

## CsI 系共晶体の作製と発光特性評価

## Growth and luminescence properties of CsI containing eutectics

東北大金研<sup>1</sup>, 東北大 NICHe<sup>2</sup>, C&A<sup>3</sup>,○瀧澤 優威<sup>1</sup>, 鎌田 圭<sup>1,2,3</sup>, 吉野将生<sup>1</sup>, 山路晃広<sup>2</sup>, 黒澤俊介<sup>1,2</sup>, 横田有為<sup>1</sup>, 佐藤浩樹<sup>2</sup>,  
豊田智史<sup>2</sup>, 大橋雄二<sup>2</sup>, 花田貴<sup>1</sup>, Vladimir. V. Kochurikhin<sup>3</sup>, 吉川 彰<sup>1,2,3</sup>IMR Tohoku Univ.<sup>1</sup>, NICHe Tohoku Univ.<sup>2</sup>, C&A<sup>3</sup>°Yui Takizawa<sup>1</sup>, Kei Kamada<sup>2,3</sup>, Masao Yoshino<sup>1</sup>, Akihiro Yamaji<sup>2</sup>, Shunsuke Kurosawa<sup>2</sup>, Yuui Yokota<sup>1</sup>,  
Hiroki Sato<sup>2</sup>, Satoshi Toyoda<sup>2</sup>, Yuji Ohashi<sup>2</sup>, Takashi Hanada<sup>1</sup>, Vladimir. V. Kochurikhin<sup>3</sup>,Akira Yoshikawa<sup>1,2,3</sup>

E-mail: yui.tacky@imr.tohoku.ac.jp

【緒言】目に見えない放射線を変換するシンチレータと、CMOS, CCD などの光検出器とを組み合わせた放射線検出器は、医療機器や非破壊検査などの様々な分野で利用されている。例えば X 線 CT では、100  $\mu\text{m}$  厚程度の Tb:Gd<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S 焼結体板や Tl:CsI ウィスカー板をシンチレータとし、数  $\mu\text{m}$  の解像度を有する光検出器を用いることで X 線イメージングを行っている。我々の研究グループでは、光導波型の共晶体構造を利用することで X 線イメージングの分解能を改善する技術を提案してきた [1]。結晶育成方向に柱状に結晶成長させた共晶体シンチレータにおいて、相同士で大きな屈折率差が存在するとき、シンチレーション光が屈折率の高い相の内部を全反射し、シンチレーション光の分散を抑え、高い空間分解能につながる [2]。また、三元系の共晶体シンチレータにおいて、Eu 添加 LiF/CaF<sub>2</sub>/LiBaF<sub>3</sub> シンチレータが報告され、各相が柱状に結晶成長させられることが報告されている [3]。本研究では、X 線イメージングに広く用いられるシンチレータ結晶である CsI を発光相として、共晶体シンチレータの探索を行い、三元系の CsI/CsCl/NaCl 共晶体について検討を行ったので報告する。

【実験方法】純度 99.99% の CsI, CsCl, NaCl 粉末を三元系共晶体組成となるように秤量し、内径 4mm の石英アンブル中に真空封入した。作製したアンブルに関しては、高周波誘導加熱炉と Pt ヒーターを用い、0.2, 0.5mm/min などの各速度で垂直ブリッジマン法により結晶成長を行った。育成結晶を、育成方向に対し、垂直および平行に切断、研磨を行い、SEM, XRD による共晶組織の観察を行った。さらに、X 線励起による発光スペクトル等の発光特性の評価も行った。

【結果・考察】0.2 mm/min の速度で成長した CsI/CsCl/NaCl 共晶体の写真を図 1 に、断面および育成方向の反射電子像を図 2 に示した。CsI, CsCl, NaCl の各相が結晶育成方向に柱状に成長し、1~4  $\mu\text{m}$  断面サイズ x 50~150  $\mu\text{m}$  長程度のファイバー型共晶体構造を示した。図 3 に本研究の CsI/CsCl/NaCl 共晶体の構造の模式図を示す。ここで、各相の屈折率は CsI>CsCl>NaCl の順に大きいため、CsI 相で生じるシンチレーション光の、隣接する CsCl と NaCl 相への拡散を抑えることが可能となる。当日は育成速度と共晶体のファイバー径、周期の変化に加えて、ノンドープ、Na, Tl 添加による、発光波長の変化について報告する。

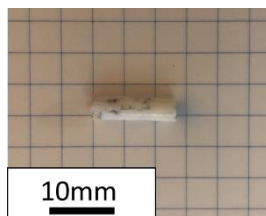


図 1 育成結晶の写真

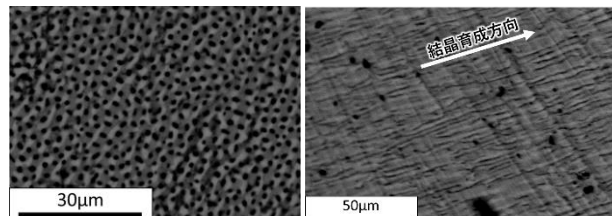
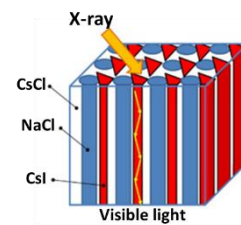
図 2 左) 断面方向および右) 育成方向の反射電子像  
(黒色相:NaCl, 灰色相:CsCl, 白色相:CsI)

図 3 共晶体シンチレータの模式図

## 【参考文献】

- [1]Y. Ohashi, et al. Appl. Phys. Lett., vol. 102, no. 5, pp. 1-5, 2013.  
[2]K. Kamada, et al. Ieee Trans. Nucl. Sci. vol. 65, no.8, pp. 2036-2040, 2018.  
[3]K. Hishinuma, et al. Jpn. J. Appl. Phys., vol. 54, 2015.