

放射線科学

PET/MRI 一体型装置開発の思い出

山本 誠一

最近、PET と MRI の同時測定が可能な PET/MRI 一体型撮像装置が、新しい医療機器として注目されています。PET/MRI 一体型撮像装置は PET/CT 装置に比べ、X 線 CT に比べ軟部組織に対するコントラストが高いこと、また X 線による被曝が無いこと、さらに PET と MRI を時間遅れなく同時に撮像できるため測定時間が短縮できることなど多くの利点が考えられることから小動物用のみならず、臨床用装置の開発も進んでいます。特に最近、シーメンス社から臨床用の PET/MRI 一体型装置が発売され、臨床研究の分野でも注目されるようになってきました。私も 10 年以上前に、MRI 中で測定可能なガンマ線検出器を開発し、その後 MRI 中で測定可能な小型 PET 装置と 2 種類の小動物用 PET/MRI 一体型装置を開発してきました。ここでは、なぜ PET/MRI 装置の開発を手掛け始めたのかなどを紹介したいと思います。

PET/MRI 装置の開発に興味を持ったのは、いまから 15 年ほど前になります。当時、英国マンチェスターで開催された Position Sensitive Detector Conference で、MRI 中で測定可能な小型 PET 装置を発表していた UCLA の Y. Shao と知り合い、彼が来日した時に、私の研究室に訪ねてきたことが大きなきっかけになったように感じます。当時 UCLA では microPET という高分解能動物用 PET 装置と MRI 中で測定可能な PET 装置を開発していましたが、Simon Cherry とともに開発していた Y. Shao から聞いた話によると、研究予算も少なく、ほとんど手作りとのことで大変驚きました。UCLA は昔から PET 装置開発の中心でしたから、豊富な予算で外部の企業などに装置を作らせるような方法で開発しているものと思っていました。MRI 中で測定可能な PET 装置に用いる細かいシンチレータの反射材も、一個ずつ手でテフロンテープを巻いているとのことでした。この話が、私が PET 装置などを手作りするきっかけにもなったように思います。あの UCLA が手作りで PET を作っているのですから、私も頑張らないといけないと感じたわけです。

この種の装置で私が最初に開発したのは MRI 中で測定可能なガンマ線検出器でした(図 1)。当時、神戸にできた先端医療センターにダブルドーナツ型のオープン MRI が入ったので、そのオープンスペースで手術中に使える MR コンパチ

ブルガンマプローブを開発するというものです。核医学装置が専門でしたので、MRIにはあまり馴染みがありませんでしたが、シンチレータやガンマ線遮蔽材料のMRI適合性を知るために磁化率の測定を行い、またMRI中の画質評価度を行いました[1-2]。



図1 MRI中で測定可能なガンマプローブ

また、その技術を延長し、複数スライス撮像可能なMRI中で撮像可能なファイバー型小型PET装置の開発を行いました(図2)。手ごろなMRIがないために同時測定ができないまま、先端医療センターに2年ほど置いたままになっていましたが、シンチレータの評価の関係で知り合った、NEOMAXという会社で永久磁石式小型MRIの開発を行っていることを知り、その会社から0.15TのMRIを借りて同時測定を行うことができるようになりました[3-4]。

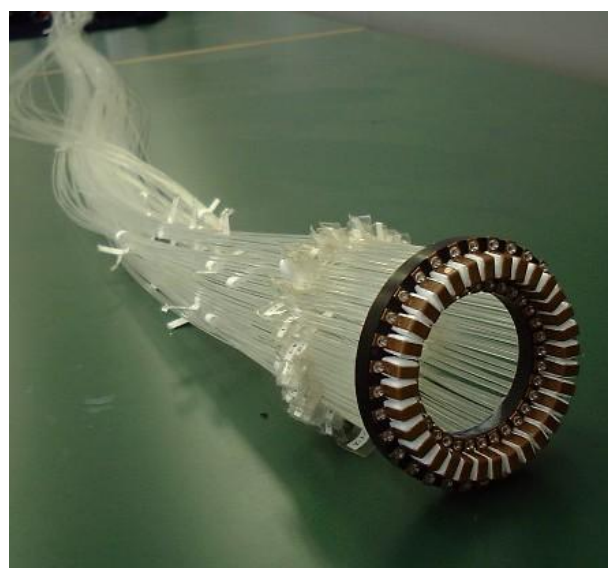
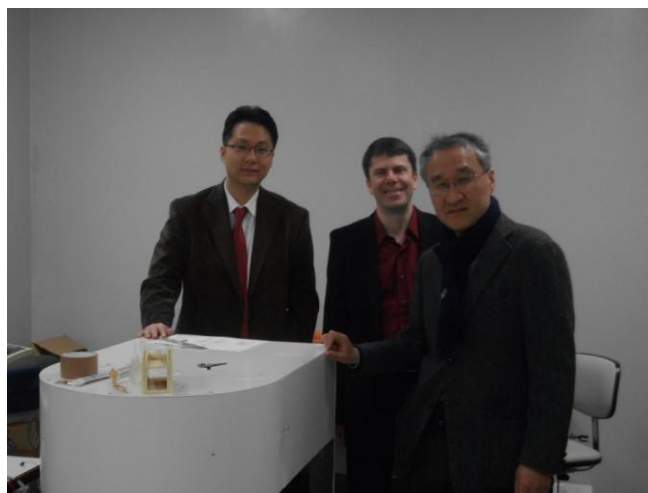


