

Yb²⁺添加 SrX₂(X = Cl, Br)結晶の PL およびシンチレーション特性の温度依存性

Temperature dependence of photoluminescence and scintillation properties of Yb²⁺-doped SrX₂ (X = Cl, Br) 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
山下真一³ 浅井圭介¹

Tohoku Univ.¹, NAIST², Tokyo Univ., ○Dai Sekine¹, Yutaka Fujimoto¹ Masanori Koshimizu¹

Daisuke Nakauchi² Takayuki Yanagida² Shinichi Yamashita³ Keisuke Asai¹

E-mail: dai.Sekine.q6@dc .tohoku.ac.jp

Yb²⁺の 5d-4f 遷移発光は、スピン許容および禁制遷移発光の 2 種類に分類される。これらは、電子の一重項 5d 励起状態に遷移後、基底状態への異なる遷移挙動につながる。スピン反転することなく直接基底状態に遷移場合がスピン許容遷移発光であり、項間交差を経てスピン反転しながら基底状態に遷移する場合がスピン禁制遷移発光である。この 2 つの発光のうち、母材料によって、いずれかが支配的に観測される。Yb²⁺添加 CsMX₃(M = Ca, Sr, X = Cl, Br, I)結晶のフォトルミネッセンス(PL)特性に関しては、蛍光スペクトルと減衰プロファイルの温度依存性を調査した先行研究[1,2]があり、結晶構造の対称性や配位子の共有結合性の影響が関係すると述べられている。本研究では、室温でスピン許容・禁制遷移発光の両方が観測されることが分かった SrCl₂:Yb²⁺および SrBr₂:Yb²⁺に着目し、PL およびシンチレーションの温度依存性を調査した。

試料作製には純度 99.9%以上の各種ハロゲン化物粉末を用いた。原材料を量論比で混合し、真空中で 300℃, 24 h 脱水したのち、石英アンプル管中に封入して Bridgman 法で結晶育成を行った。得られた結晶を切断・研磨したのち、各温度帯でのフォトルミネッセンス(PL)スペクトル、シンチレーション減衰プロファイルを測定した。

Figure 1 は 0.5%Yb²⁺添加 SrCl₂, Figure 2 は 0.5%Yb²⁺添加 SrBr₂ の蛍光スペクトルである。385-390 nm のピークがスピン許容遷移発光, 410-420 nm の発光がスピン禁制遷移発光に由来する。SrCl₂の発光は温度を下げるにつれて、両者とも強度が減少したのに対し、SrBr₂は低温でスピン許容遷移発光の強度が上昇した。この結果は、項間交差の起きやすさは配位子のイオン結合性に依存するという先行研究[2]に一致した。また、シンチレーション減衰時定数も温度を下げるにつれて減少した。SrBr₂についてはスピン許容遷移発光が支配的になったためと考えられるが、SrCl₂については解明できていない。

[1] M. Suta, W. Claudia, Adv. Funct. Mater., **17** (2017) 1602783.

[2] M. Suta et al., Phys. Chem. Chem. Phys., **19** (2017) 7188.

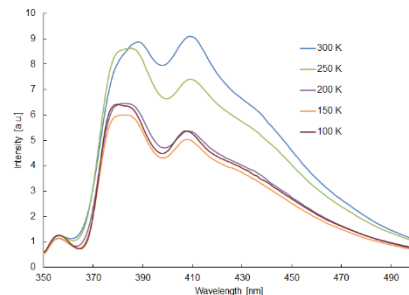


Fig. 1 Temperature dependence of photoluminescence spectra of SrCl₂:Yb²⁺ crystals.

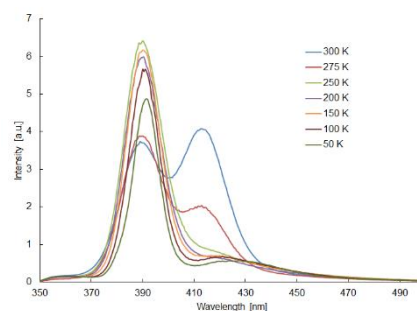


Fig. 2 Temperature dependence of photoluminescence spectra of SrBr₂:Yb²⁺ crystals.