

走運動の発生に関する若干の理論的考察

新潟大学・山崎 健

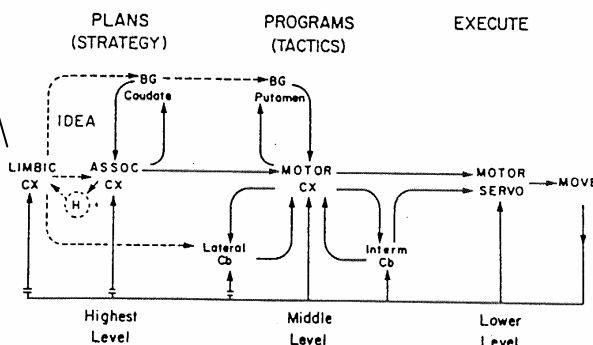
キーワード (弾性効率、最適値制御、カップリング、運動リズムの予測)

1. はじめに

- ・ 人間はなぜ文化的行為として「走」運動を行うのか？
- ・ 「スポーツらしさ」を形成する下位概念 (上位概念にまでつながるか？)
- ・ 人類史的に形成された「身体」の客観性？ (ヴィゴツキーの文化 = 歴史理論の身体版？)
- ・ 運動遂行に伴う情動 (『快』感情？) の発生 (とその再現性？)

随意運動における情報の流れ
(Brooks, V.B., 1986)

- BG Caudate : 大脳基底核・尾状核
- BG Putamen : 被核
- LIMBIC CX : 辺縁皮質
- ASSOC CX : 連合皮質
- MOTOR CX : 運動皮質
- MOTOR SERVO : 動作サーボ
- Lateral Cb : 外側小脳
- Interm Cb : 内側小脳
- H : 海馬



- ・ 本報告では「持久性走運動」を検討対象とする
- ・ 「スプリント走」は『仮説』の積み重ねによる展開となるため仮定の仮定が多すぎる

2. キーワード一覧

- ・ 弾性効率：一定速度以上では歩行よりも走行の方がエネルギーの再利用効率が高い現象で、筋の伸張反射という基本的性質により実現されると考えられる。同一の持久的能力を仮定した場合の「記録」の違いを説明する場合に用いられるが厳密には疑問。
- ・ 最適値制御：運動課題達成のために、現在の身体的状況に対応した最もエネルギー消費の少ない運動軌道に収斂する (「トルク最小モデル」: 「独習」性で小脳中枢説が有力)
- ・ カップリング：筋収縮による「ミルキングアクション (絞り出し)」の運動リズムが心拍出と対応して心拍数と同期する現象 (例えばピッチ 180spm の際の心拍数が 180bpm の場合など)。森谷は、筋収縮が右心房の収縮期に起こると拍出量は低下し心室の拡張末期から心房収縮前期に同期すると拍出量が増加することを指摘した (1995)。

図1: ポンプ作用が心臓に与える影響

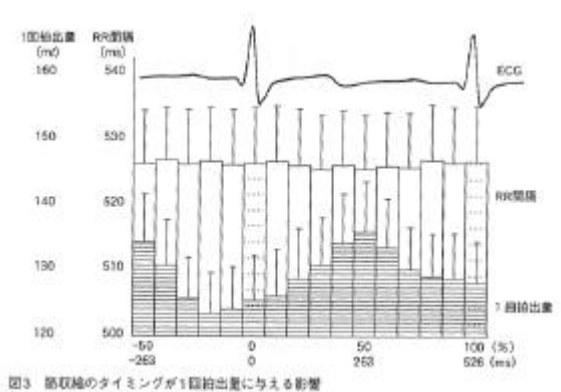
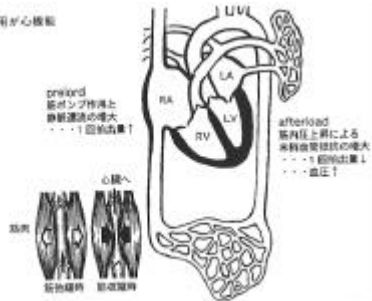


図3: 筋収縮のタイミングが心拍出量に与える影響

- ・ 運動リズムの予測：必要とされる運動エネルギーのリズミカルな生産と発現のために、心拍数などが予測性の反応を示す (逆に対応できない場合には『不調』を引き起こす？)

抜け足首の前方で足の縦アーチの中央へと落ちることを指摘する。このことは、頭、胴、大腿は下方にある関節の上に安定して乗っており、直立を保つのに筋力とエネルギーをほとんど必要としないこと、そして、全体重を支えている足部が、縦のアーチにより足底の踵と中足骨前方の二箇所及び拇指と小指の横アーチで支え、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るとしている。(筆者は、この「弾力的姿勢保持」は、運動エネルギーの再利用による効率に大きな意味を持ち、歩行から走行への変化の重要な因子と考えている。)

そして、ヒトの歩行を「ストライド歩行」と定義し、股関節が常に180度に近く、接床期中期からキック後の遊脚期の途中まで「過伸展状態」を示し、膝関節も接床期の大部分にわたって180度を保ち、足関節は接床期後期(離地時)に強い底屈し、大きな歩幅で体が大きく前に押し出され、筋活動で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となるとしている。

また、歩行の速度が増すとキックの極値は踵と拇指ボール部の二相性で大きくなり、走り出したときの下方分力は大きな1つの極値を持ち、瞬間的に1回でけり出していると指摘する。

(4) 走運動の発生

ヒトの移動運動としての「走」の発生は、おそらくは「逃避」や「狩猟」といった場面での「移動速度」を高める必要性から発生したものである。逃避はあくまで短時間の「速度優先」であるが、小林(1990)は、汗腺の発達した体温調節能の高いヒトでは、長い時間獲物を追い続け「効率よく走る」という長距離ランナーとしての能力も発達したのではないかとしている。

