

健康指標プロジェクトシリーズ

テーマ：脳の機能はどこまで見られるか
－脳機能と画像診断の進歩－

② 非侵襲的脳機能画像法を用いた脳可塑性へのアプローチ

岡崎国立共同研究機構 生理学研究所
定藤 規弘

講演者紹介：鳥塚莞爾

定藤規弘先生は1983年、京都大学医学部医学科のご卒業でございます。直ちに天理よろづ相談所病院で5年間ジュニアレジデントとして、また放射線科のシニアレジデントとしてご勤務になりました。1988年から1990年まで米国メリーランド州立大学病院の放射線診療科の臨床フェローを経験されました。1990年に帰国されまして京都大学大学院医学研究科にお入りになりまして、そこで米倉義晴先生と一緒に主に脳のpositron emission tomography (PET) の仕事をおやりになりました。それから1993年から1995年まで米国の国立神経疾患卒中研究所(NINDS)の客員研究員として、PET、MRを用いて主に脳を中心とした研究を続けておられました。1995年の3月末が私の福井医大の任期満了ということでしたので、私のいる間にぜひ着任して欲しいということで、1995年3月1日に福井医科大学の高エネルギー医学研究センターの講師にご就任されました。そこでまず脳及び癌のPET等をやっておられたのですが、1997年に3テスラーのMRを設置してそれから主にMRの仕事をやっておられます。福井医科大学の高エネルギー医学研究センターでは、米倉義晴先生は主に脳の問題をPETで、定藤先生はMRでやるという形でした。1999年に岡崎国立共同研究機構の生理学研究所の佐々木所長からぜひとも教授に来て欲しいということで現在に至っております。専門領域は画像診断学、システム神経科学ということでございます。PETとMRと両方やっている人は世界的にも非常に少ないんじゃないかと思います。

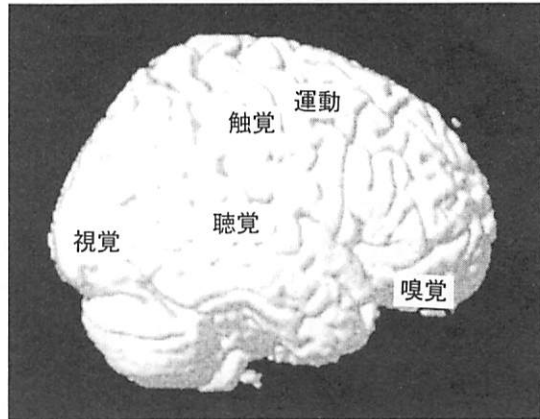
はじめに

生きている人間の脳の活動を画像で観察するというのがどのようにして可能になったかということは先程米倉先生の方から詳しいご説明がありました。その方法を使ってある種の実験が可能になったというわけで、それが普通脳賦活検査と言われるものです。ある課題をして頭の中の活動を起こさせて、それを画像化しようというわけです。生きている人間の脳の活動を、ある程度外側からコントロールして、そして観察しようというわけです。医用画像技術の進歩で可能になった脳血流イメージングと認知心理学的な実験手法と組み合わせることにより可能になったのです。

神経活動と脳血流

ある課題を遂行している最中に脳のどの場所が働いているかというその場所を同定するというのが脳賦活検査の要諦です。なぜこの手法が重要かと言いますと、脳の働きは場所によって違う、即ち、脳の機能に局在性があるからです（図1）。例えば心臓と比較致しますと、心臓の機能はポン

図1 脳機能の局在



プ機能でありますから、右の壁、左の壁、上の壁、下の壁、どこをとっても基本的に機能は同じです。ところが脳の機能の場合にはある程度局在がございます。例えば卒中で左半球が障害を受けると右手が動かない。あるいは言語が失われるということがあります。逆に右の方の障害が起こった場合にはそういうことが起こらない。何をよりどころにその脳機能を見るのかと言いますと、それは脳血流であります。これは

