

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

(2) 新検査制度の遂行に必要な PRA 標準の品質とその実現

(2) Satisfaction Level of PRA Standards' Requirements for New Inspection System

*高田 孝¹¹原子力機構

1. はじめに

標準委員会では、原子力安全の考え方のような上位概念から、実施基準に至る階層的体系構造を有した標準の策定を行っている。新検査制度の確実で効果的な実行は、我が国の原子力安全向上に重要であり、この中でリスク情報の果たす役割は大きい。確率論的リスク評価（PRA）標準の整備では、リスク情報活用に必要な種類と品質のものを標準委員会で整備を行ってきた。本報では、今後必要となる PRA 標準の体系的な構造や品質ならびその実現について考察する。

2. 活用のためのリスク指標

リスク情報を活用するためには、PRA 標準も含めリスク評価の過程で得られるリスク指標とリスク情報活用の対象を明確化することが重要となる。リスク指標はプラントライフの様々な場面で活用されるものであり、プラントの設計、安全評価やプラント運用、運用中の変更、監視活動（モニタリング）に加え新検査制度にも関係する安全上の問題の評価が含まれる[1]。

リスク指標の一例として、プラント状態の監視では、状態監視活動をリスク上重要な領域に向けることで、リスク寄与度を確実に低下させることを目的とし、Fussell-Vesely（FV）重要度、リスク増加価値（Risk Achievement Wort, RAW）、炉心損傷頻度の変化（Change in Core Damage Frequency, Δ CDF）、早期対規模放出頻度の変化（Change in Large Early Release Frequency, Δ LERF）等が挙げられる[1]。またオンラインメンテナンスでは、計画上又は実際のプラント構成時のリスクを計算することで、補償措置、スケジュールの変更、注目度の高い重要な保全活動を含む推定リスクが高い構成に対するリスクマネジメント措置を目的とし、CDF、 Δ CDF、LERF、 Δ LERF 等が挙げられる[1]。

特に検査制度におけるリスク指標の観点としては、日常的な利用を考慮し、あまり複雑な評価方法とならないことも重要であり、必要とされる品質とも繋がるものと考えられる。

3. PRA 標準の体系化

リスク評価で用いられる PRA は唯一無二の手法で実施されるものではなく、リスク評価の目的に応じて用いられる手法も変化する。現在標準委員会で取り組まれている PRA 標準の体系化（階層化）では、新技術や新手法が迅速に導入されるよう、国際的な PRA 標準の構成も踏まえ、性能的規定（What to do）と仕様の規定（How to do）、さらに詳細な方法や事例で構成される階層化をレベル 1PRA および地震 PRA において検討している（図 1）。

4. 必要な品質とその実現

品質とは、JIS Q9001:2015（品質マネジメントシステム）[4]の定義では、「対象に本来備わっている特性の集まりが、要求事項を満たす程度」であり、脚注の中で要求事項は異なる利害関係者又は組織自身から出されることがあるとされている。品質におけるポイントは、要求事項は単に与えられるものではなく、実施者自ら考える必要があり、そのための基本的な考え方を各ステークホルダーで共有することが重要となる。

PRA 標準に求められる品質は、モデルやパラメータの精緻性といった高い品質（high level of quality）を意味するものではなく、リスク評価の目的に応じた精度（不確かさを含む）となっていることを定性的、定量的な根拠を持って示すものである。また新検査制度での PRA 標準の品質は、その範囲もパラメータ、PRA モデル、成功基準解析、専門家判断やピアレビュー等多岐にわたることに留意する必要がある。

2020年4月から正式に運用が始まった新検査制度では、原子力安全に係る重要度評価に関するガイド[2]において、「詳細なリスク評価」として PRA を用いた Δ CDF や格納容器機能喪失頻度の変化 (Change in Containment Failure Frequency, Δ CFF) の評価結果がリスク情報として活用されている (図2 参考)。また、その際利用される「詳細なリスク評価」としての、PRA モデルの品質の適切性についてもガイドが示されている[3]。新検査制度では、「詳細」としてフルスコープの PRA を対象とし、その品質について学会標準や米国 PRA 標準を参考にガイドを設定している。原子力安全に係る重要度を評価する観点で、「詳細」がフルスコープを対象とすることは判断基準として妥当であると思われる。その一方で、本来「詳細」は、目的とする結果の詳細度に対して十分な品質を確保していることを意味することに留意する必要がある。新検査制度は全ての原子力施設に適用されるものであり、施設の特性を考慮した品質の確保が重要となる。

