

局所脳血流測定でみる脳の可塑性

機能の局在と統合は臓器としての脳の一大特徴であるため、神経活動の空間的分布をヒト脳で非侵襲的に観測することは脳を理解するうえで不可欠である。シナプス活性により特徴づけられる局所の神経活動とそのブドウ糖代謝とは並行し、さらに、局所脳血流は酸素供給を媒介としてブドウ糖代謝と並行しているといわれ¹⁾、局所の脳血流の変化を測定することにより局所脳神経活動の変化を知ることができる。脳血流を用いた脳賦活検査では、課題遂行中の脳血流と対照となる状態における脳血流とを比較して、脳血流の増大している領域の分布を全脳にわたり描出することにより、その課題の遂行に関連した神経回路を推定する。

脳賦活検査における脳血流代謝測定の手法としては、 ^{15}O -標識水と PET を用いたシステムが頻用されてきた^{2,3)}。PET (positron emission tomography) とは、陽電子 (ポジトロン) が消滅するときに放射する消滅 γ 線を同時計測することにより生体内の陽電子放射トレーサの局所濃度分布を算出し断層画像にする技術であり、適切なトレーサを用いることにより脳血流以外にもさまざまな生理的・生化学的な計測が可能な方法である。 ^{15}O -標識水は血液から脳へ自由に拡散するトレーサで、脳血流量に応じて脳組織に拡散し、また洗いだされる。PET により得られる局所濃度分布画像と動脈採血による入力関数を用いて、数学モデルにより局所脳血流の絶対値を画素ごとに測定す

ることができる⁵⁾。 ^{15}O は半減期が 2 分であるため被曝線量も少なく、約 10 分間隔で検査を繰り返すことができるため広く用いられてきた。脳血流画像はさまざまな要因による雑音を含んでおり、これらから真の変化を取り出すためにはさまざまな画像処理と統計処理が必要で、最近の計算機の大幅な能力向上により可能となった。脳賦活検査の強みは、ヒト全脳の神経活動を一挙に非侵襲的に観察することができ、またその部位同定が容易な点である。この方法によりヒト脳の著明な可塑性が明らかになった例をあげる。

点字読は、単純な触覚情報を言語として意味のあるパターンに変換する技術である。点字の触覚情報は体性感覚領野で処理されるのであろうが、文字の認識は通常視覚系で行われている。盲人において点字読を遂行する神経回路網を特定するために、 ^{15}O -標識水と PET を用いた脳賦活検査を行った^{4,5)}。点字読に熟達した 8 人の被験者のうち 2 人は先天盲、残り 6 人は早期に視力を失った後天盲である。課題は、8 文字からなる点字列を 2.5 秒ごとに提示し、これが意味のある単語かどうかを判定させた。対照として暗眼者 10 人、盲人 6 人に対して非点字性触覚弁別課題を用いて脳賦活検査を行った。点字読により盲人の一次視覚野を含む後頭葉が賦活された (図 1)。また、全脳で観察すると一次運動感覚野から頭頂葉、後頭葉背側部にかけての賦活もみられた。盲人と暗眼者に対し同一の非点字性触覚弁別課題を遂行させたところ、盲人では一次視覚野を含む後頭葉腹側が賦活化される一方、二次体性感覚野は抑圧されていた。暗眼者ではこれとちょうど逆のパターン、すなわち後頭葉腹側が抑圧、二次体性感覚野が賦活化されていた。これらのことから、長期にわたる視覚入力遮断にもかかわらず視覚野が機能性を保っていること、また、触覚弁別処理がかならずし

