

酸化ビスマス・ナノ粒子充填プラスチックシンチレータの発光減衰時間測定

Measurement of Scintillation Decay Time for Bi₂O₃-nanoparticle-loaded PLS

KEK 物構研¹, 東京インキ㈱² ◦岸本 俊二¹, 戸田 明宏²

KEK IMSS¹, Tokyo Printing Ink² ◦Shunji Kishimoto¹, Akehiro Toda²

E-mail: syunji.kishimoto@kek.jp

有機物で表面修飾した酸化ビスマス (Bi₂O₃) ナノ粒子を高濃度充填したプラスチックシンチレータ (PLS) を開発し、高エネルギーX線に対するシンチレーション光の減衰時間を測定した。実験は KEK 放射光実験施設 (PF) BL-14A で行った。このとき PF リングはハイブリッドモードで運転され、全蓄積電流 450 mA のうち 30 mA の電子シングルバンチと、その両側に 182 ns の時間間隔を挟んでマルチバンチ部分が共存する時間構造を持った。入射 X 線エネルギーを 67.41 keV とし、0.8 mm 径ピンホールを介した X 線ビームを SUS 製真空容器内のホルダーに取り付けた PLS (8 mm 径、厚さ 3 mm) に入射、PLS からのシンチレーション光を 1 光子ごとに検出するため 80 mm 離れた光電子増倍管 (PMT。浜松ホトニクス製 R9880U-110) で受光した。PMT 出力を高速パルスアンプ (PS6954、ゲイン 100) で増幅、コンスタントフラクシオン・ディスクリミネータ (ORTEC935) によりタイミング信号に変えて時間-波高変換器 (TAC。ORTEC566) の START 入力とした。また電子加速用高周波信号と同期した信号を TAC の時間基準信号 (STOP) とした。この TAC 出力を MCA (Amptek MCA8000D) に入力しシングルバンチ X 線による PLS 発光時間スペクトル (計測範囲: 200 ns) を得た。

表面修飾した Bi₂O₃ ナノ粒子を 20 wt% 充填したプラスチックシンチレータ (20 wt% Bi-PLS) (蛍光体: b-PBD 1 mol%。ポリビニルトルエン・ベース) の時間スペクトルを Fig. 1 に示す。発光減衰時間 τ は $\exp(-t/\tau)$ によるフィッティングでは 1.20 ± 0.01 ns と求められた。比較のために行った市販の高速発光 PLS の EJ-232Q (0.5% benzophenone) [1] の結果は 0.89 ± 0.03 ns だった。Fig. 1 では 0 ns 付近に複数のシンチレーション光が重なったパルスによるピークが先に現れ単一光子によるピークと重なった形状となった。入射 X 線光子 1 個によるシンチレーション光の検出個数は、PLS 発光量 4,400 phs/MeV、PMT 立体角 7.8×10^{-3} rad・量子効率 20% から 0.47 個と見積もられた。受光用 PMT の立体角をさらに小さくして、より正確な発光減衰時間の結果を発表する予定である。

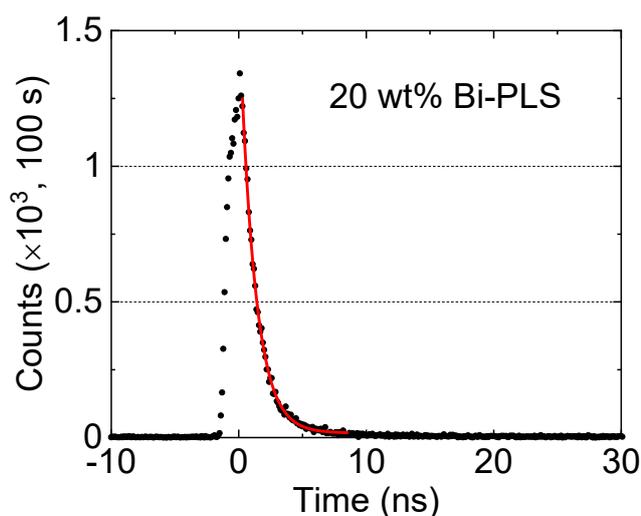


Fig. 1 Time spectrum of light emission from 20 wt% Bi-PLS at 67.41 keV X-ray.

[1] https://eljentechnology.com/images/products/data_sheets/EJ-232_EJ-232Q.pdf.