

陸上競技学会誌

Japan Journal of Studies in Athletics

● 研究

背面跳びの技術類型に関する運動学的
考察 1

渡辺輝也

大学男子跳躍選手における競技パフォー
マンスとテストバッテリーの関連 12

青木和浩, 河村剛光, 中丸信吾
越川一紀, 吉儀 宏

立幅跳における記録向上要因の規定
が跳躍記録に及ぼす影響 19

井奥一樹, 前田正登

● 陸上競技Round-up

反射活動は調節される 29

～短潜時伸張反射に着目して～

小木曾一之

● 日本陸上競技学会第5回大会

～女性アスリートのトレーニング・コーチング～

基調講演 38

井村雅代

記念講演 43

藤田信之

シンポジウム

：女性アスリートおよび女性コーチの現状と課題

・陸上競技 47

浅見美弥子

・バレーボール 49

廣 紀江

・陸上競技 50

川本和久

コーチングクリニック報告

：トップレベルのトレーニングとコーチング

・女子砲丸投 53

小山裕三

・競歩 56

佐伯徹郎

● 日本陸上競技学会会則

**Vol.5,
2007**

背面跳びの技術類型に関する運動学的考察

渡辺輝也¹⁾

A study on variations of the flop-technique from a viewpoint of anthropological movement theory

Teruya WATANABE¹⁾

Summary

In the extant track and field literature, many researchers have classified the flop-technique into two variations: Speed-Flop and Power-Flop.

However, a review of these studies shows that the standards of classification are ambiguous with respect to clearly categorizing the flop-technique. With this ambiguity, we cannot successfully devise a training method aimed at improving technique. Moreover, not only is it difficult to set goals, but the evaluation of movements is also uncertain.

Therefore, the purpose of this study was to reconsider the standards of classifying the flop-technique by thoroughly reviewing studies and by comparing the jumping form of 36 male, world-class athletes from the viewpoint of anthropological movement theory. The results showed that four variations of the flop-technique—Power-Flop A, Power-Flop B, Speed-Power-Flop, and Speed-Flop—were classifiable based on the degree of acceptance of the elements of the straddle. In addition, consideration of technical progress of the flop since 1968 revealed that each of the four variations remains a useful technique.

Thus, the four variations of the flop that were presented in this study can be considered as models for evaluating skills of the high jump. Future research should clarify relationships between these variations and variations of the approach run.

キーワード：背面跳び，技術類型，ソ連式ベリーロールの技術要素，運動モルフォロジー。

1. はじめに

新しい動きを身につけさせたり，すでに習得された動きをより合理的な仕方に修正したりする場合，指導者はそこで習得が目指される動きのかたち（運動形態）を具体的に把握しておかなければならない．どのようなかたちの動きかたが学習目標となっているのかが明らかにされていなければ，トレーニング手段を提示したり，トレーニング結果の評価を行ったりすることはおろか，そもそも動きの獲得や修正を目指したトレーニングに取りかかることすらできないからである（金子，2002，84頁）．

今日の走高跳の競技会では，レベルを問わずほとんどすべての選手によって，「背面跳び」という跳躍法が用いられている．しかし，さまざまな習熟レベルの，さらにはさまざまな個性をもったジャンパーを指導する走高跳のコーチは，こうしたジャンパーのそれぞれに対して，オーダー・メイド方式で目標技術を提示しなければなら

ない．それゆえ走高跳のコーチには，そもそも背面跳びにはどのような技術類型を区別することができ，その各々がどのような特徴をもっているのかということについて，基本的な知識が要求されることになる．

背面跳びに「スピードフロップ」と「パワーフロップ」という2つの技術類型を区別することができるということは，すでに広く知られている．しかし，走高跳のコーチがこの2つの技術類型を目標技術として取り上げようとする場合には，本論の考察を通して明らかにされるように，いくつかの未解決の問題に直面することになる．それゆえ本論では，「運動モルフォロジー」(Buytendijk, 1956, S.41)の視点から，背面跳びにおける従来の技術類型の問題性を解明するとともに，新たな技術類型への区分を確立し，さらにその意義を明らかにすることが目指される．

なお，ここでいう運動モルフォロジーは，運動ゲシュタルトと見なされる運動形態，言いかえれば，「いろいろな動感意識に統一的な意味づけが与えられる志向的形態」(金子，2005 a, 33 頁)の発生と構造に関する類型学的研究と解され，ボイテンデイクも指摘しているように，そこでは自然科学とは本質的に別種の分析が行われる (Buytendijk, 1956, S.41)．すなわち，運動モルフォロジーの研究では，「私自身の動きつつある感じの様態を自ら観察できる能力」(金子，2005 a, 36 頁)と「観察対象に動感志向性で共鳴できる能力」(金子，2005 b, 151 頁)を前提とした，「動感観察能力」に基づく観察分析が行われるのである (金子，2005 b, 140 頁以下)．このモルフォロジー的運動分析を科学的運動分析で代替することはできない．運動モルフォロジーの研究対象である運動ゲシュタルトは，ヴァイツゼッカーも指摘しているように，「客観的にもはや存在しないものと客観的にまだ存在しないものとの，現在における同時性を要求するもの」なので，自然科学的分析の前提となる「客観的時間の中では無に帰する」からである (ヴァイツゼッカー，74 頁，1995)．

それでは以下ではまず，背面跳びの誕生と技術類型の発生のプロセスを，背面跳びの誕生以前にまで遡って確

1) 筑波大学体育研究科 Master's Program in Health and Physical Education, University of Tsukuba

〒305-8574 茨城県つくば市天王台 1-1-1 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8574, Japan

認しておきたい。

2. 背面跳びの誕生と技術類型の発生

1950年代中盤から1968年までの間、世界の走高跳界はソ連の選手たちによってリードされてきた。この時期のソ連では、走高跳の競技力を高めるために、合理的な体力トレーニング法と効率的な跳躍技術を組み合わせて用いることが試みられていた。すなわちソ連の科学者たちは、一方で選手のパワーを最大限に高めるトレーニング理論を確立し、他方で、こうして高められたパワーを十分に利用することのできる技術要素（「踏切1歩前の身体重心の深い沈み込み」、「踏込み局面の上体の大きな後傾」、「踏切局面の伸ばした振上脚と両腕の振上げ」）（Tidow, 1994, Nr.1, S.15）から構成されたいわゆる「ソ連式ベリーロール」（村木, 1982, 299頁）（注）を理想技術に位置づけたのである（ジャチコフ, 1966: Dyatchkov, 1969）。これに加えてソ連では、科学的データに基づいて周回なタレント発掘や選手選抜を行うシステムが構築され、天才的な資質を持つ選手に長期的、体系的なトレーニングを行わせることが可能になった（イエシス, 1990, 20頁以下）。こうして、ソ連から数多くのトップジャンパーが量産されていった。さらに、彼らの輝かしい成績にその価値を裏づけられたソ連式ベリーロールは他の国の多くのジャンパーたちにも試みられ、この時期の世界の走高跳界で広く用いられるに至ったのである。

こうした時代背景のもとで、アメリカのディック・フォスベリーは、メキシコ・オリンピック大会（1968）において、背面跳びという奇抜な跳躍フォームを用いて2m24の記録を達成し、ソ連式ベリーロールを用いる選手たちを抑えて優勝してしまった。

ソ連式ベリーロールに特徴的に見られる技術要素を習

得しそれに熟練するまでには、通常3～4年が必要であるといわれている（Hopf, 1972, S.668）。それは、この技術要素を習得することそれ自体が難しいということとならんで、この技術要素を使いこなすには「強い脚筋力が必要とされる」（Nett, 1972, S.55）ためである。これに對して、フォスベリーのオリジナルの背面跳びにはソ連式ベリーロールの技術要素がまったく取り入れられていなかった。また、このオリジナルの背面跳びの技術要素（曲線助走、走幅跳に似たシンプルな踏切、バーに背を向けた状態でのバーのクリア）を習得することはそれほど難しくはなく、それを使いこなすこともほとんど1シーズンで達成可能であった（Hopf, 1972, S.668）。しかも、背面跳びのバー・クリアランスの効率はベリーロールの場合と同程度に高かった。このために、とくにパワーに劣る女性ジャンパーやジュニアジャンパーの自己記録は背面跳びを用いることによって大幅に引き上げられた（Herter, 1972, S.665: Tidow, 1994, Nr.1, S.15）。これらの選手の支持を受けて、さらには厚い着地マットが普及した影響もあいまって、背面跳びは瞬く間に世界中に広まったのである。

他方で、それまでソ連式ベリーロールを用いていた選手や彼らのコーチはソ連式ベリーロールの技術要素を背面跳びに取り入れる努力を行った。こうして、背面跳びに2つの技術類型が生まれることになる（Herter, 1972, S.665）。オリジナルの背面跳び、すなわち「スピードフロップ」と、ソ連式ベリーロールの技術要素を取り入れた背面跳び、すなわち「パワーフロップ」である。表1には、スピードフロップとパワーフロップを扱った文献（Costello, 1982: Doherty, 1976, pp.120: Doherty, 1977: Killing, 1989: Tancic, 1978: Tidow, 1994: Reid, 1984: レイド, 1985）を参考にして、これらの2つの技術類型

表1 スピードフロップとパワーフロップの特徴

○スピードフロップの特徴	○パワーフロップの特徴
・助走スピードが速い	・助走スピードが比較的遅い
・比較的長い助走を用いる	・比較的短い助走を用いる
・踏切1歩前の身体重心の沈み込みが浅い	・踏切1歩前の身体重心の沈み込みが深い
・踏込み局面で上体をあまり後傾させない	・踏込み局面で上体を大きく後傾させる
・バーから遠く離れたところで踏切る	・バーの近くで踏切る
・踏切時間が短い	・踏切時間が比較的長い
・振上脚を小さく折りたたんで振上げる	・振上脚は大なり小なり膝を伸ばして振上げる
・踏切であまりブレーキが生じない	・踏切で大きなブレーキが生じる
・踏切足が離地する時の身体重心の上昇角度が小さい	・踏切足が離地する時の身体重心の上昇角度が大きい
・やせ型の選手によく用いられる	・筋肉質の選手によく用いられる

の特徴が簡単にまとめられている(表1)。

3. 従来の技術類型の問題性

この背面跳びの2つの技術類型には、走高跳のコーチたちによってどのような評価が下されているのであろうか？

ホルスト・ヘルターは「背面跳びとベリーロールの融合は果たして進歩なのか？」と題した論文の中で、この2つの技術類型の踏切動作の特徴はそれを行う選手の感覚運動系能力に対応しているということに注目して、背面跳びのこの2つの技術類型の意義について次のように述べている。背面跳びが登場してからここまでの「3年間の走高跳の上位者リストがわれわれに確信させ、証明しているのは、個人に固有の運動リズムと技術の外的な運動経過が一致していることが競技力の向上にとって非常に重要であるということである」。すなわち、オリジナルの背面跳び(=スピードフロップ)を用いて記録を伸ばしてきたハイジャンパーたちがベリーロールの技術要素を取り入れることは、その人に固有の運動リズムに合わない仕方を取り入れることになるので、自らの身体的特性がオリジナルの背面跳びに適していないジャンパーたちの場合にのみ、背面跳びとベリーロールの融合タイプ(=パワーフロップ)が勧められるというのである(Herter, 1972, S.665)。また、アメリカのケン・ドハティーは、このスピードフロップとパワーフロップという2つの選択肢を「同じ山頂へと通じる2つの道」(Doherty, 1977, p.33)と表現している。つまり、ハイジャンパーがより高く跳ぶためには2つの方途が存在しており、その中から自分の特性にあった方を選択できるというのである(Doherty, 1976, pp.120; Doherty, 1977)。同様に、カナダの走高跳ナショナルコーチであったパット・レイドも、2つの技術類型をもった背面跳びという「跳躍方法はすべてのジャンパーに、なんらかの成功をもたらしてくれる」と述べている(レイド, 1985, 171頁)。

一方で、多くの日本人トップジャンパーを指導した村木征人は、スピードフロップやパワーフロップといった背面跳びに見られる技術類型というものはジャンパーの個別特性に応じて生み出された「次善策」(村木, 1982, 290頁)でしかなく、「究極的なジャンプの理想像としては、当然ながら両者の長所を最大に生かす方向が目指されるべきである」(村木, 1982, 296頁)と主張している。つまり、パワーフロップの場合には、上昇力を生み出すためにカギとなるソ連式ベリーロールの技術要素を取り入れたことによって助走スピードの利用が制限されているし、スピードフロップの場合には、速い助走スピードの利用を強調することによってソ連式ベリーロールの技術要素を取り入れることが制限されているので、「究極的」には「できるだけ」速い助走スピードを利用し、かつ「できるだけ」ソ連式ベリーロールの技術要素

を取り入れること(大きな踏切動作を用いること)が目指されるべきであるというのである(村木, 1982, 290頁)。それゆえ、村木の主張にしたがえば、パワーフロップを用いる選手の場合にはその踏切の仕方を変えることなくより速い助走スピードを利用することが目指されることになり、スピードフロップを用いる選手の場合には助走スピードの低下をできるだけ抑えたままソ連式ベリーロールの技術要素を取り入れることが目指されることになる。したがって、この場合には、ソ連式ベリーロールの技術要素が取り入れられていない純粋なスピードフロップは「究極的」には理想技術とはなりえないということになる。

さらに、陸上競技の理論家として著名なドイツのギュンター・チドウは、技術的に熟達するまでの道のりににおいて膝関節にしばしば故障が生じてしまうというベリーロールの重大な欠点を指摘している(ソ連式ベリーロールの技術要素が取り入れられたパワーフロップの場合にも、この欠点は当然あてはまることになる)。これに対して、背面跳びの場合(とりわけ速い助走スピードを用いるスピードフロップの場合)に典型的に生じる足関節の怪我の危険性は、特別な工夫がほどこされたシューズを用いることによってかなり低減することができると主張している(Tidow, 1994, Nr.1, S.15 ff.)。チドウはこの主張に引き続いてスピードフロップの技術論を展開しているのである。さらに、現在ドイツの走高跳ナショナルコーチとして活躍しているウォルフガンク・キリンクは、自身もパワーフロップを用いて1978年に2m28という記録を達成しているにもかかわらず、次のように述べて、今日の世界の走高跳界ではもはやスピードフロップが支配的になっていると主張している。「ベリーロールに影響された選手世代やコーチ世代の『絶滅』をもって、パワーフロップの時代は終わった。パワーフロップを用いたこれまでの最後のワールドクラスハイジャンパーは、2m36を跳んだチェコスロバキア社会主義共和国のヤン・ツバラ(コーチはコバル)であった。膝の故障のためという典型的な仕方で、ツバラは走高跳を辞めなければならなかった。それ以後、スピードフロップ、厳密に言えばオリジナルの背面跳びが支配的な跳躍法となっている」(Killing, 1995, Nr.40, S.1277)。

以上をまとめれば、有力な走高跳のコーチたちの間では、背面跳びの2つの技術類型の評価に関して以下の3通りの主張が行われているということが出来る。すなわち、背面跳びに2つの技術類型が存在していることによって、多様な身体的特性をもった選手に成功のチャンスが提供されるという主張(ヘルター、ドハティー、レイド)、スピードフロップやパワーフロップという技術類型はそれぞれ欠点を伴っており、究極的にはこれらの欠点の取り除かれた技術が用いられるべきであるという主張(村木)、そして、パワーフロップは膝の故障を引き起

こすという重大な欠点を持っているので、今日では、このような欠点を持たないスピードフロップが用いられるべきであるという主張（チドウ，キリンク）である。

上に述べた背面跳びの2つの技術類型の評価をめぐる意見の対立に加えて、背面跳びの技術類型に関する論議には、次のような問題を見出すことができる。すなわち、スピードフロップやパワーフロップをテーマにした文献を概観してみると、各々の著者によって提示される2つの技術類型の特徴が少しずつ異なっていて、ある著者がスピードフロッパーとして分類した選手が、他の著者の場合にはパワーフロッパーに分類されているということがしばしば見出されるという問題である。たとえばフランク・コストロはアメリカのフランクリン・ジェイコブスをパワーフロッパーに分類しているのに対して、ドラージェン・タンチッチはスピードフロッパーに分類している（Costello, 1982, p.20；Tancic, 1978, Nr.23, S.753）。この種の問題が生じる原因は、スピードフロップ、あるいはパワーフロップとはどのようなものかということに関して十分な共通理解が得られていないということに求められる。このようにトレーニング目標となる運動の定義が不明確のままでは、金子も指摘しているように、運動の成功を保証するコツの志向構造を解明し、その発生分析を行うことはおろか、そもそも技術トレーニングに取り組みさせることすらできない（金子, 2002, 231頁）。

それゆえ以下ではまず、運動モルフォロジーにおける運動形態の分類と体系化の視点から（金子, 235頁以下；マイネル, 1981, 95頁以下；S.96ff., 137頁；S.134）、背面跳びにいくつかの技術類型を区別することができるのかを提示し、これに続いて、こうして明らかにされた背面跳びの技術類型について技術発達史の視点から考察を加えることによって、背面跳びの技術類型というものが今日ではどのような意義をもっているのかということをも明らかにしていきたい。

4. 背面跳びの技術類型の抽出

4.1 考察対象者の選定と考察資料の作成

通史的に背面跳びの技術発達を調査し、背面跳びの技術類型を抽出するために、本論では背面跳びの発明者であるフォスベリー選手（1名）、背面跳びが発表された直後から背面跳びではじめて世界記録が更新されるまでの間（1968年～1973年6月）に背面跳びを用いて世界のトップジャンパーとして活躍していた男子選手（当該の期間において年次ごとの世界男子上位者リストで上位5位以内にランクインした選手のうち、背面跳びを用いていたことが確認できた選手）（4名）、1973年から現在（2006年3月）までの間に背面跳びを用いて世界記録を達成した男子選手（9名）、さらに、上記に該当しない選手で、2005年までのオリンピック大会と世界選手権大会で背面跳びを用いてメダルを獲得した男子選手

（22名）の計36名が考察対象者に選定された（表2）。

次に、考察対象者の跳躍フォームを撮影したVTRや連続写真が収集され、これらの資料をもとにして、踏切1歩前から踏切が完了するまでの連続写真が作成された。

4.2 技術類型を抽出するための基準

そもそも厳密に比較すれば、やる人ごとに、やる度ごとに異なる背面跳びは、どんな基準にしたがったとしても、必ず何がしかのタイプに区別することができる。たとえば、ジャンパーがどちらの脚で踏切を行っているのかということに注目すれば、背面跳びは「右脚で踏切を行うタイプ」と「左脚で踏切を行うタイプ」に分類することができる。しかし、このような分類にほとんど意味はない。

また、バー・クリアランスの際の腕の使い方に注目すれば、背面跳びは、「バーに近い方の腕でクリアランスをリードするタイプ」と「クリアランスをリードすることに腕を用いないタイプ」に区別される。タンチッチは前者をパワーフロップの特徴、後者をスピードフロップの特徴であると述べている（Tancic, 1978, Nr.23, S.753）。しかし、この基準はスピードフロップとパワーフロップを区別する本質的な基準とはなりえない。タンチッチ自身も、スピードフロップを用いる選手の中にバーに近い方の腕でクリアランスをリードする選手が存在していることを認めているからである（Tancic, 1978, Nr.23, S.753）。

同様に、踏切局面で両腕を揃えて振上げること（ダブルアーム・スウィング）もパワーフロップに固有の特徴と見なすことはできない（Hopf, 1972, S.668）。ダブルアーム・スウィングは速い助走スピードの中でも比較的容易に用いることができ、スピードフロッパーとして定評のあるアメリカのドワイト・ストーンズや西ドイツのカルロ・トレンハートもダブルアーム・スウィングを用いていたからである（Doherty, 1976, p.121；Tancic, 1978, Nr.25, S.826）。

さらに、助走スピードの速さに基づいてスピードフロップとパワーフロップを区別することも不可能である。パワーフロップを用いる選手の助走スピードがスピードフロップを用いる選手の助走スピードを上回るケースもしばしば存在しているからである。たとえば、男子走高跳の現世界記録保持者ハビエル・ソトマヨルの背面跳びは、踏切1歩前では身体重心を深く沈め、踏込み局面では上体を大きく後傾させ、踏切局面では伸ばした振上脚や両腕を大きく振上げているというように（Killing, 1995, S.108）、パワーフロップの特徴を明確に示しているにもかかわらず、世界陸上競技選手権東京大会（1993）の男子走高跳入賞者8名（そのうちの4名はスピードフロップを用いていた）の中で最も速い助走を行っていた（飯干, 1994, 178頁）。タンチッチが述べているように、「走高跳の記録の向上は助走スピードを速めることと密接な関係がある」（Tancic, 1978, Nr.23, S.753）の

表2 参考対象者

	氏名	国籍	身長	体重	自己記録*	考察資料の出典
1	フォスベリー, D.	USA	1m93	83kg	2m24 (1968)	立石, 20-21, 1971; Film Coaching Aids, 1976.
2	マイヨール, I.	HUN	1m86	83kg	2m23 (1971)	Nett, 1618-1619, 1969; Nett, 90-91, 1976.
3	シャプカ, K.	URS	1m91	87kg	2m24 (1972)	Nett, 54-55, 1972; Nett, 1530-1531, 1975.
4	アブラモフ, V.	URS	1m87	67kg	2m24 (1974)	Strizhak, Seliverstov, 68-69, 1974.
5	ウッズ, T.	USA	1m94	70kg	2m27 (1975)	Film Coaching Aids, 1979.
6	ジョイ, G.	CAN	1m94	78kg	2m31i (1978)	Film Coaching Aids, 1976.
7	ブショラ, J.	POL	1m93	75kg	2m35 (1980)	Hommel, 1674-1677, 1980b; Film Coaching Aids, 1976.
8	ベシク, G.	GDR	2m01	88kg	2m36 (1980)	Стрижак, Папанов, 16-17, 1980; Piasenta, 104-105, 1988.
9	フライムート, J.	GDR	1m92	89kg	2m31 (1980)	Piasenta, 104-105, 1988.
10	ビーコック, C.	USA	1m88	79kg	2m33 (1983)	世界選手権(1983)テレビ放映.
11	朱 建華	CHN	1m91	68kg	2m39 (1984)	Tancic, 774-779, 1985; Piasenta, 77, 1988.
12	ストーンズ, D.	USA	1m96	82kg	2m34 (1985)	Hommel, 1782-1783, 1977.
13	メーゲンブルク, D.	FRG	2m01	78kg	2m39i (1985)	Hommel, 1211-1212, 1980a; Tancic, 774-779, 1985.
14	ポバルニツィン, R.	URS	2m01	70kg	2m40 (1985)	Ritzdorf, Conrad, 1989.
15	パクリン, I.	URS	1m91	72kg	2m41 (1985)	ユニバーシアード(1985)テレビ放映; Ritzdorf, Conrad, 1989.
16	アブディエンコ, G.	URS	2m02	82kg	2m38 (1987)	Dursenev, Papanov, 180-181, 1984; Ritzdorf, Conrad, 1989.
17	ショーベリー, P.	SWE	2m00	82kg	2m42 (1987)	Tancic, 774-779, 1985; Ritzdorf, Conrad, 1989; 日本陸連, 1993.
18	オースチン, C.	USA	1m83	76kg	2m40 (1991)	日本陸連, 1993.
19	コンウェイ, H.	USA	1m83	66kg	2m40i (1991)	Ritzdorf, Conrad, 1989; 日本陸連, 1993.
20	ソトマヨル, J.	CUB	1m95	82kg	2m45 (1993)	日本陸連, 1993; Killing, 108-109, 1995.
21	スミス, S.	GBR	1m84	70kg	2m38i (1994)	世界選手権(1993)テレビ放映; Killing, 108-109, 1995.
22	ケンプ, T.	BAH	1m87	69kg	2m38 (1995)	日本陸連, 1993; 世界選手権(1993)テレビ放映.
23	パルティカ, A.	POL	1m92	69kg	2m38 (1996)	スーパー陸上(1996)テレビ放映; 世界選手権(1997)テレビ放映.
24	フォーサイス, T.	AUS	1m96	73kg	2m36 (1997)	世界選手権(1997)テレビ放映.
25	クリュギン, S.	RUS	1m92	82kg	2m36 (1998)	オリンピック(2000)テレビ放映.
26	ボスウェル, M.	CAN	1m89	66kg	2m35 (1999)	オリンピック(2000)テレビ放映; 世界選手権(2003; 2005)テレビ放映.
27	ウォロニン, V.	RUS	1m90	78kg	2m40 (2000)	スーパー陸上(2001)の筆者自身による撮影.
28	ヘミングウェイ, M.	USA	2m00	88kg	2m38i (2000)	オリンピック(2004)テレビ放映.
29	ハマド, A.	ALG	1m85	70kg	2m34 (2000)	吉田孝久氏の撮影による(IAAFグランプリファイナル2002).
30	ブス, M.	GER	1m95	82kg	2m36 (2001)	Killing, 42-49, 1999; 世界選手権(2001)テレビ放映.
31	ホルム, S.	SWE	1m81	69kg	2m40i (2005)	スーパー陸上(2006)の筆者自身による撮影.
32	バーバ, J.	CZE	1m99	82kg	2m37i (2005)	世界選手権(2005)テレビ放映; Háder, Videogalerie.
33	モヤ, V.	CUB	1m94	80kg	2m35 (2005)	世界選手権(2005)テレビ放映.
34	リバコフ, Y.	RUS	1m98	78kg	2m38i (2005)	世界選手権(2001; 2005)テレビ放映.
35	フライターク, J.	RSA	2m04	83kg	2m38 (2005)	世界選手権(2003)テレビ放映.
36	クリマレンコ, Y.	UKR	1m85	62kg	2m33 (2005)	世界選手権(2005)テレビ放映; Háder, Videogalerie.

* i を付された記録は室内大会で達成されたことを示している。

で、パワーフロップを用いる選手でも、優れた選手の場合には速い助走スピードを用いることができるのである。

すでに述べたように、パワーフロップはオリジナルの背面跳び(スピードフロップ)にソ連式ベリーロールの技術要素が取り入れられることによって誕生した。したがって、両者を区別する場合には、跳躍フォームにソ連式ベリーロールの技術要素が取り入れられているか否かが問題にならざるをえない。しかし、パワーフロッパーの跳躍フォームに「踏切1歩前の身体重心の深い沈み込み」、「踏み込み局面の上体の大きな後傾」、「踏切局面の伸ばした振上脚の振上げ」、「大きなダブルアーム・スウィング」といった、ソ連式ベリーロールに特徴的に見出されるさまざまな技術要素のすべてが常にはっきりと見出されるわけではない。それでは、これらのソ連式ベリーロールの技術要素のうちどの技術要素が取り入れられた場合に、その背面跳びをパワーフロップと見なすことができるのであろうか?

ソ連の指導書では振上脚を伸ばしたまま振上げることに価値が認められており(Dyatchkov, 1969, pp.1129),

ソ連式ベリーロールの技術を習得するための学習ステップの最初の段階では、この技術要素を正しく身につけることが求められている(ジャチコフ, 1966, 70頁以下)。つまり、振上脚を伸ばして振上げることはソ連式ベリーロールにとって中核的な技術要素とみなされているのである。さらに、かつて自身もトップジャンパーとして活躍し(1962年と1963年の西ドイツ陸上競技選手権大会で優勝している)、今日ではゲッティンゲン大学スポーツ科学部の教授として運動学(Bewegungswissenschaft)、トレーニング学(Trainingswissenschaft)、スポーツ教授学を研究しているヘルベルト・ホップフも、振上脚を伸ばして振上げることがベリーロールに固有の技術要素であることを指摘し、この技術要素が取り入れられた背面跳びを背面跳びとベリーロールの融合タイプ(=パワーフロップ)と定義している(Hopf, 1972, S.668)。もちろん、この基準にしたがってパワーフロップと見なされた背面跳びには、程度の差はあれ、その他のソ連式ベリーロールの技術要素が見出されることは言うまでもない。

それゆえ本論では第一に、背面跳びを用いる選手が「振

上脚を伸ばして振上げているか否か」という基準に従って背面跳びを大別し、これに続いて、「踏切1歩前の身体重心の深い沈み込み」、「踏込み局面の上体の大きな後傾」、「大きなダブルアーム・スウィング」という、その他のソ連式ベリーロールの技術要素が取り入れられているか否かという視点に注目することによって、背面跳びの技術類型の抽出を行うことにした。

4.3 技術類型の抽出

考察対象者36名の連続写真の観察に基づいて、はじめに踏切局面における振上脚の使い方を比較したところ、①振上脚のつま先が地面すれすれに移動するように振上脚の膝を曲げて振込み、次に膝を伸ばして振上脚全体がほぼ地面と水平になるまで振上げ、さらに再び膝を曲げながら振上脚全体を高く振上げるタイプ（以下では「振上脚を伸ばして振上げるタイプ」と呼ぶ：表3の「振上脚」の欄では○）、②振上脚のつま先が地面すれすれに移動するように振上脚の膝を曲げて振込み、次にその膝の角度をほぼ保ったまま振上脚の大腿が地面とほぼ水平になるまで振上げるタイプ（以下では「振上脚をやや曲げて振上げるタイプ」と呼ぶ：表中の「振上脚」の欄では△）、そして、③振上脚の踵が臀部に近づくように振上脚の膝を強く曲げ、振上脚の大腿が地面とほぼ水平になるまで振上げるタイプ（以下では「振上脚を小さく折りたたんで振上げるタイプ」と呼ぶ：表中の「振上脚」の欄では×）という3つのタイプを区別することができた（図1と表3を参照）。

続いて、各々の選手の跳躍フォームに、「伸ばした振上脚の振上げ」以外のソ連式ベリーロールの技術要素が取り入れられているか否かが調査された（表3）。以下では、上に述べた3つのタイプごとにその結果を示すことにしたい。

（1）振上脚を伸ばして振上げるタイプ

（パワーフロップA）

このタイプに分類された選手（5名）の場合には、踏切1歩前の身体重心の沈み込みは、深い（表中の「沈み込み」の欄では○）か中程度（表中の「沈み込み」の欄では△）のいずれかであった。踏込み局面の上体の後傾

表3 考察対象者の跳躍フォームの特徴

氏名	振上脚	沈み込み	上体の後傾	両腕	Type
マイヨール	○	○	○	DS	パワーA
アブラモフ	○	○	○	DS	
クリュギン	○	○	○	DS	
ベシク	○	△	○	DS	
バーバ	○	△	○	DS	
シャブカ	△	○	○	DS	パワーB
ジョイ	△	○	○	DS	
オースチン	△	○	○	DS	
モヤ	△	○	○	DS	
ブショラ	△	○	△	DS	
ピーコック	△	○	?	DS	
アブディエンコ	△	△	○	DS	
コンウェイ	△	△	○	DS	
ソトマヨル	△	△	○	DS	スピード・パワー
バクリン	×	○	○	DS	
ブス	×	○	○	DS	
ポバルニツィン	×	○	○	DS	
ヘミグウェイ	×	○	?	DS	スピード
ホルム	×	△	△	SS	
朱	×	△	△	SS	
メーゲンブルク	×	×	△	SS	
ショーベリー	×	×	△	DS	
バルティカ	×	×	△	DS	
フォーサイス	×	×	△	DS	
ウォロニン	×	×	△	DS	
リバコフ	×	×	△	DS	
ボスウェル	×	×	△	DS	
ウッズ	×	×	×	DS	
ストーンズ	×	×	×	DS	
ケンズ	×	×	×	DS	
ハマド	×	×	×	DS	
クリマレンコ	×	×	×	DS	
フォスベリー	×	×	×	RS	
フライムート	×	×	×	RS	
スミス	×	×	×	SS	
フライターク	×	×	?	SS	

振上脚
沈み込み
上体の後傾
両腕の振上げ方
その他
○：膝を伸ばす、△：やや曲げる、×：折りたたむ。
○：沈み込みが深い、△：中程度、×：浅い。
○：後傾が大きい、△：中程度、×：小さい。
DS：ダブルアーム、RS：ランニングアーム、SS：シングルアーム。
?：撮影角度の関係で判別不可能

はすべての選手で大きかった（表中の「上体の後傾」の欄では○）。また、踏切局面ではすべての選手によって大きなダブルアーム・スウィング（表中の「両腕」の欄ではDS）が用いられていた。つまり、このタイプに分類された選手の跳躍フォームにはソ連式ベリーロールのすべての技術要素が取り入れられており、その跳躍フォームはパワーフロップのすべての特徴を示していた。それゆえ本論では、この技術類型をパワーフロップAと呼ぶことにしたい。

（2）振上脚をやや曲げて振上げるタイプ

（パワーフロップB）



図1 振上脚の振上げ方の違いに基づく分類

このタイプに分類された選手(9名)の場合にも、踏切1歩前の身体重心の沈み込みは深い(表中の「沈み込み」の欄では○)か中程度(表中の「沈み込み」の欄では△)のいずれかであった。また、踏込み局面の上体の後傾も大きい(表中の「上体の後傾」の欄では○)か中程度(表中の「上体の後傾」の欄では△)のいずれかであった。さらに、踏切局面ではすべての選手によって大きなダブルアーム・スウィング(表中の「両腕」の欄ではDS)が用いられていた。つまり、このタイプに分類された選手たちの跳躍フォームでは、振上脚は完全には伸ばされていないものの、他の3つのソ連式ベリーロールの技術要素が取り入れられており、その跳躍フォームはほぼパワーフロップの特徴を示していた。それゆえ本論では、この技術類型を**パワーフロップB**と呼ぶことにしたい。

なお、パワーフロップAとパワーフロップBの違いはすでにタンチッチによって指摘されている(Tancic, 1978, Nr.26, S.861)。ただし、タンチッチの場合には、パワーフロップの振上脚の使い方に2つのバリエーションを指摘するにとどまっていた、両者をまとめてFlop 2(=パワーフロップ)と呼んでいる。しかし、この2つのうちのどちらを用いるのかによって、その際の動感意識も技術トレーニングの内容も全く異なったものとならざるをえない。それゆえ本論では、この振上脚の使い方の違いに基づいてパワーフロップをパワーフロップAとパワーフロップBに区別した。

(3) 振上脚を小さく折りたたんで振上げるタイプ

(スピードフロップとスピード・パワーフロップ)

このタイプに分類された選手(22名)のうち、イゴール・パクリン、マルチン・ブス、マット・ヘミングウェイ、ルドルフ・ポバルニツィン以外(18名)の跳躍フォームの特徴は以下の通りであった。すなわち、踏切1歩前の身体重心の沈み込みは浅い(表中の「沈み込み」の欄では×)か中程度(表中の「沈み込み」の欄では△)

であり、踏込み局面における上体の後傾も小さい(表中の「上体の後傾」の欄では×)か中程度(表中の「上体の後傾」の欄では△)であり、さらに踏切局面では、小さなダブルアーム・スウィング(表中の「両腕」の欄ではDS)、ランニングの時と同じように両腕を左右逆の方向に振るランニングアーム・スウィング(表中の「両腕」の欄ではRS)、あるいはバーに近い方の腕を踏込み局面であらかじめ高く挙げておき、踏切局面では逆の腕だけを振上げるといったシングルアーム・スウィング(表中の「両腕」の欄ではSS)のいずれかが用いられていた。つまり、パクリン、ブス、ヘミングウェイ、ポバルニツィン以外のこのタイプに分類された選手の跳躍フォームにはソ連式ベリーロールの技術要素はほとんど取り入れられてはおらず、その跳躍フォームは完全にスピードフロップの特徴を示していた。それゆえ本論では、パクリン、ブス、ヘミングウェイ、ポバルニツィン以外でこのタイプに分類された選手が用いている技術類型を**スピードフロップ**と呼ぶことにしたい。

これに対して、パクリン、ブス、ヘミングウェイ、ポバルニツィンの場合には、踏切1歩前の身体重心の沈み込みは深く(表中の「沈み込み」の欄では○)、踏込み局面の上体の後傾は大きく(表中の「上体の後傾」の欄では○)、踏切局面では大きなダブルアーム・スウィング(表中の「両腕」の欄ではDS)が用いられていた。走高跳の元日本記録保持者の阪本孝男は、経験的、直観的な仕方ではあるが、パクリンの跳躍フォームについて次のような興味深いコメントを残している。「彼の跳躍は、スピード型でもあり、パワー型でもあります。両方の長所を取り入れたスピード・パワー型といえるでしょう」(阪本, 1986, 99頁)。たしかに、パクリンたちの跳躍フォームには伸ばした振上脚の振上げ以外のソ連式ベリーロールの技術要素が取り入れられている。しかし、パワーフロップにとってもっとも重要な特徴である伸ばした振上脚の振上げが取り入れられていないことに基づい

