

Cs₂LiPrCl₆ 結晶の PL 及びシンチレーション特性

Photoluminescence and scintillation properties of Cs₂LiPrCl₆ crystals

東北大院工¹, 奈良先端大² ◯(M2) 関根大¹, 藤本裕¹, 越水正典¹, 中内大介²,
柳田健之², 浅井圭介¹

Tohoku Univ.¹, NAIST², ◯Dai Sekine¹, Yutaka Fujimoto¹, Daisuke Nakauchi², Masanori Koshimizu¹,
Takayuki Yanagida² Keisuke Asai¹
E-mail: dai.sekine.q6@dc.tohoku.ac.jp

シンチレータとは放射線照射により、紫外光もしくは可視光を発する物質を指し、放射線検出器としてセキュリティ装置、医療機器、資源探査装置など幅広く応用されている。検出対象によって異なるが、高い発光量、速い減衰時定数、高い放射線検出効率が主に要求される。これらを満たす方途の一つとして、エルパソライト系シンチレータの開発が挙げられる。特に Ce³⁺ の 5d-4f 遷移発光を利用した高速シンチレータの研究が盛んであり、Cs₂LiYCl₆:Ce³⁺, Cs₂LiLaCl₆:Ce³⁺, Cs₂NaCeCl₆ [1-3] など多くの報告がなされている。一方で、Pr³⁺ も同様に高速の 5d-4f 遷移発光を観測する蛍光中心だが、Ce³⁺ と比較すると報告例が少なく、Cs₂LiYCl₆:Pr³⁺ [4] のみにとどまっている。そこで、本研究では Cs₂LiPrCl₆ の結晶を作製し、そのシンチレーション特性およびフォトルミネッセンス(PL)特性について調査した。

試料作製には CsCl(5N), LiCl(3N), PrCl₃・6H₂O(3N) を出発原料に用いた。これらを量論比で混合し、真空下で 573 K に加熱し 24 h 置くことで脱水した。その後、石英ガラス管に封じ切りブリッジマン法で結晶育成した。温度勾配は 3 K/mm, 引き下げは 3 mm/h で行った。

図 1 に Cs₂LiPrCl₆ 結晶のシンチレーションスペクトルを示す。300 nm 付近に検出されたピークは Pr³⁺ の 5d-4f 遷移発光によるものと考えられる。先行研究の Cs₂LiYCl₆:Pr³⁺ では 260-280 nm に 5d-4f 遷移に由来するピークが検出されている[4]。一方で、400 nm 付近のピークは STE 発光と考えられるが同定には至っていない。シンチレーションの減衰プロファイルは、20 ns(82.7%), 220 ns(9.2%), 3550 ns(8.1%) の 3 成分で構成されており、それぞれ Pr³⁺ の 5d-4f 遷移発光, STE 発光, 4f-4f 遷移発光に帰属されると考えられる。Cs₂NaCeCl₆ のシンチレーション減衰プロファイル[3]は、91 ns(36%), 601 ns(33%), 3200 ns(31%) で構成されており、類似の結果となった。

図 2 に ¹³⁷Cs-ガンマ線照射における Cs₂LiPrCl₆ の波高スペクトルを示す。参照サンプルとして NaI:Tl と BGO を用いて発光量を推算すると、およそ 2,000 ph/MeV となった。

- [1] CM. Combes et al., J. Lumin, **82** (1995) 299.
[2] J. Glodo et al., IEEE Trans. Nucl. Sci., **58** (2011) 333.
[3] JC. vantSpijker et al., J. Lumin, **82** (1997) 786.
[4] E. V. D. van Loef et al., IEEE Trans. Nucl. Sci., **52** (2005) 1819.

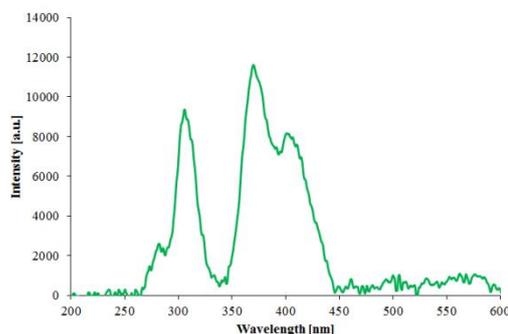


Fig. 1 Scintillation spectrum for Cs₂LiPrCl₆ crystal.

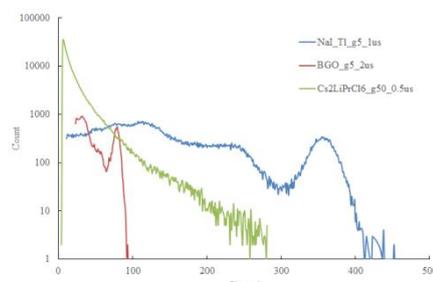


Fig. 2 Pulse-height spectra for NaI:Tl, GSO and Cs₂LiPrCl₆ crystals for 662-keV gamma-ray from ¹³⁷Cs.