

Ce 添加 $\text{Cs}_2\text{NaScCl}_6$ エルパソライト単結晶シンチレータの開発

Development of Ce-doped $\text{Cs}_2\text{NaScCl}_6$ elpasolite single crystalline scintillators

東北大院工 [○](M1)古田 満理奈, (M2)石田 未夢, (D)渡邊 晶斗, 川本 弘樹, 藤本 裕,
浅井 圭介

Tohoku Univ., [○]Marina Furuta, Miyu Ishida, Akito Watanabe, Hiroki Kawamoto, Yutaka Fujimoto,
Keisuke Asai

E-mail: furuta.marina.r2@dc.tohoku.ac.jp

【背景】シンチレータはX線や γ 線を吸収し、紫外-可視光を発する放射線検出材料であり、手荷物検査機等に広く応用されている。実用に足る優れたシンチレータの条件として、高発光性および優れたエネルギー分解能といった数々の性能の具備が求められるが、すべての要求を満たすものは未だ開発されていない。近年、鉛フリーのメタルハライドエルパソライト ($\text{A}_2\text{B}^+\text{B}'^{3+}\text{X}_6$) が新たな光学材料として注目されており、 $\text{Cs}_2\text{LiYCl}_6\text{:Ce}^{[1]}$ において顕著のように、発光中心イオンの導入により優れたシンチレータとしての機能を発現する。これらの成果を鑑み、本研究では、新たな高性能シンチレータの開発を企図して、希土類サイトが Sc^{3+} で構成される $\text{Cs}_2\text{NaScCl}_6$ (CNSC) 単結晶にCeを添加し、蛍光及びシンチレーション特性を調査した。

【実験方法】純度 99.9%以上の CsCl , NaCl , $\text{ScCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, CeCl_3 (Sc に対して Ce を 0.5 mol%添加) を量論比で混合し、真空中 300 °Cで 24 h 脱水した後、石英アンブル管中に封入して垂直ブリッジマン法で結晶成長させた。得られた結晶を研磨して試料とし、X線励起ラジオルミネッセンス (XRL) スペクトルおよびパルス波高スペクトルを測定した。

【結果と考察】Fig.1 に、無添加およびCe添加 CNSC 結晶の XRL スペクトルを示す。無添加結晶では、260–600 nm にブロードな発光帯が観測された。これは、母材の STE 発光^[2]に由来するものと考えられる。一方、Ce 添加結晶では、3つの発光帯が認められた。379, 405 nm 付近に位置する発光帯は、 Ce^{3+} の 5d–4f 遷移^[1]に起因するものと考えられる。Fig.2 に Ce 添加 CNSC 結晶のパルス波高スペクトルを示す。Ce 添加結晶の発光量は、BGO での値の約 4 倍に及ぶ 34,500 photons/MeV であり、またエネルギー分解能は 12%であった。

[1] C.M. Combes et al., J. Lumi. **82**, 299–305 (1999).

[2] R. Zhang et al., Adv. Optical Mater., **9**, 2100689 (2021).

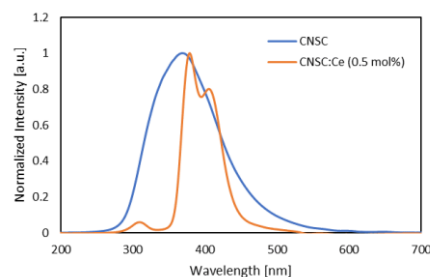


Fig.1. XRL spectra of pristine and Ce-doped CNSC.

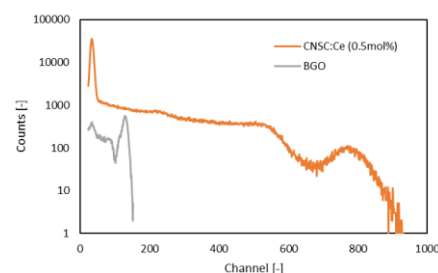


Fig.2. ^{137}Cs -gamma-ray irradiated pulse-height spectra for Ce-doped CNSC and BGO.