

リスク部会セッション

外的事象に対する原子力安全の基本的考え方の実効的な取り組み

Effective Initiatives to upgrade countermeasures based on Basic Concept to Nuclear Safety for
External Events

(1) 外的事象に対する原子力安全の基本的考え方 2021 の概要

(1) Outline of Technical Report "The basic concept of nuclear safety against external events"

(TR018 : 2021)

*成宮祥介¹

¹原子力安全推進協会

1. はじめに

リスク部会は、リスク情報の実践的な活用の一環として、安全目標、南海トラフ等からの M9 級地震の原子力リスクへの影響への危機感を踏まえた原子力地震防災、土木学会原子力土木委員会との連携によるリスクコミュニケーション・原子力地震複合防災等広範な活動を進めている。本企画セッションは、我が国が世界的に甚大な影響を受けてきた外的事象に着目し、安全の基本的考え方に留まらず実効を上げることが出来る取り組みについて、広範な評価と社会とのコミュニケーションを中心に議論することとした。

本稿では、日本原子力学会標準委員会で発行されている技術レポート「外的事象に対する原子力安全の基本的考え方：2021」の提言を説明する。

2. 技術レポートの目的と概要

2-1. 標準委員会原子力安全検討会の活動

原子力安全検討会（以下、検討会）は標準委員会の下部組織として 2011 年の福島第一原子力発電所事故（以下、1F 事故）の後から立ち上げを検討し、2012 年 2 月に第 1 回会合を行った。以来、原子力安全に必要と考えた事項を議論して決めてきた。名簿、議事録、発行図書は標準委員会の HP に公開[1]されている。2023 年 2 月末時点で、41 回の検討会を公開で開催している。

検討会は標準委員会の組織ではあるが、標準を策定する組織ではなく、標準委員会 4 専門部会、学協会、更には関係組織全体に及ぶ課題について議論を行い、原子力の安全や利用にかかる基盤的な考え方を標準委員会内外に提供し、原子力安全の活動の推進に資することを目的としている。

検討会の傘下には、議論するテーマにより分科会を設置し次の 8 つの技術レポートを発行してきた。

- ・原子力安全の基本的考え方について 第 I 編 原子力安全の目的と基本原則：2012 (AESJ-SC-TR005:2012)
- ・原子力安全の基本的考え方について 第 I 編 別冊：2013 (AESJ-SC-TR005 (ANX) :2013) 深層防護の考え方
- ・原子力安全の基本的考え方について 第 I 編 別冊 2：2013 (AESJ-SC-TR005 (ANX) :2013) 深層防護の実装の考え方
- ・原子力安全の基本的考え方について 第 II 編 原子力安全確保のための基本的な技術要件と規格基準の体系化の課題について：2014 (AESJ-SC-TR007:2014)
- ・リスク評価の理解のために：2020 (AESJ-SC-TR011: 2020)
- ・原子力発電所の地震安全の原則～地震安全の基本的な考え方とその実践による継続的安全性向上～：2019 (AESJ-SC-TR016:2019)
- ・再処理施設における原子力安全の基本的考え方について：2016 (AESJ-SC-TR013:2016)
- ・外的事象に対する原子力安全の基本的考え方：2021 (AESJ-SC-TR018:2021)

*Yoshiyuki Narumiya¹

¹Japan Nuclear Safety Institute

技術レポートの説明を行う講習会、技術レポート策定のためのワークショップ、さらに原子力学会年会 大会の企画セッションなど、原子力安全に貢献する活動を積極的に行ってきた。発足 10 年余りを経て、当初に計画した基本安全原則や深層防護などの解説を、原子力施設における安全性向上活動の基盤として提供することができ、さらにリスク情報活用と外的事象安全に関して指南あるいは提言を出すことが達成できている。

2-2. 外的事象の基本的考え方

検討会が発行した技術レポートの「外的事象に対する原子力安全の基本的考え方」[2]は、原子力発電所における外部ハザード（地震や津波などの自然ハザード、航空機落下などの人為ハザード）に対し、リスク情報を活用することで安全性を合理的かつ包括的に向上させるための基本的な考え方を提示することを目的とするものである。本稿では、この技術レポートでの定義に従い、外的事象は原子力発電所の系統・設備の外で発生する事象であり、地震や津波のような施設外で発生する外部ハザードによるものと、内部火災のように施設の中だが系統・設備の外で発生するものとを指す。

