決定訓練）
極限状態の中での正しい意思決定に資する訓練を行う。（細 54）

解説

一般に産業界の訓練では生死の分かれ目を覚悟して意思決定するという訓練はないが、福島第一事故は、いやおうもなくこのような状態に追い込まれる場合があることを示した。また、極限状態の中での指示が正しかったとしても、指示を受ける側が拒否する場合もあり得る。判断者には冷静な決断力と信頼される人間力が必要である。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告（中間）より、今回の事故で遭遇した危機的状態の例を抽出した。

(1) 高い現場の放射線量

1号機原子炉建屋内の放射線量が異常上昇し、1/2 号中央制御室1 号機側にとどまることさえ困難な状況となった。ましてや1 号機原子炉建屋内に立ち入るには、正に生命を賭する覚悟が必要であった。(157P)

(2) 繰り返し発生する余震

3月12 日未明以降、発電所対策本部復旧班は、前記高圧ケーブルを4t ユニック車で2 号機T/B 大物搬入口付近まで運搬した上、東京電力社員及び協力企業社員約40 名を動員して、人力で2 号機T/B 内1 階に高圧ケーブルを移動させて敷設する作業を行った。さらに、依然として大津波警報発令が継続し、たびたび余震が発生しては退避を繰り返し、作業中断を余儀なくされた。

(3) 放射能の外部への漏えい

- 2 号機については、3 月14 日19 時57 分頃、連続注水を開始してからも、繰り返し、原子炉圧力が上昇して注水できなくなった。2 号機の原子炉内の燃料が全部露出していると考えられたのに、減圧操作に手間取り、満足な注水もできない状態が続いたため、吉田所長は、このままでは炉心溶融が進み、核燃料が溶け落ち、その高熱により原子炉圧力容器や原子炉格納容器の壁も溶けて貫通し、放射性物質が外部に溢れ出す、いわゆる「チャイナ・シンドローム」のような最悪な事態になりかねないと考えた。さらに、吉田所長は、2 号機がかかる最悪な事態に陥った場合、1 号機や3 号機についても、原子炉注水その他の必要な作業を継続できなくなり、2 号機と同様に「チャイナ・シンドローム」のような事態に陥ってしまうと考えた。(223P)
- 発電所長は、かかる最悪な事態を食い止めるため自らの死をも覚悟したが、他方で、福島第一原発の免震重要棟には、事務系の発災事業者職員や協力会社職員等も多数控えており、その人命を守らなければならないと考えた。そこで、発電所長は、本店対策本部とも相談して、2 号機のプラント状況次第では、各プラントの制御に必要な人員のみを残し、その他の者を福島第一原発の外に退避させようと判断した。(224P)

◆ **関係する指摘事項等**

✧ INPO 報告書

ある当直長は、地震と津波の直後、非常用復水器の状態を確認するために至急運転員を原子炉建屋に派遣しなければならないことを認識していたと述べている。電源の喪失と余震がつづいていたため、それが生死を分ける決断であり、自分にはそのための覚悟ができていなかったことを認めている。(19P)

一般的に、産業界の緊急時対応の訓練は上記のような環境下で個人が意思決定するもしくは指示を与えなければならないような訓練は含まれていない。このような訓練により、必要に応じ正しい意思決定をするための準備をしておいた方が良いであろう。(19P)

✧ 吉田調書（3号機の水素爆発の後）

全員集めて、こんな状態で作業を再開してこんな状態になって、私の判断が悪かった、申し訳ないという話をして、ただ、現時点で注水が今、止まっているだろうし、2号機の注水の準備をしないといけない、放っておくともっとひどい状態になる、もう一度現場に行って、ただ、現場は多分、瓦れきの山になっているはずだから、瓦れきの撤去と、瓦れきで線量が非常に高い、そこら辺も含めて、放射線をしっかり測って、瓦れきの撤去、必要最小限の注水のためのホースの取替えだとか、注水の準備に即応してくれと頭を下げて頼んだんです。そうしたら、本当に感動したのは、みんな現場に行こうとするわけです。勝手に行ってもよくないと逆に抑えて、この班とこの班とこの班は何をやってくれ、土建屋はバックホーで瓦れきを片づけることをやってくれというのを決めて、段取りして出ていって、そのときですよ、ほとんどの人間は過剰被曝に近い被曝をして、ホースを取り替えたりとかですね。やっとそれで間に合って、海水注入が16時30分に再開できたんですけれども、この影には、線量の高い瓦れきを片づけたり、かなりの人間が現場に出ています。(20110729 48P（通し頁108P))

◆ **備　考**

上記の通り、一般的に、産業界の緊急時対応の訓練は生死を分けるような意思決定もしくは指示を与えなければならないような訓練は含まれていない。しかし、そのような状況に追い込まれる可能性もあるので、厳しい環境の中でも正しい判断をできる能力や判断者として信頼される人間力の醸成が必要であろう。

◆ **関連資料　54.1（項目）**

- 事故時の現場の厳しい状況を示す現場の声（東電報告書）

◆ **関連資料　54.2（項目）**

- 事故時の厳しい現場で発揮された吉田所長のリーダーシップ（吉田調書）
- 2 号機で水素爆発が発生しなかった原因（東電未解明問題進捗報告）
- 4 号機の爆発の原因（東電原子力安全改革プラン）
- 1 号機、3 号機、4 号機における爆発による負傷者（政府事故調報告書（中間）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 7-2-1、細 54 極限状態の中での正しい意思決定に資する訓練を行う。
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 3-4、通番 9 不測の事態に対応できる訓練 教訓 7-1、通番 17 想定外へ対応できる応用力 教訓 7-3、通番 19 緊急時に対する資質・能力の育成
	関連資料 No	資料 54.1 現場の声－事故時の現場の厳しい状況 資料 54.2 水素爆発が起こる中での吉田所長のリーダーシップ
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）44、吉田調書 5 **海外機関関連**：INPO 報告書 32

細目 7-2-2（一人ひとりの安全性向上活動を継続的改善に繋げる）
重要度に応じた品証活動と一人ひとりの安全性向上活動を継続的改善に繋げる。（細 55）

解説

原子力安全を支えるのは継続的改善であり、継続的改善を進めていくには重要度に応じた品証活動と一人ひとりの安全意識の向上が必要である。一人ひとりの安全意識の向上を図るには、常日頃から従業員の安全性向上意識をバックアップし、小さな対策であっても積み重ねていくという活動が大切である。東日本大震災は、災害になるかならないかは紙一重の場合もあることを示している。

◆　福島原子力発電所事故での事例

○　政府事故調報告書（中間）より、今一歩の配慮の有無に関する事例を抽出した。

- 浸水対策の必要性
  ICの隔離弁が消灯していたのに、「全閉」を示す緑色表示ランプが点灯していることに気付いた。当直は、海水に浸っていたバッテリーの一部が乾いて表示ランプが点灯した可能性があると考えた。(105P)（注：浸水レベルがぎりぎりのところであったと思われる。）

○　政府事故調報告書（最終）より、今一歩の配慮の有無に関する事例を抽出した。

- 代替手段の準備無し
  福島第一原発3 号機において、高圧注水系（HPCI）手動停止の際に代替手段をあらかじめ準備しなかったことにより、6 時間以上にわたって原子炉注水が中断した。(363P)
- 代替手段の準備有り
  同様に津波が来襲した福島第二原発では、各号機における手順の細目について相違があるものの、基本的には、次なる代替手段が実際に機能するか否かを確認の上で、注水手段の切替えを行うという対応がとられていた。(363P)
- 慎重な操作
  福島第二原発対策本部は、外部電源の供給が確保されていたため、当面の間、非常用ディーゼル発電機（DG）を用いる必要がないものの、一度起動した非常用DGを停止すると、外部電源の供給が停止した場合に再起動できなくなることを懸念し、無負荷状態での運転を指示した。(146P)

○　学会事故調報告書より、紙一重で役に立った対策の事例を抽出した。

- 機能した水密扉
  福島第二では、4基のプラントごとに2棟ずつ独立性をもって準備されていた海水熱交換器建屋は、海抜4mの敷地に建てられており、設計基準にたいしてほとんど余裕がないことから、各建屋には水密扉が設置されていた。しかしながら、福島第二を襲った津波は7～8mであり、唯一、ほぼ中央にあった3号機南側の海水熱交換器建屋の水密扉のみが水圧に耐え、建屋内部への水の浸入を食い止めることができた。波の力が弱ま

ったためか、この建屋の水密扉の設計に余裕があったためかは分からないが、この建屋内部の電源盤やモータ類は津波後も作動できている。しかし、その他の七つの建屋では水密扉が壊されて電源盤やモータ類は使えなくなり、3号機以外の3プラントでは炉心の崩壊熱を除去できなくなっている。(178P)

◆ **関係する指摘事項等**

(1) 継続的改善活動の重要性

✧ 学会事故調報告書

- 大きな教訓の一つは「継続的改善」である。地震・津波がもし 20 年前に襲っていたら、東海第二も福島第一 5 号機も、より厳しい状況に直面していた可能性がある。(49P)
- RCIC の格納容器内側の隔離弁は IC 系と同一の考え方で設計されているが、制御電源断で隔離弁が閉となるインターロックはない。IC 系より RCIC 系のほうが設計の経緯では新しい設備であり、RCIC 系で設計の考え方を変えたときに、IC 系の同様の設計の部分も見直しをするべきであったと考えられる。(159P)
- シビアアクシデントを考慮しマネジメントをどのようにとるべきかの議論が 1990 年代になされ、世界の状況を勘案しつつ対応策をあらかじめ考え、必要なハードウェアを整備することが行われた。平成 4 年（1992 年）に原子力安全委員会から、このような状況にどのように対応すべきかをまとめた報告書が出されている。この時点においては、わが国の対応はそれなりに評価できる。しかしながら、事故が起きてからその報告書を参照すると、必ずしも議論が十分ではなかった点が散見される。(176P)
- 最も重要な課題は、この報告書が 20 年にわたりまったく改定されていなかったことである。継続的な改善こそが原子力の安全を担保する唯一の方法であるのに対して、アクシデントマネジメントをどのように改善するかの議論はほとんどなされていなかった。世界では 20 年の間に議論を重ね、改善が継続されていたことから考えると、わが国は世界標準から大幅に遅れていたといわざるを得ない。(176P)

(2) 継続的改善活動の定着のための活動

✧ 東電原子力改革プラン（70P）

経営層のリーダーシップや安全文化の浸透活動により、原子力部門で日常的に安全性向上対策の強化を進めていくことに加え、多角的観点から安全対策を検討した上で費用対効果の大きい安全対策を提案し実現する技術力の強化を図ることを目的として、「安全性向上コンペ」を行う。これにより、組織横断の提案も促進しつつ、安全対策の立案、実行が日常の業務として定着することを目指し、優れた改善提案は必ず実現するという成功体験によって、原子力部門全体に安全性向上の意識を持ち続けさせる。

［安全性向上コンペのプロセス］

① 深層防護の強化対策提案

通常の予算枠とは別に、迅速に安全性を向上させる案を積極的に募集する。様々な安全性向上のためのレビュー結果（定期的な安全性の評価）からの改善提案やOE 情報からの改善提案、その他あらゆる気付きからの改善提案を行う。提案内容は、設計基準を超える事態への対策（炉心損傷防止／緩和策、緊急時対応の改善等）とし、対策実施に要する期間、費用を検討しながら、まずは成功体験を積み重ねていくことに重点をおく。提案の主な対象としては、アクシデントマネジメント策（深層防護第4 層）であるが、深層防護第5 層も含む緊急時対応策も対象とすることから、提案者は技術系社員に限らず、全原子力部門所属者を中心に実施していくが、広く他部門からも提案を募る。

② 優良提案の選抜

上述の提案の中からコンペにより、優良提案を選抜し（件数に制限なし）、表彰と公表を実施する。コンペは年2 回程度実施し、継続的に安全性向上を図る。なお、コンペは予算計上時期を考慮して行うこととし、安全性向上に対する予算に上限があるかのような誤解を避けるため、予め予算を確保しておくことはしない。

③ 詳細設計の実施

採用となったものについては、原子力部門内関係者、研究所、グループ企業と協力し（プロジェクトチーム等を編成し）、直営で詳細設計を実施する。

④ 工事の実施

グループ企業、協力企業から、工事実施パートナーを選定し実施する。

(3) 継続的改善（安全性向上）と QMS の関係

- 保安検査官の裁量により、現場の業務に対して、事業者側から見れば安全性の重要度が低いケースと考えられる多くの指摘・指導を頂くこととなった。これは、一つ一つの品質保証の問題を改善することにより、より大きな安全上の問題を防ぐという考え方について、規制当局と十分な議論が行なわれていなかったためである。（東電原子力安全改革プラン41P）

(4) 継続的改善活動の停滞の理由

- 旧原子力経営層は、過酷事故の発生を経営リスクと捉えず、継続的に安全性を高めていく活動を重要な経営課題として明示していなかった。（東電原子力安全改革プラン11P）
- 不確実性が大きな外的事象（地震、津波、火災）のPRA 開発は、技術的に難しい課題であった。安全設計を担当する部門は、信頼できるPRA 手法が完成しないと、多額の費用が掛かる設備対策に対する合理的な説明ができず、社内合意を得ることは難しいと考えた。（東電原子力安全改革プラン12P）
- 業務の優先順位を決めるリスクマップでは、原子炉停止期間の長期化の回避（稼働率

の向上）が評価軸の一つとして作成された。例えば、ひびの発見が長期停止を余儀なくされる可能性があったシュラウドについては、安全性の向上にはあまり寄与しないものの数百億円をかけて交換を実施した一方、プラントの稼働率に直接貢献しないバッテリー室の水密化対策等は実施されなかった。（東電原子力安全改革プラン50P）

(5) 経済性からの考察

- 直流電源、非常用電源、電源盤、非常用海水ポンプ系を津波から守り、冷却機能を保持する最低限の対策を講ずる場合、巨大な防潮堤の建設に比べ難易度も費用もより現実的な範囲で十分実施できる可能性がある。（政府事故調報告（中間）449P）

◆ **備　考**

貫通部の防水措置、水密扉のような職員一人ひとりが考えつくような継続的改善活動であっても災害を防げるかもしれないのである。

また、品質マネジメントシステムを安全向上、品質向上に結び付けることが重要であり、職員が机上業務に追われ、安全を考える余裕がなくなったのでは本末転倒である。

◆ **関連資料　55.1（項目）**

- 重要な設備に改善対策を適用するに当たっての考え方（東電報告書）

◆ **関連資料　55.2（項目）**

- 深層防護を積み重ねるための提案制度（安全性向上コンペ）等（東電原子力安全改革プラン）

◆ **関連資料　55.3（項目）**

- QMS への取組みの問題点（東電原子力安全改革プラン）
  - 詳細なプロセスやエビデンスまで定め分厚いマニュアル
  - 今回の事故を防ぐ、または緩和するような安全性の向上にはつながらなかった。
- QMS に関する規制対応への問題点（東電原子力安全改革プラン）
  - 保安検査官の裁量
  - マニュアル整備やエビデンス作成への傾注　等

◆ **関連資料　55.4（項目）**

- QMS におけるエビデンス偏重の改善（東電原子力安全改革プラン）
- QMS が保安規定に取り込まれたが、一つひとつの品質保証の問題を改善することにより、より大きな安全上の問題を防ぐという考え方について、規制当局と十分な議論が行われなかった。（東電原子力安全改革プラン）
- 規制当局の要求への対応姿勢を改善（東電原子力安全改革プラン）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 7-2-2、細 55 重要度に応じた品証活動と一人ひとりの安全性向上活動を継続的改善に繋げる。
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 5-1、通番 15 新知見、環境変化への対応姿勢 教訓 7-2、通番 18 レジリエンスの強化
	関連資料 No	資料 55.1 重要な設備へ対策を適用するに当たっての考え方 資料 55.2 安全性向上の意識を継続させるための提案制度 資料 55.3 QMS の問題点 資料 55.4 QMS の改善
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）45 **学協会関連**：学会事故調報告書 34 **事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 13

細目 7-2-3（重要設備の組織的フォローと優先度に応じた確実な救済）
錯綜した状況の中でも、体制全体で重要設備を確実にフォローし、緊急度に応じた優先度で対応する中でも、救えるものは確実に救っていく。（細 56）

解説

人間は、平時であれば気付けることでも、錯綜した状況の中では失念してしまうことがある。重要設備に対するこのようなミスは致命的な結果を招きかねないので、多重の対策が必要である。中央制御室が失念しても、緊急対策本部がフォローし、緊急対策本部も失念していたら、本店本部がフォローしないといけない。重要設備の状況を体制全体で共有し、フォローし合うことが収束に向けての確実な一歩となる。

また、優先度の付け方には、緊急度の高いものに優先的に対応するという考えと、救えるものは確実に救うという考えの 2 通りがある。実際にはこれらを組み合わせて対応することになるが、その際重要設備のフォローが確実に行われていることが前提となる。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告（最終）より、平時であれば気付けることであるが、複数号機同時発災という緊急事態の中で注意が行き届かず状況を悪化させたという事例を抽出した。

- 1 号機に設置されていたICについて、当直のみならず、発電所対策本部や本店対策本部に至るまで、その機能や運転操作に対する理解が十分でなかったために、継続的に入手される情報から正しくIC の作動状況を把握し得なかったこと。(408P)
- 3 号機について、バッテリー枯渇リスクを過小評価し、十分な減圧・代替注水手段が講じられていることを確認しないまま、当直においてHPCI を手動停止し、代替注水のための減圧操作に失敗するという手順の誤りがあったこと。また、これらの措置が当直等の一部の判断で、幹部社員の指示を仰ぐことなく行われ、発電所における情報共有体制に不備があったこと。(408P)
- 3 号機について、RCIC やHPCI の電源となるバッテリーはいずれ枯渇することから、これらが作動している間に、消防車を利用した代替注水に向けた検討・準備を完了しておくべきであったのに、発電所対策本部は、HPCI 停止を知った後になってようやく、これらの検討・準備に取り掛かっていること（408P）
- 2 号機について、RCIC が制御できないまま、RHR によるS/C 冷却ができない状況で、RCIC の水源をS/C に切り替えており、その場合には、RCIC がいつ機能停止に陥るか分からず、S/C の圧力・温度が上昇し、SR 弁による減圧が困難になって代替注水が不可能となるなどのおそれがあったのであるから、S/C 圧力・温度を継続的に監視するとともに、消防車による代替注水に必要な準備を終えておくなどして、RCIC 停止を待つことなく、S/C の圧力抑制機能が失われる前にSR 弁による減圧を行い、代替注水に移行する必要があったのに、実際には、3 月14 日4 時30 分頃まで、S/C 圧力・温度の監視が行われていなかったこと（408P）

◆ **関係する指摘事項等**

✧ INPO 報告書

- 運転員及び緊急対応の指揮者は、炉心冷却状況を完全に把握する必要がある。この様な意味から、炉心冷却のために使用中の系統の状況を把握し、また深層防護の観点からどの系統が使用可能かを示すため、多くの組織では状況ボード（status board）を各制御室や ERC に表示している。福島第一の事象への対応の間、このレベルの状況把握と制御はなされなかった。(12P)
- 福島第一では、炉心冷却系の状況と制御に関する誤解が最初の数日の意思決定や優先順位付けに悪影響を与えたかもしれない。この誤解についてはたくさんの要因がある。制御室で計器指示が不足したこと、IC に関する訓練が不足していたこと、現場環境が劣悪であったこと、複数号機で同時に緊急対応をする必要があったこと、制御室とサイト ERC の間の通信が 2 本のホットラインに限られたことなどである。(12P)
- 全 AC・DC 電源喪失及び圧力・水位計が喪失した後、IC に関する詳細な知識の不足が、IC が適切に運転しているか否かの診断を困難にした可能性がある。同系統を運転したり、運転しているところを見たりしたことのある者はほとんどいなかった。(31P)

✧ 大前報告書

福島第一 1～4 号機の原子力災害対策本部では、IC による高圧での冷却状態を確保出来なかった事から、１号機を優先して対応した。２・３号機については、RCIC による高圧冷却が出来たことから、優先順位を下げて対応している。当初判断としては正しかったが、その後の２・３号機における燃料損傷等のクロノロジーを見る限りでは、RCIC の直流制御電源が枯渇する前に低圧冷却系の準備が出来ていれば、最悪の事態には至らなかったかもしれない。(145P)

✧ 吉田調書（IC の運転状況について）

回答者：基本的に、把握していませんでした。（中略）本当は、その時点で IC は大丈夫なのかということを何回も私が確認すべきだったと、（後略）(20110722 31P（通し頁 31P))

◆ **備　考**

1 号機の重要設備である IC の運転状況について、発電所対策本部や本店対策本部からフォローが全く行われず、誤認識が継続した状況を政府事故調報告（中間）から抜粋する。

- 3月11 日15 時37 分頃以降、全交流電源及び直流電源が喪失。この時点で、発電所対策本部では、フェイルセーフ機能により、IC の四つの隔離弁が全閉又はそれに近い状態となっている可能性を指摘する者はいなかった。(108P)
- 同日17 時15 分頃、発電所対策本部技術班において、1 時間後にTAF 到達と予測した。しかし、この時点でも、発電所対策本部及び本店対策本部の中に、IC が正常に作動していないのではないかと指摘する者はいなかった。(108P)
- 発電所対策本部は、同日17 時50 分頃、R/Bが高線量であることを本店対策本部との間でも同情報を共有していた。この時点でも、発電所対策本部及び本店対策本部におい

て、IC が機能していないが故に原子炉水位が低下して原子炉圧力容器内で放射性物質が大量に発生しているのではないかと指摘する者はいなかった。(108P)

- 3月11 日18 時18 分頃、発電所対策本部は、当直から、IC（A 系）の供給配管隔離弁（MO-2A)、戻り配管隔離弁（MO-3A）を開操作したことの報告を受け、IC が作動していると認識した。本店対策本部も、テレビ会議システムを通じて、発電所対策本部と同様に、1 号機については、IC が作動しているものと認識した。(109P)
- このとき、発電所対策本部及び本店対策本部は、これら二つの隔離弁の開操作をしたという事実が、それまでこれらの隔離弁が閉となっており、全交流電源喪失後約3 時間弱にわたってIC が作動せず、原子炉注水もなされていなかったことを意味することについて問題意識を持って、隔離弁が閉となった原因や時期について確認・検討しようとした形跡は見当たらない。(109P)
- 3月11 日18 時25 分頃に戻り配管隔離弁（MO-3A）を閉操作した事実について、福島第一原発内の1/2 号中央制御室と免震重要棟内の発電所対策本部との間で十分な意思疎通が図れず、その後も発電所対策本部では、IC が作動中であると認識していた。(109P)
- そのため、発電所対策本部は、例えば、同日21 時台までは、2 号機のRCICの作動状態が確認できず、原子炉水位も計測できなかったため、1 号機よりも、むしろ2 号機について原子炉水位が低下して炉心が露出し、炉心溶融に至るのではないかとより強い危機感を持つなど、1 号機についてはIC が正常に作動して冷却機能が果たされているとの判断を前提に、その後の各号機のプラント制御に必要な措置を検討していた。(109P)

◆ **関連資料　56.1（項目）**

- 高圧注水系（HPCI）の機能（東電報告書）
- 高圧注水系（HPCI）の系統図（政府事故調報告書（中間））

◆ **関連資料　56.2（項目）**

- 緊急時における炉心冷却状況の完全な把握（INPO 報告書）

◆ **関連資料　56.3（項目）**

- Incident Command System（ICS)の特徴を生かした反映事項（東電原子力安全改革プラン）
  - 監督限界（3～7名程度まで）の設定
  - 直属の上司の命令にのみ従うように指揮命令系統を明確化
  - 発電所緊急時組織は、機能毎に整理し、執務場所を分離
  - システムを使った情報共有を最大限活用
  - システムが使用不能な場合の準備（所定書式のホワイトボード）

◆ **関連資料　39.2（項目）**

- TAF到達時間への認識（吉田調書）
- 発電所本部の混乱期の実態（吉田調書）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 7-2-3、細 56 錯綜した状況の中でも、体制全体で重要設備を確実にフォローし、緊急度に応じた優先度で対応する中でも、救えるものは確実に救っていく。
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-2、通番 18 レジリエンスの強化 教訓 7-3、通番 19 緊急時に対する資質・能力の育成
	関連資料 No	資料 56.1 高圧注水系（HPCI）の系統図 資料 56.2 米国における炉心冷却状況の把握 資料 56.3 Incident Command System (ICS)の特徴（情報共有関連）
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）46、吉田調書 6 **海外機関関連**：INPO 報告書 33 **有識者関連**：大前報告書 14

細目 7-2-4（人間の応用力の育成と応用力を活用できる設備形成）
訓練により人間の応用力を引き出してレジリエンスを向上させる。（細 57）

解説

可能な限りの想定に対応しようとすると、人間の応用力が重要となる。平時より応用力の育成を組み込んだ教育・訓練を行い組織としてのレジリエンスを向上させる。例えば、事象進展に合わせた責任・権限の委譲システム等の体制整備、人間の応用力を活用できるマン・マシン・インターフェース等の設備形成、職員の使命感の醸成、設備やシステム全体に関する理解を深める教育、また、厳しい想定をしたシナリオレス訓練や切迫した状況な中で様々な支障が発生する訓練等が必要である。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告（中間）より、人間が知識と腕力を使って苦闘した事例を抽出した。

- 1/2 号中央制御室の制御盤において原子炉格納容器ベントに必要な弁を手動で開操作する必要があった。アクシデントマネジメント 用の事故時運転操作手順書には制御盤上の操作手順しか記載がなかったことから、開操作を必要とする弁の特定、弁の設置場所、手動開操作が可能な構造か否か等について、一つ一つ確認する必要があった。（157P）
- 計測機器を復旧するには、直流電源又は交流電源を繋ぎこむ必要があり、1 万ページ程度の分厚い配線図から目的の機器を検索して、回路が成立する場所を確認した。また、必要なバッテリーや小型発電機を発電所構内外から調達する必要があった（159P）
- （現場の放射線量が高くなり、現場にも入れなくなった。）そこで、発電所対策本部は、1/2 号中央制御室において仮設照明用小型発電機を用いて電磁弁を励磁して開けるとともに、可搬式コンプレッサーを IA 系配管に接続して空気圧を供給し、S/C ベント弁（AO 弁）大弁の開操作を実施することを決めた。もっとも、福島第一原発では、S/C ベント弁（AO 弁）大弁を開けるのに十分な空気圧を確保するため必要な可搬式コンプレッサー及びこれを IA 系配管に接続するアダプターを非常用に備蓄していなかった。そこで、発電所対策本部は、協力企業の協力も得て、構内外の協力企業事務所に可搬式コンプレッサーやアダプターがないか探した。（153P）

◆　関係する指摘事項等

✧　原子力の自主的・継続的な安全性向上に向けた提言（平成 26 年 5 月 30 日、総合資源エネルギー調査会原子力の自主的安全性向上に関する WG）（33P）

周辺環境に大きな影響を及ぼす事態からの早期回復に配意しながら、不測の事態への対応能力を高めるべく、原子力事業者の緊急事態対応チームの能力の継続的な向上、国レベルでの防災体制の拡充などにも注力し、レジリエンスの向上に努めていく必要がある。

原子力事業者においては、万が一のシビアアクシデント発生の際に緊急時対応を的確

にマネージできる判断能力に長けた人材の育成に努めていく必要がある。また、規制当局を含む政府、地方自治体等と連携し、シビアアクシデント発生時に有効に機能する緊急時計画となるよう、ブラインド訓練等、実践的な訓練に取り組む必要がある。

✧ 民間事故調報告

- AM とは本来、事業者の技術的知見に基づく臨機応変な活動である。AM の規制要件化によって、対策を硬直させる弊害が懸念される。(266P)
- 危機時において求められるのは、整いすぎたプラン（防災計画）というより、むしろつねに危機に備え、対応できるプランニング（防災計画中）の態勢である。同じ危機は、二度と同じようには起きない。(396P)

✧ 大前報告書

日本(および世界)の全電力事業者・全プラントに対して、福島第一原発の現場対応で得た生きた教訓について、将来に渡って伝承する仕組みを構築（187P）

✧ 学会事故調報告書

- ハードを中心に考える第 3 層とは独立して効果を持つマネジメントを中心として、アクシデントマネジメントを考えなくてはならない。これが重要な観点である。(179P)
- アクシデントマネジメントの構築において重要な課題は、運転や保守を含めたプラントの総合的リスクの低減を考えること、シナリオに依存することなく想定外を含めた対応ができるようにすること、プラントを熟知し、あらゆる資源を使ったマネジメントをできるようにすることである。決してハード整備から考えてはいけない。マネジメントを中心に検討し、必要なハード・ソフトをそろえることが重要である。また、第 4 層のアクシデントマネジメントを考える場合には、第 3 層で考慮している設計基準事故から第 5 層の防災まで一連の流れを考えて検討がなされるべきである。(179P)
- アクシデントマネジメントの構築において重要な課題は、運転や保守を含めたプラントの総合的リスクの低減を考えること、シナリオに依存することなく想定外を含めた対応ができるようにすること、プラントを熟知し、あらゆる資源を使ったマネジメントをできるようにすることである。(179P)
- 人間の知識には限界があることを認識し、それでも、より厳しい事象が起こった場合の机上シミュレーションを繰り返し実施すること、成功パスがないような事象に対しても繰り返し検討を進めることで、新しいアイデアが生まれてくるとともに実際のシビアアクシデント時の対応能力を向上できる。(181P)
- 想定外を想定しなくてはならない。人間の想像力には限界がある。このような事態に陥ったときには、発電所組織および人材の胆力と経験力がすべてを決める。数多くの失敗を含め、暗黙知である経験を充実しておくことが必須である。つまり、想定外があるという前提に立てば、人の経験を高め、正しい判断ができるようにすることや、複数の、かつ様々な種類の機材や素材を準備しておくことが重要である。(181P)
- 情報源（原子炉安全状態監視装置（SPDS）など)、機材、施設はつねに使用できるとは

限らないのでそれらの一部を除外したり、診断能力を試す方法として意図的に不正確な情報を伝えたりすることで、緊急時対応者に難易度の高い訓練を与えることも検討する必要がある。(183P)

◆ 備　考

緊急時対応要員は、可能な限りの想定に対応できるだけの知識と技能を身につけている必要がある。そのためには、発生し得る事象を可能な限り想定し、それぞれの想定に対して必要な知識と技能を体系的に整理し、教材を整備し、教育訓練を実施する必要がある。また、重機の運転手等の特殊な技能を持つ人員を外部から確保あるいは内部で育成し、認定して、過酷な事故に対する備えを確実なものにしていく必要がある。

◆ 関連資料　57.1（項目）

- レジリエンスを向上させるためのシビアアクシデントを想定した訓練の必要性（自主的・継続的安全性向上提言）
  - 原子力事業者の緊急事態対応チームの能力の継続的な向上、レジリエンスの向上
  - 万が一のシビアアクシデント発生の際に緊急時対応を的確にマネージできる判断能力に長けた人材の育成
  - ブラインド訓練等、実践的な訓練への取組み
- レジリエンスの定義（自主的・継続的安全性向上提言）
- 1号機原子炉格納容器ベントの実施状況（政府事故調報告書（中間））

◆ 関連資料　57.2（項目）

- 直営作業による技術力の強化（東電原子力安全改革プラン）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 7-2-4、細 57 訓練により人間の応用力を引き出してレジリエンスを向上させる。
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-1、通番 17 想定外へ対応できる応用力 教訓 7-2、通番 18 レジリエンスの強化
	関連資料 No	資料 57.1 レジリエンスを向上させるためシビアアクシデントを想定した訓練の必要性 資料 57.2 直営作業によって技術力を強化する対策
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）47、自主的・継続的安全性向上提言 1 **学協会関連**：学会事故調報告書 35 **有識者関連**：民間事故調報告書 10、大前報告書 15

細目 7-3-1（限られた時間内では時間ファクターを優先して手段を選択）
緊急時には、時間ファクターを優先して、限られた時間内で可能な手段を採用する。（細 58）

解説

原子炉は給水が途絶えると 2～3 時間で燃料棒の温度が 700℃を超え、水－ジルコニウム反応による水素発生量の増加が顕著になる。給水が途絶えてから 2～3 時間以内に給水できれば炉心溶融を防げる可能性があるということである。給水が続いているとしてもいつ途絶えても良いように準備する必要がある。このように時間余裕がない場合は、次善の策であっても限られた時間内で可能な手段を採用することが重要である。機能的には最良であっても、状況の確認や手順に時間を要するような手段に期待しすぎると深刻な状況に陥る可能性がある。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告書（中間）より、各号機へ代替注水への対応状況を抽出した。

- 1号機

  全電源喪失という非常事態においては、何を差し置いても炉心冷却のための措置を取るべきことは明白であるにもかかわらず、発電所対策本部及び本店対策本部は長時間にわたりICの作動状況を誤認し、そのため代替注水を急がせなかったのみならず、格納容器ベントの指示発出も遅くなった。換言すれば、ICの作動状況の誤認が1号機への対処の遅延の連鎖を招いたともいえよう。（473P）

  ① 3月12日2時3分頃、発電所対策本部は、1号機のD/DFPによる原子炉注水の見込みが薄くなったことから、消防車を用いてFP系ラインから1号機原子炉に注水するよりほかにないと考えた。（130P）

  ② 1号機原子炉へ注水開始したのは、3月12日4時頃以降となった。（131P）

  ③ 3月12日15時36分頃、1号機R/Bにおいて、水素ガスによると思われる爆発が起こる。（165P）

  ④ この爆発で消防ホースが損傷したため復旧に努め、12日19時4分頃、ようやく、1号機原子炉へ海水を注入することができるようになった。

- 2号機

  （原子炉隔離時冷却系（RCIC）が制御不能でいつ停止するか分からない状況なので、優先的に低圧の代替注水の準備をしたが、1号機と3号機の水素爆発の影響を受け、実際に代替注水できたのは、RCIC（原子炉隔離時冷却系）が停止してから6時間後であった。）

  ① 2 号機のRCIC については、全電源喪失直前の3月11日15 時39分頃、当直が手動起動していた。しかし、全電源喪失後、制御盤上の弁開閉用の状態表示灯が全て消え、状態表示灯によりRCIC の作動状態を確認することができなくなった。（94P）

  ② 3月13日12 時過ぎ頃、吉田所長は、2 号機のRCIC が停止した場合に速やかに海水注入に切り替えるため、2 号機の原子炉に海水注入する準備を進めるように指示をし

た。(193P)

③ 消防車の配置とホースの敷設を実施し、3月13日夕方頃までに2号機への海水注入ラインを完成させた。(193P)

④ 3号機では同月14日11時1分頃にR/B 内で水素ガスによると思われる爆発が発生した。(概22P)

⑤ 同月14日12時頃以降、2号機の原子炉水位は、原子炉水位計によれば、その低下傾向が顕著であったため、吉田所長は、同日13時25分頃にRCIC が停止したものと判断した。

⑥ 3月14日13時過ぎ頃から、3号機R/B爆発の影響で、消防車や消防ホースが損傷して使えないことを確認した。(218P)

⑦ 結局、3月14日14時43分頃、2号機原子炉への注水ラインが完成したが、その後、余震が続いて避難のために作業が中断し、同日16時30分頃になって、消防車を起動させた。(219P)

⑧ 同月14日16時30分頃に消防車による注水ラインが完成した後、SR 弁の開操作に手間取ったり、代替注水に用いる消防ポンプが燃料切れにより停止していたことに気付かなかったりしたため、同日19時57分頃になってようやく連続注水が可能になった。

- 3号機

(直流電源が喪失しなかったので、HPCI (RCICは故障で停止) を正常に使える状況であり、バッテリーが枯渇する前に低圧による代替注水に移行させる必要があったが、実際に検討・準備に取りかかったのはHPCIを停止してからであり、実際に代替注水できたのは、HPCIが停止してから約7時間後であった。)

① 同月12日11時36分頃、3号機のRCIC が停止した。(164P)

② 3号機原子炉の水位が低下し、3月12日12時35分頃、HPCI が自動起動した。(165P)

③ 同日2時42分頃、当直は、HPCIを手動で停止した。その後、SR 弁を開くことができず、減圧操作に失敗したと判断した。(172P)

④ 13日9時25分頃、消防車により、3 号機への淡水注入を開始した。

⑤ 13日12時20分頃、取水可能な防火水槽にある淡水が枯渇した。(181P)

⑥ 淡水枯渇後、速やかに海水注入ラインに切り替える作業を開始したが、3号機原子炉への海水注入が開始されたのは13日13時12分頃であった。(181P)

◆ 関係する指摘事項等

✧ 政府事故調報告 (中間)

また、発電所対策本部の中には、SR 弁による減圧操作について、原子炉圧力が注水可能な程度に減圧できなければ、原子炉水位が下がり注水もできないという最悪の事態に陥ることから、これを最後の手段と捉える者が多くいた。そのため、元々高圧注水が可能な設備として設けられていたSLC 系が復旧可能であれば、これを優先的に代替

注水手段としようと考える者もいた。(186P)

しかし、まず、当時3号機で作動中のHPCI は、当直がバッテリーを節約して長時間にわたり運転していた。しかも、本来的な用い方をせず、流量制限をしながら、回転数も運転範囲を下回る運転であった。このようなHPCIの運転状態を正確に理解すれば、まずもって、あと数時間以内に何が代替注水手段として実施できるのかを検討すべきであり、必要な時期に実現の目途すら立たない代替注水手段に固執することは明らかに誤りである。(186P)

◆ 備　考

政府事故調報告書（中間）では、3号機への対応について以下のように評価している。

- 電源復旧の目途も立たず、水量も少ないほう酸水注入系注水に過度の期待を寄せることは危険であり、HPCI により十分減圧されている間に消防車による消火系注水を実施できるようにあらかじめ準備を整え、間断なく原子炉注水がなされる方策を採るべきであり、かつ、それは可能であった。(190P)
- より早い段階で3号機の減圧、代替注水作業を実施していた場合に、被害を防止又は軽減できたかについては、不確定要因が多々あるため、軽々に述べることはできないが、仮に、より早い段階で3号機の減圧ができ、消防車による代替注水が順調に進んでいれば、実際の対応に比べ、炉心損傷の進行を緩和し、原子炉圧力容器における放射性物質の放出量を抑え、その後の作業を容易にした可能性はあったと思われる。(191P)

◆ 関連資料　58.1（項目）

- 3 号機は HPCI による減圧中に代替注水の方策を採るべきであった。(政府事故調報告書（中間))
- 福島第二における慎重な高圧注水から低圧注水への切替え操作（政府事故調報告書（最終))
- SLC 電源復旧についての問題点（東電原子力安全改革プラン)

◆ 関連資料　58.2（項目）

- SLC 電源の復旧作業についての問題点（東電原子力安全改革プラン)
- 2 号機 SLC 電源の復旧作業の状況。復旧作業がほぼ完了していたが、1 号機 R/B 爆発で敷設ケーブルが損傷。(政府事故調報告書（中間))
- 3 号機 SLC 電源の復旧作業の状況。1・2 号機の電源復旧を優先したため、3 号機 R/B 爆発時点でも完了せず。(政府事故調報告書（中間))
- 2 号機 RCIC は、全電源喪失直前に当直が手動起動。HPCI は運転制御用の直流電源設備が被水して使用不能。(政府事故調報告書（中間))
- 2 号機 RCIC は、14 日 13 時 25 分には停止した。(国会事故調報告書)
- 3 号機 RCIC は、12 日 11 時 36 分に停止。12 時 35 分に HPCI が自動起動した。(国会事

故調報告書）

- 3 号機 HPCI は 12 日 12 時 35 分頃に自動起動し、13 日 2 時 42 分頃当直が手動停止した。（政府事故調報告書（中間））
- 1 号機 HPCI、2 号機 HPCI は起動していない。津波到着後、直流電源を含む全電源喪失により機能喪失したと考えられる。（政府事故調報告書（中間））
- 4 号機 HPCI、5 号機 HPCI は当時定期検査中で停止中。（政府事故調報告書（中間））
- 2 号機が CRD ではなく SLC を選択した理由
- 代替注水として高圧注水設備を選択する場合は、起動条件の少ない設備を選択することが有効。（東電報告書）

◆ **関連資料　58.3（項目）**

- 時間余裕で対応を変えていくフェーズドアプローチ（東電原子力安全改革プラン）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 7-3-1、細 58 緊急時には、時間ファクターを優先して、限られた時間内で可能な手段を採用する。
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-3、通番 19 緊急時に対する資質・能力の育成
	関連 No	資料 58.1 SLC よりも消防車による FP 系注水を優先すべき 資料 58.2 SLC 電源復旧作業、RCIC の運転状況、HPCI の運転状況 資料 58.3 時間余裕で対応を変えていくフェーズドアプローチ
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）48

細目 7-3-2（特殊な技能を有する要員の育成と確保）
特殊技能を要する作業の手順書を整備し、オペレーション要員を確保する。（細 59）

解説

緊急時の対応を確実なものにするには、重機等の特殊な設備を操作する技能・知識を持つ要員を協力会社との契約の下で確保するとともに職員を育成する体系を構築する。災害時には通常では職員が行わない作業が必要になる場合がある。どのような特殊技能を必要とする作業があるかを考え、そのための手順書を整備し、オペレーション要員を確保しておく必要がある。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告書（中間）より、緊急時に必要になった特殊技能の例を抽出した。（一部INPO報告書あり）

(1) 消防車の運転

消防車の消防ホースを1号機タービン建屋の送水口に接続し、消防車を用いて消火系ラインから1 号機原子炉に注水することとしたが、発災事業者職員には消防車の運転操作をできる者がおらず、協力会社に依頼して、注水作業を実施した。（130P）

(2) 重機の運転

発電所内にはバックホー等の重機数台が存したものの、発災事業者の職員は、これらの重機を運転操作することができなかったことから、すぐに漂流物の撤去作業に取りかかることができなかった。そのため、所外から重機を運転操作できるオペレーターの応援を得るなどの対応に追われた。（444P）

(3) ケーブル敷設

電源復旧のため高圧電源車から電源盤まで高圧ケーブルを敷設することとなったが、電源盤への接続に必要な端末処理は、3 線ある高圧ケーブルの端をそれぞれ金属板に固定する特殊な作業であり、数名の技術者が数時間かけて実施した。（163P）発災事業者の職員はこのような特殊な技術を保有しておらず、少数の熟練担当者の負担を増すこととなった。

ケーブルの接続や終端処理といった作業は協力企業にまかされていたので、発電所の職員は、ケーブルの接続や終端処理といった、一部の重要な復旧作業を実施する訓練を受けていなかった。必要とされている知識と技能を備えている協力企業の作業員がほとんどいなかった。このことが復旧作業の妨げとなり、少数の熟練担当者の負担を増すこととなった。（INPO報告書21P）

(4) その他（協力会社との契約）

当初は、東京電力の従業員が消防車による原子炉への注水作業を実施することができなかった。加えて、協力会社が消防車による原子炉への注水作業に従事するに当たっては、かかる作業が本来の委託業務の内容に含まれていなかったことから、協力会社への

依頼説得が必要となった。(444P)

協力会社は、高い放射線量の中で、社員に委託業務外の危険な作業をさせることになるため、これ以上、注水作業に従事することに難色を示した。しかし、発電所対策本部は、東京電力社員の中に消防車の運転操作をできる者がいない以上、協力会社に協力してもらうよりほかになかったことから、協力会社に対し、「東京電力社員で組織された自衛消防隊の人間も同行するので、引き続き協力会社から消防車の運転操作をできる者を出して注水作業を手伝って欲しい。」旨要請し、協力会社も、非常事態であることから、これを応諾した。(131P)

◆ 関係する指摘事項等

✧ INPO 報告書

- 特殊な事故対応設備を操作する知識を持つ人員が確保され、過酷事故に対応できる備えがなされていることを確実にする。これについては、外部契約を通じて確保すること、あるいはそうした役割を果たす発電所緊急時対応要員を育成し、認定することで達成できると考えられる。(21P)
- 放射線状態が劣化するなかで、協力企業の作業員は、損傷した原子炉の近辺での支援を渋ることもあった。これを克服するため、東京電力は一部の重要な事故対応機能を果たせるよう、職員を供給するとともに訓練を行わなければならなかった。例えば、消防車の使い方や一部の可搬型発電機の運転方法について訓練を受けなければならなかった。東京電力の職員は免震重要棟の非常用発電機（1 日あたりタンカートラック約 2 台分の燃料を消費する）に安定した燃料供給を維持するため、燃料タンカーの操作方法を学ばなければならなかった。(21P)

✧ 国会事故調報告

RHRCポンプ(D)用のモーターの復旧においては、廃棄物処理建屋から延々と敷設したケーブルの端末を同モーターの端子台に直付けするための端末処理を行える熟練技能者が少なく、このような実務のほとんどを長年協力企業に依存してきた東電の体質の問題点を、この時痛感したという。(185P)

✧ 政府事故調報告（中間）

重機で漂流物を撤去しようとしたが、重機を運転するオペレーターが発電所内におらず、急きょ関連企業社員の派遣を求める事態に追い込まれた。また、消防車の操作を全て関連企業に任せていたことから、当初は東京電力社員による運転操作が行えず、注水の開始が遅れるという事態を招いた。(495P)

✧ 東電報告書

- コンクリートポンプ車を使用する上で最大のネックは、オペレーターの確保を含む安定的に注水を行うための運用体制の確立であった。コンクリートポンプ車は特殊な大型車両であり、危険で線量の高い原子炉建屋直近に設置し、ブームを伸ばして高所で離れた使用済燃料に注水する作業となることから、注意深い操作が

要求される。(252P)

- このような作業に従事する熟練したオペレーターが見つからない等の問題が生じたことから、当社本店メンバーを中心に、東電工業、東京エネシス、日立ＧＥニュークリア・エナジーの全面的な協力を得て、対応した。具体的には、コンクリートポンプ車の運転経験を有するメーカー等の技術指導員から操作方法の訓練に当社と東電工業が参加し、コンクリートポンプ車をプール注水に使用するための改造を東京エネシス、日立ＧＥニュークリア・エナジーが担った。(252P)

◆ 備　考

発災事業者は、平時には消防車等の操作を協力会社に委託していた。事業者自身が操作できること、また緊急時も想定した委託関係の構築も必要である。

◆ 関連資料　59.1（項目）

- 現場において東電職員が重機等の操作ができなかったことへの吉田所長の反省（国会事故調報告書）
- 地震前の発電所構内の社員及び協力企業作業員の勤務状況（東電報告書）
- 12日以降の社員、協力企業作業員の人の動き（東電報告書）

◆ 関連資料　59.2（項目）

- 運転員と保全員に対する具体的な直営作業の内容（東電原子力安全改革プラン）

◆ 関連資料　59.3（項目）

- 事故対応で多くの協力をしてもらった協力企業との役割分担に関する手続きを講じる。(東電原子力安全改革プラン)
- 事故時に協力企業が実施した支援の内容（東電報告書）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 7-3-2、細 59 特殊技能を要する作業の手順書を整備し、オペレーション要員を確保する。
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。 知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 2-2、通番 5 見落としを減らすための体系化 教訓 7-3、通番 19 緊急時に対する資質・能力の育成
	関連資料 No	資料 59.1 重機等の操作（吉田所長の反省）、12 日からの人の動き 資料 59.2 運転員と保全員に対する直営作業の内容 資料 59.3 協力企業の支援と役割分担
キーワード		
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 26 **政府関連**：政府事故調報告書（中間）49 **海外機関関連**：INPO 報告書 34 **事業者関連**：東電報告書 24

細目 7-3-3（過酷な事態を前提とした訓練と検証の繰り返し）

危機管理能力を向上させるため、過酷な事態が実際に発生することを前提に訓練と検証を繰り返す。（細 60）

解説

深刻な事態になればなるほど、人的過誤の確率も増加し、準備と訓練無しに適切に対処することは難しい。重大で過酷な事故発生時にも通用する資質・能力というのは、型どおりの机上訓練等では一朝一夕に形成されないことを認識し、過酷な事態を想定した実践的な教育・訓練・検証を繰り返す。なお、過酷な事態を想定しても、範囲を限定する、実際には起きないなどの甘さがあると危機管理能力の向上にはつながらない。

◆　福島原子力発電所事故での事例

(1) 事故時運転手順書の前提（政府事故調報告（最終））

東京電力の事故時運転手順書（いわゆる事象ベース及び徴候ベース）のいずれを見ても、複数号機において、スクラム停止後、全交流電源が喪失し、それが何日も続くといった事態は想定されておらず、数時間、1日と経過していけば、交流電源が復旧することを前提とした手順書となっている。（404P）

(2) 実際に行われた訓練の前提（政府事故調報告（最終））

福島第一原発では、平成23年2月下旬頃、地震が発生して一つのプラントで外部電源が喪失し、変圧器が壊れ、次いで非常用ディーゼル発電機（DG）が起動せず、交流電源が喪失するといった事象が段階的に進行して原災法第10条に基づく通報を行ったという想定でシミュレーション訓練を行った。しかし、その場合も、一定の期間が経過すれば、非常用DG が復旧するということを前提とし、それまでの期間、どうやって切り抜けるかを模擬したにすぎないので、今回のような極めて過酷な事態を想定したものではなかった。（405P）

◆　関係する指摘事項等

✧　国会事故調報告

防災訓練の目的は、実際に避難を体験することや知識を習得することだけにとどまらない。実効性ある訓練を繰り返すことによって、その都度、判明する実践上の問題点を洗い出し、想定外の事態や緊急時への対応能力を向上させることが極めて重要である。（409P）

✧　政府事故調報告（最終）

東京電力は、地震・津波で福島第一原発がほぼ全ての電源を喪失したことについて想定外であったというが、それは、根拠なき安全神話を前提にして、あえて想定してこなかったから想定外であったというにすぎず、その想定の範囲は極めて限定的なものであった。このような想定にとらわれた教育・訓練を幾ら行ったとしても、それは危

機管理能力の向上につながるものではないと言えよう。(405P)

✧ 大前報告書

- 中立的な観点（または機関）から、これら（手順・人材・訓練）が適切である事が定期的にチェック・評価される（173P）
- 今後の教育・研修・訓練においては、“福島第一の反省・教訓項目”を盛り込む
  対策行動の訓練は、必ず数値指標を具体的に設定し、習熟度をチェック
  X 時間以内に、Y 量の電源・水源を供給開始する。A 時間内に、担当部門 B がベント完了。など（187P)）

✧ ASME 報告

人的過誤（ヒューマンエラー）の性向、発生率、及びその機会を減らし、現代の複雑なシステムの故障によるリスクを減少して安全性向上に繋げるためには稀ではあるが起こりえる事象の発生の以前、最中、発生後における意思決定とそのマネジメントの観点から人的能力にもっと焦点を当てるべきである。(76P)

✧ INPO 報告

- 【1F3】ポンプを停止することは運転員の訓練や手順書に適合するものであり、ポンプはRPV にそれほど大量の注水をしていなかったかもしれない。しかしながら、事故条件下で安全系機器が重要な安全機能（崩壊熱除去）を維持するために必要とされる場合には、「壊れるまで運転する（run-to-failure)」という対応を検討することは重要である。(14P)
- 事故後評価の一環として、電力会社管理層は、今回の事象発生時に経験した状況に対処する上で、緊急時計画の教育訓練が十分現実的でなかったと結論づけている。例えば、複数の原子炉における同時被災に対する教育訓練が行われていなかった。緊急時計画の演習は、常に利用できるとは限らない情報源（SPDS など)、機材、施設を除外することで、定期的に対応者に対し難易度の高い作業の訓練をするものになっていなかった。演習には、ERC 要員の問いかける姿勢、チームワーク、診断能力を試す方法として、意図的に不正確な、あるいは誤った情報を伝えることが組み込まれていなかった。(30P)

✧ 学会事故調報告書

- 広く様々な想定を行い、それぞれの事態に対応できるようにあらかじめマネジメントの訓練、演習を行い、準備しておくことが、応用動作として想定できなかった事象に対応する最善策になると考える。(148P)
- 想定外と考えられるような事象について、あらかじめ検討をしておけば、本当の想定外事象に対しても、なんらかの対応が可能と考えているためである。このような教育訓練の積み重ねが想定外への対応を可能とする唯一の道である。(180P)
- 人間の知識には限界があることを認識し、それでも、より厳しい事象が起こった場合の机上シミュレーションを繰り返し実施すること、成功パスがないような事象に対し

ても繰り返し検討を進めることで、新しいアイディアが生まれてくるとともに実際のシビアアクシデント時の対応能力を向上できる。(181P)

- 福島第二においては緊急時に経験を生かした対策をとることに成功し、事故の拡大を防ぐことができている。しかし、福島第一事故では結果的に大量の放射性物質の放出を防ぐことができなかった。マネジメント能力をさらに充実させ、どのような状況にも対応できるように準備をしておくことが必須である。このためには、教育訓練によって様々な状態を経験するとともに、必要なハードの整備を含め継続的に改善を続ける以外に方法はない。特に、失敗を数多く経験することが重要である。実際の業務の中でも、失敗を数多く経験することでその能力は向上する。失敗を許さないような職場には向上はない。(181P)
- マネジメント能力向上にどこまであれば十分であるかという評価値はない。つねに継続的改善を追求することである。国際機関を含む第三者機関により、事業者や規制当局のマネジメント能力に対する継続的改善が行われていることを評価することも必要である。(181P)
- 「人」はわが国にとって最も大切な資源であり、人材育成は10年、20年先を展望し、計画的かつ着実に進めるべき課題である。福島第一事故を鑑みれば、「人」が事故の遠因をつくったが、「人」が事故に対応し、「人」が事故を安定化させた。「人」はシナリオのない場合にも、思考し、判断し、対応することができる。「人」の育成・確保が必要である。(295P)
- 原子力の信頼回復にも、原子力新規導入国への原子力プラントの輸出にも、原子力人材の育成が必要とされる力量の見える化に基づいて行われていくことが必要である。(295P)
- 原子力発電所の事故と自然災害が同時に進行する複合災害が起こり、社会インフラが壊滅している事態の中で、複数プラントが同時にSA状態になる場合を想定して、設備、資機材、手順書、教育訓練、対応要員、組織の強化を図ることも必要である。(362P)
- SAでは想定したシナリ通りには事象が進展しない可能性があるため、マネジメントとして事態に対応する柔軟な対応能力が必要である。この醸成のため、演習などを通じた継続的な改善活動を行うべきである。(362P)
- 危機管理に関しては、事前にさまざまな手順や緊急措置など詳細にわたる対応方針を演習などを通して検討し、明確にしておくべきである。(363P)

◆ 備　考

学会事故調報告では、「教育訓練によって様々な状態を経験するとともに、必要なハードの整備を含め継続的に改善を続ける以外に方法はない。特に、失敗を数多く経験することが重要である。実際の業務の中でも、失敗を数多く経験することでその能力は向上する。失敗を許さないような職場には向上はない。」(181P) としている。

◆ **関連資料　60.1（項目）**

- 非常用復水器の隔離弁の動作イメージ（動作の仕組み）（政府事故調報告書（中間））
- 破断検出によりIC隔離弁が閉となる仕組み（政府事故調報告書（中間））

◆ **関連資料　60.2（項目）**

- IC 隔離弁に対する安全設計審査指針の要求事項（東電報告書）
- 破断信号が出た場合と制御電源喪失の場合のインターロックの違い（東電報告書）
- IC 隔離弁の制御電源と駆動電源の種別（東電報告書）

◆ **関連資料　60.3（項目）**

- 原子炉水位計の電源（24V 直流電源）（政府事故調報告書（中間））
- 原子炉水位計及び原子炉圧力計の仕組み（政府事故調報告書（中間））
- 原子炉水位計に誤計測、誤表示が生じる要因（政府事故調報告書（最終））
- 原子炉圧力系の誤差の発生（政府事故調報告書（最終））

◆ **関連資料　60.4（項目）**

- 実践的な訓練計画の内容（東電原子力安全改革プラン）

◆ **関連資料　60.5（項目）**

- 国の総合防災訓練について懐疑的な意見（国会事故調報告書）
- 過酷事故になったのは東電の組織的な問題である。（国会事故調報告書）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 7-3-3、細 60 危機管理能力を向上させるため、過酷な事態が実際に発生することを前提に訓練と検証を繰り返す。
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。 知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 3-4、通番 9 不測の事態に対応できる訓練 教訓 7-1、通番 17 想定外へ対応できる応用力 教訓 7-2、通番 18 レジリエンスの強化 教訓 7-3、通番 19 緊急時に対する資質・能力の育成
	関連資料 No	資料 60.1 非常用復水器（IC）隔離弁の動作イメージ 資料 60.2 IC 隔離弁への要求事項、駆動電源、制御電源、制御回路 資料 60.3 原子炉水位計/原子炉圧力計の仕組みおよび原子炉水位計に誤計測、誤表示が生じる要因 資料 60.4 実践的な訓練の計画 資料 60.5 国の総合防災訓練、東電の過酷事故への取組み、緊急時訓練への取組みへの批判
キーワード		
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 27 **政府関連**：政府事故調報告書（最終）25 **学協会関連**：学会事故調報告書 36 **海外機関関連**：INPO 報告書 35、ASME 報告書 8 **有識者関連**：大前報告書 16

細目 7-3-4（環境変化に応じた関係者間での確実な情報共有）

環境の変化を的確に捉え、確実に関係者（社内、国内、海外）が情報を共有することを優先的に実行する。（細 61）

解説

国の対策本部、本店本部、現地本部、現場は重要情報を確実に共有する必要がある。通信設備が劣悪な状況にあっても、環境の変化を的確に捉え、確実に情報を共有することを優先的に実行する。情報の共有によって、誤判断の可能性が小さくなる。基本的なことであるが、極めて重要なことである。また、各国政府は日本に滞在している自国民に対して安全措置を発信する責務があり、国は各国政府への情報発信の責務を有している。どのような事態であろうと事業者は国との情報共有に積極的に取り組むべきである。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告書（中間）より情報取集や情報共有に関する問題点を抽出した。

(1) 経済産業省緊急時対応センター（ERC）の情報収集

- 東京電力本店においては、事故発生直後から、社内のテレビ会議システムを用いて福島第一原発の最新情報を得ており、12日未明までには、保安院職員が派遣されていた現地対策本部（オフサイトセンター）でも使用できるようになり、プラント情報等が共有されていた。(56P)
- しかしながら、ERC にいたメンバーには、東京電力本店やオフサイトセンターが、社内のテレビ会議システムを通じて福島第一原発の情報をリアルタイムで得ていることを把握していた者はほとんどおらず、情報収集のために、同社のテレビ会議システムをERC に持ち込むといった発想を持つ者もいなかった。また、迅速な情報収集のために、保安院職員を東京電力本店へ派遣することもしなかった。(56P)

(2) オフサイトセンター移転情報

- ヨウ素剤の服用について、3月15日、原子力安全委員会から「避難範囲（半径20km以内）からの入院患者の避難時における安定ヨウ素剤投与について」という助言がERC に送られ、ERC は、これを転送しようとしたが、オフサイトセンターが同日福島県庁に移転することになっていたのに大熊町のオフサイトセンターにFAX したことから、オフサイトセンターの担当者がFAX に気付くのが遅れたことがあった。(460P)
- 事故の初期段階においてはERC も非常に混乱したことは想像に難くなく、これはその混乱の中で生じた単純ミスにすぎないという見方もあり得よう。しかし、事柄の内容は、被ばくの可能性のある住民について放射線の影響を軽減するための安定ヨウ素剤の服用に関わる問題であるから、より確実な情報伝達がなされて然るべきであり、住民の健康に関わるこのような重要な指示や助言が担当者の失念によって宙に浮いてしまうということは、あってはならない事態であると思われる。(460P)

◆ **関係する指摘事項等**

✧ INPO 報告書

- （膨大な情報を処理する戦略とインフラ）
  長時間に及ぶ、複数の原子炉がかかわる事象発生時に提供される、膨大な量の情報を受け取り、整理し、共有するための戦略とインフラも必要である。サイトと本店の ERC 間で共有する情報の流れと正確さの問題も、本店要員がサイトで何が起こっているのかを十分に把握する能力の妨げとなった。手順書、情報を整理する方法、及び通信プロトコルを整備し、要員訓練の一環として定期的にこれらを使用しなければならない。（23P）
- 運転員及び緊急対応の指揮者は、炉心冷却状況を完全に把握する必要がある。このような意味から、炉心冷却のために使用中の系統の状況を把握し、また深層防護の観点からどの系統が使用可能かを示すため、多くの組織では状況ボード（status board）を各制御室やERC に表示する。福島第一の事象への対応では、このレベルの状況把握と制御はなされなかった。(12P)
- 被ばく線量の限度が、事象対応における柔軟性を認めていなかった。事故前にはサイト作業員全員に対して、10 rem（100 mSv）の線量限度が定められていたが、必要に応じてこの限度を超えるためのガイダンスは存在しなかった。このことが、運転員が格納容器ベント弁にアクセスする妨げとなり、長時間にわたり格納容器が高い圧力に保たれる直接的要因となったと同時に、原子炉への注水を妨げることとなった。事故後間もなく、政府は緊急時線量限度を25 rem（250 mSv）に変更した。この変更は作業員には十分伝えられず、作業員・管理層・政府間に信頼の喪失を招く原因となった。(25P)
- 電力会社と政府間で情報を伝達する上で、複数のタイムリーな方法が必要である。さらに、制御室の人員に負担をかけることなく、政府からの質問や要請に対処する計画を整備し、これに従わなければならない。(23P)

✧ 学会事故調報告

- 長時間にわたり複数の原子炉がかかわる事象発生時には、膨大な量の情報を受け取り、整理し、共有するための戦略とインフラも必要であるので、これらに関する手順書、情報を整理する方法、および通信プロトコルを整備し、訓練を行う必要がある。(184P)
- 今後の緊急時モニタリングのあり方については、初期段階から一元的にデータを収集、保存するためのシステムを確立しておく必要があり、緊急時に対応できるような体制整備を図るべきである。(370P)

✧ 政府事故調報告（最終）

この頃、米国原子力規制委員会（NRC）は、駐日米国大使館に派遣中のNRC専門家と緊密な連絡をとりつつ、在日米国民に対して独自に発する避難勧告の範囲等について検討しており、そのため、我が国に対して詳細な情報提供を求めていたものと認められる。しかしながら、我が国は、米国のこのような事情を聞かされていなかったことに

加え、官邸において把握していたプラント情報自体も乏しく、他方、プラント情報に詳しい保安院を中心とする政府関係職員はプラント対応に忙殺されていたこともあり、米側が満足するような情報提供ができていなかった。これが、米側が我が国の情報提供に不満を抱いた一因をなしたと認められる。(288P)

◆ **備　考**

- （女川）地震発生前の ITV 監視盤では、取水口の映像を選択していたため、復旧したモニタ TV 画面には津波襲来の様子が映されていた。モニタ TV 画面を確認して間もなく、1 号機の重油タンクが半分まで海水に浸かっていることを確認した。直ちに対策室に津波の到達を連絡した。また、ページングにより避難指示を発令した。(女川及び東海第二報告書 21P)
- （女川）潮位計は、最初の押し波で指示値がダウンし、機能喪失した。事態が落ち着いて、バックアップの潮位計の記録から 15 時 29 分が最大津波到達時刻であり、高さが 13m であることを確認した。(女川及び東海第二報告書 21P)
- （東海第二）緊急対策室と中央制御室の情報共有のために、緊急対策室で、プロセスコンピュータ、現場監視カメラ（ITV)、潮位計指示値の監視を可能としておくべきである。テレビ会議システムも有効である。また、外部からの情報入手手段（テレビやラジオ）も準備しておくべきである。(女川及び東海第二報告書 44P)。
- （福島第二の）対策本部では、パラメータなど必要な情報が大型のディスプレイに表示され、対策本部にいる者全員で同時に情報共有することができた。これにより、有効な対策の立案や指示の明確化が図られた。停電時には、ホワイトボードに機器の状態を整理して掲示していた。また、本店及び3 発電所が共有のテレビ会議システムで情報共有しており、海水ポンプモーターを柏崎刈羽から搬入することで迅速な復旧に結びついた。(福島第二提言62P)

◆ **関連資料　61.1（項目）**

- 在留外国人の数および訪日外客数（法務省プレス資料、日本政府観光局資料）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 7-3-4、細 61 環境の変化を的確に捉え、確実に関係者（社内、国内、海外）が情報を共有することを優先的に実行する。
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。 知見 8 その他：緊急時対応を行う職員の環境整備を図る。対外発表、渉外業務を適切に行い、海外対応にも気を配る。
	関連教訓 No	教訓 4-1、通番 11 構成員の自覚 教訓 4-4、通番 14 緊急時のコミュニケーション 教訓 7-3、通番 19 緊急時に対する資質・能力の育成
	関連資料 No	資料 61.1 在留外国人の数および訪日外客数
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）50、政府事故調報告書（最終）26 **学協会関連**：学会事故調報告書 37 **海外機関関連**：INPO 報告書 36 **事業者関連**：東電報告書 25 **JANSI 関連**：福島第二提言 2、女川／東海第二報告書 4

細目 7-3-5（現場の負担を増やさない情報共有体制の整備）
状況変化を見越し、現場の負担を増やさない情報共有体制を整備する。（細 62）

解説

時々刻々変化していく環境の中では、変化を見越した監視体制の強化や情報共有のための連絡要員の配備等の体制の整備を図る。現場が監視や操作で繁忙な状況では、対策本部への情報提供が後回しになりがちであり、情報共有の遅れによって変化に対して先手を打つことができなくなる。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告書（最終）より変化を見越した当直の対応と発電所対策本部の情報収集体制に関する事例を抽出した。

(1) 福島第二原発1・2号機の当直の状況

当直長は、1号機及び2号機共に、RHRの機能が喪失している状況において、SR弁の開操作を繰り返した場合には、S/C水温及びS/C圧力が上昇することは避けられないと認識していた。当直長は、S/C水温及びS/C圧力が上昇すれば、いずれS/Cの圧力抑制機能が失われることになり、そうなれば、SR弁を聞いても十分に減圧できず、MUWCによる原子炉注水に切り替えられなくなることを懸念した。そこで、当直は、S/Cの圧力抑制機能が失われる前に、必要に応じて、SR弁による原子炉減圧及びMUWCによる原子炉注水への切替えを実施しなければならないと考え、S/C水温計及び、S/C圧力計を継続的に監視し、S/Cの状況把握に努めた。(148P)

(2) 情報収集要員の派遣

第二発電所対策本部発電班員2名が、1/2号中央制御室に情報収集要員として派遣されており、S/C水温及びS/C圧力を含むプラントパラメータを定期的に第二発電所対策本部発電班に報告していた。これにより、1号機及び2号機のS/C水温、S/C圧力等のデータについては、第二発電所対策本部においても共有され、第二発電所対策本部及び当直の双方で監視する態勢が整えられていた。(148P)

◆　関係する指摘事項等

✧　東電原子力安全改革プラン（85P）

【緊急時組織を設計するための基本的な条件】

大規模な自然災害を起因事象とし、24 時間365 日同一レベルで事故の対応にあたることを条件（例：年末年始の早朝、大型連休の日中）とし、以下の時間的推移を仮定する。基本的な考え方としては、以下の条件を前提として緊急時組織を構成する。

① 事故発生から3 時間までは発電所にいる要員（交替勤務者および宿直者）で対応する。

② 事故発生3 時間後から発電所に集まってきた要員を合わせて対応する。

③ 事故発生 72 時間（3 日）後から、外部機関からの支援を期待する。

✧ 大前報告書

本店側では、第一と第二の合計 10 プラントの対応が必要だった。しかし、そうした人材配置は想定できていなかった。要員を確保（本店約 200 名、第一約 400 名、第二約 200～300 名）できたものの、実態としては複数同時多発事故に対する体制・要員数が不足し、訓練も不足していたと考えられる（169P）

✧ 政府事故調報告（中間）

3 月 24 日、3 号機タービン建屋（T/B）地下 1 階で電源ケーブルを設置する作業をしていた東京電力の協力会社の職員 3 名が、滞留水に浸かり被ばくするという事故が起きた。(329P)

東京電力は、前記被ばく事故が発生した同月 24 日までの間に、原子炉への注水が高濃度汚染水となって原子炉格納容器から漏れて R/B 内に溜まり、いずれは R/B 外にも漏れる危険性があることは認識していたものの、原子炉冷却など、より優先度が高い課題への対応に追われ、原子炉内の水の漏えい防止対策や被ばく防止対策にまでは手が回らなかった。(330P)

✧ INPO報告

電力会社と政府間で情報を伝達する上で、複数のタイムリーな方法が必要である。さらに、制御室の人員に負担をかけることなく、政府からの質問や要請に対処する計画を整備し、これに従わなければならない。(23P)

✧ 学会事故調報告

対応策の実用化に向けて各事業者は、現場における有効性や実行可能性を具体的に検討して評価することが不可欠であろう。このときに満足すべきと考えられる条件には“現場のタスク実施を妨げない”ことがある。対応策においては、時間制約が厳しく人的リソースが限られている中操の制御タスクを優先し、“運転員によるタスク実施過程”への割込みを最小限に抑制するため、情報共有に関わるタスクは可能な限り対策本部側に配分することが適切であろう。実際に、福島第二原子力発電所や東海第二発電所では担当員の配置がなされたとの報告があるが、福島第一の場合、実施の有無は確認できなかった。(285P)

◆ 備　考

- （東海第二）中央制御室の運転員の応援のために、連絡要員を適正人数派遣するよう手順化されていた。事務所に居た運転支援グループ員等が数名で応援のために中央制御室に行った。(女川及び東海第二報告書39P)
- 中央制御室に運転経験者を派遣して、種々の情報を対策本部に伝えたり、対策本部からの指示を伝達するなど専任の連絡担当として活用することで、実際に運転操作を行う者に操作に専念させることができた。同様に、本店との連絡や対外対応を対策本部

が受け持ち、状況把握のためのパトローラは別途派遣し、また直体制を堅持して操作員に適宜休養を取らせるなど操作に専念できるような環境作り、支援を徹底した。中央制御室の操作員は、操作に専念できる体制を作っておくべきである。(福島第二提言)

◆ **関連資料　62.1（項目）**

- 発災初期における福島第一への社内外からの応援要員の実績（東電報告書）
- 他事業者から福島第一への人的支援や物的支援（原子力事業者の防災対策への取組み（電事連資料））

◆ **関連資料　62.2（項目）**

- 運転中の基数に応じた初動対応に必要な要員の規模等（東電原子力安全改革プラン）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 7-3-5、細 62 状況変化を見越し、現場の負担を増やさない情報共有体制を整備する。
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。 知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 4-4、通番 14 緊急時のコミュニケーション 教訓 7-3、通番 19 緊急時に対する資質・能力の育成
	関連資料 No	資料 62.1 発災初期における福島第一への社内外からの応援要員の実績 資料 62.2 運転機数に応じた初動対応に必要な要員の規模等
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）51、政府事故調報告書（最終）27 **学協会関連**：学会事故調報告書 38 **海外機関関連**：INPO 報告書 37 **事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 14 **有識者関連**：大前報告書 17 **JANSI 関連**：福島第二提言 3

細目 8-1-1（職員の安全確保と長期的な安全管理・健康管理）
災害から職員を守り、長期的な安全管理・健康管理の下で事故収束に全力をあげる。（細 63）

解説

制御盤への手摺りの設置、什器やパソコン等の備品の固定、天井からの落下物防止、ヘルメットの準備等の地震等に対する災害対策や職員の長期的な安全管理や健康管理を強化する。重篤なけが人が発生すると、緊急時対応の局面がさらに困難なものとなる。

◆　福島原子力発電所事故での事例

今回の事故対応で数少ない幸運の一つは、本震で重篤なけが人が発生しなかったことである。多数の重篤なけが人が発生しておれば、局面はさらに厳しくなったであろう。なお、地震後の 4 号機タービン建屋の現場調査を行っていた運転員 2 名が浸水により死亡、また、余震や水素爆発により、事業者や協力会社等の職員に何人もの負傷者が出ている。

○　地震発生時の事務本館の状況（東電報告書より）

- 1～3 号機は運転中、4～6 号機は定期検査中であり、平日勤務時間中であったため、福島第一原子力発電所の敷地内には約6,400 名（うち当社社員約750 名）が勤務していた。そのうちの協力企業を含む約2,400名もの作業員が放射線管理区域での作業に従事していた。3、4号機、5、6号機で放射線管理区域内の作業者数が多くなっているが、これは、4号機でシュラウド取り替え工事、5号機で原子炉圧力容器の漏えい試験などを行っていたことによるものである。（114P）
- 11 日14:46、地震発生。揺れは段々と大きくなっていった。事務本館では、各部署のマネージャーなどがメンバーに対して机の下に隠れるよう指示。各自、現場作業用のヘルメットをかぶるなどして、身の安全を確保した。（別紙2 1P）
- 防災部門のマネージャー及びメンバーは、揺れている最中に緊急放送の部屋に行き、避難の放送をしたが、途中で地震により放送設備が使用不能になった。その後、拡声器で避難するように呼びかけながら走り回った。（別紙2 1P）
- 揺れは長く続いた。天井のパネルは落下、棚は倒れて物が散乱、机は大きく動き、机の下に閉じこめられる人もいた。揺れが収まってから、閉じこめられた人を救出し、避難場所の免震重要棟脇の駐車場に移動した。1 週間程前に避難訓練を行ったばかりで、各自が避難通路、避難場所を把握していた。（別紙2 1P）

○　事務本館の耐震クラス（政府事故調報告書（中間））

事務本館の耐震クラスはノンクラス。また、東京電力が実施した余震等による被災建築物の応急危険度判定の結果、建物への立入が禁止される「危険」判定であった。（37P）

◆　関係する指摘事項等

✧　東電報告書

- 現場での対応を余儀なくされる人々、運転員や重要免震重要棟の対応者は、プラントの異常の影響をいち早く受ける立場にあり、防護服（通常装備の他、放射線遮へいス

ーツ)、マスク、APD、中央制御室の環境を改善する可搬式空気清浄機等、常日頃から様々な装備品等を適切な場所に余裕をもって配備しておく必要がある。また、中央制御室の非常用換気設備については、最前線の拠点である中央制御室の環境を守る上で重要な設備であり、電源車等により優先的に機能回復を図るべき設備に位置づける。さらに、放射性物質の放出があった場合においても、事故対応の拠点となる免震重要棟の環境を維持するために、遮へいの強化や局所排風機など必要な設備を事前に準備する。(339P)

- （その他免震重要棟の）改善すべき主要なポイントを以下に記載する。仮設での対応も含め、事前に検討を進めておく必要がある。(340P)
  「人と物の出入口の分離（食料などの搬入作業時に、作業員の出入りが遅延する。)」
  「放射性物質の侵入防止を考慮した出入口設計」
  「除染しやすい内装」
  「トイレ設備の機能維持」
  「休息のための設備準備」
- 原子力災害発生時は、発電所で業務に従事する女性については、できるだけ早期に発電所から退避させることを基本的な考えとして整備する。(348P)
- 今回の事故対応においては、多くの作業者が内部被ばくした。その後の内部被ばくの評価においては、放射性物質の体内への取込み時期の特定や評価手法の確立に時間を要したために遅れが発生した。このような点を考慮し、原子力災害発生時の内部被ばく評価方法及び対応手順について、改めて検討、整備することが必要と考える。(348P)

✧ 国会事故調報告書

- 当委員会が行ったアンケートによれば、平成23（2011年）3月11日の地震発生後、福島第一原発内で従事していた作業員のアンケートに回答した東電社員の40％は原子炉が危険な状態である又はその可能性があるという説明を受けているのに対して、協力会社の従業員のほとんどは原子炉の状態の説明を受けていないと回答している。(470P)
- I-135については3日目辺りからである。しかし現実には、既にこれらが原子炉建屋の中に充満し、福島第一原発の敷地内を覆っていたはずの3月11日夜から1号機が爆発する翌日3月12日15時36分までの間、多くの東電社員と協力企業の作業員が、このような厳しい環境にさらされた。全面マスクやヨウ化カリウムの錠剤は全員に行き届いていたのか。仮にそうであったとしても、効果的に使用されていたのか。現場が最も混乱をしていた最中であり、十分な指示とその徹底、状況把握がなされていたとは思えない。(162P)
- 現場の放射線管理担当者は、平成23（2011）年3月13日ごろから朝夕、空間線量のモニタリング情報を伝える会議を始め、また20日ごろから、作業場所のモニタリング情報に加えて、それ以外の場所におけるモニタリング情報も使って原発敷地内の汚染地図を作成し、これにより敷地内の汚染情報を開示した。(471P)

✧ INPO報告

- 発電所の避難計画では、事象発生後の運転を支援するために、RP 技術者とそれ以外の要員の必要性を考慮すべきである。福島第一では、RP 技術者はサイトを避難した作業員のサーベイを行うため、地震後、集合場所に集まった。RP 技術者は、津波による浸水が引き、追加津波警報が経過するまで、集合場所に足止めされた。このことが、事象の重要な最初の数時間における放射線管理のサポート不足をもたらした。この問題に対して考えられる解決策は、事故の早い時期においてRP 要員を確保できるように、放射線管理メンバーを緊急時対応組織に配置することであろう。あるいは、運転員が独自に線量を監視し事故状況下でサーベイを行えるよう、訓練を施したり必要な機材の提供を受けることも可能である。(24P)
- RP 機材と測定器は、様々な場所に保管し、起因事象による被害から保護されているとともに、対応要員、とりわけ中央制御室の運転員が容易に利用できるようにしておくべきである。RP 機材と人員の不足が、事象対応初期の重要な数時間にわたり、重大な障害になった。警報付個人線量計（APD）と防護具をはじめとするRP 機材の大半は、津波によって破壊された。さらに、呼吸器及びそれ以外の防護具も中央制御室には保管されておらず、制御室運転員は通常線量計を着用していなかった。そのため、運転員は当初、防護具や線量率を見積もる汚染計測器の使用なしで1 号機の原子炉建屋に入ることが出来なかった。(24P)
- 事象発生後に必要とされる多数の作業員をサポートするために、十分な緊急時対応関連の機材を備蓄しておくべきである。本発電所では、最小限の緊急時対応組織、約50 人をサポートするのに十分な、事前に整備された緊急時対応機材を用意していた。しかしながら、初期事象対応には500 人以上がかかわっていた。(24P)

◆ 備　考

被災した各所の発電所から耐震対策の有効性が報告されている。(女川及び東海第二報告書)

(1) 監視姿勢を維持するため制御盤に設置した手摺

- （女川）制御盤への手すりの設置は地震発生時の計器値の確認や運転操作に対し非常に有効である。(女川及び東海第二報告書29P)

(2) ロッカー、備品類の固縛等による転倒防止

- （東海第二）ロッカー類の転倒防止や備品類の固縛・アンカーボルトによる固定等を実施していたため、負傷者は出なかった。(女川及び東海第二報告書39P)

(3) 照明用ルーバー（吊り天井）の相互固縛やパソコン等の固縛による落下防止

- （東海第二）地震に対する対策として中央制御室の照明用ルーバー（吊り天井）を落下防止のために互いに固縛していたことが有効であった。(女川及び東海第二報告書39P)
- （女川）また、机上パソコン・プリンタのベルト固定など、中央制御室の天井や備

品の耐震性対策は運転操作の環境整備として重要である。(女川及び東海第二報告書29P)

(4) ヘルメット、懐中電灯、ハンドマイク、仮設照明等の非常用備品の配備

- （東海第二）ヘルメットや懐中電灯といった非常時に必要となる備品類は、極力各自の手元近くに準備しておくべきである。(女川及び東海第二報告書45P)
- （福島第二）地震による火災報知器誤発報時等の高騒音下での当直長指示の確実な伝達にハンドマイクが有効。訓練にも反映。(福島第二提言66P)
- （東海第二）停電した本館内での活動には、仮設照明が有効であった。(女川及び東海第二報告書41P)

◆ **関連資料　63.1（項目）**

- 地震後の事務本館の状況を映した写真（政府事故調報告書（中間））

◆ **関連資料　63.2（項目）**

- 中央制御室の手摺り（東電報告書）
- 中央制御室の手摺りの有効性（女川及び東海第二報告書）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 8-1-1、細 63 災害から職員を守り、長期的な安全管理・健康管理の下で事故収束に全力をあげる。
	関連知見 No	知見 8 その他：緊急時対応を行う職員の環境整備を図る。対外発表、渉外業務を適切に行い、海外対応にも気を配る。
	関連教訓 No	教訓 8-1、通番 20 労働環境の整備
	関連資料 No	資料 63.1 地震後の事務本館の状況 資料 63.2 中央制御室の手摺り
キーワード		
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 28 **政府関連**：政府事故調報告書（中間）52 **海外機関関連**：INPO 報告書 38 **事業者関連**：東電報告書 26 **JANSI 関連**：女川／東海第二報告書 5

細目 8-1-2（食糧、健康管理等長期化に備えた体制整備）

水、食糧、衛生管理、健康管理等長期化に備えた体制整備を行う。（細 64）

解説

長期化に備えた体制整備を行う。例えば、作業員の出入管理地点や物資の中継地点の整備、協力会社も含め構内の職員数に応じた水・食糧の多めの備蓄と補給策を検討しておく。その他、衛生管理、傷病対応、メンタルケアも必要である。実際に緊急事態になると、想定以上に多くの人が集まってくるということを念頭に置いておく必要がある。

◆　福島原子力発電所事故での事例

○　政府事故調報告書（中間）より、免震重要棟での生活を抽出した。

免震重要棟は、緊急時対策室、会議室、通信設備、空調設備、電源設備を備えている。（77P）3月11日15 時頃までには、福島第一原発の非常災害対策要員を始め約400名の東京電力社員が、事務本館横の免震重要棟2 階にある緊急時対策室に入り、非常災害対策本部を立ち上げ、地震対応に着手した。作業員が起居するスペースが確保できたので、緊急時としては比較的良好な環境下で、少ないながらも食事や休憩を取ることができた。（66P）

○　東電報告書より、免震重要棟の被ばく線量の低減対策の一部を抽出した。

事故直後より膨大な量の作業に対応するため、免震重要棟に寝泊まりして復旧作業に従事する作業者が多数滞在したため、滞在中の被ばく線量を低減する必要が生じた。このため、空気中の放射性物質を除去するための常設のチャコールフィルタ付空調設備に加え、チャコールフィルタ付局所排風機の導入や入退域に際して汚染を持ち込まないための入口付近への仮設ハウスの設置、放射性物質が付着しやすく汚染除去がしにくいOAフロアマットから除染が容易なタイルへの変更やシートによる養生、線量率の低減を目的とした窓などへの鉛による放射線遮へいの設置などの対策を順次実施していった。これらの対策の結果、免震重要棟における空間線量率は徐々に低下していった。（300P）

◆　関係する指摘事項等

✧　東電報告書

＜職員の健康状態＞

今回の事故は、福島第一、第二原子力発電所で複数号機において危機的状況が続き、長期化することになるが、対応可能な人員全てを対応要員として投入していた。部分的には交代制を取り入れ対応した所もあるが、結果として長時間労働、連続勤務を続けた者も多く、疲労困憊しながらの対応を余儀なくされ、体調を崩すものが現れた。（59P）

＜被ばく抑制のための環境整備＞

中央制御室についても、運転員及び作業員の入室中の被ばく線量を低減する観点か

ら、チャコールフィルタ付局所排風機の導入や入退域に際して汚染を持ち込ませないためのサーベイエリア等の設置と監視を行った。これに加え、事故の早期収束を図るべく、多くの作業員が緊急作業に携わることになり、放射線管理上の資機材について不足したことから、現場からの回収や新たな発注を行うなどして確保に努めた。(300P)

＜医師の常駐化＞

- Ｊヴィレッジは、東電病院の医師と看護師が3月30日から24時間体制で診療開始。4月5日以降、メディカルセンターが発足し、東電病院とオフサイトセンター派遣の救急救命医師が24時間体制で診療。9月1日から免震重要棟から移動した産業医大、労災病院の医師を加え、一般診療と作業員の健康管理を強化。(308P)
- 福島第二原子力発電所：3月11日震災以降、産業医と地元の医師と東電病院医師とで交代で診療継続。7月10日から防衛医大医師がメンタルヘルスサポートを開始。(308P)
- 福島第一原子力発電所：産業医が3月11日～18日まで避難していたが、3月19日から免震重要棟で医師による診療（免震重要棟に常駐）を開始。5月29日からは産業医大、労災病院から派遣された医師により24時間常駐化。(8月まで)(308P)
- 7月1日より福島第一原子力発電所に救急医療室（5、6号機サービス建屋）を開設。救急医療室においては、政府の協力の下、全国から緊急被ばく医療の専門医師を確保し、2日前後のローテーションにより診療。(309P)

＜出入管理拠点の整備＞

今回の事故対応においては、事故対応への出入拠点（除染場所、汚染エリアへの立入拠点）として小名浜コールセンターやＪヴィレッジを福島第一原子力発電所から離れた場所に設置した。福島第一原子力発電所へ復旧に向かう作業員はもちろん、警戒区域内へ立ち入る人々にとっても重要な拠点として機能した。これらを踏まえ、輸送中継拠点と合わせて、出入管理拠点構築の方法（事前の拠点選定、支援要員への放射線教育、除染設備の確保等）を予め検討する。(347P)

＜長期対応態勢の確立＞

- 途切れなく対応するためには、判断者も含め長期間、24時間対応できるような態勢作りを事前に検討しておく必要がある。(343P)
- 対応態勢で担当する業務は、できる限り通常行っている業務と同種のものとし、少人数でも効率的に対応業務ができるように配慮する必要がある。ただし、広報関係、調達関係等には、技術系社員からも適切に人員を配置し、発電所を直接的に支援する組織の対応活動を阻害しない配慮をする必要がある。(344P)
- 発電所が複数号機、長期間の対応を余儀なくされた場合、対応要員の増強を図るため、当該発電所経験者などを中心に、本店が主導して本店や他発電所からの人的支援を実施する。(344P)

✧　学会事故調報告

長期間の事故対応に途切れなく対応するためには、判断者も含め長期間にわたって24時間対応できるような体制づくりを検討しておく必要がある。また、長期の事故対応などができるためのインフラ（衣食住）を検討する必要がある。(184P)

◆ 備　考

他の被災した発電所の食糧の備蓄量等についての意見

- 水・食料は、協力会社の作業者も考慮して 2000～3000 人分を確保しておき、更に、補給方法も予め準備しておくべきである。(女川及び東海第二報告書 44P)
- 2,000 人規模の人員に長期に亘って食料と水を提供できるように備蓄しておくことは現実的ではない。1 日～2 日程度の食料と水を準備するとともに、非常時にどのように調達するか、またどのように運搬するかを検討し準備しておくことが必要である。(福島第二提言 63P)

◆ 関連資料　64.1（項目）

- 事故対応における長期対応態勢の必要性、職員の健康状態、医師の常駐化（東電報告書）
- 発電所での負傷者の医療機関による手当がうまくいかなかった実例（政府事故調報告書（中間））

◆ 関連資料　64.2（項目）

- 免震重要棟での被ばくと低減努力（東電報告書）
- 中央制御室での被ばくと低減努力（東電報告書）
- 女性社員 2 名の線量限度超え（東電報告書）
- 運転員 3 人、保全部員 3 人の計 6 人が緊急時の被ばく線量限度（250mSv）を超過（東電報告書）

◆ 関連資料　64.3（項目）

- 福島第二の成功要因の一つである後方支援活動（東電原子力安全改革プラン）
- 柏崎刈羽原子力発電所の飲食料の備蓄の考え方（東電原子力安全改革プラン）

◆ 関連資料　64.4（項目）

- 女川、東海第二の食糧の備蓄量等（女川及び東海第二報告書）
- 福島第二の食糧の備蓄量等（福島第二提言）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 8-1-2、細 64 水、食糧、衛生管理、健康管理等長期化に備えた体制整備を行う。
	知見 No	知見 8 その他：緊急時対応を行う職員の環境整備を図る。対外発表、渉外業務を適切に行い、海外対応にも気を配る。
	教訓 No	教訓 8-1、通番 20 労働環境の整備
	関連資料 No	資料 64.1 長期対応態勢の必要性、職員の健康状態、医師の常駐化の状況 資料 64.2 免震重要棟、中央制御室における被ばく線量低減努力、線量限度の超過 資料 64.3 福島第二の成功要因の一つである後方支援活動 資料 64.4 被災した発電所の食糧の備蓄量等
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）53 **学協会関連**：学会事故調報告書 39 **事業者関連**：東電報告書 27 **JANSI 関連**：女川／東海第二報告書 6、福島第二提言 4

細目 8-1-3（業務継続の基本となる家族の安否確認）
災害発生時に対応要員の家族の安否確認をする。（細 65）

解説

災害発生時に対応要員の家族の安否確認をする等の士気を維持する仕組みを構築する。特に災害発生時から構内に常駐している緊急時対応要員の士気を維持するための家族の安否確認等を含むガイダンスが必要である。

◆　福島原子力発電所事故での事例

INPO 報告書は、「自然災害や原子力事故の発生時に、意思決定に影響を及ぼし、人員の能力を低下させる感情的な問題に対処する上で、人員の助けとなる緊急時対応策、訓練、ガイダンスを確立する。」と指摘している。（19P）

高度なストレスを伴う長時間に及ぶ事象が人員の健康、士気、意思決定能力に与える影響を認識するとともに、それによる影響を軽減する対策を設けなければならない。（19P）

(1) 長期間に及ぶ事故対応

- 福島第一原発における運転部門の人員配置は、複数の原子炉に対する何日にも及ぶ事故対応を支援する上で、十分ではなかった。（18P）
- 当直運転員は 3 日間不眠で勤務し､その多くは家族の状況すら把握していなかった。また、ERC の人員は、何週間にもわたり、限られた休憩時間だけで、任務にとどまった。（18P）
- ERC にいた発電所管理職員とのインタビューにより、なかには椅子に座ったまま意識を失い始めるまで、36 時間も眠らずに事象に対応していた者もいたことが明らかになった。（19P）
- 一部の管理職員は、ERC で数週間を過ごしてはじめて建物を出て、シャワーと食事を済ませた後、すぐに ERC に戻っている。（19P）

(2) 職員の不安の声

作業員が放射線の問題に対処するための緊急時対応策がなく、また、地域の電源が喪失したことから所員の家族の居場所や状況を確認する上で助けとなるように構築したインターネットや電話ベースのシステムが敷地内で利用できなかった。（19P）

以下は職員から出た不安の声である。

- 中央制御室も現場も暗く、自分の家族が安全かどうか、また外の状況は大丈夫なのかどうかについて、不安でいっぱいだった。（19P）
- 放射線量が 3 秒毎に 0.01mSv(1mrem)上昇し始めるなか、中央制御室を離れることができず、そのときは自分の一生がこれで終わるのだと思った。（19P）

◆　関係する指摘事項等

✧　INPO 報告書

甚大な外的事象のための緊急時対応戦略は、その事象に対応する要員や指揮者のトラウマ的な人的影響も考慮すべきであり、また、訓練、助勢や緊急時対応策も提供されるべきである。（5P）

＜長時間に及ぶ事象への対応体制の不備＞

がれきの撤去、仮設ホース・ケーブルの設置などの現場作業の物理的な要求は労働力への負担となり、自衛隊は、必要なリソースの提供を支援するためにサイトに入った。長時間に及ぶ事象に対応するのに十分な人員、引き継ぎ、支援を行う上で十分な体制があらかじめ定められていなかったのである。（18P）

◆ 備　考

防衛省は、防衛省業務継続計画（首都直下地震への対応）（平成 27 年 2 月改正）において、「職員及びその家族の安全確保は、業務継続の第一歩である。各機関は、地震発生時に職員及びその家族の安否確認を迅速に行う態勢を確保し、職員に周知徹底する。」（11P）としている。

◆ 関連資料　65.1（項目）

- 福島第一事故時の現場の声（家族に関する声）（東電報告書）

◆ 関連資料　65.2（項目）

- 防衛省業務継続計画における家族の安否確認の重要性の指摘（防衛省業務継続計画）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 8-1-3、細 65 災害発生時に対応要員の家族の安否確認をする。
	関連知見 No	知見 8 その他：緊急時対応を行う職員の環境整備を図る。対外発表、渉外業務を適切に行い、海外対応にも気を配る。
	関連教訓 No	教訓 8-1、通番 20 労働環境の整備
	関連資料	資料 65.1 現場の声－家族に関する声 資料 65.2 家族の安否確認の重要性－防衛省業務継続計画
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：防衛省業務継続計画 1 **海外機関関連**：INPO 報告書 39

細目 8-2-1（リスクコミュニケーションの実施と相手に伝わる対外発表）
常日頃からのリスクコミュニケーションに注力し、対外発表の際には「伝わること」を目指す。（細 66）

解説

緊急時においては、事実を適切に伝え、正しく恐れてもらえるようにする。誤解の無いように言葉を選んで補足し、どう受け止められるかまで考えて発言する。判断を受信者側に委ねるような表現は適切でない。また、「混乱を避ける」等の言い訳で公表を控える、粉飾するなどの行為は、最も大切な信頼感を失うことにつながる。「伝えること」ではなく「伝わること」が重要で、特に責任逃れと受け止められかねない発言には注意が必要である。また、正しく伝わるには常日頃からのリスクコミュニケーションが重要である。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告書（中間）では、プレス発表の表現や姿勢について以下のような指摘をしている。

- （政府はしばしば）「直ちに人体に影響を及ぼすものではない。」との表現については、「人体への影響を心配する必要はない。」という意味に理解する者と、反対に「直ちに人体に影響を及ぼすことはないが、長期的には人体への影響がある。」という意味に理解する者があり得るところ、いずれの意味で用いているのか必ずしも明らかではなく、この点についての踏み込んだ説明はされていなかった。（357P）

政府事故調報告書（最終）では、プレス発表の表現や姿勢について以下のような指摘をしている。

- 保安院は、一方では、西山保安院付が炉心溶融の可能性を肯定する説明又は肯定も否定もしない説明をしながら、他方で、炉心溶融の可能性を積極的に否定するかのような広報をした。このような広報が、その後、事故状況について、保安院が事実を隠そうとしているのではないかとの疑念を与えた原因となったと考えられる。（280P）

政府事故調報告書（中間）より誤解や思わぬ受け止めをされた例を抽出した。

- 清水正孝東京電力社長（以下「清水社長」という。）は、同日15 日未明にかけて、寺坂保安院長等に電話をかけ、「2 号機が厳しい状況であり、今後、ますます事態が厳しくなる場合には、退避もあり得ると考えている」旨報告した。このとき、清水社長は、プラント制御に必要な人員を残すことを当然の前提としており、あえて「プラント制御に必要な人員を残す」旨明示しなかった。（68P）（これに対して経産大臣は全員が退避（撤退）するという趣旨に受け取った。）
- 福島第一原発で平成23 年3 月11 日に深刻な原子力災害が発生した直後、関係者から、「想定外の事象が起こった。」との発言が相次いだ。「想定外」とは、「このような事象が起こることを考えていなかった。」との意味であろう。しかし、多くの国民はこの言葉を聞いたとき、「考えていなかった。」という意味だけではなく、「想定できないこと

が起こったのだから仕方がない。自分たちには責任がない。」という意味を持つ発言と受け取り、責任逃れの発言だとの印象を持った。当事者たちは「想定外」というが、このような厳しい状況を想定することが関係者の責務であったはずだ、と考えたのである。(505P)

◆ **関係する指摘事項等**

✧ 東電報告書

- 原子力災害が発生した場合においては、その状況を迅速・正確に、分かりやすく公開し、広く社会の皆さまにご説明することは、原子力発電所を運営する事業者として当然の責務である。今後、トップ自らが率先し、積極的な情報発信に努めていく。(345P)
- 様々な原子力災害の形態と事象の進展を想定した上で、万一原子力災害が発生した場合には、進展する事象を迅速・確実に公表すると共に、住民の安全にとって重要な情報を最優先に公表する。(345P)
- 現地での初動対応等の拠点としてのオフサイトセンター本来の役割を見据えた場合、地域住民にとってどのような情報が重要であるかをよく検証し、中央で発信すべき情報と現地で発信すべき情報を見極め、その方法を含めて有益な情報をいかに迅速かつ正確に公表することができるかを事前によく検討しておくことが必要である。(348P)

✧ 民間事故調報告

- 原発のトラブルが続くと、他の火力部門などに燃料調達などしわ寄せがいくため、常に原発の稼働率をあげなければいけないというプレッシャーが大きい。そのため、立地自治体が反応するトラブル情報は極力表に出さず、自分たちで判断・処理しようとしてますます閉鎖的になる傾向があった。(316P)
- ソーシャルメディアの利用者は増え続けており、今後はますます重要なコミュニケーションツールになっていくはずだ。だが、ソーシャルメディアは便利なコミュニケーションの道具である一方、危険な面も持っている。有効に活用するためには、ソーシャルメディアの特徴、技術、危険性といった点に十分な知識をもたなければならない。(144P)

✧ 国会事故調報告

- 第三は、緊急時の指示命令系統の混乱である。特に1号機のベントに際しては、現場の困難な状況を官邸及び保安院に十分伝えられず、事業者と官邸との間に不信感を生み出してしまった。(32P)
- 事故が発生し、被害が拡大していく過程で避難区域が何度も変更され、多くの住民が複数回の避難を強いられる状況が発生した。この間、住民の多くは、事故の深刻さや避難期間の見通しなどの情報を含め、的確な情報を伴った避難指示を受けていない。(37P)
- 事故翌日までに避難指示は3km 圏、10km 圏、20km 圏と繰り返し拡大され、そのたび

に住民は、不安を抱えたまま長時間、移動した。その中には、後に高線量であると判明する地域に、それと知らずに避難した住民もいた。(37P)

- 東電の情報公開の姿勢には、
  ① 法的に義務付けられた情報開示は必ず行う。
  ② 確定した事実、確認された事実のみを情報開示する。
  ③ ①②以外の情報、特に不都合な情報は開示しない。

  といった特徴が散見される。

  こうした情報開示の姿勢は、仮に法的には問題がなくとも、公共性の極めて高い電力会社の情報公開の姿勢として問題がないとは言い難い。(540P)
- 東電をはじめ、国民の安全や生活に大きな影響を及ぼし得る原子力発電所を運営する事業者は、法規制に従うことで十分とせず、いかに国民の判断、意思決定に資する情報を提供していくべきか、今一度その姿勢を根本的に見直す必要があるといえよう。(541P)
- 3月14日8時ごろ、3号機の格納容器圧力が異常上昇したため、東電はプレスリリースを用意していたが、官邸及び保安院から公表を止めるよう指示されたため、当該プレスリリースは行わなかった。(543P)
- 一事業者である東電が、官邸や監督官庁からの指示に従って行動するということ自体は、合理的であると考えられるかもしれない。しかしながら、近隣住民等が危険にさらされている状況下において、情報の透明性よりも官に対する事業者としての立場を重視する姿は、東電の企業体質の問題が露呈したと見ることもできる。(544P)

✧ 東電安全改革プラン

各広報部の役割分担や広報担当者の役割分担（緊急時の動き方）が不明確であり、また広報関係の指揮命令系統の一元化が図られていなかった。(49P)

✧ 原子力発電所が二度と過酷事故を起こさないために（科学技術国際交流センター）

国および事業者はそれぞれあるいは協働して、また、原子力を専門とする科学者、技術者は関係する学会等を軸として、原子力発電について広く国民とのリスクコミュニケーションを行い、原子力発電の有する便益とリスクに関し国民のコンセンサスを得る活動を推進する。(5P, 136P)

◆ 備　考

政府事故調報告（最終）では、原子力災害以外の緊急事態も含めて下記のように指摘している。

- あらゆる緊急事態にも言えるが、国民と政府機関との信頼関係を構築し、社会に混乱や不信を引き起こさない適切な情報発信をしていくためには、関係者間でリスクに関する情報や意見を相互に交換して信頼関係を構築しつつ合意形成を図るというリスクコミュニケーションの視点を取り入れる必要がある。(426P)

◆ **関連資料　66.1（項目）**

- 情報隠しとの指摘や炉心溶融を認めず事態を矮小化との指摘に対する東電見解（東電報告書）
- 広報の基本原則（政府事故調報告書（最終））

◆ **関連資料　66.2（項目）**

- 事故時の広報活動についての反省（東電原子力安全改革プラン）

◆ **関連資料　66.3（項目）**

- 撤退問題：全員撤退などと言うものではない（東電報告書）
- 撤退問題：誤解が生じた根本原因は東電にある。（国会事故調報告書）
- 撤退問題が出たころのプラント状態（政府事故調報告書（中間））

◆ **関連資料　66.4（項目）**

- 保安院からの指示による東電プレスリリースの差し止め（国会事故調報告書）
- 保安院プレス発表に関する官邸の事前了解（政府事故調報告書（最終））
- 東電プレス発表に関する官邸の事前了解（政府事故調報告書（最終））

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 8-2-1、細 66 常日頃からのリスクコミュニケーションに注力し、対外発表の際には「伝わること」を目指す。
	関連知見 No	知見 6 危険の存在を認め、危険に正対して議論できる文化を作る。 知見 8 その他：緊急時対応を行う職員の環境整備を図る。対外発表、渉外業務を適切に行い、海外対応にも気を配る。
	関連教訓 No	教訓 6-1、通番 16 危険に正対して議論できる文化 教訓 8-2、通番 21 対外発表
	関連資料 No	資料 66.1 情報隠しとの指摘や炉心溶融を認めず事態を矮小化との指摘に対する見解 資料 66.2 事故時の広報活動についての反省 資料 66.3 撤退問題の事実関係 資料 66.4 公開姿勢－情報の透明性よりも官に対する事業者としての体面を重視
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）54、政府事故調報告書（最終）28　**事業者関連**：東電報告書 28、東電原子力安全改革プラン 15 **有識者関連**：民間事故調報告書 11、原子力発電所が二度と過酷事故を起こさないために 9

細目 8-2-2（緊急時には事前了解の効率化が必要）
組織内あるいは関係組織間で緊急時の事前了解の効率化について合意する。（細 67）

解説

状況が刻一刻と変化するような場合は、適時かつ正確な情報発信に努める。なお、緊急性を要する場合もあり内部あるいは他組織との事前了解は効率的に実施する。上部組織や関係組織との情報共有は重要だが、すべてのプレス発表をこれらの組織の事前了解を必要とすると、住民の健康や生命に係わるような緊急性を有する情報を直ちに広報できない状況が生じる恐れがある。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告（中間）よりプレス発表に関する課題を抽出した。

- 11 日 14 時頃の保安院プレス発表（第 14 報）において、中村審議官は、同日 9 時 45 分頃のプレス発表（第 12 報）の説明よりも更に踏み込んで、「炉心溶融の可能性がある。炉心溶融がほぼ進んでいるのではないだろうかと。」と説明した。
  同日 14 時頃の保安院プレス発表（第 14 報）後、寺坂保安院長は、官邸において保安院の炉心についてのプレス発表に対する懸念やプレス発表前の官邸への情報提供を求める声があったとの情報を受け、保安院のプレス担当者に対し、プレス発表の際は事前に官邸の了解を得るよう指示した。そのため、保安院は、それ以前は１～2 時間置きに定期的にプレス発表を行っていたが、その後のプレス発表の間隔は広がることとなった。（350P）
- 3 月 12 日夕方頃、東京電力福島事務所長は、県災対本部から、1 号機原子炉建屋爆発について説明してほしい旨依頼を受けた。
  同所長は、報道機関等から 1 号機原子炉建屋爆発後の写真等を提供してほしい旨要請されていたことなどから、その説明の際、東京電力内で共有していた 1 号機原子炉建屋爆発後の写真を使用することとし、自己の判断で、当該写真を同日夜の本部員会議において公表した。
  ところが、同月 13 日、東京電力本店の清水正孝社長は、同写真が官邸に事前の連絡なく公表されたことなどについて官邸から注意を受け、そのため、東京電力立地地域部長に対し、東京電力がプレスする際には、事前にプレス文案や公表資料等について官邸の了解を得るよう指示し、その後、東京電力は、事前にプレス文案や公表資料について官邸の了解を得るようになった。（353P）

◆　関係する指摘事項等

✧　民間事故調報告
3 月 25 日、近藤原子力委員長が作成した「最悪のシナリオ」で、その想定ははじめて具体的なシナリオとして明らかにされた。

「最悪のシナリオ」に示されたのは、使用済み燃料プールが空焚き状態になり、そこから放射性物質が放出された場合に生じる甚大な被害と、広大な区域にわたる住民避難の必要性であった。

危険時においてこうしたワーストケースシナリオを検討することは珍しいことではない。ただし最悪シナリオについて、その存在自体が長期間伏せられ、作成後は閲覧後直ちに回収されるなど、公文書としての扱いを避けるかのような取扱いがされていた。その後明らかになった官邸議事録の不作成の問題などとあわせ、機密性の高い公文書管理のあり方については、改めて広く議論されるべきである。(108P)

✧ 国会事故調報告

3 月 14 日 8 時ごろ、3 号機の格納容器圧力が異常上昇したため、東電はプレスリリースを用意していたが、官邸及び保安院から公表を止めるよう指示されたため、当該プレスリリースは行わなかった。(543P)

東電によると、3 号機の事象については保安院等に対して法律に基づく通報を行うことが義務付けられているため行ったが、プレスリリースは事業者の義務ではないため、官邸等の指示に従い行わなかったとのことである。(543P)

一事業者である東電が、官邸や監督官庁からの指示に従って行動するということ自体は、合理的であると考えられるかもしれない。しかしながら、近隣住民等が危険にさらされている状況下において、情報の透明性よりも官に対する事業者としての立場を重視する姿は、東電の企業体質の問題が露呈したと見ることもできる。(544P)

✧ 東電報告書

【情報公開】

- 万が一原子力災害が発生した場合においても、今回起きた事故を踏まえ、発電所周辺の住民の安全に役立ち、かつ、広く国民の皆さまにお伝えすべき情報について、検討しておくことも必要である。(345P)
- 万一原子力災害が発生した場合には、進展する事象を迅速・確実に公表すると共に、住民の安全にとって重要な情報を最優先に公表する。(345P)
- 報道対応に携わる者が情報の意味や評価を正確に理解できるよう、技術系社員の配置も含めて態勢を構築する。(346P)
- 多様な情報を直接かつ迅速にお伝えできるインターネットを積極的に活用していく。(346P)
- 過度な発表内容の事前調整については取りやめ、迅速な情報公開のために情報共有程度に留めるべきと考える。(346P)

✧ ASME 報告書

- 通常時及び危機的状況の両方において、様々な原子力関係者へのタイムリーな情報提供を含めたコミュニケーションの拡大が必要である。危機的状況が生じてしまった後から適切なコミュニケーションをどのように行うかを考えるのでは遅すぎる。

（76P）

- 関係者が確固とした事実に基づく情報に信頼を寄せられるようにするためにはコミュニケーションの手続きを予め定め、維持しておく必要がある。（76P）

✧ 学会事故調報告

欧米並みの訓練（たとえばシナリオなしの訓練、専任スポークスマンの訓練、有事のコールセンタースタッフの育成と訓練、有事のウェブサイト対応など）の導入や警察・消防等の自治体の防災関係者による福島第一事故を教訓にした対応訓練を通じて、それぞれが情報発信すると同時に、それらを統括した一元情報がスポークスマンによって発信できる仕組みと絶えざる訓練の実施が必要である。（306P）

✧ 政府事故調報告書（最終）

政府事故調報告（最終）では、「緊急性の高い情報については、各広報機関が独自の判断で広報することが必要となる場面もあり、情報の全てについて官邸の事前了解を求めることは必ずしも適切ではない。」（391P）としている。また、広報のポイントを以下の通り整理している。

- 広報の基本原則は、事実を迅速に、正確に、かつ分かりやすく伝えるということにある。非常災害時においてもこの原則を貫くことが、結果として周辺住民による適切な自主判断を助け、国民にいたずらな不安感や混乱を生じさせたりしないために肝要である。（425P）
- もっとも、「迅速さ」と「正確さ」は、時に相反する場合がある。その場合、「正確さ」の確認にとらわれて「迅速さ」を欠くことは、かえって国民の不安や不信を招くおそれがあることに留意すべきである。情報が入らず、正確な広報ができない事態が生じた場合には、そのことをありのままに伝えることも必要であり、かつ重要である。（425P）
- さらに、「分かりやすさ」という観点から見た場合、評価的事実の広報については、特に配慮が必要である。評価的事実について、情報不足や事象の不確実性のために確定的なことが言えないこともあろうかと思われるが、そのような場合であってもその旨をきちんと説明した上で、可能な限り迅速に広報することが望まれる。（425P）

◆ 備　考

原子力災害対策マニュアル（平成 31 年 3 月 29 日一部改訂版、原子力防災会議幹事会）に原子力事業者が行う記者発表について以下の通り記載されているが、事前了解の問題について明確な考え方を示すものにはなっていない。

- 記者発表をする場所は、官邸、ERC、オフサイトセンター、原子力施設事態即応センターである。（49P）
- オフサイトセンターでの情報発信は、事故現地本部長等が記者会見を行うものとする。その際、事故の詳細等に関する説明のため、原子力事業者に対応を要請する。（47P）
- また、原子力事業者が実施する記者会見の情報については、原子力施設事態即応セン

ターの広報担当と官邸及びERC広報担当が連携を取ることにより、政府の情報発信と齟齬が生じないよう努める。(48P)

- 原子力事業所における情報発信は、原子力事業者と連携して、特に必要とされる時は、規制庁長官が指定する規制庁職員が、記者会見を行うものとする。その記者会見の情報については、官邸チーム広報班及びERCチーム広報班に共有するものとする。(139P)
  →（本項目は趣旨不明。原子力事業所は発電所と考えられるので、このような事故が起きた場合は、発電所が記者発表することはないと考える。）
- 原子力事業者が実施する記者会見の情報を官邸チーム広報班、ERCチーム広報班及びオフサイトセンターと情報共有する。(143P)

◆ **関連資料　67.1（項目）**

- 情報公開に時間を要した要因や経営陣による説明不足についての見解（東電報告書）

◆ **関連資料　67.2（項目）**

- 緊急時の情報公開の体制上の課題や問題認識（東電原子力安全改革プラン）

◆ **関連資料　66.4（項目）**

- 保安院からの指示による東電プレスリリースの差し止め（国会事故調報告書）
- 保安院プレス発表に関する官邸の事前了解（政府事故調報告書（最終））
- 東電プレス発表に関する官邸の事前了解（政府事故調報告書（最終））

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 8-2-2、細 67 組織内あるいは関係組織間で緊急時の事前了解の効率化について合意する。
	関連知見 No	知見 8 その他：緊急時対応を行う職員の環境整備を図る。対外発表、渉外業務を適切に行い、海外対応にも気を配る。
	関連教訓 No	教訓 8-2、通番 21 対外発表
	関連資料 No	資料 67.1 情報公開に時間を要した要因や経営陣による説明不足についての見解 資料 67.2 緊急時の情報公開の体制上の課題や問題認識 資料 66.4 公開姿勢－情報の透明性よりも官に対する事業者としての体面を重視
キーワード		
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 29 **政府関連**：政府事故調報告書（中間）55、政府事故調報告書（最終）29 **学協会関連**：学会事故調報告書 40 **海外機関関連**：ASME 報告書 9 **事業者関連**：東電報告書 29 **有識者関連**：民間事故調報告書 12

細目 8-3-1（緊急時の視察や立入には、最小限で対応）
やむを得ない緊急時の視察や立入には、最小限で対応する。（細 68）

解説
緊急時における視察や立入をどうしても断れない場合は安全確保を大前提にすることを理解してもらい最小限で対応する。緊急時にやむを得ない来訪が入った場合に備え、その場合の対応基準を安全に置くことを確認しておくことは、実際の場合の混乱を最小限にするのに役立つ。

◆　福島原子力発電所事故での事例
政府事故調報告（中間）より、総理が福島第一原発の現場を訪問した事例を抽出した。

- 今回の事故において、保安検査官は、当初は福島第一原発内にいて情報収集等に当たったものの、3 月12 日午前5 時頃にはオフサイトセンターに退避した。これは、保安院の原子力防災課長の了承を受けたものではあるが、この時期は1 号機格納容器の圧力が異常に高い状態が続く一方炉圧が低下し、圧力容器の損傷が疑われ、一刻も早い代替注水が必要で、そのためには格納容器ベントを早期に行わなければならないという緊迫した状況だった。（458P）
- 3 月12 日早朝、吉田所長は、発電所対策本部において、原子炉格納容器ベントの実施準備等に向けて1 号機の現場対応の指揮を執っていたが、急きょ、本店対策本部から、テレビ会議システムを通じて、菅総理が福島第一原発に来訪することを聞いた。しかし、吉田所長は、菅総理の応対に多くの幹部を割く余裕はないと考え、福島第一原発からは自分一人で応対しようと決めた。（149P）
- 12日7時11分頃、菅総理は、班目委員長らとともに、ヘリコプターで福島第一原発に行き、免震重要棟2階の緊急時対策室横の会議室で、吉田所長と面会した。その際、オフサイトセンターから池田元久経済産業副大臣及び武藤副社長も同席した。このとき、菅総理は、吉田所長から、現場作業が困難を極めていることなどについて状況説明を受け、吉田所長に対し、原子炉格納容器ベントの実施作業を急いで進めるように言った。これに対し、発電所長は、「現在、原子炉格納容器ベントの実施に向けて準備中であり、9 時頃を目途に実施したい。」旨答えた。同日8 時4 分頃、総理は、福島第一原発を後にした。（149P）（吉田調書（20110722 51P（通し頁51P））によれば、菅総理との応対は自由に発言できる雰囲気ではなく、聞かれたことに答えただけで、職員に対する激励もなかったとのことである。）

◆　関係する指摘事項等
吉田調書（20110722 49P（通し頁 49P））において、総理の福島来訪への対応について述べられている。

- 総理の発電所来訪については目的も聞いておらず、行くよということしかなかっ

た。菅総理は3月12日7時11分頃に来て、8時4分頃に帰った。

- 総理への対応は自分ひとりでやったが、かなり厳しい口調で、どういう状況になっているんだということを聞かれたので、要するに電源がほとんど死んでいますということで、制御が効かない状態です。ベントも一生懸命やっていますけれども、現場は大変ですという話はした。自由発言できる雰囲気じゃないので、総理に聞かれたことに答えた。
- 緊急対策室の隣の部屋で対応したが、総理は職員への激励にも行かれず、そのまま帰られた。

◆ 備　考

政府事故調報告書（最終）にはこの来訪を以下のように評価している。

- この現地視察は、事故もなく無事終了し、また、結果的には福島第一原発におけるベント実施への影響もなかったと認められる。さらに、菅総理自身は、吉田所長と接したことにより得たものがあったと述べている。しかしながら、今回のような大規模災害・事故が発生した場合において、最高指揮官としての立場にある内閣総理大臣が、長時間にわたって官邸を離れ、危険が伴う現地視察を行い、緊急対応に追われていた現地を訪れたことについては、他の代わりとなる人物を派遣して状況を確認させるなど、より問題の少ない方法によるべきではなかったのかという点で、なお疑問が残る。(373P)

◆ 関連資料　68.1（項目）

- 菅総理の福島第一来訪の状況（吉田調書）
- 菅総理の福島第一来訪の是非（政府事故調報告書（最終））
- 菅総理の福島第一来訪の現場への悪影響、官邸の現場介入による現場の混乱（国会事故調報告書）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 8-3-1、細 68 やむを得ない緊急時の視察や立入には、最小限で対応する。
	関連知見 No	知見 8 その他：緊急時対応を行う職員の環境整備を図る。対外発表、渉外業務を適切に行い、海外対応にも気を配る。
	関連教訓 No	教訓 8-3、通番 22 渉外対応
	関連資料 No	資料 68.1 事故時における総理の福島第一来訪－現地の受止め
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）56、政府事故調報告書（最終）30、吉田調書 7

細目 8-3-2（事故時には来訪者の安全確保が第一）
人道的な渉外対応の場合は来訪者の安全確保を第一に考える。（細 69）

解説
人道的な渉外対応が入る場合も想定される。その場合は来訪者の安全確保を第一に考えて柔軟に対応する。いろいろと想定しておけば、バタバタしないので、緊急時対応への影響を最小限にできる。

◆　福島原子力発電所事故での事例
政府事故調報告（中間）より、避難し遅れた病人等が原子力事業者毎に設置されている緊急事態応急対策拠点施設（オフサイトセンター）に搬入された等の混乱した事例を抽出した。

- オフサイトセンターには、福島第一原発及び福島第二原発からそれぞれ半径10km の地域に関する地図しか置かれていなかったため、3 月12 日に避難範囲が福島第一原発から半径20kmの地域に拡大された際には、住民安全班は、避難指示区域の特定ができず、市町村等からの問い合わせに対しても、明確に答えることができなかった。(73P)
- また、避難し遅れて一時的にオフサイトセンターに搬入された病人等の対応に医療班が当たるなど、想定外の事態が発生した。(73P)

◆　関係する指摘事項等
✧　平成 27 年電気学会全国大会東北電力資料（地震・津波被災を乗り越えた女川原子力発電所）
また、女川町に通じる道路も地震と津波で被害を受け寸断され、発電所は孤立状態になった。発電所周辺の住民も家屋等に被害を受け、発電所に避難を求めてきた。最初は、PR（広報）センターに、次は、発電所の事務棟に受け入れたが、どんどん人数が増えたため最後は発電所体育館に受け入れた。数日後、避難者の数はさらに増え 360 人を超え、約 3 ヶ月間共に過ごした。

✧　女川及び東海第二報告書（避難者の受入れ等）

- （女川）津波を避けるために沖に避難していた船も、戻る港が被害にあったため、一時的に、発電所の港湾に受入れた。(24P)
- （女川）家を流されたり、道路が寸断したことにより、孤立した地域から区長とともに住民の方々が、3 月11 日の16 時頃、発電所PR センターに避難を求めてきた。しかし、PR センターも停電していたため、発電所長の判断により発電所構内への受入れを決めた。(24P)
- （女川）核物質防護上、区長が身元保証人になって頂き受け入れた。国へも受け入れについて連絡した。(24P)
- （女川）当初は徒歩で避難されてきたが、途中からバスを発電所から出して迎えた。

避難された方々は、3 月14 日には最大人員の364 名となった。避難されてきた方々が出入りされるため、その出入管理が煩雑であった。(24P)

- （女川）自治体に地域住民の方々を受け入れている旨連絡し、3 月16 日に女川町の避難所として指定され、それ以降は自治体の職員が常駐し対応に当たられた。新たな避難先が見つかった人から順次退去され、6月6日に全員の退去が完了した。(24P)
- （女川）自治体からの食料が届くまで、発電所に備蓄していた非常食を配給した。水は備蓄していたペットボトルを配給した。発電所内の水道設備が復旧した後は水道水を使用してもらった。避難されてきた方々の日用品は、要望をお尋ねして本店へ手配を依頼し、ヘリコプターで運搬してもらった。更に、避難者の方々のうち妊婦の方や酸素ボンベが必要な方の搬送のためにヘリコプターを活用した。(24P)

◆ **備　考**

○ 女川原子力発電所の孤立への対応（女川及び東海第二報告書）

- （女川）発電所から各アクセス道路の状況を把握するためにパトロールを出したが、全てのアクセス道路が寸断されていることを確認した。道路の復旧は、本店が宮城県と協議し、除雪のためや改良工事のための重機が発電所の構内にあったことからこれらを活用して5 日かけて道路の復旧を行った。以前に、台風襲来時に寸断された道路を自分達で復旧した経験があり、その経験を活かして復旧作業を行った。(22P)
- （女川）発電所で対策本部にいた人員は2 日目以降、交代制として適宜休憩を取ることとしたが、道路が寸断されていたため帰宅できず、事務所内の会議室や訓練センター等仮眠を取れる場所をそれぞれの課で確保し、着の身着のままで過ごした。毛布はヘリコプターで運搬されてきたが、当初は、避難されてきた人たちへの配布を優先したため、所員に渡ったのは4 日目くらいからであった。(23P)

◆ **関連資料　69.1（項目）**

- 女川原子力発電所における避難者の受入れ（地震・津波被災を乗り越えた女川原子力発電所（電気学会東北電力発表資料））

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 8-3-2、細 69 人道的な渉外対応の場合は来訪者の安全確保を第一に考える。
	関連知見 No	知見 8 その他：緊急時対応を行う職員の環境整備を図る。対外発表、渉外業務を適切に行い、海外対応にも気を配る。
	関連教訓 No	教訓 8-3、通番 22 渉外対応
	関連資料 No	資料 69.1 女川原子力発電所における地元女川町の避難者の受入れ
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）57 **事業者関連**：女川の被災者対応 2 **JANSI 関連**：女川／東海第二報告書 7

細目 8-4-1（国際間ルールと国内のルールに相違に注意）

国際間ルールと国内のルールに相違がある場合は、その違いを把握する。（細 70）

解説

国際的なルールと国内のルールに相違がある場合は、その違いを明確に把握しておく。国際機関の発表はインパクトがあり、新聞報道等で大きく取り上げられるため注意が必要である。

◆　福島原子力発電所事故での事例

政府事故調報告書（中間）より、IAEA（国際原子力機関）の発表と国内の判断が食い違った例を抽出した。

- 3月30日、IAEAはIAEAの避難の基準を超える放射線量が飯舘村で観測された旨を発表した。(270P)
- 安全委員会は、4 月1 日、空間線量率は日々低下しており、その時点で防護区域等の設定を変更する必要はないと判断し、その旨の見解を発表した。(270P)

◆　関係する指摘事項等

✧　政府事故調報告書（中間）

　このように、同じデータを用いながら、我が国とIAEA とで矛盾するかのような結果となった原因は、IAEA は、前記の「7 日間で100mSv」という基準に相当するものとして、これを土壌における放射性物質の面密度に換算した値を基準にして避難基準を超えたと分析しているのに対し、我が国は空間線量を基準にして避難基準を分析していること、IAEA は1 点のみで避難の必要性を判断しているのに対し、我が国は1 点のみで放射線量が高くとも必ずしも生活空間全体が高いことにはならないので、面的な広がりを考慮していることが挙げられる。(270P)

◆　備　考

政府事故調報告書（中間）によれば、IAEAの判断は以下の通り。

- IAEA の基準は、7 日間で100mSv の被ばくが予測されるときは避難すべきであるとしているところ、IAEA がその基準値を超えたとしているのは、測定点9 点のうち1 点のみであった。これは、日本が測定・公表している土壌のデータをIAEA の基準に換算して発表したものである。(270P)
- IAEA 基準は、放射性ヨウ素131 で10MBq/㎡としている。問題の1 地点で計測・換算された値は、3 月19 日から3 月27 日までに実際に測定した土壌における放射性ヨウ素の濃度（Bq/kg）の平均値を、土壌における放射性ヨウ素の面密度（Bq/㎡）に換算した値と認められ、それは約20MBq/㎡であった。(270P)

◆ **関係資料　70.1（項目）**

- ICRP の緊急時被ばく状況に対する参考レベル 20～mSv/年の意味（低線量放射線被ばくの健康影響（JANSI））
- ICRP の 20mSv～100mSv の意味（ICRP Pub 109）

◆ **関連資料　70.2（項目）**

- 線量 20mSv を避難指示の基準にした理由（放射線健康影響等統一的基礎資料（環境省））
- 100mSv の意味は？（放射線健康影響等統一的基礎資料（環境省））

◆ **関連資料　70.3（項目）**

- 原子力災害特別措置法に基づく原子力緊急事態における防護措置の考え方（EAL1、EAL2、EAL3、PAZ、UPZ、10 条通報、15 条通報）（防護措置の考え方（NRA 作成資料））
- EAL1（警戒事態）、EAL2（10 条事象、施設敷地緊急事態）、EAL3（15 条事象、全面緊急事態）の該当事象（原子力災害対策指針、原子力災害判断基準解説）

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 8-4-1、細 70 国際間ルールと国内のルールに相違がある場合は、その違いを把握する。
	関連知見 No	知見 8 その他：緊急時対応を行う職員の環境整備を図る。対外発表、渉外業務を適切に行い、海外対応にも気を配る。
	関連教訓 No	教訓 8-4、通番 23 国際関係
	関連資料	資料 70.1 避難指示基準についての考察 資料 70.2 避難指示基準に関する環境省の見解
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）58

細目 8-4-2（諸外国との条約を把握し国際問題化を回避）
危険物の処置等の国際問題になりかねない事象について、必要な手続きを把握する。(細 71)

解説
国際問題になりかねない事象については事前にどのような手続きが必要になるか把握しておく。国際的な取決めに関しては、平時は特に問題はないので見落としがちであるが、災害発生時には国外で様々な活動が展開される。当該危険物についての国際的な枠組みや対処方法を把握しておくことで無用な混乱を避けることができる。

◆ 福島原子力発電所事故での事例
国際問題になりかねなかった事例を抽出した。(政府事故調報告（中間))

- 保安院は、4 月4 日に実施した低濃度汚染水海洋放出の人への影響について、全実効線量が年間0.6mSv と評価した上、実用炉則及び実用炉告示で定められた線量限度である年間1mSvを下回っていることから人の健康への有意な影響はないと判断した。(358P)
- 東京電力は、4 月4 日、保安院の了解を経て、比較的汚染度の低い滞留水を海洋に放出することとしたが、その放出に必要な手続上の事務作業に関与した保安院の職員の中で関係諸外国へ通報することの必要性を認識、指摘した者はなかった。(357P)

◆ 関係する指摘事項等
政府事故調報告（中間）より。

- 4日15 時30 分過ぎ、統合本部にいた外務省職員が、東京電力が汚染水の海洋放出を実施する予定であるという情報を入手して外務省関係部局に連絡し、その情報が同日16 時開始の定例ブリーフィングを行っていた外務省説明担当職員の携帯電話メールに送られたため、そのブリーフィングの中でその情報が各国の外交官に伝えられた。(358P)
- 同日16 時3 分に始まった官房長官定例記者会見を見ていた保安院職員の一人が、通報の必要性に気づいてERC に出向き、前記海洋放出に関する資料を入手し、同日17 時46 分、IAEA に対し、海洋放出の実施について電子メールで連絡した。(357P)
- 実際の集中廃棄物処理施設内の低濃度汚染水の放出は、同日19 時3 分に開始された。しかし、同日中に放出が開始される旨の連絡がなされたのは同日19 時5 分であり、海洋放出開始後の連絡となった。(358P)
- 外務省及び保安院は、同月5 日、16 時からの定例ブリーフィング（47 か国、2国際機関出席）において、改めて汚染水の海洋放出の経緯やその影響について説明を行い、また、外務省は、翌6 日、在京の韓国、中国及びロシアの各大使館に対して、海洋放出の経緯やその影響についての説明をした。(358P)

◆ 備 考
政府事故調報告書（中間）では、「条約上の通報義務はないとしても、前記放出に当たって

は、条理上、我が国周辺の関係国への事前通報が必要であったと認められる。」（359P）と評価している。

- 放出を開始した翌日の5 日、保安院は、外務省に対し前記海洋放出についての条約適合性を照会したところ、同省から、同放出が原子力事故の早期通報に関する条約第2 条が規定する通報を要する場合に該当しない旨の回答を受けた。（358P）
- 海洋法に関する国際連合条約第198 条の通報義務に関しては、外務省は、「同放出は、海洋法に関する国際連合条約第198条に規定する『海洋環境が汚染により損害を受ける差し迫った危険がある』として同上に基づく関係国等への通報を行う場合には該当しない」とし、同条約が規定する通報を要する場合にも該当しないとしている。（358P）
- しかし、およそ何らの通報をする必要がないという立場ではなく、松本剛明外務大臣は、4 月13 日、衆議院外務委員会において、「もう少し丁寧でかつ事前の説明があってもよいのではないか、こういう問題提起を（他国から）受けているということは真摯に受けとめて、以後、その点についてはしっかり改善をしていきたい。」との認識を示している。（359P）

◆ **関連資料　71.1（項目）**

- 原子力事故の早期通報に関する条約（原子力事故の早期通報に関する条約）
- 海洋法に関する国際連合条約（海洋法に関する国際連合条約）
- 低濃度汚染水の海洋放出に至った理由（政府事故調報告書（中間））

【属性管理表】

整理 No		
	細目 No	細目 8-4-2、細 71 危険物の処置等の国際問題になりかねない事象について、必要な手続きを把握する。
	関連知見 No	知見 8 その他：緊急時対応を行う職員の環境整備を図る。対外発表、渉外業務を適切に行い、海外対応にも気を配る。
	関連教訓 No	教訓 8-4、通番 23 国際関係
	関連資料 No	資料 71.1 放射性物質の海洋放出について
キーワード		
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）59

資料 1.1（資 1）

〔『中央防災会議の概要』と『東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波に関する専門調査会』の反省〕

(1) 内閣府 HP において、「中央防災会議」とその傘下会議体である「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波に関する専門調査会」の役割が示されている。

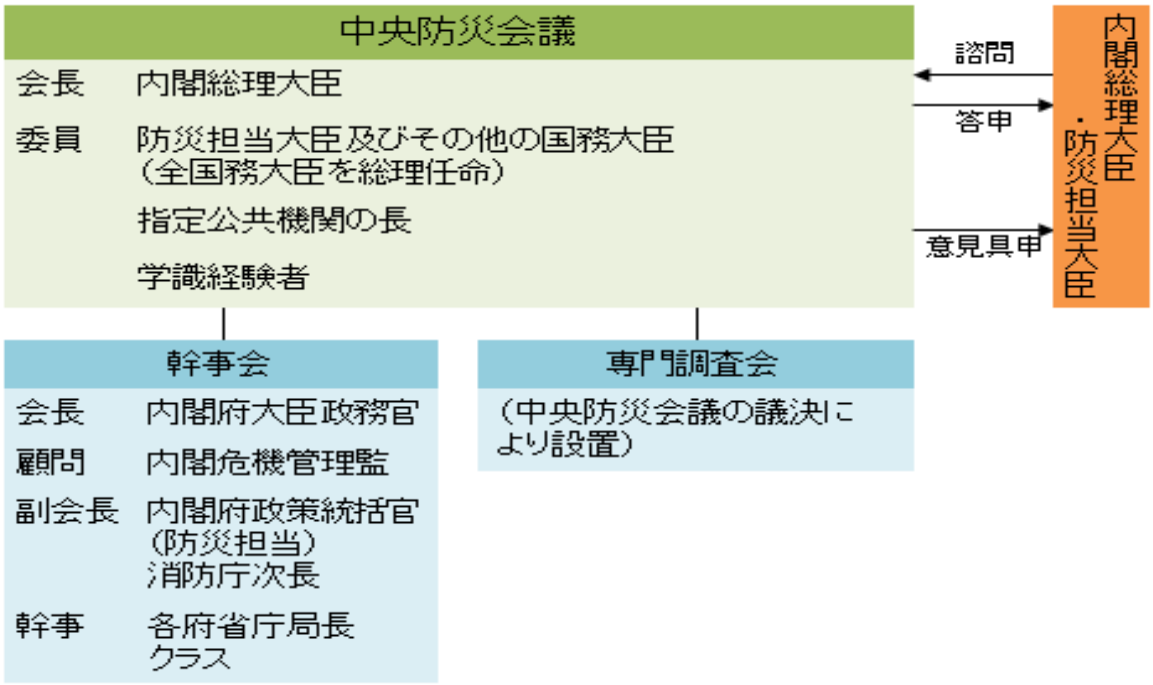
- **「中央防災会議」は災害対策基本法に基づいて設置されている内閣総理大臣の諮問機関であり、内閣総理大臣が会長を務める。**
- **「中央防災会議」の下に各種の専門調査会が設置されるが、平成 23 年 4 月 27 日、中央防災会議において「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」が設置され、東北地方太平洋沖地震による地震・津波の発生、被害の状況等について分析、今後の対策の検討が進められた。**
- **12 回にわたる審議を経て平成 23 年 9 月 28 日に「報告」が取りまとめられた。この報告の中で「確からしさが低くても、地震・津波被害が圧倒的に大きかったと考えられる歴史地震については、十分考慮する必要がある」との反省が述べられている。**

(2) 産総研 HP において、貞観地震が長期評価の対象から外された理由が記載された。

- 貞観地震と貞観津波の存在は古くから知られており、1990 年代には既に貞観津波による津波堆積物も発見されていたが、具体的な断層の実態が不明だったことから、政府の「地震調査研究推進本部」による海溝型地震の長期評価からは外された。

＜中央防災会議の概要＞（内閣府 HP より）

中央防災会議は、内閣の重要政策に関する会議の一つとして、内閣総理大臣をはじめとする全閣僚、指定公共機関の代表者及び学識経験者により構成されており、防災基本計画の作成や、防災に関する重要事項の審議等を行っている。



＜東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波に関する専門調査会の反省＞（内閣府 HP より作成）

平成 23 年 4 月 27 日、中央防災会議において「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」が設置された。

当専門調査会では、今般の東北地方太平洋沖地震による地震・津波の発生、被害の状況等について分析、今後の対策について検討された。

全 12 回わたる審議を経て、「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告」が平成 23 年 9 月 28 日にとりまとめられました。

座長は、関西大学社会安全研究科長・社会安全学部長・教授　河田惠昭（かわたよしあき）　氏。

以下は上記「報告」からの抜粋。

（３）今回の災害と想定との食い違いへの反省

○　これまでの地震・津波の想定結果が、実際に起きた地震・津波と大きくかけ離れていたことを真摯に受け止め、今後の地震・津波の想定の考え方を抜本的に見直さなければならない。

○　これまで、我が国の過去数百年間に経験してきた最大級の地震のうち切迫性の高いと考えられる地震を対象に、これまで記録されている震度と津波高などを再現

することのできる震源モデルを考え、これを次に起きる最大級の地震として想定してきた。その結果、過去に発生した可能性のある地震であっても、震度と津波高などを再現できなかった地震は地震発生の確度が低いとみなし、想定の対象外にしてきた。今回の災害に関連していえば、過去に発生したと考えられる869年貞観三陸沖地震、1611年慶長三陸沖地震、1677年延宝房総沖地震などを考慮の外においてきたことは、十分反省する必要がある。

○ このように、過去に発生したことがわかっていながら当時の知見で想定の対象外としたことの理由の一つは、具体的な防災対策の検討のもとになる震度と津波高など地震像全体の再現が困難であったことによる。今後は、たとえ地震像全体が十分解明されていなくても、想定対象地震として、活用することを検討していく必要がある。確からしさが低くても、地震・津波被害が圧倒的に大きかったと考えられる歴史地震については、十分考慮する必要があるからである。

＜1100 年前の大地震＞（産総研 HP）

東北地方で発生した貞観地震と貞観津波の存在は古くから知られており、1990年代には既に貞観津波による津波堆積物も発見されていたが、具体的な断層の実態が不明だったことから、政府の「地震調査研究推進本部」による海溝型地震の長期評価からは外された。

＜関連 Q&A（例）＞

Q3-12	中央防災会議とはどのような組織か。
A	（内閣府 HP） 「中央防災会議」は災害対策基本法に基づいて設置されている内閣総理大臣の諮問機関であり、内閣総理大臣が会長を務める。必要な専門調査会は中央防災会議の議決により設置される。
Q3-13	なぜ貞観地震・津波は中央防災会議の想定対象地震・津波の対象から外れたのか。
A	（地震・津波専門調査会報告（5P）） 我が国の過去数百年間に経験してきた最大級の地震のうち切迫性の高いと考えられる地震を対象に、これまで記録されている震度と津波高などを再現することのできる震源モデルを考え、これを次に起きる最大級の地震として想定してきた。その結果、過去に発生した可能性のある地震であっても、震度と津波高などを再現できなかった地震は地震発生の確度が低いとみなし、想定の対象外にしてきた。
Q3-14	想定対象地震・津波の対象から外れた地震・津波にはどのようなものがあるか。
A	（地震・津波専門調査会報告（5P）） 869 年貞観三陸沖地震、1611 年慶長三陸沖地震、1677 年延宝房総沖地震などが

	考慮の外におかれてきた。
Q3-15	地震・津波専門調査会はどのような反省をしたのか。
A	（地震・津波専門調査会報告（5P）） 過去に発生したことがわかっていながら当時の知見で想定の対象外としたことの理由の一つは、具体的な防災対策の検討のもとになる震度と津波高など地震像全体の再現が困難であったことによる。今後は、たとえ地震像全体が十分解明されていなくても、想定対象地震として、活用することを検討していく必要がある。確からしさが低くても、地震・津波被害が圧倒的に大きかったと考えられる歴史地震については、十分考慮する必要があるからである。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 1.1 『中央防災会議の概要』と『東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波に関する専門調査会』の反省
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。
	関連教訓 No	教訓 1-1、通番 1 前提条件、発生確率、知見の確立
	関連細目 No	細目 1-1-1、細 1 自然現象に対するプラントの設計条件と自然現象の前提条件を定期的に確認する。
キーワード		
3	地震・津波	**歴史地震**：貞観地震・貞観津波 1、慶長三陸沖地震、延宝房総沖地震 **最近の地震**：東北地方太平洋沖地震 1
13	関係組織	**国関連**：中央防災会議、地震・津波専門調査会
14	文献・出典	**政府関連**：国の防災体制（内閣府 HP)、地震・津波専門調査会報告 2
15	人名・法令類	**人名**：河田惠昭 **法令類**：災害対策基本法

資料 2.1（資 2）

〔貞観地震と長期評価〕

産業技術総合研究所 HP において、「貞観津波」が解説されている。また、日本学術会議主催学術フォーラム（2015.6・20）において、貞観津波が紹介されている。

- **阪神・淡路大震災（平成 7 年 1 月 17 日）を契機として、我が国の地震調査研究を一元的に推進するため、地震防災対策特別措置法に基づき、文部科学大臣を本部長とする地震調査研究推進本部（推本）が設置された（平成 7 年 7 月）。**
- **推本では主要な活断層で発生する地震や海溝型地震を対象に、地震の規模や一定期間内に地震が発生する確率を予測したものを「地震発生可能性の長期評価」（長期評価）として公表した。**
- **869 年（平安時代）に発生した貞観地震（津波）は、「日本三代実録」という歴史資料に記録はあるものの、具体的な断層の実態が不明だったことから、長期評価の対象から外されていた。**
- **近年、仙台平野の津波堆積物調査から貞観津波のおおよその浸水域が推定できるようになり、この結果とコンピューターシミュレーションの組合せから津波の発生源や地震の大きさも推定できるようになってきた。**

＜貞観地震と長期評価＞（産業技術総合研究所 HP・コミュニケーション-こんなところに産総研-津波調査より）

〈予測されていた東日本大震災〉

2011 年 3 月 11 日、牡鹿半島の東南東約 130km の三陸沖の海底を震源として発生した東北地方太平洋沖地震、いわゆる東日本大震災は、東北地方を中心に広域沿岸部を巨大な津波が襲い、甚大な被害をもたらしました。「想定外」であり、「未曾有」の災害とも称された大震災でしたが、実はこの前年、産総研の海溝型地震履歴研究グループでは、450～800 年間隔で東北地方を津波が襲っていたこと、つまり今後も津波を伴う大地震が発生する可能性があることを予見し、2010 年に研究結果を国に報告していたのです。

しかし残念ながら、この研究結果が広く知られたのは、東日本大震災後でした。通常、地震の中長期予測には信頼性のある史料の記録や、地質学に基づいた活断層調査の結果などが用いられますが、産総研では更なる判断材料として、地下水の水位変動や地殻変動の観測を、特に東海トラフ巨大地震の予測に繋げることを目指し、研究してきました。それに対し、研究グループが行ってきたのは、これまであまり注視されてこなかった津波堆積物を用いた研究でした。

〈地層調査を地震予測に生かす〉

海底で地震が起こると、そこに地殻変動が生じ、それによって大きく動いた海水が、津波となって陸地に押し寄せます。四方を海に囲まれた日本では、これまでにも盛んに津波の研究が行われてきましたが、歴史的な文献に残っている記録は過去 1400 年ほどで、信頼性の高い史料となると、江戸時代以降のものと限られてきます。また、機器による

観測記録は過去 100 年ほどしか残っておらず、長期的なスパンで地震を捉えることが難しいという弱点がありました。

海溝型地震履歴研究グループでは、そういった既存の予測材料を補うため、津波堆積物に着目しました。津波堆積物とは、過去の津波によって海底の砂などが陸上に打ち上げられ、地層中に砂層として残されたものです。この津波堆積物を詳細に調べ、地質学的なアプローチから、過去に発生した地震による津波の高さ、浸水域、地殻変動量や、被害の状況を明らかにしようとしたのです。そこで注目したのが、東北地方で過去に発生したという、ある巨大地震でした。

〈1000 年以上前の地震を明らかに〉

平安時代、藤原時平や菅原道真らによって編纂された「日本三代実録」には、869 年、東北地方で発生した貞観地震と貞観津波について記されていました。この地震の存在は古くから知られており、1990 年代には既に貞観津波による津波堆積物も発見されていました。しかし、具体的な断層の実態が不明だったことから、政府の「地震調査研究推進本部」による海溝型地震の長期評価からは外されていたのです。

研究グループでは、仙台平野の地層 120cm ほどの堆積物から、1000 年以上に渡るこの土地の様子を調べ、貞観地震発生当時の海岸線の位置も考慮したうえで、貞観津波によるおおよその浸水域を推測することに成功。その結果、その浸水域は、それまでに観測されたどの津波よりも大きかったことが明らかになりました。さらに、この結果とコンピュータによるシミュレーションを組み合わせ、津波の発生源と地震の大きさも推定。あまりに遥か昔のことで、全容がわからなかった貞観地震の実態が、ようやく判明したのです。

＜関連 Q&A（例）＞

Q3-10	地震・津波の文献はどのくらい残っているのか。
A	（1100 年前の大地震（産総研 HP)） 歴史的な文献に残っている記録は過去 1400 年ほどで、信頼性の高い史料は江戸時代以降のものと限られる。なお、貞観地震・津波は日本三代実録に記載がある。
Q3-11	機器による観測記録はいつ頃からあるのか。
A	（1100 年前の大地震（産総研 HP)） 機器による観測記録は過去 100 年ほどしか残っていない。(1100 年前の大地震(産総研）より)
Q3-17	なぜ貞観地震は地震調査研究推進本部の海溝型地震の長期評価から外されたのか。
	（1100 年前の大地震（産総研 HP)） 東北地方で発生した貞観地震と貞観津波の存在は古くから知られており、1990 年代には既に貞観津波による津波堆積物も発見されていたが、具体的な断層の実態が不明だったことから、政府の「地震調査研究推進本部」による海溝型地震の長

	期評価からは外された。
Q3-21	貞観地震の実態はどのようにして判明したのか。
A	（1100 年前の大地震（産総研 HP)） 津波堆積物調査で貞観津波の浸水域が推測できたので、コンピュータシミュレーションを組み合わせて津波の発生源や地震の大きさも推定した。
Q3-22	津波堆積物調査とは何か。
A	（1100 年前の大地震（産総研 HP)） 津波堆積物を詳細に調べ、地質学的なアプローチから、過去に発生した地震による津波の高さ、浸水域、地殻変動量や、被害の状況を明らかにする調査。
Q3-23	実際にはどのような津波堆積物調査を行ったのか。
A	（1100 年前の大地震（産総研 HP)） 仙台平野の地層 120cm ほどの堆積物から、1000 年以上に渡るこの土地の様子を調べ、当時の海岸線の位置も考慮したうえで、浸水域の測定に成功した。
Q3-24	産総研は、今後も津波を伴う大地震が東北地方で発生する可能性をいつ国に報告したのか。
A	（1100 年前の大地震（産総研 HP)） 東北地方太平洋沖地震（2011.3.11）の前年の 2010 年に、450～800 年間隔で東北地方を津波が襲っていたという研究結果を国に報告した。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 2.1 貞観地震と長期評価
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。
	関連教訓 No	教訓 1-1、通番 1 前提条件、発生確率、知見の確立
	関連細目 No	細目 1-1-2、細 2 プラント建設以前の地形・地盤や災害の歴史を確認する。
キーワード		
3	地震・津波	**歴史地震**：貞観地震・貞観津波 2
13	関係組織	**国関連**：推本 1、産総研
14	文献・出典	**政府関連**：長期評価 1、産総所 HP

資料 2.2（資 3）

〔貞観地震、貞観津波の記録-日本三代実録〕

『日本三代実録（貞観十一年五月廿六日） 869 年 7 月 9 日』からの抜粋

- **陸奥国の大地が大いに震動した。**
- **その直後、人民は叫び呼び、地面に伏して起きあがることもできない。**
- **城郭や倉庫、また門櫓（もんやぐら）、垣壁（かきかべ）などが崩れ落ち、ひっくり返ることが数知れない。**
- **海を離れること数十百里（数十里と百里の間）の距離まで洪水になった様子は、広々としてその果てを区別することができない。**
- **船に乗る余裕もなく、山に登る時間もなく、その中で、溺死するものが千余人にも及んだ。**

＜貞観地震、貞観津波の記録－東京大学地震研究所佐竹健治氏「堆積物が教えてくれる大津波の痕跡」＞（日本学術会議主催学術フォーラム（2015.6・20）より）（下線は JANSI 追記）

〔日本三代実録〕（貞観十一年五月廿六日） 869年7月9日

陸奥国地大震動、流光如昼隠映、頃之、人民叫呼、伏不能起、或屋仆圧死、或地裂埋殪、馬牛駭奔、或相昇踏、城郭倉庫、門櫓墻壁、頽落顛覆、不知其数、海口哮吼、聲似雷霆、驚濤涌潮、泝洄漲長、忽至城下、去海數十百里、浩々不弁其涯涘、原野道路、惣為滄溟、乗船不遑、登山難及、溺死者千許、資産苗稼、殆無孑遺焉

【現代語訳】

陸奥国の大地が大いに震動した。（夜）、流光が昼のように空を覆い照らした。その直後、人民は叫び呼び、地面に伏して起きあがることもできない。あるいは家屋がたおれて、その下で圧死する場合もあり、あるいは地面が裂けて、その土砂に埋まって死んでしまうという状況である。馬牛は、驚き走って、互いに踏みつけあう有様である。城郭や倉庫、また門櫓（もんやぐら）、垣壁（かきかべ）などが崩れ落ち、ひっくり返ることが数知れない。海口がほえたて、その声は雷電のようであった。そして、激しい波と高潮がやってきて、川をさかのぼり、また漲り進んで、たちまち多賀城の直下まで到来した。海を離れること数十百里（数十里と百里の間）の距離まで洪水になった様子は、広々としてその果てを区別することができない。原野や道路はすべて青海原のようになってしまった。船に乗る余裕もなく、山に登る時間もなく、その中で、溺死するものが千余人にも及んだ。資産や田畠の作物は、ひとつとして遺ることなく全滅してしまった。（史料編纂所の保立道久氏による）

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 2.2 貞観地震、貞観津波の記録−日本三代実録
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。
	関連教訓 No	教訓 1-1、通番 1 前提条件、発生確率、知見の確立
	関連細目 No	細目 1-1-2、細 2 プラント建設以前の地形・地盤や災害の歴史を確認する。
キーワード		
3	地震・津波	**歴史地震**：貞観地震・貞観津波 3
13	関係組織	**国関連**：日本学術会議
14	文献・出典	**学協会関連**：大津波の痕跡 **古文書**：日本三代実録
15	人名・法令類	**人名**：佐竹健治、保立道久

資料 3.1（資 4）

〔耐震指針改訂の経緯と新耐震指針の概要〕

福井県原子力安全専門委員会における日本原電㈱、関西電力㈱、JAEA の連名の資料において、新耐震指針について、「耐震指針改訂に係る経緯」、「新耐震指針の主な内容」が示された。

＜発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針＞

福井県原子力安全専門委員会第 37 回（H19.7.21）資料 No.2「新耐震指針の概要と耐震安全性評価に係る取組みについて（日本原電㈱、関西電力㈱、JAEA）より

1．新耐震指針の概要

耐震指針改訂に係る経緯

◆昭和53年9月 耐震指針※策定
それまでの安全審査の経験を体系的にとりまとめて策定
※発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針
一部改訂　昭和56年7月、平成13年3月

平成7年1月 兵庫県南部地震

◆原子力安全委員会は、兵庫県南部地震を踏まえても、当時の指針（旧指針）は妥当であることを確認（平成7年10月）
◆原子力安全委員会として、原子力施設の耐震安全性に関する最新知見を収集、整理（平成８～12年度）

指針改訂に向けた検討
◆平成13年７月、耐震指針検討分科会を設置（主査：青山博之東大名誉教授）
・地震、地質、建築、構造、原子力安全等の専門家による審議
・平成18年4月末までに計43回の会合を行い、改訂指針原案を取りまとめ
・その後、改訂指針原案への意見募集、パブコメ意見の審議（分科会計48回）
◆平成18年9月19日、原子力安全委員会 改訂指針決定

1．新耐震指針の概要

新耐震指針の主な内容

項　目	旧指針	新指針（改訂指針）	備　考
活断層調査	「地質、地盤に関する安全審査の手引き」で規定 （敷地周辺、敷地、炉心予定位置それぞれの調査要求）	・敷地からの距離に応じた十分な調査 （調査手法として、変動地形学的調査、地球物理学的手法を追記） ・特に敷地近傍は、精度の高い詳細な調査を要求	より入念な調査
活断層評価	5万年前以降	後期更新世以降 （約12万年～13万年前以降）	より厳しい水準
地震動評価	基準地震動 S_1、S_2	基準地震動 Ss	より高度な手法
	応答ｽﾍﾟｸﾄﾙ	応答ｽﾍﾟｸﾄﾙ＋断層モデル	
	ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ6.5の直下地震	震源を特定せず策定する地震動	より厳しい水準
地震力の算定	鉛直地震力は静的	鉛直地震力も動的	より高度な手法
重要度分類	4分類　As、A、B、Cクラス	3分類　As、A→ Sクラス （Aクラスの格上げ） B、Cクラス→変更なし	より厳しい水準

＜関連Q&A（例）＞

Q3-25	耐震指針はいつ改訂されたのか。
A	（耐震安全性評価への取組み（原電、関電、JAEA）） 原子力安全委員会は、昭和53年9月に耐震指針（発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針）を策定。昭和56年7月、平成13年3月に一部改訂。平成7年1月の兵庫県南部地震を踏まえ、最新知見を収集、整理し、平成18年9月19に改訂指針を決定した。
Q3-26	耐震指針はどのような改訂が行われたのか。
A	（耐震安全性評価への取組み（原電、関電、JAEA）） 主要な改訂点を以下に示す。 （1） 基準地震動をS1、S2の2種類からSs 1種類にした。 （2） 水平方向に加え、鉛直方向の基準地震動を策定することになった。 （3） 基準地震動は「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」と「震源を特定せずに策定する地震動」に分けて策定することになった。 （4） 活断層の評価基準が 5 万年前以降から後期更新世以降（約 12 万年～13 万年前以降）となった。　　等

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 3.1 耐震指針改訂の経緯と新耐震指針の概要
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。
	関連教訓 No	教訓 1-1、通番 1 前提条件、発生確率、知見の確立
	関連細目 No	細目 1-1-3、細 3 発生確率が小さい事象、不確実な事象は発生する。
キーワード		
3	地震・津波	**最近の地震**：兵庫県南部地震 **耐震安全性**：耐震指針、地質調査 1、活断層評価 1、基準地震動 1、重要度分類 1
13	関係組織	**国関連**：原安委 1、耐震指針検討分科会、JAEA **地方自治体関連**：福井県原子力安全専門委員会 **事業者関連**：関西電力、日本原電
14	文献・出典	**地方自治体関連**：耐震安全性評価への取組み
15	人名・法令類	**法令類**：新耐震指針 1

資料 3.2（資 5）

〔耐震設計審査指針関連の用語解説〕

ATOMICA から、耐震指針関連の用語解説（設計用最強地震 S1、設計用限界地震 S2、基準地震動 Ss）を示す。

- **耐震指針は、昭和56年の改訂以来、20年以上が経過し、この間、地震学ならびに耐震工学に関する新たな知見の蓄積、原子炉施設の耐震設計技術の改良及び進歩には著しいものがあった。また、平成７年に発生した兵庫県南部地震では、地震動特性など貴重な知見が得られた。これらを踏まえて指針の改訂が行われた。**
- **旧指針**
  基準地震動S1・・・設計用最強地震
  基準地震動S2・・・設計用限界地震
- **新指針**
  基準地震動Ss
  弾性設計用地震動Sd

＜用語解説＞（ATOMICA より）

- 設計用最強地震 S1：

  1978 年に定められた「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（旧指針）の中で定義され、歴史的資料から過去において敷地又はその近傍に影響を与え、今後も敷地及びその周辺に同様の影響を与えるおそれのある地震、および近い将来敷地に影響を与えるおそれのある活動度の高い活断層による地震のうちから最も影響の大きい地震をいう。旧指針では、この地震による基準地震動を S1 として策定することとした。その後、2006 年 9 月に耐震設計審査指針が改定され、新指針では設計用限界地震の概念がなくなるとともに、S1 は基準地震動 Ss に包含された。

- 設計用限界地震 S2：

  1978 年に定められた「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（旧指針）の中で、地震学的見地に立脚し設計用最強地震を上回る地震であり、敷地に影響を与える最も大きな地震と定義されたもの。旧指針では、この地震は活断層によるもの、日本列島およびその周辺海域の地震発生区域ごとの地震規模上限のものおよびマグニチュード 6.5 の直下地震を考慮してこれらのうち最大のものを想定し、設計用限界地震による基準地震動 S2 を策定することとした。その後、2006 年 9 月に耐震設計審査指針が改定され、新指針では設計用限界地震の概念がなくなるとともに、S2 は基準地震動 Ss に包含された。

- 基準地震動 Ss

  原子力発電所の耐震設計の基準として、施設を使用している間に極めてまれではあるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切な地震動のことをいう。「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（以下指針）

では耐震設計おける地震動の概念と策定方法が規定されており、旧指針（1978 年決定）では基準地震動について、施設の建物・構築物および機器・配管系の重要度に相応し、地震動 S1（設計用最強地震）及び地震動 S2（設計用限界地震）の 2 種類を策定することとした。しかし、2006 年 9 月改訂の新指針では、概略以下のように改められた。 1）旧指針の 2 種類の地震動を統合し、基準地震動 Ss のみを策定する。 2）基準地震動 Ss は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」と「震源を特定せず策定する地震動」について、水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定する。 3）施設の安全機能の保持をより高い精度で確認するために、工学的な観点から基準地震動 Ss と密接に関連付けられる弾性設計用地震動 Sd を新たに設定する。

- 水平地震力

（前略）

また、Ｓクラスについては、弾性設計用地震動 Sd を基準地震動 Ss に基づき工学的判断により策定し、この地震力 Sd に対して概ね弾性限界状態に留まることを把握することによって、基準地震動 Ss による地震力に対する施設の安全機能保持を確実なものとする。

- 地震応答解析と許容状態

（前略）

各部材に生じる応力は、基準地震動 Ss については、弾塑性範囲ではあるが終局耐力・終局変形に対して妥当な安全余裕を有することにより、また、弾性設計用地震動 Sd については、許容状態を建築基準法で定める弾性範囲とすることにより安全性の確認を行う。

＜個別 Q&A（例）＞

Q3-27	基準地震動 Ss はどうやって策定するか。
A	（ATOMICA） 基準地震動 Ss は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」と「震源を特定せず策定する地震動」について、水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定する。
Q3-28	弾性設計用地震動 Sd はどのような役割を果たすのか。
A	（ATOMICA） Sd に対して概ね弾性限界状態に留まることを把握することによって、基準地震動 Ss による地震力に対する施設の安全機能保持を確実なものとする。
Q3-29	Ss と Sd の許容状態は違うのか。
A	（ATOMICA） Ss は、弾塑性範囲ではあるが終局耐力・終局変形に対して妥当な安全余裕を有することにより、また、Sd については、許容状態を弾性範囲とすることにより安全性の確認を行う。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 3.2 耐震設計審査指針関連の用語解説
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。
	関連教訓 No	教訓 1-1、通番 1 前提条件、発生確率、知見の確立
	関連細目 No	細目 1-1-3、細 3 発生確率が小さい事象、不確実な事象は発生する。
キーワード		
3	地震・津波	**耐震安全性**：基準地震動 2
14	文献・出典	**その他**：ATOMICA
15	人名・法令類	**法令類**：新耐震指針 2

資料 3.3（資 6）

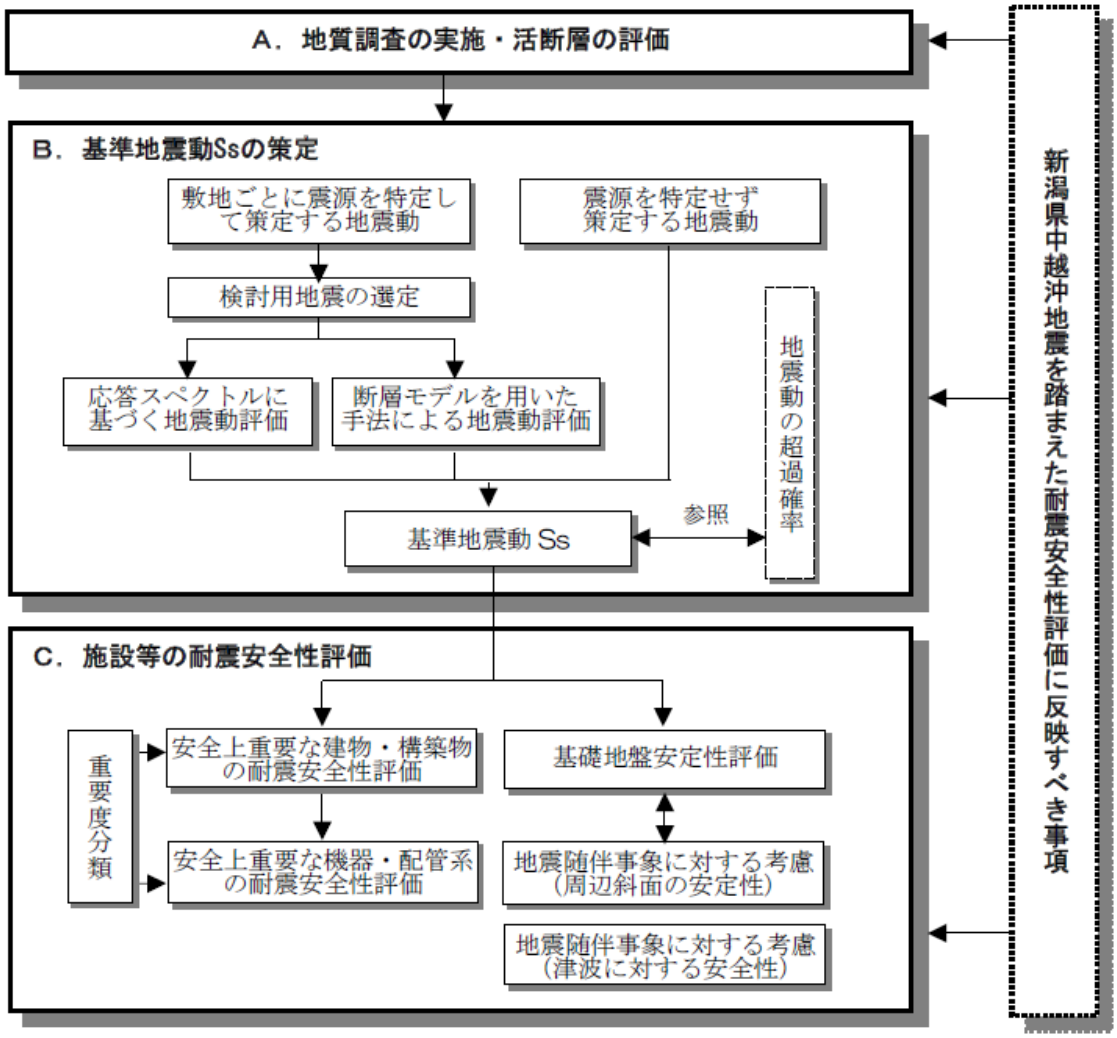
〔耐震安全性評価フロー〕

東電発表資料「福島第一原子力発電所 3 号機の耐震安全性について」において、耐震安全性評価のフローが示された。

- **耐震安全性評価は、①地質調査の実施・活断層の評価、②基準地震動 Ss の策定、③施設等の耐震安全性評価、の流れで実施される。**

＜耐震安全性評価フロー＞

東京電力「福島第一原子力発電所 3 号機の耐震安全性について（平成 22 年 5 月）」（平成 22 年 5 月 27 日プレス発表）より。



第 3.1-1 図　新耐震指針に照らした耐震安全性評価フロー

＜関連 Q&A（例）＞

Q3-30	耐震安全性評価はどのようなステップで行われるのか。
A	（福島第一 3 号機耐震安全性（東電）より） 耐震安全性評価は下記の流れで実施される。 ステップ A)　地質調査の実施・活断層の評価 ステップ B)　基準地震動 Ss の策定 ステップ C)　施設等の耐震安全性評価

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 3.3 耐震安全性評価フロー
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。
	関連教訓 No	教訓 1-1、通番 1 前提条件、発生確率、知見の確立
	関連細目 No	細目 1-1-3、細 3 発生確率が小さい事象、不確実な事象は発生する。
キーワード		
3	地震・津波	**最近の地震**：新潟県中越沖地震 **耐震安全性**：耐震安全性評価 1、地質調査 2、活断層評価 2、基準地震動 3、重要度分類 2、地震随伴事象
14	文献・出典	**事業者関連**：福島第一 3 号機の耐震安全性
15	人名・法令類	**法令類**：新耐震指針 3

資料 3.4（資 7）

〔SA 対策、津波対策、事故対応の根本原因〕

(1) 東電原子力安全改革プランにおいて、今回の事故に係わる根本原因が示された。

- **シビアアクシデント対策が遅れた根本原因を、「過去の判断に捉われて全電源喪失等により過酷事故が発生する可能性は十分小さく、更に安全性を高める必要性は低いと思い込んだ結果、過酷事故対策の強化が停滞した。」とした。**
- **大津波を想定した対策を取れなかった根本原因を、「知見が十分とは言えない津波に対し、想定を上回る津波が来る可能性は低いと判断し、自ら対策を考えて迅速に深層防護の備えを行う姿勢が足りなかった。」とした。**
- **事故対応が適切にできなかった根本原因を、「過酷事故や複数号機の同時被災が起こると考えていなかったため、現場の事故対応の訓練や資機材の備えが不十分であった。その結果、重要なプラント状態の情報の共有や迅速的確な減圧操作等ができなかった」とした。**

(2) 東電原子力安全改革プランにおいて、「外的事象に対する深層防護の充実」、「全交流電源喪失を前提とした高圧注水機能、減圧機能の強化」、「炉心損傷後の影響緩和を目的とした格納容器設計要件の明確化」についての安全確保の考え方が示された。

＜今回の事故に係わる根本原因＞（東電原子力安全改革プラン（P15、20P、24P））

今回の事故に係わる根本原因について（東電原子力安全改革プランより）（下線及び項目名は JANSI 追記）

（１） シビアアクシデント対策が遅れた原因

根本原因：

過去の判断に捉われて全電源喪失等により過酷事故が発生する可能性は十分小さく、更に安全性を高める必要性は低いと思い込んだ結果、過酷事故対策の強化が停滞した。

（２） 大津波を想定した対策をとれなかった原因

根本原因：

知見が十分とは言えない津波に対し、想定を上回る津波が来る可能性は低いと判断し、自ら対策を考えて迅速に深層防護の備えを行う姿勢が足りなかった。

（３） 事故対応が適切にできなかった原因

根本原因：

過酷事故や複数号機の同時被災が起こると考えていなかったため、現場の事故対応の訓練や資機材の備えが不十分であった。その結果、重要なプラント状態の情報の共有や迅速的確な減圧操作等ができなかった。

＜安全設計の基本的な考え方＞（東電原子力安全改革プラン・53P）

（１）安全確保の考え方の見直しに際しての事実と教訓

当社の原子力発電プラントの安全確保に関する考え方を見直すにあたり、３．１で示した

問題点のうち特に重要な問題点とその教訓について整理する。

1) 外的事象に対する深層防護の充実（前節の問題点①に対応）

福島原子力事故では、知見が十分とはいえない津波に対し、想定を上回る津波が来る可能性が低いと判断し、深層防護の考え方に基づいた備え(想定を上回る津波への備え)を行わなかったため、設計の想定を超えた津波の襲来により原子炉停止機能を除く安全機能（常用系を用いた原子炉の安定的な冷却達成手段も含む）を同時に喪失した。その結果、津波の直後からその場で考えながらの対応を余儀なくされるとともに多くの困難に直面した。福島原子力事故以前も深層防護の考え方に基づき、原子炉の安全確保を図ってきたが、その前提としていた事象は、プラントの内部でランダムに生じる故障を発端とした事象（いわゆる内的事象）に事実上限られていた。ランダムに発生する故障の発生確率が低ければ、それが同時に発生する可能性は更に小さくなるため、信頼性の高い設備を複数準備することで深層防護の充実を図っていた。

今回の事故において、内的事象を対象に充実を図っていた深層防護が、外的事象に対しては機能しなかったとの反省を踏まえ、多数の設備に同時に作用する外的事象の特徴を考慮し、対応手段の多様化を中心に深層防護の各層の機能を充実することで、たとえ設計の想定を超える状況に至ったとしても容易には次の層に移行させないようにする。

2) 全交流電源喪失を前提とした高圧注水機能、減圧機能の強化（前節の問題点②、③、④に対応）

福島原子力事故では、1 号機は非常用復水器（IC）が期待通りには機能せず、高圧注水系も機能喪失した。2 号機、3 号機は原子炉隔離時冷却系（RCIC）のみに長時間依存するとともに、冷温停止に移行するのに必要な原子炉減圧に大きな困難を伴った。

このような状況は全ての交流電源が喪失すること（全交流電源喪失）で生じるが、従前、全交流電源喪失は、所外からの電源（外部電源）、非常用ディーゼル発電機、蓄電池（直流）の信頼性が高いことから発生するおそれが小さいと認識していた。また、交流電源を喪失しても主蒸気逃がし安全弁とRCIC により、約30 分程度原子炉の冷却が可能であることや、多数基立地のメリットを活かし、隣接号機から高圧・低圧の交流電源を融通するための設備及び手順を準備する等、全交流電源喪失に対する一定の対策を講じていた。

しかしながら、今回の事故において、全交流電源喪失に対するこうした認識や一定の対策が機能しなかった経験を踏まえ、全交流電源の喪失を仮定し、それが生じないよう更に電源を強化するとともに、全交流電源が喪失しても原子炉の冷却等の重要な安全機能は失われないよう対策を講じていく。また、事故初期に必要な高圧注水機能と、冷温停止への移行に不可欠な主蒸気逃がし安全弁の長期にわたる機能維持について重点的に対策を講じる。

3) 炉心損傷後の影響緩和を目的とした格納容器設計要件の明確化（前節の問題点⑤に対応）

福島原子力事故では、炉心損傷後、過温状態となった格納容器が破損した結果、環境中に放射性物質を制御できない形で放出した。格納容器とその付帯設備は冷却材喪失事故に基づく要件で設計しており、炉心損傷を前提とした対策としては、過去に整備したアクシデントマネジメントの一環として、スプレイ機能やペデスタルへの注水機能を強化したものの、現

有設備の有効活用の枠内での対策にとどまり、炉心損傷を前提とした影響緩和機能に対する具体的な要件を検討するには至らなかった。

今回の事故において、放射性物質を制御できない形で放出した反省を踏まえ、格納容器とその付帯設備を対象に、炉心損傷後の影響緩和機能に求める要件を明確にした上で、必要な対策を講じていく。

＜関連 Q&A（例）＞

Q8-17	シビアアクシデント対策が遅れた根本原因、大津波を想定した対策をとれなかった根本原因はどうのように評価されているか。
A	（東電原子力安全改革プラン（20P）） （1）シビアアクシデント対策が遅れた根本原因 過去の判断に捉われて全電源喪失等により過酷事故が発生する可能性は十分小さく、更に安全性を高める必要性は低いと思い込んだ結果、過酷事故対策の強化が停滞した。 （2）大津波を想定した対策をとれなかった根本原因 知見が十分とは言えない津波に対し、想定を上回る津波が来る可能性は低いと判断し、自ら対策を考えて迅速に深層防護の備えを行う姿勢が足りなかった。 （3）事故対応が適切にできなかった根本原因 過酷事故や複数号機の同時被災が起こると考えていなかったため、現場の事故対応の訓練や資機材の備えが不十分であった。その結果、重要なプラント状態の情報の共有や迅速的確な減圧操作等ができなかった。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 3.4 SA 対策、津波対策、事故対応の根本原因
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。
	関連教訓 No	教訓 1-1、通番 1 前提条件、発生確率、知見の確立
	関連細目 No	細目 1-1-3、細 3 発生確率が小さい事象、不確実な事象は発生する。
キーワード		
1	事故対応（福島第一等）	**事故収束対応**：事故対応
3	地震・津波	**津波対策**：**津波対策 1**
6	AM（運用・管理）	**AM 整備**：SA 対策
11	保守管理・運転管理	**根本原因分析**：根本原因
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 16

資料 3.5（資 8）

〔重要な機器・配管系への地震の影響〕

1. 最大応答加速度を超える最大加速度

観測記録によると、2 号機、3 号機及び 5 号機において、東西方向の最大加速度が基準地震動（Ss）に対する最大応答加速度値を上回っている。

２．地震の影響

(1)原子炉建屋

東京電力は、今回の震災後、観測記録を用いて、福島第一原発の原子炉建屋及び耐震安全上重要な機器・配管系について地震応答解析をしている。その結果によれば、観測加速度が最大であった 2 号機においても、地震動のみによる原子炉建屋の大きな損傷はなかったと推定している。

(2)重要な機器・配管系への影響

以下のいづれの評価も現場確認ができないので、断定は困難との前提の下で、

- **当委員会は、事故の直接的原因について、「安全上重要な機器の地震による損傷はないとは確定的には言えない」、特に「1 号機においては小規模の LOCA が起きた可能性を否定できない」との結論に達した。（国会事故調報告書）**
- **耐震安全上重要な機器・配管系については、地震応答解析により配管系に最大の応力がかかる点を割り出し、ここにかかる応力（208MPa）を計算し、これが材料の特性で決定される評価基準値（360MPa）以下であるので、安全機能は保持できる状態にあったと推定している。（政府事故調報告書（中間））**
- **地震による重要機器の重大な損傷はなかった。現場確認ができないことから損傷がゼロであるとはいえないが、もしあったとしても重大な損傷ではない。（学会事故調報告書）**

＜地震の最大加速度は設計上の応答加速度を超える＞（政府事故調報告（中間）(18P)）

観測記録によると、2 号機、3 号機及び5 号機において、東西方向の最大加速度が基準地震動（Ss）に対する最大応答加速度値を上回っている。

観測点（原子炉建屋基礎版上）		観測記録 最大加速度値（ガル）			基準地震動Ssに対する 最大応答加速度値（ガル）		
		南北方向	東西方向	上下方向	南北方向	東西方向	上下方向
福島第一	1号機	460	447	258	487	489	412
	2 号機	348	550	302	441	438	420
	3 号機	322	507	231	449	441	429
	4 号機	281	319	200	447	445	422
	5 号機	311	548	256	452	452	427
	6 号機	298	444	244	445	448	415

表Ⅱ－1：東北地方太平洋沖地震の際、福島第一原発で取得された観測記録と基準地震動（Ss）に対する最大応答加速度値との比較

＜地震による原子炉建屋の損傷＞（政府事故調報告書（中間）（372P））

基準地震動S_S はあくまで「加速度」であり、これを超える地震動が観測されたからといって、必ずしも施設・設備等が損傷するものではない。この点について、東京電力は、今回の震災後、観測記録（前記表Ⅱ－1 参照）を用いて、福島第一原発の原子炉建屋及び耐震安全上重要な機器・配管系について地震応答解析をしている。その結果によれば、観測加速度が最大であった2 号機においても、地震動のみによる原子炉建屋の大きな損傷はなかったと推定している。

＜地震による重要な機器・配管系の損傷＞（国会事故調報告書（13P））

当委員会は、事故の直接的原因について、「安全上重要な機器の地震による損傷はないとは確定的には言えない」、特に「1号機においては小規模のLOCA が起きた可能性を否定できない」との結論に達した。しかし未解明な部分が残っており、これについて引き続き第三者による検証が行われることを期待する（提言7に対応）。

＜地震による重要な機器・配管系の損傷＞（政府事故調報告書（中間）（372P））

耐震安全上重要な機器・配管系については、地震応答解析により配管系に最大の応力がかかる点を割り出し、ここにかかる応力（208MPa）を計算し、これが材料の特性で決定される評価基準値（360MPa）以下であるので、安全機能は保持できる状態にあったと推定している（資料Ⅵ－1 参照）。

ただし、前記Ⅱ3で述べたとおり、現時点では、福島第一原発の被害内容の多くについては、詳細を直接確認することは困難であり、前記解析結果はあくまで推定内容であることに留意する必要がある。

＜地震発生直後の IC 配管の破断可能性＞（政府事故調報告書（中間）（86P））

どの時点をとらえても、A 系及びB 系の配管については、破断が生じた場合に原子炉圧力容器から隔離される部分はなかったことになる。

そして、地震発生直後の1 号機の原子炉圧力及び原子炉水位は、いずれも、一旦急降下して、その後上昇に転じ、小刻みに上昇・下降を繰り返しているところ、IC の隔離弁の開閉操作に伴う原子炉圧力及び原子炉水位の変化以外に、このような変化を説明するのは困難である。さらに、かかる原子炉圧力及び原子炉水位の傾向を見ると、いずれも、地震発生直後、電源喪失までの間に合計4 度の上昇局面が認められることから、原子炉圧力容器と隔離されていなかったIC（A 系、B系）の配管には、少なくともIC の機能に支障を生じさせるほどの破断が存在しなかったと推認できる。

＜地震による重要な機器・配管系の損傷＞（学会事故調報告書（177P））

地震については、設計基準事象としてSsを考慮し、その条件において十分な余裕をもって

安全を担保することがなされていた。このとき、設計基準事象については、阪神・淡路大震災などの教訓から、より不確かさを低減した形での基準事象が設定されていた。しかしながら、基準事象の不確かさが大きいことから、設計においてはシミュレーションの不確かさなどを考慮し、大きな安全余裕を確保していた。結果として、この「考え方」が功を奏して、地震による重要機器の重大な損傷はなかった。現場確認ができないことから損傷がゼロであるとはいえないが、もしあったとしても重大な損傷ではない。

＜基準地震動の意味＞（学会事故調報告書・185P）

重要な視点は、観測された地震動が耐震設計で考慮すべき基準地震動を超えていることである。過去に、女川原子力発電所においても柏崎刈羽原子力発電所においても、基準地震動を超える事態は何度か経験してきている。それにもかかわらず設備の健全性は確保され、安全に係る事態はまったく生じていないことはすでに報告されている通りである。平成19年（2007年）の中越沖地震における柏崎刈羽原子力発電所の被災と、その前年平成18年（2006年）に改定された耐震設計審査指針における基準地震動の見直しにより、より厳しく基準地震動が設定され、より厳しい耐震性が求められてきた。それは、全国の原子力発電所の耐震性バックチェックとして新たな基準での健全性確認の実施に反映された。

この時点から問題視されてきたのが、耐震性の評価をこれまでと同様に加速度応答で行うことの妥当性についてである。破損という視点では、速度で評価する方法やエネルギーで評価する方法など、もっと適切な方法があるのではないかという問題が投げかけられていた。未だ答えはないまま今回の事態を迎えたのである。地震動が設計基準を超えることの意味を考えたり、超えた場合の対応をどのようにしなければならないか、ということを考えたりすることはなかった。ここで、この問題を取り上げるのは、今回の地震動で女川原子力発電所でも福島第一原子力発電所でも、基準地震動を超える地震動が観測されたからである。それは設計基準を超える事態ということであり、アクシデントマネジメント領域に入ることになる。アクシデントマネジメントの対応をする、もしくは準備をするという重大な判断を下すことにもつながり、この地震動における設計基準にどのような量を採用すればよいか再考する必要があろう。

＜関連 Q&A（例）＞

Q3-1	地震加速度は設計の応答加速度を超えたのか。
A	（政府事故調報告書（中間）（18P）） 観測記録によると、2 号機、3 号機及び 5 号機において、東西方向の最大加速度が基準地震動（Ss）に対する最大応答加速度値を上回っている。
Q3-2	地震による原子炉建屋の損壊はなかったのか。
A	（政府事故調報告書（中間）（372P）） 東京電力は、今回の震災後、観測記録を用いて、福島第一原発の原子炉建屋及び耐震安全上重要な機器・配管系について地震応答解析をしている。その結果によれば、観測加速度が最大であった 2 号機においても、地震動のみによる原子炉建

	屋の大きな損傷はなかったと推定している。
Q3-3	地震によって重要な機器・配管系が損壊しなかったか。
A	以下のいずれの評価も現場確認ができないので、断定は困難との前提の下で、 （国会事故調報告書（13P）） • 当委員会は、事故の直接的原因について、「安全上重要な機器の地震による損傷はないとは確定的には言えない」、特に「１号機においては小規模の LOCA が起きた可能性を否定できない」との結論に達した。 （政府事故調報告書（中間）（372P）） • 耐震安全上重要な機器・配管系については、地震応答解析により配管系に最大の応力がかかる点を割り出し、ここにかかる応力（208MPa）を計算し、これが材料の特性で決定される評価基準値（360MPa）以下であるので、安全機能は保持できる状態にあったと推定している。 （学会事故調報告書（177P）） • 地震による重要機器の重大な損傷はなかった。現場確認ができないことから損傷がゼロであるとはいえないが、もしあったとしても重大な損傷ではない。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 3.5 重要な機器・配管系への地震の影響
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。
	関連教訓 No	教訓 1-1、通番 1 前提条件、発生確率、知見の確立
	関連細目 No	細目 1-1-3、細 3 発生確率が小さい事象、不確実な事象は発生する。
キーワード		
3	地震・津波	**耐震安全性**：基準地震動 4、加速度、 **地震対策**：地震による損傷
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 30 **政府関連**：政府事故調報告書（中間）60 **学協会関連**：学会事故調報告書 41

資料 4.1（資 9）

〔水 - ジルコニウム反応〕

ATOMICA より、水ージルコニウム反応について引用した。

- **燃料が高温になり、被覆管のジルコニウムが水蒸気と化合して、発熱反応を起こし、水素を発生する。このように高温のジルコニウムが水蒸気と反応する現象を水ジルコニウム反応という。水ジルコニウム反応は温度が摂氏 900 度以上で顕著になり、温度が高くなれば反応速度も大きくなる。**

＜水素の発生（水ージルコニウム反応）＞（ATOMICA、JANTI 資料より）

- ATOMICA より（下線は JANSI 追記）

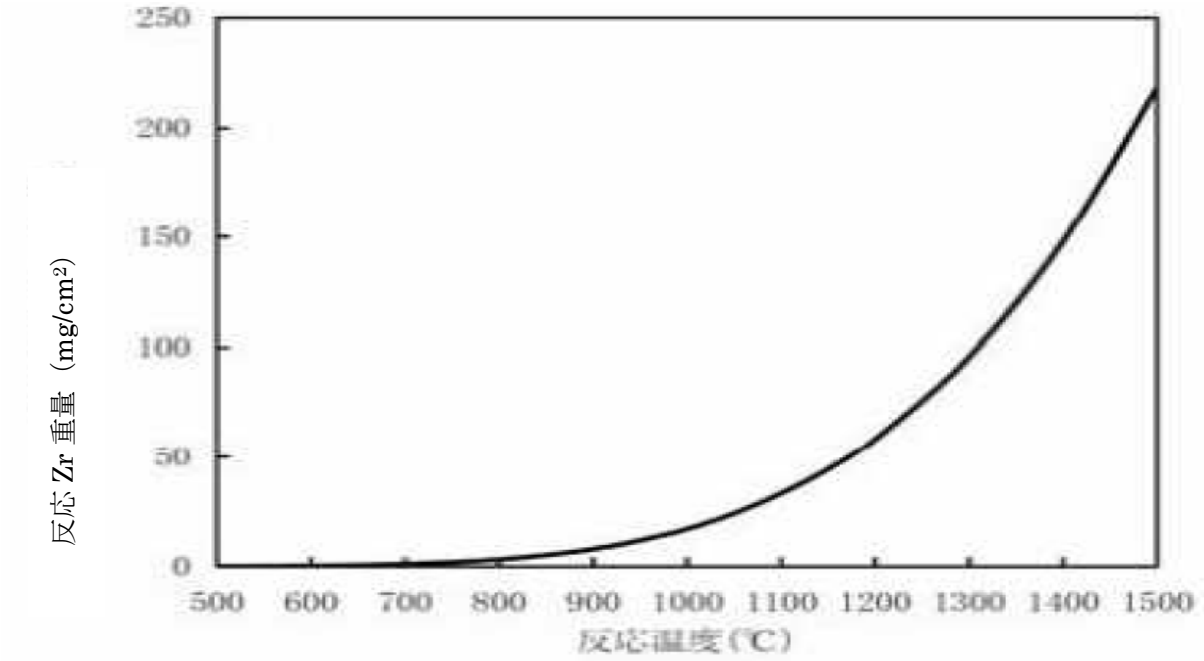
軽水炉燃料の被覆管にはジルコニウムの合金が使用されている。軽水炉が冷却材喪失事故を起こして冷却水から燃料が露出すると、燃料が高温になり、被覆管のジルコニウムが水蒸気と化合して、発熱反応を起こし、水素を発生する。このように高温のジルコニウムが水蒸気と反応する現象を水ジルコニウム反応という。水ジルコニウム反応は温度が摂氏 900 度以上で顕著になり、温度が高くなれば反応速度も大きくなる。水ジルコニウム反応を起こすと被覆管は酸化され、さらに水素吸収も伴って脆くなる。

- JANTI 資料より

燃料被覆管が高温になると、被覆管中のジルコニウムが冷却材（水）と反応し、水素が発生する。

$$Zr + 2H_2O \rightarrow ZrO_2 + 2H_2$$

この反応は、被覆管温度が高温（約 900℃以上）になると反応割合が大きくなる。



Baker-Justの式による酸化量計算例（反応時間600秒仮定）

出典：原子力安全基準・指針専門部会 格納容器に係る安全審査指針類検討小委員会

格小委第１－６号「可燃性ガス濃度制御要求に係わる指針改訂に関する技術的検討について」（平成22年7月29日、電気事業連合会）

（参考）

Baker-Justの式：

$\omega^2 = 33.3 \times 10^6 \, t \exp(-45{,}500/RT)$

ω：酸化量（mg/㎠）

t：反応時間（sec）

R：ガス定数（cal/mol-K）

T：温度（K）

Louis Baker, Jr. and Louis C. Just, “Studies of Metal-Water Reactions at High Temperatures Ⅲ. Experimental and Theoretical Studies of The Zirconium-Water Reaction” ANL-6548. May 1962

＜ジルコニウムー水反応＞（ATOMICA より）

高温の金属ジルコニウムと水との反応。反応式は $Zr+2H_2O \rightarrow ZrO_2+4H$ であり、ジルコニウムは酸化物となり、水は分解されて水素が生成する。軽水炉の燃料被覆管にはジルコニウム合金（ジルカロイ）が用いられているため、冷却材喪失事故などで炉心が高温になると、この反応が起こって水素が発生する。多量の水素が発生すると、原子炉建屋内に爆鳴気が生ずる可能性があり、何らかの原因で引火すると爆発が起きる。また、酸化したジルカロイ被覆管は脆化して延性を失うため、高温下で内圧が高まると亀裂が生じ、やがて破裂に至る。なお、水分解で生まれた水素も被覆管と反応して水素化ジルコニウムが生成し、これも被覆管の脆化の原因となる。このように、ジルコニウムー水反応は冷却材喪失事故などの発生時に原子炉プラントに深刻な損傷を与える可能性があり、これを緩和または防止するために、工学的安全施設（非常用炉心冷却系、格納容器及び格納容器雰囲気浄化系統）が設置されるとともに、燃料被覆管の酸化厚さ、原子炉格納容器内の水素量に対して規制値が設けられている。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-38	水素はどのように発生するのか。
A	（ATOMICA、JANTI 資料） 冷却材喪失事故で冷却水から燃料が露出すると、燃料が高温になり、被覆管のジルコニウムと水蒸気と化合する水ージルコニウム反応が起こり、発熱反応を伴って水素を発生する。約 900℃以上で反応が顕著となる。
Q1-42	水ージルコニウム反応で燃料はどうなってしまうのか。
A	（ATOMICA） 水ージルコニウム反応で酸化したジルカロイ被覆管は脆化して延性を失うため、高温下で内圧が高まると亀裂が生じ、やがて破裂に至る。なお、水分解で生まれ

	た水素も被覆管と反応して水素化ジルコニウムが生成し、これも被覆管の脆化の原因となる。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 4.1 水 - ジルコニウム反応
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。
	関連教訓 No	教訓 1-2、通番 2 事柄や経験に学ぶ
	関連細目 No	細目 1-2-1、細 4 安全に係わる研究の最先端の情報を得るように努める。
キーワード		
1	事故対応	**主要事象**：水素爆発の発生 1
14	文献・出典	**事業者関連**：可燃性ガス技術検討 **JANSI 関連**：水ジルコニウム反応 **その他**：ATOMICA

資料 5.1（資 10）

〔ブローアウトパネル〕

東電報告書において、ブローアウトパネルの機能が示された。

- **ブローアウトパネルは、原子炉建屋内に蒸気が放出された場合、原子炉建屋の圧力を低下させるため、建屋内外圧力差を駆動力として、蒸気の外部放出を図るためのものである。**

＜ブローアウトパネルについて＞（東電報告書・添付資料参考 5（21/22）より）（下線は JANSI 追記）



２号機ブローアウトパネルの開放状況

原子炉格納容器外で、一次系配管等の高エネルギー配管が破断した場合、放出された蒸気により格納容器外側の原子炉建屋の圧力が上昇する。原子炉格納容器の健全性確保のためには、原子炉建屋の圧力上昇により原子炉格納容器に加わる外圧が設計外圧を超えないようにすることが必要になる。ブローアウトパネルは、原子炉建屋の圧力低下させるため、建屋内外圧力差を駆動力として、蒸気の外部放出を図るためのものである。

＜関連 Q&A（例）＞

Q4-2	ブローアウトパネルはどのような役割を持っているのか。
A	（東電報告書・添付資料参考 5（21/22）より） 原子炉建屋の圧力上昇により原子炉格納容器に加わる外圧が設計外圧を超えないようにする必要がある。ブローアウトパネルは、原子炉建屋の圧力低下させるため、建屋内外圧力差を駆動力として、蒸気の外部放出を図るためのものである。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 5.1 ブローアウトパネル
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。
	関連教訓 No	教訓 1-2、通番 2 事柄や経験に学ぶ
	関連細目 No	細目 1-2-2、細 5 再発防止策は多方面から妥当性を確認する。
キーワード		
4	設備	**敷地・構築物・付属物**：ブローアウトパネル
14	文献・出典	**事業者関連**：東電報告書 30

資料 5.2（資 11）

〔ラプチャーディスクは作動したか？〕

(1) 政府事故調報告において、2 号ラプチャーディスクの破壊の有無に関する見解が示された。

- **2 号機の格納容器ベントは､3 号機爆発の影響により現場作業開始が遅れた上､AO 弁駆動用の空気圧が十分確保できず、また、IA 系配管にある電磁弁の励磁を維持できなかったため、原子炉格納容器ベントラインの構築に多大な時間を要し、結局、十分なライン構成もできないまま（それが故にラプチャーディスクも破壊しなかったと推認できる。)、ベント機能が十分果たされなかったものと考えられる。**

(2) INPO 報告書において､ラプチャーディスクは原子炉格納容器圧力の 1.2 倍で設定されていることが示された。

(3) 政府事故調報告書（中間）において、1 号機格納容器ベントが成功したことが示された。

(4) 東電未解明問題進捗報告において、3 号機は格納容器ベントではなく、格納容器からの漏えいで圧力が下がった可能性が高いことが示された。

＜2 号機のラプチャーディスクについて＞（政府事故調報告・中間 P232 より）

まず、2 号機の原子炉格納容器ベントラインにあるラプチャーディスク作動圧は、3 号機と同じ作動圧に設定され（0.427MPa gage)、1 号機の原子炉格納容器ベントラインにあるラプチャーディスク作動圧（0.448MPa gage）よりも低く設定されている。したがって、2 号機のラプチャーディスク作動圧の設定が高すぎたが故に原子炉格納容器ベント実施が遅れたとは認められない。

また、D/W 圧力計及びS/C 圧力計の信用性には疑義があるものの、少なくとも、発電所対策本部では、これらの圧力計を前提として､「事故時運転操作手順書（シビアアクシデント)」で「ベント操作が必要な状況」とされる原子炉格納容器圧力0.853MPa gage（=約0.954MPa abs）に到達する前に、圧力計が0.4MPa absから 0.5MPa abs 程度の数値を指し示す段階から原子炉格納容器ベント実施を試みていたことが明らかである。したがって、東京電力が「事故時運転操作手順書（シビアアクシデント)」で「ベント操作が必要な状況」として定めていた原子炉格納容器圧力の値が高すぎたが故に原子炉格納容器ベント実施が遅れたとは認められない。

むしろ、現場における原子炉格納容器ベント実施に向けた対処を見る限り、3号機爆発の影響により現場作業開始が遅れた上、AO 弁駆動用の空気圧が十分確保できず、また、IA 系配管にある電磁弁の励磁を維持できなかったため、原子炉格納容器ベントラインの構築に多大な時間を要し、結局、十分なライン構成もできないまま（それが故にラプチャーディスクも破壊しなかったと推認できる。)、ベント機能が十分果たされなかったものと考えられる。

＜ラプチャーディスクの作動圧の考え方＞（INPO報告書・27P）

（前略）さらに、ラプチャーディスクの設定（原子炉格納容器圧力の1.2 倍）が高すぎて、

最初に設計圧力を超えることなくベントすることは不可能であった。

＜1号機格納容器ベント＞（政府事故調報告書（中間）（154P））

⑤　（前略）さらに、発電所対策本部復旧班は、1 号機R/B 大物搬入口付近に可搬式コンプレッサーを配置し、IA 系の銅管ヘッダーに接続して、12日14 時頃、可搬式コンプレッサーを起動させ、IA 系配管に空気を供給した。

また、その頃、発電所対策本部復旧班は、1/2 号中央制御室において、S/C弁（AO 弁）大弁の電磁弁を励磁し、S/C 弁（AO 弁）大弁の開操作を実施した。

⑥　1 号機のD/W 圧力は、3 月12 日14 時30 分頃に0.75MPa abs であったところ、同日14 時50 分頃に0.58MPa abs まで低下し、NHK の映像によっても、1 号機の排気筒から白い煙が出ているのが確認できた。そこで、吉田所長は、同日14 時30 分頃にベントによる放射性物質の放出がなされたと判断し、同日15 時18 分頃、その旨官庁等に報告した。（後略）

＜3号機の格納容器ベント＞（東電未解明問題進捗報告第4回（添付3-8-24））

4 まとめ

これまでの検討をまとめると、以下の通りとなる。

- 3 号機のベント開操作は、3 月13 日9 時ごろの1 回目、12 時ごろの2回目のみが明確に成功している
- 13 日21 時ごろの3 回目のベント開操作時は、D/W 圧力とS/C 圧力の逆転が発生しており、ベントによる格納容器圧力の減少とは考えにくい
- 3 回目のベント開操作時には、D/W から原子炉建屋への漏えいが発生していたとすると、3 月14 日11 時に発生した水素爆発と整合する
- 少なくとも3 月15 日の朝には、3 号機の格納容器は漏えいにより環境に直接的に水蒸気・放射性物質を放出する状態になっていた
- 3 月15 日の朝には、2 号機も格納容器からの漏えいにより、ブローアウトパネルを通じて、環境に直接的に水蒸気・放射性物質を放出する状態になっていた（当社の推定では、環境汚染は2 号からの放出が支配的）
- 3 月15 日16 時頃の3 号機の5 回目のベント時は、格納容器圧力の減少速度が緩やかであることから、格納容器からの漏えいによる圧力減少である可能性が高い
- 写真等の情報からは、3 月16 日の3 号機からの水蒸気放出はかなり大規模であった（この際の放出も15 日に次ぐ規模と推定）

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-25	1 号機の格納容器ベントは成功したのか。
	（政府事故調報告書（中間）（154P） • 発電所対策本部復旧班は、12日14 時頃、可搬式コンプレッサーを起動させ、IA 系配管に空気を供給した。また、その頃、発電所対策本部復旧班は、1/2 号中央制御室において、S/C弁（AO 弁）大弁の電磁弁を励磁し、S/C 弁（AO

	弁）大弁の開操作を実施した。 • 1 号機のD/W 圧力は、3 月12 日14 時30 分頃に0.75MPa abs であったところ、同日14 時50 分頃に0.58MPa abs まで低下し、NHK の映像によっても、1 号機の排気筒から白い煙が出ているのが確認できた。 • そこで、吉田所長は、同日14 時30 分頃にベントによる放射性物質の放出がなされたと判断し、同日15 時18 分頃、その旨官庁等に報告した。
Q1-26	2 号機の格納容器ベントが失敗した原因はラプチャーディスクの不作動か。
A	（政府事故調報告（中間）（232P）） 3 号機爆発の影響により現場作業開始が遅れた上、AO 弁駆動用の空気圧が十分確保できず、また、IA 系配管にある電磁弁の励磁を維持できなかったため、原子炉格納容器ベントラインの構築に多大な時間を要し、結局、十分なライン構成もできないまま（それが故にラプチャーディスクも破壊しなかったと推認できる。）、ベント機能が十分果たされなかったものと考えられる
Q1-27	3 号機の格納容器ベントは成功したのか。
	（東電未解明問題進捗報告（第4回）（添付3-8-24）） • 3 号機のベント開操作は、3 月13 日9 時ごろの1 回目、12 時ごろの2回目のみが明確に成功している • 13 日21 時ごろの3 回目のベント開操作時は、D/W 圧力とS/C 圧力の逆転が発生しており、ベントによる格納容器圧力の減少とは考えにくい • 3 回目のベント開操作時には、D/W から原子炉建屋への漏えいが発生していたとすると、3 月14 日11 時に発生した水素爆発と整合する • 少なくとも3 月15 日の朝には、3 号機の格納容器は漏えいにより環境に直接的に水蒸気・放射性物質を放出する状態になっていた
Q1-28	ラプチャーディスクの作動圧はどのように設定されているか。
A	（INPO 報告書（27P）） ラプチャーディスクの作動圧は原子炉格納容器の最高使用圧力（gage）の約 1.2 倍に設定されている。 （政府事故調報告（中間）（232P）） • 1 号機のラプチャーディスクの作動圧は、0.448MPa gage。 • 2 号機、3 号機のラプチャーディスクの作動圧は、0.427MPa gage。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 5.2 ラプチャーディスクは作動したか？
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。
	関連教訓 No	教訓 1-2、通番 2 事柄や経験に学ぶ
	関連細目 No	細目 1-2-2、細 5 再発防止策は多方面から妥当性を確認する。
キーワード		
4	設備	**計測設備関連**：D／W 圧力計 1、S／C 圧力計 1
5	SA 対策設備	**格納容器減圧・冷却**：格納容器ベント 1、ラプチャーディスク 1
13	関係組織	**海外機関**：INPO1
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）61 **海外機関関連**：INPO 報告書 40 **事業者関連**：東電未解明問題進捗報告 1

資料 5.3（資 12）

〔ラプチャーディスクの役割〕

JANTI 報告書において格納容器ベントラインに設置してあるラプチャーディスクの機能の解説部分を示す。

- **ラプチャーディスクは、あらかじめ設定された破裂圧力にて破裂し、装置内の異常圧力を放出する安全装置である。1 号機の作動圧は 0.448MPa gage、2 号機と 3 号機の作動圧は 0.427MPa gage である。**

一方、INPO 報告書によれば、米国の BWR は、一般的に早期ベントを妨げるラプチャーディスクは備えておらず、PCV 内での水素爆発の可能性を減らすために、非常時の運転手順では格納容器の設計圧力に到達する前にベントを開始することが要求されている。

＜ラプチャーディスクの役割＞（JANTI 報告書・20P、参-1-8 より）

圧力容器・回転機器・配管系・ダクトなどの密閉された装置が過剰圧力、または負圧にて破損することを防止するドーム状の金属薄板で、あらかじめ設定された破裂圧力にて破裂し、装置内の異常圧力を放出する安全装置。

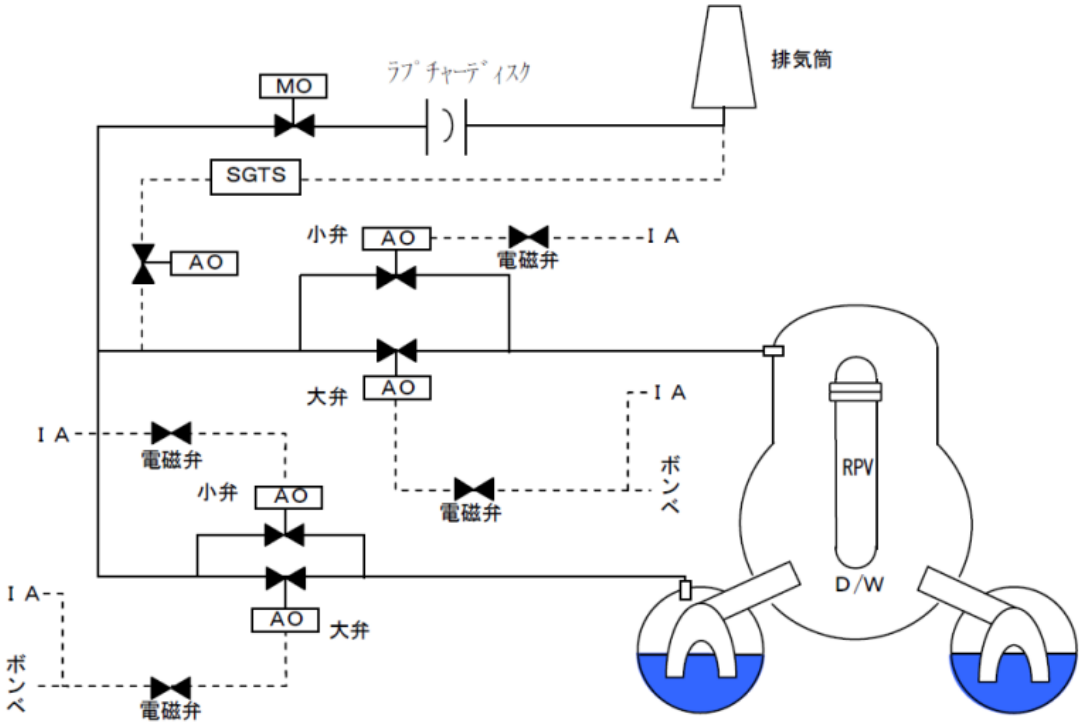


図 参考 1-6　耐圧強化ベント設備（1 号機）

＜米国の格納容器ベントの運用＞（INPO 報告書・16P）

比較として、米国の BWR は、一般的に早期ベントを妨げるラプチャーディスクは備えておらず、非常時の運転手順では格納容器の設計圧力に到達する前にベントを開始することが要求されている。燃料損傷が起こった場合には、手順書ガイダンスにのっとり、PCV 内での爆

発の可能性を減らすため、格納容器内の水素濃度に基づき早期ベントが要求されている。サイトERC と相談し助言をもらった上で、当直長によってベント開始が決定される。

日本の BWR では、米サンディア国立研究所で実施された格納容器の健全性試験の結果の検討により、ベント実施前に格納容器圧力が設計圧の2 倍に達することを許すような手順ガイダンスが決められた（NUREG/CR-6906/SAND2006-2274 [2006 年7 月発行]を参照)。この研究では、スケールモデルを用いた試験により、定格値の2 倍を超えるまで格納容器は壊れないことが示された。日本の事業者と原子炉ベンダーは個々の機器が同程度の高圧でも破損せずに耐えられることを確認するために詳細な計算を行った。しかしながら、ベントを遅らせる戦略を採用することが決定された際、格納容器圧力が高い状況下での水素漏洩量の増加の可能性については十分に対処されなかった。

＜関連 Q&A（例）＞

Q5-7	ラプチャーディスクとは何か。
A	（JANTI 報告書（20P、参-1-8）より） ラプチャーディスクは、あらかじめ設定された破裂圧力にて破裂し、装置内の異常圧力を放出する安全装置である。
Q5-8	日本の BWR にはなぜラプチャーディスクが付いているのか。
A	（INPO 報告書（16P）より） 日本は放射性物質の環境への放出をできるだけ避けるため、ラプチャーディスクを取り付けた。格納容器及び内部の機器が最高使用圧力の 2 倍まで破損しないことを確認したが、水素漏洩の増加の可能性についての対処はなかった。
Q5-9	米国 BWR にラプチャーディスクは付いているのか。また格納容器ベントはどのように運用されているのか。
A	（INPO 報告書（16P）より） 一般的に早期ベントを妨げるラプチャーディスクは備えておらず、PCV 内での水素爆発の可能性を減らすために、非常時の運転手順では格納容器の設計圧力に到達する前にベントを開始することが要求されている。サイト ERC と相談し助言をもらった上で、当直長によってベント開始が決定される。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 5.3 ラプチャーディスクの役割
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。
	関連教訓 No	教訓 1-2、通番 2 事柄や経験に学ぶ
	関連細目 No	細目 1-2-2、細 5 再発防止策は多方面から妥当性を確認する。
キーワード		
5	SA 対策設備	**格納容器減圧・冷却**：格納容器ベント 2、ラプチャーディスク 2
13	関係組織	**海外機関**：INPO2
14	文献・出典	**海外機関関連**： INPO 報告書 41 **JANSI 関連**：JANTI 報告書 1

資料 5.4（資 13）

〔1 号機　消防車注水にバイパスフローがあった。〕

東電未解明問題進捗報告（第 1 回～第 4 回）において 1～3 号機の消防車の注水においてバイパス流が発生する経路があることが示された。

- **1 号機の消防車による原子炉への注水では、バイパス経路が複数あり、配管圧損から評価すると原子炉へ注入されたのは 2～5 割であった可能性がある。ただ、不確かさも多く、本評価は原子炉への注水量を過大評価している可能性もある。**
- **柏崎刈羽原子力発電所では、MUWC ポンプ出口の戻り配管の外側に逆止弁を付けたり、低圧復水ポンプの出口に電動弁を付けたり、バイパスフローの生じない場所に消防車の接続口を設けたりなどの工夫をしている。**

＜消防車の注水におけるバイパス流の経路＞（東電未解明問題進捗報告（第 2 回）平成 26 年 8 月 6 日・19P～20P）（下線は JANSI 追記）

3.3. 1 号機の抽出された課題に対する検討結果

（中略）

3.3.2 消防車の注水に関する検討

（中略）

消防車による注水量は、現場で記録された結果があるが、復水補給水系（MUWC）及び消火系（FP）配管はプラントの各所に敷設されているため、注水の一部が原子炉に注水されることなく他系統・機器へ漏えいしていた可能性が高いことが知られており、MAAP 解析においても、その全量が注水されるとの仮定はしていない。しかしながら、どの程度の水が原子炉に注水されたかは、事故進展挙動を評価する上で非常に重要な情報であるため、漏えいの発生の可能性のある箇所と、漏えい量を把握するための検討を実施した。

その結果、MUWC/FP 系統の配管構成から、消防車から原子炉へ注水される経路から分岐している配管のうち、常時開となっている弁や開口部を通じて流れ出るルートが複数あることがわかった。

これらのルートは配管径が小さいことや、定流量弁がついていることで、漏えい流量が限定的であった可能性もあるが、今後は定量的な評価を実施することで、原子炉への注水量の不確かさを低減させていくことが必要である。

また、公表されている原子炉への注水量は、1 日平均で記載されており、それを MAAP 解析でも採用しているが、実際には水源の枯渇、水素爆発等による中断時期が存在している。MAAP での再解析を実施する際には、今回判明した注水の停止期間、原子炉圧力の変化も踏まえた漏えい量の変化などを反映して、評価することが必要である。

3.3.3 消防車の注水量に関する検討

（中略）

消防車による注水に使用された、FP 系、MUWC 系の原子炉への注水に使用された経路、及び、漏洩が発生した可能性のある経路について、消防車からの流量配分を評価した。その

結果、消防車からの注水量の2から5割が原子炉に注水されたとの評価値が得られた。しかしながら、この評価は、消防車の吐出圧を1MPａ程度で運用したとの情報に基づくものであり、一部期間については、それ以下の測定値が記録としては存在していることから、評価結果については、依然として不確かさを多く含むものとなっている。

（以下の2枚の図面は第2回進捗報告のPP版より）

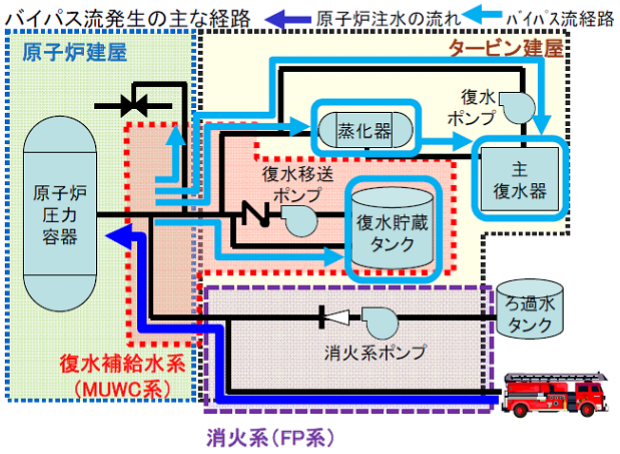
4. 消防車による原子炉注水量の精度向上
（1）概要

消防車からの注水が全て到達していれば、原子炉を十分冷却することができたと評価
注水の一部が他系統へ流れ込んでいた可能性
事故進展挙動を評価する上で、重要なインプット情報である消防車注水量を評価

消防車から原子炉への
注水量の定量評価のため、
1号機での原子炉注水量を
注水経路の配管圧損から評価

2～5割が原子炉へ
注水されていた可能性

ただし消防車の吐出圧力、吐出流量等の記録が少なく、不確かさを多く含むため、感度解析やプラント応答との比較により、さらなる検証が必要

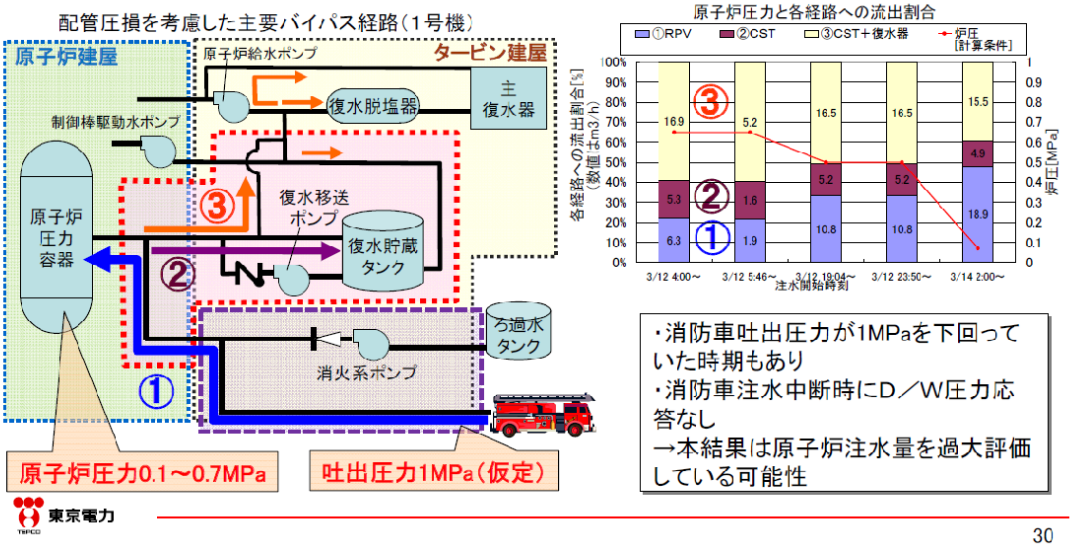


東京電力

29

(2)評価結果

消防車の吐出圧力を1MPa一定と仮定した場合、約2～5割が原子炉へ注水される結果
吐出圧力、吐出流量等の記録が少なく、不確かさを多く含むため、更なる検証が必要



30

＜柏崎刈羽のバイパス流対策＞（東電未解明問題進捗報告（第 4 回）平成 27 年 12 月 17 日・添付 1-4-27）

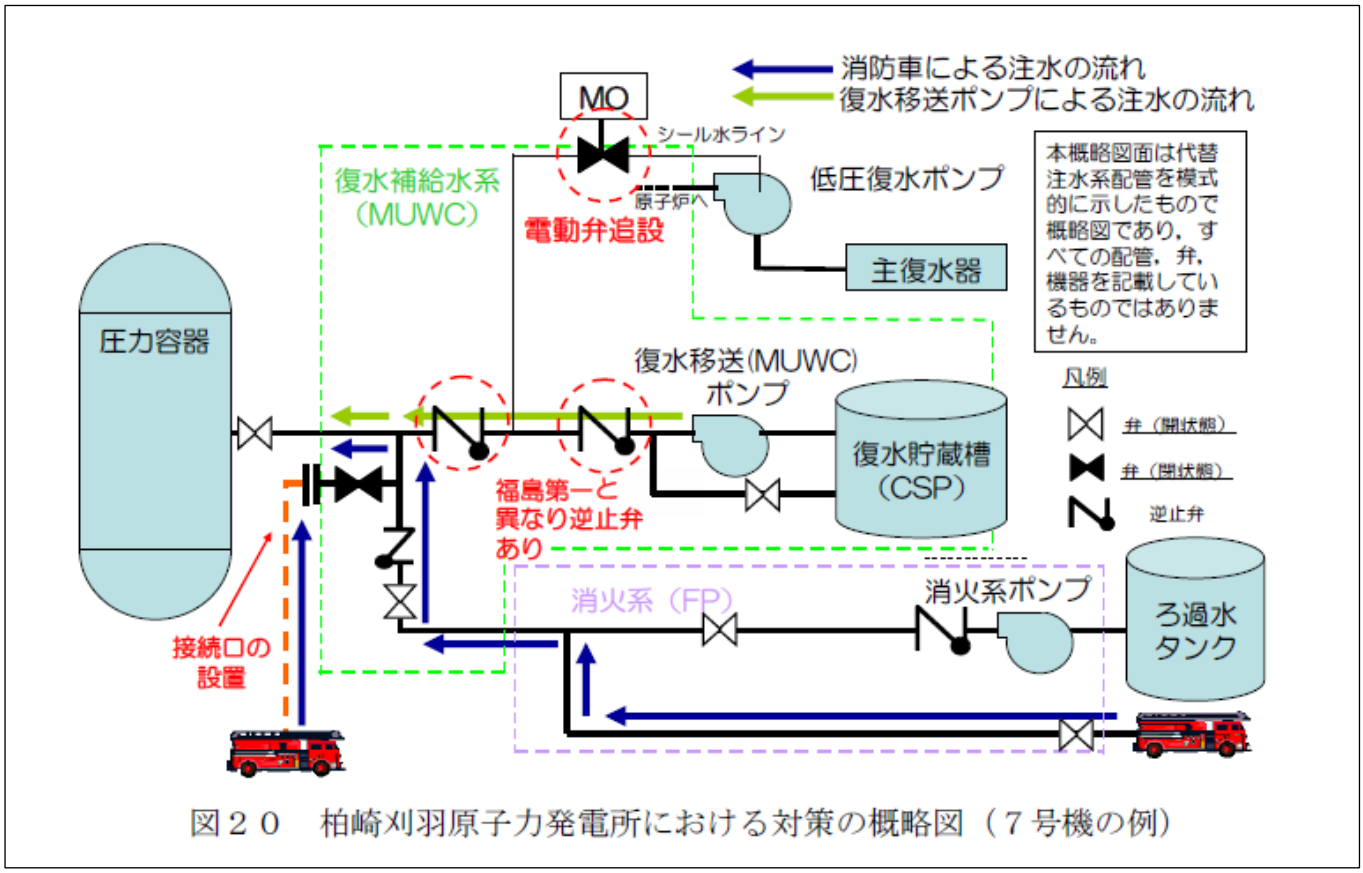


図２０　柏崎刈羽原子力発電所における対策の概略図（７号機の例）

＜消防車による原子炉注水量について＞（東電未解明問題進捗報告（第 2 回）平成 26 年 8 月 6 日・添付 2-3）

1～3 号機では、事故時に作動が期待されていた注水機能を最終的に全て喪失し、臨機の対応として消防車を用いた原子炉代替注水を実施した。

注水量に関する情報としては、当時、消防車のポンプ吐出圧力計や、流量計から推定された注水量（日単位の平均注水量）として整理されているが、その精度は低く、さらには、注水の一部が原子炉に注水されることなく他系統・機器へ流れ込んでいたものと考えられる。

例えば、1 号機では 3 月 14 日 1 時 10 分から注水が中断し、20 時に注水を再開した（原子炉スプレイ系からの注水）が、再開時、原子炉圧力の上昇が見られなかったことから、ほとんど注水されていない可能性も考えられる。また、23 日 2 時 33 分に原子炉給水系からの注水を開始した際、蒸気発生によると考えられる原子炉圧力の上昇が確認されたことから、それまでほとんど注水されていなかった可能性も考えられる。

MAAP 解析では、消防車からの注水量と比較して、かなり少なめの量しか原子炉に注水されていなかったものとして評価を行っている。なお、この注水量の設定には、格納容器圧力の再現性等を考慮した。原子炉への注水量は事故進展を把握するにあたって重要なデータとなるものの、実際の注水量がどの程度であったかは、不確かさが大きく、明らかにする必要がある。

＜関連 Q&A（例）＞

Q5-3	1 号機において消防車による注水でなぜバイパスフローが生じたのか。
A	（東電未解明問題進捗報告（第 2 回）平成 26 年 8 月 6 日・19P～20P） MUWC/FP 系統の配管構成から、消防車から原子炉へ注水される経路から分岐している配管のうち、常時開となっている弁や開口部を通じて流れ出るルートが複数あることがわかった。
Q5-4	1 号機において原子炉への実際の注水量はどのくらいだったのか。
A	（東電未解明問題進捗報告（第 2 回平成 26 年 8 月 6 日）（19P～20P）） 消防車による注水に使用された、FP 系、MUWC 系の原子炉への注水に使用された経路、及び、漏洩が発生した可能性のある経路について、消防車からの流量配分を評価した。その結果、消防車（1MPa と想定）からの注水量の 2 から 5 割が原子炉に注水されたとの評価値が得られた。 （東電未解明問題進捗報告（第 2 回平成 26 年 8 月 6 日）（PP 版 30P）） 消防車吐出圧力が 1MPa を下回っていた時期もあり、また、消防車注水中断時に D/W 圧力に応答がなかったことから、本結果は原子炉注水量を過大評価している可能性がある。
Q5-5	消防車による注水でバイパスフローを防ぐことはできないのか。
A	（東電未解明問題進捗報告（第 4 回）（平成 27 年 12 月 17 日・添付 1-4-27）） 柏崎刈羽原子力発電所では、MUWC ポンプ出口の戻り配管の外側に逆止弁を付けた

	り、低圧復水ポンプの出口に電動弁を付けたり、バイパスフローの生じない場所に消防車の接続口を設けたりなどの工夫をしている。

【属性管理表】

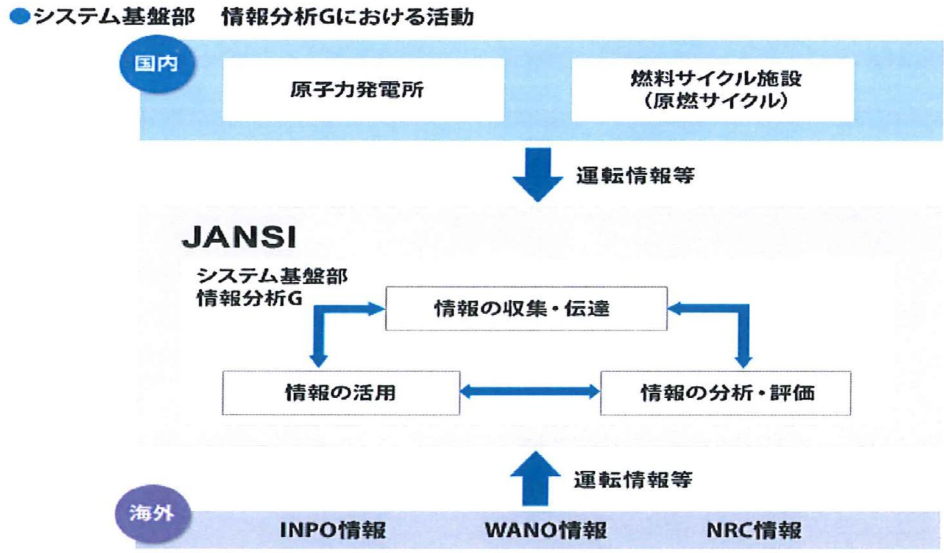
整理 No		
	資料 No	資料 5.4 1 号機　消防車注水にバイパスフローがあった。
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。
	関連教訓 No	教訓 1-2、通番 2 事柄や経験に学ぶ
	関連細目 No	細目 1-2-2、細 5 再発防止策は多方面から妥当性を確認する。
キーワード		
5	SA 対策設備	**柔軟な代替注水**：消防車 1、パイパス経路
14	文献・出典	**事業者関連**：東電未解明問題進捗報告 2

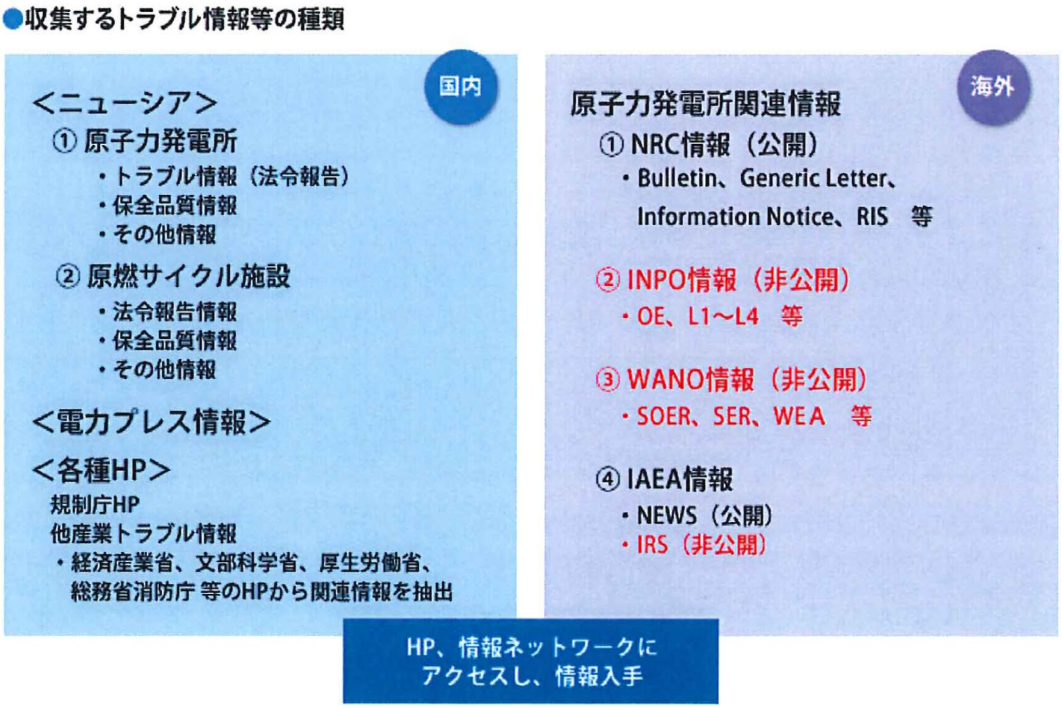
資料 6.1（資 14）

〔JANSI の情報分析評価活動の概要〕

1. 補足：JANSI が行っている情報収集分析評価活動の概要を示す。
   - JANSI では、国内外の原子力施設の運転情報（トラブル情報等）を収集し情報公開サイト NUCIA に公開している。年間の収集量は、国内で数百件、海外は約 3000 件である。これらの情報を重要度に応じてスクリーニングし、必要に応じて事業者に対して改善を促す重要度文書を発行している。

＜JANSI における原子力発電所のトラブル情報の収集＞（JANSI HP より）





ニューシア：
1966 年（昭和 41 年）の最初の原子力発電所が稼動した当時から現在の情報まで、原子力発電所や原子燃料サイクル施設の運転に関する情報を広く共有するために公開され、安全性や透明性を一番に考え、どなたでも自由に情報を閲覧することができる情報公開サイト。また、ニューシア（NUCIA）とは、原子力施設情報公開ライブラリーを意味する英語の名称「NUClear Information Archives」の頭文字をとった略称。
NRC：
米国原子力規制委員会
INPO：
米国原子力発電事業者協会
（米国における原子力事業者による自主規制組織）
WANO：
世界原子力発電事業者協会
IAEA：
国際原子力機関

＜関連 Q&A（例）＞

Q11-5	JANSI で処理している運転情報の年間の件数はどのくらいか。
A	（JANSI・HP より） JANSI では、国内外の原子力施設の運転情報（トラブル情報等）を収集し情報公開サイト NUCIA に公開している。年間の収集量は、国内で数百件、海外は約 3000 件である。
Q11-6	JANSI は運転情報についてどのような検討を行っているのか。
A	（ JANSI・HP より） • JANSI では国内外の原子力施設に関する事故・故障情報等を収集し、事業者間で共有すべき情報を抽出するとともに、必要に応じ、追加調査・検討した内容を含め、各事業者に情報提供している。 • また、原子力の安全確保、信頼性に影響を及ぼす類似事象の発生防止に資するため、これらの情報の整理及びスクリーニングを通して重要度分類を行うとともに、重要事象に対する是正措置を検討し、その内容に応じて文書を発行する。また各事業者の対応実施状況のフォローも行っている。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 6.1 JANSI の情報分析評価活動の概要
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。
	関連教訓 No	教訓 1-2、通番 2 事柄や経験に学ぶ
	関連細目 No	細目 1-2-3、細 6 自社経験、他社経験、安全に関する国際動向を幅広く改善活動に役立たせる。
キーワード		
11	保守管理・運転管理	**トラブル情報の反映**：運転経験情報 1、NUCIA、スクリーニング 1、重要度文書
14	文献・出典	**JANSI 関連**：JANSI トラブル情報収集分析評価（JANSI-HP）

資料 6.2（資 15）

〔運転経験の活用や外部レビューへの取組みに関する反省〕

(1) 東電原子力安全改革プランにおいて、これまでの海外の運転経験の活用への問題認識や外部レビューへの取組みへの問題認識が示された。また、今後の運転経験情報の活用やピアレビュー等を有効に活用して、総合的に安全性を評価する仕組みが示された。

① 運転経験を活用できなかった要因

- **海外の運転経験の調査を、的確に安全性の向上対策に活かすことに消極的であった。**
- **背後要因として、追加対策によるコスト負担の増加、現状の安全性への不安の惹起、設置許可取消訴訟への影響、長期運転停止への懸念等があり、対策を不要とする意識が働いた。**

② 外部レビュー等への取組み

- **外部レビュー対応において、部門内の改善にとどまり、背後要因や改善プロセスの探求等、自ら学んで改善することが原子力部門全体の共通意識となっていなかった。**
- **社外のレビューや監査等を通じて、自ら積極的に学び、改善していこうという姿勢が不十分だった**
- **定期安全レビュー（PSR：Periodic Safety Review）は原子力安全の観点でのレビューの視点やレビュー頻度が十分ではなく（PSR は 10 年に 1 回）、原子力安全を自ら積極的かつ継続的に向上するという活動のレビューになっていなかった。**
- **今後は、原子力安全に関する活動のレビューを高い頻度で実施し、組織的な弱点を把握し、改善し、フォローする。**

(2) 福島第一が経験した内部溢水事象

- **1991 年に福島第一原子力発電所 1 号機において海水系配管破断による建屋内海水漏えい事象を経験している。**
- **原因は、タービン建屋地下 1 階の電動駆動給水ポンプ室床下に埋設されている補機冷却水系海水配管の腐食減肉貫通部からの漏洩であった。再起動まで 2 か月を要した。内的事象と外的事象の違いがあるが、溢水による設備損傷という福島原子力事故に似た事故が現実に起きた事故であった。**

(3) 過去の教訓が反映されていた事例（政府事故調報告書（中間）、女川及び東海第二報告書より）

＜他社の経験の活用＞（東電原子力安全改革プランより）

その 1：14P

問題点(過酷－⑧)：海外の運転経験の調査を、的確に安全性の向上対策に活かすことに消極的であった。

（背後要因）

- 追加対策によってコスト負担が増加することを敬遠した。

- 対策を実施することが社会的に現状の安全性への不安を招き、設置許可取消訴訟への影響や長期運転停止につながりかねないことを心配し、対策を不要とする意識が働いていた。
- 上記については、旧原子力経営層の同様な意識が組織全体に反映されていたものと考えられる。
- 影響ありと判断し対策を実施することになると、新たな仕事を増やすことにつながるため消極的な調査になっていた。
- 原子力部門内の原子力品質・安全部、原子力運営管理部等でスクリーニング、調査、協力依頼、報告書作成を行なっていたため、消極的な意識が働きやすかった。

その2：38P（東電の受けた外部レビューについて）

（2）OSART、WANO およびJANTI ピアレビュー並びに原子力品質監査の取り組み

原子力発電所に対する外部レビューについては、IAEA によるOSART、WANO によるピアレビュー、JANTI によるピアレビューが挙げられる。今回の事故が発生する前までに、当社の原子力発電所はこれらの外部レビューを以下のとおり受審している（フォローアップは除く）。

