

福島第一事故を踏まえた事故調報告等の教訓（指摘事項）への特別会員各社の対応と  
JANSI の支援活動

平成 25 年 12 月

原子力安全推進協会

## 目 次

1. 背景	1
2. 検討の方法	1
3. 各課題に対する教訓（指摘事項）と特別会員各社の対応	2
3.1 低頻度であるが影響が甚大な事象に対する安全確保のあり方	2
3.2 プラントの状態に応じて柔軟な対応が可能な AM 戦略	8
3.3 SA 教育および実践的な訓練実施	10
3.4 緊急時対応体制の構築と指揮命令系統の明確化	12
3.5 より高いレベルの安全文化構築	15
3.6 過酷事故時の通信手段・資機材の確保	18
3.7 被ばく線量管理と放射線管理	20
3.8 その他の課題	23
情報公開とリスクコミュニケーション	
過酷事故の進展についてリアルタイムで更新できる予想解析ツールの準備	
過酷事故の技術的支援を専門とする組織の設置	
事故対応者の健康管理	
事故時対応における人的過誤（ヒューマンエラー）の管理	
事故時に数多くの情報から有益なものを抽出し共有活用できる仕組みの構築	
4. JANSI の支援活動	26
5. まとめ	28
略語表	28

## 1.背景

平成 23 年 3 月 11 日、東北地方太平洋沖地震に伴う巨大津波が、東京電力福島第一原子力発電所(以下、「福島第一」と記す)を襲い、過酷事故(シビアアクシデント)を引き起こした。この事故を調査し、原因の究明や対応の検証を行い、さらには事故の背景を分析する目的で、国会(24 年 7 月)、政府(24 年 7 月)、民間(24 年 2 月)、東電(24 年 6 月)の 4 つの事故調査報告書が公表された。また、米国原子力発電運転協会(INPO)は、「福島第一事故から得た教訓」を広く原子力発電産業界で共有し、原子力発電の安全性向上に資することを目的とした報告書を公表した(24 年 8 月)。

福島第一事故の教訓に関しては、以上の 5 報告書の他にも、大前レポート「福島第一原子力発電所事故から何を学ぶか(23 年 12 月)」、米国機械学会(ASME)の「新たな原子力安全概念の構築を目指して(24 年 6 月)」、カーネギー国際財団「Why Fukushima was Preventable(24 年 3 月)」、「原子力発電所過酷事故防止検討会報告書(25 年 1 月)」が、さらに事故の背後要因を中心に取り纏めた東電の「福島原子力事故の総括および原子力安全改革プラン(25 年 3 月)」が公表された。

原子力安全推進協会(JANSI)は、これら教訓を、特別会員各社が安全性向上業務に反映するための活動を支援することを目的に、上記の 10 報告書(以下、「事故調報告書等」と記す)で指摘された福島第一事故の教訓を抽出し、これら教訓に対する各社の対応策から他社の参考になる主な活動について整理を行った。

本報告書は、事故調報告書等から抽出した教訓の取り纏め結果、特別会員各社の対応策から抽出した主な活動(一部の社での活動を含む)、分野ごとに今後実施が望ましいと当協会が考える検討課題、さらに教訓への対応に係る当協会の支援活動(案)を記載したものである。

## 2.検討の方法

当協会は、「事故調査報告対応 WG」を設置し、事故調報告書等から抽出した教訓(約 350 課題)を、50 の課題に整理集約した。

これら課題に含まれる教訓は、「設備」、「設計」、「体制」、「運用」、「安全文化」に分類される。当協会の今回の検討では、別途検討が進められている「設備」に係る教訓と対応策を、レビュー対象から除外し、ソフト面を中心に「設計」、「体制」、「運用」、「安全文化」を検討の対象とした。

WG における検討に際して、「設備」に係る教訓を除外した課題のうち、当協会が情報共有が望ましいと考える主要な課題を下記の 7 つの分野に集約して検討を進めた。また、この集約し

た分野には含まれないものの、参考として情報提供を行う 6 項目を、その他の課題として記載した。

- ✓ 低頻度であるが影響が甚大な事象に対する安全確保のあり方
- ✓ プラントの状態に応じて柔軟な対応が可能なアクシデントマネジメント（AM）戦略
- ✓ シビアアクシデント（SA）教育及び実践的な訓練実施
- ✓ 緊急時対応体制の構築と指揮命令系統の明確化
- ✓ より高いレベルの安全文化構築
- ✓ 過酷事故時の通信手段、資機材の確保
- ✓ 被ばく線量管理及び放射線管理

### 3. 各課題に対する教訓（指摘事項）と特別会員各社の対応

本章では、事故調報告書等等を下記の略称で記載している。

国会事故調：東京電力福島原子力発電所事故調査委員会報告書

政府事故調：東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会報告書

民間事故調：福島原発事故独立検証委員会報告書

東電事故調：福島原子力事故調査委員会報告書

INPO：特別報告「福島第一原子力発電所における原子力事故から得た教訓」

大前レポート：「福島第一原子力発電所事故から何を学ぶか」最終報告

ASME：「新たな原子力安全概念の構築を目指して」

カーネギー：カーネギー国際財団「Why Fukushima was Preventable」

SA 防止検討会：原子力発電所過酷事故防止検討会報告書

安全改革プラン：東電・福島原子力事故の総括および原子力安全改革プラン

#### 3.1 低頻度であるが影響が甚大な事象に対する安全確保のあり方

##### （1）教訓（指摘事項）

国内での事故報告書の多くにおいては、自然現象を含む低頻度であるが発生した場合の影響が甚大となり得る事象の安全評価とその結果に基づく対策が必要であることを強調している。また、海外での調査・検討においては、このような状況を鑑み、今後に必要なと考えられる安全確保のための枠組みなどが考察されている。今後の安全確保のあり方としては、主に深層防護の考え方に基づくことが指摘されており、関連する規制のあり方等についても提言されている。さらに、低頻度であるが影響が甚大と成り得る事象にも対処できる体制のあり方についても分析されている。

指摘事項の主なものは下記の通り。

#### 低頻度であるが影響が甚大な事象の考慮について

発生頻度は低いが一たび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べきである(国会事故調)。外的事象を考慮した総合的 安全評価の実施及び、それを踏まえた SA 対策の検討・整備が必要である(政府事故調)。如何なる自然災害、人為事象も「想定外」として済まされない。「想定外」を無くす努力こそが大切である。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、人為的事象およ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、その仕組みを構築すること (SA 防止検討会 提言 1)が求められている。

