

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Ⅱ - (1) 全体概要 -

Characterization Study of Candidate Technologies for Nuclear Material Quantification in Fuel Debris at
Fukushima Daiichi Nuclear Power Station II - (1) General Outline-

*長谷 竹晃¹、米田 政夫¹、芝 知宙¹、名内 泰志²、相樂 洋³、小菅 義広⁴、
宮地 紀子¹、奥村 啓介¹

¹原子力機構、²電中研、³東工大、⁴NESI

原子力機構、電中研及び東工大は、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のため、非破壊測定技術開発を行っている。

キーワード：福島第一原子力発電所、燃料デブリ、核燃料物質定量、非破壊測定

1. 緒言

非破壊測定により、燃料デブリ中の核燃料物質を正確に定量することは難しい。これは、マイナーアクチニド及び核分裂生成物を含む使用済み燃料の測定が困難であることに加え、燃料デブリ中には、構造材、制御棒及びコンクリートが混入し、これらの構成比が変動するとともに、水分含有率・燃料デブリの配置位置が収納容器毎に変動することにより、収納容器毎に中性子・ γ 線の計測条件が変化するためである。我々は、パッシブ中性子法、パッシブ γ 法、アクティブ中性子法、アクティブ γ 法を候補技術として、不確かさのより小さい測定技術の選定・信頼性確保に向けた複数の技術の組み合わせの検討のため、計算コードにより、候補技術の特性研究を開始した。本報告は、2017年春の年会の報告に続くものである。

2. 本研究の概要

本研究では、燃料デブリ及び収納容器の共通シミュレーションモデルを開発し、これを計算コードによる候補技術の適用性（適用範囲や不確かさなど）の評価に用いることにより、候補技術間の比較を可能としている。前述の通り、燃料デブリの組成・配置には多様性があり、これが評価を複雑にする。よって、我々は、「組成の変動に起因する不確かさ」・「配置の変動に起因する不確かさ」に分類し、個別に評価した。

「組成の変動に起因する不確かさ」については、簡易な均質モデル（収納容器内で燃料デブリと水が均質に混合している状態）を用い、一つの構成物質（照射後燃料、構造材、制御棒など）の量のみを変動させることにより評価した。この結果については、2017年春の年会にて報告した。[1]

続いて、我々は、「配置の変動に起因する不確かさ」の評価にあたり、実際の燃料デブリの配置を模擬した不均質モデルを開発した。燃料デブリは、取り出し時に、切り出され、塊状で容器に収納されることが想定される。このため、収納容器内の空間を単一セルにてセグメント化し、各単一セルにマテリアル（照射後燃料、構造材、水など）をランダムに配置することにより、燃料デブリを模擬した。図1に不均質モデルのイメージを示す。組成を維持しつつ、マテリアルをランダムに配置したモデルを複数作成し、これを用い各技術の測定値のばらつきを「配置の変動に起因する不確かさ」として評価した。併せて、不均質モデルに対する「組成の変動に起因する不確かさ」及び「計数値のばらつきに起因する不確かさ」などについても評価し、これらを合算することにより、各技術の総合的な不確かさを推定した。

さらに、不均質モデルを応用し、燃料デブリ特有の課題として想定される、燃焼度の混在の影響について評価を行った。炉内には、集合体バッチ毎の燃焼日数の違いにより、燃焼度が異なる照射後燃料が存在する。このため、一つの収納容器内の燃料デブリ中には、様々な燃焼度の照射後燃料が混在する恐れがあり、これは、特にセシウム等から放出される γ 線計測による燃焼度推定手法の誤差要因となりうる。このため、不均質モデルの照射後燃料セルに、6種類の燃焼度の照射燃料をランダムに配置し、「燃焼度の混在に起因する不確かさ」を評価した。

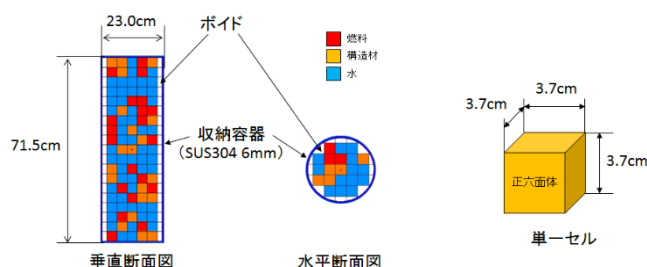


図1 不均質モデルのイメージ

参考文献

[1] 長谷竹晃他、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 (1) -全体概要-、2017年春の年会

* Taketeru NAGATANI¹, Masao KOMEDA¹, Tomooki SHIBA¹, Yasushi NAUCHI², Hiroshi SAGARA³, Yoshihiro KOSUGE⁴, Noriko MIYAJI¹, Keisuke OKUMURA¹

¹Japan Atomic Energy Agency (JAEA), ²Central Research Institute of Electric Power Industry (CRIEPI), ³Tokyo Institute of Technology (Tokyo Tech), ⁴NESI