

【基盤研究(S)】

理工系(工学)

研究課題名 多光子ガンマ線時間/空間相関型断層撮像法の研究



東京大学・大学院工学系研究科・教授

たかはし ひろゆき
高橋 浩之

研究課題番号: 17H06159 研究者番号: 70216753

研究分野: 総合工学

キーワード: 放射線計測、核医学、イメージング、同時計数、ガンマ線

【研究の背景・目的】

従来のガンマ線診断法である PET では解像度、SPECT では撮像感度の点で原理的限界があった。我々は複数ガンマ線放出核種では時間相関から空間情報が得られる点に着目し、ガンマ線入射方位を特定できる反跳電子追跡型ガンマカメラを駆使した多光子ガンマ線時間/空間相関型断層撮像法を新たに考案した。本撮像法は複数光子間の相関を用いて体内放射能濃度を高分解能・高感度・高 S/N 比で描出し、従来の PET、SPECT の本質的な限界を突破する画期的な手法である。本研究では新手法の分解能・感度・S/N 比等の諸特性の評価を狙い、象徴的な半球型試験装置を製作し、分子イメージングを革新する計測原理を追求する。具体的には ^{111}In 標識ペプチドを用いて 2 光子放出核種検出 1 分子イメージングを実現し、日本発の革新的ガンマ線診断技術の確立と、 ^{44}Sc などの多光子核種への展開を図る。

【研究の方法】

時間・空間相関によるガンマ線イメージング技術の原理実証を行い、その高い解像度・感度・S/N 比を追求するために 2 光子電子飛跡精密測定型断層撮像装置(Double Photon Emission CT: DPECT)を製作する。本装置では入射方位を検出する 3 次元検出器を半球型に配置することで、2 光子同時測定により 1 イベントで位置を特定するものである。

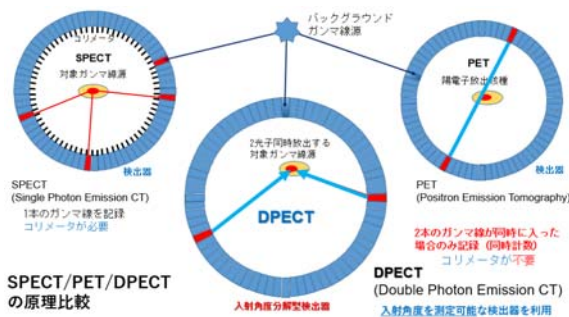


図1 SPECT/PET/DPECT の原理の比較

具体的には高解像度反跳電子飛跡精密計測カメラおよび高エネルギー分解能シンチレータからなる撮像モジュールを開発し、これを半球型に配置した撮像装置を作り、ペプチド標識 ^{111}In 核種を用い、DPECT 撮像方法の原理実証試験を行う。

【期待される成果と意義】

従来、高感度全身分子イメージングは 2 光子 (511keV) を 180 度方向に放出する陽電子放出核種を用いる PET に限られてきた。そのため陽電子核種同士の弁別は不可能であり多核種イメージングの制約となっていた。一方我々の開発する 2 光子撮像方式ではガンマ線飛来方向およびエネルギーの精密測定が可能となるため、 ^{111}In および他核種の同時イメージングも可能となる。また従来 10^6 以上の LOR(Line Of Response)を必要とする PET と比較して、1 度のイベントにおいて対象薬剤位置を特定可能であるため真の 1 分子イメージングが可能となり分子間相互作用や抗体標識による悪性腫瘍の定量的研究などが飛躍的に進展することが期待できる。

図2には ^{111}In の場合に電子飛跡追跡を行わずに単純に二つのコンプトンカメラに同時計数を適用した例を示すが、同時計数の効果によりバックグラウンドが抑えられ、コントラストが非常に高くなっており、また、空間分解能も改善されている様子が見える。これを更に改善して、PET、SPECT を超える新しいガンマ線イメージング手法の確立を目指す。

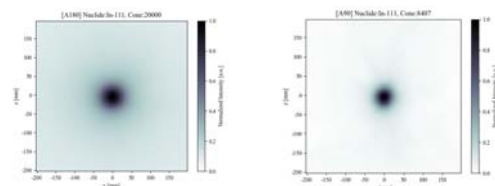


図2 二台のコンプトンカメラによる二光子同時計数の効果 左: 同時計数なし 右: 同時計数有

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

・ Y. Yoshihara, et al., Evaluation of double photon coincidence Compton imaging method with GEANT4 simulation, Nucl. Instr. and Meth. A, in press.

【研究期間と研究経費】

平成29年度-33年度 158,300 千円

【ホームページ等】

<http://sophie.q.t.u-tokyo.ac.jp/~mpect>
leo@n.t.u-tokyo.ac.jp