

燃料デブリ中の核燃料物質量の定量のための非破壊測定試験

(1) 背景と目的

Measurement test of non-destructive assay for quantification of nuclear materials in fuel debris

(1) Background and Purpose

*奥村 啓介¹, 名内 泰志², 鈴木 梨沙¹, 能見 貴佳¹, 芝 知宙¹, 冠城 雅晃¹,
高田 映³, 小菅 義広³, 長谷 竹晃¹
¹JAEA, ²電中研, ³NESI

福島第一原子力発電所から取り出される燃料デブリの計量管理及び放射性廃棄物との仕分け技術の開発を目指し、プルトニウム燃料技術開発センターにおいて実核燃料物質を用いた非破壊測定試験を実施した。

キーワード：福島第一原子力発電所，燃料デブリ，非破壊測定，核燃料物質定量

【必要性】福島第一原子力発電所(1F)では、2022年から燃料デブリの試験的取出しが開始され、その後は段階的な取り出し規模の拡大が進められる予定である。当面の少量燃料デブリの計量管理は、破壊分析に基づき評価されることになると予想されるが、取り出し規模の拡大が進むにつれて全量分析は困難になるため、容器内に収納された燃料デブリの非破壊測定(NDA:Non-Destructive Assay)に基づく計量管理が必要になってくると予想される。また、本格取り出し工程のスループット向上や費用低減のため、未臨界サイズを超える容器への収納や放射性廃棄物との仕分けが期待されており、燃料デブリ中の核燃料物質定量のための NDA 技術開発の必要性は高い。

【経緯】JAEA と電中研では、1F 燃料デブリの非破壊測定技術開発に向けて、これまで以下の活動を実施してきた。① 米国 DOE との共同研究による過去の TMI-2 等の事故における核物質管理の状況と既存の NDA 法の調査(2012～2015)。② 調査結果に基づき 4 つの有望な NDA 候補技術(パッシブ中性子同時計数法、高速中性子直接問かけ法、随伴 FP γ 線測定法、中性子照射 γ 線スペクトル測定法)を選定し、1F 各号機で予想される多種多様な燃料デブリの収納容器(約 20cm Φ)を対象としたモンテカルロシミュレーションによる各 NDA 手法の適用性評価(2015～2017)、③米国ロスアラモス国立研究所への訪問による最新 NDA 技術の調査(2018)、④1F 廃炉実務関係者との燃料デブリ計量管理方策に関する情報交換(2017～2021)。しかしながら、既存の NDA 手法には一長一短があり、1F 燃料デブリの核燃料物質中の正確な定量評価は現状では困難であると判断された。これは主に、TMI-2 燃料デブリや使用済燃料などとは異なる 1F 燃料デブリの特性に由来するところが大きい[2]。そこで、1F 現場での燃料デブリ取り出し段階に応じた NDA 手法の適用や複数の NDA 手法を組み合わせた新しい手法の開発を進めることとした。

【部分実証試験】1F 燃料デブリを想定したフルモックアップ試験を実施するには、核燃料物質量が既知な多種多様な模擬燃料デブリまたは使用済燃料等を用いて、ホットセル内での遠隔操作による試験が必要になるが、これには多額の費用と装置製作や許認可等のための多くの時間を要する。このため、核燃料物質や RI 線源を取り扱える既存施設での試験とシミュレーションとの併用により、NDA 法を構成する要素技術を部分的に実証していくこととした。その最初の試験として、JAEA のプルトニウム燃料技術開発センターにおいて、プルトニウム燃料、パッシブ中性子同時計数法装置、アクティブ中性子線源としての Cf252 線源、各種検出器(He-3、HPGe、LYSO、CeBr₃)を用いた試験を実施した。本シリーズ発表では、その結果について報告する。

参考文献 [1].長谷, 能見, 米田, 芝, 名内, 奥村他, “福島第一原子力発電所における燃料デブリ中の核燃料物質定量に関する候補技術の特性研究,” 日本原子力学会 2017年春の年会(2D18～2D23), 日本原子力学会 2017年秋の大会(3L14～3L17), [2]奥村, “燃料デブリ計量管理のための非破壊測定技術の課題と方策,” 日本原子力学会 2020年秋の大会(1J_PL02),

*Keisuke Okumura¹, Yasushi Nauchi², Risa Suzuki¹, Takayoshi Nohmi¹, Tomooki Shiba¹, Masaaki Kaburagi¹, Akira Takada², Yoshihiro Kosuge³, Taketeru Nagatani¹, ¹JAEA, ²CRIEPI, ³NESI