

本資料は2025年1月13日付で技術諮問委員会より提出された報告書を原子力リスク研究センターにて仮訳したものです。正式な報告書は英文版の原文のみとなりますのでご留意ください。

原子力リスク研究センター (NRRC)
一般財団法人電力中央研究所
〒100-8126 東京都千代田区大手町1-6-1

2025年1月13日

ジョージ・アポストラキス博士
一般財団法人電力中央研究所
原子力リスク研究センター 所長
〒100-8126 東京都千代田区大手町1-6-1

件名：リスク情報を活用した運転中保全ガイドラインの中間レビュー

アポストラキス博士殿：

2024年11月18～22日に行われた第21回原子力リスク研究センター（NRRC）技術諮問委員会（TAC）では、NRRCスタッフの代表者と会合を行い、日本の原子力発電プラントにおけるリスク情報を活用した運転中保全（On-Line Maintenance）実施ガイドラインの現状について議論を行った。本レター報告は、2024年7月版「運転中保全ガイドライン」（以下、本ガイドライン）に対するレビューおよび、会合で議論したガイダンスに関する追加情報を記載したものである。

本レターは本トピックに関する2024年11月26日のレターの改訂版である。本レターでは、初版のレターが発行された後にNRRCスタッフが同定した項目について我々の理解を明確化した。

結論と提言

1. 本ガイドラインは、リスク情報を活用したパフォーマンスベースの運転中保全を用いて安全性とパフォーマンスを改善するための、前向きかつ建設的な一歩である。国内各プラントにおけるPRAモデルの現状を十分に認識し、対応したガイダンスであることが非常に重要となる。本ガイドラインは、このレター報告で論じている課題を解決した上で、できるだけ早期に、予備的な試験適用がなされるようにすべきである。
2. 本ガイドラインについて、時機を逸することなく発表し効力を発揮できるよう、2025年5月の会合までに追加の審議の機会を設けて、2024年7月版ガイドラインおよび解決案に対する各コメントの十分な理解と適切な対応がなされるようにすべきである。特に重要なコメントは以下の2点である。
 - 機器の待機除外に伴う全てのリスクに対応する構造化アプローチを適用するために、効果的かつ実用的なガイダンスが必要である。この構造化アプロー

チでは、全ての内部・外部ハザードの定性・定量評価の両方を組み込んだ、統合的リスク管理技法を用いるべきである。さらにこのアプローチでは、予防措置と緩和措置の両方を実施するためのガイダンスを示すことで、全てのプラントリスクおよびパフォーマンス監視手法を管理できるようにすべきである。

- 運転中保全時のセシウム137放出頻度に関する原子力規制委員会（NRA）の暫定的な性能目標への適合性を実証する方法とガイダンスについて、範囲を拡大し、明確化すべきである。

背景

国際的な経験から、プラント運転中に機器の点検と予防保全を実施することで、安全性と運転効率の両方が大幅に向上することが実証されている。こうした積極的保全戦略を用いることで、より適切かつ時宜を得た保全が可能になり、突発的な故障の発生を減じるとともに、機器の不具合に伴うリスクを最小化することが可能になる。しかし現状、日本においてこうした重要な保全活動を実施できるのは、燃料交換のためのプラント停止時のみである。このようなアプローチでは、プラント運転中の信頼性や安全性の向上をもたらすような、時宜を得た介入の機会が限られてしまう。また、保全を定検時に限定した場合、保全タスクが山積してしまい、迅速な対応が不可能なレベルまで機器の劣化が進む可能性がある。

この点、他国では運転中保全（OLM）を導入している。これによって、通常運転に保全タスクをシームレスに統合し、プラントの稼働率や効率性を最大化することが可能である。そのため、日本の原子力産業は、こうした慣行を採用することによるメリットを享受し、統合的リスク管理およびプラントパフォーマンス全体を改善する方針を進めている。こうした移行は、国際的なベストプラクティスに沿っているだけでなく、日本の原子力発電の運転に関する安全性と信頼性に対する国民の信頼向上に向けた継続的取り組みを支えるものである。

リスク情報を活用したパフォーマンスベースの運転中保全の中心的要素は、各保全活動案に関連したリスクの包括的評価と管理である。これらのリスクを体系的に評価することにより、産業界は、特定の機器の待機除外時に、プラントリスク全体を非常に低く抑えることが可能となる。また、特定の活動に合わせたリスク管理措置を追加導入することで、安全性保証が強化される。これらの措置は、保全タスク中に発生し得るあらゆる特定のリスクに対応するよう考案されており、従って、プラントと公衆の両方の保護強化につながる。運転中保全の全行程において、プラントの安全状況を注意深く継続的に監視することで、この保証は一層向上し、必要に応じてリアルタイムの調整や介入を実施することが可能になる。

