

東京体育学会第5回学会大会

発表抄録

## 幼児・児童を対象にした運動指導の姿勢改善効果

深代 千之 (東京大学)

秋山 眞視 ((株)ザ・ビッグスポーツ)

須子武志視 ((株)ザ・ビッグスポーツ)

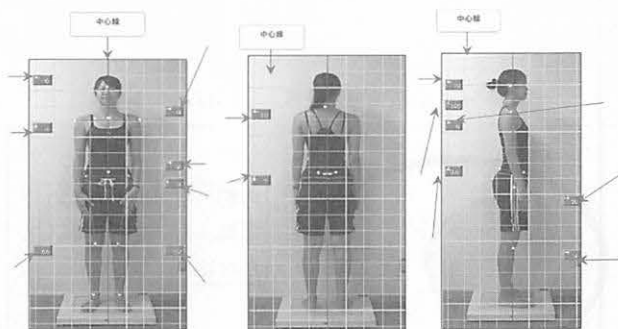
キーワード：発育期，運動指導，体幹，姿勢，運動能力

### 研究目的

本研究の目的は，幼児・児童にワークとドリルを課すことによって，立位姿勢がどの程度改善するかについて検討することであった。

### 研究方法

- ・対象：対象者は，4歳～12歳の幼児・児童，総計135名であった。
- ・期間：平成25年5月～7月(2ヶ月間)。
- ・練習：姿勢改善のためのワーク・ドリル。
- ・測定：練習期間の前後に，正面・側面の姿勢測定(下図)，足圧測定，運動能力測定。



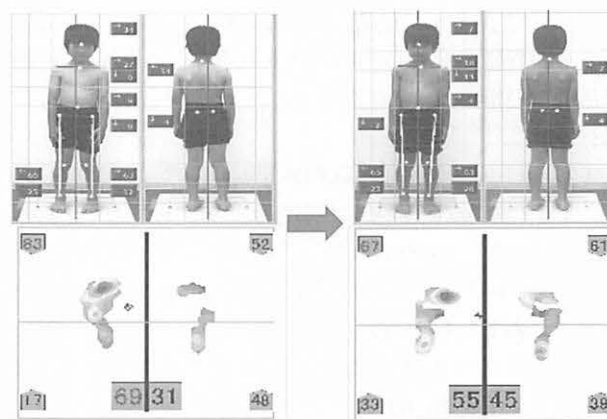
測定(下図)，足圧測定，運動能力測定。

べて有意に改善した。

体力測定3項目はすべてうまく改善傾向があった。

### 2) 個別改善例

- ・5歳・7歳・9歳ともに，左右均等体重となり，正中線が改善した。



以上より，ワーク・ドリルによるジュニア姿勢および運動能力改善の試みは，幼児期の発育において極めて有効である，と結論された。

### 結果と考察

二ヶ月のワーク・ドリルによって，以下のような効果が得られた。

#### 1) 全体の統計処理において

- ・正面眉間/正面肩下がり：6-8歳で有意に改善。
- ・正面おへそ：改善傾向あり。
- ・右側面耳穴・右側面肩・右側面大転子：すべて改善傾向があった。
- ・レーザーチャート：全体的な姿勢改善が明らかに認められた。
- ・足圧：全体的には変化なし。
- ・閉眼片足立ち・立ち幅跳び・反復横とび：6-8歳です

## スポーツ還元主義の可能性についての考察 ——体罰・暴力問題との関連において——

島崎 直樹 (帝京大学)

キーワード：スポーツ還元, 体罰, 指導, 勝利至上

2013年の1年間はスポーツ界において、体罰や暴力という指導者側の不祥事として多くの潜在していた問題が明るみになり、様々な現場やそれを統括する団体においても、いかに指導体制を適切に保っていくかについて深く考えさせられ、対応を迫られた年でもあった。これらの問題から、スポーツ指導者と選手側の関係性をより具体的かつ厳密に捉える動きが強くなってきている。

文部科学省では、有識者による運動部活動の在り方に関する調査研究を行い、報告書が取りまとめられ、「運動部活動での指導ガイドライン」という冊子が2013年5月に刊行された。

また、日本スポーツ仲裁機構においては、2012年3月に、トラブルのないスポーツ団体運営のために「ガバナンスガイドブック」が発行された。これは、スポーツ団体が不祥事などを回避し、社会的責任を果たす上での統治という政策を表したものである。

さて、スポーツには人格形成や人間育成のための教育的手段として位置づけられる「スポーツ還元主義」という側面を持つ。競技規則の遵守や技術・戦術向上のための定期的活動は、人に規律や社会性をも修得させることに貢献している。スポーツにおいては人格、社会性陶冶が教育目的とされる「知育・徳育・体育」という教育論(Herbert Spencer, 1820-1903)も存在する。

例えば、ルール違反により罰則の度合いが変化することで、選手たちは退場処分などの重罰に処することを避けて正当な手段を駆使しプレイすることを意識する。つまり、フェアプレイの具体的な概念ともいえる「ルール遵守」が習慣となり、それが社会的な行動規範となることを期待される。

ところで、体罰や暴力は果たしてスポーツにプラスの要因を供給しうるのであろうか。

「体罰容認論」という言葉がある。

朝日新聞社が2013年5月に運動部所属大学生に調査したところ、510人中62%の学生が体罰を肯定的に捉えていることが報告された。

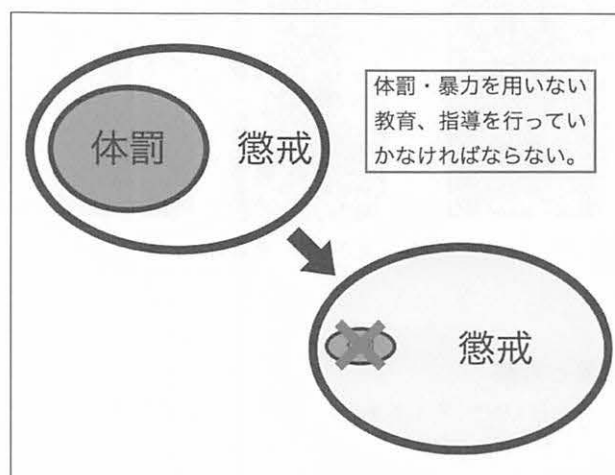
「愛のムチ」や「体罰で活をいれる」指導を行うケースや進路への推薦入学を意識させ、親も口出しできない状況が存在する。

学校教育法第11条には「校長及び教員は、・・・中略・・・児童、生徒及び学生に懲戒を加えることができる。ただし、体罰を加えることはできない。」という条項がある。

スポーツの現場においては、「懲戒」と「体罰」の区別が認識されずに指導が行われてきている弊害が顕在化してきた。指導ガイドラインなどでも明記されているように、懲戒の範囲内として体罰を用いることは明らかに犯罪であることを理解しなければならない(表1参照)。

体罰や暴力という問題を契機とし、スポーツ還元主義の可能性を「指導者」と「選手」の関係性から検討を行ってきたが、選手が獲得すべきスポーツの有機的価値、さらにはスポーツの教育的価値については見出すことはできず、体罰や暴力が選手に対するスポーツ還元は皆無であることを結語としたい。

表1. 今後の指導, 教育, しつけについて



## スポーツ基本計画による小学校体育指導システムの充実の可能性

滝澤 宣頼（横浜国立大学大学院）

キーワード：スポーツ基本計画，小学校体育専科教員，外部指導者

### 【背景】

子どもの体力・運動能力の低下，運動を行う者と行わない者の二極化が叫ばれてから久しいが，新体力テストが実施されてからは，体力合計点が概ね横ばい，または向上が見られるようになってきた。しかし体力水準が高かった昭和60年頃と比較すると，全体的には依然低い水準である。平成22年度と平成25年度全国体力・運動能力，運動習慣等調査の小学生の結果を比較すると体力合計点は，男女ともに若干下がりはしているが，1週間の総運動時間60未満の児童の割合については改善が見られる。しかし1週間の総運動時間60未満の児童の運動時間の内訳によると，総運動実施時間0分の児童は増加している。

### 【目的】

平成24年3月30日，スポーツ基本計画が策定された。そこでは向こう5年の間に重点的に行う施策として，小学校体育活動の充実を挙げる。具体的には小学校体育専科教員の配置や外部指導者による小学校体育授業への派遣制度を始め人的要因の充実を図る。本研究では，特に小学校の体育授業に焦点を絞り，現状と問題点を明らかにする。さらに小学校体育専科教員の配置，外部指導者派遣制度の妥当性について考察し，本派遣事業が小学校体育授業の充実に寄与するかについて言及する。

### 【方法】

小学校体育授業に関する先行文献及び先行事例に関する資料収集を行い，文部科学省スポーツ・青少年局職員，教育委員会職員，小学校担任教諭，小学校体育専科教諭，総合型地域スポーツクラブ事務局，クラブマネージャー，プロジェクトリーダー，小学校体育活動コーディネーターの官学社の異なる立場に対し，意見交換及び聞き取り調査を用いて外部指導者派遣制度の可能性を追求する。

### 【結果・考察】

小学校では通常全教科指導のため，専門性に欠けるとの指摘は体育科だけの問題ではない。また教員の高齢と指導力が直接的に結びつくとは断定できない。

次に相当免許主義（免許法第3条第1項）。ではあるが，その一方で，その弾力化も進められてきた。（平成14

年中教審答申）。以上の点から相当免許状を保有しない小学校体育専科教員の配置も教育職員免許状を保有しない外部指導者派遣制度も法令的には問題はないばかりではなく，それ以上に，児童への示範，技能の教授，安全面の確保，個別対応，授業時間の確保（準備・片づけ等に費やす時間削減）などの効果が期待できる。

しかし本事業の認知度は低く，財源等の問題もあり，体育専科教員配置，外部指導者派遣制度はまだ一般化されたとは言い難い。しかも2020年東京オリンピック・パラリンピックの開催が決定された現在では，スポーツ関連予算はこれまで以上にトップスポーツに重点が置かれ，地域スポーツへの予算配分はさらに厳しくなることが予想される。一般化されるにはまだ時間が必要であると云えるであろう。

# 保健体育科教諭の役割に関する研究

## ——私立高等学校における一事例——

門屋 貴久（日本体育大学大学院）

キーワード：保健体育科教諭、保健体育科教諭役割期待、私立高等学校

### I. はじめに

昨今、保健体育授業についての研究は数多く行われ、保健体育授業のあり方や存在意義についても多く語られている。そして、保健体育授業を行う保健体育科教諭の力量形成等に関しても、様々な研究報告がされている。しかし、実際の学校現場（高等学校）において、保健体育科教諭はどのような存在であり、どのような役割期待を受けているのであろうか。高等学校におけるの教諭の役割を考えた場合、「教科指導、生徒指導、部活動指導の三指導を通じた広義の意味での人間形成が必要であると考えられる」<sup>1)</sup>。しかし、「この三指導では、特に生徒指導、部活動指導を体育科教員が担当していることが多く、体育科教員は、生徒指導、部活動指導の教員として他の教員・保護者・生徒などに広く認識されている」<sup>2)</sup>。つまりこれは、保健体育科教諭の教科指導、生徒指導、部活動指導に対する時間的配分、出力的配分（情熱、意志、思いなど）のバランスに偏りがあるということを表していると思われる。そして、この偏りが保健体育科教諭の学校内での存在を歪める一要因なのではないであろうか。またこの偏りは、保健体育科教諭に対する周囲からの役割期待や役割認識の影響を受けているのではないであろうか。

### II. 研究目的

本研究は、私立高等学校の現職教諭3名に対してインタビュー調査を実施し、私立高等学校における保健体育科教諭の役割期待・認識の現状についての一事例を示すことを目的とする。

表1 研究方法について

研究方法
調査方法: インタビュー調査
調査対象: 現職教諭3名(数学科、保健体育科、社会科)
調査時期: 平成25年11月16日(土)
分析方法: SCAT(Steps for Coding and Theorization)

### III. 調査結果

インタビュー調査の結果、保健体育科教諭の役割について、保健体育科教諭は「教科指導と社会性の育成」としたが、他教科教諭からは「集団の中での人間形成の育成」といったことが主に挙げられた。これは、保健体育科教諭の役割が他教科教諭より生徒指導、生活指導に比重があるということを表していると考えられる。また、「学校が求める保健体育科教諭」について、保健体育科教諭は「整列などの集団行動指導、行事の企画・運営」で期待を受けているとしているが、他教科教諭は、共に「運動部活動指導」をあげ、さらに運動部活動指導においては大会等での結果が重要であるということが示される結果となった。

### IV. 今後の課題

本研究は、学校（管理職）側からの調査を実施していないため、学校（管理職）からの保健体育科教諭役割期待は他教科教諭の認識であり、今後学校（管理職）側からの調査が必要である。また、本調査は、各学校により差があると推測されるため、さらなるケーススタディーが必要であると考えられる。

### V. 参考・引用文献

- 1) 2) 石村 雅雄, 山西 哲也(2007)  
 体育科教員の役割意識について。  
 鳴門教育大学研究紀要 第22巻 p.51.

