

標準委員会セッション

リスク情報活用のための標準に求められるもの～新検査制度への適用～

Necessary of Risk-Informed Applications in Standards for New Inspection System

(1) 新検査制度におけるリスク情報活用

(1) Risk Informed Approach in New Inspection System

* 関村 直人¹, 成宮 祥介²¹ 東京大学, ² 原子力安全推進協会

1. はじめに

新検査制度については、規制機関、事業者が真摯な検討を続けてきており、2020年4月から本格運用がなされている。原子力学会標準委員会は従来から原子力安全の基本的考え方といった上位概念を示したものから実施基準に至る種々の標準や技術レポートを整備してきた。特に、リスク情報活用については福島第一原子力発電所事故以前から PRA 標準やリスク情報活用の標準の制定に取り組み、活用されている。本稿では、リスク情報活用の視点から、活用を踏まえた標準整備に加え、新検査制度を俯瞰した課題について述べる。

2. リスク情報活用の意義と標準整備

原子力安全を継続的に向上させていくためには、深層防護をより確固たるものとし、原子力の施設及びそれにかかる活動が有する不確かさに合理的に対処していくことが必要である。決定論的に保守的な条件設定などによる対処だけでなく、不確かさを定量化して把握し、プラントシステムとしての安全という視点から適切な対処を行うことが求められている。そこで、リスク情報を得るリスク評価方法の開発、リスク情報を活用した安全性向上の取り組みが種々、行われてきた。リスク情報を用いた意思決定で行う確率論的解析について、Meserve 氏が挙げている利点[1]を要約すると次のようになり、原子力安全を遂行する様々な局面でリスク情報が有益であることが判る。

- ・ 現実的な事故シナリオの顕在化、それによる脆弱性の明示
- ・ 優先順位を付けるための定量的な結果の提示
- ・ パフォーマンス、柔軟性、および費用対効果の更なる向上
- ・ 不必要な要求事項を判別と削減
- ・ 安全状態の監視

特に PRA（確率論的リスク評価）は、原子炉施設のような複雑なシステム系の挙動を不確かさとともに定量化できることから、継続的な安全性向上のためにも多くの貴重な情報を提供できる。ただしリスク情報だけによる判断は、評価手法が確立されていないことやデータ・モデルの整備が間に合っていないなどの不確かさの点で、効果的な安全性向上につながることは難しい。そこで確定論的解析との補完的活用により、有効な意思決定ができる。しかし PRA とリスク情報活用の実施においては、課題もある。データ、モデル化、成功基準解析、人間信頼性解析、外部ハザード解析など、対象とするものの不確かさを定量化するアプローチのため取り組みを継続していく必要がある。

標準委員会ではこれらの意義を踏まえて PRA 標準をリスク情報活用の目的に合致した情報を提供できるように整備してきており、またリスク情報活用が合理的明確に行えるように意思決定プロセスを示した標準も整備してきた。本稿に続く2稿で詳説している。

3. 新検査制度の概観

3-1. 制度の特徴

新検査制度[2]の根幹は、規制機関と事業者との双方に考え方の改革が必要であること、また、事業者が規

制要求を満たしているかをみる従来の「逐条型検査」から、事業者がリスクを考慮して複雑な原子力施設を安全に運転しているかに重きを置く「パフォーマンスベースの検査」に変革することである。その意味で設備や管理活動などが安全確保のための機能を発揮できているかを検査する「安全機能着眼型検査」と言える。

新検査制度の実効性確保のために「統合的なリスク情報を活用した意思決定」の考え方を具現化していくことが重要である。ここでリスク情報は、PRA より得られる計算結果や知見だけでなく、決定論的考慮事項、深層防護、安全余裕、そして定性的なリスク評価も含んだ「統合方法」が確立されることが必要である。この考え方と方法については、2020 年 6 月に原子力学会標準委員会より IRIDM 標準[3]が発行されていて、新検査制度の本格運用に照らして時宜に適ったものと考えている。IRIDM 標準については 3 稿で詳述される。新検査制度では原子力施設と事業者のパフォーマンス監視に重点が置かれるが、IRIDM 標準においても、設備の状態だけでなく活動の状況も含めモニタリングを行い、問題点を抽出し解決につなげていくことを提示しており、原子力施設の継続的な安全性向上に効果のある方法である。

