

科学研究費補助金（特別推進研究）公表用資料
〔研究進捗評価用〕

平成17年度採択分

平成20年 3月31日現在

研究課題名（和文）1mm以下の解像力を持つ超高分解能半導体PET

（：次世代型PET）の開発

研究課題名（英文）Development of Semiconductor PET Scanner with the Ultra High Resolution of less than 1mm FWHM :Next Generation PET

研究代表者

氏名 石井 慶造（ISHII KEIZO）

東北大学・大学院工学研究科・教授



研究の概要： PETは非侵襲的に生体内の生理学的機能情報を得る技術である。医学、薬学、生物学等、多岐の分野においては、極めて強力なツールである一方で、さらなる高分解能化が求められている。我々は、従来型のシンチレーション検出器の代わりに半導体検出器を用いることで高分解能装置の実現のための開発を行っており、小動物用装置において、1mm以下の分解能を達成した。さらに、全身用装置についても開発中である。

研究分野：工学

科研費の分科・細目：総合工学・原子力学

キーワード：PET、陽電子断層撮影装置、放射線、システム工学、医療・福祉

1. 研究開始当初の背景

現在、原子力工学の技術はその多様性を活かした応用技術開発とその高度利用化へと発展しており、医学、生物学、工学などの広い分野においてその応用の成果があがりつつある。そのなかで、放射線計測技術の粋を集めた陽電子断層撮影装置（Positron Emission Tomograph :PET）は、がん診断、痴呆症等の生体の機能を診断する装置として現在最も注目されている。しかしながら、最も高い関心事である、癌の超早期発見（1mm以下の大きさの癌の検出）、脳の高次機能の研究、遺伝子治療技術の開発・新薬剤の開発に対しては、現在の3～4mmの空間分解能を持つPETでは、不十分であり、1mm以下の空間分解能を持つPETが必要とされている。

2. 研究の目的

本研究では、半導体検出器の利用により、1mm以下の解像力を持つ全身用3次元半導体PETの開発を目的としている。同時に、開発した高性能装置を用いた医学、薬学分野における応用研究を行なうことで、これらの分野の新たな知見の創出も目的としている。

半導体検出器は小型化が可能であり、これを利用することによって高い空間分解能の実現が可能となる。小型化に伴ない装置を構成する検出素子が膨大となる点が問題であるが、我々はこの問題を、2次元位置敏感型半導体検出器を積層した3次元位置検出型半

導体検出器ブロックを開発することで解決する。

また、開発される全身用3次元半導体PETは高い空間分解能を実現するために、開口径の可変なガントリーを持つものである。分解能は、ガントリー径の拡大と共に角度揺動効果による影響で劣化する。我々は、半導体検出器の使用と共に、可変型のガントリーを用いることで被検体に検出器を近接し、高い分解能の実現を目指す。

3. 研究の方法

本研究の装置開発は段階的に行なわれ、①小径の円形ガントリーを持つ動物用半導体PETシステム、そして、最終目標である②開口径可変の超高分解能3次元半導体PETである。医学系の応用研究は、開発段階①においては動物実験を通じた基礎医学に関する研究、また、開発段階②においては、臨床研究を視野に入れている。上記の研究遂行のため、工学系・医学系の研究分担者に対して、以下の分担研究課題を設け、それぞれの目標を達成するものである。

- ・半導体検出器ブロックの開発
- ・増幅器および波高弁別器集積回路の開発
- ・可変開口型PETの画像再構成法の開発
- ・高分解能PET装置を用いた応用研究等の開発を行なうものである。

4. これまでの成果

我々はマルチストリップCdTe検出器を用いた小動物用高分解能PET(Fine Structure

[4. これまでの成果 (続き)]

Imaging PET scanner:略称 Fine PET)を開発し、実用型小動物用 PET では、世界で初めてガントリー中心部 20mm の領域において 1mm 以下の空間分解能を得ることに成功した (図 1 参照)。

この装置の小動物を用いた分子イメージング研究への有効性を示す応用例を図 2、3 に示す。図 2 は、ラットおよびマウスの脳の FDG 画像である。従来型装置によって識別できなかった 1 cm 程度のマウスの大脳皮質、白質、線条体が十分に区別できていることが分かる。また、図 3 は担癌マウスの FDG 画像である。背中に埋め込まれた計 4 つの約 1mm の癌を画像化することに成功した。この微小癌の可視化は本研究の目的に沿った大きな成果である。

