

シンポジウム報告と補足：トレーニングは「何を」トレーニングするのか？

山崎 健（新潟大学）

出力系の構造

試合でのパフォーマンスを高めるには、試合での具体的な条件に合致したトレーニングが必要なことは論を待たない。従来出力系のトレーニングは、運動生理学的なエネルギー補填 - 生産系として、瞬発的な①ATP-CP系（ハイパワー）と②解糖系（ミドルパワー）及び持久的な③有酸素系（ローパワー）に分類され、スポーツ場面に応じてその比率が検討されている。

また、運動学的にも「速さ」について、①スピード（一定区間を速く移動する能力）と②アジリティ（動作の切り替えを含む敏捷性）及び③クイックネス（ゴールキーパーなどの瞬発力）というSAQという概念でとらえ、ボールゲームのポジション別でその比率が異なることも指摘されている。

動き（スキル：巧みさ）との対応

その一方で、エネルギー補填 - 供給系は、必ず「動き」ともなって発現されることから、スキルに関わってパフォーマンスを決定する「運動効率」という概念も指摘され、ランニングなどでは「弾性効率」と「推進動作」という関係から「滞空時間」対「接地時間」からみた「なんば走り」「二軸理論」などの問題提起もなされている。ハンマー投げの室伏広治選手が、筋力トレーニングと同等の時間をかけてその筋力を動きの改善に結びつけるトレーニング（「プラクティス」？）を行っていることは以前より指摘され、8月の日本体育学会のシンポジウムでも本人より「タオルを投げられるようになるまで」繰り返すことが報告された。

巧みさ（コーディネーション）

1930年代、ロシアの生理学者ベルンシュテインは「デクステリティ（巧みさ）」という概念で、膨大な自由度をもつ身体の制御が、「運動構築基準A～D（E）」といういわばレディメイドとそれ

らをたくみに「協応させる」高度に随意的（感覚的であって言語的・意図的ではない？・・VoluntalとVolitional：山崎、1983年）なものによって可能となることを指摘した。（ベルンシュテイン：工藤和俊訳、デクステリティ：巧みさとその発達、金子書房、2003年）

これが「コーディネーション（協応性）」という概念で、トレーニングの新たな視点として注目を集めている。この概念が単独で日本に紹介されたのは、綿引勝美の旧東独のスポーツ理論を概説した「コオディネーションのトレーニング」（新体育社、1990年）が最初と思われる。このなかで、綿引はテクニクトレーニングと筋力トレーニングを結びつける重要性を指摘する。

ベルンシュテインは、単純な力の発揮や長距離走には「巧みさ」は該当しないとしている（「彼は『巧みに』長距離を走りきったとはいわない・・・」）が、果たしてそうであろうか？

どのような運動経過であっても、身体運動は常に制御の問題を内包しているのではないか？

トレーニング計画とその内容

ボンパは、オゾーリンを引用して、旧ソ連のトレーニング理論での各期間の目標例を示した。（ボンパ：魚住訳、スポーツトレーニング、メディカル葵出版、1988年）

1) 一般的準備期と専門的準備期

①一般的な身体的準備の獲得と改善

②そのスポーツに要求される biomotor ability の改善

③特殊な心理的特色の練磨

④テクニックの開発、改善、完成

⑤次の競技期で使われる基本的な戦略手段の精通

⑥そのスポーツの特殊なトレーニングの理論と方法論に関する理論的知識の改善

2) 競技期

①そのスポーツの特異性にしたがった biomotor

ability と、心理的特色の継続的改善

- ②テクニックの完成と強化
- ③さらに進んだ戦術的策略と完成、そして競技経験の獲得
- ④一般的な身体的準備の維持
- ⑤アスリートの理論的な知識レベルの改善

3) 移行期 (3~4週間)

- ①休養
- ②リラクゼーション
- ③生理学的再生の促進
- ④一般的な身体的準備の維持(競技期の40~50%レベル)

トレーニング計画の対象は？

パフォーマンスを「動力と制御の矛盾」という二つの概念で考えたとき、選手はトレーニング過程で一体「何を対象として」獲得し、改善しているのかは大変に興味のもたれる問題である。

トレーニング計画では、獲得された動作や身体的能力を、「現実的(つまりは条件変動を含むが安定した運動実施と運動経過が求められる)」に適用してゆくことが求められ、運動強度、持続時間、テンポ変動、運動スキルの安定した発揮、メンタルコンディションの維持等々の多様性への対応が求められる。

山崎は2004年9月の現代スポーツ研究会：ワークショップ「トレーニングのリアリティを探る」で、トレーニングで改善されるものを、

- ・ 動作改善とそれを支える運動エネルギー生産系 +メンタルコンディション維持能力
- ・ 変動する複数の条件下でも「最高のパフォーマンス発揮」を求める(求められる)こと
- ・ トレーニングは「個別的条件」で行われ、パフォーマンスは「抽象的能力」として形成される？
- ・ 「運動習熟」の概念のエネルギー生産系からの検討が必須ではないか？