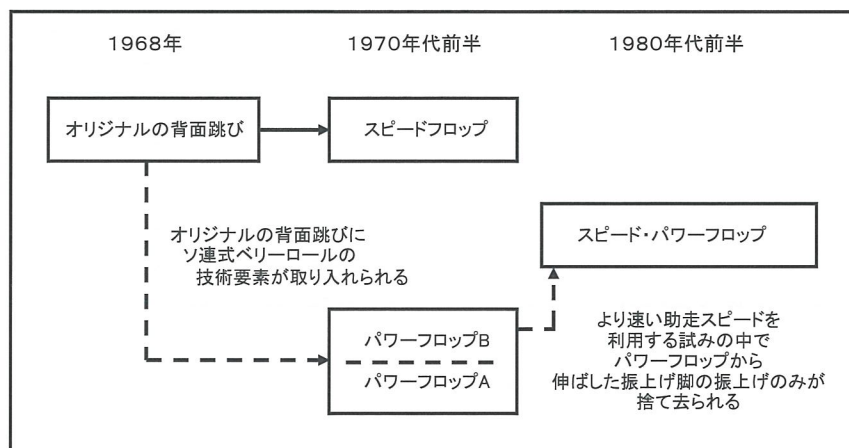
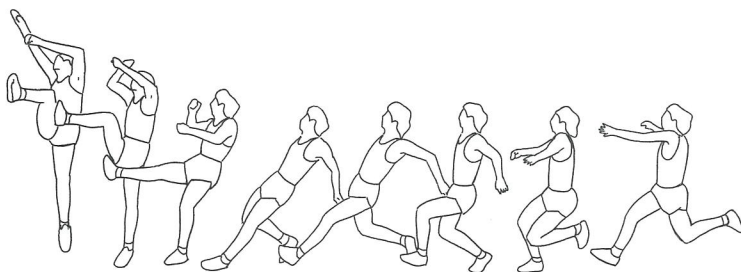


図2 スピード・パワーフロップの誕生過程

パワーフロップA



(Grigorjew, USSR, PB: 2m30)

- ・踏切1歩前の身体重心の沈み込みが深い
- ・踏込み局面の上体の後傾が大きい
- ・振上脚を伸ばして振上げる
- ・両腕を大きく振上げる

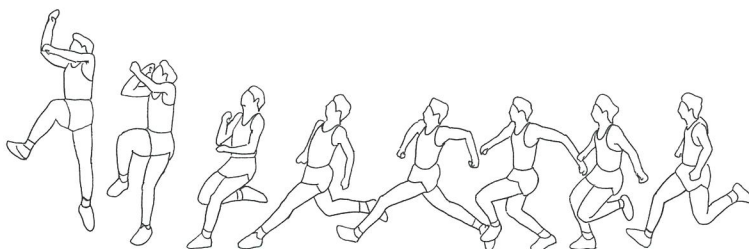
パワーフロップB



(Austin, USA, PB: 2m40)

- ・踏切1歩前の身体重心の沈み込みが深い
- ・踏込み局面の上体の後傾が大きい
- ・振上脚をやや曲げて振上げる
- ・両腕を大きく振上げる

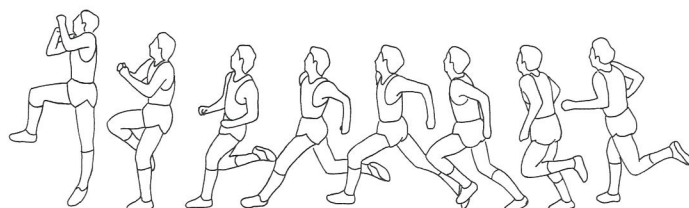
スピード・パワーフロップ



(Paklin, USSR, PB: 2m41)

- ・踏切1歩前の身体重心の沈み込みが深い
- ・踏込み局面の上体の後傾が大きい
- ・振上脚を小さく折りたたんで振上げる
- ・両腕を大きく振上げる

スピード・フロップ



(Stones, USA, PB: 2m34)

- ・踏切1歩前の身体重心の沈み込みが浅い
- ・踏込み局面の上体の後傾が小さい
- ・振上脚を小さく折りたたんで振上げる
- ・両腕を小さく折りたたんで鋭く振上げる

図3 背面跳びの4つの技術類型

て、パクリンらの用いている技術類型を、スピードフロップの亜種と見なすことはできないのであろうか？

ソ連の跳躍コーチ、ロベルト・ザトコは、パクリンやポバルニツィンが用いていた技術類型が誕生するまでのプロセスを次のように説明している。「メキシコ・オリンピックでフォスベリー（米）が背面跳で優勝し、翌年からソ連でも背面跳の研究を始めましたが、最初のうちはベリーロールと背面跳を混ぜ合わせた、カクテルのようなとび方でした。…（中略）…ソ連の跳躍陣は、長年の研究の結果、『スピード重点の跳躍が有利』という結論を出し、そのためのトレーニングシステムを編み出して今日に到ったわけです」（広瀬，1985，60頁）。つまりソ連では、もともと純粋なパワーフロップが用いられていた（アブラモフ＝パワーフロップA；シャブカ＝パワーフロップB）。しかし次第に、その場合に犠牲となっていた助走スピードを最大限に利用することが目指されることになる。そしてその際に、純粋なパワーフロップから伸ばした振上脚の振上げのみが捨て去られることによって、パクリンらの用いる技術類型が誕生したと考えられる（図2：7頁を参照）。無論、パワーフロップから分化したこの技術類型を純粋なスピードフロップと同一視することはできない。それゆえ本論では、この技術類型をスピードフロップから区別し、阪本にならって**スピード・パワーフロップ**と呼ぶことにしたい。

したがって、本論では、従来のパワーフロップをパワーフロップAとパワーフロップBという2つの技術類型に区分し、スピード・パワーフロップという新しい技術類型をスピードフロップとパワーフロップの中間型として位置づけることによって、今日までのトップジャンパーの用いる背面跳びをパワーフロップA、パワーフロップB、スピード・パワーフロップ、スピードフロップという4つの技術類型に区分することができた（図3）。

5. 技術類型の実践的意義

背面跳びにみられる4つの技術類型のうち、どの技術類型がもっとも合目的なのであろうか？どの技術類型が今日において理想技術として用いられるべきなのであろうか？この種の問いに対して、運動力学の立場から答えることはできない。さまざまな要因について個人差が存在しているので、力学的にもっとも合目的な仕方がある特定の個人にとってもっとも合目的であるとは限らないからである（マイネル，1981，264頁；S.245）。それゆえ、この種の問いに答えようとする場合には、技術発達史の視点から、この4つの技術類型がトップレベルの競技の中で今日なお用いられ続けているのか、あるいはすでに捨て去られてしまったのかということに注目せざるをえない。トップレベルの競技実践においては、「実践的思考」（マイネル，1981，267頁；S.248）を通して正当な判断が下されていると考えられるからである。

表4には、各々の考察対象者が活躍した年代と考察対象者が用いていた技術類型が示されている。すなわち、パワーフロップAを用いていた選手の活躍した年代がAという文字で示されており、同様にパワーフロップBはBという文字、スピード・パワーフロップはMという文字、スピードフロップはSという文字で示されている（表4）。

表4の①に示されているように、すでに1970年代前半には背面跳びはスピードフロップ、パワーフロップA、パワーフロップBという3つの技術類型に分化しており、1970年代には、これらの3つの技術類型がトップジャンパーの間で用いられていた（表4の①）。こうした状況の中で、1980年代前半にはスピード・パワーフロップが誕生し（表4の②）、背面跳びは4つの技術類型へと分化している。そして近年（1995年から2005年までの10年間）においても、これらの4つの技術類型はトップジャンパーたちの中で用いられ続けているのである（表4の③）。

したがって、技術発達史の視点から考察すれば、4つの技術類型はそのいずれもが今日においてなお有効な技術であり続けていると言うことができる。それゆえ、今日の走高跳のコーチには、これら4つの技術類型のすべてに価値を認め、選手個人個人の特性に応じてそれらを使い分けることが求められる。逆に言えば、今日の走高跳のコーチは、これらの4つの技術類型を利用することによって、幅広い個性をもった選手たちを成功へと導くことができるのである。

すでに述べたように、ヘルター、ドハティー、レイドらは、背面跳びに2つの技術類型が存在していることによって多様な身体的特性をもった選手に成功のチャンスが提供されると主張している。しかし、そもそも各々のジャンパーの身体的特性を、スピードに優れるタイプとパワーに優れるタイプのどちらかにはっきりと区別することなどではしない。したがって、スピードフロップとパワーフロップという2つの技術類型しか提示されない場合には、たとえば両者の中間的な身体的特性のタイプに位置づけられるジャンパーたちは、自身の身体的特性を十分に生かすために一度純粋なスピードフロップ、あるいはパワーフロップを習得したあとで、そのフォームを自身の身体的特性により適したものへと修正していかなければならない。それゆえ、本論の考察を通して背面跳びに4つの技術類型を区別できたことによって、さまざまな身体的特性を持った選手に従来よりも幅の広い選択肢を提供できるようになるのである。

なお、どの技術類型を用いる場合にも、達成記録を高めるにはより速い助走スピードを利用する必要があることは言うまでもない。それゆえ、どのような方法に基づいてより速い助走スピードを利用することが可能になるのかについては、今後さらに研究が進められる必要がある。

表4 考察対象者が用いていた技術類型と活躍した年代

氏名	技術類型	70年代前半	70年代後半	80年代前半	80年代後半	90年代前半	90年代後半	2000年以降
フォスベリー	スピードフロップ	S S		①				
マイヨール	パワーフロップA	A A A A A A A A						
シャブカ	パワーフロップB	B B B B B						
ウッズ	スピードフロップ	S S S S S S S S						
ストーンズ	スピードフロップ	S S S S S S S S S S S S S						
アブラモフ	パワーフロップA	A A A A						
ブショラ	パワーフロップB	B B B B B B B						
ジョイ	パワーフロップB	B B B B						
メーゲンブルク	スピードフロップ			S S S S S S S S S S S S S				
ベシック	パワーフロップA			A A	A A			
フライムート	スピードフロップ			S S S				
ビーコック	パワーフロップB			B B B B				
朱建華	スピードフロップ			S S S S S				
バクリン	スピード・パワーフロップ			M M M M M M M M M M M				
ショーベリー	スピードフロップ			S S S S S S S S S S S S S				
ソトマヨル	パワーフロップB			B B B B B B B B B B B B B				
ボバルニツィン	スピード・パワーフロップ			M M M M M M M				
コンウェイ	パワーフロップB			B B B B B B B B B				
アブディエンコ	パワーフロップB			B B B B B B B B B				
ケンブ	スピードフロップ			S S S S S S S S S S S S S				
パルティカ	スピードフロップ			S S S S S S S S S S S S S				
オースチン	パワーフロップB			B B B B B B B B B B B				
フォーサイス	スピードフロップ			S S S S S S S S S S S S S				
スミス	スピードフロップ			S S S S S S S S S S S S S				
クリュギン	パワーフロップA			A A A A A A A A A A A A A				
ブス	スピード・パワーフロップ			M M M M M M M M M M M M M				
ヘミングウェイ	スピード・パワーフロップ			M M M M M M M M M M M M M				
ボスウェル	スピードフロップ			S S S S S S S S S S S S S				
ウォロニン	スピードフロップ			S S S S S S S S S S S S S				
ホルム	スピードフロップ			S S S S S S S S S S S S S				
ハマド	スピードフロップ			S S S S S S S S S S S S S				
フライターク	スピードフロップ			S S S S S S S S S S S S S				
リバコフ	スピードフロップ			S S S S S S S S S S S S S				
バーバ	パワーフロップA			A A A A				
モヤ	パワーフロップB							
クリマレンコ	スピードフロップ							

る。

注：ベリーロールにも、「踏切1歩前の身体重心の深い沈み込み」、「踏込み局面の上体の大きな後傾」、「踏切局面の伸ばした振上脚と両腕の振上げ」といった技術要素を伴うタイプと、これらの技術要素を伴わないタイプが存在している。日本では後者が広く用いられていたため、前者を意味するために村木は「ソ連式ベリーロール」という名称を用いていたと考えられる。ヨーロッパでは、主に前者が用いられていたため、「ソ連式」という限定詞を持たない「ベリーロール」(Straddle, Wlzer-Technik)という名称においても前者が意味される場合が多い。

文献

- Buytendijk, F. J. J. (1956) Allgemeine Theorie der menschlichen Haltung und Bewegung. Springer-Verlag: Berlin-Göttingen-Heidelberg.
- Costello, F. (1982) Franklin Jacobs' unique Power Flop. Scholastic Coach, Vol.51, No.9: pp.20-21.
- Doherty, K. (1976) Track and Field Omnibook. Track & Field News: Los Altos.

Doherty, K. (1977) The Highjump- Speed Flop and Power Flop. Track and Field Quarterly Review, Vol.77, No.3: pp.33-36.

Dursenev, L. I., Papanov, V.(1984)Gennady Avdeenko in the High Jump. Soviet Sports Review, Vol.19, No.4: pp.178-181.

ジャチコフ: 金原 勇・川西勇夫 訳 (1966) 走高跳のトレーニング. ベースボール・マガジン社: 東京.

Dyatchkov, V. M. (1969) High Jumping. Track Technique, No.36: pp.1123-1157.

Herter, H. (1972) Mischung aus Flop und Straddle ein Fortschritt?. Leichtathletik, Die Lehre der Leichtathletik, Nr.19: S.665.

広瀬 豊 (1985) 驚異! ソ連の跳躍はなぜ強いのか?. 月刊陸上競技, 19 卷 11 号: 58-63 頁.

Hommel, G. (1977) Lehrbildreihe Nr.845 Hochsprung Flop: Dwight Stones (USA). Leichtathletik, Die Lehre der Leichtathletik, Nr.51: S.1782-1783.

Hommel, H. (1980 a) Lehrbildreihe Nr.952 Hochsprung Flop: Dietmar Mgenburg (BR Deutschland). Leichtathletik, Die Lehre der Leichtathletik, Nr.35: S.1211-1212.

- Hommel, H. (1980 b) Lehrbildreihe Nr.963 Hochsprung Flop : Jacek Wszola (Polen). Leichtathletik, Die Lehre der Leichtathletik, Nr.51/52 : S.1674-1677.
- Hopf, H. (1972) Flop plus Elemente der Straddletechnik = Technik der Zukunft?. Leichtathletik, Die Lehre der Leichtathletik, Nr.19 : S.667-668.
- 飯干 明ほか (1994) 走高跳のバイオメカニクスの分析. 陸上競技連盟強化本部バイオメカニクス研究班 編, 世界一流陸上競技者の技術, ベースボール・マガジン社 : 東京.
- 金子明友 (1974) 体操競技のコーチング. 大修館書店 : 東京.
- 金子明友 (2002) わぎの伝承. 明和出版 : 東京.
- 金子明友 (2005 a) 身体知の形成(上). 明和出版 : 東京.
- 金子明友 (2005 b) 身体知の形成(下). 明和出版 : 東京.
- Killing, W. (1989) Neue Variante in der Floptechnik?. Leichtathletik, Die Lehre der Leichtathletik, Nr.36 : S.1277-1280 ; Nr.37 : S.1309-1312 ; Nr.38 : S.1344.
- Killing, W. (1995) Gekonnt nach oben. Philippka : Münster.
- Killing, W. (1999) Technikvergleich von Martin Buß und Wolfgang Kreibitz. Leichtathletiktraining, Nr.10 : S.42-49.
- マイネル : 金子明友 訳 (1981) スポーツ運動学. 大修館書店 : 東京.
- <Meinel, K. (1960) Bewegungslehre. Volk und Wissen Volkseigener Verlag : Berlin. >
- 村木征人 (1982) 走高跳. 大石三四郎・浅田隆夫 編, 現代スポーツコーチ実践講座 2, ぎょうせい : 東京, 280-323 頁.
- Nett, T. (1969) Lehrbildreihe Nr.518 Der Hochsprung : Istvan Major(Ungarn). Leichtathletik, Die Lehre der Leichtathletik, Nr.43 : S.1618-1620.
- Nett, T. (1972) Lehrbildreihe Nr.599 Flop-Hochsprungstechnik: Kestutis Sapka(UdSSR). Leichtathletik, Die Lehre der Leichtathletik, Nr.2 : S.54-56.
- Nett, T. (1975) Lehrbildreihe Nr.750 Hochsprung Floptechnik: Kestutis Shapka(UdSSR). Leichtathletik, Die Lehre der Leichtathletik, Nr.42 : S.1530-1531.
- Nett, T. (1976) Lehrbildreihe Nr.761 Hochsprung Flop : Istvan Major(Ungarn). Leichtathletik, Die Lehre der Leichtathletik, Nr.3 : S.90-91.
- Piasenta, J. (1988) L'éducation Athlétique. Institut national du sport et de l'éducation physique : Paris.
- Reid, P. (1984) Speed Floppers-Power Floppers. Track Technique, No.89 : pp.2840-2842.
- レイド : 村木征人 訳・編 (1985) 背面跳におけるパワー・フロップとスピード・フロップの特質. 月刊陸上競技, 19 巻 8 号 : 170-175 頁.
- 阪本孝男 (1986) 私の長所と今後の課題. 月刊陸上競技, 20 巻 3 号 : 98-99 頁.
- Strizhak, A., Seliverstov, A. (1974) Vladimir Abramov in the High Jump. Yessis Review, Vol.9, No.3 : pp. 67-70.
- Стрижак, А., Папанов, В. (1980) прыгает Герд Вессиг. Легкая атлетика, том 11: стр. 16-17.
- Tancic, D. (1978) Moderne Techniken des Hochsprungs. Leichtathletik, Die Lehre der Leichtathletik, Nr.23 : S.753-756 ; Nr.24 : S.789-792 ; Nr.25 : S.825-828 ; Nr.26 : S.861-863 ; Nr.27 : S.900.
- Tancic, D. (1985) Besprechung der Bildreihen Hochsprung: Zhu Jianhua (China) 2,39 m (WR), Dietmar Mögenburg (De) 2,36 m (ER/DR), Patrik Sjöberg (Swe) 2,36 m (gerissen). Leichtathletik, Die Lehre der Leichtathletik, Nr.36 : S.773-780.
- 立石晃義 (1971) 走り高跳び. 大島鎌吉ほか, 図説陸上競技事典 下巻 (フィールド編 資料編), 講談社 : 東京, 9-39 頁.
- Tidow, G. (1994) Modelle für das leichtathletische Techniktraining- Hochsprung. Leichtathletik, Die Lehre der Leichtathletik, Nr.1 : S.15-18 ; Nr.2 : S.15-18.
- ヴァイツゼッカー : 木村 敏 訳 (1995) 生命と主体. 人文書院 : 京都.
- イエシス : 古市 英 訳 (1990) ソビエト・スポーツの強さの秘密. ベースボール・マガジン社 : 東京.

映像資料

- Film Coaching Aids (1976) "Flop" high jump (16 mm Film). Burbank : California.
- Film Coaching Aids (1979) 1979 track and field series (16 mm Film). Burbank : California.
- Háder, Z. : Videogalerie-Hustopečské skákání (Web Page) URL : <http://www.skakani.cz/video.php>
- 日本陸上競技連盟 (1991) 陸上競技コーチング Vol. 5 走高跳 (VHS Tape). ソークン通商 : 東京.
- 日本陸上競技連盟 (1993) 最新陸上競技の科学 Vol. 6 走高跳・棒高跳 (VHS Tape). ベースボール・マガジン社 : 東京.
- Ritzdorf, W., Conrad, T. (1989) High Jump (VHS Tape). Biomechanical Studies of Track and Field Events (Games of the XXIVth Olympiad-SEOUL 1988), International Athletic Foundation : Monaco.

[研究]

大学男子跳躍選手における競技パフォーマンスとテストバッテリーの関連

青木和浩¹⁾, 河村剛光²⁾, 中丸信吾¹⁾, 越川一紀¹⁾, 吉儀 宏¹⁾

The relationship between jump performance and test battery in university male jumpers.

Kazuhiro AOKI¹⁾, Yoshimitsu KOHMURA²⁾, Shingo NAKAMARU¹⁾, Kazunori KOSHIKAWA¹⁾ and Hiroshi YOSHIGI¹⁾

Abstract

The purpose of this study was to determine the anthropometric and physical characteristics of 36 university male jumpers and to clarify the relationship between jump performance and results of control tests. All subject performed a battery of anthropometric and physical tests. Height, weight, chest girth, side step, vertical jump, grip strength, sit and reach, 30 m sprint, standing long jump, standing 5-step jump, medicinball throwing (forward, backward), legs strength, legs extension power, power clean and anaerobic power were measured. Stepwise multiple regression and correlation analysis was used to determine the variables that significantly related to jump performance. Moreover horizontal jump performance was predicted from measurements. There were significant correlation between jump performance 30 m sprint ($p<0.01$), standing long jump ($p<0.05$), standing 5-step jump ($p<0.05$), medicinball throwing (forward, backward) ($p<0.05$), legs extension power ($p<0.01$) and power clean ($p<0.01$). The result of a stepwise multiple regression analysis using jump performance as the dependent variable yielded $R=0.613$ for all subjects (Model: jump performance= $1241.462+5.642 \cdot \text{legs extension power}-137.449 \cdot 30 \text{ m sprint}$). The result of a stepwise multiple regression analysis using horizontal jump performance as the dependent variable yielded $R=0.814$ for horizontal jumpers (Model: horizontal jump performance= $41.702+37.855 \cdot \text{standing 5-step jump}+16.428 \cdot \text{legs strength}+4.595 \cdot \text{Grip strength}$). Therefore, it was suggested that using these control tests may be a practical method for coaching in jump events.

Key words: Jump performance, Control test, Multiple regression analysis, University male jumpers

1. はじめに

スポーツ選手の体力を測定する場合、競技に特異的な体力を評価することが必要とされており、様々な競技種目において、それぞれの競技特性を考慮した体力テストやコントロールテストを開発する研究も行われている (Chamari et al., 2004; Girard et al., 2006). コントロールテストとは、競技種目の特性を反映するような測定項目によって実施される専門的なテストであり、トレーニング計画を立てる時やその効果の把握に活用されている (森丘, 2006).

陸上競技は、運動構造が単純で体力的側面の関与が大きいという特徴があり、球技などの他の競技種目と比較

すると、体力を測定、評価することが競技力向上により大きく寄与すると考えられている。また、跳躍競技者の身体的資質については、体格や体力が優れていることが挙げられており (関岡, 1998), さらに、体力を一般的体力と専門的体力に分類して、それぞれの重要性が示されている (岡野, 1997). 陸上競技の指導現場では、それぞれの専門種目に適合していると考えられるコントロールテストが実施されてはいるものの、経験と勘によって選ばれたテスト項目が用いられ、項目数が多いなどの課題もある。コントロールテストは、選手や指導者の負担を少なくするために、少ない種目で簡便に測定できる方が望ましく、また、その種目をを用いる科学的根拠も明らかとなっていることが理想であると考えられる。

また、近年では、競技パフォーマンスとテスト結果の相関関係を調査するだけでなく、重回帰分析を用いて、各種体力テストの組み合わせから競技パフォーマンスを予測しようとする試みが行われ、その精度が高いことも報告されている (Schuylenbergh et al., 2004). ただし、陸上競技における競技パフォーマンスの予測に関する研究は、フルマラソンの記録を最大酸素摂取量、乳酸値等から予測する研究 (Arrese et al., 2006) や棒高跳において助走速度、踏切初速度などから跳躍高を予測しているもの (Steben, 1970) が見られるだけであり、より簡便なテスト項目から競技パフォーマンスを予測することができれば、指導現場での利用価値も高いと考えられる。さらに、競技パフォーマンスと関連の強いテスト項目をコントロールテストとして利用することは、体力レベルからの目標記録を設定してトレーニング計画を遂行する上で重要であると考えられる。

そこで、本研究では、有効なコントロールテスト種目を選定するために、跳躍種目における競技パフォーマンスとコントロールテスト結果の相関、重相関関係に着目し、競技パフォーマンスとの関連性が高いテスト項目の組み合わせを明らかにすることを目的とした。

1) 順天堂大学 スポーツ健康科学部 School of Health and Sports Science, Juntendo University

2) 順天堂大学大学院 スポーツ健康科学研究科 Doctoral Program in Health and Sports Science, Juntendo University
〒270-1695 千葉県印旛郡印旛村平賀学園台 1-1

2. 研究方法

2.1 被験者

被験者は、J大学陸上競技部跳躍ブロックに所属する男子36名（身長 178.74 ± 5.10 cm, 体重 68.60 ± 4.68 kg）を対象とした。

2.2 コントロールテスト

コントロールテスト種目は、形態測定、一般的な体力測定、専門的な体力測定の3つのカテゴリーに分類できる測定項目を用いた。測定項目数は計16項目であった。

(1) 形態測定

形態計測として、身長、体重、胸囲の測定を行った。

身長は身長計を用いて頭部が耳眼水平面に一致するように留意し測定した。体重は体重計を用いて下着着用で測定した。胸囲は巻尺を用いて最大吸気時と最大呼気時を測定し、その平均を測定値とした。

(2) 一般的な体力測定

一般的な体力測定の項目として、反復横とび、垂直とび、握力、長座体前屈の測定を行った。反復横とびは中央ラインの両側100 cmのところラインを引き、20秒間のサイドステップの回数を測定した。垂直とびは垂直とび測定器（サージャントジャンプメーター）を用いた。被験者が片足を壁に接して立ち、片手を出来るだけ伸ばした時の指先を基準としてどれだけ高く（cm）とび上がったかを測定した。握力の測定には握力計（デジタル握力計グリップD, T.K.K.5401）を用いた。左右交互2回ずつ測定し、左右おのおのの良い方の記録を平均した。長座体前屈は長座体前屈測定器（デジタル長座体前屈計, T.K.K.5112）を用いた。被験者は背と尻を壁につけた長座姿勢から両手を測定器から離さずにゆっくりと前屈して、測定器全体をまっすぐ前方に出来るだけ遠くまで滑らせ、測定器が移動した距離（cm）を測定値とした。反復横とび、垂直とび、長座体前屈の測定項目は、2回実施し、良い方の記録を測定値とした。

(3) 専門的な体力測定

専門的な体力測定として、30 m 走、立幅跳、立五段跳、メディシンボール投げ（前投げ・後投げ）、脚筋力、脚伸展パワー、ハイクリーン（最大挙上重量）、無酸素パワーの測定を行った。

30 m 走は、被験者がスタンディングの姿勢から1歩踏み出したときに、計測を開始し走り終えるまでの時間（秒）をストップウォッチで計測した。立幅跳、立五段跳はスタンディングの姿勢から跳躍を開始し、その時のつま先の位置から着地までの距離（m）を測定した。メディシンボール投げは4 kgのメディシンボールを用いて前投げと後投げを行った。被験者は基準線から全身を使って両手でボールを投げ、基準線からボールが投げられた位置の距離（m）を測定した。脚筋力は特別に注文して作製した脚筋力計（背筋力計と同じタイプのストレン

ゲージ式秤、最大スケール1000 kg）を用いた。被験者はキャンパスベルトで計器の牽引バーを腰部にしっかりと固定し、膝関節がほぼ110°になるように鎖の長さを調節した後、徐々に力を入れて脚を全力で伸展させその時の最大値を脚筋力（kg）とした（仲村ら、2000）。脚伸展パワーについては、コンビ社製アネロプレスを用いた。各被験者の体重が負荷となり両脚の股、膝および足関節を屈曲した座位姿勢から足底部でフットプレートを前方に最大努力で蹴り5回試行の中、高い値2つの平均値を各被験者の発揮パワー値（W）とした（平野ら、1994）。ハイクリーンはハングポジションの姿勢から、最大挙上重量（1 RM）を測定した。無酸素パワーの測定には、コンビ社製パワー maxV に内蔵されている無酸素パワーテストを用いた。被験者は3段階の負荷で全力ペダリングを行い、各負荷と最大ペダリング回転数との関係を最小自乗法により直線回帰し、最大無酸素パワー（W）を推定した（中村、1984）。

2.3 統計処理

各コントロールテストの測定値は、跳躍種目（走幅跳、三段跳、棒高跳、走高跳）ごとと全被験者において平均値と標準偏差を算出した。各種目間での比較については、分散分析を行い、有意差が認められた項目につき多重比較を行った。また、各種目における競技パフォーマンス（競技記録）と各測定項目間の相関係数（ピアソンの積率相関係数）を算出した。さらに、全跳躍種目と水平跳躍種目（走幅跳、三段跳）については、競技記録を2005年版 IAAF Scoring Tables をもとに得点化したものを従属変数とし、各コントロールテスト項目の測定値を独立変数として、重回帰分析（ステップワイズ法）を行った。独立変数として、脚筋力、脚伸展パワー、ハイクリーン、無酸素パワーの測定値を用いる場合は、それぞれ体重当たりのもののみとした。なお、統計的有意水準は5%に設定した。

3. 結果

3.1 跳躍種目間のコントロールテスト結果の差異

表1は、走幅跳、三段跳、棒高跳、走高跳の専門種目ごとのコントロールテスト結果を示したものである。各種目間を比較した結果、胸囲において棒高跳選手は走高跳選手より有意に大きいことが認められた（ $p < 0.05$ ）。また、30 m 走において走幅跳選手は走高跳の選手よりも有意に速いことが認められた（ $p < 0.05$ ）。その他の項目においては有意な差はみられなかった。

3.2 競技パフォーマンスとコントロールテスト種目との相関関係

表2は、各跳躍種目における競技パフォーマンスと各コントロールテストの測定結果との相関を示したものである。走幅跳では、反復横とび（ $p < 0.01$ ）、30 m 走（ $p < 0.05$ ）との間に有意な相関関係が見られた。三段跳で

Table1 Means and standard deviations for long jump, triple jump, pole vault, and high jump athletes

test item	unit	Long jump		triple jump		pole vault		high jump		
		<i>n=10</i>		<i>n=10</i>		<i>n=7</i>		<i>n=9</i>		
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
jump performance	m	7.26	0.21	14.88	0.56	5.07	0.19	2.06	0.08	
IAAF score		969.70	42.84	926.90	59.44	986.14	54.59	919.22	73.13	
height	cm	178.96	4.58	180.62	5.15	175.51	3.02	178.90	5.69	
weight	kg	68.42	3.94	68.76	4.61	69.67	4.30	68.24	4.99	
chest girth	cm	91.10	2.74	91.78	4.06	95.64	5.14	89.59	3.07	
side step	times	60.10	6.41	58.00	7.58	53.86	5.30	58.67	4.11	
vertical jump	cm	72.30	4.86	70.00	7.86	64.43	6.04	73.22	6.12	
grip strength	kg	50.34	5.14	48.01	4.27	55.34	6.28	49.62	4.74	
sit and reach	cm	51.70	9.12	51.40	11.54	46.71	12.68	54.33	5.06	
30 m sprint time	sec	3.42	0.18	3.59	0.09	3.57	0.12	3.64	0.14	
standing long jump	m	2.80	0.14	2.77	0.18	2.68	0.08	2.79	0.14	
standing 5-step jump	m	14.86	0.67	14.93	0.84	14.07	0.38	14.59	0.77	
medicinball throwing	forward	m	14.53	0.84	13.52	1.30	13.83	0.87	14.03	1.94
	backward	m	14.76	1.10	13.94	1.74	14.54	1.15	14.79	1.62
legs strength	absolute value	kg	517.90	121.45	453.10	126.46	554.71	161.27	590.22	69.02
	/weight		7.63	2.01	6.60	1.82	7.93	2.10	8.67	1.02
legs extension power	absolute value	w	2439.70	272.30	2231.10	295.46	2446.00	222.93	2421.44	368.81
	/weight		35.68	3.70	32.42	3.33	35.13	2.67	35.48	4.97
clean	absolute value	kg	92.00	9.80	82.00	13.64	92.86	7.95	91.11	11.00
	/weight		1.35	0.13	1.19	0.19	1.33	0.10	1.34	0.17
anaerobic power	absolute value	w	1056.60	132.99	985.40	86.37	992.00	111.69	983.78	48.17
	/weight		15.41	1.39	14.33	0.83	14.22	1.11	14.46	0.81

Table2 Pearson's correlation coefficients between jump performance and measured items in jumpers

test item	Long jump n=10	triple jump n=10	pole vault n=7	high jump n=9	all sublects n=36
height	-0.138	0.914**	-0.826*	-0.242	-0.048
weight	-0.022	0.358	-0.334	-0.100	0.038
chest girth	-0.574	-0.287	0.315	0.093	0.091
side step	0.821**	0.394	-0.075	0.373	0.271
vertical jump	0.617	0.455	0.259	0.440	0.241
grip strength	0.237	0.439	-0.592	-0.104	0.145
sit and reach	-0.163	0.637*	-0.506	-0.210	-0.057
30 m sprint time	-0.637*	-0.073	-0.166	-0.918**	-0.533**
standing long jump	0.220	0.823**	0.291	0.612	0.419*
standing 5-step jump	0.396	0.778**	0.470	0.656	0.418*
medicinball throwing	forward	0.357	0.462	0.529	0.396*
	backward	-0.049	0.416	0.178	0.378*
legs strength	absolute value	0.138	0.509	0.354	0.271
	/weight	0.140	0.446	0.458	0.270
legs extension power	absolute value	0.165	0.745*	0.205	0.556
	/weight	0.220	0.703*	0.504	0.657
clean	absolute value	-0.399	0.361	0.525	0.705*
	/weight	-0.402	0.204	0.865*	0.692*
anaerobic power	absolute value	-0.006	0.454	-0.227	-0.078
	/weight	0.029	0.291	-0.082	0.044

* p<0.05 (n=10: 0.632, n=7: 0.754, n=9: 0.666, n=36: 0.323) ** p<0.01 (n=10: 0.765, n=7: 0.875, n=9: 0.798, n=36: 0.424)

Table 3 Stepwise multiple regression model for prediction of jump performance (JP)

step							R	R square	SEE
all subjects (n=36)									
1	JP	=	653.442	+	8.522	× legs extension power (/weight)	0.535	0.265	56.015
2	(IAAF Score)	=	1241.462	+	5.642	× legs extension power (/weight) - 137.449 × 30 m sprint time	0.613	0.376	53.158
horizontal jumpers (n=20)									
1	JP	=	321.121	+	42.118	× standing 5-step jump	0.570	0.325	48.540
2	(IAAF Score)	=	147.825	+	47.459	× standing 5-step jump + 13.169 × legs strength	0.734	0.539	41.290
3		=	41.702	+	37.855	× standing 5-step jump + 16.428 × legs strength + 4.595 × grip strength	0.814	0.663	36.378

は、身長 ($p<0.01$), 長座体前屈 ($p<0.05$), 立幅跳 ($p<0.01$), 立五段跳 ($p<0.01$), 脚伸展パワー (絶対値, 体重比) ($p<0.05$) との間に有意な相関が見られた。棒高跳においては、身長 ($p<0.05$), クリーン (体重比) ($p<0.05$) との間に有意な相関が見られた。走高跳においては、30 m 走 ($p<0.01$), クリーン (絶対値, 体重比) ($p<0.05$) との間に有意な相関関係が見られた。

全跳躍種目の競技記録を IAAF Scoring Tables で得点化し、各測定項目と相関をみた結果、30 m 走 ($p<0.01$), 立幅跳 ($p<0.05$), 立五段跳 ($p<0.05$), メディシンボール投げ (前投げ, 後投げ) ($p<0.05$), 脚伸展パワー (絶対値, 体重比) ($p<0.01$), クリーン (絶対値, 体重比) ($p<0.05$) との間に有意な相関が見られた。

3.3 跳躍種目と各コントロールテスト結果の重回帰分析

全跳躍種目の競技記録を IAAF Scoring Tables で得点化したものを従属変数とし、跳躍競技における各コントロールテスト結果を独立変数として重回帰分析を行った (表3)。その結果、競技パフォーマンスは、脚伸展パワー (体重比) と 30 m 走の組み合わせとの重相関係数は 0.613 であった。また、走幅跳、三段跳の水平跳躍種目についても重回帰分析を行った結果、競技パフォーマンスは、立五段跳、脚筋力 (体重比), 握力の組み合わせにおいて重相関係数は 0.814 であった。

