

リスク部会セッション

PRA の高度化の活動 ―リスク情報の活用に着目した PRA の改善―

Improvement activities for domestic NPPs' PRA

- Improvement of PRA toward Risk-Informed Applications -

(2) 伊方 3 号機における PRA の高度化について

(2) Improvement of PRA at Ikata Unit 3

*橋本 望¹, 山下 博文¹, 岡本 直道¹, 片上 雄介¹¹四国電力(株)

1. 伊方 3 号プロジェクトの活動

伊方発電所の安全性向上のための取り組みとして、従前より設備の保全重要度の設定や施設定期検査時におけるリスク評価・管理などに確率論的リスク評価（PRA：Probabilistic Risk Assessment）を適用し、発電所のリスク管理に活用してきた。

平成 27 年 1 月より、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（NRRC）の支援を得て、伊方 3 号機を国内加圧水型原子炉（PWR）のパイロットプラントとし、海外で実践されている現実に即した PRA（Good PRA）の構築に向けた PRA の改善活動「伊方 3 号プロジェクト」を開始した。

本プロジェクトでは、NRRC の技術諮問委員会（TAC）の提言に基づき、PRA モデルのイベントツリー等の高度化、PRA パラメータの高度化、人間信頼性評価の高度化等を行い、その成果を伊方 3 号機の初回の安全性向上評価に活用した。

2. 海外の PRA 専門家によるレビュー

平成 29 年 1 月より NRRC の支援を受け、海外の PRA 専門家によるレビューを実施している。これまで合計 7 回のレビューにより、地震 PRA、出力運転時及び停止時の内的事象 PRA を対象としたレビューの他、レビューコメントの技術課題への対応方針に関する議論等を実施している。レビュー結果を受け、海外の最新知見を取り入れた起因事象発生頻度の評価、最適条件での成功基準解析の実施、PRA モデル説明書への根拠情報の記載充実等の改善を進めている。

- ・第 1 回(2017 年)：地震レベル 1&2
- ・第 2 回(2017 年)：出力運転時内的事象レベル 2
- ・第 3 回(2018 年)：出力運転時内的事象レベル 1（1 回目）
- ・第 4 回(2018 年)：出力運転時内的事象レベル 1（2 回目）
- ・第 5 回(2019 年)：停止時内的事象レベル 1
- ・第 6 回(2020 年)：実施済みレビューに対するフォローアップ等
- ・第 7 回(2021 年)：実施済みレビューで受けたコメントへの対応方針確認

3. レビューコメントへの対応方針

レビューで受けた指摘事項、改善提案への対応を合理的かつ計画的に進めるため、図 1 に示すフローに基づき対応方針を分類した。NRRC 研究においてパラメータ整備（機器故障率、共通要因故障パラメータ、待機除外時間パラメータ）等が進められているものはその成果を活用することとし、その他のコメントに対しては、技術的課題の有無や PRA の評価結果への影響の大きさ等から対応方針を分類し、技術検討並びに PRA モデル及びモデル説明書への反映を進めている。反映した内容については、海外 PRA 専門家にフォローアップレビューを受ける予定である。

