

1-5 ゼロリスクはないとの認識の下での安全性向上への不断の努力

あらゆる科学技術がリスクとベネフィットの両面を持つように、原子力についてもゼロリスクは有り得ず、事故は起きる可能性があるとの認識の下、「残余のリスクをいかにして小さく抑え、顕在化させないか」との認識を定着させ、東電福島第一原発事故の教訓を踏まえ、規制基準への適合に留まらず、安全性向上への不断の努力を積み重ねることが求められています。

このため、原子力事業者等を含む産業界全体で連携して、リスク情報の活用やピアレビュー等を用いた自主的安全性向上に取り組んでいます。

(1) 原子力事業者等を含む産業界の原子力の自主的安全性向上に関する取組

原子力事業者等を含む産業界は、このような自主的安全性向上に取り組むに当たり、第三者の視点からの知見、意見も活用するため、2012年11月に、自主規制組織として原子力事業者等の意向に左右されることなく安全性を評価し、その改善に関する助言を行う一般社団法人原子力安全推進協会（JANSI）を設立しました。また、東電福島第一原発事故の以前には、発生頻度が極めて低い大規模な地震・津波等の自然災害への対応が十分ではありませんでしたが、このような災害のリスクを見逃さず、安全

性を更に向上させるため、確率論的リスク評価（PRA）手法を活用した安全対策の検討にも取り組んでいます（図1-19）。PRAは、原子力発電所等の施設で起こり得る事故のシナリオを網羅的に抽出し、その発生頻度と影響の大きさを定量的に評価することで、原子力発電所の脆弱箇所を見つけ出すための手法です。原子力事業者等を含む産業界は、電力中央研究所の下に設置された原子力リスク研究センター（NRRC）との連携を通じて、PRAの高度化に取り組んでいます。NRRCは、自主的安全性向上に係る研究開発の中核を担い、高い専門性を必要とする共通課題を解決するための研究開発を進めています。

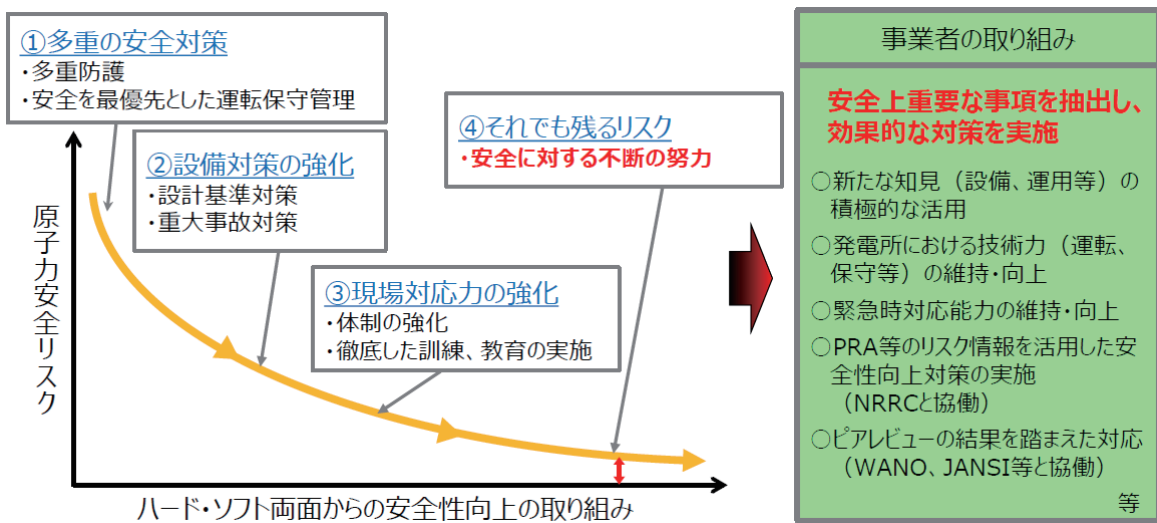


図 1-19 原子力事業者等によるリスク低減の取組

（出典）第5回原子力委員会定例会議 資料 1-1 号 電気事業連合会「原子力発電の安全性向上におけるリスク情報の活用について」（2018年）[87]