4. 考察

跳躍種目におけるコントロールテスト結果を各種目間で比較検討し、走幅跳選手のスプリント能力の高さや棒高跳選手の胸囲の大きさ (形態) という特徴的な結果が得られた。走幅跳のスプリント能力の重要性については、従来の研究から水平跳躍種目の助走の方が垂直跳躍種目より助走速度が高く (Dapena, 1980), 走幅跳の助走速度が最も高いことが明らかになっている (Miller and Hay, 1986)。したがって、本研究の走幅跳選手においてもスプリント能力が高いという特徴があらわれたと言える。また棒高跳選手の胸囲の大きさは、棒高跳はポールを用いた跳躍であり、その運動構造は他の跳躍種目とは異なる

り、上肢を多く使うことから上半身の筋力が発達していると考えられる。棒高跳選手は胸囲の大きさに代表されるように、他の跳躍種目選手に比べて特異的な形態であると言える。

男子大学生跳躍選手を対象とした競技パフォーマンスとコントロールテスト種目との相関関係について以下の先行研究が報告されている。稲岡ら (1993) は走幅跳では、スプリント能力や立五段跳、さらに三段跳では、ホッピング能力に高い相関が認められたとしている。そして、棒高跳では、走幅跳や三段跳と同様に立五段跳、30 m バウンディング、60 m 走、150 m 走に相関が見られ、さらに、ベンチプレスにも相関が見られた。走高跳においては、スプリント能力とは相関がなく、ジャンプ系種目に有意な相関が見られたとしている。また、菊池ら (1990) は、走幅跳では、瞬発的、爆発的筋力の要素に相関が見られ、三段跳においては、走幅跳と類似した特性がみられたとしている。また、棒高跳では、全面的な筋力の重要性が示されたとしている。さらに全跳躍種目において、立五段跳、立三段跳のような爆発的筋力群、60 m 走などの瞬発的筋力群で有意に高い相関を認められたとしている。植田ら (2000) も競技パフォーマンスとコントロールテストの関係について、走高跳、走幅跳、三段跳の全ての種目において、スプリント系種目と立五段跳に有意な相関関係が認められたとしている。

本研究の結果を先行研究と比べてみると、走幅跳では、スプリント能力である 30 m 走と競技パフォーマンスに相関が見られたことは従来の知見と同様であるが、本研究では敏捷性をあらわす反復横とびとの間に相関関係が見られたことが特徴であった。走幅跳の体力要素は筋力、パワー、スピードだけではなく、敏捷性や調整力も重要とされている (岡野, 1997)。このことは走幅跳選手においても敏捷性や調整力を養うトレーニングの重要性を説明できるものであり、反復横とびも走幅跳のコントロールテスト項目として用いることが可能であると考えられる。三段跳においては、従来から言われている立幅跳、立五段跳において相関が見られた。その他にも、身長や

柔軟性をあらかず長座体前屈, 脚伸展パワー (絶対値, 体重比) の項目においても相関が見られたことが特徴である。三段跳の専門的な身体的条件について, ①助走スピードの発達②爆発的筋力の養成③体重あたりの相対筋力の発達と皮下脂肪の減少④調整力, 柔軟性の養成と言われている (村木, 1988)。本研究において長座体前屈や脚伸展パワーと関連が見られたことは三段跳の身体的条件を支持する結果であったと言える。棒高跳においては, 従来の報告のような立五段跳やスプリント能力に相関が見られなかったが, 筋力をあらかずクリーン (体重比) との間に相関が見られた。棒高跳選手におけるウェイト種目との相関は従来の知見どおり全面的な筋力の重要性が示唆されたと考えられる。一方, 身長が高い選手の方が競技パフォーマンスも高い傾向にあることが予想されたが, 競技パフォーマンスと身長には負の相関が認められた。本研究の被験者は, 身長的高低に関わらず, はほぼ全員が同じ長さのポールを使用していることを踏まえると, 身長の高い選手はターン, クリアランス動作に課題があるなど, 技術的要素が原因で競技パフォーマンスが低い傾向にあるのかもしれない。このことは, 指導現場における大きな課題であり, 身長の高い選手の方が長いポールを使いこなしやすいことを考えると, 身長の高い選手のパフォーマンス向上のために適切な指導やトレーニングを行っていくことが必要となるであろう。

さらに, 全跳躍種目における得点化した競技記録と, 有意な相関関係が認められた測定項目は 30 m 走, 立幅跳, 立五段跳, メディシンボール投げ (前投げ, 後投げ), 脚伸展パワー (絶対値, 体重比), クリーン (絶対値, 体重比) であった。先行研究では, 全跳躍種目と相関関係が見られた項目について, スプリント能力と立五段跳を示しているものが多く, 本研究においても同様の傾向が認められた。加えて本研究では, メディシンボール投

げ (前投げ, 後投げ), 脚伸展パワーといったパワー要素やハイクリーンといった筋力要素の種目にも相関が見られた。特にメディシンボール投げやハイクリーンの運動動作は, 股関節を主とした下肢の伸展によるパワー発揮が特徴的な種目であると言われている (瓜田ら, 1991; 関口, 2004)。股関節の伸展は, 跳躍の踏切時において重要な要素であることを踏まえると, 全跳躍種目に関連した測定項目であり, コントロールテストとして用いることの有効性が伺われる。

本研究ではより分析を進めるため全跳躍種目と各コントロールテスト項目の重回帰分析を行った。その結果, 競技パフォーマンスは, 脚伸展パワー (体重比) と 30 m 走の組み合わせとの重相関係数が 0.613 であり, この組み合わせが跳躍選手に共通して必要となる能力の代表的なテスト項目と考えられる。跳躍選手にとってスプリント能力の高さは重要な要素であり, 脚伸展パワーは踏切時に必要な能力であると考えられる。全ての跳躍種目に助走や踏切局面があることから, これらを反映するテスト項目が選ばれたことは妥当と言える。体力を評価するテストの分類には, 測定に多くの時間やコスト, 専門的な知識等が必要となるラボラトリーテストと, 簡単な器具と方法を用いて行うフィールドテストがある。実際にコントロールテストとして実施することを考えると, フィールドテスト項目を多く用いる方が便利であるが, 測定環境が整っているのであれば, 必要に応じてラボラトリーテストを織り交ぜて実施することも重要であると考えられる。特に脚伸展パワーにおいては, ラボラトリーテストの中でも簡単に行えるものであり, 跳躍選手のコントロールテストとして有効であると考えられる (図 1)。

前述のように多くの測定項目と全跳躍選手の競技パフォーマンスに有意な相関関係が認められたにも関わらず,

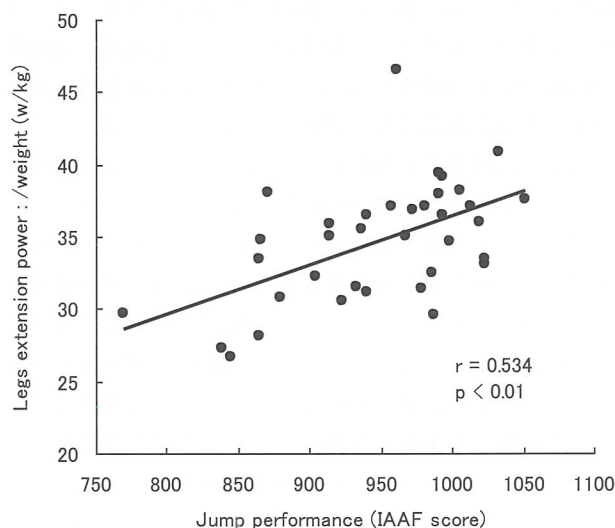


Figure 1 Relationship between jump performance and legs extension power (/ weight)

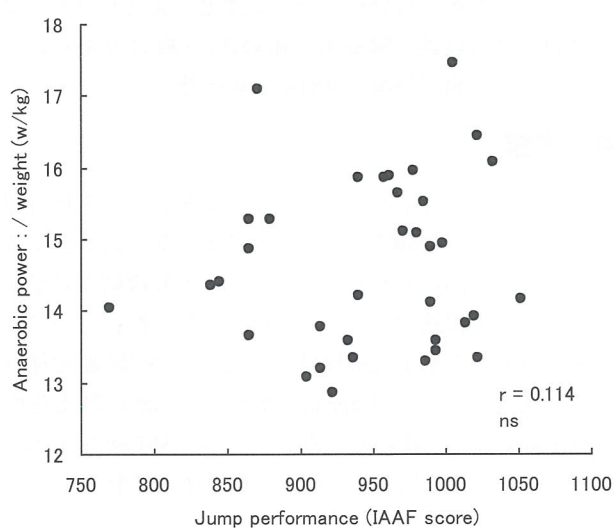


Figure 2 Relationship between jump performance and anaerobic power (/ weight)

重回帰分析においては2種目のみが選択されただけであり、今回用いたテスト項目は、比較的同じような体力要素を測定していたことが考えられる。しかし、得られた重回帰係数0.613は、決して高い値とは言えず、本研究で用いていないテスト項目を含めて分析することや、被験者数を増やして各種目における重回帰分析を行い、種目特性を考慮した効率的で推定精度の高いテストの組み合わせを調査することが今後の課題となる。

本研究では脚伸展パワーと30m走の組み合わせが選ばれたが、従来から短距離選手の競技パフォーマンスと関連が強いとされている無酸素パワーテストが選ばれていなかったことが特徴である。さらに、全跳躍種目、各跳躍種目において、無酸素パワーと競技パフォーマンスに有意な相関関係は認められなかった(図2)。先行研究では陸上競技における短距離選手の競技パフォーマンスとコントロールテスト項目との重回帰分析結果が報告されている。南ら(2001)は、大学男子短距離走者(100m)の競技パフォーマンスと体力テスト結果について、重回帰分析したところ、最大無酸素パワーと脚筋力の組み合わせから競技パフォーマンスをよく説明することができるとしている。また、深代ら(1993)も日本の一流選手の100m最高記録と体力要素を重回帰分析したところ、最大無酸素パワーが最も関連していたとしている。これらは、スプリント種目における無酸素パワーの重要性を説明しているものであり、スプリント能力を評価できる測定項目として無酸素パワーの重要性を示すものであると考えられる。一方、助走の役割は、踏切動作をコントロールできる範囲での最大の走スピードを発揮することとしており、助走速度は最大でも走能力の95%程度であるとしている(深代, 1990)。また、伊藤ら(2001)も跳躍の助走と短距離的なスプリント疾走の違いを明らかにしている。そのため、跳躍選手には短距離選手のような絶対的な無酸素パワーよりも、踏み切れる速度での高いスプリント能力が必要と言え、無酸素パワーが選ばれてこなかった理由であると考えられる。

最後に、水平跳躍種目に関しては同じ体力要素が必要とされることから(菊地ら, 1990)、水平跳躍種目における重回帰分析を進めた。その結果、競技パフォーマンスは、立五段跳、脚筋力(体重比)、握力の組み合わせにおいて重回帰係数が0.814であり、全跳躍種目を対象とした時よりも推定精度がやや向上する結果が得られた。水平跳躍種目においては、従来からコントロールテスト種目として有効性が示されている立五段跳の他に脚筋力、握力といった筋力の要素が関わっていた。特に本研究の対象者のように男子大学生においては、筋力というものが重要であるということは注目できる点である。戸田ら(1992)は大学男子三段跳競技者の競技パフォーマンスにおいて、立幅跳、立五段跳だけではなく、スクワット、クリーン、スナッチといったウエイト種目においても相

関が見られたとしている。また、石塚(1993)は大学女子跳躍選手を対象に競技力向上者はフルスクワットの相対筋力指数が高い値であり、競技力低下者はハイクリーン、スクワットの低下がみられたとしており、大学生の跳躍選手における筋力養成の重要性を示しているものであると言える。ただし、最大筋力の養成は、爆発的筋力の高度な発達に対する前提条件ではあり、直接的な要素ではなく、特にトップレベル選手の最大筋力と爆発的筋力との間には、相関関係がなくなることが明らかになっている(村木, 1994)。この点については、十分に考慮する必要がある、トップレベルに近づいていく大学生においては、立五段跳のようなジャンプ種目によるパワーを指針としながらも筋力要素の評価もしていく必要性も考えられ、併用した評価を行うことが重要であると言える。

5. まとめ

本研究結果から、全跳躍種目においては30m走、脚伸展パワーの組み合わせが、水平跳躍種目においては、立五段跳、脚筋力、握力の組み合わせが競技パフォーマンスとの関連が強いと考えられ、これらの種目をコントロールテストとして利用することが有効であると言える。しかし、現段階では、これらのテスト項目を中心としながらも、各種目において相関関係が認められた項目などを加えて、コントロールテストを実施していく必要があると考えられる。今後は、本研究で用いていない各種目の特性に応じたテスト項目等を加えて検討することや、被験者数を増やして各種目における重回帰分析を行う必要があるだろう。また、本研究における競技パフォーマンスの予測及びコントロールテストとの関連についての結果は、対象者が大学生の中でも競技レベルや技術の完成度が高い集団であったために得られたものでもあり、他の競技レベルにおける応用については今後の検討課題である。

参考文献

- Arrese, A.L., Lzquierdo, D.M. and Galindo J.R. (2006) Physiological Measures Associated with Marathon Running Performance in High-Level Male and Female Homogeneous Groups. *Int J Sports Med*, 27: 289-295.
- Chamari, K., Hachana, Y., Ahmed, Y.B., Galy, O., Sgheier, F., Chatard, C.J., Hue, O. and Wisloff, U. (2004) Field and laboratory testing in young elite soccer players. *Br J Sports Med*, 38: 191-196.
- Dapena, J. (1980) Mechanics of translation in the Fosbury flop. *Med.Sci.Sports Exerc.* 12: 37-44.
- 深代千之(1990)跳ぶ科学(第1版).大修館書店:東京, pp 36-37.
- 深代千之・若山章信・岡川 暁(1993)重回帰分析によ

- る短距離一流選手の体力要素の検討. 体力科学, 42 (6), 756.
- Girard, O., Chevalier, R., Leveque, F., Micallef, J.P. and Millet, G.P. (2006) Specific incremental field test for aerobic fitness in tennis. *Br J Sports Med*, 40: 791-796.
- 平野裕一・野口秋実・宮下充正 (1994) 加齢にともなう脚伸展パワー値の変化とその評価. 体力科学, 43: 113-120.
- 稲岡純史・村木征人・国土将平 (1993) コントロールテストからみた跳躍競技の種目特性および競技パフォーマンスとの関係. *スポーツ方法学研究*, 6, (1), 41-48.
- 石塚 浩 (1993) 女子跳躍競技者のコントロールテスト結果に関するスポーツトレーニング学的研究—最大筋力系のコントロールテスト種目について—. *日本女子体育大学紀要*, 23, 79-86.
- 伊藤信之・植田恭史・阿江通良・伊藤浩志・村木征人 (2001) 水平跳躍種目の助走とスプリントとの違いについて. *日本体育学会大会号*, (52): 463.
- 菊地俊紀・村木征人・伊藤信之 (1990) 陸上競技跳躍種目に於けるトレーニングの評価としてのコントロールテスト. *日本体育学会大会号* (41 B), 603.
- Miller, J. A. and Hay, J.G (1986) Kinematics of a world record and other world-class performances in the triple jump. *Int. J. Sport Biomech.* 2: 272-288.
- 南 雅樹・出村慎一・松沢甚三郎・菅野紀昭 (2001) 大学男子陸上競技選手における競技パフォーマンスと体力との関係—トラック種目を対象として—. *日本体育学会大会号* (52), 463.
- 森丘保典 (2006) トレーニング管理. *日本体育学会 監修 最新スポーツ科学辞典*. 平凡社: 東京, pp 699.
- 村木征人 (1988) 三段跳. *日本陸上競技連盟編 陸上競技指導教本*. 大修館書店: 東京, pp 172.
- 村木征人 (1994) *スポーツ・トレーニング論* (第1版). ブックハウスエイチディ: 東京, pp 113.
- 仲村 明・澤木啓祐・吉儀 宏 (2000) 長距離走者の競技力と脚筋力. *陸上競技研究*, 41: 13-18.
- 中村好男 (1984) 最大無酸素パワーの自転車エルゴメーターによる測定法. *Japanese Journal of SPORTS SCIENCES*, 3 (10): 834-839.
- 岡野 進 (1997) 走幅跳・三段跳 (第2版). ベースボールマガジン社: 東京, pp 35-40.
- Schuylenbergh, R.V., Eynde, B.V. and Hespel P. (2004) Prediction of sprint triathlon performance from laboratory tests. *Eur J Appl Physiol*, 91: 94-99.
- 関口 脩 (2004) コンディショニングでのクイックリフトについて—パワークリーンの指導法—. *NITTAI Sports Training Journal*, 1, 43-46.
- 関岡康雄 (1998) 陸上競技入門 (第1版). ベースボールマガジン社: 東京, pp 54-56.
- Steben RE (1970) A cinematographic study of selective factors in the Pole Vault. *Res Quart* 41(1): 95-104.
- 戸田次郎・鎌田 貴・植田恭史 (1992) 三段跳のコントロールテストに関する研究—コントロールテスト点検基準とトレーニング指標について—. *東海大学紀要体育学部*, 22, 33-44.
- 植田恭史・広川龍太郎 (2000) 跳躍競技のパフォーマンス及びコントロールテストとスクワット動作の等速性筋力の関係. *東海大学紀要体育学部*, 30, 95-101.
- 瓜田吉久・金高宏文・松下雅雄・平田文夫 (1991) 両手砲丸投げ運動の特性. *鹿屋体育大学研究紀要*, 6: 119-133.

[研究]

立幅跳における記録向上要因の規定が跳躍記録に及ぼす影響

井奥一樹¹⁾, 前田正登²⁾

Effect of specific instruction on improving performance in the standing long jump

Kazuki Ioku¹⁾, Masato Maeda²⁾

Abstract

The purpose of this study was to investigate the extent to which subjects improved their take-off skills in the standing long jump over a 5-month period by following instructions to concentrate on improving one specific component of their take-off. Fifteen subjects were divided into two groups. Group A was told to strive towards improving their personal best jumps by focusing their attention on increasing the impulse component of take-off. Group B was instructed to improve their personal best jumps by varying their take-off angles. Every two or three weeks over the 5-month study period, subjects performed 10 jumps in one day, which were measured. In addition to the distances of their jumps, measurements focused on take-off speed, take-off angle, position of center of gravity at take-off, and ground reaction force (using a force platform). Over the study period, results showed that 3 subjects in Group A had improved their personal best jumps, while no subjects in Group B improved their personal best. These results suggest that concentrating on the impulse component of take-off may aid improvement of overall jump performance. In addition, when giving advice, it is important to know the extent to which each component of a skill influences the results and to identify those components with the greatest influence on the results to subject's performance.

キーワード：立幅跳, 跳躍初速度, 跳躍角度, 運動習熟, 指導

1. 緒言

競技成績を向上させるために重要となる体力や技術の要素は、単一もしくは特定のいくつかということではなく、数多くの要素が複雑に絡み合うことによって結果につながっている。すなわち、競技成績の向上をもたらす要因は人によって、また場合によって異なっているのである。木村（1994）は運動学習において、学習進行過程は個体間で異なるルートをたどることをシミュレーションによって述べたが、このことは経験的にも理解できる。競技者はこの複雑に絡み合う競技能力向上要因の一つ、あるいはいくつかを改善させることを目的とし、トレーニングを行うのである。

これまでに、窪と阿江（2005）は立幅跳における熟練者の動作モデルに基づいた数日間の技術トレーニングを

行わせ、その結果、身体を前方に投射する動作が改善されたことや力学的エネルギーの観点からトレーニングの有効性を示した。また、古川ら（2004）についても、跳躍時の動作を意識的に変えるように指示することで記録が向上することを報告しているが、これらはいずれも短期間でのものである上、記録向上要因を規定しているわけではなかった。

しかしながら陸上競技のように、いわゆる競技種目における技術の変化はトレーニング前後のみで観察するのではなく、長期間にわたって継続的に変化の過程を観察していく必要があるはずである。

本研究では運動課題として立幅跳を挙げるが、特に跳躍動作に目を向けた研究について、栗原ら（1985）が垂直跳におけるしゃがみこみ動作の速さが跳躍初速度の増大につながることを述べ、Davies and Jones（1993）も反動動作について腕のスイング運動の貢献度を明らかにしている。また、跳躍初速度だけではなく跳躍角度に関する研究もなされており、Wakai and Lithorne（2002）は、5段階の異なる跳躍角度で立幅跳を行わせることで、被験者ごとに異なる最適跳躍角度が存在することを報告している。

立幅跳において、その跳躍距離は、つま先に対する跳び出し時の身体重心の位置、跳躍初速度および跳躍角度によって算出される身体重心の推定到達距離、身体重心の推定到達距離に対するかかとの着地位置、つまり着地動作のロスによって完全に決定される（Wakai and Lithorne, 2002）。つまり立幅跳という身体運動は、技術的要素がそれほど複雑ではなく、記録の向上要因が特定しやすいために運動習熟過程を観察するには非常に適していると言える。井奥と前田（2006）の研究では、立幅跳において記録が向上する時、その要因の多くが、地面に加える力積の増大、あるいは跳躍角度の変化のどちらかであったことを報告している。しかしながら指導の現場で行われているように、あらかじめこれらの要因（改善すべき点）を指示し、その習熟過程の動向を検討した

1) 神戸大学大学院総合人間科学研究科 Graduate School of Cultural Studies and Human Science, Kobe University

〒657-8501 神戸市灘区鶴甲 3-11

2) 神戸大学発達科学部 Faculty of Human Development, Kobe University

〒657-8501 神戸市灘区鶴甲 3-11

ものは見られない。

そこで本研究では、いくつか存在する立幅跳の記録向上要因のうち、予め技術を変化させようとする内容を、地面に加える力積の増大、および跳躍角度の変化の2要因に規定することにより、それぞれの要因を指示し続けることで跳躍動作にどのような影響がみられるのかを検討することを目的とした。

2. 方法

2.1 実験方法

(1) 被験者

被験者は大学の陸上競技部員男子15名(身長:172.9±5.0 cm, 体重63.6±4.0 kg)で、日頃からトレーニングなどで立幅跳を行う機会のある者とした。表1は被験者の身長、体重、年齢に加え、最初の測定で行われた跳躍の平均記録である基準記録を示したものである。

表1 被験者の身長、体重、年齢および基準記録

	身長(cm)	体重(kg)	年齢(歳)	基準記録(cm)
Group A(n=8)	173.6±4.2	64.0±3.9	20.1±0.4	243.5±10.8
Group B(n=7)	172.1±6.1	63.1±4.3	19.6±1.3	246.9±7.3
全被験者(n=15)	172.9±5.0	63.6±4.0	19.9±0.9	245.1±9.2

(2) 測定方法

被験者にはフォースプレート(KISTLER社; type 9281C)上から立幅跳を行わせた。これにより、被験者の跳躍動作時の地面反力を測定した。フォースプレートの軸設定は被験者の前後方向をx軸(被験者の後方方向を正)、左右方向をy軸(被験者の左方向を正)、そして鉛直方向をz軸(鉛直下方向を正)とした。なお、フォースプレートからの出力信号は1.2 kHzでA/D変換し、パソコンに入力した。また、被験者の右側方3.8 mより、CCDカメラ(SONY社; XC-009)を用いて60 fpsで被験者の跳躍動作を撮影し、フォースプレートからの出力と完全に同期し入力した。

(3) 実験手順

15名の被験者それぞれに対し、初めに10本の跳躍を課した。この10本の跳躍距離の平均を基準記録とし、グループ間で基準記録に偏りがないように被験者をA、Bの2つのグループに分けた。GroupAには「地面に加える力積を増大させて記録を向上させること」、GroupBには「跳び出し方向を変化させて記録を向上させること」をそれぞれ指示し、以後、規定された内容に基づいて立幅跳の記録を向上させるように指示した。

約5ヶ月間に渡り、基準測定以降計6回の立幅跳の測定実験を行った。各測定間は最短で15日、最大で27日とし継続的に行った。一回の測定実験での跳躍数は10本とし、その平均記録が基準記録に対して向上したか否かを検討した。その際指定したフォースプレート上の踏

切位置から跳躍を行い、踏切時のつま先の位置から着地時のかかとの位置までの水平距離を測定した。また、体力的向上がみられたかどうかの判断をするため、すべての測定回において垂直跳を測定した。

測定の際被験者は各試行後に記録を聞くことができ、フィードバックした後次の試行に臨むことができるものとした。

2.2 分析方法

(1) 分析項目

本研究では、跳躍距離、CCDカメラで撮影した画像から2次元DLT法によって得られる身体各部および身体重心の位置座標、フォースプレートから得られた地面反力の時間変化をもとに分析を行った。

a. 記録

各回に測定された跳躍距離の平均値を記録とし、比較、分析対象とした。

b. 身体重心の位置座標

離地直後の身体重心の変位をもとに、初速度、跳躍角度およびつま先の位置に対する身体重心の跳び出し位置を算出し、分析対象とした。

c. 地面反力波形

フォースプレートのデータは被験者の前後方向であるx軸、鉛直方向であるz軸を分析対象とした。一回の測定において計測される10本の試技のそれぞれの出力について、これらを同じ時間経過で比較検討するために、離地時を基準としてすべてのデータを時間的に一致させた。

(2) 統計処理

記録および身体重心の位置座標から算出される各数値については、全て対応のあるt検定を用いて有意水準5%未満で検定した。

(3) 記録向上要因の判定

a. 身体重心の推定到達距離

窪ら(1999)やWakai and Lithorne(2002)が述べたように、立幅跳の記録向上要因は①初速度の向上、②跳躍角度の変化、③着地動作の改善に分けられると考えられる。そこで本研究では、跳び出し時の初速度(V)、跳躍角度(θ)、身体重心位置(水平方向をD_{takeoff}、鉛直方向をh_{takeoff}とする)といった跳躍の初期条件をもとに、身体重心の推定到達距離(D_{jump})を以下の要領で算出した。この推定到達距離では着地動作技術を考慮していないため、前に挙げた3つの立幅跳の記録向上要因のうち③着地動作の改善の要因を省くことができ、跳躍の初期条件が改善されているか否かを判定することができる。

b. 記録向上要因の判定方法

記録が有意に向上し、身体重心の推定到達距離(D_{jump})の平均値に有意差がみられなかった者の要因は③着地動作の改善と判定した。

一方、記録が有意に向上し、身体重心の推定到達距離

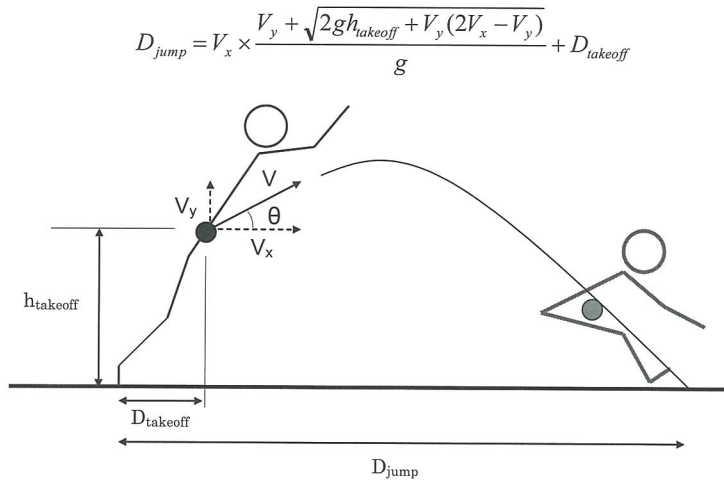


図1 跳躍の初期条件と身体重心の推定到達距離

表2 記録向上要因の判定基準

跳躍初速度 [†]	跳躍角度 [‡]	判定される記録向上要因
○	×	→ 跳躍初速度の向上
×	○	→ 跳躍角度の変化
○	○	→ 跳躍初速度の向上および跳躍角度の変化

[†]跳躍初速度の○…初速度が有意に向上した場合

[‡]跳躍角度の○…最適跳躍角度と実際の跳躍角度の差が有意に小さくなった場合

(D_{jump})の平均値も有意に増加していたとされる場合は、表2をもとに要因を判定した。表2は跳躍初速度が有意に増加するか、跳躍角度が身体重心の推定跳躍距離の増加に貢献するかどうかを基に記録向上要因を判定するものである。この際、予め基準測定時の初速度と跳び出し時の身体重心位置を元に、身体重心の推定到達距離が最大となる角度を最適跳躍角度とし、各被験者についてこの最適跳躍角度を算出しておいた。

また、すべての測定回において跳び出し時の身体重心位置(D_{takeoff} , h_{takeoff})が影響しているかを判断するため、基準測定時の跳び出し時の身体重心位置(D_{takeoff} , h_{takeoff})を代入し、身体重心の推定到達距離に差がみられるかを検討した。

3. 結果

各被験者の立幅跳の平均記録推移を表3に示した。最終測定である第6回目の測定までに基準記録を有意に上回った者は全15名の被験者中7名、そのうちGroupAが5名、GroupBが2名であった。さらにこのうちGroupAの被験者gのみが基準記録を上回った1回目の記録を3回目の測定時に上回り、4回目の測定時にはさらにその記録を上回った。

また、表4には測定期間における垂直跳の記録推移を示した。この垂直跳の記録を本研究では体力的指標として扱うものとしたが、測定期間中この記録に大きな向上

はみられなかった。

表5には映像から得られた跳躍の初期条件によって算出された身体重心の推定到達距離の推移を示した。表5に示されるように、3名において値が有意に向上し、GroupAの被験者gについては基準測定時の値を上回った1回目の値を4回目の測定でさらに上回った。

表6、表7には各測定時の跳躍初速度、跳躍角度を示した。表6においては全被験者中GroupAの4名に有意な向上がみられた。表7においては基準測定以降で角度を有意に変化させた測定回が示されているが、全測定回のうち、GroupAにおいては32%、GroupBにおいては61%が基準測定時に対して有意に跳躍角度の変化した測定回であったことがわかる。

表8には各被験者の基準測定時の初速度を元に身体重心の推定到達距離が最大となる角度を算出し、その角度と各測定回の跳躍角度との差を記載し、表9にその標準偏差を記載した。すべての被験者において跳躍角度は最適跳躍角度を下回っていた。

表10および表11には跳び出し時のつま先に対する身体重心の位置(水平および鉛直方向)を示した。表10においては各グループ4名、計8名の値が有意に増加しており、表11においてはGroupAで1名、GroupBで3名、計4名の値が有意に増加していた。

図2~4は跳躍の初期条件によって算出された身体重心の推定到達距離が基準測定時に対して有意に増加した3ケースにおける、各被験者の跳躍動作時の地面反力の時間変化(水平および鉛直方向)を示したものである。身体重心の推定到達距離が増加する前の動作を上段のスティックピクチャーで示しており、値が増加したときの動作を下段のスティックピクチャーで示した。

4. 考察

4.1 立幅跳の跳躍距離の推移と動作の変化

表4に示されているように、測定期間中で被験者に体力的向上はみられなかったことから、本研究においてこれらの測定項目に見られる変化は、体力的要因ではなく技術的要因によるものであると言える。窪ら(1999)によると、立幅跳の跳躍距離は、離地時の身体重心位置、身体重心の移動距離、着地位置によって影響を受けると報告されており、本研究においては記録を向上させるために、身体重心の移動距離に影響を及ぼす跳躍初速度、および跳躍角度について指示を出し、動作の動向を検討した。

窪ら(1999)によって報告された各々の記録の構成要素を本研究の全ての測定回においても算出し、指示を与えた各グループのデータの動向を観察したが、跳躍初速

表3 被験者の平均記録推移(単位:cm)

被験者		基準測定時	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
Group A	a	228.8	220.9	226.2	-	-	213.8	218.1
	b	236.2	<u>241.9</u>	237.5	227.4	234.8	229.9	228.9
	c	245.8	<u>252.4</u> ↑	247.4	250.1	-	247.3	233.1
	d	259.4	256.1	256.8	244.8	242.2	250.4	247.5
	e	252.8	254.1	253.8	-	247.0	250.1	253.2
	f	242.1	255.0 ↑	242.8	240.0	239.0	235.4	254.3 △
	g	251.2	261.3 ↑	258.6 △	266.6 ↑↑	279.5 ↑↑↑	262.8 △	259.4 △
	h	231.8	226.5	235.0	243.6	235.2	231.0	244.8 ↑
Group B	i	258.3	257.7	263.3	256.1	257.4	<u>265.7</u> ↑	255.4
	j	244.8	242.2	238.6	232.2	240.0	237.0	242.8
	k	240.7	230.1	225.7	238.6	233.0	233.2	229.0
	l	246.1	239.5	<u>256.1</u> ↑	244.2	232.7	243.7	242.6
	m	244.2	244.7	243.4	233.1	-	236.2	239.2
	n	255.6	253.0	247.6	251.0	251.1	253.2	245.2
	o	238.8	237.7	234.0	243.1	240.5	233.4	241.8

記録向上の要因: 太字…跳躍初速度, 斜体下線…跳躍角度, 下線…着地動作, 斜体…跳び出し時の身体重心位置の変化

↑: 基準測定時に対して有意に記録が向上したもの

↑↑: ↑に対して有意に記録が向上したもの

↑↑↑: ↑↑に対して有意に記録が向上したもの

△: ↑以降で基準測定時に対して有意に記録が高かったもの

表4 被験者の測定期間中の垂直跳の記録推移(単位:cm)

	被験者	基準測定時	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
Group A	a	55	55	55	－	－	54	55
	b	58	60	57	63	60	56	64
	c	58	63	57	56	－	61	60
	d	63	64	57	60	58	58	60
	e	63	66	65	－	64	68	61
	f	57	59	60	58	56	59	59
	g	62	64	65	65	65	61	62
	h	61	61	65	62	67	57	62
Group B	i	63	64	63	64	65	62	63
	j	64	67	66	62	64	64	62
	k	61	61	57	61	63	64	62
	l	71	72	72	72	69	71	72
	m	66	65	64	63	－	64	64
	n	62	64	60	62	60	63	62
	o	64	62	60	64	62	59	61
	平均	61.9	63.1	61.5	62.5	62.8	61.4	61.9

表5 被験者の跳躍初期条件から算出される身体重心推定到達距離の推移(単位:cm)

被験者		基準測定時	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
Group A	a	260.2	243.8	255.1	-	-	233.9	231.4
	b	257.5	256.0	253.2	249.9	254.0	241.8	246.0
	c	273.5	272.9	249.9	251.9	-	256.8	248.8
	d	284.2	289.4	284.8	260.5	263.1	267.1	272.6
	e	271.5	266.6	251.1	-	256.4	248.5	243.2
	f	265.6	278.5 ↑	263.6	263.9	260.7	262.0	267.9
	g	259.0	279.9 ↑	258.0	261.2	292.1 ↑↑	266.3	263.8
	h	258.7	254.4	255.1	264.3	268.0 ↑	258.7	270.0 △
Group B	i	272.9	265.6	273.0	263.2	251.8	266.0	248.6
	j	267.0	250.0	251.5	250.9	253.8	261.2	248.3
	k	262.3	254.1	237.2	251.6	243.9	252.2	252.1
	l	271.7	263.9	272.7	268.3	255.4	261.2	259.0
	m	284.1	267.2	266.1	266.0	-	270.5	257.6
	n	279.7	280.5	268.3	273.0	260.3	258.6	269.8
	o	263.1	257.1	249.9	264.2	267.3	258.6	259.4

↑: 基準測定時に対して有意に値が高かったもの

↑↑: ↑に対して有意に値が高かったもの

△: ↑以降で基準測定時に対して有意に値が高かったもの

表6 被験者の平均跳躍初速度の推移(単位:m/s)

	被験者	基準測定時	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
Group A	a	3.41	3.15	3.40	-	-	3.03	3.00
	b	3.42	3.42	3.40	3.39	3.50	3.31	3.34
	c	3.63	3.64	3.39	3.40	-	3.53	3.34
	d	3.81	3.96	↑	3.85	3.52	3.55	3.63
	e	3.66	3.54	3.41	-	3.45	3.35	3.23
	f	3.56	3.74	↑	3.59	3.52	3.51	3.52
	g	3.42	3.76	↑	3.38	3.42	3.79	3.53
	h	3.42	3.39	3.40	3.52	3.52	3.47	3.59
Group B	i	3.60	3.51	3.66	3.56	3.41	3.67	3.40
	j	3.66	3.48	3.48	3.50	3.53	3.62	3.43
	k	3.65	3.48	3.27	3.44	3.44	3.53	3.50
	l	3.63	3.48	3.65	3.57	3.39	3.49	3.45
	m	3.79	3.51	3.54	3.55	-	3.63	3.39
	n	3.60	3.70	3.49	3.55	3.41	3.35	3.53
	o	3.50	3.49	3.34	3.53	3.59	3.35	3.53

↑:基準測定時に対して有意に値が高かったもの

↑↑:↑に対して有意に値が高かったもの

△:↑以降で基準測定時に対して有意に値が高かったもの

表7 被験者の平均跳躍角度の推移(単位:deg.)