表2 調査結果まとめ

保健体育科教諭の役割	
保健体育科教諭	・教科指導 ・生徒の社会性の育成
他教科教諭	・生徒の人間性の育成
学校(管理職)側	・運動部活動指導

# 日本のバスケットボール競技におけるオフェンス参加人数に関する史的研究

小谷 究（日本体育大学大学院博士後期課程）

キーワード：戦術，技術，ルール

本研究では、1920年代初期のバスケットボール競技において5人でのオフェンスが制限された要因を分析したうえで、1930年代初期にオフェンスが5人で行われるようになった背景について検討することにした。

## I. 5人でのオフェンスを制限した要因

1920年代初期の日本では、フロントコートに残っているプレイヤーにロングパスを出すことにより攻撃するスリーパー・オフェンスが用いられていたため、ガードの1人はオフェンス時でも攻防が切り替わった際にロングパスを送られないようバックコートに残る必要があった。また1920年代中頃はピボットが使用されておらず、ドリブルはディフェンスからボールを守るという使用法が一般的であったため、ガードにはターンオーバーに備えるセーフティーマンとしての役割もあった。さらにガードには、オフェンス時にボールを受け、それをフロントコートへ返すことで、オフェンスを立て直す役割もあった。

バスケットボール競技のオフェンスでは攻撃するスペースが必要となる。しかし当時使用されたコートは幅が狭いものであったことから、オフェンス側はオフェンス参加人数を制限する必要があった。

## II. 5人でのオフェンス採用の背景

1920年代中頃から指導書において5人でのオフェンスが紹介されるようになり、この戦術を行う条件が整った。さらに、1920年代初期のディフェンスは最大でも4人で行われていたが、1924年以降5人でのディフェンスが用いられるようになった。つまり、最大でも4人で展開されていたオフェンスに対して5人でのディフェンスが行われるようになり、オフェンス側は数的不利な状況となった。したがって、5人でのディフェンスに対抗するために、5人でのオフェンスを行う必要性が高まったといえよう。

人でのディフェンスが用いられるようになると、プレイヤー1人をフロントコートに残すスリーパー・オフェンスを用いることができなくなった。そのため、1920年代中頃から5人でのディフェンスの普及に伴い、スリーパー・オフェンスが採用されなくなり、ガードがバックコートに残る必要がなくなった。また、ドリブルの技術が向上し、ピボットが採用されるようになったことでガードのセーフ

ティーマンとしての必要性も低くなった。

さらに、バックコート・ヴァイオレーションが規定されたことにより、一度フロントコートにボールを運んだ後はバックコートにボールを返せなくなったため、ガードがバックコートでオフェンスを立て直すことはできなくなった。

そして1933年以降、競技が幅の広いコートで行われるようになったことで、オフェンスは攻撃するスペースを確保することができるようになり、5人でのオフェンスを制限していたコートの幅も克服された。このような状況を背景として、日本では1920年代末頃から5人でのオフェンスを用いるチームが現れるようになった。

# 明治・大正期における女子中等学校体操科に果たした 私立東京女子体操音楽学校卒業生の役割： 『諸学校職員録』、『中等教育諸学校職員録』(1903-1926)を手懸かりに

掛水 通子（東京女子体育大学）

キーワード：女子体育教師，高等女学校，職歴

## はじめに

本研究では、1903（明治36）年から1926（大正15）年のうち5年分の『諸学校職員録』、『中等教育諸学校職員録』を用いる。女子中等学校の体操科受持ち教員名、受持ち教科数、職名を分析し、出身校、性別の調査を加え、女子中等学校体操科教員の実態を明らかにした上で、明治・大正期における女子中等学校体操科に果たした私立東京女子体操音楽学校卒業生の役割を考察する。

1. 学校数、体操科受持ち教員数、1校平均人数、男女割合  
学校数の増加とともに、体操科受持ち教員数は増加したが、1校平均人数は減少した。1903（明治36）年に1校平均2人の女子教師が受け持っていた体操科は、1926（大正15）年には0.9人の受持ちになった。体操科受持ち教員中の女子割合は、明治36年に約7割であったが大正15年には約半数に減少した。

## 2. 体操科受持ち方法

1903（明治36）年には体操科受持ち女子教師の約8割は、体操科と併せて3教科以上を受け持っていた。次第に3教科以上の受持ちは減少し、体操科1教科のみの受持ちが増加し1926（大正15）年には65.8%となった。

## 3. 女子中等学校体操科教員出身校

1903（明治36）年には高等女学校の体操科受持ち女子教師中126人（76.8%）が女高師出身者で、創設間もない私立東京女子体操音楽学校出身者は5人（3%）であった。その後、女高師出身者は激減し官立では第六臨教出身者へと移ったものの、1926（大正15）年には官立4校出身者合計87人（全体の14.6%、出身校判明者の21.9%）となった。一方、私立東京女子体操音楽学校出身者は144人（全体の24.1%・出身校判明者の36.3%）へと増加し、1908（明治41）年以降1926（大正15）年まで最多を占め続けた。

## 4. 出身校別職名（明治期）

女高師出身者はほぼ全員が教諭であったが、短期養成の私立東京女子体操音楽学校出身者は助教諭心得が最も多く、俸給も低かった。

## 5. 私立東京女子体操音楽学校卒業生の実態

### (1) 在職地

在職地は1903（明治36）年には5府県6人であったが次第に全国に拡大し、1926（大正15）年には外地2府1廳も含む46府県廳192人となった。

### (2) 在職年数

卒業後、年数の経過と共に在職者は減少した。例えば1926（大正15）年の卒業生は同年に74.4%が中等学校に在職していたが、卒業9年目を超えると在職者は卒業年毎に0か1人か2人となった。

### (3) 受持ち教科数

明治36年には体操科1教科のみの受持ちが83.3%であったが、次第に2教科の受持ちが増加し、大正15年には半数近くが2教科の受持ちとなった。そのうち、およそ9割が音楽との受持ちであった。

## まとめ

私立東京女子体操音楽学校は1902（明治35）年12月に初めて卒業生を輩出し、1906（明治39）年以降大正期を通じ、高等女学校の体操科受持ち女子教師の最多数の25%前後を占め続け、体操科あるいは音楽と併せて体操科の教育を担った。1926（大正15）年には外地2府1廳も含む46府県廳の中等学校に192人が在職した。しかし、短期養成のため、多くが助教諭心得や講師等の地位で俸給も低く、大多数が在職数年以内に退職した。女高師卒業生に代わり体操科を受け持ち、女子中等学校体操科に果たした役割は大きい。女子体育教師確立過程において、女子教師から女子体育教師が差異化される要因をもたらしたとも考えられる。

## 主要文献

中等教科書協会（1904）諸学校職員録一編，中等教科書協会：東京。  
中等教科書協会（1906）明治三十九年十月現在 中等教育諸学校職員録，中等教科書協会：東京，他省略  
付記

本研究は平成22-26年度科学研究費補助金基盤研究（C）課題番号22500552「職前における女子体育教師の確立過程と役割：『中等教育諸学校職員録』を手懸かりに」による研究の一部である。

## 初心者における呼吸法に着目した背泳ぎの指導方法の有用性

金沢 翔一 (日本女子体育大学)  
山縣 慧子 (日本女子体育大学院)

森山進一郎 (日本女子体育大学)  
北川 幸夫 (日本女子体育大学)

キーワード：初心者, 呼吸法, 背泳ぎ

### 【背景】

呼吸特性について科学的検証を試みた研究報告では平泳ぎを対象にしたHara et al.<sup>2)</sup>の報告が見られるものの、背泳ぎに関しては花木ら<sup>1)</sup>および柴田ら<sup>4)</sup>によるものしかみられない。柴田ら<sup>4)</sup>は、鍛錬者は規則的な呼吸を行っているという研究結果から、背泳ぎ指導の際に呼吸法を加えた指導法を提言している。しかしながら、指導の実践に関する報告はみられない。指導法を実践し、検証することにより、今後の背泳ぎ指導の現場での資料となるだろう。

そこで、本研究は、柴田らの研究結果において提言されている背泳ぎの指導方法<sup>4)</sup>に基づいた指導法を実践し、呼吸法に着目した背泳ぎの指導の有用性について明らかにすることを目的とした。

### 【方法】

被検者は、学校の授業のみで水泳指導を受けてきた一般女子大学生5名とした。指導計画の目標は、1～4回目が「基礎的な技術を身につけること」、そして5～8回目が「身に付けた基礎的な技術を活かし、背泳ぎができるようにすること」とした(図1)。

時間	1	2	3	4
目的	泳ぐために必要な基礎的な技術を身につけるようになる			
目標	力まずに泳ぎ、適切な感覚をつかむ	基本的なキックができるようになる	自分のキックで進める	リズムよくキックができるようになる
水慣れ	肩かけキック-背泳ぎ-伏泳ぎ →クラゲ泳ぎ-1次	肩かけキック-背泳ぎ-伏泳ぎ →ペアで背泳ぎ-1次	肩かけキック-背泳ぎ-伏泳ぎ →ペアで背泳ぎ-1次	肩かけキック-背泳ぎ-伏泳ぎ →ペアで背泳ぎ-1次
内容	・事前測定 ・背泳ぎ ・ペアで背泳ぎ(引っ張る) ・キックの説明 ・呼吸法の説明 ・ブルサイドに足をのせて泳ぐ	・ブルサイドに足をのせて深く ・壁につかまってバウズ ・ビート板を持って背泳ぎキック ・足を付けて背泳ぎキック	・ブルサイドに足をのせて深く ・壁につかまってバウズ ・ビート板を持って背泳ぎキック ・足を付けて背泳ぎキック ・バウズで背泳ぎキック	・ブルサイドに足をのせて深く ・ビート板を持って背泳ぎキック ・足を付けて背泳ぎキック ・バウズで背泳ぎキック ・片手ストローク(ビート板あり)
時間	5	6	7	8
目的	身に付けた基礎的な技術を活かし、自己にあった呼吸法で背泳ぎができるようになる			
目標	片手背泳ぎができるようになる	自己にあった呼吸法で、距離を短くする 背泳ぎができるようになる	正しいフォームで 背泳ぎができるようになる	まとめ
水慣れ	肩かけキック-背泳ぎ-伏泳ぎ →水中じゃんけん	肩かけキック-背泳ぎ-伏泳ぎ →水中じゃんけん	肩かけキック-背泳ぎ-伏泳ぎ →水中じゃんけん	肩かけキック-背泳ぎ-伏泳ぎ →水中じゃんけん
内容	・陸上でストローク ・ビート板を持って背泳ぎキック ・片手ストローク(ビート板あり) ・片手背泳ぎ ・背泳ぎ(両方の呼吸法で行う)	・片手ストローク(ビート板あり) ・片手背泳ぎ ・背泳ぎ(両方の呼吸法で行う)	・片手背泳ぎ ・背泳ぎ(自己にあった呼吸法で行う)	・片手背泳ぎ ・背泳ぎ(自己にあった呼吸法で行う) ・事後測定
	*口から吸って、鼻から吐くことを習慣させる			

図1. 指導計画

また、指導の前後に評価を実施した。評価基準は、加藤<sup>3)</sup>の背泳ぎ技術の分類法を参考に5項目を評価内容とした(図2)。

	良い (3点)	普通 (2点)	悪い (1点)
姿勢	少し体が「く」の字になる	まっすぐ伸びている	背中が丸まっている
ストローク	横にかけていて気を付けていない	横にかけているが気を付けている	水車ストローク
入水	小指入水	手が内側を向いている	水を叩きつける入水
キック	ひざが出ていない	ひざが出ている	自転車漕ぎキック
呼吸	規則的に口が動いている	不規則に口が動いている	口が動いていない

図2. 評価基準

### 【結果】

すべての項目で得点は向上し、中でも、合計得点、姿勢および呼吸は指導後に有意に上昇した。呼吸の分類は、事前評価では全員が不規則であったものの、事後評価では鍛錬者と同様に腕のかきと呼吸との間に規則性が見られた。

### 【考察】

呼吸法を加えて指導することで、単に呼吸法が改善されるだけでなく、合わせて泳姿勢にも改善が見られた。すなわち、規則的な呼吸法が習得できたことにより安定した姿勢が獲得できたと考えられる。しかしながら、ストローク、入水およびキックにおいては有意な改善がみられなかった。この理由として、本研究の指導法では呼吸法の習得を中心としたために、腕や脚といった泳動作そのものの改善にまでいたらなかったものと推察される。

### 【参考文献】

- 1) 花木敦ほか(2002) 鼻腔内圧の変化から見た背泳ぎの呼吸法, 水泳水中運動学科, (5), 5-10.
- 2) Hideki Hara et al. (2003) A study on nasal pressure influenced by swimming speed in breaststroke, BMS LX. 63-67.
- 3) 加藤建志(2008) 上達レッスン水泳, 成美堂出版, 東京.
- 4) 柴田義晴ほか(2005) 背泳ぎの呼吸特性とその指導法に関する研究, 体育科教育学研究, 21(2): 21-30.