意思決定においては不確実さをどのステップで扱うかが重要である。不確実さを設計の余裕でみることも有効であるが、その後の対策実行・モニタリングも含めたトータルでみることで、不確実さに対する備えがより効果的となる。加えて、IRIDM に必要な基礎的なデータの蓄積や世界に視野を広げた知見の収集分析は、不確実さをより正確に認識することに有効であると同時に、継続のドライブフォースとして重要な役割を果たす。

新検査制度に関係する規格や文書等の相互の関係が明確化された体系的な検討も必要であろう。すでに規制機関では規則、解釈、ガイドの体系を整備[4]しており、一方学協会では、安全性向上に資する規格を中心に整備をしてきている。それらの整合性が確保されることが望ましく、学協会規格の高度化における課題である。

3-2. 取り組むべき点

新検査制度の運用に関しては、リスクインフォームドの取り組み、グレーデッドアプローチをどう実現するか、また、規制機関、事業者を含む関係組織がそれぞれの役割を果たし、実効的な運用を進めるとともに将来にわたる人材を育成していくことが課題であると考ええる。

リスクインフォームドについては、上述のように PRA 結果だけでなく多くの要素を統合的に分析して、意思決定し実行するに留まらず、モニタリングによる問題抽出を新知見に照らして続けていくことの根幹をなしている。グレーデッドアプローチについては、意思決定においてベースになる考え方であり、その依拠する情報を明確にする客観的で理に適ったものであるべきである。新検査制度における SDP（重要度決定プロセス）や事業者の CAP（改善措置プログラム）につながるものである。

新検査制度には関係組織の役割と組織間のコミュニケーションが重要である。規制、事業者の双方の努力により安全性向上を達成することを理念にして、それぞれの役割に従い取り組むことになる。学協会の役割とコミュニケーションについては次項で述べる。

新検査制度は原子炉施設だけでなく、核燃料サイクル施設などについても対象としており、施設間の特性の違いと共通する安全性向上への考え方とを比較して取り組むべきである。たとえば「閉じ込め機能」でも施設の特性により深層防護を確保するための対応が異なるので、施設共通の一律の評価基準は適切ではない。原子力学会における核燃施設などにかかる取り組みについても、次項に述べる。

関係する各組織が今回の制度改革を契機に、将来にわたり継続的に必要な能力を有した人材が確保・供給できるように、組織内の教育プログラム構築、知識の拡充、深くかつ広く考察できる人材の育成に努める必要がある。

4. 日本原子力学会の貢献

4-1. 組織間・内の協働体制

学協会は、学术界、事業者や産業界、そして規制機関、それぞれの間での情報共有や活発な意見交換の場を提供する。また原子力学会の他、電気協会と機械学会などが参画する「原子力関連学協会規格類協議会」は、原子力事業の遂行のための規格・標準等の学協会規格類の作成・維持・運用を効率的、かつ、合理的に

進める事を目的として、2003年に発足した組織であり、相互理解と意見交換を通じたコミュニケーションの基盤を形成している。原子力学会の標準委員会は、原子力安全の考え方に代表される上位の概念から、実施基準に至る階層的な体系構造を有した「標準」、さらには技術レポートを策定してきており、原子力安全全体を広く俯瞰し、個々の専門分野の共通的課題や協働を促す役割も果たしていく。検査の実効性確保のためには、リスクインフォームドの取り組みが円滑かつ合理的効果的に実施される必要がある。PRAだけでなく広く多面的に分析し意思決定を行う「統合的なリスク情報を活用した意思決定」、IRIDIM (Integrated Risk Informed Decision Making) が実現されることが重要である。

