

X線照射による Sm および Eu 添加 CaO–Al₂O₃–B₂O₃ ガラスの熱蛍光特性 X-ray-induced

thermoluminescence of Sm and Eu-doped CaO–Al₂O₃–B₂O₃-based glasses

東北大院工¹, 奈良先端大², °(M2)河村 一朗¹, (D2)木村 大海², (D1)川本 弘樹¹,
藤本 裕¹, 越水 正典¹, 柳田 健之², 浅井 圭介¹

Tohoku Univ.¹, NAIST², °Ichiro Kawamura¹, Hiromi Kimura², Hiroki Kawamoto¹,

Yutaka Fujimoto¹, Masanori Koshimizu¹, Takayuki Yanagida², Keisuke Asai¹

E-mail: ichiro.kawamura.tohoku@gmail.com

【緒言】ホウ素中性子捕捉療法 (BNCT) は、¹⁰B と熱中性子の核反応を利用して癌細胞を選択的に破壊する放射線治療である。BNCT の品質を保証するためには、中性子線量を正確に測定する必要がある。斯様な状況を踏まえ、我々は、新たな中性子線量測定素子開発を目指して、¹⁰B および ¹¹B 濃縮原料を用いた希土類添加 CaO–Al₂O₃–B₂O₃ 系ガラスにおける熱中性子照射後の熱蛍光 (Thermoluminescence: TL) 特性を探究してきた^[1,2]。本研究では、希土類として Sm と Eu を採用し、X線照射後の熱蛍光特性を調査した。Sm と Eu は発光の他に電子の捕獲中心としての機能を発現する可能性を持つため、これらの添加には更に感度を向上させる効果も期待される。

【実験方法】CaCO₃(4N), Al₂O₃(4N), H₃BO₃(4N), および希土類酸化物 (Sm₂O₃(3N)またはEu₂O₃(3N)) の粉末を量論比で混合後、アルミナ坩堝に充填し、電気炉内(1100°C)で加熱・熔融後、ステンレス板上に展延、急冷してガラスを作製した。これを試料として X 線を照射し、熱蛍光グロー曲線を測定した。

【結果・考察】図 1 に、Eu 添加ガラスにおける励起・蛍光マトリックスを示す。0.01 mol%添加ガラスでは 430 nm に、1 mol%添加ガラスでは 615 nm に最も強い蛍光ピークを観測した。これらはそれぞれ Eu²⁺の 4f₈5d₁→⁸S_{7/2} 遷移および Eu³⁺の ⁵D₀→⁷F₂ 遷移に帰属される^[3]。

図 2 に、Eu 添加ガラスにおける X 線 10 Gy 照射後の熱蛍光グロー曲線を示す。0.01 mol%添加ガラスでは 400 K に、0.1 mol%添加ガラスでは 375 K に、0.5 mol%添加ガラスおよび 1 mol%添加ガラスでは 540 K に熱蛍光ピークを観測した。これらの結果から、X 線照射後の電子または正孔の捕獲準位は、Eu の添加濃度に依存することが分かった。

【結言】Eu 添加 CaO–Al₂O₃–B₂O₃ ガラスを新たに開発し、その X 線照射後の熱蛍光が Eu の添加量に依存することを示した。

[1] I. Kawamura et al., *J. Ceram. Soc. Japan* **127** (10) (2019) 663–668.

[2] I. Kawamura et al., *Nucl. Inst. Meth. B* **468** (2020) 18–22.

[3] N. Sawanobori, *Mater. Integr.* **17** (3) (2004) 51–56.

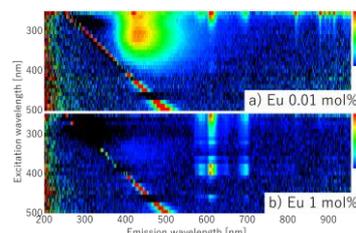


Figure 1. Excitation-emission matrix of Eu-doped glasses with Eu concentrations of a) 0.01 mol% and b) 1 mol%

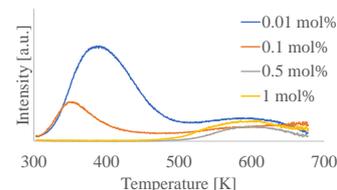


Figure 2. TL glow curves of Eu-doped glasses with different concentrations of Eu after X-ray irradiation of 10 Gy