今後、原子力の安全性向上を継続的・自律的に達成するため、原子力発電に携わる全ての関係者より、「継続的な原子力の安全性向上のための自律的システム」の確立を目指します。自律的システムでは、リスク情報の活用や事業者間のピア・プレッシャーによる安全性向上に加え、産業界の知見の集約や規制当局との対話を通じて発電所の安全性を効果的に高めるとともに、これらの取組や発電所の状況等を、地元住民をはじめ、国内外に発信し、自らの取組にフィードバックする好循環を構築します。その

ために、リスク情報の活用へ向けた原子力事業者等共通の基盤の構築や、運転実績指標による発電所総合評価システムプログラム [88]、更に業界大での検討テーマの決定と活動計画の策定、実施・評価等の取組を進めていきます。このように、原子力関係事業者が個別に安全を高めていくだけでなく、産業界全体の連携や規制機関・立地地域等とのコミュニケーションを通じた効果的な取組が必要とされています（図 1-20）。

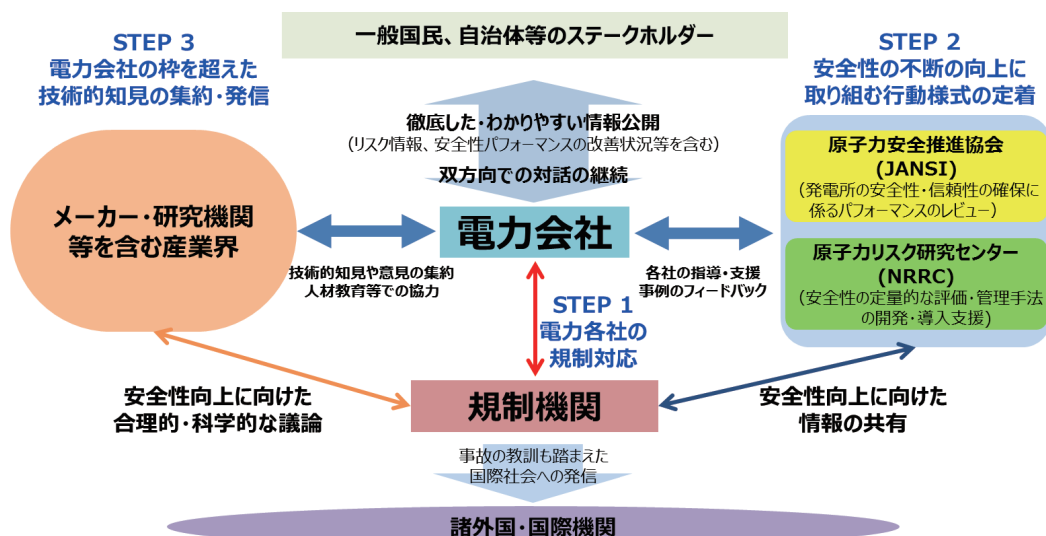