と提起をした。

運動能力の一般性と専門性

旧ソ連のスポーツトレーニング理論では、跳躍選手のトレーニングについて「一般的ジャンプ力」と「専門的ジャンプ力」という表現が用いら

れている。

ジャチコフは、走高跳選手のジャンプ力のトレーニングについて「全面的身体づくりの手段が持っている独自の特徴に流されないように、これらを専門的ねらいに基づいて選択することが大切である」と述べ、さらに「実際の経験からわかったことであるが、走高跳をも含めて、ある特定のジャンプ種目のジャンプ力を養成するには、取り入れる運動が専門種目の踏切り動作の構造および神経・筋の緊張の性質にどの程度合致しているかということが問題となってくる。このためジャンプ力は、各ジャンプ種目における動作の構造および神経・筋肉作業の特徴に応じて(いろいろな距離の競走に要求される持久力の場合と同じように)、専門化された方向に発達させる必要がある」と指摘している(ジャチコフ、岡本・酒井訳、走高跳のトレーニング、ベースボール・マガジン社、1964年)。

これは、トレーニングの「抽象性」と「具体性」に関わる問題であるとともに「トレーニングのリアリティ」の問題でもある。

スキル

トレーニングの目標が競技パフォーマンスの向上であれば、パフォーマンスの定量化は必須となる。しかし、出力系と制御系の複合構造としての「身体運動」の定量化はきわめて困難である。量的達成と質的達成という単純な構図では説明できない。

かつて山崎は、パフォーマンスの重回帰式として $Y = a_1 \times X_1 + a_2 \times X_2 + a_3 \times X_3 + \dots + b$ という ATP-CP 系、解糖系、有酸素系という出力系(X)が常にスキルの係数(a)と関わりながらパフォーマンス(Y)を決定する概念を示した。(山崎健、スポーツの認識と習熟、In 伊藤・出原・上野編「スポーツの自由と現代(下)」、青木書店、1986年)

ここでいう「運動スキル」という概念は、「歩」「走」「跳」「投」「捕」「打」等の運動の基本的形態及びその組み合わせによりほとんどの身体運動が実現されると仮定した場合に、それらの運動

形態が「一定レベル以上の運動効率 (Skill-full Movement)」で遂行されることを想定している。このスキルの獲得に関わった「運動習熟」について、伊藤は、運動実現のための「トルク最小モデル」を「教師役」として小脳に「逆ダイナミクスモデル」が形成されることを指摘している。(伊藤正男、熟練の脳内メカニズム、体力科学 Vol. 41 (1)、1992年)

トレーニングとプラクティス

また、出力系の向上を目指すもの(前述のジャコフの指摘する「一般的」「専門的」能力、オゾーリンの Bio-motor Ability に該当)を狭義のトレーニング、競技場面での高度なパフォーマンス実現を目指すものをプラクティス(心理的なものはメンタル・プラクティス)と定義する。

つまりどのような運動経過であっても(瞬発的であれ持久的であれ巧緻的であれ)、身体運動は様々な性質を持つ筋線維の収縮により、「運動スキル」を介して実現されるのであって、エネルギー補填-生産系は決して「主役」とはなりえない。この意味で、ベルンシュテインの「単純な力の発揮や長距離走に巧みさは該当しない・・・」という指摘は正しくはない。

おそらく、かなりの競技レベルにいたるまで、「運動スキル」の獲得が先行し、運動スキルを介したエネルギー生産系 (Bio-motor Ability) のトレーニングがなされているものと思われる。かつて、堀井学選手がわずか 35 秒間のスラップスケート対応のパフォーマンス向上のために、数時間にわたってリンクでの反復練習(当然出力系の発揮レベルを維持する休息を含む)を行っていたことは象徴的である。

戦略の決定

また、課題や条件を設定したトレーニング段階と刻々と状況の変動する現実のスポーツ場面では「戦略決定のロジック」が異なるものと考えられる。

2000年シドニー五輪で高橋尚子選手は 35Km でスパートを決断し、2004年アテネ五輪女子マラソンで野口みずき選手はレース直前に「25Km あたり

で様子を見て仕掛ける」との戦略的指示を実行し、世界最高記録保持者のラドクリフも棄権した酷暑のサバイバルレースを制している。

つまりある場面では「最高のパフォーマンス」ではなくとも「最適値の解」は存在し、それなりのパフォーマンスでピークを目指して乗り切る(「折り合い」をつけて解決する)ことも求められる。

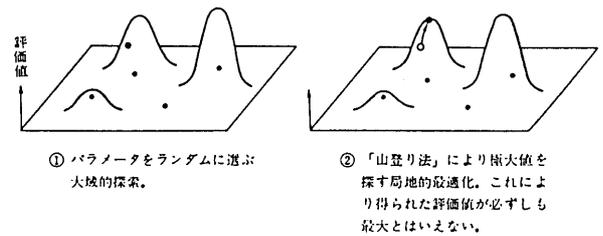


図1 「大域的探索」と「山登り法」での極大値探索 (知能システム研究会、BASICで作る脳の情報システム、啓学出版、1987年)

