

Bi ドーププラスチックシンチレータの高エネルギー X 線検出特性

High-energy X-ray Detection Capability of Bi-doped Plastic Scintillators

○越水 正典¹、G.H.V. Bertrand²、M. Hamel²、岸本俊二³、春木理恵³、錦戸文彦⁴、柳田 健之⁵、
藤本 裕¹、浅井 圭介¹ (1.東北大院工、2.CEA Saclay、3.KEK、4.放医研、5.九工大)

○Masanori Koshimizu¹, G.H.V. Bertrand², M. Hamel², Shunji Kishimoto³, Rie Haruki³,
Fumihiko Nishikido⁴, Takayuki Yanagida⁵, Yutaka Fujimoto¹, Keisuke Asai¹

(1.Tohoku Univ., 2. CEA Saclay, 3. KEK, 4. NIRS, 5.KIT)

E-mail: koshi@qpc.che.tohoku.ac.jp

【緒言】プラスチックシンチレータの良好なタイミング特性にも拘らず、それらの利用が限定的である理由の一つに、高エネルギー光子に対する相互作用確率の低さがある。このことは、検出器に組み込んで使用した場合に、低い検出効率をもたらす。一つの解決法は、高い原子番号の元素の導入による実効原子番号の向上である。最近、CEA Saclay のグループが、Bi 錯体を導入したプラスチックシンチレータの開発に成功した。本研究では、このシンチレータの、高エネルギー X 線検出特性を解析した。

【実験方法】高エネルギー X 線の検出特性の評価には、KEK PF-AR の BL-NE7A を用いた。PF-AR では、X 線のパルス間隔を 1.3 μ s として運転がなされている。67.4 keV に対する検出特性を評価した。シンチレータを光電子増倍管 (R7600) に取り付け、その検出器の特性を評価した。およそ 1 mm 角の X 線ビームを検出器に対して照射して測定を行った。電荷敏感型増幅器を用い、波高スペクトルを測定した。また、加速器からのタイミング信号を利用し、検出器の時間分解能曲線も得た。さらに、X 線のフルエンスをフォトダイオードでモニターしながら測定し、67.4 keV の X 線の固有検出効率を求めた。

【結果と考察】図 1 に、67.4 keV の X 線を検出した際の波高スペクトルを示す。Bi 含有量の増大とともにピークチャンネルが低減した。このことは、Bi 導入量の増大に伴う発光量の減少を示している。Bi を 10%導入したものの発光量は、NE142 のおよそ 25%と見積もられる。図 2 に時間分解能曲線を示す。Bi の導入量に拘らず、サブナノ秒の時間分解能が得られた。さらに、より長い時間スケールで、長寿命成分による長いテイルが観測されなかったことから、Bi 導入により長寿命成分が出現することなく、良好なタイミング特性が保持されていることが確認された。表 1 に、固有検出効率を示す。Bi 導入量の増大に伴う検出効率の向上が確認された。厚さの違いを考慮すると、Bi を 10%導入したもので、NE142 を上回る検出効率を得られた。

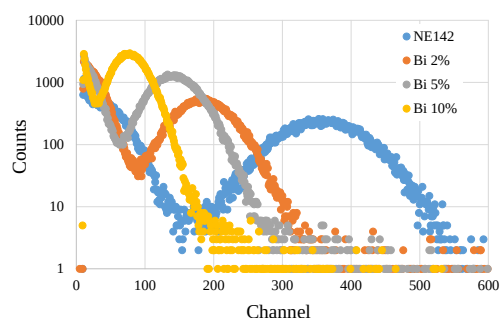


図 1 67.4 keV X 線の検出信号波高スペクトル

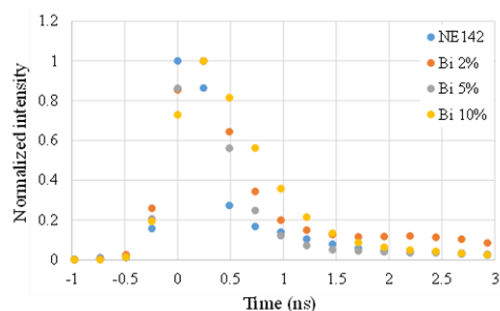


図 2 時間分解能曲線

表 1 検出効率

	NE142	Bi 2%	Bi 5%	Bi 10%
Detection efficiency	3.9%	18.5%	26.7%	34.0%
Thickness	1 mm	9 mm	9 mm	9 mm