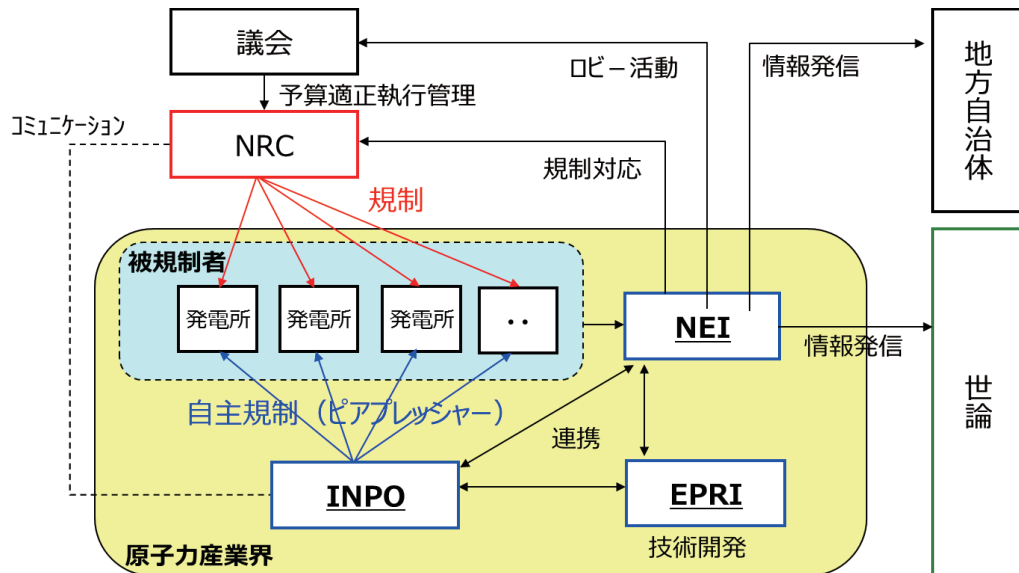
図 1-20 継続的な原子力の安全性向上のための自律的システム（イメージ図）

（出典）経済産業省総合資源エネルギー調査会原子力小委員会第 14 回会合 資料 3 資源エネルギー庁「原子力の自主的な安全性の向上について」（2018 年）[89]

（2）安全性向上のための新組織の設立

総合資源エネルギー調査会 電力ガス事業分科会 原子力小委員会の下に自主的な安全性向上・技術・人材ワーキンググループが設置され、原子力の自主的な安全性向上について継続的な議論が実施されています。2017 年 6 月の中間整理において、今後の課題を整理しました。これを

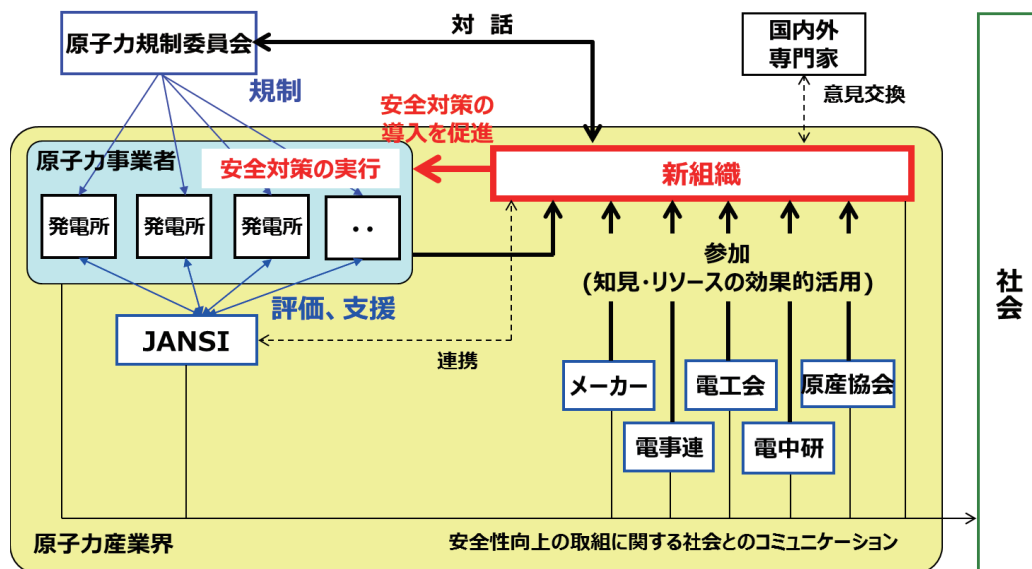
受けて、産業界全体での連携を強化し、現場の安全性を更に高い水準に結び付けていく仕組みを確立するため、海外での事例（図 1-21）も参考にしながら、自律的かつ継続的な原子力の安全性向上のための取組強化に向けた「新組織」（図 1-22）を、2018 年夏頃に設立する等の検討を行っています。