## 呼吸様式の違いが立位時の身体動揺に与える影響

小野寺 亘 (早稲田大学スポーツ科学研究科)

矢内 利政 (早稲田大学スポーツ科学学術院)

キーワード：スポーツ基本計画, 小学校体育専科教員, 外部指導者

### 【緒言】

人は随意的に身体を静止させようとしても微細な揺れ(身体動揺)を伴っている(執行 1958, 高田ら 1982)。身体動揺は身体重心高が低いと抑制されることが報告されている(Rosker et al. 2011, 執行 1958)。また、人の身体重心高は吸気時に胸式呼吸よりも腹式呼吸を行った方が低いことも明らかになっている(屈ら 2001, 丸山ら 2012)。以上の報告より、身体重心高が低くなる呼吸様式を用いることで立位時の身体動揺を抑制できると考えられる。しかし、呼吸様式によって生じる身体重心高の変化は1cm程度と小さいため、呼吸様式間で生じる身体重心高の変化が身体動揺に影響を与えるかは定かでない。本研究では胸式呼吸と腹式呼吸という異なる呼吸様式間で身体動揺が変化するか、及び呼吸様式間で身体動揺が変化した場合に身体重心高の変化がその要因となっているかを明らかにすることを目的とした。

### 【実験設定】

男性20名を対象として身体動揺の計測を行った。呼吸様式2条件と身体重心高2条件を組み合わせた4条件(表1)を設定した。この4条件の設定を可能にするため、各被験者について各呼吸様式における身体重心高をあらかじめ計測し(胸式呼吸96.3±2.9cm, 腹式呼吸95.6±2.8cm)、重りの正確な吊り下げ高を算出しておいた。被験者にはフォースプレート上で足部を肩幅で左右に離れた立位姿勢をとらせ、各呼吸様式の最大吸気量の50%を吸気した後に息を止めて立位姿勢を20秒間維持させた。試技は各条件を5回ずつ行い、足圧中心(COP)座標の経時データを記録した。身体動揺の大きさを示す指

表1. 実験条件

胸式高条件	胸式呼吸で吸気を行った条件
腹式高条件	腹式呼吸時の身体重心高が胸式呼吸と同じになるように肩から重りを吊り下げた条件
胸式低条件	胸式呼吸時の身体重心高が腹式呼吸と同じになるように肩から重りを吊り下げた条件
腹式低条件	腹式呼吸で吸気を行った条件

標としてCOP軌跡の外周面積(COP面積)を算出した。COP面積について二元配置の分散分析(呼吸様式×身体重心高)を行い、交互作用が見られた場合はTukey法による多重比較検定を行った。

### 【結果】

身体重心高に主効果と交互作用が認められた( $p<0.01$ )。多重比較の結果、COP面積は身体重心高が同じ条件間では統計的な差がなく、身体重心高が低い条件の方が小さいことが示された(図1)。

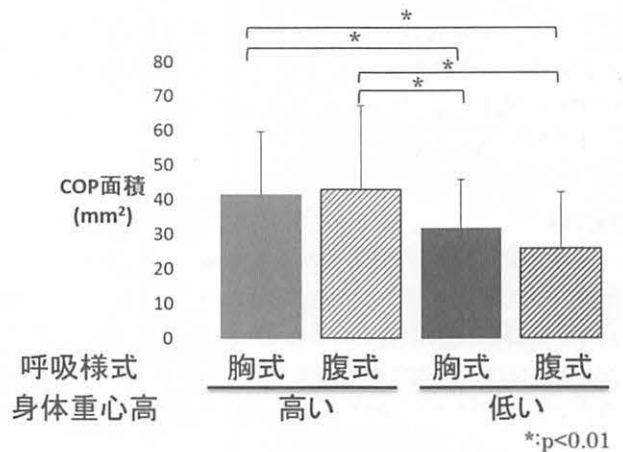


図1. 身体動揺計測結果

### 【考察】

本研究結果は、身体重心高の変化が呼吸様式の違いに起因する1cm程度の大きさであったとしても、身体動揺の大きさに影響を及ぼすことを示すものである。また、①呼吸様式が異なっても身体重心高が同じ条件間では身体動揺に違いが認められず、②腹式低条件の方が胸式高条件よりも身体動揺が小さかったことから、腹式呼吸を用いることで身体重心高を低下させ、身体動揺を抑制し得ることが明らかとなった。

### 【結論】

腹式呼吸に起因する1cm程度の身体重心高の低下が身体動揺を抑制する。

# スキーズ動作が体格に及ぼす影響の分析

高田 遵湖 (聖心女子大学)

キーワード: スキーズ, 座高, 腰囲

## 1. 目的

腰部スキーズ動作が体格(座高, 腰囲(大転子周囲径))に及ぼす影響について分析する。

## 2. 手続き

(1) 被験者: 受講生2クラス79名(F)のうち, 欠損値(欠席)のない34名を選択し, 分析対象とした。(2) 期間: 2013年10月17日から11月28日。(3) 方法: ①スキーズ動作の習得: とりわけ学習が必要な動作であるため, 全員に週1回5週間にわたり, 4種類の腰部スキーズ運動(座位スキーズ, 床拭き運動, 竹の子運動, 四股寄せ)を指導した。練習では, 内転筋群, 恥骨筋, 大殿筋, 腹横筋の使用を指示し, 股関節の屈曲に留意した骨盤前傾姿勢を採らせた。②測定(大腿を寄せる力) 腰囲(大転子周囲径) 座高を測定した。測定はすべて授業中に行った。〈大腿を寄せる力〉については10月(練習前)と11月(練習後)に測定した(肩腕力計を使用)。腰囲(大転子周囲径)と座高については, 練習(週1回で5週間)を終えた1週間後に測定した。腰囲(大転子周囲径)については実験者が被験者を巻尺で測定した。座高は授業補助者が座高計を使用して測定した。腰囲(大転子周囲径)と座高の計測は, スキーズ動作をした場合(スキーズ時)としない場合(通常)を交互に連続して行った。一人につきスキーズ時3回, 通常3回を測定し, 記録した。

## 3. 結果

(1) 腰囲(大転子周囲径)と座高の二つの項目について, 3回の平均値を用いt検定を行った(表1)。①大転子周囲径はスキーズにより縮小した( $t=13.25, P<0.01$ )。②座高はスキーズにより伸長した( $t=-12.5, P<0.01$ )。

(2) 腰囲(大転子周囲径)と座高の相関

腰囲(大転子周囲径), 座高について相関を調べた。スキーズ動作を行った場合(スキーズ時)と行わない場合(通常)の計測値と, (通常)と(スキーズ時)の差の6項目を用いた(表2)。①有意な相関のあった項目は大転子周囲径( $r=0.994, P<0.01$ ), 座高( $r=0.993, P<0.01$ )であった。

(3) 練習前後の差について(表3)

大腿を寄せる力は, 練習後に向上した。(t=0.00004,  $P<0.01$ )。

## (4) 回帰分析結果

スキーズ動作後, 座高を目的変数とし, 腰囲(大転子周囲径)を説明変数とし回帰分析をおこなった。その結果, 両者の回帰関係が明らかになった( $R=0.482 (p<0.01)$  ( $y=54.05+0.359x$ ))。

表1. 座高と腰囲(大転子周囲径)について (単位 cm)

項目	座高(通常)	座高(スキーズ時)	腰周囲径(通常)	腰周囲径(スキーズ時)
平均	85.68	86.08	89.6	89
分散	6.95	7.39	14.32	13.84
観測数	34	34	34	34
t	-6.95		8.55	
P(T<=t)片側	3.06E-08		3.47E-10	

小数第3位四捨五入

表2. 相関表

項目	座高(通常)	座高(スキーズ時)	腰周囲径(通常)	腰周囲径(スキーズ時)	腰周囲径の事前事後の差	座高の事前事後の差
座高(通常)	1					
座高(スキーズ時)	0.993	1				
腰周囲径(通常)	0.501	0.487	1			
腰周囲径(スキーズ時)	0.5	0.486	0.991	1		
腰周囲径の事前事後の差	-0.084	-0.083	-0.212	-0.082	1	
座高の事前事後の差	0.129	0.266	0.003	0.002	-0.008	1

有意な相関があったものを太字で示した(p&lt;0.01)。

小数第4位四捨五入

表3. 大腿を寄せる力について (単位 kg)

項目	大腿を寄せる力(練習前)	大腿を寄せる力(練習後)
平均	12.17	18.79
分散	78.13	57.79
観測数	34	34
t		-4.43
P(T<=t)片側		0.00004

小数第3位四捨五入 (P(T&lt;=t)片側除く)

## 4. 考察

本研究ではスキーズ動作を「骨盤帯を用い, 体幹を重力に抗して保つ動作」と定義し, 骨盤帯と体幹の使用を指導した。5週間の練習期間を経て, 〈大腿を寄せる力〉が向上したことからスキーズ動作の遂行による変化があったと考えられる。その結果として, 腰囲(大転子周囲径)が縮小し, 座高は伸長した。この2項目には回帰関係があり, 座高の伸長と腰囲(大転子周囲径)の縮小が連動している。これは, 骨盤帯と脊柱(脊柱起立筋)の共同した働きを示唆している。

## 5. 結論

スキーズ動作は座高を伸長し, 腰囲(大転子周囲径)を縮小する。

# 新体操初級者における運動スキルの獲得と自己評価及び気づきの関係

木村 仁美 (日本体育大学大学院)  
園部 豊 (日本体育大学)

柴原健太郎 (日本体育大学大学院)  
西條 修光 (日本体育大学)

キーワード：新体操, 運動スキル, 気づき

## I. 緒言

運動スキルの獲得について、マイネル(1981)は、「人間は、練習やトレーニングによって、自分の運動を意識的に訓練し、人間だけに可能な洗練さや、多様さに発展させることができ、その習熟過程は、粗形態の獲得に始まり精形態へ変化し、洗練されてゆくものである」と述べている。そこでの意識的な訓練についてセイヤーら(1986)は、自身の動きの中で、どこが出来ていて、どこが出来ていないのかを区別していくことが、運動スキルの獲得に必要であると指摘した。これに対し、星野(1981)は、運動スキルの獲得において、運動者自身による運動中の動作への気づきが重要なことを指摘し、両者の関連をみた実証的研究も行った。星野(1981)は陸上競技、長谷川ら(2001)はバスケット、平田ら(2003)はテニスについて、動作への気づきの高いものの方が、運動スキルの獲得が促されることを報告した。これらの報告から、動作への気づきと運動スキルの獲得の間には関係のあることが示唆される。

そこで本研究は、初級者が新体操の運動スキルをどのように獲得するのかを明らかにするとともに、自己評価や動作への気づきが運動スキルの獲得とどのような関係があるのかを検討した。

## II. 方法

A女子高等学校に所属する新体操の初級者14名を対象に、新体操の学習を5日間行った。学習課題は、新体操の採点規則に則ったオリジナルのものを作成し、モデルのVTRを用いて学習を行わせた。評価方法は、運動スキルの獲得、自己評価、動作への気づきの全てで同様の16項目(芸術的な側面10項目、技術的な側面6項目)を用いた。運動スキルの獲得は、公認審判員第2種以上を保持する3名が評価した。実験参加者自身にも同項目にて自己評価を行わせた。動作への気づきは、先の16項目に対し技術やコツといった気づきの有無を2件法にて回答させた。

## III. 結果及び考察

運動スキルの獲得について、1日目と5日目の得点を比較したところ両側面とも有意な差が認められた

( $t(13) = 11.00, p < .001$ ;  $t(13) = 5.10, p < .001$ )。実験参加者の自己評価でも同様の結果であった。項目ごとの5日間の得点の変化を検討したところ、学習の前半に獲得されるもの、学習を通じて徐々に獲得されるもの、学習の後半に獲得されるものの、3つの特徴的な変化パターンがみられた。変化パターンの特徴から、新体操の様な芸術性を伴う競技では、運動スキルの獲得は技術的側面から芸術的側面へと獲得がなされることが示された。

運動スキルの獲得と動作への気づきの関係について、芸術的な側面において5日目の気づきの多い群の方が普通+低い群が、また技術的な側面において1日目の気づきの多い群の方が普通+低い群よりも有意に運動スキルの獲得がみられた。

これらの特徴から、新体操における運動スキルは、技術的側面から芸術的側面へと獲得がなされ、それを促すには動作への気づきを持つことが必要であると結論づけられた。

表. 運動スキルの獲得と動作への気づき(5日目)

	No.	項目	運動スキル得点(±SD)		t検定
			動作への気づき 普通+少ない群	動作への気づき 多い群	
芸術的な側面の評価	1	演技の衰れ	2.8±0.3	3.4±0.5	*
	2	音楽と動き	2.5±0.4	3.2±0.5	*
	3	手の動かし方	2.3±0.5	3.2±0.6	*
	4	身体の大きさ	2.3±0.6	3.1±0.6	*
	5	フロアの移動	2.0±0.3	2.4±0.4	
	6	曲と表情	1.9±0.4	2.2±0.3	
	7	動きのつながり	2.4±0.4	3.1±0.5	**
	8	動きの強弱	2.2±0.5	2.9±0.6	*
	9	足の動かし方	2.4±0.4	3.1±0.4	**
	10	演技構成の理解	2.5±0.4	3.2±0.4	**
		芸術-平均	1.5±0.3	1.9±0.6	
技術的な側面の評価	11	回転数	2.7±0.6	3.2±0.3	
	12	回転中のかかと	3.0±0.5	2.3±0.5	*
	13	軸の傾き	3.2±0.3	2.5±0.4	**
	14	軸の移動	2.6±0.3	2.5±0.4	
	15	形の保持	3.1±0.4	2.2±0.5	**
	16	難度の理解	3.0±0.3	2.5±0.5	*
		技術-平均	3.0±0.3	2.4±0.4	
		全体-平均	3.0±0.3	2.4±0.4	

\*\*p<.05    \*\*\*p<.01

## 女子新体操競技における A Terre と Releve 動作時のバランス能力

小谷結香子 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
伊原 佑樹 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
田中 重陽 (流通経済大学)

手島 貴範 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
平塚 和也 (国士舘大学体育学部)  
角田 直也 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

キーワード：新体操, バランス能力, zebris

女子新体操競技は、体操やフィギュアスケートと同様に採点規則に従って演技が構成される。難度と実施の2つの観点から評価されるため、動きの美しさや流れ、身体難度における正確性の両方を兼ね備えていなければ高得点に結びつけることはできない。また、スポーツ選手は、競技特有のバランス能力が必要とされており、その中でも姿勢制御は、多くのスポーツ動作において重要な機構であると考えられる。競技特有の動きが多い新体操においても高いバランス能力が必要になるものと考えられる。しかしながら、芸術性に関する先行研究は多く見受けられるものの競技特有な動きや専門的なバランス能力を検討した報告は少ない。

そこで本研究では、大学女子新体操選手の動的バランス能力と新体操の側方バランス動作時における足圧動態について検討することを目的とした。

被検者は、大学生女子新体操選手11名とした。

動的バランス能力の測定を、バランス能力測定装置 Balance System SD BDX-SD (Biodex社製) を用いて測定した。先行研究を参考にレベル8～1に設定し、プラットフォームの中心位置において20秒間、姿勢を保持するテストを実施した。また、新体操の特有なバランス保持姿勢は、踵部を接地したA Terre (水平挙上：AB, 垂直挙上：AC) と踵部を挙上したReleve (水平挙上：RB, 垂直挙上：RC) とした(図1)。各バランス保持姿勢における足圧中心移動軌跡長及び矩形面積をzebris FDMフォースプレートによって計測した。

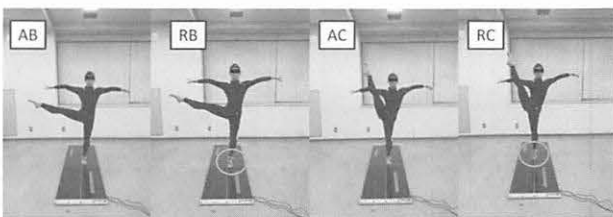


図1 新体操の特有なバランス保持姿勢

動的バランス能力において、両脚立位姿勢と片脚立位姿勢の動揺指数は全方向、前後方向及び左右方向の各方向間に著しい差は認められなかった。片脚立位姿勢においては、左右脚ともに前後方向よりも左右方向の動揺指