標準委員会では、表1に示すようにリスク情報活用の推進のために IRIDIM 標準や PSR⁺指針[5]を発行しており、PRA 標準の整備なども進めている。標準を実際の業務に適用するために、PRA モデルの整備、基礎的なデータ・知見の収集、さらに PRA が示す不確かさの扱いを定めておくことも重要であり、今後とも産業界や電中研 NRRC における取り組みに期待したい。またリスク情報活用のように、学協会間の協働が必要な規格・標準は、議論を重ねて策定・改定を進めていく。さらに原子力学会内での協働も活発に行っていく必要があり、原子力安全部会、リスク部会、発電炉部会を始めとする部会活動との協働を図っている。たとえば原子力安全部会では、新検査制度の効果的な実施と中長期的課題について WG を設置して検討を行っている。リスク部会ではリスク評価研究専門委員会を設けて、PRA 手法の研究課題の取り組みの整理を行っており、これらの成果は標準委員会の標準へ反映されている。

また標準委員会では核燃料サイクル施設、研究炉等に関して標準の整備を行っており、再処理施設、燃料加工施設、廃棄物処理処分施設などの施設設備の設計、運用などの標準化に取り組んでいる。

4-2. リスクインフォームドの取り組みとグレーデッドアプローチ

新検査制度では「事業者の安全確保に関する一義的責任が果たされ自らの主体性により継続的に安全性の向上が図られる」ことが基本となる。リスク情報活用などによる安全上の重要度に応じた効果的な活動の実現や民間規格活用などによる保安活動の透明性が、その運用のポイントとなる。事業者は原子力施設の安全性向上を目指し多様な保安活動を行う。リスク情報を活用し設備や管理などの脆弱点を見出し、対策を施すこと、将来のリスク低減のために予見性をもって対策を検討し実施すること、新知見の適切な反映を続け合理的な安全性向上活動にすること、リスク情報を活用し多面的な要素を統合して意思決定すること、などを組合せて高いパフォーマンスを達成していく。それらを事業者検査などを通じて改善していく。規制機関の検査官は、事業者が達成しているパフォーマンスを事実による観察から規制検査を行い、気づき事項がある場合にその安全上の重要度を評価し分類し、規制機関による対応措置を検討する必要があるとした場合には対応措置の必要性を検討する。

この一連の流れが進められる過程で、新検査制度の成果としての安全性向上が実現していくことと安全性向上評価制度との関係を考察しておく必要がある。事業者の観点からみた新検査制度として CAP 活動を例にとれば、重要度に応じた是正措置が進められることで安全性は向上すると考えられる。さらに、事業者は保安活動実施、新知見の反映などを実施し、安全性向上を継続する。これらに加えて安全性向上評価制度の枠組みを活用して、保安活動実施状況調査、新知見反映の調査、そして PRA 評価などを行い、総合評価を経て改善措置を決定していく。新検査制度ではこれらの活動の結果としてのパフォーマンスが評価されるとの好ましい循環が生まれていくこととなる。

図1と図2は、これらの多様な活動に適用されうる原子力学会標準を示したものである[6]。ここで総合評価とは安全性向上評価制度における総合的な評価を行うステップを示しており、PSR⁺指針を活用することができる。またその具体的な評価方法については、IRIDIM 標準に示す多基準分析などの方法を適用することができる。

5. おわりに

2020年4月から新検査制度が本格運用されている。事業者の主体性による安全性向上が多様な保安活動によって進められることが事業者の側から見た検査制度であり、これに規制検査制度が的確に運用されていく必要がある。東京電力福島第一原子力発電所事故以降の規制基準適合性審査に加えて、我が国の原子力安

全の確保活動を大きく変革させようとしている。

本稿は、この検査制度の実効性向上と継続的な安全性向上に対して、原子力学会標準委員会が貢献すべき役割を示した。PRA 標準、リスク情報活用の標準（IRIDM 標準、PSR⁺指針）は検査制度をはじめとして、多様な活動に柔軟に適用可能なものである。今後、事例を分析して、適用経験を標準に対してもフィードバックすることで、よりリスクを低減させていく活動を可能としていかなければならない。原子力学会標準委員会は、規制機関、事業者へ適切な考え方や標準を提供するとともに、原子力施設の継続的な安全性向上のための中核として機能するように、様々なステークホルダとの議論を一層、密にしながらその役割に取り組んでいく。