被験者		基準測定時	1回目		2回目		3回目		4回目		5回目		6回目	
Group A	a	21.3	21.3		23.6		-		-		28.1	↑	20.4	
	b	24.0	22.1		21.6		19.7	↓	19.7	▽	20.2	▽	19.9	▽
	c	18.2	21.1		15.0	↓	16.6		-		15.9	▽	17.9	
	d	19.5	20.5		19.2		19.9		21.5		21.2		25.3	↑
	e	29.8	27.8		24.4		-		27.3		24.3	↓	23.3	▽
	f	21.0	21.5		21.3		24.2	↑	20.9		19.8		24.0	△
	g	21.9	19.8		22.2		22.2		21.6		21.2		21.5	
	h	22.7	28.3	↑	23.6		23.4		23.2		20.3		19.5	↓
Group B	i	24.8	18.6	↓	18.9	▽	20.3	▽	18.2	▽	15.1	↓↓	16.3	▽▽
	j	26.6	29.7	↑	27.1		23.6		24.5		24.9		24.0	
	k	17.0	17.1		14.4		17.0		15.1		14.8		17.1	
	l	23.5	27.6	↑	24.8		24.0		27.7	△	26.5	△	26.3	△
	m	28.5	21.5	↓	17.8	↓↓	18.5	▽▽	-		18.5	▽	22.2	▽
	n	21.2	19.6		18.2	↓	18.5	▽	17.6	▽	21.6		18.7	▽
	o	25.3	18.1	↓	23.1	▽	24.6		19.5	▽	21.6	▽	18.7	▽

↑:基準測定時に対して有意に値が高かったもの

↑↑:↑に対して有意に値が高かったもの

↓:基準測定時に対して有意に値が低かったもの

↓↓:↓に対して有意に値が低かったもの

△, ▽:↑もしくは↓以降で基準測定時に対して値に有意差のみられたもの

△△, ▽▽:↑↑もしくは↓↓以降で↓もしくは↑に対して値に有意差のみられたもの

表8 被験者の基準測定時の初速度を元に算出した最適跳躍角度と実際の跳躍角度の差の平均値(単位:deg.)

被験者 基準測定時		1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	
Group A	a	-10.3	-10.3	-8.0	-	-	-3.5	-11.2
	b	-8.3	-10.2	-10.7	-12.6	-12.6	-12.1	-12.4
	c	-14.9	-12.0	-18.1	-16.5	-	-17.2	-15.2
	d	-14.7	-13.7	-15.0	-14.3	-12.7	-13.0	-8.9
	e	-4.0	-6.0	-9.4	-	-6.5	-9.5	-10.5
	f	-11.9	-11.4	-11.6	-8.7	-12.0	-13.1	-8.9
	g	-10.4	-12.5	-10.1	-10.1	-10.7	-11.1	-10.8
	h	-9.2	-3.6	-8.3	-8.5	-8.7	-11.6	-12.4
Group B	i	-8.0	-14.2	-13.9	-12.5	-14.6	-17.7	-16.5
	j	-6.9	-3.8	-6.4	-9.9	-9.0	-8.6	-9.5
	k	-16.7	-16.6	-19.3	-16.7	-18.6	-18.9	-16.6
	l	-9.8	-5.7	-8.5	-9.3	-5.6	-6.8	-7.0
	m	-5.3	-12.3	-16.0	-15.3	-	-15.3	-11.6
	n	-11.5	-13.1	-14.5	-14.2	-15.1	-11.1	-14.0
	o	-6.8	-14.0	-9.0	-7.5	-12.6	-10.5	-13.4

表 9 被験者の基準測定時の初速度を元に算出した最適跳躍角度と実際の跳躍角度の差の標準偏差(単位:deg.)

被験者 基準測定時		1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	
Group A	a	5.4	3.9	2.9	-	-	2.8	3.9
	b	3.0	3.7	4.2	1.3	3.4	1.9	1.7
	c	1.9	3.6	2.5	3.6	-	2.6	4.0
	d	4.3	2.8	1.4	2.5	2.8	2.6	3.1
	e	4.6	2.9	4.0	-	3.4	2.8	2.6
	f	2.1	2.6	3.8	2.8	2.4	2.4	2.1
	g	1.7	4.1	2.6	3.3	1.4	3.6	3.8
	h	3.6	2.8	2.9	6.0	3.6	2.2	2.3
Group B	i	2.2	4.4	2.4	3.9	3.5	3.2	2.9
	j	3.1	1.9	3.8	4.7	2.8	3.6	2.6
	k	2.8	3.5	2.2	2.6	1.9	2.4	3.0
	l	2.1	4.3	2.5	2.4	1.5	3.3	3.5
	m	4.0	3.1	2.6	1.5	-	1.7	3.5
	n	2.3	3.6	3.8	2.3	3.0	2.7	2.4
	o	2.5	6.5	1.9	3.1	3.7	2.7	1.9

表 10. 被験者の跳び出し時におけるつま先に対する身体重心位置の推移(水平方向)(単位:cm)

被験者		基準測定時	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
Group A	a	75.7	76.1	69.7	-	-	69.7	75.9
	b	72.5	74.8	74.2	76.1	75.2 ↑	71.9	73.6
	c	79.6	78.8	79.0	78.4	-	76.3	77.0
	d	80.9	76.6	79.1	76.9	73.5	72.3	74.9
	e	69.4	71.9	71.2	-	71.7	72.5	74.0 ↑
	f	73.3	74.5	72.3	71.4	71.7	75.2	70.6
	g	75.8	76.9	77.5	76.2	80.2 ↑	74.3	77.6
	h	71.8	66.5	69.7	72.7	75.7 ↑	75.3 △	78.5 △
Group B	i	71.5	78.9 ↑	75.5 △	72.1	73.0	76.9 △	74.3
	j	63.6	58.3	62.5	66.8 ↑	63.9	66.1	65.6
	k	74.5	74.6	74.3	75.2	73.6	74.0	75.0
	l	72.8	70.3	70.7	73.1	68.5	67.0	68.8
	m	67.1	76.0 ↑	77.3 △	76.5 △	-	77.2 △	74.6 △
	n	81.8	80.5	81.9	82.7	82.0	78.0	80.5
	o	66.4	75.2 ↑	69.3 △	67.5	73.4 △	78.0 △	74.4 △

↑:基準測定時に対して有意に値が高かったもの

△: ↑以降で基準測定時に対して有意に値が高かったもの

表 11 被験者の跳び出し時におけるつま先に対する身体重心位置の推移(鉛直方向)(単位:cm)

被験者		基準測定時	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
Group A	a	96.5	96.1	93.3	-	-	97.5	92.9
	b	89.9	87.0	86.8	83.7	80.8	83.8	85.3
	c	90.8	85.9	87.9	88.1	-	87.1	87.9
	d	86.1	81.4	85.5	84.4	86.9	87.2	86.0
	e	83.6	87.4	84.4	-	83.3	84.3	86.9
	f	90.2	88.1	87.3	89.9	90.8	89.2	91.2
	g	89.4	89.1	90.0	92.6 ↑	92.9	93.6	91.9
	h	93.9	94.1	93.3	91.9	92.0	88.3	89.3
Group B	i	92.3	92.7	92.4	91.4	91.5	89.2	89.5
	j	87.9	88.1	86.7	82.4	85.8	83.3	85.5
	k	84.6	88.6 ↑	87.4 △	87.6 △	83.0	86.7	83.3
	l	88.6	92.6	89.7	89.3	91.9 ↑	93.2 △	92.2
	m	90.2	93.9 ↑	93.9	91.5	-	90.0	92.0
	n	94.0	91.2	94.7	93.3	91.1	93.8	93.3
	o	96.5	90.8	92.4	95.1	94.0	93.8	87.7

↑:基準測定時に対して有意に値が高かったもの

△: ↑以降で基準測定時に対して有意に値が高かったもの

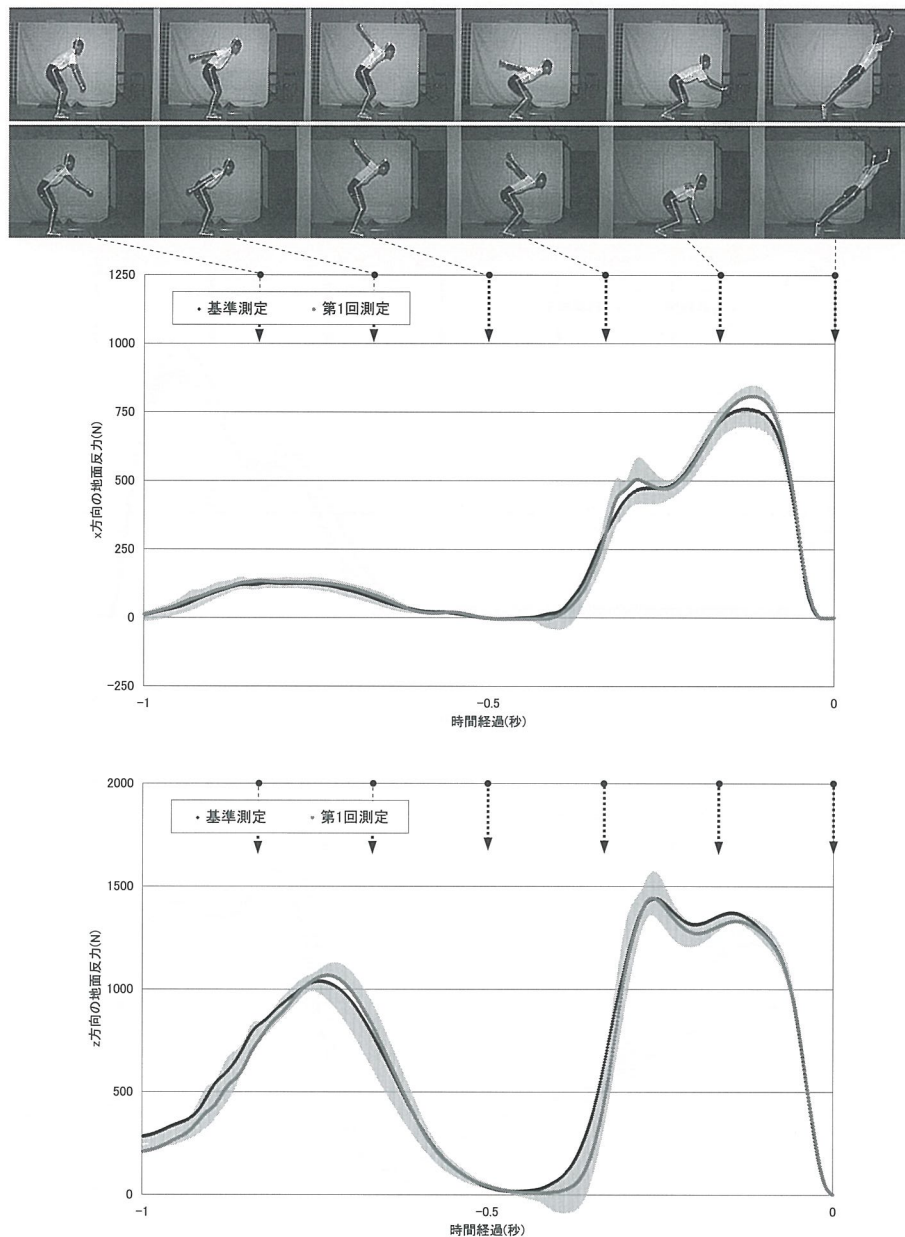


図2 被験者fの基準測定および第1回測定における各方向の地面反力の時間変化(平均)

度に関しては、GroupAのみでしか向上しなかったものの、他のデータに関しては両グループで変化していた。つまり各技術要素はそれぞれ独立しているわけではなく、相互に影響し合っていると考えることができる。

指示に即した技術的变化をしているかについては、表6に見られるように、跳躍初速度を有意に増加させた被験者はGroupAで4名見られ、GroupBでは見られなかった。跳躍初速度を有意に増加させた被験者は、図3および図4の鉛直方向の分力の波形に顕著に表れているように、準備局面での動作を大きくさせることによって踏切時の力積を獲得していた。特に図4のスティックピクチャーに見られるように、腕振りを大きくし、身体の沈み込みを深くすることによってより大きな力を地面に加えていたと考えられる。

さらに、跳躍初速度を増加させたことによって身体重

心の推定到達距離が有意に向上した3例の跳躍動作時の地面反力を示す図2、図3、図4からわかるように、これらの跳躍初速度の増加は力積の水平分力を増大させたことに起因していた。窪(2003)は立幅跳における未熟練者の動作改善のための技術的ポイントの一つを、低い姿勢で地面を強く蹴りながら前方へ倒れ込むことであると述べているが、今回見られた波形はその動作を示すものであったと考えられる。つまり、準備動作によって獲得した力積は総力積の水平分力に貢献したと考えられ、記録向上要因の一つである跳躍角度の変化は水平分力の増大によるものであると考えられる。

一方で、表7に示すように、GroupAに比べてGroupBの被験者における測定の多くで基準測定時の跳躍角度との有意差がみられた。表10、表11からは、表7で跳躍角度に有意差がみられた測定回と飛び出し時の身体重心

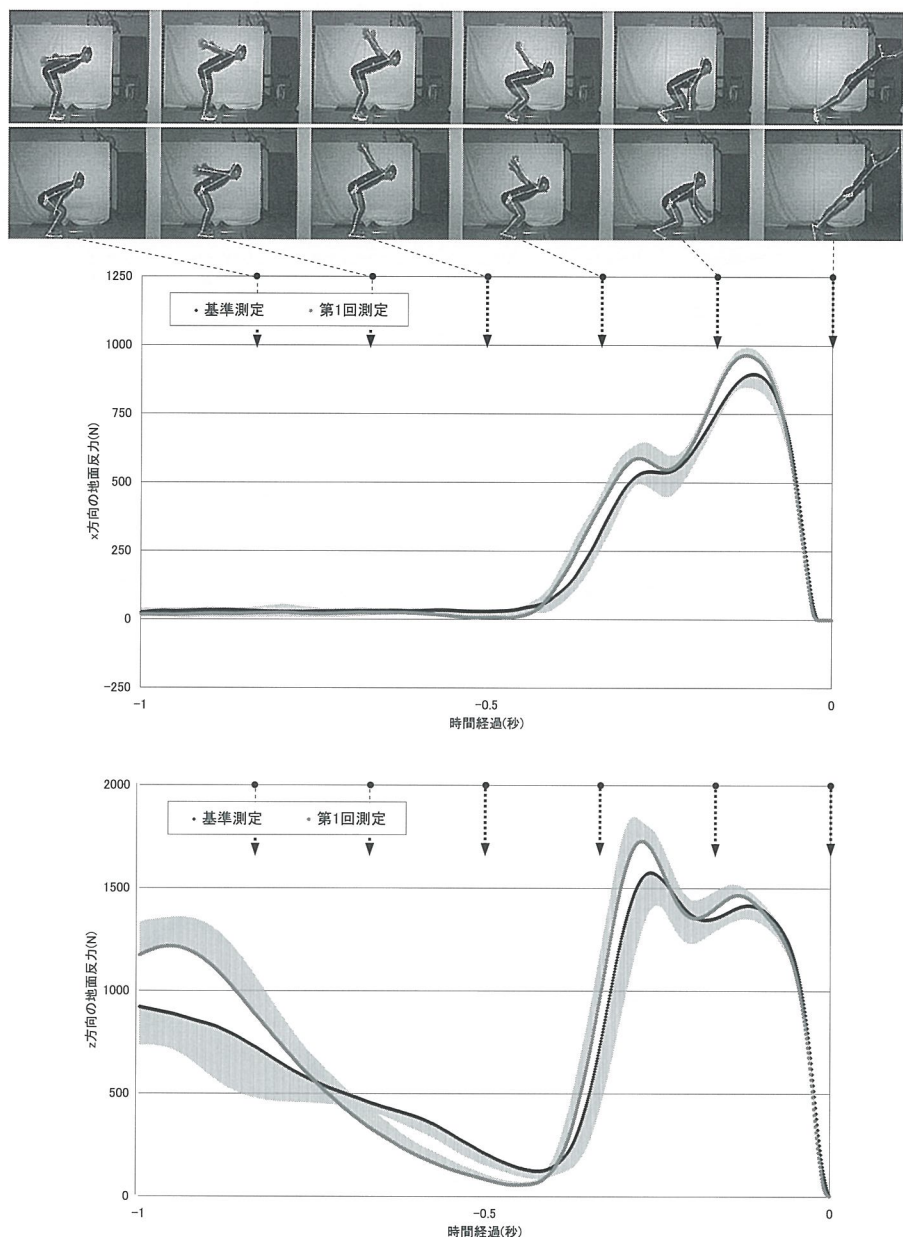


図3 被験者gの基準測定および第1回測定における各方向の地面反力の時間変化(平均)

の位置が有意に変化した測定回の多くが一致することが見て取れる。Phillips et al. (1985)の研究では、技術の向上とともに身体重心をつま先からより水平方向へ向けて遠くに出そうという動作が観察されたことを示しているが、本研究における跳躍角度を変化させるという指示に対して、多くの被験者が跳び出し時の身体重心位置を変えるように動作を変容させようとしたと考えられる。

また、GroupBにおいては、7名中6名の被験者が跳躍角度を有意に変化させたが、跳躍初速度を有意に増加させた者は見られなかった。加えて表8、表9からわかるように、最適跳躍角度との差を縮めることはできなかったケースが多かったことも記録を向上させることができなかった一要因であり、最適跳躍角度との差が縮まった測定回であっても、跳躍初速度が増加していなかったために記録を向上させることができなかったことが推察

される。このことから、跳躍角度を変化させるという指示において、被験者が水平分力を増大させるように動作を変容させることはなかったと考えられる。立幅跳の種目特性上、跳躍角度の変化を指示され、さらに記録の向上を目的としたときには、ほとんどの場合が身体をより前方へ跳び出させることに動作を変えようとしてしまうのではないだろうか。本研究において、GroupBに対する指示内容は「跳躍角度を変化させて記録を向上させる」ことであったが、「跳躍角度を高くすることで記録を向上させる」ことを指示することによって、記録の動向が変わったかもしれない。また、Phillips et al. (1985)が水平速度の増加によって結果的に跳躍角度が減少した場合でも記録が向上したことを報告し、さらに身体の前傾の増加が水平初速度を増加させると述べたことから考えられるように、記録向上要因を規定する際「跳び出

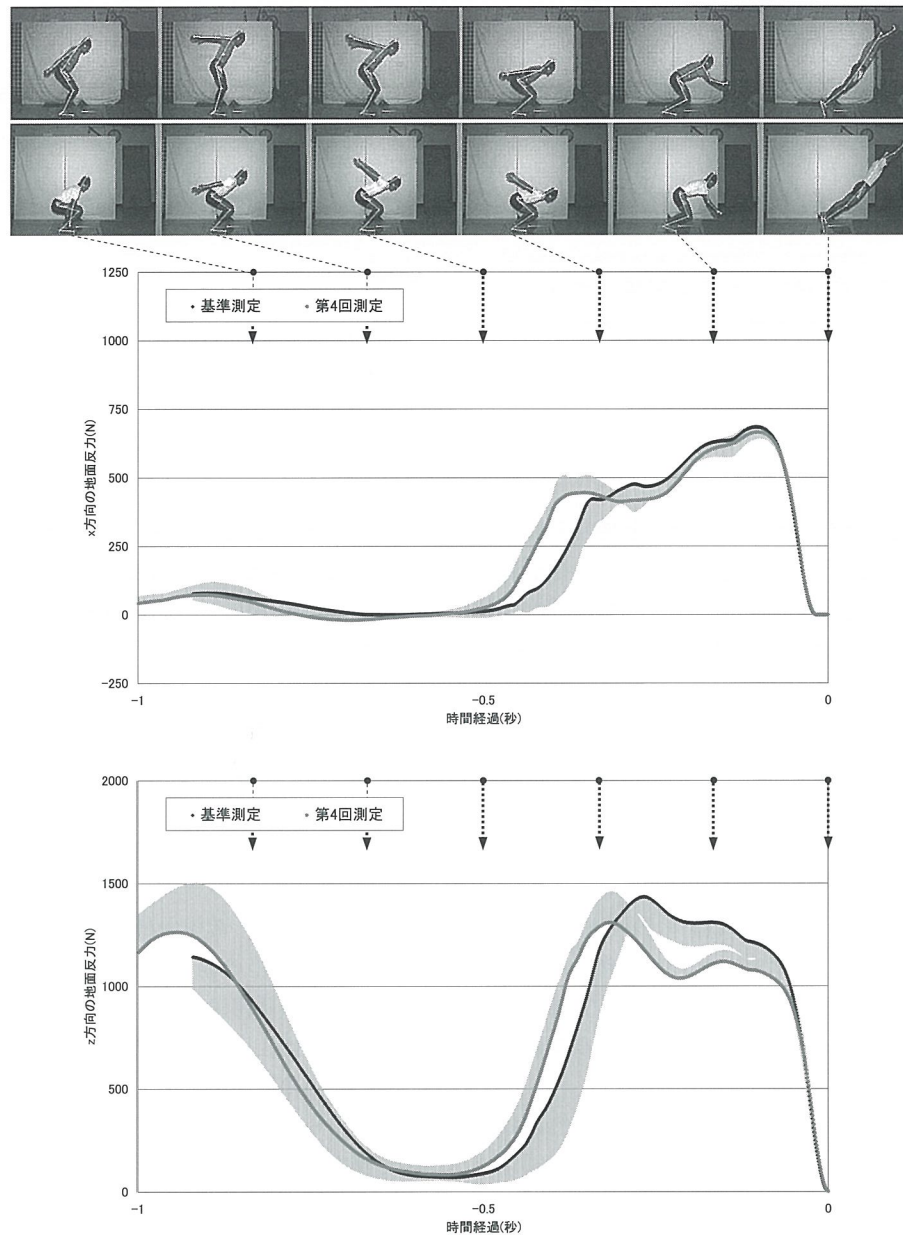


図4 被験者hの基準測定および第4回測定における各方向の地面反力の時間変化(平均)

し時の身体をより前傾させることで記録を向上させる」ことを指示すれば、記録に貢献する合理的な動作に変容した可能性も考えられる。Aguado et al. (1997) は、立幅跳の動作時には水平方向に貢献する動作および鉛直方向に貢献する動作の協調性が爆発的筋力発揮という点で重要であると述べたが、身体の前傾は、力積の鉛直成分を減少させることなく水平成分を増加させることができ、総力積の増大に対して有効な手段であるのかもしれない。

これらの結果から、両グループにおいて指示した内容は動作に反映されていたことが考えられるが、跳躍の初期条件から算出される身体重心の推定到達距離の増加が認められたものはGroup Aに属する被験者3名のみであった。跳躍角度の変化は記録向上要因となりうるが、本研究において跳躍角度の変化による記録向上はどちらのグループにも見られなかった。このことから、跳び出し

方向を変化させるということは、予め指示する内容としては必ずしも適切ではなく、記録を向上させる上では望ましい影響を及ぼさないと考えられた。

よって本研究において、跳躍の初期条件の改善に対する有効な手段は、力積を増大させるように指示することであったと言える。

4.2 記録向上のための指導

本研究では記録の向上要因を規定することが跳躍動作に及ぼす影響を検討した。跳躍初速度と跳躍角度という2要因について検討し、各グループの被験者はこれらを有意に変化させることができたが、記録の向上につながったのは初速度を向上させたグループの被験者3名であった。つまり跳躍初速度を向上させるよう動きを変容させることが、跳躍角度を変化させるよう動きを変容させることよりも記録向上に貢献すると考えられる。

吉原ら（1997）は走幅跳の指導に関して、跳躍距離の決定要因の一つである跳び出し時におけるつま先から身体重心位置までの距離を獲得するよう動作を変容させることは必ずしも記録に反映されないため、「身体を前方に投げ出すように踏み切れ」といった指示は必ずしも有効とは限らないと述べている。

これらのことから、指導などにおいて記録向上要因を規定する際は、各要因が記録にどの程度影響しているのかを熟知し、記録の向上に好影響を及ぼすと考えられるものを優先的に指示して記録の向上を目指すことが重要であると考えられる。

5. 総括

本研究では立幅跳を運動課題に、記録向上要因を規定することによって跳躍動作の習熟過程にどのような影響がみられるのかを縦断的に検討することを目的とした。

初めに課した10本の跳躍から、グループ間に記録の偏りがないう被験者をA、Bの2グループに分けた。これまでの研究で明らかになっている記録向上要因をもとにGroupAには「地面に加える力積を増大させて記録を向上させること」、GroupBには「跳び出し方向を変化させて記録を向上させること」をそれぞれに指示し、以後、規定された要因で立幅跳の記録を向上させるように指示した。各測定間は2～4週間（15～27日）、対象期間は約5ヶ月間に渡った。パフォーマンスの成否の評価は各測定時の10本の跳躍記録の平均値、および跳躍動作時の身体重心の変位から算出される身体重心の推定到達距離を元に行った。

分析にあたっては跳躍初速度、跳躍角度、跳び出し時のつま先に対する身体重心位置、跳躍動作時に地面に与えた地面反力の時間変化を用いた。

分析の結果次のことが明らかとなった。

1. 地面に加える力積を増大させて記録を向上させるよう指示したグループでは、多くのものが腕振りを大きくし、身体の沈み込みを深くすることによってより大きな力を地面に加えようとしていた。またこの結果、跳躍記録向上に成功したものは力積の水平分力を増大させたことが確認できた。
2. 跳躍角度を変化させて記録を向上させるよう指示したグループでは多くの被験者が跳び出し時の身体重心を前方に出すよう動作を変化させたと同時に跳躍角度を有意に変化させた。しかし初速度を有意に向上させた者は見られず、跳躍の初期条件を改善できなかったため、跳躍角度を変化させることは予め指示する内容としては必ずしも適切ではなく、記録を向上させる上では望ましい影響を及ぼさないと考えられた。
3. 跳躍初速度と跳躍角度という立幅跳の2つの記録向上要因に関して、跳躍初速度を向上させるよう動き

を変容させることが、跳躍角度を変化させるよう動きを変容させることよりも記録向上に貢献すると考えられた。従って記録向上要因を規定する際は、各要因が記録にどの程度影響しているのかを熟知し、記録の向上に好影響を及ぼすと考えられるものを優先的に指示することが重要であると考えられる。

文献

- Aguado, X., Izquierdo, M. and Montesinos, J.L. (1997) Kinematic and kinetic factors related to the standing long jump performance. *Journal of Human Movement Studies*, 32 : 156-169.
- Davies, B.N. and Jones, K.G. (1993) An analysis of the performance of male students in the vertical and standing long jump tests and the contribution of arm swinging. *Journal of Human Movement Studies*, 24 : 25-38.
- 古川 昇・中村岩美・佐川正人・澤田雅崇・小林 規（2004）垂直跳における新たな跳躍方法を用いたことによる跳躍高への影響, *スポーツ方法学研究*, 17 : 141-148.
- 井奥一樹・前田正登（2006）立幅跳における跳躍技術の獲得過程, *トレーニング科学*, 18 : 345-352.
- 木村 広（1994）確率論的運動学習モデルを用いた運動の個体間差の説明, *日本機械学会[No.940-59]シンポジウム講演論文集*, 54-59.
- 窪 康之・阿江通良（2005）力学的エネルギーからみた立幅跳の踏切動作における技術トレーニングの効果, *バイオメカニクス研究*, 9 : 205-216.
- 窪 康之・阿江通良・藤井範久（1999）立幅跳の踏切および空中動作に関するキネティクスの研究, *バイオメカニクス研究概論* 1999, 344-348.
- 窪 康之（2003）大きなパワーの発揮が要求される全身運動の練習効果—立幅跳の踏切動作を例にして—, *バイオメカニクス研究*, 7 : 325-333.
- 栗原崇志・黒田英三・生田香明（1985）垂直跳における反動動作の速さの効果, *バイオメカニクス学会誌*, 9 : 31-37.
- Phillips, S. J., Clark, J.E. and Petersen, R.D. (1985) Developmental differences in standing long jump take off parameters, *Journal of Human Movement Studies*, 11 : 75-87.
- Wakai, M. and Linthorne, N.P. (2002) Optimum takeoff angle in the standing long jump, *The Engineering of Sport* 4, 817-823.
- 吉原暁憲・植屋清見・中村和彦・渡辺健太郎・伊与啓一（1997）走幅跳の距離獲得とその指導に関するバイオメカニクス, *身体運動のバイオメカニクス* : 260-265.

反射活動は調節される ～短潜時伸張反射に着目して～

小木曾一之 (皇學館大学教育学科)

Short-latency stretch reflex can be modulated by various background conditions

Kazuyuki Ogiso, Ph.D (Dept. of Education, Kogakkan University)

伸張反射は、筋の長さやその変化率（速度）に応じて筋紡錘が興奮し、その情報を Ia 求心性神経を經由して α 運動ニューロンに伝達し、該当する筋を収縮させ、その長さを保とうとする生体の防御機構である。短潜時伸張反射は、そのような伸張反射の中で最も短い潜時をもつ筋活動電位のことを指す。ここでは、その伸張反射に関わるメカニズムを簡単に述べ、その後、その短潜時伸張反射が様々な要因によって変容される点について述べていきたい。

1. 伸張反射に関するメカニズム

(1) 筋の長さとその変化率（速度）の比較器・筋紡錘

筋の状態を感知する筋紡錘は、錘外筋線維と並行して存在する 5~10 mm の紡錘状の受容器で、その存在する領域のみでその筋の長さや伸張速度を感知し (5~30 cm の骨格筋全体の長さ変化は感知しない)、求心性神経により神経系に情報を送っている。したがって、筋紡錘は、筋の動きを制御する上で適切な位置に配置され、その数は我々の筋におよそ 27500、その内それぞれの脚に 7000 ほど存在するとされている (Prochazka 1996)。しかし、骨格筋を支配する感覚神経の中では、痛み等に応じる遊離神経終末がその約 2 分の 1 を占め、筋紡錘からの感覚神経はその 12 分の 1 から 7 分の 1 を占めるに過ぎない。

筋紡錘の数は、基本的にその筋質量に依存すると考えられるが、その密度は速筋線維より遅筋線維で 3 倍ほど高く (Cooper 1966)、手や頸に関わる筋 (細かく動く筋) で高くなる (人間の骨格筋の湿重量 1 g あたりの筋紡錘数は、虫様筋で 18.8、ヒラメ筋で 0.9、腓腹筋で 0.4、von Voss 1971)。筋機能と筋紡錘数の関係に関しては未だ議論されるところではあるが、それは姿勢の維持や細かい作業といった各筋に課せられた目的に応じたものであると思われる。

筋紡錘は、錘外筋線維の 10 分の 1 から 3 分の 1 の直径を持つ錘内筋線維 (bag 1, bag 2, 核鎖線維)、その中央部を支配する Ia 群および II 群求心性ニューロンそしてその両端を支配する γ (動的・静的) および β 運動ニューロンから構成されている。2 つの運動神経が錘内筋線維を支配する構造は、錘内筋線維が錘外筋線維と並列するため、錘外筋線維の収縮や伸張により錘内筋線維に

たるみや緊張が生じ、その感度さらにはその求心性情報に変化が生じてしまうことに対応している。中枢は、10~12 本の γ 運動ニューロンによりその錘内筋線維を、1 本の β 運動ニューロンによりその錘外筋線維と錘内筋線維を同時に支配し、状況に応じてその感度を調節することができる。結果として、与えられた運動課題に対し、適切な筋活動を効率よく行うために、筋紡錘は筋長に関する正確な情報を中枢に送り続けることになる (図 1)。

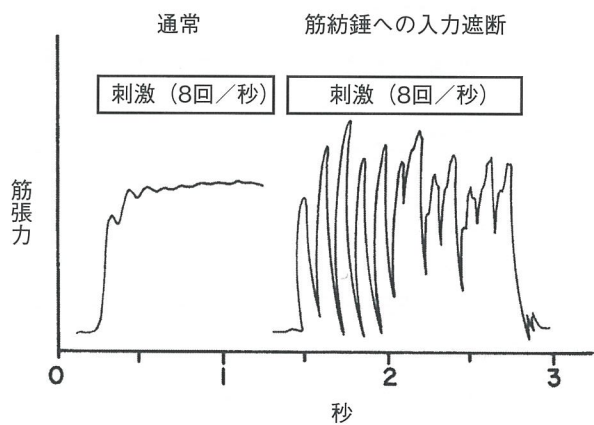


図 1 筋張力の調整に対する筋紡錘への神経入力の影響。筋紡錘への運動神経支配がないと適切な筋張力の制御ができないことがわかる (Leonard 1998 を改変)。

(2) 筋張力の比較器・ゴルジ腱器官

ゴルジ腱器官は、筋と腱の接合部に存在する直径約 120 μm 、長さ約 1600 μm の感覚受容器であり (Bridgman 1970)、速筋線維よりも遅筋線維に多く見られる (Jami 1992)。その構造は筋紡錘に比べ単純で、Ib 群求心性神経のみが支配し、 γ や β のような運動神経には支配されない。その腱器官 1 つ 1 つには、1 つの運動単位から 1 本、計 10 から 20 本の錘外筋線維が連結している (Barker 1974)。ゴルジ腱器官を支配する Ib 群求心性ニューロンからの入力、主働筋と協働筋への α 運動ニューロン抑制と拮抗筋への α 運動ニューロン興奮を引き起こし、それは同時に、2 個から 6 個の介在ニューロンを通して、Ia 群求心性ニューロンのシナプス前抑制も引き起こす (Brink et al. 1984)。それは、その主働筋と協働筋を弛

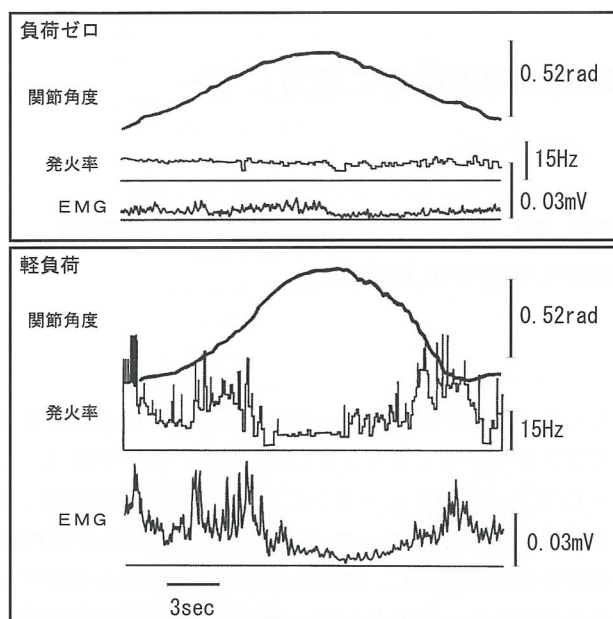


図2 負荷ゼロおよび軽負荷に対する指運動中のゴルジ腱器官の放電。腱器官の放電が筋力に密接に関係するEMGと並行することに注目 (Al-Falahe et al. 1990 を改変)。

緩させることとなり、結果として、連結している運動単位の筋張力をモニターするストレインゲージとしての役割を果たしている。これは、腱器官の放電が筋力と密接に関係する筋電活動と並行することによっても明らかである (Al-Falahe et al. 1990; Petit et al. 1997, 図2)。また、腱器官は、筋腱複合体の外的な伸張による張力に比べ、筋によって発揮される張力に対してより敏感に働く (Schmidt 1985)。実際、等速性運動が行われた時、ゴルジ腱器官の放電は、その末梢にかかる重さに打ち勝つために大きな力が要求される動作初期に大きく、その後は減少する。このことは、ゴルジ腱器官が筋力の変化をモニターし、筋紡錘からのIa群求心性神経と柔軟なバランスをとることで、その動作の協応性に貢献していることを示している。