この技術レポートでは、外部ハザードは原子力発電所も含めた社会全体に影響を及ぼすこと、原子力安全が放射線の有害な影響から人と環境を防護すること、そして原子力発電が電力供給という形で社会に大きな貢献をし得ること、から安全目標の設定が必要であることが、示されている。外部ハザードの対処は、発生頻度の不確かさが大きいこと、空間的・時間的に広い範囲に影響を及ぼすこと、発電所敷地外にも同様に影響を及ぼすこと、といった特徴に注目し、対処のプロセスの基本構造として、「1. リスク特定・分析」、「2. リスク評価」、「3. リスク対応：対処の検討」、「4. リスク対応：対処の実施」、「5. 新知見収集・分析」の 5 つのステップを提案している。なお、本稿で「対処」としているのは、「対策」とは同義である。外部ハザードに対する安全確保のための対応措置のことを指す。ハードウェアの設置や改善だけでなく手順整備、教育、マネジメントの構築などであり、構想、計画、設計、製造、建設、運転、評価などを含むものであることから、対策とするとハードウェアのみを連想されることを避けたものである。

技術レポートの最後に、基本的なプロセス及び摘出した課題又は留意事項を踏まえ、将来に向けて原子力安全にかかわる関係組織が取り組むべき事項を提言とし、技術基盤としての学協会規格及びそれに必要な研究・技術開発、そして継続的な安全性向上につながるものを取りまとめている。

3. 技術レポートの提言

3.1 提言の概要

外部ハザードに関する国内外の規制要件、発電所における対応を整理した上で、外部ハザードに対して安全性向上を実現するための提言をしている。これらには標準委員会として取り組むべきこと、他学協会と協力して取り組むこと、関係組織に促すこと、が含まれている。技術レポートでは COVID-19 にかかるパンデミックへの対応も触れているが本稿とは直接の関係がないので省略し、次の 7 つについて説明する。

- ① 外部ハザードの継続的かつ詳細なリストアップと活用
- ② 継続的安全性向上のための対処において実施すべきこと
- ③ 広範で活発なコミュニケーション
- ④ 広範な外部ハザードにかかる学協会規格・標準の整備
- ⑤ 広範囲に被害が及ぶ外部ハザードによる緊急時の連携したアプローチ
- ⑥ 外部ハザードに対する長期対策を前提とした規制プロセス・ルール of の構築
- ⑦ 安全性向上のための目標の外部ハザードへの適用

3.2 提言 1：外部ハザードの継続的かつ詳細なリストアップと活用

外部ハザードリストに原子力発電所の安全に考慮すべき全ての外部ハザードを列挙し、将来にわたり継続的に更新する。組織により想定する外部ハザードが異なることは好ましくないが、組織によりリストの利活用の目的が異なることから、個々の外部ハザードの詳細さは異なっても良い。このことから学協会が学術の視点から外部ハザードの包括的なリストを例示し、関係機関がそれぞれの目的に応じて利用するといった仕組みも検討することが必要である。

外部ハザードの特徴である「施設以外への影響」も考慮し対処を検討する必要がある。さらに気候変動な

どの長期にわたる影響も考慮する必要がある。

3.3 提言 2：継続的安全性向上のための対処において実施すべきこと

外部ハザードの評価及び対処を行う際に課題となるのは「不確実さ」である。不確実さ解析を行い定量的に把握したうえで、不確実さによる影響が設備、運転操作などにどの程度及んでいるのかを把握することが、事業者では適切な安全確保、規制機関ではリスク情報を活用した規制判断につながる。

不確実さを設計などの裕度でカバーする際には、リスク評価結果を考慮することが必要である。外部ハザードの対処策は、設計だけでなく運用及び保守も含めて担うこと、地震や強風など複数の外部ハザードそれぞれで設計裕度を設定した対処策の実施に難しさがあること、からプラントシステム全体を評価して適切な余裕を設定する。

