

慶應義塾大学体育研究所

プロジェクト研究報告 2008

2008年3月

はじめに

慶應義塾大学体育研究所

所長 植田 史生

本研究所は、研究活動、教育活動、スポーツ振興の三つを活動の柱としています。「健全な身体と身体活動に関わる幅広い知識の育成」が不可欠であり、体育・スポーツ活動の積極的な展開が可能となるようこの三本柱が必要と考えるからです。1991年の大学設置基準の大綱化以降、教育カリキュラムの中心が専門教育に移行していくなか、本塾の保健体育科目も1993年から必修が、選択科目となりました。しかし、体育・スポーツにおける身体活動は、健全な精神、身体的な健康の維持・増進に関与し、人格形成に大いに役立つものであり、まさに感動教育・体験教育の実践の場であり必要不可欠であるということが出来ます。大綱化から17年経過した現在は、大学での教養教育の重要性が再認識されています。なかでも、身体知に関しては大学教養研究センターに協力し、教育の質の向上に寄与するとともに「感動体験を基礎とした新しい教養教育」実現のため努力しています。

2008（平成20）年の慶應義塾創立150年へ向けて、体育教育の充実を図るために、個人研究はもとより全所員が協力していくつかのテーマの下に研究活動を行うべく、2006（平成18）年4月に研究委員会（村松憲委員長）が中心となり5つの研究プロジェクトを立ち上げました。このたびこの活動の成果として、研究プロジェクト報告書が、刊行の運びとなりました。

プロジェクトのテーマは、「慶應義塾の体育における一貫教育について」、「産学協同スポーツプロジェクトマネジメント」、「スポーツ技術向上のための指導プログラムの開発」、「塾生の身体機能および形態の特徴とその評価に関する研究」、「体育・スポーツに関する人文・社会学的研究」です。

「一貫教育校との連携」（リーダー：加藤幸司君）の内容は、慶應義塾における体育の一貫性について検討するために、一貫教育校の体育に関する連携と交流の現状を調査する。「産学協同スポーツプロジェクトマネジメント」（リーダー：石手靖君）の内容は、塾生を中心としたスポーツ競技サポートチームの編成を通して、慶應義塾大学、地域スポーツクラブ、企業、地域住民それぞれの利潤について調査・検討を行い、これら四者の共同組織を開発する。「技術向上のための研究」（リーダー：村山光義君）の内容は、映像等、各種機器を用いてフォームやスウィングスピードを評価し、履修学生や体育会部員の運動スキル向上の一助となるような科学的サポートシステムを開発する。「塾生の形態・運動機能の評価」（リーダー：佐々木玲子君）の内容は、本研究所独自の、より専門的な形態・運動機能の評価を塾生に対して行う。「体育・スポーツに関する人文・社会学的研究」（リーダー：加藤大仁君）の内容は、体育・スポーツに関して、体育原理・体育史・体育社会学・体育心理学など文系的切り口から研究を行う。

以上のように研究テーマ・内容は多岐に渡り、いずれも体育・スポーツの重要な研究課題であり、この研究報告が貴重な資料になる事と思います。

最後に、本研究プロジェクトにご協力いただきました皆様に心より御礼申し上げます。

慶應義塾大学体育研究所 プロジェクト研究報告 2008

巻頭言

所長 植田 史生

慶應義塾の体育における一貫教育について

加藤 幸司ほか…………… 1

産学協同スポーツプロジェクトマネジメント

——日吉キャンパスの可能性——

石手 靖ほか……………11

スポーツ技術向上のための指導プログラムの開発 …………… 17

フライングディスク・サイドアームスローの技術指導

——映像の遅延再生と技術要点の絞込み指導による効果——

村山 光義ほか……………19

大学テニス授業への映像フィードバック導入事例

——自動スロー再生機能を用いて——

村松 憲ほか……………31

加速度センサを用いた竹刀剣先速度評価システム開発の試み

吉田 泰将ほか……………40

塾生の身体機能および形態の特徴とその評価に関する研究 …………… 51

塾生の形態および身体機能特性とその評価 ～評価ノルム作成の試み

佐々木玲子ほか……………53

超音波法を用いた塾生の形態評価について

村松 憲ほか……………63

塾生の内中膜複合体厚について

奥山 静代ほか……………73

様々な重心動揺指標を用いた本塾塾生の平衡機能の評価

牛山 潤一ほか……………79

体育・スポーツに関する人文・社会科学的研究 …………… 95

大学生のスポーツ・運動行動とその意識に関する調査

野口 和行ほか……………97

学校教育現場でのBLS教育普及活動への提言

～慶應義塾におけるBLS教育の事例～

山内 賢ほか…………… 110

公共政策としてのスポーツ政策に関する一考察

加藤 大仁ほか…………… 124

編集後記

慶應義塾の体育における一貫教育について

プロジェクトメンバー：加藤幸司（代表）、安藤勝英、綿田博人、松田雅之、吉田泰将、西村忍

中央教育審議会の「健やかな体を育む教育の在り方に関する専門部会」が発表した中間報告では、『子どもたちにとって必要なもの』を『すべての子どもたちが身に付けられるようにすること』が強調されている。このミニマムを考えるに当たっては、児童・生徒という限られた期間に留まらず、生涯を通じたスポーツ活動の在り方に配慮することが重要である。本塾が明治以来とってきた一貫教育制度は、その目的達成へ向けて大きな役割を担っていると考えられる。しかしながら、現在、幼稚舎から大学に至る体育授業カリキュラムが有機的一貫性をもって実施されているかどうかは明らかでない。

