

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年 6月 5日現在

機関番号：13901

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011 ~ 2012

課題番号：23659598

研究課題名（和文）

MRI 中で測定可能な SPECT 装置に関する研究

研究課題名（英文）

Development of an optical fiber based MR compatible gamma camera for SPECT/MRI system

研究代表者

山本 誠一 (Seiichi Yamamoto)

名古屋大学・医学系研究科・教授

研究者番号：00290768

研究成果の概要（和文）：

光ファイバーイメージガイドを用いた SPECT/MRI 用検出器を開発し、その性能を評価した。検出器に用いたシンチレータは Y2SiO5 (YSO) で、15 x 15 のマトリクスに配置したのを用いた。光ファイバーには、0.5mm 直径のダブルクラッド型を用い、それを束ねて長さ 80cm のイメージガイドを構成した。そのイメージガイドの入力部に YSO ブロックを光学結合し、出力部には 1 インチ角型位置有感型光電子増倍管 (PSPMT) を光学結合した。コリメータにはタングステン含有プラスチックを用い、YSO のピクセルに 1 対 1 に配置する構成とした。PSPMT の出力はアンガー方式で位置演算を行った。コリメータを含めた空間分解能はコリメータから 1.5mm 離れた位置で 1.7mm FWHM で、システム感度は 0.06% であった。この SPECT 用検出器を永久磁石式 MRI の中に配置し、同時測定を行い相互影響の無いことを確認した。これらの結果より、開発した検出器は SPECT/MRI 用として有望であることが明らかになった。

研究成果の概要（英文）：

Optical fiber is a promising material for integrated PET/MRI systems. However, it is unclear this material can be used for a SPECT/MRI system. We developed and tested an optical fiber based block detector for SPECT/MRI system and tested its performance. 1.2 x 1.2 x 6mm Y2SiO5 (YSO) pixels were combined to form a 15 x 15 block and coupled to an optical fiber image guide. The image guide had a 22mm x 22mm rectangular input and an output. The input of the optical fiber based image guide was bent for 90 degree and the output was optically coupled to a 1-inch square high quantum efficiency position sensitive photomultiplier tube (HQE-PSPMT). Parallel hole collimator made of tungsten plastic was mounted on the YSO block. Intrinsic and system performance were evaluated. The system resolution was 1.7mm FWHM at 1.5mm from the collimator surface, and the sensitivity was 0.06%. We conclude that developed optical fiber based YSO block detector is promising for SPECT/MRI system.

交付決定額

(金額単位：円)

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|-------|-----------|---------|-----------|
| 交付決定額 | 2,900,000 | 870,000 | 3,770,000 |

研究分野：放射線計測学

科研費の分科・細目：放射線科学

キーワード：SPECT, MRI, 一体型

1. 研究開始当初の背景

分子イメージングは、生体における分子の

振る舞いを画像として、生きたまま (in-vivo) 観察することにより、遺伝子の発

現、幹細胞の機能評価、薬剤の機能評価等の研究分野で期待されている。

ポジトロン放射型断層撮像法 (PET) と単一光子放射型断層撮像法 (SPECT) は分子プローブに対する感度が高いが、解剖学的情報に乏しいため、解剖学的情報に優れた CT を組み合わせて使われるようになってきている。

さらに最近では PET と解剖学的情報に優れた機能情報も得られる MRI と組み合わせた PET/MRI 一体型装置が注目されている。

SPECT は小動物を 1mm 以下の分解能で撮像可能であり、PET より一部の性能では優れているが、SPECT/MRI 装置の開発はほとんど行われていない。その理由は SPECT においては放射線検出器に加えてコリメータが必要であるため、MRI 中での撮像は困難であるためである。

さらに SPECT の電子回路が MRI から受ける雑音や MRI の画像に与える影響も大きい。さらに SPECT では一般に MRI に影響が大きいと考えられる機械的な回転運動を必要とすることも問題である。これらの問題を解決する SPECT/MRI 用検出器が切望されていた。

2. 研究の目的

光ファイバーはシンチレータによる発光を遠く離れた場所まで伝送することが可能なため、PET/MRI 装置に利用され、その有用性が実証されており、SPECT/MRI 用の構成材料としても期待される。

