

## 身体知の行方——精神科における運動療法を通して

高橋英彦(京都大学大学院医学研究科准教授)

Hidehiko TAKAHASHI



1971年滋賀県生まれ。1997年、東京医科歯科大学医学部医学科卒業。初期研修の後、地域において精神科医として研鑽を積むと同時に脳画像研究を始め、学位取得後、(独)放射線医学総合研究所にて主任研究員として精神疾患や高次脳機能の脳画像研究に従事。この間、2008年にカリフォルニア工科大学に留学。2008-2012年、(独)科学技術振興機構さきかけ研究員兼任。2010年より京都大学大学院医学研究科脳病態生理学講座精神医学教室講師、2011年より同准教授。

### はじめに

身体知といった大きなテーマは古今東西、さまざまなアプローチ、学問領域が扱ってきた。むろん、それらを統合して論ずることはできない。精神科医で臨床の実務に携わる立場から、自身がこのテーマにかかわる研究をはじめた経緯から述べる。

古くから“運動は頭に良い、心に良い”と言われ続けてきたし、経験としてもそれを実感することはある。精神科のリハビリテーションとして作業療法や理学療法(physical therapy:PT)がこれまで行われてきた。しかし、「退院間際の患者さん、暇そうだからPTでもしてもらいましょうか」という心ない発言を何度か耳にすることがあった。精神科医の傲慢と無知もさることながら、自分たちが一生懸命携わっている活動が“暇つぶし”のような言い方をされた理学療法士や作業療法士も特に反論もせず、おとなしくしている事実が歯がゆさを感じた。

精神科リハビリテーションや治療において、薬物療法などの物理的な介入法以外に、心理・社会的介入が存在し、作業療法や理学療法も心理・社会的介入の一部とみなすことができる。心理・社会的介入の中には、その効果が科学的に検証され、確認されているものもあるが、検証の結果、効果が確認できないものや、そもそも検証されていないものも少なくない。そこで、理学療法のすべてとは言わないが、ある側面に関しては、頭や心に良いということを示すことは、リハビリテーションに参加する患者、施行する医療者両方に

とって意義深いのではないかと考えるようになった。

また、統合失調症をはじめとする精神疾患の治療の中心は薬物療法であるが、新世代の抗精神病薬が広く使用されるようになり、その特徴的な副作用に体重増加、血糖上昇がある。メタボリックシンドロームという言葉が浸透したこともあいまって、医療関係者だけでなく、患者やその家族の間でも、それらの副作用に関する関心が高まっており、食事療法と同時に運動療法の重要性は増している。

また、統合失調症やうつ病などの精神疾患は単独でも Disability adjusted life years (DALY) で上位にくる疾患である。DALYはその障害による健康寿命の損失に注目した指標で、特に先進国においては死亡というアウトカムのみで疾患の重大性を評価するのではなく、重い生活障害をどのくらいの期間もたらすかによって疾患を評価することがWHOにより推奨されている。ここに生活習慣病から発展する同じくDALYで上位の心血管・脳血管障害を合併することは、患者の生活の質、医療経済的な観点からも負担が大きく増加することとなり、精神疾患におけるメタボリックシンドロームの予防は重要なテーマである。そこで、精神科のリハビリテーションにおいてメタボリックシンドローム予防を目的にした運動プログラムが盛んになってきた。

そこで、私は、運動プログラムがメタボリックシンドローム予防だけでなく、頭や心にも良いという一石二鳥につながることを示すことができれば、リハビリテーションへの取

り組みへの動機づけも変わってくるであろうと考え、以下に述べる統合失調症患者を対象にした一連の研究を行うに至った。

## 運動の実行系と認知系

統合失調症は認知障害が強調されているが、運動障害にはあまり関心が向けられなかった。しかし、概して統合失調症患者は運動量が少なく、不器用で協調運動なども上手でないことが多い。加えて運動学習が不得手で、スキルが上達せず、運動の楽しさや達成感を体験する前に運動プログラムの参加を中断してしまうことも見受けられる。実際、小学校の学童の生徒において、学業の成績よりもスポーツの稚拙さが後の統合失調症の発症のリスクファクターになっているとする報告もある。これまで、統合失調症の運動障害は、前頭葉—線条体—小脳といった運動実行系の障害に起因すると考えられ、実行系の脳システムに着目した研究は多くなされてきた。近年、ミ