* NRC：米国原子力規制委員会、NEI：原子力エネルギー協会、INPO：米国原子力発電運転協会、EPRI：米国電力研究所

図 1-21 原子力の安全性向上に向けた体制 — 米国の例 —

（出典）経済産業省総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会第 14 回 資料 3
資源エネルギー庁「原子力の自主的な安全性の向上について」（2018 年）[90]



* JANSI：（一社）原子力安全推進協会

図 1-22 新組織の役割イメージ

（出典）電気事業連合会、（一社）日本電機工業会「自律的かつ継続的な原子力の安全性向上のための取り組み強化に向けた新組織設立準備室の設置について」（2018 年）[91]

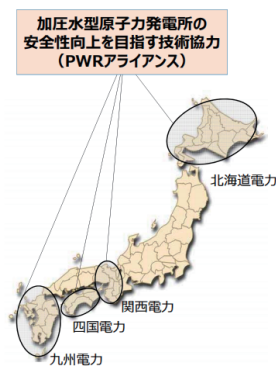
コラム

～原子力事業者間の相互協力体制の強化について～

東電福島第一原発事故の発生を防ぐことができなかったことを真摯に反省し、事故の反省と教訓を活かし、このような事故の再発防止のための努力や、更なる安全性の高みを追求していくことが求められます。このような状況を踏まえ、原子力事業者間で連携して安全性向上が進められています。例えば、炉型ごとの相互技術協力協定を締結し、自主的安全性向上に係る情報共有等を図るとともに、地域ごとの相互協力協定を締結し、原子力災害時における協力、廃止措置実施時における協力についての取組を強化しています。2017年度には、西日本5社相互協力協定に基づき、他社防災訓練への要員派遣や、各社とテレビ会議システムを接続した情報連携訓練が実施されました。

加圧水型原子力発電所の安全性向上を目指す技術協力

協力内容	具体的な取り組み
① 安全性向上評価の推進	○評価方法、設備・運用対策に係る情報共有、更なる安全性向上対策の共同検討 等
② 運転管理等に係る海外知見、ノウハウ等の共有拡充	○運転管理、保守管理、放射線管理等の海外知見やノウハウに係る情報共有、相互ベンチマーキング調査 等
③ 既設炉の更なる安全性向上に向けた次世代軽水炉等の新技術の調査・検討の推進	○次世代軽水炉、新型炉等の新技術の共同調査 ○調査結果を踏まえた、既設炉の更なる安全性向上の検討 等



(出典) 第38回原子力委員会資料 第3-2号 関西電力(株)
「安全性向上に向けた関西電力の取組みについて」(2016年)

西日本5電力における事業者間連携

- ◆ 原子力事業における保有する資産や知見を相互に有効活用するとともに、地理的近接性を活かして相互に協力。
- ◆ 原子力事業の安全性・信頼性の更なる向上を図り、もって原子力事業の円滑な実施及び発展に寄与。

原子力事業における相互協力の概要(北陸電力、関西電力、中国電力、四国電力、九州電力)

○：廃炉

○原子力災害時における協力

1. 協力要員の派遣
現行協力協定に加え、5社合計で100～200人規模の派遣
2. 資機材の提供
3. 原子力部門トップによるテレビ会議を活用した防災事業者に対する助言等の支援
4. 各社が相互参加する定期的な訓練の実施

○廃止措置実施における協力

- 大型工事における技術・調達の検討
- 廃止措置の状況などの情報共有

○特定重大事故等対処施設における協力

- 設備仕様の統一などの検討
- 先行プラントの状況などの情報共有

〔平成28年4月22日協定締結
(平成28年8月5日北陸電力参加)〕

(出典) 第38回原子力委員会資料 第3-2号 関西電力(株)
「安全性向上に向けた関西電力の取組みについて」(2016年)

