

# ポートフォリオ理論による地震リスクプロファイルのバランス化に関する研究

## (1) バランス化手法の提案

Application of Portfolio theory for balancing seismic risk profile of NPPs

### (1) Proposal of balancing methodology

\*大鳥 靖樹<sup>1</sup>, 酒井 俊朗<sup>2</sup>, 牟田 仁<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京都市大学, <sup>2</sup>電力中央研究所

抄録 本報では、ポートフォリオ理論に基づくリスクプロファイルのバランス化手法を提案し、その有効性を簡単な PRA モデルに適用して確認した結果について報告している。

**キーワード**：リスクプロファイル、地震 PRA、ポートフォリオ理論、バランス化

### 1. 緒言

地震のように不確実性の大きな事象に対して原子力発電所の安全性を高める上で、リスクプロファイルのバランス化が重要であることが指摘<sup>[1]</sup>されている。著者・他は、バランス化の手法として FT の頂上事象の確率から分解して各機器に要求される性能を算出する方法を提案し、その有効性を確認してきた<sup>[2]</sup>。しかし、原子力発電所のリスク評価で一般に用いられている FT と ET が統合化されたモデルのバランス化手法については将来課題であった。本報では、FT と ET の統合化モデルに対して、金融工学で用いられているポートフォリオ理論を適用し、リスクプロファイルのバランス化を行う手法を開発したので報告する。

### 2. リスクプロファイルのバランス化

**2-1. バランス化手法の概要** ポートフォリオ理論は、金融資産への投資比率の意思決定を行う際に用いる理論として発展してきたが、広くリスクや不確実性を考慮した意思決定のための理論ととらえることもできる。提案手法は、ポートフォリオ理論の投資比率を決定するスキームをリスクプロファイルのバランス化に適用し、まず、ET の各分岐確率を算出し、次に分岐確率を頂上事象として FT の分解を行う。

**2-2. 計算結果と考察** 提案手法を文献<sup>[3]</sup>の設計超過事象の PRA モデルに適用し、故障確率のバランス化を行った。ここで、シーケンスの数は 8、ベーシックエレメント (BE) の合計は 25 個である。バランス化前後の LOCA の発生確率の不確実さを評価するために、認識論的不確実さを 0.3 として 10 万回のシミュレーションを行った。計算の結果、バランス化により EF は、1.39 から 1.25 に低減した。また、各 BE に対して機器の重要度分類の評価<sup>[4]</sup>に用いられている FV と RAW) の比較を行った。比較結果より、FV, RAW とともに平均化される傾向にあり、バランス化により特定の BE による機能喪失が起りにくくなっていることがわかった。

**3. 結論** 本報では、ポートフォリオ理論を援用したリスクプロファイルのバランス化手法を提案し、有効性を EF, FV, RAW の比較より確認した。提案手法は制約条件を与条件とした場合にも対応可能な手法であり、今後は定量リスクの制御が困難な BE を含む現実的なモデルへの適用の検討を行う予定である。

**参考文献** [1] R.J. Budnitz et al., NUREG/CR-7214, 2016.

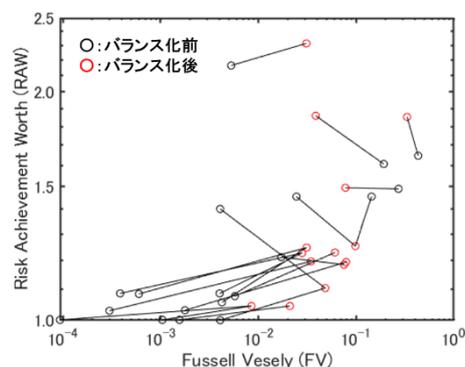
[2] 酒井・他、日本原子力学会 2021 年春の年会、3F09、2021.

[3] P.Vaishnav et al., Nuclear Engineering and Design 370 (2020) 110899

[4] 嶋田・宮崎、日本原子力学会和文論文誌、Vol. 5, No.3, p.167-178 (2006)

\*Yasuki Ohtori<sup>1</sup>, Toshiaki Sakai<sup>2</sup> and Hitoshi Muta<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tokyo City University, <sup>2</sup>CRIEPI



図：バランス化前後の重要度の変化