ラーニューロンの発見以来、運動実行系と運動認知系とは互いに影響し合い、オーバーラップする面も多いことがわかってきた。

ここでは、運動のなかでも身体の動き（biological motion）の処理に関するミラーニューロンシステムと、それに関連した脳部位に関わる機能について概説する。

脳機能画像研究や脳損傷例により、人間の目、口、手などのbiological motionに反応する部位としてsuperior temporal sulcus (STS ; 上側頭溝)が報告されてきた。実際の体の動きだけでなく、ロボットの動きや、いわゆるbiological motion課題（実際に体は見えず、体の関節などにつけられた点状のマーカーの動きのみから人間の体の動きを知覚する課題）でもSTSの活動が報告されている。特にSTSの後部、posterior STSはもっとも反応する部位で、また単なる体の動きのみならず、行動者の意図を読み取る機能にも関わっているとされる。このようなbiological motion課題ではpSTSのほかに、その近縁の後頭葉—

側頭葉移行部の脳部位で、物体の運動認知に関わるmiddle temporal (MT)と体の部分に反応するextrastriate body area (EBA)の活動も同時に観測されることが多い。

元来、EBAは静的な体のパーツの刺激に選択的に反応する部位として報告された。しかし、その後、相手の意図を読み取るなどの機能にも関与しているのではないかという考え方も出現した。EBAがbiological motionなど人間の体の動きの処理にどのようにかかわっているかに関しては現在も議論の多いところである。Static representation hypothesisは体の動きを処理する際、一連の体の動きを構成する個々の体の姿勢やパーツを映画の1コマのように静的なものとして処理して、その連続で体の動きを処理していると考ええる。一方、dynamic representation hypothesisは一連の体の動きを直接、動的なものとしてまとめてとらえ、動きをシミュレーションしたり、相手の意図を読み取るシステム、つまりミラーニューロンシステムの入り口あるい



図1 スポーツに関連する動作とスポーツに関連しない動作の例

は一部と考える。後者を支持する所見としては、被験者が実際に体を動かすと、自身の動いた体の部分は見ていなくても、EBAの活動が高まるという報告がある。また、単に体の動きを見るのと比べて、動きを見て模倣しようとする条件でEBAの活動が高まることも報告されている。さらに空腹時には食べ物に手を伸ばす動きを見ている際のEBAの活動が他のミラーニューロンシステムの部位とあわせて高まるという報告もある。

われわれは、目的志向的な体の動きが意味のない非目的志向的な動きと比べてEBAをより強く賦活すると考え、健常者を対象に機能的MRI (fMRI) を用いて、スポーツに関連する体の動きのビデオを見ている最中の脳活動を検討した(図1)。スポーツにおける体の動きはそのルールの下では目的があり、意味のある運動になるが、ルールを無視した動きは、目的がなく、意味のない動作となる。今回はバスケットボールに関連する動作と、それらと体の向きやスピードや登場する人物の統制をとったバスケットボールに関係のない動きを刺激として用いた。その結

果、バスケットボールに関連した目的志向的な動作はバスケットボールに関連しない動作と比べて、STSやinferior parietal lobule (IPL ; 下部頭頂葉) などのミラーニューロンシステムを構成する部位のほか、EBAにおいてもより強く賦活した(図2)(Takahashi et al., 2008)。このことから、dynamic representation hypothesisで想定しているように、EBAは、単に身体の静的なパーツを処理するだけでなく、身体の動きを動的に捉え、運動の理解、模倣、実行にもかかわっていることが示唆された。

### 運動療法の心身への効果

統合失調症におけるbiological motion研究では、行動実験で統合失調症患者はbiological motionに障害があることを示し、さらにその障害の程度が社会機能と関連があったという報告がある。今回、われわれは統合失調症患者と対照健常者に対して前述したバスケットボールの課題を用いてfMRIを行った。その結果、統合失調症患者では、想定されていたようにSTSの活動低下を

認めた(図3)。それに加えて、患者ではEBAの活動も低下していた(Takahashi et al., 2010)。ミラーニューロンシステムの入り口に位置しているとも考えられるEBAの機能異常は、統合失調症の運動認知障害だけでなく、運動学習や他者の行動の理解といった機能の障害にもつながる可能性があると考えられる。

