

積層半導体検出器によるコンプトン散乱事象の観察に基づく 高空間分解能 PET の高性能化

Refinement of high resolution PET based on observation of Compton Scattering events using

○佐々木悠¹、大平宗之¹、松本秀一¹、岡部遼¹、松山成男¹、菊池洋平¹、(¹東北大学)

○Yu Sasaki¹, Muneyuki Odaira¹, Shuichi Matsumoto¹, Ryo Okabe¹, Shigeo Matsuyama¹, Yohei Kikuchi¹, (¹Tohoku Univ)

Email: yu.sasaki.p3@dc.tohoku.ac.jp

【緒言】これまで、我々は高空間分解能が達成可能な半導体検出器を利用した半導体 PET の開発に従事してきた。半導体検出器は電極を細分化することで優れた位置分解能を得られる。しかし、現在商用利用可能な材料は PET 用シンチレータよりも相互作用断面積が小さく、十分な感度を得るためには検出器深さの拡大が求められるが、これらの検出器内での相互作用はコンプトン散乱が支配的であり、検出器内での多重コンプトン事象が頻発するため、検出効率の向上は単純に達成できない。ここで、光子入射方向に多段に積層した検出器群によって、多重コンプトン事象を観察した場合、コンプトン散乱の運動学に基づいて検出器内でのエネルギー損失から γ 線の入射方向 θ_e を計算することで初回相互作用位置が推定でき、高い検出効率を達成できる可能性がある。また、同様の手法で、検出位置から幾何学的に求められる散乱角 θ_p と、 θ_e の比較により被写体内散乱等の検出事象の除去に活用できると推測されるため、積層検出器の利用で画像のノイズ軽減も期待できる(図 1)。本研究では、これらのコンプトン散乱イベント取得・活用手法の開発とシミュレーションによる性能評価を行った。

【実験手法・結果】ガントリー径 70mm の積層 CdTe 半導体 PET を想定したシミュレーションから、検出器内に生じる 2 回及び 3 回多重事象を有効データ化することで、従来の約 3 倍の感度が得られる可能性が示唆された。また、検出器のエネルギー分解能が初回相互作用判別の精度に有意な影響を与えることが分かった。また、装置デザインの最適化に関する調査を行った。結果、散乱断面積が高い GaAs と光電吸

収断面積に富む CdTe の 2 種類の半導体による積層半導体 PET を想定したシミュレーションでは、感度が約 40% まで向上する可能性が示唆された。また、直径 30cm の水ファントムの中心に配置した陽電子点線源の撮像シミュレーションにおいては、散乱同時計数除去前と当手法による除去後のデータ間の比較から、当装置が PET 画像のノイズの軽減に有効であることが分かった(図 2)。

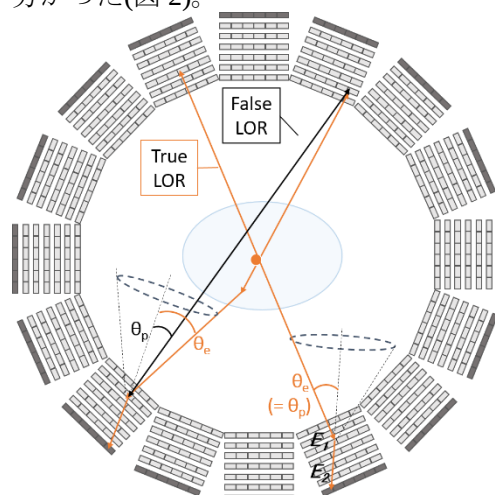


図 1: 散乱同時計数除去の原理

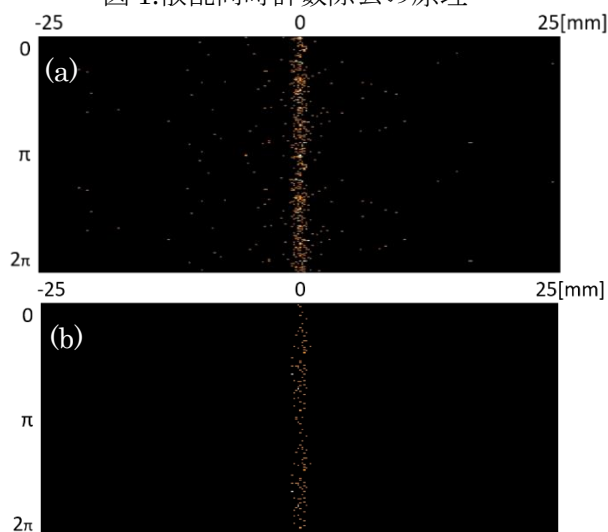


図 2: 散乱同時計数除去前(a)と除去後(b)のサイノグラムの比較