数の方が低い値を示した。

表2は、各試技の足圧中心移動軌跡長の全被検者の平均値を示したものである。総軌跡長において、RBはABよりも有意に短い値を示した。一方、RCとACの間には有意な差は認められなかった。X方向軌跡長においては、ABとRBの間及びACとRCの間に有意な差は認められず、ほぼ同値を示したが、Y方向軌跡長においては、RBがABより有意に低い値を示し、RCとACでもRCが有意に低い値を示した。

表1 試技別にみたバランス保持中における足圧中心の移動軌跡長

	AB	RB	変化	AC	RC	変化
総軌跡長(mm)	110.9±29.7	85.6±30.6	25.0±35.4	109.9±26.3	97.9±32.4	12.0±28.9
X方向軌跡長(mm)	61.1±17.2	54.6±21.4	6.5±23.5	66.6±19.7	66.3±24.8	0.3±32.1
Y方向軌跡長(mm)	81.5±22.5	51.7±21.0	30.0±27.7	74.6±21.0	52.2±21.1	22.3±15.4

平均値±標準偏差  
\* : 有意差あり(p<0.05)

図2には、各試技における総軌跡長と矩形面積の関係を示した。全ての試技において総軌跡長と矩形面積の間には有意な相関関係が認められた (AB :  $r=0.892$ , RB :  $r=0.717$ , AC :  $r=0.732$ , RC :  $r=0.721$ )。新体操特有な姿勢保持能力における、水平側方バランス、垂直挙上バランスともに、基底面が広いA Terreよりも、基底面の狭いReleveにおいて軌跡長が短くなる傾向が見られた。したがって、女子新体操選手は、基底面の狭いReleveの方がバランス保持能力に優れていることが明らかとなった。

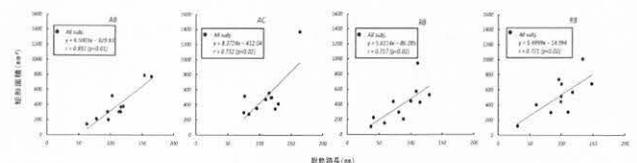


図2 各試技における総軌跡長と矩形面積の関係

これらのことから、難易度が高い垂直に挙上させる動作の方が新体操選手にとっては容易である可能性が推察された。

## 異なる関節角度での等尺性脚伸展時における筋放電量と圧波量

山内 里紗 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 手島 貴範 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 田中 重陽 (流通経済大学)

伊原 佑樹 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 平塚 和也 (国士舘大学)  
 角田 直也 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

キーワード：筋長, 筋電図, 筋音図

身体運動及び関節運動のメカニズムを把握する上で、その運動を遂行する際に関連する筋の活動動態を知る必要がある。運動遂行中の関節角度の変化に伴う関係筋群の活動動態を筋電図及び筋音図の観点から探ることで、より詳細な筋活動の評価に繋がると考えられる。そこで本研究では、膝関節の関節角度に伴う最大及び最大下における等尺性脚伸展筋力発揮中の大腿直筋及び外側広筋の活動動態を明らかにすることを目的とした。

被検者は、健康な成人男性13名とした。等尺性による脚伸展力の測定と同時に、筋電図及び筋音図の測定を実施した。被験筋は、大腿直筋(RF)及び外側広筋(VL)の計2筋とした。各膝関節角度(30度～100度)における随意最大収縮力(MVC)の測定及びMVCを基準とした80%～20%MVCに相当する力発揮を行わせた。力発揮の方法は8秒間のランプ状発揮とし、分析区間はそれぞれ力が安定した2秒間を対象とした。なお、放電量及び圧波量の測定は、単位時間あたりの積分値(iEMG及びiMMG)として算出した。

完全伸展位を0度とした最大脚伸展力は、膝関節角度80度において最高値を示した(図1)。最大脚伸展力発揮中の筋活動動態として、関節角度変化に伴う放電量の変化様相は筋によって異なるものの、圧波量の変化様相はいずれの筋において類似することが明らかになった(図2, 3)。放電量及び圧波量が同量であるにも関わらず、関節角度に伴い発揮される筋力には差がみられたことから、力発揮に適した関節角度では少ない放電量及び圧波量で力発揮が可能であると考えられた。

以上のことから、力発揮中の筋活動動態は、関節角度あるいは運動強度の影響を受け、その活動動態は、生理学的観点と力学的観点によって異なることが示唆された。さらに、同一の脚伸展動作であっても筋によって活動様相が異なるものと推察された。

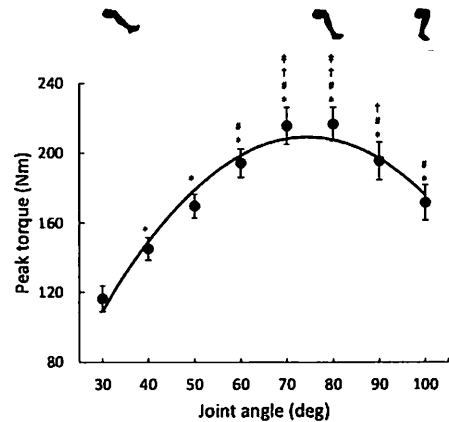


図1 各関節角度における最大脚伸展力

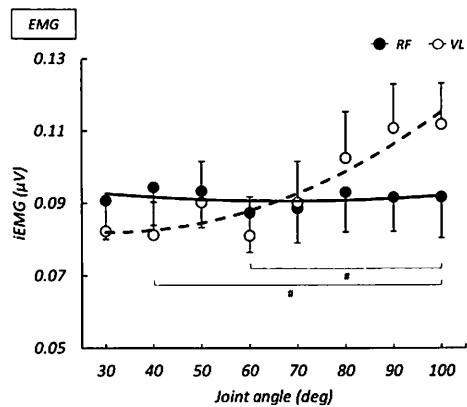


図2 各関節角度における最大脚伸展力発揮中の放電量の変化

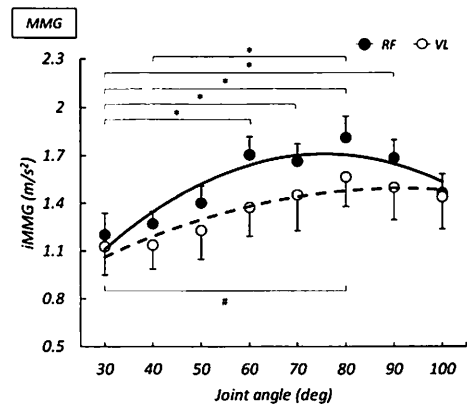


図3 各関節角度における最大脚伸展力発揮中の放電量の変化

## 体幹筋における回旋及び伸展屈曲動作時の筋出力特性

大野 裕太 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 手島 貴範 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 田中 重陽 (流通経済大学)

伊原 佑樹 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 平塚 和也 (国士舘大学体育学部)  
 角田 直也 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

キーワード：体幹筋，回旋，伸展屈曲，BIODEX

本研究では，体幹の回旋運動と伸展及び屈曲運動の筋出力を測定し，その特性について明らかにすることを目的とした。

被検者は，体育大学に在籍している健康な大学生及び大学院生53名とした。体幹回旋及び伸展屈曲筋力の測定は，総合筋力測定装置 (BIODEX SYSTEM III, BIODEX社製) を用いて，等尺性及び等速性筋力発揮を測定した。回旋方向は，利き手側をNDR，非利き手側をDRとした。測定範囲，は両回旋とも40degとした。伸展屈曲の測定範囲は，伸展及び屈曲方向に力が加わらない位置を0degとし，伸展方向に30deg，屈曲方向に40degとした。体幹回旋及び伸展屈曲における筋出力の比較にはBIODEXから算出されたトルク値 (Nm) をkgに，その値を体重で除した値を採用した。

体幹部における体幹回旋運動と伸展屈曲運動の角速度ごとの筋出力を測定した結果，角速度の増加に伴い，筋出力は低下する傾向を示した。しかし以上の結果から，

肘関節や膝関節における力—速度関係に比べ，体幹回旋運動は運動速度の影響を受けないものと推察された。

体幹の回旋及び伸展屈曲における体重割の最大筋力を測定した結果，NDR，DR，伸展及び屈曲の等尺性及び等速性筋力発揮は，伸展が最も高い値を示し，NDR，DR，及び屈曲と有意な差が認められた。これにより，人体における体幹の筋力は伸展筋力が最も高く，全ての角速度で1.0以上の値を示したのに対し，屈曲動作においては全ての角速度で1.0を下回った。ほとんどの角速度において伸展では体重以上の力が発揮できることが明らかになった。また，伸展屈曲筋力は股関節周囲筋群との協調性が重要であると考えられるため，伸展屈曲筋力の増大に股関節周囲筋群の筋力増大が関係していると考えられた。(図1)

体幹部における回旋及び伸展屈曲の関係を測定した結果，回旋と伸展屈曲ではほぼすべての角速度で有意な相関関係認められた。

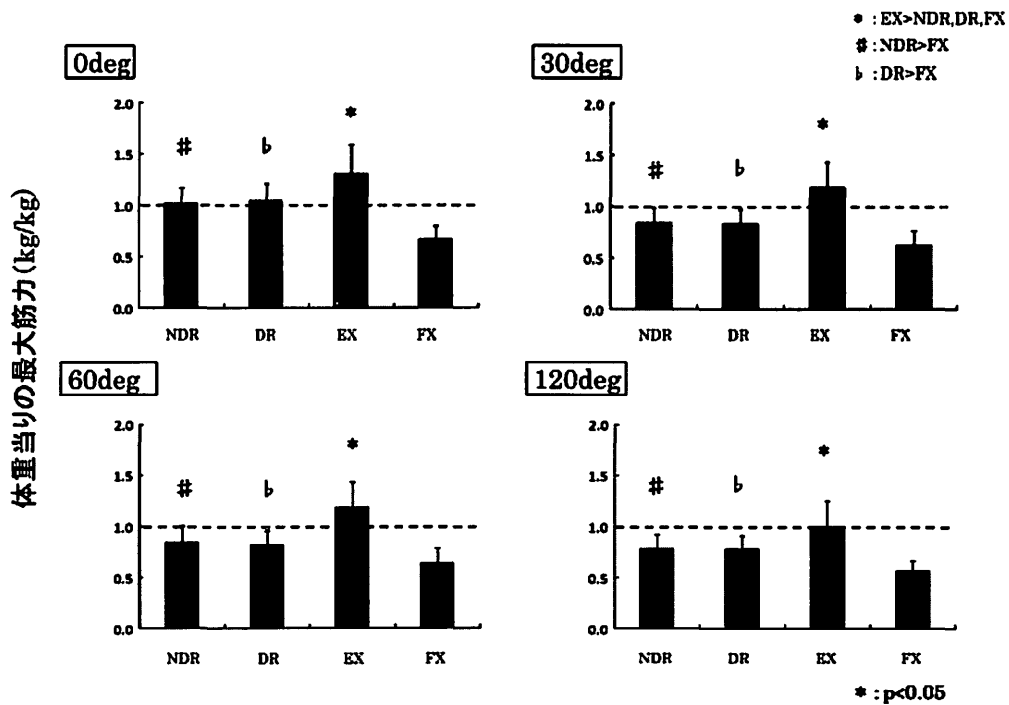


図1. 体幹の回旋及び伸展屈曲における体重当りの最大筋力

## ボルダラーの手指筋群の筋力・筋持久力特性とクライミング能力との関係

西谷 善子 (鹿屋体育大学大学院)

山本 正嘉 (鹿屋体育大学スポーツ生命科学系)

川原 貴 (国立スポーツ科学センター)

キーワード：sport-climbing, strength, endurance, climbing performance

### 【目的】

近年、人工の壁を登るスポーツクライミング(以下クライミング)の人気の老若男女を問わず高まっている。最近ではオリンピック種目の候補にもなり注目を集めている。

クライミングの競技特性上、手指を酷使することから、先行研究では手指の傷害に関する研究や、手指筋群の筋力とパフォーマンスの関係に着目した研究が中心となっている。しかし、後者の研究については、数が少ないうえに十分な解明が進んでいない。

そこで本研究では、クライミングの特性に配慮した手指筋群の筋力測定法を考案した。そして、クライミングの種目の一つである「ボルダリング」種目を対象とし、筋力・筋持久力特性とクライミング能力との関係について明らかにすることを目的とした。また、それらの結果をもとに、クライマー自身が自己の能力評価をしたり、トレーニングやコーチングの指針とできるような方法についても検討することとした。

### 【対象と方法】

対象を、ボルダリングを行っている男性59名および、対照群として、運動習慣はあるが、クライミング経験は持たない男性12名とした。

クライマーの手指筋群の筋力特性について、握力の他に、クライミングに特化した手指筋群のトレーニング器具として活用されている、ロックリングスCNC (Metolius社製、以下、ホールド)を用いて、筋力(以下、保持力)および筋持久力(以下、保持耐久時間)のテストを考案し、測定を行った(図1)。そして、これら3つの指標と、クライミング能力との関係について検討した。また、クライミング能力を、初級・中級・上級群に分類し、レベル間の筋力特性についても比較した。

### 【結果と考察】

1)クライミング能力と、保持力、保持耐久時間、握力との間には有意な相関関係が見られた( $r=0.619-0.747$ ,  $p<0.001$ , 図2)。2)レベル別に見ると、保持力と保持耐久時間では、対照<初級・中級<上級群となり、有意差も見られた。3)握力では、初級・中級<対照・上級群となり、初級・中級群では、対照群よりも有意に低値を示した。4)握力に対する保持力・保持耐久時間の比は、対照群に比べてクライマー群が約2倍以上高かった。

