

有機無機ペロブスカイト型化合物の有機化学種の置換によるシンチレーション特性の影響

Effect of organic moieties on scintillation properties of
organic-inorganic layered perovskite-type compounds東北大院工¹, 原研², 放医研³, 高エネ研⁴, 九工大⁵○河野 直樹¹, 越水 正典¹, 春木理恵², 錦戸文彦³, 岸本俊二⁴,藤本 裕⁵, 柳田 健之⁵, 浅井 圭介¹Tohoku Univ.¹, JAEA², NIRS³, KEK⁴, KIT⁵, Naoki Kawano¹, Masanori Koshimizu¹, Rie Haruki²,Fumihiko Nishikido³, Shunji Kishimoto⁴, Yutaka Fujimoto⁵, Takayuki Yanagida⁵, Keisuke Asai¹E-mail: kawano@qpc.che.tohoku.ac.jp

【緒言】我々は、量子閉じ込め効果を受けた励起子の光学特性の制御を、物質の電子構造の操作によって達成することを目指している。本研究では、この電子構造変化に起因する高強度で高速な励起子発光を利用した新規なシンチレータを開発することを企図し、有機無機ペロブスカイト型化合物 $(\text{RNH}_3)_2\text{PbBr}_4$ (R: 炭化水素) に着目した。当該化合物中では、無機層を井戸層、有機層を障壁層とした量子井戸構造が自己組織的に形成され、無機層に励起子が生成される。この物質が有する高い放射線耐性も、シンチレータへの応用に有利である。

これまでの研究で、有機化学種の置換に伴う無機層の結晶構造の変化が、紫外光照射下の励起子特性に大きな影響を与えることがわかった。紫外光照射下と同様に、X 線照射下においても、無機層の結晶構造がシンチレーション特性に影響を与えることが予想される。そこで本研究では、飽和炭化水素及びベンジル誘導体を導入した化合物を作製し、そのシンチレーション特性を調べた。

【実験】 PbBr_2 と $\text{C}_4\text{H}_9\text{NH}_3\text{Br}$ {C4}, $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{NH}_3\text{Br}$ {Ben}, $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_4\text{NH}_3\text{Br}$ {Phe} をそれぞれ化学両論比通りに DMF 中で 1h 混合し、溶媒を蒸発させて $(\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_4\text{NH}_3)_2\text{PbBr}_4$ 粉末を得た。この粉末を用いて、DMF を良溶媒、ニトロメタンを貧溶媒とした貧溶媒拡散法により単結晶を作製した。この単結晶について、エネルギースペクトルと紫外光照射下 (300 nm) の量子収率の測定を行った。

【結果と考察】図 1 に、YAP:Ce と作製した単結晶のパルス波高スペクトルを示す。市販品の YAP:Ce と比較した各試料の発光量は、それぞれ 0.25 (C4), 0.28 (Ben), 0.67 (Phe) であった。また、各試料のエネルギー分解能は、それぞれ 33% (C4), 58% (Ben), 27% (Phe) であった。

図 2 に、相対シンチレーション強度と紫外光照射下の相対量子収率を示す。各発光量は、Phe の値を用いて規格化した。図の通り、各試料において、相対量子収率が相対シンチレーション強度と高い相関を示すことがわかった。よって、当該物質のシンチレーション特性は、主に無機層の結晶構造で決まることが示唆された。

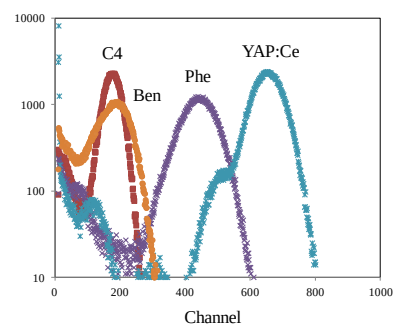


図 1 パルス波高スペクトル

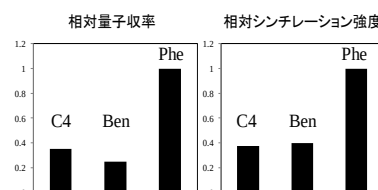


図 2 各試料の相対発光量