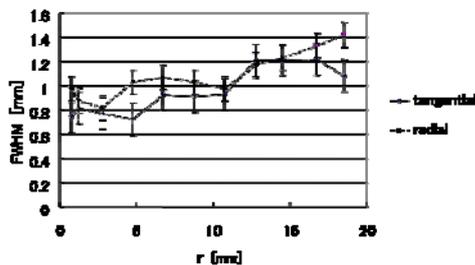
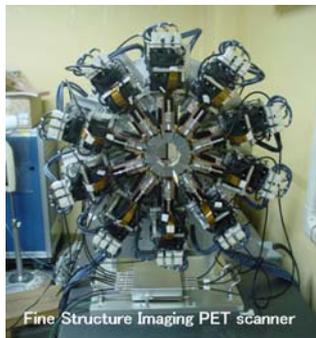


図 1 超高分解能半導体 PET の写真(上)とガントリー中心からの距離 r の関数での空間分解能(FWHM)

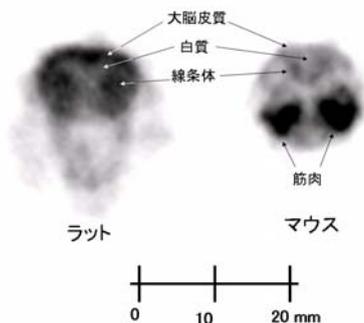


図 2 Fine PET によって得られたラットおよびマウスの脳の高分解能 FDG 画像

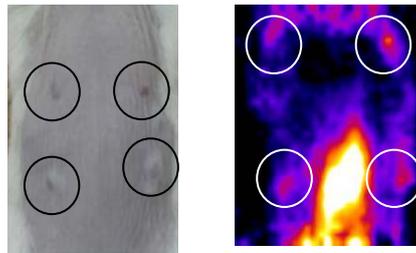


図 3 マウスの背中の 1 mm の微小癌の FDG 画像

我々は、全身用可変開口径半導体 PET の実現に向けて要素技術開発を進めている。これまで、PET に対する位置検出型半導体検出器ブロックの有用性の確認として、1 次元位置敏感型検出器の開発とそれを用いた対向型 PET プロトタイプの開発、また、可変開口径 3 次元 PET のための 3 次元位置検出型半導体検出器ブロックの試作を行ってきた。PET プロトタイプにおいて、PET 画像の取得に成功しており、これによって位置検出型検出器ブロックの有用性が明らかになっている。現在、図 4 に示すような 3 次元ブロックを用いたシステムを構築し、このブロックの最適化を行なっている。

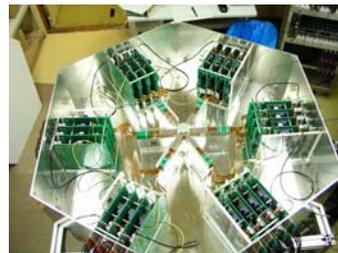


図 4 3次元検出器ブロックを組み込んだ小型測定体系

5. 今後の計画

計画遂行に向けて現在まで行なってきたように、各研究分担課題において進められている要素技術開発を進展させ、最終目標である全身用 PET の製作を行うものである。

6. これまでの発表論文等 (受賞等も含む)

1. K. Ishii, Y. Kikuchi, S. Matsuyama, K. Kotani, T. Itoh, H. Yamazaki, Y. Funaki, R. Iwata, M. Itoh, K. Yanai, J. Hatazawa, N. Itoh et al., "First achievement of less than 1mm FWHM resolution in practical semiconductor animal PET scanner", Nucl. Inst. Meth, 576, 435-440 (2007)
2. Y. Kikuchi, K. Ishii, H. Yamazaki, S. Matsuyama et al., "Prototype of high resolution PET using resistive electrode position sensitive CdTe detectors" 2007IEEE CR, 2669-2672 (2008)

ホームページ等

<http://pixe.qse.tohoku.ac.jp/ishiilab/main.html>