小林は、走運動における「弾性エネルギー」の利用にかかわり、着地相における脚伸展筋の伸張性収縮が弾性エネルギーを蓄え、引き続いておきる短縮性収縮期に再利用され、仕事量を増すと同時に、エネルギー消費を節約するメカニズムを指摘した。そして、ランニング効率は走速度の違いによって異なり、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ることに関わって、金子らの「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」というデータを引用し、筋の特質による効率の違いの可能性を指摘した。

香原(1986)は、動物の移動方法は、馬に代表される「蹄(ひづめ)行」から犬や猫での「趾(指の腹)行」の段階を経て、人類独

自の「蹠(つちふまず)行」という移動方法を生み出してきたとし、人間は安定した直立二足歩行を行うため足底をベッタリとつけるのに対し、蹄行や趾行はスピードを得るため膝関節と足関節(踵と足指のつけね)にバネをもち、足をおろしても反撥力がある。この点で「蹠行は原始的で特殊化しない歩行法」であり「走る時は人間も趾行になる」ものの、スピードの点では蹄行や趾行へ移行した大部分の哺乳類に取り残されてしまったと指摘している。

筆者は、この「蹠行を基本とした解剖学的構造での趾行」という矛盾を解決するものが足弓(アーチ)の存在であり、伸張性収縮による弾性要素を利用しての、足弓 足関節 膝関節 股関節という各部位を合理的に用いる「運動パターンの発生」ではないかと考えている。(人類の最高疾走速度は秒速約12mで7秒程度持続しかなりのレベルにあると考えられる。)

(5) 走の個体発生

人類学的なヒトの移動運動が、動的で弾力的姿勢保持を前提とした「直立二足歩行」であるということは、個体発生過程(乳児~老人)においても「歩行」運動の完成が先行する。そして、移動運動のバリエーションとして弾性エネルギー利用による効率の高い「移動速度を求める走行」や「移動距離や高さを求める跳躍」が発生した(する)と考えられる。

松浦(1982)は、運動パターンの発達について1.5才位で「いそぎ足」が可能となり、2~3才ぐらいから「走(両足が空中にある)」の発生がみられ、4.5~5才位でほぼ上手に走れるようになるが「1定区間の競争という社会的関係」の形成は困難であると指摘する。

そして、幼児期は諸能力の発生(芽生え)の時期で運動パターンのレパートリーの急速な拡大が見られるとしている。そして、8~9才で大人の可能な基本的パターンとその協応性が獲得され、これに対してその質的な向上は未発達であると指摘している。また、この時期の筋肉は「緊張(持久)的」傾向が強く、体重が軽いという特徴ともあいまって運動によってはあまり心拍数が上昇しない。また、走の切り換えも円滑ではなく35m中の最初と最後の5mのデータはあまり相関がなく、タイムも10~11才児に比較して再現性が悪い(そのつどタイムが異なる)こと。男女差はこの時期から現れ、運動の調整や協調、リズム性の能力は女子が優れているのに対し運動の速さや力強さは男子が優れていることを指摘する。

また、児童期~青年期については、50m走と100m走のタイムの男女差比較において、

50mでは6~8才で女子が走力に優れているのに対し、100mでは全年齢を通じて男子が優れ、女子では15才以降走力の減少を示すという興味深い結果が報告されている。これは「短距離とは何メートルか？」を考えるうえで大きな意味をもつデータである。

深代(1990)は5~12才での2ヶ月間の走幅跳の練習効果について、6~8才以降の練習効果が大きいことに加え小学校高学年で男女差が見られることを報告し、その原因を女子の運動経験の減少に求めている。

宮下(1985)は、走る動作の習熟過程について、2才以降は走る動作は年齢とともに急速に洗練され、6~7才ころまでにそのフォームが成人の様式にかなり近づくとし、「スピード」「ストライド」「ピッチ」の関係から、くり返しのリズムは比較的低年齢で決定され、10才以降の移動スピードの向上は骨格系の増大とそれを動かす筋肉の強化が大きな要因となることを指摘した。武藤(1985)は、発達段階との対応から、小学校期は「動きづくり」を重点とし、中学校期にかけては「スタミナづくり」を、また高校期には筋力づくりを行うプログラムを提起した。

このことは「運動パターンの獲得」と「一定の区間を速く走ること」とは異なった意識構造をもつ概念であると考えられ、「速く走る方法を獲得すること」と「速く走ること」とは直結しない。(幼児では「趾行」に近い方法で極めて速く移動する例がみられる。)故に「何故走り始めるのか？」という点については、その意識が「手段の獲得(対象としての動きの模倣)」にあるのか「目的の遂行(対象の追跡あるいは追い越し)」にあるのか、そして現象としては同時に進行しても「年齢に応じた走り方の獲得」と「年齢に応じた目標の達成」とは厳密に区別されるべきではないかと考える。

(6) トレーニングの影響

発達によって疾走動作が変化することはよく知られているが、トレーニングの影響はどのようなのであろうか？

伊藤(1989)は、6年間にわたる50m疾走の縦断的研究を行い、疾走タイムは男女とも毎年有意に短縮を示し、大転子を基準とした足先の動きの範囲も水平・垂直方向ともに増加したが、下位群にいた男女児童は以後の5年間で上位群には入れなかったと報告している。

宮丸ら(1990)は、小学3年生と6年生に日曜以外の毎日20分、6週間にわたるスプリントトレーニングを実施させ、50m走のタイムが有意に短縮し、これは主として歩幅の増大によるものであること、脚筋のパワーや立ち幅とびにも改善が見られたことを報告して

