

技術の習得過程を考え直す

運動の課題は何か？

あなたが、サッカーの左ウイングで、鋭いドリブルからディフェンスにマークされながらもゴール左サイドに切り込んだ・・・として、独断と偏見であなたのプレーヤーとしてのレベルを判定します。

もしあなたが一流プレーヤーなら、「よし、(右サイドからAが飛び込んでくるから、キーパーとディフェンスから逃げるように曲がる…これはおそらく意識していない)センターリング・もらった!」。

もしあなたが二流プレーヤーなら、「よし、ベツカムかロナウジーニオみたいに逃げてゆくセンターリング・いやまて、こっちは左サイドだ! どうしよう・適当にエイ!・あれあがった!」。

もしあなたが三流プレーヤーなら、「よし、ここではインステップキックでセンターリング、えーと右足を踏み込んで、よし、いいキック・あれ、ミスった!」。

さて、このたとえ話には、運動技術の「本質的規定」と「実体的規定」の二つの定義が関係しています。哲学的な面倒臭い表現では、「能動的抑制的活動、直接的生産過程」と「同一の目的のために協力する労働手段と規則の全体系」、「意識的適用説」と「労働手段体系説」との関係です。(芝田進午、人間性と人格の理論、青木書店、一九六一年)

田辺は、労働力の形成として「本能・習能・技能・技術」の四段階での目的と手段に対する意識の関係を指摘しています。(田辺振太郎、技術論、青木書店、一九六〇年)

そして、神経生理学的表現では「プランニング」と「プログラミング」という表現となり、「大脳基底核・連合皮質」と「大脳皮質運動野」ということとなります。(山崎健、スポーツ技術の研究は何に貢献するのか、「ルール・技術・

記録」、創文企画、一九九三年)

つまり、運動習熟が完成されたプレーヤーでは「目的の意識」のみで、「手段に対する意識的統制」は薄らぐということです。三流プレーヤーは、まだいろいろな動作のプログラミングの最中なので、「やり方を覚える」のに手一杯で「使い方」までは意識が回らない・・・キック動作の実行に集中して「適切なセンターリングをあげる」という段階にまで至っていないということです。

阪南大学の須佐徹太郎先生は、この「サイドに切り込んでいってからのカーブするセンターリング」を実現するには、いわゆる「教科書的」なやり方では絶対にだめで、「股関節からの身体の使い方」を覚える必要があるのだそうです。京都大学の小田進午先生は、「中心軸感覚」と「二軸(左右の股関節)感覚」という表現をしています。(小田進午、運動科学、丸善、二〇〇三年)

つまり、習得対象の動作を「認識する段階」と合理的な動作を「習得する段階」と習得した動作を状況に応じて「使う段階」とではそれぞれで「課題」が異なるということです。

何を分析しているのか？

最近の運動経過の分析方法は急速に発展しています。特に、各地のスポーツ科学センターに設置されつつある複数の高速ビデオカメラと床反力を分析するシステムの普及で、一万円程の経費で、運動の任意の方向からの再生(疑似人体画像)や関節ごとの屈曲伸展速度や力の作用方向がわかるようになりました。

例えば、前述の「カーブするセンターリング」のキック動作が、股関節・膝関節・足関節のそれぞれでどのようなタイミングでどのような力の発揮のされ方で行われているのかがわかるようになりました。

しかし、あくまでも「発揮のされ方」が分析されたのであって「力の入れ方」が解明された

わけではありません。

私たちの脳(大脳皮質運動野)からの運動司令は、関節トルクという「力と速度」によく対応しており、関節角度(その集合体としてのフォームも?)とは異なっているといわれています。(川人光男、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、一九八八年)

また、運動に関わる感覚性入力(神経伝導速度は極めて速い(三〇〇〜二〇m/秒)もので、言語的確認(発音過程)の時間とのズレ(しやべっていては間に合わない)があります。その結果、感覚的(操作的)尺度の「ツつときた時にハツとまっというグイーンと跳ぶんだよ」という表現と、言語的(記述的)尺度の「膝を〇・一六〇・二〇秒間だけ四三〇四五度に曲げておいて〇・七〇・九秒の間に最大跳躍の七二〜七八%で」との学術論文的表現とのズレも生じます。(山崎健、運動のできないメカニズムを探る、新潟体育学研究 第七巻、一九八八年)