福島第一での事象から学ぶ重要な教訓の 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。従って、原子力発電プラントでの燃料損傷を防止し、放射性物質の外部への大漏えいを防止するという意味では、単に伝統的な設計基準に立ち戻るだけでは充分ではない。地震や洪水のように自然現象の大きさと頻度を予測する能力は改善されるべきであるが、不確実性は常に残っている。定義上、発生に関するデータがほとんどないことで稀ではあるが起こり得るということになる。設計基準を超える故障の組合せを考慮する確率論的技術でさえも、稀ではあるが起こり得る事象、特に稀な自然現象に対する確率 / 結果を推定するためのデータの欠如によって制約を受ける。稀ではあるが起こり得る事象の発生確率の算定においては不確かさが非常に大きいため、特にクリフエッジな取り組みが必要な事象に対して設計として決定を行うには、平均値に頼る伝統的な技法は十分ではない。新たな安全構築において、共通原因故障に対するポテンシャルは、事象の過酷さに関する不確実性と防護の特性とを組み合わせるべき特別な事項である (ASME)。

#### 複合災害の視点とリスク認識について

原子力施設に対する外的脅威は常に変動する。ここ数年を見ると、自然的原因による脅威は妨害工作やテロ行為による脅威へと拡大した。この福島の大災害を経て、日本も他のどの原子力発電国も、福島事故によって信憑性が強調されたが、それまでは世界各国の多くの原子力計画の脅威評価の中で信憑性がないとされていた、複数脅威シナリオを含むこのようなあらゆる脅威に原子力発電所が耐えられるようにしていくべきである (カーネギー)。

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、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。ま

た、内部事象確率論的リスク評価（PRA）は海外より炉心損傷確率が低いという高評価となっていた。今後、安全確保のためには外的事象をも考慮に入れた総合的安全評価を実施し、設計基準を大幅に超え、炉心が重大な損傷を受けるような場合を想定し、有効な対策・手順等を準備しておく必要がある。東京電力において、ある程度の想定はあったにもかかわらずその想定が甘かった。さらに、問題解決策の適切性を確保するためには、問題の全体像を把握することが極めて重要であるとしている（国会事故調）。

#### 確率論的リスク評価（PRA）の実施について

施設の置かれた自然環境は様々であり、発生頻度は高くない場合ではあっても、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。その際には、必ずしも PRA 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（政府事故調）。事業者は重要事故シーケンスの抽出、グループ化を行い、それぞれの個別プラント毎に特徴を踏まえた PRA を実施し、対応を規制機関に報告しなければならない。この際には、内部火災、サイバー攻撃による事故シーケンス（テロ対策上公表は控える）等も含め検討する（SA 防止検討会 提言5）。

#### 全リスク評価と決定論的手法の統合について

福島第一事故は、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繋がる。このような福島第一の事象に照らして、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、政治的および経済コストの損害を回避できるよう支援する、全リスクアプローチを実施することが基本的に必要であると考える。PRA のレベル3 評価を含む全リスク・フルスコープのリスク評価は、より大きな深層防護を達成するために、決定論的アプローチと結びつくべきと考える。リスク評価と決定論的な深層防護のアプローチを統合する方法については、国際的な改善努力を継続するべきである。新プラントに対する総括的で高いレベルの安全目標が、炉心損傷事故の可能性を低減し放射性物質の環境への放出を限定することについて、国際的に合意されるべきである。しかしながら PRA で全てが解る訳ではなく、炉心冷却を保証し稀にしか起きないが確実に起こる事象に対する放射性物質の大漏えいを防止するためのシステムと活動を技術者が準備できるように、全リスクアプローチでは常々考察を巡らせていく必要がある（ASME）。

### 深層防護のアプローチについて

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。設計基準を超える事象において事象初期の具体的な事象進展は不明なことから、緊急時対応戦略は、深層防護のアプローチを用いた頑強なものとし、また、重要な安全機能を維持し構築するため複数の方法を策定し、多重化・多様化を図ることが求められる( INPO )。

原子力発電所では「深層防護」のコンセプトのもとに、嚴重と考えられていた安全対策が実施されていた。また、これらの対策は発電所の建設段階で完了したわけではなく、定期的な安全評価と、追加対策が取られてきた。しかしながら、今回の事故を防ぐことはできなかった。このことの背景として、深層防護の考え方の根本である防護レベルの独立性が十分に理解されていなかった。また、リスクの評価結果に基づいて、プラントの弱点を明らかにし、対策を追加する必要があった(民間事故調)。

深層防護は、各階層が互いに独立しているべきである。ある階層の効果が、前後の階層に依存するべきではない。つまり、各階層は自分が最後の砦になったつもりで、対策を行わなければならない。また、前の階層が全く役に立たないと仮定して、後の階層は対策を行わなければならない(民間事故調)。

### 深層防護の適用について

全ての原子力関係者はそれぞれの役割において自らの責務を認識し、原子力安全の確保を第一として取り組む。特に、規制機関は、広く専門家の意見を聞きつつ過酷事故の発生防止と、万一、発生した場合の影響緩和に関する根本原則(深層防護レベル4)を策定する。事業者は、このための過酷事故対策の具体化を図り、常に緊張感を持って、その実効性ある実施に取り組む(SA防止検討会 提言3)。

規制機関は、レベル4の計画及び検査を規制対象とする。専門家及び事業者とともに過酷事故の発生防止と影響緩和のために多種多様な設備等の活用を含めた対応の組み合わせを想定し、実効性ある方策(アクシデントマネジメント)を構築する(SA防止検討会 提言5)。

レベル4に対応する安全確保の機能は、共通要因故障を排除した信頼性を確保すること、また、そのためには位置分散による独立性や、安全機能の多様性による独立性の確保などの考慮を行う。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。しかし、炉型や形式による安全余裕度や対応の相違も適正に考慮されるべきである(SA防止検討会 提言6)。

### 事故対策の検討のあり方について

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べきである（国会事故調）。今後の過酷事故対策では、地震、津波、強風、地滑り、火山の噴火等の自然現象、火災、内部溢水、デジタルコンピュータの共通起因事象による故障、さらには、テロ攻撃を含めたあらゆる内部、外部、作為的事象に対し、これまでのような対症療法的（リアクティブ）ではない、先取的（プロアクティブ）な対応が必要である（国会事故調）。

#### 事故に対応できる体制のあり方について

今回のような巨大津波災害や原子力発電所のシビアアクシデントのように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（政府事故調）。今回の事故の教訓を踏まえ、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、危機・緊急事態発生時の対応計画を再整備し、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（東電事故調）ことが求められる。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、現在の設計想定を超える状況とな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中立かつ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。その結果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）。

以上について、指摘事項として次のようにまとめられる。

- 今後の安全対策においては、発生は稀であるが影響が甚大になる事象や従来は十分考慮されてこなかった複合災害による原子力事故についても対応していく必要があり、このためにはリスク評価を含む総合的な安全評価により全体像を把握しておくこと。
- 従来の設計基準範囲を超える不確実さの大きな事象についても対応していく必要があり、このためには深層防護の考え方によって安全機能の確保や緊急時対応戦略を備えておくこと。
- より大きな深層防護を達成するために、リスク評価と決定論的アプローチを統合し、国際的な検討や合意形成も注視して、今後の安全のあるべき姿を構築すること。
- 深層防護の考え方に基づくことで炉心損傷後の状態も規制対象とし、対応策に実効性を持たせること。このような対応策による安全機能には多様性や独立性を考慮し、共通原因故障に

