

Ca(Cl, Br, I)₂ 単結晶の作製とシンチレータ特性評価

Single Crystal Growth and Scintillation Properties of Ca(Cl, Br, I)₂ Single Crystal

東北大 NICHe¹, C&A²、東北大金研³、大阪大⁴、ユニオンマテリアル⁵
 ○鎌田 圭^{1,2}, 吉野 将生^{2,3}, 飯田 崇史⁴, 太畑 貴綺⁴, 早坂 将輝², 山路 晃広³, 黒澤 俊介¹, 庄子 育宏², 櫻木史郎⁵, 横田有為¹, 大橋雄二², 吉川彰^{1,2,3}
 ○Kei Kamada^{1,2}, Masao Yoshino^{2,3}, Takashi Iida⁴, Takaki Ohata⁴, Shoki Hayasaka², Yasuhiro Shouji^{2,3}, Shiro Sakuragi⁵, Shunsuke Kurosawa^{1,3}, Yuui Yokota¹, Yuji Ohashi³, Akira Yoshikawa^{1,2,3}
 NICHe, Tohoku Univ.¹, C&A2, IMR, Tohoku Univ.³, Osaka Univ.⁴, Union Materials Inc.⁵
 Email : kamada@imr.tohoku.ac.jp

【研究の背景】シンチレータ結晶を用いた放射線検出技術は、高エネルギー物理、非破壊検査、医療画像装置、ホームランドセキュリティ、等幅広い分野で使用されている。大阪大学では 10cm cubic の Eu:CaF₂ 単結晶を 1000 個もちいた CANDLES 検出器を作製し、CaF₂ に内在する ⁴⁸Ca 同位体の β 崩壊を利用したニュートリノ発生機構の解明を進めている。一方 CaF₂ 発光量 24000photon/MeV と低く、Z_{eff} が 16.5 と小さい点[1]が β 崩壊で放出される 4.8MeV ガンマ線検出の点で不利となる。近年、ヨウ化物に代表される、潮解性を有するハロゲン化物単結晶シンチレータの開発が進み、例えば、EuSrI₂ では 2 インチサイズの結晶作製技術が開発されるとともに、発光量 80000photon/MeV、3%台/662keV のエネルギー分解能の優れた特性が報告されている[2]。アンドープ CaI₂ および Eu:CaI₂ は 86000photon/MeV の発光量と 8%@662keV のエネルギー分解能が報告されている[3]。本研究では、発光波長が 410nm と光電子増倍管との波長適合性が良く、Eu 添加 (790ns) に比して蛍光寿命が 550ns と短いアンドープ CaI₂ に着目し、Ca(Cl, Br, I)₂ 系について、単結晶作製とシンチレータ特性評価を行ったので報告する。

【実験方法】Ca(Cl, Br, I)₂ 結晶の作製は、石英封止型ブリッジマン法を用いた。各種粉末原料を調合し、9N アルゴン雰囲気下で石英アンブルに投入し、300°Cでのベーキングの後、石英アンブルを封止した。作製した結晶は、湿度 1%以下のドライルーム中での切断、研磨の後、粉末 XRD 分析および発光、シンチレータ特性評価を行った。

【結果と考察】図 1 に作製したCa(Cl, Br, I)₂結晶を示す。いずれも無色透明な5~10mmφの単結晶が得られた。得られた結晶を3x3x1mmに切断研磨し、上記Irルツボを用いてμ-PD法を用いた共晶体の作製の検討を行った。X線励起においてCaI₂では410nm、CaBr₂では350nmに発光ピークを確認した。¹³⁷Cs線源による662keVガンマ線照射による放射線応答評価を行った。図 2 にエネルギースペクトルを示す。CaI₂結晶において107000photon/MeVの発光量および3.2%@662keVのエネルギー分解能を確認した。結晶育成、相同定、放射線応答についての詳細は当日報告する。

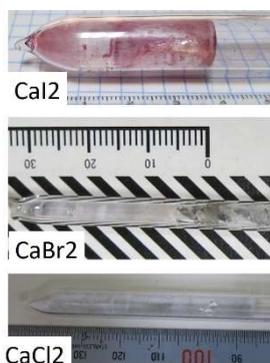


図 1. Ca(Cl, Br, I)₂結晶の写真

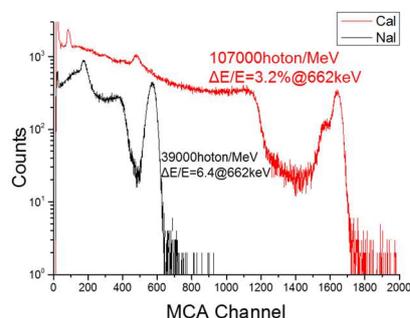


図 2 CaI₂結晶のエネルギースペクトル

- [1] I. Holl, et al., IEEE Transactions on Nuclear Science, 35:105-109, 1988.
 [2] R. Hofstadter, et al., Review of Scientific Instruments, 35:246-&, 1964.
 [3] 平成 26 年 第 6 回応用物理学会春季学術講演会、19p-W810-16 2