(3) リスク情報を活用した取組

現状の原子力関係事業者・関係機関による自主的安全性向上の取組状況を表1-8に示します。

電気事業者は、自主的・継続的な安全性向上のために、PRA から得られるリスク情報を活用した意思決定（RIDM⁴⁶）を発電所のリスクマネジメントに導入することを目指しています（図1-23）。RIDMの導入により、発電所の運営に関わる全員が発電所のリスクを理解し、起こり得る問題の重要度を考慮した意思決定を速やかに行うことで、対策の優先順位を総合的に判断すること等が可能となります。11 電気事業者は連名で「リスク情報活用の実現に向けた戦略プラン及びアクションプラン」（2018 年2月）[93]を取りまとめています。2020 年4月

には、このようなリスク情報を活用した新たな検査制度が本格的に運用されます。今後は、東京電力と関西電力（株）の原子力発電所を対象とした試運用を通じて、新検査制度のベースを作り、リスク低減に関わる取組を具体化していく予定です [94]。

このほかに、自主的かつ継続的な安全性向上の取組の一環として、我が国の多くの原子力発電所は WANO によるピアレビューを受け入れ、世界の原子力関係事業者等が持つ運転経験や良好事例に学び、自らの改善活動に活かしています。また、東京電力柏崎刈羽原子力発電所6、7号機は、2015年6月にIAEA 運転安全調査団（OSART⁴⁷）のレビューを受け入れ、その評価結果も踏まえた安全性向上の活動に取り組んでいます [95]。

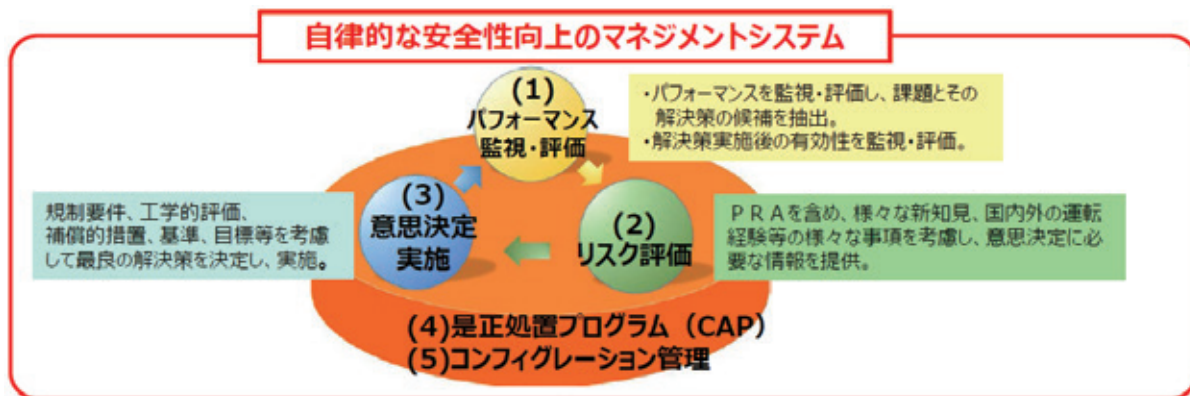
表 1-8 自主的安全性向上の取組状況

取組項目	取組内容	機関
共通課題の解決	・ PRA 手法の現場導入計画の検討 ・ 規制課題等に対する対応方針の検討（基準地震動等）	各社
知見等の獲得・分析、共有	・ 電気事業者共通課題の研究開発の実施・共有（電力中央研究所・原子力リスク研究センターによる研究、電力共通研究） ・ PRA 手法の整備・高度化	電気事業連合会 電力中央研究所 原子力リスク研究センター
	・ 国内外の運転経験・教訓やエクセレンスの共有等 ・ 国内外の知見等に基づく安全性向上対策の提言	原子力安全推進協会
オーバーサイト（監視）	・ ピアレビューの実施、要改善事項等の抽出	原子力安全推進協会 WANO
	・ 社内独立部門や社外委員による取組の評価	各社
海外との連携	・ 日米事業者間の対話等による情報共有 ・ 国内外産業界関係者が集まるセミナー・会合等を通じた情報共有	各社 電気事業連合会 日本原子力産業協会 海外事業者等
人材	・ 原子力の人材に関する課題や施策の共有、実施	学協会、日本原子力産業協会等

