

TlCl-CeCl₃系結晶シンチレータの開発

Development of TlCl-CeCl₃ based crystalline scintillator

藤本 裕¹、中内 大介²、越水 正典¹、柳田 健之²、浅井 圭介¹ (1. 東北大院工、2. 奈良先端大)

Yutaka Fujimoto¹, Daisuke Nakauchi², Masanori Koshimizu¹, Takayuki Yanagida², Keisuke Asai¹

(1. Tohoku Univ., 2. NAIST)

E-mail: fuji-you@qpc.che.tohoku.ac.jp

パルスカウンティング型のシンチレーション検出器は、空間線量モニタリング用のサーベイメーター機器をはじめ、医療施設における陽電子放射断層撮影(PET)装置や単一光子放射断層撮影(SPECT)装置など私たちの健康や生活を支える上で重要な役割を果たしている。このようなパルスカウンティング計測の用途においては、SN比の向上や高計数率化、時間情報の利用に向けて、検出素子のシンチレータに対して高速応答性(=短い蛍光寿命)が求められる。この要求に応えるアプローチとしては、シンチレータの蛍光中心として Ce³⁺イオンを用いるのが一般的である。Ce³⁺イオンは、無機材料中にて、5d-4f 許容遷移に伴う高効率且つ高速な発光を可視域にて示し、これまでの長年にわたる材料開発も当該イオンを使用したシンチレータの報告が大半である。また、近年では、Ce³⁺を母材料中の主要構成元素とする CeF₃ や CeBr₃ などの2元系ハロゲン化合物に加え、Cs₃CeCl₆ や CsCe₂Cl₇ 結晶などの3元系化合物においても、賦活剤型と同様に Ce³⁺による高効率な発光と高速応答性を示すことが報告されている。そこで我々は、上述の CsCl-CeCl₃ 系結晶の Cs サイトを、同一価数であり、原子番号がより大きい Tl (Z=81)で置換した TlCl-CeCl₃ 系化合物を着想し、X線・ガンマ線用シンチレータとしての可能性について検証した。

図1にブリッジマン法により作製した Tl₂CeCl₅ 結晶のシンチレーションスペクトルを示す。スペクトルより、395 nm に付近に発光ピークが観測された。当該発光は、フォトルミネッセンス測定においても観測されており、励起スペクトルや蛍光寿命測定の結果も考慮すると、Ce³⁺の 5d-4f (²F_{7/2}, ²F_{5/2})許容遷移に起因するものであると思われる。図2には、¹³⁷Cs-ガンマ線を照射した際の波高スペクトルを示す。シンチレータから観測された光電吸収ピークとその際の計測条件、シンチレータの発光波長に対する光電子増倍管の量子収率を考慮した上で、NaI:Tl (~40,000 ph/MeV)と比較した結果、Tl₂CeCl₅ 結晶の発光量は約 56,000 ph/MeV と見積もられた。また、光電吸収ピークの低エネルギー側に Tl の K α -X線(72.9 keV)に伴うエスケープピークが観測された。

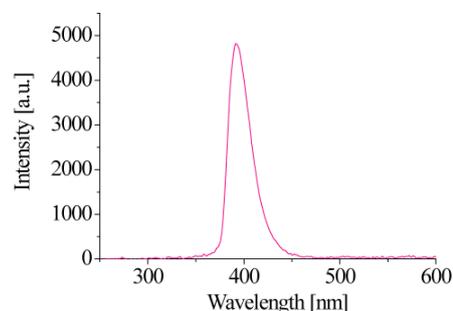


図1. Tl₂CeCl₅ 結晶の X線励起シンチレーションスペクトル

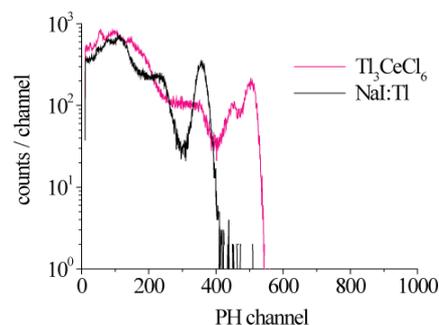


図2. Tl₂CeCl₅ 結晶の ¹³⁷Cs-ガンマ線照射波高スペクトル