

### 巧みに動く身体(からだ)

山崎 健(新潟大学)

ヒトの身体は、他の動物と大きく異なり、最も大きな特徴は直立二足歩行で、かつ「弾性」を利用して走れる(跳ねる)ことです。

ではスポーツが人類史的に形成されてきた身体文化なら、スポーツの動きの発展に対応して私たちの身体の構造と機能も変わってきたのでしょうか？

解剖学的な答えは否です。「ヒトは、ここ数万年ほど、解剖学的、すなわち身体的には変化していない」。「おそらく、人の脳の機能もまた、数万年このかた変化していません」<sup>1</sup>です。

つまり、「スポーツ誕生」のはるか以前、クロマニヨン人段階で、私たちは「巧みに動く身体(構造と機能)」を獲得していたこととなります。

#### 人類史的に形成された身体

樹上生活に対応した「第一次運動革命」は、アウストラロピテクスが誕生する段階まで一〇〇〇万年以上続き、腕歩行と脊柱の直線化、肩関節の変化、把握する手掌、歩行と中殿筋の作用が類似した「垂直木登り」等々が直立二足歩行に移行する際の準備となったのです<sup>2</sup>(いわばサル(身体)人類固有の「直立二足歩行」できる身体は大変長い時間をかけて進化してきました。

アフリカの大地溝帯形成による環境の激変が、約四〇〇万年前の二足歩行のアファール猿人(脳は四五〇グラムでチンパンジーと同程度だが直立二足歩行を行っていた)を誕生させ、まさに人類への「第一歩」を踏み出したとされます。更に二〇〇万年後のロブストウス猿人(脳の重さは五〇〇グラム程度、石器の製作を行っており、拇指の発達による対置性(精密把握)を可能とした)を経て、一六〇万年前とされる現代人とはほぼ同様の直立二足歩行をするホモ・エレクトウス(脳重量九〇〇グラム)にいたります<sup>3</sup>。ヒトに象徴的な「高い文化」はすべて直

立姿勢(歩行)から生じている特徴です<sup>4</sup>。

「高い文化」もルーツとしてヒト固有の身体に規定される可能性を持っており、「高い文化」の発生以前に、おそらくは道具の制作と使用を含む『労働』によって、人類に特徴的なほとんどの構造と機能が既に「出来上がっていた」のかもかもしれません。

#### 日常の動作とスポーツの動作

身体は骨と骨とが関節で結びつき、その関節をまたいだ筋肉の収縮や弛緩により「動き」が起るので、胴体や手足が勝手に動くこととする「自由度」が大変に高くなってきました。また、私たちの運動は、関節の屈伸といった単純な動きだけではなく、幾つかの動きが組み合わされた「動作」として、歩・走・跳・投・打・泳などの「基本的運動形態」として発現します。この無数の自由度をある程度の範囲内で類似したパターンに纏めているものが「基本的な動作」ということになりましたが、これだけ高い自由度を持った身体を、刻々と変化する複雑な環境条件下で、まったく同一の運動経過として、脳が事前に運動パターンを準備できるのかという問題点も指摘されています。もし、人類学的な身体の構造と機能が、ここ数万年変わっていないとすれば、これらの「基本的運動形態」も数万年前には「出来上がっていた」こととなり、とある日「狩猟の達人」は、八〇〇グラムのやりを九〇m投げて獲物を仕留めていたのかもかもしれません。

#### 効率的な動作は何故生まれるのか

上体が鉛直に立ち、股・膝関節が一八〇度伸びて直立二足姿勢が可能な骨格構造をもつヒトでは、直立を保つのに筋力とエネルギーをほとんど必要せず、脊柱のS字カーブとあいまって動的な弾力的姿勢保持に役立っています。また、ヒトの「ストライド歩行」では筋活動は交互に働いて休止時間が長く、活動電位も小さいため、エネルギー消費と疲労が少なく、持続性のある歩行が可能ですと指摘されています<sup>5</sup>。

走運動では「弾性エネルギー」の利用で、

着地時の伸張性収縮を次の短縮性収縮に再利用し、仕事量を増すと同時に、エネルギー消費を節約しています。またエネルギー効率は長距離走の速度では効率が高く、スプリントでは効率が低くなり、「長距離選手は速度が6m/s以下のところで効率がよく、短距離選手は速度が7m/s以上のところで効率が高い」ことから筋の特質により効率が違う可能性があります<sup>6</sup>。

この「弾性エネルギーの利用」や「効率」は私たちの動作を一定の運動経過に「収斂」させるメカニズムとして働いているようで、各自の身体の構造と機能に応じて、その運動課題に最適な「効率」が幾つか存在しており、その効率とのズレが「教師役」として基本的な運動形態と運動経過を制御（自動学習）しているのではないかという仮説が考えられます。

この「熟練」のメカニズムに小脳が深く関係して、小脳で実際との誤差を計算しながら運動系の内部モデル（遅いフィードバック系制御）を完成させるのに対応し、その後、フィードバックを受けずに運動系の逆システムの内部モデル（速いフィードフォワード系制御）を完成させると考えられています<sup>8</sup>。

巧みな動作を実現している重要なメカニズムの一つが、この小脳の自動学習性というところで、「使えば使うほど上手になる」と表現されています。

絶対値の違いと「巧みな動き」

一九九一年、東京での世界陸上競技選手権・男子一〇〇m決勝でのルイスの逆転劇はあまりにも有名です。そして、この際のバレルは、最後の一〇mで「オーバーストライド」で「ピッチが低下」して逆転を許し、翌年ハイピッチ走法に改善して世界新記録を塗り替えたことも周知の事実です。

我々の研究でも、小学生はストライドがスタートから徐々に大きくなり、トップスピード以降も更に増大してピッチの低下をまねいて失速すること。また、スプリントドリルの実施により疾走速度の向上と動作

改善がなされること<sup>9</sup>がわかりました。

つまり、出力というハードウェア的な絶対値は違うものの「トップスピードの低下」というソフトウェア的な動きは類似していることになりました。

もしも人類学的にここ数万年私たちの身体の構造と機能が変化しておらず、発達差や年齢差、男女差、トレーニングの程度、人種の差などはある意味で『誤差』であるとの大前提に立てば、絶対値の違いはあるものの、「巧みに動く身体」は誰にでも普遍的に存在するのではないか。運動が巧くできないのは、「たまたま」経験がないとか間違った方法を学習したとか、あるいは絶対値が「多少」合っていないのではないか。そもそも、私たちの身体は、「はるか以前から」巧みに動く構造と機能を持っていたのではないかと考えることができるのです。

1 養老孟司（一九八九）、唯脳論、青土社

2 伊藤嘉昭（一九六六）、人類の起源、紀伊国屋書店

3 NHKスペシャル、「生命」第八集 ヒトがサルと別れた日、NHKビデオ

4 香原志勢（一九八六）、身体の履歴書、NHK

5 木村 賛（一九八〇）、ヒトはいかに進化したか、サイエンス社

6 小林寛道（一九九〇）、走る科学、大修館書店

7 伊藤正男（一九九二）、熟練の脳内メカニズム、体力科学 第四一巻（一）

8 川人光男（一九八八）、運動軌道の形成、伊藤・佐伯編「認識し行動する脳」、東大出版会

9 山崎 健・斉藤麻里子（二〇〇二）、一過性のドリルによるスプリントパフォーマンスの変容、陸上競技紀要第十五巻