

## ダイナミック PRA 手法の開発 (2) 手法の構築及びツールの開発

### Development of dynamic PRA methodology (2) Methodology construction and tool development

\*鄭 嘯宇<sup>1</sup>, 久保 光太郎<sup>1</sup>, 田中 洋一<sup>1</sup>, 玉置 等史<sup>1</sup>, 杉山 智之<sup>1</sup>, 丸山 結<sup>1</sup>

<sup>1</sup>日本原子力研究開発機構

ダイナミック PRA (DPRA) 手法は、シミュレーションと PRA モデルを緊密にカップリングする手法であり、信頼性が高いリスク情報の定量化、その結果に含まれる不確かさの低減が期待できる。JAEA は DPRA に伴う複雑な計算を実施するツール RAPID を開発している。本報は、シビアアクシデント解析コードと RAPID を用いて、開発したシミュレーションに基づく DPRA 手法を紹介する。

キーワード：ダイナミック PRA, シミュレーションに基づくリスク評価, THALES2, RAPID

**1. 緒言** RAPID (Risk Assessment with Plant Interactive Dynamics) は、Python で実装された汎用の DPRA ツールである。THALES2 (JAEA)、MELCOR (SNL)、Apros (Fortum & VTT) 等のさまざまな物理ベースのシステムコードとカップリング可能であり、原子力発電所の PRA への適用を目指している。

### 2. JAEA におけるダイナミック PRA 手法の開発

**2-1. ダイナミック PRA 手法の構築とツールの設計** JAEA のシミュレーションに基づく DPRA 手法では、決定論的なシミュレーションと、確率論的な機器信頼性モデルを含む従来 PRA モデルを緊密にカップリングし、プラントの状態に依存する機器故障のメカニズムを明示的にモデリングし、その情報を事故進展に反映する。このような相互作用を模擬し、機械学習等のデータ処理手法を用いることで合理的なリスク情報を得ることができる。上記を実装するため、RAPID は、図 1 に示すように入力作成ツール、計算制御ツール及び計算結果の処理ツールで構成される。外部の解析モデル（プラントシミュレータ、PRA モデル等）と結合することにより、様々な対象について有用なリスク情報を算出することができる。

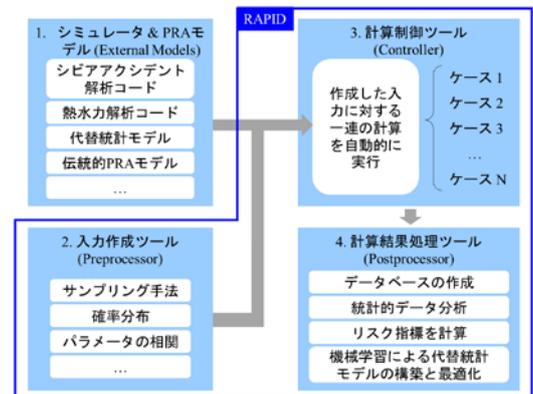


図 1 ツールの設計

**2-2. 解析の例** 図 2 に示すように、RAPID-THALES2 を用いて、BWR プラントを対象とした全交流電源喪失事故 (SBO) シナリオの DPRA 解析を行った。事故進展に依存する逃し安全弁の熱的故障と再循環ポンプのシール損傷を考慮した分岐を有する事故シーケンスを生成して解析対象とした。非常用電源の修復時間、バッテリーの枯渇時間等の事故進展に影響するファクターは確率分布からサンプリングした。

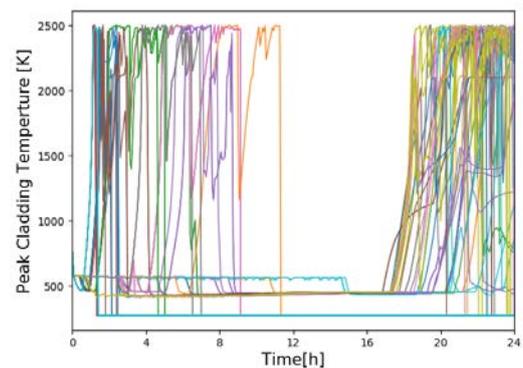


図 2 ダイナミック PRA の解析結果の例

**3. 結論** BWR における SBO を対象とした DPRA 解析に開発したツール RAPID を適用し、事故シナリオの生成、シミュレーションの制御及び解析結果の処理を含む一連の手順に対する適用性と有効性を確認した。

**謝辞** 本研究は、原子力規制委員会原子力規制庁「平成 31 年原子力施設等防災対策等委託費（動的レベル 1 確率論的リスク評価手法の開発）事業」として実施した。

**参考文献** [1] C. Smith, et al. RISMIC Pathway Technical Program Plan. INL/EXT-11-22977 (2016)

\*Xiaoyu Zheng<sup>1</sup>, Kotaro Kubo<sup>1</sup>, Yoichi Tanaka<sup>1</sup>, Hitoshi Tamaki<sup>1</sup>, Tomoyuki Sugiyama<sup>1</sup>, Yu Maruyama<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Japan Atomic Energy Agency