Yb^{2+}添加 $ACaCl_3$(A = Cs, Rb)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 Yb^{2+}-doped $ACaCl_3$(A = Cs, Rb) crystals

東北大院工 [1]，東大院工 [2] ○(B)溝井航平 [1]，荒井美紀 [1]，藤本裕 [1]，越水正典 [1]，山下真一 [2]，浅井圭介 [1]

Tohoku Univ. [1], Tokyo Univ.[2], °(B)Kohei Mizoi[1], Miki Arai[1], Yutaka Fujimoto[1] ,
Masanori Koshimizu[1], Shinichi Yamashita[2], Keisuke Asai[1]

E-mail: kohei.mizoi.p5@dc.tohoku.ac.jp

Yb^{2+}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．励起状態から基底状態への遷移において，スピン反転を伴わない前者に対し，後者では項間交差を経たスピン反転が生じる．両者のいずれが主な過程になるかは母材によって決まる．Yb^{2+}添加 $CsMX_3$(M = Ca, Sr, X = Cl, Br, I)結晶を母材に用いた先行研究では，蛍光スペクトル及び減衰プロファイルの温度依存性が調査され [1,2] ，当該結晶のフォトルミネッセンス(PL)が，構造の対称性や配位子の共有結合性に影響を受けると報告されている．しかし，シンチレーション特性の温度依存性についての報告は過少である．Yb^{2+}はシンチレータの発光中心として有用であると期待されるが，そのスピン禁制遷移発光の減衰時間の長さが実用上の難点となっている．2 種の発光機序の解明こそが，斯様な難点の克服と Yb^{2+}の発光中心としての有用性の確立につながる．本研究では，室温でスピン禁制遷移発光を呈する $ACaCl_3$:Yb^{2+}(A = Cs, Rb)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 350℃で脱水したのち，石英アンプル管中に封入し，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, XRL スペクトル, PL 減衰プロファイル，シンチレーション減衰プロファイルを測定した

Fig.1 に $CsCaCl_3$:Yb^{2+}結晶の XRL スペクトルを，Fig.2 に $RbCaCl_3$:Yb^{2+}結晶の XRL スペクトルを，各温度で示す．両結晶において 440–445 nm 付近にピークを有する発光帯が観測された．ピーク位置は PL スペクトルとほぼ一致した．従って，両発光帯は共にスピン禁制遷移発光由来であると考えられる．また，100–300 K では，両発光帯において，温度低下につれて XRL 発光強度が増加した．これは先行研究における PL 発光強度の挙動と一致する[2]．温度低下につれて，項間交差の割合が増大した結果であると考えられる．

[1] Markus Suta et al. Phys. Chem. Chem. Phys., **19** (2017) 7188.
[2] M. Suta, W. Claudia, Adv. Funct. Mater., **17** (2017) 1602783.

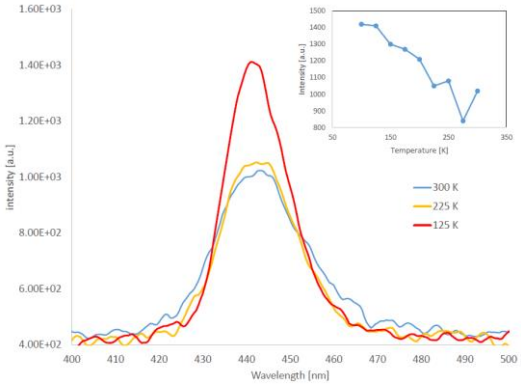

Fig.1 XRL spectra of $CsCaCl_3$:Yb^{2+} crystal at various temperatures. The inset shows the temperature dependence of emission intensity.

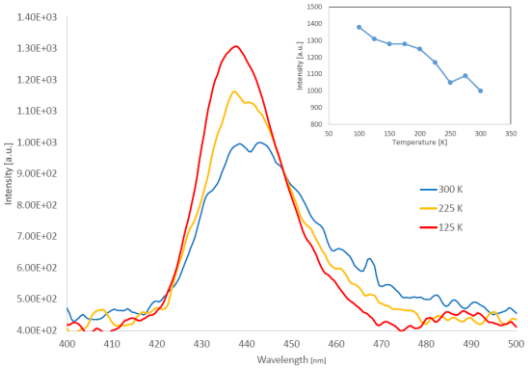

Fig.2 XRL spectra of $RbCaCl_3$:Yb^{2+} crystal at various temperatures. The inset shows the temperature dependence of emission intensity.

© 2019年 応用物理学会