## 廃炉モニタへの搭載を目指した新規赤色発光シンチレータの開発と光フ ァイバー読み出しガンマ線検出試験

Development of a novel red-emitting iodide scintillator and gamma-ray detection using an optical fiber

東北大金研<sup>1</sup>,東北大 NICHe<sup>2</sup>,日本原子力研究開発機構<sup>3</sup>,三菱電機(株)<sup>4</sup>, 京都大<sup>5</sup>、(株) C&A<sup>6</sup>、チェコ物理研<sup>7</sup>

<sup>O</sup>(DC)小玉 翔平<sup>1</sup>, 黒澤 俊介<sup>2</sup>, 森下 祐樹<sup>3</sup>, 宇佐美 博士<sup>3</sup>, 鳥居 建男<sup>3</sup>, 林 真照<sup>4</sup>, 東 哲史<sup>4</sup>, 笹野 理<sup>4</sup>, 田中 浩基<sup>5</sup>, 山路 晃広<sup>1</sup>, 吉野 将生<sup>1</sup>, 豊田 智史<sup>2</sup>, 佐藤 浩樹<sup>2</sup>, 大橋 雄二<sup>2</sup>, 鎌田 圭<sup>2,6</sup>, 横田 有為<sup>2</sup>, Robert Král<sup>7</sup>, Jan Pejchal<sup>7</sup>, Martin Nikl<sup>7</sup>, 吉川彰<sup>1,2,6</sup>

IMR Tohoku Univ.<sup>1</sup>, NICHe Tohoku Univ.<sup>2</sup>, Japan Atomic Energy Agency<sup>3</sup>, Mitsubishi Electric Corporation<sup>4</sup>, Kyoto Univ.<sup>5</sup>, C&A Corporation<sup>6</sup>, CAS Phys<sup>7</sup> <sup>o</sup>S. Kodama<sup>1</sup>, S. Kurosawa<sup>1,2</sup>, Y. Morishita<sup>3</sup>, H. Usami<sup>3</sup>, T. Torii<sup>3</sup>, M. Hayashi<sup>4</sup>, T. Azuma<sup>4</sup>, O. Sasano<sup>4</sup>, H. Tanaka<sup>5</sup>, A. Yamaji<sup>1</sup>, M. Yoshino<sup>1</sup>, S. Toyoda<sup>2</sup>, H. Sato<sup>2</sup>, Y. Ohashi<sup>2</sup>, K. Kamada<sup>2,6</sup>, Y. Yokota<sup>2</sup>, R. Král<sup>7</sup>, J. Pejchal<sup>7</sup>, M. Nikl<sup>7</sup>, and A. Yoshikawa<sup>1,2,6</sup> E-mail: s\_kodama@imr.tohoku.ac.jp

福島第一原子力発電所の廃炉に向け、炉内部 を把握し適切な廃炉計画を立案することが必 要となる。そこで、日本原子力研究開発機構で は内部観察のための長尺光ファイバーとシン チレータを利用した放射線モニタの開発を行 っている[1]。この遠隔放射線モニタの速やかな 実用化のため、われわれは材料開発から検出器 試作まで一貫した研究を行っている。光ファイ バー中の伝送損失が小さい赤色~近赤外で発 光する材料は、ルビー(Cr:α-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)など限ら れた材料しかなかったが、新たに新規ヨウ化物 シンチレータ Cs<sub>2</sub>HfI<sub>6</sub>(発光波長 700 nm)を開 発し、さらに 20m の光ファイバーでガンマ線 励起発光を読み出す動作試験に成功している <sup>[2]</sup>。ただし、伝送損失はより長波長帯 (1,000 nm 付近) で最少となるため、より低損失で測定で きるよう、Cs<sub>2</sub>HfI<sub>6</sub>よりも長波長で発光するシ ンチレータの開発にも取り組んだ。本講演では、 Cs<sub>2</sub>HfI<sub>6</sub>より長波長で発光する新規材料である Rb<sub>2</sub>HfI<sub>6</sub>(RHI)の単結晶育成と発光特性、および <sup>60</sup>Co ガンマ線源で励起した際の発光を 20 m 光 ファイバーで読み出したガンマ線検出試験の 結果を報告する。

垂直ブリッジマン法により RHI 単結晶を育 成し、試験片を作製した。X 線励起下でのスペ クトル測定から、RHI は約 725 nm にピークを 持つブロードな発光を示すことが分かった。浜 松ホトニクス株式会社製 Si アバランシェ・フ ォトダイオード S8644-1010 を使用し、<sup>137</sup>Cs ガ ンマ線源で励起した際の波高値スペクトル測 定より、RHI の発光量は~40,000 photons/MeV、 エネルギー分解能 (FWHM@662 keV) は~7.4% と算出された。 RHI は潮解を防ぐため光学セメントに埋め 込み、京都大学複合原子力科学研究所のコバル ト 60 ガンマ線照射装置を使用してガンマ線検 出試験を行った。発光は 20 m 純粋石英光ファ イバーを通し、フォトダイオードおよび CCD 分光器で読み出し、ルビーとの比較を行い (Figure 1)、十分な感度を持つことが分かった。 また、実用を想定した 12 時間の連続照射を行 ったところ、ルビーでは 1 時間以上の長残光が 見られ正確な線量情報を迅速に得られないこ とが分かった。一方、RHI は残光がなく線量測 定の時間応答性に優れ、実際の原子炉内部調査 に適用可能と期待できる新規シンチレータの 開発に成功した。



Figure 1. Scintillation signal of RHI and ruby as a function of dose read with a photo diode and 20-m optical fiber

参考文献

[1] 東京電力, トピックス福島 Vol.25, 2015

[2] 第66回 応用物理学会春季学術講演会, 2019