

第48回(平成27年度)日本原子力学会賞受賞概要

技術開発賞4809

「複雑な組成・形状の核燃料を計量管理する中性子共鳴濃度分析法の開発」

日本原子力研究開発機構 原子力基礎工学研究センター NRD合同開発チーム、

EC-JRC-IRMM NRD合同開発チーム

日本原子力研究開発機構 核不拡散・核セキュリティ総合支援センターNRD合同開発チーム

原子炉過酷事故で発生する燃料デブリは、組成・形状ともに複雑で、また高線量の物質が混在しています。計量管理の観点からは、破壊分析法により定量する方法では扱える量が少量に制限されるため、燃料デブリの代表性を担保することが困難という課題がありました。受賞者らは、大量の燃料デブリ中の核燃料を迅速で高精度に定量可能とするため、中性子飛行時間測定(TOF)法を適用する2つの非破壊分析法に着目し、互いの長所を活かした新たな分析法として中性子共鳴濃度分析(NRD)法を考案し、国際共同研究プロジェクトによりその技術の有効性を示しました。

着目した分析法は、中性子共鳴透過分析(NRTA)法と中性子共鳴捕獲分析(NRCA)法です。NRTA法により、核燃料核種毎に存在する固有の中性子共鳴ピークを測定することで、核種の同定と定量が可能になります。燃料デブリには、核燃料核種以外にも、中性子を吸収しやすいボロンや鉄などの構造材を構成する核種も含まれています。これらの核種に対しては、NRCA法を適用することにより同定が可能となり、NRTA法による定量結果の信頼性が向上するとともに、含有物質の組成がわかります。

本技術開発では、NRCA法に適用するガンマ線検出器のS/N比を向上するための工夫を行い、例えば、Cs-137からの高線量バックグラウンド環境下でも、ボロンと中性子が反応した際に発生する低エネルギーのガンマ線を精度よく測定することを可能としました。また、従来のNRTA法の解析では、測定対象試料の形状は平板状に制限されていましたが、新たなデータ解析法を開発することで、不特定な形状の試料でも高精度の定量分析を可能としました。

完成したNRD法は大量の試料を迅速に定量できることを、IAEA等の専門家も参加する国際ワークショップの場で実証試験により示され、その有効性が認められました。