結論として、日本の原子力産業によるリスク情報を活用したパフォーマンスベースの手法やそれに連動した運転中保全の実施へのコミットメントは、原子力運転の安全性と健全性を確保する上で、大きな前進と言える。この取り組みは、リスクの最小化を目指すだけでなく、原子力管理のベストプラクティスと合致した安全性・信頼性文化を育むものでもある。

これら運転中保全の実施に関するNRRCのガイダンスは、リスク情報を活用した意思決定（RIDM）の基本原則に基づいている。この原則は、米国原子力規制委員会（NRC）Regulatory Guide 1.174、国際原子力機関（IAEA）TECDOC-1909および日本原子力学会（AESJ）基準 AESJ-SC-S012E:2019に記載されている。NRRCのガイダンスは、NRC Regulatory Guide 1.160で承認（エンドース）された原子力エネルギー協会（NEI）NUMARC93-01のガイダンスも参考にしている。

議論

リスク情報を活用したパフォーマンスベースの運転中保全の実施は、日本の原子力産業における画期的取り組みである。

この取り組みにおいて極めて重要なのは、国際的な基準やベストプラクティスと合致したガイドラインおよび方法の開発である。そうしたすり合わせは、運転中保全への移行がいかにプラントの稼働と全体的な安全性の両方の改善につながるか、全ステークホルダー（電力会社、規制当局、日本国民）が理解する上で最も重要である。さらに、日本の各原子力プラントにおけるPRAモデルの現状を十分に認識し、対応したガイダンスであることが非常に重要となる。こうした文脈を認識することで、ガイドラインは現実的かつ達成可能なものとなり、より高度なリスク管理への円滑な移行が促進される。そしてプラントは、それぞれ最も改善が必要な部分に的を絞り、効率的なリソース配分を行うことができる。

国際的な経験から得られた知見を組み入れることのメリットは大きい。例えば米国の電力会社は長きにわたり、定量的方法の利用について、そのあり方を改善し続けてきた。こうした漸進的発展により、安全手順やリスク管理、運転慣行の改善や革新を適時に実施できるようになったのである。日本の運転中保全の取り組みは、こうした教訓から大きな学びを得て、国内のリスク管理プロセスを着実に強化する歩みを進めている。

TACメンバーは、NRRC研究チームに対して、2024年7月版ガイドラインについて複数のコメントを提示し、特に、さらなる明確化と改善が必要と思われる要素を浮き彫りにした。TACの所見は、今回の会合中に受領した追加のフィードバックによって補完され、ガイダンスの重要な諸側面を包含するものとなった。

主な関心事項として示したのは、例えば、定性・定量リスク評価手法の両方をいかに効果的に使用するか、という点である。これは、OLM中のリスクプロファイルを包括的に理解する上で欠かせない要素である。TACメンバーが強調したのは、内的・外的事象を漏れなく検討することの重要性とそれらに伴う不確かさを検討し、全ての潜在的リスク因子に適切に対処できるようにすることの重要性である。コメントでは、Regulatory Guide 1.174およびAESJ 基準でも概説されているように、RIDMの全要素を十分に統合することの重要性も取り上げた。

NRAは、セシウム137（Cs137）の放出量が100テラベクレル（TBq）を超える事象の発生頻度を 10^{-6} 回／年未満で維持すること、という暫定的な性能目標に合意している。

この性能目標は、参考となる米国のガイダンスおよび方法で用いられているリスク考慮事項の枠組みを上回るものである。従って、本ガイドラインには、運転中保全時にかかる性能目標を確実に満たすための明確な方法および一貫性あるガイダンスを記載することが重要である。

その他重要な指摘として、機器の能力、信頼性、可用性の継続的管理を円滑に行うための、堅牢なパフォーマンス監視プログラムの必要性も挙げられた。また、このプログラムに組み込まれた各段階を明確かつ簡潔に定義することも、現行の規制当局の期待事項や慣行を満たす上で極めて重要である。

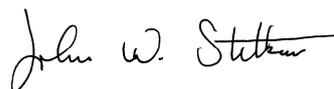
今後の道筋

TACによるレビューの現段階において、NRRC研究チームとさらに議論や検討を重ねることが不可欠である。意見を交わすことで、TACメンバーのコメントについて互いの理解を深め、提示された質問への現実的な解決策の立案が促進される。こうした取り組みは、本ガイドラインの質を高め、規制当局の期待事項や産業界のベストプラクティスに沿った、実用性あるものにするためにも不可欠である。

