

学会事故調最終報告書の 概要および提言

2014. 5. 15

日本原子力学会

東京電力福島第一原子力発電所事故に関する調査委員会

委員長 田中 知

出典：一般社団法人日本原子力学会 東京電力福島第一原子力発電所事故に関する調査委員会 著
福島第一原子力発電所事故 その全貌と明日に向けた提言 ー学会事故調最終報告書ー
丸善出版、2014

目 次

1. 東京電力福島第一原子力発電所事故に関する調査委員会の概要
2. 6章「事故の分析評価と課題」の概要
3. 根本原因分析
4. 提言

1. 東京電力福島第一原子力発電所 事故に関する調査委員会の概要

1.1 学会事故調の目的

設置の目的を次のように設定しており，各部会などにおける調査検討結果を基にして学会事故調として集約、レビュー、審議を行った。

- 学会は原子力の専門家で構成される学術的な組織の責務として，東京電力福島第一原子力発電所事故とそれに伴う原子力災害の実態を科学的・専門的視点から分析し，その背景と根本原因を明らかにするとともに，原子力安全の確保と継続的な安全性の向上を達成するための方策，および基本となる安全の考え方を提言する。
- 同時に，学会自らの組織的・社会的な問題点とも向き合い，原子力災害を妨げなかった要因を明らかにして，必要な改革を提言する。
- 学会事故調の提言に基づき，学会は原子力界の組織運営の改革や原子力安全研究をはじめとするさまざまな活動に反映させるべく働きかける。

1.2 学会事故調の委員構成

学会はJCO事故後の対応も踏まえ、学会の総体をあげて調査検討を進めるため、学会事故調を理事会に直結する組織とし、各分野の専門家による組織的な取り組み体制を構築するため、すべての部会をはじめ関連する連絡会や委員会などを代表する委員によって構成することとした。

1.3 学会事故調の調査方法

前項の委員構成に基づき、福島第一原子力発電所事故に関連する課題を調査対象として幅広くカバーし、専門的視点から深い分析を行うため、基本となる調査は専門分野に応じて設置され活動を行っている学会内の部会や委員会、連絡会において進めた。学会事故調において、その調査結果のレビュー、全体調整などを行うとともに、必要な分析や検討を進め報告書として取りまとめた。

また、学会の大会や年会において学会員との意見交換を積極的に行い、学会事故調の審議に反映させた。さらに、海外の原子力学会など国際的な専門家の視点知見などの取入れも図った。

なお、調査の基となるデータなどについては、政府や東京電力の発表情報を活用するとともに、各種の事故調査委員会において明らかとなった情報を最大限活用することとした。

1.4 調査検討にあたっての視点

原子力施設の安全確保の目的は、潜在的な放射線の被害のリスクから「人と環境を護る」ことである。このため、原子力施設から放射性物質の放出に至った原因の調査検討とともに、放射性物質による住民の被ばくを防止する観点から、防災対策の問題点などについて調査検討を行った。また、原因については根本原因に迫るため、より深い分析に努めた。

なお、原子力技術は複雑巨大人工物システムを対象としていることもあり、全体を見通す俯瞰的対応が必要である。外的・内的事象への対応、深層防護といわれる多層の防護策、人・ソフト技術など多くの視点が含まれている。事故の分析や安全確保策を検討するにあたって、原子力が多くの技術を集めた総合的なものであり、分野間の連携とともに、俯瞰的な視点を加えるよう努めた。

このような技術的・専門的視点に加え、学会自らの組織的・社会的な問題点とも向き合い、原子力災害を防げなかった要因を明らかにして、必要な改革を提言することである。このため、学会の役員経験者などに対して行ったアンケート結果の分析や会員の意見聴取なども行い、学会組織の改革についても検討を行った。原子力施設の安全確保は事業者、規制当局、メーカ、学会などの共通の目標であり、それぞれの努力と協力の下で実現されるものである。学会はさまざまなステークホルダーに所属する専門家が個人として参加する学術団体であり、本報告書はそのような幅広い関係者の協力により取りまとめた。

1.5 学会事故調の活動

第 1回調査委員会	平成24年(2012年) 8月21日
第17回調査委員会	平成25年(2013年)11月 5日
第 1回コアグループ会議	平成24年(2012年) 8月13日
第40回コアグループ会議	平成25年(2013年)12月15日
中間報告会(近畿大学)	平成25年(2013年) 3月27日
最終報告書ドラフト	
シンポジウム(東京)	平成25年(2013年) 9月 2日
報告会(八戸工業大学)	平成25年(2013年) 9月 4日
海外ピアレビュー	平成25年(2013年) 10月～11月