本予稿は、2020 年春の年会の内容に、新検査制度の実施状況を追加したものである。

参考文献

- [1] 電中研 NRRC, シンポジウム 2018, Richard A. Meserve, “リスク情報を活用した意思決定の考え方” (2018)
- [2] 原子力規制庁, “我が国の検査制度の見直しの基本的考え方と具体的な仕組み,” 2017 年 3 月 3 日原子力規制庁金子修一,(2017)
- [3] 日本原子力学会, “原子力発電所の継続的な安全性向上のためのリスク情報を活用した統合的意思決定に関する実施基準 : 2019, AESJ-SC-S012 : 2019,” (2020)
- [4] 原子力規制委員会, “原子力規制検査等実施要領,” (2019)
- [5] 日本原子力学会, “原子力発電所の安全性向上のための定期的な評価に関する指針 : 2015, AESJ-SC-S006 : 2015,” (2015)
- [6] 原子力規制庁, 検査制度の見直しに関する検討チーム第 16 回会合, 資料 5-1, 令和元年 7 月 29 日(2019)

*Naoto Sekimura¹ and Yoshiyuki Narumiya²

¹The University of Tokyo, ²Japan Nuclear Safety Institute

表 1 標準委員会の PRA 及びリスク情報活用にかかる標準

分類	標準名
PRA	レベル1PRA標準:2013
	レベル2PRA標準:2016
	レベル3PRA標準:2018
	停止時PRA標準:2019
	PRA用パラメータ推定標準:2015
	地震PRA標準:2015
	津波PRA標準:2016
	内部溢水PRA標準:2012 内部火災PRA標準:2014
	PRA共通用語定義標準:2018
	PRA品質確保標準:2013
	外部ハザード評価方法選定標準:2014
	核燃施設リスク評価標準:2018
リスク情報活用	IRIDM標準:2019
	PSR ⁺ 指針:2015

