

運動と脳

大築立志 (東京大学大学院総合文化研究科生命環境科学系)

日常生活行為はすべて熟練した身体運動である：人間の生活を構成する意志的な行為は、すべて脳から発令される運動指令を受けて骨格筋が活動することによって生じる身体の動き、すなわち身体運動である。自分の意欲や意志によって遂行される身体運動を随意運動 (voluntary movement) という。随意運動は、練習によって熟練し、その性能を向上させる。日常生活行為は、出生後長い時間をかけて習得された高度熟練随意運動に他ならない。

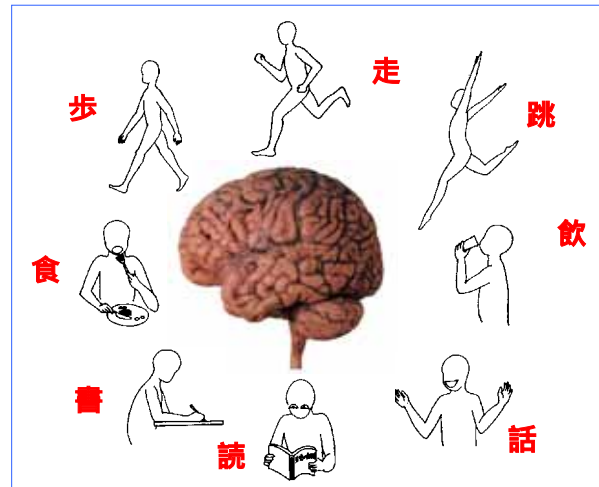
身体運動は脳の制御によって遂行される：日常生活動作や、複雑かつ高速な環境変化の中で遂行されるスポーツ動作、高度の時間的空間的制御のもとに行われる楽器演奏や舞踊表現、熟練した職人の手練の技などの熟練動作 (= たくみな動作) を実現するための意欲や意志、身体をどう動かすかという運動のプログラム、そのプログラムに沿った筋への収縮命令は、全て脳によって作られる。

例えば、大脳半球の表面にあり、ヒトで最も発達している大脳皮質前頭葉の後半部には、重要な運動中枢が多数存在する。最も有名な中心前回の一次運動野 (Brodmann の 4 野) には、神経細胞が身体の骨格筋に対応して整然と並んでいる。一次運動野の神経細胞の軸索は脊髄を下行して α 運動ニューロンに直接接続し、指の繊細な独立動作や繊細な力の調節にを司っている。この他、複数の筋の組み合わせさせた共同運動を引き起こす「運動前野」や、動作を自分で一定順序で実行する時に働く「補足運動野」、眼球運動を司る「前頭眼野」「補足眼野」などがここにある。また、前頭葉前半部の知的創造の座と呼ばれる前頭前野もまた、各種の情報を統合して運動をプログラミングする重要な運動中枢である。

大脳皮質下の大脳半球内部には、大脳基底核という核群があり、力の調節や連続動作・複合動作のタイミング決定に関与すると考えられている。大脳半球外では、姿勢の安定や反応時間の短縮に、小脳が重要な役割を果たしている。小脳はまた、練習による動作の熟練 (自動化) に関与していると言われている。その他、中脳や脊髄には歩行のリズム中枢や、伸張反射・姿勢反射・屈筋反射・頸反射・迷路反射など、刺激に対して無意識に身体の運動反応を引き起こす反射中枢が多数存在している。

一方、大脳皮質後頭葉視覚野 (視覚)、側頭葉聴覚野 (聴覚)、頭頂葉中心後回の一次体性感覚野 (体性感覚) などの感覚中枢及びそれらの連合野は、動作を巧みに遂行するための状況把握に重要な役割を果たしている。

身体で覚えるとは脳で覚えること：このように、身体運動は脳のほぼ全領域を使う行為である。動作が巧みだとは、脳の感覚運動中枢の性能がよいということに他ならない。巧みになるための技術練習も筋力トレーニングも、自由意志に基づく意図的行為であり、積極的な脳の活動がなければ行はできない。熟練した動作は、しばしば「目をつぶっていてもできる」、あるいは「反射的」とい



うように、素早くしかも半ば自動的に行われることがあるため、「運動は体で覚えるものである」などということがあるが、この場合の「体」とは「脳」である。「体で覚える」とは「脳で覚えること」に他ならないのである。

身体運動が脳の構造と機能に与える効果：適切な運動が心肺機能や筋機能を向上させることは周知の事実であり、トレーニング方法も数多く開発されている。随意運動を引き起こす運動と脳の関係は、運動と筋や心臓との関係ほどにはよく認識されていないようであるが、前述のとおり、相手や周囲の状況を読み、適切な対応を行う、練習して上手くなるなど、運動のスキルの側面は脳の働きによって決まる。従って、身体運動を行うということは、環境情報を読み取り、判断し、行動を選択実行する全ての過程において、必然的に脳を激しく使うことでもある。であるから、運動によって筋や心臓の機能が向上すると同様、運動すれば脳の機能も向上するはずである。

実際、最近の脳科学は、身体運動によって脳の運動中枢の回路が従来考えられていた以上に柔軟かつ大規模に変化すること、運動中枢以外の知的活動の中枢である脳の神経細胞が活性化あるいは新生を促すことを明らかにしている。例えば、動物実験では、随意運動が海馬のニューロン新生を促進すること、脳由来成長因子を増加させてシナプスの成長を促進すること、ヒトでは、歩行などの運動の定期的な実施により高齢者やうつ病患者、パーキンソン病患者等において脳の認知学習機能が向上することなどが明らかにされ始めている。このような研究は、生活の質 (QOL) の向上および痴呆をはじめとする脳疾患の治療への道を開くものとしても注目を集めている。また、身体運動によって脳内に β エンドルフィンなどの物質が分泌されて爽快感を生み出し、精神的ストレスが軽減されるという心理的效果も最近ますます重要視されるようになってきている。

本シンポジウムでは、国内外の最新の脳科学の実験データを紹介し、運動による脳機能の向上について考える。