

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 14527 号
------	---------------

氏 名 辻田 浩介

論 文 題 目

Improvement of Computational Efficiency for Time-dependent
Transport Calculations using Method of Characteristics
(キャラクターリスティクス法を用いた時間依存輸送計算の効率改善)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	工学研究科	教授	山本 章夫
委員	名古屋大学	工学研究科	教授	辻 義之
委員	名古屋大学	工学研究科	准教授	遠藤 知弘
委員	長岡技術科学大学	工学研究科	准教授	竹澤 宏樹

論文審査の結果の要旨

辻田浩介君提出の論文「Improvement of Computational Efficiency for Time-dependent Transport Calculations using Method of Characteristics (キャラクターリスティクス法を用いた時間依存輸送計算の効率改善)」は、Characteristics法を用いた時間依存非均質輸送計算の計算効率の改善に関する研究を実施したものであり、全5章より構成されている。各章の概要は以下の通りである。

第1章では、本研究に至る背景及び目的を述べている。事故時の安全評価における安全余裕の定量化等の観点で重要となるCharacteristics法を用いた時間依存輸送計算の計算コストに関する課題を示し、その適用対象の拡大には大幅な計算効率の改善が必要であることを示した。

第2章では、Multigrid Amplitude Function (MAF) 法及びLinear source近似法を活用した時間依存中性子輸送計算の高速化に関する研究成果を述べている。本研究では、空間離散化誤差を低減し計算効率の向上を図るため、時間離散化にMAF法、空間離散化に領域内での中性子束の勾配を考慮するLinear source近似法を適用した計算スキームを開発した。空間的非均質性が極めて高いC5G7-TD 2次元ベンチマーク問題を対象に提案手法の検証を実施し、従来法と比較して約6.2倍の高速化を実現した。ただし、実時間性が要求されるアプリケーションでの活用は本手法をもってしても依然として困難であったことから、第3章、第4章では実時間解析にも適用可能な計算モデルの構築について検討した。

第3章では、Proper Orthogonal Decomposition (POD) の時間依存拡散計算に対する適用に関する研究成果を述べている。本研究では、動特性計算で得られた中性子束分布の相対的な形状が粗タイムステップの動特性計算から十分精度良く推定可能であることに着目し、粗タイムステップの動特性計算から過渡時に励起される高次モードの中性子束分布を精度良く表現可能な直交基底を構築できることを示した。また、PODの適用により動特性計算自体については従来法の約100倍の高速化を実現し、PODが実時間性を要求されるアプリケーションに対しても極めて有効なアプローチであることを示した。

第4章では、Characteristics法を用いた時間依存中性子輸送計算に対するPODの適用に関する研究成果を述べている。本研究では、Characteristics法で求めた非均質領域間の正味の中性子流と中性子束分布から、Characteristics法における中性子バランスと等価となる拡散方程式を再構成し、当該拡散方程式に対してPODを適用した。C5G7-TD 2次元ベンチマーク問題での検証では、提案手法はCharacteristics法と同等の計算精度を保ちつつ、約5000~6000倍の高速演算を実現した。本検証における本手法の1ステップあたりの計算時間は約数ミリ秒であり、実時間性が要求されるアプリケーションにも本手法を十分適用できることを示した。

第5章は、第1章から第4章の要約を示すとともに、各章で得られた成果と今後の展望について述べている。

以上のように、本論文はCharacteristics法を用いた時間依存中性子輸送計算において、計算コストに関する課題を解決できる手法を開発した。本研究にて新たに開発した手法は、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって本論文の提出者である辻田浩介君は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判断した。