

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 12131 号
------	---------------

氏 名 小池 啓基

### 論文題目

DEVELOPMENT OF A UNIFIED RESONANCE SELF-SHIELDING METHODOLOGY FOR LATTICE PHYSICS CALCULATION IN LIGHT WATER REACTOR CORE ANALYSIS

(軽水炉炉心解析の格子計算における統合共鳴計算手法の開発)

### 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

小池啓基君提出の論文「DEVELOPMENT OF A UNIFIED RESONANCE SELF-SHIELDING METHODOLOGY FOR LATTICE PHYSICS CALCULATION IN LIGHT WATER REACTOR CORE ANALYSIS (軽水炉炉心解析の格子計算における統合共鳴計算手法の開発)」は、過渡/事故事象時を含む炉心核特性の予測精度向上を通じて、原子力に求められる安全性向上活動(最新知見の反映、評価技術の改良)に資することを目的として、実機軽水炉の炉心解析における格子計算のうち、中性子束計算の入力となる実効断面積を高精度かつ高速に算出する新たな計算手法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、新たな実効断面積計算手法の開発により、過渡/事故事象時を含む炉心核特性の予測精度向上を通じて、原子力に求められる安全性向上活動に資することである。

第2章では、等価原理に基づき任意格子形状と灰色吸収効果を考慮した実効断面積計算手法の開発について述べている。本研究では、エネルギー依存の中性子束を多項有理式で近似する際、燃料領域のモデル化について、実際の物理現象に即した幅広い条件について中性子束を算出し、これを多項有理式に反映する手法を開発した。本手法を、燃料集合体内の幾何形状を厳密に取り扱い可能なキャラクタースティクス法と組み合わせることで、実効断面積計算における幾何形状の近似と黒体近似を同時に撤廃できることを示した。

第3章では、等価原理と超多群計算の統合に基づきエネルギー依存散乱中性子源と共鳴干渉効果を考慮した実効断面積計算手法の開発について述べている。本研究では、第2章の研究成果をもとに、等価原理における近似モデルを見直し、中性子エネルギー分布に対する近似を可能な限り撤廃した超多群計算における散乱中性子源及び共鳴干渉効果の高精度な取り扱い手法を組み込んだ。その結果、エネルギー依存中性子束の計算において、等価原理と超多群計算を理論的に統合する計算手法を構築した。本手法の適用により、実機軽水炉の格子計算に十分耐える計算速度かつ広範な中性子エネルギー分布条件において、連続エネルギーモンテカルロ法と同等の解析精度が得られることを示した。

第4章では、統合理論に基づき燃料ペレット内の多分割形状と組成・温度分布を考慮した実効断面積計算の一般化手法の開発について述べている。本研究では第3章の研究成果に対し、燃料棒内部を複数の領域に分割した体系を効率的に取り扱うことが可能なサブグループ法を組み込むことで、多領域体系にも適用可能な計算手法の開発に成功した。「簡易幾何形状+詳細中性子エネルギー分割」(等価原理と超多群計算の統合手法)と「詳細幾何形状+簡易中性子エネルギー分割」(サブグループ法)の計算を組み合わせた2段階の実効断面積計算法を構築し、従来3手法の課題を理論的に補完し合う計算手法を確立した。連続エネルギーモンテカルロ法による解析結果との比較により、燃料棒内を径方向及び方位角方向に対する複数の領域に分割した体系において、燃料棒内の組成分布や温度分布を考慮する場合を含め、高精度な実効断面積計算が可能となることを示した。

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、本論文は実効断面積計算における計算精度及び計算効率に関する課題を解決している。本研究にて新たに開発した手法は、炉心解析における格子計算への実用性が高く、商業用軽水炉の炉心解析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小池啓基君は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判断した。