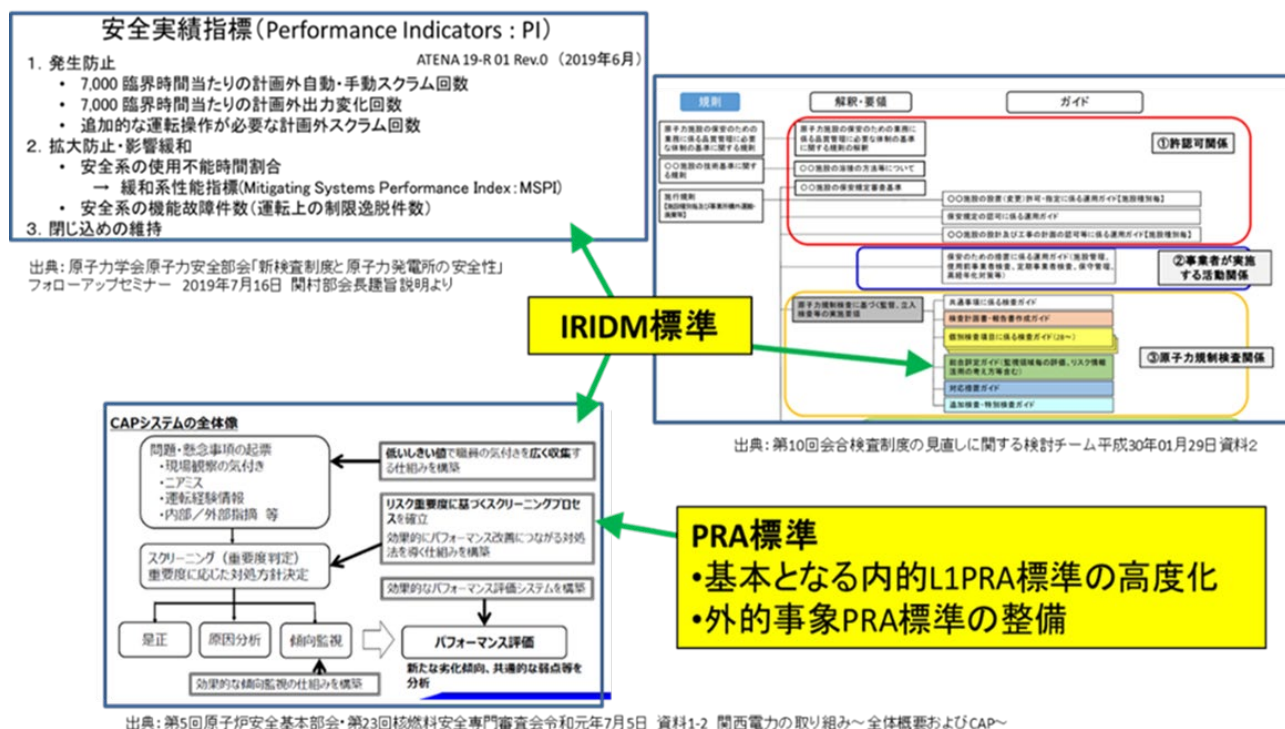


図1 新検査制度における原子力学会の貢献が期待できる標準

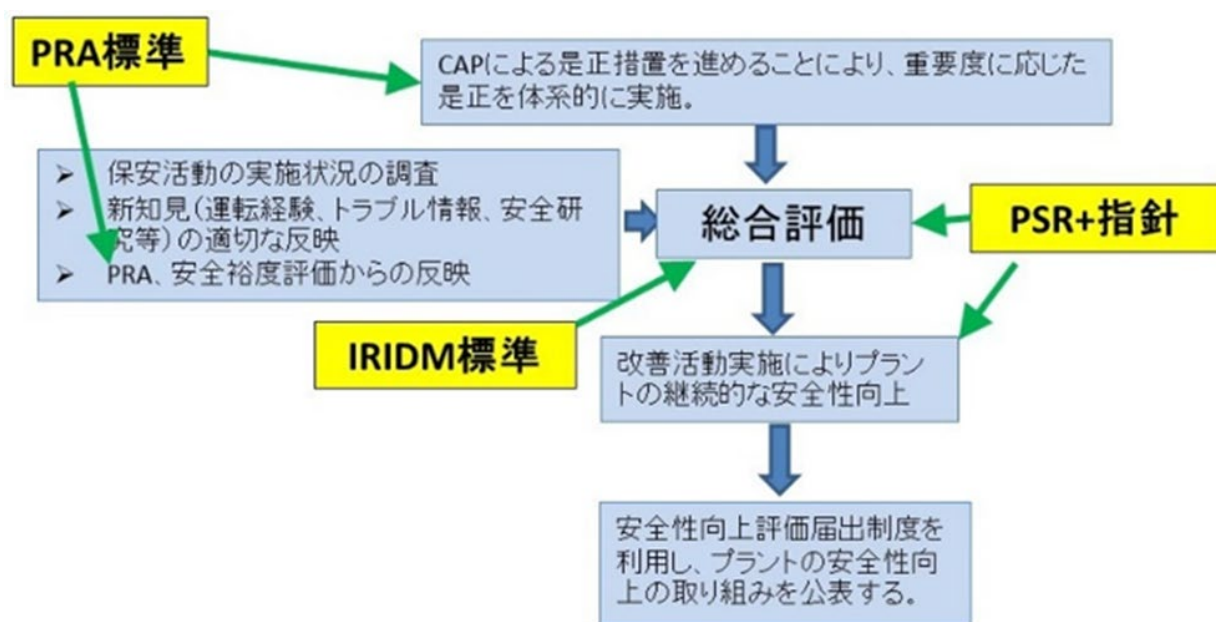


図2 新検査制度と安全性向上評価届出制度との連携