

Pr 添加 KY_3F_{10} 結晶シンチレータの基礎特性評価Evaluations of Pr-doped KY_3F_{10} crystal scintillators京大化研¹, 九工大², トクヤマ³, °日野 祐輔¹, 柳田 健之², 藤本 裕², 福田 健太郎³ICR, Kyoto Univ.¹, Kyushu Inst. Technol.², Tokuyama Corp.³, °Yusuke Hino¹, Takayuki Yanagida²,Yutaka Fujimoto¹, Kentaro Fukuda³

E-mail: hino@noncry.kuicr.kyoto-u.ac.jp

シンチレータは単一の高エネルギー放射線 (keV~GeV) を、数万の低エネルギー光子 (2~6 eV) に即発的に変換する蛍光体の一種であり、医療 (X 線 CT、PET)、空港の荷物検査等のセキュリティ、資源探査、火山・活断層・温泉探査、宇宙や素粒子と言った高エネルギー物理学などに広く用いられている [1]。従来、シンチレータは固体で化学的に安定な酸化物もしくはフッ化物母材に、Ce もしくは Pr を添加したものが用いられてきている。本研究においては、Pr を 1 および 5% 添加した KY_3F_{10} (Pr:KYF) のシンチレーション、熱蛍光といった放射線計測特性に関して報告する。これまで Pr:KYF の放射線計測特性は、Pr を 1% 添加したものの X 線励起発光スペクトルの報告しかなく [2]、発光中心の濃度依存性およびその他の放射線計測特性の研究は初となる。Pr:KYF は放射線計測用のみならず、太陽電池のコーティング材応用を目指し、量子切断現象の研究も盛んに行われており、そういった点からも注目を集めている物質である。

サンプル結晶は(株)トクヤマにより作製され、 $2 \times 2 \times 1 \text{ mm}^2$ に加工研磨された。これらに対して系統的に、直線透過率、フォトルミネッセンス (PL)、PL 蛍光減衰時定数、X 線励起ラジオリミネッセンス、シンチレーション発光量、シンチレーション蛍光減衰時定数、熱蛍光グローカーブ、熱蛍光の照射量に対する線形性を調査した。

図 1 には、X 線照射時の発光スペクトルを示す。Pr³⁺ の 5d-4f 遷移に起因する発光が 300 nm 近傍に観測されており、4f-4f 遷移による発光が 400 nm 以上の可視から近赤外波長域に数多く観測されている。フッ化物結晶からの Pr³⁺ 5d-4f 遷移の観測は稀である。前者の蛍光減衰時定数は十数ナノ秒であり、後者は 2-3 マイクロ秒であった。蛍光減衰時定数は、Pr の添加濃度が大きくなるほど早くなった。紫外可視域のシンチレーション発光量を計測したところ、余り大きくはなく、Pr 1%、5% サンプルに対し、300 and 700 ph/5.5 MeV- α と求まった。

参考文献

- [1] T. Yanagida, Opt. Mat., 35 1987 (2013).
- [2] K. Kamada, T. Yanagida, M. Nikl, A. Fukabori, A. Yoshikawa, K. Aoki, J. Cryst. Growth 312 (2010) 2795.
- [3] S. Veronesi, D. Parisi, F. Marchetti, M. Tonelli, Journal of Physics and Chemistry of Solids 71 (2010) 913.
- [4] 21) D. Serrano, A. Braud, J.-L. Doualan, P. Camy, A. Benayad, V. Ménard, R. Moncorgé, Opt. Mat. 33 (2011) 1028.

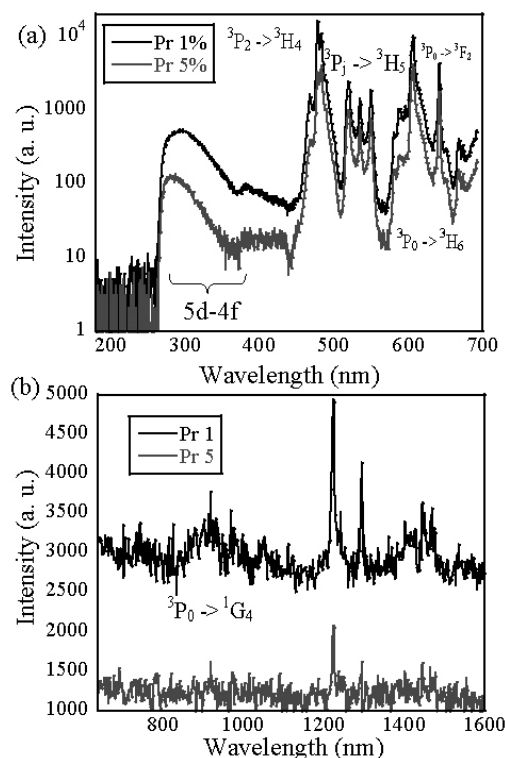


図 1 X 線励起による発光スペクトル。上は紫外~可視、下は可視~近赤外域。