よる影響を排除すること。

- 発生が稀な事象は確率論としても不確実さが大きく、プラントの安全を検討する場合には、この不確実さを常に意識しておく必要があること。これと合わせて、自然現象からの二次的影響も含めて「想定外」を無くしていくよう、対症療法的（リアクティブ）ではなく先取的（プロアクティブ）に対策を考えていくべきこと。
- 発生は稀であるが影響が甚大になる事象についても、それに対応できる体制・訓練などを常々構築し、その中には中立的かつ包括的な安全レビューによる定期的な検証の実施なども含めるべきこと。

## （２）各社の対応と主な活動

福島第一事故を受けて、確率論的リスク評価やストレステストなどの推進を計画しており、自然現象を含む低頻度であるが影響が甚大な事象の把握と対策について深層防護を意識しながら検討を進めている。このような検討に関連する学協会規格の策定などにも参画しており、必要となる標準類の整備に寄与している。原子力規制委員会の発足に伴い、新規制準が策定されてきているが、その要求事項も勘案しつつ、設備やマネジメントによる安全対策の強化が検討されている。原子力安全に関する全社的な組織を設ける、社外委員を含む検証委員会の類を設置するなど、原子力安全に対して「独り善がり」にならないような取り組みも見られる。また、国内・海外からのピアレビューを受け入れてきており、レビュー結果の反映が期待される。

具体的な対策については、各社とも、外的事象等による共通原因故障で安全機能が喪失することが無いように、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を考慮し、深層防護を強化している。

なお、「リスク評価と決定論的アプローチの統合」は、学会レベルの今後の課題である。

## （３）検討課題

今後は、原子力安全に関する全社的な組織や検証委員会からの知見・指摘、或いはピアレビューの結果を社内各現場に浸透させていくことが望まれる。また、原子力安全のあり方については、海外においても多くの提案・活動があることから、国内規制対応のみならず、より広い視野を持った検討の推進が望まれる。

当協会においても、各社の取り組み状況について、安全性向上計画レビューなどを通して互いに議論・協働していく。

### 3.2 プラントの状態に応じて柔軟な対応が可能な AM 戦略

#### (1) 教訓(指摘事項)

事故調報告書等において、津波等外部事象の想定が甘く、長時間の電源喪失や複数号機での同時発生、長期にわたる事故対応戦略が十分備えられておらず、そのような事態が発生した場合に必要な可搬式・移動式設備、資機材や対応手順書などが整備されていなかったことが指摘されている。また、対応要員の過酷事故や想定外の事象発生時の対応能力(知識・技能)や長期にわたる対応体制も十分ではなかったと指摘されている。

指摘事項の主なものは下記のとおり。

想定する事象に関して

過酷な自然災害やテロを含むあらゆる事象を想定し、複数号機での同時発生や長時間に及ぶ事故対応戦略を策定すること。(INPO、国会事故調、大前レポート、民間事故調)

実施体制に関して

夜間・休祭日などいかなる状況下で事故が発生しても、確実に対応できる体制(要員、インフラ)を整備すること。(政府事故調、INPO、東電事故調、大前レポート)

設備対策・資機材に関して

恒設設備が使用できない場合でも柔軟に対応できるよう、可搬式・移動式設備、資機材を備えること。(INPO、大前レポート、国会事故調)

テロを考慮し、それぞれについて多重化、離隔距離を確保すること。(国会事故調)

手順書に関して

これらの不測の事態に備えた対応手順書を整備し、実効性の検証(自然災害による環境悪化による時間的制約を考慮する)を行うこと。(INPO、国会事故調、政府事故調、大前レポート)

中央制御室からの監視ができないケースも考慮した手順書を整備すること。(国会事故調)

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。(SA 防止検討会)

その他

甚大な外的事象、切迫した環境下における対応要員の精神的ストレスの影響も考慮した訓練、ガイダンスの確立が必要。(INPO)

以上から当協会は、

- 過酷な自然災害や長時間の電源喪失、複数号機での同時過酷事故発生および長期にわたる事故対応など不測の事態(テロを含む)に備え、柔軟な対応が可能なAM戦略を策定すること

➤ 想定外の事態が発生することも考慮した対応手順書を整備し、実効性の検証を行うことが必要と考える。

## (2) 各社の対応と主な活動

それぞれについて、各社とも基本的な対策は取り組まれている。

### a. 想定する事象

- ・ 自然災害(地震・津波)による長時間の外部電源喪失、過酷事故の複数号機での同時発生(不測の事態)を考慮している。
- ・ B5b 対応についても検討を開始している。
- ・ 多様なハザードに対する対応についても検討している。

### b. 実施体制

- ・ 休日・夜間を含め常時初動対応できるように当番者および待機要員を確保
- ・ 初動要員の自営化、緊急時に必要な専門能力の定義と要員数の見直し
- ・ 対策本部長が、号機毎に対応する指揮者を指名する運用を採用
- ・ 号機毎に指揮命令系統を明確化
- ・ 防災管理者の代行者である副防災管理者を複数名選定
- ・ 本店および発電所の対応要員数の増強
- ・ メーカー、協力会社の支援体制を構築
- ・ 当直の応援体制について検討
- ・ 体制整備として産業界との連携を考慮している。

### c. 設備対策・資機材

- ・ 緊急安全対策にて恒設設備に加え可搬式設備も配備している。
- ・ 複数プラント同時被災に対応するため、資機材を各号機毎に配備している。
- ・ 高線量下における作業に対応するため、タングステンベストを準備。

### d. 手順書

- ・ 複数ユニット同時の過酷事故を想定したマニュアルを整備
- ・ AMに関する手順書はプラント設置メーカーと協業し作成
- ・ 事象進展解析(SBOとLUHSの重畳事象を含む)に基づいたAM対策検討
- ・ 日本版EDMG、米国のFLEX戦略による複数ユニット同時被災対応の検討を開始している。
- ・ 日本版EDMGを参考に使用する手順書に時間的な余裕についても考慮している。

### (3) 検討課題

今後の検討課題としては、以下の事項がある。

- ・ 想定外の事態が発生することも考慮した対応手順書を整備し、実効性の検証を行うこと
- ・ 高度なストレス状態での人的影響も考慮した訓練、ガイダンスの確立

## 3.3 SA 教育及び実践的な訓練実施

### (1) 教訓（指摘事項）

各事故調報告において、過酷事故対応のための知識と技能を得るための教育・訓練の必要性を要求している。また、過酷事故訓練としては、より実践的に複数号機同時発生、SBOを考慮したものであり、時間的要件、環境条件の考慮することを要求している。（一部では、テロ攻撃に即した訓練要求もあり）この要求の背景には、今までにも防災訓練・過酷事故に対する研修は行われてきているものの、深刻なシビアアクシデントは起こり得ないという安全神話にとらわれ、組織が個々人の本当の意味での資質・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から、福島事故対応において自ら考えて事態に望む姿勢が十分でなく、危機対処に柔軟かつ積極的な思考に欠ける点があったと指摘されている。