もともと神経の活動とその代謝、ブドウ糖の消費が平行していて、これが脳血流の増減と平行しているということが基本的な原則です。これに関しては、ずっと長い論争がございますので、今日はこれをまず出発点としてお話をしたいと思います。この脳血流の変動を見ることによって、局所の神経活動の増減を見ることが出来るというわけです。この神経活動と脳血流の関係に関しては、比較的短い、せいぜい百数十年ぐらいの研究の歴史しかございません。1861年ブローカという人によって、初めて脳機能の局在と言うことがはっきりしました。ある脳のある場所が失われることによって、言語が失われると言うことを確定されたわけです。これは発語に障害のある人をずっと長らくフォローしていたブローカ先生がその方が亡くなった後、脳を切り出してみても左の前頭葉の下部辺りに病変があると言うことを確認したのです。それによって脳機能の局在と言うことが明らかになったのです。これが脳機能の局在が示された始めであります。それから20年ぐらい経って、このある事情で頭蓋骨が欠損した患者さんの脳表を観察した人がいます。頭蓋骨がない人をじっと観察していると、何か難しいことをやると、脳の血管の脈動が増えるということに気づきました。これは1881年頃

のことです。これが脳血流と神経活動の関係に気づいた一番始めだと言われていますが、実はこれは長らく忘れられていたのです。50年近く経ってから、フルトンという人、この方は脳外科のレジデントをやっている人だそうですが、この人がある変わった患者さんに出会いました。本を読んでいると、頭の中で音がしてやかましいと言うんですね。その患者さんはどういう病気を持っていたかという、動脈と静脈の間に奇形があって、動脈の血がいきなり静脈系に流れ込むのです。これはちょうど滝と同じことですから、要するに高圧系から低圧系の方へざあっと血が流れますので、乱流断流が起こってそのために音が出ます。そのような病気を持った方が本を読むとここの音が大きくなるわけですね。これは何を意味するかというと、流れる血の量が増えたことになります。滝でも流量が増えると音が大きくなりますが、あれと同じことがこの時点で起こったわけです。フルトンの偉いところは、それで、「あっ、なるほど。これは読むと言うことと関連してるんだ、音と読むと言うことは、関係している、音が大きくなったと言うことは血の巡りが増えたに違いない」とはっきりと言ったところですよ。ですから、神経活動と血流とはどうやら相関するらしいということは、この時点で明らかになったわけです。ところが音だけでは、どの場所で血流が増えているかと言うことは解らないのです。

脳血流の測定

この時点から実際に脳賦活検査が出来るようになるまで、50年ぐらいかかっています。ここで画像ということがでてまいります。医用画像として体の中を見るために一番始めに使われたのはX線であります。高い透過性で体内の情報を得るわけです。1895年に初めて人体のデータがとられました。レントゲン博士の、奥さんの左手の像で、結婚リングが見えます。これは骨です。X線の吸収度が違うため、骨はその周りの肉に比べると、X線を止めやすいので、向こう側まで信号が届かないので、このような像が撮れたわけです。我々が欲しいのは脳の部分ですが、骨が脳の周りにありますので、中は全然見えません。ところが1971年にハンスフィールドが開発したCT（コンピューター断層撮影）を用いることによって投影像の投影データから断層像を再構成することに成功しました。それによって頭の中の情報を全部撮ることが出来ます。白い塊は出血なんですね。これが出来ると完全に閉空間ですから脳が潰れてしまう。これは急いで手術しなければならないと言うことで、こういう情報は臨床に役立ちますので、CT検査はあっという間に世界中に広まり、ハンスフィールド氏はノーベル医学賞をもらいました。この技術は脳血流の画像化に非常に役立つことになります。すなわち、ポジトロンエミッション（PET）を作るために大きな力となったのです。どのように血の巡りを画像化するかをご説明しましょう。まず、血流がたくさんあるところには、血液に含まれる物質がたくさん溜まるということが考えられます。これは核医学の発想ですが、血流の多いところにたくさん溜まるような物質を何らかの形で標識しておいてその信号を頭の外側から計測しようというわけです。実際には、どういう物質が一番溜まりやすいかというと、水が一番溜まりやすいのです。血の巡りが非常に多いところには、水がたくさん溜まります。ですから、水を標識してデータを

