

Studies on Plasticity of Higher Brain Function in Human Brain Using PET and Functional MRI

PET および機能的 MRI を用いた ヒト高次脳機能の可塑性の解明

プロジェクトリーダー 米 倉 義 晴

福井医科大学

高エネルギー医学研究センター 教授



1)(研究風景)

1. 研究の目的

人間の脳には、他の臓器とは違って、脳の各部位によって分担する仕事があるという特徴があります。その一方で、私たちの生活は、脳のそれぞれの部位が分担している様々な仕事を組み合わせて成り立っており、機能の局在と統合という特徴を持っています。人間の環境に対する柔軟な適応の多くは、学習を含む脳の柔軟性によっていると考えられ、この柔軟さに対応する物質的な変化を可塑性と呼んでいます。この可塑性は、認知、学習、記憶、言語など脳の高次機能の物質的基盤をなす現象であると考えられています。最近、このような人間の複雑な脳の働きを、脳に侵襲を与えることなく外から観察する方法が開発されています。その原理は、脳が活発に働くとエネルギーが消費されますが、それにつれて血流が増加することを利用するもので、陽電子断層撮影(PET)や磁気共鳴画像(MRI)という検査法を用いて、脳のどのような場所で血流が増加したかを測定することが可能になりました。

この方法は、さまざまな課題をした時に、脳のどの部分がどれだけ使われているかを調べるので、脳賦活検査とよばれています。この方法により、これまで脳卒中の患者さんを観察して脳の損傷部位と機能障害の関係を調べたり、人間に近いと考えられるサルに電極を入れて脳の活動を探るといった実験でしかわからなかった脳の働きが、普通のヒトの脳でも画像化できるようになりました。本研究プロジェクトは、脳賦活検査を利用して、脳の機能局在と統合の変化を画像化することにより、ヒトの高次脳機能における可塑性の機構を明らかにしようとするものです。この方向の研究は、脳を理解する上に重要であるのみならず、また脳卒中など脳損傷後の機能回復のメカニズムの解明にも資するものと期待されます。



2)(研究に使用している PET 装置)

2. 研究の内容

(1) PET と機能的 MRI による脳賦活検査

PETは脳血流の変化を直接とらえる方法ですが、巨額の設備を必要とすることから限られた施設でしか実施できないという欠点があります。これに対して、MRIは多くの病院や研究所に設置されているので、これを脳賦活検査に用いる機能的MRIはその普及に役立つと考えられます。しかし、機能的MRIは血液中の酸素の量を指標として脳血流の変化を間接的に測定する方法であり、高次脳機能を評価する脳賦活検査法としての妥当性については確認されていませんでした。そこで、頭の中で単語を思い浮かべると同じ課題を、同じ人にしてもらいながら、この両者の検査法を比較しました。いずれの方法でも、右利きの方では、左前頭葉から側頭葉の言語野に加えて、前頭葉の補足運動野や運動前野などで賦活が見られ、機能的MRIが脳血流を指標にした脳賦活検査の方法として有用であることを確認しました。

この結果を応用して、左大脳半球におこった脳卒中のために重篤な失語症に陥った患者さんで、同じような課題をしながら賦活される領域を調べたところ、言語機能の回復が見られる患者さんでは、障害を受けた左大脳半球の言語野の近傍と、反対側の右大脳半球で強い賦活が見られ、言語機能の回復に複数の部位が関わっていることが明らかになりました。

ところで、ものを見るという機能を果たす領域(視覚野)は後頭葉にあります。視覚入力を失っている盲人の方では、その本来の目的のためには用いられていません。盲人の方が点字読書を遂行する神経回路網を特定するために脳賦活検査を行った結果では、点字読書において、盲人の一次視覚野を含む後頭葉が使われていることが明らかにされました。そこで、視覚や聴覚などに障害のある方で、脳がどのような可塑的变化を示すかの研究を行っています。

また、このような脳の可塑的变化を明らかにする第1歩として、運動の学習にともなう変化を調べてみました。2つの球を掌で回すという純粋な運動学習を行う際に、上達するにつれて、外側小脳半球の活動が減少すること、また、学習効果が右手から左手に転移すること、そしてその転移に対応して左小脳半球内側に神経活動の上昇がみられることを観察しました。これは、学習記憶を画像化したものと考えられました。

(2) 機能的MRIを用いた新生児脳代謝活動の変化

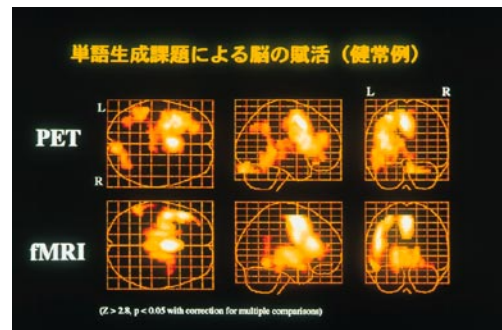
ヒト脳はその発生初期において形態機能代謝の各側面から急激な変化を示すので、新生児期は脳の可塑性が最も顕著に見られる時期です。神経活動に関連する代謝活動を指標に、発達過程における視覚野の可塑性を画像化することを研究しています。生後8週前後で、視覚刺激に対する視覚野の反応が急激に変化することを明らかにしました。この変化は、シナプス形成が急激に増加することを反映しているものと推測され、正常脳における発達過程を画像化できる可能性を示すものです。この研究を進めることによって、小児の発達期における脳機能と代謝の関係を明らかにできると期待されます。

3. 研究の体制等

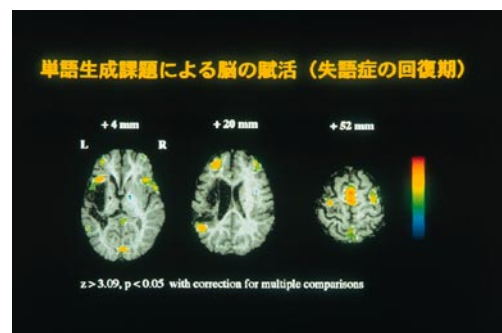
期 間：1997年7月～2002年3月

構 成：プロジェクトリーダー1名、コアメンバー2名、研究協力者8名

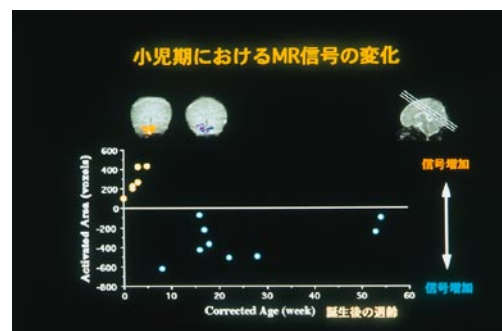
実施場所：福井医科大学高エネルギー医学研究センター



3) 単語生成課題によって脳の賦活された部位を示す図で、脳を上下、左右、或いは前後方向に透かした表示法で示しています。PETと機能的MRIのいずれでも同じ部位に賦活が見られます。



4) 左大脳半球の脳卒中で失語症に陥った患者さんの回復期に単語生成課題を行うと、障害を受けた部位の近傍や反対側の右半球で賦活が見られます。



5) 新生児期に光刺激を与えて機能的MRIを用いて脳の賦活検査を行うと、後頭葉にある視覚野の反応が生後8週を境にして逆転します。これは、シナプス形成の急激な増加にともなう代謝の亢進によるのではないかと考えられます。