

(n-CH₃PEA)₂PbCl₄ 結晶のシンチレーション特性評価

Scintillation properties of (n-CH₃PEA)₂PbCl₄ crystals

奈良先端大¹, 秋田大理工² ○若林 樹¹, 山林 恵士¹, 中内 大介¹, 岡崎 魁¹,
河野直樹², 加藤 匠¹, 河口 範明¹, 柳田 健之¹

NAIST¹, Akita Univ² ○Itsuki Wakabayashi¹, Keishi Yamabayashi¹, Daisuke Nakauchi¹,
Kai Okazaki¹, Naoki Kawano², Takumi Kato¹, Noriaki Kawaguchi¹, Takayuki Yanagida¹

E-mail: wakabayashi.itsuki.wj7@naist.ac.jp

シンチレータは高エネルギーの放射線を吸収し、即座に発光を呈する蛍光体であり、放射線計測に使用されている。シンチレータは幅広い用途で用いられており、医用画像診断・セキュリティ検査・地下資源探査等が挙げられる。特に医療イメージング分野における陽電子放出断層撮影用途には高い時間分解能が求められるため、短い蛍光寿命が必要とされる。これらの条件を満たすシンチレータのひとつに2次元有機無機ペロブスカイト型化合物がある。当該化合物中で2次元的に閉じ込められた励起子は3次元の場合よりも束縛エネルギーが4倍大きく、励起子が熱解離しにくく [1]、輻射再結合を行う励起子の割合が高くなり、高強度かつ高速な発光を得ることが出来る。そこで我々は2次元の結晶構造を有するPEA₂PbCl₄ペロブスカイト型化合物に着目して検討を行ってきた。有機層内に置換基を導入すると、無機層内に格子歪みが生じ、量子閉じ込め効果が強化されるため、高い発光量と短い蛍光寿命の両方の実現が見込まれるが [2]、当材料への置換基導入の多くはハロゲン元素によるものであり、その他の官能基についての調査は十分に行われていない。そこで本研究ではベンゼン環にメチル基を導入した (n-CH₃PEA)₂PbCl₄ (n=2, 3, 4) 結晶を溶液法で合成し、フォトルミネセンスおよびX・γ線応答特性について評価を行った。

Figure 1 に作製した(n-CH₃PEA)₂PbCl₄結晶のX線誘起シンチレーションスペクトルを示す。全てのサンプルにおいて450-700 nmに自己束縛励起子 (STE) の再結合に由来するブロードな発光ピークが観測された。Figure 2 に示すのはX線誘起シンチレーション減衰曲線である。得られた全ての減衰曲線は励起源由来の成分を除いた2成分の指数関数の和で近似することができた。速い成分はSTEの再結合に由来し、遅い成分の起源は、欠陥発光や束縛励起子発光等の内因性発光に由来する成分であると考えられる。

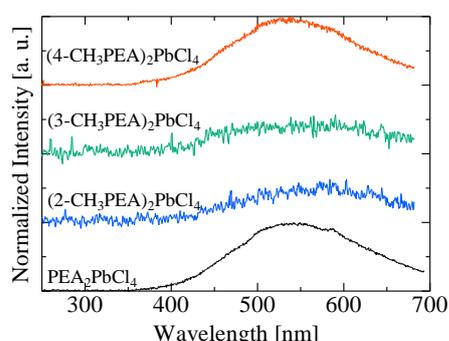


Fig. 1 X-ray-induced scintillation spectra of (n-CH₃PEA)₂PbCl₄ crystals.

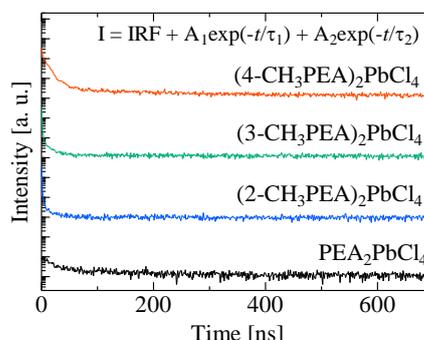


Fig. 2 X-ray-induced scintillation decay curves of (n-CH₃PEA)₂PbCl₄ crystals.

[1] Y. Kawakami et al., Appl. Phys. Lett. 69, 1414 (1996). [2] S. Matsuzawa, et al., J. Lumin. 270, 120547 (2024).