小脳研究の第一人者である伊藤正男先生は、大脳皮質運動野への電気刺激では「誰かが腕を動かした」と感じるのに対して視床下部への電気刺激では「腕が動かされた」と感じるというウオードの興味ある報告を引用しています。

(伊藤正男、随意運動のメカニズム、脳の設計図、中央公論社、一九八〇年)

つまり「走る」という運動司令は、「足関節と膝関節と股関節と・・・えーとその右足の・・・どうするんだっけ?」ではなく、「ビューンと走る」とか「びよんびよん走る」といった「一まとまりの性質を持つ動作(系)」であると考えられます。おとぎ話の鬼のおなかの「くしゃみ」「泣く」「笑う」といった紐みたいで、グンと引くと大笑い、二つを軽く引くと泣き笑いだったりして・・・面白いですね。

これは、私たちの身体構造が、骨と骨とが関節でつながり筋肉が関節を曲げ伸ばして運動がおこる際の「膨大な自由度の制御」から考

えても合理的な解釈です。(山崎健、スポーツ動作を知ろう、スポーツのひろば 三六九号、二〇〇四年)

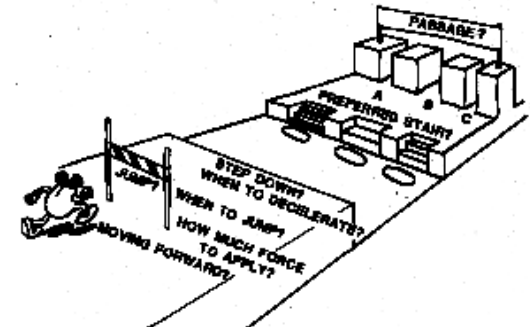
「○○するようにな▲▲してみよう」という比喩的表現や最近注目の「古武術」「なんば」などが動きの改善に関わることも関連しているかもしれない。京大の小田先生の提唱する「二軸感覚」も、この「分析された動作」とそれを生み出す「動作感覚」とのズレを指摘し『翻訳』の必要性を説きます。

ところで、動作分析の計算は、重心を一個で計算する「中心軸」の方が簡単で「二軸」にすると膨大な計算量が必要となります。私たちの感覚はその膨大さを処理する「ええかげんさ(冗長度)」をもっているわけですが、個々の経験は異なりますので当然他人には理解できないよけいな「雑音(方言)」も含むこととなります。

一定のレベル(運動能力や技術)をクリアしないと成立しない「禅問答」のようなコーチングや芸事の「口伝」などもこのことと関係していると思われまます。

エコロジカル・アプローチ

東大の佐々木正人先生は、認知心理学で最近話題の生態学的アプローチのなかで、ソムリエや聴香師などの「わざ」に関わっての「知覚システム」の重要性を指摘しています。そして、初期の認知科学の「情報処理モデル」(刺激が頭の中で加工された結果としての情報)に對置するギブソンの「生態学的認識論」(周囲にある環境に情報(持続・面の配置と変化・面の変化)を「探索すること」を示し、「生態学的価値」としての身体にとっての「意味」や「価値」。「する抜けられるすき間」「上れる段」「つかめる距離」としての「アフオーダンス」の概念を紹介しています。



図は、M.T. Turvey, P.N. Kugler : AN ECOLOGICAL APPROACH TO PERCEPTION AND ACTION, (In H.T.A. Whiting Ed. "Human Motor Action Bernstein Reassessed") pp.375 "A small sample of the meaningful problems that the surrounding layout of surface poses for locomoting animal."