福島第一原子力発電所 IAEA：0 回、WANO：2 回、JANTI：2 回
福島第二原子力発電所 IAEA：1 回、WANO：1 回、JANTI：2 回
柏崎刈羽原子力発電所 IAEA：1 回、WANO：2 回、JANTI：0 回
本 店 WANO：1 回（コーポレートピアレビュー）

当社は、これらの外部レビューにおいて運転、保全、放射線管理を中心に様々な改善事項を得ており、個々の改善事項に対する対策を実施してきたところである。しかしながら、これらの外部レビューの対応においては、放射線管理関係の改善であれば放射線管理関係者内だけにとどまり、そのような改善を成功事例として認識し、問題となった背後要因を探ったり、改善のプロセスを探ったり等、自ら学んで改善することが原子力部門全体の共通意識となっていなかった。

また、2002 年のトラブル隠し「当社自主点検記録に関する不正問題（シュラウド点検記録の改ざん等）」の反省として原子力部門から独立した内部監査組織である原子力品質監査部を設置し、安全・品質に関する内部レビューを実施してきた。この内部レビューは業務品質の監査を行うとともに、テーマを決めて個別に切り込む監査も実施していた（例：原子炉主任技術者の職務遂行状況、組織改編（ユニット所長制）の状況）。これらの監査の中では、マニュアル等に基づく運転中・定期検査中の品質・安全の確保の観点から監査が行われており、過酷事故を扱うような設計や事前の備えまで立ち戻った監査は行われなかった。また、監査結果においても、「なぜ、その状態になっているのか」、「なぜ、その状態が解消されないままなのか」といった旧原子力経営層の問題点をあぶり出すような本質的なマネジメントの問題に切り込んだ内容とはなっていなかった。

一方、監査される側の原子力・立地本部にとっては、何らかのレビューや監査が絶えず実施されているような状態になり、そのため外部レビュー結果や原子力品質監査部の監査結果

をどこまで真剣に受け止め、改善を図ってきたか疑問が残る。また、指摘事項に対するフォローアップが通常業務を圧迫するように感じられたため、指摘事項を通じて改善を図るよりも指摘事項を受けないようにすることに注力し、実際に指摘された事項があった場合には何とかうまく処理しようとしてきた姿が見られた。したがって、監査を通じて安全に関する議論を深めたり、外部からの指摘に対して真摯に受け止めたりする姿勢が欠けていた。

問題点(組織－⑥) : 社外のレビューや監査等を通じて、自ら積極的に学び、改善していこうという姿勢が不十分だった。

その3：73P

（4）定期的な安全性の評価のプロセス改善

これまで原子力部門で行ってきた原子力安全を向上させる活動として、

- 不適合管理
- OE 情報の活用
- 外部機関によるレビュー（IAEA によるOSART、WANO やJANTI によるレビュー、原子力品質監査）結果のフィードバック

等があり、これらは定期安全レビュー（PSR : Periodic Safety Review）においてその実施状況を確認してきたが、原子力安全の観点でのレビューの視点やレビュー頻度が十分ではなく（PSR は10 年に1 回)、原子力安全を自ら積極的かつ継続的に向上するという活動のレビューになっていなかった。

今後は、原子力安全に関する活動のレビューを高い頻度で実施し、単に懸案事項や指摘事項が適切に処理されているかどうかという観点にとどまらず、処理の過程における組織的な弱点を把握し、改善し、フォローする。具体的には、不適合管理、OE 情報の活用、外部レビューの対応等に加え、プラントウォークダウン等による原子力安全向上に関する活動結果を、原子力安全向上の視点から年1 回総合的にレビュー（セーフティレビュー）し、原子力安全に係わる弱みを抽出・把握し、改善方針、責任者、対応期限等を明確にし実施する。

＜過去に経験していた福島第一で内部溢水事象＞

1) 東電原子力安全改革プラン・34P

- 福島第一原子力発電所1 号機海水系配管破断による建屋内海水漏えい（原子炉手動停止）（1991 年、INES レベル0）

  タービン建屋地下1 階電動駆動給水ポンプ室床面より海水の湧水があり、電線管ピットから電線管を通じ、タービン建屋補機冷却系熱交換器エリア、シャワードレン受タンクエリア、原子炉建屋三角コーナー及び1/2 号共通非常用ディーゼル発電機室等、広範囲に海水が浸入した。ディーゼル発電機は、浸水により機能喪失し、工場に持ち出し修理が必要な状況であった。原因は、電動駆動給水ポンプ室床下に埋設されている補機冷却水系海水配管の腐食減肉貫通部からの漏洩であった。再起動まで2 か月を要した。内的事象と外的事象の違いがあるが、溢水による設備損傷という福島原子力事故に似た事

故が現実に起きた事故であった。(34P)

2) 東電報告書・38P

- 東電が実施した内部溢水対策

運転経験等の反映としては、地下階に設置された重要機器が、建屋内の配管破断等による内部溢水により被水・浸水して機能を失わないよう水密化対策などを実施している。

これは、平成3年10月に福島第一1号機タービン建屋地下1階で発生した、補機冷却海水系配管からの海水漏えいを教訓として、社内WG等で検討が開始され対策に移されたものである。なお、同時期に米国のプラントにおいて、タービン駆動主給水ポンプ用復水器の冷却用に湖から取水している循環水配管が破断し、タービン建屋と補助建屋が浸水したためALERT（警戒体制）が宣言されるという事象が発生したとの情報を入手しており、このような国内外の運転経験に基づく情報も収集し活用している。

また、その後の定期安全レビュー（PSR）における評価においては、各プラントとも十分な安全レベルであることが確認されたものの、社内的には、より一層の安全性・信頼性を向上させる観点（最新のプラントとの比較も考慮）から、改善の余地のある項目の一つとして内部溢水対策を取り上げており、その後、技術的な検討を行った上で各プラントの対策工事を実施している。

内部溢水対策として改善した具体例は以下の通りである。

・ 原子炉建屋階段開口部への堰の設置
・ 原子炉最地下階の残留熱除去系機器室等の入口扉の水密化
・ 原子炉建屋１階電線管貫通部トレンチハッチの水密化
・ 非常用電気品室エリアの堰のかさ上げ
・ 非常用Ｄ／Ｇ室入口扉の水密化
・ 復水器エリアに監視カメラ・床漏えい検知器設置 等

3) 東電原子力安全改革プラン・29P

- 外部事象の脅威

安全上重要な設備を設置している建屋内は、内部溢水防護、火災防護の観点では安全区分毎に物理的分離が行われているが、今回の津波で設計基準の条件を超えた時点で複数の安全機能が同時に損傷し、対応を困難にさせた。外的事象については、ある想定条件を超えた時に多数の設備が同時に被害を受ける可能性があるというのが今回の教訓であり、外的事象を考慮した物理的分離、安全設備の多重性のみならず多様性の確保が必要となる。(29P)

＜過去の教訓が反映されていた事例＞

- 火災報知器の吹鳴に対する実火災発生の有無の判断

1/2 号中央制御室では、地震の揺れの影響で、警報とともに、火災報知器が吹鳴していた。当直長は、新潟県中越沖地震の際、東京電力柏崎刈羽原子力発電所（柏崎刈羽原発）において、室内で埃が舞っただけでも火災報知器が吹鳴したことを認識していた。火災報知器は、実際に火災が発生していればリセットできない仕組みであったため、当直長は、火災

報知器のリセットを試みて、火災が発生しているか否かを確認した。すると、火災報知器は、リセットして吹鳴が止んだため、当直長は、1/2 号中央制御室やその付近で火災が発生していないと判断した。（政府事故調報告（中間）・79P）

- 免震重要棟の設置

  新潟県中越沖地震の際に柏崎刈羽原発において発電所対策本部を設置する予定であった事務本館が損壊する被害を受けた経験から、免震重要棟を設置し、緊急時対策室を事務本館から免震重要棟に移転させた。なお、免震重要棟はガスタービン発電機等を備え、震度 7 クラスの地震に耐えることができる。（政府事故調報告（中間）・438P）

  注）JANSI 追記

  現在の原子力規制庁の審査では免震式の重要棟は大きな地震動に耐えられないため、耐震式の重要棟での審査が行われている。

  柏崎刈羽原子力発電所の審査状況

  原子炉設置変更許可： 2017 年 12 月許可

  設計及び工事計画の認可：2020 年 10 月認可

  保安規定変更認可：2020 年 10 月認可

- 火災対応の強化

  新潟県中越沖地震の際に柏崎刈羽原発において発電所内変圧器で火災が発生し、その消火に長時間を要する事態となった経験から以下の設備を設置した。

  ✓ 化学消防車2 台及び水槽付消防車1 台の合計3 台を配備。
  ✓ 防火水槽を複数箇所に設置
  ✓ 福島第一原発の各号機のタービン建屋等に消火系につながる送水口を増設。

  （政府事故調報告（中間）・438P）

- 使用済燃料のスロッシング対応

  女川発電所の使用済燃料プールではスロッシングによりプール外に水が少量飛散したが、屋内のプール周辺が濡れた程度であった。なお、新潟県中越沖地震（平成 19 年 7 月）の対策として屋外への漏洩防止や貫通部のシール強化などを実施済みであった。（女川及び東海第二報告書・22ｐ）

＜関連Q&A（例）＞

Q11-1	海外の運転経験を活かし切れなかったのはなぜか。
A	（東電原子力安全改革プラン（14P）より） 問題点 • 海外の運転経験の調査を、的確に安全性の向上対策に活かすことに消極的であった。 背後要因 • 追加対策によってコスト負担が増加することを敬遠した。 • 対策を実施することが社会的に現状の安全性への不安を招き、設置許可取消訴訟

	への影響や長期運転停止につながりかねないことを心配し、対策を不要とする意識が働いていた。 上記については、旧原子力経営層の同様な意識が組織全体に反映されていたものと考えられる。 • 影響ありと判断し対策を実施することになると、新たな仕事を増やすことにつながるため消極的な調査になっていた。 • 原子力部門内の原子力品質・安全部、原子力運営管理部等でスクリーニング、調査、協力依頼、報告書作成を行なっていたため、消極的な意識が働きやすかった。
Q11-7	東電は事故前にどのくらいの外部レビューを受けていたのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（38P）） 福島第一原子力発電所 IAEA：0 回、WANO：2 回、JANTI：2 回 福島第二原子力発電所 IAEA：1 回、WANO：1 回、JANTI：2 回 柏崎刈羽原子力発電所 IAEA：1 回、WANO：2 回、JANTI：0 回 本 店 WANO：1 回（コーポレートピアレビュー）
Q11-8	レビュー活動を活かし切れなかったのはなぜか。
A	（東電原子力安全改革プラン（38P）より） • 社外のレビューや監査等を通じて、自ら積極的に学び、改善していこうという姿勢が不十分だった。 • 例えば、外部レビューの対応においては、放射線管理関係の改善であれば放射線管理関係者内だけにとどまり、そのような改善を成功事例として認識し、問題となった背後要因を探ったり、改善のプロセスを探ったり等、自ら学んで改善することが原子力部門全体の共通意識となっていなかった。
Q11-9	定期安全レビューはなぜ機能しなかったのか。
	（東電原子力安全改革プラン（73P）より） • 定期安全レビュー（PSR：Periodic Safety Review）は原子力安全の観点でのレビューの視点やレビュー頻度が十分ではなく（PSR は 10 年に 1 回）、原子力安全を自ら積極的かつ継続的に向上するという活動のレビューになっていなかった。 • 今後は、原子力安全に関する活動のレビューを高い頻度で実施し、組織的な弱点を把握し、改善し、フォローする。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 6.2 運転経験の活用や外部レビューへの取組みに関する反省
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。
	関連教訓 No	教訓 1-2、通番 2 事柄や経験に学ぶ
	関連細目 No	細目 1-2-3、細 6 自社経験、他社経験、安全に関する国際動向を幅広く改善活動に役立たせる。

キーワード		
2	安全文化と QMS	**個人・組織の姿勢**：問い掛け学ぶ姿勢 1
11	保守管理・運転管理	**トラブル情報の反映**：運転経験情報 2、スクリーニング 2 **外部レビュー等**：定期安全レビュー、品質監査、外部レビュー、 OSART、WANO ピアレビュー、JANSI ピアレビュー
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 17

資料 6.3（資 16）

〔再発防止を積み重ねるだけの防災対策には限界がある。〕

東電報告書において、国の防災関連の検討会で言及された、日本全体としての自然災害に対する考え方に課題があったとの意見が紹介されている。

- **再発防止のような形で改良を積み重ねていく方式のみによる防災対策には限界**
- **精緻な被害想定に準拠して考えられる対策は、想定以上の被害が発生すると機能不全に陥る。**
- **自然現象は大きな不確実性を伴うことから、想定やシナリオには一定の限界があることに留意することが必要**

＜自然災害に対する考え方の課題＞（東電報告書・51P より）

当社はこれまで、津波リスクに対し、新たな知見を取り入れ安全確保・リスク低減に向けた様々な取り組みを行ってきたが、「想定をはるかに超える津波により、発電所設備のほぼ全てが機能喪失する事態」にまで考え方が及ばず、結果的に今回のような巨大な津波への備えが不十分になった。

なお、我が国の自然災害の想定・シナリオと対応について、震災後に実施された国の防災に関する検討会などでも以下のような言及がされているとおり、日本全体として自然災害に対する考え方に課題があったと言える。

～今回の災害は、これまで想定していた災害のレベルと大きくかけ離れたもの

～実際の災害対応への反省を教訓として将来の対応の改善につなげていく努力を積み重ねてきたが、再発防止のような形で改良を積み重ねていく方式のみによる防災対策には限界

～精緻な被害想定に準拠して考えられる対策は、想定以上の被害が発生すると機能不全に陥る

～自然現象は大きな不確実性を伴うことから、想定やシナリオには一定の限界があることに留意することが必要

＜「防災対策」の歴史とその限界＞（首都中枢機構確保検討会報告書・3P）

我が国の防災対策の歴史を振り返ると、戦後、災害救助法等の制定に始まり、伊勢湾台風を契機に災害対策基本法が制定され、また阪神・淡路大震災での反省を基に初動対応体制の充実強化や広域応援対策の確立等が図られてきた。さらに、今般の東日本大震災の教訓を契機に、燃料を含む物資調達の見直しが求められる等、実際の災害対応への反省を教訓として将来の対応の改善につなげていく努力を積み重ねてきた。

しかしながら、過去の経験に基づいて、その再発防止のような形で改善を積み重ねていく方式のみによる防災対策には、新たな災害形態には十分対応できない可能性があるなどの課題も存在する。個々の対策の積み上げ型の備えだけでは、今後発生する災害に対する対策の十分性を確保したことにはならない。

大規模地震対策についても、従来、想定される地震と被害を設定し、被害に対応した対策を検討し、実施してきたが、こうした対応で必要な対策が打ち出されてきたのかどうかは疑問が残る。首都直下地震対策についても同様である。

従来の対応の限界の1つとして指摘できる点が、「想定外」事態への対応である。今回の東日本大震災では、「想定外」という言葉が繰り返された。地震規模の想定外、津波の大きさの想定外、それによる市町村庁舎の壊滅、さらには大規模地震・津波被害と原子力発電所事故の複数災害の同時発生という想定外等である。こうした想定外が繰り返されることにより、必要な対応・対策が後手にまわった点は否めない。

特定のシナリオを前提とした被害想定に準拠して考えられる対策は、何らかの想定以上の被害が発生すると機能不全に陥る等限界もあることを認識すべきである。

＜関連Q&A（例）＞

Q7-27	日本の自然災害に対する対策はなぜ想定外に弱いのか？
A	（東電報告書（51P）） 精緻な被害想定に準拠して考えられる対策は、想定以上の被害が発生すると機能不全に陥る。
Q7-28	再発防止型の防災対策の課題は何か。
A	（首都中枢機能確保検討会報告書（3P）より） • 過去の経験に基づいて、その再発防止のような形で改善を積み重ねていく方式のみによる防災対策には、新たな災害形態には十分対応できない可能性があるなどの課題も存在する。個々の対策の積み上げ型の備えだけでは、今後発生する災害に対する対策の十分性を確保したことにはならない。 • 従来の対応の限界の1つとして指摘できる点が、「想定外」事態への対応である。今回の東日本大震災では、想定外が繰り返されることにより、必要な対応・対策が後手にまわった点は否めない。 特定のシナリオを前提とした被害想定に準拠して考えられる対策は、何らかの想定以上の被害が発生すると機能不全に陥る等限界もあることを認識すべきである。
Q8-10	自然現象の不確実性を想定やシナリオに取り込むことはできるか。
A	自然現象は大きな不確実性を伴うことから、むしろ、想定やシナリオには一定の限界があることに留意することが必要である。（東電報告書（51P）より）

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 6.3 再発防止を積み重ねるだけの防災対策には限界がある。
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。
	関連教訓 No	教訓 1-1、通番 1 前提条件、発生確率、知見の確立
	関連細目 No	細目 1-1-3、細 3 発生確率が小さい事象、不確実な事象は発生する。
キーワード		
8	リスク管理	**リスクの本質**：想定外リスク 1、不確実性リスク 1 **安全リスク**：自然災害リスク 1
13	関係組織	**国関連**：首都中枢機能確保検討会
14	文献・出典	**政府関連**：首都中枢機能確保報告書 **事業者関連**：東電報告書 31

資料 7.1（資 17）

〔B.5.b の内容〕

(1) 政府事故調報告において、米国のテロ対策である B.5.b の内容が示された。

- **2001 年 9 月 11 日の米国同時多発テロ事件を受けて、2002 年 2 月に NRC は B.5.b を発出した。B.5.b は、爆発や火災によってプラントが大きく損傷した状況下において、炉心冷却、格納容器閉じ込め機能、使用済燃料プールの冷却能力を保ち又は回復することを目的としている。**
- **2006 年 12 月に、NEI は B.5.b の要件へ対応するためのガイドラインを発行し、NRC はこのガイドラインを是認した。ただし、その内容が公表されたのは 2011 年 5 月。**
- **2009 年 3 月に、NRC は B.5.b に「類似した内容」を原子力の安全確保要件として位置付けた。当該要件は爆発や火災によってプラントが大きく損傷した状況下において、①消火活動、②燃料損傷緩和策、③放射線放出を最小限に抑えるための措置、の三つに分類される 14 点を考慮した方策を要求している。**

(2) NEI06-12（和訳版）において、「対応策を発動する条件には内部電源喪失(LIPD：a loss of internal power distribution)が含まれている。内部電源喪失条件の想定を含む場合、これらの対応策は外部電源も内部電源も無い状態で実施することになる。」ことが示された。

＜B.5.b について＞（政府事故調報告・最終　309P、325P、326P、327P、328P より）

（309P：備考欄）

2001（平成13）年9 月11 日の米国同時多発テロ事件を受け、2002（平成14）年2 月25 日に、NRCから事業者に対して発出された「Order for Interim Safeguards and Security Compensatory Measures」のB.5.b 節を指す。なお、後記(3)bのとおり、B.5.b という項目が存在することも含め、構成・内容については、2002（平成14）年当時は公表されていない。

（325P、326P）

2002（平成14）年2 月のB.5.b の詳細は、米国においてセキュリティ関連情報とされているため、現時点においても不明であるが、概要は、東日本大震災後に開催されたNRC 委員会会合の資料等によると、B.5.b によって、3 段階の対応が必要とされ、第1 段階として初動対応に利用可能な機材や人員の準備、第2段階として使用済燃料プールの機能維持及び回復のための措置、第3 段階として炉心冷却と格納容器閉じ込め機能の維持及び回復のための措置が求められている 。なお、後記のとおり、2009（平成21）年3 月にNRC は、セキュリティ要件としてのB.5.b に「類似した内容」を、原子力の安全確保の要件としても位置付けている。

（326P）

2006（平成18）年3 月、青山伸原子力安全・保安院審議官らが、NRC を訪問し、原子力発電所に対する航空機衝突に係る米国の取組を聴取した。その後、保安院は2007（平成19）年1 月に、2006（平成18）年3 月の訪問時にNRC より示された資料を入手した。

2006（平成18）年12 月、米国の原子力エネルギー協会は、「NEI 06-12, Revision2, “B.5.b Phase 2 & 3 Submittal Guideline”」を発行し、NRC は、同月にB.5.bの要件を履行可能な手立てとして是認したが、当該事実について、当時は公表されていない。当該事実経過については2009（平成21）年3 月に59、内容については東日本大震災後の2011（平成23）年5 月に公表された。

（326P、327P：備考欄）

「NEI 06-12, Revision 2, “B.5.b Phase 2 & 3 Submittal Guideline”」は、爆発や火災によってプラントが大きく損傷した状況下において、炉心冷却、格納容器閉じ込め機能及び使用済燃料プールの冷却能力を維持し又は回復することを目的とした各方策を整備するための手引であり、東日本大震災後の2011（平成23）年5 月に明らかになった（ML070090060）（http://adams.nrc.gov/wba/）。

（327P）

2007（平成19）年9 月、NRC は、航空機衝突の影響評価として、セキュリティ要件としてのB.5.b に「類似した内容」を、安全要件としても位置付けるという規制案を発表した。これにより、B.5.b は、設計基準を超えた航空機衝突を含め、あらゆる要因による大火災や大爆発により、施設に大きな損傷を受けた場合に対処するため、炉心冷却、格納容器閉じ込め機能、使用済燃料プールの冷却能力を保ち又は回復するために、容易に利用可能なリソースを使った緩和方策を採用するよう要求していたということが明らかになった。

（328P）

一方、2009（平成21）年3 月、NRC は、2007（平成19）年9 月の規制案を踏まえ、セキュリティ対策の要件としてのB.5.b に「類似した内容」を、原子力の安全確保の要件としても位置付けた。当該要件においては、爆発や火災によってプラントが大きく損傷した状況下において、炉心冷却、格納容器閉じ込め機能、使用済燃料プールの冷却能力を保ち又は回復することを目的とした準備として、①消火活動、②燃料損傷緩和策、③放射線放出を最小限に抑えるための措置、の三つに分類される14 点を考慮した方策が要求された。なお、NRC は、本要件については、前記2002（平成14）年の暫定的な追加措置命令に「類似した内容」の要件であり、米国内の既存の施設には既に整備されているとしている。

＜B.5.bの詳細＞（NEI06-12和訳版（34P））

対応策に関する一般的ガイダンス

7. 個々の対応策の実施方法を考案する際、EDMG 境界条件(セクション3.2.1)を考慮する必要はなく、むしろ、「その他の留意事項(Additional Considerations)」という項目を設けて、個々の対応策の一般的境界条件を記載すること。多くの場合、これらの対応策を発動することになる仮定の損傷条件には、内部電源喪失(LIPD：a loss of internal power distribution)が含まれている。内部電源喪失条件の想定を含む場合、これらの対応策は外部電源も内部電源も無い状態で実施することになる。

＜関連Q&A（例）＞

Q8-27	B.5.b の存在が明らかになったのはいつ頃か。
A	（政府事故調報告書（最終）（326P）） 2001 年 9 月 11 日の米国同時多発テロ事件を受けて、2002 年 2 月に NRC は B.5.b を発出した。 2002 年 2 月に 9.11 テロを受けてのセキュリティ上の暫定的な追加措置命令(interim safeguards and security compensatory measures)が発出されたことは連邦官報（Federal Register） 67FR9792 (2002-03-04)に記載があるが、内容は全く不明。 B.5.b の存在は、2006 年 6 月に発刊された連邦官報 71FR36554 (2006-06-27)で公表された。ただし、内容は公表されていない。
Q8-28	B.5.b の内容が分かってきたのはいつ頃か。
	（政府事故調報告書（最終）（327P）） 2007（平成 19）年 9 月、NRC は、航空機衝突の影響評価として、セキュリティ要件としての B.5.b に「類似した内容」を、安全要件としても位置付けるという規制案を発表した。これにより、B.5.b は、設計基準を超えた航空機衝突を含め、あらゆる要因による大火災や大爆発により、施設に大きな損傷を受けた場合に対処するため、炉心冷却、格納容器閉じ込め機能、使用済燃料プールの冷却能力を保ち又は回復するために、容易に利用可能なリソースを使った緩和方策を採用するよう要求していたということが明らかになった。 （政府事故調報告書（最終）（328P）） 2009 年 3 月に、NRC は B.5.b に「類似した内容」を原子力の安全確保要件として位置付けた。当該要件は爆発や火災によってプラントが大きく損傷した状況下において、①消火活動、②燃料損傷緩和策、③放射線放出を最小限に抑えるための措置、の三つに分類される 14 点を考慮した方策を要求している。
Q8-29	B.5.b の詳細は分からないのか。
A	（政府事故調報告書（最終）（325P、326P）） 詳細は現在も公開されていない。ただ、福島第一事故の後（2011 年 5 月）に公表された「NEI 06-12, Revision 2, “B.5.b Phase 2 & 3 Submittal Guideline”」は 2006 年 12 月に B.5.b 対応として NEI が作成し、NRC が承認したものであり、詳細を確認できる。
Q8-30	福島第一事故のような全電源喪失も B.5.b 対応の中に入っているのか。
A	（NEI06-12 和訳版（34P）） 個々の対応策の実施方法を考案する際、EDMG 境界条件(セクション3.2.1)を考慮する必要はなく、むしろ、「その他の留意事項(Additional Considerations)」という項目を設けて、個々の対応策の一般的境界条件を記載すること。多くの場合、これらの対応策を発動することになる仮定の損傷条件には、内部電源喪失(LIPD：a loss of internal power distribution)が含まれている。内部電源喪失条件の想定を含む場合、これらの対応策は外部電源も内部電源も無い状態で実施することになる。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 7.1 B.5.b の内容
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。
	関連教訓 No	教訓 1-2、通番 2 事柄や経験に学ぶ
	関連細目 No	細目 1-2-4、細 7 他社事例から脅威となる本質を見抜き、ここでも起こり得るとの現実感を持って分析する。
キーワード		
8	リスク管理	**テロ対応**：B5b1、米国 911 テロ 1
13	関係組織	**国関連**：保安院 1 **海外機関**：NRC1、NEI1
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（最終）31 **海外機関関連**： B5b 節、 NEI06－12（1）

資料 7.2（資 18）

〔B.5.b への対応状況を確認する NRC の実施検査の内容〕

法と経済のジャーナルの HP において、米国原子力規制委員会（NRC）が実施した B.5.b への対応状況の実地検査の内容が示された。

- **B.5.b が想定する事態の一つが全電源喪失であり、発電所内外の直流電源も交流電源も使えない状態で実施可能なものでなければならないとされている。**
- **検査官の主な検査項目は以下の通りである。**
  - ✓ **B.5.b 関連設備の保管場所がプラントから十分な離隔がとられているか、**
  - ✓ **原子炉隔離時冷却系（RCIC）が交流電源や直流電源がない状態で手動で制御できるか、**
  - ✓ **被害緩和戦略の実施のために準備されている可搬の装備が十分か、**
  - ✓ **可搬の 125 ボルト直流電源でソレノイドを励磁することで逃し安全弁を開にできるか、**
  - ✓ **交流電源や直流電源、プラント供給の圧縮空気のない状態でベント弁を手動で開できるか等を評価した。**
  - ✓ **また、発電所のスタッフがそのための訓練を受けていることを確認した。**

＜米国原子力発電所の B.5.b 対応＞（法と経済のジャーナル HP・米原子力規制幹部「米原発のテロ対策 B5b は日本の事故にも適用できた」(2012.12.09　21-2219)より）

これら B.5.b が想定する事態の一つが全電源喪失だった。B.5.b の指導文書ではこれを「LIPD(a loss of internal power distribution)」という略称で呼び、それへの対策は、発電所内外の直流電源も交流電源も使えない状態(without any off-site or on-site AC or DC power)で実施可能なものでなければならないとされている。

こうした備えが実際になされているかどうか、NRC は各原発での実地検査でチェックしている。その検査結果報告書には、たとえば、次のように書かれる。

検査官は、被害緩和戦略の実施のために準備されている可搬の装備が十分かを評価した。評価対象の装備には、屋外の消火栓、ホース置き場、屋内の水供給パイプ、ホース置き場、可搬のディーゼルポンプと吸引・発射ホースなどが含まれている。検査官はまた、B.5.b 関連装備が非常時に使えるかどうかという観点から、その保管場所を評価した（たとえば、100 ヤード以上、プラントから離れているかなど）。

発電所のスタッフとの議論や、文書の閲覧、プラントの踏査によって、検査官は、原子炉隔離時冷却系（RCIC）が交流電源や直流電源がない状態で手動で制御できるかを評価した。検査官は、『直流電源なしの RCIC 手動制御』という発電所の手順書にその方法が示されていることを確認した。

発電所のスタッフとの議論や、文書の閲覧、プラントの踏査によって、検査官は、可搬の 125 ボルト直流電源でソレノイドを励磁することで逃し安全弁を開ける戦略を評価した。検

査官は、原子炉圧力容器の減圧と可搬ポンプによる注水を可能にする方法が『外部直流電源による SR 弁操作』などの発電所の手順書に示されていることを確認した。

発電所のスタッフとの議論や、文書の閲覧、プラントの踏査によって、検査官は、交流電源や直流電源、プラント供給の圧縮空気のない状態でベント弁を手動で開ける事業者の戦略を評価した。検査官は、ベント弁を開ける方法が『交流電源なしのベント』という発電所の手順書に示されていることを確認した。また、発電所のスタッフがそのための訓練を受けていることも確認した。

＜関連 Q&A（例）＞

Q9-7	B.5.b 対応をしていれば、福島第一事故対応のどのような作業に役立ったか。
A	（法と経済のジャーナル HP・米原子力規制幹部「米原発のテロ対策 B5b は日本の事故にも適用できた」より） NRC 検査官は各原発で以下のような項目を実施検査で評価している。 • RCIC が交流電源や直流電源がない状態で手動で制御できるか • 被害緩和戦略の実施のために準備されている可搬の装備が十分か • 可搬の 125 ボルト直流電源でソレノイドを励磁することで逃し安全弁を開にできるか • 交流電源や直流電源、プラント供給の圧縮空気のない状態でベント弁を手動で開できるか　等

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 7.2 B.5.b への対応状況を確認する NRC の実施検査の内容
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。
	関連教訓 No	教訓 1-2、通番 2 事柄や経験に学ぶ
	関連細目 No	細目 1-2-4、細 7 他社事例から脅威となる本質を見抜き、ここでも起こり得るとの現実感を持って分析する。
キーワード		
8	リスク管理	**テロ対応**：B5b2、B5b 実地検査
13	関係組織	**海外機関**：NRC2
14	文献・出典	**その他**：法と経済 HP
関連 Q&A（例）		

資料 7.3（資 19）

〔B.5.b 情報を入手できなかったこと、テロ対策を自ら実施できなかったことへの問題意識〕

(1) 東電原子力安全改革プランにおいて、B.5.b 情報を入手できなかったこととテロ対策を自ら実施できなかったことに関する問題認識が示された。

- **テロ対策関連の情報を捉えることができなかった背後要因として、職員が米国原子力発電所を訪問した際に、テロ対策を講じていることに気付かなかったこと、また、米国議会、NRC、米国電力研究所(EPRI:Electric Power Reserch Institute)等の発行するレポートの中に、テロ対策を示している情報があったが、その重要性に気付かなかったこと等がある。**
- **9・11 テロを見て、自ら対策を実施するに至らなかった背後要因として、原子力安全・保安院の指示に基づき、テロ対策の警備強化を行なったが、米国等が実施したような影響緩和策までは行わなかったこと、日本ではテロは起こりえないと思いこんでいたこと、規制当局の判断や規制要求だけに応えることで満足し、テロが原子力発電所に与える脅威を自ら想像して解決する安全意識、技術力が不足していたことがある。**
- **深層防護の観点での対策の発想がなかった背後要因として、航空機落下事故の検討において、燃料プールが健全との結果が出た後は、偶発的な航空機落下事故の発生確率は小さいとして、検討を終了してしまい、深層防護の後段の対策強化につながらなかったことがある。**

(2) 東電改革監視委員会の資料において、B.5.b を知り得た可能性が整理された。

(3) 政府事故調報告書、国会事故調報告書において、B.5.b 情報が NRC から保安院に伝えられていたことが示された。

(4) 平成 23 年 10 月に開催された第 19 回原子力工学国際会議（ICONE-19）における NRC の元委員長である Nils J. Diaz 氏の講演での発言。

「もし仮に、日本で B.5.b 型の安全性強化策を効果的かつタイムリーに実施していれば、福島第一原子力発電所の運転員が直面した事態は軽減されていたであろうし、とりわけ、SBO 並びに炉心及び燃料プールの冷却への対処がなされていたであろう」

＜B.5.b の情報入手とテロ対策について＞（東電原子力安全改革プラン・12P、13P より）

問題点(過酷－⑤)：テロ対策関連の情報を捉えることができなかった。

（背後要因）

- 当社ワシントン事務所の原子力部門担当者や、本店や発電所からの視察者が、米国内原子力発電所を訪問した際に、テロ対策を講じていることに気付かなかった。
- 米国議会、NRC、米国電力研究所(EPRI: Electric Power Research Institute)等の発行するレポートの中に、テロ対策を示している情報があったが、その重要性に気付かなかった。
- 当社は世界原子力事業者協会（WANO）会員であり定期的にピアレビューを受けていたが、情報を受け取ることはできていなかった。

- 2009年にNRCが航空機衝突影響評価を要請した際、原子炉安全担当マネージャーが疑問を抱き、原子力安全・保安院に聞きに行ったが、情報は得られなかった。

問題点(過酷－⑥)：9・11テロを見て、自ら対策を実施するに至らなかった。

（背後要因）

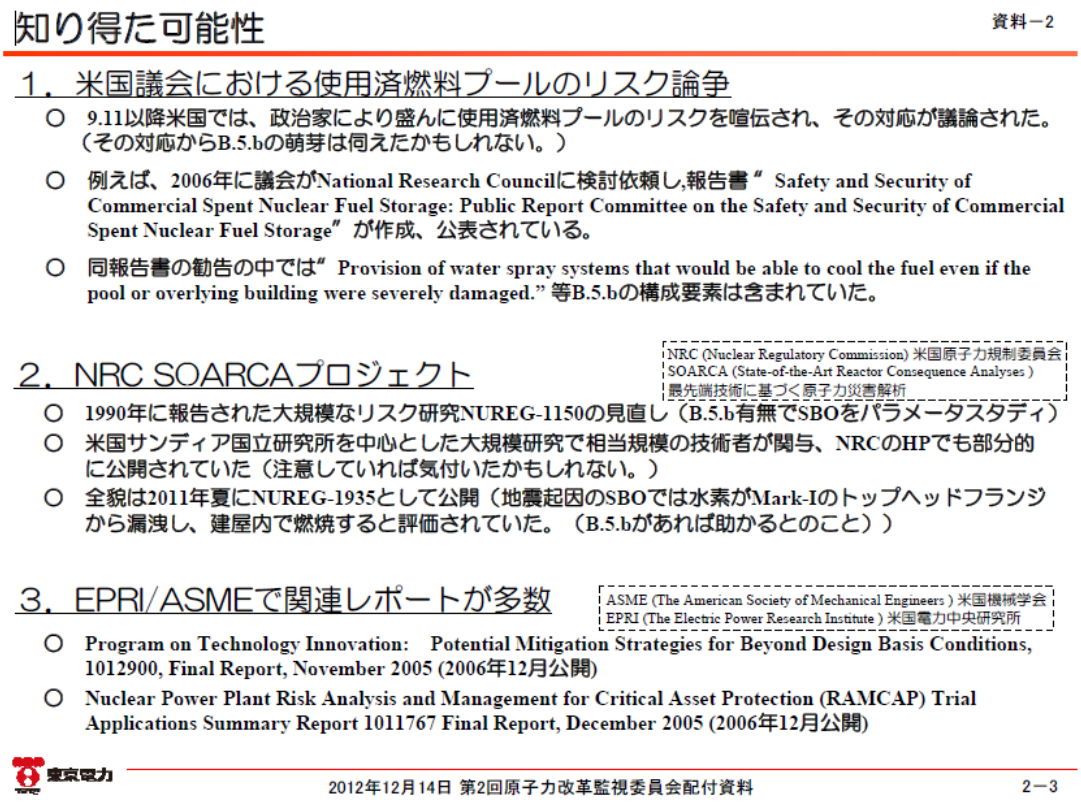
- テロ対策について原子力安全・保安院の指示に基づき、警備の強化を行なったが、米国等が実施したような影響緩和策までは行わなかった。
- テロ対策の国際的相場感が欠落または不足し、日本ではテロは起こりえないと思いこんでいた。
- 規制当局の判断や規制要求だけに応えることで満足し、テロが原子力発電所に与える脅威を自ら想像して解決する安全意識、技術力が不足していた。

問題点(過酷－⑦)：深層防護の観点での対策の発想がなかった。

（背後要因）

- 航空機落下事故の検討において、燃料プールが健全との結果が出た後は、偶発的な航空機落下事故の発生確率は小さいとして、検討を終了してしまい、深層防護の後段の対策強化につながらなかった。

＜B.5.bはどうしたら知り得たか＞（東電改革監視委員会資料（2012年12月14日）東電HP）



知り得た可能性　　資料－2

1．米国議会における使用済燃料プールのリスク論争

- 9.11以降米国では、政治家により盛んに使用済燃料プールのリスクを喧伝され、その対応が議論された。（その対応からB.5.bの萌芽は伺えたかもしれない。）
- 例えば、2006年に議会がNational Research Councilに検討依頼し,報告書“ Safety and Security of Commercial Spent Nuclear Fuel Storage: Public Report Committee on the Safety and Security of Commercial Spent Nuclear Fuel Storage”が作成、公表されている。
- 同報告書の勧告の中では“ Provision of water spray systems that would be able to cool the fuel even if the pool or overlying building were severely damaged.” 等B.5.bの構成要素は含まれていた。

2．NRC SOARCAプロジェクト

NRC (Nuclear Regulatory Commission) 米国原子力規制委員会
SOARCA (State-of-the-Art Reactor Consequence Analyses) 最先端技術に基づく原子力災害解析

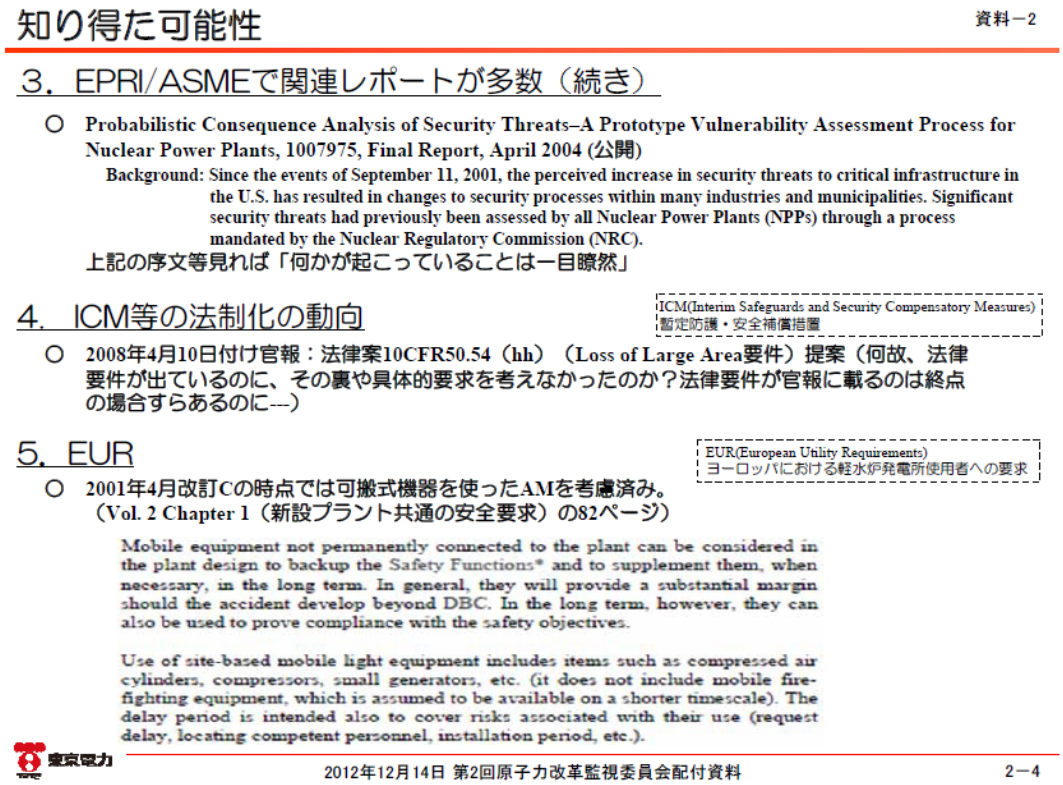
- 1990年に報告された大規模なリスク研究NUREG-1150の見直し（B.5.b有無でSBOをパラメータスタディ）
- 米国サンディア国立研究所を中心とした大規模研究で相当規模の技術者が関与、NRCのHPでも部分的に公開されていた（注意していれば気付いたかもしれない。）
- 全貌は2011年夏にNUREG-1935として公開（地震起因のSBOでは水素がMark-Iのトップヘッドフランジから漏洩し、建屋内で燃焼すると評価されていた。（B.5.bがあれば助かるとのこと））

3．EPRI/ASMEで関連レポートが多数

ASME (The American Society of Mechanical Engineers) 米国機械学会
EPRI (The Electric Power Research Institute) 米国電力中央研究所

- Program on Technology Innovation:　Potential Mitigation Strategies for Beyond Design Basis Conditions, 1012900, Final Report, November 2005 (2006年12月公開)
- Nuclear Power Plant Risk Analysis and Management for Critical Asset Protection (RAMCAP) Trial Applications Summary Report 1011767 Final Report, December 2005 (2006年12月公開)

東京電力　2012年12月14日 第2回原子力改革監視委員会配付資料　2－3


知り得た可能性

資料－2

3．EPRI/ASMEで関連レポートが多数（続き）

○ Probabilistic Consequence Analysis of Security Threats–A Prototype Vulnerability Assessment Process for Nuclear Power Plants, 1007975, Final Report, April 2004 (公開)

Background: Since the events of September 11, 2001, the perceived increase in security threats to critical infrastructure in the U.S. has resulted in changes to security processes within many industries and municipalities. Significant security threats had previously been assessed by all Nuclear Power Plants (NPPs) through a process mandated by the Nuclear Regulatory Commission (NRC).

上記の序文等見れば「何かが起こっていることは一目瞭然」

4．ICM等の法制化の動向

ICM(Interim Safeguards and Security Compensatory Measures)
暫定防護・安全補償措置

○ 2008年4月10日付け官報：法律案10CFR50.54（hh）（Loss of Large Area要件）提案（何故、法律要件が出ているのに、その裏や具体的要求を考えなかったのか？法律要件が官報に載るのは終点の場合すらあるのに---）

5．EUR

EUR(European Utility Requirements)
ヨーロッパにおける軽水炉発電所使用者への要求

○ 2001年4月改訂Cの時点では可搬式機器を使ったAMを考慮済み。
（Vol. 2 Chapter 1（新設プラント共通の安全要求）の82ページ）

Mobile equipment not permanently connected to the plant can be considered in the plant design to backup the Safety Functions* and to supplement them, when necessary, in the long term. In general, they will provide a substantial margin should the accident develop beyond DBC. In the long term, however, they can also be used to prove compliance with the safety objectives.

Use of site-based mobile light equipment includes items such as compressed air cylinders, compressors, small generators, etc. (it does not include mobile fire-fighting equipment, which is assumed to be available on a shorter timescale). The delay period is intended also to cover risks associated with their use (request delay, locating competent personnel, installation period, etc.).

東京電力

2012年12月14日 第2回原子力改革監視委員会配付資料

2－4

＜B.5.b情報は日本に伝えられたか＞

（政府事故調報告書（最終）（329P））

なお、平成23年10月に開催された第19回原子力工学国際会議（ICONE-19）において、NRCの元委員長であるNils J. Diaz氏が講演を行っており、その中で、「もし仮に、日本でB.5.b型の安全性強化策を効果的かつタイムリーに実施していれば、福島第一原子力発電所の運転員が直面した事態は軽減されていたであろうし、とりわけ、SBO並びに炉心及び燃料プールの冷却への対処がなされていたであろう」旨発言している。当該学会に参加していた近藤委員長は、当委員会のヒアリングにおいて、当該発言について、「当時の米国は、そんなオープンには言っていなかった。そのことを学会でこのように言うようになったのは、ものすごい変化。でも、後で言われてもと感じた」「Nils J. Diaz氏の発言が本当なら、大事故が防げたかもしれないが、近藤原子力委員長は、「米国のB.5.bについて、昨年（2011（平成23）年）のNRCの委員会会合で、米国は日本を含む国々に考え方を伝えたとの発言があったので、関係者に聞いたところ保安院に伝えたと分かった。原子力委員会は安全委員会が引き受けないというので、核セキュリティの基本政策を所掌しているが、このことは世界の常識ではないこともあって、こういう情報は私のところには寄せられていない」「保安院は、あの情報を入手したら、原子力安全の人とちゃんと共有し、安全の立場から見ても利益のある追加対策を使用済燃料プール等に施しておく、少なくともそういう観点からの取扱いをどうするのがよいか内部で協議するべきだったのではないか」旨述べている。

（国会事故調報告書（11P））

規制当局はまた、海外からの知見の導入に対しても消極的であった。シビアアクシデント対策は、地震や津波などの外部事象に起因する事故を取り上げず、内部事象に起因する対策にとどまった。米国では9.11以降にB.5.b6に示された新たな対策が講じられたが、この情報は保安院にとどめられてしまった。防衛にかかわる機微情報に配慮しつつ、必要な部分を電気事業者に伝え、対策を要求していれば、今回の事故は防げた可能性がある。

＜関連 Q&A（例）＞

Q8-31	B.5.b について米国から日本へ連絡がなかったのか。
A	（政府事故調報告書（330P）） 近藤原子力委員長は、「米国のB.5.bについて、昨年（2011（平成23）年）のNRCの委員会会合で、米国は日本を含む国々に考え方を伝えたとの発言があったので、関係者に聞いたところ保安院に伝えたと分かった。」旨述べている。 （国会事故調報告書（11P）） 規制当局はまた、海外からの知見の導入に対しても消極的であった。シビアアクシデント対策は、地震や津波などの外部事象に起因する事故を取り上げず、内部事象に起因する対策にとどまった。米国では9.11以降にB.5.b6に示された新たな対策が講じられたが、この情報は保安院にとどめられてしまった。防衛にかかわる機微情報に配慮しつつ、必要な部分を電気事業者に伝え、対策を要求していれば、今回の事故は防げた可能性がある。
Q8-32	日本が米国の B.5.b 対応に気付くチャンスはあったのか。
A	米国の規制状況を問題意識を持ってフォローしておれば、少なくとも 2009 年 3 月に B.5.b が米国の許可要件となった段階で気付いたかもしれない。 例えば、 • 2007（平成19）年9月にNRCが発表したセキュリティ要件を安全要件としても位置付けるという規制案。（政府事故調報告書（最終）（327P）） • 2008 年 4 月 10 日付け官報：法律案 10CFR50.54（hh）（Loss of Large Area 要件）提案（「B.5.b はどうしたら知り得たか」（東電原子力安全改革プラン添付資料）） • 2009 年 3 月 27 日、B5b は 10CFR50.54 条（許可条件）に組み込まれた。（法と経済のジャーナル HP・米原子力規制幹部「米原発のテロ対策 B5b は日本の事故にも適用できた」より）
Q8-34	なぜテロ対策に積極的に取り組まなかったのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（13P）） - テロ対策について原子力安全・保安院の指示に基づき、警備の強化を行なったが、米国等が実施したような影響緩和策までは行わなかった。

	- テロ対策の国際的相場感が欠落または不足し、日本ではテロは起こりえないと思いこんでいた。 - 規制当局の判断や規制要求だけに応えることで満足し、テロが原子力発電所に与える脅威を自ら想像して解決する安全意識、技術力が不足していた。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 7.3 B.5.b 情報を入手できなかったこと、テロ対策を自ら実施できなかったことへの問題意識
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。
	関連教訓 No	教訓 1-2、通番 2 事柄や経験に学ぶ
	関連細目 No	細目 1-2-4、細 7 他社事例から脅威となる本質を見抜き、ここでも起こり得るとの現実感を持って分析する。
キーワード		
2	安全文化と QMS	**安全文化の劣化**：テロ無し神話 1
8	リスク管理	**安全リスク**：**航空機落下リスク** **テロ対応**：B5b3、米国 911 テロ 2
10	安全設計・運用	**個別事象**：**航空機落下**
13	関係組織	**国関連**：保安院 2 **海外機関**： NRC3、米国議会、EPRI
14	文献・出典	**海外機関関連**：**米国 10CFR** **事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 18、B5b はどうしたら知り得たか

資料 7.4（資 20）

〔海外の運転経験情報を活用できなかった例：ルブレイエ、馬鞍山、マドラス〕

(1) 東電原子力安全改革プランにおいて、運転経験情報を活用できなかった例を挙げ、これに対する問題認識が示された。

- **1999 年 12 月 ルブレイエ原子力発電所（フランス）では、洪水により 3 プラントの建屋内に水が浸入し、電源喪失事故に陥った。しかし、事故が生じた原因のみに着目し、どのような対策が実施されたのかに着目していなかった。日本では長時間の全電源喪失が発生する確率が十分に低いと考え、全電源喪失が発生する可能性について自ら考え直してみるという姿勢が不足していた。**
- **2001 年 3 月原子力発電所（台湾）で、送電線事故により外部電源喪失事故が発生し、更に非常用ディーゼル発電機の起動失敗が重なったため、全電源喪失事故となった。当社は当時、「適切に点検・保守管理を行なっていることから、同様の事態が発生する可能性は極めて小さく、また発生しても早期に対応可能」として検討を終了している。この例でも、事故が生じた原因のみに着目し、全交流電源喪失が発生した場合の影響や採られた対策に着目しなかった。**
- **2004 年12 月 マドラス原子力発電所（インド）はスマトラ島沖地震によって発生した津波によってマドラス原子力発電所の海水ポンプが浸水した。海水ポンプを除いてプラント被害がなかったが、海水ポンプの機能喪失という原因だけへの対策ではなく、最終ヒートシンクの喪失という結果への対策という観点から着目すべき事故であった。**

(2) 東電原子力安全改革プランにおいて、福島原子力事故を少しでも緩和できた可能性がある情報を見逃してしまった反省に立ち、今後の安全情報を活用するプロセスが示された。

＜運転経験情報の活用について＞（東電原子力安全改革プラン・13P、14P より）

c）過酷事故の予兆となる運転経験情報を十分に活用できなかった点

以下の3つの事故について何らかの対策が実施されていたならば、今回の事故を少しでも緩和できた可能性がある。

○1999 年12 月 ルブレイエ原子力発電所（フランス）

ルブレイエ原子力発電所では、洪水により3 プラントの建屋内に水が浸入し、電源喪失事故に陥っている。洪水防止壁は最大潮位を考慮していたが、これに加わる波の動的影響を考慮していなかったために防止壁が押し流されたことが原因であり、国内の施設の設計では津波、高潮等について最も過酷と考えられる条件を考慮していることを確認していた。この分析では、事故が生じた原因のみに着目し、洪水が全電源喪失を容易に引き起こすという結果、そしてどのような対策が実施されたのかに着目していなかった。

また、日本では長時間の全電源喪失が発生する確率が十分に低いという安全審査指針の考えに捉われ、同様の事態が自社プラントで生じた際の全電源喪失が発生する可能性について

自ら考え直してみるという姿勢が不足していた。更に背景には以下のような懸念があったために、消極的な調査姿勢になってしまったと考えられる。

・追加対策によってコスト負担が増加すること
・設計基準を超えた状態が発生する可能性があることを認めることにより、設置許可の取り消しや長期運転停止につながることを恐れたこと
・対策を実施することが新たな仕事を増やすこと

○2001 年3 月 馬鞍山原子力発電所（台湾）

馬鞍山原子力発電所で、送電線事故により外部電源喪失事故が発生し、更に非常用ディーゼル発電機の起動失敗が重なったため、全電源喪失事故となった。当社は当時、「適切に点検・保守管理を行なっていることから、同様の事態が発生する可能性は極めて小さく、また発生しても早期に対応可能」として検討を終了している。原子力安全委員会と原子力安全・保安院からも検討・確認指示があったが、上述の内容を確認・報告し了承されて検討終了となった。

この例でも、事故が生じた原因のみに着目し、全交流電源喪失が発生した場合の影響や採られた対策に着目しなかった。背後要因も、ルブレイエ原子力発電所の分析結果と同様である。

○2004 年12 月 マドラス原子力発電所（インド）

スマトラ島沖地震によって発生した津波によってマドラス原子力発電所の海水ポンプが浸水した。海水ポンプを除いてプラント被害がなく、INESレベル0 の事故であることから注目されず検討の対象とならなかった。また、当時「原子力発電所の津波評価技術」による津波高さの評価結果が十分保守性を有していると考えていたため直ちに対策は実施されず、長期的な対応としてポンプ・モーターの水密化の検討に取り組んでいた。しかしながら、本情報については海水ポンプの機能喪失という原因だけへの対策ではなく、最終ヒートシンクの喪失という結果への対策という観点から着目すべき事故であった。

＜OEの分析姿勢＞（東電原子力安全改革プラン添付資料2-2の3/3）

- 内的事象には敏感になり厚い対策を施したが、外的事象に対しては深い検討ができていない。（経験したものには敏感になり厚い対策を施すが、未経験な事象に対しては発生原因に着目し影響・対策に着目していない。）
- 結果（影響、対策）に着目せず、原因のみに着目したため、検討を深めることができなかった。
  - 抽出手順が原因に着目した手順になっていた。
  - 主管箇所は機能性能よりも構造強度に着目する傾向があった。

＜安全情報を活用するプロセスの構築＞（東電原子力安全改革プラン・71P）

事故を未然に防ぐための活動の中でも、国内外のOE 情報／規制情報／学協会の動向／他産業の安全情報の活用は特に重要となる。OE 情報等の検討手順が教訓を拾い上げにくいプロセスになっていたために、ルブレイエ、馬鞍山、マドラス原子力発電所のトラブルといった福

島原子力事故を少しでも緩和できた可能性がある情報を見逃してしまっていた。世界中のどこかで起こったことは、当社の発電所でも起こり得るという視点に立ち、安全情報を活用するプロセス（図4-6 参照）を構築する。

＜関連Q&A（例）＞

Q11-3	海外にはルブルイエのような電源喪失等の事例もあるのになぜ対策がとられてこなかったのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（13P、14P） ① 1999 年 12 月 ルブレイエ原子力発電所（フランス）では、洪水により 3 プラントの建屋内に水が浸入し、電源喪失事故に陥った。 • 事故が生じた原因のみに着目し、対策に着目していなかった。 • 全電源喪失の発生を考えてみるという姿勢が不足していた ② 2001 年 3 月原子力発電所（台湾）で、送電線事故により外部電源喪失事故が発生し、更に非常用ディーゼル発電機の起動失敗が重なったため、全電源喪失事故となった。 • 適切に点検・保守管理を行なっているとして検討を終了している。 • 事故が生じた原因のみに着目し、全交流電源喪失が発生した場合の影響や採られた対策に着目しなかった。 ③ 2004 年 12 月 マドラス原子力発電所（インド）はスマトラ島沖地震によって発生した津波によってマドラス原子力発電所の海水ポンプが浸水した。 • 想定津波高さに十分保守性があると考え、津波対策は実施せず、長期的な対応としてポンプ・モーターの水密化の検討に取り組んでいた。 • しかし、本事故は最終ヒートシンクの喪失という結果への対策という観点から着目すべき事故であった。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 7.4 海外の運転経験情報を活用できなかった例：ルブレイエ、馬鞍山、マドラス
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。
	関連教訓 No	教訓 1-2、通番 2 事柄や経験に学ぶ
	関連細目 No	細目 1-2-4、細 7 他社事例から脅威となる本質を見抜き、ここでも起こり得るとの現実感を持って分析する。
キーワード		
10	設計・設計変更	**個別事象**：ヒートシンク喪失 1、外部電源喪失、全電源喪失（個別事象）1
11	保守管理・運転管理	**トラブル情報の反映**：運転経験情報 3 **海外のトラブル情報**：ルブレイエ原子力発電所、馬鞍原子力発電所、マドラス原子力発電所 1
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 19

資料 7.5（資 21）

〔運転経験情報のスクリーニング体制の弱点〕

東電原子力安全改革プランにおいて、これまでの運転経験情報の検討手順に対する問題認識が示された。

- **運転経験情報検討手順が教訓を拾い上げにくいプロセスになっていた背後要因として、 事故が生じた原因のみに着目した評価になっており、事故が生じた場合に発生する影響や、当該事業者が採った対策に着目していなかったことや初期スクリーニングの段階で上位職者が関与しなかったため、大局的な視点からの検討に至らなかったことがある。**

＜運転経験情報の検討手順について＞（東電原子力安全改革プラン・15P より）（下線は JANSI 追記）

問題点(過酷－⑨)：運転経験情報検討手順が教訓を拾い上げにくいプロセスになっていた。

（背後要因）

- 事故が生じた原因のみに着目した評価になっており、事故が生じた場合に発生する影響や、当該事業者が採った対策に着目していなかった。
- 初期スクリーニングの段階で上位職者が関与しなかったため、大局的な視点からの検討に至らなかった。この点では上位職者が適切なマネジメントを行っていなかったことが問題と言える。

＜関連Q&A（例）＞

Q11-2	運転経験情報から教訓を抽出するプロセスに問題ないか。
A	（東電原子力安全改革プラン（15P)） 問題点(過酷－⑨)：運転経験情報検討手順が教訓を拾い上げにくいプロセスになっていた。 （背後要因） - 事故が生じた原因のみに着目した評価になっており、事故が生じた場合に発生する影響や、当該事業者が採った対策に着目していなかった。 - 初期スクリーニングの段階で上位職者が関与しなかったため、大局的な視点からの検討に至らなかった。この点では上位職者が適切なマネジメントを行っていなかったことが問題と言える。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 7.5 運転経験情報のスクリーニング体制の弱点
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。
	関連教訓 No	教訓 1-2、通番 2 事柄や経験に学ぶ
	関連細目 No	細目 1-2-4、細 7 他社事例から脅威となる本質を見抜き、ここでも起こり得るとの現実感を持って分析する。
キーワード		
11	保守管理・運転管理	**トラブル情報の反映**：スクリーニング体制、スクリーニング 3
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 20

資料 8.1（資 22）

〔原子力関係者の反省と今後の原子力への向き合い方〕

1. 総合資源エネルギー調査会傘下 WG の報告書において、原子力関係者の反省と今後の原子力への向き合い方が示された。

［反省］

① 原子力関係者は、「安全神話」に囚われ、「安全だ」との説明は、地震国である我が国の置かれた自然環境に起因するリスクやテロ等の人為的事象などについて、「どんな悪い事態が起こり得るか」を真摯にかつ網羅的に評価した結果に基づくものではなかった。

② これまで我が国の原子力事業者は、確率的には頻度が低いが社会的に甚大な被害をもたらし得る原子力特有のリスクについて、経営層も含め十分なリスクマネジメントを行ってこなかった。

③ 施設の置かれた自然環境特性に応じた総合的なリスク評価が十分でなく、また、リスク評価されても大きな不確かさの前に迅速な意思決定ができなかった。特に、大規模な地震・津波など、不確かさが大きく、発生頻度が極めて低いと見積もられる事象だからといって、リスクマネジメントの対象から外し、対応を先送りにすることは許されない。

［向き合い方］

原子力事業者は、原子力のリスクの特殊性を忘れてはならず、合理的に可能な限りリスク低減を追求していくとともに、どこまで安全性が高まっても残余のリスクは存在することを常に意識した事業運営に努めるべきである。

① 網羅的なリスク評価を実施し、想定外の事象の発生にも備え、原子力事故がもたらし得るあらゆる被害を想定した重層的な備えが不可欠である。

② 事故の発生を防止するための事前の備えだけではなく、事故の予測や発生してしまった事故への適切な対応、事故からの早期の復旧にも配意した対策を講じることで、「レジリエンス」を向上させることも重要である。

2. 学会事故調報告書において、不確かさへの対処方法が示された。

- 外的事象の評価は内的事象の評価に比べて不確かさが大きくなるのは避けられない。この不確かさについては、安全余裕と深層防護の考え方により対処する必要がある。
- 外的事象は、その大きさによっては深層防護の複数の層が同時に破られる可能性がある。したがって、安全余裕による対処のみでなく、第3層までの安全機能を実現するために用いられる恒設機器とは設計条件の異なる可搬型機器による対応など、安全上の効果（effectiveness）を独立に（independent）する対処が有効である。

＜反省と課題＞（原子力の自主的・継続的な安全性向上に向けた提言（平成26年5月30日））（6P）

（1）原子力のリスクとどう向き合うか

これまで、政府、事業者、学協会などの我が国の原子力関係者は、規制水準を満たしたうえで積み重ねられた安全の実績により自信過剰になり、自主的かつ継続的な安全性向上の努力を怠ってきた。発生の頻度が低い外的事象とりわけ津波に対する原子力関係者の感受性も低かった。このような「安全神話」に囚われ、原子力関係者は、原子力の事故リスクについて「極めて小さい」、あるいは「原子力施設は安全なのか」という素朴な問いに対して「安全だ」との説明を行ってきた。その説明は、地震国である我が国の置かれた自然環境に起因するリスクやテロ等の人為的事象などについて、想像力を十分に働かせ「どんな悪い事態が起こり得るか」を真摯にかつ網羅的に評価した結果に基づくものではなかった。

(9P)

（2）リスクマネジメントと組織のあり方

これまで我が国の原子力事業者は、確率的には頻度が低いが社会的に甚大な被害をもたらし得る原子力特有のリスクについて、経営層も含め十分なリスクマネジメントを行ってこなかった。このことは、原子力特有のリスクに向き合う経営トップのコミットメントの欠如、非常事態に対応可能なプラント設計の理解・判断能力に長けた人材育成・訓練の不足、原子力の安全性に関するリスク情報の整備・活用の不足、リスクマネジメントへ外部の多様なステークホルダーの積極的な参加を求めるコミュニケーションの不足等に表れている。

また、発電所の設計の理解と各種機器の配置・能力などの情報、発電所の弱点の把握は安全確保の基礎であるにも関わらず、原子力事業者は、メーカーに強く依存し、これらの知識・経験の蓄積が十分ではなかった。各事業者は、非常事態に適切な事故対応が可能となるよう既設原子力発電所の設計に関連する情報を、自らのものとして統合的に維持・把握した主体（インテリジェント・ユーザー）となることが不可欠である。特に、事故に関する損害賠償責任は設計者ではなく事業者が負うことが世界的なルールであることからも、事業者の設計に関する真剣な取組が必要とされる。他方、メーカーにおいても、オーナーズグループ等を通じて、同型原子力発電所の事故情報、安全性向上対策等の積極的共有に貢献するとともに、発注者と請負者という関係性を超え、常に原子力事業者に対して積極的な安全性向上対策を発信していく姿勢が求められる。こうしたメーカーの役割を期待するためにも、原子力事業者は運転情報を適切に開示していくことが必要である。

また、我が国の原子力事業者は、IAEA によるシビアアクシデントやPRA を対象としたレビューミッションを積極的に活用していないなど、更なる安全性向上を実現すべく世界から学ぶという姿勢が乏しかった。

(12P～14P)

（3）リスク評価とリスク管理目標

（中略）

＜これまでの反省と課題＞

我が国においては、1990 年代に外的事象PRA に関する手法の研究開発やデータ整備が研究機関において進んだものの、その手法と知見は不確かさが大きい等の理由から、原子力事業者におけるPRA の実施が不十分であった。東京電力福島第一原子力発電所の事故や昨今の規制課題を振り返っても、津波を始めとする外的事象に関する不確かさを含めたPRA による客観的評価の実施は最優先課題である。

また、PRA を実施して、その結果を客観的に解釈し具体的対策実施に繋げる上で、我が国において定量的な安全目標*が未確立であったことも課題であった。各原子力事業者による適切なリスクマネジメントを実践するため、また、個別の規制要求や事業者の自主的な取組の羅列ではなく、リスク情報を活用したパフォーマンスベース*（測定可能な結果に着目するアプローチ）の自主的かつ継続的な原子力安全の向上が可能となる枠組みを実現するためにも、まずは自主的に管理目標を設けることから取り組むべきとの指摘があった。

（41P）（＊：用語集）

安全目標

原子力安全規制活動が原子力利用活動に対して求めるリスクの抑制の程度。定性的目標と、その具体的水準を示す定量的目標で構成される。

(1) 定性的目標案

原子力利用活動に伴って放射線の放射や放射性物質の放散により公衆の健康被害が 発生する可能性は、公衆の日常生活に伴う健康リスクを有意には増加させない水準に抑制されるべきである。

(2) 定量的目標案

- 原子力施設の事故に起因する放射線被ばくによる、施設の敷地境界付近の公衆の個人の平均急性死亡リスクは、年あたり百万分の１程度を超えないように抑制されるべきである。
- また、原子力施設の事故に起因する放射線被ばくによって生じ得るがんによる、施設からある範囲の距離にある公衆の個人の平均死亡リスクは、年あたり百万分の1程度を超えないように抑制されるべきである。

（原子力安全委員会安全目標専門部会「安全目標に関する調査審議状況の中間とりまとめ」平成 15 年 12 月）

（44P）（＊：用語集）

パフォーマンスベース

プロセス、技術又は手順を規定することよりも、望ましい測定可能な結果に着目するアプローチ。パフォーマンスベースの規制では結果を定義するが、その結果を達成するための具体的な指示は出さない。 （NRC 用語集より）

(16P)

（４）リスクコミュニケーション

原子力分野においては、これまで、各原子力事業者内、事業者とステークホルダーの間、研究者間、あるいは、事業者や専門家と一般公衆との間等あらゆるレベルにおいて、原子力のリスクを提示した上でのコミュニケーションが不十分であった。政府も原子力事業者もその他原子力関係者も、「原子力施設は安全なのか」という素朴な問いに対して、「安全だ」と答えてきてしまった。しかし、あらゆる技術にリスクはあり、それは二元論ではなく連続的なものである。常にゼロリスクではないことを意識したリスクマネジメントと、それを前提としたステークホルダーとの継続的なコミュニケーションを行うべきである。

(21P)

（５）自主的かつ継続的な安全性向上に資する原子力産業界全体の仕組み

然るべき人的基盤に支えられた産業界における幅広い自主的安全性向上の取組の必要性は、TMI 原子力発電所事故、チェルノブイル原子力発電所事故等を受け我が国においても繰り返しうたわれてきた内容である。しかしながら、総花的に必要な対策を羅列することや使命のはっきりしない新組織を立ち上げることでは、自主的な安全性向上が継続的に進展していく望ましい姿が実現しない。

日本の原子力安全推進協会(JANSI)は米国原子力発電運転協会（INPO）に倣い2012 年 11 月に設立された組織であるが、INPO が設立間もない頃と同じく、原子力事業者から独立した形で原子力運営の卓越性（excellence）を追求するリーダーシップを育む途上にある。INPO や世界原子力発電事業者協会（WANO）等の良好事例に学び、一日も早くピアレビュー（同業者による相互の評価）による各発電所等の評価の手法と体制を確立することが期待される。

一方、日本においては産業界が原子力規制委員会との間で規制課題について科学的かつ建設的なコミュニケーションが十分に出来ていない現状がある。この背景の一つには、安全確保についてプラント毎のリスクの違いといった科学的な前提に基づかず、連合体による落としどころの探り合いに依存してきたことがある。そのため、a)安全確保に関する産業界としての情報発信を、全ての参加者が不平を持たない最大公約数としてではなく科学的に説得力ある形で行うための仕組みや、b)自主的安全性向上に向けた各事業者のリスクマネジメントがより信頼されるよう技術的側面からサポートするような機能が必要とされる。

なお、我が国においては、異分野研究者間、例えば、工学系の専門家と人文系の専門家、産業界と規制当局間、研究者と実務者間、産業界と国民との間等、様々なステークホルダー間でリスクに関するコミュニケーションが不十分であったため、リスクガバナンスの枠組みが適切に機能しなかったとの指摘もあった。

(25P)

（６）軽水炉の安全研究

軽水炉が我が国に導入されて数十年が経過し、技術が成熟してきたことから、軽水炉の基礎研究、安全研究について原子力分野の関係者の慢心を呼んだ。そうした中、1990年代以降、政府科学技術予算によって研究機関で実施される軽水炉の基礎研究、安全研究は減少してきた。また、2000 年代初期に事業者による自主的なシビアアクシデント対策実施が進められるのに伴い、規制対象ではなかった軽水炉のシビアアクシデントに係る研究開発は事業者によるものを含めて大幅に縮小した。こうした傾向の下、研究者と軽水炉のユーザーである原子力事業者、メーカーとの連携も不十分であった。このことにより、軽水炉安全研究に係る人材が不足し、長期的な視点からの研究施設基盤の整備も進まず、研究開発能力は低下した。

また、産学官が協力し効率的に研究開発を進めるために燃料高度化や高経年化などの分野で技術戦略ロードマップの策定が進んでいたが、軽水炉安全全般に関する技術戦略ロードマップを掲げた産学官、規制側と推進側との連携は不十分であった。そのため、軽水炉システム全体の安全性高度化に向け、いつまでにどのような研究開発を実施するか、誰がどの研究開発を実施するかについて、基礎研究を行う研究機関、機器を開発するメーカー、実際に技術を活用する原子力事業者、規制高度化を進める規制当局などの関係者で認識が共有されてこなかった。結果として、限られた経営資源（資金、人材、設備）を効率的に活用することができなかった。また、諸外国では当然に行われている、推進側と規制側に共通する知的基盤に関する共同安全研究も限定的にしか実施されてこなかった。規制側が原子力規制委員会として独立した現在、今後の安全研究のあり方について検討することはより重要となる。

＜今後、原子力のリスクとどう向き合っていくか＞（原子力の自主的・継続的な安全性向上に向けた提言（平成26年5月30日））

（6P）

（１） 原子力のリスクとどう向き合うか

＜原子力のリスクの特殊性＞

東京電力福島第一原子力発電所事故は、原子力事業が、ひとたび事故が発生すると、人の健康や環境に影響するだけではなく、避難や食物摂取制限など社会的に甚大な被害を生じさせるリスクを内在することを改めて認識させた。周辺の環境に多量の放射性物質が放出されることで、避難に伴い仕事を失うことや、故郷を失うこと、それに伴う地域社会の崩壊、長期間にわたる避難生活や被ばくへの不安などから生ずるストレス、これらに起因する関連死、風評被害など、社会的に大きな被害を生じさせた。また、低線量被ばくの健康への影響は不確かさを伴うものであり、避難に伴う補償、広範囲の除染や食品流通管理の実施、原子力発電所停止による代替電源費用といった社会的コストも大きい。同時に、事故を起こした原子炉の廃炉も、溶融デブリ取り出しなどの技術開発を含み長期間が必要で、多額の費用が必要となる。

このように原子力事業は、確率的には事故の発生頻度は低くても、一旦燃料の損傷を伴う大きな事故に至れば、その影響は社会的な広がりをもち、長期に及ぶのが特徴である。その

ため、事故を発生させた企業だけの問題にとどまらず、地域社会や日本社会全体あるいは他国にまで長期にわたる影響と被害をもたらし得る。

（7P）

＜今後、原子力のリスクとどう向き合っていくか＞

原子力事業者は、原子力のリスクの特殊性を忘れてはならず、合理的に可能な限りリスク低減を追求していくとともに、どこまで安全性が高まっても残余のリスク*は存在することを常に意識した事業運営に努めるべきである。

原子力規制委員会が策定した新規制基準は、原子力事業者が最低限満たすべき基準に過ぎない。社会的なリスクを内在する原子力に関する事業を実施する以上、規制基準を満たすことにとどまらず、残余のリスクを意識して更なる安全性向上に自発的に取り組むことが原子力事業者の社会的な使命である。

まず、想定外の事象を出来るだけ発生させないよう、網羅的なリスク評価を実施するとともに、想定外の事象の発生にも備え、シビアアクシデント*対策、燃料の著しい損傷を伴う重大事故発生後の被害拡大防止策、防災計画・避難計画なども含め、原子力事故がもたらし得るあらゆる被害を想定した重層的な備えが不可欠である。また、事故の発生を防止するための事前の備えだけではなく、事故の予測や発生してしまった事故への適切な対応、事故からの早期の復旧にも配意した対策を講じることで、「外乱やシステム内部の変動がシステムの全体機能に与える影響を吸収し、状態を平常に保つシステムの能力、あるいは、想定を超えるような外乱が加わった場合であっても機能を大きく損なわない、損なったとしても早期に機能回復できるシステムの能力」、すなわち、「レジリエンス*」を向上させることも重要である。

（44P）（＊：用語集）

残余のリスク

この提言では、安全対策を講じた後に残るリスク。存在することが認識されている不確かなリスク（unknown unknowns）だけでなく、存在さえ認識されていないリスク（unknown unknowns）も含む概念として用いている。

シビアアクシデント

設計基準事故（原子力施設の設計及び建設において想定する事故。この事故が起きたときに公衆の健康と安全を確保するために必要な系統、構築物及び機器の機能を喪失することなく施設が耐えるように設計及び建設しなければならない。）よりも過酷な事故状態であり、重大な炉心損傷を引き起こすもの。（「IAEA 原子力安全及び放射線防護で用いる用語の定義」2007 年版、NRC 用語集）

（46P）（＊：用語集）

レジリエンス

この提言では、「外乱やシステム内部の変動がシステムの全体機能に与える影響を吸収し、状態を平常に保つシステムの能力、あるいは、想定を超えるような外乱が加わった場合であっても機能を大きく損なわない、損なったとしても早期に機能回復できるシステムの能力」と定義。

＜安全余裕と深層防護の考え方により対処する＞（学会事故調報告書（137P、198P））

(3) 深層防護による安全確保（137P）

設計基準事故を超えるシビアアクシデントのリスクは認識されており、アクシデントマネジメント策が整備されていた。福島第一事故では、自然現象、特に津波に対して十分な防護がなされていなかったし、アクシデントマネジメント策が十分に機能しないことが明らかとなった。設計条件を超えた自然現象は、一度に複数の機器などに対する共通原因故障を引き起こしうる。たとえ発生頻度が低い事象であったとしても、いったん起こってしまえば大きな被害をもたらし得ることを理解しなければならない。福島第一では、設計のために想定されていた規模を超える津波によって、安全のための機能を有する多くの機器などが共通して機能を喪失し、その結果として炉心の溶融と大量の放射性物質が環境中に放出されることとなった。

自然現象に伴うシビアアクシデントのリスクが内的誘因事象によるリスクに比べて大きいことは、リスクの専門家によって認識されていた。しかし、外的誘因に対処するために設計基準をいかに強化すべきかの議論にとどまっていたために、注水・冷却系の多様性、アクシデントマネジメント策の実効性、緊急防護措置の実施などの多くの課題を残すことになった。また、シビアアクシデントの発生防止を重視し、それを信頼しすぎたために、シビアアクシデントが発生したとたんに深層防護としての機能を失うこととなった。すなわち、特定の層に過度に依存してはならないという独立した有効性の要件が欠落していたといえる。

（後略）

(5) 設計基準を超える事態への対応（197P～199P）

（中略）

設計基準を超過するリスクを十分に抑制したうえで、なおかつ設計基準を超過した場合の対応を検討しておく必要がある。しかしながら、設計基準を超過した場合の主たる対応であるAM策については、十分に整備されているとはいえなかった。これらは、いずれもAM策、すなわち過酷事故に対する真摯な対応の欠如－安全でないこともあり得るということへの抵抗感－に基づいており、事故の想定をまったくしてこなかったことに要因があるのではないだろうか。また、これまでの事故の検討は内的事象として構成機器の単一故障という事故の進展が想定され、それに対応することで定量的にプラントの安全が確保されるという評価を行ってきたのであり、今回の福島第一で起きたような同一機能を有する複数の機器が同時に機能を喪失する複数機器の損傷や共通の要因による事故の想定は、発生の可能性がきわめて低いとして遠ざけられてきたことが、今回の事故に適切に対応できなかった要因の一つになっている。

なお、外的事象の評価は内的事象の評価に比べて不確かさが大きくなるのは避けられない。この不確かさについては、安全余裕と深層防護の考え方により対処する必要があることを改めて強調しておきたい。安全余裕はストレステストなど

の手法により確認することが必要である。これに加えて、設計基準を超える外的事象も考慮する形で深層防護に則った安全設計・対策を行うべきであろう。たとえば、耐津波設計においては、敷地内への浸水を防ぐ、建屋への浸水を防ぐ、重要機器室への浸水を防ぐ、高台に代替機器を準備しておくといった対処が考えられる。外的事象は、その大きさによっては深層防護の複数の層が同時に破られる可能性がある。したがって、安全余裕による対処のみでなく、第3層までの安全機能を実現するために用いられる恒設機器とは設計条件の異なる可搬型機器による対応など、安全上の効果（effectiveness）を独立に（independent）する対処が有効である。

（後略）

＜関連Q&A（例）＞

Q8-1	原子力特有リスクとはどんなリスクか。
A	（「自主的・継続的な安全性向上提言」（平成 26 年 5 月 30 日）（自主的安全性向上 WG）（9P）） 確率的には発生頻度が低いが、ひとたび発生すると社会的に甚大な被害をもたらし得るのが原子力特有リスク。
Q8-3	原子力事故を起こしたことに対して原子力関係者はどのような反省をしたか。
	（自主的・継続的な安全性向上提言（平成 26 年 5 月 30 日）（6P～25P） ① 原子力のリスク真摯に向き合ってこなかった。 ② 原子力特有のリスクについて、経営層も含め十分なリスクマネジメントを行ってこなかった。 ③ 施設の置かれた自然環境特性に応じた総合的なリスク評価が十分でなく、また、リスク評価されても大きな不確かさの前に迅速な意思決定ができなかった。 ④ ステークホルダーとの継続的なリスクコミュニケーションが行われてこなかった。 ⑤ 産業界と規制側との間で規制課題について、プラント毎のリスクの違いといった科学的な前提に基づかず、連合体による落としどころの探り合いに依存してきた。 等
Q8-4	原子力特有リスクにはどのように向き合うか。
A	（「自主的・継続的安全性向上提言」（自主的安全性向上 WG）（7P）） • 網羅的なリスク評価を実施する。 • 想定外の事象の発生にも備え、原子力事故がもたらし得るあらゆる被害を想定し重層的に備える。 • 事故の予測や発生してしまった事故への適切な対応、事故からの早期の復旧にも配意した対策を講じることでレジリエンスを向上させる。
Q8-9	外的事象のような不確かについては、どのように対処するのが有効か。

A	（学会事故調報告書（198P,199P）） • 外的事象の評価は内的事象の評価に比べて不確かさが大きくなるのは避けられない。この不確かさについては、安全余裕と深層防護の考え方により対処する必要がある。 • 外的事象は、その大きさによっては深層防護の複数の層が同時に破られる可能性がある。したがって、安全余裕による対処のみでなく、第3層までの安全機能を実現するために用いられる恒設機器とは設計条件の異なる可搬型機器による対応など、安全上の効果（effectiveness）を独立に（independent）する対処が有効である。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 8.1 原子力関係者の反省と今後の原子力への向き合い方
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。
	関連教訓 No	教訓 1-3、通番 3 論理的にリスクを評価
	関連細目 No	細目 1-3-1、細 8 実施可能な評価手法を採用して、聖域を設けない総合的リスク評価を行う。
キーワード		
2	安全文化と QMS	**円滑なコミュニケーション**：リスクコミュニケーション 1
8	リスク管理	**リスクの本質**：不確実性リスク 2 **安全リスク**：原子力特有リスク 1、外的事象リスク 1 **リスクへの対応**：リスクマネジメント 1、総合的リスク評価
13	関係組織	**国関連**：自主的安全性向上 WG1 **学協会関連**：日本原子力学会
14	文献・出典	**政府関連**：自主的・継続的な安全性向上提言 **学協会関連**：学会事故調報告書 42

資料 8.2（資 23）

〔リスク管理に関する問題意識〕

(1) 東電原子力安全改革プランにおいて、リスク管理に関する東電の問題認識が示された。
- **旧原子力経営層は、過酷事故の発生を経営リスクと捉えず、継続的に安全性を高めていく活動を重要な経営課題として明示していなかった。**
- **その背後要因として、原子力発電は特別なリスクを内包する事業であるとの強い認識が不足していたこと、リスク管理上は安全対策を過剰なコスト負担としての経営リスクに分類していたこと、重要な経営課題としては主に応力腐食対策等の「稼働率」に直結する事項を選定し、予算も大きく割り当てていたことがあった。**

(2) 東電原子力安全改革プランにおいて、経営層への監視・支援強化のため、取締役会直轄の内部規制組織である「原子力安全監査室」が設置されることが示された。

(3) 東電原子力安全改革プランにおいて、原子力担当執行役等の原子力リーダーの育成プログラムを充実させることが示された。

(4) 東電原子力安全改革プランにおいて、経営層への監視・支援強化のため、ミドルマネジメントの役割の重要性が示された。

(5) 東電原子力安全改革プランにおいて、経営層からの改革として安全意識の向上のための研修を実施することが示された。

(6) 東電原子力安全改革プランにおいて、当プランを形骸化させないための仕組みが示された。

(7) 国会事故調報告書に東電のリスク管理体制とその問題点が指摘された。

＜リスク管理について＞（東電原子力安全改革プラン・11P より）

問題点(過酷－①)：旧原子力経営層は、過酷事故の発生を経営リスクと捉えず、継続的に安全性を高めていく活動を重要な経営課題として明示していなかった。

（背後要因）

- 旧原子力経営層に、原子力発電は特別なリスクを内包する事業であるとの強い認識が不足していた。
- 旧原子力経営層は、原子力安全は既に十分なレベルに達しているとの考えから、リスク管理上は安全対策を過剰なコスト負担としての経営リスクに分類していた。
- 重要な経営課題としては主に「稼働率」に直結する事項（例えば、応力腐食割れ対策、高経年化対策、原子燃料サイクル等）を選定し、予算も大きく割り当てていた。

＜内部規制組織の設置＞（東電原子力安全改革プラン・67P）

原子力発電という特別なリスクを扱う企業として、最高経営責任機関としての取締役会の原子力安全に関するリスク管理強化の目的で、取締役会直轄の内部規制組織である原子力安全監視室が設置される。原子力安全監視室は、執行側から独立した第三者の専門的知見を効果的に活用しつつ、執行側の原子力事業の運営を独立かつ直接的に評価し、取締役会に報告

する。執行側は、原子力安全監視室から原子力安全に関する監視・助言を受ける。

執行側の原子力部門は日常的に、また、社長は定期的および緊急的に原子力安全対策が必要な時に監視・助言を受ける。なお、原子力安全監視室の取締役会への報告は、定期的及び緊急的な原子力安全対策が必要な時に行う。

原子力安全監視室の機能・構成は以下のとおりとし、社内の原子力安全に関わる情報、会議等へのフリーアクセス権を確保する。

①社長及び原子力リーダーに対する監視・助言

・社長及び原子力リーダーの安全意識

・メッセージ発信・浸透状況

・マネージメントレビュー、パフォーマンスレビュー

・原子力安全レビュー委員会（仮称、新規設置）の開催

②業務プロセス及びその成果の監視・助言

・原子力安全向上に資する業務プロセス及びその成果

- デザインレビュー、不適合管理、マネージメントレビュー
- リスク管理、定期安全レビュー、ストレステスト

・マネージメントオブザベーションを活用した業務プロセス

③安全文化醸成活動の監視・助言

・安全文化の浸透状況

・安全文化のセルフアセスメントの状況

・安全文化の議論の有効性を高めるための方策

④①～③を実施するための情報分析

・原子力安全の監視・助言活動の基礎となる最新知見の収集・分析

- 国内外の原子力事業者／機関の原子力安全への取り組み状況
- 国内外の原子力規制の動向
- 国内外の原子力関連研究機関から発信される情報
- 国内外の運転経験（OE）情報、他産業トラブル情報

原子力安全監視室の室長は、社外（海外を含む）から招聘する。上述の機能を実施するため、室長以下合計20 名程度（1/4 社外、3/4 社内）の要員とし、うち各発電所には2 名程度ずつ駐在させる。この発電所駐在者は、原子炉主任技術者と連携して活動する。

＜原子力リーダーの育成プログラムの充実＞（東電原子力安全改革プラン・63P）

（原子力安全改革プランにおける「原子力リーダー」とは、原子力担当執行役・執行役員、原子力発電所長・建設所長、本店原子力関係部長および同等以上の職位の者を指す。）

今後は行動指標を体現できる原子力リーダーをより効果的に選抜できるようにするため、実業務を通じた能力向上に加え、原子力リーダーに登用する前から必要な教育を実施し育成していく。育成にあたっては、原子力リーダーの候補者を発電所の実際の業務に精通した者で、原子炉主任技術者（または原子力安全監視室）および後述するリスクコミュニケーターの職務経験を有する者から数名選抜し、これまでの管理職向け研修に加えて、以下に示す5

つの項目について習得させる。これらは、職級の段階に応じて適用する。

a）福島原子力事故の原因と対策

経営層向けと同様

b）原子力の安全設計の基本原則、安全文化

経営層向けと同様

c）運転訓練センター上級コース等のプラント運転の基本知識

・プラントが様々な状態に応じてどのような挙動を示すかを運転訓練用のシミュレータ等を用いて体験することにより、原子力発電の原点を確認する。

d）過酷事故の進展と対策

・過酷事故（シビアアクシデント）とは、どのような事態に対して起こりどう進展するのか、を理解するとともに、そのための各段階での対策としてどのようなものが準備されているのかを理解する。

e）最新知見の習得

・規制・基準の変更や、海外を含めた原子力事業者の事例、学協会や技術開発の最新動向（他産業を含む）等、常に新しい知見を取り入れる。

f）ウォークダウン

・発電所状況（現場のどこに何があるか等）を熟知する。

なお、当面の対応として、現在の原子力リーダーに対しても本育成プログラムの適用を順次行う。

＜ミドルマネジメントの役割の向上＞（東電原子力安全改革プラン・68P）

原子力リーダーに対しては、4.1で述べたように、責任の自覚を促し、それを果たすことができるように改革を進めるものの、ミドルマネジメント（部長級・課長級）においても、安全に対する自己の責任を十分に自覚し、原子力リーダーに対してその責任を徹底的に果たそうとする意識と実行力が必要である。

仮に原子力リーダーが安全を軽視、またはむやみに結論を先延ばしするような態度を示唆したときには、ミドルマネジメントは進言しなければならない。その場の空気を読み、上位職の意向をうのみにしたり、波風立てないような沈黙があったりしてはならず、必要な判断材料を経営層に適時適切に提供しなければならない。ある企業では、安全に資する地震対策のための設備投資の必要性について4 年間警鐘を鳴らし続け、実現にこぎ着けたミドルマネジメントがいた。同じ説明の繰り返しではなく、常に最新の知見も取り入れながらリスクを極小化しようとする進言は、経営層の意思決定を適切に導いたと考えられ、その結果、今回の東北地方太平洋沖地震での被害は最小限にとどめられたという。また、当社においても、例えば、東通原子力発電所の設計にあたり、新潟県中越沖地震の知見に学び、原子炉建屋について許認可レベル以上の耐震裕度を持たせる設計に変更することを繰り返し提案し、計画変更して耐震性を高めた事例もある。

＜経営層の安全意識向上＞（東電原子力安全改革プラン・62P）

福島原子力事故前は、安全は既に確立されたものと思いこみ、原子力発電所の稼働率低下をリスクと捉えていた。しかし、今後は「安全が第一」という基本を徹底し、リスクに対する姿勢を変える必要があり、「経営層からの改革」の出発点は「経営層自身の改革」である。経営層は、「原子力の特別なリスクを強く認識し、その責任を負うことを深く自覚する」という、原子力に関して高い安全意識を持たなければならない。また、安全意識を高めるために、組織構築や人材育成を行うことも経営層の責務である。

これらを踏まえ、経営層に対して、原子力安全意識の向上のための研修を実施する。

- 福島原子力事故の原因と対策
  福島原子力事故がどのようにして進展していったのか、また、どのような対応を当社はしていたのかを理解するとともに、それを踏まえた設備面および運用面の安全対策にどのようなものがあり、どこまで整備されているのかを理解する。
- 原子力の安全設計の基本原則、安全文化
  原子力の基本となる安全設計の考え方（例．設置許可、安全設計審査指針）を理解する。更に、原子力安全の考え方とはどういったものか、安全文化等の考え方をもとに理解する。
- 他社事例に学ぶ 等
  他産業も含め、安全文化醸成やリスクコミュニケーションの実例等をもとにディスカッションを行う。

研修プログラムの構築にあたっては、表4-2 に示す米国の幹部向け研修コースを参考にしつつ、順次実施していくとともに、継続的に内容の改善・強化を図っていく。

＜形骸化させない仕組み＞（東電原子力安全改革プラン・101P）

当面の間は、原子力改革特別タスクフォース事務局にて、原子力安全改革プランのモニタリングを実施し、最終的に全社のミッションの一つとして定着するよう運用していく。また、以下に示すような形骸化させない取り組みを行う。

- 原子力事故が多大な影響を与えることを強く認識し続けるため、当社社員（特に原子力部門で働く社員）は、一定の期間、福島での復興に向けた取り組み等に参加し、事故の象徴的な建屋・設備を含めた福島の状況を自分の目でみて、感じること[40]によって、原子力安全改革の啓発の一助とする。
- 3 月11 日を「福島原子力事故の日」として定め、この日はたとえ休日であったとしても、原子力部門は毎年午前中から事故の振り返り[41]および福島原子力事故の実際の事故対応者との対話を行う。また、毎年3 月に福島原子力事故の経過をベースとし、経営層が参加する緊急時対応訓練[42]を実施する。
- 発電所の運営は、自衛隊や警察、消防のような常に緊急時に備えた組織ではなく、基本的に運転や保守等の平常時の運営に重点がある。したがって、緊急時組織や緊急時対応に重点を置き過ぎると、平常時の業務のリソース不足を招き、かえって形骸化しやすくなると考えられる。緊急時と平常時のバランスについて、継続的に検

証と改善を図る。

・ 原子力部門以外からも、原子力改革の取り組み状況について、必要な意見を出せるよう、イントラネット等を活用できるようにする。

40 エスコート者の被ばく線量の問題等があるため、具体的な実施計画は別途定める。

41 事故の振り返り用の資料として、事故の映像や写真、報道状況、関係者の証言等によるビデオ（DVD）を制作する。

42 適宜、夜間訓練も実施し、発電所の備蓄している食糧等を実際に食すること等によって、福島原子力事故当時の対応状況に思いを馳せる。

＜東電のリスク管理＞（国会事故調報告書・526P～528P）

5.3.1 東電のリスク管理体制の問題点

１）東電のリスク管理体制

東電は、エネルギー政策や原子力規制に強い影響力を行使しながらも、自らは矢面に立たず、役所に責任を転嫁する黒幕のような経営を続けてきた。そのため、東電のガバナンスは、自律性と責任感が希薄で、官僚的であったが、その一方で、原子力技術に関する情報の格差を武器に、電事連等を介して規制を骨抜きにする試みを続けてきた。

東電がそうした行動に出た背景には、東電のリスクマネジメントのゆがみを指摘することができる。東電には全社リスクを把握する会議体として、「リスク管理委員会」があり、その下部の会議として、原子力部門のリスクに特化した「原子力リスク管理会議」がある。リスク管理委員会では「リスクマップ」が、原子力リスク管理会議では「原子力重要リスク管理表」がそれぞれ管理及び参照されている。「原子力重要リスク管理表」は各原子力関連部署がリスクを抽出し、原子力・立地本部で取りまとめられ、その中から特に経営課題として重要なものが、リスクマップに抽出される。

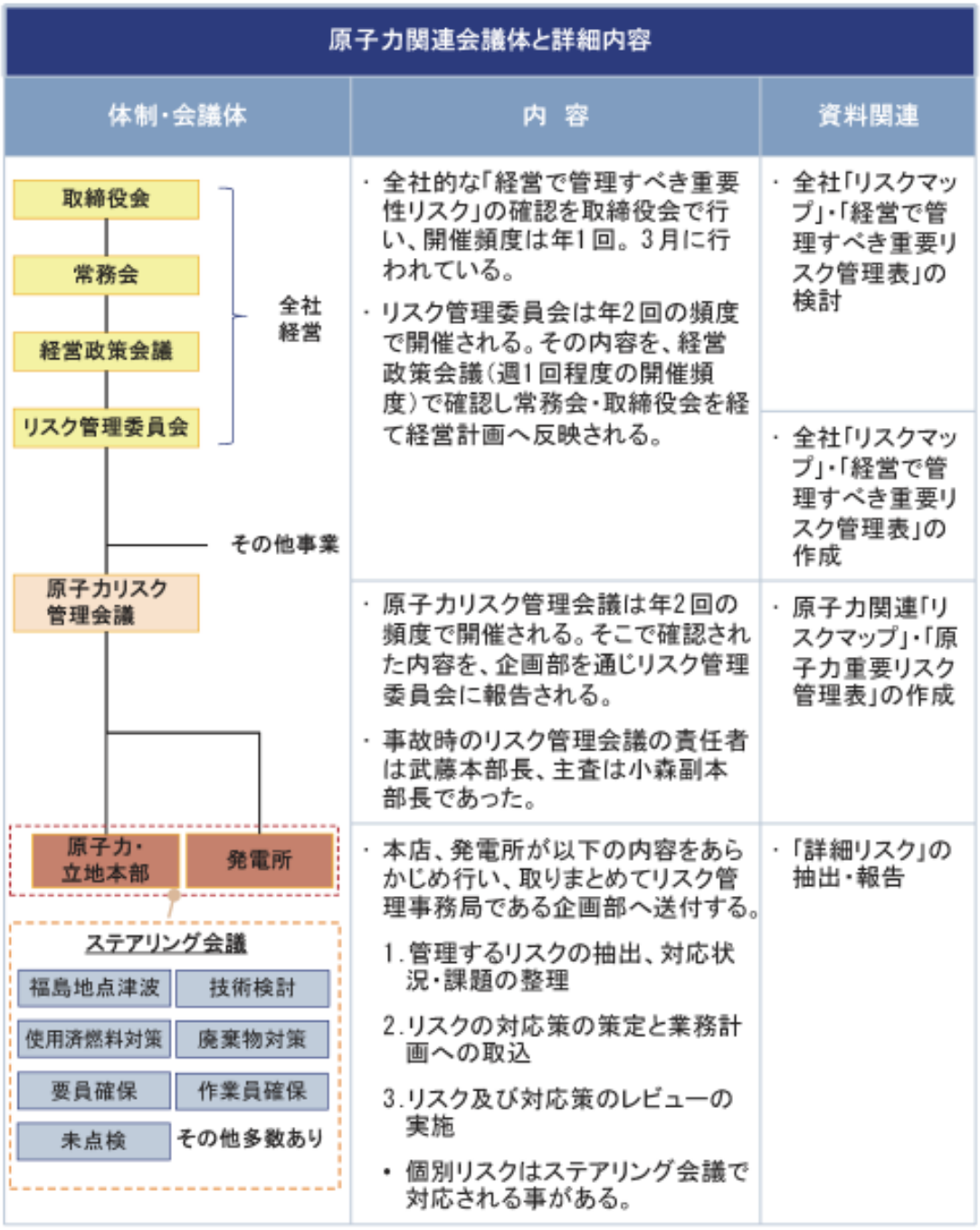


図　5．3．1－1　原子力関連会議体と詳細内容[96]

東電では、経営上のリスクを検討する上で、「リスク管理委員会」で作成された「リスクマップ」と「経営で管理すべき重要リスク管理表」が用いられている。これは、6部門（原子力、火力、電力流通、販売営業、グループ会社、企画・管理）の各リスク管理会議で検討されたリスクから、「経営で管理すべき重要リスク」を抽出することによって作成されるものである。

原子力に関連するリスクは、「リスク管理委員会」の下部会議体である「原子力リスク管理会議」で管理検討が行われる。その主要メンバーは、原子力・立地本部長、副本部長、各部の部

長及び部長代理、発電所の安全品質担当副所長である。当該会議では、各部が作成する「原子力・立地本部で管理すべき重要リスク管理表」を用いて、リスクの把握と検討が行われている。

２）会議及び管理表で取り上げられるリスクの傾向（528P）

東電原子力部門では、会議及び管理表で扱われるリスクは、もっぱら原子炉の稼働率の低下、社会的信用の喪失をもたらす要因として捉えられており、シビアアクシデントの起因事象として扱われていないという特徴がある。例えば、リスクマップ及び原子力重要リスク管理表において「自然災害」が挙げられているものの、シビアアクシデントの起因事象ではなく、規制化やプラント停止のリスク要因として捉えられている。

「原子力重要リスク管理表」に記載されるリスクは、社会信頼の失墜、稼働率の低下、原子燃料サイクルへの阻害といった要因で整理されており、「原子力部門のリスク＝原子炉が長期間に渡って停止するリスク」と定義されている。また、平成22（2010）年10月に新規シナリオとして「規制強化」が挙げられているが、これも同様に法規制により原子炉を停止しなければならない可能性から、設備稼働率の低下リスクとして認識されている。

原子力重要リスク管理表では、事故の起因事象となり得る事象であっても、「プラントの長期停止」「社会的な信用失墜」「停止による需給逼迫」などがリスクシナリオの帰結として挙げられており、事故そのものではなく、原発稼働率の阻害要因、長期停止がリスクとして捉えられていたことがうかがえる。

＜関連 Q&A（例）＞

Q8-8	事故以前は自然災害リスクをどのように管理していたのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（11P）） 問題点(過酷－①)：旧原子力経営層は、過酷事故の発生を経営リスクと捉えず、継続的に安全性を高めていく活動を重要な経営課題として明示していなかった。 （背後要因） － 旧原子力経営層に、原子力発電は特別なリスクを内包する事業であるとの強い認識が不足していた。 － 旧原子力経営層は、原子力安全は既に十分なレベルに達しているとの考えから、リスク管理上は安全対策を過剰なコスト負担としての経営リスクに分類していた。 重要な経営課題としては主に「稼働率」に直結する事項（例えば、応力腐食割れ対策、高経年化対策、原子燃料サイクル等）を選定し、予算も大きく割り当てていた。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 8.2 リスク管理に関する問題意識
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。
	関連教訓 No	教訓 1-3、通番 3 論理的にリスクを評価
	関連細目 No	細目 1-3-1、細 8 実施可能な評価手法を採用して、聖域を設けない総合的リスク評価を行う。
キーワード		
2	安全文化と QMS	**安全最優先の価値観**：安全最優先の形骸化 1
8	リスク管理	**安全リスク**：原子力特有リスク 2 **企業リスク**：経営リスク 1、コスト負担リスク 1、設備利用率低下リスク 1 **リスクへの対応**：リスクマネジメント 2
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 21

資料 8.3（資 24）

〔巨大津波による発電所機能喪失まで考えが及ばなかった（事故以前の、地震、津波に対するリスク管理)〕

東電報告書において、事故以前に東電が実施していた地震、津波に対するリスク管理が示された。

- **自然災害リスクは、「原子力発電所の設備利用率低下リスク」に分類された。地震に関するリスクシナリオは、設計基準地震動を上回る地震が発生し、複数台プラントの長期停止により需給逼迫するというもの、また、津波に関するリスクシナリオは、津波による引き潮、設計想定高さ以上の津波によるプラントへの影響が懸念されるというものであった。**
- **しかし、「想定をはるかに超える津波により、発電所設備のほぼ全てが機能喪失する事態」にまで考え方が及ばず、結果的に今回のような巨大な津波への備えが不十分になった。**

＜東電原子力部門のリスク管理＞（東電報告書・50P、51P より）

① 原子力部門における取り組み（原子力リスク管理会議）

原子力部門においても、全社的なリスク管理体制の強化にあわせ、平成19年6月に、部門における平常時のリスク管理状況を一元的に統括するための会議体として「原子力リスク管理会議（主査：原子力・立地本部副本部長、事務局：原子力・立地業務部)」を設置した。

その中で、原子力・立地本部内の各部及び各原子力発電所をリスク管理所管箇所と位置付け、日常業務における安全管理により、原子力安全を確保することを前提に、それに加えて、以下のようなリスクについて各所にてシナリオを洗い出し、リスク管理表・リスクマップを作成し、評価・対応策の検討・実施を行ってきた。

- 社会的信頼の失墜に係わるリスク　：法令違反・企業倫理違反リスク 等
- 原子力発電所の設備利用率低下リスク：設備故障・ヒューマンエラーリスク、自然災害リスク、人身災害リスク 等
- 原子燃料サイクル事業に関するリスク：六ヶ所再処理工場の停止リスク 等

原子力リスク管理会議では、それら各所のリスク管理の対応状況をとりまとめ、多面的な視点で確認・評価してきた。

今回の震災前の原子力リスク管理会議（平成22年10月）において、地震及び津波については、以下のとおり認識・評価していた。

＜地震に関するリスクシナリオ＞

設計基準地震動を上回る地震が発生し、複数台プラントの長期停止による需給逼迫

影 響 度： 大

発生可能性： 中 （余程例外的な場合に限り起こりうる「低」と、3年以内に起こりうる「高」のどちらともいえない）

＜津波に関するリスクシナリオ＞

津波による引き潮、設計想定高さ以上の津波によるプラントへの影響が懸念される

影 響 度： 大

発生可能性： 低

津波によるプラントへの影響の具体的な内容は、貞観津波論文（平成20年）を踏まえた新たな知見が確立した場合、基準見直し等により、必要な設備対策が発生し、「設備利用率の低下による需給逼迫、燃料費の増」や「追加対策費用の発生」につながりうるというものであった。なお、この時点において、新たな知見は未確立であり、プラントの安全性が直ちに脅かされるような切迫性・蓋然性はないとの認識であった。

当社はこれまで、津波リスクに対し、新たな知見を取り入れ安全確保・リスク低減に向けた様々な取り組みを行ってきたが、「想定をはるかに超える津波により、発電所設備のほぼ全てが機能喪失する事態」にまで考え方が及ばず、結果的に今回のような巨大な津波への備えが不十分になった。

なお、我が国の自然災害の想定・シナリオと対応について、震災後に実施された国の防災に関する検討会などでも以下のような言及がされているとおり、日本全体として自然災害に対する考え方に課題があったと言える。

～今回の災害は、これまで想定していた災害のレベルと大きくかけ離れたもの

～実際の災害対応への反省を教訓として将来の対応の改善につなげていく努力を積み重ねてきたが、再発防止のような形で改良を積み重ねていく方式のみによる防災対策には限界

～精緻な被害想定に準拠して考えられる対策は、想定以上の被害が発生すると機能不全に陥る

～自然現象は大きな不確実性を伴うことから、想定やシナリオには一定の限界があることに留意することが必要

＜関連 Q&A（例）＞

Q8-7	地震や津波に対するリスクシナリオをどのように考えていたか。
A	（東電報告書・50P、51P より） • 自然災害リスクは、「原子力発電所の設備利用率低下リスク」に分類された。地震に関するリスクシナリオは、設計基準地震動を上回る地震が発生し、複数台プラントの長期停止により需給逼迫するというもの、また、津波に関するリスクシナリオは、津波による引き潮、設計想定高さ以上の津波によるプラントへの影響が懸念されるというものであった。 • しかし、「想定をはるかに超える津波により、発電所設備のほぼ全てが機能喪失する事態」にまで考え方が及ばず、結果的に今回のような巨大な津波への備えが不十分になった。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 8.3 巨大津波による発電所機能喪失まで考えが及ばなかった（事故以前の、地震、津波に対するリスク管理）
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。
	関連教訓 No	教訓 1-3、通番 3 論理的にリスクを評価
	関連細目 No	細目 1-3-1、細 8 実施可能な評価手法を採用して、聖域を設けない総合的リスク評価を行う。

キーワード		
8	リスク管理	**リスクの本質**：想定外リスク 2 **安全リスク**：自然災害リスク 2 **企業リスク**：設備利用率低下リスク 2、需給逼迫リスク
10	設計・設計変更	**分類**：外的事象 1
14	文献・出典	**事業者関連**：東電報告書 32

資料 8.4（資 25）

〔安全設計の不備への取組みについての総括〕

(1) 東電原子力安全改革プランにおいて、今回の事故に至るまで、安全設計の不備を改めることができなかった安全設計への取り組みに対する総括が示された。

- **設置許可申請書に基づく対応において、設計条件としての津波高さとして、15m を超える高さの津波を予測できなかった。この不十分な津波の設計条件では、15m を超える津波に対して、安全機能が維持できず、共通原因故障を引き起こし、安全機能の同時喪失に至った。また、長期全電源喪失・最終ヒートシンク喪失といった事故に対して深層防護対策を準備していなかった。**
- **アクシデントマネジメント整備報告書に基づく対応において、設置許可申請書同様に機器の故障及び人的ミスといった内的事象に対する安全評価のみで、自然現象をはじめとした外的事象に対する安全評価は行っておらず、ゆえに過酷事故に対する評価・対策検討としては不十分なものであった。**

(2) 平成 14 年 5 月にアクシデントマネジメント策が福島第一 AM 整備報告書として取りまとめられた。

＜福島第一原子力発電所の安全性に対する総括＞（東電原子力安全改革プラン・添付資料1-1より）

当社は、福島第一原子力発電所設置許可申請書において事故時に作動すると説明してきました安全設備に対し、外的事象を起因とする共通原因故障防止への設計上の配慮が足りませんでした。その結果、3.11津波後ではそのほとんど全ての機能を失ってしまい、炉心溶融、更には広範囲にわたり大量の放射性物質を放出させるという、深刻な事故を引き起こしてしまったことに対しまして、深く反省致します。

ゆえに、以下に示しますとおり、設置許可申請書及びその後のアクシデントマネジメント整備報告書に基づく安全設計について、今回の事故に至った安全設備の機能喪失状況を踏まえて総括し、その反省の上に立って今後の安全対策に活かしていく所存です。

○ 設置許可申請書に基づく対応

（１）津波に対する設計上の考慮

福島第一原子力発電所設置許可申請書（1966 年許可）においては、敷地南方約50kmの小名浜港で観測された潮位O.P.+3.1m（1960 年チリ地震津波）を設計条件としており、その後の知見を反映しO.P.+6.1mに見直した。しかしながら、今回の15mを超える高さの津波は予測できなかった。

（２）安全設計

原子力発電所の重要な系統については多重性又は多様性及び独立性を備え、かつその系統を構成する機器の単一故障及び外部電源喪失の仮定においてもその系統の安全機能が維持できる設計と説明してきた。しかしながら、上述の不十分な津波の設計条件により、共通原因故障を引き起こし、安全機能の同時喪失に至った。

また、長期全電源喪失・最終ヒートシンク喪失といった事故に対して深層防護対策を準備していなかった。

○ アクシデントマネジメント整備報告書に基づく対応

アクシデントマネジメント整備報告書（2002 年提出）においても、設置許可申請書同様に機器の故障及び人的ミスといった内的事象に対する安全評価のみで、自然現象をはじめとした外的事象に対する安全評価は行っておらず、ゆえに過酷事故に対する評価・対策検討としては不十分なものであった。

当社は、今回の事故に至るまで、上記に示す安全設計の不備を改めることはできなかった。

＜津波評価技術による津波高さの見直し＞（政府事故調報告書（中間））

土木学会原子力土木委員会津波評価部会は、平成14 年2 月に、電力事業者の電力共通研究の成果も取り入れながら、津波評価技術を取りまとめた。これにより、例えば、福島第一原発では、想定する津波の高さが3.1m から5.7m へと見直された。(489P)

東京電力は、福島第一原発及び福島第二原発の耐震バックチェックの報告書作成作業を進める中で、平成21年2 月頃、海上保安庁水路部が公表した最新の海底地形及び潮位観測の各データを踏まえ、平成14 年の津波評価技術に基づく再計算を実施し、想定波高を福島第一原発で5.4m から6.1m まで、福島第二原発で5.0m に修正していた。なお、平成21 年12 月までに福島第一原発5 号機及び同6 号機の非常用海水系ポンプの一部につき、必要な海水侵入防止工事を終えていた。(401P)

＜アクシデントマネジメント整備の概要＞（福島第一AM整備報告書（1P、2P））

１．はじめに

我が国の原子力発電所は多重防護の思想に基づき安全設計を行い、厳格な管理のもとに建設、運転を行ってきており、運転開始当初より高い安全性を確保している。さらに当社においては、国内外での種々のトラブルからの教訓を反映するとともに、米国スリーマイルアイランド原子力発電所2号炉事故以降、電力自主保安の立場からアクシデントマネジメントに関する検討を積極的に進め、万一設計で想定した範囲を超える事象に至っても発電所内に現有する設備を有効活用することにより適切な対応が可能なよう、手順書を整備・充実し、教育等を実施してきた。

一方、原子力安全委員会においては、アクシデントマネジメントに関して我が国のとるべき考え方について検討が行われ、シビアアクシデンドは工学的には現実に起こるとは考えられないほど発生の可能性は十分小さいが、原子炉施設の安全性を一層向上させるため、電気事業者において効果的なアクシデントマネジメントを自主的に整備することを奨励するとの見解が示された（平成4年5月「発電用軽水型原子炉施設におけるシビアアクシデント対策としてのアクシデントマネージメントについて」）。また、同年7月には通商産業省（当時）より電気事業者に対して、現時点では規制的措置を要求するものではないとした上で、従来から実施してきている自主的な保安措置としてアクシデントマネジメントの整備を引き続き進めるよう要請がなされた。

これらを受け、当社は、原子力発電所運転中における設備の故障等により発生する異常事

象（内的事象）を対象とした確率論的安全評価（以下「PSA」という。）を全プラントに対して実施した。このPSAから得られた知見、及びシビアアクシデント時の事象に関する最新の知見等に基づき、原子力発電所の安全性を一層向上させることを目的として、さらなるアクシデントマネジメントの整備を行う方針をとりまとめ、平成6年3月に通商産業省（当時）に報告した（平成6年3月「アクシデントマネジメント検討報告書」）。

当社ではこの整備方針に基づき、アクシデントマネジメントを実効的に行うため、定期検査期間等を利用し必要に応じて設備面の充実を図ったほか、実施体制、手順書類、教育等の運用面を含め、これまでに当該アクシデントマネジメントの整備を完了した。

本報告書は、福島第一原子力発電所1～6号炉のアクシデントマネジメントについて平成6年3月以降に整備した内容をとりまとめたものである。

２．アクシデントマネジメント整備の概要

平成6年3月のアクシデントマネジメント検討報告書において摘出したアクシデントマネジメント策を具体的に整備するに当たり、福島第一原子力発電所（以下「当発電所」という。）では、これまでに築いた安全基盤をさらに拡大・充実していくことを基本方針として、必要に応じて設備面の充実を図る他、手順書類、事故時の対応体制、教育等の整備を実施した。

本報告書においては、平成6年3月以降に整備したアクシデントマネジメントのための設備や手順書等を「今回」整備したものと記載し、それ以前に整備したものを「従来から」整備しているものと記載することとする。

なお、当発電所のアクシデントマネジメント整備実績を表一１に示す。

２．１　アクシデントマネジメント策の整備

アクシデントマネジメント検討報告書では、シビアアクシデント研究及びPSAの実施等により得られた知見に基づき、既存の設備を最大限に活用することを考慮した上でアクシデントマネジメント策を摘出した。これらのアクシデントマネジメント策について、各原子炉施設における系統構成上の特徴を踏まえ、炉心及び格納容器の健全性を維持するための機能をさらに向上させるものとして、「原子炉停止機能」、「原子炉及び格納容器への注水機能」、「格納容器からの除熱機能」及び「安全機能のサポート機能」それぞれの機能毎に有効な方策について手順化を行うとともに、必要に応じて設備改造を実施した。

２．２　アクシデントマネジメントの実施体制の整備

アクシデントマネジメントの実施が必要な状況においては、プラントパラメータ等各種情報の収集、分析、評価を行い、プラント状態を把握し、実施すべきアクシデントマネジメント策を総合的に検討、判断することが重要である。また、適宜、外部との連絡、情報交換を行い、必要に応じて助言等を受けることとなる。これらが確実に実施できる体制を整えるという観点から、既存の組織との整合性を踏まえた上で、実際に対応操作を行う中央制御室の運転員（以下単に「運転員」という。）とは別に、適切な対応操作に関する検討や情報の一元管理等を行う支援組織を定めた。また、各組織の役割分担や責任者を明確に定めるとともに、当該組織が円滑に活動を行うための施設、設備類等の整備を実施した。その具体的な内容を第4章に示す。

２．３　アクシデントマネジメントの手順書類の整備

設計で想定した範囲を超える事象においては、安全系機器や計測器類の多重故障が生じていることが想定される。また、事象の進展シナリオをあらかじめ特定することは困難である。このため、限られた時間の中でプラント状態を把握し、現象論として不確実な事象や、操作

を実施することによるプラントへの影響も考慮しつつ総合的にアグシデントマネジメント策を選択できるよう、判断方法や判断基準、技術データ、影響予測等について体系的に整理された手順書類が必要となる。
これらの点に留意して、運転員及び支援組織がアクシデントマネジメント策に関する迅速かつ適切な選択を行い、運転員が対応操作を実施できるよう、それぞれの役割及び事象の進展状況に応じた手順書類の整備を実施した、その具体的な内容を第5章に示す。

２．４　アクシデントマネジメジトに関する教育等の実施

アクシデントマネジメントを適切に実施するには、実施組織の総力をあげて対応する必要があることから、運転員及び支援組織の要員はシビアアクシデントやアクシデントマネジメントに関する知識を十分に備えている必要があり、また、運転員は手順書に基づいた的確な対応操作を実施する必要がある。このため、運転員及び支援組織の要員を対象として、それぞれの役割に応じた適切な教育等を定期的に実施することとした。その具体的な内容を第6章に示す。

＜アクシデントマネジメント策＞（福島第一AM整備報告書（32P））

表－２．２　整備したアクシデントマネジメント策のまとめ（２～５号炉）

機　能	今回（平成６年３月以降）整備したアクシデントマネジメント策	従来から整備しているアクシデントマネジメント策
原子炉停止機能	○代替反応度制御（ＲＰＴ及びＡＲＩ）	○手動スクラム ○水位制御及びほう酸水注入系の手動操作
原子炉及び格納容器への注水機能	○代替注水手段（復水補給水系、消火系ポンプによる原子炉・格納容器への注水手段） ○原子炉減圧の自動化	○ＥＣＣＳ等の手動起動 ○原子炉の手動減圧及び低圧注水操作 ○代替注水手段（給復水系，制御棒駆動水圧水系による原子炉への注水手段、海水系ポンプによる原子炉・格納容器への注水手段*）
格納容器からの除熱機能	○格納容器からの除熱手段 ・ドライウェルクーラー，原子炉冷却材浄化系を利用した代替除熱 ・残留熱除去系の故障機器の復旧 ・耐圧強化ベント	○格納容器からの除熱手段 ・格納容器冷却系の手動起動 ・不活性ガス系、非常用ガス処理系を通したベント
安全機能のサポート機能	○電源供給手段 ・電源の融通（隣接プラントからの４８０Ｖ融通） ・非常用ディーゼル発電機の故障機器の復旧 ・非常用ディーゼル発電機の専用化	○電源供給手段 ・外部電源の復旧及び非常用ディーゼル発電機の手動起動 ・電源の融通（隣接プラントからの６．９ｋＶ融通）

＊：２号炉は除く

＜関連 Q&A（例）＞

Q6-13	AM 整備報告書には何が書いてあるのか。
A	（福島第一 AM 整備報告書（2P、3P）） 平成6年3月のアクシデントマネジメント検討報告書において摘出したアクシデントマネジメント策を具体的に整備するに当たり、これまでに築いた安全基盤をさらに拡大・充実していくことを基本方針として、必要に応じて設備面の充実を図る他、手順書類、事故時の対応体制、教育等の整備を実施した。

	① アクシデントマネジメント策の整備 ② アクシデントマネジメントの実施体制の整備 ③ アクシデントマネジメントの手順書類の整備 ④ アクシデントマネジメジトに関する教育等の実施
Q6-14	AM 策とは具体的にどのようなものか。
A	（福島第一 AM 整備報告書（32P）表－2.2 整備したアクシデントマネジメント策のまとめ（2～5 号炉）） 平成 6 年 3 月以前にも AM の整備は進められていた。例えば、制御棒駆動水圧水系による原子炉への注水手段、隣接プラントからの 6.9ｋV 融通等。平成 14 年 5 月に平成 6 年 3 月以降に整備した AM 策も併せて AM 整備報告書が取りまとめられた。平成 6 年 3 月以降の福島第一 2～5 号炉の AM 策の例を以下に示す。 • 原子炉停止機能→ 代替制御棒制御（RPT 及び ARI） • 原子炉及び格納容器への注水機能→ 代替注水手段（復水補給水系、消火系ポンプ） • 格納容器からの除熱機能→ ドライウェルクーラー、原子炉冷却材浄化系を利用した代替除熱、残留熱除去系の故障機器の復旧、耐圧強化ベント • 安全機能のサポート機能（電源供給手段）→ 隣接プラントからの 480V 融通、非常用 DG の故障機器の復旧、非常用 DG の専用化
Q6-15	AM 整備報告書は何が不十分だったのか。
A	（東電原子力安全改革プラン添付資料 1-1） アクシデントマネジメント整備報告書に基づく対応において、設置許可申請書同様に機器の故障及び人的ミスといった内的事象に対する安全評価のみで、自然現象をはじめとした外的事象に対する安全評価は行っておらず、ゆえに過酷事故に対する評価・対策検討としては不十分なものであった。
Q8-20	津波に対する安全設計は何が不十分だったのか。
A	（東電原子力安全改革プラン添付資料 1-1） 設置許可申請書に基づく対応において、設計条件としての津波高さとして、15m を超える高さの津波を予測できなかった。この不十分な津波の設計条件では、15m を超える津波に対して、安全機能は維持できず、共通原因故障を引き起こし、安全機能の同時喪失に至った。また、長期全電源喪失・最終ヒートシンク喪失といった事故に対して深層防護対策を準備していなかった。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 8.4 安全設計の不備への取組みについての総括
	関連知見 No	知見 1 あり得ることは起こる。あり得ないと思うことも起こる。
	関連教訓 No	教訓 1-3、通番 3 論理的にリスクを評価
	関連細目 No	細目 1-3-1、細 8 実施可能な評価手法を採用して、聖域を設けない総合的リスク評価を行う。

キーワード		
1	事故対応	**主要事象**：想定を超える津波 1、共通原因故障、全電源喪失 3、最終ヒートシンク喪失
3	地震・津波	**耐震安全性**：津波評価 1
6	AM（運用・管理）	**AM 整備**：AM 整備報告
10	設計・設計変更	**基本事項**：設置許可申請書 **分類**：SA、内的事象、外的事象 2 **深層防護の徹底**：影響緩和策 1
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 22、AM 整備報告書 1

資料 9.1（資 26）

〔ハザード分析によりクリフエッジ性が高い場合は、実施可能な対策を速やかに実現〕

東電原子力安全改革プランにおいて、ハザード分析による改善への取組みが示された。

- **クリフエッジ性が高いハザードを分析・選定し、a）科学的、技術的な知見からの予測には限界があること、b)定量的な評価が出揃わなくても、事象の発生を前提に実施可能な対策を速やかに実現することが重要であること、c)設計基準を延長するという対策（例．津波であれば防潮堤の嵩上げ）と異なる対策も取り得ること 等に留意し、改善計画を立案し実行する。**

＜クリフエッジ効果とは＞（国会事故調報告書（186P））

クリフエッジ効果とは、原子力発電所において、一つの発電所パラメータの小さな逸脱の結果、ある発電所の状態から別の状態への急激な移行によって生じる、通常から大きく外れる発電所挙動の事例であり、入力の小さな変動に反応して発電所の状態が突然大きく変動することをいう。

＜ハザード分析による改善＞（東電原子力安全改革プラン・72P、73P より）

（３）ハザード分析による改善プロセスの構築

「2.1 過酷事故の想定と対策」及び「2.2 津波高さの想定と対策」の根本原因分析から、巨大津波のように発生頻度の不確かさが大きく、クリフエッジ性が高い事象（重大影響となる外的事象）に備える考え方、仕組みが不足していたことが明らかとなった。そのため、重大影響となる外的事象に対する対策について、ハザード分析を通じてより多くの関係グループと連携して問題点を共有し、事象の発生を前提とした対策を含め、早期に実施可能な改善を行うためのプロセスを構築する。

［ハザード分析のプロセス］

① クリフエッジ性の確認

原子力品質・安全部は、本店および発電所の各グループからの情報を基に各外的事象に対する現状の評価手法、設計基準等を整理し、それに基づき評価手法における発生頻度の不確実さの扱い、設計手法における設計裕度、安全設備等が機能喪失となる事象の強度等を整理し、各グループとの安全に対する議論を踏まえてクリフエッジ性が高いハザードを分析・選定する。

② 対策検討

本店および発電所の各グループは、選定されたクリフエッジ性の高いハザードに対し、

a）科学的、技術的な知見からの予測には限界があること

b）定量的な評価が出揃わなくても、事象の発生を前提に実施可能な対策を速やかに実現することが重要であること

c）設計基準を延長するという対策（例．津波であれば防潮堤の嵩上げ）と異なる対策も取り得ること 等

に留意し、改善計画を立案し実行する。

＜今後の基準の決め方への戸惑い＞（吉田調書⑤ 20110808-09 1-3（26P）（通し頁 220P））

回答者

例の中越のときもそうなんですけれども、あそこではマグニチュード6.8ぐらいの地震は、1つは海側に来るというのは想定していなかったので想定外なんですが、それであれだけ大きい地震動になるというのは、だれも思っていないわけです。だから、最近の地質、地震学のものは、いろんなところで今までの定説を覆しているところが結構あるわけです。だから、マグニチュード9は来ないと言ったのが、今回来たわけです。来ないというか、だれも言っていなかったのに来たんですけれども、個人的にいうと、基準をこれからどうやって決めていっていいのかわからないようになっているというのが、私の正直な気持ちです。

＜関連 Q&A（例）＞

Q10-4	クリフエッジ性が高い事象とはどういう事象か。
A	（国会事故調報告書（186P）
	クリフエッジ効果とは、原子力発電所において、一つの発電所パラメータの小さな逸脱の結果、ある発電所の状態から別の状態への急激な移行によって生じる、通常から大きく外れる発電所挙動の事例であり、入力の小さな変動に反応して発電所の状態が突然大きく変動することをいう。
Q10-5	クリフエッジ性の高いハザードに対して留意することは何か。
A	（東電原子力改革プラン（73P）
	巨大津波のように発生頻度の不確かさが大きく、クリフエッジ性が高い事象（重大影響となる外的事象）に備える考え方、仕組みが不足していた。 クリフエッジ性の高いハザードに対して、 a）科学的、技術的な知見からの予測には限界があること、 b）定量的な評価が出揃わなくても、事象の発生を前提に実施可能な対策を速やかに実現することが重要であること、 c）設計基準を延長するという対策（例．津波であれば防潮堤の嵩上げ）と異なる対策も取り得ること 等に留意する必要がある。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 9.1 ハザード分析によりクリフエッジ性が高い場合は、実施可能な対策を速やかに実現
	関連知見 No	知見 2 見たくないものは見えない。見たいものが見える。
	関連教訓 No	教訓 2-1、通番 4 見たくないものに向き合う姿勢
	関連細目 No	細目 2-1-1、細 9 不確実、発生確率小の事象に対しても安全限界を確認し、対策する。
キーワード		
8	リスク管理	**リスクの本質**：不確実性リスク 3 **安全リスク**：原子力特有リスク 3 **リスクへの対応**：ハザード評価 1、クリフエッジ 1
10	改善（安全設計・運用）	**深層防護の徹底**：影響緩和策 2
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 23

資料 9.2（資 27）

〔土木学会の津波評価技術の概要〕

東電報告書において、土木学会の「原子力発電所の津波評価技術」(2002)の概要が示された。

- **最新の知見により想定し得る最大規模の地震による津波と既往最大津波との比較を行って、両者のうち、既往最大津波を上回る前者の津波を設計想定津波とする。**
- **この手法では、過去最大の津波を再現するに留まらず、発生する地震の不確かさを加味することで、過去最大を上回る将来想定としての津波水位が確定論（決定論）的に評価できることに大きな特徴がある。**

＜土木学会の津波評価技術の概略＞（東電報告書・18P より作成）

●土木学会の「原子力発電所の津波評価技術」(2002)

平成14年2月、原子力発電所の具体的な津波評価方法を定めたものとしては唯一の基準となる「原子力発電所の津波評価技術」(以下、「津波評価技術」と記す）が土木学会から刊行された。津波評価技術とは、原子力施設の設計津波水位の設定について、それまでの知見や技術進歩の成果を集大成して、波源の設定ならびに数値計算手法の標準的な方法をとりまとめたものである。断層運動に起因する津波を、不確かさを考慮しつつ決定論的に評価する方法を提示したもので、歴史的に発生した津波だけではなくそれをベースに将来発生する可能性がある津波の不確かさを考慮できる手法である。

●土木学会手法の概略検討フロー

基本方針として、最新の知見により想定し得る最大規模の地震による津波と既往最大津波との比較を行って、両者のうち、既往最大津波を上回る前者の津波を設計想定津波とする。

① 既往最大津波の再現性の確認

波源の設定では、まず、海域ごとの過去最大の津波を再現する波源モデルの設定を行う。

② 最新知見をも含めて想定し得る最大規模の津波を検討

③ パラメータスタディによる不確かさの考慮

次に、再現性が確認された波源モデルについて、位置や向きなどの様々なパラメータを変動させ、評価の対象地点に対して最も影響が大きくなるパラメータの組み合わせを求める。

④ 既往最大津波を上回ることの確認

その結果得られる設計津波水位は、この地点周辺における過去最大津波に対して、平均的に2倍の津波高さになる。なお、中央防災会議が、過去に繰り返し発生している地震津波を防災対策の検討対象としていたことと比べると、土木学会手法は相当保守的な津波を評価することができる手法である。

●手法の特徴

このように、土木学会の手法では、過去最大の津波を再現するに留まらず、発生する地震の不確かさを加味することで、過去最大を上回る将来想定としての津波水位が確定論（決定論）的に評価できることに大きな特徴がある。

＜関連 Q&A（例）＞

Q3-31	土木学会の津波評価技術はどのような手法か。
A	（東電報告書（18P）） • 最新の知見により想定し得る最大規模の地震による津波と既往最大津波との比較を行って、両者のうち、既往最大津波を上回る前者の津波を設計想定津波とする。概略フローは以下の通り。 ① 既往最大津波の再現性の確認 ② 最新知見をも含めて想定し得る最大規模の津波を検討 ③ パラメータスタディによる不確かさの考慮 ④ 既往最大津波を上回ることの確認
Q3-32	土木学会の津波評価技術の特徴はどこか。
A	（東電報告書（18P）） 土木学会手法は再現性が確認された波源モデルについて、位置や向きなどの様々なパラメータを変動させ、評価の対象地点に対して最も影響が大きくなるパラメータの組み合わせを求める。 このように、過去最大の津波を再現するに留まらず、発生する地震の不確かさを加味することで、過去最大を上回る将来想定としての津波水位が確定論（決定論）的に評価できることに大きな特徴がある。
Q3-33	中央防災会議の手法との違いは何か。
A	（東電報告書（18P）） 中央防災会議が、過去に繰り返し発生している地震津波を防災対策の検討対象としていたことと比べると、土木学会手法は相当保守的な津波を評価することができる手法である。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 9.2 土木学会の津波評価技術の概要
	関連知見 No	知見 2 見たくないものは見えない。見たいものが見える。
	関連教訓 No	教訓 2-1、通番 4 見たくないものに向き合う姿勢
	関連細目 No	細目 2-1-1、細 9 不確実、発生確率小の事象に対しても安全限界を確認し、対策する。
キーワード		
3	地震・津波	**耐震安全性**：津波評価 2
13	関係組織	**学協会関連**：土木学会 1
14	文献・出典	**学協会関連**：津波評価技術 2 **事業者関連**：東電報告書 33

資料 9.3（資 28）

〔東北地方太平洋沖地震による津波の高さは想定できたか。〕

(1) 東電が発表した資料（平成 24 年 4 月）において、津波の規模に関する見解が示された。

- 東北地方太平洋沖地震は、これまでの知見では想定できないような規模のものであり、この地震によって生じた津波の高さ（規模）を想定できるものではなかった。
- 長期評価に基づき津波高さを試算し 15.7m という数値を得た。波源モデルの妥当性は不明であったことから、過去に地震のなかった地域に波源を想定するかどうかも含め土木学会にその扱いについて検討を依頼した。
- 佐竹論文に基づくシミュレーションで、貞観津波の津波高さの試算値、9.2m を得た。貞観津波に関する津波堆積物調査を実施し、福島県北部では標高 4m 程度まで津波堆積物が確認されたが、福島県南部では津波堆積物が確認されなかった。
- 試算値 9.2m と津波堆積物調査の結果と整合しないことから、貞観津波の波源については、引き続き調査・研究が必要と考えた。

(2) 政府事故調報告書（中間）において、津波評価技術に基づいて福島第一原発の想定波高を見直したことが示された。

- 東京電力は、津波評価技術に基づき、福島第一原発の想定波高を5.7m（後の算定では 6.1m）へと見直した。

(3) 政府事故調報告書（中間）において、長期評価や貞観地震・津波への対応方針が示された。

吉田部長は、推本の長期評価に関する想定津波と同様に、前記佐竹論文に基づき試算された波高の津波も実際には来ないと考えていたものの、他方で、推本の長期評価と同様に、貞観津波に関する同論文についても津波評価技術に基づく福島第一原発及び福島第二原発の安全性評価を覆すものかどうかを判断するため、念のために、電力共通研究として土木学会に検討を依頼することとした。さらに、吉田部長は、前記有識者の指摘を踏まえ、福島県沿岸において津波堆積物の調査を実施する方針も併せて決定した。

(4) 政府事故調報告書（中間）において、貞観津波シミュレーションに基づく波高の試算値が示された。

東京電力は、佐竹論文を基に福島第一原発及び福島第二原発における波高を試算したところ、福島第一原発で8.6m から9.2m まで、福島第二原発で7.7m から8.0m までという結果を得た。

(5) 政府事故調報告書（中間）において、長期評価に基づく波高の試算値が示された。

東京電力は、推本の長期評価に基づき津波評価技術で設定されている三陸沖の波源モデルを流用して試算した結果、それぞれ福島第一原発2 号機付近でO.P.+9.3m、福島第一原発5 号機付近でO.P.+10.2m、敷地南部でO.P.+15.7m といった想定波高の数値を得た。

＜東京電力からのお知らせ「今回の津波は、それまでの知見では想定できない大規模なものでした」＞（平成 24 年 4 月 17 日更新）の概要（東電 HP より作成）（下線は JANSI 追記）

（今回の地震）

- 図に示すとおり、今回の地震は岩手県沖から茨城県沖までの 500 ㎞×200 ㎞という広範な領域を震源としたものでした。
- これは地震調査研究推進本部のいう福島県沖海溝沿いの地震や貞観地震とはまったく規模が異なり、土木学会「原子力発電所の津波評価技術」で個々に評価することが求められていた波源の複数が同時に動いたことに相当するような巨大なものです。
- したがって、東北地方太平洋沖地震は、これまでの知見では想定できないような規模のものであり、この地震によって生じた津波の高さ（規模）を想定できるものではなかったと考えています。
- しかしながら、今回の事故を省みますと、当時の知見では想定できないものであったとはいえ、結果としてこうした巨大な津波への備えが不十分であり、取り返しのつかない事故を引き起こしたことにつきまして、深くお詫びを申し上げます。

（これまでの津波評価）

- 東京電力では、安全最優先の基本方針のもと、福島第一原子力発電所の建設時には有史以来、福島沿岸で経験された最大の波高を与えたチリ津波（小名浜港で約 3m）でも安全性を確保できるように設計をしていました。その内容については国に提出した設置許可申請書にも記載され許可を受けております。
- その後の技術進歩を踏まえて、2002 年に土木学会「原子力発電所の津波評価技術」が作成されました。これは、津波シミュレーション技術を適用し、より保守的な結果を与えるものと考えられ、この基準にしたがって再評価を行なった結果、津波の高さは約 6m となりました。東京電力では、この結果をもとに自主的に対策を講じ、結果について国に報告を行ってきました。

（確率論的津波ハザード解析手法による津波評価）

- 東京電力では、土木学会の検討成果である確率論的津波ハザード解析手法を用いて 2006 年に試算を行ったところ、高さ 10m を超える津波が発生する頻度は 10 万年から 100 万年に 1 回程度となりました。
- しかしながら、この試算は開発段階にある手法の適用性の確認と手法の改良を目的に実施したものであり、福島の発電所が実際に津波に襲われる頻度を表したものという認識はありませんでした

（明治三陸沖津波の波源モデルによる津波評価）

- 2008 年には、耐震安全性評価の検討を進める中で、明治三陸沖津波の波源モデルを福島県沖の海溝沿いに持ってきた試算（結果：15.7m）を行っています。
- この波源モデルの妥当性は不明であったことから、過去に地震のなかった地域に波源を想定するかどうかも含め土木学会にその扱いについて検討を依頼しておりました。

（貞観津波に関する津波堆積物調査と佐竹論文の波源モデルによる津波評価）

- 2009 年 4 月に発表された 869 年の貞観津波に関する論文（佐竹（2008））を受けて、東京電力は津波堆積物調査を行った結果、福島県北部では標高 4m 程度まで津波堆積物が確認されましたが、福島県南部では津波堆積物が確認されませんでした。
- この結果は、論文に示された波源を使用して行った試算（結果 9.2m）と整合しないことから、貞観津波の波源については、引き続き調査・研究が必要と考えられました。

＜想定津波高さ＞（政府事故調報告書（中間））

- 東京電力は、津波評価技術に基づき、福島第一原発の想定波高を5.7m（後の算定では6.1m）へと見直した。（概11P）
- 土木学会原子力土木委員会津波評価部会は、平成14 年2 月に、電力事業者の電力共通研究の成果も取り入れながら、津波評価技術を取りまとめた。これにより、例えば、福島第一原発では、想定する津波の高さが3.1m から5.7m へと見直された。（489P）

＜長期評価や貞観地震・津波への対応方針＞（政府事故調報告書（中間）（398P）

貞観津波に関する佐竹論文は、波源モデルを確定させるために福島県沖等の津波堆積物調査が必要である旨指摘していた。また、平成20 年12 月10 日頃、前記（ｄ）で述べた有識者への説明の過程で、ある有識者から「推本が長期評価を出している以上、事業者はどう対応するのか答えなければならない。対策を講じるのも一つ、無視するのも一つ。ただし、無視するためには、積極的な証拠が必要。福島県沿岸で津波堆積物の調査を実施し、推本の見解に対応するような津波が過去に発生していないことを示すのも一案であろう。」旨の意見が述べられた。

吉田部長は、推本の長期評価に関する想定津波と同様に、前記佐竹論文に基づき試算された波高の津波も実際には来ないと考えていたものの、他方で、推本の長期評価と同様に、貞観津波に関する同論文についても津波評価技術に基づく福島第一原発及び福島第二原発の安全性評価を覆すものかどうかを判断するため、念のために、電力共通研究として土木学会に検討を依頼することとした。さらに、吉田部長は、前記有識者の指摘を踏まえ、福島県沿岸において津波堆積物の調査を実施する方針も併せて決定した。

これらの方針は、遅くとも平成 21 年 1 月頃までに、吉田部長から武藤副本部長及び武黒本部長に報告され、特段の指示等もなく了承された。

なお、武藤副本部長は、吉田部長から、かかる報告を受けた明確な記憶はない旨述べているものの、吉田部長の「土木学会への検討依頼や津波堆積物調査の実施という費用が掛かる話を自分限りにすることはあり得ず、武藤副本部長及び武黒本部長に話をした明確な記憶がある。」旨の説明には合理性が認められる上、武藤副本部長自身もかかる報告を受けたことを積極的に否定しているわけではないことからすれば、吉田部長による前記報告が、武藤副本部長等になされたものと考えられる。

また、吉田部長による前記決定は、前記（ｂ）で述べた武藤副本部長らにより決定された東京電力の方針に沿ったもので、その方針に変更を来すものではないことから、そもそも、武藤副本部長らへの報告の有無にかかわらず、既に決定されていた東京電力の方針に従った

ものであったと言える。

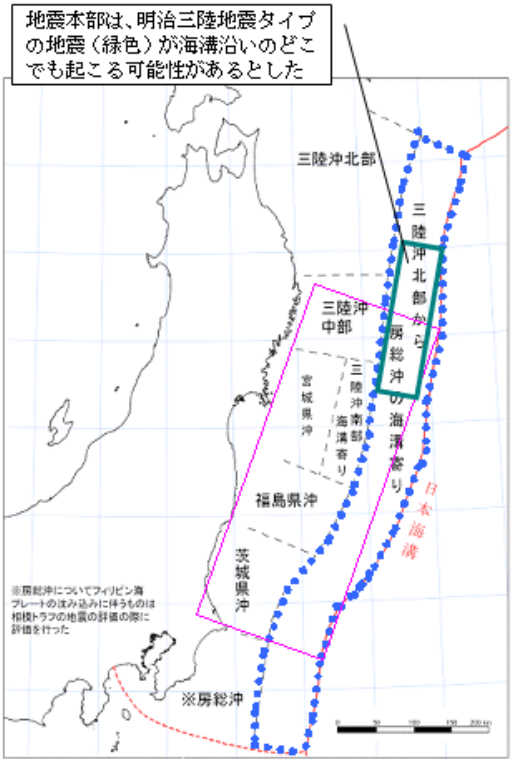
＜貞観津波に基づく津波高さ＞（政府事故調報告書（中間）(398P)）

東京電力は、平成20 年10 月頃、土木学会の委員を務める有識者らを訪ね、東京電力の社内検討結果について理解を求めたところ、有識者らからは、特段否定的な意見は聞かれなかった。

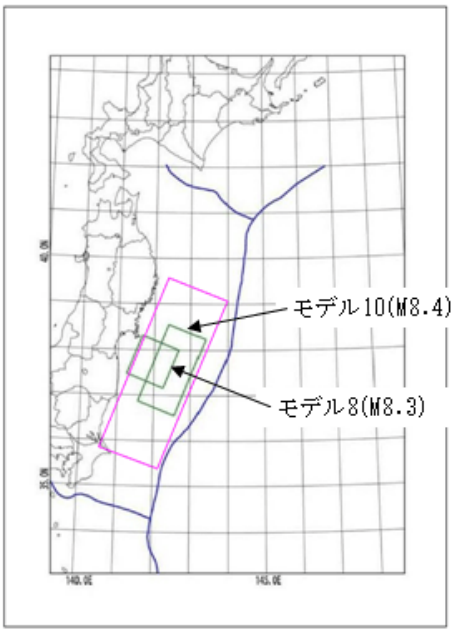
有識者らの一人である東京大学地震研究所の佐竹健治教授（以下「佐竹教授」という。）は、貞観津波に関する研究成果を年度内に発表できる見込みだとして、同教授ほか2 名の「石巻・仙台平野における869 年貞観津波の数値シミュレーション」と題する論文（前記（６） a③参照。以下「佐竹論文」という。）の原稿を東京電力の担当者に渡した。東京電力は、同論文を基に福島第一原発及び福島第二原発における波高を試算したところ、福島第一原発で8.6m から9.2m まで、福島第二原発で7.7m から8.0m までという結果を得た。

＜長期評価に基づく津波高さ＞（政府事故調報告書（中間）(396P)）

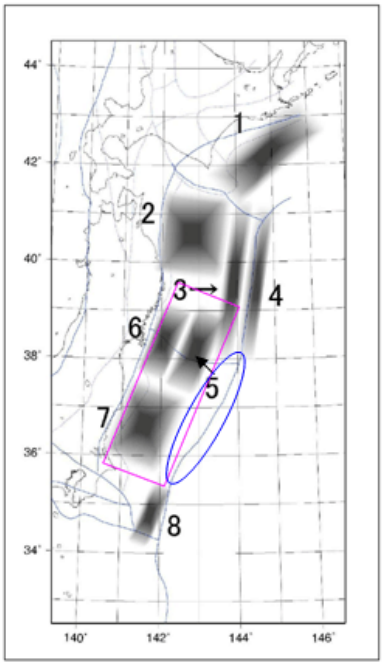
東京電力は、平成20 年2 月頃に有識者の意見を求めたところ、「福島県沖海溝沿いで大地震が発生することは否定できないので、波源として考慮すべきであると考える。」との意見が出されたことを受けて、遅くとも平成20 年5 月下旬から同年6 月上旬頃までに、推本の長期評価に基づき津波評価技術で設定されている三陸沖の波源モデルを流用して試算した結果、それぞれ福島第一原発2 号機付近で0.P.+9.3m、福島第一原発5 号機付近で0.P.+10.2m、敷地南部で0.P.+15.7m といった想定波高の数値を得た。



地震本部の波源との比較



貞観津波の波源（佐竹(2008)）との比較
モデル8、10は論文に示された波源のうち、福島県沿岸に大きな影響を与えるものとして試算に使用した。



土木学会の波源との比較

東北地方太平洋沖地震津波の波源の大きさ

過去に大きな地震が発生した記録がない領域(空白域)で、ここに明治三陸地震（3に示す波源）を発生させ、津波の試算を行なった。

1～8　領域区分の番号

＜関連 Q&A（例）＞

Q3-5	福島第一の想定津波高さは元々何ｍか。
	（東京電力からのお知らせ（平成 24 年 4 月 17 日）） 福島第一原子力発電所の建設時には有史以来、福島沿岸で経験された最大の波高を与えたチリ津波（小名浜港で約 3m）でも安全性を確保できるように設計をしていました。 （政府事故調報告書（11P、489P）） 東京電力は、津波評価技術に基づき、福島第一原発の想定波高を3.1mから5.7m（後の算定では6.1m）へと見直した。
Q3-35	貞観津波に対する試算値である津波高さ 9.2ｍというのはどのような想定で行った試算値か。
A	（政府事故調報告書（398P）） 貞観津波に関する佐竹論文の断層モデルを基に福島第一原発及び福島第二原発における波高を試算したところ、福島第一原発で8.6m から9.2m まで、福島第二原発で7.7m から8.0m までという結果を得た。
Q3-36	試算値 9.2m という想定波高についてどのように対応したのか。
A	（政府事故調報告書（398P）） 前記佐竹論文に基づき試算された波高の津波は実際には来ないと考えていたものの、他方で、推本の長期評価と同様に、貞観津波に関する同論文についても津波評価技術に基づく福島第一原発及び福島第二原発の安全性評価を覆すものかどうかを判断するため、念のために、電力共通研究として土木学会に検討を依頼することとした。
Q3-37	なぜ貞観津波に対する津波堆積物調査を始めたのか。
A	（政府事故調報告書（中間）（398P） 貞観津波に関する佐竹論文は、波源モデルを確定させるために福島県沖等の津波堆積物調査が必要である旨指摘していた。有識者から「無視するには積極的な証拠が必要であり、福島県沿岸での津波堆積物の調査の実施も一案」との意見もあり、福島県沿岸において津波堆積物の調査を実施することとした。
Q3-38	貞観津波に対する津波堆積物調査の結果はどうだったのか。
A	（東京電力からのお知らせ（平成24年4月17日）） 2009 年 4 月に発表された 869 年の貞観津波に関する論文（佐竹（2008））を受けて、東京電力は津波堆積物調査を行った結果、福島県北部では標高 4m 程度まで津波堆積物が確認されましたが、福島県南部では津波堆積物が確認されませんでした。
Q3-39	津波高さの試算値や津波堆積物調査の結果から、貞観津波にはどのように対応することになったのか。
A	（東京電力からのお知らせ（平成 24 年 4 月 17 日））

	津波堆積物調査の結果は、論文に示された波源を使用して行った試算（結果 9.2m）と整合しないことから、貞観津波の波源については、引き続き調査・研究が必要と考えた。
Q3-40	平成 20 年に試算した津波高さ 15.7m というのはどのような想定で行った試算値か。
A	（政府事故調報告書（中間）(396P)） 推本の長期評価に基づき津波評価技術で設定されている三陸沖（明治三陸沖津波）の波源モデルを福島沖に流用して試算した。その結果、それぞれ福島第一原発 2 号機付近で O.P.+9.3m、福島第一原発 5 号機付近で O.P.+10.2m、敷地南部で O.P.+15.7m といった想定波高の数値を得た。
Q3-41	試算値 15.7m という想定波高についてどのように対応したのか。
A	（政府事故調報告書（中間）(396P) 想定波高（15.7m）の津波は、試算の前提とされた推本の長期評価が震源の場所や地震の大きさを示していない上、津波評価技術で設定されている三陸沖の波源モデルを福島第一原発に最も厳しくなる場所に仮に置いて試算した結果にすぎないものであり、ここで示されるような津波は実際には来ないと考えていた。 他方で、念のために、推本の長期評価が、津波評価技術に基づく福島第一原発及び福島第二原発の安全性評価を覆すものかどうかを判断するため、電力共通研究として土木学会に検討を依頼しようと考えた。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 9.3 東北地方太平洋沖地震による津波の高さは想定できたか。
	関連知見 No	知見 2 見たくないものは見えない。見たいものが見える。
	関連教訓 No	教訓 2-1、通番 4 見たくないものに向き合う姿勢
	関連細目 No	細目 2-1-1、細 9 不確実、発生確率小の事象に対しても安全限界を確認し、対策する。

キーワード		
1	事故対応	**主要事象**：想定を超える津波 2
3	地震・津波	**歴史地震**：**貞観地震**・貞観津波 4、明治三陸沖津波 **最近の地震**：東北地方太平洋沖地震 2 **耐震安全性**：津波評価 3、波源モデル、津波堆積物調査、確率論的津波ハザード解析
8	リスク管理	**リスクの本質**：想定外リスク 3、不確実性リスク 4、低頻度発生リスク 1
13	関係組織	**学協会関連**：土木学会 2
14	文献・出典	**学協会関連**：津波評価技術 3、佐竹論文 **事業者関連**：知見では想定できない津波

資料 9.4（資 29）

〔津波への対処に関する問題認識〕

(1) 東電原子力安全改革プランにおいて、津波への認識に問題があったことが示された。
問題点：津波という不確かさが大きな自然災害に慎重に対処するという謙虚さが不足した。
(2) 東電原子力安全改革プランにおいて、津波高さの想定や対策が適切に実施されなかった根本原因が示された。
根本原因：知見が十分とは言えない津波に対し、想定を上回る津波が来る可能性は低いと判断し、自ら対策を考えて迅速に深層防護の備えを行う姿勢が足りなかった。
(3) 東電原子力安全改革プランにおいて、津波高さの想定や対策が適切に実施されなかった根本原因分析で抽出された問題点を「安全意識」「技術力」「対話力」の観点から整理された。主なものは以下のとおり。
安全意識：自然現象の記録には不確実さが大きいことを認識したうえで、積極的に対策を講じる姿勢が不足し、発生の可能性のいかんにかかわらず深層防護の第3層、第4層の対策を講じなければならないとの認識が不足していた。
技術力：自ら追加調査し判断する姿勢が不足し、費用対効果が大きく短期間で実施可能な対策を立案する柔軟な技術力に欠けていた。
対話力：津波対策の必要性について、規制当局や立地地域とコミュニケーションを図る対話力が不足していた。
(4) 国会事故調報告書に平成18年にJNESで実施された溢水勉強会で、福島第一の5号機の想定外津波について東電は全電源喪失に至る危険性があることを報告した。

＜津波の影響評価について＞（東電原子力安全改革プランより）

(18P)

問題点(津波－①)：津波という不確かさが大きな自然災害に慎重に対処するという謙虚さが不足した。

（背後要因）

- 津波評価担当部門は、東日本の太平洋における津波の調査期間は 400 年程度であるが、再来周期がそれよりも長い津波について評価手法の保守性の余裕でカバーできると考えていた。しかしながら、津波についての知見は他の自然災害に比較して少ないこと等から、不確実性が大きく、津波高さの評価結果だけに依存せず、それぞれの部門の視点で対策すべきことを伝えていなかった。
- 安全担当部門は、原子力の安全設計において一般に無視して良い事象の発生頻度は100万年に1 回以下であるのに対し、建設直前の1960 年に発生した津波を最大と想定していることを課題と認識して過去の津波の発生を積極的に調査するよう津波評価担当部門に依頼しなかった。
- 設備設計担当部門は、想定を超える津波が来襲した場合、直ちにヒートシンク喪失（号機によっては全電源喪失）等の深刻な事態に陥り、炉心溶融につながりかねない事態に

至る（クリフエッジ事象である）ことを軽視した。

- 旧原子力経営層は、土木や建築部門を対象に原子力リスクや過酷事故の教育を行っておらず、津波評価担当部門が自身の評価の不確定さがどの程度原子炉安全に影響するかを理解する機会が付与されなかった。
- 旧原子力経営層は、巨大津波が発生するか否かに傾注してしまい、災害として発生した際の影響度が大きい（クリフエッジ事象である）ことを踏まえて迅速に対策を実施するという意識が不足した。

＜想定を上回る津波が来る可能性＞（東電原子力安全改革プラン（20P））

根本原因：
知見が十分とは言えない津波に対し、想定を上回る津波が来る可能性は低いと判断し、自ら対策を考えて迅速に深層防護の備えを行う姿勢が足りなかった。

分析の結果、問題点としてあがった項目を「安全意識」「技術力」「対話力」の観点から以下のとおり整理した。

【安全意識の問題点】

- 旧原子力経営層は、自然現象の記録は限られていて不確実さが大きいことを認識した上で、安全性を重視して積極的に対策を実施する姿勢が不足した。
- 旧原子力経営層は、津波高さの計算の信頼度に傾注し、防潮堤等の深層防護の第1 層対策の検討にとどまり、発生の可能性が低くても可搬式の電源や注水機能等の深層防護の第3 層や第4 層の対策を講じるという姿勢が足りなかった。
- 旧原子力経営層は、福島県沖を含め三陸沖北部から房総沖の海溝沿いにおいて大地震（即ち大津波）の発生は否定できないとの地震本部の専門家の意見を軽視した。

【技術力の問題点】

- 旧原子力経営層は、土木学会の判断に依存し過ぎ、自ら検討を深めて判断する姿勢が不足した。
- 安全及び設備設計担当部門は、「原子力発電所の津波評価技術」が福島県沖の海溝沿いに津波波源はないと保証するものではないと考えなかった。
- 安全及び設備設計担当部門は、土木学会の「原子力発電所の津波評価技術」は波源モデルの設定によって評価結果が大きく変わることに注意が足りなかった。
- 安全及び設備設計担当部門は、費用対効果が大きく、短期間で実施可能な対策を立案する柔軟な発想が足りなかった。
- 土木や建築部門を対象に原子力リスクや過酷事故の教育を行っておらず、津波はクリフエッジ的に影響が拡大する事象であることに対しての危機感が津波評価部門に不足した。

【対話力の問題点】

- 合理的な津波対策を規制当局に説明する技術力が足りず、過剰な対策を強いられると考えた。

- 過剰な対策を求められることを恐れて、津波対策の必要性について、立地地域や規制当局とコミュニケーションを図る姿勢が不足した。

＜津波対策の不備要因＞（学会事故調報告書（336P））

（1）東京電力自らが分析した福島第一事故に至った事業者としての組織要因の抽出

東京電力は平成24年（2012年）9月に「原子力改革特別タスクフォース」を設置し、「原子力改革監視委員会」の監督の下、技術面での原因分析に加えて事故の背景となった組織的要因を分析し、「福島原子力事故の総括および原子力安全改革プラン」を取りまとめた（平成25年（2013年）3月29日公表）。

以下に、同報告書に記載された過酷事故対策の不備、津波対策の不備、事故対応の準備不足、事故時の広報対応などについて安全意識、技術力、対話力の視点でまとめられた反省を要約する。

①　過酷事故対策の不備要因

（中略）

②　津波対策の不備要因　東京電力には大きな自然災害リスクに対し慎重に対処する謙虚さが不足し、法令や規格・基準を満たしていれば十分との考えに陥り、自ら慎重に津波リスクを検討する力が不足していた。また一般に、予防原則に沿って安全を担保するため、新知見を取り入れ保守的に設計することに消極的であった。これらを踏まえ、津波対策が不十分であったことに対する根本原因を分析し、問題点を①安全意識、②技術力、③対話力の三つの面から整理すると以下の通りである。

- 安全意識：自然現象の記録には不確実さが大きいことを認識したうえで、積極的に対策を講じる姿勢が不足し、発生の可能性のいかんにかかわらず深層防護の第3層、第4層の対策を講じなければならないとの認識が不足していた。
- 技術力：自ら追加調査し判断する姿勢が不足し、費用対効果が大きく短期間で実施可能な対策を立案する柔軟な技術力に欠けていた。
- 対話力：津波対策の必要性について、規制当局や立地地域とコミュニケーションを図る対話力が不足していた。

＜溢水勉強会（平成18（2006）年5月＞（国会事故調報告書・85P、86P）

スマトラ沖津波（平成16〈2004〉年）でインド・マドラス原発の非常用海水ポンプが運転不能になったことや[58]、宮城県沖の地震（平成17〈2005〉年8月）において女川原発で基準を超える揺れが発生したことから、想定を超える事象も一定の確率で発生するとの問題意識を持ち[59]、保安院と独立行政法人原子力安全基盤機構（以下「JNES」という）は平成18（2006）年1月に溢水勉強会を設置した。平成18（2006）年5月11日の勉強会で、福島第一原発5号機の想定外津波について東電が検討状況を報告した。O.P.+10mの津波が到来した場合、非常用海水ポンプが機能喪失し炉心損傷に至る危険性があること、またO.P.+14mの津波が到来した場合、建屋への浸水で電源設備が機能を失い、非常用ディーゼル発電機、外部交流電源、直流電源全てが使えなくなって全電源喪失に至る危険性があることが示された。それらの情報が、

この時点で東電と保安院で共有された。

溢水勉強会の結果を踏まえ、平成18（2006）年8月2日の第53回安全情報検討会において、保安院の担当者は「ハザード評価結果から残余のリスクが高いと思われるサイトでは念のため個々に対応を考えた方がよいという材料が集まってきた。海水ポンプへの影響では、ハザード確率[60]≒炉心損傷確率[61]」と発言している。

また、第53回安全情報検討会資料には、「敷地レベル+1mを仮定した場合、いずれのプラントについても浸水の可能性は否定できないとの結果が得られた。なお、福島第一5号機、泊1、2号機については現地調査を実施し、上記検討結果の妥当性について確認した」と記載されている[62]。

58 東電資料

59 保安院担当者ヒアリング

60 想定を超える津波というハザード（危険）が発生する確率。

61 津波の発生確率が炉心損傷の確率にほとんど等しいということは、（海水ポンプを止めるような）津波が来れば ほぼ100%炉心損傷（炉心溶融を含む）に至るという意味であろう。

62 保安院資料

＜溢水勉強会（平成18（2006）年5月＞（国会事故調報告書・86P～88P）

１.２.２ 津波による全交流電源喪失及び炉心損傷に至る脆弱性の軽視

東電は、想定を超える津波が到来した場合に炉心損傷に至る脆弱性を軽視し、保安院の口頭指示に対しても十分に対応しなかった。その結果、溢水対策が実施されないまま本事故を迎えた。

１）もともと想定に対する裕度が低い

「１.２.１ １）c.」で述べたように、電事連が平成12（2000）年に実施した調査の結果、福島第一は津波に対する余裕が小さいことが分かっていた。それにもかかわらず、平成14（2002）年に津波想定を0.P.+3.1mから0.P.+5.7mに引き上げた際、それに伴う対策は一部のポンプを20cmかさ上げしたのみであった。津波想定の水位に対して、非常用ポンプのモーター下端まで3cmしか余裕がなく、土木学会手法に0.5%程度の誤差が生じただけでポンプの機能が失われる状態だった（【参考資料1.2.2】参照）。

２）溢水勉強会等を受けた事業者の消極的な反応

「1.2.1 2)f.」の溢水勉強会を踏まえ、電事連の内部では、想定を超える津波によって炉心損傷が起こる可能性があることが共通認識になったが、そのリスクを軽視していた。

以下、電事連資料から引用する。

「国の反応は、土木学会手法による津波の想定に対して、数十cmは誤差との認識。余裕の少ないプラントについては、「ハザード確率≒炉心損傷確率」との認識のもと、リスクの高いプラントについては念のため個別の対応が望まれるとの認識。」

しかしながら、今後の対応として検討されたのは、すぐに対応するということではなく、

「土木学会の手法について、引き続き、保守性を主張。津波PSAについては、電力共研

により検討を継続しつつ、できるだけ早めに、津波ハザードのレベルを把握し、リスクが小さいことを主張していきたい。」

ということだった。

3）津波想定見直しに関する保安院からの口頭指示と東電内での非共有

保安院は、平成18（2006）年10月6日に、耐震バックチェックに係る耐震安全性評価実施計画書について、全電気事業者に対する一括ヒアリングを開いた。この席上で、保安院の担当者から津波対応について「本件は、保安院長以下の指示でもって、保安院を代表して言っているのだから、各社、重く受け止めて対応せよ」とし、以下の内容が口頭で伝えられた。

「バックチェック（津波想定見直し）では結果のみならず、保安院はその対応策についても確認する。自然現象であり、設計想定を超えることもあり得ると考えるべき。津波に余裕が少ないプラントは具体的、物理的対応を取ってほしい。津波について、津波高さと敷地高さが数十cmとあまり変わらないサイトがある。評価上OKであるが、自然現象であり、設計想定を超える津波が来る恐れがある。想定を上回る場合、非常用海水ポンプが機能喪失し、そのまま炉心損傷になるため安全余裕がない。今回は、保安院としての要望であり、この場を借りて、各社にしっかり周知したものとして受け止め、各社上層部に伝えること」

東電内では原子力部門担当副社長までは共有されたが、社長・会長までは伝えられなかった[65]。

4）溢水対策の未実施

電事連の平成19（2007）年4月4日の、津波バックチェックに関する保安院打ち合わせの席上で、東京電力は福島第一原発について対策を取る方針と伝え、海水ポンプの水密化[66]や建屋の設置といった対応策が検討された。しかし、事故時点まで、海水ポンプの水封化[67]に係る軽微な対応策を除いて、具体的な対応策は取られていない。

65 勝俣恒久東電取締役会長 第12回委員会

66 水中に全体が没しても、水位が下がったあとすぐに運転可能な仕様にすること。

67 電動機の一部が水に浸かっても開口部から水が浸入しないようにすること。水中に完全に没すると故障する。

＜関連 Q&A（例）＞

Q8-11	自然災害リスクに対する安全意識として何が不足していたのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（20P）） [根本原因] 知見が十分とは言えない津波に対し、想定を上回る津波が来る可能性は低いと判断し、自ら対策を考えて迅速に深層防護の備えを行う姿勢が足りなかった。 （東電原子力安全改革プラン（20P）、学会事故調報告書（337P）） [安全意識の問題点]

	自然現象の記録には不確実さが大きいことを認識したうえで、積極的に対策を講じる姿勢が不足し、発生の可能性のいかんにかかわらず深層防護の第3層、第4層の対策を講じなければならないとの認識が不足していた。
Q8-16	新知見のシミュレーション結果（15.7m、9.2m）はなぜリスク管理に活かされなかったのか。
A	（東電原子力安全改革プラン） • 津波高さの計算の信頼度に傾注し、防潮堤等の深層防護の第1 層対策の検討にとどまり、発生の可能性が低くても可搬式の電源や注水機能等の深層防護の第3 層や第4 層の対策を講じるという姿勢が足りなかった。（20P） • 巨大津波が発生するか否かに傾注してしまい、災害として発生した際の影響度が大きい（クリフエッジ事象である）ことを踏まえて迅速に対策を実施するという意識が不足した。（18P）

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 9.4 津波への対処に関する問題認識
	関連知見 No	知見 2 見たくないものは見えない。見たいものが見える。
	関連教訓 No	教訓 2-1、通番 4 見たくないものに向き合う姿勢
	関連細目 No	細目 2-1-1、細 9 不確実、発生確率小の事象に対しても安全限界を確認し、対策する。

キーワード		
2	安全文化とQMS	**円滑なコミュニケーション**：他部門とのコミュニケーション
3	地震・津波	**耐震安全性**：津波評価 4、津波高さ 1
8	リスク管理	**リスクの本質**：不確実性リスク 5 **安全リスク**：自然災害リスク 3 **リスクへの対応**：クリフエッジ 2
9	教育・訓練	**基礎教育**：原子力部門以外への教育
10	改善（安全設計・運用）	**個別事象**：ヒートシンク喪失 2、全電源喪失（個別事象）2 **深層防護の徹底**：影響緩和策 3
13	関係組織	**学協会関連**：土木学会 3
14	文献・出典	**学協会関連**：津波評価技術 4 **事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 24

資料 9.5（資 30）

〔東電の今回の事故に対する基本姿勢〕

(1) 東電原子力安全改革プランにおいて、今回の事故に対する東電の基本姿勢が示された。

- **原子力発電という特別なリスクを有する設備運転の責任を有する事業者は、巨大な津波を予想することが困難であったという理由で、今回の事故の原因を天災として片づけてはならず、人智を尽くした事前の備えによって防ぐべき事故を防げなかったという結果を真摯に受け入れることが必要と考える。**

(2) 東電が平成 24 年 4 月 17 日に発表したスタンス

- **東北地方太平洋沖地震は、これまでの知見では想定できないような規模のものであり、この地震によって生じた津波の高さ（規模）を想定できるものではなかったと考えています。**
- **しかしながら、今回の事故を省みますと、当時の知見では想定できないものであったとはいえ、結果としてこうした巨大な津波への備えが不十分であり、取り返しのつかない事故を引き起こしたことにつきまして、深くお詫びを申し上げます。**

＜今回の事故に対する東電の基本姿勢＞（東電原子力安全改革プラン・9P より）

（３）結言

原子力発電という特別なリスクを有する設備運転の責任を有する事業者は、一般産業をはるかに上回る高い安全意識を基礎として、世界中の運転経験や技術の進歩に目を開き、確固たる技術力を身に付け、日々リスクの低減の努力を継続しなければならない立場にあります。したがって、巨大な津波を予想することが困難であったという理由で、今回の事故の原因を天災として片づけてはならず、人智を尽くした事前の備えによって防ぐべき事故を防げなかったという結果を真摯に受け入れることが必要と考えます。

＜津波高さは想定できたか＞（東京電力からのお知らせ（平成24年4月17日）

図に示すとおり、今回の地震は岩手県沖から茨城県沖までの500㎞×200㎞という広範な領域を震源としたものでした。これは地震調査研究推進本部のいう福島県沖海溝沿いの地震や貞観地震とはまったく規模が異なり、土木学会「原子力発電所の津波評価技術」で個々に評価することが求められていた波源の複数が同時に動いたことに相当するような巨大なものです。したがって、東北地方太平洋沖地震は、これまでの知見では想定できないような規模のものであり、この地震によって生じた津波の高さ（規模）を想定できるものではなかったと考えています。しかしながら、今回の事故を省みますと、当時の知見では想定できないものであったとはいえ、結果としてこうした巨大な津波への備えが不十分であり、取り返しのつかない事故を引き起こしたことにつきまして、深くお詫びを申し上げます。

＜関連 Q&A（例）＞

Q8-2	津波で原子力事故を起こしたことに対する当事者の見解はどのようなものか。

A	（東電原子力安全改革プラン（9P）） 原子力発電という特別なリスクを有する設備運転の責任を有する事業者は、一般産業をはるかに上回る高い安全意識を基礎として、世界中の運転経験や技術の進歩に目を開き、確固たる技術力を身に付け、日々リスクの低減の努力を継続しなければならない立場にある。したがって、巨大な津波を予想することが困難であったという理由で、今回の事故の原因を天災として片づけてはならず、人智を尽くした事前の備えによって防ぐべき事故を防げなかったという結果を真摯に受け入れることが必要と考える。 （東京電力からのお知らせ（平成 24 年 4 月 17 日）） 東北地方太平洋沖地震は、これまでの知見では想定できないような規模のものであり、この地震によって生じた津波の高さ（規模）を想定できるものではなかった。しかし、結果としてこうした巨大な津波への備えが不十分であり、取り返しのつかない事故を引き起こしたことにつきまして、深くお詫びする。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 9.5 東電の今回の事故に対する基本姿勢
	関連知見 No	知見 2 見たくないものは見えない。見たいものが見える。
	関連教訓 No	教訓 2-1、通番 4 見たくないものに向き合う姿勢
	関連細目 No	細目 2-1-1、細 9 不確実、発生確率小の事象に対しても安全限界を確認し、対策する。
キーワード		
8	リスク管理	**リスクの本質**：想定外リスク 4、不確実性リスク 6 **安全リスク**：原子力特有リスク 4
10	設計・設計変更	**基本事項**：深層防護の徹底 1
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 25、東電 HP
関連 Q&A（例）		

資料 9.6（資 31）

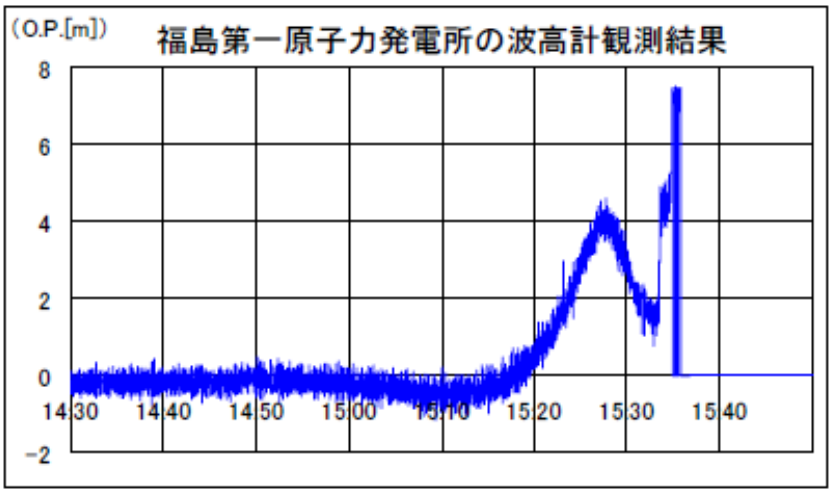
〔津波の襲来状況（波高計観測結果）〕

津波の襲来状況が東電報告書に示された。

- **福島第一原子力発電所の約 1.5km 沖合には当社の超音波式の波高計が設置してあったが、津波の第二波の影響により損傷したため、15 時 35 分頃の記録までしか取得できていない。ただし、記録された波形によれば、15 時 15 分頃から始まり 15 時 27 分頃にピークを持つ緩やかな水位上昇の後、一旦水位低下傾向を示したのに続き、15 時 33 分頃から急な水位上昇が観測され、その直後に測定限界である O.P.+7.5m を超えていることから、上述した特徴をもつ津波と同様なものが発電所にも襲来したと考えられる。**
- **福島第一原子力発電所の主要建屋敷地は 1～4 号機側で O.P.+10m、5、6 号機側で O.P.+13m。浸水高は 1～4 号機側で O.P.約+11.5m～約+15.5m、浸水深で約 1.5m～約 5.5m だった。**
  一方、5、6 号機側は、浸水高が O.P.約+13m～約+14.5m、浸水深が約 1.5m 以下であった。

＜福島第一原子力発電所の波高計観測結果＞（東電報告書（8P））

- 福島第一原子力発電所の約 1.5km 沖合には当社の超音波式の波高計が設置してあったが、津波の第二波の影響により損傷したため、15 時 35 分頃の記録までしか取得できていない。ただし、記録された波形によれば、15 時 15 分頃から始まり 15 時 27 分頃にピークを持つ緩やかな水位上昇の後、一旦水位低下傾向を示したのに続き、15 時 33 分頃から急な水位上昇が観測され、その直後に測定限界である O.P.+7.5m を超えていることから、上述した特徴をもつ津波と同様なものが発電所にも襲来したと考えられる。



(O.P.：小名浜港工事基準面（東京湾平均海面の下方 0.727m))

＜実際の津波の高さ＞（東電報告書（9P））

- 福島第一原子力発電所に襲来した津波の痕跡高調査の結果から津波は、主要建屋敷地（1～4号機側で O.P.+10m、5、6号機側で O.P.+13m）まで遡上し、浸水域は主要建屋敷地

エリアの全域に及んでいることが認められた。また、浸水高は1～4号機側で0.P.約+11.5m～約＋15.5m、浸水深で約1.5m～約5.5mであり、主要建屋周囲に顕著な浸水が認められた。

- 4号機南側の集中環境施設プロセス主建屋付近で津波襲来時の状況を撮影した写真では、敷地高さ0.P.+10mに設置されている高さ約5.5mのタンクが津波により水没していく様子が撮影されている。この付近の建屋周囲の浸水深は、敷地上5m以上に及んでいた。
- 一方、5、6号機側は、浸水高が0.P.約+13m～約+14.5m、浸水深が約1.5m以下であり、1～4号機側との比較では相対的には浅くなっているが、主要建屋周囲は浸水していた。
- 福島第一原子力発電所に襲来した津波の最大高さは、潮位計、波高計が地震、津波の影響を受けたため直接測定できていないが、0.P.+10mの防波堤を津波が乗り越えてくる様子が撮影されていることから、津波の高さは10mを超えるものであった。

＜関連 Q&A（例）＞

Q3-6	津波は第一波より第二波の方が大きかったのか。
A	（東電報告書（8P）） 福島第一原子力発電所の約1.5km沖合には当社の超音波式の波高計が設置してあったが、津波の第二波の影響により損傷したため、15時35分頃の記録までしか取得できていない。ただし、記録された波形によれば、15時15分頃から始まり15時27分頃にピークを持つ緩やかな水位上昇の後、一旦水位低下傾向を示したのに続き、15時33分頃から急な水位上昇が観測され、その直後に測定限界である0.P.+7.5mを超えていることから、上述した特徴をもつ津波と同様なものが発電所にも襲来したと考えられる。
Q3-7	津波はどのくらいの高さだったのか。
A	（東電報告書（9P）） • 福島第一原子力発電所の主要建屋敷地は1～4号機側で0.P.+10m、5、6号機側で0.P.+13m。浸水高は1～4号機側で0.P.約+11.5m～約＋15.5m、浸水深で約1.5m～約5.5mだった。 • 一方、5、6号機側は、浸水高が0.P.約+13m～約＋14.5m、浸水深が約1.5m以下であった。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 9.6 津波の襲来状況（波高計観測結果）
	関連知見 No	知見 2 見たくないものは見えない。見たいものが見える。
	関連教訓 No	教訓 2-1、通番 4 見たくないものに向き合う姿勢
	関連細目 No	細目 2-1-1、細 9 不確実、発生確率小の事象に対しても安全限界を確認し、対策する。
キーワード		
3	地震・津波	**耐震安全性**：津波高さ 2、浸水高さ 1
14	文献・出典	**事業者関連**：東電報告書 34

資料 10.1（資 32）

〔米国の FLEX 戦略〕

(1) 総合資源エネルギー調査会傘下 WG、NEI、日本保全学会等の資料より、福島第一事故を受けて米国がとった FLEX 戦略の概要を示す。

- **各サイト内に FLEX 機器を「号機数＋1」セット配備すると共に地域対応センター(RRC)を全米 2 ヶ所に設置し、各 RRC に FLEX 機器 5 セットを配備する。**
- **主な FLEX 機器は可搬型発電機、ポンプ等で、緊急時には事業者からの要求後 24 時間以内にサイト内に到着する。**
- **FLEX 戦略では、初期段階は既存の設備及びリソースで対応し、移行段階、最終段階で FLEX 機器を活用する。**

(2) 法と経済のジャーナルに、「日米でこんなに違う原発事故の対応」が掲載された。

- **メンフィスだけでなく、実は西のアリゾナ州フェニックスにも、ほぼ同じ機器をそろえたもう一つの緊急事態対応センターがある。**
- **東西二つの緊急事態対応センターはそれぞれ担当の区域を持っているわけではない。どこの原発事故であっても、それぞれのセンターが対応できる。**
- **にもかかわらず、まったく同じ機能を持つセンターを2か所設けたのには理由がある。いずれかのセンターがハリケーンなどで使えなくなる事態を想定しているのだ。**
- **同じ場所に10セットの機器を置いておくよりも、2か所に5セットずつ分散して置いておくほうが、多様性を高め、したがって安全性も高まる、という思想に基づく。**

＜米国の FLEX 戦略＞（①総合資源エネルギー調査会「原子力の自主的安全性向上の取組の改善に向けた提言平成 27 年 5 月 27 日」(23P)、②総合資源エネルギー調査会自主的安全性向上・技術・人材 WG 第 7 回会合資料 7 「各国における原子力災害対策について（平成 27 年 3 月)」（9P)、③NEI「A Pictorial of Phoenix Regional Response Center」、④日本保全学会「発電用軽水型原子力発電所の新規制基準に関する提案と課題（2013 年 5 月)」(18P、27P）等より作成）

○ 米国の動き（①）

東京電力福島第一原子力発電所事故を受けて NRC は、冷却機能の維持及び復旧のために、初期段階、移行段階、最終段階の 3 段階のアプローチに沿った緩和戦略策定を要求する命令を発出。これを受け、産業界は FLEX 戦略（多様で柔軟性のある対応方策）に基づく緩和戦略を示した産業界ガイダンスを策定し、NRC より承認を受けた。

○ FLEX 機器の配備

- FLEX 戦略の成功のためには、N 組のFLEX 設備が配備されている状態にあることを合理的に保証するために、所内の分散された場所または構造物内に合計で少なくともN+1組の可搬式設備を貯蔵する(N はサイト内の原子炉基数)ことが最も重要である。(④)
- 原子力施設を運転する全ての米国電力会社は、Pooled Equipment Inventory 社が管理する2 箇所の地方対応センター（Regional Response Center）の操業に参画している。

このセンターは、メンフィスとフェニックスの2 箇所に位置し、国内の原子力施設に対して電源喪失や冷却材供給の喪失に対処するために、24 時間以内に必要とされる緊急時対応の設備を輸送する。（④）

- FLEXにかかる地域対応センター(RRC)を全米2箇所に設置。各RRCにFLEX機器5セットを配備している。(JANSI解説：米国においては、1サイト当たりの原子炉の数は最大で4基と見込まれており、「4＋予備1」で5セット/RRCとなる。また、RRCそのものが何らかの理由で機能できなくなることを考え、RRCを2箇所に設置している。)（③）

〔主なFLEX機器〕（③）

・可搬型発電機（2種類のサイズ)、電気ケーブル、コネクター

・ポンプ（4種類の容量)、標準化された継手・ホース・電気ケーブル・接続器

・空輸可能なディーゼル燃料容器、可搬式照明　など

○　緊急時の対応（②）

各事業者は、RRCを管理する企業と契約しており、事業者より機器等の輸送を要求後、4 時間以内に輸送を開始し、24時間以内にはサイト内に到着する。

(1) 初期段階：既存の設備及びリソースの利用

(2) 移行段階：サイト外からのリソースにより上記機能が達成されるまでの間、機能を維持または復旧するのに十分な量の可搬式設備及び消耗品をサイト内に準備

(3) 最終段階：上記機能を無期限で維持するために十分な量のリソースをサイト外に準備

＜日米でこんなに違う原発事故の対応＞（法と経済のジャーナル）

メンフィスだけでなく、実は西のアリゾナ州フェニックスにも、ほぼ同じ機器をそろえたもう一つの緊急事態対応センターがある。東西二つの緊急事態対応センターはそれぞれ担当の区域を持っているわけではない。どこの原発事故であっても、それぞれのセンターが対応できる。にもかかわらず、まったく同じ機能を持つセンターを2か所設けたのには理由がある。いずれかのセンターがハリケーンなどで使えなくなる事態を想定しているのだ。同じ場所に10セットの機器を置いておくよりも、2か所に5セットずつ分散して置いておくほうが、多様性を高め、したがって安全性も高まる、という思想に基づく。

こうした対策は、福島第一原発事故の教訓から、米政府の原子力規制委員会が外部支援を充実させるよう電力各社に要求し、それに応えるため米国の原子力業界が考案した。

＜関連 Q&A（例）＞

Q5-10	FLEX 機器とはどのようなものか。
A	（「A Pictorial of the Phoenix Regional Response Center」(NEI HP)） 2種類のサイズの可搬型タービン発電機、4種類の容量のポンプ、　標準化された継手・ホース・電気ケーブル・接続器、空輸可能なディーゼル燃料容器、可搬式照明などである。

Q5-12	RRCはなぜ2ヶ所あるのか。
A	（法と経済のジャーナル「日米でこんなに違う原発事故の対応、福島の教訓」） 東西二つの緊急事態対応センターはそれぞれ担当の区域を持っているわけではない。どこの原発事故であっても、それぞれのセンターが対応できる。にもかかわらず、まったく同じ機能を持つセンターを２か所設けたのには理由がある。いずれかのセンターがハリケーンなどで使えなくなる事態を想定しているのだ。同じ場所に10セットの機器を置いておくよりも、２か所に５セットずつ分散して置いておくほうが、多様性を高め、したがって安全性も高まる、という思想に基づく。
Q5-13	RRCにはなぜ5セットずつ配備されているのか
	（JANSI解説） 米国においては、1サイト当たりの原子炉の数は最大で4基と見込まれており、「4＋予備1」で5セット/RRCとなる。また、RRCそのものが何らかの理由で機能できなくなることを考え、RRCを2箇所に設置している。 米国の原子力発電所は、当面、建設中・計画中を含め4基/サイトが最大であり、RRCとしては常に4セットをスタンバイさせておく必要がある。そのため、点検も考慮して5セットとしたものと思われる。
Q5-15	FLEX機器はサイトには何セット配備されているのか。
	（「発電用軽水型原子力発電所の新規制基準に関する提案と課題」（2013年5月日本保全学会原子力規制関連事項検討会）） FLEX 戦略の成功のためには、N 組のFLEX 設備が配備されている状態にあることを合理的に保証するために、所内の分散された場所または構造物内に合計で少なくともN+1 組の可搬式設備を貯蔵する（N はサイト内の原子炉基数）ことが最も重要である。
Q6-18	RRCはどのような運用になっているのか。
A	（「各国における原子力災害対策について」（平成27年3月　自主的安全性向上・技術・人材WG第7回会合資料7）） 各事業者は、RRCを管理する企業と契約しており、事業者より機器等の輸送を要求後、4 時間以内に輸送を開始し、24時間以内にはサイト内に到着する。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 10.1 米国の FLEX 戦略
	関連知見 No	知見 2 見たくないものは見えない。見たいものが見える。
	関連教訓 No	教訓 2-1、通番 4 見たくないものに向き合う姿勢
	関連細目 No	細目 2-1-2、細 10 被害の大きさに優先度を置いて実効的な影響緩和策を準備する。
キーワード		
5	SA 対策設備	**柔軟な代替注水**：消防車 2、可搬式消防ポンプ 1、消防車通水関連設備 1 **電源設備**：空輸可能な燃料容器、可搬式交流発電機 1、電力ケーブル等 1 **照明設備**：可搬式広域照明 1
6	AM（運用・管理）	**FLEX 戦略**：FLEX 戦略 1
7	緊急時体制	**フェーズドアプローチ**：フェーズドアプローチ 1
13	関係組織	**国関連**：自主的安全性向上 WG2、自主的安全性向上・技術・人材 WG **海外機関**：NRC4、NEI2、RRC1 **学協会関連**：日本保全学会 1 **その他**：法と経済のジャーナル 1
14	文献・出典	**政府関連**：自主的・継続的安全性向上提言 2、自主的安全性向上取組改善提言、各国の原子力災害対策 1 **学協会関連**：新規制基準に関する提案と課題 1 **海外機関関連**：NEI－HP1 **その他**：日米で違う原発事故対応

資料 10.2（資 33）

〔日本の新規制対応の費用〕

総合資源エネルギー調査会傘下 WG の資料より、日本の新規制基準対応の費用を示す。

- **新規制基準を踏まえた追加的安全対策費用は約 1000 億円/基程度。**

＜日本の新規制基準対応の費用＞（平成27年4月16日総合資源エネルギー調査会発電コスト検証ワーキンググループ第5回資料5（4P）より作成）

○ 日本の新規制基準対応の費用（②）
日本の場合は、原則として外部支援なしでも対応できる体制としている。また、新規制基準を踏まえた 追加的安全対策費用は約1000億円/基程度 と見込まれている。

＜関連 Q&A（例）＞

Q6-22	日本の新規制基準を踏まえた追加的安全対策費用はどのくらいか。
A	（「原子力発電」（総合資エネ調発電コスト検証 WG（第 5 回会合）資料 5） 現時点で原子力規制委員会に新規制基準適合審査を申請している15原発24基について、電力会社に追加的安全対策費用の最新の見通し（計11項目）を聴取した結果、 約1,000億／基程度と見込まれる。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 10.2 日本の新規制対応の費用
	関連知見 No	知見 2 見たくないものは見えない。見たいものが見える。
	関連教訓 No	教訓 2-1、通番 4 見たくないものに向き合う姿勢
	関連細目 No	細目 2-1-2、細 10 被害の大きさに優先度を置いて実効的な影響緩和策を準備する。
キーワード		
6	AM（運用・管理）	**FLEX 戦略：** FLEX 戦略 2、FLEX 戦略対応費用
10	設計・設計変更	**基本事項**：新規制基準 **その他**：新規制基準対応費用
13	関係組織	**国関連**：発電コスト検証 WG **海外機関**：RRC2
14	文献・出典	**政府関連**：追加対策発電コスト検証

資料 10. 3（資 34）

〔津波対策を取らなかったことに関する問題認識〕

東電原子力安全改革プランにおいて、津波対策を取らなかったことに関する問題認識が示された。

- **防潮堤による津波防止対策は考えるが、原子力災害が発生した後の影響緩和対策（深層防護の第 3 層、第 4 層）という柔軟な考えに至らなかった。**
- **安全設計を担当する部門は、信頼できるPRA（PRA:Probabilistic Risk Assessment）手法が完成しないと、多額の費用が掛かる設備対策に対する合理的な説明ができず、社内合意を得ることは難しいと考え手法開発に時間が掛かった。**
- **旧原子力経営層は、津波高さの計算の信頼度に傾注し、防潮堤等の深層防護の第 1 層対策の検討にとどまり、発生の可能性が低くても可搬式の電源や注水機能等の深層防護の第 3 層や第 4 層の対策を講じるという姿勢が足りなかった。**

＜影響の緩和策について＞（東電原子力安全改革プランより）

（12P）

問題点(過酷－④)：外的事象に対する確率論的リスク評価（PRA: Probabilistic Risk Assessment）の手法開発に時間が掛かった。

（背後要因）

- 不確実性が大きな外的事象（地震、津波、火災）のPRA 開発は、技術的に難しい課題であった。
- 安全設計を担当する部門は、信頼できるPRA 手法が完成しないと、多額の費用が掛かる設備対策に対する合理的な説明ができず、社内合意を得ることは難しいと考えた。

（18P）

問題点(津波－②)：法令や規格・基準を満たしていれば十分とし、規格・基準を超えて自ら慎重にリスクを検討する力が欠けていた。

（背後要因）

- 安全及び設備設計担当部門は、土木学会の「原子力発電所の津波評価技術」は福島県沖の海溝沿いには津波波源はないとの見解を保証したものではないことを認識していなかった。
- 安全及び設計担当部門は、土木学会の「原子力発電所の津波評価技術」は、波源モデルの設定によって評価結果が大きく変わることに注意が足りなかった。
- 旧原子力経営層は、自社内の試算だけでは対策につなげる根拠は弱いとして、土木学会の専門家に検討を依頼し、迅速な対策は実施されなかった。
- 旧原子力経営層は、対外的な説明をするにあたり、社内検討としての結果より、学会等の手法に基づき実施している方が理解されやすいと考えた。
- 旧原子力経営層を初め原子力の組織全体が、法令上の要求事項や規制当局による指示に対

処する機会が多く、その対応だけで十分と考えるようになりがちであった。

(19P)

問題点(津波－④)：防潮堤による津波防止対策は考えるが、原子力災害が発生した後の緩和策という柔軟な考えに至らず、実効性があり迅速に適用できる対策を採用できなかった。

（背後要因）

- 原子力部門は、防潮堤等の津波防止対策には多額の費用を要することから、その必要性に関する技術検討や対外説明が十分でないと予算の確保が難しいと考えた。
- 安全、設備設計及び津波評価担当部門は、津波を完璧に防ぐ対策を基本とし、影響緩和対策（深層防護の第3 層、第4 層）の発想が乏しかった。
- 津波高さの検討は土木部門に依存し過ぎており、土木部門が設計条件として津波高さを決めなければ、他の設計部門は対策の検討を開始できないという姿勢であった。
- 対策を検討する設備設計担当部門は、自ら課題を設定し解決するという安全意識や技術力が不足し、津波評価担当部門以外は旧原子力経営層からの指示がなければ積極的に検討に加わらなかった。

問題点(津波－⑤)：完璧に津波の影響を封じることができる対策でないと、立地地域及び規制当局のみなさまに納得してもらえないと思いこんだ

（背後要因）

- 設備設計担当部門は、津波対策が必要ということを認めること自体が、その時点での発電所が安全ではないということになり、その結果、立地地域及び規制当局のみなさまから過剰な対策を求められると思いこんだ。
- 原子力災害リスクがゼロという説明ができないと、想定を超える津波が来襲する可能性が残っていることを積極的に社外に対して説明することを躊躇した。

(20P)

根本原因：

知見が十分とは言えない津波に対し、想定を上回る津波が来る可能性は低いと判断し、自ら対策を考えて迅速に深層防護の備えを行う姿勢が足りなかった。

分析の結果、問題点としてあがった項目を「安全意識」「技術力」「対話力」の観点から以下のとおり整理した。

【安全意識の問題点】

- 旧原子力経営層は、自然現象の記録は限られていて不確実さが大きいことを認識した上で、安全性を重視して積極的に対策を実施する姿勢が不足した。
- 旧原子力経営層は、津波高さの計算の信頼度に傾注し、防潮堤等の深層防護の第1 層

対策の検討にとどまり、発生の可能性が低くても可搬式の電源や注水機能等の深層防護の第3 層や第4 層の対策を講じるという姿勢が足りなかった。

- 旧原子力経営層は、福島県沖を含め三陸沖北部から房総沖の海溝沿いにおいて大地震（即ち大津波）の発生は否定できないとの地震本部の専門家の意見を軽視した。

【技術力の問題点】

（中略）

【対話力の問題点】

（中略）

＜関連 Q&A（例）＞

Q8-13	なぜ自分たちで検討を深めずに土木学会に評価を依頼したのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（18P）） • 自社内の試算だけでは対策につなげる根拠は弱いとして、土木学会の専門家に検討を依頼し、迅速な対策は実施されなかった。 • 対外的な説明をするにあたり、社内検討としての結果より、学会等の手法に基づき実施している方が理解されやすいと考えた。 • 原子力の組織全体が、法令上の要求事項や規制当局による指示に対処する機会が多く、その対応だけで十分と考えるようになりがちであった。　等
Q8-25	なぜ深層防護に基づく影響緩和策を考えなかったのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（12P、19P、20P）） • 完璧に津波の影響を封じることができる対策でないと立地地域及び規制当局の理解は得られないという思い込みがあり、そのためには多額の費用が掛かると想定された。 • 安全設計を担当する部門は、信頼できるPRA 手法が完成しないと、多額の費用が掛かる設備対策に対する合理的な説明ができず、社内合意を得ることは難しいと考えた。 • また、社内の津波高さの検討は土木部門に依存し過ぎており、土木部門が設計条件として津波高さを決めなければ、他の設計部門は対策の検討を開始できないという姿勢となっていた。 • 想定を上回る津波が来る可能性は低いと判断しており、また、津波対策としては、津波を完璧に防ぐ対策を基本と考えていたため、影響緩和対策（深層防護の第3層、第4 層）という発想が乏しかった

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 10.3 津波対策を取らなかったことに関する問題認識
	関連知見 No	知見 2 見たくないものは見えない。見たいものが見える。
	関連教訓 No	教訓 2-1、通番 4 見たくないものに向き合う姿勢
	関連細目 No	細目 2-1-2、細 10 被害の大きさに優先度を置いて実効的な影響緩和策を準備する。

キーワード		
1	事故対応	**主要事象**：想定を超える津波 3
3	地震・津波	**津波対策**：防潮堤等 1
10	設計・設計変更	**深層防護の徹底**：影響緩和策 4
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 26

資料 10.4（資 35）

〔バックフィットが行われなかった理由〕

東電原子力安全改革プランにおいて、安全設計においてバックフィットが行われなかった理由が推定されている。

- **1 号機の建設以降の後続号機では、順次様々な改良が加えられたが、最新の基準にあわせた設備等の更新（バックフィット）はほとんど実施されなかった。**
- **その理由は、設備形成・維持に携わる者の多くが、設置場所の分離を行うためのスペースが耐震強度を有する建屋内にはなく、新たに建屋を建設しケーブルを引き回すような改造工事には膨大な費用を要するためそこまでして工事を行う必要はない、としたと推定される。**

＜バックフィットが実施されなかった理由＞（東電原子力安全改革プラン（36P））

福島第一原子力発電所の設置許可申請書の事故対策と今回の福島原子力事故を比較すると、事故時に作動すると説明していた安全設備が、外的事象起因とする共通要因故障の防止に対する熟慮が足りなかったことから、津波後そのほとんど全ての機能を失い、炉心溶融、更には広範囲にわたり大量の放射性物質を放出させるという深刻な事故を起こしてしまった。

一方、福島第一原子力発電所1 号機の建設以降の後続号機では、順次様々な改良が加えられてきたが、最新の基準にあわせて設備等を更新していくこと（バックフィット）はほとんど実施されなかった。例えば、非常用系の電源設備は福島第一原子力発電所6号機以降、建設時点で安全系の区分ごとに分離独立して設置されているが、それ以前の号機では設置場所の分離は実施されていないままになっていた。その理由は、設備形成・維持に携わる者の多くが、設置場所の分離を行うためのスペースが耐震強度を有する建屋内にはなく、新たに建屋を建設しケーブルを引き回すような改造工事には膨大な費用を要するためそこまでして工事を行う必要はない、としたと推定される。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-33	非常用電源の設定場所の分離独立等のバックフィットが行われなかったのは何故か。
A	（東電原子力安全改革プラン（36P）） 設備形成・維持に携わる者の多くが、設置場所の分離を行うためのスペースが耐震強度を有する建屋内にはなく、新たに建屋を建設しケーブルを引き回すような改造工事には膨大な費用を要するためそこまでして工事を行う必要はない、としたと推定される。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 10.4 バックフィットが行われなかった理由
	関連知見 No	知見 2 見たくないものは見えない。見たいものが見える。
	関連教訓 No	教訓 2-1、通番 4 見たくないものに向き合う姿勢
	関連細目 No	細目 2-1-2、細 10 被害の大きさに優先度を置いて実効的な影響緩和策を準備する。

キーワード		
3	地震・津波	**耐震安全性**：耐震安全性評価 2
8	リスク管理	**企業リスク**：コスト負担リスク 2
10	改善（安全設計・運用）	**基本事項**：バックフィット
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 27

資料 10.5（資 36）

〔日本の AM 対策の流れ〕

(1) 国会事故調報告書において、日本のSA対策についての判断基準が示された。

- **国会事故調報告書において、日本のSA対策は、規制当局と事業者の足並みがそろった検討過程の中で、訴訟とバックフィットによる既設炉の稼働率への影響がないことを重要な判断基準として対応されてきたと評価された。**
- **また、東電原子力安全改革プランにおいて、過酷事故対策の必要性を認めると、現状の原子力発電所が十分に安全であることを説明することは困難になり、設置許可取消訴訟等に悪影響があると考えたことを認めている。**

(2) 原安委は平成4年にSA対策に対する考え方を示した。

- **原安委は平成4年にSA対策としてのアクシデントマネジメントの方針を発表し、原子炉設置者において効果的なアクシデントマネジメントを自主的に整備し、万一の場合にこれを的確に実施できるようにすることは強く奨励されるべきであると考える、とした。**

(3) 政府事故調報告書（中間）において、日本のSA対策が内的事象PSAのみに基づいたAMとなっていった経緯が示された。

- **平成4 年の公益事業部長通達の案の段階で、事業者側と社会的受容性を強く意識した文言調整が行われた旨の供述が得られている。**
- **AM は、自主的取組との位置付けであったが、電気事業者と国が一緒になって妥当との確認を得ながら進めてきたと認識され、東京電力は、自主的取組として、外的事象に対するAM の検討を行うことは無かった。**

(4) 学会事故調報告書において、外的事象によるリスクが高いわが国で外的事象を評価しない矛盾が示された。

- **わが国においては炉心損傷のリスクは内的事象よりも外的事象の方が高いという認識があり，米国においてはすでに外的事象を含めた確率論的リスク評価に基づいて過酷事故対策がとられているにもかかわらず，わが国では外的事象に対するアクシデントマネジメント策は実行されなかった。**

(5) 東電原子力安全改革プランにおいて､SA対策が海外に比べて遅れた根本原因が示された。

- **過去の判断に捉われて全電源喪失等により過酷事故が発生する可能性は十分小さく、更に安全性を高める必要性は低いと思い込んだ結果、過酷事故対策の強化が停滞した。**
- **また、分析の結果、問題点としてあがった項目を「安全意識」「技術力」「対話力」の観点から整理された。**

＜SA対策の既設炉への影響について＞（国会事故調報告・110Pより）

日本のSA対策は、規制当局と事業者の足並みがそろった検討過程の中で、訴訟とバックフィットによる既設炉の稼働率への影響がないことを重要な判断基準として対応されてきた。結果として現状のSA対策は、事業者による「知識ベース」の自主対策のままであり、外部事象、人為的事象の検討も積極的に進められることはなかった。

＜原安委の出したAMの方針＞（SA対策としてのAM（原安委）H4.5.28）

一 我が国の原子炉施設の安全性は、現行の安全規制の下に、設計、建設、運転の各段階において、①異常の発生防止、②異常の拡大防止と事故への発展の防止、及び③放射性物質の異常な放出の防止、といういわゆる多重防護の思想に基づき厳格な安全確保対策を行うことによって十分確保されている。これらの諸対策によってシビアアクシデントは工学的には現実に起こるとは考えられないほど発生の可能性は十分小さいものとなっており、原子炉施設のリスクは十分低くなっていると判断される。

アクシデントマネジメントの整備はこの低いリスクを一層低減するものとして位置付けられる。

したがって、当委員会は、原子炉設置者において効果的なアクシデントマネジメントを自主的に整備し、万一の場合にこれを的確に実施できるようにすることは強く奨励されるべきであると考える。

＜内的事象PSAのみに基づいたAM＞

（政府事故調報告書（中間）(419P)）

しかし、平成4 年当時、日本において、PSA の手法が確立されつつあったのは、運転時の内的事象PSA のみであり、停止時の内的事象PSA や、地震等の外的事象に対するPSA は手法が確立されていなかった。

当委員会による関係者のヒアリングによると、当初の平成4 年公益事業部長通達の案としては、

・評価の有無にかかわらず、ベンティングと水素イグナイターを付ける

・IPEEE の研究・開発

旨を明記することが考えられていたが、事業者側と社会的受容性を強く意識した文言調整が行われた旨の供述が得られている。

（政府事故調報告書（中間）(430P)）

（前略）また、AM は、前記（３）のとおり、自主的取組との位置付けであったが、「なお、これらの設備、対応態勢、手順書等の整備（アクシデントマネジメント策の整備）は、電気事業者と国が一緒になって整備をすすめてきたものであり、整備内容については国に報告し、妥当との確認を得ながら進めてきた。」 と認識され、後記（６）に述べるように、東京電力は、自主的取組として、設計基準事象を超える地震等の外的事象に対するAM の検討を行うことは無かった。

（学会事故調報告書（342P））

確率論的リスク評価は過酷事故対策を考えるうえで有用である。確率論的リスク評価については，内的事象に対する手法が整備され標準化されている一方で，外的事象に対しては地震について標準5)が発刊されていたが，津波についての標準6)は東北地方太平洋沖地震の後に発刊されており，その他の外的事象についても手法の整備が遅れていた。しかしながら，わが国においては炉心損傷のリスクは内的事象よりも外的事象の方が高

いという認識があり，米国においてはすでに外的事象を含めた確率論的リスク評価に基づいて過酷事故対策がとられているにもかかわらず，わが国では外的事象に対するアクシデントマネジメント策は実行されなかった。

（東電原子力安全改革プラン（15P））

(SA対策が海外に比べて遅れた根本原因)

（３）まとめ

（２）の分析から得られた根本原因は以下の通り。

根本原因： 過去の判断に捉われて全電源喪失等により過酷事故が発生する可能性は十分小さく、更に安全性を高める必要性は低いと思い込んだ結果、過酷事故対策の強化が停滞した。

分析の結果、問題点としてあがった項目を「安全意識」「技術力」「対話力」の観点から以下のとおり整理した。

【安全意識の問題点】

- 「稼働率」が経営課題と位置づけられて組織に浸透しているのに対し、「継続的に安全性を高めること」は重要な経営課題として位置づけられていなかったため、組織全体の共通認識となっていなかった。
- これまでに実施したアクシデントマネジメント策でシビアアクシデント対策は十分と過信し、コストに見合わない対策を求められることを恐れて、規制当局がこれを規制事項とすることに強く反対した。
- 上記の旧原子力経営層の意識が現場での対策の立案や実施のプロセスに影響し、予算の確保や的確な実施が難しくなっていた。

【技術力の問題点】

- 海外の運転経験やテロ等の情報を見ても、外的事象（自然現象やテロ）によって全電源喪失が発生し過酷事故に至るリスクが無視できないものであると考えることができなかった。
- 海外情報や他発電所の運転経験情報から自らの力で問題を見つけ出し、更に有益な対策を見つけ出す技術力が不足した。
- 外的事象のPRA の手法開発にこだわり、具体的な対策の提案が遅れた。
- 限られたリソースの活用や短期間で合理的な安全対策を考える力が不足した。
- 対策の提案は新たな仕事を増やすことにつながるため消極的な調査になっていた。

【対話力の問題点】

- 過酷事故対策の必要性を認めると、現状の原子力発電所が十分に安全であることを説明することは困難になり、設置許可取消訴訟等に悪影響があると考えた。
- リスクを社会に開示する必要性を感じていなかった。
- 規制当局と安全に関する議論をオープンな場で実施するコミュニケーション力が不足していた。

＜外部事象の非想定＞（国会事故調報告書・114P）

日本では、平成4（1992）年のSA対策検討開始から現在に至るまで、内部事象のみが対象とされ、外部事象はSA対策に反映されてこなかった。

対して米国では平成3（1991）年より外部事象を含めた確率論的安全評価：外部要因評価（以下「IPEEE」という）の実施を事業者へ要求し、以下の外部事象について（「表１．３．２－１」参照）評価手法を開発し評価を行い、平成8（1996）年には終了している。

日本においても、SA対策の検討初期において既に、規制当局である通産省や事業者の間ではIPEEEの必要性が認識されていた。平成5（1993）年には通産省で「（AM対策は）地震リスクとの関係が重要である。IPEEEによって地震リスクがドミナント（主要な）な場合のAMであっても、既存の耐震設計で良いのかどうか、よく考えないといけない」と注意が促されている。しかし、平成22（2010）年の電事連の議論においては「外的事象の評価は内的事象の評価に比べ不確実さが大きいため、今回の対応において確率論に基づく検討を行う際には内的事象を対象とすること」とされ、SA対策へ反映されることはなかった。

	日本		米国	
	対象	評価手法	対象	評価手法
安全評価	地震	地震 PSA	地震	地震 PRA 又は 耐震余裕評価手法
			内部火災	火災 PRA 又は簡略化 火災リスク評価手法
			強風・トルネード	スクリーニング・タイプ・ アプローチ
			外部洪水	スクリーニング・タイプ・ アプローチ
			輸送及び 付近施設での事故	スクリーニング・タイプ・ アプローチ
時期	平成16（2004）年前後より事業者が非公表で内部検討を開始。SA対策には未反映		平成3（1991）年に開始、平成8（1996）年に終了。 平成14（2002）年にIPEEE知見報告書を公表 （原子力規制委員会）	

表 １．３．２－１　外部事象の想定の日米比較[127]

上記のように、日本において唯一実施されていたのは地震PSAであるが、これは平成16（2004）年ごろに事業者側及び規制当局側の双方で実施されている。しかし、この評価結果では国内の炉心損傷頻度の基準を大きく上回るプラントが多数存在したため、公表されることはなかった。

事業者側での評価では、評価対象となった17発電所27基の中で、炉心損傷確率が国内基準10^{-5}より高く、基準に満たないものが8基存在する結果となった。なお、フランスの基準10^{-6}では泊発電所（北海道電力）以外の全ての評価対象が基準に満たないこととなっている。

この結果は、電事連における電力事業者間の以下のような議論のため、公表されることはなかった（以下原文引用）。

［既存原子力発電所の耐震安全性の公表について］

電力自主の地震PSAなどにより定量的に示すことについて、自治体やマスコミの不安感を解消するメリットよりも、内部事象と比較して評価値が数桁大きいことや一部発電所において炉心損傷頻度が国の性能目標である10^{-5}/年を満足しない結果となる可能性があり評価値の優劣が目立つなどのデメリットが大きいと考えられるため、積極的に公表することは、当面、取りやめる。

また、平成21（2009）年に入りSA対策の規制要件化の議論を受け、ようやく事業者において外部事象の確率論的安全評価のスケジュールが検討されているが、平成30（2018）年前後をめどに試評価を実施し、平成35（2023）年ごろに安全規制を本格化させる、といった予定で検討がなされている（「図１.３.２-２」参照）。

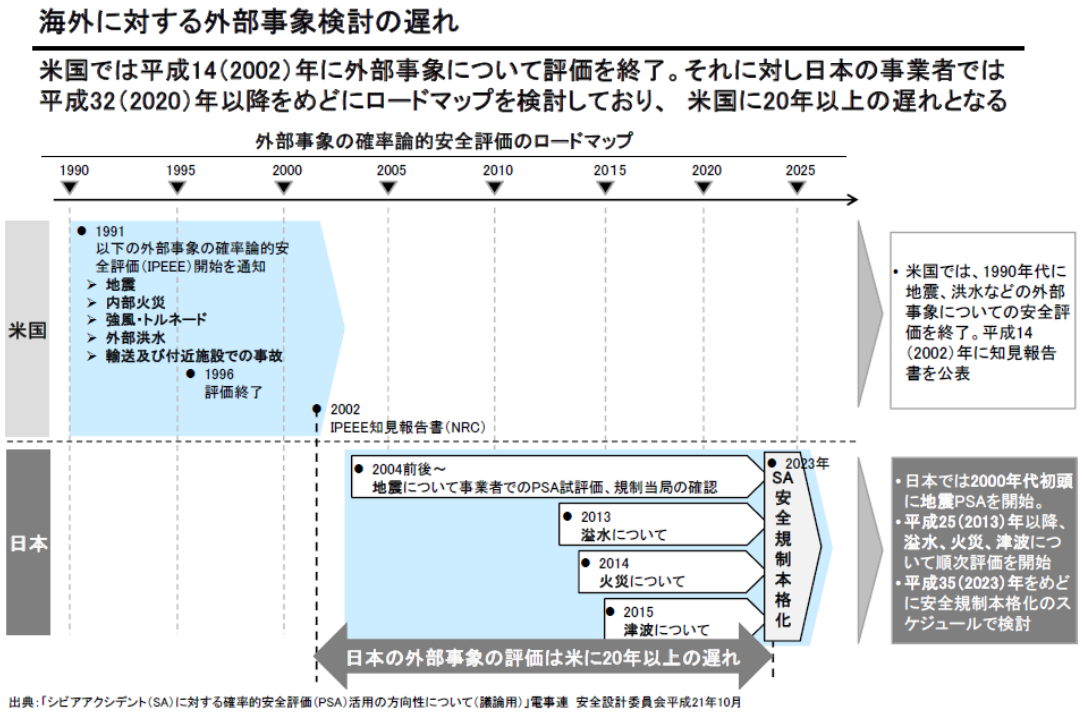


図１．３．２－２　海外に対する外部事象検討の遅れ

＜関連 Q&A（例）＞

Q6-12	日本の AM 対策の整備方針はどのようなものだったのか。
A	（「発電用軽水型原子炉施設におけるシビアアクシデント対策としてのアクシデントマネジメントについて」（原安委　平成 4 年 5 月 28 日）） • 我が国の原子炉施設の安全性は、十分確保されており、アクシデントマネジメントの整備はこの低いリスクを一層低減するものとして位置付けられる。 • したがって、原子炉設置者において効果的なアクシデントマネジメントを自主的に整備し、万一の場合にこれを的確に実施できるようにすることは強く奨励されるべきである。

Q6-16	自主的整備になるとなぜAM対策の強化（外部事象対応、テロ対応等）が停滞するのか。
A	（政府事故調報告書（中間）（430P）、東電原子力安全改革プラン（15P）） • 過酷事故が発生する可能性は十分小さく、さらに安全性を高める必要性は低いと思い込んでいた。 • また、AM整備 は、自主的取組との位置付けであったが、電気事業者と国が一緒になって整備をすすめてきたものと認識されていた。 • その結果、東京電力は、自主的取組として、設計基準事象を超える地震等の外的事象に対するAM の検討を行うことは無かった。 • また、過酷事故対策の必要性を認めると、現状の原子力発電所が十分に安全であることを説明することは困難になり、設置許可取消訴訟等に悪影響があると考えた。
Q6-17	事業者の実施したSA対策はどのような判断基準で選択したと考えられるか。
	（国会事故調報告（110P）） • 事業者と規制当局の間では、訴訟とバックフィットによる既設炉の稼働率への影響がないことが共通の重要な判断基準となり、なれ合いの検討がなされている。これらの検討過程からは、原子力安全の向上を最優先に考えず、目先の訴訟や稼働率を優先する事業者と規制当局の体質が見受けられる。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 10.5 日本の AM 対策の流れ
	関連知見 No	知見 2 見たくないものは見えない。見たいものが見える。
	関連教訓 No	教訓 2-1、通番 4 見たくないものに向き合う姿勢
	関連細目 No	細目 2-1-2、細 10 被害の大きさに優先度を置いて実効的な影響緩和策を準備する。
キーワード		
6	AM（運用・管理）	**AM 整備**：AM1
8	リスク管理	**企業リスク**：設備利用率低下リスク 3、取消訴訟影響リスク 1、バックフィットリスク 1
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 31 **政府関連**：政府事故調報告書（中間）62 **NRA 関連**：SA 対策としての AM **学協会関連**：学会事故調報告書 43 **事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 28

資料 11.1（資 37）

〔大津波は想定外だったか。〕

(1) 東電HPにおいて、平成24年5月24日付日経新聞の社説内の「東電が文部科学省に改訂案の表現を工夫してほしい旨、要請した」との記事に対する東電の見解が示された。

- **文部科学省から、貞観津波を含む記載について意見を求められ、**
  - **・貞観津波の波源の規模と位置はまだ特定できていない**
  - **・同じ場所で繰り返し発生したかどうかはまだ分かっていない**

  との認識を述べた。
- **当時、貞観津波に関しては、上記が一般的な考え方であり、当社が事実を曲げて記載するような依頼をしたものではない。**

(2) 推本の三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価（平成 23 年 11 月 25 日）で貞観地震等の巨大津波を伴うことが推定される地震が示された。

＜大津波は想定外だったのか＞東電 HP「当社関連報道について」より（下線は JANSI 追記）

平成 24 年 5 月 24 日付日経新聞（2面）社説「大津波は想定外だったのか」について

平成 24 年5月 25 日

東京電力株式会社

平成 24 年5月 24 日付日経新聞（2面）社説において、「文部科学省の地震調査研究推進本部が地震発生確率を予測する『長期評価』の改訂において、貞観津波に関する新たな発見を踏まえ、福島県沖で大津波をもたらす地震が起きうることを予測に盛り込もうとしていた際、当社が文部科学省に改訂案の表現を工夫してほしい旨、要請した」との記事が掲載されております。

本件に関する事実関係は、以下のとおりです。

○文部科学省の地震調査研究推進本部の地震発生確率を予測する『長期評価』の改訂において、文部科学省から「情報交換をしたい」との要請があり、平成 23 年3月3日に当社が伺ったものです。

○その際、文部科学省から、貞観津波を含む記載について意見を求められ、当社からは、

・貞観津波の波源の規模と位置はまだ特定できていない

・同じ場所で繰り返し発生したかどうかはまだ分かっていない

との認識を述べております。

○当時、貞観津波に関しては、上記が一般的な考え方であり、当社が事実を曲げて記載するような依頼をしたものではありません。また、その際、文部科学省も同意見でありました。

○その後、平成 23 年3月 11 日前に文部科学省が『長期評価』の改訂案を書き改めたかにつきましては、当社は承知しておりません。

＜参考＞

・東京電力からのお知らせ「今回の津波は、それまでの知見では想定できない大規模なものでした」につきましては、こちらから

以 上

＜巨大津波を伴うことが推定される地震＞（三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価（第二版）（平成 23 年 11 月 25 日　推本地震調査委員会）(5P)）

869年貞観地震と東北の太平洋沿岸に巨大津波を伴うことが推定される地震

869年に地震があり、地震動及び津波を伴い、多数の死傷者を伴った（貞観地震)。この地震の震源域は少なくとも宮城県沖と三陸沖南部海溝寄りから福島県沖にかけての領域を含み、三陸沖まで達する可能性がある。地震の規模はMw8.4程度もしくはそれ以上と推定される。宮城県から福島県にかけての太平洋沿岸で、過去2500年間で4回の巨大津波による津波堆積物が見つかっており、これらの地域を広く浸水したと考えられる。これら4回の一つが869年の地震（貞観地震）によるものとして確認された。また、これら4回のうち貞観地震及び約4-5世紀の地震では、地震時に沿岸が沈降したと推定され、日本海溝のプレート境界で発生した巨大地震である可能性が高いと考えられる。他の2回についてはその津波堆積物の分布から同様の地震である可能性がある。以上のことから、本報告では東北地方太平洋沖型の地震と見なした。

東北地方太平洋沖型の地震の特徴のひとつである広い浸水をもたらす津波は、過去2500年間で5回発生していたと確認され、これらの津波をもたらした地震が繰り返し発生したとするとその発生間隔は400年～800年程度で平均発生間隔は600年程度である。

＜関連 Q&A（例）＞

Q3-16	平成 23 年 3 月 11 日以前の長期評価では貞観津波についてどのような記載になっているのか。
A	（地震活動の長期評価） 平成 23 年 3 月 11 日以前の長期評価の本文中に記載はない。貞観津波に関しては引用文献として掲載されている。
Q3-18	平成 23 年 3 月 11 日以降の長期評価には貞観津波の記載はあるのか。
A	（三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価（第二版）平成 23 年 11 月 25 日　地震調査研究推進本部　地震調査委員会）(5P)) 多くの記載があり、「東北地方太平洋沖型の地震の特徴のひとつである広い浸水をもたらす津波は、過去2500年間で5回発生していたと確認され、これらの津波をもたらした地震が繰り返し発生したとするとその発生間隔は400年～800年程度で平均発生間隔は600年程度である。」としている。
Q12-24	東電は推本の長期計画に貞観津波に関して記載しないように働きかけをしたのか。
A	（「平成24年5月24日付日経新聞（2面）社説「大津波は想定外だったのか」について」（東電HP） 文部科学省から、貞観津波を含む記載について意見を求められ、 ・貞観津波の波源の規模と位置はまだ特定できていない ・同じ場所で繰り返し発生したかどうかはまだ分かっていない との認識を述べた。

	当時、貞観津波に関しては、上記が一般的な考え方であり、当社が事実を曲げて記載するような依頼をしたものではない。また、その際、文部科学省も同意見でありました。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 11.1 大津波は想定外だったか。
	関連知見 No	知見 2 見たくないものは見えない。見たいものが見える。
	関連教訓 No	教訓 2-1、通番 4 見たくないものに向き合う姿勢
	関連細目 No	細目 2-1-3、細 11 評価結果を素直に受け止め、被害の発生防止あるいは縮小化につなげる。
キーワード		
3	地震・津波	**歴史地震**：**貞観地震**・貞観津波 5
13	関係組織	**国関連**：文科省 1、推本 2 **その他**：日経新聞
14	文献・出典	**政府関連**：長期評価 2 **事業者関連**：日経社説大津波は想定外への見解

資料 11.2（資 38）

〔有効で十分な津波対策とは思えない海水ポンプのモータシールの強化〕

(1) 国会事故調報告において、東電の行った海水ポンプのモータシールの強化は津波対策として有効とは思えないと評価された。
(2) 東電原子力安全改革プランにおいて、マドラス原子力発電所の運転経験への対応に対する反省が示された。
(3) 政府事故調報告書（中間）において、R/B、海水ポンプ等の設置盤の高さが示された。
(4) 国会事故調報告書において、海水ポンプの被水停止する浸水高さが示された。

＜東電の津波対策について＞（国会事故調・203Pより）

再評価の結果に基づき平成 21（2009）年 2 月に設定したとされる 6.1m の設計津波高さもさることながら、これに対する東電の対応は、海水ポンプのモーターのシールを強化することであった。津波という現象が単なる穏やかな水位上昇であるならばこれでもよいのかもしれないが、実際には「津波高さ」と「浸水高さ」「遡上高さ」はそれぞれ別物で（津波高さ＜浸水高さ＜遡上高さ）、その向かう先にある物に対し、水流だけはなく、それが一緒に運搬するさまざまな浮遊物などを衝突させるものであることは周知なはずである。浸水高さでもなく設計津波高さで水没するモーターのシールを強化したことが、有効で十分な津波対策だったと論ずる東電の考え方は、今日の国際的な原子力安全の設計思想から大きく立ち遅れていると評せざるを得ない。

＜マドラス原子力発電所の運転経験への対応＞（東電原子力安全改革プラン・14P）

スマトラ島沖地震によって発生した津波によってマドラス原子力発電所の海水ポンプが浸水した。海水ポンプを除いてプラント被害がなく、INES12レベル0 の事故であることから注目されず検討の対象とならなかった。また、当時「原子力発電所の津波評価技術」による津波高さの評価結果が十分保守性を有していると考えていたため直ちに対策は実施されず、長期的な対応としてポンプ・モーターの水密化の検討に取り組んでいた。しかしながら、本情報については海水ポンプの機能喪失という原因だけへの対策ではなく、最終ヒートシンクの喪失という結果への対策という観点から着目すべき事故であった。

＜海水ポンプの設置場所＞（政府事故調報告書（中間）（90P）

3 月11 日15 時27 分頃及び同日15 時35 分頃の2 度にわたり、福島第一原発に津波が到達し、遡上して、4m盤に設置された非常用海水系ポンプ設備が被水し、さらに、10m盤、13m盤の上まで遡上して、R/B、T/B 及びその周辺施設の多くが被水した。

＜海水ポンプの被水停止する浸水高さ＞（国会事故調報告書（226P））

他方、ディーゼル発電機を冷却する海水ポンプは、敷地高さ4mの海側エリア（4m盤）にあり、盤上1.6mまで浸水すると被水停止する恐れがある。海水ポンプが停止すると海水で冷却されているディーゼル発電機は停止する。

＜関連 Q&A（例）＞

Q4-27	海水ポンプはどこに設置されていたか。
A	（政府事故調報告書（中間）（90P） 3 月11 日15 時27 分頃及び同日15 時35 分頃の2 度にわたり、福島第一原発に津波が到達し、遡上して、4m盤に設置された非常用海水系ポンプ設備が被水し、さらに、10m盤、13m盤の上まで遡上して、R/B、T/B 及びその周辺施設の多くが被水した。 （国会事故調報告書（226P）） 他方、ディーゼル発電機を冷却する海水ポンプは、敷地高さ4mの海側エリア（4m盤）にあり、盤上1.6mまで浸水すると被水停止する恐れがある。海水ポンプが停止すると海水で冷却されているディーゼル発電機は停止する。
Q11-4	マドラス原子力発電所の運転経験を反映して実施したポンプ・モーターの水密化は津波に対して有効か。
A	（国会事故調・203P） 津波は、水流だけはなく、それが一緒に運搬するさまざまな浮遊物などを衝突させるものであることは周知なはずである。浸水高さでもなく設計津波高さで水没するモーターのシールを強化したことが、有効で十分な津波対策だったと論ずる東電の考え方は、今日の国際的な原子力安全の設計思想から大きく立ち遅れていると評せざるを得ない。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 11.2 有効で十分な津波対策とは思えない海水ポンプのモータシールの強化
	関連知見 No	知見 2 見たくないものは見えない。見たいものが見える。
	関連教訓 No	教訓 2-1、通番 4 見たくないものに向き合う姿勢
	関連細目 No	細目 2-1-3、細 11 評価結果を素直に受け止め、被害の発生防止あるいは縮小化につなげる。

キーワード		
3	地震・津波	**耐震安全性**：津波評価 5、津波高さ 3、浸水高さ 2、遡上高さ **津波対策**：防潮堤等 2、浮遊物対策 1
4	設備	**炉心冷却設備関連**：RSW1、RSW ポンプ 1
11	保守管理・運転管理	**海外のトラブル情報**：マドラス原子力発電所 2
14	文献・出典	**国関連**：国会事故調報告書 32 **事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 29

資料 12.1（資 39）

〔テロに対応するためには〕

○　国会事故調報告書において､使用済燃料プールの水が無くなった場合の脅威が示された。

○　国会事故調報告書において、B.5.b が求める使用済燃料プールに対するフェーズに応じた具体的な対応が示された。

○　NEI06-12にテロ対策のガイドラインが示された。

1.　テロに対応するための基本的考え方

原子力発電所は、設計基準事象の想定に基づいて設計され運転されている。安全分野において、原子力発電プラント事業者は、自分の発電所が設計基準の安全に対する脅威に耐えられる能力があるということを保証し、設計基準を超えた脅威に対しても利用可能な能力を効果的に使って対応するということを保証する責務がある。設計基準を超えたテロの脅威の潜在的な範囲は本質的に限りがないため､「限界（bounding)」シナリオを定義するのは現実的ではない。従って、実際的なアプローチが求められる。

2.　使用済燃料プールへの対応

(1) 多様な SFP 補給水源（内部戦略）

通常のSFP 補給能力以上で少なくとも1つの並列した500 gpm の補給能力のある多様なSFP補給手段を確立すること

(2) 動力に依存しない臨機応変な補給源（外部戦略）

外部戦略には、事実上、二つの機能的目的がある、それはSFP 補給とSFP スプレイ機能である。最初の目的は、SFP に補給する別の手段を提供することがねらいである。二番目の目的は、プールの水位レベルが維持できない場合に、プールにスプレイすることである

- SFP補給能力：動力に依存しない移動可能なポンプ機能を使って、SFP を補給する最低500gpm の臨機応変に使える手段を確立すること。
- SFPスプレイ機能：移動可能で動力に依存しないポンプ機能を用いて、SFP に1 ユニットのスプレイにつき少なくとも毎分200 ガロン（200 gpm）のスプレイできる柔軟な手段を確立する。

(3) 追加的なサイト固有のSFP 補給水注入（メイクアップ）戦略(19P)

(4) 漏洩抑制の戦略(21P)

緊急時対応組織のために、損傷を受けたSFP からの漏洩を低減または止めるために使用できる現場リソースを特定する。

3.　原子炉への対応

指揮統制の強化の他、現場対応の強化策を求めている。

(1) PWRを対象とした現場対応の強化策

①　燃料取替え用水タンク（RWST）への給水

②　インベントリの損失を抑えることを目的とした、蒸気発生器の手動減圧

③　タービン駆動(またはディーゼル駆動)補助供給水（AFW）ポンプの手動操作

④ 蒸気発生器の手動減圧と可搬式ポンプの使用
⑤ 復水貯蔵タンク（CST）/補助供給水貯蔵タンク（AFWST）への給水
⑥ 可搬式ポンプによる格納容器の冠水
⑦ 可搬式スプレイ

(2) BWRを対象とした現場対応の強化策

① 原子炉隔離時冷却系（RCIC)またはアイソレーションコンデンサーの手動操作
② 原子炉圧力容器の減圧および可搬式ポンプによる給水を目的とする電力供給
③ 供給水および復水の活用
④ ホットウェルへの給水
⑤ 復水貯蔵タンクへの給水
⑥ CRD の最大化
⑦ 原子炉冷却材浄化設備(RWCU)の分離手順
⑧ 格納容器ベント配管の手動開放
⑨ ドライウェルへの注水
⑩ 可搬式スプレイ

＜4号機使用済燃料プールの水が無くなると＞（国会事故調報告より・P169)

③ 原子炉キャビティから使用済み燃料プールへの漏えいがなかったら

（中略）

（前略）そのような評価を行った場合、使用済み燃料プールの水量は早晩全て蒸発することになる。

問題はそこから先の進展である。過去の文献には、条件によってはジルコニウム火災を発生させるまでの高温に達することを示唆するものもある。その場合には、ジルカロイ製の燃料被覆管も破損し、内蔵されている大量の放射性物質が熱によって外部環境へと放散されることになる。海外においては、これが現実性のある懸念であるか否かの判定をより高い精度で行うための解析コードが整備され、その検証のための実験も行われている[53]。

53 なお、この背景にある懸念は、電源喪失などによる冷却機能の喪失に対してでも地震による使用済み燃料プールの破損に対してでもなく、テロリストによる意図的な破壊活動に対してである点は付記しておく。

＜B.5.b が求める使用済燃料プールに対する具体的な対応フェーズ＞（国会事故調報告より・124P)

B.5.bでは、使用済み燃料プールの破損に備えた外部注水ラインの敷設や、仮にプールを冠水できない場合であってもスプレイによって使用済燃料を冷却するように求めるなど、原子炉のシビアアクシデントに対してのみならず、施設全体に対して高いレベルの安全対策を求めている。福島第一原発など日本の原子力発電所ではそうした対策はとられておらず、今回の事故で、例えば同原発4号機の使用済み燃料プールは、爆発による損壊の規模がさらに著しいなどの状況によっては、冷却水が保持できず、危険な状況となった可能性がある。

したがってわが国においても、福島第一原発はもちろんのこと、すべて原子力発電所では早急にB.5.bで指示されている対策の導入を検討すべきである。

B.5.bでは以下の具体的な対応が、フェーズ1～3として求められている。

【フェーズ1】使用済み燃料プールにおける燃料配置について、崩壊熱の高い新しい使用済み燃料と、古い使用済み燃料の配置を市松模様状に配置する

【フェーズ2】使用済み燃料プールへの電源を必要としない外部注水、及びスプレイラインを敷設する

【フェーズ3】原子炉隔離時冷却系（RCIC）が直流電源の喪失によって使用不能となった場合には、現場でマニュアル操作により起動する

＜テロに対応するための知見＞（NEI06-12（3P））

原子力発電所は、設計基準事象の想定に基づいて設計され運転されている。安全分野において、原子力発電プラント事業者は、自分の発電所が設計基準の安全に対する脅威に耐えられる能力があるということを保証し、設計基準を超えた脅威に対しても利用可能な能力を効果的に使って対応するということを保証する責務がある。設計基準を超えたテロの脅威の潜在的な範囲は本質的に限りがないため、「限界（bounding)」シナリオを定義するのは現実的ではない。従って、実際的なアプローチが求められる。

このような状況を踏まえ、大規模な火災や爆発による炉心の状況を対象に、個々のプラントごとの影響緩和の機能を強化する一環として、全ての原子力事業者がそれぞれの施設に対して潜在的被害を評価した。これらのサイト固有の評価の目的は、脅威に影響をされない方法を用いて、燃料への被害を緩和または防止しうるプラント固有の戦略を探し出すことだった。これらの評価で、検討材料として、プラントごとの広い範囲の能力強化策が特定され、これらの評価をレビューすることによりいくつかのより高いレベルの知見が導かれた。

- 正確な被害状況、プラント状態、そしてそれに伴うプラントの反応を予測することは、サイト固有ベースでも不可能である。
- 被害の限界を設定することは、プラントの能力を評価し増強する上では有益でない。
- 起こり得る被害状況を可能なかぎり際限のない順列・組合せで考えてみても、評価不能。
- いくつかの考えられる被害シナリオは、人員への影響及び／あるいは制御室の機能喪失のため、通常の指揮系統と管理体制に影響する可能性がある。
- 柔軟な対応能力が望まれる。そのような能力があれば、原子力産業界はこれらの極限状態に対処する能力を高めることになる。
- 既存の機能と同様、新しく備えられた高価な機能であっても、被害状況によっては簡単に無効にされてしまうので、新しく高価な機械設備を設置しても、その有用性は保証できない。
- 特定された対応能力は、想定される被害の全ての状況での成功を保証しない。

高いレベルでのこの問題の理解によって、B.5.b の第2、第3 フェーズへの対応を実施するため、次の4点が確認された。

- 使用済み燃料プール（SFP）補給のプラント内部戦略

- SFP 補給のプラント外部戦略とスプレイ戦略
- 原子炉への脅威に対して初動の指揮と制御の強化
- 原子炉への脅威に対して対応戦略の強化

＜テロに対応するための戦略＞（NEI06-12）

2.0 使用済み燃料プール（SFP）戦略(4P)

内部戦略は、SFP への補給で少なくとも500gpm を供給可能なプラント内の多様な補給能力を持つことである。外部戦略では、サイト対応の堅牢性と柔軟性を向上させる運搬可能なSFP補給とスプレイを活用する。外部戦略の実施指針には、外部戦略の活用に補給水を選択するのか、あるいはスプレイの利用が適切かどうか、プラント作業員が見極める際に支援となるような手順が含まれていなければならない。

2.2 多様なSFP 補給水源（内部戦略）(7P)

目的：通常のSFP 補給能力以上で少なくとも１つの並列した500gpm の補給能力のある多様なSFP補給手段を確立すること。

2.3 動力に依存しない臨機応変な補給源（外部戦略）(9P)

