

1. 半導体光電子増倍器 (SiPM) 搭載 PET/CT の有用性と展望

陣之内正史 厚地記念クリニック・PET画像診断センター院長

日本では2004年にPET/CTが導入され、PET単独装置の時代から格段のステップアップとなった。その後、PET装置の改良や画像再構成法の進歩により、PET画像の画質もずいぶんと向上してきた。そのような中、従来の真空管式光電子増倍管に代わる半導体光電子増倍器(以下、SiPM)を用いたPET/CT装置が開発され、異次元とも言える画質が得られるようになった。

当施設では、2016年12月に、GE社製のSiPM搭載デジタルPET/CTである「Discovery MI」(以下、DMI)を日本およびアジアオセアニア地区の1号機として導入し、2018年9月半ばまでに3900件のPET/CTを施行した。2018年9月現在、国内で15施設、18台のDMIが設置、稼働中である。また、2018年7月から熊本大学医学部附属病院にて、フィリップス社製「Vereos PET/CT」の国内1号機が稼働を始めた。さらに、シーメンス社製「Biograph Vision」が9月初旬に医療機器の認可を受けたところである。

本稿では、当施設のDMIの性能と臨床画像を中心に、SiPM搭載PET/CTの有用性と展望を概説する。

SiPM搭載PET/CTの特徴

1. 3社の最新装置の比較

表1に、日本で販売されている3社の各装置の性能を示す。

最も大きな違いは体軸方向有効視野で、Vereos PET/CTは従来機と同じ16cmであるのに対し、DMIが20cmと広くなり、Biograph Visionが26cmと最大になっている。感度の差は、この体軸方向有効視野の違いが大きく寄与しているものと思われる。Biograph VisionはTOFの時間分解能が214ps、空間分解能が3.2~3.4mmと最も良い値を示している。

DMIを使用していて格段の画質向上を実感しているが、スペックに優る

Biograph Visionの画像がどのようなものか、実臨床画像は収集条件や画像再構成法により大きく異なってくるので、その評価については今後を待ちたい。

2. DMIの特徴

DMIのハードウェアの特徴として、SiPMは従来の光電子増倍管(PMT)に比べ約2倍の光検出効率があり、処理速度も向上している。さらに、コンプトン散乱リカバリーにより、これまで捨てざるを得なかった消滅放射線を20%リカバリーでき、time-of-flight(以下、TOF)の時間分解能が380psと高く、小柄な日本人でもTOFの効果が発揮されている。また、対軸方向の視野が4リングで20cmとなっており、通常の大股中央部から頭頂部までが、従来の9フレーム18分から7フレーム14分と撮像時間の短縮ができています。

ソフトウェアの特徴として、画像再構成法にblock sequential regularized expectation maximization (BSREM)

表1 SiPM搭載PET/CTの比較

| メーカー | GE*1 | フィリップス*2 | シーメンス*3 |
|-----------------------------|--------------|---------------|-----------------|
| 認可 | 2016年7月 | 2017年10月 | 2018年9月 |
| 装置名 | Discovery MI | Vereos PET/CT | Biograph Vision |
| 体軸方向有効視野 (cm) | 20.0 | 16.0 | 26.0 |
| TOF時間分解能 (ps) | 380 | 310 | 214 |
| NEMA感度 (cps/kBq) | 13.75 | 5.4 | 16.0 |
| 断面内分解能FWHM@1 cm, OSEM (mm) | 3.86 | 4.7 | 3.2 |
| 体軸方向分解能FWHM@1 cm, OSEM (mm) | 4.13 | 5.3 | 3.4 |

*1 当院の実測値 *2 熊本大学・白石慎哉先生提供 *3 スペック値