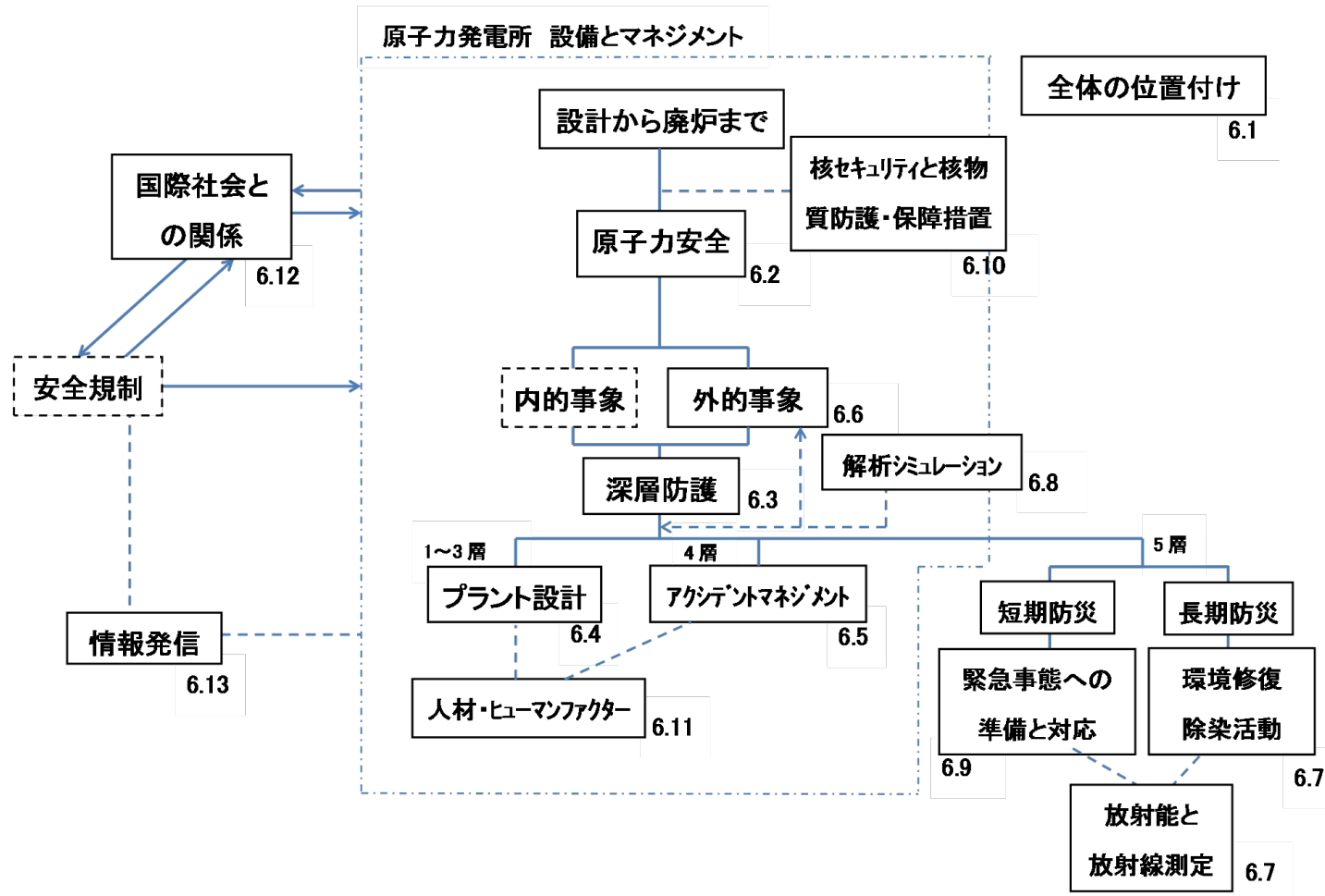
1.6 最終報告書の構成

章	内容	備考
1章	はじめに	
2章	原子力発電所の概要	事実関係の確認
3章	福島第一原子力発電所における事故の概要	
4章	福島第一以外の原子力発電所で起きた事象の概要	
5章	発電所外でなされた事故対応	
6章	事故の分析評価と課題	事故の分析・評価
7章	原子力安全体制の分析評価と課題	
8章	事故の根本原因と提言	根本原因の分析と提言
9章	現在進行している事故後の対応	廃炉の課題分析
付録	①委員リスト、②活動実績、③英語略語表	その他
Home Page	用語集、(関連資料集)	

2. 6章「事故の分析評価と課題」の 概要

6章の概要

6章は、6.1節から6.13節で構成され、事故の分析評価をさまざまな観点から行っている。



6章の概要(つづき)

次の4節について概要を示す。

- 6.2節 「原子力安全の考え方」
- 6.3節 「深層防護」
- 6.5節 「アクシデントマネジメント」
- 6.6節 「外的事象」

6.2節 原子力安全の基本的考え方(基本安全原則)

- 原子力安全の基本的な目的：
「人と環境を原子力の施設と活動に起因する放射線リスクから防護すること」
- これを達成するためのポイント
 - ・ 施設に直接かかわる組織が最も大きな責務を有することを前提として、原子力に係わる関係者すべてが安全確保の責務を果たすという意識
 - ・ リスクの定量化と活用を共通認識とし、安全目標に関する継続した議論が重要
 - ・ 事故の防止、リスクの抑制にあたっては、不確かさへの基本的な対処方針である深層防護を基盤とする

6.2節 原子力安全の基本的考え方 (基本安全原則)(つづき)

○原子力安全の基本的な目的を達成するための10の原則

- 安全に対する責務
 - 政府の役割
 - 規制機関の役割
 - 安全に対するリーダーシップとマネジメント
 - 安全文化の醸成
 - 原子力の施設と活動の正当性の説明
 - 人および環境へのリスク抑制とその継続的取り組み
 - 事故の発生防止と影響緩和
 - 緊急時の準備と対応
 - 現存する放射線リスク等に対する防護措置
- 責任とマネジメント
- 原子力安全の目的
- 放射線リスク顕在化の防止

○今後の規格基準類の整備にあたり、基本安全原則を頂点とした体系化を進めることが望ましい。

6.3節 深層防護の考え方と教訓

○福島第一事故におけるポイント

(想定を超える事象への柔軟な対応策の欠如)

- ・ 第1層(異常発生防止)：外的事象の津波により、多数の安全機器が同時に機能喪失→外的事象に対する防護
- ・ 第2層(異常拡大防止)：スクラム、D/G起動成功
- ・ 第3層(影響緩和)：全電源喪失で工学的安全設備が有効に機能せず
- ・ 第4層(AM)：全電源喪失・高放射線量など厳しい条件で有効に機能せず
→AMの実効性と信頼性
- ・ 第5層(防災)：実効性や組織間連携に問題

