

Tl 添加 CsCaBr₃ 結晶の放射線応答特性

Radiation response properties of Tl-doped CsCaBr₃ crystals

奈良先端大 [○]高橋 健太郎, 木村 大海, 中内 大介, 加藤 匠, 河口 範明, 柳田 健之

NAIST, [○]Kentaro Takahashi, Hiromi Kimura, Daisuke Nakauchi, Takumi Kato,

Noriaki Kawaguchi, Takayuki Yanagida

E-mail: takahashi.kentaro.tk9@ms.naist.jp

シンチレータとは放射線を瞬時に低エネルギーの光子に変換する素子であり、光検出器と組み合わせることで放射線検出器として用いることができ、医療・資源探査・宇宙開発等の幅広い分野で利用されている。一般的にシンチレータに要求される特性としては高い発光量、高いエネルギー分解能、短い蛍光寿命等が挙げられる。高い発光量を示す NaI:Tl 及び CsI:Tl 結晶のようなハライド結晶は実用化がなされているが、技術革新と共に現在既存品よりも優れた特性を有するシンチレータ材料の開発が求められている。これまでのハライド結晶における新規材料探索には未開拓な材料系も多く、近年になって三・四元系のような複雑な系において材料探索が活発に行われるようになった。これまでドーパントとして Eu を添加した CsMX₃ 型 (M:Ca, Sr X:Cl, Br, I) 結晶のシンチレーション特性は数多く報告されており、中でも CsCaBr₃:Eu 結晶では 28,000 ph/MeV の発光量と 9.3% のエネルギー分解能を示すことが報告されているが [1]、Tl を添加した CsMX₃ 型結晶についての報告は少ない。本研究は様々な濃度の Tl を添加した CsCaBr₃ 結晶を垂直ブリッジマン法によって合成し、その蛍光及びシンチレーション特性を調べた。

Fig. 1 に CsCaBr₃:Tl 結晶のシンチレーションスペクトルを示す。すべてのサンプルにおいて 320、360 及び 450 nm 付近に発光ピークが観測された。320 及び 360 nm 付近に観測された発光ピークは Tl⁺ の ³P₁→¹S₀ 遷移に起因すると考えられ、発光ピークの分裂は Tl⁺ を結晶格子内に添加したことによるヤーン・テラー効果によって、局所的に正方晶と三方晶の構造ができ、異なるエネルギー準位において Tl⁺ の励起三重項状態が生成したことが原因であると考えられる [2,3]。同様の現象は CsCl:Tl、CsCl:In 及び CsBr:Tl 結晶の蛍光並びにシンチレーションスペクトルにおいても観測されている [4,5]。一方、450 nm 付近の発光ピークは CsCl:Tl 及び CsBr:Tl 結晶のシンチレーションスペクトルとの類推によって、Tl⁺ 付近のオフセンター配置の STE に由来するものであると考えられる [4,5]。

<参考文献>

[1] A. Grippa, *et al.*, J. Cryst. Growth, 371 (2013) 112. [2] V. Nagirnyi, *et al.*, Phys. Status Solidi B 175 (1993) 155. [3] E. Mihokova, *et al.*, J. Phys. Condens. Matter, 8 (1996) 4301. [4] H. Kimura, *et al.*, Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A (2019) in press. [5] T. Sakai, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. 56 (2017) 062601.

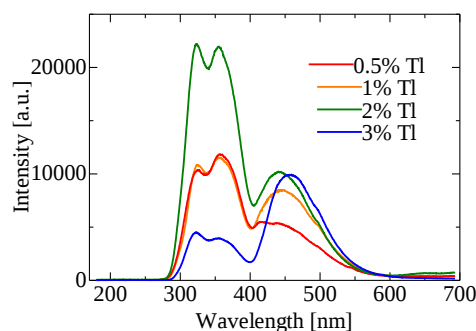


Fig. 1 Scintillation spectra of CsCaBr₃:Tl crystals under X-ray irradiation.