

1. 研究課題名：1 mm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

2. 研究期間：平成17年度～平成21年度

3. 研究代表者：石井 慶造（東北大学・大学院工学研究科・教授）

4. 研究代表者からの報告

（1）研究課題の目的及び意義

現在、生体の機能を診断する装置として、PET (Positron Emission Tomography) が注目されている。PET は、放射性同位元素から発生した陽電子（電子の反粒子）が電子と一緒にすると消滅して2つのガンマ線を真反対方向に発生する性質を利用している。陽電子を放出する放射性同位元素で標識した薬剤を人体に投与し、体外に飛び出した2つのガンマ線を検出すれば体内に集積した薬剤の分布を画像化できる。例えば、薬剤として18Fブドウ糖を用いると、増殖が盛んな癌はブドウ糖を大量に消費するので、癌が映し出されることになる。発現して間もない非常に小さな癌の発見には、1 mm以下の解像力のPET が望まれる。しかしながら、シンチレーターを用いた現在のPET では、その分解能は2 mm～3 mm程度が限界となっている。一方、半導体検出器を用いるならば検出器サイズを小さくでき、さらにガンマ線の検出だけでなくその検出位置の測定も可能となり、PET の解像力は1 mm以下に改善できることが期待される。そこで、本研究では、小型半導体 (CdTe) 検出器群からなる位置検出型半導体検出器ブロックおよびそれらからの信号を受ける膨大な数の増幅回路・同時計数回路に集積回路 (ASIC) を利用することにより、1 mm以下の解像力を持つ超高分解能PET（：次世代型PET）の開発を目的とする。このような超高分解能PET は、癌や脳の診断ばかりでなく、生命科学の研究、遺伝子治療技術の開発・新薬剤の開発においても強力なツールとなる。

（2）研究の進展状況及び成果の概要

本研究計画で得られた特筆すべき成果は以下の通りである。

① 世界で初めて1 mm以下の分解能を持つ実用型動物用半導体PET の開発に成功

小動物用であるが1 mm以下の空間分解能を持つ実用型超高分解能半導体PET を世界で初めて製作し、これまで小さくて測定できなかったマウスの頭部の鮮明なFDGPET 画像の撮影に成功した。これにより、マウスを積極的にもちいた分子イメージング研究の道が開かれた。また、本PET をFine PET と名づけた。

② Fine PET による分子イメージング研究の幕開け

1 mm以下の解像力を利用すると、非常に小さな臓器における代謝を画像化できる。Fine PET を用いて、マウス前脛骨筋組織に発現させたNIS 遺伝子の可視化、ラット脳における神経伝達物質（ドパミンD2 受容体）の可視化、ラット抜歯窩における骨代謝の画像化に成功した。

③ 位置検出型半導体検出器を用いたPET のプロトタイプの開発に成功

CdTe 検出器の位置検出機能を持たせることに成功し、0.2mm（陽子3 MeV に対して）の位置分解能を持つ1次元位置検出型半導体検出器を開発した。この位置検出型半導体検出器を重ね合わせた検出器ブロックを作成し、位置検出型半導体PET のプロトタイプを開発し、位置情報を用いた同時計数から空間分解能が0.75mmを得ることが可能であることを実証した。このように、ヒト用の位置検出型半導体PET の開発は順調に進んでいる。

5. 審査部会における所見

A（現行のまま推進すればよい）

当初の目的と方針に従って順調に研究が遂行されており、特に新たな問題は生じていない。小動物用高分解能PET の開発、位置センシング型半導体検出器の開発、マウスでの1mmサイズのガンマ線観察による分解能と有効性の検証など着実な成果が得られている。論文発表、国際ワークショップの開催など成果公開にも十分な努力が払われており、特許出願をしている点も評価できる。要素技術開発者・システム構築開発者などの工学系グループと応用研究者となる医学系グループの連携のための体制も築かれ、成果が現れ始めており、今後も効果的な連携が期待される。設備活用、研究費使用に関しても問題は見当たらない。最終的な目標である人体用高分解能PET の開発を目指し、今後の展開を大いに期待したい。