外部戦略には、事実上、二つの機能的目的がある、それはSFP 補給とSFP スプレイ機能である。最初の目的は、SFP に補給する別の手段を提供することがねらいである。二番目の目的は、プールの水位レベルが維持できない場合に、プールにスプレイすることである。スプレイの水流は高温燃料の配置状態と調整される必要がある。外部戦略は、いっせいに実施されることは求められておらず、同じ配管機能や水源に依存していることもある。

2.3.1 SFP 補給能力

目的：動力に依存しない移動可能なポンプ機能を使って、SFP を補給する最低500gpm の臨機応変に使える手段を確立すること。

2.3.2 SFP スプレイ機能

目的：移動可能で動力に依存しないポンプ機能を用いて、SFP に1 ユニットのスプレイにつき少なくとも毎分200 ガロン（200gpm）のスプレイできる柔軟な手段を確立する。

2.4 追加的なサイト固有のSFP 補給水注入（メイクアップ）戦略(19P)

目的：SFP への脅威が発生した場合の参考としてサイト固有のSFP 緩和評価からの有用な洞察を取り出す。

2.5 漏洩抑制の戦略(21P)

目的：緊急時対応組織のために、損傷を受けたSFP からの漏洩を低減または止めるために使用できる現場リソースを特定する。

現場リソースの例(21P)

- 平板鋼
- 船舶用合板

- 通常の合板
- 防水シーラント
- 金属板または合板の補強に利用できる配管または長い木材
- 補強用木材・合板／くさび／ヒンジ連結木板
- 膨張可能プラグ

3.0 原子炉および格納戦略(22P)

強化された指揮統制ガイダンス、ならびに、次のように、BWR について合計10 の緩和戦略、およびPWR について合計7 の緩和戦略をCNO レビューパネルが推奨し（参照文書5)、NRCが承認（Ref. 7）した。

3.2 指揮統制の強化(24P)

3.3 PWR を対象とした現場対応の強化策(33P)

【PWR 緩和戦略】

3.3.1 燃料取替え用水タンク（RWST）への給水(35P)

3.3.2 インベントリの損失を抑えることを目的とした、蒸気発生器の手動減圧(36P)

3.3.3 タービン駆動(またはディーゼル駆動)補助供給水（AFW）ポンプの手動操作(38P)

3.3.4 蒸気発生器の手動減圧と可搬式ポンプの使用(39P)

3.3.5 復水貯蔵タンク（CST）/補助供給水貯蔵タンク（AFWST）への給水(41P)

3.3.6 可搬式ポンプによる格納容器の冠水(43P)

3.3.7 可搬式スプレイ(44P)

3.4 BWR を対象とした現場対応の強化策(46P)

【BWR 緩和戦略】

3.4.1 原子炉隔離時冷却系（RCIC)またはアイソレーションコンデンサーの手動操作(47P)

3.4.2 原子炉圧力容器の減圧および可搬式ポンプによる給水を目的とする電力供給(49P)

3.4.3 供給水および復水の活用(52P)

3.4.4 ホットウェルへの給水(52P)

3.4.5 復水貯蔵タンクへの給水(54P)

3.4.6 CRD の最大化(55P)

3.4.7 原子炉冷却材浄化設備(RWCU)の分離手順(56P)

3.4.8 格納容器ベント配管の手動開放(57P)

3.4.9 ドライウェルへの注水(58P)

3.4.10 可搬式スプレイ(60P)

3.5 各サイトに固有の改善計画の展開(62P)

＜関連 Q&A（例）＞

Q8-35	テロ対応ではどのような点に注意が必要か。

A	(NEI06-12 (3P)) 設計基準を超えたテロの脅威の潜在的な範囲は本質的に限りがないため、「限界(bounding)」シナリオを定義するのは現実的ではない。従って、実際的なアプローチが求められる。 • 正確な被害状況、プラント状態、そしてそれに伴うプラントの反応を予測することは、サイト固有ベースでも不可能である。 • 被害の限界を設定することは、プラントの能力を評価し増強する上では有益でない。 • 起こり得る被害状況を可能なかぎり際限のない順列・組合せで考えてみても、評価不能。 • いくつかの考えられる被害シナリオは、人員への影響及び／あるいは制御室の機能喪失のため、通常の指揮系統と管理体制に影響する可能性がある。 • 柔軟な対応能力が望まれる。そのような能力があれば、原子力産業界はこれらの極限状態に対処する能力を高めることになる。 • 既存の機能と同様、新しく備えられた高価な機能であっても、被害状況によっては簡単に無効にされてしまうので、新しく高価な機械設備を設置しても、その有用性は保証できない。 • 特定された対応能力は、想定される被害の全ての状況での成功を保証しない。
Q8-36	使用済燃料プールにはどのようなテロ対策が必要か。
A	(NEI06-12 (4P～22P)) 内部戦略と外部戦略の組合せが最も効率的で、二つの戦略のもっとも魅力的な点は、広範な潜在シナリオに対応する際にそれらが提供できる柔軟性である。 内部戦略は、SFP への補給で少なくとも500gpm を供給可能なプラント内の多様な補給能力を持つことである。外部戦略では、サイト対応の堅牢性と柔軟性を向上させる運搬可能なSFP補給とスプレイを活用する。外部戦略の実施指針には、外部戦略の活用に補給水を選択するのか、あるいはスプレイの利用が適切かどうか、プラント作業員が見極める際に支援となるような手順が含まれていなければならない。 ① 通常のSFP 補給能力以上の適切な能力を持つ多様なSFP補給手段を確立すること。 ② 動力に依存しない移動可能なポンプ機能を使って、臨機応変に適切な能力を持つ手段を確立すること。 ③ 移動可能で動力に依存しないポンプ機能を用いて、適切な能力のスプレイできる柔軟な手段を確立する。 ④ SFP への脅威が発生した場合の参考としてサイト固有のSFP 緩和評価からの有用な洞察を取り出す。 ⑤ 損傷を受けたSFP からの漏洩を低減または止めるために使用できる板材等の現場リソースを用意すること。

Q8-37	原子炉や格納容器にはどのようなテロ対策が必要か。
	（NEI06-12（24P）） 指揮統制の強化を図るとともに、以下のような緩和戦略が必要である。 【PWR 緩和戦略】 • 燃料取替え用水タンク（RWST）への給水 • インベントリの損失を抑えることを目的とした、蒸気発生器の手動減圧 • タービン駆動(またはディーゼル駆動)補助供給水（AFW）ポンプの手動操作 • 蒸気発生器の手動減圧と可搬式ポンプの使用 • 復水貯蔵タンク（CST）/補助供給水貯蔵タンク（AFWST）への給水 • 可搬式ポンプによる格納容器の冠水 • 可搬式スプレイ 【BWR 緩和戦略】 • 原子炉隔離時冷却系（RCIC)またはアイソレーションコンデンサーの手動操作 • 原子炉圧力容器の減圧および可搬式ポンプによる給水を目的とする電力供給 • 供給水および復水の活用 • ホットウェルへの給水 • 復水貯蔵タンクへの給水 • CRD の最大化 • 原子炉冷却材浄化設備(RWCU)の分離手順 • 格納容器ベント配管の手動開放 • ドライウェルへの注水 • 可搬式スプレイ

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 12.1 テロに対応するためには
	関連知見 No	知見 2 見たくないものは見えない。見たいものが見える。
	関連教訓 No	教訓 2-1、通番 4 見たくないものに向き合う姿勢
	関連細目 No	細目 2-1-4、細 12 安全対策とセキュリティ対策を整合させテロに備える。

キーワード		
4	設備	**敷地・構築物・付属物**：RPV1、PCV1 **燃料プール冷却設備関連**：燃料プール 1 **通常通水設備関連**：原子炉冷却材浄化系 1
5	SA 対策設備	**燃料プール冷却**：**外部注水、スプレイライン**
8	リスク管理	**安全リスク**：**テロリスク** **テロ対応**：使用済燃料プール戦略、原子炉格納戦略
10	改善（安全設計・運用）	**個別事象**：燃料プール冷却材喪失
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 33 **海外機関関連**：NEI0601

資料 12.2（資 40）

〔過酷事故対策にも通じるテロ対策〕

(1) 過酷事故対策にも通じるテロ対策（国会事故調報告）

- **原子力発電所の脆弱性を潜在的テロリストが学んだものと考えなければならない。そこで欧州では、早速これを封じるための対応策が検討され、その机上訓練が行われている（平成23〈2011〉年11月ユーロセーフ・フォーラム）。**
- **米国は、本事故の顛末を分析し、「B.5.b項」に対するさらなる改善の必要性を感得している。そして早速その対応に当たっている。**
- **内部事象に対する対策と外部事象に対する対策、テロ攻撃に対する対策は、それぞれが全く別々なのではなく、むしろ緊密な共通性が存在する。**

(2) 東電原子力安全改革プランにおいても、今回の事故対応はテロ対策で要求された対策と極めて類似しており、予め同様の対策が実施されていれば、事故の進展を少しでも緩和できた可能性があったとしている。

(3) NEI06-12において、「設計基準を超えたテロの脅威の潜在的な範囲は本質的に限りがないため、「限界（bounding）」シナリオを定義するのは現実的ではない。従って、実際的なアプローチが求められる。」と示された。

＜過酷事故対策にも通じるテロ対策＞（国会事故調報告より・204P-205P）

福島第一原発に対して自然が与えた影響を人為的に与えることによって著しい損害を与えるか、あるいはそのような状況の直前の状況にまで至らしめた上で脅迫することによって極めて有利な交渉条件を作ることが可能であると潜在的テロリストが学んだものと考えなければならない。そこで欧州では、早速これを封じるための対応策が検討され、その机上訓練が行われている（平成23〈2011〉年11月ユーロセーフ・フォーラム）。

（中略）

なお、米国は、本事故の顛末を分析し、「B.5.b項」に対するさらなる改善の必要性を感得している。そして早速その対応に当たっている。このように、もともと、内部事象に対する対策と外部事象に対する対策、テロ攻撃に対する対策は、それぞれが全く別々なのではなく、むしろ緊密な共通性が存在するものである。わが国における原子力安全の推進活動においても、このような認識に基づく実践が将来の不測な事態において役に立つであろう。

＜テロ対策との類似性＞（東電原子力安全改革プラン（12P））

b）米国では実施されていたテロ対策が未実施であった点

米国では9・11 テロ以降、2002 年に米国原子力規制委員会（NRC: Nuclear Regulatory Commission）よりテロ対策を実施するよう命令が出された。今回の事故対応において現場で緊急に行われた消防車による注水、仮設バッテリーによる水位計や主蒸気逃がし安全弁の機能回復等の作業は、テロ対策で要求された対策と極めて類似したものであった。したがって、もし当社においても予め同様の対策が実施されていれば、事故の進展を少しでも緩和できた

可能性がある。

＜テロの脅威の潜在的な範囲＞（NEI06-12　3P）

原子力発電所は、設計基準事象の想定に基づいて設計され運転されている。安全分野において、原子力発電プラント事業者は、自分の発電所が設計基準の安全に対する脅威に耐えられる能力があるということを保証し、設計基準を超えた脅威に対しても利用可能な能力を効果的に使って対応するということを保証する責務がある。設計基準を超えたテロの脅威の潜在的な範囲は本質的に限りがないため、「限界（bounding)」シナリオを定義するのは現実的ではない。従って、実際的なアプローチが求められる。

このような状況を踏まえ、大規模な火災や爆発による炉心の状況を対象に、個々のプラントごとの影響緩和の機能を強化する一環として、全ての原子力事業者がそれぞれの施設に対して潜在的被害を評価した。これらのサイト固有の評価の目的は、脅威に影響をされない方法を用いて、燃料への被害を緩和または防止しうるプラント固有の戦略を探し出すことだった。これらの評価で、検討材料として、プラントごとの広い範囲の能力強化策が特定され、これらの評価をレビューすることによりいくつかのより高いレベルの知見が導かれた。

- 正確な被害状況、プラント状態、そしてそれに伴うプラントの反応を予測することは、サイト固有ベースでも不可能である。
- 被害の限界を設定することは、プラントの能力を評価し増強する上では有益でない。
- 起こり得る被害状況を可能なかぎり際限のない順列･組合せで考えてみても､評価不能。
- いくつかの考えられる被害シナリオは、人員への影響及び／あるいは制御室の機能喪失のため、通常の指揮系統と管理体制に影響する可能性がある。
- 柔軟な対応能力が望まれる。そのような能力があれば、原子力産業界はこれらの極限状態に対処する能力を高めることになる。
- 既存の機能と同様、新しく備えられた高価な機能であっても、被害状況によっては簡単に無効にされてしまうので、新しく高価な機械設備を設置しても、その有用性は保証できない。
- 特定された対応能力は、想定される被害の全ての状況での成功を保証しない。

高いレベルでのこの問題の理解によって、B.5.b の第2、第3 フェーズへの対応を実施するため、次の4点が確認された。

- 使用済み燃料プール（SFP）補給のプラント内部戦略
- SFP 補給のプラント外部戦略とスプレィ戦略
- 原子炉への脅威に対して初動の指揮と制御の強化
- 原子炉への脅威に対して対応戦略の強化

＜関連 Q&A（例）＞

Q8-33	福島第一事故を見てテロリストは何を知ったか。
A	（国会事故調報告（204P))

	福島第一原発に対して自然が与えた影響を人為的に与えることによって著しい損害を与えるか、あるいはそのような状況の直前の状況にまで至らしめた上で脅迫することによって極めて有利な交渉条件を作ることが可能であると潜在的テロリストが学んだものと考えなければならない。そこで欧州では、早速これを封じるための対応策が検討され、その机上訓練が行われている（平成23〈2011〉年11月ユーロセーフ・フォーラム)。
Q8-38	なぜテロ対策が SA 対策にもなるのか。
A	(NEI06-12 (3P)) 設計基準を超えたテロの脅威の潜在的な範囲は本質的に限りがないため、「限界(bounding)」シナリオを定義するのは現実的ではない。従って、実際的なアプローチが求められる。 (国会事故調報告 (205P)) このように、もともと、内部事象に対する対策と外部事象に対する対策、テロ攻撃に対する対策は、それぞれが全く別々なのではなく、むしろ緊密な共通性が存在するものである。わが国における原子力安全の推進活動においても、このような認識に基づく実践が将来の不測な事態において役に立つであろう。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 12.2 過酷事故対策にも通じるテロ対策
	関連知見 No	知見 2 見たくないものは見えない。見たいものが見える。
	関連教訓 No	教訓 2-1、通番 4 見たくないものに向き合う姿勢
	関連細目 No	細目 2-1-4、細 12 安全対策とセキュリティ対策を整合させテロに備える。

キーワード		
1	事故対応（福島第一等）	**主要事象**：SA 発生 1
6	AM（運用・管理）	**AM 整備**：AM2
8	リスク管理	**テロ対応**：B5b4
13	関係組織	**海外機関**：EURO－Forum
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 34 **海外機関関連**：NEI06－12（2）

資料 12.3（資 41）

〔原子力発電所とサイバーセキュリティ〕

原子力発電所とサイバーセキュリティ（国会事故調報告）

地震や津波に対してと同様、以上に述べた竜巻はもちろんのこと、火災防護の設計や内部溢水、サイバーテロ対策などにも視野を広げることで既設プラントの安全性を高めていく必要がある。

- **原子力発電所の稼働がコンピュータウイルスにより妨害されるサイバーテロは、海外で既に発生している（2003 年の米国デービス・ベッセ原子力発電所 、2010 年のイランのブシェール原子力発電所など）。**
- **NRC（米国原子力規制委員会）は2001 年から本格的に取り組み始め、2009 年に全原子炉に対しサイバーセキュリティに関する義務化を行い、さらに2010 年にはガイドラインを発表している。**
- **IAEA も2011 年に核施設におけるコンピュータセキュリティに関するガイドラインを発表し、メンバー諸国にも積極的に対策と訓練を行うように促している。日本国内の原子力発電所におけるサイバーセキュリティも世界と同レベルで万全の対策を取っていくことが必要である。**

＜原子力発電所とサイバーセキュリティ＞（国会事故調報告）

（204P）

このように、地震や津波に対してと同様、以上に述べた竜巻はもちろんのこと、火災防護の設計や内部溢水、サイバーテロ対策などにも視野を広げることで既設プラントの安全性を高めていく必要がある。また、既設プラントに対する安全性向上のためには、プラント間、原子力発電事業者間での設計思想及びグッドプラクティスを共有し、絶えず改善を重ねていくことが必要である。

（591P）

サイバーセキュリティ

コンピュータウイルスによる原発の稼働停止など、インターネットを通じたサイバーテロ行為が実際に起きており、日本でも原発のサイバーセキュリティ対策が急務となっている。

（598P）

原子力発電所の稼働がコンピュータウイルスにより妨害されるサイバーテロは、海外で既に発生している（2003 年の米国デービス・ベッセ原子力発電所 、2010 年のイランのブシェール原子力発電所など）。ウイルスは制御システムを狙い、原発のみならず、電力・ガス・水道や交通機関等の重要社会インフラをも停止させる威力を持っており、各国も警戒を高め、対策を講じている。

NRC（米国原子力規制委員会）は2001 年から本格的に取り組み始め、2009 年に全原子炉に対しサイバーセキュリティに関する義務化を行い、さらに2010 年にはガイドラインを発表している。

IAEA も2011 年に核施設におけるコンピュータセキュリティに関するガイドラインを発表し、メンバー諸国にも積極的に対策と訓練を行うように促している。日本国内の原子力発電所におけるサイバーセキュリティも世界と同レベルで万全の対策を取っていくことが必要である。

＜関連 Q&A（例）＞

Q8-39	サイバーテロは実際に起こっているのか。
A	（国会事故調報告書（591P）） コンピュータウイルスによる原発の稼働停止など、インターネットを通じたサイバーテロ行為が実際に起きており、日本でも原発のサイバーセキュリティ対策が急務となっている。 （国会事故調報告書（598P）） 原子力発電所の稼働がコンピュータウイルスにより妨害されるサイバーテロは、海外で既に発生している（2003 年の米国デービス・ベッセ原子力発電所 、2010 年のイランのブシェール原子力発電所など）。ウイルスは制御システムを狙い、原発のみならず、電力・ガス・水道や交通機関等の重要社会インフラをも停止させる威力を持っており、各国も警戒を高め、対策を講じている。
Q8-40	海外ではサイバーテロに対してどう対応しているのか
A	（国会事故調報告書（598P）） NRC（米国原子力規制委員会）は2001 年から本格的に取り組み始め、2009 年に全原子炉に対しサイバーセキュリティに関する義務化を行い、さらに2010 年にはガイドラインを発表している。 IAEA も2011 年に核施設におけるコンピュータセキュリティに関するガイドラインを発表し、メンバー諸国にも積極的に対策と訓練を行うように促している。日本国内の原子力発電所におけるサイバーセキュリティも世界と同レベルで万全の対策を取っていくことが必要である。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 12.3 原子力発電所とサイバーセキュリティ
	関連知見 No	知見 2 見たくないものは見えない。見たいものが見える。
	関連教訓 No	教訓 2-1、通番 4 見たくないものに向き合う姿勢
	関連細目 No	細目 2-1-4、細 12 安全対策とセキュリティ対策を整合させテロに備える。
キーワード		
8	リスク管理	**テロ対応**：サイバー・テロ、コンピューターウィルス
13	関係組織	**海外機関**：IAEA1、NRC5、デービス・ベッセ原子力発電所（米国）、ブシェール原子力発電所（イラン）
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 35

資料 13.1（資 42）

〔レジリエンスを高めるリスクマネジメントの必要性〕

(1) 総合資源エネルギー調査会傘下の WG 報告書において、レジリエンスを高めるリスクマネジメントの必要性が示された。

- **特定の事故シナリオを想定した従来のリスクマネジメントの考え方では対処できない可能性を認識すべきである。そのため、レジリエンスの高い原子力事業運営が可能となるようなリスクマネジメントが求められる。**

(2) 東電原子力安全改革プランにおいて、ハザード分析による改善プロセスが示された。

① クリフエッジ性の確認

クリフエッジ性が高いハザードを分析・選定する。

② 本店および発電所の各グループは、選定されたクリフエッジ性の高いハザードに対し、

a) 科学的、技術的な知見からの予測には限界があること

b) 定量的な評価が出揃わなくても、事象の発生を前提に実施可能な対策を速やかに実現することが重要であること

c) 設計基準を延長するという対策（例. 津波であれば防潮堤の嵩上げ）と異なる対策も取り得ること 等

に留意し、改善計画を立案し実行する。

(3) 学会事故調報告書において、設計基準を超える事態（外的事象）への対応が示された。

- **外的事象は、その大きさによっては深層防護の複数の層が同時に破られる可能性がある。したがって、安全余裕による対処のみでなく、第3層までの安全機能を実現するために用いられる恒設機器とは設計条件の異なる可搬型機器による対応など、安全上の効果（effectiveness）を独立に（independent）する対処が有効である。**

＜レジリエンスの高いリスクマネジメントの必要性＞（自主的・継続的安全性向上提言（平成 26 年 5 月 30 日）(8P、9P)）

また、東京電力福島第一原子力発電所事故の経験を踏まえた今後のリスクマネジメントの在り方として、上記の「レジリエンス」も重要である。原子力の事故は確率的には頻度が低いが、ひとたび事故が発生すると損害が甚大であること、及び、事故に繋がり得る多様なシナリオが想定されることから、特定の事故シナリオを想定した従来のリスクマネジメントの考え方では対処できない可能性を認識すべきである。そのため、レジリエンスの高い原子力事業運営が可能となるようなリスクマネジメントが求められる。具体的には、事故が発生することを前提に被害を最小限に抑えるための原子力防災の分野での対策の強化や、想定外の事象発生時にも迅速かつ効果的な対応が可能となる事故対応能力の向上、事故の発生から迅速に元の状態に復元するための体制整備など、事故発生後のスムースな回復を常に意識し必要な対策を講じながら、事故の事前予測や深層防護の徹底等を、柔軟性を持った形で進めていくことが必要である。

（29P、30P）

３．原子力の自主的・継続的安全性向上に向けた提言

（中略）

（２） 東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓を出発点に実践が求められる取組

① 低頻度の事象を見逃さない網羅的なリスク評価の実施

東京電力福島第一原子力発電所事故の大きな教訓の一つは、地震・津波を始めとする外的事象を考慮にいれた、施設の置かれた自然環境特性に応じた総合的なリスク評価が十分でなく、また、リスク評価されても大きな不確かさの前に迅速な意思決定ができなかったことである。特に、大規模な地震・津波など、不確かさが大きく、発生頻度が極めて低いと見積もられる事象だからといって、リスクマネジメントの対象から外し、対応を先送りにすることは許されない。適切なリスク評価を実施し、深層防護の考え方の下、不確かさの大きさに応じた適切な安全対策の実施に繋げるべきである。

（P46）

レジリエンス

この提言では、「外乱やシステム内部の変動がシステムの全体機能に与える影響を吸収し、状態を平常に保つシステムの能力、あるいは、想定を超えるような外乱が加わった場合であっても機能を大きく損なわない、損なったとしても早期に機能回復できるシステムの能力」と定義。

＜ハザード分析による改善プロセスの構築＞（東電原子力安全改革プラン（72P、73P）

「２．１ 過酷事故の想定と対策」及び「２．２ 津波高さの想定と対策」の根本原因分析から、巨大津波のように発生頻度の不確かさが大きく、クリフエッジ性が高い事象（重大影響となる外的事象）に備える考え方、仕組みが不足していたことが明らかとなった。そのため、重大影響となる外的事象に対する対策について、ハザード分析を通じてより多くの関係グループと連携して問題点を共有し、事象の発生を前提とした対策を含め、早期に実施可能な改善を行うためのプロセスを構築する。

［ハザード分析のプロセス］

③ クリフエッジ性の確認

原子力品質・安全部は、本店および発電所の各グループからの情報を基に各外的事象に対する現状の評価手法、設計基準等を整理し、それに基づき評価手法における発生頻度の不確実さの扱い、設計手法における設計裕度、安全設備等が機能喪失となる事象の強度等を整理し、各グループとの安全に対する議論を踏まえてクリフエッジ性が高いハザードを分析・選定する。

④ 対策検討

本店および発電所の各グループは、選定されたクリフエッジ性の高いハザードに対し、

d） 科学的、技術的な知見からの予測には限界があること

e） 定量的な評価が出揃わなくても、事象の発生を前提に実施可能な対策を速やかに

実現することが重要であること

f) 設計基準を延長するという対策（例．津波であれば防潮堤の嵩上げ）と異なる対策も取り得ること 等

に留意し、改善計画を立案し実行する。

＜設計基準を超える事態への対応＞（学会事故調報告書・198P、199P）

なお、外的事象の評価は内的事象の評価に比べて不確かさが大きくなるのは避けられない。この不確かさについては、安全余裕と深層防護の考え方により対処する必要があることを改めて強調しておきたい。安全余裕はストレステストなどの手法により確認することが必要である。これに加えて、設計基準を超える外的事象も考慮する形で深層防護に則った安全設計・対策を行うべきであろう。たとえば、耐津波設計においては、敷地内への浸水を防ぐ、建屋への浸水を防ぐ、重要機器室への浸水を防ぐ、高台に代替機器を準備しておくといった対処が考えられる。外的事象は、その大きさによっては深層防護の複数の層が同時に破られる可能性がある。したがって、安全余裕による対処のみでなく、第3層までの安全機瀧を実現するために用いられる恒設機器とは設計条件の異なる可搬型機器による対応など、安全上の効果（effectiveness）を独立に（independent）する対処が有効である。

＜関連 Q&A（例）＞

Q8-5	レジリエンスを高くするリスクマネジメントには何が必要か。
A	（自主的・継続的安全性向上提言（平成 26 年 5 月 30 日）(9P)） レジリエンスの高い原子力事業運営が可能となるようなリスクマネジメントには、具体的には、事故が発生することを前提に被害を最小限に抑えるための原子力防災の分野での対策の強化や、想定外の事象発生時にも迅速かつ効果的な対応が可能となる事故対応能力の向上、事故の発生から迅速に元の状態に復元するための体制整備など、事故発生後のスムースな回復を常に意識し必要な対策を講じながら、事故の事前予測や深層防護の徹底等を、柔軟性を持った形で進めていくことが必要である。
Q8-6	原子力特有リスクを見逃さないためにどのようにするか。
A	（自主的・継続的安全性向上提言（平成 26 年 5 月 30 日）(30P))、(東電原子力安全改革プラン（73P))、(学会事故調報告書（198P)） 地震・津波を始めとする外的事象を考慮にいれた総合的なリスク評価を行う。発生頻度が極めて低いと見積もられる事象だからといって、リスクマネジメントの対象から外し、対応を先送りにすることは許されない。 外的事象に対しては、ハザード分析を通じてクリフエッジ性を確認する。クリフエッジ性の高いハザードに対しては、予測には限界があることを念頭に、事象の発生を前提に実施可能な対策を速やかに実現する。 対策については外的事象の大きさによっては深層防護の複数の層が同時に破られる可能性がある。したがって、安全余裕による対処のみでなく、第 3 層までの

	安全機灘を実現するために用いられる恒設機器とは設計条件の異なる可搬型機器による対応など、安全上の効果（effectiveness）を独立に（independent）する対処が有効である。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 13.1 レジリエンスを高めるリスクマネジメントの必要性
	関連知見 No	知見 2 見たくないものは見えない。見たいものが見える。
	関連教訓 No	教訓 2-2、通番 5 見落としを減らすための体系化
	関連細目 No	細目 2-2-1、細 13 深層防護の考え方に基づき、体制、対応手順、設備等を体系的に整備する。
キーワード		
6	AM（運用・管理）	**FLEX 戦略**：可搬型機器
8	リスク管理	**リスクの本質**：低頻度発生リスク 2 **安全リスク**：原子力特有リスク 5 **リスクへの対応**：リスクマネジメント 3、ハザード評価 2、クリフエッジ 3
9	教育・訓練	**教育・訓練の目的**：レジリエンスの向上 1、事故対応能力の向上
10	改善（安全設計・運用）	**具体的な対応策**：事故後のプラント状態予測
14	文献・出典	**政府関連**：自主的・継続的安全性向上提言 3

資料 13.2（資 43）

〔アクシデントマネジメントの規制化に反対したことに対する問題認識〕

東電原子力安全改革プランにおいて、アクシデントマネジメントの規制化に反対したことに対する問題認識が示された。

- **アクシデントマネジメント策を規制要件とすることに対し、当社を含む電気事業連合会は、設置許可取消訴訟に不利になることへの恐れ、リスクを社会に開示する必要性を感じていなかったこと、規制化されコストに見合わない対策として求められるとの恐れ等により国に対し強く反対していた。**
- **その結果、「設計基準事象を超えるシビアアクシデント」により原子力事故につながるリスクシナリオを描くことはできず、原子力災害のような重大リスクへの対応の妥当性について議論されることはなかった。**

＜アクシデントマネジメントについて＞（東電原子力安全改革プラン）

（11P、12P）

問題点(過酷－②)：アクシデントマネジメント策を規制要件とすることに対し、当社を含む電気事業連合会は、国に対し強く反対していた。

（背後要因）

- 四国電力伊方発電所の設置許可取消訴訟の議論を受け、新たに安全対策を規制要件化することは、訴訟において不利になると恐れていた。
- リスクを、社会に開示する必要性を感じていなかった。
- 規制化されコストに見合わない対策として求められることを恐れていた。
- 規制当局と安全に関する議論をオープンな場で実施する技術力・コミュニケーション力が不足していた。

（15P）

根本原因：
過去の判断に捉われて全電源喪失等により過酷事故が発生する可能性は十分小さく、更に安全性を高める必要性は低いと思い込んだ結果、過酷事故対策の強化が停滞した。

分析の結果、問題点としてあがった項目を「安全意識」「技術力」「対話力」の観点から以下のとおり整理した。

【安全意識の問題点】

- 「稼働率」が経営課題と位置づけられて組織に浸透しているのに対し、「継続的に安全性を高めること」は重要な経営課題として位置づけられていなかったため、組織全体の共通認識となっていなかった。
- これまでに実施したアクシデントマネジメント策でシビアアクシデント対策は十分と過信し、コストに見合わない対策を求められることを恐れて、規制当局がこれを規制事項とすることに強く反対した。
- 上記の旧原子力経営層の意識が現場での対策の立案や実施のプロセスに影響し、予算

の確保や的確な実施が難しくなっていた。

(52P)

このような全社的なリスク管理体制の中で、「設計基準事象を超えるシビアアクシデント」に関しては、原子力リスク管理会議（2010 年11 月）において以下の通りのリスクシナリオが提示されている。

『設計基準事象を超えるシビアアクシデントを規制の対象とする動きが原安委、NISA内にある。規制化の内容によっては、コストに見合わない設備要求や既設炉へのバックフィット、設置許可取り消し訴訟の再燃等多くの局面で多大な対応を余儀なくされる。』

上述の通り、設計基準事象を超えるシビアアクシデントについては、規制化のリスクとして捉え、実際に「設計基準事象を超えるシビアアクシデント」が生じた場合のリスクシナリオは提示されなかった。

更に原子力部門から上記リスクシナリオの提示を受けた「リスク管理委員会(2011年2 月)」においても、原子力部門が検討したリスクシナリオの深掘りや別の視点からの再評価が十分でなく、「設計基準事象を超えるシビアアクシデント」により原子力事故につながるリスクシナリオを描くことはできず、原子力災害のような重大リスクへの対応の妥当性について議論されることはなかった。

今後は経営層全体で、原子力部門から独立した第三者の専門的知見等を効果的に活用し、原子力部門による原子力安全リスク（原子力災害等）の管理状況の監視・監督機能を改善・強化していく。

＜関連 Q&A（例）＞

Q8-21	事業者はなぜ規制要件化に反対したのか。
A	（東電原子力開発プラン（11P）） 問題点(過酷ー②)：アクシデントマネジメント策を規制要件とすることに対し、当社を含む電気事業連合会は、国に対し強く反対していた。 （背後要因） - 四国電力伊方発電所の設置許可取消訴訟の議論を受け、新たに安全対策を規制要件化することは、訴訟において不利になると恐れていた。 - リスクを、社会に開示する必要性を感じていなかった。 - 規制化されコストに見合わない対策として求められることを恐れていた。 - 規制当局と安全に関する議論をオープンな場で実施する技術力・コミュニケーション力が不足していた。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 13.2 アクシデントマネジメントの規制化に反対したことに対する問題認識
	関連知見 No	知見 2 見たくないものは見えない。見たいものが見える。
	関連教訓 No	教訓 2-2、通番 5 見落としを減らすための体系化
	関連細目 No	細目 2-2-1、細 13 深層防護の考え方に基づき、体制、対応手順、設備等を体系的に整備する。
キーワード		
2	安全文化と QMS	**円滑なコミュニケーション**：リスクコミュニケーション 2、対話力・技術力の不足 1 **安全文化の劣化**：規制化反対
6	AM（運用・管理）	**AM 整備**：AM3
8	リスク管理	**安全リスク**：原子力特有リスク 6 **企業リスク**：コスト負担リスク 3、バックフィットリスク 2、取消訴訟影響リスク 2、規制化リスク 1、過剰対策リスク 1 **リスクへの対応**：第三者による監視・監督
10	改善（安全設計・運用）	**基本事項**：事故シナリオ
13	関係組織	**事業者関連**：電事連、伊方発電所
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 30

資料 13.3（資 44）

〔本事故に対する根本原因分析の結果〕

(1) 東電原子力安全改革プランにおいて、事故の根本原因の分析結果が示された。

- **過酷事故や複数号機の同時被災が起こると考えていなかったため、現場の事故対応の訓練や資機材の備えが不十分であった。その結果、重要なプラント状態の情報の共有や迅速的確な減圧操作等ができなかった。**

(2) 政府事故調報告書（中間）において、事故対応について問題点として指摘している。

- **結局、極めて過酷な自然災害によって同時多発的に複数号機で全電源が喪失するような事態を想定し、これに対処する上で必要な訓練、教育が十分なされていなかったと言うほかない。**

＜事故対応について＞（東電原子力安全改革プラン・24P、25Pより）

根本原因：

過酷事故や複数号機の同時被災が起こると考えていなかったため、現場の事故対応の訓練や資機材の備えが不十分であった。その結果、重要なプラント状態の情報の共有や迅速的確な減圧操作等ができなかった。

分析の結果、問題点としてあがった項目を「安全意識」「技術力」「対話力」の観点から以下のとおり整理した。

【安全意識の問題点】

- 過酷事故は起こらないとの思い込みから、訓練計画が不十分であり、訓練が形式的なものとなっていた。
- 同様に、必要な資機材の備えが不足した。

【技術力の問題点】

- 緊急時に必要な作業を自ら持つべき技術として設定していなかったことから、当該作業を自ら迅速に実行できなかった（2 号機問題点(事故－⑤)「注水開始に時間がかかった」等）。
- 過酷事故時においても計器類からプラント状態の情報が入手可能という想定であったため、情報が無い状況におけるプラント状態の推定、それを踏まえた対策の迅速な立案ができなかった（1 号機問題点(事故－①)「注水状況の誤認」等）。
- 情報共有の仕組みの準備と訓練が不十分で、円滑な情報共有が図れなかった。
- 本店は、外部からの問い合わせや指示を調整できず、発電所の指揮命令系統を混乱させた。
- 本店は、資材の迅速な準備、輸送、受け渡しで十分な支援ができなかった。

【対話力の問題点】

- 事故の進展状況を迅速的確に関係機関や地元自治体に連絡できなかった。

＜事故対応に係る問題点＞（政府事故調報告書（中間）（121P））

それまで、SPDS によって各号機のプラント状態に関する情報を即時入手できることを前提とした訓練、教育しか受けていない者が、極めて過酷な自然災害によって同時多発的に複数号機で全電源が喪失するといった事態に直面し、SPDSが機能しない中で、錯綜する情報から各号機のプラント制御にとって必要な情報を適切に取捨選択して評価することは非常に困難であったと思われる。また、当時、重要情報の取捨選択や評価に適切でない点があったとしても、現実に対応した関係者の熱意・努力に欠けるところがあったという趣旨ではない。ただ、各人が全力で事故対応に当たりながらも、事後的にみるとこのような問題点が発見されるのであり、その点については問題点として指摘する必要があると考える。

結局、極めて過酷な自然災害によって同時多発的に複数号機で全電源が喪失するような事態を想定し、これに対処する上で必要な訓練、教育が十分なされていなかったと言うほかない。そのため、発電所対策本部及び本店対策本部において、重要な情報を正しく把握・評価できず、その結果、IC の作動状態に関する適切な判断をなし得なかったと考えられ、かかる訓練、教育が極めて重要であることを示していると考える。

＜関連 Q&A（例）＞

Q6-1	事故対応がうまくいかなかった根本原因は何か。
A	（東電原子力安全改革プラン（24P）） 過酷事故や複数号機の同時被災が起こると考えていなかったため、現場の事故対応の訓練や資機材の備えが不十分であった。その結果、重要なプラント状態の情報の共有や迅速的確な減圧操作等ができなかった。 （政府事故調報告書（中間）（121P）） 結局、極めて過酷な自然災害によって同時多発的に複数号機で全電源が喪失するような事態を想定し、これに対処する上で必要な訓練、教育が十分なされていなかったと言うほかない。そのため、発電所対策本部及び本店対策本部において、重要な情報を正しく把握・評価できず、その結果、IC の作動状態に関する適切な判断をなし得なかったと考えられ、かかる訓練、教育が極めて重要であることを示していると考える。
Q6-2	事故対応においてどのような技術的な問題点が顕在化したか。
A	（東電原子力安全改革プラン（24P）） • 緊急時に必要な作業を自ら持つべき技術として設定していなかったことから、当該作業を自ら迅速に実行できなかった（2 号機問題点(事故－⑤)「注水開始に時間がかかった」等）。 • 過酷事故時においても計器類からプラント状態の情報が入手可能という想定であったため、情報が無い状況におけるプラント状態の推定、それを踏まえた対策の迅速な立案ができなかった（1 号機問題点(事故－①)「注水状況の誤認」等）。

	• 情報共有の仕組みの準備と訓練が不十分で、円滑な情報共有が図れなかった。 • 本店は、外部からの問い合わせや指示を調整できず、発電所の指揮命令系統を混乱させた。 • 本店は、資材の迅速な準備、輸送、受け渡しで十分な支援ができなかった。
Q9-5	過酷事故の訓練をやっていなかったのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（24P）） • 過酷事故は起こらないとの思い込みから、訓練計画が不十分であり、訓練が形式的なものとなっていた。 • 同様に、必要な資機材の備えが不足した。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 13.3 本事故に対する根本原因分析の結果
	関連知見 No	知見 2 見たくないものは見えない。見たいものが見える。
	関連教訓 No	教訓 2-2、通番 5 見落としを減らすための体系化
	関連細目 No	細目 2-2-1、細 13 深層防護の考え方に基づき、体制、対応手順、設備等を体系的に整備する。
キーワード		
1	事故対応	**主要事象**：複数号機同時発災 1、SA、全電源喪失 4 **発生した支障**：プラント状態の把握不能、情報共有に支障 1、資機材の不足、消防車による注水の遅れ 1 **マネジメント上の問題点**：柔軟性のない対応体制 1、指揮命令系統の混乱 1、外部（本店本部等）からの問合せで忙殺 1、資機材の支援体制の混乱
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 31

資料 13.4（資 45）

〔設備（ハード）面での対策の全貌と設計図書の不備〕

(1) 設備（ハード）面での対策（東電報告書）

- (1)敷地及び建屋への浸水対策、(2)高圧注水設備、(3)減圧装置、(4)低圧注水設備、(5)除熱・冷却設備、(6)監視計器の電源確保、(7)炉心損傷後の影響緩和策（水素滞留の防止、放射性物質の放出抑制）、(8)共通的事項（外部電源、瓦礫撤去設備、通信手段の確保等）、その他の中長期的技術検討課題（高圧注水設備の信頼性向上、ベントラインの信頼性向上、フィルタベントの検討、事故時の計測設備の研究開発）に分類されている。
- (2)～(6)の重要設備に対しては、浸水対策と柔軟な対策で整理されている。浸水対策は機器の設置されている部屋の止水や予備モータの配備等である。柔軟な対策は、手順の確立や消防車、電源車、可搬式バッテリー、予備ボンベ等の可搬式設備の配備や空気作動弁（AO 弁）を手動開できるような構造変更等である。

(2) 長年放置された配管計装線図の不備（国会事故調報告書）

- 中央制御室に備え付けの図面集の中に、系統として独立したベントラインの配管計装線図がなかったことが、ベント実施が遅れた一つの要因となった。平成18(2006)年に設計図書の不備が指摘され配管計装線図と現場との照合を実施し図面の修正を行ってきたが、当初計画どおりに作業は進まず、本事故時点においても調査作業は終了していなかったため、プラントの最新の状況を示す配管計装線図は存在しなかった。

＜設備（ハード）面での対策＞（東電報告書・添付16-1より）

（1）敷地及び建屋への浸水対策
防潮堤、防潮板、防潮壁の設置、及び扉や建屋壁貫通部における浸水防止のための止水

（2）高圧注水設備（1時間以内に必要）
対策の考え方

・プラント運転状態から事故停止した場合、当初は原子炉圧力が高いために高圧で注水できる設備が求められる。

・今回の事故では、電動駆動設備が全交流電源喪失(SBO)に伴い使用不可となったことから、蒸気駆動の高圧注水設備が重要となる。

・なお、電動駆動の高圧注水設備を確保する場合は、起動条件の少ない設備を選択することが有効である。

		SBO
RCIC	蒸気駆動	○
SLCまたはCRD	電動駆動	×
HPCS		

原子炉隔離時冷却系（RCIC）

必要な設備	機器の浸水対策	柔軟な対策
ポンプ/タービン	RCIC室の止水	手動起動手順の確立
直流電源（バッテリー、電源盤等）	バッテリー室、主母線盤等設置場所の止水（又は配置見直し）	電源車等の配備

ほう酸水注入系（SLC）または制御棒駆動水圧系（CRD）

必要な設備	機器の浸水対策	柔軟な対策
SLCポンプ又はCRDポンプ	－	ポンプ設置エリアの止水
水源	－	純水タンクからの補給手順の確立
交流電源	－	非常用D/Gを含む電源設備の止水、電源車等の配備、建屋外でのD/G相当の電源確保

（3）減圧装置（4～8時間以内に必要）
対策の考え方

・プラントの除熱、冷却まで最終的に移行するためには、圧力容器の減圧が必要不可欠。

・今回の事故では電源喪失により減圧装置である主蒸気逃がし安全弁の操作に必要な直流電源が不足。当該弁を駆動するN2に加え、電源確保が必要。

必要な設備	機器の浸水対策	柔軟な対策
N2ボンベ	－	予備ボンベを配備
直流電源（バッテリー、電源盤等）	バッテリー室、主母線盤設置場所の止水（又は配置見直し）	可搬式バッテリー配備

（4）低圧注水設備（4～8時間以内に必要）
対策の考え方

・低圧注水設備は、非常系のほか、復水補給水系、消火系が挙げられる。全交流電源喪失（SBO）の場合、本設設備では、消火系のディーゼル駆動消火ポンプ（DDFP）のみ起動可能である。

・今回活用した消防車を含め、安定して確実に注水できる低圧注水設備を用意することが重要。

		SBO
D/DFP	ﾃﾞｨｰｾﾞﾙ駆動	○
MUWC	電動駆動	×

消火系（FP）

必要な設備	機器の浸水対策	柔軟な対策
ディーゼル駆動消火ポンプ	ポンプ室止水	消防車配備及び連結通水ライン設置、海水使用の手順化
バッテリー	バッテリー室止水	可搬式バッテリー配備
ディーゼル用燃料	燃料配備（燃料配送含む）	－

復水補給水系（MUWC）

必要な設備	機器の浸水対策	柔軟な対策
MUWCポンプ	ポンプ室止水	タンク間の水の融通の手順化
交流電源	非常用D/Gを含む電源設備の止水、又は配置見直し	電源車等の配備、建屋外でのD/G相当の電源確保

（5）除熱・冷却設備
①格納容器ベント（1～2日以内に必要）
対策の考え方

・海水を冷却源とできない場合は、大気を冷却源とした圧力抑制室ベントの実施が必要。

・圧力抑制室ベントの実施には、電動（MO）弁、空気作動（AO）弁を開することが必要。

必要な設備	機器の浸水対策	柔軟な対策
交流電源（MO弁、AO弁用電磁弁）	非常用D/Gを含む電源設備の止水（又は配置見直し）	電源車等の配備、可搬式交流発電機又は可搬式バッテリー配備
圧縮空気（AO弁動作用）	可搬式空気圧縮機（又はボンベの配備）	AO弁を手動で開操作ができる構造に変更

②停止時冷却モードによる除熱（3～7日以内に必要）
対策の考え方

・海水を冷却源とした残留熱除去系（RHR）の停止時冷却モードが必要。

・このため、電源を確保するとともに、代替ポンプやモータ修理等による最終冷却源である海水系の復旧が必要。

必要な設備	機器の浸水対策	柔軟な対策
交流電源（RHRポンプ）	非常用D/Gを含む電源設備の止水（又は配置見直し）	・代替ポンプの配備 ・可動式熱交換器設備の配備
RCW/RSWポンプ	予備モータの配備	
交流電源（RCW/RSW）	電源室の止水	電源車の配備、建屋外でのD/G相当の電源確保

③使用済燃料プールの除熱（7～10数日以内に必要：使用済燃料の崩壊熱による）

対策の考え方

・使用済燃料プールを冷却する燃料プール冷却浄化系（FPC）は原子炉建屋内にあることもあり、津波への耐性が基本的に強い。このため、電源設備の確保が重要。

・また、時間的な余裕を考えたとき、計測設備による監視が重要。

必要な設備	機器の浸水対策	柔軟な対策
FPCポンプ	ポンプ室の止水 プール内の水位・温度計設置	・消防車の配備 ・消火配管の活用
交流電源	電源設備の止水（または配置見直し）	・電源車等の配備

（6）監視計器の電源確保（1時間以内に必要）

対策の考え方

・今回の事故では、監視計器が機能喪失し、計器の電源復旧に時間を要した。

・このため、速やかな計器用電源の確保が重要。

必要な設備	機器の浸水対策	柔軟な対策
直流電源	バッテリー室・主母線盤設置場所の止水（または　配置見直し）	・可搬式バッテリー配備 ・電源車及び可搬式充電器の配備

（7）炉心損傷後の影響緩和策

対策の考え方

・今回の事故では、格納容器から建屋へ漏えいしたと考えられる水素の爆発によって、閉じ込め機能喪失のみならず、復旧活動自体が著しく困難となった。

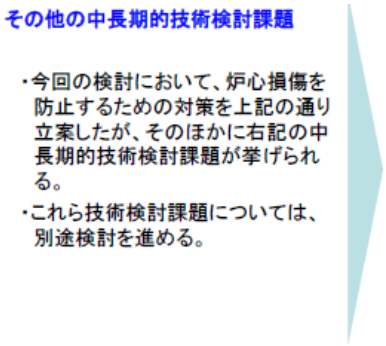
・深層防護の観点から、今回の事故を踏まえた炉心損傷が生じた場合における対策を講じる。

項　目	対　策
水素滞留の防止	原子炉建屋の換気促進のため、建屋屋上へ穴を開ける措置（トップベント）やブローアウトパネルを開放する措置の設備・手順の確立
放射性物質の放出抑制	圧力抑制室ベントと同じ（水を通したベントの確実な実施） 消防車等による格納容器への注水手順の準備

（8）共通的事項

・上記対策を有効なものとするためには、当該の対応のほか、安全に効率的に動けるように作業を支援する装備や補助設備を充実することが必要。

項　目	対　策
外部電源	外部電源の供給信頼度を確保するための設備形成の検討、送電鉄塔基礎の安定性の評価、変電所設備／開閉所設備の耐震性向上策の検討、外部電源設備の迅速な復旧手順等の検討
瓦礫撤去設備	対応活動の阻害要因となる瓦礫を撤去するための設備の配置
通信手段の確保	移動無線や衛星電話の配備や電源としての蓄電池等の配備など状況に応じた通信手段を確立、全面マスクを装着した状態での通信設備の開発
照明用設備の確保	安全、迅速、確実な対応を行うために、両手を使えるようなヘッドライトタイプの照明のほか、広範囲を照らせるような照明設備を配備
防護設備	防護服、マスク、APD、可搬式空気清浄機等の様々な装備品等を適切な場所に余裕を持って配備、中央制御室の非常用換気設備は電源車等により優先的に機能を回復、免震重要棟の遮へいの強化や局所排風機など必要な設備を配備
放射線管理ツールの整備	免震重要棟を含め拠点となる場所において、線量集計のための管理ツールを整備
環境放射線の監視体制の強化	電源停止の場合の代替監視方法及び要員体制を予め定めておく等、モニタリングのための放射線測定設備を強化
津波監視体制の強化	短期的には赤外線スコープなどの配備、長期的には海面高さ観測装置による情報収集と作業者への通知方法、避難ルートの確保、緊急時に現場に向かうルート案の事前検討と必要に応じた改造
免震重要棟の機能強化	人と物の出入口の分離、放射性物質の浸入防止を考慮した出入口設計、除染しやすい内装、トイレ設備の機能維持、休息のための設備準備



項　目	内　容
高圧注水設備の信頼性向上	非常用復水器の隔離信号のインターロックも含め、高圧注水設備の信頼性向上に資する考え方を整理・検討
ベントラインの信頼性向上	ラプチャーディスクを積極的に作動させる方策やベントラインの信頼性向上など、不用意な放出につながらないことに留意した上で検討
フィルタベントの検討	放射性物質の放出を低減するため、放射性物質をフィルタを介して放出するフィルタベントの設計検討
事故時の計測設備の研究開発	原子炉水位計については、精度の向上の他、事故時に必要な目的に応じた計測装置を研究・開発。格納容器雰囲気モニタについては、信頼性向上の他、事故環境下での精度向上についても検討

JANSI 注）上記の対策を見ると、一人ひとりの提案でも実現可能なものがあることに気付く。

＜設計図書の不備＞（国会事故調報告書 535P）

４）長年放置された配管計装線図の不備

前述のとおり、中央制御室に備え付けの図面集の中に、系統として独立したベントラインの配管計装線図がなかったことが、ベント実施が遅れた一つの要因となった（「2.1.6」参照）。

平成18（2006）年の重要な会議資料によれば福島第一原発の1、3、5号機の「不適合に鑑みた計器妥当性総点検に際し、設計図書が当社にないor適切な改訂がなされなく精度が低い等の不適合が露見」したと記載されている。この設計図書の不備は福島第一原発の運転開始時にメーカーから図面が適切に引き継がれていなかったことによるものであり、この事態は長年にわたって放置されてきた。

福島第一原発4号機におけるプラントの半数の系統について、配管計装線図と現場との照合を実施した結果、修正が必要な箇所が約1割存在したため、その後3回の定期検査で全号機の現場調査を行い図面を修正することとされた。しかしながら、当初計画どおりに作業は進まず、本事故時点においても調査作業は終了していなかったため、プラントの最新の状況を示す配管計装線図は存在しなかった。なお、全体の約3割が未調査の状態であり、調査済の箇所だけでも1万5000箇所（全体の6%程度）において図面の修正が必要であった。

当該設備図書の不備について、原子力部門の重要リスク管理表には、①間違った設備情報を業務に使用する可能性、②トラブルに見舞われた際に、必要情報が収集できない、③業務品質の不良を指摘される可能性等のリスクが残存すると記載されている。事故後のベント実施の遅れはまさに「トラブルに見舞われた際に、必要情報が収集できなかった」ことによってもたらされたものと考えられる。

原子炉の運転に必要な配管計装線図が、最新のプラントの状況を反映していなかったことは由々しき事態であり、そのような状況を長年にわたって放置してきた東電の姿勢には大いに問題がある。

＜直流電源の枯渇までの時間＞

（政府事故調報告書（中間）413P）

平成5 年6 月に、安全委員会の原子力施設事故・故障分析評価検討会全交流電源喪失事象検

討ワーキング・グループによってまとめられた報告書では、NRCのSBO 規則における要件等との対比の下に、わが国の代表プラントにおけるSBO発生頻度やSBO耐久能力（SBO時の蓄電池及び冷却用水源による耐久時間）を検討し、わが国では外部電源及び非常用DG の信頼性が高く、SBO 耐久能力は、（安全審査においては慣行として30 分間しか要求されていないものの）実力値としては加圧水型原子炉（PWR）で5 時間以上、沸騰水型原子炉（BWR）で8 時間以上であってSBO 規則を満たしているとしている。ただし、SBO 規則が降雪、ハリケーン、竜巻等の外的事象の想定を求めている（地震、洪水は含まれていない）のに対して、本検討では外的事象によるSBO の可能性は論じられていない。なお、内的事象を起因事象とするPSA によると、わが国の代表的プラントにおけるSBO による炉心損傷頻度（CDF）は小さいとされていた[18]。

18 IAEAの基本原則で示されている新設炉に対する安全目標値10^{-5}／炉・年（全炉心損傷頻度）に対 し、SBOシーケンスのCDFは、BWR-3で約1.6×10^{-8}／炉・年（全炉心損傷頻度に対する寄与割合 約2%）、BWR-4で約1.9×10^{-7}／炉・年（同約24%）、BWR-5で約7.2×10^{-8}／炉・年（同約22%） 等であった。

（政府事故調報告書（最終）322P）

今回の調査過程においては、東京電力福島第一原発の1 号機から4 号機の事故時運転操作手順書（事象ベース）において、SBO 時の直流電源の監視可能時間を、1 号機は10 時間及び2 号機から4 号機は8 時間（以下「8 時間等」という。）としていたことが明らかになったが、その経緯について述べる。

（政府事故調報告書（最終）323P）

NRC は、1980（昭和55）年7 月、米国での過去の外部電源喪失発生事例及びDG の起動失敗事例が数多くあることから、SBO を未解決の安全問題(USI)のA-44 に指定して検討を開始し、1985（昭和60）年5 月、外部電源及び非常用交流電源の信頼性に応じてプラントが4 時間又は8 時間のSBO に対する耐力を持つことを要求するというNRC スタッフの規則案を公表した。

（政府事故調報告書（最終）323P）

1988（昭和63）年、NRC は、10 CFR 50.63 に、SBO に対する規定を追加して「一定時間のSBOの継続」に耐えられる設計であることを求め、また、これを受けて、規制指針（Regulatory Guide）1.155 SBO を発行し、米国においては、各プラントの設計状況により、2 時間、4 時間、6 時間、8 時間又は16 時間の耐性を持つように要求されることとなった。

（政府事故調報告書（最終）323P）

当該研究によると、NRC の規制指針1.155 SBO に準ずると、国内のプラントはDG の信頼性が高く、外部電源の設計も比較的良好のため、求められるSBO耐性は4 時間となる。そのため、4 時間の耐性確認で十分となるものの、受託研究においては1 ランク上の8 時間の耐性があるか確認を実施し、結果としては、蓄電池の放電時間等のプラントの設計条件は4 時間であるが、外部電源喪失時に必要となる機器の運転を、水源、環境温度、蓄電池容量等を踏まえた実運用ベースで実力評価すると8 時間等の耐性が確認された。

（学会事故調報告書177P）

福島第一事故においては、30分間の全交流電源喪失（設計基準事象）を超える場合については、アクシデントマネジメントが準備され、8時間までの対策がマニュアルとして用意されていた。しかし、このマニュアルでは直流電源があることが前提となっており、この前提が覆される、つまり直流電源まで失われる事態という、さらに厳しい条件となったために、対策が役に立たなかった。

＜関連 Q&A（例）＞

Q8-26	柔軟な対策としての影響緩和策とは具体的にどのようなものか。
A	柔軟な対策としては、手順の確立や消防車、電源車、可搬式バッテリー、予備ボンベ等の可搬式設備の配備や空気作動弁（AO 弁）を手動開できるような構造変更等である。
Q10-7	設備面での浸水対策の主なものは何か。
A	（東電原子力安全改革プラン（添付 16-1）） 浸水対策としては、機器の設置されている部屋の止水や予備モータの配備等である。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 13.4 設備（ハード）面での対策の全貌と設計図書の不備
	関連知見 No	知見 2 見たくないものは見えない。見たいものが見える。
	関連教訓 No	教訓 2-2、通番 5 見落としを減らすための体系化
	関連細目 No	細目 2-2-1、細 13 深層防護の考え方に基づき、体制、対応手順、設備等を体系的に整備する。

キーワード		
3	地震・津波	**津波対策**：防潮堤等 3、浸水対策 1
4	設備	**敷地・構築物・付属物**：敷地及び建屋 1 **高圧注水設備関連**：RCIC1、HPCS1 **減圧装置関連**：SRV1 **炉心冷却設備関連**：RHR－SHC1、RHR ポンプ、RCW1、RCW ポンプ 1、RSW2、RSW ポンプ 2 **燃料プール冷却設備関連**：燃料プール 2、FPC ポンプ 1 **通常通水設備関連**：CRD1、CRD ポンプ 1 **計測設備関連**：原子炉水位計 1、格納容器雰囲気モニタ 1 **電源設備関連**：非常用 DG1、外部電源 1、直流電源盤 1、M／C1、P／C1 **弁類関連**：AO 弁 1、MO 弁 1、N2 ボンベ 1 **放射線監視・管理・防護設備**：防護服 1、マスク 1、APD1、可搬式空気清浄機 1、免震重要棟遮へい強化 1、局所排風機 1
5	SA 対策設備	**代替注水（高圧）**：SLC1、SLC ポンプ 1、純粋タンク 1 **代替注水（低圧）**：FP1、DDFP1、MUWC1、MUWC ポンプ 1、DDFP 用燃料 1 **柔軟な代替注水**：消防車 3、海水注入 1 **格納容器減圧・冷却**：格納容器ベント 3、フィルタベント 1、ラプチャーディスク 3 **燃料プール冷却**：プール内水位計・温度計 1 **照明用設備**：ヘッドライトタイプ照明 1、可搬式広域照明 2 **電源設備**：可搬式バッテリー1、電源車 1、可搬式交流発電機 2、可搬式充電器 1 **予備品**：代替ポンプ 1、交換用モータ 1、可搬式コンプレッサー

		1、空気ボンベ 1、可搬式熱交換器 1 **瓦礫撤去設備**：重機 1 **通信設備・現場監視**：全面マスク使用時通信設備 1、通信設備の強化 1、赤外線スコープ 1、海面高さ観測装置 1 **水素滞留防止設備**：原子炉建屋トップベント 1、ブローアウトパネル 1 **放射線防護**：線量集計用管理ツール 1
6	AM（運用・管理）	**手順の確立**：RCIC の手動起動・制御 1、代替注水のラインアップ 1、海水利用 1、MUWC ポンプの水源融通 1、水素滞留防止 1、作業者への津波情報の通知 1
10	改善（安全設計・運用）	**深層防護の徹底**：インターロックの変更 1、フェイルセーフの確認 1 **具体的な対応策**：AO 弁構造変更 1、外部電源の信頼性向上、瓦礫撤去設備の配置 1、通信手段の確保 1、照明用設備の確保 1、防護設備の強化 1、放射線管理ツールの整備 1、環境放射線の監視体制の強化 1、津波監視体制の強化 1、免震重要棟の機能強化 1、高圧注水設備の信頼性向上 1、ベントラインの信頼性向上 1、フィルタベントの検討 1、事故時の計測設備の研究開発 1
15	文献・出典	**事業者関連**：東電報告書 35

資料 14.1（資 46）

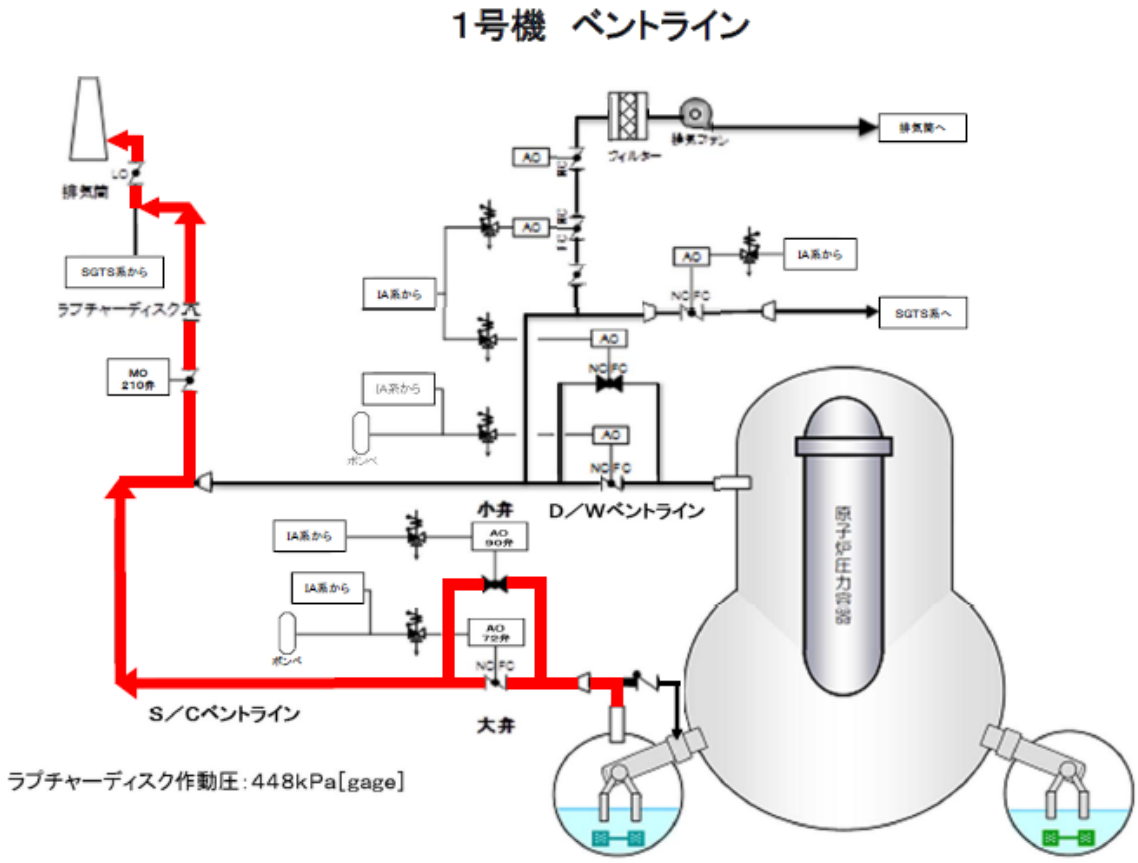
〔格納容器ベントの系統図〕

政府事故調報告書において、1 号機の格納容器ベントの系統図が示された。

- 格納容器ベントは、格納容器の圧力の異常上昇を防止し、格納容器を保護するため、放射性物質を含む格納容器内の気体（ほとんどが窒素）を一部外部に放出し、圧力を降下させる措置。

＜1 号機格納容器ベントライン系統図＞（政府事故調報告・中間/資料Ⅳ-17 より）

資料Ⅳ－17



東京電力「福島第一原子力発電所　東北地方太平洋沖地震に伴う原子炉施設への影響について」（平成23年9月）を基に作成

＜関連 Q&A（例）＞

Q5-6	格納容器ベントとはどのような機能か。
A	政府事故調報告（中間）（資料Ⅳ-17） 格納容器ベントは、格納容器の圧力の異常上昇を防止し、格納容器を保護するため、放射性物質を含む格納容器内の気体（ほとんどが窒素）を一部外部に放出し、圧力を降下させる措置。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 14.1 格納容器ベントの系統図
	関連知見 No	知見 2 見たくないものは見えない。見たいものが見える。
	関連教訓 No	教訓 2-2、通番 5 見落としを減らすための体系化
	関連細目 No	細目 2-2-2、細 14 緊急時に必要となる実践的な手順を体系的に整備する。
キーワード		
5	SA 対策設備	**格納容器減圧・冷却**：格納容器ベント 4、D／W ベント 1、ラプチャーディスク 4、S／C ベント
11	保守管理・運転管理	**設備管理図書**：系統図 1
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）63

資料 14.2（資 47）

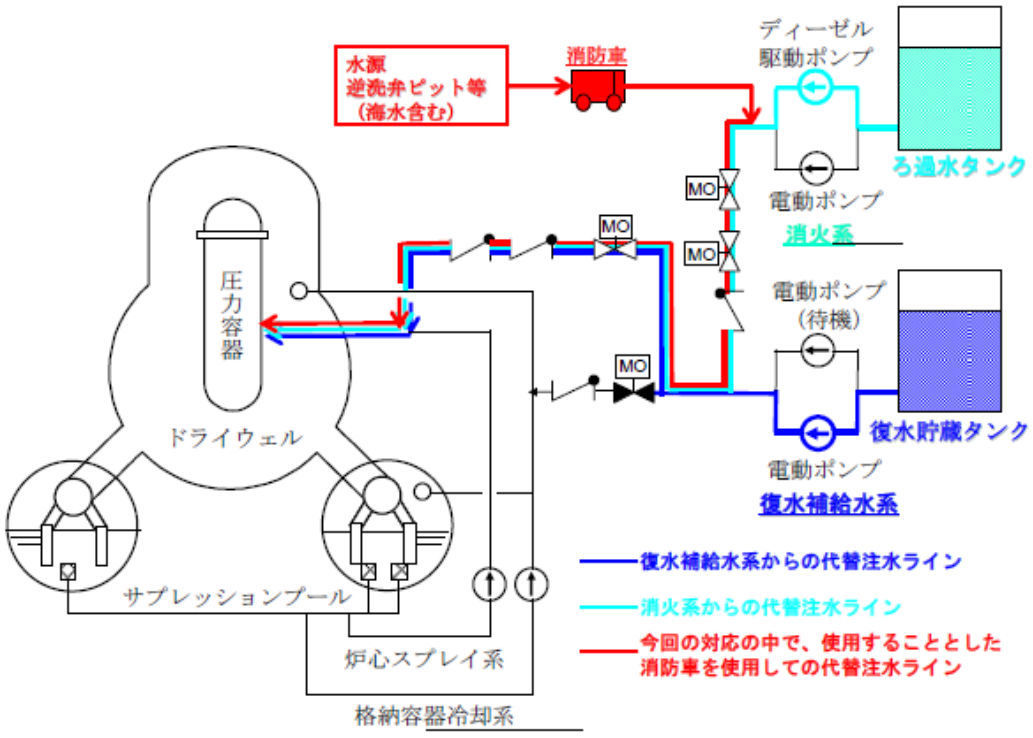
〔代替注水ラインの系統図〕

(1) 東電報告書において、消防車による注水ラインを含む代替注水ラインの系統図が示された。

- **代替注水とは、非常用炉心冷却系がなんらかの原因で機能しないときに、代わりに注水や除熱を行うこと。本来の機能に応じて圧力の高い原子炉への注水、圧力の低い原子炉への注水、格納容器の冷却などがある。高圧の原子炉への代替注水系としては制御棒駆動水系、原子炉冷却材浄化系等がある。圧力が低い原子炉への注入は、復水補給水系、消火系がある。格納容器の冷却機能としては復水補給水系、消火系、ドライウェルクーラ、格納容器冷却系がある。**

(2) 福島第一 AM 整備報告書において、ECCS 等が自動起動しない場合の対応が手順化された。

＜消防車による注水ラインを含む代替注水ラインの系統図＞（東電報告書・127P より）



代替注水ライン（消防車による注水ライン含む）

（福島第一 AM 整備報告書）

ECCS等が自動起動しない場合の対応として、従来から給復水系、制御棒駆動水圧系等による注水操作、手動でのECCS等の起動操作、原子炉の手動減圧及び低圧注水操作について手順書化している。(5P、8P、12P)

3.1.1　1号機（BWR-3）

既設の復水補給水系、消火系及び格納容器冷却系を有効活用する観点より、これらの系統から炉心スプレイ系を介して原子炉へ注水できるように配管の接続等を変更し、代替注水設備

として利用できるようにすることで、原子炉への注水機能を向上させるものである。また、同じ代替注水設備によって格納容器冷却系を介した格納容器へのスプレイを可能にし、発生した蒸気のスプレイによる凝縮、ペデスタル（原子炉圧力容器下部空間）のデブリ冷却といった格納容器への注水機能を向上させる。(5P)

3.1.2　2～5号機（BWR-4）

既設の復水補給水系及び消火系を有効活用する観点より、これらの系統から残留熱除去系を介して原子炉へ注水できるように配管の接続等を変更し、代替注水設備として利用できるようにすることで、原子炉への注水機能を向上させるものである。また、同じ代替注水設備によって残留熱除去系を介した格納容器へのスプレイを可能にし、発生した蒸気のスプレイによる凝縮、ペデスタルのデブリ冷却といった格納容器への注水機能を向上させる。(9P)

3.1.3　6号機（BWR-5）

既設の復水補給水系及び消火系を有効活用する観点より、これらの系統から残留熱除去系を介して原子炉へ注水できるように配管の接続等を変更し、代替注水設備として利用できるようにすることで、原子炉への注水機能を向上させるものである。また、同じ代替注水設備によって残留熱除去系を介した格納容器へのスプレイ、ペデスタルへの直接注水を可能にし、発生した蒸気のスプレイによる凝縮、ペデスタルのデブリ冷却といった格納容器への注水機能を向上させる。(12P)

＜関連 Q&A（例）＞

Q5-1	代替注水手段とは何か。
A	（福島第一 AM 整備報告書） ECCS等が自動起動しない場合の対応として、従来から給復水系、制御棒駆動水圧系等による注水操作、手動でのECCS等の起動操作、原子炉の手動減圧及び低圧注水操作について手順書化している。さらに、原子炉及び格納容器への注水機能の更なる向上のため、AM策として代替注水手段（復水補給水系、消火系ポンプによる原子炉・格納容器への注水手段等）、及び原子炉減圧の自動化の整備を実施した。
Q5-2	消防車による給水の場合どこに繋ぎ込むのか。
A	（東電報告書（127P）） 消火系ポンプと消火系ポンプの吐出側電動弁の間に繋ぎ込む。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 14.2 代替注水ラインの系統図
	関連知見 No	知見 2 見たくないものは見えない。見たいものが見える。
	関連教訓 No	教訓 2-2、通番 5 見落としを減らすための体系化
	関連細目 No	細目 2-2-2、細 14 緊急時に必要となる実践的な手順を体系的に整備する。

キーワード		
4	設備	**敷地・構築物・付属物**：CST1、ろ過水タンク **格納容器冷却設備関連**：CCS1、ドライウェルクーラ **通常通水設備関連**：原子炉冷却材浄化系 2
5	SA 対策設備	**代替注水（低圧）**：FP2、DDFP2、MUWC2、代替注水ライン 1 **柔軟な代替注水**：消防車 4、消防車通水ライン 1
11	保守管理・運転管理	**設備管理図書**：系統図 2
14	文献・出典	**事業者関連**：東電報告書 36

資料 15.1（資 48）

〔体系的教育・訓練手法（SAT)〕

1. 補足：JANSI の原子力発電所技術者の教育・ガイドライン（共通編）から、IAEA が推奨する体系的教育・訓練手法である SAT（Systematic Approach to Training）を紹介する。

- **SAT 手法は，分析，設計，開発，実施，評価（適正化）の 5 つのプロセスを実施することで，教育・訓練プログラムを体系的かつ合理的に開発・維持する手法である。**

＜SATとは＞（JANSI 原子力発電所技術者の教育・訓練ガイドライン（共通編）2P）

4.2 SAT

SAT（Systematic Approach to Training）とは，国際原子力機関（IAEA）が推奨し，各国で採用される体系的教育・訓練手法である。SAT は教育・訓練に品質保証を応用し，それによって原子力発電所の技術者の能力を確保する手法で,「業務遂行能力の検証からその能力を獲得するための教育・訓練の展開及び実施，さらにこの教育・訓練の事後評価までのプロセスを論理的に導くアプローチ」と定義される。

4.3 SATプロセス

SATプロセスとは，教育・訓練を開発・維持するための体系的なプロセスの集合体のことをいう。プロセスには分析，設計，開発，実施，評価（適正化）があり，これらを総称してSATプロセスという。これら5つのプロセスを実施することで，教育・訓練プログラムを体系的かつ合理的に開発・維持することができる。

図4.3にSATプロセスフローの概要を示す。

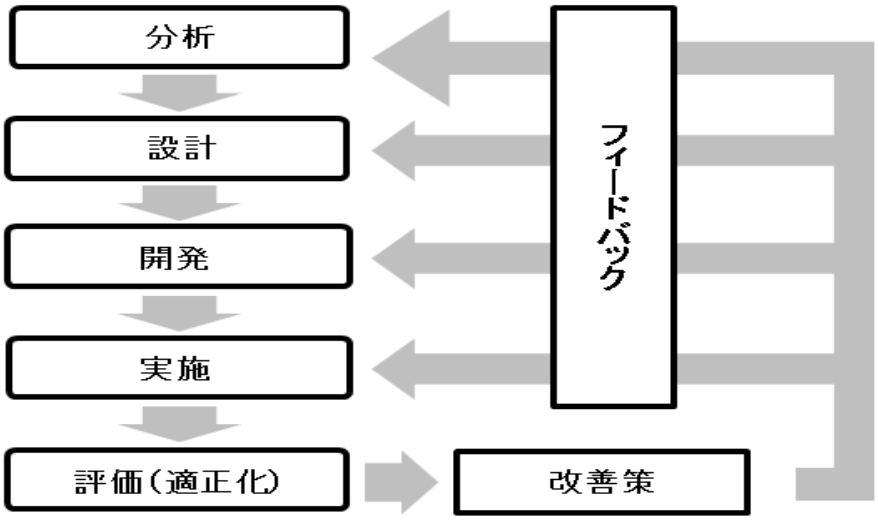


図 4.3SAT プロセスフローの概要

＜関連 Q&A（例）＞

Q9-1	SAT とは何か。
A	（JANSI 原子力発電所技術者の教育・訓練ガイドライン（共通編）） SAT とは，国際原子力機関（IAEA）が推奨し，各国で採用される体系的教育・訓練手法である。SAT は教育・訓練に品質保証を応用し，それによって原子力発電所の技術者の能力を確保する手法で，「業務遂行能力の検証からその能力を獲得するための教育・訓練の展開及び実施，さらにこの教育・訓練の事後評価までのプロセスを論理的に導くアプローチ」と定義される。

【属性管理表】

整理 No		
	項目 No	項目 15.1
	関連知見 No	知見 2 見たくないものは見えない。見たいものが見える。
	関連教訓 No	教訓 2-2、通番 5 見落としを減らすための体系化
	関連細目 No	細目 2-2-3、細 15 緊急時対応の知識と技能を身に付けるための体系的な教育訓練体系を構築する。
キーワード		
9	教育・訓練	**教育・訓練の目的**：SAT、実効的な訓練計画
13	関係組織	**海外機関**：IAEA2
14	文献・出典	**JANSI 関連**：教育・訓練ガイドライン **事業者関連**：東電報告書 37

資料 16.1（資 49）

〔電源設備の設置階や浸水経路の違いによって異なる浸水被害〕

(1) JANTI 報告書に掲載した浸水の電源系への影響を示した表において、各設備の設置階を強調した。地下階設置は一部を除きほとんど浸水被害を受けている。

- T/B の地下階で浸水被害を受けなかったのは、3 号機の直流電源（3A、3B)、5 号機の DG（5A、5B)、5 号機直流電源（5A、5B)、6 号機直流電源（6A、6B）である。浸水被害を受けるか否かは浸水経路、浸水量、また、仕切り扉の防水性等に依存する。（3 号機、5 号機、6 号機の直流電源は、MB1FL の設置であり、他は B1FL であったことから考えると、中地下階に設置されていたことにより、浸水被害を免れたのではと推定される。）

(2) 東電報告書において交流電源盤の被水状況が示された。

- 今回の津波襲来により、1号機から5号機までは常用系、非常用系の高圧電源盤(M/C)がすべて被水しており、仮に外部電源や非常用D/Gが機能していたとしても電力を必要とする機器に供給することができない状況であった。
- また、低圧電源盤(P/C)についても大半が被水しており、高圧電源車などの接続可能な箇所は限られてしまう状況であった。

(3) 東電報告書において直流電源盤の被水状況が示された。

- 建屋への大規模な浸水が生じた施設では、建屋最地下階の浸水が顕著であり電源盤の被害もこれに対応している。最地下階に設置してあった電源盤は被水の被害を受けているのに対して、中地下階（一部被水の被害を受けているものあり）に設置してある電源盤は、被水を免れた。

(4) 東電報告書において給気ルーバ等の浸水経路が重要な役割を果たすことが示された。

- 最地下階に設置してあっても、建屋周囲の浸水高に対して建屋への浸水経路となる非常用 D/G 給気ルーバ等の最下端が浸水高より上に設置され、浸水経路となるダクト、トレンチ等の貫通部もない箇所では、建屋への浸水がなく、設備も被水していない。

＜設置階により異なる浸水被害＞（JANTI 報告書・2-17P より）（□は追記）

表2.1-2　津波の浸水による所内電源系の影響

	1-3号														
	1号機					2号機					3号機				
	機器	設置場所	設置階	使用可否	状況	機器	設置場所	設置階	使用可否	状況	機器	設置場所	設置階	使用可否	状況
起動用変圧器	STr (1S)	変圧器ヤード	地上	不明	浸水	STr (2S)	変圧器ヤード	地上	不明	浸水 碍子等 付属品損傷	STr (3SA)	変圧器ヤード	地上	不明	確認不可 (注1)
ケーブル	OFケーブル (開閉所～ STr (1S))	－	地下	不明	一部 外観良好	OFケーブル (開閉所～ STr (2S))	－	地下	不明	確認不可 (注2)	OFケーブル (開閉所～ STr (3SA))	－	地下	－	工事中
D/G	DG 1A	T/B	B1FL	×	水没	DG 2A	T/B	B1FL	×	水没	DG 3A	T/B	B1FL	×	水没
	DG 1B	T/B	B1FL	×	水没	DG 2B	共用プール	1FL	×	M/C水没 使用不可	DG 3B	T/B	B1FL	×	水没
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
非常用高圧配電盤(M/C)	M/C 1C	T/B	1FL	×	浸水	M/C 2C	T/B	B1FL	×	水没	M/C 3C	T/B	B1FL	×	水没
	M/C 1D	T/B	1FL	×	浸水	M/C 2D	T/B	B1FL	×	水没	M/C 3D	T/B	B1FL	×	水没
	—	—	—	—	—	M/C 2E	共用プール	B1FL	×	水没	—	—	—	—	—
常用高圧配電盤(M/C)	M/C 1A	T/B	1FL	×	浸水	M/C 2A	T/B	B1FL	×	水没	M/C 3A	T/B	B1FL	×	水没
	M/C 1B	T/B	1FL	×	浸水	M/C 2B	T/B	B1FL	×	水没	M/C 3B	T/B	B1FL	×	水没
	M/C 1S	T/B	1FL	×	浸水	M/C 2SA	M/C 2SA建屋	1FL	×	水没	M/C 3SA	C/B	B1FL	×	水没
						M/C 2SB	T/B	B1FL	×	水没	M/C 3SB	C/B	B1FL	×	水没
非常用パワーセンタ(P/C)	P/C 1C	C/B	B1FL	×	水没	P/C 2C	T/B	1FL	○	ベース部 浸水	P/C 3C	T/B	B1FL	×	水没
	P/C 1D	C/B	B1FL	×	水没	P/C 2D	T/B	1FL	○	ベース部 浸水	P/C 3D	T/B	B1FL	×	水没
	—	—	—	—	—	P/C 2E	共用プール	B1FL	×	水没	—	—	—	—	—
常用パワーセンタ(P/C)	P/C 1A	T/B	1FL	×	浸水	P/C 2A	T/B	1FL	○	ベース部 浸水	P/C 3A	T/B	B1FL	×	水没
						P/C 2A-1	T/B	B1FL	×	水没	—	—	—	—	—
	P/C 1B	T/B	1FL	×	浸水	P/C 2B	T/B	1FL	○	ベース部 浸水	P/C 3B	T/B	B1FL	×	水没
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	P/C 1S	T/B	1FL	×	浸水	—	—	—	—	—	P/C 3SA	C/B	B1FL	×	水没
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	P/C 2SB	T/B	B1FL	×	水没	P/C 3SB	C/B	B1FL	×	水没
直流125V	125V DC BUS-1A	C/B	B1FL	×	水没	125V DC DIST CTR 2A	C/B	B1FL	×	水没	直流125V 主母線盤 3A	T/B	MB1FL	○	－
	125V DC BUS-1B	C/B	B1FL	×	水没	125V DC DIST CTR 2B	C/B	B1FL	×	水没	直流125V 主母線盤 3B	T/B	MB1FL	○	－
	—	—	—	—	—	直流125V 2D/G B 主母線盤	共用プール	B1FL	×	水没	—	—	—	—	－

	4-6号														
	4号機					5号機					6号機				
	機器	設置場所	設置階	使用可否	状況	機器	設置場所	設置階	使用可否	状況	機器	設置場所	設置階	使用可否	状況
起動用変圧器	STr(3SB)	変圧器ヤード	地上	不明	確認不可(注1)	STr(5SA)	変圧器ヤード	地上	○	－	STr(5SB)	変圧器ヤード	地上	○	－
ケーブル	OFケーブル(開閉所～STr(3SB))	－	地下	不明	確認不可(注2)	OFケーブル(開閉所～STr(5SA))	－	地下	○	－	OFケーブル(開閉所～STr(5SB))	－	地下	○	－
D/G	DG 4A	T/B	B1FL	×	水没(工事中)	DG 5A	T/B	B1FL	×	関連機器(励磁機器)水没	DG 6A	C/S	B1FL	×	関連機器(海水ﾎﾟﾝﾌﾟ)浸水
	DG 4B	共用プール	1FL	×	M/C水没使用不可	DG 5B	T/B	B1FL	×	関連機器(励磁機器)水没	DG 6B	DG建屋	1FL	○	－
	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	HPCS DG	C/S	B1FL	×	関連機器(海水ﾎﾟﾝﾌﾟ)浸水
非常用高圧配電盤(M/C)	M/C 4C	T/B	B1FL	×	水没(点検中)	M/C 5C	T/B	B1FL	×	水没	M/C 6C	C/S	B2FL	○	－
	M/C 4D	T/B	B1FL	×	水没	M/C 5D	T/B	B1FL	×	水没	M/C 6D	C/S	B1FL	○	－
	M/C 4E	共用プール	B1FL	×	水没	－	－	－	－	－	HPCS DG M/C	C/S	1FL	○	－
常用高圧配電盤(M/C)	M/C 4A	T/B	B1FL	×	水没	M/C 5A	C/B	B1FL	×	水没	M/C 6A-1	T/B	B1FL	×	水没
											M/C 6A-2	T/B	B1FL	×	水没
	M/C 4B	T/B	B1FL	×	水没	M/C 5B	C/B	B1FL	×	水没	M/C 6B-1	T/B	B1FL	×	水没
											M/C 6B-2	T/B	B1FL	×	水没
	－	－	－	－	－	M/C 5SA-1	C/B	B1FL	×	水没	－	－	－	－	－
	－	－	－	－	－	M/C 5SA-2	C/B	B1FL	×	水没	－	－	－	－	－
	－	－	－	－	－	M/C 5SB-1	C/B	B1FL	×	水没	－	－	－	－	－
	－	－	－	－	－	M/C 5SB-2	C/B	B1FL	×	水没	－	－	－	－	－
非常用パワーセンタ(P/C)	P/C 4C	T/B	1FL	－	工事中	P/C 5C	T/B	B1FL	×	浸水	P/C 6C	C/S	B2FL	○	－
	P/C 4D	T/B	1FL	○	－	P/C 5D	T/B	B1FL	×	浸水	P/C 6D	C/S	B1FL	○	－
	P/C 4E	共用プール	B1FL	×	水没	－	－	－	－	－	P/C 6E	DG建屋	B1FL	○	－
常用パワーセンタ(P/C)	P/C 4A	T/B	1FL	－	工事中	P/C 5A	C/B	B1FL	×	浸水	P/C 6A-1	T/B	B1FL	×	浸水
	－	－	－	－	－	P/C 5A-1	T/B	2FL	○	－	P/C 6A-2	T/B	B1FL	×	浸水
	P/C 4B	T/B	1FL	○	－	P/C 5B	C/B	B1FL	×	浸水	P/C 6B-1	T/B	B1FL	×	浸水
	－	－	－	－	－	P/C 5B-1	T/B	2FL	○	－	P/C 6B-2	T/B	B1FL	×	浸水
	－	－	－	－	－	P/C 5SA	C/B	B1FL	×	浸水	－	－	－	－	－
	－	－	－	－	－	P/C 5SA-1	T/B	B1FL	×	浸水	－	－	－	－	－
	－	－	－	－	－	P/C 5SB	C/B	B1FL	×	浸水	－	－	－	－	－
直流125V	直流125V主母線盤 4A	C/B	B1FL	×	水没	直流125V主母線盤 5A	T/B	MB1FL	○	－	125V DC PLANT DISTR CENTER 6A	T/B	MB1FL	○	－
	直流125V主母線盤 4B	C/B	B1FL	×	水没	直流125V主母線盤 5B	T/B	MB1FL	○	－	125V DC PLANT DISTR CENTER 6B	T/B	MB1FL	○	－
	直流125V 4D/G B主母線盤	共用プール	B1FL	×	水没	－	－	－	－	－	125V DC HPCS DIST CTR	C/S	1FL	○	－

使用可否：東京電力社員が現場で機器の状況を確認し、判断した結果
浸水：浸水の痕跡がある状態
水没：水が溜まっている状態
：使用不可の機器
：DG本体は浸水していなかったが、M/C・関連機器等の水没により使用不可
：給電元のM/Cが使用不可のため受電不可
T/B：タービン建屋
C/B：コントロール建屋
C/S：原子炉複合建屋

注1：放射線量が高いため
注2：設置場所の水没が想定されるため

＜交流電源盤や非常用D/Gの被水状況＞（東電報告書（108P））

外部電源及び非常用D/Gの電力は、高圧電源盤(M/C)、低圧電源盤(P/C､MCC)を経由して各機器に供給される。また、交流電源喪失時に最低限の監視機能等を確保するために直流電源盤（バッテリーあり）が用意されている。

今回の津波襲来により、1号機から5号機までは常用系、非常用系の高圧電源盤(M/C)がすべて被水しており、仮に外部電源や非常用D/Gが機能していたとしても電力を必要とする機器に供給することができない状況であった。

また、低圧電源盤(P/C)についても大半が被水しており、高圧電源車などの接続可能な箇所は限られてしまう状況であった。

（後略）

＜直流電源盤の被水状況＞（東電報告書（108P））

直流電源盤の被害については、1号機、2号機及び4号機で被水したが、3号機、5号機及び6号機では被水していない。3号機、5号機及び6号機の直流電源盤は、タービン建屋の中地下階に設置されていたことで浸水被害が及ばなかったものと推定される。

建屋への大規模な浸水が生じた施設では、建屋最地下階の浸水が顕著であり電源盤の被害もこれに対応している。最地下階に設置してあった電源盤は被水の被害を受けているのに対して、中地下階（一部被水の被害を受けているものあり）に設置してある電源盤は、被水を免れた。

＜交流電源盤、直流電源盤共通＞（東電報告書（108P））

また、最地下階に設置してあっても、建屋周囲の浸水高に対して建屋への浸水経路となる非常用D/G給気ルーバ等の最下端が浸水高より上に設置され、浸水経路となるダクト、トレンチ等の貫通部もない箇所では、建屋への浸水がなく、設備も被水していない。5号機及び6号機の非常用D/Gや6号機の非常用電源盤（高圧電源盤(M/C)、低圧電源盤(P/C)）などがこれに該当した。

なお、6号機については、空冷式のD/G(6B)のみならず、高圧電源盤(M/C)、低圧電源盤(P/C)といった電源盤（非常用電源系D系）も被害がなかったことから、供給先の機器を作動継続させることができた。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-31	直流電源盤の被害については、1号機、2号機及び4号機で被水したが、3号機、5号機及び6号機では被水していないのは何故か。
A	（東電報告書（108P）） 3号機、5号機及び6号機の直流電源盤は、タービン建屋の中地下階に設置されていたことで浸水被害が及ばなかったものと推定される。 建屋への大規模な浸水が生じた施設では、建屋最地下階の浸水が顕著であり電源盤の被害もこれに対応している。最地下階に設置してあった電源盤は被水の被害を受けているのに対して、中地下階（一部被水の被害を受けているものあり）に設置してある電源盤は、被水を免れた。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 16.1 電源設備の設置階や浸水経路の違いによって異なる浸水被害
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-1、通番 6 設備・システムの信頼度向上
	関連細目 No	細目 3-1-1、細 16 電源等重要設備は防水対策、浸水対策を考慮して設置する。
キーワード		
4	設備	**敷地・構築物・付属物**：T／B **電源設備関連**：非常用 DG2、M／C2、P／C2、バッテリー、直流電源盤 2
14	文献・出典	**事業者関連**：東電報告書 38 **JANSI 関連**：JANTI 報告書 2

資料 17.1（資 50）

〔系統として浸水被害を免れた電源系統〕

(1) JANTI 報告書に掲載した浸水の電源系への影響を示した表において、唯一系統として機能した 6 号機の設備を強調した。

- **浸水被害を受けるか否かは浸水経路、浸水量、また、仕切り扉の防水性等に依存するが、6 号機は T/B の B1FL に設置された機器以外は浸水被害を受けていない。T/B の B1FL 以外は C/S（原子炉複合建屋）に設置されている機器が多い。**

(2) 政府事故調報告書（中間）において、福島第一の空冷 DG や隣接プラント間の電源の融通等の電源設備の形成経緯が示された。

＜系統として浸水被害を免れ機能した例＞（JANTI 報告書・2-17P より）（□は追記）

表 2.1-2　津波の浸水による所内電源系の影響（4～6 号機抜粋）

	4-6号														
	4号機					5号機					6号機				
	機器	設置場所	設置階	使用可否	状況	機器	設置場所	設置階	使用可否	状況	機器	設置場所	設置階	使用可否	状況
起動用変圧器	STr (3SB)	変圧器ヤード	地上	不明	確認不可（注1）	STr (5SA)	変圧器ヤード	地上	○	－	STr (5SB)	変圧器ヤード	地上	○	－
ケーブル	OFケーブル（開閉所～STr (3SB)）	－	地下	不明	確認不可（注2）	OFケーブル（開閉所～STr (5SA)）	－	地下	○	－	OFケーブル（開閉所～STr (5SB)）	－	地下	○	－
D/G	DG 4A	T/B	B1FL	×	水没（工事中）	DG 5A	T/B	B1FL	×	関連機器（励磁機器）水没	DG 6A	C/S	B1FL	×	関連機器（海水ﾎﾟﾝﾌﾟ）浸水
	DG 4B	共用プール	1FL	×	M/C水没使用不可	DG 5B	T/B	B1FL	×	関連機器（励磁機器）水没	DG 6B	DG建屋	1FL	○	－
	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	HPCS DG	C/S	B1FL	×	関連機器（海水ﾎﾟﾝﾌﾟ）浸水
非常用高圧配電盤（M/C）	M/C 4C	T/B	B1FL	×	水没（点検中）	M/C 5C	T/B	B1FL	×	水没	M/C 6C	C/S	B2FL	○	－
	M/C 4D	T/B	B1FL	×	水没	M/C 5D	T/B	B1FL	×	水没	M/C 6D	C/S	B1FL	○	－
	M/C 4E	共用プール	B1FL	×	水没	－	－	－	－	－	HPCS DG M/C	C/S	1FL	○	－
常用高圧配電盤（M/C）	M/C 4A	T/B	B1FL	×	水没	M/C 5A	C/B	B1FL	×	水没	M/C 6A-1	T/B	B1FL	×	水没
											M/C 6A-2	T/B	B1FL	×	水没
	M/C 4B	T/B	B1FL	×	水没	M/C 5B	C/B	B1FL	×	水没	M/C 6B-1	T/B	B1FL	×	水没
											M/C 6B-2	T/B	B1FL	×	水没
	－	－	－	－	－	M/C 5SA-1	C/B	B1FL	×	水没	－	－	－	－	－
	－	－	－	－	－	M/C 5SA-2	C/B	B1FL	×	水没	－	－	－	－	－
	－	－	－	－	－	M/C 5SB-1	C/B	B1FL	×	水没	－	－	－	－	－
	－	－	－	－	－	M/C 5SB-2	C/B	B1FL	×	水没	－	－	－	－	－
非常用パワーセンタ（P/C）	P/C 4C	T/B	1FL	－	工事中	P/C 5C	T/B	B1FL	×	浸水	P/C 6C	C/S	B2FL	○	－
	P/C 4D	T/B	1FL	○	－	P/C 5D	T/B	B1FL	×	浸水	P/C 6D	C/S	B1FL	○	－
	P/C 4E	共用プール	B1FL	×	水没	－	－	－	－	－	P/C 6E	DG建屋	B1FL	○	－
常用パワーセンタ（P/C）	P/C 4A	T/B	1FL	－	工事中	P/C 5A	C/B	B1FL	×	浸水	P/C 6A-1	T/B	B1FL	×	浸水
	－	－	－	－	－	P/C 5A-1	T/B	2FL	○	－	P/C 6A-2	T/B	B1FL	×	浸水
	P/C 4B	T/B	1FL	○	－	P/C 5B	C/B	B1FL	×	浸水	P/C 6B-1	T/B	B1FL	×	浸水
	－	－	－	－	－	P/C 5B-1	T/B	2FL	○	－	P/C 6B-2	T/B	B1FL	×	浸水
	－	－	－	－	－	P/C 5SA	C/B	B1FL	×	浸水	－	－	－	－	－
	－	－	－	－	－	P/C 5SA-1	T/B	B1FL	×	浸水	－	－	－	－	－
	－	－	－	－	－	P/C 5SB	C/B	B1FL	×	浸水	－	－	－	－	－
直流125V	直流125V主母線盤 4A	C/B	B1FL	×	水没	直流125V主母線盤 5A	T/B	MB1FL	○	－	125V DC PLANT DISTR CENTER 6A	T/B	MB1FL	○	－
	直流125V主母線盤 4B	C/B	B1FL	×	水没	直流125V主母線盤 5B	T/B	MB1FL	○	－	125V DC PLANT DISTR CENTER 6B	T/B	MB1FL	○	－
	直流125V 4D/G B主母線盤	共用プール	B1FL	×	水没	－	－	－	－	－	125V DC HPCS DIST CTR	C/S	1FL	○	－

使用可否：東京電力社員が現場で機器の状況を確認し、判断した結果
浸水：浸水の痕跡がある状態
水没：水が溜まっている状態
：使用不可の機器
：DG本体は浸水していなかったが、M/C・関連機器等の水没により使用不可
：給電元のM/Cが使用不可のため受電不可
T/B：タービン建屋
C/B：コントロール建屋
C/S：原子炉複合建屋

注1：放射線量が高いため
注2：設置場所の水没が想定されるため

また、最地下階に設置してあっても、建屋周囲の浸水高に対して建屋への浸水経路となる非常用D/G給気ルーバ等の最下端が浸水高より上に設置され、浸水経路となるダクト、トレンチ等の貫通部もない箇所では、建屋への浸水がなく、設備も被水していない。5号機及び6号機の非常用D/Gや6号機の非常用電源盤（高圧電源盤(M/C)、低圧電源盤(P/C)）などがこれに

該当した。

なお、6号機については、空冷式のD/G(6B)のみならず、高圧電源盤(M/C)、低圧電源盤(P/C)といった電源盤（非常用電源系D系）も被害がなかったことから、供給先の機器を作動継続させることができた。

＜福島第一原子力発電所の電源供給設備の設備形成の歴史＞（政府事故調報告書（中間）433P）

原子炉施設における外部電源の喪失時のAM策として、平成6 年3 月までに、外部電源の復旧、非常用DG の手動起動及び隣接プラントからの動力用高圧交流電源（6,900V）の融通といった対処が整備されていた。

その後、電源供給能力を更に向上させるため、平成10 年6 月から平成12 年8 月までの間、隣接するプラント間に低圧交流電源（480V）のタイラインが設置された（資料Ⅵ－8 参照）。

また、平成10 年1 月から平成11 年3 月までの間、それまで非常用DG2 台のうち1 台は隣接するプラントと共用であったところ、非常用DG を追設し、各号機がそれぞれ2 台ずつ非常用DGを有するようにして非常用DGの専用化を図った。具体的には、運用補助共用施設（共用プール）に非常用DG を2 台、6 号機のディーゼル発電機6B 建屋に高圧炉心スプレイ系専用DG を1 台、それぞれ追設した[42]（設置場所の詳細については、資料Ⅵ－9 及び10 参照）。

以上のように整備されたAM 策を基に、原子炉施設が全交流電源を喪失した場合には、IC 又はタービン駆動のRCIC 及びHPCI により炉心を冷却しつつ外部電源を復旧し、非常用DG を手動起動すること及び隣接するプラント間で動力用の高圧交流電源（6,900V）及び低圧交流電源（480V）を融通することが手順化されていた。

ただ、以上のAM 策及びこれを基にした手順は、隣接するプラントのいずれかが健全であることを前提とするものであった。

42 追設された非常用DG は、他のDG のように水冷式ではなく、全て空冷式であった。その背景には、設置場所が制約されることから、水冷式は耐震クラスS の強度を備えた冷却水用の配管設備を新たに設置する工事のため通常以上の多額の費用が掛かるとの事情があった。その費用を抑えるために、かかる配管設備の新設工事をせずに済む空冷式のDGが採用された。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-32	5、6 号機の非常用電源系が被害を受けなかったのはなぜか。
A	（東電報告書（108P）） 最地下階に設置してあっても、建屋周囲の浸水高に対して建屋への浸水経路となる非常用D/G給気ルーバ等の最下端が浸水高より上に設置され、浸水経路となるダクト、トレンチ等の貫通部もない箇所では、建屋への浸水がなく、設備も被水していない。５号機及び６号機の非常用D/Gや6号機の非常用電源盤（高圧電源盤(M/C)、低圧電源盤(P/C)）などがこれに該当した。 なお、6号機については、空冷式のD/G(6B)のみならず、高圧電源盤(M/C)、低圧電源

	盤(P/C)といった電源盤（非常用電源系D系）も被害がなかったことから、供給先の機器を作動継続させることができた。 （JANSI注記） 5、6号機側の敷地高さはO.P.＋13m（1～4号機側はO.P.＋10m）であり、冠水は1～4号機側のエリアで厳しかった。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 17.1 系統として浸水被害を免れた電源系統
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-1、通番 6 設備・システムの信頼度向上
	関連細目 No	細目 3-1-2、細 17 耐震性向上、多重化・多様化、独立性の確保等により信頼度を向上させる。
キーワード		
3	地震・津波	**津波対策**：浸水対策 2
4	設備	**敷地・構築物・付属物**：C／S **電源設備関連**：非常用 DG3、M／C3、P／C3、直流電源盤 3
14	文献・出典	**JANSI 関連**：JANTI 報告書 3

資料 17.2（資 51）

〔多様性の重視〕

東電原子力安全改革プランにおいて、多様性の重視による深層防護の強化の方針が示された。

- **重要な安全機能の共通原因による喪失を防ぐため、従来の多重性による信頼性確保から、多様性や位置的分散を重視した信頼性確保にシフトし、深層防護を強化する。**

＜多様性について＞（東電原子力安全改革プランより）（下線は JANSI 追記）

その１：7P

Ⅰ：発電所の安全性向上対策の強化

当社の原子力改革監視委員会の監視・監督による安全性向上対策の強化のほか、国会、政府、民間の事故調査報告書や米国原子力発電協会報告書で提言されている安全性向上対策の強化についても、順次実施していきます。

また、福島原子力事故の経過の分析結果や現場の事故対応の体験を踏まえ、当社自身も安全設計の考え方を見直すべきと考え、

- 深層防護の各層に対して、従来の多重性による信頼性確保から多様性や位置的分散を重視
- 深層防護の充実の観点から、恒久設備・可搬設備の優位性を考慮

の2 点を柱にして、システム全体としてバランスの取れた有効性の高い安全設計を追求し、設備面および運用面における種々の安全性向上対策の強化を迅速に実施することとします。

その 2：29P

① 設備設計上の課題

安全上重要な設備を設置している建屋内は、内部溢水防護、火災防護の観点では安全区分毎に物理的分離が行われているが、今回の津波で設計基準の条件を超えた時点で複数の安全機能が同時に損傷し、対応を困難にさせた。外的事象については、ある想定条件を超えた時に多数の設備が同時に被害を受ける可能性があるというのが今回の教訓であり、外的事象を考慮した物理的分離、安全設備の多重性のみならず多様性の確保が必要となる。

その 3：55P

1) 深層防護の強化

多重故障が生じることを前提に、多様性、位置的な分散を重視した対策を講ずることで深層防護を強化する。

深層防護の各層における重要な安全機能（「異常発生防止」、「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」）が、外的事象に顕著な共通原因で喪失することを防ぐために、従来の多重性による信頼性確保から、多様性や位置的分散を重視した信頼性確保にシフトし、深層防護を強化する。対策のグレードは、設計基準の一部に追加的な要件を課した設計ベースの対策と、同一の層

内で更に信頼性を向上させるために設計ベースを超える分類（設計拡張状態、DEC ：Design Extension Condition）の対策にわけて設定することで、複数の多様な対応手段の選択肢を確保する。

＜関連 Q&A（例）＞

Q10-1	安全設計の考え方を見直す必要はないか。
A	（東電原子力安全改革プラン（7P）） 福島原子力事故の経過の分析結果や現場の事故対応の体験を踏まえ、当社自身も安全設計の考え方を見直すべきと考え、 ・ 深層防護の各層に対して、従来の多重性による信頼性確保から多様性や位置的分散を重視 ・ 深層防護の充実の観点から、恒久設備・可搬設備の優位性を考慮 の2 点を柱にして、システム全体としてバランスの取れた有効性の高い安全設計を追求し、設備面および運用面における種々の安全性向上対策の強化を迅速に実施することとします。
Q10-2	多様化はなぜ必要なのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（29P）） 安全上重要な設備を設置している建屋内は、内部溢水防護、火災防護の観点では安全区分毎に物理的分離が行われているが、今回の津波で設計基準の条件を超えた時点で複数の安全機能が同時に損傷し、対応を困難にさせた。 外的事象については、ある想定条件を超えた時に多数の設備が同時に被害を受ける可能性があるというのが今回の教訓であり、外的事象を考慮した物理的分離、安全設備の多重性のみならず多様性の確保が必要となる。
Q10-3	多様な選択肢を確保するため、深層防護をいかに強化するか。
	（東電原子力安全改革プラン（55P）） 深層防護の各層における重要な安全機能（「異常発生防止」、「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」）が、外的事象に顕著な共通原因で喪失することを防ぐために、 • 従来の多重性による信頼性確保から、多様性や位置的分散を重視した信頼性確保にシフトし、深層防護を強化する。 • 対策のグレードは、設計基準の一部に追加的な要件を課した設計ベースの対策と、同一の層内で更に信頼性を向上させるために設計ベースを超える分類（設計拡張状態、DEC ：Design Extension Condition）の対策にわけて設定する ことで、複数の多様な対応手段の選択肢を確保する。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 17.2 多様性の重視
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-1、通番 6 設備・システムの信頼度向上
	関連細目 No	細目 3-1-2、細 17 耐震性向上、多重化・多様化、独立性の確保等により信頼度を向上させる。
キーワード		
10	改善（安全設計・運用）	**分類**：外的事象 3 **個別事象**：火災防護、内部溢水 **災害の形態**：共通要因故障、多重故障 **深層防護の徹底**：**共通要因故障への対応**、多重性 1、多様性 1、分散配置 1、DB 対策、DEC 対策、区分分離、物理的分離
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 32

資料 18.1（資 52）

〔多様性を確保した通信連絡設備〕

東電が原子力規制庁に提出した柏崎刈羽 6・7 号機の資料において、多様性を確保した通信連絡設備の設備形成が示された。

- **建屋内外の特徴に合わせ、有線と無線の組み合わせや有線の多重化で多様性を確保する。重要な通信連絡設備である交換機や制御装置は位置的分散を考慮する。**
- **PHS については、損傷個所を予備品等により復旧することで機能を回復できる設定とするが、現場への立ち入りが困難になる場合は、事故後に環境が改善し、復旧作業が可能な環境下において、損傷した箇所を予備品等により復旧することで機能を回復できる設計とする。**
- **5 号炉原子炉建屋に設置する通信連絡設備は、5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所用の電源として、6 号及び 7 号炉非常用所内電源及び代替交流電源設備もしくは無停電電源装置（蓄電池等を含む）から給電可能な設計とする。**

＜緊急時対策所の通信連絡設備に対する電源設計＞（柏崎刈羽 6・7 号炉通信連絡設備等（平成 29 年 4 月）　1～4P、14P）

（1P、2P）

１．通信連絡設備（発電所内）

発電所内の通信連絡設備については表１のとおりの構成とし、免震重要棟を経由せずとも、２以上の通信連絡設備を設置する設計とする。

表１．通信連絡設備（発電所内）の構成

図１-1		送受話器（警報装置を含む） 緑線	電力保安通信用電話設備 黒線	衛星電話設備 赤線	無線連絡設備 青線	携帯型音声呼出電話設備 橙線	免震重要棟を経由しない通信連絡設備数（有線系，無線系）
①	緊急時対策所-中央制御室（屋内）	○	●	◎	◎	－	3 （1，2）
②	緊急時対策所-現場（屋外）	○	●	◎	◎	－	3 （1，2）
③	緊急時対策所間（対策本部-待機場所）（屋内）	○	○	－	－	○	3 （3，0）
④	中央制御室-現場（屋内）	○	○	－	－	○	3 （3，0）
⑤	中央制御室-現場（屋外）	○	○	◎	◎	－	4 （2，2）

凡例　●：免震重要棟を経由する通信連絡設備（有線系）

○：免震重要棟を経由しない通信連絡設備（有線系）

◎：免震重要棟を経由しない通信連絡設備（無線系（衛星系含む））

※1.　緊急時対策所：5号炉原子炉建屋内緊急時対策所

中央制御室　：6号及び7号炉中央制御室

現場（屋内）：コントロール建屋，原子炉建屋，タービン建屋，廃棄物処理建屋

また、緊急時の通信連絡手段を向上させる観点から、6 号及び 7 号炉に設置する電力保安通信用電話設備（交換機）と緊急時対策所に設置する固定電話機を接続し、緊急時対策所－中央制御室及び緊急時対策所－現場（屋外）との通信連絡手段を追加する。（図 1－2）

なお、免震重要棟に設置する電力保安通信用電話設備（交換機）は、通信連絡手段の信頼性向上を図る設備として活用する。

（１）通信連絡設備（発電所内）の共通要因による機能喪失の防止について

表1のとおり，通信連絡設備（発電所内）については，5種類の通信連絡設備を設置する設計とする。

上記の通信連絡設備のうち，「①緊急時対策所一中央制御室（屋内）」「②緊急時対策所一現場（屋外）」及び「⑤中央制御室一現場（屋外）」については，有線系と無線系（衛星系含む）との通信方式の相違により多様性を確保し，通信連絡の機能が全て喪失しない設計とする。

一方，屋内の通信連絡設備（「③緊急時対策所間（対策本部一待機場所）（屋内）」及び「④中央制御室一現場（屋内）」）については，無線系の通信方式を適用することが困難なことから，以下のとおり，構造の異なる装置を採用すること，位置的分散を図ること及び異なる区分の非常用低圧母線から給電することにより，屋内で想定する共通要因（地震，内部溢水，内部火災及び設計基準事故時の環境条件）に対し，通信連絡の機能が全て喪失しない設計とする。

（3P、4P）（PHS の関連）

○設計基準事故時の環境条件：

（中略）

また，発電所建屋内のPHS基地局，ケーブル又はケーブル中継箇所等が損傷した場合においては，損傷箇所を予備品等により復旧することで機能を回復できる設計とするが、原子炉冷却材喪失事故時及び主蒸気管破断事故時等に原子炉建屋原子炉区域内に設置する通信連絡設備のPHS基地局、ケーブル又はケーブル中継箇所等が損傷した場合は、原子炉建屋原子炉区域内への人の立ち入りが困難となり，通信連絡も困難になると考えられるため，事故後に環境が改善し、復旧作業が可能な環境下において、損傷した箇所を予備品等により復旧することで機能を回復できる設計とする。

（14P）

３．電源設計

5 号炉原子炉建屋に設置する通信連絡設備は、図 3、表 4 のとおり 5 号炉原子炉建屋内緊急時対策所用の電源として、6 号及び 7 号炉非常用所内電源及び代替交流電源設備もしくは無停電電源装置（蓄電池等を含む）から給電可能な設計とする。

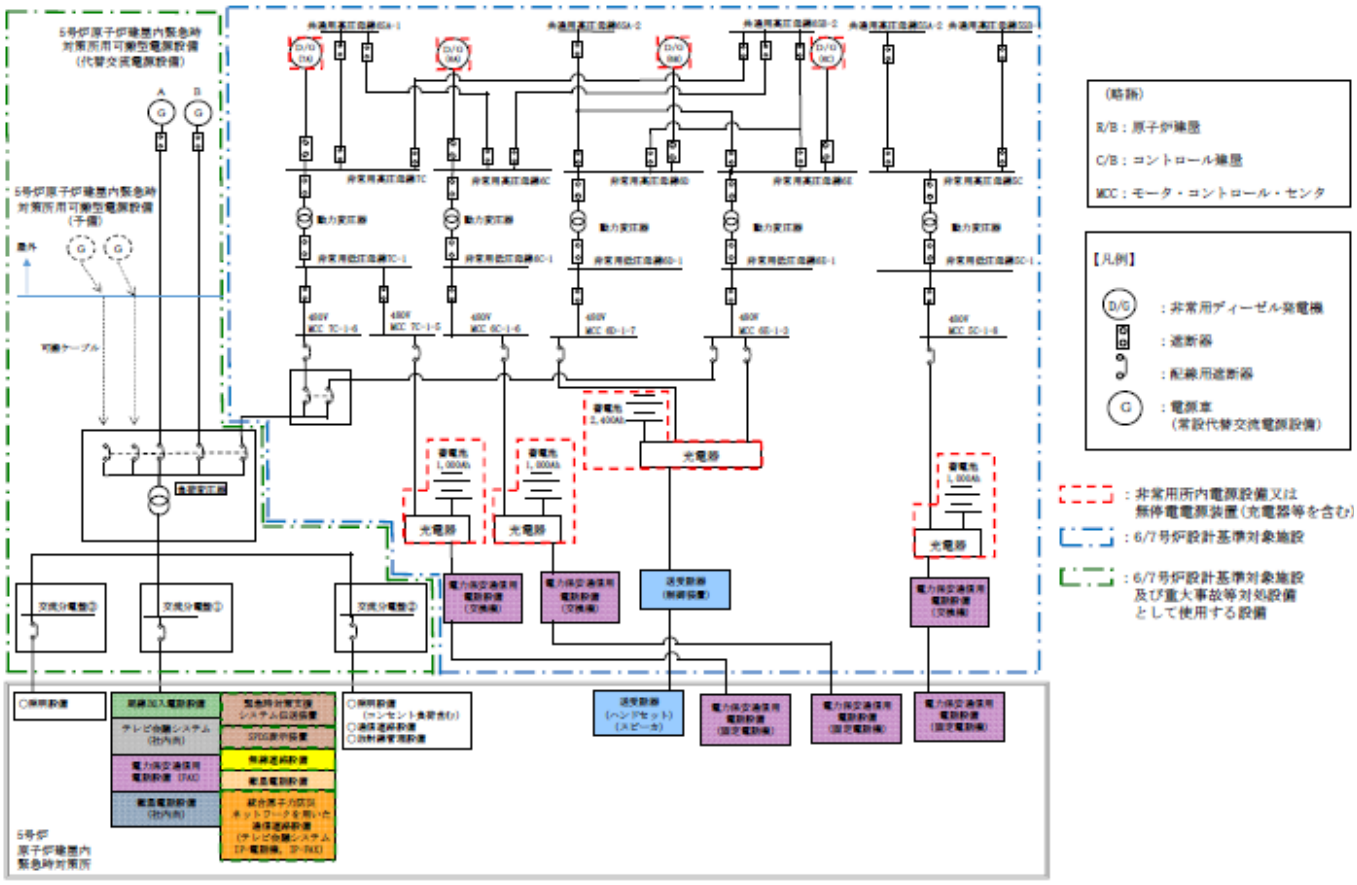


図３．５号炉原子炉建屋に設置する通信連絡設備の単線結線図

表４．５号炉原子炉建屋内緊急時対策所　必要な負荷

負荷名称	負荷容量(kVA)
換気空調設備	約 13kVA
照明設備 (コンセント負荷含む)	約 19kVA
通信連絡設備※1	約 17kVA
放射線管理設備	約 11kVA
合計	約 60kVA
(代替交流電源設備の電源容量)	(200kVA)

※1．電力保安通信用電話設備及び送受話器は既設設備を流用。

＜関連 Q&A（例）＞

Q10-13	通信連絡設備の信頼性はどのようにして確保するのか。
A	（柏崎刈羽 6・7 号炉通信連絡設備等（平成 29 年 4 月）(2P)） 通信連絡設備（発電所内）については、5 種類の通信連絡設備を設置する設計とする。緊急時対策所、中央制御室、現場（屋外）などを結ぶ重要な通信連絡網については、有線系と無線系（衛星系含む）との通信方式の相違により多様性を確保し、通信連絡の機能が全て喪失しない設計とする。 一方、屋内と屋内の通信連絡については、無線系の通信方式を適用することが困難なことから、構造の異なる装置（アナログ制御方式、デジタル制御方式）を採用すること、位置的分散を図ること及び異なる区分の非常用低圧母線から給電することにより、屋内で想定する共通要因（地震、内部溢水、内部火災及び設計基準事故時の環境条件）に対し、通信連絡の機能が全て喪失しない設計とする。
Q10-14	PHS が損傷して使えなくなった時はどのようにするのか。
A	（柏崎刈羽 6・7 号炉通信連絡設備等（平成 29 年 4 月）(3P)） 原子炉建屋原子炉区域内に設置する通信連絡設備の PHS 基地局、ケーブル又はケーブルの中継箇所等が損傷した場合は、原子炉建屋原子炉区域内への人の立ち入りが困難となり、通信連絡も困難になると考えられるため、事故後に環境が改善し復旧作業が可能な環境下において、損傷した箇所を予備品等による復旧することで機能を回復できる設計とする。 なお、 PHS は有線系の電力保安通信用電話設備に含まれる。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 18.1 多様性を確保した通信連絡設備
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-1、通番 6 設備・システムの信頼度向上
	関連細目 No	細目 3-1-3、細 18 電気通信設備の多様化を図り、その復旧方策も検討しておく。
キーワード		
4	設備	**通信連絡設備・現場監視設備**：保安電話、衛星電話、総合原子力防災ネットワーク、ホットライン、有線系回線、無線系回線、衛星系回線
10	改善（安全設計・運用）	**深層防護の徹底**：多様性 2
14	文献・出典	**事業者関連**：通信連絡設備

資料 19.1（資 53）

〔設計変更による安全性向上の必要性〕

(1) 総合資源エネルギー調査会傘下の WG 報告書において、設計レベルでの安全性向上の必要性が示された。

- **事故の背景には、非常用復水器（IC）の弁が制御電源の喪失で「閉」となったとしてもオーバーライドして再び「開」となる仕組みの欠如や電気品室が地下に設置されていたことなどプラントの設計の問題が存在する。深層防護の第 1 層を含む設計レベルの対策で安全性を高めていくことも不可欠である。**

(2) 東電報告書において、設備面での改善の方向性が示された。

＜設計レベルでの安全性向上の必要性＞（「原子力の自主的・継続的な安全性向上に向けた提言」（平成 26 年 5 月 30 日、総合資源エネルギー調査会原子力の自主的安全性向上に関する WG）（32P）より）

（２） 東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓を出発点に実践が求められる取組

② 深層防護の充実を通じた残余のリスクの低減

これまで我が国においては、規制当局も含めて深層防護の第4 層以降への対策が乏しかった。また、これまでの内的事象を対象としたシビアアクシデント対策から、地震・津波等の外的事象やテロ等の人為的事象に起因するシビアアクシデント対策についても強化していくべきことは当然である。また、事故の背景には、アイソレーション・コンデンサーの弁が制御電源の喪失で「閉」となったとしてもオーバーライドして再び「開」となる仕組みの欠如や電気品室が地下に設置されていたことなどプラントの設計の問題も必ず存在するため、原子力事業者は設計に関する情報を統合的に管理する能力を高め、深層防護の第1 層を含む設計レベルの対策で安全性を高めていくこと(safety by design)も不可欠である。

＜改善の必要性＞（東電報告書（添付 16-1））

(5) 除熱・冷却設備

①格納容器ベント（1～2 日以内に必要）

〔圧縮空気（AO 弁動作用）〕

- AO 弁を手動開で操作できる構造に変更

(7) 炉心損傷後の影響緩和策

〔水素滞留の防止〕

- 原子炉建屋屋上へ穴をあける措置（トップベント）
- ブローアウトパネルを開放する措置の設備・手順の確立

その他の中長期的技術検討課題

〔高圧注水設備の信頼性向上〕

- IC の隔離信号のインターロックも含め高圧注水設備の信頼性向上に資する考え方

の整理・検討

〔ベントラインの信頼性向上〕

- ラプチャーディスクを積極的に作動させる方策やベントラインの信頼性向上など、不用意な放出につながらないことに留意した上で検討

〔フィルタベントの検討〕

- 放射性物質の放出を低減するため、放射性物質をフィルタを介して放出するフィルタベントの設計検討

〔事故時の計測設備の研究開発〕

- 原子炉水位計については、制度の向上の他、事故に必要な目的に応じた計測装置を研究・開発。格納容器雰囲気モニタについては、信頼性向上の他、事故環境下での精度向上についても検討。

＜関連 Q&A（例）＞

Q10-8	配置設計、インターロック等の設計面での改善の必要性はどのくらいあるか。
A	（自主的・継続的安全性向上提言 32P） 事故の背景には、アイソレーション・コンデンサーの弁が制御電源の喪失で「閉」となったとしてもオーバーライドして再び「開」となる仕組みの欠如や電気品室が地下に設置されていたことなどプラントの設計の問題も必ず存在するため、原子力事業者は設計に関する情報を統合的に管理する能力を高め、深層防護の第 1 層を含む設計レベルの対策で安全性を高めていくこと(safety by design)も不可欠である。 （東電報告書（添付 16-1）） • AO 弁を手動開で操作できる構造に変更 • 原子炉建屋屋上へ穴をあける措置（トップベント） • ブローアウトパネルを開放する措置の設備・手順の確立 • IC の隔離信号のインターロックのあり方 • ラプチャーディスクの作動のあり方 • フィルタベントの検討 • 事故時における信頼性の高い原子炉水位計

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 19.1 設計変更による安全性向上の必要性
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-1、通番 6 設備・システムの信頼度向上
	関連細目 No	細目 3-1-4、細 19 安全システムにリスクがないか多方面から評価する。
キーワード		
4	設備	**高圧注水設備関連**：IC1、IC 隔離弁 1
10	改善（安全設計・運用）	**深層防護の徹底**：設置場所、インターロックの変更 2、フェイルセーフの確認 2
13	関係組織	**国関連**：自主的安全性向上 WG3
14	文献・出典	**政府関連**：自主的・継続的安全性向上提言 4 **事業者関連**：東電報告書 39

資料 19.2（資 54）

〔非常用復水器（IC）の系統図と IC 隔離弁の動作イメージ〕

(1) 政府事故調報告において、非常用復水器（IC）の系統図と IC 隔離弁の動作イメージが示された。

- **格納容器内で IC 配管が破断した場合に原子炉格納容器を隔離するため、IC 隔離弁が閉になる仕組みを破断検出回路という。**
- **破断検出回路が働くと破断検出回路が無励磁となり、弁駆動（閉）用制御回路が励磁され、隔離弁は閉側に動作する。破断検出回路が無励磁になり、弁駆動用制御回路の電源と弁駆動用電源が活きていれば、弁は閉側に動く。**
- **破断検出回路が「蒸気管差圧高」の信号を発信すると、「原子炉圧力高」によって隔離弁が自動開となる回路に「AUTO CLOSE」信号が発信され、「原子炉圧力高」信号によって隔離弁が開かないようにブロックされる。「AUTO CLOSE」信号は、当直が、中央制御室において、リセットプッシュボタンを押さない限り、解除されない。**
- **さらに、「SEAL IN」機能により、一旦、「蒸気管差圧高」信号を検知すると、当直が、中央制御室において、差圧高の状態が解消されていることを確認の上、「AUTO CLOSE」解除とは別のリセットプッシュボタンを別途押さない限り、「蒸気管差圧高」信号は解除されない。**

(2) 政府事故調報告書（中間）において、IC 帰依の破断検出回路のリセット＞（(87P)）

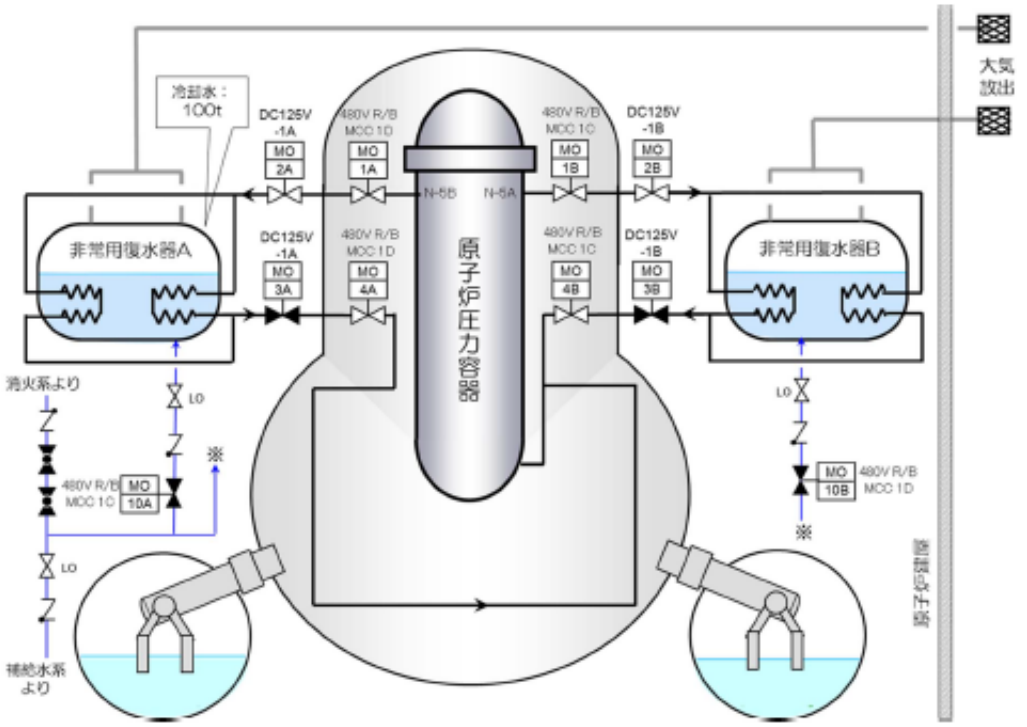
- **「原子炉圧力高」によって「AUTO CLOSE」信号が発信された場合、当直が、中央制御室において、リセットプッシュボタンを押さない限り、「AUTO CLOSE」信号が解除されず、隔離弁が開くことはない。**

＜非常用復水器の系統図と IC 隔離弁の動作イメージ＞（政府事故調報告（中間）(86P)、資料Ⅱ-17、資料Ⅳ-10 より）（下線は JANSI 追記）

原子炉格納容器内に存在するIC 配管のうち、L 字部分（エルボ部）の配管に、配管内側（低圧側）と外側（高圧側）の圧力差を探知する装置が備え付けられている。これは、配管が破断すると大量の蒸気が漏えいし、L 字部分の配管外側を流れる蒸気と内側を流れる蒸気の圧力差が大きくなるため、これを利用して配管破断を探知する仕組みである。配管外側の圧力が配管内側の圧力の300%（3 倍）となると、破断検出回路のスイッチが切れ、通常回路を流れている直流電源が止まる（資料Ⅳ-10 の①参照）。このような仕組みである以上、そもそもL 字型配管の外側と内側の蒸気差圧が高いことを認識した場合も、破断検出回路を流れる電流が失われた場合も、いずれも破断検出回路に直流電流が流れなくなる点では同じであり、弁駆動（閉）用制御回路が作動し、隔離弁が閉動作することになる。

資料Ⅱ－17

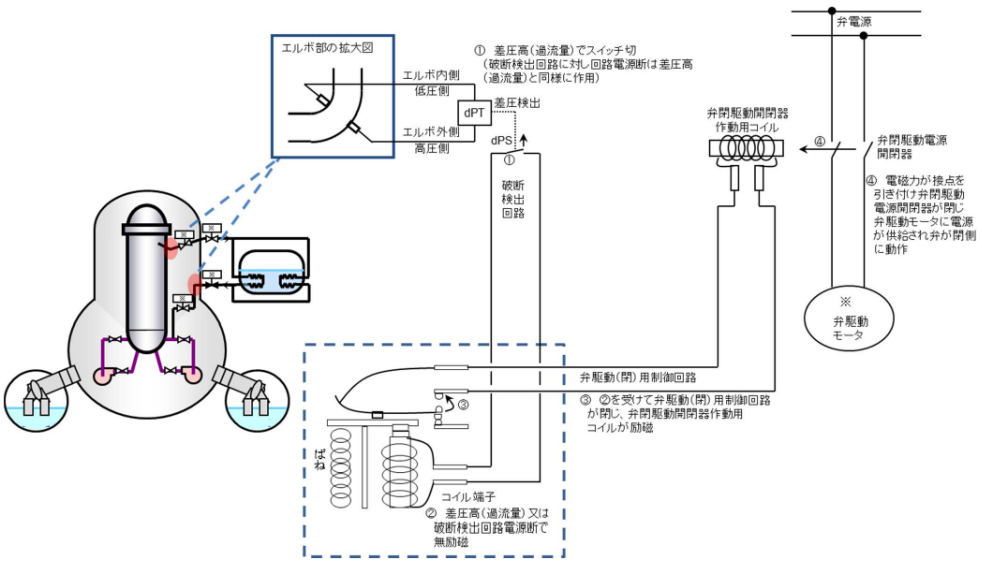
非常用復水器(IC)



東京電力作成

資料Ⅳ－10

IC系隔離(隔離弁閉)動作イメージ



東京電力作成

＜破断検出回路のリセット＞（政府事故調報告書（中間）（87P））

破断検出回路が「蒸気管差圧高」の信号を発信し、回路を流れる直流電源が失われた場合には、原子炉圧力が上昇しても隔離弁が自動的に開いてIC が起動することがないように、「原子炉圧力高」によって隔離弁が自動開となる回路に「AUTO CLOSE」信号が発信され、「原子炉圧力高」信号によって隔離弁が開かないようにブロックされる。このように「AUTO CLOSE」信号が発信された場合、当直が、中央制御室において、リセットプッシュボタンを押さない限り、「AUTO CLOSE」信号が解除されず、隔離弁が開くことはない。さらに、「SEAL IN」機能により、一旦、「蒸気管差圧高」信号を検知すると、当直が、中央制御室において、差圧高の状態が解消されていることを確認の上、「AUTO CLOSE」解除とは別のリセットプッシュボタンを別途押さない限り、「蒸気管差圧高」信号が解除されず、隔離弁が開くことはない。

＜関連 Q&A（例）＞

Q4-9	IC 隔離弁の破断検出回路はどのような事象を想定しているのか。
A	政府事故調報告書（中間）（86P） • IC の隔離弁は、A 系及びB 系の配管にそれぞれ、原子炉格納容器内側に二つ（MO-1A・4A、1B・4B）、原子炉格納容器外側に二つ（MO-2A・3A、2B・3B）設けられている。 • 破断検出回路は原子炉格納容器内のIC配管の破断を検出する。配管破断を検出すると開状態となっているIC隔離弁が全て閉となる。
Q4-11	破断検出回路をリセットすることはできないのか。
A	政府事故調報告書（中間）（87P） 破断検出回路が「蒸気管差圧高」の信号を発信し、回路を流れる直流電源が失われた場合には、原子炉圧力が上昇しても隔離弁が自動的に開いてIC が起動することがないように、「原子炉圧力高」によって隔離弁が自動開となる回路に「AUTO CLOSE」信号が発信され、「原子炉圧力高」信号によって隔離弁が開かないようにブロックされる。このように「AUTO CLOSE」信号が発信された場合、当直が、中央制御室において、リセットプッシュボタンを押さない限り、「AUTO CLOSE」信号が解除されず、隔離弁が開くことはない。さらに、「SEAL IN」機能により、一旦、「蒸気管差圧高」信号を検知すると、当直が、中央制御室において、差圧高の状態が解消されていることを確認の上、「AUTO CLOSE」解除とは別のリセットプッシュボタンを別途押さない限り、「蒸気管差圧高」信号が解除されず、隔離弁が開くことはない。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 19.2 非常用復水器（IC）の系統図と IC 隔離弁の動作イメージ
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-1、通番 6 設備・システムの信頼度向上
	関連細目 No	細目 3-1-4、細 19 安全システムにリスクがないか多方面から評価する。
キーワード		
4	設備	**高圧注水設備関連**：IC2、IC 隔離弁 2、破断検出回路 1、IC 隔離信号 1
11	保守管理・運転管理	**設備管理図書**：系統図 3、簡略図面（動作イメージ）1
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）64

資料 19.3（資 55）

〔オイスタークリークの非常用復水器の運用と設計（フェイルセーフ機能)〕

(1) 国会事故調報告において、オイスタークリーク原子力発電所の非常用復水器の運用や設計の特徴が示された。

- **IC 系の配管破断（HELB）の想定に対する隔離動作が、直流電源喪失の事象によって起こってしまう可能性については考慮されていない。**
- **しかし、ケーブル処理室や中央制御室の火災によるケーブル焼損の結果による誤動作によって、そのような隔離動作が起こってしまうことは想定しており、その防止策は考慮されている。**
- **つまり、誤動作による隔離動作を「フェイルセーフ」と見なすような考え方はなく、むしろバイパスされるべき有害な動作と考える。**

(2) 隔離弁に対する安全設計審査指針の要求

- **主要な配管系に設ける原子炉格納容器隔離弁は、事故時に隔離機能の確保が必要となる事態に際して、原則として、自動的、かつ確実に閉止される機能を有する設計であること。**

＜オイスタークリーク原子力発電所の IC 系＞（国会事故調報告参考資料 85P、86P）

ケーブル処理室や中央制御室が火災になり、脱出しなければならない事態の場合には、その際にケーブルが焼損してIC系の隔離信号が誤って発信されてしまう可能性がある。したがって、運転員が中央制御室を脱出する際に、遠隔停止操作盤に操作機能を移すことで、そのような隔離信号が自動的にバイパスされる。ケーブル処理室や中央制御室が火災になったときに偶然HELB（IC系の配管破断）も発生しているような事象は想定する必要がないと考えている。

以上から、オイスタークリーク原子力発電所におけるIC系の設計には、次の特徴があることが分かる。

- 1基のICによって対応できる崩壊熱は原子炉停止直後から最初の45分間まで。2基を使った場合でも1時間40分まで。
- 55℃／hの温度低下率制限を守るためには、IC系の間歇運転が必要。その都度直流電源の電動弁の操作が必要となり、25～36秒の操作時間を要する。
- IC系の正常な動作は、細管束に非凝縮性ガスが蓄積することによって阻害されるため、通常運転時にはベントが行われている。ベント弁は、IC系が起動した時点で閉止される。
- IC系の配管破断（HELB）の想定に対する隔離動作が、直流電源喪失の事象によって起こってしまう可能性については考慮されていない。しかし、ケーブル処理室や中央制御室の火災によるケーブル焼損の結果による誤動作によって、そのような隔離動作が起こってしまうことは想定しており、その防止策は考慮されている。つまり、誤動作による隔離動作を「フェイルセーフ」と見なすような考え方はなく、むしろバイパスされるべき有害な動作と考える。

＜隔離弁に対する安全指針の要求＞（安全設計審査指針）

「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」（平成 2 年 8 月 30 日）

「指針 30　原子炉格納容器の隔離機能」

「2 主要な配管系に設ける原子炉格納容器隔離弁は、事故時に隔離機能の確保が必要となる事態に際して、原則として、自動的、かつ確実に閉止される機能を有する設計であること」

＜関連 Q&A（例）＞

Q4-12	IC 隔離弁の電源断で閉弁するインターロックは要求事項か。
A	（安全設計審査指針） 「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」（平成 2 年 8 月 30 日）の「指針 30　原子炉格納容器の隔離機能」の「2」において、「主要な配管系に設ける原子炉格納容器隔離弁は、事故時に隔離機能の確保が必要となる事態に際して、原則として、自動的、かつ確実に閉止される機能を有する設計であること」を求めている。 解説（JANSI） 破断検出回路の直流電源が配管破断以外の何らかの理由で断になった場合、破断検出ができなくなり、隔離機能を確保できなくなることを避けるために、直流電源断で IC[隔離弁が閉となるインターロックとなっている。
Q4-14	IC 隔離弁はどこの国でもフェイルセーフとなっているのか。
A	国会事故調報告書（参考資料86P） 　ケーブル処理室や中央制御室が火災になり、脱出しなければならない事態の場合には、その際にケーブルが焼損してIC系の隔離信号が誤って発信されてしまう可能性がある。したがって、運転員が中央制御室を脱出する際に、遠隔停止操作盤に操作機能を移すことで、そのような隔離信号が自動的にバイパスされる。ケーブル処理室や中央制御室が火災になったときに偶然HELB（IC系の配管破断）も発生しているような事象は想定する必要がないと考えている。 　以上から、オイスタークリーク原子力発電所におけるIC系の設計について、IC系の配管破断（HELB）の想定に対する隔離動作が、直流電源喪失の事象によって起こってしまう可能性については考慮されていない。しかし、ケーブル処理室や中央制御室の火災によるケーブル焼損の結果による誤動作によって、そのような隔離動作が起こってしまうことは想定しており、その防止策は考慮されている。つまり、誤動作による隔離動作を「フェイルセーフ」と見なすような考え方はなく、むしろバイパスされるべき有害な動作と考える。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 19.3 オイスタークリークの非常用復水器の運用と設計（フェイルセーフ機能）
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-1、通番 6 設備・システムの信頼度向上
	関連細目 No	細目 3-1-4、細 19 安全システムにリスクがないか多方面から評価する。
キーワード		
4	設備	**敷地・構築物・付属物**：遠隔停止操作盤 **高圧注水設備関連**：IC3、IC 隔離弁 3、破断検出回路 2、IC 隔離信号 2
10	改善（安全設計・運用）	**個別事象**：ケーブル処理室の火災、中央制御室の火災 **深層防護の徹底**：インターロックの変更 3、フェイルセーフの確認 3 **その他**：非凝縮性ガス
13	関係組織	**海外機関**：オイスタークリーク原子力発電所
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 36 **NRA 関連**：安全設計審査指針

資料 20.1（資 56）

〔福島第二の復旧資材の緊急調達と輸送の成功〕

(1) 福島第二は福島第一に比べ被災状況にいくつか違いがあった。

（東電原子力安全改革プラン）

① 外部電源が1 回線受電可能であり、高起動変圧器を介して全号機への給電が可能であったことにより、一部を除いた機器・電源の使用が可能であった。

② 最終ヒートシンクとなる海水冷却系ポンプ・モーターの被害が比較的小さかった。

③ 事務本館の損傷が比較的軽微であり、継続して使用が可能であった。一方、津波により免震重要棟の電源設備が被災したため、仮設電力ケーブルで復旧した。

(2) 福島第二の成功要因

（東電原子力安全改革プラン）

① 兆候ベース事故時運転操作手順書、アクシデントマネジメント策の活用・応用による事故進展の緩和

② 被災現場の状況把握に基づく復旧戦略の優先順位付け

③ 堅固な組織運営（リーダーシップ、コミュニケーション、プロフェッショナリズム）

④ 復旧資材の緊急調達・輸送の成功による機動的復旧

⑤ 災害対応継続のための後方支援活動

(3) 復旧資材の緊急調達・輸送の成功による機動的復旧（福島第二）

（東電原子力安全改革プラン）

- **交換用のモーター、電力ケーブル、電源車、移動用変圧器を緊急調達（本店と発電所の連携が奏功）**
- **モーターはメーカー工場から自衛隊ヘリコプターによる空輸と、柏崎刈羽からトラック輸送を実施**
- **電力ケーブル敷設の機材が不足する状況で、総延長約9km の仮設電力ケーブルを約200 人の人力で1 日のうちに敷設**
- **配電部門からの強力な応援**

（福島第二提言）

- **津波の襲来により、海側の設備が損傷したことは十分推測できたため、ケーブルと電源車は、パトロールの結果を待たずに手配をかけた。**
- **3 月 11 日の夜にパトロールにより機器の状況が確認でき、復旧班がその状況から必要な資機材をリストアップし、一部は復旧班から柏崎刈羽に直接依頼し、残りは資材班から本店に手配を依頼した。**

＜福島第一原子力発電所の被災状況との差＞（東電原子力安全改革プラン（28P））

④ 外部電源が1 回線受電可能であり、高起動変圧器を介して全号機への給電が可能であったことにより、一部を除いた機器・電源の使用が可能であり、従前の手順に基づいた事故対応操作を行うことができた。また、計器（パラメータ）の監視・情報把握（緊急時

対応情報表示システム）が可能であったことと、一部エリアを除いて通信手段（ページング、保安電話）や照明が使用可能であったことで、緊急時対策本部・中央制御室・現場間の連絡手段を維持することが可能であった。これにより、緊急時対策本部においてプラント状況を現場と共有でき、その後の事故対応を比較的スムーズに進めることができた。

⑤ 最終ヒートシンクとなる海水冷却系ポンプ・モーターの被害が比較的小さく、緊急に交換する必要があったモーターが3 台（非常用ディーゼル発電設備冷却系（1号機）、残留熱除去冷却系（1 号機、4 号機））にとどまり、比較的早期に全号機を冷温停止することができた。

⑥ 事務本館の損傷が比較的軽微であり、継続して使用が可能であった。これにより、必要書類の探索が比較的容易であり、所員の執務スペースや休憩スペースを確保することが可能となった。一方、津波により免震重要棟の電源設備が被災したため、仮設電力ケーブルで復旧した。

＜福島第二の成功要因＞（東電原子力安全改革プラン（28P））

（４）事故対応における成功要因

福島第一原子力発電所と異なり一部の電源、冷却機能が残ったことを活かし、福島第二では発電所長のリーダーシップの下、所員一丸となって復旧活動を展開した。主な成功要因を以下のとおり整理した。

⑥ 兆候ベース事故時運転操作手順書、アクシデントマネジメント策の活用・応用による事故進展の緩和
- MUWC での代替注水による炉心冠水維持
- 可燃性ガス濃度制御系冷却器排水ライン経由でのサプレッションプール注水、MUWC による格納容器代替スプレイによる原子炉格納容器温度・圧力上昇緩和

⑦ 被災現場の状況把握に基づく復旧戦略の優先順位付け
- 津波警報が継続する中、更なる津波に備え、所員の緊急避難態勢を含む安全対策を講じた上でウォークダウンを実施し、被害状況を特定
- 多くの機器が損傷している中、どれを優先に復旧すれば短時間で効率的に除熱機能を回復できるか検討し、最優先で取り組む復旧計画を決定

⑧ 堅固な組織運営（リーダーシップ、コミュニケーション、プロフェッショナリズム）
- 明確な目標提示、具体的な指示、設備及び組織の状況把握と対応等、発電所幹部及び各機能班リーダーがリーダーシップを発揮
- 中央制御室に運転経験者を連絡要員として派遣し、当直長以下が運転・監視に専念できるよう、緊急時対策本部とのコミュニケーションを維持
- 家族が被災する状況かつ福島第一原子力発電所の状況が悪化する中でも、大多数の所員が発電所に残留して復旧活動に従事するとともに、発災時に出張や休暇で所外に居た所員も地震と津波で寸断された道路を通って発電所に参集

⑨ 復旧資材の緊急調達・輸送の成功による機動的復旧

- 交換用のモーター、電力ケーブル、電源車、移動用変圧器を緊急調達（本店と発電所の連携が奏功）
- モーターはメーカー工場から自衛隊ヘリコプターによる空輸と、柏崎刈羽からトラック輸送を実施
- 電力ケーブル敷設の機材が不足する状況で、総延長約9km の仮設電力ケーブルを約200 人の人力で1 日のうちに敷設
- 配電部門からの強力な応援

⑩ 災害対応継続のための後方支援活動

- 当初数日分の活動を支える設備、備蓄しか無かったが、厚生班を中心に、地下水の配水、シャワー、食料供給、寝具確保等の後方支援活動を発災直後から展開して、長期の災害対応を継続実施
- 復旧資機材の輸送が混乱し（国道寸断、迂回誘導不備、携帯電話不通）、更に輸送者に対応していただけなかったことにより、避難区域内の直営輸送を実施

＜津波到達後の復旧に向けての対応＞（福島第二提言（34P））

津波の襲来により、海側の設備が損傷したことは十分推測できたため、ケーブルと電源車は、パトロールの結果を待たずに手配をかけた。3 月11 日の夜にパトロールにより機器の状況が確認でき、復旧班がその状況から必要な資機材をリストアップし、一部は復旧班から柏崎刈羽に直接依頼し、残りは資材班から本店に手配を依頼した。冷却系のモーターについては、TV 会議で情報を共有していた柏崎刈羽からの申し出により、当該発電所に設置してあるモーターを取り外して送ってもらった。復旧作業における協力企業への依頼は、本店資材部において「非常災害」や「緊急事態」の際の応援・協力に関する協定を各協力企業、メーカと締結している。この協定に基づいて、資材の調達への協力や作業者の派遣等を依頼して協力してもらった。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-69	福島第二は福島第一と被災状況はどう違ったのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（28P）） ① 外部電源が1 回線受電可能であり、高起動変圧器を介して全号機への給電が可能であった。 ② 最終ヒートシンクとなる海水冷却系ポンプ・モーターの被害が比較的小さかった。 ③ 事務本館の損傷が比較的軽微であり、継続して使用が可能であった。
Q1-70	福島第二ではあらかじめ準備されていた手順書類は役立ったのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（28P）） 兆候ベース事故時運転操作手順書、アクシデントマネジメント策の活用・応用による事故進展の緩和

	- MUWC での代替注水による炉心冠水維持 - 可燃性ガス濃度制御系冷却器排水ライン経由でのサプレッションプール注水、MUWC による格納容器代替スプレイによる原子炉格納容器温度・圧力上昇緩和
Q1-71	福島第二では事故対応の優先順位はどのように付けたのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（28P）） 被災現場の状況把握に基づく復旧戦略の優先順位付け - 津波警報が継続する中、更なる津波に備え、所員の緊急避難態勢を含む安全対策を講じた上でウォークダウンを実施し、被害状況を特定 - 多くの機器が損傷している中、どれを優先に復旧すれば短時間で効率的に除熱機能を回復できるか検討し、最優先で取り組む復旧計画を決定
Q1-72	福島第二では事故対応においてリーダーシップは発揮されたか。
A	（東電原子力安全改革プラン（28P）） 福島第一原子力発電所と異なり一部の電源、冷却機能が残ったことを活かし、福島第二では発電所長のリーダーシップの下、所員一丸となって復旧活動を展開した。 • 堅固な組織運営（リーダーシップ、コミュニケーション、プロフェッショナリズム） - 明確な目標提示、具体的な指示、設備及び組織の状況把握と対応等、発電所幹部及び各機能班リーダーがリーダーシップを発揮 - 中央制御室に運転経験者を連絡要員として派遣し、当直長以下が運転・監視に専念できるよう、緊急時対策本部とのコミュニケーションを維持 - 家族が被災する状況かつ福島第一原子力発電所の状況が悪化する中でも、大多数の所員が発電所に残留して復旧活動に従事するとともに、発災時に出張や休暇で所外に居た所員も地震と津波で寸断された道路を通って発電所に参集
Q1-73	福島第二では復旧資材の調達はどのように行ったのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（29P）） • 復旧資材の緊急調達・輸送の成功による機動的復旧 - 交換用のモーター、電力ケーブル、電源車、移動用変圧器を緊急調達（本店と発電所の連携が奏功） - モーターはメーカー工場から自衛隊ヘリコプターによる空輸と、柏崎刈羽からトラック輸送を実施 - 電力ケーブル敷設の機材が不足する状況で、総延長約9km の仮設電力ケーブルを約200 人の人力で1 日のうちに敷設 - 配電部門からの強力な応援 （福島第二提言（34P））

	• 津波の襲来により、海側の設備が損傷したことは十分推測できたため、ケーブルと電源車は、パトロールの結果を待たずに手配をかけた。 • 3 月11 日の夜にパトロールにより機器の状況が確認でき、復旧班がその状況から必要な資機材をリストアップし、一部は復旧班から柏崎刈羽に直接依頼し、残りは資材班から本店に手配を依頼した。 • 冷却系のモーターについては、TV 会議で情報を共有していた柏崎刈羽からの申し出により、当該発電所に設置してあるモーターを取り外して送ってもらった。 • 復旧作業における協力企業への依頼は、本店資材部において「非常災害」や「緊急事態」の際の応援・協力に関する協定を各協力企業、メーカと締結している。この協定に基づいて、資材の調達への協力や作業者の派遣等を依頼して協力してもらった。
Q1-74	福島第二のロジスティックスはどのように行われたか。
A	（東電原子力安全改革プラン（29P）） • 災害対応継続のための後方支援活動 – 当初数日分の活動を支える設備、備蓄しか無かったが、厚生班を中心に、地下水の配水、シャワー、食料供給、寝具確保等の後方支援活動を発災直後から展開して、長期の災害対応を継続実施 – 復旧資機材の輸送が混乱し（国道寸断、迂回誘導不備、携帯電話不通）、更に輸送者に対応していただけなかったことにより、避難区域内の直営輸送を実施

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 20.1 福島第二の復旧資材の緊急調達と輸送の成功
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-2、通番 7 最悪に備えたきめ細かな設備形成
	関連細目 No	細目 3-2-1、細 20 予備品を充実、また、支援設備の有効活用のための各種アダプターを用意する。
キーワード		
4	設備	**通信連絡設備・現場監視設備**：テレビ会議 1
5	SA 対策設備	**電源設備**：電源車 2、移動用変圧器、電力ケーブル等 2 **予備品**：交換用モータ 2
7	緊急時体制	**基本的役割**：緊急調達 **支援体制**：メーカ・協力企業との支援協力の手続き 1、他部門からの協力 1
13	関係組織	**国関連**：自衛隊 1 **事業者関連**：福島第二 1
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 33 **JANSI 関連**：福島第二提言 5

資料 20.2（資 57）

〔米国の FLEX 戦略〕

日本保全学会の報告書等から米国の FLEX 戦略の概要をまとめた。

- **注目すべきは、電源のコネクターやホースの接続口等について共通規格化を徹底していることである。一部サイト固有のものもあるが、共通規格化することによって、ユニット間はもちろん、RRC からのバックアップも容易になり、さらに約 60 ヶ所の発電所からも融通が可能になる。**

＜米国の FLEX 機器＞

（日本保全学会「発電用軽水型原子力発電所の新規制基準に関する提案と課題(2013 年 5 月)」での記載をベースに紹介。

米国では可搬型発電機等のFLEX機器を発電所内部には「号機数＋1」セット用意され、発電所外にもFLEXにかかる地域対応センター(RRC：Regional Response Center)を全米2箇所に設置し、全発電所の共有として、各々5セットずつを保有している。

（法と経済のジャーナル：日米でこんなに違う原発事故の対応、福島の教訓（2012.12.09 21-2219）（2016年3月30日　承認番号21-2004））

注目すべきは、電源のコネクターやホースの接続口等について共通規格化を徹底していることである。一部サイト固有のものもあるが、共通規格化することによって、ユニット間はもちろん、RRCからのバックアップも容易になり、さらに約60ヶ所の発電所からも融通が可能になる。

＜関連 Q&A（例）＞

Q5-11	FLEX機器の仕様はどうしているのか。
A	（「日米で違う原発事故対応」（法と経済のジャーナルHP） もっとも注目すべきことは、全米の原発で同じ機器を使えるようにするため、電源やホースの接続口を同じ大きさと形に標準化し、それに合わせて各原発で接続口を改修したことだ。各社、「この接続口が必要だ」とか「このサイズのホースだ」とか、それぞれ異なる希望があったが、時間をかけて標準をまとめあげたという。その結果、各原発は、2カ所の緊急事態対応センターだけでなく、全米に約60ある他の原発からも機器の融通を受けることができるようになった。
Q5-14	
A	

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 20.2 米国の FLEX 戦略
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-2、通番 7 最悪に備えたきめ細かな設備形成
	関連細目 No	細目 3-2-1、細 20 予備品を充実、また、支援設備の有効活用のための各種アダプターを用意する。
キーワード		
5	SA 対策設備	**柔軟な代替注水**：消防車通水関連設備 2 **電源設備**：電力ケーブル等 3
6	AM（運用・管理）	**FLEX 戦略**：接続部品の共通規格化
13	関係組織	**学協会関連**：日本保全学会 2 **海外機関**：RRC3、フェニックス RRC **その他**：法と経済のジャーナル 2
14	文献・出典	**学協会関連**：新規制基準に関する提案と課題 2 **海外機関関連**：NEI－HP3 **その他**：日米で違う原発事故対応

資料 21.1（資 58）

〔運転員と保全員の技術力向上のプロセス〕

東電原子力安全改革プランにおいて、運転員と保全員に対するアクシデントマネジメントを踏まえた技術力向上のプロセスが示された。

- **運転員の応用力は、復旧部隊が受け持っている緊急時作業の中から、その作業を実施する担当者の負傷等に備えて、彼らの作業をバックアップできるようにする観点から、電源車および消防車の運転および接続等の訓練を通じて養成する。**
- **保全員は、電源車および消防車の運転および接続等の緊急時対応訓練を行うと共に高圧ケーブルの端末処理等の緊急時に必要になった緊急時作業の訓練や直営作業を行う組織（チーム）を編成し、直営作業により応用力養成を行う。なお、直営の取り組みで高い力量を修得したものは、その後の部下指導等においてもリーダーシップを活かせるチームリーダーやグループマネージャーとして配置していく。**

＜運転員・保全員の現場力の向上＞（東電原子力安全改革プラン・97P、98P より）

＜運転員＞

運転員の応用力は、復旧部隊が受け持っている緊急時作業の中から、その作業を実施する担当者の負傷等に備えて、彼らの作業をバックアップできるようにする観点から、電源車および消防車の運転および接続等の訓練を通じて養成する。

また、緊急時対応のための運転員の強化に伴い、当直業務を日常の保守作業や設備診断業務（データ採取、簡易診断等）も行うことができるようにし、これに伴って現場作業や設備知識に関する更なる応用力の拡大を図っていく。

＜保全員＞

福島原子力事故の経験を踏まえて抽出した緊急時作業を参考に、保全部内に直営作業を行う組織（チーム）を編成し、直営作業を通じた事故時の応用力養成を行う。約3 年間で保全員の約20％が、直営作業に必要な重機、工具、計測器等の取扱いおよび緊急時対応に必要な現場機器修理ができるようになる実施計画を立案し、約6 か月間ポンプおよびモーター、計器等を組み合わせたシステムとしての分解等を実施していく(表4-9 参照)。 組織編制にあたっては、保全部内に数名の中核者を配置し、実施計画の立案のほか、直営作業の準備（手順書の作成、協力企業への応援依頼等)、実際の直営作業チームのリーダーとして指導･助言等を行う。なお、中核者の配置や約6 か月の訓練期間の捻出については、業務のスクラップや効率化、組織的な要員の手当て等で対応する。

また、直営作業を進めるにあたっては、初期段階では技能訓練センターも活用するが、積極的に実機も活用する。実機の活用においては、時に失敗するかもしれないが、その失敗からPDCA を回すことが重要であって、失敗によってこの直営作業の取り組みを中止するようなことはしない。

当面の3 年間は初期の要員育成となるが、その後は継続的な取り組み（新規および反復）により、当該直営実務経験者を分厚く配置できるようにしていく。また、この直営作業を通

じて、作業安全等に関する工事監理力の向上や現場作業に関する改善提案力の向上等が期待できる。そのため直営の取り組みで高い力量を修得したものは、その後の部下指導等においてもリーダーシップを活かせるチームリーダーやグループマネージャーとして配置していく。

＜関連 Q&A（例）＞

Q9-11	保全員はどうやって訓練するか。
A	（東電原子力安全改革プラン（98P）） 保全員は、電源車および消防車の運転および接続等の緊急時対応訓練を行うと共に高圧ケーブルの端末処理等の緊急時に必要になった緊急時作業の訓練や直営作業を行う組織（チーム）を編成し、直営作業により応用力養成を行う。なお、直営の取り組みで高い力量を修得したものは、その後の部下指導等においてもリーダーシップを活かせるチームリーダーやグループマネージャーとして配置していく。
Q9-15	保全員は人数も多く、育成にはかなり時間がかかるのではないか。
A	（東電原子力安全改革プラン（97P）） 約3 年間で保全員の約20%が、直営作業に必要な重機、工具、計測器等の取扱いおよび緊急時対応に必要な現場機器修理ができるようになる実施計画を立案し、約6か月間ポンプおよびモーター、計器等を組み合わせたシステムとしての分解等を実施していく。
Q9-16	運転員はどのように訓練するか。
A	（東電原子力安全改革プラン（97P）） 運転員の応用力は、復旧部隊が受け持っている緊急時作業の中から、その作業を実施する担当者の負傷等に備えて、彼らの作業をバックアップできるようにする観点から、電源車および消防車の運転および接続等の訓練を通じて養成する。 また、緊急時対応のための運転員の強化に伴い、当直業務を日常の保守作業や設備診断業務（データ採取、簡易診断等）も行うことができるようにし、これに伴って現場作業や設備知識に関する更なる応用力の拡大を図っていく。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 21.1 運転員と保全員の技術力向上のプロセス
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-2、通番 7 最悪に備えたきめ細かな設備形成
	関連細目 No	細目 3-2-2、細 21 重要な弁やパラメータ監視は、緊急時に人間が操作できるような構造とする。
キーワード		
9	教育・訓練	**教育・訓練の目的**：緊急時作業のできる保全員、緊急時作業を補助できる運転員 **電源の確保**：電源車による給電 1、高圧・低圧ケーブルの接続 1 **給水・除熱・冷却の確保**：消防車等による給水 1 **保修員に対する訓練**：直営作業による技術力強化 1
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 34

資料 21.2(資 59)

〔現場の苦闘-サプレッションチェンバー(S/C)ベント弁操作〕

政府事故調において、弁を開にするために苦闘する様子が示された。

- **3 号機のサプレッションチェンバー(S/C)ベント弁(AO 弁)の大弁の開状態を維持するため、原子炉建屋内(R/B)に入り、高温、高湿度のためセルフエアセットを着用し、また、放射線量が高いため、2 班体制 15 分交代で空気ボンベの交換作業を行った。その結果、S/C ベント弁大弁の開が確認された。**
- **開状態を維持するため、R/B 地下 1 階のトーラス室に向かったが、高温状態で主蒸気逃がし安全弁(SRV)の作動による振動が強く、S/C ベント弁の大弁を開状態でロックすることはできなかった。**

<弁の手動操作>(政府事故調報告・中間204P、205Pより)(日付はJANSI追記)

13日11 時17 分頃、3 号機のD/W 圧力が再度上昇を開始したため、発電所対策本部は、空気ボンベから十分空気圧が送られず、S/C ベント弁(AO 弁)大弁の開状態を維持できていないと判断した。

そこで、発電所対策本部復旧班及び当直は、3 号機R/B 内に立ち入り、S/C ベント弁(AO 弁)駆動用に準備していた新たなD/W 酸素濃度計校正用ボンベの交換作業を行った。その際、前回の空気ボンベ交換の際に3 階R/B 内の温度、湿度が相当上昇していたため、作業員は咽喉保護用にセルフエアセットを着用することとしたほか、放射線量が上昇していたため、2 班体制で、各班の作業時間を15分間に限って作業を実施することとした。

そして、同日12 時30 分頃、3 号機のS/C ベント弁(AO 弁)大弁が開となったことが確認された。

その後、3 号機のD/W 圧力は、D/W 圧力計によれば、一旦、同日12 時40 分頃に0.4800MPa abs まで上昇したものの、同日13 時頃に0.3000MPa abs、同日14 時30 分頃に0.2300MPa abs と再び下降傾向を示すようになった。

また、新たなボンベに交換してもS/C ベント弁(AO 弁)大弁の開状態を維持できないおそれがあったため、発電所対策本部復旧班は、治具を用いてS/C ベント弁(AO 弁)大弁を開状態でロックしようと考え、3 号機R/B 地下1 階のトーラス室に向かった。

しかし、トーラス室内が高温状態で、SR 弁動作による振動が強かったため、発電所対策本部復旧班は、S/C ベント弁(AO 弁)大弁を開状態でロックすることができず、免震重要棟に引き返した。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-29	3 号機の S/C ベント弁はなぜ開状態にロックできなかったのか。
A	（政府事故調報告書（中間）（204P）） • 3 号機のサプレッションチェンバー（S/C）ベント弁（AO 弁）の大弁の開状態を維持するため、原子炉建屋内（R/B）に入り、高温、高湿度のためセルフエ

	アセットを着用し、また、放射線量が高いため、2 班体制 15 分交代で空気ボンベの交換作業を行った。その結果、S/C ベント弁大弁の開が確認された。 • 開状態を維持するため、R/B 地下 1 階のトーラス室に向かったが、高温状態で主蒸気逃がし安全弁（SRV）の作動による振動が強く、S/C ベント弁の大弁を開状態でロックすることはできなかった。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 21.2 現場の苦闘－サプレッションチェンバー（S/C）ベント弁操作
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-2、通番 7 最悪に備えたきめ細かな設備形成
	関連細目 No	細目 3-2-2、細 21 重要な弁やパラメータ監視は、緊急時に人間が操作できるような構造とする。
キーワード		
4	設備	**敷地・構築物・付属物**：R／B **減圧装置関連**：SRV2 **炉心冷却設備関連**：S／C1
5	SA 対策設備	**格納容器減圧・冷却**： S／C ベント弁 **予備品**：空気ボンベ 2 **放射線防護**：セルフエアセット
6	AM（運用・管理）	**手順の確立**： S／C ベント弁の開操作 **必要な要素技術**：AO 弁の手動操作
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）65

資料 22.1(資 60)

〔発電所対策本部(免震重要棟)における外部情報の入手〕

(1) 東電報告書に掲載された発電所対策本部の写真に一般 TV の存在を示した。

- **放送局毎にチャンネルを合わせて、常時確認できるようにしてある。**

注:免震重要棟の概要

震度 7 クラスの地震があっても初動対応に必要な設備の機能を確保

○ 免震構造の採用により、地震の揺れを低減

○ 専用の非常用自家発電機を設置し電源強化

○ 通信設備、コンピュータ装置などの重要設備を設置

<福島第一原子力発電所の緊急対策本部>(東電報告書・58P より)(吹き出しは JANSI 追記)



注:免震重要棟の概要(「災害に強い発電所作り」(平成 22 年 7 月 12 日東電))

新潟県中越沖地震(平成 19 年 7 月 16 日)の影響により,緊急時対策室の入室扉が開かなくなるなど,通報連絡等,初動対応に支障をきたした。

震度 7 クラスの地震があっても初動対応に必要な設備の機能を確保

○ 免震構造の採用により、地震の揺れを低減

○ 専用の非常用自家発電機を設置し電源強化

○ 通信設備、コンピュータ装置などの重要設備を設置

H22 年 6 月竣工　平成 22 年 7 月 20 日開所式(予定)

＜関連 Q&A（例）＞

Q4-1	免震重要棟とはどのような施設か。
A	（「災害に強い発電所作りへの取組状況について」（平成 22 年 7 月 12 日東電）） 新潟県中越沖地震（平成 19 年 7 月 16 日）の影響により，緊急時対策室の入室扉が開かなくなるなど，通報連絡等，初動対応に支障をきたした。 震度 7 クラスの地震があっても初動対応に必要な設備の機能を確保 ○ 免震構造の採用により、地震の揺れを低減 ○ 専用の非常用自家発電機を設置し電源強化 ○ 通信設備、コンピュータ装置などの重要設備を設置 H22 年 6 月竣工　平成 22 年 7 月 20 日開所式（予定）

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 22.1 発電所対策本部（免震重要棟）における外部情報の入手
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-3、通番 8 外部の監視および外部設備の固縛・分散管理
	関連細目 No	細目 3-3-1、細 22 緊急対策本部は、外部の監視機能や報道状況の確認機能を強化する。
キーワード		
4	設備	**敷地・構築物・付属物**：免震重要棟 1 **通信連絡設備・現場監視設備**：テレビ会議 2
7	緊急時体制	**緊急時体制**：発電所本部 **情報入手と情報共有**：一般 TV
14	文献・出典	**事業者関連**：東電報告書 40、災害に強い発電所作り

資料 22.2(資 61)

〔現場把握のための監視カメラの設置〕

東電原子力安全改革プランにおいて、的確な復旧計画の策定に必要な情報を収集するため要所に監視カメラを設置することが示された。

- **複数号機の同時過酷事故の際には、水素爆発や線量の上昇等高いリスクが想定されるため、監視カメラで現場状況を中央制御室や発電所本部や本店本部で確認できるようにする。**

<監視カメラの活用>(東電原子力安全改革プラン・93P、94P より)

a) 緊急時における現場把握のための監視カメラの設置

複数号機の同時過酷事故の際には、水素爆発や線量の上昇等高いリスクが想定されるため、現場状況の確認が困難となることが想定される。そのため、的確な復旧計画の策定に必要な情報を収集するため、発電所内の外回り、建屋周辺、原子炉建屋内部、タービン建屋内部、中央制御室内等要所に監視カメラを設置し、画像情報を発電所本部(免震重要棟)、本店緊急時対策本部および中央制御室で監視可能とする(図4-13参照)。

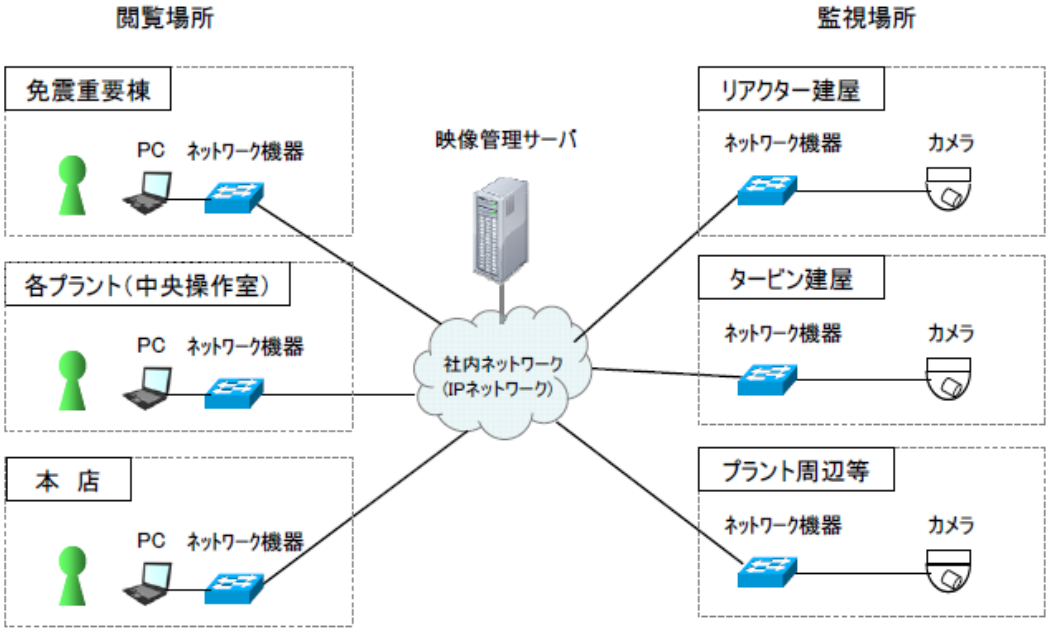


図4-13 監視カメラネットワーク設備概要

＜関連 Q&A（例）＞

Q10-12	事業者が計画している監視カメラは何のために設置するのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（93P）） 複数号機の同時過酷事故の際には、水素爆発や線量の上昇等高いリスクが想定されるため、現場状況の確認が困難となることが想定される。そのため、的確な復旧計画の策定に必要な情報を収集するため、発電所内の外回り、建屋周辺、原子炉建屋内部、タービン建屋内部、中央制御室内等要所に監視カメラを設置し、画像情報を発電所本部（免震重要棟）、本店緊急時対策本部および中央制御室で監視可能とする。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 22.2 現場把握のための監視カメラの設置
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-3、通番 8 外部の監視および外部設備の固縛・分散管理
	関連細目 No	細目 3-3-1、細 22 緊急対策本部は、外部の監視機能や報道状況の確認機能を強化する。
キーワード		
4	設備	**敷地・構築物・付属物**：MCR1、免震重要棟 2 **通信連絡設備・現場監視設備**：監視カメラ、監視カメラネットワーク
7	緊急時体制	**緊急時体制**：本店本部、発電所本部 **ICS**：情報共有ツールの拡充 1
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 35

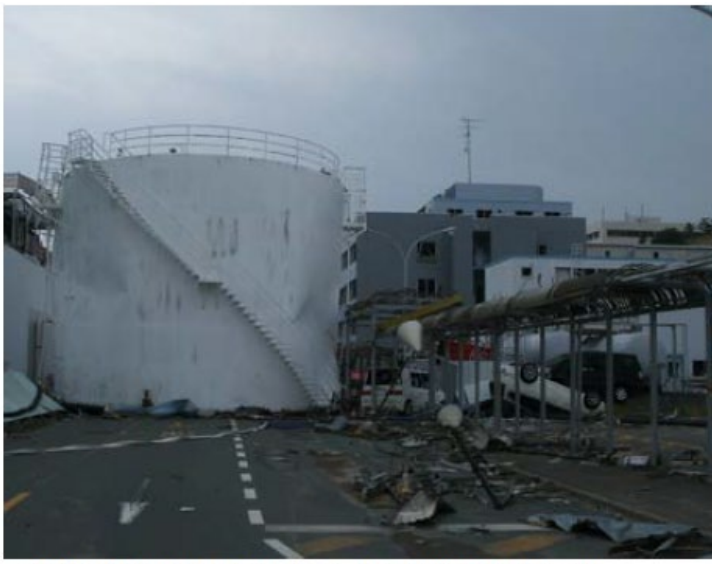
資料 23.1(資 62)

〔津波で流された重油タンク〕

東電報告書において、津波で流された重油タンクの写真が示された。

- **3 月 11 日 16 時頃、復旧作業に必要な道路を確保するために構内道路の健全性確認を開始した。1～4 号機に向かう道路は津波で流された重油タンクが道を塞いでいた。その他、5、6 号機へ向かう道路は陥没や段差で通行不能であった。**
- **重油タンクは海側エリア(敷地高:O.P.+4m)に設置されていた。大きさは、直径 11.7m ×高さ 9.2m、重量:32 トン。津波により 1 号機原子炉建屋・タービン建屋北側の構内道路(敷地高:O.P.+10m)まで漂流した。**
- **地震発生時、港湾では,タンカー船から重油タンクに給油作業を行っていたが,作業を中止して避難。タンカー船は津波に備えて沖合へ移動していたため,難を逃れた。**

<津波で流されて道をふさいだ重油タンク>(東電報告書・123P、別紙 2 の 11P より)



津波で流されて道をふさいだ重油タンク
(直径 11.7m×高さ 9.2m)



重油タンクは，津波により 1 号機
タービン建屋北側脇まで漂流

<重油タンクの漂流>(東電報告書(別紙 2)(5P))

3/4 号機サービス建屋で避難誘導を行っていた放射線管理員は,避難してくる人がいなくなった後,中央制御室に向かい,当直長に避難完了及び自分たちも免震重要棟に避難することを報告した。その後,免震重要棟に向かう上り坂の途中で,後ろを振り返った時,大津波が来て重油タンクが流される光景を目撃した。

<重油タンクの大きさ>(東電報告書(108P))

福島第一原子力発電所においては、海側エリア(敷地高:O.P.+4m)に設置されていた No.1 重油タンク(大きさ:直径 11.7m×高さ 9.2m、重量:32 トン)が、津波により 1 号機原子炉建屋・タ

ービン建屋北側の構内道路(敷地高:O.P.+10m)まで漂流するなど、多数の漂流物が確認されている。

<港湾作業>(東電報告書(別紙 2)(5P))

港湾では,タンカー船から重油タンクに給油作業を行っていたが,作業を中止して避難。タンカー船は津波に備えて沖合へ移動していたため,難を逃れた。

＜関連 Q&A（例）＞

Q3-8	重油タンクはどのくらいの大きさで、どのくらい流されたのか。
A	（東電報告書（108P)） 福島第一原子力発電所においては、海側エリア（敷地高：O.P.＋４m）に設置されていたNo.１重油タンク（大きさ：直径１１．７m×高さ９．２m、重量：３２トン）が、津波により１号機原子炉建屋・タービン建屋北側の構内道路（敷地高：O.P.＋１０m）まで漂流するなど、多数の漂流物が確認されている。
Q3-9	港湾内での作業はなかったのか。
A	（東電報告書（別紙 2）（5P)） 港湾では，タンカー船から重油タンクに給油作業を行っていたが，作業を中止して避難。タンカー船は津波に備えて沖合へ移動していたため，難を逃れた。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 23.1 津波で流された重油タンク
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-3、通番 8 外部の監視および外部設備の固縛・分散管理
	関連細目 No	細目 3-3-2、細 23 屋外設備は固縛し、屋外の重機類等は分散管理する。
キーワード		
1	事故対応	**発生した支障**：通行支障 1
4	設備	**敷地・構築物・付属物**：重油タンク 1
14	文献・出典	**事業者関連**：東電報告書 41

資料 23.2(資 63)

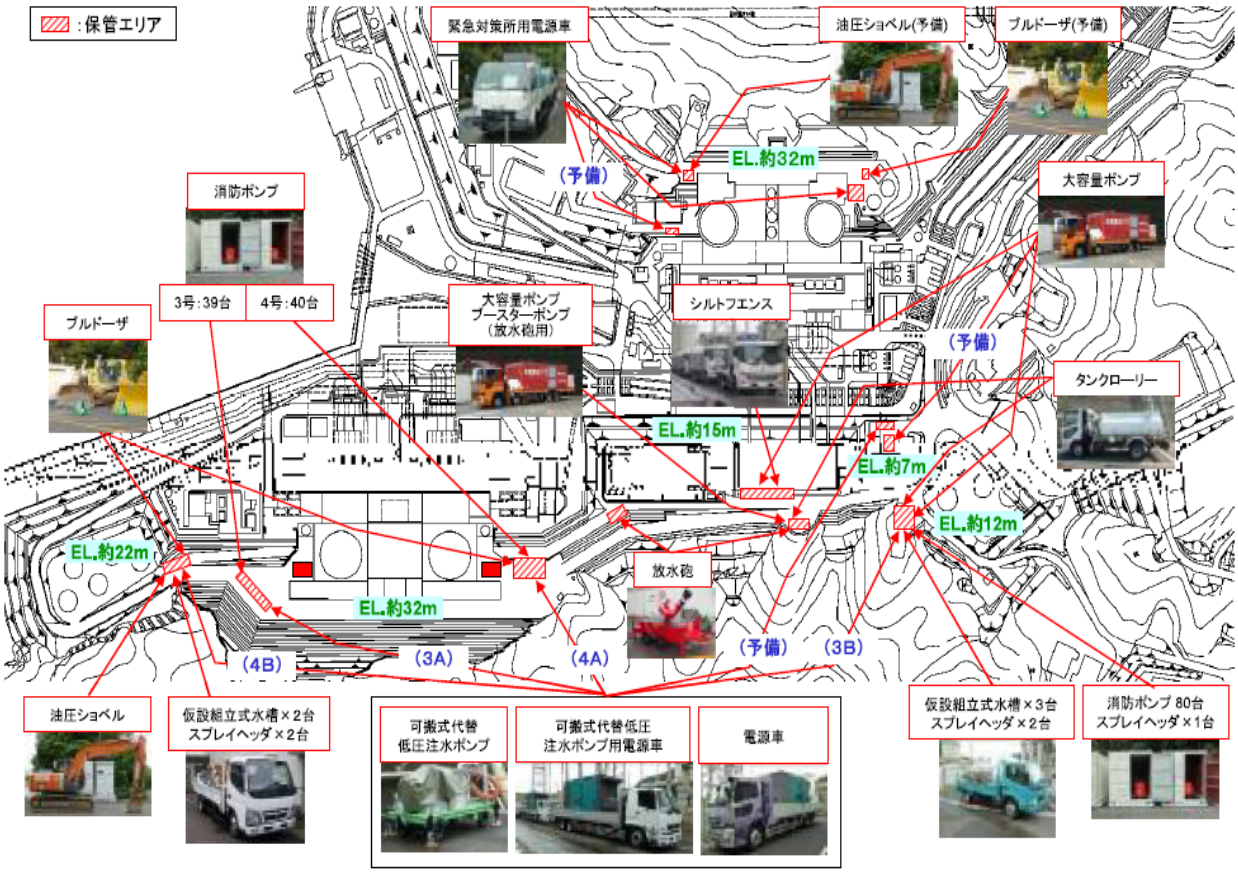
〔可搬型重大事故等対処設備の保管場所〕

(1) 関西電力が原子力規制庁に提出した資料において、可搬型重大事故等対処設備の保管場所が示された。

- 消防ポンプ、電源車、ブルドーザ等の可搬型設備が発電所内に多様性、多重性を考えて分散配置されている。

(2) 保管場所に対する要求事項(設備基準規則及び解釈、技術基準規則)

<可搬型設備の保管場所>(高浜 3 号炉及び 4 号炉「実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準」に係る適合状況説明資料　1.0 共通事項(可搬型重大事故等対処設備保管場所及びアクセスルートについて)(平成 26 年 10 月 14 日関西電力株式会社)より)



可搬型重大事故等対処設備の保管場所

（2）保管場所およびアクセスルート

可搬型重大事故等対処設備の保管場所およびアクセスルートについて、下図に示す。なお、保管場所・屋外アクセスルート・屋内アクセスルートの設定に関する考え方は以下のとおりである。

保管場所選定の考え方

1）地震から被害を受けにくい場所、または万一の津波の浸水を想定し、少しでも高い位置に保管すること。

2）原則、防火帯の内側に保管すること。

3）原子炉建屋から、１００メートル以上離隔すること。

4）２セット間の離隔は１００メートル以上とし、分散配置すること。

5）可搬式の電源車は、空冷式非常用発電装置から１００メートル以上離隔すること。

6）運搬を容易にするため、アクセスルートを考慮した上で、設置場所から比較的近い場所を保管場所とすること。

屋外アクセスルートの考え方

・可搬型重大事故等対処設備の保管場所から各設備の設置場所へのルートは、頑健なアクセスルートまたは容易に復旧可能なアクセスルートを選定すること。

・ポンプ（ホース）敷設ルートについては、２ルート以上確保すること。

・屋外アクセスルートについては、外部起因事象として地震及び津波被害を想定し、それらの被害内容、及び斜面崩壊時の復旧時間について評価し、アクセスルートの成立性について検討を実施すること。

屋内アクセスルートの設定に関する基本的な考え方

・アクセスルート近傍の機器については、地震による転倒等により、通行を阻害する機器等がないこと。

・アクセスルート近傍の機器については、地震により機器が損壊し、火災源となることにより通行が阻害されないことを確認するため、基準地震動により機器が損傷しないことを確認すること。

・アクセスルートにある各建屋のフロアについては、地震により溢水源となるタンク等が損壊し、通行が阻害されないことを確認するため、フロア開口部の位置、フロア開口部の入口高さを確認し、通行が可能な溢水高さであることを確認すること。

<可搬型重大事故等対処設備の保管場所>

(設備基準規則及び解釈:「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」及び「規則の解釈」)

第 43 条第 3 項

可搬型重大事故等対処設備に関しては、第一項に定めるもののほか、次に掲げるものでなければならない。

第 5 号　地震、津波その他の自然現象又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムによる影響、設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備の配置その他の条件を考慮した上で常設重大事故等対処設備と異なる保管場所に保管すること

解釈:7　第 3 項第 5 号について、可搬型重大事故等対処設備の保管場所は、故意による大型航空機の衝突も考慮すること。例えば原子炉建屋から 100m 以上離隔をとり、原子炉建屋と同時に影響を受けないこと。又は、故意による大型航空機の衝突に対して頑健性を有すること。

適合状況(東海第二の場合※):「第 516 回新規制基準適合性に係る審査会合より」

可搬型設備は,地震,津波その他の自然現象,設計基準事故対処設備及び常設重大事故等対処設備の配置その他の条件を考慮した上で,設計基準事故対処設備及び常設重大事故等対処設備に対して,同時に必要な機能が失われないよう,100m 以上の離隔を確保した高所かつ防火帯の内側の場所に保管する。また,2 セットを100m 以上の離隔距離を確保するとともに,分散して保管する。

第 6 号　想定される重大事故等が発生した場合において、可搬型重大事故等対処設備を運搬し、又は他の設備の被害状況を把握するため、工場等内の道路及び通路が確保できるよう、適切な措置を講じたものであること。

適合状況(東海第二の場合※):「第 516 回新規制基準適合性に係る審査会合より」

地震,津波その他の自然現象を想定し,別ルートも考慮して複数のルートを確保する。また,がれき等によってアクセスルートの確保が困難となった場合に備え,ホイールローダを配備し,がれき等の撤去を行えるようにしている。

第 7 号　重大事故防止設備のうち可搬型のものは、共通要因によって、設計基準事故対処設備の安全機能、使用済燃料貯蔵槽の冷却機能若しくは注水機能又は常設重大事故防止設備の重大事故に至るおそれがある事故に対処するために必要な機能と同時にその機能が損なわれるおそれがないよう、適切な措置を講じたものであること。

適合状況(東海第二の場合※):「第 516 回新規制基準適合性に係る審査会合より」

可搬型設備は,設計基準事故対処設備及び常設重大事故等対処設備と同時に必要な機能が失われないよう,100m 以上の離隔を確保するとともに,2 セットを分散して保管する。また,基準地震動Ssで必要な機能が失われず,高所かつ防火帯の内側に保管することにより,共通要因によって必要な機能が失われないことを確認している。

※東海第二発電所可搬型重大事故等対処設備保管場所及びアクセスルートについて

（技術基準規則：実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則）

第 54 条第 3 項

可搬型重大事故等対処設備に関しては、第一項の規定によるほか、次に定めるところによらなければならない。

第 5 号　（上記の第 5 号にほぼ同じ）

第 6 号　（上記の第 6 号にほぼ同じ）

第 7 号　（上記の第 7 号にほぼ同じ）

＜関連 Q&A（例）＞

Q6-20	可搬型重大事故等対処設備の保管場所にはどのような要求事項があるのか。
A	（設備基準規則） 第 43 条第 3 項 可搬型重大事故等対処設備に関しては、第一項に定めるもののほか、次に掲げるものでなければならない。 第5号　地震、津波その他の自然現象又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムによる影響、設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備の配置その他の条件を考慮した上で常設重大事故等対処設備と異なる保管場所に保管すること →（対応例）100m 以上の離隔を確保した高所かつ防火帯の内側の場所に保管する。また，2 セットを100m 以上の離隔距離を確保するとともに，分散して保管する。 第6号　想定される重大事故等が発生した場合において、可搬型重大事故等対処設備を運搬し、又は他の設備の被害状況を把握するため、工場等内の道路及び通路が確保できるよう、適切な措置を講じたものであること。 →（対応例）複数のルートを確保。また，がれき等によってアクセスルートの確保が困難となった場合に備え，ホイールローダを配備し，がれき等の撤去を行えるようにする。 第7号　重大事故防止設備のうち可搬型のものは、共通要因によって、設計基準事故対処設備の安全機能、使用済燃料貯蔵槽の冷却機能若しくは注水機能又は常設重大事故防止設備の重大事故に至るおそれがある事故に対処するために必要な機能と同時にその機能が損なわれるおそれがないよう、適切な措置を講じたものであること。 →（対応例）同時に必要な機能が失われないよう，100m 以上の離隔を確保するとともに，2 セットを分散して保管する。また，基準地震動Ssで必要な機能が失われず，高所かつ防火帯の内側に保管することにより，共通要因によって必要な機能が失われないことを確認する。 （技術基準規則）

	第54条第3項 可搬型重大事故等対処設備に関しては、第一項の規定によるほか、次に定めるところによらなければならない。 第5号　（上記の第5号にほぼ同じ） 第6号　（上記の第6号にほぼ同じ） 第 7 号　（上記の第 7 号にほぼ同じ）

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 23.2 可搬型重大事故等対処設備の保管場所
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-3、通番 8 外部の監視および外部設備の固縛・分散管理
	関連細目 No	細目 3-3-2、細 23 屋外設備は固縛し、屋外の重機類等は分散管理する。
キーワード		
5	SA 対策設備	**柔軟な代替注水**：可搬式消防ポンプ 2 **電源設備**：電源車 3 **予備品**：代替ポンプ 2、ブースターポンプ、仮設組立用水槽、スプレイヘッダ、可搬式代替低圧注水ポンプ、シルトフェンス **瓦礫撤去設備**：重機 2
10	設計・設計変更	**分類**：重大事故 **深層防護の徹底**：多重性 2、多様性 3、分散配置 2
13	関係組織	**事業者関連**：東海第二
14	文献・出典	**NRA 関連**：設備基準規則 A1、技術基準規則 A **事業者関連**：可搬型設備保管場所・アクセスルート
15	人名・法令類	**法令類**：設備基準規則 B1、技術基準規則 B1

資料 24.1(資 64)

〔複合災害、複数号機同時発災を想定した訓練計画の必要性〕

(1) 政府事故調報告において、複合災害、複数号機同時発災を想定した訓練計画の必要性が示された。

- **事故対応に困難を極めたのは、原子力災害と同時に自然災害が発生する事態を想定していなかったことから、事前には意識されず、何らの対応もなされていなかったと考えられる。**
- **吉田所長は、「これまで考えたことのなかった事態に遭遇し、次から次に入ってくる情報に追われ、それまで順次入ってきた情報の中から、関連する重要情報を総合的に判断する余裕がなくなっていた。」旨供述する。**
- **極めて過酷な自然災害によって同時多発的に複数号機で全電源が喪失するような事態を想定し、これに対処する上で必要な訓練、教育が十分なされていなかったと言うほかない。**

(2) 政府事故調報告書(最終)によれば、緊急時対策本部内の機能班が十分な機能が果たし得なかったことの根底には、複数号機において全交流電源が喪失するといった過酷な事態を想定した十分な教育・訓練がなされていなかったことにあると考えられる。

<複合災害について>(政府事故調報告より)

その 1:中間 454P、455P(複合災害について)

今回の事故については、地震によって発生した津波等により原子炉を冷却するための装置が使用できなくなるなど、プラント自体が壊滅的な打撃を受けたのみならず、事故発生後の対応においても、地震・津波が原因となって、人的リソースの不足や通信・交通インフラに障害が発生し、事故対応が困難を極めた。

人的リソースについては、国は、極めて広域にわたる震災と原子力事故に同時並行で対応する必要が生じたため、必ずしも十分な体制を確保することができなかった。また、関係自治体においても、地震・津波による被災者等への対応に迫られ、十分な人的余裕がない中で、避難措置や身体除染の実施等の事故対応に当たらなければならなかった。

通信インフラについては、地震の影響により、電話やFAX 等通信手段が十分に使用できない中での対応を迫られたため、関係機関での情報共有・連絡が困難となった。特に、事前の計画等において、事故発生時に情報集約・事故対応等の拠点としての役割が期待されていたオフサイトセンター(現地対策本部)は、平成23 年3月15 日に福島県庁に移転するまで、衛星電話が使用できたのみであり、ほとんど機能しなかった。

交通インフラについては、地震の影響により、都心において激しい交通渋滞が生じ、福島第一原発における事故対処において、消防車、給水車、バッテリー、電源車などの必要な資器材が届くのが遅れ、迅速な対処が困難となった大きな要因の一つとなったほか、オフサイトセンター(現地対策本部)への参集に遅れが生じたのみならず、その後も、燃料、食糧等の物流が確保できず、現地対策本部としての活動に支障が生じた。また、モニタリングや避難

措置の実施についても、道路状況の悪化のために、困難が生じた。

これらの問題は、原子力災害と同時に自然災害が発生する事態を想定していなかったことから、事前には意識されず、何らの対応もなされていなかったと考えられる。しかし、本来、これらの問題は、地震・事故に伴って発生することが予想された様々な事象を想定した対策を講じ、又は、訓練を実施することにより、解消又は軽減することが可能であったと考えられる。

その 2:中間 121P(複数号機での同時発災について)

発電所対策本部及び本店対策本部は、このような重要情報の取捨選択や評価を適切に行ってIC の作動状態を判断していたとは思われない。

この点、吉田所長は、「これまで考えたことのなかった事態に遭遇し、次から次に入ってくる情報に追われ、それまで順次入ってきた情報の中から、関連する重要情報を総合的に判断する余裕がなくなっていた。」旨供述する。

それまで、SPDS によって各号機のプラント状態に関する情報を即時入手できることを前提とした訓練、教育しか受けていない者が、極めて過酷な自然災害によって同時多発的に複数号機で全電源が喪失するといった事態に直面し、SPDS が機能しない中で、錯綜する情報から各号機のプラント制御にとって必要な情報を適切に取捨選択して評価することは非常に困難であったと思われる。また、当時、重要情報の取捨選択や評価に適切でない点があったとしても、現実に対応した関係者の熱意・努力に欠けるところがあったという趣旨ではない。ただ、各人が全力で事故対応に当たりながらも、事後的にみるとこのような問題点が発見されるのであり、その点については問題点として指摘する必要があると考える。

結局、極めて過酷な自然災害によって同時多発的に複数号機で全電源が喪失するような事態を想定し、これに対処する上で必要な訓練、教育が十分なされていなかったと言うほかない。そのため、発電所対策本部及び本店対策本部において、重要な情報を正しく把握・評価できず、その結果、IC の作動状態に関する適切な判断をなし得なかったと考えられ、かかる訓練、教育が極めて重要であることを示していると考える。

<過酷な事態を想定した教育・訓練の欠如>(政府事故調報告書(最終)404P)

福島第一原発に設置された緊急時対策本部(以下「発電所対策本部」という。)及び東京電力本店に設置された緊急時対策本部(以下「本店対策本部」という。)内の機能班に所属する一人一人が、時宜にかなった判断をなし得ず、また、機能班として十分な機能が果たし得なかったことの根底には、複数号機において全交流電源が喪失するといった過酷な事態を想定した十分な教育・訓練がなされていなかったことがあると考えられる。

東京電力の事故時運転手順書(いわゆる事象ベース及び徴候ベース)のいずれを見ても、複数号機において、スクラム停止後、全交流電源が喪失し、それが何日も続くといった事態は想定されておらず、数時間、1 日と経過していけば、交流電源が復旧することを前提とした手順書となっている。しかし、交流電源はどのように復旧していくかのプロセスについては明示されていない。詳細に手順書を書き込んでいるように見えても、どこかに逃げ道が残されており、なぜその逃げ道が残っているのか根拠不明なのである。

また、東京電力が平成 14 年に作成したアクシデントマネジメント整備報告書では、「全ての AC 電源が喪失する事象では、事象の進展が遅く、時間的余裕が大きいことから」とわざわざ規定しているが、なぜ事象の進展が遅くなるのか、その根拠は不明である。このような不十分な手順書を用意し、これを周知、徹底したからといって、対処できるのは、ごく局所的に電源喪失が起こったような場合に限られる。

訓練についても、例えば、福島第一原発では、平成 23 年 2 月下旬頃、地震が発生して一つのプラントで外部電源が喪失し、変圧器が壊れ、次いで非常用ディーゼル発電機(DG)が起動せず、交流電源が喪失するといった事象が段階的に進行して原災法第 10 条に基づく通報を行ったという想定でシミュレーション訓練を行った。しかし、その場合も、一定の期間が経過すれば、非常用 DG が復旧するということを前提とし、それまでの期間、どうやって切り抜けるかを模擬したにすぎないので、今回のような極めて過酷な事態を想定したものではなかった。

東京電力は、地震・津波で福島第一原発がほぼ全ての電源を喪失したことについて想定外であったというが、それは、根拠なき安全神話を前提にして、あえて想定してこなかったから想定外であったというにすぎず、その想定の範囲は極めて限定的なものであった。このような想定にとらわれた教育・訓練を幾ら行ったとしても、それは危機管理能力の向上につながるものではないと言えよう。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-4	事故時発電所本部はどのような状況だったのか。
A	（政府事故調報告書（中間）（121P）） 吉田所長は、「これまで考えたことのなかった事態に遭遇し、次から次に入ってくる情報に追われ、それまで順次入ってきた情報の中から、関連する重要情報を総合的に判断する余裕がなくなっていた。」旨供述している。
Q9-4	福島第一事故の事故対応は訓練を実施しておれば軽減できたか。
	（政府事故調報告書（中間）（121P）） 結局、極めて過酷な自然災害によって同時多発的に複数号機で全電源が喪失するような事態を想定し、これに対処する上で必要な訓練、教育が十分なされていなかったと言うほかない。そのため、発電所対策本部及び本店対策本部において、重要な情報を正しく把握・評価できず、その結果、IC の作動状態に関する適切な判断をなし得なかったと考えられ、かかる訓練、教育が極めて重要であることを示していると考える。 （政府事故調報告書（中間）（455P）） これらの問題（事故対応で発生した数々の困難な問題）は、原子力災害と同時に自然災害が発生する事態を想定していなかったことから、事前には意識されず、何らの対応もなされていなかったと考えられる。しかし、本来、これらの問題は、地震・事故に伴って発生することが予想された様々な事象を想定した対策を講じ、又は、訓練を実施することにより、解消又は軽減することが可能であったと考えられる。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 24.1 複合災害、複数号機同時発災を想定した訓練計画の必要性
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-4、通番 9 不測の事態に対応できる訓練
	関連細目 No	細目 3-4-1、細 24 訓練では、複合災害、複数同時発災等の厳しい想定とする。
キーワード		
1	事故対応	**主要事象**：想定を超える津波 4、複合災害、複数号機同時発災 2、全電源喪失 5 **発生した支障**：オフサイトセンター機能喪失 1
4	設備	**高圧注水設備関連**：IC4
5	SA 対策設備	**防災**：SPDS1
9	教育・訓練	**教育・訓練の目的**：確実な情報共有 **訓練の想定**：複合災害の発生 1、複数号機同時発災の発生、大規模な自然災害の発生 1、全電源喪失の発生
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）66
15	人名・法令類	**人名**：吉田昌郎 1

資料 24.2(資 65)

〔複合災害を想定した原子力防災訓練に消極的な姿勢〕

国会事故調報告において、保安院が複合災害を想定した原子力防災訓練に消極的であったことが示された。

- **新潟県が、地震を起因としないが、時を同じくして原子力災害が発生することを想定した原子力防災訓練を提案したが、保安院は、避難施設や避難経路の一部に被害が生じる程度の地震で原子炉にトラブルが生じると受け取られる等の理由で、国として協力することは難しい、などとの指摘を行った。**

<原子力防災訓練への保安院の消極的な助言>(国会事故調報告・405P、406Pより)

新潟県による原子力防災訓練の計画を検討するため、平成22(2010)年5月13日、新潟県内の原子力防災関係機関が参加する担当者会議が開催された。この場で、新潟県から、地震と原子力災害の同時発生を訓練の想定とする案が提示され、議論が交わされた。

同年5月19日、新潟県から保安院に対して複合災害型の原子力防災訓練の訓練想定について相談がなされた。新潟県の想定内容は、「中越地域で強い地震が発生し、発電所の施設も一部で被害を受けたものの原子炉に異常は見られず、周辺環境への放射性物質の放出も見られなかった。立地地域の避難経路や避難施設にも壊滅的な被害は見られなかったが、避難経路や施設の一部に被害が生じた。その後、原子炉施設で(地震を起因としない)トラブルが発生し、環境中へ多量の放射性物質が放出されることが予想されるため、住民避難等の防護対策が必要な状態となった」というものであった。つまり、地震を起因としないが、時を同じくして原子力災害が発生することを想定したものであった。保安院は、この訓練想定の案に対し、避難施設や避難経路の一部に被害が生じる程度の地震で原子炉にトラブルが生じると受け取られる可能性があり、このような中途半端な想定で訓練を行えば、逆に住民に余計な不安を与える結果になりかねず、国として協力することは難しい、などとの指摘を行った。

(中略)

保安院は、大規模自然災害が原子力災害を引き起こすことがあるかのように受け取られる訓練想定を置くことに抵抗があったことの主な理由として、①原子力発電所の設置段階で極めて厳格な安全審査が行われているため、過酷な事故は起こり得ないという前提に立っていたこと、②新潟県中越沖地震の際の柏崎刈羽原子力発電所における火災は、原子力災害とは異質なものであり、原子力発電所の安全設備は機能していたという認識があったこと、③住民に誤解や不安を与えないことを挙げている。

なお、茨城県では、地域防災計画において住民参加型の原子力総合防災訓練を行うことを定めており、平成 20(2008)年 9 月 30 日には、地震と原子力災害が同時に発生することを念頭においた住民参加型の茨城県原子力総合防災訓練を実施している。このように、一部の自治体においては、複合災害を念頭においた防災訓練に対する意識が高まりつつあった。しかし、保安院は、原子力発電所における複合災害の発生の蓋然性は低いという前提を崩すことはなく、複合災害を念頭に置いた防災訓練が保安院の主導により行われることはなかった。

＜関連 Q&A（例）＞

Q7-29	平成 22 年 5 月に新潟県が保安院に提案した原子力防災訓練の想定はどのようなものであったか。
A	（国会事故調報告書（405P）） 新潟県の想定内容は、「中越地域で強い地震が発生し、発電所の施設も一部で被害を受けたものの原子炉に異常は見られず、周辺環境への放射性物質の放出も見られなかった。立地地域の避難経路や避難施設にも壊滅的な被害は見られなかったが、避難経路や施設の一部に被害が生じた。その後、原子炉施設で（地震を起因としない）トラブルが発生し、環境中へ多量の放射性物質が放出されることが予想されるため、住民避難等の防護対策が必要な状態となった」というものであった。
Q7-30	新潟県の提案に対し保安院はどのように対応したのか。
A	（国会事故調報告書（406P）） （新潟県の提案は）地震を起因としないが、時を同じくして原子力災害が発生することを想定したものであった。保安院は、この訓練想定の案に対し、避難施設や避難経路の一部に被害が生じる程度の地震で原子炉にトラブルが生じると受け取られる可能性があり、このような中途半端な想定で訓練を行えば、逆に住民に余計な不安を与える結果になりかねず、国として協力することは難しい、などとの指摘を行った。
Q7-31	保安院が新潟県の提案に抵抗があった理由は何か。
A	保安院は、大規模自然災害が原子力災害を引き起こすことがあるかのように受け取られる訓練想定を置くことに抵抗があったことの主な理由として、 ①原子力発電所の設置段階で極めて厳格な安全審査が行われているため、過酷な事故は起こり得ないという前提に立っていたこと、 ②新潟県中越沖地震の際の柏崎刈羽原子力発電所における火災は、原子力災害とは異質なものであり、原子力発電所の安全設備は機能していたという認識があったこと、 ③住民に誤解や不安を与えないこと を挙げている。
Q7-32	自然災害と原子力事故の複合災害に対する訓練は全く行われてこなかったのか。
A	茨城県では、地域防災計画において住民参加型の原子力総合防災訓練を行うことを定めており、平成20（2008）年9月30日には、地震と原子力災害が同時に発生することを念頭においた住民参加型の茨城県原子力総合防災訓練を実施している。このように、一部の自治体においては、複合災害を念頭においた防災訓練に対する意識が高まりつつあった。しかし、保安院は、原子力発電所における複合災害の発生の蓋然性は低いという前提を崩すことはなく、複合災害を念頭に置いた防災訓練が保安院の主導により行われることはなかった。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 24.2 複合災害を想定した原子力防災訓練に消極的な姿勢
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-4、通番 9 不測の事態に対応できる訓練
	関連細目 No	細目 3-4-1、細 24 訓練では、複合災害、複数同時発災等の厳しい想定とする。
キーワード		
2	安全文化と QMS	**安全最優先の価値観**：安全パラドックス 1、安全神話の形成 1
9	教育・訓練	**訓練の想定**：複合災害の発生 2 **訓練の形式**：総合防災訓練 1
13	関係組織	**国関連**：保安院 3 **地方自治体関連**：新潟県
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 37

資料 24.3(資 66)

〔緊急時組織の要員規模〕

(1) 東電原子力安全改革プランにおいて、運転中の原子炉の基数によって緊急時組織の要員規模を決めることが示された。

- **宿直者数は、原子炉が 2 基運転中の場合は、約 30 名。7 基運転中の場合は、71 名(福島事故前は 41 名)以上とした。**
- **緊急時組織の要員規模は、2 台運転の場合は約 160 名、7 台運転の場合は約 310 名の規模であることを示した。(発電所長以下全員が交代制で対応することを前提)**

(2) 東電原子力安全改革プランにおいて、柏崎刈羽の緊急時対策要員の数が強化されたことが示された。

- **津波後の現場対応操作を踏まえ、運転員を60名増員予定(30名増員済)(205名→265名)(定員)**
- **交替制も考慮し緊急時対策要員を増員(324名→675名)**
- **被災直後の対外連絡とプラント情報収集の機能強化のため宿直体制を増強(6名→8名)**
- **緊急電源復旧・注水対応・ガレキ撤去など、早期の現場対応ができるよう、要員を24時間体制で発電所に待機(約20名程度)**

<緊急時態勢>(東電原子力安全改革プラン・86P、87P より)

【事故発生直後の対応】

事故発生時(原災法第10条通報時)には、宿直責任者(原子力防災管理者代行者)により第1 次緊急時態勢を発令し、緊急時対策本部を宿直者で設置する。運転中の原子炉を2 基とした場合における上述の想定および目標に基づく宿直者の規模を表4-6 に示す。

表4-6 初動対応に必要な宿直者の規模(運転中の原子炉が2 基の場合)

ポジション	要員数
1.発電所緊急時対策本部での対応要員 ・責任者(原子力防災管理者クラス) ・計画・情報要員 ・復旧要員(とりまとめ者) ・広報・通報要員 ・保安要員 ・総務・資材要員	20 名程度
2.現場での対応要員(電源復旧等)	10 名程度
宿直者 合計	30 名程度

なお、要員数については、設備の改造や増強によって信頼性、多重性が向上した場合等状況の変化に応じて見直していく。また、緊急時対応訓練の結果により、初動対応の想定および目標も見直していく。また、運転員は、交替勤務であり、その時の要員で初動対応を行う。

柏崎刈羽原子力発電所の場合、福島原子力事故以前は、7基運転中には常時41 名以上が交替勤務についた。福島原子力事故後には、1 班あたり1～3 名(各中央制御室が管理する設備により異なる)の強化を実施し、更に今後、事故後の現場把握や応用操作、設備の応急処置等に対応するため、順次1 班あたり3 名を強化し、7 基運転中には常時71 名以上が交替勤務につくこととする。この強化により以下を達成する。

- 強化する補機操作員クラス(2 名)と従前に配置済みの者と合わせて、事故時に2 名1チームとして、3 チームを現場対応に出向可能とする。
- 強化する当直副長(または主任)クラス1 名は、保全の業務経験を積んだ者から任用し、事故時に設備の損傷の程度や復旧の方法等を発電所緊急時対策本部(以下、発電所本部という)へ伝達し、発電所本部からの支援を効果的に実施する。

【発電所本部要員の召集】

発電所本部は、原災法第10条通報時(地震の際は震度6 弱以上の地震発生時)に発電所本部要員として登録された者(柏崎刈羽原子力発電所の場合、650 名程度)の召集を行う。初動対応は、運転員と宿直者で電源復旧や瓦礫除去を進めることから、その他の要員は、3 時間以内に参集し、設備の復旧等を進め事故を収束させる。発電所本部要員は参集後、適宜宿直者から引継ぎを行なった上で、原子力防災管理者(発電所長)または代行者の指揮の下で活動を開始する。ICS に基づく体制で復旧活動、通報連絡、後方支援等を円滑に進めるために添付資料4-2 をもとに必要な要員数を算出し、表4-6に示すが、その必要な規模はプラント運転台数により変化する。事故対応が長期化することも想定し、発電所長以下全要員が交替制により対応することを前提として要員の確保を行う。このプラントの状況に応じた必要な要員が召集可能かどうかを夜間・祝祭日も含めて管理する。また、交通手段が制限された場合も考慮しながら召集訓練を行なっていく。

表4-7 緊急時組織の要員規模

	プラント運転台数	
	2 台運転の例	7 台運転の例
要員規模 (運転員を除く)	約160 名	約310 名

※ 緊急時訓練等で確認しながら適宜見直す。

なお、発電所の備蓄食糧や被ばく管理等の問題が生じるため、事故の規模や進展等により必要な要員以外の者は発電所内に滞在させないことを原則とし、一旦帰宅させるか、交替要員として待機させる。

<柏崎刈羽の緊急時対策要員の数>(東電原子力安全改革プラン(添付資料、112P))

複合災害、複数プラント同時被災への態勢整備<緊急時対応の備え>

① 複数プラント、長期事故にも対応できるよう、発電所緊急時対策要員を大幅に増員。

② 初動における現場対応のため、運転員、宿直員を増員。

③ 本店についても、発電所を的確に支援できるよう宿直要員、緊急時対策要員を増員。

発電所運転員・宿直・緊急時対策要員

柏崎刈羽原子力発電所の場合は、
運転員・・265 名(以前は 205 名)(2～5 号機:各班 6 名→8 名に増員)

- 津波後の現場対応操作を踏まえ、運転員を60名増員予定(30名増員済) (205名→265名)(定員)
- 交替制も考慮し緊急時対策要員を増員(324名→675名)
- 被災直後の対外連絡とプラント情報収集の機能強化のため宿直体制を増強(6名→8名)
- 緊急電源復旧・注水対応・ガレキ撤去など、早期の現場対応ができるよう、要員を24時間体制で発電所に待機(約20名程度)

＜関連 Q&A（例）＞

Q7-52	東電は初動対応に必要な要員数をどのように考えているか。
	（東電原子力安全改革プラン（86P）） 宿直者数は、原子炉が 2 基運転中の場合は、約 30 名。 運転員は、柏崎刈羽の場合で、7基運転中の場合は、71名以上（福島事故前は常時41名以上)。1 班あたり1～3 名（各中央制御室が管理する設備により異なる）の強化を実施し、更に今後、事故後の現場把握や応用操作、設備の応急処置等に対応するため、順次1 班あたり3 名を強化する。 緊急時組織の要員規模は、2 台運転の場合は約 160 名、7 台運転の場合は約 310 名の規模。 （東電原子力安全改革プラン（87P）） この強化により以下を達成する。 • 強化する補機操作員クラス（2 名）と従前に配置済みの者と合わせて、事故時に 2 名1 チームとして、3 チームを現場対応に出向可能とする。 • 強化する当直副長（または主任）クラス1 名は、保全の業務経験を積んだ者から任用し、事故時に設備の損傷の程度や復旧の方法等を発電所緊急時対策本部（以下、発電所本部という）へ伝達し、発電所本部からの支援を効果的に実施する。
Q7-53	東電は緊急時に対応する要員数は発電所全体でどのくらい必要と考えているか。
A	（東電原子力安全改革プラン（87P、添付資料 112P）） 柏崎刈羽原子力発電所の場合は、 運転員・・265 名（以前は 205 名）（2～5 号機：各班 6 名→8 名に増員） 緊急時対策要員・・・675 名（以前は 324 名)。原災法第 10 条通報時（地震の際は震度 6 弱以上の地震発生時）に 3 時間以内に参集。その必要な規模はプラント運転台数により変化する。事故対応が長期化することも想定し、発電所長以下全要員が交替制により対応することを前提として要員の確保を行う。 宿直者・・・8 名（以前は 6 名） 早期の現場対応要員・・・約 20 名（24 時間体制）

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 24.3 緊急時組織の要員規模
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-4、通番 9 不測の事態に対応できる訓練
	関連細目 No	細目 3-4-1、細 24 訓練では、複合災害、複数同時発災等の厳しい想定とする。
キーワード		
7	緊急時体制	**初動対応**：本部設置と要員招集、運転機数に応じた要員規模 1 **通報**：第 10 条通報 **ICS**：全要員の交替制 1
13	関係組織	**事業者関連**：柏崎刈羽 1
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 36
15	人名・法令類	**法令類**：原災法 1

資料 24.4(資 67)

〔事故対応でリスク要因になった可能性のある事項〕

東電原子力安全改革プランにおいて、更なるリスク要因となったかもしれない事項が示された。

- **今回の根本原因分析では直接原因とはならなかったものの、幅広に見た場合にリスク要因となる可能性がある事項が示された。**
  〔例〕消防車による注水を実施する班が事前に定まっておらず、「復旧班主体」と決定するまで、時間を要した。
- **今回はクリアできていたものの、幅広に見た場合にリスク要因となる可能性がある事項が示された。**
  〔例〕度重なる爆発、過酷な作業環境等により、現場へ出向する者の気力・体力が尽きかけていたものの、ミッション達成が滞ることはなかった。

〈更なるリスク要因になった可能性のある事項〉(東電原子力安全改革プラン・添付資料2-4-4より)

〈事故時の対応に関わるその他の課題　1　〉

〈今回の根本原因分析では直接原因とはならなかったものの、幅広に見た場合にリスク要因となる可能性がある事項〉

	事　項	事　象	対　策
1	消防車による注水を実施する班が事前に定まっておらず、「復旧班主体」と決定するまで、時間を要した。	①消防車による注水という業務が事前に想定されていなかった(AM策として整備されず)。 ②発電班や当直の手順にないため、注水として使うことが思いつかず、当直は自前で対応可能なD/D FPの確保を急いだ。	消防車等による炉内注水に関わる業務分掌の明確化 (対応済み)
2	当社社員に消防車、ホイールローダ等の重機を運転できる人がおらず、協力企業に頼らざるを得ない場合が多かった。	①消防車は東電フュエル(南明興産)が運転した。 ②ホイールローダ等の瓦礫処理の重機は協力企業が運転した。 ③資機材輸送の大型車両は福島第一の社員が運転した。	緊急時に必要となる重機については、社員自らが運転できる資格の取得(対応済み)
3	注水ラインの切替え対応が混乱した。(海水注入の是非)	官邸意見や本店対策本部からの指示や官邸から現場への電話により指揮命令系統が混乱した。	本店や社外との役割分担の明確化・指揮命令系統の明確化と認識の徹底共有、同認識に基づく訓練プログラムの構築と実施　(原子力安全改革プランで対応)
4	消防車等の水源が限られていた。	①消防車による注水の水源確保等の手順書がなかった。 ②震災当初に遠い水源から注水しようとしたが、消防車が不足した(津波で喪失またはガレキにより移動困難)。 ③構外からの応援車両が道路損傷や渋滞で到着まで時間を要した。	①消防車の水源となる箇所の見える化 ②消防車通行ルート確保のためのガレキ処理のための重機やオペレータを確保 ③構外からの応援車両が渋滞に巻き込まれないような対策 (対応済み)
5	現場作業前準備(線量管	APD管理システムがダウンしていた	緊急時におけるAPDの確保

	理のAPD)に時間がかかった。	ため、手作業でAPD貸し出し管理を実施した。	および貸出し方法に関する条件整備(対応済み)
6	資機材・要員の輸送が滞りがちだった。	①資機材の輸送は、Jヴィレッジや小名浜コールセンターまで届くものの、輸送先が明確でなく、輸送者もほとんどいない状態となった(爆発後)。 ②ヘリによる要員の輸送は事故に至ることはなかった。	必要な部署に必要な資機材・要員が届くための輸送手段の確立(原子力安全改革プランで対応)
7	本店原子力部門の技術者は、電気設備に関する技術的な判断を求められて適切に対応できなかった。	福島第一の受電設備について、本店原子力部門の技術者が有する知識が十分でなく、補修については、より詳細な知識を有する工務部門が担当することとなった。	直営作業などを通じて技術力の向上をはかる (原子力安全改革プランで対応)
8	炉心損傷後の原子炉建屋内水素蓄積の知見が無く、状況を把握できていなかった。	炉心損傷事故が起きた後の状況が把握できずに、結果として水素爆発の予見をできない状況下で作業していた社員・作業員が負傷した。	炉心損傷時の水素発生による爆発等の危険性を鑑み、水素検出器を建屋内に設置、中操より濃度を確認できるようにしたこととあわせ、建屋トップベントならびにフィルタベントにより水素の滞留を防ぐ物理的手段を講じた(対応済み)
9	通信機器(衛星電話やトランシーバー)の使用が全面マスクを着用した状態では困難だった。	全面マスクをつけて作業をしていると音が聞き取りづらく、震災直後は特に現場から報告が難しかったり、津波警報や余震の情報が現場の人に伝えられなかったりした。	震災直後の現場と免震棟の間の通信手段(装置の改善含む)の強化(対応済み)
10	電源が利用可能な間のプラントパラメータの確認はプロセス計算機及びSPDSで可能であるものの、様々な視点から気になるパラメータを自由かつタイムリーに確認・加工できない。	もし、発電班員に限らず、本部要員や復旧班員、技術班員等が、各号機の気になるパラメータを容易に確認・加工できていれば、必要となる対応の優先度が容易に決められた可能性がある。	福島第二に導入しているようなエンジニアリングサーバーの設置。(原子力安全改革プランで対応)
11	事態の進展や現場の状況について、当社からメディアへの情報開示が行われないものがあった。あるいは事実と発表内容に乖離があった。	①「1号機トラブル」「構内で放射性物質検出」など、通報したがプレス未実施 ②緊急対応中の案件(たとえば1号機の炉圧・水位)について「安定」と表記	情報収集・発信に関わる職員の間、加えて発電所と本店の広報班の間で、役割や権限の再整理と認識の徹底共有、同認識に基づく訓練プログラムの構築と実施 (原子力安全改革プランで対応)
12	オフサイトセンターが使用不能となり、発電所側の対外発信対応が遅れた。	-	外部設備が使用できなくとも確実に公表できる仕組みの構築(原子力安全改革プランで対応)

〈事故時の対応に関わるその他の課題　2　〉

〈今回はクリアできていたものの、幅広に見た場合にリスク要因となる可能性がある事項〉			
	事　項	事　象	対　策
13	度重なる爆発、過酷な作	①中堅層が少なく、ベテランと若手	①人材育成方策、中堅層の

	業環境等により、現場へ出向する者の気力・体力が尽きかけていたものの、ミッション達成が滞ることはなかった。	に2分される人員構成のため、ベテランへの負担が過大。 ②防災計画が長期戦を想定したものとなっていない。 ③作業が進捗しない絶望感、虚脱感、恐怖心があった。 ④全面マスク、経験のない作業により疲労していた。 ⑤生活インフラが劣悪な状況だった(水・食料・トイレ・寝具・下着などが不足)。 ⑥応援に来た方の水・食料や休憩場所などが想定されていなかった。	充実など ②交代勤務体制の準備と交代要員、疲労回復のための休憩施設の確保 ③事前の徹底的な訓練と安全性向上 ④全面マスクを装着した直営対応訓練など ⑤飲料水、食事や仮設トイレの備蓄数の適正化など、3日間程度の生活インフラ準備 ⑥応援者も含めた備蓄や生活インフラの準備 (原子力安全改革プランで対応)
14	爆発による恐怖があり、苛酷な作業環境の中で、何とか注水・ベント等の対応を行った。 (仮に、同様の事故が発生したときに同じように現場で対応してもらえるかは疑問)	①現場で厳しい状況を乗り越えたことに対する会社側の対応への不満 ②100mSv超えの社員が現場で働くことができなくなることに対する将来への不安	①当時現場で厳しい状況を乗り越えた社員に謝意を伝える方策を検討・実施する。 ②設備・運用両面の対策により、高線量被曝するような状況の発生を防止する。(対応中)
15	免震棟の自家発電機は1台であったが、故障することなく動き続けた。	福島第一では、免震棟の電源(ガスタービン発電機)が確保されたが、福島第二では電源が喪失して初動対応時に緊急時対策室内が真っ暗になった。	免震棟のガスタービン予備機や免震棟外からの電源確保(対応済み)
16	PC、コピー機、プリンタの使用が可能であり、業務が滞ることがなかった。	プリンタに関しては、故障した際にマニュアルを片手に社員が補修作業をするなどで対応した。	事務用機器についても、災害時に使用するものは予備機、予備品を確保(対応済み)
17	図面管理システムが利用可能であった。 (システムに入力された資料は閲覧可だが、図書は汚染により閲覧不可)	-	システムの多重化(サーバの分散設置)(対応済み)
18	TV会議システムを使い続けることができた。	発災以降、1回、1FとのTV会議が中断し、情報のやりとりが電話(PHS)のみとなった。	通信ツールの多重化、回線強化(対応済み)
19	震災が平日・日中であり、対応要員が速やかに参集できた。	-	同様の事故が起こった場合でも対応できる組織の検討と要員への役割付与、参集手段の確認(原子力安全改革プランで対応)
20	地震による重篤なけが人が発生しなかった。	-	現場での拡張性のある対応体制と医療機関との連携強化(原子力安全改革プランで対応)
21	地震発生から津波による電源喪失までの間に、制御棒が入り炉内を冷やすことができていた。	-	ATWS(Anticipated Transient Without Scram)の手順を、EOP(Emergency Operation Procedure)に制定(対応済み)

＜関連 Q&A（例）＞

Q10-9	今回の根本原因分析では直接原因とはならなかったものの、幅広に見た場合にリスク要因となる可能性がある事項はどんなものがあるか。
A	（東電原子力安全改革プラン（添付資料 2-4-4） • 消防車による注水を実施する班が事前に定まっておらず、「復旧班主体」と決定するまで、時間を要した。 • 当社社員に消防車、ホイールローダ等の重機を運転できる人がおらず、協力企業に頼らざるを得ない場合が多かった。 等全 12 件。
Q10-10	今回はクリアできていたものの、幅広に見た場合にリスク要因となる可能性がある事項はどんなものがあるか。
A	（東電原子力安全改革プラン（添付資料 2-4-4） • 度重なる爆発、過酷な作業環境等により、現場へ出向する者の気力・体力が尽きかけていたものの、ミッション達成が滞ることはなかった。 • 爆発による恐怖があり、苛酷な作業環境の中で、何とか注水・ベント等の対応を行った。（仮に、同様の事故が発生したときに同じように現場で対応してもらえるかは疑問） 等全 21 件。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 24.4 事故対応でリスク要因になった可能性のある事項
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-4、通番 9 不測の事態に対応できる訓練
	関連細目 No	細目 3-4-1、細 24 訓練では、複合災害、複数同時発災等の厳しい想定とする。
キーワード		
1	事故対応	**発生した支障**：重機の運転ができない 1、情報共有に支障 2、消防車による注水の遅れ 2、消防車等の水源が限定的、オフサイトセンター機能喪失 2 **マネジメント上の問題点**：指揮命令系統の混乱 2 **現場の声**：厳しい環境 1
2	安全文化と QMS	**個人・組織の姿勢**：プロフェッショナリズム 1
4	設備	**放射線監視・管理・防護設備**：APD2、 **免震重要棟機能強化**：トイレ設備の機能維持、休憩設備
5	SA 対策設備	**柔軟な代替注水**：消防車 5、水源の位置表示 **格納容器減圧・冷却**：フィルタベント 2 **瓦礫撤去設備**：重機 3 **通信設備・現場監視**：全面マスク使用時通信設備 3 **水素滞留防止設備**：水素検出器、原子炉建屋トップベント 2 **放射線防護**：線量集計用管理ツール 2 **免震重要棟**：外部電源の強化、ガスタービン予備機、エンジニアリングサーバの設置
6	AM（運用・管理）	**手順の確立**：ATWS 対応 **長期化対応**：事務用機器の予備機、図面管理システムの多重化、資機材の輸送手段の確立、生活インフラ整備、高線量被ばくの回避、要員体制の整備、医療機関との連携強化
7	緊急時体制	**基本的役割**：班の業務分掌の明確化と相互協力 1、発電所長の権限 1 **ICS**：全要員の交替制 2、教育・訓練の徹底 1

		長期化対応（ロジスティックス等）：食糧・飲料水の備蓄 1、寝具・下着の備蓄 **支援体制**：支援物資の輸送・受入れ態勢
8	リスク管理	**リスクへの対応**：直接原因になり得るリスク要因、潜在的リスク要因
9	教育・訓練	**教育・訓練の目的**：適切な情報発信 **給水・除熱・冷却の確保**：海水を注入 1 **瓦礫撤去設備の運転**：重機運転操作 1 **保全員に対する訓練**：直営作業による技術力強化 2 **その他**：全面マスクでの訓練
10	改善（安全設計・運用）	**具体的な対応策**：通信手段の確保 2
12	広報	**情報公開への指摘**：情報隠し 1、情報公開の遅れ 1 **不信感の醸成**：齟齬のある説明内容 1、住民より国を優先した情報提供 1、不明確な指揮命令系統 1
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 37

資料 25.1(資 68)

〔緊急時対応情報表示システム(SPDS)の概要〕

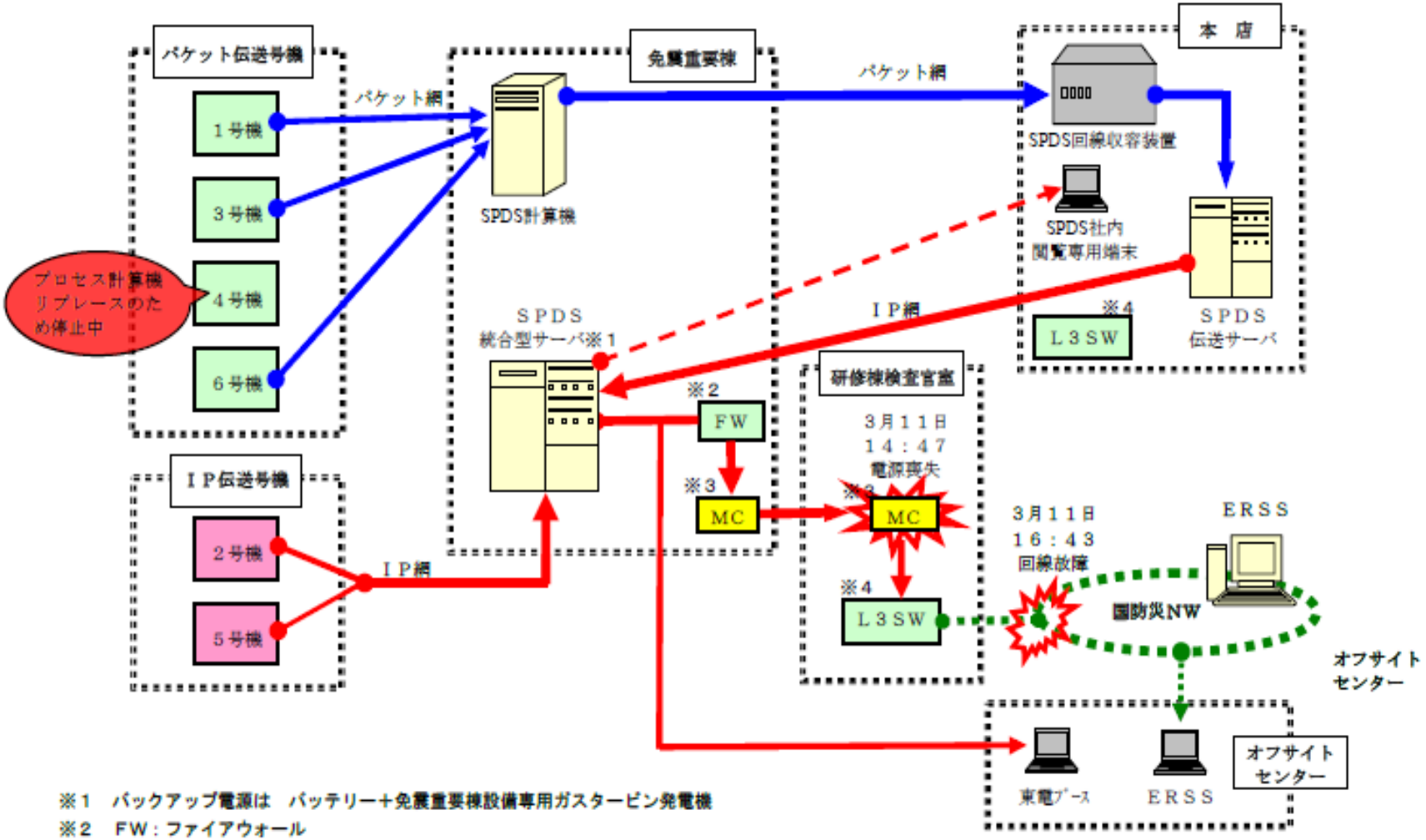
東電報告書において、緊急時対応情報表示システム(SPDS)の概要が示された。

- **SPDS は中央制御室以外においても各プラントのプラントパラメータや弁の開閉状態等のデータを確認できるようにするシステムである。**
- **SPDS は発電所緊急時対策所や本店や国(発電所検査官室、オフサイトセンター)にもデータを転送できる構成になっている。**
- **SPDS データはオフサイトセンターの緊急時対応支援システム(ERSS)に伝送される。**

<緊急時対応情報表示システム(SPDS)>(東電報告書・添付 5-5(1/11)より)

1. 緊急時対応情報表示システムの概要について

- 当社の緊急時対応情報表示システム(SPDS)については、当社原子力発電所において事故等が発生した場合に、中央制御室以外においても各プラントデータを確認できるようにすることで、より迅速な事故収束活動が出来るように整備してきている。
- 現状では、それぞれの免震重要棟(発電所緊急時対策室)のみならず、当社本店や国のシステムへプラントデータを伝送できる構成となっている。
- 平成21年4月、原子力発電所のプラント運転情報等について、緊急時対応支援システム(ERSS)に常時伝送するよう求める指示文書が原子力安全・保安院から原子力事業者に対して出された。
- 当社のSPDSについては、従来3発電所のSPDSデータを本店にて一度集約しERSSへ伝送していたが、本店設備が故障した際に3発電所すべてのデータが伝送不可となるリスクを低減するため、各発電所から直接伝送するシステム構成に変更することとした。
- 福島第一原子力発電所では、平成22年11月には発電所から伝送が可能となるよう伝送路の変更工事を実施し、その後の工事により2号機と5号機のデータは発電所から直接伝送できる構成となったが、1,3,4,6号機のデータは従来設備で一旦当社本店に送られ、発電所のサーバに戻された上でERSSへデータ伝送をするシステムとなっていた。概略図を下記に示す。



※１　バックアップ電源は　バッテリー＋免震重要棟設備専用ガスタービン発電機
※２　ＦＷ：ファイアウォール
※３　ＭＣ（メディアコンバータ）：光ファイバーと銅線など、異なる伝導媒体や規格を相互接続し、信号の変換を行うための機器
※４　Ｌ３ＳＷ（レイヤ３スイッチ）：ＩＰアドレスによる経路制御、パケットを目的のＩＰアドレスに対応する出力ポートに転送する

＜関連 Q&A（例）＞	
Q7-33	SPDS はどのような機能を持っているのか。
A	（東電報告書（添付 5-5（1/11）） • 緊急時対応情報表示システム（SPDS）については、発電所において事故等が発生した場合、中央制御室以外においても各プラントデータを確認できるようにすることで、より迅速な事故収束活動ができるように整備してきている。 • 現状では、免震重要棟（発電所緊急時対策室）のみならず、本店や国のシステムへプラントデータを伝送できる構成となっている。 • 平成 21 年 4 月、原子力発電所のプラント運転情報等について、緊急時対応支援システム（ERSS）に常時伝送するよう求める指示文書が原子力安全・保安院から原子力事業者に対して出された。 • 従来 3 発電所の SPDS データを本店にて一度集約し ERSS へ伝送していたが、本店設備が故障した際に 3 発電所すべてのデータが伝送不可となるリスクを低減するため、各発電所から直接伝送するシステム構成に変更することとした。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 25.1 緊急時対応情報表示システム（SPDS）の概要
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-4、通番 9 不測の事態に対応できる訓練
	関連細目 No	細目 3-4-2、細 25 訓練では、全電源喪失、コンピュータ機能喪失等の厳しい設定とする。
キーワード		
5	SA 対策設備	**防災**： SPDS2、ERSS1
7	緊急時体制	**国・自治体の体制**：オフサイトセンター1
13	関係組織	**国関連**：保安院 4
14	文献・出典	**事業者関連**：東電報告書 42

資料 25.2(資 69)

〔情報共有システムが使えない場合の対処方法-情報テンプレートの活用〕

東電原子力安全改革プランにおいて、情報共有システムが使えない場合の対処の方法が示された。

- **共通データベースシステムが使用できない、あるいは期待している機能を発揮できない場合にも対応できるよう、紙を使って情報共有する方法(所定書式のホワイトボード等の情報テンプレート)を準備する。**

<情報共有システムが使えない場合>(東電原子力安全改革プランより)

その1:83P

b) Incident Command System(ICS)の基本的考え方

(前略)

以上のような特徴を持つことから、ICS は例え想定を超えるような事態を迎えても、柔軟に対応し事態を収拾することを目的とした弾力性を持ったシステムであり、今回検討している緊急時組織の目標に合致している。なおICS の導入にあたり、米国の原子力発電所における緊急時体制を調査した。その結果を踏まえ、以下を反映する。