しかし、光ファイバーが同じように SPECT/MRI に使用できるかどうかは、未だ確認されていない。そこで光ファイバーイメージガイドを用いた SPECT/MRI 用検出器を開発し、その性能を評価した。さらに MRI 中で同時撮像を行いその有効性を評価した。

3. 研究の方法

Fig. 1 (A) に開発した検出器の写真を示す。検出器に用いたシンチレータは Y2SiO5 (YSO) で、1.2mm x 1.2mm x 6mm のピクセルに 0.1mm の硫酸バリウム反射材塗布し、15 x 15 のマトリクスに配置したものを用いた。

Fig. 1 (B) に開発した光ファイバーの写真を示す。光ファイバーには、0.5mm 直径のダブルクラッド型を用い、それを束ねて長さ 80cm のイメージガイドを構成した。入力部と出力部の大きさは共に 22mm x 22mm で入力部は 90 度曲がった構成とし、その他の部分はフレキシブルな構成とした。そのイメージガイドの入力部に YSO ブロックを光学結合し、出力部には 1 インチ角型位置有感型光電子増倍管 (PSPMT) (浜松ホトニクス R8900-100-C12 : 高量子効率タイプ) を光学結合した。

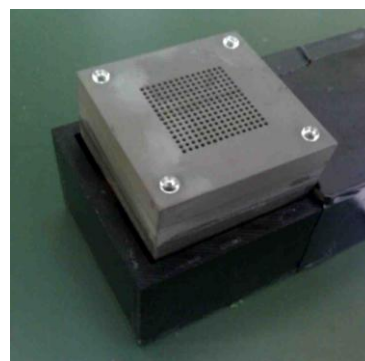


(A)



(B)

Fig.1 Input part of the optical fiber based gamma camera with YSO block (A) whole view of the optical fiber (B)



(A)



(B)

Fig.2 Detector head with tungsten plastic parallel hole collimator (A) and whole detector (B)

Fig. 2 (A)に開発した検出器のコリメータ部を示す。コリメータには MRI での使用を考慮してタングステン含有プラスチックを用い、厚さ 7mm の平行穴コリメータ (穴径 0.8 mm) を YSO のピクセルに 1 対 1 に配置する構成とした。PSPMT の出力はアンガー方式で位置演算を行った。開発した検出器全体の写真を Fig. 2(B)に示す。

4. 研究成果

Fig. 3(A)に Co-57 のガンマ線 (122keV) に対する 2 次元位置ヒストグラムを示す。YSO のほぼすべてのピクセルを弁別することができた。Fig. 3(B)に Co-57 のガンマ線 (122keV) に対するエネルギースペクトルを示す。エネルギー分解能は 38%FWHM であった。

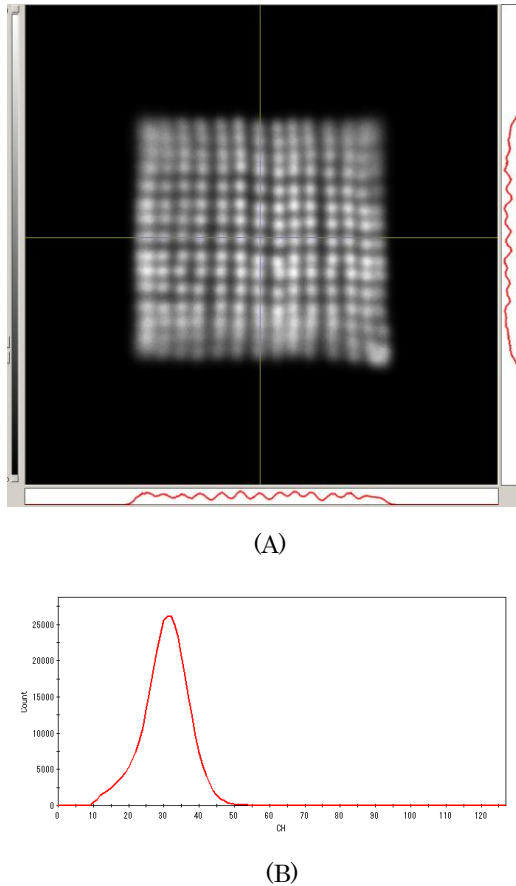


Fig.3 Two dimensional histogram (A) and energy spectrum (B) of optical fiber based gamma camera for 122-keV gamma photons

