

大気中で作製した Ce 添加 $\text{Li}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3$ ガラスのシンチレーション特性

Scintillation Properties with Ce-doped $\text{Li}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3$ Glasses Prepared in Air

奈良先端大, °河口 範明, 加藤 匠, 中内 大介, 柳田 健之

NAIST, °Noriaki Kawaguchi, Takumi Kato, Daisuke Nakauchi, Takayuki Yanagida

E-mail: n-kawaguchi@ms.naist.jp

標準的に用いられる中性子シンチレーターのリチウムガラス (Ce 添加リチウムケイ酸塩ガラス) [1] は SiO_2 を網目形成酸化物とするガラスシンチレーターである。当材料は潮解性がなく、十分に発光量が高い (6000 photons/neutron[2]) ことから、広く利用されている。ガラス材料は一般に、組成の自由度が高く成形性や加工性に優れているとされる。また、製造コストも低く抑えられる可能性があると考えられ、リチウムガラス以外の新規ガラスシンチレーターについても精力的に研究されている。しかし、 SiO_2 を網目形成酸化物とするガラスは、ガラス材料の中でも融点が高い上、リチウムガラスは還元雰囲気中で製造する必要があることから容易に製造できるとは言い難い。実際にリチウムガラスは高額で販売されており、さらなる低コスト化には低融点かつ大気中で製造できるガラスシンチレーターを見出す必要があるものと考えられる。本研究ではより低融点で作製可能な B_2O_3 を網目形成酸化物とするホウ酸塩ガラスにおいて、特に低融点の Ce 添加 $\text{Li}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3$ ガラスに着目した。先行研究によると、水素+アルゴン混合ガス中で熔融し作製された Ce 添加 $\text{Li}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3$ ガラスについてガラス組成の最適化が行われ、 $^{241}\text{Am} \cdot \alpha$ 線による励起で、最大でリチウムガラス GS20 の 9.2% の発光量が得られることが確認されている[3]。本研究では大気中での熔融、ガラス化でどの程度の発光量が得られるか調査した。

$2x \text{CeO}_2-10 \text{Li}_2\text{O}-(90-x) \text{B}_2\text{O}_3$ ($x=2.5, 5, 10$) を仕込み組成として、各原料粉末を秤量し、アルミナ坩堝に投入した。アルミナ坩堝は安価で入手可能な簡易的なマッフル炉により、最高設定温度の 1100°C で 10 分間加熱し、原料を熔融した後、 200°C に加熱した金属プレート上に融液を滴下し、上部から別の金属プレートでプレス成形して固化させた。Fig. 1 に得られたサンプルの外観を示す。 $x=2.5$ のサンプルは全体的に透明なサンプルが得られ、簡易的なマッフル炉でガラス化に成功したものと思われる。 $x=5, 10$ の希土類濃度が高いサンプルは融点が高く、均質なガラスが得られにくかったものと思われる。Fig. 2 に $x=2.5$ のサンプルの X 線励起発光スペクトルを示す。 Ce^{3+} の 5d-4f 遷移に由来するとみられる明瞭な発光ピークが観察された。 ^{252}Cf を励起源として用いた波高分布スペクトルを測定したところ、 $x=2.5$ のサンプルは ^{10}B 、 ^6Li 由来とみられるピークが観察された。同様の測定で市販のリチウムガラス GS20 で観察されたピークの波高値と比べると、 ^{10}B 、 ^6Li 由来とみられるピークの波高値はそれぞれ 3.0%、11.3%であった。より実用的な発光量を得るには組成の探索が必要だが、大気中で作製した低融点なガラスも中性子シンチレーターとして利用できる可能性があることがわかった。

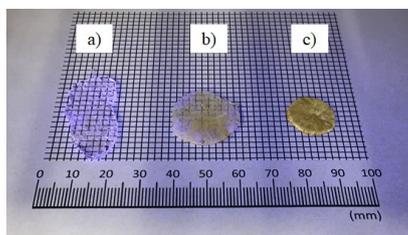


Fig. 1. Obtained Ce-doped $\text{Li}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3$ glass samples.

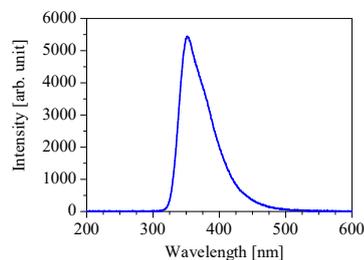


Fig. 2. The X-ray excited scintillation spectrum of the Ce-doped $\text{Li}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3$ glass.

[1] <https://scintacor.com/products/6-lithium-glass/>, (accessed June 22, 2022).

[2] C. Eijk, A. Bessière, P. Dorenbos, *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A* **529** (2004) 260–267.

[3] M. Ishii et al., *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A* **537** (2005) 282–285.