



リモートガンマ線量モニタの実現を目指した 新規赤色発光ヨウ化物シンチレータの開発と放射線応答特性 Development of novel red-emitting iodide scintillators for the Fiber-read gamma-ray monitor

東北大金研¹, 東北大 NICHe², 日本原子力研究開発機構³, 三菱電機(株)⁴, 京都大⁵, (株)C&A⁶

[○](DC)小玉 翔平¹, 黒澤 俊介^{1,2}, 森下 祐樹³, 宇佐美 博士³, 鳥居 建男³, 林 真照⁴,
東 哲史⁴, 笹野 理⁴, 牧田 泰介⁴, 田中 浩基⁵, 花田 貴¹, 山路 晃広^{1,2}, 吉野 将生¹,
豊田 智史^{1,2}, 佐藤 浩樹^{1,2}, 大橋 雄二^{1,2}, 鎌田 圭^{1,2,6}, 横田 有為¹, 吉川 彰^{1,2,6}

IMR Tohoku Univ.¹, NICHe Tohoku Univ.², Japan Atomic Energy Agency³,
Mitsubishi Electric Corporation⁴, Kyoto Univ.⁵, C&A Corporation⁶

[○]S. Kodama¹, S. Kurosawa^{1,2}, Y. Morishita³, H. Usami³, T. Torii³, M. Hayashi⁴, T. Azuma⁴,
M. Sasano⁴, T. Makita⁴, H. Tanaka⁵, T. Hanada¹, A. Yamaji^{1,2}, M. Yoshino¹, S. Toyoda^{1,2}, H. Sato^{1,2},
Y. Ohashi^{1,2}, K. Kamada^{1,2,6}, Y. Yokota¹, and A. Yoshikawa^{1,2,6}
E-mail: s_kodama@imr.tohoku.ac.jp

福島第一原子力発電所の廃炉を迅速かつ安全に遂行するためには炉内部の放射性汚染物や燃料デブリの分布・おおよその放射能の把握が重要である。通常の放射線検出器を炉内部に入れると高放射線量のため誤動作、ないしは故障の恐れがある。日本原子力研究開発機構では長尺光ファイバーとシンチレータを利用したリモート放射線量モニタを提案している^[1]。光ファイバー中の伝送損失を低く抑えるために700~1,100 nmの発光が適しており、われわれが開発したCs₂HfI₆等の高発光量赤色発光シンチレータを組み合わせ、これまで実際にリモート放射線量モニタを試作し動作試験を行ってきた^[2]。

Cs₂HfI₆の発光波長が約700 nmであり、より長波長の発光であればさらに伝送損失を抑えられる。さらに、光ファイバーそのもののシンチレーション発光・チェレンコフ発光成分が赤色付近までであることが動作試験の過程で判明し、より長波長で発光する新規シンチレータの開発が必要であることが分かった。本講演では、Cs₂HfI₆を出発組成とした新規赤色発光シンチレータの材料探索を行い、発光波長や放射線応答特性を評価した結果を報告する。

A₂MI₆ (A: アルカリ金属, M: Hf または Zr) からなる組成の単結晶を垂直ブリッジマン法により育成し、単結晶試験片を作製した。X線励起発光スペクトル測定から、Rb₂HfI₆ および K₂HfI₆ 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。しかしそれ以上の長波長化は見られず、Na₂HfI₆ では Cs₂HfI₆ と同等の700 nm へと発光ピークが戻った。¹³⁷Cs ガンマ線源を励起源に用いた波高値スペクトル測定から、各シンチレータの発光量は Cs₂HfI₆: ~60,000 photons/MeV、Rb₂HfI₆: ~40,000

photons/MeV、K₂HfI₆: ~33,000 photons/MeV、Na₂HfI₆: ~43,000 photons/MeV となった。また、M = Zr の結晶では明確な光電吸収ピークが見られなかった。一連の材料探索では Cs₂HfI₆ を超える発光量を有するシンチレータを得られなかったが、Rb₂HfI₆ と K₂HfI₆ の発光量はルビー (Cr:α-Al₂O₃) などの既存の赤色発光シンチレータより十分大きく、発光が長波長化した。われわれの取り組みで、ルビーと20 m 光ファイバーを使用した放射線量モニタの動作を既に確認している^[2]ことから、Rb₂HfI₆ と K₂HfI₆ はリモート放射線量モニタに搭載可能であり、長波長発光により Cs₂HfI₆ よりもシグナルノイズの切り分け精度向上が期待できる。

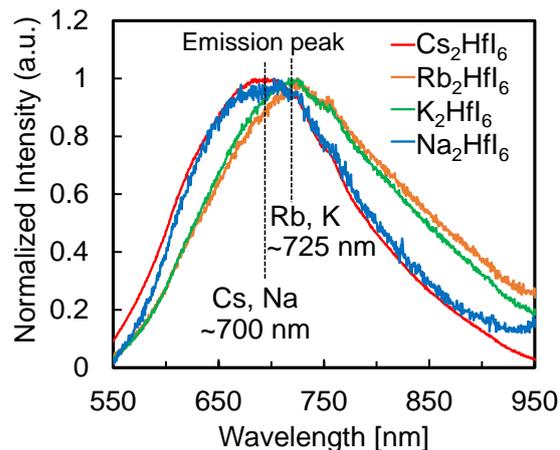


Figure 1. X-ray excited radioluminescence spectra of Cs₂HfI₆, Rb₂HfI₆, K₂HfI₆, and Na₂HfI₆.

参考文献

- [1] 東京電力, トピックス福島 Vol.25, 2015
- [2] S. Kodama *et al.*, Appl. Phys. Express. **13** (2020) 047002