いる。

山崎ら(1998)は、小学生7名に4週間にわたり10回のドリルを実施させ、ピッチ、ストライド、疾走スピード、疾走動作を分析した。そして、短期間のトレーニングにより疾走タイムが短縮し、これはピッチの増加と適度なストライドの維持により実現されていること。トレーニング以前は、疾走スピードとピッチにのみ相関がみられたが、トレーニング後はスピードとストライドにも相関がみられ、スピードとピッチ、ストライドの関係が改善されたと考えられること。10秒間もも上げ(ステッピング)はピッチの改善に、ミニハードルによるマーク走は、適度なストライドの維持によりスピードを増加させるドリルとして有効なものと思われること。さらに、1年経過後の縦断的検討では、一過性のトレーニングよりもその後の発育・発達の影響が大きいこと。1年後の疾走動作の変容では、主としてストライドの増加によってスピードが決定されたこと。支持脚の股関節伸展速度と後方スウィング速度に加え、反対脚のもも上げ速度もスピードに影響を与えていることが示唆され、相反性のスキップドリルの実施も有効なものと思われることなどを報告した。

また、山崎ら(2002)は、陸上競技選手を対象として、複数のインターバルを設定しハードル走のように4歩1組で走るミニハードルドリルの効果を検討し、短距離選手、長距離選手とも50m走のタイムが向上したこと。20m以降のピッチ、ストライド、スピードを分析すると、短距離選手のドリル実施では、ピッチと疾走スピードの向上がみられたのに対して、長距離選手ではピッチの向上がみられたが、ストライドは短縮したこと。

「膝関節角度」「膝関節伸展速度」とも減少し、股関節伸展速度や脚全体の後方スウィング速度を、効率的に疾走スピードに変換することに対応した変化とも考えられること。

「股関節角度」も減少し、体幹の延長線上に近い位置に接地し、ブレーキの少ないキック動作に対応している可能性が考えられること。

4歩ドリルの実施は、スプリントパフォーマンスの改善に有効なドリルと考えられ、その背景には「最適ストライドの維持とハイピッチスプリント」という課題に対する「最適値制御システム」の存在が考えられる。短距離選手は、日常的にスプリントトレーニングを行っていることから、この「最適値制御システム」をある程度獲得しておりドリル実施で大きな改善がみられたことを報告した。

山崎らのデータは、短期間もしくは一過性のスプリントドリルが疾走スピードの向上と動作改善をもたらす可能性を示唆しており、

長期的トレーニングの効果とは若干異なる傾向がみられ、いわば「ソフトウェア的な適応可能性」を示している。ソフトウェア的適応は動作の質の向上をもたらし、それを効率的に支えるために長期的には出力系の改善をもたらすものと考えられる。

これらの発達段階の特徴を考えると、少なくとも幼児期～児童期と児童期～青年期との課題は異なっており、前者では筋の性質が持久的であることともあいまって、走の運動パターンやリズム性の獲得が先行し、後者ではその洗練とともに走運動の力強さや持続性(運動の振幅の増大)が求められることとなる。

(7) 大胆な仮説

筆者(1993)は、ランニングスキルの改善に関わって、スキルの発揮という観点から考えれば、瞬発系とされるFT系筋線維は細かな神経支配を受けており技術的要因に大きく関与しているが、持久性のST系筋線維は「抗疲労性」は強いもののあまり細かな神経支配は受けていないこと。「省エネ走法」と表現される上下動の少ないランニングスキルは、機械的効率を高め総エネルギーの消費を抑制しグリコーゲンを温存するとともに、衝撃吸収にも使用されるFT系線維の疲労を防ぎ、効率的スキル自体を支えるFT系線維の機能水準を維持するという二重の意味があることを指摘した。

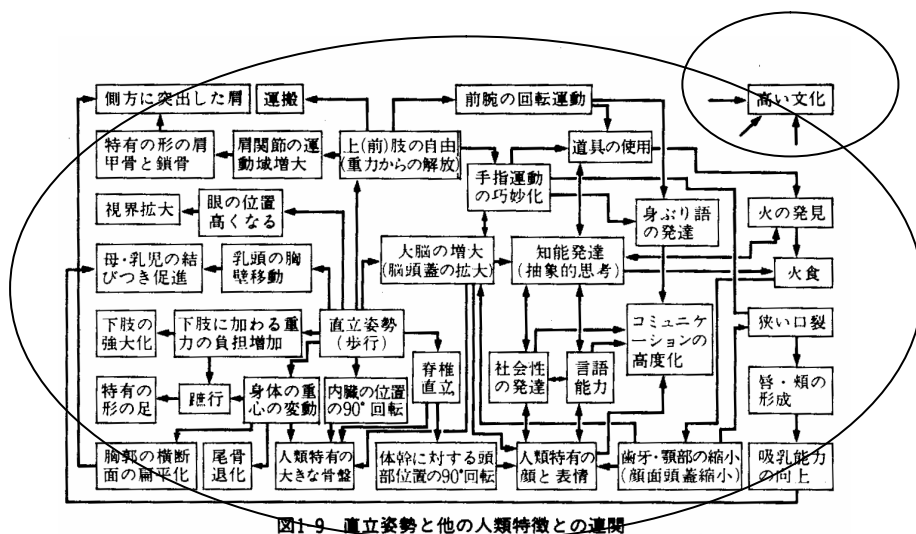
歩行の効率は弾性エネルギーを利用できないため10%程度と推定されているが、時速15~20kmのランニングの効率は、研究者によって異なるものの40~50%程度と推定されている。金子(1991)は、競歩のトップクラス(10kmを40分前後)の効率は29%という驚異的な値を示し、競歩歩行での弾性エネルギー利用の可能性を示唆した。そして、小林の指摘するように、長距離走では効率がよいがスプリントでは効率が悪いこと、また短距離選手と長距離選手とでは筋の特質に関連して効率に差がみられることなどから、おそらくは各自に最適な効率が複数存在しているのではないかと大胆な仮説を考えている。