○深層防護は不確かさへの備え

- ・ 個々の安全対策には、知識や想定に基づく不確かさが存在するため、一つの防護策では原子力安全の目的(人と環境の防護)を達成するためには十分ではない。
- ・ そのため、多層の安全対策を用意し、特定の層に過度に依存しない形で、全体として有効性を持たせることが深層防護の基本的考え方である。
(independent effectiveness)
- ・ 本来、福島第一事故のような過酷事故を防止・抑制するための有効な手段であるはず。

6.3節 深層防護の考え方と教訓(つづき)

○深層防護に関する教訓と反省

- わが国では、従来、シビアアクシデントの発生防止を最終目標として、深層防護を取り入れていた。
- 言い換えると、シビアアクシデントの発生防止に至るまでの防護層に過度に依存していた。
- しかし、これは、「想定を超える事象」への対応を含む5層の深層防護の考え方とは適合しない。
- シビアアクシデントの影響緩和(第4層)、重大な放出を含む緊急時への対応(第5層)の充実が重要である。
- 深層防護の考え方は、依然として有効であり、外的事象・人的事象への対応を含めた原子力安全確保の基盤である。
- 深層防護の考え方を関係者が深く理解し、これに基づく安全確保を実践する必要がある。
- 今後、規格基準の体系化を進めていくにあたって、深層防護を基盤の安全論理として位置付け、成文化することが望ましい。

6.5節 アクシデントマネジメント:福島第一事故の反省

- 内的事象に対するPRA(確率論的リスク評価)をベースとしたアクシデントマネジメント(AM)に留まっていた。
→ 内的事象の設定シナリオだけでなく、外的事象、内的事象と外的事象の重畳事象等の考慮が必要。
- 発生確率の小さい事象はソースタームが大きくても考慮していなかった。
→ 複数プラント、社会インフラ等に影響を及ぼす大規模な損傷、シナリオを超える事象についても考慮が必要。
- 安全機能の重大な喪失を想定した対策が取られていなかった。
→ 津波に伴う長時間の電源喪失、最終ヒートシンク機能喪失等の広範囲の従属故障の発生、対策の考慮が必要。
- AMに対する教育・訓練が十分ではなかった。
→ ハードウェアを補う教育・訓練を含むソフトウェアの整備等、柔軟なマネジメント策の準備が必要。
- SAに対する規格基準類が整備されていなかった。
→ 上記の要求を満足する規格基準類の整備が必要。

6.5節 アクシデントマネジメント整備の基本的な考え方

- **アクシデントマネジメントの整備方針**

アクシデントマネジメントでは、プラントの事象進展、事故収束に向けた的確な対応が要求され、ハードウェア（設備、機器等）だけでなくソフトウェア（教育・訓練、手順書、組織等）と、両面から安全性を担保することが肝要。

- **ハードウェアを考慮したマネジメント**

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うる機能、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。

- **ソフトウェアを考慮したマネジメント**

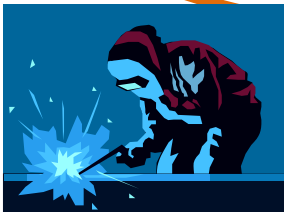
アクシデントマネジメントは、運転員または所員の操作、活動等に大きく依存しており、設備改善等のハードウェア対応だけでなく、教育・訓練、組織、手順書の整備等のソフトウェアの整備が重要。

6.5節 アクシデントマネジメントの構成

アクシデントマネジメント

ハードウェアを考慮した マネジメント

- ・ PRA、ストレステスト等に基づく脆弱性の特定
- ・ 恒設、可搬式設備の設置
- ・ 既存設備の活用



ソフトウェアを考慮した マネジメント

- ・ 組織・体制の整備
- ・ 手順書類、関連ソフトの整備
- ・ 教育・訓練によるマネジメント能力の維持向上
- ・ 保守の運用管理、等



その他の対策

- ・ マネジメントクラスに基づく設備・機器の保守管理
- ・ 資機材、燃料等の管理
- ・ 品質マネジメント活動、等

6.6節 地震による格納容器内配管の損傷の可能性

国会事故調報告書の論点

1号機のSR弁は作動しなかったとの疑いがある。もしそうであれば、1号機では地震動による小規模のLOCAが起きていた可能性がある。

学会事故調のデータ分析結果

- (1) 1号機では原子炉の圧力はICの作動によりSR弁の作動圧力以下に維持されていた。
- (2) 格納容器の内圧上昇はわずかで、格納容器内の空調（ドライウェルクーラー）の停止で説明できる。
- (3) 保安規定で許容される以上の漏えいはなく、LOCAは発生していない。