（出典）経済産業省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 18 回会合
資料 1 電気事業連合会「原子力安全性向上に向けた取り組みについて」（2017 年）[92]

46 Risk-Informed Decision-Making

47 Operational Safety Review Team



注) 是正処置プログラム (CAP⁴⁸)：事業者における問題を発見して解決する取組。

問題の安全上の重要性の評価、対応の優先順位付け、解決するまで管理していくプロセスを含む。

注) コンフィグレーション管理：設計要件、施設の物理構成、施設構成情報の3要素の一貫性を維持するための取組。

図 1-23 リスク情報を活用した意思決定によるリスクマネジメントの概念図

(出典) 第5回原子力委員会定例会議 資料 1-1 号 電気事業連合会「原子力発電の安全性向上におけるリスク情報の活用について」(2018年) [87]

48 Corrective Action Program

コラム

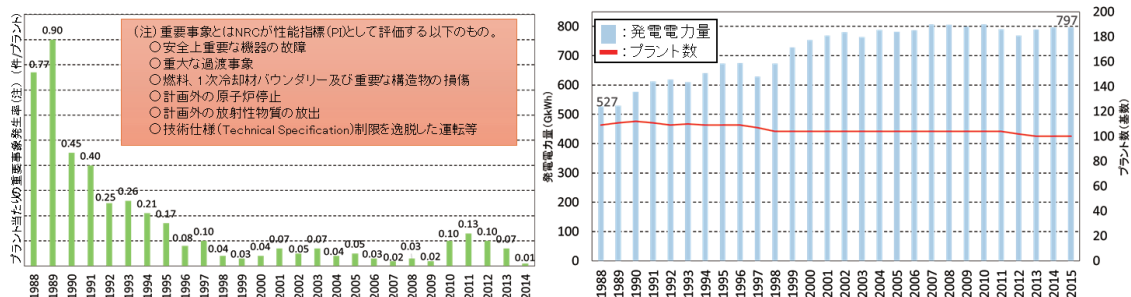
～米国における安全性向上の取組～

米国では、1979年に発生したスリー・マイル・アイランド（TMI）原子力発電所事故以降、原子力発電運転協会（INPO）、原子力エネルギー協会（NEI⁴⁹）等を中心として自主的な安全性向上やリスクマネジメントの実践に取り組むとともに、NRCでは、稼働実績及びリスク情報に基づいた規制の導入による客観性の向上を進めてきました。その結果として重要事象の発生頻度の減少や、稼働率の向上、出力向上等を達成し、原子炉数は増加していないにもかかわらず、総発電電力量の増加にもつながり、安全性と経済性の両立を達成しています。

産業界の自主規制機関である INPO は、運転員の知識と業務遂行能力、施設・装置の状態、運転プログラムと手順等について調査・評価し、情報共有のための CEO 会議で INPO 代表から直接報告します。さらに、評価結果がよい場合、原子力財産保険の保険料が減免されるインセンティブを設けています。このほかに、事故原因と対応策等の情報について事業者間で共有を進める等の活動を行い、各事業者が最高の業務状況の達成を支援しています。

NEI は技術面・規制面の諸課題に関して検討・提案し、業界全体を代表して NRC とも議論・調整を行っています。また、NEI に参画する事業者は、その調整結果に従うことになっています。

その一方で、規制機関である NRC は、TMI 事故後の規制活動が冗長、非効率、主観的である等の批判を受け、PRA 活用政策声明に基づくリスク情報を活用した規制の促進、稼働実績とリスク情報に基づいた原子炉監視プロセス（ROP⁵⁰）の施行等を進め、規制の改善を図ってきました。



米国の原子力発電所の重要事象発生率と発電電力量の推移

(出典) 米国原子力エネルギー協会（NEI）のデータに基づき作成

49 Nuclear Energy Institute

50 Reactor Oversight Process

コラム

～米国の電気事業者による
「価値ベースの保守」実施に向けた文化醸成～

米国原子力エネルギー協会(NEI)は2015年12月に、電気事業者、原子力発電運転協会(INPO)、電力研究所(EPRI⁵¹)と共同で、原子力発電所の安全性を維持しつつ、効率性と経済性を向上させるために、原子力産業界が複数年で取り組む新たなイニシアチブ“Delivering the Nuclear Promise”(DNP)を立ち上げました。DNPの活動の3本柱は安全な運転の維持、原子力の経済的価値、低炭素電源としての価値に対する認識の向上、効率性の向上から成っています。