本プロジェクトでは、今後の塾全体の体育教育の一貫性を考えるために、一貫教育校間の体育教育における連携と交流の現状をまとめたのでここに報告する。

慶應義塾の体育における一貫教育について

加藤幸司（リーダー）、安藤勝英、綿田博人、松田雅之、吉田泰将、西村忍

I はじめに

近年、初等中等教育をめぐり、小中一貫教育や中高一貫教育について盛んに議論されるようになった。この動きは平成9年6月に中央教育審議会が、中等教育の一層の多様化を推進し、生徒一人一人の個性をより重視した教育の実現を目指すものとして、公立校における中高一貫教育の選択的導入を提言したのを踏まえ、当時の文部省が平成11年4月に制度化したことでより活発になってきた。また、初等中等教育を一貫してとらえ、各学校段階間での連携を強化するために一貫性・系統性をもったカリキュラムを確立し、より望ましい連携や接続のあり方について検討する必要性も指摘されている。現在では、小学校から中学校へ続く段階で、学校生活環境や授業（指導）方法等の違いの大きさに戸惑いを感じ、大きなストレスを感じる子どもも多く、何らかの策が講じられるべき時にきている。一貫教育導入の意義については中央教育審議会の答申に譲りここでは触れないが、現実的な課題は、いかにして初等中等教育としての一貫性を作り上げるかということになるであろう。

それでは慶應義塾における一貫教育についてはどうであろうか。本塾の小学校から大学に至る一貫教育の構想は、1898年の組織改編により実現したとされており、その歴史は古く、塾の誇るべき伝統の一つであるともいえる。各一貫教育校は福澤の教育理念を継承し、それぞれの歴史と伝統を土台に、独自の教育方針とカリキュラムを持って運営されている。現在の塾における一貫教育に関する動きとしては、「これからの一貫教育」諮問委員会（2007年4月発足）が、既存校における環境・施設整備と新

しい初等中等教育校の設置について検討を続けており、2011年4月に新しい初等中等教育校を開校することを発表している。また、「BLS（Basic Life Support）」朗読会（「古事記」、「福澤諭吉の手紙」）や群読会（「平家物語」）、「高大連携」プログラム、慶應義塾外国語教育の小・中・高・大の連携を考えたシンポジウムなど、塾内では様々な活動が展開されている。

こうした一貫教育に関する塾内外の動きの中で、体育科目という教科としての一貫性についてはこれまでどのような議論がなされてきたのであろうか。それに関連するものとして以下のような議論が見られる。

1998年に「慶應義塾における体育・スポーツのあり方を考える懇談会」で、全塾的な体育・スポーツに関する将来構想を立案し、慶應義塾で学ぶすべての者、教職員、塾員を対象とした施設の改善・再構築を提言している。また、「保健体育・スポーツ活動推進に関する提言」（体育研究所将来構想委員会）では、現状の問題点と新キャンパスへの課題として、慶應義塾一貫教育の視点という項目を設け、新たなカリキュラムの開発、研究と教育のリンク、人材確保や教材・授業研究のシステム化などの取り組みを可能にする観点から、一貫教育校との有機的な連携の重要性を指摘している。体育教育の一貫性について議論を深めていくことは、多様化と個性重視の教育という要請に応えるだけでなく、一人一人のよりよい発育発達を促すためにも必要なことであろう。しかしながら、その後、塾内の様々な条件や状況の変化によって、これらの提言に関する具体的な議論の進展は見られない。

このような経緯の中で、本プロジェクトは、慶應義塾における体育の一貫教育に関する基本的な考え

表1 聞き取り項目

一貫教育校への聞き取り項目

学校名

一貫教育校間の連携・交流

- (1) 一貫教育校の横のライン（中学校間、高等学校間）の連携や交流はありますか？

あるいは過去にありましたか？

ある ・ ない ・ 過去にあった
いつ頃？

- (2) (1)で、「ある」または「過去にあった」と回答した場合には具体的に相手校、時期、内容、方法について教えてください。

- (3) 一貫教育校の縦のライン（幼稚舎から中学、高校、大学間）での連携や交流はありますか？

あるいは過去にありましたか？

ある ・ ない ・ 過去にあった
いつ頃？

- (4) (3)で、「ある」または「過去にあった」と回答した場合には具体的に相手校、時期、内容、方法について教えてください。

- (5) 一貫教育校の連携・交流についてどのように考えていますか？

(積極的・前向き、消極的、否定的、どちらともいえない)

率直なご意見をお聞かせください。

- (6) 慶應義塾全体の体育教育の発展のために、今後どのような方向へ進んでいくことが望ましいとお考えですか？

表2 一貫教育校の連携・交流の現状

	横の連携	縦の連携	連携の考え方
A 小学	—	なし	前向き
A 中学	なし	なし	前向き
B 中学	なし	ある	前向き
C 中学	なし	ある	どちらともいえない
A 高校	なし	なし	どちらともいえない
B 高校	なし	なし	どちらかといえば消極的
C 高校	なし	なし	どちらかといえば消極的
D 高校	なし	ある	どちらともいえない

方や方向性について検討を進めるための第一歩として、一貫教育校間の連携・交流の現状と考え方について聞き取り調査を行ったので報告する。

II 聞き取り調査の概要

調査対象：慶應義塾一貫教育校

幼稚舎、普通部、中等部、湘南藤沢中等部、慶應義塾高等学校、志木高等学校、女子高等学校、湘南藤沢高等部

調査内容：聞き取り項目の用紙を表1に示した。インタビュアーは、この表に基づいて聞き取りを進め、その内容を記録した。内容をまとめる段階で、「連携の考え方」の表記については、インタビュアーが直接聞き取り確認した、あるいは聞き取りの内容から判断して記入した。

