

招待講演1

空間分解能1mmを切る半導体PETの開発

東北大学大学院工学研究科量子エネルギー工学専攻 石井慶造
東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター 山崎浩道

PETは、各臓器の機能診断、がんの早期発見、脳機能の診断ができるので、現在非常に注目を浴びている。現在市販されているPETの空間分解能は、3~4mm前後である。X線CTおよびMRIの空間分解能が0.3mm程度であるのに比べると10倍も悪い。正確な診断には、やはり~1mm程度の空間分解能を持つPETが望まれる。また、マウスを用いたPET研究および新薬剤の開発には、高分解能動物用PETが必要とされる。

東北大学は最近CdTe検出器を用いて1mm以下の空間分解能をもつ小動物用PETの開発に成功した。

PETの空間分解能は、1) 放射性核種からの陽電子の分布、2) 陽電子消滅によって発生するガンマ線対の角度揺動、3) ガンマ線検出器のサイズに依存している。1)の陽電子の分布のFWHMは、 ^{18}F の場合、0.2mm程度で、ほとんどの核種の場合でも1mm以下である。2)のガンマ線対の角度揺動は、計算によると検出器間の距離30cmでは、それによるPETの分解能のFWHMは0.7mm程度であり、角度揺動も検出器間の距離が30cm以内であれば、PETの空間分解能に影響を与えない。それゆえに、PETの空間分解能は検出器のサイズに最も依存することになる。現在、用いられているシンチレーター検出器では、そのサイズを小さくして、1mm以下の高分解能は得られない。

PETの空間分解能を上げることができる検出器として最有力候補は半導体検出器である。半導体検出器は、非常に小さくできるので高分解能化が期待できる。米国のカリフォルニア大学デービス校はCdTe半導体検出器を用いて、フランスのLETIグループはCZT半導体検出器を用いて[1]、そして東北大学ではCdTe検出器を用いて、1mm以下の高分解能PETの開発に凌ぎを削ってきた。この度、この競争において東北大学が世界で初めて、1mm以下の空間分解能を持つ実用型超高分解能動物用半導体PETの開発に成功し、一步先んじた[2]。

図1の左図に示す東北大学の半導体PETは、1.1mm×5.0mm×1.0mmのCdTe結晶を2段にしてリング状に並べて、断面のFOVが64mm、体軸のFOVが26mmの動物用PETである。検出器を2段にしてガンマ線検出位置情報(DOI情報)も測れるようになっており、しかも非常に小さい検出器を用いているので、約0.8mmFWHMの空間分解能が20mmの視野で得られている。

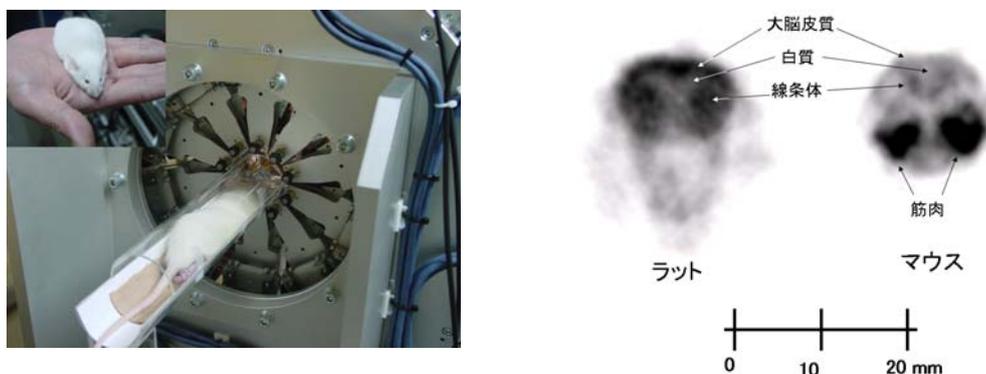


図1 東北大学半導体PETとラット及びマウスのFDG脳画像

図1の右図は、高分解能半導体PETを用いて測定したラットとマウスの脳のFDG画像である。ラットおよびマウスにおいて、大脳皮質、白質、線条体がハッキリと確認できる。

東北大学の半導体PETの登場は、次世代PETとしての高分解能半導体PETの幕開けを示すものである。今後、高分解能動物用半導体PETによるPET研究が盛んに行われることが期待される。さらに、ヒト用の高分解能半導体PETも近い将来開発されることであろう。

参考文献

- 1) A. Drezet, O. Monnet, F. Mathy, G. Montemont and L. Verger, Nucl. Instr. and Meth. A571(2007) 465-470.
- 2) K. Ishii, Y. Kikuch, S. Matsuyama, Y. Kanai, K. Kotani, T. Ito, H. Yamazaki, Y. Funaki, R. Iwata, M. Itoh, K. Yanai, J. Hatazawa, N. Itoh, N. Tanizaki, D. Amano, M. Yamada and T. Yamaguchi, to be published in Nucl. Instr. and Meth. A.

招待講演2**日本における PET 化学の発展の歴史**

東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター

岩田 錬

何事も、その誕生から成長期を経て成熟期を迎えた時点で一度過去を振り返り、その発展の過程を辿ることは、今後のさらなる発展を望むならば意義のあることであり、多くの場合これは年寄りの果たすべき役割（義務）と思われます。FDG-PET が盛況を極め、分子イメージング研究の重要性が認識された現在、日本で PET 化学研究が始まったその初期から関わった者として、記録が散逸せず記憶があまり薄れないうちに自分が経験したことを伝えることができればと思います。

理研（理化学研究所）と仁科先生を抜きにしてサイクロトロンの歴史を語るができないように、PET 化学も理研にそのルーツがあります。その果たした役割は非常に大きなものがあり、まずは理研における RI の医学利用とベビーサイクロトロンの開発から話を始めたいと思います。1970 年代半ば PET 研究は理研から放医研に引き継がれ、そこで本格的な標識合成と PET 核医学診断研究が開始されました。1980 年代に入り国立大学などにも少しずつサイクロトロンと PET が導入され、新規薬剤の開発や合成法の改良が進み、特に自動合成装置の開発が本格化します。FDG の診断利用が進み、 ^{11}C -ヨウ化メチルによる種々の標識化合物が合成されるようになりました。合成装置から見た発展の歴史を振り返ります。

日本経済がバブル崩壊で苦しんでいたように、80 年代までは少なくとも欧米と肩を並べていた日本の PET 化学研究も 1990 年代では停滞気味で開発競争では後塵を拝していたように思われます。しかし、その間も PET センターの数はゆっくりですが増加していました。21 世紀に入り FDG の保険適用が見込まれるようになると突然その数が急増し、現在では 130 を超えるほどになっています。一方で分子イメージング研究が脚光を浴び、小動物用高分解能 PET 装置の開発も進んだため、再び PET 化学もその明るさを取り戻しつつあります。そして、2005 年に政府肝いりで開始された PET 分子イメージング研究拠点に理研が選ばれ、歴史的な因縁が感じられました。今後の PET を用いる創薬研究の進展が期待されます。PET 化学の現状を紹介し、その将来を展望できればと思います。