

## 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 in Applying Standards for New Inspection System for Risk-Informed Safety  
Improvement

**(3) 新検査制度におけるリスク情報活用のあるべき姿**

## (3) Goals of Risk-Informed Approach in New Inspection System

\*村上 健太<sup>1</sup><sup>1</sup>長岡技術科学大学**1. IRIDM 標準の策定経緯**

統合的安全性向上分科会は、「リスク活用の実務への適用が具体化」していくことを期待し、「安全設計や安全管理などへリスク情報を活用し判断していくための具体的な基準及び実施方法を規定する標準」を作成するために標準委員会システム安全専門部会の下に設置された[1]。同分科会は、安全性向上対策採用の考え方に関するタスクの成果[2]をベースとしつつ、標準委員会リスク専門部会 PRA 品質確保分科会と協働しながら標準の策定を進めた。分科会では、検査制度の改革においてリスク情報が重要な役割を果たすようになることを踏まえ、事業者のみならず原子力安全に関するステークホルダ全てにとって有用な標準となることを目指し、リスク情報を活用した統合的意思決定（IRIDM: integrated risk-informed decision making）のあるべき姿に関する議論が重ねられた。その成果は、「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」（以後 IRIDM 標準と呼称）として 2020 年 6 月に発刊された [3]。

何とか新検査制度の本格運用に間に合った形となったが、制定プロセスで沢山の意見や質問が寄せられ、IRIDM 標準の完成には多くの時間と労力がかけられた。そもそも IRIDM に関連した用語の使い方には、人によって大きなバラツキがあった。特に対応に苦慮したのは「IRIDM を織り込むことが業務の不必要な非効率化を招いてはいけない」という点である。「用いるべきリスク指標」や「日本社会に IRIDM を根付かせるために必要な事項」という議論も重ねられた。当然ながら、IRIDM 標準策定プロセスで指摘された事項は、新検査制度において解決すべき課題と共通点が多い。

そこで本稿は、まず新検査制度におけるリスク情報活用の状況について概観し、IRIDM 標準が規定するプロセスが検査にどのように役立つかを示す。また、新検査制度をテコにして継続的に安全性を向上させるために各ステークホルダが果たすべき役割を考察する。

**2. 新検査制度におけるリスク情報活用**

検査制度の見直しによって、プラントを規制基準へ適合した状態に維持すること、及びそれを確認することに関する一義的な責任が原子力事業者にあることがより明確になり、使用前業者検査と定期事業者検査の実施義務が規定された。また、事業者は設置許可段階から運転段階までを包含した品質保証体制を整備することが求められた。一方、規制機関は事業者の保安活動全般を包括的に検査し、その検査結果に基づいて総合的な評価を行って、次の検査に反映していくことになった[4]。

設計レベルで安全性を確認した段階から更なる安全性向上を目指すためには、安全上の重要度に応じて効果的にリソースを配分する工夫が必要である。現実的に、機器のランダム故障や人のミスを完全に防ぐことはできないし、運転期間中にプラントの状態の変化に気付くこともあるだろう。しかし、良くない事象に関する指摘の数と、プラントの安全確保水準データの間には、必ずしも正の相関がある訳ではない。このことを被規制者である NEI が定量的に示し[5]、それに応える形で規制機関である NRC が規制制度を改革して誕生したのが、日本の新検査制度が手本とした米国の ROP (reactor oversight process) である。安全上の重要度に応じた効果的な活動を実現するためには、客観的な指標であるリスク情報の活用が求められる。

新しい原子力規制検査のポイントは、規制の目的と直結する7つのコーナーストーンを定め、これと直接関係する指摘事項のみを階層的に分類して、規制行為のトリガーに定めたことである。安全文化のような組織的要因はリスクと間接的ながら重要な関係を有するものの、安全文化の劣化を直接指摘することはせず、コーナーストーンのいずれかに該当する問題が発見された時に背後要因として分析する。原子炉安全に関係するコーナーストーンでは、炉心損傷確率の変化（ $\Delta CDF$ ）が主たる指標とされる。

検査要領はコーナーストーン毎に検査の領域と視点を階層的に分類して整備されている。基本検査のガイドラインは、リスク重要度に基づいて機器等の検査頻度を設定することを求めている。検査制度の試行の中では、検査官が事業者と適切なコミュニケーションを行なって、リスク増加に直接的に関係する気付きを得ることが重視されているようである。事業者の視点に立てば、各構成員が自分の仕事と $\Delta CDF$ の関係を強く意識すれば、検査官の疑問をその場で解消し、追加的な対応業務を回避できるようになる。

