

Bi₄Ge₃O₁₂ (BGO)のシンチレーションにおける励起密度効果の解析

Analysis of excitation density effects on the scintillation properties of

Bi₄Ge₃O₁₂ (BGO) crystals

○越水 正典¹, 倉島 俊², 木村 敦², 田口 光正², 柳田 健之³, 藤本 裕¹,

浅井 圭介¹ (1. 東北大院工, 2. QST, 3. 奈良先端大)

°Masanori Koshimizu¹, Satoshi Kurashima², Atsushi Kimura²,

Mitsumasa Taguchi², Takayuki Yanagida³, Yutaka Fujimoto¹, Keisuke Asai¹

(1.Tohoku Univ., 2.QST, 3.NAIST)

E-mail: koshi@qpc.che.tohoku.ac.jp

【緒言】シンチレーションにおける励起密度効果（あるいは線エネルギー付与（LET）効果）は、(n,α)反応に基づく中性子検出イベントとγ線検出イベントとの波形に基づく弁別技術、あるいは重粒子線の検出に関する技術の基礎として重要である。近年、我々のグループでは、いくつかの中性子検出用シンチレータにおいて、特にシンチレーション時間プロファイルでの立ち上がりの遅いシンチレータについて、立ち上がり挙動のLET依存性を観測してきた。一方、自己賦活型のシンチレータの場合には、エネルギー移動過程のみでなく、発光を生じる場合においても、励起状態間相互作用が生じることが予想される。本研究では、自己賦活型として知られるBi₄Ge₃O₁₂(BGO)について、その時間プロファイルにおけるLET依存性を解析した。

【実験方法】量子科学技術研究開発機構のTIARAに設置されているAVFサイクロトロンからのパルスイオンビームを用い、シンチレーション時間プロファイルを観測した。パルスイオンビームにより生じるシンチレーションを光電子増倍管により検出し、その検出波形をデジタルオシロスコープに取り込み、時間プロファイルを得た。

【結果と考察】図1に、BGOの、各イオンに対するシンチレーション時間プロファイルの立ち上がり部分を、図2にその減衰を含んだ部分を、それぞれ示す。なお、各イオンのLETは、この実験条件では、イオンの原子番号とともに増大する。図1より明らかなことはLETの増大とともに、立ち上がりが顕著に速くなることである。一方、図2において、特に初期の減衰が、LETの増大とともに速くなる傾向が見られる。

図1で観測される立ち上がり挙動は、我々が既に報告した、リチウムガラスのものと類似している[1]。この挙動について、発光中心へのエネルギー移動と、励起状態間相互作用による消光過程との、速度論的な競合により説明が可能である。一方、図2における、初期減衰挙動のLET依存性については、BGOの発光サイトにおける励起状態間相互作用による消光を強く示唆する結果である。

[1] M. Koshimizu et al., J. Lumin., 169 (2016) 678.

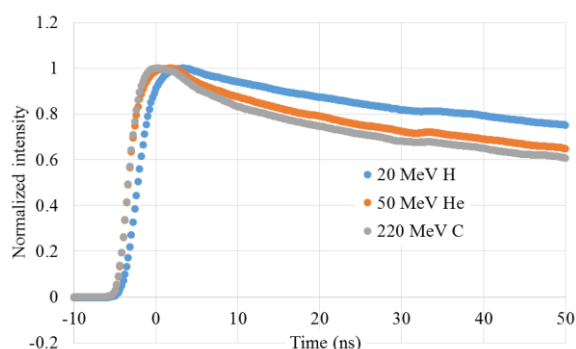


図1 BGOの、各イオンでのシンチレーション時間プロファイルの立ち上がり部分

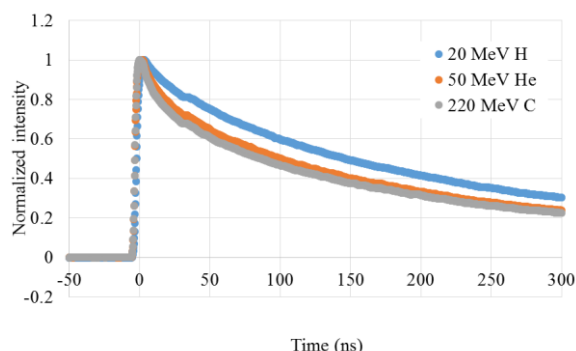


図2 BGOの、各イオンでのシンチレーション時間プロファイルの減衰を含んだ部分