

# 高ガンマ線量環境下で使える中性子シンチレーター素子 および中性子測定技術の開発

Development of neutron scintillator detector and neutron measurement technique  
under high gamma dose environment

\*桜木 洋一<sup>1</sup>, 吉川 慶一<sup>1</sup>, 福田 健太郎<sup>2</sup>, 池田 祐一<sup>2</sup>, 小池 昭史<sup>3</sup>, 渡辺 賢一<sup>4</sup>

<sup>1</sup>東京電力 HD, <sup>2</sup>トクヤマ, <sup>3</sup>ANSeeN, <sup>4</sup>名古屋大学大学院

高ガンマ線環境下で中性子を測定する技術として、LiF/Eu 添加(Eu:CaF<sub>2</sub>) 共晶体と光ファイバーを組み合わせた素子および、光ファイバー内のチェレンコフ光に起因するノイズ影響を緩和する機構を開発し、複数のガンマ線強度条件下での中性子弁別性能を検証した。

**キーワード：**中性子シンチレーター

## 1. 緒言

福島第一原子力発電所の廃炉作業では、燃料デブリの所在の特定や、燃料デブリを取り出す際の臨界管理を適切に行う必要がある。そのためには小型で中性子検出感度が高く、かつ高ガンマ線量下でも使用できる中性子検出器が有効と考えられる。本研究では LiF/Eu:CaF<sub>2</sub> 共晶体と光ファイバーを組み合わせた素子を開発し、高ガンマ線環境での中性子弁別性能の評価を行った。

## 2. 検出器概要

検出器は素子、光ファイバー、光電子増倍管、多チャンネル波高分析器で構成される。素子は透明樹脂の小球の表層部に LiF/Eu:CaF<sub>2</sub> 共晶体の微粒子を分散させたもので、外周を拡散反射材で覆っている（図1）。素子の内部で発した光子を光ファイバーで伝送し、光電子増倍管によって電気信号に変換し、信号増幅を行った後に LiF/Eu:CaF<sub>2</sub> 共晶体の信号を計数処理して波高分布を取得する構成とした。

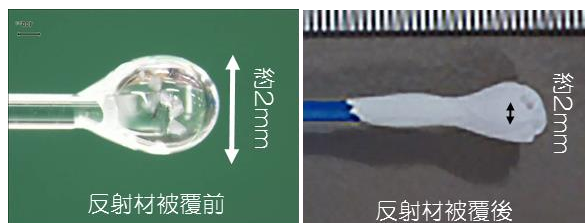


図1 素子外観

高ガンマ線環境下では光ファイバー内のチェレンコフ光が影響するが、チェレンコフ光の発光は二次電子が光ファイバー内を通過する時間に限られ、LiF/Eu:CaF<sub>2</sub> 共晶体の蛍光時間（概ね 1  $\mu$  sec）に比べて極めて短いことから、発光時間の違いを利用して多チャンネル波高分析器の手前でローパスフィルターを通過させることで、チェレンコフ光の影響を緩和する機構も開発した。

## 3. 実験・結果

名古屋大学コバルト 60 照射室で検出素子をガンマ線、熱中性子を照射して計数測定を行った。ガンマ線のみ、ガンマ線+中性子のヒストグラムのうち、乖離が顕著なチャンネルのカウントの積算値をそれぞれ  $C_\gamma$ 、 $C_{\gamma+n}$  として  $C_{\gamma+n} - C_\gamma > 3\sqrt{C_{\gamma}}$  を中性子弁別の成功との判定基準を設け、複数のガンマ線、中性子強度における中性子の弁別可否をサーベイした（図2）。100Gy/h 程度のガンマ線環境でも 1nv 程度の微弱な中性子が弁別可能であることを確認した。

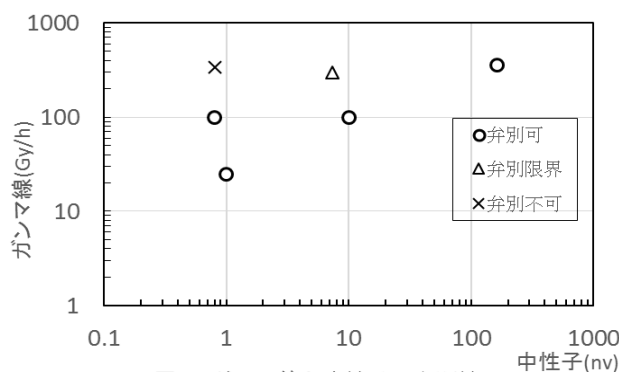


図2 ガンマ線と中性子の弁別性

※ $3\sqrt{C_\gamma} > C_{\gamma+n} - C_\gamma > \sqrt{C_\gamma}$  : △弁別限界

\*Youichi Sakuragi<sup>1</sup>, Keiichi Yoshiwaka<sup>1</sup>, Kentaro Fukuda<sup>2</sup>, Yuichi Ikeda<sup>2</sup>, Akifumi Koike<sup>3</sup>, Kenichi Watanabe<sup>4</sup>

<sup>1</sup>TEPCO Holdings, Inc., <sup>2</sup>Tokuyama Corporation, <sup>3</sup>ANSeeN Inc., <sup>4</sup>Nagoya University