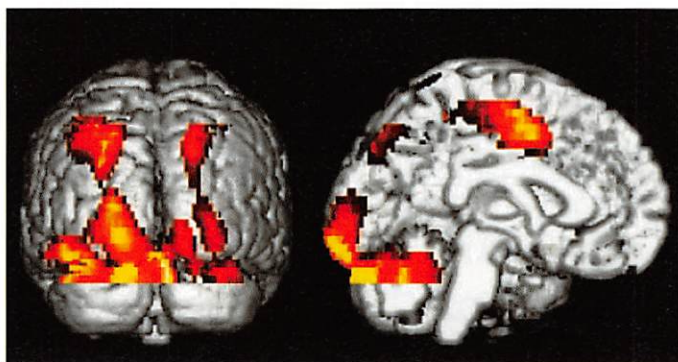


図 1 三次元高分解 MRI による脳表画像に重畳した、8 人の盲人の右示指による点字弁別課題中の脳賦活状態

後方 (左) および左半球内側面 (右) からの観察で、一次視覚野を含む後頭葉に賦活化がみられる。図中の黄色は赤色より統計的に有意な脳賦活を示す。

もその本来の入力を受ける領域以外のところ(視覚野)で処理されることが示唆された。

脳研究の方法は4つに大別することができるといわれている⁶⁾。第1に神経回路網に対する構造解析で、解剖学的、生化学的、分子生物学的なアプローチを含む。第2に運動、認識、情動、記憶、学習、自律機能という機能と相関をもって脳内で起こる活動をとらえるというアプローチであり、ここに脳賦活検査が含まれる。第3に、脳が損傷を受けたときにどのような症状が現れるのかを手がかりに、損傷された部位の機能を追求するというアプローチであり、そして最後に理論的なシミュレーションを用いた構成法がある。

第2のアプローチに含まれる脳賦活検査は、実際のヒト脳の活動を直接にとらえるという利点を生かし、他の3つのアプローチによる知見を総合する“場”となることが期待される。

- 1) Raichle, M. E.: Circulatory and metabolic correlates of brain function in normal humans. *In*:

Handbook of Physiology, Sec. 1: The Nervous System, Vol. V, Higher Functions of the Brain (ed. by Mountcastle, V. B. et al.). Am. Physiol. Soc., Bethesda, 1987, pp. 643-674.

- 2) Fox, P. T. et al.: A noninvasive approach to quantitative functional brain mapping with $H_2^{15}O$ and positron emission tomography. *J. Cereb. Blood Flow Metab.*, **4**: 329-333, 1984.
3) Fox, P. T. and Mintun, M. A.: Noninvasive functional brain mapping by change-distribution analysis of averaged PET images of $H_2^{15}O$ tissue activity. *J. Nucl. Med.*, **30**: 141-149, 1989.
4) Sadato, N. et al.: Activation of the primary visual cortex by Braille reading in blind subjects. *Nature*, **380**: 526-528, 1996.
5) Sadato, N. et al.: Neural networks for Braille reading by the blind. *Brain*, **121**: 1213-1229, 1998.
6) 伊藤正男: 脳と心を考える。紀ノ国屋書店, 1993.

□定藤規弘/Norihiro SADATO

岡崎国立共同研究機構生理学研究所

別冊 医学のあゆみ

最新刊

神経疾患 -state of arts

■中村重信(広島大学教授)／編著

■B5判・700頁・定価(本体12,000円+税)・¥520円

●神経疾患に罹患した患者の実地診療に役立つ、 最新情報を網羅したガイドブック!

- 基礎的な病態生理の理解と最先端の神経科学に関する知識が、疾患の診療に応用されていることを踏まえ、臨床に結びつく最新の知見を盛り込んでいる。
- 神経疾患の診断法についての最新情報と、治療法の進歩、治療薬の作用機序や使用方法について記述。
- 高齢者の医療では神経疾患が重要な意味をもち、避けて通ることはできない。神経疾患が合併する頻度は非常に高く、内科系分野のみならず外科系分野でも同様で、高齢者診療を行う上で見逃せない臨床情報を網羅。



医歯薬出版株式会社／☎113-8612 東京都文京区本駒込1-7-10／TEL.03-5395-7610

FAX.03-5395-7611

●郵送によるご注文は、医歯薬出版発行図書通信販売代行店の(株)東京メール・サービス ☎03-5976-0631 までお願いいたします。