体の外部から計測して先程のCTの画像解析の方法に組み込むことによって断層画像を得ることが出来るようになりました。この技術は1970年代から開発が始められ1980年代に完成しました。CTの画像とよく似ていますが、意味する内容が全く違います。CTの場合には、X線の吸収の度合を画像化しているのですが、PETの場合には、同じような形をしていますけれども外側は血の巡りが多いことを示しています。なぜ外側が多いかというと、外側に神経細胞がたくさんあり、内側に比べると4～5倍血流が多いことを示しているわけです。ですからこれはそれぞれの場所における血流の絶対値を実際に示しております。フルトンさんが血の巡りと神経精神活動との間の平行性を見出してから半世紀ぐらい経って、血流そのものを画像化することが出来るようになったわけです。

脳賦活検査

そこで、ある仕事をこの脳の持ち主にさせて、一枚の写真を撮る。その仕事をしていない時にもう一枚写真を撮って、引き算をすれば、その仕事をしている時に活動している場所が分るだろうということになります。この考えそのものは、やはり明治時代に既に認知心理学的な実験手法では既に知られておりました。心理学というのは、人間をブラックボックスと考えて、その行動から内部におけるプロセスというのを推測するわけです。この場合に心理学者の使う1つのパラメーターは反応するまでの時間です。例えば、どんな光でも良いから光がパッと付いた時に反応する時間が200ミリ秒であったとしましょう。もう一つ例えば、赤が付いた時に反応し、緑の時には反応しないようにした時に、250ミリ秒かかったとします。そうすると、この間に差は50ミリ秒です。この50ミリ秒というのは何を意味するのかというと、おそらく色を判別するのに要する時間だろうと推論が成り立つわけです。これと原理的には同じことであって、ある課題をやっている時に脳血流を測定してその課題をやっていない時に脳血流を測って引き算をすると、その活動を担っている神経活動が出るだろうということです。この場合には機能を示すパラメータとして、時間の代わりに脳血流を使おうというのがいわゆる脳賦活検査の基本的な考えです。ですから、ある課題をしている時にどの場所が働いているかということは、引き算で見ることが出来るというわけであります。右手の人差し指を動かす。そこで写真を一枚撮って、それで指の動かない状態でもう一枚撮ると、運動野という手の運動あるいは腕の運動を司る場所の賦活が見られると言うことが出来ます。これは原理的にはどんな課題でも可能なわけで、非常に複雑な精神活動もこの原理で機能的には画像化できるだろうというわけです。これが1980年代までのお話であります。

MRIの導入

1990年代になると、いわゆる核医学的手法以外に磁気共鳴画像法(MRI)という手法が使われるようになりました(図2)。この方法は非常に高速にデータがとれる。どのくらい速いかというと、PETの画像を撮るときには、10分間に1回ぐらいしかデータが取れません。ところがこのMRは1秒から2秒の間に頭全体をカバーすることが

できます。ですから、1枚のスライス撮る時のスピードというのは、だいたい50ミリ秒から40ミリ秒ぐらいです。ですからある活動をやっている時にずっとデータを撮り続けることが可能になったわけです。その方法の原理的なことは四半世紀ぐらい前に言われていたのですが、この機械が実際に世の中に出たのは、5、6年前です。我々が使えるようになったのもそのぐらいの時期です。そしてMRで