コリメータを含めた空間分解能 (システム分解能) はコリメータから 1.5mm 離れた位置で 1.7mmFWHM で、システム感度は 0.06%であった。

この検出器で得られた分解能ファントムのイメージを Fig. 4(A)に示す。1.5mm までのスリットが分解できた。この SPECT 用検出器を 0.3T の永久磁石式 MRI の中に配置し、MRI との同時測定を行った。その結果、開発した検出器は MRI 中でも Co-57 の点線源を撮像することが可能であることが明らかになった (Fig. 4(B))。また、SPECT 用検出器を配置しても、MRI 画像に大きな影響を与えないことも確認した (Fig. 4(C))。

これらの結果より、開発した MRI 中で測定可能な SPECT 用ガンマ線検出器は低磁場 MRI 中においても MRI 画像に目立った影響を与え

ず、低エネルギーガンマ線の画像を得ることができ、SPECT/MRI 一体型装置用検出器として有望であることが明らかになった。

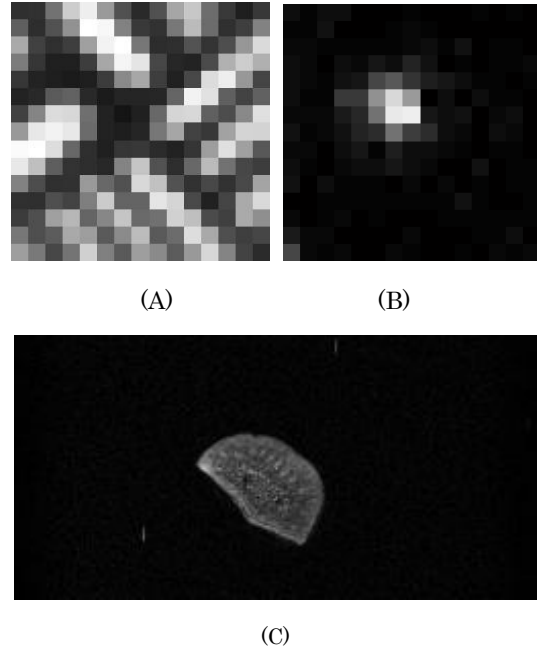


Fig.4 Resolution phantom image of the optical fiber gamma camera (A), simultaneously measured point source image of Co-57 point source (B) and MRI image of garlic (C)

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕 (計 4 件)

(1) S. Yamamoto, H. Watabe, Y. Kanai, T. Watabe, M. Aoki, E. Sugiyama, K. Kato, J. Hatazawa, Development of a flexible optical fiber based high resolution integrated PET/MRI system, Med. Phys., 39(11), pp.6660-6671, 2013 (査読あり)

(2) Tatsumi M, Yamamoto S, Imaizumi M, Watabe T, Kanai Y, Aoki M, Kato H, Shimosegawa E, Hatazawa J. Simultaneous PET/MR body imaging in rats: initial experiences with an integrated PET/MRI scanner. Ann. Nucl. Med. 2012, 26(5), 444-449(査読あり)

(3) Yamamoto S, Watabe H, Kanai Y, Shimosegawa E, Hatazawa J. Development of a pixelated GSO gamma camera system with tungsten parallel hole collimator for single photon imaging, Med. Phys., 39, 2, pp. 581-588, 2012(査読あり)

(4) S. Yamamoto, H. Watabe, Y. Kanai, M. Imaizumi, T. Watabe, E. Shimosegawa, J. Hatazawa, Simultaneous imaging using Si-PM-based PET and MRI for development of an integrated PET/MRI system, Phys. Med. Biol. 57, 2, N1-N13, 2012(査読あり)

〔学会発表〕(計1件)

山本誠一、渡部浩司、金井泰和、加藤克彦、畑澤順, 光ファイバーを用いた SPECT/MRI 用検出器の開発, 日本分子イメージング学会, 横浜, 2013年5月

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計0件)

○取得状況(計0件)

〔その他〕なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山本 誠一 (Seiichi Yamamoto)
名古屋大学・医学系研究科・教授

研究者番号: 00290768