これは、ギブソン学派のいう「アフォーダンス」の問題でもあり、多賀の指摘する運動の自己組織としての「シナジェティック」にも相当するものとする。Turveyらの図にあるように、どの選択が「その場面では有効なのか？」が問われている。(山崎健、「運動科学」は「分析主義」への反論か「経験主義」への反論か、現代スポーツ研究会報告、2004年3月、浜松短期大学)

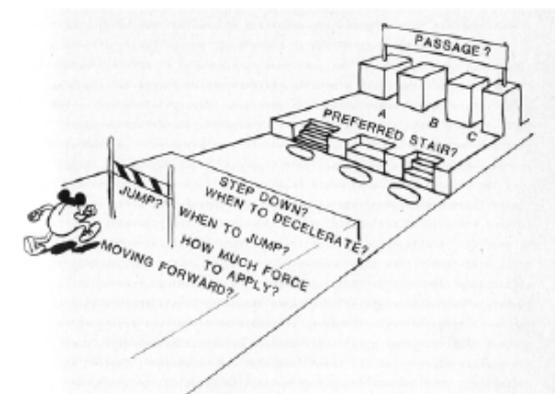


図2 M.T.Turvey, P.N.Kugler: AN ECOLOGICAL APPROACH TO PERCEPTION AND ACTION, (In H.T.A.Whiting ed. "Human Motor Action : Bernstein Reassessed")

運動習熟

山崎は、旧ソ連のトレーニング理論での「ダイナミック・ステレオタイプ」の概念について、1980年代に「マトリクスモデル」を、1990年代に小脳と関わった「新マトリクスモデル」を、更に2004年に多賀の「制御系」「身体系」「環境系」のトップダウンとボトムアップの反復による「脳と環境の強結合」「運動の自己組織」という概念に触発されて「身体系」と「環境系」のマトリクスが加わる可能性を指摘した。(山崎健、運動習熟とダイナミック・ステレオタイプの再考、現代スポーツ研究会報告、2006年3月、愛知県立大学)

膨大な身体の自由度の制御は、いわゆる「ベルンシュテイン問題」(佐々木正人、アフォーダンス-新しい認知の理論、岩波書店、1994年)を抱えてはいるが、まったくの事前準備なしでの柔軟な対応はありえない。

最近の脳研究では、わずか16個の電極での刺激が、複合された様々な動作を引き起こすことが報告されており(NHK特集、サイボークの衝撃、2005年12月)、脳内に運動の基本的形態を発現させるメカニズムが存在する可能性は否定できない。かつて福田が、スポーツ動作に「頸反射」「腰反射」などの姿勢反射が潜在していることを指摘(福田精、運動と平行の反射生理、木村書店、1957年)したが、そういったいわば「レディメイド」に相当する柔軟な動作発現は、ベルンシュテインの巧みさ(デクステリティ)ともギブソン学派の概念ともある意味で符合するものとも考える。

おわりに

トレーニングは「何を」トレーニングしているのか? 質的評価での量的達成か量的評価での質的達成か、あるいはその「折り合い」か?

運動学習は「何を」学習しているのか? 新たな動きの獲得(プログラミング)か既得の運動形態の組み合わせ(プランニング)か?

我々の膨大な自由度をもつ身体を、刻々と変化する環境に適応させるためには「単一のシステム」ではおそらく対応できないのではないか。

山崎は現在、スポーツ動作の制御と下顎の咬筋活動との対応を検討し、バックグラウンドとして存在する持続的な Tonic Factor と瞬間的に補正する Phasic Factor との二つのシステムにより並列的に制御されている可能性を検討している。

本シンポジウムでの里見氏(立命館大学)の報告では、ボート選手の乗艇トレーニングでは1ストロークの距離の伸びが改善されないためウェイトトレーニングの必要性が報告されたが、進藤氏(北海道大学)は体操競技では「自重」での演技自体が「最適」であることを指摘している。

ハンマーではなく「タオル」を用いた練習などは最も「非現実的」な方法ではあるがトップアスリートの室伏選手は敢えてそれを行っている。

私見ではあるが、トレーニングは「個別的」条件下で反復され、その積み重ねとしてパフォーマンスは「抽象的能力」として形成されてゆくのではないか・・・との漠然とした思いは依然として消えない。(未完)

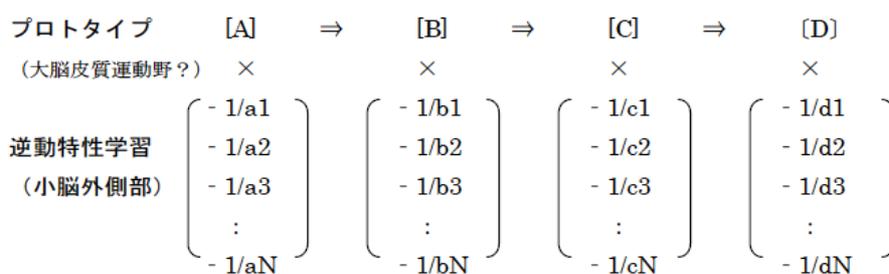


図3 ダイナミック・ステレオタイプの小

脳をも含むマトリクスモデル(おそらくここに身体と環境のマトリクスが加わる)(山崎健、現代スポーツ研究会ワークショップ報告、2004年)