脳血流が計測できるということに関しての原理的な発見というのは、先程米倉先生がお話になられたところです。局所脳血流と酸素代謝の間に乖離がある。この乖離がありますと、脳血流が増えた時にはその場所の酸素代謝量はあまり増えませんが、増えた血流によって供給された酸素は酸化ヘモグロビンと言う状態で存在します。磁石としての性質が強いのが還元型ヘモグロビンで、弱いのが酸化型ヘモグロビンです。もし磁石としての性質の強い還元型ヘモグロビンがたくさんありますと、MRの信号が落ちます。これは局所磁場の不均一性といいます。そのために一般的に言って還元型ヘモグロビンのたくさんあるところの信号が下がる。ところが今、申し上げたように、脳血流が増えて酸化型ヘモグロビンが増えて、還元型ヘモグロビンが減ると信号が上がるわけです。核医学的な手法でやると脳血流が増えるとそれに平行して信号が上がる。このMRIの場合には、血流が上がると酸化型ヘモグロビンの量が上がって、還元型ヘモグロビンの量が減って、そして画像の信号が上がるという関係であります。この二つの違いは、ここに酸素代謝が絡んでくるわけですが、少なくとも正常の大人においてはこのPETと機能的MRIはほぼ同じ結果を示すことが知られています。PETとMRIは大人の画像を撮っている限りはあまり差がないということです。

私はもともとPETの研究から始めたわけですが、最近では基本的には同じものを示すと言うことで、MRIをやっております。PETの場合と違って、単純な引き算だけではなくて、非常にたくさんのデータを取ることができ、時系列のデータを見ることが出来るようになったことが一つの進歩であります。ですから2001年においては、この高磁場のMRIを用いることにより、ほぼリアルタイムで脳全領域の活動を記録できるようになったというのが、現状であります(図3)。

視覚野の可塑性

このような画像でどういふふうにして頭の柔らかさ、別のことでは可塑性、にアプローチすることができるかということをお示ししたいと思います。非常に大きな試練が人間の脳に課せられた場合にそれに対して脳というのは、どういふふう

図2 核磁気共鳴断層画像装置

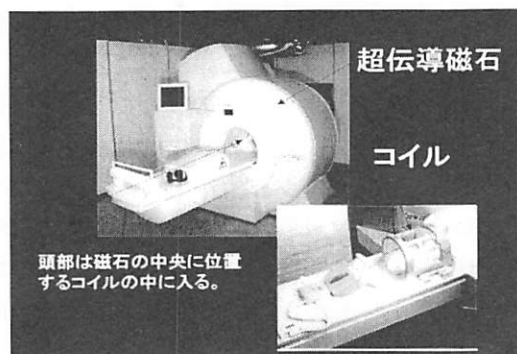
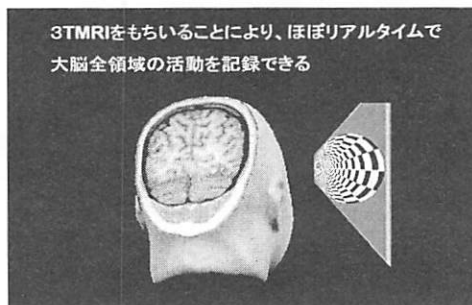
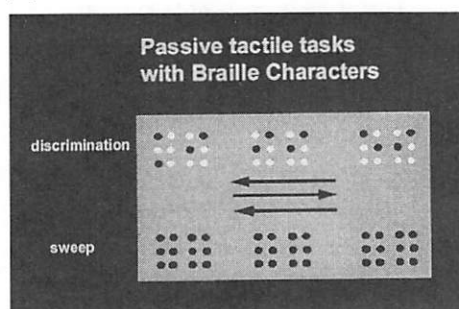