6.6節 格納容器の閉じ込め機能の喪失

(1) 気相の漏えい

PCVのペネトレーション（貫通部）やハッチ、PCV上部フランジのパッキン（耐熱温度約200℃のシリコンゴム）などから、気相が漏えいした可能性あり。

→現場調査による漏えい箇所確認要

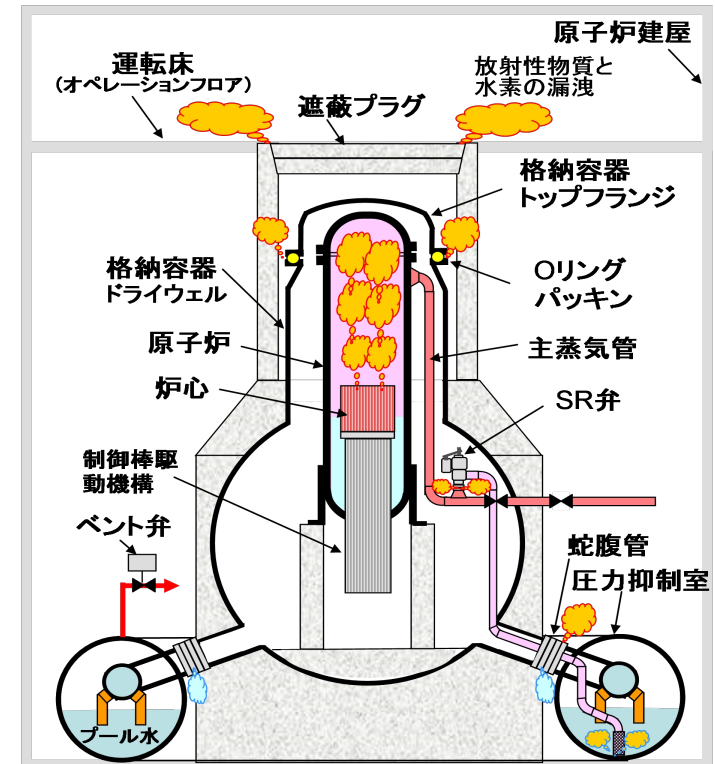
(2) 汚染水の漏えい

格納容器の下部にも損傷箇所があり、汚染水がタービン建屋を経て漏えい。

1号機については、ベント管の一部から漏えいを確認（平成25年11月東京電力）。
→漏えい低減要

(3) 格納容器の過圧・過温破損対策が重要

- ・ 格納容器スプレイによる格納容器冷却やフィルターベントによる過圧防止対策要
- ・ 格納容器下部損傷防止対策要（ペDESTアル注水など）



6.6節 地震と津波による各プラントの事態進展

サイト	主要建屋敷地高さ	設置許可申請	設置許可以降の想定の経緯				
			2002年 土木学会手法	2007年 茨城県想定津波	2007年 福島県想定津波	2009年 海底地形・潮位条件 の最新化	2011年 東北地方太平洋沖地 震による津波高観測 値
福島 第一	(1~4号) O.P. +10m※1 (5、6号) O.P. +13m	O.P. +3.122m 1966年(1号)	O.P. +5.7m 福島沖を波源とする 津波が最大	O.P. +4.7m	約O.P. +5m	O.P. +6.1m	津波高： O.P. +13.1m 浸水高： O.P. +15.5m
			海水ポンプの嵩上げ 等の対策実施	対策不要	対策不要	海水ポンプの嵩上げ 等の対策実施	
福島 第二	O.P. +12m	O.P. +3.122m 1972年(1号) O.P. +3.705m 1978年(3/4号)	O.P. +5.2m	O.P. +4.7m	O.P. +5m	O.P. +5.0m	津波高： O.P. +7~8m 浸水高： O.P. +14.5m
			建屋の水密化等の 対策実施	対策不要	対策不要	対策不要	
女川	O.P. +14.8m※1	O.P. +2~3m : 1970年(1号、 文献調査) O.P. +9.1m 1987年(2号、 数値計算)	O.P. +13.6m 三陸沖を波源とする 津波が最大	—	—	—	津波高： O.P. +13.8m
			対策不要	—	—	—	
東海 第二	H.P. +8.9m※2 海水ポンプ高 +4.2m	H.P. +2.35m 1971年	H.P. +5.75m	H.P. +6.61m	—	—	津波高： H.P. +5.5m 浸水高： H.P. +6.2m
			対策不要	海水ポンプ周囲の 壁の嵩上等の対策 実施(H.P. :+7m)	—	—	

※1: O.P. ±0.00mは女川(女川原子力発電所工事用基準面)で東京湾平均海面下方0.74m、福島(小名浜港工事用基準面)で東京湾平均海面下方0.727m

※2: H.P. ±0.00mは東海第二(日立港工事用基準面)で東京湾平均海面下方0.89m

3. 根本原因分析

根本原因分析の概要

事故の直接要因

1. 不十分であった津波対策
2. 不十分であった過酷事故対策
3. 不十分だった緊急時対策，事故後対策および種々の緩和・回復策

事故の背後要因

専門家の自らの役割に関する認識の不足
事業者の安全意識と安全に関する取組みの不足
規制当局の安全に対する意識の不足
国際的な取組みや共同作業から謙虚に学ぼうとする取組みの不足
安全を確保するための人材および組織運営基盤の不足

根本原因分析の目的

2章から5章において事故の進展過程など実態の把握を行い、その結果を踏まえ、6章において福島第一事故においてどこに問題があったかの分析評価を行った。

また、7章においては事故の背景となった原子力安全体制の分析を行った。

このような分析評価の目的は、今回の事故の根本原因に迫り、そこから導かれる教訓を最大限に引き出して内外の原子力関係者に必要な提言を行うことにより、将来にわたる原子力災害の防止につなげることである。

事故の直接要因

- 不十分であった津波対策

事前に得られていた2つの重要な警鐘を対策に活かせなかった。

(第一は貞観三陸沖地震津波、第二は福島県沖海溝沿いの津波地震。)