5)保持耐久時間と保持力との相関をみると、 $r=0.841$  ( $p<0.001$ )と有意な正の相関関係が認められた。

以上から、保持力や保持耐久時間、および握力に対するこれらの比をみることで、ボルダラーの体力評価やトレーニング処方を考える際の指標として活用できると考えられる。特に、保持耐久時間テストは、クライマー自身で簡単に測定できるため、現場での活用性に優れると考えられる。

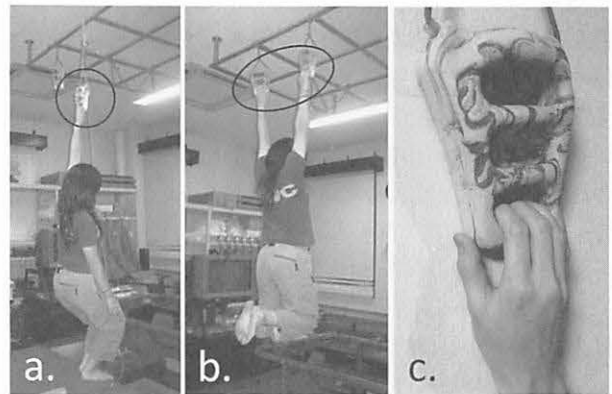


図1 クライミングの特性を考慮した手指筋群の筋力測定法

a. は、手指筋群の最大筋力(保持力)のテスト、ロードセル(竹井機器)を用いて、ホールドを保持し、垂直方向に引いた時の力を測定する。  
b. は、筋持久力(保持耐久時間)のテスト、2つのホールドを両手で保持し、保持できなくなるまでの時間を測定する。  
c. はホールドの保持方法。被験者には、下段の最もかかりの浅い部分を保持するよう指示した。

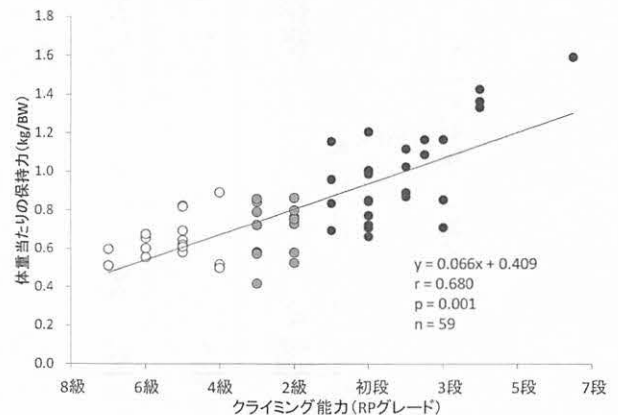


図2 クライミング能力と保持力との相関

○は初級群、◐は中級群、●は上級群を示す。

## 世界最高齢エベレスト登頂者における下肢骨格筋の量的特徴

江間 諒一 (早稲田大学大学院スポーツ科学研究科, 日本学術振興会特別研究員)

阪口 正律 (早稲田大学スポーツ科学学術院, カルガリー大学キネシオロジー学部)

川上 泰雄 (早稲田大学スポーツ科学学術院)

キーワード：加齢, 筋横断面積, 登山家

### 背景

高齢者アスリートにおける骨格筋の量的特徴は、加齢による筋量の減少(筋萎縮)に対するトレーニング効果への示唆に富む情報である。加齢による筋萎縮は下肢において(Janssen et al. 2000)、特に大腿四頭筋(Abe et al. 2011)や大腰筋(Takahashi et al. 2006)において顕著であることが示唆されている。これらの筋群に対して有効なトレーニング方法を知ることは、高齢者における生活の質の維持・向上のために重要である。

登山は中高齢者において最も愛好者の多いスポーツの一つであり(山本2005)、大腿四頭筋の重要性が指摘されている(山本ら2006)。しかし、登山が大腿四頭筋の肥大をもたらす可能性やその他筋群の重要性については不明である。世界トップレベルの高齢登山家における骨格筋の量的特徴の検討は、登山において重要な筋は何か、加齢による筋萎縮の抑制のためのトレーニングとして登山は有効か、といった点に対して有用な知見をもたらすことが期待される。そこで本研究は世界最高齢エベレスト登頂者における下肢骨格筋の量的特徴を明らかにすることを目的とした。

### 方法

エベレスト登頂を達成した男性登山家1名(80歳, 1.62 m, 83 kg)、健常若年男性9名(21±2歳, 1.71±0.03 m, 64±4 kg)および健常高齢男性6名(73±3歳, 1.63±0.02 m, 64±9 kg)を対象とした。体幹および右大腿部の連続横断MR画像を取得した。得られた画像から大腿四頭筋、ハムストリング、内転筋群の筋体積を算出し、それを筋長で除すことにより、各筋群の筋横断面積を算出した。加えて、第4-5腰椎間における大腰筋の筋横断面積を算出した。登山家と若年男性あるいは高齢男性間における筋横断面積の差を1サンプルのt検定を用いて検討した。若年男性と高齢男性間における筋横断面積の差の検討には対応のないt検定を用いた。有意水準は5%未満とした。

### 結果および考察

大腿四頭筋、ハムストリングおよび大腰筋の筋横断面

積は、登山家および若年者が高齢者よりも有意に大きく、登山家と若年者の間に有意な差はみられなかった。一方、内転筋群の筋横断面積については、登山家が若年者および高齢者よりも有意に大きく、若年者が高齢者におけるものよりも有意に大きかった。すなわち、いずれの筋においても加齢による萎縮が生じることが示唆されたにもかかわらず、登山家は若年者と同程度以上の筋横断面積を有することが明らかとなった。このことは、加齢による萎縮が顕著である筋群に対して、登山が有効なトレーニングとなる可能性を示している。さらには大腿四頭筋(山本ら2006)のみならず、他の3筋(群)も登山において重要な役割を果たすことが示唆された。登山家が若年者よりも大きな内転筋群を有していた要因は不明であるものの、登山時の足場の不安定さ(雪面)などに起因しているのかもしれない。

### 結論

本研究の結果、加齢による顕著な萎縮が示唆された筋であっても、世界最高齢エベレスト登頂者は若年者と同程度以上の筋量を有していることが明らかとなった。



## トレッドミル歩行における地面反力3成分の変動

平野 智也 (日本体育大学大学院トレーニング科学系)  
 柏木 悠 (日本体育大学大学院)  
 船渡 和男 (日本体育大学)

山岸 道央 (日本体育大学大学院)  
 袴田 智子 (国立スポーツ科学センター)

キーワード：歩行, 地面反力, 変動

### 【背景】

歩行は、周期的な移動運動である。歩幅、ストライド時間および地面反力からみた歩行の周期性に関する変動は、至適な歩行速度付近で減少することが報告されている。これに反し、遅い歩行速度や早い歩行速度では、歩行動作のばらつきも多くなるかもしれない。また、歩行のばらつきが生じる局面については、明らかになっていない。本研究の目的は、トレッドミル上での歩行動作における地面反力3成分の変動について、歩行速度変化の影響と一歩中どの局面で変動がみられるかを示すことであった。

### 【方法】

被験者は、健常な一般成人男性6名(年齢:  $24.9 \pm 5.0$  歳, 身長:  $170.3 \pm 5.1$  cm, 体重:  $64.1 \pm 4.5$  kg)であった。測定は、フォースプレート埋設型トレッドミルおよびスクリーンが設置されたGRAILシステム(Motek Medical社製)を用いた。GRAILセルフペースモードでは、モーションキャプチャシステムとの同期により、腰部のリファレンスマーカー4点の位置からベルト速度を制御し、歩行速度を被験者前方のスクリーンに表示した。地面反力データは、2つのトレッドミルベルトの下に設置された力センサー(100Hz)から3方向成分(鉛直成分:  $F_z$ , 左右成分:  $F_x$ , 前後成分:  $F_y$ )を測定した。各試技は目標速度を60, 80, 100, 120および140m/minと設定し、それらの速度に合わせながらの歩行を行った。試技は1分間の歩行動作を行い、最後の20秒間の地面反力3成分を測定した。分析対象は、左右脚ともに、20秒間計測した中での最後の15歩とした。トレッドミルから得られた地面反力データは、残差分析法(winter)を用いて最適遮断周波数を決定した後、4次のバターワースローパスフィルター( $F_z$ :10Hz,  $F_x$ :4Hz,  $F_y$ :10Hz)で平滑化した。立脚期中の地面反力の変動を時系列に沿って見るために、地面反力データには、3次のスプライン関数を用いて、右脚の踵接地地から爪先離地までの立脚期を正規化し、被験者6名の90データから、2%ごとの平均値と標準偏差を算出した。

### 【結果および考察】

60から140m/minへの歩行速度増加に伴い、地面反

力3成分の標準偏差の波形は、面積が増加する傾向を示した(図1)。この結果は、歩行中の地面反力の変動は、歩行速度に依存していることを示唆している。また、歩行中の推進力と制動力を示す地面反力 $F_y$ は、最も速い140m/minを除き、推進局面よりも制動局面で標準偏差が増加した。このことから、歩行では、体重支持脚での負の仕事が一歩毎に変化し、蹴り出し脚での正の仕事は一定であることが推察された。両脚支持期の初期では、衝撃吸収や前進の維持を行い、荷重の受け継ぎは歩行周期中で困難な課題であると報告されている(ペリーら, 1993)。歩行中の地面反力の変動は、これらの課題を行う両脚支持期で増加することが考えられた。

### 【結論】

歩行速度の増加に伴い、地面反力の変動が増加したことから、歩行動作の変動も増加することが示唆された。一歩中の地面反力の変動は、主に両脚支持期で増加し、踵接地後の立脚期の初期で特に変動が増加することが示された。

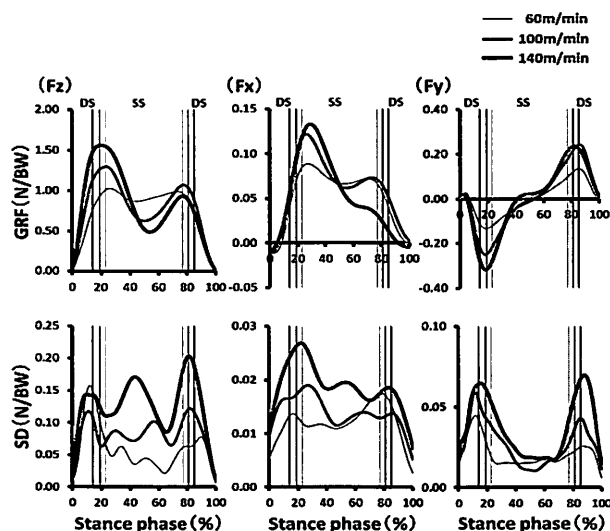


図1. 右脚立脚期中の地面反力と標準偏差の波形( $n=6 \times 15$ 歩)

図中縦線で両脚支持期(Double Support: DS)と片脚支持期(Single Support: SS)の割合を区分した

# Bi-exponential curve fitting を用いた義足スプリンターの疾走速度曲線

保原 浩明      小林 吉之      持丸 正明

(独立行政法人産業技術総合研究所デジタルヒューマン工学研究センター)

キーワード：スポーツ用義足, Bi-exponential fitting, web コンテンツ

## 1. はじめに

6年後の東京パラリンピック開催が決定した我が国にとって、義足スプリンターの競技力向上は喫緊の課題である。しかしながら、障害者スポーツでは100m疾走中の速度曲線といった基本的なパフォーマンス評価すら行われていないのが現状である。そこで本研究では、国際パラリンピック委員会がweb上で公開している2012年ロンドンパラリンピックの公式動画を用いて、義足スプリンターの疾走速度曲線を作成することを目的とした。

## 2. 方法

ロンドン大会における女子下腿切断クラス(T44)の100m走決勝の動画を利用し、上位2選手と7位入賞の日本人選手を解析対象とした。トラック上に印されたハードル設置位置情報と通過時間から各区間の平均速度求め、Bi-exponential fittingを適用することによって、スピード曲線の作成を行った(図1)。

## 3. 結果と考察

本研究で対象とした日本人選手は、スタート直後の加速に優れているが、最高速度が上位2選手よりも劣って

いた(図2)。また、最高速度到達後の速度低下も大きいことが明らかとなった。加えて、上位2選手(片脚および両脚切断)で異なるスピード特性を示した。本研究で用いた手法はスポーツ用義足の開発や健常者のレース分析などにも応用が可能である。

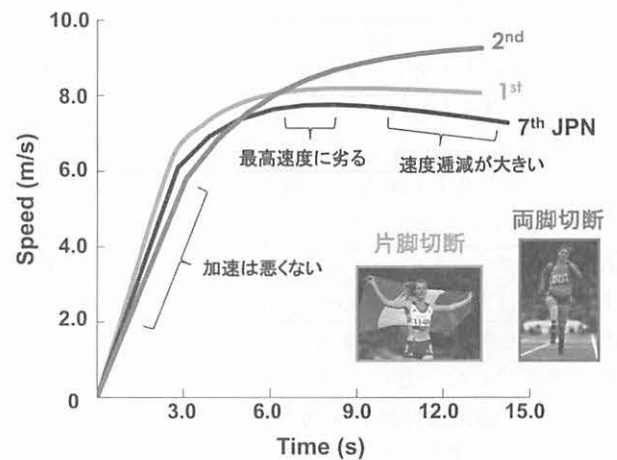
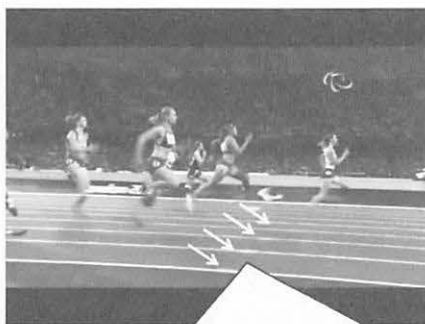