調査実施時期：平成18年10月から平成19年1月

調査結果の概要：調査結果の概要を一貫教育校の連携・交流の現状として表2に示した。

III 体育における一貫教育校間の連携と交流に関する現状

まず初めに、現在の一貫教育校間の縦と横のつな

がりについて見てみよう。中学校間、高等学校間の横のつながりを意識した連携や交流は、これまで行われたことはないという回答であった。一方、縦のつながりはどうかというと、B中学とC中学およびD高校から、学校全体としての4校懇親会や連絡会が年1回開催されているという回答が得られた。またA中学とA高校との間で教員の人事交流が始まったという回答があった。

4校懇親会はA小学、A中学、B中学、C中学・D高校の4校が毎年持ち回りで幹事校となって開催されている交流会で、ふだんはほとんど顔を合わせることのない他校の教員と教科の枠を越えて親交を深めつつ、情報交換および意見交換をする貴重な場となっている。この懇親会は全教員の参加が原則となっているが、実際の参加人数は開催校（場所、時期）によっても異なり、C中学・D高校での開催を例にとると、教職員全体で約100名、内C中学・D高校からは全教員の約5割に当たる30名程度が参加していた。また連絡会と呼ばれるものは、毎年5月頃に、A小学・B中学・A高校・B高校・D高校の間で実施される交流会である。いずれも教科の枠を越えて教員の交流が行われるため、柔軟な発想が生まれ、様々な角度、視点からそれぞれの担当教科を見つめ直すことができ、意外な発見があるという。このような交流によって得られる情報を積極的に活用していくために、体育という個別の教科の中でも一つの方向性を持たせるよう、一貫教育校間で一歩踏み込んだ議論をしていく価値はあると思われる。

体育科教員の人事交流は、平成19年度よりA中

学の教員が週1日、A高校へ出講し、4時間分の授業を担当する形でスタートした。この交流は、今後、教員が相互に乗り入れすることで、双方の学校で行われている体育教育について理解を深めながら教員間での議論を活発化し、一貫教育校としてのメリットを生かした、長期の体育教育カリキュラムを編成していくための一つのきっかけになるものであると考えられる。

こうしたいくつかの動きのほかに、過去に一度、情報交換の場として一貫教育校の体育教員が招集されたことがあったようである。しかし残念ながら、その場で議論された内容については一切記録が残されておらず、その後は一度も開催されていないため、議論は進展することなく今日に至っているのが現状である。

ここで一貫教育校において、開設当初から中学校と高等学校が中等教育学校に近い実施形態をとっているC中学とD高校について見ておきたい。

C中学とD高校は、中高での6年間、塾の一貫教育を受けることを前提として教育システムが組まれている。キャンパスを一にするだけでなく、校舎を共有していることは、6年間一体的に中高一貫教育を行う上で環境的に非常に整えられた条件にあり、より効率的な教育活動を可能にしている。これは他の一貫教育校には見られない特色といえる。教員の間では、C中学とD高校で一つの学校であるとする捉え方が根本にあるためか、中学・高校間の連携という意識はあまりないようである。年間の指導計画は1年生から6年生という区分で作成されていること、教員は体育に限らず中学と高校に相互乗り入れして授業を行っていること、また体育祭を中高一緒に実施することなど、学校設立の背景を考え合わせても、これは当然のことであるともいえよう。体育については教員が長期シラバスとでもいべき長期指導計画案を作成している。この長期シラバスが十分に生かされ、生徒の発育発達がより良い方向へ向けられるような教育活動が展開されることを期待するものである。

以上、体育における一貫教育校間の連携および交流の現状を眺めてきたが、C中学とD高校のような、一つの学校として中高一貫教育という6年間を見通した一体的な教育活動を行うことを念頭において設

立された学校を除けば、現段階ではまだそれほど積極的な連携や交流には至っていないようである。

Ⅳ 体育における一貫教育校の連携と交流についての意見

次に、前述のような現状を踏まえて、各学校ではこれからの体育における一貫教育校間の連携や交流について、どのような意識を持っているかについて見てみたい。

今後の連携・交流に関する質問に対して得られた主な意見は以下の通りであった。

1. 現状では塾の初等中等教育で、体育教育に一貫性があるとは言いがたい。
2. 連携・交流には様々な制約がある。特に時間的な不足が大きい。
3. 時間、タイミングがうまく合えば、連携や交流は可能になるかもしれない。
4. 横のつながりで情報交換するのが第一歩ではないか。
5. 縦のレベルではなかなか調整が難しいと思われる。その調整を大学（体育研究所）がしてくれるといい。
6. 連携・交流について特に考えていないが、体育に関しては少し連携も図ったほうがよいのではないかと思う部分もある。
7. 体育に関しては、一つの方向性を持って少し連携した方がよい。
8. 体育研究所とプロジェクトを組み合わせながら、今後の一貫教育の発展を考えたい。
9. 連携・交流は特に考えていない。
10. それぞれの条件がまったく違う学校間で、一つの目標に向かって授業を行っていくのはとても難しいと思う。
11. 学校の形態を考えると、連携・交流にはどちらかといえば消極的にならざるを得ない。
12. 男女共学がネックになっている部分がある。