その1つは、ATP-CP系といわれる瞬発系に対応した7秒間程度で最も高い疾走速度が得られるもの。もう1つはスピード持久力である解糖系に対応して1定時間継続し、最もエネルギー効率のよいものではないか。そして、前者は「スプリント的効率」、後者は「長距離ランナー的効率」に対応しているのではないか。また、筋肉量が低下してスプリントが困難になった中高年にジョギングが好まれること、持久型と瞬発型とで夫々自分に合った種目を選択していることなどとの関連も考えられると思うがいかがであろうか。

直立2足歩行がヒトの基本的移動運動であり、移動速度や移動距離、高さを求めて「走」や「跳」が発生したことは推論ができる。しかし、人間の文化的行為として何故「走」や「跳」にこだわるのかを考えると、「弾性エネルギー利用による運動効率の最適化(おそらくは高効率での運動遂行の快感をとまなうと考えられる)」は、大変に魅力のある仮説として現在私の頭を離れない。

【参考文献】

- ・ 伊藤 宏、小学生短距離疾走能力の縦断的研究、東海保健体育科学第9巻(1987)
- ・ 伊藤嘉昭、人類の起源、紀伊国屋書店(1966)
- ・ NHKスペシャル、「生命」第8集 ヒトがサルと別れた日、NHKビデオ
- ・ 小原秀雄、人[ヒト]に成る、大月書店(1985)
- ・ 金子敬二、競歩におけるトップアスリートの技術、体育の科学第41巻4号(1991)
- ・ 木村 賛、ヒトはいかに進化したか、サイエンス社(1980)
- ・ 木村 賛、二足で立ち上がったヒト(江原昭善編「サルはどこまで人間か」、小学館(1989)
- ・ 香原志勢、身体の履歴書、NHK(1986)
- ・ 小林寛道、走る科学、大修館書店(1990)
- ・ 深代千之、跳ぶ科学、大修館書店(1990)
- ・ 松浦義行、体力の発達、朝倉書店(1982)
- ・ 宮下充正、スキルの科学、大修館(1985)
- ・ 宮丸凱史・加藤謙1、成長にともなう疾走能力の発達、体育の科学第40巻10号、杏林書院(1990)
- ・ 武藤芳照、子どもの成長とスポーツのしかた、築地書館(1985)
- ・ 山崎 健、走運動の発達 その系統発生と個体発生、たのしい体育・スポーツ第16巻、ベースボールマガジン社(1987)
- ・ 山崎 健、スポーツ技術の研究は何に貢献するのか(中村敏雄編「スポーツのルール・技術・記録」、創文企画(1993)
- ・ 山崎 健、ランニングスキルの改善と歩数計測の意義、ランニング学研究第4巻(1993)
- ・ 山崎 健・石山和人、トレーニングによる小学生の疾走動作の変容、陸上競技紀要第11巻(1998)
- ・ 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15巻(2002)
- ・ 山中一郎、遺物から探る最古のヒト(江原昭善編「サルはどこまで人間か」、小学館(1989)



香原志勢、身体の履歴書、NHK (1986)
 (「高い文化」も歴史的に形成された身体に客観的に規定されるのではないか?)

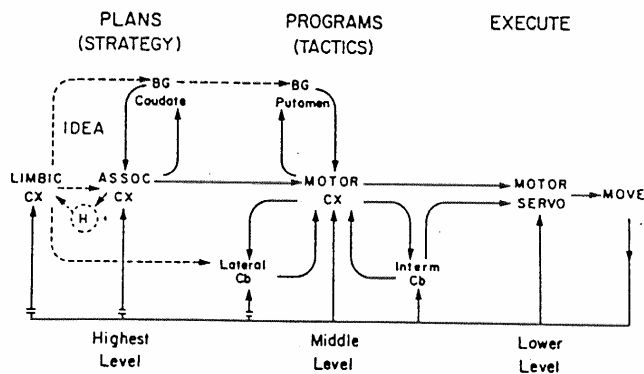
4. 本論：そして後段は以下・・・

< 研究構想 >

運動リズムに同期しようとする生体応答

仮説

Brooks の随意運動のシエーマから



随意運動における情報の流れ
 (Brooks, V.B., 1986)
 BG Caudate: 大脳基底核・尾状核
 BG Putamen: 被核
 LIMBIC CX: 辺縁皮質
 ACCOC CX: 連合皮質
 MOTOR CX: 運動皮質
 MOTOR SERVO: 動作サーボ
 Lateral Cb: 外側小脳
 Interm Cb: 内側小脳
 H: 海馬

「意思決定・意欲」の遅い時系列は PLANS (STRATEGY) に対応

「筋電図反応時間」の速い時系列は PROGRAMS (TACTICS) - EXECUTE

< 運動制御のメカニズムとして考えても・・・ >

・ 遅い反応も、速い筋活動反復の「周期性」によって統合されるのではないか?

< 運動リズムの発生とその遂行を円滑にするために・・・ >

・ 特に持久的運動では、運動リズムに同期した筋収縮の反復で遂行される

・ 筋収縮のエネルギー生産も、ATP - PCr 系の分解 - 再合成過程で「周期性」を持つ?

- ・ 筋収縮のミルキングアクション (静脈血の還流促進) も運動リズムに合わせて周期性を持つ・ ・ その結果
- ・ 心拍や熱生産の応答も運動リズムに「同期しよう」として周期性を持つのではないか?
- ・ エネルギー生産にかかわる自律神経系の反応も周期性を持った方が都合がよい?
- ・ 「意欲や戦略といった遅い系列の反応」も、「予測性」によって周期性を持つ?

