

# 確率的安全余裕評価に向けた SBO 事象における過酷事故解析コードの 低次元モデルの開発 -ROM 構築に向けた効率的なデータサンプリングの開発-

Reduced Order Model of Severe Accident Analysis Code for SBO aiming Probabilistic Safety Margin

Analysis -Development of an efficient data sampling method for ROM construction-

\*松下 柁輝, 遠藤 知弘, 山本 章夫

名古屋大学

過酷事故解析コードの計算コストを抑えつつ低次元化モデル(Reduced Order Model, ROM)を構築するために、効率的なデータサンプリング法を開発した。本研究では、RELAP5/SCDAPSIM コードを用いた BWR の SBO・全給水機能喪失事象を対象として、原子炉隔離時冷却系 (RCIC) の故障・復旧時間 ( $T_{down}/T_{restart}$ ) 及び崩壊熱 (相対値、 $F_T$ ) の不確かさを考慮した場合の効率的な ROM の作成方法について示す。

キーワード：ROM, 特異値分解, 過酷事故解析, RELAP5/SCDAPSIM, 全交流電源喪失

1. 緒言：確率的安全余裕評価に向けて、RELAP5/SCDAPSIM の事故進展結果を推定する ROM を開発している[1]。ROM の特徴は、複数の事故進展結果に対して特異値分解を施すことで、代表的な傾向を抽出してモデル化することである。実現象において、不確かさを考慮すべき入力パラメータは複数存在する。この不確かさによる影響を ROM で再現するためには、考慮する入力パラメータが増えるに従い、ROM を構築する RELAP5/SCDAPSIM のデータ数を増加させる必要がある。ROM の目的は、ある条件での炉心状態を高速に判断することである。従って、RELAP5/SCDAPSIM のデータ数の増加を抑えるために、炉心状態が変化する炉心損傷境界付近でデータを取ることが望ましい。そこで、ROM で推定される炉心損傷境界に着目し、少ないデータ数で ROM を構築する効率的なデータサンプリング法を開発した。

2. 解析：入力パラメータの摂動範囲は、 $T_{down}$ : 600 – 1800 [s],  $T_{restart}$ : 900 – 8200 [s],  $F_T$ : 0.8 – 1.2 [-]とした。ROM で推定するパラメータは、最高被覆管温度 (PCT) とした。効率的なデータサンプリングのアルゴリズムについて述べる。①入力パラメータの最大及び最小値を RELAP5/SCDAPSIM で解析した。これらの結果において、炉心が健全と損傷状態の結果を含むようにした。②得られた時系列データを用いて、ROM を作成した。③ $T_{down}$ を 31 分割、 $F_T$ を 5 分割し、これら全ての組み合わせにおいて、PCT を推定する ROM で、炉心損傷判断基準 (PCT= 1200°C) に一致する $T_{restart}$ を求めて、炉心損傷境界とした。④この炉心損傷境界の点のうち、既に解析した RELAP5/SCDAPSIM の入力パラメータから最も離れた順に 12 点サンプリングした。⑤この 12 点を RELAP5/SCDAPSIM で解析した。⑥ROM を構築するデータとして、この 12 点の解析結果を追加した。以後、②から⑥の操作を繰り返すことで、RELAP5/SCDAPSIM の解析結果を推定する ROM を作成した。

3. 結果・考察：図 1 に、反復 10 回目における ROM を構築したデータ点と推定される炉心損傷境界上の点を示す。RELAP5/SCDAPSIM で解析されたデータ点が、推定される炉心損傷境界付近に位置していることが分かる。これは、RELAP5/SCDAPSIM で解析される炉心損傷境界付近の情報を効率よくサンプリングできていることを示している。炉心損傷境界の情報を用いない場合、入力パラメータの摂動範囲内で大量にサンプリングする必要があり、本手法に比べ、大幅に計算コストが増加する。

## 参考文献

[1] M. Matsushita, T. Endo, A. Yamamoto, “Surrogate Model of Severe Accident

Analysis Code for SBO Aiming Probabilistic Safety Margin Analysis,” Trans. Am. Nucl. Soc., **119**, pp.900-903 (2018).

\* Masaki MATSUSHITA, Tomohiro ENDO, Akio YAMAMOTO

Nagoya Univ..

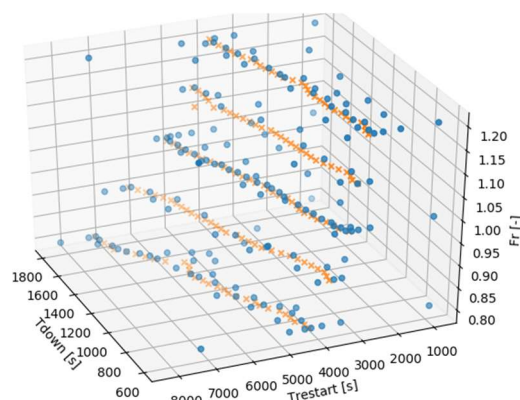


図 1：反復 10 回目におけるデータ点 (○) と推定される炉心損傷境界 (×, 155 点)