

ペロブスカイト量子ドットを含有する高計数率 X 線計測用プラスチックシンチレータの開発

Development of perovskite quantum dot-loaded plastic scintillator for high counting rate X-ray measurements

東北大院工¹, 高エネルギー加速器研究機構², 奈良先端大³ ◯間木ありさ¹, 越水正典¹, 佐藤敦史¹, 藤本裕¹, 岸本俊二², 柳田健之³, 浅井圭介¹

Tohoku Univ.¹, KEK², NAIST³ ◯Arisa Magi¹, Masanori Koshimizu¹, Atsushi Sato¹, Yutaka Fujimoto¹, Shunji Kishimoto², Takayuki Yanagida³, Keisuke Asai¹

E-mail: arisa.magi@dc.tohoku.ac.jp

1. 緒言 高エネルギー光子に対し, 大発光量と高速応答性を兼備する検出器の実現に向けて, 重金属添加プラスチックシンチレータ(PS)の研究が進められている. 重金属添加は, PS の検出効率を向上させるものの, 一方で発光量を低下させるというトレードオフを生ぜしめる. この難点を克服すべく新規材料の探索を進める中で, 我々は, 重金属化合物としてペロブスカイト量子ドット(QDs)に着目するに至った. QDs は高い量子収率を有し, 発光中心として機能する. 本研究では, CsPb(Cl/Br)₃ (QD-P-450 および 480) と CsPbBr₃ (QD-P-510) を含む 3 種類の PS を作製し, その X 線検出特性を分析した.

2. 実験方法 THF にポリスチレンを溶解させ, そこに QDs (QD-P-450, QD-P-480, あるいは QD-P-510)を対ポリスチレンで 5wt%添加し, これを母材とした. 次に, 蛍光体としての b-PBD を母材に対し 0.50 mol%添加し分散させた. これを 35°C で乾燥させ, 3 mm × 3 mm 角に成型した. これを試料として, X 線励起ラジオリミネッセンス測定(XRL)を行った. また, 試料を搭載した検出器の 67.4 keV の X 線 (KEK-PF, BL-14A)に対する波高スペクトルおよび時間プロファイルを測定した. 比較試料として, 市販の重金属含有 PS である EJ-256 (φ5mm, 2mm 厚)を採用した.

3. 実験結果 Fig.1 に, XRL スペクトルを示す. 470, 500 および 530 nm においてピークが観測された. 全試料において, QDs 本来の発光ピークよりも長波長側にピークが現出した. これは, 自己吸収がもたらした長波長シフトによるものと考えられる. Fig.2 に時間プロファイル(67.4 keV X 線)を示す. 全試料において, 半値全幅がサブナノ秒であることから, PS 本来の高速応答性が維持されたことが分かる. Table 1 に, 波高スペクトル (67.4 keV X 線) の結果を用いて算出した検出効率を示す. 作製試料の厚さ 1 mm あたりの検出効率は, EJ-256 での値を凌駕した. また, ²⁴¹Am からの γ 線 (59.5 keV) 照射により得られた波高スペクトル結果における, 各試料の波高値を示す. QDs 添加試料における波高値はいずれも市販品での値の 1/3 程度であった.

4. 結言 QDs を添加した PS において, PS 本来の高速応答性を損なうことなく検出効率を向上させることに成功した.

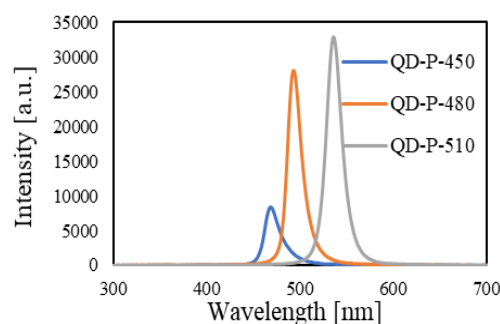


Fig. 1. XRL スペクトル.

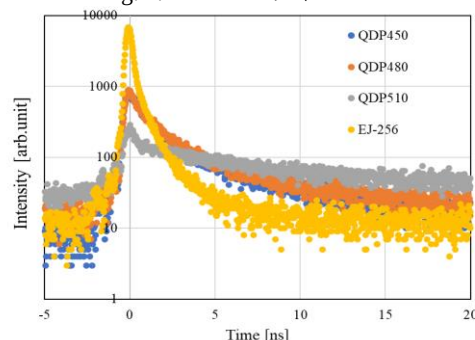


Fig.2 時間プロファイル (67.4 keV).

Table 1. 検出効率および光電吸収ピークの位置する波高値.

	光電吸収ピークが位置する波高値	厚さ1 mmあたりの検出効率 [%]
QDP450	125	1.7
QDP480	140	1.7
QDP510	120	1.4
NE-142 (Commercial Equivalents: EJ-256)	380	1.3