<運動リズムに同期することによって運動に適応する 同期しようとする>

方法

- ・ ペダリングかランニング (こちらの方が周期性を誘発しやすいような気もするが)
- ・ 30 分の「定常負荷」「正弦波状負荷 (5 分×6 セット)」と「ランダム負荷」
仮説としては、正弦波状負荷の 5・6 セット目あたりで「予測性」の適応が見られる?
周波数の同期が正確になる or 疲労により応答性が悪くなる
持続的能力の判定基準やパーソナルフィッティングテストのモデル化が可能か?
- ・ ペダルの回転数、筋電、心拍数については「beat-by-beat」で周波数分析をする
- ・ 筋電図・心電図 : AD 変換で周波数分析し、運動リズムに順次同期してゆく傾向が見れるか?

理論仮説として

- ・ 6 セット目に、運動リズム (これも一定とは思えないが) に同期する (がこれも一定ではないが個々は同期している) ?
- ・ 1 セット目と 6 セット目で同期性が異なる (運動適応性?)
- ・ 持続的能力が低いのは抽象的な「持久力」がないのではなく「適応能」が低い?

5. まとめと構想

- ・ 「持続的走運動」はなぜ発生したのか?
生物的必然性として二足歩行での「移動速度」が必要なため・ ・ 逃げる・追う Etc
当然距離や高さを優先する「跳」運動も発生した・ ・ が
「見通し」を持って「長時間」「戦略的に」「追う」持続的走の発生?
酸化能力や発汗といった持続的走を支える能力の拡大と遺伝的形質の獲得?
推測としては「熱帯雨林の懐失」による長距離移動の必要性?
- ・ 走運動はなぜ現在も継続して存在するのか?
クロマニヨン人時代から変わらぬ人間の脳 (と身体) の構造と機能
(3 万 5 千年から 4 万年間、骨もおそらく脳も変わっていない : 養老孟司『唯脳論』)
「持続的走」のできる人類史的所産としての「身体の歴史性と普遍性」
:
労働 (+ 戦闘・行軍の必要性?) や遊戯のレベルでの『走』の発生はいつか?
非生産的 & 文化的行為 (「体操」やスポーツ) としての走運動の発生はいつか?
- ・ 走運動の「心地よさ」は「文化的価値」か?
『予測』の成立し得る運動・ ・
「スポーツらしさ」は「人間らしさ」に規定されるとすれば・ ・
スポーツパフォーマンスの「個別性」と「普遍性」と『共感』

現代スポーツ研究会年報(1) : 1994年

「競技力」と「スポーツらしさ」

新潟大学・山崎 健

1. なぜ「スポーツらしさ」の研究なのか

個別諸科学からのアプローチによるスポーツ関連の研究が進められるなかで、「スポーツらしさ」もしくは「スポーツらしさとの関連」を研究することはいかなる意味を持つのであろうか。例えば、最近のスポーツシューズメーカーの研究・開発は、材料工学やバイオメカニクスといった個別諸科学からのアプローチにより、ランナーのレベルにあった「走りやすいシューズ」を開発している。そしてそれは、それぞれの個人の骨格構造や脚力にあったランニングを実現し、着地衝撃による障害の発生を防ぎ、「42.195Kmを走りきる」という「マラソンらしさ」を確実に実現する重要な構成因子のひとつである。

ここでは、各人により異なる「マラソンらしさ」を「ほぼベストタイムで走りきる」という「共通項」を設定するという「約束」によって、「らしさ」を実現させる手法をとっているのではないだろうか？

それぞれのスポーツ種目には、それぞれの「普遍的なスポーツらしさ」と現実の各個人の「個別的なスポーツらしさ」が存在し、それらに一定の「共通概念」を設定することによって「らしさ」を規定し実現することとなる。故に我々が「スポーツらしさ」を研究することは、一方では共通概念としての研究対象の特性を明確にするとともに、他方個別事象の分析・総合を行うことによりその特性の実証（応用的な分野にあっては実現？）おも可能とする（研究対象と目的、方法の統一性方法論の確立）

ヴィゴツキーの「精神の歴史的文化的発達理論」は、人間の精神的独自性の発達は、人類史的所産の獲得によって実現されると規定される。もしもスポーツが人類史的所産として存在し、かつ人類の身体的・精神的構造を規定し形成してきたとすれば（エンゲルスのいう「労働の役割」のように）、理論的には「スポーツらしさの実現」「人間らしさの実現」と考えることができる。

縄文時代に、一過性に日本人の骨格に扁平脛骨（前後方向に狭い）が存在したことが報告されており、これは筋及び運動力の発達と栄養障害の両因子があるとされている。（木村賛、ヒトはいかに進化したか、サイエンス社、1980年、pp.149-152）

もしも、人類の身体構造の歴史性（人類史的発達）として「前後方向への身体運動の存在」が必要・・・と考えることができればどうであろうか。例えば、縄文人から現代人へと

いたる骨格構造の変化を検討することにより、現代人にとっての身体運動は「どのような構造を持つべきか（文化的価値を含むスポーツらしさまで規定できるかは別として）」を理論的に解明することができれば、「スポーツ自然人類学」とでもいうべき研究領域が成立し、そこでの独自の「スポーツらしさ」を規定することもできるのではないだろうか。

2. 「らしさ」を規定するもの

カール・ルイスが不調であって100mを10"5で走ったとすれば、我々の「印象」はどうであろうか？同様に、53才のマスターズ短距離選手の11"5や女子中学2年生の走幅跳6mジャンプといったパフォーマンスでの我々の受ける印象はどうであろうか？

山住は、人間の技術が作りあげたものなかにひそむ美として、中井正一を引用し、美感について「自分の肉体が、一つのあるべき法則、一つの形式、フォーム、型を探りあてたのである。このめぐりあった唯一の証拠は、それが楽しいということである」としている。（山住正巳、芸術教育、河合章編：講座現代民主主義教育 4 学校教育、青木書店、1969年、pp.185-186）