(3) 筋紡錘と運動神経の関わり

γ 運動ニューロンは、作業もしくはその環境に依存して、中枢神経系によりコントロールされ (Loeb 1984)、筋紡錘の感度を調節している。脊髄介在ニューロンの活動は、そのような γ 運動ニューロンのコントロールに密接に関係すると考えられている (Pratt et al. 1991)。

Ia群求心性ニューロンの放電については、単収縮中、錘内筋線維の張力の低下により一時的に低下すること (Schmidt 1985)、また、短縮中の筋紡錘の発射頻度も低下することが観察されている (Burke et al. 1978)。このような筋紡錘の“unloading effect”に打ち勝つメカニズムとして、錘外筋線維を支配する α 運動ニューロンと錘内筋線維を支配する γ 運動ニューロンが同時に興奮する α - γ 連関が提唱されている (Granit 1970)。この同

時活性は、姿勢制御の場面において観察されているものの、Ia群求心性ニューロンの活動が α 運動ニューロンの活動よりも筋長の変化に連動するという結果 (Al-Falahe et al. 1990) からは支持されていない。

Prochazka et al. (1985) は、 γ 運動ニューロンの活動が固定的に α 運動ニューロンとリンクされたものではなく、その運動課題や状況に応じて、中枢神経系によりセットされることを示した。これはいわゆる“fusimotor set”と呼ばれるもので、 α 運動ニューロンと γ 運動ニューロンの活動が独立してコントロールされることに基づいている。この仮説は、1) 複雑もしくは高いスピードで行われる運動では筋紡錘の放電頻度が高まる、2) 正確な動作が求められた時、 γ 運動ニューロンの活動が高まる、3) 中脳には選択的に動的 γ 運動ニューロン興奮させる部位が存在する、といった3つの点から裏付けられる (Prochazka et al. 1996)。しかし、より正確性が期される運動課題においては、より高いfusimotor活動だけではなく、より活発なEMG活動も引き起こされるため、fusimotor活動が筋活動と独立して調節されているかどうかについてははっきりしない (Kakuda et al. 1996)。また、刺激に対する筋紡錘の反応も、その刺激が事前に通告された場合でも、その大きさや潜時に変化が見られない (Burke et al. 1980) ことから、“fusimotor set”の仮説をはっきり支持していない。

(4) 脊髄反射と皮質経由反射

短潜時伸張反射は、Ia群求心性ニューロンが脊髄で α 運動ニューロンと単シナプス結合する反射経路により生じる。一方、中潜時伸張反射は、多シナプス結合であると考えられている。手の筋群における中潜時伸張反射は、Ia群求心性ニューロンを経た皮質経由反射であると考えられ (Capady et al. 1991 他)、下肢筋群における中潜時伸張反射は、II群求心性ニューロンを経た脊髄反射であるとされる (Dietz et al. 1985 他)。長潜時反射は、その長い潜時から随意反応と重複してしまい、反射活動とみなされないこともあるものの、皮質経由であると考えられている (Petersen et al. 1998)。このような違いは、「何故、手では正確で細かい作業ができるのか」といった筋による機能上の違いを生み出すことになる (Thilmann et al. 1991)。

2. 背景筋活動と短潜時伸張反射の変容

最も単純な反射経路を持つ短潜時伸張反射ではあるものの、それは中潜時・長潜時反射と同様に、その伸張時、「何が行われていたか」によってその結果が大きく異なることが明らかとなってきた。

Nakazawa et al. (1997) は、肘関節屈筋群を対象として、その等尺性、短縮性、伸張性収縮中に伸張反射を誘発し、その短潜時成分は等尺性収縮時に最も大きく、伸張性収縮時に小さいことを見出した。彼らは、このよう

な変容がその背景で行われている筋活動を適切に行っていく上で合理的に調節されている結果だと考えた。同様なものとして、Ogiso et al. (2002 a, 2005)は、下腿三頭筋を対象に、数種類の pre-activity レベルを伴った等尺性、短縮性そして伸張性収縮後の筋の伸張実験を行っている。彼らは、その主要な結果として、1) 前緊張を伴う、伴わないに関わらず、短潜時伸張反射は、等尺性収縮後においてその応答が最も大きくなる、2) 短縮性収縮後の短潜時成分は、リラックス時に小さく、その潜時も最も長い、前緊張を伴った場合、その大きさや潜時は等尺性収縮後のものと同等になる、3) 伸張性収縮後の短潜時成分は、前緊張を伴う、伴わないに関わらず、最もその応答が小さい、その潜時は最も短いものとなる、4) 短潜時伸張反射の応答は、全ての筋収縮形態後ともに、リラックス時と前緊張を伴った時の間で大きな差が見られるものの、前緊張の強さにはあまり影響されない、ことをあげている (図3-5)。これらの結果は、筋腱複合体が伸張される時、その筋がどのような活動をしているか (能動的) かつどのような環境に置かれてい

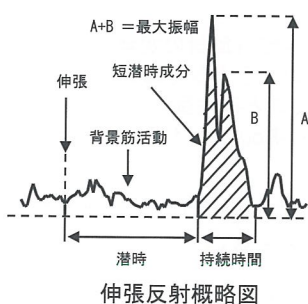
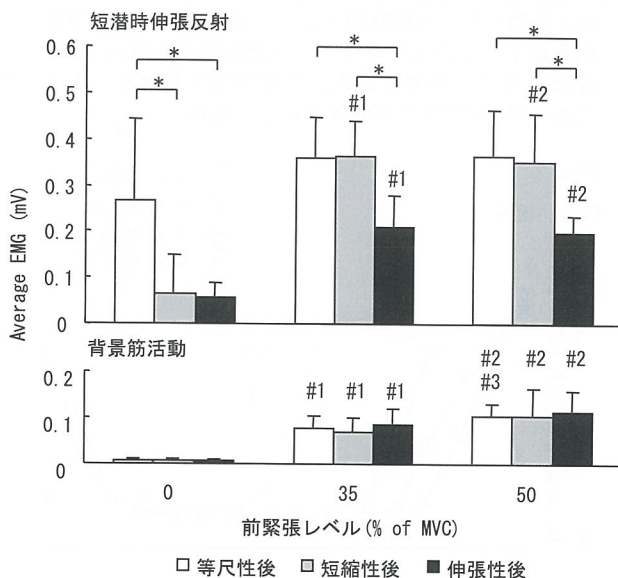


図3 背景筋活動 (筋収縮様式および前緊張レベル) に伴う短潜時伸張反射とその背景筋活動 (筋伸張の開始から短潜時成分出現まで) の平均筋電図。*印は、筋収縮様式間で見られた有意差 ($p < 0.05$)、#1, 2, 3は、前緊張レベル 0% (弛緩時) と 35%, 0% と 50%, 35% と 50% の間で見られた有意差 ($p < 0.05$) を示す。
(Ogiso et al. 2002 を改変)

るか (受動的) によって、筋紡錘の感度が能動的あるいは受動的に変化することを意味している (図6)。加えて、背景筋活動が前緊張の大きさに比例して大きくなっていく一方で、短潜時伸張反射にその傾向が見られなかった (図3) ことは、その短潜時成分が独立して修飾されたことを示している。したがって、大きな反射を導くには、

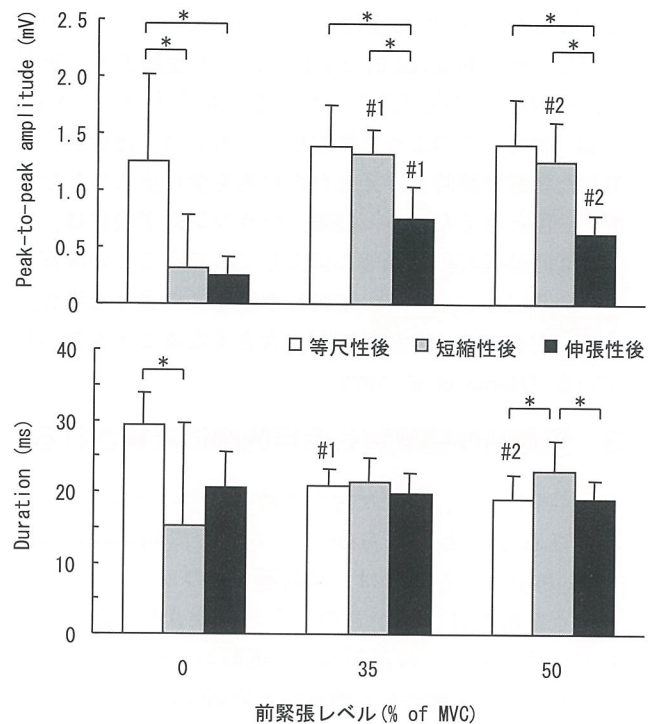


図4 背景筋活動 (筋収縮様式および前緊張レベル) に伴う短潜時伸張反射の最大振幅とその持続時間。*印は、筋収縮様式間で見られた有意差 ($p < 0.05$)、#1, 2は、前緊張レベル 0% (弛緩時) と 35%, 0% と 50% の間で見られた有意差 ($p < 0.05$) を示す。
(Ogiso et al. 2002 を改変)

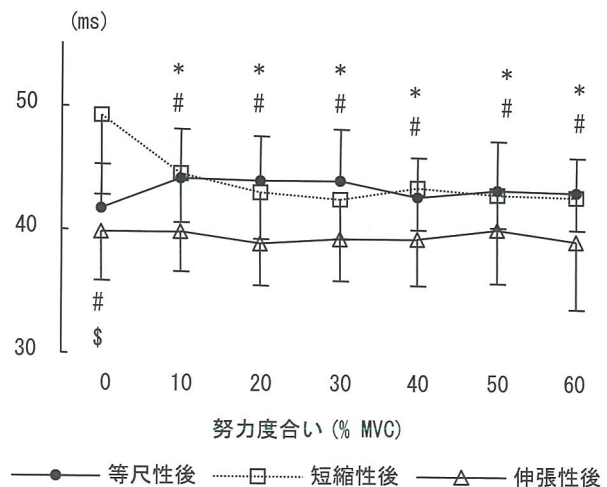


図5 前緊張の努力度合いに対する短潜時伸張反射の潜時。*, #, \$は、それぞれ等尺性後と伸張性後、短縮性後と伸張性後、そして等尺性後と短縮性後に見られた有意差を示す ($p < 0.05$)。 (Ogiso et al. 2005 を改変)

等尺性の状態で前緊張を伴っていることが重要となる。また、「次に何が起きるのか」「どのように対処すべきか」を意識することが、適切な伸張反射を導き、運動目的を合理的に達成することにつながる考えられる。

神経筋システムの疲労もまた、短潜時伸張反射の変容に大きく関わる。疲労を導く運動は、短潜時伸張反射の運動直後における急激な減衰、その後の一時的な回復、2日後付近で現れる再減衰、そしてゆっくりとした回復といった bimodal 的な変化を導く (Ogiso et al. 2002)。ただし、その bimodal 的な変化は、その運動強度に依存し、一時的な回復が見られなくなる場合もある (Nicol et al. 1996)。このような伸張反射の減衰は、運動後、疲労した状態で瞬時に与えられた負荷を受け止められなくなる一因と考えられる。実際、マラソン終了後には、その短潜時伸張反射が顕著に減衰してしまうことが観察されている (Avela et al. 1999)。なお、このような場合、その補償をするように前緊張が大きくなることも知られている (Horita et al. 1999)。

3. 短潜時伸張反射も合目的的に変容される

近年の研究は、伸張反射が運動の位相に依存しながら変容されることを明らかにしてきた。Simonsen and Dyhre-Poulsen (1999) は、移動運動中のヒラメ筋において、その最大 H 反射がどのように変調されるかを測定している (図7)。H 反射は、 α 運動ニューロンに対する中枢および末梢からの興奮性と抑制性の入力との総和を示し、その運動神経プールの興奮性の度合いを示すものである。彼らの結果は、ゆっくりとした歩行では、そのピークが支持期中盤から後半にかけて現れ、スピードが向上すると、それが接地直前から前半へと移動することを明確に示している。このことは、そのスピードの向上とともにその負担が大きく増加する接地に向けて、反射の応答が変容されたことを示し、反射が動作局面に依存して合目的的に変容されたことを示している。

しかしながら、H 反射は、伸張反射と全く同様なものではない。これらは、同様な神経回路を有するものの、H 反射は Ia 求心性ニューロンを直接電気刺激して引き出すため、筋の長さに関する情報を感知する筋紡錘やその感度調節を行う γ 運動ニューロンを含んだ Fusimotor システムを経由しない。そこで、Sinkjaer et al. (1996) は、足関節の伸展を運動中に引き出すことのできる機器を開発し、歩行中のヒラメ筋から伸張反射を導出した (図8)。彼らは、1) 歩行に伴う背景筋活動は支持期後半で大きくなるのに対し、伸張反射の応答は、それとは独立して、接地直前から接地前半にかけて大きくなること、2) その変化パターンは、スピードの向上によって顕著となることを示した。これは、筋紡錘の感受性をあらかじめ高め、接地の衝撃に備えることに加え、すばやく適切な伸張反射を引き出すことにより、その筋のスティフ

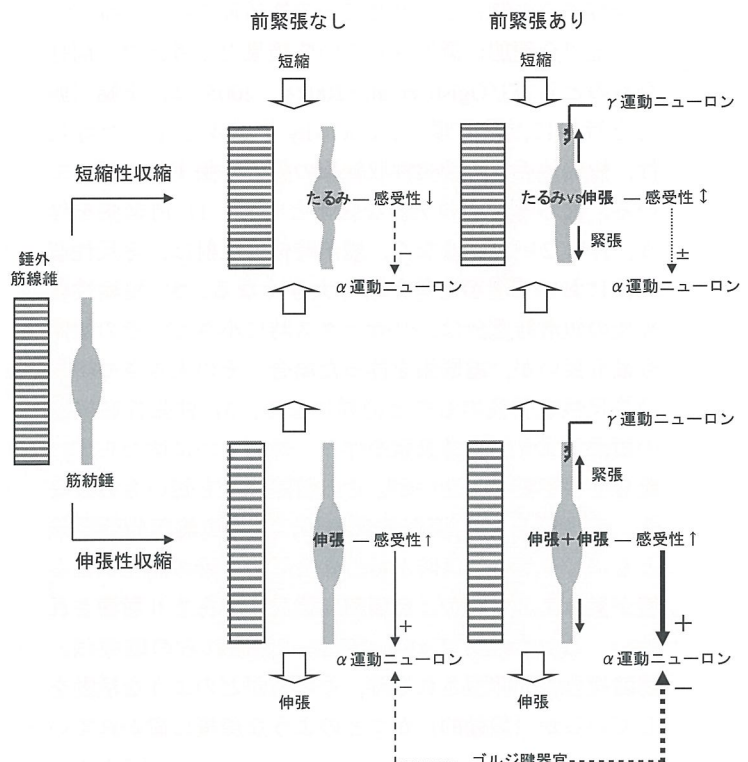


図6 筋複合体伸張前の筋収縮様式と前緊張に伴う γ 運動ニューロンの働きによる筋紡錘の動態 (概略図)。+は興奮を、-は抑制を示す。この図では「同じ筋運動感覚を維持する」という課題の元での動態を想定。運動課題が異なることで、 γ 運動ニューロンの働きが変化することに注意。

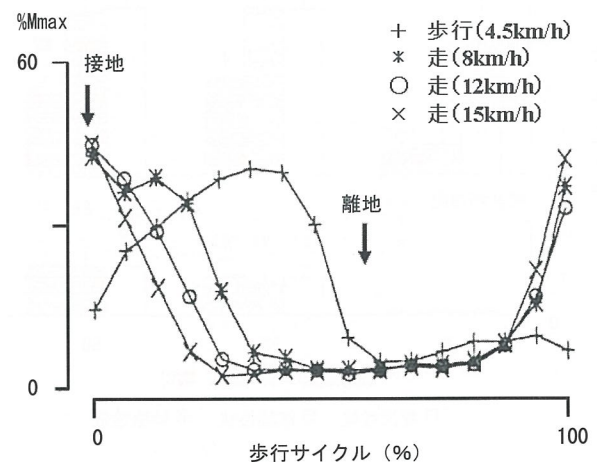


図7 移動中におけるヒラメ筋H反射の変容。各局面で見られるH反射の大きさがそのスピードとともに変化していくことに注目。(Simonsen and Dyhre-Poulsen, 1999 を改変)

ネスを適切に高め、続く局面での筋のパフォーマンスを高めようとしていることに他ならない。

以上、述べてきたような知見は、一見、大きいスピード等を必要とする時、「大きな短潜時伸張反射を生み出す」ことが必要であると述べているようにみえる。しかし、直線的な関係を持つ H 反射と背景筋 EMG 活動との間には、立位、歩行時、走行時の順でその回帰係数が小

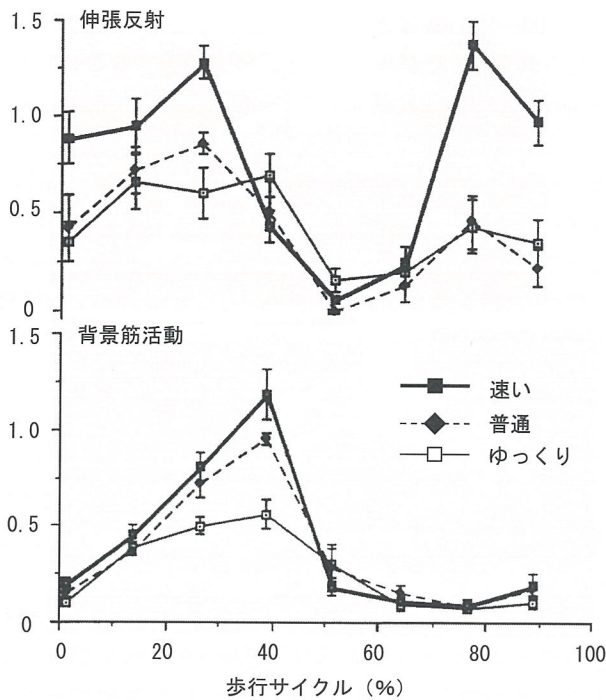


図8 歩行中におけるヒラメ筋伸張反射の変容。値は、歩行中に見られる最大振幅で標準化したもの。(Sinkjaer et al, 1996 を改変)

さくることが示されており (Stein et al. 1988), 走運動時には H 反射が抑制されることがわかる。同様に、疾走時における H 反射のゲイン (入力に対する出力) も、歩行時よりも小さく、疾走時には、そのスピードに関係なく、そのゲインはほとんど変化しなかった (Edamura et al. 1991)。これらのことは、より不安定な運動時には、その不安定要素となりうる伸張反射の応答をより制御している可能性を示している。正確で微妙な動作が求められるクラシックバレエでは、他の運動に比べ、ヒラメ筋の H 反射が小さい (Nielsen J et al. 1993)。筋紡錘の感受性が高められる難しい課題を伴った運動時 (Prochazka et al. 1996) にも、その短潜時伸張反射の応答は逆に抑えられることが示されている (Llewellyn M et al. 1990)。このように、筋紡錘の感受性と上位中枢等による脊髄でのシナプス伝達の制御は、微妙なバランスを保ちながら、正確ですばやい運動を可能にするよう働いていることになる。

上位中枢の反射活動への影響は、ラット (Chen and Wolpaw, 2001) やサル (Wolpaw and Carp, 1990; Wolpaw 1997) を用いた学習 (トレーニング) 実験により明らかである。長期にわたってサルの肘関節に伸展を与えた場合、その長潜時伸張反射は減少するものの、代わりにその短潜時伸張反射は増大し、その刺激に対する動きが小さく円滑になることが報告されている (Meyer-Lohmann et al. 1986)。学習は、複雑で困難な学習課題あるいはすばやい動きの中で、その安定を図るために抑制されると考えられる伸張反射活動を、より適切に制

御しながらより大きく引き出すことができる可能性を秘めている。それは、パワー系の競技者がよりすばやく大きな力に対応できる (Kyröläinen and Komi) ことと同様に、学習がより反射を利用したパフォーマンスを生み出すことにつながることを示している。

4. 下肢各筋群間に見られる脊髄反射メカニズム

脊髄反射のメカニズムは、1つの筋あるいは主働筋と拮抗筋といった関係だけではなく、関節を越えた筋群へも影響を及ぼす。それは、身体運動を効率よく行うための筋の協調作用に重要な役割を果たしていると考えられる。

随意収縮を行っている筋より近位にある筋では、その H 反射が促通されることが知られている。下腿筋群由来の I 群求心性ニューロンからの入力、その下腿筋群とともに大腿筋群の α 運動ニューロンにも影響を及ぼし、協働筋群に対しては促通効果を、拮抗筋群に対しては抑制効果を持つ (Pierrot-Deseilligny et al. 1981; Katz et al. 1988)。逆に、大腿筋群由来の I 群求心性ニューロンからの入力、運動開始後の α 運動ニューロンの Ia 終末におけるシナプス前抑制が上位命令により減少される (Meunier and Morin, 1989; Meunier and Pierrot-Deseilligny, 1989) ことにより、ヒラメ筋や前脛骨筋の活動を単シナプス性に促通させる (Hultborn et al. 1987 a, b; 小宮山ら, 1994)。これは、拮抗筋の活動が抑制される相反性神経支配とは一見矛盾するようにみえる。この原因を小宮山ら (1994) は、大腿筋群からの単シナプス性 Ia 促通と前脛骨筋 α 運動ニューロンへのシナプス前抑制の減少が相反性神経支配の影響を上回ったためとしている。いずれにしても、このような下腿筋群の α 運動ニューロンの興奮といった神経機序は、移動中、足関節の安定、身体全体の支持、身体の前方への移動といった役割をヒラメ筋や前脛骨筋といった下腿の筋群が一定のコーディネーションの中で行う上で有効である。したがって、各筋群からの求心性情報は、ある運動目的に対する筋全体のコーディネーションに影響を及ぼすことになり、全体の動きの中で各部の働きを考えていく必要性を示している。

5. 筋腱複合体の伸張により生み出される力

筋腱複合体が外乱によって伸張された場合、一般的には、その伸張に伴う急激な力の立ち上がりによる第1のピーク (反射によらない力: NRT)、その後の一時的な力の減退、そして伸張反射に伴う第2のピーク (反射による力: RT) といった二峰性の力発揮パターンが観察される。Ogiso et al. (2002) は、その力学的な特徴を等尺性、短縮性、伸張性収縮後に下腿三頭筋を伸張することで検討している。その結果、1) 等尺性収縮後の伸張は、短縮性・伸張性収縮後に比べ、大きな力をすばやく、効

率よく生み出すことができる、2) 前緊張を伴うと、全てのタイプの筋収縮後、伸張による力が大きくなり、その効率も向上する、3) 前緊張レベルの違いは、全てのタイプの筋収縮後において、伸張による力の大きさや効率に影響を及ぼさない、ことなどが示された(図9)。これらの結果は、筋腱複合体が動いていない状態(関節が動いていない等尺性の状態)で伸張されることが、大きな力をすばやく効果的に生み出すことにつながり、前緊張は「ある」ことが重要であって、その大きさはあまり関係しないことを示している。これは、短潜時伸張反射のEMG活動において見られた結果と同様なものである。運動時には、次に来る局面がわかっている場合、その局

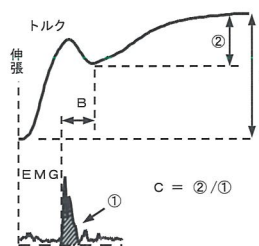
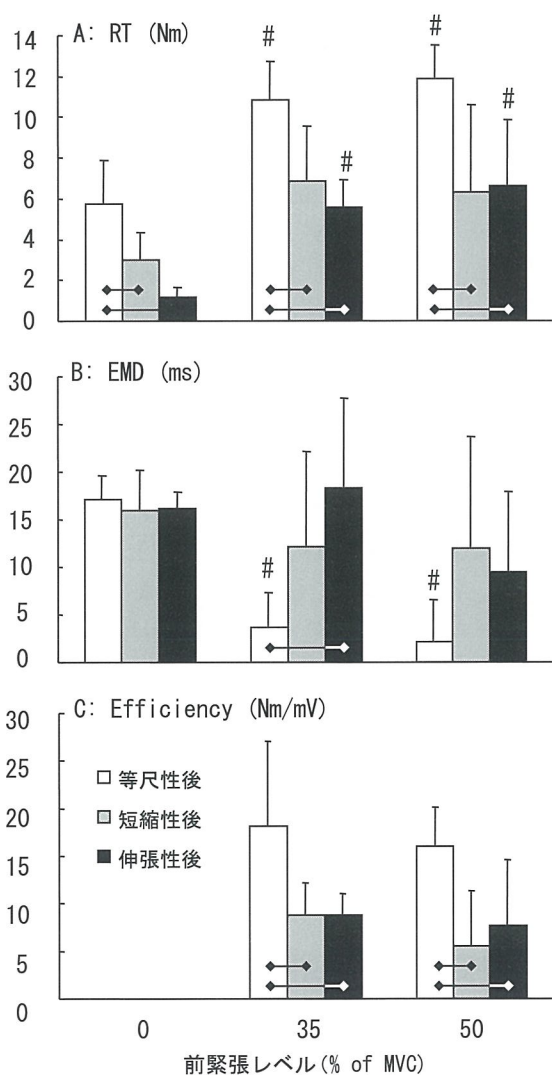


図9 異なる背景筋活動後におけるRT(A)、見かけ上のEMD(B)、筋放電量に対するRT(C)。#印は、前緊張レベル0%時との差、◆は収縮様式間の差(p<0.05)を示す。(Ogiso et al. 2002を改変)

面の100—150 msほど前から関係する筋群にEMG活動が見られる。したがって、続く局面を意識することでPre-programmingが自動的に行われ、適切な前緊張が生み出されることによって、適切な伸張反射が引き出されると考えられる。しかしながら、等尺性、短縮性、伸張性収縮後に下腿三頭筋への伸張刺激ではなく、最大M波が誘発される(全ての運動単位が活性化される)電気刺激を脛骨神経に与えた場合、その出力は短縮性収縮後に最も大きくなる(Ogiso et al. 2005)ことから、感覚的には筋を短縮させながら続く伸張に対応することが望ましいという錯覚が生じるかもしれない。スプリント走において、「地面を引っかくようにあるいはたたくように走れ」といった指導はこのような感覚から生じた可能性もある。しかし、筋腱複合体が短縮性収縮後に伸張された場合、実際にはその出力は小さく、非効率なものになってしまう。このことは、伸張後から短潜時伸張反射が誘発される間に見られる背景筋活動が短縮性収縮後に最も小さくなるという事実(図10)からも推測できる。筋活動の開始前には、その動作初期におけるスピード(Yabe 1976)や力(Aoki et al. 1989)の向上を図るため、その同期を狙った筋放電休止期(premotion silent period)が見られる(Tsukahara et al. 1995)が、短縮性収縮後にみられたこのような筋活動の低下は、その出力上の不備を補う働きをしていると考えられるかもしれない(Ogiso et al. 2005)。

RTとNRTは密接に関係することが明らかにされている(表1)。NRTは、筋腱複合体の受動的な伸張に伴う筋のshort-range stiffnessや腱の伸張による力である。Short-range stiffnessとは、筋が伸張される初期に見られ

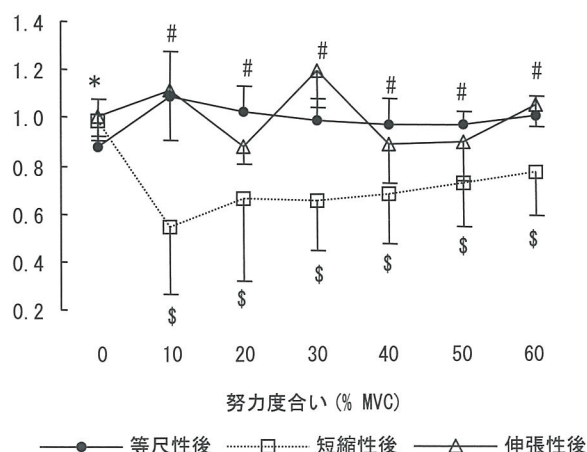


図10 筋が伸張される前の筋収縮時に対する背景筋活動の平均筋電図比率。1.0を下回る値は、背景筋活動が収縮時の平均筋電図より小さいことを示す。*, #, \$は、それぞれ等尺性後と伸張性後、短縮性後と伸張性後、そして等尺性後と短縮性後に見られた有意差を示す(p<0.05)。(Ogiso et al. 2005を改変)

表1 NRT と RT の間で見られる相関係数
(Ogiso et al. 2002 を改変)

	等尺性後	短縮性後	伸張性後
NRT - RT	0.92±0.08	0.74±0.12	0.91±0.11
	└──────────┘		└──────────┘
	*		*

*: $p < 0.05$

る急激な力の増大であり、それは結合している Cross-bridge の伸張によるものと考えられている (Lombardi and Piazzesi, 1990). したがって、いかにこれらの力を適切に引き出すかが伸張反射によって発揮される力の大きさを左右することとなる。この点において、短縮性収縮後における NRT と RT の関係は、他の収縮様式後と比較して明らかに弱いものであり、筋腱複合体が短縮している中での伸張は、そのパフォーマンスを高める上で非常に不利になることを示している。

NRT の重要性は、伸張性収縮中における筋腱複合体の動態とその力発揮の関係から見出すことができる。筋と腱は、その腱膜が筋中に入り込んでいることもあり、明確に分けることは困難である。しかし、それらを単純なモデルとして考えた場合、例えば筋腱複合体全体の長さが変わらなくても、筋と腱は別々の動態を示すことがありうる。Ikegawa et al. (1999) は、筋腱複合体の伸張性収縮時には、まず腱が伸張され、続いて筋が伸張されること、そしてそれにより生み出される力は腱の伸張にほぼ並行することを明確に示している。彼らはまた、その時、もし腱と筋がその伸張初期から並行して動いた場合、その出力が小さくなることも確認している。この「同時に動いてしまった」時にみられる出力の低下は、ジャンプや疾走時の接地時に力が抜けてしまった時の感覚と一致する。Fellows and Thilmann (1989) が観察したより深い足底屈における伸張反射の潜時の増大は、関節の動きが腱のたるみによってうまく筋に伝えられなかった結果と考えられる。実際、歩行中には、その筋の長さが大きく変化せず、腱の伸張によって、その力の受け止めや放出がなされていることが観察されており、腱の動態は我々の運動に対して大きな影響を持っているといえる。

6. まとめ

Ia 群求心性ニューロンが脊髄で α 運動ニューロンと単シナプス結合する短潜時伸張反射は、刺激に応じて自動的にあるいは画一的に生み出される反応であると考えられてきた。しかし、実際には、Sinkjær et al. (1996) が歩行中の各局面に応じて、その短潜時伸張反射が変容することを確認しているように、運動課題や運動局面あるいは伸張時の状況に応じて、それは意識的あるいは受動的に変容されることは間違いない。また、伸張反射に

より発揮される力の大きさやその効率も、伸張時における筋腱複合体の振る舞いと相まって、その背景活動に大きく左右されることは確実である。

このような伸張反射の応答は、困難な運動課題やすばやいスピードが要求される運動において、その身体の安定性や正確で緻密な動作を期するため、その応答が抑えられる傾向にある。しかし、筋のステイフネスをすばやく向上させ、続く局面での筋腱複合体のパフォーマンスをあげると考えられる伸張反射を抑えることは、発揮する力の大きさやその効率を考えると不利ではないかと疑問が沸く。それに対し、多くの研究は、適切なトレーニングがそのような調節的な伸張反射の利用ではなく、より大きな伸張反射をより効果的に使いこなす可能性を持っていることを示唆している。したがって、我々は、日々のトレーニングにおいて、「いつ、どこで、何が起きるのか」を的確に把握し、「何の目的でこの動作を行うのか」を明確にした上で、伸張反射のような半自動的な作用を有効に使うことができるようなトレーニングを意識的に行っていく必要があるだろう。

7. 参考・引用文献

- Al-Falahe NA, Nagaoka M, Vallbo AB. (1990) Response profiles of human muscle afferents during active finger movements. *Brain* 113:325-346.
- Aoki H, Tsukahara R, Yabe K. (1989) Effects of pre-motion electromyographic silent period on dynamic force exertion during a rapid ballistic movement in man. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 58:426-432.
- Avela J, Kyrolainen H, Komi PV, Rama D. (1999) Reduced reflex sensitivity persists several days after long-lasting stretch-shortening cycle exercise. *J Appl Physiol* 86:1292-1300.
- Barker D. (1974) *Handbook of Sensory Physiology*, III/2, edited by Hunt CC. Heidelberg. Springer-Verlag.
- Bridgman CF. (1970) Comparisons in structure of tendon organs in the rat, cat and man. *J Comp Neurol* 138:369-372.
- Brink E, Jankowska E, Skoog B. (1984) Convergence onto interneurons subserving primary afferent depolarization of group I afferents. *J Neurophysiol* 51:432-449.
- Burke D, Hagbarth KE, Lofstedt L. (1978) Muscle spindle activity in man during shortening and lengthening contractions. *J Physiol* 277:131-142.
- Burke D, McKeon B, Skuse NF, Westerman RA. (1980) Anticipation and fusimotor activity in preparation for a voluntary contraction. *J Physiol* 306:337-348.
- Capaday C, Forget R, Fraser R, Lamarre Y. (1991) Evidence for a contribution of the motor cortex to long-latency stretch reflex of the human thumb. *J*

- Physiol 440: 243-255.
- Cooper S. (1966) Symposium on Control and Innervation of Skeletal Muscle, edited by Andrew RL. London. Livingstone.
- Dietz V, Quintern J, Berger W. (1985) Afferent control of human stance and gait: evidence for blocking of group I afferents during gait. *Exp Brain Res* 61: 153-163.
- Meyer-Lohmann J, Christakos CN, Wolf H. (1986) Dominance of the short-latency component in perturbation induced electromyographic responses of long-trained monkeys. *Exp Brain Res* 64: 393-399.
- Edamura M, Yang JF, Stein RB. (1991) Factors that determine the magnitude and time course of human H-reflexes in locomotion. *J Neurosci* 11: 420-427.
- Fellows SJ, Thilmann AF. (1989) The role of joint biomechanics in determining stretch reflex latency at the normal human ankle. *Exp Brain Res* 77: 135-139.
- Granit R. (1970) *The Basis of Motor Control*. London. Academic Press.
- Horita T, Komi PV, Nicol C, Kyrolainen H. (1999) Effect of exhausting stretch-shortening cycle exercise on the time course of mechanical behaviour in the drop jump: possible role of muscle damage. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 79: 160-167.
- Hultborn H, Meunier S, Morin C, Pierrot-Deseilligny E. (1987) Assessing changes in presynaptic inhibition of Ia fibres: a study in man and the cat. *J Physiol* 389: 729-756.
- Hultborn H, Meunier S, Pierrot-Deseilligny E, Shindo M. (1987) Changes in presynaptic inhibition of Ia fibres at the onset of voluntary contraction in man. *J Physiol* 389: 757-772.
- Ikegawa S, Finni T, Komi PV. (2003) Measurement of fascicle length and angle changes with ultrasound. In: *Limiting Factors of Human Neuromuscular Performance*, edited by Kyröläinen H, Avela J, Takala T. University of Jyväskylä. Pp.63-64.
- Jami L. (1992) Golgi tendon organs in mammalian skeletal muscle: functional properties and central actions. *Physiol Rev* 72: 623-666.
- Kakuda N, Vallbo AB, Wessberg J. (1996) Fusimotor and skeletomotor activities are increased with precision finger movement in man. *J Physiol* 492: 921-929.
- Katz R, Meunier S, Pierrot-Deseilligny E. (1988) Changes in presynaptic inhibition of Ia fibres in man while standing. *Brain* 111: 417-437.
- Kyröläinen H, Komi PV. (1995) The function of neuromuscular system in maximal stretch-shortening cycle exercise: comparison between power- and endurance-trained athletes. *J Electromyogr Kinesiol* 5: 15-25.
- Leonard CT. (1998) *The Neuroscience of Human Movement*. St.Louis. Mosby.
- Llewellyn M, Yang JF, Prochazka A. (1990) Human H-reflexes are smaller in difficult beam walking than in normal treadmill walking. *Exp Brain Res* 83: 22-28.
- Lombardi V, Piazzesi G. (1990) The contractile response during lengthening of stimulated frog muscle fibres. *J Physiol* 431: 141-171.
- 小松英彦 (2001) 運動認知における感覚情報処理. 西野仁雄, 柳原 大編. *運動の神経科学*. ナップ. 東京.
- 小宮山伴与志, 古林俊晃, 河合一武 (1994) 大腿四頭筋の随意収縮が下腿筋運動ニューロンに与える影響. *体力科学* 43: 290-299.
- Meunier S, Morin C. (1989) Changes in presynaptic inhibition of Ia fibres to soleus motoneurons during voluntary dorsiflexion of the foot. *Exp Brain Res* 76: 510-518.
- Meunier S, Pierrot-Deseilligny E. (1989) Gating of the afferent volley of the monosynaptic stretch reflex during movement in man. *J Physiol* 419: 753-763.
- Nakazawa K, Yamamoto S, Yano H. (1997) Short- and long-latency reflex responses during different motor tasks in elbow flexor muscles. *Exp Brain Res* 116: 20-28.
- Nicol C, Komi PV, Avela J. (1996) Stretch-shortening cycle fatigue reduces stretch reflex response. 1996 International Pre-Olympic Scientific Congress in Dallas, Texas.
- Nielsen J, Crone C, Hultborn H. (1993) H-reflexes are smaller in dancers from The Royal Danish Ballet than in well-trained athletes. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 66: 116-121.
- Ogiso K, Kuitunen S, Avela J, Komi PV. (2002) Reflex sensitivity before, during and after a long-lasting exercise. 7th Annual Congress of the European College of Sport Science in Athens, Greece.
- Ogiso K, Kuitunen S, Avela J, Komi PV. (2005) Mechanical responses elicited by a mechanical and electrical stimulation after different muscle activities. 10th Annual Congress of the European College of Sport Science in Belgrade, Serbia and Montenegro.
- Ogiso K, McBride JM, Finni T, Komi PV. (2002 a) Short-latency stretch reflex modulation in response to varying soleus muscle activities. *J Electromyogr*

- Kinesiol. 12 : 17-26.
- Ogiso K, McBride JM, Finni T, Komi PV. (2002 b) Stretch-reflex mechanical response to varying types of previous muscle activities. *J Electromyogr Kinesiol.* 12 : 27-36.
- Ogiso K. (2003) Stretch reflex modulation during exercise and fatigue. Jyväskylä. University of Jyväskylä.
- Ogiso K, McBride JM, Finni T, Komi PV. (2005) Effects of effort and EMG levels on short-latency stretch reflex modulation after varying background muscle contractions. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 15 : 333-340.
- Petersen N, Christensen LO, Morita H, Sinkjaer T, Nielsen J. (1998) Evidence that a transcortical pathway contributes to stretch reflexes in the tibialis anterior muscle in man. *J Physiol* 512 : 267-276.
- Petit J, Scott JJ, Reynolds KJ. (1997) Tendon organ sensitivity to steady-state isotonic contraction of in-series motor units in feline peroneus tertius muscle. *J Physiol* 500 : 227-233.
- Pierrot-Deseilligny E, Morin C, Bergego C, Tankov N. (1981) Pattern of group I fibre projections from ankle flexor and extensor muscles in man. *Exp Brain Res* 42 : 337-350.
- Pratt CA, Chanaud CM, Loeb GE. (1991) Functionally complex muscles of the cat hindlimb. IV. Intramuscular distribution of movement command signals and cutaneous reflexes in broad, bifunctional thigh muscles. *Exp Brain Res* 85 : 281-299.
- Prochazka A, Hulliger M, Zangger P, Appenteng K. (1985) 'Fusimotor set': new evidence for alpha-independent control of gamma-motoneurons during movement in the awake cat. *Brain Res* 339 : 136-140.
- Prochazka A. (1996) Proprioceptive feedback and movement regulation. In : *Handbook of physiology : Sec. 12. Exercise : Regulation and integration of multiple systems*, edited by Rowell LB and Shepherd JT. New York. Oxford University Press. pp.89-127.
- Schmidt RF. (1985) Motor systems. In : *Fundamentals of Neurophysiology*, edited by Schmidt RF. New York. Springer-Verlag (3rd ed).
- Simonsen EB, Dyhre-Poulsen P. (1999) Amplitude of the human soleus H reflex during walking and running. *J Physiol* 515 : 929-939.
- Sinkjær T, Andersen JB, Larsen B. (1996) Soleus stretch reflex modulation during gait in human. *J Neurophysiol* 76 : 1112-1120.
- Stein RB, Capaday C. (1988) The modulation of human reflexes during functional motor tasks. *Trends Neurosci* 11 : 328-332.
- Thilmann AF. et al. (1991) Different mechanisms underlie the long-latency stretch reflex response of active human muscle at different joints. *J Physiol* 444 : 631-643.
- Tsukahara R, Aoki H, Yabe K, Mano T. (1995) Effects of premotion silent period on single motor unit firing at initiation of a rapid contraction. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 97 : 223-230.
- 西野仁雄, 柳原 大 (2001) 運動の神経科学. 東京. NAP Limited.
- von Voss H. (1971) Tabelle der absoluten und relativen muskelspindelzahlen der menschlichen skelettmuskulatur. *Anatomischer Anzeiger* 129 : 562-572.
- Yabe K. (1976) Premotion silent period in rapid voluntary movement. *J Appl Physiol* 41 : 470-473.