検査の気付き事項のうち安全に影響を与えるパフォーマンス欠陥が、指摘事項に挙げられる。重要度決定プロセス(SDP)では、パフォーマンス欠陥の結果として安全性にどんな影響があったかを $\Delta CDF$ 等の指標で評価する。 $\Delta CDF$ が $10^{-4}$ /年を超える事象は「赤」と判定され、「重大な安全上の結果になり得たであろう」深刻な違反と見なされて強制措置が取られる。 $\Delta CDF$ が $10^{-6}$ /年以下の事象は「緑」と判定され、一定の要件を満たす場合、再発防止は原則事業者に任される。これらの中には「黄色」「白」の領域があり、安全上の重要度に応じて個別の指摘事項に対する規制行為の大きさを変える仕組みになっている。これらに加えて、規制機関は、色別に分類された事象がどのくらい発生しているかと、コーナーストーン毎に設定された運転実績に基づくパフォーマンス指標を確認し、これらを「アクションマトリックス」によって総合的に評価して、定期的に施設の安全確保水準を公表する。

新検査制度の中でもSDPは分かり易いリスク情報活用例である。関係者の多くは「白を取られないこと」ばかりを気にしてしまうかもしれない。現実問題としてSDPへと進む事象はごく少数だろう。とはいえ事業者は、旧来の是正処置プログラム(CAP)を拡張することで、リスク情報に基づいた指摘への対応に備えている。発電所では、不適合にとどまらないプラント状態に関する報告をすべての階層の職員から報告される仕組みが構築され、情報のリスク上の重要度を考慮して、改善ための意思決定につなげるプロセスが整備されている[6]。安全上重要な課題に集中することで、有限のリソースを効率的に利用して安全性を高めることが期待されている。

### 3. IRIDM 標準の使い方

IRIDM 標準については、標準制定の取り組み自体が国際会議等で高く評価されている一方で、リスク情報の活用が期待されている現場からは「難しい」「具体的にどのように使うか分かりにくい」といった声もあるようである。この図書は、リスク情報抜きでは考察できない難しい問題を解決する方法を包括的に取りまとめた標準であるから、個別の問題に適用するには工夫が必要である。

では、検査の枠組みにおいて、IRIDM プロセスはどのように実施されるのだろうか。検査は、設計レベルで安全性が確認されているプラントにおいて、不測の変化に対応すると共に、安全性を更に向上させるための行為である。検査では、プラントが設計通りに作られていることを確認するだけでなく、設計の意図を運転や保全活動に携わる要員が理解し、設計思想に沿ったプラントの運用が担保されることを見ていく必要がある。残っている課題の多くは、プラントの設計思想に基づく判断と、その他の重要な要素とが上手に調和しないことの結果である。例えば、原子力安全の観点からは好ましくない作業手順が、労働安全（又は作業効率、被ばく低減、核物質防護）を重視してきた結果として残っているかもしれないが、この問題を解くためには設計要件やPRAの数値に着目するだけでは不十分である。現場の作業員の教育や力量評価、作業要領書等の改訂、作業毎のリスクアセスメント、工事日程や作業リソースの管理ツールなどの中に、設計やPRAモデルからの洞察を織り込む必要があるし、原子力安全と他の要素をどのように調和させるかを具体的に検討することも大切である。机上の空論を避けて具体的かつ実効的な提案を出すため、可能な限り現場に近いレベルで検討することが望ましい。要素毎の評価精度の確認（例えば、工程あたりの $\Delta CDF$ の推定値と従業員被ばく量の推定値は相互に比較して良い精度になっているか）も必要だろう。判断の根拠を検証可能にし

ておくことは、意思決定結果をモニタリングする観点からも重要である。

IRIDM 標準は新検査制度と直接対応している訳ではないが、このような問題を扱うための手順を具体的に定めている。附属書（参考）において様々な手法を紹介したので、200 ページを超える図書となっているが、本文規定は 36 ページであり、マネジメントの各プロセスに対応する箇所は更に短い。やや設備改造等に寄った書きぶりになっている部分もあるが、業務プロセスの改善等にも適用できるように工夫している。これらの業務に関係する方には、ぜひ一度手に取って、自分の仕事と IRIDM 標準の本文規定の対応関係を比較して頂きたい。仕事にリスク的な考え方を取り入れるためのヒントを容易に見つけることができるだろう。それから、関係する附属書を参照することで、自分の業務に直接使える評価手法を見つけることもできるかもしれない。

IRIDM 標準は、意志決定者、及び分析者を主語とした実施基準である。意志決定者とは、解決すべき問題に対する権限を有する者であり、経営者だけでなく、部門や現場の長が該当することもある。効果的な問題解決には、なるべく低いレベルで意志決定が行われることが重要になる。「意思決定者」という用語には、これらの長が「関係者とコミュニケーションを取りながら形成した知識を利用して、個人の効用関数を最大化するために決定を下す」という含みがある。個人の効用関数と安全性向上に正の相関をもたせることが、安全のための組織文化を醸成する目的である。

