

中性子線照射による Tb^{3+} 添加 $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{B}_2\text{O}_3$ ガラスの熱蛍光

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

東北大院工¹, 金沢工大², 近大³, 名古屋大⁴, 奈良先端大⁵ °(M2)河村 一郎¹,
(D1)川本 弘樹¹, 藤本 裕¹, 越水 正典¹, 岡田 豪², 若林 源一郎³, 野上 光博¹,
人見 啓太郎¹, 渡辺 賢一⁴, 柳田 健之⁵, 浅井 圭介²

Tohoku Univ.¹, KIT², Kindai Univ.³, Nagoya Univ.⁴, NAIST⁵, °Ichiro Kawamura¹,
Hiroki Kawamoto¹, Yutaka Fujimoto¹, Masanori Koshimizu¹, Go Okada², Genichiro Wakabayashi³,
Mitsuhiro Nogami¹, Keitaro Hitomi¹, Kenichi Watanabe⁴, Takayuki Yanagida⁵, Keisuke Asai¹

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

【緒言】 ^6Li や ^{10}B は中性子との核反応によって荷電粒子や γ 線を放出するため、しばしば中性子測定材料に用いられる。我々は、当該元素を含む熱蛍光ガラスの作製による新たな中性子検出ガラスの開発を企図した。本研究では、 Tb^{3+} 添加 $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{B}_2\text{O}_3$ 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評価した。

【実験方法】 ^6Li 濃縮 Li_2CO_3 (2N) または $^7\text{Li}_2\text{CO}_3$ (4N), Al_2O_3 (4N), ^{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 Tb_4O_7 (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、ステンレス板に展延、急冷することで 4 種類のガラス ($^6\text{Li}-^{10}\text{B}$, $^6\text{Li}-^{11}\text{B}$, $^7\text{Li}-^{10}\text{B}$, および $^7\text{Li}-^{11}\text{B}$) を作製した。これらを試料として、X 線、重粒子線、および熱中性子照射後の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】Figure 1 に、当該ガラスにおける X 線照射後の熱蛍光グロー曲線を示す。350 および 550 K にピークが認められる。また、4 つのガラスにおける 340–360 K での熱蛍光強度の差は、平均値に対して 19% 以下であった。この結果から、これらの試料は中性子源に由来する γ 線に対して同程度の感度を有することが示唆される。

Figure 2 に、当該ガラスにおける熱中性子 1×10^8 neutrons/cm² 照射後の熱蛍光グロー曲線を示す。400 および 600 K にピークが認められる。また、 $^6\text{Li}-^{10}\text{B}$, $^6\text{Li}-^{11}\text{B}$, および $^7\text{Li}-^{10}\text{B}$ の 380–420 K での熱蛍光強度はそれぞれ、 $^7\text{Li}-^{11}\text{B}$ のその 1.5, 2.9, および 1.4 倍であった。この結果から、 $^6\text{Li}(n, t)^4\text{He}$ 反応および $^{10}\text{B}(n, \alpha)^7\text{Li}$ 反応で生じた荷電粒子および γ 線が、当該試料中で熱蛍光を効率的に誘起したことが示唆される。

【結言】新たに創製した Tb^{3+} 添加 $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{B}_2\text{O}_3$ ガラスが中性子検出機能を具備していることを確認した。

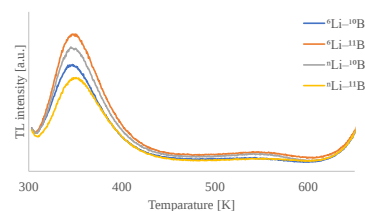


Figure 1. TL glow curves of Tb^{3+} -doped glasses after X-ray irradiation of 1 Gy.

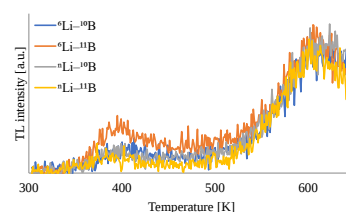


Figure 2. TL glow curves of Tb^{3+} -doped glasses after neutron irradiation of 1×10^8 neutrons/cm².