これらを見ると、連携と交流の推進に関してのスタンスが、前向き、どちらかといえば消極的、どちらともいえない、という三つに分けられるようであ

る。

前向きな意見の例として、A 小学は、これまでいずれの一貫教育校とも体育教育に関する連携・交流の機会をもったことはないが、教員の考え方は積極的であり、生徒の進学先となる A 中学、B 中学および C 中学との間で体育教育に一貫性を持たせたいと考えている。また A 中学のように、一貫教育校間の連携・交流について基本的なスタンスは決してネガティブではなく、ある程度タイミングと場面が整えば、交流をスタートさせることも可能であろうとしている学校もあった。さらに縦のレベルで連携していくことは諸々の条件を調整するのが難しいと考えられるので、横のレベルでの情報交換をスタートさせることが第一段階になるのではないかという見方もあった。さらに一部にはこうした連携・交流をコーディネートする役割を生涯スポーツの高等教育機関である体育研究所に果たしてもらい、大学とプロジェクトを組み合わせながら体育の一貫教育を發展させたいという意見も見られた。

どちらかといえば消極的とする立場として C 高校からは、生徒の構成を考えると、今後の展開に目を向けても消極的にならざるを得ないといった意見が出されている。C 高校は独特の立場であり、いかにより授業を生徒に提供するかということに主眼を置いており、塾全体の体育教育を考える場合でも、それぞれ条件の異なる学校間で一つの目標を設定すること自体、とても難しいと考えているとのことであった。

その他に、一つの学校内においても、連携・交流についての考え方に、教員間で多少の温度差があるのも事実のようである。

次に、以上の意見と関連して出された問題、すなわち連携・交流を進める上で障害となり得る問題について触れておこう。ほぼどの学校にも共通していることは、絶対的な時間の不足である。これが連携・交流活動を志向し、計画を進める際のネックになっているとする意見が多い。実際にどの教員も多くの校務を抱えており、その結果、一貫教育校間での連携や協力は必要であると十分に認識しながらも、時間的な制約のためとても手が回らないというのが現場の声であった。また、学校の所在地の問題が一部連携・交流の活発化を妨げる要因になっていると

の指摘もあった。しかしながら、中には地の利を生かして独自の活動を生み出し、それを核とした一つのモデル校となることで交流推進の可能性を模索しようとする積極的な考えも示されており、所在地の問題が必ずしもマイナスの方向へ作用するとは限らないのではないだろうか。

どの一貫教育校も、抱えている条件（カリキュラム、体育スポーツ施設設備条件、教員構成や生徒構成などの人的条件、時間的條件、地理的條件等）はそれぞれに異なり、その限られた条件の中でいかに児童・生徒によりよい体育教育を展開するかということに力を注いでいる。そうした条件の異なる下での教育活動の積み重ねが、連携・交流の考え方に対するスタンスの相違を生み出す原因の一つになっていると考えることができる。またこのスタンスの違いは、“同一の中の多様”と表現されるように、今日まで塾の一貫教育校がそれぞれ異なった設立の背景、歴史と伝統を有し、それが学校の個性へと發展しながら、独立した教育方針を持って教育が行われてきた当然の結果であるともいえよう。

こうした状況を十分に踏まえながら、なおかつ、よりよい発育発達を考慮した、長期に渡る体系的な体育の一貫教育について議論することは、人生 80 年時代の生涯教育システムの観点からも決して無駄なことではないと思われる。

そもそも何のための連携・交流なのか。塾の一貫教育が制度として確立してから久しいが、その中で体育教育は各学校の枠内で完結しており、小学校－中学校－高等学校－大学という慶應義塾の一貫教育のつながりの中で、その制度の利点を生かした、縦に一本貫くような長期的・体系的な体育教育システムについて議論されたことはなかった。例えば、各学校では進学してきた生徒の心身の成長を促すために最大の努力をするが、出身学校から生徒に関する情報（身体測定データや体力測定データ等）の提供を受けることはほとんどなく、進学先の学校へ情報を提供することもなかったようである。児童・生徒が心身の健康上、何か問題を抱えていない限り、このような情報のやりとりは行われていないのが現状である。従って教員は事前に、入学してくる生徒の体育科目に係る情報や知識を全くといっていいほど持っていない。そのため入学後、新たにそうし

た情報を収集し積み上げていかなければならないのである。現在では、個人情報保護法の絡みがあるため、問題はそれほど簡単ではないが、この法律が成立する以前においても、各学校で蓄積された貴重な情報が、体育の一貫教育の中でほとんど生かされていないのである。これは体育に限ったことではないのかもしれないが、非常に残念なことと思われる。だがこれは裏返せば、一貫教育校間の交流を深め、連携を強めていくことで、今まで利用されることになかった蓄積された有益な情報資源が有効に活用され、各学校の体育教育に生かされる余地が残されていることでもある。さらにそれを発展させれば、慶應義塾全体のユニークで新たな体育教育システムを構築することへつなげ得るのではないだろうか。指導した生徒が次の新しい環境に順応できるよう、体育を通じて健やかに成長する過程に責任を持つことが重要である。

V 考えられる今後の連携・交流の方向性

それでは前述のような現状を打破していくために、今後どのような連携・交流の方向性が考えられるだろうか。いろいろ議論はあると思うが、仮に一つの大きな目標を、「幼稚舎から大学まで慶應義塾の体育教育に一貫性を持たせたシステムを構築すること」と仮定して、どのように連携や交流を図っていけばよいのか考えてみたい。