意志決定は個人の知識と選好に依存するから、意志決定者が関係者とのコミュニケーションを行って判断に必要な材料を収集することや、意志決定の反響を確認することが重要である。そこで、IRIDM 標準では、IRIDM プロセスに求められるコミュニケーションの特徴をまず記載した(7.1 節)。その上で、IRIDM プロセスに乗せるべき問題を特定するための情報収集(7.2 節)、情報を分析して「何が問題か」を決めるプロセス(7.2 節)、特定された問題を解するための具体的な選択肢を提案するプロセス(7.3 節)を定めた。組織内で情報や問題意識を共有する方法は、前提とする組織構造や構成員の雇用形態に強く依存する。海外の事例を参考にしながら一般的な IRIDM に関する図書を実施基準の形に書き下ろすにあたり、日本の組織において合理的な方法を定義するために、かなりの議論が交わされた。

選択肢はキーエレメントと呼ばれる 7 つの観点に基づいて分析し(7.4 節)、意志決定者が最良と考える選択肢を決定する(7.5 節)。個々の観点について、どのように情報を収集して評価するか、情報の不確かさをどのように扱うか等を附属書で可能な限り具体的に示した。不確かさを有する新知見の処理や、意思決定において何をどのくらい重視したかのエビデンスを残す方法を規定して、物事がどのように決められたかを外部から検証することも可能にした。また IRIDM プロセスによって対象とする問題のリスクプロファイルが変化していくので、どのタイミングで関係者との意思疎通を積極的に図るべきかを検討し、規定に織り込むと共に、意志決定を実施する段階でのリスクマネジメントの方法(7.6 節)や、結果のモニタリング(7.7 節)についてもプロセスとして明示した。

#### 4. 今後に向けて

IRIDM 標準は、リスク情報を用いた分析が必要で、かつ設計要求とリスク情報だけに基づいて解決することはできない問題を扱うための標準的なプロセスを定めた実施基準である。今後は、IRIDM 標準を参考書として、個別の具体的課題への対応が検討されていくことだろう。例えば、原子炉運転中にオンラインメンテナンスを行うには、 $\Delta$ CDF 等の数値に基づいて実施可否を判断するだけでは不十分であり、オンラインメンテナンスに関する意志決定基準をプラントの保安活動の全体方針と調和させるための丁寧な作業が求められるだろう。IRIDM 標準は、そのためのプロセスを丁寧に規定したものであり、PRA の数値目標を提供しているだけではない。分科会としても、本文規定全体の流れを理解して頂けるよう、啓蒙活動を行ってきたい。

検査の過程で見出された問題を分析した結果、特定の機器等において、設計要件と他の要素（例えば、PRA や訓練のパフォーマンス）とのバランスが悪いことに気付くことがあるかもしれない。据わりの悪い設計要件が規制基準に紐づくこともあり得るだろう。IRIDM 標準は、設計要件と他の要素とが相反する状況にも適用することが可能であるし、原子力事業者以外の実施主体が IRIDM プロセスを実行できるように記載さ

れている。新検査制度の中で、事業者の取り組みから得られた知見を規制活動の継続的向上のためのインプットとして活用し、規制機関が自らの検査や審査の指針を改善していくことに期待したい。

さまざまな判断材料を集めて意志決定する IRIDM プロセスと、さまざまな研究開発や運転経験から得られた情報に基づいて知識を標準化するプロセスには類似点が多い。IRIDM 標準は「最新の科学的知見を含める情報収集」の方法を規定しているが、われわれは研究開発と標準策定の現場間で効果的なコミュニケーションをはかれているだろうか。意志決定の在り方を改善することで、標準策定活動のパフォーマンスを向上させることはできないだろうか。IRIDM 標準の策定に合わせ、IRIDM プロセスを踏まえた標準制定プロセスの改善にも期待したい。

### 参考文献

- [1] システム安全専門部会「安全性向上分科会の設立趣意書」STC37-6 (2016)
- [2] 標準委員会 技術レポート「継続的な安全性向上対策採用の考え方について」AESJ-SC-TR012 : 2015, (2018)
- [3] 原子力学会標準 「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] 原子力規制庁長官官房制度改正審議室 「検査制度の見直しについての説明」 検査制度見直しに関する事業者説明会 資料 (2017年5月10~31日) <https://www.nsr.go.jp/disclosure/meeting/201706/RRO/index.html>
- [5] Towers Perrin “Nuclear Regulatory Review Study” (1994)
- [6] 電気事業連合会 「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)

---

\*Kenta Murakami<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Nagaoka University of Technology