

高分解能 PET 装置で高精細画像取得



石井 一成
Ishii Kazunari

1 はじめに

超高齢社会の我が国において認知症患者やその前段階である軽度認知障害（Mild cognitive impairment：MCI）の増加が問題になっている。認知症の原因疾患で一番多いのがアルツハイマー病（Alzheimer disease：AD）であり、認知症の約半数以上を占める。ADはアミロイドβタンパク、タウタンパクの脳内蓄積が原因と言われており、近年、アミロイド蓄積（A）、タウ蓄積（T）、神経障害・損傷（N）の3つの組合せをもってADを連続した病態AD連続体として捉えようとしている（表1：文献1より和訳）。

このATNを画像検査として評価できるのがPET検査となる。

表1 バイオマーカーによるアルツハイマー病理のATN分類

A+はアミロイド蓄積が見られ、A-は見られないことを示す

ATN 分類	バイオマーカー
A-T-N-	正常 AD バイオマーカー
A+T-N-	アルツハイマー病病理変化
A+T+N-	アルツハイマー病
A+T+N+	アルツハイマー病
A+T-N+	アルツハイマー病理と非アルツハイマー病理が疑われる変化の併発
A-T+N-	非 AD 病理学的変化
A-T+N+	非 AD 病理学的変化
A-T+N+	非 AD 病理学的変化

2 脳 PET 検査

^{18}F で標識したグルコースが ^{18}F -FDGという放射性薬剤であり、これを静脈投与した後、脳に集積したところをPET装置で撮影してグルコース代謝の脳の横断像を得る。この代謝画像で局所的にどの部位で代謝が低下しているかを見ることによって様々な認知症を診断可能である。また ^{11}C -PiB、 ^{18}F -florbetapir、 ^{18}F -flutemetamol、 ^{18}F -florbetaben等のアミロイドPET薬剤を投与後、PET装置で脳内アミロイド沈着の状態を見ることが出来る。タウに関しても ^{18}F -PM-PBB3や ^{18}F -MK-6240等のタウPET薬剤を使用してPET装置で脳内タウ沈着の状態を見ることが可能となっている。

3 高分解能 PET 装置の開発

PET装置で得られた画像はその特質上、CTやMRI画像と比べると分解能は劣る。これまでのPET画像では脳の灰白質の集積が隣の脳回と一緒にあって切り離し難い状態で写っていたが、最近では半導体を使用してより高分解能の装置が登場し、更にこれまでの全身用PET装置ではなく頭部専用装置が開発されて、脳PET画像においてより高分解能の画像が得られるようになった。

近畿大学高度先端総合医療センターPET分子イメージング部において、特定臨床研究として島津製作所が開発した新型TOF-PET装置「Bres Tome（ブ



図1 頭部・乳房専用 PET 装置 Bres Tome
頭部撮像モードでの外観

レストーム)」を用いた初めての臨床例の PET 検査を実施し、その性能評価を行った。

本装置 Bres Tome は頭部モード、乳房モードを切り替えることができ、脳 PET 撮像時は頭部モードで使用する (図 1)。

本装置の特徴はルテチウム系シンチレータを半導体受光素子 (silicon photomultiplier : SiPM) に光学結合させており、シンチレータのサイズは 2.1 mm × 2.1 mm × 15 mm と微細であり、高分解能の PET 画像が得られる。空間分解能に影響を与えるものとして角度揺動があるが、これは検出器間距離に比例して大きくなるので PET 装置が被写体に近接すればするほど空間分解能が向上する。全身用 PET 装置と比較してガントリー径が小さいことで角度揺動の影響を抑えることができ、より分解能の高い画像を得ることができる。

また本装置は time of flight (TOF) 技術を備えている。TOF 技術とは、同時計数された 2 つの検出器で計測された検出時間差の情報を利用することで放射性薬剤の存在する位置をより正確に推定するものである。

4 脳 PET 画像における高分解能画像の有用性

図 2 に従来の全身用 PET 装置 (上段) と本頭部専用 PET 装置 (下段) の同一患者、同一断面の FDG による糖代謝画像を示す。全身用 PET 装置の画像では各脳回が融合したように見えて区別しにくいですが、本装置では脳回 1 つ 1 つが分離して見える。また脳幹内の小さな部位もはっきりと見え (矢印)、

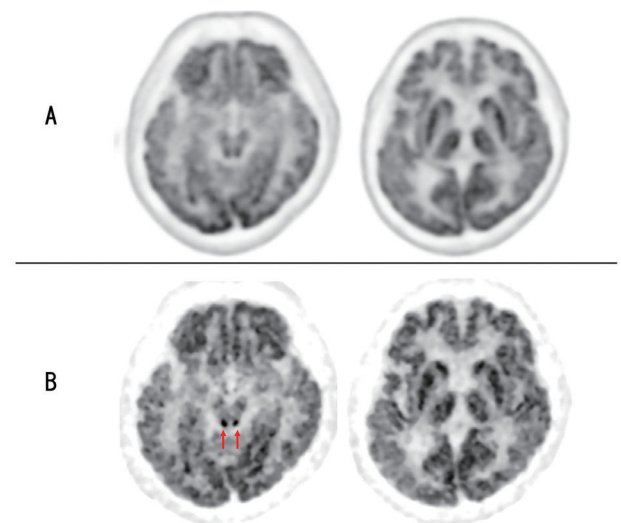


図 2 正常高齢者の脳 FDG-PET 画像

A : 従来の全身用 PET 装置で撮像した脳 FDG-PET 画像。B : 同一患者の本装置で撮像した脳 FDG-PET 画像。B では A と比較して分解能の高い画像であることが分かる。また、B では矢印のように中脳背側の微細な神経核が明瞭に描出されている

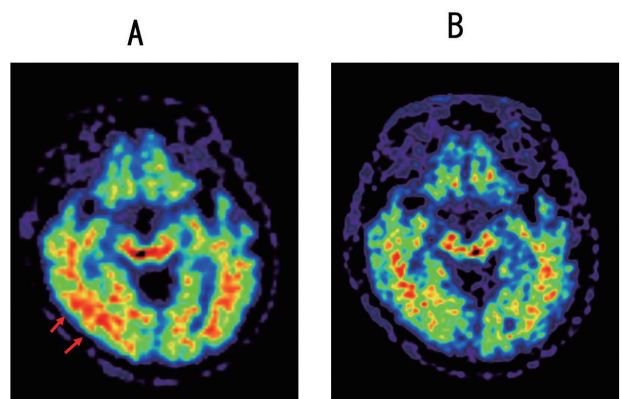


図 3 物忘れを訴える高齢者の脳アミロイド PET 画像

A : 従来の全身用 PET 装置で撮像した脳アミロイド PET 画像。B : 同一患者の本装置で撮像した脳アミロイド PET 画像。A では右側頭葉においてアミロイド PET 薬剤の集積 (赤い部分) が白質から灰白質に及んでいる (矢印) が B では灰白質には及んでいない (白質の部分は赤いが灰白質は赤くなっていない)

その分解能の高さが分かる。アミロイド PET は AD の疾患修飾薬が開発され認可されるようになればその重要性がますます増してくるが、正確な診断をする上で高分解能画像が要望される。

図 3 はアミロイド PET 画像であるが、全身用 PET 装置による画像 (図 3A) では右側頭葉において、集積が白質をはみ出して灰白質まで広がっているように見える (矢印)。この所見をそのまま解釈するところの症例はアミロイド蓄積陽性と判定することになるが、高分解能の本装置で撮像された画像では集