このうち効率性の向上について、NEIは米国内の電気事業者向けに、テーマごとに効率性の向上に資する推奨事項をまとめて公表しています。この中で、「価値ベースの保守」と題したテーマでは、コストとのバランスを見て保守作業の優先度付けを行うことで、機器の安全性と信頼性を最適化するアプローチを推奨しています。さらに、この価値ベースの保守を実現するためには文化的なシフトが必要であるとして、「価値ベースの保守のための文化的シフト」と題したテーマでも推奨事項をまとめて発行しています。NEIは、信頼性の確保にはいくらでもお金をかけるアプローチから、価値ベースの保守へとシフトすることで、費用対効果が高く安全性と信頼性を高めることができるとしています[96]。

51 Electric Power Research Institute

コラム ～原子力利用のリスクマネジメントについて～

原子力委員会は2016年12月27日に「軽水炉利用について（見解）」を取りまとめました。

見解は、「依然として国民の原子力への不信・不安が根強く残っている状況で、原子力の利用に当たっては、大前提として、国や関係機関が国民の不信や不安に対して真摯に向き合い、理解を深めるためのあらゆる取組をより一層充実させることが必須である。また、国民の理解を得るためには、更なる安全性向上に向けた十分な取組がなされていることが必要不可欠である。この状況を踏まえ、我が国の原子力発電所において運用されている技術は全て軽水炉技術であり、しっかりと足元を見るべき」との原子力委員会の考えを示したものです。

その中の留意すべき事項の一つとして「安全性向上～リスクマネジメントの概念～」を取り上げ、以下のような点を指摘しました。

- 東電福島第一原発事故以前、「規制基準を満たせば安全である」という認識が原子力関係者間で共有され、事業者による継続的かつ自主的な安全性向上に向けた取組が定着しなかった。その反省・教訓を踏まえ、事業者が中心となって取り組んでいる自主的安全性向上のための活動が、米国の好事例も参考に、より一層効果的なものとなるような改善も求められる。
- 米国では、スリー・マイル・アイランド（TMI）原子力発電所事故以降、原子力発電運転協会（INPO）・原子力エネルギー協会（NEI）等を中心とした自主的な安全性向上やリスクマネジメントの実践とともに、稼働実績及びリスク情報に基づいた規制の導入による客観性の向上に取り組んできた。その結果として、重要事象の発生頻度の減少や、稼働率向上、出力向上を達成し、発電電力量の増加にもつながり、安全性と経済性を両立させた。
- 我が国においても、自主的安全性向上の取組の一環としてリスク評価を活用しつつあるが、PRA手法等を用いたリスク評価を実施すること自体を目的として捉えている場合がある。本来は、算出された定量的情報（リスク値）のみならずシナリオ等も含めたリスク評価結果及び、第三者による評価を総合的に踏まえて、経営トップがリスク管理にコミットし、多数の選択肢の中から判断して必要な措置を講じることが重要である（ISO31000の考え方とも共通）。このリスクマネジメントの概念を関係者全員で共有していくとともに、実効性を確保していくことが求められる。
- さらに、事業者側と政府側の間で、リスク情報も活用し、対等で建設的な意見交換を透明なプロセスの下で行い、効果的・効率的な安全確保の仕組みを構築していくことも重要である。
- このリスクマネジメントの構造を全体的に確立するためには、事業者や政府等の原子力関係者だけでなく全てのステークホルダーにより、この認識の共有を図っていくべきである。これにより、「取り締まり型」から「予防型」の安全確保への移行が実現されることが考えられる。