- 不十分であった過酷事故対策

- 2002年以降、過酷事故対策の強化が行われなかった。

- 地震、津波などの外的事象に対する過酷事故対策が行われなかった。

- 9.11テロ後に海外で強化されたテロ対策がほとんど行われなかった。

- 不十分だった緊急時対策，事故後対策および種々の緩和・回復策

- 10km以内と想定していた緊急時の避難範囲が不十分であった。

- オフサイトセンターが地震により使用できなかった。

- ヨウ素の服用指示の連絡が徹底せず、ほとんどの地域で服用されなかった。

- 結果論としてはオンサイトにおける過酷事故の現場対処に不手際が認められるが、それは事前準備に起因するもので、直接要因とは言えない。

事故の背後要因

- (1) 専門家の自らの役割に関する認識の不足
- (2) 事業者の安全意識と安全に関する取組みの不足
- (3) 規制当局の安全に対する意識の不足
- (4) 国際的な取組みや共同作業から謙虚に学ぼうとする取組みの不足
- (5) 安全を確保するための人材および組織運営基盤の不足

背後要因の5項目の内容については次頁以下で詳述

(1) 専門家の自らの役割に関する認識の不足

- ① 自然災害に対する原子力安全の専門家の理解が足りなかった。
- ② 研究や警鐘が社会で活かされる仕組みが不足していた。
- ③ 中立性を守るための努力が不足していた。

(2) 事業者の安全意識と安全に関する取組みの不足

- ① 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軽視し必要な安全対策を先延ばしにした。
- ② 事業者は規制要求以上の安全対策を自ら進める姿勢に欠けていた。
- ③ 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。リスク管理が経営の一環であるとの認識が不足していた。

(3) 規制当局の安全に対する意識の不足

- ① 規制当局が安全規制に責任をもつ意識が不足していたため、東京電力から得ていた津波想定情報を活かせなかった。
- ② 過酷事故対策および原子力防災に関わる安全規制は国際的に大きく後れをとっていたにも拘らず、規制当局は安全規制の進化を迅速に行ってこなかった。
- ③ 緊急時の対策などに関するマネジメントが確立されていなかったことが事故対応における多くの不手際の要因となった。

(4) 国際的な取組みや共同作業から謙虚に学ぼうとする取組みの不足

マグニチュード9.1を記録した平成16年(2004年)のスマトラ沖地震では巨大津波が発生しており、インド洋の対岸にある原子力発電所が浸水するという事態に至っている。しかしながら、このような規模の地震と津波がわが国の近海で発生すると想定し、その場合に原子力発電所が浸水する事態になることを予測し、対策を施すということがなかった。

(5) 安全を確保するための人材および組織運営基盤の不足

原子力発電所は巨大複雑系システムである。これは、単に工学的な巨大複雑システムというだけでなく、社会や経済も深く関わっている。たとえば、安全対策は単に安全機器を設置するだけで機能するものではなく、その維持管理や緊急時の操作など、人的なマネジメントも大きく関わっている。ここまで述べてきた背後要因のさらに共通的な要因として、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ことが挙げられる。

4. 提 言

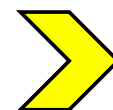
提言の構成 5分類50項目

全50項目

分類別
項目数



1. 原子力安全の基本的な事項



4.1 提言Ⅰ

5

2. 直接要因に関する事項



4.2 提言Ⅱ

14

3. 背後要因のうち
組織的なものに関する事項



4.3 提言Ⅲ

14

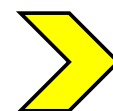
4. 共通的な事項



4.4 提言Ⅳ

12

5. 今後の復興に関する事項



4.5 提言Ⅴ

5

4.1 提言 I

—原子力安全の基本的な事項—

提言 I

(1) 原子力安全の目標の明確化と体系化への取組み

- ① 安全目標の合意形成
- ② 規制基準などの体系化
- ③ 核セキュリティの強化

(2) 深層防護の理解の深化と適用の強化

- ① 基本安全原則の明確化
- ② 深層防護の明文化

(1)原子力安全の目標の明確化と体系化への取組み

① 安全目標の合意形成

定量性をもった安全目標は、リスクがどの程度であれば社会に受け入れられるかを示すものであり、社会との共有に向けて対話の努力を継続的に行うべきである。この安全目標とともに、リスク情報を積極的に活用し、規制機関においては規制活動の透明性、予見性、合理性、整合性の向上を図るとともに、事業者においては原子力利用活動に伴うリスクを合理的に実行可能な限り低くするよう努めるべきである。

(1)原子力安全の目標の明確化と体系化への取組み(つづき)

② 規制基準などの体系化

基本安全原則など安全に関する高次の思想を発展、深化させるための努力を国際社会と協力して行っていくべきである。その際、原子力以外の分野の知見も積極的に取り入れていくべきである。規制組織は原子力安全の基本安全原則など高次の安全思想を規制上に位置づけるとともに、それに基づき規制基準などの体系化を図るべきである。

③ 核セキュリティの強化

安全対策と共に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、機微情報の取り扱いに配慮しつつも可能な情報共有や意見交換を進め、この二つの分野ができるだけ相乗効果を産み出すように努めるべきである。

(2) 深層防護の理解の深化と適用の強化

① 基本安全原則の明確化

日本原子力学会が立案した「基本安全原則」(平成24年(2012年)11月)を活用し、安全設計の基本的考え方を明文化した規制図書を作成し、公表すべきである。

② 深層防護の明文化

IAEAの深層防護を踏襲した深層防護を規制図書として明文化すべきである。

4.2 提言Ⅱ

— 直接要因に関する事項 —

提言Ⅱ

(1) 外的事象への対策の強化

- ① 外的事象
- ② クリフエッジ対策
- ③ 人為的な事象対策

(2) 過酷事故対策の強化

(3) 緊急事態への準備と対応体制の強化

- ① 事業者と地方自治体の連携スキームの確立
- ② 関係者の役割分担の明文化
- ③ 演習の実施
- ④ 放射性物質の拡散解析
- ⑤ 一般災害との共通基盤の統合
- ⑥ 放射線防護への対処能力強化