この品質確保の考え方は IRIDM 標準[5]における選択肢の総合的な優先付け (7.4.4 節) が参考となる。IRIDM 標準では定量的リスク評価はキーエレメントの一つであり、附属書 O および P に PRA に関する規定や参考も記載されており、これらも参照となる。総合的な優先付けでは、NUREG-1855 Rev.1[6]を附属書 R として補足している。

NUREG-1855 では、Stage B として、リスク評価に利用する PRA の範囲や詳細度 (PRA scope and level of detail) を評価する (図3 参考)。ここで重要となるのは、実際に必要とされる範囲や詳細度を特定すること (Identify) であり (Step B-2)、目的によっては必ずしもフルスコープの PRA は要求されない (以下、原文。*Not all portions of a full-scope PRA will always be required to evaluate an application. Furthermore, some portions of the required PRA scope may not be important to the decision process.*)。新検査制度において、効果的に PRA 評価を活用するためには、目的に応じた「詳細」度としての品質の基準を明確にすることが重要となると考えられる。例えば、着目した事象については PRA モデルで詳細化し、影響のない部分を簡素化したモデルを用いた評価の場合、簡素化した部分は「完全性の不確かさ (completeness uncertainty)」に分類される。この時、PRA の結果に対し簡素化した影響が十分に小さいことが明確になっているのであれば、そのモデルは品質を満たすことになり、「詳細なリスク評価」として妥当であるといえる。

一方で品質には、不確かさの程度に代表されるように、明確な閾値での基準化が難しいものも含まれている。PRA の実施においては、評価結果に含まれる不確かさとしての適用限界を認識し、その適用限界を PRA が持つ品質の一つとして共通的に理解し、評価から得られるリスク情報を有効に活用することも重要となる。

このような品質の考え方を実現するために重要となるのは、判断基準 (上記「影響が十分に小さい」) について各ステークホルダー (規制、事業者等) 間で共通のものが構築されることである。ステークホルダー間でリスクを議論するときにリスク指標が共通的な「言語」となることは認識されているものの、その判断基準 (価値基準) の共通化がなされない限り「言語」とはなり得ない。標準の体系化 (3.) において、指標の判断基準は仕様の規定あるいは詳細な方法や事例に該当し、将来的な体系化において迅速に最新知見の反映が可能になると考えられる。

今後、標準委員会が、**事業側および規制側を含めた**ステークホルダーの一員として、判断基準の土台としての考え方を**ステークホルダーとの議論を踏まえ**提示し、共通認識を醸成することが重要と考えられる。また共通化された考え方をもとに、品質確保を要求・実施する側でその実践例を積み上げていくことが必要となる。このような考え方や実践例の提示がリスク評価としての PRA の成熟の一助であり、新検査制度は PRA の実践的活用の非常に良い機会となる。また一方で、PRA を含めた定量的リスク評価手法の適用事象の**拡張 (新検査制度において適用可能となるリスク評価の対象や範囲の拡張)** や、評価手法としての先進的な考え方や方法論についても、学協会の一員としてその進展に貢献することが重要となる。

なお、新検査制度においてリスク評価は効果的な安全性向上を実践するための一つの手段であり、リスク評価を行うこと自体が目的とならないよう、確実に意思決定に活用されなければならない。

5. おわりに

新検査制度の遂行に必要な PRA 標準の品質とは、PRA が目的に応じた精度となっていることを定性的、定量的な根拠を持って示すものである。今後、標準委員会がステークホルダーの一員として、その基本的な考

え方や実践を、各ステークホルダーと協働で提示するが重要となる。また、新検査制度の確実で効果的な実行には、PRA から得られたリスク情報を確実に活用する枠組みの構築が必須となる。

