ACMFD 加速法における平坦中性子束近似と収束性の関係

Impact of Flat Flux Approximation on Convergence Performance of ACMFD Acceleration

*大島 吉貴 [1], 遠藤 知弘 [1], 山本 章夫 [1]
[1] 名古屋大学

Analytic CMFD(ACMFD)加速法における平坦中性子束近似(FFA)と収束性の関係を、数値計算および線形化フーリエ解析により検証し、FFA 適用 ACMFD 加速が光学距離に依らず数値的安定であることを明らかにした。

キーワード：ACMFD 加速法，平坦中性子束近似，線形化フーリエ解析，収束性，MOC

1. 緒言 ACMFD 加速法[1]では、拡散方程式の解析解から導出された中性子流差分式を用いて加速計算を行う。このとき拡散方程式の解析解は、FFA の有無、すなわち自群散乱源を明示的に扱うか否かに依らず、導出可能である（式(1), (2)）。そこで、FFA 適用/未適用の ACMFD 加速法による数値計算をそれぞれ実施し、得られた数値的スペクトル半径を比較した。

$$-D\nabla^2\phi(x) + \Sigma_t\phi(x) = \Sigma_s\bar{\phi} + q \qquad \text{(with FFA)} \qquad (1)$$

$$-D\nabla^2\phi(x) + \Sigma_r\phi(x) = -D\nabla^2\phi(x) + (\Sigma_t - \Sigma_s)\phi(x) = q \qquad \text{(without FFA)} \qquad (2)$$

同様に、線形化フーリエ解析による解析的なスペクトル半径を評価した。線形化フーリエ解析は、基礎方程式を解析解近傍で線形化・フーリエ展開し、エラーモードベクトルに関する固有値方程式に変形することで、解析的なスペクトル半径を計算する収束性解析手法である。これら数値的および解析的スペクトル半径が一致するか確認するとともに、FFA が収束性に及ぼす影響を定量的に評価した。

2. 計算条件 数値計算と線形化フーリエ解析ともに 1 群 1 次元均質平板体系を計算体系とした。S64(step characteristics)固定源計算，粗メッシュ内の詳細メッシュ数$p = 1, 4$，散乱比$c = 0.99$として、粗メッシュ光学距離を 0.01 から 100 まで変化させ数値計算・線形化フーリエ解析を実施した。数値計算では外部反復間の中性子束相対差異から、線形化フーリエ解析では固有値方程式における最大固有値の絶対値からスペクトル半径をそれぞれ評価した。また、収束性安定化手法（AGD における拡散係数D^{AGD}，実効的な拡散係数D^{Eff}）適用および未適用(通常の拡散係数D^{Conv})の CMFD 加速法についても数値計算・線形化フーリエ解析でスペクトル半径を評価し、ACMFD 加速と比較した。

3. 数値計算・線形化フーリエ解析の結果

数値計算および線形化フーリエ解析で得られたスペクトル半径は概ね一致した（図 1）。FFA 未適用の ACMFD 加速法は、従来 CMFD 加速法(D^{Conv})同様の数値的不安定性を示した。一方で、FFA 適用 ACMFD 加速法は、安定化手法を適用した CMFD 加速法（D^{AGD}, D^{Eff}）同様に、光学距離に依存せず数値的安定となることを示した。また、p, cを変化させても同様の結果が得られた。ACMFD 加速法の収束性の差異は、FFA 適用有無による拡散係数値の差異に起因する。

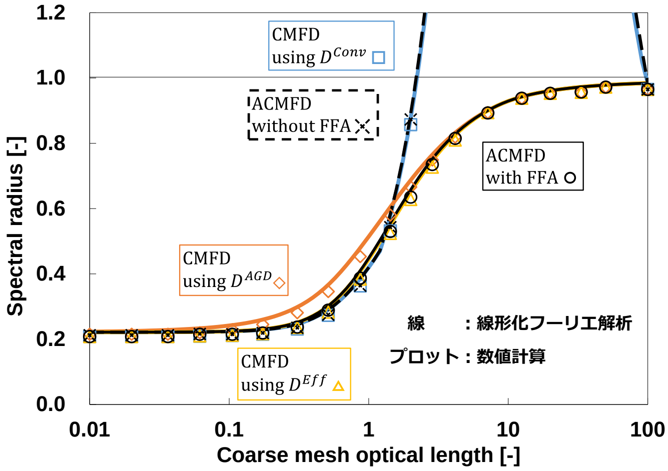

図 1：光学距離とスペクトル半径の関係($p = 4, c = 0.99$)

今後は、多次元非均質炉心体系や Linear Source MOC への ACMFD 加速法の適用および収束性評価を行う。

参考文献 [1] Y. A. Chao, *Proc. M&C1999*, Madrid, Spain, pp.117–126 (1999).

*Yoshiki Oshima[1], Tomohiro Endo[1] and Akio Yamamoto[1]

[1]Nagoya Univ.