(4) 原子力安全評価技術の高度化

- ① 確率論的リスク評価技術の活用
- ② 最先端計算機性能を活用した数値計算技法の活用
- ③ 安全評価技術の課題や限界の正しい認識
- ④ 国際協力の積極的实施

(1) 外的事象への対策の強化

① 外的事象

想定すべきものは、地震、火災、強風（台風、竜巻）、洪水、雪崩、火山、氷結、高温、低温、輸送事故・工場事故、航空機落下などである。これらの外的事象に対する包絡的な評価を行い各プラントの脆弱性を把握し、それによりプラントごとの対応を定めていくことを義務づける必要がある。その際、PRAによる脆弱性の特定に加え、不確かさへの備えから深層防護により対処すべきである。

② クリフエッジ対策

外的事象に対して、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。

③ 人為的な事象対策

テロなどの人為的な要因に対しては、海外の知見を積極的に活用するため、国際的な検討に加わり、人材の育成をしつつ備えを強化すべきである。

(2) 過酷事故対策の強化

過酷事故では想定したシナリオ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。この醸成には、演習などを通じた継続的な改善活動を行うべきである。

(3) 緊急事態への準備と対応体制の強化

① 事業者と地方自治体の連携スキームの確立

情報が少なく不確かさが大きい初期の危機管理の段階では、事業者と地方自治体が連携し、施設の状態に関してあらかじめ決められた判断基準に基づいて、決められた手順で放射性物質の環境放出前に迅速に緊急防護措置を実行していくスキームを確立する。

② 関係者の役割分担の明文化

国、自治体、事業者などの関係者はあらかじめ緊急時におけるオンサイト、オフサイトの役割分担を協議・決定の上明文化する。その際、オンサイトは事業者が、オフサイトは地方公共団体が責任を持って対応し、国はそれを支援することを原則とすべきと考える。

③ 演習の実施

危機発生時の手順や緊急措置など詳細な対応方針は、演習などにより問題点を抽出・改善し実効性のあるものとしておくべきである。

(3) 緊急事態への準備と対応体制の強化(つづき)

④ 放射性物質の拡散解析

SPEEDIなどによる放射性物質の拡散解析情報は事故初期の避難に活用できないなどの限界を理解した上でその取扱い方法を明確にしておくべきである。

⑤ 一般災害との共通基盤の統合

防護措置実施の運営を担う地方公共団体、住民防護の最前線に立つ警察、消防および自衛隊、国の活動は他の一般災害における防災活動とほぼ同等であることを踏まえ、海外の事例も参考にして共通の基盤で統合すべきである。

⑥ 放射線防護への対処能力強化

原子力防災に特有の放射能対策に関しては、全ての事故対応にあたる者が放射線防護の原理と被ばく影響に対する知識を十分に持つようにするとともに対処能力を高めるべきである。

(4)原子力安全評価技術の高度化

① 確率論的リスク評価技術の活用

自然現象に対する予測の精度を高めるため、自然現象の不確かさやプラントシステムの耐性の不確かさを考慮する確率論的リスク評価の活用を優先的に取り組むべきである。

② 最先端計算機性能を活用した数値計算技法の活用

耐震解析や津波伝播と遡上解析については、常に最先端計算機性能を活用した数値計算技法を活用する方向を目指すべきである。一方で、自然現象の複雑さと我々が持つ知見の限界を認識し、シミュレーション技術の検証と適切な運用を心掛けるべきである。

③ 安全評価技術の課題や限界の正しい認識

シミュレーションやリスク評価は、その適用にあたっての課題や限界を正しく認識することによって、安全評価に有効に活用することが出来る。これらを積極的に活用しつつ、さらにその技術に関して完成度を高める努力、新しい知見を収集する活動、品質を確保する取組を官産学が協力して進めるべきである。

④ 国際協力の積極的実施

原子力安全評価技術における国際協力は相互に恩恵をもたらすものであり、積極的・継続的に取り組むべきである。

4.3 提言Ⅲ

— 背後要因のうち組織的なものに関する事項 —

提言Ⅲ

(1) 専門家集団としての学会・学術界の取組み

- ①学会が果たすべき責務の再認識
- ②学会における自由な議論
- ③安全研究の強化
- ④学際的取組みの強化
- ⑤安全規制の継続的改善への貢献

(2) 産業界の取組み

- ①事故の教訓を産業界全体で共有化
- ②継続的改善の実施
- ③トップによる原子力安全へのコミットメント

(3) 安全規制機関の取組み

- ①国民の信頼回復
- ②継続的改善の実施
- ③リスク情報を活用した規制手法の導入
- ④ハード偏重からソフト重視の規制への転換
- ⑤事業者への自主的安全性向上姿勢の定着化指導
- ⑥広範囲の専門家知見のバランス良い活用

(1) 専門家集団としての学会・学術界の取組み

① 学会が果たすべき責務の再認識

社会からの信頼と負託に応える責務を有する。特に原子力技術が場合によっては深刻な影響を人類に与えることを自覚し、常に倫理的な判断と行動をなすことが求められている。2013年6月の日本原子力学会総会において、被災地域の復興と日本の再生に向けた活動が定款に明記されたことから、被災地域の復興と日本の再生に向けた活動も学会の責務であることを再認識しなければならない。

② 学会における自由な議論

客観的、公平な観点から自立性をもった活動の重要性を認識し、自由で率直な意見交換を行える雰囲気の醸成に努めなければならない。

③ 安全研究の強化

安全性向上研究を継続的に実施する仕組みを復活させ、安全研究体制が再構築されなければならない。その原子力安全研究について、ロードマップの策定と継続的改訂などを通じて、先導的役割を果たさなければならない。

