

2025 年 7 月 18 日
原子力エネルギー協議会

第 2 回 リスク情報活用に関する意見交換会 「原子力事業者の PRA 高度化及びリスク情報活用の取組み」におけるポイント

1. はじめに

本資料は、リスク情報活用に関する意見交換を円滑に行うことを目的として、「原子力事業者の PRA 高度化及びリスク情報活用の取組み」におけるポイントを整理したものである。

2. 議論のポイント

(1) レベル 1 内の事象 PRA

- ・ 内的事象 PRA モデルは、全ての PRA モデルのベースとなる。
- ・ したがって、内的事象 PRA モデルを高度化することは、他の外的事象 PRA モデルの高度化にも寄与するものであり、リスク情報活用を進めていく上での根幹となる。

(スライド 7)

- ・ 内的事象 PRA モデルの高度化にあたっての基本方針は、PWR・BWR でパイロットプラントを定めた上で、進捗を他プラントに水平展開し、業界全体として一律に底上げを図ることである。
- ・ PWR では伊方 3 号機を代表として、NRRC 支援のもと、2017 年から海外専門家レビューを継続しており、欧米での経験を踏まえた客観的な気付きを得ることなどにより、改善の実績を蓄積してきた。
- ・ その結果、起因事象の細分化、HRA の高度化等により CDF が大きく増加したものの、新規規制基準対応で追加した SA 対策や特重施設により、対策導入前と比較して、CDF・CFR は低減した。
- ・ このような高度化を通じて、より現実的な評価が可能となり、効果的な安全性向上対策の抽出に寄与するとともに、より適切に追加対策の効果を確認することが可能となった。

(スライド 8)

- ・ いずれの高度化項目も、PRA の原則である、より現実的な評価を可能とするものである。

(スライド 9)

- ・ 起因事象の細分化により、プラント固有の起因事象を含めて網羅的に選定した。

(スライド 10)

- ・ 複雑な事象進展での人的パフォーマンスを評価できるよう、米国の先進的な手法を適用しており、海外プロジェクト参画や原子力規制庁との意見交換を通じ、アナログ/デジタル機器

の相違等、新たな知見を継続的に拡充していく方針である。

(スライド11)

- ・リスク上重要な事故シーケンスに対して、プラント挙動解析のみならず、空調喪失時における建屋内の熱移動解析等も実施し、機能喪失に至るまでの余裕を最適化のうえ、モデルに反映している。

(スライド12)

- ・日本の機器故障率は、当初、海外専門家のみならず、規制委員会からも疑義を示されていたため、重点的に機器故障率の改善に取り組み、PRAに必要な機器故障データを網羅的に収集すべく、NRR Cにおいて、機器故障データの収集方法を抜本的に見直し、機器故障データの収集ガイドを策定した。
- ・具体的には、機器故障情報源をNUCIAから、事業者が保有する個別プラントの保守記録へ見直すとともに、機器故障の判定プロセスを明確化した。
- ・米国と比較した結果、日本の故障率は米国の値に比べおおむね低いが、その違いはほぼ一桁以内であり、日本のほうが大きいものもあることを確認した。
- ・このような改善を経た機器故障率は、安全性向上評価で届出しているPRAにも反映しており、引き続き更なる改善を積み重ねていくことが重要である。
- ・現在、原子力規制庁の気付き事項のみならず、機器故障率に関する海外専門家からの指摘を踏まえ、さらなる改善の取組みを進めている。

(スライド13～15)

- ・パイロットプラントにおけるPRAモデルの高度化は、海外専門家レビューにて、ASME/ANS PRA 標準への適合性を確認することでPRAモデルの性能を判断している。
- ・ピアレビューではASME/ANS PRA 標準における性能カテゴリのうち、米国で広汎に実施されているRIDMアプリケーションに要求されているレベルであるCC-IIへの適合性を確認している。
- ・アプリケーションや評価への影響によって、必要とする性能カテゴリは異なっており、リスク情報を活用したTech. Spec. やRI-ISI、重要度分類については、基本的にCC-IIへの適合が望ましいとされているが、評価へ大きく影響しない要素はCC-Iでも許容される場合もある。
- ・パイロットプラントのサポート要件に対する適合状況は、Met (CC-II or higher) が約70～80%程度を占めている。
- ・また、N/A や文書化に関わるものを除き、技術的なギャップを示す項目は約10%程度と限定されており、レベル1内の事象PRAについては、国際的に見て遜色のないレベルの品質が確保できている。
- ・このような品質を確保したPRAから得られるリスク情報の活用を推進し、速やかに効果的な安全性向上につなげるためには、技術的なギャップを示す項目が、個々の判断において、

有意に影響するかどうかを丁寧に見極めていくことが重要である。

(スライド16～18)

- ・ PWR・BWRでパイロットプラントを定めたうえで、進捗を他プラントにも水平展開するため、パイロットプラントにおける海外専門家レビューへのオブザーバー参加等の仕組みを構築している。
- ・ 水平展開を図ることで、効率的に各社のモデルの品質を向上しているが、2025年度から、新たに制定するNRR Cの国内ピアレビューガイドに基づき、関西電力高浜3号機を皮切りに、海外専門家の支援を受けつつ、国内ピアレビューを拡大するとともに、国内レビューアの育成も促進していく。

(スライド21)

- ・ いち早く米国とのギャップを埋め、世界最高レベルに到達する観点から、2025年度より、パイロットプラント以外に対するピアレビューを拡大していく。
- ・ そのレベルに到達した場合、規制側によるピアレビューへの関与をもって、適切性確認に活用することも視野に入れていきたいと考えている。