次に、EBAの活動低下を認めた統合失調症患者を対象に運動プログラムの患者の脳活動や精神症状への効果を検討した。運動プログラムは、精神科医、看護師、薬剤師、栄養士、理学療法士、作業療法士という多職種によって構成され、月曜から土曜の週6回、1日1~2時間で、3カ月間実施された。運動としては、ストレッチ運動、有酸素運動、それからスポーツとしてバスケットボールが行われた。その間、薬物療法の処方の変更せず、一定とした。プログラムの前後で、体重、精神症状に加え、上記で示した自身が体験する(した)バスケットボールの動きに関する動画を見ている最中の脳活動をfMRIを用いて検討した。比較対照群は、プログラムに参加しない統合

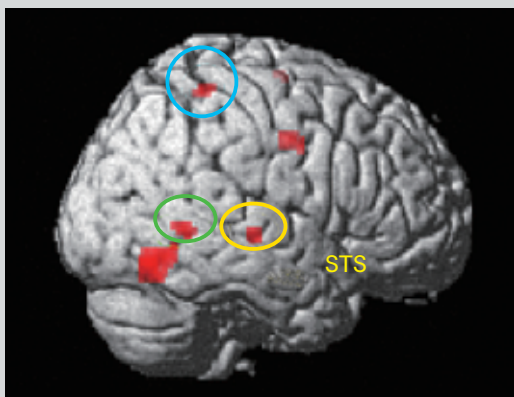


図2 スポーツに関連しない動作と比べてスポーツに関連する動作によってより強く賦活した脳部位。EBA、STSのほかミラーニューロンシステムの一部であるIPLの活動を認めた。Takahashiら(2008)から改変。

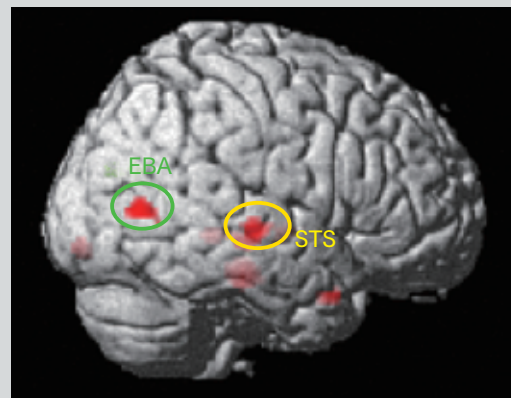


図3 スポーツに関連する動作を見ている最中の脳活動で、健常者と比べ、統合失調症患者で低下していた部位。STSとEBAの活動低下を認める。

失調症患者として、3カ月の間隔において参加群と同じ指標を評価した。

その結果、期待どおり、プログラム参加群では体重は減少し、対照群では体重の減少は認められなかった。加えて、参加群では精神症状が一部改善したが、対照群では変化はなかった。fMRIを用いたバスケットボールに関連する動きを見ている際の脳活動の結果は、プログラムに参加することで、低下していたEBAの活動の程度が上昇した。さらにEBAのプログラム前後における活動の変化（上昇）の程度と精神症状の変化（改善）との間に相関が認められた（Takahashi et al., 2012）（図4）。つまり、バスケットボールに参加して、EBAの活動の上昇が大きい患者ほど、精神症状の改善も良かった。一方、対照群では3カ月の間隔の前後でEBAの活動に変化は認められなかった。

慣れ親しんで上達した運動とそうでない運動を見たときには、上達した運動を見たときの方がミラーニューロンシステムの賦活が高まっていたり、脳梗塞で運動麻痺のある患者に運動を見せることを続けると、ミラーニューロンシステムの賦活が高まり、実際のリハビリテーションでも運動機能の回復が促進されたという報告もある。これらのことから、統合失調症患者がスポーツや運動に参加し、自身が運動に慣れ親しみ、また他者の運動しているところを目にすることは、ミラーニューロンシステムの機能を高め、運動学習、スキルの獲得のみならず、他者の理解といった効果にもつながる可能性がある。その結果、精神症状の改善につながったとも考えられる。

今後、さらに詳細なメカニズムの解明をするとともに、このような脳内メカニズムに基づいた科学的な運動療法や認知リハビリテーションが進展していくことが必要である。その結果、暇だから体を動かすのではなく、患者も医療者も期待される効