図3 大脳全領域の活動の記録



応するだろうかと言うことであります。この場合の大きな試練というのは、視覚入力が無くなった場合のことです。我々は非常にたくさんの情報を視覚から得ています。計算の仕方にもよるでしょうけども、9割ぐらいは視覚から入っているのではないかとされています。人間の脳が情報処理装置であるとするならば、その非常に膨大な情報源である視覚を失った場合に、脳というのはどういう仕事をするだろうかと言うことです。先程お話ししましたように、脳賦活検査というのは、ある課題をする必要がございます。ですから単純に視力を失った人とそうでない人を比較するのではなくて、何らかの課題をした場合に、どうなるかということが知りたいのです。この場合に使った課題が点字を読むという課題であります。ブレイルというのは点字を発明したフランス人の名前でありまして、欧米では一般に点字読のことをブレールリーディングと言います（図4）。指先で文字を読むと言うことです。視覚を失った方々が触覚を用いて課題をしている際に視覚領野、本来は見ることに関連している場所はどんな仕事をするだろうかと言うことであります。この点字読というのは、かなり複雑な課題であります。まず指を動かすコントロールが必要である。そして点字ですから凸を感知しなければならない。そしてその点がどういうふうに並んでいるかというパターンを認識しないといけない。そして最後に言語的なプロセス、何が書いてあるかを判定する必要があるわけで、かなり複雑なプロセスです。点字のパターンは63通り可能で、国際的に共通です。ただパターンがアルファベット、あるいは50音にあるいはその他の言語にどういうふうに振り分けられるかというのは、それぞれの言葉によって違います。まずここには8個の点字が並んでいます。この8個の点字が意味をなすか意味をなさないかというのを判定しなさいと言う課題であります。上はいたずらという言葉で、下の方は全く意味のないストリングスです。比較的早期に、小学校を卒業するまでに視力を失った方々に、実際に被験者として実験に参加していただきました。すると、先程の点字を読んでいる時に1枚写真を撮って、点字を読んでいる時に写真を撮1枚撮って、引き算した画像ですが、一次視覚野が点字を読んでいる最中に活動している。ところがこの人達には視覚入力が全然ないんですね。何十年も視覚入力がない人たちでも、一次視覚野の賦活があるのです。ところで、このような実験には、必ずコントロール（対照）というのが必要です。コントロールをとるために、やはり目の見える人に入ってきていただかないといけないだろうと言うことです。ところが目の見える人が点字を指先で読むというのはすこぶる難しく、そのような人を見つけるのは殆ど不可能です。

図4 ブレイル氏による点字



2つ1組の点字を受動的に提示して、それらが同じものであるかを判別させる（上段）。その対照として、まったく同じ点字の組を提示する課題を試行した。

2つ1組の点字を受動的に提示して、それらが同じものであるかを判別させる（上段）。その対照として、まったく同じ点字の組を提示する課題を試行した。

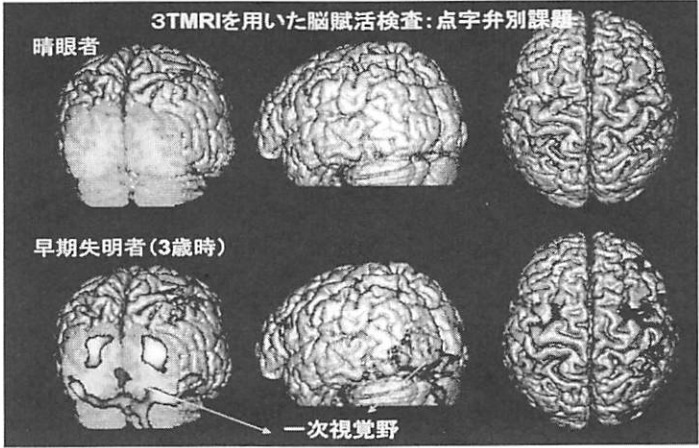
そこで、簡単な課題を考えました。目の見えるような人でも出来るような触覚弁別課題、それを目の見える人と見えない人にやっていただいて、差が出るか、それを見