筆者は、スキルの概念を「エネルギー供給系と密接に関連した技術系の完成」と規定した。そして、その個人の「現在の最高のエネルギー発揮能力に対応した技術的完成度をともなった運動遂行」がいわゆる「運動様式」の概念に対応するのではないかとし、マット運動などでの子ども達の「精一杯」とも思える演技（技術的レベルは低くとも）が「感動を与える（芸術性が高い？）」ことと関連（「熟練した運動」は skilled movement であり、その人独自の熟練したやり方が確立された時は、art とも表現される）しているのではないかと指摘した。（山崎健、スキルの学習、楽しい体育スポーツ、No.47、1994年、p41）

つまり、各個人の「個別的スポーツらしさ」の実現には、出力系のレベルに最も適合した技術系の完成とその発揮（プラス評価すべき第三者 鑑賞者 の存在）が前提条件の一つであるものと考えられる。

しかし、やはり1991年の世界選手権でのカール・ルイスの9"86のパフォーマンスが最も「普遍的なスポーツらしさ」であって、最高の出力水準と最高の技術的完成、最高の環境（決勝で全員が自己ベスト：サーフェイス、シューズ等）とあいまっての「人類最高」のパフォーマンスが「スポーツらしさ」と「感動」を生んだ（これは、決してルイス個人のための記録ではなく、他の選手、役員、観客の存在をも含めたいわゆる「世紀の名勝負」として後世に残るものと考えられる）の

ではないだろうか？

3. 「競技力」の数量化とパフォーマンス

選手のパフォーマンスは変動するが、最大酸素摂取量に代表される持久力の水準は年間であまり変動しないといわれている。では選手やコーチは何を尺度としてパフォーマンスの変動を予測するのであろうか？

例えば、現在のマラソン選手は最大酸素摂取量の変動ではなく血液性状で疲労を判断している。しかし、これはトレーニング過程でのオーバートレーニングの判定に用いるのであって、ピークパフォーマンスを予測するものではない。このことが、コーチングの「コンディション」の見極めの困難さ(カンや経験に依存してしまう?)や「ピーキング理論の必要性」を示すこととなる。

筆者は、かつて、このトレーニング管理の困難さについて以下の指摘を行った。

「前述の持久性能力を評価する「最大酸素摂取量」や「血中乳酸閾値」等の指標は、なされたパフォーマンスとの「機械的効率」を推定し、トレーニング状態を把握するのに大変重要である。金子は、競歩選手の最大酸素摂取量や血中乳酸動態(LT₄、 $\text{ml} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ レベル)とパフォーマンスの機械的効率(技術レベル)の推定を行ない、「一定(最大ではない)の酸素摂取水準の維持能力」が競歩選手の成績と相関が深いこと、トップクラスの選手のバイオメカニクスの効率が29%と一般選手17%と比較して驚異的に大きな値を示すことを明らかにした。そして、そこで推定されるエネルギーの利用可能性について、コーチとの技術的示唆を含む討論により、従来のバイオメカニクスのな歩行・走行の概念をある程度変更する可能性が生じたことを報告している。

しかし、これらのパラメータは、レースの幾つかの状況をシミュレートしたものを実験的に測定したものであり、それ故にその選手の好調時と不調時の誤差範囲内に留まる可能性が大きい(シーズン中の最大酸素摂取量はあまり変動しないが、実際のレースでの記録はそれ以上に変動している)。世界陸上競技選手権・女子マラソンで山下佐知子選手は、高温下で自己記録1分更新し銀メダルを、有森裕子選手は自己記録を3分下回り4位に入った。2時間30分に対する3分(2%)の「誤差管理」は、現在のスポーツ医科学のデータのレベルでは不可能であろう。まして、トップクラスのランナーのデータは個別性が強く例数も極めて少なく、かつ統計学的にいえば「異常値」に相当する。

逆に、現在のスポーツ医科学のデータから恩恵を受ける可能性が最も高いのは、いわゆる「市民ランナー」ではないだろうか？上手にトレーニングを行い、食事・栄養・給水・ペース等を管理すれば、5時間程度の記録なら簡単に30~40分は短

縮できる。こちらの誤差管理ならスポーツ医科学の独壇場であろうし、コーチや選手、市民ランナーにも比較的理解のしやすいデータが多い。」

そして、このことにかかわって、各競技団体の規定する「金メダルへの体力水準」は、スポーツテスト等のラフな測定項目ではなく、種目別の個別性(各関節レベルでの出力水準まで規定)が大変に強いことを指摘した。そして、競技団体の成功例を、詳細な出力特性の分析と基準の設定、

その基準に向けてのトレーニング過程、選手の状態を把握する生理学、栄養学、医学等の導入、

現在の技術レベルの分析(機械的効率の推定や技術経過の分析)、その選手にとっての最適な技術の検討(シミュレーション)、技術の修得過程に対するバイオメカニクスのサポート、短期間でのデータのフィードバック体制、競技団体のスポーツ医科学とコーチング体制の明確なサポート等のポイントがクローズアップされる、と要約した。(山崎 健、スポーツ技術の研究は何に貢献するのか、中村敏雄編：スポーツのルール・技術・記録、創文企画、1993年、pp.165-190)

以上の点からも、詳細にかつ長期的に競技力を数量化することができれば、ピークパフォーマンスを予測すること(次の大会からしばらくは良い記録が出そうである)はある程度可能になってくる。しかし、「次のオリンピックでベスト記録を出す」というピーキングやコンディショニングまでを確実に実現することはいまだに困難であろう(「3ヶ月後の世界選手権では記録は出ない!」という予測はできる?)

