

CsRbZnCl₄ 結晶シンチレータのオージェフリー発光特性Auger-free luminescence properties of CsRbZnCl₄ crystalline scintillator東北大¹, 九工大² ○佐伯 啓一郎¹, 越水 正典¹, 柳田 健之², 藤本 裕¹, 浅井 圭介¹Tohoku Univ.¹, KIT² ○Keiichiro Saeki¹, Masanori Koshimizu¹, Takayuki Yanagida², YutakaFujimoto¹, Keisuke Asai¹

E-mail: saeki@qpc.che.tohoku.ac.jp

[緒言]無機シンチレータ材料は、放射線に対する大きな阻止能を有する反面、応答性の悪さという欠点をもつ。当該材料の中でこの欠点を克服しうるものとして、オージェフリー発光 (AFL) を示すハロゲン化物材料が挙げられる。AFL は、価電子帯-内殻準位間の電子遷移に起因する発光であり、その蛍光寿命は非常に短く、数ナノ秒以下である。我々は先般、大きな有効原子番号と AFL 特性を有する材料である Cs₂ZnCl₄ 結晶のシンチレーション特性を報告した[1]。当該結晶の発光量は YAP:Ce シンチレータの 2.3 % 程度と小さい一方、その減衰時定数は 1.8 ns と高速であることが分かっている。本研究では、Cs₂ZnCl₄ の高速応答性を維持させたままでの発光量の増大を期し、Cs サイトの一部を Rb で置換した CsRbZnCl₄ 結晶を作製し、そのシンチレーション特性に調べた。

[実験方法] サンプル作製には、純度 99.9 % 以上の各種出発原料を使用した。室温で、等物質質量ずつ水に溶かし、温度制御下での再結晶法にて結晶を育成した。得られた結晶につき加工研磨後、蛍光 X 線元素分析、波高スペクトル、X 線励起蛍光スペクトル及びシンチレーション減衰曲線を測定した。

[実験結果, 考察] Cs と Rb の仕込み比率は 1 : 1 であったが、蛍光 X 線での測定結果は 4.8 : 1 であった。Fig. 1 に、Cs¹³⁷ γ 線 (662 keV) 照射時の波高スペクトルを示す。測定においては、CsRbZnCl₄ のコースゲインを参照用 GSO シンチレータの 2.5 倍に設定した。測定結果から算出した CsRbZnCl₄ の発光量は、GSO シンチレータのおよそ 1/10 となる 1000 ph/MeV であった。また、X 線励起蛍光スペクトル (Fig. 2) には、260, 310, 390 nm に発光ピークが認められた。Cs₂ZnCl₄ の AFL は、255 nm, 280 nm, 390 nm に現れることから、CsRbZnCl₄ で観測された上述の発光も AFL に起因したものであると考えられる。Fig. 3 に、パルス X 線照射時のシンチレーション減衰曲線の結果を示す。フィッティング解析の結果、減衰時定数の第一成分は 1.3 ns, 第二成分は 8.6 ns であった。Cs₂ZnCl₄ の減衰時定数は約 1.8 ns であり、CsRbZnCl₄ の蛍光も AFL に起因することが示唆された。我々は、本研究における Cs₂ZnCl₄ の高速応答性を維持させつつ発光量を増大させることを達成した。

[1] N. Yahaba et al., Appl. Phys. Express 7 (2014) 062602.

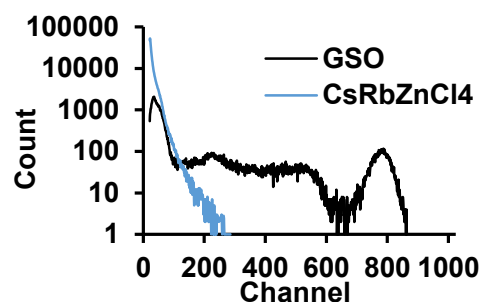


Fig. 1. Cs¹³⁷ γ 線 (662 keV) 照射時の波高スペクトル.

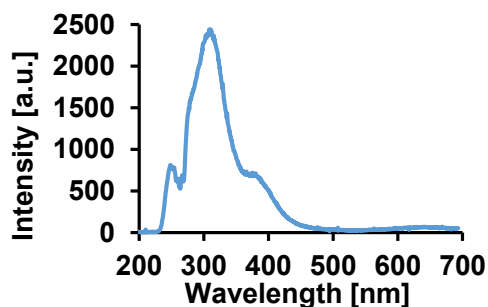


Fig. 2. CsRbZnCl₄ の X 線励起蛍光スペクトル.

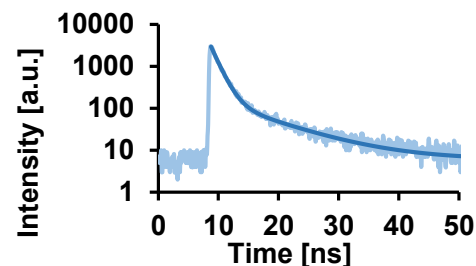


Fig. 3. パルス X 線照射時のシンチレーション減衰曲線.