指摘事項の主なものは下記のとおり。

#### SA 教育に関して

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り、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（INPO）。

また、運転員の過酷事故に関する教育訓練は、直流電源まで喪失し、中央制御盤が使えない条件は対象としていなかった。また、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で、実技訓練はなかった（国会事故調）。

このような状況から、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持った訓練を行い、必要資機材等の点検を行えば、より効果的な対応の可能性がある（国会事故調）。

#### 実践的な訓練の実施に関して

今回の事故対応を検証すると、自ら考えて事態に臨むという姿勢が十分でなく、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。これは、資質、能力向上に主眼を置いた教育・訓練を行ってこなかったことが問題であった。従ってこれまでの教育訓練の内容

を真摯に見直し、事故対応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することが期待されている（政府事故調）。

また、今回の事故対応では、地震津波による劣悪な作業環境、夜間等で照明も無い環境条件であったことが作業を遅延させたこともあり、最悪の条件を想定した訓練が求められている（大前レポート）。

訓練は、長期に渡るオンサイト、オフサイト緊急対応が必要になる放射能放出に関するより遅いペースで進む事故シナリオにも言及するべきである。福島事故の経験や、NRCの最先端原子炉影響度解析（SOARCA）のような近年の過酷事故解析結果によれば、ドリルや演習で考慮されてきたような事態よりは、もう少し遅いペースで事故が進行することが示されている（ASME）。

緊急時の役割がよく整備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はその責任を果たすための深層のトレーニングを受ける必要があり、その責任を果たすためのドリルと演習を行う機会を持つ必要がある。その演習は、プラントの運転には影響を与えることなく、可能な範囲で真の事故状態をシミュレートするものでなければならない（ASME）。

訓練や演習プログラムの中には、オンサイトの機器を、想定される逆境の中で接続するための準備作業も考慮するものでなければならない。逆境として考えられることとして、機器接続が想定される領域へのアクセスを制限される大気中の高放射能レベル、過度のゴミ、破滅的状况などが挙げられる（ASME）。

以上から当協会は、

- 想定を超える過酷事故（テロ攻撃を含む）は起こりうるとの認識に立ったうえで、事故対応する要員に必要な知識・技量を持たせるための教育・訓練を実施すること

および

- 危機・緊急事態発生時の対応の再整備を進めるとともに、影響緩和・被害拡大防止に向けた実践的な訓練による実効性向上を図ること

が必要と考える。

## （２）各社の対応と主な活動

以下のような対応策が進められている。

- a. 想定を超える過酷事故対応要員に対する知識・技量を持たせるための教育  
・複数号機被災への対応能力を養う訓練の実施

- ・高放射線場による接近不能などを仮定した訓練の実施
- ・SA マネジメント機能の追加した運転訓練シミュレータ研修の実施
- ・SAMG/EDMG など対応手順の理解に関する教育の実施
- ・通常の通信手段を使わずトランシーバーなどの機材を使った通信訓練の実施

#### b.実効性向上を図った訓練の実施

危機・緊急事態発生時の対応計画の再整備を進めるとともに以下の改善を進めている。

- ・ブラインド訓練を実施する仕組みの構築
- ・JANTI 訓練ガイドラインや JANSI 原子力防災ガイドラインに基づく訓練内容を計画
- ・夜間や冬季等の不利な条件のもとでの訓練の実施
- ・様々な事象を想定した訓練実施（例：夜間のがれき撤去訓練、鉄塔の倒壊を想定した外部電源接続訓練 他）
- ・事故対応の長期化に備えた外部支援体制確立、支援実施に係る図上訓練、全関係機関との連携を想定した訓練の実施

### (3) 検討課題

- ・効果的な教育・訓練体系の構築と訓練方法の導入

## 3.4 緊急時対応体制の構築と指揮命令系統の明確化

### (1) 教訓（指摘事項）

多くの事故報告書において、複数号機が同時に過酷事象を被災した場合の初期対応およびその後の長期対応における組織体制の計画を確立しておくことが重要との観点での指摘を行っている。この要求の背景には、福島事故以前においては単独号機の被災を考慮した体制を考慮していたが、福島事故では複数号機が同時被災したことにより現場が非常に厳しい対応を余儀なくされたこと、及び、広報・通報連絡等の外部向け活動も行わなければならなかったことから事故収束活動に専念できる状況でなかったことが考えられる。また、官邸からの介入による指揮命令系統の混乱が生じたことも考えられる。

指摘事項の主なものは下記の通り。

緊急時対応体制の構築に関して

複数号機の原子炉が関わる事象の初期段階において、「迅速に運転員、その他重要な職位およびサイト・本店緊急時対応組織に人員を配置するとともに、長時間に及ぶ事象対応に応じた人員配置の計画を確立」する必要がある（INPO）。このためには、「どのような時間帯に緊

急事態が発生しても、必要な対応要員が参集できるように、環境や仕組みの整備」が重要である（東電事故調）。

サイトの緊急時対応（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。これには、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。（ASME）

さらに、人員数のみの充足では不十分との指摘もある。すなわち、「特殊な事故対応設備を操作する知識を持つ人員が確保（INPO）」され、これを可能にするため、要員の育成、認定と併せて、外部との契約を通じた確保が提案されている。

また、今回の事故対応では、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（東電事故調）。このため、事故対応体制を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）に向けて対応態勢に分け、「発電所事故に関わる要員が、事故収束に専念できる態勢を確立」する必要がある（東電事故調）。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役割とし、直接的な介入などによる指揮の混乱等、事故収束活動を阻害しないよう支援すべきである。

指揮命令系統の明確化に関して

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（東電事故調）。その上で、想定外事象への対応をすべて洗い出し役割分担を明確にすることは現実的には難しいため、緊急時には、所掌未確定事項への対応が必要となる。その対策としては、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ことが必要である（東電事故調）。

以上から当協会は、

- 複数号機が同時被災した場合を考慮した初期対応および長期対応の緊急時対応体制の構築を図ること  
および
- 発電所長等の事故対応組織が事故収束活動に専念できるよう指揮命令系統の明確化を図る

## こと

が必要と考える。

### (2) 各社の対応と主な活動

#### a. 対応体制

##### a) 初動体制

以下のような対策により初動体制の改善が進められている。

- ・ 休日・夜間を含め常時初動対応できるように当番者および待機要員を確保
- ・ 初動要員の自営化、緊急時に必要な専門能力の定義と要員数の見直し

##### b) 複数同時被災への体制

以下のような対策により、複数ユニットの同時被災へ対応できるように改善が進められている。

- ・ 対策本部長が、号機毎に対応する指揮者を指名する運用を採用
- ・ 号機毎に指揮命令系統を明確化
- ・ 当直班長をユニット毎に配置する
- ・ 複数ユニット同時の過酷事故を想定したマニュアルを整備
- ・ 全プラント同時被災を想定した訓練を実施
- ・ 号機毎に情報収集、事故対応者を選任