(1) 専門家集団としての学会・学術界の取組み(つづき)

④ 学際的取組みの強化

原子力安全に関する他のアカデミアを含めた俯瞰的な討論と協働のための「場」を構築するとともに、主導的な役割を果たさなければならない。

⑤ 安全規制の継続的改善への貢献

学会は規制制度の裏付けとなる研究や標準策定活動を強化し、社会的側面の研究も含めその成果を適宜、社会に発信しなければならない。

(2) 産業界の取組み

① 事故の教訓を産業界全体で共有化

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、社会ひいては全世界に影響を与えるという教訓は、事故の当事者である東京電力のみならず事業者全体の問題でもあり、産業界で改めて認識し、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産業界の共通の課題として深く受け止め、解消に全力で取り組まなければならない。

② 継続的改善の実施

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、安全性を高める取り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。

③ トップによる原子力安全へのコミットメント

トップによる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。

(3) 安全規制機関の取組み

① 国民の信頼回復

福島第一事故によって失われた安全規制に対する信頼回復に努めることが最重要課題である。そのためには、科学的・合理的な判断に基づく規制措置を実績として積み上げていくこと、また、判断のプロセスと結果の説明責任を果たし、透明性を高める努力が必要。そして、被規制者、施設周辺の住民、国民、学术界、国際社会との対話を積極的に推進するべきである。

② 継続的改善の実施

規制機関も事業者と同様、自らの組織や制度に対する継続的な改善が求められる。このため、被規制者と緊密なコミュニケーションをとり、被規制者の持つ最新の一次情報に接するとともに、独善を排し規制制度と運用体制の課題を見出す取組が必要。また、国際的なレビューサービスを活用するとともに監査制度についても検討すべきである。

③ リスク情報を活用した規制手法の導入

事故の危険性の高い設備やマネジメント活動などに規制資源を傾斜的に投入する観点から、リスク情報を活用した規制手法の導入は、限られた規制資源のもとで有効に安全性向上に寄与するものであり、積極的に取り組むべきである。また、このような取組みは規制官においても実質的な安全向上に繋がるリスクを評価する能力を培うことになる。

(3) 安全規制機関の取組み(つづき)

④ ハード偏重からソフト重視の規制への転換

ハードウェアの機械的性能に偏してきたこれまでの規制をソフトウェア、すなわち、原子力安全の基本的な考え方やシステム全体の性能・機能とマネジメントを重視する規制体系に転換し、それを可能とする規制人材の育成に努めることが望まれる。

⑤ 事業者への自主的安全性向上姿勢の定着化指導

原子力安全の継続的な維持・向上を図るには、事業者の自主的な安全性向上努力を促すことが重要。事業者が「規制に従えば良い」との考えに陥ることがないように措置が必要。リスク情報を活用した規制は事業者の努力を引き出す上で重要であり、わが国でも欧米の規制体系のように民間の規格基準を積極的に活用するよう努めるべき。これが安全基準に対する民間の技術力を高めるとともに、規格基準技術者のすそ野を広げることにも繋がり、ひいては長期に亘る安全性向上にも寄与する。

⑥ 広範囲の専門家知見のバランス良い活用

原子力技術は裾野の広い複合的な技術であり、規制にあたっては関係する専門家の知見をバランスよく最大限に活用することが必要。審議会等の運用においては日本原子力学会などの学術組織を活用し専門家が偏ることのないよう、構成に十分配慮すべきである。

4.4 提言Ⅳ

—共通的な事項—

提言Ⅳ

(1) 原子力安全研究基盤の充実強化

- ① 安全性向上の駆動力
- ② 人材の維持、育成に重要
- ③ 安全研究は産学官の義務
- ④ 確率論的リスク評価手法の適用範囲の拡大
- ⑤ 安全研究ロードマップの策定

(2) 国際協力体制の強化

- ① 国際的活動を国内へ反映させる体制の整備
- ② 新規原子力導入国への貢献
- ③ 産業界の国際的活動への参画

(3) 原子力人材の育成

- ① 原子力安全を最優先する価値観
- ② 資格制度の充実
- ③ 大学における原子力教育・研究の重要性
- ④ 小中高校における原子力・放射線教育

(1)原子力安全研究基盤の充実強化

① 安全性向上の駆動力

原子力に関する安全研究は、安全に対するアプローチを俯瞰するための理解を深め、多様な安全向上のためのソフト、ハードの継続的な高度化を進めるための駆動力となるべきである。

② 人材の維持、育成

安全研究は高度な原子力人材を維持、育成するためにも重要であって、国際的な協力を進めつつ、真摯に取り組むべきである

③ 安全研究は産学官の義務

産学官は社会における多様なレベルでの情報交換や議論を通じて、安全研究を進める義務を有することを認識すべきである。

(1)原子力安全研究基盤の充実強化(つづき)

④ 確率論的リスク評価手法の適用範囲の拡大

全体像把握のための確率論的リスク評価手法は、津波、火災などの外的事象を誘因とする安全研究へも適用範囲を広げるべきである。なお、この観点からは安全研究と並んでセキュリティに関する深く広い研究についても取り組むべきである。

⑤ 安全研究ロードマップの策定

原子力安全の目標を達成するためにあるべき姿を議論し、現在の技術を直視することによって、取り組むべき俯瞰的な技術課題のマップを準備し、これらの課題解決のため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いくべきである。

(2) 国際協力体制の強化

① 国際的活動を国内へ反映させる体制の整備

積極的に国際的な活動へ参加し、そこでの議論を国内に反映させる体制づくりを行うべきである。

② 新規原子力導入国への貢献

今後、新たに原子力利用に乗り出す国が増えると思込まれる中、それらの国に対して、原子力災害も含めたわが国の経験を積極的に提供し、原子力安全確保に向けた体制づくりに貢献すべきである。この観点で、国際的な議論をリードする役割を担う人材の育成が求められる。

