

Tl⁺添加 CsCaCl₃ 結晶のシンチレーション特性

Scintillation properties of Tl⁺-doped CsCaCl₃ crystals

東北大院工¹, 奈良先端大²

○佐伯 啓一郎¹, 越水 正典¹, 藤本 裕¹, 柳田 健之², 浅井 圭介¹

Tohoku Univ.¹, NAIST²

○Keiichiro Saeki¹, Masanori Koshimizu¹, Yutaka Fujimoto¹, Takayuki Yanagida², Keisuke Asai¹

E-mail: saeki@dc.tohoku.ac.jp

[緒言] X線やガンマ線といった高エネルギー光子を高効率に検出するシンチレータとして、不純物添加型のハロゲン化合物が挙げられる。中でも、NaI:Tl結晶は、高発光量（～40,000 Photons/MeV）を示し、かつ光電子増倍管の高感度波長領域と整合した発光帯（Tl⁺ 6s²–6sp 遷移）を有するため、古くから、X線/ガンマ線用の検出器に利用されてきた。しかし、NaI:Tl結晶は空気中で強い潮解性を示すため、取り扱い上の利便性を欠き、通常、パッケージングされた状態で市販されている。そこで我々は、潮解性をもたず、高い発光量を有する新しいシンチレータの開発を目指している。本講演では、潮解性のない母材料として、CsCaCl₃結晶に着目し、当該結晶にTl⁺を添加したものを合成し、各種シンチレーション特性を調べた結果を報告する。CsCaCl₃結晶に関しては、内殻正孔に起因したオージェフリー発光や、微量添加したEu²⁺の5d–4f許容遷移によるシンチレーション特性が研究されてきた[1–2]。我々は今般、X線励起ラジオリミネセンス（XRL）スペクトル、シンチレーション減衰曲線、波高スペクトルを評価し、Tl⁺添加濃度による各種物性への影響を探究した。

[実験方法] 純度 99.9%の原料を用いて、Bridgman 法にて CsCaCl₃結晶を作製した。この試料につき、波高スペクトル、XRL スペクトル、フォトルミネセンス及びシンチレーション減衰プロファイルを測定した。

[実験結果, 考察] Fig. 1.に、662 keV の Cs-137 γ 線を照射した CsCaCl₃単結晶の波高スペクトルを示す。この結果に基づいて算出した発光量は、CsCaCl₃:Tl (0.05 mol%) において 4,300 ph/MeV、CsCaCl₃:Tl (0.1 mol%) では 5,500 ph/MeV であった。これによって、Tl⁺添加濃度の増加に伴う発光量の増大が示唆された。また、XRL スペクトル (Fig. 2) には、327 nm で最大発光強度を持つ発光帯が観測された。この発光帯は、フォトルミネセンススペクトル中にも認められ、Tl⁺ 6s²–6sp 遷移に起因するものと考えられる。Fig. 3.に、CsCaCl₃:Tl のシンチレーション減衰プロファイルの測定結果を示す。時間プロファイルの解析を行ったところ、減衰時定数は CsCaCl₃:Tl (0.05 mol%) において 3.2 ns、1.0 μ s、CsCaCl₃:Tl (0.1 mol%) では 4.2 ns、3.5 μ s であった。

[参考文献]

[1] M. Koshimizu *et al.*, Opt. Mater. 36 (2014) 1930.

[2] Z. Mariya *et al.*, J. Crystal Growth 352 (2012) 115.

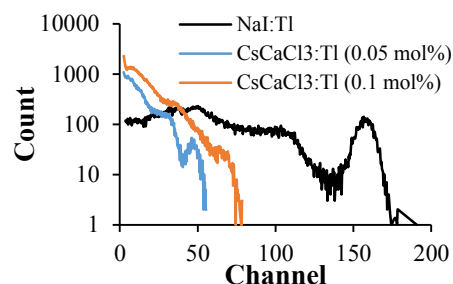


Fig. 1. Cs-137 γ 線 (662 keV) 照射による波

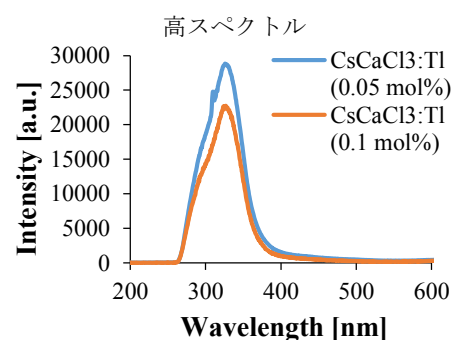


Fig. 2. XRL スペクトル

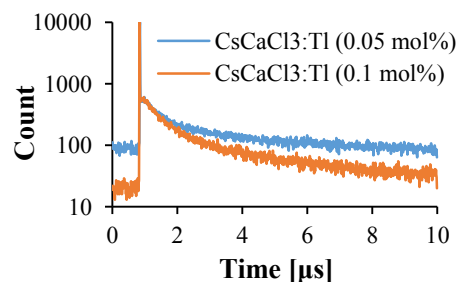


Fig. 3. シンチレーション減衰プロファ

イル