(スライド22)

(2) レベル1.5内の事象PRA

- ・ パイロットプラントである柏崎刈羽7のサポート要件に対する適合状況は、レベル1内の事象PRAと同等の傾向であり、文書化に関わる項目及びレベル1との共通課題を除き、技術的なギャップを示す項目は限定されている。
- ・ 伊方3については、これまでレベル1 PRAに対する指摘事項の解決に注力してきたが、今年度以降、レベル1 PRAに対する指摘事項を一定程度反映したレベル1.5 PRAモデルもレビューを実施する計画としている。
- ・ なお、2017年8月、レベル1.5 PRAの旧モデルに対して、ASME PRA Standard を参照しない形でレビューを実施しており、同レビューで得られた知見も可能な範囲で活用していく。

(スライド25)

(3) 地震・津波PRA

- ・ 外的事象PRAでは、内的事象PRAで考慮したランダム要因による起因事象や機器故障等に加え、外的事象特有の要素を追加している。
- ・ 具体的には、外的事象のハザード評価により、外的事象特有の要因による起因事象を考慮していること、機器・建屋のフラジリティ評価により、外的事象特有の要因による損傷確率を考慮していることの2点が挙げられる。
- ・ このように、内的事象PRAモデルは、外的事象PRAモデルのベースとなるものであり、

内的事象PRAモデルを高度化することは、地震PRAモデルのみならず、津波・火災・溢水PRAモデルの高度化にも寄与することから、リスク情報活用を進めていく上での根幹である。

(スライド28)

- ・全電力共同プロジェクトとして、地震PRA精緻化に係る専門家判断プロセスを構築している。
- ・具体的には、海外専門家を含むエキスパートパネルを設置しており、この中では、これまで保守的な仮定を置いていた炉心損傷直結シナリオを細分化する等、より現実的な評価に見直していく活動を継続している。
- ・このような枠組みを構築するメリットとしては、専門家判断プロセスを通じて整理された知見を、各社のPRAモデルに同時展開でき、効率的に地震PRAモデルを高度化できる。

(スライド31)

(4) 火災・溢水PRA

- ・再稼働したPWRでは、安全性向上評価として内的・地震・津波PRAの届出がまもなく一巡し、これからは火災・溢水PRAに注力する段階である。
- ・現在、パイロットプラントで火災PRAモデルを構築し、評価を進めているところであり、まとも次第、速やかに個別プラント評価に展開していく。
- ・並行して、実規模の電気盤等の火災試験、OECD国際共同研究等で得られた最新知見を踏まえ、2027年度に火災PRAガイドの改訂版を公刊予定である。

(スライド37)

- ・火災PRAについて、パイロットプラントにおけるPRAモデルを構築中ではあるものの、相対的にリスクが大きい区画が存在するという知見が得られている。
- ・具体的には、評価対象区画を設定した上で、まず火災発生時に区画内が全損するという保守的な評価を実施しているが、保守性を見直していく過程で、相対的にリスクが高い区画はどこかを特定することができる。
- ・このため、PRAモデルが完成してから活用するという姿勢ではなく、PRAモデル構築途中であっても、リスク情報を活用できるという視点で、効果的なリスク低減対策を速やかに実行し、安全性向上につなげていく方針である。

(スライド39)

(5) 不確かさの取り扱い

- ・PRAは、不確かさを定量化できることが一つの特徴であり、決定論から得られる情報と組み合わせて意思決定に活用することが重要である。
- ・加えて、PRAには不完全さがあり、PRA手法が常に完全で、起こり得るシナリオが全て同定され、適切に評価される保証はないという認識を持ち、研究や他産業に学ぶ機会等を通

じて、「欠け」を見つけていくことが重要である。

(スライド45)

(6) 国内でのリスク情報活用の実施状況

- ・前回の意見交換会では、米国における運転中保全とメンテナンスルールの関係性について議論があったが、導入例のうち、保全計画については、日本の現状のメンテナンスルールを示したものである。
- ・具体的には、保全プログラムにおける系統レベルの保全重要度の設定に際して、PRAから得られるリスク重要度も考慮し、保全重要度を決定している。
- ・また、系統レベルの保全活動管理指標（PC）についても、PRAから得られるリスク重要度や条件付炉心損傷確率増分（ICCDP）を考慮して、予防可能故障回数（MPFF）、非待機時間（UA時間）を設定している。

(スライド62, 68, 69)

3. まとめ

- ・内的事象PRAについては、パイロットプラントに対する海外専門家レビューと他プラントへの水平展開を通じ、国際的に見て遜色のない品質を確保している。
- ・内的事象PRAモデルは、全てのPRAモデルのベースとなるものであり、内的事象PRAモデルの高度化は、外的事象PRAモデルの高度化にも寄与する。
- ・このように、内的事象PRAモデルの高度化は、リスク情報活用を進めていく上での根幹であり、いち早く米国とのギャップを埋め、世界最高レベルに到達する観点から、今年度より、パイロットプラント以外に対するピアレビューを拡大していく。
- ・外的事象PRAについては、日本特有の外的事象のリスクに向き合う観点から、成熟度に応じて、積極的に活用するとともに、外的事象特有の要素についても、引き続き高度化に取り組んでいく。
- ・また、未整備のハザード・運転モードのPRAについては、簡易的な定量評価や決定論的なアプローチで補完し、活用目的や技術レベルに応じた具体的な活用方法を整理していく。
- ・最後に、リスク情報活用の基本方針は、「PRAを活用しながら高度化し、RIDMを推進していく」ことであり、これにより効果的に安全性を高めていく。

(スライド76)

以上