

軽水炉におけるスペクトル履歴補正の合理化に関する検討

Study on rationalization of spectrum history correction in light water reactors

*稲垣優也¹, 千葉豪¹, 山本健士², 小玉泰寛², 兵頭秀昭², 長野浩明²

¹ 北大, ² 原燃工

燃焼中のスペクトル履歴の変動が核種の数密度を通じて炉心計算における少数群定数に与える影響を合理的に評価する為に基準条件に対する数密度の相対変動に固有直交分解 (POD) を用いてデータの圧縮を試みた。

キーワード : スペクトル履歴補正、固有直交分解 (POD)

1. 背景・目的 PWR の三次元全炉心燃焼計算において、炉心を構成する燃料媒質中の全ての核種の数密度を追跡することは、計算量が膨大となり現実的とは言えない。そこで、一般的には、マイクロ燃焼補正を伴ったマクロ燃焼モデルが採用される。このモデルでは、炉心を構成する燃料媒質の少数群定数について、燃料温度や減速材密度といったパラメータにおける設計条件と基準条件との差異の影響を補正として考慮する。着目する時間点より以前の燃焼条件が基準条件と異なることが、着目時間点での核種数密度を介して燃料媒質の少数群均質定数に及ぼす影響はスペクトル履歴 (SH) 効果として知られている。SH 効果を取扱う手法として重要な核種の数密度の基準値に対する変動量を指標とする方法 (数密度ブランチと呼称する) がある。本研究では、計算精度向上のために数密度ブランチとして考慮する核種数を増加させることを想定した場合、これを合理的に考慮するための方法について検討を行った。

2. 手法 数密度ブランチによる SH 効果の考慮をより合理的に行うため、固有直交分解 (POD) を適用した。試計算として、燃料ピンセルについて、燃料温度、冷却材温度、冷却材ボロン濃度、線出力、冷却期間にランダムな変動を与えた 100 ケースの条件で燃焼計算を行い、数密度ブランチとして考慮することを想定した 11 核種の数密度について、基準値に対する相対変動の snapshot を得た。その後、これに基づいて POD を適用し、少数の POD 基底ベクトルにより数密度変動を再構成し、数密度変動に対する次元圧縮を試みた。

3. 結果・考察 図 1 に少数個の POD 基底ベクトルにより再構成した 40GWD/t 時点での Pu-240 の数密度変動の結果を示すが、3 次元程度の POD 基底空間で参照値を良好に再現していることが分かる。同様に、40GWD/t 時点での 11 核種の数密度相対変動の再現誤差を図 2 に示す。POD 基底空間の次元数の増加に伴う再現誤差の減少は比較的緩やかであり、このような問題においては、POD による大幅な次元圧縮効果はないものの、一定の効果があることが確認された。

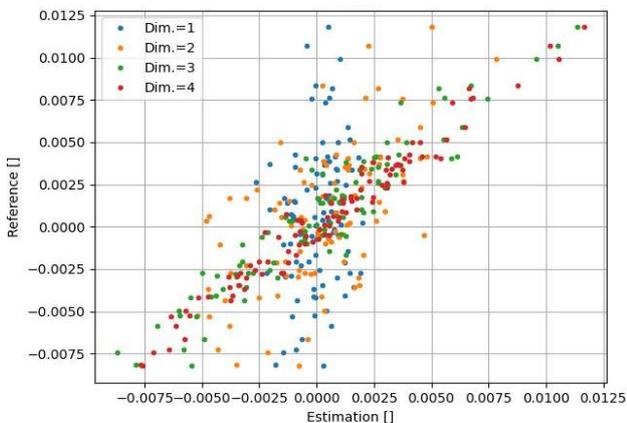


図 1 再構成した Pu-240 の数密度変動

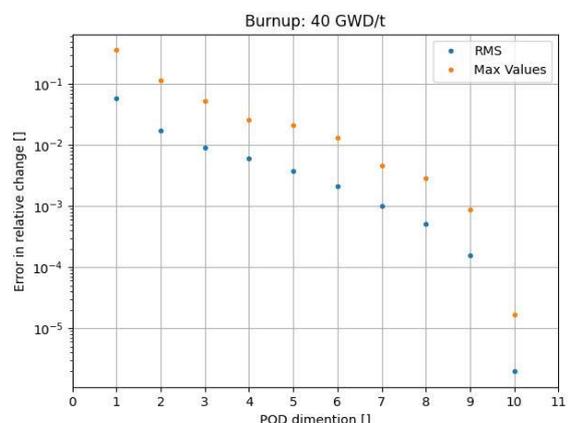


図 2 数密度相対変動の再現誤差

* Yuya Inagaki¹, Go Chiba¹, Kento Yamamoto², Yasuhiro Kodama², Hideaki Hyodo², Hiroaki Nagano²

¹ Hokkaido University, ² Nuclear Fuel Industries