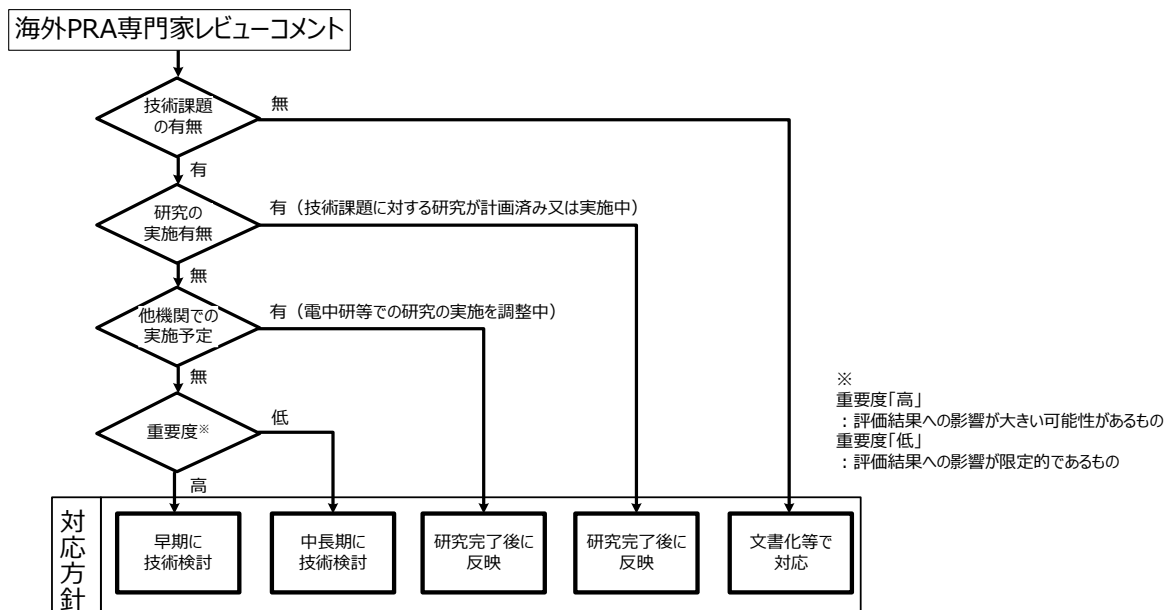


図1 海外 PRA 専門家レビューコメントの対応方針分類フロー

4. レビューコメントへの対応

レビューコメントへの対応例として、稀有な起因事象の発生頻度評価の改善を実施した。PRA の高度化以前は、工学的判断に基づく頻度推定、または、日米の発生実績及び運転時間に基づく単純な頻度評価（日米の発生実績÷日米の運転時間）であったが、米国 PRA 知見及び運転実績を考慮した事前分布に対して国内データでベイズ更新する評価方法に改善した。国内実績のみでは推定が困難な稀有事象について、その不確かさを含めた起因事象発生頻度の評価精度の向上が図られた。

5. PRA の高度化とリスク情報の活用

伊方3号機の初回の安全性向上評価において、PRA の結果から抽出した追加措置を紹介する。通常運転中、保守のため原子炉補機冷却水ポンプを待機除外する際、原子炉補機冷却水系統の負荷を制限する運用を追加措置として抽出し、同運用を整備した。具体的には、保守によりポンプを待機除外している間に運転ポンプが故障した場合、他の運転ポンプが過負荷により停止して原子炉補機冷却水系統機能が全喪失する事故シナリオのリスク寄与が大きいことを特定できた。このため、ポンプを待機除外する際は予め原子炉補機冷却水系統の負荷制限を図り、過負荷によるポンプ停止を防ぐ運用を整備した。TAC 提言に基づく PRA の高度化により、系統の構成機器をフォールトツリーでモデル化することで、個々の機器の待機除外や故障の組み合わせによって系統機能喪失頻度の評価が可能となり、同事故シナリオのリスク寄与が大きいことを把握できた。PRA の高度化前には特定できなかった事故シナリオであり、高度化により具体的な発電所の安全性向上に繋がった事例である。

PRA の高度化により、発電所のリスクに対して有意な事故シナリオを特定できる他、設備や運転操作のより現実的なリスク寄与の大きさを把握することが可能となる。発電所の設備情報、運用情報を PRA モデルの設計情報として適宜反映し、PRA から得られるリスク情報を発電所マネジメントへ活用（リスク情報を活用した意思決定：Risk-Informed Decision-Making:RIDM）することで、プラント全体のリスク低減と安全・安定運転の継続をより強固なものとしたい。

*Nozomu Hashimoto¹, Hirofumi Yamashita¹, Naomichi Okamoto¹ and Yusuke Katakami¹

¹Shikoku Electric Power CO.,Inc.