



Title	軽水炉炉心計算におけるキャラクタリスティクス法に基づく効率的輸送計算手法の開発とその応用
Author(s)	小坂, 進矢
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45908
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名 小 坂 進 矢

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 9 5 2 5 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 17 年 3 月 25 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第 4 条第 1 項該当

工学研究科原子力工学専攻

学 位 論 文 名 軽水炉炉心計算におけるキャラクタリスティクス法に基づく効率的輸送
計算手法の開発とその応用

論 文 審 査 委 員 (主査)

教 授 竹田 敏一

(副査)

教 授 堀池 寛 教 授 山中 伸介

論 文 内 容 の 要 旨

本研究は、実機軽水炉の炉心計算において炉心の幾何形状を詳細に取り扱える Characteristics 輸送計算法に基づいた決定論的解法による高精度な炉心解析を実現するための、効率的・実践的計算手法の研究開発を目的として実施された。

計算機性能の発達した今日においても、実機軽水炉規模の炉心体系における Characteristics 法による非均質詳細輸送計算は、二次元体系を対象とした場合であっても計算機容量および計算時間の面で容易ではない。そこで本研究では、実機軽水炉の燃料集合体装荷配列における幾何形状の周期性に着目し、Characteristics 輸送計算を効率的に実施できる中性子パス結合法を考案することにより、炉心解析に必要な計算機容量を大幅に削減した詳細輸送炉心計算手法の開発に成功した。その結果、実機軽水炉規模の炉心体系における二次元 Characteristics 輸送炉心計算を世界に先駆けて実現している。また計算時間に関しては、Coarse mesh rebalance 法など加速法の適用と、並列計算技術の導入により大規模炉心解析に対しても実用に十分耐えうる計算速度を達成することができた。

本研究で開発された二次元 Characteristics 輸送計算コードは、国際輸送ベンチマーク解析や臨界実験測定解析および実機 PWR 炉心解析を通じ、非常に高精度な炉心解析を実施できることが検証された。またその高精度解を利用した応用研究として、現行炉心解析手法である近代ノード法の精度検証ならびにその解析誤差の要素分解を実施し、同手法の精度改善モデルを開発する実績を挙げている。

本研究では更に Characteristics 輸送炉心計算の三次元炉心解析への拡張を試みている。近代ノード法に利用されている非線形反復法を応用し、二次元詳細輸送炉心計算モデルおよび高精度一次元計算モデルによる群定数の補正を伴う三次元差分炉心計算手法を考案することにより、三次元非均質詳細炉心計算相当の解析を効率的に実施できる計算手法を確立した。その結果、参照解としたモンテカルロ計算とほぼ同等の解析精度を有する決定論的手法による三次元非均質炉心計算が実現できることを確認した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、実機軽水炉を対象とした炉心計算の解析精度を向上させるため、現行炉心解析手法の課題である空間均質化誤差を排除した、非均質体系における詳細輸送計算の大規模かつ効率的な計算手法の開発を独創的なアイデアにより実現している。本研究成果は多角的な検証により高度な解析精度とその効率的計算の有効性が確認されており、本研究成果を利用した現行炉心解析手法の精度改善モデルの開発研究では、実際の BWR 運転管理における予測精度の向上に貢献する実績を挙げている。

主な成果を以下にまとめる。

- a) 実機軽水炉の集合体形状の周期配列を活かした効率的輸送計算手法を開発し、非均質体系において Characteristics 法に基づく大規模二次元輸送計算を実現することに成功した。
- b) 実機 PWR 初装荷炉心における中性子束計測値を対象とした検証解析を実施し、本研究で開発された詳細輸送炉心解析手法により非常に高精度な炉心解析結果が得られることを確認している。なお本検討は空間均質化を伴わない決定論的輸送計算を実機炉心解析に適用した初の試みであり、炉心解析の分野において世界的に評価されている。
- c) 開発した炉心計算手法の高精度解を利用した応用研究として、現行炉心解析手法である近代ノード法の精度検証ならびにその解析誤差の要素分解を実施し、同手法の解析精度を改善する改良計算モデルを提案している。同改良計算モデルは欧州の実機 BWR 炉心解析に適用され予測精度を改善するなどの実績を挙げている。
- d) 近代ノード法に利用されている非線形反復法を応用し、二次元 Characteristics 輸送炉心解析モデルおよび高精度一次元解析モデルによる群定数の補正を伴う三次元差分炉心計算手法を考案し、三次元非均質詳細炉心計算相当の解析を差分計算形式にて効率的に実施できることを確認している。本研究によって従来まで不可能であった非均質体系における決定論的手法による高精度な三次元炉心計算を実現することに成功している。

以上のように、本論文の成果は次世代の実機軽水炉解析手法の開発に対して先導的な役割を果たしており、原子炉物理学および原子炉工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。