③ 産業界の国際的活動への参画

わが国のプラントメーカーが今後国際的な事業展開を目指すのであれば、産業界としても世界の原子力安全確保、向上など国際的な枠組みづくりに積極的に参画するべきである。

(3)原子力人材の育成

① 原子力安全を最優先する価値観

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。また、原子力分野の職務には放射線防護などに原子力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。

② 資格制度の充実

原子力分野の人材に必要な知識や技量が、資格制度を充実する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出来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。

(3) 原子力人材の育成(つづき)

③ 大学における原子力教育・研究の重要性

高い技術力、マネジメント力が求められる原子力分野の人材を継続的に確保するために、大学における原子力教育の充実を図ることが重要である。同時に、大学での教育、研究人材の育成にも注力すべきである。最新の研究成果を取り入れて原子力安全を世界最高水準に維持するためには、研究レベルを最先端に保つことが必須であり、国、規制機関、産業界のそれぞれが安全研究へ積極的に関与することが望まれる。

④ 小中高校における原子力・放射線教育

人材の継続的な育成の観点から若い世代の原子力への関心を高めることが求められる。そのため、放射線教育を充実させることは急務である。原子力関係者は、小中高教員への原子力・放射線についての研修に協力するとともに、原子力への興味を高めるための情報発信をしていかなければならない。

4.5 提言Ⅴ

—今後の復興に関する事項—

提言 V

(1) 今後の環境修復への取組み

- ① 環境放射線モニタリング
- ② 法規制とガイドライン
- ③ 除染対象区域の設定
- ④ 除染と除染技術
- ⑤ 除染廃棄物の保管・貯蔵

(1)今後の環境修復への取組み

① 環境放射線モニタリング

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。さらに、今後は小児も含め住民の長期の線量評価も必要であり、個人線量モニタリングの新しい手法を開発し、継続的評価管理を進める仕組みを構築すべきである。

② 法規制とガイドライン

仮置き場などの施設の設置が遅れていること、除染効果が顕著でないケースもあることから、除染実施方法の指針であるガイドラインを最新知見を取り入れることにより充実するとともに、除染に柔軟に現実的に対応できるようにすべきである。汚染土壌、がれき、草木などの発生は、発電所サイト内、サイト外でも同じであることから、より効果的な対応として、特措法と従来から存在する原子炉等規制法などとの関係を整理するとともに、これらの法律の上位の考え方を纏めるべきである。

③ 除染対象区域の設定

国は一律に追加被ばく線量が1 mSv/年以上となる区域を除染対象とした。1 mSv/年を長期目標として位置づけつつICRPの最適化の原則を踏まえ、除染の効果と要する時間や費用、個人年間実効残存線量などを考慮して、現実的な除染目標や除染区域を設定すべきである。除染にあたっては被ばく管理に「平均的個人」でなく、各個人の線量測定結果に基づいて見直すべきである。

(1)今後の環境修復への取組み(つづき)

④ 除染と除染技術

市町村が行う除染では地域の状況に合わせて柔軟に除染ができるよう、現場に近いところで意思決定が速やかにできるようにすべきである。除染の実施にあたっては、地域住民の協力、参加が得られるように関係者は最大限の努力を払うべきである。除染技術の選定にあたっては、場所や対象物の特徴に応じて個別に判断することが必要である。各関係機関で実施している成果を体系的に整理し、有機的に連携させ、その成果を効果的に除染の指針や手引きに反映させる仕組みを政府、自治体が一体となって構築するワンストップサービスの早期実現を図るべきである。

⑤ 除染廃棄物の保管・貯蔵

仮置き場の設置が除染の進展に直ちに影響することから、関係者は住民との対話、また場所の選定にあたっては住民の参加を積極的に行うことが必要である。除染廃棄物は仮置き場から中間貯蔵施設で、さらには最終処分場にて管理することとなる。この流れにおいて移動する物量の最小化は速やかな移動に大きく貢献する。このため、除染廃棄物の減容処理、再利用は不可欠となる。速やかにそれらの措置がとれるよう関係者は必要な措置を講じるべきである。

4.6 提言のまとめ

根本原因分析の結果を軸に幅広い提言を行った。原子力安全を確保するためには、原子力安全の基本的考え方を明確にし、確率論的リスク評価を活用し、安全目標を設定すること、そして、深層防護の考え方を正しく理解し、プラント設計、アクシデント・マネジメント、防災などに適用することなど、取り組むべき課題は広範囲にわたる。ここで、それらの基盤となる原子力安全研究の継続的展開の重要性を改めて強調したい。研究活動は人類の知の領域を広げ、課題に対する本源的な理解を深めるとともに、最適な解決策の導出につながるものである。日本原子力学会は真摯に研究に取り組むとともに人材育成を図り、原子力に係る課題の解決に向けて貢献していく。

おわりに

本提言が規制機関を始めとする政府、産業界、学術・研究機関などさまざまな関係者において、今後の具体的な活動に結びついていくことを期待する。また、当学会自らが取り組むべきものも含まれている。それらへの真剣な取り組みを含め、今後、提言が実現するよう、学会として関係機関への働きかけを続けていきたい。

また、これらの提言は、何よりも原子力関係情報の透明性を重視する立場から、原子力発電に関心を持つあらゆる人々と共有されるべきものと考えられる。原子力に係る全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。これができないと組織と専門家は、原子力に携わる資格がないと自覚しなければならない。