図2. 作成したスピード曲線



$$S(t) = S_{\max} \left[ e^{((-t+tS_{\max})/\tau_2)} - e^{(-t/\tau_1)} \right]$$

$S_{\max}$ : Maximum speed

$tS_{\max}$ : Time at  $S_{\max}$ ,

$\tau_1, \tau_2$ : Time constants

Morin et al., *Int J Sports Med*, 2006

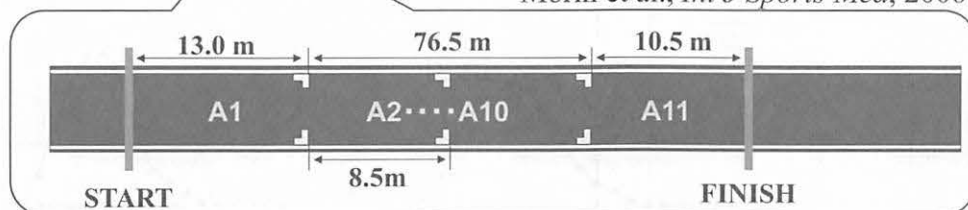


図1. 公式動画を利用したスピード曲線の作成法

## 女子ハンドボール選手におけるアジリティ能力がステップ動作に及ぼす影響

利藤由李葉 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 伊原 佑樹 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 田中 重陽 (流通経済大学)  
 角田 直也 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

手島 貴範 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 平塚 和也 (国士舘大学)  
 吉田 久士 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

キーワード：ハンドボール、アジリティ、ステップ

ハンドボールでは、素早い動作が求められるため、急激なストップや方向転換が要求される。女子サッカー選手のアジリティ能力について検討した研究によれば、方向転換能力が選手の競技水準を左右する要素の1つであるとされている。ハンドボールにおける最も基本的なフェイント動作は、両脚ストップからの方向転換を伴うフェイントである。そこで本研究では、女子ハンドボールにおけるアジリティ能力がステップ動作に及ぼす影響について検討することを目的とした。

被検者は、大学女子ハンドボール部に所属する14名とした。アジリティ能力の評価としてプロアジリティテスト及び20m走を測定した。また、アジリティテストから20m走のタイムを引いた値が小さい者をHigh group (以下：HG)、大きい者をLow group (以下：LG)として2群に分類した。スプリントスピードの評価として、30m直線走を測定した。更に、脚パワーの評価として、膝関節伸展屈筋力と垂直跳びの測定を実施した。ステップ動作の撮影は、高速度カメラを用いて実施した。被検者には、両脚で構えた状態から、素早く1歩目を右脚方向に、2歩目を前方向に踏ませた。更にステップ動作中における足底圧力をZebris FDM フォースプレートを用いて計測し、実際のステップ動作と照らし合わせるために、画像撮影と同期して行った。足底圧力の分析項目は、被検者の体重あたりの足底圧力の変化とした。

プロアジリティテストから20m走のタイムを引いた値は、HGがLGよりも有意に低い値を示した。一方、30m直線走、膝関節伸展屈筋力、垂直跳びの値には、群間差が認められなかった。ステップ動作中における膝関節と足関節移動速度では、両群間に有意な差は認められなかったものの、足関節ではHGがLGよりも急激な速度変化を示

した。足底圧力の変化において、右方向への踏み出し動作の際の、左脚の蹴り出しの圧力は、同程度であった。一方、着地脚である右脚においては、右足着地時における足底圧力がHGよりもLGの方が瞬時的に高い足圧を示した。右方向への踏み出し動作においては、左脚を離地した段階で、HGの右脚の足底圧力が抜重していたのに対し、LGは足底圧力が荷重されていることが確認された。

以上のことから、パワーが直接的にはアジリティ能力に影響を及ぼさないものと考えられた。また足関節の移動速度において、HGはLGよりも急激な速度変化を示したことから、より素早い動作をしていることが示唆された。さらに、HGの方向転換時においては、横方向から前方向への移動に対する準備が速いことが推察された。

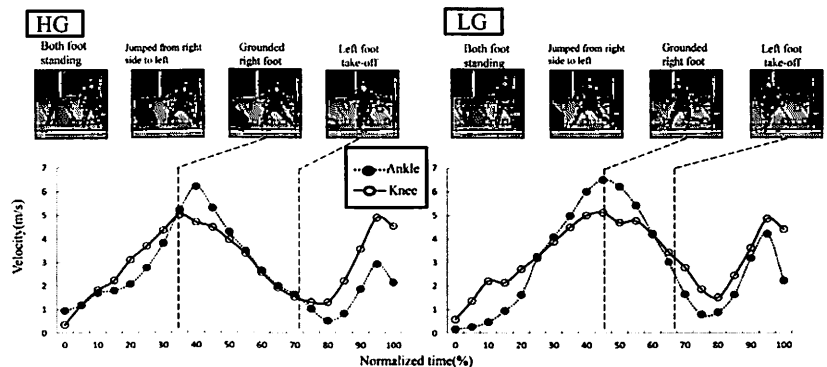


図1. HGとLGにおけるステップ動作中の足関節・膝関節の移動速度の変化

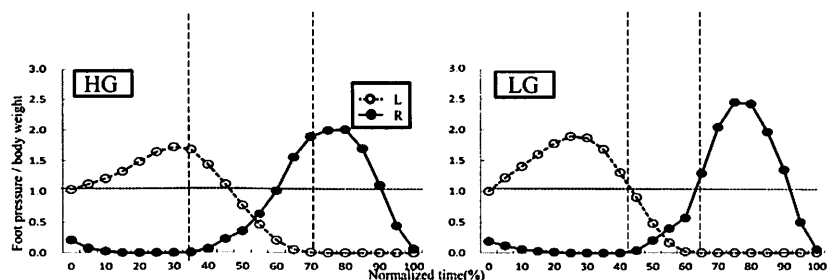


図2. HGとLGにおけるステップ動作中の体重当たりの足底圧力の変化

## 野球の投手が投じる様々な変化球の特徴 ——ボール移動速度，回転速度，回転軸の向きに着目して——

木村 康宏（早稲田大学大学院）

永見 智行（早稲田大学）

矢内 利政（早稲田大学）

キーワード：バイオメカニクス，投球，ボール回転

### 【背景・目的】

野球において、投手は打者を打ち取るために、ストレートだけでなく飛翔軌道の異なる様々な変化球を投げけている。これまでに、投手が投じるボールの飛翔軌道を決定する主な要因はボールの移動速度、回転速度、回転軸の向きであること (Bahill and Baldwin, 2007)、そして、ストレートとカーブでは、回転軸の向きが大きく異なることが明らかとなっている (Jinji et al. 2006)。しかし、変化球の名称は投手の宣言によって主観的に決定されており、客観的な指標によって数ある球種の特徴は明らかとされていない。各球種の特徴を明らかにするためには、客観的な指標によって、そもそも各球種が独立した特徴を有するものなのか明らかにする必要がある。そこで、本研究の目的は、一流野球投手が投じる多種多様な変化球を分類する客観的な指標を設定し、変化球を何種類の球種として分類できるかを明らかにすることとした。

### 【方法】

プロ、社会人、大学野球投手の計36名に投球可能な変化球を自己申告させ、マウンドからそれら全球種を投げさせた。リリース直後のボールの動きをマウンド後方に設置したハイスピードカメラ (1000 fps) 1台によって記録した。記録された映像をもとに特製のボール回転測定装置を用いてボールの回転軸角度 (方位角、仰俯角、図1) と回転速度を算出した。また、捕手後方に設置したレーザー式スピードガンを用いてボールの移動速度を計測した。分析対象はストライクゾーンから明らかに逸脱せずに

捕手に到達した各球種1球とした。

飛翔軌道に影響を及ぼす4変数 (移動速度、回転速度、方位角、仰俯角) を集約した総合的な指標を設定し、投球されたボールを評価するために、4変数に対して主成分分析を行った。そして、抽出された2つの主成分における球種毎の主成分得点をそれぞれ対応のない一元配置の分散分析を用いて比較した。その際、有意水準は5%未満とした。

### 【結果・考察】

全投球の4変数に対して主成分分析を行い、球種毎の主成分得点を比較した結果、全9球種として自己申告された154球は6種類の球種として分類された ( $p < 0.05$ , 図2)。これらの6種はカットボール、スライダー、カーブ、1球種 (速球群) として分類されたストレート、ツーシーム、シュート、1球種 (低回転速度群) として分類されたフォーク、チェンジアップ、1球種 (サイドスピン群) として分類されたシンカー、ツーシームであった。この結果は投手が自己申告した球種数を下回るものであり、投手が自己申告したいくつかの球種については統計的には分類されないことが示された。この理由として、自己申告された球種間よりも同一球種内の個人間において各変数のばらつきが大きくなり、物理特性の相違が大きくなったことが挙げられる。以上より、自己申告された全9球種は6種類のそれぞれ異なる特徴を有する球種として分類され、他球種とは異なる物理特性をもつ球種として分類できない変化球があることが明らかとなった。

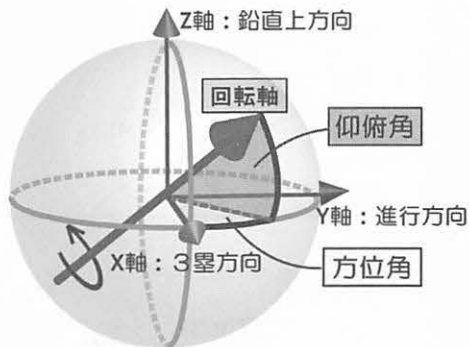


図1. 回転軸の向きを表す方位角と仰俯角

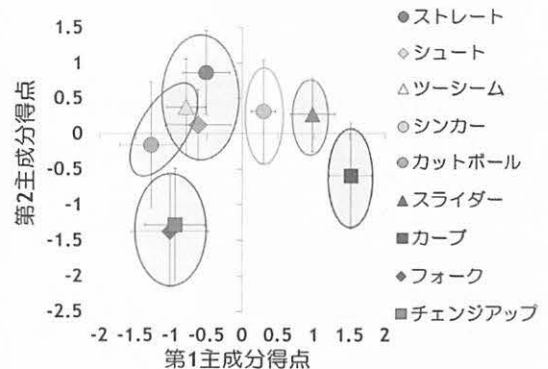


図2. 各球種の第1, 2主成分の得点

# 水中ドルフィンキック中の推進速度に影響を及ぼすキネマティクスの要因

堀畑 裕也 (日本体育大学大学院トレーニング科学系)  
 柏木 悠 (日本体育大学大学院)

仁木 康浩 (富山高等専門学校)  
 船渡 和男 (日本体育大学)

和田 匡史 (国士舘大学)

キーワード：水泳, 水中ドルフィンキック

## 【背景】

競泳ではスタート後、ターン後に15mまでの水中移動が許されている。50mプールで約3割、25mでは約6割を占めており、100分の1秒を争う競泳のレースにおいては非常に重要な要素となる。近年の世界トップ選手は、ドルフィンキックを15mまで行い、タイムの短縮につなげているのが現状である。バタフライ、自由形、平泳ぎで用いられる腹臥位でのドルフィンキックの研究は多く行われているが、背泳ぎのみで用いられる仰臥位でのドルフィンキックは腹臥位のドルフィンキックに比べて研究が少ない。先行研究では、ドルフィンキック1周期には蹴り下げと蹴り上げによって2回の加速局面が存在すると報告されている。そこで本研究では、競泳男子選手において、仰臥位での水中ドルフィンキック（以下、ドルフィンキック）中における大転子部位での水平速度（以下、水平速度）に影響を及ぼす要因をキネマティクスから明らかにすることとした。

## 【方法】

被験者は、競泳男子選手10名（年齢 $20.6 \pm 2.0$ 歳、身長 $173.2 \pm 6.3$ cm、体重 $70.3 \pm 5.8$ kg）であった。試技は壁からプッシュオフスタート後、ドルフィンキックから浮き上がりまでとし、15m頭通過タイムを計測した。左側方から水中カメラ（30fps）で撮影（13,75m～18,75m）を行った。解剖学的計測点10点のランドマーク点から二次元動作分析を行い、水平速度、水平線となす角度を算出した。

分析区間は、足指部の最高点から次の最高点までの1

キックとした。大腿骨外側上果から外果をまたぎ、母指球までを足関節角度とし、水平から背屈をプラス、底屈をマイナスと定義した。大腿骨外側上果から外果までの下腿と水平線がなす角度では水平から反時計回りをプラス、外果から母指球までの足部と水平線がなす角度では、水平から時計回りをプラスと定義した。

## 【結果および考察】

1キック中での水平速度（Fig.1）では2つの加速局面が確認され、先行研究と同様の結果が得られた。また、振り下げでの足関節角速度ピークが大きいほど、速度ピークが大きくなる有意な負の相関がみられた。また、足関節角速度における振り上げの力発揮がみられた（Fig.1）。この結果は、振り下げで力発揮することで振り上げ時に速度ピークを大きくしているのではないかと推察された。最も加速局面では、下腿において水平までの伸張がみられ、加速局面中の水平以降と下腿の屈曲で減速がみられた（Fig.2）。

下腿の屈曲を小さくし、投影面積を小さくすることで減速を抑えることができると考えられた。

## 【結論】

下腿の屈曲・伸張による投影面積の増減が加速と減速に関係しており、加速局面では、足関節角速度での振り上げで力発揮されており、速度ピークと振り下げでの足関節角速度ピークで負の相関がみられたことから、足関節の振り下げのピークを大きくすることでより大きな速度を得られ、競技力向上につながるのではないかと考えられた。

