特異値分解による数値的な基底関数を用いた関数展開タリー法の開発
（2）一次元全炉心体系への適用

Development of the Functional Expansion Tally Method Expanded by Numerical Basis Functions Extracted by Singular Value Decomposition

(2) Application to One-Dimensional Whole Core Geometry

*近藤　諒一 [1]，長家　康展 [1]

[1]JAEA

数値的な基底関数を用いた関数展開タリー法を一次元全炉心体系での多群モンテカルロ計算に適用した。提案手法を用いることで従来法よりも低次の展開で高い精度が得られることを確認した。

キーワード：関数展開タリー、モンテカルロ計算、特異値分解、数値的な基底関数、全炉心計算

1. 緒言: モンテカルロ輸送計算において、数値的な基底関数を用いた関数展開タリー法(FET 法)を開発している。今回は、一次元全炉心体系において数値的な基底関数を用いた FET 法を適用し、大規模体系に対する本手法の適用性を確認した。

2. 計算条件: 計算体系は図 1 に示す 2 種類の集合体からなる一次元全炉心体系である[1] 。エネルギー7 群の多群モンテカルロ計算を行い、空間中性子束分布を計算した。FET 法を用いた計算では、数値的な基底関数またはルジャンドル多項式を集合体ごとの中性子束分布に適用した。単一集合体の境界で異なるアルベド値(0.0, 1.0, … , 1.0)を与えた複数の条件において中性子束分布を計算し、それらを特異値分解することで数値的な基底関数を作成した。単一集合体の計算には決定論的手法を用いた。GMVP で計算した幅 0.05 cm のビン平均中性子束(炉心内を 1,920 等分割)を参照解とした。

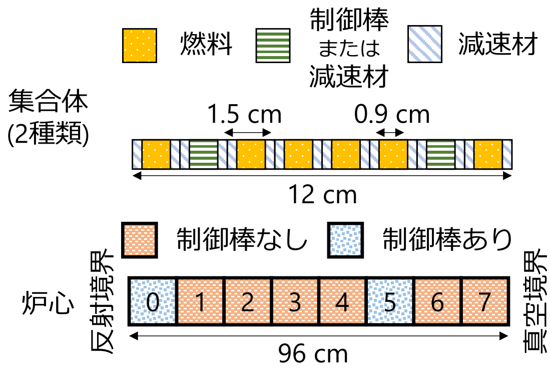

図 1 計算体系[1] (炉心内番号は集合体のインデックス)

3. 計算結果: 参照解と同様のビンにおいて FET 法で得られた連続分布からビン平均中性子束を計算し、集合体ごとに二乗平均平方根誤差(RMSE)を求めた。図 2 から集合体 2 では数値的な基底関数で 6 次まで展開したときの精度がルジャンドル多項式で 79 まで展開したものと同等であり、低次の展開で高い精度が得られている。一方で、表 1 から、制御棒ありの集合体では精度が低下することが確認された。なお、数値的な基底関数を用いた場合に高次の展開で精度が低下する問題については、基底関数の離散化が影響していることを確認している。

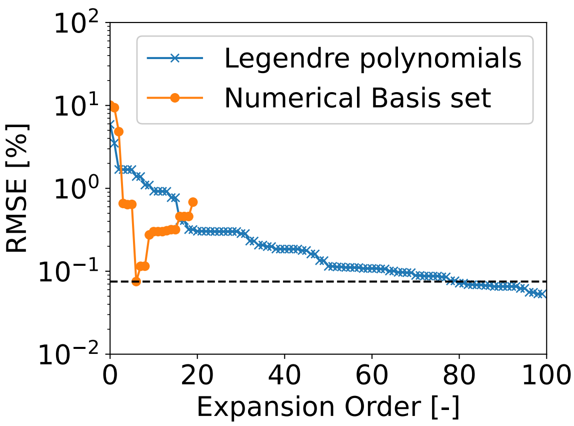

図 2 集合体 2 の展開次数に対する RMSE

表 1 数値的な基底関数で RMSE が最小値をとる次数と同等の精度をとるルジャンドル展開の次数

集合体の位置	0	1	2	3	4	5	6	7
数値的な基底関数の場合	7	6	6	6	6	7	6	6
ルジャンドル多項式の場合	39	61	79	77	57	39	71	49

参考文献

[1] Ito M, et al. Proc PHYSOR 2022; 2022 May 15–20; Pittsburgh, PA. p. 503-512.

* Ryoichi Kondo[1] and Yasunobu Nagaya[1]

[1]JAEA