

# Reduced Order Model に基づくエネルギー展開基底を用いた共鳴計算

## (2) 検証計算

A Resonance Calculation Method using Energy Expansion Bases based on Reduced Order Model

(2) Verification calculations

山本 章夫<sup>1</sup>, 遠藤 知弘<sup>1</sup>, 竹田 敏<sup>2</sup>, \*小池 啓基<sup>3</sup>, 山路 和也<sup>3</sup>, 左藤 大介<sup>3</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学, <sup>2</sup>大阪大学, <sup>3</sup>三菱重工

低ランク近似を用いた reduced order model で超多群スペクトルを表し、これをエネルギー的な展開基底として用いる共鳴計算の理論の妥当性を確認するため、検証計算を行った。

**キーワード**：共鳴計算、Reduced order model, 低ランク近似、超多群スペクトル

### 1. 特異値と直交基底

<sup>238</sup>Uのみからなる均質体系を想定し、6.16–7.52 eV 及び 1.51–2.03 keV のエネルギー範囲において、バックグラウンド断面積を 0.001, 1.0, 10.0, 30.0, 100.0, 300.0, 1.0e3, 3.0e3, 1.0e4, 3.0e4, 1.0e5, 1.0e6, 1.0e10 barn の範囲で変化させ、NR 近似に基づき超多群スペクトルを計算した。温度は 293K に固定し、各エネルギー範囲を 1000 等分する形で特異値分解により直交基底を計算した。なお、超多群断面積は FRENDDY[1]で作成した ACE 形式の断面積を用いた。図 1 と図 2 に 6.16–7.52 eV に対する特異値と直交基底を示す。特異値は指数関数的に小さくなっており、低ランク近似が有効に適用できることが示唆されている。

### 2.2 領域非均質体系

左 0.5cm は <sup>238</sup>U のみ、右 0.5cm は <sup>235</sup>U のみからなる厚さ 1.0cm の平板を想定した。原子数密度は、いずれの領域も 0.02 [1/barn/cm]である。この平板に対し、左からエネルギー的に一般的な角度中性子束を与え、MOC により展開係数の空間変化を計算し、この結果を用いて平板内における 6.16–7.52 eV の微視的実効全断面積を計算した。この際、NR 近似に基づくエネルギー的に一定な中性子源を平板内に仮定した。直交基底は、<sup>235</sup>U 及び <sup>238</sup>U 両者の超多群スペクトルを考慮して作成した。結果を図 3 に示すが、展開基底の数を増やすことにより、実効断面積の空間依存性を再現できている。この問題は、<sup>238</sup>U と <sup>235</sup>U の超多群スペクトルが干渉するため、従来の多群法あるいはサブグループ法では計算が困難な問題である。なお、展開係数の空間依存性を考慮する場合、指数行列を計算する必要がある、これが本手法の計算効率上の課題となり得る。

### 参考文献

[1] K. Tada, Y. Nagaya, S. Kunieda, K. Suyama, and T. Fukahori, *J. Nucl. Sci. Technol.*, **54**, pp. 806-817 (2017).

Akio Yamamoto<sup>1</sup>, Tomohiro Endo<sup>1</sup>, Satoshi Takeda<sup>2</sup>, \*Hiroki Koike<sup>3</sup>, Kazuya Yamaji<sup>3</sup>, Daisuke Sato<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Nagoya Univ., <sup>2</sup>Osaka Univ., <sup>3</sup>Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.

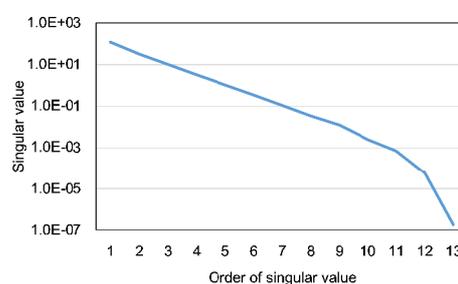


Fig.1 特異値

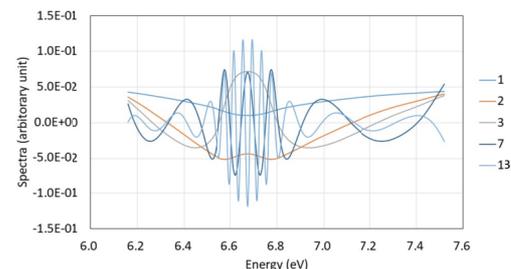


Fig.2 直交基底(凡例は特異値の大きさに対応)

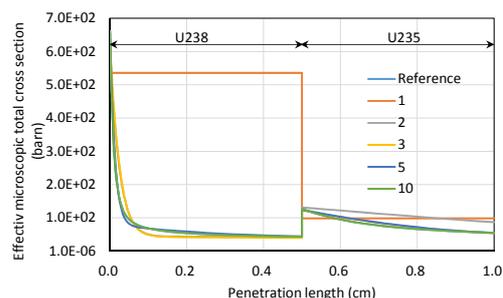


Fig.3 実効断面積の空間依存性(凡例は考慮した基底数)