

多群中性子減速計算のためのエネルギー群構造に関する検討

Study on energy group structure for neutron slowing-down calculations

*小嶋 敦志¹, 千葉 豪¹

¹北海道大学

空間依存性を考慮しない中性子減速問題を対象として、縮約誤差を最小限に抑える少数群を生成するアルゴリズムを考案し、その精度を検討した。

キーワード：エネルギー群構造, エネルギー縮約, 中性子減速計算

1. 背景 原子炉の炉心設計では、膨大なケースについて高速かつ高精度な計算を行う必要がある。計算時間を短縮するために用いられるのがエネルギー縮約である。しかしながら、少数群への縮約の際に誤差が生じる。その縮約誤差を低減するためには、少数群の群構造を適切なものとする必要がある。本研究では最適な群構造を自動生成するアルゴリズムの開発を目的とする。

2. 最適化手法 本研究では、空間依存性を考えない中性子の減速問題を対象とした。この場合、詳細群の減速計算で得られた中性子スペクトルを用いて縮約を行えば、縮約誤差は生じない。この性質を利用して、正しい重みスペクトルを用いて縮約を行った少数群計算の結果に対する、誤差を持ったスペクトルを用いて縮約を行った少数群計算の結果における差異を縮約誤差とした。まず、詳細群断面にランダムに変動を加えて減速計算を行い、中性子スペクトルを得る。この操作を複数回繰り返し、異なる誤差を持ったスペクトルを複数用意する。次に、少数群構造の初期値として、高速群と熱群に分割した2群構造を考える。少数群への縮約において、誤差を持った中性子スペクトルで縮約を行った際に生じる k -inf の誤差を、摂動理論を用いることで、少数群毎に評価する。すべてのランダムに生成したスペクトルを用いて縮約を行い、縮約誤差の標準偏差が最も大きい少数群を特定し、その群について群分割を行うものとする。次に、選ばれた少数群の中に含まれる個々の詳細群境界を一つずつ新しい少数群境界と見做して、すべてのスペクトルを用いて縮約を行い、全体の縮約誤差の標準偏差が最も小さくなる群境界を特定し、新たな群境界として少数群に追加する。この操作を繰り返すことで、任意の群数をもつ最適群構造を得る。

3. 結果 上述したアルゴリズムを用いて、軽水炉の燃料ピンセルについて体積重みで均質化した複数の媒質のそれぞれに対して少数群構造を探索した。UO₂ 燃料と、Pu 同位体組成の異なる3つのMOX燃料とし、そのうちの1つについてはPu富化度が異なる3種類のものを考えた。それぞれの媒質について1334群から361群への縮約で得た最適群構造を図1に示す。これより、MOX燃料ではUO₂燃料に比べて1eV付近で群が区切られており、その結果、高エネルギー領域での分割が粗くなっていることが分かる。

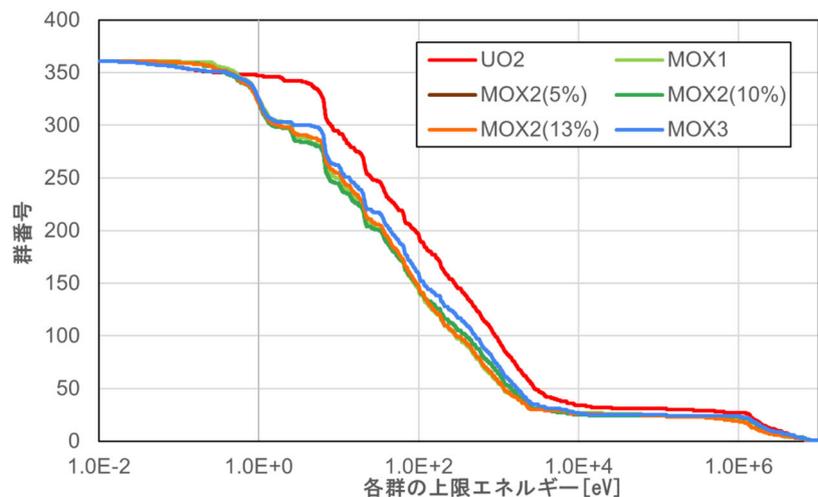


図1 燃料媒質ごとの最適少数群構造の比較

* Atsushi Kojima¹, Go Chiba¹

¹ Hokkaido University