塾の小中学校における体育教育の方針に目を向けてみると、幼稚舎では水泳教育に力を入れており、全員が卒業するまでに1,000メートル泳げることを要求している。さらに必修の運動時間が設けられ、体育の授業とは別に、意識的に運動する機会を設けている。普通部では質実剛健をモットーとし、きつい運動もあえて行うという方針を採り、自分自身で健康を維持増進していく意識と行動力の養成をねらいに掲げている。ちなみに、プールがないため、水泳の授業は行われていない。中等部では、生徒が汗をかく、用具の管理・準備・片付けを徹底する、運動量（運動時間）を確保するという3点を重視している。湘南藤沢中等部では、高等部を含めた6年間で生徒の能力と個性を継続的かつ発展的に伸ばして

いくことをねらいとしている。

このように、学校によって体育の教育方針や重視する点が異なる。それに伴う体育のカリキュラムや指導も自ずと特色を持つことになろう。そこで塾内進学の子が入学前の学校でどのような体育教育を受けてきているのかを知るためにも、教員はまず各学校における体育の教育方針やカリキュラムについて知ることが重要である。それを前提として、互いの学校の体育教育を尊重しながら理解を深め、意見交換を進めていく過程で、生徒のより良い発育発達を促すために必要な体育に関する様々な事柄にまで議論を発展させていくことが可能になるのではないだろうか。幼稚舎と各中学校との間ではまだ見られないが、前述した通り、平成19年度から始まっているA中学・A高校間での教員の人事交流は、こうした一連の作業を進めていくための連携・交流のきっかけとして今後重要な役割を果たすと思われる。

また体育会の部活動に着目すると、どの学校も程度の差はあるがコーチの派遣や合同合宿などのイベントを通じて交流している。これを一つのモデルとして参考にしつつ、柔軟な思考で塾全体の体育教育を捉え直し、新たな体育教育システムを構築するといった作業を試みるのも一つの考え方であろう。例えば、運動種目によっては6・3・3・4年での長期指導計画を立て、指導内容を検討していくことなども考えられる。

具体的な連携や交流の手段・方法はいろいろ考えられるが、実際には、何か一つの連携・交流活動をきっかけにして議論を積み上げていく中で、小中9年間の新しい教育プログラムやカリキュラムが開発され、新たな学習スタイルが生み出されるであろう。同様のことは中学校と高等学校間でもいえることであり、最終的には大学での体育教育まで延長させて考えることが望ましい。繰り返しになるが、われわれには何よりもまずオープンマインドで交流し、お互いを知り、理解することが求められる。慶應義塾の一貫教育校の一つ一つが独自の歴史を持ち、独自の伝統を持っている。それを大切にすることこそ、新しく行動を起こそうとするときの学校間の壁は厚く高いともいえる。しかし、困難ではあるが、学校の枠を越えて体育教育の内容について論じる努力を続けることで、小学校から中学校－高等学校－大学

にいたる全塾的な体育教育に一貫性を持たせた新しいシステムを構築することが可能になるのではないだろうか。

VI 一貫教育校間の連携・交流の推進へ 向けて体育研究所は何をすべきか？

これまで述べてきた考え方を基本にして、一貫教育校間の連携と交流を推進していくに当たり、大学で体育授業を展開する体育研究所がどのような活動を進めていくべきかについて、本プロジェクト研究の結果を総括し明確化したいと思う。

第一に、体育研究所は、大学における体育教育について、一貫教育校の教員に対し積極的に情報を提供していく必要があると考える。体育研究所がどのような教育目標を持ち、体育の授業では何を目的として、どのような教育プログラムを展開しているのか、体育・スポーツ科学に関する研究活動の状況など、基本的な情報を発信し、広く塾内に知ってもらう努力をしなければならない。われわれが一貫教育校に関する情報を収集するだけの一方的なものではなく、体育研究所からも活動内容・活動状況を知らせることで、互いに今まで気づかなかった新たな発見がなされることも期待できる。一貫教育校ということで身近な存在であり、それゆえにかえって気がつかない点、知らない点がことのほか多い。今回の調査を実施して、各学校から新たに多くの情報を得ることができたのも事実である。こうした情報のやりとりをしていく過程で、例えば、高等学校は大学体育に対して何を期待しているのか、あるいは期待していないのか、また、幼稚舎や中学校は体育研究所との関係をどのように捉えているのか、関係発展の可能性はあるか等、連携・交流推進のための様々な議論を活発化させていくことにつなげることができるのではないだろうか。

第二に、一貫教育校間の連携・交流活動をコーディネートし、活動が円滑に進むようサポートしていくことが必要であると考え。前述の大学からの情報の流れと関連して、一貫教育校は、進学先となる学校（例えば幼稚舎なら普通部、中等部、SFC中等部）の体育教育やスポーツ活動に関する情報を収集し、それを生徒に提供する機会を設けることも重

要であると思われる。教育する側の教員だけが情報を持つのではなく、学ぶ側である生徒も情報を共有することは、生徒が自分の身体や健康に関する意識を高め、長い目で見た、運動を取り込んだライフスタイルを形成することに役立つであろう。このような活動を実践していくには、学校間の調整や協力がうまくなされなければならない。体育研究所は、全塾的な立場からそのサポートができるように機能しなければならないだろう。大学へ入学した学生に対する教育だけでなく、塾全体を見渡したサポートがより重要になってくるのではないだろうか。

