

報告番号	甲 第	号
------	-----	---

## 主 論 文 の 要 旨

論文題目 STUDY ON ADVANCED ASSEMBLY AND CORE  
CALCULATION METHODS FOR LIGHT WATER RE-  
ACTOR ANALYSES (軽水炉における集合体および炉  
心計算手法の高度化に関する研究)  
氏 名 杉村 直紀

## 論 文 内 容 の 要 旨

現在、世界的なエネルギー需要の高まりによって、エネルギー資源獲得競争が激しくなり、世界的にエネルギーコスト上昇が上昇している。この流れは今後も続くことが予想され、限られたエネルギー資源を効率的に使用する必要が高まっている。一方、温室効果ガスの排出による地球温暖化問題も、深刻になりつつあり、より地球環境に優しいエネルギー資源が求められるようになっている。

このような中、国内では、原子力、天然ガス、石油、石炭、水力などの様々なエネルギー源をもとに発電を行っている。中でも燃料コストが低く、二酸化炭素の排出も少ない原子力発電は発電量全体の約 30 % を占める中核的な位置づけであり、今後も重要な役割を果たしていくことが求められている。

現在、主要な発電用原子炉である軽水炉においては、より効率的に発電するために、高燃焼度燃料、混合酸化物 (MOX) 燃料などの燃料の導入が進められている。これらの燃料を効率的に運用するためには、より正確に燃料の挙動を把握する必要があるが、従来燃料に比べ、これらの燃料の核計算は複雑であり、計算手法の高度化の需要が高まっている。

以上のような背景のもと、本研究では商業用軽水炉の炉心管理のための炉心核計算手法の高度化を実施した。炉心管理においては、計算時間の制約により簡易計算モデルが使用される場面があるが、詳細計算の計算精度を維持しつつ高速に計算する複数の手法を開発することにより、炉心核計算の精度を向上させた。

### (1) 超多群スペクトル計算を用いた共鳴計算手法の開発 (第 2 章)

炉心核計算の精度に大きな影響を与える実効断面積を精度良く評価する共鳴計算手法を開発した。非等方散乱が実効断面積に与える影響が十分に小さいことを示し、等方散乱近似の妥当性を確認した。その上、計算精度を落とさずに計算時間を短縮する物理的な近似を新たに導入して軽水炉の実効断面積を精度よく評価する実用的な手法を開発した。

### (2) 大規模かつ複雑な体系における Dancoff 係数の評価手法の開発 (第 3 章)

燃料棒格子体系が実効断面積に与える影響を表すパラメータである Dancoff 係数を複雑かつ大規模な体系で評価する新たな手法を開発した。従来、一般的な体系においては衝突

確率法を用いて Dancoff 係数を評価していたが、大規模な体系においてはその適用性に限界があった。新たに開発した「Neutron current method」により、複雑かつ大規模な体系においても高速に Dancoff 係数を求めることが可能となった。これにより燃料集合体体系の核定数を精度よく高速に評価することが可能となった。

### (3) Method of Characteristics(MOC) による中性子輸送計算手法の高度化 (第4章)

燃料集合体計算における代表的な2次元輸送計算手法である MOC は、計算負荷が大きく、等方散乱近似や少数エネルギー群の使用など計算負荷を削減する必要があり、それにより計算精度が低下するという問題があった。今回、新たに計算精度を維持しつつ計算負荷を低減する複数の計算モデルを開発することにより、非等方散乱を考慮した詳細群の中性子輸送計算が可能となった。

### (4) ハイブリッド炉心計算システムの開発 (第5章)

軽水炉の炉心計算の主流である近代ノード法では、一般に単一集合体体系で集合体核定数を作成するため、炉内で異なる種類の燃料集合体が隣接した場合、計算精度が低下するという問題があった。今回、隣接集合体の影響を考慮した2次元非均質全炉心計算の結果を近代ノード法に取り込む手法を新たに開発することにより、炉心計算の精度向上を可能とした。

これらの新たに開発された計算手法は、商業用軽水炉の炉心管理に要求される計算精度と許容される計算時間を十分に考慮した実用性の高い手法である。また、今回開発した手法の一部は、国内外の他の組織においても採用されつつある。