基調講演

【世界に通用する女性アスリート育成の秘訣】

井村 雅代（井村シンクロクラブ代表）

〈これまでのシンクロナイズドスイミング〉

私は、「女性が女性をしごかなかったら・・・」と思いながら、一方で「しごくなんて・・・」と思いながら、27年間日本代表のコーチを務めさせていただきました。また、私自身が初めて日本代表選手になった1978年頃、会場にいらっしゃる皆さんは、シンクロナイズドスイミング（以下：シンクロ）という種目をご存知なかったのではないのでしょうか？この種目の指導者としての27年間で、「できたことは何か」と考えてみましたが、マイナースポーツだったシンクロをメジャーにするお手伝いできたのではと思っています。特に、シンクロがメジャーになった大きな要因としては、1984年のロサンゼルスオリンピックで初めて正式種目になり、銅メダルを2個獲得することができ、皆さんにシンクロという、こんな種目があったのだと覚えてもらえたことがあげられると思います。そういう面では、競技スポーツに関わる者としては、絶対に強くなくてはならないと感じますし、強くする義務があると言えます。そして、その後のオリンピック6大会で連続してメダルを獲得することができたのが、とても大きな要因となっているでしょう。

このように強くなったシンクロですが、私が大学で現役選手を続けていた頃には、「あなた、シンクロしないで柔道行ったらいい」というような選手がたくさんいました。しかし、今では、お母様方をはじめとしたご家族が、我が家の子どもがシンクロに向いているかどうか、かなり品定めをしてからシンクロの教室に連れてくるようになってきています。その結果、シンクロに向いているお子さんが、シンクロをするようになってきています。これも、強いスポーツ種目であるためマスコミに取り上げられて、様々な方々が目にしてくださるようになったことが大きいと思います。こういった結果から、競技人口は増えていきますし、さらに逸材もポツポツですが、出てきています。

しかし、これだけ強くなってきていても、スポンサーになってくれる企業や実業団といわれる社会人チームというのは、陸上競技のようにうまく展開していません。シンクロは、選手がメイクをして、きれいに装飾された水着を着て演技をするわけですが、基本的に企業名などは見えないようにするのが普通です。これは、水着も演技の一部として考えていますので、美的な価値観からいって外す、見えなくするのが一般的です。陸上競技マ

ラソンの場合は、先頭で走っていると2時間あまり会社名がテレビ画面に映し出されるということになります。その関連だとは思いますが、会社に陸上競技部ができて、選手が雇用されている面もあるのではないのでしょうか。本当に羨ましい限りです。シンクロの場合、ミキハウスさんで少しお世話になっている程度です。同じ水の競技である競泳の場合は、キャップをかぶって泳ぎますから、そこにスポンサーの名前を入られますので、シンクロよりは恵まれていると思っています。シンクロ選手の場合、最近注目されているという面もあるのでしょうか、大学を卒業したならば母校の事務職員になるということが多いです。世界選手権やオリンピックなどでは、選手のプロフィールが掲載されるのですが、その中にパーソナルスポンサーを記入する欄があり、私は立花や武田という2001年福岡世界選手権の金メダリスト達に、「親の勤めている会社名を書いたら」と冗談半分で言ったことがあります。彼女たちの本当のスポンサーはご両親であり、その意味では外側から求められる成果を気にすることなく、本当に自分の意志で競技を続けていたと思います。その代わりご両親は、経済的な面でとても大変なことだったと思います。さらに、強くなれば強化費がいろいろなところから出てきますが、このお金を最大限に活用できたのが立花・武田両選手だろうと感じます。

〈世界トップのロシアと日本の溝を埋めるために〉

スポーツを指導しているコーチの中で、世界一の選手を育成してみたい、世界一のコーチになりたいと思っている方々は、数え切れないぐらいいるでしょう。しかし、本気で、心底、そうなろうとしている方々はほんの一握りでしょう。私も最初は、メダルを取りたいと思い、3位や4位になり、メダル争いに加われると、今度は金メダリストや銀メダリストになった選手を見て、今度は金メダリストを作りたいと思い、1歩1歩階段を上るようにして思いを膨らませてきました。そして、世界のトップに君臨していたロシアに近づくことができるようになり、やっと本当にロシアと戦えるようになってきました。日本代表コーチを2004年まで務めました。最後の5、6年は本当の意味で世界一になってやろうと思っていました。特に、1999年の韓国・ソウルで開催されたFINAシンクロワールドカップの際に、どうにかしてあのロシアの選手に勝てないだろうかと思い进行をめぐらしました。

日本人が世界で戦うためには、外国選手との間には体

型的に大きなハンディがあります。そういった面では、神様は人間を平等に創ったと言われていますが、ロシア選手を見るとまったく平等には創っていないと思いました。私と同じ身長ロシア選手は、私のウエストのあたりから脚が出ていて、真っ直ぐに立った姿勢では指先が膝のあたりまで来ています。本当にロシア選手は手脚が長い。この手脚の長さを理由にして負けることはできないですから、ロシア選手の練習をじっくり見させてもらったことがあります。それが、先程の韓国・ソウルでのFINA シンクロワールドカップ大会です。試合が始まる1, 2時間前の練習です。初めは、もし私がこんなに手脚が長い選手を指導できたら、絶対世界一になれると感じたりしていました。ところが、初めのうちはとても綺麗な長い手脚をチームの中で揃えて泳いでいるのですが、最後の方になってくるとその長い手脚がバタバタだして、特に膝などは曲がり出してくるのです。それに引き替え、私の指導していた選手の手脚はロシア選手より短いのですが、演技の最後の最後まで自分の手脚を自分のものとしてキチッと泳ぎきれていると思いました。こうやってみると長所＝短所、短所＝長所で、日本の選手は丈夫で長持ち、と考えるようになりました。それは、世界選手権やオリンピックに出てくるような選手は、最初は元気だから非常に良い演技をしますが、4分の演技時間だったら最後の1分間に何ができるかというところに視点を向けるようにしました。そのための練習として、本数を多く泳ぐ練習を行うときにはタイム設定をした時間をだんだん短くしたり、ほぼ重さが2 kgになるような重りを腰の位置に着けて泳がせたり、4分の演技を行う時に音楽をさらに1分プラスしたようなテープを作成して泳がせたり、さらにはこのプラス1分形式の練習で先程の重りを着けて泳がせたりと、考えられることを徹底的に練習で挑戦しました。選手にとっては、ある面では非常にネガティブな内容だったと思います。こうした練習の集大成で出来上がったのが、2000年のシドニーオリンピックで使った「空手」でした。どんなスポーツ種目でも、素晴らしい動きは「シャープ」で、そして「タフ」な面を持っていると思います。

〈シンクロ指導者としての気構え〉

これまで27年間の指導者としての立場で、自分自身が使ったことがない言葉として、「しかたがない」というものがあります。「しかたがない」という言葉を使うとしたら、日本人は先程の体型的な面からすると、手脚が短すぎて、しかたがないから諦めた方がよい種目と言えるでしょう。しかし、逆の面から考えると「手脚が長いから、金メダルが取れる」のかということ、そうではないのです。国際競技会でも手脚の長い選手がたくさんいる外国チームが、日本よりも下位に位置しています。そこで思ったのは、日本選手は手脚が長くないけれど「し

かたがない、はずはない」ということです。手脚が短いから、才能がないから「しかたがない」というのは、ただの逃げ口実として使っているだけだと思います。ですから「しかたがない、はずがない」、きっと方法はあると考え続けるようにしました。どうやったら勝てるかという面では、手脚の長さに関係のない、非常に高いレベルのテクニックを身につけることが、まず初めだと考えました。そして、さらに毎年毎年、世界に向けて新しいものを発信し続け、こんなシンクロもあると、見たことがないものを生み出し続けることが鍵になると思いました。井村コーチが創った演技のカラーは、「こうだよ」とか、「こんなパターンだよ」と言われるのが非常に嫌で、ある面では「誰々さんのカラー」というのは自分自身からすると、ある種の「しがらみ」のようなものでしかないと思います。その面では、あのコーチが創る演技は「何でもありなんだ」と言われ、「何でもありなんだ」がカラーと言われたいと思っていました。誰もやったことがないことに一番最初に取り組み、成功させるというのが趣味なのかもしれません。シドニーオリンピックの時の「空手」の演技に関しては、最初は「空手なんか、辛気くさいものはやめた方がいい」などとずいぶん陰口をたたかれたのを覚えています。

シンクロという採点競技は、プールサイドでポーズをとって笛が鳴ったところから、演技をしている際に流れる音楽が終わるところまでが採点の対象となりますが、採点の対象となる部分が始まる前に観客を、そして、審判を、日本チームへと引っ張り込みたいと考えました。この辺が、陸上競技という測定競技との大きな違いなのかもしれません。プールサイドを歩いているときから演技の一部であり、身体がとても鍛え上げられているな、とても強そうに見えるといったところを大切にしていこうと思っていたわけです。「空手」という日本独特のもので、礼に始まって礼に終わる」というところで選手達にお辞儀をさせました。最初はやはりお辞儀をさせることに対して、強い反対意見もありましたが、私はやらせると主張して譲りませんでした。先ほど言いましたように、会場を日本選手の世界にしてみようと思って、観客も審判も引きつけてしまおうと考えていたわけです。そして、実際に本番となったときに、選手達がお辞儀をしたときに会場全体が「オウ～」とどよめきました。この時に、すぐさま「やった!!」、「成功だ!!」と感じました。でも、お辞儀を選手がするまでは、すごい「恐怖感」と「さあ行くぞ!」というこの2つに挟まれて揺れ動いていました。どちらかというと、「さあ行くぞ!」と思った瞬間に「怖い」という感じで、これを繰り返していたと思います。これは、シンクロの選手達も同じでしたし、陸上競技を頑張っている選手達の皆さんも同じで、何かをしようとしたときに怖さを感じて、それを振り払うために「さあ、行くぞ」と自分自

身を奮い立たせているのではないのでしょうか。そのためにはきっかけが必要で、シンクロの場合には、招集をする場所やウェイトニングする場所から踏み出す1歩目、プールサイドでポーズをとる瞬間、そのポーズをとった場所から水に飛び込む瞬間がそのきっかけに当たると思いました。そこで、プールサイドでポーズをとる瞬間に、選手達に声を出させるようにしました。そのときのかけ声は「ヤァ！」でした。それまでのシンクロの世界では、声を出すというのはまったくなかったわけですから、これもまたとても奇抜な演技構成でした。ところが、シドニーオリンピックの最終練習まであと残り3日という頃になって、選手の一人が突然「シンクロで声を出す選手というのを見たことは無いのですが、良いのでしょうか？」と質問をしてきて、「そんなこと気がつかなくてもいいのに・・・」と思いながら、内心本当にビックリしました。怖い自分を捨て去るきっかけとして、声を出させたのですが・・・そこで、すぐさまルールブックを調べました。そして、その選手に、「ルールブックには、声を出しては駄目とは書いていないから、いいんよ」と言った覚えがあります。でも、もし、シドニーでの公開練習の際に、審判から「声は出してはならない」と言われたら、黙って演技すれば問題ないと、覚悟を決めていたのも本当です。どんな競技にも、ルールブックというのがあると思いますが、ルールブックを読むときに、「これしたら駄目なのか」、「これもしたら駄目なのか」、「これも、これも駄目なのか」と思って読んだら、あんなにつまらないものは無いです。「ここに書いてあること以外のことは、何でもしてもかまわない」と思って読むと、こんなに面白いものはないというように変わります。そこに、新しい技術や技の発想の鍵があると思います。ルールブックというのは、逆に読むことがとても大事になります。そういった面では、マスコミの方々からシドニーオリンピックの時に「シンクロ」を「スポーツシンクロ」と命名してくださったのは、非常にありがたかったですし、嬉しかったです。

この会場には、学生さんがたくさんいらっしゃいますが、世の中10人の人がいたら10人の人が皆さん素晴らしいとは、絶対に言ってくれません。私の場合、10人の人がいたら、5人の人が素晴らしいと言ってくれたら、自分の中では100点満点だと思いうようにしています。ところが若い人たちは、10人のうち2人でも良くないと言われてしまうと、すぐにそのことを諦めてしまいます。ぜひ、反骨精神を持ってもらい、最後まで絶対成功させるぞという心意気を持ち続け、あたりまえですが競技スポーツですから、結果としての成功を作り上げなければならないと思います。

〈大事な「気配を感じる能力」〉

最近、日本中でいろいろな事件が起っていますが、

今の指導者に、今の選手に、そして、今の日本人に何が欠けているのだろうと考えたら、「気配を感じる能力」が欠けていると思います。例えば、選手を叱りとばして、その選手に向かって、「おまえいやったら、帰れ！」と、帰りそうな子に言うてしまうわけです。そして、その選手が、「はい。さよなら」と言って帰ってしまい、そして、指導者は慌てるということになります。学校でも「体罰だあ！」と言って訴えられそうな子どもを殴り飛ばしてしまい、訴えられることになるわけです。でも、そのような子たちを見たときに、指導者、先生として立ち直ってほしいという思いが通じるかということと合わせて、立ち直るかもしれないという気配を、その子たちが発しているかが重要だと思います。例えば、そういった子たちは、落ち込んでいるとか、反抗的な雰囲気であるとか、言われたことを受け入れられる心がないとか、何かに苦しんでいるとか、それらを必ず発信していると思います。それなのに、指導者や先生側だけが、ひたすら一生懸命で、そういった気配を感じる能力が低くて、堂々巡りをしている。スポーツの世界でも、指導者も一生懸命、選手も一生懸命で、一生懸命だから通じると思っているのではないのでしょうか？一生懸命だったら、それで十分だと思っているのではないのでしょうか？こういった気配を感じる部分が、多くの人に欠けているのではないかなと思います。「頑張ろうと思ったこと＝頑張ったこと」ではありません。「頑張ろうと思って、頑張れた結果、何かが残せたこと」であって、この残せたものが何だったのか、このチェックが欠けていることが多いのではないのでしょうか。

こういった例の一つを、お話しさせていただきたいと思います。先日、日本のナショナルチーム練習があり、半日でも見させていただこうと思って大阪から東京へ向かいました。代表選手11人が合宿をしていたわけですが、10人しか泳いでいません。来ていない1人は、2日前に39度の熱を出し、今日は37度台の熱があり、風邪を引いたようで寝ているというわけです。突然に熱を出すのは赤ん坊だったらありますが、その21歳の選手が赤ん坊であるはずはありませんから、激怒しました。自分の身体の変化を感じる、風邪を引きそうだという気配を感じていないことに怒ったわけです。これまで、日本の代表選手として選ばれた選手に毎回毎回言っていることですが、「今日からあなた方は、病気する権利も怪我する資格もない」ということです。その21歳の選手には、その日泳いでもらいましたが、その後肺炎になることもなく今でも元気に生きています。人間は、そんなに簡単に死んだりしませんし、気持ちさえしっかりしていたら大丈夫です。でも、この選手は、非常に拙く、馬鹿な選手とその時点では思います。自分の身体と語り合わないから、その病気がひどくなりそうだったという気配を感じられるようになれないのです。さらに、親も甘いな

と思うのは、選手に「あなた、39度の熱を出して、よく頑張ったね。かわいそうだねって親に言われてきたでしょ？」と問いかけると、「いいえ、言われませんでした」とは言わないのです。「練習は厳しくて、かわいそうだね」と親から言われたようで……。病気や怪我をするのが人間ですが、自分の身体に聞くことができないというのが非常に問題で、自分の身体をどのように動かそうと考えたら、自分の筋肉と語り合わなければなりません。自分自身の身体の気配を感じる、と言い換えることができます。これができないとしたら、世界で戦える選手には絶対なれないものです。そういった面からすると、選手には自分の身体の気配を感じるができるという感覚を育てていかなければならないですし、さらに、指導者も、他のスタッフも、こだわりのあるメンバーが揃わなければならないと思います。

また、気配を感じる感覚として、チームで行う演技のあるシンクロでは、練習の際に、8人の選手同士の間隔は大変狭くなっています。おおよそですが、2m四方の中に4人が入っている状況です。さらに、選手たちは肩幅が広いので、すし詰め状態で泳いでいるわけです。水面に手を出して演技をしているときに、脚は立ち泳ぎの動作をしています。この狭い中では、脚の動きなどもすべて決めて行わなければぶつかって、チームメイトを怪我させてしまうことが起きます。場合によっては、骨折することさえあります。こんなに狭いところで身体を近づけて泳いでいるわけですから、相手の脚の動きによる水圧を感じるはずですが、これも、気配を感じる能力だと思います。ところが、今の選手というのは、自分のことばかりにとらわれて、必死になってしまい、まったく気配を感じる能力が低くなっています。「あなたの脚が当たって怪我させたのよ」と言うのと、まったく自覚がないから悲しくなく、自信をなくす方が強く、そのあとは思い切った演技をしなくなります。ただ単に夢中なだけでは、選手としては失格というように見えています。

〈女子選手と男子選手の指導における差〉

今日のテーマは、「世界に通用する女性アスリート育成の秘訣」ですが、男子選手との違いというのは、あまり考えたことはありません。しかし、考えられるとすると、技術を教えるときに10の内容があるとする、女子選手の場合には1・2・3・4・5・6・7くらいまできっちり教えなければならない、残りの8・9・10は本人にいろいろなことを考えさせるようになります。ところが、男子選手の場合には、1・2・3を教えたら、4・5は本人に考えさせ、6・7・8とまた教えたら、9・10はまた本人に考えさせるような指導形式と感じています。言い換えるとしたならば、女子選手の場合、グーッと引っ張っていけるものがあり、さらに具体的な方向を明確に示さなければならないと思います。立花・武田という選手を

指導していたときにも、世界で1位になるためということが中心ではなく、「これができたら次はどうする」というようなことが積み重なったと思っています。それがたまたま、世界一に近かっただけだと思います。また、女子選手には具体的な目標を掲げることが大事だと思います。さらに、男子選手と比較したら、キッチリと、しつこく、何回も何回も繰り返すことができるという能力があると思います。さらに水の中という、重力のあまrikaからない特殊な環境にあるシンクロでは、普通の練習の時で、水の中に8時間、多いときは13～14時間練習させています。

また、ある一人の選手を叱るときは、必ず他の選手の前で叱るようにしています。男子選手を指導するとしたら、このようなことはきつとしないでしょう。というのは、男子選手の方がある面でのプライドが高く、傷つきやすいと思うからです。監督室といった部屋があり、ある一人の女子選手をそこへ呼んで注意したとしたら、他の選手はどう思うかという、えこひいきしているとか、裏取引があったのではといったようなことを考えるようです。他の選手の前で叱ることによって、「人の振り見て我が振り直せ」ではないですが、その叱られている場面に一緒にいることで、「このコーチは、こういうことは良くて、こういうことは駄目なんだ」ということがわかるようで、さらにそれを感じる部分が強いように思います。さらに、駄目なことと、良いことがハッキリしたら、特に女性の場合は気持ちや気分の転換が早いように思います。

これは、あるアジア大会で競泳の女子選手を代表チームのコーチとして男性が指導しているときに見たのですが、選手が最悪のタイムでゴールし、目からあふれんばかりに涙を流して控え室へ戻ってきたときに、男性コーチは何を言ったらいいのか分からず、立ちつくしていました。その泣いて戻ってきた選手は、そのままウォームアップ用プールに入ってクーリングダウンを始めてしまいました。その男性コーチは、クーリングダウンが終わってプールサイドに戻ってきた時に声をかけようと、選手のそばに寄っていきまして。ところが、その泣いていた選手は、すでに気持ちの切り換えができていました。「泣いても仕方がない、終わったことを泣いても取り戻せない、引きずっていても何も変わらない」と。すでに、声をかける必要はなくなっているのです。男性コーチは、優しすぎると思いました。

こういった面から、シンクロの選手達には試合という試合は、常に100%で臨ませますし、自分自身も臨みます。100%でぶつかって行って負けたなら、「弱い」「実力が足りない」と言われているようなもので、非常にショックで落ち込むわけですが、何が駄目だったのかということを考えて、それができるようになったら勝負に挑めるというわけですから、切り換えることが早くできてきま

した。もし80%で勝負していて負けたとしたら、もし100%出していたら、勝てたかもしれないと後悔ばかりになってしまいます。チームとしてシンクロをみたときには、個々の選手の能力には差が必ずあります。この能力差を埋めるために練習をしているわけですが、個々に違っている選手が同時に同じように動けることを不思議がる方々がいます。「よく、みんな揃いますね」と。この答えはとても簡単で、「全員が合うまで、練習する」ということです。この意味からも、100%を目指し、それに耐えられるのが女子選手の特徴だと思います。

このようにして、30数年間コーチとして活動してきました。この30年間で成功だと思えたのは、世界ジュニア選手権で全種目制覇したとき、奥野史子が世界で初めてオール10点満点を出したとき、立花と武田で世界一になったとき、といった3回ぐらいしかありません。逆に思えば、3回もあったということです。100%を目指して試合や練習をしても、100%のできが得られたのは3回です。ですから、男性版のシンクロであるウォーターボーイズは、やめておいた方が良くいかなと思っています。

井村 雅代（いむら まさよ）氏 略歴

1950年8月16日生、シンクロナイズドスイミングの女性指導者。大阪府出身。小学校のころから大阪府の浜寺水練学校で水泳を教わり、中学生になってシンクロを始める。大阪府立生野高等学校、天理大学卒業。選手としては日本選手権で二度優勝。ミュンヘン五輪に公開競技として出場。大阪市内の中学校で保健体育科の教諭を務めた後、シンクロ指導者となる。1985年（昭和60年）から「井村シンクロクラブ」を主宰、競技者育成を行う。1978年（昭和53年）から日本代表コーチに就任し、独特のスバルタ式指導法で世界的な選手を次々と育成。2004年（平成16年）のアテネ五輪終了後、日本代表コーチを勇退。現在、大阪府教育委員を務める。2008年の北京オリンピックに向け、シンクロナイズドスイミング中国代表チームの監督に就任することが決定。

【世界で戦うために一野口みずきの場合】

藤田 信之（シスメックス陸上競技部監督）

〈指導者として育成した選手〉

指導者としての道を歩き始めたのは、1968年のメキシコオリンピックの年からです。現在の陸上競技では、女子でもマラソンが種目として行われていますが、当時は800mが女子で一番長い距離でした。そして、1972年のミュンヘンオリンピックから1500mが採用されるようになりました。1968年頃は400m、あるいは、800mという種目を中心に指導をしていました。その後、400mで日本記録を樹立する選手が生まれ、1971年には、その選手が800mでも日本記録を樹立してくれるようになりました。その際に、「もしかしたらミュンヘンオリンピックに出られるかも、世界で戦えるかも」と思い、世界的な大会を意識してトレーニングを考えるようになった記憶があります。ミュンヘンオリンピックの開催年となる1972年は、日本選手権がオリンピック代表選手選考競技会であり、国立競技場で開催されました。当時の国立競技場はアンツーカーという土のトラックでしたから、雨が降ると選手にとっては、非常に難しいコンディションとなる競技場でした。不幸なことにその選手が出場する800mの前日から雨が降り、2分5秒の参加標準記録を突破できなかったのを鮮明に覚えています。そして、次のオリンピックとなるモントリオールオリンピックを目指しましたが、その選手は結果的に引退をしてしまいました。一方、私は、時間的に前後しますが、このモントリオールオリンピックに向けての研修コーチということで、1974年に40日間ヨーロッパに派遣していただきました。40日間にいろいろな競技会を見て回り、勉強させていただいたことが強く印象に残っています。

そうこうしている間に、世の中の状況も変わり、勤務していた会社も不況のあおりで競技を続けていく環境というのは、ほとんどなくなってしまいました。当時、人事部の仕事に関わっていただけに、人員対策をしている中で、特別な形式での陸上競技活動というのはできなくなりました。その後、ワコールから女子長距離の指導というお話をいただき、初めて陸上競技の指導で給料をいただけるという立場になりました。ワコールでの活動の中で少しずつ成果を上げられるようになり、1990年の北京アジア大会ぐらいから日本を代表する選手が出始めてきました。名前を覚えていただいているような選手としては、1992年バルセロナオリンピックと1996年アト

ランタオリンピックの代表となり、そして、1991年東京世界陸上10000mにも代表となった真木和の名前をあげることができると思います。しかし、出場したことは立派なことですが、実際には戦えたというような成果は収めることができませんでした。コーチとして派遣していただいたバルセロナオリンピックの男女マラソンでは、森下広一選手と有森裕子選手が銀メダルを獲得し、その各々のレースを見ていて「メダルを獲得するのだったら、マラソンだ!!」と思い、「マラソン選手を育成したい」と考えるようになりました。結果的にはですが、先ほど述べました真木和が1996年のアトランタオリンピック代表選手選考競技会にマラソン初出場初優勝をしてくれ、代表選手になりました。しかし、選考競技会が3月の名古屋国際女子マラソンだったため、リフレッシュする休養期間を十分とれずに強化合宿に入ったことなどから、本番のアトランタオリンピックでは12位という結果に終わりました。オリンピック直前までは一番戦えるだろうと言われるぐらいに仕上がっていましたが、レース直前になって足に痛みが出てしまい、残念な結果に終わってしまいました。これも縁なのでしょうが、この真木和の名古屋国際女子マラソンのレースを当時高校生だった野口みずきが見ていて、真木和にあこがれてチームに入ってきてくれました。

〈野口みずきとの出会いと金メダルへの道〉

野口みずきがチームに入ってきた時は、下から2番目の実力しかなく、本当にこの選手がオリンピックに出るなんて考えもしませんでした。ただ、野口の場合は、長い距離をこつこつ積み上げていくことができる能力を持っていました。部に入った当初は、5000m、10000mというレースが中心で、競歩の選手と似たようなレベルだったと記憶しています。ところが、2001年の日本選手権10000mで3位になり、同年のエドモントン世界陸上の日本代表選手になりました。ただし、この代表選手になったこともですが、日本選手権の3位自体、思いもよらなかったことです。当時の野口の記録は、1991年の世界陸上に出場した真木和よりもタイム的には劣る状況でしたので、10年たった世界陸上で、そのようなタイムでは戦えないと判断していました。本人にも伝えましたが、本人がぜひとも出たいという気持ちが強かったので出場することにしました。結果的に、順位は13位でしたが、その結果よりも世界で戦ったことによって、

このような大会で、そしてオリンピックで戦ってみたいという思いを相当強くしてくれたことが、一番の成果だったように感じます。それを契機にして、2002年の釜山アジア大会は断る方向で、真木が出た2002年の名古屋国際女子マラソンに出場させ、これも初出場初優勝をしてくれました。この2002年と2003年を中心に、野口みずきをオリンピックで戦えるように仕上げていきたいと考えました。ちょうど2003年にはパリ世界陸上が行われ、そこで日本人で最高の記録を残しメダリストになった選手は、自動的にオリンピック代表選手になれるという条件がありましたので、そこから逆算をして、1月の大阪国際女子マラソンに出場し、パリ世界陸上でメダル獲得という構想を描きました。これは、早い段階でオリンピック代表選手の権利を獲得した方が良くだろうという判断に基づいてのものです。このような構想を描くことによって、年2回のマラソンレースに出場するという状況になりました。大阪国際女子マラソンは、国内日本最高記録で優勝することができ、さらにパリの世界陸上でも銀メダルを獲得し、構想したものがすべて実現されてアテネオリンピックにつなげることが可能になりました。一方で、アテネオリンピックのコースの特徴や、パリ世界陸上での野口のレースから考えられる欠点なども浮き彫りになりましたが、2003年8月から1年間という期間を、すべてアテネオリンピックに集中させることが可能となりました。その中で欠点というのは、日本人の特性かもしれませんが、スピードの切り替えができないこと、アップダウンの地形変化に対応できないこと、という点があげられました。これは、パリ世界陸上のマラソンコースは、12kmあたりから坂を上り、32kmから少し下るといった特徴があり、トップ集団と一緒に走っていたヌデレバにスパートされて追いかけたのですが、追いつくことができずに終わりました。野口の場合、こういったレースや練習などでの分析から、上りに強く下りに弱いという特性が明らかになりました。マラソンの選手ですから長い距離を走ることと、アップダウンを使ったトレーニングを非常に多く用いるようにしました。アテネのコースも事前に下見をしたところ、15kmから32kmまでは上って行って、一気に下っていくコースでした。このようなコースの特徴も踏まえてトレーニングをするようにしました。野口の場合、身長が低いので、特に下りについては不利な要素があると考えていました。このように計画したトレーニングでは、走行距離はそれまでの1.2倍から3倍にも達するようになり、月間走行距離にしても、1200~1300kmという走行量に達しました。例えば、合宿中には午前と午後、それぞれ30kmを走るようなトレーニングを行ったりもしました。また、上りと下りの切り換えという点に関しては、上りのコースを走らせて、ある地点まで来たら折り返すようにして、一気に下るような練習をしたりもしました。

ヨーロッパで合宿するときにはスイスのサンモリッツを拠点とするのですが、ここの地形がまったく平らなところがないところで、朝練習、そして午後の練習などでも、山の中のアップダウンを利用して、徹底的に走るようにしました。そして、スピードの面でベースと考えている10000mの記録を、向上させることも考えながらトレーニングを行っていきました。また一方で、ハーフマラソンで自己記録を更新することも必要であると考えました。こういったトレーニングの成果であったと思いますが、2004年1月のハーフマラソンの大会で初めて1時間8分を破る記録を樹立し、その後の2月の青梅マラソンで30kmを走り、確か当時の日本記録を2分40秒ぐらい更新し、トラックシーズンに入っても、10000mでは30秒ぐらい自己記録を更新してくれました。こういった結果によって、アテネオリンピックに向けてのマラソントレーニングへ、とてもいい状態で入れました。こういった結果から、アテネオリンピックでの金メダルにつながったのですが、初めから金メダルを狙っていたわけではありません。ライバルとなる選手は世界中に12人から13人ぐらいいましたし、世界記録保持者のラドクリフもその中の一人と考えていました。しかし、ラドクリフが記録を出している大会は、真夏の暑い中での大会ではないので、それほど暑さに強い選手とは考えてはいませんでした。結果論ですが、金メダルを取った野口が一番厳しいトレーニングをしていたから、誰にも負けないトレーニングをしたから、金メダルを取ることができたのではないのでしょうか。練習の過程では、こちらの方から本人も乗り気でないトレーニングをさせたという部分もありますが・・・

〈オリンピック連覇への道〉

もう一度オリンピックに向けて、つまり北京オリンピックに向けてトレーニングを積んでいくわけですが、昨年、今年と、9月24日にあるベルリンマラソンで記録に挑戦していくことを考えています。大会で「勝つ」ということから方向を変えて、出力をあげていくことをしていけないと、北京オリンピックでは難しいだろうと思っているからです。トレーニングとしては、高地トレーニングはもちろん行いますが、記録を狙うためには精密機械のように、1kmを3'17~18ぐらいで42kmを突っ走る、というようにしなければならないと思っていますし、5kmごとのラップも1~2秒ぐらいしか変わらないようにして走るようになります。マラソンのタイムとしては、2時間18分の前半ぐらいをと考えています。現在、野口のマラソン自己最高記録からすると、100mに換算すると19"78ぐらいです。しかし、1kmごとに考えたときに1秒速く走れば、42km走るマラソンでは全体としては42"タイムが向上すると考えられます。実際のレースの中でのマラソンですと、2分とか3分ぐらい