第三に、慶應義塾における体育の一貫教育を発展させるための研究活動を、一貫教育校とともに進めていくことが必要であると考え。このテーマに沿った研究活動は、各学校が単独で進めるよりも、学校間で連携をとりながらプロジェクト研究の形で包括的に取り組んだ方が、それぞれの持てる資源を有効に活用し、より大きな成果をあげることが期待できる。ただしそのためには、一貫教育校と体育研究所間の研究協力体制を整備しなければならず、今後より一層、緊密なコミュニケーションを形成していかなければならないであろう。

以上挙げた3点は、本プロジェクトが、一貫教育の充実という目的へ向けて、体育研究所がとるべき活動の方向性を示したものであるが、最後に大学における体育の現状について簡単に触れておきたい。

本塾大学における体育科目は1992年の大学設置基準の大綱化に伴う教育カリキュラムの改定以来、総合政策学部と環境情報学部を除き、選択科目あるいは自由科目として扱われている。体育研究所は、体育実技、体育学講義および体育学演習を開講し、日吉キャンパスでは主に1、2年生を中心に授業を展開している。また三田キャンパスにおいても学生が体育の授業を履修し、身体運動の機会を確保できるよう、綱町グラウンド・武道場で授業を開講している。さらに体育・スポーツ科学に関する研究活動とスポーツを通じた体育教育活動の融合を図り、慶應義塾におけるスポーツ振興の推進に力を入れている。

こうした中で、近年、体育実技履修者数は、年間約7,000～8,000名（延べ人数）の間で推移している。一方、4割強（2006年度データ）の学生が体育

実技を履修せずに卒業している。この体育科目の履修状況に関して、一貫教育校出身学生の何割が履修し、反対に何割の学生は履修しなかったのかという数字を残念ながら押さえていない。体育実技を履修しない理由は様々であるが、本調査の流れからいえば、一貫教育校出身の学生が大学において体育科目を履修しないことがないことを望むものである。もっと積極的ないい方をすれば、大学へ入学したら当然のように体育科目を履修する、という意識をもつようになって欲しいということである。大学が生涯スポーツの高等教育機関における最後のステージであることを考えると、一貫教育校の出身者に限らず、体育科目を履修せずに卒業していく学生がいるということは、スポーツの価値に気づかせ、スポーツを生活化してライフスタイルを豊かにする動機づけを与えるという観点からも、非常に残念であると感じざるを得ない。

こうした現状を見てくると、慶應義塾における体育の一貫教育にはまだまだやるべき課題が残されていると同時に、多くの可能性も残していると思わずにはいられない。

参考資料

「21世紀を展望した我が国の教育の在り方について」 中央教育審議会第二次答申 平成9年6月
生活空間倍増戦略プラン 閣議決定 平成11年1月
教育改革プログラム 文部省 平成11年9月
中高一貫教育制度の導入に係る学校教育法等の一部改正について（通知） 平成10年6月

謝 辞

本プロジェクトの遂行にあたり、慶應義塾の各一貫教育校の先生方には多大なご協力をいただきました。深く感謝申し上げます。

産学協同スポーツプロジェクトマネジメント

—日吉キャンパスの可能性—

プロジェクトメンバー：石手靖（代表）、植田史生、須田芳正、加藤幸司

I はじめに

昨今、地域社会と大学との連携に関わる話題は多く、世間の関心が高まっているようである。同様に、企業と大学との関係についても例外ではない。

数十年前、大学のある街では大学生が街に溢れ、いわゆる大学街、学生街を形成していたが、慶應義塾大学が位置する地域（ここでは三田と日吉）を見ても、学生街といった色は薄れ、大学の存在しない他の街並みとほとんど変わらないのが現状である。この地域は、都市部であり居住者の減少、居住年数の浅い住民の増加で地域住民の連帯感の希薄化も明らかに進んでいる。また、大学の方とは言えば大学生の気質も変わり自分自身の大学に対する帰属意識が昔に比べれば低下しているように感じられる。

さて、世間の人々は当然豊かで文化的な生活を望んでいる。その中で、スポーツに関しては、健康や体力を意識しており、豊かな生活を送るための一要素であると考えている。多くの地域で、その住民のスポーツへの意識に関する調査が実施されており、その報告には年齢や性差の違いはあるものの、「スポーツ活動はしたいがあまり身近でない（施設や価格の問題も含む）」という意見が目立つ。スポーツに関する情報量の不足や、情報発信方法の問題もあるようにうかがえる。

そこで、本プロジェクト研究では、スポーツを通じて地域社会に対してできること、また、大学生に対してできることを考え、その活動の推進力となる仕組みや組織の構築を目指すものである。つまり、スポーツを通じた大学と地域スポーツクラブ、企業、そして地域住民相互の有益な関わり方に焦点を当て、調査、研究を進め、「慶應義塾および地域社会における健康増進、人格形成、社会教育の実践」、「地域に浸透したスポーツの振興およびスポーツ愛好者の獲得」、「地域における経済性の発見と活性化」を目的とするものである。

このことは体育研究所の教育方針「未来を切り開く為の行動力に溢れた塾生を育てる」に繋がり、ひいては慶應義塾 21 世紀グランドデザインの基本方針「21 世紀の基盤たるべき人を育み、学問と価値を創り、世界に貢献することを通して国際的に尊敬される学塾となるために、感動の湧き出る教育を実践し、新しい知的価値の創造と蓄積に精励し、新たな実業の世界を切り拓くこと」を実践することと確信している。次項以降でこの 2 年間の活動について報告する。

