

# ダイヤモンド検出器ならびに CLYC シンチレータの中性子に対する応答関数

Response function of Diamond detector and CLYC scintillator to Neutrons

萩原 雅之<sup>1)2)</sup>

Masayuki HAGIWARA

徐 秀清<sup>2)</sup>

Xiuqing XU

鎌田 創<sup>3)</sup>

So KAMADA

<sup>1)</sup>高エネルギー加速器研究機構 <sup>2)</sup>総合研究大学院大学 <sup>3)</sup>海上・港湾・航空技術研究所

## (概要)

福島第一原子力発電所の廃炉作業や放射線被ばく事故・核テロにおいては、現場の放射線環境を迅速かつ正確に推定する必要がある。重度に汚染した原子炉格納容器内において冠水した燃料デブリから放出される核分裂中性子を測定するために、ガンマ線感度の低い薄膜ダイヤモンド検出器と熱中性子コンバータからなる中性子センサの中性子応答を様々な厚さのポリエチレン減速材を用いて測定した。また、中性子とガンマ線を弁別しつつそれぞれのエネルギースペクトル測定が期待でき、携帯性にたけたりリアルタイム環境放射線検出器を開発するため、<sup>6</sup>Li 同位体濃縮の Cs<sub>2</sub>LiYCl<sub>6</sub>:Ce (CLYC) シンチレータの中性子・ガンマ線弁別測定並びに高速中性子に対する応答関数の測定を行った。

## キーワード：

中性子、CVD ダイヤモンド、シンチレータ、粒子弁別、ガンマ線、高線量

(1行あける)

## 1. 目的

本研究では、一台で中性子とガンマ線それぞれのエネルギースペクトル測定を行うことができる可搬型リアルタイム環境放射線検出器を開発するために、CLYC シンチレータの中性子に対する応答関数と、高ガンマ線環境下で冠水した燃料デブリから放出される核分裂中性子に対する微弱な信号を測定するため、薄膜ダイヤモンド検出器と熱中性子コンバータからなる中性子センサの中性子応答関数を様々な厚さのポリエチレン減速材に対して整備することを目的とする。

## 2. 方法

Radiation Monitoring Devices (RMD) 社が <sup>3</sup>He ガス検出器の代替として開発した CLYC シンチレータは、熱中性子、速中性子をそれぞれ <sup>6</sup>Li(n, α)<sup>3</sup>H、<sup>35</sup>Cl(n, p)<sup>35</sup>S 反応によって検出することが可能であり、中性子とガンマ線の信号も信号波形の違いから弁別測定が可能である[1]。原子力機構 FRS において、565 keV から 14.8 MeV の単色中性子の照射試験を実施し、Particle and Heavy Ion Transport code System (PHITS) [2]による詳細シミュレーション計算によって検出器をモデル化して作成する G(E) 関数法[3]に必要な連続的で系統的な応答関数の妥当性ならびに、中性子・ガンマ線弁別が有効なエネルギー範囲を検討した。薄膜ダイヤモンド検出器と熱中性子コンバータからなる中性子センサについては、<sup>6</sup>LiF 中性子コンバータから放出される 2.73 MeV の <sup>3</sup>H のダイヤモンド中の飛程が約 21 μm であることから、25 μm 厚の Chemical Vapor Deposition (CVD) ダイヤモンド結晶と 1.9 μm 厚の 95% 同位体濃縮の <sup>6</sup>LiF 箔を組み合わせたダイヤモンド検出器を用いた。中性子照射試験は直径 40~190 mm のポリエチレン球の中にダイヤモンド検出器を配置して、中性子生成標的から 1 m の位置で照射を行った。

## 3. 結果及び考察

CLYC シンチレータについて、565 keV から 14.8 MeV の単色中性子照射において、信号波形の違いを利用した中性子・ガンマ線の弁別が適用できることを確認し、単色中性子に対する発光ピークも観測できた。ダイヤモンド検出器については、ポリエチレン球を厚くしていくと中性子感度のピークが速中性子側にシフトしていき、直径 190 mm において自発核分裂反応から発生する中性子のエネルギーに近い 2 MeV 付近に感度のピークがあることがシミュレーション計算と実測から分かった[4]。

## 4. 引用(参照)文献等

- 1) N. D. Olympia et al., Nucl. Instrum. Meth. A714, 121-127 (2013).
- 2) T. Sato, et al., J. Nucl. Sci. Technol., 55, 684-690 (2018).
- 3) S. Moriuchi and I. Miyanaga, Health Phys. 12 541-551 (1966)
- 4) JAEA-Review 2020-058, JAEA-Review 2021-042 1-115