そして、上位からの制御プログラムによる「古典的な運動制御モデル」に対して「このモデルは現在でも、運動の制御を考えるわれわれの常識の一部である。しかし、このモデルはやっかいな問題を抱えている。」とし、「ベルンシユタイン問題(膨大な自由度の制御と動作の文脈依存性)」の存在を指摘します。

また、リーの「光学的流動(オプティカル・フロー)」と視覚情報「タウ(τ)」について、行為の制御に利用されている視覚情報で、光の流動に直接知覚できる「接触までの残り時間」(「衝突・接触」のアフォーダンス)、未来に起こる行為の「結果」についての予見的情報の概念も紹介しました。

これらのギブソン学派の身体運動の研究は、常に『従来の』という枕詞がついてはいるものの、中枢プログラムからの「トップダウン制御の概念」に対して大きな一石を投じています。(佐々木正人、アフォーダンス・新しい認知の理論、岩波書店、一九九四年)

多賀は、運動の自己組織化の問題について、ギブソン学派の生態学的アプローチと同じロジックで、環境との相互作用で「競合と折り合い」をつけ、ボトムアップとトップダウンの情報相互作用により動作のモジュール自体の働きが文脈に応じて変化することを指摘し、運

動が自己組織的に決定されることを示しています。そして、「神経系Ⅱ制御系、身体Ⅱ被制御系、環境Ⅱ外乱」という『従来の定式』に対して、システムの要素を足し合わせてもシステム全体の性質の決まらない「非線形性」という概念からアプローチし、歩行の神経筋骨格系モデルを示しました。(多賀徹太郎、歩行における脳と環境の強結合、「脳と身体の動的デザイン・運動・知覚の非線形力学と発達」、金子書房、二〇〇二年)

用具の変化と運動様式の変容

このエコロジカル・アプローチは、神経系と身体系と環境系とが情報のトップダウンとボトムアップの反復により「強結合」を生み出して状況に柔軟に対応して運動課題を実現する・・・ということとなります。つまり、用具が激変したら・・・

一九九八年長野五輪では、史上最強の布陣とサポート体制で臨んできた日本チームが、二シーズン前に登場した「スラップスケート」によりその対応に迫られ、強化策自体の見直しを迫られたこと(順調に進んできたトレーニング計画に、新たな技術的対応が求められた)は象徴的な出来事でした。前年度無敵であった堀井学選手は、スラップスケートの「申し子」ウオザースプーン選手の登場により、自身の技術改造を含め苦戦を強いられることとなりました。

新しい技術やトレーニング法の研究や開発、そして、テクノロジの発達により様々な材質が研究・開発され、それを素材とした用具が誕生します。用具のコンセプトも劇的に変化し、それに伴い技術的变化も進行します。「長さの規制(短すぎ)のある一六〇cm以下のスラローム競技用のスキー」などは数年前には考えもつかなかったことです。

ニューコンセプトのカービングスキー登場の恩恵を受けたのは、パラレルターンのレベルアップに悩んでいた「中級スキーヤー」だと思

います。ターンを始動するための情報やカービング感覚の情報量が格段に増加したため、カービングターンの動作習得が容易になりました。ただし、すぐ転倒する点は、「姿勢制御」という別系統なので相変わらず改善されませんでした。(・・・ターンに手間取って転倒することは減ったと思いますが、予想以上のターンが生じて転ぶこともあります)

また、ベテランスキーヤーは「五年若返ったすべりができる」との感想です。

となると、カービングスキーも、短くて操作しやすい初心者用、ズレ感覚(スキッド系技術)をつかみ易い初級者用、カービング感覚が習得容易な中級者用などと揃えて、それに合わせた技術指導の系統性の再構成が求められるのかもしれない。

テニスのトレトン社は、二〇年以上前からコートサイズを含めて規格を変え、動作を洗練してゆく三段階のラケットとボールを販売しています。(現在使用されているスポンジボールの原型)

用具を含む環境系の変化は、動作系に変容を生じさせ、「適当に折り合いをつけ」柔軟に対応(解決)していることが考えられます。そういわれてみれば、ボールの規格や空気圧、コートサイズやゴールの大きさの変更がボールゲームの様相を一変させることは、日常の授業実践でいつも経験していることで、教材と教具の検討と再考はいつもやっていました。