##### c) 長期対応できる体制

以下のような対策により、長期の対応が必要となった場合に備える改善が進められている。

- ・ 防災管理者の代行者である副防災管理者を複数名選定
- ・ 本店および発電所の対応要員数の増強
- ・ 発電所外からの支援が無くても一定期間（3～7日）は所内の人員で対応可能とするよう食糧等の必要な物資を備蓄、またトイレ対策として簡易型トイレを、防寒対策としてサバイバルシートを配備

#### b. 指揮命令系統の明確化

以下のような対策により指揮命令系統の明確化の改善が進められている。

- ・ 本部長が全体統括し、班長、副班長、班員という指揮命令ルートを明確化
- ・ 本店、発電所の役割をルールとして明確化。「発電所長は、緊急時に職権外の事項であっても緊急に実施する必要のあるものは臨機の措置をとる」ことができるように防災業務計画に規定。

- ・ 外部からの問い合わせ対応体制の明確化
- c . その他体制見直し
  - 上記の対策に加え、以下のような改善も進められている。
    - ・ 不測の事象への対応として当直要員増員により当直の班構成変更を検討中
    - ・ メーカー、協力会社の支援体制を構築
    - ・ 中央制御室運転員への外乱を防ぐため、外部との情報受発信用の通信機器を配置し、対策所要員に外部からの質問対応をさせる
    - ・ 本店に即応センターを設置し原子力規制委員会との連携を保つ
    - ・ 本部長を補佐する役割の者を明確化
    - ・ 予期しない事象への対応のための特命班を設置
    - ・ 発電所がプラントへの対応に専念できるように発電所外に支援本部機能を設置することを検討
    - ・ 緊急事態対策監・原子力規制委員の受け入れ体制整備
    - ・ 米国緊急時組織で標準的に採用されているICS<sup>(\*)</sup>(Incident Command System)に倣った組織への改編
      - (\*)： 一人の管理者の管理する人数を最大 7 名以下に制限
      - 指揮命令系統の明確化（直属の上司の命令のみに従う）
      - 災害規模に応じて縮小、拡張可能な柔軟な組織構造 等

### (3) 検討課題

今後の検討課題としては、以下の事項がある。

- ・ 複数同時被災した場合の初動対応や長期の対応を考慮した体制整備が進められているが、その実効性の確保
- ・ 指揮命令系統の明確化についても、効果的な訓練等による実効性の確保。
- ・ 新規制基準の全ての事故シナリオ、あるいは不測の事象に対応できる初動体制の構築の検討
- ・ 地震・津波以外の事象に対する対応能力の構築や、複合災害への対応体制整備

## 3.5 より高いレベルの安全文化構築

### (1) 教訓（指摘事項）

事故調査報告書の指摘事項には、安全文化への取り組みへの強化を強調している。また、社員個人の姿勢に関わる指摘や問いかけ学ぶ姿勢の強化への示唆、安全文化上の課題への具体的対応に関わることなどについても見受けられる。

主な指摘事項は以下の通り。

- ・東京電力は、当委員会の指摘を真摯に受け止めて、より高い安全文化を全社的に構築するよう、更に努力すべきである。(政府事故調)
- ・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。(東電事故調)
- ・原子力技術のもつ特殊かつ独特な側面が、原子力安全文化の重要な要素として認識・検討されなければならないことが広く認められている。東京電力は設備故障や人的過誤を含む様々な事故シナリオに対する準備を実施していたが、設計基準を上回る津波によって引き起こされた事故への対処には十分ではなかった。(INPO)
- ・QMSの重さの問題に気付きながら、有効な改善が実施されなかった。一方、マニュアル通りに業務を行えば良いという風潮を生んだ可能性がある。(安全改革プラン)
- ・各個人が鋭敏なリスク感知能力を身に付け、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。(政府事故調)
- ・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。(INPO)
- ・この事故に関して自らの慣習や行動を確認すること、及び安全文化の原則と特質について注意を高めるためのケーススタディや別のアプローチの手法を行うことは、全ての原子力発電所の運転組織にとって有益であろう。(INPO)
- ・企業の全社的リスク管理プロセスは、炉心損傷をもたらす所外に放射性汚染を拡散させる恐れのある低確率だが影響の大きい事象に関するリスクを検討すべきである。(INPO)
- ・規制当局の判断に依存し、自ら深く考察して問題を発見する姿勢が不足していた。(安全改革プラン)

当協会では、当協会の活動への反映や会員間の安全文化上の議論を深めることを目的に、各種活動から得られた当協会の知見などを基に、上記報告書を参照し、安全文化上の観点からの教訓を以下に取りまとめた。ただし、新たな事実が判明し、本内容を変更する必要が生じた時点で改めて検討を行う。

#### **原子力安全の再確認**

- ・原子力技術が特別かつ独特なものであることを常に認識し、原子力安全に常に敏感でなければならない。
- ・原子力従事者としての自覚を持ってそれぞれの事業の「原子力安全」とは何かを認識し、役

職や地位に関係なく、様々な意見を踏まえて、原子力安全を意思決定に反映させること。

### 事業者責任の再認識

- ・「原子力安全」の確保は、一義的には事業者の責任であると再認識し、規制値が安全確保の十分条件と考えずに高い目標を意識して活動する。
- ・潜在的なリスクに対して十分な確証やデータが得られていない場合でも、また、少数意見であってもそれを受け入れて検討する職場風土を醸成する。
- ・これらのことは事業の責任者であるトップにとり優先されるべきである。

### 原子力の潜在リスクの見直しと問いかけ学ぶ姿勢の強化

- ・地震や津波のような事象については、発生するがその時期が不確実な事象と捉えること。
- ・内外の環境によりリスクは変化するとの認識を持ち、変化するリスクに対して常に警戒し、幅広く想定される事象を抽出し、万が一起った場合の「影響評価」を行い、対策の要否を検討し、結果について関係者への情報提供、共有化を図り、必要に応じてそれに対する備えを行う。
- ・そのために、組織として新しい知見や事例に広く学び、各人は安全に関する感性を練磨し、日頃から自ら問いかける姿勢を常に堅持しなければならない。

## (2) 各社の対応と主な活動

各社は各種勉強会等の実施や組織の変更などの取り組みを行っている。その多くは、福島第一事故以前から取り組んでいるものであり、主な活動は下記の通り。なお、ほとんどの社で、協力企業を含めた安全文化に係る活動を推進している。

- ・安全文化の組織全体への浸透（安全文化に関する議論が階層ごと、組織間で重層的かつ継続的に実施する仕組み構築）
- ・現状の活動やルール等について疑問を持ち、批判的に内省するといった「常に問いかける姿勢」の奨励
- ・海外の安全情報を活用する仕組み構築（世界のどこかで起こった事象は自社でも起こりうる）
- ・ハザード分析による改善プロセスの構築
- ・縦割り組織の弊害を防止するため、部門間のコミュニケーションの改善
- ・安全文化に係る e-ラーニング教材の作成、リーフレットの配布や講演会の実施

