

サブミリ等方位位置分解能 X'tal cube 検出器の結晶内散乱事象の除去法 Elimination of the Inter-crystal scattering event for the X'tal cube with isotropic spatial resolution of sub-millimeter

千葉大理¹, 量研機構放医研² °新田 宗孝^{1,2}, 錦戸 文彦², 稲玉 直子², 田島 英朗², 河合 秀幸¹, 山谷 泰賀²
Chiba Univ.¹, QST.², °Munetaka Nitta¹, Fumihiko Nishikido², Naoko Inadama², Hideaki Tashima²,
Hideyujki Kawai¹, Taiga Yamaya²

E-mail: nitta.munetaka@qst.go.jp

はじめに

我々は、サブミリの等方位位置分解能を有する PET 検出器、X'tal cube 検出器を開発した。X'tal cube は、LYSO シンチレータとその 6 面を覆う 96 個の Multi Pixel Photon Counter (MPPC、S12642-0404PB-50, 浜松ホトニクス)からなる (Figure 1 左)。LYSO シンチレータ内部には、レーザー加工技術により 0.77mm 立方の結晶セグメントが 17x17x17 に配列されるように加工した。最終的に γ 線を検出したセグメントを 96ch の MPPC 出力を用いて Anger 計算により特定する。このような高空間分解能の PET 検出器では、結晶内コンプトン散乱(Inter-crystal scattering, ICS) 起因のイベントは線源位置に誤差を与え、PET 画像の劣化が懸念される。そこで本研究では、ICS 事象の除去法を提案し、その効果を検証した。また、モンテカルロシミュレーションにより、PET 画像におけるコントラストの回復を調べた。

方法

光電効果事象では、Figure 1 のように、ある一つの γ 線検出セグメントに対し、各 MPPC の信号、ある平均値と分散を持ち、一意に決まるが、ICS 事象では、異なる分布を示す。そこで、MPPC 出力に閾値を設けることで、ICS 事象を除去する。はじめに、511keV γ 線の照射実験により ICS 事象の除去能を調べた。シミュレーションでは、直径 50 mm、1 リングあたり 10 検出器、3 リングの PET 装置を仮定し、PET 画像における提案法の効

果を検証した。直径 15 mm、厚さ 10 mm の円筒水ファントム中心部に信号源として直径 1.2 mm の球線源を置き、信号対バックグラウンド (BG) 比が $S_{\text{true}} : BG_{\text{true}} = 3 : 1$ となるように BG 源を満たした。OS-EM 法により PET 画像を取得し、Contrast recovery coefficient (CRC) を調べた。

$$CRC = (S/BG - 1)/(S_{\text{true}}/BG_{\text{true}} - 1) \quad (1)$$

但し、S、BG はそれぞれ PET 画像の信号のピーク値と BG 領域の平均値である。

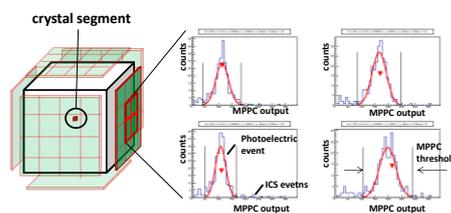


Figure 1 example of 4 MPPC outputs from one crystal segment.

結果・結論

γ 線照射実験の結果、ICS 事象の内 60%程度 of イベントを除去できた。本手法適用前後の PET 画像を Figure 2(a), (b)に示す。ICS 除去前の CRC 値は 0.26、本手法適用後は、0.57 となった。本手法により、PET 画像のコントラストを 2 倍程度改善することが期待できる。

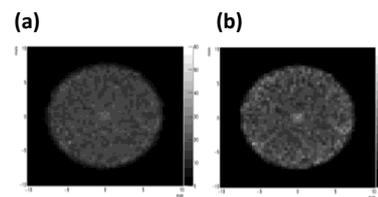


Figure 2 PET image of the water phantom without (a) and with (b) elimination of the ICS events.