

青色励起可能な近赤外蛍光体 α -YFS:Yb³⁺ の光物性評価

Luminescence properties of blue-excitable near-infrared phosphor α -YFS:Yb³⁺

産総研¹, 北陸先端大² [○]北川 裕貴¹, 上田 純平²

AIST¹, JAIST², [○]Yuuki Kitagawa¹, Jumpei Ueda²

E-mail: kitagawa.yuuki@aist.go.jp

4f¹³ 電子配置を有する Yb³⁺ は 4f-4f 遷移により 1000 nm 付近の近赤外 (NIR) 域にシャープな発光を示すことから, NIR レーザーやシンチレータなどのアプリケーションに向けて研究が進められてきた[1]。しかし 4f 準位は約 10000 cm⁻¹ 離れた ²F_{7/2} および ²F_{5/2} のみであり, 可視光励起できない。配位アニオンから Yb³⁺ への電荷移動 (CT) 遷移は高効率な励起過程として知られているが, 既報の多くの酸化物・酸硫化物母体中において紫外～近紫外域にとどまる[2]。本研究では, 酸硫化物よりも共有結合性の影響が大きく, CT 励起バンドの長波長シフトが予想されるフッ化硫化物 α -YFS に Yb³⁺ を添加した蛍光体を合成し, Yb³⁺ の CT 状態と関連する光物性について調査した。

Yb³⁺ を 0.1% 添加した α -Y_{0.999}FS:Yb³⁺_{0.001} 蛍光体試料を固相反応法により合成した。Fig. 1a に α -YFS:Yb³⁺ 試料の 4 K での蛍光 (PL) および蛍光励起 (PLE) スペクトルを示す。PLE スペクトルでは, α -YFS 母体吸収 (バンドギャップ $E_g \sim 2.7$ eV) のほかに, 450–500 nm に広がるブロードな吸収バンドが観測された。希土類添加無しまたは Ce³⁺ 添加 YFS [3] では観測されない吸収バンドであることから, 価電子帯上端で支配的な S 3p 軌道から Yb³⁺ への CT 遷移に帰属される。既報の酸硫化物 Y₂O₂S:Yb³⁺ では CT 励起バンドのピークは 310 nm に位置しており[2], α -YFS:Yb³⁺ では S²⁻ による長波長シフトの影響は非常に大きいことがわかった。一方 PL スペクトルでは, 1000 nm 付近に Yb³⁺: ²F_{5/2} → ²F_{7/2} 遷移に帰属されるシャープな NIR 発光が観測された。また 660 nm をピークとする弱いブロードな発光が観測された。これは α -YFS:Ce³⁺ に見られる発光よりも短波長の発光であり, また 100 K でほとんど消光したことから Yb³⁺ の CT 発光であると考えられる。Fig. 1b には青色励起光照射下での PL スペクトルの温度依存性を示す。温度上昇に伴い, ピーク強度比が大きく変化したことから, 低温域での温度センサーとしてのアプリケーションが期待される。

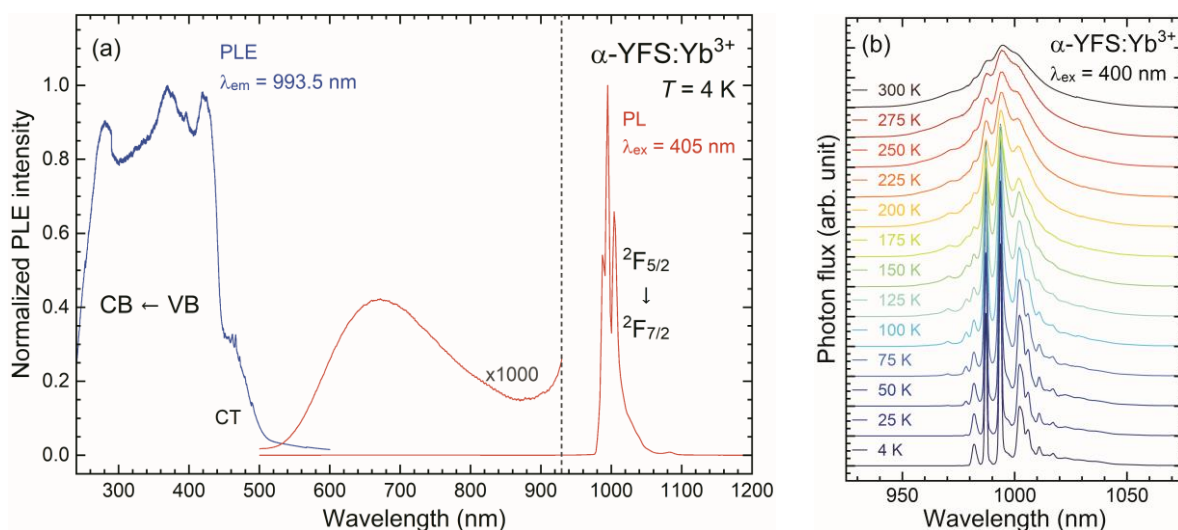


Fig. 1 (a) PL and PLE spectra of the α -YFS:Yb³⁺ (0.1%) sample at 4 K. (b) Temperature dependence of high-resolution PL spectra ($T = 4$ –300 K).

- [1] G. Boulon, *J. Alloys Compds.* **451** (2008) 1–11. [2] L. van Pieterson *et al.*, *J. Lumin.* **91** (2000) 177–193. [3] Y. Kitagawa, J. Ueda, 第 84 回応用物理学会秋季学術講演会, 23p-A305-10 (2023).