

中性子照射による Ce^{3+} ドープ $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$ ガラスの熱蛍光特性

Neutron-induced thermoluminescence of Ce^{3+} -doped $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$ -based glasses

東北大院工¹, 奈良先端大², 金沢工大³, 量研機構⁴ °(M1)河村 一郎¹, (M2)川本 弘樹¹,
木村 大海², 藤本 裕¹, 越水 正典¹, 岡田 豪³, 古場 裕介⁴, 小川原 亮⁴, 須田 充⁴,
柳田 健之², 浅井 圭介¹

Tohoku Univ.¹, NAIST², KIT³, QST⁴, °Ichiro Kawamura¹, Hiroki Kawamoto¹, Hiromi Kimura²,
Yutaka Fujimoto¹, Masanori Koshimizu¹, Go Okada³, Yusuke Koba⁴, Ryo Ogawara⁴, Mitsuru Suda⁴,
Takayuki Yanagida², Keisuke Asai¹

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

【緒言】ガラス材料は、化学的耐性、加工性、および光学的品質に優れる点のみならず、製造コストの低廉さゆえに、幅広い分野で多用される。中でも、我々は原子力分野での用途に着目し、 ^{10}B 含有ホウ酸塩系ガラスを取り上げ、熱中性子検出ガラスへの応用を企図した。本研究では、 ^{10}B および ^{11}B 濃縮原料を用いて Ce^{3+} 添加 $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$ ガラスを作製し、X 線および熱中性子照射後の熱蛍光特性を調べた。

【実験方法】 $\text{CaCO}_3(4\text{N})$, $\text{Al}_2\text{O}_3(4\text{N})$, ^{10}B 濃縮 H_3BO_3 ($^{10}\text{B}>96.0\%$) または ^{11}B 濃縮 H_3BO_3 ($^{11}\text{B}>99.0\%$), および $\text{CeO}_2(3\text{N})$ 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、ステンレス板に展延、急冷してガラスを作製した。これを試料として、NAIST で X 線を、放医研の NASBEE で熱中性子を照射した後、熱蛍光グロー曲線および熱蛍光スペクトルを測定した。

【結果・考察】図 1 に、 Ce^{3+} 添加ガラスにおける X 線照射後の熱蛍光グロー曲線を示す。 ^{10}B ガラスおよび ^{11}B ガラスで、約 380 K に熱蛍光ピークを観測した。また、図 2 に、 Ce^{3+} 添加ガラスにおける X 線照射後の熱蛍光スペクトルを示す。 ^{10}B ガラスおよび ^{11}B ガラスで、約 400 nm にピークを観測した。この結果から、当該ガラスは $^{10}\text{B}(\text{n}, \alpha)$ 反応で生じた γ 線に対して良好な感度を持つことが示唆される。

図 3 に、 Ce^{3+} 添加ガラスにおける熱中性子照射後の熱蛍光グロー曲線を示す。 ^{10}B ガラスおよび ^{11}B ガラスで、約 400 K に熱蛍光ピークを観測した。また、 ^{10}B ガラスは、発光強度において ^{11}B ガラスに勝ることが分かった。この結果から、 $^{10}\text{B}(\text{n}, \alpha)$ 反応で生じた α 線および γ 線が熱蛍光を誘起したことが示唆される。

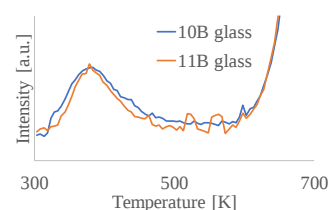


図 1. Ce^{3+} 添加ガラスにおける X 線照射 (1 Gy) 後の熱蛍光グロー曲線。

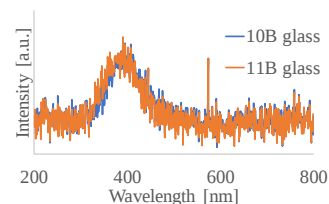


図 2. Ce^{3+} 添加ガラスにおける X 線照射 (1 Gy) 後の熱蛍光スペクトル (350–400 K)。

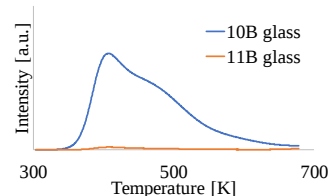


図 3. Ce^{3+} 添加ガラスにおける熱中性子 (10^{12} neutrons/cm²) 照射後の熱蛍光グロー曲線。