

マルチユニット動的 PRA に適用可能な重要度評価手法に関する研究

Research on Importance Analysis Method Applicable to Multi-Unit Dynamic PRA

*花井 智海¹, 新崎 聡司¹, 黒川 貴正¹, 豊嶋 謙介¹, 泥谷 雅之¹

張 承賢², 山口 彰²

¹ 原子力エンジニアリング(NEL), ² 東京大学

本研究では、イベントツリー・フォールトツリー解析で用いられる重要度評価手法を拡張し、連続マルコフ過程モンテカルロ (CMMC) 法を用いたマルチユニット動的確率論的リスク評価 (PRA) 手法に対して適用可能な、同時発生確率に基づく重要度評価手法を提案する。

キーワード: マルチユニット PRA, ベイジアンネットワーク, 動的 PRA, 重要度評価, CMMC 法

1. 緒言

既報^[1]により、大規模災害時における複数の原子力発電所での同時発災およびユニット間相互作用を考慮した PRA を目的とし、隣接ユニットの事故進展状態に依存するユニット影響を考慮したマルチユニット動的 PRA を行うため、ベイジアンネットワークに基づく条件付状態遷移確率および CMMC 法を用いた事故シナリオ定量化手法を提案した。本研究では、既報の手法に適用可能な重要度評価手法を開発した。

2. 重要度評価手法

CMMC 法に基づく動的 PRA では、計算コストの観点から、評価された個々の事故シナリオ事象の発生を逐一追跡することが困難であり、既存のイベントツリー・フォールトツリー評価手法における重要度評価で用いられるミニマルカットセットを作成することは現実的でない。そこで、重要度指標 (FV 重要度・RAW) を参考に、動的 PRA に適用可能な重要度指標を定義した。定義した事象 A の重要度(FV(A)、RAW(A))の算出式を、時間の関数として、炉心損傷等の評価対象事象の発生確率 $P(TE(t))$ 、その因子となる事象の発生確率 $P(A(t))$ 、および両事象の同時発生確率 $P(TE(t) \cap A(t))$ を用いて、式(1)および式(2)に示す。それぞれの発生確率の算出過程で、事象の発生タイミングを考慮して評価サンプルを集計しているため、時間経過に応じた重要度の変化を評価可能とする。

$$FV(A) = \frac{P(TE(t) \cap A(t))}{P(TE(t))} \quad (1)$$

$$RAW(A) = \frac{P(TE(t) \cap A(t))}{P(TE(t))P(A(t))} \quad (2)$$

3. 試評価

重要度評価手法を、ツインユニットを評価対象とした簡易なレベル 1.5 地震 PRA に対して適用した。

試評価結果の抜粋を図 1 に示す。起因事象発生時点からの経過時間の増大に伴って、デマンド事象 (建屋の構造損傷) の重要度が低減し、反対に継続事象 (非常用ディーゼル発電機 (DG) の継続運転失敗) の重要度が増大している。開発した重要度評価手法は、時間経過に応じた評価対象事象の発生要因の変化を評価可能であるとの見通しを得た。

参考文献

- [1] 新崎, 張, 連続マルコフ過程モンテカルロ法およびベイジアンネットワークを用いた広域リスク評価手法に関する研究, 1006-1007, 原学会 2019 秋の大会。

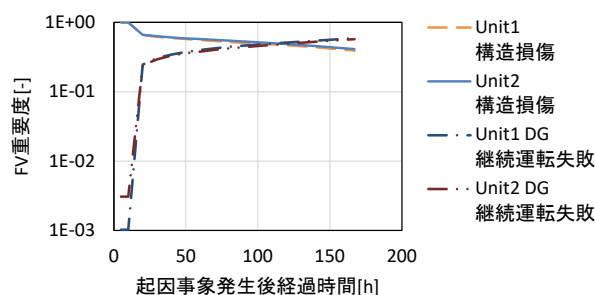


図 1 両ユニット炉心損傷発生事象に関する FV 重要度評価結果 (抜粋)

*Tomomi Hanai¹, Satoshi Shinzaki¹, Takamasa Kurokawa¹, Kensuke Toyoshima¹, Masayuki Hijiya¹, Sunghyon Jang² and Akira Yamaguchi²

¹ NUCLEAR ENGINEERING, Ltd., ² The University of Tokyo.