

燃料デブリの性状把握のための分析・推定技術の開発

(3) パッシブ中性子法開発

Development of analysis and estimation techniques to determine the properties of fuel debris

(3) Development of passive neutron technique

*三星 夏海¹, 長谷 竹晃¹, 小菅 義広², 岡田 豊史¹

¹JAEA, ²NESI

福島第一原子力発電所における燃料デブリの性状把握や仕分けのための非破壊計測に対する候補技術の特性評価の一環として、パッシブ中性子法の適用性評価を実施した。

キーワード：福島第一原子力発電所, 燃料デブリ, 非破壊計測, パッシブ中性子法

1. 緒言

燃料デブリを対象としたパッシブ中性子法では、中性子同時計数値と主な中性子放出核種である自発核分裂核種 Cm-244 の実効質量との相関関係及び組成情報等を組み合わせて、間接的に Pu 量を定量する。しかし、燃料デブリ中の中性子吸収材や中性子減速材の影響により中性子計数率変動することや、Pu 量の定量において、燃焼度の混在に由来する組成情報の不確かさの伝播の影響を受けることが課題である。本研究では、中性子吸収材及び中性子減速材による中性子計数率への影響及びその補正方法、並びに半減期の違いを用いて自発核分裂核種量から Pu 量を定量する手法 Dual-time measurement 法（以下 DTM 法という。）[1]の有効性を確認することを目的とする。

2. 中性子吸収材及び中性子減速材の影響確認試験

燃料デブリを模擬するため、核燃料物質の近傍に中性子吸収材または中性子減速材を配置した試料を、図 1 に示すプルトニウムスクラップ測定装置（以下 PSMC という。）[2]の試料室に入れて測定を行う。測定に用いる核燃料物質は、約 800 gPu、核分裂核種量約 600 g の PuO₂ 粉末であり、中性子吸収材としてホウ酸粉末及び酸化ガドリニウム粉末、中性子減速材としてポリエチレン樹脂ビーズを用いる、これらはバイアル瓶に充填した状態で使用する。中性子吸収材及び中性子減速材の種類及び量による中性子計数率の変動を評価し、その補正方法を検討する。

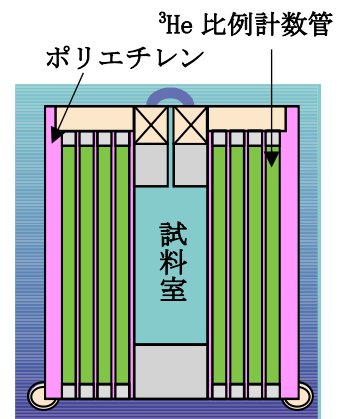


図 1 PSMC の鉛直断面図

3. 自発核分裂性核種量からの Pu 量の導出試験

DTM 法とは、短半減期核種 Cm-244（半減期約 18.11 年）の重量が時間の経過とともに指数関数的に減少するのに対し、長半減期核種である Pu-238（半減期約 87.7 年）、Pu-240（半減期約 6,561 年）及び Pu-242（半減期約 3.735×10^5 年）等の重量は不変であるという仮定に基づき、時間間隔をあけて 2 回測定を行うことによって指数分布を推定し、短半減期核種と長半減期核種の重量を評価する手法である。核燃料物質の周辺に Cf-252 中性子線源を配置して模擬燃料デブリ試料を PSMC により測定する。2023 年度及び 2024 年度にかけて約 2 か月間の間隔を空けて複数回の測定を実施し、DTM 法の有効性を評価する。

謝辞：本研究成果は、「廃炉・汚染水・処理水対策事業費補助金（燃料デブリの性状把握のための分析・推定技術の開発（仕分けに必要な燃料デブリ等の非破壊計測技術の開発）」に係る東双みらいテクノロジー株式会社からの受託事業において得られた成果である。

参考文献

[1] 長谷竹晃, et al., 第 43 回 INMMJ 年次大会論文集, 2022. [2] H.O. Menlove, et al., LA-12479-M, 1993.

*Natsumi Mitsuboshi¹, Taketeru Nagatani¹, Yoshihiro Kosuge², Toyofumi Okada¹, ¹Japan Atomic Energy Agency, ²NESI