

Hf 添加プラスチックシンチレータにおける X 線検出特性の有機蛍光体濃度依存性

Organic phosphor concentration dependence of X-ray detection properties of Hf doped plastic scintillators synthesized with the sol-gel method

東北大学¹, 高エネルギー加速器研究機構², 量子科学技術研究開発機構

°(M2)加賀美 佳¹, 越水 正典¹, 藤本 裕¹, 岸本 俊二², 春木 理恵², 錦戸 文彦³, 浅井 圭介⁴

Tohoku Univ.¹, KEK², QST³, °Kei Kagami¹, Masanori Koshimizu¹, Yutaka Fujimoto¹,

Shunji Kishimoto², Rie Haruki², Fumihiko Nishikido³, Keisuke Asai¹

E-mail: kei8raindrop@gmail.com

[緒言]プラスチックシンチレータ (PS) は、ポリスチレンやポリビニルトルエンなどのポリマーを溶媒とし、蛍光体を溶質とするものであり、その高速応答性ゆえに高効率測定に優れるという長所をもつ。一方、CやHといった軽元素で構成されるため、高エネルギーX線に対する検出効率の低さという欠点をもつ。我々は、PSへのHf (Z=72) 添加によって、同シンチレータ本来の高時間分解能を損なうことなく、検出効率を向上させることに成功してきた。本研究では、さらなる性能向上を企図し、実績のあるHf 10 wt%添加PSにおいて、有機蛍光体濃度の最適化を試みた。

[実験方法] ポリスチレン、ハフニウムジクロリドオキシド八水和物、フェニルトリメトキシシランをテトラヒドロフランとメタノールの混合溶媒に溶解した。有機蛍光体である 2-(4-tert-ブチルフェニル)-5-(4-ビフェニル)-1,3,4 オキサジアゾール (b-PBD) を、スチレンモノマーに対して 0.05, 0.1, 0.5, 1.0, 3.0, 5.0mol%となるように添加し、直径 1mm 程度の穴を開けたアルミフイルで覆い、50°C で 1 週間程度かけて溶媒を蒸発させた。なお、生成物全質量に対する Hf の重量比を 10wt%に調整した。得られた試料につき、X線 (67.41 keV) を照射した際の時間分解能と波高スペクトルを測定した。

[実験結果]Table.1 に、時間分解能曲線 (Fig.1) と、波高スペクトル (Fig. 2) から算出した時間分解能、発光量 (Reference: EJ256), および (NaI:Tl 厚さ 5 mm の検出効率を 100%とした) 検出効率を示す。検出効率は、蛍光体濃度の増加と共に向上し、b-PBD 5.0mol%試料では市販品の Pb 5 wt%添加 PS (EJ256) の 1.7 倍程度である 5.2%を示した。他に比して特異的に小さな値を示した b-PBD 3.0 mol%試料については、測定時に X 線ビームが適正に照射されなかった可能性が疑われる。発光量は、b-PBD 3.0mol%試料で最大値 6200 photons/MeV を示した。b-PBD 5.0mol%試料については、自己吸収による発光障害が考えられる。時間分解能は、有機蛍光体濃度の増加に伴い向上した。これは、低濃度添加試料に比した高濃度添加試料での、母材から b-PBD へのエネルギー付与の効率化を示すものであろう。

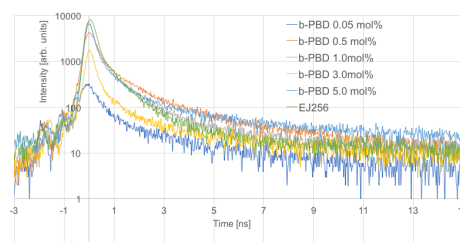


Fig. 1 Time profiles of detection signals.

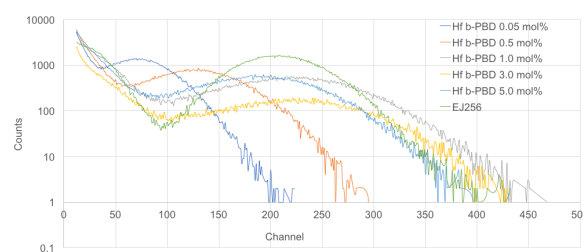


Fig. 2 Pulse Height Spectra

Excitation Source: X-ray (67.41 keV)

Table 1 Detection Efficiency, Light Yield and Time Resolution.

Sample	Detection efficiency [%] in 1-mm thickness	Light yield [ph/MeV]	Time resolution [-]
Hf b-PBD 0.05mol%	3.7	1900	0.68
Hf b-PBD 0.5mol%	4.2	4800	0.53
Hf b-PBD 1.0mol%	4.7	5400	0.36
Hf b-PBD 3.0mol%	2	6200	0.35
Hf b-PBD 5.0mol%	5.2	6000	0.35
EJ256	3	5300	0.43