

中性子線照射による Dy^{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 Dy^{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, 近大原研², 九大院工³ °(B)山口寛人¹, (M2)小宮 基¹, (D2)川本 弘樹¹, 藤本 裕¹, 越水 正典¹, 若林 源一郎², 野上 光博¹, 人見 啓太郎¹, 渡辺 賢一³, 浅井 圭介¹

Tohoku Univ.¹, Kindai Univ.², Kyushu Univ.³, °Hiroto Yamaguchi¹, Hajime Komiya¹,

Hiroki Kawamoto¹, Yutaka Fujimoto¹, Masanori Koshimizu¹, Genichiro Wakabayashi²,

Mitsuhiro Nogami¹, Keitaro Hitomi¹, Kenichi Watanabe³, Keisuke Asai¹

E-mail: hiroto.yamaguchi.r6@dc.tohoku.ac.jp

【緒言】電荷を持たない中性子の検出には、中性子と反応する核種を重要な要素とする中性子検出器が使用される。このうち、最も一般的なものとして ^3He 比例係数管があげられるものの、肝心な ^3He の供給には克服し難い障害がある。この点を鑑みれば、天然存在比に問題を持たず、中性子反応性においても良好な ^6Li や ^{10}B に注目せざるを得ない。我々は、両者を含む熱蛍光ガラスの創製による新たな中性子検出装置の開発を企図した。本研究では、 Dy^{3+} 添加 $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{B}_2\text{O}_3$ ガラスを製出し、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】 ^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 Dy_2O_3 (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、急冷し、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】Fig 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。370 K にピークが認められる。また 4 種のガラス間での 365–375 K での熱蛍光強度の差は、同強度の平均値に対して 7% 以下であった。この結果は、4 種のガラスが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を示す。

Fig 2 に、当該 4 種ガラスについて熱中性子 7.7×10^9 neutrons/cm² 照射後の熱蛍光グロー曲線を示す。400 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 390–410 K での熱蛍光強度はそれぞれ、 $^7\text{Li}-^{11}\text{B}$ の値の 1.1, 2.5, および 1.0 倍であった。この結果は、 $^6\text{Li}(n, t)^4\text{He}$ 反応で生じた荷電粒子および γ 線が、 $^6\text{Li}-^{11}\text{B}$ ガラスにおいて熱蛍光を特に効率的に誘起したことを示す。

【結言】製出した Dy^{3+} 添加 $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{B}_2\text{O}_3$ ガラスの中性子検出機能が示された。

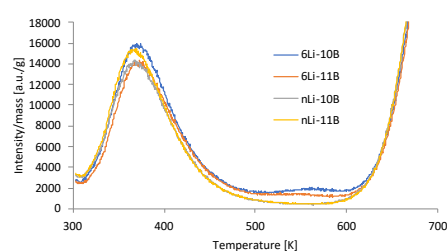


Fig.1 TL glow curves of Dy^{3+} -doped glasses after X-ray irradiation of 1 Gy.

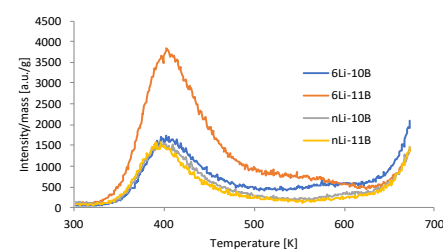


Fig.2. TL glow curves of Dy^{3+} -doped glasses after neutron irradiation of 7.7×10^9 neutrons/cm².