- 発電所緊急時組織は、機能毎に整理し、執務場所の分離を考慮する。例えば、技術的課題の対策検討を行う部署は、外乱のない状況で検討に専念できるよう、執務エリアを対外対応の部署と分離する。
- 緊急時要員の要件を定め、交替可能な体制とする(米国では、緊急時要員が参集し初期の状況把握後、必要最少人数に抑制し交替制を敷いていた)。
- システムを使った情報共有を最大限活用する(米国では、テレビ会議を使用せず、基本はシステムで情報共有し、必要に応じて電話を使う。室内での発話は全体会議・重要イベント発生時のみのため、喧噪感はない)。なお、システムが使用不能な場合の準備も事前に行なっておく(米国では、所定書式のホワイトボードをあらかじめ準備)。
- 訓練の頻度および内容を充実させる(米国ではシナリオを伏せた総合的な訓練を年に複数回実施)。

その2:88P

e) 情報伝達と共有

(前略)

これらの課題に対応するため、発電所と本店双方の緊急時対策本部でアクセス可能な共通のデータベース(共通DB)に情報を集約することにより、継続的に情報共有を図る。また、情報共有にあたっては、従前のSPDS だけでなく、事故の進展を予測するために必要な情報を入手できるツールや図書管理システムを最大限活用する。なお、共通DB が使用できない、あるいは期待している機能を発揮できない場合にも対応できるよう、紙を使って情報共有する方法(情報テンプレート)を準備する。また、これまでは主に口頭で行われてきた指示・命令に

ついては適切に要員を配置し、

- 情報の変質の防止
- 指示内容と実施内容を一元管理

を目的に、口頭で発信された内容についても記録する。

＜関連 Q&A（例）＞

Q7-62	情報共有システムが使えないときに、中央制御室と緊急対策本部はどのようにして情報共有を図るのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（83P）） なお、システムが使用不能な場合の準備も事前に行なっておく（米国では、所定書式のホワイトボードをあらかじめ準備）。 （東電原子力安全改革プラン（88P）） 共通 DB が使用できない、あるいは期待している機能を発揮できない場合にも対応できるよう、紙を使って情報共有する方法（情報テンプレート）を準備する。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 25.2 情報共有システムが使えない場合の対処方法－情報テンプレートの活用
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-4、通番 9 不測の事態に対応できる訓練
	関連細目 No	細目 3-4-2、細 25 訓練では、全電源喪失、コンピュータ機能喪失等の厳しい設定とする。
キーワード		
5	SA 対策設備	**防災**：SPDS3
7	緊急時体制	**情報入手と情報共有**：情報テンプレート **ICS**：執務場所の分離 1、全要員の交替制 3、ホワイトボード 1
9	教育・訓練	**訓練の形式**：ブラインド訓練 1
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 38

資料 25.3(資 70)

〔緊急時対策支援システム(ERSS)と緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム(SPEEDI)の概要〕

1. **補足:国会事故調報告において、緊急時対策支援システム(ERSS)と緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム(SPEEDI)の概要が示された。**
   - **ERSS とは、原子力発電所から送信されるプラント等の情報に基づき、①原子力発電所のプラントの状態を監視し、②事故の進展を予測して、外部への放射性物質の放出の状況を予測計算するシステムである。**
   - **SPEEDIとは、原子力施設から外部へ放射性物質が放出される事故が生じた際に、放出源情報及び気象予測等をもとに、周辺環境における放射性物質の拡散状況や住民の被ばく線量等を予測計算し、その結果を主に地図上に図形として表示するシステムである。**
   - **事故発生時には、ERSSを用いて、原子力施設から大気中に放出される放射性物質の核種や時間ごとの放出量(以下「放出源情報」という)を算出し、この放出源情報をもとに、SPEEDIを用いて事故の進展に伴う環境への影響の予測計算を行い、SPEEDIの計算結果をもとに、避難等の応急対策を検討することが予定されていた。**

<SPEEDI について>(国会事故調報告・411P～413P、420P、423P より)

4.3.4 緊急時における予測システム

原子力災害が発生した際の住民の防護対策の検討を支援するため、政府は、ERSS とSPEEDIを整備してきた。しかし、本事故は事象の進展が急速であり、ERSS からの放出源情報も長時間にわたり得られなかったため、SPEEDI による計算結果は、初動の避難指示に役立つものではなかった。

本事故以前から、原子力防災に携わる関係者の中には、予測システムの限界を認識していた者もいた。しかし、予測システムの計算結果に依拠して避難指示を行うという既存の枠組みの見直しは実現に至らなかった。また、SPEEDI の限界を補う対策や、予測計算の結果の活用方法について、組織的な検討はなされてこなかった。

1)緊急時における予測システムの概要

原子力災害時の応急対策を迅速かつ的確に行うため、国は、緊急時における予測システムを開発してきた。それがERSSとSPEEDIである。事故発生時には、ERSSを用いて、原子力施設から大気中に放出される放射性物質の核種や時間ごとの放出量(以下「放出源情報」という)を算出し、この放出源情報をもとに、SPEEDIを用いて事故の進展に伴う環境への影響の予測計算を行い、SPEEDIの計算結果をもとに、避難等の応急対策を検討することが予定されていた。

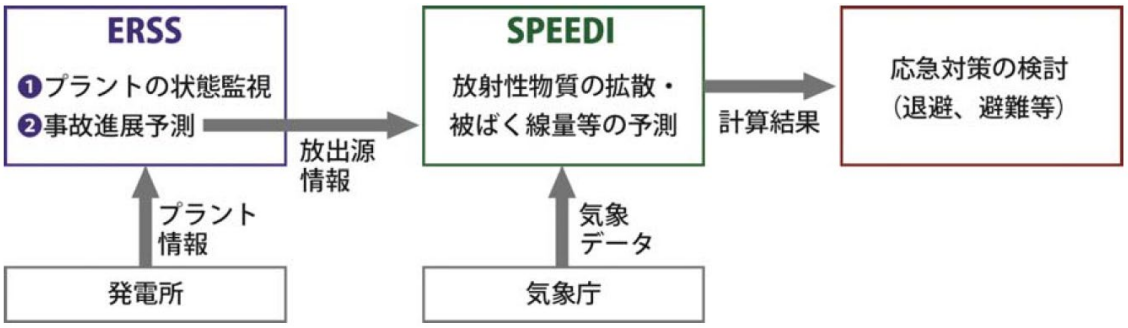


図４．３．４－１　ERSSとSPEEDIの連係の概要

a. ERSS(緊急時対策支援システム)

ERSSとは、原子力発電所から送信されるプラント等の情報に基づき、①原子力発電所のプラントの状態を監視し、②事故の進展を予測して、外部への放射性物質の放出の状況を予測計算するシステムである。

ERSSは、昭和61(1986)年のチェルノブイリ原子力発電所事故を契機に、昭和62(1987)年から原子力工学試験センター(当時)によって開発が進められ、平成8(1996)年に運用が開始された。ERSSの整備、維持、管理と機能拡充は、経済産業省の所管事項とされ、解析、予測計算の実施を含むERSSの実際の運用管理は、JNESが行っている。

ERSSは、①プラントの状態を把握するために、原子力発電所から、電源の作動状況、原子炉等の冷却状態、原子炉圧力・水位、放射線測定値等のデータを自動的に収集し、これらのデータをもとに、一定の計算モデルを用いて、原子炉、原子炉格納容器等の状態を判断する。また、②これらのプラントの状態に関する判断結果を一定の計算モデルに入力することによって、炉心溶融、原子炉容器破損・格納容器健全性喪失等の事故の進展予測を行い、さらに放出源情報の予測計算を行う。

なお、プラント情報が入手できない場合には、事前にデータベース化されている典型的な事故想定及びその解析データをもとに事故進展を予測することも可能である。

ERSSによる予測計算の結果は、住民の防護対策の検討のために、保安院ERC(経済産業省緊急時対応センター)、安全委員会、オフサイトセンター等の関係機関に送付される。また、次に述べるとおり、ERSSから得られる放出源情報の予測計算結果は、SPEEDIによる予測計算に利用される。

b. SPEEDI(緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム)

SPEEDIとは、原子力施設から外部へ放射性物質が放出される事故が生じた際に、放出源情報及び気象予測等をもとに、周辺環境における放射性物質の拡散状況や住民の被ばく線量等を予測計算し、その結果を主に地図上に図形として表示するシステムである。

SPEEDIは、昭和54(1979)年のスリーマイル島事故を契機に、日本原子力研究所(当時)によって開発が進められ、昭和60(1985)年から運用が開始された。開発当初は、施設周辺の環境における放射性物質の分布状況と被ばく線量などの予測に使われることが想定されていたが、その後、原子力防災分野でも活用されるようになった。SPEEDIの整備、維持、管理と機能拡充は、文科省の所管事項とされ、予測計算の実施を含むSPEEDIの運用については、財団法人

原子力安全技術センター(以下「原安技センター」という)が行っている。

SPEEDIは、①ERSSによる予測計算の結果、②単位量放出(1Bq/h)、③その他の仮定値、といった放出源情報や、地形等のデータ、気象予測情報等に基づき、一定の計算モデルを用いて、外部に放出される放射性物質の大気中濃度、地表沈着量、空気吸収線量率や、周辺住民の被ばく線量等を予測計算する機能を有している。その計算の範囲は、最大100km四方(高解像度は25km四方)、放出時からおおむね72時間後までとされている。計算結果は、地図上に図形で表示され、文科省、保安院ERC、安全委員会、立地道県庁、オフサイトセンター等に設置された端末で閲覧できる。

2)本事故前に想定されていた予測システムの役割

ERSS と SPEEDI は、防災指針や環境放射線モニタリング指針(以下「モニタリング指針」という)において、避難指示等の住民の防護対策の検討のための重要なツールと位置づけられた。また、防災訓練においても、モニタリング指針に従い、ERSS と SPEEDI を用いた住民の防護対策の検討が繰り返し演習されていた。

他方、原子力防災に携わる関係者には、本事故の前から、予測システムの限界を認識していた者もいた。しかし、事故前に、予測システムの計算結果に依存して避難指示を行うという既存の枠組みの見直しは、実現に至らなかった。

SPEEDI のアウトプットの例(国会事故調報告より)

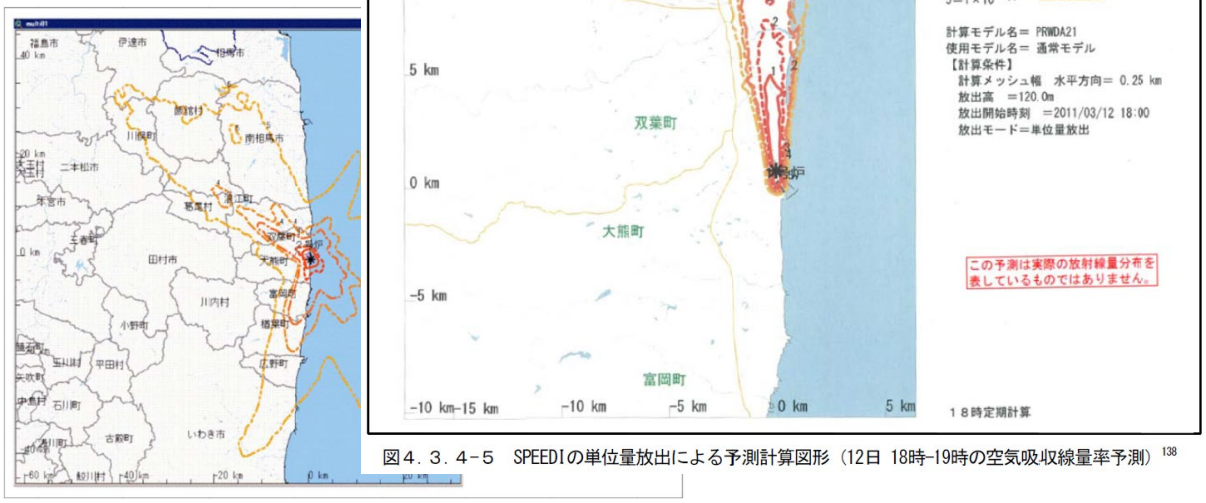


図４．３．４－５　SPEEDIの単位量放出による予測計算図形（12日 18時-19時の空気吸収線量率予測）[138]

図４．３．４－６　安全委員会が23日に公表したSPEEDIを用いた放出源情報の逆推定計算の結果
（小児の甲状腺の内部被ばくの積算線量の試算値）[139]

＜関連 Q&A（例）＞

Q7-34	SPEEDI はどのような機能を持っているのか。
A	（国会事故調報告（412P）） SPEEDI（緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム） 原子力施設から外部へ放射性物質が放出される事故が生じた際に、放出源情報及び気象予測等をもとに、周辺環境における放射性物質の拡散状況や住民の被ばく線量等を予測計算し、その結果を主に地図上に図形として表示するシステムである。
Q7-35	ERSS はどのような機能を持っているのか。
A	（国会事故調報告（411P）） ERSS（緊急時対策支援システム） 原子力発電所から送信されるプラント等の情報に基づき、①原子力発電所のプラントの状態を監視し、②事故の進展を予測して、外部への放射性物質の放出の状況を予測計算するシステムである。
Q7-36	原子力事故時に ERSS や SPEEDI はどのように使われるのか。
A	（国会事故調報告（411P）） 事故発生時には、ERSS を用いて、原子力施設から大気中に放出される放射性物質の核種や時間ごとの放出量（以下「放出源情報」という）を算出し、この放出源情報をもとに、SPEEDI を用いて事故の進展に伴う環境への影響の予測計算を行い、SPEEDI の計算結果をもとに、避難等の応急対策を検討することが予定されていた。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 25.3 緊急時対策支援システム（ERSS）と緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム（SPEEDI）の概要
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-4、通番 9 不測の事態に対応できる訓練
	関連細目 No	細目 3-4-2、細 25 訓練では、全電源喪失、コンピュータ機能喪失等の厳しい設定とする。
キーワード		
5	SA 対策設備	**防災**：ERSS2、放射性物質の放出源情報の算出、SPEEDI、放射性物質の環境への影響予測
7	緊急時体制	**国・自治体の体制**：緊急時対応センター（ERC）1、オフサイトセンター2
13	関係組織	**国関連**：JNES、原子力工学試験センター、日本原子力研究所、文科省 2、原子力安全技術センター、原安委 2
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 38
15	人名・法令類	**法令類**：防災指針、環境放射線モニタリング指針

資料 26.1(資 71)

〔地震津波による数々の通行支障〕

(1) 政府事故調報告において、地震・津波によって生じた通行支障の写真が示された。
(2) 可搬型設備の保管場所・アクセスルート 1(高浜 3・4 号 NRA への説明資料)において、屋外アクセスルートの考え方が示されている。

<通行支障の例>(政府事故調報告・中間/資料Ⅱ-29 より)



道路は大きな損傷はないが、津波で流された重油タンクが道路を塞ぎ、通り抜け不可能。 「平成23年3月17日 東京電力撮影」



防災道路ではないが斜面崩落し道路が塞がれ通行不可能。
「平成23年3月20日 東京電力撮影」



海側片車線が道路と平行に割れ段差が発生。
西側の通行は可能。　「平成23年3月17日　東京電力撮影」



道路には特に異常がないが，津波および爆発による瓦礫が散乱。
「平成23年3月16日　東京電力撮影」

<可搬型設備保管場所及びアクセスルート>(可搬型設備の保管場所・アクセスルート 1(高浜3・4号可搬型重大事故等対処設備保管場所及びアクセスルートについて(平成26年10月14日)(1.0.2-4P))

屋外アクセスルートの考え方

- 可搬型重大事故等対処設備の保管場所から各設備の設置場所へのルートは、頑健なアクセスルートまたは容易に復旧可能なアクセスルートを選定すること。
- ポンプ(ホース)敷設ルートについては、2ルート以上確保すること。
- 屋外アクセスルートについては、外部起因事象として地震及び津波被害を想定し、それらの被害内容、及び斜面崩落時の復旧時間について評価し、アクセスルートの成立性について検討を実施すること。

＜関連Q&A（例）＞

Q6-21	屋外アクセスルートはどのような考え方で選定するか。
A	（「可搬型設備保管場所及びアクセスルート」（高浜3号・4号、1.0.2-4P）） 屋外アクセスルートの考え方 • 可搬型重大事故等対処設備の保管場所から各設備の設置場所へのルートは、頑健なアクセスルートまたは容易に復旧可能なアクセスルートを選定すること。 • ポンプ（ホース）敷設ルートについては、2ルート以上確保すること。 屋外アクセスルートについては、外部起因事象として地震及び津波被害を想定し、それらの被害内容、及び斜面崩落時の復旧時間について評価し、アクセスルートの成立性について検討を実施すること。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 26.1 地震津波による数々の通行支障
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-4、通番 9 不測の事態に対応できる訓練
	関連細目 No	細目 3-4-3、細 26 訓練では、緊急時において様々な障害が発生することを想定する。
キーワード		
1	事故対応	**発生した支障**：通行支障 2
3	地震・津波	**地震対策**：固縛 1 **津波対策**：浮遊物対策 2
4	設備	**敷地・構築物・付属物**：重油タンク 2
13	関係組織	**事業者関連**：高浜 3・4 号
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）67 **事業者関連**：高浜 3・4 号機可搬型設備保管場所及びアクセスルート

資料 26.2(資 72)

〔双葉町の余震の回数とその影響〕

政府事故調報告から震災後 1 週間の福島県双葉町の余震の回数の表を作成した。また、余震は様々な作業に支障をきたすものであった。

- **3 月 11 日は本震以降、1 時間に約 3 回の震度 3 以上の地震に襲われている。**
  3 月 12 日になっても、2 時間に 1 回程度、震度 3 以上の地震に襲われている。
- **余震や津波のおそれがある中、津波の影響でガラ等が散乱するヤードでの作業が極めて困難であり、机上で考えるように早く進められるわけではない。**

<震災後 1 週間の福島県双葉町の余震回数>(政府事故調報告(中間)・18P、資料Ⅱ-10 より作成)

東北地方太平洋沖地震に際し、福島第一原発が位置する福島県双葉郡大熊町及び双葉町において観測された最高震度は6 強であり、震度5 弱以下の余震が多数回観測された。なお、地震情報の詳細は資料Ⅱ-10 のとおりである。

月日	震度(福島県双葉町)						計
	≧震度 6	震度 5	震度 4	震度 3	震度 2	震度 1	
3 月 11 日 14:46～	1	1	8	18	37	18	83
3 月 12 日	0	0	1	10	27	16	54
3 月 13 日	0	0	1	4	4	3	12
3 月 14 日	0	0	0	4	4	3	11
3 月 15 日	0	0	1	0	7	2	10
3 月 16 日	0	0	1	2	6	1	10
3 月 17 日	0	0	0	1	4	2	7
計	1	1	12	39	89	45	187

注)3 月 11 日は本震以降、1 時間に約 3 回の震度 3 以上の地震に襲われた。
3 月 12 日になっても、2 時間に 1 回程度、震度 3 以上の地震に襲われた。

<余震が作業に与えた影響>

(政府事故調報告書(中間)(126P))

11日16 時55 分頃、津波警報発令が継続し余震が続く中、当直は、D/DFPの作動状態を確認するため、1 号機T/B 地下1 階にあるD/DFP が設置されたFP ポンプ室に向かったが、途中で、携帯していたPHS に、津波が再到達するおそれがあるとの情報が入り、一旦1/2 号中央制御室に引き返した。

(政府事故調報告書(中間)(137P))

もとより、余震や津波のおそれがある中、津波の影響でガラ等が散乱するヤードでの作業が極めて困難で、机上で考えるように早く進められるわけではないことは理解できることであ

る。

(政府事故調報告書(中間)(140P))
S/C ベント弁(空気作動(AO)弁)が、手動で開操作が可能な型式・構造かどうかを確認するため、余震が続く中、地震で入室禁止となった事務本館に赴き、確認に必要な図面を入手したり、弁の型式・構造に詳しい協力企業にも問い合わせたりした。

(政府事故調報告書(中間)(148P)
12日零時以降、同日4 時30 分頃までの間だけでも、福島第一原発では、震度1 から震度3 までの余震が合計21 回発生し、同日4 時30 分頃、余震による津波の可能性を考慮し、吉田所長は、各中央制御室に対し、現場操作の禁止を指示した。

(政府事故調報告書(中間)(149P))
1 号機R/B 内は照明がなく暗闇である上、放射線量が非常に高く、余震も頻繁に発生するなど、作業が困難な状況にあり、思うように原子炉格納容器ベントの実施に向けた作業を進められなかった。

(政府事故調報告書(中間)(150P))
1 号機R/B 内に立ち入って原子炉格納容器ベント弁(MO 弁)及びS/C ベント弁(AO 弁)小弁を開操作することにした。これらの現場作業については、1号機R/B 内が電源喪失のため照明がなく一人では作業が困難であること、1 号機R/B 内の作業現場では高線量が予測されること、余震で1 号機R/B から引き返すこともあり得ることを考慮して、2 名1 組の3 班体制とした

(政府事故調報告書(中間)(157P))
さらに、同月12 日未明以降、特に同日4 時から同日5 時にかけての頃、1号機R/B 内の放射線量が異常上昇し、同日5 時頃には1/2 号中央制御室1 号機側にとどまることさえ困難であり、ましてや1 号機R/B 内に立ち入るには、正に生命を賭する覚悟が必要であった。また、その頃、余震が繰り返し発生しており、これが更なる作業上の障害となった。

(政府事故調報告書(中間)(162P))
同月12 日未明以降、発電所対策本部復旧班は、前記高圧ケーブルを4t ユニック車で2 号機T/B 大物搬入口付近まで運搬した上、東京電力社員及び協力企業社員約40 名を動員して、人力で2 号機T/B 内1 階に高圧ケーブルを移動させて敷設する作業を行った。さらに、依然として大津波警報発令が継続し、たびたび余震が発生しては退避を繰り返し、作業中断を余儀なくされた。

(政府事故調報告書(中間)(177P))
しかし、これらの作業は、そもそもケーブル敷設作業や接続作業自体、膨大な時間・労力を要する上、連絡通路の鉄扉が変形して開かなかったので協力企業に依頼してガス溶断して敷設経路を確保する必要があった。また、現場周辺にはがれきやガラ等の障害物が散乱し、道

路上のマンホール蓋が欠落しているなど、悪条件が重なる作業環境であった。さらに、現場作業員らは、度重なる余震によって作業の中断を余儀なくされ、その都度、退避せざるを得なかった。そのため、電源復旧作業が思うように進まなかった。

(政府事故調報告書(中間)(218P))
結局、3 月 14 日 14 時 43 分頃、2 号機原子炉への注水ラインが完成したが、その後、余震が続いて避難のために作業が中断し、同日 16 時 30 分頃になって、消防車を起動させた。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-1	地震の余震はどのくらいあったのか。
A	（政府事故調報告書（中間）（18P、資料Ⅱ－10)） 東北地方太平洋沖地震に際し、福島第一原発が位置する福島県双葉郡大熊町及び双葉町において観測された最高震度は 6 強であり、震度 5 弱以下の余震が多数回観測された。 3 月 11 日は本震以降、1 時間に約 3 回の震度 3 以上の地震に襲われている。 3 月 12 日になっても、2 時間に 1 回程度、震度 3 以上の地震に襲われている。
Q1-2	余震は復旧作業にどんな影響を与えたか。
A	（政府事故調報告書（中間）（137P)) もとより、余震や津波のおそれがある中、津波の影響でガラ等が散乱するヤードでの作業が極めて困難で、机上で考えるように早く進められるわけではないことは理解できることである。 以下に作業に影響した事例を示す。下記以外にも事例は多数ある。 （政府事故調報告書（中間）（126P)) • 11日16 時55 分頃、津波警報発令が継続し余震が続く中、当直は、D/DFPの作動状態を確認するため、1 号機T/B 地下1 階にあるD/DFP が設置されたFP ポンプ室に向かったが、途中で、携帯していたPHS に、津波が再到達するおそれがあるとの情報が入り、一旦1/2 号中央制御室に引き返した。 （政府事故調報告書（中間）（148P)) • 12日零時以降、同日4 時30 分頃までの間だけでも、福島第一原発では、震度1 から震度3 までの余震が合計21 回発生し、同日4 時30 分頃、余震による津波の可能性を考慮し、吉田所長は、各中央制御室に対し、現場操作の禁止を指示した。 （政府事故調報告書（中間）（162P)) • 同月12 日未明以降、発電所対策本部復旧班は、前記高圧ケーブルを4t ユニック車で2 号機T/B 大物搬入口付近まで運搬した上、東京電力社員及び協力企業社員約40 名を動員して、人力で2 号機T/B 内1 階に高圧ケーブルを移動させて敷設

	する作業を行った。さらに、依然として大津波警報発令が継続し、たびたび余震が発生しては退避を繰り返し、作業中断を余儀なくされた。 （政府事故調報告書（中間）（149P）） • 1 号機R/B 内は照明がなく暗闇である上、放射線量が非常に高く、余震も頻繁に発生するなど、作業が困難な状況にあり、思うように原子炉格納容器ベントの実施に向けた作業を進められなかった。 （政府事故調報告書（中間）（218P）） • 結局、3 月14 日14 時43 分頃、2 号機原子炉への注水ラインが完成したが、その後、余震が続いて避難のために作業が中断し、同日16 時30 分頃になって、消防車を起動させた。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 26.2 双葉町の余震の回数とその影響
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-4、通番 9 不測の事態に対応できる訓練
	関連細目 No	細目 3-4-3、細 26 訓練では、緊急時において様々な障害が発生することを想定する。
キーワード		
3	地震・津波	**その他**：余震
13	関係組織	**地方自治体関連**：双葉町
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）68

資料 27.1(資 73)

〔原子力防災に関する組織の概要とオフサイトセンターの各組織の構成〕

(1) 国会事故調報告、東電報告書において、原子力防災に関する組織の概要とオフサイトセンターの各組織の構成が示された。

- 原子力災害が発生(15 条通報)すると、内閣総理大臣は、原子力緊急事態宣言を発出すると同時に、官邸に原子力災害対策本部(本部長:内閣総理大臣)が置かれる。保安院(当時:現在は原子力規制庁)に緊急時対応センター(ERC)が置かれ、原子力災害対策本部の事務局となる。
- オフサイトセンターは、原子力緊急時に、国、地方公共団体、事業者が一堂に会する施設で原子力施設立地地点の近くにある。
- オフサイトセンターには、国の現地対策本部、都道府県現地対策本部、市町村現地対策本部、原子力事業者が参加して、情報共有や意志統一を図り、緊急時対応策を迅速かつ的確に実施するために原子力災害合同対策協議会が組織される。
- しかし、今回の事故では、オフサイトセンターは事故発生直後の時期にその機能を全く発揮することができず、この間の事故対応に何らの寄与もなし得なかった

(2) 事故後、平成 24 年 10 月 19 日に原子力防災会議幹事会において、原子力災害対策マニュアルが取りまとめられた。

- 大きくはオンサイト対策とオフサイト対策に分けられる。
  オンサイト対策は発電所の緊急時対策所、本店等に設置される事態即応センターと ERC・官邸が対応する。
  オフサイト対策は、オフサイトセンター、緊急時モニタリングセンターと ERC・官邸が対応する。
- 官邸での迅速な情報集約及び意思決定を担保するため、官邸、ERC、緊急時対策所、原子力施設事態即応センター、原子力災害現地対策本部、関係地方公共団体を結ぶテレビ会議システム等を整備する。官邸での迅速な情報集約及び意思決定を担保するため、官邸、ERC、緊急時対策所、原子力施設事態即応センター、原子力災害現地対策本部、関係地方公共団体を結ぶテレビ会議システム等を整備する。
- 危機管理体制に含まれる主な組織は以下の通り。

  -中央-

  (1)官邸(原災本部、同事務局、関係局長等会議等)

  (2)規制庁(ERC)

  -現地-

  (1)原子力事業所(緊急時対策所)

  (2)事態即応センター

  (3)オフサイトセンター(原災現地本部、合同対策協議会)

  (4)緊急時モニタリングセンター
- また複合災害に対する体制も整備された。

〈原子力防災組織(全体とオフサイトセンター)について〉(国会事故調報告・286P、292P より)(吹き出しは JANSI 追記。)

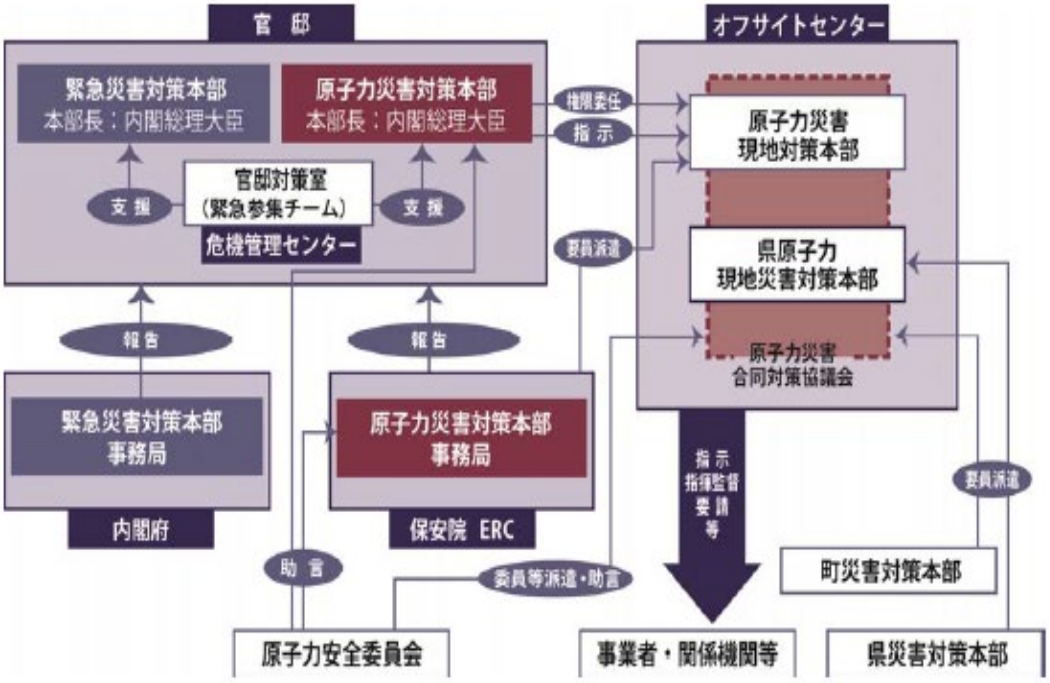


図3．2．1-1　原子力防災に関する組織の概要（本事故の場合）

オフサイトセンター

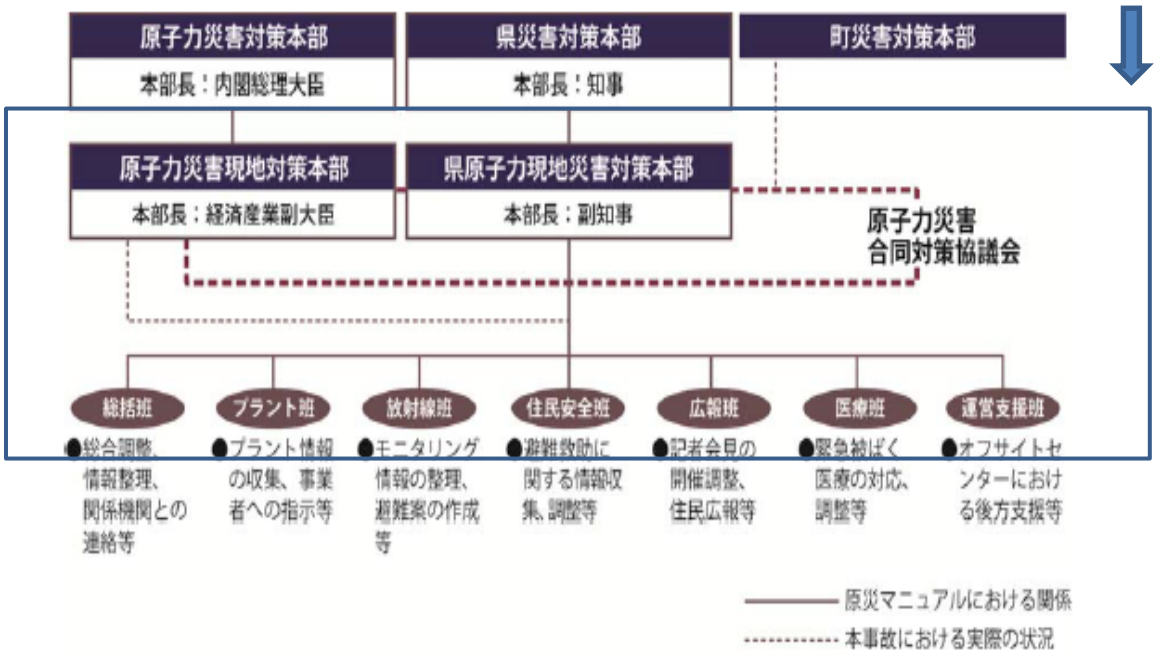


図3．2．2-2　本事故におけるオフサイトセンターの各組織の構成

<オフサイトセンターの役割>(国会事故調報告書(291P))

緊急事態宣言が発出された場合、現地において、政府の災害対応の活動のイニシアチブを取る組織が現地対策本部である。この現地対策本部は、オフサイトセンター(緊急事態応急対策拠点施設)に設置され、立地道県・市町村の災害対策本部とともに原子力災害合同対策協議会(以下「合同協議会」という)を組織して、情報交換・相互協力を行うことになっている。

オフサイトセンターは、原子力災害への対応拠点として、原子力施設ごとに指定されている。JCO事故の際に顕在化した課題を踏まえて平成11(1999)年12月に制定された原災法において、原子力防災体制の拠点として位置づけられた。

オフサイトセンターには、災害対応の活動に従事する要員として、関係省庁・立地道県・市町村から人員が派遣されるとともに、活動に必要な通信回線、保安院ERC等の関係機関と接続されたテレビ会議システムや、ERSS・SPEEDIの端末等も整備されている。また、災害対応を円滑に行うため、現地対策本部長(原子力発電所における事故の場合は経済産業副大臣)には、原災本部長から、必要に応じて、住民避難、飲食物の摂取制限、安定ヨウ素剤の服用等に関する指示等の権限の一部が委任される。

<オフサイトセンターは機能したか>(国会事故調報告書(292P))

本事故におけるオフサイトセンターに設置される各組織の立ち上げは、現地対策本部長をはじめとする要員の到着の遅れや中止、施設・設備が受けた地震の影響から、時間を要した。

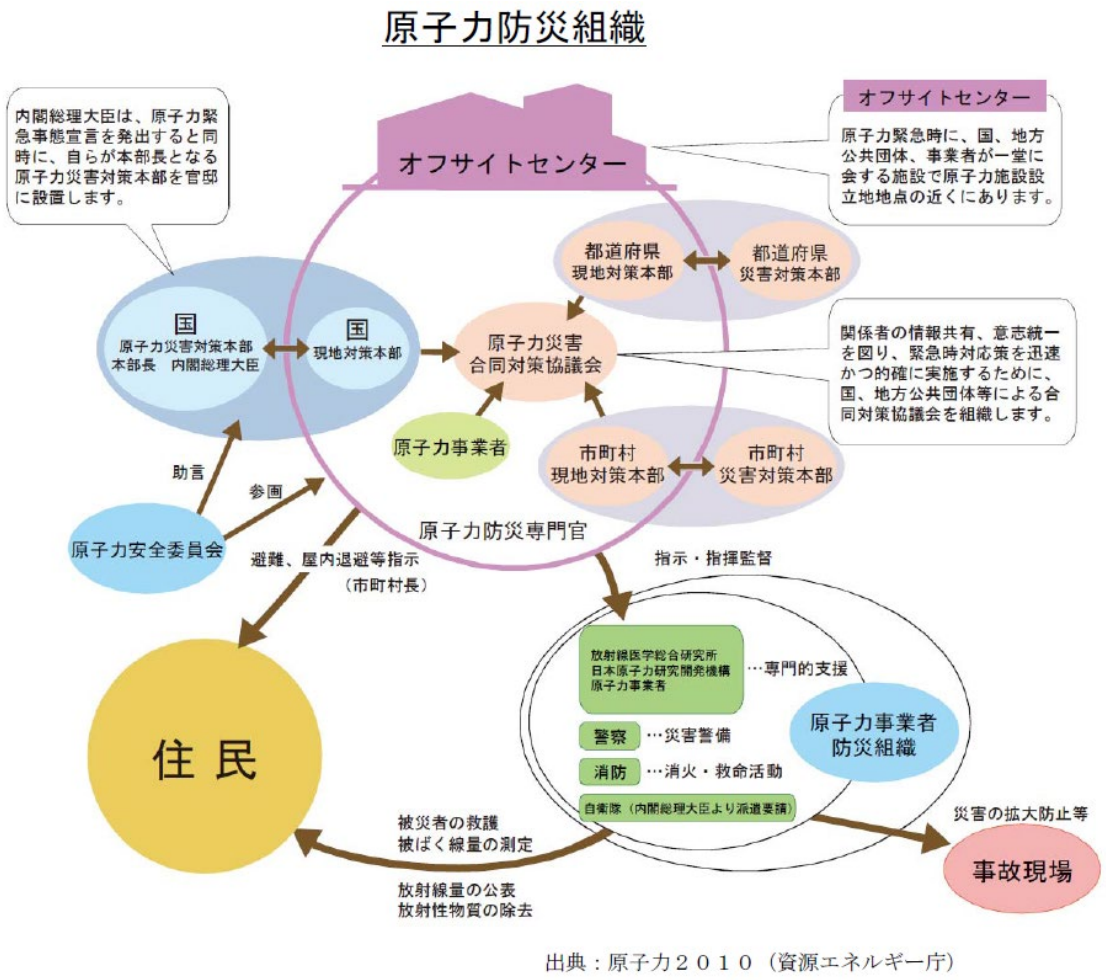
まず、地震・津波災害への対応に追われていた立地町からは、オフサイトセンターのある大熊町を除き、要員派遣は行われなかった。

現地対策本部長を務める池田経産副大臣ら経産省・保安院からの派遣要員や福島県からの派遣要員も、地震等による道路の寸断の影響により移動に時間を要した。結局、これらの派遣要員がオフサイトセンターに到着したのは、緊急事態宣言発出から5時間余りが経過した12日0時ごろであった。

ところが、オフサイトセンターは、その時点で、地震の影響で非常用発電機が故障しており、復旧は12日3時頃までずれ込んだ。オフサイトセンターは事故発生直後の時期にその機能を全く発揮することができず、この間の事故対応に何らの寄与もなし得なかった。

このように、オフサイトセンターは事故発生直後の時期にその機能を全く発揮することができず、この間の事故対応に何らの寄与もなし得なかった。

<原子力防災組織>(東電報告書・53P より)



出典：原子力２０１０（資源エネルギー庁）

(東電報告書(52P))

さらに、原子力災害の状態が悪化し、500μSv/h以上の放射線量を検出するような事態になった場合、原子力事業者は国や地方公共団体に対して「原災法第15条報告」を行う。この報告を受け、主務大臣は原子力緊急事態が発生したと認めた場合、そのことを内閣総理大臣に報告し、内閣総理大臣が「原子力緊急事態宣言」を行うとともに、内閣総理大臣が本部長である「原子力災害対策本部」が設置され、現地のオフサイトセンターにも副大臣又は大臣政務官を本部長とする「原子力災害現地対策本部」が設置される。

原子力災害対策本部長(内閣総理大臣)は、緊急事態応急対策の実施に関し、原災法に基づき一義的には経済産業大臣に指示するものであるが、その必要な限度において関係指定行政機関、指定公共機関等の長や原子力事業者に対しても必要な指示をすることができる。また、必要があると認める時は、防衛大臣に対し自衛隊の派遣を要請することができる。

原子力災害に対応するためには、専門的な知識が必要不可欠であることから、必要に応じて原子力安全委員会の助言を求めることとなっている。

〈福島のオフサイトセンターの場所と設備〉

（東電報告書(53P)）

オフサイトセンターは、原子力緊急時に、国、地方公共団体、事業者が一堂に会する施設で原子力施設立地地点の近くにある。

（東電報告書(55P)）

オフサイトセンターは、大熊町にあり、福島第一原子力発電所から約5km、福島第二原子力発電所から約12kmの位置に設けられている。

オフサイトセンターは約1500㎡ の広さを有し、各関係機関が使用するブースや様々な活動を行う機能班のためのブースが設定されている他、総理官邸、経済産業省、関係市町村を結ぶテレビ会議システムが設置された緊急事態対応方針決定会議室が設けられている。

オフサイトセンターには、総理官邸等と結んだテレビ会議システムの他、放射線監視システム、気象情報システム、衛星通信システム、SPEEDIネットワークシステム、除染室・体表面モニタ等が備えられている。

オフサイトセンターの設備や資機材等の整備・維持管理は、地方公共団体が国とともに行う。

<原子力緊急事態の危機管理体制>(原子力災害対策マニュアル・65P)

第4章　全面緊急事態

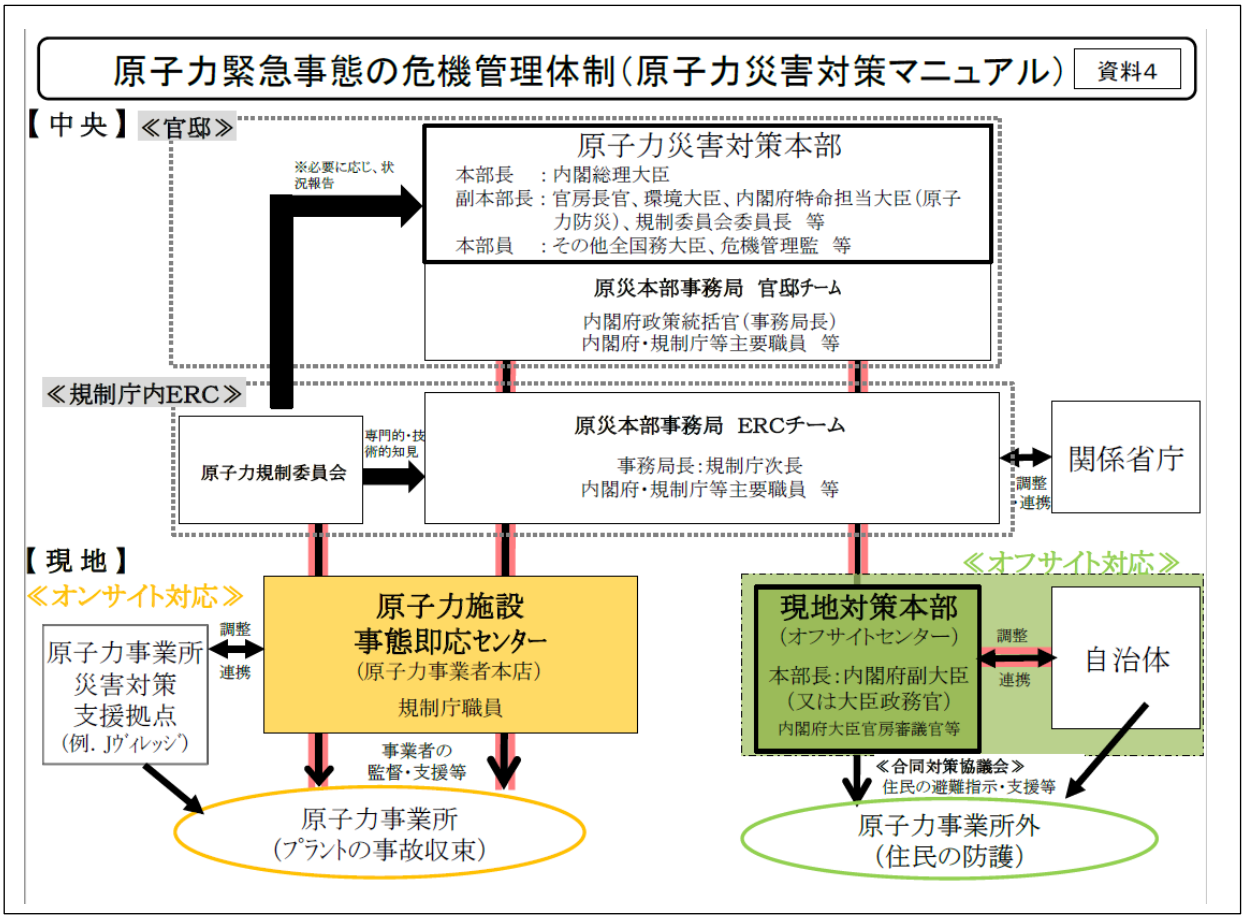
全面緊急事態とは、原子力施設において公衆に放射線による影響をもたらす可能性が高い事象が生じたため、重篤な確定的影響を回避し又は最小化するため、及び確率的影響のリスクを低減するため、迅速な防護措置を実施する必要がある段階をいう。

なお、対象事象の詳細は、原子力災害対策指針の定めに従う。

また、全面緊急事態のうち初動対応期(全面緊急事態に至ってから、原子力施設における放射性物質の大量放出を防止するための応急措置が終了したことにより避難区域の拡大防止がなされたこと及び初動段階における避難区域の住民避難がおおむね終了したことを踏まえ官邸で対応する主な職員を ERC に移すまでの間)を全面緊急事態(フェーズ 1:初動対応)、それ以降を全面緊急事態(フェーズ 2:初動対応後)という。

(平成 30 年度原子力総合防災訓練実施成果報告書　参考資料(内閣府 HP より))

(フェーズ 1 の危機管理体制)



〈複合災害に対する体制〉

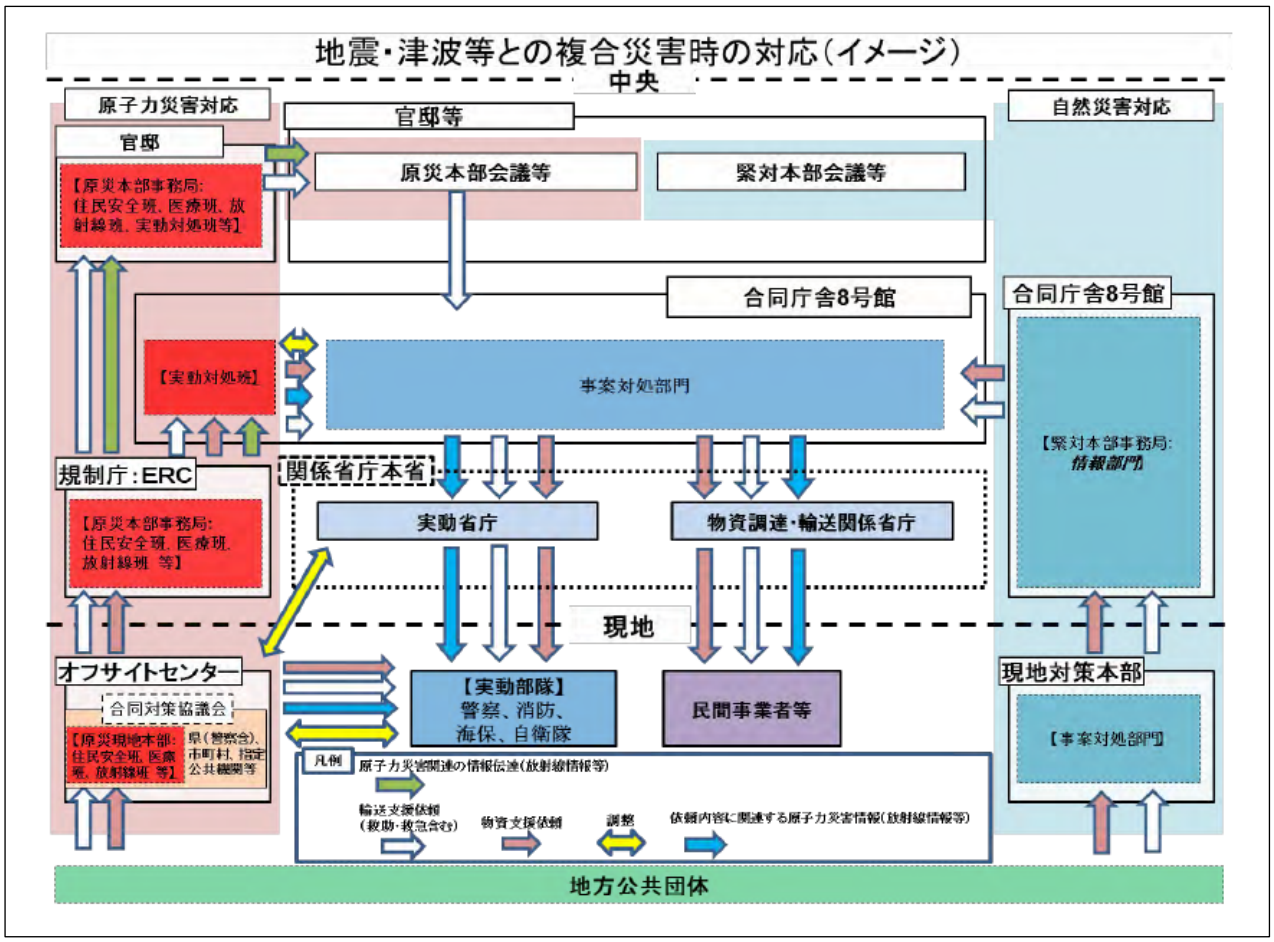
（原子力災害対策マニュアル（平成 31 年 3 月 29 日一部改訂版）・8P）

さらに、平成27年7月7日に、防災基本計画が修正され、自然災害及び原子力災害の複合災害が発生した場合、自然災害に対応する緊急災害対策本部又は非常災害対策本部（以下「非対本部等」という。）と原災本部との間で、情報収集、意思決定、指示・調整を一元化された。これを受け、非対本部等と原災本部の合同開催に関する事項や、情報の共有、実動組織（警察機関、消防機関、海上保安部署、自衛隊）等との調整等に関し、必要な体制の変更等を行った。

（原子力災害対策マニュアル（平成31年3月29日一部改訂版）・274P）

第5編　複合災害への対応

- 地震･津波等と原子力事故の複合災害が発生した場合、事態に応じ、災害対策基本法に基づく緊急災害対策本部等と、原災法に基づく原災本部等を設置する。
- 緊急（非常）災害対策本部が設置されている場合は、物資や輸送の手配など共通的な措置内容の集約、必要に応じ合同的な会議運営を図るなど効率的な運用に努める。
- 各省庁は、複合災害の場合に備えて、それぞれの要員が重複しないよう指定しておくよう努めるものとする。



＜関連 Q&A（例）＞

Q7-1	国は 15 条通報を受けるとどのような体制をとるのか。
	（国会事故調報告（286P）） 原子力災害が発生（15条通報）した場合の政府の体制は、原災法、防災基本計画、原子力災害対策マニュアル（以下「原災マニュアル」という）等において詳細に定められている。 原災マニュアル等によれば、原子力災害への対応の中心となる組織は、原災本部及び現地対策本部である。総理大臣が緊急事態宣言を発出すると、官邸に原災本部（本部長：総理大臣）が、オフサイトセンターに現地対策本部が設置される。現地対策本部長は、原災本部長の権限の一部の委任を受け、原災本部の支援と自治体等の関係機関の支援・協力を得ながら、避難指示等の事故対応を現地の実情に応じて行う。 これら組織間の連携が円滑に行われるように、官邸、原災本部の事務局が設置される保安院ERC（経済産業省緊急時対応センター）、オフサイトセンター、事故対応の助言組織である原子力安全委員会等の間には、統合原子力防災ネットワークが構築され、リアルタイムでの情報交換が可能なようにテレビ会議システム等の情報通信機器が整備されていた。
Q7-2	複合災害が発生した時に国はどのような体制になるのか。
A	（原子力災害対策マニュアル（平成29年12月26日一部改訂）（8P、268P）） 平成27年7月7日に、防災基本計画が修正され、自然災害及び原子力災害の複合災害が発生した場合、自然災害に対応する緊急災害対策本部又は非常災害対策本部（以下「非対本部等」という。）と原災本部との間で、情報収集、意思決定、指示・調整を一元化された。これを受け、非対本部等と原災本部の合同開催に関する事項や、情報の共有、実動組織（警察機関、消防機関、海上保安部署、自衛隊）等との調整等に関し、必要な体制の変更等を行った。 • 地震･津波等と原子力事故の複合災害が発生した場合、事態に応じ、災害対策基本法に基づく緊急災害対策本部等と、原災法に基づく原災本部等が設置される。 • 緊急（非常）災害対策本部が設置されている場合は、物資や輸送の手配など共通的な措置内容の集約、必要に応じ合同的な会議運営を図るなど効率的な運用に努める。 • 各省庁は、複合災害の場合に備えて、それぞれの要員が重複しないよう指定しておくよう努めるものとする。
Q7-4	福島のオフサイトセンターはどこにあり、どのような設備を有するのか。
A	（東電報告書（53P）） • オフサイトセンターは、原子力緊急時に、国、地方公共団体、事業者が一堂に会する施設で原子力施設立地地点の近くにある。 （東電報告書（55P））

	• オフサイトセンターは、大熊町にあり、福島第一原子力発電所から約5km、福島第二原子力発電所から約12kmの位置に設けられている。 • オフサイトセンターは約1500m² の広さを有し、各関係機関が使用するブースや様々な活動を行う機能班のためのブースが設定されている他、総理官邸、経済産業省、関係市町村を結ぶテレビ会議システムが設置された緊急事態対応方針決定会議室が設けられている。 • オフサイトセンターには、総理官邸等と結んだテレビ会議システムの他、放射線監視システム、気象情報システム、衛星通信システム、SPEEDIネットワークシステム、除染室・体表面モニタ等が備えられている。 • オフサイトセンターの設備や資機材等の整備・維持管理は、地方公共団体が国とともに行う。
Q7-5	オフサイトセンターの役割はなにか。
	（国会事故調報告書（291P）） • 緊急事態宣言が発出された場合、現地において、政府の災害対応の活動のイニシアチブを取る組織が現地対策本部である。この現地対策本部は、オフサイトセンター（緊急事態応急対策拠点施設）に設置され、立地道県・市町村の災害対策本部とともに原子力災害合同対策協議会（以下「合同協議会」という）を組織して、情報交換・相互協力を行うことになっている。 • オフサイトセンターは、原子力災害への対応拠点として、原子力施設ごとに指定されている。JCO事故の際に顕在化した課題を踏まえて平成11（1999）年12月に制定された原災法において、原子力防災体制の拠点として位置づけられた。 • オフサイトセンターには、災害対応の活動に従事する要員として、関係省庁・立地道県・市町村から人員が派遣されるとともに、活動に必要な通信回線、保安院ERC等の関係機関と接続されたテレビ会議システムや、ERSS・SPEEDIの端末等も整備されている。 • また、災害対応を円滑に行うため、現地対策本部長（原子力発電所における事故の場合は経済産業副大臣）には、原災本部長から、必要に応じて、住民避難、飲食物の摂取制限、安定ヨウ素剤の服用等に関する指示等の権限の一部が委任される。
Q7-6	福島第一事故時、オフサイトセンターは正常に立ち上がったのか。
A	（国会事故調報告書（292P）） • 本事故におけるオフサイトセンターに設置される各組織の立ち上げは、現地対策本部長をはじめとする要員の到着の遅れや中止、施設・設備が受けた地震の影響から、時間を要した。 • これらの派遣要員がオフサイトセンターに到着したのは、緊急事態宣言発出から5時間余りが経過した12日0時ごろであった。 • 地震・津波災害への対応に追われていた立地町からは、オフサイトセンターのあ

	る大熊町を除き、要員派遣は行われなかった。 • オフサイトセンターは、その時点で、地震の影響で非常用発電機が故障しており、復旧は12日3時頃までずれ込んだ。オフサイトセンターは事故発生直後の時期にその機能を全く発揮することができず、この間の事故対応に何らの寄与もなし得なかった。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 27.1 原子力防災に関する組織の概要とオフサイトセンターの各組織の構成
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-4、通番 9 不測の事態に対応できる訓練
	関連細目 No	細目 3-4-4、細 27 緊急時体制において、一部の組織が機能しない場合に欠落組織を代替する。
キーワード		
7	緊急時体制	**通報**：第 15 条通報 **国・自治体の体制**：原子力災害対策本部 1、緊急時対応センター（ERC）2、オフサイトセンター3、原子力災害合同対策協議会、原子力災害現地対策本部、県現地災害対策本部、県災害対策本部、町災害対策本部
13	関係組織	**国関連**：原安委 3、自衛隊 2 **地方自治体関連**：警察、消防 1
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 39、原災マニュアル 2 **事業者関連**：東電報告書 43

資料 28.1(資 74)

〔電源車と消防車の調達実績〕

東電報告書において、電源車と消防車について発電所外からの調達実績が示された。

〔電源車〕

- **高圧電源車:東北電力から、高圧電源車 1 台が 3 月 11 日 22 時頃到着し、12 日 1 時 20 分頃までにさらに 3 台が到着している。(政府事故調報告によれば、3 月 11 日 21 時 28 分自衛隊から到着している。)**
- **低圧電源車:自衛隊から、低圧電源車 1 台が 3 月 11 日 23 時 30 分頃到着し、12 日 7 時 18 分頃に 3 台が到着した。**
  (しかし、東電の社内で調達した高圧電源車や低圧電源車が 1 時 20 分以降に順次到着し、ケーブル敷設作業も時間がかかっていたこともあり、東北電力や自衛隊の電源車が事故対応で使われることはなかった。)

ただし、政府事故調報告書(中間)によれば、

- **3月11 日夜から3月12 日朝にかけて、順次、自衛隊や東北電力等から電源車が届いていたが、東京電力内で調達した電源車がケーブル敷設作業中に福島第一原発に到着したため、結局、東京電力の電源車を使用することとし、この電源車を2 号機T/B 南側に配置し、T/B 西側貫通部を通した高圧ケーブルと電源車を接続した。**

〔消防車〕

- **3 月 12 日に自衛隊から 2 台、3 月 13 日以降、郡山市等の公設消防から 12 台、他電力から 3 台が、順次到着している。**
- **東電の社内では、3 月 12 日に、柏崎刈羽から 2 台、福島第二から 1 台、3 月 14 日に、火力から 4 台が到着している。**

<電源車の社内手配>(東電報告書(248P))

3月11日16時10分、本店対策本部からの指示に基づき、本店配電復旧班は全店の配電部門に対して高圧電源車・低圧電源車の確保と福島第一原子力発電所への移動経路の確認を指示した。16時30分頃、電源車については、高圧車48台、低圧車79台準備中との情報が入り、16時50分頃から全店の電源車が福島に向け順次出発した。

道路被害や渋滞により電源車が思うように進めないことから、17時50分頃、本店対策本部は、自衛隊ヘリコプターによる電源車の空輸の検討を依頼、20時50分に電源車の重量が重すぎることからヘリコプターによる電源車の空輸を断念した。その後、22時頃、高圧電源車51台が福島方面へ移動中との情報が入る。

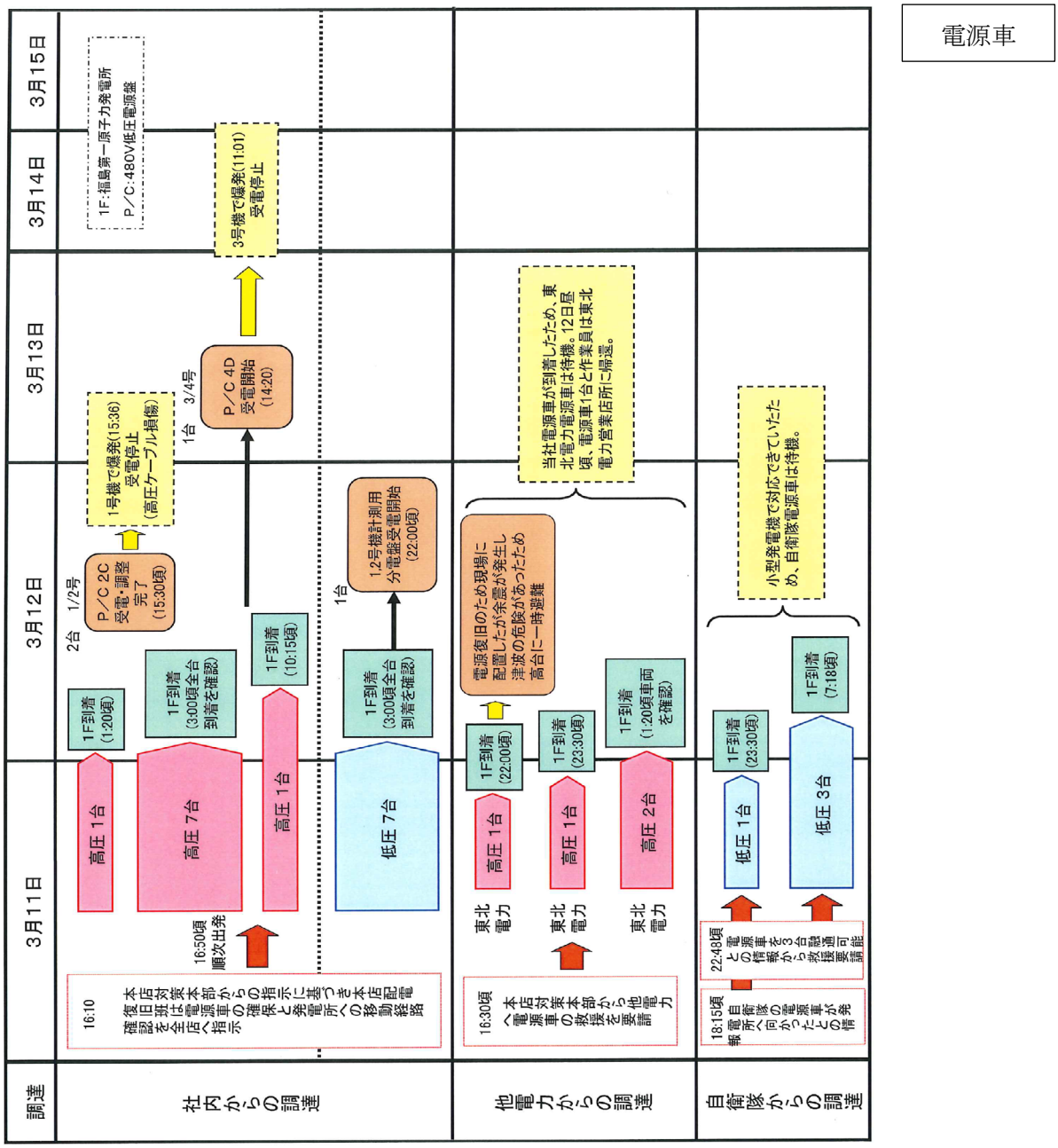
<電源車の社外手配>(東電報告書(249P))

3月11日16時30分頃、本店対策本部から他の電気事業者へ電源車の救援を要請し、18時15分頃、東北電力から電源車3台融通可能との情報を得た。22時頃、東北電力からの救援電源車の第一陣として、高圧電源車1台目が福島第一原子力発電所へ到着したことを確認した。その後、23

時30分頃に東北電力から2台目の高圧電源車が到着した。

3月12日1時20分頃には、東北電力の高圧電源車計4台が福島第一原子力発電所に待機中であることを確認しているが、つなぎ込み前に当社電源車が到着したことから、電源復旧作業においては当社の電源車を使用した。

<電源車と消防車の調達>（東電報告書・添付 10-3、添付 10-4(2)より）

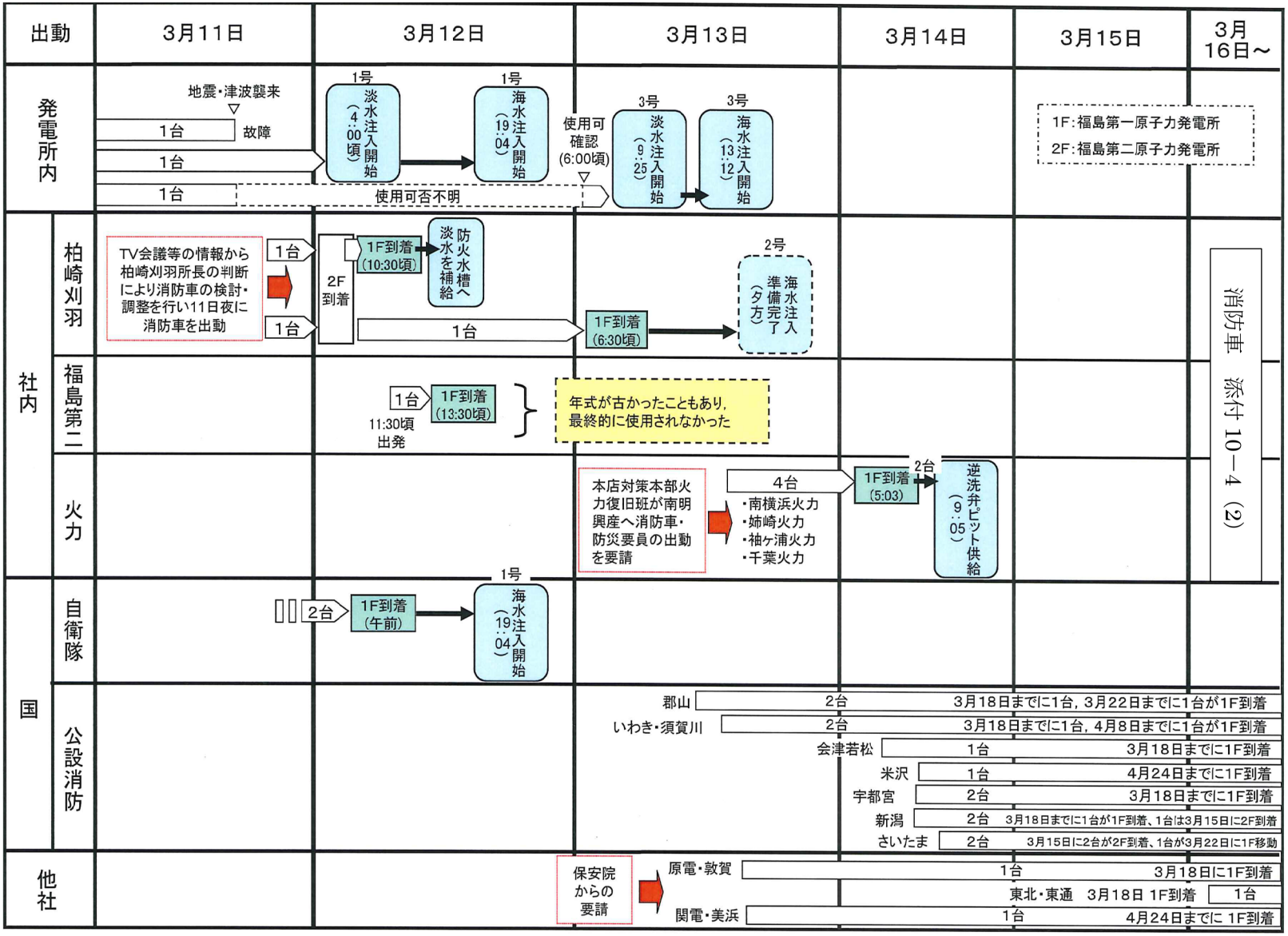


消防車の調達状況一覧

調達先	調達日 （福島第一到着日）	台数	運搬手段
防衛省（自衛隊）	３月１２日 午前中	２台	自衛隊（推定）
柏崎刈羽①	３月１２日 １０：３０頃	１台	柏崎刈羽の日本原子力防護システム
福島第二	３月１２日 １３：３０頃	１台	福島第二の南明興産
柏崎刈羽②	３月１３日 ６：３０頃	１台	柏崎刈羽・福島第二の南明興産
各火力発電所 （千葉・南横浜・ 袖ヶ浦・姉崎）	３月１４日 ５：０３	４台	火力発電所の南明興産
日本原子力発電 敦賀原子力発電所	３月１８日 昼前頃	１台	日本原子力発電職員および協力企業
東北電力 東通原子力発電所	３月１８日 昼頃	１台	協力企業（東北電力運送委託）および本店社員
関西電力 美浜原子力発電所	４月２４日 までに到着	１台※1	関西電力職員および協力企業
いわき消防本部 内郷消防署	３月１８日 までに到着	１台※1	消防署からオフサイトセンターまでは猪苗代電力所社員
郡山消防本部 田村署	３月１８日 までに到着	１台※1	消防署からオフサイトセンターまでは猪苗代電力所社員
郡山消防本部 郡山署	３月２２日 までに到着	１台※1	消防署からオフサイトセンターまでは協力企業
新潟消防局 西消防署	３月１８日 までに到着（１台）	２台※1※2	西消防署の出張所からＪヴィレッジまでは柏崎刈羽社員
さいたま消防局 中央消防署	３月２２日 に到着（１台）	２台※2	消防署からＪヴィレッジまでは東電物流（埼玉支店社員同乗）
宇都宮消防本部 中央消防署	３月１８日 までに到着	２台※1	消防署からＪヴィレッジまでは栃木支店社員
会津若松消防本部 会津若松消防署	３月１８日 までに到着	１台※1	消防署からＪヴィレッジまでは猪苗代電力所社員
須賀川消防本部 石川消防署古殿分署	４月８日 までに到着	１台※1	消防署からオフサイトセンターまでは協力企業
米沢消防本部	４月２４日 までに到着	１台※1	消防署から小名浜コールセンターまでは猪苗代電力所社員

※１　オフサイトセンター・Ｊヴィレッジ・小名浜コールセンターから福島第一までの運搬は、当社社員もしくは協力企業によるものと推定される。

※２　新潟消防局１台、さいたま消防局２台は３月１５日に福島第二の南明興産が運搬し、Ｊヴィレッジから福島第二に到着している。


出動
3月11日
3月12日
3月13日
3月14日
3月15日
3月16日～
発電所内
地震・津波襲来
1台
故障
1台
1台
使用可否不明
1号 淡水注入開始（4:00頃）
1号 海水注入開始（19:04）
使用可確認（6:00頃）
3号 淡水注入開始（9:25）
3号 海水注入開始（13:12）
1F：福島第一原子力発電所
2F：福島第二原子力発電所
社内
柏崎刈羽
TV会議等の情報から柏崎刈羽所長の判断により消防車の検討・調整を行い11日夜に消防車を出動
1台
1台
2F到着
1F到着（10:30頃）
防火水槽へ淡水を補給
1台
1F到着（6:30頃）
2号 海水注入準備完了（夕方）
消防車　添付10－4（2）
福島第二
1台
11:30頃出発
1F到着（13:30頃）
年式が古かったこともあり，最終的に使用されなかった
火力
本店対策本部火力復旧班が南明興産へ消防車・防災要員の出動を要請
4台
・南横浜火力
・姉崎火力
・袖ケ浦火力
・千葉火力
1F到着（5:03）
2台
逆洗弁ピット供給（9:05）
国
自衛隊
2台
1F到着（午前）
1号 海水注入開始（19:04）
公設消防
郡山 2台 3月18日までに1台，3月22日までに1台が1F到着
いわき・須賀川 2台 3月18日までに1台，4月8日までに1台が1F到着
会津若松 1台 3月18日までに1F到着
米沢 1台 4月24日までに1F到着
宇都宮 2台 3月18日までに1F到着
新潟 2台 3月18日までに1台が1F到着、1台は3月15日に2F到着
さいたま 2台 3月15日に2台が2F到着、1台が3月22日に1F移動
他社
保安院からの要請
原電・敦賀 1台 3月18日に1F到着
東北・東通 3月18日 1F到着 1台
関電・美浜 1台 4月24日までに 1F到着

<高圧電源車と低圧電源車の確保状況>(東電報告書(248P、249P))

B. 他の電気事業者から提供された電源車

3月11日16時30分頃、本店対策本部から他の電気事業者へ電源車の救援を要請し、18時15分頃、東北電力から電源車3台融通可能との情報を得た。22時頃、東北電力からの救援電源車の第一陣として、高圧電源車1台目が福島第一原子力発電所へ到着したことを確認した。その後、23時30分頃に東北電力から2台目の高圧電源車が到着した。

3月12日1時20分頃には、東北電力の高圧電源車計4台が福島第一原子力発電所に待機中であることを確認しているが、つなぎ込み前に当社電源車が到着したことから、電源復旧作業においては当社の電源車を使用した。

電源車到着台数の推移（数値は各時点で福島第一原子力発電所にあった電源車の数を示す）

日時		電源車種別	高圧電源車				低圧電源車			
		最終到着地	1F			2F	1F			2F
		電源車保有者	A 当社	B 他事業者	計	計	A 当社	C 自衛隊	計	計
3/11	22:00 頃	東北電力高圧電源車到着確認	0	1	1	－	0	0	0	－
	23:30 頃	東北電力高圧電源車、自衛隊の低圧電源車*1到着確認	0	2	2	－	0	1	1	－
3/12	1:20 頃	東北電力高圧電源車計４台を確認 当社高圧電源車到着確認	1	4	5	－	0	1	1	－
	3:00 頃	当社高圧電源車計８台、低圧電源車７台を確認	8	4	12	－	7	1	8	－
	7:18 頃	自衛隊の低圧電源車３台到着確認	8	4	12	－	7	4	11	－
	10:15 頃	当社電源車の全台現地到着確認	9	3	12	42	7	4	11	11

＊１：自衛隊の低圧電源車は複数台との情報もある。　　1F 福島第一原子力発電所、2F 福島第二原子力発電所

<高圧電源車と低圧電源車の確保状況>(政府事故調報告書(中間)(158P))

そして、同日16 時10 分頃、東京電力本店は、配電部門を通じて、東京電力全店に対し、高圧・低圧電源車の確保と福島第一原発への調達ルートの確認を指示した。

これを受け、同日16 時50 分頃には、東京電力全店の高圧・低圧電源車が福島に向けて出発したが、道路被害や渋滞により思うように進めなかった。

そこで、同日17 時50 分頃までに、東京電力は、ヘリコプターによる高圧・低圧電源車の空輸を検討し、自衛隊にヘリ輸送を依頼したが、同日20 時50 分頃には、重量オーバーにより自衛隊による空輸を断念した。

他方、同日18 時20 分頃、東京電力は、東北電力に高圧電源車を福島第一原発へ派遣するよう依頼した。これを受け、東北電力は、高圧電源車を福島第一原発に向けて順次出発させ、同月12 日1 時20 分頃までの間に高圧電源車合計4 台が福島第一原発に到着した。

なお、同月11 日21 時28 分頃以降、自衛隊の電源車も福島第一原発に到着したが、ケーブル接続用のコネクターの仕様が東京電力のものと異なっていたため、自衛隊の電源車が実際

に電源復旧に用いられることはなかった。

<低圧電源車の電圧>(政府事故調報告書(中間)(161P))

電源車の規格については、6,900V 用の高圧電源車、100V 用の低圧電源車は一般に存在するが、そもそも、480V 用の電源車は、特別の用途に用いるものを除き、一般には存在しなかった。

<他事業者や自衛隊からの電源車の活用状況>

(政府事故調報告書(中間)(163P))

ところで、同月11 日夜から同月12 日朝にかけて、順次、自衛隊や東北電力等から電源車が届いていたが、東京電力内で調達した電源車がケーブル敷設作業中に福島第一原発に到着したため、結局、東京電力の電源車を使用することとし、この電源車を2 号機T/B 南側に配置し、T/B 西側貫通部を通した高圧ケーブルと電源車を接続した。

(政府事故調報告書(中間)(159P))

なお、3月11 日21 時28 分頃以降、自衛隊の電源車も福島第一原発に到着したが、ケーブル接続用のコネクターの仕様が東京電力のものと異なっていたため、自衛隊の電源車が実際に電源復旧に用いられることはなかった。

(東電報告書(249P))

実際の電源復旧作業においては、自衛隊の低圧電源車で復旧可能な中央制御室の照明や計器等については、小型発電機で対応できていたことから、当該の電源車は使用しなかった。

<消防車の手配>(政府事故調報告書(中間)(125P))

さらに、発電所対策本部は、今後消防車を用いたFP 系注水を行う上で多くの消防車が必要になる可能性があると考え、3 月11 日19 時頃以降、テレビ会議システムを通じて、本店対策本部に対し、できる限り消防車を福島第一原発に派遣して欲しい旨要請した。

本店対策本部は、東京電力全店や他の電力会社等に派遣協力要請をした。もっとも、当時、東北、北関東地方の道路は、被災による通行止め地域もあったほか、広域にわたる被災地域の救済のため、多くの消防車、電源車その他の車両が集結して大渋滞を起こしており、福島第一原発に消防車を派遣するにも時間を要した。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-43	電源車の救援依頼はいつ行われたのか。
A	① 社内手配（東電報告書（248P）） 3 月 11 日 16 時 10 分、本店対策本部からの指示に基づき、本店配電復旧班は全店の配電部門に対して高圧電源車・低圧電源車の確保と福島第一原子力発電所への移動経路の確認を指示した。16 時 30 分頃、電源車については、高圧車 48 台、低圧車 79 台準備中との情報が入り、16 時 50 分頃から全店の電源車が福島に向け順次出発した。 ② 社外手配（東電報告書（249P）） 3 月 11 日 16 時 30 分頃、本店対策本部から他の電気事業者へ電源車の救援を要請し、18 時 15 分頃、東北電力から電源車 3 台融通可能との情報を得た。22 時頃、東北電力からの救援電源車の第一陣として、高圧電源車 1 台目が福島第一原子力発電所へ到着したことを確認した。
Q1-44	高圧電源車（6,900V）はいつ頃福島第一に到着したのか。
A	（東電報告書（248P、249P）） 3月11日22時頃、東北電力からの救援電源車の第一陣として、高圧電源車1台目が福島第一原子力発電所へ到着したことを確認した。 3月11日23時30分頃に東北電力から2台目の高圧電源車が到着した。 3月12日1時20分頃には、東北電力の高圧電源車計4台が福島第一原子力発電所に待機中であることを確認した。 3月12日3時ころには、東電の高圧電源車8台を確認 （政府事故調報告書（中間）（158P）） 3月11 日21 時28 分頃以降、自衛隊の電源車も福島第一原発に到着した。
Q1-45	低圧電源車（100V）はいつ頃福島第一に到着したのか。
A	（東電報告書（248P、249P）） 3月11日23時30分頃、自衛隊の低圧電源車1台の到着を確認。 3月12日3時頃、東電の低圧電源車7台を確認。 3月12日7時18分頃、自衛隊の低圧電源車3台が福島第一原子力発電所に到着した。 （政府事故調報告書（中間）（161P）） 電源車の規格については、6,900V 用の高圧電源車、100V 用の低圧電源車は一般に存在するが、そもそも、480V 用の電源車は、特別の用途に用いるものを除き、一般には存在しなかった。
Q1-46	自衛隊や他電力からの電源車は活用されたのか。
A	（政府事故調報告書（中間）（163P）） 3月11 日夜から3月12 日朝にかけて、順次、自衛隊や東北電力等から電源車が届い

	ていたが、東京電力内で調達した電源車がケーブル敷設作業中に福島第一原発に到着したため、結局、東京電力の電源車を使用することとし、この電源車を2 号機T/B 南側に配置し、T/B 西側貫通部を通した高圧ケーブルと電源車を接続した。 （政府事故調報告書（中間）（159P）） 3月11 日21 時28 分頃以降、自衛隊の電源車も福島第一原発に到着したが、ケーブル接続用のコネクターの仕様が東京電力のものと異なっていたため、自衛隊の電源車が実際に電源復旧に用いられることはなかった。 （東電報告書（249P）） 実際の電源復旧作業においては、自衛隊の低圧電源車で復旧可能な中央制御室の照明や計器等については、小型発電機で対応できていたことから、当該の電源車は使用しなかった。
Q1-47	消防車の手配はいつ行われたのか。
A	（政府事故調報告書（中間）（125P）） 発電所対策本部は、今後消防車を用いたFP 系注水を行う上で多くの消防車が必要になる可能性があると考え、3 月11 日19 時頃以降、テレビ会議システムを通じて、本店対策本部に対し、できる限り消防車を福島第一原発に派遣して欲しい旨要請した。本店対策本部は、東京電力全店や他の電力会社等に派遣協力要請をした。
Q1-48	消防車はいつ頃福島第一に到着したのか。
A	（東電報告書（添付 10-4(1)、10-4 (2)より） 3 月 12 日に自衛隊から 2 台、柏崎刈羽から 1 台、福島第二から 1 台到着。 3 月 13 日に柏崎刈羽から 1 台到着。 3 月 14 日に東電火力発電所から 4 台到着。 3 月 18 日に原電敦賀から 1 台、東北東通から 1 台、公設消防から 7 台到着。 3 月 22 日に公設消防から 3 台到着。 以降も公設消防、関西電力美浜などから順次到着している。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 28.1 電源車と消防車の調達実績
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-4、通番 9 不測の事態に対応できる訓練
	関連細目 No	細目 3-4-5、細 28 関係機関と緊急時の支援内容、支援手順、輸送プロセス等の支援体制を合意する。
キーワード		
5	SA 対策設備	**柔軟な代替注水**：消防車 6 **電源設備**：電源車 4
7	緊急時体制	**支援体制**：他部門からの協力 2、他電力からの協力
13	関係組織	**国関連**：自衛隊 3 **地方自治体関連**：消防 2 **事業者関連**：東北電力、敦賀、美浜、柏崎刈羽 2、福島第二 2、東電火力
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）69 **事業者関連**：東電報告書 44

資料 28.2(資 75)

〔時間的推移を仮定した各緊急時組織の役割〕

(1) 東電原子力安全改革プランにおいて、時間的推移に応じた中央制御室、発電所対策本部、本店対策本部の緊急時対応における役割が示された。

- **事故対応の時間的推移を 3 段階に想定している。**
  - **① 事故発生から3 時間までは発電所にいる要員(交替勤務者および宿直者)で対応する。**
    目標:除熱のために、速やかに原子炉水位を有効燃料頂部以上に確保すること発電所緊急時対策本部:宿直者が本部設置、要員招集、情報収集、復旧方針検討等を行う。
    本店:本部設置、要員招集、情報収集を行う。
  - **② 事故発生3 時間後から発電所に集まってきた要員を合わせて対応する。**
    目標:発電所を迅速かつ安全に安定化させること(初動対応処置の信頼性向上)発電所緊急時対策本部:緊急時対策要員による発電所安定化のための対応開始。本店:発電所への支援開始、外部機関への支援要請開始、記者会見開始。
  - **③ 事故発生 72 時間(3 日)後から、外部機関からの支援を期待する。**
    発電所緊急時対策本部:(継続)
    本店:72 時間を外部機関から全面的な支援を受けられる目安としている。

(2) 米国の FLEX 戦略-事故対応の時間的推移

米国では緊急時にサイト内へ可搬式設備や消耗品を搬送する RRC(Regional Response Center)が全米で 2 ヶ所設置されている。事業者より機器等の搬送が要求されると 4 時間以内に輸送を開始し、24 時間以内にサイトに到着する。

- **初期段階:既存の設備及びリソースの利用**
- **移行段階:サイト外からのリソースにより上記機能が達成されるまでの間、機能を維持または復旧するのに十分な量の可搬式設備及び消耗品をサイト内に準備**
- **最終段階:上記機能を無制限で維持するために十分な量のリソースをサイト外に準備**

<時間的推移を仮定した緊急時対応>(東電原子力安全改革プラン・85P より)

【緊急時組織を設計するための基本的な条件】

大規模な自然災害を起因事象とし、24 時間365 日同一レベルで事故の対応にあたることを条件(例:年末年始の早朝、大型連休の日中)とし、以下の時間的推移を仮定する。基本的な考え方としては、以下の条件を前提として緊急時組織を構成する(表4-5参照)。

① 事故発生から3 時間までは発電所にいる要員(交替勤務者および宿直者)で対応する。

② 事故発生3 時間後から発電所に集まってきた要員を合わせて対応する。

③ 事故発生 72 時間(3 日)後から、外部機関からの支援を期待する。

表 4-5 事故対応における時間的推移の仮定

	発電所 中央制御室	発電所免震重要棟 (発電所緊急時対策本部)	本店(緊急時対策本部) その他外部機関
事故発生から3時間後まで 【目標:除熱のために、速やかに原子炉水位を有効燃料頂部以上に確保すること】	当直員のみによる復旧対応	宿直者により以下を実施 ・ 緊急時対策本部設置と緊急時対策要員召集指示 ・ 情報収集と復旧方針検討 ・ 情報発信(通報、広報) ・ 現場要員による復旧活動 (注水開始、ガスタービン発電機車起動等による電源復旧、瓦礫撤去 等)	・ 緊急時対策本部設置 ・ 緊急時非常対策要員召集 ・ 情報収集
3 時間後から72時間後まで 【目標:発電所を迅速かつ安全に安定化させること(初動対応処置の信頼性向上)】	発電所緊急時対策本部等からの支援を受けながら対応	召集された緊急時対策要員による発電所安定化のための対応開始※	・ 発電所への支援開始※ ・ 外部機関への支援要請開始※ ・ 記者会見開始※
72 時間後以降	【継続】	【継続】	・ 外部機関から全面的な支援を受けられる時期の目安※

※:準備が整い次第、次フェーズに移行、各対応の前倒しはあり得る。

<米国の RRC と FLEX 戦略>（自主的安全性向上・技術・人材 WG 資料「各国における原子力災害対策について」（平成 27 年 3 月））

（参考） 地域対応センター（RRC）

○ 米国においては、福島第一原発事故を踏まえたFLEX戦略により要求されているオフサイトでのリソース確保のため、各事業者はオフサイトへの地域対応センター（RRC）を利用している。

地域対応センター（RRC：Regional Response Center ）

- FLEX戦略の最終段階（オフサイトにおけるリソース確保）のための施設。緊急時には、サイト内へ可搬式設備、や消耗品等を搬送。
- 全米で2か所に設置されており、機器の管理及び緊急時の搬送は、民間企業が実施。
- 各事業者は、RRCを管理する企業と契約しており、事業者より機器等の輸送を要求後、4 時間以内に輸送を開始し、24時間以内にはサイト内に到着する。

（参考）FLEX戦略

- 福島第一原発事故を受け、NRCは短期タスクフォース（NTTF）勧告を出すとともに、冷却機能の維持及び復旧のために、以下の3段階のアプローチに沿った緩和戦略を策定するよう要求する命令（EA-12-049）を発出。
  - 初期段階： 既存の設備及びリソースの利用
  - 移行段階： サイト外からのリソースにより上記機能が達成されるまでの間、機能を維持または復旧するのに十分な量の可搬式設備及び消耗品をサイト内に準備
  - 最終段階： 上記機能を無期限で維持するために十分な量のリソースをサイト外に準備
- これを受け、産業界はFLEX戦略（多様で柔軟性のある対応方策）に基づく緩和戦略を示した産業界ガイダンス（NEI 12-06）を策定。2012年8月29日付でNRCより承認を受けた。

（出典）AREVA, “Regional Response Center Facts”, May 2014
NEI/INPO, “Enhanced Emergency Response Capabilities”, April 2014

9

＜関連 Q&A（例）＞

Q7-48	米国はどのようなフェーズドアプローチを考えているのか。
A	（各国の原子力災害対策（自主的安全性向上・技術・人材WG）） 各事業者は、RRCを管理する企業と契約しており、事業者より機器等の輸送を要求後、4 時間以内に輸送を開始し、24時間以内にはサイト内に到着する。 福島第一原発事故を受け、NRCは短期タスクフォース（NTTF）勧告を出すとともに、冷却機能の維持及び復旧のために、以下の3段階のアプローチに沿った緩和戦略を策定するよう要求する命令（EA-12-049）を発出。 (1) 初期段階：既存の設備及びリソースの利用 (2) 移行段階：サイト外からのリソースにより上記機能が達成されるまでの間、機能を維持または復旧するのに十分な量の可搬式設備及び消耗品をサイト内に準備 (3) 最終段階：上記機能を無期限で維持するために十分な量のリソースをサイト外に準備
Q7-49	東電はどのような考え方で緊急時組織を構成しようとしているのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（85P）） 大規模な自然災害を起因事象とし、24 時間 365 日同一レベルで事故の対応にあたることを条件（例：年末年始の早朝、大型連休の日中）とし、以下の時間的推移を仮定し、緊急時組織を構成する。 ① 事故発生から3 時間までは発電所にいる要員（交替勤務者および宿直者）で対応する。【目標：除熱のために、速やかに原子炉水位を有効燃料頂部以上に確保すること】 ② 事故発生3 時間後から発電所に集まってきた要員を合わせて対応する。【目標：発電所を迅速かつ安全に安定化させること（初動対応処置の信頼性向上)】 ③ 事故発生 72 時間（3 日）後から、外部機関からの支援を期待する。
Q7-50	事故の時間推移によって中央制御室と発電所本部の対応はどう変わるのか。
A	（東電原子力改革プラン（85P）） ① 事故発生から3 時間後まで 中央制御室：当直員のみによる復旧対応 発電所本部：宿直者により以下を実施 緊急時対策本部設置と緊急時対策要員召集指示 情報収集と復旧方針検討 情報発信（通報、広報） 現場要員による復旧活動（注水開始、ガスタービン発電機車起動等による電源復旧、瓦礫撤去 等） ② 3 時間後から72 時間後まで 中央制御室：発電所緊急時対策本部等からの支援を受けながら対応

	発電所本部：召集された緊急時対策要員による発電所安定化のための対応 ③ 72 時間後以降 中央制御室：継続 発電所本部：継続

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 28.2 時間的推移を仮定した各緊急時組織の役割
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-3　通番 19 緊急時に対する資質・能力の育成
	関連細目 No	細目 7-3-5　細 62 状況変化を見越し、現場の負担を増やさない情報共有体制を整備する。
キーワード		
4	設備	**敷地・構築物・付属物**：MCR2
7	緊急時体制	**組織設計の基本条件**：大規模な自然災害、同一レベルの対応（24 時間 365 日） **フェーズドアプローチ**：フェーズドアプローチ 2、時間的推移、事故初期 1、事故中期 1、事故後期 1
9	教育・訓練	**訓練の想定**：大規模な自然災害の発生 2、夜間・祝祭日の事故発生
14	文献・出典	**政府関連**：各国の原子力災害対策 2 **事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 39

資料 29.1（資 76）

〔事故収束対応を阻害せず、真に必要とする支援を選択する仕組み〕

(1) 東電報告書において、事故対応で課題が顕在化した事項に対する運用面の対策が示された。当社は当事者として発電所の事故収束の責任を有することは言うまでもなく、国民の皆さまに原子力発電所の情報を提供できる体制を構築する必要がある。

- **事故対応に専念できる態勢**
  発電所事故収束の対応に直接的に係わる要員は、事故収束対応に専念する態勢を確立する必要がある。
- **事故対応を阻害せず、情報を入手し、発信する態勢**
  発電所の事故対応に従事する要員の活動を阻害せずにプラント情報などを取得する仕組み作りを検討、整備する。
- **支援を選択する仕組みの構築**
  海外からの支援等、数多くの情報の中から有益な情報を抽出し、有効活用するためには、寄せられた情報を仕分け、真に必要とする支援を選択する仕組みを考慮する必要がある。

(2) 東電報告書において、政府・国、自治体、事業者の責任の明確化の必要性が示された。

- **今回の事故対応に関して、発電所から見て指揮命令系統に混乱が生じた。事故対応において、どのような事に対して、誰（政府・国、自治体、事業者）が責任を持ち、どのような実効ある対応を実施するのか、明確にしておく必要がある。**

(3) 東電原子力安全改革プランにおいて、通報連絡および広報の今後のあり方が示された。

＜通報連絡＞

- **通報連絡については、発電所本部で防災管理者および各班長の了解を得る作業は実施せず、社外対応担当の責任において発信する。**
- **第10 条、第15 条通報を行う事態では、放射性物質の放出等による住民の避難検討が必要なため、自治体や国と同時に情報を共有する手段を整える。**

＜広報＞

- **一定規模以上の事故の際には、広報対応は発電所から切り離し、本店で一元的に対応することとし、発電所は事故の収束に専念する。**
- **プレス文や質疑応答要領については、共通DB等を活用しながらリスクコミュニケーターが作成にあたる。また、立地地域への説明対応は、発電所のリスクコミュニケーターが本店と連携を取りつつ行う。**

＜外部対応が事故収束活動を阻害しない仕組みや外部からの支援を適切に選択する仕組みが必要との見解が示されている。＞（東電報告書・343P より）

- 15章の事故対応態勢の課題で述べたように、どのような事に対して、誰（政府・国、自治体、事業者）が責任を持ち、どのような実効ある対応を実施するのかを明確にすることを課題として挙げた。即ち、政府・国、自治体、事業者それぞれが支えるべき対象を

明確にして実効ある事故対応を行う必要があるが、当社は当事者として発電所の事故収束の責任を有することは言うまでもなく、国民の皆さまに原子力発電所の情報を提供する必要がある。また、今回の事故では事故対応に専念できる態勢を2番目の課題として挙げている。

- このような課題に対応するため、当社事故対応態勢を内側（発電所事故収束）に向いて直接的に事故対応する態勢と、外側（広報、通報連絡、資機材調達等）に向いて対応する態勢に分け、発電所事故収束の対応に直接的に係わる要員は、事故収束対応に専念する態勢を確立する必要がある。
- 一方、外側に向いて対応する態勢には、国民の皆さまへの正確・迅速な情報発信や自衛隊、警察等の機関との緊密な連携が必要であることから、発電所の事故対応に従事する要員の活動を阻害せずにプラント情報などを取得する仕組み作りを検討、整備する。また、海外からの支援等、数多くの情報の中から有益な情報を抽出し、有効活用するためには、寄せられた情報を仕分け、真に必要とする支援を選択する仕組みを考慮する必要がある。このためには、外側に向いて対応する態勢においても、技術系社員の適正な配置が必要と考える。

＜各組織の責任の明確化＞（東電報告書（322））

今回の事故対応に関して、発電所から見て指揮命令系統に混乱が生じたこと、結果として現場の実態を把握していない場所で、把握していない者が判断するような実戦的でない対応態勢になったことは問題である。このような事態を招いたのは、当社であり、政府であり、国であるものと考える。

即ち、挙げられる課題は、事故対応において、どのような事に対して、誰（政府・国、自治体、事業者）が責任を持ち、どのような実効ある対応を実施するのか、明確にしておく必要がある。

＜通報連絡および広報＞（東電原子力安全改革プラン（88P）

福島原子力事故時には、本来復旧活動を最優先で実施しなくてはならない役割の要員が、対外的な広報や通報の最終的な確認者となり、復旧活動と対外情報発信活動の両立を高いレベルで求められる状況に置かれていたために、情報が輻輳し混乱した。その結果、復旧活動要員は復旧活動への専念が困難となったことで作業に支障が生じ、一方では公表の遅延、情報の齟齬、関係者間での情報共有の不足等が生じ、立地地域・社会の当社への信頼を著しく失ってしまった。今後は、緊急時における情報収集活動と広報・通報対応が、復旧活動の妨げとなることなく、正確な情報を迅速に把握・共有し、公表する仕組みとし、社外対応を行う要所となるポジションにはリスクコミュニケーターを配置する。発電所では立地地域を中心とした社外対応を実施する責任者として社外連絡担当を置き、リスクコミュニケーターが自治体対応（通報連絡）や地元メディアとの対応（広報）を行う。

上述への対応方策として以下の通報連絡および広報の機能別原則を定め、手段の設計・準備を実施するとともに、その実効性を訓練によって確認、改善を行う。

＜通報連絡＞

- 通報連絡については、当初は発電所長の責任で発信するが、その権限を社外連絡担当に委譲し、事前に定めた通報連絡のルールにしたがって実施する。通報連絡文作成等の実務は、社外連絡担当の配下にいるリスクコミュニケーターが実施する。今回の事故対応のように、発電所本部で防災管理者および各班長の了解を得る作業は実施せず、社外対応担当の責任において発信する。その発信内容や実績については、共通DB にて共有するとともに社外連絡担当より本店や本部に報告する。
- 第10 条、第15 条通報を行う事態では、放射性物質の放出等による住民の避難検討が必要なため、自治体や国と同時に情報を共有する手段を整える。例えば、オフサイトセンター等（自治体や国の担当者が在席）と、発電所社外連絡担当や本店官庁連絡担当・広報担当との間をテレビ会議システムで結び、随時、情報共有する（図4－10 参照）

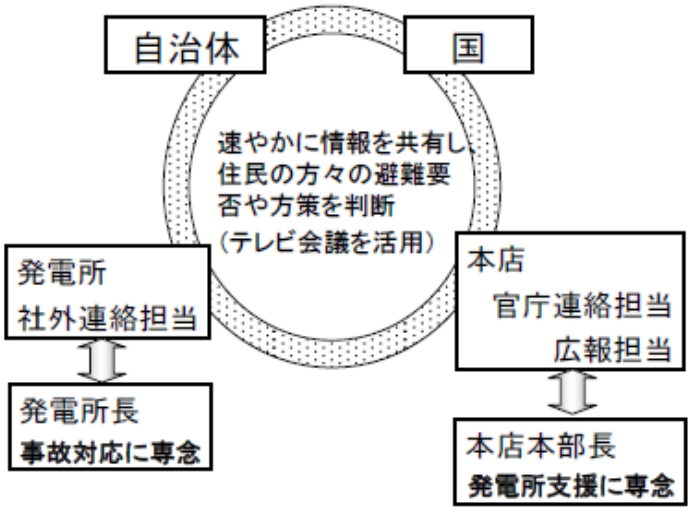


図 4-10　本店と発電所の緊急時組織の関係

＜広報＞

- 一定規模以上の事故の際には、広報対応は発電所から切り離し、本店で一元的に対応することとし、発電所は事故の収束に専念する。
- 広報対応は、主にリスクコミュニケーターおよび広報部のスタッフが担い、発信内容については本店で定めた全社統一方針や戦略に基づき、リスクコミュニケーターが判断していく。プレス文や質疑応答要領については、共通DB等を活用しながらリスクコミュニケーターが作成にあたる。また、立地地域への説明対応は、発電所のリスクコミュニケーターが本店と連携を取りつつ行う。

＜関連 Q&A（例）＞

Q7-10	緊急時において、事業者に求められることは何か。その職責を果たすためにはどのような体制が必要か。

	（東電報告書（343）） 当事者として発電所の事故収束の責任を有することは言うまでもなく、国民の皆さまに原子力発電所の情報を提供することである。そのためには、 • 事故対応に専念できる態勢 • 事故対応を阻害せず、情報を入手し、発信する態勢 • 支援を選択する仕組みの構築 が必要である。
Q7-11	緊急時体制において、政府と事業者等の組織間で重要なことは何か。
A	（東電報告書（322）） 今回の事故対応に関して、発電所から見て指揮命令系統に混乱が生じたこと、結果として現場の実態を把握していない場所で、把握していない者が判断するような実戦的でない対応態勢になったことは問題である。このような事態を招いたのは、当社であり、政府であり、国であるものと考える。 即ち、挙げられる課題は、事故対応において、どのような事に対して、誰（政府・国、自治体、事業者）が責任を持ち、どのような実効ある対応を実施するのか、明確にしておく必要がある。
Q12-1	復旧作業を妨げずに、社外対応を適切に行うにはどうしたら良いか。
A	• 今後は、緊急時における情報収集活動と広報・通報対応が、復旧活動の妨げとなることなく、正確な情報を迅速に把握・共有し、公表する仕組みとし、社外対応を行う要所となるポジションにはリスクコミュニケーターを配置する。 • 発電所では立地地域を中心とした社外対応を実施する責任者として社外連絡担当を置き、リスクコミュニケーターが自治体対応（通報連絡）や地元メディアとの対応（広報）を行う。
Q12-2	通報連絡については具体的にどのような体制にするのか。
	• 通報連絡については、当初は発電所長の責任で発信するが、その権限を社外連絡担当に委譲し、事前に定めた通報連絡のルールにしたがって実施する。通報連絡文作成等の実務は、社外連絡担当の配下にいるリスクコミュニケーターが実施する。今回の事故対応のように、発電所本部で防災管理者および各班長の了解を得る作業は実施せず、社外対応担当の責任において発信する。その発信内容や実績については、共通DB にて共有するとともに社外連絡担当より本店や本部に報告する。 • 第10 条、第15 条通報を行う事態では、放射性物質の放出等による住民の避難検討が必要なため、自治体や国と同時に情報を共有する手段を整える。例えば、オフサイトセンター等（自治体や国の担当者が在席）と、発電所社外連絡担当や本店官庁連絡担当・広報担当との間をテレビ会議システムで結び、随時、情報共有する。
Q12-3	広報については具体的にどのような体制にするのか。

	• 一定規模以上の事故の際には、広報対応は発電所から切り離し、本店で一元的に対応することとし、発電所は事故の収束に専念する。 • 広報対応は、主にリスクコミュニケーターおよび広報部のスタッフが担い、発信内容については本店で定めた全社統一方針や戦略に基づき、リスクコミュニケーターが判断していく。プレス文や質疑応答要領については、共通DB等を活用しながらリスクコミュニケーターが作成にあたる。また、立地地域への説明対応は、発電所のリスクコミュニケーターが本店と連携を取りつつ行う。
Q12-5	外部からの支援等に対する対応はどうするか。
A	（東電報告書（343）） 海外からの支援等、数多くの情報の中から有益な情報を抽出し、有効活用するためには、寄せられた情報を仕分け、真に必要とする支援を選択する仕組みを考慮する必要がある。このためには、外側に向いて対応する態勢においても、技術系社員の適正な配置が必要と考える。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 29.1 事故収束対応を阻害せず、真に必要とする支援を選択する仕組み
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-4、通番 9 不測の事態に対応できる訓練
	関連細目 No	細目 3-4-6、細 29 必要な支援物資を選別して現地に届ける支援物資の受入れ体制を構築する。
キーワード		
7	緊急時体制	**緊急時体制**：事故対応に専念 1、情報入手・発信体制 **支援体制**：支援の仕分け
14	文献・出典	**事業者関連**：東電報告書 45

資料 29.2(資 77)

〔外国からの支援状況〕

諸外国や国際機関から様々な専門家ﾁｰﾑや救援物資の支援を受けた。緊急災害対策本部が発表(平成 24 年 5 月 29 日 17:00)した外国からの支援状況から救助隊･専門家ﾁｰﾑ等の受入れ状況と救援物資の受入れ状況について原子力関連を抜粋した。

<外国からの支援状況>(緊急災害対策本部が発表(平成 24 年 5 月 29 日 17:00))

(１) 救助隊･専門家ﾁｰﾑ等の受入れ状況(平成 23 年 1 月 30 日)から原子力関連を抜粋

	国・地域・機関名	構成	日本到着	協力省庁	活動場所	備 考
5	米国	原子力規制委員会 専門家11名 米エネルギー省 34名 PNNL2名	3/13以降 順次到着		東京都、 横田基 地、 福島県等	成田空港､横田基地等着 米エネルギー省5月末撤収、 PNNL4/16撤収､専門家10月末撤収
21	IAEA	放射線計測専門家チーム16名 海洋放射線計測専門家1名 IAEA国際支援調整官1名	3/18以降 順次到着 4/20までに順次出国	文科省	東京近辺、福島県	4/20撤収
		沸騰水型原子炉(BWR)専門家3名	4/3,7到着 4/12出国	保安院	東京都 福島県	4/11撤収
		IAEA調査団	5/24到着 (一部は先に到着)	東京都 茨城県 福島県	6/2撤収	IAEA調査団
22	FAO/IAEA	食品モニタリング専門家チーム(FAO職員1名、IAEA職員2名)	3/26到着 4/1出国	厚労省 農水省 自治体	福島県、 茨城県、 栃木県、 群馬県、 東京都	4/1撤収

（２） 救援物資の受入れ状況(平成 24 年 2 月 6 日)から原子力関連を抜粋

	国・地域・機関名	救援物資	日本への受入日	受入れ場所
1	米国	米国際開発庁から緊急物資(寝袋、簡易ベッド、石油ストーブ、灯油等)、放射線防護服(1万着) 米軍から貨物約3,100ﾄﾝの輸送(食料品(約280ﾄﾝ)、水(770万L)、燃料(約4.5万L)の配布を含む)、消防車(2台)、ポンプ(5機)、NBC対処用防護服(99セット)、ホウ素(約9ﾄﾝ)、大型放水用ポンプ(1式)、バージ船に積載した淡水(2隻分)、ゲルマニウム半導体検出器(3台) 米国防総省より放射線線量計(31,000枚) イリノイ州より個人線量計(2,000個)他	随時	岩手県 宮城県 福島県等 各地
8	カナダ	毛布(約25,000枚)、放射線サーベイメーター(78個)、個人線量計(75個)、放射線線量計(5,000枚)、放射線線量計の読取装置(5個)	3/17 4/6	宮城県 山形県 神奈川県 福島県他
10	ウクライナ	放射線ｻｰﾍﾞｲﾒｰﾀｰ(1,000個)、個人線量計(1,000個)、防護マスク・ヨウ素吸着缶(1,000ｾｯﾄ)	8/4	原子力災害現地対策本部
14	フランス	毛布(6,870枚)、マスク(97万2千枚)、防護服・防護マスク(約2万ｾｯﾄ)、放射線ｻｰﾍﾞｲﾒｰﾀｰ(239個)、個人線量計(35個)、ポンプ(10台)、発電機(5台)、空気圧縮機(5台)、環境測定車両(1台)、環境測定被牽引車両(1台)、医薬品(5ﾄﾝ)、消毒用アルコール(12ﾄﾝ)、食料品(10ﾄﾝ)、水(0.5L×10万800本)	3/25	岩手県 宮城県 福島県 茨城県他
		防護服(1,000着)	4/6	防衛省
		放射線計測器(放射線ｻｰﾍﾞｲﾒｰﾀｰ(103個)、個人線量計(310個)、放射線線量計(1,161個))等の原子力関連物資	4/10	福島県ｵﾌｻｲﾄｾﾝﾀｰ等
16	韓国	放射線サーベイメーター(20個)	5/4	東電
17	ロシア	個人線量計(400 個)、マスク(5,000 個)	4/9	農林水産省 福島県他
25	フィンランド	放射線ｻｰﾍﾞｲﾒｰﾀｰ(52 個)	3/25、 4/5	茨城県 北茨城市
40	英国	個人線量計(195 個)、放射線ｻｰﾍﾞｲﾒｰﾀｰ(135 個)、防護マスク、同マスク用交換フィルター、防護フ	4/2	東電

		ード		
		放射線ｻｰﾍﾞｲﾒｰﾀｰ(249 個)、防護マスク(3,672 個)等	4/12	原子力被災者生活支援チーム

＜関連 Q&A（例）＞	
Q12-6	どのような国から支援を受けたのか。
A	米国、カナダ、ウクライナ、フランス、韓国、ロシア、フィンランド、英国等。
Q12-7	どのようなものが送られてきたか。
A	放射能汚染への対応の関連では、個人線量計、放射線サーベイメーター、防護マスク、放射線防護服等。事故対応の関連では、ホウ素、放水用ポンプ、淡水、空気圧縮機、発電機等。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 29.2 外国からの支援状況
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-4、通番 9 不測の事態に対応できる訓練
	関連細目 No	細目 3-4-6、細 29 必要な支援物資を選別して現地に届ける支援物資の受入れ体制を構築する。
キーワード		
7	緊急時体制	**国・自治体の体制**： 災害対策本部
14	文献・出典	**政府関連**：外国からの支援状況 2

資料 30.1(資 78)

〔初動対応における目標〕

東電原子力安全改革プランにおいて、初動対応における目標が示された。

- **事故発生後速やかに注水を再開し、原子炉水位を有効燃料頂部以上に確保することを目標とする。**
  - **原子炉隔離時冷却系(交流電源不要)を含む全注水設備を喪失した場合には、1時間以内にガスタービン発電機車から電力供給を受けて低圧炉心スプレイ系(LPCS)による注水を行う。**
  - **ガスタービン発電機車が使用不能でも、電源車による給電、消防車による注水、これら作業に伴う瓦礫撤去・給油を速やかに開始する。**

<事故の初動対応の対象の明確化>(東電原子力改革プラン・86P より)

福島原子力事故は、平日午後に発生したため、多数の緊急時対策要員を確保することができた。しかしながら、今後は、事故が休日や夜間に発生することも想定し、交替勤務をしている運転員と宿直者によって初動対応ができるような体制を整える。初動対応の想定および目標は以下のとおりとする。

・初動対応の対象は、運転中の原子炉とする。
　－停止中の原子炉や使用済燃料プールの冷却は、時間的余裕があるため、初動対応では扱わない。
・以下の状態が同時発生する条件を想定する。
　－基準地震動相当の地震の発生
　－高さ15m程度の津波(福島原子力事故での津波と同程度)による瓦礫の散乱
　－全交流電源の喪失
・事故発生後速やかに注水を再開し、原子炉水位を有効燃料頂部以上に確保することを目標とする。
　－原子炉隔離時冷却系(交流電源不要)を含む全注水設備を喪失した場合には、1 時間以内にガスタービン発電機車から電力供給を受けて低圧炉心スプレイ系(LPCS)による注水を行う。
　－ガスタービン発電機車が使用不能でも、電源車による給電、消防車による注水、これら作業に伴う瓦礫撤去・給油を速やかに開始する。

＜関連 Q&A（例）＞

Q7-51	東電の初動対応は目標として何を設定しているか。
A	（東電原子力安全改革プラン（86P）） 事故発生後速やかに注水を再開し、原子炉水位を有効燃料頂部以上に確保することを目標とする。なお、初動対応では、対象を原子炉とし、時間余裕のある燃料プールの冷却は扱わない。 • 原子炉隔離時冷却系（交流電源不要）を含む全注水設備を喪失した場合には、1 時間以内にガスタービン発電機車から電力供給を受けて低圧炉心スプレイ系（LPCS）による注水を行う。 • ガスタービン発電機車が使用不能でも、電源車による給電、消防車による注水、これら作業に伴う瓦礫撤去・給油を速やかに開始する。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 30.1 初動対応における目標
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-1、通番 11 構成員の自覚
	関連細目 No	細目 4-1-1、細 32 目的を共有し、基本方針を確認しながら対処するという訓練を行う。
キーワード		
4	設備	**高圧注水設備関連**：RCIC2 **低圧注水設備関連**：LPCS
5	SA 対策設備	**柔軟な代替注水**：消防車 7 **電源設備**：空冷式ガスタービン発電機 1、電源車 5
7	緊急時体制	**初動対応**：初動対応の目標、LPCS の稼働、電源復旧（初動）1、瓦礫撤去・給油 1
9	教育・訓練	**瓦礫撤去設備の運転**：重機運転操作 2
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 40

資料 30.2(資 79)

〔原子炉隔離時冷却系(RCIC)の系統図と主蒸気逃がし安全(SR)弁の作動原理イメージ〕

(1)　政府事故調報告において、重要な役割を果たした原子炉隔離時冷却系(RCIC)の系統図と主蒸気逃がし安全(SR)弁の作動原理イメージが示された。

- **RCIC は原子炉が高圧の場合に、蒸気駆動のポンプでサプレッションプールあるいは復水貯蔵タンクの水を原子炉に注入する系統。**
- **SR 弁にはいくつかの種類がある。安全弁機能のみを有する弁。この弁は、バネ圧を原子炉圧力が上回ると弁が開き蒸気が排出される。**
- **安全弁機能に安全弁機能よりも若干低い圧力で蒸気を逃す逃し弁機能を併せ持つ弁。原子炉圧力が設定値に達すると電磁弁が作動し窒素ガスにより、弁が開き蒸気が排出される。**
- **冷却材喪失事故(原子炉水位低&格納容器圧力高が 120 秒継続)を検出し自動的に開となる ADS 機能を有する弁。圧力ではなく、上記の信号が発信されると、電磁弁が作動し窒素ガスにより弁が開き蒸気が排出される。**
- **アクシデントマネジメント対応の弁。格納容器の圧力が高くなくても原子炉水位低が長時間続くと電磁弁が作動し窒素ガスにより弁が開き蒸気が排出される。**

(2) 東電報告書に RCIC のポンプ流量が記載されている。

- **RCIC ポンプの流量は、HPCI の約 1/10 程度の約 96 ㎥/h(福島第一 2～5 号機の場合)で、さほど大きくない。**

(3) 政府事故調報告書(中間)にSRVの安全弁機能、逃し弁機能、ADS機能がしめされた。また、福島第一AM整備報告書にAM対応機能が示された。

(4) 原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備に関する設備基準規則

(5) 原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備に関する設備基準規則の解釈

<RCIC の機能>(東電報告書(添付資料　参考 5(8/22))

通常運転中何らかの原因で主蒸気隔離弁(MSIV)の閉等により主復水器が使用できなくなった場合、原子炉の蒸気でタービン駆動ポンプを回して冷却水を原子炉に注水し、燃料の崩壊熱を除去し減圧する。また、給水系の故障時などに、非常用注水ポンプとして使用し、原子炉の水位を維持する。RCIC ポンプの流量は、HPCI の約 1/10 程度の約 96 ㎥/h(福島第一 2～5 号機の場合)で、さほど大きくない。

<SRVの安全弁機能、逃し弁機能、ADS機能、AM対応機能>(政府事故調報告書(中間)(資料編)(資料Ⅳ-6))

① 安全弁機能

原子炉圧力が安全弁機能設定圧力(バネ力)を上回るとSR弁の弁体が押し上げられ蒸気が排出される。

② 逃し弁機能

原子炉圧力が逃し弁機能設定圧力に到達すると,窒素供給ラインの制御用電磁弁に信号が発信される。電磁弁が作動し窒素ガスがSR弁シリンダー部に供給され、ピストンが上昇し、ステムが引き上げられたことにより弁体がフリー状態となり、原子炉圧力により弁体が押し上げられるとS/Cに蒸気が排出される。

③ ADS(自動減圧系)機能

ADS機能の場合は,冷却材喪失事故(LOCA)信号が発信されると、電磁弁が作動し窒素ガスがSR弁シリンダー部に供給され、ピストンが上昇し、ステムが引き上げられたことにより弁体がフリー状態となり、原子炉圧力により弁体が押し上げられるとS/Cに蒸気が排出される。

(福島第一AM整備報告書(9P))

④ AM対応機能

過渡事象時に低圧での注水が可能になるように、自動で原子炉を減圧し、原子炉の注水機能を向上させるものである。過渡事象時に高圧注水が十分でなく原子炉水位のみ低下していく事象では、ドライウェル圧力高の信号が発生せず、従来の設備では自動減圧系が自動起動しない。このため、原子炉水位低の信号発生後、逃がし安全弁により原子炉を自動減圧することで、このような事象においても低圧 ECCS 等による炉心への注水が可能となるようにした。また、原子炉水位低の信号発生後、原子炉自動減圧までに運転員による十分な確認のため 10 分の時間後れをもたせ、万一誤作動があっても減圧開始までに手動で作動を阻止できる設計とした。

<法令要求>(設備基準規則(第46条))

(原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備)

第四十六条 発電用原子炉施設には、原子炉冷却材圧力バウンダリが高圧の状態であって、設計基準事故対処設備が有する発電用原子炉の減圧機能が喪失した場合においても炉心の著しい損傷及び原子炉格納容器の破損を防止するため、原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するために必要な設備を設けなければならない。

<法令要求>(設備基準規則の解釈(第46条))

第46条(原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備)

1 第46条に規定する「炉心の著しい損傷」を「防止するため、原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するために必要な設備」とは、以下に掲げる措置又はこれらと同等以上の効果を有する措置を行うための設備をいう。

(1) ロジックの追加

a) 原子炉水位低かつ低圧注水系が利用可能な状態で、逃がし安全弁を作動させる減圧自動化ロジックを設けること(BWR の場合)。

(2) 可搬型重大事故防止設備

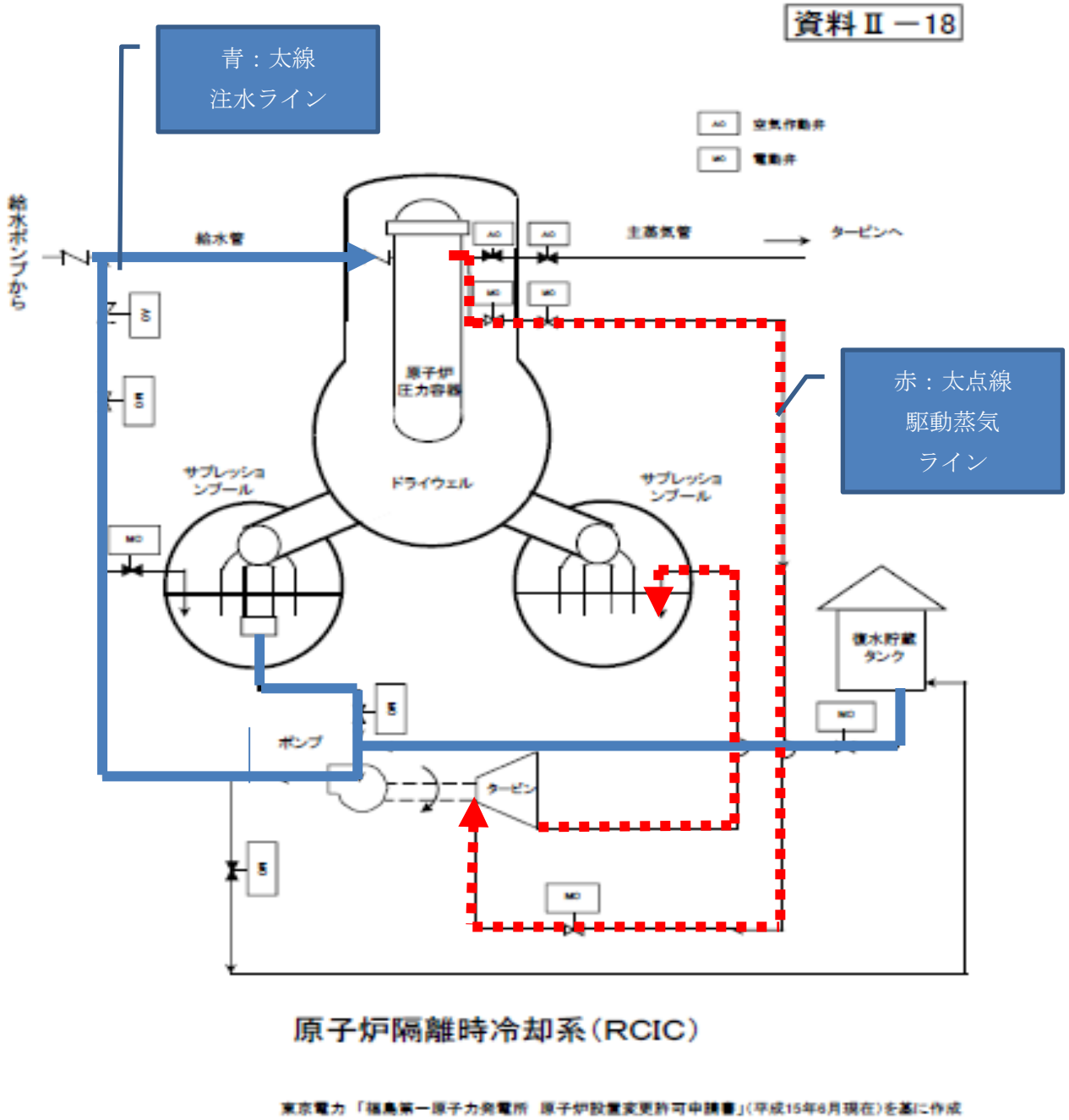
a) 常設直流電源系統喪失時においても、減圧用の弁(逃がし安全弁(BWR の場合)又は主蒸気逃がし弁及び加圧器逃がし弁(PWR の場合))を作動させ原子炉冷却材圧力バウン

ダリの減圧操作が行えるよう、手動設備又は可搬型代替直流電源設備を配備すること。

b) 減圧用の弁が空気作動弁である場合、減圧用の弁を作動させ原子炉冷却材圧力バウンダリの減圧操作が行えるよう、可搬型コンプレッサー又は窒素ボンベを配備すること。

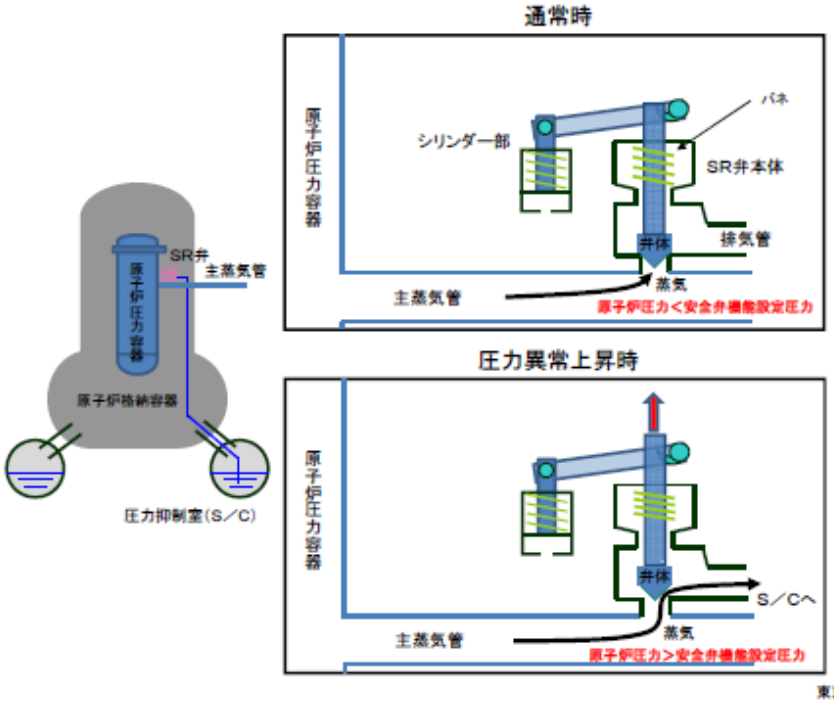
c) 減圧用の弁は、想定される重大事故等が発生した場合の環境条件において確実に作動すること。

<原子炉隔離時冷却系の系統図及び主蒸気逃がし安全(SR)弁の作動原理イメージ>(政府事故調報告・中間/資料Ⅱ-18、資料Ⅳ-6 より)(太線、吹き出しは JANSI 追記)



資料Ⅳ－6

SR弁の作動原理イメージ（安全弁機能の場合）

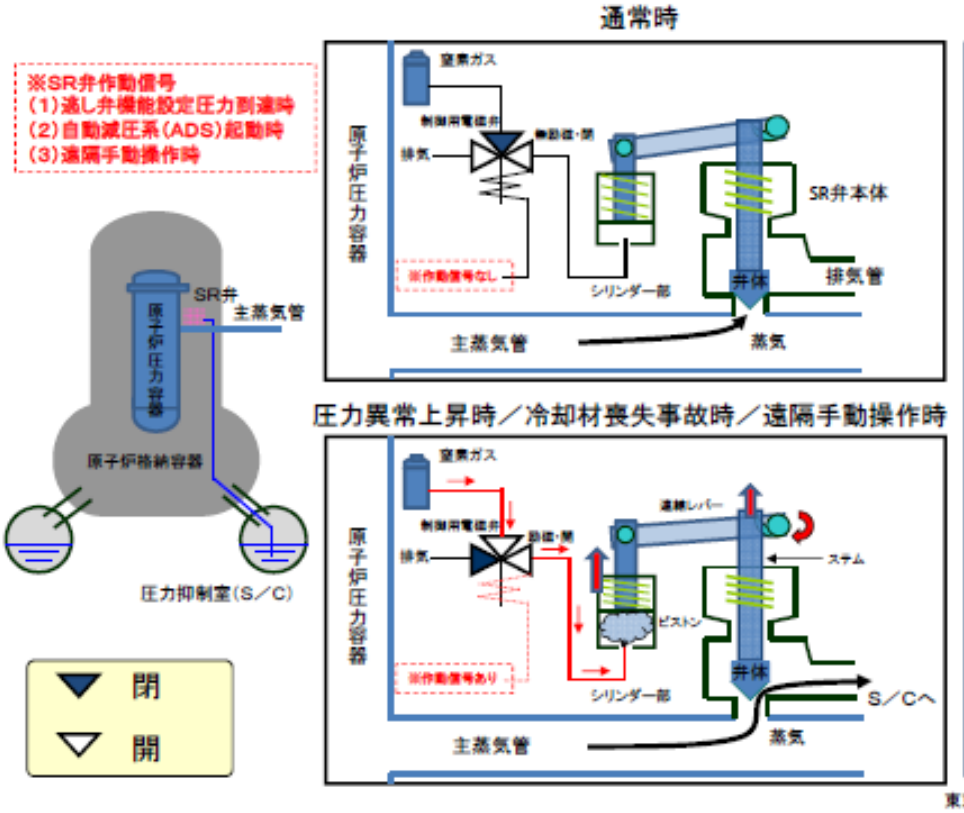


作動原理解説

①主蒸気隔離弁閉などにより原子炉圧力が上昇する。
②原子炉圧力が安全弁機能設定圧力（バネ力）を上回ると，SR弁の弁体が蒸気により押し上げられる。
③弁体が押し上げられると蒸気流路が形成され，排気管を通ってS／Cに蒸気が排出される。

東京電力作成資料を基に作成

SR弁の作動原理イメージ（逃し弁機能，ADS機能，遠隔手動操作の場合）



作動原理解説

【逃し弁機能の場合】

①主蒸気隔離弁閉などにより原子炉圧力が上昇する。
②原子炉圧力が逃し弁機能設定圧力に到達すると，窒素供給ラインの制御用電磁弁に信号が発信される。
③これにより制御用電磁弁の開閉動作により，流路が変わり，窒素ガスがSR弁シリンダー部に供給される。
④シリンダー部に窒素ガスが供給されると，ピストンが上昇し，連結されたレバーによりステムが引き上げられる。
⑤ステムが引き上げられたことにより弁体がフリー状態となり，この状態で蒸気圧力により弁体が押し上げられると蒸気流路が形成され，排気管を通ってS／Cに蒸気が排出される。

※ADS機能の場合は，上記①及び②に代え，冷却材喪失事故（LOCA）時に作動信号が発信され，その後は上記③～⑤と同じ。
※遠隔手動操作の場合は，上記①及び②に代え，中央制御室での手動操作時に作動信号が発信され，その後は上記③～⑤と同じ。

東京電力作成資料を基に作成

＜関連 Q&A（例）＞

Q4-21	RCIC はどのような機能を持っているか。
A	（東電報告書（添付資料　参考 5（8/22）） 通常運転中何らかの原因で主蒸気隔離弁（MSIV）の閉等により主復水器が使用できなくなった場合、原子炉の蒸気でタービン駆動ポンプを回して冷却水を原子炉に注水し、燃料の崩壊熱を除去し減圧する。また、給水系の故障時などに、非常用注水ポンプとして使用し、原子炉の水位を維持する。RCIC ポンプの流量は、HPCI の約 1/10 程度の約 96 ㎥/ｈ（福島第一 2～5 号機の場合）で、さほど大きくない。
Q4-22	SRV の安全弁機能、逃し弁機能、ADS 機能、AM 対応機能はどのように作動するのか。
	（政府事故調報告書（中間）（資料編）（資料Ⅳ－6）） ① 安全弁機能 原子炉圧力が安全弁機能設定圧力（バネ力）を上回るとＳＲ弁の弁体が押し上げられ蒸気が排出される。 ② 逃し弁機能 原子炉圧力が逃し弁機能設定圧力に到達すると，窒素供給ラインの制御用電磁弁に信号が発信される。 ③ ADS（自動減圧系）機能 ＡＤＳ機能の場合は，冷却材喪失事故（ＬＯＣＡ）信号が発信されると、電磁弁が作動し窒素ガスがＳＲ弁シリンダー部に供給される。 （福島第一AM整備報告書（9P）） ④ AM対応機能 過渡事象時に低圧での注水が可能になるように、自動で原子炉を減圧し、原子炉の注水機能を向上させるものである。過渡事象時に高圧注水が十分でなく原子炉水位のみ低下していく事象では、ドライウェル圧力高の信号が発生せず、従来の設備では自動減圧系が自動起動しない。このため、原子炉水位低の信号発生後、逃がし安全弁により原子炉を自動減圧することで、このような事象においても低圧ECCS等による炉心への注水が可能となるようにした。また、原子炉水位低の信号発生後、原子炉自動減圧までに運転員による十分な確認のため10分の時間後れをもたせ、万一誤作動があっても減圧開始までに手動で作動を阻止できる設計とした。
Q10-15	BWR の SRV について新規制基準は何を求めているか。
A	（設備基準規則（第46条）） （原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備） 第四十六条 発電用原子炉施設には、原子炉冷却材圧力バウンダリが高圧の状態で

	あって、設計基準事故対処設備が有する発電用原子炉の減圧機能が喪失した場合においても炉心の著しい損傷及び原子炉格納容器の破損を防止するため、原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するために必要な設備を設けなければならない。 （設備基準規則の解釈（第46条）） 第４６条（原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備） １ 第４６条に規定する「炉心の著しい損傷」を「防止するため、原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するために必要な設備」とは、以下に掲げる措置又はこれらと同等以上の効果を有する措置を行うための設備をいう。 （１）ロジックの追加 a） 原子炉水位低かつ低圧注水系が利用可能な状態で、逃がし安全弁を作動させる減圧自動化ロジックを設けること（BWR の場合）。 （２）可搬型重大事故防止設備 a） 常設直流電源系統喪失時においても、減圧用の弁（逃がし安全弁（BWR の場合）又は主蒸気逃がし弁及び加圧器逃がし弁（PWR の場合））を作動させ原子炉冷却材圧力バウンダリの減圧操作が行えるよう、手動設備又は可搬型代替直流電源設備を配備すること。 b） 減圧用の弁が空気作動弁である場合、減圧用の弁を作動させ原子炉冷却材圧力バウンダリの減圧操作が行えるよう、可搬型コンプレッサー又は窒素ボンベを配備すること。 c） 減圧用の弁は、想定される重大事故等が発生した場合の環境条件において確実に作動すること。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 30.2 原子炉隔離時冷却系（RCIC）の系統図と主蒸気逃がし安全（SR）弁の作動原理イメージ
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-1、通番 11 構成員の自覚
	関連細目 No	細目 4-1-1、細 32 目的を共有し、基本方針を確認しながら対処するという訓練を行う。
キーワード		
4	設備	**敷地・構築物・付属物**：CST2 **高圧注水設備関連**：RCIC3 **減圧装置関連**：SRV3、安全弁機能、逃し弁機能、ADS 機能 1、AM 対応機能
11	保守管理・運転管理	**設備管理図書**：系統図 4、簡略図面（動作イメージ）2
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）70 **NRA 関連**：設備基準規則 A2、設備基準規則の解釈 **事業者関連**：AM 整備報告書 2

資料 30.3(資 80)

〔現場対応が混乱した組織的要因〕

東電原子力安全改革プランにおいて、現場対応が混乱した要因と対策が示された。

- **福島原子力事故の対応において、現場対応が混乱した要因は、**
  - **指揮命令系統が不明確であったこと**
  - **情報共有が円滑に行えなかったこと 等**
- **これは緊急時組織の設計が、実際の過酷事故や複数号機の同時被災に対応できるものではなかったためと考える。**

<緊急時の対応組織について>(東電原子力安全改革プラン・9P より)

対策5:発電所および本店の緊急時組織の改編

福島原子力事故の対応において、現場対応が混乱した要因は、

・指揮命令系統が不明確であったこと

・情報共有が円滑に行えなかったこと 等

である。これは緊急時組織の設計が、実際の過酷事故や複数号機の同時被災に対応できるものではなかったためと考える。このため、米国の消防組織等で導入されているICS(Incident Command System)に倣い、以下の特徴を持つ緊急時対応組織に改める。

・一人の監督者の管理する人数を制限

・指揮命令系統の明確化

・役割分担の明確化

・災害規模に応じて縮小、拡張可能な柔軟な組織構造

・全組織で情報共有を効率的に行うための様式やツールの準備と活用

・技量や要件の明確化と教育訓練の徹底

また、本緊急時組織自身や安全性向上対策が、実際に有効に活用できるように訓練を積み重ねていく。

<事故時対応における組織的要因>(東電原子力安全改革プラン)

- 今回の福島原子力事故では、事故現場の所員は極限の努力をもって事態の収拾に当たったが、不十分な体制・資機材の下では対応に限界があり、1～3 号機の炉心溶融、それに続く大量の放射性物質の外部への放出を防ぐことはできなかった。(20P)
- 発電所緊急時対策本部においては、過酷事故および複数号機の同時被災を処理するには組織上の無理(監督限界数の超過等)があった。(24P)
- 根本原因:過酷事故や複数号機の同時被災が起こると考えていなかったため、現場の事故対応の訓練や資機材の備えが不十分であった。その結果、重要なプラント状態の情報の共有や迅速的確な減圧操作等ができなかった。(24P)

＜関連 Q&A（例）＞

Q7-12	福島第一事故で現場対応が混乱した要因は何か。
A	（東電原子力安全改革プラン（9P）） 福島原子力事故の対応において、現場対応が混乱した要因は、 ・指揮命令系統が不明確であったこと ・情報共有が円滑に行えなかったこと 等 である。これは緊急時組織の設計が、実際の過酷事故や複数号機の同時被災に対応できるものではなかったためと考える。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 30.3 現場対応が混乱した組織的要因
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-1、通番 11 構成員の自覚
	関連細目 No	細目 4-1-1、細 32 目的を共有し、基本方針を確認しながら対処するという訓練を行う。
キーワード		
1	事故対応	**主要事象**：複数号機同時発災 3、SA 発生 2 **発生した支障**：情報共有に支障 3 **マネジメント上の問題点**：指揮命令系統の混乱 3
7	緊急時体制	**組織設計の基本条件**：SA、複数号機同時発災 **ICS**：監督限界 1、柔軟な組織構造 1、指揮命令系統の明確化 1、役割分担の明確化 1、情報共有ツールの拡充 2、技量や要件の明確化 1、教育・訓練の徹底 2
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 41

資料 30.4(資 81)

〔非常用復水器(IC)の作動状況の誤認〕

(1) 東電原子力安全改革プランにおいて、非常用復水器の作動状況の誤認についての見解が示された。

- **発電所緊急時対策本部の幹部メンバーの多くは､「非常用復水器は動力電源が不要のため、電源が失われた状況でも作動し続けているのではないか」と推測していた。背景としては、以下のような理由があげられる。**
  - **発電所緊急時対策本部の幹部メンバーの多くが､IC の機能の細部を把握していなかった。**
  - **非常用復水器の機能の細部を理解する者は、発電所緊急時対策本部の幹部から離れたところで執務していた。**

(2) 政府事故調報告書(中間)において、11日17 時15 分頃、発電所対策本部技術班は、有効燃料頂部(TAF)に原子炉水位が到達する時間の予測を検討し、その結果、このまま原子炉水位が低下すればTAF 到達まで1 時間と予測した。1 時間後の同日18 時15 分頃には炉心が露出する可能性があることを認識していたことになる。本店本部も同様の情報を得ていた。しかし、1号機から6号機までの情報が錯そうしており、1号機のICが作動していないという認識には繋がらなかった。

<非常用復水器の作動状況の誤認について>(東電原子力安全改革プラン・21P、22P より)(下線は JANSI 追記)

問題点(事故-①):発電所緊急時対策本部は、ドライウェル圧力が異常に高いことを確認した3月11 日深夜までの間、非常用復水器は作動していると考えていた。

－津波到達前、発電所緊急時対策本部に非常用復水器が作動しているとの情報が入っていた。

－津波到達後、発電所緊急時対策本部に非常用復水器が停止したとの情報は入らなかった。

－津波到達後、発電所緊急時対策本部に非常用復水器が作動していることを推測させる以下のような情報が入っていた。

- 16 時44 分、発電所緊急時対策本部発電班の要員が原子炉建屋壁面にある非常用復水器の蒸気配管の状態を確認し、蒸気がモヤモヤと出ていると報告した(写真等もなく口頭での報告であり、運転状態にあるとの誤解を生みやすい状況にあった)。
- 18 時17 分、中央制御室からの弁を開いたという報告が発電班を経由する中で「注入開始」として発電所緊急時対策本部に伝わった。
- 18 時25 分、中央制御室からの弁を閉じたとの報告が発電所緊急時対策本部の幹部メンバーには伝わらなかった。
- 21 時半、水位計の指示が回復し、誤った指示値ではあったが、他に比較するものがなくこの値を信じてしまった。

－非常用復水器が作動していないことを示す情報も入っていたが、発電所緊急時対策本部で十分に共有されなかった。

・非常用復水器からほとんど蒸気が出ていないということを見た人はいるものの、その状況が発電所緊急時対策本部で明確に伝わるように、非常用復水器の動作状況を目的として写真を撮るなどの組織的な情報収集までは行われなかった。
・16 時42 分から17 時にかけて、一時的に回復した水位計の指示が低下していることが確認された。
・上記の水位の低下傾向を元に、技術班が18 時頃に水位が炉心頂部まで低下すると予測した。

－矛盾する情報が錯綜する中で、発電所緊急時対策本部の幹部メンバーの多くは、「非常用復水器は動力電源が不要のため、電源が失われた状況でも作動し続けているのではないか」と推測していた。背景としては、以下のような理由があげられる。
・発電所緊急時対策本部の幹部メンバーの多くが、IC の機能の細部を把握していなかった。
・非常用復水器の機能の細部を理解する者は、発電所緊急時対策本部の幹部から離れたところで執務していた。

<1 号機原子炉水位の状況>(政府事故調報告書(中間)(97P)

③ その後、1 号機の原子炉水位は、原子炉水位計(広帯域)によれば低下傾向にあり、広帯域-150cm を示したのを最後に、3 月11 日16 時56 分頃ダウンスケールして、再度、1 号機の原子炉水位が確認できなくなり、同日17 時7 分頃、当直は、発電所対策本部に、その旨報告した。そして、吉田所長は、原災法第15 条第1 項の規定に基づく特定事象(非常用炉心冷却装置注水不能)が発生したと判断し、同日17 時12 分頃、これを官庁等に報告した。

④ さらに、同日17 時15 分頃、発電所対策本部技術班は、1 号機について、炉心の露出が開始する有効燃料頂部(TAF)に原子炉水位が到達する時間の予測を検討し、その結果、このまま原子炉水位が低下すればTAF 到達まで1 時間と予測した。この時点で、発電所対策本部は、1 号機につき、原子炉水位が約14 分間で約60cm 低下しており、1 時間後の同日18 時15 分頃には炉心が露出する可能性があることを認識していたことになる。また、本店対策本部も、テレビ会議システムを通じて同様の情報を得ており、同様の認識であったと考えられる。そうであれば、発電所対策本部及び本店対策本部が、それまでのIC の作動状態についていかなる認識を有していたとしても、少なくともこの時点で、IC の「冷やす」機能が十分ではなく、代替注水の実施作業に着手する必要があることを容易に認識し得たはずであった。

しかし、発電所対策本部及び本店対策本部は、想像を超える事態に直面し、1号機から6 号機までのプラント状態に関する情報が入り乱れる中で、1 号機の原子炉水位の低下という情報からIC の作動状態を推測するという発想を持ち合わせていなかった。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-9	IC が作動していると推測させる情報にはどのようなものがあったか。
	（東電原子力安全改革プラン（21P）） • 16 時44 分、発電所緊急時対策本部発電班の要員が原子炉建屋壁面にある非常用復水器の蒸気配管の状態を確認し、蒸気がモヤモヤと出ていると報告した（写真等もなく口頭での報告であり、運転状態にあるとの誤解を生みやすい状況にあった）。 • 18 時17 分、中央制御室からの弁を開いたという報告が発電班を経由する中で「注入開始」として発電所緊急時対策本部に伝わった。 • 18 時25 分、中央制御室からの弁を閉じたとの報告が発電所緊急時対策本部の幹部メンバーには伝わらなかった。 • 21 時半、水位計の指示が回復し、誤った指示値ではあったが、他に比較するものがなくこの値を信じてしまった。
Q1-10	IC が作動していないことを示す情報にはどのようなものがあったのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（21P）） ・非常用復水器からほとんど蒸気が出ていないということを見た人はいるものの、その状況が発電所緊急時対策本部で明確に伝わるように、非常用復水器の動作状況を目的として写真を撮るなどの組織的な情報収集までは行われなかった。 ・16 時42 分から17 時にかけて、一時的に回復した水位計の指示が低下していることが確認された。 ・上記の水位の低下傾向を元に、技術班が18 時頃に水位が炉心頂部まで低下すると予測した。 （政府事故調報告（中間）（97P） • さらに、11日17 時15 分頃、発電所対策本部技術班は、1 号機について、炉心の露出が開始する有効燃料頂部（TAF）に原子炉水位が到達する時間の予測を検討し、その結果、このまま原子炉水位が低下すればTAF 到達まで1 時間と予測した。 • この時点で、発電所対策本部は、1 号機につき、原子炉水位が約14 分間で約60cm 低下しており、1 時間後の同日18 時15 分頃には炉心が露出する可能性があることを認識していたことになる。 • また、本店対策本部も、テレビ会議システムを通じて同様の情報を得ており、同様の認識であったと考えられる。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 30.4 非常用復水器（IC）の作動状況の誤認
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-1、通番 11 構成員の自覚
	関連細目 No	細目 4-1-1、細 32 目的を共有し、基本方針を確認しながら対処するという訓練を行う。
キーワード		
1	事故対応	**主要事象**： IC の不作動 1 **発生した支障**：情報共有に支障 4
4	設備	**高圧注水設備関連**：IC5
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）71 **事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 42

資料 30.5(資 82)

〔福島第二の成功要因:復旧戦略の優先順位付けとリーダーシップ〕

東電原子力安全改革プランにおいて、福島第二の成功要因の一部として復旧戦略の優先順位付けとリーダーシップが示された。

- **発電所長のリーダーシップの下で、**
  - **津波警報が継続する中で安全に配慮しつつウォークダウンを実施し、被害状況を特定。多くの機器が損傷している中、どれを優先に復旧すれば短時間で効率的に除熱機能を回復できるか検討し、最優先で取り組む復旧計画を決定。**
  - **明確な目標提示、具体的な指示、設備及び組織の状況把握と対応等、発電所幹部及び各機能班リーダーがリーダーシップを発揮。**
  - **中央制御室に運転経験者を連絡要員として派遣し、当直長以下が運転・監視に専念できるよう、緊急時対策本部とのコミュニケーションを維持。　等**

<福島第二の事故対応の成功要因>(東電原子力安全改革プラン・28P、29Pより)

(4)事故対応における成功要因

福島第一原子力発電所と異なり一部の電源、冷却機能が残ったことを活かし、福島第二では発電所長のリーダーシップの下、所員一丸となって復旧活動を展開した。主な成功要因を以下のとおり整理した。

① 兆候ベース事故時運転操作手順書、アクシデントマネジメント策の活用・応用による事故進展の緩和

（中略）

② 被災現場の状況把握に基づく復旧戦略の優先順位付け

- 津波警報が継続する中、更なる津波に備え、所員の緊急避難態勢を含む安全対策を講じた上でウォークダウンを実施し、被害状況を特定
- 多くの機器が損傷している中、どれを優先に復旧すれば短時間で効率的に除熱機能を回復できるか検討し、最優先で取り組む復旧計画を決定

③ 堅固な組織運営(リーダーシップ、コミュニケーション、プロフェッショナリズム)

- 明確な目標提示、具体的な指示、設備及び組織の状況把握と対応等、発電所幹部及び各機能班リーダーがリーダーシップを発揮
- 中央制御室に運転経験者を連絡要員として派遣し、当直長以下が運転・監視に専念できるよう、緊急時対策本部とのコミュニケーションを維持
- 家族が被災する状況かつ福島第一原子力発電所の状況が悪化する中でも、大多数の所員が発電所に残留して復旧活動に従事するとともに、発災時に出張や休暇で所外に居た所員も地震と津波で寸断された道路を通って発電所に参集

④ 復旧資材の緊急調達・輸送の成功による機動的復旧

- 交換用のモーター、電力ケーブル、電源車、移動用変圧器を緊急調達(本店と発電所の連携が奏功)

- モーターはメーカー工場から自衛隊ヘリコプターによる空輸と、柏崎刈羽からトラック輸送を実施
- 電力ケーブル敷設の機材が不足する状況で、総延長約9km の仮設電力ケーブルを約200 人の人力で1 日のうちに敷設
- 配電部門からの強力な応援

⑤ 災害対応継続のための後方支援活動

- 当初数日分の活動を支える設備、備蓄しか無かったが、厚生班を中心に、地下水の配水、シャワー、食料供給、寝具確保等の後方支援活動を発災直後から展開して、長期の災害対応を継続実施
- 復旧資機材の輸送が混乱し(国道寸断、迂回誘導不備、携帯電話不通)、更に輸送者に対応していただけなかったことにより、避難区域内の直営輸送を実施

<福島第二で行われた情報共有>(福島第二提言)

- 対策本部との連絡要員として、1,2 号中央制御室と3,4 号中央制御室それぞれに運転員経験者を派遣し、対策本部に各種情報を提供する他、対策本部からの指示等の伝達を行わせた。運転員の派遣は、特にマニュアルに定められた手順ではないが、発電班内の役割分担の中で、トラブル時等の場合に従来から行われていた。(31P)
- パトローラによる目視及びメガ測定により、機器が使用可能な状態かどうかを確認し、対策本部のホワイトボードにマトリクス表形式で整理して情報の共有を計り、復旧計画を立案した。(33P)
- 各班からの情報をホワイトボード等に記載するなど目で見ることができる形で整理し、共有していた。(60P)
- 各班と本部間で「ほう・れん・そう」により、作業進捗状況の確認と指示を円滑に行った。(60P)

<福島第二における津波到達後の状況把握のためのパトロール>(福島第二提言・33P)

津波の襲来が落ち着いたところで、機能喪失した機器の状況がどうなのか、多少の手入れで使用可能であるかどうかの確認のためにパトローラを派遣した。パトロールチームは、復旧班の各グループで編成された。パトローラは、海水が侵入した建屋に入ることから長靴を着用していたが、それ以外にはヘルメットや懐中電灯など通常の装備であった。PHS の電波が届きにくく、また、近辺のページングが津波により使えなくなっていたため、パトロール中の津波の襲来に備え、PHS を常に通話中とした連絡員を配置し、津波警報が発令されれば、この連絡員からパトローラに避難指示を伝達する体制を取った。

パトローラによる目視及びメガ測定により、機器が使用可能な状態かどうかを確認し、対策本部のホワイトボードにマトリクス表形式で整理して情報の共有を計り、復旧計画を立案した。

＜関連 Q&A（例）＞

Q7-15	福島第二の事故対応が成功した要因として何が考えられるか。
A	（東電原子力安全改革プラン（28P）） 福島第一原子力発電所と異なり一部の電源、冷却機能が残ったことを活かし、福島第二では発電所長のリーダーシップの下、所員一丸となって復旧活動を展開した。主な成功要因を以下のとおり整理した。 ① 徴候ベース事故時運転操作手順書、アクシデントマネジメント策の活用・応用による事故進展の緩和 ② 被災現場の状況把握に基づく復旧戦略の優先順位付け ③ 堅固な組織運営（リーダーシップ、コミュニケーション、プロフェッショナリズム） ④ 復旧資材の緊急調達・輸送の成功による機動的復旧 ⑤ 災害対応継続のための後方支援活動
Q7-37	福島第二では、中央制御室と発電所本部の情報共有はどのように行ったか。
A	（東電原子力安全改革プラン（29P）） 中央制御室に運転経験者を連絡要員として派遣し、当直長以下が運転・監視に専念できるよう、緊急時対策本部とのコミュニケーションを維持した。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 30.5 福島第二の成功要因：復旧戦略の優先順位付けとリーダーシップ
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-1、通番 11 構成員の自覚
	関連細目 No	細目 4-1-1、細 32 目的を共有し、基本方針を確認しながら対処するという訓練を行う。
キーワード		
1	事故対応	**福島第二の事故対応**：福島第二の成功要因、優先順位を付けた復旧計画
2	安全文化と QMS	**リーダーシップ**：明確な目標設定 1、具体的な指示 1 **円滑なコミュニケーション**：円滑なコミュニケーション **個人・組織の姿勢**：プロフェッショナリズム 2
7	緊急時体制	**情報入手と情報共有**：連絡要員の派遣
13	関係組織	**事業者関連**：福島第二 3
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 43

資料 30.6(資 83)

〔福島第一と福島第二の所員の能力差についての見解〕

東電原子力改革プランにおいて、福島第一と福島第二の所員の能力の差に対する見解が示されている。

- **福島第一と福島第二の事故対応においては、初期状態の差が大きく、福島第二の事故が収束できたのは、福島第一の所員には無い何か特別の要素が福島第二の所員にあったわけではなかった。**
- **仮に福島第一と福島第二の所員が入れ替わったとしても、福島第二の所員なら福島第一の事故をより一層緩和できたというものではなかったし、福島第二の初期状態であれば福島第一の所員は今回と同様に事故を収束できたものと考えられる。**

<福島第一と福島第二の所員の能力について>(東電原子力安全改革プラン・29Pより)

福島第二の事故対応においては、「(3)福島第一原子力発電所の被災状況との差」で述べたような初期状態の差が大きく、福島第二の事故が収束できたのは、福島第一の所員には無い何か特別の要素が福島第二の所員にあったわけではなかった。すなわち、仮に福島第一と福島第二の所員が入れ替わったとしても、福島第二の所員なら福島第一の事故をより一層緩和できたというものではなかったし、福島第二の初期状態であれば福島第一の所員は今回と同様に事故を収束できたものと考えられる。

＜関連 Q&A（例）＞

Q9-21	福島第二の事故対応が成功したのは、職員の能力の差によるものか。
A	（東電原子力安全改革プラン（29P）） 福島第一と福島第二の事故対応においては、初期状態の差が大きく、福島第二の事故が収束できたのは、福島第一の所員には無い何か特別の要素が福島第二の所員にあったわけではなかった。 すなわち、仮に福島第一と福島第二の所員が入れ替わったとしても、福島第二の所員なら福島第一の事故をより一層緩和できたというものではなかったし、福島第二の初期状態であれば福島第一の所員は今回と同様に事故を収束できたものと考えられる。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 30.6 福島第一と福島第二の所員の能力差についての見解
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-1、通番 11 構成員の自覚
	関連細目 No	細目 4-1-1、細 32 目的を共有し、基本方針を確認しながら対処するという訓練を行う。
キーワード		
1	事故対応	**福島第二の事故対応**：福島第一との違い
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 44

資料 31.1(資 84)

〔福島第二の RCIC の水源の切替え〕

(1)政府事故調報告書(最終)において、福島第二の当直が実施した RCIC の水源の切替え作業が評価されている。

(2)学会事故調報告書に 2 号機が FP の大量放出に至る状況が示された。

- **2 号機では、格納容器ベントの準備が完了したが、3 号機の水素爆発(14 日 11 時 1 分)の影響で空気作動弁の電磁弁励磁用回路が外れて空気作動弁が閉止した。**
- **代替注水の構成が完了(13 日 12 時頃)し、バッテリの中央制御室の SRV 制御盤への繋ぎ込みも完了(13 日 13 時頃)したが、3 号機の水素爆発の影響で準備していた消防車・ホースが破損した。**
- **14 日昼頃から原子炉水位が下がり始め,RCIC の機能が低下していると判断され,代替注水の再構成とベントの復旧の取り組みがなされた。S/C ベント弁大弁の復旧には時間がかかるため、SRV による減圧と消防車の注水が優先された。18 時過ぎになって減圧に成功した。**
- **その後、減圧と代替注水が繰り返され、2 号機は不安定な状態となっていた。**
- **S/C ベント弁小弁が 14 日 21 時頃に微開とされた。21 時 20 分に原子炉減圧のため追加で SRV が開状態とされた後に,正門付近の線量率が一時的に上昇したことから,何らかの FP 放出があったことは間違いない。しかしながら,2 号機のベントラインのラプチャディスクが開放したかどうかは不明である。**
- **その後 D/W 圧力が急激に上昇し、15 日 7 時 20 分に 730kPa(abs)で、11 時 25 分に 155kPa(abs)に低下した。福島第一に設置されたライブカメラの 15 日 10 時の写真では,2 号機付近から白い煙が放出されている様子が見られる。また,この時間帯で正門付近の線量率が急上昇していることから,この時期に 2 号機格納容器から大量の放射性物質が放出されたと推定された。FP の主たる放出経路は D/W ヘッドフランジのシール部と推定されている。**

<RCIC の水源の切替え>(政府事故調報告(最終))

福島第二3号機と4号機は、SR弁の開操作により、「S/C水位高」が発信したため、EOPに規定に従って、RCICの水源をCSTからS/Cに切り替えた。その後、当直長は4号機についてSBOの懸念を強く持ち、仮にSBOになった場合の対応を事前に検討するように当直に指示した。(156P)

この指示を受けた当直は、AOPのうちSBOの項目を参照するなどして、SBOになった場合の運転操作手順等を確認した。このAOPの確認作業中、当直は、S/C水温が60℃を超える場合には「S/P水位高となっていても、RCICの水源はS/P側に切替えないこと」とする規定があることに気付いた。当直は、このときまで、この規定の存在を知らなかったが、SBOの状況下においても直流電源で動作するRCICの健全性を維持し、その運転を継続させるという趣旨に基づくものであると理解し、S/C水温が60℃を超えた場合にはRCICの水源

をCSTにしなければならないと考えた。当直は、この規定を適用するかどうかについて検討した結果、当時の状況はいまだSBOに至っていなかったものの、S/C水温が約70℃まで上昇していたため、この規定がRCICの健全性を保つことを目的とする以上はこれに従うべきと考え、同日23時19分頃、RCICの水源切替操作を実施し、RCICの水源をS/CからCSTに切り替えた。(156P)

なお、3号機については、RHRのB系をS/C冷却モードにより作動させており、RCICの運転を継続していた同日16時6分頃から同日23時11分頃までの間、S/C水温が60℃を超えなかったため、当直は、RCICの水源をS/CからCSTに切り替えなかった。(157P)

〈福島第一の 2 号機からの大量の FP 放出の経緯〉(学会事故調報告書・23P)

以下は 2 号機の大量の FP 放出に至る経緯である。

- 格納容器の計測圧力はベントラインのラプチャディスク開放設定値である最高使用圧力(0.531MPa[abs])より低かったが,ベントの準備が進められていた。ベントライン上の二つの弁が 13 日 11 時までに開状態とされ,それ以降,空気作動弁の開状態が維持されていたものの,14 日の 3 号機の爆発の影響で,空気作動弁の電磁弁励磁用回路が外れて空気作動弁が閉止した。
- RCIC の運転が停止してしまう事態に備えるため,13 日 12 時頃には代替注水の構成を完了するとともに,13 日 13 時頃にはバッテリを中央制御室の SRV 制御盤につなぎ込んでおり,減圧・注水ができる状態とされていた。しかしながら,同じく 3 号機の爆発の影響で,準備していた消防車・ホースが破損してしまった。なお,1 号機同様,代替注水ライン(消火系(FP)→復水補給水系(MUWC)→低圧注水系(LPCI))は AM で整備されていたものであり,消防車は中越沖地震後の対策で準備していたものであった。
- 14日昼頃から原子炉水位が下がり始め,RCICの機能が低下していると判断され,代替注水の再構成とベントの復旧の取り組みがなされた。当初,S/Cベント弁大弁の復旧活動がなされたが,時間がかかる見込みとなり,SRVによる減圧と消防車の注水が優先された。減圧のため複数のSRV制御盤にバッテリをつなぐ操作がなされたが,なかなかSRVが作動せず18時過ぎになって減圧に成功した。消防車については,現場放射線量が高いため交代で運転状態が確認されていたが,19時20分に当該消防車が燃料切れで停止していることが分かり,給油の後,20時前に2台の消防車で原子炉への注水が開始された。その後,原子炉圧力が上昇してくるとSRVを開とする操作を繰り返すこととなり,2号機は不安定な状態となっていた。
- S/C ベント弁大弁は電磁弁の不具合(地絡)により開不能と推定されたことから,同小弁が 14 日 21 時頃に微開とされた。この段階では,計測された D/W 圧力が最高使用圧力より低く,ベントされない状態であったが,21 時 20 分に原子炉減圧のため追加で SRV が開状態とされた後に,正門付近の線量率が一時的に上昇したことから,何らかの FP 放出があったことは間違いない。しかしながら,2 号機のベントラインのラプチャディスクが開放したかどうかは不明である。この後,D/W の圧力が急激に上昇し,翌 15 日 7 時 20 分まで 700kPa[abs]以上の高い圧力が計測されており,炉心損傷に伴う水素発生の影響と推定されている。15 日 0 時過ぎに,D/W ベント小弁の開操作がなされているが,数分後

に閉状態であることが確認されており,D/W 圧力も変化がなく,また,このタイミングでは,モニタリングカーの線量率に変動が見られていないことから,D/W ベントによる蒸気の放出はなされていないものと考えられる。なお,D/W 圧力が急激に上昇した 14 日 22 時以降,格納容器雰囲気モニタ(CAMS)の γ 線線量率が得られるようになり,炉心損傷の進展と同調して γ 線線量率が上昇していく様子が捉えられている。

- 15 日 6 時過ぎに大きな衝撃音と振動があり,ほぼ同じときに S/C 圧力計測値が 0kPa[abs]になったと報告された(中央制御室での計測はダウンスケール)。この時点では,2 号機の S/C が損傷した可能性が考えられたことから,必要な要員を除き免震重要棟に詰めていた要員らは一時的に福島第二原子力発電所に待避した。
- 後日,中央制御室でのS/C圧力の計測値は計測器の故障を意味するダウンスケールであったにもかかわらず,発電所対策本部には真空を意味する0kPa[abs]と誤って伝わったことが判明している。また衝撃音に関しては,発電所内に複数設置されていた地震計の記録を用いて,P波,S波の到達時刻と対象号機との距離の比例関係の確認がなされたところ,4号機の爆発に伴う衝撃音であると結論付けられている。後日,東京電力により実施されたロボットを用いた2号機のトーラス室調査の映像からも,爆発をしたような形跡は確認されていない。
- D/W圧力は15日7時20分の段階で730kPa[abs]と計測され,次に指示が得られた11時25分には155kPa[abs]に低下していた。福島第一に設置されたライブカメラの15日10時の写真では,2号機付近から白い煙が放出されている様子が見られる。また,この時間帯で正門付近の線量率が急上昇していることから,この時期に2号機から大量の放射性物質が放出されたものと推定されている。後日の東京電力による調査で,オペレーティングフロアのシールドプラグ近傍で高い線量率が観測されていることや,過去の試験結果などから考えられている漏えいポテンシャルの高い箇所を踏まえ,FPの主たる放出経路はD/Wヘッドフランジのシール部と推定されている。
- なお,2 号機は炉心損傷したが,1 号機,3 号機と異なり原子炉建屋で水素爆発が発生していない。これは,1 号機の爆発の影響で開放したブローアウトパネル(4m×6m)から水素を含むガスが放出され,原子炉建屋内で高い濃度の水素が長時間蓄積することがなかったためと推定されている。

＜関連 Q&A（例）＞

Q4-21a	RHR が使えない状況で RCIC の水源を S/C にするとどうなるのか。
A	（政府事故調報告書（最終）35P） 残留熱除去系（RHR）が使えない状態でS/C を水源とすると、RCIC の駆動蒸気が十分冷却されず、S/C の水温、圧力が上昇し、S/Cの圧力抑制機能が低下して蒸気が十分凝縮されず、RCICタービンへの蒸気流量が低下し、原子炉圧力容器への給水量が少なくなる。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 31.1 福島第二の RCIC の水源の切替え
	関連知見 No	知見 3 可能な限りの想定と十分な準備をする。
	関連教訓 No	教訓 3-5、通番 10 危機管理を念頭に置いた操作
	関連細目 No	細目 3-5-2、細 31 平時から手順・操作の意味を理解し、緊急時では適切に応用動作を行う。
キーワード		
4	設備	**高圧注水設備関連**：RCIC4 **計測設備関連**：S／C 圧力計 2
5	SA 対策設備	**格納容器減圧・冷却**：D／W ベント 2
9	教育・訓練	**基本的知識の習得**：基本的知識
14	文献・出典	**事業者関連**：政府事故調報告書（最終）32

資料 32.1(資 85)

〔発電所本部が本店本部からの問い合わせで忙殺されたという問題認識〕

(1) 東電原子力安全改革プランにおいて、発電所本部が本店本部からの問い合わせで忙殺されたという問題認識が示された。

- **発電所長を筆頭に、本来であればプラント復旧に注力すべき要員が、通報対応や本店を含む外部からの問い合わせの処理に忙殺され、集中できない状況にあった。**

(2) 東電報告書には、外部からの問合せ数が示されている。

<発電所本部の繁忙感>(東電原子力安全改革プラン・22P より)

問題点(事故-③):発電所緊急時対策本部の幹部メンバーは、各号機の必要な復旧活動の計画とその対応状況の把握に追われ、落ち着いて考える余裕がなかった。

－1～6 号機が同時並行で事故が進展していた。

－発電所長を筆頭に、本来であればプラント復旧に注力すべき要員が、通報対応や本店を含む外部からの問い合わせの処理に忙殺され、集中できない状況にあった。

<外部からの問合せの数>

(東電報告書(60P))

- 質問は記録として残っているものだけで、15日までに約224件にのぼった。なお、原子力安全・保安院以外も含めると300件以上の質問に回答している。
- さらに、ERCへ派遣された連絡者とメールでの連絡も行った。15日までに約60通で、内容は原災法第10条、15条通報分が多いが、あわせて質問事項への回答も行った。

(東電報告書(61P))

- 15日までの間で、原子力安全・保安院の次に問い合わせが多かったのは、官邸からである。現在、記録が残っている件数は15日までに32件あるが、発災初期の問い合わせはほとんどなく、14日頃から増えている。原子力安全・保安院を通じないで直接聞くという確認経路が定着してきたものと思われる。
- さらに、官邸からの要請により、13日6時20分に官邸から発電所へ直接かかる電話回線を構築した。それまで、発電所へは一般回線はかかりにくい状況であったが、これにより、直接官邸から電話が発電所へ行くようになった。発電所長によると、総理を始め官邸にいるメンバーからたびたび問い合わせがあったとのことである。

<福島第二の事故対応>(INPO 報告書 15P)

福島第二

先に述べたとおり、福島第二における津波の被害は深刻度がより低かった。AC 及び DC 電源は利用可能であり、プラントパラメーターは制御室及び ERC で監視可能であった。しかし、海水ポンプへのダメージにより 4 基のうち 3 基では原子炉格納容器からの除熱ができない状態であり、除熱能力の復旧のための適時の対応が必要とされた。

教訓:事象への対応の初期の段階において、炉心冷却と復旧活動のための明確な戦略が策定され、制御室及び ERC 職員に伝達されるべきである。加えて、指揮者は、この戦略が効果的に実践されるよう、明確な優先順位付けを行い、指示・監督を行うべきである。

津波後、発電所及び本店職員の幾つかの行動は炉心冷却を維持し除熱能力を確立するために効果的であった。これらの行動は以下の通り要約される。

- 発電所幹部は、原子炉を減圧し AC 駆動の補給水ポンプにより炉心を冷却する戦略を決定した。この戦略は、制御室及び ERC 職員に明確に伝達された。
- 発電所幹部の何人かは電源系に深い知識を有していた。これらの幹部は、他の職員と協働しながら、海水ポンプモーターの交換や津波被害を受けていない建物の配電盤からポンプへの仮設ケーブルを敷設するための計画の策定にあたった。
- 本店 ERC は、必要な仮設発電機、海水ポンプの交換用モーター、及び電気ケーブルの手配を行い、これらを津波後速やかに発電所に輸送した。
- 労働力を適切に分配するよう管理層による継続的な監視、指示が行われ、現場活動も監督された。
- 発電所職員及び協力会社職員は、困難な状況の下、格納容器ベントが必要な圧力に到達する前に、モーターやケーブルを設置し除熱能力を回復させた。

＜関連 Q&A（例）＞

Q12-4	事故対応中の発電所に対する問い合わせはどのくらいあったのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（22P）） 発電所長を筆頭に、本来であればプラント復旧に注力すべき要員が、通報対応や本店を含む外部からの問い合わせの処理に忙殺され、集中できない状況にあった。 （東電報告書（60P）） • 質問は記録として残っているものだけで、１５日までに約２２４件にのぼった。なお、原子力安全・保安院以外も含めると３００件以上の質問に回答している。 • さらに、ＥＲＣへ派遣された連絡者とメールでの連絡も行った。１５日までに約６０通で、内容は原災法第１０条、１５条通報分が多いが、あわせて質問事項への回答も行った。 （東電報告書（61P）） • １５日までの間で、原子力安全・保安院の次に問い合わせが多かったのは、官邸からである。現在、記録が残っている件数は１５日までに３２件あるが、発災初期の問い合わせはほとんどなく、１４日頃から増えている。原子力安全・保安院を通じないで直接聞くという確認経路が定着してきたものと思われる。 • さらに、官邸からの要請により、１３日６時２０分に官邸から発電所へ直接かかる電話回線を構築した。それまで、発電所へは一般回線はかかりにくい状況であったが、これにより、直接官邸から電話が発電所へ行くようになった。発電所長によると、総理を始め官邸にいるメンバーからたびたび問い合わせがあったとのことである。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 32.1 発電所本部が本店本部からの問い合わせで忙殺されたという問題認識
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-2、通番 12 現場本部と支援組織の役割分担
	関連細目 No	細目 4-1-1、細 32 目的を共有し、基本方針を確認しながら対処するという訓練を行う。
キーワード		
1	事故対応	**主要事象**：複数号機同時発災 4 **マネジメント上の問題点**：外部（本店本部等）からの問合せで忙殺 2
7	緊急時体制	**緊急時体制**：事故対応に専念 2
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 45

資料 34.1(資 86)

〔地震時に使命感を持って行動した警察官や消防団員〕

(1) 国会事故調報告において、大地震、大津波の際に使命感を持って行動した警察官や消防団員の話が示されている。

- **ある警察官は、適切な避難先を選択した上で、津波が背後に迫る中、一人の脱落者も出すことなく避難誘導を行った。**
- **多くの消防団員は、放射性物質の拡散の危険を感じながら、住民を全て避難させるまで被災現場にとどまり、避難誘導に尽力した。**
- **これらの人々は、住民一人一人を守るという自らの使命を、事件、事故に備えた日頃の訓練や教育を通じてたたき込まれていた。**
- **保安院等の関係官庁による事故対応もまた、上記の警察官らの活動と同じく、国民の生命や身体の防護を目的に行われるものである。しかし、上述した官僚たちの消極的、受動的な対応からは、国民の生命や身体を守るという気概や使命感は感じられない。**

(2) 政府事故調報告書(中間)において、保安検査官の動きについて問題点が指摘されている。

- **福島第一原発における保安検査官の対応や行動からも、非常事態において自ら積極的かつ能動的に情報収集や状況確認を行う姿勢に欠けるとともに、国としての事故対処の最前線を担うべき立場についての自覚に欠けるところがあったのではないかと思われる。**
- **また、保安検査官の問題だけでなく、これを活用する保安院自体においても、保安検査官を活用して積極的かつ能動的に事故対処に当たるという問題意識に欠けるところがあったと思われる。**

〈危機において持つべき使命感の不足〉(国会事故調報告書・333Pより)

3月11日、駅に停車中の電車の中で大地震に遭遇したある若い警察官は、大津波警報が発令されたことを乗客から聞くと、直ちに乗客全員の避難誘導が必要であると判断し、適切な避難先を選択した上で、津波が背後に迫る中、一人の脱落者も出すことなく避難誘導を行った。

また、避難指示が発出された後、放射性物質の拡散の危険を感じながら、住民を全て避難させるまで被災現場にとどまり、避難誘導に尽力した消防団員も数多い。

マニュアルなき危機に直面した彼らがこのような的確かつ勇敢な行動を取ることができたのは、住民一人一人を守るという自らの使命を、事件、事故に備えた日頃の訓練や教育を通じてたたき込まれていたからである。

保安院等の関係官庁による事故対応もまた、上記の警察官らの活動と同じく、国民の生命や身体の防護を目的に行われるものである。しかし、上述した官僚たちの消極的、受動的な対応からは、国民の生命や身体を守るという気概や使命感は感じられない。官僚たちは、平常時の訓練や教育によって、緊急時における使命感と行動力を組織的に培う必要がある。

<保安検査官の動き>(（国会事故調報告書(289P)）

本事故においては、福島第一原発における全交流電源喪失の影響により、ERSSのデータ伝送サーバが停止した。このため、ERSSによる外部への放射性物質の放出量・時間の予測計算や、SPEEDIによるERSSの計算結果を用いた放射性物質の拡散予測計算を行えなくなった。

また、本来予定されていた、福島第一原発の現場の情報も十分に得られなかった。この役割を担うべき、福島第一原子力保安検査官事務所の原子力保安検査官(以下「保安検査官」という)は、地震発生時、保安検査実施のため福島第一原発を訪れていたため、オフサイトセンター立ち上げに必要な人員を除いていったんは現場にとどまった。しかし、東電職員が事故対応に忙殺される中で、十分な現場の情報は収集できなかった。また、外部との通信手段も限定的であったため、12日4時ごろには保安検査官全員がオフサイトセンターに引き揚げた。これにより、原災本部事務局は、東電の対応状況を含む現場の情報を直接収集する手段を失った。

13日には、経産大臣の指示を受け、保安検査官が再び福島第一原発に赴き、注水作業の態勢等を確認し、その結果を現地対策本部に報告した。ただし、情報収集は免震重要棟内でしか行われなかった。その後、保安検査官は、3号機建屋の爆発や2号機の圧力容器等の圧力の上昇など、事態が悪化して身の危険を感じたことから、保安検査官事務所所長の承諾を得た上で、14日夕方には全員がオフサイトセンターに退避した。これにより、現場の情報を直接収集する手段は再び失われた。

<オフサイトセンターの移転>(国会事故調報告書(293P))

その後、避難区域が福島第一原発から半径10km圏以遠にまで拡大したことにより、福島第一原発から5kmに位置するオフサイトセンターは、避難区域の中で孤立状態となり、必要な燃料、食料その他の物資の調達が困難となった。

また、オフサイトセンターには、放射性物質の侵入を遮断するエアフィルターが設置されていなかったことから、周辺の放射線量の上昇に合わせて建物内部の放射線量も上昇し、要員の健康への影響が懸念される状態となった。そのため、現地対策本部は、原災本部事務局と協議の上、オフサイトセンターの機能を避難区域外へと移転することを決断した。しかし、代替施設として計画されていた福島県南相馬合同庁舎(南相馬市)には、既に福島県相双地方振興局が、主に地震・津波災害対応のための対策本部を設置しており、余剰スペースがなかった。結局、オフサイトセンターは、15日をもって福島県庁内へと移転することとなった。

<保安検査官の事故対応から認められる問題点>(政府事故調報告書(中間)(458P))

しかし、今回の事故において、保安検査官は、当初は福島第一原発内にいて情報収集等に当たったものの、3 月12 日午前5 時頃にはオフサイトセンターに退避した。これは、保安院の原子力防災課長の了承を受けたものではあるが、この時期は1 号機格納容器の圧力が異常に高い状態が続く一方炉圧が低下し、圧力容器の損傷が疑われ、一刻も早い代替注水が必要で、そのためには格納容器ベントを早期に行わなければならないという緊迫した状況だったのであるから、現場の状況確認の必要は極めて高い状況が続いていたと考えられる。現に、その当否は別としても、その約3 時間後には菅総理が自ら福島第一原発を訪問するという状

況であった。このように、現場の状況確認が特に重要な時期に保安検査官が現場を離れて退避するという判断が適切であったかは甚だ疑問が残る。退避の理由は、現場の放射線量が上昇したため屋外に駐車した防災車を用いた連絡が困難となったためであるからとのことであるが、東京電力の内線等、他の手段を用いて状況を報告することは可能であったわけであり、現場の状況確認の必要を超えて退避を適当とする理由となるかは疑問である。

次に、保安検査官は、海水注入を現場で監視するようにとの海江田万里経済産業大臣の指示を受け、3 月13 日7 時頃から4 名が福島第一原発内で情報収集に当たることとなり、翌14日17 時頃までは現地でその任に当たっていた。しかし、その間の情報収集の方法は、免震重要棟内の緊急時対策室に隣接する一室に待機し、東京電力職員からプラント状況等に関する資料を受け取り、これをPHS を使ってオフサイトセンターの現地対策本部プラント班に報告するというものであり、直接には注水状況の監視などの実況見分は行っていなかった。また、緊急時対策室において発電所対策班の対応を直接確認したり、自らも事故対処の検討に加わって指導監督に当たることもなかった。このような状況確認は、オフサイトセンターでもできることのように思われ、現地にいなければ確認できないような方法での状況確認はなされていなかったように思われる。

このような福島第一原発における保安検査官の対応や行動からも、非常事態において自ら積極的かつ能動的に情報収集や状況確認を行う姿勢に欠けるとともに、国としての事故対処の最前線を担うべき立場についての自覚に欠けるところがあったのではないかと思われる。また、保安検査官の問題だけでなく、これを活用する保安院自体においても、保安検査官を活用して積極的かつ能動的に事故対処に当たるという問題意識に欠けるところがあったと思われる。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-68	事故当時、保安検査官はどのような動きをしたのか。
A	（国会事故調報告書（289P）） 地震発生時、福島第一の保安検査を実施していたので、オフサイトセンター立ち上げに必要な人員を除いていったんは現場にとどまった。 12 日 4 時ごろには保安検査官全員がオフサイトセンターに引き揚げた。 13 日には、経産大臣の指示で、福島第一で、注水作業の態勢等の確認を行った。その後、3 号機建屋の爆発や 2 号機の圧力容器等の圧力の上昇など事態が悪化した。保安検査官は身の危険を感じたことから、14 日夕方には全員（4 人）がオフサイトセンターに退避した。 （国会事故調報告書（293P）） オフサイトセンターは避難区域の中で孤立状態となり、15 日をもって、福島県庁内に移転した。 （政府事故調報告書（中間）（458P））

	• 今回の事故において、保安検査官は、当初は福島第一原発内にいて情報収集等に当たったものの、3 月12 日午前5 時頃にはオフサイトセンターに退避した。 • これは、保安院の原子力防災課長の了承を受けたものではあるが、この時期は1号機格納容器の圧力が異常に高い状態が続く一方炉圧が低下し、圧力容器の損傷が疑われ、一刻も早い代替注水が必要で、そのためには格納容器ベントを早期に行わなければならないという緊迫した状況だったのであるから、現場の状況確認の必要は極めて高い状況が続いていたと考えられる。 • 現に、その当否は別としても、その約3 時間後には菅総理が自ら福島第一原発を訪問するという状況であった。このように、現場の状況確認が特に重要な時期に保安検査官が現場を離れて退避するという判断が適切であったかは甚だ疑問が残る。 • 退避の理由は、現場の放射線量が上昇したため屋外に駐車した防災車を用いた連絡が困難となったためであるからとのことであるが、東京電力の内線等、他の手段を用いて状況を報告することは可能であったわけであり、現場の状況確認の必要を超えて退避を適当とする理由となるかは疑問である。 • 次に、保安検査官は、海水注入を現場で監視するようにとの海江田万里経済産業大臣の指示を受け、3 月13 日7 時頃から4 名が福島第一原発内で情報収集に当たることとなり、翌14 日17 時頃までは現地でその任に当たっていた。しかし、その間の情報収集の方法は、免震重要棟内の緊急時対策室に隣接する一室に待機し、東京電力職員からプラント状況等に関する資料を受け取り、これをPHS を使ってオフサイトセンターの現地対策本部プラント班に報告するというものであり、直接には注水状況の監視などの実況見分は行っていなかった。 • また、緊急時対策室において発電所対策班の対応を直接確認したり、自らも事故対処の検討に加わって指導監督に当たることもなかった。このような状況確認は、オフサイトセンターでもできることのように思われ、現地にいなければ確認できないような方法での状況確認はなされていなかったように思われる。 • このような福島第一原発における保安検査官の対応や行動からも、非常事態において自ら積極的かつ能動的に情報収集や状況確認を行う姿勢に欠けるとともに、国としての事故対処の最前線を担うべき立場についての自覚に欠けるところがあったのではないかと思われる。 • また、保安検査官の問題だけでなく、これを活用する保安院自体においても、保安検査官を活用して積極的かつ能動的に事故対処に当たるという問題意識に欠けるところがあったと思われる。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 34.1 地震時に使命感を持って行動した警察官や消防団員
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-1、通番 11 構成員の自覚
	関連細目 No	細目 4-1-3、細 34 自らの責務を理解し、責任の重さを自覚し、任務にあたる。
キーワード		
2	安全文化と QMS	**個人・組織の姿勢**：プロフェッショナリズム 3
13	関係組織	**国関連**：保安院 5、保安検査官 1
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 40

資料 34.2(資 87)

〔警報付き個人線量計(APD)の未装着問題〕

(1) 政府事故調報告書(最終)において、APD(警報付き個人線量計)の未装着問題について指摘されている。

- **代表者のみが APD を装着する運用は、法令上やむを得ない事情がある場合にのみ認められる例外的運用である。これを原則的に許される運用と都合よく解釈し、APD があるにもかかわらず警報設定器がないとしてその解消を図ろうとしていないこと等をみると、現場作業員の被ばく防止に関する意識は低かったと言わざるを得ない。**
- **これは、「被ばく線量はできる限り小さくすべきである」という広く受け入れられている国際放射線防護委員会(ICRP)の考え方が十分に理解されていないことをうかがわせるものであり、被ばく回避の放射線教育の在り方に問題があったと言わざるを得ない。**

(2) 政府事故調報告書(最終)によれば、

- **APD はもともと約 5,000 個あったが、津波による被水で使えるのは約 320 個になった。**
- **3 月 12 日に柏崎刈羽原子力発電所から約 530 個(その他 10 個用充電器 3 台、100 個用充電器 5 台、警報設定器)が分割で福島第一に届いたが、充電器の適合性の関係で 30 個(合わせて 10 個用充電器 3 台、警報設定器)が使われたのみで、残り 500 個は充電器が届いていないことから免震重要棟に保管されたまま忘れ去られた。(充電器は経由地である福島第二の積み替えの際に取り残されてしまった。)**
- **APD は約 350 個となったが、3 月 15 日頃から APD が不足した。4 月納入予定の APD400 個のうち納期を早めて 100 個が 3 月 17 日に福島第一に届けられた。これで APD は約 450 個となった。**
- **さらに四国電力から APD450 個(100 個用充電器 4 台、50 個用充電器 1 台、警報設定器)が送られ 21 日頃までに J ヴィレッジに届いた。しかし、同時に送付された警報設定器を発見できなかったので、APD と充電器のみを福島第一に届けた。受け取った福島第一保安班長は、警報設定器がないことからそれらを J ヴィレッジに送り返してしまった。結局四国電力からの APD は J ヴィレッジに保管され、使用されることはなかった。**
- **3 月 31 日に保安院より運用改善から注意され、同日に免震重要棟に保管されていた 500 個の APD や 4 月 1 日に福島第二に残されていた充電器が発見された。**
- **さらに柏崎刈羽から追加で APD190 個が送付されたことから、4 月 1 日から APD を個人装着する通常の運用が再開された。**

<APD(警報付き個人線量計)の未装着問題について>(政府事故調報告(最終)(382P))(下線は JANSI 追記)

以上のように、①柏崎刈羽原発から大量のAPD が届いているのに充電器がないとしてそのまま放置し、充電器の取寄せも班長への報告もしていないこと、②四国電力から提供されたAPD については、警報設定器がなくとも線量の測定自体は可能であるにもかかわらず、保安

班班長は、警報設定器がないとして大量のAPD を返送するのみで警報設定器の取寄せをしていないこと、③同保安班班長は、その理由について、「代表者のみがAPD を装着する運用を行うことによりAPD は足りていた。」と述べるなど、法令上やむを得ない事情がある場合にのみ認められる例外的運用を原則的に許される運用と都合よく解釈し、その解消を図ろうとしていないこと等をみると、現場作業員の被ばく防止に関する東京電力社員の意識は低かったと言わざるを得ない。これは、「被ばく線量はできる限り小さくすべきである」という広く受け入れられている国際放射線防護委員会(ICRP)の考え方(中間報告Ⅴ4(1)b参照)が十分に理解されていないことをうかがわせるものであり、東京電力における被ばく回避の放射線教育の在り方に問題があったと言わざるを得ない。

<APD>(政府事故調報告書(最終)(246P))

東京電力は、福島第一原発1 号機から6 号機の管理区域の入口や集中廃棄物処理施設等にAPD 約5,000 個を分散配備していたが、その大部分は津波により被水して使用できなくなった。そのため、免震重要棟に置かれていたもの等、約320 個のAPDにより、作業員の当面の放射線管理をすることとなった。

東京電力のテレビ会議システムからの情報や福島第一原発緊急時対策本部保安班(以下「福島第一原発保安班」という。)からの連絡により事故状況を把握していた東京電力柏崎刈羽原子力発電所(以下「柏崎刈羽原発」という。)は、3 月11 日から12 日にかけて、福島第一原発への支援物資としてAPD530個、APD 用の充電器8 台(10 個用3 台及び100 個用5 台)及びAPD 用の警報設定器を送付した。このうち、APD30 個、充電器3 台(10 個用)及び警報設定器は、同月12 日、福島第一原発に届き、同日から使用された。しかし、同日に別送された残りのAPD500 個のうち、300 個は同日に、200 個は同月13 日に、それぞれ福島第一原発に届いたものの、後記のとおり、これに適合する充電器が届いていなかったことから使用されず、未使用のまま保管していることを知っていた福島第一原発保安班員も、同月14 日には、福島第一原発を離れたこと等から、このAPD500 個は、3 月末まで福島第一原発の免震重要棟に保管されたまま使われなかった。また、充電器5 台(100 個用)は、前記APD200 個と共に、同月12 日、福島第二原発に向かうトラックに積載されたものであったが、同月13 日に福島第二原発に到着した後、直ちに積替え可能なAPD200 個のみが福島第一原発に届けられ、前記充電器5 台(100 個用)は、福島第二原発の倉庫に保管されたままとなった。

福島第一原発保安班は、当初、免震重要棟外での作業者数は多くはなかったため3 月12 日までに確保していたAPD(約350 個)でも足りると考えていたが、その後作業者数が増え、同月15 日頃からAPDが不足した。そこで、吉田昌郎福島第一原発所長(以下「吉田所長」という。)は、①一作業当たりの想定総被ばく線量が大きくないこと(10mSv 程度以下)、②作業場所の空間線量率が既知であること、③環境の線量勾配(同じ空間内における空間線量率の差)が大きくないこと、④作業グループ全員が同一行動をとること、の4 条件を満たす作業に限り、作業グループの代表者のみにAPD を装着させる運用(以下「代表者運用」という。)を行うこととした。この判断は、電離放射線障害防止規則第8 条第3 項の「第一項の規定に

よる外部被ばくによる線量の測定は、次の各号に掲げる部位に放射線測定器を装着させて行わなければならない。」という規定のただし書である「ただし、放射線測定器を用いてこれを測定することが著しく困難な場合には、放射線測定器によって測定した線量当量率を用いて算出し、これが著しく困難な場合には、計算によってその値を求めることができる。」との規定が適用されるとの考え方に基づくものであった。

また、これと並行して、福島第一原発保安班は、東京電力本店にAPD が不足していることを伝えた。東京電力本店は、3 月16 日頃、前年の平成22 年初めに発注し順次納入されていたAPD のうち、平成23 年4 月に納入予定の400個の納期を早めてもらうよう発注先に依頼し、3 月17 日、うち100 個が福島第一原発に届けられた。これにより、同原発のAPD は、合計450個となったが、福島第一原発は、代表者運用を継続した。なお、残り300 個は、4 月3 日に届けられた。

また、3 月17 日、東京電力本店は、電気事業連合会の幹事社であった中部電力株式会社を介して、四国電力株式会社(以下「四国電力」という。)にAPDの提供を依頼した。四国電力は、依頼に応じてAPD450個のほか充電器5台(100 個用4 台及び50 個用1 台)及び警報設定器2台を発送し、これらは同月21日頃までにJヴィレッジに届けられた。しかし、J ヴィレッジで資材管理を担当していた東京電力社員は、届いた資材の内容を確認した際、警報設定器を発見できなかったので、APD 及び充電器のみを福島第一原発に送付した。送付の連絡を受けた福島第一原発保安班班長は、警報設定器がないことや、福島第一原発の警報設定器をそのAPD に転用できないことを認識した。しかし、同班長は、当時福島第一原発で行っていた代表者運用を続けても問題はないと考えており、APD を早急に確保しなければならないという意識もなかったことから、東京電力本店に警報設定器の確保を依頼することもなく、また警報設定値を変更しない状態でそのAPD を使用することにも思い至らないまま、そのAPD 及び充電器をJ ヴィレッジに送り返した。そのため、四国電力から送られたAPD 等は、そのままJ ヴィレッジに保管され、結局、使用されなかった。

その後、3 月31 日、代表者運用の事実を知った保安院が、東京電力に対し、代表者運用は望ましい状況ではないとして、作業員の放射線管理に万全を期するよう注意喚起をしたこと等から、同日、東京電力は、代表者運用を解消することを決めた。また、これを知った柏崎刈羽原発の指摘を受けるなどして、福島第一原発及び福島第二原発内の捜索を行ったところ、同日中に、福島第一原発で前記APD500 個が、また、翌日の4 月1 日に、福島第二原発で前記充電器5 台(100 個用)が、それぞれ発見された。さらに、柏崎刈羽原発から追加的にAPD190 個及び充電器2 台(100 個用1 台及び50 個用1 台)が送付されたことから、同日中に十分な数のAPD 等が確保されるに至り、同日から、作業員各自がAPD を装着する通常の運用が再開された。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-51	支援として APD は福島第一へどのくらい送られたのか。
A	（政府事故調報告書（最終）（246P）） • APD はもともと約 5,000 個あったが、津波による被水で使えるのは約 320 個になった。 ①柏崎刈羽からの発送（その 1） • 3 月 12 日に柏崎刈羽原子力発電所から約 530 個が福島第一に届く。ただし、充電器を福島第二での積み替えの際に積み忘れたため、30 個のみが使われた。残り 500 個は保管されたまま忘れ去られた。 • 3 月 31 日に免震重要棟で保管されていた 500 個を発見。4 月 1 日に福島第二に置き忘れられていた充電器も発見され、使用可能になった。 ②柏崎刈羽からの発送（その 2） • 上記とは別に、さらに柏崎刈羽から追加で APD190 個が送付された。（4 月 1 日からの通常運用に間に合う。） ③新規購入 • 3 月 17 日に 100 個が納入された。 ④四国電力からの発送 • 3 月 21 日頃までに四国電力から APD450 個 J ヴィレッジに届いた。しかし、同時に送付された警報設定器を発見できなかったので、APD と充電器のみを福島第一に届けた。 • 受け取った福島第一保安班長は、警報設定器がないことからそれらを J ヴィレッジに送り返してしまった。 • 結局四国電力からの APD は J ヴィレッジに保管され、使用されることはなかった。
Q1-52	APD があるのになぜ代表者運用を続けたのか。
A	（政府事故調報告（最終）（382P）） • 法令上やむを得ない事情がある場合にのみ認められる例外的運用を原則的に許される運用と都合よく解釈し、その解消を図ろうとしていないこと等をみると、現場作業員の被ばく防止に関する東京電力社員の意識は低かったと言わざるを得ない。 • これは、「被ばく線量はできる限り小さくすべきである」という広く受け入れられている国際放射線防護委員会（ICRP）の考え方が十分に理解されていないことをうかがわせるものであり、東京電力における被ばく回避の放射線教育の在り方に問題があったと言わざるを得ない。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 34.2 警報付き個人線量計（APD）の未装着問題
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-1、通番 11 構成員の自覚
	関連細目 No	細目 4-1-3、細 34 自らの責務を理解し、責任の重さを自覚し、任務にあたる。
キーワード		
4	設備	**放射線監視・管理・防護設備**：APD3
9	教育・訓練	**基礎教育**：放射線教育、ALALA の原則
13	関係組織	**海外機関**：ICRP1
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（最終）33

資料 35.1 資 88

〔海水注入継続の判断の経緯〕

吉田調書において、海水注入を指示に反して継続した経緯が示されている。

- **官邸にいる武黒から電話で「官邸では、まだ海水注入は了解していないから海水注入は停止しろ」という指示がきた。四の五の言わずに止めろと言うことだった。**
- **この時点で注水を停止するなんて毛頭考えられなかった。中止だったら、どれくらいの期間を中止するのかという指示もない中止なんて聞けない。**
- **いつ再開できるか担保のない指示には従えないので、私の判断でやると決めた。**
- **円卓本部席にいた連中には中止すると言いましたが、担当の防災班長には、中止命令はするけれども、絶対に中止してはだめだという指示をして、それで本店には中止したという報告した。**

海水注入継続の判断吉田調書② 201107298P 通し頁 68P 下線は JANSI 追記

○質問者　資料があれもこれもで申し訳ないんですが、・・・・・・、これが第 15 条 26 報というもので、発信時刻は 20 時 38 分とありまして、こちらを見ますと、この中の発生した特定事象の概要という欄の手書きの部分に、20 時 20 分に消火系ラインを使用して、海水による原子炉への注入を開始したということで、このときの海水による原子炉への注入開始が 20 時 20 分というふうに記載があって、ただ、東電が公表している時系列によれば、19 時 04 分にはもう海水注入を開始していたということになっているんですが、なぜこういうずれが生じているんですか。

○回答者　これは、もう既に課題になっていますけれども、私どもとしては、この前にも海水注入することについても了解が取れていると。本店にも報告してやってくれていますので、19時04分に海水注入を開始しましたという話はしております。

した段階で、いろいろと取りざたされていますが、正直に言いますけれども、注水した直後ですかね、官邸にいる武黒から私のところに電話がありまして、その電話で、要するに官邸では海水注入は、5月二十何日にプレスした内容とちょっと違うかもわかりませんけれども、私が電話で聞いた内容だけをはっきり言いますと、官邸では、まだ海水注入は了解していないと。だから海水注入は停止しろという指示でした。武黒からですね、雰囲気とか、そんな話は何にもないです。中止しろという話しか来なかったです。

それで、それを本店の方に、今、官邸にいる武黒からこういう話が来たけれども、本店は聞いているのかという話をして、そのときに、本店で、小森は多分いなくて、プレスから何かでいなくて、高橋というのがいて、高橋と話をして、やむを得ないというような判断をして、では止めるかと、ただし、入れたことについてどういう位置づけをするかということを、試験注入と、要するにラインが生きているか、生きていないかを確認したということにしようじゃないかということを相談の上、どちらかというと、試験注入という言葉を本店が挙げてきたと思うんですけれども、うちはそんなことは全く思っていなくて、試験注入をしようということで、19時04分は、ある意味では試験注入の開始という位置づけです。

では、試験注入が完了したので停止をするということにしましょうと、というか、停止ということで決定したんです。ただ、私は、もうこの時点で水をなくすなんていうこと、注水を停止するなんて毛頭考えていませんでしたから、なおかつ中止だったら、どれくらいの期間を中止するのかという指示もない中止なんて聞けませんから、30分中止というのならまだあれですけれども、中止と、いつ再開できるんだと担保のないような指示には従えないので、私の判断でやると。ですから、円卓にいた連中には中止すると言いましたが、それの担当をしている防災班長、■■といいますけれども、彼には、ここで中止をすると言うけれども、ちょっと寄っていって、中止命令はするけれども、絶対に中止してはだめだという指示をして、それで本店には中止したという報告したということです。

その後で、先ほどの27報の議論になりますが、その後で官邸の方から注水していいよという話が来たのが、それが何時ごろか忘れましたけれども、では、多分、27報の直前だと思うんですけれども、では、わかったでは中止、本格的に注水を20時20分にするということで報告しましょうというのが、この27報の位置づけです。

○質問者　そうすると、まず、最初に 19 時 04 分の後、それほど間がないときに、武黒さんの方から、官邸の方の意向というものを電話で聞いて、その意向というのは、海水はちょっと待てと、まだ了解が出ていないということだったので、その後、本店におられる高橋さんのところへ連絡を取られたということになるんですね。

○回答者　連絡もテレビ会議がつながっていますからね。

○質問者　それは、テレビ会議を通じてのお話。

○回答者　武黒からのやつは官邸なので、官邸はテレビ会議入っていませんので、電話で私のところに来たので、できませんよ、そんなことと、注水をやっと開始したばかりじゃないですかと、もっとはっきり言いますと、四の五の言わずに止めろと言われました。何だこれはと思って、とりあえず切って、本店にこういうことを言ってくるけれども、どうなんだと、そっち側に指示が行っているのかという話を聞いて、指示がまた言っていたような、言っていないようなあいまいなことを言っていましたけれどもね、高橋はね、彼は聞いていて握りつぶそうとしたのかなという気もしますけれども、そこは高橋さんに聞いてください。

○質問者　では、そこの高橋さんとのやりとりというのは、テレビ会議を通じてのやりとりになるわけですね。

○回答者　はい。

○質問者　結局、これはやむを得ないということで、本店側の方としても、こうやって止めるしかないということだったので、一応テレビ会議の表向きでは、所長としても止めるという形を取った上で、それで円卓のメンバーにもその旨言った上で、■■さんの方には止めるなよということを、その円卓から離れたところで言って、そのまま継続をさせたということなんですね。

○回答者はい。

海水注入停止の指示政府事故調報告書中間・167P、168P

菅総理は、海水注入が原子炉に与える影響について尋ね、班目委員長及び武黒フェローは、

「海水であれ、できるだけ早く注水することを優先しなければならない。」旨意見を述べた。さらに、菅総理は、班目委員長に対し、海水を入れることで再臨界の可能性があるのではないかと尋ね、班目委員長は、「再臨界の可能性については、それほど考慮に入れる必要がない。」旨答えたが、菅総理は、班目委員長の説明に十分納得しなかった。

・・・・・・・

その後、同席者の中から、海水注入について、「そもそも海水注入の準備ができているのか、いつまでに結論を出せばよいのか。」などといった質問があり、武黒フェローにおいて、既に、本店対策本部から、1 号機の爆発によって海水注入のホースが損傷して再開準備に時間がかかることを聞いていたため、「直ちに結論を出す必要はない。一、二時間くらいかかるのではないか。」などと答えた。

・・・・・・・

議論中断後、経済産業省課長が、これまでの議論の過程で菅総理が疑問に思った事項について整理し、東京電力、保安院、原子力安全委員会が手分けして調べ、議論再開後に菅総理に説明することになった。

その際、武黒フェローは、東京電力に割り当てられた事項として

ⓐ 海水注入のためのポンプはあるのか

ⓑ 注水用の配管に破断部分がないのか

ⓒ 海水を入れた後に原子炉の制御が可能なのか

などといった点を調べることになり、急を要したため、官邸5 階から直接吉田所長に問合せの電話をかけた。この頃既に同日19 時4 分頃を過ぎており、福島第一原発では海水注入を開始していたものの、官邸5 階にいた武黒フェローらは、そのことを知らなかった。

吉田所長は、武黒フェローからかかってきた電話に出ると、武黒フェローから、海水注入に関する前記ⓐからⓒに記載した事項について問われたが、その際、武黒フェローに対し、「もう海水の注入を開始している。」旨回答した。

そこで、武黒フェローは、吉田所長に対し、「今官邸で検討中だから、海水注入を待ってほしい。」旨、強く要請し、既に注水していた点については、海水がきちんと原子炉内に入るか否かを試すための試験注水であったと位置付けることにした。もっとも、前記議論再開後、菅総理がすぐに海水注入を了解したため、武黒フェローは、菅総理に対し既に海水を試験的に注水したなどと説明する機会を失った。

海水注入の中断要請政府事故調報告書中間

167P

菅総理は、海水注入が原子炉に与える影響について尋ね、班目委員長及び武黒フェローは、「海水であれ、できるだけ早く注水することを優先しなければならない。」旨意見を述べた。

さらに、菅総理は、班目委員長に対し、海水を入れることで再臨界の可能性があるのではないかと尋ね、班目委員長は、「再臨界の可能性については、それほど考慮に入れる必要がない。」旨答えたが、菅総理は、班目委員長の説明に十分納得しなかった。

168P

そこで、武黒フェローは、吉田所長に対し、「今官邸で検討中だから、海水注入を待ってほしい。」旨、強く要請し、既に注水していた点については、海水がきちんと原子炉内に入るか否かを試すための試験注水であったと位置付けることにした。もっとも、前記議論再開後、菅総理がすぐに海水注入を了解したため、武黒フェローは、菅総理に対し既に海水を試験的に注水したなどと説明する機会を失った。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-34	なぜ海水注入を中止させようとしたのか。
A	（政府事故調報告書（中間）（167P）） 菅総理は、海水注入が原子炉に与える影響について尋ね、班目委員長及び武黒フェローは、「海水であれ、できるだけ早く注水することを優先しなければならない。」旨意見を述べた。 さらに、菅総理は、班目委員長に対し、海水を入れることで再臨界の可能性があるのではないかと尋ね、班目委員長は、「再臨界の可能性については、それほど考慮に入れる必要がない。」旨答えたが、菅総理は、班目委員長の説明に十分納得しなかった。 このため、武黒フェローは、吉田所長に対し、「今官邸で検討中だから、海水注入を待ってほしい。」旨、強く要請した。
Q1-35	海水注入を中止せよとの指示に対し発電所はどう対応したのか。
A	（吉田調書② 20110729） （10P（通し頁70P）） • 官邸にいる武黒から電話で「官邸では、まだ海水注入は了解していないから海水注入は停止しろ」という指示がきた。四の五の言わずに止めろと言うことだった。 （9P（通し頁69P）） • この時点で注水を停止するなんて毛頭考えられなかった。中止だったら、どれくらいの期間を中止するのかという指示もない中止なんて聞けない。 • いつ再開できるか担保のない指示には従えないので、私の判断でやると決めた。 • 円卓（本部席）にいた連中には中止すると言いましたが、担当の防災班長には、中止命令はするけれども、絶対に中止してはだめだという指示をして、それで本店には中止したという報告をした。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 35.1 海水注入継続の判断の経緯
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-2、通番 12 現場本部と支援組織の役割分担
	関連細目 No	細目 4-2-2、細 37 現場は、信念を持って状況を判断し、実行する。
キーワード		
1	事故対応	**事故収束対応**：海水注入 **マネジメント上の問題点**：指揮命令系統の混乱 4、海水注入の停止の要請
2	安全文化と QMS	**リーダーシップ**：明確な目標設定 2、具体的な指示 2 **個人・組織の姿勢**：プロフェッショナリズム 4
13	関係組織	**国関連**：官邸 1
14	文献・出典	**政府関連**：吉田調書 8、政府事故調報告書（中間）72
15	人名・法令類	**人名**：菅直人 1、武黒一郎、吉田昌郎 2、高橋

資料 35.2(資 89)

〔縦割り組織としての緊急対策本部〕

(1) 吉田調書において、発電所長傘下の各機能班に役割分担させる苦労が示されている。

- **班の仕事をしっかりやる人と全体を俯瞰的見る人の役割分担があれば良いが、各班長も自分の班の仕事に没頭してしまう。結局、班と班との関係を見るのが私になってしまい、おまえ、ここととここを調整しろと、指示をしなければいけない。これは画倒くさかった。**
- **バッテリーのつなぎ込みは､正常な状態では運転員が操作できるが､異常状態では、計装屋がフォローしないとできない。それを操作どっちがやるんだどか、下らないことを言っていたので、激怒した。**

(2) 政府事故調報告書(中間)では、発電所本部が縦割り組織であり、その縦割り組織の持つ弱点が事故対応で顕在化したと評価している。

(3) 東電原子力安全改革プランにおいて、運転員と保全員を対象とした緊急時対応のための直営作業の拡大の方針が記載されている。

(4) 政府事故調報告書(中間)において､AM 策として消防車を利用した注水について役割分担が明確でなかったことが現場対応の遅れにつながったのではないかと考えられるとしている。

<役割分担の混乱>(吉田調書より)(下線は JANSI 追記)

(⑨ 20111106 その 1 64P(通し頁 376P))

(消防車による注水の検討指示)

○質問者 わかりました。あと、先ほど支援組織の話がありましたが、支援組織は、例えば、発電班、復旧班、いろいろあるかと思うんですけれども、当時の現場体制を振り返ってみたときに、縦割りの弊害みたいなものがあったなと気づかれることは何かございますか。

○吉田所長 やはり情報は、一種の戦争ですから。自分のするべきことをしっかりやってくれないといけないというところと、リンケージを取って全体で動かないといけないという話と2つあります。縦割りでないといけないところだってあるんです。私は縦割りが悪いとは思わないんです。縦割りで、自分のポジションを離れずにしっかりやる人がいない限り、現物は動かない。ただ、それをもうちょっと俯瞰的に見て調整する人間がいて初めてこうするんです(補足:功を奏するの意か?)。全員が俯瞰的に見ていたら、誰も手が動かないわけですから、おれは、消防班だから、ここで消防をやるんだというんで、しっかりそこだけ見て、こうやるべきだと思っている人がいて、脇で補修関係をしっかりやる人がいて、両方を見られる人間がいて調整ができる。その役割分担ができていればいいんだと思うんです。自分のところのゾーンに没頭してしまうわけです。班長も、自分のところの班の仕事に。そこを見るのが私になってしまう。おまえ、ここととここを調整しろと、これは画倒くさかった。

○質問者 そうすると、今、消防車の話が出ましたが、消防車を水源とした代替注水を検討しなさいというふうに所長から指示を下ろされたということですが、これは結局、どなたに

下ろされたんですか。
○吉田所長　防災。
○質問者　どの時点で下ろされたんですか。
○吉田所長　11日の早い時点で、全電源が喪失した後に、消防車による注水を含めて、水源の確保を考えておけという話をして、それは保全にも言っていますけれども、消防車の運転は全部防災ですから、時間的な話はあれしていますけれども、そこの時点で防災にも話はいっていると思います。
○質問者 例えば、11日の16時36分に15条2項に基づく特定事象発生として通報されていますけれども、このころより前でしょうか、後。
○吉由所長　私は全体の流れの中で、よく記憶がないんです。最初、指示をしていたか、していないかの話を置いておきまして、まず、全電源がなくなったときに、私は、困ったと、こうなってしまったんです。本当に想定外ですから、どうするんだろうと。水を突っ込む、電気がない、RCICはいいけれども、その次、どうする、消防隊、D/Dポンプ、D/Dポンプが入らなかったどうするんだよ、FPラインどうなんだろうという中で、■などと話をしていて、やはり消防車ですかねという話が出て、ああ、そうか、消防車も用意しておけよという話をしているんで、前後関係、私はよくわからないです。
○質問者　17時12分ごろにAM策として、消火系ラインを使った、消防車を使った代替注水を指示していらっしゃるようなんですが、このころにしたとすれば、相手は■■部長に。
○吉田所長　■しかいないです、消防は。
○質問者　具体的に、消防車を使って炉注するぞ、検討しろとおっしゃった。どんなふうにおっしゃったか、覚えていらっしゃいますか。
○吉田所長　少なくとも、まずFPラインで注水する。D/Dのラインで注水する。D/Dだめだったら消防車だ、つなげるのかということだと思います。注水しろではなくて、消防車、生きているのか、水源あるのか、注水できるのか検討しろ、こういうことだったと思います。
(⑥　20110809 1-4 49P(通し頁 279P))
(バッテリーのつなぎ込み)
○回答者　新たなバッテリーを持っていけとか、たしか、そんなことをやっていたと思うんですけれども、バッテリー予備ないのかとか、それは私のイメージだと、現場で早く上げろ、早く上げろと横にせっついて、当直長に電話しているわけです。このとき、またややこしいのは、当直で上げるのか、保修で上げるのか、下らないことを言っているわけですよ。ばかやろう、何やっているんだと言って、上げろと言ったら上げるんだと、そういうことを言っていたような記憶があります。役割分担なんて話ではないだろうと。
○質問者 当直と復旧班が一緒に行っているようなものもあるんですけれども、あれは結局。
○回答者 あります。運転員はものが正常になる状態では操作というのはできますけれども、バッテリーをつなげろとか、その辺は復旧班で、計装屋がフォローしないとできないんで、一緒にやっていくんです。操作どっちがやるんだとか、下らないことを言っていたので、激怒していたと思うんです。

<縦割り組織の問題点>(政府事故調報告書(最終)(403P))

b 専門職掌別の縦割り組織の問題点

東京電力は、原子力災害に組織的・一体的に対処するため、防災業務計画やアクシデントマネジメントガイドにおいて、緊急時対策本部等の組織化を図り、その中に発電班、復旧班、技術班等の機能班を設けている。しかし、これらの機能班は、与えられた所掌をこなすことには尽力するが、事態を見渡して総合的に捉え、その中に自らの班の役割を位置付け、必要な支援業務を行うといった視点が不足していた。

東京電力の社員は、他事業者と同様に、ふだんから自他を「運転屋」「安全屋」「電気屋」「機械屋」などと専門分野ごとに区別し、役割が細分化している。広く浅く多くの分野を経験して幹部となっていく者もいる一方で、ある特定の専門分野に長く携わる者も多い。そうした社員は、自分の専門分野に関する知識は豊富であるが、一方、それとは対照的に、それ以外の分野については密接に関連する事項であっても十分な知識を有するとは言い難い。このような人材によって組織が構成されれば、一人一人の視野が狭くなり、平時には問題なく組織が動いているように見えても、今回のような緊急事態時には、そうした組織の持つ弱点が顕在化してしまう。吉田所長が、3 月11 日の早期から消防車による注水の検討を指示していたが、あらかじめマニュアルに定められたスキームではなかったため、各機能班、グループのいずれもが自らの所掌とは認識せず、その結果、同月12日未明まで、実質的な検討がなされていなかったという事実があるが、これなどは前記の弱点が顕在化した典型的な事例といえよう。

また、SR 弁開操作についても、電源がある場合には、中央制御室における制御盤上の操作のみで足りるため当直が操作すればよいが、電源喪失時には復旧班が制御盤裏にある接続端子に合計120V のバッテリーをつなぎ込む必要があったため、3 月14 日夕方以降の2 号機SR 弁の開操作を実施する際、当直が行うのか、復旧班が行うのかについて定まらないといった事例も認められた。これも縦割り組織の弱点が顕在化した一例である。

<緊急時対応のための直営作業の拡大>(東電原子力安全改革プラン・97P)

<運転員>

運転員の応用力は、復旧部隊が受け持っている緊急時作業の中から、その作業を実施する担当者の負傷等に備えて、彼らの作業をバックアップできるようにする観点から、電源車および消防車の運転および接続等の訓練を通じて養成する。

また、緊急時対応のための運転員の強化に伴い、当直業務を日常の保守作業や設備診断業務(データ採取、簡易診断等)も行うことができるようにし、これに伴って現場作業や設備知識に関する更なる応用力の拡大を図っていく。

<保全員>

福島原子力事故の経験を踏まえて抽出した緊急時作業を参考に、保全部内に直営作業を行う組織(チーム)を編成し、直営作業を通じた事故時の応用力養成を行う。約3 年間で保全員の約20%が、直営作業に必要な重機、工具、計測器等の取扱いおよび緊急時対応に必要な現場機器修理ができるようになる実施計画を立案し、約6 か月間ポンプおよびモーター、計器等を

組み合わせたシステムとしての分解等を実施していく(表4-9 参照)。 組織編制にあたっては、保全部内に数名の中核者を配置し、実施計画の立案のほか、直営作業の準備(手順書の作成、協力企業への応援依頼等)、実際の直営作業チームのリーダーとして指導･助言等を行う。なお、中核者の配置や約6 か月の訓練期間の捻出については、業務のスクラップや効率化、組織的な要員の手当て等で対応する。

<消防車を用いた注水作業の役割分担>(政府事故調報告書(中間))

③　さらに、注水作業が遅れた原因の一つとして、吉田所長の指示に基づく消防車を用いた注水作業を担当するグループが定まっていなかったことが挙げられる。

すなわち、まず、第1 次緊急時態勢発令後、福島第一原発に緊急時対策本部が設置され、通報班、情報班、広報班、保安班、技術班、復旧班、発電班、厚生班、医療班、総務班、警備誘導班､資材班といった12 の機能班に分かれ､また､復旧班の下に自衛消防隊も組織され、それぞれの役割に応じて原子力災害に対応する防災体制が確立された。

しかし、これらの機能班は、あらかじめ想定された事態に基づき、各々の役割が定められているにすぎず、消防車を用いた注水のように、あらかじめAM策としても定められていない措置に関しては、いかなる機能班、グループが実施するのか一義的に明らかではなかった。発電班からすれば、建屋内のFP 系ラインの変更等は担当するが建屋外のことは担当外、自衛消防隊からすれば、消火、救出、避難活動は担当するが消防車を注水に用いることは担当外、復旧班からすれば、消防車を用いた注水は既設の設備・機器や消防車があれば実施可能であり、何らかの復旧作業を要するわけではないので担当外ということになる。

3 月11 日17 時12 分頃に吉田所長が､消防車を用いた注水も検討するように指示したものの、同月12 日2 時頃になるまで、発電所対策本部内部で、役割・責任を自覚して検討を行ったグループはなかった。

また、同日2 時から同日3 時にかけての頃、南明が送水口を確認に行った際、同行したのは発電班の人間であり、自衛消防隊は、送水口の場所が分からないことを理由に同行することはなかった。

さらに、同日4 時頃から注水を開始した際も自衛消防隊は注水作業には加わらなかった。

そして、南明社員が、被ばく量が大きいため注水作業ができないと訴え、これに対し、発電所対策本部が、作業を継続してほしいと要請する中で、同日5時頃になってようやく、自衛消防隊が南明社員とともに、消防車を用いた注水作業のため現場に向かった。

このような経緯で自衛消防隊が注水作業に従事することになったが、そもそも、自衛消防隊に属する東京電力社員は、独力で消防ポンプを起動させて注水する能力や技術を有しておらず、同月11 日17 時12 分頃に吉田所長から消防車を用いた注水の検討指示があった際も、自衛消防隊の役割、責任であるとの自覚はなかった。

④　これらの経緯からすると、3 月11 日17 時12 分頃、吉田所長がAM 策でも予定されていない消防車を用いた注水を検討するように指示したものの、これを聞いた各機能班長や班員のいずれもが、自らが直接実施すべき作業と理解して意識をもって準備を進めなかったが故に、具体的な実施準備に至らなかった可能性がある。

仮に、発電所対策本部において、1 号機のIC が正常に作動していないことを正しく把握し、かつ、吉田所長が前記指示をした時点で、消防車を用いた注水を検討・実施する機能班・グループを明確に定めていれば、消防車を利用した注水の準備、更には、注水に必要な原子炉減圧や原子炉格納容器ベントの実施に向けた準備をより早い段階で行うことができたのではないかと考えられる。

さらに、より根源的には、AM 策として消防車を利用した注水についてあらかじめ想定し、担当する機能班・グループを明確に定めていなかったことが、かかる現場対応の遅れにつながったものと考えられる。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-5	緊急対策本部が縦割り組織だったからうまく機能しなかったのか。
A	（吉田調書⑨　20111106 その 1（64P）（通し頁 376P）） 私は縦割りが悪いとは思わない。全員が俯瞰的に見ていたら、誰も手が動かない。脇で補修関係をしっかりやる人がいて、両方を見られる人間がいて調整ができる役割分担ができていればいい。ところが、班長も、自分のところの班の仕事に没頭してしまう。そこを見るのが私になってしまい、おまえ、ここととここを調整しろと、これは画倒くさかった。 （政府事故調報告書（中間）（403P）） ある特定の専門分野に長く携わる社員は、自分の専門分野に関する知識は豊富であるが、一方、それとは対照的に、それ以外の分野については密接に関連する事項であっても十分な知識を有するとは言い難い。このような人材によって組織が構成されれば、一人一人の視野が狭くなり、平時には問題なく組織が動いているように見えても、今回のような緊急事態時には、そうした組織の持つ弱点が顕在化してしまう。
Q1-7	バッテリーの繋ぎ込みを担当したのは運転部門か、保全部門か。
A	（吉田調書⑥　20110809 1-4（49P）（通し頁 279P）） • 新たなバッテリーを持っていけとか、たしか、そんなことをやっていたと思うんですけれども、バッテリー予備ないのかとか、それは私のイメージだと、現場で早く上げろ、早く上げろと横にせっついて、当直長に電話しているわけです。このとき、またややこしいのは、当直で上げるのか、保修で上げるのか、下らないことを言っているわけですよ。ばかやろう、何やっているんだと言って、上げろと言ったら上げるんだと、そういうことを言っていたような記憶があります。役割分担なんて話ではないだろうと。 • 運転員はものが正常になる状態では操作というのはできますけれども、バッテリーをつなげろとか、その辺は復旧班で、計装屋がフォローしないとできないんで、一緒にやっていくんです。操作どっちがやるんだとか、下らないことを言っ

	ていたので、激怒していたと思うんです。
Q9-14	緊急時対応における保全員の応用力をどのように養成するか。
A	（東電原子力安全改革プラン（97P）） 福島原子力事故の経験を踏まえて抽出した緊急時作業を参考に、保全部内に直営作業を行う組織（チーム）を編成し、直営作業を通じた事故時の応用力養成を行う。 約3 年間で保全員の約20%が、直営作業に必要な重機、工具、計測器等の取扱いおよび緊急時対応に必要な現場機器修理ができるようになる実施計画を立案し、約6 か月間ポンプおよびモーター、計器等を組み合わせたシステムとしての分解等を実施していく。 組織編制にあたっては、保全部内に数名の中核者を配置し、実施計画の立案のほか、直営作業の準備（手順書の作成、協力企業への応援依頼等）、実際の直営作業チームのリーダーとして指導･助言等を行う。なお、中核者の配置や約6 か月の訓練期間の捻出については、業務のスクラップや効率化、組織的な要員の手当て等で対応する。
Q9-18	緊急時対応における運転員の応用力をどのように養成するか。
A	（東電原子力安全改革プラン（97P）） 運転員の応用力は、復旧部隊が受け持っている緊急時作業の中から、その作業を実施する担当者の負傷等に備えて、彼らの作業をバックアップできるようにする観点から、電源車および消防車の運転および接続等の訓練を通じて養成する。 また、緊急時対応のための運転員の強化に伴い、当直業務を日常の保守作業や設備診断業務（データ採取、簡易診断等）も行うことができるようにし、これに伴って現場作業や設備知識に関する更なる応用力の拡大を図っていく。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 35.2 縦割り組織としての緊急対策本部
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-1、通番 11 構成員の自覚
	関連細目 No	細目 4-1-4、細 35 各機能班は事態を見渡して総合的に捉え、他班と連携して必要な支援業務を行う。
キーワード		
1	事故対応	**主要事象**：全電源喪失 6
5	SA 対策設備	**代替注水（低圧）**：FP3、DDFP3 **柔軟な代替注水**：消防車 8
6	AM（運用・管理）	**必要な要素技術**：計装系へのバッテリーのつなぎ込み
7	緊急時体制	**基本的役割**：班の業務分掌の明確化と相互協力 2
14	文献・出典	**政府関連**：吉田調書 9
15	人名・法令類	**人名**：吉田昌郎 3

資料 36.1(資 90)

〔本店対策本部の役割〕

政府事故調報告において、東電の「福島第一原発防災業務計画」における本店対策本部の役割が示されている。

- **福島第一原発において原子力災害が発生した場合、個別・具体的な対処に関する判断は、原子力防災管理者たる福島第一原発所長に委ねられる。**
- **本店の緊急時対策本部は、必要な場合に発電所に対して指導・助言を行うほか、発電所からの要請を受けて、他の原子力発電所と共に、物資・機材の調達その他の必要な支援を行う。**

<本店本部の役割>(政府事故調報告・中間 52P より)(下線は JANSI 追記)

他方、「福島第一原発防災業務計画」によれば、本店の緊急時対策本部は、本部長たる社長の下で、発電所における原子力災害への対応を支援する役割を担い、「福島第一原発防災業務計画」上も、発電所及び本店の緊急時対策本部は、互いに綿密な連絡を取り合うこととされている。

また、他の原子力事業所の原子力防災管理者も、東京電力本店からの要請に応じ、緊急事態応急対策及び原子力災害事後対策が的確かつ円滑に行われるよう、環境放射線モニタリング、周辺区域の汚染検査及び汚染除去、原子力防災要員の派遣、原子力防災資機材の貸与その他の必要な協力を行うこととされている。

このように、福島第一原発において原子力災害が発生した場合、個別・具体的な対処に関する判断は、原子力防災管理者たる福島第一原発所長に委ねられ、本店の緊急時対策本部は、必要な場合に発電所に対して指導・助言を行うほか、発電所からの要請を受けて、他の原子力発電所と共に、物資・機材の調達その他の必要な支援を行うこととされている。

<東電の緊急時体制(原子力災害)>(東電報告書・56P より)(下線は JANSI 追記)

本店緊急時対策本部の本部長(社長)は発電所緊急時対策本部への人員や資機材等の支援にあたる。また、発電所と本店は常時TV会議でつながれており、情報を共有しながら重要な事項について本店は適宜、確認・了解を行う。

具体的な事例としては、福島第一1号機の対応において、格納容器ベントを実施するにあたっては、放射性物質を放出する重要事項であったことから、発電所長の判断に加え、社長の確認・了解を得るとともに、国へも申し入れを実施した。また、同様に、1号機の原子炉注水について淡水注入から海水注入に切り替える判断についても、発電所長が準備を指示し、社長がこれを確認・了解している。

＜関連 Q&A（例）＞

Q7-18	本店本部の役割は何か。
A	（政府事故調報告（中間）（52P）） • 「福島第一原発防災業務計画」によれば、本店の緊急時対策本部は、本部長たる社長の下で、発電所における原子力災害への対応を支援する役割を担い、「福島第一原発防災業務計画」上も、発電所及び本店の緊急時対策本部は、互いに綿密な連絡を取り合うこととされている。 • このように、福島第一原発において原子力災害が発生した場合、個別・具体的な対処に関する判断は、原子力防災管理者たる福島第一原発所長に委ねられ、本店の緊急時対策本部は、必要な場合に発電所に対して指導・助言を行うほか、発電所からの要請を受けて、他の原子力発電所と共に、物資・機材の調達その他の必要な支援を行うこととされている。 （東電報告書（56P）） 本店緊急時対策本部の本部長（社長）は発電所緊急時対策本部への人員や資機材等の支援にあたる。また、発電所と本店は常時ＴＶ会議でつながれており、情報を共有しながら重要な事項について本店は適宜、確認・了解を行う。 （福島第一 AM 整備報告書（17P）） アクシデントマネジメントを実施する組織には運転員と支援組織があるが、プラントの操作対応は中央制御室の運転員が行うこととしており、操作を実施する際に必要な判断は原則として中央制御室の当直長が行う。 ただし、より複雑な事象に対しては、事故状況の把握やどのアクシデントマネジメント策を選択するか判断するに当たっての技術評価の重要度が高く、また、様々な情報が必要となる。このため、支援組織においてこれら技術評価等を実施し、意思決定を支援することとしている。当直長は支援組織と緊密な連絡を取りつつ必要に応じて支援組織の助言を得て操作方針を決定する。さらに、他プラントとの連携が必要な操作を行う場合や、プラント挙動等に対して実施する操作の影響が大きい場合においては、当直長は支援組織に助言、又は指示を仰ぐこととしており、これらの具体的な項目を手順書に記載している。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 36.1 本店対策本部の役割
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-2、通番 12 現場本部と支援組織の役割分担
	関連細目 No	細目 4-2-3、細 38 支援組織の役割を明確にする。
キーワード		
5	SA 対策設備	**柔軟な代替注水**：淡水注入 1
7	緊急時体制	**緊急時体制**：防災業務計画 1 **本店本部**：指導・助言及びその他の支援、支援要請に基づく活動 1、人員支援 1、物資・資機材の調達等の支援 1 **基本的役割**：発電所長の権限 2、原子力防災管理者
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）73 **事業者関連**：東電報告書 46、福島第一防災業務計画

資料 36.2(資 91)

〔当直と発電所対策本部と本店対策本部の役割〕

(1) 東電報告書において、当直と発電所対策本部と本店対策本部の役割が示されている。

- **原子力発電所において異常が発生した場合、機器の動作状況等を確認し、予め定められた手順に従った操作を行う判断は基本的に当直長が実施する。**
- **発電所の緊急事態に対する応急復旧計画の立案と措置、並びに事故拡大防止に必要な運転上の措置等の実施は、原子力防災管理者である発電所長に権限がある。**
- **本店緊急時対策本部の本部長(社長)は発電所緊急時対策本部への人員や資機材等の支援にあたる。**
- **また、発電所と本店は常時 TV 会議でつながれており、情報を共有しながら重要な事項について本店は適宜、確認・了解を行う。**

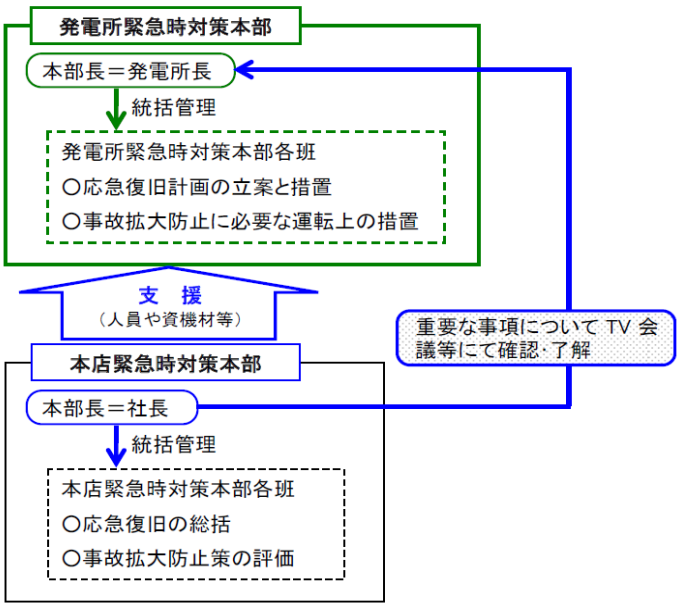
(2) 福島第一 AM 整備報告書(平成 14 年 5 月)に当直長の役割が示されている。

- **アクシデントマネジメントを実施する組織には運転員と支援組織があるが、プラントの操作対応は中央制御室の運転員が行うこととしており、操作を実施する際に必要な判断は原則として中央制御室の当直長が行う。**
- **ただし、より複雑な事象に対しては、事故状況の把握やどのアクシデントマネジメント策を選択するか判断するに当たっての技術評価の重要度が高く、また、様々な情報が必要となる。**
- **このため、支援組織においてこれら技術評価等を実施し、意思決定を支援することとしている。当直長は支援組織と緊密な連絡を取りつつ必要に応じて支援組織の助言を得て操作方針を決定する。**
- **さらに、他プラントとの連携が必要な操作を行う場合や、プラント挙動等に対して実施する操作の影響が大きい場合においては、当直長は支援組織に助言、又は指示を仰ぐこととしており、これらの具体的な項目を手順書に記載している。**

<東電の緊急時体制(原子力災害)>(東電報告書・56P より)

原子力発電所において異常が発生した場合、機器の動作状況等を確認し、予め定められた手順に従った操作を行う判断は基本的に当直長が実施する。

また、発電所の緊急時対策本部を統括管理する発電所対策本部長には原子力防災管理者である発電所長がその任にあたることと原子力事業者防災業務計画で定めており、発電所緊急時対策本部を支援する本店緊急時対策本部は、社長が本店対策本部長になり統括管理を行うことと



している。なお、社長が不在の場合には副社長または常務取締役の中から選任することとしている。

発電所の緊急事態に対する応急復旧計画の立案と措置、並びに事故拡大防止に必要な運転上の措置等の実施は、原子力防災管理者である発電所長に権限があり、本店緊急時対策本部の本部長(社長)は発電所緊急時対策本部への人員や資機材等の支援にあたる。また、発電所と本店は常時TV会議でつながれており、情報を共有しながら重要な事項について本店は適宜、確認・了解を行う。

具体的な事例としては、福島第一1号機の対応において、格納容器ベントを実施するにあたっては、放射性物質を放出する重要事項であったことから、発電所長の判断に加え、社長の確認・了解を得るとともに、国へも申し入れを実施した。また、同様に、1号機の原子炉注水について淡水注入から海水注入に切り替える判断についても、発電所長が準備を指示し、社長がこれを確認・了解している。

<当直長の役割>(福島第一 AM 整備報告書(17P))

アクシデントマネジメントを実施する組織には運転員と支援組織があるが、プラントの操作対応は中央制御室の運転員が行うこととしており、操作を実施する際に必要な判断は原則として中央制御室の当直長が行う。

ただし、より複雑な事象に対しては、事故状況の把握やどのアクシデントマネジメント策を選択するか判断するに当たっての技術評価の重要度が高く、また、様々な情報が必要となる。このため、支援組織においてこれら技術評価等を実施し、意思決定を支援することとしている。当直長は支援組織と緊密な連絡を取りつつ必要に応じて支援組織の助言を得て操作方針を決定する。さらに、他プラントとの連携が必要な操作を行う場合や、プラント挙動等に対して実施する操作の影響が大きい場合においては、当直長は支援組織に助言、又は指示を仰ぐこととしており、これらの具体的な項目を手順書に記載している。

