

Method of Characteristics における Coarse Mesh Finite Difference 加速法の収束性に関する研究

名古屋大学工学部物理工学科 量子エネルギー工学コース 山本章夫研究室 大島吉貴

1. 緒言

精密な中性子輸送計算手法である Method of Characteristics(MOC)には、その収束を加速するため粗メッシュでの計算を用いる非線形収束加速法、Coarse Mesh Finite Difference(CMFD)加速法が適用される。CMFD 加速法では以下の4パラメータを非線形的に収束させる: 1)MOC における詳細メッシュの中性子束分布(FFRFlux)、2)CMFD 加速法における粗メッシュの中性子束分布(CMDFLFlux)、3)粗メッシュの均質化断面積(HXS)、4)粗メッシュの中性子流補正係数(CCF)。CMFD 加速法の収束性は線形化フーリエ解析によって評価されてきた。しかし従来手法では一群無限均質体系を仮定するため反復による HXS の収束を扱っていない上に、各パラメータの収束性の寄与を評価できない。そこで本研究では、現実的な解析体系である多群非均質体系での数値計算を行うことで、HXS を含めた4つのパラメータの収束性が CMFD 加速法全体の収束性に与える影響を定量的に評価した。

2. 解析手法

一部のパラメータを収束値に固定した MOC・CMFD 計算を行い、収束に要する外部反復回数を比較することで評価を行った。収束値は事前に行った通常の MOC・CMFD 計算から求めた。あるパラメータを収束値に固定した計算の外部反復回数が通常計算に比べ減少すれば、そのパラメータの収束が CMFD 加速法全体の収束に寄与していると考えられる。また、CMFD 加速法では粗メッシュ幅が大きいほど収束性が悪化する。そこで、粗メッシュ幅 1.26 cm と 21.42 cm の2パターンで計算を行い、粗メッシュ幅の変化による収束性の変化を確認した。図1に示す多群非均質炉心体系 KAIST-2A ベンチマークを計算体系とし、MOC 計算コード GENESIS を用いて計算を行った。

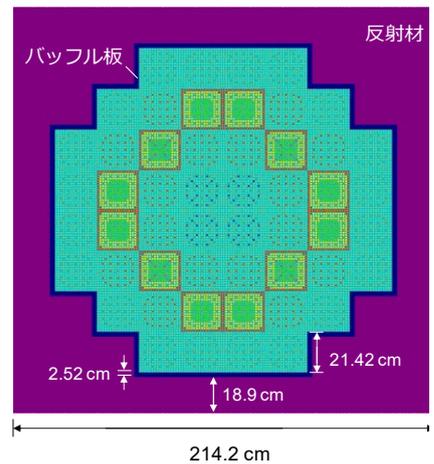


図1: KAIST-2A ベンチマーク

3. 結果・考察

図2に通常計算 (Base) に対する相対的な外部反復回数を示す。粗メッシュ幅 1.26 cm と 21.42 cm での Base の外部反復回数はそれぞれ 10 回と 151 回だった。計算結果から以下のことが分かった: 1)HXS の収束は計算全体の収束にほぼ影響がなく、従来の線形化フーリエ解析で HXS の収束を扱っていないことは妥当である、2)粗メッシュ幅が小さい場合は FFRFlux の影響が最も大きく次いで CCF の影響が大きい、また CMDFLFlux の影響は CCF とほぼ等しい、3)粗メッシュ幅が大きい場合は FFRFlux が支配的であり他パラメータの影響はほとんどない。

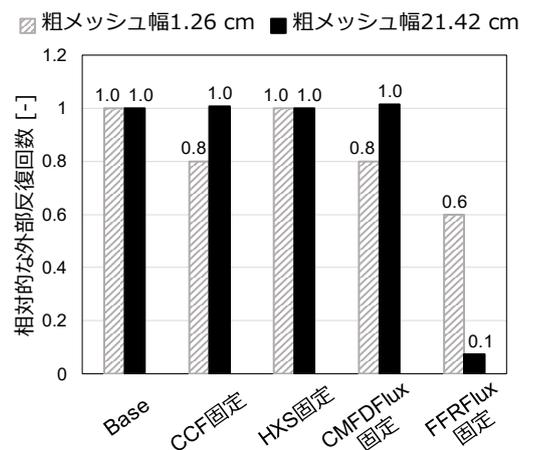


図2: 各パラメータを固定した際の相対的な外部反復回数の変化

公刊論文: Y. Oshima, T. Endo, A. Yamamoto et al., *Nucl. Sci. Eng.*, DOI:10.1080/00295639.2020.1722512 (2020).

口頭発表: [1]大島吉貴, 遠藤知弘, 山本章夫, 日本原子力学会 2019 年秋の大会, 富山大学, 9月 11-13日 (2019).

[2]Y. Oshima, T. Endo, A. Yamamoto, *Proc. RPHA19*, Osaka, Dec. 2-3 (2019).

[3]大島吉貴, 遠藤知弘, 山本章夫 他, 第 51 回日本原子力学会中部支部研究発表会, 名古屋大学, 12月 10-11日 (2019).