II YOKOHAMA FC との提携

1. 背景

これまで体育研究所では、塾生および教職員、そして一般市民を対象として、積極的にスポーツ振興活動を実践してきた。その間に主催した数多くのスポーツイベントの中で“KEIO Ball-Games Festa (2002・2003年)”及び“塾長杯フットサル大会 (2003年～)”の開催においては、当時、横浜市港北区日吉に事務所のあったプロサッカーチーム「YOKOHAMA FC」と会場の借用やイベントにおけるゲストの派遣等で協力をした。その後もこれまでにイベントの企画運営に関するミーティングを重ねる毎に、同じ地域でスポーツの発展に携わる組織として、地域における人と人との親交、交流の促進や人々の健康増進に対して、より積極的な動きはできないものだろうかとの議論が活発となった。

大学とプロサッカーチームとの提携の事例を幾つか挙げると、その内容は、大学のサッカー部がプロチームのサテライトチーム（二軍）となったり、プロチームが大学へ出資することにより、大学施設（グラウンド等）の定期利用をしたり、反対に大学がプロチームへ出資し、広告宣伝効果を得るといったものであった。

それに対して今回の内容は、市民クラブとして立ち上がったYOKOHAMA FCの地域に愛され支えられるチームづくりの信念と体育研究所の体育・スポーツに関する研究とが連携協力することにより、地域に浸透したスポーツの振興や地域における経済性の発見と活性化などに寄与できると考えた。大学にとっては新たな教育現場と貴重な研究材料の確保であり、地域スポーツクラブにとっては地域貢献と収益確保が成立する。地域住民（子供達）にとっては身近で良質の環境の中、サッカーというスポーツが学べるのである。このような共同事業が大学と地域スポーツクラブを中心とした新しいビジネスモデルの確立に繋がると考えたのである。

2. 記者会見の開催

2006年8月7日（月）15:00～16:10、日吉キャンパス来往舎1Fシンポジウムスペースにて記者会見を開催した。会見には奥寺康彦氏（YOKOHAMA FC代表取締役）、太田博喜氏（YOKOHAMA FC営業部長）、植田史生（体育研究教授・同所長）、石手靖（体育研究所助教授・本研究プロジェクトリーダー）が壇上に上がり、司会は広報室の小川健氏が務め、約30名のマスメディア関係者、塾生、教職員等の出席があり、提携内容の説明等が発表された。



記者会見の様子

3. 連携協力の概要

塾生を中心としたスポーツ競技サポートチームの編成を通して、慶應義塾大学、地域スポーツクラブ、企業、地域住民それぞれの便益について調査・研究を行い、これら四者の共同組織を開発することである。つまり、慶應義塾大学・横浜FCによる共同組織を構築し、塾生を中心としたスポーツ競技サポートチームを編成すること、そして、慶應義塾大学・横浜FCの拠点という地域の特性を生かしたスポーツ関連活動の実践である。

4. 主な活動

(1) 短期サッカークリニック無料体験会、及び短期サッカークリニックの開催

2006年11月13日（月）15:30～18:30、慶應義



低学年クラスを丁寧に指導する塾生コーチ



完成したばかりの人工芝グラウンドで楽しむ子供達

塾大学下田サッカーグラウンドにて近隣在住の幼稚園年中・年長児及び小学生に呼びかけ、地域のニーズ調査として無料体験会を実施した。指導はYOKOHAMA FC 普及部コーチと塾生数名が担当し、学年別4クラス（各60名定員）に計157名の参加があった。また同年12月4日（月）、11日（月）、18日（月）15:30～18:30、計3回、短期のクリニックを開催し、計159名が参加した。

(2) YOKOHAMA FC・KEIO サッカースクールの開催

2007年4月9日（月）より2008年3月末までの毎週月曜15:45～19:35、計39回（8月および祝祭日を除く）の予定で、「YOKOHAMA FC・KEIO サッカースクール」と銘打ち、慶應義塾大学下田サッカーグラウンドにおいて、近隣地域の幼稚園年中児～中学校3年生を対象に、株式会社横浜フリエスポーツクラブサッカースクール事業部との連携で、大学のある地域性を生かしたサッカースクー

ルの展開を開始した。

その目的は、健康増進、人格形成、社会教育の実践であり、地域社会に浸透したスポーツの振興、そして地域住民のスポーツへの意識および健康、体力に関する調査研究である。

スクールの学年別登録者数はほとんどのクラスで定員に対して満員となり、キャンセル待ちも受けている状態となった（2007年7月24日現在）。内訳は幼稚園生40名、小学生121名、中学生36名の合計197名である。

スクールの開催に先立ち、2007年3月25日（日）午前10時と午後1時開始の2回、日吉キャンパス日吉記念館前仮設教室にて、YOKOHAMA FCクラブの紹介、YOKOHAMA FCと体育研究所の提携についての説明、スクールの指導指針およびスタッフ、年間スケジュール等それぞれ約2時間ずつの説明会を行った。ほとんどのスクール受講生と父母の方々が出席し活発な質疑となり、スクールへの期待感が感じられた。



真剣に聞き入る父母の皆さん



Ⅲ セミナーの開催

第1回コンディショニングセミナーを、2007年7月7日(土)13:00～15:00、日吉キャンパス423番教室において、西村忍氏(体育研究所助教)を講師として「熱中症について」と題し開催した。一般市民(主に前記サッカースクールの父母)、30名の参加があった。



Ⅳ インターンシップ科目への協力

2007年度慶應義塾大学商学部・短期インターンシップ科目「社会との対話」において、ホームゲームの運営に関わる業務や地域でのイベント活動の運営、それらの観客動員に関する方法、調査、分析業務をその内容として、YOKOHAMA FC 事業