＜関連 Q&A（例）＞

Q7-16	当直長の役割は何か。
A	（東電報告書（56P）） 原子力発電所において異常が発生した場合、機器の動作状況等を確認し、予め定められた手順に従った操作を行う判断は基本的に当直長が実施する。 （福島第一 AM 整備報告書（17P）） アクシデントマネジメントを実施する組織には運転員と支援組織があるが、プラントの操作対応は中央制御室の運転員が行うこととしており、操作を実施する際に必要な判断は原則として中央制御室の当直長が行う。 ただし、より複雑な事象に対しては、事故状況の把握やどのアクシデントマネジメント策を選択するか判断するに当たっての技術評価の重要度が高く、また、様々な情報が必要となる。このため、支援組織においてこれら技術評価等を実施し、意思決定を支援することとしている。当直長は支援組織と緊密な連絡を取りつつ必要に応じて支援組織の助言を得て操作方針を決定する。さらに、他プラントとの連携が必要な操作を行う場合や、プラント挙動等に対して実施する操作の影響が大きい場合においては、当直長は支援組織に助言、又は指示を仰ぐこととしており、これらの具体的な項目を手順書に記載している。
Q7-17	発電所長の役割は何か。
A	（東電報告書（56P）） 発電所の緊急事態に対する応急復旧計画の立案と措置、並びに事故拡大防止に必要な運転上の措置等の実施は、原子力防災管理者である発電所長に権限がある。
Q7-19	発電所本部と本店本部はどのように連携するのか。
A	（東電報告書（56P）） 本店緊急時対策本部の本部長（社長）は発電所緊急時対策本部への人員や資機材等の支援にあたる。また、発電所と本店は常時ＴＶ会議でつながれており、情報を共有しながら重要な事項について本店は適宜、確認・了解を行う。 具体的な事例としては、福島第一１号機の対応において、格納容器ベントを実施するにあたっては、放射性物質を放出する重要事項であったことから、発電所長の判断に加え、社長の確認・了解を得るとともに、国へも申し入れを実施した。また、同様に、１号機の原子炉注水について淡水注入から海水注入に切り替える判断についても、発電所長が準備を指示し、社長がこれを確認・了解している。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 36.2 当直と発電所対策本部と本店対策本部の役割
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-2、通番 12 現場本部と支援組織の役割分担
	関連細目 No	細目 4-2-3、細 38 支援組織の役割を明確にする。
キーワード		
4	設備	**通信連絡設備・現場監視設備**：テレビ会議 3
5	SA 対策設備	**柔軟な代替注水**：淡水注入 2、海水注入 2 **格納容器減圧・冷却**：格納容器ベント 5
7	緊急時体制	**緊急時体制**：防災業務計画 2 **本店本部**：人員支援 2、物資・資機材の調達等の支援 2、重要な事項について確認・了解、応急復旧の総括、事故拡大防止策の評価 **基本的役割**：発電所長の権限 3 **中央制御室**：手順書に沿った操作の判断
14	文献・出典	**事業者関連**：東電報告書 47、AM 整備報告書 3

資料 36.3(資 92)

〔ICS(Incident Command System)の考え方に則った本店の緊急時組織の考え方〕

東電原子力安全改革プランにおいて、ICS(Incident Command System)の考え方に則り本店の緊急時組織を改編することが示されている。

- **今回の福島原子力事故対応において、本店の問題点として「外部からの問い合わせや指示を調整できず、発電所の指揮命令系統を混乱させた」ことがあげられる。**
- **本店は、事故の収束に向けた発電所の活動の支援に徹すること、現地の発電所長からの支援要請に基づいて活動することを原則とする。**
- **今回のような事故対応に対する細かい指示や命令、コメントの発信を行わない。あわせて、今回の事故対応時のような、外部から直接発電所長に問合せが入り発電所長が対応を強いられたり、外部からの問い合わせを発電所が回答準備したりする事態とならないよう、本店は情報を捌く役割を果たす。**
- **本店は、発電所の緊急時組織に合わせ、発電所側とのカウンターパートを決める。それぞれのカウンターパート以外とのやり取りは原則として行わない。**

<東電の本店緊急時組織の改編>(東電原子力安全改革プラン・90P、91Pより)

③ 本店の緊急時組織の改編

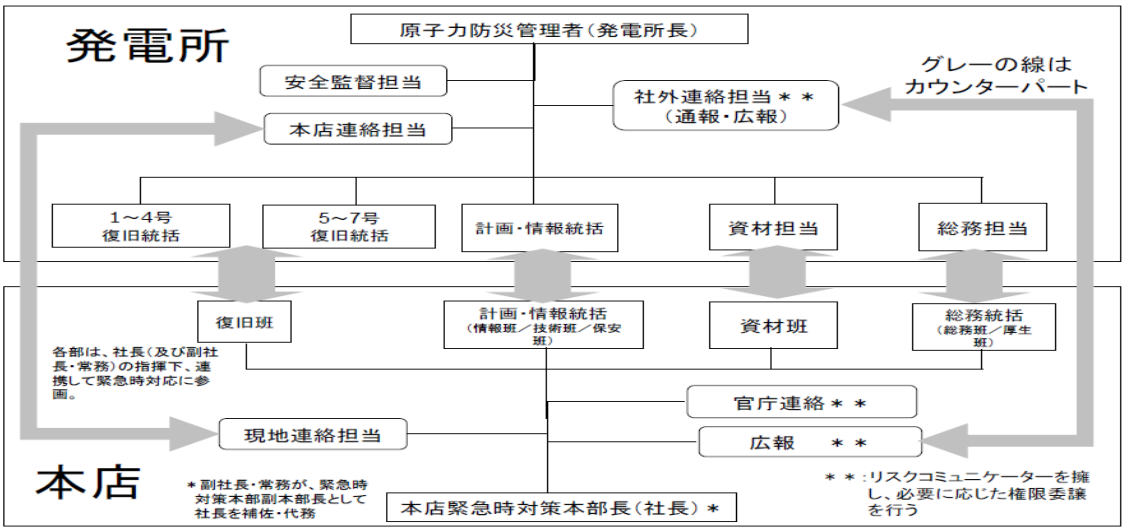
今回の福島原子力事故対応において、本店の問題点として「外部からの問い合わせや指示を調整できず、発電所の指揮命令系統を混乱させた」ことがあげられる。したがって、発電所の緊急時組織をICS の考え方に則り変更することにあわせ、この問題点を改善する組織体制に変更する(図4-12 参照)。

a)本店緊急時組織の考え方

原子力災害発生時における本店の役割は、ICS の考え方に則り、事故の収束に向けた発電所の活動の支援に徹すること、現地の発電所長からの支援要請に基づいて活動することを原則とし、今回のような事故対応に対する細かい指示や命令、コメントの発信を行わない。あわせて、今回の事故対応時のような、外部から直接発電所長に問合せが入り発電所長が対応を強いられたり、外部からの問い合わせを発電所が回答準備したりする事態とならないよう、本店は情報を捌く役割を果たす。

b)本店緊急時組織の構成

原子力災害発災時の本店の緊急時組織は、発電所の緊急時組織に合わせ、発電所側とカウンターパートを決めて事故対応にあたる。発電所の緊急時組織に合わせ、現在の9 班構成から、本店対策本部長以下4 班+スタッフ体制とし、発電所とのカウンターパートを設定する。その上で、それぞれのカウンターパート以外とのやり取りは原則として行わないこととする。なお、本店緊急時組織は原子力災害の規模や当社サービスエリアの被害状況に応じて、適宜組織や指揮命令系統を変更していく。



<原子力発電所の緊急時組織の各ポジションの要件>（東電原子力安全改革プラン 84P）

本組織における各機能単位やスタッフ等のミッション、役割、要件を添付資料 4-2 に示す。現在の当社の緊急時組織における各ポジションは、平常時の役職（部長、グループマネージャー等）で割り振られているが、当該要件に見合った力量を持った人物かどうかについては評価されることはこれまでなかった。一方、米国の原子力発電所においては、各ポジションの責任・権限が定められており、かつ、各ポジションが必要な力量（知識）ならびにその評価方法も定められている。よって今回の配置にあたっては、米国の状況を参考に、要件に合致する者を各ポジションに配置していくこととし、当面は訓練の中で相当する力量があるかを確認する。これに加え、3 年以内を目途に人材育成および人事ローテーション等により、必要な要員数を維持していく。

あわせて、この体制による訓練を繰り返すことで、各人の能力向上を図るとともに、組織構造の弱点が見つかった場合は改善する。

＜関連 Q&A（例）＞

Q7-20	事故対応において本店本部の問題点は何があったか。
A	（東電原子力安全改革プラン（90P） 今回の福島原子力事故対応において、本店の問題点として「外部からの問い合わせや指示を調整できず、発電所の指揮命令系統を混乱させた」ことがあげられる。したがって、発電所の緊急時組織をICS の考え方に則り変更することにあわせ、この問題点を改善する組織体制に変更する。
Q7-21	本店本部のあるべき姿はどのようなものか。
A	（東電原子力安全改革プラン（90P） 原子力災害発生時における本店の役割は、ICS の考え方に則り、事故の収束に向けた発電所の活動の支援に徹すること、現地の発電所長からの支援要請に基づいて活動することを原則とし、今回のような事故対応に対する細かい指示や命令、コメントの発信を行わない。あわせて、今回の事故対応時のような、外部から直接発電所長に問合せが入り発電所長が対応を強いられたり、外部からの問い合わせを発電所が回答準備したりする事態とならないよう、本店は情報を捌く役割を果たす。
Q7-63	本店本部は発電所本部との情報共有をどのように行うのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（90P)） 原子力災害発災時の本店の緊急時組織は、発電所の緊急時組織に合わせ、発電所側とカウンターパートを決めて事故対応にあたる。発電所の緊急時組織に合わせ、現在の9 班構成から、本店対策本部長以下4 班＋スタッフ体制とし、発電所とのカウンターパートを設定する。その上で、それぞれのカウンターパート以外とのやり取りは原則として行わないこととする。なお、本店緊急時組織は原子力災害の規模や当社サービスエリアの被害状況に応じて、適宜組織や指揮命令系統を変更していく。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 36.3 ICS（Incident Command System）の考え方に則った本店の緊急時組織の考え方
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-2、通番 12 現場本部と支援組織の役割分担
	関連細目 No	細目 4-2-3、細 38 支援組織の役割を明確にする。
キーワード		
1	事故対応	**マネジメント上の問題点**：指揮命令系統の混乱 5、外部（本店本部等）からの問合せで忙殺 3
7	緊急時体制	**本店本部**：事故収束活動の支援、支援要請に基づく活動 2、対外対応（外部からの情報の捌き） **ICS**：役割分担の明確化 2、カウンターパートの設定 1
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 46

資料 36.4(資 93)

〔決定権を現場指揮官に与える役割分担の明確化(ICS(Incident Command System))〕

東電原子力安全改革プランにおいて、ICS(Incident Command System)の特徴の一つとして、決定権を現場指揮官に与える役割分担の明確化が示されている。

- **最終的な対応責任は現場指揮官にあたえ、たとえ上位組織・上位職者であっても周辺はそのサポートに徹する役割を分担する(米国の場合､たとえ大統領であっても現場指揮官に命令することはできない)。**

<現場の決定権>(東電原子力安全改革プラン・82P より)

b)Incident Command System (ICS)の基本的考え方

ICS とは、米国における非常事態対応のために標準化された組織体制である。ICS は、対応する事案の大小を問わず適用できる非常に柔軟性の高いシステムであり、現在では多くの政府・行政機関や、軍/消防/警察/医療等の機関で採用されている。主な特徴は以下のとおり。

(中略)

<組織運用上の特徴>

(中略)

・ 決定権を現場指揮官に与える役割分担の明確化

最終的な対応責任は現場指揮官にあたえ、たとえ上位組織・上位職者であっても周辺はそのサポートに徹する役割を分担する(米国の場合、たとえ大統領であっても現場指揮官に命令することはできない)。

(後略)

＜関連 Q&A（例）＞

Q7-55	ICS はどのようなところで採用されているか。
A	（東電原子力安全改革プラン（82P)） ICS とは、米国における非常事態対応のために標準化された組織体制である。ICS は、対応する事案の大小を問わず適用できる非常に柔軟性の高いシステムであり、現在では多くの政府・行政機関や、軍／消防／警察／医療等の機関で採用されている。
Q7-59	ICS において、現場指揮官に与えられる権限はどのようなものか。
A	（東電原子力安全改革プラン（82P)） 最終的な対応責任は現場指揮官にあたえ、たとえ上位組織・上位職者であっても周辺はそのサポートに徹する役割を分担する（米国の場合、たとえ大統領であっても現場指揮官に命令することはできない)。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 36.4 決定権を現場指揮官に与える役割分担の明確化（ICS（Incident Command System））
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-2、通番 12 現場本部と支援組織の役割分担
	関連細目 No	細目 4-2-1、細 36 現場対処にかかわる事柄の判断は現場に任せることを明確化する。
キーワード		
7	緊急時体制	**ICS**：役割分担の明確化 3
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 47

資料 37.1(資 94)

〔総理の撤退に関する発言が東電職員に与えた影響〕

(1) 東電報告書において、総理の発言が東電職員に与えた影響が示されている。

- **3 月 15 日 5 時 35 分、菅総理が本店に入り、本店対策本部で福島事故対応を行っていた本店社員や TV 会議システムでつながる発電所の所員に、全面撤退に関して 10 分以上にわたって、激昂して激しく糾弾、撤退を許さないことを明言した。菅総理は東電が全面撤退を考えているわけではないと認識していたはずであり、菅総理の演説は、意図は不明ながらも、当社の撤退を封じようとしたものとは考え難い。**
- **福島第一・第二原子力発電所の対策本部において、菅総理の発言を聞いた職員たちの多くが、背景の事情はわからないまま、憤慨や戸惑い、意気消沈もしくは著しい虚脱感を感じた、と証言している。**

(2) 国会事故調報告書においては、撤退について官邸に誤解が生じた根本原因は、東電の姿勢にあるとしている。

- **官邸に誤解が生じた根本原因は、極めて重大な局面ですら、官邸の意向を探るかのような曖昧な連絡に終始した点に求められる。その意味で、東電は、官邸の誤解や過剰介入を責められる立場にはなく、むしろそうした事態を招いた張本人であると言わなければならない。**

(3) 政府事故調報告書においては、なぜ撤退について認識の違いが生じたのかついては、十分解明するに至らなかったとしている。

<事故対策統合本部における総理の発言の影響>(東電報告書・77P より)

4時42分頃、清水社長は官邸を辞し、同時に出発した細野補佐官等が、本店対策本部に来社したところで細野補佐官の指示に基づき、本店対策本部室内のレイアウト変更が行われ、菅総理を迎え入れる準備が行われた。

5時35分、菅総理が本店に入り、本店対策本部で福島事故対応を行っていた本店社員やTV会議システムでつながる発電所の所員に、全面撤退に関して10分以上にわたって、激昂して激しく糾弾、撤退を許さないことを明言した。前述の通り菅総理は官邸での清水社長とのやりとりによって当社が全面撤退を考えているわけではないと認識していたはずであり、上記菅総理の当社での早朝の演説は、意図は不明ながらも、当社の撤退を封じようとしたものとは考え難い。

清水社長は、国の対策本部長として懸命に取り組まれていることを感じながらも、「先ほどお会いしたときに納得されたはずなのにと違和感を覚えた」とこの時の総理の態度が理解できなかったことを証言している。

また、福島第一・第二原子力発電所の対策本部において、菅総理の発言を聞いた職員たちの多くが、背景の事情はわからないまま、憤慨や戸惑い、意気消沈もしくは著しい虚脱感を感じた、と証言している。

<全面撤退について>(国会事故調報告書・33P)

(前略)全面撤退は官邸の誤解であり、総理によって東電の全員撤退が阻止されたと理解することはできない。しかしながら、官邸に誤解が生じた根本原因は、民間企業の経営者でありながら、自律性と責任感に乏しい上記のような特異な経営を続けてきた清水社長が、極めて重大な局面ですら、官邸の意向を探るかのような曖昧な連絡に終始した点に求められる。その意味で、東電は、官邸の誤解や過剰介入を責められる立場にはなく、むしろそうした事態を招いた張本人であると言わなければならない。

<全面撤退について>(政府事故調報告書(最終)・207P)

このように様々な観点から検討した結果、清水社長や東京電力の一部関係者において全面撤退をも考えていたのではないか、という疑問に関しては、そのように疑わせるものはあるものの、当委員会として、そのように断定することはできず、一部退避を考えていた可能性を否定することはできないとの結論に至った。したがって、清水社長の説明の仕方が原因で清水社長と海江田経産大臣及び枝野官房長官との間に認識の齟齬が生まれた可能性も否定できないと思われるが、具体的にどのような説明をしたのか、また、なぜ認識の違いが生じたのかについては、十分解明するに至らなかった。

＜関連 Q&A（例）＞

Q2-7	菅総理が本店に入り、東電本店対策本部で発電所本部の職員に対して、激昂して激しく糾弾、撤退を許さないことを明言したのを聞いて職員はどう感じたか。
A	（東電報告書（77P）） • 3月15日5時35分、菅総理が本店に入り、本店対策本部で福島事故対応を行っていた本店社員やＴＶ会議システムでつながる発電所の所員に、全面撤退に関して10分以上にわたって、激昂して激しく糾弾、撤退を許さないことを明言した。菅総理は東電が全面撤退を考えているわけではないと認識していたはずであり、菅総理の演説は、意図は不明ながらも、当社の撤退を封じようとしたものとは考え難い。 • 福島第一・第二原子力発電所の対策本部において、菅総理の発言を聞いた職員たちの多くが、背景の事情はわからないまま、憤慨や戸惑い、意気消沈もしくは著しい虚脱感を感じた、と証言している。
Q12-8	全面撤退を国の報告書はどう評価しているか。
A	（国会事故調報告書（33P）） 全面撤退は官邸の誤解であり、総理によって東電の全員撤退が阻止されたと理解することはできない。しかしながら、官邸に誤解が生じた根本原因は、官邸の意向を探るかのような曖昧な連絡に終始した点に求められる。その意味で、東電は、官邸の誤解や過剰介入を責められる立場にはなく、むしろそうした事態を招いた張本人であると言わなければならないとしている。 （政府事故調報告書（最終）（207P） このように様々な観点から検討した結果、清水社長や東京電力の一部関係者において全面撤退をも考えていたのではないか、という疑問に関しては、そのように疑わせるものはあるものの、当委員会として、そのように断定することはできず、一部退避を考えていた可能性を否定することはできないとの結論に至った。したがって、清水社長の説明の仕方が原因で清水社長と海江田経産大臣及び枝野官房長官との間に認識の齟齬が生まれた可能性も否定できないと思われるが、具体的にどのような説明をしたのか、また、なぜ認識の違いが生じたのかについては、十分解明するに至らなかった。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 37.1 総理の撤退に関する発言が東電職員に与えた影響
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-2、通番 12 現場本部と支援組織の役割分担
	関連細目 No	細目 4-2-2、細 37 現場は、信念を持って状況を判断し、実行する。
キーワード		
7	緊急時体制	**国・自治体の体制**：事故対策統合本部 1
12	広報	**混乱した事案**：撤退問題 1、総理の糾弾発言
13	関係組織	**事業者関連**：福島第二 4
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 41 **政府関連**：政府事故調報告書（最終）34 **事業者関連**：東電報告書 48
15	人名・法令類	**人名**：菅直人 2、細野豪志、清水正孝 1

資料 38.1(資 95)

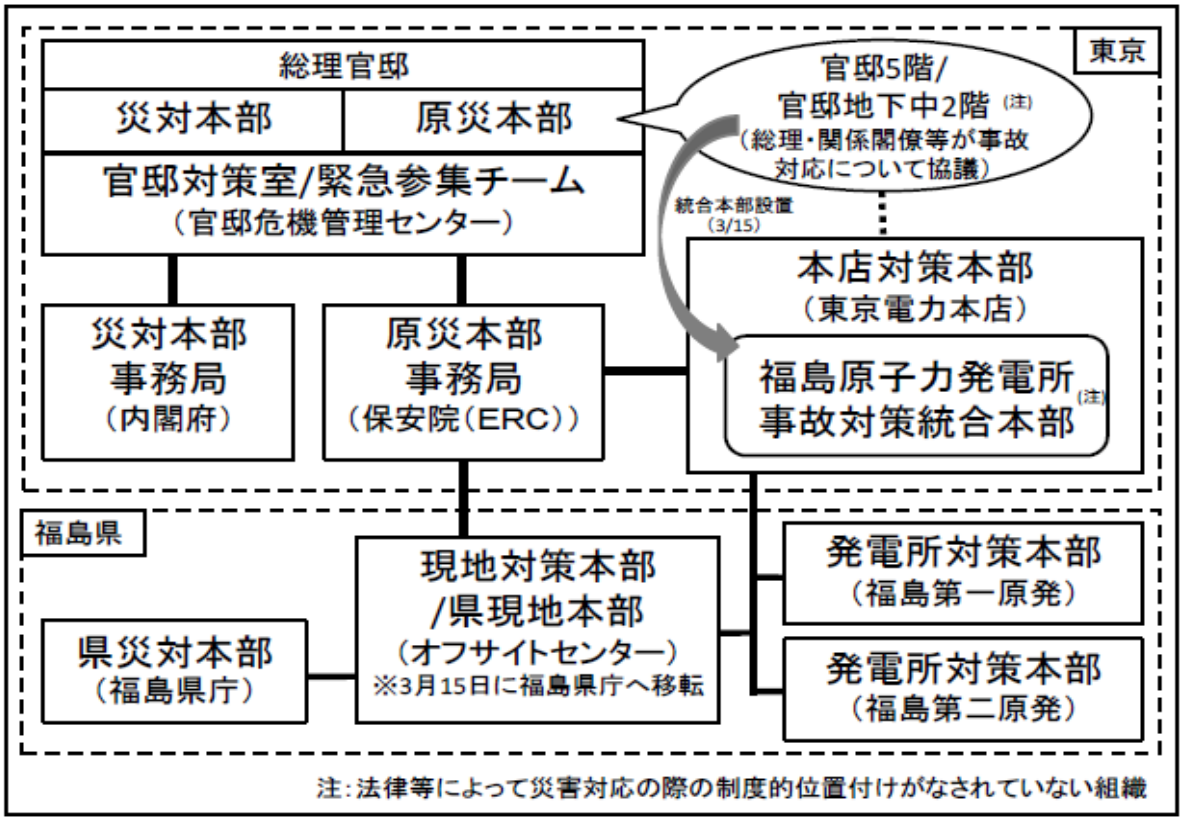
〔福島第一事故時における国、県、事業者を含めた全体の組織概略図〕

政府事故調報告において、福島第一事故時における国、県、事業者を含めた全体の組織概略図が示された。

- **官邸5階/官邸地下中2階も東電本店に設置された福島原子力発電所事故対策統合本部も法律等によって防災対応の際の制度的位置付けがなされていない組織である。**
- **今回の事故対応では、制度的な位置付けのない組織が官邸内に組織されたり、事業者との合同の福島原子力発電所事故対策統合本部が設置された。**

<事故対応等に関する組織概略図>(政府事故調報告・中間 55P より)

図Ⅲ-1 福島第一・第二原発における事故対応等に関する組織概略図(3 月 15 日以前)



<制度的な位置付けがなされていない組織>

(政府事故調報告書(中間)(57P))

(3)官邸危機管理センター(緊急参集チーム)の対応

ただし、官邸地下においては、情報保全のため平時から携帯電話が使用できず、携帯電話で事故情報を迅速かつ機動的に収集することが困難であった。また、地震発生後は、原発事故だけでなく、地震・津波等に関する情報収集や連絡も並行して行われたため福島原発事故等に関する情報を収集することも困難な状況にあった。

(政府事故調報告書(中間)(58P))
(4)官邸5階/2階
前記(2)のとおり、3 月11 日14 時46 分頃の地震発生直後、寺坂保安院長は、緊急参集チームのメンバーとして官邸地下の官邸危機管理センターに参集していたところ、菅総理は、福島第一原発の状況説明を求めるため、内閣官房職員を通じて、寺坂保安院長を官邸5 階の総理大臣執務室に呼んだ。
(中略)
その後、同日20 時から21 時にかけて、班目委員長、平岡保安院次長、武黒フェローらが官邸5 階に集められ、ここに関係閣僚等も加わり、協議の上、後記V3(1)のとおり、福島第一原発から半径3km 圏内を避難区域、半径3~10km 圏内を屋内退避区域とする決定をした。その後も、官邸5 階にいた前記メンバーの全部又は一部は、同階において、避難区域等の変更、福島第一原発内における具体的な措置(原子炉への注水、ベント等)、それらに必要な資機材調達等に関する後方支援等について協議した。
(中略)
官邸5 階での協議に参加していた保安院や東京電力関係者らは、同月14 日朝までは、官邸5 階の総理大臣秘書官室脇の小部屋で待機しつつ、一、二時間おきに開催される協議の都度、同階の一室に参集していたが、同日朝、官邸2 階の一室が待機部屋として用意された。この部屋には、電話が設置され、さらに、東京電力本店が用意したFAX も設置されるなどしたため、以後、同部屋が東京電力と官邸との間の連絡中継点として機能するようになった。
(福島原子力発電所事故対策統合本部)
(政府事故調報告書(中間)(68P))
(官邸と東電の間で情報共有がうまくいかず、撤退問題が生じた。)これを受け、菅総理は、政府と東京電力との間の情報共有の迅速化を図るため、政府と東京電力が一体となった対策本部を作って福島第一原発の事故の収束に向けた対応を進めていきたい旨の提案を行った。清水社長も、官邸との連絡体制を十分に図らなければならないと考えていたため、菅総理の提案を了解した。
同日5 時30 分頃、菅総理らは、東京電力本店2 階に設置された本店対策本部を訪れ、本店対策本部にいた勝俣恒久東京電力会長、清水社長、武藤副社長その他の東京電力役員及び社員らに対し、自らを本部長とし、海江田経産大臣と清水社長を副本部長とする、福島原子力発電所事故対策統合本部の立ち上げを宣言した。

＜関連 Q&A（例）＞

Q7-3	国の体制において、制度的位置付けのない組織がなぜ必要になったのか。
A	① 官邸5階総理大臣執務室等での協議 （政府事故調報告書（中間）（57P）） 官邸地下においては、情報保全のため平時から携帯電話が使用できず、携帯電話で事故情報を迅速かつ機動的に収集することが困難であった。また、地震発生後は、原発事故だけでなく、地震・津波等に関する情報収集や連絡も並行して行われたため福島原発事故等に関する情報を収集することも困難な状況にあった。 （政府事故調報告書（中間）（58P）） 菅総理は、福島第一原発の状況説明を求めるため、内閣官房職員を通じて、寺坂保安院長を官邸5 階の総理大臣執務室に呼んだ。その後、班目委員長、平岡保安院次長、武黒フェローらが官邸5 階に集められ、ここに関係閣僚等も加わり、対応が協議されるようになった。 ② 福島原子力発電所事故対策統合本部 （政府事故調報告書（中間）（68P）） （官邸と東電の間で情報共有がうまくいかず、撤退問題が生じた。）これを受け、菅総理は、政府と東京電力との間の情報共有の迅速化を図るため、政府と東京電力が一体となった対策本部を作って福島第一原発の事故の収束に向けた対応を進めていきたい旨の提案を行った。清水社長も、官邸との連絡体制を十分に図らなければならないと考えていたため、菅総理の提案を了解した。 同日 5 時 30 分頃、菅総理らは、東京電力本店 2 階に設置された本店対策本部を訪れ、自らを本部長とし、海江田経産大臣と清水社長を副本部長とする、福島原子力発電所事故対策統合本部の立ち上げを宣言した。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 38.1 福島第一事故時における国、県、事業者を含めた全体の組織概略図
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-3、通番 13 トップの機能
	関連細目 No	細目 4-3-2、細 40 災害対応の拠点は、人材的にも、環境的にも実効的なものとする。
キーワード		
7	緊急時体制	**国・自治体関連**：原子力災害対策本部 2、オフサイトセンター4、事故対策統合本部 2
13	関係組織	**国関連**：官邸 2
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）74

資料 38.2(資 96)

〔Incident Command System (ICS)とは〕

杏林医学会誌に掲載された ICS の紹介によれば、

A. Incident Command System (ICS)とは、

2004 年には国土安全保障大統領指令第 5 号に基づき,国家緊急時総合調整システムが制定されインシデントコマンドシステムを災害対応に用いることが米国において必須となった。

B. ICS6 つのポイント

(1) 現場指揮

現場指揮者は災害の規模が大きくなれば,必要に応じて実行部門,企画部門,包括支援部門,そして財務・総務部門を設ける。現場指揮者は権限委譲を行い,各部門に仕事を任せる。

(2) 指揮統制コマンドアンドコントロールと調整コーディネーション

その指揮系統において,指揮統制コマンドアンドコントロールと調整コーディネーションがある。実際は災害の状況に合わせてお互いを補うような形で使い分ける。

- 指揮統制コマンドアンドコントロールは軍隊のような有無を言わせない厳しいもの。
- 後者の調整コーディネーションはそれぞれの関係機関の権限を尊重し,無理強いを求めたり不利益を押しつけたりはしない

(3) 指揮系統チェーンオブコマンドの原則

指揮一元化と統合指揮という二つの概念がある。指揮一元化は垂直統合,統合指揮は水平統合の要になる

a) 統合指揮

統合指揮は,主要な災害対応組織全ての現場指揮者たちを一堂に集める構造のことである。

b) 指揮一元化

指揮一元化とは,報告する上司は一人だけ,仕事の割り当てを受けるのもその上司からだけ,という決まりである。

c) 統制範囲

統制範囲とは,一人の人間が効果的に監督できる部下の数は 3〜7 人,できれば 5 人以下が望ましい,という原則のこと。

(4) 災害現場と災害対策本部の位置付け

災害対策本部の役割は,災害現場の活動を支援,調整することである。災害現場においてリアルタイムで判断し対応することは前線の災害現場の仕事である。災害対策本部が現場に対してマイクロマネジメント(過度な監督や干渉)を行うことは慎まなければならない。

(5) 共通状況図

共通状況図 Common Operational Picture(災害の大きな絵)とは,災害を俯瞰し情報を共有するための概念である。また災害現場や災害対策本部においてリアルタイムで地図上にて各種情報を共有することも意味する

(6) 緊急事動計画

緊急事行動計画は,

① 計画されたイベントにおける準備段階,

② 明らかな脅威が判明したとき,

③ 実際に緊急事態が発生し初期対応が求められるとき。

の場合に作成する。

緊急事行動計画はいわゆるPDCAサイクルと一見すると似ている概念であるが,プランニングのPでは,最初に災害の状況を認識するプロセスが加わっているのが特徴である。

<ICSとは>(ICSの紹介(杏林医会誌46巻4号 275～279P 2015年12月))

インシデントコマンドシステム(ICS)は,米国で開発されたあらゆる災害対応において,組織の運用を標準化したマネジメント体型であり,本邦では緊急時総合調整システムと紹介されている。指揮統制や調整組織運用などが標準化されていることが特徴であり,米国では災害対応のみならずマラソンやスポーツイベントなど,あらゆる危機管理事案がこのインシデントコマンドシステムに基づいて実施される。

米国において1970年代に山林火災の対応の失敗を教訓に消防により開発され,その有効性が認められて徐々に災害対応に関わる他の行政機関や医療機関,企業などでの利用が拡大した。2004年には国土安全保障大統領指令第5号に基づき,国家緊急時総合調整システムが制定されインシデントコマンドシステムを災害対応に用いることが米国において必須となった。

わが国では1995年の阪神淡路大震災以後指揮調整機能や関係機関の連携を強化するため導入の必要が叫ばれた。2011年の東日本大震災での災害医療対応の反省を踏まえ,日本医師会と厚生労働省有志により,米国危機管理者協会の協力のもと,インシデントコマンドシステムを紹介するためのガイドブックが出版された。これが日本における普及の端緒となった。

<ICSの6つのポイント>(ICSの紹介(杏林医会誌46巻4号 275～279P 2015年12月))

1. 現場指揮について

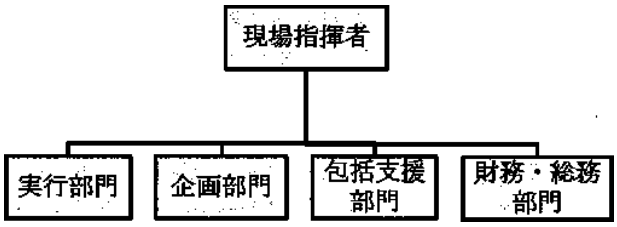
災害対応を行う組織は現場指揮,実行,企画包括支援財務・総務の5つの機能から構成される。各機能はヒトないしは部門にて行われる。

職能	主な職務	具体例
現場指揮者	• 目的,戦略優先順位の確立 • 担当する災害対応に関する全ての責任を負う	決断と責任のヒト
実行部門	• 目標達成のための戦術と資源の決定 • 戦術レベルにおける危機対応の決定	実際に動くヒト

企画部門	• 情報の収集と分析 • 資源の追跡 • 文書作成と保持	考えるヒト
包括支援部門	• 資源及び必要なサービスの供給	集めるヒト
財務・総務部門	• 支出,請求,補償に関する会計 • 必要な資源の調達	支払うヒト

災害の規模が小さく,現場指揮者一人で上記の5つの職務をすることが可能であれば,現場指揮者自らその5つの役割を兼ねることが出来る。もし災害の規模が大きくなれば,必要に応じて図1のように実行部門,企画部門,包括支援部門,そして財務・総務部門を設ける。現場指揮者は権限委譲を行い,各部門に仕事を任せる。

実行部門は現場指揮者の指示の元,目標達成のために汗を流すことになる。そして残り3つの部門である企画,包括支援財務・総務は実行部門の活動を支援する。



2.　指揮統制コマンドアンドコントロールと調整コーディネーション

災害対応を行うに当たり,組織が最初に行うことは指揮系統を確立することである。

指揮系統は英語ではチェーンオブコマンド(直訳は命令の連鎖)と呼ばれる。

その指揮系統において,人に指示を与える場合,2つのやり方,つまり指揮統制コマンドアンドコントロールと調整コーディネーションがある。

前者の指揮統制コマンドアンドコントロールはイメージとしては軍隊のような有無を言わせない厳しいものが考えられる。実際の災害現場では,指揮統制は法令,規制,権限委譲に基づき指示・命令・統制を発動するものである。そして迅速な意志決定と行動を可能にし,現場活動従事者の安全を確保するとともに,効率的かつ柔軟な問題解決を図る。一分一秒で命に関わる厳しい現場では,指揮統制に基づく活動は必須である。

後者の調整コーディネーションは複数の関係機関との共同作業を行いながら災害現場活動を継続して支援するものである。それぞれの関係機関の権限を尊重し,無理強いを求めたり不利益を押しつけたりはしない。調和がキーワードである。

指揮統制コマンドアンドコントロールと調整コーディネーションは一見すると対立する概念として捉えられてしまうが,実際は災害の状況に合わせてお互いを補うような形で使い分けていくことが求められる。

3.　指揮系統チェーンオブコマンドの原則

指揮系統チェーンオブコマンドとは,指図や命令を伝達する一連の流れであり,誰から指

示・命令を受けて誰に伝えるか，ということである。現場指揮者と組織の各部門をつなげて一つの組織として一体化させるためには指揮系統がしっかり確立されていることが必須である。組織が，縦にも横にもしっかりつながっていることを，経営学の世界では垂直統合，水平統合という。組織は，垂直統合と水平統合がしっかりなされていてこそ，一体となって動けるのである。特に災害時において様々な関係機関が連携して一つの組織体として動くような場面では，この垂直統合，水平統合によって一体化できるように努力することが必要である。

インシデントコマンドシステムにおいて，指揮の原則として，指揮一元化と統合指揮という二つの概念がある。指揮一元化は垂直統合，統合指揮は水平統合の要になるので，この縦と横における指揮をしっかり理解することが重要である。合わせて，指揮を執る上で統制範囲を理解することも重要である。

(a)統合指揮

統合指揮は，主要な災害対応組織全ての現場指揮者たちを一堂に集める構造のことである。それぞれが責任を果たしながら，同時に効果的な危機対応を調整することができるようにするものである。写真1は米国における多数傷病者事案に対する災害訓練の風景である。災害現場の近いところで指揮所を開設し消防と警察が一堂に集まり，対応を協議している。残念ながら日本ではそれぞれの災害対応組織が独自の指揮所を開設し，組織同士の連携ができないことがしばしば見られる。



写真1　災害訓練の現場において地元消防，市警察，連邦警察による統合指揮の立ち上げ

(b)指揮一元化

指揮一元化とは，報告する上司は一人だけ，仕事の割り当てを受けるのもその上司からだけ，という決まりである。コミュニケーションが乱立しないためには，この指揮一元化の決まりは絶対に守るようにする。現実は図2のようにしばしば横ヤリが入ったり権限のない人間から指示が入ったり，災害現場が混乱することは珍しくない。そのため，指揮一元化を組織で徹底することは平素から各人が日常業務の中で心がけなければならない。

(c)統制範囲

統制範囲とは，一人の人間が効果的に監督できる部下の数は3~7人，できれば5人以下が望ましい，という原則のことである。災害対応を行うと業務が増えていき，関係する人員の数も膨れ上がることがある。気がつくと手に負えない数の人員や情報が氾濫し，効果的にマネジメントすることができない事態になってしまうこともめずらしくない。そこで，手が足りないからといってやみくもに人員を増やすのではなく，図のように統制範囲の原則に基づいて増員していくことが，マネジメントの実行可能性を維持しつつ，組織の規模を拡大していけるカギとなる。具体的には，図3のように統制範囲を超えたら，その下に下部組織を設置し，組織を垂直

拡大させていく。

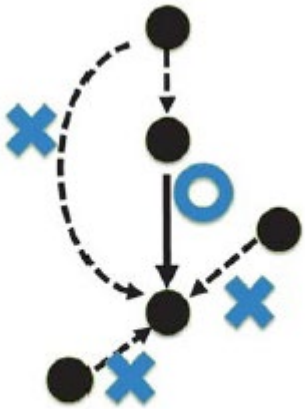


図2

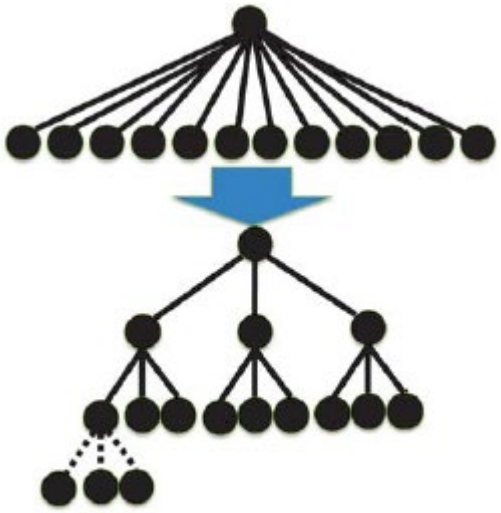


図3

4.　災害現場と災害対策本部の位置づけ

　災害対策本部の役割は,災害現場の活動を支援,調整することである。災害規模が大きくなると自治体や企業,病院の中に災害対策本部が設置される。多くの場合,災害対策本部は安全な後方に設置される。誤解されやすいことは,刻一刻と状況が変化する災害現場に対して直ちに情報を得て指示をすることが災害対策本部の役割であると考えられていることである。災害現場においてリアルタイムで判断し対応することは前線の災害現場の仕事であり,後方に設置される災害対策本部が現場活動の詳細を把握することは現実的には不可能である。図4のように災害対応は現場に権限委譲し,災害対策本部は現場が目の前の活動に専念できるよう,支援・調整することが求められる。災害対策本部における活動はインシデントコマンドシステムに基づく指揮統制に加え,政策立案や調整も重要な要素となる。

　マイクロマネジメントとは,管理者である上司が部下の業務に対して過度な監督や干渉を行うことを意味する。また,マイクロマネジメントは,細部に執着する性格や,能力不足,不安などの内面の問題とも考えられる。後方に位置する災害対策本部が現場に対してマイクロマネジメントを行うことは慎まなければならない。

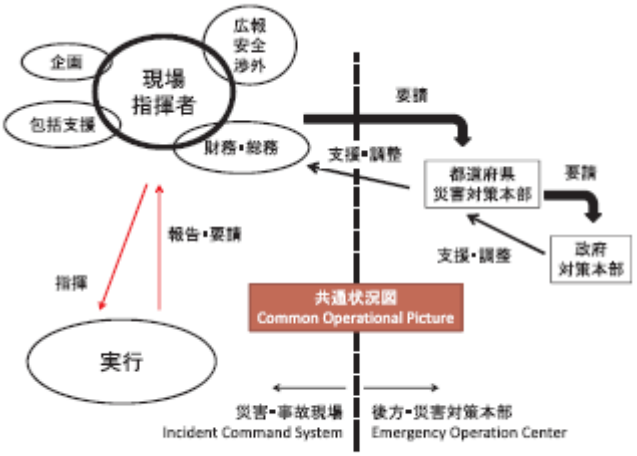


図4　災害現場と災害対策本部の位置づけ

5.　共通状況図Common Operational Picture(災害の大きな絵)

共通状況図Common Operational Picture(災害の大きな絵)とは,災害を俯瞰し情報を共有するための概念である。また災害現場や災害対策本部においてリアルタイムで地図上にて各種情報を共有することも意味する。しばしば,頭文字をとってCOPコップと呼ばれる。図4のように前線の現場指揮者と後方の災害対策本部が共通状況図(災害の大きな絵)を共有することは重要である。

6.　緊急事行動計画

緊急事行動計画は,インシデントコマンドシステムの中において次の3つの場面で作成される。1.計画されたイベントにおける準備段階,2.明らかな脅威が判明したとき,3.実際に緊急事態が発生し初期対応が求められるとき。

緊急事行動計画を立案するときは以下の5つの段階で行われる。

第1期:事態の把握
第2期:緊急時の目標設定
第3期:計画の策定
第4期:計画の準備と配布
第5期:計画の実行,評価,修正

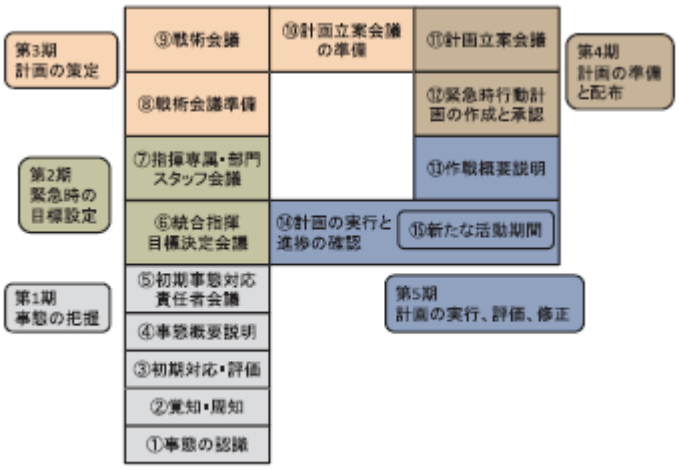


図5　プランニングのP

緊急事行動計画を立案する実際のプロセスは以下の図5の通りであり,図の形から「プランニングのP」と呼ばれる。

いわゆるPDCAサイクル(Plan→Do→Check→Act)と一見すると似ている概念であるが,プランニングのPでは,最初に災害の状況を認識するプロセスが加わっているのが特徴である。

最後に

わが国ではDMATを中心にCSCATTTにもとづく災害対応の考え方が広く普及している。

災害医療の実践(CSCATTT)とは,多数傷病者発生事故に医療機関が対応するための戦術的アプローチを示したものであり,出典は,英国で開発された多数傷病者事故に対する医療対応を教育するための教育コース(Major Incident Medical Management and Support, MIMMS)である。多数傷病者事故に対して行う医療対応は,3つのT(Triage:トリアージ,Treatment:治療,Transfer:搬送)であり,このTTTを支えるための管理運営としてCSCA(Command&Control:指揮・統制,Safety:安全,Communication:情報伝達,Assessment:評価)が位置づけられる。

日本の危機管理・災害医療の第一線に立つ医師が上記で示したインシデントコマンドシステムにおける6つのポイントを理解することでCSCATTTを補強し,さらに危機管理対応能力を拡張することが期待される。

参考文献

1)緊急時総合調整システムIncident Command System(ICS)基本ガイドブック東京法規出版

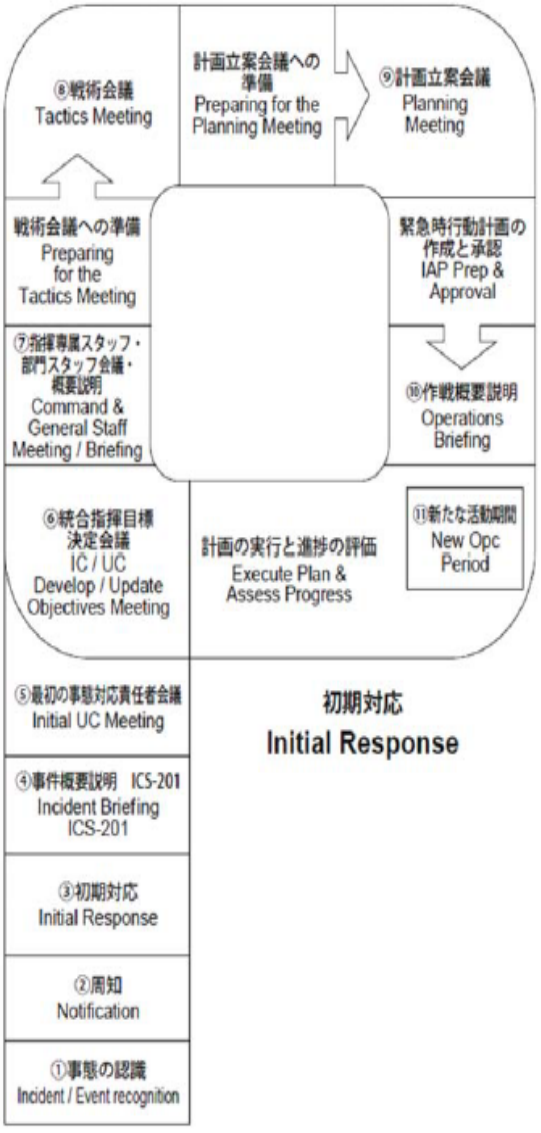
2)MIMMS:英国における大事故災害への医療対応http://www.mimms-jp.net/

補足資料

本稿における用語	緊急時総合調整システムIncident Command System（ICS）基本ガイドブックにおける用語
インシデントコマンドシステム（ICS）	緊急時総合調整システム Incident Command System（ICS）
現場指揮	現場指揮Incident Command
現場指揮者	現場指揮者Incident Commander
実行部門	実行部門Operation Section
企画部門	企画部門Planning Section
包括支援部門	包括支援部門Logistics Section
財務・総務部門	財務・総務部門Finance/Administration Section
権限委譲	権限委譲delegation of authority
指揮統制 コマンドアンドコントロール	指揮統制Command and Control
調整 コーディネーション	調整Coordination
指揮系統 チェーンオブコマンド	指揮系統Chain of Command
統合指揮	統合指揮Unified Command
指揮一元化	指揮一元化Unity of Command
統制範囲	統制範囲Span of Control
災害対策本部	災害対策本部 Emergency Operation Center（EOC）
共通状況図 Common Operational Picture	共通状況図 Common Operational Picture
緊急事行動計画	緊急事行動計画Incident Action Plan

Planning Pについて

（緊急時総合調整システムIncident Command System（ICS）基本ガイドブックにおける用語）



出典：日本医師会

＜関連 Q&A（例）＞

Q7-54	ICS はどのようにして生まれたのか。
A	（ICSの紹介） インシデントコマンドシステム（ＩＣＳ）は，米国で開発されたあらゆる災害対応において，組織の運用を標準化したマネジメント体型であり，本邦では緊急時総合調整システムと紹介されている。指揮統制や調整組織運用などが標準化されていることが特徴であり，米国では災害対応のみならずマラソンやスポーツイベントなど，あらゆる危機管理事案がこのインシデントコマンドシステムに基づいて実施される。 米国において１９７０年代に山林火災の対応の失敗を教訓に消防により開発され，その有効性が認められて徐々に災害対応に関わる他の行政機関や医療機関，企業などでの利用が拡大した。２００４年には国土安全保障大統領指令第５号に基づき，国家緊急時総合調整システムが制定されインシデントコマンドシステムを災害対応に用いることが米国において必須となった。
Q7-60	ICS の指揮一元化はどのような考え方か。
A	（ICS の紹介） 指揮一元化とは，報告する上司は一人だけ，仕事の割り当てを受けるのもその上司からだけ，という決まりである。コミュニケーションが乱立しないためには，この指揮一元化の決まりは絶対に守るようにする。現実はしばしば横ヤリが入ったり権限のない人間から指示が入ったり，災害現場が混乱することは珍しくない。そのため，指揮一元化を組織で徹底することは平素から各人が日常業務の中で心がけなければならない。
Q7-61	ICS の監督限界の設定はどのような考え方か。
A	（ICS の紹介） 統制範囲（監督限界）とは，一人の人間が効果的に監督できる部下の数は３～７人，できれば５人以下が望ましい，という原則のことである。災害対応を行うと業務が増えていき，関係する人員の数も膨れ上がることがある。気がつくと手に負えない数の人員や情報が氾濫し，効果的にマネジメントすることができない事態になってしまうこともめずらしくない。そこで，手が足りないからといってやみくもに人員を増やすのではなく，統制範囲の原則に基づいて増員していくことが，マネジメントの実行可能性を維持しつつ，組織の規模を拡大していけるカギとなる。具体的には，統制範囲を超えたら，その下に下部組織を設置し，組織を垂直拡大させていく

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 38.2 Incident Command System (ICS)とは
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-3、通番 13 トップの機能
	関連細目 No	細目 4-3-2、細 40 災害対応の拠点は、人材的にも、環境的にも実効的なものとする。
キーワード		
7	緊急時体制	**ICS**： 監督限界 2、柔軟な組織構造 2、指揮命令系統の明確化 2、役割分担の明確化 4、カウンターパートの設定 2、情報共有ルールの拡充、技量や要件の明確化 2、教育・訓練の徹底 3
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 48 **学協会関連**：ICS の紹介 3

資料 39.1(資 97)

〔ICS(Incident Command System)に基づく監督限界の設定〕

東電原子力安全改革プランにおいて、指揮命令系統が混乱した具体的事例が示された。また、これを回避するため、ICS(Incident Command System)を導入し、監督限界を設定することとした。

- **複数号機の同時被災を想定した備えが充分でなく、組織体制が柔軟性に欠けていたこと、を背景として、発電所本部の情報共有と指揮命令が混乱し、以下のような現象が発生した。**
  - **情報共有を図るためのシステムが電源喪失に伴い使用不能となった。**
  - **発電所長からの権限委譲が適切でなく、ほとんどの判断を発電所長が行う体制となっていた。**
  - **事故の状況や進展が個別の号機毎で異なるにもかかわらず、従前の機能班単位で活動した。**
- **Incident Commander(現場指揮官)を頂点に、直属の部下は 3～7 名の範囲で収まる構造を大原則とする。本構造の持つ意味は、一人の人間が緊急時に直接指揮命令を下せる範囲は経験的に 7 名まで(望ましくは 5 名まで)であることに由来している。**

<監督限界の設定>(東電原子力安全改革プラン・81P、82P より)

(1)緊急時組織の改編(ICS 導入)

① 改編のねらい

福島原子力事故の対応の際に現場が混乱し、迅速・的確な意思決定が出来なかった要因として、「発電所本部の情報共有と指揮命令が混乱したこと」があげられる。この状況は、複数号機の同時被災を想定した備えが充分でなく、組織体制が柔軟性に欠けていたこと、を背景として発生しており、具体的には以下のような現象が発生した。

- 情報共有を図るためのシステムが電源喪失に伴い使用不能となった。
- 発電所長からの権限委譲が適切でなく、ほとんどの判断を発電所長が行う体制となっていた。
- 事故の状況や進展が個別の号機毎で異なるにもかかわらず、従前の機能班単位で活動した。

今後は、徹底した設備対応を実施することと併せて、事故が発生してしまった際の対応においても、過酷事故に至らせない、あるいは事故の影響を緩和するための組織的対応が可能な状態を整える必要がある。

a) 弾力性をもった組織の構築

これまで原子力部門では、一定の想定に基づいて被害を予測し、それに対する事前準備を充実させることで、強固(ロバスト)なシステムを構築するという手段により安全対策をとってきた。しかしながら、この手段には「想定をしていない被害については準備がなされず、対応できない」という限界があり、今回の福島原子力事故対応では、まさにこの限界が課題と

なった。今後は、想定し準備してもなお起こりうる、対応範囲を超えた事態となった場合でも、システム崩壊を起こして取り返しのつかない状態に陥ることなく、正常な平衡状態に復元するような対応が必要となる。

(中略)

b)Incident Command System (ICS)の基本的考え方

ICS とは、米国における非常事態対応のために標準化された組織体制である。ICS は、対応する事案の大小を問わず適用できる非常に柔軟性の高いシステムであり、現在では多くの政府・行政機関や、軍/消防/警察/医療等の機関で採用されている。主な特徴は以下のとおり。

〈組織構造上の特徴〉

・ 監督限界の設定(3～7 名程度まで)

Incident Commander(現場指揮官)を頂点に、直属の部下は3～7 名の範囲で収まる構造を大原則とする。本構造の持つ意味は、一人の人間が緊急時に直接指揮命令を下せる範囲は経験的に7 名まで(望ましくは5 名まで)であることに由来している。

(後略)

＜関連 Q&A（例）＞

Q7-13	これまでの緊急時対応組織の設計上の問題点は何か。
A	（東電原子力安全改革プラン（81P）） これまで原子力部門では、一定の想定に基づいて被害を予測し、それに対する事前準備を充実させることで、強固（ロバスト）なシステムを構築するという手段により安全対策をとってきた。しかしながら、この手段には「想定をしていない被害については準備がなされず、対応できない」という限界があり、今回の福島原子力事故対応では、まさにこの限界が課題となった。今後は、想定し準備してもなお起こりうる、対応範囲を超えた事態となった場合でも、システム崩壊を起こして取り返しのつかない状態に陥ることなく、正常な平衡状態に復元するような対応が必要となる。
Q7-14	これまでの緊急時対応組織の運営上の問題点は何か。
A	（東電原子力安全改革プラン（81P）） 福島原子力事故の対応の際に現場が混乱し、迅速・的確な意思決定が出来なかった要因として、「発電所本部の情報共有と指揮命令が混乱したこと」があげられる。この状況は、複数号機の同時被災を想定した備えが充分でなく、組織体制が柔軟性に欠けていたこと、を背景として発生しており、具体的には以下のような現象が発生した。 • 情報共有を図るためのシステムが電源喪失に伴い使用不能となった。 • 発電所長からの権限委譲が適切でなく、ほとんどの判断を発電所長が行う体制となっていた。 • 事故の状況や進展が個別の号機毎で異なるにもかかわらず、従前の機能班単位で活動した。 今後は、徹底した設備対応を実施することと併せて、事故が発生してしまった際の対応においても、過酷事故に至らせない、あるいは事故の影響を緩和するための組織的対応が可能な状態を整える必要がある。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 39.1 ICS（Incident Command System）に基づく監督限界の設定
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-3、通番 13 トップの機能
	関連細目 No	細目 4-3-3、細 41 権限委譲により指揮命令系統を分割して、トップの思考に余裕を持たせる体制を構築して、教育訓練によりその実効性を確認する。
キーワード		
1	事故対応	**主要事象**：複数号機同時発災 5、全電源喪失 7 **発生した支障**：情報共有に支障 5 **マネジメント上の問題点**：柔軟性のない対応体制 2、指揮命令系統の混乱 6、発電所長に判断が集中
7	緊急時体制	**ICS**：監督限界 3、柔軟な組織構造 3、指揮命令系統の明確化 3、役割分担の明確化 5
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 49

資料 39.2(資 98)

〔非常用復水器(IC)の動作状況の誤認に対する吉田所長の反省〕

吉田調書において、IC(非常用復水器)に関する発電所長の当時の状況が示されている。

- **IC 隔離弁の操作について情報は円卓(本部席)には入ってこなかった。IC の動作状況を何回も私が確認すべきだった。1~6 号までの情報が入ってくるので、こちらから指示することは難しかったが、こちらから聞かなかったということに関して、私は、猛烈に反省している。**
- **本当の混乱期で、ロジカルに考えて、どのタイミングで何をしてというところまでいかない。その時に気付いたことから、どんどん指示をするという状態だった。**

<IC の動作状況の誤認について>(吉田調書より)(下線は JANSI 追記))

(① 20110722 (30P)(通し頁 30P))

○質問者　その後、18時18分のところで、要するに1号機ICの戻り配管隔離弁、MO3Aと書いてありますが、それと供給配管隔離弁、MO2Aの開操作実施、蒸気発生を確認という記載があって、その後で、26分にICの戻り配管隔離弁、MO3Aの閉操作を行っていると、これは当直の方で、こういったICの弁を開けたり、閉めたりというようなことをされているようなんですが、このような具体的な弁の操作については、これは、円卓の方まで情報は上がってきて。

○回答者　来てなかったです。少なくとも私は聞いていないですね。

○質問者　このときの認識としましては、特に、まず、18時18分の時点で、このように3Aと2Aの開操作を実施したということであれば、現場の人がですね、そうすると、18時18分よりも前には、この弁は、いずれも閉じていたと、あるいは閉じていたおそれがあるので、開操作をしたんだということになるんですが、そうすると、ICがこの時点では動いていない、18時18分まではですね、という可能性があるということになるんですけれども、その点について、例えばそれが津波の影響で、何かの拍子に閉まってしまったとか、そういうような情報なんかは入ってきていないんですか。

○回答者　入ってきておりません。少なくとも、この一連の中では、ICについて言えば、当直がシステムが生きているというふうにずっと思っていましたし、こういう操作をしているという情報が円卓の中には入ってきていない。

○質問者　そのシステムが生きていて、かつ動作中、要するにICがぐるぐると動いていると、そういう状況というふうに認識されているんですか。

○回答者　そうです。私の認識はそうです。

○質問者　それは、18時25分の閉操作以降、21時30分に再び3Aを開いているようなんですが、その間もずっと動いているという認識だったということですか。

○回答者　はい。ですから、ICに関して言うと、炉水の確認ができた後も、一応、水位があるということも確認できていましたので、確認できたというか、本当にあったかどうかは別ですよ。だけれども、実際水位としては、ある水位を示していましたので、それは、やはりICが生きているんだなと、逆に言うと、思っているんです。あまりICの動作について、

1つは、こういう細かいバルブの開閉状況についての情報が円卓に入ってこなかったということもありますし、そういう場合のパラメーターから見ても動いているんだろうなというふうに思い込んでいたんです。
○質問者　当直側の立場になって考えてみると、当直側としては、炉の安全を考えて、いろんな操作をしていくんでしょうけれども、これですと、ディーゼル駆動消火ポンプは開けずに待機状態と、それからICの戻り配管隔離弁については、18時25分に閉操作という状況になって、その後、結局、そういう冷却という観点からすると、18時25分から21時30分の間、当直の方としては、手が打てないという状況になると、3時間余りの間何もしなければ、これは、普通に考えると水位がどんどん低下していって、あるいは炉心が露出してしまったり、場合によっては損傷するんではないかという懸念が出てきてもよさそうなんですけれども、そうすると、どうするんだということを本部の方に連絡なり、相談なりということがあってもよさそうだと思うんですけれども、その辺の、報告なり、何なり、詳しいところともかくICがどうもうまくいっていないかもしれないとか、そういうような情報なんかは把握はされていなかったんですか。
○回答者　基本的に、把握していませんでした。ここは、やはり私の反省点になるんですけれども、思い込みがあったんですけれども、発電班長から円卓に出てこなかったんですね。だから、当直長から発電班長のところまで情報が行っていたのかどうかもよくわからないんですけれども、少なくとも、その辺の情報を円卓の場に共有するのは発電班長の通知になっています。当直長が私のところに電話をしてくるという仕組みになっていませんから、本当は、その時点でICは大丈夫なのかということを何回も私が確認すべきだったと、逆に言いますとね、今の時点に立って言うと、そこは思い込みがあって、水位がある程度確保されているから大丈夫かなと思っていた部分があります。
○質問者　その水位の点なんですが、これは、1号機について言いますと、15条の通報の中で、これは第2報になると思うんですが、ここで1号機については、一旦まず水位が見えると、見えるんですが、その後、第3報めところで再びできなくなる。これが、17時07分にそういう事象が発生したということで書いてあって、そうすると、その後しばらく1号機も水位がわからないという状況が続いていると思われるんですが、そうなると、なおのこと、水位が下がっているのか、維持されているのか、上がっているのか、その辺もわからないと、ICも当直としては閉じていると、それからDDも待機状態にあるというようなことになると、当直からするというのが手立てを打ってくるよと、電源なり何なり、という話もなりそうなんですが、どこまで具体的なことがあるかはともかく。
○回答者 少なくとも、まず、行ってSOSが来なかったんです。私には少なくともね。
○質問者 円卓で。
○回答者 円卓で、だから、発電班長まで行っていたかどうか、そこは彼の記憶になるんですけれども、SOSが来ていないんです。SOSが来ていれば、人を手配するなりなるんですけれども、こちらも、どちらかというと、1号機だけではなくて、1、2、3、それから5、6ですね。炉の中に燃料が入っているもの、ここを全部見ていますから、いちいちここはどうだという

ことをこちらから指示するということはなかなか難しいんです。
1つは、さっきもおっしゃったように、炉水位は、途中見えていなんですが、1回見えたときがあって、それであるんじゃないかという思い込みがあって、そこがさっきから言っているように、こちらから聞かなかったということに関して、私は、今、猛烈に反省しているんですけれども、少なくとも、現場からのSOS発信が、こちらに届いていなかったというのは、間違いなく私には届いていなかった。

(① 20110722 (35P)(通し頁 35P))

○質問者　それで、それよりちょっと前の11時50分過ぎくらいに、そういうドライウェルの600kPaを計測されているようなんです。それは、情報として入ってきている。
○回答者　入ってきていますね。ですから、そこで、えっとまず(補足:おかしいというのが)ありしまた。
それから、何かおかしいというのは、もう一つ言うと、この21時51分で書いてありますけれども、この線量ですね。何でこんなに線量が上がるのと、現場に行った人間がはかってきたら、二重扉の南側か、西側か、北側か忘れましたけれども、どっちかが非常に高いというデータを聞いて、おかしいということなんです。
○質問者　そのおかしいということは、入域を禁止されている。
○回答者　まず、これは線量が高いですから、これで過剰被曝をしないようにしなければいけないので、まずは、入域禁止にしたわけですけれども、それとプラントの挙動とが頭の中で結び付いていないんです。というのは、データがないですから、私はそのころ、ICは動いているね、水位は一応プラスあるねということからいって、そこと線量が上がっていることと、だけれども何かおかしいと、水位がおかしいのか、何かおかしいんだろうという中で、12時前後にドライウェル圧力が高そうだということから、中はひどい状態になっている可能性が高いと、そこから思い始めたわけです。
○質問者　その11時台ですけれども、ここのサーベイの結果としてタービン建屋内での放射線量の上昇、具体的には、タービン1階、北側二重扉前で1.2mSv、あと0.5mSvというのが南側の方で、あと、御記憶にあるかどうかということなんですが、1号機の原子炉建屋の方の当直員がAPDで計測すると、10秒程度で0.8mSvというような高い線量が測定されているというような情報は入ってきていましたか。
○回答者　そこは記憶にないです。その後も高いという話が入ってきているので、中央操作室の運転員の線量が高いという情報については、私の記憶の中に入っていたかもわからないけれども、記憶から抜けている。
○質問者　では、そのころ11時ごろ線量がどんどん上昇していっているというような情報が入ってくるわけですね。
○回答者 それは、来ています。
○質問者 それと、そのころICはまだ動いているという認識ですか。
○回答者 だから、そこら辺が疑心暗鬼になり始めている。ですから、水位だけ見ていると

あるんだけれども、これは何か変なことが起こっていると、ICが止まっているのか、要するに冷却源がなくなっている状態かなというふうに思い始めている。

○質問者　その変なことなんですけれども、要するに圧力容器や格納容器のどこかから、こういった線量が上昇するということは、何かリークがあるんじゃないかというような発想は、その時点ではあるんですか。

○回答者　あります。

○質問者　それは、線量が上昇しているころは、そういう認識はあったんですか。

○回答者　あります。ですから、何だろうと、まず、なにせ監視計器が全然生きていないですから、何の想像もできないんです。例えば通常であれば、エリアモニターとかいって、いろんな場所の放射線量を連続的に測定しているモニターがあるわけです、建屋の中の、それが死んでいますから、そのエリアモニターがあれば、どこのエリアの線量が高くなって、そこの近くの配管か何かから漏れがあればわかるわけですね。そのためにエリアモニターがあるんですが、全然生きていないですから、わかりません。何せ判断するものが何もない状態です。

○質簡者　今にして思うと、どういう。

○回答者　今にして思うと、この水位計をある程度信用していたのが間違いで。

○質問者　もう水位が下がっていたと。

○回答者　下がっているということは間違いない。ですから、本来であれば、そのICの話になりますけれども、もう少ししっかりとICの運転の状況を早めに確認をして、中操の状況があれば、ICが動いていないと、これはひどいぞということで、ただし、やることは、結局、DDポンプで、消火ポンプで入れるということと、最後に消防車で入れることぐらいしかできなかったので、気づいていたら、それが早くできたかというと、物理的にはできなかったということが、結論から言うと同じなんですけれども、そこに対する認識が早く持てたか、持てなかったかというと、今から思えば。

(④　20110808-09 1-2 (25P)(通し頁 185P))

○質問者　例えばDDFPが止まったといった時点で、そういう報告が来ますね。その時点で、まずいな、ICがまだ動いているからいいけれども、ICが止まるまでに何とかしなければという感じなのか、それともICも動いていない。

○回答者　DDの報告が、そのときに私のところに、イメージ的に、かなりかすかなんですよ、DDの動きについては、だから、DDとICは余りリンクして考えていないです。私の頭の中では。要するに、DDはともかくとして、要するに炉がおかしいと、ICがどうのこうのではなくて、炉がおかしいと思い始めたのは、やはり線量が上がっているという話で、異常なことが起きていると。

○質問者 そのころは、ICが疑わしいなというふうに、あまり機能していないかなどいうふうに。

○回答者　そこまでは思っていなかったです。

(⑩　20111106 その 2 (3P)(通し頁 381P))

○質問者　今から振り返ってみると、解析結果。東電でもやられていますけれども、かなり早い段階からずっと解析されていますね。要するに、あれはICが十分機能していなかったとすれば、恐らく、そういうあれをたどっていくんだろうと思うんですけれども、ふたを開けてみたら、発電所の本部で、16時45分前後ぐらいに一旦、1号機の水位が見えた。ただ、これは恐らく広帯域のところだと思うんですけれども、水位が見えて、広帯域で-90cmぐらいだった。そこから十数分経つぐらいまでの間、見えているんですけれども、最後、広帯域で-150cmぐらいになっていて、要するに、水位が低下傾向にある。どんどん水位が下がっていっている。そのときに、技術班が評価をされて、私も計算したら、多分、そういうことなんだろうと思ったんですが、十数分の間で60cm下がるということがそのまま続いたとすれば、1時間後にはTAFに到達するというような評価をされているみたいなんです。

○吉田所長　聞いていない。

○質問者　その当時。その認識はないですか。

○吉田所長　全くないです。

○質問者　それって、要するに、ICが十分に効いていれば、何でこんなふうになるんだろうと、やはり疑問に思いますね。

○吉田所長　思いますね。水位が下がっているという記憶は全くないです。その時点ではですね。

○質問者　ちょうど時を同じくして、17時12分、先ほどちょっと話がありましたけれども、AM策としての代替注水手段を検討せよということについて、指示をされていることになっているんですけれども、大体、直前ぐらいにそういう下がり方があるんですけど、その時点で、例えば、これはICはあまり期待できないかなとか、そういうことではなかったですか。

○吉田所長　なかったです。

○質問者　そこはリンクしていないですか。

○吉田所長　していないです。少なくとも最初の時点、この前も、8月にも申し上げましたけれども、ICは、後から考えれば隔離弁の議論もありますでしょうけれども、私は発電の方から、ICは、一等最初、地震のときに起動して、起動した後も動いているという認識でずっとおりましたのが1点。

それから、今の水位の話も、誰がそんな計算したのか知らないけれども、多分、本部の中で発話していないと思いますよ。

○質問者　1Fの情報班のメモによると、16時55分のところの1つ後に「水位見えていたが、現在、水位が低下中。TAFまでの時間を予測するよう。技術班。」と書いてあるんですよ。

○吉田所長　私がそう言っているんですか。

○質問者　いえ、これは誰が言っているか、わからないです。というのは、テレビ会議で録音されていないので、こういうところから伺うしかなくて、それで17時15分になると、技術班というのが出てきて「1号水位低下。ダウンスケール時の−150cm状況。現在のまま低下し

ていくとTAFまで1時間。」と、今、私が言ったような話がここに書いてあるんですね。こういう状況で、実はKKの方にもそれに似た話があるんで、多分、テレビ会議の。
○吉田所長　発話しているんでしょうね。
○質問者　というふうになると思うんです。これは所長が発話というよりも、技術班の班長とかがこういうことをそこで言って、一応、情報共有を図る。多分、所長からすると、当時、最悪の事態になって、あれもこれもみたいな話になっているので、ばたばたの状況だったと思うんです。だから、所長がすべての情報を把握するというのは、神様でない限り無理だと思うんです。だから、機能班というのがあって、さっきの縦割りのあれではないですけれども、それぞれに与えられた職務に必要な情報をどんどん取っていって、あるいは発電所で対応不可であれば、本店の方でそういうものを拾って、また、たまにありますけれども、柏崎とか、2Fの所長とかがそれぞれの知識、経験を生かして、いろんなアドバイスをされていますよね。そういう中で1号の水位が低下しているとかいうことが出てくると、何でこれは低下しているんだという話から、誰かしら、1人ぐらい、ICがやばいんではないか
○吉田所長　覚えていれば、絶対、そういう指示をしますね。
○質問者　余り、そういう記憶が。
○吉田所長　記憶ないです。
○質問者　他の人からそういうことを言われた記憶もないですか。
○吉田所長　ないです。8月のヒアリングのときも申しましたけれども、結局、私、最初に原子炉圧力が見えるときまでだったか、格納容器圧力が高かったときだったか忘れましたけれども、そのときまで、ICに関する備えに対して気が行っていなかつたんです。反省点になるのは、どうなったの、もう一遍と聞くべきだというのは、あのときも申し上げましたけれども、私の頭の中からは、記憶の中でも完全に欠落していますし、何か指示した記憶もないんですね。
○質問者　その後、情報班で出てくるものだと、1号の方で「リアクタービルの二重扉付近でAPDの数字が上昇。」とあって、当直の方のお話ですと、上昇といっても、さほどのあれではないのかもしれないんですが、二重扉付近で、ちょうどICの起動確認のために復水タンクの水量を見に行こうとしていたらしいんです。行こうとしたんだけれども、二重扉の前で、通常よりもかなり上昇していたので引き返してきたというのがこのころの時期らしいんですね。解析の結果だと、ICがうまく機能していなければ、ちょうど18時ぐらいにはTAFに到達するらしいんです。ちょうどその時期ぐらいになっていて、線量が上昇しているという状況がありますが、こういう認識はありましたか。当時、なかったですか。
○吉田所長　もっと時間が後の段階ですね。
○質問者　実際のところ、所長の指示で入域禁止になるのが22時前位で、それまでは、とてもではないけれども、中に入れないという状況になっているときなので、当然、いきなりぼんではなくて、徐々に上がっていっていると思うんですね。このころはまだICは普通に作動しているという認識にあったわけですね。
○吉田所長　はい。

○質問者　特に所長に対して、ICやばいんではないかみたいな話があった記憶はないですか。
○吉田所長　ないです。

(⑩　20111106 その 2(15P)(通し頁 393P))

<次々に起こる事象に対処するので精いっぱい(人間の限界)>←JANSI 追記

○吉田所長　これは、炉の挙動と関係なしです。要するに、あそこに行った人間が、中はもやもやしていますという話だとか、線量がものすごく高くなっているというのは、たしか保全だったと思うんです。■■だったと思うんだけれども、現場へ行って、高いという話を最初に持ってきて、何だ、それはというのと、今、おっしゃった炉水位の関係は全然一致していないです。一致していないんだけれども、線量が高いんだったら、これは人身安全だから、とりあえずは近寄るとまずい。要するに、通常で考えるレベルの線量ではないわけですから、私もびっくらこいているわけです。要するに、定検のときなどは、300μSv、0.3mSvぐらいで高いではないかと言っている感覚からすると、10だとか、100だとかいうオーダーは想定できない高さですから、人間が近寄ってはいけない、まずは人身安全の議論から入域停止の話で、それとプラントの関係が全然リンクしていないんです。

何でだろう、水位あるではないか、ICも動いているとさっき聞いている、何でこんなになるんだ、だけれども、ICが動いているかどうかは別にして、何か変なことが起こっているよなというところが、まず、その時点の私の認識なんです。だから、いずれにしても線量が高いから、人は入らせられないという中で、ベントだと、電源もない中でという話があって、最初、何時か忘れましたけれども、原子炉建屋の2階のところのMO弁は人が開けに行きましたよね。決死隊ですね。ですから、そこは目をつぶって行かざるを得ない、行ってこいと。さっきの話で、その後でも、人で行かざるを得ないとなったときに、申し訳ないけれども、サプチャンの方をチャレンジしてくれ、だめだったら引き返してこいという話で行かせたのが明け方だったんですね。というような状況で動いていっているんです。

○質問者　今はICに視点を当てて事実を読んでいるけれども、当時の所長の頭の中とすれば、今、目の前で発生した事象があって、危ないから立ち寄るなとか、目の前で起こった、いろんな情報について、こう対処しろ、ああ対処しろなので、ここととここをつなぎ合わせて、全体としてこうだろうというところまでは、当時は行けないということですね。吉田所長ですらそうなんだったら、こういうことは、いきなり対処しろと言っても、普通の能力を持った人間だと、なかなか難しいということですね。その現場になれば。今、後から考えれば言えてもですね。そうなると、こういうものは事前に、いろんな教育訓練だとか、そういうのがどうしても必要になっていきますね。こういう事態にどう対処するかというのはですね。理屈でわかっていても、それはすぐに使えるものではないということですね。

(②　20110729 (16P)(通し頁 76P))

○質問者　このRCICがまだ動いているということの3月12日の例えば夜の段階なんかで、このころは、所長の頭として、要するにこれは、後から振り返ってみれば、結局、3月14日の13

時25分に停止というのを、これは水位の低下をもって判断されているようなんですが、当初から14日の13時25分まで動くとは思わないわけですね。いつ止まるかわからないという状況で、ずっと日々時間が経っていくわけですね。
○回答者　ですから、基本的には1号機が大変な状況になって、次に3号機ですね、1、3、2ですから、要するに、少なくともシリーズで来てくれたのがラッキーだと思っているぐらいで、どのタイミングで来てもおかしくないわけですよ。人が足りないという状態で、頭の中がパニくっているんですよ。私もはっきりいって、だけれども、さっき言ったように、やることは水を注水、どの号機も水を注水することとベントだと、これしかない。その中で、いろいろ状況が、1号機が爆発しただとか、その収拾もしなければいけない、その間に2号機、3号機の状況が変わってきつつあるのを確認しながら対応しているという指示をしていたと、本当の混乱期ですから、そんなロジカルに、どのタイミングで何がとかいうことはないんですね。そのときに気がついたことから、どんどん指示をしてやっていくというような状態ですから。

(④　20110808-09 1-2(31P)(通し頁 193P))

<1 号機の実態>
○質問者　特にTAFが見えてきて、まだ一応、プラスの領域で、一応かなり低いまま保たれているという状況から、そう考えていたら、10時ぐらいからいろんな線量上昇の事象が次から次に報告されてきて、おかしいなとだんだん思ってきて、そうしたらドライウェル圧力が600まで上がっているというようなことも報告に入ってきてというようなところで、もう期待できないなということでベントという話になってくるわけですね。それは、格納容器を守るために、そういうような判断をされて、それで片や水も入れなければいかぬというところでやっていたら、もう2時46分には、0.8までなっているので、減圧云々する余地もないままに事象が進展していった、ということのわけですね。
○回答者　そうです。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-11	どのような状況の中で IC の運転状況の誤認が生まれたのか。
A	（吉田調書） ① 発電所本部の状態 • 人が足りないという状態で、頭の中がパニくっていた。（② 20110729（16P）） • 本当の混乱期で、ロジカルに考えて、どのタイミングで何をするというのを考える状況ではなかった。（② 20110729（17P）） • そのときに気が付いたことから、どんどん指示をしてやっていくというような状態だった。（② 20110729（17P）） ② IC 隔離弁の操作に関する情報 • 18 時 18 分に IC 隔離弁の開操作をしたという情報は円卓（本部席）には入ってこなかった。IC は生きているとずっと思っていた。（① 20110722（30P）） ③ 原子炉水位の情報 • 17 時 15 分に技術班が「1 号水位低下。ダウンスケール時の一 150cm 状況。現在のまま低下していくと TAF まで 1 時間。」という評価をした記録があり、円卓に報告されたかもしれないが、私の記憶にない。（⑩ 20111106 その 2（3P）） • 実際に水位があったかどうかは別にして、ある水位を示していたので、IC は生きていると思っていた。（① 20110722（31P）） ④ DDP の情報 • DDP が待機状態で IC 隔離弁が閉まっているという状況を把握していなかった。IC は生きているという思い込みもあったが、円卓にそのような情報は出てこなかった。（① 20110722（31P）） • DDP が止まったという報告があったという記憶はかなりかすか。DDP と IC はあまりリンクして考えていなかった。（④ 20110808-09 1-2（25P）） ⑤ 原子炉建屋の線量の上昇 • 線量が上がったことで、DDP や IC のことはともかく炉がおかしいと思い始めた。（④ 20110808-09 1-2（25P）） • 11 時頃、水位はあるが、線量がどんどん上昇してきて、IC が止まっているのかもと思い始めた。今にして思うと、水位計をある程度信用していたのが間違い。（① 20110722（36P）） • DDP や IC がどうのこうのではなくて、線量が上がっているということから炉がおかしいと思い始めた。（④ 20110808-09 1-2（25P）） ⑥ 反省点 • 本当は、IC は大丈夫なのかということを何回も私が確認すべきだった。今の時点に立って言うと、そこは思い込みがあって、水位がある程度確保されてい

	るから大丈夫かなと思っていた部分がある。（①　20110722（31P）） • SOS が来れば別だが、1 号機だけではなくて、6 号機まで全部見ているので、一つひとつのことについてこちらから指示するということはなかなか難しい。しかし、こちらから聞かなかったということに関して、私は、今、猛烈に反省している（①　20110722（31P）） • 原子炉圧力あるいは格納容器圧力が高くなるまで、IC に関しては注意がいっていない。もう一度確認すべきだったというのが反省点である。（⑩ 20111106 その 2（5P）） • もう少し早く IC の運転の状況を中操に確認すれば、状況を把握できたかもしれない。ただし、やることは、結局、DD ポンプで水を入れ、最後に消防車で入れることぐらいしかできなかった。早く IC の状況を把握しておれば、それが早くできたかというと、物理的にはできなかった。（①　20110722（36P））

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 39.2 非常用復水器（IC）の動作状況に誤認に対する吉田所長の反省
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-3、通番 13 トップの機能
	関連細目 No	細目 4-3-3、細 41 権限委譲により指揮命令系統を分割して、トップの思考に余裕を持たせる体制を構築して、教育訓練によりその実効性を確認する。
キーワード		
1	事故対応	**主要事象**：IC 作動状況の誤認、複数号機同時発災 6 **発生した支障**：事故同時進行による混乱 1
4	設備	**高圧注水設備関連**：IC6、IC 隔離弁 4
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 50
15	人名・法令類	**人名**：吉田昌郎 4

資料 39.3（資 99）

〔ICS（Incident Command System）を採用した緊急時組織〕

1. 東電原子力安全改革プランによれは、ICS の組織構造上の特徴は以下の通り。

- **監督限界の設定（3～7 名程度まで）**
  Incident Commander（現場指揮官）を頂点に、直属の部下は 3～7 名の範囲で収まる構造を大原則とする。本構造の持つ意味は、一人の人間が緊急時に直接指揮命令を下せる範囲は経験的に 7 名まで（望ましくは 5 名まで）であることに由来している
- **災害規模に応じて縮小・拡張可能な組織構造**
  基本的な機能として、Command（指揮）、Operation(現場対応)、Planning（情報収集と計画立案)、Logistics（リソース管理)、Finance／Administration（経理、総務）がある。可能であれば現場指揮官が全てを実施してもかまわないが、対応規模等必要に応じ独立した班を組織する。規模の拡大に応じ、組織階層構造を深くする形で組織を拡張する。

2. 東電原子力安全改革プランにおいて、ICS（Incident Command System）を採用した新しい緊急時組織が示されている。

- **ICS の基本的特徴、導入事例等を勘案し、柏崎刈羽原子力発電所の緊急時組織を改編した。これまでは、1～7 号機まで、12 の機能班で構成していた。これを監督限界に配慮して多層階に分け、各号機には号機別の機能班を有する等の構成となっている。**

＜組織構造上の特徴＞（東電原子力安全改革プラン（82P））

- 監督限界の設定（3～7 名程度まで）
  Incident Commander（現場指揮官）を頂点に、直属の部下は 3～7 名の範囲で収まる構造を大原則とする。本構造の持つ意味は、一人の人間が緊急時に直接指揮命令を下せる範囲は経験的に 7 名まで（望ましくは 5 名まで）であることに由来している
- 災害規模に応じて縮小・拡張可能な組織構造
  基本的な機能として、Command（指揮)、Operation(現場対応)、Planning（情報収集と計画立案)、Logistics（リソース管理)、Finance／Administration（経理、総務）がある。可能であれば現場指揮官が全てを実施してもかまわないが、対応規模等必要に応じ独立した班を組織する。規模の拡大に応じ、組織階層構造を深くする形で組織を拡張する。

＜新しい緊急時組織 ICS＞（東電原子力安全改革プラン・83P、84P より）

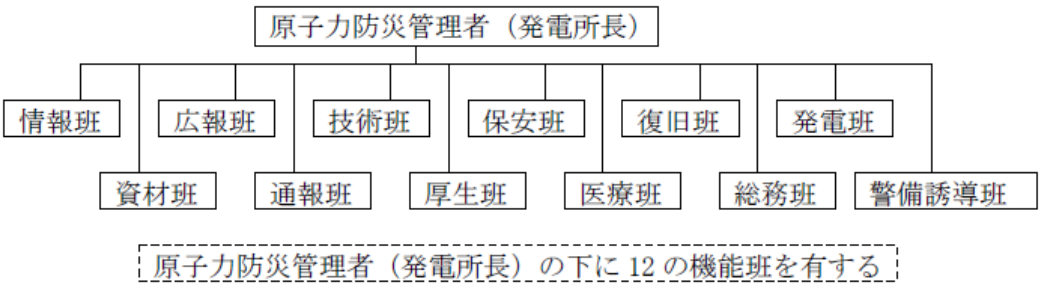


図 4-8　これまでの緊急時組織

b)新しい緊急時組織

ICS の基本的特徴、導入事例等を勘案し、柏崎刈羽原子力発電所の緊急時組織を図4-9のとおりとする。なお、この組織図は、全号機（7 基）の同時被災を想定しており、事故の規模や進展の状況に応じて適宜再編する必要がある。

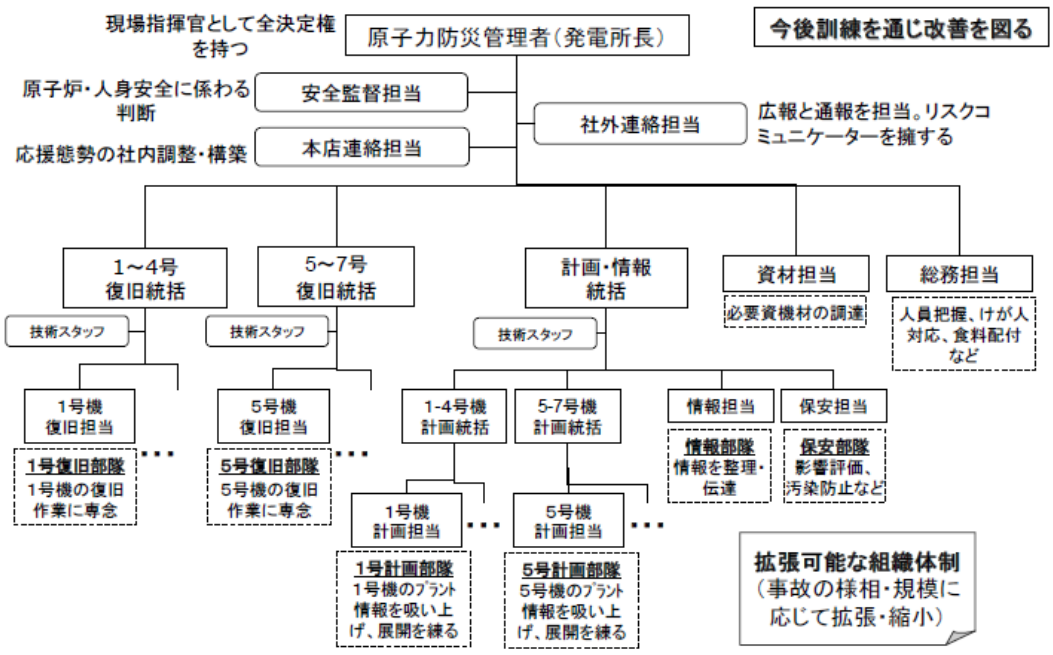


図 4-9　原子力発電所の緊急時組織（柏崎刈羽原子力発電所の例）

＜関連 Q&A（例）＞	
Q7-58	ICS を適用するとどのような緊急時組織になるのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（84P）） ICS の基本的特徴、導入事例等を勘案し、柏崎刈羽原子力発電所の緊急時組織を改編した。これまでは、1～7 号機まで、12 の機能班で構成していた。これを監督限界に配慮して多層階に分け、各号機には号機別の機能班を有する等の構成となっている。この組織は、事故の規模や進展緒状況に応じて適宜拡張・縮小される。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 39.3 ICS（Incident Command System）を採用した緊急時組織
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-1、通番 11 構成員の自覚
	関連細目 No	細目 4-1-4、細 35 各機能班は事態を見渡して総合的に捉え、他班と連携して必要な支援業務を行う。
キーワード		
7	緊急時体制	**ICS**：ICS
13	関係組織	**事業者関連**：柏崎刈羽 3
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 51

資料 40.1（資 100）

〔代替注水も含めた全注水系の系統図〕

東電報告書において、福島第一 2～5 号機の代替注水も含めた原子炉への全注水系の系統図が示された。

- 系統構成は BWR の型式によって異なる。1 号機は BWR3 型（46.0 万 kw）、2～5 号機は BWR4 型（78.4 万 kW）、6 号機は BWR5 型（110.0 万 kW）。
- BWR4 型と BWR5 型は例えば高圧注水系が蒸気駆動から電動駆動に変更になっている等の違いはあるが、基本的には同じ構成と考えてよい。
- 1 号機の BWR3 型の一番大きな特徴は非常用復水器（IC）であり、BWR4、BWR5 では IC が無く原子炉隔離時冷却系（RCIC）が付いている。

＜原子炉への注水手段の多重性＞（東電報告書・添付 4-2（1/9）、（3/9）～（6/9）、参考 3（2/5）より作成）

各号機における「冷やす」「閉じ込める」機能を持つ設備の設置状況

	目的	設備名	福島第一			福島第二
			1 号機	2～5 号機	6 号機	1～4 号機
「冷やす」	通常注水	給復水系（FDW）	有	有	有	有
	高圧注水	原子炉隔離時冷却系（RCIC）	－	有	有	有
		非常用復水器（IC）	有	－	－	－
		高圧注水系/ｽﾌﾟﾚｲ（HPCI/HPCS）	有	有	有	有
		制御棒駆動水系（CRD）	有	有	有	有
	減圧	主蒸気逃がし安全弁（SRV, ADS）	有	有	有	有
	低圧注水	炉心スプレイ系（CS/LPCS）	有	有	有	有
		残留熱除去系（RHR-LPCI）	－	有	有	有
	代替注水（AM）※	復水補給水系（MUWC）	有	有	有	有
		消火系（FP）	有	有	有	有
	最終除熱	停止時冷却系（SHC）	有	－	－	－
		残留熱除去系（RHR-SHC）	－	有	有	有
「閉じ込める」	PCV冷却	格納容器冷却系（CCS）	有	－	－	－
		残留熱除去系（RHR）	－	有	有	有
	PCVﾍﾞﾝﾄ（AM）※	耐圧強化ベント配管、ラプチャーディスク	有	有	有	有

＊：平成 6～14 年にかけて整備されたアクシデントマネジメント策の一環で整備

原子炉への注水設備（冷やす機能）の多重性（福島第一 2～5 号機）

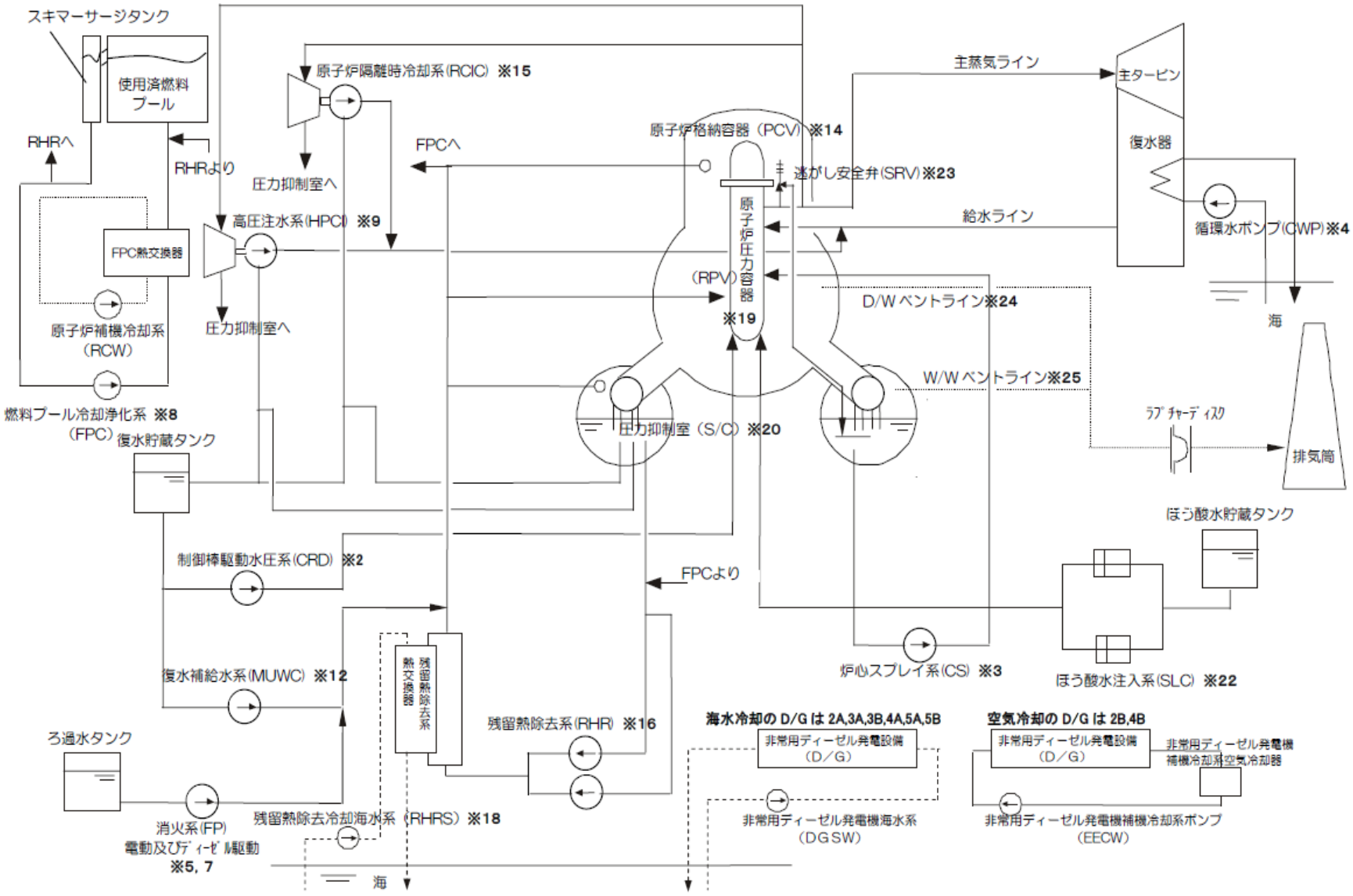
目的	注水系統	系統数	駆動源
高圧注水	原子炉隔離時冷却系（RCIC）	1 系統	蒸気駆動（直流電源必要）
高圧注水	高圧注水系（HPCI）	1 系統	蒸気駆動（直流電源必要）
減圧	逃がし安全弁（SRV）	注 1）	
低圧注水	炉心スプレイ系（CS）	2 系統	電動駆動（交流）
	残留熱除去系（RHR-LPCI）	2 系統	電動駆動（交流）
代替注水	復水補給水系（MUWC）	1 系統	電動駆動（交流）
	消火系（FP）	1 台	電動駆動
		1 台	ディーゼル駆動
	ほう酸水注入系	2 系統	電動駆動（交流）
通常注水	給復水系（FDW）	1 式	－
	制御棒駆動系（CRD）	1 系統	電動駆動（交流）
最終除熱	残留熱除去系（RHR-SHC）	2 系統	電動駆動（交流）
柔軟な対応	消火系	－	消防車　注 2）

注1）　SRV：8 個（2・3 号機）、11 個（4・5 号機）

注2）　消防車は設備構成の概要図には記載されていない。

備考）太線内は、非常用炉心冷却設備（ECCS）。

代替注水設備は、アクシデントマネジメントで整備された。



注）弁については記載しておりません

福島第一２～５号機の設備構成の概要

＜関連 Q&A（例）＞

Q4-3	福島第一の 1 号機から 3 号機には原子炉を冷やす設備はどのくらいあったのか。
A	（東電報告書・添付 4-2（1/9）） ① 通常、原子炉に注水している設備 給復水系（FDW）、制御棒駆動水系（CRD） ① 高圧注水できる設備 RCIC（2、3 号）、IC（1 号）、HPCI、 ② 減圧のための設備 SRV、ADS ③ 低圧注水できる設備 CS、RHR-LPCI（2、3 号） ④ 代替注水設備（アクシデントマネジメント） MUWC、FP、SLC ⑤ 最終除熱のための設備 SHC（1 号）、RHR-SHC（2、3 号）
Q4-5	原子炉の型式によって、注水系はどう違うのか
A	（東電報告書・参考 1（1）） • 系統構成はBWRの型式によって異なる。1号機はBWR3型（46.0万kw）、2～5号機はBWR4型（78.4万kW）、6号機はBWR5型（110.0万kW）。 （東電報告書・参考 3（1/5～3/5）） • BWR3型とBWR4型は例えば高圧注水系が蒸気駆動であるが、BWR5は電動駆動に変更になっている等の違いはあるが、基本的には同じ構成。 • 1 号機の BWR3 型の一番大きな特徴は非常用復水器（IC）であり、BWR4、BWR5 では IC が無く原子炉隔離時冷却系（RCIC）が付いている。 • また、1 号機は原子炉停止時冷却系（SHC）と格納容器冷却系（CCS）に機能が分離しているが、2 号機以降は、残留熱除去系（RHR）に統合されている。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 40.1 代替注水も含めた全注水系の系統図
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-4、通番 14 緊急時のコミュニケーション
	関連細目 No	細目 4-4-1、細 42 安全上極めて重要な操作については緊急対策本部の確認をとる。
キーワード		
4	設備	**高圧注水設備関連**：RCIC5、HPCI1、IC7、HPCS2 **低圧注水設備関連**：CS、RHR－LPCI1 **減圧装置関連**：SRV4、ADS 機能 2 **非常用炉心冷却設備関連**：ECCS **通常通水設備関連**：FDW、CRD2 **炉心冷却設備関連**：SHC、RHR－SHC2 **格納容器冷却設備関連**：RHR－格納容器スプレイモード、CCS2
5	SA 対策設備	**代替注水（高圧）**：SLC2 **代替注水（低圧）**：FP4、MUWC3 **柔軟な代替注水**：消防車 9 **格納容器減圧・冷却**：格納容器ベント 6、ラプチャーディスク 5
11	保守管理・運転管理	**設備管理図書**：系統図 5
14	文献・出典	**事業者関連**：東電報告書 49

資料 40.2（資 101）

〔3 号機の高圧注水系から低圧注水系への切替え〕

(1) 東電報告書において、3 号機において高圧注水系から低圧注水系に切り替えることができなかったことに対する見解が示された。

- **高圧注水系が起動（12 日 12 時 35 分）して約 8 時間たった 20 時 36 分に原子炉水位計の電源が喪失し、原子炉水位の監視ができなくなった。**
- **原子炉の減圧は、減圧沸騰に伴って原子炉水位が急激に低下することから、より早期に燃料を露出させるリスクがある。**
- **原子炉水位の確認ができない中で、主蒸気逃がし安全弁による早期の減圧とディーゼル駆動消火ポンプによる低圧注水への移行は難しかったものと考えられる。**

(2) 東電原子力安全改革プランにおいて、高圧注水系から低圧注水系への切替え時に SRV を開くための駆動電源を準備するのに時間を要したことが問題点として示されている。

(3) 東電報告書において、3 号機の DDFP は 13 日の消防車による原子炉注水の海水への水源切替えに伴う中断時にも運転を継続していたことが示された。

(4) 政府事故調報告（中間）において、3 号機について、より速い段階で減圧して、消防車による代替注水が可能であったのではとの見解が示された。

- **HPCI により十分減圧されている間に消防車による FP 系注水を実施できるようにする方策を採るべきであり、かつ、それは可能であった。**
- **3 月 13 日 2 時 42 分頃、停止したが、SR 弁開操作のために必要なバッテリーを集める等に時間を要し、注水を開始できたのは、同日 9 時 20 分頃であった。**
- **不確定要因が多々あるため、軽々に述べることはできないが、仮に、より早い段階で 3 号機の減圧ができ、消防車による代替注水が順調に進んでいれば、実際の対応に比べ、炉心損傷の進行を緩和し、原子炉圧力容器における放射性物質の放出量を抑え、その後の作業を容易にした可能性はあったと思われる。**

＜高圧注水系から低圧注水系への切り替えについて＞（東電報告書・202P より）

④低圧注水系の運転中における注水切替の可能性について

（当社は何故、高圧注水系運転中に低圧注水へ切り替えなかったのか、という疑問について）

中央制御室と発電所対策本部は、ほう酸水注入系の復旧、高圧注水系のバッテリーの充電を可能とする電源復旧、また消防車の手配の見通しが明確でない中、高圧注水系による原子炉への注水の後はディーゼル駆動消火ポンプによる注水を考えていた。主蒸気逃がし安全弁は状態表示灯が点灯しており、操作可能と考えていた。また、容量の小さな本来消火のために使用するディーゼル駆動消火ポンプよりも、注水設備として設置されている高圧注水系の方が原子炉への注水の信頼性が高いと考え、できるだけ長期間高圧注水系により注水することを考えていた。

3号機がこのような状況にある一方、12日21時頃まで1号機の格納容器ベントや注水の対応に発電所対策本部が奔走しており、1号機と並行して3号機のディーゼル駆動消火ポンプ

による低圧注水への移行を慎重に実施できる状況にはなかった。逆に運転員によるバッテリー節約措置の工夫によって3号機の原子炉への注水が長期間継続していたため、より状況の厳しい1号機の対応へ要員と資機材を振り向けることができた。

また、高圧注水系が起動（12日12時35分）して約8時間たった20時36分に原子炉水位計の電源が喪失し、原子炉水位の監視ができなくなっている。原子炉の減圧は、減圧沸騰に伴って原子炉水位が急激に低下することから、より早期に燃料を露出させるリスクがある。そのため原子炉水位の確認ができない中で、主蒸気逃がし安全弁による早期の減圧とディーゼル駆動消火ポンプによる低圧注水への移行は難しかったものと考えられる。

＜高圧注水系から低圧注水系への切り替えについて＞（東電原子力安全改革プラン・23P）

問題点(事故－⑨)：低圧注水（D/D FP または消防車）に移行するまでに時間がかかった。
－原子炉減圧のための主蒸気逃し安全弁（SRV）を開くための駆動電源（バッテリー）を準備するのに時間を要した。

＜3号機DDFPの運転状況＞（東電報告書別紙2・99P）

「3/13　10：30海水注入を視野に入れて動くとの発電所長指示」以降の活動内容
【海水注入への切替】
・ 防火水槽へ補給しながら淡水注入を行っていたが，13 日12:20 に近場の防火水槽の淡水が残り少なくなったことから，消防隊は3 号機の逆洗弁ピットの海水を注水するようラインの変更を開始。短時間で切り替えられるよう予め準備していたため，13:12 にライン構成が完成し，海水注入を開始。
・ 消防車による原子炉注水の海水への水源切替に伴う中断時にも，DDFP は運転を継続していた。

＜高圧注水系から低圧注水系への切り替えについて＞政府事故調報告書（中間）・191P）

HPCI により十分減圧されている間に消防車によるFP 系注水を実施できるようにあらかじめ準備を整え、間断なく原子炉・注水がなされる方策を採るべきであり、かつ、それは可能であった。

これは、当時の福島第一原発の状況を踏まえ、新たな資機材の調達に依存しなくとも採り得た対処である上、3 月12 日夜から同月13 日未明にかけての頃、1 号機についてはようやく海水注入が継続的に行えるようになり、2号機については引き続きRCIC 作動中であったことから、決して、他号機の作業に追われて3 号機まで手が回らないという状況ではなかったはずである。

＜高圧注入系の手動停止について＞（政府事故調報告（中間）・191Pより）

⑪ 結局、電源復旧の目途も立たず、水量も少ないSLC 系注水に過度の期待を寄せることは危険であり、HPCI により十分減圧されている間に消防車によるFP 系注水を実施できるようにあらかじめ準備を整え、間断なく原子炉・注水がなされる方策を採るべきであり、かつ、それは可能であった。

これは、当時の福島第一原発の状況を踏まえ、新たな資機材の調達に依存しなくとも採り得た対処である上、3 月12 日夜から同月13 日未明にかけての頃、1 号機についてはようやく海水注入が継続的に行えるようになり、2号機については引き続きRCIC 作動中であったことから、決して、他号機の作業に追われて3 号機まで手が回らないという状況ではなかったはずである。

しかし、実際には、同日3 時55 分頃、発電所対策本部がHPCI 停止の報告をした後、消防車を利用した注水ラインを構成する作業を開始し、同日6時頃以降、5 号機及び6 号機付近にあった消防車を移動させ、同日7 時頃以降、SR 弁開操作のために必要なバッテリーを集め、3/4 号中央制御室に持ち込んでバッテリーをケーブルで接続して制御盤裏の端子につなぎ込むなどして時間を要し、SR 弁による減圧操作後に実際に注水を開始できたのは、同日9 時20 分頃であった。

より早い段階で3 号機の減圧、代替注水作業を実施していた場合に、3 号機にかかる今回の被害を防止又は軽減できたかについては、実際より早期に注水できたか、その時点で炉心の状態がどうであったかなど、不確定要因が多々あるため、軽々に述べることはできないが、仮に、より早い段階で3 号機の減圧ができ、消防車による代替注水が順調に進んでいれば、実際の対応に比べ、炉心損傷の進行を緩和し、原子炉圧力容器における放射性物質の放出量を抑え、その後の作業を容易にした可能性はあったと思われる。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-20	3号機において、HPCIから低圧注入への切替えを失敗してからどのような作業をしていたのか。
A	（政府事故調報告（中間）（191P）） 実際には、13日3 時55 分頃、発電所対策本部がHPCI 停止の報告をした後、消防車を利用した注水ラインを構成する作業を開始し、同日6時頃以降、5 号機及び6 号機付近にあった消防車を移動させ、同日7 時頃以降、SR 弁開操作のために必要なバッテリーを集め、3/4 号中央制御室に持ち込んでバッテリーをケーブルで接続して制御盤裏の端子につなぎ込むなどして時間を要し、SR 弁による減圧操作後に実際に注水を開始できたのは、同日9 時20 分頃であった。
Q1-37	3 号機の DDP は機能を維持していたのか。
	（東電報告書（別紙 2・99P）） • 防火水槽へ補給しながら淡水注入を行っていたが，13 日12:20 に近場の防火水槽の淡水が残り少なくなったことから，消防隊は3 号機の逆洗弁ピットの海水を注水するようラインの変更を開始。短時間で切り替えられるよう予め準備していたため，13:12 にライン構成が完成し，海水注入を開始。 • 消防車による原子炉注水の海水への水源切替に伴う中断時にも，DDFP は運転を継続していた。
Q6-9	3 号機は、もっと早く高圧注水系から低圧注水系へ切替えれば、被害を軽減できたの

	ではないか。
A	（東電報告書（202P）） • 高圧注水系が起動（12日12時35分）して約8時間たった20時36分に原子炉水位計の電源が喪失し、原子炉水位の監視ができなくなった。 • 原子炉の減圧は、減圧沸騰に伴って原子炉水位が急激に低下することから、より早期に燃料を露出させるリスクがある。 • 原子炉水位の確認ができない中で、主蒸気逃がし安全弁による早期の減圧とディーゼル駆動消火ポンプによる低圧注水への移行は難しかったものと考えられる。 （政府事故調報告書（中間）（191P）） • HPCI により十分減圧されている間に消防車によるFP 系注水を実施できるようにあらかじめ準備を整え、間断なく原子炉・注水がなされる方策を採るべきであり、かつ、それは可能であった。 • これは、当時の福島第一原発の状況を踏まえ、新たな資機材の調達に依存しなくとも採り得た対処である上、3 月12 日夜から同月13 日未明にかけての頃、1 号機についてはようやく海水注入が継続的に行えるようになり、2号機については引き続きRCIC 作動中であったことから、決して、他号機の作業に追われて3 号機まで手が回らないという状況ではなかったはずである。 • 不確定要因が多々あるため、軽々に述べることはできないが、仮に、より早い段階で3 号機の減圧ができ、消防車による代替注水が順調に進んでいれば、実際の対応に比べ、炉心損傷の進行を緩和し、原子炉圧力容器における放射性物質の放出量を抑え、その後の作業を容易にした可能性はあったと思われる。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 40.2 3 号機の高圧注水系から低圧注水系への切替え
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-4、通番 14 緊急時のコミュニケーション
	関連細目 No	細目 4-4-1、細 42 安全上極めて重要な操作については緊急対策本部の確認をとる。
キーワード		
4	設備	**高圧注水設備関連**：HPCI2 **減圧装置関連**：SRV5 **計測設備関連**：原子炉水位計 2
5	SA 対策設備	**代替注水（高圧）**：SLC3 **代替注水（低圧）**：DDFP4 **柔軟な代替注水**：淡水注入 3、消防車 10 **格納容器減圧・冷却**：格納容器ベント 7 **電源設備**：可搬式バッテリー2
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）75 **事業者関連**：東電報告書 50

資料 40.3（資 102）

〔3 号機の注水機能の喪失（HPCI 手動停止＆SRV による減圧失敗）に関する問題点〕

(1) 東電原子力安全改革プランにおいて、3 号機の HPCI を手動停止した理由が示された。

- **中央制御室では、運転状態が不安定な HPCI を早く停止し、HPCI の損傷による原子炉蒸気の漏えいを防止したかった。**
- **中央制御室では、HPCI による注水が困難なレベルまで原子炉圧力が低下し、HPCI を作動させていても意味がないと考えた。**
- **中央制御室では、HPCI 停止後、主蒸気逃し安全弁（SRV）によって減圧し、ラインナップされた D/D FP へ注水源を切り替えることができると判断した。**

(2) 東電報告書において、3 号機の HPCI を停止した後、SRV を開くことが出来ると判断した理由が示された。

- **主蒸気逃がし安全弁は、中央制御室の操作スイッチにより作動する開動作用電磁弁と状態表示灯の供給電源が同じであり、操作の時点で状態表示灯が点灯していた。電磁弁はわずかな電力で励磁することで開けることが可能であり、状態表示灯が点灯していたことから開操作可能と考えていた。**
- **状態表示灯が点灯しており、高圧注水系が直前まで動いていた状況（高圧注水系動作時に必要な 5600W の油ポンプが動いている状態）から、主蒸気逃がし安全弁が開動作するために必要な小さな電磁弁（8.5W で動作）を動かすことができると考えることは自然である。**

(3) 政府事故調報告書（中間）において、当直が 3 号機 HPCI が損壊するかもしれないとの恐れを抱いたことが示された。

(4) 政府事故調報告書（中間）において、3 号機の HPCI 停止と D/DFP の運転確認との前後関係が示された。

- **現場で原子炉注水に切り替える作業に従事していた当直が 3/4 号中央制御室に戻ったのは同日 3 時 5 分頃であり、既に HPCI を手動停止した後であった。そのため、HPCI 手動停止と原子炉注水切替の前後関係については不明である。いずれにせよ、これらの操作は近接した時間帯に相前後してなされた。**

＜3号機注水機能の喪失＞（東電原子力安全改革プラン・23P、24Pより）

問題点(事故－⑦)：HPCI 以外の高圧注水設備（ほう酸水注入系）が復旧できなかった。

－1 号機の水素爆発の影響によって、非常に困難な作業環境であった。

問題点(事故－⑧)：HPCI を手動停止した。

－中央制御室では、運転状態が不安定なHPCI を早く停止し、HPCI の損傷による原子炉蒸気の漏えいを防止したかった。

－中央制御室では、HPCI による注水が困難なレベルまで原子炉圧力が低下し、HPCI を作動させていても意味がないと考えた。

－中央制御室では、HPCI 停止後、主蒸気逃し安全弁（SRV）によって減圧し、ライン

ナップされたD/D FP へ注水源を切り替えることができると判断した。

問題点(事故－⑨) : 低圧注水（D/D FP または消防車）に移行するまでに時間がかかった。

－原子炉減圧のための主蒸気逃し安全弁（SRV）を開くための駆動電源（バッテリー）を準備するのに時間を要した。

問題点(事故－⑩) : 発電所緊急時対策本部の幹部メンバーは、各号機の必要な復旧活動の計画とその対応状況の把握に追われ、落ち着いて考える余裕がなかった。

－1 号機と同様1～6 号機が同時並行で事故が進展していた。

－発電所長を筆頭に、本来であればプラント復旧に注力すべき要員が、通報対応や本店を含む外部からの問い合わせの処理に忙殺され、集中できない状況にあった。

＜主蒸気逃がし安全弁を開できると判断した理由＞（東電報告書・200P）

主蒸気逃がし安全弁は、中央制御室の操作スイッチにより作動する開動作用電磁弁と状態表示灯の供給電源が同じであり、操作の時点で状態表示灯が点灯していた。電磁弁はわずかな電力で励磁することで開けることが可能であり、状態表示灯が点灯していたことから開操作可能と考えていた。

なお、高圧注水系停止後に主蒸気逃がし安全弁を開操作したものの開動作しなかったが、このときも状態表示灯は点灯している。「なぜ主蒸気逃がし安全弁の電磁弁駆動用の直流電源が枯渇しているかもしれないと考えなかったのか、もっと前に確認しておくべきでなかったか」という意見もあるが、先の通り状態表示灯が点灯しており、高圧注水系が直前まで動いていた状況（高圧注水系動作時に必要な5600Wの油ポンプが動いている状態）から、主蒸気逃がし安全弁が開動作するために必要な小さな電磁弁（8.5W で動作）を動かすことができると考えることは自然である。

高圧注水系のタービン回転数が低下し、操作手順書に記載のある運転範囲を下回る低速度となり、いつ停止するかわからない状況が続いていた。そのような中、原子炉圧力が低下傾向を示すという厳しい運転状態に高圧注水系が陥り、本来なら停止（隔離）する圧力となったにもかかわらず、停止しない状況となった。また、高圧注水系の吐出圧力が原子炉圧力と同程度になり、原子炉へ注水がされていない状態となった。以上より、高圧注水系の早期停止が必要な状況となったことから、手動停止した。

停止しない場合タービンの振動が大きくなり設備が損傷する可能性がある。タービン付近が損傷すると駆動蒸気である原子炉内の蒸気が高圧注水系（HPCI）室内に放出されることが考えられる。仮に原子炉内の蒸気が放出された場合、HPCI室がある原子炉建屋内は放射線量が上がり、その後の事故収束に大きな制約を与えることになる。

＜HPCI損壊の恐れ＞（政府事故調報告書（中間）（171P））

しかし、3 号機のHPCI については、原子炉圧力が0.8MPa gage から0.9MPagage を推移している中で、流量調整をしながら、手順で定められた運転範囲を下回る回転数で長時間作動させ続けていた。さらに、次第に、HPCI の吐出圧力が低下傾向を示し、原子炉圧力と拮抗するようになっていった。

そのため、当直は、原子炉水位が不明な中で、HPCI によって原子炉注水が十分なされているのか判然とせず、かつ、通常と異なる運転方法によってHPCIの設備が壊れるおそれがあるとも考え、HPCI を作動させ続けることに不安を抱くようになった。

＜HPCI手動停止の手順＞

（政府事故調報告書（中間）（171P））

また、この頃、3/4 号中央制御室の制御盤上、SR 弁の状態表示灯が全閉を示す緑色ランプを示していたため、当直は、依然として制御盤上の遠隔手動操作によりSR 弁を開けることができると考えていた。

そして、原子炉圧力が0.8MPa gage から0.9MPa gage 程度といった低い状態であったため、当直は、制御盤上の遠隔手動操作によりSR 弁を開けて原子炉を更に減圧すれば、作動中のD/DFP の吐出圧力でも注水可能であり、D/DFPの接続先をS/C スプレイラインから原子炉注水ラインに変更すれば、D/DFPで原子炉に注水できると考えた。

（政府事故調報告書（中間）（172P））

3 月13 日2 時42 分頃に3 号機のHPCI を手動停止する前、当直は、D/DFPの運転確認及び原子炉格納容器スプレイから原子炉注水に切り替えるため、3号機R/B 内に立ち入った。しかし、この頃、現場と3/4 号中央制御室の通信手段が確保されておらず、現場で原子炉注水に切り替える作業に従事していた当直が3/4 号中央制御室に戻ったのは同日3 時5 分頃であり、既にHPCI を手動停止した後であった。そのため、HPCI 手動停止と原子炉注水切替の前後関係については不明である。いずれにせよ、これらの操作は近接した時間帯に相前後してなされた。

同日2 時42 分頃、当直は、3/4 号中央制御室において、制御盤上のHPCIの停止ボタンを押し、さらに、タービン蒸気入口弁の全閉操作をして、HPCIを手動で停止した。そして、同日2 時45 分頃及び同日2 時55 分頃、当直は、3/4 号中央制御室において、制御盤上の遠隔手動操作によりSR 弁の開操作を実施した。しかし、いずれの場合も、制御盤上の SR 弁の状態表示ランプは、「全閉」を示す緑色ランプから「全開」を示す赤色ランプに変わらなかった。そのため、当直は、制御盤上の遠隔手動操作によってSR 弁を開くことができず、減圧操作に失敗したと判断した。

＜バッテリーの枯渇＞（東電報告書・313P）

⑤監視機能の維持

以上の操作を的確に実施するためには、プラントの状態を正確に把握することが重要である。福島第一１号機の場合、重大な状態変化の進行中に監視装置が機能喪失している。福島第一３号機においても高圧注水系を停止する６時間前から直流電源の枯渇によって原子炉水位の監視ができていない。プラント状態の把握のみならず、注水系の切替え操作においても監視機能は重要である。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-17	どのような手順で HPCI から低圧注入へ切替えようとしたのか。
A	（政府事故調報告書（中間）（172P）） • 3 月13 日2 時42 分頃に3 号機のHPCI を手動停止する前、当直は、D/DFP の運転確認及び原子炉格納容器スプレイから原子炉注水に切り替えるため、3 号機R/B 内に立ち入った。HPCI 手動停止と原子炉注水切替の前後関係については不明である。いずれにせよ、これらの操作は近接した時間帯に相前後してなされた。 • 13日2 時42 分頃、当直は、3/4 号中央制御室において、制御盤上のHPCIの停止ボタンを押し、さらに、タービン蒸気入口弁の全閉操作をして、HPCIを手動で停止した。 • そして、同日2 時45 分頃及び同日2 時55 分頃、当直は、3/4 号中央制御室において、制御盤上の遠隔手動操作によりSR 弁の開操作を実施した。 • しかし、いずれの場合も、制御盤上の SR 弁の状態表示ランプは、「全閉」を示す緑色ランプから「全開」を示す赤色ランプに変わらなかった。 • そのため、当直は、制御盤上の遠隔手動操作によってSR 弁を開くことができず、減圧操作に失敗したと判断した。
Q1-18	3 号機の HPCI をなぜ手動停止したのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（23P）） • 中央制御室では、運転状態が不安定なHPCI を早く停止し、HPCI の損傷による原子炉蒸気の漏えいを防止したかった。 • 中央制御室では、HPCI による注水が困難なレベルまで原子炉圧力が低下し、HPCIを作動させていても意味がないと考えた。 • 中央制御室では、HPCI 停止後、主蒸気逃し安全弁（SRV）によって減圧し、ラインナップされたD/D FP へ注水源を切り替えることができると判断した。 （東電報告書（200P）） • 高圧注水系のタービン回転数が低下し、操作手順書に記載のある運転範囲を下回る低速度となり、いつ停止するかわからない状況が続いていた。そのような中、原子炉圧力が低下傾向を示すという厳しい運転状態に高圧注水系が陥り、本来なら停止（隔離）する圧力となったにもかかわらず、停止しない状況となった。また、高圧注水系の吐出圧力が原子炉圧力と同程度になり、原子炉へ注水がされていない状態となった。以上より、高圧注水系の早期停止が必要な状況となったことから、手動停止した。 • 停止しない場合タービンの振動が大きくなり設備が損傷する可能性がある。タービン付近が損傷すると駆動蒸気である原子炉内の蒸気が高圧注水系（HPCI）

	室内に放出されることが考えられる。仮に原子炉内の蒸気が放出された場合、HPCI室がある原子炉建屋内は放射線量が上がり、その後の事故収束に大きな制約を与えることになる。 （政府事故調報告書（中間）（171P）） • 3 号機のHPCI については、原子炉圧力が0.8MPa gage から0.9MPagage を推移している中で、流量調整をしながら、手順で定められた運転範囲を下回る回転数で長時間作動させ続けていた。 • さらに、次第に、HPCI の吐出圧力が低下傾向を示し、原子炉圧力と拮抗するようになっていった。 • そのため、当直は、原子炉水位が不明な中で、HPCI によって原子炉注水が十分なされているのか判然とせず、かつ、通常と異なる運転方法によってHPCIの設備が壊れるおそれがあるとも考え、HPCI を作動させ続けることに不安を抱くようになった。
Q1-19	3 号機の HPCI 手動停止の際に、SRV はなぜ開できると思ったのか。
A	（東電報告書（200P）） 直前まで高圧注水系動作時に必要な 5600W の油ポンプが動いていたこと、また、中央制御室の開動作用電磁弁と同じ供給電源である状態表示灯が点灯していることから、主蒸気逃がし安全弁が開動作するために必要な小さな電磁弁（8.5W で動作）を動かすことができると考えた。 （政府事故調報告書（中間）（171P）） この頃、3/4 号中央制御室の制御盤上、SR 弁の状態表示灯が全閉を示す緑色ランプを示していたため、当直は、依然として制御盤上の遠隔手動操作によりSR 弁を開けることができると考えていた。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 40.3 3 号機の注水機能の喪失（HPCI 手動停止＆SRV による減圧失敗）に関する問題点
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-4、通番 14 緊急時のコミュニケーション
	関連細目 No	細目 4-4-1、細 42 安全上極めて重要な操作については緊急対策本部の確認をとる。
キーワード		
1	事故対応	**主要事象**：第一 3 号機減圧失敗、水素爆発の発生 2、複数号機同時発災 7 **発生した支障**：事故同時進行による混乱 2 **マネジメント上の問題点**：外部（本店本部等）からの問合せで忙殺 4
4	設備	**高圧注水設備関連**：HPCI3 **減圧装置関連**：SRV6、SRV 状態表示ランプ
5	SA 対策設備	**代替注水（高圧）**：SLC4 **代替注水（低圧）**：DDFP5 **柔軟な代替注水**：消防車 11 **電源設備**：可搬式バッテリー3
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）76 **事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 52

資料 41.1（資 103）

〔3 号機の高圧注水系（HPCI）の手動停止の手順についての見解〕

東電報告書において、3 号機の高圧注水系（HPCI）の停止操作についての見解が示された。

- **HPCI を停止する前に現場へ向かい作業をしていた RHR 注入弁の手動開操作による代替原子炉注水ラインの構成が完了したことが，13 日 3:05 に中央制御室へ伝達された。**
- **高圧注水系の停止前からディーゼル駆動消火ポンプによる原子炉注水ラインへの切替操作を開始していたことから、停止操作をする時点ではライン構成が完了していると考えられた。（主蒸気逃がし安全弁の開操作は 13 日 2：45）**
- **高圧注水系を停止する前に主蒸気逃がし安全弁を開操作すると更に原子炉圧力が低下することとなるため、高圧注水系停止直後に主蒸気逃がし安全弁を開操作したものである。**

＜高圧注水系の手動停止について＞（東電報告書・178P、179P より）

一方、高圧注水系の運転により原子炉圧力が低い状態が継続する中、１３日２時頃原子炉圧力がさらに低下傾向を示し、本来なら自動停止する圧力となったが、停止しなかった。併せて、高圧注水系から原子炉へ注水されていない状況となった。このため、高圧注水系からディーゼル駆動消火ポンプによる原子炉注水への切替作業を開始した。

この当時、現場でディーゼル駆動消火ポンプを圧力抑制室スプレイから原子炉注水へライン構成の変更を進めていたことから、中央制御室では既に変更が完了したと考え、１３日２時４２分に高圧注水系を手動停止、２時４５分にディーゼル駆動消火ポンプによる注水を可能とするため、状態表示灯が点灯している主蒸気逃がし安全弁を開操作し、原子炉を減圧しようとした。しかし、主蒸気逃がし安全弁は開動作せず、減圧されなかったため、ディーゼル駆動消火ポンプによる注水を開始することができなかった。

＜高圧注水系の手動停止について＞（東電報告書・200P、201P より）

②高圧注水系の運転（切替）操作について

（当社の高圧注水系の停止操作は手順書違反ではないか、という疑問について）

３号機は、ディーゼル駆動消火ポンプを起動して低圧系の注水準備を整えていたが、高圧注水系の停止後に低圧系の注水への切替えが直ちに成功せず、結果として炉心の損傷に至った。低圧系の注水への切替えが直ちに成功しなかった点については、高圧注水系停止前に代替注水ラインの切替が完了していることを確認したり、主蒸気逃がし安全弁が動作することを確認すべきではなかったか、との意見があるが、以下の通り運転操作が進められており、その時点におけるプラント状態を踏まえた対応が行われていたと考えられる。

- ページングやＰＨＳ等の通信手段がなく現場の操作状況を現場間で直接確認できない中で、高圧注水系の停止前からディーゼル駆動消火ポンプによる原子炉注水ラインへの切替操作を開始していたことから、停止操作をする時点ではライン構成が完了し

ていると考えられた。

- 高圧注水系のタービン回転数が低下し、操作手順書に記載のある運転範囲を下回る低速度となり、いつ停止するかわからない状況が続いていた。そのような中、原子炉圧力が低下傾向を示すという厳しい運転状態に高圧注水系が陥り、本来なら停止（隔離）[1]する圧力となったにもかかわらず、停止しない状況となった。また、高圧注水系の吐出圧力が原子炉圧力と同程度になり、原子炉へ注水がされていない状態となった。以上より、高圧注水系の早期停止が必要な状況となったことから、手動停止した。

  1：停止しない場合タービンの振動が大きくなり設備が損傷する可能性がある。タービン付近が損傷すると駆動蒸気である原子炉内の蒸気が高圧注水系（HPCI）室内に放出されることが考えられる。仮に原子炉内の蒸気が放出された場合、HPCI室がある原子炉建屋内は放射線量が上がり、その後の事故収束に大きな制約を与えることになる。

- 高圧注水系を停止する前に主蒸気逃がし安全弁を開操作すると更に原子炉圧力が低下することとなるため、高圧注水系停止直後に主蒸気逃がし安全弁を開操作したものである。

＜DDFP による代替原子炉注水への移行＞（東電報告書・別紙2　95P）

- HPCI からDDFP による代替原子炉注水に移行するために，13 日2:45 に中央制御室のSRV 制御盤にてSRV1 弁の操作スイッチを開操作し，原子炉の減圧維持を試みるも，開動作せず。その後，SRV 全弁を順次，操作スイッチにて開操作するが開動作しなかった。原子炉圧力が上昇しDDFP での注水ができない状況が発電所対策本部へ報告された。
- 一方，HPCI を停止する前に現場へ向かい作業をしていたRHR 注入弁の手動開操作による代替原子炉注水ラインの構成が完了したことが，13 日3:05に中央制御室へ伝達された。

＜バッテリーの枯渇＞（東電報告書・313P）

⑤監視機能の維持

以上の操作を的確に実施するためには、プラントの状態を正確に把握することが重要である。福島第一１号機の場合、重大な状態変化の進行中に監視装置が機能喪失している。福島第一３号機においても高圧注水系を停止する６時間前から直流電源の枯渇によって原子炉水位の監視ができていない。プラント状態の把握のみならず、注水系の切替え操作においても監視機能は重要である。

＜関連 Q&A（例）＞

Q6-10	なぜHPCI停止後に主蒸気逃がし安全弁を開ける手順にしたのか。
A	（東電報告書（201P）） 高圧注水系を停止する前に主蒸気逃がし安全弁を開操作すると更に原子炉圧力が低下することとなるため、高圧注水系停止直後に主蒸気逃がし安全弁を開操作したものである。
Q6-11	なぜDDFPのラインアップを確認する前にHPCIを手動停止したのか。
A	（東電報告書（200P）） 通信手段がない状況の中で、DDFPのラインアップを始めてからある程度の時間が経っていたため、ラインアップは完了したと考えた。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 41.1 3 号機の高圧注水系（HPCI）の手動停止の手順についての見解
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-4、通番 14 緊急時のコミュニケーション
	関連細目 No	細目 4-4-2、細 43 現場（中央制御室）と現場本部は確実に認識を共有する。
キーワード		
1	事故対応	**主要事象**：第一 3 号機 HPCI 手動停止 1
4	設備	**高圧注水設備関連**：HPCI4 **減圧装置関連**：SRV7 **弁類関連**：電磁弁 1、状態表示灯
5	SA 対策設備	**代替注水（低圧）**：DDFP6、代替注水ライン 2
14	文献・出典	**事業者関連**：東電報告書 51

資料 42.1（資 104）

〔非常用復水器（IC）の動作状況への誤認〕

(1) 東電報告書において、1 号機の非常用復水器の動作状況が示された。

- **地震後に非常用復水器が作動した。津波襲来後も、非常用復水器が停止した等の情報はなく、3 月 11 日 21 時 19 分に原子炉水位が有効燃料頂部（ＴＡＦ）＋200mm であることが判明した以降、発電所対策本部では非常用復水器が動作していると考えていた。**
- **原子炉水位が有効燃料頂部（TAF）を上回っている一方、11日23時00分に原子炉建屋二重扉前で放射線量が上昇したこと、23時50分頃に初めて得られたドライウェル圧力の測定値が異常に高かったことから、この頃に発電所対策本部及び本店対策本部ではパラメータなどの情報に疑問を抱き始めていた。**
- **しかし、ドライウェル圧力が既に格納容器ベントが必要な圧力を超えていたため格納容器ベントの実施に向けた対応に傾注しており、非常用復水器が停止していたことを把握するに至っていない。**

(2) 政府事故調報告書（中間）において、3月11日の深夜にICの「冷やす」機能への疑問を抱いた旨が示された。

- **発電所対策本部及び本店対策本部では、当初、1 号機のIC が正常に作動しているものと認識していたが、3 月11 日21 時51 分頃以降、線量の上昇やD/W圧力の異常上昇といった情報が報告され、次第に、IC の「冷やす」機能に疑問を抱くようになっていった。**
- **そして、吉田所長は、同日23 時50 分頃、D/W 圧力が0.600MPa abs を示したとの報告を受けてようやく、IC が正常に機能しておらず、1 号機の原子炉内が高温、高圧となり、原子炉圧力容器内で大量に発生した水蒸気が原子炉格納容器内に抜けてD/W 圧力が異常上昇したのだと考えるに至った。**

＜1 号機非常用復水器（IC）の動作状況について＞（東電報告書・152P、153P より）

＜非常用復水器の動作状況に対する情報共有の状況＞

緊急時対応情報表示システム（ＳＰＤＳ）が使用できず視覚によるプラント状態の把握が不可能となり、ホットラインを通じた口頭伝達によるプラント情報の把握のみとなっていた。地震後に非常用復水器が作動したとの情報を受けた以降、福島第一２号機の注水状況が不明であったことなどによる複数号機への対応の中で、津波襲来後に非常用復水器が停止したとの情報がなかったこと、１１日１６時４２分に一時的に確認できた原子炉水位が有効燃料頂部を上回っていたこと、１１日１６時４４分に非常用復水器からの蒸気発生を確認したことなどの情報から、発電所対策本部及び本店対策本部は、１１日２１時１９分に原子炉水位の指示値が得られた時点では非常用復水器が停止していたことを把握するに至らなかった。

さらに、１１日２１時１９分に原子炉水位が有効燃料頂部（ＴＡＦ）＋２００ｍｍであ

ることが判明した以降、発電所対策本部では非常用復水器が動作していると考えており、非常用復水器の機能を維持するために、１１日２０時５０分に起動したディーゼル駆動消火ポンプは非常用復水器胴側への水補給に用いられていると認識していた。なお、ディーゼル駆動消火ポンプは非常用復水器胴側への水補給が行える系統であるが、中央制御室で原子炉代替注水手段として起動したものであり、非常用復水器胴側の水補給には用いられていなかった。

特に本店対策本部は、発電所を支援する立場であったが、地震による被害状況の把握や停電等の復旧対応など初期の混乱に加えて、原災法第１０条、１５条該当事象発生という事態の中で、国等外部機関への情報提供や問い合わせ対応を余儀なくされている状況であった。

原子炉水位が有効燃料頂部（ＴＡＦ）を上回っている一方、１１日２３時００分に原子炉建屋二重扉前で放射線量が上昇したこと、１１日２３時５０分頃に初めて得られたドライウェル圧力の測定値が異常に高かったことから、この頃に発電所対策本部及び本店対策本部ではパラメータなどの情報に疑問を抱き始めていたが、ドライウェル圧力が既に格納容器ベントが必要な圧力を超えていたため格納容器ベントの実施に向けた対応に傾注しており、非常用復水器が停止していたことを把握するに至っていない。

＜ICの「冷やす」機能への疑問＞（政府事故調報告書（中間）（143P））

④ 発電所対策本部及び本店対策本部では、当初、1 号機のIC が正常に作動しているものと認識していたが、3 月11 日21 時51 分頃以降、線量の上昇やD/W圧力の異常上昇といった情報が報告され、次第に、IC の「冷やす」機能に疑問を抱くようになっていった。

そして、吉田所長は、同日23 時50 分頃、D/W 圧力が0.600MPa abs を示したとの報告を受けてようやく、IC が正常に機能しておらず、1 号機の原子炉内が高温、高圧となり、原子炉圧力容器内で大量に発生した水蒸気が原子炉格納容器内に抜けてD/W 圧力が異常上昇したのだと考えるに至った。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-12	発電所本部はいつ頃 IC の停止していたことを把握したのか。
A	（政府事故調報告書（中間）（143P）） ① 発電所対策本部及び本店対策本部では、当初、1 号機のIC が正常に作動しているものと認識していたが、3 月11 日21 時51 分頃以降、線量の上昇やD/W圧力の異常上昇といった情報が報告され、次第に、IC の「冷やす」機能に疑問を抱くようになっていった。 ② そして、吉田所長は、同日23 時50 分頃、D/W 圧力が0.600MPa abs を示したとの報告を受けてようやく、IC が正常に機能しておらず、1 号機の原子炉内が高温、高圧となり、原子炉圧力容器内で大量に発生した水蒸気が原子炉格納容器内に抜けてD/W 圧力が異常上昇したのだと考えるに至った。 （東電報告書（152P）） 3月11日深夜に至るまでICが停止していたことを把握するに至っていない。 • 地震後に非常用復水器が作動したとの情報を受けた以降、福島第一２号機の注水状況が不明であったことなどによる複数号機への対応の中で、津波襲来後に非常用復水器が停止したとの情報がなかった。 • １１日１６時４２分に一時的に確認できた原子炉水位が有効燃料頂部を上回っていた。 • １１日１６時４４分に非常用復水器からの蒸気発生を確認した。 • １１日２０時５０分に起動したディーゼル駆動消火ポンプは非常用復水器胴側への水補給に用いられていると認識していた。中央制御室では原子炉代替注水手段として起動したものであり、非常用復水器胴側の水補給には用いられていなかった。 • １１日２１時１９分に原子炉水位の指示値（有効燃料頂部（ＴＡＦ）＋２００ｍｍ）を得た・ • １１日２３時００分に原子炉建屋二重扉前で放射線量が上昇した • １１日２３時５０分頃に初めて得られたドライウェル圧力の測定値が異常に高かった。 この頃から発電所対策本部及び本店対策本部ではパラメータなどの情報に疑問を抱き始めていたが、ドライウェル圧力が既に格納容器ベントが必要な圧力を超えていたため格納容器ベントの実施に向けた対応に傾注しており、非常用復水器が停止していたことを把握するに至っていない。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 42.1 非常用復水器（IC）の動作状況への誤認
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-4、通番 14 緊急時のコミュニケーション
	関連細目 No	細目 4-4-1、細 42 安全上極めて重要な操作については緊急対策本部の確認をとる。
キーワード		
1	事故対応	**主要事象**：IC の不作動 2
4	設備	**高圧注水設備関連**：IC8 **計測設備関連**：原子炉水位計 3、D／W 圧力計 2
5	SA 対策設備	**格納容器減圧・冷却**：格納容器ベント 8
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）77 **事業者関連**：東電報告書 52

資料 42.2（資 105）

〔非常用復水器（IC）の動作状況の誤認の経緯〕

(1) 東電原子力安全改革プランにおいて、1 号機の非常用復水器を誤認した経緯が示された。

- 3 月 11 日 16 時 44 分、発電所緊急時対策本部発電班の要員が原子炉建屋壁面にある非常用復水器の蒸気配管の状態を確認し、蒸気がモヤモヤと出ていると報告した（写真等もなく口頭での報告であり、運転状態にあるとの誤解を生みやすい状況にあった）。
- 18 時 17 分、中央制御室からの弁を開いたという報告が発電班を経由する中で「注入開始」として発電所緊急時対策本部に伝わった。
- 18 時 25 分、中央制御室からの弁を閉じたとの報告が発電所緊急時対策本部の幹部メンバーには伝わらなかった。
- 21 時半、水位計の指示が回復し、誤った指示値ではあったが、他に比較するものがなくこの値を信じてしまった。

(2) 政府事故調報告書（中間）から、1 号機非常用復水器の運転状況を正しく理解できたかもしれないチャンスを抽出した。

- 11日17 時15 分頃、発電所本部技術班においてTAF 到達予測時間を計算し、1 時間後にTAF 到達と予測した。（この情報もICの作動状況と関係づけられることはなかった。）（108P）
- 当直は IC の復水器のタンクの水量を確認するために現場に出かけたが、3 月 11 日 17 時 50 分頃、1 号機 R/B 二重扉付近で線量計が振り切れたため、確認作業をあきらめ中央制御室に戻った。（この情報も IC の作動状況と関係づけられることはなかった。）（103P）
- 11 日 18 時 18 分ころまで、当直は蒸気の発生や作動音により IC の作動状態を確認することを思いつかなかった。（104P）
- 18 時 18 分頃、発電所本部は当直から供給配管隔離弁（MO-2A）、戻り配管隔離弁（MO-3A）を開操作したこととの報告を受けた。（発電所本部は開操作がそれまで閉していたことを意味することに気付かなかった。）（108P）
- IC がほとんど機能していないと考えた当直は、18 時 25 分頃戻り配管隔離弁（MO-3A）を閉操作し、IC の作動を停止させた。（IC を停止させたことについて発電所本部と十分な意思疎通ができていない。）（107P）
- 21 時 30 分頃、戻り配管隔離弁（MO-3A）の開操作をして発電所本部に報告した。（発電所本部は開操作がそれまで閉していたことを意味することに気付かなかった。）（110P）

(3) 政府事故調報告書（中間）から、1 号機 R/B 二重扉付近の線量が急上昇しても IC の機能喪失に考えが及ばなかった点について抽出した。

- 当直は、IC の復水器タンクの水位計を確認するため、1/2 号中央制御室を出発し、11 日17 時50 分頃、1号機R/B 二重扉付近に差し掛かったところ、線量計（GM管）の針が最高値である300cpm29で振り切れたため、確認作業を諦め、1/2 号中央制御室に引き返した。
- この時点で、1 号機R/B やその付近において、通常よりも遥かに高い放射線量が指し示

された原因は、原子炉圧力容器内の核燃料から通常よりも多くの放射性物質が放出され、それが建屋内に漏えいしたということ以外に考え難い。

- しかし、この時点においてもまだ、当直の中で、フェイルセーフ機能によってIC の隔離弁が全閉又はそれに近い状態となって、少なくともほぼ機能喪失に陥っている可能性があると明確に認識していた者はいなかった。

(4) 政府事故調報告書（中間）から、蒸気発生や作動音により IC の作動状態を確認しようとしなかった点を抽出した。

- 1 号機の運転操作をする当直は、誰一人として、3 月11 日に地震が発生するまで、IC を実際に作動させた経験がなかった。
- 当直の中には、先輩当直から、IC が正常に作動した場合、1 号機R/B 西側壁面にある二つ並んだ排気口（通称「豚の鼻」）から、蒸気が水平に勢いよく噴き出し、その際、青光りを発し、「ゴー」という轟音を鳴り響かせるなどと伝え聞いている者もいた。
- しかし、1 号機が全電源を喪失した後、同日18 時18 分頃までの間、当直は、このような蒸気の発生や作動音により IC の作動状態を確認することを思いつかず、実際に、1 号機R/B 山側に行って排気口を目視するなどして蒸気発生の有無、程度を確認することもなかった。

(5) 政府事故調報告書（中間）から、IC（A 系）の供給配管隔離弁（MO-2A)、戻り配管隔離弁（MO-3A）の開操作を知っても、それまで閉弁していたことに問題意識を持たなかった点を抽出した。

- 3 月11 日18 時18 分頃、発電所対策本部は、当直から、IC（A 系）の供給配管隔離弁（MO-2A)、戻り配管隔離弁（MO-3A）を開操作したことの報告を受け、IC が作動していると認識した。
- このとき、発電所対策本部及び本店対策本部は、これら二つの隔離弁の開操作をしたという事実が、それまでこれらの隔離弁が閉となっており、全交流電源喪失後約3 時間弱にわたってIC が作動せず､原子炉注水もなされていなかったことを意味することについて問題意識を持って、隔離弁が閉となった原因や時期について確認・検討しようとした形跡は見当たらない。

(6) 政府事故調報告書（中間）から、ICの戻り配管隔離弁（MO-3A）の閉操作が発電所本部に伝わらなかった点を抽出した。

- IC がほとんど機能していないと考えた当直は、IC配管の破損を恐れ、同日18 時25分頃、制御盤上の操作により、戻り配管隔離弁（MO-3A）を閉操作し、IC の作動を停止させた。
- しかし、当直が、同日18 時25 分頃に戻り配管隔離弁（MO-3A）を閉操作した点については､発電所対策本部及び本店対策本部にいた者の中に､「当時､戻り配管隔離弁(MO-3A)を閉操作したとの認識を有していた。」旨供述する者はなかった。
- かえって、吉田所長を始めとする発電所対策本部及び本店対策本部にいた者は､「その頃IC は作動中だと思っていた。」旨供述する。

(7) 政府事故調報告書（中間）から、ICの戻り配管隔離弁（MO-3A）の開操作の報告を受けても依然としてそれまでICの機能喪失に気付かなかった点を抽出した。

- **3 月11 日21 時30 分頃、発電所対策本部は、当直から、IC の戻り配管隔離弁(MO-3A)を開操作したことの報告を受けた。**
- **しかし、それまでIC の戻り配管隔離弁（MO-3A）が閉状態であったことを意味することに問題意識を持つことなく、なおもIC が正常に作動中であると認識していた。**

(8) 政府事故調報告書（中間）にICの作動状況についての当直の判断が述べられた。

＜非常用復水器の誤認について＞（東電原子力安全改革プラン・21Pより）

－津波到達前、発電所緊急時対策本部に非常用復水器が作動しているとの情報が入っていた。

－津波到達後、発電所緊急時対策本部に非常用復水器が停止したとの情報は入らなかった。

－津波到達後、発電所緊急時対策本部に非常用復水器が作動していることを推測させる以下のような情報が入っていた。

・16 時44 分、発電所緊急時対策本部発電班の要員が原子炉建屋壁面にある非常用復水器の蒸気配管の状態を確認し、蒸気がモヤモヤと出ていると報告した（写真等もなく口頭での報告であり、運転状態にあるとの誤解を生みやすい状況にあった)。

・18 時17 分、中央制御室からの弁を開いたという報告が発電班を経由する中で「注入開始」として発電所緊急時対策本部に伝わった。

・18 時25 分、中央制御室からの弁を閉じたとの報告が発電所緊急時対策本部の幹部メンバーには伝わらなかった。

・21 時半、水位計の指示が回復し、誤った指示値ではあったが、他に比較するものがなくこの値を信じてしまった。

＜TAF 到達予測時間の計算＞（政府事故調報告書（中間）(108P)）

11日16 時45 分頃、発電所対策本部は、当直から、1 号機の原子炉水位計の表示が見えるようになったとの報告を受けた。しかし、発電所対策本部は、この原子炉水位計の表示について、同日16 時42 分頃に広帯域で-90cmを示し、その後低下傾向となり、同日16 時56 分頃に-150cm を示したのを最後にダウンスケールして再度計測不能となった旨の報告を同日17 時7 分頃までに受けており、テレビ会議システムを通じて、本店対策本部との間でも同情報を共有していた。そして、同日17 時15 分頃、発電所対策本部技術班においてTAF 到達予測時間を計算し、1 時間後にTAF 到達と予測した。しかし、この時点でも、発電所対策本部及び本店対策本部の中に、かかる現象や評価とICの機能を結び付けて考え、IC が正常に作動していないのではないかと指摘する者はいなかった。

＜1 号機R/B 二重扉付近の線量の急上昇＞（政府事故調報告書（中間）(103P)）

11日17 時19 分頃以降、当直は、IC の復水器タンク内の水量が十分確保されているのか否かを確認するため、1 号機R/B4 階の復水器タンク脇に備え付けられた水位計を確認しに行くこととした。このとき、当直は、水位計の位置確認をするなどして準備を行ったが、防護マス

クや防護服を装着していなかった。そして、当直は、1/2 号中央制御室を出発し、同日17 時50 分頃、1号機R/B 二重扉付近に差し掛かったところ、線量計（GM管）の針が最高値である300cpm29で振り切れたため、確認作業を諦め、1/2 号中央制御室に引き返した。

（中略）

この時点で、1 号機R/B やその付近において、通常よりも遥かに高い放射線量が指し示された原因は、原子炉圧力容器内の核燃料から通常よりも多くの放射性物質が放出され、それが建屋内に漏えいしたということ以外に考え難い。

（中略）

しかし、この時点においてもまだ、当直の中で、フェイルセーフ機能によってIC の隔離弁が全閉又はそれに近い状態となって、少なくともほぼ機能喪失に陥っている可能性があると明確に認識していた者はいなかった。

＜蒸気発生や作動音による IC の作動状態の確認＞（政府事故調報告書（中間）（104P））

1 号機の運転操作をする当直は、誰一人として、3 月11 日に地震が発生するまで、IC を実際に作動させた経験がなかった。当直の中には、先輩当直から、IC が正常に作動した場合、1 号機R/B 西側壁面にある二つ並んだ排気口（通称「豚の鼻」）から、復水器タンク内の冷却水が熱交換によって熱せられて気化した蒸気が水平に勢いよく噴き出し、その際、静電気が発生して雷のような青光りを発し、「ゴー」という轟音を鳴り響かせるなどと伝え聞いている者もいた。

しかし、1 号機が全電源を喪失した後、同日18 時18 分頃までの間、当直は、このような蒸気の発生や作動音により IC の作動状態を確認することを思いつかず、実際に、1 号機R/B 山側に行って排気口を目視するなどして蒸気発生の有無、程度を確認することもなかった。

＜IC（A 系）の供給配管隔離弁（MO-2A）、戻り配管隔離弁（MO-3A）を開操作＞（政府事故調報告書（中間）（108P））

3 月11 日18 時18 分頃、発電所対策本部は、当直から、IC（A 系）の供給配管隔離弁（MO-2A）、戻り配管隔離弁（MO-3A）を開操作したことの報告を受け、IC が作動していると認識した。本店対策本部も、テレビ会議システムを通じて、発電所対策本部と同様に、1 号機については、IC が作動しているものと認識した。

このとき、発電所対策本部及び本店対策本部は、これら二つの隔離弁の開操作をしたという事実が、それまでこれらの隔離弁が閉となっており、全交流電源喪失後約3 時間弱にわたってIC が作動せず、原子炉注水もなされていなかったことを意味することについて問題意識を持って、隔離弁が閉となった原因や時期について確認・検討しようとした形跡は見当たらない。

＜ICの戻り配管隔離弁（MO-3A）の閉操作＞（政府事故調報告書（中間）（106P））

このとき、当直は、1 号機R/B 越しに、少量の蒸気が発生しているのを確認したが、ほどなくしてもう一度確認した時には、1 号機R/B 越しには蒸気の発生を確認できなかった。そ

こで、当直は、IC の復水器タンク内の冷却水が少なくなっているために蒸気発生量が少なかった可能性もあると考えた。さらに、当直は、復水器タンク内の冷却水が少なければ、原子炉内の高温・高圧の蒸気が冷却されないままIC 配管を循環し、そのうちにIC 配管が破損して、放射性物質で汚染された原子炉内の蒸気が直接大気中へ放出されるおそれすらあると懸念した。(106P)

いずれにせよIC がほとんど機能していないと考えた当直は、同日18 時25分頃、制御盤上の操作により、戻り配管隔離弁（MO-3A）を閉操作し、IC の作動を停止させた（発電所対策本部への報告に関しては、後記ｅ（ｂ）参照)。このとき、供給配管隔離弁（MO-2A）については、通常の操作手順に従い、全開のままにしておいた。(107P)

しかし、当直が、同日18 時25 分頃に戻り配管隔離弁(MO-3A)を閉操作した点については、発電所対策本部発電班の手書きメモその他の記録に記載がない。さらに、発電所対策本部発電班で1 号機に関する報告を受けていた者や前記手書きメモを記載した者その他の発電所対策本部及び本店対策本部にいた者の中に、「当時、戻り配管隔離弁（MO-3A）を閉操作したとの認識を有していた。」旨供述する者はなく、かえって、吉田所長を始めとする発電所対策本部及び本店対策本部にいた者は、「その頃IC は作動中だと思っていた。」旨供述する。(113P)

＜ICの戻り配管隔離弁（MO-3A）の開操作＞（政府事故調報告書（中間）(110P)）

3 月11 日21 時30 分頃、発電所対策本部は、当直から、IC の戻り配管隔離弁（MO-3A）を開操作したことの報告を受けた。しかし、この時も、発電所対策本部及び本店対策本部にいた者は、吉田所長を含め、この報告が、それまでIC の戻り配管隔離弁（MO-3A）が閉状態であったことを意味することに問題意識を持つことなく、なおもIC が正常に作動中であると認識しており、当直に対して同弁を閉操作したことがあるのかどうかなどを尋ねることはしなかった。

この頃、本店対策本部も、発電所対策本部と同様に、同日18 時25 分頃に当直がIC の戻り配管隔離弁（MO-3A）を閉操作したことを把握しないまま、ICが正常に作動中であると認識していた。

＜ICの作動状態に対する当直の判断＞（政府事故調報告書（中間）(111P)）

① 3 月11 日15 時37 分頃以降、1 号機の全交流電源及び直流電源が失われた時点で、当直の中に、フェイルセーフ機能によりIC の隔離弁が閉となっているのではないかとの問題意識を持った者はいなかった。

この頃、当直は、IC が作動しているか否かについて明確な判断ができない状態が続いていたが、原子炉水位が監視できるようになった同日16 時42 分頃以降、原子炉水位が低下しているのを確認した。さらに、再びダウンスケールして原子炉水位が不明となった後、当直は、1 号機R/B 内にIC の復水器タンクの水量を確認しに行こうとしたが、放射線量が高かったため断念した。

このような経緯があったのに、その頃、当直は、1 号機R/B 西側側壁のIC排気口から蒸気が放出されているかどうかを確認してIC の作動状態を確認することにも思い至らな

かった。当直は、それまで1 号機のIC を作動させた経験がなく、実際の運転操作時に適切な判断をして応用動作を取れるような訓練、教育を受けていなかったことが、主たる原因の一つであると考えられる。

② もっとも、当直は、IC の作動状態について適切な確認方法を講じられなかったが、原子炉水位が低下傾向にあったことから、3 月11 日17 時30 分頃には既に、IC が十分機能していない可能性を視野に入れ、代替注水手段を確立するために、D/DFP を起動して待機状態にした。

さらに、当直は、津波到達前は戻り配管隔離弁（MO-3A）を除く三つの隔離弁を開状態とし、戻り配管隔離弁（MO-3A）の開閉操作のみでIC の作動を制御していたにもかかわらず、同日18 時18 分頃、制御盤上、戻り配管隔離弁（MO-3A）のみならず、開状態であるはずの供給配管隔離弁（MO-2A）まで、全閉を示す緑色ランプが点灯しているのを確認したことから34、フェイルセーフ機能が作動した可能性に思い至り、原子炉格納容器内の他の隔離弁（MO-1A・4A）についても同様に、フェイルセーフ機能により全閉となっている可能性が高いと考えた。

また、この頃になってようやく、当直は、IC 排気口から放出される蒸気の状態によってIC の作動状態を確認することにも思い至ったが、1 号機R/B越しに確認するだけで、それがIC 排気口から放出される蒸気であったか否か判然としないのに、直接目視しようとしなかった。

いずれにしても、このとき、当直は、IC 排気口から放出される蒸気が少量であると判断し、IC の復水器タンク内の冷却水が少なくなっている可能性も考慮して、配管破断防止のため、同日18 時25 分頃、戻り配管隔離弁（MO-3A）を全閉とした。

そして、当直は、IC が機能せず、電源喪失により他の代替注水手段を使えない以上、D/DFPによるFP 系注水によるしかないと考え、同日18 時30分頃から、FP 系ラインから原子炉に注水可能となるように、弁の手動操作を開始した。

このような当直の判断は、やや時期に遅れたものではあるが、その内容自体、合理的なものと言える。

また、同日18 時25 分頃、既にIC がほぼ機能していなかったと考えられることから、当直がIC の作動を停止させたことによって、1 号機の原子炉の状態に与えた影響は少なかったと考えられる。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-13	IC の動作状況を正しく把握できたチャンスはどのくらいあったのか。
A	• （東電原子力安全改革プラン（21P）） 3月11日16 時44 分、発電所緊急時対策本部発電班の要員が原子炉建屋壁面にある非常用復水器の蒸気配管の状態を確認し、蒸気がモヤモヤと出ていると報告した（写真等もなく口頭での報告であり、運転状態にあるとの誤解を生みやすい状況にあった）。

	• （政府事故調報告書（中間）（108P）） 11日17 時15 分頃､発電所本部技術班においてTAF 到達予測時間を計算し､1 時間後にTAF 到達と予測した。（この情報もICの作動状況と関係づけられることはなかった。） • （政府事故調報告書（中間）（103P）） 当直は IC の復水器のタンクの水量を確認するために現場に出かけたが、3 月 11 日 17 時 50 分頃、1 号機 R/B 二重扉付近で線量計が振り切れたため、確認作業をあきらめ中央制御室に戻った。（この情報も IC の作動状況と関係づけられることはなかった。） • （東電原子力安全改革プラン（21P）） 18 時 17 分、中央制御室からの弁を開いたという報告が発電班を経由する中で「注入開始」として発電所緊急時対策本部に伝わった。 • （政府事故調報告書（中間）（104P）） 11 日 18 時 18 分ころまで､当直は蒸気の発生や作動音により IC の作動状態を確認することを思いつかなかった。 • （政府事故調報告書（中間）（108P）） 18 時 18 分頃、発電所本部は当直から供給配管隔離弁（MO-2A）、戻り配管隔離弁（MO-3A）を開操作したこととの報告を受けた。（発電所本部は開操作がそれまで閉していたことを意味することに気付かなかった。） • （政府事故調報告書（中間）（107P）） IC がほとんど機能していないと考えた当直は、18 時 25 分頃戻り配管隔離弁（MO-3A）を閉操作し、IC の作動を停止させた。（IC を停止させたことについて発電所本部と十分な意思疎通ができていない。） • （東電原子力安全改革プラン（21P）） 18 時 25 分、中央制御室からの弁を閉じたとの報告が発電所緊急時対策本部の幹部メンバーには伝わらなかった。 • （政府事故調報告書（中間）（110P）） 21 時 30 分頃､戻り配管隔離弁（MO-3A）の開操作をして発電所本部に報告した。（発電所本部は開操作がそれまで閉していたことを意味することに気付かなかった。） • （東電原子力安全改革プラン（21P）） 21 時半、水位計の指示が回復し、誤った指示値ではあったが、他に比較するものがなくこの値を信じてしまった。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 42.2 非常用復水器（IC）の動作状況の誤認の経緯
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-4、通番 14 緊急時のコミュニケーション
	関連細目 No	細目 4-4-1、細 42 安全上極めて重要な操作については緊急対策本部の確認をとる。
キーワード		
1	事故対応	**主要事象**：IC の不作動 3
4	設備	**高圧注水設備関連**：IC9 **計測設備関連**：原子炉水位計 4
5	SA 対策設備	**格納容器減圧・冷却**：格納容器ベント 9
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）78 **事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 53

資料 42.3（資 106）

〔3 号機高圧注水系（HPCI）手動停止の当直判断への疑問に対する見解〕

東電報告書、政府事故調報告書（中間）において、3 号機の HPCI 手動停止への見解が示された。

(1) ルール、状況判断からの見解（東電報告書）

- **高圧注水系の後にディーゼル駆動消火ポンプを使用して原子炉に注水することについては、中央制御室及び発電所対策本部全体の共通の認識となっていた。**
- **高圧注水系からディーゼル駆動消火ポンプによる注水への切替にあたり、高圧注水系を停止させるなどの具体的操作については当直長の権限で行うものであり、また上述のとおり対応の方向性は既に共通の認識となっていた。**
- **このような中で、ディーゼル駆動消火ポンプによる注水ラインが構成され、主蒸気逃がし安全弁の状態表示灯が点灯し、中央制御室で運転操作が可能な状況であったことから、低圧系の注水への切替操作前に発電所対策本部へ指示を仰ぐ必要はなかったと考えられる。(3 月 13 日 2 時 42 分 HPCI 手動停止)**

(2) HPCI 手動停止の報告が 1 時間程度遅れたことの影響（東電報告書）

- **発電所対策本部への報告が 1 時間程度後となったものの、その間にも、主蒸気逃がし安全弁の開操作への試み、高圧系による注水の試み、ならびに電源復旧等が進められ、原子炉の減圧を開始した際には消防車による注水の準備が完了している。(発電所対策本部は主蒸気逃がし安全弁の仮設電源としてバッテリー確保に奔走した。車のバッテリー１０個を確保し、中央制御室に運んで制御盤へつなぎこんでいたところ 13 日 9 時頃に減圧が開始され、9 時 25 分消防車による淡水注入を開始した。)**
- **これらのことから、報告が 1 時間程度遅れたことが、今回の事例においてその後の対応操作に影響を与えたとは考えられない。**

(3) HPCI 手動停止の事前の相談の有無（政府事故調報告書（中間））

- **HPCI 手動停止について、当直から発電所本部発電班に事前の相談があり、発電班が了承したことが示された。**

(4)HPCI 手動停止の情報共有の遅れ（政府事故調報告書（中間））

当直からは 2 度にわたり HPCI 手動停止、SR 弁開操作失敗の報告が発電所本部にあったが、本部内での共有が遅れた。

＜3 号機の高圧注水系停止について＞（東電報告書・179P、202P、203P より）

その１：

④　13日5時頃～13日9時頃

原子炉への注水設備を早く復旧しなければならず、高圧で注水可能な系統の起動に必要な電源復旧を進めていたが、12日15時36分の1号機爆発で予め準備していたケーブルが損傷していることを確認した。電源復旧に時間を要することとなったため、注水の選択肢はディーゼル駆動消火ポンプと消防車による注水のみとなった。

ただし、これらによる注水のためには原子炉の減圧が必要であった。発電所対策本部は主蒸気逃がし安全弁の仮設電源としてバッテリー確保に奔走した。車のバッテリー10個を確保し、中央制御室に運んで制御盤へつなぎこんでいたところ、13日9時頃に主蒸気逃がし安全弁が開き、原子炉の減圧が始まり、ディーゼル駆動消火ポンプとそれまでに準備した消防車による原子炉への淡水注入を開始した。

なお、この頃に中央制御室並びに発電所対策本部は発電所長の指示のもと、格納容器ベントのライン構成を開始し、13日8時41分にライン構成を完了した。

その２：

⑤高圧注水系停止に関する情報共有について

（当社の高圧注水系停止に関する情報共有の後れが、その後の対応に影響を与えたのではないか。高圧注水系の停止において、発電所対策本部の指示を仰ぐべきではなかったか、という疑問について）

高圧注水系の後にディーゼル駆動消火ポンプを使用して原子炉に注水することについては、中央制御室及び発電所対策本部全体の共通の認識となっていた。

高圧注水系からディーゼル駆動消火ポンプによる注水への切替にあたり、高圧注水系を停止させるなどの具体的操作については当直長の権限で行うものであり、また上述のとおり対応の方向性は既に共通の認識となっていた。

このような中で、ディーゼル駆動消火ポンプによる注水ラインが構成され、主蒸気逃がし安全弁の状態表示灯が点灯し、中央制御室で運転操作が可能な状況であったことから、低圧系の注水への切替操作前に発電所対策本部へ指示を仰ぐ必要はなかったと考えられる。

しかしながら、主蒸気逃がし安全弁による減圧操作が成功しなかったという一連の情報は発電所対策本部発電班と共有されていたものの、発電所対策本部全体で認識されるまでに１時間程度の時間を要してしまった。

発電所対策本部への報告が１時間程度後となったものの、その間にも、「③高圧注水系停止後の対応操作について」で述べたとおり、主蒸気逃がし安全弁の開操作への試み、高圧系による注水の試み、ならびに電源復旧等が進められ、原子炉の減圧を開始した際には消防車による注水の準備が完了している。これらのことから、高圧注水系を停止した後原子炉の減圧に成功しなかったという一連の情報について、発電所対策本部全体で認識されるまでに１時間程度要したことが、今回の事例においてその後の対応操作に影響を与えたとは考えられない。

しかしながら、各段階で発電所対策本部と共通認識をもつことが重要であったと考えられ、今回のような**事故対応の前提を大きく外れて長期の対応を余儀なくされ、かつ、１号機原子炉建屋の爆発の影響等による情報が錯綜するような過酷な状況下でも、中央制御室と発電所対策本部において、プラント状況をタイムリーに情報を共有する手段を構築しておくことが必要**であったと考えられる。

＜HPCI手動停止はルール上当直判断で良いか＞

（東電報告書（56P））

- 原子力発電所において異常が発生した場合、機器の動作状況等を確認し、予め定められた手順に従った操作を行う判断は基本的に当直長が実施する。また、発電所の緊急時対策本部を統括管理する発電所対策本部長には原子力防災管理者である発電所長がその任にあたることと原子力事業者防災業務計画で定めている。

（東電報告書（202P））

- 高圧注水系の後にディーゼル駆動消火ポンプを使用して原子炉に注水することについては、中央制御室及び発電所対策本部全体の共通の認識となっていた。
- 高圧注水系からディーゼル駆動消火ポンプによる注水への切替にあたり、高圧注水系を停止させるなどの具体的操作については当直長の権限で行うものであり、また上述のとおり対応の方向性は既に共通の認識となっていた。
- このような中で、ディーゼル駆動消火ポンプによる注水ラインが構成され、主蒸気逃がし安全弁の状態表示灯が点灯し、中央制御室で運転操作が可能な状況であったことから、低圧系の注水への切替操作前に発電所対策本部へ指示を仰ぐ必要はなかったと考えられる。（3月13日2時42分HPCI手動停止）

（福島第一AM整備報告書（18P））

- 当直長は支援組織と緊密な連絡を取りつつ必要に応じて支援組織の助言を得て操作方針を決定する。さらに、他プラントとの連携が必要な操作を行う場合や、プラント挙動等に対して実施する操作の影響が大きい場合においては、当直長は支援組織に助言、又は指示を仰ぐこととしており、これらの具体的な項目を手順書に記載している。

＜HPCI手動停止を当直は発電所本部に相談＞（政府事故調報告書（中間）（171P））

3 号機のHPCI を手動停止する前、当直は、発電所対策本部発電班の一部（緊急時対策室の発電班ブースに控えていた3/4 号中央制御室担当の当直長ら）に対し、HPCI の作動状態に関する問題意識を示した上、HPCI を手動停止し、SR 弁で減圧操作してD/DFP を用いた原子炉注水を実施したい旨相談した。

当直から相談を受けた発電班の一部の者は、3 号機のHPCI の作動状態に関する問題点やHPCI の手動停止の是非等に関して話し合った。その結果、これらの者は、運転許容範囲を下回る回転数でHPCI を作動させ続ければHPCIの設備破損等の危険があるのに対し、制御盤上の操作でSR 弁を開けてD/DFPによる原子炉注水が可能なのであれば、HPCI を停止するのもやむを得ないと考え、当直にも、その旨伝えた。

しかし、これらの発電班の一部の者は、現場対応に注意を払う余り、情報伝達が疎かになり、当直が抱いたHPCI の作動状態に関する問題意識やHPCIの手動停止に関する情報が、発電所対策本部発電班全体で共有されることもなかった。そのため、発電班長も、かかる情報を把握しておらず、低圧状態下で回転数が落ちた状態ではあるもののHPCIが作動しているという認識を有しているにすぎなかった。

その結果、吉田所長を含む発電所対策本部幹部や本店対策本部も、3 号機の当直がHPCI を手動で停止しようとしていることを知らなかった。

＜HPCIを手動停止したという情報の共有が遅れた＞（政府事故調報告書（中間）・173P）

3 月13 日2 時45 分頃及び同日2 時55 分頃、当直は、合計2 度にわたり、遠隔手動によるSR 弁の開操作に失敗したが、当直長は、その都度、その状況を発電所対策本部発電班に報告していた。

しかし、発電班の中で、その報告を受けた者や、その者から状況を伝え聞いた者は、いずれも3/4 号中央制御室の交代要員として控えていた当直長らであり、発電班長に報告していなかったため、発電所対策本部や本店対策本部は、この時点になってもなお、SR 弁の開操作に失敗したことはもとより、HPCIを手動で停止させていたことすら把握していなかった。

そして、当直は、減圧操作に失敗してFP 系から注水することができず、RCICもHPCI も再起動できなかったが、随時、発電所対策本部発電班に報告や相談をしていた。しかし、当直から報告、相談を受けた発電班の人間や、これを伝え聞いた周囲の人間は、現場の緊迫した事態に気を取られる余り、誰からも発電班長への報告がなされず、その結果、発電所対策本部や本店対策本部は、HPCI の手動停止や、停止後の当直の対応について把握できなかった。

そして、HPCI 停止及びその後の当直の対応を把握していた発電班の人間は、同日3 時55 分頃になってようやく、発電班長に報告することに思いを致し、発電班長に対し、「3 号機のHPCIが停止し、D/DFP による注水を試みたが、注水できなかった。原子炉圧力が4MPa gage 程度まで上昇した。」旨報告し、発電班長を通じて、吉田所長を含む発電所対策本部幹部も、3 号機のHPCI が停止したことを把握した。それまで、吉田所長を含む発電所対策本部幹部は、3 号機の当直がHPCI を手動で停止する予定であるという報告も、手動で停止したとの報告も受けておらず、3 号機のHPCI が正常に作動しているものと考えていた。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-21	3号のHPCIの手動停止の発電所本部への連絡が約1時間遅れたことの影響はあるか。
A	（東電報告書（202P）） • 発電所対策本部への報告が１時間程度後となったものの、その間にも、主蒸気逃がし安全弁の開操作への試み、高圧系による注水の試み、ならびに電源復旧等が進められ、原子炉の減圧を開始した際には消防車による注水の準備が完了している。（発電所対策本部は主蒸気逃がし安全弁の仮設電源としてバッテリー確保に奔走した。車のバッテリー１０個を確保し、中央制御室に運んで制御盤へつなぎこんでいたところ13日9時頃に減圧が開始され、9時25分消防車による淡水注入を開始した。） • これらのことから、報告が1時間程度遅れたことが、今回の事例においてその後の対応操作に影響を与えたとは考えられない。 • しかしながら、各段階で発電所対策本部と共通認識をもつことが重要であったと考えられ、中央制御室と発電所対策本部において、プラント状況をタイムリーに情報を共有する手段を構築しておくことが必要であったと考えられる。
Q7-22	3 号機 HPCI の停止はルール上当直の判断で実施して良かったのか。

A	（東電報告書（56P）） • 原子力発電所において異常が発生した場合、機器の動作状況等を確認し、予め定められた手順に従った操作を行う判断は基本的に当直長が実施する。また、発電所の緊急時対策本部を統括管理する発電所対策本部長には原子力防災管理者である発電所長がその任にあたることと原子力事業者防災業務計画で定めている。 （東電報告書（202P）） • 高圧注水系の後にディーゼル駆動消火ポンプを使用して原子炉に注水することについては、中央制御室及び発電所対策本部全体の共通の認識となっていた。 • 高圧注水系からディーゼル駆動消火ポンプによる注水への切替にあたり、高圧注水系を停止させるなどの具体的操作については当直長の権限で行うものであり、また上述のとおり対応の方向性は既に共通の認識となっていた。 • このような中で、ディーゼル駆動消火ポンプによる注水ラインが構成され、主蒸気逃がし安全弁の状態表示灯が点灯し、中央制御室で運転操作が可能な状況であったことから、低圧系の注水への切替操作前に発電所対策本部へ指示を仰ぐ必要はなかったと考えられる。（3月13日2時42分HPCI手動停止） （福島第一AM整備報告書（18P）） • 当直長は支援組織と緊密な連絡を取りつつ必要に応じて支援組織の助言を得て操作方針を決定する。さらに、他プラントとの連携が必要な操作を行う場合や、プラント挙動等に対して実施する操作の影響が大きい場合においては、当直長は支援組織に助言、又は指示を仰ぐこととしており、これらの具体的な項目を手順書に記載している。（JANSI注：手順書を入手していないため記載内容は不明）
Q7-23	3 号機 HPCI の停止を当直は発電所本部に相談しなかったのか。
A	（政府事故調報告書（中間）（171P）） 3 号機のHPCI を手動停止する前、当直は、発電所対策本部発電班の一部（緊急時対策室の発電班ブースに控えていた3/4 号中央制御室担当の当直長ら）に対し、HPCI の作動状態に関する問題意識を示した上、HPCI を手動停止し、SR 弁で減圧操作してD/DFP を用いた原子炉注水を実施したい旨相談した。 当直から相談を受けた発電班の一部の者は、3 号機のHPCI の作動状態に関する問題点やHPCI の手動停止の是非等に関して話し合った。その結果、これらの者は、運転許容範囲を下回る回転数でHPCI を作動させ続ければHPCIの設備破損等の危険があるのに対し、制御盤上の操作でSR 弁を開けてD/DFPによる原子炉注水が可能なのであれば、HPCI を停止するのもやむを得ないと考え、当直にも、その旨伝えた。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 42.3 3 号機高圧注水系（HPCI）手動停止の当直判断への疑問に対する見解
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-4、通番 14 緊急時のコミュニケーション
	関連細目 No	細目 4-4-1、細 42 安全上極めて重要な操作については緊急対策本部の確認をとる。
キーワード		
1	事故対応	**主要事象**：第一 3 号機 HPCI 手動停止 2 **発生した支障**：情報共有に支障 6
4	設備	**高圧注水設備関連**：HPCI5 **減圧装置関連**：SRV8
5	SA 対策設備	**代替注水（低圧）**：DDFP7 **柔軟な代替注水**：淡水注入 4、消防車 12 **電源設備**：可搬式バッテリー4
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）79 **事業者関連**：東電報告書 53、AM 整備報告書 4

資料 42.4（資 107）

〔中央制御室と発電所対策本部の権限と役割〕

(1) 政府事故調報告において、東電の「福島第一原子力発電所のアクシデントマネジメント整備報告書（AM 整備報告書）」に記載のある中央制御室と発電所対策本部の権限と役割について示された。

- プラントの操作は中央制御室の運転員が、同操作を実施する際に必要な判断は原則として同室の当直長が、それぞれ行う。
- より複雑な事象に対しては、支援組織で技術評価等を実施し、当直長が行う意思決定を支援する。
- さらに、他プラントとの連携が必要な操作を行う場合や、実施する操作のプラント挙動等に対する影響が大きい場合、当直長は、支援組織に助言又は指示を仰ぐ。

(2) 福島第一 AM 整備報告書において、事故対応用の各種手順書が示された。

① 運転員用

- AOP（事故時運転操作基準[事象ベース]）

  設計上想定される事象毎のシナリオに従った操作を記載した手順書であり、事故・故障等が発生した時に、その運転状態からどのような事象が発生したのかの判断が可能な場合に使用するものである。
- EOP（事故時運転操作基準[徴候ベース]）

  ＥＯＰの目的は、原子炉を未臨界にし、炉心の冷却を確保することにより炉心損傷を防止し、格納容器の健全性を確保することである。

  ＥＯＰは、当直長の指揮の下、運転員が主体となって対応する手順書であるが、支援組織が発足した場合には、当直長は支援組織と緊密な連絡をとりつつ必要に応じて支援組織の助言を得て操作方針を決定することとしている。
- SOP（事故時運転操作基準[シビアアクシデント]）

  ＡＭＧを用いてアクシデントマネジメントを実施する際においても、プラント対応操作は運転員が実施することとしているが、事故状況の把握や適切なアクシデントマネジメント策を選択する際の技術評価については支援組織が支援を行うこととしている。このため、アクシデントマネジメントガイドの記載内容のうち、操作の判断や操作実施に関する重要部分を抽出し、運転員用の手順書としてＳＯＰを整備した。

② 発電所本部

- AMG（アクシデントマネジメントガイド）

  ＥＯＰで対応する状態からさらに事象が進展し、炉心損傷に至った際に支援組織で使用するものであり、プラント状態、操作実施の影響等を考慮して、総合的な観点から事故の進展防止、影響緩和のために実施すべき措置を判断、選択するためのガイダンスである。

(3) 福島第一 AM 整備報告書において、EOP からAMG 及び SOP への移行基準が示された。

- **ＥＯＰからＡＭＧ及びＳＯＰへの移行基準については、炉心損傷開始を条件としており、Ｄ／Ｗ内及びＷ／Ｗ内のγ線線量率から炉心損傷開始を判断することとしている。この判断基準についてはＥＯＰ、ＡＭＧ、ＳＯＰのそれぞれに記載しており、手順書の移行が円滑に行えるように配慮している。**

＜中央制御室と発電所の支援組織の役割分担＞（政府事故調報告・中間 51P より）

もっとも、「AM 整備報告書」（JANSI注：アクシデントマネジメント整備報告書）によれば、福島第一原発においては、AM を実施する組織として、中央制御室の運転員と発電所の支援組織があり、プラントの操作は中央制御室の運転員が、同操作を実施する際に必要な判断は原則として同室の当直長が、それぞれ行うこととされている。

ただし、より複雑な事象に対しては、事故状況の把握や実施するAM 策の選択に当たっての技術評価の重要度が高く、また、様々な情報が必要となるため、支援組織においてこれらの技術評価等を実施し、当直長が行う意思決定を支援することとしている。さらに、他プラントとの連携が必要な操作を行う場合や、実施する操作のプラント挙動等に対する影響が大きい場合、当直長は、支援組織に助言又は指示を仰ぐこととしている。

＜当直長の役割＞（福島第一 AM 整備報告書（16P7P））

4.1.1 アクシデントマネジメントの実施組織

（1）運転員

運転員は、当直長の指揮下でプラント状態の把握、手順書類に基づく操作を実施するが、支援組織が発足した場合には、当直長は支援組織（発電所本部）との連絡を密に行い、支援組織から助言又は指示を受けつつ対応操作を実施することとした。

（2）支援組織

支援組織は、当直長への助言、指示とそのための技術評価等を実施することとし、次のような構成とした。

ａ．本部（発電所）

支援組織を統括し、意思決定を行う。発電所長が本部長を、副所長が副本部長を務める。

ｂ．情報班

本店本部との指令受理・情報伝達、各班情報の一元管理を行う。

ｃ．技術班

事故状況の把握、評価、事故影響範囲の推定、事故拡大防止対策の検討を行う。

ｄ．保安班

放射線状況の把握、被ばく管理・汚染管理、放射能影響範囲の推定を行う。

ｅ．復旧班

応急処置を含めた故障機器復旧の計画の立案・実施、火災時の消火活動を行う。

ｆ．発電班

事故状況の把握（パラメータ等プラント状態の支援組織への伝達を含む）、事故拡大防止に必要な運転上の措置、発電所施設の保安維持を行う。

各班の責任者は通常勤務時の所属組織、役職により規定しており、原則として部長、グループマネージャークラスが担当している。

4.1.2 実施組織の役割分担及び意思決定

アクシデントマネジメントを実施する組織には運転員と支援組織があるが、プラントの操作対応は中央制御室の運転員が行うこととしており、操作を実施する際に必要な判断は原則として中央制御室の当直長が行う。

ただし、より複雑な事象に対しては、事故状況の把握やどのアクシデントマネジメント策を選択するか判断するに当たっての技術評価の重要度が高く、また、様々な情報が必要となる。このため、支援組織においてこれら技術評価等を実施し、意思決定を支援することとしている。当直長は支援組織と緊密な連絡を取りつつ必要に応じて支援組織の助言を得て操作方針を決定する。さらに、他プラントとの連携が必要な操作を行う場合や、プラント挙動等に対して実施する操作の影響が大きい場合においては、当直長は支援組織に助言、又は指示を仰ぐこととしており、これらの具体的な項目を手順書に記載している。

＜各種手順書＞（福島第一 AM 整備報告書（22P））

⑴運転員用

- AOP（事故時運転操作基準[事象ベース]）

  設計上想定される事象毎のシナリオに従った操作を記載した手順書であり、事故・故障等が発生した時に、その運転状態からどのような事象が発生したのかの判断が可能な場合に使用するものである。したがって通常、アクシデントマネジメント用としては使用されないが、従来から全交流電源喪失時の対応手順を記載しているため、今回整備を行った電源融通については、本操作基準に実施手順を追記した。

- EOP（事故時運転操作基準[徴候ベース]）

  事故の起因事象を問わず観測されるプラントの徴候に応じた操作手順を示したもので、多重故障等発生確率は極めて低いと考えられる設計想定外の事故・故障等にも対応可能な手順書である。

  ＥＯＰの目的は、原子炉を未臨界にし、炉心の冷却を確保することにより炉心損傷を防止し、格納容器の健全性を確保することである。

  この中には、通常の操作では原子炉水位が維持できないような事象において、代替注水手段を用いた原子炉水位維持操作を実施する等、観測されるプラントの徴候から対応操作を選択するためのフローチャート、及び選択された操作の手順について記載している。

  ＥＯＰは、当直長の指揮の下、運転員が主体となって対応する手順書であるが、支援組織が発足した場合には、当直長は支援組織と緊密な連絡をとりつつ必要に応じて支援組織の助言を得て操作方針を決定することとしている。

  また、ＥＯＰは従来から整備されていたものであるが、今回新たなアクシデントマネジメント策を整備したことにより、代替注水手段や耐圧強化ベントの活用等についての記載を追加するとともに、今回新たに整備したＳＯＰ及びＡＭＧへの移行基準を追記し

た。

- SOP（事故時運転操作基準[シビアアクシデント]）

ＡＭＧを用いてアクシデントマネジメントを実施する際においても、プラント対応操作は運転員が実施することとしているが、事故状況の把握や適切なアクシデントマネジメント策を選択する際の技術評価については支援組織が支援を行うこととしている。このため、アクシデントマネジメントガイドの記載内容のうち、操作の判断や操作実施に関する重要部分を抽出し、運転員用の手順書としてＳＯＰを整備した。

ＳＯＰには、迅速な判断ができるよう、アクシデントマネジメントのストラテジ（操作方針）、具体的な操作選択の手順を示すフローチャート形式を採用しており、この他、アクシデントマネジメント用設備の設備別操作基準、別途定める残留熱除去系（１号炉は格納容器冷却系）の復旧ガイドのうち運転員に関わる操作を含む項目を記載している。

⑵発電所本部

- AMG（アクシデントマネジメントガイド）

ＥＯＰで対応する状態からさらに事象が進展し、炉心損傷に至った際に支援組織で使用するものであり、プラント状態、操作実施の影響等を考慮して、総合的な観点から事故の進展防止、影響緩和のために実施すべき措置を判断、選択するためのガイダンスである。

ＡＭＧは、炉心損傷直後においては炉心へ初期注水を実施する等、プラント状態に応じたアクシデントマネジメントの実施目的、及びそれぞれの目的を達成するための一連の対応方法を示している。

この中には、炉心損傷の有無や原子炉圧力容器破損の有無等のプラント状態を判断するため必要となるパラメータ等に関する情報や、判断基準、補足情報等を整理して記載している。さらに、操作を実施することによるプラントの応答、パラメータ変化の傾向、注意事項等を記載しており、操作実施によるプラントへの影響を考慮して操作を選択することとしている。

この他、アクシデントマネジメントはこれまでに蓄積された知見を駆使して臨機応変に対応操作を行うものであることから、技術検討の補足情報として、計測機器の設置位置を示す図面等の各種技術データ、判断基準の根拠、現象論として不確定な事象について得られている知見の内容及びその適用できる範囲等を知識ベースとしてＡＭＧの中にまとめている。これにより、限られた時間の中でプラント状態を把握し、実施すべきアクシデントマネジメント策について迅速な判断を行うことを可能にしている。

＜EOP→AMG、SOP＞（福島第一 AM 整備報告書（24P））

手順書間の移行基準は、プラント状態、プラントパラメータの値により明確に規定している。

ＥＯＰの導入については、原子炉が自動停止する事象や、格納容器の圧力が異常に高くなる事象等のプラント状態及び異常徴候判断基準値を導入条件として定め、ＥＯＰに明記している。

ＥＯＰからＡＭＧ及びＳＯＰへの移行基準については、炉心損傷開始を条件としており、Ｄ／W内及びW／W内のγ線線量率から炉心損傷開始を判断することとしている。この判断基準についてはＥＯＰ、ＡＭＧ、ＳＯＰのそれぞれに記載しており、手順書の移行が円滑に行えるように配慮している。

＜関連 Q&A（例）＞

Q7-15	当直長や発電所本部の役割分担はどのように決められていたか。
A	（福島第一 AM 整備報告書（17P）） アクシデントマネジメントを実施する組織には運転員と支援組織があるが、プラントの操作対応は中央制御室の運転員が行うこととしており、操作を実施する際に必要な判断は原則として中央制御室の当直長が行う。 ただし、より複雑な事象に対しては、事故状況の把握やどのアクシデントマネジメント策を選択するか判断するに当たっての技術評価の重要度が高く、また、様々な情報が必要となる。このため、支援組織においてこれら技術評価等を実施し、意思決定を支援することとしている。当直長は支援組織と緊密な連絡を取りつつ必要に応じて支援組織の助言を得て操作方針を決定する。さらに、他プラントとの連携が必要な操作を行う場合や、プラント挙動等に対して実施する操作の影響が大きい場合においては、当直長は支援組織に助言、又は指示を仰ぐこととしており、これらの具体的な項目を手順書に記載している。
Q11-12	アクシデントマネジメント関連で中央制御室や発電所本部が準拠する主な手順書類はどのようなものがあったのか。
A	（福島第一 AM 整備報告書（22P）） ⑴運転員用 • AOP（事故時運転操作基準[事象ベース]） • EOP（事故時運転操作基準[徴候ベース]） • SOP（事故時運転操作基準[シビアアクシデント]） ⑵発電所本部 • AMG（アクシデントマネジメントガイド）
Q11-13	手順書間の移行はどのようにするのか。
A	（福島第一 AM 整備報告書（24P）） 手順書間の移行基準は、プラント状態、プラントパラメータの値により明確に規定している。 ＥＯＰの導入については、原子炉が自動停止する事象や、格納容器の圧力が異常に高くなる事象等のプラント状態及び異常徴候判断基準値を導入条件として定め、ＥＯＰに明記している。 ＥＯＰからＡＭＧ及びＳＯＰへの移行基準については、炉心損傷開始を条件としており、D／W内及びW／W内のγ線線量率から炉心損傷開始を判断することとしている。この判断基準についてはＥＯＰ、ＡＭＧ、ＳＯＰのそれぞれに記載しており、手順書の移行が円滑に行えるように配慮している。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 42.4 中央制御室と発電所対策本部の権限と役割
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-2、通番 12 現場本部と支援組織の役割分担
	関連細目 No	細目 4-2-1、細 36 現場対処にかかわる事柄の判断は現場に任せることを明確化する。
キーワード		
7	緊急時体制	**基本的役割**：当直長の意思決定への支援、重要操作への助言・指示 **中央制御室**：操作の権限、重要操作の発電所本部への確認
11	保守管理・運転管理	**運転管理図書**：AOP／EOP／SOP
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）80 **事業者関連**：AM 整備報告書 5

資料 43.1（資 108）

〔格納容器ベントや注水の遅れに対する見解－IC の動作状況の誤認識の影響〕

(1) 東電報告書において、IC の動作状況の誤認識が格納容器ベントや注水の遅れを招いたのではとの疑問に対する見解が示された。

- **早い段階から注水や格納容器ベントに向けた準備・検討を開始しており、非常用復水器の動作状況に対する状況把握が、注水や格納容器ベントの早期実現に影響を与えたとは考えられない。**

(2) 政府事故調報告書（中間）によれば、

- **1 号機が、全ての交流電源及び 125V 直流電源を喪失して以降、IC が正常に機能せず、代替注水もなされないまま事態の悪化が進んでいるという状況を正しく把握していたとすれば、同月 12 日未明まで待つことなく、もっと早い時間から同様の努力を 1 号機に振り向け、減圧、代替注水作業（必要に応じて原子炉格納容器ベント実施を含む。）を進めることは可能だったのではないかと思われる。**

＜IC の動作状況について＞（東電報告書・151P、152P より）

⑤発電所・本店対策本部における非常用復水器の動作状況に対する認識について

（当社は何故、非常用復水器の動作状況を正しく把握するに至らなかったか。当社が正しく認識できなかったことが、格納容器ベントや注水の遅れを招いたのではないか、という疑問について）

発電所対策本部及び本店対策本部では、通信手段が限定され、ホットラインのみによる口頭伝達でのプラント情報の把握を余儀なくされる中で、複数号機への対応、地震による被害状況の把握や停電等の復旧対応、原災法第１０条、１５条該当事象発生に関する外部機関への情報提供や問い合わせ対応に追われていた。このような中で、原子炉水位が有効燃料頂部を上回っていたこと、非常用復水器から蒸気発生を確認したこと等の情報が得られ、非常用復水器作動中との情報もあり、非常用復水器が停止していたことを把握するに至らなかった。

しかしながら、「⑥消防車による代替注水への対応について」や「⑦格納容器ベントへの対応について」で述べる通り、早い段階から注水や格納容器ベントに向けた準備・検討を開始しており、非常用復水器の動作状況に対する状況把握が、注水や格納容器ベントの早期実現に影響を与えたとは考えられない。

ただし、中央制御室と発電所対策本部間、発電所対策本部と本店対策本部間で、非常用復水器の動作状態を共有し、正しく把握できなかったことに鑑みると、今回のような**事故対応の前提を大きく外れた過酷な状況下でも、中央制御室と発電所・本店対策本部間で、プラント状況をタイムリーに情報共有する手段を予め構築しておくことが必要**であると考えられる。

さらに、後の調査により原子炉水位計が誤った指示を示していたことが判明したことを踏まえ、**プラント状況を把握するために必要な計装系の信頼性を確保しておくことが重要**であると考えられる。

＜IC の動作状況を正しく把握していたとすれば＞（政府事故調報告書（中間）（136P））

そして、発電所対策本部及び本店対策本部が、IC の作動状態を正しく認識していれば、崩壊熱が大きい原子炉スクラム停止から間がないうちにIC が機能しなくなり、1 号機が極めて危険な状態にあることもまた認識できたはずであり、そうであれば、1 号機よりも2 号機の原子炉の状態の方が危険であるとの判断の下、1 号機原子炉への代替注水がなされない状態を継続させたとは到底考えられない。

結局、発電所対策本部がIC の作動状態に関する認識を誤っていたが故に、1号機原子炉の危機的な状況についての認識が遅れ、本来1 号機に向けるべきであった危機意識が不十分であったことにより、原子炉減圧及び代替注水の実施に関する判断が遅れた可能性がある。

早期の代替注水を可能とするに足る資機材が利用可能であったかという観点から見ると、まず、同日夕方以降、発電所構内には、いつでも利用可能な消防車が1 台あり、複数の40t 用防火水槽内に淡水が存在した。

また、同月12 日2 時45 分頃までは、原子炉圧力計によれば、原子炉圧力が消防車の吐出圧力45を遥かに上回っていたことから、SR 弁の開操作により原子炉を減圧しなければ、消防車を用いてFP 系から原子炉に注水することはできず、発電所対策本部も、そのことを分からないはずがなかった。

そうすると、制御盤上の SR 弁操作に必要な電源を喪失しているため、SR弁を開操作するにはバッテリー合計120V が最低限必要であった。バッテリーについては、福島第一原発においてあらかじめ備えがなかったので、収集・確保に苦慮したという事情があった。しかし、同月11 日夕方から夜にかけて、発電所対策本部復旧班が、計測機器の電源復旧のため、既に協力企業の大型バスや東京電力の業務用車両からバッテリーを取り外す作業を実施していたのであるから、車両用バッテリーを電源復旧に用いる術は把握されており、業務用車両や自家用車両も含めれば、減圧操作に必要なバッテリー合計120V を発電所構内で確保することはできたと思われる。

このように減圧､代替注水に必要な資機材は利用可能だったのであるから､1 号機につき、電源喪失によりパラメータの把握ができなかったとしても、発電所対策本部復旧班が、早期に構内にあった小型発電機やバッテリーを1/2 号中央制御室に持ち込んで、必要な仮設照明や計測機器の電源復旧を行うとともに、減圧操作用のSR 弁へのバッテリー接続作業をし、他方で、建屋内だけではなく、建屋外においても、消防車による代替注水に向けて必要な具体的作業を実施することができたはずである。

もとより、余震や津波のおそれがある中、津波の影響でガラ等が散乱するヤードでの作業が極めて困難で、机上で考えるように早く進められるわけではないことは理解できることである。

しかし、その後、危険を顧みず作業を進めていった福島第一原発関係者の勇敢な姿勢を見る限り、1 号機が、全ての交流電源及び125V 直流電源を喪失して以降、IC が正常に機能せず、代替注水もなされないまま事態の悪化が進んでいるという状況を正しく把握していたとすれば､同月12 日未明まで待つことなく､もっと早い時間から同様の努力を1 号機に振り向

け、減圧、代替注水作業（必要に応じて原子炉格納容器ベント実施を含む。）を進めることは可能だったのではないかと思われる。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-14	IC の動作状況の誤認が格納容器ベントや注水の遅れを招いたのか。
A	（東電報告書（152P）） 早い段階から注水や格納容器ベントに向けた準備・検討を開始しており、非常用復水器の動作状況に対する状況把握が、注水や格納容器ベントの早期実現に影響を与えたとは考えられない。 （政府事故調報告書（中間）（136P）） 発電所対策本部及び本店対策本部が、IC の作動状態を正しく認識していれば、1 号機よりも2 号機の原子炉の状態の方が危険であるとの判断の下、1 号機原子炉への代替注水がなされない状態を継続させたとは到底考えられない。 （政府事故調報告書（中間）（137P）） SR弁を開操作するにはバッテリー合計120V が最低限必要であった。バッテリーについては、同月11 日夕方から夜にかけて、発電所対策本部復旧班が、計測機器の電源復旧のため、既に協力企業の大型バスや東京電力の業務用車両からバッテリーを取り外す作業を実施していた。業務用車両や自家用車両も含めれば、減圧操作に必要なバッテリー合計120V を発電所構内で確保することはできたと思われる。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 43.1 格納容器ベントや注水の遅れに対する見解－IC の動作状況の誤認識の影響
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-4、通番 14 緊急時のコミュニケーション
	関連細目 No	細目 4-4-2、細 43 現場（中央制御室）と現場本部は確実に認識を共有する。
キーワード		
1	事故対応	**主要事象**：IC の不作動 4、格納容器ベントの遅れ、原子炉注水の遅れ **発生した支障**：情報共有に支障 7
4	設備	**高圧注水設備関連**：IC10
5	SA 対策設備	**格納容器減圧・冷却**：格納容器ベント 10
14	文献・出典	**事業者関連**：東電報告書 54

資料 43.2（資 109）

〔代替注水設備の系統図及び DDFP の運転状況〕

(1) JANTI 報告書より、1 号機の代替注水設備の系統図を示す。

- 復水補給水系は非常用ではないが、非常用炉心冷却系がすべて使用不能の際に、アクシデントマネジメントとして原子炉への注水にも利用する。さらに、アクシデントマネジメントとして消火系と復水補給水系の配管を繋ぐことによって、消火系用水も炉心への注入に利用できる。

(2) 東電報告書によれば、1 号機と 2 号機の DDFP は、起動したものの津波浸水のため短時間で機能喪失した。3 号機の DDFP は、13 日昼過ぎにおいても運転を継続している。

＜代替注水設備（D/DFP）について＞（JANTI 報告書・参-1-7 より作成）

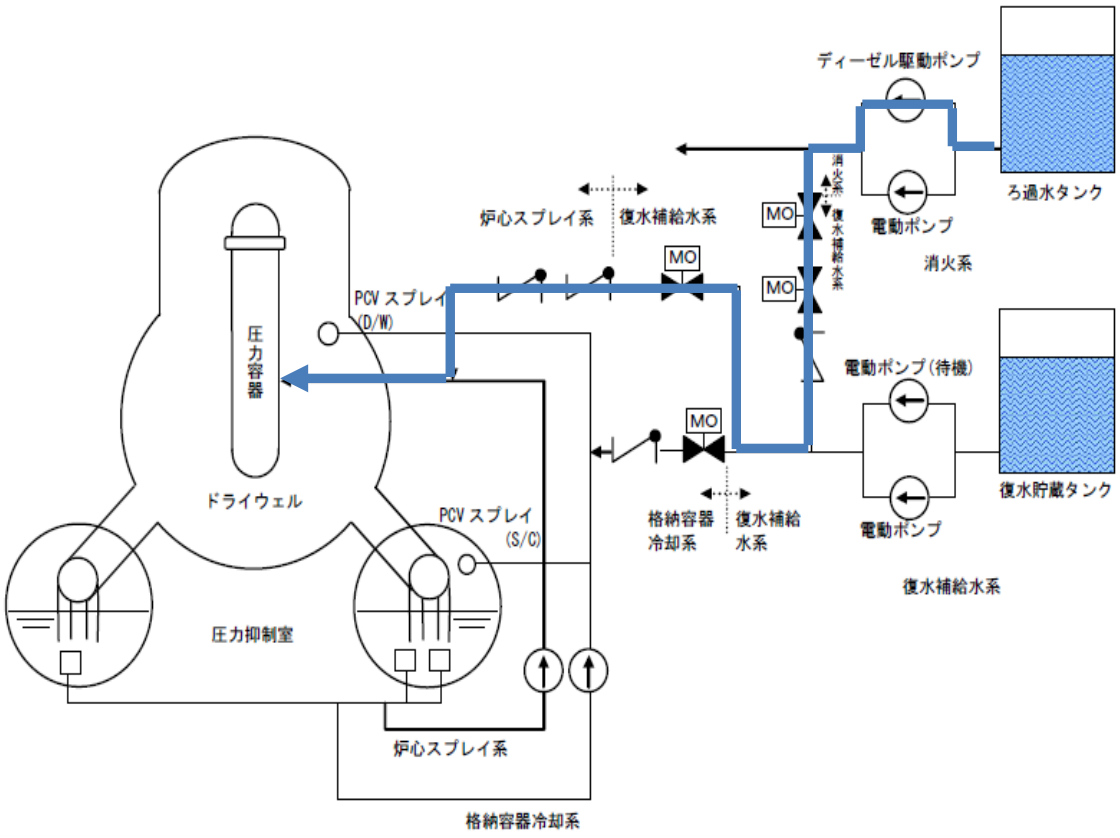


図 参考 1-4　代替注水設備（1 号機）

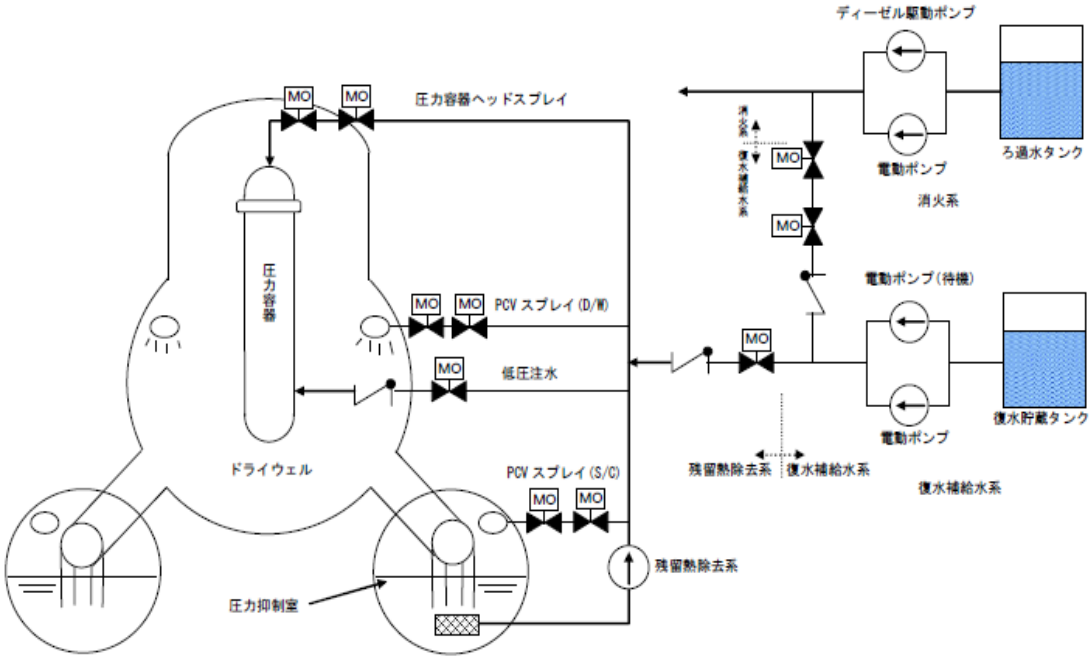
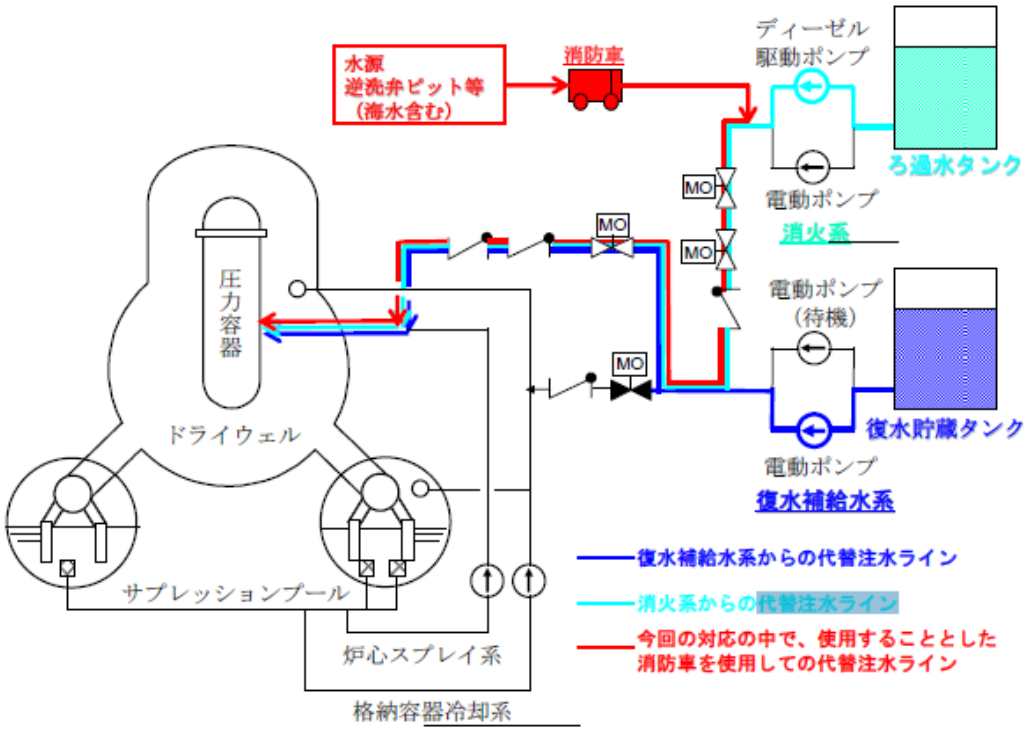


図 参考 1-5　代替注水設備（2～3 号機）

＜代替注水ライン（消防車による注水ライン含む）＞（東電報告書・127P）



代替注水ライン（消防車による注水ライン含む）

＜1 号機 DFP 停止＞（東電報告書（129P））

- １２日１時２５分頃から、運転員が現場にてディーゼル駆動消火ポンプの運転確認を行っていたところ、１時４８分に燃料切れを確認した。運転員は、２時１０分から燃料補給を開始。別の運転員が津波監視を行う中、瓦礫が散乱する現場で燃料タンクに燃料を補給し、２時５６分に完了し起動操作を行ったが起動しなかった。
- 並行して、運転員はバッテリー交換を発電所対策本部復旧班に依頼。発電所対策本部復旧班は余震が発生し作業が中断することがあったが、１２時５３分、バッテリー交換作業を完了。運転員が起動操作を行ったが、セルモータの地絡により使用できなかった。
- なお、１２日２時４５分、中央制御室で原子炉圧力計の電源を復旧し、原子炉圧力が０．８ＭＰａであることが判明した。

＜2 号機 DFP 停止＞

- なお、ディーゼル駆動消火ポンプは電源によらない低圧の注水設備であるが、１号機、２号機の場合は、起動したものの津波浸水のため短時間で機能喪失した。（東電報告書（312P））
- 津波の到達を警戒して監視中の当直が、2 号機T/B のD/DFP の排気ダクトから煙が出ているのに気付き、D/DFP が作動しているのであろうと考えた。しかし、当直は、3 月12 日1 時20 分頃、前記排気ダクトから煙が出ていないことに気付き、2 号機のD/DFP が停止していると判断した。（政府事故調報告書（中間））

＜3 号機 DFP 停止＞

（東電報告書（187P））

- １３日１２時２０分、防火水槽の淡水が残り少なくなったため、自衛消防隊は逆洗弁ピットの海水を注入するよう注水源の系統変更を行い、同日１３時１２分に海水注入を開始した。なお、消防車による海水への水源切替に伴う中断時も、ディーゼル駆動消火ポンプは運転を継続していた。

（東電報告書（312P））

- ３号機については、高圧注水系停止時点では運転可能であったが原子炉圧力の減圧が困難であり、原子炉への注水はできなかった。このため、仮設バッテリーの使用や消防車の使用といった代替操作が必要となった。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-22	代替注水はどのようなラインで原子炉に注水されたのか。
A	（東電報告書（添付資料　参考 5（18/22））、東電報告書書（127P）） 代替注水は、ECCS も機能しないような過酷事故における注水手段である。福島第一事故では復水補給水系、消火系、または消防車による注水を実施した。 なお、復水補給水系の水源は復水貯蔵タンクであり、消火系の水源はろ過水タンクである。
Q1-23	1号機~3号機のDDFPはいつまで運転していたのか。
A	①1 号機 （東電報告書（129P）） 3月12日1時25分頃から、運転員が現場にてディーゼル駆動消火ポンプの運転確認を行っていたところ、1時48分に燃料切れを確認した。運転員は、2時10分から燃料補給を開始。別の運転員が津波監視を行う中、瓦礫が散乱する現場で燃料タンクに燃料を補給し、2時56分に完了し起動操作を行ったが起動しなかった。 ②2 号機 （東電報告書（312P）） ディーゼル駆動消火ポンプは電源によらない低圧の注水設備であるが、１号機、２号機の場合は、起動したものの津波浸水のため短時間で機能喪失した。 ③3 号機 （東電報告書（187P）） １３日１２時２０分、防火水槽の淡水が残り少なくなったため、自衛消防隊は逆洗弁ピットの海水を注入するよう注水源の系統変更を行い、同日13時12分に海水注入を開始した。なお、消防車による海水への水源切替えに伴う中断時も、ディーゼル駆動消火ポンプは運転を継続していた。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 43.2 代替注水設備の系統図及び DDFP の運転状況
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-4、通番 14 緊急時のコミュニケーション
	関連細目 No	細目 4-4-2、細 43 現場（中央制御室）と現場本部は確実に認識を共有する。
キーワード		
5	SA 対策設備	**代替注水（低圧）**：MUWC4、FP5、DDFP8、MDFP、代替注水ライン 3 **柔軟な注水ライン**：消防車通水ライン 2
11	保守管理・運転管理	**設備管理図書**：系統図 6
14	文献・出典	**事業者関連**：東電報告書 55 **JANSI 関連**：JANTI 報告書 4

資料 43.3（資 110）

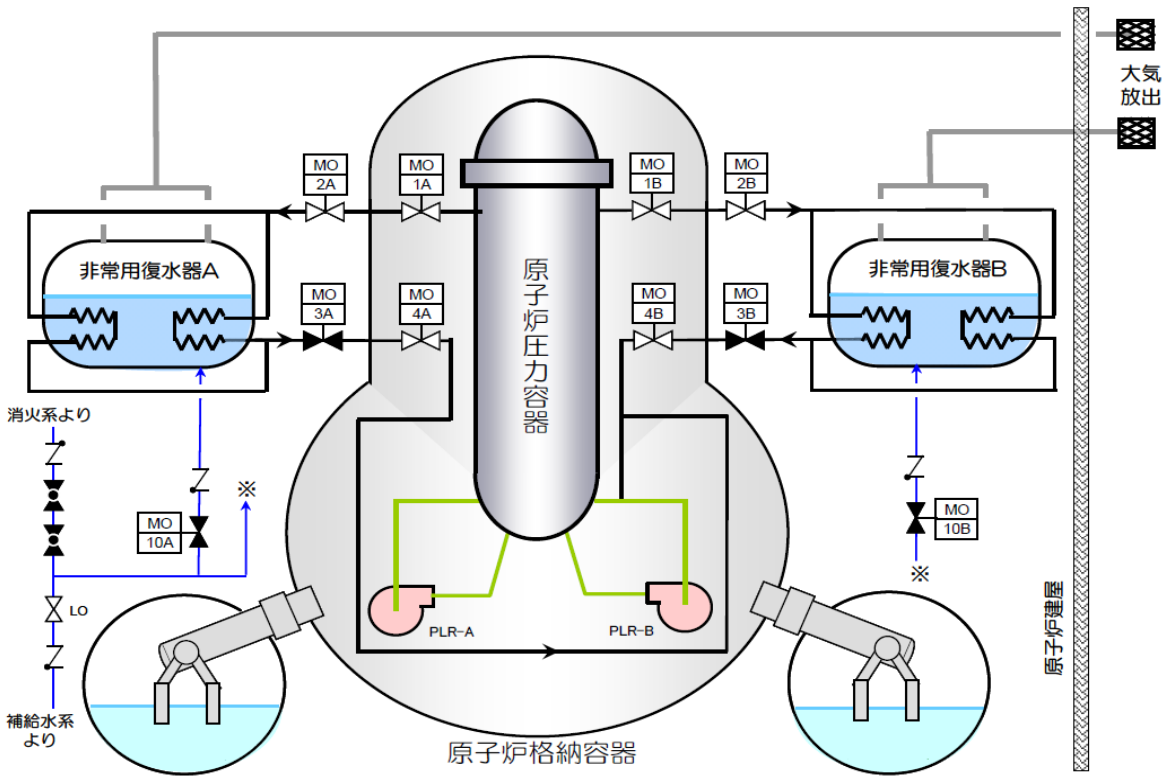
〔非常用復水器（IC）の系統構成、IC 隔離弁の電源構成〕

(1) 東電報告書において非常用復水器の系統構成、隔離弁の電源構成、仕様が示された。
- 沸騰水型軽水炉の原子炉隔離時における原子炉の除熱装置。原子炉蒸気を二次側の水により冷却し、復水として自然循環により原子炉に戻すもの。福島第一 1 号機、敦賀 1 号機のみに設置されている。
- 内側隔離弁は 480V 非常用交流電源、外側隔離弁は 125V 直流電源。

(2) 東電報告書において、IC 外側隔離弁の駆動電源が直流になっているのは、IC 外側隔離弁は運転時に開閉操作を行う弁であるため、信頼性の高い直流電源としたことが示された。

(3) 政府事故調報告書（中間）において、IC 内側隔離弁の駆動電源が交流になっているのは、原子炉格納容器内の高温、高圧状態には、交流電源駆動モーターの方が耐性が強いと考えられたためであったことが示された。

＜非常用復水器の系統構成＞（東電報告書・添付 8-6（1）（1/4）（2/4）、添付 8-6（2）（3/4）り）



非常用復水器の系統構成

ＩＣ（A系）の電源構成			ＩＣ（B系）の電源構成		
隔離弁	設置場所	電源	隔離弁	設置場所	電源
１A弁	内側	非常用交流電源（ＭＣＣ－１D）	１B弁	内側	非常用交流電源（ＭＣＣ－１C）
２A弁	外側	直流電源（１２５V－１A）	２B弁	外側	直流電源（１２５V－１B）
３A弁	外側	直流電源（１２５V－１A）	３B弁	外側	直流電源（１２５V－１B）
４A弁	内側	非常用交流電源（ＭＣＣ－１D）	４B弁	内側	非常用交流電源（ＭＣＣ－１C）

表２　福島第一１号機　ＩＣの仕様の相違点（原子炉設置許可申請書添付書類八）

	添付書類八の記載（平成３年当時）	実際の設備（工事計画認可等）	備考
蒸気流量	100.7 T/h	100.6 T/hr	詳細設計の進捗によるもの
蒸気温度	285 ℃	285.6℃	
復水出口圧力	70.2kg/cm^{2}g	70.3kg/cm^{2}g	
復水出口温度	285 ℃	285.6℃	
復水器胴最高圧力	1.1 kg/cm^{2}g	1.125 kg/cm^{2}g	
最大蒸発率	68,040 kg/hr	67,880 kg/H	
伝熱容量	36.3×10^6 kcal/hr	36.19×10^6 kcal/H	
タンク有効保有水量	105 m^3	106 m^3	

＜IC外側隔離弁の駆動電源が直流になっている理由＞（東電報告書（添付8-6（1）（2/4））

（２）待機状態からの起動の信頼性

ＩＣは非常用炉心冷却系（ＥＣＣＳ）に位置づけている機器ではないが、バックアップ設備としての機能を持つため、待機状態からの起動に高い信頼性を持たせている。「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」（以下「指針」という）の指針９においては、重要度が高い安全機能を有する機器に対して「その系統を構成する機器の単一故障の仮定に加え、外部電源が利用できない場合においても、その系統の安全機能が達成できる設計であること」を求めている。

具体的に、福島第一１号機においては

○　ＩＣは系統を構成する機器の単一故障の仮定に加え、非常用ディーゼル発電機を備える非常用電源あるいは全交流電源喪失時も使用可能な蓄電池を備える直流電源を用いているなど、設計上の配慮を講じている。
○　ＩＣの電動弁は電動モーターで弁を開閉する弁であることから、駆動装置の故障や駆動用電源を失った場合には弁は動かなくなるため、ＩＣの待機状態においては格納容器外の隔離弁（３Ａ弁、３Ｂ弁）以外は開状態で待機し、起動時に駆動する必要がある隔離弁を系統当たり１弁（３Ａ弁、３Ｂ弁）のみと最小限にしている。
○　また、運転時に開閉操作を行う隔離弁（３Ａ弁，３Ｂ弁）の駆動電源を信頼性の高い直流電源とし、かつ、冗長性を持たせ別系統の直流電源（Ａ系、Ｂ系）としている。

以上によって、仮に交流電源が喪失してもＩＣの作動は可能であり、万一、直流電源などの一系統に故障を仮定しても２つあるＩＣ系統の片方は起動可能である。ＩＣは冷却能力が高く、いずれか１系統を起動することができれば崩壊熱の除去機能は確保される。

＜IC内側隔離弁の駆動電源が交流になっている理由＞（政府事故調報告書（中間）（105P））

原子炉格納容器内側の隔離弁は、A 系及びB 系ともに、その駆動用モーターが交流電源であったため、3 月11 日15 時37 分頃に1 号機の全交流電源が喪失した時点で駆動用電源が失われ、制御盤上の遠隔操作に必要な直流電源を復旧させたとしても、交流電源が復旧されない限り開閉不能の状態に陥った。このように原子炉格納容器内側の隔離弁について、同外側の隔離弁と異なり、直流電源駆動モーターを用いずに交流電源駆動モーターを用いたのは、原子炉格納容器内の高温、高圧状態には、交流電源駆動モーターの方が耐性が強いと考えられたためであった。敦賀原子力発電所の1 号機のIC においても、原子炉格納容器内側隔離弁の駆動用モーター電源は、直流電源ではなく、交流電源が用いられている。なお、原子炉格納容器内側の隔離弁には、弁体に手動ハンドルが設けられており、手動ハンドル操作によって開とすることが可能であるも、原子炉格納容器内に立ち入らない限り、かかる手動ハンドル操作自体が不可能な仕組みであった。

なお、これらの原子炉格納容器内側の隔離弁は、直流電源喪失によるフェイルセーフ機能によって閉動作をしている途中で弁駆動用モーターの交流電源が失われ、その時点では全閉には至っていなかった可能性があることについては、前記ａ②及び③を参照されたい。

＜格納容器内の弁の駆動電源が交流になっている理由＞（東電原子力安全改革プラン（添付資料　4/16P））

駆動源については格納容器内は火花の発生等を懸念し交流駆動としている。また、格納容器外の重要な弁については信頼性の高い直流駆動としている。

＜関連 Q&A（例）＞

Q4-8	IC はなぜ 1 号機のみなのか。
A	（ウィキペディア：非常用炉心冷却装置－3.4　非常用復水器） （なお、ウィキペディアは信頼性が保証されていないことに注意のこと。） 圧力容器からの蒸気を純水のプール中に通した配管によって冷却凝縮し水にして再び圧力容器に重力で戻す装置で、初期の沸騰水型軽水炉（BWR2 型、BWR3 型の一部）に実装されている。 この装置は圧力容器からの熱移動先が大気であり、またポンプを使わず弁操作だけで自然循環するため信頼性が高い装置であるが、大型の重量物であり建物のスペースをとるため、改良型の原子炉では次第に装備されなくなった。 大型の重量物：直径約 4.5m、長さ約 13m
Q4-16	IC 隔離弁の電源構成はどうなっているか。
A	（東電報告書・添付 8-6（1）（2/4）） 内側隔離弁は 480V 非常用交流電源 外側隔離弁は 125V 直流電源
Q4-17	IC 隔離弁はなぜ内側が交流電源で、外側が直流電源なのか。
A	（東電報告書（添付 8-6（1）（2/4）） 運転時に開閉操作を行う外側隔離弁（3A 弁、3B 弁）の駆動電源を信頼性の高い直流電源とし、かつ、冗長性を持たせ別系統の直流電源（A 系、B 系）としている。 （政府事故調報告書（中間）） 原子炉格納容器内側の隔離弁について、同外側の隔離弁と異なり、直流電源駆動モーターを用いずに交流電源駆動モーターを用いたのは、原子炉格納容器内の高温、高圧状態には、交流電源駆動モーターの方が耐性が強いと考えられたためであった。 （東電原子力安全改革プラン（添付資料　4/16P）） 　駆動源については格納容器内は火花の発生等を懸念し交流駆動としている。また、格納容器外の重要な弁については信頼性の高い直流駆動としている。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 43.3 非常用復水器（IC）の系統構成、IC 隔離弁の電源構成
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-4、通番 14 緊急時のコミュニケーション
	関連細目 No	細目 4-4-2、細 43 現場（中央制御室）と現場本部は確実に認識を共有する。
キーワード		
4	設備	**高圧注水設備関連**：IC11、IC 隔離弁 5 **電源設備関連**：直流電源、非常用交流電源
11	保守管理・運転管理	**設備管理図書**：系統図 7、電源構成図、仕様書
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）81 **事業者関連**：東電報告書 56、東電原子力安全改革プラン 54

資料 44.1（資 111）

〔ヒューマンパフォーマンス改善ツール〕

JANSI のヒューマン・パフォーマンス改善ハンドブックから、

(1) 有効なコミュニケーション

- **緊急時にも適用できる有効なコミュニケーションツールとして、「3way コミュニケーション」「フォネティック・コード（通話表）」がある。**

(2) 作業後評価－現場

- **「作業後評価－現場」は、ヒューマンパフォーマンスを向上させるツールの一つである。**

＜緊急時にも適用できるコミュニケーションツールについて＞（JANSI ヒューマン・パフォーマンス改善ハンドブックより）

6.10 有効なコミュニケーション

有効なコミュニケーションの目的は、特に施設の運転あるいは人員の安全にかかわる技術的情報に関するコミュニケーションで、複数名の間で相互理解を図ることである。有効なコミュニケーションは、エラーや事象の発生を防止する上で最も重要な防護手段となり得る。また、一般的に口頭でのコミュニケーションは、書面によるコミュニケーションに比べて、誤解が生じるリスクが高くなる。さらに、現在の業務状況に対する関係者の理解またはメンタルモデルに違いがある場合、あるいは混同しがちな言葉を使用する場合に誤解が起きる確率が最も高くなる。したがって、コミュニケーションの理解度と信頼性を高めるため、操作情報を口頭で伝える場合は必ず確認を行わなければならない。

6.10.1 3way コミュニケーション

対面、電話または無線によって作業活動中に物理的な施設機器に対する変更事項を伝えるには、3way または2way（復唱）が用いられ、信頼性のある情報を伝え、一層の理解を図るために、送信者と受信者との間で3way の口頭のやり取りが必要となる。コミュニケーションの起点となるのは送信者であり、送信者は受信者がメッセージを意図する通り理解していることを検証する責任を負う。受信者は、送信者が伝えようとしている内容を理解できているかを確認する。

- 第 1 段階で、送信者は受信者の関心を向けさせ、メッセージを明瞭に伝える。
- 第 2 段階で、受信者はメッセージを言い換えて繰り返し、受信者がメッセージを理解したかを送信者が分かるようにする。このやり取りにおいて、受信者は、送信者が話した通りに機器関連情報を正確に繰り返す。受信者は、メッセージを理解できなければ、メッセージを明確にするか、確認するか、あるいは反復するよう送信者に求めるべきである。
- 第 3 段階で、送信者は受信者にメッセージが正しく理解されていると伝えるか、そうでなければ受信者の誤った理解を修正した上でメッセージを繰り返す。

例えば、下記に関する口頭の対話で 3way コミュニケーションの利用を検討する。

- 施設の機器の操作または変更
- 施設の機器の状態または重要なパラメータの値
- 承認された手順を用いてのステップまたは行動の実行
- 機器または業務活動、人員の安全、環境、または施設に影響を及ぼすタスクの割当て

本ツールを使用する時に推奨すべきこと

1. 送信者がメッセージを伝える。
   - 実際に可能であれば、送信者と受信者は顔を合わせるべきである。
   - 送信者は、受信者の注意を確実に向けさせるー通常、名前または職位で受信者を呼ぶ。
   - 送信者はメッセージを明瞭かつ端的に伝える。
2. 受信者は送信者の伝達内容を理解する。
   - 受信者は自分の言葉でメッセージを言い換えて反復する。
   - 機器の識別番号や名称は、一語一句繰り返す。
   - 受信者はメッセージを理解できたか検証するために質問をしても良い。
3. 送信者は、受信者からの返答を了解する。
   - 受信者がメッセージを理解したなら、送信者は「その通り、間違いない」と返答する。
   - 受信者がメッセージを理解していない場合、送信者は、「それは違う」（または同じ意味の言葉）と応え、最初に伝えたメッセージを繰り返す。
4. 修正された場合。
   - 受信者は、修正されたメッセージを自分の言葉で言い直して了解する。

本ツールを使用する時に避けるべきこと

- 送信者あるいは受信者も、電話または無線使用時に、自らの氏名および／または業務実施場所を伝えない。
- 送信者が別の会話にすでに関与している人に伝達しようとする。
- 送信者が、1 回のメッセージであまりに多くの情報あるいは複数の行動について話す。
- 送信者が、受信者がメッセージを理解するのに十分な情報を伝えない。
- 送信者が、受信者がメッセージを理解しているかを検証しない。
- 必要な場合に、受信者が、メッセージの内容を明確にするための確認の質問をしない。
- 受信者が、コミュニケーションの完了前に行動に移る。
- 受信者が、覚えるべき内容が複数（2 項目を超える）ある場合でも、メッセージの内容をメモしようとしない。
- 受信者の頭は別のタスクのことでいっぱいである。
- 聞き取れるように大きな声でメッセージを伝えない。
- 単語の発音が明瞭でない。

6.10.2 フォネティックコード（通話表）

英語では複数の文字の発音が似ていて、ストレスの多いあるいは騒々しい状況では混同される可能性がある。例えば、発音が似ている文字は「D」と「B」のように容易に聞き間違え

られる場合がある。フォネティックコードとは、英語のアルファベットごとに一般的な単語を指定するものである。各文字に対応する単語を使用すれば、聞いている人が文字を混同する可能性を減らすことができる。「デルタ」および「ブラボー」といったフォネティックコードを使用すれば、区別しやすくなる。騒音、音量の低い電話または無線信号、そして個人固有のアクセントによる影響は、フォネティックコードを使用することで軽減される。

本ツールを使用する場面

- 施設の機器の名称に関連する英（または和）数字情報を伝える時
- 発音の似た設備、高騒音区域、無線または電話の受信状況が悪いなど、送信者または受信者が誤解する可能性がある時

本ツールを使用する時に推奨すべきこと（標準語）

文字	単語	文字	単語	文字	単語	文字	単語
A	アルファ	H	ホテル	0	オスカー	V	ヴィクター
B	ブラボー	I	インド	P	パパ	W	ウィスキー
C	チャーリー	J	ジュリエット	Q	ケベック	X	エックスレイ
D	デルタ	K	キロ	R	ロメオ	Y	ヤンキー
E	エコー	L	リマ	S	シエラ	Z	ズールー
F	フォックストロット	M	マイク	T	タンゴ		
G	ゴルフ	N	ノベンバー	U	ユニフォーム		

文字									
ア	朝日のア	イ	いろはのイ	ウ	上野のウ	エ	英語のエ	オ	大阪のオ
カ	為替のカ	キ	切手のキ	ク	クラブのク	ケ	景色のケ	コ	子供のコ
サ	桜のサ	シ	新聞のシ	ス	すずめのス	セ	世界のセ	ソ	そろばんのソ
タ	煙草のタ	チ	ちどりのチ	ツ	つるかめのツ	テ	手紙のテ	ト	東京のト
ナ	名古屋のナ	ニ	日本のニ	ヌ	沼津のヌ	ネ	ねずみのネ	ノ	野原のノ
ハ	はがきのハ	ヒ	飛行機のヒ	フ	富士山のフ	ヘ	平和のヘ	ホ	保険のホ
マ	マッチのマ	ミ	三笠のミ	ム	無線のム	メ	明治のメ	モ	もみじのモ
ヤ	大和のヤ			ユ	弓矢のユ			ヨ	吉野のヨ
ラ	ラジオのラ	リ	りんごのリ	ル	るすいのル	レ	れんげのレ	ロ	ローマのロ
ワ	わらびのワ	ヰ	ゐどのヰ			ヱ	かぎのあるヱ	ヲ	尾張のヲ
ン	おしまいのン								
数字									
一	数字のひと	二	数字のに	三	数字のさん	四	数字のよん	五	数字のご
六	数字のろく	七	数字のなな	八	数字のはち	九	数字のきゅう	○	数字のまる
記号									
―	長音	、	区切点	」	段落	（	下向括弧	）	上向括弧

本ツールを使用する時に避けるべきこと

- 指定されている以外のフォネティックコードを活用する
- 特定の言葉または標準用語を使用せず俗語を使用する

＜作業チームのパフォーマンスを上げるためのツール-作業後評価＞（JANSI ヒューマン・パフォーマンス改善ハンドブック・134P）

5.6 作業後評価－現場

業務の開始、計画立案、遂行と管理についてフィードバックすることは、管理上非常に重要である。手順書、業務プロセス、機器、ツール、供給上の問題、軽微なヒューマンエラーには、管理側が注意を払う必要がある。このような状態は、本来潜在しており、是正されなければ組織内に蓄積する傾向がある。個人が情報を伝達する際、管理者には改善機会がある。作業後評価は、事象ゼロのパフォーマンスを脅かす可能性のあるプロセス、プログラム、方針、および作業現場の状態に関する弱点を排除する機会を管理側に与えるものである。

作業後評価で取り上げるべき共通の議題の一例を以下に示す。

- 驚くべき、または予期せぬ結果
- 業務文書の有用性や品質
- 知識や技能不足
- 業務活動中の軽微なエラー
- 予期せぬ現場状態や回避方法
- 監督者による支援の有効性
- ツールやリソースの適切性
- 業務計画やスケジュール策定の質
- 将来の参照用として記録すべき重要な教訓
- 業務に関するその他障害、または気掛かりな「予感」

作業後評価の実施や効果を強化するため、管理者は評価時に確認された関心度の高い問題への解決策を、監督者および行為者へ適時フィードバックする。

<u>本ツールを使用する場面</u>

- 複雑な事態を伴う業務終了時
- 通常業務ではない、または重要な業務活動を終了した後
- リスク上重要なプロジェクトのうちリスクの高い各段階を終了した後
- 緊急業務の終了時
- 通常業務や改善策を確認した後

<u>本ツールを使用する時に推奨すべきこと</u>

1. フォーラム：能動的参加者全員で対話し、フィードバックを文書化する時間を設ける。
2. フィードバック：実際に起こったことと起こると想定されていたことを比較して、何が順調に進んで（プラス、+）タスクを成功に導いたか、ならびに改善の余地（デルタ、Δ）について、特に重要なステップに関連して特定する。
3. 書式：適切なフィードバックの書式または方法を用いてプラスやデルタを記録し、適宜

是正措置プログラムを使用しながら、その情報を取り扱っている組織に提出する。

4. 追跡調査：個人の行為者にとって関心の高い課題の解決策に関しフィードバックする。

本ツールを使用する時に避けるべきこと

- リスク上重要な施設の機器の業務完了後、作業後評価もフィードバックの文書化も行わない。
- 主要参加者が作業後評価に参加しない。
- 作業後評価をする時間がない、またはしたとしても急いで終わらせる。
- 課題に対処するための追跡調査の手法が特定されていない。
- 関心の高い課題に関して、主要行為者の追跡調査が行われない。
- 作業後評価または追跡調査が対面で行われない。
- 今後の事前打ち合わせで参照できるように重要課題が文書化されていない。

＜関連 Q&A（例）＞

Q2-10	緊急時にも適用できるコミュニケーションツールとしてはどのようなものがあるか。
A	（ HP改善ハンドブック（154P)） 緊急時にも適用できる有効なコミュニケーションツールとして、「3way コミュニケーション」「フォネティック・コード（通話表)」がある。 ① 3way コミュニケーション •第 1 段階で、送信者は受信者の関心を向けさせ、メッセージを明瞭に伝える。 •第 2 段階で、受信者はメッセージを言い換えて繰り返し、受信者がメッセージを理解したかを送信者が分かるようにする。このやり取りにおいて、受信者は、送信者が話した通りに機器関連情報を正確に繰り返す。受信者は、メッセージを理解できなければ、メッセージを明確にするか、確認するか、あるいは反復するよう送信者に求めるべきである。 •第 3 段階で、送信者は受信者にメッセージが正しく理解されていると伝えるか、そうでなければ受信者の誤った理解を修正した上でメッセージを繰り返す。 ② フォネティック・コード（通話表） 英語では複数の文字の発音が似ていて、ストレスの多いあるいは騒々しい状況では混同される可能性がある。例えば、発音が似ている文字は「D」と「B」のように容易に聞き間違えられる場合がある。フォネティックコードとは、英語のアルファベットごとに一般的な単語を指定するものである。各文字に対応する単語を使用すれば、聞いている人が文字を混同する可能性を減らすことができる。「デルタ」および「ブラボー」といったフォネティックコードを使用すれば、区別しやすくなる。騒音、音量の低い電話または無線信号、そして個人固有のアクセントによる影響は、フォネティックコードを使用することで軽減される。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 44.1 ヒューマンパフォーマンス改善ツール
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-4、通番 14 緊急時のコミュニケーション
	関連細目 No	細目 4-4-3、細 44 緊急時においては必ずコミュニケーションツールを活用する。
キーワード		
2	安全文化と QMS	**円滑なコミュニケーション**:コミュニケーションツール
14	文献・出典	**JANSI 関連**：HP 改善ハンドブック 1

資料 45.1（資 112）

〔長期評価において巨大地震発生を想定〕

地震活動の長期評価（H14.7.31）において、東北地方沖合の大地震（津波地震）の発生可能が記載されている。

- **震源域は、1896 年の「明治三陸地震」についてのモデル（Tanioka and Satake,1996；Aida,1978)を参考にし、同様の地震は三陸沖北部から房総沖の海溝寄りの領域内のどこでも発生する可能性があると考えた。**

