

リン酸塩ガラスシンチレータにおける アルカリ金属の相違によるエネルギー移動効率の差異

Difference in energy transfer efficiency upon changing alkali metals of phosphate glass scintillators

東北大院工¹, 静岡大² ○中林優輔¹, 藤本裕¹, 越水正典², 浅井圭介¹

Tohoku Univ.¹, Shizuoka Univ.², ○Yusuke Nakabayashi¹, Yutaka Fujimoto¹, Masanori Koshimizu², Keisuke Asai¹

E-mail: yusuke.nakabayashi.s8@dc.tohoku.ac.jp

【緒言】シンチレータには、主要な性能の一つとして高発光量の具備が求められる。これに応えて実用化されたものの多くが無機結晶であるが、大型化し難いといった製造プロセス上の難点を持つ。これを解消しうる材料と目される無機ガラスは、製造の容易さのみならず廉価性においても優れ、この点で大量生産にも適する。しかし、ホストから発光中心へのエネルギー移動効率の低さゆえに、発光量においては無機結晶に劣る。この問題の克服を企図し、我々はリン酸塩ガラスである $\text{Al}(\text{PO}_3)_3\text{-CsPO}_3\text{-CsBr-CeBr}_3$ を創製し、2700 photons/MeV に達する高発光量を実現した¹⁾。

本研究では、アルカリ金属の相違によるエネルギー移動効率の差異を調査するため、 $1.0\text{Al}(\text{PO}_3)_3\text{-1.5MPO}_3\text{-0.3CeBr}_3$ ($M = \text{K, Rb, Cs}$) を製出し、最大のエネルギー移動効率を生じるアルカリ金属を決定した。

【実験方法】出発原料として、 $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$, MH_2PO_4 ($M = \text{K, Rb, Cs}$), 及び CeBr_3 を使用し、真空下での熔融急冷法によりガラスを作製した。これを試料として、X 線励起発光 (XRL) スペクトル, ガンマ線照射パルス波高スペクトル, 吸収スペクトル, 及び量子収率 (PL QY) を測定した。さらに、各試料について、ガンマ線照射パルス波高スペクトル中の光電吸収ピークの波高値を、Li ガラス (GS20, 4000 photons/MeV) の当該値と比較することで、同試料の発光量を推算した。

【結果・考察】Fig. 1 に、作製した各試料の XRL スペクトルを示す。全試料において、340–380 nm 付近に発光中心である Ce^{3+} の 5d–4f 遷移に起因する発光ピークが確認された。Table 1 に、上述の通りに推算した各試料の発光量, 吸収スペクトルにおける吸収端の波長, 及び PL QY 値を示す。発光量は、電子正孔対の生成数, エネルギー移動効率, 及び PL QY の積で決定される。まず、電子正孔対の生成数に関して、吸収端の波長が各試料でほぼ一定であることから、試料間での差異は小さいものと推定できる。次に、PL QY 値についても、試料間に大きな差異は認められない。これらを踏まえた発光量とエネルギー移動効率との関係の考察から、アルカリ金属の原子番号増大に伴ってエネルギー移動効率が増大するものと判じられる。以上より、リン酸塩ガラスにおいては、今回対象としたアルカリ金属の中で、Cs が最大のエネルギー移動効率を生じるものと判断される。

【参考文献】Y. Nakabayashi, Y. Fujimoto et al. *J. Mater. Sci. Mater. Electron.* **33**, 19846–19853 (2022).

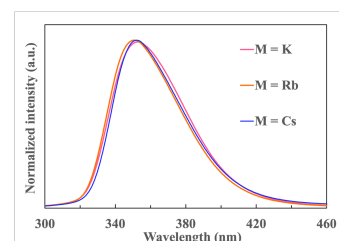


Fig. 1 XRL spectra of the fabricated samples.

Table 1 Light yield, Absorption edge, and PL QY of the fabricated samples.

Sample	Light yield (photons/MeV)	Absorption edge (nm)	PL QY (%)
M = Cs	2500	327	91.5
M = Rb	1900	327	93.1
M = K	1400	327	91.0