

# 修士論文概要書

Summary of Master's Thesis

Date of submission: 01 / 08 / 2015

専攻名 (専門分野) Department	物理学及 応用物理学	氏名 Name	呉井 洋太	指導 教員 Advisor	片岡 淳 印 Seal
研究指導名 Research guidance	放射線応用 物理学研究	学籍番号 Student ID number	5313A020-1 CD		
研究題目 Title	MRI-PET 実現に向けた小動物用ガントリ開発と相互の影響評価				

## 【研究背景】

陽電子断層撮影(PET)は腫瘍の早期発見やアルツハイマー病、パーキンソン病の診断に有効とされる手法である。腫瘍への集積作用を持つ放射性薬剤 ( $\beta$ +崩壊核種) を患者に投与し、対消滅 $\gamma$ 線を体外から同時計数をとることで、その体内濃度分布を断層像として得ることができる。しかしながら、X線CTやMRIなど他の画像診断装置に比べ、光電子増倍管(PMT)を用いた従来のPET装置は解像度が5-10mmと悪い。そのため、他の医用画像とPET画像を融合させる技術が注目されており、特に、我が国においてMRI/PET一体の診断装置は平成24年2月に薬事承認され、今後の大きな貢献が見込まれる。しかし、PMTは磁場耐性を持たないため、これらの技術を組み合わせることは困難である。本研究では、小型で高利得かつ磁場耐性を持つ次世代半導体光検出器MPPCを用いた高解像度小動物用MRI-PET装置の開発とその性能評価を行う。

## 【最適なシンチレータの選別】

MRI/PETに最良のシンチレータを選別するために、シンチレータがMRIに与える影響評価を行った。10mm角のシンチレータ結晶を4.7T MRI装置内に配置し、Gradient Echo (GE)にて撮像を行い、画像のSNRを比較した。その結果、Ce:LYSOのSNRが最も高く、MRI-PETを実現するうえで最適なシンチレータであることが分かった。

## 【MPPC-PET装置の開発】

MRIは、超伝導磁石を動作させるための液体ヘリウムによる温度の下降や、RFコイルの動作などで発生する熱などによる温度上昇など、温度変化が起こる。本研究で用いるMPPCは約56mV/°Cの温度依存性を持つため、1°Cずれるとゲインが5%以上変化してしまう。そこで、MPPCの背面に温度センサを搭載し、1秒ごとに温度を読み込み、温度情報から計算される最適電圧を印加し、ゲインを一定に保つ。

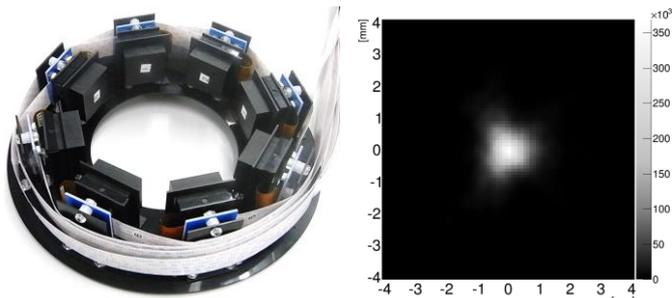


図1 ABS製MRI-PET装置(左) 視野中心の再構成画像(右)  
センサヘッドは、4×4ピクセルMPPCアレイと0.5×0.5mmを16×16 pixel配列した10mm厚のCe:LYSO

シンチレータにより構成した。このセンサヘッドをガントリ上に8つ等間隔で円環上に配置しPET装置に組み上げた。センサヘッドの固定具とガントリはMRI評価用に、非磁性金属製とABS樹脂製の2種類で製作を行った(図1左)。製作した装置のPET装置単体の性能評価を行ったところ、視野中心にて0.88mm (FWHM)の空間分解能を達成した(図1右)。

## 【PET画像の評価】

4.7T MRI装置内にABS-PET装置を配置し、静磁場中、Fast Spin Echo (FSE)中、GE中において、シンチレータの位置測定とエネルギー測定を行った。その結果、各ピクセルの低エネルギー側に顕著なノイズが見られたが、画像再構成に用いる511keVに影響を与えるようなノイズの増加は見られなかった。また、<sup>22</sup>Na線源のイメージング測定においても、1線源画像、2線源画像ともに有意な劣化は見られなかった(図2左)。

## 【MR画像の評価】

ABS製PETの動作中および動作停止中、非磁性金属PETの動作中、PETなしの4種類の環境において、シリンダーファントムのMR撮像を行った。それぞれの画像について、客観的評価指標であるSIR、SNR、CNRにて比較を行ったところ、非磁性金属PETがMR画像に与える影響が顕著であったのに対し、ABS製PETはMR画像にほとんど影響を与えなかった(図2)。

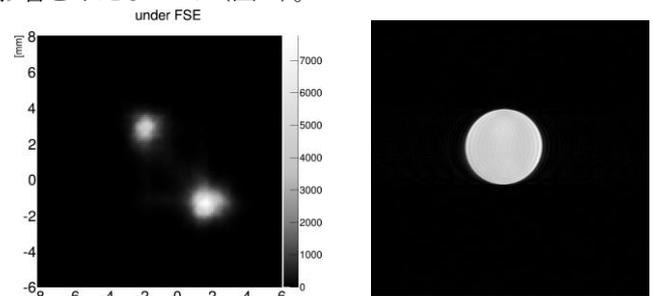


図2 FSE中のPET画像(左) ABS-PET動作中のMR画像(右)

## 【まとめと今後の展望】

本研究ではMPPCアレイを用いたMRI同時併用型PET装置の開発を行い、視野中心にて0.88mm (FWHM)の空間分解能を達成した。MRIとの同時測定においてもMRIからの影響はなく、ABS樹脂でPET装置を製作することでMRIへの影響を低減することに成功した。今後はDoIやToFなどの次世代技術を統合したPET装置開発を行ってきたい。

## 【研究業績リスト】

- (1) [国際会議(Oral)] Y. Kurei et al., HSTD9 (2013) 27.
- (2) [投稿論文] Y. Kurei et al., "Development of a MPPC-based prototype gantry for future MRI-PET scanners", JINST, 9 (2014) C12052.