＜東北地方沖合の大地震（津波地震）の発生を予測＞（地震活動の長期評価（H14.7.31））

「三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価について」(地震調査研究推進本部地震調査委員会、平成 14 年 7 月 31 日)

（２）三陸沖北部から房総沖の海溝寄りのプレート間大地震（津波地震）

日本海溝付近のプレート間で発生したM8クラスの地震は17世紀以降では、1611年の三陸沖、1677年11月の房総沖、明治三陸地震と称される1896年の三陸沖（中部海溝寄り）が知られており、津波等により大きな被害をもたらした。よって、三陸沖北部～房総沖全体では同様の地震が約400年に３回発生しているとすると、133年に１回程度、M8クラスの地震が起こったと考えられる。これらの地震は、同じ場所で繰り返し発生しているとは言いがたいため、固有地震としては扱わなかった。三陸沖北部から房総沖の海溝寄りのプレート間大地震の発生領域、震源域の形態、発生間隔等は表３－２にまとめた。

表３－２ 三陸沖北部から房総沖の海溝寄りのプレート間大地震（津波地震）の発生領域、震源域の形態、発生間隔等

項目の欄：(3)震源域　日本海溝に沿って長さ 200ｋｍ程度、幅 50ｋｍ程度。具体的な地域は特定できない。

根拠の欄:震源域は､1896 年の｢明治三陸地震｣についてのモデル(Tanioka and Satake,1996; Aida,1978)を参考にし、同様の地震は三陸沖北部から房総沖の海溝寄りの領域内のどこでも発生する可能性があると考えた。

＜関連 Q&A（例）＞

Q3-19	長期評価では東北地方沖合での大地震発生を想定できなかったのか。
A	（地震活動の長期評価（H14.7.31）） 平成 14 年 7 月 31 日に推本地震調査委員会が「三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価について」を発表した。その中で、三陸沖北部から房総沖の海溝寄りのプレート間大地震（津波地震）について、『震源域は、1896 年の「明治三陸地震」についてのモデル（Tanioka and Satake,1996； Aida,1978)を参考にし、同様の地震は三陸沖北部から房総沖の海溝寄りの領域内のどこでも発生する可能性があると考えた。』とある。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 45.1 長期評価において巨大地震発生を想定
	関連知見 No	知見 5 全ては変わるのであり、変化に柔軟に対応する。
	関連教訓 No	教訓 5-1、通番 15 新知見、環境変化への対応姿勢
	関連細目 No	細目 5-1-1、細 45 最新知見や環境変化の影響が大きい場合は、速やかに継続的改善に繋げる。
キーワード		
13	関係組織	**国関連**：推本 3
14	文献・出典	**政府関連**：長期評価 3

資料 45.2（資 113）

〔新知見への消極的な取組みへの問題意識〕

(1) 東電原子力安全改革プランにおいて、新知見への取組みに関して消極的であったとの問題認識が示されている。

- 地震本部の見解も多数の専門家が集まって出した結論であり、土木学会だけに頼らず、真摯に提言に耳を傾ける姿勢が旧原子力経営層に不足した。
- 旧原子力経営層は、土木学会の中にも想定以上の津波発生の可能性について言及する者がいたが、少数意見だったため取り入れていなかったことを慎重に考慮するべきだった。
- 旧原子力経営層は、高い安全意識を持って自然災害が原子力災害につながるリスクを慎重に考え、深層防護に則った対策を実施するべきであった。

(2) 国会事故調報告書において、地震本部（推本）の長期評価への当時の東電の方針が記載されている。

- 地震本部長期評価への対応について、平成20（2008）年時点での東電の方針は、同社が開示した文書によると以下のようなものだった。

  「推本（地震本部）で、三陸・房総の津波地震が宮城沖～茨城沖のエリアのどこで起きるか分からない、としていることは事実であるが、原子力の設計プラクティスとして、設計・評価方針が確立しているわけではない。・・・以上について有識者の理解を得る（決して、今後なんら対応をしないわけではなく、計画的に検討を進めるが、いくらなんでも、現実問題での推本即採用は時期尚早ではないか、というニュアンス）以上は、経営層を交えた現時点での一定の当社結論となります。」

- 「いくらなんでも時期尚早ではないか」と判断した理由は、対策が困難で、実現するにしても巨額の費用がかかると見込まれたためと思われる。しかし先延ばしにしてもよい根拠はなかった

(3) 政府事故調報告書（中間）において、長期評価への対応に対する東電の社内検討の状況が示された。

- 武藤副本部長及び吉田部長は、前記想定波高（15.7m）につき、津波評価技術で設定されている三陸沖の波源モデルを福島第一原発に最も厳しくなる場所に仮に置いて試算した結果にすぎないものであり、ここで示されるような津波は実際には来ないと考えていた。
- 他方で、武藤副本部長及び吉田部長は、念のために、推本の長期評価が、津波評価技術に基づく福島第一原発及び福島第二原発の安全性評価を覆すものかどうかを判断するため、電力共通研究として土木学会に検討を依頼しようと考えた。

(4) 吉田調書より、福島県沖の大地震・大津波に関する認識を抽出した。

- 福島県沖の波源というのは今までもなかったですから、そこをいきなり考慮してやるということは、仮想的にはできますけれども、原子力ですから費用対効果もあります。お金を投資するときに根拠となるものがないですね。それだったら、極端なことをい

えば、福島沖にマグニチュード9の地震が来ますとなったら、20mぐらいの津波が来る。だから、起きようによっては、幾らでもあの計算からすれば来るわけです。何の根拠もないことで対策はできません。

(5) 東海第二の津波対策（女川及び東海第二報告書）

現場調査による痕跡等の確認結果から、東海第二では津波遡上高（標高+5.3m 程度）が敷地高さ（標高+8.0m）を超えていないことから、主要な建屋には津波は到達しなかった。

敷地海側の海水ポンプ室（標高+3.3m）の周囲に津波が到達したが、南北の海水ポンプ室側壁は、標高+約5.7mの津波対策として標高+6.1mの側壁を設置しており、上部からの浸水はなかった。しかし、止水工事が終了していない北側ポンプ室は2ヶ所から海水が浸水した。

＜新知見への取組みについて＞（東電原子力安全改革プラン（19P））

問題点(津波－③)：原子力の設計では保守的に判断することが一般的であるが、新しい知見・見解の取り入れに対しては消極的であった。

（背後要因）

- 地震本部の見解も多数の専門家が集まって出した結論であり、土木学会だけに頼らず、真摯に提言に耳を傾ける姿勢が旧原子力経営層に不足した。
- 旧原子力経営層は、土木学会の中にも想定以上の津波発生の可能性について言及する者がいたが、少数意見だったため取り入れていなかったことを慎重に考慮するべきであった。
- 旧原子力経営層は、高い安全意識を持って自然災害が原子力災害につながるリスクを慎重に考え、深層防護に則った対策を実施するべきであった。

＜地震本部（推本）の長期評価への対応の遅れ＞（国会事故調報告・89P）

当委員会の津波研究者に対するヒアリングによると、東電は平成14（2002）年の地震本部の予測について、発表直後に複数の研究者に意見を求めていた。

例えば予測発表の１週間後、東電で津波想定を担当する者は、地震本部で長期評価を取りまとめた海溝型分科会委員に意見照会の電子メールを送った。東電の担当者は「(土木学会と)異なる見解が示されたことから若干困惑しております」とし、地震本部がこのような長期評価を発表した理由を尋ねている。これに対し、委員は「1611年、1677年の津波地震の波源がはっきりしないため、長期評価では海溝沿いのどこで起きるかわからない、としました」と回答している。

このような情報があったにもかかわらず、東電の担当者は、この津波予測への対策を検討することを見送った。文献上は福島県沖で津波地震が起きたことがない、というのが主な理由だった。

平成16（2004）年には、土木学会津波評価部会が、日本海溝で起きる地震に詳しい地震学者5人にアンケートを送り、地震本部の長期評価について意見を聞いている。その結果、「津波地震は（福島沖を含む）どこでも起きる」とする方が、「福島沖は起きない」とする判断より有力だった。

地震本部長期評価への対応について、平成20（2008）年時点での東電の方針は、同社が開示した文書によると以下のようなものだった。

「推本（地震本部）で、三陸・房総の津波地震が宮城沖～茨城沖のエリアのどこで起きるか分からない、としていることは事実であるが、原子力の設計プラクティスとして、設計・評価方針が確立しているわけではない。

（中略）

以上について有識者の理解を得る（決して、今後なんら対応をしないわけではなく、計画的に検討を進めるが、いくらなんでも、現実問題での推本即採用は時期尚早ではないか、というニュアンス）

以上は、経営層を交えた現時点での一定の当社結論となります。」

「いくらなんでも時期尚早ではないか」と判断した理由は、対策が困難で、実現するにしても巨額の費用がかかると見込まれたためと思われる。しかし先延ばしにしてもよい根拠はなかった（【参考資料１．２．３】参照）。

＜長期評価への対応に対する社内検討＞（政府事故調報告書（中間）(397P)）

武藤副本部長及び吉田部長は、前記想定波高につき、試算の前提とされた推本の長期評価が震源の場所や地震の大きさを示さずに、「地震が三陸沖北部から房総沖の海溝寄りの領域内のどこでも発生する可能性がある。」としているだけのものである上、津波評価技術で設定されている三陸沖の波源モデルを福島第一原発に最も厳しくなる場所に仮に置いて試算した結果にすぎないものであり、ここで示されるような津波は実際には来ないと考えていた。

さらに、武藤副本部長及び吉田部長は、このように考えていた他の理由として、前記説明がなされた頃、東京電力が平成19 年7 月の新潟県中越沖地震に見舞われた柏崎刈羽原発の運転再開に向けた対応に追われており、地震動対策への意識は高かったが、津波を始めとする地震随伴事象に対する意識は低かった旨を挙げている。

他方で、武藤副本部長及び吉田部長は、念のために、推本の長期評価が、津波評価技術に基づく福島第一原発及び福島第二原発の安全性評価を覆すものかどうかを判断するため、電力共通研究として土木学会に検討を依頼しようと考えた。ただし、あくまで「念のため」の依頼であって、その検討の結果がかかる安全性評価を覆すものであるとされない限りは考慮に値しないものと考えていたとのことであり、武藤副本部長らと共に説明を受けた新潟県中越沖地震対策センター長（以下「センター長」という。）も、おおむね同様の考えであった。

結論として、武藤副本部長より、①推本の長期評価の取扱いについては、評価方法が確定しておらず、直ちに設計に反映させるレベルのものではないと思料されるので、当該知見については、電力共通研究として土木学会に検討してもらい、しっかりとした結論を出してもらう、②その結果、対策が必要となれば、きちんとその対策工事等を行う、③耐震バックチェックは、当面、平成14年の津波評価技術に基づいて実施する、④土木学会の委員を務める有識者に前記方針について理解を求めることが、東京電力の方針として決定された。

＜貞観津波について＞（吉田調書より）

その１：⑤　20110808-09 1-3（19P）（通し頁213P）

○質問者　例えば女川では貞観津波を考慮に入れているから、それをぽんと福島の1Fの方にもってきて、それがきたとしてやったというのでは、ちょっとあれなんですか。

○回答者　‘福島県沖の波源というのは今までもなかったですから、そこをいきなり考慮してやるということは、仮想的にはできますけれども、原子力ですから費用対効果もあります。お金を投資するときに根拠となるものがないですね。それだったら、極端なことをいえば、福島沖にマグニチュード9の地震が来ますとなったら、20ｍぐらいの津波が来る。だから、起きようによっては、幾らでもあの計算からすれば来るわけです。何の根拠もないことで対策はできません。

○質問者　それを考えるときの根拠というか、1つは対保安院への説明ですか。

○回答者　それもあるし、専門家の意見です。専門家の意見として、要するに貞観津波とおっしゃっている先生は、貞観のあそこで出た場所で起こり得る可能性があると言っているわけだから、この影響は福島にどれぐらいですかとちゃんと調査しているわけです。だけれども、そのほかの推本は波源を勝手に移動して、こんなところで起きたらどうだと言っているだけの話ですから、それを本当にいろいろな先生の支持を得られるかというと、いろいろ聞いても，荒唐無稽と言ったらおかしいんですけれども、そうおっしゃる人もたくさんいて、そういう中でどう決めればいいのか。事業者としてわからないわけですから、専門家集団の中で決めてもらえば、そのルールに従ってやりますということになります。それから、保安院どうのこうのよりも、そういうルールで決めたことについては保安院さんに報告しても、保安院は納得しますからということを先ほど言ったわけで、別に保安院を気にしているわけではなくて、専門家の意見です。

その２：⑤　20110808-09 1-3（20P）（通し頁214P））

○回答者　そうです。まず最初はそういうことで決めるので、40年前に決めたときは、ここの津波のあれは何で考えるかというと、チリ津波を考えたわけです。チリからの大地震が太平洋を渡って来たときで3.1ｍか何かを考えたわけですけれども、そのときに貞観津波だとか、もしくはプレートの波源でどれぐらいのあれが来るかと議論は、まだ未熟だったわけです。だんだんいろいろな新知見が出てきて、土木学会の標準ができたときも新知見を入れて、それを5.7ｍにしましょう、必要な改造をしましょう。また、次のステップで港の形状等々を考えれば、同じ条件でももうちょっと高くなるかもわからない。6.1ｍを考えましょうとか、そのときどきに合わせて、我々としては変えてきているんです。・

今回、貞観津波のお話をされる方には、特に言いたいんですけれども、貞観津波の波源で考えたときにも、うちの敷地は3ｍか4ｍぐらいしか来ないから、これは今の基準で十分もつという判断を1回しているわけです。貞観津波の波源のところに、マグニチュード9が来ると言った人は、今回の地震が来るまではだれもいないわけですから、それを何で考慮しなかったんだというのは無礼千万だと思っています。そんなことを言うんだったら、日本全国の原子力発電所の地形などは関係なく、先ほどおっしゃったように、全部15ｍの津波が来るということで設計し直せということと同じことですね。

＜東海第二の津波対策＞（女川及び東海第二報告書36P）

現場調査による痕跡等の確認結果から、東海第二における津波遡上高は、標高※+5.3m 程度（地殻変動調査後の標高）であったと推定され、東海第二の敷地高さ（標高※+8.0m（地震発生前の標高））を超えていないことから、主要な建屋には津波は到達しなかった。

敷地海側の海水ポンプ室（標高※+3.3m（地震発生前の標高））の周囲に津波が到達したが、南北の海水ポンプ室側壁は、標高※+約5.7m（地震発生前の標高）の津波対策として標高※+6.1m（地震発生前の標高）の側壁を設置しており、上部からの浸水はなかった。

しかし、止水工事が終了していない以下の2 ヶ所から北側ポンプ室に海水の浸水が発生した。

① 北側ポンプ室とASW ストレーナエリア間の開口（排水溝）

② ケーブルピットの非密閉構造

※ ：東京湾平均海面（T.P.）を標高の基準としている（地殻変動による地盤の沈降は考慮していない）。

＜関連 Q&A（例）＞

Q3-34	土木学会は推本の長期評価に対してどのように対応したのか。
A	（国会事故調報告書（89P）） 平成16（2004）年には、土木学会津波評価部会が、日本海溝で起きる地震に詳しい地震学者5人にアンケートを送り、地震本部の長期評価について意見を聞いている。その結果、「津波地震は（福島沖を含む）どこでも起きる」とする方が、「福島沖は起きない」とする判断より有力だった。
Q3-42	推本の予測をなぜ取り入れようとしなかったのか。
A	（国会事故調報告書（89P）） 地震本部の委員が「1611年、1677年の津波地震の波源がはっきりしないため、長期評価では海溝沿いのどこで起きるかわからない、としました」と東電に回答していたが、東電の担当者は、この津波予測への対策を検討することを見送った。文献上は福島県沖で津波地震が起きたことがない、というのが主な理由だった。 （国会事故調報告書（89P）） 地震本部長期評価への対応について、平成20（2008）年時点での東電の方針は、同社が開示した文書によると以下のようなものだった。 推本（地震本部）で、三陸・房総の津波地震が宮城沖～茨城沖のエリアのどこで起きるか分からない、としていることは事実であるが、原子力の設計プラクティスとして、設計・評価方針が確立しているわけではない。 （中略） 以上について有識者の理解を得る（決して、今後なんら対応をしないわけではなく、計画的に検討を進めるが、いくらなんでも、現実問題での推本即採用は時期尚

	早ではないか、というニュアンス） 以上は、経営層を交えた現時点での一定の当社結論となります。 「いくらなんでも時期尚早ではないか」と判断した理由は、対策が困難で、実現するにしても巨額の費用がかかると見込まれたためと思われる。しかし先延ばしにしてもよい根拠はなかった。 （政府事故調報告書（中間）（397P）） 武藤副本部長及び吉田部長は、前記想定波高につき、試算の前提とされた推本の長期評価が震源の場所や地震の大きさを示さずに、「地震が三陸沖北部から房総沖の海溝寄りの領域内のどこでも発生する可能性がある。」としているだけのものである上、津波評価技術で設定されている三陸沖の波源モデルを福島第一原発に最も厳しくなる場所に仮に置いて試算した結果にすぎないものであり、ここで示されるような津波は実際には来ないと考えていた。 参考：吉田調書⑤　20110808-09 1-3 吉田調書において、大津波に対する当時の考え方が示されている。 • 福島県沖の波源というのは今までなかった。仮想的に想定できるが、費用対効果を考えると投資の根拠となるものがない。（19P） • 貞観津波の波源のところに、マグニチュード 9 が来ると言った人は、今回の地震が来るまではだれもいない。それを何で考慮しなかったんだというのは無礼千万だと思う。日本全国の原子力発電所の地形などは関係なく、全部 15mの津波が来るというごとで設計し直せということと同じことだ。（21P）
Q8-12	新知見（地震・津波）の取り入れに消極的ななったのはなぜか。
A	（東電原子力安全改革プラン（19P）） 問題点(津波－③)：原子力の設計では保守的に判断することが一般的であるが、新しい知見・見解の取り入れに対しては消極的であった。 （背後要因） – 地震本部の見解も多数の専門家が集まって出した結論であり、土木学会だけに頼らず、真摯に提言に耳を傾ける姿勢が旧原子力経営層に不足した。 – 旧原子力経営層は、土木学会の中にも想定以上の津波発生の可能性について言及する者がいたが、少数意見だったため取り入れていなかったことを慎重に考慮するべきであった。 – 旧原子力経営層は、高い安全意識を持って自然災害が原子力災害につながるリスクを慎重に考え、深層防護に則った対策を実施するべきであった。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 45.2 新知見への消極的な取組みへの問題意識
	関連知見 No	知見 5 全ては変わるのであり、変化に柔軟に対応する。
	関連教訓 No	教訓 5-1、通番 15 新知見、環境変化への対応姿勢
	関連細目 No	細目 5-1-1、細 45 最新知見や環境変化の影響が大きい場合は、速やかに継続的改善に繋げる。
キーワード		
2	安全文化と QMS	**個人・組織の姿勢**：問い掛け学ぶ姿勢 2、プロフェッショナリズム 5 **活気ある職場環境**：多数決
8	リスク管理	**安全リスク**：原子力特有リスク 7、自然災害リスク 4
10	改善（安全設計・運用）	**基本事項**：深層防護の徹底 2
13	関係組織	**国関連**：推本 4 **学協会関連**：土木学会 4
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 42 **政府関連**：政府事故調報告書（中間）82、吉田調書 10 **事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 55

資料 46.1（資 114）

〔JANSI 安全文化の７原則〕

(1) JANSI の安全文化の７原則のうち、特にトップのコミットメントや原子力の特殊性と関連の深い原則。

- **『原則１：安全最優先の価値観』**
  『原則２：リーダーシップ』
  『原則６：潜在的リスクの認識』

(2) JANSI の安全文化の７原則のうち、組織、風土に関連の深い原則。

- **『原則３：安全確保の仕組み』**
  『原則４：円滑なコミュニケーション』
  『原則５：個人・組織の姿勢』
  『原則７：活気のある職場環境』

(3) WANO 10 Traits

- The categories and their primary traits are as follows:
  - Individual Commitment to Safety Personal Accountability (PA)
  - Questioning Attitude (QA)
  - Safety Communication (CO)
- Management Commitment to Safety
  - Leadership Accountability (LA)
  - Decision-Making (DM)
  - Respectful Work Environment (WE)
- Management Systems
  - Continuous Learning (CL)
  - Problem Identification and Resolution (PI)
  - Environment for Raising Concerns (RC)
  - Work Processes (WP)

＜JANSI の安全文化の７原則＞（JANSI HP より）

＜原則１＞安全最優先の価値観

安全最優先の価値が組織で徹底されその構成員である個人に認識されていること

（解説）

安全文化の醸成には、関係者全員が安全に対する共通の価値観を持っていることが必要です。そのためには、安全最優先の価値観が組織内で徹底されていることはもちろん、個人レベルでもその重要性を十分に認識していることが求められます。

具体的には、作業の効率ではなく安全を最優先に考えることが重要であり、マニュアルやルールをしっかり守り（原則３参照）「確率」ではなく「確実」を優先させる行動が欠かせません。

また、自分の行動を常に見直しながら、定期的に自己評価を実施し、安全最優先の価値観を再認識することも大切です。

＜原則２＞リーダーシップ

原子力に携わる一人ひとりが原子力安全の確保のために影響力を発揮すること

（解説）

リーダーシップとは、あるべき姿の実現に向けて働きかけ、周囲の人を動かす影響力であり、その意味でトップのリーダーシップは大変重要な要素です。経営者だけに限らず、部長や課長クラスも含めたトップの人間には、強いリーダーシップを持ち、率先して安全性の確保に取り組むことを明確にすることが求められます。そのためには、現場の生の意見を率先して取り入れることが不可欠です。また、安全に関する研修会の導入や、自ら現場を巡回して安全に関する問題を探り、必要に応じて細かい指示を出していくことも求められます。

トップに立つ人間には、たとえ現場からの反対があっても、安全だと信じたことは確実に実行できる強いリーダーシップが必要です。トップの行動が持つ影響力の大きさを決して忘れてはならないのです。

＜原則３＞安全確保の仕組み

業務や活動に安全確保の仕組みが組み込まれていること

（解説）

業務の中に安全確保の仕組みがしっかりと組みこまれていることが求められます。個人レベルでは、安全に関する組織の理念や方針を正しく理解し、実際の業務に活かしていることが重要です。また、マニュアルやルールについても、守ることで安全性がどのように保証されているのか、その根拠を正しく理解しておく必要があります。

さらに、安全性に疑問を感じた時には、作業を止めて確認するような正しい判断力を持つ（原則６参照）とともに、スケジュールに遅れが生じる可能性があっても、作業手順やルールを守り通すことが求められます。

安全を脅かす要素を確実に取り除いておくと同時に、安全性にプラスとなる仕組みについては、積極的に整備を進めていくことが重要なのです。

＜原則４＞円滑なコミュニケーション

関係機関・組織・部門間および一般社会との間で円滑なコミュニケーションがなされていること

（解説）

コミュニケーションは、安全文化の醸成に欠かすことのできない重要な要素です。組織内部はもちろん、協力会社などの外部機関、さらには一般社会との間でも、常に円滑なコミュニケーションが求められます。

組織内では、安全に関して疑問を感じた時に、仕事仲間と議論することや上司への報告が不可欠です。また、社内の他部門はもちろん、協力会社などの関係機関とも積極的に議論を行ない、コミュニケーションを図っていく必要があります。

コミュニケーションの基本は、その人間関係（信頼関係）にあることを認識し、相互に関

心を持つことがまず重要あり、さらにコミュニケーションに関連した各種イベントやセミナーに積極的に参加し、コミュニケーションスキルの向上を図ることも大切です。

＜原則５＞個人・組織の姿勢

組織及びその構成員である個人は積極的に学び、向上し、改善する姿勢があること

（解説）

安全に関して積極的に学び、責任を持って是正・改善する姿勢は、個人に限らず、組織全体にも求められる重要な要素です。

まずは、過去の不具合事例やヒヤリハット体験を積極的に活用する（原則６参照）と同時に、研修や訓練などの教育活動にも率先して参加することが求められます。

学習という点では、自分の仕事だけに限定することなく、関連性のある仲間の仕事内容についても学び、自分の担当作業の安全性にどのように関わるものなのか、正しく知っておくことが非常に大切です。また、他の組織や原子力以外の業界における良好事例など、安全に関して幅広い情報を収集する意欲も持っていなければなりません。

＜原則６＞潜在的リスクの認識

組織及びその構成員である個人は、問いかける姿勢を持って業務や設備の潜在的なリスクを認識し必要な措置を講じること

（解説）

安全性をより確かなものにするためには、業務や設備が抱えている潜在的なリスクを常に意識しておくことが不可欠です。

まずは、マニュアルや規則が万全ではないことを認識することが重要であり、潜在的なリスクが考えられる場合には、安全性を十分に検証した上で改良を加えていく積極性が求められます。

個人レベルでは、ミスや事故を起こす可能性が自分にもあることを十分に認識するとともに、担当する設備や機械に関しても、トラブルを起こす可能性がゼロではないことを忘れてはなりません。

自分の仕事の中に、安全を脅かすリスクが潜んでいないか、常に問いかける姿勢をもつことは、プロとして当たり前の使命なのです。

＜原則７＞活気のある職場環境

自由にものが言え、活気と創造力のある職場環境であること

（解説）

安全文化の醸成には、「活気と創造力に溢れ、誰もが自由にものが言える職場環境」という要素が重要な役割を果たします。その大前提として、組織を構成している一人一人が、自分の仕事にやりがいを感じていなければなりません。また、同僚の間違った行動を指摘したり、規則やマニュアルの改善を提案するなど、組織全体の安全確保に結びつく活動にも積極的に参加する意欲が求められます。もちろん、自分がミスした場合にはきちんと上司に報告し、同僚からの指摘も素直に受け止める謙虚さも必要です。

自由にものが言える環境の中で一人一人が積極的に行動し、より確かな安全の実現に向け

て努力していく姿勢が求められているのです。

＜WANO 10 Traits ＞（WANO 10 Traits （14P））

- The categories and their primary traits are as follows:
  - Individual Commitment to Safety Personal Accountability (PA)
  - Questioning Attitude (QA)
  - Safety Communication (CO)
- Management Commitment to Safety
  - Leadership Accountability (LA)
  - Decision-Making (DM)
  - Respectful Work Environment (WE)
- Management Systems
  - Continuous Learning (CL)
  - Problem Identification and Resolution (PI)
  - Environment for Raising Concerns (RC)
  - Work Processes (WP)

＜関連 Q&A（例）＞

Q2-1	JANSIの安全文化の7原則とは何か。
A	（JANSI 安全文化の 7 原則） 『原則１：安全最優先の価値観』 『原則２：リーダーシップ』 『原則３：安全確保の仕組み』 『原則４：円滑なコミュニケーション』 『原則５：個人・組織の姿勢』 『原則６：潜在的リスクの認識』 『原則７：活気のある職場環境』
Q2-2	WANOは安全文化の10traitsとはどのようなものか。
A	（WANO 10 Traits （14P）） The categories and their primary traits are as follows: (1) Individual Commitment to Safety ① Personal Accountability (PA) （個人としての責任） ② Questioning Attitude (QA) （問いかける姿勢） ③ Safety Communication (CO) （コミュニケーション） (2) Management Commitment to Safety ④ Leadership Accountability (LA) （リーダーとしての責任） ⑤ Decision-Making (DM) （意志決定） ⑥ Respectful Work Environment (WE) （人を敬う職場環境） (3) Management Systems ⑦ Continuous Learning (CL) （継続的学習） ⑧ Problem Identification and Resolution (PI) （問題の識別と解決） ⑨ Environment for Raising Concerns (RC) （懸念を表明できる環境） Work Processes (WP)（作業計画）

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 46.1 JANSI 安全文化の 7 原則
	関連知見 No	知見 5 全ては変わるのであり、変化に柔軟に対応する。
	関連教訓 No	教訓 5-1、通番 15 新知見、環境変化への対応姿勢
	関連細目 No	細目 5-1-2、細 46 トップは強いコミットメントを発信し、外部機関のレビュー等を活用し継続的に安全性を向上させる。 細目 5-1-3、細 47 各個人が問い掛け学ぶ姿勢を堅持し、風通しの良い組織を作る。
キーワード		
2	安全文化と QMS	**JANSI の安全文化 7 原則**：第 1 安全最優先の価値観、第 2 リーダーシップ、第 3 安全確保の仕組み、第 4 円滑なコミュニケーション、第 5 個人・組織の姿勢、第 6 潜在的リスクの認識、第 7 活気のある職場環境
13	関係組織	**事業者関連**：JANSI1
14	文献・出典	**海外機関関連**： WANO10Traits **JANSI 関連**：安全文化 7 原則、JANSI- HP

資料 46.2（資 115）

〔IAEA 安全文化の劣化の度合いと東電の振る舞いの対比〕

東電原子力安全改革プランにおいて、IAEA が示している「安全文化の劣化の度合い」と東電の活動の対比が示されている。

- **劣化の兆候を示す現象は以前から顕在化していたが、自己評価では「安全文化の劣化の傾向はない」とし、そのため安全文化の取り組みを改善し向上させる機会を逸してきたものと考える。**

  第 1 段階（過信）→安全はすでに確立されたものとの思いこみ

  第 2 段階（慢心）→不安全行動やルールの背景の理解不足等軽微な事象が顕在化

  第 3 段階（無視）→地震本部の長期評価（2002 年）が公表されてから津波高さの試算を実施するまで 6 年経過

  第 4 段階（危険）→過酷事故対策の規制化に対する反論

  第 5 段階（崩壊）→2002 年ならびに 2006 年の原子力不祥事発覚

＜安全文化の劣化＞（東電原子力安全改革プラン・45P、46P より）

⑥　安全文化の組織全体への浸透活動

また、保安規定に基づき、安全文化の醸成のための活動に関わる評価が行われ、年1回は社長まで報告されていた。福島原子力事故以前の報告状況を確認した結果、安全文化７原則に照らした発電所の保安活動を評価し、軽微なものであっても顕在化した事象があれば対応していた。しかし、問題となった事象発生の背景となる組織全体の安全文化の劣化については「安全文化の劣化の傾向はない」との評価にとどまり、業務全体の進め方からの課題抽出といった取り組みには至っていなかった。こうした状況から、これまでの安全文化の醸成に対する取り組みはいわゆるキャンペーン的な内容にとどまっており、また評価や取り組むべき対策については、深掘りが足りなかったと考える。

IAEA の国際原子力安全諮問グループ（INSAG）のレポートINSAG13 および15 にある「安全文化の劣化の度合い」を表2-2 に示す。本表は、現象から見た安全文化の劣化度合いを推測したものである。劣化は本来段階的に進行するものと思われるが、あくまで現象と兆候の関係は推測であり、必ずしも実態を定量的に評価するものではない。あらためて、上述の状態並びにこれまでの事故の振り返りに照らしてみると、

- 第1 段階（過信）→安全はすでに確立されたものとの思いこみ
- 第2 段階（慢心）→不安全行動やルールの背景の理解不足等軽微な事象が顕在化
- 第3 段階（無視）→地震本部の長期評価（2002 年）が公表されてから津波高さの試算を実施するまで6 年経過
- 第4 段階（危険）→過酷事故対策の規制化に対する反論
- 第5 段階（崩壊）→2002 年ならびに2006 年の原子力不祥事発覚

等、劣化の兆候を示す現象は以前から顕在化しており、当社の安全文化は決して良い状態ではなかったにも関わらず、これまでの自己評価では「安全文化の劣化の傾向はない」とし、

そのため安全文化の取り組みを改善し向上させる機会を逸してきたものと考える。

表2-2 安全文化の劣化の度合い（INSAG13・15 による）

劣化の兆候		現 象
第1段階	過 信	良好な過去の実績、他からの評価、根拠のない自己満足から生まれる。
第2段階	慢 心	軽微な事象が起こり始める。「監視」機能が弱まり、自己満足から改善が遅れまたは見逃される。
第3段階	無 視	多くの軽微な事象とともに、重要性の高い事象も起こり始める。しかし、それらは独立な特殊事象と扱われ内部監査での指摘が無視される。また、改善計画が不完全のままで終わる。
第4段階	危 険	潜在的に過酷な事象が幾つか起きても、組織全体が内部監査や規制者等外部の批判を「妥当でない」として対応しない。
第5段階	崩 壊 （組織事故発生）	規制当局等外部機関による特別検査が必要になる。経営管理層の退陣等が出てくる。修復、改善に多大なコストが必要となる。

＜安全最優先をビジョンとした組織がなぜ事故を防げなかったか＞東電原子力安全改革プラン 50P）

２．１～２．３の根本原因分析により整理された「安全意識」、「技術力」、「対話力」の問題点及び２．４の問題点のつながりや構造を明らかにすべく、更なる深掘り分析を行なった。なぜなら、これまでの旧原子力経営層の誰一人として「安全最優先」としなかった者はいなかったが、「安全最優先をビジョンとして掲げた組織が、なぜ今回の福島原子力事故を防げなかったのか」ということが問題の本質と考えられるからである。

電気事業を取り巻く経営環境はここ十数年の間に大きく変化しており、当社の場合は一連の不祥事、更に、2007 年の新潟県中越沖地震という稼働率に大きく影響を与えた災害が発生しており、経営層からの原子力部門に対する稼働率向上の要請は極めて強くなっていった。一方、「安全最優先」をビジョンと掲げていても、現実に頻発した人身災害や火災といった安全問題にリソースを割いており、一定の過酷事故対策を実施した後には安全は確立されたものと思い込み、稼働率等を重要な経営課題と認識した。このため、業務の優先順位を決めるリスクマップでは、原子炉停止期間の長期化の回避（稼働率の向上）が評価軸の一つとして作成され、過酷事故対策のように、その対策による効果が評価しにくいものは、先送りされることとなった。例えば、ひびの発見が長期停止を余儀なくされる可能性があったシュラウドについては、安全性の向上にはあまり寄与しないものの数百億円をかけて交換を実施した一方、プラントの稼働率に直接貢献しないバッテリー室の水密化対策等は実施されなかった。

そのような状況下で、SCC や地震対策のように過剰なコストをかけても稼働率が向上すればそのコストを回収できるとして、稼働率維持・向上を確実なものとする対策を実施し、メーカー依存が進んだことで、当社の技術力低下、高コスト体質となっていった。更に、稼働

率さえ向上すれば多少の高コストは回収できるという原子力の特性がこの連鎖を助長したものと考えられる。そして、この技術力低下は、規制当局と純粋に技術論を議論する能力や、原子力の残余のリスクを開示する能力の低下の一因となり、リスクコミュニケーションを躊躇することで、対話力低下に拍車がかかった。

＜関連 Q&A（例）＞

Q2-3	IAEA は安全文化の劣化の段階をどのように示しているか。
A	（INSAG15（12P）） TYPICAL PATTERN OF DECLINING SAFETY PERFORMANCE （安全パフォーマンスの劣化の典型的パターン） Stage 1: Overconfidence（過信） Stage 2: Complacency（慢心） Stage 3: Denial（無視） Stage 4: Danger（危険） Stage 5: Collapse（崩壊）
Q2-4	IAEA の劣化パターンと今回の事故は相関があるのか。
	（東電原子力安全改革プラン（46P）） IAEA の国際原子力安全諮問グループ（INSAG）のレポートINSAG13 および15 にある「安全文化の劣化の度合い」を表2-2（上記参照） に示す。本表は、現象から見た安全文化の劣化度合いを推測したものである。劣化は本来段階的に進行するものと思われるが、あくまで現象と兆候の関係は推測であり、必ずしも実態を定量的に評価するものではない。あらためて、上述の状態並びにこれまでの事故の振り返りに照らしてみると、 ・ 第1 段階（過信）→安全はすでに確立されたものとの思いこみ ・ 第2 段階（慢心）→不安全行動やルールの背景の理解不足等軽微な事象が顕在化 ・ 第3 段階（無視）→地震本部の長期評価（2002 年）が公表されてから津波高さの試算を実施するまで6 年経過 ・ 第4 段階（危険）→過酷事故対策の規制化に対する反論 ・ 第5 段階（崩壊）→2002 年ならびに2006 年の原子力不祥事発覚 等、劣化の兆候を示す現象は以前から顕在化しており、当社の安全文化は決して良い状態ではなかったにも関わらず、これまでの自己評価では「安全文化の劣化の傾向はない」とし、そのため安全文化の取り組みを改善し向上させる機会を逸してきたものと考える。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 46.2 IAEA 安全文化の劣化の度合いと東電の振る舞いの対比
	関連知見 No	知見 5 全ては変わるのであり、変化に柔軟に対応する。
	関連教訓 No	教訓 5-1、通番 15 新知見、環境変化への対応姿勢
	関連細目 No	細目 5-1-2、細 46 トップは強いコミットメントを発信し、外部機関のレビュー等を活用し継続的に安全性を向上させる。
キーワード		
2	安全文化と QMS	**安全文化の劣化**：劣化の 5 段階 1、継続的改善の軽視、監視機能の弱体化、安全強化への反発、テロ無し神話 2
13	関係組織	**海外機関**：IAEA3
14	文献・出典	**海外機関関連**：INSAG15 **事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 56

資料 46.3（資 116）

〔JANSI 活動への期待〕

(1) 学会事故調報告書において､原子力産業界が取り組まなければならない課題が示された。

- 原子力発電所の安全問題はひとたび事故を起こすと当該発電所だけの問題に止まらず，全世界に影響を与えるという教訓を事故の当事者である東京電力のみならず原子力産業界全体の問題として受け止めること。
- この事故の教訓を原子力産業界全体で改めて認識し，安全意識，技術力，対話力という視点から抽出した組織的課題を原子力産業界の共通の課題として取り組むこと。
- “過去に起きた事故の再発防止対策を実施しているから事故は起こらない”とする思い込みを戒め，常に事故要因を模索し，継続的に安全性を高める姿勢を堅持する安全文化を組織のトップから末端まで浸透させること。
- 原子力の平和利用においても，稀ではあっても一旦過酷事故が起きてしまえば，社会的経済的にきわめて大きな影響をもたらすという特有のリスクが内在しているという認識をもち続け，原子力産業界全体が安全性を高める取組みを一過性のものに終わらせることなく継続させること。

(2) 学会事故調報告書において、JANSI への期待が示された。

① これまでの活動への反省

- JANTI が実施してきた自主的な安全性向上活動は不十分であり､ルール遵守を徹底する一方でこれに満足せず，さらに安全性を強化する活動を追求できていなかった。
- 事業者においては，これまで IAEA の OSART や WANO による相互レビュー活動を積極的に進めてきたが、結果的に，このようなレビューが今回の事故の防止に結び付かなかったことを踏まえると，制度の改善などが必要と考えられる。

② JANSIへの期待

各電力会社の社長はこれまでのJANTIが目的を果たせなかったことを反省し，強いコミットメントを発信した。それは「JANSIの評価や提言・勧告を真摯に受け止め，各社社長の強い決意と覚悟のもとで安全性を高めるための取組みを確実に行う」旨を公表し，電力会社トップが積極的に安全性向上活動に係る姿勢を明確にした。

- 「JANSIの評価や提言・勧告を真摯に受け止め，各社社長の強い決意と覚悟のもとで安全性を高めるための取組みを確実に行う」旨の強いコミットメントの内容を表面的な一過性のものとしてはならない。
- 原子力産業界は,JANSIに対して原子力発電事業者の意向に左右されない技術的独立性を確保する。
- 各電力事業者トップのコミットメントを活かす。
- 原子力安全の確保のための方策を確実に実行させるように国民に見える形として，実現を約束していく。
- JANSIの活動により､原子力安全の確保を着実に実現することが期待される。この実現はJANSIの責任として，取組みを公表し，社会に結果を問うていかなければならない。

＜原子力産業界が取り組むべき事項＞（学会事故調報告（339P））

経緯と分析から，電力事業者を含め，原子力産業界が取り組まなければならない課題は以下の通りである。

① 原子力発電所の安全問題はひとたび事故を起こすと当該発電所だけの問題に止まらず，全世界に影響を与えるという教訓を事故の当事者である東京電力のみならず原子力産業界全体の問題として受け止めること。

② この事故の教訓を原子力産業界全体で改めて認識し，安全意識，技術力，対話力という視点から抽出した組織的課題を原子力産業界の共通の課題として取り組むこと。

③ “過去に起きた事故の再発防止対策を実施しているから事故は起こらない”とする思い込みを戒め，常に事故要因を模索し，継続的に安全性を高める姿勢を堅持する安全文化を組織のトップから末端まで浸透させること。

④ 原子力の平和利用においても，稀ではあっても一旦過酷事故が起きてしまえば，社会的経済的にきわめて大きな影響をもたらすという特有のリスクが内在しているという認識をもち続け，原子力産業界全体が安全性を高める取組みを一過性のものに終わらせることなく継続させること。

＜JANSI の活動への期待＞（学会事故調報告・339P、340P、347P）

各電力会社の社長はこれまでのJANTIが目的を果たせなかったことを反省し，強いコミットメントを発信した。それは「JANSIの評価や提言・勧告を真摯に受け止め，各社社長の強い決意と覚悟のもとで安全性を高めるための取組みを確実に行う」旨を公表し，電力会社トップが積極的に安全性向上活動に係る姿勢を明確にしたが，これを表面的な一過性のものとしてはならない。

原子力産業界は，原子力発電事業者の意向に左右されない技術的独立性を確保するとともに，各電力事業者トップのコミットメントを活かし，原子力安全の確保のための方策を確実に実行させるように国民に見える形として，実現を約束していかなければならない。

＜JANSI の活動について＞（学会事故調報告・339P、340P、347P）

- 原子力産業界では，事故前に JANTI が実施してきた自主的な安全性向上活動が不十分だったとの反省が行われた。それは，大地震，大津波のような発生確率がきわめて小さくても大きな影響を与えうる自然現象などに対して，想定を超えた事態に対処する観点からの取組みが不十分だったこと，諸外国の安全性向上活動を調査，検討したうえで反映する取組みが不足していたこと，これまでの安定した運転実績や不祥事の経験などからルール遵守を徹底する一方でこれに満足せず，さらに安全性を強化する活動を追求できていなかったことなどである。電力事業者の安全性向上活動を支援するために設立した JANTI を十分に活用してこなかったことがあげられ，組織活用の仕組みに課題が浮び上がった。これらの反省に立ち，原子力産業界は米国の INPO を組織設計のモデルとして平成 24 年（2012 年）11 月に JANTI を発展的に解消し，新たに原子力安全推進協会（以下「JANSI」）を設立した。

- これにより，①これまで個別に取り組んできた諸外国からの情報や安全性向上対策の収集を一元的に実施すること，②国内外の最新知見を集約すること，③タイムリーに電力会社および産業界各社に提言・勧告すること，④過酷事故対策を中心とした安全性向上活動を支援すること，により原子力安全の確保を着実に実現することが期待される。この実現はJANSIの責任として，取組みを公表し，社会に結果を問うていかなければならない。
- 各電力会社の社長はこれまでのJANTIが目的を果たせなかったことを反省し，強いコミットメントを発信した。それは「JANSIの評価や提言・勧告を真摯に受け止め，各社社長の強い決意と覚悟のもとで安全性を高めるための取組みを確実に行う」旨を公表し，電力会社トップが積極的に安全性向上活動に係る姿勢を明確にしたが，これを表面的な一過性のものとしてはならない。
- 事業者においては，これまで運転管理に対するIAEAのOSARTの受け入れに加え，国際的な民間組織である世界原子力発電事業者協会（WANO）による相互レビュー活動を主要構成メンバーとして積極的に進めてきている。結果的に，このようなレビューが今回の事故の防止に結び付かなかったことを踏まえると，制度の改善などが必要と考えられる。

＜関連 Q&A（例）＞

Q2-18	原子力産業界が取り組むべき事項は何か。
A	（学会事故調報告書（339P）） 経緯と分析から，電力事業者を含め，原子力産業界が取り組まなければならない課題は以下の通りである。 ① 原子力発電所の安全問題はひとたび事故を起こすと当該発電所だけの問題に止まらず，全世界に影響を与えるという教訓を事故の当事者である東京電力のみならず原子力産業界全体の問題として受け止めること。 ② この事故の教訓を原子力産業界全体で改めて認識し，安全意識，技術力，対話力という視点から抽出した組織的課題を原子力産業界の共通の課題として取り組むこと。 ③ “過去に起きた事故の再発防止対策を実施しているから事故は起こらない”とする思い込みを戒め，常に事故要因を模索し，継続的に安全性を高める姿勢を堅持する安全文化を組織のトップから末端まで浸透させること。 ④ 原子力の平和利用においても，稀ではあっても一旦過酷事故が起きてしまえば，社会的経済的にきわめて大きな影響をもたらすという特有のリスクが内在しているという認識をもち続け，原子力産業界全体が安全性を高める取組みを一過性のものに終わらせることなく継続させること。
Q2-19	JANSI 活動への期待は何か。
A	（学会事故調報告書（340P）） 福島第一事故を受けての東京電力の反省を踏まえ，わが国の原子力産業界は二度と過酷事故を起こさないという強い決意のもと，この自主的安全性向上活動を一段と強化するため，JANSIを設立した。 国内の原子力産業界は横断的ネットワークを確保したうえで，諸外国の関係機関と密接に連携できるものとしなければならない。これにより， ①これまで個別に取り組んできた諸外国からの情報や安全性向上対策の収集を一元的に実施すること， ②国内外の最新知見を集約すること， ③タイムリーに電力会社および産業界各社に提言・勧告すること， ④過酷事故対策を中心とした安全性向上活動を支援すること， により原子力安全の確保を着実に実現することが期待される。この実現はJANSIの責任として，取組みを公表し，社会に結果を問うていかなければならない。 各電力会社の社長はこれまでのJANTIが目的を果たせなかったことを反省し，強いコミットメントを発信した。それは「JANSIの評価や提言・勧告を真摯に受け止め，各社社長の強い決意と覚悟のもとで安全性を高めるための取組みを確実に行う」旨を公表し，電力会社トップが積極的に安全性向上活動に係る姿勢を明確にし

	たが，これを表面的な一過性のものとしてはならない。 　原子力産業界は，原子力発電事業者の意向に左右されない技術的独立性を確保するとともに，各電力事業者トップのコミットメントを活かし，原子力安全の確保のための方策を確実に実行させるように国民に見える形として，実現を約束していかなければならない。
Q11-10	OSART、WANO、JANSI等の外部レビューの制度の改善が必要ではないか。
A	（学会事故調報告書（347P）） 　事業者においては，これまで運転管理に対するIAEAのOSARTの受け入れに加え，国際的な民間組織である世界原子力発電事業者協会（WANO）による相互レビュー活動を主要構成メンバーとして積極的に進めてきている。結果的に，このようなレビューが今回の事故の防止に結び付かなかったことを踏まえると，制度の改善などが必要と考えられる。
Q11-11	JANTI の活動では事故を防ぐことはできなかったが、何が足りなかったのか。
A	（学会事故調報告書（339P）） 原子力産業界では，事故前に JANTI が実施してきた自主的な安全性向上活動が不十分だったとの反省が行われた。それは， • 大地震，大津波のような発生確率がきわめて小さくても大きな影響を与えうる自然現象などに対して，想定を超えた事態に対処する観点からの取組みが不十分だったこと， • 諸外国の安全性向上活動を調査，検討したうえで反映する取組みが不足していたこと， • これまでの安定した運転実績や不祥事の経験などからルール遵守を徹底する一方でこれに満足せず，さらに安全性を強化する活動を追求できていなかったこと • 電力事業者の安全性向上活動を支援するために設立した JANTI を十分に活用してこなかったことがあげられ，組織活用の仕組みに課題が浮び上がった。 これらの反省に立ち，原子力産業界は米国の INPO を組織設計のモデルとして平成 24 年（2012 年）11 月に JANTI を発展的に解消し，新たに原子力安全推進協会（以下「JANSI」）を設立した。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 46.3 JANSI 活動への期待
	関連知見 No	知見 5 全ては変わるのであり、変化に柔軟に対応する。
	関連教訓 No	教訓 5-1、通番 15 新知見、環境変化への対応姿勢
	関連細目 No	細目 5-1-2、細 46 トップは強いコミットメントを発信し、外部機関のレビュー等を活用し継続的に安全性を向上させる。
キーワード		
11	保守管理・運転管理	**外部レビュー等**：JANSI 活動への期待
13	関係組織	**海外機関**：IAEA－OSART、WANO **事業者関連**：JANSI2
14	文献・出典	**学協会関連**：学会事故調報告書 44

資料 47.1（資 117）

〔問い掛け学ぶ姿勢の重要性〕

学会事故調報告書に問い掛け学ぶ姿勢の重要性が示されている。

- **「学ぶ態度」とは過去の教訓や国内外の原子力発電所における運転経験を適切に分析・評価し，その反映として必要な設備の改造や運用の変更などを確実に実施することであり，「問いかける姿勢」とは日々の設計，建設，運転，保守などの業務において，「これでよいか（最善策か）」とつねに問いかけることである。この結果，世界最高水準の原子力発電所の安全性・信頼性が達成されることになる。**
- **学ぶ態度や問いかける姿勢を根づかせることにより「気づき」が生まれ，設備や運用の改善につなげることが可能となる。**
- **常に過信や慢心を排し，「学ぶ態度」および「問いかける姿勢」を根付かせ，その定着度合いを定期的に確認・評価する必要がある。特に，原子力関係組織のトップが原子力安全に強いコミットメントを示すことが不可欠であり，トップ自らが機会あるごとに原子力安全の意識を高める指導を行わなければならない。他**

＜問い掛け学ぶ姿勢について＞

（学会事故調報告）

- 「学ぶ態度」とは過去の教訓や国内外の原子力発電所における運転経験を適切に分析・評価し，その反映として必要な設備の改造や運用の変更などを確実に実施することであり，「問いかける姿勢」とは日々の設計，建設，運転，保守などの業務において，「これでよいか（最善策か）」とつねに問いかけることである。この結果，世界最高水準の原子力発電所の安全性・信頼性が達成されることになる。(292P)
- 学ぶ態度や問いかける姿勢を根づかせることにより「気づき」が生まれ，設備や運用の改善につなげることが可能となる。(292P)
- 過酷事故対策を規制当局による規制要件とすることで過酷事故対策が強化されることは確かであるが，それとともに事業者がつねに自ら最新の研究成果を取り入れて安全向上に取り組むような仕組みを整えることが必要である。(343P)
- 原子力分野の人材の育成にあたっては，「原子力安全」を最優先する価値観の継続的向上を図るべきである。常に過信や慢心を排し，「学ぶ態度」および「問いかける姿勢」を根付かせ，その定着度合いを定期的に確認・評価する必要がある。特に，原子力関係組織のトップが原子力安全に強いコミットメントを示すことが不可欠であり，トップ自らが機会あるごとに原子力安全の意識を高める指導を行わなければならない。また，原子力分野の職務には放射線防護など原子力に特有の安全知識と経験が必須であることを制度的に明確化し，必要な教育・訓練を徹底すべきである。(369P)

（JANSI　安全文化の 7 原則）

問い掛け学ぶ姿勢は、JANSI の安全文化の 7 原則の「原則 5　個人・組織の姿勢」に記載され

ている。

＜原則５＞個人・組織の姿勢

組織及びその構成員である個人は積極的に学び、向上し、改善する姿勢があること

（解説）

安全に関して積極的に学び、責任を持って是正・改善する姿勢は、個人に限らず、組織全体にも求められる重要な要素です。

まずは、過去の不具合事例やヒヤリハット体験を積極的に活用する（原則６参照）と同時に、研修や訓練などの教育活動にも率先して参加することが求められます。

学習という点では、自分の仕事だけに限定することなく、関連性のある仲間の仕事内容についても学び、自分の担当作業の安全性にどのように関わるものなのか、正しく知っておくことが非常に大切です。また、他の組織や原子力以外の業界における良好事例など、安全に関して幅広い情報を収集する意欲も持っていなければなりません。

＜関連 Q&A（例）＞

Q2-12	問い掛け学ぶ姿勢とは何か。
A	（JANSI　安全文化の 7 原則） 問い掛け学ぶ姿勢は、JANSI の安全文化の 7 原則の「原則 5　個人・組織の姿勢」に記載されている。 ＜原則 5 ＞個人・組織の姿勢 組織及びその構成員である個人は積極的に学び、向上し、改善する姿勢があること （解説） 安全に関して積極的に学び、責任を持って是正・改善する姿勢は、個人に限らず、組織全体にも求められる重要な要素です。 まずは、過去の不具合事例やヒヤリハット体験を積極的に活用する（原則 6 参照）と同時に、研修や訓練などの教育活動にも率先して参加することが求められます。 学習という点では、自分の仕事だけに限定することなく、関連性のある仲間の仕事内容についても学び、自分の担当作業の安全性にどのように関わるものなのか、正しく知っておくことが非常に大切です。また、他の組織や原子力以外の業界における良好事例など、安全に関して幅広い情報を収集する意欲も持っていなければなりません。 （学会事故調報告書（292P）） • 「学ぶ態度」とは過去の教訓や国内外の原子力発電所における運転経験を適切に分析・評価し，その反映として必要な設備の改造や運用の変更などを確実に実施することであり，「問いかける姿勢」とは日々の設計，建設，運転，保守などの業務において，「これでよいか（最善策か）」とつねに問いかけることである。この結果，世界最高水準の原子力発電所の安全性・信頼性が達成されることになる。 • 学ぶ態度や問いかける姿勢を根づかせることにより「気づき」が生まれ，設備や運用の改善につなげることが可能となる。
Q2-13	原子力分野の人材の育成に必要なものは何か。
A	（学会事故調報告書（369P）） 原子力分野の人材の育成にあたっては，「原子力安全」を最優先する価値観の継続的向上を図るべきである。常に過信や慢心を排し，「学ぶ態度」および「問いかける姿勢」を根付かせ，その定着度合いを定期的に確認・評価する必要がある。特に，原子力関係組織のトップが原子力安全に強いコミットメントを示すことが不可欠であり，トップ自らが機会あるごとに原子力安全の意識を高める指導を行わなければならない。また，原子力分野の職務には放射線防護など原子力に特有の安全知識と経験が必須であることを制度的に明確化し，必要な教育・訓練を徹底すべきである。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 47.1 問い掛け学ぶ姿勢の重要性
	関連知見 No	知見 5 全ては変わるのであり、変化に柔軟に対応する。
	関連教訓 No	教訓 5-1、通番 15 新知見、環境変化への対応姿勢
	関連細目 No	細目 5-1-3、細 47 各個人が問い掛け学ぶ姿勢を堅持し、風通しの良い組織を作る。
キーワード		
2	安全文化と QMS	**個人・組織の姿勢**：問い掛け学ぶ姿勢 3 **安全文化の劣化**：劣化の 5 段階 2
14	文献・出典	**学協会関連**：学会事故調報告書 45

資料 48.1（資 118）

〔なぜ事故シナリオを想定できなかったか。〕

東電原子力安全改革プランにおいて、事故を防げなかったことに対する分析が示されている。

- **原子力部門の持つ構造的な問題の相関を整理した結果、「安全は既に確立されたものと思いこみ、稼働率等を重要な経営課題と認識した結果、事故への備えが不足した」という構図が浮かび上がった。この原子力部門の持つ構造的な問題を助長する負の連鎖が、強固に組織内に定着していため、その解消が難しかった。**
- **2002 年のトラブル隠しへの対応として、QMS を導入し、原子力安全・保安院による保安検査も相まってマニュアルの整備等による業務品質の向上に積極的に取り組んできた。しかしながら、小さな不適合の低減は品質の向上には寄与してきたものの、不適合低減という品質向上への高い意識だけでは、原子力という特別なリスクを扱う原子力事業者に必要な強い安全意識（特に、深層防護）を確立し、維持することにはつながらなかった。**
- **原子力リスク管理会議（2010 年11 月）にリスクシナリオが提示されたが、『シビアアクシデントを規制の対象とする動きがあるが、規制化の内容によっては、コストに見合わない設備要求や既設炉へのバックフィット、設置許可取り消し訴訟の再燃等多くの局面で多大な対応を余儀なくされる。』とされ、「設計基準事象を超えるシビアアクシデント」が生じた場合のリスクシナリオは提示されなかった。**

＜事故の備えが不足した負の連鎖＞（東電原子力安全改革プラン）

（15P）

根本原因：
過去の判断に捉われて全電源喪失等により過酷事故が発生する可能性は十分小さく、更に安全性を高める必要性は低いと思い込んだ結果、過酷事故対策の強化が停滞した。

分析の結果、問題点としてあがった項目を「安全意識」「技術力」「対話力」の観点から以下のとおり整理した。

【安全意識の問題点】

- 「稼働率」が経営課題と位置づけられて組織に浸透しているのに対し、「継続的に安全性を高めること」は重要な経営課題として位置づけられていなかったため、組織全体の共通認識となっていなかった。
- これまでに実施したアクシデントマネジメント策でシビアアクシデント対策は十分と過信し、コストに見合わない対策を求められることを恐れて、規制当局がこれを規制事項とすることに強く反対した。
- 上記の旧原子力経営層の意識が現場での対策の立案や実施のプロセスに影響し、予算の確保や的確な実施が難しくなっていた。

（50P）

２．１～２．３の根本原因分析により整理された「安全意識」、「技術力」、「対話力」の問題点及び２．４の問題点のつながりや構造を明らかにすべく、更なる深掘り分析を行なった。なぜなら、これまでの旧原子力経営層の誰一人として「安全最優先」としなかった者はいなかったが、「安全最優先をビジョンとして掲げた組織が、なぜ今回の福島原子力事故を防げなかったのか」ということが問題の本質と考えられるからである。

電気事業を取り巻く経営環境はここ十数年の間に大きく変化しており、当社の場合は一連の不祥事、更に、2007 年の新潟県中越沖地震という稼働率に大きく影響を与えた災害が発生しており、経営層からの原子力部門に対する稼働率向上の要請は極めて強くなっていった。一方、「安全最優先」をビジョンと掲げていても、現実に頻発した人身災害や火災といった安全問題にリソースを割いており、一定の過酷事故対策を実施した後には安全は確立されたものと思い込み、稼働率等を重要な経営課題と認識した。このため、業務の優先順位を決めるリスクマップでは、原子炉停止期間の長期化の回避（稼働率の向上）が評価軸の一つとして作成され、過酷事故対策のように、その対策による効果が評価しにくいものは、先送りされることとなった。例えば、ひびの発見が長期停止を余儀なくされる可能性があったシュラウドについては、安全性の向上にはあまり寄与しないものの数百億円をかけて交換を実施した一方、プラントの稼働率に直接貢献しないバッテリー室の水密化対策等は実施されなかった。

そのような状況下で、SCC や地震対策のように過剰なコストをかけても稼働率が向上すればそのコストを回収できるとして、稼働率維持・向上を確実なものとする対策を実施し、メーカー依存が進んだことで、当社の技術力低下、高コスト体質となっていった。更に、稼働率さえ向上すれば多少の高コストは回収できるという原子力の特性がこの連鎖を助長したものと考えられる。そして、この技術力低下は、規制当局と純粋に技術論を議論する能力や、原子力の残余のリスクを開示する能力の低下の一因となり、リスクコミュニケーションを躊躇することで、対話力低下に拍車がかかった。

また、2002 年のトラブル隠しへの対応として、QMS を導入し、原子力安全・保安院による保安検査も相まってマニュアルの整備等による業務品質の向上に積極的に取り組んできた。しかしながら、小さな不適合の低減は品質の向上には寄与してきたものの、不適合低減という品質向上への高い意識だけでは、原子力という特別なリスクを扱う原子力事業者に必要な強い安全意識（特に、深層防護）を確立し、維持することにはつながらなかった。

これら原子力部門のもつ構造的な問題の相関を整理し、事故の備えが不足した負の連鎖を図2-2 に示す。これにより、一つひとつの「負」の項目が一連の流れをもち、その全体像として「安全は既に確立されたものと思いこみ、稼働率等を重要な経営課題と認識した結果、事故への備えが不足した」という構図が浮かび上がった。この原子力部門の持つ構造的な問題を助長する負の連鎖が、強固に組織内に定着していため、その解消が難しかった。

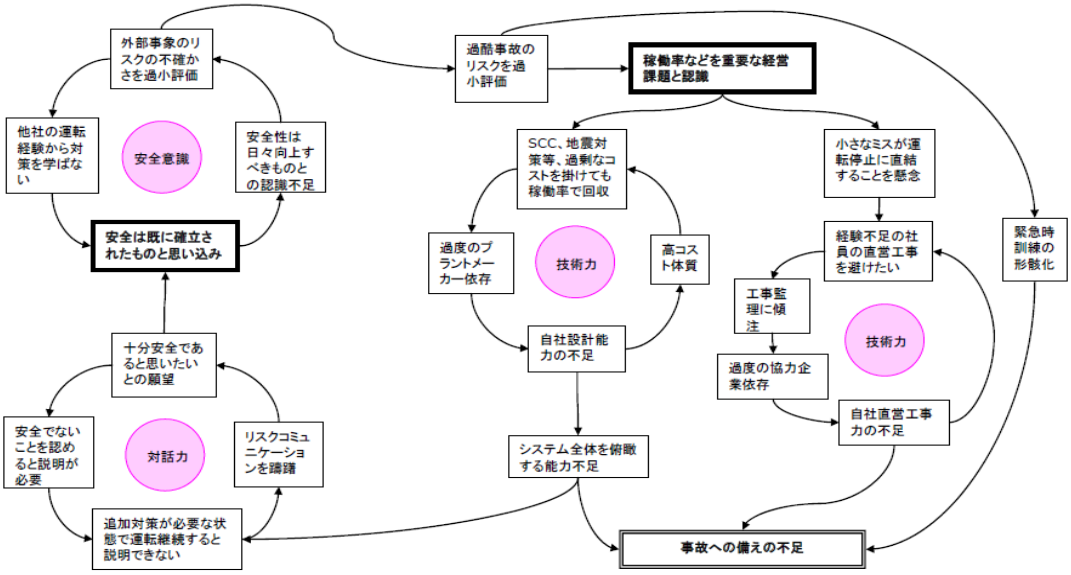


図２－２　事故の備えが不足した負の連鎖

一方、福島原子力事故は、原子力部門の負の連鎖の問題のみによって引き起こされたわけではない。原子力発電という特別なリスクを扱う企業として、当時の経営層全体のリスク管理に甘さがあったと考えられる。

2002 年の当社における原子力不祥事、それに前後する他企業におけるリスク管理の不適切な事例の発生等を受け、全社的なリスク管理の必要性・重要性が改めて認識されるようになった。2004 年7 月、経営に極めて重要な影響を与えうる「法令違反、企業倫理違反」「人身災害」発生時の的確なダメージコントロール（被害の拡大防止）を全社横断的に総括管理するため「リスク管理委員会」を設置した。その後、電力自由化の範囲の拡大に伴う競争の進展や企業活動の多角化、環境問題の高まり（PCB、アスベスト等）、個人情報保護の強化等、当社が抱えるリスクが多様化するなか、2006 年の会社法改正により内部統制（業務の適正を確保するための体制）の整備が義務づけられた。こうした状況を踏まえ、平常時における当社グループ全体のリスクを総括的に認識し管理していくため、全社的リスク管理の基本方針を定め、グループ全体のリスク管理体制を整備した。原子力部門においても、全社的なリスク管理体制の強化にあわせ、2007年6 月に、部門における平常時のリスク管理状況を一元的に総括するための会議体として「原子力リスク管理会議」を設置した。

このような全社的なリスク管理体制の中で、「設計基準事象を超えるシビアアクシデント」に関しては、原子力リスク管理会議（2010 年11 月）において以下の通りのリスクシナリオが提示されている。

『設計基準事象を超えるシビアアクシデントを規制の対象とする動きが原安委、NISA内にある。規制化の内容によっては、コストに見合わない設備要求や既設炉へのバックフィット、設置許可取り消し訴訟の再燃等多くの局面で多大な対応を余儀なくされる。』

上述の通り、設計基準事象を超えるシビアアクシデントについては、規制化のリスクとして捉え、実際に「設計基準事象を超えるシビアアクシデント」が生じた場合のリスクシナリ

オは提示されなかった。

更に原子力部門から上記リスクシナリオの提示を受けた「リスク管理委員会（2011年2 月）」においても、原子力部門が検討したリスクシナリオの深掘りや別の視点からの再評価が十分でなく、「設計基準事象を超えるシビアアクシデント」により原子力事故につながるリスクシナリオを描くことはできず、原子力災害のような重大リスクへの対応の妥当性について議論されることはなかった。

今後は経営層全体で、原子力部門から独立した第三者の専門的知見等を効果的に活用し、原子力部門による原子力安全リスク（原子力災害等）の管理状況の監視・監督機能を改善･強化していく。

＜関連 Q&A（例）＞

Q8-23	シビアアクシデントをなぜリスクと認識しなかったのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（15P）） 【安全意識の問題点】 • 「稼働率」が経営課題と位置づけられて組織に浸透しているのに対し、「継続的に安全性を高めること」は重要な経営課題として位置づけられていなかったため、組織全体の共通認識となっていなかった。 • これまでに実施したアクシデントマネジメント策でシビアアクシデント対策は十分と過信し、コストに見合わない対策を求められることを恐れて、規制当局がこれを規制事項とすることに強く反対した。 • 上記の旧原子力経営層の意識が現場での対策の立案や実施のプロセスに影響し、予算の確保や的確な実施が難しくなっていた。 【技術力の問題点】 • 海外の運転経験やテロ等の情報を見ても、外的事象（自然現象やテロ）によって全電源喪失が発生し過酷事故に至るリスクが無視できないものであると考えることができなかった。 • 海外情報や他発電所の運転経験情報から自らの力で問題を見つけ出し、更に有益な対策を見つけ出す技術力が不足した。 • 外的事象のPRA の手法開発にこだわり、具体的な対策の提案が遅れた。 • 限られたリソースの活用や短期間で合理的な安全対策を考える力が不足した。 • 対策の提案は新たな仕事を増やすことにつながるため消極的な調査になっていた。 （東電原子力安全改革プラン（50P）） 「安全最優先」をビジョンと掲げていても、現実に頻発した人身災害や火災といった安全問題にリソースを割いており、一定の過酷事故対策を実施した後には安全は

	確立されたものと思い込み、稼働率等を重要な経営課題と認識した。このため、業務の優先順位を決めるリスクマップでは、原子炉停止期間の長期化の回避（稼働率の向上）が評価軸の一つとして作成され、過酷事故対策のように、その対策による効果が評価しにくいものは、先送りされることとなった。例えば、ひびの発見が長期停止を余儀なくされる可能性があったシュラウドについては、安全性の向上にはあまり寄与しないものの数百億円をかけて交換を実施した一方、プラントの稼働率に直接貢献しないバッテリー室の水密化対策等は実施されなかった。
Q8-24	なぜSAに至るリスクシナリオが提示されなかったのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（50P、52P）） • 2002 年のトラブル隠しへの対応として、QMS を導入し、原子力安全・保安院による保安検査も相まってマニュアルの整備等による業務品質の向上に積極的に取り組んできた。しかしながら、小さな不適合の低減は品質の向上には寄与してきたものの、不適合低減という品質向上への高い意識だけでは、原子力という特別なリスクを扱う原子力事業者に必要な強い安全意識（特に、深層防護）を確立し、維持することにはつながらなかった。（50P） • 「設計基準事象を超えるシビアアクシデント」に関しては、原子力リスク管理会議（2010 年11 月）において、『設計基準事象を超えるシビアアクシデントを規制の対象とする動きが原安委、NISA内にある。規制化の内容によっては、コストに見合わない設備要求や既設炉へのバックフィット、設置許可取り消し訴訟の再燃等多くの局面で多大な対応を余儀なくされる。』とのリスクシナリオが提示された。（52P） • 原子力部門から上記リスクシナリオの提示を受けた「リスク管理委員会（2011 年2 月）」においても、原子力部門が検討したリスクシナリオの深掘りや別の視点からの再評価が十分でなく、「設計基準事象を超えるシビアアクシデント」により原子力事故につながるリスクシナリオを描くことはできず、原子力災害のような重大リスクへの対応の妥当性について議論されることはなかった。（52P）

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 48.1 なぜ事故シナリオを想定できなかったか。
	関連知見 No	知見 6 危険の存在を認め、危険に正対して議論できる文化を作る。
	関連教訓 No	教訓 6-1、通番 16 危険に正対して議論できる文化
	関連細目 No	細目 6-1-1、細 48 安全パラドックスにとらわれず、安全性の向上に取り組む。
キーワード		
2	安全文化と QMS	**安全最優先の価値観**：安全神話の形成 2、安全最優先の形骸化 2 **QMS の課題**：QMS の最適化への取組み 1 **円滑なコミュニケーション**:リスクコミュニケーション 3
8	リスク管理	**安全リスク**：原子力特有リスク 8 **企業リスク**：経営リスク 2、信用失墜リスク、設備利用率低下リスク 4、コスト負担リスク 4、バックフィットリスク 3、取消訴訟影響リスク 3、規制化リスク 2 **リスクへの対応**：費用対効果 1、リスクマネジメント 4
11	保守管理・運転管理	**根本原因分析**：根本原因分析 1
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 57

資料 48.2（資 119）

〔想定を超える津波来襲のリスクを公表しなかったことに対する見解〕

東電原子力安全改革プランにおいて、想定を超える津波来襲の試算結果が社内で議論されたが当該リスクを公表しなかったことに対する見解が示されている。

- **2008 年 6 月に 15.7mという想定を超える津波来襲の試算結果が得られたが当該リスクは公表されなかった。その根底には、不確定なリスク情報を公表することにより立地地域の方々の不安を招き、稼働率低下を招くということを懸念する旧原子力経営層のリスク認識があったと考えられる。**
  このようにリスクに関して説明ができなかった背景には、
  －経営層および原子力リーダーがリスクの存在を認識していない、または、そのリスクを地域や社会にどのように伝えるのかという方針を明確に示さなかった。
  －想定外の津波来襲の「リスク」を公表すると津波の影響を完璧に防ぐ万全の対策が求められるとともに、対策完了までの間、運転停止を余儀なくされることを懸念した。
  －「ゼロリスクではない」ということを、立地地域の方々に対して、責任を持って説明する覚悟とそれだけの対話力・技術力が不足した。
  －また、これまでの「しない風土」、「させない仕組み」、「言い出す仕組み」により法令遵守に関する企業体質は改善されているものの、会社全体として、経営層も含め、社会のみなさまの目線に立って行動できるような企業体質にまで至っていない。

＜リスク情報の公表について＞（東電原子力安全改革プランより）

その1：47P、48P

しかしながら、2008 年6 月に15.7mという想定を超える津波来襲の試算結果について社内で議論された際には、当時の部長指示で技術・広報担当が同席していたにも関わらず、当該リスクは公表されなかった。

原子力部門として「安全上のリスクである」と判断をしなかったり、リスク情報であっても起こっていないことは公表しないという意識があったりする中で、リスク情報を発信することは極めて困難であった。また、“地域の皆さまの目線に基づき会社としての方針策定やリスク認識を提言する”ための仕組みも、技術・広報担当の権限が不明確、監視の仕組みの不足等から十分に機能しなかった。更に、公表しなかった大きな背景の一つには、不確定なリスク情報を公表することにより立地地域の方々の不安を招き、稼働率低下を招くということを懸念する旧原子力経営層のリスク認識が根底にあったと考えられる。

その2：46P、47P

（４）原子力広報の状況について

今回の事故の結果から振り返ると、想定外の津波来襲リスクについて公表しておくべきであり、併せて様々な安全対策を積み上げても過酷事故が起きる可能性はゼロではないことを伝え、事故の影響を緩和する対策の必要性を説明すべきであったと考える。このようにリスクに関して説明ができなかった背景には、

－経営層および原子力リーダーがリスクの存在を認識していない、または、リスクを認識しても、リスク公表を現場任せにし、そのリスクを地域や社会にどのように伝えるのかという方針を明確に示さなかった。
－想定外の津波来襲の「リスク」を公表すると津波の影響を完璧に防ぐ万全の対策が求められるとともに、対策完了までの間、運転停止を余儀なくされることを懸念した。
－「ゼロリスクではない」ということを、立地地域の方々に対して、責任を持って説明する覚悟とそれだけの対話力・技術力が不足した。この点では立地担当者と原子力技術者の連携が不足した。
－また、これまでの「しない風土」、「させない仕組み」、「言い出す仕組み」により法令遵守に関する企業体質は改善されているものの、社会のみなさまの目線に立って行動できるような企業体質にまで至っていない。すなわち、立地地域や社会の皆さまの心情への感度が、原子力部門だけでなく会社全体に不足し、社会と誠実に向き合う姿勢が足りなかった。更に、経営層も原子力部門を中心に関連する部門に対し、社会のみなさまの目線に立った行動を十分に促せなかった。

＜関連 Q&A（例）＞

Q12-25	なぜ想定を超える津波来襲（15.7m）のリスクを公表しなかったのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（47P） • 原子力部門として「安全上のリスクである」と判断をしなかったり、リスク情報であっても起こっていないことは公表しないという意識があったりする中で、リスク情報を発信することは極めて困難であった。 • “地域の皆さまの目線に基づき会社としての方針策定やリスク認識を提言する”ための仕組みも、技術・広報担当の権限が不明確、監視の仕組みの不足等から十分に機能しなかった。 • 公表しなかった大きな背景の一つには、不確定なリスク情報を公表することにより立地地域の方々の不安を招き、稼働率低下を招くということを懸念する旧原子力経営層のリスク認識が根底にあったと考えられる。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 48.2 想定を超える津波来襲のリスクを公表しなかったことに対する見解
	関連知見 No	知見 6 危険の存在を認め、危険に正対して議論できる文化を作る。
	関連教訓 No	教訓 6-1、通番 16 危険に正対して議論できる文化
	関連細目 No	細目 6-1-1、細 48 安全パラドックスにとらわれず、安全性の向上に取り組む。
キーワード		
1	事故対応	**主要事象**：想定を超える津波 5
2	安全文化と QMS	**円滑なコミュニケーション**：リスクコミュニケーション 4、対話力・技術力の不足 2、リスク情報の公開 1
8	リスク管理	**リスクの本質**：不確実性リスク 7 **企業リスク**：経営リスク 3、設備利用率低下リスク 5、発電停止リスク 1、過剰対策リスク 2 **リスクへの対応**：リスクマネジメント 5
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 58

資料 48.3（資 120）

〔安全神話の形成に至った原子力広報のあり方〕

東電原子力安全改革プランにおいて、安全神話の形成に至った原子力広報のあり方に関する見解が示されている。

- **「原子力は危ないものであるので、危なくないようにコントロール（安全対策）しなければいけない」と説明をするように方針を明示し、スクリプトも整備していた。一方で、会社方針として具体的なリスクを積極的に公開しようとする姿勢ではなかったため、相手には「一連の安全対策実施済み＝概ね安全」ということしか伝わらず、徐々に安全神話が形成されたと推測される。**

＜原子力広報について＞（東電原子力安全改革プラン・48P、49P より）

原子力PA 活動は、広報部および立地地域部を中心にPA 方針を策定し、これらの部門に加えて主に営業部門が、方針に基づき原子力発電所等の原子力関連施設へのご案内を中心とした活動を展開してきた。「原子力は危ないものであるので、危なくないようにコントロール（安全対策）しなければいけない」と説明をするように方針を明示し、スクリプトも整備していた。一方で、会社方針として具体的なリスクを積極的に公開しようとする姿勢ではなかったため、相手には「一連の安全対策実施済み＝概ね安全」ということしか伝わらず、徐々に安全神話が形成されたと推測される。

また、原子力PA の担い手に関して見ると、「視察キャンペーン（2001 年電事連・各電力会社による原子力発電所視察ご案内100 万人キャンペーン）」によるご案内機会の増加等を受け、広く他部門の社員が担い手となっており、これらの活動に関わった社員から、今回の事故以降、「絶対安全ですと言ってしまったことを後悔している」という声が聞かれる。このように、担い手が広がったときに、いかに説明方針の徹底を図るかも課題であり、今後、リスク公表を前提とした活動をするにあたっては、方針の浸透度合いや、実態を定点で把握し方法や体制を見直していくマネジメントの強化が必要である。

＜関連 Q&A（例）＞

Q12-23	安全神話はどのように形成されていったと考えるか。
A	（東電原子力安全改革プラン（48P）） 「原子力は危ないものであるので、危なくないようにコントロール（安全対策）しなければいけない」と説明をするように方針を明示し、スクリプトも整備していた。一方で、会社方針として具体的なリスクを積極的に公開しようとする姿勢ではなかったため、相手には「一連の安全対策実施済み＝概ね安全」ということしか伝わらず、徐々に安全神話が形成されたと推測される。 原子力 PA に関わった社員から、今回の事故以降、「絶対安全ですと言ってしまったことを後悔している」という声が聞かれる。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 48.3 安全神話の形成に至った原子力広報のあり方
	関連知見 No	知見 6 危険の存在を認め、危険に正対して議論できる文化を作る。
	関連教訓 No	教訓 6-1、通番 16 危険に正対して議論できる文化
	関連細目 No	細目 6-1-1、細 48 安全パラドックスにとらわれず、安全性の向上に取り組む。
キーワード		
2	安全文化と QMS	**安全最優先の価値観**：安全神話の形成 3 **円滑なコミュニケーション**：リスクコミュニケーション 5、リスク情報の公開 2
8	リスク管理	**安全リスク**：原子力特有リスク 9
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 59

資料 48.4（資 121）

〔過酷事故対策が遅れたことに対する問題点〕

東電原子力安全改革プランにおいて、過酷事故対策が遅れたことに対する問題点が示された。

- **「継続的に安全性を高めること」は重要な経営課題として位置づけられておらず、規制当局がシビアアクシデント対策を規制事項とするとコストに見合わない対策を求められると強く反対した。このような旧原子力経営層の意識が現場での対策の立案や実施のプロセスに影響し、予算の確保や的確な実施が難しくなっていた。**
- **海外の運転経験やテロ等の情報を見ても、技術力の不足や対策の提案は新たな仕事を増やすことにつながるという消極的な姿勢等によって、外的事象（自然現象やテロ）によって全電源喪失が発生し過酷事故に至るリスクが無視できないものであると考えることができなかった。**
- **リスクを社会に開示する必要性を感じておらず、過酷事故対策の必要性を認めると、現状の原子力発電所が十分に安全であることを説明することは困難になり、設置許可取消訴訟等に悪影響があると考えた。また、規制当局と安全に関する議論をオープンな場で実施するコミュニケーション力が不足していた。**

＜過酷事故対策の停滞に対する問題点＞（東電原子力安全改革プラン）

（15P、16Pより）

根本原因：
過去の判断に捉われて全電源喪失等により過酷事故が発生する可能性は十分小さく、更に安全性を高める必要性は低いと思い込んだ結果、過酷事故対策の強化が停滞した。

分析の結果、問題点としてあがった項目を「安全意識」「技術力」「対話力」の観点から以下のとおり整理した。

【安全意識の問題点】

- 「稼働率」が経営課題と位置づけられて組織に浸透しているのに対し、「継続的に安全性を高めること」は重要な経営課題として位置づけられていなかったため、組織全体の共通認識となっていなかった。
- これまでに実施したアクシデントマネジメント策でシビアアクシデント対策は十分と過信し、コストに見合わない対策を求められることを恐れて、規制当局がこれを規制事項とすることに強く反対した。
- 上記の旧原子力経営層の意識が現場での対策の立案や実施のプロセスに影響し、予算の確保や的確な実施が難しくなっていた。

【技術力の問題点】

- 海外の運転経験やテロ等の情報を見ても、外的事象（自然現象やテロ）によって全電源喪失が発生し過酷事故に至るリスクが無視できないものであると考えることができなかった。
- 海外情報や他発電所の運転経験情報から自らの力で問題を見つけ出し、更に有益な対

策を見つけ出す技術力が不足した。

- 外的事象のPRA の手法開発にこだわり、具体的な対策の提案が遅れた。
- 限られたリソースの活用や短期間で合理的な安全対策を考える力が不足した。
- 対策の提案は新たな仕事を増やすことにつながるため消極的な調査になっていた。

【対話力の問題点】

- 過酷事故対策の必要性を認めると、現状の原子力発電所が十分に安全であることを説明することは困難になり、設置許可取消訴訟等に悪影響があると考えた。
- リスクを社会に開示する必要性を感じていなかった。
- 規制当局と安全に関する議論をオープンな場で実施するコミュニケーション力が不足していた。

(50P)

そのような状況下で、SCC や地震対策のように過剰なコストをかけても稼働率が向上すればそのコストを回収できるとして、稼働率維持・向上を確実なものとする対策を実施し、メーカー依存が進んだことで、当社の技術力低下、高コスト体質となっていった。更に、稼働率さえ向上すれば多少の高コストは回収できるという原子力の特性がこの連鎖を助長したものと考えられる。そして、この技術力低下は、規制当局と純粋に技術論を議論する能力や、原子力の残余のリスクを開示する能力の低下の一因となり、リスクコミュニケーションを躊躇することで、対話力低下に拍車がかかった。

また、2002 年のトラブル隠しへの対応として、QMS を導入し、原子力安全・保安院による保安検査も相まってマニュアルの整備等による業務品質の向上に積極的に取り組んできた。しかしながら、小さな不適合の低減は品質の向上には寄与してきたものの、不適合低減という品質向上への高い意識だけでは、原子力という特別なリスクを扱う原子力事業者に必要な強い安全意識（特に、深層防護）を確立し、維持することにはつながらなかった。

これら原子力部門のもつ構造的な問題の相関を整理し、事故の備えが不足した負の連鎖を図2-2 に示す。これにより、一つひとつの「負」の項目が一連の流れをもち、その全体像として「安全は既に確立されたものと思いこみ、稼働率等を重要な経営課題と認識した結果、事故への備えが不足した」という構図が浮かび上がった。この原子力部門の持つ構造的な問題を助長する負の連鎖が、強固に組織内に定着していため、その解消が難しかった。

＜関連 Q&A（例）＞

Q8-22	SA 対策が停滞した原因は何か。
A	（東電原子力安全改革プラン（15P）） 過去の判断に捉われて全電源喪失等により過酷事故が発生する可能性は十分小さく、更に安全性を高める必要性は低いと思い込んだ結果、過酷事故対策の強化が停滞した。 （東電原子力安全改革プラン（51P）） 根本原因分析を深掘りした結果、全体像として「安全は既に確立されたものと思いこみ、稼働率等を重要な経営課題と認識した結果、事故への備えが不足した」という構図が浮かび上がった。この原子力部門の持つ構造的な問題を助長する負の連鎖が、強固に組織内に定着していため、その解消が難しかった。
Q12-26	SA 対策を公表することに対してどのような問題点を持っていたか。
A	（東電原子力安全改革プラン（16P）） • 過酷事故対策の必要性を認めると、現状の原子力発電所が十分に安全であることを説明することは困難になり、設置許可取消訴訟等に悪影響があると考えた。 • リスクを社会に開示する必要性を感じていなかった。 • 規制当局と安全に関する議論をオープンな場で実施するコミュニケーション力が不足していた。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 48.4 過酷事故対策が遅れたことに対する問題点
	関連知見 No	知見 6 危険の存在を認め、危険に正対して議論できる文化を作る。
	関連教訓 No	教訓 6-1、通番 16 危険に正対して議論できる文化
	関連細目 No	細目 6-1-1、細 48 安全パラドックスにとらわれず、安全性の向上に取り組む。
キーワード		
1	事故対応	**主要事象**：全電源喪失 8、SA
2	安全文化と QMS	**安全最優先の価値観**：**安全最優先の形骸化** 3、安全パラドックス 2、安全神話の形成 4、継続的改善 1 **円滑なコミュニケーション**：リスク情報の公開 3、対話力・技術力の不足 3 **個人・組織の姿勢**：問い掛け学ぶ姿勢 4
8	リスク管理	**安全リスク**：自然災害リスク 5、過酷事故リスク、外的事象リスク 2 **企業リスク**：業務量増加リスク、取消訴訟影響リスク 4、規制化リスク 3、過剰対策コスト **リスクへの対応**：費用対効果 2、PRA 手法
10	改善（安全設計・運用）	**深層防護の徹底**：影響緩和策 5
11	保守管理・運転管理	**トラブル情報の反映**：運転経験情報 4 **海外のトラブル情報**：海外のトラブル情報
13	関係組織	**国関連**：保安院 6
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 60

資料 48.5（資 122）

〔津波対策を取らなかった背後要因〕

東電原子力安全改革プランにおいて、津波対策がとられなかったことに対する問題点の中で安全パラドックスに関するものは以下のとおり。

- **完璧に津波の影響を封じることができる対策でないと、立地地域及び規制当局のみなさまに納得してもらえないと思いこんだ。また、原子力災害リスクがゼロという説明ができないと、想定を超える津波が来襲する可能性が残っていることを積極的に社外に対して説明することを躊躇した。**
- **防潮堤による津波防止対策は考えるが、原子力災害が発生した後の緩和策という柔軟な考えに至らず、実効性があり迅速に適用できる対策を採用できなかった。**

＜津波対策を取らなかった根本原因＞（東電原子力安全改革プラン（20P））

根本原因：
知見が十分とは言えない津波に対し、想定を上回る津波が来る可能性は低いと判断し、自ら対策を考えて迅速に深層防護の備えを行う姿勢が足りなかった。

＜津波対策への取組みの問題点＞（東電原子力安全改革プラン・18P より）

根本原因分析から得られた問題点と背後要因の整理を以下のとおり行なった。

問題点(津波－①):津波という不確かさが大きな自然災害に慎重に対処するという謙虚さが不足した。

（背後要因）

- 津波評価担当部門は、東日本の太平洋における津波の調査期間は 400 年程度であるが、再来周期がそれよりも長い津波について評価手法の保守性の余裕でカバーできると考えていた。しかしながら、津波についての知見は他の自然災害に比較して少ないこと等から、不確実性が大きく、津波高さの評価結果だけに依存せず、それぞれの部門の視点で対策すべきことを伝えていなかった。
- 安全担当部門は、原子力の安全設計において一般に無視して良い事象の発生頻度は100万年に1 回以下であるのに対し、建設直前の1960 年に発生した津波を最大と想定していることを課題と認識して過去の津波の発生を積極的に調査するよう津波評価担当部門に依頼しなかった。
- 設備設計担当部門は、想定を超える津波が来襲した場合、直ちにヒートシンク喪失（号機によっては全電源喪失）等の深刻な事態に陥り、炉心溶融につながりかねない事態に至る（クリフエッジ事象である）ことを軽視した。
- 旧原子力経営層は、土木や建築部門を対象に原子力リスクや過酷事故の教育を行っておらず、津波評価担当部門が自身の評価の不確定さがどの程度原子炉安全に影響するかを理解する機会が付与されなかった。
- 旧原子力経営層は、巨大津波が発生するか否かに傾注してしまい、災害として発生した

際の影響度が大きい（クリフエッジ事象である）ことを踏まえて迅速に対策を実施するという意識が不足した。

問題点(津波－②)：法令や規格・基準を満たしていれば十分とし、規格・基準を超えて自ら慎重にリスクを検討する力が欠けていた。

（背後要因）

- 安全及び設備設計担当部門は、土木学会の「原子力発電所の津波評価技術」は福島県沖の海溝沿いには津波波源はないとの見解を保証したものではないことを認識していなかった。
- 安全及び設計担当部門は、土木学会の「原子力発電所の津波評価技術」は、波源モデルの設定によって評価結果が大きく変わることに注意が足りなかった。
- 旧原子力経営層は、自社内の試算だけでは対策につなげる根拠は弱いとして、土木学会の専門家に検討を依頼し、迅速な対策は実施されなかった。
- 旧原子力経営層は、対外的な説明をするにあたり、社内検討としての結果より、学会等の手法に基づき実施している方が理解されやすいと考えた。
- 旧原子力経営層を初め原子力の組織全体が、法令上の要求事項や規制当局による指示に対処する機会が多く、その対応だけで十分と考えるようになりがちであった。

問題点(津波－③)：原子力の設計では保守的に判断することが一般的であるが、新しい知見・見解の取り入れに対しては消極的であった。

（背後要因）

- 地震本部の見解も多数の専門家が集まって出した結論であり、土木学会だけに頼らず、真摯に提言に耳を傾ける姿勢が旧原子力経営層に不足した。
- 旧原子力経営層は、土木学会の中にも想定以上の津波発生の可能性について言及する者がいたが、少数意見だったため取り入れていなかったことを慎重に考慮するべきであった。
- 旧原子力経営層は、高い安全意識を持って自然災害が原子力災害につながるリスクを慎重に考え、深層防護に則った対策を実施するべきであった。

問題点(津波－④)：防潮堤による津波防止対策は考えるが、原子力災害が発生した後の緩和策という柔軟な考えに至らず、実効性があり迅速に適用できる対策を採用できなかった。

（背後要因）

- 原子力部門は、防潮堤等の津波防止対策には多額の費用を要することから、その必要性に関する技術検討や対外説明が十分でないと予算の確保が難しいと考えた。
- 安全、設備設計及び津波評価担当部門は、津波を完璧に防ぐ対策を基本とし、影響緩和対策（深層防護の第3 層、第4 層）の発想が乏しかった。
- 津波高さの検討は土木部門に依存し過ぎており、土木部門が設計条件として津波高さを

決めなければ、他の設計部門は対策の検討を開始できないという姿勢であった。

- 対策を検討する設備設計担当部門は、自ら課題を設定し解決するという安全意識や技術力が不足し、津波評価担当部門以外は旧原子力経営層からの指示がなければ積極的に検討に加わらなかった。

問題点(津波－⑤):完璧に津波の影響を封じることができる対策でないと、立地地域及び規制当局のみなさまに納得してもらえないと思いこんだ。

（背後要因）

- 設備設計担当部門は、津波対策が必要ということを認めること自体が、その時点での発電所が安全ではないということになり、その結果、立地地域及び規制当局のみなさまから過剰な対策を求められると思いこんだ。
- 原子力災害リスクがゼロという説明ができないと、想定を超える津波が来襲する可能性が残っていることを積極的に社外に対して説明することを躊躇した。

＜AM策強化への取組みの問題点＞（東電原子力安全改革プラン・12Pより）

問題点(過酷－④):外的事象に対する確率論的リスク評価（PRA:Probabilistic Risk Assessment）の手法開発に時間が掛かった。

（背後要因）

- 不確実性が大きな外的事象（地震、津波、火災）のPRA 開発は、技術的に難しい課題であった。
- 安全設計を担当する部門は、信頼できるPRA 手法が完成しないと、多額の費用が掛かる設備対策に対する合理的な説明ができず、社内合意を得ることは難しいと考えた。

＜関連 Q&A（例）＞

Q8-14	津波という不確実な自然災害になぜ慎重に対処しなかったのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（18P）） • 津波評価担当部門は、東日本の太平洋における津波の調査期間は 400 年程度であるが、再来周期がそれよりも長い津波について評価手法の保守性の余裕でカバーできると考えていた。 • 安全担当部門は、原子力の安全設計において一般に無視して良い事象の発生頻度は100 万年に1 回以下であるのに対し、過去の津波の発生を積極的に調査するよう津波評価担当部門に依頼しなかった。 • 設備設計担当部門は、想定を超える津波が来襲した場合、直ちにヒートシンク喪失（号機によっては全電源喪失）等の深刻な事態に陥り、炉心溶融につながりかねない事態に至る（クリフエッジ事象である）ことを軽視した。 • 旧原子力経営層は、巨大津波が発生するか否かに傾注してしまい、災害として発生した際の影響度が大きい（クリフエッジ事象である）ことを踏まえて迅速に対策を実施するという意識が不足した。
Q8-18	津波対策を取らなかった背後にはどのような問題点があったのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（18P）） 根本原因分析から得られた問題点と背後要因の整理を以下のとおり行なった。 問題点(津波－①)：津波という不確かさが大きな自然災害に慎重に対処するという謙虚さが不足した。 問題点(津波－②)：法令や規格・基準を満たしていれば十分とし、規格・基準を超えて自ら慎重にリスクを検討する力が欠けていた。 問題点(津波－③)：原子力の設計では保守的に判断することが一般的であるが、新しい知見・見解の取り入れに対しては消極的であった。 問題点(津波－④)：防潮堤による津波防止対策は考えるが、原子力災害が発生した後の緩和策という柔軟な考えに至らず、実効性があり迅速に適用できる対策を採用できなかった。 問題点(津波－⑤)：完璧に津波の影響を封じることができる対策でないと、立地地域及び規制当局のみなさまに納得してもらえないと思いこんだ。 （東電原子力安全改革プラン（12P））（社内合意、予算獲得の面） 問題点(過酷－④)：外的事象に対する確率論的リスク評価（PRA:Probabilistic Risk Assessment）の手法開発に時間が掛かった。 － 不確実性が大きな外的事象（地震、津波、火災）の PRA 開発は、技術的に難しい課題であった。 － 安全設計を担当する部門は、信頼できる PRA 手法が完成しないと、多額の費用が掛かる設備対策に対する合理的な説明ができず、社内合意を得ることは難しいと考えた。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 48.5 津波対策を取らなかった背後要因
	関連知見 No	知見 6 危険の存在を認め、危険に正対して議論できる文化を作る。
	関連教訓 No	教訓 6-1、通番 16 危険に正対して議論できる文化
	関連細目 No	細目 6-1-1、細 48 安全パラドックスにとらわれず、安全性の向上に取り組む。
キーワード		
2	安全文化と QMS	**安全最優先の価値観**：安全パラドックス 3、安全神話の形成 5 **円滑なコミュニケーション**：リスク情報の公開 4
3	地震・津波	**津波対策**：津波対策 2
8	リスク管理	**安全リスク**：原子力特有リスク 10 **企業リスク**：過剰対策リスク 3
13	関係組織	**国関係**：保安院 7 **地方自治体関連**：立地地域
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 61

資料 49.1（資 123）

〔3 号機格納容器からの放射性物質の直接放出についての見解〕

見解：東電未解明問題進捗報告（第 4 回）において、3 号機格納容器からの放射性物質の直接放出について見解が示された。

- **3 月 13 日 9 時、12 時頃のベントは成功したと考えられるものの、それ以降に実施したベントは成功していない可能性が高く、少なくとも 15 日の朝には格納容器の健全性を喪失し、放射性物質を放出する状態になっていたと考えられる。15、16 日については、ベントではなく格納容器からの直接放出が環境汚染につながったと可能性が高いことがわかった。**

＜3 号機格納容器からの放射性物質の直接放出について＞（東電未解明問題進捗報告（第 4 回）・50P より）

５．３．６．3 号機格納容器からの漏えいと大量の蒸気放出について

3 号機では格納容器圧力を低下させるために複数回ベントを実施しているものの、建屋の水素爆発以降は建屋からの直接放出の状況も確認できる。ベントの成否も含めた放射性物質の放出挙動はお互いに関連していると考えられることから、課題3号機-8、3号機-10、3号機-11 について、3 月15, 16 日に着目し、当該の3 課題について総合的に検討を行った。

格納容器圧力の変化、福島第一ライブカメラや当時の現場の状況などから検討した結果、13 日9 時、12 時頃のベントは成功したと考えられるものの、それ以降に実施したベントは成功していない可能性が高く、少なくとも15 日の朝には格納容器の健全性を喪失し、放射性物質を放出する状態になっていたと考えられる。この原因となる漏えい口は継続的な格納容器からの放出を引き起こし、3 号機は最終的には大気圧まで圧力が低下したと考えられる。したがって、着目した15、16 日については、ベントではなく格納容器からの直接放出が環境汚染につながったと可能性が高いことがわかった。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-30	3 号機において、放射性物質の格納容器からの直接放出があったのか。
A	（東電未解明問題進捗報告（第4回）（50P）） 格納容器圧力の変化、福島第一ライブカメラや当時の現場の状況などから検討した結果、13 日9 時、12 時頃のベントは成功したと考えられるものの、それ以降に実施したベントは成功していない可能性が高く、少なくとも15 日の朝には格納容器の健全性を喪失し、放射性物質を放出する状態になっていたと考えられる。この原因となる漏えい口は継続的な格納容器からの放出を引き起こし、3 号機は最終的には大気圧まで圧力が低下したと考えられる。したがって、着目した15、16 日については、ベントではなく格納容器からの直接放出が環境汚染につながったと可能性が高いことがわかった。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 49.1 3 号機格納容器からの放射性物質の直接放出についての見解
	関連知見 No	知見 6 危険の存在を認め、危険に正対して議論できる文化を作る。
	関連教訓 No	教訓 6-1、通番 16 危険に正対して議論できる文化
	関連細目 No	細目 6-1-2、細 49 住民側に立った防災計画と危険物の管理など地域に理解を求め、地域住民の納得感・安心感につなげる。
キーワード		
1	事故対応	**主要事象**：放射性物質の格納容器からの直接放出
4	設備	**敷地・構築物・付属物**：PCV2
5	SA 対策設備	**格納容器減圧・冷却**：格納容器ベント 11
10	改善（安全設計・運用）	**深層防護の徹底**：放射性物質の環境への放出への対応
14	文献・出典	**事業者関連**：東電未解明問題進捗報告 3

資料 49.2（資 124）

〔リスクコミュニケーションの展開〕

東電原子力安全改革プランにおいて、今後のリスクコミュニケーション活動の基本方針が示されている。

- **原子力安全に関するリスクを公表する。経営層や原子力リーダーが率先してリスクの公開を支持し、その目的と必要性を部門全体に浸透・徹底を図る。**
- **当社を取り巻く現状をしっかり理解し、考え方や判断の尺度が社会とズレを生じないように、体質改善を確実に実施する。**

＜リスクコミュニケーションについて＞（東電原子力安全改革プラン・76P より）

４．４ リスクコミュニケーション活動の充実

残余のリスクを社会的に許容可能なレベルまで低減していくためには、深層防護を積み重ねていくことを実現したいと考えている。しかし、リスクを表明すると規制当局や立地地域から過剰な対策を求められ、原子炉停止を余儀なくされるという「思いこみによる思考停止」があるとすれば、今後はその思いこみを断ち切るために、原子力リーダー自らが「原子力に絶対安全（ゼロリスク）はない」という考えの下で、リスクを公表し、その安全対策等について立地地域や社会の理解を得ていくリスクコミュニケーションを推進していく。

また、事故の当事者として、今後はリスクを公表し、対策を広く社会に伝える義務があり、原子力災害のリスクを正確に伝え、社会のみなさまの疑問や不安を共有し、誠実に向き合っていかなければならない。これらのコミュニケーションを通じて、当社が気付いていないリスクに関して有益な情報を得たり、極めて発生確率は低いが、仮に発生した場合は重大な影響が生じるリスクへの対策のあり方や、社会的に許容可能なリスクレベルを共有したりすることも可能になると考える。

また、リスクコミュニケーションにあたっては、原子力安全に関するリスクコミュニケーションにとどまらず、広く会社全体（特に原子力部門）の考え方や判断の尺度が社会とズレていないかを絶えず確認し、これを是正しながら、これらを通じて組織および個人を啓発していく。このため、SC（Social Communication）室を社外の専門家を交えて設置し、一元的に広くリスク情報の収集・分析を行い、組織的な相談窓口となるとともに必要な対応指示を行う。このSC 室は、リスクコミュニケーターを活用して、法令遵守だけでなく社会の尺度に適合する対応ができるよう、まず原子力部門における社員間、組織間の協力・支援を日常的に行う。

基本方針

- 原子力安全に関するリスクを公表する。経営層や原子力リーダーが率先してリスクの公開を支持し、その目的と必要性を部門全体に浸透・徹底を図る。
- 当社を取り巻く現状をしっかり理解し、考え方や判断の尺度が社会とズレを生じないように、体質改善を確実に実施する。

＜関連 Q&A（例）＞

Q2-11	リスクコミュニケーションを展開するにあたって重要なことは何か。
A	（東電原子力安全改革プラン（76P）） 原子力リーダー自らが「原子力に絶対安全（ゼロリスク）はない」という考えの下で、リスクを公表し、その安全対策等について立地地域や社会の理解を得ていくリスクコミュニケーションを推進していく。 • 原子力安全に関するリスクを公表する。経営層や原子力リーダーが率先してリスクの公開を支持し、その目的と必要性を部門全体に浸透・徹底を図る。 • 当社を取り巻く現状をしっかり理解し、考え方や判断の尺度が社会とズレを生じないように、体質改善を確実に実施する。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 49.2 リスクコミュニケーションの展開
	関連知見 No	知見 6 危険の存在を認め、危険に正対して議論できる文化を作る。
	関連教訓 No	教訓 6-1、通番 16 危険に正対して議論できる文化
	関連細目 No	細目 6-1-2、細 49 住民側に立った防災計画と危険物の管理など地域に理解を求め、地域住民の納得感・安心感につなげる。
キーワード		
2	安全文化と QMS	**安全最優先の価値観**：安全神話の形成 6 **円滑なコミュニケーション**:リスクコミュニケーション 6、リスク情報の公開 5
8	リスク管理	**安全リスク**：原子力特有リスク 11 **企業リスク**：過剰対策リスク 4、発電停止リスク 2 **リスクへの対応**：費用対効果 3
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 62

資料 50.1（資 125）

〔権威勾配の悪影響の例（航空産業)〕

(1) 権威勾配とは、JANSI の HP 改善ハンドブックによれば、以下の通り定義されている。

権威勾配：上位者（権威を持つ人）に対する遠慮のために質問・反論や注意ができず、また権威者からの命令に従順に従ったために、事故やトラブルに陥ることが、航空機や原子力プラントなどの専門的な職場でよく見られる。これを権威勾配と呼ぶ。

(2) 権威勾配の悪影響について、航空産業での事例で示した。

Wikipedia（Wikipedia は信頼性が保証されていないことに注意のこと。）や Aircraft Accident Report によれば、

- **1982 年1 月、ワシントン・ナショナル空港において、エア・フロリダ90 便の機長と副操縦士の間で起こった事例。**
- **副操縦士はエンジン計器の指示に何度も異常を訴えたが､機長はそれを無視するか、または「問題なし」と応じた。**
- **上昇に必要な速度が得られない状態で次第に高度が下がっていき、ついにはポトマック川橋梁をかすめて渋滞中の自動車数台を巻き込んだ末、氷の張った川面に墜落した。（地上の4人を含み、死亡者数は78人。）**

＜権威勾配＞（HP 改善ハンドブック（JANSI）(57P)）

権威勾配：上位者（権威を持つ人）に対する遠慮のために質問・反論や注意ができず、また権威者からの命令に従順に従ったために、事故やトラブルに陥ることが、航空機や原子力プラントなどの専門的な職場でよく見られる。これを権威勾配と呼ぶ。

＜エア・フロリダ 90 便墜落事故＞（Wikipedia：Wikipedia は信頼性が保証されていないことに注意のこと。）

① 事故の概要

日付　1982 年 1 月 13 日　Wednesday　16:01

概要　着氷・着雪に対する操縦士（特に機長）の認識不足、失速後の対応ミス

現場　アメリカ合衆国ワシントン DC ポトマック川

乗客数　74 人

乗員数　5 人

死亡者数　78 人（地上の 4 人を含む）

事故の内容

② 離陸から墜落まで

- 天候条件や自重等から計算された、離陸時に用いるべき推力は「EPR（エンジン圧力比）：2.04」であった。スロットルレバーを押し込んだ際、いつもより EPR ゲージ指針の上昇が速く、レバー操作に対しオーバーシュートしたのが異常の前兆だった。
- さらに副操縦士は離陸滑走を開始した直後から異常を感じ、数度にわたり「おかしい(not right)」と呟いている。

- 規定どおりの EPR （この場合 2.04）にセットしたわりに加速が悪く、エンジン排気温度や回転数その他のパラメータがいつもとは異なっていたためだが、これに対し機長は「今日は本当に寒い日だ」や「大丈夫だ。80 ノット出てる。」としか応じていない。
- すなわち、気温が低いとエンジンの効率が上がるので、いつもと違っていてもおかしくはないというニュアンスを含んでいた。事故報告書は機長が実際にそう信じていたものと推定している。
- 加速が悪いため機首上げ操作速度（Vr）に達するまでに通常よりおよそ 800 メートル余計に滑走を要した後に離陸したが、直後に機速が失速速度に近いことを知らせるスティックシェイカーが作動した。
- 引いていた操縦桿を速度を回復するために少し押し戻すなどの失速解消のための試みがなされたが、推力を上げるためのスロットルレバー操作は最後まで行われなかった。
- 上昇に必要な速度が得られない状態で次第に高度が下がっていき、ついにはポトマック川橋梁をかすめて渋滞中の自動車数台を巻き込んだ末、氷の張った川面に墜落した。

③　原因

国家運輸安全委員会（NTSB）は直接の原因として下記の点を指摘した。

- 乗員はエンジン防氷装置（Anti-Ice）を OFF にしていたこと。
  これによりエンジン圧力比（EPR）測定のための圧縮機入り口センサー開口部が氷雪によって閉塞し、この結果コックピットに誤った EPR を表示[注 3]することになった。
- 翼に雪や氷が付着した状態で離陸を開始したこと。
  除氷作業終了から管制官の離陸許可までに時間を要し、この間に再び機体に雪が降り積もっていた[注 4]。これに加えて、ボーイング 737 型機は主翼前縁部に僅かでも氷雪付着があると離陸時に急激な機首上げ（失速の主因になり得る）を生じるという既知の機種固有の特性を持っていた。
  さらに、DC-9 のエンジンの噴射熱を浴びようとしたことで主翼上にあった雪や氷は一時的に溶けたが、この行動自体がボーイング社のマニュアルに反していた。溶けた雪や氷は主翼の後部に押し出された状態で再凍結したために操縦翼面に干渉し、主翼の揚力低下を招くことになった。
- 離陸滑走の早い時期に異常に気付いたが、離陸を中止しなかったこと。
  副操縦士はエンジン計器の指示に何度も異常を訴えたが、機長はそれを無視するか、または「問題なし」と応じた。

また、離陸直後にスティックシェイカーが作動した際に、エンジン出力を「全開」としていたなら、墜落は免れただろうと結論している。

（Wikipedia&NTSB Aircraft Accident Report(January 13,1982) (Aviation Safety Network)）

（なお、Wikipedia は信頼性が保証されていないことに注意のこと。）

④　機長と副操縦士の会話（離陸からの会話で副操縦士の懸念が機長に通じない部分）

15:59:32　CAM-1　Okay（よし）

15:59:45　CAM-1　your throttles.（君が飛ばせ。）

（中略）

15:59:48　((Sound of engine spool up))［エンジン回転数が上がる音］

（中略）

15:59:54　CAM-?　Really cold here（ここは本当に寒いな。）

15:59:55　CAM-2　Got ‘em?（どうしたんだろう？）

15:59:56　CAM-1　real cold.（本当に寒い）

（中略）

15:59:58　CAM-2　God,look at that ting（見てください。）

16:00:02　CAM-2　That don’t seem right it?（おかしくありませんか。）

16:00:05　CAM-2　Ah,that’s not right（これは違っている。）

16:00:07　CAM-2　(Well)・・・

16:00:09　CAM-1　Yes it is, there’s eighty.（いい。80 ノット出てる。）

16:00:10　CAM-2　Naw, I don’t think that’s right.（それは違うと思う。）

16:00:19　CAM-2　Ah, maybe it is（でも、あっているのかもしれない。）

16:00:21　CAM-1　Hundred and twenty.（120 ノット）

16:00:23　CAM-2　I don’t know.（私には（それがあっているのか）分からない。）

16:00:31　CAM-1　Vee one

16:00:33　CAM-1　Easy（落ち着け）

16:00:37　CAM-1　Vee two

＜関連 Q&A（例）＞

Q2-8	権威勾配はどのような結果をもたらすのか。
A	（HP 改善ハンドブック（JANSI）（57P）） 権威勾配：上位者（権威を持つ人）に対する遠慮のために質問・反論や注意ができず、また権威者からの命令に従順に従ったために、事故やトラブルに陥ることが、航空機や原子力プラントなどの専門的な職場でよく見られる。これを権威勾配と呼ぶ。 アメリカの心理学者ミルグラム（Milgram,S）による、被験者が電気ショックを与える（与えられたように実験者が演技する）実験により、この権威者の命令に服従してしまう心理特性の影響の大きさが示唆された。
Q2-9	航空業界の事例としてはどのようなものがあるか。
	（Wikipedia、Aircraft Accident Report） **（なお、Wikipedia は信頼性が保証されていないことに注意のこと。）** **エア・フロリダ 90 便墜落事故** ①　事故の概要 日付　1982 年 1 月 13 日　Wednesday　16:01 概要　着氷・着雪に対する操縦士（特に機長）の認識不足、失速後の対応ミス 現場　アメリカ合衆国ワシントン DC ポトマック川 乗客数　74 人 乗員数　5 人 死亡者数　78 人（地上の 4 人を含む） ②　事故の原因 原因の一つとして、副操縦士はエンジン計器の指示に何度も異常を訴えたが、機長はそれを無視するか、または「問題なし」と応じ、離陸を中止しなかったことが挙げられている。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 50.1 権威勾配の悪影響の例（航空産業）
	関連知見 No	知見 6 危険の存在を認め、危険に正対して議論できる文化を作る。
	関連教訓 No	教訓 6-1、通番 16 危険に正対して議論できる文化
	関連細目 No	細目 6-1-3、細 50 安全議論では、組織内の権威勾配や数の論理を排除する。
キーワード		
2	安全文化と QMS	**活気ある職場環境**：権威勾配
14	文献・出典	**JANSI 関連**：HP 改善ハンドブック 2、 AircraftAccidentReport

資料 51.1（資 126）

〔圧力抑制室（S/C）と原子炉の同時冷却ライン〕

政府事故調報告（最終）において福島第二で実施された S/C（圧力抑制室）の冷却と原子炉への注水を同時に行うラインが示されている。

- **1号機については、RHRのB系をS/C冷却モードにより運転していたところ、当直は、3月14日10時5分頃、RHRによるS/C冷却を維持したまま、同時に原子炉へ注水できるラインを構成することとした。**
- **この方法は、S/Cの水をRHR熱交換器において冷却し、その水を再度S/Cに戻すというRHRのS/C冷却モードのラインを一部変更したもので、S/Cの水をRHR熱交換器において冷却した後、その水をS/Cに戻すとともに、RHRの低圧注水モードの配管を通じて原子炉にも注水し、原子炉を満水状態にした上で開状態を維持したSR弁からS/Cに水を循環させるというものであった。**
- **当直は、この方法によれば、S/Cの冷却を維持しながら、同時に原子炉への注水も実施できることから、この運転方法を継続した。その後、当直は、S/C水温が100℃未満となったことを確認し、これを第二発電所対策本部に報告した。**

＜RHR の機能＞（政府事故調報告書（最終）（86P））

RHRは、原子炉を停止した後の原子炉冷却材の冷却や非常時における冷却水の注入を行う系統であり、運転モードとして、原子炉停止時冷却（SHC）モード、低圧注水モード、格納容器スプレイモード、SIC冷却モード、非常時熱負荷モードを有する。

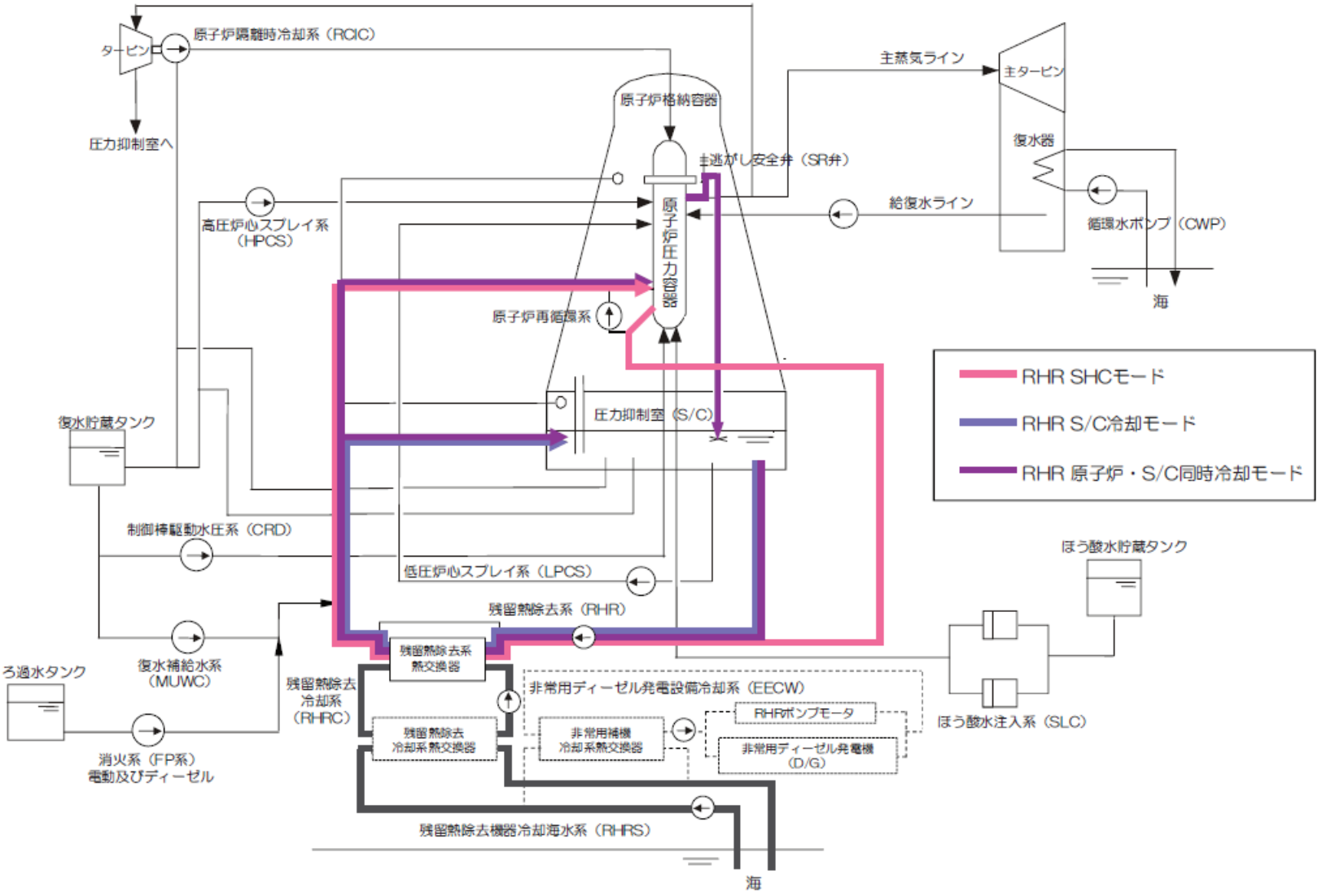
＜S/C の冷却と原子炉への注水を同時に行うライン＞（政府事故調報告書（最終）（172P））

1号機（福島第二）については、RHRのB系をS/C冷却モードにより運転していたところ、当直は、同日10時5分頃、RHRによるS/C冷却を維持したまま、同時に原子炉へ注水できるラインを構成することとした。

この方法は、S/Cの水をRHR熱交換器において冷却し、その水を再度S/Cに戻すというRHRのS/C冷却モードのラインを一部変更したもので、S/Cの水をRHR熱交換器において冷却した後、その水をS/Cに戻すとともに、RHRの低圧注水モードの配管を通じて原子炉にも注水し、原子炉を満水状態にした上で開状態を維持したSR弁からS/Cに水を循環させるというもので、あった

当直は、この方法によれば、S/Cの冷却を維持しながら、同時に原子炉への注水も実施できることから、この運転方法を継続した。その後、当直は、S/C水温が100℃未満となったことを確認し、これを第二発電所対策本部に報告した。

福島第二原子力発電所1号機～4号機のRHR運転モード概要図



＜関連 Q&A（例）＞

Q1-75	なぜ S/C と原子炉を同時に冷却する必要があったのか。
A	（政府事故調報告書（最終）（172P）） 1号機（福島第二）については、3月12日5時47分頃、S/C水温が原災法第15条第1項の規定に基づく特定事象(圧力抑制機能喪失)が発生した旨を官庁等に報告して以降、S/Cスプレイを実施していたものの、S/C水温が上昇の一途をたどり、同月13日21時頃には約122℃に達していた。 （政府事故調報告書（最終）（173P）） 当直は、この方法（S/Cと原子炉の同時冷却）によれば、S/Cの冷却を維持しながら、同時に原子炉への注水も実施できることから、この運転方法を継続した。その後、当直は、S/C水温が100℃未満となったことを確認し、これを第二発電所対策本部に報告した。 これを受け、増田所長は、1号機に関し、同日10時15分頃、原災法第15条第1項の規定に基づく特定事象(圧力抑制機能喪失)に該当しなくなったと判断し、同日10時35分頃、これを官庁等に報告した。 1号機については、その後も同様の方法により、原子炉への注水及びS/Cの冷却を続け、同日13時40分頃、原子炉水温が100℃未満となった。 その後、第二発電所対策本部は、原子炉水温が安定的に低下傾向を示し、再度100℃を超えないことを確認した上で、同日17時頃、冷温停止に至ったとの判断をした。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 51.1 圧力抑制室（S/C）と原子炉の同時冷却ライン
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-1、通番 17 想定外へ対応できる応用力
	関連細目 No	細目 7-1-1、細 51 逐条的な手順の遵守を超えた発想力を高める。
キーワード		
1	事故対応	**福島第二の事故対応**：原子炉・SC 同時冷却モード
2	安全文化と QMS	**個人・組織の姿勢**：応用力の育成 1
4	設備	**減圧装置関連**：SRV9 **炉心冷却設備関連**：S／C2、RHR－SHC3、RHR－S／C 冷却モード、RHR－HX
11	保守管理・運転管理	**設備管理図書**：系統図 8
13	関係組織	**事業者関連**：福島第二 5
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（最終）35

資料 52.1（資 127）

〔現場写真（中央制御室の仮設照明や仮設バッテリー）〕

(1) 東電報告書において、中央制御室での仮設照明の状況や仮設バッテリーを繋いだ状況の写真が掲載されている。

- **復旧班は、構内協力企業が工事用に所有していた小型発電機を利用して、小型発電機から 1,2 号機及び 3,4 号機中央制御室まで電工ドラムをつないで仮設照明に接続した。**
- **復旧班は，構内の企業からバッテリーやケーブルを収集し、1,2 号機中央制御室の計器盤への接続を開始。原災法第15 条事象『非常用炉心冷却装置注水不能』が発生し，原子炉への注水状況を把握することが最優先だったことから，直流電源で動作する原子炉水位計から順次バッテリーを接続し，復旧作業を始めた。**

(2) 東電報告書において、小型発電機やバッテリー等を収集した状況が示された。

(3) 東電報告書において、中央制御室での仮設照明の復旧作業や計器類の復旧作業の状況が示された。

＜仮設照明、仮設バッテリー＞（東電報告書・別紙 2　13P、14P より）

【中央制御室内仮設照明の復旧作業】

- 復旧班は，中央制御室の照明が失われていたことから，発電所対策本部の指示により，各中央制御室の照明確保に向けて，復旧班3～4名，協力企業7 名で作業開始。
- 構内協力企業が工事用に所有していた小型発電機を，1,2 号機，3,4 号機とも原子炉建屋山側の変圧器等が設置されている変圧器エリアに設置。
- 小型発電機から1,2 号機及び3,4 号機中央制御室まで電工ドラムをつないで仮設照明に接続。(3月11日) 20:47 に1,2 号機中央制御室，21:27 に3,4 号機中央制御室に，ごく一部ではあるが仮設照明により明かりが点された。
- その後，小型発電機に定期的に給油を実施した。



当直副長席で仮設照明を照らして対応

【中央制御室内計器類の復旧作業】

- 復旧班は，中央制御室内の計器類の復旧のために，必要な図面の用意，構内の企業か



仮設バッテリーをつないで計器用電源として使用

らバッテリーやケーブルの収集を始めた。2～3 名一組で，免震重要棟から徒歩で協力企業事務所へ向かい，収集できたバッテリーを，協力企業から借りた業務車に積み，2,3 号機間のゲートを通って，1,2 号機中央制御室に運搬した。

・ 収集できたものから順次中央制御室に運び込み，図面の確認を行い，1,2 号機中央制御室の計器盤への接続を開始。原災法第15 条事象『非常用炉心冷却装置注水不能』が発生し，原子炉への注水状況を把握することが最優先だったことから，直流電源で動作する原子炉水位計から順次バッテリーを接続し，復旧作業を始めた。

・ 作業場所である制御盤裏は，中央制御室の仮設照明設置後も照明が届かず真っ暗であったため，手持ちの懐中電灯の明かりを頼りに，配線図とケーブル番号の確認や，配線の端末処理及び接続作業を実施。

・ （3月11日）21:19 に1 号機，21:50 に2 号機の原子炉水位が判明した。



懐中電灯の明かりを頼りに指示値を確認

＜小型発電機やバッテリー等の収集＞（東電報告書（123P））

- 11日16時00分頃、今後の復旧作業に必要な道路を確保するため、社員と協力企業社員が、正門付近の道路が崩れているとの情報をもとに津波が到達していない山側を手始めに構内道路の健全性確認を開始した。1～4号機へ向かう道路は、津波で流された重油タンクが道をふさぎ、通り抜けができない状況で、5,6号機へ向かう道路は、陥没や段差などにより通行不能であり復旧が必要な状況であった。健全性確認の結果は、11日19時24分、発電所対策本部に報告された。
- 構内道路の健全性確認と並行して、発電所対策本部復旧班は、全電源を喪失した中央制御室の照明と計器類の復旧のために、必要な図面を用意、小型発電機やバッテリー、ケーブルの収集を開始した。
- 11日16時10分、本店配電部門は全店に対して電源車の確保を指示。16時30分頃に他の電気事業者へ電源車の救援を要請。16時50分頃、全店の電源車が福島第一原子力発電所に向かった。地震による道路被害や渋滞の中、電源車が思うように進まなかったが、11日22時00分頃には、東北電力からの支援の電源車が、12日1時20分頃には当社電源車が到着した。

＜中央制御室内仮設照明の復旧作業＞（東電報告書（別紙2）（13P））

- 復旧班は，中央制御室の照明が失われていたことから，発電所対策本部の指示により，各中央制御室の照明確保に向けて，復旧班3～4 名，協力企業7 名で作業開始。

- 構内協力企業が工事用に所有していた小型発電機を，1,2 号機，3,4 号機とも原子炉建屋山側の変圧器等が設置されている変圧器エリアに設置。
- 小型発電機から1,2 号機及び3,4 号機中央制御室まで電工ドラムをつないで仮設照明に接続。20:47 に1,2 号機中央制御室，21:27 に3,4 号機中央制御室に，ごく一部ではあるが仮設照明により明かりが点された。
- その後，小型発電機に定期的に給油を実施した。

＜中央制御室内計器類の復旧作業＞（東電報告書（別紙2）(13P)）

- 復旧班は，中央制御室内の計器類の復旧のために，必要な図面の用意，構内の企業からバッテリーやケーブルの収集を始めた。2～3 名一組で，免震重要棟から徒歩で協力企業事務所へ向かい，収集できたバッテリーを，協力企業から借りた業務車に積み，2,3 号機間のゲートを通って，1,2 号機中央制御室に運搬した。
- 収集できたものから順次中央制御室に運び込み，図面の確認を行い，1,2 号機中央制御室の計器盤への接続を開始。原災法第15 条事象『非常用炉心冷却装置注水不能』が発生し，原子炉への注水状況を把握することが最優先だったことから，直流電源で動作する原子炉水位計から順次バッテリーを接続し，復旧作業を始めた。
- 作業場所である制御盤裏は，中央制御室の仮設照明設置後も照明が届かず真っ暗であったため，手持ちの懐中電灯の明かりを頼りに，配線図とケーブル番号の確認や，配線の端末処理及び接続作業を実施。
- 21:19 に1 号機，21:50 に2 号機の原子炉水位が判明した。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-8	いつ頃から小型発電機やバッテリー等が活用され始めたのか。
A	（東電報告書（124P）） 構内道路の健全性確認（11日16時00分頃開始）と並行して、発電所対策本部復旧班は、全電源を喪失した中央制御室の照明と計器類の復旧のために、必要な図面を用意、小型発電機やバッテリー、ケーブルの収集を開始した。 （東電報告書（別紙2）（13P）） 小型発電機から1,2 号機及び3,4 号機中央制御室まで電工ドラムをつないで仮設照明に接続。（3月11日）20:47 に1,2 号機中央制御室，21:27 に3,4 号機中央制御室に，ごく一部ではあるが仮設照明により明かりが点された。 （東電報告書（別紙2）（13P）） 1,2 号機中央制御室の計器盤への接続を開始。原災法第 15 条事象『非常用炉心冷却装置注水不能』が発生し，原子炉への注水状況を把握することが最優先だったことから，直流電源で動作する原子炉水位計から順次バッテリーを接続し，復旧作業を始めた。 作業場所である制御盤裏は，中央制御室の仮設照明設置後も照明が届かず真っ暗であったため，手持ちの懐中電灯の明かりを頼りに，配線図とケーブル番号の確認や，配線の端末処理及び接続作業を実施。 21:19 （3月11日）に1 号機，21:50 に2 号機の原子炉水位が判明した。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 52.1 現場写真（中央制御室の仮設照明や仮設バッテリー）
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-1、通番 17 想定外へ対応できる応用力
	関連細目 No	細目 7-1-2、細 52 柔軟な発想で機転を利かせて、使える人と物をすべて活用する。
キーワード		
1	事故対応	**発生した支障**：暗闇の中央制御室 **現場の声**：現場写真 1
4	設備	**敷地・構造物・付属物**：MCR3 **計測設備関連**：原子炉水位計 5
5	SA 対策設備	**照明用設備**：可搬式広域照明 3 **電源設備**：可搬式バッテリー5、可搬式交流発電機 3
14	文献・出典	**事業者関連**：東電報告書 57

資料 52.2（資 128）

〔空気作動弁（AO 弁）の作動原理イメージ図〕

政府事故調報告（中間）において、空気作動弁（AO 弁）の作動原理イメージ図が示されている。

- **AO 弁は弁内にあるダイヤフラムが作動用空気で加圧されるかどうかで、弁が開閉する。作動用空気で加圧するかどうかは、途中に設置されている電磁弁の励磁/無励磁で制御される。**

＜空気作動弁（AO 弁）の作動原理＞（政府事故調報告・中間/資料Ⅳ-18 より）

＜弁の「閉」状態＞

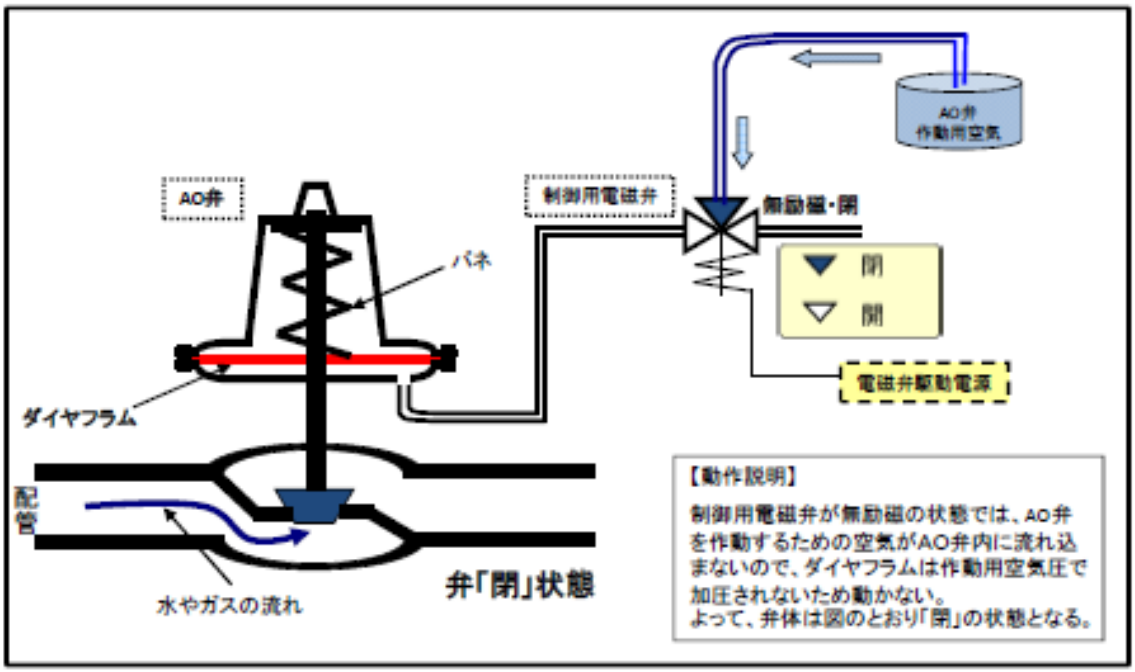
制御用電磁弁が無励磁の状態では、AO弁を作動するための空気がAO弁内に流れ込まないので、ダイヤフラムは作動用空気圧で加圧されないため動かない。よって、弁体は図のとおり「閉」の状態となる。

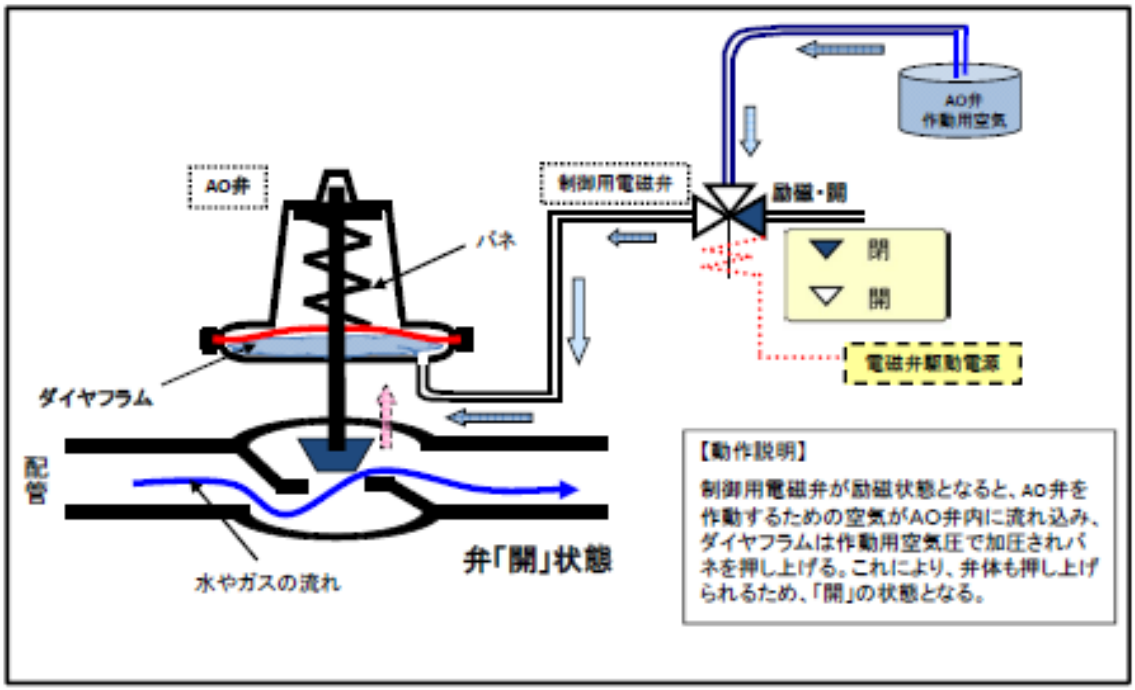
＜弁「開」状態＞

制御用電磁弁が励磁状態となると、AO弁を作動するための空気がAO弁内に流れ込み、ダイヤフラムは作動用空気圧で加圧されバネを押し上げる。これにより、弁体も押し上げられるため、「開」の状態となる。

資料Ⅳ－18

空気作動弁（AO弁） 作動原理イメージ図





東京電力作成資料を基に作成

＜関連 Q&A（例）＞

Q4-26	AO 弁はどうやって手動で開閉するのか。
A	AO 弁の作動原理は以下の通りであり、手動で操作するには、電源と圧縮空気が必要である。 （政府事故調報告（中間）（資料Ⅳ-18）） 制御用電磁弁が励磁状態となると、AO 弁を作動するための空気がＡＯ弁内に流れ込み、ダイヤフラムは作動用空気圧で加圧されバネを押し上げる。これにより、弁体も押し上げられるため、「開」の状態となる。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 52.2 空気作動弁（AO 弁）の作動原理イメージ図
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-1、通番 17 想定外へ対応できる応用力
	関連細目 No	細目 7-1-2、細 52 柔軟な発想で機転を利かせて、使える人と物をすべて活用する。
キーワード		
4	設備	**弁類関連**：AO 弁 2、ダイヤフラム、電磁弁 2
11	保守管理・運転管理	**設備管理図書**：簡略図面（動作イメージ）3
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）83

資料 53.1（資 129）

〔当直が早期に行った消火（FP）系代替注入ラインの構成の意義〕

(1) 政府事故調報告書（中間）において、当直が行った早期の消火（FP）系代替注入ラインの構成が評価されている。

- **仮に、電動弁の手動操作等の注水ラインへの切替作業が遅れていれば、原子炉建屋（R/B） 内の放射線量が上昇して入域禁止となり、消防車を用いた FP 系注水すら実施不能となる可能性もあった。**

(2) 東電報告書、政府事故調報告書（中間）に FP 系代替注入ラインの構成作業の状況が示された。

(3) 政府事故調報告書（中間）において、吉田所長が早期に消防車による注水の検討を指示した理由が示された。

＜消火（FP）系を使った代替注水ラインの構成＞

（政府事故調報告・中間 128P、129P）

（政府事故調報告書（中間）125P）

① 3 月11 日15 時37 分頃から同日15 時41 分頃にかけて、1 号機及び2 号機は全交流電源が喪失し、その頃、直流電源も全て喪失したため、計測機器が全く読めず、IC やRCIC の作動状態も分からない状態が続いた。

このような事態を踏まえ、当直長は、1/2 号中央制御室において、代替注水手段の確認のためにAM 用の事故時運転操作手順書を当直長席に取り出し、1号機及び2 号機の原子炉への代替注水ラインを確認した。当直長は、放射線量が高くなる前にその代替注水の準備が必要となる可能性があると考えていた。

当時、1 号機及び2 号機ともに、電源復旧がなされない限りホウ酸水注入系（SLC 系）注水等の電源が必要となる代替注水系を用いることはできず、そうなると、当直が代替注水手段としてできることは、D/DFP を起動させてFP 系ラインを通じて原子炉へ注水する方法しかなく、当直長も、このような状況を認識していた。

（政府事故調報告書（中間）(127P)

3 月11 日18 時25 分頃、当直は、ICの機能が十分でないと判断して戻り配管隔離弁（MO-3A）を閉めてIC を停止し、いよいよ代替注水手段の準備を早期に整えようと考え、同日18 時30 分頃、FP 系から原子炉へ注水するラインを構成するため、1 号機のR/B 及びT/B 内に立ち入った。

（政府事故調報告書（中間）(128P)

⑤ さらに、当直は、1 号機のFP 系注水ラインを構成した後、2 号機R/B 及びT/B 内に立ち入り、FP 系からMUWC 系に接続する電動弁を手動で開けるなど、2 号機原子炉内にFP 系から注水可能なラインを構成する作業を行った。その際、電動弁の開操作に手間取ったが、2 号機についても、3 月11 日中にはライン構成を完了した。

⑥ このように、1 号機及び2 号機について、当直が3 月11 日中にR/B 内でFP系からMUWC系

に接続する電動弁の手動操作を行うなどして原子炉に注水可能なラインに切り替えていたため、その後消防車を用いたFP 系注水が可能となった。仮に、かかる注水ラインへの切替作業が遅れていれば、R/B 内の放射線量が上昇して入域禁止となり、消防車を用いたFP 系注水すら実施不能となる可能性もあった。

これは、今回のような極めて過酷な事故が発生した場合、時間が経過するにつれ、放射線量の上昇等により作業環境が過酷になり、同じ作業でも実施が困難になることから、早期準備、実施の必要性が高いことを示唆している。

（東電報告書（124P））

- 11日16時35分、中央制御室では、ディーゼル駆動消火ポンプの状態表示灯が停止状態で点灯していることを発見した。現場に向かう体制が整ったことから当直長は現場確認に向かうことを決断、運転員は16時55分、現場確認を開始したが、現場へ向かう途中津波が来るとの情報が入り一旦引き返した。
- 11日17時19分、運転員は再度現場に向かい、同日17時30分、運転員による故障復帰操作により、ディーゼル駆動消火ポンプが自動起動したが、原子炉への代替注水ラインが整っていなかったため、代替注水ラインが整うまで停止することとした。ディーゼル駆動消火ポンプの操作スイッチは、停止位置で保持することが出来ない構造であったため、自動起動しないよう運転員が操作スイッチを停止位置にして、交替で保持し続けた。
- 11日18時35分、中央制御室では、消火系による原子炉代替注水ラインを構成するための電動弁を手動で開ける操作を開始。運転員及び発電所対策本部発電班は、照明が消えた暗闇の中、懐中電灯を照らしながら原子炉建屋に向かった。
- 11日20時50分、消火系による原子炉代替注水ラインの構成が完了したことから、運転員はディーゼル駆動消火ポンプを起動し、原子炉圧力の減圧後に注水が可能な状態とした。
- なお、電源喪失により、中央制御室の監視計器の指示値が表示されていない状況の中、11日20時07分、運転員は原子炉建屋内にある原子炉圧力計を確認しに行ったところ、原子炉圧力は6.9MPaを示していた。

（政府事故調報告書（中間）（127P））

FP 系ラインから原子炉に注水可能なラインを構成するためには、1 号機及び2 号機それぞれについて、FP 系、MUWC 系、RHR（又はCS）を接続する電動弁を開操作する必要があった。しかし、今回の津波の影響で、1/2 号中央制御室からこれらの電動弁の遠隔操作ができなくなっており、その操作のためには、1 号機及び2 号機の各R/B 内に立ち入って手動で操作する必要があった。

11日18 時30 分頃、FP 系から原子炉へ注水するラインを構成するため、1 号機のR/B 及びT/B 内に立ち入った。

そして、当直は、必要な電動弁を手動で開け、FP 系から1 号機原子炉に注水可能なラインを構成した。その際、当直は、電動弁の場所が判然としなかったり、手動操作用のハンドルが固かったり、電動弁の設置場所がある部屋に入る鍵が合わなかったりしたため、その都度1号機R/B 外に応援要員を求めに行き、あるいは鍵を受け取りに行くなどして時間を要した。

そして、原子炉注水ラインを整えた後である同日20 時50 分頃、当直は、操作スイッチ・レバーを「停止」位置で保持して待機状態にしていた1 号機のD/DFP を起動させ、原子炉圧力の減圧後に注水が可能な状態にした。

同日20 時7 分頃の原子炉圧力は6.900MPa gage を示していた。これに対し、1 号機のD/DFP の吐出圧力は0.69MPa gage 程度と低かった。そのため、原子炉に注水するには、SR 弁を開けて原子炉を減圧し、原子炉圧力をD/DFP の吐出圧力未満まで低下させる必要があった。

この頃、1/2 号中央制御室では、電源喪失により、制御盤上の操作によってSR 弁を開操作することができず、SR 弁を開操作するには、合計120V のバッテリーを1/2 号中央制御室に持ち込んで制御盤内の端子に接続する電源復旧作業が必要であった。

しかし、1 号機については、この時点においても、その後も、かかる電源復旧によってSR 弁を開けて原子炉減圧を実施することはなかった。

さらに、当直は、1 号機のFP 系注水ラインを構成した後、2 号機R/B 及びT/B 内に立ち入り、FP 系からMUWC 系に接続する電動弁を手動で開けるなど、2 号機原子炉内にFP 系から注水可能なラインを構成する作業を行った。その際、電動弁の開操作に手間取ったが、2 号機についても、3 月11 日中にはライン構成を完了した。

このように、1 号機及び2 号機について、当直が3 月11 日中にR/B 内でFP系からMUWC系に接続する電動弁の手動操作を行うなどして原子炉に注水可能なラインに切り替えていたため、その後消防車を用いたFP 系注水が可能となった。

＜吉田所長が早期に消防車による注水の検討を指示した理由＞（政府事故調報告書（中間）・122P）

1 号機及び2 号機については、全電源が喪失しており、電源復旧には時間を要することが見込まれたので、あらかじめAM 策で定められた代替注水手段の中で利用可能なものとしては、電源を必要としないD/DFP を駆動源として、FP 系、MUWC系、RHR（又はCS）を用いる代替注水しかなかった。

もっとも、吉田所長は、FP 系配管のうち、水源となるろ過水タンクからT/Bまでの建屋外の配管について、その耐震強度が強いとはいえず、強い揺れを感じた今回の地震によって破断しているおそれが高いと考えた。そのため、吉田所長は、D/DFP を用い、ろ過水タンクを水源としてFP 系配管を利用して原子炉注水を実施しても、十分に注水できない可能性があることを懸念した。

他方で、吉田所長は、新潟県中越沖地震後に柏崎刈羽原発の建屋内配管を実際に見て回り、破断箇所を確認できなかったという経験から、今回の地震動によっても建屋内の配管に大きな破断が生じた可能性は低いと考えた。そこで、吉田所長は、1 号機及び2 号機について、AM 策として定められていたFP 系ラインからの注水に加え、AM 策として定められていないものの、消防車を使用した原子炉への注水方法を検討するように指示した。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-24	FP 系による代替注水ラインはいつ頃構成されたのか。
A	（政府事故調報告書（中間） • 1号機は11日18時30分頃 、FP 系から原子炉へ注水するラインを構成するため、1 号機のR/B 及びT/B 内に立ちいった。ライン構成のための電動弁の手動開等に時間を要したが、20時50分頃には、当直は、操作スイッチ・レバーを「停止」位置で保持して待機状態にしていた1 号機のD/DFP を起動させ、原子炉圧力の減圧後に注水が可能な状態にした。（127P） • 2号機についても、電動弁の開操作に手間取ったが、3 月11 日中にはライン構成を完了した。（128P） • 3号機については、13日3 時55 分頃、発電所対策本部がHPCI 停止の報告をした後、消防車を利用した注水ラインを構成する作業を開始し、SR 弁による減圧操作後に実際に注水を開始できたのは、同日9 時20 分頃であった。（191P） （東電報告書（125P）） • 11日18時35分、中央制御室では、消火系による原子炉代替注水ラインを構成するための電動弁を手動で開ける操作を開始。運転員及び発電所対策本部発電班は、照明が消えた暗闇の中、懐中電灯を照らしながら原子炉建屋に向かった。 • 11日20時50分、消火系による原子炉代替注水ラインの構成が完了したことから、運転員はディーゼル駆動消火ポンプを起動し、原子炉圧力の減圧後に注水が可能な状態とした。
Q6-3	FP系による代替注水ラインが構成されていなかったら、どうなっていたか。
A	（政府事故調報告（中間）（127P）） 3 月11 日18 時25 分頃、当直は、ICの機能が十分でないと判断して戻り配管隔離弁（MO-3A）を閉めてIC を停止し、いよいよ代替注水手段の準備を早期に整えようと考え、同日18 時30 分頃、FP 系から原子炉へ注水するラインを構成するため、1 号機のR/B 及びT/B 内に立ち入った。 さらに、当直は、1 号機のFP 系注水ラインを構成した後、2 号機R/B 及びT/B 内に立ち入り、FP 系からMUWC 系に接続する電動弁を手動で開けるなど、2 号機原子炉内にFP 系から注水可能なラインを構成する作業を行った。 （政府事故調報告（中間）（128P）） 1 号機及び2 号機について、当直が3 月11 日中にR/B 内でFP系からMUWC系に接続する電動弁の手動操作を行うなどして原子炉に注水可能なラインに切り替えていたため、その後消防車を用いたFP 系注水が可能となった。 仮に、かかる注水ラインへの切替作業が遅れていれば、R/B 内の放射線量が上昇して入域禁止となり、消防車を用いたFP 系注水すら実施不能となる可能性もあった。これは、今回のような極めて過酷な事故が発生した場合、時間が経過するにつれ、放射線量の上昇等により作業環境が過酷になり、同じ作業でも実施が困難になることから、早期準備、実施の必要性が高いことを示唆している。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 53.1 当直が早期に行った消火（FP）系代替注入ラインの構成の意義
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-1、通番 17 想定外へ対応できる応用力
	関連細目 No	細目 7-1-3、細 53 想定外の作業に対する対処方法（マネジメント）をあらかじめ定める。
キーワード		
1	事故対応	**事故収束対応**： FP 系代替注入ラインの構成
2	安全文化と QMS	**リーダーシップ**：リーダーシップ 1 **個人・組織の姿勢**：プロフェッショナリズム 6
5	SA 対策設備	**代替注水（低圧）**：FP6、DDFP9、代替注水ライン 4
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）84 **事業者関連**：東電報告書 58

資料 53.2（資 130）

〔消防車による注水が燃料切れで停止していたことについて〕

(1) 東電原子力安全改革プランにおいて、消防車による注水が燃料切れで停止していたことについて問題認識が示された。

- **消防車の状況を継続監視できなかったため、燃料切れで自動停止した。**
- **現場の放射線量が高く、給油の際のみ現場出向していた。**
- **定期的に燃料を入れておけば燃料切れは起こさないと思っていた。**

(2) 東電原子力安全改革プランにおいて、2 号機の消防車の燃料切れについての根本原因分析図が示された。

- **2 号機で代替注水をしていた消防車が燃料切れのため 40 分程注水が停止した。現場の放射線量が高く、1 号機と 3 号機と同等の時間管理をしていたが、想定が不十分であった。**

＜燃料切れによる消防車による注水の停止＞（東電原子力安全改革プラン・23P より）（下線は JANSI 追記）

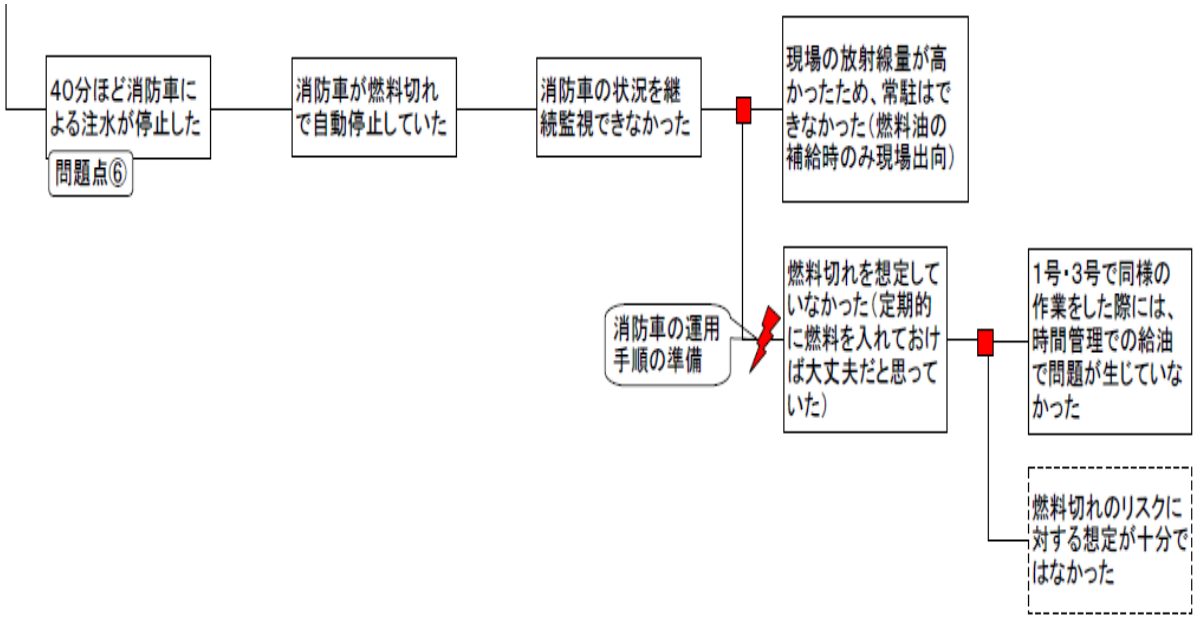
問題点(事故－⑥)：消防車による注水を開始したと考えていたが、燃料切れで停止していた。

－消防車の状況を継続監視できなかったため、燃料切れで自動停止した。

－現場の放射線量が高く、給油の際のみ現場出向していた。

－定期的に燃料を入れておけば燃料切れは起こさないと思っていた。

＜2 号機 燃料切れに関する根本原因分析＞（東電原子力安全改革プラン・添付資料 2-4-2 2/2P より）



＜2 号機の消防車の燃料切れによる停止＞（東電報告書 163P）

・ 14 日 17 時 17 分には原子炉水位が 0 ㎜（有効燃料頂部（TAF））まで低下した。

・ 14 日 18 時 02 分に原子炉圧力の減圧が開始された。主蒸気逃がし安全弁により原子炉圧力が減圧されていく一方、注水に必要な消防車については、14 日 15 時 30 分頃、消防車を起動し、原子炉減圧時に海水の注水ができるよう準備を行っていたが、現場の放射線量が高く、交代で消防車の運転状態の確認や給油等を余儀なくされていた。特に給油作業は、原子炉への注水を途切れさせないよう消防車のエンジンをかけたまま行わざるを得なかった。このような中、自衛消防隊は同日 19 時 20 分に起動していた消防車が燃料切れで停止していることを確認した。

・ 消防車の給油に用いていたタンクローリーが瓦礫等によりパンクし移動できない状況であったため、手作業による給油の上、消防車を起動し（同日 19 時 54 分、57 分に各 1 台起動）、消火系ラインから原子炉内へ海水注入を開始した。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-36	2 号機の消防車による代替注水において、なぜ燃料切れによって消防車による注水が停止したのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（添付資料 2-4-2　2/2P）） • 2 号機で代替注水をしていた消防車が燃料切れのため 40 分程注水が停止した。 • 現場の放射線量が高く、常駐できなかった。（燃料油の補給時のみ現場出向） • 1 号・3 号で同様な作業をした際には、時間管理での給油で問題が生じていなかった。 • 燃料切れのリスクに対する想定が十分ではなかった。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 53.2 消防車による注水が燃料切れで停止していたことについて
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-1、通番 17 想定外へ対応できる応用力
	関連細目 No	細目 7-1-3、細 53 想定外の作業に対する対処方法（マネジメント）をあらかじめ定める。
キーワード		
1	事故対応	**発生した支障**：消防車の燃料切れ
5	SA 対策設備	**柔軟な代替注水**：消防車 13
6	AM（運用・管理）	**手順の確立**：車両への燃料補給
11	保守管理・運転管理	**根本原因分析**：根本原因分析 2
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 63

資料 54.1（資 131）

〔現場の声－事故時の現場の厳しい状況〕

東電報告書において、事故時の現場の厳しい状況が現場の声として示された。

- 中央制御室において操作もできないのにここにいる意味があるのかと紛糾し、当直長が残ってくれと頭を下げた。
- 共用建屋の入りロゲートに閉じ込められた時に津波に襲われた。水が浸入しもう死ぬかと思った時に先輩がゲートのガラスを割ってくれた。
- 現場に行くのに汚染を考えて、一度は指輪を外したが、最悪の事態が起きた時に自分だとわかるように身に着けて現場に向かった。
- 交替で中央制御室に行く際に、死を覚悟して郷里の親父に、かみさん、娘をよろしくと伝えた。
- ベントにいける人間を募った。比較的若い操作員も手を挙げた。涙が出る思いだった。
- 当直長の自分が現場に行きたいと言ったが、同僚からお前は最後まで指揮をとれとと言われた。
- トーラス室内部に突入した。サーベイメータが振り切れるまでは何とかなるとの思いでキャットウォークを進んだ。
- サプレッションチェンバーに行った際に、熱さ確認のためトーラスに足をかけたらずるっと溶けた。
- ウィルキーで操作してもなかなか弁を開けられない。今はこれをやるしかないので、誰かがやらなければとの思いだった。
- 協力企業の社員さんが、社長から戻るように言われていたのに、みんなの一生懸命な姿を見て、私は帰れないと泣いて残ってくれた。
- 電気品室は水があり、感電の可能性もあるので、死ぬかもしれないと思いながらの作業だった。
- 死と隣り合わせの作業だった。慣れない全面マスクを着用して、余震や津波の度に走って逃げた。この繰り返しだった。
- 地震で家族がやられた人もいるし、涙を流しながら勤めていた人もいた。電話がつながらないので、家族の生死も分からない状態だった。
- 3 号機の爆発の時、乗ってきた協力企業の車が吹っ飛んだ。本当に恐怖だった。
- 中央制御室で交代が来た時は、ありがたかった。早く免震棟に戻りたいという気持ちで一杯だった。
- 中央制御室で、交代は来ないだろうと思い、長期被ばくによる死を覚悟した。夕方交代要員が来てくれたが、うれしくもあり心苦しくもあった。
- 1 号機が爆発したあと、発電所から一時的にオフサイトセンターに避難してきた。みな顔面蒼白で、震えている人、泣き出す女性もいた。
- オフサイトセンターに来ていたベテラン運転員から、発電所に突っ込む覚悟だ、最

後は運転員の意地を見せたいんだと言われた。

- **以前原発で作業経験のある父が気を付けて行ってこいと言った。この時点である程度覚悟を決めていたような気がする。**
- **ようやく家族と連絡が取れた時、涙声の嫁の声を聞いた。爆発で死んだと思っていたとのこと。無理もないことだった。**

＜厳しい現場の状況が現れている現場の声＞（東電報告書・別紙 2　142P～153P より）（下線は JANSI 追記）

【中央制御室の状況と、現場確認時の状況】（抜粋）

○ 恐怖心というよりも電源を失って何も出来なくなったと思った。若い運転員は不安そうだった。「操作もできず，手も足も出ないのに我々がここにいる意味があるのか，なぜここにいるのか」と紛糾した。（最後はどう収めたのですかの問いに対して）自分が「ここに残ってくれ」と頭を下げた。続いて別の当直長も無言で頭を下げてくれた。「若い研修生 2 人は免震棟に避難してくれ，皆それでいいな」と話をし，2 人を退避させた。（142P、143P）

○ 大物搬入口から水が入って来ているのを発見，のぞき込むとシャッターの下から水がしみ込んできた。その直後シャッターが吹き飛び建屋内に津波が入って来た。2人で走って離れたが恐怖で震えが止まらなかった。（143P）

○ 4B D/G の運転状況の（確認の）ため，共用建屋に入ろうとしたが入り口ゲートに閉じ込められてしまった。警備員に連絡したがつながらず，2～3 分後に津波が襲ってきた。水が下から侵入し，もう死ぬのかと思っていたところ，同じ状況にあった先輩社員のゲートのガラスが割れ，脱出でき，自分のガラスを割ってくれたおかげで脱出することが出来た。その時にはあご下まで水が来ており，本当に怖かった。（143P）

○ 新S/B（注：サービス建屋）の中を確認するために，建屋の中に入って窓から海を見たら，遠くに水しぶきが上がっていた。やばいかなと思って2,3 階に行かないで扉を開けて声だけかけた。危ないなと思って新S/B（注：サービス建屋）から出てきて，左側見たときには津波が4 号機の方から来ていた。それで4 号前に放水口か取水口の点検口の鉄板，でかいやつ，水柱10 何メートルが上がったので足が竦んでしまって動きが止まってしまった。新S/B（注：サービス建屋）からS/B（注：サービス建屋。中央制御室に入るための建屋。新S/B より4 号機側にある。）に行かなければいけないので，津波に向かって走っていった。本当に危なかった。津波のほうに走っていかないと中操に行けないので。（143P、144P）

○ 現場に行く際に，指輪などが汚染して持ち出せなくなるかと思い，一度は外したが，最悪の事態が起きたときに自分だと分かるように，また，お守りとして身に付けて現場に向かった。（144P）

○ 3 号機がいつ爆発するか分からない状態であったが，次に交替で（中操に）行かなければならなかった。本当に死を覚悟したため，郷里の親父に「俺にもしもの事が起きたら，かみさん，娘をよろしく」と伝えた。（144P）

○ S/C スプレイ弁の開閉，炉注入弁の開閉，D/W スプレイ弁の開操作を実施したが，暗闇の中，足場が無い場所で操作する恐怖以上に，近くでSRV の動作音と振動を体感した時，「この蒸気が漏れたら自分は死ぬのだろうな」と思いながら操作した。(144P)

○ 中操に戻ると真っ暗で，HPCI，RCIC のランプとDC 電源のランプしかついていない。現実味がなかった。本当に起きている事なのか？実感がわかなかった。(144P)

○ 中操で3 秒に0.01mSv（ずつ）上がり始めて，（中操から）なかなか出れない時は，もうこれで終わりなんだと思った。(144P)

○ 更衣所の窓の外には信じられない光景。あの防波堤がドミノのようにあっさりと倒れている。門型クレーンはSW ポンプに突き刺さり，流された幾台もの車。真下からは鳴りっぱなしのクラクションが聞こえた。(144P)

【復旧作業での声（ベント)】(抜粋)

○ ベントにいける人間を募った。比較的若い操作員も手を挙げた。涙が出る思いだった。当直長をそれぞれ割り振るように編成した。完全装備で線量が高い状況もわからない中に行かせるので，若い人は行かせなかった。(145P)

○ 3 組目まで準備したのは，線量，体力や余震で引き戻すことなどを考えてのもの。同時に出発すると緊急避難時の救出ができない恐れがあるため，1 チームずつ行くことを指示した。(145P)

○ 当直長の自分が現場に行きたいと思った。言葉にも出したが，同僚から「お前は最後まで指揮をとれ！」と言われた。頭が下がった。言葉もでなかった。申し訳ない思いでいっぱいだった。(145P)

○ トーラス室北西の入口扉の前に到着し，サーベイメータをみたら600（注：単位はmSv）位に上がっていた。トーラス室北西の入口扉は閉まっていて，扉の向こうがどんな状況になっているかも分からなかった。ここまで来たら行くしかないと覚悟してドアノブに手をかけてトーラス室内部に突入した。懐中電灯の明かりに照らされたキャットウオークへ続く階段が見えた。ふとサーベイメータをみると900～1000（最大目盛）（注：単位はmSv）を針が振れていた。振り切れるまでは何とかなる，との思いで左回りにキャットウオークを進んだ。(146P)

○ 北側のトーラスハッチ（90°）に差し掛かった頃，サーベイメーターがついに振り切れて戻ってこなくなってしまった。あと半周も残っているのにと思いつつ，いくら線量があるのか分からない状態で危険と判断，操作をあきらめて引き返すことにした。会話は出来ないので腕を取って何とかジャスチャーで撤収する旨伝えた。あとは来たルートを遡るように，転ばないよう来たときより速く走って戻った。(146P)

○ ●●弁は開確認してくれっていわれて，S/C に行ったら靴が溶けた。目視では確認できなかった。弁が一番上にあるやつだったので。熱さ確認のため，トーラスに足をかけたらずるっと溶けた。やめたほうがいいと判断した。(146P)

【復旧作業での声（S/C スプレイ)】(抜粋)

○ スプレイ弁操作時にちょうどSRV が動作した。ゴゴゴゴゴーという音とキャットウオ

ークの振動を体感した時，思わず『●●逃げろ！』と急いでトーラス室外へ避難した。この蒸気が漏れたら自分は死ぬのだろうな！と思いながら操作した。（146P）

○ R/B 内は，SRV 動作の音（ゴーゴー）がしていた。トーラス室に入ると，とても暑く，一気に汗が吹き出した。SRV の動作時には，トーラスも揺れているのが見えた。「蒸気が吹き出したら無事では戻れないかも」と思った。(146P)

○ 手摺りに足を掛け，ウィルキーで操作しても堅くてなかなか開けられない。２回転ぐらいで息が上がり，交代するのを何度か繰り返した。「D/W・S/C の圧力上昇を抑えるためにはスプレイは絶対必要なんだ！消火ポンプでどの程度効果があるか分からないけど，今はそれしかない。誰かがやらなければいけないんだ。」という思いだった。(146P)

【復旧作業での声（注水、SRV・計器復旧、電源復旧)】(抜粋)

(注水)

○ 協力企業の社員さんが，社長からは戻るよう言われていたのに，我々みんなで何とか発電所を守るために一生懸命対応している姿を見て，「私は帰れない」と泣いて残ってくれた。直接社長に「もう少し残ってから戻る」と言ってくれていた。（147P）

(電源復旧)

○ 余震，津波警報で現場に出られず，免震棟の中では当直から電源復旧に関する情報も来なかったため，TL（注：チームリーダー），主任クラスで志願してT/B（注：タービン建屋）やS/B（注：サービス建屋）の現場調査を申し出た。(147P)

○ 一番インパクトがあったのは余震。行っては戻れ，行っては戻れとなった。その度に，安否確認にも時間がかかった。相当大きい余震があり，死に物狂いで走って帰ってきて，すぐにまた向かうわけにもいかず，2 時間程度休んでまた向かうという感じだった。(147P)

○ 電気品室は水があった。長靴での作業。電気が来ていないとは思っているが，感電の可能性もあり，死ぬかもしれないと思いながらの作業であった。(147P)

○ 死と隣合わせの作業だった。慣れない全面マスクを着用しての作業，余震や津波の度に走って逃げた。この繰り返し。（147P、148P）

○ みんな地震で家族がやられている人もいるし，涙を流しながら会社に勤めていた人もいたし，みんな電話が繋がらないから，生きているか死んでいるかも分からない状態だった。(148P)

【爆発時の状況】(抜粋)

(1 号機の爆発の時)

○ 1 号側の逆洗弁ピットの脇にいた。あまりの衝撃でびっくりした。空を見上げたら，瓦礫が空一面に広がっていて，バラバラ降ってきて，二人で逃げた。瓦礫にあたっていたかもしれない。二人で走って逃げて，あまりに瓦礫が降ってくるので，もう一人の人を突き飛ばして，タービン建屋脇にあるタンクの壁際に沿って瓦礫をよけるような行動を取った。少したってから，逃げようとしたら，もう一人がトラックの脇で立てなくなっていたので，二人で戻って抱えて歩いて逃げた。ひたすら無線で爆発だと

叫んで歩いて戻った。(148P、149P)

○　１階の入口にいた。爆発した瞬間飛ばされて，免震棟の内扉が爆風でズレて，二重扉が機能出来ないので，バールをもってきてもらって，レールに戻して開閉できるようにした。その時は，上から白いものが降ってきた。(149P)

(3 号機爆発の時)

○　3 号の爆発の時は2 号機の松の廊下にいた。すさまじい爆発音とともに，埃が舞って真っ白になった。乗ってきた協力企業の車が吹っ飛んでいたので，本当に恐怖だった。(149P)

○　3，4 号中操にてデータ採取中，3 号機爆発。凄い揺れに「中操が崩れる，もう終わりだ」と思った。凄い恐怖感に襲われた。中操内の線量が上昇したため，低いところを探して4 号中操の裏に待避していた。交代のメンバーが来れず，全面マスク着用にも限界を感じていた頃，交代が来た。「ありがたかった」「早く免震棟へ戻りたい」気持ちで一杯だった。(150P)

○　11:00 頃中操データ採取後に本部に電話報告しようとしたところ，すさまじい衝撃音。廻りがダストで見えなくなった。しばらく放心状態だったが，一緒にいた仲間の安否確認を実施し本部に報告。3 号機爆発の知らせを受けた。交代は来ないだろうと思い長期被ばくによる死を覚悟した。夕方交代要員が来てくれたがうれしくもあり心苦しさもあった。(150P)

(4 号機爆発の時)

○　S/B に入ったら後ろで衝撃があった。音はよく覚えてない。風圧みたいな感じだった。で，中操に行って話しを聞いた。車に6 名全員乗って帰ろうとしたが，がれきの山だった。集中R/W 側を通って帰ったらどんどん進めなくなりひどい状態だった。その時4 号がやられているのを見た。がれきで進めないので，4 号R/B の山側から車を乗り捨てて走って逃げた。車を置きっぱなしで，もう走れないので，7 番ゲートから出た。(150P)

【オフサイトセンター対応での声】(抜粋)

○　1 号機が爆発したあと，発電所で精神的にもダメージを受けた人たちが一時的にオフサイトセンターに避難してきた。みな顔面が蒼白で，言葉もなく，中には震えている人，泣き出す女性もいた。かなりの恐怖の中でみんな頑張ってくれていたのだ，と改めて感じた。(151P)

○　県庁に移動するか，現場に戻るか，ものすごく悩んだ。そんな時，やはりオフサイトセンターに一緒に来ていた5，6 号機を担当しているベテランの運転員から，「私は何でもやります。私は発電所に突っ込む覚悟です。何かやらなければいけないことがあれば，遠慮しないで言ってください。最後は運転員の意地を見せたいんだ」といわれた。(注：放射線量の上昇によりオフサイトセンターを県庁に移転することになった。本来なら県庁に移動しオフサイトセンターの要員として対応する必要があるが，発電所に戻り事故復旧の対応にあたった)(151P)

【非番・休暇等の社員の状況】（抜粋）

○　日が落ちで暗くなり停電で何も出来ない中，外出中の娘の安否を確認する間もなく，女房に後を託して18 時過ぎ，歩いて会社に向かった。途中，GS でガソリンを入れる車列6 号線は大渋滞していた。すでに道を歩いているような人はなく，自分自身何も情報は持ち合わせていないまま黙々と歩いた。（151P）

○　避難所で1～2 時間ほどすごしたあとで自分は会社に手助けに行こうと思い同僚に伝えアパートに戻り車で会社へ向かった。発電所構内でやっと実家と電話がつながり話をすることが出来た。両親に発電所事故対応に向かうことを伝えると，以前原発での作業経験がある父が一言「気をつけて行ってこい。」と言った。自分のなかではこの時点である程度の覚悟を決めていたような気がする。（152P）

【家族との連絡状況】

○　このころ（3/17 頃），誰からか，会社ＰＨＳで本店経由し外線通話できると教えられ，ようやくメンバーの安否確認を始めた（まだ，携帯は繋がらない）。もちろん最初は自宅へ連絡，ようやく避難していた家族と連絡が取れた。涙声の嫁の声を聞く，爆発で死んだと思っていたとのこと。連絡できなかったから無理もなかった。（153P）

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-60	事故現場での緊迫した状況はどのようなものであったか。
A	現場の声の一部を紹介する。 （東電報告書・別紙２　142P～153P） • 中央制御室において操作もできないのにここにいる意味があるのかと紛糾し、当直長が残ってくれと頭を下げた。 • 共用建屋の入り口ゲートに閉じ込められた時に津波に襲われた。水が浸入しもう死ぬかと思った時に先輩がゲートのガラスを割ってくれた。 • 現場に行くのに汚染を考えて、一度は指輪を外したが、最悪の事態が起きた時に自分だとわかるように身に着けて現場に向かった。 • 交替で中央制御室に行く際に、死を覚悟して郷里の親父に、かみさん、娘をよろしくと伝えた。 • ベントにいける人間を募った。比較的若い捜査員も手を挙げた。涙が出る思いだった。 • 当直長の自分が現場に行きたいと言ったが、同僚からお前は最後まで指揮をとれと言われた。 • トーラス室内部に突入した。サーベイメータが振り切れるまでは何とかなるとの思いでキャットウォークを進んだ。 • サプレッションチェンバーに行った際に、熱さ確認のためトーラスに足をかけたらずるっと溶けた。 • ウィルキーで操作してもなかなか弁を開けられない。今はこれをやるしかないので、誰かがやらなければとの思いだった。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 54.1 現場の声－事故時の現場の厳しい状況
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-2、通番 18 レジリエンスの強化
	関連細目 No	細目 7-2-1、細 54 極限状態の中での正しい意思決定に資する訓練を行う。
キーワード		
1	事故対応	**現場の声**：厳しい環境 2
14	文献・出典	**事業者関連**：東電報告書 59

資料 54.2（資 132）

〔水素爆発が起こる中での吉田所長のリーダーシップ〕

(1) 吉田調書において、事故時の厳しい現場の状況が示された。

- 線量も高く、電源もない中で、原子炉建屋の 2 階のところの MO 弁は人が開けに行きました。決死隊です。目をつぶって、行かざるを得ない、行ってこいと。
- 全員集めて、こんな状態で作業を再開してこんな状態になって、私の判断が悪かった、申し訳ないという話をした。ただ、放っておくともっとひどい状態になる。もう一度現場に行ってくれと頭を下げて頼んだ。そうしたら、本当に感動したのは、みんな現場に行こうとするわけです。

(2) 2 号機で水素爆発が発生しなかった原因

東電未解明問題進捗報告（第 5 回）によれば、水素が爆発する前に原子炉建屋から漏えいしたことによる可能性が大きいと考えられる。ただし、水素発生後の水素の原子炉から原子炉建屋への漏えい挙動については現時点では解明されていないため、今後の検討が必要である。

（JANSI 注）

2 号機のブローアウトパネルは 1 号機あるいは 3 号機の水素爆発で外れたと考えられている。水素の原子炉建屋から外部への漏えいパスは、ブローアウトパネルや水素爆発による天井の損傷等も考えられ、今のところ明確になっていない。

(3) 4 号機の爆発の原因

東電原子力安全改革プラン（添付資料）によれば、以下の理由から、3 号機の水素を含むベントガスが 4 号機に流入したためと推定している。

- 4号機原子炉の燃料は定期検査中のため全て燃料プールに取り出されていた。
- 燃料プール内の燃料は水中で露出せず、かつ、水の分析結果から燃料破損の兆候無し。
- 3号機と4号機のベントラインは、排気筒手前で合流。
- ４号機の非常用ガス処理系のフィルタは下流（３号機）側の方が放射性物質の汚染高。上流（４号機）側へ向けて汚染低。（本来とは逆）

(4) 爆発による負傷者

政府事故調報告書（中間）によれば、

3 月 12 日 15 時 36 分に 1 号機 R/B で爆発が発生、

3 月 14 日 11 時 1 分に 3 号機 R/B で爆発が発生、

3 月 15 日 6 時頃から 6 時 10 分頃までの間に 4 号機 R/B で爆発が発生した。

1 号機 R/B の爆発により、東電職員等 5 人が負傷し、3 号機 R/B の爆発では東電職員、自衛隊員等 11 人が負傷した。4 号機 R/B の爆発による負傷者は確認されていない。

＜緊迫した現場における指示＞（吉田調書より）（下線は JANSI 追記）

その１：⑩　20111106その2（15P）（通し頁393P））

○吉田所長

線量が高いんだったら、これは人身安全だから、とりあえずは近寄るとまずい。要するに、通常で考えるレベルの線量ではないわけですから、私もびっくらこいているわけです。要するに、定検のときなどは、300μSv、0.3mSvぐらいで高いではないかと言っている感覚からすると、10だとか、100だとかいうオーダーは想定できない高さですから、人間が近寄ってはいけない、まずは人身安全の議論から入域停止の話で、それとプラントの関係が全然リンクしていないんです。

何でだろう、水位あるではないか、ICも動いているとさっき聞いている、何でこんなになるんだ、だけれども、ICが動いているかどうかは別にして、何か変なことが起こっているよなというところが、まず、その時点の私の認識なんです。だから、いずれにしても線量が高いから、人は入らせられないという中で、ベントだと、電源もない中でという話があって、最初、何時か忘れましたけれども、原子炉建屋の2階のところのMO弁は人が開けに行きましたよね。決死隊ですね。ですから、そこは目をつぶって行かざるを得ない、行ってこいと。さっきの話で、その後でも、人で行かざるを得ないとなったときに、申し訳ないけれども、サプチャンの方をチャレンジしてくれ、だめだったら引き返してこいという話で行かせたのが明け方だったんですね。というような状況で動いていっているんです。

その２：② 20110729（48P）（通し頁 108P））

○質問者　自衛隊の方も含めて、けがをされた方が5名ぐらいおられるということですね。協力企業の方でですね。11時01分に爆発を起こしてからの対応なんですけれども、一旦は作業は。

○回答者　全部中止。

○質問者　現場から引き上げるということになるわけですね。それから、次に再開をすることがどこかの時点でありますね。それはどういう情報が入ってきて、どういう判断で行こうと思ったんですか。

○回答者　（中略）そのときにみんな呆然としているのと、思考停止状態みたいになっているわけです。そこで、全員集めて、こんな状態で作業を再開してこんな状態になって、私の判断が悪かった、申し訳ないという話をして、ただ、現時点で注水が今、止まっているだろうし、2号機の注水の準備をしないといけない、放っておくともっとひどい状態になる、もう一度現場に行って、ただ、現場は多分、瓦れきの山になっているはずだから、瓦れきの撤去と、瓦れきで線量が非常に高い、そこら辺も含めて、放射線をしっかり測って、瓦れきの撤去、必要最小限の注水のためのホースの取替えだとか、注水の準備に即応してくれと頭を下げて頼んだんです。そうしたら、本当に感動したのは、みんな現場に行こうとするわけです。

＜水素爆発を起こさなかった２号機＞（東電未解明問題進捗報告（第５回）（30P））

過去に実施した解析においては、地震後約1 週間で水素の総発生量は約450kgと評価されている。2 号機で水素爆発が発生しなかった原因としては、ブローアウトパネルや天井の穴を通して水素が漏えいした可能性、水素の発生自体が1,3 号機と比較して少なかった可能性が考えられるが、前述の強制減圧後の原子炉圧力の上昇時に水-ジルコニウム反応による水素が大量に発生していると考えられることから、2 号機で水素爆発が発生しなかった原因として

は、水素が爆発する前に原子炉建屋から漏えいしたことによる可能性が大きいと考えられる。ただし、水素発生後の水素の原子炉から原子炉建屋への漏えい挙動については現時点では解明されていないため、今後の検討が必要である。

＜4号の水素爆発＞（東電原子力安全改革プラン（添付資料）(27P)）

○福島第一4号機においても、原子炉建屋の爆発が発生しました。これについては以下の理由から、3号機の水素を含むベントガスが4号機に流入したためと推定しています。

・4号機原子炉の燃料は定期検査中のため全て燃料プールに取り出されていた。
・燃料プール内の燃料は水中で露出せず、かつ、水の分析結果から燃料破損の兆候無し。
・3号機と4号機のベントラインは、排気筒手前で合流。
・４号機の非常用ガス処理系のフィルタは下流（３号機）側の方が放射性物質の汚染高。上流（４号機）側へ向けて汚染低。（本来とは逆）

＜水素爆発による負傷者＞（政府事故調報告書（中間）(42P)）

b 建屋の爆発による負傷者

福島第一原発では、3 月12 日15 時36 分に1 号機R/B、3 月14 日11 時1 分に3 号機R/B が爆発し、作業員及び自衛隊員が負傷した。

1 号機R/B の爆発では、東京電力職員等5 人が負傷し、3 号機R/B の爆発では、東京電力職員、自衛隊員等11 人が負傷した。

4 号機R/B の爆発（3 月15 日6 時頃から6 時10 分頃までの間）による負傷者は確認されていない。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-39	2 号機はなぜ水素爆発を起こさなかったのか。
A	（東電未解明問題進捗報告（第5回）（30P）） 2 号機で水素爆発が発生しなかった原因としては、水素が爆発する前に原子炉建屋から漏えいしたことによる可能性が大きいと考えられる。ただし、水素発生後の水素の原子炉から原子炉建屋への漏えい挙動については現時点では解明されていないため、今後の検討が必要である。 （JANSI注） 2号機のブローアウトパネルは1号機あるいは3号機の水素爆発で外れたと考えられている。水素の原子炉建屋から外部への漏えいパスは、ブローアウトパネルや水素爆発による天井の損傷等も考えられ、今のところ明確になっていない。
Q1-40	4 号機は停止していたのになぜ水素爆発を起こしたのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（添付資料）（27P）） 福島第一4号機の爆発は、以下の理由から、3号機の水素を含むベントガスが4号機に流入したためと推定している。 • 4号機原子炉の燃料は定期検査中のため全て燃料プールに取り出されていた。 • 燃料プール内の燃料は水中で露出せず、かつ、水の分析結果から燃料破損の兆候無し。 • 3号機と4号機のベントラインは、排気筒手前で合流。 • 4 号機の非常用ガス処理系のフィルタは下流（3 号機）側の方が放射性物質の汚染高。上流（4 号機）側へ向けて汚染低。（本来とは逆）
Q1-41	爆発によってどのくらい負傷者がでたのか。
A	（政府事故調報告書（中間）（42P）） 3 月 12 日 15 時 36 分に 1 号機 R/B で爆発が発生、 3 月 14 日 11 時 1 分に 3 号機 R/B で爆発が発生、 3 月 15 日 6 時頃から 6 時 10 分頃までの間に 4 号機 R/B で爆発が発生した。 1 号機 R/B の爆発により東電職員等 5 人が負傷し、3 号機 R/B の爆発では東電職員、自衛隊員等 11 人が負傷した。4 号機 R/B の爆発による負傷者は確認されていない。
Q2-6	厳しい環境の中で、所長のリーダーシップはどのように発揮されたのか。
A	（吉田調書） • 線量も高く、電源もない中で、原子炉建屋の 2 階のところの MO 弁は人が開けに行きました。決死隊です。目をつぶって、行かざるを得ない、行ってこいと。（⑩　20111106 その 2（16P）） • 全員集めて、こんな状態で作業を再開してこんな状態になって、私の判断が悪かった、申し訳ないという話をした。ただ、放っておくともっとひどい状態になる。もう一度現場に行ってくれと頭を下げて頼んだ。そうしたら、本当に感動したのは、みんな現場に行こうとするわけです。（②　20110729（48P））

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 54.2 水素爆発が起こる中での吉田所長のリーダーシップ
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-2、通番 18 レジリエンスの強化
	関連細目 No	細目 7-2-1、細 54 極限状態の中での正しい意思決定に資する訓練を行う。
キーワード		
1	福島第一等の事故対応	**現場の声**：厳しい環境 3
2	安全文化と QMS	**リーダーシップ**：リーダーシップ 2
14	文献・出典	**政府関連**：吉田調書 11、政府事故調報告書 **事業者関連**：東電未解明問題進捗報告 4、東電原子力安全改革プラン 64
15	人名・法令類	**人名**：吉田昌郎 5

資料 55.1（資 133）

〔重要な設備へ対策を適用するに当たっての考え方〕

東電報告書において、重要な設備に対策を適用するに当たっての考え方が示された。

(1) 敷地及び建屋への浸水対策が必要

(2) 高圧注水設備は事故停止から 1 時間以内に必要である。全交流電源喪失の場合は、蒸気駆動の設備が重要となる。なお、電動駆動の設備を使用する場合は起動条件の少ない設備を選択することが有効である。

(3) 減圧装置は 4～8 時間以内に必要である。減圧装置である主蒸気逃がし安全弁を駆動するためには N2 に加え、電源確保が必要である。

(4) 低圧注水設備は 4～8 時間以内に必要である。全交流電源喪失の場合は、消火系のディーゼル駆動消火ポンプのみ起動可能である。今回活用した消防車を含め、安定して確実に注水できる設備を用意することが重要である。

(5) -1 格納容器ベントは 1～2 日以内に必要である。海水を冷却源とできない場合は、大気を冷却源とする格納容器ベントが必要となる。格納容器ベントの実施には、電動弁と空気作動弁を開にすることが必要となる。

-2 停止時冷却モードによる除熱は 3～7 日以内に必要である。残留熱除去系の停止時冷却モードが必要であり、実施に当たっては、電源の確保と代替ポンプやモータ修理等による海水系の復旧が必要である。

-3 使用済み燃料プールの除熱は使用済燃料の崩壊熱にもよるが、7～10 数日以内に必要である。燃料プール冷却浄化系が必要であり、電源の確保と時間的余裕を考えた場合、計測設備による監視が必要である。

(6) 監視計器の電源確保は 1 時間以内に必要である。今回の事故では、計器の電源復旧に時間を要したが、速やかな計器用電源の確保が重要である。

(7) 炉心損傷後の影響緩和策（水素対策、放射性物質の放出抑制対策）を事前に取っておく必要がある。

(8) 共通的事項として、外部電源、瓦礫撤去設備、通信手段の確保、照明用設備の確保、防護設備、放射線管理ツールの整備、環境放射線の監視体制の強化、津波監視体制の強化、免震重要棟の機能強化に対する対策が必要である。また、作業を支援する装置や補助設備を充実することが必要である。

(9) その他の中長期的技術検討課題として、高圧注水設備の信頼性向上（IC の隔離信号のインターロック含む）、ベントラインの信頼性向上、フィルタベントの検討、事故時の計測設備の研究開発が必要である。

＜設備（ハード）面での対策＞（東電報告書・添付 16-1 より）（注記は JANSI 追記）

（1）敷地及び建屋への浸水対策
防潮堤、防潮板、防潮壁の設置、及び扉や建屋壁貫通部における浸水防止のための止水

（2）高圧注水設備（1時間以内に必要）

対策の考え方

・プラント運転状態から事故停止した場合、当初は原子炉圧力が高いために高圧で注水できる設備が求められる。

・今回の事故では、電動駆動設備が全交流電源喪失(SBO)に伴い使用不可となったことから、蒸気駆動の高圧注水設備が重要となる。

・なお、電動駆動の高圧注水設備を確保する場合は、起動条件の少ない設備を選択することが有効である。

		SBO
RCIC	蒸気駆動	○
SLCまたはCRD	電動駆動	×
HPCS		

原子炉隔離時冷却系（RCIC）

必要な設備	機器の浸水対策	柔軟な対策
ポンプ/タービン	RCIC室の止水	手動起動手順の確立
直流電源（バッテリー、電源盤等）	バッテリー室、主母線盤等設置場所の止水（又は配置見直し）	電源車等の配備

ほう酸水注入系（SLC）または制御棒駆動水圧系（CRD）

必要な設備	機器の浸水対策	柔軟な対策
SLCポンプ又はCRDポンプ	－	ポンプ設置エリアの止水
水源	－	純水タンクからの補給手順の確立
交流電源	－	非常用D/Gを含む電源設備の止水、電源車等の配備、建屋外でのD/G相当の電源確保

（3）減圧装置（4～8時間以内に必要）

対策の考え方

・プラントの除熱、冷却まで最終的に移行するためには、圧力容器の減圧が必要不可欠。

・今回の事故では電源喪失により減圧装置である主蒸気逃がし安全弁の操作に必要な直流電源が不足。当該弁を駆動するN2に加え、電源確保が必要。

必要な設備	機器の浸水対策	柔軟な対策
N2ボンベ	－	予備ボンベを配備
直流電源（バッテリー、電源盤等）	バッテリー室、主母線盤設置場所の止水（又は配置見直し）	可搬式バッテリー配備

（4）低圧注水設備（4～8時間以内に必要）

対策の考え方

・低圧注水設備は、非常系のほか、復水補給水系、消火系が挙げられる。全交流電源喪失（SBO）の場合、本設設備では、消火系のディーゼル駆動消火ポンプ（DDFP）のみ起動可能である。

・今回活用した消防車を含め、安定して確実に注水できる低圧注水設備を用意することが重要。

		SBO
D/DFP	ﾃﾞｨｰｾﾞﾙ駆動	○
MUWC	電動駆動	×

消火系（FP）

必要な設備	機器の浸水対策	柔軟な対策
ディーゼル駆動消火ポンプ	ポンプ室止水	消防車配備及び連結通水ライン設置、海水使用の手順化
バッテリー	バッテリー室止水	可搬式バッテリー配備
ディーゼル用燃料	燃料配備（燃料配送含む）	－

復水補給水系（MUWC）

必要な設備	機器の浸水対策	柔軟な対策
MUWCポンプ	ポンプ室止水	タンク間の水の融通の手順化
交流電源	非常用D/Gを含む電源設備の止水、又は配置見直し	電源車等の配備、建屋外でのD/G相当の電源確保

（5）除熱・冷却設備

①格納容器ベント（1～2日以内に必要）

対策の考え方

・海水を冷却源とできない場合は、大気を冷却源とした圧力抑制室ベントの実施が必要。

・圧力抑制室ベントの実施には、電動（MO）弁、空気作動（AO）弁を開することが必要。

必要な設備	機器の浸水対策	柔軟な対策
交流電源（MO弁、AO弁用電磁弁）	非常用D/Gを含む電源設備の止水（又は配置見直し）	電源車等の配備、可搬式交流発電機又は可搬式バッテリー配備
圧縮空気（AO弁動作用）	可搬式空気圧縮機（又はボンベの配備）	AO弁を手動で開操作ができる構造に変更

②停止時冷却モードによる除熱（3～7日以内に必要）

対策の考え方

・海水を冷却源とした残留熱除去系（RHR）の停止時冷却モードが必要。

・このため、電源を確保するとともに、代替ポンプやモータ修理等による最終冷却源である海水系の復旧が必要。

必要な設備	機器の浸水対策	柔軟な対策
交流電源（RHRポンプ）	非常用D/Gを含む電源設備の止水（又は配置見直し）	・代替ポンプの配備 ・可動式熱交換器設備の配備
RCW/RSWポンプ	予備モータの配備	
交流電源（RCW/RSW）	電源室の止水	電源車の配備、建屋外でのD/G相当の電源確保

③使用済燃料プールの除熱（7～10数日以内に必要：使用済燃料の崩壊熱による）

対策の考え方

・使用済燃料プールを冷却する燃料プール冷却浄化系（FPC）は原子炉建屋内にあることもあり、津波への耐性が基本的に強い。このため、電源設備の確保が重要。

・また、時間的な余裕を考えたとき、計測設備による監視が重要。

必要な設備	機器の浸水対策	柔軟な対策
FPCポンプ	ポンプ室の止水 プール内の水位・温度計設置	・消防車の配備 ・消火配管の活用
交流電源	電源設備の止水（または配置見直し）	・電源車等の配備

(6)監視計器の電源確保（1時間以内に必要）

対策の考え方

・今回の事故では、監視計器が機能喪失し、計器の電源復旧に時間を要した。

・このため、速やかな計器用電源の確保が重要。

必要な設備	機器の浸水対策	柔軟な対策
直流電源	バッテリー室・主母線盤設置場所の止水（または 配置見直し）	・可搬式バッテリー配備 ・電源車及び可搬式充電器の配備

(7)炉心損傷後の影響緩和策

対策の考え方

・今回の事故では、格納容器から建屋へ漏えいしたと考えられる水素の爆発によって、閉じ込め機能喪失のみならず、復旧活動自体が著しく困難となった。

・深層防護の観点から、今回の事故を踏まえた炉心損傷が生じた場合における対策を講じる。

項 目	対 策
水素滞留の防止	原子炉建屋の換気促進のため、建屋屋上へ穴を開ける措置（トップベント）やブローアウトパネルを開放する措置の設備・手順の確立
放射性物質の放出抑制	圧力抑制室ベントと同じ（水を通したベントの確実な実施） 消防車等による格納容器への注水手順の準備

(8)共通的事項

・上記対策を有効なものとするためには、当該の対応のほか、安全に効率的に動けるように作業を支援する装備や補助設備を充実することが必要。

項 目	対 策
外部電源	外部電源の供給信頼度を確保するための設備形成の検討、送電鉄塔基礎の安定性の評価、変電所設備／開閉所設備の耐震性向上策の検討、外部電源設備の迅速な復旧手順等の検討
瓦礫撤去設備	対応活動の阻害要因となる瓦礫を撤去するための設備の配置
通信手段の確保	移動無線や衛星電話の配備や電源としての蓄電池等の配備など状況に応じた通信手段を確立、全面マスクを装着した状態での通信設備の開発
照明用設備の確保	安全、迅速、確実な対応を行うために、両手を使えるようなヘッドライトタイプの照明のほか、広範囲を照らせるような照明設備を配備
防護設備	防護服、マスク、APD、可搬式空気清浄機等の様々な装備品等を適切な場所に余裕を持って配備、中央制御室の非常用換気設備は電源車等により優先的に機能を回復、免震重要棟の遮へいの強化や局所排風機など必要な設備を配備
放射線管理ツールの整備	免震重要棟を含め拠点となる場所において、線量集計のための管理ツールを整備
環境放射線の監視体制の強化	電源停止の場合の代替監視方法及び要員体制を予め定めておく等、モニタリングのための放射線測定設備を強化
津波監視体制の強化	短期的には赤外線スコープなどの配備、長期的には海面高さ観測装置による情報収集と作業者への通知方法、避難ルートの確保、緊急時に現場に向かうルート案の事前検討と必要に応じた改造
免震重要棟の機能強化	人と物の出入口の分離、放射性物質の浸入防止を考慮した出入口設計、除染しやすい内装、トイレ設備の機能維持、休息のための設備準備

その他の中長期的技術検討課題

・今回の検討において、炉心損傷を防止するための対策を上記の通り立案したが、そのほかに右記の中長期的技術検討課題が挙げられる。

・これら技術検討課題については、別途検討を進める。

項 目	内 容
高圧注水設備の信頼性向上	非常用復水器の隔離信号のインターロックも含め、高圧注水設備の信頼性向上に資する考え方を整理・検討
ベントラインの信頼性向上	ラプチャーディスクを積極的に作動させる方策やベントラインの信頼性向上など、不用意な放出につながらないことに留意した上で検討
フィルタベントの検討	放射性物質の放出を低減するため、放射性物質をフィルタを介して放出するフィルタベントの設計検討
事故時の計測設備の研究開発	原子炉水位計については、精度の向上の他、事故時に必要な目的に応じた計測装置を研究・開発。格納容器雰囲気モニタについては、信頼性向上の他、事故環境下での精度向上についても検討

＜福島第二の外部電源の状況＞（東電報告書・95P）

福島第二原子力発電所における外部電源は、新福島変電所から500kV富岡線1L，2L及び66kV岩井戸線1L，2Lの計4回線で構成されるが、地震当日は、停止点検中の岩井戸線1Lを除く3回線となっていた。

地震発生後は、新福島変電所の断路器の損傷により3月11日14時48分頃に富岡線2Lが受電停止となった。なお、岩井戸線2Lにおいては、地震後の設備巡視により避雷器の損傷を確認したため、富岡線1Lからの所内受電が継続していることを確認後、損傷の拡大防止のために受電停止し設備の復旧を行った。

このため、外部電源は一時的に1回線による受電となったが、翌日12日13時38分頃には岩井戸線2L、13日5時15分頃には岩井戸線1Lを仮復旧させ、3回線による受電構成となった。

＜福島第二の非常用DGの運転＞（政府事故調報告書・146P）

当直長は、第二発電所対策本部に対し、津波到達後に自動起動していた3号機及び4号機の非常用DG(3B、3H及び4H) をどの時点で停止させればよいか確認した。第二発電所対策本部は、外部電源の供給が確保されていたため、当面の問、非常用DGを用いる必要がないものの、一度起動した非常用DGを停止すると、外部電源の供給が停止した場合に再起動できなくなることを懸念し、これらの非常用DGを無負荷状態で作動させ続けるよう当直長に指示した。

その後、同日15時50分頃、3号機及び4号機においても、1号機及び2号機と同様に、岩井戸線2号線による給電が停止した。それ以降、外部電源の供給は、富岡線1号線のみによることとなった。

＜福島第二の非常用海水系ポンプの被害＞（東電報告書110P）

海水系ポンプは屋外仕様であるが、一括独立収納することに合わせて、熱交換器建屋に設置したものである。

これらの非常用海水系ポンプを設置している海側エリアの敷地高さはO.P.＋4mであり、津波高さの評価結果を踏まえ、津波の高さ5.1～5.2mに対して機能を確保できるよう対策を講じていたものの、津波はそれを大幅に超えるものであったことからこれらのポンプのモータは被水・浸水し、系統の機能を喪失した。

なお、福島第二原子力発電所の非常用海水系ポンプは、海水熱交換器建屋内に設置されていたものの、海水熱交換器建屋周囲は津波によって3m程度の浸水深となり、建屋躯体には損傷は認められなかったがドア等の地上開口部が破損し、すべての海水熱交換器建屋が浸水した。このため、電源盤、ポンプのモータが被水して、残留熱除去海水系は全8系統のうち３号機の1系統を除いて機能喪失した。また、A系、B系、H系の3系統ある非常用D/G海水系は3号機のB系，H系及び4号機のH系の3系統を除きすべて機能を喪失した。

＜関連 Q&A（例）＞

Q4-4	高圧注水設備、減圧装置、低圧注水設備、格納容器ベント等の重要な設備は事故が起きてからどのタイミングで必要となるか。
A	（東電報告書（添付 16-1）） (1) 高圧注水設備は 1 時間以内に必要 (2) 減圧装置は 4～8 時間以内に必要 (3) 低圧注水設備は 4～8 時間以内に必要 (4) -1 格納容器ベントは 1～2 日以内に必要 -2 停止時冷却モードによる除熱は 3～7 日以内に必要 -3 使用済み燃料プールの除熱は使用済燃料の崩壊熱にもよるが、7～10 数日以内に必要 監視計器の電源確保は1時間以内に必要
Q10-6	津波や電源喪失に対して設備面でどのような機能を強化する必要があるか。
	（東電報告書（添付 16-1）） (1) 敷地及び建屋への浸水対策が必要 (2) 炉心損傷後の影響緩和策（水素対策、放射性物質の放出抑制対策）を事前に取っておく必要がある。 (3) 共通的事項として、外部電源、瓦礫撤去設備、通信手段の確保、照明用設備の確保、防護設備、放射線管理ツールの整備、環境放射線の監視体制の強化、津波監視体制の強化、免震重要棟の機能強化に対する対策が必要である。 その他の中長期的技術検討課題として、高圧注水設備の信頼性向上（ICの隔離信号のインターロック含む）、ベントラインの信頼性向上、フィルタベントの検討、事故時の計測設備の研究開発が必要である。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 55.1 重要な設備へ対策を適用するに当たっての考え方
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-2、通番 18 レジリエンスの強化
	関連細目 No	細目 7-2-2、細 55 重要度に応じた品証活動と一人ひとりの安全性向上活動を継続的改善に繋げる。
キーワード		
3	地震・津波	**津波対策**：防潮堤等 4、浸水対策 3
4	設備	**敷地・構築物・付属物**：敷地及び建屋 2 **高圧注水設備関連**：RCIC6、HPCS3 **減圧装置関連**：SRV10 **炉心冷却設備関連**：RHR－SHC4、RHR、RCW2、RCW ポンプ 2、RSW3、RSW ポンプ 3 **燃料プール冷却設備関連**：燃料プール 3、燃料プール冷却浄化系、FPC ポンプ 2 **通常通水設備関連**：CRD3、CRD ポンプ 2 **計測設備関連**：原子炉水位計 6、格納容器雰囲気モニタ 2 **電源設備関連**：非常用 DG4、外部電源 2、直流電源盤 4 **弁類関連**：AO 弁 3、MO 弁 2、N2 ボンベ 2 **放射線監視・管理・防護設備**：防護服 2、マスク 2、APD4、可搬式空気清浄機 2、免震重要棟遮へい強化 2、局所排風機 2
5	SA 対策設備	**代替注水（高圧）**：SLC5、SLC ポンプ 2、純粋タンク 2 **代替注水（低圧）**：FP7、DDFP10、MUWC5、MUWC ポンプ 2、DDFP 用燃料 2 **柔軟な代替注水**：消防車 14、海水注入 3 **格納容器減圧・冷却**：格納容器ベント 12、フィルタベント 3、ラプチャーディスク 6 **燃料プール冷却**：プール内水位計・温度計 2

		照明用設備：ヘッドライトタイプ照明 2、可搬式広域照明 4 **電源設備**：可搬式バッテリー6、電源車 6、可搬式交流発電機 4、可搬式充電器 2 **予備品**：代替ポンプ 3、交換用モータ 3、可搬式コンプレッサー2、空気ボンベ 3、可搬式熱交換器 2 **瓦礫撤去設備**：重機 4 **通信設備・現場監視**：全面マスク使用時通信設備 2、通信設備の強化 2、赤外線スコープ 2、海面高さ観測装置 2 **水素滞留防止設備**：原子炉建屋トップベント 3、ブローアウトパネル 2 **放射線防護**：線量集計用管理ツール 3
6	AM（運用・管理）	**手順の確立**：RCIC の手動起動・制御 2、代替注水のラインアップ 2､海水利用 2､MUWC ポンプの水源融通 2、水素滞留防止 2、作業者への津波情報の通知 2
10	改善（安全設計・運用）	**深層防護の徹底**：インターロックの変更 4、フェイルセーフの確認 4 **具体的な対応策**：AO 弁構造変更 2、外部電源の信頼性向上、瓦礫撤去設備の配置 2、通信手段の確保 3、照明用設備の確保 2、防護設備の強化 2、放射線管理ツールの整備 2、環境放射線の監視体制の強化 2、津波監視体制の強化 2、免震重要棟の機能強化 2、高圧注水設備の信頼性向上 2、ベントラインの信頼性向上 2、フィルタベントの検討 2、事故時の計測設備の研究開発 2
14	文献・出典	**事業者関連**：東電報告書 60

資料 55.2（資 134）

〔安全性向上の意識を継続させるための提案制度〕

東電原子力安全改革プランにおいて、深層防護を積み重ねるための提案制度が示された。

- **「安全性向上コンペ」を行う。組織横断の提案も促進しつつ、安全対策の立案、実行が日常の業務として定着することを目指し、優れた改善提案は必ず実現するという成功体験によって、原子力部門全体に安全性向上の意識を持ち続けさせる。**

＜日常の安全性向上活動＞（東電原子力改革プラン・70P、71P より）

４．３ 深層防護提案力の強化

（１）深層防護を積み重ねることができる業務プロセスの構築

経営層のリーダーシップや安全文化の浸透活動により、原子力部門で日常的に安全性向上対策の強化を進めていくことに加え、多角的観点から安全対策を検討した上で費用対効果の大きい安全対策を提案し実現する技術力の強化を図ることを目的として、「安全性向上コンペ」を行う。これにより、組織横断の提案も促進しつつ、安全対策の立案、実行が日常の業務として定着することを目指し、優れた改善提案は必ず実現するという成功体験によって、原子力部門全体に安全性向上の意識を持ち続けさせる。

［安全性向上コンペのプロセス］

① 深層防護の強化対策提案

通常の予算枠とは別に、迅速に安全性を向上させる案を積極的に募集する。様々な安全性向上のためのレビュー結果（定期的な安全性の評価）からの改善提案やOE 情報からの改善提案、その他あらゆる気付きからの改善提案を行う。提案内容は、設計基準を超える事態への対策（炉心損傷防止／緩和策、緊急時対応の改善等）とし、対策実施に要する期間、費用を検討しながら、まずは成功体験を積み重ねていくことに重点をおく。提案の主な対象としては、アクシデントマネジメント策（深層防護第4 層）であるが、深層防護第5 層も含む緊急時対応策も対象とすることから、提案者は技術系社員に限らず、全原子力部門所属者を中心に実施していくが、広く他部門からも提案を募る。

② 優良提案の選抜

上述の提案の中からコンペにより、優良提案を選抜し（件数に制限なし）、表彰と公表を実施する。コンペは年2 回程度実施し、継続的に安全性向上を図る。なお、コンペは予算計上時期を考慮して行うこととし、安全性向上に対する予算に上限があるかのような誤解を避けるため、予め予算を確保しておくことはしない。

③ 詳細設計の実施

採用となったものについては、原子力部門内関係者、研究所、グループ企業と協力し（プロジェクトチーム等を編成し）、直営で詳細設計を実施する。

④ 工事の実施

グループ企業、協力企業から、工事実施パートナーを選定し実施する。

＜関連 Q&A（例）＞

Q2-5	安全性向上コンペを行うことによって何を期待しているのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（70P）） 安全性向上コンペにより、組織横断の提案も促進しつつ、安全対策の立案、実行が日常の業務として定着することを目指し、優れた改善提案は必ず実現するという成功体験によって、原子力部門全体に安全性向上の意識を持ち続けさせる。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 55.2 安全性向上の意識を継続させるための提案制度
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-2、通番 18 レジリエンスの強化
	関連細目 No	細目 7-2-2、細 55 重要度に応じた品証活動と一人ひとりの安全性向上活動を継続的改善に繋げる。
キーワード		
2	安全文化と QMS	**安全最優先の価値観**：継続的改善 2 **潜在的リスクの認識**：深層防護の強化 **活気ある職場環境**：安全性向上意識の維持
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 65

資料 55.3（資 135）

〔QMS の問題点〕

(1) 東電原子力安全改革プランにおいて、ＱＭＳへの取組みの問題点が示された。

- **品質保証上の要求事項を満たすことに加え、不正問題を踏まえた業務の厳格化の観点から、詳細なプロセスやエビデンスまで定め分厚いマニュアルができあがった。**
- **個々の不適合処理を厳密に実施することで安全性向上を図ってきたものの、多くのリソースが当該業務に割かれ、今回の事故を防ぐ、または緩和するような安全性の向上にはつながらなかった。**

(2) 東電原子力安全改革プランにおいて、QMS に関する規制対応への問題点が示された。

- **保安検査官の裁量により、現場の業務に対して、事業者側から見れば安全性の重要度が低いケースと考えられる多くの指摘・指導を頂くこととなった。**
- **一つ一つの品質保証の問題を改善することにより、より大きな安全上の問題を防ぐという考え方について、規制当局と十分な議論が行なわれていなかった。**
- **多くのリソースが不適合処理の厳密な実施の業務に割かれ、今回の事故を防ぐ、または緩和するような安全性の向上にはつながらなかった。**
- **保安規定上の指示・指導は法令要求にも直結することから、当社の対応も品質保証上の対応として、マニュアル整備やエビデンス作成に傾注するようになった。**
- **保安検査官の指摘に従うこと、すなわち規制の要求さえ満足していれば十分という風潮を生むこととなった。**
- **品質マネジメントシステムを導入した以降は、安全性とは密接な関わりのない品質保証上の要求・基準への適合性に議論が偏る傾向がみられ、規制当局からの要求というだけで判断し、自ら技術的な意味合いを考えずに対応したり、議論の労力を惜しんで技術的な対話を怠ったりすることが増え、安全の向上につながらないルールやエビデンスの作成等の取り組みに労力を割くようになった。**
- **規制当局と議論できる技術力が十分でなかったことから、規制当局との真剣な議論を避け、QMS の有効な改善が実施されなかった。一方、マニュアルどおりに業務を行なえば良いという風潮を生んだ可能性がある。**

＜ＱＭＳの導入、強化について＞（東電原子力安全改革プラン・41P、42P より）

③ 品質マネジメントシステムの導入、強化

2002 年のトラブル隠し「当社自主点検記録に関する不正問題（シュラウド点検記録の改ざん等)」が発覚し、これら一連の問題を踏まえた再発防止対策として、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則が改正され、品質マネジメントシステム（QMS:Quality Management System）に基づく保安活動が義務付けられることになった。当社はこれを踏まえ、業務プロセスを運転、保全、放射線管理等のプロセスに整理し、JEAC4111（原子力発電所における安全のための品質保証規程）に則って、要求事項を満たしていることをマニュアル上で判断できるよう、マニュアルの整備を行なった。

このとき、品質保証上の要求事項を満たすことに加え、不正問題を踏まえた業務の厳格化の観点から、詳細なプロセスやエビデンスまで定め分厚いマニュアルができあがった。具体例としては、不適合管理のマニュアルでは、発生したことや発見したことを何でも管理して公表するという、事故トラブルの軽重によらない同一レベルの管理プロセスを構築した。その結果、安全上の問題ではなく応急処置だけで十分な不適合に対して過剰なリソースを投入することとなった。

一方、QMS が保安規定の中に取り込まれたため、QMS の確認に重点を置いた保安検査を年4回受検することとなった。保安検査では、個々のマニュアルを文書審査し、その履行状況から原子力発電所の保安状況を評価することが行われた。この評価においては、QMS を規定するJEAC4111 の記載が定性的であったため、QMS を評価するための基準が明確となっていないことと相まって、保安検査官の裁量により、現場の業務に対して、事業者側から見れば安全性の重要度が低いケースと考えられる多くの指摘・指導を頂くこととなった。これは、一つ一つの品質保証の問題を改善することにより、より大きな安全上の問題を防ぐという考え方について、規制当局と十分な議論が行なわれていなかったためであり、事業者側が十分に納得した上でリソースを効果的に投入することには至らなかった。

当社は上述のような状況にあっても、自らの技術力を向上させ、安全を高めていなければならないが、保安規定上の指示・指導は法令要求にも直結することから、当社の対応も品質保証上の対応として、マニュアル整備やエビデンス作成に傾注するようになった。更に、QMSでは顧客の設定を行っており、「国民の付託を受けた原子力安全規制」を「原子力発電所の顧客」と位置付けていることもあり、保安検査官の指摘に従うこと、すなわち規制の要求さえ満足していれば十分という風潮を生むこととなった。

問題点(組織－⑨)：QMS の取り組みは、トラブル隠し等を契機として導入され信頼回復に重点が置かれていた。特に、個々の不適合処理を厳密に実施することで安全性向上を図ってきたものの、多くのリソースが当該業務に割かれ、今回の事故を防ぐ、または緩和するような安全性の向上にはつながらなかった。

問題点(組織－⑩)：規制当局と議論できる技術力が十分でなかったことから、規制当局との真剣な議論を避け、QMS の重さの問題（ルールやエビデンスの量が多いものの、その量に対して業務品質の向上度合いが低いこと）に気付きながら、有効な改善が実施されなかった。一方、マニュアルどおりに業務を行なえば良いという風潮を生んだ可能性がある。

＜関連 Q&A（例）＞

Q2-14	事業者はQMSにどのように取り組んだのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（41P）） • 品質保証上の要求事項を満たすことに加え、不正問題を踏まえた業務の厳格化の観点から、詳細なプロセスやエビデンスまで定め分厚いマニュアルができあがった。 • 具体例としては、不適合管理のマニュアルでは、発生したことや発見したことを何でも管理して公表するという、事故トラブルの軽重によらない同一レベルの管理プロセスを構築した。その結果、安全上の問題ではなく応急処置だけで十分な不適合に対して過剰なリソースを投入することとなった。 （東電原子力安全改革プラン（41P） QMS の取り組みは、トラブル隠し等を契機として導入され信頼回復に重点が置かれていた。特に、個々の不適合処理を厳密に実施することで安全性向上を図ってきたものの、多くのリソースが当該業務に割かれ、今回の事故を防ぐ、または緩和するような安全性の向上にはつながらなかった。
Q2-15	事業者はQMSに関して保安検査にどのように対応したのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（41P）） • QMS が保安規定の中に取り込まれたため、QMS の確認に重点を置いた保安検査を年4 回受検することとなった。保安検査では、個々のマニュアルを文書審査し、その履行状況から原子力発電所の保安状況を評価することが行われた。 • この評価においては、QMS を規定するJEAC4111 の記載が定性的であったため、QMS を評価するための基準が明確となっていないことと相まって、保安検査官の裁量により、現場の業務に対して、事業者側から見れば安全性の重要度が低いケースと考えられる多くの指摘・指導を頂くこととなった。 • これは、一つ一つの品質保証の問題を改善することにより、より大きな安全上の問題を防ぐという考え方について、規制当局と十分な議論が行なわれていなかったためであり、事業者側が十分に納得した上でリソースを効果的に投入することには至らなかった。 • 当社は上述のような状況にあっても、自らの技術力を向上させ、安全を高めていなければならないが、保安規定上の指示・指導は法令要求にも直結することから、当社の対応も品質保証上の対応として、マニュアル整備やエビデンス作成に傾注するようになった。 • 更に、QMS では顧客の設定を行っており、「国民の付託を受けた原子力安全規制」を「原子力発電所の顧客」と位置付けていることもあり、保安検査官の指摘に従うこと、すなわち規制の要求さえ満足していれば十分という風潮を生むこととなった。

	（東電原子力安全改革プラン（80P）） • 品質マネジメントシステムを導入した以降は、安全性とは密接な関わりのない品質保証上の要求・基準への適合性に議論が偏る傾向がみられ、規制当局からの要求というだけで判断し、自ら技術的な意味合いを考えずに対応したり、議論の労力を惜しんで技術的な対話を怠ったりすることが増え、安全の向上につながらないルールやエビデンスの作成等の取り組みに労力を割くようになった。 （東電原子力安全改革プラン（41P） 規制当局と議論できる技術力が十分でなかったことから、規制当局との真剣な議論を避け、QMS の重さの問題（ルールやエビデンスの量が多いものの、その量に対して業務品質の向上度合いが低いこと）に気付きながら、有効な改善が実施されなかった。一方、マニュアルどおりに業務を行なえば良いという風潮を生んだ可能性がある。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 55.3 QMS の問題点
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-2、通番 18 レジリエンスの強化
	関連細目 No	細目 7-2-2、細 55 重要度に応じた品証活動と一人ひとりの安全性向上活動を継続的改善に繋げる。
キーワード		
2	安全文化と QMS	**安全最優先の価値観**：規格・基準への盲従 1、規制者への盲従 1、マニュアルへの盲従 **QMS と安全性**：ルールとエビデンスの偏重 1、品質向上と安全向上の不整合、軽重のない不適合管理、顧客は安全規制 **QMS の課題**：分厚いマニュアル、保安検査官の裁量
13	関係組織	**国関連**：保安院 8、保安検査官 2
14	文献・出典	**学協会関連**：JEAC4111 **事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 66、保安規定

資料 55.4（資 136）

〔QMS の改善〕

(1) 東電原子力安全改革プランにおいて、ＱＭＳにおけるエビデンス偏重を改善することが示された。

- **当社の QMS の主な課題は、ルールやエビデンスの量が多いものの、その量に対して業務品質の向上度合いが低いことにある。**
- **エビデンス（記録）の重さは、マニュアル同様、法令上の要求事項等の観点から、必要なレベルを満たしているか、という点に留意して合理化を進める。**
- **ルールやエビデンスの作成に関する具体的な要求があれば、今回の主旨を踏まえ、当社としての考え方として、安全への寄与度を柱として、技術面や合理性に基づき判断し、適切な対応・説明を行なっていく。**

(2) 東電原子力安全改革プランにおいて、QMS が保安規定に取り込まれたが、一つひとつの品質保証の問題を改善することにより、より大きな安全上の問題を防ぐという考え方について、規制当局と十分な議論が行われなかったことが示された。

(3) 東電原子力安全改革プランにおいて、規制当局の要求への対応姿勢が示された。

- **今後は、「規制当局の要求だから」と技術的に納得しないまま業務をこなしたり、マニュアルやエビデンスを中心とした品質保証上の議論に偏よったりせず、技術的な根拠に基づいて安全性を向上させる観点からの対話を続け、実践していく。**

＜ＱＭＳの改善＞（東電原子力安全改革プラン（73P））

（５）業務のエビデンス偏重の改善

品質マネジメントシステム(QMS)の構築に関しては、やらされているという感覚に陥りがちであり、導入された経緯（2.4(3)③参照）からも、自ら改善を進めるという意識になりにくかった。更に規制当局からの要求を満たすためのQMS という構図に自らも陥ってしまった。

当社のQMS の主な課題は、ルールやエビデンスの量が多いものの、その量に対して業務品質の向上度合いが低いことにある。ルールの重さは、これまでも、マニュアル自体を要求事項のみとし、それを達成するために必要な手順はガイド化（例. 標準的な方法として定める）する取り組みを推進している。今後は、プロセスの合理化を達成し、業務量の削減が達成できるよう、継続していく。エビデンス（記録）の重さは、マニュアル同様、法令上の要求事項等の観点から、必要なレベルを満たしているか、という点に留意して合理化を進める。

この改善策の実行にあたっては、すでに柏崎刈羽の変革改善活動の中で業務負荷を低減する活動が行われており、今回の主旨も含め実効的、かつ、迅速に実施することが効果的である。また、このように発電所が主体的に実施する一方、基本ルールを所管する本店側においても、本店の役割に応じて実行（例. 法令要求を満たしつつ、記録の量、記録を作成する作業量は最低限とする検討）する。なお、現状を踏まえ、これまでは3つの発電所の調整のもと業務の標準化を行なっていたが、今後は柏崎刈羽が中心となって業務の最適化を図り、その結果を福島第一および福島第二に適用する（福島第一は業務形態が異なるため内容に応じて

適用する)。本店は柏崎刈羽が実施する業務の最適化を支援する役割とする。

なお、これまでも発電所駐在の保安検査官を含めた規制当局から、安全上の基準や要求事項ではなく、ルールやエビデンスの作成に関する具体的な要求があったが、今回の主旨を踏まえ、当社としての考え方として、安全への寄与度を柱として、技術面や合理性に基づき判断し、適切な対応・説明を行なっていく。

（東電原子力安全改革プラン（41P））

一方、QMS が保安規定の中に取り込まれたため、QMS の確認に重点を置いた保安検査を年4 回受検することとなった。保安検査では、個々のマニュアルを文書審査し、その履行状況から原子力発電所の保安状況を評価することが行われた。この評価においては、QMS を規定するJEAC4111 の記載が定性的であったため、QMS を評価するための基準が明確となっていないことと相まって、保安検査官の裁量により、現場の業務に対して、事業者側から見れば安全性の重要度が低いケースと考えられる多くの指摘・指導を頂くこととなった。これは、一つ一つの品質保証の問題を改善することにより、より大きな安全上の問題を防ぐという考え方について、規制当局と十分な議論が行なわれていなかったためであり、事業者側が十分に納得した上でリソースを効果的に投入することには至らなかった。

（東電原子力安全改革プラン（80P））

（４）規制当局との対話力の向上

これまで規制当局とは、既存の法令上の要求・基準への適合性や、新規の技術基準の検討、国内外のトラブル対応等、多岐にわたって技術的な説明・議論を行なってきた。基本的には安全性に関する議論を行ってきたが、プルサーマル、長期運転サイクル、オンラインメンテナンスの導入等、当初は技術的な議論であったとしても、地域や社会の関心が高いと思われる事項については、必ずしも技術的な議論だけとはならなかった。更に、品質マネジメントシステムを導入した以降は、安全上の要求・基準の議論から、安全性とは密接な関わりのない品質保証上の要求・基準への適合性に議論が偏る傾向がみられた。それに伴い、規制当局からの要求というだけで判断し、自ら技術的な意味合いを考えずに対応したり、議論の労力を惜しんで技術的な対話を怠ったりすることが増え、安全の向上につながらないルールやエビデンスの作成等の取り組みに労力を割くようになった。

今後は、「規制当局の要求だから」と技術的に納得しないまま業務をこなしたり、マニュアルやエビデンスを中心とした品質保証上の議論に偏よったりせず、技術的な根拠に基づいて安全性を向上させる観点から、安全を軸にした対話を続け、実践していく。そのためには、我々の安全に対する技術力を向上させ、自らの対話力を向上させることを基本とする。この実践にあたっては、原子力リーダーから実務者までが、規制当局と適切に対話を行うことの重要性を共通認識することが求められる。特に本店原子力部門は、規制当局との対応を行うことが業務の大部分を占めるため、部長および部長代理をリスクコミュニケーターと位置づけ、上述の対話を推進する。

＜関連 Q&A（例）＞

Q2-16	QMSにおけるエビデンス偏重をどうやって改善していくか。
A	（東電原子力安全改革プラン（74P）） 当社のQMS の主な課題は、ルールやエビデンスの量が多いものの、その量に対して業務品質の向上度合いが低いことにある。 • ルールの重さは、これまでも、マニュアル自体を要求事項のみとし、それを達成するために必要な手順はガイド化（例．標準的な方法として定める）する取り組みを推進している。 • 今後は、プロセスの合理化を達成し、業務量の削減が達成できるよう、継続していく。 • エビデンス（記録）の重さは、マニュアル同様、法令上の要求事項等の観点から、必要なレベルを満たしているか、という点に留意して合理化を進める。 なお、これまでも発電所駐在の保安検査官を含めた規制当局から、安全上の基準や要求事項ではなく、ルールやエビデンスの作成に関する具体的な要求があったが、今回の主旨を踏まえ、当社としての考え方として、安全への寄与度を柱として、技術面や合理性に基づき判断し、適切な対応・説明を行なっていく。
Q2-17	QMSを安全性向上にどう活かすか。
A	（東電原子力安全改革プラン（73P）） 品質マネジメントシステム(QMS)の構築に関しては、やらされているという感覚に陥りがちであり、導入された経緯からも、自ら改善を進めるという意識になりにくかった。更に規制当局からの要求を満たすためのQMS という構図に自らも陥ってしまった。 （東電原子力安全改革プラン（41P）） 一つ一つの品質保証の問題を改善することにより、より大きな安全上の問題を防ぐという考え方が必要。 （東電原子力安全改革プラン（81P）） 今後は、「規制当局の要求だから」と技術的に納得しないまま業務をこなしたり、マニュアルやエビデンスを中心とした品質保証上の議論に偏よったりせず、技術的な根拠に基づいて安全性を向上させる観点からの対話を続け、実践していく。

【属性管理表】

整理No		
	資料 No	資料 55.4 QMS の改善
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-2、通番 18 レジリエンスの強化
	関連細目 No	細目 7-2-2、細 55 重要度に応じた品証活動と一人ひとりの安全性向上活動を継続的改善に繋げる。
キーワード		
2	安全文化と QMS	**安全最優先の価値観**：規格・基準への盲従 2、規制者への盲従 2 **QMS と安全性**：ルールとエビデンスの偏重 2 **QMS の課題**：労力と品質向上度合、 QMS の最適化への取組み 2
13	関係組織	**国関連**：保安院 9、保安検査官 3
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 67

資料 56.1（資 137）

〔高圧注水系（HPCI）の系統図〕

政府事故調報告において、重要な役割を果たした高圧注水系（HPCI）の系統図が示された。

- **非常用炉心冷却系の一つで、配管等の破断が比較的小さく、原子炉圧力が急激には下がらないような事故時、蒸気タービン駆動の高圧ポンプで、原子炉に冷却水を注入する系統。ポンプの流量（＝能力）は原子炉隔離時冷却系に比べて約 10 倍と大きいが、原子炉停止時冷却系、残留熱除去系（約 1800 ㎥/h、福島第一 2 号機～5 号機の場合）に比べると小さい。福島第一 1 号機～5 号機に設置されている。**

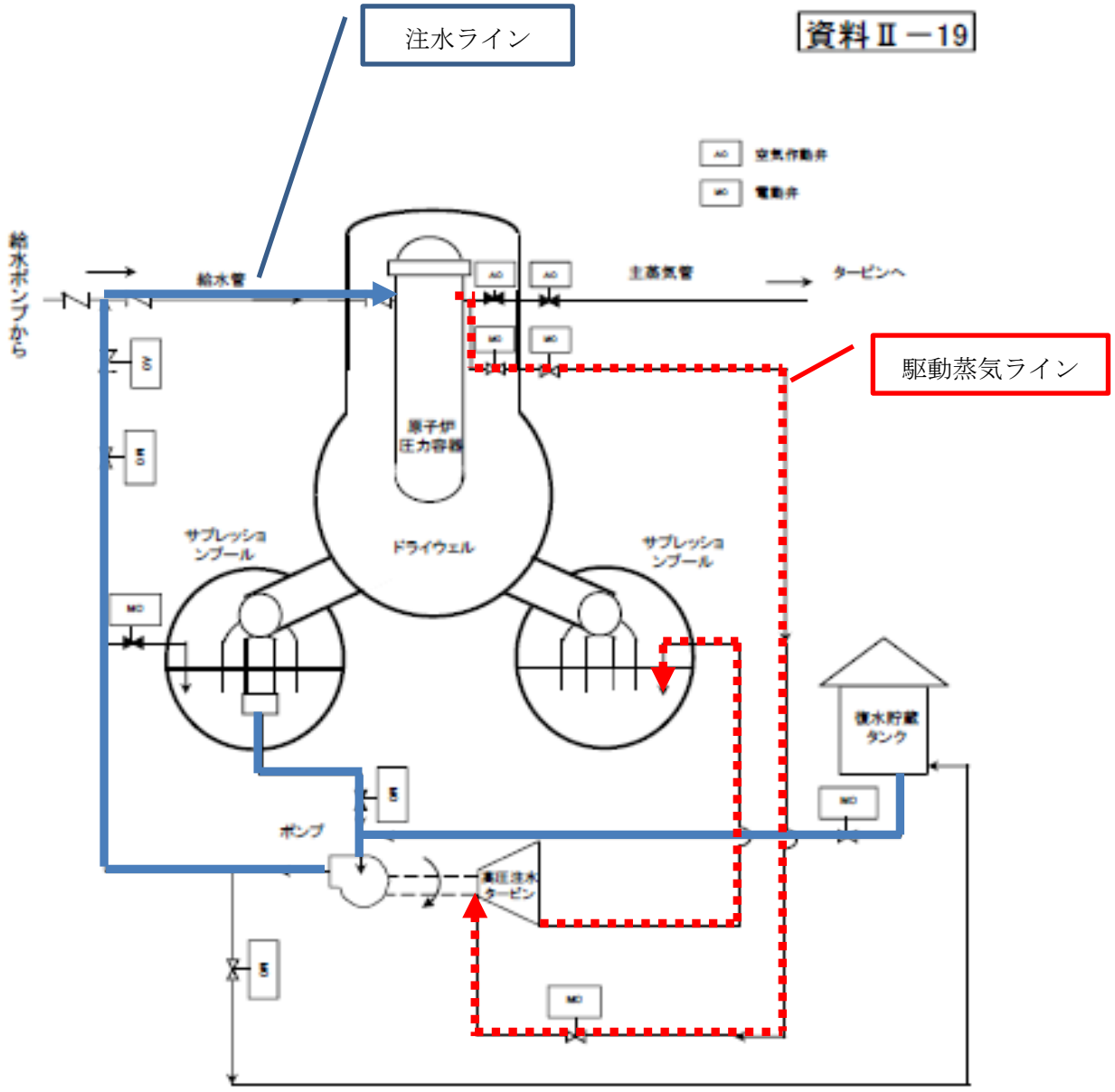
＜HPCI の機能＞（東電報告書（添付資料　参考 5（4/22））

- 非常用炉心冷却系（ECCS）の内の一つで、配管等の破断が比較的小さく、原子炉圧力が急激には下がらないような事故時、蒸気タービン駆動の高圧ポンプで、原子炉に冷却水を注入することのできる装置。
- ポンプの流量（＝能力）は原子炉隔離時冷却系に比べて約 10 倍と大きいが、原子炉停止時冷却系、残留熱除去系（約 1800 ㎥/h、福島第一 2 号機～5 号機の場合）に比べると小さい。福島第一 1 号機～5 号機に設置されている。

＜HPCS の機能＞（東電報告書（添付資料　参考 5（4/22））

- HPCS は ECCS 系の一つで、原子炉圧力が急激に下がらないような事故時、独立した電源（ディーゼル発電機）を持ち電気駆動の高圧ポンプにより炉心にスプレイし冷却を行う装置。
- 福島第一 6 号機以降に設置されている。(KK-6,7 号機を除く。KK-6,7 号機では HPCF (High Pressure Core Flooder System) が相当する。)

＜高圧注水系（HPCI）の系統図＞（政府事故調報告・中間/資料Ⅱ-19 より）（太線、吹出しは JANSI 追記）



＜関連 Q&A（例）＞

Q4-19	HPCI はどのような機能を果たすのか。
A	（東電報告書（添付資料　参考 5（4/22）） • 非常用炉心冷却系（ECCS）の内の一つで、配管等の破断が比較的小さく、原子炉圧力が急激には下がらないような事故時、蒸気タービン駆動の高圧ポンプで、原子炉に冷却水を注入することのできる装置。 • ポンプの流量（＝能力）は原子炉隔離時冷却系に比べて約 10 倍と大きいが、原子炉停止時冷却系、残留熱除去系（約 1800 ㎥/h、福島第一 2 号機～5 号機の場合）に比べると小さい。福島第一 1 号機～5 号機に設置されている。
Q4-20	HPCS は HPCI とは違うのか。
A	（東電報告書（添付資料　参考 5（4/22）） • HPCS は ECCS 系の一つで、原子炉圧力が急激に下がらないような事故時、独立した電源（ディーゼル発電機）を持ち電気駆動の高圧ポンプにより炉心にスプレイし冷却を行う装置。 • 福島第一 6 号機以降に設置されている。（KK-6,7 号機を除く。KK-6,7 号機では HPCF（High Pressure Core Flooder System）が相当する。）

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 56.1 高圧注水系（HPCI）の系統図
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-2、通番 18 レジリエンスの強化
	関連細目 No	細目 7-2-3、細 56 錯綜した状況の中でも、体制全体で重要設備を確実にフォローし、緊急度に応じた優先度で対応する中でも、救えるものは確実に救っていく。
キーワード		
4	設備	**高圧注水設備関連**：HPCI6、RCIC7 **低圧注水設備関連**：RHR－LPCI2
11	保守管理・運転管理	**設備管理図書**：系統図 9
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）85 **事業者関連**：東電報告書 61

資料 56.2（資 138）

〔米国における炉心冷却状況の把握〕

米国における緊急時の基本的な対応方針を整理した。

- **緊急事態においては、当直および発電所対策本部は炉心冷却の状況を把握するための最大限の努力が必要である。米国の多くの発電所では、炉心冷却のために使用中の系統の状況を把握し、また深層防護の観点からどの系統が使用可能かを示すため、状況ボード（status board）を各制御室や緊急対策本部に表示している。**

＜炉心冷却状況の完全な把握＞（INPO 報告書（12P））

教訓： 炉心冷却状態が最優先事項として常に明確に把握されていること、及び炉心冷却の連続性を確実に維持する上で、冷却状態の変化がコントロールされていることを確実にする。もし原子炉冷却が不確実であれば、炉心冷却を確実にする状況を確立するために、直接かつタイムリーな行動が取られるべきである。

原子力と他の形態の発電との主要な違いの一つは、炉停止後も冷却を継続する必要があるということである。全ての状況下で炉心冷却を継続することは不可欠である。運転員及び緊急対応の指揮者は、炉心冷却状況を完全に把握する必要がある。この様な意味から、炉心冷却のために使用中の系統の状況を把握し、また深層防護の観点からどの系統が使用可能かを示すため、多くの組織では状況ボード（status board）を各制御室やERC に表示している。福島第一の事象への対応の間、このレベルの状況把握と制御はなされなかった。

