

Bi₂O₃ 添加 PVK プラスチックシンチレータの 高エネルギー X 線検出に対する発光特性評価

Fluorescence properties in Bi₂O₃-loaded PVK-based plastic scintillator for high-energy X-ray detection

東北大院工¹, 高エネルギー加速器研究機構², 量研機構・放医研³ ◯間木ありさ¹, 越水正典¹, 藤本裕¹, 横哲¹, 成基明¹, 筈居高明¹, 阿尻雅文¹, 岸本俊二², 錦戸文彦³, 浅井圭介¹, Tohoku Univ.¹, KEK², QST³ ◯Arisa Magi¹, Masanori Koshimizu¹, Yutaka Fujimoto¹, Akira Yoko¹, Gimyeong Seong¹, Takaaki Tomai¹, Tadafumi Adschiri¹, Syunji Kishimoto², Fumihiko Nishikido³, Keisuke Asai¹

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

1. 緒言 放射光施設での X 線分光分析において、発光量の大きさと高速応答性に優れたシンチレータの需要が高まっている。これに応え得る有力な候補としてプラスチックシンチレータ(PS)があげられるが、PS には高エネルギー光子に対する検出効率の低さという欠点がある。我々はこれまでに、3-フェニルプロピオン酸(3-PPA)修飾 Bi₂O₃ を含有するポリスチレンベースの PS を創製し、X 線の検出効率を大幅に向上させることに成功した。本研究では、フェルスターエネルギー移動¹の効率増大による有機部の発光量向上を企図して、プラスチックの発光スペクトルと蛍光体の吸収スペクトルとの間に大きな重畳をもつ組み合わせとして Poly(9-vinylcarbazole) (PVK) と 1,4-Bis(2-methylstyryl)benzene (bis-MSB) を採用し、これらを導入した Bi₂O₃ 添加 PS を作製して、高エネルギー X 線検出における応用可能性を検討した。

2. 実験方法 THF に PVK を溶解させ、そこに、亜臨界水熱法により合成した 3-PPA 修飾 Bi₂O₃ ナノ粒子を、対 PVK で 0, 10 wt% 添加し、これを母材とした。次に、蛍光体としての bis-MSB を、母材に対し 0.5 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、67.41 keV の X 線 (KEK-PF, BL-14A) に対する波高スペクトルを得た。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、パルス波高スペクトル (67.41 keV X 線) を示す。Table 1 に、光電吸収ピークの位置する波高値および検出効率を示す。Bi_5 wt% における波高値は、Bi_0 wt% での値に比べて小さかった。これは、入射 X 線から Bi へのエネルギー付与による消光を示唆する。Bi_5 wt% における波高値は、EJ-256 での値の 1.6 倍であった。但し、試料の厚みの相違による自己吸収の影響については考慮しなかった。さらに、NaI(Tl) での総カウント数を基準にして検出効率を算出した。Bi_5 wt% での厚さ 1 mm あたりの検出効率は、Bi_0 wt% での値の 2.6 倍、EJ-256 での値の 1.6 倍であった。

4. 結言 今回提示した手法は、基となる PS 本来の高速応答性を棄損することなく、高エネルギー光子に対する検出効率を高めることが明らかとなり、当該手法の高エネルギー X 線検出への応用可能性が示された。

5. 参考文献 [1] Th. Förster, Discuss. Faraday Soc., 27, 7-17 (1959).

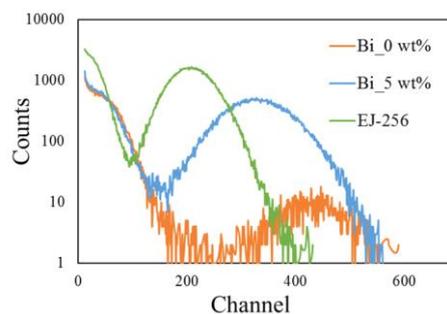


Fig.1 Pulse height spectra of the scintillation detectors equipped with the sample scintillators or EJ-256 for the 67.4 keV X-rays.

Table 1. Channel number of the photoelectric peak and detection efficiency.

	Bi_0 wt%	Bi_5 wt%	EJ-256
光電吸収ピークの波高値	430	320	205
検出効率 [%]	1.14	2.96	6.03
厚さ 1 mm 当たりの検出効率 [%]	1.90	4.94	3.01
厚み [mm]	0.60	0.60	2.00