これは、競技力としてのパフォーマンスが「出力系の数量化」のみでは説明しきれないことにかかわっており、同様に、スポーツ心理学でいう「メンタルコンディショニング」であってもパラメータの数量化による「ミクロな誤差管理」は困難なことと思われる。

以上のように、過去に遡って数量化されたデータと競技パフォーマンスとの対応関係を分析することは可能である。また、当面の試合でのパフォーマンスを予測することもある程度は可能と思われるが、やはり現在のところ「勝負はフタを開けてみないとわからない」という側面を常にはらんでいるのも現実である(これが、皮肉にも現代の「スポーツらしさ」の構成因子の一つとなる?)。

4. スポーツらしさと「共感」すること

「らしさ」を認識することにかかわって、いわゆる「通」の存在がある。では、経験者(昔とった杵柄)でなければわからないとすれば、それを誰が「通」と評価するのか？

おそらくそこには、スポーツらしさを規定する人類的共通性と個別的特殊性(スーパースター)との「中間的翻訳者」として「通」

が存在するのではないだろうか。

人間の身体運動は、基本的運動パターンとそれを構成する運動司令(トルク)と運動感覚とから成立すると考えられている。筆者は、この「翻訳」に用いられる運動感覚及び運動司令と言語的説明との関係について、スキルの操作的定義と記述的定義とのかかわりから以下の指摘をした。

「このような、2つの定義が存在するのは、おそらく人間の持つ2つの記憶-制御系(言語系と感覚系)に対応したものと思われる。感覚信号や運動司令の神経インパルス伝導速度は極めて速い(30~120m/sec.)もので、言語的確認(発音-確認過程)との時間的なズレを生じます。この点で、実際の運動遂行にあたっては「操作的尺度」が優先しますが、当然「雑な成分(個別の対応や意図した運動軌道との誤差等)」を多く含んでいますので熟練するには修正が必要なようです。

ところで、この修正にあたっての「(合理的と思われる?)記述的概念」は本当に必要なのでしょうか?

最近の神経生理学のデータでは、この「運動司令」の実体が「トルク(関節をどの位の力と加速度で動かすのかという概念)」ではないかと考えられてきています。つまり、「フォーム(各関節の角度とその組合わせ)」とはあまり関係していないのではないかということです。どうも「操作的な説明」や「他の動作の動かし方での例示」が「有効なような気がする」背景には、このことが存在しているのではないかと思うのです。

つまり、「記述的概念」というのは外的で普遍的なものなので、現実存在する各々の「個人」には対応していないのではないかと、私たちが運動を遂行する際には、この概念を自分の関節や筋出力に応じた運動司令(トルク)に「翻訳」しているのではないかということです。(山崎健、スキルの学習、楽しい体育スポーツ 49号、1994年、p41)

つまり「スーパースター」というのは外的なもので「各個人」には対応しておらず、我々が運動を遂行する際には、この「概念」を自分の関節や筋出力に応じた運動司令(トルク)に「翻訳」しているのではないかと考えられる。このことから、自らの身体もスーパースターの動きと「共感」できる可能性を持っているが、ただしその程度は経験のレベル(+現在の状態)に依存するのではないだろうか。

個人が運動を遂行する場合には、運動感覚は常に運動司令と対応している。では、素晴らしいパフォーマンスを見て「共感する」場合には運動司令は存在しないのだろうか?

サッカーの経験者が、「この1点!」のシュートチャンスのシーンに興奮して思わず絶妙のタイミングでキック動作(実際にボールを蹴るものではないが)をしてしまうのはよく見る(経験する)ことである。つまり、この

「キック動作」という「運動司令と運動感覚の疑似体験」を伴うことが、より「共感を高める」役割を果たすのではないだろうか。

5. 「共感」することの普遍性と個別性

この運動司令と運動感覚の「共感」の問題は、同時にいわゆる「転移」の問題とも密接に関連する。筆者は、この問題について、

「既に覚えたある動作で他の場面での課題を解決する事を「転移」といいます。テニスを全くやったことの無いバドミントン選手がテニスを始めると「先ず」バドミントンの動作パターンで処理しようします。そして、思考錯誤を繰り返すうちにテニスのラケットとボールとコートサイズにあったストロークの動作パターンが形成されます。

ここで問題なのは、この動作パターンは「新しいもの」なのか「変形したもの」なのかということ事です。そして、もしも変形であるとすれば「元のバドミントンのパターン」はどうなってしまったのか?ということ事です。もしもそれぞれのパターンを新たに増やして行くとすれば、人間の脳の中は個別のパターンでいっぱいになってしまいます。また、変形させたとすれば、元のパターンは消えてしまいます(テニスが上手になったらバドミントンができなくなった!)。しかし、どちらの考え方もあまり現実的ではありません。

とし、このメカニズムは複雑すぎて良く解っていないものの、個人的推論として、伊藤のいう小脳の逆ダイナミクスモデルがかかわっているのではないかと指摘した。(山崎健、スキルの学習、楽しい体育スポーツ 53号、1994年、p45)

まず、大脳皮質運動野にはラケットスウィングという「動作のプロトタイプ(動作プログラム)」存在すると考える。そして、そのプロトタイプを実際の運動場面に適用する際には、現実のスウィングパターンの動特性(バドミントンらしさが残るテニススウィング)のズレを補正するために、その逆動特性を小脳が学習し、テニスボールを相手コートに返球できるようになる(動特性: $G \times$ 逆動特性: $1/G = -1$: ピッタリ!)のではないかとことである。当然、プロトタイプはそのままなのでバドミントンでも従来の小脳の逆動特性モデルを使って上手にシャトルを打てるのではないかと?

