

CdWO₄ (CWO)のシンチレーションにおける LET 依存性

LET dependence of scintillation properties of CdWO₄ (CWO)

東北大院工¹, 量研機構², 奈良先端大³ 越水 正典¹, 木村 敦², 倉島 俊², 田口 光正²,
柳田 健之³, 藤本 裕¹, 浅井 圭介¹

Tohoku Univ.¹, QST², NAIST³ Masanori Koshimizu¹, Atsushi Kimura², Satoshi Kurashima²,
Mitsumasa Taguchi², Takayuki Yanagida³, Yutaka Fujimoto¹, Keisuke Asai¹

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

【はじめに】シンチレーションにおける線エネルギー付与 (LET) の効果は、従来、発光量に対する影響として、例えば Birks の式などでモデル化されてきた。しかしながら、発光量というのは時間積分量であるため、どのタイミングでどのような消光などが生じているのかについての情報は含まれず、現象論についての半定量的な解釈を与えるに過ぎない。それに対して、我々のグループでは、これに対して、異なる LET でのシンチレーション時間プロファイルを計測することにより、ダイナミクスにおける LET 効果を解析している。これまでに、自己賦活型シンチレータの一つである Bi₄Ge₃O₁₂ (BGO)では、立ち上がりおよび減衰の双方における LET 効果を観測してきた[1]。本研究では、この解析結果についての自説を補強すべく、同じく自己賦活型シンチレータである CdWO₄ (CWO) のシンチレーション時間プロファイルにおける LET 効果を解析した。

【実験方法】量研機構 TIARA の AVF サイクロトロンから発生するパルスイオンビームを用いてシンチレーション時間プロファイルを計測し

た。20 MeV H⁺、50 MeV He²⁺、および 130 MeV C⁵⁺を照射した。本研究での実験条件では、この順に LET が増大する。

【結果と考察】図 1 に、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。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。これらの挙動について、BGO におけるものと非常に類似している。立ち上がりについては、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、CWO 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., Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B, 409 (2017) 19.

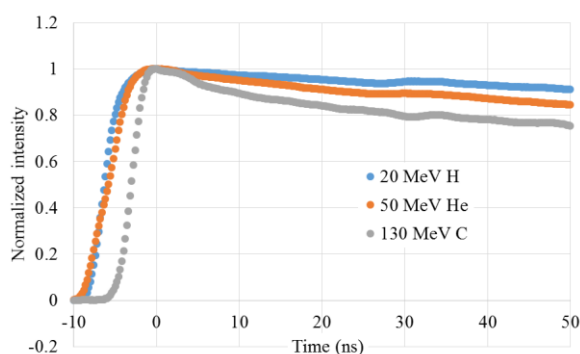


図 1 CWO の、各イオンでのシンチレーション時間プロファイルの立ち上がり部分

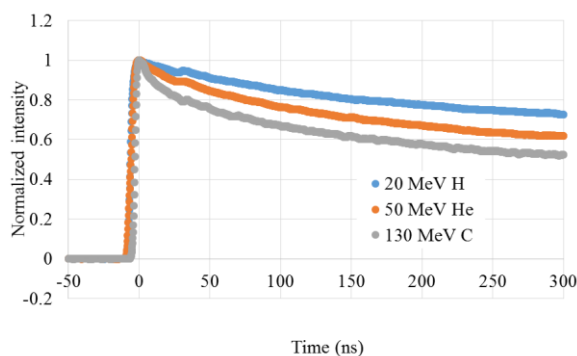


図 2 CWO の、各イオンでのシンチレーション時間プロファイルの減衰を含んだ部分