

広領域中性子測定のための $\text{SrBPO}_5:\text{Eu}^{2+}$ 輝尽性蛍光体の特性

Characteristics of $\text{SrBPO}_5:\text{Eu}^{2+}$ Storage Phosphors for Wide-range Neutron Detection

原子力機構, $^{\circ}$ 坂佐井馨, 藤健太郎, 中村龍也, 落合謙太郎, 今野力Japan Atomic Energy Agency, $^{\circ}$ Kaoru Sakasai, Kentaro Toh, Tatsuya Nakamura,

Kentaro Ochiai, Chikara Konno

E-mail: sakasai.kaoru@jaea.go.jp

1. 緒言

我々はこれまで、輝尽性蛍光体を利用して広領域の中性子を検出する方法を検討し実験を行ってきた[1]。今回は輝尽性蛍光体として母体に中性子有感物質を含む輝尽性蛍光体 $\text{SrBPO}_5:\text{Eu}^{2+}$ を用いて実験を行ったのでその結果について報告する。

2. 実験

実験では、輝尽性蛍光体として $\text{SrBPO}_5:\text{Eu}^{2+}$ を用いたが、熱中性子感度を増大させるため $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ をモル比で 0.25 添加した。製作方法は文献[2]に従って行った。これと高速中性子用ラジエータとしてポリエチレンを十分に混合した後、プレス機で成型しペレット状のサンプルを製作した。今回は本サンプルの高速中性子照射特性を調べるため、照射は原子力機構の FNS にて行った。高速中性子照射後レーザーを照射してサンプルからの輝尽性蛍光出力を測定した。

3. 結果及び考察

$\text{SrBPO}_5:\text{Eu}^{2+}$ 蛍光体の重量比を x 、 $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ の重量比を y とすると、この場合の輝尽性蛍光出力 $\text{PSL}(x,y)$ は、

$$\text{PSL}(x,y) = K \times \frac{\frac{x}{\rho_{\text{SBP}}} + \frac{y}{\rho_{\text{LBO}}}}{\frac{x}{\rho_{\text{SBP}}} + \frac{y}{\rho_{\text{LBO}}} + \frac{1-x-y}{\rho_{\text{PE}}}} \times E_{\text{total}},$$

と導出できる[1]。ここに、

$$F = \left(\frac{dE}{dx} \right)_{\text{LBO}} \bigg/ \left(\frac{dE}{dx} \right)_{\text{SBP}}, G = \left(\frac{dE}{dx} \right)_{\text{PE}} \bigg/ \left(\frac{dE}{dx} \right)_{\text{SBP}}$$

で、 K は定数、 ρ はバルク密度、 E_{total} はサンプルへのトータルの付与エネルギー、 dE/dx はストッピングパワーである。

図 1 にモンテカルロ計算によって計算した、幾つかの粒子による本サンプルへの付与エネルギーを示す。ただし、 $\text{SrBPO}_5:\text{Eu}^{2+}$ と $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ の重量比 (つまり、 $x:y$ の値) は固定した。 $\text{SrBPO}_5:\text{Eu}^{2+}$ 及び $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ の重量比 (以下 SBP/LBO の重量比) が增大するにつれて (ポリエチレンの重量比が減少するにつれて) 陽子によるエネルギー付与は大きく減少するが、 E_{total} はそれほど減少しないことがわかる。図 2 に SBP/LBO の重量比を変えた場合の実験結果、及びこれを上式でフィッティングしたものを示す。計算結果と実験結果はよく一致し、最大の輝尽性蛍光出力が得られるのは SBP/LBO の重量比が 1.0 のとき、つまり、ポリエチレンを混合しない場合であることがわかる。これは、モンテカルロ計算によると、本サンプルの場合、エネルギー付与は $\text{O}(n,n')$ や $\text{O}(n,\alpha)$ 反応等による荷電粒子が寄与するためであると考えられる。

参考文献

[1] 坂佐井他、第 74 回応用物理学会秋季学術講演会 講演予稿集 18p-A12-10

[2] K. Sakasai et al., IEEE Trans. Nucl. Sci. Vol.52, pp.1856-1859, 2006.

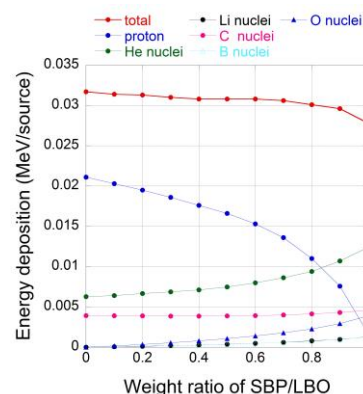


図 1 SBP/LBO の重量比を変えた場合の付与エネルギー

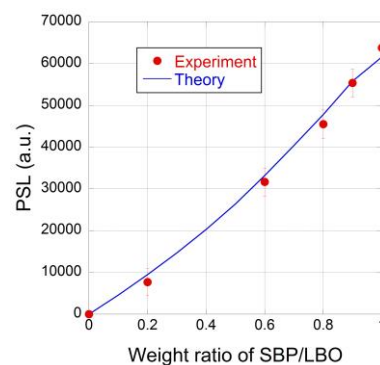


図 2 SBP/LBO の重量比を変えた場合の輝尽性蛍光出力