一気にタイムが向上するときもありますから、ある面ではマイクロでのタイムの短縮が、マラソン全体には大きなタイムの短縮となって現れるということですし、実際にこういったことは多々起きていることです。一方、世界最高記録保持者であるラドクリフのタイムに関しては、1 km に換算して4~5秒速く走らなければなりませんから、これは大変な挑戦になります。ですから、短距離の選手のように、1歩ごとの着地の仕方、ストライドの長さという非常に細かいところまで考えてトレーニングしなければ、記録への挑戦ということクリアするのは難しいでしょう。ある面では、トラックレースのある部分を大事にしておかなければならないということに繋がっていくと思います。マラソンという競技は、走り出しから1歩1歩の積み重ねでゴールに到達するのですから、レース全体、ラップタイム、そして、1歩ごとのランニング動作を関連させて、トータルで考えていかなければならないことになります。

北京オリンピックについて考えていく場合には、この講演をしている今日から約700日後に開会式が開催されます。我々のようなマラソンの選手を抱えているコーチは、オリンピックに出場するという、つまり、日本代表選手になるという前提で、現時点ではオリンピック開催の2年前ですが、国内の選考競技会へのスケジュールを考え、約2年分を先取りして戦略的に考えながら、そこから日割りでトレーニングを計画することになります。そのために記録を狙う年として位置づけたベルリンマラソンという大会、そして2007年11月に開催される東京国際女子マラソンで、代表選手の権利を獲得してじっくりと北京に向けたトレーニングをしていくという青写真があります。大阪の世界選手権で優勝して、北京オリンピックの切符を獲得するというのが、アテネオリンピックと同じ手順ですが、8月中旬に開催された北京での世界ジュニア選手権の様子を見ると、高温多湿の非常に条件が悪い中でのマラソンレースになることは明らかです。この条件でマラソンを走った後のダメージというのは、計り知れないように思っています。この高温多湿という条件は、この大阪の世界選手権だけを見たならば、日本人の特性であるレースを最後まで投げずに粘り抜くということからすれば、絶対に日本人にも有利です。野口も出場すれば、そこそこに戦うことができると思います。しかし、こういった条件下でマラソンを走った選手が、その後に肝臓や胆嚢の機能障害を起こしたという話を聞きます。パリの世界選手権の時は、気温は高かったですが、湿度が低かったことが幸いしていると、今から振り返ったときに考えられることです。あくまでも、野口本人も周囲の人間も次の目標は北京オリンピックで、きちんとトレーニングをできる条件をそろえてからオリンピックで戦いたいのです。

〈女子長距離選手の指導における特性〉

現在、女子のマラソンは世界で戦える種目ですが、これは「トレーニング方法が変わってきたからだ」ということではないと思います。日本のマラソンのトレーニングのベースは、東京オリンピックの頃にある程度完成されていて、その方法をアレンジしながら強化されてきているといえるでしょう。また、走行距離も、徐々にですが男子と同じぐらいまでに達するようになってきているからだと思います。先ほど、シンクロナイズドスイミングの井村さんからお話がありましたように、トレーニングを展開していく中で女性特有の特徴があるように感じています。抽象的な言い方ですが、力を発揮するという点では、女性は100%の発揮というのは不得意で、70~80%ぐらいしか発揮できないように感じます。例えば、男子ならば400mを10本全力でトライするとなったら、行けるところまで全力を発揮し、走れなくなるとその場でバタンと倒れるでしょう。しかし、女子選手の場合は、10本を走りきり、もしタイムを設定していて切れなかった場合には、追加で「もう1本」というと、ズーッと何本も何本も走っていられるように思います。これまで指導してきた選手は女子選手ばかりですので、その中から得られたものですが、コツコツ練習を積み上げていくという粘り強さのようなものを特に感じます。それと、さらに野口の場合ですが、スイスで練習をすることがありますが、そこで2~3ヶ月に渡って滞在しても全然苦にならないようです。スイスというところは一般的には観光地のイメージが強いですが、合宿で滞在するところはとても田舎であり、お店も数軒しかないところです。食事でも三食ともホテルでの食事です。私自身10日間ぐらい経つと日本食が恋しくなるのですが、野口はこういった面でも全然平気です。さらに、男子選手の高所トレーニングへの対応が難しくなっているのに対して、様々な面で女性に対応能力があり、順応していく能力が非常に高いのではないかとというのが、私が女子選手を指導しての感想です。

司会者：野口みずき選手の身体的の特性などをご披露いただけるとありがたいのですが。

藤田氏：野口みずきの身長は、一般的に公表されている数字では150cmとなっています。実際のところは、149.7~8cmではないでしょうか。体重の方は、40.2~4kgだと思います。体重に関しては彼女なりにコントロールをしているので、ほとんど変化しません。次にランニング中のストライドの長さについては、高橋尚子選手が163cmの身長でストライドの長さは146cmですが、野口のストライドは148cmで、ランニング中の動きは空中を跳んでいくように走っているように見えます。この跳んでいくような走法をすると、脚への衝撃はとても大きなものになりますので、筋力トレーニングをほぼ毎日のよ

うに行っています。最近、あまり重いものを持つことはありませんが、ハーフスクワットでしたら75 kgぐらいは挙げられます。筋力トレーニングの時には60~65 kgの重量で回数をなるべく多くするようにしています。さらにベンチプレスですが、簡単に30 kgぐらいの重さを利用して回数をこなせる状態です。こういった筋力トレーニングは、週に6日行うようにし、マシンでの筋力トレーニングは2日間ほどで、あとの4日間はいろいろな器具を用いた筋力トレーニングを行うようにしています。高地トレーニングを行っている時には重力が幾分小さくなり、抗重力筋が弱くなるのを防ぐため、こういった筋力トレーニングを大事にしています。先ほど、2時間18分台の記録を出すためのペースを話しましたが、ストライドの長さが1 cm長くなることで、その影響はレース全体に計り知れないものがあると考えています。ですから、疲労が出てきてもストライドが狭まることなく走りきれるような筋力の養成は、彼女の場合、特に重要と考えています。

【日本陸上競技学会第5回大会（日本女子体育大学）】

シンポジウム：女性アスリートおよび女性コーチの現状と課題

「女性アスリートがトップレベルになるための条件とは？」

～選手に必要な能力とその高め方：陸上競技の場合～

浅見美弥子（東京女子体育大学 陸上競技部監督）

現在、女性で陸上競技指導者として、活動されている方が少ないように感じられます。私自身、女性の立場で女子競技者を指導してきたなかでのことに関して、お話しさせていただきたいと思います。これまで、勤務してきた東京女子体育大学では、約25名ほどの卒業生が様々なクラブに残って指導をしております。女子の指導者がいない学内のクラブ活動は、確かハンドボール部とバスケットボール部ぐらいだったと記憶しています。これは、学園の創設者であられる藤村先生が、「女性の指導は、女性の手で」という考え方であったことも強く影響していると思います。また、入学しクラブ活動に入ってくる学生を見ていると、卒業生が指導してくれるという点では、安心して指導を受けているように感じます。また、指導をしている卒業生は、「母校のために必死になる」、「やれるところまで、やれる」という気持ちが持てて、とても感謝しながら指導にあたっています。

東京女子体育大学におけるクラブ活動の位置づけですが、私たち教員が大学で指導に当たる場合、競技力だけを高めることを求められているとは思っておりません。本学は、教員を養成する大学ですので、これが中心であり、さらにスポーツの指導者としての面も育成していくようにしております。クラブ活動の方でも、競技力の向上と指導者の面の両面を育成するようにしており、社会に出て貢献できる人間、社会から必要とされる人間になってくれるように指導しています。さらに女性ですから、人間的にも素晴らしいと思われる女性になってくれることが目標ですし、そのような指導を、心身両面から指導しております。このような指導の中では、学生との信頼関係を作ることが一番の目的だと考えます。この信頼関係を作るために、グラウンドに出たときには学生に大きな声で声を掛けるようにし、常に情熱を持って接するようにしています。きっと、グラウンドでは常に一番大きな声を学生に掛けていていると思います。さらに、練習でのタイムトライアルの時には、必ず私自身がタイムを取り、動きを見て指示をするように進めています。タイム計測を学生が行うと異なることがあるからです。ですから、頭の血管がいつ切れてもおかしくないぐらいの大きな声がグラウンドに響き渡っており、ガンガン進める方式と言ってもよいでしょう。それから、先ほどの信頼関係に関わることですが、友人のこと、クラブのことなど、いろいろな相談を学生から受けています。また、相

談を受けた内容については、一切他人に口外しないことをコーチになってから30数年経過しますが、必ず守っています。また、学生を注意する場合には、常に個人的に直接話をするようにしています。さらに、直接話をする時には、他の学生からえこひいきをしていると思われないように、「何かあったのだな」、「何かあるのだな」というように考えられるように常日頃から指導するようにしています。

①全員に平等に接する

大学の選手の競技レベルは、非常に差がある状態です。例えば、大学から陸上競技を始めるという学生もいます。これは、大学側から経験者以外は認めないというような、排除するクラブ経営は認められていないからです。ですから、4年間競技を続けるという約束をし、目標を持って4年間頑張り続けさせるように、弱い選手でも「100mで13秒台だよ」というような指導をしています。一方で、インターハイに出場している選手もおり、学生一人一人に、全員に声を掛けています。しかし、あたりまえのことですが、競技力の高い学生には、アドバイスは多くなりますが、こういった状況については、学生に理解させるようにしています。また、競技力の高い学生を指導している時には、その他の学生が聞き耳を立てるようにして、目を凝らして学んでくれています。ですから、学生も強い人だけ指導しているといった考え方は、一切持っていません。

②諦めずに指導をする

指導者として大事なことは、「諦めずに指導する」とことだと思っています。ウォーミングアップからクーリングダウンまで、歩き方から姿勢に至るまで、すべてに渡って注意をするようにしています。1日のうちで何回も、次の日も、1年でも2年でも言い続けます。指導者側が諦めたら、終わりだということです。それでも直らない場合には、また、意識が低い場合には、これ以上続けても難しいだろうということになります。向上心を持って続けていく意志があるときには、私のゼミに入るようにさせ、審判資格を取ったり、陸上競技の勉強させたり、卒業するまで指導することにしていきます。

③指導者がグラウンドにいてもいなくとも練習への取り組みが変わらない

グラウンドに私が出て行けないときでも、練習への取り組みが変わらないように指導しています。女子の選手

は、練習を見ていないと手を抜くことがあり、「走る時に、もう少しスピードを落とそう」ということを言う上級生がいるようです。下級生は、本当に走りたいと思って走れない状況になってしまいますので、3、4年生に意識付けを明確にさせて、自分のために練習するということを徹底させています。ですから、3年生、特に4年生は、高い意識を持って練習をしてくれています。ですから、手を抜くような練習はまったくなく、いつでも誰に見られても恥ずかしくない、堂々とした練習をしています。

④練習環境の準備や整備は上級生から

ある大学では、1年生がすべての練習の準備を行い、2年、3年、4年生はベンチで座って待っているという話を耳にしていますが、私の指導している跳躍ブロックでは、自分で練習する場所の準備は自分で整備をさせています。自分自身の練習なのですから、自ら準備するのはあたりまえのことと考えています。上級生になればなるほど、何事も先頭に立って自ら行動することで、下級生との信頼関係も築かれやすし、尊敬もされるのだと考えています。特に4年生には、陸上競技全般に対しての義務感や、責任感が生まれるようになってくれればと思っています。また、女子競技者の場合、2年生や3年生になると、1年生に対して行動が遅いといったようなことを、1つ1つあげてチクチク言うようになります。こういったことで1年生がのびのびと練習ができないような状況が生まれないように、常に目を光らせています。こういったことが目に付いたときには、上級生部員と話をし、このような状況を排除するように努めています。その他にも、トレーニングや生活面でも注意をしていますが、常に、話し合って、話し合って、さらに話し合って、学生が理解するまで話し合います。理解してくれれば、即「やるのみ」ということになります。また、私の場合は女性指導者で、指導している学生も女性ですから、同性の目で相手を見るという部分があります。例えば体重が増えている学生に対して指導をする際に、学生は必ず「じゃー、先生は何なの」という目で見ってきます。ですから、学生に、そのようなことを絶対に言わせないようにするため、自分自身も体を鍛えるようにしています。

こういったことを土台として、また、教育実習や就職活動といったことも含めて、学生への髪型やトレーニングスーツの着こなしといったことへも常に指導をしています。これらのことは、「競技には関係ないのでは?」と言われるかもしれませんが、先程申し上げましたように、本学は教員養成と競技力の向上という両方の側面を担っていますので、これらは必要なことと考えて学生を指導しています。こういった指導をしたからといって、競技力を伸ばすうえでマイナスになるのではという心配の声もありますが、全くないと思っています。こういった面から見ますと、私は、練習環境を作るための見張り

役です。

次に女性を指導する時ですが、女性は常に「見てほしい」という気持ちが非常に強いと感じます。これは、グラウンドに私がいる時に、特に感じられることです。いつでも見ているから、自分自身で今しなければならぬことに集中するようにと、指導しています。こういった面からすると女性競技者の指導者は、鏡のような存在と言えるかもしれません。それは、指導者のある部分が映っているというのではなく、「今の動きは、こうなっているよ」、「こういうように動いた方がいいよ」といった会話を通して、今の自分の動きの中で欠けている部分を考えさせて、次のステップにつなげていくような鏡の存在であると思います。

また、東京女子体育大学は関東学生対校選手権大会8連勝、日本学生対校選手権大会3連勝という輝かしい成果を残しております。現在は苦戦が続いておりますが、入学した学生には4年間をかけて日本学生対校選手権大会で3位という目標を掲げて、毎年一緒に進めております。ここでも、しつこいと言われるほどに指導をしております。ここで問題になるのは、高校での練習を引きずったまま大学で練習を続けている選手です。例えば、高校時の練習をしなければ、私は記録が出ないと思い込んでいる選手です。しかし、記録を出すためには、いろいろな方法があることを理解させたうえで、大学での練習計画を、実際に行ってみないと分からないこともあるはずだ、というように話をしています。それでも高校時の練習にしがみついている選手については、1、2年間ぐらい放置します。放置といってもまったく何もしないわけではなく、常に話し合う機会を設けて、繰り返し全力で指導をします。そのような経過の中で、考え方が変わって来たら、まずは1ヶ月私の練習スケジュールを行ってみる、そして関東・日本インカレで優勝したいと目標が明確になれば、次には、このような計画で練習をしてみようというように、ちょっとした変化が大きな進歩をもたらして、その後どんどん自己記録を塗り替えるようになります。気持ちが変わってくれることが、練習への取り組み方も変えてくれ、ただ練習を繰り返し繰り返し行うのではなく、考えながら行う練習へと変わります。

最後に、女性の指導者の数は、とても少ないという現状がありながら、女子選手数は増えているように思います。女子競技者が活動している大学では、卒業生を母校に残し、女性指導者として養成していただければと思っています。女性の細やかな指導と男性による指導が両方合わさりながら、さらに競技力を高めることができていると思っています。

【日本陸上競技学会第5回大会（日本女子体育大学）】

シンポジウム：女性アスリートおよび女性コーチの現状と課題

「女性アスリートがトップレベルになるための条件とは？」

～選手に必要な能力とその高め方：バレーボールの場合～

廣 紀江（学習院大学 バレーボール部部长，元日本代表選手）

女性競技者が「トップレベルになるための条件」という視点から、バレーボールを中心に話をさせていただきます。バレーボールという種目を中心に考えたものであり、陸上競技に直接役立つものとは限らないと思いますが、「バレーボール選手の体格について」、「強化選手について」、「指導者について」という3つの視点からお話しさせていただきます。

①バレーボール選手の体格について

オリンピックで金銀銅を獲得したチームの平均身長と、日本代表の平均身長を見ていくと、日本代表は、バレーボールがオリンピックで正式種目として採用された1964年の東京大会で、そして、モンテリオール大会で金メダルを獲得していますが、モンテリオール大会の時にだけ、日本代表と金銀銅を獲得したチームの平均身長が重なっています。1980年のモスクワ大会はボイコットで不参加、1984年のロサンゼルス大会では銅メダル、1988年のソウル大会では4位、1992年のバルセロナ大会では決勝リーグに残れず、それ以後は目立った成果を残せないのが現状です。また、モンテリオール大会とバルセロナ大会という2大会に参加した選手の身長比較をすると、日本代表選手の身長は両大会ともあまり変わらないのに対し、参加している諸外国の選手の中には、バルセロナ大会から185 cm以上の身長の選手、さらには190 cm以上の選手というように、非常に身長が高い選手が増えてきています。さらに、最近のロシアチームなどは、コート内の選手の平均身長が200 cmに迫るような、とても大型化されたチームまで登場してきています。これに対して、日本代表が176 cm前後の平均身長ですから、戦う上でのハンディキャップは相当なものとなっています。こういった面からは、日本代表選手の大型化は、メダル獲得にはとても重要な要素と思っています。ただし、大型化されたチームが上手なプレーをすることができるかという点、同じように大型選手のチームであるブラジルなどは、先ほどの井村先生のお話ではありませんが、長い手脚をもてあましていて、ブロックなどは日本の高校生の方が上手だと感じています。

②強化体制について

現在、私自身がバレーボール協会の強化に関わっていないため、選手として日本代表選手となっていた7年間を中心に、お話ししたいと思います。1976年に、当時の日本代表監督であられた山田重雄監督が自宅を開放し

て、そこに中学生を集めてバレーボールの塾を開設しました。私は当時、愛知県に住んでいたのですが、突然自宅に山田監督が率いている日立の関係者が来られて、「バレーボールをしてみないか」と勧誘を受けました。その頃は、水泳に没頭していたので丁重にお断りさせていただきました。また、このバレーボール塾には、その後、日本の正セッターとして活躍した中田久美さんらもおり、1984年のロサンゼルスオリンピックにはレギュラー選手を数名輩出することになりました。

私の場合は、大学1年生の時にロサンゼルスオリンピックが終わり、次のソウルオリンピックがちょうど大学院の1年生となり、この4年間の計画が非常に重要だったと思います。大学1年生の冬、1月1日に山田重雄監督に呼び出され、非常に綿密な4年間の計画を立てました。大学生だった私に対して、卒業するためには単位を取らなければならない、大学のバレー部の活動がある、日本代表としての合宿がある、大学生としてユニバーシアードに参加する、ジュニアの年齢段階では世界やアジアのジュニア大会への参加など、非常にスケジュールが立て込んでいることを理解させてくれました。単位の取得に関しては、3分の1以上欠席すると単位認定の対象とならないので、学年歴の中で休めるところはどこかということと、バレーボールの活動との調整を非常に細かく行っていたことを記憶しています。当時の強化体制は、こういった話し合いが非常に綿密に行われていたように思います。逆の例ですが、アテネオリンピックの際のアメリカチームでは、主力となる選手がオリンピックの2年ほど前にビーチバレーへ転向してしまいました。この結果、強化計画が大きく崩壊してしまい、他の大会では優勝するのですが、オリンピックではメダルも獲得できなくなりました。やはり、選手との話し合いが十分になされていないと、選手は自分の方針を自分で決めてしまう傾向があります。ですから、計画を立てる段階で、意思の疎通を、選手、監督、協会との間で十分にはかることが重要だと思います。

③指導者について

バレーボールの指導者は、非常に怖い方が多いといわれることがありますが、幸いなことに、私は怖い方に指導を受けたことはありませんでした。理不尽な叩かれ方をされたことは、一度もありませんでした。一方で、中学生の時に選抜された合宿では、オーバーハンドパスや

アンダーハンドパスなどの技術を中心とした成績表をいただいた覚えがあります。この成績表を持ち帰って、地元の中学校で練習をしてきて下さいということも言っていただきました。高校選抜の合宿では、フォーメーションについて指導していただきました。私の場合、地元のチームは、私が中心のワンマンチームですから、変則的なフォーメーションをとっていました。この選抜合宿で指導していただいたフォーメーションは、一般的なフォーメーション、全日本で使えるフォーメーションなどと、高校生の私に理解できるような説明を加えていただき、とても財産となりました。こういったことを指導していただいたおかげで、全日本でプレーする時でも、すぐにすんなりと入っていけることができました。

また、全日本の合宿でのスケジュールは、朝起床した後に1時間ほどサーブレシーブの練習をし、その後朝食となります。朝食を取った2時間後に男子チームとの練習ゲームをし、昼食となります。昼食後は、昼寝の時間があり、その後また練習をし、ウエイトトレーニングをしてから夕食となり、入浴などをして就寝となります。ところが、控え選手は、レギュラー選手が練習をしていない時間帯に練習をしなければならないため、場合によっては朝から晩まで体育館にいななければならないという生活になってしまいます。以前は控え選手だった時もあり、レギュラー選手の時にはもっとのんびり練習をしたいなと思ったこともありました。また、男子チームと

の練習ゲームですが、ただ闇雲に練習ゲームをするのではなく、常に対戦する相手を想定しての練習ゲームでした。現在は、ゲーム分析ソフトが非常に発達してきましたから時間的には相当短縮されてきていると思いますが、当時は、いろいろなところへ偵察に行きビデオ撮影をし、夜中に分析をして、朝にはレギュラー選手に見せて、男子との練習ゲームという連続でした。今では考えられないくらいマンパワーを使って、試合に臨んでいたと思います。

最後に女性指導者の数についてですが、バレーボールでも少ない状況です。理由の1つとしては、高校を卒業して、すぐにVリーグへ行ってしまい、大学に行く選手が少ないことがあげられると思います。なかには、Vリーグの選手を引退したあと、大学に入って勉強をして教員免許を取られる方もいますが、とても少ないのが現状です。また、東北福祉大学の佐藤先生のように、日本インカレでも優勝し、日本リーグの選手にもなり、全日本の代表にもなり、そして、母校の大学で教鞭を執られている方もいますが、これは本当にごくまれと言ってよいと思います。これからということになりますが、指導者資格が確立されてきたことによって、指導者講習会などを頻繁に開催しています。また、このような講習会にVリーグ出身の選手も参加していますので、今後は徐々にですが、女性指導者の数も増えることだろうと期待しています。

【日本陸上競技学会第5回大会（日本女子体育大学）】

シンポジウム：女性アスリートおよび女性コーチの現状と課題

「女性アスリートのコーチングについて：これまでの過程と成果

～陸上競技女性アスリートが世界トップレベルになるためには～」

川本和久（福島大学 陸上競技部監督）

女性アスリートのコーチングということがテーマですから、「これまでの活動とその成果に関して」、そして「陸上競技の女性アスリートがトップアスリートになるには」という2つの視点からお話したいと考えています。

私がコーチとしての活動を始めたのは1984年からで、今年で23年目になり、ずっと地方で活動が続けています。陸上競技でスターティングブロックを使用してスタートする種目のなかでは、100 m、200 m、400 m、400 mHで日本記録を樹立することができました。他にスターティングブロックからスタートする種目としては、4×100 mR、4×400 mRがありますが、これは日本代表選手が集まってチームを作りますから、単独チームでは非常に難しいことになります。しかし、チームのメンバーには、卒業生を含めると数多くの選手が加わってくれ

ています。自画自賛ですが、結構頑張ってきたなと思っています。あと、100 mHが残っていますが、卒業生である池田久美子が、近いうちに日本記録を樹立してくれと思っています。また、池田久美子の走幅跳については、空中フォームに関しては池田久美子本人に、私は彼女の助走を速くすることに専念し、速く走って上手に踏み切るという全体に関しては2人で追求しているというスタイルです。

次に福島大学に入学して陸上競技の活動を進めるうえで、全員に競技スタイルを変えることを指導しています。それは、高校生の時に、「どこどこ高校の誰々に勝てば、1番になれるぞ」、「どこどこ高校の誰々に勝てば、全国大会に行けるぞ」、「どこどこ高校の誰々に勝てば、全国大会で1番になれるぞ」という話をされて、選手たちは

「単に負けたくない」という一心で競技をしているように感じます。アスリートとしては、こういった気持ちは誰にでもあり、重要な側面かもしれません。ところが福島大学には、同じ種目に大勢の選手がいます。例えば、400mであれば日本のランキング1~6位までの選手と一緒に練習をしており、負けたくない一心で競技をすると、シューズのなかに画鋲を入れるようなことにまで発展しそうな気がしています。ですから、競技を自己表現や自己実現の場として考えるように指導しています。「インカレに出られないとなったら、出られるように頑張ろうよ」、「出場できるようになったら、学生チャンピオンになろうよ」、「学生チャンピオンになったら、日本記録を樹立しようよ」、「日本記録を樹立したらアジアで活躍できるように頑張ろうよ」、「アジアで頑張れたら世界で活躍してみようよ」というようなステップが目標となり、その目標への自己実現と考えています。ちょうど、この最後のステップにいるのが池田久美子だと思います。常に、競技力の向上と人間性の発展のバランスをとりながら進めています。前回のアテネオリンピックでは、池田久美子と吉田真希子は、とても残念な結果に終わりました。オリンピックに行けなかったから、だからと言ってどうすることもできないことで、温泉に入りに行って、テレビで日本選手を応援していました。オリンピックに行けなかったからと言って、命を取られるわけではないのですから……。

私の考えている自己実現というのは、最後は自分で責任を持つということになります。陸上競技の活動で、勝ったり負けたりするのは選手であり、コーチではありません。仮に池田久美子がメダルを取ったとすると、そのメダルは池田のものであって、コーチの私のものではありません。野口みずき（アテネオリンピック金メダリスト）の指導者であられる藤田さんの場合も、金メダルは野口さんが持っておられると思います。選手が自己実現していく、選手が勝ちたいということをお手伝いするのがコーチだと考えています。「結果についての責任は、コーチの私が取るから思い切りやってこい」というようなことは、絶対に言いませんし、反対に「結果に対しての責任は、自分で持つんだよ」というように、指導をしています。ある面ではこうした指導によって選手を自由自在に操れるというのが、コーチという職業であり、一度始めたらやめられない部分でもあると感じます。

福島大学に入学してきた新入生らは、4月から始まる日本グランプリシリーズという大会への出場資格がある選手でも、高校生として一流であったとしても、初めは特別な指導をしないようにしています。その結果、日本グランプリシリーズといった大会では、インターハイチャンピオンであっても負けることになります。最初は、負けることを覚えてもらうようにしています。これは、福島大学というところで、4年間という期間を競技者と

してどうやって生き抜いていくか、さらに、卒業後も指導を受けるとしたら、10年間という期間を私という指導者と一緒に活動してもらうのですから、練習環境や練習での仲間となる他の選手たちが作り出す空気のようなものを、肌で感じ取ってもらうことが必要だと考えているからです。こういった側面を理解してもらい、陸上競技が自己表現の場であり、その過程で自己責任を取れる選手へと早く成長した選手が、もしくは気づいてくれた選手が、だんだん芽を出してきます。このあたりがなかなか理解できない選手は、なかなか芽が出て来ないことになり、いろいろな話を通じて、先程の内容となっていた競技スタイルを変えてもらうように指導をします。

しかし、自己責任を取り、自己表現として競技活動をしていくなかで得られた大きな成果に関しては、「先生のおかげです」ということが言える選手に育ってくれるようにしています。これは、私自身の自慢を選手にさせたいと思っているのではなく、自己実現していく選手がいろいろな方々のおかげだと理解できた一つであり、人間としても成長してくれた証だと思っています。基本的には先ほど最初にも述べましたように、ものの考え方を変えることが中心です。心が変われば細胞も変わる。細胞が変われば身体も変わる。最後は本人の気持ち次第と言えるでしょう。その気持ちが変わらないと、パフォーマンスは絶対に変わらないと思います。

また、普段の生活では、本学の卒業生で競技を続けているものは、朝から晩まで私の研究室にいますので、一年中一緒にいるようなものです。ただし、一年中と言っても、練習を行う日は週に5日ですので、週5日一緒という表現が合うかもしれません。また、男性が女性を教えるというよりは、父親が娘たちを教え、そしてお姉さんたちが妹たちを教えているような状況です。私の場合、悪いことは悪い、駄目なものは駄目とはっきり教え、それこそ皆の前だろうがハッキリと言っていますので、男性・女性という差を考えたことがあまりありません。そういったことが嫌なら、辞めていただくこともあり得るかもしれません。このコーチは嫌いだけど、と思いつつも一緒にトレーニングをしてくれるならば、それでかまわないと思っています。

次に、指導場面で選手に必要とされる運動に関する内部感覚についてですが、女性はこの部分が非常に弱いように感じます。原因の1つは、成長過程のなかで女性であるということが前面に立って、「女性らしくしてなさい」、「おとなしくしてなさい」という言葉をかけられ、運動経験が非常に乏しいことになっているのではないかと思います。球技系等の運動経験が非常に多い選手は、また別なのかもしれませんが、陸上競技だけを行ってきた選手は、例えば走るということに関して聞いても「ドンという音を聞いて、ただ走る」、「思いっきり行ったら、速く走れました」という返事しか返ってこないこ

とが非常に多いです。ですから、私の方から「ここが悪い」と言ったところで、言われたことに満足してしまい、動きを変えることに注意が向かないことが多いように感じます。外から見ただけの部分を注意しても、大きな変化が生まれることがないので、自分で考えさせるように指導しています。例えば、逆上がりの指導をしている母親と、子どもの関係を観察していたことがあるのですが、現象面だけの指導に終始しているように感じました。例えば、「腰を鉄棒に近づけなさい」、「鉄棒の向こう側に、足を早く持っていきなさい」というような指導ばかりです。しかし、小学校4年生ぐらいになると、だんだん動きというものが理解できるようになってきており、自分で行って見た動きを自分の言葉で表現できるようになってきます。こうなると、「ここで力を少し入れてみたら」という指導が可能になり、いわゆる運動修正というものがスムーズに運ぶことができます。ですから、私の場合、大学生でも、こちらの方からの指示が聞き入れられて、自分で探ることができるようになるまでは、常に待っている状態です。運動に関する内部感覚が、変えられる状況が本人の力でできるまでは、待っているというような状態です。

次に筋力に関してですが、女性の場合、上半身の筋力は男性の50%ぐらい、下半身は男性の70%ぐらいのように感じます。そのため、まず上半身の筋力トレーニングを重要視して行いますが、女性の場合、なかなか筋力がつきにくいように思います。上半身に関しては、毎日トレーニングするように指導しています。例えば、鉄棒にぶら下がりなさい、倒立しなさい、ものを投げなさい、などなどいろいろな手段をあげて行わせるようにしています。ただし、1年生の時には、ランニングフォームの習得を中心としたもので、本格的に筋力トレーニングを行っていくのは、大学2年生以降になります。しかし、筋力トレーニング、特にウエイトトレーニングの効果が顕著に見られるのは、大学を卒業してからのように感じています。女性の場合、女性らしい身体を作り出していく期間というのが必要なようで、多くの場合、その期間が大学生の期間のように感じています。女性ホルモンの分泌の方が勝ってしまい、トレーニング効果はどうしてもその次になるように感じます。ある意味では、女性の身体には、トレーニングを中心としてみた場合には、時限爆弾が隠されているように思います。池田久美子の場合、時限爆弾が高校に入ってから爆発したようなもので、体重が10kgも増えました。400mの丹野の場合には、その時限爆弾が爆発してないと思っています。一方、100mで日本記録を樹立した二瓶秀子の場合、大学卒業後に筋力トレーニングの効果が非常に出て、計算上ですが約8kgの筋肉がつきました。その間に、脂肪も5kgも減少しました。こういった傾向は、個人個人を見ていくと相当差があり、練習や日頃の状況から判断して、集

中の筋力アップを狙うことによって、効果が上がるように思います。

世界のトップレベルになるためには、スピードの獲得が一番の課題だと思います。そのためには筋力の向上もそうですが、技術革新を繰り返していくことがとても重要だと思います。例えば、女子走幅跳選手の踏み切りを見た場合でも、7mを跳ぶ外国選手は上手ですが、その下の記録レベルの選手は、それほど上手ではありません。踏み切り動作の精度を高めていくことが、世界で戦うための条件ですし、他の種目でも技術的なレベルを高めることによって、成功を収めてきたのが日本だと感じています。一方、よく皆さんから、丹野はもうすぐ50秒ですぬと言われますが、実際に50秒で走るとなったら、200mを22秒8前後で走れないと出せない記録です。200mを22秒8前後で走るとなると、100mでは、11秒22ぐらいで走れるようにならないと難しいことになります。現在の日本記録が二瓶秀子の持っている11秒36ですから、この記録を塗り替えなければならなくなります。これは、現在的女子短距離の現状では、とても難しい問題です。今後、少しずつですが距離を延ばしていこうかとも考えています。マラソンはとても無理ですが、800mや1500mという種目を視野に入れながら、頑張っていこうと思います。

コーチングクリニック報告

女子砲丸投：トップレベルのトレーニングとコーチング —隋新梅氏の女子砲丸投理論—

報告者：小山裕三（日本大学）

I. はじめに

平成18年9月2日、日本女子体育大学において、「女子砲丸投：トップレベルのトレーニングとコーチング」というタイトルで、隋新梅氏によるコーチングクリニックが行われた。隋氏は現在、上海体育運動技術学院においてコーチをしている。中国では非常に著名なコーチである。このクリニックは以下のような構成で進められた。

1. 砲丸投に関する基本認識
2. トレーニングにおける重要なポイント
3. トレーニングの三大要素
4. 砲丸投の専門的トレーニング

本稿では、当日の隋氏のクリニック内容を中心に、筆者がこれまで隋氏と議論してきた砲丸投のコーチングにおける視点を合わせて、隋氏の女子砲丸投理論を紹介したい。

II. 砲丸投に関する基本認識

1. 欧米の選手との比較

中国では以前は、世界的な記録を投げた欧米の選手の技術を目指とする技術と考えていたが、体格、筋力等について科学的に比較検討をした結果、欧米人のレベルには到底達することができないことが明らかとなり、中国独自の理論を模索していった。そして、砲丸を遠くへ投げる技術については、必ずしも身体的な有利がすべてではないという見解に至った。これはロサンゼルスオリンピック以前に得られた結論である。

2. スピード・パワー系（特に、スピードが重要な）種目としての砲丸投

砲丸投のサークルの大きさは、直径2.135mである。選手はこの小さなサークルの中で、最大限の力を発揮しなければならない。したがって、相当の瞬発力が要求されることになる。技術的には、グライド投法の場合では、グライドという直線運動から、回転運動による身体の起こし動作を経て、突き出し動作へと移行する。この動作をわずか2秒程度で行うことになる。このような投動作によって投射される砲丸の投射距離は、砲丸の初速度、投射角度、投射高によって決定される。この3条件の関係を考えると、投射距離が約20mの場合、投射角度の変化が5度以内であれば記録の変化はあまりない。投射高の変化は約10cm高いところから投射しても投射

距離はほとんど変化しない。しかし、初速度が1m/s異なると投射距離にして約2m異なっている。このことから、中国では身体的な条件をもふまえ、初速度をどのようにすれば大きくできるのかということが技術的研究課題となった。

このような考え方を基に結果を出せたのが、ロサンゼルスオリンピックにおける李梅素選手の女子砲丸投第3位という結果であった。これ以降、中国の女子砲丸投は世界的なレベルまで一気に駆け上がり、現在では常に世界大会の上位に顔を出している。

III. トレーニングにおける重要なポイント

1. 常にトレーニングの内容を改変すること

既製のトレーニング方法にこだわらずに、状況に応じて内容を変更することやコントロールテストなどによって、しっかりと自分のトレーニングの方向性を把握することが重要である。例えば、スピードという体力因子が重要であることは言うまでもないことであるが、そのスピードを高める方法はたくさんある。走練習で高めることもできるし、筋力トレーニングによって高めることもできる。体格的变化、身体能力の変化、技術などを考慮した上で、常にトレーニング内容は改変していかなければならない。

2. 他人のまねはしないこと

強い選手のまねをすれば競技力が向上するかというと、これは必ずしも正しいとは限らない。確かに強い選手のトレーニングには見習うべき点は多々あるが、ただ単にまねをするのではなく、自分に適したものを探ることが重要である。強い選手にとって良いといわれたトレーニング方法をそのまま受け入れてはいけない。

