

## 外的事象を対象とした統合的リスク評価手法の開発 その2：原子力施設の事故に影響するインタラクションモデルの提案

Development of Integrated Risk Assessment Methodology for External Event

Part 2: Proposal of Interaction Model for Analysing Nuclear Facilities Accident

\* 森 憲治<sup>1</sup>, 牟田仁<sup>1</sup>, 大鳥靖樹<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京都市大学大学院共同原子力専攻

原子力施設における外的事象による複数事故同時発生空間的影響及び人的操作によるフィードバック等の影響を STAMP/STPA (Systems-Theoretic Accident Model and Process/STAMP based Process Analysis) モデルを用いて評価するインタラクションモデルを提案する。

**キーワード**：リスク評価, STAMP/STPA モデル, 外的事象, 複数事故の同時発生, 人的操作, 核燃料施設

### 1. はじめに

施設内に核燃料物質が分散して存在する核燃料施設では、地震等の自然外的事象による複数個所での事故（核燃料物質の漏えい、臨界等）の同時発生と、これらの事故が互いに影響を及ぼしながら進展する状況に留意する必要がある。また、核燃料施設では事故対策における人的操作の寄与が大きく、その事故へのフィードバックが事象進展に影響することが予想される。このような相互作用は従来の確率論的リスク評価 (Probabilistic Risk Assessment : PRA) 手法では取り扱いが難しいものと考えられる。

本稿では、これらの相互作用の取り扱いを可能とするため、システム理論に基づくアクシデントモデルである STAMP/STPA モデル[1]を導入する。

### 2. STAMP/STPA モデルをベースにした多層レイヤによるインタラクションモデル

従来の PRA 手法は、個々の機器の故障や人の過誤に着目したハザード分析手法であり、複数の機器や組織（人）（以下「要素」という。）が相互作用を行う複雑なシステムの分析には必ずしも適した手法とは言えない。一方、STAMP/STPA モデルは、要素間の制御/被制御に着目した分析手法で、このようなシステムのハザードを分析するのに適している。

ここでは、STAMP/STPA モデルを用いて①要素間の制御による相互作用を表現した情報レイヤ及び②物理量（例えば熱等）や物質の空間での移行を表現した空間レイヤ、従来の PRA 手法の③FT (Fault Tree) で構成した SSC (Structures, Systems, Components)レイヤについて、各レイヤ内及びレイヤ間の各要素を制御/被制御（影響を及ぼす/受ける）の観点から関係付けて構成した多層レイヤ[2]により、相互作用を行うシステムの分析を可能とする評価モデルを提案する。

本評価モデルを用いたハザード分析例として、核燃料施設内の 2 箇所で同時に発生した仮想的なグローブボックス (GB) 火災の分析例を図 1 に示す。図 1 は①及び②のレイヤの分析から抽出されたもので、GB 火災の検知器から消火剤の散布に至り、さらに火災の状況を検知するといったフィードバックを含むループが形成されている。このループが何等かの理由で途切れると消火に失敗して事象が進展するが、その途切れる要因を分析することにより、ハザードや起因事象を抽出できる。また、図 1 には 2 つの GB 火災から発生した熱が空間を介し互いに影響を及ぼすこと、消火装置や要員に影響を及ぼすことが表現されており、これらの影響をハザード分析の際に考慮することができる。

このように、本評価モデルにより相互作用を行うシステムのハザード分析が可能となる。一方、リスクの定量化については、各要素に定量化のモデルを割り当てる必要があり、これは本研究の次の段階で検討する。

### 参考文献

- [1] (独)情報処理推進機構, ”はじめての STAMP/STPA ～システム思考に基づく新しい安全性解析手法～”, 2016 年 3 月。  
[2] 大鳥靖樹, 牟田仁, 尾本彰, “アクシデントモデル STAMP を用いた原子力発電所の自然外部事象に対するリスクマネジメントの研究 その 1:自然外部事象に対する STAMP モデルの適用性,”2018 年秋の大会予稿集 2011”, 2018 年 9 月。

\* Kenji MORI<sup>1</sup>, Hitoshi MUTA<sup>1</sup> and Yasuki OHTORI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Corporative Major in Nuclear Energy, Graduate School, Tokyo City University.

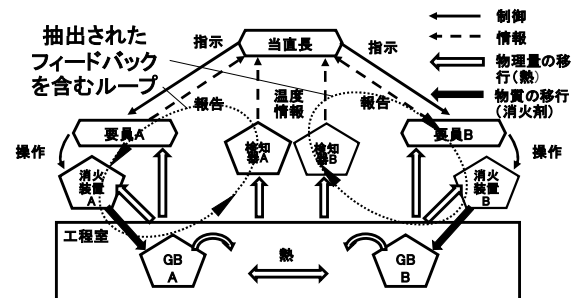


図 1 評価モデルによる分析の例