たわけです。両者の間には、はっきりした差が出ます。先天盲の人は生まれてから1回もものを見たことがないのに、先程の点字ではない普通の非点字触覚弁別課題をやっている最中に一次視覚野の賦活が見られます。そしてそれより前方に位置する、ものを見たときに形状を認知する場所の賦活も見られます。これは何を意味するかというと、1つは一次視覚野の活動というのは、いわゆる視覚の経験を要さない。2つ目は、触覚による弁別課題というのは、視覚の形状弁別課題に普通使われている領域でも担い得ると言うことが分りました。要は、この後頭葉というのは、もっぱら視覚の専用のものだというふうに永らく思われていましたが、実はそうでもない。もう一方、目の見える人において、触覚弁別課題をすると、頭頂葉の辺りが使われると言うことが分ります。そして後頭葉、本来視覚処理に使われている場所というのは、むしろ抑制されると言うことが分ります。これは目の見えない人とちょうど逆のパターンになっています。実際直接比較してみますと、目の見えない人がより強い賦活を示す場所というのは、一次視覚野を含む後頭葉であります。逆に目の見える人で目の見えない人より強い賦活を示す場所というのは、頭頂葉のある特殊な部分にあたります。これは二次体性感覚野といって、触覚情報は、一次体性感覚野に入ったあとそこを経由して二次体性感覚野というところにいきます。普通の視覚を持っている人たちにおける触覚のプロセス経路というのは、一次体性感覚野から二次体性感覚野へと向かうといわれています。視覚入力遮断されることによって、この処理の流れが後ろの方へ向かうのではないかと、画像が示唆しています。

この結果から、いくつかの疑問がわいてきます。1つは頭の柔らかさの年齢依存性であります。普通、子供の頃は非常に柔軟であるけれども、大人になると段々硬くなるという一般的な傾向があります。実際生物学的にも、可塑的な変化というのは発生期の初期の段階は非常に高いですけど、段々硬くなってきます。先程申し上げたような可塑的な変化が起こっているとしたら、この変化はすごく遅いのです。例えば12才に視覚を失っても一次視覚野まで賦活されますから、そういう意味ではいわゆる臨界期は今までの常識に比べて非常に遅い。この年齢依存性というのはどこにどの程度あるのかというのが、まず1番にある大きな疑問です。2番としては、いったいこの体性感覚野というのは頭の上の方にありますが、一次視覚野というのは後ろでかなり距離があります。いったいどうやってこの信号がここまで到達するんだろうかというのが、第2番目の疑問です。第3番目は本当に目の見えない人の一次視覚野というのは働いているのか。我々はこの画像で知ることが出来るのは、課題をやった時に脳血流が上がるということだけです。本当にその場所が触覚弁別という機能を果たしているかどうか解らないじゃないだろうかという疑問が起こります。これに対して、どうやってアプローチするかというわけですが、まず年齢依存性に関しては様々な視覚の喪失時期、例えば生まれて早い時期あるいは6才頃とかあるいはもっと後に、とかいうふうに、いろいろな視覚の喪失時期の人に入っていて、触覚弁別をしている時の一次視覚野の状態を見れば良いだろうと言うことになります。福井医科大学の3テスラーの機械を使って比較的簡単な触覚弁別課題をしていただきました。目の見える人では、先程のデータと同じです。後頭葉は全く賦活しません。ところが3才で失

明した人の場合には、視覚連合野と一次視覚野と後頭葉の部分が非常に強く賦活されることが分ります（図5）。個人のデータから、この失明年齢と一次視覚野における活動の具合というのをプロットします。そうしますと15才ぐらいまでに失明している人では一次視覚野の賦活がある。一方それより後で失明した人たちの1次資格野では賦

