

# 原子炉構造レジリエンスを向上させる破損の拡大抑制技術の開発

## (6) 破壊制御技術による効果のレジリエンス指標への取り込み

Development of Failure Mitigation Technologies for Improving Resilience of Nuclear Structures

(6) How to consider the effects of fracture control into resilience index

\*出町 和之<sup>1</sup>、桑原 悠士<sup>1</sup>、陳 実<sup>1</sup>、笠原 直人<sup>1</sup>、西野 裕之<sup>2</sup>、小野田 雄一<sup>2</sup>、栗坂 健一<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京大学、<sup>2</sup>原子力機構

本研究ではレジリエンス指標を改良し、破壊制御による破損拡大抑制によるレジリエンス向上効果を可視化することを目標としている。これまで、破損シーケンスの時間推移を考慮できるようにするため、連続マルコフ過程モンテカルロ法<sup>[1]</sup>の導入によるアルゴリズムの提案が完了した。

**キーワード:** レジリエンス指標、モンテカルロ計算、イベントツリー、フォルトツリー

### 1. 背景と研究目的

原子力分野におけるレジリエンスの重要な代表例が、設計想定を超える事態に対する原子力プラントの対応能力である。この能力を簡易定量的に評価することを目的とし、提案・開発したのが「レジリエンス指標」である。この手法はアクシデント・マネジメント (AM) 策の一連の措置に関して所要時間や対応裕度をそれらの累積 (積み上げ) を考慮しながら定量評価して陽に明示することに特色があり、AM 策や保全活動の変更等による対応裕度への影響を評価出来る。一方、破壊制御とは破壊現象の積極的な制御を意味し、これを原子炉構造に導入することで安全上重要な機器構造物の事故時の機能低下を抑制でき、回復能力も高まりレジリエンス性の向上が期待できる。本研究では、破壊制御によるレジリエンス性向上、すなわち安全機能低下抑制能力と回復能力の向上の可視化のため、レジリエンス指標を改良することを目的とし、このために連続マルコフ過程モンテカルロ法を導入した。

### 2. レジリエンス指標計算アルゴリズムの提案

図1に、連続マルコフ過程モンテカルロ法を導入し、破壊制御による破損シーケンスの時間推移の変化の効果を取り入れたレジリエンス指標計算アルゴリズムを示す。高速炉のプラントシミュレータとも組み合わせることにより、破壊制御による事象進展遅延の効果とそれによる AM 対策の成功可否を考慮できるアルゴリズムとなっている。

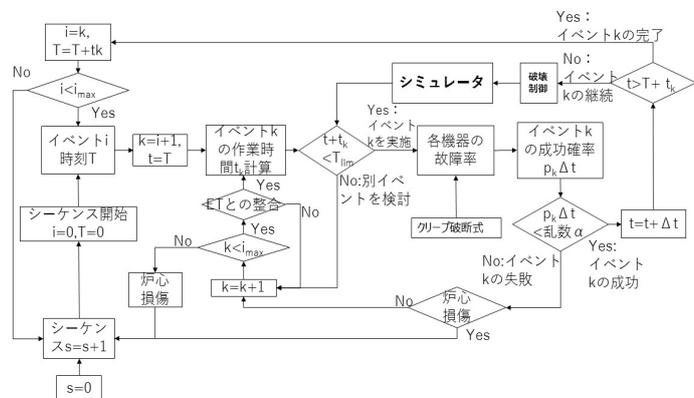


図1：提案するレジリエンス指標計算アルゴリズム

### 3. 結言

レジリエンス指標に連続マルコフ過程モンテカルロ法と高速炉プラントシミュレータを組み合わせたアルゴリズムを提案した。次のステップとしてアルゴリズムに従ったレジリエンス指標計算のプログラムを実装する。

本研究は文部科学省原子力システム研究開発事業 JPMXD0220353828 の助成を受けたものです。

### 参考文献

[1] S. Jang and A. Yamaguchi, "Dynamic scenario quantification for level 2 PRA of sodium-cooled fast reactor based on continuous Markov chain and Monte Carlo method coupled with meta-model of thermal-hydraulic analysis" J. Nucl. Sci. Tech., Vol. 55, Issue 8, pp. 850-858 (2018)

\*Kazuyuki Demachi<sup>1</sup>, Yuto Kuwabara<sup>1</sup>, Shi Chen<sup>1</sup>, Naoto Kasahara<sup>1</sup>, Hiroyuki Nishino<sup>2</sup>, Yuichi Onoda<sup>2</sup>, Kennichi Onoda<sup>2</sup>

<sup>1</sup>The University of Tokyo, <sup>2</sup>JAEA