PRA の成熟（性能や品質の改善）には、実践結果のフィードバックが極めて重要となる。今後、事業者・規制側ともに新検査制度で実施した PRA の評価過程を明らかにし、これを検証可能とするとともに、学会標準に継続的にフィードバックしていく活動が望まれる。

本予稿は、2020 年春の年会予稿からの転載に、2020 年 4 月から本格運用が開始された新検査制度に関する考察を追加したものである。

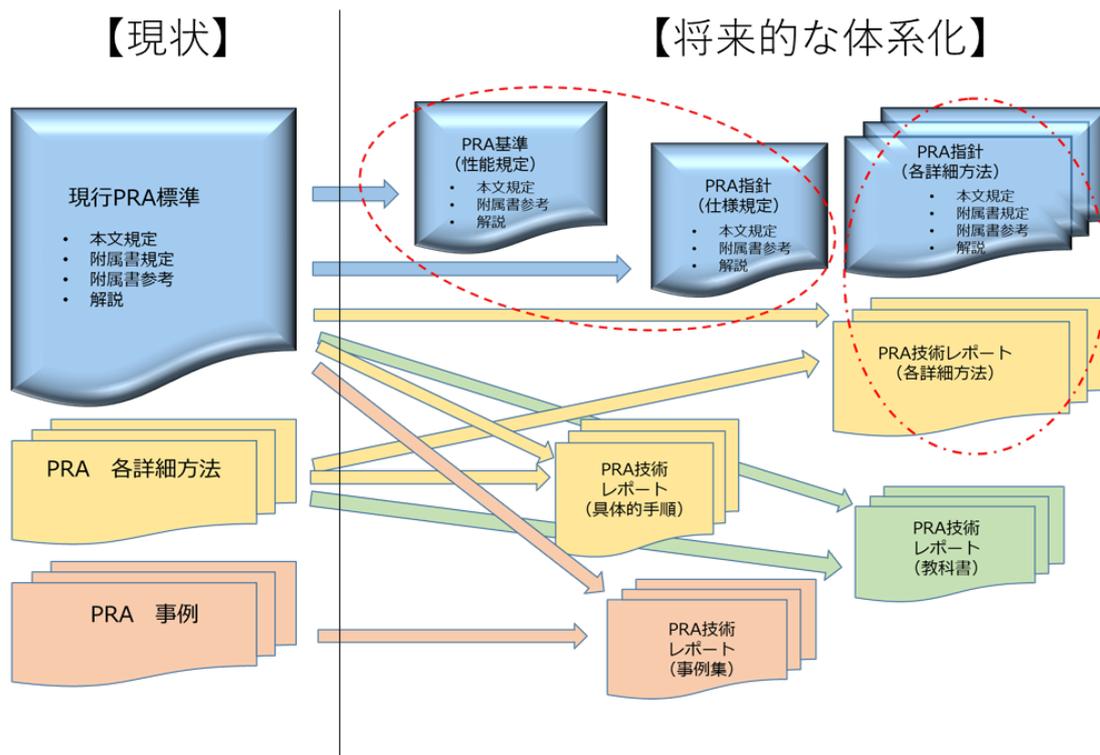


図 1 PRA 標準の体系化イメージ

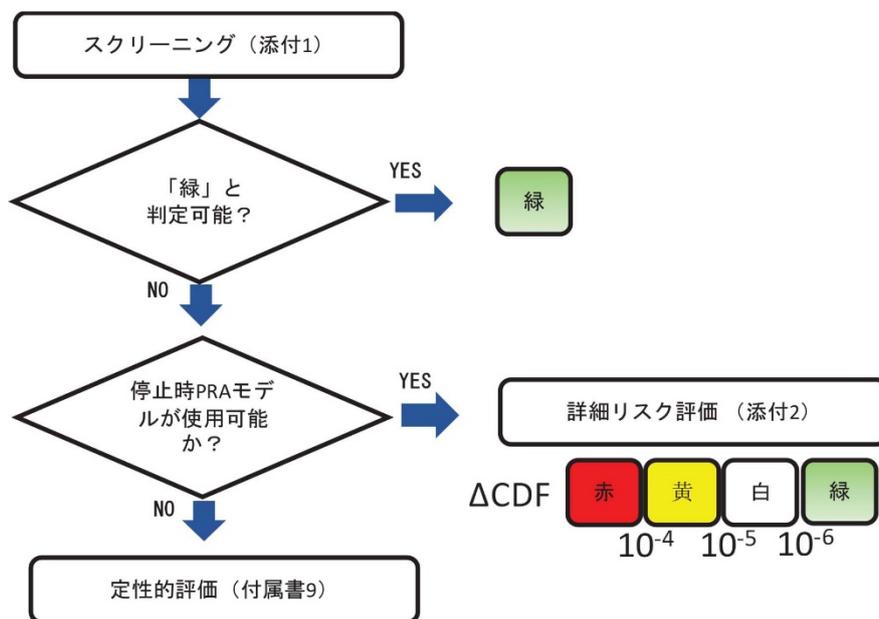


図2 スクリーニング及び詳細リスク評価のフロー（停止時）[2]

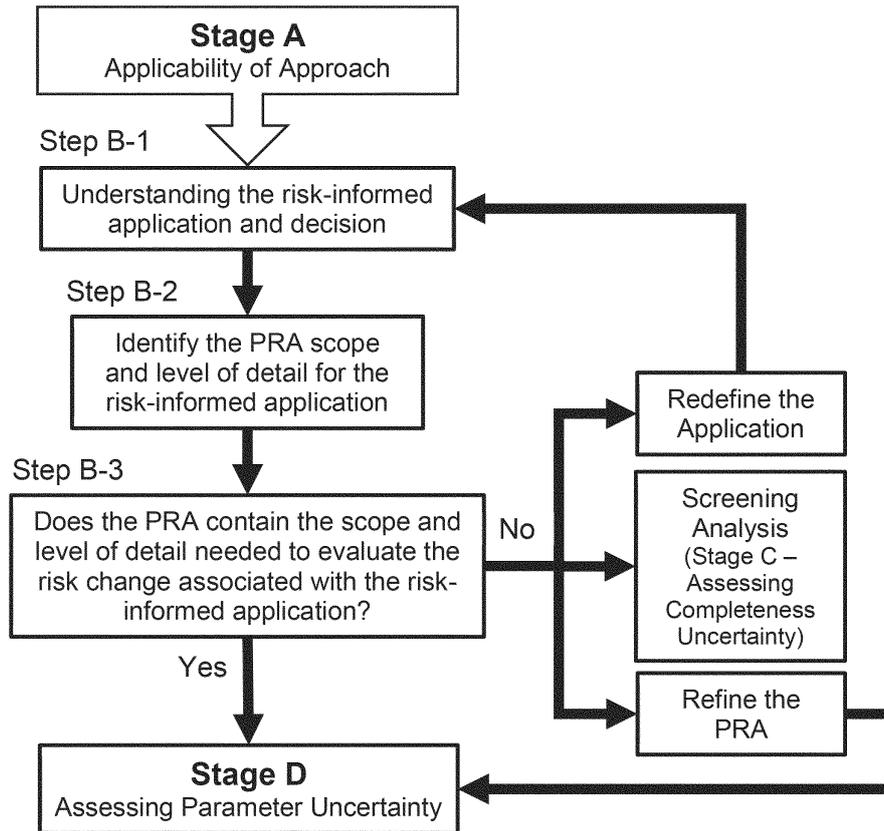


図3 NUREG-1855 における Stage B（Assessing PRA scope and level of detail）概要[6]

参考文献

- [1] IAEA TECHDOC-1804, Vienna, 2016.
- [2] 原子力安全に係る重要度評価に関するガイド, GI0007_r0, 原子力規制委員会, 2020.
- [3] 原子力規制検査において使用する事業者 PRA モデルの適切性ガイド, GI0010_r0, 原子力規制委員会, 2020.
- [4] JISQ9001:2015 (ISO9001) 品質マネジメントシステム, 2015.
- [5] 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.
- [6] NUREG-1855 Rev.1, NRC, 2016.

*Takashi Takata¹

¹Japan Atomic Energy Agency