図5 3テスラMRIによる点字別課題中の神経活動をしめす個人データ解析

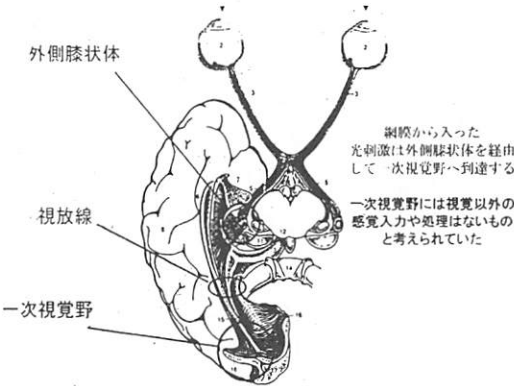


上段が晴眼者、下段が早期失明者。晴眼者では後頭葉に活動がまったく無いが、早期失明者では一次視覚野および視覚連合野の活動がみられる。

活がないと言うことが分ります。この15才を境に、2グループに分けてその差をとってみますと、確かに差のある場所というのは、一次視覚野の場所しかありません。ですから早期失明者では、一次視覚野における脳血流が増えるが晩期失明者においては、それは起こらない。その境目は15才であると言うことが分るわけです。早期失明者と晩期失明者と全体を合わせて、賦活パターンを見てみますと、後頭葉の視覚連合野と言われる場所が非常に強い賦活を受けると言うことが分ります。目の見える人では、全くない。

一次視覚野への賦活というのは、一体どんな経路をたどって行くんだろうかというのが、2番目の疑問ですが、この一次視覚野に行く時には、いわゆる皮質下の経路というのがございます。先程お示しました目があって外側膝状体があって、それから一次視覚野に行くというのが、基本的な経路です（図6）、一次視覚野の賦活というのに、年齢依存性がある以上、この場所が1番始めに、信号の入る場所とは考えにくいのです。だからおそらく我々はこのような可塑的な変化が起こるときに信号が多分皮質の表

図6 網膜から入った光刺激が一次視覚野へ到達する経路



面をって行くんじゃないかということのを考えたわけです。MRIというの、非常にたののデータポイントをとることが出来ますので、時間的経過がどの程度相関して、活動変化が出るかということのを計算することが出来ます。それでこの皮質間の機能的な結合度の変化というのを調べてみたところ、早期失明者でも晩期失明者でも、この視覚連合野における機能的連関が課題をやってる最中に上がります。早期失明者においては、一次視覚野に対する機能的連関の度あしも上がりますが、晩期失明者においてはこの場所だけが抑制されます。これだけでどの経路をたどっているかということのを言うのは、実際は色々問題がありますが、おそらくこの一次視覚野に信号が到達する経路というの、皮質をたどって一次視覚野に到達するんだらうというふう、現在では考えております。

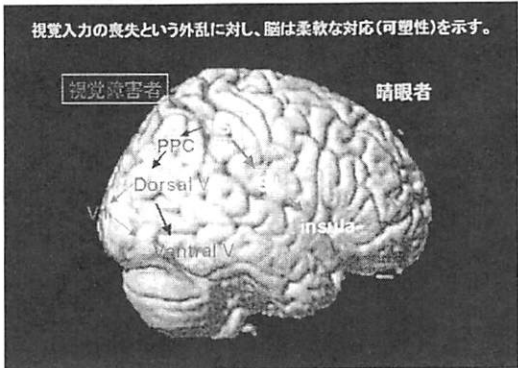
3番目はこの一次視覚野というの、本当に機能するんだらうかという疑問です。我々が見ているのは、課題に関連した脳血流の増加であって、その場所が本当に機能しているかどうかに関しては、実は何とも言えません。こう言うときに我々が普通考えるのは、色々ブローカー博士がやったのと同じ手法です。ブローカー博士は喋れない人をずっと観察して、最後にその脳を実際に見て、ある場所が壊れていることを確認しました。それから、その場所の機能というの、失われた機能と対応するに違いないと考えたわけです。それと同じことをまず考えます。どうということかと言うと、ずっと点字が読めて年をとってきて、後ろの方の卒中を起こした人がいるとします。その人が例えば、点字を読む機能を喪失したとしたら、そしたらおそらくその場所は点字を読む機能を担っているに違いないというふうに言えます。2000年になってからそういう記載例が1つ出てきています。その場合には、後頭葉の卒中を起こした人で、確かに点字が読めなくなったと言うことがでております。