## (3) 検討課題

福島事故の教訓を踏まえ、自社の安全文化醸成活動を継続的に推進することが重要である。

今後、

- ・各社の安全文化醸成活動に資するための共有すべき事例の要件の検討
- ・会員への情報共有方法

等について検討を行う必要がある。

### 3.6 過酷事故時の通信手段、資機材の確保

#### (1) 教訓(指摘事項)

通信手段は、緊急時の初期対応から重要なツールとしての役割を担う。また、防災資機材も、長期化した活動を支える重要なインフラとなる。複合災害、過酷事故発生下の状況においても、通信手段、資機材が確保するよう、多様な手段を講じ備えるとともに、円滑に機能するよう訓練をすることの必要性が指摘されている。

#### 多様な通信手段の確保

外部との連絡回路として、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。(国会事故調)

一方社内では、発電所幹部がHPCIを停止しようとしていることを知らなかった(政府事故調中間)と言われるように、リアルタイムでの情報共有の質・量・速度の強化が必要。(大前レポート)。また、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。(東電事故調)

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況を的確に把握し、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必要がある。(東電事故調)

#### 資機材の輸送体制の構築

東京電力本店・各プラント間において、資機材の輸送がスムーズに実行できなかった。また、過酷事故時に要求されるタイミングでの供給は困難であった。これより、資機材手配時の体制、通信手段、仕様一覧、入・出荷チェックの設計・訓練が必要である。(大前レポート)

電源車、予備電源などの空輸移動の積極的な活用、発電所までのアクセス(道路・橋梁の補強)が必要である。(大前レポート)

#### 瓦礫の撤去及びアクセスルートの確保

水素爆発等により生じたがれきの中には、高濃度の放射性物質に汚染されたがれきも多く含まれており、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検討が必要である。(政府事故調中間)

また、地震・津波発生後の発電所内のアクセス性向上(液状化対策など基幹道路の補強，瓦礫除去用の重機の配備と運転者の確保など)が必要である。(国会事故調)

#### 資機材搬入の中継拠点の明確化

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。Jヴィレッジの設営当初は、電気・水道・通信などのインフラも喪失し整備されていなかったが、小名浜コールセンターとともに徐々に設備を充実させることで対応し、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、輸送中継拠点とあわせて、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。(東電事故調)

地域支援機材供給センターが検討されるべきである。このセンターは、オフサイトから協定で決められた処理時間、例えば48から72時間以内に、必要に応じて支援を提供できるように移動されるものである。(ASME)

### (2) 各社の対応と主な活動

各社は、法令改正により、国、事業者間のネットワーク強化、後方支援拠点の整備を図っている。

通信手段の確保では、社外との通信として、国の広域ネットワークを利用する地上系システムと衛星系システムを整備している。社内では衛星電話、無線、仮設電話の活用により多様化をはかっている。

情報の共有化では、SPDSの代替情報共有化として、重要パラメータのテンプレートを用意し、訓練での習熟を計画している。

資機材の確保では、事業者共同で「原子力緊急支援組織」を立ち上げ、順次資機材の拡充と活動範囲の拡大を図ることとしている。

輸送手段の確保では、各社ががれき対策や道路の補強を実施するとともに、ヘリやボートを活用することとしている。

### (3) 検討課題

各社の対策については、自社での防災訓練を通じ、検証を行い、継続的に改善に努めることが重要である。

JANSIとしても、ピアレビュー等を通じ諸対策の有効性を評価していくこととする。

### 3.7 被ばく線量管理及び放射線管理

#### (1) 教訓(指摘事項)

多くの事故調査報告書では、電源喪失等によりモニタリングポスト等モニタリング設備の機能が停止し、敷地外への放出放射能について連続監視ができなかったことなどから、拡散予測ツールやモニタリング設備に対して、地震、津波等の様々な事象やそれらの複合災害を設計上、運用上考慮することが指摘されている。

また人的面には、緊急時に運転員等を放射線管理部門がサポートする柔軟な体制構築の必要性、発電所に勤務する者に対する日頃からの放射線管理教育の重要性が指摘されている。

設備面では、過酷事故を想定した免震重要棟における電源確保、環境維持およびホールボデーカウンタ、APDなどの設備保持、資機材では十分に余裕のあるよう素剤、防護服、マスクなどの配備などが指摘されている。

事故調査報告書における要求事項および教訓は以下のとおり。

#### 緊急時における拡散予測ツールとモニタリング設備に関する備え

今回、国の拡散予測ツールSPEEDIが役立たなかった原因の1つに、電源喪失等によりモニタリング設備が停止し、放出源情報がなかったことがある。そのため複合災害を想定し、システム設計への考慮、利便性および位置的分散の考慮、多様性の考慮、十分な数量の配備、サイト内外ネットワーク構築などを踏まえた、モニタリング設備の整備が求められている。また併せて、環境モニタリングデータを用いた放出量予測手法整備や被災拡大を抑制するための放射能拡散予測ツールの導入も求められている。(国会事故調、東電事故調、政府事故調、INPO、ASME)

その他、設備が有効に機能するための関係者への研修の充実(政府事故調)、地震等による道路損傷時の移動、巡回方法の確保(政府事故調)、住民の身体汚染測定設備の整備(国会事故調)なども求められている。

#### 緊急時における放射線管理サポート体制の整備

今回、緊急時に安全停止を確立または維持するのに必要な運転員の対応を放射線管理部門がサポートする体制が整備されていなかったことが指摘されている。また事故直後は、作業員へ環境放射線量の情報提供が行われず、作業員への被ばく測定器が個人に配布されないなども見られている。そのため運転員対応などを事象発生後、迅速にサポートできる柔軟な放射線管理体制の整備(INPO)と放射線管理部門における緊急時対応・措置をサポートするための確立

された手順書、設備、要員の整備（INPO）が求められている。手順書には、作業員に対する作業環境モニタリング結果のタイムリーな提供や個人線量モニタリングの確実な実施などが含まれるべきである。

また活動拠点となる免震重要棟などにおいて、線量集計を簡略化できる管理ツールなど個人線量管理ツールの整備（東電事故調）、併せて活動拠点としての機能を維持するため、線量上昇を考慮した設計も求められている。（政府事故調中間）

その他、法令では線量限度が男性より厳しく、緊急時作業員になれない女性に対して、早期退避ルール化が求められている。（東電事故調）

#### 放射線管理に関する教育

今回、発電所勤務者全般への放射線管理の基礎知識や関連装置の取り扱い方法などに対する知識不足により、汚染水による皮膚被ばくや APD 未装着などのトラブル、また放射線管理員不在時には作業員の過剰な被ばくなどが発生した。そのため高い急性被ばく線量によるリスクや APD 装着の重要性（法的規制）など基礎知識の教育を発電所勤務者全般に日頃から行うこと、また放射線管理員が不在の場合などに、放射線管理の補助的業務ができるよう教育訓練を行うことが求められている。（東電事故調、INPO、政府事故調最終）

