

報告番号	※甲	第	号
------	----	---	---

主論文の要旨

論文題目 波形解析を用いた飛行時間－深さ方向位置検出型PET用
検出器に関する研究

氏名 小林 貴博

論文内容の要旨

陽電子断層撮影(Positron emission tomography: PET)装置では、視野中心から離れるにしたがって消滅ガンマ線はシンチレータに斜めに入射し、その結果ガンマ線の突き抜けなどの影響により空間分解能が劣化する。深さ方向位置検出型(Depth-of-interaction: DOI)検出器はPET装置の視野辺縁での空間分解能を向上させる有用な手法である。DOI検出において、発光減衰時間の異なる複数のシンチレータを用いた、いわゆる phoswich 検出器は装置の構造をシンプルにできるため、高分解能DOI検出器を実現するために実用的な技術である。一方で、消滅ガンマ線の検出時間差を利用した飛行時間解析(Time of flight: TOF)はPET画像の信号雑音比(signal to noise: S/N)を向上させる有用な手法である。これまでに様々なPET用DOI検出器が開発されてきたが、TOFとDOIを同時に実現できる検出器は未だ報告されていない。今後、TOFとDOIを同時に実現できる検出器の要求が高まるものと予想される。本研究の目的は、未だ開発されていない、DOIとTOFを同時に実現するPET用検出器を開発することである。

近年、高発光量かつ優れた時間特性を持ち、発光減衰時間の異なるシンチレータであるGFAGとGAGGが開発された。これらを組み合わせることでPET用TOF-DOI検出器を実現できる可能性があることに着目し、GFAGとGAGGを組み合わせ、DOIとTOFを同時に実現するPET用検出器の開発を試みた。

本研究ではまずGFAGとGAGGの個別の基本性能およびGFAGとGAGGを組み合わせたphoswichシンチレータピクセルの基本性能を測定した。測定した発光減衰時間は $2.9 \times 2.9 \times 10 \text{mm}^3$ のGFAGとGAGGでそれぞれ66nsと103nsで、その減衰時間差は37nsであった。エネルギー分解能はそれぞれ5.7% FWHMと4.7% FWHMであった。波形解析を用いたphoswichの波形弁別では高い精度で弁別でき、GFAGとGAGGの発光減衰時間差は波形解析に十分な値であることが確認できた。Si-PMと

組み合わせた phoswich シンチレータピクセル検出器の時間分解能は GFAG を上部に配置した構成で 466ps が得られ、TOF-PET に利用可能な時間分解能を有することが明らかとなった。

次に、 $0.9 \times 0.9 \times 7.5 \text{mm}^3$ の GFAG と GAGG をそれぞれ 24×24 マトリクスに組み合わせて積層し、Si-PM アレイと光学結合することで高分解能 phoswich ブロック検出器の開発を行い、性能を評価した。シンチレータの上下を入れ替えた 2 種類の phoswich ブロック検出器に対し、Na-22 線源からの 511keV のガンマ線を照射して測定した 2 次元位置ヒストグラムでは辺縁部分を除いて各ピクセルを分離できた。波形解析を用いた波形スペクトルでは良好な P/V(peak to valley)比の値が得られ、開発した高分解能 phoswich ブロック検出器は波形弁別可能であることが明らかとなった。

新しいシンチレータである GFAG を GAGG と組み合わせることで PET 用高分解能 TOF-DOI 検出器を開発した。開発した検出器は PET 装置の視野辺縁部での空間分解能の改善と、画像の S/N の向上が期待される。