コラム

～女川原子力発電所の安全性向上に向けた取組～

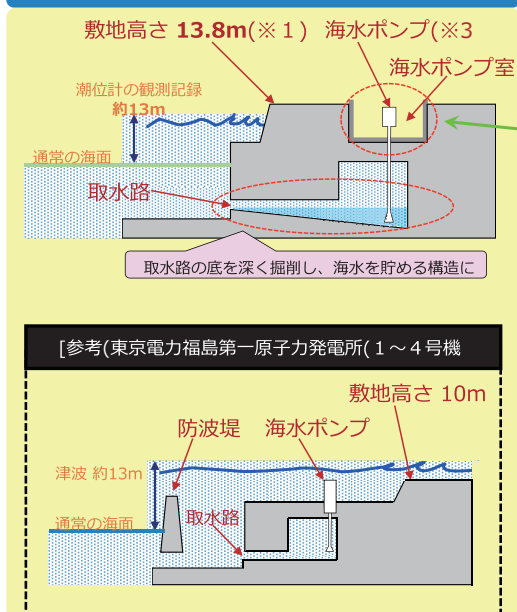
2011年3月11日の東日本大震災により、福島第一原発を襲った津波は高さ13m、地震加速度550galであり、レベル7の原子力事故となり、福島県民をはじめ多くの人々に多大な影響を及ぼしました。

一方で、宮城県女川町にある東北電力株式会社女川原子力発電所も東日本大震災により福島第一原発と同規模の地震・津波（津波13m、地震加速度567gal）を受けましたが、発電設備について、2号機は地震直後に冷温停止し、1号機と3号機も3月12日未明に冷温停止となりました。

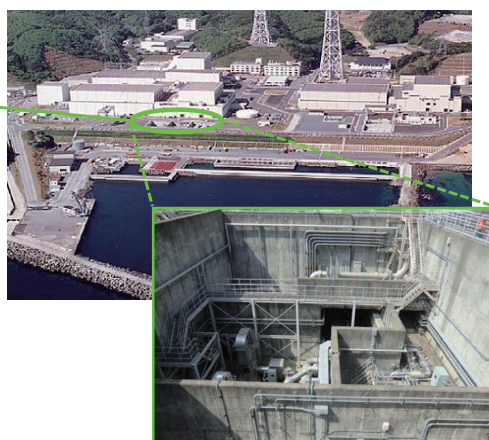
このように、福島第一原発と同規模の地震・津波を受けたにもかかわらず、女川原子力発電所にて、事故が起きず原子炉が安全に停止した要因は以下の取組によるものと考えられます。

- ・津波想定を低く見積もらず、専門家を含めた社内の委員会の議論を経て、敷地の高さを14.8mと設定したこと。
- ・原子炉を冷やすために欠かせない海水ポンプを、津波の影響を受けやすい港湾部ではなく、原子炉建屋と同じ敷地の高さ（14.8m）を掘り下げたところに設置したこと。
- ・震災前に実施していた約6,600か所の耐震工事を実施したこと。

引き波時の海水確保対策



敷地を掘り下げ海水ポンプ室を設置



- ※1 震災による女川周辺の地盤沈下量（約1m）を考慮。
- ※2 海水ポンプ：発電所内の各機器類を間接的に除熱(※3)冷却するための海水をくみ上げるポンプ。
- ※3 除熱：燃料などから出る熱を水に伝えて外部に逃がす方法のこと。

冷却に欠かせない「海水ポンプ」を守る

(出典) 東北電力株式会社作成

上のような取組を実施していた背景には、三陸地方は歴史的にも大きな津波を経験しており、東北電力株式会社の中では、特に津波に対して畏敬の念を持って、謙虚に向き合い、常に最新知見を収集しながら安全性を高めてきたということがあります。

電気事業者は、「規制基準を守っていれば絶対事故は起きない」という考えを持たず、常に安全を求めていく姿勢を組織全体に確立していくことが重要です。また、「原子力災害のリスクを真正面から捉え、電気事業者が経営としてリスクを低減する」というリスクマネジメントの考えを取り入れ、自主的安全性向上に努めていくことが期待されます。