#### 個人線量限度および評価方法

今回、個人線量の限度および評価方法について、いくつかの課題が発生した。まず緊急時の線量限度変更は、国の役割であるが、緊急時迅速に必要な対応が行えるよう事業者としても備えが求められる（INPO）。内部被ばく評価方法および手順については、放射性核種取り込み時期の特定や測定機器の適切な校正のための核種特定などを盛り込み、予め整備をしておくことが求められる（東電事故調、INPO）。内部被ばく評価のためのホールボデーカウンタについては、仮設設備の準備、他社からのバックアップ体制整備などを行っておくことが求められる。（政府事故調中間）

#### 放射線防護設備・資機材の準備

複合災害を想定し、緊急時対応要員が安全確保のための活動を行う上で支障とならないような環境、資機材の整備が求められる。たとえば、免震重要棟における電源、正圧（室内気圧）の確保、遮へい強化、局所排風機、放射線分析機能、エアラインマスク清浄設備などの整備（国会事故調）、中央制御室におけるチャコールマスク等の十分な数量の整備（国会事故調）、防護服、マスク、APD、可搬式空気清浄機など資機材の適切な場所への配備（東電事故調）である。また初期の内部被ばく低減のため、協力会社社員なども含めた作業員全員へ配布可能なよう素剤配備も求められる（国会事故調）。

以上から当協会は、

- 複合災害においても対応できるモニタリングシステムの整備、およびその測定結果を用いて放出源情報をすみやかに評価し発信できる体制整備
- 緊急時に備えた放射線管理体制の構築、発電所勤務者への放射線管理教育の充実、緊急時の線量評価システム整備
- 免震重要棟など活動拠点の環境整備、設備・資機材の十分な確保が必要と考える。

## (2) 各社の対応と主な活動

### 緊急時における拡散予測ツールとモニタリング設備に関する備え

- ・ 複合災害を考慮した、モニタリング設備の電源強化、データ伝送二重化、可搬型設備の配備。
- ・ モニタリング設備機能停止時などにおける放出放射能評価の体制、手順書整備、訓練実施。
- ・ 福島第一において活用されたモニタリングカーの追加配備。道路状況が悪い場合も使用できるモニタリングカー（ランドクルーザー）の配備。
- ・ 拡散予測ツールの改善についての検討。事象進展予測の機能付加の実施。
- ・ 代替機器の高台設置など設置場所の分散化。

### 緊急時における放射線管理サポート体制の整備

- ・ 放射線管理担当以外の要員が軽易な放射線管理作業を応援できる体制。
- ・ WBC 以外のサーベイメータを用いた内部被ばくを迅速に測定できる手法確立。
- ・ 個人線量管理用代替ツールの配備。一例として、パソコンを使用した管理区域への立入証発行など代替の放射線管理ツールの配備。
- ・ 女性に対する迅速な退避ルールの規定。
- ・ 緊急時に備え、主要事象に対する場の線量率を評価し、あらかじめ放射線作業計画を策定。

### 放射線管理に関する教育

- ・ 放射線管理応援要員、発電所勤務者全体へのサーベイメータの取り扱い方法、放射線のリスクなど放射線管理に関する基礎知識、技能について教育体制の整備。後方支援拠点における教育スペースや講師の確保。

### 個人線量限度および評価方法

- ・ 内部被ばく測定のための WBC（可搬型を含む）の増強、代替手法の確立、他社からのバックアップ体制整備。

#### 放射線防護設備・資機材の準備

- ・ 免震重要棟、中央制御室等のハード設計、防護服、マスク等資機材の整備。全電源喪失時を想定した必要資機材リストの作成および配備。
- ・ 初期の内部被ばく低減のため、よう素剤は協力会社社員なども含めた作業員全員に対し配布可能なよう適切な場所に配備。
- ・ 資機材の具体的な調達手段、輸送中継地点の複数化の検討。また他事業者のA P Dと互換性のあるアダプタの配備。

### (3) 検討課題

#### 緊急時における拡散予測ツールとモニタリング設備に関する備え

- ・ 様々な発生事象に対応できる放出放射能評価の体制、手順書の整備、要員の確保、研修の充実
- ・ 地震時の道路損傷時における移動、巡回方法の確保

#### 緊急時における放射線管理サポート体制の整備

- ・ 運転員等の初期の安全確保作業を迅速にサポートできる柔軟な放射線管理体制の構築
- ・ 緊急時作業をサポートする放射線管理部門における手順書、要員の整備

#### 放射線管理に関する教育

- ・ 放射線管理部門以外の応援要員への意識付け、有効な教育のあり方の検討
- ・ 発電所勤務者への日頃からの放射線リスク、緊急時装備着用などに関する教育の充実

#### 個人線量限度および評価方法

- ・ 線量限度の柔軟な見直しについての事業者としての備え
- ・ 事故時の核種構成を考慮した測定機器の校正手順書の確立
- ・ よう素の内部取り込み時期特定方法の確立

#### 放射線防護設備・資機材の準備

- ・ よう素剤服用の判断基準、指示者、手順などのルール化

### 3.8 その他の課題

上記の主要な課題に含まれないものの、留意すべきその他の課題を、事故調報告等から抽出した。

#### 情報公開とリスクコミュニケーション

報道対応に技術系社員の配置を含めた体制を構築して、進展する事象を迅速・確実に公表するとともに、住民の安全にとって重要な情報を最優先に公表すべき。また、事故時の広報関係の指揮命令系統の一元化と情報公開の事前準備/訓練の実施が必要である(東電事故調)。

双方向のコミュニケーションが可能なソーシャルメディア(ツイッター)の活用方法の検討と効率的に行う体制の構築、およびリスクについて継続的に広く国民とのコミュニケーションの場を作り、どこまでリスクを受容できるか国民との対話を継続すること(SA防止検討会)。

(各社の対応)

- ・ 事故時の国民への迅速な情報提供のため、技術系職員を広報部門に配置。
- ・ 分かりやすい情報提供のため、簡単な系統図などを利用し、情報伝達様式(主要機器の状況や原子炉パラメータなど同一のテンプレート)を整備。
- ・ 平常時のリスクコミュニケーションについて、外部専門家を講師とした教育を計画。
- ・ リスクコミュニケーション専門職の設置の検討

過酷事故の進展についてリアルタイムで更新できる予想解析ツールの準備

各原子力発電所において、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の準備と解析ツールの活用に精通した専門家の配備が必要。この解析ツールは、原子炉と使用済み燃料プールに対応できるようにすること(国会事故調)。

(各社の対応)

- ・ 事故進展解析機能と拡散予測機能を有するシステムの導入準備。
- ・ SA解析システム等によって得られた知識をデータベース(マニュアル)に纏め、過酷事故時に、プラントの状況によって事故進展が予測できるように準備。このデータベースを、最新知見を反映することで改善が行われるとともに、防災訓練やSA教育にも活用。
- ・ SA対応を目的としたフルスコープシミュレータの改造や導入。