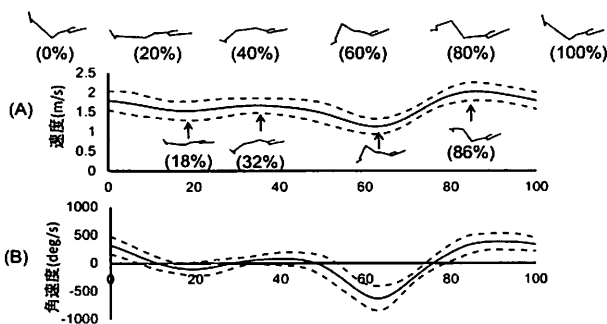


図1. 回転軸の向きを表す方位角と仰俯角

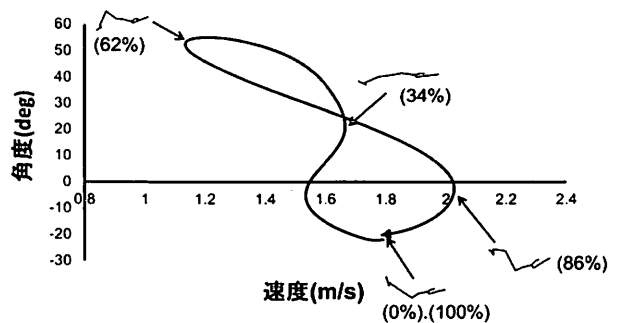


図2. 各球種の第1, 2主成分の得点

## サッカーにおけるシュートのゴールイン位置と正確性の関係

進藤 和真 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 伊原 佑樹 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 田中 重陽 (流通経済大学)  
 角田 直也 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

手島 貴範 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 平塚 和也 (国士舘大学体育学部)  
 細田 三二 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

キーワード：ゴールインエリア，成功率，正確性

### I. 研究目的

シュート能力は、スピードと正確性、タイミングなどの様々な要素によって構成されているものの、得点をする上でボール速度の速いシュートを打つことは、ゴールキーパーが反応するよりも速くゴールに到達することを可能にする。

また、ゴールキーパーのダイビング動作について検討した先行研究によると、ゴールキーパーにとって、同じ水平距離だけ離れたところへシュートされたとしても、ボールの高さによって防御の難易度が異なることを報告している。したがって、ゴールキーパーが防御しにくい場所へ正確にシュートできることは多くの得点をするために重要な要素であり、ゴールに対してボールを速く正確に蹴ることは得点する上で有利になるものと考えられる。

本研究では、国際大会におけるシュートのゴールイン位置の分析によって実際の試合における得点率の高いエリアを明らかにすること、さらには、シュートの正確性の測定することにより、得点率を高めるための要因について明らかにすることを目的とした。

### II. 研究方法

#### 1. 被検者

被検者は、関東大学サッカーリーグ1部に所属する大学生男子サッカー選手10名(右利き)を対象とした。

#### 2. シュートのゴールイン位置の分析

「2010 FIFA ワールドカップ 南アフリカ オフィシャル DVD オール・ゴールズ」を用いてシュートのゴールイン位置の分析を実施した。2010 FIFA ワールドカップ 南アフリカ大会における、145得点中2つのオウンゴールを除いた143得点を分析対象とした。分析に際し、専用の記録用紙を作成し、DVDの再生画像から記録した。

#### 3. 正確性テスト

シュートの正確性の指標として、ゴールの4隅に1.22m四方のエリアを設置し、被検者には、そのエリアに向かってできる限り速いボール速度で、できる限り正確にキックを行うように指示し、ゴール正面から11m地点よりキックを行わせた。

### III. 結果及び考察

2010 FIFA ワールドカップ 南アフリカ大会におけるゴールインエリアに関して、各ゴールインエリアの得点数は、エリア4が65本と最も多く、エリア毎の得点率についてもエリア4が最も高値を示した(図1)。

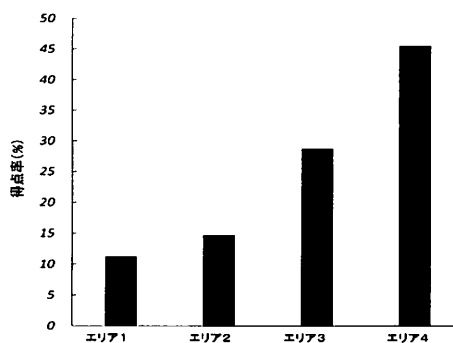


図1 エリア毎の得点率

正確性テストにおけるエリア毎の成功率は、エリア4が58.0%と最も高値を示し、エリア1とエリア4及びエリア2とエリア4との間に有意な差が認められた(図2)。

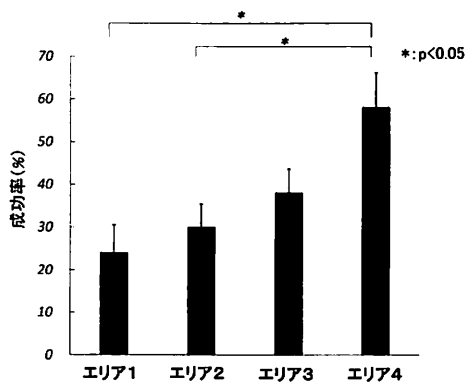


図2 エリア毎の成功率

これらの結果より、実際の試合において、シュートコースを選択する際に右下を選択することによって得点率を高められる可能性が推察された。

## 大学サッカー選手における12分間走とYo-Yoテストの関係

大野 優 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 伊原 佑樹 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 田中 重陽 (流通経済大学)  
 角田 直也 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

手島貴範 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 平塚和也 (国士舘大学体育学部)  
 細田三二 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

キーワード：Yo-Yo Intermittent Recovery Test, 競技レベル, ポジション

サッカーの体力的要素の指標として、古くから有酸素性能力を測定する12分間走(以下12MRT)が用いられてきており、この走行距離によって、選手の体力水準の評価が行われてきた。しかしながら、サッカーの運動様式は、ジャンプ、キック、タックル、スプリントなどの高強度の爆発的運動が、歩行やジョギングなどの低強度運動の休息期を介して90分間繰り返される間欠的運動である。従って、有酸素性能力のみならず、間欠的運動能力がサッカー選手にとって非常に重要な体力的要素であると考えられる。この間欠的運動能力を測定するテストとして、Bangsboによって開発されたYo-Yo Intermittent Recovery Test(以下YYIRT)は、繰り返し行われるランニング間の回復能力に焦点を当て、サッカーのような短い休息を挟んで激しい運動をする能力が求められるスポーツに適している。

本研究では、大学男子サッカー選手を対象に、12MRT及びYYIRT Level 2 (L2)を実施し、サッカーに必要なとされる体力的要因について競技レベル及びポジション別に検討することを目的とした。

被検者は、関東大学リーグ1部に所属している大学男子サッカー選手99名とした。これらの被検者を競技レベル及びカテゴリー別に分類した。競技レベル別においてAチームに分類した被検者は、2013年度JR東日本カップ2013関東大学サッカーリーグ戦に出場した者、または出場を前提にトップチームでトレーニングを積んでいた者とした。また、Bチームに分類した者は、リーグ戦での出場がなく、測定時において、下位チームでトレーニングを積んでいた者とした。カテゴリー別においては、Defender (DF), Midfielder (MF), Forward (FW)の3群に分類した。さらに、ポジション別として、Center Back (CB), Side Back (SB), Center Half (CH), Side Half (SH), FWの5群に分類した。12MRT及びYYIRT L2における走行距離の測定を全被検者で実施した。

その結果、12MRTとYYIRT L2との走行距離は、競技レベル及びカテゴリー別ともに両者間で有意な相関関係が認められた。また、12MRT及びYYIRT L2における走行距離は、競技レベルに対応して上位群が下位群に比

べて有意に高い値を示した(表1)。従って、YYIRT L2における記録が競技レベルを反映することが明らかとなった。

表1. 競技レベル別におけるYYIRT L2と12MRTの走行距離

Group	n	YYIRT L2 performance (m)	12 MRT performance (m)
A	33	1513.8 ± 279.7	3315.5 ± 106.5
B	66	1200.6 ± 274.4	3134.1 ± 179.1

YYIRT L2 : Yo-Yo intermittent recovery test Level 2 Values are expressed mean ± S.D.  
 12 MRT : 12-minute run test \* : Significant difference (p<0.05)

さらに、12MRTの走行距離は、各ポジション間に有意な差は認められなかったものの、YYIRT L2では、各ポジション間でサイドバックが最も高い値を示した(表2)。

表2. ポジション別におけるYYIRT L2と12MRTの走行距離

Category	Position	n	YYIRT L2 performance (m)	12 MRT performance (m)
DF	SB	16	1487.5 ± 324.7	3244.4 ± 192.7
	CB	18	1248.9 ± 321.9	
MF	SH	17	1402.4 ± 300.5	* 3211.2 ± 213.3
	CH	24	1195.0 ± 255.8	
FW	FW	24	1260.0 ± 300.3	3207.1 ± 182.1

YYIRT L2 : Yo-Yo intermittent recovery test Level 2 Values are expressed mean ± S.D.  
 12 MRT : 12-minute run test \* : Significant difference (p<0.05)  
 CB : center back SB : side back CH : center half  
 SH : side half FW : forward

これらのことから、競技レベル及びポジション別にYYIRT L2と12MRTとの関係について検討した結果、YYIRT L2は競技レベル及びポジション別の間欠的な持久性能力を把握できる可能性が示唆された。

## 発育発達に伴う女子サッカー選手の下肢筋形態と ボールキック能力及び有酸素性持久能力

杉山 真麻 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 伊原 佑樹 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 田中 重陽 (流通経済大学)  
 角田 直也 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

手島 貴範 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
 平塚 和也 (国士舘大学体育学部)  
 細田 三二 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

キーワード：女子サッカー，ボールキック能力，有酸素性持久能力

男子サッカー選手の発育発達について、幅広い年齢層を対象とした先行研究が存在するものの、その一方で女子サッカー選手の発育発達に関する研究は極めて少ない現状にある。従って、指導現場では、男子サッカー選手の発育発達に基づいた指導が女子サッカー選手のトレーニングに大きく反映されていることが予想される。

そこで、本研究では、発育期から成人期までの女子サッカー選手を対象とし、形態発育に伴う下肢筋形態とボールキック能力及び持久性能力の発達を明らかにすることを目的とした。

被検者は、10歳から21歳までの女子サッカー選手87名とした。これらの被検者を2歳毎の暦年齢別(18歳以降は全て1群)に分類した(表1)。

表1. 暦年齢群別にみた年齢及び身体的特性

群 (歳)	n	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI
10-11	11	11.1 ± 0.2	145.3 ± 1.8	35.9 ± 1.8	16.9 ± 0.4
12-13	18	12.8 ± 0.1	150.5 ± 1.2	42.4 ± 1.7	18.6 ± 0.5
14-15	12	15.4 ± 0.1	160.1 ± 1.7	52.3 ± 2.4	20.4 ± 0.7
16-17	26	16.8 ± 0.1	157.1 ± 1.3	50.7 ± 1.4	20.5 ± 0.5
18-	20	19.4 ± 0.2	160.9 ± 1.3	54.4 ± 1.5	21.0 ± 0.4

平均値 ± 標準誤差

下肢の筋厚は超音波Bモード法により、利き脚の大腿長50%部位に相当する大腿前部・後部及び下腿長30%部位に相当する下腿前部・後部を計測した。

ボールキック能力は、ボール飛距離、ボール速度及び足関節のスイング速度の測定を実施した。

持久性能力として、12分間走とbangsboのYo-Yo Intermittent Recovery Test Level1 (Yo-Yo test)を測定した。

身長や体重、BMIは10歳から15歳にかけて著しく増大し、15歳以上になると停滞する傾向を示した。これらのことから、女子サッカー選手における形態発育のスパートは、10歳から15歳頃に迎えることが推察された。下肢の筋厚は、FFMの3分の1乗当たりの相対値で、下腿前部においてのみ有意な差が認められた。

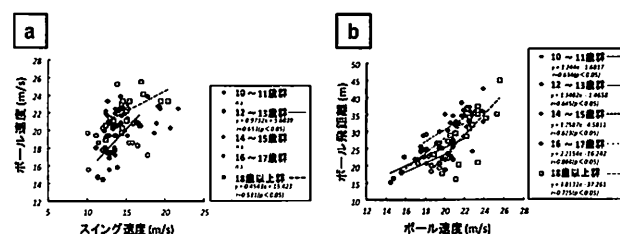


図1. 暦年齢群でみたスイング速度、ボール速度及びボール飛距離との関係

スイング速度はボール速度との間に、12～13歳群及び18歳以上群にのみ有意な相関関係が認められた(図1a)。ボール速度とボール飛距離の間には、すべての年齢群において有意な相関関係が認められた(図1b)。これらの結果から、ボール速度はボール飛距離を反映するが、スイング速度がボール速度と反映するのは、12～13歳及び18歳以上であることが推察された。

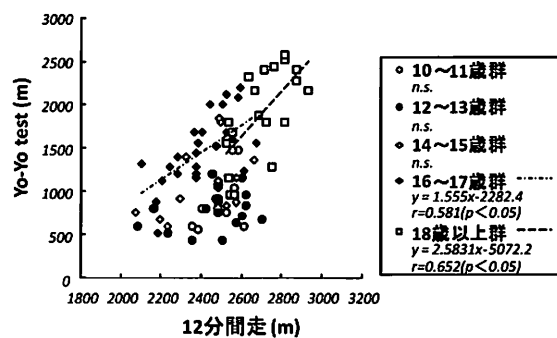


図2. 暦年齢群別にみた12分間走とYo-Yo testとの関係

12分間走とYo-Yo testの走行距離の間には、16～17歳群及び18歳以上群においてのみ有意な相関関係が認められた。この結果から、有酸素性能力と間欠的運動能力が関与するのは、16歳以上であるものと推察された。



## 大学生スポーツ競技者に対する栄養教育の効果

野崎 久美 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
手島 貴範 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
田中 重陽 (流通経済大学)

伊原 佑樹 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)  
平塚 和也 (国士舘大学体育学部)  
角田 直也 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

キーワード：食物摂取頻度調査, 行動変容, スポーツ栄養

スポーツ競技者にとっての食事は、良好なコンディションでパフォーマンスを実行するために、重要視されている。しかし、体育大学生における食生活の現状は、エネルギー及び各種栄養素等が不足している選手が多く存在することが、明らかとなっている。その理由として、大学生スポーツ競技者は、生活の乱れ等から欠食率が高いことなど様々な問題を抱えていることが挙げられている。加えて、栄養教育を受けにくい環境であり、各自の栄養素等摂取状況を把握する機会も少ないというのが実状として考えられる。そこで、本研究は、大学生スポーツ競技者を対象に、栄養教育を実施し、栄養教育の前後において栄養素等摂取量及び食生活に関するアンケートにどのような変化が生じるかについて検討することを目的とした。

