

PET, MRI による視覚皮質マッピングに関する研究

5 T-5

竹内差世[†], 佐藤浩史[†], 藤代一成[†], 遠藤伸悟[‡], 内山明彦[‡],
千田道雄[§], 外山比南子[§], 川崎勉[¶], 清澤源弘[¶]

お茶の水女子大学理学部[†], 早稲田大学理工学部[‡],
(財) 東京都老人総合研究所[§], 東京医科歯科大学眼科[¶]

1 はじめに

ヒトの視覚系の信号のすべてが脳の後頭葉に集まることは、実験的に証明されており、脳のこの部分は有線野 (17 野, striate area) と呼ばれている。網膜上の各部分は、かなり精密に大脳皮質のそれぞれの部分に対応し、網膜が大脳上に幾何学的に射影されている。このような網膜と大脳皮質の間の 1 対 1 の対応は、臨床学的研究が古くからなされている。この大脳有線野の網膜射像については、長い間 Holmes¹⁾ の論文が引用され続けてきた。

しかし、1991 年に Horton と Hoyt²⁾ が 3 症例を MRI で検討したところ、中心視覚領域が、Holmes マップ (図 1) の示す領域よりも広いと言う結論にいたっている。したがって、より正確なマッピングを行うことが、脳の局在機能の研究において重要である。

また、現在、眼科で行なわれている視野検査は、視標の光が見える閾値を検出する検査であり、それは自覚的検査であって主観的であり、客観的検査ではない。さらに、視野が残存していても感度が低下している場合や被検者が意志表示できない場合には、結果を評価しにくいなどの問題点が挙げられる。そこで、客観的検査法として、PET (Positron Emission tomography), MRI (Magnetic Resonance Imaging) が用いられている。

PET 検査では、安静時や視覚刺激時の局所脳血流量の変化を定量的に計測できることから、視野欠損の研究に用いられている。しかし、視野と賦活された第一次視覚野の正確な位置関係についての報告はほとんどない。

The Mapping of the Visual Field in Human Striate Cortex with PET and MRI

Sayo Takeuchi[†], Hiroshi Sato[†], Issei Fujishiro[†],
Shingo Endo[‡], Akihiko Uchiyama[‡], Michio Senda[§],
Hinako Toyama[§], Tsutomu Kawasaki[¶],
Motohiro Kiyosawa[¶]

Ochanomizu University[†], Waseda University[‡], Tokyo
Metropolitan Institute of Gerontology[§], Tokyo Medical
and Dental University[¶]

そこで、本研究は、第一次視覚野での視野再現性マップを作成することを目的として、MRI から得られる解剖学的情報と PET から得られる視覚野の情報を融合する方法を検討した。

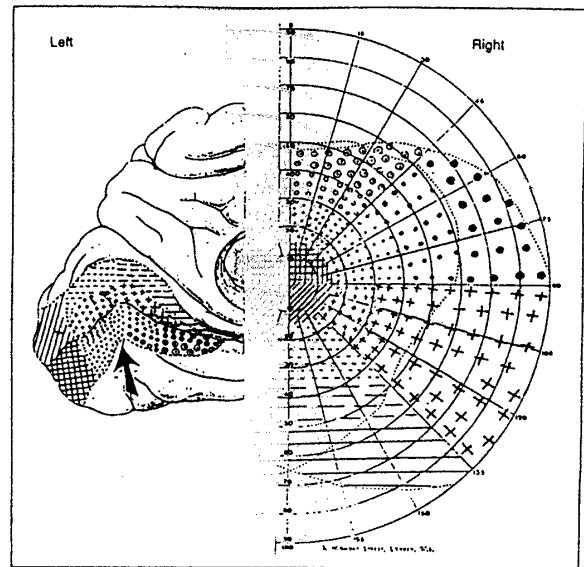


図 1 Holmes map

2 方法

本研究で用いた PET 画像は、脳の血流量を表すもので、¹⁵O 標識水を用いて作成した。¹⁵O は寿命が短いことから、約 15 分間隔で繰り返し検査ができる。閉眼安静時、フラッシュ刺激、ビデオ刺激をそれぞれ 2 回ずつ行なって、刺激時と安静時の差 (フラッシュー安静)、(ビデオー安静) の画像を作成し、賦活された部位を画像化した。