過酷事故の技術的支援を専門とする組織の設置

過酷事故の技術的支援を専門とする組織の設置と、継続的な教育・訓練を含めた当該組織の適切な運営が必要(国会事故調)。

原子力災害においては、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（国会事故調）。

（各社の対応）

- ・ 有事の際、これまでも平常時のプラント運転の体制とは別の体制を整備して、発電所現場の技術的支援実施。
- ・ 事故対応を行う組織とは別に、事故の進展予測や短期及び中期の各対策を検討する支援体制も、メーカーや協力会社の協力を得て整備を実施。
- ・ これら有事の体制が有効に機能するように、対応措置の実動訓練を定期的実施

事故対応者の健康管理

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われた。発電所に止まっている職員の健康管理を強化することが必要（東電事故調）。

（各社の対応）

- ・ 原子力災害拠点施設において、現行医療体制をとるが、スタッフが不足する場合には、他所からの産業医・看護婦を派遣するなど必要な人員を確保するなどの対応実施。
- ・ 医療機関との契約または協定など必要な手続きを実施するとともに、臨時健康診断内容をマニュアル（手引き）に規定することを検討。

事故時対応における人的過誤（ヒューマンエラー）の管理

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つなげるためには稀ではあるが起こりえる事象の発生以前，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（カーネギー）。

（各社の対応）

- ・ 重大な判断において、本部長に過度な負担が掛かることも考慮し、必要な助言をする本部席要員を置くことを検討。
- ・ メンタル面の意思決定への影響を考慮した緊急時対応策、訓練、ガイダンスの必要性について検討実施。

事故時に数多くの情報から有益なものを抽出し共有活用できる仕組みの構築

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、真に必要とする支援を選択する仕組みの構築が必要。このためには、技術系職員の適正な配

置が必要（東電事故調）

（各社の対応）

- ・ 原子力発電所で発生した事故・故障等の情報や、NRC、INPO、WANO や米国のベンダーの情報などを入手・分析評価、展開活用する仕組み構築。また、JANSI から、安全性向上対策に関する情報を入手し、自社のプラントに対応。

#### 4. JANSI の支援活動

##### （１）会員からの要望に対する支援項目

福島事故調査報告の教訓に対する各社の対応を支援する目的で、教訓および残された検討課題から JANSI の支援活動の案を記載した。これに対し、幾つかの課題に対して当協会への支援の要望があり、要望に対する JANSI の対応と併せて以下に記載する。

EAL 判断のための基準作りおよび訓練の実施および EAL 判断が迅速かつ的確に行えるガイドラインの策定

（JANSI 対応）

- ・「EAL 判断のための基準作り」については、電気協会において、福島事故の教訓を反映した「JAEG4102（原子力発電所の緊急時対策指針）」の改正作業が進められている。この改正作業のなかで、EAL の基準について記載されるものと理解している。
- ・「訓練」については、当協会内に設置した「原子力防災訓練検討委員会」を通じ電力各社の訓練の実行性向上について支援を行ってゆくこととしている。

指揮者を含めた上層部に対して、要求される力量として「精神的ストレス対応」を反映した研修計画を検討し、研修プログラムを策定

（JANSI 対応）

事故調査報告書等を基に、緊急時対策所指揮者に求められる能力を明確にし、これらの研修のためのセミナーを平成 25 年度中に開催するよう準備をしている。上記の内容を含めるセミナーとするよう検討を行っている。

意思決定者等の発電所上層部に対する海外の実績等も参考にしたセミナー等の教育訓練

（JANSI 対応）

平成 25 年度中に、海外の実績等を参考にしたセミナー開催を計画している。

構築された緊急時対応体制が、実効的なものであることを評価するためのベンチマーキングの材料提供

( JANSI 対応 )

当協会に設置している「原子力防災訓練検討委員会」において、国内外の事例を共有するとともに、セミナー等の開催を計画している。今年の11月および年度末に実施を予定しており、来年度以降も、継続して支援していく予定である。

安全文化醸成活動に資するための共有すべき事例の要件および各社の安全文化醸成活動の情報共有

( JANSI 対応 )

- ・福島事故後の会員の良好事例や共通課題など各種会議体を通じて情報共有を実施する。
- ・共有化すべき事例の内容や要件については、会員との各種会議体での議論を経て検討を進める。

( 2 ) その他実施予定 ( 実施中を含む ) の支援項目

低頻度であるが影響が甚大な事象に対する安全確保のあり方

- プロアクティブな対策実施に向けて、海外の SA 対策に係る調査を踏まえた事業者各社の安全性向上計画レビューの継続実施。
- 特定レビューの一項目として、全社的な組織や検証委員会からの知見・指摘、或いはピアレビューの結果を社内各現場に浸透させていく仕組みに関するレビューの実施。

体制、手順書、設備対策等の実効性についての第三者レビューの実施 SA 教育及び実践的な訓練実施

- SA 対応する要員に対して必要な力量を持たせる教育・訓練が行える体制が構築され実施されていることを評価する。また、構築されるよう支援する。

緊急時対応体制の構築と指揮命令系統の明確化

- 構築された緊急時対応体制が、実効的なものであることを評価するためのベンチマーキングの材料提供をおこなう。
- また、各事業者の訓練状況を評価し、改善のための支援を行う。

被ばく線量管理及び放射線管理

- 学協会等で策定されている、緊急時におけるモニタリング機器の校正方法、ホールボデーカウンタ測定手順、甲状腺線量の簡易測定手順など、基準類の整備を支援する。
- 上記について、適宜説明会等で情報提供を行う。

## 5. まとめ

事故調報告書等が指摘している教訓を抽出し、特別会員各社の協力を得て教訓に対する各社の対応状況について整理した。

この抽出した教訓と各社の対応状況から、教訓ごとに、当協会が今後さらに検討すべきと考える課題を整理し、会員からの要望を含めて当協会の支援活動について検討を行った。今後、セミナーの開催や、ピアレビュー/特定レビュー、当協会の連絡代表者（SR）および各部の活動の中で本報告書を活用するとともに、これら教訓を安全性向上業務に反映するための会員の活動を支援する。

### 【略語表】

AM：アクシデントマネジメント

APD：個人放射線線量計

B5b：米国原子力発電所のテロ対策

EDMG：大規模損傷緩和指針

EAL：緊急時活動レベル

EP：緊急時対応

ERO：緊急時対応組織

FLEX：可搬型機器等を用いて非常時の炉心冷却、電源供給を確実なものとする米国の戦略

H P C I：高圧炉心注水系

LUHS：最終ヒートシンク損失事象

PRA：確率論的リスク評価

QMS：品質マネジメントシステム

SA：過酷事故（シビアアクシデント）

SBO：全交流電源喪失事象

S P D S：緊急時対応情報表示システム

WBC：ホールボデーカウンタ