福島第一では、炉心冷却系の状況と制御に関する誤解が最初の数日の意思決定や優先順位付けに悪影響を与えたかもしれない。この誤解についてはたくさんの要因がある。制御室で計器指示が不足したこと、IC に関する訓練が不足していたこと、現場環境が劣悪であったこと、複数号機で同時に緊急対応をする必要があったこと、制御室とサイトERC の間の通信が2 本のホットラインに限られたことなどである。

＜関連 Q&A（例）＞

Q7-38	米国では緊急事態において炉心冷却の状況をどのように把握しているか。
A	**（INPO 報告書（12P））** 緊急事態においては、炉心冷却の状況を完全に把握する必要がある。福島第一では多くの障害によって炉心冷却の状況を正確に把握することが困難であった。しかし、その状況下にあっても、当直および発電所対策本部は炉心冷却の状況を把握するための最大限の努力が必要である。米国の多くの発電所では、炉心冷却のために使用中の系統の状況を把握し、また深層防護の観点からどの系統が使用可能かを示すため、状況ボード（status board）を各制御室や緊急対策本部に表示している。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 56.2 米国における炉心冷却状況の把握
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-2、通番 18 レジリエンスの強化
	関連細目 No	細目 7-2-3、細 56 錯綜した状況の中でも、体制全体で重要設備を確実にフォローし、緊急度に応じた優先度で対応する中でも、救えるものは確実に救っていく。
キーワード		
6	AM（運用・管理）	**手順の確立**：状況ボードの活用
13	関係組織	**海外機関**：INPO3
14	文献・出典	**海外機関関連**：INPO 報告書 42

資料 56.3（資 139）

〔Incident Command System（ICS)の特徴（情報共有関連)〕

東電原子力安全改革プランにおいて、新しい緊急時体制として東電が取り組んでいる Incident Command System（ICS)の特徴を生かした反映事項が示された。

- **監督限界（3～7名程度まで）を設定し、直属の上司の命令にのみ従うように指揮命令系統を明確化する。**
- **発電所緊急時組織は、機能毎に整理し、執務場所の分離を考慮する。例えば、技術的課題の対策検討を行う部署は、外乱のない状況で検討に専念できるよう、執務エリアを対外対応の部署と分離する。**
- **システムを使った情報共有を最大限活用する（米国では、テレビ会議を使用せず、基本はシステムで情報共有し、必要に応じて電話を使う。室内での発話は全体会議・重要イベント発生時のみのため、喧噪感はない)。**
- **なお、システムが使用不能な場合の準備も事前に行なっておく（米国では、所定書式のホワイトボードをあらかじめ準備)。**

＜緊急時の情報共有＞（東電原子力安全改革プラン・82P、83P より）

b)Incident Command System (ICS)の基本的考え方

＜組織構造上の特徴＞

- 監督限界の設定（3～7名程度まで）
- 災害規模に応じて縮小・拡張可能な組織構造

＜組織運用上の特徴＞

- 直属の上司の命令にのみ従う指揮命令系統の明確化
- 決定権を現場指揮官に与える役割分担の明確化
- 全組織レベルでの情報共有を効率的に行うための様式やツールの活用
- 技量や要件の明確化と維持のための教育・訓練の徹底

以上のような特徴を持つことから、ICS は例え想定を超えるような事態を迎えても、柔軟に対応し事態を収拾することを目的とした弾力性を持ったシステムであり、今回検討している緊急時組織の目標に合致している。なおICS の導入にあたり、米国の原子力発電所における緊急時体制を調査した。その結果を踏まえ、以下を反映する。

発電所緊急時組織は、機能毎に整理し、執務場所の分離を考慮する。例えば、技術的課題の対策検討を行う部署は、外乱のない状況で検討に専念できるよう、執務エリアを対外対応の部署と分離する。

- 緊急時要員の要件を定め、交替可能な体制とする（米国では、緊急時要員が参集し初期の状況把握後、必要最少人数に抑制し交替制を敷いていた)。
- システムを使った情報共有を最大限活用する（米国では、テレビ会議を使用せず、基本はシステムで情報共有し、必要に応じて電話を使う。室内での発話は全体会議・重要イベント発生時のみのため、喧噪感はない)。なお、システムが使用不能な場合の準

備も事前に行なっておく（米国では、所定書式のホワイトボードをあらかじめ準備）。
- 訓練の頻度および内容を充実させる（米国ではシナリオを伏せた総合的な訓練を年に複数回実施）。

＜関連 Q&A（例）＞

Q7-56	ICS の特徴は何か。
	（東電原子力安全改革プラン（82P）） ＜組織構造上の特徴＞ • 監督限界の設定（3～7名程度まで） Incident Commander（現場指揮官）を頂点に、直属の部下は3～7 名の範囲で収まる構造を大原則とする。本構造の持つ意味は、一人の人間が緊急時に直接指揮命令を下せる範囲は経験的に7 名まで（望ましくは5 名まで）であることに由来している。 • 災害規模に応じて縮小・拡張可能な組織構造 基本的な機能として、Command（指揮）、Operation(現場対応)、Planning（情報収集と計画立案）、Logistics（リソース管理）、Finance／Administration（経理、総務）がある。可能であれば現場指揮官が全てを実施してもかまわないが、対応規模等必要に応じ独立した班を組織する。規模の拡大に応じ、組織階層構造を深くする形で組織を拡張する ＜組織運用上の特徴＞ • 直属の上司の命令にのみ従う指揮命令系統の明確化 自分の直属の組織長からブリーフィングを受けて各組織のミッションと自分の役割を確実に理解する。善意であっても、誰の指示も受けず勝手に動いてはならない。反対に、指揮命令系統上にいない人物からの指示で動くこともしてはならない • 決定権を現場指揮官に与える役割分担の明確化 最終的な対応責任は現場指揮官にあたえ、たとえ上位組織・上位職者であっても周辺はそのサポートに徹する役割を分担する（米国の場合、たとえ大統領であっても現場指揮官に命令することはできない） • 全組織レベルでの情報共有を効率的に行うための様式やツールの活用 縦割りの指揮命令系統による情報伝達の齟齬を補うために、全組織で同一の情報を共有するための情報伝達・収集様式の統一や情報共有のためのツールを活用する。 • 技量や要件の明確化と維持のための教育・訓練の徹底 日本の組織体制では、役職や年次による役割分担が一般的だが、ICS では各役割のミッションを明確にし、そこにつく者の技量や要件を明示、それを満たすための教育／訓練を課すことで「その職務を果たすことができる者」がその役職に就く運用

	となっている
Q7-57	ICS の導入にあたり実施した米国調査の結果、反映した事項はどのようなものがあるか。
A	（東電原子力安全改革プラン（83P）） 以下のような事項を反映した。 • 発電所緊急時組織は、機能毎に整理し、執務場所の分離を考慮する。例えば、技術的課題の対策検討を行う部署は、外乱のない状況で検討に専念できるよう、執務エリアを対外対応の部署と分離する。 • 緊急時要員の要件を定め、交替可能な体制とする。 • システムを使った情報共有を最大限活用する。 • システムが使用不能な場合に備え、所定書式のホワイトボードをあらかじめ準備する。 訓練の頻度および内容を充実させる。米国ではシナリオを伏せた総合的な訓練を年に複数回実施している。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 56.3 Incident Command System (ICS)の特徴（情報共有関連）
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-2、通番 18 レジリエンスの強化
	関連細目 No	細目 7-2-3、細 56 錯綜した状況の中でも、体制全体で重要設備を確実にフォローし、緊急度に応じた優先度で対応する中でも、救えるものは確実に救っていく。
キーワード		
7	緊急時体制	**ICS**：監督限界 4、柔軟な組織構造 4、指揮命令系統の明確化 4、情報共有ツールの拡充 3、執務場所の分離 2、ホワイトボード 2
9	教育・訓練	**訓練の形式**：ブラインド訓練 2
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 68

資料 57.1（資 140）

〔レジリエンスを向上させるためシビアアクシデントを想定した訓練の必要性〕

(1) 総合資源エネルギー調査会傘下 WG の報告書において、レジリエンスを向上させるためシビアアクシデントを想定した訓練の必要性が示された。

- **周辺環境に大きな影響を及ぼす事態からの早期回復に配意しながら、不測の事態への対応能力を高めるべく、原子力事業者の緊急事態対応チームの能力の継続的な向上、レジリエンスの向上に努めていく必要がある。**
- **原子力事業者においては、各プラントのリスク特性を把握し、実際の設計対応、シビアアクシデント対応の状況を熟知し、万が一のシビアアクシデント発生の際に緊急時対応を的確にマネージできる判断能力に長けた人材の育成に努めていく必要がある。**
- **また、規制当局を含む政府、地方自治体等と連携し、シビアアクシデント発生時に有効に機能する緊急時計画となるよう、ブラインド訓練等、実践的な訓練に取り組む必要がある。**

(2) 自主的・継続的安全性向上提言において、レジリエンスの定義が示された。

＜レジリエンスを向上させる訓練の必要性＞（「原子力の自主的・継続的な安全性向上に向けた提言」（平成 26 年 5 月 30 日、総合資源エネルギー調査会原子力の自主的安全性向上に関する WG・33P、34P より）

（２） 東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓を出発点に実践が求められる取組

③ 我が国特有の立地条件に伴う地震・津波等の外的事象に着目したプラント毎の事故シーケンス及びクリフエッジの特定と、既存のシステムでは想定されていない事態への備え及び回復を含むレジリエンスの向上

・・(略)・・さらには、周辺環境に大きな影響を及ぼす事態からの早期回復に配意しながら、不測の事態への対応能力を高めるべく、原子力事業者の緊急事態対応チームの能力の継続的な向上、国レベルでの防災体制の拡充などにも注力し、レジリエンスの向上に努めていく必要がある。

原子力事業者においては、こうした備えの一環として、各プラントのリスク特性を把握し、実際の設計対応、シビアアクシデント対応の状況を熟知し、万が一のシビアアクシデント発生の際に緊急時対応を的確にマネージできる判断能力に長けた人材の育成に努めていく必要がある。また、規制当局を含む政府、地方自治体等と連携し、シビアアクシデント発生時に有効に機能する緊急時計画となるよう、ブラインド訓練等、実践的な訓練に取り組む必要がある。

＜レジリエンス＞（自主的・継続的安全性向上提言（平成26年5月30日）(46P)）

レジリエンス

この提言では、「外乱やシステム内部の変動がシステムの全体機能に与える影響を吸収し、

状態を平常に保つシステムの能力、あるいは、想定を超えるような外乱が加わった場合であっても機能を大きく損なわない、損なったとしても早期に機能回復できるシステムの能力」と定義。

＜1 号機原子炉格納容器ベントの実施状況＞（政府事故調報告書（中間）151P）

12 日 9 時 4 分頃、当直 2 名（第 1 班）は、1 号機の原子炉格納容器ベントの実施に向けた現場作業（1 号機の原子炉格納容器ベントラインにつき、資料Ⅳ-17 参照。）を行うため、耐火服を着用し、セルフエアセット、APD 及び懐中電灯を装備して、1 号機 R/B 内に入った。

当直 2 名（第 1 班）は、懐中電灯の明かりを頼りに、1 号機 R/B2 階の原子炉格納容器ベント弁（MO 弁）のある現場まで行き、3 月 12 日 9 時 15 分頃、あらかじめ定められた操作手順に従い、同弁を手動で 25%開にして、1/2 号中央制御室に戻った 50（図Ⅳ-3 参照）

次いで、同日 9 時 24 分頃、別の当直 2 名（第 2 班）が、S/C ベント弁（AO 弁）小弁を手動で開操作するため、1/2 号中央制御室を出発し、1 号 R/B 地下 1 階のトーラス室に行った。しかし、この当直 2 名は、トーラス室内の S/C ベント弁（AO 弁）小弁の位置に向かう途中、線量限度 100mSv を超える可能性が生じたため、S/C ベント弁（AO 弁）小弁の開操作を断念し、同日 9 時 30 分頃、1/2 号中央制御室に引き返した（図Ⅳ-4 参照）。

そして、当直長は、第 2 班からの報告を受け、トーラス室内の放射線量が非常に高いため立ち入りは不可能と判断し、第 3 班による作業を断念した。

発電所対策本部は、当直から、1 号機 R/B 内の放射線量が高く、トーラス室に行って S/C ベント弁（AO 弁）小弁を手動で開操作できなかったとの報告を受け、手動で同弁を開操作するのを断念した。

S/C ベント弁（AO 弁）には、小弁のほかにも大弁があったが、大弁を開操作するには、大弁駆動用の空気圧を送る計装用圧縮空気系（IA 系）配管にある電磁弁を励磁して開とした上、IA 系配管から空気圧を送る必要があった（資料Ⅳ-18 参照）。

しかし、本来、S/C ベント弁（AO 弁）大弁の駆動源となる空気圧を、IA 系配管を通じて供給するため、既設の大型コンプレッサーが備え付けられていたものの、電源喪失のため使用不能であった。また、IA 系配管には空気ボンベも備え付けられていたが、1 号機 R/B 内に立ち入って開栓しなければならず、放射線量が高かったため、操作することができなかった。

そこで、発電所対策本部は、1/2 号中央制御室において仮設照明用小型発電機を用いて電磁弁を励磁して開けるとともに、可搬式コンプレッサーを IA 系配管に接続して空気圧を供給し、S/C ベント弁（AO 弁）大弁の開操作を実施することを決めた。

もっとも、福島第一原発では、S/C ベント弁（AO 弁）大弁を開けるのに十分な空気圧を確保するため必要な可搬式コンプレッサー及びこれを IA 系配管に接続するアダプターを非常用に備蓄していなかった。そこで、発電所対策本部は、協力企業の協力も得て、構内外の協力企業事務所に可搬式コンプレッサーやアダプターがないか探した。

さらに、発電所対策本部復旧班が中心となって、可搬式コンプレッサー接続箇所の検討を開始した。

他方、3 月 12 日 10 時 17 分頃以降、当直は、1/2 号中央制御室において、電源喪失により既設のコンプレッサーを操作できないことを分かってはいたが、IA 系配管内に残っている空気圧によって S/C ベント弁（AO 弁）小弁を開けられる可能性が全くないわけではないと考え、同弁を開ける操作を 3 度試みた。・・(略)・・この時点では、ラプチャーディスクは破れていなかった可能性が高く、その原因として、S/C ベント弁（AO 弁）小弁を開状態のまま維持することが困難であったと考えられる。

・・・(略)・・・・・

1 号機の D/W 圧力は、3 月 12 日 14 時 30 分頃に 0.75MPa abs であったところ、同日 14 時 50 分頃に 0.58MPa abs まで低下し、NHK の映像によっても、1 号機の排気筒から白い煙が出ているのが確認できた。そこで、吉田所長は、同日 14 時 30 分頃にベントによる放射性物質の放出がなされたと判断し、同日 15 時 18 分頃、その旨官庁等に報告した。

＜関連 Q&A（例）＞

Q9-2	レジリエンスとは何か。
A	（自主的・継続的安全性向上提言（46P）） この提言では、「外乱やシステム内部の変動がシステムの全体機能に与える影響を吸収し、状態を平常に保つシステムの能力、あるいは、想定を超えるような外乱が加わった場合であっても機能を大きく損なわない、損なったとしても早期に機能回復できるシステムの能力」と定義。
Q9-3	レジリエンスを向上させるには何が必要か。
	（自主的・継続的安全性向上提言（33P）） • 周辺環境に大きな影響を及ぼす事態からの早期回復に配意しながら、不測の事態への対応能力を高めるべく、原子力事業者の緊急事態対応チームの能力の継続的な向上、レジリエンスの向上に努めていく必要がある。 • 原子力事業者においては、各プラントのリスク特性を把握し、実際の設計対応、シビアアクシデント対応の状況を熟知し、万が一のシビアアクシデント発生の際に緊急時対応を的確にマネージできる判断能力に長けた人材の育成に努めていく必要がある。 • また、規制当局を含む政府、地方自治体等と連携し、シビアアクシデント発生時に有効に機能する緊急時計画となるよう、ブラインド訓練等、実践的な訓練に取り組む必要がある。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 57.1 レジリエンスを向上させるためシビアアクシデントを想定した訓練の必要性
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-2、通番 18 レジリエンスの強化
	関連細目 No	細目 7-2-4、細 57 訓練により人間の応用力を引き出してレジリエンスを向上させる。
キーワード		
1	事故対応	**主要事象**：SA 発生 3
2	安全文化と QMS	**個人・組織の姿勢**：応用力の育成 2
6	AM（運用・管理）	**AM 整備**：AM4
9	教育・訓練	**教育・訓練の目的**：レジリエンスの向上 2 **訓練の想定**：シビアアクシデントの発生 1 **訓練の形式**：ブラインド訓練 3
13	関係組織	**国関連**：自主的安全性向上 WG4
14	文献・出典	**政府関連**：自主的・継続的安全性向上提言 5

資料 57.2（資 141）

〔直営作業によって技術力を強化する対策〕

東電原子力安全改革プランにおいて、緊急時作業ができるように直営作業によって技術力を強化する対策が示された。

- **想定外の状況に対応するため原子炉の安定的な冷却等に関わる重要設備の損傷状況を的確に把握し、迅速に対処できる応用力を養成するために従来は協力企業が全面的に実施していた業務から能力向上に効果的な作業を抽出し、直営で実施、技術力を強化する。**

＜直営作業による技術力の強化＞（東電原子力安全改革プラン・9P より）

対策6：平常時の発電所組織の見直しと直営技術力強化

発電所における原子力安全に関する俯瞰機能の強化等を図るために、原子力安全センターを設ける。また、緊急時に必要な電源車、消防車や仮設機器の設置等の作業ができる要員を増強する。更に想定外の状況に対応するため原子炉の安定的な冷却等に関わる重要設備の損傷状況を的確に把握し、迅速に対処できる応用力を養成するために従来は協力企業が全面的に実施していた業務から能力向上に効果的な作業を抽出し、直営で実施、技術力を強化する。

＜関連 Q&A（例）＞

Q9-13	どのような作業を直営で行うのか。
A	緊急時に必要な電源車、消防車や仮設機器の設置等の作業ができる要員を増強する。更に想定外の状況に対応するため原子炉の安定的な冷却等に関わる重要設備の損傷状況を的確に把握し、迅速に対処できる応用力を養成するために従来は協力企業が全面的に実施していた業務から能力向上に効果的な作業を抽出し、直営で実施、技術力を強化する。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 57.2 直営作業によって技術力を強化する対策
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-2、通番 18 レジリエンスの強化
	関連細目 No	細目 7-2-4、細 57 訓練により人間の応用力を引き出してレジリエンスを向上させる。
キーワード		
2	安全文化と QMS	**個人・組織の姿勢**：応用力の育成 3
9	教育・訓練	**電源の確保**：電源車による給電 2 **給水・除熱・冷却の確保**：消防車等による給水 2 **応急的監視装置の復旧**：計装系へのバッテリー接続 1 **空気作動弁の手動操作**：バッテリーの接続 1、コンプレッサーの接続 1 **瓦礫撤去設備の運転**：重機運転操作 3 **保全員に対する訓練**：直営作業による技術力強化 3
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 69

資料 58.1（資 142）

〔SLC よりも消防車による FP 系注水を優先すべき〕

(1) 政府事故調報告において、3 号機への代替注水に関してより適切な対処の可能性について見解が示された。

- **電源復旧の目途も立たず、水量も少ないSLC系注水に過度の期待を寄せることは危険であり、HPCIにより十分減圧されている間に消防車によるFP系注水を実施できるようにあらかじめ準備を整え、間断なく原子炉注水がなされる方策を採るべきであり、かつ、それは可能であった。**
- **より早い段階で3号機の減圧、代替注水作業を実施していた場合に、3号機にかかる今回の被害を防止又は軽減できたかについては、実際より早期に注水できたか、その時点で炉心の状態がどうであったかなど、不確定要因が多々あるため、軽々に述べることはできないが、仮に、より早い段階で3号機の減圧ができ、消防車による代替注水が順調に進んでいれば、実際の対応に比べ、炉心損傷の進行を緩和し、原子炉圧力容器における放射性物質の放出量を抑え、その後の作業を容易にした可能性はあったと思われる。**

(2) 政府事故調報告書（最終）において、福島第二における高圧注水から低圧注水への切替え操作が示された。

- **福島第二原発1号機及び2号機においては、原子炉注水手段をRCICからMUWCに切り替えるに当たり、RCICが停止する前にMUWCによる注水を開始しており、注水手段が途切れることはなかった。**
- **福島第二原発3号機及び4号機における事故対処をみると、原子炉注水手段を切り替えるに当たり、RCICが停止した後にMUWCによる注水を開始しており、わずかな間ではあるものの原子炉への注水手段が途切れる時間があった。もっとも、MUWCによる注水を開始する数十分前にその注水が可能か否かの確認を実施していた。**

(3) 東電原子力安全改革プランにおいて、SLC 電源復旧についての問題点が示された。

問題点(事故－④)：発電所緊急時対策本部長は、高圧注水が可能なほう酸水注入系の電源復旧を最優先と考えた。

－全電源喪失に伴い機能を失った注水設備の電源を活かすことでその復旧を期待していた（直流電源も失っていたため、減圧操作ができず、高圧の注水設備の復旧が必要)。

＜3号機代替注水の準備・実施上の問題点＞（政府事故調報告・中間181P～191Pより）

(a) 3号機代替注水の準備・実施の開始時期

① （前略）早期の段階でHPCIを停止せざるを得なくなる事態を予想し、HPCI作動中に、次なる代替注水手段の実施に向けた準備に万全を期すべきは当然のことであった。（後略）

② （前略）当直は、HPCIを手動停止させた後にSR弁による減圧操作を試みるのではな

く、HPCIを手動停止させる前に、いつでも原子炉注水が可能となる状態にした上でSR弁による減圧操作を試みることもできたはずであり、(後略)

③ (前略) 発電班は、HPCI手動停止やSR弁開操作失敗といった3 号機の最も過酷な事態に遭遇したとき、現場対処に気を取られてしまい、発電所対策本部との情報共有が図れず、不十分な情報伝達しかできなかった (後略)

④ (前略) 3月12日夜以降、3号機のHPCIの運転状態を正確に把握し、HPCIを停止するまでの間に、早期に適切な代替注水手段を講じるべきであった。(後略)

⑤ (前略) このようなHPCIの運転状態を正確に理解すれば、まずもって、あと数時間以内に何が代替注水手段として実施できるのかを検討すべきであり、必要な時期に実現の目途すら立たない代替注水手段に固執することは明らかに誤りである。(中略) いまだ復旧の目途すら立たず、しかも水源の容量も小さいSLC系注水は、HPCIの次に講ずべき代替注水手段として適当とは言えなかった。(後略)

⑥ (前略) D/DFPを用いたFP系注水についても、次なる代替注水手段としては信頼性が低く、(後略)

⑦ (前略) 仮に、かかる原子炉水位計の指示値に変化がないことを理由に、消防車を用いたFP 系注水が信用できないと判断したのであれば、不合理極まりない判断というほかない。(後略)

⑧ (前略) HPCIを手動停止後の同月13日2時44分頃、原子炉圧力は0.5800MPa gageまで低下しており、あらかじめ消防車を用いたFP系注水の準備を整えていれば、SR弁による減圧操作を待つまでもなく、優に注水できたと認められる。

⑨ (前略) 3号機T/B前の逆洗弁ピットから3号機原子炉へ海水を注入する準備を整えることは可能であったと考えられる。(後略)

⑩ (前略) 以上からすれば、3号機について、HPCI作動中に、SR弁開操作に必要なバッテリーを調達することが不可能であったとは認められない。

⑪ 結局、電源復旧の目途も立たず、水量も少ないSLC系注水に過度の期待を寄せることは危険であり、HPCIにより十分減圧されている間に消防車によるFP系注水を実施できるようにあらかじめ準備を整え、間断なく原子炉注水がなされる方策を採るべきであり、かつ、それは可能であった。(後略)

より早い段階で3号機の減圧、代替注水作業を実施していた場合に、3号機にかかる今回の被害を防止又は軽減できたかについては、実際より早期に注水できたか、その時点で炉心の状態がどうであったかなど、不確定要因が多々あるため、軽々に述べることはできないが、仮に、より早い段階で3号機の減圧ができ、消防車による代替注水が順調に進んでいれば、実際の対応に比べ、炉心損傷の進行を緩和し、原子炉圧力容器における放射性物質の放出量を抑え、その後の作業を容易にした可能性はあったと思われる。

＜福島第二における高圧注水から低圧注水への切替え＞（政府事故調報告・最終　179P）

② 福島第二原発では、津波到達後、各号機でRCICにより原子炉注水を行っており、次なる

代替注水手段はMUWCによるRHRを介した原子炉注水であった。

MUWCによる原子炉注水を実施するためには、原子炉注水ラインを構成するほか、SR弁による原子炉減圧操作が必要であった。

このような状況を踏まえると、福島第二原発において、間断なく原子炉注水を実施するためには、RCIC作動中に、余裕を持って、代替注水ラインを構成し、原子炉を減圧すればいつでも確実に注水が可能であることを確認した上で、必要に応じ、SR弁による原子炉減圧操作を実施して、代替注水手段に移行する必要があった。

これに照らして、まず、福島第二原発1号機及び2号機における事故対処をみると、RCICからMUWCによるRHRを介した原子炉注水へと移行する際、各号機でRCICによる原子炉注水が継続されている間に、MUWCによる原子炉注水ラインを構成し、SR弁による減圧操作を実施した上で、MUWCによる注水が可能か否かの確認を実施している。 さらに、福島第二原発1号機及び2号機においては、原子炉注水手段をRCICからMUWCに切り替えるに当たり、RCICが停止する前にMUWCによる注水を開始しており、注水手段が途切れることはなかった。

他方で、福島第二原発3号機及び4号機における事故対処をみると、原子炉注水手段を切り替えるに当たり、RCICが停止した後にMUWCによる注水を開始しており、わずかな間ではあるものの原子炉への注水手段が途切れる時間があった。もっとも、福島第二原発3号機及び4号機においても、1号機及び2号機と同様に、RCICによる原子炉注水が継続されている間に、MUWCによる原子炉注水ラインを構成し、SR弁による減圧操作を実施した上で、MUWCによる注水を開始する数十分前にその注水が可能か否かの確認を実施していた。

＜SLC 電源復旧＞（東電原子力安全改革プラン（22P））

（東電原子力安全改革プランでは以下の通り、問題点として記載されている。）

問題点(事故－④)：発電所緊急時対策本部長は、高圧注水が可能なほう酸水注入系の電源復旧を最優先と考えた。

－全電源喪失に伴い機能を失った注水設備の電源を活かすことでその復旧を期待していた（直流電源も失っていたため、減圧操作ができず、高圧の注水設備の復旧が必要)。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-76	福島第二ではどのように高圧注水から低圧注水に切り替えたのか。
A	（政府事故調報告書（中間）（179P） • 福島第二原発1号機及び2号機では、RCICからMUWCへと移行する際、各号機でRCICによる原子炉注水が継続されている間に、MUWCによる原子炉注水ラインを構成し、SR弁による減圧操作を実施した上で、MUWCによる注水が可能か否かの確認を実施している。 さらに、原子炉注水手段をRCICからMUWCに切り替えるに当たり、RCICが停止する前にMUWCによる注水を開始しており、注水手段が途切れることはなかった。 • 福島第二原発3号機及び4号機では、RCICが停止した後にMUWCによる注水を開

	始しており、わずかな間ではあるものの原子炉への注水手段が途切れる時間があった。 • もっとも、1号機及び2号機と同様に、RCICによる原子炉注水が継続されている間に、MUWCによる原子炉注水ラインを構成し、SR弁による減圧操作を実施した上で、MUWCによる注水を開始する数十分前にその注水が可能か否かの確認を実施していた。
Q6-4	3 号機でほう酸水注入系の電源復旧を優先させたことは適切だったか。
A	（政府事故調報告書（中間）（186P）） • このような HPCI の運転状態を正確に理解すれば、まずもって、あと数時間以内に何が代替注水手段として実施できるのかを検討すべきであり、必要な時期に実現の目途すら立たない代替注水手段に固執することは明らかに誤りである。 （政府事故調報告書（中間）（187P）） • いまだ復旧の目途すら立たず、しかも水源の容量も小さい SLC 系注水は、HPCI の次に講ずべき代替注水手段として適当とは言えなかった。 （政府事故調報告書（中間）（190P）） • 電源復旧の目途も立たず、水量も少ない SLC 系注水に過度の期待を寄せることは危険であり、HPCI により十分減圧されている間に消防車による FP 系注水を実施できるようにあらかじめ準備を整え、間断なく原子炉注水がなされる方策を採るべきであり、かつ、それは可能であった。 （政府事故調報告書（中間）（191P）） • より早い段階で 3 号機の減圧、代替注水作業を実施していた場合に、3 号機にかかる今回の被害を防止又は軽減できたかについては、実際より早期に注水できたか、その時点で炉心の状態がどうであったかなど、不確定要因が多々あるため、軽々に述べることはできないが、仮に、より早い段階で 3 号機の減圧ができ、消防車による代替注水が順調に進んでいれば、実際の対応に比べ、炉心損傷の進行を緩和し、原子炉圧力容器における放射性物質の放出量を抑え、その後の作業を容易にした可能性はあったと思われる。 （東電原子力安全改革プラン（22P）） （東電原子力安全改革プランでは以下の通り、問題点として記載されている。） 問題点(事故－④)：発電所緊急時対策本部長は、高圧注水が可能なほう酸水注入系の電源復旧を最優先と考えた。 －全電源喪失に伴い機能を失った注水設備の電源を活かすことでその復旧を期待していた（直流電源も失っていたため、減圧操作ができず、高圧の注水設備の復旧が必要)。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 58.1 SLC よりも消防車による FP 系注水を優先すべき
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-3、通番 19 緊急時に対する資質・能力の育成
	関連細目 No	細目 7-3-1、細 58 緊急時には、時間ファクターを優先して、限られた時間内で可能な手段を採用する。
キーワード		
1	事故対応	**主要事象**：炉心損傷
4	設備	**敷地・構築物・付属物**：RPV2 **高圧注水設備関連**：HPCI7 **減圧装置関連**：SRV11
5	SA 対策設備	**代替注水（高圧）**：SLC6 **代替注水（低圧）**：FP8、DDFP11、代替注水ライン 5 **柔軟な代替注水**：消防車 15、消防車通水関連設備 3
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）86

資料 58.2（資 143）

〔SLC 電源復旧作業、RCIC の運転状況、HPCI の運転状況〕

(1) SLC 電源の復旧作業（東電原子力改革プラン、政府事故調報告書（中間)、国会事故調報告書）

発電所長は、直流電源も失い、減圧操作ができないため、高圧の注水設備の復旧が必要と考え、高圧注水が可能なほう酸注入系の電源復旧を最優先と考えた。

3 月 11 日夕方以降 3 号機は RCIC の作動が確認できているため、1 号機及び 2 号機を優先的に実施することとした。

① 1 号機、2 号機の SLC 電源復旧

- 3 月 12 日 15 時 30 分頃、2C の一次側へのケーブルつなぎ込みや高圧電源車への接続等が完了し、高圧電源車を起動させ、絶縁抵抗測定を開始していた。
- 3 月 12 日 15 時 36 分頃、1 号機 R/B で爆発が発生し、爆発による飛散物により、2 号機 T/B 南側から電源車に接続するために敷設していたケーブルが損傷した。

② 3 号機の SLC 電源復旧

- 3 月 13 日明け方から、電源車と 4 号機 P/C（4D）を仮設ケーブルで接続するとともに、4D から 3 号機電源盤の MCC の D 系統 1 次側に仮設ケーブルで接続する作業を実施。
- 3 号機の電源復旧作業は、3 月 14 日 11 時 1 分頃に 3 号機 R/B で水素ガスによると思われる爆発が発生した時点でもなお完了していなかった。

(2) RCIC の運転状況（政府事故調報告書（中間)、国会事故調報告書）

① 2 号機： 3 月 11 日 15 時 39 分頃（全電源喪失直前)、当直が手動起動。ただし、全電源喪失のため状態表示による運転状態の確認はできず。

3 月 14 日 13 時 25 分　RCIC ついに停止。

② 3 号機：3 月 12 日 11 時 36 分停止（3 号機は直流電源使用可能）

(3) HPCI の運転状況（政府事故調報告書（中間））

① 1 号機、2 号機：津波被害により起動せず。

② 3 号機：3 月 12 日 12 時 35 分頃に自動起動

3 月 13 日 2 時 42 分頃、当直が手動で停止

(4) 高圧注水設備の選択の考え方

① 2号機　SLCとCRD（国会事故調報告書）

2号機では、ホウ酸水注入系（SLC）ポンプによる注水に向けたケーブル敷設作業が開始された。容量的には制御棒駆動機構（CRD）ポンプの方が望ましかったのであるが、同ポンプを運転するためにはさまざまな周辺機器も同時に運転できる状態としなければならず、そのような見通しが悲観的であることから断念されていた。

② 高圧注水設備の選択の考え方（東電報告書）

高圧注水設備は1時間以内に必要であり、電動駆動の高圧注水設備を確保する場合は、起動条件の少ない設備を選択することが有効である。

(1) SLC電源の復旧作業

＜ほう酸水注入系（SLC）の電源復旧について＞（東電原子力安全改革プラン・22Pより）

問題点(事故－④)：発電所緊急時対策本部長は、高圧注水が可能なほう酸水注入系の電源復旧を最優先と考えた。

－全電源喪失に伴い機能を失った注水設備の電源を活かすことでその復旧を期待していた（直流電源も失っていたため、減圧操作ができず、高圧の注水設備の復旧が必要)。

＜2号機　SLC＞

（政府事故調報告（中間）（161P））

3月11日

そこで、発電所対策本部復旧班は、使用可能なP/Cの動力変圧器及び電源車を用いて復旧が可能な電気系統を調べた。その結果、1号機については、2号機P/CのC系統（以下「2C」という。）から1号機MCCの1次側に仮設ケーブルを接続して480V電流を通せばSLC系を利用できることが分かった。また、2号機については、2Cの一次側に高圧電源車を接続すれば、P/Cで480Vに変圧し、SLC系及び制御棒駆動水圧系（CRD系）を利用できることが分かった。

（政府事故調報告（中間）（163P）

⑥ 3月12日15時30分頃、2Cの一次側へのケーブルつなぎ込みや高圧電源車への接続等が完了し、高圧電源車を起動させ、絶縁抵抗測定を開始していた。

他方、発電所対策本部復旧班は、1号機計測用電源を復旧するため、2号機T/B大物搬入口内側に低圧電源車を配置し、1号機のC/B1階のケーブルボルト室まで電工ドラム数台を接続してケーブルを敷設し、必要な端末処理を行い、同日7時20分頃、1号機の計測用分電盤に接続して送電を開始していた。

しかし、同日15時36分頃、1号機R/Bで爆発が発生し、爆発による飛散物により、2号機T/B 南側から電源車に接続するために敷設していたケーブルが損傷した。

＜3号機　SLC＞

（政府事故調報告（中間）（161P））

しかし、3月11日夕方から同日夜にかけての頃、3号機についてはRCICの作動が確認できたのに対し、1号機及び2号機については、IC又はRCICの作動が確認できなかった。そのため、発電所対策本部復旧班は、電源車と2Cをケーブルで接続するなどして、1号機及び2号機の電源復旧を優先的に実施することにした。

（政府事故調報告（中間）（177P））

① 3月13日明け方から、発電所対策本部復旧班は、3号機について、高圧注水が可能なSLC系ポンプに必要な電源を供給するため、電源車と4号機P/C（4D）を仮設ケーブルで接続するとともに、4Dから3号機電源盤のMCCのD系統1次側に仮設ケーブルで接続する作業を実施した。

（政府事故調報告（中間）（187P））

この点、3号機の電源復旧作業は、同月14日11時1分頃に3号機R/Bで水素ガスによると思われる爆発が発生した時点でもなお完了していなかった。そうであれば、数十時間以上前の同

月13日2時42分頃にHPCIを手動停止するまでの間、SLC系注水実施の目途が全く立っていない状況であったことは明白である。また、同月12日未明以降、1号機及び2号機の電源復旧作業に時間を要した経験を踏まえればなおのこと、発電所対策本部は、3号機の電源復旧作業に長時間を要することを十分予測できたはずである。

(2) RCICの運転状況

＜2号機RCICの手動起動＞（政府事故調報告書(中間)（94P)）

③ 2号機のRCICについては、全電源喪失直前の3月11日15時39分頃、当直が手動起動していた。

しかし、全電源喪失後、制御盤上の弁開閉用の状態表示灯が全て消え、状態表示灯によりRCICの作動状態を確認することができなくなった。

同様に、2号機のHPCIについても、制御盤上の弁開閉用の状態表示灯が全て消えており、当直は、運転制御に必要な直流電源が喪失したため起動不能になったと判断した。その後、同日16時39分頃以降、発電所対策本部復旧班が、電気設備の現場状況確認を実施した際、2号機サービス建屋地下1階にあるHPCI運転制御用の直流電源設備が被水していることが確認された。

さらに、1号機及び2号機のS/Cをそれぞれ冷却していた原子炉格納容器冷却系及びRHRも、津波の影響で海水ポンプが機能不全に陥り停止した。

＜2号機RCICの停止＞（国会事故調報告（156P)）

d. 平成23（2011）年3月14日

② 2号機のRCICもついに停止

13時25分には、ここまで延々と原子炉を冷やし続けた2号機のRCICが停止した。原子炉水位は依然TAF+2400mmを維持していたが、16時30分までには炉心の露出が始まる可能性がある。それを知りつつも、作業は強い余震に阻まれ中断した。作業が再開された16時には、原子炉水位はTAF+300mmまでに低下していた。状況はそのまま回復に向かうことなく、炉心の露出が始まった。

18時22分、炉心が完全に露出した。原子炉圧力を下げるためSR弁を開いたが、格納容器の圧力には予想した上昇が見られない。そのため、格納容器から原子炉建屋への漏えいが生じていたものと推測される。ようやく原子炉圧力を0.63MPaまで低下させたが、消防車の燃料切れで注水ができず、原子炉の空だき状態が続いている。20時30分ごろから21時20分ごろまでの間、注水すると原子炉圧力が上昇して注水が停止し、再び原子炉圧力を下げてから注水すると再び原子炉圧力が上昇するという現象が反復される。21時20分に2台のSR弁を開くことで原子炉の減圧を加速し、これが功を奏して原子炉圧力容器への注水が進むようになり、22時にはTAF-1600mmまで回復した。

＜3号機RCIC＞（国会事故調報告書（153P)）

3月12日

RCICの運転は、まだ直流電源が使用可能であった3号機の方で先に停止してしまった（11

時36分)。しかし幸いにも、その1時間後の12時35分にはHPCIが自動起動し、再び原子炉水位を回復させた。

(3) HPCIの運転状況

＜HPCIの運転状況＞（政府事故調報告書（中間）(25P)

① 3号機では、3月12日12時35分頃に自動起動した後、同月13日2時42分頃に当直が手動で停止した。この間、当直は原子炉水位計や流量制御計等を監視しながら流量を調整して運転制御していたことなどから、HPCIはその冷却機能を損なうような損傷を受けなかったと推認される。

② 1号機、2号機、4号機及び5号機ではHPCIが起動しておらず、1号機及び2号機では、津波到達後、操作に必要な直流電源を含む全電源が喪失したことから、HPCIはその冷却機能を喪失していたと考えられる。4号機及び5号機は当時定期検査中であったことからHPCIは起動しておらず、その損傷・機能の状況は現時点で不明である。

(4) 高圧注水設備の選択の考え方

＜2号機　SLCとCRD＞（国会事故調報告書（153P))

3月12日

2号機では、まだ直接運転状態を確認することはできていなかったが、原子炉水位が落ち着いていることから、RCICの運転が続いているものと思われていた。しかし、いつまで運転が続くものとも知ることができず、前日から高圧注水の検討が行われ、0時ごろに到着した電源車を2号機の近くに止め、ホウ酸水注入系（SLC）ポンプによる注水に向けたケーブル敷設作業が開始された。容量的には制御棒駆動機構（CRD）ポンプの方が望ましかったのであるが、同ポンプを運転するためにはさまざまな周辺機器も同時に運転できる状態としなければならず、そのような見通しが悲観的であることから断念されていた。

＜高圧注水設備の選択の考え方＞（東電報告書（添付16-1))

(2) 高圧注水設備（1時間以内に必要）

対策の考え方

なお、電動駆動の高圧注水設備を確保する場合は、起動条件の少ない設備を選択することが有効である。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-15	2 号機と 3 号機の RCIC はいつまで運転できたのか。
A	＜2号機RCIC＞ （政府事故調報告書（中間）(94P)) 2号機のRCICについては、全電源喪失直前の3月11日15時39分頃、当直が手動起動していた。しかし、全電源喪失後、制御盤上の弁開閉用の状態表示灯が全て消え、状態表示灯によりRCICの作動状態を確認することはできなかった。 （国会事故調報告書（156P）

	平成23（2011）年3月14日13時25分、ここまで延々と原子炉を冷やし続けた2号機のRCICが停止した。 ＜3号機RCIC＞ （国会事故調報告書（153P）） 平成23（2011）年3月12日11時36分、直流電源が使用可能であった3号機のRCICが停止し、その1時間後の12時35分にはHPCIが自動起動し、再び原子炉水位を回復させた。
Q1-16	1 号機～3 号機の HPCI はいつまで運転できたのか。
A	＜1・2 号機＞ （政府事故調報告書（中間）（25P）） 1号機、2号機はHPCIが起動していない。1号機及び2号機では、津波到達後、操作に必要な直流電源を含む全電源が喪失したことから、HPCIはその冷却機能を喪失していたと考えられる。 ＜3号機＞ （国会事故調報告書（153P）） 平成23（2011）年3月12日11時36分、直流電源が使用可能であった3号機のRCICが停止し、その1時間後の12時35分にはHPCIが自動起動し、再び原子炉水位を回復させた。 （政府事故調報告（25P）） 3号機では、3月12日12時35分頃に自動起動した後、同月13日2時42分頃に当直が手動で停止した。
Q6-5	高圧注水を最優先としたことは適切だったか。
A	（東電原子力安全改革プラン（22P）） 東電原子力安全改革プランでは1号機の対応としてほう酸注入系の電源復旧を最優先としたことを問題点として以下のように記載している。 問題点(事故－④)：<u>発電所緊急時対策本部長は、高圧注水が可能なほう酸水注入系の電源復旧を最優先と考えた。</u> －全電源喪失に伴い機能を失った注水設備の電源を活かすことでその復旧を期待していた（直流電源も失っていたため、減圧操作ができず、高圧の注水設備の復旧が必要)。 （政府事故調報告（187P）） 3号機について、仮にSLC系を復旧・利用したとしても、SLC系注水の水源となる水槽の容量は15.5㎥にすぎない。SLC系注水のみでは、到底、冷温停止には至らず、他の代替注水手段を講じる必要があったことは明らかである。 したがって、いまだ復旧の目途すら立たず、しかも水源の容量も小さいSLC系注水は、HPCIの次に講ずべき代替注水手段として適当とは言えなかった。
Q6-6	SLCの電源はどのように復旧する計画だったのか。
A	＜1号機と2号機のSLC＞

	（政府事故調報告（161P）） 1号機については、2号機P/CのC系統（以下「2C」という。）から1号機MCCの1次側に仮設ケーブルを接続して480V電流を通せばSLC系を利用できることが分かった。また、2号機については、2Cの一次側に高圧電源車を接続すれば、P/Cで480Vに変圧し、SLC系及び制御棒駆動水圧系（CRD系）を利用できることが分かった。 ＜3号機のSLC＞ （政府事故調報告（177P）） 3月13日明け方から、SLC系ポンプに必要な電源を供給するため、電源車と4号機P/C（4D）を仮設ケーブルで接続するとともに、4Dから3号機電源盤のMCCのD系統1次側に仮設ケーブルで接続する作業を実施した。
Q6-7	SLCの電源復旧は間に合わなかったのか。
A	＜1・2号機＞ （政府事故調報告（163P） 2号機については、3月12日15時30分頃、2Cの一次側へのケーブルつなぎ込みや高圧電源車への接続等が完了し、高圧電源車を起動させ、絶縁抵抗測定を開始していた。 1号機については、2号機T/B大物搬入口内側に低圧電源車を配置し、1号機のC/B1階のケーブルボルト室まで電工ドラム数台を接続してケーブルを敷設し、必要な端末処理を行い、同日7時20分頃、1号機の計測用分電盤に接続して送電を開始していた。 しかし、同日15時36分頃、1号機R/Bで爆発が発生し、爆発による飛散物により、2号機T/B南側から電源車に接続するために敷設していたケーブルが損傷した。 ＜3号機＞ （政府事故調報告（中間）（187P）） 3号機の電源復旧作業は、同月14日11時1分頃に3号機R/Bで水素ガスによると思われる爆発が発生した時点でもなお完了していなかった
Q6-8	高圧注水で選択したのが CRD ではなく、なぜ SLC なのか。
A	（国会事故調報告（153P）） 容量的には制御棒駆動機構（CRD）ポンプの方が望ましかったのであるが、同ポンプを運転するためにはさまざまな周辺機器も同時に運転できる状態としなければならず、そのような見通しが悲観的であることから断念されていた。 （東電報告書（添付 16-1）） (2) 高圧注水設備（1 時間以内に必要） 対策の考え方 なお、電動駆動の高圧注水設備を確保する場合は、起動条件の少ない設備を選択することが有効である。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 58.2 SLC 電源復旧作業、RCIC の運転状況、HPCI の運転状況
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-3、通番 19 緊急時に対する資質・能力の育成
	関連細目 No	細目 7-3-1、細 58 緊急時には、時間ファクターを優先して、限られた時間内で可能な手段を採用する。
キーワード		
4	設備	**電源設備関連**：直流電源
5	SA 対策設備	**代替注水（高圧）**：SLC7
6	AM（運用・管理）	**手順の確立**：電源復旧、原子炉の減圧操作
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 70

資料 58.3（資 144）

〔時間余裕で対応を変えていくフェーズドアプローチ〕

東電原子力安全改革プランにおいて、時間余裕で対応を変えていくフェーズドアプローチを採用することが示された。

- **事故初期の対応は時間余裕も少なく要員も限られることから恒設設備を使って、当直で対応する。**
- **事故後期の対応は事象の進展に応じて柔軟な対応も可能となる可搬設備の運用も含めた多様な対応手段で対応する。**
- **更にサイト外からの支援が期待できるようになると、設備の復旧等更に多様な対応手段を採り得る。**

＜時間ファクターの重要性＞（東電原子力改革プラン・55P、56P より）

1) フェーズドアプローチの採用

時間余裕に応じて対策の選択肢と要求する信頼性が変わることを踏まえ、対策を選定する。

福島原子力事故では本設の設備の大半が機能を喪失する中で、消防車や電源車等可搬設備による対応を余儀なくされたが、事象の進展に応じて柔軟な対応を可能とする可搬設備は手順を含めた事前対応をしっかり行えば大きな利用価値がある。一方、恒設設備には運搬や据え付けの時間が不要であることや、対応の時間余裕がないときには自動起動にも対応できる等可搬設備にはない利点がある。このように、どのような対策を講じるかについては、対応の時間余裕がどれくらいあるか、他の代替的な手段をとれるかどうか、といった観点から選定すること（フェーズドアプローチ[25]）が極めて重要である。フェーズドアプローチの概念を図3-1 に示す。各安全機能の強化にあたっては、フェーズドアプローチを適用し多様な対策を講じることで、深層防護の充実をより実効的なものとする。

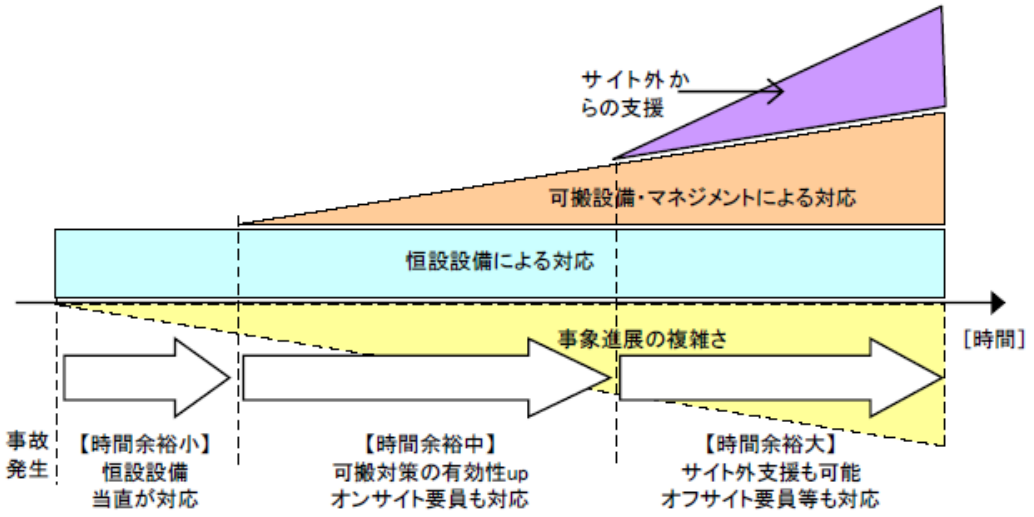


図 3-1　フェーズドアプローチの概念

25　事故初期の対応は時間余裕や要員も限られることから恒設設備で対応、事故後期の対応は事象の進展に応じて柔軟な対応も可能となる可搬設備の運用も含めた多様な対応手段、更にサイト外からの支援が期待できるようになると、設備の復旧等更に多様な対応手段を採り得る。

＜関連 Q&A（例）＞

Q7-47	フェーズドアプローチとはどのような考え方か。
A	（東電原子力改革プラン（56P）） フェーズドアプローチとは、どのような対策を講じるかについては、対応の時間余裕がどれくらいあるか、他の代替的な手段をとれるかどうか、といった観点から選定するアプローチ。 • 事故初期の対応は時間余裕や要員も限られることから恒設設備で対応する。 • 事故後期の対応は事象の進展に応じて柔軟な対応も可能となる可搬設備の運用も含めた多様な対応手段で対応する。 • 更にサイト外からの支援が期待できるようになると、設備の復旧等更に多様な対応手段を採り得る。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 58.3 時間余裕で対応を変えていくフェーズドアプローチ
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-3、通番 19 緊急時に対する資質・能力の育成
	関連細目 No	細目 7-3-1、細 58 緊急時には、時間ファクターを優先して、限られた時間内で可能な手段を採用する。
キーワード		
7	緊急時体制	**フェーズドアプローチ**：フェーズドアプローチ 3、事故初期 2、事故中期 2、事故後期 2
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 71

資料 59.1（資 145）

〔重機等の操作（吉田所長の反省）、12 日からの人の動き〕

(1) 国会事故調報告において、現場においてエンジニアなら重機等の操作ができないといけないと反省する旨の発電所長の発言が示された。

- **協力企業さんがあの線量の高い瓦礫を本当によく片づけてくれた。エンジニアの人間はバックホーなんかは、運転できなければいけないとつくづく思った。**

(2) 東電報告書において、地震前の発電所構内の社員及び協力企業作業員の勤務状況が示された。

- **1～3号機は運転中、4～6号機は定期検査中であり、平日勤務時間中であったため、福島第一原子力発電所の敷地内には約6,400名（うち当社社員約750名）が勤務していた。**
- **そのうちの協力企業を含む約2,400名もの作業員が放射線管理区域での作業に従事していた。**

(3) 東電報告書において、12日以降の社員、協力企業作業員の人の動きが示された。

- **12日から14日にかけて手配したバスにより、少なくとも300～400名程度は避難したと考えられる。また、人数は確認できないが、自家用車に乗り合わせるなどの方法により多数避難したと考えられる。**
- **14日夜から15日未明にかけて、プラントの監視と復旧作業に必要な要員約70名を残し、約650名がバスや自家用車で福島第二原子力発電所へ一時退避した。**
- **15日昼頃には、中央制御室でデータ監視を行う運転員や、現場の放射線量測定や免震重要棟の出入管理を行う保安班、発電所への出入管理を行う警備誘導班などの要員が、福島第一原子力発電所に戻っている。**
- **さらに、同日夕方頃には爆発の瓦礫撤去への対応を行う復旧班（土木部門）の要員が、徐々に福島第一原子力発電所に戻り、復旧作業を再開・継続した。**

＜特殊な設備の操作＞（国会事故調報告・155P、156P より）（下線は JANSI 追記）

3号機の爆発もまた、2号機の事故対応作業に影響した。原子炉への注水用に敷設したホースと消防車が損傷し、作業が振り出しに戻った。作業員たちは原子炉への注水ラインの再構築を試みるが、散乱したがれきが高レベルの放射線源となっており、現場での復旧作業は困難を極めた。

「1号、3号は、海水注入のラインナップができて、ただ、水がないんでですね、中断したりだとか、そんなことありましたけど、ラインができて、曲がりなりにも注入がですね、できる状態だった。で、2号機をやらんといかんと思ってたんですけども、2号機の準備が、ある程度、整ってきたときに、3号機の水素爆発があって、で、もう、海水注入のシステムは1号、3号、4号含めてですね、瓦礫でですね、とまっちゃった。で、これがダメだっちゅうんで、みんなもう、あの、3号が爆発してオタオタ状態でですね、全員一回引き揚げさせたんですけど、悪いけど、もうこれ以上爆発しないから、現場行って、瓦礫片づけて、注入ライ

ンの再構成頼むと。一つの土木屋がですね、あの、バックホーで瓦礫を片付けるチームと、だからあの、消防車の消防ポンプが生きてるかどうか確認して、そのラインナップをするチームとですね、またそれの手伝いのチームと分けてですね、そこから出したんですよ。だけど、もうね、現場の瓦礫がすごくてですね。・・・(中略)・・・あの線量の高い瓦礫をですね、よくね、本当に協力企業さんなんですけどね、僕らはみんなバックホーなんかは、エンジニアの人間ができなきゃいけないなっていうのは、つくづく思ったんだけど。協力企業さんがやってくれましてね。で、短時間で、僕が考えているよりよっぽど短時間でやってくれて、ラインナップの構成もですね、やってくれた。で、ようやくできそうだったんですけど、えーと、2号機の場合はですね、長く、こう、引っ張ってたんで、格納容器の中の、下のサプレッションチェンバーの温度が非常に高くなってる。そこに蒸気逃がすんですけど、これ普通の50℃ぐらいのあれだとすぐに凝縮するんですけど、ここの温度が百何十度だったんで」（発電所長ヒアリング）

＜地震前の発電所構内の社員及び協力企業作業員の勤務状況＞（東電報告書（114P））

1～3号機は運転中、4～6号機は定期検査中であり、平日勤務時間中であったため、福島第一原子力発電所の敷地内には約6,400名（うち当社社員約750名）が勤務していた。

そのうちの協力企業を含む約2,400名もの作業員が放射線管理区域での作業に従事していた。放射線管理区域内の作業者数の内訳は下表のとおりである。

場所	1,2号機	3,4号機	5,6号機	その他	合計
人数	約160名	約1,200名	約800名	約240名	約2,400名

上表に示す通り、3，4号機、5，6号機で放射線管理区域内の作業者数が多くなっているが、これは、4号機でシュラウド取り替え工事、5号機で原子炉圧力容器の漏えい試験などを行っていたことによるものである。

当社社員は約750名が敷地内で勤務していたが、そのうち、各中央制御室の運転員の勤務者数は97名であった。各中央制御室の運転員の内訳は下表のとおりである。

場所	1,2号機	3,4号機	5,6号機	合計
人数	24名 当 直 ：14名 作業管理G：10名	29名 当 直 ：9名 作業管理G：8名 定検チーム：12名	44名 当 直 ：9名 作業管理G：8名 定検チーム：27名	97名

＜12日以降の社員、協力企業作業員の人の動き＞（東電報告書（116P））

免震重要棟には、11日に帰宅出来なかった協力企業作業員や、女性社員等が多数避難した。12日早朝より、バス4台を手配し、近くの自治体指定の避難場所へのバス移動を開始、数回ピストン輸送を行った。

13日も引き続き避難を実施。バス1台を使用し、数回避難場所への移動を行った。

14日夕方頃、2号機において原子炉への注水ができない状況となり、このまま原子炉への注水が進まなければ、放射線量の上昇等の事態の悪化が考えられたことから、今後の事象の進

展によっては、プラントの監視と復旧作業に必要な要員を除いて退避する必要があると考え、退避場所の選定やバスの手配等、退避に向けた検討と準備を開始し、作業のない協力企業社員へ避難を促すとともに、協力企業に加えて、女性や体調を崩した一部の社員をオフサイトセンターへバスで避難させた。

以上、12日から14日にかけて手配したバスにより、少なくとも300～400名程度は避難したと考えられる。また、人数は確認できないが、自家用車に乗り合わせるなどの方法により多数避難したと考えられる。

14日夜から15日未明にかけて、2号機のドライウェル圧力が上昇し、15日6時14分頃に衝撃音と振動が発生し、その後に2号機圧力抑制室の圧力指示値が発電所対策本部へ「0」と報告されたことから、圧力抑制室が損傷した可能性があると考え（後日、衝撃音は「11. プラント爆発評価」に記載する通り2号機ではなく4号機であることを確認)、プラントの監視と復旧作業に必要な要員約70名を残し、約650名がバスや自家用車で福島第二原子力発電所へ一時退避した。

15日昼頃には、中央制御室でデータ監視を行う運転員や、現場の放射線量測定や免震重要棟の出入管理を行う保安班、発電所への出入管理を行う警備誘導班などの要員が、福島第一原子力発電所に戻っている。さらに、同日夕方頃には爆発の瓦礫撤去への対応を行う復旧班（土木部門）の要員が、徐々に福島第一原子力発電所に戻り、復旧作業を再開・継続した。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-63	地震時に福島第一にはどのくらいの人間がおり、どのように避難したのか。
A	（東電報告書（114P)） 福島第一には 6400 名（うち東電社員約 750 名）が勤務していた。 （東電報告書（116P)） 免震重要棟には、11日に帰宅出来なかった協力企業作業員や、女性社員等が多数避難した。12日早朝より、バス4台を手配し、近くの自治体指定の避難場所へのバス移動を開始、数回ピストン輸送を行った。 13日も引き続き避難を実施。バス1台を使用し、数回避難場所への移動を行った。 14日夕方頃、2号機において原子炉への注水ができない状況となり、このまま原子炉への注水が進まなければ、放射線量の上昇等の事態の悪化が考えられたことから、今後の事象の進展によっては、プラントの監視と復旧作業に必要な要員を除いて退避する必要があると考え、退避場所の選定やバスの手配等、退避に向けた検討と準備を開始し、作業のない協力企業社員へ避難を促すとともに、協力企業に加えて、女性や体調を崩した一部の社員をオフサイトセンターへバスで避難させた。
Q1-64	15 日未明の 4 号機爆発のあと、福島第二に一時退避しているが、何人残ったのか。
A	（東電報告書（117P)） プラントの監視と復旧作業に必要な要員約 70 名が残った。
Q1-6a	事業者の職員は重機の運転をできないといけないのか。

A	（国会事故調報告書（156P）） 吉田所長は、「協力企業さんがあの線量の高い瓦礫を本当によく片づけてくれた。エンジニアの人間はバックホーなんかを運転できなければいけないとつくづく思った。」と反省の弁を述べている。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 59.1 重機等の操作（吉田所長の反省）、12 日からの人の動き
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-3、通番 19 緊急時に対する資質・能力の育成
	関連細目 No	細目 7-3-2、細 59 特殊技能を要する作業の手順書を整備し、オペレーション要員を確保する。
キーワード		
1	事故対応	**事故収束対応**：協力企業の活躍 **発生した支障**：重機の運転ができない 2、水素爆発
5	SA 対策設備	**瓦礫撤去設備**：重機 5
9	教育・訓練	**教育・訓練の目的**：特殊技能の確保 1
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 43 **事業者関連**：東電報告書 62
15	人名・法令類	**人名**：吉田昌郎 6

資料 59.2（資 146）

〔運転員と保全員に対する直営作業の内容〕

東電原子力安全改革プランにおいて、運転員と保全員に対する具体的な直営作業の内容が示された。

- **保全員**

〔福島原子力事故を踏まえたアクシデントマネジメント（AM）手順書による対応訓練・直営作業〕

- **空冷式ガスタービン発電機、電源車の起動・接続、消防車等の運転・接続**
- **電源が復旧されるまでに使用する主要計器への仮設バッテリー接続、空気作動弁の操作用仮設バッテリーやコンプレッサー接続**
- **代替熱交換器車の設置・接続、仮設監視装置設置（デジタルレコーダー、WEB カメラ）等**

〔AM 手順書を超えた想定外事故に備えた応用力養成〕

福島原子力事故における緊急時作業例を参考に、応用力養成を行う。

- **高圧・低圧ケーブルの運搬／敷設／送り出し／端末処理／接続／受電操作**
- **電源遮断器の入替、海水系水中ポンプ及びホースの設置、配管修理（フランジ手入、修理）**
- **チェーンブロック取り付け、ユニック車運転、荷下ろし、重機運転操作等**

- **運転員**

〔福島原子力事故を踏まえたアクシデントマネジメント（AM）手順書による対応訓練・直営作業〕

- **事故時運転操作基準による運転監視・操作、現場対応等**

〔AM 手順書を超えた想定外事故に備えた応用力養成〕

- **運転員の応用力として、復旧要員（保全員）の担当する緊急時作業をバックアップできるようにする。**

＜事故対応能力の育成＞（東電原子力安全改革プラン・98P より）

表4-9　直営作業の整理

	福島原子力事故を踏まえたアクシデントマネジメント手順書による対応訓練・直営作業	アクシデントマネジメント手順書を超えた想定外事故に備えた応用力養成
運転員	事故時運転操作基準による運転監視・操作、現場対応等	運転員の応用力として、復旧要員（保全員）の担当する緊急時作業①をバックアップできるようにする。 【今回強化】 ① ・空冷式ガスタービン発電機、電源車の起動・接続 ・消防車等の運転・接続

		電源が復旧されるまでに使用する主要計器への仮設バッテリー接続 ・空気作動弁の操作用仮設バッテリーやコンプレッサー接続 ・代替熱交換器車の設置・接続 ・仮設監視装置設置（デジタルレコーダー、WEBカメラ）等
保全員	① ・空冷式ガスタービン発電機、電源車の起動・接続 ・消防車等の運転・接続 電源が復旧されるまでに使用する主要計器への仮設バッテリー接続 ・空気作動弁の操作用仮設バッテリーやコンプレッサー接続 ・代替熱交換器車の設置・接続 ・仮設監視装置設置（デジタルレコーダー、WEBカメラ）等	② 福島原子力事故の教訓から、抽出した緊急時作業例（※）を参考に、応用力養成を行う。 （※） ・高圧・低圧ケーブルの運搬／敷設／送り出し／端末処理／接続／受電操作 ・電源遮断器の入替 ・海水系水中ポンプ及びホースの設置 ・配管修理（フランジ手入、修理） ・チェーンブロック取り付け ・ユニック車運転、荷下ろし ・重機運転操作　　等 【今回強化】 ③応用力強化のため、常に高いレベルを目指して、直営作業に取り組む

＜関連 Q&A（例）＞

Q9-12	保全員に期待する具体的な作業は何か。
A	（東電原子力安全改革プラン（98P）） 〔福島原子力事故を踏まえたアクシデントマネジメント（AM）手順書による対応訓練・直営作業〕 －　空冷式ガスタービン発電機、電源車の起動・接続、消防車等の運転・接続 －　電源が復旧されるまでに使用する主要計器への仮設バッテリー接続、空気作動弁の操作用仮設バッテリーやコンプレッサー接続 －　代替熱交換器車の設置・接続、仮設監視装置設置（デジタルレコーダー、WEBカメラ）等 〔AM 手順書を超えた想定外事故に備えた応用力養成〕 福島原子力事故における緊急時作業例を参考に、応用力養成を行う。 －　高圧・低圧ケーブルの運搬／敷設／送り出し／端末処理／接続／受電操作 －　電源遮断器の入替、海水系水中ポンプ及びホースの設置、配管修理（フランジ手入、修理） －　チェーンブロック取り付け、ユニック車運転、荷下ろし、重機運転操作等

Q9-17	運転員に期待する具体的な作業は何か。
	（東電原子力安全改革プラン（98P）） 〔福島原子力事故を踏まえたアクシデントマネジメント（AM）手順書による対応訓練・直営作業〕 －　事故時運転操作基準による運転監視・操作、現場対応等 〔AM 手順書を超えた想定外事故に備えた応用力養成〕 －　運転員の応用力として、復旧要員（保全員）の担当する緊急時作業をバックアップできるようにする。 緊急時作業 ・空冷式ガスタービン発電機、電源車の起動・接続 ・消防車等の運転・接続 電源が復旧されるまでに使用する主要計器への仮設バッテリー接続 ・空気作動弁の操作用仮設バッテリーやコンプレッサー接続 ・代替熱交換器車の設置・接続 ・仮設監視装置設置（デジタルレコーダー、WEBカメラ）等

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 59.2 運転員と保全員に対する直営作業の内容
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-3、通番 19 緊急時に対する資質・能力の育成
	関連細目 No	細目 7-3-2、細 59 特殊技能を要する作業の手順書を整備し、オペレーション要員を確保する。
キーワード		
5	SA 対策設備	**柔軟な代替注水**：消防車 16 **電源設備**：空冷式ガスタービン発電機 2、電源車 7、可搬式バッテリー7、電源遮断器、電力ケーブル等 4 **予備品**：可搬式熱交換器 3、水中ポンプ／ホース **瓦礫撤去設備**：重機関連設備 **通信設備・現場監視**：仮設監視装置
6	AM（運用・管理）	**手順の確立**：AM 手順書
9	教育・訓練	**教育・訓練の目的**：特殊技能の確保 2 **電源の確保**：ガスタービン発電機の運転、電源車による給電 3、電源遮断器の入替、高圧・低圧ケーブルの接続 2 **給水・除熱・冷却の確保**：消防車等による給水 3、代替熱交換器車の設置・接続、海水を注入 2 **応急的監視装置の復旧**：計装系へのバッテリー接続 2、仮設監視装置設置 **空気作動弁の手動操作**：バッテリーの接続 2、コンプレッサーの接続 2 **瓦礫撤去設備の運転**：重機運転操作 4 **その他**：配管修理、チェーンブロック取り付け **保全員に対する訓練**：AM 手順書による対応訓練、直営作業による技術力強化 4、AM 手順書を超えた応用力養成（保全員） **運転員に対する訓練**：事故時運転操作基準による運転監

		視・操作、現場対応等、AM 手順書を超えた応用力養成（運転員）、保全員のバックアップ
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 72

資料 59.3（資 147）

〔協力企業の支援と役割分担〕

(1) 東電原子力安全改革プランにおいて、事故対応で多くの協力をしてもらった協力企業との役割分担に関する手続きを講じることが示された。

- **今後は、過酷事故発生後 72 時間程度は、協力企業の支援が得られなくても対応可能な体制および技術力を構築することを目標として検討を進めてきた。しかしながら、協力企業の方が早く確実にかつ効率的に実施できる状況もあり得ること等から、必要な支援はお願いすることとし、協力企業と事前の備えに関する手続きを講じる。**

(2) 東電報告書において、協力企業が実施した支援の内容が示された。

- **復旧作業全般に関連して、地震の被災当初から支援している人も含め、グループ企業やメーカー、地元企業等の支援を受けており、約250名を超える協力企業の方が福島第一原子力発電所構内での支援に当たったと推計される。**
- **また、これまでの聞き取り結果から、支援をいただいた企業は電源復旧に必要なケーブルの敷設や端末処理、瓦礫撤去等に従事していたことを確認している。**
- **なお、福島第二原子力発電所においても、約50名がケーブル敷設やモータ取り替え等の支援、約15名が瓦礫撤去等の支援を実施している。**

＜協力企業との役割分担＞（東電原子力安全改革プラン・94P より）

b)協力企業との役割分担の改善

当社の直営技術力を補うため、協力企業には、今回の事故対応における現場のがれき除去や消防車の運転等、初動対応において多大なご協力をいただいた。このため今後は、過酷事故発生後72時間程度は、協力企業の支援が得られなくても対応可能な体制および技術力を構築することを目標として検討を進めてきた。しかしながら、協力企業の方が早く確実にかつ効率的に実施できる状況もあり得ること等から、必要な支援はお願いすることとし、協力企業と事前の備えに関する手続きを講じる。

ただし、最も重要な点は、協力企業との信頼関係である。そのため、協力企業従業員の方々と発電所長をはじめとする発電所所員との日常のコミュニケーションの充実を図り、直営作業等を通じて、ともに考え働きながら醸成していく。

＜協力企業からの支援＞（東電報告書（239P））

復旧作業全般に関連して、地震の被災当初から支援している人も含め、グループ企業やメーカー、地元企業等の支援を受けており、約250名を超える協力企業の方が福島第一原子力発電所構内での支援に当たったと推計される。

また、これまでの聞き取り結果から、支援をいただいた企業は電源復旧に必要なケーブルの敷設や端末処理、瓦礫撤去等に従事していたことを確認している。

なお、福島第二原子力発電所においても、約50名がケーブル敷設やモータ取り替え等の支援、約15名が瓦礫撤去等の支援を実施している。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-6	協力企業にはどのような支援をしてもらったか。
A	（東電報告書（239P）） 復旧作業全般に関連して、地震の被災当初から支援している人も含め、グループ企業やメーカー、地元企業等の支援を受けており、約250名を超える協力企業の方が福島第一原子力発電所構内での支援に当たったと推計される。また、これまでの聞き取り結果から、支援をいただいた企業は電源復旧に必要なケーブルの敷設や端末処理、瓦礫撤去等に従事していたことを確認している。 なお、福島第二原子力発電所においても、約50名がケーブル敷設やモータ取り替え等の支援、約15名が瓦礫撤去等の支援を実施している。
Q7-24	今後の協力企業との関係をどのようにしていくか。
A	（東電原子力安全改革プラン（94P）） • 今後は、過酷事故発生後 72 時間程度は、協力企業の支援が得られなくても対応可能な体制および技術力を構築することを目標として検討を進めてきた。しかしながら、協力企業の方が早く確実にかつ効率的に実施できる状況もあり得ること等から、必要な支援はお願いすることとし、協力企業と事前の備えに関する手続きを講じる。 • 最も重要な点は、協力企業との信頼関係である。そのため、協力企業従業員の方々と発電所長をはじめとする発電所所員との日常のコミュニケーションの充実を図り、直営作業等を通じて、ともに考え働きながら醸成していく。

【属性管理表】

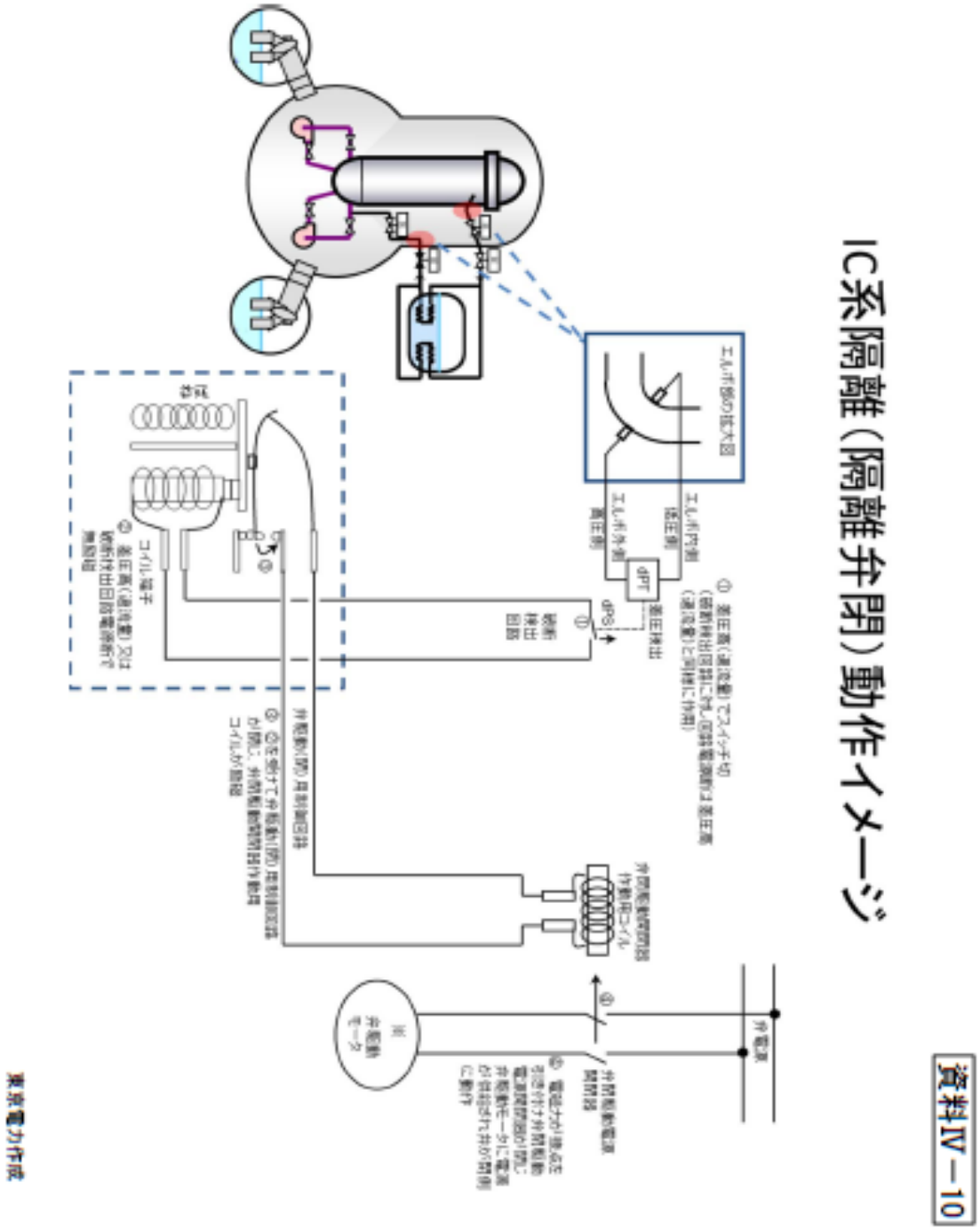
整理 No		
	資料 No	資料 59.3 協力企業の支援と役割分担
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-3、通番 19 緊急時に対する資質・能力の育成
	関連細目 No	細目 7-3-2、細 59 特殊技能を要する作業の手順書を整備し、オペレーション要員を確保する。
キーワード		
2	安全文化と QMS	**円滑なコミュニケーション**：協力会社とのコミュニケーション
7	緊急時体制	**支援体制**：メーカ・協力企業との支援協力の手続き 2、協力企業との信頼関係の構築
9	教育・訓練	**教育・訓練の目的**：特殊技能の確保 3
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 73、東電報告書 63

資料 60.1（資 148）

〔非常用復水器（IC）隔離弁の動作イメージ〕

(1) 政府事故調報告において、事故において重大な役割を果たした非常用復水器の隔離弁の動作イメージ（動作の仕組み）が示された。 (2) 政府事故調報告書において、破断検出により IC 隔離弁が閉となる仕組みが示された。

＜非常用復水器の隔離弁の動作イメージ＞（政府事故調報告・中間/資料Ⅳ-10 より）



＜破断検出によりIC隔離弁が閉となる仕組み＞（政府事故調報告書（中間）（86P））

資料Ⅳ-10の①

原子炉格納容器内に存在するIC配管のうち、L字部分（エルボ部）の配管に、配管内側（低圧側）と外側（高圧側）の圧力差を探知する装置が備え付けられている。これは、配管が破断すると大量の蒸気が漏えいし、L字部分の配管外側を流れる蒸気と内側を流れる蒸気の圧力差が大きくなるため、これを利用して配管破断を探知する仕組みである。配管外側の圧力が配管内側の圧力の300%（3倍）となると、破断検出回路のスイッチが切れ、通常回路を流れている直流電源が止まる。

このような仕組みである以上、そもそもＬ字型配管の外側と内側の蒸気差圧が高いことを認識した場合も、破断検出回路を流れる電流が失われた場合も、いずれも破断検出回路に直流電流が流れなくなる点では同じであり、弁駆動（閉）用制御回路が作動し、隔離弁が閉動作することになる。

資料Ⅳ-10 の②

電磁継電器（リレー）と呼ばれる電流制御装置に設けられた電磁コイルを流れていた電流が失われる。

資料Ⅳ-10の③

電磁石の磁力が失われることで、コイル端子が弁駆動（閉）用制御回路の端子と接着してスイッチが切り替わる。

資料Ⅳ-10 の④

弁駆動（閉）用制御回路から弁駆動開閉器作動用コイルに電流が流れることにより、同コイルで巻かれた電磁石が励磁され、弁駆動電源開閉器が電磁力により作用して、弁駆動用電源から弁駆動モーターに電源が供給され（資料Ⅳ-10 の④参照）、その結果、隔離弁が閉動作する。

＜関連 Q&A（例）＞

Q4-10	IC 系の破断検出はどういう仕組みか。
A	（政府事故調報告書（中間）（86P）） 原子炉格納容器内に存在するIC配管のうち、L字部分（エルボ部）の配管に、配管内側（低圧側）と外側（高圧側）の圧力差を探知する装置が備え付けられている。これは、配管が破断すると大量の蒸気が漏えいし、L字部分の配管外側を流れる蒸気と内側を流れる蒸気の圧力差が大きくなるため、これを利用して配管破断を探知する仕組みである。配管外側の圧力が配管内側の圧力の300%（3倍）となると、破断検出回路のスイッチが切れ、通常回路を流れている直流電源が止まる。 このような仕組みである以上、そもそもL字型配管の外側と内側の蒸気差圧が高いことを認識した場合も、破断検出回路を流れる電流が失われた場合も、いずれも破断検出回路に直流電流が流れなくなる点では同じであり、弁駆動（閉）用制御回路が

	作動し、隔離弁が閉動作することになる。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 60.1 非常用復水器（IC）隔離弁の動作イメージ
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-3、通番 19 緊急時に対する資質・能力の育成
	関連細目 No	細目 7-3-3、細 60 危機管理能力を向上させるため、過酷な事態が実際に発生することを前提に訓練と検証を繰り返す。
キーワード		
4	設備	**高圧注水設備関連**：IC12、 IC 隔離弁 6
11	保守管理・運転管理	**設備管理図書**：簡略図面（動作イメージ）4
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）87

資料 60.2（資 149）

〔IC 隔離弁への要求事項、駆動電源、制御電源、制御回路〕

(1) 東電報告書において、IC 隔離弁に対する審査指針からの要求事項が示された。

- **IC は ECCS に位置づけている機器ではないが、バックアップ設備としての機能を持つため、待機状態からの起動に高い信頼性を持たせている。**
- **「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」の指針 9 においては、重要度が高い安全機能を有する機器に対して「その系統を構成する機器の単一故障の仮定に加え、外部電源が利用できない場合においても、その系統の安全機能が達成できる設計であること」を求めている。**

(2) 東電報告書において、破断信号が出た場合と制御電源喪失の場合のインターロックの違いが示された。

- **隔離信号（破断検出信号）発信時**

  「A 系入口配管破断信号」または「A 系出口配管破断信号」が入った場合、一つでもはいれば、A 系が隔離する。(B 系についても同様)
- **制御電源喪失時**

  A 系配管破断および B 系配管破断を検出する回路は、A 系と B 系の 125V 直流電源両方を使用している。片系の直流電源が喪失した場合でも、両系の検出回路がフェールセーフ動作し、IC（A）系と（B）系のすべての隔離弁に閉信号を発信する。

(3) 東電報告書において、IC 隔離弁の制御電源と駆動電源が示された。

- **制御電源・・・内側弁、外側弁ともに DC125V**
- **駆動電源・・・内側弁は AC480V、外側弁は DC125V**

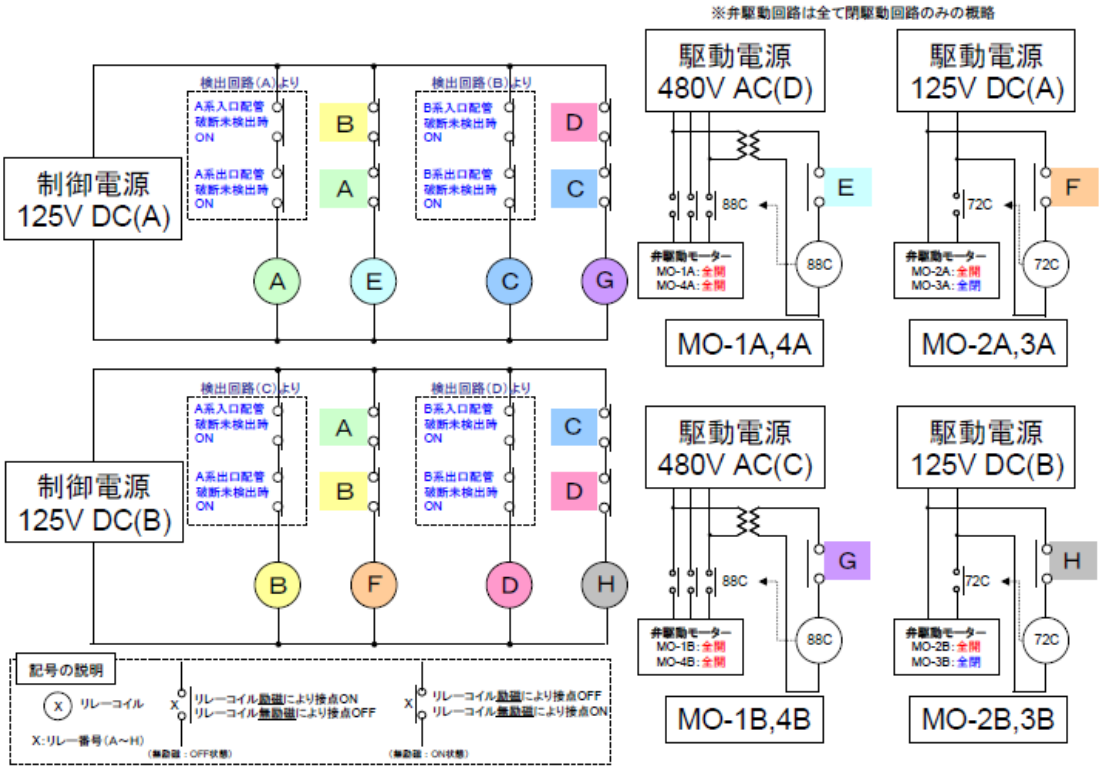
＜IC の機能＞（東電報告書（添付資料）(参考 5 (5/22)）

- 非常用復水器（IC）は、原子炉の圧力が上昇した場合に、原子炉の蒸気を導いて水に戻し、炉内の圧力を下げるための装置（福島第一 1 号機のみに設置）

＜IC に対する審査指針の要求事項＞（東電報告書（添付 8-6 (1) (2/4)）

- IC は ECCS に位置づけている機器ではないが、バックアップ設備としての機能を持つため、待機状態からの起動に高い信頼性を持たせている。
- 「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」の指針 9 においては、重要度が高い安全機能を有する機器に対して「その系統を構成する機器の単一故障の仮定に加え、外部電源が利用できない場合においても、その系統の安全機能が達成できる設計であること」を求めている。

＜非常用復水器（IC）隔離信号回路図（待機時の状態）＞（東電報告書・添付 8-7 (2) より）



【隔離信号（破断検出信号）発信時】

①「A系入口配管破断信号」または「A系出口配管破断信号」が入った場合、A，Bのリレーコイルが無励磁となる。
② A，Bリレーコイルが無励磁となるとA，Bの接点がOFFし、E，Fリレーコイルが無励磁となる。
③ E，Fリレーコイルが無励磁となるとE，Fの接点がONし、MO－1A，2A，3A，4Aの閉駆動用リレーコイルが励磁し、閉駆動回路接点が閉じて弁駆動用モータに電流が流れ閉動作する。
④ 破断検出信号が1つでも入れば、当該系統（上記の場合はA系）が隔離する。
※B系についても同様。

【制御電源喪失時】

① 125V DC（A）の制御電源を喪失するとA，E，C，Gリレーコイルが無励磁となる。
② A，Cリレーコイルが無励磁となると、A，Cの接点がOFFし、F，Hリレーコイルが無励磁となる。
③ E，F，G，Hリレーコイルが無励磁となると、E，F，G，Hの接点がONし、MO－1A，2A，3A，4A，1B，2B，3B，4Bの閉駆動用リレーコイルが励磁し、閉駆動回路接点が閉じて弁駆動用モータに電流が流れ閉動作する。
※125V DC（B）の制御電源を喪失した場合も同様。

【隔離信号発信時の開操作について】

操作スイッチを「F－OPEN」位置にすることで、隔離信号はバイパスでき開可能。

＜破断信号検出と制御電源喪失のインターロック上の違い＞（東電報告書（添付資料））

（添付 8-7（1））

- 隔離信号（破断検出信号）発信時

  「A 系入口配管破断信号」または「A 系出口配管破断信号」が入った場合、一つでもはいれば、A 系が隔離する。（B 系についても同様）

（添付 8-7（2））

- 制御電源喪失時

A 系配管破断および B 系配管破断を検出する回路は、A 系と B 系の 125V 直流電源両方を使用している。片系の直流電源が喪失した場合でも、両系の検出回路がフェールセーフ動作し、IC（A）系と（B）系のすべての隔離弁に閉信号を発信する。

＜関連 Q&A（例）＞

Q4-6	IC はどのような機能を持つ設備か。
A	（東電報告書（添付資料）（参考 5（5/22）） • 非常用復水器（IC）は、原子炉の圧力が上昇した場合に、原子炉の蒸気を導いて水に戻し、炉内の圧力を下げるための装置（福島第一 1 号機のみに設置）
Q4-7	IC は ECCS なのか。また、審査指針からの要求事項はあるのか。
A	（東電報告書（添付 8-6（1）（2/4）） • IC は ECCS に位置づけている機器ではないが、バックアップ設備としての機能を持つため、待機状態からの起動に高い信頼性を持たせている。 • 「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」の指針 9 においては、重要度が高い安全機能を有する機器に対して「その系統を構成する機器の単一故障の仮定に加え、外部電源が利用できない場合においても、その系統の安全機能が達成できる設計であること」を求めている。
Q4-13	IC 配管の配管破断と IC 隔離弁の制御電源（直流）喪失は全く同じインターロックになるのか。
A	（東電報告書（添付 8-7（1）） • 隔離信号（破断検出信号）発信時 「A 系入口配管破断信号」または「A 系出口配管破断信号」が入った場合、一つでもはいれば、A 系が隔離する。（B 系についても同様） （東電報告書（添付 8-7（2）） • 制御電源喪失時 A 系配管破断および B 系配管破断を検出する回路は、A 系と B 系の 125V 直流電源両方を使用している。片系の直流電源が喪失した場合でも、両系の検出回路がフェールセーフ動作し、IC（A）系と（B）系のすべての隔離弁に閉信号を発信する。
Q4-15	隔離信号で閉弁した弁はどうやって開弁するのか。
A	（東電報告書（添付 8-7（2）） 操作スイッチを「F-OPEN」位置にすることで、隔離信号はバイパスでき開が可能になる。
Q4-18	IC 隔離弁の制御電源や駆動電源は何を使っているか。
A	（東電報告書（添付 8-7（1）） 制御電源 A 系配管破断検出回路（A）　直流電源（125V-A 系）

	A 系配管破断検出回路（C）　直流電源（125V-B 系） B 系配管破断検出回路（B）　直流電源（125V-A 系） B 系配管破断検出回路（D）　直流電源（125V-B 系） （東電報告書（添付 8-6（1）（2/4）） 駆動電源 1A 弁（内側）：非常用交流電源（AC480V、MCC-1D） 2A 弁（外側）：直流電源（125V-1A） 3A 弁（外側）：直流電源（125V-1A） 4A 弁（内側）：非常用交流電源（AC480V、MCC-1D） 1B 弁（内側）：非常用交流電源（AC480V、MCC-1C） 2B 弁（外側）：直流電源（125V-1B） 3B 弁（外側）：直流電源（125V-1B） 4B 弁（内側）：非常用交流電源（AC480V、MCC-1C）

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 60.2 IC 隔離弁への要求事項、駆動電源、制御電源、制御回路
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-3、通番 19 緊急時に対する資質・能力の育成
	関連細目 No	細目 7-3-3、細 60 危機管理能力を向上させるため、過酷な事態が実際に発生することを前提に訓練と検証を繰り返す。
キーワード		
4	設備	高圧注水設備関連：IC13、 IC 隔離弁 7、破断検出回路 3、 IC 隔離信号 3
11	保守管理・運転管理	設備管理図書：回路図
14	文献・出典	事業者関連：東電報告書 64

資料 60.3（資 150）

〔原子炉水位計/原子炉圧力計の仕組みおよび原子炉水位計に誤計測、誤表示が生じる要因〕

政府事故調報告において、事故において重大な役割を果たした原子炉水位計及び原子炉圧力計の仕組みが示された。

〔原子炉圧力計の仕組み〕

- **原子炉圧力計は、圧力容器を貫通し、圧力容器外側（格納容器内側）に備え付けられた基準面器から計装用配管を通じて、原子炉建屋（R/B）内にある計装ラック内に設置された圧力伝送器内の隔液ダイアフラムにかかる水圧を測定し、基準面器水面から圧力伝送器までの水頭圧を差し引いて原子炉圧力に換算するものである。**
- **平常運転時は、凝縮槽の働きによって基準面器の水位は一定に保たれる。**

〔原子炉水位計の仕組み〕

- **原子炉水位計は、圧力容器下部の炉側計装配管を通じて送られる水の圧力から、基準面器から基準面器側配管を通じて差圧伝送器に送られる水の圧力を差し引いた値を計測し、その差圧の大小に応じて、原子炉水位に変換、表示するものである。**

〔原子炉水位計に誤計測、誤表示が生じる要因〕

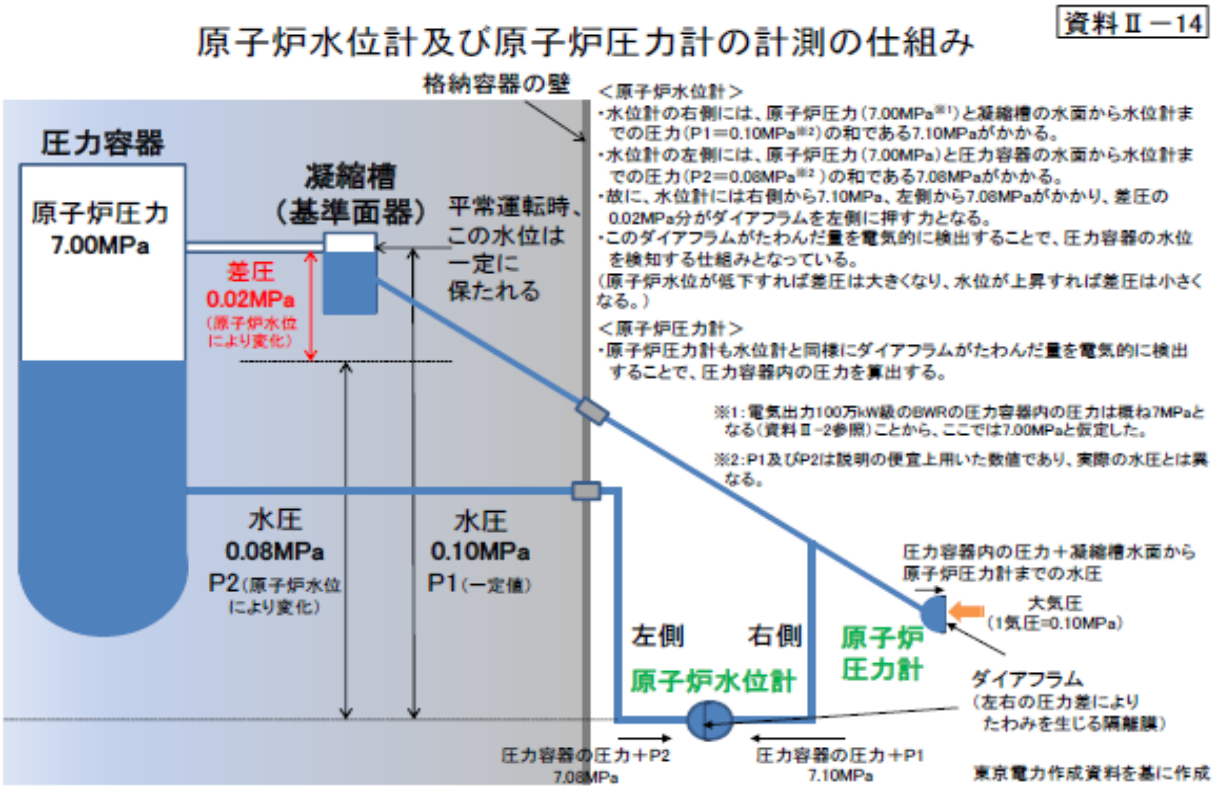
- **シビアアクシデントによって格納容器内の温度が飽和温度よりも高くなると基準面器側の計装配管内の保有水が蒸発し、差圧が下がり原子炉水位は見かけ上昇する。**
- **原子炉水位が炉側配管入口より下がると、炉側配管内と基準面器配管内の水頭圧差を計測することになり水位の挙動を全く反映しない。**

＜原子炉水位計の電源＞（政府事故調報告書（中間）（170P））

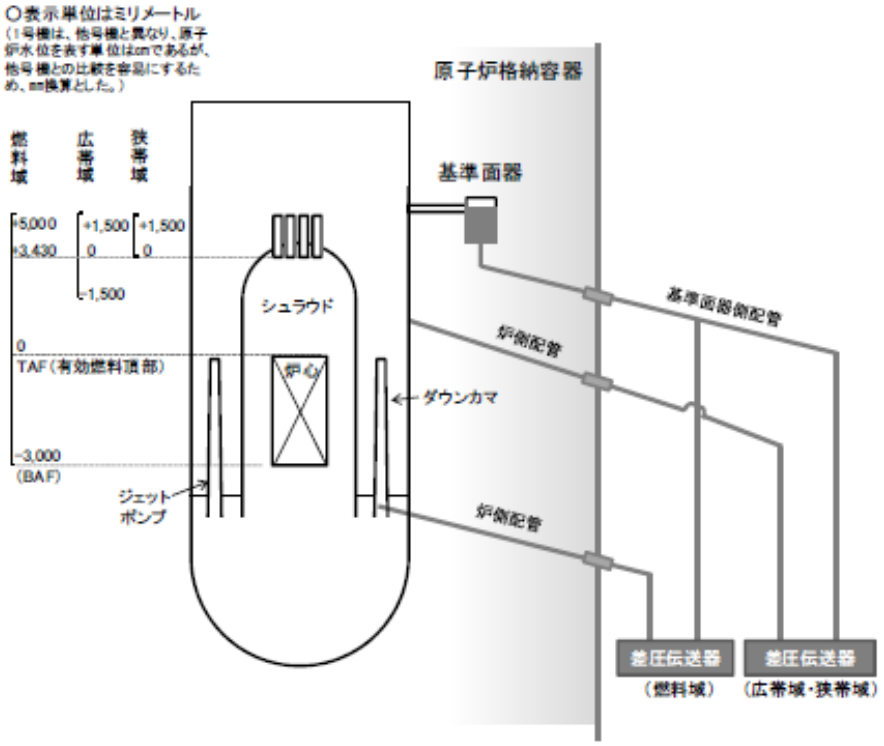
3月12日20時36分頃、3/4号中央制御室では、3号機の原子炉水位計の電源（24V直流電源）が枯渇し、原子炉水位の監視ができなくなった。そこで、発電所対策本部復旧班は、同日未明に広野火力発電所から調達した2Vバッテリー合計50個のうち13個（予備用バッテリー1個を含む。）を順次3/4号中央制御室に運び込み、3号機の原子炉水位計の電源復旧作業を行った。その間、3/4号中央制御室の当直は、3号機の原子炉水位を監視できなくなったため、原子炉内への注水量を十分確保できるようにHPCIの流量の設定値をやや引き上げた上、原子炉圧力やHPCIの吐出圧力などを監視することにより、HPCIの運転状態を確認していた。

＜原子炉水位計および原子炉圧力計の仕組み＞

その１：（政府事故調報告・中間/資料Ⅱ-14 より）



その２：（政府事故調報告・最終 11P より）



図Ⅱ-1-4　原子炉水位計の概要（1 号機）

その 3：（政府事故調報告・最終 8P～14P より）

b 主要計装機器の仕組み

(a) 原子炉圧力計

① 原子炉圧力計は、圧力容器を貫通し、圧力容器外側（格納容器内側）に備え付けられた基準面器から計装用配管（以下「基準面器側配管」という。）を通じて、原子炉建屋（R/B）内にある計装ラック内に設置された圧力伝送器内の隔液ダイアフラムにかかる水圧を測定し、基準面器水面（以下「基準面」という。）から圧力伝送器までの水頭圧を差し引いて原子炉圧力に換算するものである。

この原子炉圧力計は、ゲージ圧（絶対圧と大気圧との差圧）を計測するものであるため、実際には、圧力伝送器内で測定した圧力は、基準面器側配管の圧力（絶対圧）から大気圧を差し引いた値として換算される。

基準面器は、原子炉水位計と共通のものが用いられており、1号機から3号機まで、いずれも有効燃料頂部（TAF）+5,000mmよりやや上方に、圧力容器から基準面器に圧力容器内雰囲気を取り込む配管が設けられており、原子炉圧力の変化に応じて、圧力伝送器内にある隔液ダイアフラムにかかる水圧に変化が生じることになる。

（後略）

(b) 原子炉水位計

① 原子炉水位計は、圧力容器下部の炉側計装配管（以下「炉側配管」という。）を通じて送られる水の圧力（以下「炉側配管圧力」 という。）から、基準面器から基準面器側配管を通じて差圧伝送器に送られる水の圧力（以下「基準面器側配管圧力」 という。） を差し引いた値を計測し、その差圧の大小に応じて、原子炉水位に変換、表示するものである。原子炉水位計の主なものとしては、測定範囲によって、広帯域、狭帯域、燃料域及び停止域を計測するものがある。いずれの測定範囲の原子炉水位計も、基準面器については、1号機から3号機まで、TAF+5,000mmよりやや上方に、圧力容器から基準面器へ圧力容器内雰囲気を取り込む配管が設けられている。他方、炉側配管入口は、圧力容器内に直接設置され、それぞれ広帯域、狭帯域、燃料域及び停止域の測定範囲下限のやや下方に取り付けられている。

（後略）

その4：（政府事故調報告・最終18P、19Pより）

次に、原子炉水位計の仕組みから誤差が生じる要因について以下に述べる。

まず、後に東京電力が1号機や2号機の基準面器への水張りを実施した際に、基準面器内及び基準面器側配管内の水位が、本来あるべき基準面よりも相当程度低下していたことが確認された。基準面器内の水位が低下したり、基準面器側配管まで水位が落ち込んだりした場合には、本来一定であるべき基準面器側配管圧力が小さくなる。

そうすると、炉側配管圧力と基準面器側配管圧力との間の差圧が小さくなるので、差圧伝送器における計測上、炉側配管圧力から基準面器側配管圧力を差し引いた値は、基準面まで水位が確保されている場合に比べて絶対値の小さな負の値となり、原子炉水位計は、実際の

原子炉水位よりも高めに誤計測、誤表示することになる。

（中略）

また、原子炉水位が炉側配管入口部分よりも下回った場合、その部分より下で、原子炉水位が昇降しても、炉側配管を通じて差圧伝送器内の隔液ダイアフラムにかかる水圧に変化が生じることはない。この場合、差圧伝送器では、炉側配管内及び基準面器側配管内の各水位の水頭圧差を計測するにすぎないことになるから、実際の原子炉水位の挙動を全く反映しない差圧を、原子炉水位に換算して表示してしまうことになる。

（中略）

そうすると、その時点以降は、両配管の水位はほとんど変化を示さず、両配管を通じて差圧伝送器内の隔液ダイアフラムにかかる水圧もほとんど変化を示さなくなり、これらの差圧を換算して原子炉水位として示された指示値も、長時間にわたって変化を示さなくなるといった現象が起こると考えられる。

今回の事故における各号機のプラント関連パラメータを見ると、原子炉水位が長時間にわたって変化を示していない部分が複数認められるが、これは上記のような現象が生じていたためである可能性があり、これらの時間帯には既に原子炉水位がBAFを下回っていたことが疑われることになる。

＜原子炉圧力計の誤差の発生＞（政府事故調報告書（最終）（17P））

まず、原子炉圧力計は、基準面器から基準面器側配管を通じて圧力伝送器内の隔液ダイアフラムにかかる水圧を計測し、その基準面から圧力伝送器までの水頭圧を差し引いて原子炉圧力を測定する。

基準面器内に基準面まで、水位が確保されていれば、正しい原子炉圧力を測定できるが、基準面器内の水位が低下したり、基準面器側配管まで水位が落ち込んだりした場合には、現実には基準面水位が確保されているときよりも小さな水頭圧しかないのに、基準面水位が確保されていることを前提とした水頭圧分の数値を差し引くことになり、その結果、実際の水頭圧よりも過剰に差し引いた分だけ誤差が生じ、実際の原子炉圧力よりも小さな数値が測定されることになる。

基準面水位の低下によって生じる誤差は、最大でも基準面から圧力伝送器までの水頭圧に等しく、今回の現場対処に用いられた原子炉圧力計では、1号機及び3号機につき90kPa、2号機につき97kPaにとどまる。ただし、実際には、基準面器側配管内の水位低下が進んで格納容器外側に至れば、同配管周囲がなおも100℃を超えるような状況にあることは考え難く、同配管内の水位低下が止まると考えるのが自然であるから、誤差は更に小さくなる。

＜関連 Q&A（例）＞

Q4-23	原子炉水位計の電源は何を使っているのか。
	（政府事故調報告書（中間）（170P）） 原子炉水位計の電源は 24V 直流電源。

Q4-24	原子炉水位計は基準面器の水位によってどのような誤差が生じるか。
A	（政府事故調報告書（最終）(18P)） 基準面器内の水位が低下したり、基準面器側配管まで水位が落ち込んだりした場合には、基準面まで水位が確保されている場合に比べて原子炉水位計は、実際の原子炉水位よりも高めに誤計測、誤表示することになる。 （政府事故調報告書（最終）(19P)） また、原子炉水位が炉側配管入口部分よりも下回った場合、実際の原子炉水位の挙動を全く反映しない差圧を、原子炉水位に換算して表示してしまうことになる。 さらに、二つの現象（基準面器の水位が下がる。原子炉水位が炉側配管入口部分よりも下回る。）が重なって起こった場合、原子炉水位として示された指示値は、長時間にわたって変化を示さなくなるといった現象が起こると考えられる。
Q4-25	原子炉圧力計は基準面器の水位によってどのような誤差が生じるか。
A	（政府事故調報告書（最終）(17P)） 基準面器内の水位が低下したり、基準面器側配管まで水位が落ち込んだりした場合には、実際の原子炉圧力よりも小さな数値が測定されることになる。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 60.3 原子炉水位計/原子炉圧力計の仕組みおよび原子炉水位計に誤計測、誤表示が生じる要因
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-3、通番 19 緊急時に対する資質・能力の育成
	関連細目 No	細目 7-3-3、細 60 危機管理能力を向上させるため、過酷な事態が実際に発生することを前提に訓練と検証を繰り返す。
キーワード		
1	事故対応	**発生した支障**：原子炉水位計の誤表示
4	設備	**計測設備関連**：原子炉水位計 7、原子炉圧力計
11	保守管理・運転管理	**設備管理図書**：簡略図面（動作イメージ）5
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）88、政府事故調報告書（最終）36

資料 60.4（資 151）

〔実践的な訓練の計画〕

東電原子力安全改革プランにおいて、実践的な訓練の計画が示された。

- **例えば電源車の設置、接続運転等に作業・操作が伴うものであり、取扱方法、設備の健全性確認から始まり、実際に緊急時に要員が集合場所に参集し、運転開始までの所定の作業を確実に行う。**
- **運転開始後に定期的に行う燃料貯蔵箇所からの燃料運搬、給油作業を含めて、事前に設定する基準時間内に完了できる技術･技能が維持されていることの確認を行う。**
- **代替注水の際の建屋内部でのラインナップや非常用電源の通電を行う際にも、実際に想定している機能(原子炉への注水､停電状態からの非常用電源による給電など)を発揮できることを確認する。**

＜緊急時対応訓練について＞（東電原子力安全プラン・92P、93P より）

表 4-8 緊急時対応訓練の種類と頻度

	個人	各機能単位	連携訓練	総合防災訓練
内容	緊急時要員としての基礎教育受講 ・ICS／緊急時対応の基礎的知識の習得 ・ 緊急時の人間行動や指揮命令についての教育	機器操作や仮設備接続等各機能の役割･責任を果たすための訓練	･複数の機能単位や発電所と本店間の連携確認のための訓練 ･全体の指揮命令系統を確認するための図上演習	各訓練項目を適宜組み合わせた総合的な演習
頻度	1回／年（所定のカリキュラムを修了すること）	※技量確認等	計 4回／年 かつ 人事異動の都度	1 回／年

※：それぞれの機能で求められる要件を満たすために必要な訓練頻度については、緊急時に確実に任務を果たせるよう十分なものとする。技量維持・向上が必要なものについては、要員に求められる要件を満足するよう訓練計画を立て、技量確認は実務を通じて行う。

各機能単位の訓練は、必要な知識向上と技術・技量の習得・維持に大きく分けられる。知識向上については、例えば資機材の設置場所の確認等であり、これは適切なインターバルを定めて実施する。技術・技量の習得と維持については、実際に必要な対応が必要な質を維持した上で時間内でできること、が主眼となる。例えば電源車の設置、接続運転等に作業・操作が伴うものであり、取扱方法、設備の健全性確認から始まり、実際に緊急時に要員が集合場所に参集し、運転開始までの所定の作業を確実に行う。また、運転開始後に定期的に行う燃料貯蔵箇所からの燃料運搬、給油作業を含めて、事前に設定する基準時間内に完了できる

技術・技能が維持されていることの確認を行う。これらは、宿直者を含む緊急時対応要員の役割分担ごとに参集対象となっている要員全てに対して行う必要があり、年間計画として、最低実施回数と実施時期を定めて実施する。当然のことながら定めた頻度で技術・技量の習得維持が不十分と判断された場合には、当人に対して再訓練を実施し技術・技能の確認を行うとともに、訓練頻度の見直しや訓練内容の見直しを行う。

また、各機能班単位の訓練の一環として、実際の非常時以外に動作状況を確認する機会がない機器について、原子炉の安全性を損なわない範囲で作動状況を確認する。例えば、代替注水の際の建屋内部でのラインナップや非常用電源の通電を行う際にも、実際に想定している機能（原子炉への注水、停電状態からの非常用電源による給電など）を発揮できることを確認する。

＜関連 Q&A（例）＞

Q9-8	実践的な訓練とは具体的にどのようなものか。
A	（東電原子力安全プラン（92P）） 各機能単位の訓練は、必要な知識向上と技術・技量の習得・維持に大きく分けられる。 • （知識の向上）資機材の設置場所の確認等であり、これは適切なインターバルを定めて実施する。(例) • （技術・技量の習得と維持）電源車の設置、接続運転等に作業・操作が伴うものであり、取扱方法、設備の健全性確認から始まり、実際に緊急時に要員が集合場所に参集し、運転開始までの所定の作業を確実に行う。(例) • 運転開始後に定期的に行う燃料貯蔵箇所からの燃料運搬、給油作業を含めて、事前に設定する基準時間内に完了できる技術・技能が維持されていることの確認を行う。(例) （東電原子力安全プラン（93P）） 各機能班単位の訓練 • 各機能班単位の訓練の一環として、実際の非常時以外に動作状況を確認する機会がない機器について、原子炉の安全性を損なわない範囲で作動状況を確認する。例えば、代替注水の際の建屋内部でのラインナップや非常用電源の通電を行う際にも、実際に想定している機能（原子炉への注水、停電状態からの非常用電源による給電など）を発揮できることを確認する。 組織間連携訓練 • 指揮官連携訓練では、それぞれの機能単位が密接に協力をしながら対応を進めるものについて、連携がスムーズに行えるよう訓練する。 例えば、資材調達（発電所－本店)、情報の共有（発電所－本店)、記者会見（本店、発電所)、カスタマーセンターへの情報提供（発電所－本店－カスタマーセンター)、大規模災害時の全社連携。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 60.4 実践的な訓練の計画
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-3、通番 19 緊急時に対する資質・能力の育成
	関連細目 No	細目 7-3-3、細 60 危機管理能力を向上させるため、過酷な事態が実際に発生することを前提に訓練と検証を繰り返す。
キーワード		
5	SA 対策設備	**柔軟な代替注水**：消防車 17 **電源設備**：電源車 8 **瓦礫撤去設備**：重機 6
6	AM（運用・管理）	**手順の確立**：代替注水のラインアップ 3
9	教育・訓練	**電源の確保**：電源車による給電 4 **訓練の形式**：指揮命令系統全体の図上訓練、総合防災訓練 2 **訓練の内容**：復旧訓練、他部署との連携訓練 **基礎教育**：緊急時要員としての基礎教育
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 74

資料 60.5（資 152）

〔国の総合防災訓練、東電の過酷事故への取組み、緊急時訓練への取組みへの批判〕

国会事故調報告において、毎年実施されてきた国の総合防災訓練について懐疑的な意見が述べられた。また、東電の過酷事故への取組み、緊急時訓練への取組みが批判された。

- **毎年実施される国の原子力総合防災訓練では、シビアアクシデントや複合災害の想定に欠け、訓練規模拡大に伴う形骸化によって、いわば訓練のための訓練が続けられた。**
- **本事故にあたり、過去の防災訓練での経験が役に立ったと述べる自治体関係者や住民は皆無に近い。**
- **過酷事故に対する十分な準備、レベルの高い知識と訓練、機材の点検がなされ、また、緊急性について運転員・作業員に対する時間的要件の具体的な指示ができる準備があれば、より効果的な事後対応ができた可能性は否定できない。すなわち、東電の組織的な問題である**

＜国の原子力総合防災訓練について＞（国会事故調報告より）

- 毎年実施される国の原子力総合防災訓練では、シビアアクシデントや複合災害の想定に欠け、訓練規模拡大に伴う形骸化によって、いわば訓練のための訓練が続けられた。（390P）
- 防災訓練の目的は、実際に避難を体験することや知識を習得することだけにとどまらない。実効性ある訓練を繰り返すことによって、その都度、判明する実践上の問題点を洗い出し、想定外の事態や緊急時への対応能力を向上させることが極めて重要である。（中略）本事故にあたり、過去の防災訓練での経験が役に立ったと述べる自治体関係者や住民は皆無に近い。（409P）
- 複数ユニットのある全原子力発電所において、同時多発した過酷事故を想定した対応手順書を速やかに整備する必要がある。
  複数ユニットにより運転されている原子力発電所では、緊急時に実務を統率することは容易ではなく、特に炉型が異なる場合にはその難度が増すため、発電所ごとに模擬訓練を反復し、それぞれにとっての最善の方法を見いだしていく必要がある。（595P）
- 当委員会は「過酷事故に対する十分な準備、レベルの高い知識と訓練、機材の点検がなされ、また、緊急性について運転員・作業員に対する時間的要件の具体的な指示ができる準備があれば、より効果的な事後対応ができた可能性は否定できない。すなわち、東電の組織的な問題である」と認識する。（14P）

＜関連 Q&A（例）＞

Q9-6	事業者が過酷事故を想定した訓練に取り組んでおれば、事故を防げたか。
A	（国会事故調報告書（14P）） • 当委員会は「過酷事故に対する十分な準備、レベルの高い知識と訓練、機材の

	点検がなされ、また、緊急性について運転員・作業員に対する時間的要件の具体的な指示ができる準備があれば、より効果的な事後対応ができた可能性は否定できない。すなわち、東電の組織的な問題である」と認識する。
Q9-9	原子力防災訓練で複合災害を想定したものは全くなかったのか。
A	（国会事故調報告書（405P）） 原子力防災訓練には、国の原子力総合防災訓練と、地域防災計画に基づいて定期的に行われる原子力施設の立地自治体又は隣接する自治体による原子力防災訓練がある。多くの道府県では、原子力防災訓練を毎年1回実施している。国の原子力総合防災訓練では複合災害を想定した訓練が行われたことはなかったが、一部自治体では、複合災害に向けた取り組みを始めていた。
Q9-10	自治体にとって原子力防災訓練はまったく役に立たなかったのか。
A	（国会事故調報告書（390P）） • 毎年実施される国の原子力総合防災訓練では、シビアアクシデントや複合災害の想定に欠け、訓練規模拡大に伴う形骸化によって、いわば訓練のための訓練が続けられた。このような実践的でない訓練によっては、参加者が緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム（SPEEDI）に代表される原子力防災のシステムの理解を深めることなどは不可能であった。本事故においては、過去の防災訓練が役に立たなかったことが多くの訓練参加者から指摘されている。 （国会事故調報告書（409P）） • 当委員会が実施した住民アンケートによれば、政府、自治体による避難訓練に実際に参加したことのある住民は、立地町でさえも10～15%程度にすぎないことが明らかになった。また、本事故にあたり、過去の防災訓練での経験が役に立ったと述べる自治体関係者や住民は皆無に近い。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 60.5 国の総合防災訓練、東電の過酷事故への取組み、緊急時訓練への取組みへの批判
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-3、通番 19 緊急時に対する資質・能力の育成
	関連細目 No	細目 7-3-3、細 60 危機管理能力を向上させるため、過酷な事態が実際に発生することを前提に訓練と検証を繰り返す。
キーワード		
9	教育・訓練	**訓練の想定**：シビアアクシデントの発生 2、複合災害の発生 3 **訓練の形式**：総合防災訓練 3 **その他**：訓練の形骸化
13	関係組織	**地方自治体関連**：地方自治体
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 44

資料 61.1（資 153）

〔在留外国人の数および訪日外客数〕

在留外国人の数および訪日外客数

- **平成 28 年末の在留外国人数は、238 万 2822 人。（法務省プレス資料）**
- **平成 28 年の訪日外客数　2403 万 9700 人。（日本政府観光局資料）**

＜在留外国人の数と訪日外客数＞（法務省プレス資料、日本政府観光局資料より）

ⅰ）在留外国人の数（法務省プレス資料より）

平成 28 年末の在留外国人数は、238 万 2822 人。（法務省プレス資料　平成 28 年末現在における在留外国人数について（確定値）（平成 29 年 3 月 17 日）より作成）

在留外国人：日本国籍を持っていない人で、3 ヶ月以上の在留期間の在留資格を持っている人。

（1）中　　国　695,522 人（構成比 29.2%）（＋4.5%）
（2）韓　　国　453,096 人（構成比 19.0%）（－1.0%）
（3）フィリピン　243,662 人（構成比 10.2%）（＋6.1%）
（4）ベトナム　199,990 人（構成比　8.4%）（＋36.1%）
（5）ブラジル　180,923 人（構成比　7.6%）（＋4.3%）
（6）ネパール　67,470 人（構成比　2.8%）（＋23.2%）
（7）米　　国　53,705 人（構成比　2.3%）（＋2.7%）
（8）台　　湾　52,768 人（構成比　2.2%）（＋8.3%）
（9）ペ ル ー　47,740 人（構成比　2.0%）（＋0.0%）
(10) タ　　イ　47,647 人（構成比　2.0%）（＋5.0%）
そ の 他　340,299 人（構成比 14.3%）（＋9.9%）

ⅱ）訪日外客数（日本政府観光局資料より）（注は JANSI 追記）

平成 28 年の訪日外客数　2403 万 9700 人。（日本政府観光局資料　統計データ（訪日外国人・出国日本人）より作成）

訪日外客数：法務省資料に基づき、外国人正規入国者のうちから日本に永続的に居住する外国人を除き、さらに一時上陸客等を加えて集計した。

注）一時上陸客

日本を経由して他の国や地域へ向かう途中、寄港地上陸の許可を受けて、一時的に日本に入国した外国人通過客。

＜関連 Q&A（例）＞

Q12-27	現在日本にはどのくらいの外国人が居るのか。
A	（法務省プレス資料）（日本政府観光局資料） 在留外国人の数および訪日外客数 • 平成 28 年末の在留外国人数は、238 万 2822 人。（法務省プレス資料）

	• 平成 28 年の訪日外客数　2403 万 9700 人。（日本政府観光局資料）

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 61.1 在留外国人の数および訪日外客数
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-3、通番 19 緊急時に対する資質・能力の育成
	関連細目 No	細目 7-3-4、細 61 環境の変化を的確に捉え、確実に関係者（社内、国内、海外）が情報を共有することを優先的に実行する。
キーワード		
12	広報	**外国人への情報発信**：在留外国人数、訪日外客数
14	文献・出典	**政府関連**：法務省 HP、日本政府観光局資料

資料 62.1（資 154）

〔発災初期における福島第一への社内外からの応援要員の実績〕

(1) 東電報告書において、発災初期における福島第一への社内外からの応援要員の実績が示されている。

- **初期対応における人的支援は平均的に約 400 名を超える規模である。そのうち、約 6 割が当社からの緊急派遣、約 4 割は協力企業と他の電気事業者の社員である。**
- **他の電気事業者とは「原子力災害時における原子力事業者間協力協定」を締結しており、これに基づき電力各社からの応援者が3月13日より派遣され、15日時点で約120名の応援を得ている。支援を受けた主な業務は、保安班関係（20㎞圏内から退域する人・車両等のサーベイ（表面汚染検査）及び除染作業等）である。**

(2) 電事連定例記者会見の資料によれば、他事業者から福島第一への人的支援や物的支援は以下のとおりである。

- **2014年9月19日の電事連の発表では、それまでに延べ6万人の人員を派遣。その他、物資（全面マスク（約1千個）、タイベックススーツ（約1.6万着）、放射線量の計測器（GM100台、線量計約600台等））の提供、除染専門家の派遣（約80名）、環境省福島環境再生事務所（12名）への派遣、放射線管理要員の派遣（11名）、水処理設備対応要員（6名）の派遣などを行っている。**

＜福島第一原子力発電所への支援人数＞（東電報告書・237P～239Pより）

① 店緊急時対策本部からの派遣

発災初期における本店緊急時対策本部から福島第一原子力発電所への応援要員の派遣実績を下表に示す。

本店・緊急時対策本部から福島第一原子力発電所への人的支援実績

派遣元	3月				
	11日	12日	13日	14日	15日
当社	152名	257名	304名	346名	253名
協力企業・他事業者	104名	197名	153名	194名	147名
支援員数合計	256名	454名	457名	540名	400名

初期対応における人的支援は平均的に約400名を超える規模である。そのうち、約6割が当社からの緊急派遣、約4割は協力企業と他の電気事業者の社員である。

人的支援については、緊急時態勢の班別にまとめると、主に復旧班関係として電源復旧や監視計器の復旧、消防隊関係として消防車による原子炉注水等、保安班関係として福島第一原子力発電所内の線量管理や周辺線量管理、資材班関係として物流支援が挙げられる。

上表の人的支援を緊急時態勢の班別の内訳（各支援箇所の日別最大の支援人数及び12～15日の平均人数）を以下に示す。

＜当社及び協力企業＞

柏崎刈羽原子力発電所

緊急時態勢の班構成	日別最大支援人数	平均支援人数	備考
復旧班	36	21	当社社員のみ
消防班	6	6	協力企業のみ
保安班	42	34	当社社員のみ
資材班	24	15	当社社員＋協力企業

柏崎刈羽原子力発電所からの支援として、上記のほかに潜水捜索要員20名（社員3名、協力企業17名）を派遣している。

なお、福島第二原子力発電所へは当社社員5名の支援を行っている。

当社・各店所

店所各部門	支援の内容	日別最大支援人数	平均支援人数	備　考
配電部門	復旧班関係 （電源復旧）	376	303	当社社員 ＋協力企業 ＋他事業者
工務部門	復旧班関係 （電源復旧）	52	31	当社社員 ＋協力企業
火力部門	消防隊関係	25	11	協力企業のみ
資材部門	資材班関係	63	43	当社社員 ＋協力企業

その他、初動対応以降において、建設部門による瓦礫撤去や福島第一原子力発電所周辺も含めた道路補修等の支援や通信部門によるページングやPHS、携帯電話などの各種通信機器類の復旧等の支援が行われている。

② 他の電気事業者（原子力事業者間協力協定に基づく）

他の電気事業者とは「原子力災害時における原子力事業者間協力協定」を締結しており、これに基づき電力各社からの応援者が3月13日より派遣され、15日時点で約120名の応援を得ている。支援を受けた主な業務は、保安班関係（20㎞圏内から退域する人・車両等のサーベイ（表面汚染検査）及び除染作業等）である。

なお、他の電気事業者からの支援は、下表にある15日以降、現在も継続している。

他の電気事業者からの支援実績

月日	3月				
	11日	12日	13日	14日	15日
人数	－	－	41	116	120

③ その他

復旧作業全般に関連して、地震の被災当初から支援している人も含め、グループ企業やメーカー、地元企業等の支援を受けており、約250名を超える協力企業の方が福島第一原子力発電所構内での支援に当たったと推計される。

また、これまでの聞き取り結果から、支援をいただいた企業は電源復旧に必要なケーブル

の敷設や端末処理、瓦礫撤去等に従事していたことを確認している。

なお、福島第二原子力発電所においても、約50名がケーブル敷設やモータ取り替え等の支援、約15名が瓦礫撤去等の支援を実施している。

＜他事業者からの支援実績＞（2014 年 9 月 19 日電事連定例会見　資料 2）

（参考）福島第一原子力発電所事故への支援実績（1/2）

7

◆ 原子力事業者は、福島第一原子力発電所事故後、事業者間協力協定等に基づき、人的応援活動や物資の提供等の対応を実施。

人的応援活動

- 事故直後から2011年12月まで、東京電力や国・地元自治体と連携し、住民の皆さまの一時帰宅等の際の、放射能スクリーニング検査(※1)、福島県内各地の環境放射線モニタリング(※2)を実施。
- 2011年4月には、電気事業連合会内に「福島支援本部」を設置し、これらの活動をサポート。
- これまで一日で最大約300人、延べ6万人の人員を派遣。



放射能スクリーニング検査の様子

物資の提供

- 事故直後から、全面マスク（約1千個）、タイベックスーツ（約1.6万着）などの放射線防護機材や、放射線量の計測器（GMサーベイメータ約100台、個人線量計約600台など）など、復旧作業に必要な物資を提供。



環境放射線モニタリングの様子

※1　放射能スクリーニング検査：身体などの表面に放射性物質が付着しているかどうかを確認する検査のこと。
※2　環境放射線モニタリング：環境にある放射線を定期的に検査して放射線量を測定すること。

（参考）福島第一原子力発電所事故への支援実績（2/2）

8

◆ 原子力事業者は、事業者間協力協定に基づく支援とは別に、福島県の除染作業や福島第一原子力発電所の汚染水問題の収束作業支援の取り組みを継続。

除染専門家の派遣

- 2012年4月から、環境省および福島県からの要請に基づいて、市町村、コミュニティ等が主催する除染作業現場へ、専門的知識を有する「除染専門家」をこれまで延べ約80名派遣し、除染方法の指導や線量測定を実施。

環境省福島環境再生事務所への派遣

- 2014年3月から環境省の要請に基づいて、福島第一原子力発電所周辺の除染加速化のため、12名を派遣し、除染実施計画の策定や工事の発注・管理を実施。

放射線管理要員の派遣

- 2013年11月から、東京電力からの要請に基づき、福島第一原子力発電所内の水等の放射能管理、評価のために、11名を派遣。

水処理設備対応要員の派遣

- 2014年2月から、東京電力からの要請に基づき、福島第一原子力発電所の汚染水処理設備の詳細設計、工事管理のために、6名を派遣。





福島市内での
除染作業へ派遣

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-49	発災初期において福島第一への社内外からの人的支援はどのくらいあったのか。
A	（東電報告書（237P）） • 初期対応（3 月 11 日～15 日）における人的支援は平均的に約 400 名を超える規模である。そのうち、約 6 割が当社からの緊急派遣、約 4 割は協力企業と他の電気事業者の社員である。 （東電報告書（238P）） • 他の電気事業者とは「原子力災害時における原子力事業者間協力協定」を締結しており、これに基づき電力各社からの応援者が3月13日より派遣され、15日時点で約120名の応援を得ている。支援を受けた主な業務は、保安班関係（20km圏内から退域する人・車両等のサーベイ（表面汚染検査）及び除染作業等）である。
Q1-50	福島第一事故に対して他事業者はどのような人的支援、物的支援を行ったか。
A	（電事連定例会見　資料 2（2014 年 9 月 19 日）） 2014 年 9 月 19 日の電事連の発表では、それまでに延べ 6 万人の人員を派遣。その他、物資（全面マスク（約 1 千個）、タイベックススーツ（約 1.6 万着）、放射線量の計測器（GM100 台、線量計約 600 台等））の提供、除染専門家の派遣（約 80 名）、環境

	省福島環境再生事務所（12 名）への派遣、放射線管理要員の派遣（11 名）、水処理設備対応要員（6 名）の派遣などを行っている。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 62.1 発災初期における福島第一への社内外からの応援要員の実績
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-3、通番 19 緊急時に対する資質・能力の育成
	関連細目 No	細目 7-3-5、細 62 状況変化を見越し、現場の負担を増やさない情報共有体制を整備する。
キーワード		
1	事故対応	**福島第一への応援実績**：社内の緊急派遣、協力企業からの派遣、他の電気事業者からの派遣
7	緊急時体制	**初動対応**：瓦礫撤去・給油 2 **支援体制**：原子力事業者間協力協定
14	文献・出典	**事業者関連**：東電報告書 65、原子力事業者の防災対策への取組み 2

資料 62.2（資 155）

〔運転機数に応じた初動対応に必要な要員の規模等〕

東電原子力安全改革プランにおいて、初動対応に必要な要員の規模等が示されている。

- **運転中の原子炉が 2 基の場合、初動対応に必要な宿直者の規模は 30 名程度。**
- **柏崎刈羽原子力発電所の場合、7 基運転中には常時 71 名以上が交替勤務につく。この強化によって、事故時に 2 名 1 チームとして、3 チームを現場対応に出向可能とする（事故以前は、7 基運転中には常時 41 名以上が交替勤務についた。）**

＜事故発生直後の対応＞（東電原子力安全改革プラン・86P、87Pより）

事故発生時（原災法第10条通報時）には、宿直責任者（原子力防災管理者代行者）により第1次緊急時態勢を発令し、緊急時対策本部を宿直者で設置する。運転中の原子炉を2基とした場合における上述の想定および目標に基づく宿直者の規模を表4-6に示す。

表4-6 初動対応に必要な宿直者の規模（運転中の原子炉が2基の場合）

ポジション	要員数
1．発電所緊急時対策本部での対応要員 ・責任者（原子力防災管理者クラス） ・計画・情報要員 ・復旧要員（とりまとめ者） ・広報・通報要員 ・保安要員 ・総務・資材要員	20名程度
2．現場での対応要員（電源復旧等）	10名程度
宿直者 合計	30名程度

なお、要員数については、設備の改造や増強によって信頼性、多重性が向上した場合等状況の変化に応じて見直していく。また、緊急時対応訓練の結果により、初動対応の想定および目標も見直していく。また、運転員は、交替勤務であり、その時の要員で初動対応を行う。柏崎刈羽原子力発電所の場合、福島原子力事故以前は、7基運転中には常時41名以上が交替勤務についた。福島原子力事故後には、1班あたり1～3名（各中央制御室が管理する設備により異なる）の強化を実施し、更に今後、事故後の現場把握や応用操作、設備の応急処置等に対応するため、順次1班あたり3名を強化し、7基運転中には常時71名以上が交替勤務につくこととする。この強化により以下を達成する。

- 強化する補機操作員クラス（2名）と従前に配置済みの者と合わせて、事故時に2名1チームとして、3チームを現場対応に出向可能とする。
- 強化する当直副長（または主任）クラス1名は、保全の業務経験を積んだ者から任用し、事故時に設備の損傷の程度や復旧の方法等を発電所緊急時対策本部（以下、発電所本部という）へ伝達し、発電所本部からの支援を効果的に実施する。

＜関連 Q&A（例）＞

Q9-19	事故発生直後の初動対応のために運転員はどのように強化するのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（87P）） 柏崎刈羽原子力発電所の場合、福島原子力事故以前は、7基運転中には常時41名以上が交替勤務についた。福島原子力事故後には、1班あたり1～3名（各中央制御室が管理する設備により異なる）の強化を実施し、更に今後、事故後の現場把握や応用操作、設備の応急処置等に対応するため、順次1班あたり3名を強化し、7基運転中には常時71名以上が交替勤務につくこととする。この強化により以下を達成する。 • 強化する補機操作員クラス（2名）と従前に配置済みの者と合わせて、事故時に2名1チームとして、3チームを現場対応に出向可能とする。 • 強化する当直副長（または主任）クラス1名は、保全の業務経験を積んだ者から任用し、事故時に設備の損傷の程度や復旧の方法等を発電所緊急時対策本部（以下、発電所本部という）へ伝達し、発電所本部からの支援を効果的に実施する。
Q9-20	事故発生直後の初動対応のために宿直員はどのように強化するのか。
	（東電原子力安全改革プラン（86P）） 初動対応に必要な宿直者の規模（運転中の原子炉が 2 基の場合） • 発電所本部での対応要員　20 名程度 • 現場での対応要員（電源復旧等）　10 名程度 • 宿直者計　30 名程度 なお、要員数については、設備の改造や増強によって信頼性、多重性が向上した場合等状況の変化に応じて見直していく。また、緊急時対応訓練の結果により、初動対応の想定および目標も見直していく

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 62.2 運転機数に応じた初動対応に必要な要員の規模等
	関連知見 No	知見 7 自分の目で見て自分の頭で考え、判断・行動することが重要であることを認識し、そのような能力を涵養することが重要である。
	関連教訓 No	教訓 7-3、通番 19 緊急時に対する資質・能力の育成
	関連細目 No	細目 7-3-5、細 62 状況変化を見越し、現場の負担を増やさない情報共有体制を整備する。
キーワード		
7	緊急時体制	**初動対応**：運転機数に応じた要員規模 2、電源復旧（初動）2
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 75

資料 63.1（資 156）

〔地震後の事務本館の状況〕

政府事故調報告において、地震後の事務本館の状況を映した写真が示された。

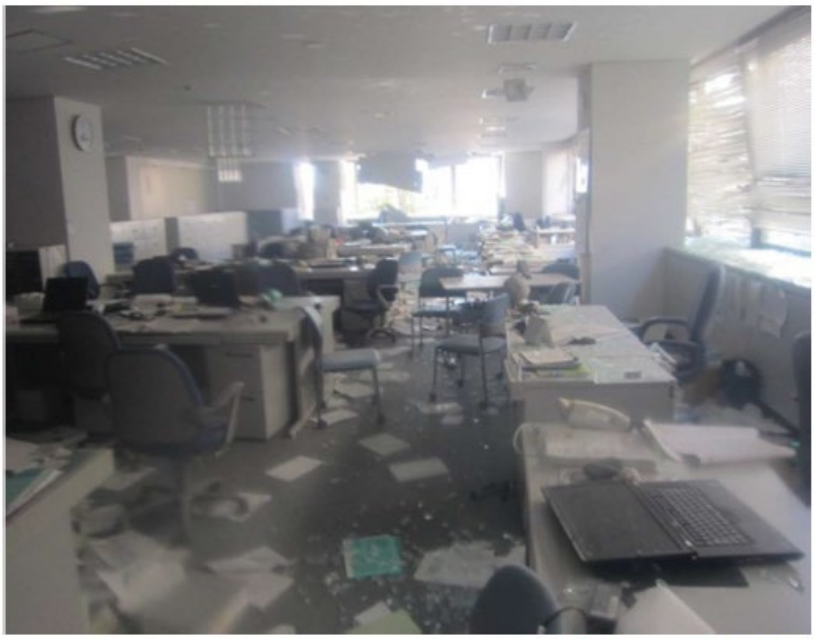
- 天井が崩れ、資料が散乱している。固縛や落下防止の重要性を実感させられる。
- 建物への立入が禁止される「危険」判定であった。

＜地震後の事務本館の状況＞（政府事故調報告・中間/資料 98P、99P）



平成23年5月6日　東京電力撮影

2 階
総務部執務室内



平成23年3月29日　東京電力撮影

1 階
広報部執務室内



平成23年3月29日　東京電力撮影

2 階
技術総括部執務室内

＜関連 Q&A（例）＞

Q3-4	事務本館は地震によってどのくらいの被害を受けたのか。
A	（政府事故調報告書（中間）（37P）） 窓ガラスの破損、天井の落下、机の転倒等の被害が認められ、地震及び水素ガスによると思われるR/B内の爆発が原因として考えられる。他方、事務本館は津波の被水を免れたことから、津波による被害はない。 なお、東京電力が実施した余震等による被災建築物の応急危険度判定の結果、建物への立入が禁止される「危険」判定であったとのことである。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 63.1 地震後の事務本館の状況
	関連知見 No	知見 8 その他：緊急時対応を行う職員の環境整備を図る。対外発表、渉外業務を適切に行い、海外対応にも気を配る。
	関連教訓 No	教訓 8-1、通番 20 労働環境の整備
	関連細目 No	細目 8-1-1、細 63 災害から職員を守り、長期的な安全管理・健康管理の下で事故収束に全力をあげる。
キーワード		
1	事故対応	**現場の声**：現場写真 2
3	地震・津波	**地震対策**：固縛 2、落下防止、転倒防止 1
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（中間）89

資料 63.2（資 157）

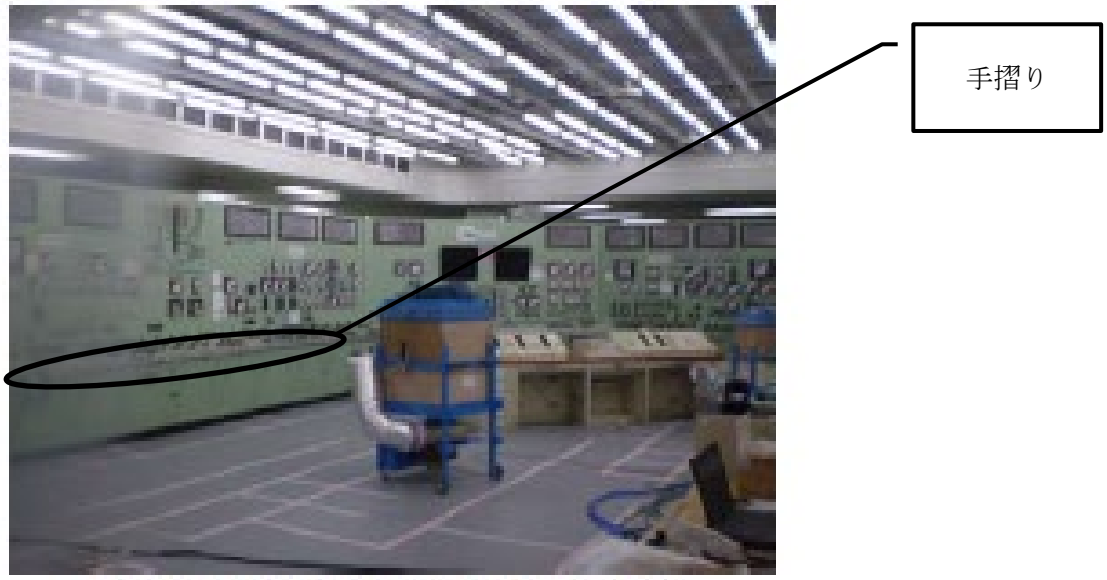
〔中央制御室の手摺り〕

中央制御室の手摺りを示した。（東電報告書掲載の中央制御室の写真を活用）

- **女川原子力発電所において、手摺りの有効性が報告されている。（女川及び東海第二報告書）**

＜中央制御室の手摺り＞（東電報告書・別紙 22P より）

（吹き出しは JANSI 追記）



1,2 号機中央制御室（後日撮影）

＜中央制御室の手摺りの有効性＞（女川及び東海第二報告書 29P）

- 制御盤への手すりの設置は地震発生時の計器値の確認や運転操作に対し非常に有効である。また、机上パソコン・プリンタのベルト固定など、中央制御室の天井や備品の耐震性対策は運転操作の環境整備として重要である。

＜関連 Q&A（例）＞

Q10-11	中央制御室の地震対策としてはどのようなものがあるか。
A	（女川/東海第二報告書（29P）） 制御盤への手すりの設置は地震発生時の計器値の確認や運転操作に対し非常に有効である。また、机上パソコン・プリンタのベルト固定など、中央制御室の天井や備品の耐震性対策は運転操作の環境整備として重要である。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 63.2 中央制御室の手摺り
	関連知見 No	知見 8 その他：緊急時対応を行う職員の環境整備を図る。対外発表、渉外業務を適切に行い、海外対応にも気を配る。
	関連教訓 No	教訓 8-1、通番 20 労働環境の整備
	関連細目 No	細目 8-1-1、細 63 災害から職員を守り、長期的な安全管理・健康管理の下で事故収束に全力をあげる。
キーワード		
3	地震・津波	**地震対策**：転倒防止 2
14	文献・出典	**事業者関連**：東電報告書 66

資料 64.1（資 158）

〔長期対応態勢の必要性、職員の健康状態、医師の常駐化の状況〕

(1) 東電報告書において、事故対応における長期対応態勢の必要性、職員の健康状態、医師の常駐化の状況が示された。

- **今回は通常の事故対応と同様に全員で対処し、要員ローテーションは各班等の自主的な判断で行った。**
- **長期的な対応に備えた態勢作りが遅れた部署もあり、結果として長時間労働、連続勤務を続けた者も多く、疲労困憊しながらの対応を余儀なくされ、体調を崩すものが現れた。**
- **Jヴィレッジは、東電病院の医師と看護師が3月30日から24時間体制で診療（ホテル棟）開始。福島第一原子力発電所では3月19日から免震重要棟で医師による診療（免震重要棟に常駐）を開始した。**

(2) 政府事故調報告書（中間）において、負傷者への医療機関による手当の実例が示された。

- **事前に定められた被ばく医療機関やその他の医療機関が十分に機能していなかったこと等から、福島第一原発において負傷者が3日間にわたってけがの手当を受けられないという事例が生じた。**

＜長期対応態勢、職員の健康状態、医師の常駐化について＞（東電報告書より）

「長期対応態勢」(322P)

当然のことであるが、人間の体力には限界があることから、長期間の対応も考慮した態勢を備えておく必要がある。今回の事故については、複数号機で炉心損傷事故、あるいはその可能性のある事故まで発展した。このため、その対応は長期化するとともに、これまで経験したことのない様々な事態に対して対処する必要性が生じた。

本来であれば長期化が見込まれた段階で対応した組織に移行すべきところであるが、予断を許さない状況の中で当社は通常の事故対応と同様に全員で対処し、要員ローテーションについては要員の増強などに応じて、各班等の自主的な判断で行われていたものであった。

「職員の健康状態」(59P)

今回の事故は、福島第一、第二原子力発電所で複数号機において危機的状況が続き、長期化することになるが、対応可能な人員全てを対応要員として投入していた。部分的には交代制を取り入れ対応した所もあるが、予断を許さない状況の中、長期的な対応に備えた態勢作りが遅れた部署もあり、結果として長時間労働、連続勤務を続けた者も多く、疲労困憊しながらの対応を余儀なくされ、体調を崩すものが現れた。

「医師の常駐化」(308P、309P)

- Jヴィレッジは、東電病院の医師と看護師が3月30日から24時間体制で診療（ホテル棟）開始。4月5日以降、メディカルセンターが発足し、東電病院とオフサイトセンター派遣の救急救命医師が24時間体制で診療。9月1日から免震重要棟から移動した産業医大、

労災病院の医師を加え、一般診療と作業員の健康管理を強化。

- 福島第二原子力発電所では、3月11日震災以降、産業医と地元の医師と東電病院医師とで交代で診療を継続。7月10日から防衛医大医師によるメンタルヘルスサポートを開始。
- 福島第一原子力発電所の免震重要棟では、産業医が3月11日から3月18日まで避難していたが、3月19日から免震重要棟で医師による診療（免震重要棟に常駐）を開始。5月29日からは産業医大、労災病院から派遣された医師により24時間常駐化。（8月まで）
- 7月1日より福島第一原子力発電所に救急医療室（5，6号機サービス建屋）を開設。救急医療室においては、政府の協力の下、全国から緊急被ばく医療の専門医師を確保し、2日前後のローテーションにより診療。

＜負傷者への医療機関による手当＞政府事故調報告書（中間）（309P）

なお、事前に定められた被ばく医療機関やその他の医療機関が十分に機能していなかったこと等から、福島第一原発において負傷者が3日間にわたってけがの手当を受けられないという事例が生じた。

例えば、3月12日の1号機建屋の爆発の際、1号機タービン建屋付近にいて手術を要するけが（左腕骨折）を負った東京電力職員は、当初、東京電力の業務用車両で初期被ばく医療機関である大野病院に搬送されたが、同病院は、前記のとおり、避難区域内に位置していたため既に移転しており、その後、搬送された病院でも水が足りないという理由で手術を受けられず、しかも、同病院において、付添いの東京電力職員ともはぐれ、所持金がない状態となった。

その後、避難所等を転々としたが、途中、放射線に汚染されているおそれがあることから着衣の提出を余儀なくされ、別の避難所で衣服の支給を受けた。

家族とは、避難者名簿を通じて連絡が取れるようになり、結局、同人は、14日、同家族が予約した飛行機で福島から東京に行き、翌15日、千葉市所在の放医研において放射線検査を受け、その後にようやく都内病院において手術を受けた。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-65	事故対応において、要員のローテーションは組まなかったのか。
A	（東電報告書（59P）） 今回の事故は、福島第一、第二原子力発電所で複数号機において危機的状況が続き、長期化することになるが、対応可能な人員全てを対応要員として投入していた。部分的には交代制を取り入れ対応した所もあるが、予断を許さない状況の中、長期的な対応に備えた態勢作りが遅れた部署もあり、結果として長時間労働、連続勤務を続けた者も多く、疲労困憊しながらの対応を余儀なくされ、体調を崩すものが現れた。 （東電報告書（322P））

	今回の事故については、複数号機で炉心損傷事故、あるいはその可能性のある事故まで発展した。このため、その対応は長期化するとともに、これまで経験したことのない様々な事態に対して対処する必要性が生じた。 本来であれば長期化が見込まれた段階で対応した組織に移行すべきところであるが、予断を許さない状況の中で当社は通常の事故対応と同様に全員で対処し、要員ローテーションについては要員の増強などに応じて、各班等の自主的な判断で行われていたものであった。
Q1-66	事故後医療関係はいつ頃から整備されてきたか。
A	（東電報告書（308P）） • Jヴィレッジは、東電病院の医師と看護師が3月30日から24時間体制で診療（ホテル棟）開始。4月5日以降、メディカルセンターが発足し、東電病院とオフサイトセンター派遣の救急救命医師が24時間体制で診療。9月1日から免震重要棟から移動した産業医大、労災病院の医師を加え、一般診療と作業員の健康管理を強化。 • 福島第二原子力発電所では、3月11日震災以降、産業医と地元の医師と東電病院医師とで交代で診療を継続。7月10日から防衛医大医師によるメンタルヘルスサポートを開始。 • 福島第一原子力発電所の免震重要棟では、産業医が3月11日から3月18日まで避難していたが、3月19日から免震重要棟で医師による診療（免震重要棟に常駐）を開始。5月29日からは産業医大、労災病院から派遣された医師により24時間常駐化。（8月まで） • 7月1日より福島第一原子力発電所に救急医療室（5，6号機サービス建屋）を開設。救急医療室においては、政府の協力の下、全国から緊急被ばく医療の専門医師を確保し、2日前後のローテーションにより診療。
Q1-67	事故対応での負傷者の治療に支障はでなかったのか。
A	政府事故調報告書（中間）（309P）によれば、 • 事前に定められた被ばく医療機関やその他の医療機関が十分に機能していなかったこと等から、福島第一原発において負傷者が3日間にわたってけがの手当を受けられないという事例が生じた。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 64.1 長期対応態勢の必要性、職員の健康状態、医師の常駐化の状況
	関連知見 No	知見 8 その他：緊急時対応を行う職員の環境整備を図る。対外発表、渉外業務を適切に行い、海外対応にも気を配る。
	関連教訓 No	教訓 8-1、通番 20 労働環境の整備
	関連細目 No	細目 8-1-2、細 64 水、食糧、衛生管理、健康管理等長期化に備えた体制整備を行う。
キーワード		
7	緊急時体制	**長期化対応**：職員の健康維持、医療チーム 1
14	文献・出典	**事業者関連**：東電報告書 67

資料 64.2（資 159）

〔免震重要棟、中央制御室における被ばく線量低減努力、線量限度の超過〕

東電報告書において、免震重要棟、中央制御室の被ばく線量の低減努力、線量限度を超えた被ばくについて示された。

(1) 免震重要棟

- **免震重要棟の出入口（二重扉の外扉）の歪みの影響で、外気が浸入して免震重要棟内の放射性物質濃度が上昇した影響により、当社女性社員が法令の線量限度を超えることになった。また、中央制御室で作業していた運転員や保全部員6名が緊急時の被ばく線量限度（250mSv）を超過した。**
- **滞在中の被ばく線量を低減するめ、常設のチャコールフィルタ付空調設備に加え、チャコールフィルタ付局所排風機の導入や入退域に際して汚染を持ち込まないための入口付近への仮設ハウスの設置、放射性物質が付着しやすく汚染除去がしにくいOAフロアマットから除染が容易なタイルへの変更やシートによる養生、線量率の低減を目的とした窓などへの鉛による放射線遮へいの設置などの対策を順次実施していった。これらの対策の結果、免震重要棟における空間線量率は徐々に低下していった。**

(2) 中央制御室

- **また、免震重要棟と同様に、事故直後より原子炉の計器監視などのため長時間の滞在となる中央制御室についても、運転員及び作業員の入室中の被ばく線量を低減する観点から、チャコールフィルタ付局所排風機の導入（1～6 号機中央制御室：平成 23 年 4 月 4 日～）や入退域に際して汚染を持ち込ませないためのサーベイエリア等の設置と監視を行った。**

(3) 女性社員 2 名の線量限度超え

- **地震発生当日から、免震重要棟で勤務を行っていた女性社員 2 名について、5mSv／3 ヶ月を超過した。**
- **このほか、免震重要棟において執務した者に放射線業務従事者として指定・登録していない職員がおり、このうち女性職員 5 名については実効線量の評価の結果、2 名が一般の公衆の線量限度（1mSv／年）を超える者がいた。**

(4) 緊急時の被ばく線量限度（250mSv）を超過

- **運転員 3 人、保全部員 3 人の計 6 人が緊急時の被ばく線量限度（250mSv）を超過した。**

＜免震重要棟等の状況と線量低減対策＞（東電報告書・299P、300Pより）

福島第一原子力発電所の事故対応の拠点となった免震重要棟には多くの人が集まったが、周辺環境の悪化とともに、免震重要棟の環境も悪化していくこととなる。その状況と環境を改善するための取り組みを以下に述べる。

免震重要棟内の出入口は1箇所であり、人の出入りも物品の搬出入もこの出入口から実施し

ている。出入口は二重扉になっており、一方の扉を開ける時には、他方の扉を閉鎖し、外気が直接吹き込んでくることのないように管理を実施した。特に、屋外から免震重要棟へ入る人や物については、扉と扉の間の空間で保護衣等を取り外し、免震重要棟に入ってすぐの場所で汚染のチェック及び汚染の除去を行う対処を実施した。このように、免震重要棟の入口の二重扉の開閉を24時間体制で実施するとともに、通常時の4Bq/cm^{2}の汚染確認はできなかったもののバックグラウンドを超える汚染については除染・養生を行うなど、できる限りの懸命な出入管理を実施していた。しかしながら、放射性物質の放出と爆風による出入口（二重扉の外扉）の歪みの影響で、外気が浸入して免震重要棟内の放射性物質濃度が上昇した影響により、当社女性社員が法令の線量限度を超えることになった。(JANSI追記：女性社員2名が5mSv/3ヶ月の線量限度を超えた。)

また、3月12日未明の作業において免震重要棟に戻ってきた作業員30名程度に身体汚染が確認された。原子力災害発生時のスクリーニングレベルに関する考え方が予め定められていなかったこともあり、汚染拡大防止のための措置として、一時、会議室に隔離し、バックグラウンドが低い場所でより正確な測定を行うために川内村まで移動したが、既に、川内村のバックグラウンドも上昇しており測定をあきらめて免震重要棟に戻っている。

事故直後より膨大な量の作業に対応するため、免震重要棟に寝泊まりして復旧作業に従事する作業者が多数滞在したため、滞在中の被ばく線量を低減する必要が生じた。このため、常設のチャコールフィルタ付空調設備に加え、チャコールフィルタ付局所排風機の導入や入退域に際して汚染を持ち込まないための入口付近への仮設ハウスの設置、放射性物質が付着しやすく汚染除去がしにくいOAフロアマットから除染が容易なタイルへの変更やシートによる養生、線量率の低減を目的とした窓などへの鉛による放射線遮へいの設置などの対策を順次実施していった。これらの対策の結果、免震重要棟における空間線量率は徐々に低下していった。

また、免震重要棟と同様に、事故直後より原子炉の計器監視などのため長時間の滞在となる中央制御室についても、運転員及び作業員の入室中の被ばく線量を低減する観点から、チャコールフィルタ付局所排風機の導入（1～6号機中央制御室：平成23年4月4日～）や入退域に際して汚染を持ち込ませないためのサーベイエリア等の設置と監視を行った（運転員が常駐する5，6号機中央制御室：平成23年3月30日～)。

これに加え、事故の早期収束を図るべく、多くの作業員が緊急作業に携わることになり、放射線管理上の資機材について不足したことから、現場からの回収や新たな発注を行うなどして確保に努めた。

＜中央制御室の放射線量＞

（東電報告書（添付 13-4 (2/2)）

本来、中央制御室は中央制御室換気系により非常時においても作業員の被ばくが相当程度抑えられる設計となっているものの、今回の事象においては全交流電源喪失により中央制御室換気系が機能しなかった。

（東電報告書（116P)）

13日夕方になり、3，4号中央制御室でも放射線量が上昇している状況の中、中央制御室で対応可能な操作が少なくなってきたことから、数名を対応要員とし、残りの運転員は免震重要棟へ移動した。

その後は交替体制をとって各中央制御室での対応を行った。

（東電報告書（130P）

（前略）静まりかえった中央制御室では、線量が上昇した影響で運転員が2号側に寄り集まる中、人選を開始した。若い運転員も自ら手を挙げたが、放射線量が高く、状況もわからない中へは若い運転員を行かせることができないと考え、当直長、副長を割り振るよう構成した。

（東電報告書（299P））

3月12日5時04分 中央制御室でのダストマスク着用、現場でのチャコールフィルタ付全面マスクの着用を指示

（東電報告書（307P））

当社男性社員6名は、中央制御室の運転員、電気・計装関係の保全業務従事者であり、地震発生当日から数日間、中央制御室等で運転操作・監視対応、監視計器等の復旧作業対応を行った。

原子炉建屋の水素爆発によって破損した中央制御室の非常用扉（中央制御室に電源を供給するため、3月11日夜にガソリン発電機の電源ケーブルを通していた）から、汚染された空気が中央制御室内に流入していたことに加え、事象の急速な進展に伴いマスクの適切な選択、装着、配備など、防護措置を的確に行うことが困難であったこと等から、放射性物質の体内への取り込みが発生した。

（東電報告書（315P））

余震や津波の継続とリスク、津波による瓦礫が障害となり車両の移動や屋外作業が阻害されたほか、全交流電源の喪失によって、中央制御室、建屋内、屋外の照明が喪失したことにより、作業の困難性が増加した。また、放射性物質の放出の影響で中央制御室、建屋内外の作業環境が加速度的に悪化していく状況下にあって、大津波の影響でAPD、チャコールフィルタ付全面マスクなどの保安装備品の十分な配備、個人被ばく線量を適切に管理するために必要なシステムの機能維持ができず、結果として線量限度超えなどの問題が発生した。

＜女性社員2名の線量限度超え＞（東電報告書（添付13-4（1/2））

地震発生当日から、免震重要棟で勤務を行っていた女性社員2名について、5mSv／3ヶ月を超過した。

	所属	被ばく線量	作業期間	マスク状況	ヨウ素剤服用	作業内容
A	防災安全部	19.55mSv（内部 13.6）	3／11～3／23	現場作業時はチャコール	2錠（3／14）	消防車の給油 免震重要棟での机上業務

B	総務部	7.49mSv （内部 6.71）	3／11 ～3／15	なし	なし	免震重要棟での 体調不良者の介 護等

原因については、以下のような状況から女性職員について福島第一原子力発電所構内で女性職員を勤務させないといった措置を3月23日より以前に講じることができず、免震重要棟内で放射性物質を吸い込み、結果として実効線量が法令の線量限度を超えたものと推定した。

- 事象の発生以降、混乱により防護装備の脱装エリアなど、放射性物質を免震重要棟に持ち込まないための緩衝エリアを設定し、運用することが遅れたこと。
- 1号機の水素爆発以降、免震重要棟入口の二重扉は開閉しないよう保安班員が厳重に出入管理を行っていたが、当該扉は気密構造ではないこと、また1号機及び3号機の水素爆発の影響で扉が歪み若干の隙間が空いていたことなどから、放射性物質の流入を完全に防ぐことは難しかったこと。
- 女性職員については線量限度（5mSv／3ヶ月）を超えないよう外部線量を4mSv／3ヶ月で管理していたが、地震・津波の影響で線量管理システムが機能していなかったことに加え、免震重要棟での滞在線量が配慮されていなかったこと、内部被ばくへの配慮が十分でなかったことから、5mSv／3ヶ月の厳密な管理ができる状態ではなかったこと。

このほか、免震重要棟において執務した者に放射線業務従事者として指定・登録していない職員がおり、このうち女性職員5名については実効線量の評価の結果、2名が一般の公衆の線量限度（1mSv／年）を超える者がいた。

3月23日に女性職員の過度な被ばくを避けるため、保安班長が女性職員に対して、避難を指示しており、同日以降、福島第一原子力発電所構内で女性職員を勤務させない運用とした。

＜緊急時の被ばく線量限度（250mSv）を超過＞（東電報告書（添付13-4（2/2））

緊急時の被ばく線量限度（250mSv）を超過したのは、以下の6名。

	所属	被ばく線量	作業 期間	マスク状況	ヨウ素剤 服用	作業内容
C	運転員	678.80mSv （内部 590）	3／11 ～4／14	1 号機爆発まで はダスト 以降、チャコール	記録なし	中操でプラント 操作やデータ収 集
D	運転員	645.54mSv （内部 540）	3／11 ～3／15	1 号機爆発まで はダスト 以降、チャコール	計 10 錠 3／142 錠 5／22 錠 5／31 錠 5／122 錠 5／202 錠 5／211 錠	中操でプラント 操作やデータ収 集
E	運転員	352.08mSv （内部 241.81）	3／11 ～3／31	チャコール	計 3 錠 3／14 以降	中操でプラント 操作やデータ収 集

F	保全部	310.97mSv （内部 259.70）	3／11 ～6／15	1 号機爆発まで はダスト 以降、チャコール	計 2 錠 3／28 以降	中操で計器復旧 作業（1／2 号機）
G	保全部	477.01mSv （内部 433.10）	3／11 ～6／4	1 号機爆発まで はダスト 以降、チャコール	計 2 錠 3／21 以降	中操で計器復旧 作業（1／2 号機）
H	保全部	360.85mSv （内部 327.90）	3／11 ～6／7	チヤコール	計 15 錠 3／24 以降	中操で計器復旧 作業（1／2 号機）

本来、中央制御室内は中央制御室換気系により非常時においても作業員の被ばくが相当程度抑えられる設計となっているものの、今回の事象においては全交流電源喪失により中央制御室換気系が機能しなかったため、当直員（運転員）と保全部員は設備の復旧と事態の収束のための対応に追われており、地震対応に加えて自らの放射線防護に関しても精一杯の対応を行っていた。

この対応は限られた時間の中で取りうる最大限のものであったが、結果として以下の要因が重畳して放射性物質を取り込んだものと推定した。

- 事象の急速な進展に伴い、マスクの適切な選択や装着、配備など、放射線管理上の防護措置を的確に行うことは非常に困難な状況であったこと。
- 異常事態の収束のため長時間中央制御室で作業を行うにあたり、中央制御室で飲食せざるを得なかったこと。
- マスクの装着にあたって眼鏡のテンプルにより隙間ができてしまった可能性がある、もしくは、その可能性を否定できないこと。
- 空気中放射性物質が高かったと推定される中央制御室非常扉（外部と通じる扉）付近で作業をしていた者について、1号機原子炉建屋上部の爆発など不測の事態に即応した対応ができない状況であったこと
- 作業を安全に行うためにマスクを短時間であったが顔面との間に隙間を作ってしまったこと

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-54	免震重要棟や中央制御室はなぜ放射線量が高くなったのか。
A	（東電報告書（300P）） 放射性物質の放出と爆風による免震重要棟の出入口（二重扉の外扉）の歪みの影響で、外気が浸入して免震重要棟内の放射性物質濃度が上昇した。この影響により、女性社員が法令の線量限度を超えることになった。 （東電報告書（添付13-4（2/2）、東電報告書（130P、307P）） 本来、中央制御室は中央制御室換気系により非常時においても作業員の被ばくが相当程度抑えられる設計となっているものの、今回の事象においては全交流電源喪失

	により中央制御室換気系が機能しなかった。 また、シビアアクシデントに伴う原子炉からの放射線、作業に伴う汚染された空気の中央制御室内への流入等により中央制御室の環境が悪化していった。
Q1-55	女性職員の被ばく状況はどうであったか。
A	（東電報告書（添付13-4（1/2）） 地震発生当日から、免震重要棟で勤務を行っていた女性社員2名について、5mSv／3ヶ月を超過した。 原因については、女性職員について福島第一原子力発電所構内で女性職員を勤務させないといった措置を3月23日より以前に講じることができず、免震重要棟内で放射性物質を吸い込み、結果として実効線量が法令の線量限度を超えたものと推定した。 このほか、免震重要棟において執務した者に放射線業務従事者として指定・登録していない職員がおり、このうち女性職員5名については実効線量の評価の結果、2名が一般の公衆の線量限度（1mSv／年）を超える者がいた。 3月23目に女性職員の過度な被ばくを避けるため、保安班長が女性職員に対して、避難を指示しており、同日以降、福島第一原子力発電所構内で女性職員を勤務させない運用とした。
Q1-56	緊急時の被ばく線量限度（250mSv）を超えた人はいたのか。
A	（東電報告書（添付13-4（2/2）） 緊急時の被ばく線量限度（250mSv）を超えたのは6名。 被ばく線量は、678.80（内部590）mSv、645.54（内部540）mSv、352.08（内部241.81）mSv、310.97（内部259.70）mSv、477.01（内部433.10）mSv、360.85（内部327.90）mSv。
Q1-57	内部被ばくはなぜ発生したのか。
A	((東電報告書（添付13-4（2/2）） 放射線防護に対して限られた時間の中で取りうる最大限の対応を行ったが、結果として以下の要因が重畳して放射性物質を取り込んだものと推定した。 • 事象の急速な進展に伴い、マスクの適切な選択や装着、配備など、放射線管理上の防護措置を的確に行うことは非常に困難な状況であったこと。 • 異常事態の収束のため長時間中央制御室で作業を行うにあたり、中央制御室で飲食せざるを得なかったこと。 • マスクの装着にあたって眼鏡のテンプルにより隙間ができてしまった可能性がある、もしくは、その可能性を否定できないこと。 • 空気中放射性物質が高かったと推定される中央制御室非常扉（外部と通じる扉）付近で作業をしていた者について、1号機原子炉建屋上部の爆発など不測の事態に即応した対応ができない状況であったこと • 作業を安全に行うためにマスクを短時間であったが顔面との間に隙間を作ってしまったこと

Q1-58	免震重要棟の被ばく線量を低減させるためにどのような措置をとったか。
A	（東電報告書（300P)） 事故直後より膨大な量の作業に対応するため、免震重要棟に寝泊まりして復旧作業に従事する作業者が多数滞在したため、滞在中の被ばく線量を低減する必要が生じた。このため、常設のチャコールフィルタ付空調設備に加え、チャコールフィルタ付局所排風機の導入や入退域に際して汚染を持ち込まないための入口付近への仮設ハウスの設置、放射性物質が付着しやすく汚染除去がしにくいOAフロアマットから除染が容易なタイルへの変更やシートによる養生、線量率の低減を目的とした窓などへの鉛による放射線遮へいの設置などの対策を順次実施していった。これらの対策の結果、免震重要棟における空間線量率は徐々に低下していった。
Q1-59	中央制御室の被ばく線量を低下させるためにどのような措置をとったか。
A	（東電報告書（300P)） 免震重要棟と同様に、事故直後より原子炉の計器監視などのため長時間の滞在となる中央制御室についても、運転員及び作業員の入室中の被ばく線量を低減する観点から、チャコールフィルタ付局所排風機の導入（1～6号機中央制御室：平成23年4月4日～）や入退域に際して汚染を持ち込ませないためのサーベイエリア等の設置と監視を行った（運転員が常駐する5，6号機中央制御室：平成23年3月30日～)。 これに加え、事故の早期収束を図るべく、多くの作業員が緊急作業に携わることになり、放射線管理上の資機材について不足したことから、現場からの回収や新たな発注を行うなどして確保に努めた。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 64.2 免震重要棟、中央制御室における被ばく線量低減努力、線量限度の超過
	関連知見 No	知見 8 その他：緊急時対応を行う職員の環境整備を図る。対外発表、渉外業務を適切に行い、海外対応にも気を配る。
	関連教訓 No	教訓 8-1、通番 20 労働環境の整備
	関連細目 No	細目 8-1-2、細 64 水、食糧、衛生管理、健康管理等長期化に備えた体制整備を行う。
キーワード		
1	事故対応	**発生した事象**：線量限度の超過
4	設備	**敷地・構築物・付属物**：免震重要棟 3 **放射線監視・管理・防護設備**：チャコールフィルタ付空調設備、二重扉、OA マット
5	SA 対策設備	**放射線防護**：バックグラウンドの測定 **免震重要棟**：被ばく低減措置
14	文献・出典	**事業者関連**：東電報告書 68

資料 64.3（資 160）

〔福島第二の成功要因の一つである後方支援活動〕

(1) 東電原子力安全改革プランにおいて、福島第二の成功要因の一つとして後方支援活動が示された。

- **福島第二の復旧活動の成功要因の一つに後方支援活動がある。厚生班を中心に、地下水の配水、シャワー、食料供給、寝具確保等の後方支援活動を発災直後から展開した。**
- **復旧資機材の輸送が混乱し（国道寸断、迂回誘導不備、携帯電話不通）、更に輸送者に対応していただけなかったことにより避難区域内の直営輸送を実施した。**

(2) 東電原子力安全改革プランにおいて、柏崎刈羽原子力発電所の飲食料の備蓄の考え方が示された。

- **現状でも常時 50 名程度の要員が常駐しているのに加え、1・7 号機運転中の想定でガレキ除去、電源復旧、情報把握・連絡を行う要員として 20 名程度増員し、24 時間発電所に待機することで、事故発生から 8 時間以内に緊急電源を確実に復旧できる体制を構築**
- **飲食料の備蓄は、緊急時対策要員の 8 日分**

＜後方支援活動の重要性について＞（東電原子力安全改革プラン・28P、29Pより）

（４）事故対応における成功要因

福島第一原子力発電所と異なり一部の電源、冷却機能が残ったことを活かし、福島第二では発電所長のリーダーシップの下、所員一丸となって復旧活動を展開した。主な成功要因を以下のとおり整理した。

（中略）

⑤災害対応継続のための後方支援活動

- 当初数日分の活動を支える設備、備蓄しか無かったが、厚生班を中心に、地下水の配水、シャワー、食料供給、寝具確保等の後方支援活動を発災直後から展開して、長期の災害対応を継続実施
- 復旧資機材の輸送が混乱し（国道寸断、迂回誘導不備、携帯電話不通）、更に輸送者に対応していただけなかったことにより、避難区域内の直営輸送を実施

＜飲食料の備蓄（柏崎刈羽原子力発電所の例）＞

（東電原子力安全改革プラン添付資料（113P））

過酷事象発生時の初動現場対応体制を検討するあたり、以下の前提で対応体制強化を検討

- 柏崎刈羽の場合は、事故発生後 24 時間は宿直者以外の要員参集を期待しない。
- 事故発生後 3 日間は外部からの支援を期待しない。

現状でも常時 50 名程度の要員が常駐しているのに加え、1・7 号機運転中の想定でガレキ除去、電源復旧、情報把握・連絡を行う要員として 20 名程度増員し、24 時間発電所に待機することで、事故発生から 8 時間以内に緊急電源を確実に復旧できる体制を構築

（東電原子力安全改革プラン添付資料（119P））

飲食料・燃料等の備蓄

・飲食料：緊急時対策要員の 8 日分

（後略）

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-77	福島第二においては、どのような後方支援活動が行われたか。
	（東電原子力安全改革プラン（29P）） • 当初数日分の活動を支える設備、備蓄しか無かったが、厚生班を中心に、地下水の配水、シャワー、食料供給、寝具確保等の後方支援活動を発災直後から展開して、長期の災害対応を継続実施 • 復旧資機材の輸送が混乱し（国道寸断、迂回誘導不備、携帯電話不通）、更に輸送者に対応していただけなかったことにより、避難区域内の直営輸送を実施
Q7-26	飲食料の備蓄はどの程度しておくのがよいのか。
A	柏崎刈羽原子力発電所の例 （東電原子力安全改革プラン添付資料（113P）） 過酷事象発生時の初動現場対応体制を検討するあたり、以下の前提で対応体制強化を検討 • 柏崎刈羽の場合は、事故発生後 24 時間は宿直者以外の要員参集を期待しない。 • 事故発生後 3 日間は外部からの支援を期待しない。 現状でも常時50名程度の要員が常駐しているのに加え、1・7号機運転中の想定でガレキ除去、電源復旧、情報把握・連絡を行う要員として20名程度増員し、24時間発電所に待機することで、事故発生から8時間以内に緊急電源を確実に復旧できる体制を構築 （東電原子力安全改革プラン添付資料（119P）） 飲食料の備蓄は、緊急時対策要員の 8 日分

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 64.3 福島第二の成功要因の一つである後方支援活動
	関連知見 No	知見 8 その他：緊急時対応を行う職員の環境整備を図る。対外発表、渉外業務を適切に行い、海外対応にも気を配る。
	関連教訓 No	教訓 8-1、通番 20 労働環境の整備
	関連細目 No	細目 8-1-2、細 64 水、食糧、衛生管理、健康管理等長期化に備えた体制整備を行う。
キーワード		
1	事故対応	**福島第二の事故対応**：後方支援活動、支援物資の輸送プロセス
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 76

資料 64.4（資 161）

〔被災した発電所の食糧の備蓄量等〕

他の被災した発電所の食糧の備蓄量等についての意見をまとめた。

- **（女川）食糧については 500 名の 3 日分、飲料水については 500 名の 3 日分として 1500 リットルを備蓄していたが、協力会社等の備蓄は不十分であった。また、地域住民が避難してきたため、3 月 12 日時点で合計 1800 人に対しては、1 日分しか確保していない状態であった。その後食糧調達したが、軽食 1～2 食の状態であった。**
- **（東海第二）水・食料に関しては、緊急時用に予め災害対策要員の 3 日分を備蓄していたが、平日の午後の地震及び津波の襲来であったため、想定以上の要員が対応に当たり、更に帰宅困難者が残ったために水・食料が不足した。**
- **（福島第二）狭い場所に大勢で勤務、生活することから、医療チームによって衛生管理に配慮した。また、ストレスによる体調変化が後に出るケースが見受けられ、作業員の精神面でのケアも必要であった。**

＜他の被災した発電所の食糧事情等＞

その１：女川及び東海第二報告書・23P、44P

- （女川）食糧については 500 名の 3 日分、飲料水については 500 名の 3 日分として 1500 リットルを備蓄していたが、関係会社・協力会社の備蓄は不十分であった。また、地域住民が避難してきたため、3 月 12 日時点で合計 1800 人に対しては、1 日分しか確保していない状態であった。3 月 16 日の道路復旧までは、被害の少なかった日本海側から食糧調達し、ヘリコプターにより発電所へ運搬した。軽食 1～2 食の状態であった。
- （東海第二）水・食料に関しては、緊急時用に予め災害対策要員の 3 日分を備蓄していたが、平日の午後の地震及び津波の襲来であったため、想定以上の要員が対応に当たり、更に帰宅困難者が残ったために水・食料が不足した。

その２：福島第二提言・36P

- 狭い場所に大勢で勤務、生活することから、医療チームによって衛生管理に配慮した。また、ストレスによる体調変化が後に出るケースが見受けられ、作業員の精神面でのケアも必要であった。

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-78	事故対応した作業員の体調面の問題は生じなかったか。
A	（福島第二提言（36P）） 狭い場所に大勢で勤務、生活することから、医療チームによって衛生管理に配慮した。また、ストレスによる体調変化が後に出るケースが見受けられ、作業員の精神面でのケアも必要であった。
Q1-79	福島第一以外の発電所では地震以降の飲食料の状況はどうだったのか。
A	（女川/東海第二報告書（23P））

	• （女川原子力発電所）食糧については500名の3日分、飲料水については500名の3日分として1500リットルを備蓄していたが、協力会社等の備蓄は不十分であった。また、地域住民が避難してきたため、3月12日時点で合計1800人に対しては、1日分しか確保していない状態であった。その後食糧調達したが、軽食1～2食の状態であった。 （女川/東海第二報告書（44P）） • （福島第二原子力発電所）水・食料に関しては、緊急時用に予め災害対策要員の3日分を備蓄していたが、平日の午後の地震及び津波の襲来であったため、想定以上の要員が対応に当たり、更に帰宅困難者が残ったために水・食料が不足した。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 64.4 被災した発電所の食糧の備蓄量等
	関連知見 No	知見 8 その他：緊急時対応を行う職員の環境整備を図る。対外発表、渉外業務を適切に行い、海外対応にも気を配る。
	関連教訓 No	教訓 8-1、通番 20 労働環境の整備
	関連細目 No	細目 8-1-2、細 64 水、食糧、衛生管理、健康管理等長期化に備えた体制整備を行う。
キーワード		
7	緊急時体制	**長期化対応**：食糧・飲料水の備蓄 2、医療チーム 2
14	文献・出典	**JANSI 関連**：女川／東海第二報告書 8、福島第二提言 6

資料 65.1（資 162）

〔現場の声－家族に関する声〕

東電報告書に掲載された現場の声から、家族に関する声を抽出した。

- **家族の安否確認が出来ない中で対応を続ける社員も多かった。当日勤務ではなかった社員も、家族と一緒に避難所に向かう途中で発電所に行く決意をし、車を降りて発電所に向かった者、地域の消防団で活動した後に発電所に向かった者など、それぞれの状況に応じて、発電所に続々と駆けつけた。**
- **事態を収束し絶対にここを出て家族に会おうと励まし合ったり、現場で汚染して廃棄処分となる危険性がある中で、もしもの時に自分の身元が分かる手がかりになるかもしれないと思い、家族からもらった大事な時計や指輪をお守りとして身につけて現場に行く運転員もいた。**

＜家族の安否確認＞（東電報告書・別紙 2 より）

家族の安否確認が出来ない中で対応を続ける社員も多かった。当日勤務ではなかった社員も、家族と一緒に避難所に向かう途中で発電所に行く決意をし、車を降りて発電所に向かった者、地域の消防団で活動した後に発電所に向かった者など、それぞれの状況に応じて、発電所に続々と駆けつけた。事態を収束し絶対にここを出て家族に会おうと励まし合ったり、現場で汚染して廃棄処分となる危険性がある中で、もしもの時に自分の身元が分かる手がかりになるかもしれないと思い、家族からもらった大事な時計や指輪をお守りとして身につけて現場に行く運転員もいた。(16P)

現場の声（家族に関して抜粋）

○ 中操、現場とも真っ暗で、家族の安否、外部の様子も分からず（ニュースが見れない）不安でいっぱいだった。(144P)

○ みんな地震で家族がやられている人もいるし、涙を流しながら会社に勤めていた人もいたし、みんな電話が繋がらないから、生きているか死んでいるかも分からない状態だった。(148P)

○ 北小学校内1階は避難者でいっぱいで、2階の一室にて近所の方と10名程度ですわって待機していた。寒いため一度実家へ帰り毛布を5枚程度持ってきてお年寄りに渡した。実家では真っ暗だったためライトを持っていて正解だった。少しおちつくと、10条ないし15条通報が聞こえた。同僚と一緒に避難していたため，これはやばいと思い二人で会社に行くことを決めた。妻は病院でけが人の対応に追われているようでなかなか連絡が取れなかったが1度だけ電話が繋がり、家族は無事でこれから会社に行くと伝えた。(151P)

○ 3/12、朝早くに役場職員より「発電所が危険な状態です。国道288号でとりあえず郡山を目標に山に逃げて下さい。バスは用意しますが、全員は乗れません。自分の車で避難して下さい。」とアナウンスがあり旧都路村の親戚宅に実家と姉家族と避難をし

ました。途中の国道288号は大渋滞でした。お昼過ぎに父が薬を取りに大熊に戻るというので、同乗して発電所を目指しました。途中、消防団で検問をしておりましたが、なんとか戻ることが出来ました。親は薬を持って引き返し、私は実家に置いてある車で発電所に出勤しました。(152P)

○ 12日に避難しろということで、避難し始めたんですけど、やっぱりどうしても俺、会社が心配だからと言って、途中で降りて歩いて戻った。シャットダウンを入れるのを手伝いに行ってくるから位に家族に言って。家まで歩いて、車に乗って発電所に向かった。それが行ったら，えっ，何これ，何をやっているの、と。まず正門で全面マスクの人が対応してくれて、何でこの人達はマスクをかぶっているんだろうっていう状態。(152P)

○ 3/15、この頃、家族にようやく電話がつながるようになり「特に必要な人員50人位を除いて2Fに避難している。」と報道されていると知り、「1Fに残っている」と伝えると非常に驚いた様子でした。3/22、地震後初めて発電所から退構して家族が避難している実家に向かいました。(152P)

○ 3/16の昼頃にやっと川内村の避難所に避難していた妻と連絡がとれ、無事に茨城県の実家についたことを確認できた。(152P、153P)

○ 私が避難先の家族のもとへ合流したのは、震災から16日後の3/27でした。(153P)

○ このころ（3/17頃)、誰からか、会社PHSで本店経由し外線通話できると教えられ、ようやくメンバーの安否確認を始めた（まだ、携帯は繋がらない)。もちろん最初は自宅へ連絡、ようやく避難していた家族と連絡が取れた。涙声の嫁の声を聞く、爆発で死んだと思っていたとのこと。連絡できなかったから無理もなかった。(153P)

＜関連Q&A（例）＞

Q1-61	いつ頃から家族と連絡が取れ始めたのか。
A	東電報告書（別紙2) • 中操、現場とも真っ暗で、家族の安否、外部の様子も分からず（ニュースが見れない）不安でいっぱいだった。(144P) • みんな地震で家族がやられている人もいるし、涙を流しながら会社に勤めていた人もいたし、みんな電話が繋がらないから、生きているか死んでいるかも分からない状態だった。(148P) • 3/15、この頃、家族にようやく電話がつながるようになり「特に必要な人員50人位を除いて2Fに避難している。」と報道されていると知り、「1Fに残っている」と伝えると非常に驚いた様子でした。3/22、地震後初めて発電所から退構して家族が避難している実家に向かいました。(16P) • 3/16の昼頃にやっと川内村の避難所に避難していた妻と連絡がとれ、無事に茨城県の実家についたことを確認できた。(152P) • 私が避難先の家族のもとへ合流したのは、震災から16日後の3/27でした。(153P)

	• このころ（3/17頃）、誰からか、会社PHSで本店経由し外線通話できると教えられ、ようやくメンバーの安否確認を始めた（まだ、携帯は繋がらない）。もちろん最初は自宅へ連絡、ようやく避難していた家族と連絡が取れた。涙声の嫁の声を聞く、爆発で死んだと思っていたとのこと。連絡できなかったから無理もなかった。（153P）
Q1-62	現場で事故対応していた作業員の家族への思いはどのようなものであったか。
A	東電報告書（別紙2） • 事態を収束し絶対にここを出て家族に会おうと励まし合ったり、現場で汚染して廃棄処分となる危険性がある中で、もしもの時に自分の身元が分かる手がかりになるかもしれないと思い、家族からもらった大事な時計や指輪をお守りとして身につけて現場に行く運転員もいた。（16P）

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 65.1 現場の声－家族に関する声
	関連知見 No	知見 8 その他：緊急時対応を行う職員の環境整備を図る。対外発表、渉外業務を適切に行い、海外対応にも気を配る。
	関連教訓 No	教訓 8-1、通番 20 労働環境の整備
	関連細目 No	細目 8-1-3、細 65 災害発生時に対応要員の家族の安否確認をする。
キーワード		
1	事故対応	**現場の声**：家族への思い、発電所への思い
2	安全文化と QMS	**個人・組織の姿勢**：プロフェッショナリズム 7
7	緊急時体制	**長期化対応**：家族の安否確認 1
14	文献・出典	**事業者関連**：東電報告書 69

資料 65.2（資 163）

〔家族の安否確認の重要性－防衛省業務継続計画〕

防衛省業務継続計画において、家族の安否確認の重要性が指摘されている。

- **職員及びその家族の安全確保は、業務継続の第一歩である。各機関は、地震発生時に職員及びその家族の安否確認を迅速に行う態勢を確保し、職員に周知徹底する。**
- **勤務時間中に地震が発生した場合に家族の安否確認を早期に行えるよう、各機関は職員に対し、平素から家族内で携帯メール、災害用伝言ダイヤル（171）、災害用伝言板サービス等の連絡方法を確認しておくよう周知徹底する。**

＜防衛省業務継続計画（首都直下地震への対応）（平成 27 年 2 月改正）＞（防衛庁・自衛隊 HP より）

（４）職員の安否確認及び参集状況の把握

職員及びその家族の安全確保は、業務継続の第一歩である。各機関は、地震発生時に職員及びその家族の安否確認を迅速に行う態勢を確保し、職員に周知徹底する。

地震が発生した場合、職員は本人及び家族の安否情報を各課室所定のメールアドレスに速やかに携帯メール等により報告し、状況に応じ、災害用伝言ダイヤル（171)、災害用伝言板サービス等の連絡方法により連絡を行う。

各課室の安否確認担当者は、あらかじめ「職員安否確認及び参集状況票」(別紙第1－1)に各課室職員の官職及び氏名を記入したものを準備しておく。また、地震発生後は直ちに参集し、同票を用いて各課室の安否確認情報及び参集状況の集計を行うとともに、一定の時間経過の度に同票を更新して、各機関の各部局の庶務担当課に提出する。

各機関の各部局の庶務担当課は、「職員安否確認及び参集状況集計表」（別紙第1－2）を用いて部局内各課室の安否情報をとりまとめ、一定の時間経過の度に各機関の人事担当課に報告する。

各機関の人事担当課は各機関の安否情報について取りまとめを行う。

また、勤務時間中に地震が発生した場合に家族の安否確認を早期に行えるよう、各機関は職員に対し、平素から家族内で携帯メール、災害用伝言ダイヤル（171)、災害用伝言板サービス等の連絡方法を確認しておくよう周知徹底する。

＜関連 Q&A（例）＞

Q7-25	自衛隊では家族の安否確認の重要性をどう考えているのか。
A	（防衛省業務継続計画） • 職員及びその家族の安全確保は、業務継続の第一歩である。各機関は、地震発生時に職員及びその家族の安否確認を迅速に行う態勢を確保し、職員に周知徹底する。 • 勤務時間中に地震が発生した場合に家族の安否確認を早期に行えるよう、各機関は職員に対し、平素から家族内で携帯メール、災害用伝言ダイヤル（171)、

	災害用伝言板サービス等の連絡方法を確認しておくよう周知徹底する。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 65.2 家族の安否確認の重要性－防衛省業務継続計画
	関連知見 No	知見 8 その他：緊急時対応を行う職員の環境整備を図る。対外発表、渉外業務を適切に行い、海外対応にも気を配る。
	関連教訓 No	教訓 8-1、通番 20 労働環境の整備
	関連細目 No	細目 8-1-3、細 65 災害発生時に対応要員の家族の安否確認をする。
キーワード		
7	緊急時体制	**長期化対応**：家族の安否確認 2
14	文献・出典	**政府関連**：防衛省業務継続計画 2、防衛省・自衛隊 HP

資料 66.1（資 164）

〔情報隠しとの指摘や炉心溶融を認めず事態を矮小化との指摘に対する見解〕

(1) 東電報告書において、情報隠しとの指摘や炉心溶融を認めず事態を矮小化との指摘に対する見解が示されている。

- **情報を隠ぺいしたり、改ざんする意図はなく、データの存在の説明が欠落したり、データの入手が遅れて早期の提供ができなかったり、広報班をフォローする技術系社員が事故対応で手一杯になっていたことから、結果として情報公開の姿勢に疑問を呈せられた。**
- **炉心の状況を示す情報が限定的であり、一方、「炉心溶融」や「メルトダウン」といった用語の定義自体が共通認識となっていなかった。このため、「燃料損傷」の用語で説明したりしたが、正確な表現に努めようとしたことが、かえって事象を小さく見せようとしているとの指摘につながった可能性がある。**

(2) 政府事故調報告書（最終）に広報の基本原則が示された。

- **広報の基本原則は、事実を迅速に、正確に、かつ分かりやすく伝えるということにある。**
- **「迅速さ」と「正確さ」は、時に相反する場合がある。情報が入らず、正確な広報ができない事態が生じた場合には、そのことをありのままに伝えることも必要であり、かつ重要である。**

＜情報公開に関する課題＞（東電報告書・68P～70Pより）

（中略）

今回の事故対応においても情報公開に努めてきたところではあるものの、振り返ってみれば以下のような課題があったものと考えられる。

＜社外からの指摘状況＞

当社は前述のとおり情報公開に積極的に取り組んできており、今回の事故においても、正確な情報を速やかに出すことに努めてきた。しかしながら、中には情報提供に時間を要した事例や、情報に誤りがあった事例もあり、社外から様々なご指摘を受けた。

ここでは、今回の事故において特徴的な指摘である「情報提供が遅い」「情報を隠しているのでは」「炉心溶融を認めなかった／事態を矮小化しようとした」「経営陣による説明の不足」の4点について、何故そのような状況になったかの考察を記す。

<u>情報公開に時間を要した要因</u>

（中略）

<u>情報を隠しているのではないかとの指摘について</u>

このような指摘を受けた遠因として、当社は過去にデータ改ざん等といった不祥事を起こしたことがあり、報道においては、この不祥事事例を引用しながら、当社の情報公開姿勢に疑問を呈するものが見られた。

当社としては情報を隠蔽したり、改ざんしたりする意図はなく、そのような事実はなかっ

たものの、当社の対応にも至らない点はあり、データの公開に消極的であるかのように受け取られる以下のような事例が散見されたのも事実である。

・ 記者会見において、プラントデータを紙で配布せず、口頭で説明した。
・ 未公開のプラントデータやモニタリングデータが後日明らかになった。
・ ホームページ上でのプラントデータ公開の時期が平成23年4月になった。

しかし、これらの事例は、情報を隠す意図によったものではなく、以下に示すような、情報公開や記者会見におけるデータ公開時の説明不足、作業環境等の問題、リソース上の限界等によったものであった。

- 例えば、同種データにおいて、場所によって2分間隔で測定したデータ（機械測定）と10分間隔で測定したデータ（人間が測定）があった場合、データの見やすさや整理の都合から、公表するデータは10分間隔で測定したデータだけに統一して公開し、2分間隔のデータが存在することについて説明しなかったため、2分間隔に測定したデータの存在を知ったマスメディアから、情報隠しとの誤解を受けた。
- 今回の事故は、全ての電源を喪失し、中央制御室や屋外さえも汚染された炉心損傷事故であったために、通常の事故では簡単に回収できるプラントデータについても、そのままでは持ち出せないような状況となった。このため、ある程度事態が落ち着いた段階で、全面マスク等のフル装備で記録をコピー機で電子化し、汚染させないようにして持ち出すことに成功した。また、コンピュータのハードディスクに残されていたデータについては、ハードディスク自体を汚染しないように持ち出したり、電源を復旧するなどしてデータをコピーして取り出した。このため、正確なデータを早期に提供するのは難しかった。
- 広報関係者は、新たに判明した事実を速やかに記者会見で発表することと、記者会見において答えられなかった質問への回答を次回の会見までに用意することなどで精一杯の状況が続いていた。特に記者からの質問については、情報が限られた状況の中で、回答を準備することには非常に時間と労力がかかった。加えて、技術的な質問に対応できる原子力の技術系社員は、発電所の支援対応で手一杯の状況であったため、広報班を充分フォローできる状況ではなかった。そのため、記者会見の開催に際して、お知らせすべき事項を精緻に検討する余裕や、配布資料の準備に割く余裕がなかった。

<u>炉心溶融を認めず／事態を矮小化しようとしたとの指摘について</u>

当社は把握している事実を正確に伝えることを重視し、憶測や推測に基づく説明を記者会見で行うことは極力控えていた。

炉心の状況についても、そもそもその状況を示す情報が限定的であり、その状況が明らかでなかった。一方、「炉心溶融」や「メルトダウン」といった用語については言葉の定義自体が共通認識となっておらず、あたかも炉心全体が溶融し落下している状態を断定するかの意味合いで用いられる懸念もあった。

このため、当社は限られたデータからできるだけ正確に分かっていること、すなわち格納容器雰囲気モニタ（CAMS）の計測データにより燃料棒被覆管に損傷が生じていることはほぼ

間違いない事実と認められるので、その状態を「燃料損傷」の用語で説明したり、「ペレット等が一部溶けて被覆管からむき出しになっていることはあると思う」等の具体的表現を用いるよう心掛けていた。

しかしながら、正確な表現に努めようとしたことが、かえって事象を小さく見せようとしているとの指摘につながった可能性がある。このため、言葉の定義をこちらから示しながら説明する等、説明の仕方等について検討・工夫を重ねていくことが必要と考えられる。

なお、「東京電力は炉心溶融を否定し続けてきた」といった報道も一部にあるが、記者会見等においてその可能性を問われた場合には、当初より「具体的に断定・判断するだけの材料がない」「可能性はある」「被覆管が溶融している可能性も含めて対応を検討していく」等と回答しており、否定し続けた事実はなかった。

経営陣による説明の不足について

（中略）

＜広報の基本原則＞（政府事故調報告書（最終）（425P））（細目 8-2-2 に詳細あり）

広報の基本原則は、事実を迅速に、正確に、かつ分かりやすく伝えるということにある。非常災害時においてもこの原則を貫くことが、結果として周辺住民による適切な自主判断を助け、国民にいたずらな不安感や混乱を生じさせたりしないために肝要である。もっとも、「迅速さ」と「正確さ」は、時に相反する場合がある。その場合、「正確さ」の確認にとらわれて「迅速さ」を欠くことは、かえって国民の不安や不信を招くおそれがあることに留意すべきである。情報が入らず、正確な広報ができない事態が生じた場合には、そのことをありのままに伝えることも必要であり、かつ重要である。

＜関連 Q&A（例）＞

Q12-11	事故時の広報においてなぜ情報隠しと受け止められたのか。
	（東電報告書（69P）） • 10分間隔で測定したデータだけに統一して公開し、2分間隔のデータが存在することについて説明しなかったため、2分間隔に測定したデータの存在を知ったマスメディアから、情報隠しとの誤解を受けた。 • 今回の事故は、全ての電源を喪失し、中央制御室や屋外さえも汚染された炉心損傷事故であったために、通常の事故では簡単に回収できるプラントデータについても、そのままでは持ち出せないような状況となった。このため、正確なデータを早期に提供するのは難しかった。 • 記者からの質問については、情報が限られた状況の中で、回答を準備することには非常に時間と労力がかかった。加えて、技術的な質問に対応できる原子力の技術系社員は、発電所の支援対応で手一杯の状況であったため、広報班を充分フォローできる状況ではなかった。そのため、記者会見の開催に際して、お知らせすべき事項を精緻に検討する余裕や、配布資料の準備に割く余裕がなか

	った。
Q12-12	事故時の広報においてなぜ矮小化と受け止められたのか。
	（東電報告書（69P）） • 当社は把握している事実を正確に伝えることを重視し、憶測や推測に基づく説明を記者会見で行うことは極力控えていた。 • 炉心の状況についても、そもそもその状況を示す情報が限定的であり、その状況が明らかでなかった。一方、「炉心溶融」や「メルトダウン」といった用語については言葉の定義自体が共通認識となっておらず、あたかも炉心全体が溶融し落下している状態を断定するかの意味合いで用いられる懸念もあった。 • このため、当社は限られたデータからできるだけ正確に分かっていること、すなわち格納容器雰囲気モニタ（CAMS）の計測データにより燃料棒被覆管に損傷が生じていることはほぼ間違いない事実と認められるので、その状態を「燃料損傷」の用語で説明したり、「ペレット等が一部溶けて被覆管からむき出しになっていることはあると思う」等の具体的表現を用いるよう心掛けていた。 • しかしながら、正確な表現に努めようとしたことが、かえって事象を小さく見せようとしているとの指摘につながった可能性がある。
Q12-16	情報が限定的な場合の広報のあり方はどうすればよいのか。
A	（政府事故調報告書（最終）（425P）） 「迅速さ」と「正確さ」は、時に相反する場合がある。その場合、「正確さ」の確認にとらわれて「迅速さ」を欠くことは、かえって国民の不安や不信を招くおそれがあることに留意すべきである。情報が入らず、正確な広報ができない事態が生じた場合には、そのことをありのままに伝えることも必要であり、かつ重要である。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 66.1 情報隠しとの指摘や炉心溶融を認めず事態を矮小化との指摘に対する見解
	関連知見 No	知見 8 その他：緊急時対応を行う職員の環境整備を図る。対外発表、渉外業務を適切に行い、海外対応にも気を配る。
	関連教訓 No	教訓 8-2、通番 21 対外発表
	関連細目 No	細目 8-2-1、細 66 常日頃からのリスクコミュニケーションに注力し、対外発表の際には「伝わること」を目指す。
キーワード		
12	広報	**情報公開への指摘**：情報隠し 2、矮小化、改ざん・隠蔽 **混乱した事案**：炉心溶融 1 **不信感の醸成**：技術系要員の不足
14	文献・出典	**政府関連**：政府事故調報告書（最終）37 **事業者関連**：東電報告書 70

資料 66.2（資 165）

〔事故時の広報活動についての反省〕

東電原子力安全改革プランにおいて、事故時の広報活動についての反省が示されている。

- **情報の受け取り手が事故の状況を深刻に受け取ることを考慮するあまり、はっきり事実として断定できることしか公表・説明を行わなかったこと**
- **事故に関する情報を本来お伝えしなければならない地域住民や国民よりも、官邸や原子力安全・保安院への配慮、情報提供を最優先としたこと**
- **発表文や説明内容に齟齬や矛盾が生じているにも関わらず､チェック機能が働かず、誤った内容のまま対外公表を行なったこと**
- **その結果、地域住民、国民のみなさまに、全ての情報が明らかにされることなく、しかも公開された情報にも一部誤りがあるなかで、次から次へと事故が進展・深刻化し、当社の公開内容に対して疑問を抱かせ、当社に対する不信感が醸成されていったと考えている。**

＜事故時の広報活動について＞（東電原子力安全改革プランより）

その1：6P、7P

反省2：事故時の広報活動について

2011年3月11日の事故発生以降、広報活動全般が、迅速さと的確さを欠いていました。特に炉心溶融が生じていることを公表したのは、5月24日と大幅に遅れました。

この遅延の原因は、

a. 状況を誤って認識していたこと

b. 迅速に公表するという積極的な姿勢が不足していたこと

c. 外部との調整に時間を要したこと

にありました（添付資料1－3 参照)。

広報活動の迅速さと的確さを欠いた結果、当社が立地地域のみなさま、全国・全世界の方々の不安や不信を招いてしまったことを深く反省します。

その2：25P、26P

今回の整理から課題として浮かび上がってくるのは､大きく分類すると､以下の3点である。

① 情報の受け取り手が事故の状況を深刻に受け取ることを考慮するあまり、はっきり事実として断定できることしか公表・説明を行わないこと（発表文だけでなく、対外説明時等全体を通じてそうした意識が働いていることが散見され、特に「炉心溶融」「水素爆発」に関して端的に表れている。）

② 事故に関する情報を本来お伝えしなければならない地域住民のみなさま、国民のみなさまよりも、官邸や原子力安全・保安院への配慮、情報提供を最優先としていること（「通報は行なったが、プレス発表は行なっていないもの」、「官邸から注意を受けた後の社長指示」等）

③　（①②とも関連して）発表文や説明内容に齟齬や矛盾が生じているにも関わらず、チェック機能が働かず、誤った内容のまま対外公表を行なっていること（原子力災害対策特別措置法（以下「原災法という」）第15条通報後の第一報において、全号機冷却しているかのような発表を行なっていること、12日早朝に1号機を実態よりも安定しているかのように公表を行なっていること、等）

そして①～③の結果、地域住民のみなさま、国民のみなさまに、全ての情報が明らかにされることなく、しかも公開された情報にも一部誤りがあるなかで、次から次へと事故が進展・深刻化し、当社の公開内容に対して疑問を抱かせ、当社に対する不信感が醸成されていったと考えている。

＜関連 Q&A（例）＞

Q12-15	東電に対する不信感はどのように醸成されていったのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（6P）） 2011年3月11日の事故発生以降、広報活動全般が、迅速さと的確さを欠いていました。特に炉心溶融が生じていることを公表したのは、5月24日と大幅に遅れました。 この遅延の原因は、 a. 状況を誤って認識していたこと b. 迅速に公表するという積極的な姿勢が不足していたこと c. 外部との調整に時間を要したこと にありました（添付資料1－3 参照）。 広報活動の迅速さと的確さを欠いた結果、当社が立地地域のみなさま、全国・全世界の方々の不安や不信を招いてしまったことを深く反省します。 （東電原子力安全改革プラン（25P）） 今回の整理から課題として浮かび上がってくるのは、大きく分類すると、以下の3点である。 • 情報の受け取り手が事故の状況を深刻に受け取ることを考慮するあまり、はっきり事実として断定できることしか公表・説明を行わないこと（炉心溶融、水素爆発） • 事故に関する情報を本来お伝えしなければならない地域住民や国民よりも、官邸や原子力安全・保安院への配慮、情報提供を最優先としていること（国への通報はしたが、公表せず） • 発表文や説明内容に齟齬や矛盾が生じているにも関わらず、チェック機能が働かず、誤った内容のまま対外公表を行なっていること（各号機の冷却状況の誤認識） その結果、地域住民、国民のみなさまに、全ての情報が明らかにされることなく、しかも公開された情報にも一部誤りがあるなかで、次から次へと事故が進展・深

	刻化し、当社の公開内容に対して疑問を抱かせ、当社に対する不信感が醸成されていったと考えている。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 66.2 事故時の広報活動についての反省
	関連知見 No	知見 8 その他：緊急時対応を行う職員の環境整備を図る。対外発表、渉外業務を適切に行い、海外対応にも気を配る。
	関連教訓 No	教訓 8-2、通番 21 対外発表
	関連細目 No	細目 8-2-1、細 66 常日頃からのリスクコミュニケーションに注力し、対外発表の際には「伝わること」を目指す。
キーワード		
12	広報	**混乱した事案**：炉心溶融 2 **不信感の醸成**：断定事項のみの公表 1、住民より国を優先した情報提供 2、齟齬のある説明内容 2、事故の進展・深刻化に後れを取った公表 1
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 77

資料 66.3（資 166）

〔撤退問題の事実関係〕

(1) 撤退問題について

① 東電報告書

- **清水社長が電話で海江田大臣に伝えた趣旨は､「プラント状態が厳しい状況であるため、作業に直接関係のない社員を一時的に退避させることについて、いずれ必要となるため検討したい」というものであり、全員撤退などというものではなかった。**
- **海江田大臣は、清水社長が「撤退」ではなく「退避」という言葉を使ったことは認識していたものの､「全員が発電所からいなくなる」との趣旨と受け取り、官邸内で共有し、その旨を菅総理に伝えたようである。**
- **官邸側が吉田所長に確認したとこと、吉田所長は最初から一貫して、作業に必要な者は残す考えであった。**

② 国会事故調報告書（33Pより）

- **官邸に誤解が生じた根本原因は、民間企業の経営者でありながら、自律性と責任感に乏しい上記のような特異な経営を続けてきた清水社長が、極めて重大な局面ですら、官邸の意向を探るかのような曖昧な連絡に終始した点に求められる。**
- **その意味で、東電は、官邸の誤解や過剰介入を責められる立場にはなく、むしろそうした事態を招いた張本人であると言わなければならない。**

(2) 撤退問題が出たころのプラント状態

① 政府事故調報告書（中間）

- **3月14日夜、吉田所長は、2号機の圧力容器や格納容器の破壊等により、多数の東京電力社員や関連企業の職員に危害が生じることが十分懸念される事態に至っていたことから、福島第一原発には、各プラントの制御に必要な人員のみを残し、その余の者を福島第一原発の敷地外に退避させるべきであると考え、本店対策本部と相談し、その認識を共有した。**

＜撤退問題＞（東電報告書、国会事故調報告書より）

（１）東電報告書（76Pより）

当然のことながら、プラントが厳しい状況にあることは、本来の通報連絡ルートによって通報するだけでなく、電話等によって国に随時通報・連絡をしている（なお、14日18時41分から20時34分に至る時間帯、及び、15日1時30分頃に清水社長（秘書からの電話を含む）から経済産業大臣秘書官などに電話をかけていることが確認されている。）。

清水社長が電話で海江田大臣に伝えた趣旨は､「プラント状態が厳しい状況であるため、作業に直接関係のない社員を一時的に退避させることについて、いずれ必要となるため検討したい」というものであり、全員撤退などというものではなかった。

しかし、この電話で清水社長が海江田大臣に「一部の社員を残す」ということを同大

臣の意識に残るような明確な言葉を持って伝えたかどうかは明確でない。そして、海江田大臣は、清水社長が「撤退」ではなく「退避」という言葉を使ったことは認識していたものの、「全員が発電所からいなくなる」との趣旨と受け取り、官邸内で共有し、その旨を菅総理に伝えたようである。

枝野官房長官の発言によれば、このころ福島第一原子力発電所の吉田所長に電話で意志を確認したところ「まだやれることがあります。頑張ります。」との返事であり、官邸側としても吉田所長は、全面撤退など考えていないことを確認したことを述べている。なお、吉田所長は最初から一貫して、作業に必要な者は残す考えであった。

（２）国会事故調報告書（33Pより）

・・(略)・・全面撤退は官邸の誤解であり、総理によって東電の全員撤退が阻止されたと理解することはできない。しかしながら、官邸に誤解が生じた根本原因は、民間企業の経営者でありながら、自律性と責任感に乏しい上記のような特異な経営を続けてきた清水社長が、極めて重大な局面ですら、官邸の意向を探るかのような曖昧な連絡に終始した点に求められる。その意味で、東電は、官邸の誤解や過剰介入を責められる立場にはなく、むしろそうした事態を招いた張本人であると言わなければならない。

＜撤退問題が出たころのプラント状態＞

（政府事故調報告書（中間）（68P））

- 3月14日夜、吉田所長は、2号機の圧力容器や格納容器の破壊等により、多数の東京電力社員や関連企業の職員に危害が生じることが十分懸念される事態に至っていたことから、福島第一原発には、各プラントの制御に必要な人員のみを残し、その余の者を福島第一原発の敷地外に退避させるべきであると考え、本店対策本部と相談し、その認識を共有した。

（政府事故調報告書（中間）（220P～224P を整理）

- 2号機の原子炉格納容器ベントラインは3月13日に一旦完成していたが、3月14日11時01分頃に発生した3号機の水素爆発により、S/Cベント弁大弁の電磁弁回路が外れ、閉状態となる。
- 3月14日12時頃以降、2号機の原子炉水位は、原子炉水位計によれば、その低下傾向が顕著であったため、吉田所長は、同日13時25分頃にRCICが停止したものと判断した。
- 2号機原子炉の減圧を試み、同日19時03分頃になってようやく注水可能な程度まで減圧できた。注水が可能になってそれほど間がない同日19時20分頃、注水のための消防車が燃料切れで作動停止していたことが確認された。燃料の給油の後、19時57分頃になってようやく原子炉への連続注水が開始された。
- 同日20時54分頃から原子炉圧力が上昇して、繰り返し減圧操作を行ったが、原子炉圧力は1MPaを超えており、注水ができなかった可能性が高い。
- 2号機の原子炉内の燃料が全部露出していると考えられたのに、減圧操作に手間取り、満足な注水もできない状態が続いたため、吉田所長は、このままでは炉心溶融が進み、

核燃料が溶け落ち、その高熱により原子炉圧力容器や原子炉格納容器の壁も溶けて貫通し、放射性物質が外部に溢れ出す、いわゆる「チャイナ・シンドローム」のような最悪な事態になりかねないと考えた。

- 吉田所長は、2号機がかかる最悪な事態に陥った場合、1号機や3号機についても、原子炉注水その他の必要な作業を継続できなくなり、2号機と同様に「チャイナ・シンドローム」のような事態に陥ってしまうと考えた。
- 吉田所長は、かかる最悪な事態を食い止めるため自らの死をも覚悟したが、他方で、福島第一原発の免震重要棟には、事務系の東京電力社員や協力企業社員等も多数控えており、その人命を守らなければならないと考えた。
- そこで、吉田所長は、本店対策本部とも相談して、2号機のプラント状況次第では、各プラントの制御に必要な人員のみを残し、その余の者を福島第一原発の外に退避させようと判断した

＜関連Q&A（例）＞

Q12-9	なぜ発電所から全員が撤退すると誤解されたのか。
A	（東電報告書（76P）） • 清水社長が電話で海江田大臣に伝えた趣旨は、「プラント状態が厳しい状況であるため、作業に直接関係のない社員を一時的に退避させることについて、いずれ必要となるため検討したい」というものであり、全員撤退などというものではなかった。 • しかし、この電話で清水社長が海江田大臣に「一部の社員を残す」ということを同大臣の意識に残るような明確な言葉を持って伝えたかどうかは明確でない。 • そして、海江田大臣は、清水社長が「撤退」ではなく「退避」という言葉を使ったことは認識していたものの、「全員が発電所からいなくなる」との趣旨と受け取り、官邸内で共有し、その旨を菅総理に伝えたようである。 • 枝野官房長官の発言によれば、このころ福島第一原子力発電所の吉田所長に電話で意志を確認したところ「まだやれることがあります。頑張ります。」との返事であり、官邸側としても吉田所長は、全面撤退など考えていないことを確認したことを述べている。 • なお、吉田所長は最初から一貫して、作業に必要な者は残す考えであった。 （国会事故調（33P）） • 全面撤退は官邸の誤解であり、総理によって東電の全員撤退が阻止されたと理解することはできない。 • しかしながら、官邸に誤解が生じた根本原因は、民間企業の経営者でありながら、自律性と責任感に乏しい上記のような特異な経営を続けてきた清水社長が、極めて重大な局面ですら、官邸の意向を探るかのような曖昧な連絡に

	終始した点に求められる。 • その意味で、東電は、官邸の誤解や過剰介入を責められる立場にはなく、むしろそうした事態を招いた張本人であると言わなければならない。
Q12-10	撤退問題が出ていた頃、プラントはどのような状態だったのか。
A	(政府事故調報告書（中間）(68P)) • 3月14日夜、吉田所長は、2号機の圧力容器や格納容器の破壊等により、多数の東京電力社員や関連企業の職員に危害が生じることが十分懸念される事態に至っていたことから、福島第一原発には、各プラントの制御に必要な人員のみを残し、その余の者を福島第一原発の敷地外に退避させるべきであると考え、本店対策本部と相談し、その認識を共有した。 (政府事故調報告書（中間）(218P~224P)) • 2号機の原子炉格納容器ベントラインは3月13日に一旦完成していたが、3月14日11時01分頃に発生した3号機の水素爆発により、S/Cベント弁大弁の電磁弁回路が外れ、閉状態となる。 • 3月14日12時頃以降、2号機の原子炉水位は、原子炉水位計によれば、その低下傾向が顕著であったため、吉田所長は、同日13時25分頃にRCICが停止したものと判断した。 • 2号機原子炉の減圧を試み、同日19時03分頃になってようやく注水可能な程度まで減圧できた。注水が可能になってそれほど間がない同日19時20分頃、注水のための消防車が燃料切れで作動停止していたことが確認された。燃料の給油の後、19時57分頃になってようやく原子炉への連続注水が開始された。 • 同日20時54分頃から原子炉圧力が上昇して、繰り返し減圧操作を行ったが、原子炉圧力は1MPaを超えており、注水ができなかった可能性が高い。 • 2号機の原子炉内の燃料が全部露出していると考えられたのに、減圧操作に手間取り、満足な注水もできない状態が続いたため、吉田所長は、このままでは炉心溶融が進み、核燃料が溶け落ち、その高熱により原子炉圧力容器や原子炉格納容器の壁も溶けて貫通し、放射性物質が外部に溢れ出す、いわゆる「チャイナ・シンドローム」のような最悪な事態になりかねないと考えた。 • 吉田所長は、2号機がかかる最悪な事態に陥った場合、1号機や3号機についても、原子炉注水その他の必要な作業を継続できなくなり、2号機と同様に「チャイナ・シンドローム」のような事態に陥ってしまうと考えた。 • 吉田所長は、かかる最悪な事態を食い止めるため自らの死をも覚悟したが、他方で、福島第一原発の免震重要棟には、事務系の東京電力社員や協力企業社員等も多数控えており、その人命を守らなければならないと考えた。 • そこで、吉田所長は、本店対策本部とも相談して、2号機のプラント状況次第では、各プラントの制御に必要な人員のみを残し、その余の者を福島第一原発の外に退避させようと判断した

	• 吉田所長は、他の人間の動揺を抑えるため、総務班のごく一部の人間に、退避用のバスを手配するように指示をし、状況次第で迅速に退避できるように準備を整えた。 • 結局、3月15日1時台から、2号機原子炉圧力が0.6MPa gage台を安定的に推移し、継続的に注水可能となったため、同日6時頃、爆発音がして、2号機のS/C圧力がゼロになる事態が発生するまで、吉田所長が退避指示を出すことはなかった。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 66.3 撤退問題の事実関係
	関連知見 No	知見 8 その他：緊急時対応を行う職員の環境整備を図る。対外発表、渉外業務を適切に行い、海外対応にも気を配る。
	関連教訓 No	教訓 8-2、通番 21 対外発表
	関連細目 No	細目 8-2-1、細 66 常日頃からのリスクコミュニケーションに注力し、対外発表の際には「伝わること」を目指す。
キーワード		
12	広報	**混乱した事案**：撤退問題 2 **不信感の醸成**：誤解を生む連絡姿勢
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 45 **政府関連**：政府事故調報告書（中間）90 **事業者関連**：東電報告書 71
15	人名・法令類	**人名**：海江田万里、清水正孝 2、菅直人 3、枝野幸男

資料 66.4（資 167）

〔公開姿勢－情報の透明性よりも官に対する事業者としての体面を重視〕

東電、保安院の情報公開について

(1) 国会事故調報告（公開姿勢）

- 3月14日8時の3号機の格納容器圧力の上昇に関して、保安院から、プレスリリース公表の差し止めを指示されたため行わなかったとの東電側の記録があるが、一方で官邸側は少なくともプレスリリースの際には官邸にも伝えるよう指示をしただけとのことであった。
- 東電が、官邸や監督官庁からの指示に従って行動するということ自体は、合理的であると考えられるかもしれない。しかしながら、近隣住民等が危険にさらされている状況下において、情報の透明性よりも、官に対する事業者としての体面を重視していたことが明らかになった。

(2) 政府事故調報告書（最終）（保安院プレス発表の事前了解）

- 保安院はプレス発表で炉心溶融について説明した。これについて、貞森総理秘書官は、今後は保安院のプレス発表内容を官邸に事前連絡するよう要請した。
- 保安院が官邸の了解を得た上で広報するよう求めたものではなく、広報内容を事前に共有することを求めたにすぎなかったが、このような要請があったことを知った寺坂保安院長は、保安院の広報担当者に対し、プレス発表の際は官邸に事前連絡した上、官邸の了解を得て行うよう指示した。
- しかしながら、そのプロセスが明確ではなかったため、それ以前は一、二時間おきに行われていた保安院のプレス発表の間隔が広がることとなった。

(3) 政府事故調報告書（最終）（東電プレス発表の事前了解）

- 東京電力福島事務所長は、報道機関等から1号機原子炉建屋爆発後の写真等を提供してほしい旨要請されていたことなどから、その説明の際、東京電力内で共有していた1号機原子炉建屋爆発後の同建屋写真を公表した。
- 枝野官房長官は、福島県において1号機原子炉建屋爆発後の同建屋写真が公表されていることを知り、官房長官秘書官らをしてその写真が官邸に提供されていない経緯を調査させた上、東京電力清水社長に対し、電話で、迅速な情報・資料提供を要請するなどした。
- また、以上の経緯について報告を受けた菅総理も、同月13日14時頃、事故後初めて官邸を訪れた清水社長に対し、同様の要請をした。
- その後、清水社長は、東京電力立地地域部長に対し、東京電力がプレス発表する際には、事前にプレス文案や公表資料等について官邸の了解を得るよう指示し、それが原因となって広報の遅れが生ずることがあった。

＜事故の公開姿勢について＞（国会事故調報告・43Pより）

本事故発生後、東電には事故を収束させる責任があるとともに、近隣住民をはじめ、国民及び全世界の関係者に対して、発生している事実について適時適切に公開する責任があった。この点、東電が行った情報公開は必ずしも十分であったとはいえず、結果として被害拡大の遠因となったと考えられる。例えば、2号機の格納容器圧力上昇に関わる情報公開については3月14日23時0分に海水注入についてのプレスリリースがあったが、実際に福島第一原発正門付近の線量上昇は同日の19時から21時ころであり、この時点での注意喚起はなされていない。また2号機の圧力抑制室の異常発生についても官庁への報告とプレスリリースの時期に大きなずれがあり、また深刻さを控えたものになっていた。

3月14日8時の3号機の格納容器圧力の上昇に関して、保安院から、プレスリリース公表の差し止めを指示されたため行わなかったとの東電側の記録があるが、一方で官邸側は少なくともプレスリリースの際には官邸にも伝えるよう指示をしただけとのことであった。

東電が、官邸や監督官庁からの指示に従って行動するということ自体は、合理的であると考えられるかもしれない。しかしながら、近隣住民等が危険にさらされている状況下において、情報の透明性よりも、官に対する事業者としての体面を重視していたことが明らかになった。

＜保安院プレス発表の事前了解＞（政府事故調報告書（最終）（277P））

同日（12日）14時頃の保安院プレス発表（第14報）において、中村保安院審議官は、同日9時45分頃のプレス発表（第12報）の説明よりも更に踏み込んで、「炉心溶融の可能性がある。炉心溶融がほぼ進んでいるのではないだろうかと。」と説明した。

当時、保安院のプレス発表内容は、官邸に事前連絡されていなかったが140、この第14報においても、事前連絡なしに「炉心溶融」という重要な事象についてプレス発表されたこと、それ以前から、事故に関して官邸に届く情報が極めて乏しく、枝野官房長官らが広報に苦慮している状況にあったことなどもあいまって、これらの状況を認識していた総理大臣秘書官や官房長官秘書官らは、保安院の情報共有姿勢に不信感を抱くに至り、そのような中で、経済産業省から出向していた貞森恵祐内閣総理大臣秘書官（以下「貞森総理秘書官」という。）は、保安院職員に対し、保安院のプレス発表内容を官邸に事前連絡するよう要請した141。

貞森総理秘書官は、保安院が官邸の了解を得た上で広報するよう求めたものではなく、広報内容を事前に共有することを求めたにすぎなかったが、このような要請があったことを知った寺坂保安院長は、保安院の広報担当者に対し、プレス発表の際は官邸に事前連絡した上、官邸の了解を得て行うよう指示した。しかしながら、そのプロセスが明確ではなかったため、それ以前は一、二時間おきに行われていた保安院のプレス発表の間隔が広がることとなった。

また、前記要請を受け、寺坂保安院長から指示を受けた他の保安院審議官が中村保安院審議官に対し、「保安院プレス発表における発言ぶりに懸念を示す者がいるので、プレス発表における発言に注意するように。」との旨を伝えた。

＜東電プレス発表の事前了解＞（政府事故調報告書（最終）（281P））

3月11日以来、福島県庁では、福島県自治会館に設置された県災対本部に派遣されている東京電力福島事務所の職員が、福島第一原発等についての情報を、同会館において開催される県災対本部の本部員会議において報告することとしており、その模様が報道機関に公開されていた。この会議は、同月11日から15日までの間は、1日に数回開催されていた。

同月12日夕方頃、東京電力福島事務所長は、県災対本部から、前記本部員会議で同日15時36分に発生した福島第一原発1号機原子炉建屋爆発について説明してほしい旨依頼を受けた。

同所長は、報道機関等から1号機原子炉建屋爆発後の写真等を提供してほしい旨要請されていたことなどから、その説明の際、東京電力内で共有していた1号機原子炉建屋爆発後の同建屋写真（図Ⅳ-8参照。）を使用することとし、自己の判断で、当該写真を同日夜の本部員会議において公表した。

一方、3月12日18時頃の官房長官記者会見の時点で、官邸には1号機原子炉建屋爆発に係る資料等がほとんどなかったため、枝野官房長官は、「何らかの爆発的事象があったということが報告されております。」と説明するにとどめざるを得ず、同日21時頃の官房長官記者会見時に初めて、東京電力からの報告に基づき同爆発に係る状況を比較的詳しく説明するに至った。その後、枝野官房長官は、福島県において1号機原子炉建屋爆発後の同建屋写真が公表されていることを知り、官房長官秘書官らをしてその写真が官邸に提供されていない経緯を調査させた上、清水正孝東京電力社長（以下「清水社長」という。）に対し、電話で、迅速な情報・資料提供を要請するなどした。

また、以上の経緯について報告を受けた菅総理も、同月13日14時頃、事故後初めて官邸を訪れた清水社長に対し、同様の要請をした。その後、清水社長は、東京電力立地地域部長に対し、東京電力がプレス発表する際には、事前にプレス文案や公表資料等について官邸の了解を得るよう指示し、後記（５）のとおり、それが原因となって広報の遅れが生ずることがあった。

＜関連 Q&A（例）＞

Q12-17	事故時の広報の姿勢で大切なものは何か。
A	（国会事故調報告（43P）） • 本事故発生後、東電には事故を収束させる責任があるとともに、近隣住民をはじめ、国民及び全世界の関係者に対して、発生している事実について適時適切に公開する責任があった。 • この点、東電が行った情報公開は必ずしも十分であったとはいえず、結果として被害拡大の遠因となったと考えられる。 – 例えば、2号機の格納容器圧力上昇に関わる情報公開については3月14日23時0分に海水注入についてのプレスリリースがあったが、実際に福島第一原発正門付近の線量上昇は同日の19時から21時ころであり、この時点での注意喚起はなされていない。 – また2号機の圧力抑制室の異常発生についても官庁への報告とプレスリリ

	ースの時期に大きなずれがあり、また深刻さを控えたものになっていた。 • 3月14日8時の3号機の格納容器圧力の上昇に関して、保安院から、プレスリリース公表の差し止めを指示されたため行わなかったとの東電側の記録があるが、一方で官邸側は少なくともプレスリリースの際には官邸にも伝えるよう指示をしただけとのことであった。 • 東電が、官邸や監督官庁からの指示に従って行動するということ自体は、合理的であると考えられるかもしれない。しかしながら、近隣住民等が危険にさらされている状況下において、情報の透明性よりも、官に対する事業者としての体面を重視していたことが明らかになった。
Q12-20	なぜ保安院の発表に官邸の事前了解が必要になっていったのか。
A	（政府事故調報告書（最終）（277P）） • 3月12日14時頃、保安院が「炉心溶融の可能性」をプレス発表で説明した。ただ、当時、保安院のプレス発表内容は、官邸に事前連絡されていなかった。 • 総理大臣秘書官や官房長官秘書官らが、保安院の情報共有姿勢に不信感を抱くに至り、経済産業省から出向していた貞森総理秘書官は、保安院職員に対し、保安院のプレス発表内容を官邸に事前連絡するよう要請した。 • 貞森総理秘書官は、保安院が官邸の了解を得た上で広報するよう求めたものではなく、広報内容を事前に共有することを求めたにすぎなかったが、このような要請があったことを知った寺坂保安院長は、保安院の広報担当者に対し、プレス発表の際は官邸に事前連絡した上、官邸の了解を得て行うよう指示した。
Q12-21	なぜ東電の発表に官邸の事前了解が必要になっていったのか。
A	（政府事故調報告書（最終）（281P）） • 3月12日夕方、東電は1号機の原子炉建屋爆発後の写真を県災対本部の本部員会議で公表した。 • この写真は官邸に提供されていなかったことから、官邸は清水社長に対し、電話で、迅速な情報・資料提供を要請するなどした。 • 以上の経緯について報告を受けた菅総理も、同月13日14時頃、事故後初めて官邸を訪れた清水社長に対し、同様の要請をした。 • その後、清水社長は、東京電力立地地域部長に対し、東京電力がプレス発表する際には、事前にプレス文案や公表資料等について官邸の了解を得るよう指示した。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 66.4 公開姿勢ー情報の透明性よりも官に対する事業者としての体面を重視
	関連知見 No	知見 8 その他：緊急時対応を行う職員の環境整備を図る。対外発表、渉外業務を適切に行い、海外対応にも気を配る。
	関連教訓 No	教訓 8-2、通番 21 対外発表
	関連細目 No	細目 8-2-1、細 66 常日頃からのリスクコミュニケーションに注力し、対外発表の際には「伝わること」を目指す。
キーワード		
12	広報	**不信感の醸成**：住民より国を優先した情報提供 3、事故の進展・深刻化に後れを取った公表 2
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 46 **政府関連**：政府事故調報告書（最終）38

資料 67.1（資 168）

〔情報公開に時間を要した要因や経営陣による説明不足についての見解〕

東電報告書において、情報公開に時間を要した要因や経営陣による説明不足についての見解が示されている。

- **プラントデータの入手に時間を要したことが、情報公開までに時間を要した最大の要因であったと考えている。特に迅速にお伝えすべき情報について、その内容や評価を十分に把握できていないなかで、対応を余儀なくされた。さらには、当社がプレスするにあたっては、官邸や国への説明など、事前調整が必要だった。**
- **３月１５日から３月２０日までの間は原子力部門担当の役員会見を行っていないが、いくつもの重大事象が発生しており、当該期間においても役員会見を適宜行うことが望ましかったものと考える。**
- **一方、社長による会見は、３月１３日に実施して以降、４月１３日まで一ヶ月間行われなかった。この間、体調を崩していた事情もあったとはいえ、社会の皆さまへ多大なご迷惑とご心配をお掛けしている企業のトップとして、記者会見などを通じたお詫びやご説明が不十分だったとのご指摘については、真摯に受け止めたい。**

＜情報公開に関する課題＞（東電報告書・68P～70Pより）

・・・・(略)・・・・

今回の事故対応においても情報公開に努めてきたところではあるものの、振り返ってみれば以下のような課題があったものと考えられる。

＜社外からの指摘状況＞

当社は前述のとおり情報公開に積極的に取り組んできており、今回の事故においても、正確な情報を速やかに出すことに努めてきた。しかしながら、中には情報提供に時間を要した事例や、情報に誤りがあった事例もあり、社外から様々なご指摘を受けた。

ここでは、今回の事故において特徴的な指摘である「情報提供が遅い」「情報を隠しているのでは」「炉心溶融を認めなかった／事態を矮小化しようとした」「経営陣による説明の不足」の4点について、何故そのような状況になったかの考察を記す。

<u>情報公開に時間を要した要因</u>

今回全電源喪失に伴って、中央制御室ではプラント監視機能のほとんどを喪失し、確認できるプラントデータが限定的であり、また、その入手に時間を要したことが、情報公開までに時間を要した最大の要因であったと考えている。さらに、通信環境の悪化に伴い、中央制御室と発電所対策本部間の情報伝達は困難を極めた。このため、発電所と本店対策本部間はＴＶ会議システム等を通じて情報共有ができていたものの、本店からプラントの事故状況を迅速に伝達できる状況にはなかった。

また、当社は原子力発電所運営の透明性をより高める観点から、公表基準を定めるなど、積極的な情報公開に取り組んできたが、今回のような原子力災害時に、どのような情報をより迅速にお伝えしていくのか等について、具体的な定めがなかった。また、報道に携わった

者は、複数のプラントで同時に事象が進展するなかで、周辺住民の皆さまや広く国民の皆さまの安全に関わる、特に迅速にお伝えすべき情報について、その内容や評価を十分に把握できていないなかで、対応を余儀なくされた。さらには、当社がプレスするにあたっては、官邸や国への説明など、事前調整が必要だった。

これらの要因が重なって情報公開に時間を要し、皆さまに大変なご迷惑とご心配をおかけしてしまった。

情報を隠しているのではないかとの指摘について

・・・・(略)・・・・

炉心溶融を認めず／事態を矮小化しようとしたとの指摘について

・・・・(略)・・・・

経営陣による説明の不足について

3月中における原子力部門担当の役員会見は主に重大事象の発生状況を考慮して行っており、小森常務（原子力・立地本部副本部長）による対応が3月12日未明（ベントの会見）、同日夜（需給関連・プラント状況説明（1号機爆発後））、3月13日夜（社長会見）、3月14日昼（3号機爆発後）に行われ、武藤副社長（原子力・立地本部長）による対応が3月14日夜（2号機水位低下）及び3月21日から3月31日までの間、連日にわたり行われた。また、社長による会見が3月13日に、会長による会見が3月30日に行われた。

3月15日から3月20日までの間は原子力部門担当の役員会見を行っていないが、3月15日には2号機の圧力抑制室圧力低下、注水作業に直接関連のない所員の一時退避、4号機の火災（爆発）といった重大事象が発生しており、以降も予断を許さないプラント状態が継続していたことに鑑みると、当該期間においても役員会見を適宜行うことが望ましかったものと考える。

一方、社長による会見は、3月13日に実施して以降、4月13日まで一ヶ月間行われなかった。この間、体調を崩していた事情もあったとはいえ、社会の皆さまへ多大なご迷惑とご心配をお掛けしている企業のトップとして、記者会見などを通じたお詫びやご説明が不十分だったとのご指摘については、真摯に受け止めたい。

＜関連 Q&A（例）＞

Q12-13	「情報提供が遅い」というのはなぜか。
A	（東電報告書（68P）） • 今回全電源喪失に伴って、中央制御室ではプラント監視機能のほとんどを喪失し、確認できるプラントデータが限定的であり、また、その入手に時間を要したことが、情報公開までに時間を要した最大の要因であったと考えている。 • さらに、通信環境の悪化に伴い、中央制御室と発電所対策本部間の情報伝達は困難を極めた。このため、発電所と本店対策本部間はＴＶ会議システム等を通じて情報共有ができていたものの、本店からプラントの事故状況を迅速に伝達できる状況にはなかった。 • また、当社は原子力発電所運営の透明性をより高める観点から、公表基準を定

	めるなど、積極的な情報公開に取り組んできたが、今回のような原子力災害時に、どのような情報をより迅速にお伝えしていくのか等について、具体的な定めがなかった。 • また、報道に携わった者は、複数のプラントで同時に事象が進展するなかで、周辺住民の皆さまや広く国民の皆さまの安全に関わる、特に迅速にお伝えすべき情報について、その内容や評価を十分に把握できていないなかで、対応を余儀なくされた。 • さらには、当社がプレスするにあたっては、官邸や国への説明など、事前調整が必要だった。 • これらの要因が重なって情報公開に時間を要し、皆さまに大変なご迷惑とご心配をおかけしてしまった。
Q12-14	「経営陣による説明の不足」はなぜ生じたのか。
A	（東電報告書（70P）） • 3月中における原子力部門担当の役員会見は主に重大事象の発生状況を考慮して行っており、小森常務（原子力・立地本部副本部長）による対応が3月12日未明（ベントの会見）、同日夜（需給関連・プラント状況説明（1号機爆発後））、3月13日夜（社長会見）、3月14日昼（3号機爆発後）に行われ、武藤副社長（原子力・立地本部長）による対応が3月14日夜（2号機水位低下）及び3月21日から3月31日までの間、連日にわたり行われた。また、社長による会見が3月13日に、会長による会見が3月30日に行われた。 • 3月15日から3月20日までの間は原子力部門担当の役員会見を行っていないが、3月15日には2号機の圧力抑制室圧力低下、注水作業に直接関連のない所員の一時退避、4号機の火災（爆発）といった重大事象が発生しており、以降も予断を許さないプラント状態が継続していたことに鑑みると、当該期間においても役員会見を適宜行うことが望ましかったものと考える。 • 一方、社長による会見は、3月13日に実施して以降、4月13日まで一ヶ月間行われなかった。この間、体調を崩していた事情もあったとはいえ、社会の皆さまへ多大なご迷惑とご心配をお掛けしている企業のトップとして、記者会見などを通じたお詫びやご説明が不十分だったとのご指摘については、真摯に受け止めたい。
Q12-22	事故時の情報公開についてどのような指摘があったのか。
A	（東電報告書（68P）） 当社は前述のとおり情報公開に積極的に取り組んできており、今回の事故においても、正確な情報を速やかに出すことに努めてきた。しかしながら、中には情報提供に時間を要した事例や、情報に誤りがあった事例もあり、社外から様々なご指摘を受けた。 ここでは、今回の事故において特徴的な指摘は「情報提供が遅い」「情報を隠し