技術学習は不要か？

となると、教材や教具といった「環境系」を整えれば、あとは神経系と身体系が「適当に折り合いをつけて解決する」ので、放っておいても運動学習は進展するのでしょうか。

ギブソン学派的に言えばOKですし、「計算論派」と批判される伊藤正男、川人光人両先生の「小脳の自動学習性」という観点からも運動学習は進展します。

しかし、以下の面白い実験結果があります。スピードはストライド(m)とピッチ(歩/秒)の積で決まるため、最適ストライドを維持しながらいかにハイピッチで走るのかが重要とされています。そこで、高さ一〇cmのミニハードルを設置した五〇m区間を、ハードルと同じ四歩一組で、なるべく速く走り抜ける一過性のドリルを行い、ピッチの向上とタイムアップ、接地動作の改善(腰の下に接地する)が見られました。(山崎健・斎藤麻里子、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 第一五巻、二〇〇二年)

面白いことに、この傾向は一〇〇mを一〇秒台で走るスプリンター群に顕著に見られ、長距離選手群はあまり明確ではなかったことです。長距離選手群も、このドリルを2週間ほど継続すると同様の変化が見られますが、一過性(同日)では顕著な効果が見られません。

また、スプリンター群は、日によって五〇m走のタイムが同一であっても、スピードとストライド、スピードとピッチの相関係数が微妙に異なっています。(ストライドとの関係がより強い日もあるピッチとの関係がより強い日もある)

ですから、スプリンター群は、その日の体調やグラウンドコンディションなどに応じて柔軟に対応しているようです。そして、その対応を可能にする「スプリント走の内部モデル」を持っており、長距離選手群はそのモデルがないため、一過性のドリルでは顕著に改善されなかったと考えることができます。川人光人先生は、運動学習における小脳での「内部モデル」と「実際の運動結果との誤差」の重要性を指摘しています。

自転車運動で、最大酸素摂取量の七〇%の同一の運動(マラソン程度)で、ペダルの回転数を一分八〇回にすると最大筋力の一一%出力ですむのに対し、一分四〇回では一七%に達し、回転数の多い方が相対的に動員される筋群が

交代できる可能性があるという面白いデータがあります。(森谷敏夫、運動時の血流調節メカニズム、加賀谷・中村編「運動と循環」、NAP、二〇〇一年)

つまり、同じスピードであっても、ピッチの速い方が多くの筋線維を利用できることとなり、ストライド走法ではいわば「速い筋線維の力任せ」にスピードを上げていることとなります。接地衝撃もピッチの速い方が少ないわけですので、衝撃吸収にも使われている筋肉への負担を減らすことができます。

ただ、短距離走と同様にスピードはストライドとピッチと接地の仕方(スキル)によって相対的に決まりますので、アテネ五輪女子マラソン金メダルの野口みずき選手のように、筋力強化によるストライド走法(当然ピッチもそれなりに速い)という戦略をとる場合もあります。

これらのいわば「戦略決定」の問題は、環境系を準備するだけでは解決できず、神経系・身体系での「概念再構築(内部モデル形成)」が必要となります。

おわりに

「技術の習得過程を考え直す」ということで個別の新しい技術に触れることはできませんでした。しかし、「運動技術」として認識される運動経過は、身体と環境との相互作用で決定され、その実現には感覚入力情報が決定的な役割を果たしているのは事実です。

従来、単純で応答が遅いと思われていた「フールドバック型制御」も、視覚情報処理の考え方からは再考する必要が生じてきたようです。また、「技術指導の系統性」という概念の中では、運動の「自動学習性」や「自己組織化」の問題は「スモールステップ」や「バリエーション」のレベルとして認識されていました。

しかし、身体運動は、制御系(神経系)と被制御系(身体系)および環境との相互作用で具体的現実的に決定されているわけですので「認

識された概念(系統性)」とは必ずしも一致しません。ある段階では「バリエーション」であったものが別のレベルでは「系統性実現の本命」であることも考えられるわけです。

その意味で、外的客観的存在の「認識」とその動作系の「習得」及びその内的主観的「適用」との峻別とそれぞれの段階の理論的実践的再構築が求められているものと思われます。