その一方で、実際のプラントでの利用に向けてガイダンスの試験運用を行うなど、本ガイドラインの使用・適用をできる限り早期に開始することも同様に重要である。方法やガイダンスの試験運用を通じて貴重な知見やフィードバックが得られ、それらの効果を高めるリアルタイムの調整が可能になる。

こうしたニーズを踏まえ、TACは、2025年5月の会合までに、NRRC研究チームとTAC全メンバーが参加する双方向の会合を最低一回は開催することを求める。会合は、研究チームがTACのコメントや質問の主要検討事項についてより理解を深める一助となるだけでなく、TACメンバーにとっても、研究チームからの回答の理由をより理解する機会となるはずである。このプロセスは、来る5月の会合における審議において、より理解を深めた結論と提言の策定に役立つだろう。会合が実現できれば、TACによるレビューも、研究チームの同意に基づく変更を取り入れ、2024年7月ガイドライン改訂版から大きな恩恵を得られる。

敬具



ジョン W. ステットカー
委員長

REFERENCES

1. United States Nuclear Regulatory Commission, Regulatory Guide 1.174, "An Approach for Using Probabilistic Risk Assessment in Risk-Informed Decisions on Plant-Specific Changes to the Licensing Basis," Revision 3, January 2018.
2. Nuclear Energy Institute, NUMARC 93-01, "Industry Guideline for Monitoring the Effectiveness of Maintenance at Nuclear Power Plants," Revision 4f, April 2018.
3. United States Nuclear Regulatory Commission, Regulatory Guide 1.160, "Monitoring the Effectiveness of Maintenance at Nuclear Power Plants," Revision 4, August 2018.
4. United States Nuclear Regulatory Commission, NUREG-1855, "Guidance on the Treatment of Uncertainties Associated with PRAs in Risk-Informed Decisionmaking", Revision 1, March 2017.
5. International Atomic Energy Agency, IAEA-TECDOC-1909, "Considerations on Performing Integrated Risk Informed Decision Making," 2020.
6. Atomic Energy Society of Japan, Standard AESJ-SC-S012E:2019, "Implementation Standard Concerning Integrated Risk-Informed Decision Making for the Continuous Safety Improvements in Nuclear Power Plants: 2019," March 2022.
7. Nuclear Risk Research Center, "On-Line Maintenance (OLM) Project in Japan," Presentation to NRRC Technical Advisory Committee, May 2022, Proprietary.
8. Nuclear Risk Research Center, "Briefing on Risk-Informed OLM," Presentation to NRRC Technical Advisory Committee, November 2022, Proprietary.
9. Nuclear Risk Research Center, "On-Line Maintenance Guidelines (Draft)," January 2023, Proprietary.
10. Nuclear Risk Research Center, "Draft Guidelines for On-Line Maintenance," Presentation to NRRC Technical Advisory Committee, May 2023, Proprietary.
11. Nuclear Risk Research Center, Research Report NR23002, "On-Line Maintenance Guideline," October 2023.
12. Nuclear Risk Research Center, "Recent Activities by RIDM Team," Presentation to NRRC Technical Advisory Committee, November 2023, Proprietary.
13. Stetkar, J. W., "Comments and Questions on On-Line Maintenance Guideline, CRIEPI Report NR23002," December 1, 2023, Confidential.
14. Miraucourt, J-M., "Comments and Questions on On-Line Maintenance Guideline, CRIEPI Report NR23002," February 1, 2024, Confidential.
15. Nuclear Risk Research Center, "Revisions to the On-Line Maintenance (OLM) Guideline," Presentation to NRRC Technical Advisory Committee, May 2024, Proprietary.

16. Nuclear Risk Research Center, Research Report NR24001, "On-Line Maintenance Guideline (Rev. 2024) – Expansion of Scope of Application (Simultaneous Implementation of Multiple Systems, etc.)," July 2024, Proprietary.
17. Technical Advisory Committee individual members' comments and questions on "On-Line Maintenance Guideline (Rev. 2024) – Expansion of Scope of Application (Simultaneous Implementation of Multiple Systems, etc.), CRIEPI Report NR24001," September 2, 2024, Confidential.
18. Nuclear Risk Research Center, "Policy on Responding to the OLM Guidelines Based on Reviews from TAC Members," Presentation to NRRC Technical Advisory Committee, November 2024, Proprietary.