

シンチレーション検出器による核燃料物質の可搬パッシブガンマ非破壊測定

Portable passive gamma-ray analysis of nuclear materials using scintillation detectors

*冠城 雅晃¹, 芝 知宙¹, 能見 貴佳¹, 鈴木 梨沙¹, 小菅 義広², 名内 泰志³, 奥村 啓介¹

¹JAEA, ²NESI, ³電中研

福島第一原子力発電所の廃炉加速に資するために開発を進めている高線量率下の測定に特化した CeBr₃ シンチレーション検出器 (CeBr₃ 検出器) を利用し、JAEA プルトニウム燃料技術開発センターが有する核燃料物質試料のガンマ線スペクトル測定を実施した。さらに、HPGe 検出器による測定も実施し、結果を比較した。

キーワード：福島第一原子力発電所, 燃料デブリ, 可搬非破壊測定, ガンマ線スペクトル分析, 核燃料物質同定

1. 緒言

福島第一原子力発電所の原子炉格納容器から取り出される燃料デブリ等の物質について、将来的な取り出し規模の拡大時、スループットを向上させるための簡易的な非破壊測定手法の開発を進めている。その一環として、高線量率測定に特化した微小 (5 mm × 5 mm × 5 mm) な CeBr₃ 検出器を開発した[1]。本発表では、CeBr₃ 検出器の核燃料物質測定への適応性評価に向けた試験について報告する。

2. 実験

MOX (Pu 504 g, U 524 g, ウラン濃縮度 1.4%) 粉末を SUS 缶 (直径 11 cm、厚さ 0.05 cm) に収納した試料を、1 mm 厚の Cd 板を挟んで CeBr₃ 検出器でガンマ線 (X 線) スペクトル測定を実施した。さらに、距離を離して低エネルギー測定用 HPGe (直径 25.2 mm、高さ 15 mm) で測定した。

3. 結果

CeBr₃ 検出器では、HPGe で検出したすべてのピークを識別できなかったが、放出率の高い離散的なピークについては識別ができていた (図 1)。1 MeV 以上では、²⁰⁸Tl 崩壊由来の 2614 keV ならびにそのダブルエスケープピーク (1593 keV) は確認できた。さらに、800 keV 以下では (図 2)、²⁴¹Am 崩壊の 722 keV、662 keV、208 keV (²³⁷U 崩壊も含む)、60 keV のピーク、また ²³⁹Pu 崩壊の 414 keV、²³³Pa 崩壊由来の 313 keV が識別できた。一方で、U、Np の特性 X 線 (100 keV 付近) は個別に識別できず、1つのピークとして検出された。

4. まとめ

高線量率測定に特化した CeBr₃ 検出器について、MOX 燃料に特異的なエネルギーピークを識別することができ、核燃料物質同定への応用が期待される。一方で、精度向上に向けて、エネルギー分解能向上ならびにスペクトル解析手法の開発が求められる。

参考文献

[1] Kaburagi M., et. al. J. Nucl. Sci. Technol. (2022) Published online, DOI:10.1080/00223131.2022.2026833

*Masaaki Kaburagi¹, Tomooki Shiba¹, Takayoshi Nohmi¹, Risa Suzuki¹, Yoshihiro Kosuge², Yasushi Nauchi³, and Keisuke Okumura¹

¹JAEA, ²NESI, ³CRIEPI

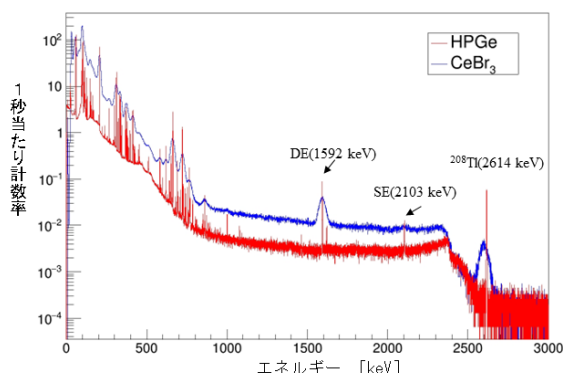


図 1. MOX 燃料の測定スペクトル

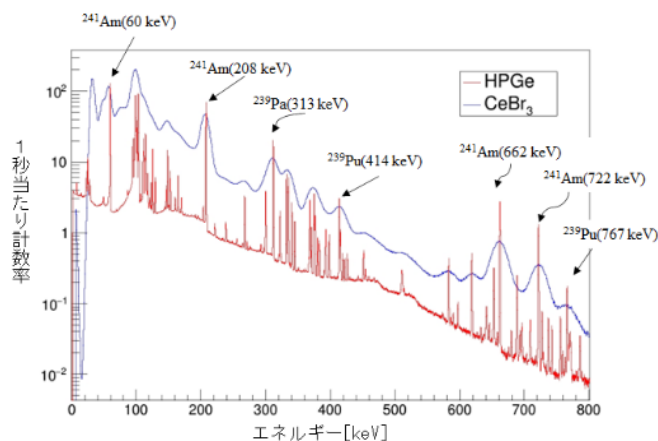


図 2. 低エネルギー成分