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
（5）$CeBr_3$ 検出器によるプルトニウム試料のその場パッシブガンマ測定

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

(5) In-situ passive gamma-ray measurement for plutonium item using a $CeBr_3$ detector

*冠城 雅晃[1], 芝 知宙[1], 奥村 啓介[1], 名内 泰志[2], 鈴木 梨沙[1], 能見 貴佳[1], 長谷 竹晃[1], 高田 映[3], 小菅 義広[3]

[1]JAEA, [2]電中研, [3]NESI

高線量率測定用に開発した微小な $CeBr_3$ 検出器を利用して、プルトニウム燃料のパッシブガンマ測定を実施した。測定では、^{241}Am による 59.5 keV から ^{236}Pu 子孫核種 ^{208}Tl による 2615 keV までの広範囲のエネルギースペクトルを測定でき、また、HPGe 測定とも比較し評価したので報告する。

キーワード：福島第一原子力発電所、燃料デブリ、パッシブガンマ法、$CeBr_3$ シンチレーター、核燃料物質定量、プルトニウム燃料技術開発センター

1. 緒言 福島第一原子力発電所（1F）で取り出される燃料デブリは、臨界管理や核物質検知の点から収納容器に入れる際の非破壊測定が必要である。一方、1F は高線量率場に加えて、測定場所が十分確保できず、従来の検出器では測定が難しい。そこで、高線量率測定に向けて開発した $CeBr_3$ 検出器を利用した核燃料物質のパッシブガンマ測定を実施し、将来的な現場への適応性を検討した。

2. 実験方法 高線量率測定に向け開発した 5 mm 立方角（0.125 cm^3）の $CeBr_3$ 検出器[1]と直径 58.9 mm、高さ 59.3 mm の円筒（646 cm^3）HPGe でγ線測定をした。測定試料は、プルトニウム重量が 824 g である酸化プルトニウム粉末が挿入された高さ 11 cm、直径 11 cm で厚さ 0.5 mm の SUS304 円筒缶を塩化ビニル製袋に密閉したものである。$CeBr_3$ 検出器は、測定試料に、直付け、0.5 mm ならびに 1 mm 厚のカドミニウム板（Cd 板）を間に挟む、5 cm 厚の高濃度ポリエチレン（HDPE）を試料両側に挟むという条件で測定した。測定試料をパッシブ中性子測定装置（ENMC）の内部に設置し、HPGe 先端部は、10 cm 厚の HDPE と 4 mm 厚の錫板を間に入れて、ENMC 表面から距離 30 cm になるように設置した。

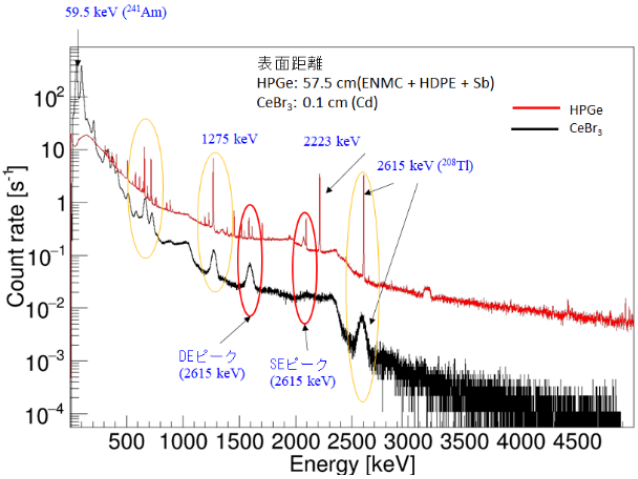


図 1 プルトニウム試料のγ線スペクトル

3. 結果とまとめ $CeBr_3$ 検出器は、1 mm 厚の Cd 板を挟んだ条件で、59.5 keV（^{241}Am）から 2615 keV（^{208}Tl）までの主要な全吸収ピークを識別できた（図１）。一方、2615 keV の検出応答では、シングルエスケープ（SE）、ダブルエスケープ（DE）の確率が大きく、全吸収確率が極めて小さくなっている。これは、HPGe と比較して結晶サイズが小さく、電子対生成後に、多くが SE あるいは DE になるためである。また、$CeBr_3$ 測定時は、周囲に水素元素が少ないため 2223 keV ピークが見られない。当該検出器は、1F でのパッシブγ線測定で有望であるが、一方で、数 MeV 以上の高エネルギーのガンマ線スペクトル測定が必要な場合、DE スペクトルを考慮する必要があることが分かった。

参考文献 [1] Maasaki Kaburagi. et al, Nuclear. Inst. and Methods in Physics Research, A 988 (2021).

---

*Masaaki Kaburagi[1], Tomooki Shiba[1], Keisuke Okumura[1], Yasushi Nauchi[2], Risa Suzuki[1], Takayoshi Nohmi[1], Taketeru Nagatani[1], Akira Takada[3], and Yoshihiro Kosuge[3]

[1]JAEA, [2]CRIEPI ,[3]NESI.