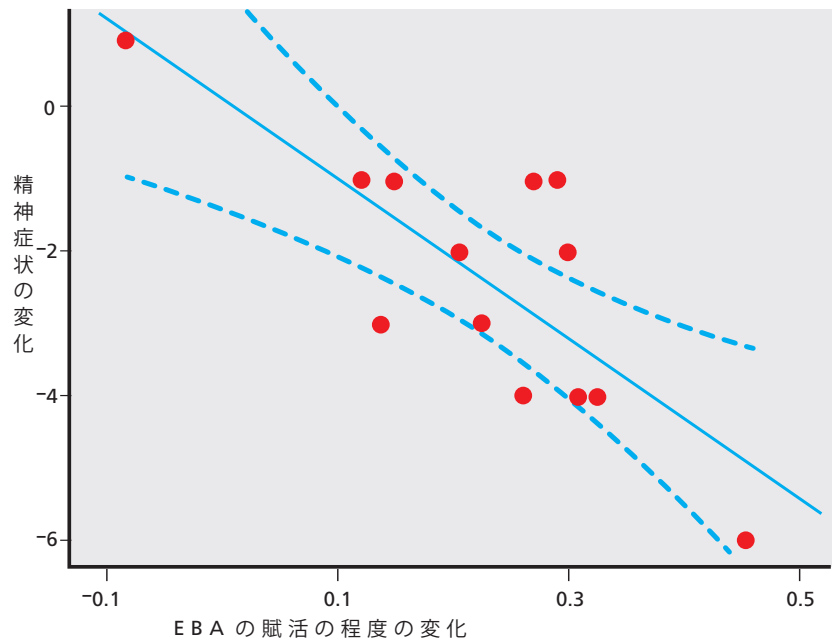
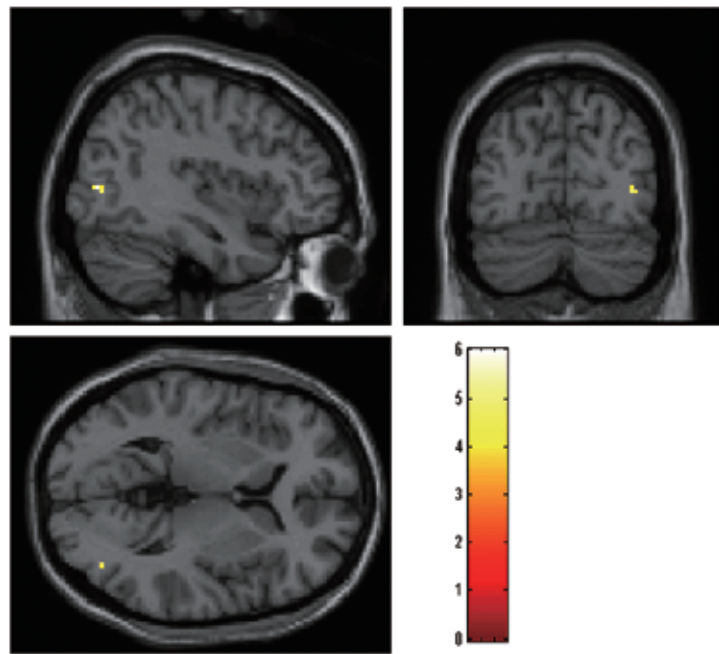


図4 3カ月間の運動プログラムの前後の脳活動と精神症状の変化  
3カ月間のプログラムでスポーツに関連する動作を見たときEBAの脳活動が上昇した(上)。その上昇の程度と精神症状の改善(数字が低下するほど、症状は改善)との間には相関が認められる(下)。

果やそのメカニズムを理解して、その意義を感じて参加できる精神科リハビリテーションが確立していくことを期待する。

参考文献

Takahashi, H., Shibuya, T., Kato, M., Sassa, T., Koeda, M., Yahata, N., Suhara, T., Okubo, Y., 2008. Enhanced activation in the extrastriate body area by goal-directed actions. *Psychiatry Clin Neurosci* 62, 214-219.

Takahashi, H., Kato, M., Sassa, T., Shibuya, T., Koeda, M., Yahata, N., Matsuura, M., Asai, K., Suhara, T., Okubo, Y., 2010. Functional deficits in the extrastriate body area during observation of sports-related actions in schizophrenia. *Schizophr Bull* 36, 642-647.  
Takahashi, H., Sassa, T., Shibuya, T., Kato, M., Koeda, M., Murai, T., Matsuura, M., Asai, K., Suhara, T., Okubo, Y., 2012. Effects of sports participation on psychiatric symptoms and brain activations during sports observation in schizophrenia. *Transl Psychiatry* 2, e96.