

## 多次元非均質輸送計算におけるデータ駆動型 POD 動特性計算手法

Data-driven based POD Kinetic Calculation Method in a Multidimensional Heterogeneous Transport Calculations

\*寺谷 俊哉<sup>1</sup>, 辻田浩介<sup>2</sup>, 遠藤 知弘<sup>1</sup>, 山本 章夫<sup>1</sup>

<sup>1</sup>名大,<sup>2</sup>原子力エンジ

多次元非均質体系の輸送計算に適用可能な、データ駆動型 POD 動特性計算手法を新たに考案した。提案手法では、粗いタイムステップの圧縮係数行列を線形内挿して詳細タイムステップの圧縮係数行列を評価することで効率化を図っている。C5G7-TD ベンチマーク問題を対象として提案手法の有効性について検証した。

**キーワード:** 固有直交分解、中性子輸送計算、データ駆動型、動特性計算

**1. 緒言** 中性子輸送計算における計算コストの削減を目的として、固有直交分解(Proper Orthogonal Decomposition, POD)の活用に注目している。先行研究[1]では、中性子輸送計算に対して POD を適用する方法として、データ駆動型 POD 固有値計算手法を提案した。本研究では、先行研究[1]で考案したデータ駆動型の手法を動特性計算に対して適用することで、高精度かつ高速な POD 動特性計算手法の開発を試みた。

**2. 提案手法** ①粗いタイムステップの動特性計算を実施し、中性子束・中性子源・生成反応率に関する教師データをそれぞれ準備する。②教師データを特異値分解することにより中性子束・中性子源・生成反応率に対する POD 基底を評価する。③粗いタイムステップの代表点において、外部中性子源として各次数の中性子源 POD 基底を与えた定常状態の固定源計算を実施する。④得られた計算結果に対してデータ駆動型の方法論[1]を適用し各代表点における漏洩項圧縮係数行列を推定し、時間変数に対して予めテーブル化する。⑤動特性計算で必要となる漏洩項以外の係数行列についても、POD 基底を左右からかけて次元削減した上で予めテーブル化する。⑥時間離散化誤差を低減するため、詳細タイムステップの POD 動特性計算を実施する。

ここで、テーブル化された圧縮係数行列を線形内挿することで、POD 動特性計算時に必要となる圧縮係数行列を効率良く推定する。⑦得られた中性子束の POD 展開係数と POD 基底に基づいて、詳細メッシュ単位の中性子束分布を再構成する。

**3. 検証結果** C5G7-TD ベンチマーク問題のうち TD1-1 を対象として、提案手法の有効性について検証した。解析時間範囲のうち  $t = 0.0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0, 6.5, 10.0$  s の合計 8 点について、粗いタイムステップの詳細メッシュ動特性計算を実施し、教師データを準備した。POD 動特性計算時に使用した POD 基底数は 4 つとした。参照解(MOC 輸送計算、完全陰解法)と同じ詳細タイムステップ( $t = 0.01$  s)で POD 動特性計算を実施し、参照解との差異を調べた。中性子束の相対平均二乗誤差(rRMSE)及び炉心全出力相対差異の時間変化を図 1 に、 $t = 1.0$  s における出力分布の相対差異を図 2 に示す。図 1, 2 より、炉心全出力相対差異、rRMSE ならびに出力分布の相対差異は 0.1% 未満であり、提案手法により高精度で計算できることを確認した。さらに、提案手法の場合、前準備(粗いタイムステップの動特性計算)も含めた上で、参照解と比べて計算時間を約 27 倍高速化できた。

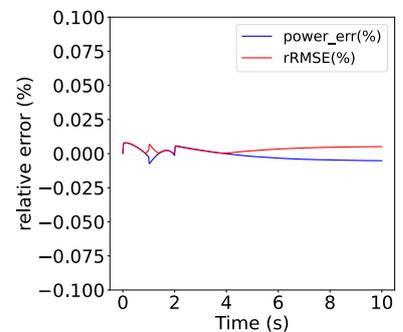


図 1 炉心全出力相対差異(%)と rRMSE(%)の時間変化

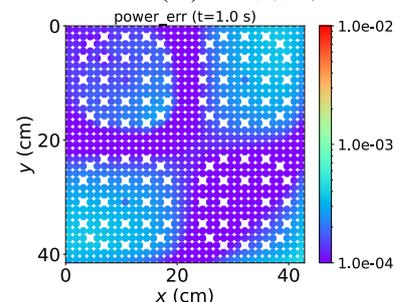


図 2  $t = 1.0$  s における出力分布の相対差異(%)

**参考文献** [1] 寺谷 俊哉 他, AESJ2024 秋の大会, 1D13, 東北大学川内北キャンパス (2024).

\*Shunya Teratani<sup>1</sup>, Kosuke Tsujita<sup>2</sup>, Tomohiro Endo<sup>1</sup> and Akio Yamamoto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Nagoya Univ., <sup>2</sup>NEL