

## 第 7 回日本核医学会研究奨励賞受賞論文要旨

### First human brain imaging by the jPET-D4 prototype with a pre-computed system matrix

(*IEEE Transactions on Nuclear Science* 2008; 55 (5): 2482–2492 USA)

### jPET-D4 試作機によるシステムマトリクス事前計算法を用いた初の脳イメージング

山谷 泰賀, 吉田 英治, 小尾 高史, 伊藤 浩, 吉川 京燦, 村山 秀雄  
独立行政法人 放射線医学総合研究所 分子イメージング研究センター

#### 1. DOI 検出器と jPET-D4 開発

PET において、透過力の強い 511 keV の消滅放射線を十分に検出するためには検出素子を 3 cm 程度に厚くする必要があるが、検出器を体に近づけて感度を高めようとする、斜め方向から入射する消滅放射線に対する位置検出精度が劣化してしまうため、空間解像度と感度の両立が課題であった。これに対しわれわれは、産学官協力体制のもと、検出素子内の深さ方向相互作用位置 (DOI) を弁別する 4 層 DOI 検出器を世界に先駆けて開発し、頭部用 PET 装置 “jPET-D4” を試作した。DOI 検出器は、体に近づけても位置検出精度が劣化しにくい、感度と解像度を共に高めることができる。jPET-D4 は、2.9 mm 角のケイ酸ガドリニウム (GSO) 素子を約 12 万個配置する構成 (検出器リング直径 390 mm, 体軸方向視野 260 mm) となっている。

#### 2. DOI 情報を活用した画像再構成手法の開発

jPET-D4 による PET イメージングを実現するにあたり、画像再構成の高精度化に加え、DOI 層数の 2 乗に比例して次元が増加する膨大な観測データ (44 億次元) の取り扱いが課題であるなか、相反する高精度化と高速化を同時に実現する画像再構成手法を開発した。具体的には、画像再構成は物体から観測データへの関係を表す順変換の逆変換であるとの視点から、検出器の応答関数を取り入れた正確な観測モデルを考案した。そして、DOI データの冗長性を抑制し次元数を削減する DOI compression 法を付加した統計的画像再構成手法を開発し、現実的な計算時間において、従来の約 3 倍感度および 3 mm 以下の均一な空間解像度 (従来は中心 5 mm ~ 周辺 10 mm) が得られることをファントム実験にて示した。

#### 3. jPET-D4 と市販装置との比較

健常ボランティア実験を行い、市販装置と比較して試作機の優れたイメージング性能を示した。解像度が高いほどより小さい病変が検出でき、感度が高いほど定量性向上に加えて検査時間の短縮や被ばく量の低減に貢献する。また DOI 技術は、全身計測に加え、部位別・対象別装置による近接撮像を可能にし、小動物からヒトまでのトランスレーショナルな分子イメージングの高度化へ大きく貢献すると期待される。