一方、解剖学的情報は、同一被検者の MRI 画像と PET 画像を三次元的に重ね合わせることによって得た。すなわち、MRI から脳表輪郭、後頭葉、第一次視覚野、鳥距溝を同定した。

脳表輪郭抽出は、医療画像処理装置 Dr_View (旭化成情報システム) を用いて半自動的に行なった。各断

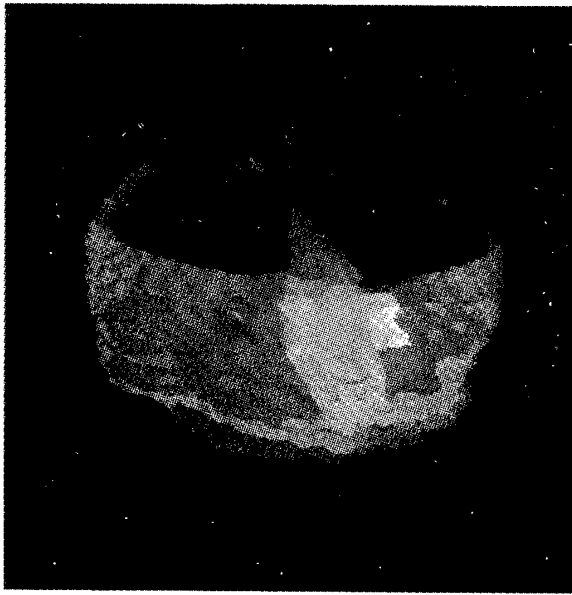


図2 PET データのボリュームレンダリング (正常例)

面で抽出した輪郭を三次元的に積み重ね、AVS (Advanced Visual System) のジオメトリデータに変換した。また、大脳縦裂および視野の水平線に対応する鳥距溝は手操作で選択し、その面を AVS のジオメトリデータとして作成し、輪郭とともに半透明表示を行なった。

また、PET 検査で得られた差の画像を、AVS のボリュームデータに変換してボリュームレンダリングを行ない、MRI のサーフェイスモデルと同時に表示した。正常例および視野欠損例に本法を応用した。

3 結果と考察

正常例 (図2) では、フラッシュ刺激により、第一次視覚野の脳血流量がおよそ 40% 賦活され、大脳縦裂の左右、鳥距溝の上下に賦活部位が描出された。左下視野だけが残っている視野欠損例では、右上のみが描出された。

大脳縦裂と鳥距溝を表す第一次視覚野の最後部 (脳表面と大脳縦裂との交点) が視野中心、鳥距溝が視野の水平面 (0°) であることから、本表示法により、視野と賦活部位の関係を三次元的にとらえることができる。今後は、正常者に対し、視野の一部に光源において脳血流量を測定し、賦活部位と視野の関係を定量し、視野マップを作成する。

今回は、脳全体を表示しサーフェイス表示とボリュームレンダリングを同時に行なったために、処理に時間がかかり、リアルタイムに移動、回転ができなかった。そこで、後頭部のみを表示することも検討したい。また、

脳表作成の自動化も今後の課題である。

4 おわりに

本稿では、視野再現性マップ展開において、MRI による断面画像から作成した大脳皮質の立体的なサーフェイスに、PET データを AVS 上でボリュームレンダリングして重ね合わせ解剖学的位置を同定した一例を紹介した。鳥距溝と大脳縦裂を半透明表示することにより、視野との関係がわかりやすく表現できた。

視野再現性マップ展開を行なうためには、より多くの PET データについて上記のような処理をしなければならぬ。さらに、脳の形状は複雑で、かつかなりの個人差があるため、正確な解剖学的位置を同定するにはそれぞれサーフェイスを作成する必要がある。そこで、時間の短縮を計るためにも、脳の輪郭抽出の自動化が望まれる。また、実際に臨床に役立てるには、リアルタイムでの処理が必要とされるが、現段階では処理時間が非常にかかるため高速化が望まれる。

参考文献

- [1] G Holmes: *The organization of the visual cortex in man*, Proc R Soc Lond Series B (Biol), 132, 348-361 (1945).
- [2] J C Horton, W F Hoyt: *The Representation of the Visual Field in Human Striate Cortex*, Arch Ophthalmol, 109, 816-824 (1991).