図2 複数スライス型MRI中で撮像可能なファイバー型小型PET装置

MRI を自由に使えるようになったので、身の回りのものをいろいろ撮像し、MR 画像を観察し、大変楽しみました。また大阪大学から小型の PET/MRI 装置の開発を相談され、NEOMAX の永久磁石式 MRI とファイバー型 PET 装置を組み合わせた PET/MRI 装置開発の大型予算申請を共同で行いました。そのような関係で、作ったファイバー型 PET 装置を大阪大学に持ち込み、動物のイメージングを行うことが可能となりました。最初のころ撮像したラットの PET 画像は、高集積部位がどこの部位などか良くわからず、いろいろと議論していたことを懐かしく思い出します。申請していた予算も運よく採択され、その後、PET/MRI 一体型装置を2種類開発できました(図3) [5-6]。



(A)



(B)

図3 開発した PET/MRI 一体型装置、大視野タイプ[5] (A) と高分解能タイプ

[6] (B) : UC Davis の Simon Cherry 氏 (写真中) と Seoul National University の Jae Sung Lee 氏 (写真左) とともに

最近、新しい光センサーであるシリコンフォトマル (Si-PM) が開発され、それを用いた PET 装置の開発競争が始まりました。最初はアイルランドのベンチャー企業である SensL 社の Si-PM で開発を始めていましたが、安定性等に問題があり困っていたところ、浜松ホトニクスから、開発して間もない Si-PM (商品名 MPPC) の供給を受け、これが大変安定しており、小型 PET 装置を短期間に開発することができました (図4) [7-8]。Si-PM-PET の開発では、Seoul National University の Jae Sung Lee らのグループと開発を競い合いました。また MEOMAX の MRI 装置と組み合わせ、Si-PM-PET と MRI の同時測定の報告もできました [9-10]。このように共同研究者に恵まれ、PET と MRI の測定を、動物実験も含めて行えるのは大変幸運であると感じております。今後も、これまで蓄積した技術を最大限活用して、またいろいろな先生方のご協力を頂きながら、これまでにない新しい分子イメージング機器の開発などを行っていきたいと考えています。



図4 開発した Si-PM-PET 装置

参考文献

- [1] S. Yamamoto, et al. “Development of a MR-compatible gamma probe for combined MR/RI guided surgery” Phys. Med. Biol., vol. 49, pp3379-3388, 2004
- [2] S. Yamamoto, et al. “Scintillator selection for MR-compatible gamma detectors” IEEE Trans. Nucl. Sci. vol. 50, No.5 pp.1683-1685, 2004

- [3] S. Yamamoto, , et al. “A block detector for a multi-slice, depth-of-interaction MR-compatible PET” IEEE Trans. Nucl. Sci., vol. 51, pp.33-37, 2005
- [4] S. Yamamoto, , et al. “A Multi-slice Dual Layer MR-Compatible Animal PET System” . IEEE Trans. Nucl. Sci., vol. 56, no. 5, pp. 2706-2713, 2009
- [5] S. Yamamoto, , et al. “Design and performance from an integrated PET/MRI system for small animals” . Annals of Nuclear Medicine, Vol. 24, No 2, pp. 89-98, 2010
- [6] S. Yamamoto, , et al. Development of a flexible optical fiber based high resolution integrated PET/MRI system, Med. Phys., Vol. 39, No. 11, pp.6660-6671, 2012
- [7] S. Yamamoto, et al. “Development of a Si-PM-based high-resolution PET system for small animals” . Phys Med Biol. 55(19):5817-31, 2010
- [8] S. Yamamoto, et al. “A temperature-dependent gain control system for improving the stability of Si-PM based PET system” . Phys Med Biol. 56, pp. 2873-2882, 2011
- [9] S. Yamamoto, et al. “Interference between PET and MRI sub-systems in a silicon -photomultiplier-based PET/MRI system” . Phys Med Biol 56(13):4147-59, 2011
- [10] S. Yamamoto, et al. “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

(名古屋大学大学院医学系研究科医療技術学専攻医用量子科学講座・教授)