外部ハザードが引き起こす事故は、複数の設備、施設外も含む広い範囲、時間経過での大きな変化、複数の外部ハザードによる複合事象、という特徴がある。設計基準で想定している外部ハザードの領域（たとえば地震であれば設計基準地震動以下）と、設計基準を超える領域とに分けて対処を考えるべきである。すべてにわたりすべての設備が健全であることを達成することは困難である。それよりも、設計基準を超えた領域においては、安全性が極端に低下した致命的な状況にならないように、事象シナリオの時間経過を連続的に評価し、安全機能劣化を把握し、それに応じた柔軟な対処を施すことが重要である。

3.3 提言 3：広範で活発なコミュニケーション

外部ハザードが社会全体にも広く影響を及ぼすことから、社会、特に地元自治体とのコミュニケーションは必要である。原子力関係の組織間でも研究成果、技術成果の共有が適宜行われ、最新の知見による外部ハザードへの対処が実現できるようにする。

3.4 提言 4：広範な外部ハザードにかかる学協会規格・標準の整備

いままでにない災害の発生に備えて最新の技術的知見を踏まえた高い安全性を確保する内容を規定することと、将来にわたり多種多様な外部ハザードが発生することを考えると継続的な技術継承が基本である。対処策を規定する規格に新知見、新手法を積極的に取り入れる判断を明確にするために、上位の基本的な考え方の標準を定めることが必要である。

3.5 提言 5：広範囲に被害が及ぶ外部ハザードによる緊急時の連携したアプローチ

周辺地域への影響が大きい外部ハザードでは、発電所の安全を確保した上で電源供給を果たすことが社会利益につながる。また原子力災害との複合災害になる外部ハザード発生時には、正確な事故情報の発信、周辺の被害状況の迅速な提供といった連携行動が地元自治体との間でできることが必要となる。

3.6 提言 6：外部ハザードに対する長期対策を前提とした規制プロセス・ルールの構築

外部ハザードの対処は、外部ハザードの想定を過剰に保守的とした前提での規制要件を施設にバックフィットさせた場合に、実施までに長期間を要することになる。規制機関はバックフィット要求そのものの実効性、適用までの経過措置等についてリスクを考慮する方法を考えること、また研究機関、プラント製造業者、事業者は、実行可能で実効性のある対処を行うことが重要である。

3.7 提言 7：安全性向上のための目標の外部ハザードへの適用

原子力安全の目的の達成基準としては、社会的に合意形成された安全目標が重要な役目を果たす。しかし安全目標は死亡リスクのような原子力発電所の安全性に関する基準として直接適用が難しいものが用いられるため、安全目標を満足する付随的な目標（例えば性能目標等）（subsidiary or surrogated goal）を定めることが必要である。リスク情報活用には、安全目標や性能目標を直接用いるのではなく、それらを踏まえて設定された管理指標を用いる。これは IAEA TECDOC-1874[3]で示されている階層構造の安全目標である。性能目標からの管理指標を設定する際に重要な点は、関係組織（事業者、プラント製造業者等）の管理指標の考え方が共通していることから、原子力学会として管理指標の設定も含んだ安全目標の設定と活用にかかる検討の場を提供することが有効である。

4. まとめ

外部ハザードへの対処は 1F 事故後に、見直された規制要件とそれに対応した対策が実施されたことで、原子力発電所の外部ハザードに対する安全性を向上させてきた。このことは我が国の原子力発電の利用にお

いて大きな成果である。標準委員会では将来にわたり外部ハザードへの高い安全性を維持するために、リスク情報を用いて合理的かつ包括的に向上させるための技術レポートを発行している。2023 年春の年会リスク部会企画セッションでは、この技術レポートの提言を実効的に推進するための議論を行うこととした。

本稿では、提言の概要を説明した。これらの提言は従来からも指摘されてきたことと重複していることもあるが、いまだに実現されていないことは確かである。関係組織がこの 10 年あまりの努力に甘んじることなく、社会とのコミュニケーションを通じて、将来においても継続して外部ハザードの対処に取り組んでいくことに繋がる議論を企画セッションで期待したい。

5. 参考文献

- [1] 標準委員会原子力安全検討会 名簿、発行図書、議事録、https://www.aesj.net/sc_committee/standard/c-sc3
- [2] 日本原子力学会, “外的事象に対する原子力安全の基本的考え方: 2021, AESJ-SC-TR018:2021,” (2021)
- [3] IAEA, “Hierarchical Structure of Safety Goals for Nuclear Installations”, IAEA-TECDOC-1874, (2019)