実験的に何か調べる方法として電気刺激という方法があります。電気刺激というの、もともと脳外科のペンフィールドという人が実際に患者さんの頭蓋頭を開けて、その脳表を軽く電気刺激するとある機能が干渉を受けたりするということが分ってりました。もちろん強い電流を与えたりなんかすると危ないですけども、脳の活動というの、ある一種電気活動の部分がございますので、外側から電気をあててやれば、安全に、機能に干渉することが出来る。ある非常に限られた場所で干渉が見られれば、おそらくその場所はその機能に何らかの寄与をしているに違いないということが考えられるわけです。でもペンフィールドみたいに頭をいちいち開けるわけにはいきませんので、外側から電気刺激を与えることが出来ないかということが考えられてきました。その方法が、経頭蓋磁気刺激法（Transcranial Magnetic Stimulation）というものであります。頭の外に置いたコイルの中の電流をが変えることにより磁界を変え、磁界が変わることにより骨、皮膚の向こう側にある脳表面に誘導起電流を流すことが出来ます。脳そのものは全く痛みを感じない組織ですので、痛みはなく、非常に限局してこの電気刺激を与えることができます。そういうようなことをすることによって、機能的な干渉が見られるかどうかを観察できます。実際にやってみると誤答率は早期失明者においては、この頭の後ろを刺激したときだけ上がります。少なくとも早期失明者においては、この場所は何らかの機能をしているに違いないと言うことが分りま

す。これはその後の研究で、先天性の視覚障害者そして比較的早期、この場合は13才までのグループにおいて後頭部領域を刺激すると、誤答率が上がる。でも他の場所は上がりません。ところが13才より以降に失明した人の場合には、この場所を刺激しても、誤答率は上がりません。ということは、点字を読むと言うことに対する後頭葉に受ける電気刺激の干渉には、年齢依存性があるということを意味します。我々は既に脳血流の検査から、晩期失明者と早期失明者の差は一次視覚野にしかないことを知っておりますから、ここまでの結果を合わせると、早期失明者における一次視覚野は触覚弁別において機能性を発揮していることになります。

まとめますと、晴眼者の脳においては、触覚弁別というのは脳の前の方を使われているけれども、視覚入力という非常に大きな入力と比較的発達早期の時期に起こると、入力を失った一次視覚野が触覚弁別を担う、その臨界期は15才ぐらいであるということになります(図7)。以上、人間の脳の高次脳機能を脳血流を指標として画像化出来ること、そして電気生理学的な研究と組み合わせることにより詳細な検討が可能になることが、結論として挙げられます。

図7 晴眼者と視覚障害者における触覚情報処理過程



晴眼者では脳の前方へ流れていく(SI→SII→Insula)触覚情報処理過程であるが、視覚障害者においては後ろへ流れてゆき(SI→PPC→Dorsal V→Ventral V)、
本来は視覚処理に使われる神経領域が、触覚情報処理に用いられるようになる。

(第25回 健康指標研究会 平成13年10月20日 京大会館の講演による)

Random Scope

チンパンジーとヒトとの違いは精子にある？

ヒトとチンパンジーは500万年前に分かれたと考えられるが、そのDNAの98.5%は同じである。残りの1.5%で何処がどう違うかは大きな研究課題である。ニューヨーク州立大学のアルバニー校のCaro-Beth Stewartはその違いをプロタミン1,2,3及びヒストンH1tという一群の遺伝子に見つけた。これらの遺伝子の作る蛋白は精子のDNAを結びつける働きをしている。プロタミン1ではヒトとチンパンジーとで84%は同じアミノ酸で、ヒトでは16%だけ違っている。このヒトのプロタミン1は何らかの利点を持っているに相違ない。またこの蛋白は精子だけでなく脳の発達も必要なのかも知れない。この研究の発展が待たれる。

Tom

New Scientist 2 March 2002 p.16