伊藤は、これを「大脳-小脳連関ループの制御系モデル」とし、さらにある大脳領域の思考機能の小脳でのシミュレーションモデルの完成が、前向き制御で他の大脳領域を制御するという「メンタルモデル(ある思考パターンで異なる対象にアプローチする)」をも示している。(伊藤正男、実験科学からのアプローチ、伊藤編「脳と思考」、紀伊国屋書店、1991年、pp.23-40)

ゆえに、「普遍的な」スポーツらしさを「個

別的に」共感するというこの背景には、ある程度のスポーツ経験が必須と考えられるが、他方我々の動作は「運動の基本的形態(プロトタイプ)」とその組み合わせから成立しているとも考えられる。神経系からみた「スポーツ経験」とは、動作の「普遍的」プロトタイプは各自がもちあわせているわけで、実際には「小脳の逆ダイナミクスモデルの学習経験(適用範囲の増大?)」とみなすこともできるのではないだろうか。

6. まとめにかえて

ある個人の「スポーツらしさ」を成立させるものが、その時点での最高水準の出力系と制御系(意志的要因をも含めて)の融合した運動行為であるとすれば、厳密にはその個人のみが「達成感、自己実現感」を実感できる。しかし、我々は、前述の「共感」のメカニズムの存在によってある程度の「個別的なスポーツらしさ」を受容することもできる。

そして、順調にトレーニングを積んだ選手の「ここの一番の試合」での優れたパフォーマンスは、本人の「予定どおりの運動経過への確信」により心理的充実感や意志の高揚をもたらす。そして、そのことがエネルギー供給系を活性化させ、さらに優れた(上出来の?)パフォーマンスをひきだすものと思われる。それはある意味で、選手個人のレベルを越え、より普遍的(人類的)な「スポーツらしさ」を実現し、それゆえに観賞する第三者に対しても高い感動(共感)を与えるのではないだろうか?

その意味で、トレーニング過程によって形成された高い「競技力」は、その個人の「個別的」なスポーツらしさを「普遍的」なスポーツらしさに止揚するものと考えられるが、その数量化やコンディショニングへの応用はまだまだ将来的な問題ではないのだろうか。

・ 「持久的走運動」はなぜ発生したのか?

生物的必然性として二足歩行での「移動速度」が必要なため・・逃げる・追う Etc
当然距離や高さを優先する「跳」運動も発生した・・が

高次脳機能の発達を前提とした「長時間、戦略的に追い続ける」持久的走の発生?
酸化能力や発汗といった持久的走を支える能力の拡大と遺伝的形質の獲得?

推測としては「熱帯雨林の懐失」による長距離移動と狩猟のための必要性?

「ヒトの歩行の有利さは長距離を定常的に進めることにあるという主張がなされている。現在の狩猟民の観察により、決して瞬発的速度の高くないヒトが、長距離を追いまわすことによって獲物に追いつくことができることが示されている。このように適応したヒトとサルのロコモーションの間隙は大きく、今なお十分説得力のある説は完成されていない。」(木村賛「ヒトはいかに進化したか」、サイエンス社、1980年)

・ 走運動はなぜ現在も継続して存在するのか?

クロマニヨン人時代から変わらぬ人間の脳(と身体)の構造と機能

「・・3万5千年から4万年間、骨もおそらく脳も変わっていない・・」

(養老孟司『唯脳論』、青土社、1989年)

「持久的走」のできる人類史的所産としての「身体の歴史性と普遍性」

運動機能完成のプロセスでの自発的運動実施(古くからの「遊戯発生説」?)

外的獲得対象としての「走運動」の存在(文化?)はあるのか・・遊戯と模倣?

:

狩猟(+戦闘行為の必要性?)や遊戯のレベルでの『走』の発生はいつか?

非生産的&文化的行為(「体操」やスポーツ)としての走運動の発生はいつか?

・ 走運動はなぜ「一定の運動経過」に収斂するのか?

人類共通の身体の筋・骨格構造と「その範囲内での」能力の個別性

運動課題の共通性と高次脳機能としての抽象的思考能力(初期的には模倣行為?)

課題と身体の物理的構造によって規定される身体各分節の「固有振動周波数」の存在

運動軌道決定での「トルク最小モデル」(運動技術の「経済性」「効率性」の根拠?)
(川人光男「運動軌道の形成」、伊藤・佐伯編「認識し行動する脳」、1988年)
ある時点でのエネルギー供給レベルの「状況」に応じて運動軌道を変容させる?
「フォームが悪い」のではなく「疲労状況に応じた最適な運動軌道」を決定している?
・・・が当然記録(パフォーマンス)は悪い!

- ・ 持久的走運動の「心地よさ」は「文化的価値」か?
「スポーツらしさ」は「人間らしさ」に規定されるとすれば・・・
運動の生物学的効果と生理心理学的効果(反復による機能向上の知覚と志向)
 - 心臓 血管系の機能改善、悪玉コレステロールの減少、肥満や高血圧といった『生活習慣病』の予防と解消等々
 - 軽度の運動による心理的ストレスの発散効果(代償性の攻撃ではない?)、軽い抑うつ 効果や不安傾向の解消効果
 - 体温増加説:短期的鎮痛効果、内分泌説:ステロイドホルモンの蓄積と抗ストレス性の獲得、筋活動電位低減説:筋活動のレベルを下げ緊張や痛みを低下させる、神経伝達強化説:ノルアドレナリン、ドーパミン、セロトニンを増加させ抑うつ効果をもたらす、モルフィネ様物質説: エンドルフィンによる鎮痛作用、自律神経系の興奮による情動、快感への関与、運動による快感中枢刺激説:大脳辺縁系の報酬系を刺激する、帯状皮質運動野という「報酬の価値判断」に関わる運動中枢がある・・・
- ・ 『予測』の成立し得る運動の意義
 - 『快適自己ペース運動』と最大パフォーマンスの制限因子
 - 競技スポーツとして考えれば、その日の身体的精神的状態での『自己ベスト』?
 - 励ましや意欲等の心理的要因での向上(人間独自の脳機能によってのみ可能)
 - (渡辺雅之「ウルトラランニングの制限因子」、体育の科学 Vol.53、2003年)
 - 運動の発現(PLANS,IDEA)は、辺縁皮質(情動の中核でもある)から発生すること
 - PROGRAMS や EXECUTE の周期性から、遅い成分も予測性の周期性を持つ?