

Na 共添加 Eu:LiCaAlF₆ 中性子シンチレータ単結晶における 蛍光およびシンチレーション特性の Na 濃度依存性

Na concentration dependence of optical and scintillation properties for Na co-doped Eu:LiCaAlF₆ neutron scintillator crystals



○(PC)田中 智恵子¹、横田 有為²、黒澤 俊介²、山路 晃広¹、大橋 雄二¹、
鎌田 圭^{2,3}、吉川 彰^{1,2,3}

(1.東北大金研、2.東北大 NICHe、3.C&A)

○(PC)Chieko Tanaka¹, Yuui Yokota², Shunsuke Kurosawa², Akihiro Yamaji¹, Yuji Ohashi¹,
Kei Kamada^{2,3}, Martin Nikl³, Akira Yoshikawa^{1,2,3}

(1.IMR Tohoku Univ., 2.NICHe Tohoku Univ., 3.C&A)

E-mail: chieko@imr.tohoku.ac.jp

【緒言】中性子線の検出には、これまで ³He ガスを用いた中性子検出器が広く用いられてきたが、セキュリティ用途を中心とした近年の世界的な中性子検出器の需要拡大により、³He ガスの枯渇や価格高騰が生じ、その代替となる新たな中性子検出用の材料が求められている。これまでの我々の研究において、その代替となる無機中性子シンチレータ材料として Eu 添加 LiCaAlF₆ (Eu:LiCAF) 単結晶を開発した[1]。Eu:LiCAF は、熱中性子に対する高い捕獲断面積を有しており、次世代の中性子シンチレータとして注目を集め、さらに、Na、K、Rb 等の一価のアルカリ金属イオンを共添加することにより、発光量が改善することを明らかにした[2,3]。しかし、まだアルカリ金属イオンの共添加によって発光量が改善した理由は明らかになっておらず、さらなる系統的な研究開発が必要である。そこで、本研究では、Na を系統的に添加した Eu:LiCAF 単結晶を育成し、その蛍光およびシンチレーション特性の評価を行うことで、Na 共添加の効果を明らかにすることを目的とした。

【実験方法】原料として、純度 4N の LiF、CaF₂、AlF₃、EuF₂ および NaF 粉末を使用し、マイクロ引き下げ(μ-PD)法により Li(Ca_{1-x}Eu_xNa_y)AlF₆ (x = 0.02, y = 0, 0.0001 ~ 0.01) 単結晶を育成した。育成した結晶は、それぞれ 7×2×1 mm に切断研磨し、組成分析および蛍光、シンチレーション特性の評価を行った。

【結果・考察】μ-PD 法により、全ての組成で直径約 2 mm の無色透明な単結晶が育成できた(図 1)。透過率測定により、全ての結晶で 340 nm 付近に Eu²⁺ による吸収が見られた。Na 共添加なし、Na0.05, 0.1, 0.5% 共添加 Eu:LiCAF 単結晶のフォトルミネッセンス測定を行った結果を図 2 に示した。Na 共添加なしの試料に比べて、全ての Na 共添加試料で励起スペクトルにおいて、極大値を示す波長が短波長側に変化していることが明らかとなった。詳細な結晶育成およびその他の測定結果・考察については、当日報告する。

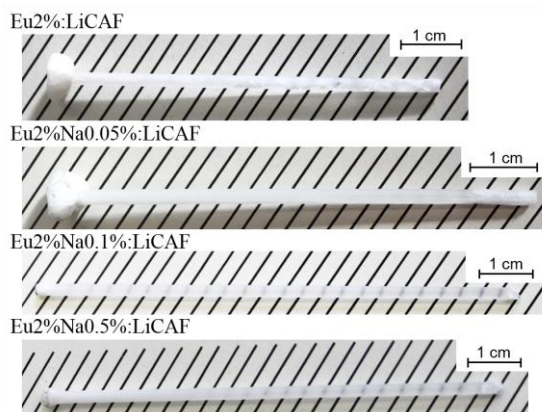


図 1 μ-PD 法で育成した Eu:LiCAF および Eu,Na:LiCAF 単結晶。

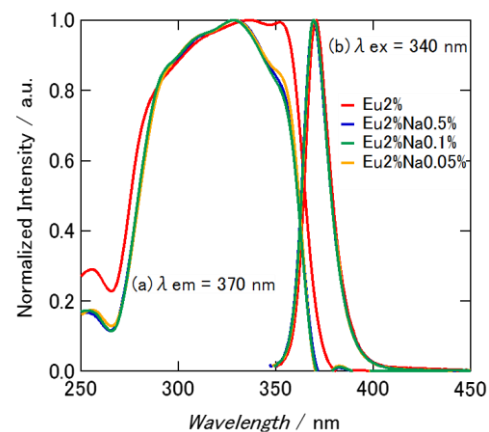


図 2 Eu:LiCAF および Eu,Na:LiCAF の(a)励起スペクトルおよび(b)発光スペクトル。

- [1] T. Yanagida, A. Yoshikawa et al., Opt. Mater., 33 (2011) 1243-1247
- [2] T. Yanagida, A. Yoshikawa et al., Appl. Phys. Express 4 (2011) 106401
- [3] A. Yamaji, A. Yoshikawa et al., Radiat. MEAs., 55 (2013) 132-135