

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 (2) 広域リスク評価モデルの試構築

Research on regional risk analysis method with Continuous Markov Monte Carlo and Bayesian network

(2) Preliminary development of regional risk analysis model

*張 承賢¹, 山口 彰¹, 泥谷 雅之², 宮原 景朋², 豊嶋 謙介², 新崎 聡司²

¹東京大学, ²原子力エンジニアリング (NEL)

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やサイト外部からの支援を考慮し、複数サイト事故の影響を広域的、広義的に捉えた広域リスク評価手法として、連続マルコフ過程モンテカルロ法(以下:CMMC法)とベイジアンネットワーク(以下:BN)を用いた評価手法を提案する。

キーワード: 連続マルコフ過程モンテカルロ法、ベイジアンネットワーク、複数サイトリスク、広域リスク

1. **緒言:** 本シリーズ発表の第1報で紹介した「広域リスク評価手法」を用いて1.0Gの地震が発生した際の2ユニットサイトに対して外部支援拠点からの支援を考慮したリスク評価モデルを構築した。

2. **広域リスク評価モデル**

2-1. **プラント状態の評価:** 広域リスク評価モデルは起因事象、2つのプラント、外部支援拠点の4つの要素で構成され、各プラントは操作と機器の2つの子ノードを持つ。プラントは、健全、炉心損傷、格納容器先行破損、格納容器機能喪失の状態を有し、CMMC法を用いて状態遷移を評価することができる。時刻tにおけるプラントの状態が健全である確率Pは、単位時間当たりの状態遷移率λを用いて以下の微分方程式で表す。状態遷移率は、国内地震PRAのプラント状態毎の炉心損傷頻度を基にBNを用いた条件付き確率でプラント間相互作用、外部支援の効果を検討して求めた。共通原因故障については、状態遷移率を独立と共通原因部分に分け、それぞれの確率のうち、共通原因部分が占める割合を与えることで、従属性の影響を評価した。

$$dP(\text{健全}, t)/dt = -\lambda_{\text{炉心損傷}} \cdot P(\text{健全}, t) - \lambda_{\text{格納容器先行破損}} \cdot P(\text{健全}, t) - \lambda_{\text{格納容器機能喪失}} \cdot P(\text{健全}, t) \quad (1)$$

2-2. **外部支援拠点による支援効果およびプラント間相互作用の評価:** シビアアクシデント時は、外部支援拠点からの人員や物資の支援によってプラント操作に好影響があり、一方、隣接ユニットの状態悪化(FP放出)の結果、片方のプラントにおける操作は悪影響を受けると考えられる。図1のようなBNを用いて支援効果および隣接プラント間の相互作用を状態遷移率に反映し、プラント状態の遷移(事故進展)を評価した。

3. **広域リスク評価:** 図2に隣接ユニットの影響を考慮した際の両プラントがFP放出に至る確率の評価結果を示す。隣接プラントの影響を考えた場合、相互作用によって両プラントがともにFP放出に至る確率が增加する。図3は支援効果を考慮した際の両プラントがともにFP放出に至る確率を評価した結果である。支援効果によってFP放出に至る確率は、支援がない状況に比べて低くなることを確認できる。

4. **結論:** 本研究では、BNによってプラント間の相互作用、外部支援の影響を考慮し、CMMC法を用いて状態遷移を動的に評価できる広域リスク評価手法を提案した。広域リスクの試評価の結果、プラント間の相互作用及び支援効果によるプラント状態の変化を動的に評価できた。モデルの精緻化によって複数ユニットサイト固有なシナリオについてのリスク評価および外部支援拠点の役割等についての定量的な評価が期待できる。

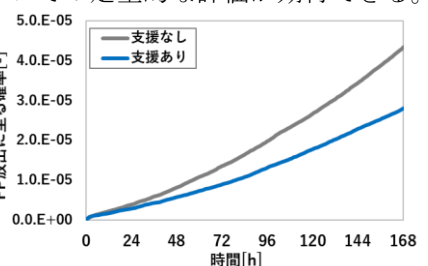
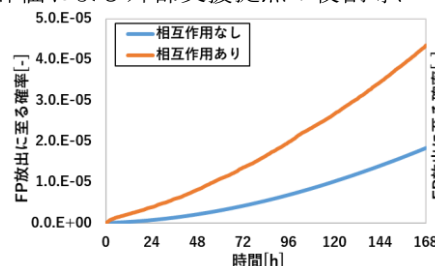
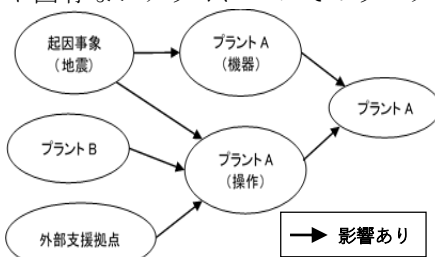


図1 BNで表したプラント状態の相関関係

図2 隣接ユニット影響評価

図3 外部支援拠点の影響評価

参考文献

[1] 浅野翔他、多数基立地サイトのユニット間相互作用を考慮した動的リスク評価手法の研究、1P05、2018年秋の大会、2018

*Sunghyon Jang¹, Akira Yamaguchi¹, Masayuki Hijiya², Kagetomo Miyahara², Kensuke Toyoshima², and Satoshi Shinzaki²

¹The University of Tokyo., ² Nuclear Engineering, Ltd.