

8. 半導体PETによる 乳がん画像診断の実際

鳥井原 彰 国保旭中央病院PET画像診断センター
平野 稔 国保旭中央病院外科

細胞のブドウ糖代謝を画像化する¹⁸F-FDG PETは、2002年4月に本邦で初めて保険適用が承認され、2010年4月からは早期胃がんを除くすべての悪性腫瘍に対する病期診断、再発診断を目的とした¹⁸F-FDG PETの施行が可能となっている¹⁾。この間から現在に至るまで、PET装置はハードウェア、ソフトウェアの両面において目覚ましい発展を続けており、承認当初とは比較にならないほどの画質と診断能の向上が得られるようになってきている。ハードウェアの面で実用化された最新技術の一つが検出器への半導体の搭載、いわゆる「半導体PET」の登場である。2016年8月にGE社製の半導体PET/CT「Discovery MI」が発売されたのを皮切りに、本稿執筆時点では3社の半導体PET/CT装置が本邦で販売され、稼働している²⁾。

当院には、2018年9月に上記のGE社製の半導体PET/CT装置が導入された。本稿では、この初期経験を基に、従来のPETとの比較や実際の症例画像を交えながら半導体PETの有用性を紹介し、最後に問題点について考案する。

半導体PETの 技術的特徴

近年のPETでは、同時収集された2本の消滅放射線の検出器への到達時間差を計算し、トレーサーの集積部位を絞り込むtime of flight (TOF) という技術が搭載されているのが一般的になりつつある。半導体PETでは、この際の時間分解能を400ps以下というレベ

ルまで向上させることでトレーサーの集積部位をより厳密に絞り込み、結果的に信号雑音比 (SNR) の大幅な向上を可能としている²⁾。また、従来のPETでは検出器内で発生する光子のコンプトン散乱が位置情報のロスに直結していたが、半導体PETではこのコンプトン散乱をリカバリーできる機種も登場し、分解能の劣化を抑えつつ感度を向上させることが可能である。

当院で使用しているDiscovery MIにおいては、画像再構成の過程でも工夫が施されている。従来、汎用されてきたordered subset expectation maximization法 (OSEM法)ではなく、block sequential regularized expectation maximization法 (以下、BSREM法)

“Q.Clear”を導入することで、画質とPET定量精度の両者の向上に大きく寄与している。BSREM法についての詳細は他稿を参照されたい³⁾。

当院における現時点での¹⁸F-FDG PET/CTのプロトコルを表1に示す。従来機に準じている部分が大半であるが、上述したような半導体PETの特徴を生かせば、投与線量の減量、収集時間の短縮を図りつつ、画質や診断能を維持することは十分可能と考えられ、今後の検討課題である^{4), 5)}。

この臨床プロトコルに基づいて、National Electrical Manufacturers Association (NEMA) のボディファントムを用いた実験を行い、リカバリー係数曲線を作成した (図1)。サイズが比較

表1 当院における¹⁸F-FDG PET/CTの撮像プロトコル

¹⁸ F-FDG	
投与量	4.0 MBq/kg
集積時間	60分
CT	
マトリックスサイズ	512 × 512
FOV	70 cm
スライス厚	3.75mm
PET	
収集時間	1ベッド2分
体軸方向有効視野	20 cm
マトリックスサイズ	256 × 256
FOV	70cm
TOF	あり
PSF	あり
画像再構成法	BSREM法 (Q.Clear) (β値 : 700)