	ているのでは」「炉心溶融を認めなかった／事態を矮小化しようとした」「経営陣による説明の不足」の4点である。

【属性管理表】

整理 No		
	項目 No	資料67.1
	知見 No	知見 8 その他：緊急時対応を行う職員の環境整備を図る。対外発表、渉外業務を適切に行い、海外対応にも気を配る。
	教訓 No	教訓 8-2、通番 21 対外発表
	細目 No	細目 8-2-2、細 67 組織内あるいは関係組織間で緊急時の事前了解の効率化について合意する。
キーワード		
12	広報関連	**情報公開への指摘**：経営陣の説明不足、情報公開の遅れ 2 **不信感の醸成**：事故の進展・深刻化に後れを取った公表 3
14	文献・出典	**事業者関連**：東電報告書 72

資料 67.2（資 169）

〔緊急時の情報公開の体制上の課題や問題認識〕

東電原子力安全改革プランにおいて、緊急時の情報公開の体制上の課題や問題認識が示されている。

- **広報体制上の課題として、新潟県中越沖地震時の対応の反省から各所に設置したスポークスパーソンが、事故対応を優先させたこと等から有効に働かなかった。**
- **原子力部門が、公表基準に定められているトラブル情報以外の原子力災害リスク情報（起こっていないこと）を社外に出すことをしなかった。**
- **事故対応中､発電所本部にいる発電所長､各班長が社外プレス対応に時間を取られ、復旧活動を阻害する事象が起きた。**

＜緊急時の情報公開＞（東電原子力安全改革プラン・49P より）

③　緊急時の情報公開の体制上の課題

「2．3．1（5）事故時の広報対応」で述べたように、今回の事故時の発表内容そのものに迅速さや的確さを欠いた事例が見られたが、広報体制上の課題もあった。新潟県中越沖地震時の対応の反省から、社会的影響の大きい事故トラブルの発生時に、広報部等と連携して迅速適確な情報提供を行うために、各所にスポークスパーソンを設置している。今回の事故時にこの仕組みが有効に働かなかった原因としては、

- スポークスパーソンは専任ではないため、事故時には所属の業務が優先となり、広報対応時に不在となる場合があった。
- スポークスパーソンは各所に所属のため、指示ルートが複雑で、迅速に指示が通らなかった。
- 事故時の難しい対応のためには、スポークスパーソンは日常からマスコミ等とのコミュニケーションの経験を積むことが必要であった。

ことがあげられる。また、このようにスポークスパーソンの役割等を含め、本店・各発電所広報部、立地地域部の役割分担、指揮命令系統が明確でなかったため、今回の事故時には、統一した指示に基づかない形で、それぞれが情報入手等のために連絡を取り合い、肝心な復旧活動の妨げとなるような場面も見られた。更に、今回のように社会的影響が大きい事故の発生時には、立地地域・マスコミへの対応以外にも、当社サービスエリアのお客さまからの問い合わせへの真摯な対応も求められたが、原子力部門からの必要な支援がタイムリーに得られず、お客さまの信頼を損なう場面もあった。

問題点5-⑮：原子力部門が、公表基準に定められているトラブル情報以外の原子力災害リスク情報（起こっていないこと）を社外に出すことをしなかった。

問題点5-⑯：地域目線に基づき「会社としての方針策定やリスク認識を提言」するための仕組みも、権限が不明確であること、監視の仕組みの不足等から、十分に機能しなかった。

問題点5-⑰：事故対応中、発電所本部にいる発電所長、各班長が社外プレス対応に時間を取

られ、復旧活動を阻害する事象が起きた。

問題点5-⑱：各広報部の役割分担や広報担当者の役割分担（緊急時の動き方）が不明確であり、また広報関係の指揮命令系統の一元化が図られていなかった。

＜関連 Q&A（例）＞

Q12-18	新潟県中越沖地震の対応への反省から各所に設置されたスポークスパーソンはなぜ有効に働かなかったのか。
A	（東電原子力安全改革プラン（49P）） 新潟県中越沖地震時の対応の反省から、社会的影響の大きい事故トラブルの発生時に、広報部等と連携して迅速適確な情報提供を行うために、各所にスポークスパーソンを設置している。今回の事故時にこの仕組みが有効に働かなかった原因としては、 － スポークスパーソンは専任ではないため、事故時には所属の業務が優先となり、広報対応時に不在となる場合があった。 － スポークスパーソンは各所に所属のため、指示ルートが複雑で、迅速に指示が通らなかった。 － 事故時の難しい対応のためには、スポークスパーソンは日常からマスコミ等とのコミュニケーションの経験を積むことが必要であった。 ことがあげられる。
Q12-19	緊急時の情報公開の体制上の問題点としては何があるか。
A	（東電原子力改革プラン（49P）） スポークスパーソンの役割等を含め、本店・各発電所広報部、立地地域部の役割分担、指揮命令系統が明確でなかったため、今回の事故時には、統一した指示に基づかない形で、それぞれが情報入手等のために連絡を取り合い、肝心な復旧活動の妨げとなるような場面も見られた。更に、今回のように社会的影響が大きい事故の発生時には、立地地域・マスコミへの対応以外にも、当社サービスエリアのお客さまからの問い合わせへの真摯な対応も求められたが、原子力部門からの必要な支援がタイムリーに得られず、お客さまの信頼を損なう場面もあった。 • 原子力部門が、公表基準に定められているトラブル情報以外の原子力災害リスク情報（起こっていないこと）を社外に出すことをしなかった。 • 地域目線に基づき「会社としての方針策定やリスク認識を提言」するための仕組みも、権限が不明確であること、監視の仕組みの不足等から、十分に機能しなかった。 • 事故対応中、発電所本部にいる発電所長、各班長が社外プレス対応に時間を取られ、復旧活動を阻害する事象が起きた。 • 各広報部の役割分担や広報担当者の役割分担（緊急時の動き方）が不明確であり、また広報関係の指揮命令系統の一元化が図られていなかった。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 67.2 緊急時の情報公開の体制上の課題や問題認識
	関連知見 No	知見 8 その他：緊急時対応を行う職員の環境整備を図る。対外発表、渉外業務を適切に行い、海外対応にも気を配る。
	関連教訓 No	教訓 8-2、通番 21 対外発表
	関連細目 No	細目 8-2-2、細 67 組織内あるいは関係組織間で緊急時の事前了解の効率化について合意する。
キーワード		
12	広報	**不信感の醸成**：断定事項のみの公表 2、スポークスパーソン、復旧活動を阻害する問合せ、不明確な指揮命令系統 2、原子力災害時の情報発信の定め
14	文献・出典	**事業者関連**：東電原子力安全改革プラン 78

資料 68.1（資 170）

〔事故時における総理の福島第一来訪－現地の受止め〕

菅総理の福島第一来訪について

(1) 吉田調書

- **総理の発電所来訪については目的も聞いておらず､行くよということしかなかった。菅総理は 3 月 12 日 7 時 11 分頃に来て、8 時 4 分頃に帰った。**
- **総理への対応は自分ひとりでやったが、かなり厳しい口調で、どういう状況になっているんだということを聞かれたので、要するに電源がほとんど死んでいますということで、制御が効かない状態です。ベントも一生懸命やっていますけれども、現場は大変ですという話はした。自由発言できる雰囲気じゃないので、総理に聞かれたことに答えた。**
- **緊急対策室の隣の部屋で対応したが、総理は職員への激励にも行かれず、そのまま帰られた。**

(2) 政府事故調報告書（最終）

- **菅総理は、現地まで出向いて現地責任者である吉田所長と直接に話をする必要があると判断し、視察を実行した。**
- **今回のような大規模災害・事故が発生した場合において、最高指揮官としての立場にある内閣総理大臣が、長時間にわたって官邸を離れ、危険が伴う現地視察を行い、緊急対応に追われていた現地を訪れたことについては、他の代わりとなる人物を派遣して状況を確認させるなど、より問題の少ない方法によるべきではなかったのかという点で、なお疑問が残る。**

(3) 国会事故調報告書（310P)）

- **菅総理の現場視察は、現場の士気を鼓舞したというよりも、自己のいら立ちをぶつけることで、むしろ作業に当たる現場にプレッシャーを与えた可能性もある。**
- **菅総理が福島第一原発に乗り込んだことを契機として、本来、保安院から、あるいは保安院を経由して発せられるべき､オンサイトに関する､東電への指示･命令が、直接官邸から出されるようになり、事実上複数の指示命令系統が作られていった。**
- **言うまでもなく、緊急時においては、危機管理上、指揮命令系統が明確であることが求められるが、本事故においては、海江田経産大臣がベントや海水注入の命令を発出した後で、官邸が督促やさらなる介入をし、これが現場に混乱をもたらした。**

＜総理の福島来訪について＞（吉田調書① 20110722 (P49)（通し頁 49P)（下線は JANSI 追記）

○質問者　この辺り、そのあと7時11分に、内閣総理大臣が到着されるということが書いてあるんですけれども、総理が来られるということは、いつごろそういう話になったんですか。

○回答者　時間の記憶がほとんどないんです。いつ最初の情報が来たとか、でも、多分1時間くらい、今出られたと、ヘリでですね、そういう話が入ってきているので、到着の最低1時間

以上前には出られたという話が入ってきているはずですから、その6時前後とかには、来るよという情報は入ってきたんだろうなという、これは今からの推定ですけれども、そうだと思います。
○質問者　これは、本店を通じてですか。テレビ会議か何かで。
○回答者　はい。
○質問者　では、何のために来るということだったんですか。
○回答者　知りません。
○質問者　そういう目的も伝えらず、いきなり来ると。
○回答者　行くよという話しかこちらはもらっていません。
○質問者　実際に、向こうに来られたときというのは、総理とほかにはどういった方が来られていたんですか。
○回答者　私は、覚えているのは、総理と班目原子力安全委員長と、それから県の代表だと思うんですけ、内堀副知事の顔は知っていますから、その御三人は覚えていますけれども、ほかに数名いらっしゃったんですけれども、防災服を着て、その人の顔は存じ上げないので、どなたかよくわからない状態ですが、総勢10名くらいいらっしゃったんでしょうか、そんな感じで。
○質問者　そのときの、プラント側の方の、サイト側の方の対応はどなたがされたんですか。向こうから来られますね。所長がまず対応されますね。ほかに一緒に対応されたのは。
○回答者　私だけです。
○質問者　お一人だけですか。
○回答者　私だけです。指示をしているので、ベントの継続だとか、その辺の指示をして、ちゃんと継続してやれと、それで何かあれば、あのとき携帯が通じなかったから、PHS通じなかったから、だれかこっち来いと指示をして、それで、そういう対応をしていた。
○質問者　その御一行は、免震重要棟の方に来られたんですか。
○回答者　そうです。
○質問者　免震重要棟の2階は緊急対策室がありますけれども、そのお部屋に来られたわけではないんですか。
○回答者　いえ、違います。免震重要棟は、円卓がここにありますね。大きい部屋がこうありますけど、私はこの辺に座っているんですけれども、ここに構造上、廊下がこうあって、ここに席を用意して、ここに総理、ここに■■さん、ここに内堀さんいて、あとは、よく知らない人がいらっしゃって、SPの人がいらっしゃつて、私と武藤がここにいて、ユニット所長、■■とかが代わりに指揮を取ると、あとは班長が、だからここで判断できないことがあれば言いに来いという形です。
○質問者　武藤さんは、どこにおられたんですか。
○回答者　オフサイトセンターに。
○質問者　では、総理が来られるのに合わせて。
○回答者　それで、オフサイトセンターからこちらに来た。

○質問者　これで来られて、総理は、結局何をここで所長に対してお話をされていたんですか。
○回答者　まず来られて、ここから先に案内していたので、そこから私が入っていって、座った時点で、かなり厳しい口調で、どういう状況になっているんだということを聞かれたので、要するに電源がほとんど死んでいますということで、制御が効かない状態ですと、何でそうなったんだということで、その時点ではっきり津波の高さもわかりません、津波で電源が全部水没して効かないですという話をしたら、何でそんなことで原子炉がこんなことになるんだということを班目先生に質問したりとか、そういうことをされていて、要はそういう現場の状況を説明して、あとはベントについて、ベントどうなったというから、経産大臣から命令が出た直後だったので、出ましたと、我々は一生懸命やっていますけれども、現場は大変ですという話はしました。記憶はそれぐらいしかない、時間はそんなに長くなかったと思います。
○質問者　例えば今のベントなんか、先ほどの話ですと、国やどんどん現場から離れていくと、その認識が薄くなってくると、どれだけ大変なのかということがね、それで、この機会なんかに、いかに今、現場が厳しい状況になっているかということは、説明されているんですか。
○回答者　そこは、なかなかその雰囲気からしゃべれる状況ではなくて、現場は大変ですよということは言いましたけれども、何で大変かということですね、十分に説明できたとは思っていません。今となってはですね。要するに自由発言できる雰囲気じゃないじゃないですか、首相の場合、えっということを聞かれるのに答えているだけですから。
○質問者　それで、横の部屋に行けば円卓があって、そこでみんなでわいわいと対応をされている現場に非常に近い状況が、壁一枚向こうにあるんですけれども、総理はそこに激励なり。
○回答者　こういって、こう帰られましたから。
○質問者　行かれていないんですか。
○回答者　はい。
○質問者　中を。
○回答者　全く、こう来て、座って帰られましたから。
○質問者　それで、帰られたのは、8時ころなんですね。
○回答者　はい。
○質問者　この時系列を見ると、8時3分にベント操作を9時目標で行うよう、発電所長指示とあって、8時4分に内閣総理大臣が発電所を出発というのがあって、何か8時3分というと、まだ総理が出発される前というような感じになっているんですけれども、所長は、最後、出発するところまで見送りに行’かれたり。
○回答者　行かないです。ここに運動場があるんですけれども、ヘリがここに着くんですね。ここからこう来て、こう入っていかれたわけなので、私らはここだけで、あとは、武藤がここまで迎えに行ったのと、送りに行ったと思います。私は、ここで。

（政府事故調報告書（最終）（373P））

菅総理は、3月12日未明、当時、福島第一原発事故に関する情報が十分に入っていなかったことなどから、総理大臣秘書官らに対し、福島第一原発視察の準備を指示した。菅総理は、この視察について、枝野官房長官から、「後に政治的批判を受ける可能性がある」旨の指摘を受けた。しかし、福島第一原発の状況が十分に把握できない状況にあったことから、原子力の分野については他の閣僚よりも「土地鑑がある」（当委員会が行ったヒアリングにおける菅前総理の発言）と自負していた菅総理は、現地まで出向いて現地責任者である吉田所長と直接に話をする必要があると判断し、視察を実行した。

この現地視察は、事故もなく無事終了し、また、結果的には福島第一原発におけるベント実施への影響もなかったと認められる。さらに、菅総理自身は、吉田所長と接したことにより得たものがあったと述べている。しかしながら、今回のような大規模災害・事故が発生した場合において、最高指揮官としての立場にある内閣総理大臣が、長時間にわたって官邸を離れ、危険が伴う現地視察を行い、緊急対応に追われていた現地を訪れたことについては、他の代わりとなる人物を派遣して状況を確認させるなど、より問題の少ない方法によるべきではなかったのかという点で、なお疑問が残る。

（国会事故調報告書（310P））

菅総理の現地視察によって、福島第一原発側の事故対応において、具体的に何らかの支障が生じた事実は認められないが、ベントの実施が早まったという事実も認められない。

・・・・(略)・・・・

他方で、菅総理は、福島第一原発において「なぜベントが実施できていない」などと相当に厳しい様子を見せていた、と述べる者は少なくない。こうしたことからすると、菅総理の現場視察は、現場の士気を鼓舞したというよりも、自己のいら立ちをぶつけることで、むしろ作業に当たる現場にプレッシャーを与えた可能性もある。

（国会事故調報告書（324P））

菅総理が福島第一原発に乗り込んだことを契機として、本来、保安院から、あるいは保安院を経由して発せられるべき、オンサイトに関する、東電への指示・命令が、直接官邸から出されるようになり、事実上複数の指示命令系統が作られていった。

言うまでもなく、緊急時においては、危機管理上、指揮命令系統が明確であることが求められるが、本事故においては、海江田経産大臣がベントや海水注入の命令を発出した後で、官邸が督促やさらなる介入をし、これが現場に混乱をもたらした。

指揮命令系統の破壊による現場の当惑について、福島第一原発の吉田所長は次のように述べている。これらは重く受け止めなければならない。

「指示命令系統がムチャクチャなんですよ。結局、電話がかかってきたら武黒が官邸にいて、武黒から電話がかかってきて、『おまえ、海水注入は』、『やってますよ』と言うと、『えっ』、『もう始まってますから』、『おいおい、やってんのか』と。『止めろ』と言うので、『何でですか』と。『おまえ、うるせえ。官邸が、もうグジグジ言ってんだよ』なんて言うから、（私

が)『何言ってんですか』と言って、あれ、切れちゃったよ、そこで」
「指揮命令系統が、例えば、本来、本店が止めろと言うんだったら、そこで議論できるんですけど、全然わきの官邸から電話までかかってきて止めろという話なんで、何ですか、それはと。で、十分な議論ができないんです、電話ですからね。で、四の五の言わずに止めろですから」
「俺は止めないよと言ったんだけど、官邸が言っているからしょうがねえだろうとかいう話になったんです。だから、要するに、そのときも、指示命令系統がどこにあるのかというのが非常に分散している状態で、僕はこれはもう最後は僕の判断だと思ったんです」

＜関連 Q&A（例）＞

Q7-7	総理はなぜ福島第一の現場を訪問したのか。
A	（政府事故調報告書（373P） • 菅総理は、3月12日未明、当時、福島第一原発事故に関する情報が十分に入っていなかったことなどから、総理大臣秘書官らに対し、福島第一原発視察の準備を指示した。 • 菅総理は、この視察について、枝野官房長官から、「後に政治的批判を受ける可能性がある」旨の指摘を受けた。 • しかし、福島第一原発の状況が十分に把握できない状況にあったことから、原子力の分野については他の閣僚よりも「土地鑑がある」（当委員会が行ったヒアリングにおける菅前総理の発言）と自負していた菅総理は、現地まで出向いて現地責任者である吉田所長と直接に話をする必要があると判断し、視察を実行した。
Q7-8	総理は福島第一の現場へ行って何をしたのか。
	（吉田調書①　20110722） • 総理の発電所来訪については目的も聞いておらず、行くよということしかなかった。菅総理は 3 月 12 日 7 時 11 分頃に来て、8 時 4 分頃に帰った。(50P) • 総理への対応は自分ひとりでやったが、かなり厳しい口調で、どういう状況になっているんだということを聞かれたので、要するに電源がほとんど死んでいますということで、制御が効かない状態です。ベントも一生懸命やっていますけれども、現場は大変ですという話はした。自由発言できる雰囲気じゃないので、総理に聞かれたことに答えた。(51P) • 緊急対策室の隣の部屋で対応したが、総理は職員への激励にも行かれず、そのまま帰られた。(51P)
Q7-9	総理の福島第一訪問は事故報告書でどのように評価されているか。
A	（政府事故調報告書（373P)） • この現地視察は、事故もなく無事終了し、また、結果的には福島第一原発におけるベント実施への影響もなかったと認められる。さらに、菅総理自身は、吉田所長と接したことにより得たものがあったと述べている。しかしながら、今回のよ

	うな大規模災害・事故が発生した場合において、最高指揮官としての立場にある内閣総理大臣が、長時間にわたって官邸を離れ、危険が伴う現地視察を行い、緊急対応に追われていた現地を訪れたことについては、他の代わりとなる人物を派遣して状況を確認させるなど、より問題の少ない方法によるべきではなかったのかという点で、なお疑問が残る。 （国会事故調報告書（310P）） • 菅総理の現地視察によって、福島第一原発側の事故対応において、具体的に何らかの支障が生じた事実は認められないが、ベントの実施が早まったという事実も認められない。 • 菅総理は、福島第一原発において「なぜベントが実施できていない」などと相当に厳しい様子を見せていた、と述べる者は少なくない。こうしたことからすると、菅総理の現場視察は、現場の士気を鼓舞したというよりも、自己のいら立ちをぶつけることで、むしろ作業に当たる現場にプレッシャーを与えた可能性もある。 • 菅総理が福島第一原発に乗り込んだことを契機として、本来、保安院から、あるいは保安院を経由して発せられるべき、オンサイトに関する、東電への指示・命令が、直接官邸から出されるようになり、事実上複数の指示命令系統が作られていった。 （国会事故調報告書（324P）） • 言うまでもなく、緊急時においては、危機管理上、指揮命令系統が明確であることが求められるが、本事故においては、海江田経産大臣がベントや海水注入の命令を発出した後で、官邸が督促やさらなる介入をし、これが現場に混乱をもたらした。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 68.1 事故時における総理の福島第一来訪－現地の受止め
	関連知見 No	知見 8 その他：緊急時対応を行う職員の環境整備を図る。対外発表、渉外業務を適切に行い、海外対応にも気を配る。
	関連教訓 No	教訓 8-3、通番 22 渉外対応
	関連細目 No	細目 8-3-1、細 68 やむを得ない緊急時の視察や立入には、最小限で対応する。
キーワード		
1	事故対応	**総理の福島第一来訪**：総理の現地訪問
14	文献・出典	**国会関連**：国会事故調報告書 47 **政府関連**：吉田調書 12、政府事故調報告書（最終）39
15	人名・法令類	**人名**：菅直人 4、斑目春樹、内堀雅雄、武藤栄

資料 69.1（資 171）

〔女川原子力発電所における地元女川町の避難者の受入れ〕

電気学会で東北電力が発表した資料において、震災の際に地元の女川町の避難者を発電所で受け入れた話が掲載されている。

- 発電所周辺の住民が発電所に避難を求めてきたので受け入れた。数日後、避難者の数は 360 人を超え、約 3 ヶ月間共に過ごした。

＜東北電力㈱女川原子力発電所の例＞（東北電力資料：地震・津波被災を乗り越えた女川原子力発電所（平成 27 年電気学会全国大会）より）

また，女川町に通じる道路も地震と津波で被害を受け寸断され，発電所は孤立状態になった。発電所周辺の住民も家屋等に被害を受け，発電所に避難を求めてきた。最初は，ＰＲ（広報）センターに，次は，発電所の事務棟に受け入れたが，どんどん人数が増えため最後は発電所の体育館に受け入れた。数日後，避難者の数は更に増え３６０人を超え，約３ヶ月間共に過ごした（図２）。



図２．避難者の体育館での様子

Fig.2. Photo of the evacuees in the gymnasium of the site

＜関連 Q&A（例）＞

Q1-80	地域の住民の方々が女川原子力発電所に避難を求めてきたことに対してどのように対応したのか。
A	（女川/東海第二報告書（24P）） • 家を流されたり、道路が寸断したことにより孤立した地域から区長とともに住民の方々が、3月11日の16時頃、発電所PRセンターに避難を求めてきた。 • しかし、PRセンターも停電していたため、発電所長の判断により発電所構内への受入れを決めた。 • 当初は徒歩で避難されてきたが、途中からバスを発電所から出して迎えた。 • 避難された方々は、3月14日には最大人員の364名となった。避難されてきた方々が出入りされるため、その出入管理が煩雑であった。 • 自治体に地域住民の方々を受け入れている旨連絡し、3月16日に女川町の避難所として指定され、それ以降は自治体の職員が常駐し対応に当たられた。 • 新たな避難先が見つかった人から順次退去され、6月6日に全員の退去が完了した。 • 自治体からの食料が届くまで、発電所に備蓄していた非常食を配給した。水は備蓄していたペットボトルを配給した。発電所内の水道設備が復旧した後は水道水を使用してもらった。 • 避難されてきた方々の日用品は、要望をお尋ねして本店へ手配を依頼し、ヘリコプターで運搬してもらった。 • 更に、避難者の方々のうち妊婦の方や酸素ボンベが必要な方の搬送のためにヘリコプターを活用した。 • また、津波を避けるために沖に避難していた船も、戻る港が被害にあったため、一時的に、発電所の港湾に受入れを行った。
Q1-81	避難者の受入れに当たってどのような手続きが必要であったか。
A	（女川/東海第二報告書（24P）） 区長とともに住民の方々が、3月11日の16時頃、発電所PRセンターに避難を求めてきた。しかし、PRセンターも停電していたため、発電所長の判断により発電所構内への受入れを決めた。核物質防護上、区長が身元保証人になって頂き受け入れた。国へも受け入れについて連絡した。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 69.1 女川原子力発電所における地元女川町の避難者の受入れ
	関連知見 No	知見 8 その他：緊急時対応を行う職員の環境整備を図る。対外発表、渉外業務を適切に行い、海外対応にも気を配る。
	関連教訓 No	教訓 8-3、通番 22 渉外対応
	関連細目 No	細目 8-3-2、細 69 人道的な渉外対応の場合は来訪者の安全確保を第一に考える。
キーワード		
1	事故対応	**女川原子力発電所の対応**：避難者の受入れ
14	文献・出典	**事業者関連**：女川の被災者対応 3

資料 70.1（資 172）

〔避難指示基準についての考察〕

JANSI 低線量被ばくの健康影響についてまとめた資料に掲載した避難指示基準についての考察を示す。

- **ICRP2007 年勧告によれば、年 100mSv を超えれば確定的影響とがんも有意なリスクの可能性が高くなるとしている。**
- **年 20～100mSv は、線量を低減するための考慮がなされるべき状況であり、移住、短期の避難、屋内退避などが考えられる。まずは、健康リスクを避け、次に生活が壊れるリスクを避けるという考えである。**
- **国は、この考え方に基づき、線量 20mSv を避難指示の基準としたと考えられる。**

＜我が国の避難指示基準＞（JANSI　低線量放射線被ばくの健康影響より）

2.1.3 避難指示基準（20mSv/年）について

放射線リスクに対する各国の見解を調べてみると、多くの国が、ほぼ100ミリシーベルトを超えると「がんリスクが直線的に増える。」と認めていることがわかる。ただ、これ以下では疫学的には検出できないことも確かである。ICRPは、100ミリシーベルト以下でも線量に応じて影響の出るリスクがあると仮定したが、これにより、放射線防護は自然科学の議論だけでは済まなくなった。すなわち、どの程度のリスクなら許容すべきか、という自然科学以外の判断を入れざるを得なくなった。

具体的には、ICRP2007年勧告によれば、年100mSvを超えれば確定的影響とがんも有意なリスクの可能性が高くなるとしている。100mSv以上の放射線を受けることは好ましくないという判断である。年20～100mSvは、線量を低減するための考慮がなされるべき状況であり、移住、短期の避難、屋内退避などが考えられる。そして年20mSv以下なら、個人が線量低減できる十分な情報が入手できる状況のもとで、便益を個人が受ける事情、例えば戻って復興のための努力をするという選択肢も考えられる。まずは健康リスクを避け、次に生活が壊れるリスクを避けるという考えである。国は、このICRPの考え方に基づき、線量20mSvを避難指示の基準としたと考えられる。

この線量20mSvについては、（財）環境科学技術研究所による「低線量率長期連続照射のマウスの寿命に与える影響実験」の結果が参考になる可能性が考えられる13)（詳細は第2.4節2.4.3項(2)で述べる)。それによれば、1日あたり0.05ミリグレイの低線量率放射線を400日間長期照射して積算線量が20ミリグレイになるマウスでは、オス、メスともに有意な寿命の短縮が見られなかった。

上記の事項を勘案すれば、ICRP の放射線防護に係る考え方等が、福島事故に対して国が定めた避難指示の基準「年間 20mSv」のベースになっていると推測される。

＜ICRP の 20mSv から 100mSv＞（ICRP Pub 109）

参考レベルは，これを上回るレベルでの被ばくの発生を許容するように計画することは不適

切であると一般に判断されるような残存線量またはリスクのレベルを示している。したがって，すべての計画された防護戦略では，被ばくを少なくともこのレベル以下に抑えることを目指し，最適化によって更に被ばくを低減すべきである。参考レベルより上であれ下であれ，すべての被ばくに対する防護は最適化されるべきである。緊急時被ばく状況に対する対応計画策定との関連で，各国の当局は参考レベルを実効線量で20mSv から100mSvの間に（考慮対象の緊急時被ばく状況に適用できるように，急性または年間の線量として）設定すべきであると委員会は勧告する。

＜関連 Q&A（例）＞

Q7-44	わが国の避難指示の基準はどのような考え方か。
A	（JANSI　低線量放射線被ばくの健康影響） • 具体的には、ICRP2007年勧告によれば、年100mSvを超えれば確定的影響とがんも有意なリスクの可能性が高くなるとしている。100mSv以上の放射線を受けることは好ましくないという判断である。 • 年20～100mSvは、線量を低減するための考慮がなされるべき状況であり、移住、短期の避難、屋内退避などが考えられる。そして年20mSv以下なら、個人が線量低減できる十分な情報が入手できる状況のもとで、便益を個人が受ける事情、例えば戻って復興のための努力をするという選択肢も考えられる。 • まずは健康リスクを避け、次に生活が壊れるリスクを避けるという考えである。国は、このICRPの考え方に基づき、線量20mSvを避難指示の基準としたと考えられる。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 70.1 避難指示基準についての考察
	関連知見 No	知見 8 その他：緊急時対応を行う職員の環境整備を図る。対外発表、渉外業務を適切に行い、海外対応にも気を配る。
	関連教訓 No	教訓 8-4、通番 23 国際関係
	関連細目 No	細目 8-4-1、細 70 国際間ルールと国内のルールに相違がある場合は、その違いを把握する。
キーワード		
13	関係組織	**海外機関**：ICRP2 **その他**：環境科学技術研究所
14	文献・出典	**海外機関関連**：ICRP 勧告 1、ICRP Pub 109(日本アイソトープ) **JANSI 関連**：低線量健康影響、**その他**：低線量影響実験

資料 70.2（資 173）

〔避難指示基準に関する環境省の見解〕

環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料（平成 27 年度版）」において、避難指示基準に関する Q&A が示された。

- **日本政府は、住民の安心を最優先し、事故直後の 1 年目から、ICRP 勧告の緊急時被ばく状況における参考レベルである年間 20～100 ミリシーベルトのうち最も厳しい値に相当する年間 20 ミリシーベルトを採用し、避難指示を行った。**
- **原爆被爆者を主とした疫学調査では、およそ100ミリシーベルト以上の線量では、線量と共にがん死亡が増加することが確認されています。およそ100ミリシーベルトまでの線量では、放射線とがんについての研究結果に一貫性はなく、放射線によりがん死亡が増えることを示す明確な証拠はありません。しかしながら放射線防護の目的のための慎重な考え方として、年間100ミリシーベルトまでゆっくりと被ばくする場合、放射線によるがん死亡が1,000ミリシーベルト当たりおよそ5%であるとされており、国際放射線防護委員会（ICRP）もこれを妥当であるとしています。**

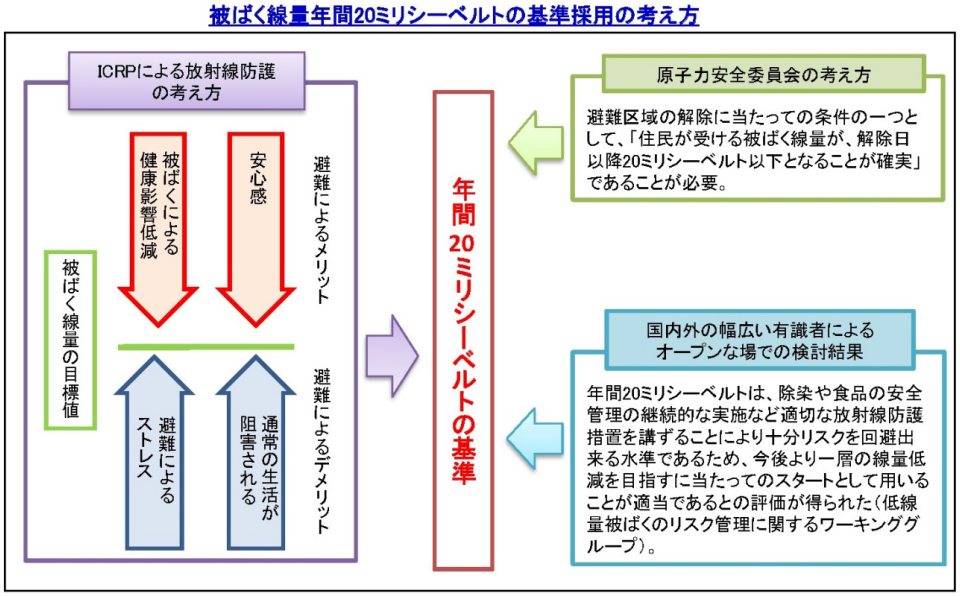
＜避難指示基準について＞（環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料（平成27年度版）」 第5章 事故からの回復に向けた取組 Q&Aより）

QA9 避難指示基準を年間20ミリシーベルトとした経緯は何ですか。

東京電力福島第一原子力発電所事故においては、放射線防護に関する国際基準として広く認められている国際放射線防護委員会（ICRP）の考え方を基本に、放射線防護に関する国内外の専門家の意見も踏まえつつ、放射線防護の措置が講じられてきました。

日本政府は、住民の安心を最優先し、事故直後の1年目から、ICRP勧告の緊急時被ばく状況における参考レベルである年間20～100ミリシーベルトのうち最も厳しい値に相当する年間20ミリシーベルトを採用し、避難指示を行いました。

被ばく線量年間20ミリシーベルトの基準採用の考え方



統一的な基礎資料の関連項目

上巻 第4章 138ページ「被ばく状況と防護対策」

出典：復興庁「避難住民説明会等でよく出る放射線リスクに関する質問・回答集」より作成

出典の公開日：平成24年12月25日

本資料への収録日：平成28年3月31日

QA23 原子力発電所の事故によって大気中に放出された放射性物質は、人にどのような影響がありますか。被ばくした量との関係、特に100ミリシーベルト（mSv）の意味について教えてください。

大気中に放出された放射性物質は、地表面や建物等に沈着して、環境中にとどまることがあります。この場合、地面等からγ（ガンマ）線を受けますが、体外にある放射性物質からの被ばくですので、外部被ばくと分類されます。

一方、大気中の放射性物質の吸入、放射性物質により汚染した飲料水や農作物を摂取することにより、体内に取り込まれた放射性物質による被ばくが考えられます。こちらは内部被ばくと呼ばれます。

放射線に被ばくすると健康に影響を及ぼすことがありますが、内部被ばく、外部被ばくに関係なく、その影響の程度や種類は受けた放射線の量（以下、線量といいます）に依存します。長期的な影響として、受けた線量が高いほど数年後から数十年後にがんになる危険性が高まると考えられています。

がんは放射線だけでなく、食事、喫煙、ウィルス、大気汚染等様々な要因によって発症すると考えられます。現在の確認された技術では、起こった個々のがんが放射線によるものであると特定することはできません。したがって、放射線でがんが起こっているかどうかを検証するには、多くの集団において、受けた線量と共にがんが起こる確率も上昇するかどうかを調べる必要があります。

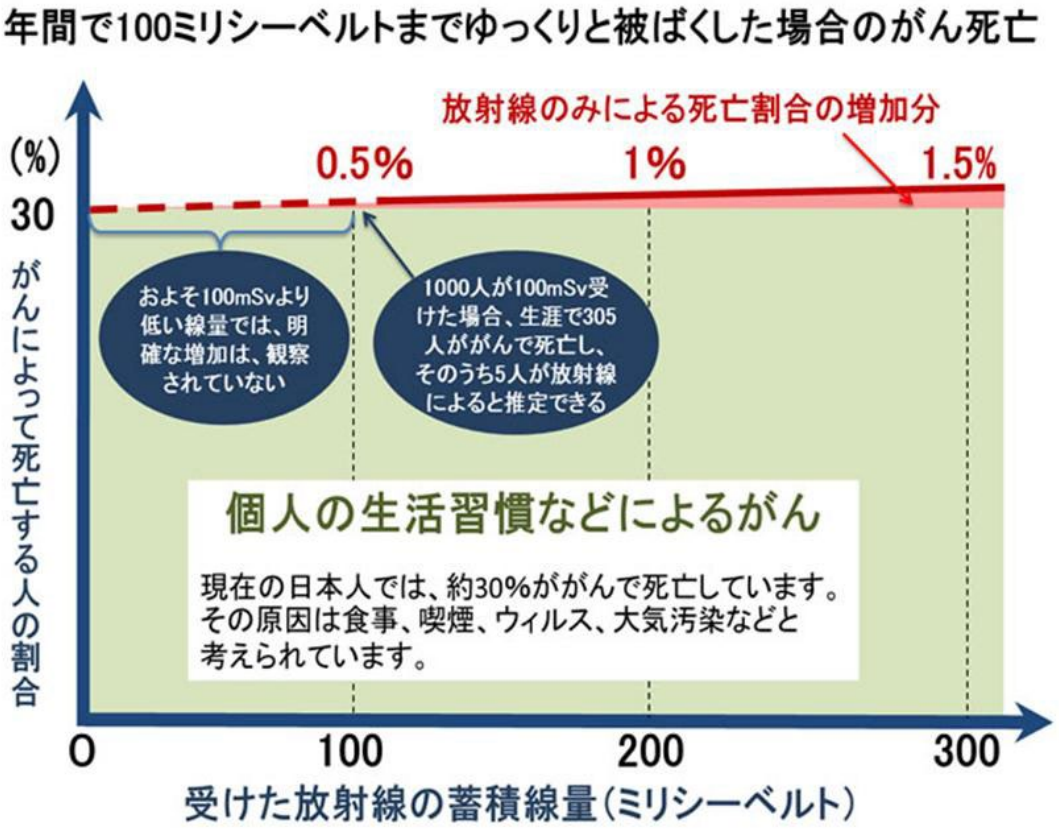
原爆被爆者を主とした疫学調査では、およそ100ミリシーベルト以上の線量※1では、線量と共にがん死亡が増加することが確認されています。およそ100ミリシーベルトまでの線量では、放射線とがんについての研究結果に一貫性はなく、放射線によりがん死亡が増えることを示す明確な証拠はありません。しかしながら放射線防護の目的のための慎重な考え方として、年間100ミリシーベルトまでゆっくりと被ばくする場合、放射線によるがん死亡が1,000ミリシーベルト当たりおよそ5%であるとされており、国際放射線防護委員会（ICRP）もこれを妥当であるとしています。

日本人は元々約30%（1,000人のうち300人）ががんで亡くなっています。この国際的な推定値を用いると、仮に1,000人の方が100ミリシーベルト※2 の線量を受けたとすると、生涯にがんで亡くなる方が300人から305人に増加すると計算できます。

ただし、ICRPは同時に、この仮定は確実ではないが起こる可能性のある障害を予防するという考え方であり、100ミリシーベルトよりもごく低い線量を合計して集団で出るがん等の症例数を計算するといった影響の評価には不確実性が大きく、適切でないと述べています。

※1：この線量は臓器ごとに放射線感受性の重み付けをして足し合わせた実効線量と呼ばれる線量で、外部被ばくと内部被ばくを受けた場合はそれらを合計した線量です。

※2：ここでいう100ミリシーベルトとは年間の被ばく線量ではなく、これまで受けた積算線量です。また、この100ミリシーベルトには自然界から受ける放射線量（日本人で年間平均約2.10ミリシーベルト）は含まれません。



出典：放射線医学総合研究所ウェブサイト「放射線被ばくに関するQ&A」より作成

出典の公開日：平成24年4月13日

本資料への収録日：平成24年12月25日

＜関連 Q&A（例）＞

Q7-45	政府は避難指示基準として何ミリシーベルトを採用したか。
A	（放射線健康影響等統一的基礎資料（第5章　QA9）） • 東京電力福島第一原子力発電所事故においては、放射線防護に関する国際基準として広く認められている国際放射線防護委員会（ICRP）の考え方を基本に、放射線防護に関する国内外の専門家の意見も踏まえつつ、放射線防護の措置が講じられてきました。 • 日本政府は、住民の安心を最優先し、事故直後の1年目から、ICRP勧告の緊急時被ばく状況における参考レベルである年間20～100ミリシーベルトのうち最も厳しい値に相当する年間20ミリシーベルトを採用し、避難指示を行った

Q7-46	100mSvという被ばく線量は体にどのような影響があるのか。
A	（放射線健康影響等統一的基礎資料（第1章　QA23）） • 原爆被爆者を主とした疫学調査では、およそ100ミリシーベルト以上の線量※1では、線量と共にがん死亡が増加することが確認されています。およそ100ミリシーベルトまでの線量では、放射線とがんについての研究結果に一貫性はなく、放射線によりがん死亡が増えることを示す明確な証拠はありません。しかしながら放射線防護の目的のための慎重な考え方として、年間100ミリシーベルトまでゆっくりと被ばくする場合、放射線によるがん死亡が1,000ミリシーベルト当たりおよそ5%であるとされており、国際放射線防護委員会（ICRP）もこれを妥当であるとしています。 • 日本人は元々約30%（1,000人のうち300人）ががんで亡くなっています。この国際的な推定値を用いると、仮に1,000人の方が100ミリシーベルト※2 の線量を受けたとすると、生涯にがんで亡くなる方が300人から305人に増加すると計算できます。 • ただし、ICRPは同時に、この仮定は確実ではないが起こる可能性のある障害を予防するという考え方であり、100ミリシーベルトよりもごく低い線量を合計して集団で出るがん等の症例数を計算するといった影響の評価には不確実性が大きく、適切でないと述べています。 ※1：この線量は臓器ごとに放射線感受性の重み付けをして足し合わせた実効線量と呼ばれる線量で、外部被ばくと内部被ばくを受けた場合はそれらを合計した線量です。 ※2：ここでいう100ミリシーベルトとは年間の被ばく線量ではなく、これまで受けた積算線量です。また、この100ミリシーベルトには自然界から受ける放射線量（日本人で年間平均約2.10ミリシーベルト）は含まれません。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 70.2 避難指示基準に関する環境省の見解
	関連知見 No	知見 8 その他：緊急時対応を行う職員の環境整備を図る。対外発表、渉外業務を適切に行い、海外対応にも気を配る。
	関連教訓 No	教訓 8-4、通番 23 国際関係
	関連細目 No	細目 8-4-1、細 70 国際間ルールと国内のルールに相違がある場合は、その違いを把握する。
キーワード		
7	緊急時体制	**避難指示基準**：緊急時の被ばく線量
13	関係組織	**国関連**：環境省 **海外機関**：ICRP3
14	文献・出典	**政府関連**：放射線健康影響等統一的基礎資料 **海外機関関連**： ICRP 勧告 2
15	人名・法令類	**法令類**：原災法 2

資料 70.3（資 174）

〔原子力緊急事態における防護措置〕

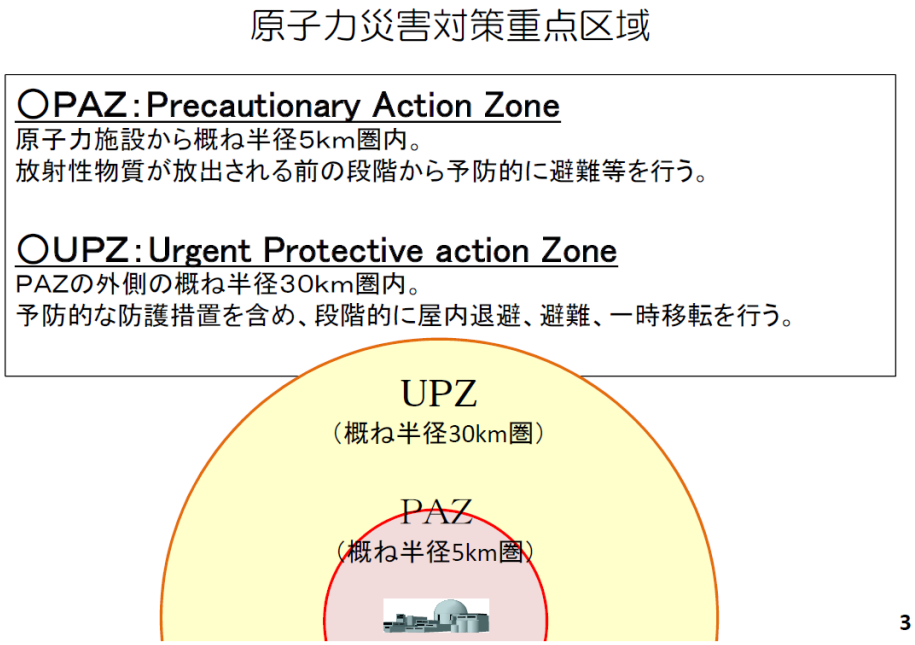
(1) 厚生労働省の検討会で原子力規制庁が提出した資料において、原子力災害特別措置法に基づく原子力緊急事態における防護措置の考え方が示されている。

- **重大な事象が発生すると「警戒事態」が発令され緊急時活動レベル 1（EAL1）となる。EAL1 では概ね 5km 圏内（PAZ）の要支援者の避難準備を開始する。**
- **10 条通報（原災法）があると、「施設敷地緊急事態」が発令され緊急時活動レベル 2（EAL2）となる。EAL2 では PAZ の住民避難の準備が開始される。また、要支援者の避難や屋内退避が開始される。**
- **15 条通報(原災法)があると、「全面緊急事態」が発令され緊急時活動レベル 3(EAL3)となる。EAL3 では PAZ の住民の避難が開始され、安定ヨウ素剤を服用する。また、概ね 30km 圏内（UPZ）の住民は屋内退避する。**

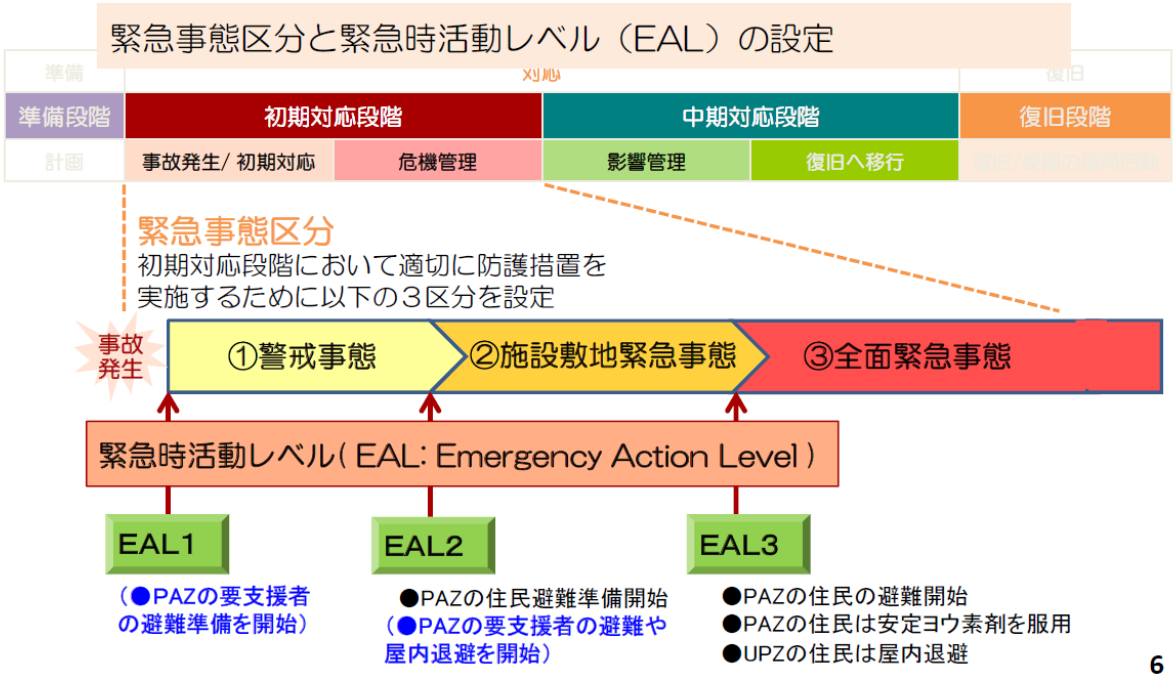
(2) EAL1（警戒事態）、EAL2（10 条事象、施設敷地緊急事態）、EAL3（15 条事象、全面緊急事態）の該当事象が、原子力災害対策指針に定められ、原子力災害判断基準解説にその解説が掲載されている。

＜原子力災害特別措置法に基づく原子力緊急事態における防護措置＞（「原子力災害への対応」（厚生労働省 MHLW「東電福島第一原発作業員の長期健康管理等に関する検討会」第 3 回（H27.2.20）資料 6（原子力規制庁提出資料））より）

事業者に対して「第 10 条通報」と「第 15 条通報」が課せられている。「15 条通報」がなされた場合、内閣総理大臣は「原子力緊急事態宣言」を行う。以下、厚生労働省の検討会に原子力規制庁が提出した資料より。



初期対応段階における防護措置の考え方



6

緊急時活動レベルの特徴

事　象　名	基本的考え方	該当事象一例（＊）
警戒事態 【EAL1】	その時点で公衆への放射線による影響やおそれが緊急のものではないが、原子力施設における異常の発生又はそのおそれあり。	○立地道府県での震度６弱以上の地震 ○大津波警報の発令 ○規制委員長等が重大な事象と認めた場合 等
施設敷地緊急事態 **（原災法１０条事象）** 【EAL2】	原子力施設において公衆に放射線による影響をもたらす可能性のある事象が生じる	○敷地境界の空間線量率が５μSv/h以上 ○敷地内の管理区域外で５０μSv/h以上 ①全ての交流電源喪失（30分以上継続） ②非常用冷却装置の作動を要する冷却材の漏えい ③使用済燃料プールの水位維持ができない 等
全面緊急事態 **（原災法１５条事象（原子力緊急事態））** 【EAL3】	原子力施設において公衆に放射線による影響をもたらす可能性が高い事象が生じる （参考）原災法上の原子力緊急事態の定義 原子炉の運転等により放射性物質又は放射線が異常な水準で原子力事業所外へ放出された事態	①全ての電源喪失（５分以上継続） ②全ての非常用冷却装置の注水不能 ③使用済燃料プールの水位が基準値まで下がる ○炉心損傷を示す格納容器内の放射線量を検知　　等

（＊）10条事象や15条事象は、原災法政省令等に規定

7

＜警戒事態を判断する EAL1＞（原子力災害対策指針 18P（BWR））（詳細は原子力災害判断基準解説参照 3P（BWR））

① 原子炉の運転中に原子炉保護回路の 1 チャンネルから原子炉停止信号が発信され、その状態が一定時間継続された場合 において、当該原子炉停止信号が発信された原因を特定できないこと。

② 原子炉の運転中に保安規定（炉規法第 43 条の 3 の 24 に規定する保安規定をいう。以下同じ。）で定められた数値を超える原子炉冷却材の漏えいが起こり、定められた時間内に定められた 措置を実施できないこと。
③ 原子炉の運転中に当該原子炉への全ての給水機能が喪失すること。
④ 原子炉の運転中に主復水器による当該原子炉から熱を除去する機能が喪失した場合において、当該原子炉から残留熱を 除去する機能の一部が喪失すること。
⑤ 全ての非常用交流母線からの電気の供給が 1 系統のみとなった場合で当該母線への電気の供給が 1 つの電源のみとなり、その状態が 15 分以上継続すること、又は外部電源喪失が 3 時間以上継続すること。
⑥ 原子炉の停止中に当該原子炉容器内の水位が水位低設定値まで低下すること。
⑦ 使用済燃料貯蔵槽の水位が一定の水位まで低下すること。
⑧ 原子炉制御室その他の箇所からの原子炉の運転や制御に影響を及ぼす可能性が生じること。
⑨ 原子力事業所内の通信のための設備又は原子力事業所内と原子力事業所外との通信のための設備の一部の機能が喪失すること。
⑩ 重要区域において、火災又は溢水が発生し、原子力災害対策特別措置法に基づき原子力事業者が作成すべき原子力事業 者防災業務計画等に関する命令（平成 24 年文部科学省・経済産業省令第 4 号）第 2 条第 2 項第 8 号に規定する安全上 重要な構築物、系統又は機器（以下「安全機器等」という。）の機能の一部が喪失するおそれがあること。
⑪ 燃料被覆管障壁もしくは原子炉冷却系障壁が喪失するおそれがあること、又は、燃料被覆管障壁もしくは原子炉冷却系 障壁が喪失すること。
⑫ 当該原子炉施設等立地道府県において、震度 6 弱以上の地震が発生した場合。
⑬ 当該原子炉施設等立地道府県沿岸において、大津波警報が発令された場合。
⑭ 東海地震注意情報が発表された場合（浜岡原子力発電所のみ）。
⑮ オンサイト統括補佐が警戒を必要と認める当該原子炉施設の重要な故障等が発生した場合。
⑯ 当該原子炉施設において新規制基準で定める設計基準を超える外部事象が発生した場合（竜巻、洪水、台風、火山等）。
⑰ その他原子炉施設以外に起因する事象が原子炉施設に影響を及ぼすおそれがあることを認知した場合など委員長又は 委員長代行が警戒本部の設置が必要と判断した場合。

（PWR）（原子力災害対策指針 24P）（詳細は原子力災害判断基準解説参照 11P(PWR)）

① 原子炉の運転中に原子炉保護回路の 1チャンネルから原子炉停止信号が発信され、その状態が一定時間継続された場合 において、当該原子炉停止信号が発信された原因を特定できないこと。
② 原子炉の運転中に保安規定で定められた数値を超える原子炉冷却材の漏えいが起こり、定められた時間内に定められた 措置を実施できないこと。
③ 原子炉の運転中に蒸気発生器への全ての主給水が停止した場合において、電動補助給水

ポンプ又はタービン動補助給水 ポンプによる給水機能が喪失すること。

④ 全ての非常用交流母線からの電気の供給が1系統のみとなった場合で当該母線への電気の供給が1つの電源のみとなり、その状態が15分以上継続すること、又は外部電源喪失が3時間以上継続すること。

⑤ 原子炉の停止中に1つの残留熱除去系ポンプの機能が喪失すること。

⑥ 使用済燃料貯蔵槽の水位が一定の水位まで低下すること。

⑦ 原子炉制御室その他の箇所からの原子炉の運転や制御に影響を及ぼす可能性が生じること。

⑧ 原子力事業所内の通信のための設備又は原子力事業所内と原子力事業所外との通信のための設備の一部の機能が喪失すること。

⑨ 重要区域において、火災又は溢水が発生し、安全機器等の機能の一部が喪失するおそれがあること。

⑩ 燃料被覆管障壁もしくは原子炉冷却系障壁が喪失するおそれがあること、又は、燃料被覆管障壁もしくは原子炉冷却系障壁が喪失すること。

⑪ 当該原子炉施設等立地道府県において、震度6弱以上の地震が発生した場合。

⑫ 当該原子炉施設等立地道府県沿岸において、大津波警報が発令された場合。

⑬ オンサイト統括補佐が警戒を必要と認める当該原子炉施設の重要な故障等が発生した場合。

⑭ 当該原子炉施設において新規制基準で定める設計基準を超える外部事象が発生した場合（竜巻、洪水、台風、火山等）。

⑮ その他原子炉施設以外に起因する事象が原子炉施設に影響を及ぼすおそれがあることを認知した場合など委員長又は委 員長代行が警戒本部の設置が必要と判断した場合。

＜施設敷地緊急事態を判断する EAL2＞（原子力災害対策指針 20P（BWR））（詳細は原子力災害判断基準解説参照 3P（BWR））

① 原子炉の運転中に非常用炉心冷却装置の作動を必要とする原子炉冷却材の漏えいが発生すること。

② 原子炉の運転中に当該原子炉への全ての給水機能が喪失した場合において、全ての非常用の炉心冷却装置（当該原子炉へ高圧で注水する系に限る。）による注水ができないこと。

③ 原子炉の運転中に主復水器による当該原子炉から熱を除去する機能が喪失した場合において、当該原子炉から残留熱を除去する全ての機能が喪失すること。

④ 全ての交流母線からの電気の供給が停止し、かつ、その状態が 30 分以上（原子炉施設に設ける電源設備が実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成 25 年原子力規制委員会規則第 5 号）第 57 条第 1 項及び実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則（平成 25 年原子力規制委員会規則第 6 号）第 72 条第 1 項の基準に適合しない場合には、5 分以上）継続すること。

⑤ 非常用直流母線が一となった場合において、当該直流母線に電気を供給する電源が一となる状態が 5 分以上継続すること。

⑥ 原子炉の停止中に当該原子炉容器内の水位が非常用炉心冷却装置（当該原子炉へ低圧で注水する系に限る。）が作動する水位まで低下すること。
⑦ 使用済燃料貯蔵槽の水位を維持できないこと又は当該貯蔵槽の水位を維持できていないおそれがある場合において、当該貯蔵槽の水位を測定できないこと。
⑧ 原子炉制御室の環境が悪化し、原子炉の制御に支障が生じること、又は原子炉若しくは使用済燃料貯蔵槽に異常が発生した場合において、原子炉制御室に設置する原子炉施設の状態を表示する装置若しくは原子炉施設の異常を表示する警 報装置の機能の一部が喪失すること。
⑨ 原子力事業所内の通信のための設備又は原子力事業所内と原子力事業所外との通信のための設備の全ての機能が喪失すること。
⑩ 火災又は溢水が発生し、安全機器等の機能の一部が喪失すること。
⑪ 原子炉格納容器内の圧力又は温度の上昇率が一定時間にわたって通常の運転及び停止中において想定される上昇率を超えること。
⑫ 原子炉の炉心（以下単に「炉心」という。）の損傷が発生していない場合において、炉心の損傷を防止するために原子炉格納容器圧力逃がし装置を使用すること。
⑬ 燃料被覆管の障壁が喪失した場合において原子炉冷却系の障壁が喪失するおそれがあること、燃料被覆管の障壁及び原子炉冷却系の障壁が喪失するおそれがあること、又は燃料被覆管の障壁若しくは原子炉冷却系の障壁が喪失するおそれがある場合において原子炉格納容器の障壁が喪失すること。
⑭ 原子力事業所の区域の境界付近等において原災法第 10 条に基づく通報の判断基準として政令等で定める基準以上の放射線量又は放射性物質が検出された場合（事業所外運搬に係る場合を除く。）。
⑮ その他原子炉施設以外に起因する事象が原子炉施設に影響を及ぼすおそれがあること等放射性物質又は放射線が原子力 事業所外へ放出され、又は放出されるおそれがあり、原子力事業所周辺において、緊急事態に備えた防護措置の準備及び防護措置の一部の実施を開始する必要がある事象が発生すること。

（PWR）（原子力災害対策指針 26P（PWR））（詳細は原子力災害判断基準解説参照 11P（PWR））

① 原子炉の運転中に非常用炉心冷却装置の作動を必要とする原子炉冷却材の漏えいが発生すること。
② 原子炉の運転中に蒸気発生器への全ての給水機能が喪失すること。
③ 全ての交流母線からの電気の供給が停止し、かつ、その状態が 30 分以上（原子炉施設に設ける電源設備が実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則第 57 条第 1 項及び実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則第 72 条第 1 項の基準に適合しない場合には、5 分以上）継続すること。
④ 非常用直流母線が一となった場合において、当該直流母線に電気を供給する電源が一となる状態が 5 分以上継続すること。
⑤ 原子炉の停止中に全ての残留熱除去系ポンプの機能が喪失すること。

⑥ 使用済燃料貯蔵槽の水位を維持できないこと又は当該貯蔵槽の水位を維持できていないおそれがある場合において、当該貯蔵槽の水位を測定できないこと。

⑦ 原子炉制御室の環境が悪化し、原子炉の制御に支障が生じること、又は原子炉若しくは使用済燃料貯蔵槽に異常が発生した場合において、原子炉制御室に設置する原子炉施設の状態を表示する装置若しくは原子炉施設の異常を表示する警報装置の機能の一部が喪失すること。

⑧ 原子力事業所内の通信のための設備又は原子力事業所内と原子力事業所外との通信のための設備の全ての機能が喪失す ること。

⑨ 火災又は溢水が発生し、安全機器等の機能の一部が喪失すること。

⑩ 原子炉格納容器内の圧力又は温度の上昇率が一定時間にわたって通常の運転及び停止中において想定される上昇率を超えること。

⑪ 炉心の損傷が発生していない場合において、炉心の損傷を防止するために原子炉格納容器圧力逃がし装置を使用すること。

⑫ 燃料被覆管の障壁が喪失した場合において原子炉冷却系の障壁が喪失するおそれがあること、燃料被覆管の障壁及び原子炉冷却系の障壁が喪失するおそれがあること、又は燃料被覆管の障壁若しくは原子炉冷却系の障壁が喪失するおそれ がある場合において原子炉格納容器の障壁が喪失すること。

⑬ 原子力事業所の区域の境界付近等において原災法第 10 条に基づく通報の判断基準として政令等で定める基準以上の放射線量又は放射性物質が検出された場合（事業所外運搬に係る場合を除く。）。

⑭ その他原子炉施設以外に起因する事象が原子炉施設に影響を及ぼすおそれがあること等放射性物質又は放射線が原子力事業所外へ放出され、又は放出されるおそれがあり、原子力事業所周辺において、緊急事態に備えた防護措置の準備及び防護措置の一部の実施を開始する必要がある事象が発生すること。

＜全面緊急事態を判断する EAL3＞（原子力災害対策指針 22P（BWR））（詳細は原子力災害判断基準解説参照 3P(BWR)）

① 原子炉の非常停止が必要な場合において、制御棒の挿入により原子炉を停止することができないこと又は停止したことを確認することができないこと。

② 原子炉の運転中に非常用炉心冷却装置の作動を必要とする原子炉冷却材の漏えいが発生した場合において、全ての非常用の炉心冷却装置による当該原子炉への注水ができないこと。

③ 原子炉の運転中に当該原子炉への全ての給水機能が喪失した場合において、全ての非常用の炉心冷却装置による当該原子炉への注水ができないこと。

④ 原子炉格納容器内の圧力又は温度が当該格納容器の設計上の最高使用圧力又は最高使用温度に達すること。

⑤ 原子炉の運転中に主復水器による当該原子炉から熱を除去する機能が喪失した場合において、当該原子炉から残留熱を除去する全ての機能が喪失したときに、原子炉格納容器

の圧力抑制機能が喪失すること。

⑥ 全ての交流母線からの電気の供給が停止し、かつ、その状態が 1 時間以上（原子炉施設に設ける電源設備が実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則第 57 条第 1 項及び実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則第 72 条第 1 項の基準に適合しない場合には、30 分以上）継続すること。

⑦ 全ての非常用直流母線からの電気の供給が停止し、かつ、その状態が 5 分以上継続すること。

⑧ 炉心の損傷の発生を示す原子炉格納容器内の放射線量を検知すること。

⑨ 原子炉の停止中に当該原子炉容器内の水位が非常用炉心冷却装置（当該原子炉へ低圧で注水する系に限る。）が作動する水位まで低下し、当該非常用炉心冷却装置が作動しないこと。

⑩ 使用済燃料貯蔵槽の水位が照射済燃料集合体の頂部から上方 2 メートルの水位まで低下すること、又は当該水位まで低下しているおそれがある場合において、当該貯蔵槽の水位を測定できないこと。

⑪ 原子炉制御室が使用できなくなることにより、原子炉制御室からの原子炉を停止する機能及び冷温停止状態を維持する機能が喪失すること又は原子炉施設に異常が発生した場合において、原子炉制御室に設置する原子炉施設の状態を表示する装置若しくは原子炉施設の異常を表示する警報装置の全ての機能が喪失すること。

⑫ 燃料被覆管の障壁及び原子炉冷却系の障壁が喪失した場合において、原子炉格納容器の障壁が喪失するおそれがある こと。

⑬ 原子力事業所の区域の境界付近等において原災法第 15 条に基づく緊急事態宣言の判断基準として政令等で定める基準以上の放射線量又は放射性物質が検出された場合（事業所外運搬に係る場合を除く。）。

⑭ その他原子炉施設以外に起因する事象が原子炉施設に影響を及ぼすこと等放射性物質又は放射線が異常な水準で原子力事業所外へ放出され、又は放出されるおそれがあり、原子力事業所周辺の住民の避難を開始する必要がある事象が発生すること。

（PWR）（原子力災害対策指針 28P（PWR））（詳細は原子力災害判断基準解説参照 11P（PWR））

① 原子炉の非常停止が必要な場合において、制御棒の挿入により原子炉を停止することができないこと又は停止したことを確認することができないこと。

② 原子炉の運転中に非常用炉心冷却装置の作動を必要とする原子炉冷却材の漏えいが発生した場合において、全ての非常用炉心冷却装置による当該原子炉への注水ができないこと。

③ 原子炉の運転中に蒸気発生器への全ての給水機能が喪失した場合において、全ての非常用炉心冷却装置による当該原 子炉への注水ができないこと。

④ 原子炉格納容器内の圧力又は温度が当該格納容器の設計上の最高使用圧力又は最高使用温度に達すること。

⑤ 全ての交流母線からの電気の供給が停止し、かつ、その状態が 1 時間以上（原子炉施設

に設ける電源設備が実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則第57条第1項及び実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則第72条第1項の基準に適合しない場合には、30分以上）継続すること。

⑥ 全ての非常用直流母線からの電気の供給が停止し、かつ、その状態が5分以上継続すること。

⑦ 炉心の損傷の発生を示す原子炉格納容器内の放射線量又は原子炉容器内の出口温度を検知すること。

⑧ 蒸気発生器の検査その他の目的で一時的に原子炉容器の水位を下げた状態で、当該原子炉から残留熱を除去する機能が喪失し、かつ、燃料取替用水貯蔵槽からの注水ができないこと。

⑨ 使用済燃料貯蔵槽の水位が照射済燃料集合体の頂部から上方2メートルの水位まで低下すること、又は当該水位まで低下しているおそれがある場合において、当該貯蔵槽の水位を測定できないこと。

⑩ 原子炉制御室が使用できなくなることにより、原子炉制御室からの原子炉を停止する機能及び冷温停止状態を維持する機能が喪失すること又は原子炉施設に異常が発生した場合において、原子炉制御室に設置する原子炉施設の状態を表示する装置若しくは原子炉施設の異常を表示する警報装置の全ての機能が喪失すること。

⑪ 燃料被覆管の障壁及び原子炉冷却系の障壁が喪失した場合において、原子炉格納容器の障壁が喪失するおそれがある こと。

⑫ 原子力事業所の区域の境界付近等において原災法第１５条に基づく緊急事態宣言の判断基準として政令等で定める基準以上の放射線量又は放射性物質が検出された場合（事業所外運搬に係る場合を除く。）。

⑬ その他原子炉施設以外に起因する事象が原子炉施設に影響を及ぼすこと等放射性物質又は放射線が異常な水準で原子力事業所外へ放出され、又は放出されるおそれがあり、原子力事業所周辺の住民の避難を開始する必要がある事象が発生すること。

＜関連Q&A（例）＞

Q7-39	重大な事象が発生し、「警戒事態」が発令されるとどのような防護措置が取られるのか。
A	（原子力災害への対応） 重大な事象が発生すると「警戒事態」が発令され緊急時活動レベル1（EAL1）となる。EAL1では概ね5km圏内（PAZ）の要支援者の避難準備を開始する。 警戒事態の例： • 立地都道府県での震度6弱以上の地震 • 大津波警報の発令 • 規制委員長等が重大な事象と認めた場合　等
Q7-40	10条通報があるとどのような防護措置がとられるか。

A	（原子力災害への対応） 10 条通報（原災法）があると、「施設敷地緊急事態」が発令され緊急時活動レベル 2（EAL2）となる。EAL2 では PAZ の住民避難の準備が開始される。また、要支援者の避難や屋内退避が開始される。 10 条通報事象の例： • 敷地境界の空間線量率が 5μSv/h 以上 • 敷地内の管理区域外で 50μSv/h 以上 • 全ての交流電源喪失（30 分以上継続） • 非常用冷却装置の作動を要する冷却材の漏えい • 使用済燃料プールの水位維持ができない　等
Q7-41	15 条通報があるとどのような防護措置がとられるか。
A	（原子力災害への対応） 15 条通報（原災法）があると、「全面緊急事態」が発令され緊急時活動レベル 3（EAL3）となる。EAL3 では PAZ の住民の避難が開始され、安定ヨウ素剤を服用する。また、概ね 30km 圏内（UPZ）の住民は屋内退避する。 15 条通報事象の例： • 全ての電源喪失（5 分以上継続） • 全ての非常用冷却装置の注水不能 • 使用済燃料プールの水位が基準値まで下がる • 炉心損傷を示す格納容器内の放射線量を検知　等
Q7-42	15 条通報の対象となるトラブル事象（BWR）にはどのようなものがあるのか。
A	原子力災害対策特別措置法施行令で定める、敷地境界付近の放射線量の上昇、通常放出経路での気体放射性物質の放出、通常放出経路での液体放射性物質の放出、火災爆発等による管理区域外での放射線の異常放出、火災爆発等による管理区域外での放射性物質の異常放出、施設内（原子炉外）での臨界事故の他、通報事象等に関する規則で定める事象がある。通報事象等に関する規則で定める事象は以下の通り。 （通報事象等に関する規則　第14条） (1) 原子炉の非常停止が必要な場合において、制御棒の挿入により原子炉を停止することができないこと又は停止したことを確認することができないこと。 (2) 原子炉の運転中に非常用炉心冷却装置の作動を必要とする原子炉冷却材の漏えいが発生した場合において、全ての非常用炉心冷却装置等による注水が直ちにできないこと。 (3) 原子炉の運転中に当該原子炉への全ての給水機能が喪失した場合において、全ての非常用炉心冷却装置等による注水が直ちにできないこと。 (4) 原子炉格納容器内の圧力又は温度が当該格納容器の設計上の最高使用圧力又は最高使用温度に達すること。 (5) 原子炉の運転中に主復水器により当該原子炉から熱を除去できない場合にお

	いて、残留熱除去系装置等によって当該原子炉から残留熱を直ちに除去できないときに、原子炉格納容器の圧力抑制機能が喪失すること。 (6) 全ての交流母線からの電気の供給が停止し、かつ、その状態が一時間以上継続すること。 (7) 全ての非常用直流母線からの電気の供給が停止し、かつ、その状態が五分間以上継続すること。 (8) 炉心の損傷の発生を示す原子炉格納容器内の放射線量を検知すること。 (9) 原子炉の停止中に原子炉容器内の水位が非常用炉心冷却装置(当該原子炉へ低圧で注水するものに限る。) が作動する水位まで低下した場合において、全ての非常用炉心冷却装置等による注水ができないこと。 (10) 使用済燃料貯蔵槽の水位が照射済燃料集合体の頂部から上方二メートルの水位まで低下すること、又は当該水位まで低下しているおそれがある場合において、当該貯蔵槽の水位を測定できないこと。 (11) 原子炉制御室が使用できなくなることにより、原子炉制御室からの原子炉を停止する機能及び冷温停止状態を維持する機能が喪失すること又は原子炉施設に異常が発生した場合において、原子炉制御室に設置する原子炉施設の状態を表示する装置若しくは原子炉施設の異常を表示する警報装置の全ての機能が喪失すること。 (12) 燃料被覆管の障壁及び原子炉冷却系の障壁が喪失した場合において、原子炉格納容器の障壁が喪失するおそれがあること。 (13) その他原子炉施設以外に起因する事象が原子炉施設に影響を及ぼすこと等放射性物質又は放射線が異常な水準で原子力事業所外へ放出され、又は放出されるおそれがあり、原子力事業所周辺の住民の避難を開始する必要がある事象が発生すること。
Q7-43	15 条通報の対象となるトラブル事象 (PWR) にはどのようなものがあるのか。
	原子力災害対策特別措置法施行令で定める、敷地境界付近の放射線量の上昇、通常放出経路での気体放射性物質の放出、通常放出経路での液体放射性物質の放出、火災爆発等による管理区域外での放射線の異常放出、火災爆発等による管理区域外での放射性物質の異常放出、施設内 (原子炉外) での臨界事故の他、通報事象等に関する規則で定める事象がある。通報事象等に関する規則で定める事象は以下の通り。 (通報事象等に関する規則　第14条) (1) 原子炉の非常停止が必要な場合において、制御棒の挿入により原子炉を停止することができないこと又は停止したことを確認することができないこと。 (2) 原子炉の運転中に非常用炉心冷却装置の作動を必要とする原子炉冷却材の漏えいが発生した場合において、全ての非常用炉心冷却装置及びこれと同等の機能を有する設備による注水が直ちにできないこと。

	(3) 原子炉の運転中に蒸気発生器への全ての給水機能が喪失した場合において、全ての非常用炉心冷却装置及びこれと同等の機能を有する設備による注水が直ちにできないこと。 (4) 原子炉格納容器内の圧力又は温度が当該格納容器の設計上の最高使用圧力又は最高使用温度に達すること。 (5) 全ての交流母線からの電気の供給が停止し、かつ、その状態が一時間以上継続すること。 (6) 全ての非常用直流母線からの電気の供給が停止し、かつ、その状態が五分間以上継続すること。 (7) 炉心の損傷の発生を示す原子炉格納容器内の放射線量又は原子炉容器内の出口温度を検知すること。 (8) 蒸気発生器の検査その他の目的で一時的に原子炉容器の水位を下げた状態で、当該原子炉から残留熱を除去する機能が喪失し、かつ、燃料取替用水貯蔵槽からの注水ができないこと。 (9) 使用済燃料貯蔵槽の水位が照射済燃料集合体の頂部から上方二メートルの水位まで低下すること、又は当該水位まで低下しているおそれがある場合において、当該貯蔵槽の水位を測定できないこと。 (10) 原子炉制御室が使用できなくなることにより、原子炉制御室からの原子炉を停止する機能及び冷温停止状態を維持する機能が喪失すること又は原子炉施設に異常が発生した場合において、原子炉制御室に設置する原子炉施設の状態を表示する装置若しくは原子炉施設の異常を表示する警報装置の全ての機能が喪失すること。 (11) 燃料被覆管の障壁及び原子炉冷却系の障壁が喪失した場合において、原子炉格納容器の障壁が喪失するおそれがあること。 (12) その他原子炉施設以外に起因する事象が原子炉施設に影響を及ぼすこと等放射性物質又は放射線が異常な水準で原子力事業所外へ放出され、又は放出されるおそれがあり、原子力事業所周辺の住民の避難を開始する必要がある事象が発生すること。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 70.3 原子力緊急事態における防護措置
	関連知見 No	知見 4 形を作っただけでは機能しない。仕組みは作れるが、目的は共有されない。
	関連教訓 No	教訓 4-3、通番 13 トップの機能
	関連細目 No	細目 4-3-1、細 39 トップ及び幹部は、緊急事態において組織を機能させる措置を優先する。
キーワード		
7	緊急時体制	**重大事象の発生**：避難準備 **10 条通報**：避難準備（10 条）、避難開始（10 条）、屋内退避（10 条） **15 条通報**：避難開始（15 条）、安定ヨウ素剤（15 条）、屋内退避（15 条） **原子力災害対策重点区域**： PAZ、UPZ **緊急時活動レベル**：EAL、EAL1、EAL2、EAL3
13	関係組織	**国関連**：作業員の長期健康管理等検討会
14	文献・出典	**政府関連**：厚生省 HP、防護措置の考え方 **NRA 関連**：通報事象等に関する規則、原子力災害への対応、原子力災害対策指針、原子力災害判断基準解説
15	人名・法令類	**法令類**：設備基準規則 B2、技術基準規則 B2

資料 71.1（資 175）

〔放射性物質の海洋放出について〕

(1) 「原子力事故の早期通報に関する条約」の関係条項を示す。

- **本条約は、放射性物質を放出しており又は放出するおそれがあり、かつ、他国に対し放射線安全に関する影響を及ぼし得るような国境を越える放出をもたらしており又はもたらすおそれがある事故の場合に適用する。**
- **直接に又は国際原子力機関（以下「機関」という。）を通じて影響を受けており又は受けるおそれがある国に対し、及び機関に対し、原子力事故の発生した事実、その種類、発生時刻及び適当な場合にはその正確な場所を直ちに通報する。**

(2) 「海洋法に関する国際連合条約」の関係条項を示す。

- **海洋環境が汚染により損害を受ける差し迫った危険がある場合又は損害を受けた場合において、このことを知った国は、その損害により影響を受けるおそれのある他の国及び権限のある国際機関に直ちに通報する。**

(3) 「低濃度汚染水の海洋放出」に至った理由（政府事故調報告書（中間））。

- **3号機立坑内の汚染水の水位が上昇し、その原因は集中RW/Bの水の4号機T/Bへの移送と認められるため、移送を中止したが、早急に代わりの貯蔵スペースを決める必要が出てきた。**
- **また、これとは別に、5号機及び6号機のサブドレン水を排水できないために、5号機及び6号機の建屋内に地下水が浸水してきた可能性が高く、そのままでは重要な電気機器が浸水により健全性を失うおそれがあった。**
- **このため、4日10時頃から、東京電力本店において、保安院、安全委員会及び東京電力の職員は、集中RW/Bの水及び5号機及び6号機のサブドレン水を海洋へ放出するために必要な手続上の事務作業を開始した 。**

＜原子力事故の早期通報に関する条約第 2 条及び関係条項＞（条約より）

（適用範囲）

第１条

１　この条約は、締約国又はその管轄若しくは管理の下にある自然人若しくは法人の２に定める施設又は活動に関係する事故であって、放射性物質を放出しており又は放出するおそれがあり、かつ、他国に対し放射線安全に関する影響を及ぼし得るような国境を越える放出をもたらしており又はもたらすおそれがある事故の場合に適用する。

２　１の施設及び活動は、次のものとする。

(a)すべての原子炉（所在の如何を問わない。）

(b)すべての核燃料サイクル施設

(c)すべての放射性廃棄物取扱施設

(d)核燃料又は放射性廃棄物の輸送及び貯蔵

(e)農業、工業、医療、科学及び研究の目的のための放射性同位元素の製造、利用、貯蔵、廃棄及び輸送

(f)宇宙物体における発電のための放射性同位元素の利用

（通報及び情報）

第２条　前条に規定する事故（以下「原子力事故」という。）が発生した場合には、同条に規定する締約国は、

(a)直接に又は国際原子力機関（以下「機関」という。）を通じて前条に定める物理的な影響を受けており又は受けるおそれがある国に対し、及び機関に対し、原子力事故の発生した事実、その種類、発生時刻及び適当な場合にはその正確な場所を直ちに通報する。

(b)直接に又は機関を通じて(a)に規定する国に対し、及び機関に対し、その国における放射線の影響を最小のものにとどめるための提供可能な情報であって第５条に定めるものを速やかに提供する。

＜海洋法に関する国際連合条約 198 条＞（条約より）

第 198 条　損害の危険が差し迫った場合又は損害が実際に生じた場合の通報

海洋環境が汚染により損害を受ける差し迫った危険がある場合又は損害を受けた場合において、このことを知った国は、その損害により影響を受けるおそれのある他の国及び権限のある国際機関に直ちに通報する。

＜低濃度汚染水の海洋放出＞（政府事故調報告書（中間））

(331P、332P)

（ｂ）1～3号機地下の高濃度汚染水の貯蔵スペースの検討

水処理チームは、3月27日、汚染水の処理方法についての検討を始めた。1～3号機T/B内の高濃度汚染水の環境中への流出を回避するためには、まず、これを貯蔵するスペース（以下「貯蔵スペース」という。）を確保する必要があった。水処理チームは、考えられ得る貯蔵スペースの候補を検討し、同月28日、既設の施設であること、容量が大きいこと、止水工事が比較的容易であると考えられたことなどから、集中RW/B（期待された貯蔵容量は、4月1日時点で約1万6,000t）の地下を貯蔵スペースとすることとした。

ただ、集中RW/B地下には津波による海水が滞留しており、まずこれを排水する必要があったため、水処理チームは、この滞留水を海洋へ放出する方針であり、放出した場合の人体への影響の評価や、放出の実施のために必要となる資料の作成を進めていた。

しかし、3月28日の測定の結果、集中RW/Bの水が実用炉告示で定める濃度限度より高いことが判明し（表Ⅴ－5参照）、さらに、4月1日、特別プロジェクトチームの全体会議において、「集中RW/Bの水の海洋への緊急放出は絶対にあり得ない。」旨の強い意見があったことから、海洋放出案は一旦は不採用となった。

そのため、これに代えて、東京電力は、4月2日、集中RW/Bの水を4号機T/B地下（期待された貯蔵容量は、4月2日時点で約9,000t）に移送することを決め、同日14時36分、25㎥/h のポンプ1台で移送を開始し、翌3日10時、ポンプを5台に増加して移送を継続した。

(333P、334P)

（ａ）3号機T/B（立坑内）の水位の上昇

前記のとおり、東京電力は、貯蔵スペースの確保のため、4月2日から、集中RW/Bの水の4号機T/Bへの移送を続けていたが、同月4日朝、4号機T/Bに隣接する3号機T/B（立坑内）の汚染水の水位が急に上昇したことを確認した。東京電力は、この水位急上昇の原因について、3号機T/Bと4号機T/Bが地下で通じていて、4号機T/Bに移送した集中RW/Bの水が3号機T/Bにも流入したものと判断した。そこで、この移送は、3号機T/Bの汚染水量を増加させ、2号機におけるような外部への流出の危険があると判断し、直ちにこの移送を中止した。

（ｂ）海洋放出の実施に向けた作業

そこで、吉田所長は、4月4日9時から開催されたテレビ会議システムによる統合本部の会議において、3号機立坑内の汚染水の水位が上昇し、その原因は集中RW/Bの水の4号機T/Bへの移送と認められるため、移送を中止したが、早急に代わりの貯蔵スペースを決める必要がある旨述べた。また、これとは別に、5号機及び6号機のサブドレン水を排水できないために、5号機及び6号機の建屋内に地下水が浸水してきた可能性が高く（前記ａ（ｂ）参照)、そのままでは重要な電気機器が浸水により健全性を失うおそれがあることを報告した。そして、これらの問題について、統合本部において早急に対応策を決定してもらいたい旨述べた。

これを受け、統合本部会議終了後の同日10時頃から、東京電力本店において、保安院、安全委員会及び東京電力の職員は、集中RW/Bの水及び5号機及び6号機のサブドレン水を海洋へ放出するために必要な手続上の事務作業を開始した 。

＜関連Q&A（例）＞

Q1-53	なぜ低濃度汚染水を海洋放出しなければならなかったのか。
A	(政府事故調報告書（中間）(331P)) • 1～3号機T/B内の高濃度汚染水の環境中への流出を回避するためには、まず、貯蔵スペースを確保する必要があった。検討の結果、集中RW/B（期待された貯蔵容量は、4月1日時点で約1万6,000t）の地下を貯蔵スペースとすることとした。 (政府事故調報告書（中間）(332P)) • 4月2日から、集中RW/Bの水の4号機T/Bへの移送を続けていたが、同月4日朝、4号機T/Bに隣接する3号機T/B（立坑内）の汚染水の水位が急に上昇したことを確認した。 (政府事故調報告書（中間）(333P)) • この移送は、3号機T/Bの汚染水量を増加させ、2号機におけるような外部への流出の危険があると判断し、直ちにこの移送を中止した。 (政府事故調報告書（中間）(334P)) • また、5号機及び6号機のサブドレン水を排水できないために、5号機及び6号機の建屋内に地下水が浸水してきた可能性が高く、そのままでは重要な電気機器が浸水により健全性を失うおそれがあることを報告した。

	• これを受け、集中RW/B の水及び5号機及び6号機のサブドレン水を海洋へ放出するために必要な手続上の事務作業を開始した 。
Q7-64	「原子力事故の早期通報に関する条約」では通報についてどのように書いてあるのか。
A	(原子力事故の早期通報に関する条約（第 1 条、第 2 条)) • 本条約は、放射性物質を放出しており又は放出するおそれがあり、かつ、他国に対し放射線安全に関する影響を及ぼし得るような国境を越える放出をもたらしており又はもたらすおそれがある事故の場合に適用する。 • 直接に又は国際原子力機関（以下「機関」という。）を通じて影響を受けており又は受けるおそれがある国に対し、及び機関に対し、原子力事故の発生した事実、その種類、発生時刻及び適当な場合にはその正確な場所を直ちに通報する。
Q7-65	「海洋法に関する国際連合条約」では通報についてどのように書いてあるのか。
A	(海洋法に関する国際連合条約（198 条)) • 海洋環境が汚染により損害を受ける差し迫った危険がある場合又は損害を受けた場合において、このことを知った国は、その損害により影響を受けるおそれのある他の国及び権限のある国際機関に直ちに通報する。

【属性管理表】

整理 No		
	資料 No	資料 71.1 放射性物質の海洋放出について
	関連知見 No	知見 8 その他：緊急時対応を行う職員の環境整備を図る。対外発表、渉外業務を適切に行い、海外対応にも気を配る。
	関連教訓 No	教訓 8-4、通番 23 国際関係
	関連細目 No	細目 8-4-2、細 71 危険物の処置等の国際問題になりかねない事象について、必要な手続きを把握する。
キーワード		
1	事故対応	**放射性廃液**：放射性物質の海洋放出、海洋放出の通報の是非
13	関係組織	**海外機関**：IAEA4、国連
15	人名・法令類	**法令類**：原子力事故早期通報条約、海洋法国際連合条約

別添１

福島第一原子力発電所事故の概要

１．観測された地震動及び津波

（１）地震動（政府事故調報告より作成）

東北地方太平洋沖地震に際し、福島第一原発が位置する福島県双葉郡大熊町及び双葉町において観測された最高震度は6強であり、震度5弱以下の余震が多数回観測された。

福島第一原発では、敷地地盤、各号機のR/B及びT/B並びに地震観測室に地震計を設置し、計53箇所で地震動の観測を行っている。これらの地震計により得られた観測記録のうち、各号機の原子炉建屋基礎版上で得られた最大加速度値は下表のとおりである。

観測記録によると、2号機、3号機及び5号機において、東西方向の最大加速度が基準地震動（Ss）に対する最大応答加速度値を上回っている。

観測点（原子炉建屋最地下階）		観測記録 最大加速度値（ガル）			基準地震動Ｓｓに対する最大応答加速度値（ガル）		
		南北方向	東西方向	上下報告	南北方向	東西方向	上下報告
福島第一	1 号機	460	447	258	487	489	412
	2 号機	348	550	302	441	438	420
	3 号機	322	507	231	449	441	429
	4 号機	281	319	200	447	445	422
	5 号機	311	548	256	452	452	427
	6 号機	298	444	244	445	448	415

（政府事故調報告より）

（２）津波（政府事故調報告より作成）

東北地方太平洋沖地震に伴う津波の第1波は、3月11日15時27分頃、福島第一原発に到達している。また、第2波は、同日15時35分頃に到達しており、その後も断続的に福島第一原発に津波が到達している。

これらの津波により、福島第一原発の海側エリア及び主要建屋設置エリアはほぼ全域が浸水した。

1号機から4号機側主要建屋設置エリアの浸水高（小名浜港工事基準面（O.P.）からの浸水の高さ）は、O.P.+約11.5mから+約15.5mであった。同エリアの敷地高はO.P.+10mであることから、浸水深（地表面からの浸水の高さ）は約1.5mから約5.5mであった。同エリアの南西部では、局所的に、O.P.+約16mから+約17mの浸水高が確認されており、浸水深は約6mから約7mであった。

また、5号機及び6号機側主要建屋設置エリアの浸水高は、O.P.+約13mから+約14.5m

であった。同エリアの敷地高は0.P.+13mであることから、浸水深は約1.5m以下であった。

２．事故の概要（JANTI 報告書より作成）

福島第一は、1～3号機が運転中、4～6号機は停止中のところ、平成23年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震に見舞われ、1～3号機が「地震加速度大」信号により自動停止した。

原子炉停止に伴い発電機が停止し、さらに地震により外部電源系設備の機能も喪失した。しかし、各号機の交流電源は、非常用ディーゼル発電機（以下「非常用DG」）により供給された。

その後に襲来した大津波により、6号機の空冷式1台を除くすべての非常用DGが停止し、1～5号機は全ての交流電源を喪失した。

さらに、直流電源も1～2号機及び4号機は浸水により機能を喪失し、3号機はバッテリーの消耗により機能を喪失した結果、1～4号機はすべての電源を喪失した。

交流電源喪失により原子炉および使用済燃料プールの既設の冷却機能が喪失し、仮設電源および代替注水による冷却を試みたが、炉心燃料が損傷し放射性物質が環境へ放出される事態へ進展した。

この大津波により、発電所構内の浸水区域では、重機やタンクなどが流され、道路には瓦礫が散乱し、更に、建屋内は停電で真っ暗となり、ほとんどの通信手段も失われた。こうした中、4号機では、地震後のタービン建屋（以下、「T/B」という）の現場調査を行っていた運転員2名が行方不明となり、後に死亡が確認された。

福島第一では、11日15時42分に、原子力災害特別措置法（以下、「原災法」という）の第10条に基づく特定事象（全交流電源喪失）に該当すると判断し、国、地方自治体に報告した。また、1,2号機では、計測・表示電源も喪失したため、原子炉の水位や原子炉への注水状況が分からなくなり、11日16時36分に、原災法の第15条に基づく非常用炉心冷却装置注入不能事象に該当すると判断し、16時45分に国、地方自治体に報告した。

（１） 事故進展：1号機（図ａ、図ｄ参照）

3月11日

14：46　原子炉自動停止。

14：47　外部電源喪失により主蒸気隔離弁（MSIV）が閉止し、原子炉圧力容器（RPV）圧力が上昇

14：52　非常用復水器（IC）が自動起動。運転員は運転手順書に従って、RPV温度降下率が 55℃/hを超え ないように、ICの手動操作（隔離弁開・閉）を繰り返し、制御していた。

15：27　第一波

15：35　第二波

15：37　全交流電源喪失。と同時に直流電源も喪失。原子炉への注水状況や運転パラメータの確認ができない状況となった。このため代替注水の準備に取り掛かった。

21：19　仮設電源により、原子炉水位計を活かしたところ、水位が有効燃料頂部（TAF）以上であることが判明した。

23 時頃　T/Bの放射線量が上昇。

3月12日

0：06　格納容器（PCV）圧力が最高使用圧力を超えている可能性があることから、発電所長はPCVベントの準備をするよう指示。

5：46　消防車による代替注水を開始。

7：11　内閣総理大臣が視察のため発電所に到着。

8：04　内閣総理大臣、帰京。

9：03　大熊町（熊地区）の住民の避難完了を確認。

9：15頃　PCVベントラインに直列にある 2つの弁の内、電動作動弁（MO弁）を手動で25%まで開放し、その後、残りの空気作動弁（AO弁）を開けるため、現場に向かったが、高線量のため断念した。中央制御室（MCR）から弁開操作をしたものの十分な結果が得られなかった。

14時頃　仮設の空気圧縮機を設置してAO弁の開操作を実施。

14：30　PCV圧力が低下。

15：36　原子炉建屋上部で水素爆発と思われる爆発が（以下、「水素爆発」という）発生し、屋根および外壁が破損。

19：04頃　原子炉への海水注入を開始。

（２） 事故進展：2号機（図ｂ、図e参照）

14：47　原子炉自動停止。

14：47　外部電源喪失により MSIV が閉止し RPV 圧力が上昇したが、主蒸気逃がし安全弁（SRV）により圧力は制御された。原子炉水位の制御は、原子炉隔離時冷却系（RCIC）で行われ、数回、運転員による手動起動、「原子炉水位高」による自動停止を繰り返した。

15：27　第一波

15：35　第二波

15：39　RCICの手動起動

15：41　全交流電源喪失状態となり、同時に直流電源も喪失し、原子炉への注水状況や運転パラメータの確認ができなくなった。

21：50　仮設電源により原子炉水位計を復旧したところ、原子炉水位が維持されて

いることが判明した。

3月12日

2時頃　運転員が現場計器を調べたところ、RCIC は運転していることを確認した。代替注水系の電源復旧作業を進める。

15：36　1 号機水素爆発。水素爆発により電源ケーブル等が損傷し、作業は中断。

3月13日

3月14日

11：01　3 号機水素爆発。海水注入の準備も進められ消防車やホースの敷設も完了したが、この水素爆発により損傷し、使用不可能となった。また、並行して進められていた PCV ベントの準備作業も大きな影響を受けた。

13：25頃　原子炉水位が低下し RCIC が停止した可能性があることから、発電所では原災法第 15 条該当事象に至ったと判断した。3 号機の爆発による高線量の瓦礫が散乱する中で、海水注入や PCV ベントの準備作業を再開した。

18時頃　SRV による原子炉減圧を開始。

19：54　消防車による海水注入を開始。

22：50　ドライウェル（D/W）圧力が最高使用圧力を超えた。

3月15日

6時頃　衝撃音が発生し、ほぼ同時刻に圧力抑制室（S/C）圧力が 0MPa[abs]に低下した。

11：25　D/W 圧力も 155kPa[abs]に低下した。

（３） 事故進展：3号機（図ｃ、図e参照）

3月11日

14：47　原子炉自動停止。

14：48　外部電源喪失により MSIV が閉止し、RPV 圧力が上昇したが SRV により圧力は制御された。

15：05　原子炉水位制御のため RCIC を手動起動。

15：25　「原子炉水位高」信号により RCIC は停止。

15：27　第一波

15：35　第二波

15：38　全交流電源喪失状態となった。但し、直流電源は浸水を免れ、RCIC および高圧注水系（HPCI）の運転は可能であった。

16：03　RCIC を再起動。

3月12日

11：36　RCIC 自動停止。その結果原子炉水位は低下。

12：35　「原子炉水位低」信号により、HPCI が自動起動し一旦水位 は回復。

3月13日

2：42　HPCI も停止。RCIC の再起動もできず。

5：10　発電所では原災法第 15 条該当事象と判断した。

8：41　PCV ベントラインの 2 つの弁（MO 弁および AO 弁）の開作業が完了

9：08　自動車のバッテリーを使って SRV を手動で開け、原子炉を減圧。

9：24　D/W の圧力の低下が認められる。その後、ベントラインの AO 弁がボンベ圧低下により閉止してしまうため、ボンベ交換や仮設コンプレッサーを設置し、AO 弁の開操作が行われた。

9：25頃　ほう酸を含む淡水注入を開始。

13：12　淡水が枯渇したため、海水注入に切り替え。

3月14日

11：01　原子炉建屋上部で水素爆発。屋根及び外壁が損壊。この影響で、海水注入に使用していた消防車やホースが損傷し、作業員も避難したため、海水注入は一時中断した。その後、物揚場からホースを引き直した。

16：30頃　消防車による海水注入を再開

（4） 事故進展：4号機（図e参照）

4号機は定期検査中であり、シュラウド工事のため原子炉内から全燃料を使用済燃料プール（SFP）に取出した状態であった。SFPには、比較的崩壊熱の高い燃料1炉心分を含む1,535体（貯蔵容量の97%）の燃料が貯蔵されていた。

3月11日

14：47　外部電源喪失。

15：27　第一波

15：35　第二波

15：38　全交流電源喪失。これによりSFPの冷却機能および補給水機能を喪失。

3月12日

3月13日

3月14日

4：08　SFP 水温が 84℃に上昇。

3月15日

6時頃　原子炉建屋において水素爆発と思われる爆発が発生。原子炉建屋上部の損壊が確認された。

9：38　原子炉建屋 3 階北西付近で火災が発生。

11時頃　火災の自然鎮火を確認。

3月16日以降　16日に自衛隊ヘリコプターで上空よりSFPを調査したところ、水面が目視で 認められ、燃料は露出していないと推定された。

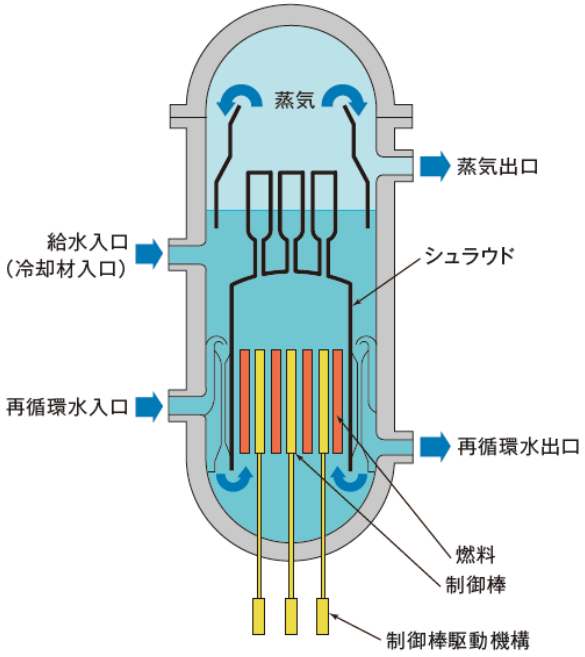
20 日より自衛隊による SFP への注水。

21 日には米軍高圧放水車による注水。

22 日からは、コンクリートポンプ車による注水。

（4号機の水素爆発は、3号機で発生した水素が排気筒を通じて流入したと考えられている。）

沸騰水型原子炉（BWR）



シュラウド（ATOMICA より）

沸騰水型原子炉（BWR）の炉心支持構造物の一つで、炉心部を構成する燃料集合体や制御棒を内部に収容する円筒状の構造物（直径 4～5m、高さ 7～8m、厚さ 3～5cm のステンレス鋼製）である。炉心内の上向きの冷却材流とその外側の環状部を下向きに流れる再循環流とを分離し、気水分離器、蒸気乾燥器などの原子炉圧力容器内構造物等を機械的に支える役割を果している。

（５） 事故進展：5号機（図e参照）

5号機は定期検査中であり、原子炉内に燃料を装荷した状態でRPVの耐圧漏えい試験中であった。RPVは満水状態で、制御棒は全挿入状態であった。

3月11日

14：47　外部電源喪失

15：27　第一波

15：35　第二波

15：40　全交流電源喪失。ただし、直流電源設備は浸水を免れ使用可能であった。原子炉圧力は崩壊熱により上昇。

3月12日

1：40頃　SRV自動開（以降、開閉を繰り返し原子炉圧力を約8 MPaに維持）。

6：06　RPV頂部ベント弁の開操作により、RPVの減圧を実施。（原子炉への代替注水を行うための減圧）

8：13　5号機へ、6号機のDGからの本設ケーブルによる電源融通が可能となる。

3月13日

18：29　6号機のDGから復水補給水系（MUWC）へ仮設ケーブルによる電源の供給を開始。

20：54　MUWCポンプを手動起動。(6号機から仮設ケーブルを敷設)。崩壊熱の影響で原子炉圧力は再び上昇。

3月14日

5：00　SRVを開操作し、RPVを減圧。(以後、継続的に開操作)。

5：30　MUWCによる原子炉への代替注水を開始。(以降断続的に注水実施)

9：27　SFPへの水の補給を開始。(以降断続的に注水実施)

3月15日以降　19日1時55分、仮設残留熱除去系（RHR） 海水ポンプを起動し、その後、19日5時頃にRHRポンプを手動起動し、SFPの冷却を開始した。20日12時25分にRHR系の運転モードを切り替えて原子炉の冷却を開始し、20日 14時30分に原子炉は冷温停止となった。

（６） 事故進展：6号機（図f参照）

6号機は定期検査中であり、原子炉内に燃料を装荷し、冷温停止状態（全制 御棒全挿入状態）であった。外部電源喪失後、大津波により非常用DG2台（海水冷却式）の機能は喪失し たが、残る1台の非常用DG（空冷式）は津波による浸水を免れ、電源盤も使用可能であったため、非常用母線への電源供給ができた。

3月11日

14：47　外部電源喪失

15：27　第一波

15：35　第二波

13：01　MUWCポンプを手動起動。

13：20　原子炉への代替注水を開始。(以降、断続的に注水実施)

3月12日以降　14日14時13分からは、SFPへの水の補給を断続的に実施した。崩壊熱の影響による原子炉圧力上昇に伴い、SRVを中操から手動開操作し、原子炉の減圧を断続的に行った。18日19時07分に津波で浸水した非常用DG海水ポンプ（6A）の健全性が確認できたことから、同海水ポンプを起動し、4 時22分に停止していた非常用DG（6A）を起動した。19日21時26分に仮設RHR海水ポンプを起動、19日22時14分にRHRポンプを起動しSFP冷却を開始した。20日18時48分にRHR系の運転モードを切り替えて原子炉の冷却を開始し、20日19時27分に原子炉は冷温停止となった。

図ａ．1号機の事故進展の流れ（JANTI報告書より）

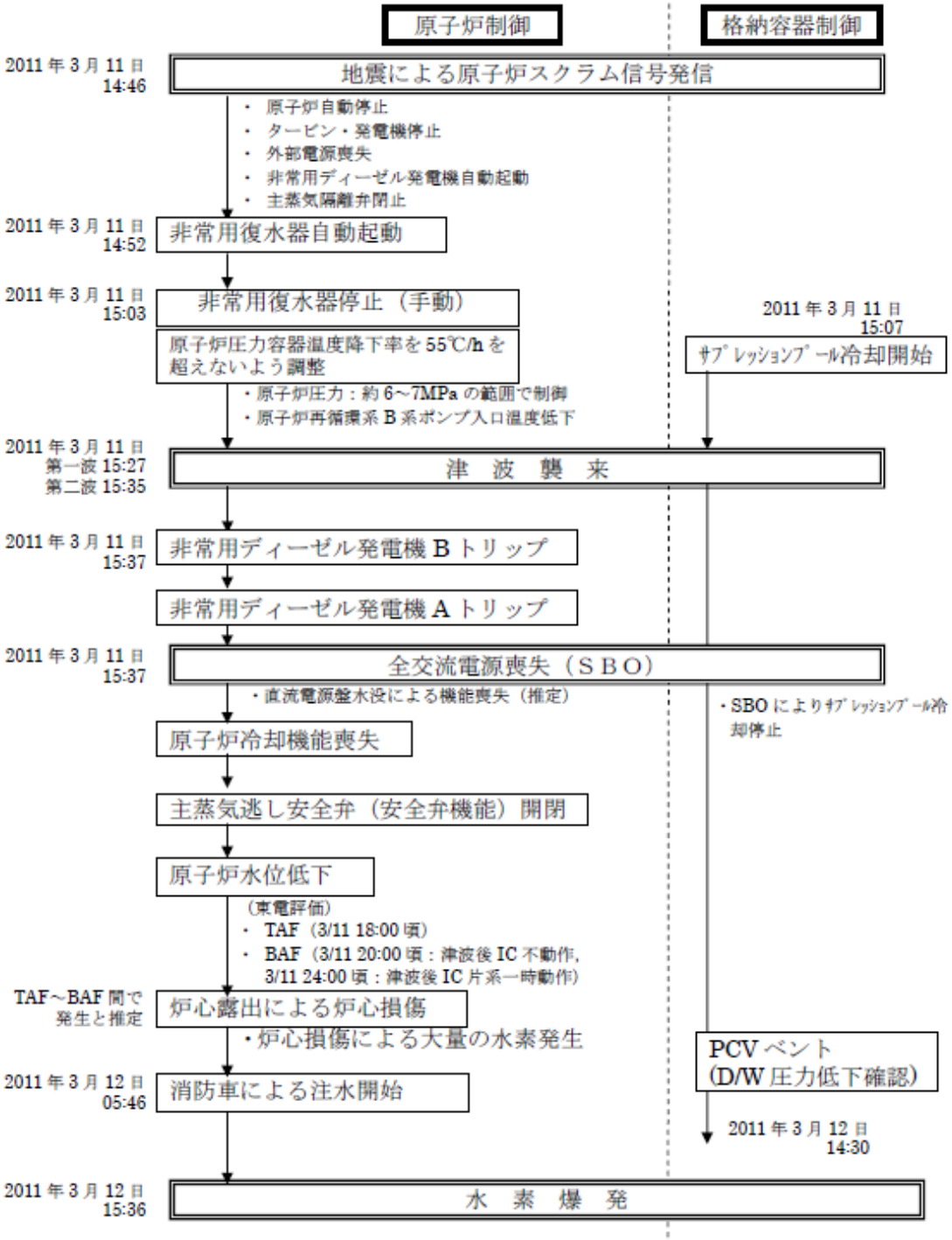


図 2.2-1　福島第一原子力発電所１号機 地震後の事故進展の流れ

図ｂ．2号機の事故進展の流れ（JANTI報告書より）

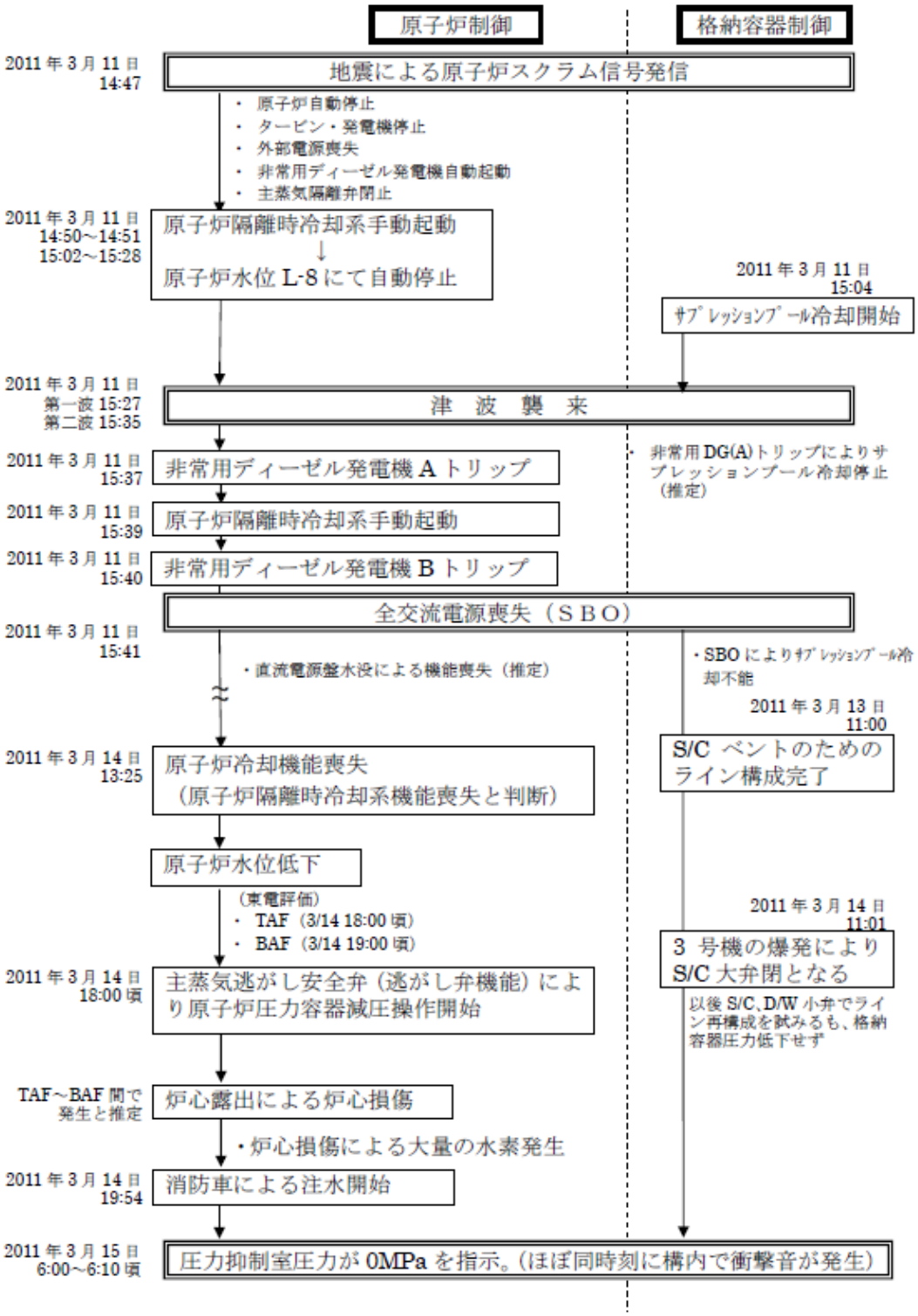


図 2.3-1　福島第一原子力発電所 2 号機 地震後の事故進展の流れ

図ｃ．３号機の事故進展の流れ（JANTI 報告書より）

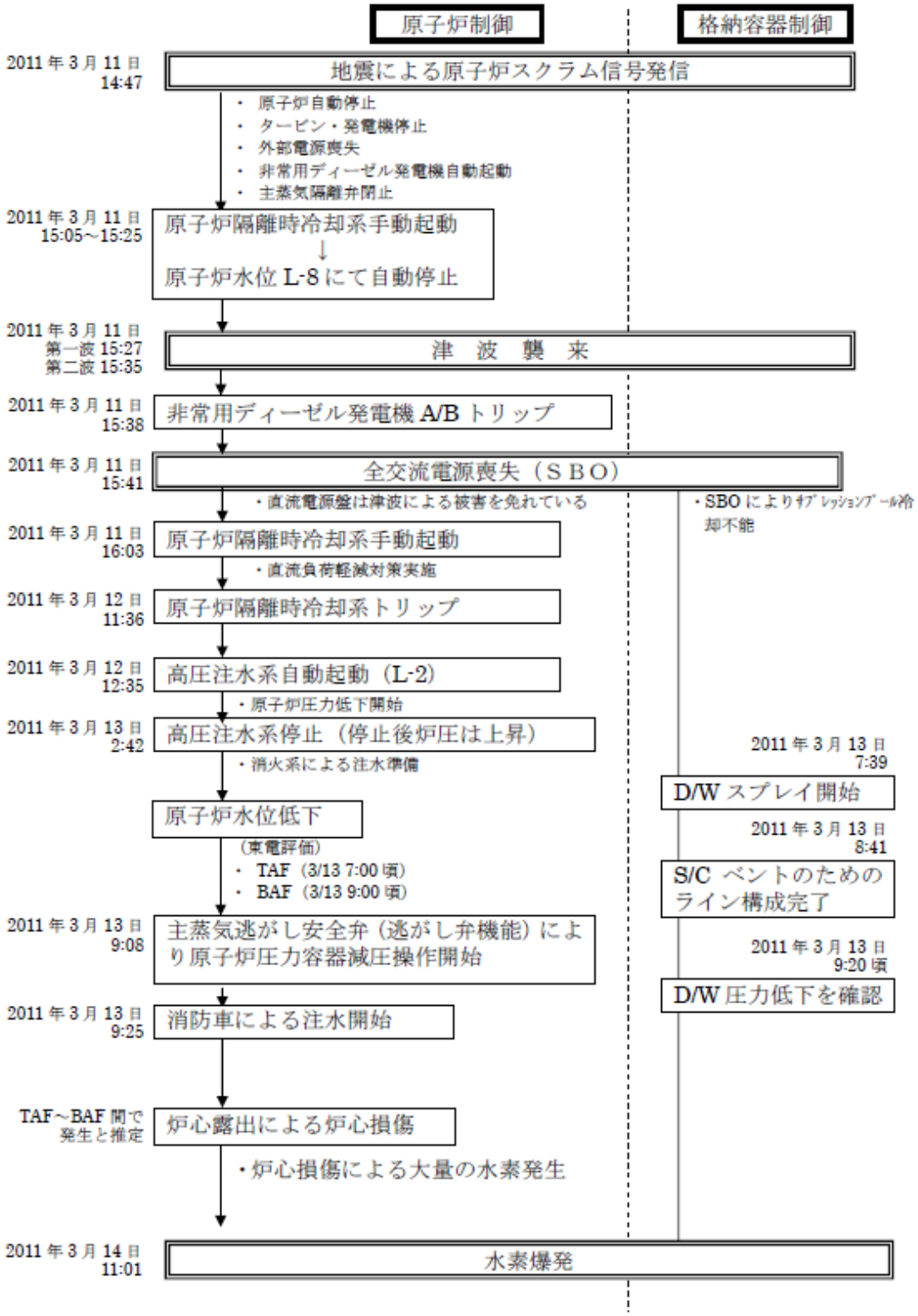
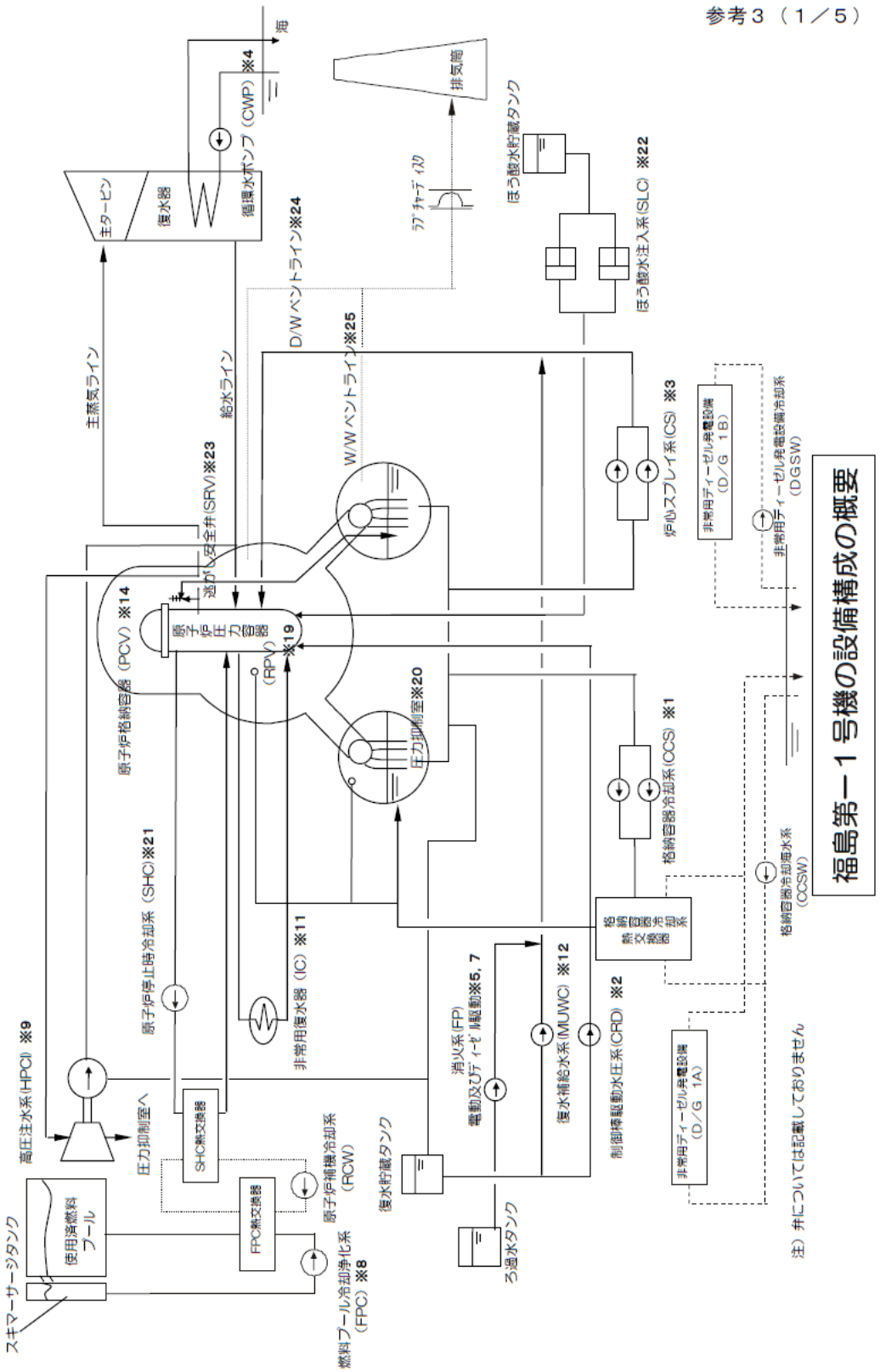
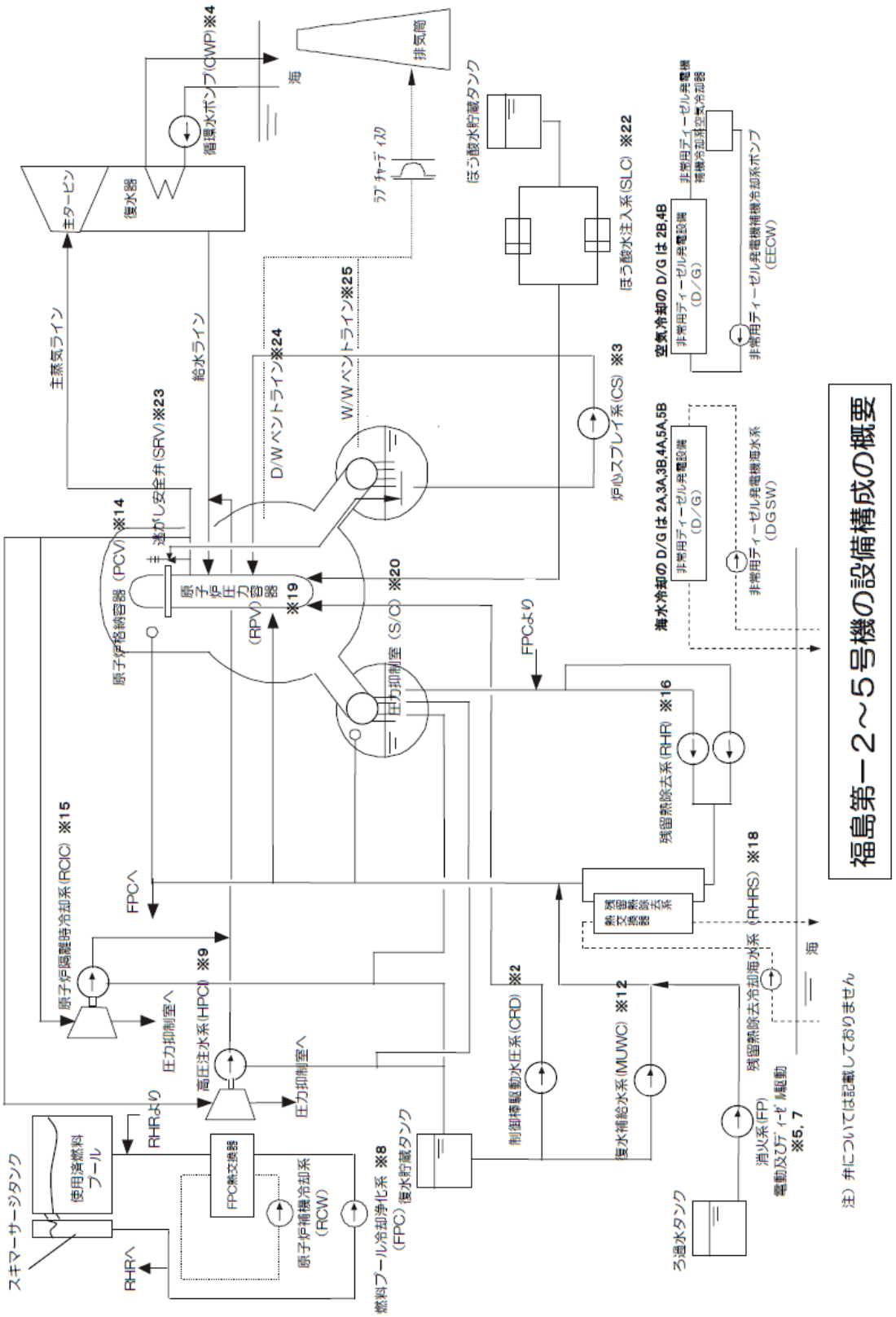


図 2.4-1　福島第一原子力発電所 3 号機 地震後の事故進展の流れ

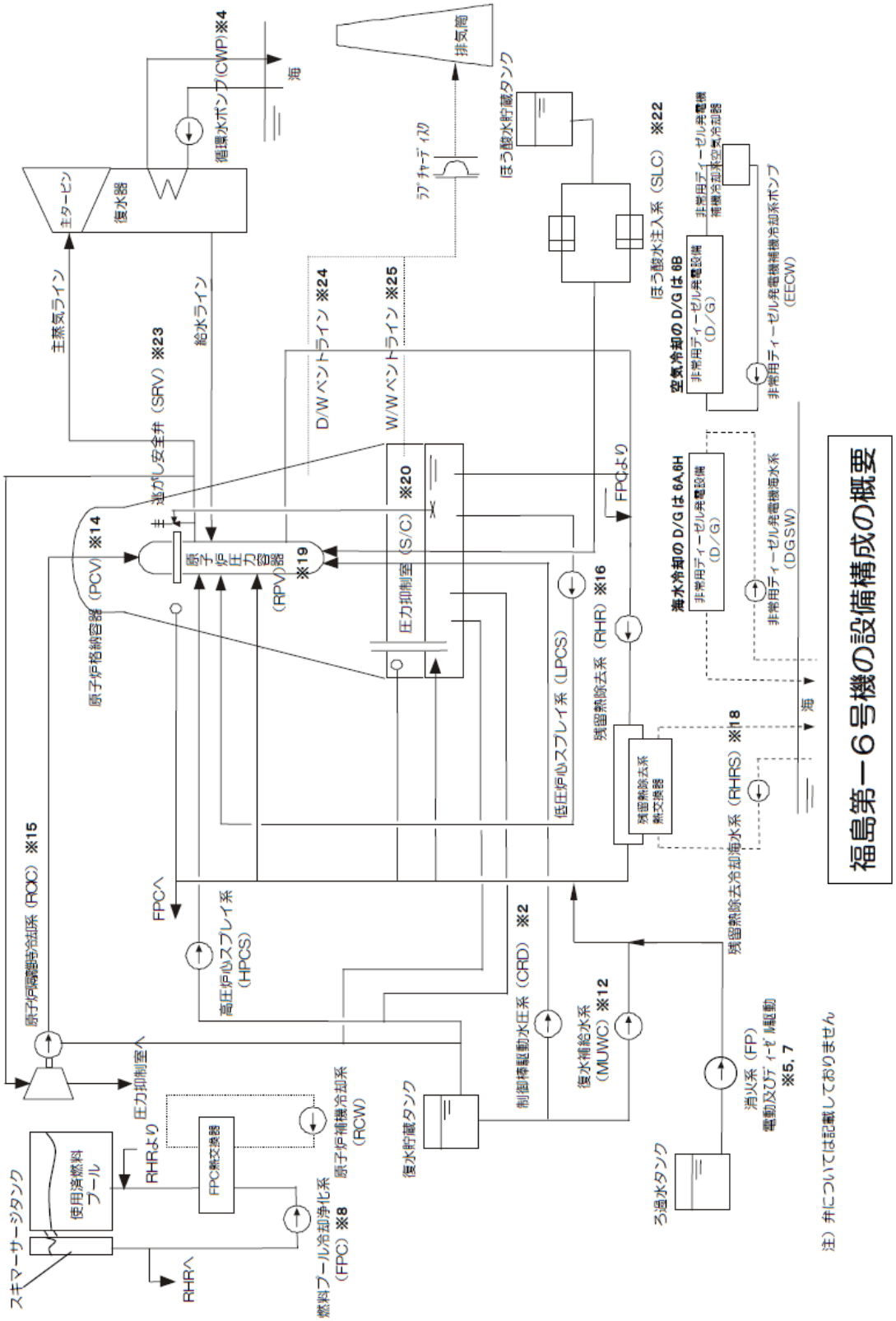
図ｄ．1号機の設備構成の概要（東電報告書より）



図e．2～5号機の設備構成の概要（東電報告書より）



図ｆ．6号機の設備構成の概要（東電報告書より）



３．福島第二原子力発電所の被災状況について（東電原子力安全改革プランより）

＜プラント状況の推移＞

① 1～4号機は、定格熱出力運転中のところ、3月11日の地震により原子炉は自動停止し未臨界となった。

② 福島第二の外部電源設備は4回線あるが、地震後は1回線のみによる受電が継続した（点検停止で1回線は停止中、地震後2回線が停止）。

③ 3号機については、南側海水熱交換器建屋にある非常用機器冷却系（B）は使用可能であったことから、残留熱除去系（B）が使用可能な状態であり、これにより原子炉の注水・冷却を実施し、3月12日には原子炉を冷温停止するに至った。

④ 1／2／4号機については、津波の影響により海水熱交換器建屋にある全ての非常用機器冷却系が使用不能となり、原子炉除熱機能喪失（原災法第10条該当事象）に至ったが、原子炉隔離時冷却系（RCIC）によって原子炉水位を維持しつつ、主蒸気逃がし安全弁（SRV）で原子炉圧力の制御（減圧操作）を行うことができた。原子炉減圧後は、原子炉への注水をRCICから復水補給水系（MUWC :Make-Up Watersystem Condensate）による代替注水に切り替えたが、原子炉除熱機能が喪失したままであったため、圧力抑制室水温の上昇（100℃以上）を招き原災法第15条該当事象と判断した。その後、所員及び残留してくださった一部の協力企業の方々による復旧活動により、3月14日には一部の非常用機器冷却系を使用可能な状態とし、その結果、喪失していた原子炉除熱機能を回復させ、最終的に3月15日には全ての原子炉を冷温停止するに至った。

＜福島第一原子力発電所の被災状況との差＞

① 外部電源が1回線受電可能であり、高起動変圧器を介して全号機への給電が可能であったことにより、一部を除いた機器・電源の使用が可能であり、従前の手順に基づいた事故対応操作を行うことができた。また、計器（パラメータ）の監視・情報把握（緊急時対応情報表示システムの活用）が可能であったことと、一部エリアを除いて通信手段（ページング、保安電話）や照明が使用可能であったことで、緊急時対策本部・中央制御室・現場間の連絡手段を維持することが可能であった。これにより、緊急時対策本部においてプラント状況を現場と共有でき、その後の事故対応を比較的スムーズに進めることができた。

② 最終ヒートシンクとなる海水冷却系ポンプ・モーターの被害が比較的小さく、緊急に交換する必要があったモーターが3台（非常用ディーゼル発電設備冷却系（1号機）、残留熱除去冷却系（1号機、4号機））にとどまり、比較的早期に全号機を冷温停止することができた。

③ 事務本館の損傷が比較的軽微であり、継続して使用が可能であった。これにより、必要書類の探索が比較的容易であり、所員の執務スペースや休憩スペースを確保することが可能となった。一方、津波により免震重要棟の電源設備が被災したため、仮設電

力ケーブルで復旧した。

４．事故に対する反省（東電原子力安全改革プランより）

反省1：原子力発電所設備面の不備について

当社は、福島第一原子力発電所の設置の許可を得るために、 1966年7月に原子力発電設備の仕様や安全設計方針、安全解析の結果を記載した設置許可申請書を国に提出しました。そこでは、事故が生じた際には多重の安全設備が確実に機能して、原子炉の停止、冷却、放射性物質の放出防止が図られることを説明しています。しかしながら、 2011年3月11日の地震と津波により、安全設備のほとんど全てが機能喪失しました。このような事態に至ってしまったのは、設計段階から外的事象（地震と津波）を起因とする共通原因故障への配慮が足りず、全電源喪失という過酷な状況を招いたことが原因です。

更に、運転開始後にも米国のテロ対策（B.5.b）に代表される海外の安全性強化策や運転経験の情報を収集・分析して活用したり、新たな技術的な知見を踏まえたりする等の継続的なリスク低減の努力が足りず、過酷事故への備えが設備面でも人的な面でも不十分でした。

以上のことから、当社は、設計段階の技術力不足、更にその後の継続的な安全性向上の努力不足により、炉心溶融、更には広域に大量の放射性物質を放出させるという深刻な事故を引き起こしたことを深く反省します。

反省2：事故時の広報活動について

2011年3月11日の事故発生以降、広報活動全般が、迅速さと的確さを欠いていました。特に炉心溶融が生じていることを公表したのは、5月24日と大幅に遅れました。

この遅延の原因は、

a. 状況を誤って認識していたこと

b. 迅速に公表するという積極的な姿勢が不足していたこと

c. 外部との調整に時間を要したこと

にありました。

広報活動の迅速さと的確さを欠いた結果、当社が立地地域のみなさま、全国・全世界の方々の不安や不信を招いてしまったことを深く反省します。

【属性管理表】

整理 No		
	参考資料	参考資料 6
キーワード		
	内容	観測された地震動及び津波
		事故の概要
		事故進展：1 号機
		事故進展：2 号機
		事故進展：3 号機
		事故進展：4 号機
		事故進展：5 号機
		事故進展：6 号機
		福島第二原子力発電所の被災状況
		事故に対する反省

別添２

福島第一原子力発電所の概要（JANTI 報告書より）

１．設置場所

福島第一は、日本の東北（北緯 37 度、東経 141 度）にあり、東京から北方約 225ｋｍの太平洋に面した福島県の大熊町と双葉町に位置している。

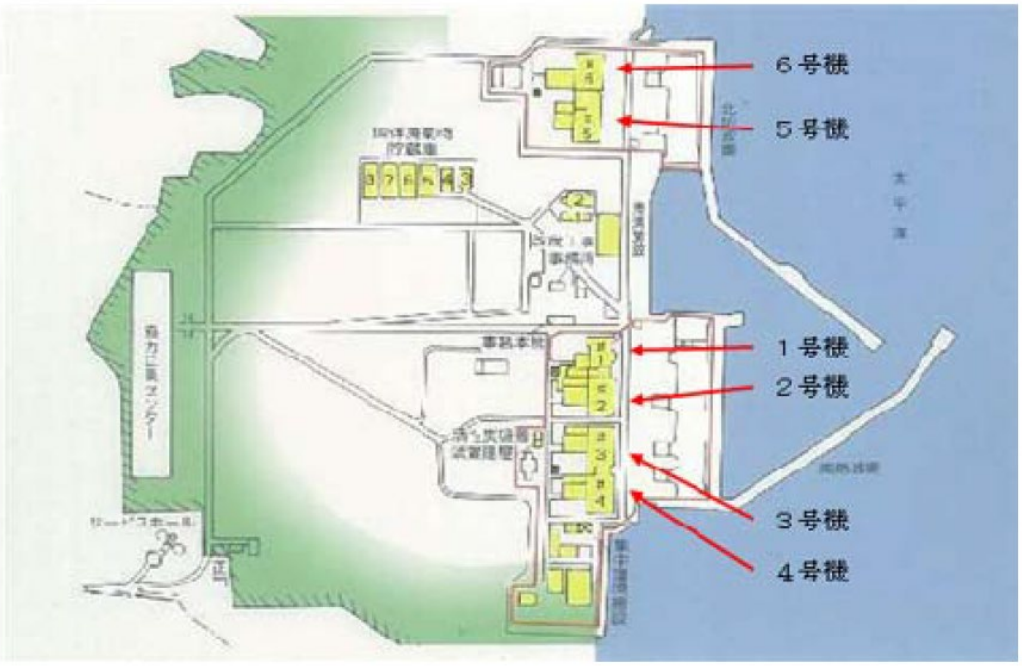
（立地町の平成 22 年国勢調査時の人口は、大熊町：約 11,500 人、双葉町：約 6,900 人）



（JANTI 報告書より）

発電所の敷地面積は約 350 万㎡で、東西約 1.5km、南北約 3km の半円形をしており、海抜約 35m の台地の海岸に面した場所を約 10～13m の高さに整地し、6 基の沸騰水型原子炉(BWR)が建設された。

発電所構内の配置は、下図のとおりであり、1 号機から 4 号機が大熊町、5 号機・6 号機が双葉町に立地しており、事務本館は、高台に設置されている。



（JANTI 報告書より）

２．1～6 号機の設備の概要

発電所の各号機は 1970 年代に運転を開始しており、総電気出力は 4,696MW である。各号機の主要緒元を下表に示す。

号機	電気出力	運転開始 年月日	炉型式	格納容器型式	主契約者
1	460	1971.3.26	BWR-3	Mark Ⅰ	GE
2	784	1974.7.18	BWR-4	Mark Ⅰ	GE・東芝
3	784	1976.3.27	BWR-4	Mark Ⅰ	東芝
4	784	1978.10.12	BWR-4	Mark Ⅰ	日立
5	784	1978.4.18	BWR-4	Mark Ⅰ	東芝
6	1100	1979.10.24	BWR-5	Mark Ⅱ	GE・東芝

（JANTI 報告書より）

表1　代表的BWR原子炉格納容器の仕様

			MARK-I型 PCV	MARK-I改型 PCV	MARK-II型 PCV	MARK-II改型 PCV	ABWR型 RCCV
設計の特徴			・圧力抑制型 ・鋼製 ・ﾄﾞﾗｲｳｪﾙ：上下部本球胴部円筒形 ・ｻﾌﾟﾚｯｼｮﾝ：円筒形ﾁｪﾝﾊﾞ	同　左	・圧力抑制型 ・鋼製 ・ﾄﾞﾗｲｳｪﾙ：円錐形 ・ｻﾌﾟﾚｯｼｮﾝ：円筒形ﾁｪﾝﾊﾞ ・垂直ベント管	同　左	・圧力抑制型 ・鉄筋コンクリート製 ・円筒形 ・水平ベント管
設備容量	出　力		460 Mwe	1100 Mwe	1100 Mwe	1100 Mwe	1300 Mwe
	円筒部直径		約 11 m	約 24 m	約 26 m	約 29 m	約 29 m
	全　高		約 34 m	約 38 m	約 48 m	約 48 m	約 36 m
	容積	ドライウェル空間	約 4,240 m^3	約 8,800 m^3	約 5,700 m^3	約 8,700 m^3	約 7,400 m^3
		ｻﾌﾟﾚｯｼｮﾝﾁｪﾝﾊﾞ空間	約 3,160 m^3	約 5,300 m^3	約 4,100 m^3	約 5,700 m^3	約 6,000 m^3
		プール水量	約 2,980 m^3	約 3,800 m^3	約 3,400 m^3	約 4,000 m^3	約 3,600 m^3
	最高使用圧　力	ドライウェル	4.35 $kg/cm^2 \cdot g$	4.35 $kg/cm^2 \cdot g$	3.16 $kg/cm^2 \cdot g$	3.16 $kg/cm^2 \cdot g$	3.16 $kg/cm^2 \cdot g$
		ｻﾌﾟﾚｯｼｮﾝﾁｪﾝﾊﾞ	4.35 $kg/cm^2 \cdot g$	4.35 $kg/cm^2 \cdot g$	3.16 $kg/cm^2 \cdot g$	3.16 $kg/cm^2 \cdot g$	3.16 $kg/cm^2 \cdot g$

[出典] 原子力安全研究協会(編)：軽水炉発電所のあらまし(改訂第3版)、平成20年9月、p.412

（ATOMICA より。JANSI 注：MARK-Ⅰ改型の出力は 784MWe と思われる。）

BWR は出力の大型化に伴い、BWR-1 型（20 万 kW 級）、BWR-2 型（30 万 kW 級）、BWR-3 型（50 万 kW 級）、BWR-4 型（80 万 kW 級）、BWR-5 型（110 万 kW 級）、ABWR（130 万 kW 級）と変遷する。一方、格納容器も、Mark-Ⅰ、Mark-Ⅰ改、Mark-Ⅱ、Mark-Ⅱ改、ABWR 型と形状が変遷している。下表に福島第一（1F）、福島第二（2F）で採用されている格納容器の空間部の体積（m^3）と原子炉出力（MWt）の比を示す。

炉	1F-1	1F-2～5	1F-6, 2F-1	2F-2～4	KK-6/7（参考）
格納容器	Mark-Ⅰ	Mark-Ⅰ	Mark-Ⅱ	Mark-Ⅱ改	RCCV
体積-出力比	約 4.4	約 3.1	約 3.0	約 4.3	約 3.4

注）格納容器体積は、設置許可申請書添付書類八のドライウェル体積（ベント管含む）と圧力抑制室（サプレッションチェンバー）空間部体積の和。　（東電報告書より作成）

福島第一原子力発電所　プラント主要諸元

	1号機	2号機	3号機	4号機	5号機	6号機
電気出力(MWe)	460	784	784	784	784	1,100
熱出力(MWt)	1,380	2,381	2,381	2,381	2,381	3,293
建設着工	1967/9	1969/5	1970/10	1972/5	1971/12	1973/3
営業運転開始	1971/3	1974/7	1976/3	1978/10	1978/4	1979/10
原子炉形式	BWR3	BWR4				BWR5
原子炉圧力容器内径(mm)	約4,800	約5,600	約5,570	約5,570	約5,570	約6,410
原子炉圧力容器全高(mm)	約20,000	約22,000	約22,000	約22,000	約22,000	約23,000
原子炉圧力容器全重量(t)	約440	約500	約500	約500	約500	約750
原子炉圧力容器設計圧力※1	約8.62MPa[gage] (87.9kg/cm^2[gage])	約8.62MPa[gage] (87.9kg/cm^2[gage])	約8.62MPa[gage] (87.9kg/cm^2[gage])	約8.62MPa[gage] (87.9kg/cm^2[gage])	約8.62MPa[gage] (87.9kg/cm^2[gage])	約8.62MPa[gage] (87.9kg/cm^2[gage])
原子炉圧力容器設計温度(℃)	302	302	302	302	302	302
燃料集合体数(本)	400	548	548	548	548	764
高燃焼度8×8燃料(本)	68	–	–	–	–	–
9×9燃料(A型)(本)	–	–	516	–	–	–
9×9燃料(B型)(本)	332	548	–	548	548	764
MOX燃料(本)	–	–	32	–	–	–
燃料棒有効長(m)	約3.66	約3.71	約3.71	約3.71	約3.71	約3.71
制御棒本数(本)	97	137	137	137	137	185
格納容器形式(本体)	マークⅠ					マークⅡ
格納容器全高(m)	32	34	34.1	34.1	34.1	48.0
格納容器直径(m)	17.7(球部) 9.6(円筒部)	20.0(球部) 10.9(円筒部)	20.0(球部) 10.9(円筒部)	20.0(球部) 10.9(円筒部)	20.0(球部) 10.9(円筒部)	25.9
圧力抑制室プール水量(m^3)	1,750	2,980	2,980	2,980	2,980	3,200
格納容器設計圧力※1	約0.43MPa[gage] (4.35kg/cm^2[gage])	約0.38MPa[gage] (3.92kg/cm^2[gage])	約0.38MPa[gage] (3.92kg/cm^2[gage])	約0.38MPa[gage] (3.92kg/cm^2[gage])	約0.38MPa[gage] (3.92kg/cm^2[gage])	約0.28MPa[gage] (2.85kg/cm^2[gage])
格納容器設計温度(℃)	138(D/W) 138(S/C)	138(D/W) 138(S/C)	138(D/W) 138(S/C)	138(D/W) 138(S/C)	138(D/W) 138(S/C)	171(D/W) 105(S/C)
使用済燃料プール容量(%炉心分)	225	225	225	290	290	230
使用済燃料プール使用温度(℃)	≦65	≦65	≦65	≦65	≦65	≦65
使用済燃料プールの長さ(南北:海岸線に平行)(m)	約7.2	約9.9	約9.9	約9.9	約9.9	約10.4
使用済燃料プールの幅(東西:海岸線に垂直)(m)	約12.0	約12.2	約12.2	約12.2	約12.2	約12.0
使用済燃料プールの深さ(最深部)(m)	約11.8	約11.8	約11.8	約11.8	約11.8	約11.8
使用済燃料プールの容積(m^3)	約1,020	約1,424	約1,425	約1,425	約1,425	約1,497
使用済燃料プールでの使用済燃料の貯蔵可能体数(体)	900	1,240	1,220	1,590	1,590	1,770
使用済燃料プールに貯蔵されている使用済燃料(体)(H22.12末)	292	587	514	1,331(炉内取出燃料548体含む)	946	876
使用済燃料プールに貯蔵されている新燃料(体)(H22.12末)	100	28	52	204	48	64

※1　原子炉設置許可申請書での単位は kg/cm^2[gage]　　(政府事故調報告より)

【属性管理表】

整理 No		
	参考資料	参考資料 4
キーワード		
	表題	福島第一原子力発電所の概要
	内容	設置場所
		1～6 号機の設備の概要
		プラント主要諸元

別添３

東北地方太平洋沖地震と随伴津波の概要

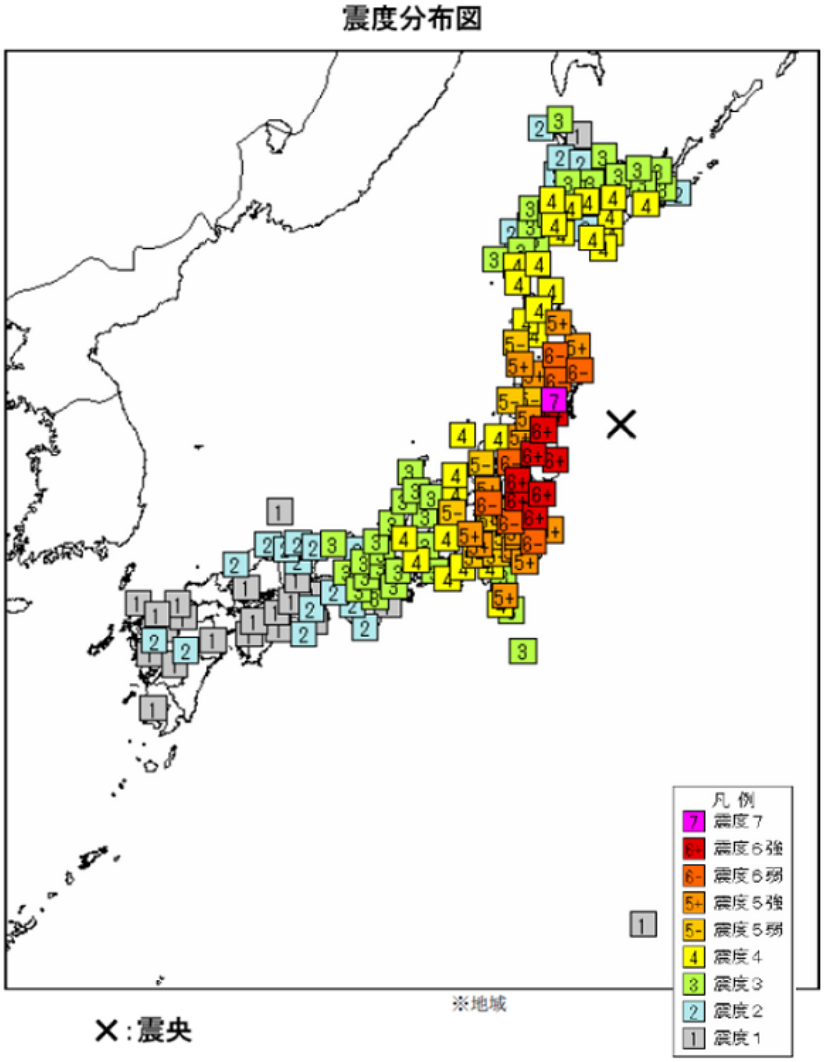
１．地震の概要

地震は、平成 23 年 3 月 11 日(金)14 時 46 分頃に、三陸沖、牡鹿半島の東南東 130Km 付近（北緯 38.1 度、東経 142.9 度）を震源として発生した。

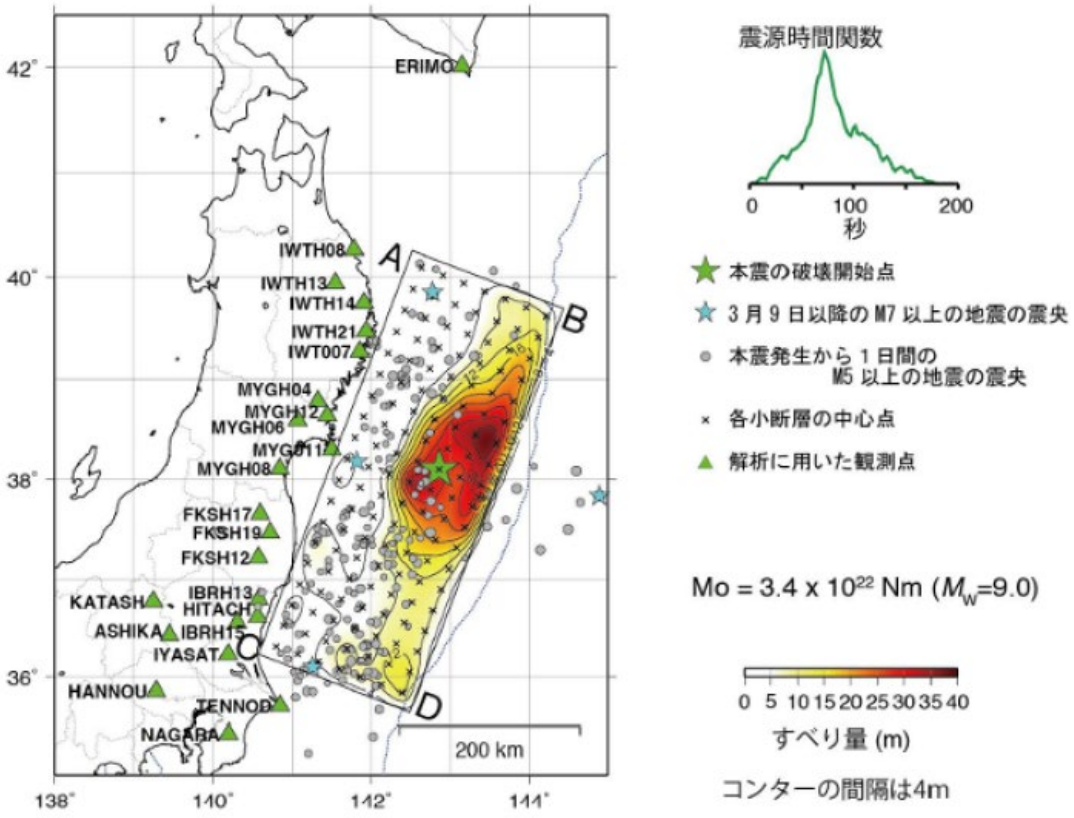
- 規模：モーメントマグニチュード Mw9.0
- 震源深さは 24ｋｍ
- 余震：M7.0 以上 6 回、M6.0 以上 93 回（気象庁の 9 月 8 日の発表）
- 最大すべり量：約 30m
- 断層：長さ約 450ｋｍ、幅約 150ｋｍ
- 破壊継続時間：約 170 秒間

（JANTI 報告書より）

平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分頃の三陸沖の地震（出典：気象庁）



（JANTI 報告書より）



出典：気象庁（平成 23 年 3 月　地震・火山月報）

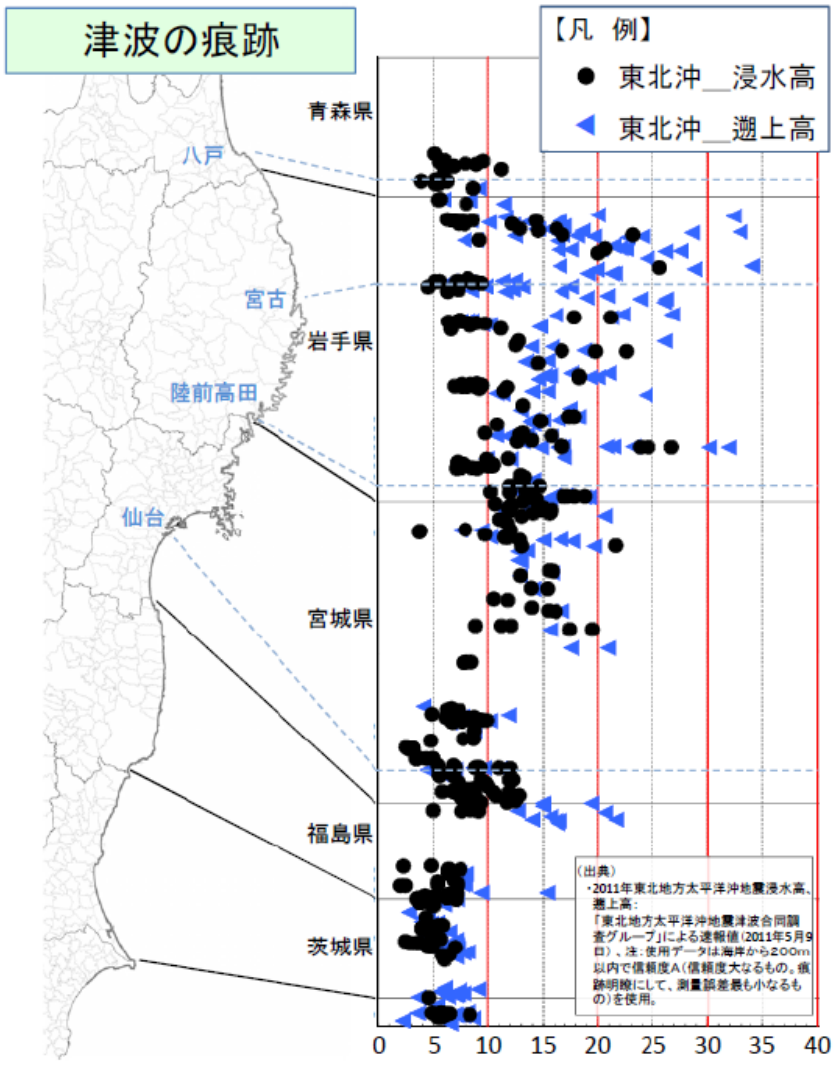
（JANTI 報告書より）

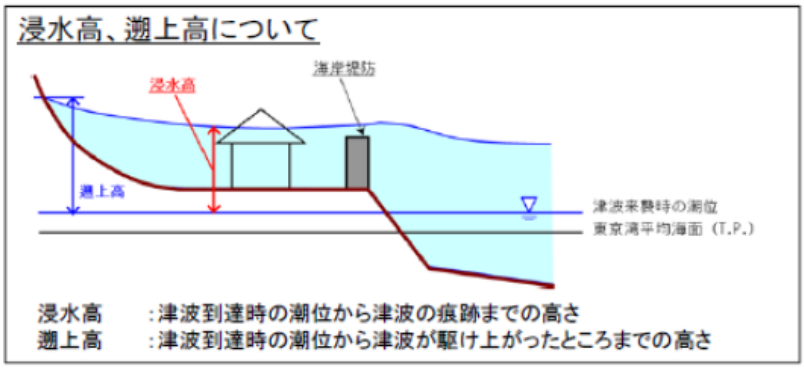
地震調査研究推進本部地震調査委員会は、平成 23 年 3 月 11 日に「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震の評価」を発表した。その中で、今回の地震について以下のように述べている。

「今回の地震の震源域は、岩手県沖から茨城県沖までの広範囲にわたっていると考えられる。地震調査委員会では、宮城県沖・その東の三陸沖南部海溝寄りから南の茨城県沖まで個別の領域については地震動や津波について評価していたが、これらすべての領域が連動して発生する地震については想定外であった。」

２．津波の概要（JANTI 報告書より）

津波は、震源のほぼ真上の海底が約 3m隆起したことにより起こったと推定される。最大遡上高さは、宮古市の北で 35m近くとなっている。また、宮古市の北での浸水高さは 25m を超えている。浸水面積は、岩手県で 58 ㎢、宮城県で 327 ㎢、福島県で 112 ㎢、茨城県で 23 ㎢となっている。





出典：東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会第 1 回会合資料より抜粋

地震と津波による被害は、9 月 26 日時点で、死者 15,811 名、行方不明者 4,305 名、全壊建物 117,542 戸、半壊建物 177,192 戸と甚大である。

（JANTI 報告書より）

３．被害の概要（平成 23 年 12 月 1 日 16 時 00 分現在）（政府事故調報告より）

都道府県名	人的被害(人)			建築物被害(戸)							
	死者	行方不明者	負傷者	全壊	半壊	流失	全焼	半焼	床上浸水	床下浸水	一部破損	非住家
北海道	1		3		4				329	545	7	469
青森県	3	1	61	311	853						121	1,194
岩手県	4,665	1,409	188	20,184	4,551		15		1,761	323	7,291	4,148
宮城県	9,504	1,913	4,013	78,451	100,663		135		7,053	11,009	190,971	27,819
秋田県			12								3	3
山形県	2		29	37	80							
福島県	1,605	221	241	18,432	57,850		77	3	62	339	133,492	1,071
東京都	7		90		11		3				257	20
茨城県	24	1	707	3,203	23,247		31		1,609	722	162,918	12,465
栃木県	4		132	265	2,042						67,604	295
群馬県	1		38		7						16,154	195
埼玉県			42	22	193		1	1		1	1,800	33
千葉県	20	2	251	783	9,221		15		153	720	34,237	660
神奈川県	4		132		38						405	24
新潟県			3								9	7
山梨県			2								4	
長野県			1									
静岡県			4							7	4	
三重県			1						2			9
徳島県									2	9		
高知県			1						2	8		
合計	15,840	3,547	5,951	121,688	198,760		281		10,973	13,683	615,277	48,412

東北地方太平洋沖地震及び同地震に伴う津波による被害の概要（平成23年12月1日16時00分現在）　警察庁緊急災害警備本部資料（平成23年12月1日付け）を基に作成

（政府事故調報告より）

備考：福島県の現在の避難者数（「福島復興ステーション」のホームページより）

「地震・津波により被災された方、原発事故に伴う避難区域の設定により避難を余儀なくされた方など、未だ多くの方々が県内外で避難生活を続けておられます。

(避難者数の推移： 164,865 人(ピーク時、平成 24 年 5 月) --> 57,538 人(平成 29 年 7 月))）

【属性管理表】

整理 No		
	参考資料	参考資料 5
キーワード		
	表題	東北地方太平洋沖地震と随伴津波の概要
	内容	地震の概要
		津波の概要
		被害の概要

別添 4

原子力発電の仕組み

１．原子力発電所の概要

① 原子力発電所は大きくは、原子炉建屋とタービン建屋とその他の建屋に分けられる。

② 原子炉建屋には放射能を閉じ込めるための原子炉格納容器がある。

③ 原子炉格納容器の中には燃料を入れる原子炉圧力容器がある。

④ 原子炉圧力容器の中の燃料が集まっている部分を炉心という。制御棒が炉心から引き抜かれると核反応が起きる。

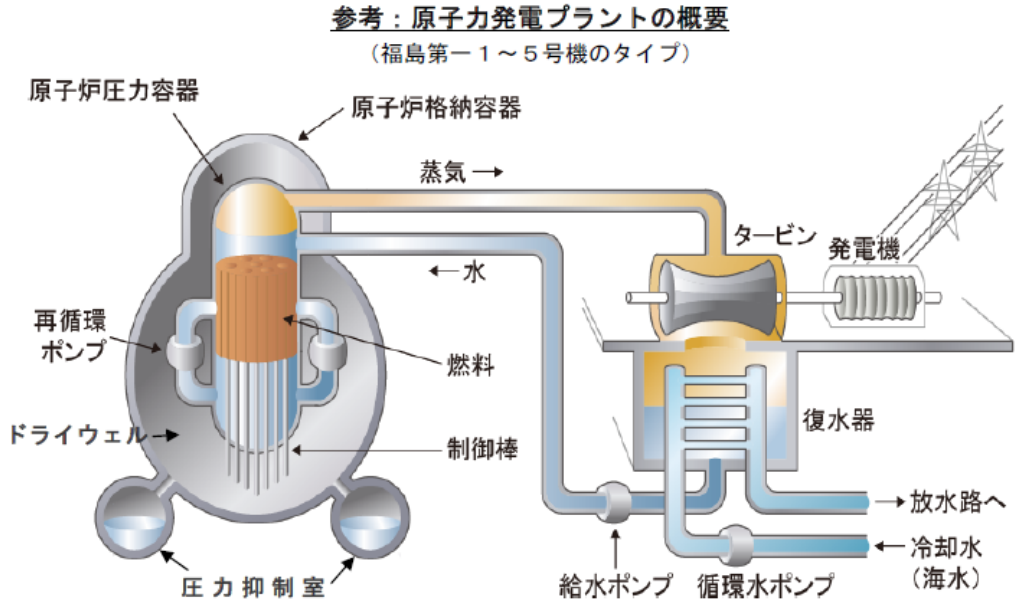
⑤ タービン建屋には電気を発生さるためのタービンや発電機やタービンで仕事をした後の蒸気を水に戻すための復水器などがある。

２．発電の仕組み：水のリサイクル利用

① 制御棒が炉心から引き抜かれると核反応が起こり、熱が発生する。熱は周囲の水（冷却材）に伝わり、水は蒸気になる。

② 発生した蒸気はタービンと発電機を回して電気を発生させる。電気は変圧器を通して昇圧され、送電線で社会に送られる。

③ タービンを回した蒸気は復水器で、海水と熱交換し、水に戻る。水は冷却材として再度原子炉へ給水される。



（東電報告書より）

３．安全を確保する仕組み

原子炉施設には、ウランの核分裂により生じた強い放射能を持つ放射性物質が原子炉内に存在する。そこで、何らかの異常・故障等により放射性物質が施設外へ漏出することを防止するために、原子炉施設には深層防護の概念に基づいて複数の安全機能が備え付けられている。

（１） 深層防護の概念（国会事故調報告より作成）

IAEA（国際原子力機関）は次のような「5 層の深層防護」の概念を提唱している。

第 1 層（定常運転）
「異常運転・不具合の予防」
不可欠な機能：保守的な設計、建設・運転の品質

↓

第 2 層（想定された運転上の事象）
「異常運転状態の管理と不具合の検知」
不可欠な機能：管理・制限・保護システム、その他監視機能

↓

第 3 層（設計基準内の複雑な運転上の事象）
「設計基準で想定される過酷レベル未満の事故の管理」
不可欠な機能：工学的安全設備、事故対応手順

↓

第 4 層（設計基準事故を超えるシビアアクシデント）
「事故進展防止を含む過酷な発電所状態の管理と、閉じ込め防護を含むシビアアクシデントの影響緩和」
不可欠な機能：補完的手段、閉じ込め防護を含むアクシデントマネジメント

↓

第 5 層（シビアアクシデントに続く状態）
「放射性物質の大規模な放出による放射線影響の緩和」
不可欠な機能：オフサイトの緊急対応

（２） 安全確保のポイント（政府事故調報告より作成）

異常が発生した場合には、原子炉を「止める」「冷やす」そして、放射性物質を「閉じ込める」ことによって、安全を確保する。

ａ．止める機能（原子炉停止機能）

原子炉を止める機能を担う設備は、原子炉停止系と呼ばれる。原子炉停止系は、原子炉に異常が発生した際に炉心における核分裂反応を停止させて出力を急速に低下させるため、炉心に大きな負の反応度を与える設備である。

原子炉停止系の代表的な設備として制御棒がある。制御棒とは、原子炉の反応度を制御するための中性子吸収材と構造材から構成されており、制御棒を燃料集合体の間に入れると中性子が吸収され、核分裂反応が抑制され、原子炉の出力が低下する。原子炉の異常時には燃料の損傷を防ぐため急速に制御棒を炉心に挿入して、原子炉を緊急停止（スクラム）させる。

その他の原子炉停止系の設備として、ほう酸水注入系がある。これは、ほう酸貯蔵タンク、ポンプ、テストタンク、配管、弁等から構成され、制御棒が挿入不能の場合に、原子炉に中性子吸収材であるほう酸水を注入して負の反応度を与えて原子炉を停止する機能を有する。

b．冷やす機能（原子炉冷却機能）

炉心に制御棒を挿入して原子炉を停止させた場合においても、燃料棒内に残存する多量の放射性物質の崩壊により発熱が続くことから、燃料の破損を防止するために炉心の冷却を続ける必要がある。そこで、原子炉施設には通常の給水系の他に様々な注水系が備えられている。かかる注水系は、原子炉で発生する蒸気を駆動源とするタービン駆動ポンプ又は電動ポンプにより、原子炉へ注水する。また、注水系には、原子炉が高圧の状態の場合でも注水が可能な高圧のものと、原子炉の減圧をすることによって初めて注水が可能となる低圧のものがある。

c．閉じ込める機能（格納機能）

原子炉施設の潜在的な危険性は、原子炉内に蓄積される放射性物質の放射能が極めて強いことにある。したがって、放射性物質の施設外への過大な放出を防止するための機能が原子炉施設には備えられており、この機能を格納機能という。

格納機能を有するものの第一はペレットである。これは、原子炉の燃料そのものであり、化学的に安定な物質である二酸化ウランの粉末を陶器のように焼き固めたもので、放射性物質の大部分をこの中に留めることができる。

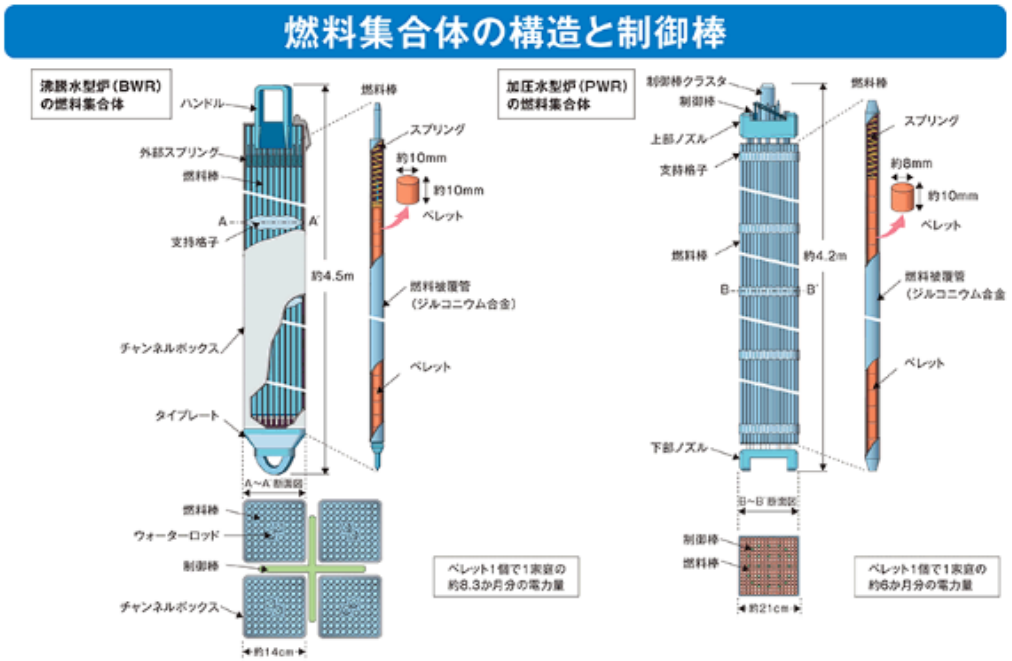
第二は、燃料棒の周りを覆う被覆管である。ペレットは、被覆管の中に納められて燃料棒を構成している。この被覆管は気密に作られており、ペレットの外に出てくる放射性物質を被覆管の中に留めることができる。

第三は、燃料棒が格納されている圧力容器である。何らかの原因により、被覆管が破損すると放射性物質が冷却材中に漏出することとなるが、圧力容器は高い圧力にも耐えられる構造となっており、また気密性も高いことから、その中に漏出した放射性物質を留めることができる。

第四は、圧力容器を包み込む格納容器である。格納容器は、鋼鉄製の容器であり、圧力容器を含む主要な原子炉施設を覆っている。

第五は、格納容器が納められている原子炉建屋である。

燃料集合体の構造と制御棒



「原子力・エネルギー」図面集2012　5-1-7

燃料集合体は、ウラン燃料（ペレット）が充てんされた燃料棒などでできています。冷却材（水）は、燃料棒間を通り抜ける際に核分裂による熱エネルギーを奪って蒸気（BWR）・高温水（PWR）となります。なお、ペレット1個でBWRでは1家庭の約8カ月分、PWRでは6～7ヶ月分の電気を作ることができます。

（電気事業連合会 HP より）

【属性管理表】

整理 No		
	参考資料	参考資料 3
キーワード		
	表題	原子力発電所仕組み
	内容	原子力発電所の概要
		発電の仕組み
		安全を確保する仕組み
		深層防護の概念
		安全確保のポイント

新規制基準に基づく対策（例）

柏崎刈羽原子力発電所6,7号機における新規制基準への適合申請について
（平成25年9月27日　東京電力㈱プレス発表資料より➔資料としては古いことをご承知おきください。）

1．福島第一事故後の当社の取り組みと新規制基準への適合性のポイント

平成23年3月に発生した福島第一原子力発電所の事故以降，当社は柏崎刈羽原子力発電所の安全性を向上する対策を継続的に追加実施してきました。
（代表的な対策例）
- 緊急安全対策として，消防車，電源車等を配備し，訓練を実施（平成23年4月21日，国に実施報告）
- 防潮堤の設置（平成25年6月完了）
- 空冷式ガスタービン発電機車等の追加配備（平成24年3月完了）
- 代替熱交換器車の配備（平成25年3月完了）

↓

実施してきた安全対策について，原子力規制委員会（以下，規制委という）による客観的な評価をいただくことが重要と考えており，6号機，7号機に関して規制委に対して新規制基準への適合申請を実施することとしました。

↓

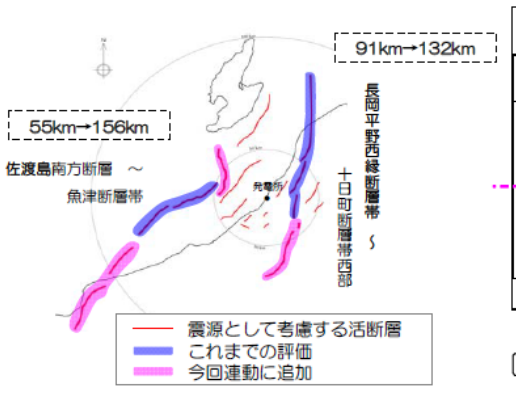
新規制基準への適合性においてポイントとなる主な安全対策は，以下のとおりです。
- 自然現象（地震，津波，その他の自然現象（竜巻，火山活動等））への対策
- 内部溢水対策
- 火災防護対策
- 外部からの受電系統の強化対策
- 重大事故対策（※）

（※）重大事故とは，炉心または貯蔵している燃料体の著しい損傷のこと。
対策としては，損傷防止と損傷後の影響緩和があります。

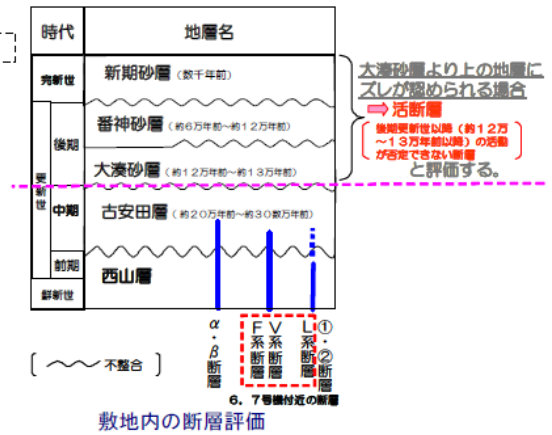
2．自然現象に対する対策

（1）　地震対策

- 断層連動について，断層間の離隔が 5 km 以内ならば考慮すべきという国の専門機関（地震調査研究推進本部）の見解や地質構造から評価していましたが，**より幅の広い専門家の意見も考慮し，安全側に基準地震動 Ss へ反映**し，この地震動が，6，7号機の耐震安全性に影響がないことを確認しました。
- **敷地内の断層はいずれも古安田層中で止まっており，古安田層堆積終了以降（約20万年前以降）の活動は認められません。**



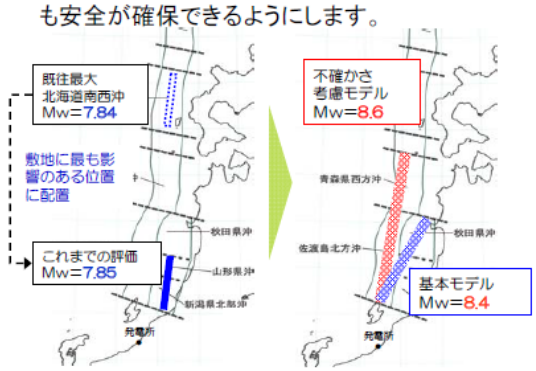
敷地周辺の活断層連動評価



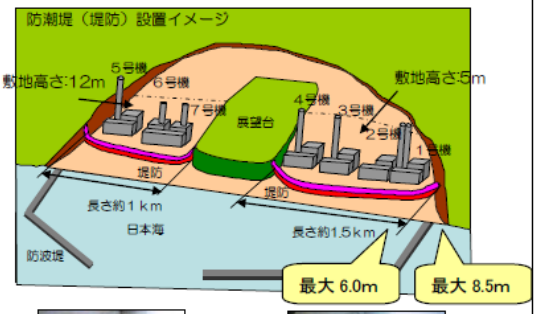
敷地内の断層評価

（2） 津波対策

- 発電所の津波評価にあたっては，新規制基準や東北地方太平洋沖地震の教訓を踏まえ，**断層の連動を安全側に考慮し，断層の規模を見直し**ました。
- **地震による津波と海底地すべりによる津波の同時発生を考慮したシミュレーションで，極めて稀であるが発電所に到達する可能性のある津波は，取水口前面で最高 6.0m，遡上高さは最高 8.5m になり，6，7号機の敷地高さは 12m であるため，津波は遡上しません。**
- 事業者独自の取組みとして，防潮堤の設置，重要な建屋扉の水密扉化等を進め，15m 程度の津波でも安全が確保できるようにします。



日本海東縁部における波源の想定
（上記以外の敷地周辺海域の活断層の連動は地震動と同じ設定）





水密扉化



（3） その他の自然現象（竜巻，火山活動）に対する対策

竜巻対策

- **規制委の竜巻影響評価ガイドに沿って，設計基準竜巻は藤田スケール 2（最大瞬間風速 69m/s）に設定しました。**

＜設計基準設定根拠＞

参照項目		竜巻規模（風速範囲）
観測実績 （統計期間：1961～2012.6）	新潟県最大 本州日本海側最大	藤田スケール1（33～49m/s） 藤田スケール2（50～69m/s）
年超過確率	10^{-5}/年値 （10万年に1回）	藤田スケール2（50～69m/s）

➢ 影響評価

・竜巻（風圧，気圧差，飛来物）で，安全上重要な設備を有する建屋の健全性が損なわれない事を確認しました。

火山活動対策

- **規制委の火山影響評価ガイドに沿って，仮に妙高山で富士山規模の噴火（宝永噴火）が起きることまで想定し，火山灰堆積厚 30cm を設計基準に設定しました。**

＜設計基準設定根拠＞

・半径 160km 以内の火山について活動性を評価

・溶岩流や火砕流は敷地周辺に痕跡がなく，到達する可能性は十分小さい

・降下火山灰を考慮すべき最も近い火山までは約 74km（妙高山）



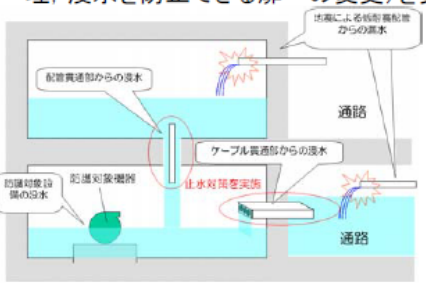
➢ 影響評価

・火山灰の堆積で，建屋の健全性が損なわれないことを確認しました。

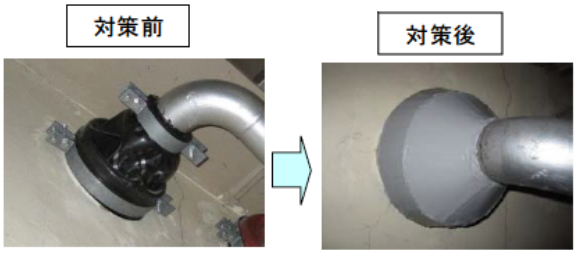
・中央制御室の換気空調系は循環運転，非常用ディーゼル発電機は吸気口の構造による火山灰吸い込み防止やフィルタ交換等で，安全上問題ないことを確認しました。

3. 内部溢水対策

● 安全上重要な設備への浸水経路になる場所へ，止水対策（配管，ケーブル等の壁貫通止水処理，浸水を防止できる扉への変更）を実施します。



内部溢水のイメージ



配管貫通部の止水処理施工例

4. 火災防護対策

● 以下の3方針に基づいて対策を実施し，火災発生時にも原子炉を安全に停止できるようにします。

➢ 火災発生を防止

・燃えにくい材料を使う（柏崎刈羽では建設時から難燃ケーブルを使用）

・潤滑油や作業時に持ち込む可燃物は，必要最小限にして徹底管理

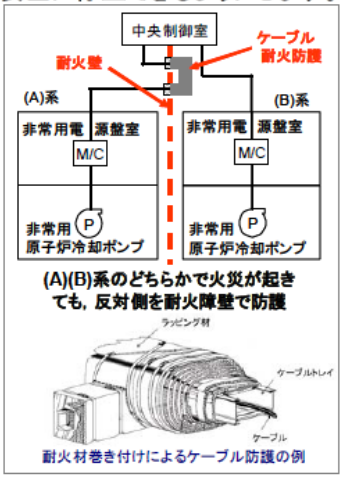
➢ 速やかに検知，消火

・煙感知，熱感知など複数原理の火災検知器を付けて，迅速かつ確実に火災を検知

・常設の遠隔消火設備，24 時間現場待機の自衛消防隊による消火活動

➢ 耐火障壁で安全設備の延焼を防止

・耐火障壁で延焼を防止し，原子炉の停止と冷却に必要な設備が必ず1セットは火災から生き残るようにする



耐火材巻き付けによるケーブル防護の例

5. 電気系統（外部電源受電系統）強化対策

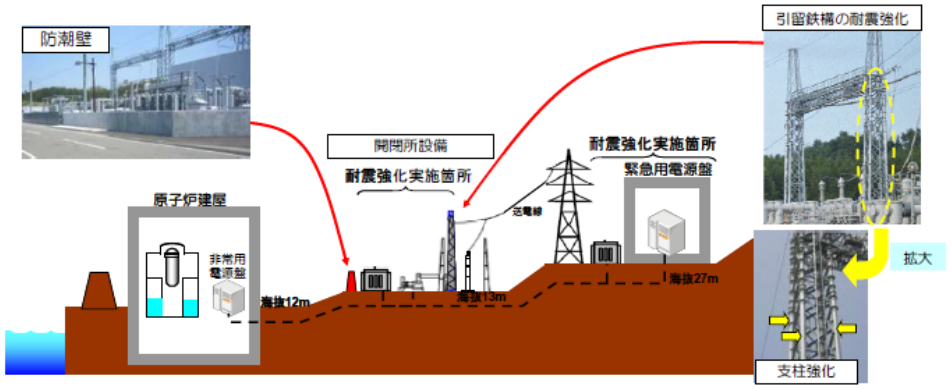
● 外部からの受電系統強化で，地震・津波時にも外部電源を受電できるようにします。

➢ 受電経路を3ルート5回線確保し，一度に全てが失われないようにする

➢ 緊急用電源盤を新設し，受電後の所内電源回路を多重化

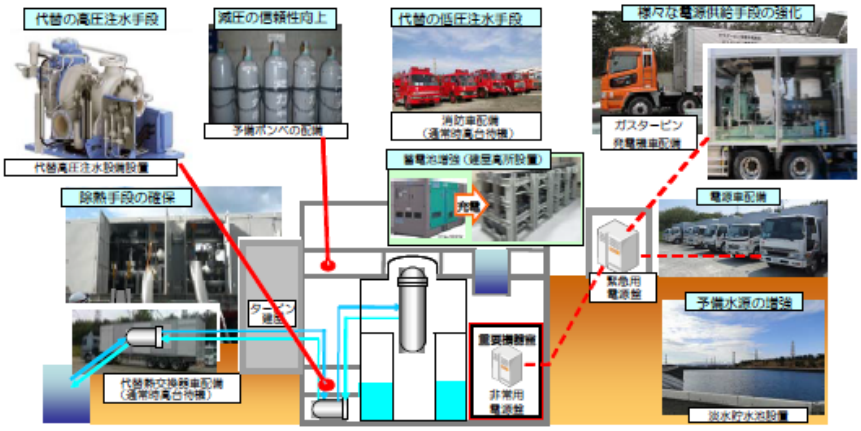
➢ 外部電源の受電に必要な開閉所機器，変圧器の耐震性確保

➢ 開閉所は津波に対して十分高い敷地に位置（事業者独自の取組みとして防潮壁を設置し，15m 程度の津波からも防護）

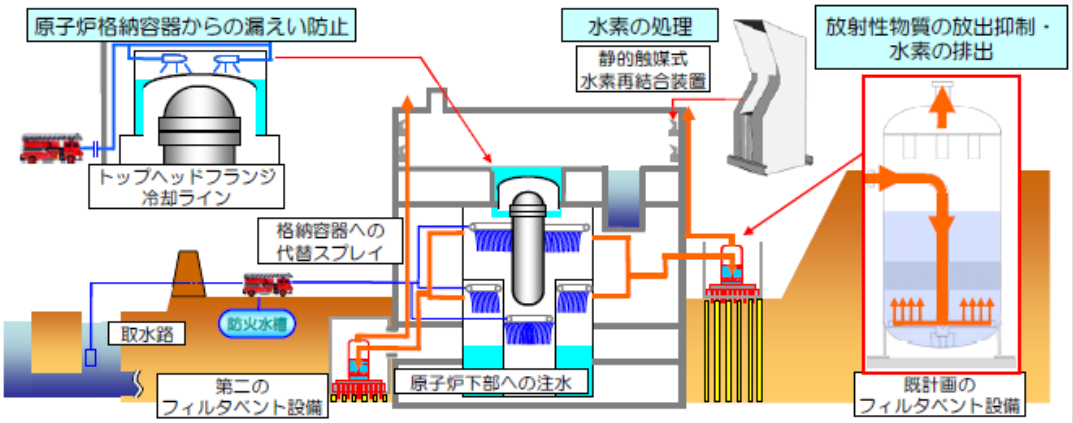


6. 重大事故対策と有効性評価

- 全ての電源を喪失した場合においても原子炉の注水，冷却を可能とする手段を構築しています。
- 福島第一事故の大きな問題の一つである放射性セシウムによる長期的な土地汚染を発生させないため，万一炉心損傷しても，放射性セシウム等の粒子状放射性物質の放出を極力低減することを目的に，粒子状放射性物質を 99.9%以上除去することが可能なフィルタベントを設置します。
- フィルタベントについて規制委の審査ガイド※に沿って，被ばく量評価，放出量評価を実施し，評価項目を満足することを確認しました。(※:炉心損傷防止対策及び格納容器破損防止対策の有効性評価に関する審査ガイド)
  - 炉心損傷防止のために行う(炉心損傷前の)フィルタベントに伴い，放出される希ガスやよう素の被ばく量を評価したところ，敷地境界における線量は約 0.042mSv であり，審査ガイドが示す概ね 5mSv 以下を確認。
  - 炉心損傷後の格納容器過圧など，想定される格納容器破損モードにおいて，格納容器破損防止のために行うフィルタベントに伴うセシウム-137 の総放出量は約 0.0025TBq であり，審査ガイドが示す 100TBq 以下を確認。
- また，既計画のフィルタベントに加え，バックフィット対応として，第二フィルタベントを設置します。
  (原子炉設置変更許可申請書に基本方針を記載済み，安全協定に基づく協議後に工事計画認可申請予定)
- 万一炉心損傷しても，発生した水素が格納容器から原子炉建屋に漏えいしないようにするとともに，万一漏えいしても，水素が滞留して爆発を起こさないよう対策します。



全電源喪失時，原子炉注水・冷却対策例



炉心損傷時の放射性物質放出抑制，格納容器損傷防止対策例

柏崎刈羽原子力発電所6,7号機における新規制基準への対応および安全対策実施状況について

新たに要求する機能		柏崎刈羽原子力発電所6,7号機において講じている安全対策の例 以下のような対策を実施する。また必要な手順を整備、訓練を実施する。	6号機	7号機
耐震・対津波機能 （強化される主な事項のみ記載）	基準津波により安全性が損なわれないこと	柏崎刈羽原子力発電所における入力津波は6m、遡上高さは最高8.5m。 6, 7号機は敷地高さ12mに設置されているため、入力津波が敷地に遡上することは無い。 海とつながる取水路等の開口部に対して浸水防止設備を設置することで重要機器への影響を防止。	工事中	工事中
	津波防護施設等は高い耐震性を有すること	浸水防止設備について耐震性を確認	済	済
	後期更新世(約12～13万年前)以降の活動が否定できない場合、中期更新世(約40万年前)まで遡って活動性を評価	6, 7号機直下の敷地内の断層について、約20万年前以降の活動がないことを確認	済	済
	基準地震動策定のため地下構造を三次元的に把握すること	3次元の地下構造モデルを用いて、地震の揺れに関する詳細なシミュレーション等を新潟県中越沖地震以降も適宜実施	済	済
	安全上重要な建物等は活断層の露頭がない地盤に設置	6, 7号機直下の敷地内の断層について、約20万年前以降の活動がないことを確認	済	済
重大事故を起こさないために設計で担保すべき機能（設計基準） （強化される主な事項のみ記載）	火山、竜巻、外部火災などにより安全性が損なわれないこと	各種自然現象等の影響を評価し、安全上重要な施設の機能が損なわれないことを確認	済	済
	内部溢水により安全性が損なわれないこと	影響評価を実施し、潜在的溢水源を特定、安全上重要な機器に係わる浸水経路への止水対策等を実施	工事中	工事中
	内部火災により安全性が損なわれないこと	不燃、難燃性材料の採用、火災感知器の追設、耐火障壁の設置 等	工事中	工事中
	安全上重要な機能の信頼性確保	重要な系統は、従前より配管も含めて系統単位で多重化もしくは多様化	済	済
	電気系統の信頼性確保	送電鉄塔基礎の補強・開閉所設備等の耐震強化工事実施	工事中	工事中
		発電所外の電源系統と3ルート5回線の送電線で接続	済	済
		非常用ディーゼル発電機(D/G)燃料タンクの耐震性について確認実施	済	済
	最終ヒートシンクへ熱を輸送する系統の物理的防護	津波、溢水等を想定しても最終ヒートシンクへ熱を輸送する機能を維持できることを確認	工事中	工事中
	原子炉停止機能	代替制御棒挿入機能、代替冷却材再循環ポンプ・トリップ機能、 ほう酸水注入系の設置(原子炉停止機能はいずれも従前より設置済)	済	済
	原子炉冷却材高圧時の冷却機能	代替直流電源(バッテリー等)の配備(原子炉隔離時冷却系等の制御電源)	工事中	工事中
	原子炉冷却材圧力バウンダリの減圧機能	自動減圧機能の追加(水位の大幅な低下及び残留熱除去系ポンプが運転している場合)	工事中	工事中
		可搬式予備バッテリー・予備ポンペの配備(逃がし安全弁(減圧弁)駆動用)	済	済
	原子炉冷却材低圧時の冷却機能	復水補給水系による代替原子炉注水手段の整備	済	済
		消防車(通常時高台配備)及び接続口設置による原子炉注水手段の整備	工事中	工事中
	事故時の重大事故防止対策における最終ヒートシンク確保機能	代替熱交換器車及び水中ポンプ(通常時高台配備)による海への除熱手段の整備	済	済
		ベントによる大気への除熱手段を整備	済	済

重大事故等に対処するために必要な機能（全て新規要求）	格納容器内雰囲気の冷却・減圧・放射性物質低減機能	復水補給水系による格納容器スプレイ手段の整備	済	済
		消防車(通常時高台配備)及び接続口設置による格納容器スプレイ手段の整備	工事中	工事中
	格納容器の過圧破損防止機能	フィルタベント設備の設置(放射性物質の放出量を抑制した上での格納容器の減圧手段の整備)	工事中	工事中
	格納容器下部に落下した溶融炉心の冷却機能	復水補給水系によるペデスタル（格納容器下部）注水手段の整備	済	済
		消防車(通常時高台配備)及び接続口設置によるペデスタル（格納容器下部）注水手段の整備	工事中	工事中
	格納容器内の水素爆発防止機能	原子炉格納容器への窒素封入(不活性化)(従前より実施)	済	済
		フィルタベント設備の設置(炉心損傷時の水素排出手段の整備)	工事中	工事中
	原子炉建屋等の水素爆発防止機能	静的触媒式水素再結合器の設置(原子炉建屋内での水素処理手段の整備)	工事中	済
		格納容器頂部への注水ラインの設置(原子炉建屋への水素漏えいの低減)	工事中	済
	使用済燃料貯蔵プールの冷却、遮へい、未臨界確保機能	復水補給水系による代替使用済燃料プール注水手段の整備	済	済
		消防車(通常時高台配備)及び専用接続口設置による使用済燃料プールスプレイ設備の設置	工事中	工事中
	水供給機能	淡水貯水池、防火水槽及び水の移送ルートの整備	済	済
		重大事故時の海水利用(注水等)手段の整備	済	済
	電気供給機能	空冷式ガスタービン発電機車、電源車(交流電源)及び緊急用電源盤を高台に配備	済	済
		代替直流電源(バッテリー等)の配備	工事中	工事中
	制御室機能	炉心損傷時の中央制御室居住性確保手段(電源供給等)の整備	工事中	工事中
		炉心損傷時の運転員の被ばく量の抑制対策の整備(鉛遮蔽の設置 等)	工事中	工事中
	緊急時対策所機能	免震重要棟を設置済、専用電源、通信連絡設備(衛星電話、無線連絡設備)等の整備	済	済
		免震重要棟内の汚染防止対策の整備(着替えスペースの確保、線量計、防護マスク等の整備)	済	済
		炉心損傷時の対策要員の被ばく量の抑制対策の整備	工事中	工事中
	計装機能	原子炉水位計の凝縮槽に温度計を設置(温度を計測することで水位計の健全性が確認可能)	工事中	工事中
	モニタリング機能	常設モニタリングポストへの専用電源設置	済	済
		可搬式代替モニタリング設備(モニタリングカー等)の増強	済	済
	通信連絡機能	発電所内連絡用通信設備の設置(衛星電話、無線連絡設備)	済	済
		発電所外連絡用通信設備の設置(衛星電話、原子力防災ネットワークを用いた通信連絡設備)	工事中	工事中
	敷地外への放射性物質の拡散抑制機能	原子炉建屋放水設備を配備	手配中	手配中
	大規模自然災害や意図的な航空機衝突等のテロリズムによりプラントが大規模に損傷した状況で注水等を行う機能	消防車・電源車等の可搬設備の分散配置、接続口の設置、原子炉建屋放水設備を配備 (なお、特定重大事故等対処施設については検討中)	工事中	工事中

【属性管理表】

整理 No		
	参考資料	参考資料 7
キーワード		
	内容	新規制基準に基づく対策
		新規制基準への適合性
		自然現象に対する対策
		地震対策
		津波対策
		その他の自然現象に対する対策
		竜巻・火山活動に対する対策
		内部溢水対策
		火災防護対策
		外部電源強化対策
		重大事故対策と有効性評価

別添 6

用語集（JANTI 報告書より）

アクシデントマネジメント（過酷事故対策）AM	
	設計基準事象を超え、炉心が大きく損傷する恐れのある事態が万一発生したとしても、現在の設計に含まれる安全余裕や安全設計上想定した本来の機能以外にも期待し得る機能またはそうした事態に備えて新規に設置した機器等を有効に活用することによって、それがシビアアクシデントに拡大するのを防止するため、もしくはシビアアクシデントに拡大した場合にもその影響を緩和するために採られる措置。
圧力抑制室、サプレッションプール S／C、S／P	
	沸騰水型原子炉（BWR）だけにある装置で、常時約 4，000m^3（福島第二 2～4 号機の場合）の冷却水を保有しており、万一、原子炉圧力容器内の冷却水が何らかの事故で減少し、蒸気圧が高くなった場合、この蒸気をベント管等により圧力抑制室に導いて冷却し、圧力容器内の圧力を低下させる設備。また、非常用炉心冷却系の水源としても使用する。
運用補助共用施設	
	福島第一原子力発電所での共用の使用済燃料プール及び 2・4 号機の非常用ディーゼル発電設備を収納した建屋
小名浜港工事基準面 O.P.	
	東京湾平均海面の下方 0．727m にある基準面
オフサイトセンター	
	原子力災害時には、国、都道府県、市町村等の関係者が一堂に会し、国の原子力災害現地対策本部、地方自治体の災害対策本部などが情報を共有しながら連携のとれた応急措置などを講じ、原子力防災対策活動を調整し円滑に推進するために、原子力災害対策特別措置法第 12 条第 1 項により主務大臣があらかじめ指定する施設。法律上の名称は緊急事態応急対策拠点施設。
温度降下率	
	時間あたりの温度降下。
加圧水型原子炉 PWR	
	減速材と冷却材として水を用い、高い圧力を加えて沸騰を抑える型式の原子炉。炉心で発生した熱を取り出す一次冷却系と、タービンへ送るための蒸気を発生する二次冷却系とは熱交換器（蒸気発生器）によって完全に分離されている。
海水熱交換器建屋	
	各種淡水冷却系の熱交換器に海水を供給するポンプや、熱交換器などを内包した建屋。
開閉所	
	発電所で発生した電力を電力系統へ送り出す、電力系統から発電所構内に引き込むために設置される中継基地。開閉器（スイッチ）で電力系統の開閉を行う。

核種
原子または原子核の種類を示すのに用いる用語。
核種分析
サンプルから放射性核種を特定すること。
格納容器 PCV
原子炉圧力容器をはじめとする原子炉系機器、配管を内包する容器。この容器は原子炉系配管の破断事故（いわゆる冷却材喪失事故）時に生じる過渡圧力、温度に耐え、かつ事故後の健全性を維持する必要があり、また事故時において容器からの放射性物質の漏えいをできる限り低く抑えるため気密性も有している。 5 重の障壁の一つ。
格納容器空調系
＝ドライウェルクーラ
格納容器ベント PCV ベント
格納容器の圧力の異常上昇を防止し、格納容器を保護するため、放射性物質を含む格納容器内の気体（ほとんどが窒素）を一部外部に放出し、圧力を降下させる措置。
格納容器冷却海水系
格納容器冷却系の補機に海水を供給する系統。
格納容器冷却系 CCS
冷却材喪失事故時に格納容器内に水をスプレイすることにより冷却材流出のエネルギー、燃料の崩壊熱を冷却して、格納容器圧力、温度を容器の最高使用温度以下とする装置。同時に格納容器内のよう素を除去し、格納容器外へ漏えいするよう素を低減する。
確率論的安全解析 PSA
発生する可能性のある様々な事象について、その発生確率を考慮して安全性を評価すること。
過渡現象記録サーバ
プラント運転時の主要パラメータのデータを常時取込み､｢手動またはあらかじめ設定された値を超えるか下回った事象が発生」すると自動的に事象発生前後のデータを収録し、事後の事象解析を支援する。
可燃限界
冷却材喪失事故時などにおいて、金属一水反応や水の放射線分解によって発生する水素と酸素がある濃度を超えると可燃現象を引き起こす限界点のこと。
下部プレナム
炉心の下方に存在する空間部分。通常運転時には、原子炉圧力容器内壁と炉心シュラウドの間を流下、または原子炉冷却材再循環系を通って流下してきた水が、ここでＵターンして炉心に流入し、冷却する。下部プレナム内には計装用案内管や制御棒案内管がある。

基準地震動（Ss）
発電用原子炉施設の耐震設計で用いる地震動。敷地周辺の地質・地質構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切なもの。「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」について、敷地における解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定する。この基準地震動 Ss による地震力に対して、耐震安全上重要な施設の安全機能が保持される必要がある。
基準面器
原子炉圧力容器内の水位を計測する際に基準とする圧力をとるために水を張ってある。
逆洗弁ピット
復水器細管を洗浄するために、細管内の海水の流れを逆にするための弁が設置されている場所
急速減圧
低圧系の非常用炉心冷却系により原子炉へ注水するために、主蒸気逃がし安全弁を手動で開することにより原子炉圧力を下げる操作。
給復水系
復水器により凝縮した復水を加圧・昇温し原子炉へ供給する系統。
金属一水反応
燃料被覆管などに使用されているジルコニウムが高温に熱せられると次第に周辺の冷却材である水と反応を起こして酸化する。この反応によって水素ガスが発生する。
空気作動弁 AO 弁
圧縮空気によって作動する弁
計装用圧縮空気系 IA
空気作動弁、空気制御器および計測器などで使用する清浄で乾燥した圧縮空気を供給する系統。
警報付ポケット線量計 APD
半導体検出器を使用した、警報付個人放射線モニタ。着用者が従事した作業件名、作業時刻を記憶可能。
原災法
原子力災害対策特別措置法の略称
原子炉圧力容器 RPV
原子炉の炉心、炉内構造物、一次冷却材などを収容し燃料の核反応により蒸気を発生する容器。
原子炉格納容器隔離系 PCIS
燃料の損傷事故による圧力容器の隔離、格納容器外での一次系破断事故に対して放射性物質および冷却材の放出を防止するように原子炉圧力容器と破断箇所間の隔離弁の閉止、格納容器内の一次系の破断事故に対して、格納容器からの放射性物質放出ルートを閉とし、格納容器内に封じ込めるように作動する。

原子炉隔離時冷却系 RCIC
通常運転中何らかの原因で主蒸気隔離弁の閉等により主復水器が使用できなくなった場合、原子炉の蒸気でタービン駆動ポンプを運転して冷却水を原子炉に注水し、燃料の崩壊熱を除去し減圧する。また、給水系の故障時などに、補助給水ポンプとして使用し、原子炉の水位を維持する。原子炉から発生する蒸気を駆動源とするため、一定の原子炉圧力がないと運転ができない。水源は復水貯蔵タンクとサプレッションプールのどちらか。タービン駆動後の蒸気はサプレッションプールに排出されるため、この系統の運転時にはサプレッションチェンバ、サプレッションプールの温度が上昇する。そのため、残留熱除去系と連携運転し、温度の上昇を防止する必要がある。
原子炉建屋 R/B
原子炉およびその関連施設を収容する建屋。放射性物質を閉じ込める 5 重の障壁の一つ。
原子炉停止時冷却系、原子炉停止時冷却モード SHC
原子炉を停止した後、ポンプと熱交換器を利用して冷却材（炉水）を冷却し、崩壊熱を除去するための設備。原子炉を冷温停止する能力を有し、ポンプ流量・熱交換器能力ともに高い。(福島第一 1 号機以外の他号機は、RHR 系に本冷却機能「原子炉停止時冷却モード」を有している。)
原子炉補機冷却海水系 RSW
原子炉補機冷却系の冷却水は熱交換器を介して冷却している。この原子炉補機冷却系の冷却水を冷却するために海水を供給する系統。
原子炉補機冷却系 RCW
補機冷却系の一つ。原子炉関連の常用補機の冷却系、あるいは原子炉関連の常用補機と非常用補機の冷却をかねる冷却系。
原子炉モードスイッチ
原子炉の状態に応じたインターロックを選択するための切替器。 モードとして「運転」「起動「停止」「燃料取替」。
原子炉冷却材圧力バウンダリ
原子炉の通常運転時に原子炉冷却材を内包し、原子炉と同様の圧力条件となり、かつ一次冷却系の圧力障壁を形成するもので、それが破損すると冷却材喪失事故となる範囲をいう。通常、原子炉圧力容器、一次系配管などが含まれるが、冷却材喪失事故時に隔離される部分は該当しない。
高圧炉心スプレイ系 HPCS
非常用炉心冷却系の一つで、原子炉圧力が急激に下がらないような事故時、独立した電源（ディーゼル発電機）を持ち、電動機駆動の高圧ポンプにより炉心にスプレイし冷却を行う系統。
高圧炉心スプレイ冷却海水系 HPCW
高圧炉心スプレイ系のモータ冷却器や軸受の冷却、油冷却器に淡水冷却水を循環供給する設備の熱交換器に海水を供給する系統。

高圧注水系 HPCI
非常用炉心冷却系の一つで、配管等の破断が比較的小さく、原子炉圧力が急激には下がらないような事故時、蒸気タービン駆動の高圧ポンプで、原子炉に冷却水を注入する系統。ポンプの流量（＝能力）は原子炉隔離時冷却系に比べて約 10 倍と大きいが、原子炉停止時冷却系、残留熱除去系（約 1800 ㎥/h、福島第一 2 号機～5 号機の場合）に比べると小さい。福島第一 1 号機～5 号機に設置されている。
高圧炉心冷却機能
高圧炉心スプレイ系、高圧炉心注水系などの高圧の炉心冷却機能。
工学的安全施設
原子炉施設の破損、故障などに起因して原子炉内の燃料の破損などによる多量の放射性物質の放散の可能性がある場合に、これらを抑制または防止するための機能を備えるよう設計された施設をいう。工学的安全施設には非常用炉心冷却系、格納容器（隔離弁を含む）および格納容器雰囲気浄化系（非常用ガス処理系、可燃性ガス濃度制御系）が含まれる
工業用テレビ設備 ITV
発電所運転員の被ばく低減、作業監視および放射性流体の漏えい監視、現場制御盤の警報監視、冬季における取水設備の状況監視等を目的として設置されたテレビカメラ。産業界一般に、現場監視のために設置されているカメラを総称して ITV と呼んでいる。
サーベイ
放射線の有無、強弱を探査すること。
最終ヒートシンク UHS
燃料から発生する熱（崩壊熱）や機器の運転により発生する熱を除去し放出する最終的な熱の逃し場。通常、熱交換器を介して海水による熱除去を行う。
最大応答加速度
構造物に地震動が作用した場合の当該構造物の揺れ（応答）の加速度最大値。
残留熱除去機器冷却海水系 RHRS
残留熱除去系の冷却水は熱交換器を介して冷却している。この残留熱除去系の冷却水を冷却するために海水を供給する系統
残留熱除去機器冷却系 RHRC
残留熱除去系熱交換器、残留熱除去系ポンプと低圧炉心スプレイ系ポンプのメカニカルシール冷却器などに淡水の冷却水を供給する系統。

残留熱除去系 RHR
原子炉を停止した後に、炉心より発生する崩壊熱および顕熱を除去・冷却するための系統。弁の構成によって以下の運転モードとして使用する。 停止時冷却系、低圧注水系、格納容器スプレイ系、サプレッションプール冷却モード、使用済燃料貯蔵プール冷却モード。 過酷事故対策である代替注水は残留熱除去系の配管を利用して原子炉や格納容器に注水する場合が多い。
自動減圧系 ADS
非常用炉心冷却系の一つで、高圧炉心スプレイ系または高圧注水系の後備装置をいう。主蒸気管に設けた主蒸気逃がし安全弁を開放することにより、原子炉圧力を低下させ、低圧注入系などによる注水を促進することを目的とする。
シビアアクシデント（過酷事故）
設計基準事象を大幅に超える事象であって、安全設計の評価上想定された手段では適切な炉心の冷却または反応度の制御ができない状態であり、その結果炉心の重大な損傷に至る事象。過酷事故の重大さは、その損傷の程度や格納施設の健全性の喪失の程度による。
シミュレータ訓練
計算機を用いて過渡・事故事象を模擬し、安全に原子炉を停止させる訓練。
主蒸気隔離弁 MSIV
主蒸気管に設置される弁であってこの弁が閉じることによって原子炉を必要に応じタービン設備から隔離する。
主蒸気逃がし安全弁 SRV
原子炉圧力が異常上昇した場合、原子炉圧力容器保護のため、自動あるいは中央制御室で手動により蒸気を圧力抑制プールに逃す弁（逃した蒸気は圧力抑制プール水で冷やされ凝縮する）で、他に非常用炉心冷却系（ECCS：EmergencyCoreCoolingSystem）の自動減圧装置（ADS：AutomaticDepressurizationSystem）としての機能も持っている。
受電用遮断器
送電網に事故が起きたとき、事故回線を切り離す装置。
シュラウド
炉心部を構成する燃料集合体や制御棒を内部に収容する円筒状の構造物。
循環水ポンプ CWP
主タービンで仕事をした蒸気は主復水器で冷却凝縮される。その冷却水として海水が使用されるが、この海水系統（循環水系）に使われる海水を送り込むためのポンプ。
純水タンク
河川やダムから取水した水を純水装置に通して得られた純水を貯蔵するタンク。水質管理された水が必要な系統に用いられる。

純水補給水系 MUWP
各建屋内および付帯設備などに設置される機器、配管および弁などに対して、発電所の円滑な運転および保守を行うために必要な容量および圧力を有する純水を供給する系統。
消火系ライン FP
発電所内の消火系統。通常の消火栓の他、油火災のための炭酸ガス消火系などがある。
使用済燃料貯蔵プール SFP
原子炉から取り出した燃料を保管するプール。使用済燃料の他に、定期検査のために取り出した燃料や中性子源、破損燃料などが保存される。水により生体遮蔽するとともに崩壊熱の除去も行う。水質の管理については使用済燃料貯蔵プール冷却浄化系によって行う。
常用系
通常使用する系統。
除塵装置
海水を取水した際に含まれるゴミを取り除く装置。
所内電源
発電所内の機器などに供給される交流電源。
ジルコニウム・水反応
金属一水反応と同様。燃料被覆管等に使用されているジルコニウムが高温に熱せられると、次第に冷却材である水と反応を起こして酸化する、酸化したジルコニウム被覆管は脆化し、水素を発生する。
スキマーレベル
スキマサージタンク水位。使用済燃料貯蔵プールの上澄みはスキマ堰をオーバーフローし、スキマサージタンクへ導かれる。使用済燃料貯蔵プール冷却浄化系ポンプの吸込圧力を確保するとともに、プール水面の浮遊物を除去することによりプールの水質維持を図る。
スクラム
原子炉に設けられた検出器の信号が原子炉の運転条件の限界範囲を超えた場合に、原子炉に自動的に負の反応度を加えて速やかに停止することを言う。普通は原子炉の安全装置により自動的に起こる。スクラムを起こすためのあらかじめ定めた条件をスクラム条件と言い、原子炉出力の異常増加、地震加速度やタービントリップなどが設定されている。緊急停止の総称。
スペクトル
一般に複雑な組成をもつものを成分に分解し、その成分をそれを特徴づける量の大小の順に従って並べたものをいう。
制御棒駆動水機構 CRD
制御棒を炉心に出し入れするための装置。BWR では水圧駆動方式が一般に用いられている。(改良型 BWR では電動駆動も併用している)

セルフエアセット
呼吸保護具の１つで、携行ボンベから空気を供給するタイプ。空気中の放射性物質濃度が高い場所で放射性物質の吸入を防止するために使用する。
全交流電源喪失 SBO
発電所に必要な動力源である交流電源がなんらかの影響で喪失した状態。交流電源の供給には外部電源、非常用ディーゼル発電設備がある。
全電源喪失
交流電源、直流電源ともに喪失した状態。
全面マスク
浄化式呼吸保護具の一つで顔全体をカバーするもの。
タービン建屋 T/B
主タービン、発電機、主復水器、原子炉給水ポンプ及びタービン補機等を収納する建屋。
タービン補機冷却海水系 TSW
タービン補機の軸受や油冷却器、空調機器などを循環淡水冷却するタービン補機冷却系の熱交換器に海水を供給する系統。
耐圧強化ベント
過酷事故対策として整備された耐圧性の高い格納容器ベントライン。 D/W と S/C の２つのベントラインがあり、それぞれのラインに AO 弁の大弁、小弁がある。２つのラインの合流後に MO 弁とラプチャーディスクがあり、その先は排気筒に繋がっている。本報告書の格納容器ベントはこの耐圧強化ベントラインからのベントを記載している。
耐火服
燃えにくい服。
耐震クラス
耐震設計上の重要度分類にて定められた施設重要度に応じたクラス。
代替格納容器スプレイ
既設の復水補給水系及び消火水系の水源及びポンプを有効活用した格納容器へのスプレイ機能のこと。
代替制御棒挿入
既存の原子炉停止系とは別に設置した計測制御系により異常（原子炉圧力高、原子炉水位低）を検知し、自動で制御棒を挿入し原子炉を停止させること。
代替注水
非常用炉心冷却系がなんらかの原因で機能しないときに、代わりに注水や除熱を行う。本来の機能に応じて圧力の高い原子炉への注水、格納容器の冷却などがある。高圧の原子炉への代替注水系としては制御棒駆動水系、原子炉冷却材浄化系がある。格納容器の冷却機能としては復水補給水系、消火系、ドライウェルクーラ、格納容器冷却系がある。

代替反応度制御	
	RPS 信号を用いて、原子炉水位と原子炉圧力によって再循環ポンプトリップと制御棒挿入を行う
ダクト	
	主に気体の通路、水やガスの流路となる。
多重性	
	同一の機能を有する同一の性質の系統または機器が二つ以上あること。
断路器	
	点検などの作業の際に、安全のために回路を切り離す装置。遮断能力はもともと弱く、基本的に負荷電流は開閉できない。遮断器が開いている以外は操作できないようにインターロックがついている。
チャコールフィルタ	
	放射性ヨウ素を除去するため、粒状活性炭を充填したフィルタ。活性炭によるヨウ素の除去は、物理吸着によって行われるが、ヨウ化メチルなど吸着しにくいヨウ素化合物に対しては、化学反応によるヨウ素の捕集を行うため、科学物質が活性炭に添着されることが多い。
中央制御室 MCR、中操	
	プラント主系統の運転に必要な監視および操作装置を集中化した中央制御盤が設置され、運転員が監視、制御および操作を集中的に行う部室。
中央制御室換気空調系	
	原子炉建屋内で放射性物質漏えい事故が発生した時、自動的に中央制御室と外気を隔離すると共に、中央制御室内の空気を再循環しながら、中央制御室の環境を清浄に保つための系統。
低圧炉心冷却機能	
	低圧系の非常用炉心冷却系。低圧炉心注水系、低圧炉心注入系、低圧炉心スプレイ系など。
ディーゼル駆動消火ポンプ D／DFP	
	消火系に設置されたディーゼル機関で駆動するポンプ。消火系の圧力の低下時、電動機駆動消火ポンプが運転できないときに自動起動する。
ディーゼル発電設備 DG	
	発電所の通常電源喪失時に発電所を安全に停止するのに必要な設備に動力を供給する発電機。ディーゼルエンジンで駆動する。
定格電気出力一定運転	
	電気出力を一定に保ち運転する方法。
定格熱出力一定運転	
	原子炉の熱出力を一定に保ち運転する方法で、海水温度等環境条件によって電気出力が変動する。

電磁弁
電磁力により開閉させる弁
電動駆動弁 MO 弁
弁駆動部を電動機によって動かし開閉する弁
トーラス室
非常用炉心冷却系の水源として用いる水を擁する大きなドーナツ状のトンネル（サプレッションチェンバ）を収納する部屋。この形状をトーラス形状ということから、これを収納する部屋をトーラス室と言う。トーラス室にはサプレッションチェンバ以外の配管等も配置されている。トーラス室は原子炉格納容器の下部に、同容器を囲む様に配置される。
独立性
運転するためのシステムと安全を確保するためのシステムは、それぞれ独立した設計とし、一方の故障が他方に影響しないようにすること。
ドライウェル D／W
原子炉格納容器内の圧力抑制室（S／C）を除く空間部
ドライウェルクーラーDWC
原子炉運転中、ドライウェルの冷却を行い、定期検査中も格納容器内温度が過酷とならないように冷却する設備。
トレンチ
建屋間に配管ケーブルを敷設するために設けたトンネル
熱電対
温度差を測定するセンサ。異なる二種の金属を接合すると、それぞれの熱電能の違いから 2 つの接合点を異なる温度に応じた電圧が発生し一定の方向に電流が流れる。異種金属の 2 接点間の温度差によって熱起電力が生じる現象（ゼーベック効果）を利用した温度センサである。
燃料デイタンク
非常用ディーゼル発電機の燃料である軽油は、屋外の軽油タンクから非常用ディーゼル発電機の設置されている建屋内の燃料デイタンクに移送され供給される。それぞれのタンクは確保すべき必要貯蔵量が運転時間に応じて保安規定で定められている。
燃料被覆管
燃料棒の被覆材として使用する薄肉円管。ジルコニウム合金やステンレス鋼の円管が用いられる。燃料被覆管は、燃料と冷却材の間に介在して燃料の健全性を保つ上に重要な役割を持っている。5 重の障壁の一つ。1800℃に達すると溶融する。
燃料プール冷却浄化系 FPC
原子炉から取出した燃料体は、内包している核分裂生成物などから熱および放射能が出ているため、燃料プールで冷却する必要がある。このプール水を冷却しながら不純物を取り除き水質を保つ浄化系統。

排気筒	
	放射性気体廃棄物を大気中に放出拡散することを目的とした施設。放射性気体廃棄物は、法令の規定するところにより、所定の放出量以下に低減処理され、排気筒から大気放出される。
パワーセンタ P/C	
	電源電圧 600V 以下の中容量の電動機負荷やモータコントロールセンタ負荷などを集中して一箇所で制御する装置で、気中遮断器や保護装置を一つのユニットに収め、このユニットを集めて一つの盤としたもの。
B 装備	
	放射線物質に汚染する可能性のあるエリアに立ち入る際に着用する装備の一種。
ヒートシンク	
	除熱（放熱）機能を担保する冷却源。
非常用ガス処理系 SGTS	
	工学的安全施設の一つで、原子炉建屋内で放射性物質漏えい事故が発生した時、自動的に常用換気系を閉鎖すると共に、原子炉建屋内を負圧に保ちながら、建屋内の放射性よう素や粒子状放射性物質の外部放出を低減する装置。
非常用ディーゼル発電設備冷却系 EECW	
	各種非常用機器が原子炉冷却材喪失事故などにおいて要求される機能を維持できるように、非常用ディーゼル発電設備、非常用空調機器などの冷却器に淡水冷却水を供給する設備（残留熱除去ポンプモータへも冷却水を供給）
非常用復水器 IC	
	沸騰水型軽水炉の原子炉隔離時における原子炉の除熱装置。原子炉蒸気を二次側の水により冷却し、復水として自然循環により原子炉に戻すもの。（福島第一 1 号機、敦賀 1 号機のみに設置）
非常用炉心冷却系 ECCS	
	原子炉に冷却材喪失事故が起こったときにも炉心を有効に冷却する工学的安全施設。原子炉の一次冷却系のいかなる大きさの配管破断に対しても炉心を冷却できる容量を有している。BWR では高圧炉心スプレイ系、高圧注水系、低圧炉心スプレイ系、低圧注入系および自動減圧系からなる。（改良型 BWR では原子炉隔離時冷却系も ECCS としている）
プールゲート	
	使用済燃料貯蔵プール、原子炉ウエル、気水分離器プールを仕切るゲート。 定期検査時に、原子炉圧力容器のふたを外し、気水分離器などの炉内構造物を気水分離器プールに、装荷されている燃料を使用済燃料貯蔵プールへ移動させるが、その際に各機器は線量が非常に高いため、各プール間を水で満たし生体遮蔽を確保しつつ水中を移動させる。

フェールセーフ
失敗があっても安全であること。装置の一部が故障したり、安全保護装置の働きに異常が生じても、装置の本来の機能を危険に陥れることなく、安全な状態になるように設計されている状態をいう。
復水器
蒸気タービン内で作動し終わった水蒸気を冷却凝縮する海水冷却器。得られる高度の真空により、蒸気タービン駆動蒸気の終圧が下げられ、熱落差を大きくする役目をして蒸気タービンの効率を改善する。
復水貯蔵タンク CST
復水系の水を貯蔵するタンク。復水の補給、復水余剰水や補充水などの貯蔵に用いられる。BWR では非常用炉心冷却系の水源としても用いられる。
復水補給水系 MUWC
発電所の運転に必要なさまざまな水（水源は復水貯蔵タンク、基本的には原子炉などで使われた水を浄化したもので、若干の放射能を含むがその濃度は低い）をポンプ（復水移送ポンプ）を利用して供給する系統。非常用ではないが、アクシデントマネジメント上では原子炉への注水に利用する。ポンプの流量は原子炉隔離時冷却系より小さい（約 70m^3／h）
沸騰水型原子炉 BWR
核燃料には主として濃縮ウランを用い、減速材および冷却材として水を用いて、水蒸気を熱交換器を通さずにそのまま蒸気タービンに送られる。蒸気タービンには放射性物質を含有する蒸気が送られる。
フラッシング
配管内の放射性物質を清浄な水で洗い流し、線量等の低減を図ること。
プロセス計算機
プロセス制御やプロセス量の監視、管理、演算処理を行う計算機。プラントプロセス量との結合は、プロセス入出力装置を介して行われ、高稼働率、実効性が要求され、一般に高信頼度を有する計算機が使用される。原子力発電所では、プロセス量の監視、炉心性能計算、プラント性能計算を行うために設置されており、プラント運転補助機能を有したシステムとして適用されることが多く、診断機能なども組み込まれている。
ページング
所内各箇所に設置されたハンドセットステーションとスピーカで構成された､所内連絡用設備。操作が簡単で、高騒音環境下でも明瞭な放送及び通話ができる。
ペレット
核分裂性物質を含んだ高密度に固められた小さな円柱状成型物。5 重の障壁の一つ。一般には酸化物を強い圧力のもとで圧縮し、続いて焼結してセラミックス質にしたものをいう。積み重ねて被覆管に挿入したものが燃料棒になる。

ベントラインナップ
ベントするための系統構成
ボイド
沸騰した際に生じる気泡
崩壊熱
放射性物質の原子核が自然発生的に他の原子核に変わる現象によって生ずる熱。
ほう酸水注入系 SLC
原子炉運転中、何らかの原因で制御棒の挿入ができない場合に、中性子吸収能力の高い五ほう酸ナトリウム溶液を注入して原子炉を停止させる制御棒駆動系の後備系統。
補機冷去海水系 ASW
発電所内の各種プロセス熱交換器、軸受冷却器、空調機器などに淡水冷却水を循環供給する設備の熱交換器に海水を供給する系統。
水の放射線分解
電離放射線の照射により水が分解され水素や酸素が発生する。
（原子炉）未臨界
原子炉スクラム時、「止める」機能である制御棒の全挿入によって核分裂の連鎖反応が起こらない状態にする。未臨界とすることで原子炉は安全に停止となる。
金属閉鎖配電盤（メタクラ）M／C
所内高電圧回路に使用される動力用電源盤で、磁気遮断器または真空遮断器、保護継電器、付属計器をコンパクトに収納したもの。構成は常用、共通、非常用の 3 つから成っている。
免震重要棟
震災などの災害が発生した際に対策本部を設置する目的で建設された建物。免震重要棟は鉄筋コンクリート造で免震構造になっており、会議室、通信設備、電源設備、空調設備などが備わっている。震度 7 の地震が来ても、震災後の初動対応に支障を来たすことがないようになっている。
モータコントロールセンタ MCC
小容量の所内低電圧回路に使用する動力電源盤で、配線用遮断器、電磁接触器、保護継電器を各ユニットごとにコンパクトに収納したもの。構成は常用、共通、非常用の 3 つから成っている。
モニタリングポスト MP
発電所敷地周辺の数箇所に設置され、空間ガンマ線量率を測定している。移動しながら測定を行える車両をモニタリングカーという。
物揚場
発電所の港湾設備の一部。船により輸送してきた機器類をおろす場所。

有効燃料下端 BAF
燃料集合体の最下端。
有効燃料頂部 TAF
燃料域水位計の 0 点。燃料集合体のうちペレットが存在する一番上部をいう。
ヨウ化セシウム
組成式が CsI と表される無機化合物。アルカリ金属であるセシウムとハロゲンであるヨウ素からなる金属ハロゲン化合物である。科学分野での用途として、エックス線蛍光倍増管・ガンマ線検出用単結晶に用いられる。簡易放射線計測器の「はかるくん」にも使われている。放射性ヨウ素が原子炉内で生成される場合、炉心から格納容器内へは主に CsI として放出され、ほとんどが水に吸収される。
ヨウ素剤
甲状腺は、ヨウ素を取り込み蓄積するという機能があるため、環境中に放出された放射性ヨウ素が体内に吸収されると、甲状腺で即座に甲状腺ホルモンに合成され、甲状腺組織の中で放射能を放出し続ける。その結果、放射能による甲状腺障害が起こり、晩発性の障害として甲状腺腫や甲状腺機能低下症を引き起こすとされている。 これらの障害を防ぐためには、被ばくする前に放射能をもたないヨウ素を服用し、甲状腺をヨウ素で飽和しておくことにより、放射性ヨウ素により内部被ばくしても甲状腺には取り込まれず予防的効果が期待できる。
溶融燃料
燃料集合体が高温になり溶けて塊になったもの。
ラプチャーディスク
圧力容器・回転機器・配管系・ダクトなどの密閉された装置が過剰圧力、または負圧にて破損することを防止するドーム状の金属薄板で、あらかじめ設定された破裂圧力にて破裂し、装置内の異常圧力を放出する安全装置。
リーク
漏えい。
冷温停止
炉水温度 100℃未満であり、原子炉モードスイッチが「停止」「燃料取替」の位置である状態。
冷却材喪失事故
原子炉の想定事故の一つ。原子炉圧力容器内の冷却材が配管の破損などにより流出し失われる事故。冷却材が原子炉圧力容器から喪失するため、燃料の冷却が十分にできなくなる。
ろ過水
河川やダムから取水した水を水処理し、発電所内用水として利用する。水質を重視しない系統で用いられる。

炉心	
	原子炉において、核燃料が存在し核分裂連鎖反応が起こりうる領域。核燃料と減速材から成って、その間を冷却材が通過する。
炉心スプレイ系 CS	
	BWR の非常用炉心冷却系を構成する系統の一つ。冷却材喪失事故時に燃料上部に冷却水をスプレイして燃料を冷却する。
炉内計装配管	
	原子炉の制御、安全および状態監視に必要な原子炉内のプロセス量を計測する計装機器。炉内中性子計装、冷却材流量計装、制御棒位置計装などの総称。

【属性管理表】

整理 No		
	参考資料	参考資料 1
キーワード		
	表題	用語集
	用語	アクシデントマネジメント（過酷事故対策）AM
		圧力抑制室、サプレッションプール S／C、S／P
		運用補助共用施設
		小名浜港工事基準面 O.P.
		オフサイトセンター
		温度降下率
		加圧水型原子炉 PWR
		海水熱交換器建屋
		開閉所
		核種
		核種分析
		格納容器 PCV
		格納容器空調系
		格納容器ベント PCV ベント
		格納容器冷却海水系
		格納容器冷却系 CCS
		確率論的安全解析 PSA
		過渡現象記録サーバ
		可燃限界
		下部プレナム
		基準地震動（Ss）
		基準面器
		逆洗弁ピット
		急速減圧
		給復水系
		金属一水反応
		空気作動弁 AO 弁
		計装用圧縮空気系 IA
		警報付ポケット線量計 APD
		原災法

		原子炉圧力容器 RPV
		原子炉格納容器隔離系 PCIS
		原子炉隔離時冷却系 RCIC
		原子炉建屋 R/B
		原子炉停止時冷却系、原子炉停止時冷却モード SHC
		原子炉補機冷却海水系 RSW
		原子炉補機冷却系 RCW
		原子炉モードスイッチ
		原子炉冷却材圧力バウンダリ
		高圧炉心スプレイ系 HPCS
		高圧炉心スプレイ冷却海水系 HPCW
		高圧注水系 HPCI
		高圧炉心冷却機能
		工学的安全施設
		工業用テレビ設備 ITV
		サーベイ
		最終ヒートシンク UHS
		最大応答加速度
		残留熱除去機器冷却海水系 RHRS
		残留熱除去機器冷却系 RHRC
		残留熱除去系 RHR
		自動減圧系 ADS
		シビアアクシデント（過酷事故）
		シミュレータ訓練
		主蒸気隔離弁 MSIV
		主蒸気逃がし安全弁 SRV
		受電用遮断器
		シュラウド
		循環水ポンプ CWP
		純水タンク
		純水補給水系 MUWP
		消火系ライン FP
		使用済燃料貯蔵プール SFP
		常用系
		除塵装置

		所内電源
		ジルコニウム・水反応
		スキマーレベル
		スクラム
		スペクトル
		制御棒駆動水機構 CRD
		セルフエアセット
		全交流電源喪失 SBO
		全電源喪失
		全面マスク
		タービン建屋 T/B
		タービン補機冷却海水系 TSW
		耐圧強化ベント
		耐火服
		耐震クラス
		代替格納容器スプレイ
		代替制御棒挿入
		代替注水
		代替反応度制御
		ダクト
		多重性
		断路器
		チャコールフィルタ
		中央制御室 MCR、中操
		中央制御室換気空調系
		低圧炉心冷却機能
		ディーゼル駆動消火ポンプ D／DFP
		ディーゼル発電設備 DG
		定格電気出力一定運転
		定格熱出力一定運転
		電磁弁
		電動駆動弁 MO 弁
		トーラス室
		独立性
		ドライウェル D／W

		ドライウェルクーラーDWC
		トレンチ
		熱電対
		燃料デイタンク
		燃料被覆管
		燃料プール冷却浄化系 FPC
		排気筒
		パワーセンタ P/C
		B 装備
		ヒートシンク
		非常用ガス処理系 SGTS
		非常用ディーゼル発電設備冷却系 EECW
		非常用復水器 IC
		非常用炉心冷却系 ECCS
		プールゲート
		フェールセーフ
		復水器
		復水貯蔵タンク CST
		復水補給水系 MUWC
		沸騰水型原子炉 BWR
		ブラッシング
		プロセス計算機
		ページング
		ペレット
		ベントラインナップ
		ボイド
		崩壊熱
		ほう酸水注入系 SLC
		補機冷去海水系 ASW
		水の放射線分解
		（原子炉）未臨界
		金属閉鎖配電盤（メタクラ）M／C
		免震重要棟
		モータコントロールセンタ MCC
		モニタリングポスト MP

		物揚場
		有効燃料下端 BAF
		有効燃料頂部 TAF
		ヨウ化セシウム
		ヨウ素剤
		溶融燃料
		ラプチャーディスク
		リーク
		冷温停止
		冷却材喪失事故
		ろ過水
		炉心
		炉心スプレイ系 CS
		炉内計装配管

略語集（JANTI 報告書より）

ADS	Automatic Depressurization System	自動減圧系
AM	Accident Management	アクシデントマネジメント
AO 弁	Air Operated Valve	空気作動弁
APD	Alarm Pocket Dosimeter	警報付ポケット線量計
ASW	Auxiliary Sea Water System	補機冷却海水系
BAF	Bottom of Active Fuel	有効燃料下端
BWR	Boiling Water Reactor	沸騰水型原子炉
CCS	Containment Cooling System	格納容器冷却系
CRD	Control Rod Drive	制御棒駆動機構
CS	Core Spray system	炉心スプレイ系
CST	Condensate Storage Tank	復水貯蔵タンク
CWP	Circulating Water Pump	循環水ポンプ
D/DFP	Diesel Driven Fire Pump	ディーゼル駆動消火ポンプ
DG	Diesel Generator	ディーゼル発電機
DW	Drywell	ドライウェル
DWC	Drywell Cooling System	ドライウェル冷却系
ECCS	Emergency Core Cooling System	非常用炉心冷却系
EECW	Emergency Equipment Cooling Water system	非常用補機冷却系
FCS	Flammability Control System	可燃性ガス濃度制御系
FP	Fire Protection system	消火系
FPC	Fuel Pool Cooling and Filtering system	燃料プール冷却浄化系
HPCI	High Pressure Coolant Injection System	高圧注水系
HPCS	High Pressure Core Spray System	高圧炉心スプレイ系
HPCW	HPCS Closed Cooling Sea Water System	高圧炉心スプレイ冷却海水系
IA	Instrument Air System	計装用圧縮空気系
IC	Isolation Condenser	非常用復水器
ITV	Industrial Television	工業用テレビ設備
M/C	Metal-Clad Switch Gear	金属閉鎖配電盤（メタクラ）
MCC	Motor Control Center	モータコントロールセンタ
MCR	Main Control Room	中央制御室

MO弁	Motor Operated Valve	電動弁
MP	Monitoring Post	モニタリングポスト
MSIV	Main Steam Isolation Valve	主蒸気隔離弁
MUWC	Make-Up Water System (Condensated)	復水補給水系
MUWP	Make-Up Water system (Purified)	純水補給水系
O.P	Onahama Peil (原典に追記)	小名浜港工事基準面
P/C	Power Center	パワーセンター
PCIS	Primary Containment Isolation System	原子炉格納容器隔離系
PCV	Primary Containment Vessel	原子炉格納容器
PSA	Probabilistic Safety Analysis	確率論的安全評価
PWR	Pressurized Water Reactor	加圧水型原子炉
R/B	Reactor Building	原子炉建屋
RCIC	Reactor Core Isolation Cooling System	原子炉隔離時冷却系
RCW	Reactor Building Closed Cooling Water System	原子炉補機冷却系
RHR	Residual Heat Removal System	残留熱除去系
RHRC	RHR Cooling Water System	残留熱除去機器冷却系
RHRS	RHR Sea Water System	残留熱除去機器冷却海水系
RPV	Reactor Pressure Vessel	原子炉圧力容器
RSW	Reactor Building Closed Cooling Sea Water System	原子炉補機冷却海水系
S/C	Suppression Chamber	圧力抑制室
S/P	Suppression Pool	サプレッションプール
SA	Severe Accident	シビアアクシデント (過酷事故)
SBO	Station Black Out	全交流電源喪失
SFP	Spent Fuel Pit (Cooling System)	使用済燃料貯蔵プール
SGTS	Stand-by Gas Treatment System	非常用ガス処理系
SHC	Shutdown Cooling System	原子炉停止時冷却系
SLC	Stand-by Liquid Control	ほう酸水注入系
SRV	Safety Relief Valve	主蒸気逃がし安全弁
T/B	Turbine Building	タービン建屋
TAF	Top of Active Fuel	有効燃料頂部
TSW	Turbine Building Closed Cooling Water System	タービン補機冷却海水系

UHS	Ultimate Heat Sink	最終ヒートシンク

【属性管理表】

整理 No		
	参考資料	参考資料 2
キーワード		
	表題	略語集
	略語	ADS
		AM
		AO 弁
		APD
		ASW
		BAF
		BWR
		CCS
		CRD
		CS
		CST
		CWP
		D/DFP
		DG
		DW
		DWC
		ECCS
		EECW
		FCS
		FP
		FPC
		HPCI
		HPCS
		HPCW
		IA
		IC
		ITV
		M/C
		MCC
		MCR

		MO 弁
		MP
		MSIV
		MUWC
		MUWP
		O.P.
		P/C
		PCIS
		PCV
		PSA
		PWR
		R/B
		RCIC
		RCW
		RHR
		RHRC
		RHRS
		RPV
		RSW
		S/C
		S/P
		SA
		SBO
		SFP
		SGTS
		SHC
		SLC
		SRV
		T/B
		TAF
		TSW
		UHS