

論文審査の結果の要旨および担当者

| | |
|------|---------------|
| 報告番号 | ※ 甲 第 11649 号 |
|------|---------------|

氏 名 田 渕 将 人

論 文 題 目

IMPROVEMENT OF NUMERICAL STABILITY AND
CALCULATION EFFICIENCY IN THE METHOD OF
CHARACTERISTICS BASED ON THEORETICAL
APPROACHES

(理論的アプローチに基づくキャラクタースティックス法の数値安定
性及び計算効率の改善)

論文審査担当者

| | | | |
|----|-------|----|-------|
| 主査 | 名古屋大学 | 教授 | 山本 章夫 |
| 委員 | 名古屋大学 | 教授 | 瓜谷 章 |
| 委員 | 名古屋大学 | 教授 | 辻 義之 |
| 委員 | 大阪大学 | 教授 | 北田 孝典 |

論文審査の結果の要旨

田淵将人君提出の論文「IMPROVEMENT OF NUMERICAL STABILITY AND CALCULATION EFFICIENCY IN THE METHOD OF CHARACTERISTICS BASED ON THEORETICAL APPROACHES (理論的アプローチに基づくキャラクタリスティックス法の数値安定性及び計算効率の改善)」は、原子力発電の安全性向上及び原子燃料の有効利用に資することを目的として、商業用軽水炉の炉心管理において重要な核計算手法であるMethod of Characteristics (MOC)の高度化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章では本論文の導入として、研究の背景及び目的等について述べている。本研究の目的は、MOCの数値安定性及び計算効率の改善により、炉心管理における炉心核計算の高度化を通じて、原子力発電の安全性及び原子燃料の有効利用に資することである。

第2章では、MOCの数値安定性の改善について述べている。本章では、輸送補正適用時の収束性悪化について理論的に調査し、その原因が負の自群散乱断面積であることを初めて突き止めた。また、既存の収束性改善手法であるSOR法に着目し、最適加速因子を求めるための式を解析的に導出した。これにより、収束が困難な条件に対しても安定して収束解が得られるようになり、MOCにおける輸送補正適用時の収束性悪化の問題を解決した。

第3章では、透過確率の保存によるMOCの計算効率の改善について述べている。本章では、セグメント内の線長分布を線形と仮定することで、大幅な計算負荷の増加なく透過確率を保存可能な手法を開発した。検証計算の結果、従来手法において参照解との差異が急激に拡大する粗いレイトレース条件であっても、新手法では安定して参照解との良好な一致が見られ、計算時間を60%程度低減できることを確認した。以上の結果から、本章にて考案した手法によりMOCの計算効率改善を達成したことを確認した。

第4章では、等価因子法によるMOCの計算効率の改善について述べている。本章では、等価因子法を活用した燃焼計算スキームを考案し、それによる離散化誤差低減を検討した。従来の等価因子法であるSPH法に基づいて本計算スキームを適用すると、燃焼など全断面積及び中性子源が大きく変化する条件下では、離散化誤差低減が困難であることを理論的に明らかにした。そこで、本章では上記の計算スキームにおいて離散化誤差の発生を抑えられる新手法を考案した。検証計算の結果、十分な計算精度を得るための計算時間は、従来のMOCと比較し3分の1以下に短縮できることを確認した。以上の結果から、本章にて考案した手法によりMOCの計算効率の改善を達成したことを確認した。

第5章は結論であり、本研究の成果と意義、その有効性について述べている。

以上のように、本論文はMOCにおける数値安定性及び計算効率上のいくつかの問題点を解決した。また、本研究にて新たに開発した手法はいずれも実際の炉心管理への実用性が高く、商業用軽水炉の炉心管理への十分な適用性を有することを明らかにしており、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田淵将人君は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判断した。