3. 独自のトレーニング方法を探求すること

自分にあったトレーニング方法を見つけ出すことが重要である。たとえ同じ目的でも人間が異なれば、その目的を達成するためのトレーニング方法も異なっているのである。前述したようなコントロールテストなどによって自分の能力をしっかりと把握した上で、自分にあったトレーニング方法を考案することが重要である。

IV. トレーニングの三大要素

1. 筋力トレーニングの重要性

筋力トレーニングはトレーニングの基礎であり、その

中でも専門的筋力トレーニングは重要である。筋力トレーニングは一般的筋力、専門的筋力、特殊専門種目筋力の三種類に分類できる。

- ・一般的筋力トレーニング：ベンチプレス、スクワット、スナッチ、デッドリフトなどによる一般的筋力養成のための筋力トレーニング。
- ・専門的筋力トレーニング：左脚チューブ引き、傾斜グライド、ケトルベルなどによる実際の試合運動のための筋力トレーニング。
- ・特殊専門種目筋力トレーニング：女子でいえば、5～6 kg、2～3 kg の砲丸を投げるなど、実際の試合運動を用いた筋力トレーニング。

また、筋力トレーニングの実施に際しては、Max では実施しないことが重要である。80% 程度の重量で実施することが、怪我の予防のためにも重要である。

2. スピードの追求

砲丸投のトレーニングにおいては、スピードの追求が大変重要であるが、パワー、技術、リズムの全体的なまとまりの中でスピードが生かされることが重要である。スピードはこの3つの要素によって影響を受けるからで

ある。筋力トレーニングの実施に際して、運動のスピードが落ちたら、重量を軽くすることが必要である。100, 80, 60 kg いずれの重量でも同じスピードで行えるようにする。

3. 技術

技術は砲丸投のトレーニングにおいて最も重要な要素である。正確な投てき動作を追求し、適正なリズムの投てき技術を形成することが重要である。そして、最終的には、スピードのあるリズムの中で技術的に完成されることが必要である。この正しい技術を習得するためにはビデオなどを参考にして反復的に動きを実施することが必要である。正しいリズムを習得するためには、ターン・タ・タンというように擬態語や手で音を立てるなどの方法が必要である。コーチにリズムをとってもらうだけでなく、自分で発声することなども有効である。

V. 砲丸投の専門的トレーニングの内容

1. 左脚チューブ引き（後方）ドリル（写真1・2）

左脚引き動作に負荷をかけてのグライド・ドリル。

2. 傾斜グライド・ドリル（写真3～11）

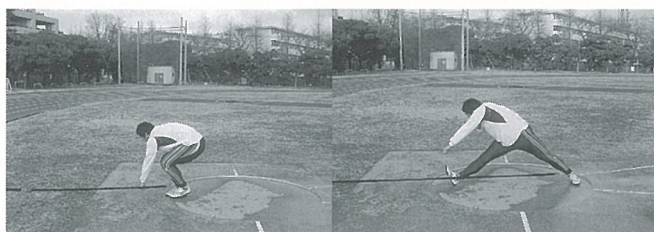


写真1

写真2



写真3

写真4

写真5



写真6

写真7

写真8



写真9

写真10

写真11

傾斜を上るタイプのトレーニングは右脚蹴り動作の強化のため、下りのタイプは大きな股関節の開きから右脚引き込み動作の強化のためのグライド・ドリル。

3. 左脚チューブ引き（前方）ドリル（写真12・13）

グライド開始時、左脚予備動作から引き動作の伝達を早くするドリル。

4. 右手でチューブを持つてのグライド（写真14・15）

股関節を大きく開脚し、右脚を水平方向（投てき方向）に移動させ、体幹左側のCライン（投げのアーチ）を作り出すドリル。

5. ケトルベル・ドリル（写真16～19）

ケトルベルを持ち、体幹左側のCライン（投げのアーチ）を作り出すドリル。

6. Cライン（写真20）

柱などの建造物を利用した体幹左側のCライン（投げのアーチ）を作り出すドリル。

7. プレート投げ（写真21～24）

正確な技術のチェックのために用いる。下半身を用いた正しい投げ動作では、投げた後、右脚が前に出る。下半身が使えていない動作では、右脚が後ろに出てしまう。この点を技術習熟の程度を判断する際に用いることにする。



写真12



写真13



写真14



写真15

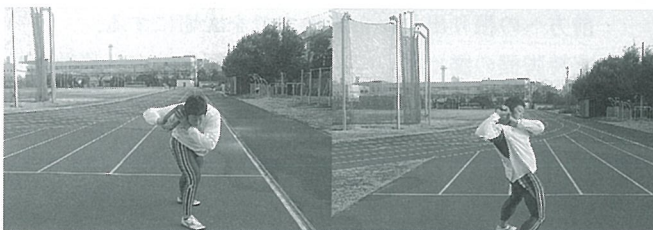


写真16



写真17



写真18



写真19



写真20



写真21



写真22



写真23



写真24

競歩：トップレベルのトレーニングとコーチング

報告者：佐伯徹郎（日本女子体育大学）

1. はじめに

今回のコーチングクリニック（競歩）では、「トップレベルのトレーニングとコーチング」と題して、まず、数多くのデータをお持ちで、自らの経験と関連付けてお話いただける平川武仁氏に講義を担当していただいた。次に、理論的な背景ももちろんお持ちであり、そして、多くのトップ選手の指導経験豊富な鈴木茂雄氏に実技を担当していただいた。

本稿では、すべてをお伝えすることはできないが、その内容の一部について紹介させていただく。

2. 講義（平川武仁氏）

（1）概要（講師からひとこと）

2006年4月、日本選手権50km競歩で大幅に日本記録が更新された。昨年の世界選手権の8位入賞に続き、今後の国際試合での上位入賞への期待が高まってきている。本クリニックでは、まず国際大会に出場した経験のある日本選手の動作パターンを紹介する。次に、この動作パターンを習得するトレーニング方法と、ジュニア期に習得してほしい技術とその習得方法について紹介する。最後に、近年の国際試合における国内外の選手のレース展開を概観し、新たなトレーニング方法の導入の提案と日本選手がさらに活躍するための方略を考察する。

（2）おもな内容

①世界大会における近年の入賞記録の推移と日本選手の現状

各種目の金、銅、8位入賞の記録レベルと、それぞれの差、そして日本記録をグラフに示し、男子50kmW、男子20kmW、女子20kmWについて、メダル獲得の可能性について説明がなされた。

②競歩競技のルール

競歩とは、“いずれかの足が常に地面から離れない（ロス・オブ・コンタクトにならない）”ように歩くことをいう。“前脚は接地の瞬間から垂直の位置になるまでまっすぐに伸びて”いなければならない。ここで、この両者の動きを身につけるためには、例えば、「膝を曲げるな」というアドバイスよりも、「両足支持期を得るには、伸ばした方がいいよ」というアドバイスの方が有効であると考えている。

③競歩の基本的な動作パターン

体幹では、支持脚の腰への衝撃を緩和するために、遊

脚側の腰を着地と同時に下げる。一方、均整な姿勢を保持するために、支持脚側の肩は下げる。肩・腰・脊柱の動作は、歩行速度が高まるにつれバラバラになる傾向があり、熟練者と初級者の動作の差異が認められる。

また、膝伸展状態を維持しやすい脚の動作パターンとして、足部の内旋と下腿を外旋させながら、中指から離地するようにすることが大切と考える。

④高速度歩行のためのストライドとピッチの関係および両者の高め方

歩行速度の漸増にともない、ステップ長（ストライド）は伸長され、ステップ時間は短縮される（ピッチが増加する）。ただし、分速200mから250mへの速度増加に対しては、ステップ長が頭打ちになる傾向があり、速度増加はステップ時間の短縮に依存していると考えられる。

また、脚のスウィング動作のイメージ（図1）と脚と股関節動作について、競歩選手を対象とした調査結果から次のようなポイントがあると考えられる。

- ・脚が鉛直以降には、足・脚に力をいれない。
 - ・大腿下部を前方へ振り出すイメージを持ちながら、大腿下部や下腿、足部をリラックスさせて振り出す。
 - ・前方への振り出しから着地までを大切にする。
 - ・支持脚側の腰に対して、遊脚側の腰を前方へ移動させる。
 - ・着地時前後の股関節のシザース動作を強調する。
- このうち、着地前後の股関節のシザース動作は、スト

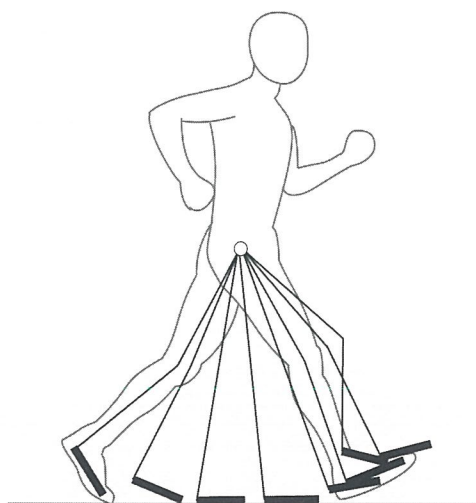


図1

ライドを伸ばし、ピッチを増加させるために有効な動作である。そして、このシザース動作を習得するためには、内転筋と腸腰筋を、ドリルではなく、これらの筋群に高い負荷をかけることができる補強によって鍛える必要があると考える。また、上り坂による歩行トレーニングではおもに腸腰筋と内転筋を、下り坂ではおもに内転筋を鍛える点で、坂の利用は非常に有効であると考えられる。

技術的なことをまとめると、着地位置、遊脚の振り出し方向（可能な限りまっすぐ前に）、支持脚の支持期前半の倒れこみ、などが大切と考える。

トレーニングに関して、指導現場では「歩行速度を上げると、歩行フォームが悪くなる」という理由から、1000 m～2000 m 程度のインターバルトレーニングが用いられてきた。しかし、100 m 未満の距離の反復であれば、歩行フォームを悪くしないで、レースペース以上の無酸素的負荷がかかる持久力トレーニングともなり、技術改善とパワー強化の面から有効なのではないだろうか。また、距離歩では、20 kmW を専門とする選手ではトレーニングにおいて 35 km まで、50 kmW を専門とする選手では 70 km 程度まで延ばす必要があると考える。

⑤競歩審判員の判定を利用した試合の方略

競歩審判員の判定の範囲、失格までの過程、判定の位置、審判員の心構えと行動、試合の展開に利用する注意と警告などから、国際大会で勝利するための審判員に対する方略として、以下のように考える。

- ・国内大会で選手を活躍させるためには、競歩審判員の判定の癖を把握しておく（誰が審判をするかによって、警告される可能性を予想できる）。
- ・これについてデータベースを作成することが可能。
- ・国際大会での審判員の判定結果をデータベース化し、国際大会へ派遣する選手を選考する上での参考データとする。
- ・動作解析を援用することで、失格の可能性（率）を予想できる可能性がある。

なお、このような方略を考えつつも、選考に対する選手の納得性を勘案すると、上記の手法よりも、国内審判員の判定の質を高める必要が最優先されるべきと考える。

⑥フロアからの意見

フロアからは、「競歩選手のタレント発掘のポイントとして、初めての競歩動作において、最初に膝が曲がってしまう選手は大成するのが難しいのではないか。また、基本的な持久力として、男子では、中学時代に 3000 m で 9 分ぐらいで走っていないと厳しいのではないか」というものや、「競歩のトレーニングとしては、まだまだ量（距離）が足りない。トレーニング量が増えていくことで、歩行動作や競技レベルがどう変化していくか、調査・報告してほしい」などといった意見や要望が寄せられた。

3. 実技（鈴木茂雄氏）

（1）概要（講師からひとこと）

誰もがやっている簡単な動作なのに、身体コントロールの難しさ、奥の深さを実感する歩行。最も身近な移動手段の世界にようこそ！

人は歩くようにできている。いろいろな歩き方、歩行から走行へ CO 点を探せ、競歩の姿勢、歩型、分習法、競歩のリズム、世界の流れ、ドリル、ウォーク、補強、そして初めからもう一度！

初心者指導から世界を目指す方法まですべてをお話いたします。

（2）実技講習に対する考え方とポイントについて

本講習は、以下に示す鈴木氏の考えに基づき実施された。実技指導の際には、鈴木氏が指導され、選手として、また、現在はコーチとして、トップレベルで活躍されて



写真①



写真②



写真③

いる今村文男氏も、特別に、自らが見本となり、ポイントを指導してくださった。

①動き作りのドリル

20種類ほどあるが、10種類ほどを組み合わせウォーミング・アップとして用いる。メキシコのポーランド人コーチ、ハウスレーバー氏が広め、イタリア、スペインの競歩強国でアレンジされ世界に広まった。日本には1981年にイタリア人のドルドニ氏から、1982年にハウスレーバー氏から伝授された。

②動き作りのポイント

- ・重心の円滑な移動およびリラクゼーションを会得するのが競歩の基本。
- ・競歩のリズムである「uno, uno… (いち, いち…)」をつかむ。
- ・膝の伸展の感覚をつかむ。
- ・四肢のコントロールは、人まねをする。

③トレーニング手段について

スピード練習のショートレペティションも、例えば、400 m 程度の距離であれば良いフォームを維持できるので、特にジュニア期には有効な手段と考えられる。

(3) 実技講習の様子

写真① 講習会の模様

写真② 自ら実演しポイントを解説する鈴木氏

写真③ 鈴木氏(右)と“特別講師”をしていただいた今村氏(左)

4. おわりに

両氏の講義と実技により、競歩の理論的な側面、実践的な側面に関する理解が深まり、参加者には競技力向上に関するヒントが数多く提供されたものと思われる。両氏のますますの活躍とともに、世界のトップレベルで活躍する競歩選手が多く輩出されることを期待したい。

《クリニック講師プロフィール》

平川 武仁(ひらかわ たけひと)

筑波大学・体育センター・準研究員

博士(体育科学)

筑波大学大学院博士課程体育科学研究科修了

1999年ワールドカップ競歩出場(50 km)

研究分野：スポーツ心理学。特に、身体運動における制御と学習。博士課程では、国内競歩選手の運動感覚語の抽出と競技水準による機序、競技水準と動作パターンとの関係、競歩技能習得における認知と動作の変化について検討。

鈴木 茂雄(すずき しげお)

東京都荒川区役所管理部経理課検査係勤務

日本陸連：強化委員、審判委員、道路競技委員、評議員、強化委員会競歩部長、A級公認コーチ

東京陸協：理事、総務部長

指導歴：小坂忠広(デサント)、園原健弘(アシックス)、今村文男(富士通)、平山秀子(東女体大)ほか。現在は大利久美(日女体大)。

日本陸上競技学会会則

平成14年10月26日制定

平成16年8月8日改正

第1章 総則

- 第1条** 本会を日本陸上競技学会と称する
(英文名: Japan Society of Athletics).
- 第2条** 本会は、陸上競技に関する理論的・実践的研究の発展をはかり、会員相互の交流を促し、これによって実践に資することを目的とする。

第2章 事業

- 第3条** 本会は、第2条の目的を達成するために、次の事業を行う。
- (1) 学会大会の開催
 - (2) 学会誌 「陸上競技学会誌」(英文名: Japan Journal of Studies in Athletics) 及び会員名簿の刊行
 - (3) 研究会、講演会、講習会の開催
 - (4) 研究の国際的交流
 - (5) その他本会の目的に資する事業
- 第4条** 学会大会は、毎年1回以上開催する。

第3章 会員

- 第5条** 会員の種別は次の通りとする。
- (1) 正会員: 陸上競技、あるいはこれに関連する諸科学の研究者、指導者で正会員が推薦し、理事会で承認された者
 - (2) 名誉会員: 本会に多大な貢献のあった個人で、理事会が推薦し、総会で承認された者
 - (3) 賛助会員: 本会の目的に賛同する個人あるいは団体で、理事会で承認を受けたもの
- 第6条** 会員は会費を納入しなければならない。
- (1) 正会員: 年額5,000円
 - (2) 名誉会員: 徴収しない
 - (3) 賛助会員: 年額1口2万円以上
- 第7条** 会に入会を希望するものは、所定の手続きを経て、入会申込書、会費を添えて本会事務局に申し込むものとする。
- 第8条** 会員は、本会の学会誌「陸上競技学会誌」その他研究情報に関する刊行物の配布を受けることができる。
- 第9条** 原則として2年間会費を滞納したものは退会したものとみなす。なお退会に際しては、滞納分の会費を支払うものとする。

第4章 役員

- 第10条** 本会に次の役員をおく。
- | | |
|-----|-----|
| 会 長 | 1 名 |
| 副会長 | 若干名 |
| 理事長 | 1 名 |
| 理 事 | 15名 |
| 監 事 | 2 名 |

- 第11条** 役員は次の各項により選任される。
- (1) 会長、副会長、理事長は理事の互選により選出し、総会において決定する。
 - (2) 理事は正会員の投票により決定する。
 - (3) 理事につきさらに若干名は会長が推薦することができる。
 - (4) 監事は会長が委嘱する。
- 第12条** 役員の職務は次の通りとする
- (1) 会長は本会を代表し、会務を総括する。
 - (2) 副会長は、会長を補佐し、会長事故ある時はこれを代行する。
 - (3) 理事長は理事会を招集し、会務を統括する。
 - (4) 理事は理事会を構成し、会務を処理して本会運営の任にあたる。
 - (5) 監事は本会の会務を監査する。
- 第13条** 役員の任期は次の通りである。
- (1) 会長・副会長・理事長・理事・監事は1期3年とし、再任を妨げない。

第5章 会議

- 第14条** 本会の会議は、総会および理事会とする。
- 第15条** 総会は本会の最高議決機関であり、会長が招集し、次の事項を審議決定する。
- (1) 役員の選定
 - (2) 事業報告及び収支決算
 - (3) 事業計画及び収支予算
 - (4) 会則及び諸規定の改正
 - (5) その他の重要事項
- 第16条** 理事会は、理事長が招集し、会務を処理し、本会運営の任にあたる。
- (1) 会長および副会長の推薦
 - (2) 総会に対する提案事項の審議
 - (3) 総会から委任された事項の審議・処理
 - (4) 運営の効率化を図るために専門委員会を置くことができる。
 - (5) その他本会の目的に資する事業の運営

第6章 会計

- 第17条** 本会の経費は次の収入による。
- (1) 会員の会費
 - (2) 事業収入
 - (3) 助成金および寄付金
- 第18条** 本会の会計年度は毎年4月より翌年3月までとする。

第7章 顧問

- 第19条** 本会に顧問および参与をおくことができる。

第8章 付則

- 第20条** 事務局は当分の間、日本大学に置く。
- 第21条** 本会則は平成16年8月8日より施行する。

陸上競技学会誌 投稿規程

〈投稿資格〉

- ・本誌に投稿できるのは、原則として日本陸上競技学会会員とする。
- ・編集委員会が認めた場合には、会員以外へ投稿を依頼する場合がある。

〈著作権〉

- ・会員の権利保護のため、掲載された原稿の著作権は本会に属するものとする。
- ・投稿論文において他者の著作権に帰属する資料等を引用するときは、著者がその許可申請手続きを行う。

〈原稿の送付〉

- ・提出する原稿は、原稿の種類が「研究」、「ショートペーパー」、「報告」の場合はオリジナル原稿1部とコピー2部を、それ以外の原稿についてはオリジナル原稿1部とコピー1部とし、付則に記された送付先へ送付する。
- ・原稿受付日は、送付先に到着した日とする。著しく執筆要項を逸脱した原稿は事務的に返却し、形式が整った原稿の到着日を受付日とする。
- ・掲載が採択された原稿については、原則として返却しない。

〈原稿の種類と内容〉

- ・原稿の内容は、陸上競技の理論と実践に関するものとする。
- ・本会誌の読者は陸上競技に関する広い分野にわたるので、高度な専門的知識のない読者にも理解できるよう配慮する。
- ・原稿の種類は、「研究」、「ショートペーパー」、「報告」、「解説」、「陸上競技 Round-up」、「その他」とし、それぞれ以下のようなものである。

①「研究」

陸上競技およびこれに関連する分野の学術上および指導・実践上価値のある新しい研究成果を記述した原著論文。

②「ショートペーパー」

研究としての体裁になるほどまとまっていないが、新規性があり、早く発表する価値のある論文。

③「報告」

陸上競技に関連する理論的、実践的、事例的な問題

についての調査・実験など、有用な結果の報告。トレーニングの実践報告などもこれに含まれる。

④「解説」

陸上競技に関連する新知見、他の競技種目やトレーニング法など、多数の学会員にとって未知であり、これを知らせることの意義のある記事。論文紹介や指導法の提示などもこれに含まれる。

⑤「陸上競技 Round-up」

陸上競技に関連する国内外の情報、学会員相互の問題提起や話題の提供、対談など。

⑥「その他」

学会大会における研究発表抄録、学会および学会誌の運営や内容などに関する自由な意見、希望など。

〈倫理規定〉

- ・ヒトを対象とする医学的・生物学的研究はヘルシンキ宣言（参考までに、日本医師会による和訳の Web ページを示します。 <http://www.med.or.jp/wma/helsinki.html>）の趣旨に則り、また、動物実験は各所属機関の規定に従い、適切に対応する。

〈掲載の採否〉

- ・原稿の掲載の採否は、本会誌編集委員会が決定する。
- ・原稿の選択、校正、追加・短縮、掲載順序などは、編集委員会が決定する。
- ・著者に承認を求めた上で、原稿の種類を変更する場合がある。

〈その他〉

- ・原稿執筆にあたっては、別に定める「執筆要項」にしたがって作成する。
- ・投稿についての問い合わせは、付則に記した問い合わせ先まで連絡する。

〈付則〉

原稿の送付先、問い合わせ先は、下記のとおりである。

〒156-8550 東京都世田谷区桜上水3丁目25番40号

日本大学文理学部体育学研究室内

日本陸上競技学会事務局

TEL: 03-5317-9717

FAX: 03-5317-9426

E-mail: jssa@chs.nihon-u.ac.jp

陸上競技学会誌 執筆要項

1. 原稿書式および原稿の長さ

原稿は、原則としてワードプロセッサで作成するものとし、A4版縦置き白紙に横書きで、1ページにつき全角40字20行とする（手書きの場合は400字詰め横書き原稿用紙に黒インク書きとする）。原稿3枚（手書きの場合原稿8枚）が刷り上り約1ページに相当する。原稿の上下左右の余白は3cm以上とする。

原稿の長さは、刷り上り8ページを超過しないように配慮すること。なお、このページ数には、表紙や要旨、図表など一切を含むものとする。なお、大きさにもよるが、図表は1枚が400字に相当するとして換算する。

2. 原稿の構成

2.1 表紙

原稿の1枚目に、下記のものを記入する。

- ①原稿の種類（研究、ショートペーパー、報告、解説、陸上競技 Round-up、その他）
- ②題目
- ③著者名
- ④所属機関
- ⑤所在地
- ⑥連絡先電話番号（および E-mail）
- ⑦キーワード（5個程度）

上記のうち、題目、著者名、所属機関については、和文と英文の両方を書くこと。

2.2 要旨

和文の「研究」、「ショートペーパー」、「報告」には、200語程度の英文の要旨を付す。英文原稿の場合には、400字程度の和文の要旨を付す。

2.3 本文

本文は理解しやすいように章立てする。本文には、表題、著者氏名、所属、および所在地は記入しない。

2.4 図表

- (1) 図表は1つずつA4用紙または原稿用紙に配置し、それぞれに通し番号を付して図1、表1などと記す。また、これにタイトルや説明文をつける。
- (2) 図表は提出された原図をそのままオフセット印刷するので、図表の大きさは刷り上り寸法の2倍程度が望ましい。
- (3) 写真は図に含めるものとし、濃淡のはっきりしたものとする。

- (4) 図表を原稿に挿入する個所は、本文の右側余白に図表番号によって明示する。

2.5 文献

見出し語は「文献」とする。本文中での文献引用時の記載は、原則として著者・出版年方式(author-date method)とする。

一例一

「・・・ストライドが大きかったと報告されている（陸上太郎ほか、1994）。」

文献一覧はファースト・オーサーのアルファベット順とし、下記の形式で本文の末尾にまとめて記載する。

(1) 定期刊行物（雑誌）

原則として、次に示す形式で記載する。

著者名（発行年）論文名. 誌名, 巻（号）: 始ページ-終ページ.

共著の論文について、著者名が漢字の場合には中黒（・）でつなぎ、英字の場合には and で続ける。ただし、英字で3人以上の場合にはカンマ（,）でつなぎ、最後の著者の前のみに and を入れる。発行年は西暦で記入するものとし、同一著者で同じ発行年の複数の論文を記載する場合には年号の後に a, b, c, ... を付ける。雑誌名の省略方法は、原則として和文は「日本医学雑誌略名表」、欧文は「Index Medicus」に従う。

一例一

陸上太郎・跳躍二郎（2001）100 km ランニング中のβエンドルフィン濃度変化. 日本陸上競技学会誌, 12（2）: 56-61.

Lewis, C., Johnson, B., and Johnson, M. (1999) Problems of traditional sprint techniques. New Studies in Track and Field, 35（3）: 135-142.

(2) 書籍

原則として、次に示す3つのいずれかに当てはまる形式で記載する。書籍では、引用個所が特定できない場合には引用ページの部分を省略する。

①単行本の場合

著者名（発行年）書名（版数）. 発行所: 発行地, 引用ページ.

一例一

小野勝次（1963）陸上競技の力学（第7版）. 同文書院: 東京, pp.76-78.

O'Brien, D. (1998) Dan O'Brien's Ultimate Workout. Hyperion : New York, pp.3-11.

日本陸上競技連盟編（1992）陸上競技指導教本（基礎理論編）．大修館書店：東京，pp.22-26．

②編著の一部の場合

著者名（発行年）表題．編集者名（編） 書名（版数）．発行所：発行地，引用ページ

英文の場合には，In：をつけたあと編集（監修）者名と（ed.）もしくは（eds.）をつける．

一例一

尾縣 貢（1990）混成競技の学習指導．関岡康雄 編著 陸上競技の方法．同和書院：東京，pp.167-176．
Lundberg, A. (1997) Functional Anatomy. In: Allard, P., Cappelzoo, A., Lundberg, A., and Vaughan, C. L. (Eds.) Three-dimensional analysis of human locomotion. John Wiley & Sons : New York, pp.27-48.

③翻訳書の場合

著者名（発行年）書名（版数）．発行所：発行地，引用ページ．〈英文書誌データ〉

原著者の姓をカタカナ表記し，その後にコロン（：）をつけて訳者の姓名を記入する．訳者が3人以上の場合，筆頭訳者のみ記入して「・・・ほか訳」と略記する．原著の書誌データは執筆者が必要性を判断して〈〉内に付記する．

一例一

エッカー：澤村博監訳（1999）基礎からの陸上競技バイオメカニクス．ベースボール・マガジン社：東京．
〈Ecker, T. (1985) Basic track & field biomechanics. Tafnews Press : Los Altos.〉

2.6 フロッピーディスク

パーソナルコンピュータのワードプロセッサなどを用いて原稿を作成した場合，原稿のテキストデータを記録したフロッピーディスクを添付する．添付するフロッピーディスクは，原則として2 HDの1.44 MB フォーマット（MS-DOS形式）とし，図表を除く全てのテキスト書類を保存する．なお，フロッピーディスクのラベルには，著者名，表題，オペレーティングシステムの種別（Windows 2000，MacOS X 10.2 など）を明記すること．

3. 原稿の書き方

原稿は，十分推敲し，簡潔かつわかりやすいように重点を強調して記述する．謝辞，付記などの著者が特定できる情報は原稿の採択決定後に書き加えること．なお，英文の場合には，ダブルスペースで原稿を作成する．

（1）原稿の言語

原稿は日本語を用いることを原則とするが，英語を用いてもよい．以下，日本語を用いる場合の規定であるが，

英語を用いる場合はこれに順ずるものとする．

（2）用語・単位・記号

文章は「である調」の現代文表記とし，原則として当用漢字・新かなづかいを用いる．文章中の外国語は原語表記またはカタカナを用いる．

単位は国際単位系（SI）に従うものとする．量および単位をあらわす記号は，なるべくJIS規格で制定されたものを用い，必要があれば記号一覧表をつける．

（3）章立てと見出し

本文は，章，節，項に区切る．章の見出し番号は，1.，2.，・・・，節の見出しは，1.1，1.2，・・・，項の見出しは（1），（2），・・・とし，行の左端から書く．本文はこれと行を変えて書く．

（4）段落どりなど

本文は，書き出しおよび改行後の書き出し部分を1マスあける．また，見出し番号の次も1マスあける．句点は「.」，読点は「，」とし，1マスを占める．

（5）脚注

脚注は，文末に一覧表としてまとめる．本文では，右側に（注1）などをつける．

（6）文字指定

本文，数式，図，表などに記入される文字は，字体が明確にわかるように書く．紛らわしい文字は，朱書きで字体を指定する．

大文字，小文字で紛らわしいもの（例えば，Cとc，Kとk，Oとo），混同の恐れがあるもの（例えば，rとγ，kとκ，wとω），その他，O（オー）と0（ゼロ），I（エル）と1（イチ）などは，その区別を朱書きで添書きする．上付き文字，下付き文字などの文字飾りについても朱書きで添書きして指示する．

英字の変数は，原則としてイタリックとし，「イタ」を○で囲んだ朱書きで添書きする．その他の英字，すなわち単位（kgなど），演算子（sinなど），一般用語，固有名詞はローマンとする．

（7）数式

数式は改行して2行取りとし，上付き，下付きなどを朱書きで添書きする．分数式は，原則として， $\frac{a-1}{b+2}$ のように書くが，簡単な数式などを本文中に入れる場合には， $(a-1)/(b+2)$ のようにして1行に書く．

4. 掲載料と別刷り

掲載料は当分の間無料とするが，特殊な印刷を必要としたり，ページ数の超過などがある場合の経費は著者負担とする．

別刷りが必要な場合は，著者校正の際に必要な部数を申し出る．これに要する費用は著者負担とする．

日本陸上競技学会誌 投稿申込用紙 (表紙)

① 投稿原稿の種類	研 究 ・ ショートペーパー ・ 報 告 解 説 ・ 陸上競技 Round-up ・ その他	
② 題 目 ・ (English)		
③ 著 者 名 ・ (English)		
④ 所 属 機 関 名 ・ (English)		
⑤ 所 在 地	〒	
⑥ 連絡先電話番号		
⑥ E-mail アドレス		
⑦ K e y w o r d (5 個程度)		
・ 送付内容	研究・ショートペーパー・報告	・ オリジナル原稿 1 部 ・ コピー 2 部 ・ 電子データ (テキストデータ) フロッピーディスク
	解説・陸上競技 Round-up・その他	・ オリジナル原稿 1 部 ・ コピー 1 部 ・ 電子データ (テキストデータ) フロッピーディスク

※ 投稿の際は、著者作成の表紙でも結構です。

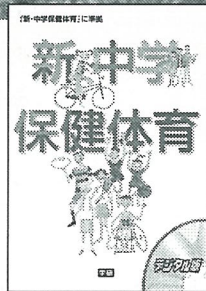
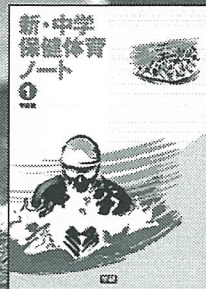
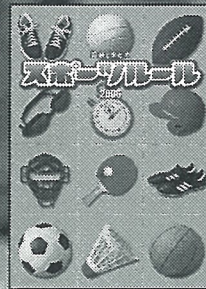
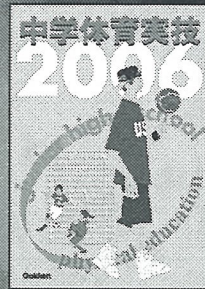
豊かな スポーツライフの ために

GAKKEN SPORTS BOOK SERIES

- 中学体育実技
- 図解・スポーツルール
- 新・中学保健体育の学習
- 新・中学保健体育ノート
- デジタル版 新・中学保健体育 (CD-ROM)
- 学研式・体力テスト
- 「からだの物語」シリーズ
- 中学体育実技の評価 (CD-ROM)

学研(株)学習研究社 教科図書事業部

〒146-8502 東京都大田区仲池上1-17-15
TEL03-3726-8134 (代表) FAX03-3726-8148
(ホームページ)
<http://www.gakken.co.jp/kyokatosho/>



陸上競技を愛するすべてのアスリートの必読本

陸上競技マガジン

毎月14日発売

(財)日本陸上競技連盟オフィシャルマガジン



あのおリンピアンも
メダリストも
みんな陸マガで
大きくなった

毎月お手元にお届けする
定期購読のご案内

購読料=1カ年12冊分11,040円(税込)

電話で ☎ 0120-413490

FAXで ☎ 0120-594134

インターネットで

<http://www.sportsclick.jp/subscribe.html>

送料小社負担。特別定価の差額はいただきません。

日本・高校・中学100傑、世界50傑&ユース(17歳以下)の世界&日本最高記録も収録!

記録集計号2006

陸上競技マガジン 4月号増刊 (財)日本陸上競技連盟監修/A5判/定価1,000円(税込)



体育とスポーツの総合出版
経バースボールマガジン社

〒101-8381 東京都千代田区三崎町3-10-10

世界陸上 大阪上陸

8月25日開幕



ホストブロードキャスター

TBS独占放送

HPアドレス <http://www.tbs.co.jp/seriku/>

日本陸上競技学会編集委員会 委員名簿

委員長	石塚 浩	日本女子体育大学	委員	桜井智野風	東京農業大学
副委員長	安井 年文	青山学院大学	委員	杉田 正明	三重大学
委員	榎本 靖士	京都教育大学	委員	高松 潤二	国立スポーツ科学センター
委員	小木曾一之	皇學館大学	委員	持田 尚	横浜市スポーツ医科学センター
委員	串間 敦郎	宮崎県立看護大学	委員	森丘 保典	財団法人日本体育協会
委員	佐伯 徹郎	日本女子体育大学			※50音順，敬称略

編集後記

1991年に第3回東京世界陸上競技選手権（以下：世界陸上）が開催されて以来、16年が経過し、今夏には同大会が大阪で開催される。競技会を主催する国際陸上競技連盟は、1987年の第2回ローマ世界陸上で、旧西ドイツのP.Brüggemannと旧チェコスロバキアP.Susankaをプロジェクトリーダーとして、564頁にわたるバイオメカニクスを中心としたレポートと、高速度カメラで撮影されたテープが公開販売された。翌年のソウルオリンピックでも、ヨーロッパからスタッフが送り込まれ、同様なレポートとビデオが公開販売された。その後、第3回東京世界陸上、第6回アテネ世界陸上でも、同様な活動が行われている。

これらのレポートやビデオを再度見返してみると、1980年代の競技記録には、目を見張るものがある。こういったパフォーマンスだけを見る研究となると、研究対象となる選手には進歩が見られず、低下した数値の羅列で終わることになる。しかし、自然科学を中心とした研究には、研究施設や機器の進歩によって、見えな

った部分が見えるようにしたり、想像的な部分を実証的に変えることが可能である。さらに、重要になるのは、選手やコーチがどのようなアイディアで、切り口で、動きの世界に迫っているかを知ることであろう。それは、競技力向上のために原子論的な発想である部分を高めると、全体が向上するようには考えていないからである。理想とする動きを追求するために、ある部分を変え、変えた結果がどうなるかを常に確かめつつ、練習や競技会の中でチェックをしているからである。ある競技会で、研究者側の測定したい点があるため、選手に不利な競技条件を強いたとのことである。となると、これは本末転倒であろう。

大阪世界陸上に併せて、学会大会も予定されている。様々な競技力向上に関わる、さらに、陸上競技の普及発展に関わる研究が、多くなることを願いたい。多くの会員からの投稿を、切にお願いする所存である。

（編集委員長 石塚 浩）

陸上競技学会誌 第5巻（Vol. 5, 2007）

2007年3月31日発行

発行人 澤木啓祐
編集人 石塚 浩
発行所 日本陸上競技学会
〒156-8550 東京都世田谷区桜上水3丁目25番40号
日本大学文理学部体育学研究室
日本陸上競技学会事務局
TEL：03-5317-9717
製作 株式会社 陸上競技社
印刷 明宏印刷株式会社

Japan Journal of
Studies in Athletics