大学準硬式野球選手50名を、居住形態別に一人暮らし群41名、実家群9名に分類し、食事調査及び栄養教育を実施した。食事調査は、2013年5月と10月に、食物摂取頻度調査方法を用いて実施した。調査時期は、春季リーグ及び秋季リーグの期間であった。栄養教育の内容は、春季リーグ期及び夏合宿時に水分補給、試合前の食事及び試合後の食事についてリーフレットを配布した。栄養講義は、食事バランスについて及び水分補給について実施し、講義の際に、料理のレシピ集を配布した。

表1. 対象者の栄養摂取状況

	Alone (n=41)		p値	Home (n=9)		p値	Alone - Home	
	Pre	Post		Pre	Post		Pre	Post
エネルギー (kcal)	1936±642	1694±421	*	2157±993	2481±892	n.s.	n.s.	n.s.
たんぱく質 (g)	61.5±21.8	52.1±16.9	n.s.	72.2±34.6	87.9±24.2	n.s.	n.s.	n.s.
脂質 (g)	69.0±30.2	58.6±17.0	n.s.	71.1±30.8	89.7±28.8	*	n.s.	n.s.
炭水化物 (g)	254.5±85.4	226.2±57.9	n.s.	293.9±152.9	318.2±146.2	*	n.s.	n.s.
カルシウム (mg)	494±250	417±166	n.s.	582±402	773±488	n.s.	n.s.	n.s.
鉄 (mg)	6.3±2.3	5.3±2.1	n.s.	6.8±3.3	8.3±3.2	n.s.	n.s.	n.s.
レチノール当量 (μg)	404±176	353±155	n.s.	502±294	688±384	n.s.	n.s.	n.s.
ビタミンB1 (mg)	0.94±0.37	0.79±0.29	n.s.	0.98±0.45	1.25±0.38	**	n.s.	n.s.
ビタミンB2 (mg)	1.05±0.44	0.91±0.29	n.s.	1.15±0.63	1.43±0.59	n.s.	n.s.	n.s.
ビタミンC (mg)	46±23	43±26	n.s.	67±51	99±72	*	n.s.	*
食物繊維 (g)	8.3±2.9	6.9±3.1	*	10.5±5.9	12.8±7.8	n.s.	n.s.	**
食塩 (g)	9.6±3.3	8.7±3.0	n.s.	9.6±3.7	10.2±5.5	n.s.	n.s.	n.s.

Alone: 一人暮らし群 Home: 実家群 Pre: 栄養教育前 Post: 栄養教育後 \* p<0.05 \*\* p<0.01 平均値±標準偏差  
本検定は、残差法によるエネルギー調整を行い実施した。

表1は、両群のエネルギー及び栄養素等摂取量状況を示したものである。エネルギー及び栄養素等摂取量は一人暮らし群では、教育前に比べ教育後において、エネルギー

及び食物繊維の項目で有意に低い値を示し、実家群では、脂質、炭水化物、ビタミンB1及びビタミンCの項目において有意に高い値を示した。

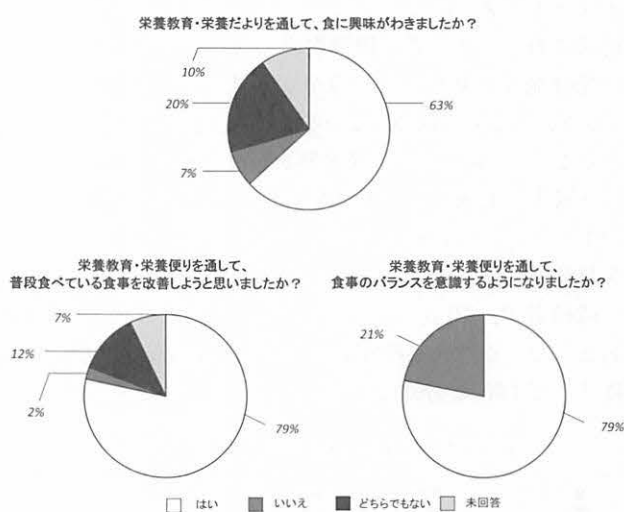


図1. 栄養教育・栄養だよりの効果

図1は、栄養教育と栄養だよりの効果についてのアンケート結果を示したものである。「栄養教育・栄養だよりを通して、普段食べている食事を改善しようと思いましたか?」及び「栄養教育・栄養だよりを通して、食事のバランスを意識するようになりましたか?」という項目に対して、「改善しようと思った」及び「意識するようになった」と回答した人が8割近く存在した。

これらの調査結果から、5か月に渡る栄養教育を実施したことにより、栄養摂取状況の改善は一人暮らし群においては認められなかったが、実家群では、一部の栄養素において改善が認められた。また、アンケート結果から、食事に対する意識の向上がみられた。本研究の結果から、栄養教育内容の実践を継続させるためには、今後も継続的な栄養教育を実施していくことの重要性が示唆された。

## 高酸素環境が運動時および運動後の脂質代謝に与える影響

大場 隆輝 (東京大学大学院新領域創成科学研究科)

福岡 千穂 (東京大学大学院新領域創成科学研究科)

石井 直方 (東京大学大学院新領域創成科学研究科, 東京大学大学院総合文化研究科)

キーワード：高酸素環境, 脂質代謝, 脂質酸化量

**【緒言】** 現在, メタボリックシンドローム患者の増加の影響を受けて運動が脂質代謝に与える影響について多くの検討がされている。その一つに運動中に高酸素環境を利用することで代謝が脂質優位になるという報告<sup>1)</sup>がある。しかしこれらの報告は呼吸交換比からの報告がほとんどであり代謝に関わるホルモンや基質の動態などからその効果については明らかになっていない。

さらに近年, 運動後の回復期に脂質代謝が亢進するという報告<sup>2)</sup>があり, 高酸素環境を回復期に利用することで脂質代謝が増加する可能性もあるがそれについてはほとんど研究がされていない。

したがって本研究では, 高酸素環境が運動時および運動後の代謝に与える影響について呼吸交換比および代謝関連ホルモンやエネルギー基質の観点から明らかにすることを目的とした。

**【方法】** 健康な20代男性8名を被験者とした。吸引酸素濃度は21% O<sub>2</sub>または60% O<sub>2</sub>であった。自転車エルゴメータでの30分間の定常負荷 (60%VO<sub>2max</sub>) 運動の後, 回復期として60分間安静状態を保ってもらうことで, 酸素濃度の違いが運動中および回復期の代謝応答に与える影響について検討した。測定指標は呼吸交換比 (RER: VCO<sub>2</sub>/VO<sub>2</sub>), 脂質酸化量 (RERからIndirect Calorimetry法により計算), 心拍数 (HR), ノルアドレナリン, アドレナリン, インスリン, 遊離脂肪酸, 血中乳酸濃度, 血糖値であった。

すべての測定項目は二元配置分散分析を行った後, 酸素濃度の効果および交互作用が認められた場合には, Bonferoni法で多重比較検定を行った。脂質酸化量は対

応のあるt検定により比較した。有意水準は危険率5%とした。

**【結果】** RERは運動時に高酸素環境で有意に低下し (図1), 脂質酸化量は運動時 (図2) および回復期5分間に高酸素環境で有意に増加した。運動時はアドレナリン, ノルアドレナリン, 血中乳酸濃度, HRが高酸素環境で有意に低下した。回復期はHR, 血糖値が高酸素環境で有意に低下した。

**【考察】** 運動中はカテコールアミンの減少, 増大によって血糖値は維持されるので, 本研究において高酸素環境で運動時脂質酸化量が増加したのは, 相対的運動強度が下がり, 血漿カテコールアミンが減少し, グリコーゲンの分解が抑制され, 糖代謝の割合が減少したことが原因として考えられる。

また, 高酸素環境における運動時血中乳酸濃度の低下からも糖代謝の割合は減少しているといえる。運動時のHRは, 高酸素環境で低くなったことから, 高酸素環境ではHRが減少し身体的ストレスが軽減されるといえる。一方, 運動後においては5分間のみ高酸素環境で脂質酸化量が高い状態が維持されたが, それ以降は高酸素環境による効果は認められなかった。

**【結論】** 高酸素環境下では, 運動時の脂質代謝は高まり, その背後にはカテコールアミン分泌量の低下があること, またその効果は運動終了5分程度は残存しているが, それ以降では認められなかった。

### 【参考文献】

- 1) Welch H et al. J Appl Physiol. 51(3): 725-731. (1981)
- 2) Kuo C et al. J Appl Physiol. 99(1): 349-356. (2005)

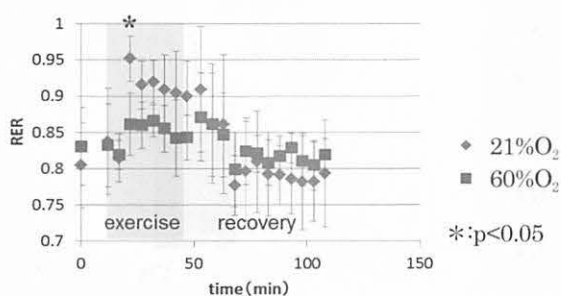


図1. 運動時および回復期のRERの変化

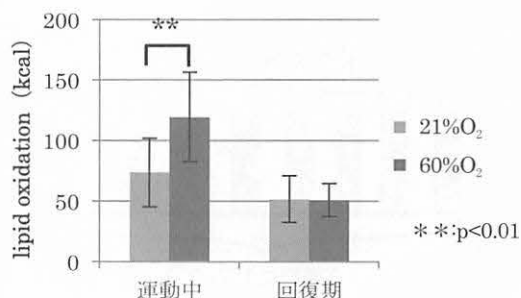


図2. 運動時および回復期の脂質酸化量平均値

## プロラグビー選手のシーズン中の体力低下を防止するための 低酸素トレーニングの効果

安藤真由子 ((株)ミウラ・ドルフィンズ, 鹿屋体育大学大学院)

山本 正嘉 (鹿屋体育大学スポーツ生命科学系)

キーワード：ラグビー, 低酸素トレーニング, 補助トレーニング

### 【目的】

我が国のプロラグビー競技において、トップリーグとよばれる1次リーグは、全8チームによるリーグ戦方式が、約5ヶ月間にわたり行われる。シーズン中はほぼ毎週のように試合が行われるため、後半期になるにつれ、連戦の疲労や怪我等で体力を維持することが難しくなる。

本研究では、国内のトップリーグで活動するプロラグビー選手に、リーグ期間中、体力を維持するための補助トレーニングとして、低酸素トレーニングを行い、その効果を検証することを目的とした。

### 【方法】

被検者はトップリーグに所属するプロラグビー選手6名(フォワード選手3名, バックス選手3名)とした。低酸素トレーニングを行う前後にパフォーマンステストを行った。パフォーマンステストは、トレッドミルを用いた多段階負荷試験を行い、その際の心拍数(HR)、血中乳酸濃度(La)、主観的運動強度(RPE)を測定した。

低酸素トレーニングは、標高2,200m相当(酸素濃度16.0%)に設定した常圧低酸素室内で、1週間に1回の頻度で8週間(合計8回)行った(図1)。トレーニングはトレッドミルを用い、フォワード選手は(20秒ウエイトトレーニング+40秒ランニング+30秒休息)×10セット、バックス選手は(60秒ランニング+45秒休息)×10セッ

トを行った。ランニングの強度は、トレーニング前に行ったパフォーマンステストより求めた80%HRpeak強度から開始し、被検者の体調を考慮しながら負荷を調整した。ウエイトトレーニングは、自重で行うプッシュアップ等とし、回数は時間内にできる最大努力回数とした。トレーニング中は心拍数を測定した。

### 【結果と考察】

トレーニング後に測定した多段階負荷試験時の同一負荷で、被検者のほぼ全員にHRとLaの低下が見られた。さらに、OBLA強度時の走速度は、トレーニング後に有意に増加した(図2)( $p < 0.01$ )。また、「疲労や怪我で、練習の量や質が低下するシーズン後半前に、短時間で高強度のトレーニングができたことがよかった」、「シーズン後半も、試合の最後まで体力維持が出来た」という選手の自省報告があった。しかし一方で、「低酸素の刺激が思った以上にきつすぎて、通常のトレーニングに支障をきたした」という報告もあった。

本研究より、プロラグビー選手のシーズン中の体力を維持するために、短期間の低酸素トレーニングが有効であることが示唆されたが、今後は、通常のトレーニングと併用できるように、個々に応じたトレーニング負荷を検討する必要があると考えられる。

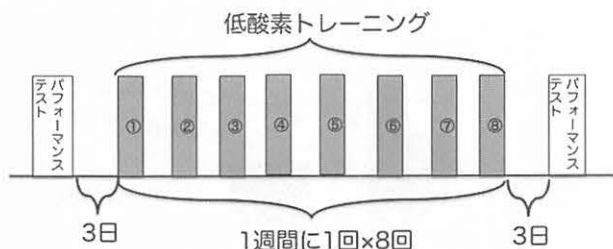


図1. 低酸素トレーニングと測定のスケジュール

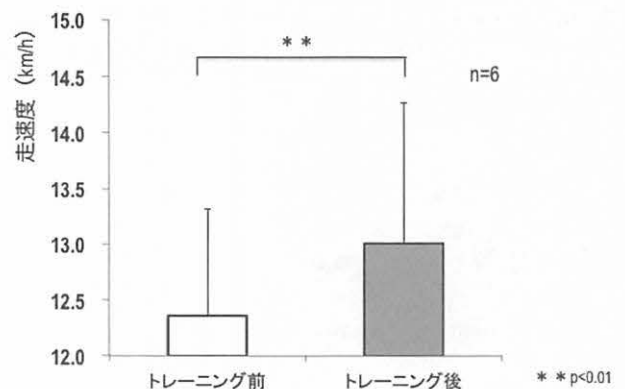


図2. トレーニング前後のOBLA強度の変化