堂々と発表する塾生

部を研修先として準備した。その結果、平島恵君(商2)がYOKOHAMA FC 事業部を研修先に選び、夏季休業中の2～3週間研修し、その成果報告会が2007年12月4日(火)17:00～17:30、日吉キャンパス来往舎シンポジウムスペースにて行われ、「9月15日横浜FCホームゲームを機に長期的な観客動員方法を考察する」とのテーマで発表を終えた。

Ⅴ 公開講座の開催

各国のスポーツの捉え方を紹介しながら、スポーツを生活の一部として捉えることの面白さや楽しさを伝えること、日本におけるスポーツの文化的価値の理解と向上を目的に、塾生及び教職員、一般市民を対象に公開講座を開催した。大テーマは「スポーツと文化 ―過去、現在そして未来―」、講師には、マーティー・キーナート氏、奥寺康彦氏、小笠原清忠氏の3名を招聘し3回シリーズでの開催となった。

各講演では、日本におけるスポーツの文化的価値、スポーツの本質および特性をそれぞれの立場からの確に指摘した。(この公開講座の内容は刊行物として発行された(2008年3月31日))。

初回はマーティー・キーナート氏(株式会社楽天球団社長補佐・東北大学特任教授)で、タイトルは「日本のスポーツはどこへ行くか」(10月26日(金)J19番教室 16:30～18:00)、参加者は70名であった。日米を通じてスポーツビジネス界に身をおき、自身もスポーツマンであり、滞日35年の経験からスポーツを通じて日米の比較、日本の教育に警鐘を鳴らした。

第2回は奥寺康彦氏(株式会社横浜フリエスポーツクラブ代表取締役会長)で、タイトルは「ドイツにおける、スポーツクラブと地域の共生」(11月2日(金)来往舎シンポジウムスペース 16:30～18:00)、参加者は50名であった。日本国内最初のプロサッカー選手であり、横浜フリエスポーツクラブ(横浜FC)代表取締役会長、欧州のトップリーグで10年の長きに渡り中心選手として活躍された経験からスポーツクラブ組織のあり方等を語った。

最終回は小笠原清忠氏(弓馬術礼法小笠原教場三十一世宗家・慶應義塾大学非常勤講師)でタイ



興味津々の参加者

トルは、「小笠原流弓馬術礼法とスポーツ」(11月6日(火) 来往舎シンポジウムスペース 16:30～18:00)、参加者は38名であった。宗家という立場から礼法伝承に日夜心を砕かれ、昨今の礼儀作法の乱れを危惧された。

Ⅵ その他実施した活動

(1) 日吉地区盆踊り大会出店

- 2007年8月4日(土) @日吉台小
 ・ロータリークラブとの接点
 ・キックターゲット及びグッズ販売

(2) ヒヨシエイジ企画参加

- 2007年10月5・6日(土・日) @日吉記念館
 ・COMMUNI FIELD 参加
 ・こどもフットサル教室開催

Ⅶ 終わりに

本プロジェクト研究は、まだまだ途中の段階である。したがって、一つ一つの活動を地道に続け、実施する調査研究の成果をフィードバックし一歩ずつ進めていきたいと考えている。今後このプロジェクトによりスポーツ界での活躍を目指す塾生に対して、実践に基づく教育機会を提供し、スポーツ界で活躍できる新たな人材の育成をしたいと考えている。スポーツ振興、地域の活性化、競技力向上等における



熱弁を振るう講師

共同研究を行い、その成果を定期的に発表し、慶應義塾大学日吉キャンパスから YOKOHAMA FC と慶應義塾大学とで創造する新たなスポーツ文化を発信していきたいと考える。いつでも誰もがスポーツに親しめる機会と心のゆとり、絆の生まれる文化的な場所づくりを目指すのである。

参考資料

- (1) 平成16年度県民ニーズ調査(神奈川県、県民部広報県民課、平成17年3月)
- (2) 県民の体力・スポーツに関する調査(神奈川県教育庁教育部スポーツ課、平成14年3月)
- (3) 市民スポーツ活動実態把握・スポーツに関する意識調査(横浜市教育委員会、平成16年3月)

研究助成

- (1) 平成19年度調整予算(日吉)プロジェクト事業(春申請) 事業題目:スポーツの文化的価値向上についての新たな授業展開 ¥627,775 (講演会講師謝金等)
- (2) 平成19年度調整予算(日吉)プロジェクト事業(秋申請) 事業題目:スポーツの文化的価値向上についての新たな授業展開 ¥1,600,000 (印刷製本費等)

謝辞

本プロジェクト研究に多大なご協力とご支援をいただきました皆様に深甚なるお礼を申し上げますとともに心より感謝申し上げます。

スポーツ技術向上のための 指導プログラムの開発

プロジェクトメンバー：村山光義（代表）、佐々木玲子、篠原しげ子、吉田泰将、野口和行、村松憲、加藤幸司、清水静代、西村忍、内山孝憲*、鈴木文菜*

本プロジェクト班は、スポーツの指導場面において技術向上を支援するために活用できるプログラムの開発をめざして研究を展開した。その大きな枠組みは「映像フィードバックを利用した指導」「スイングスピードの簡易評価を用いた指導」の2つであり、本報告では、2007年度までの成果として以下の3つの内容についてまとめた。

- ① 映像の遅延再生によるフライングディスク投法技術の指導プログラム
- ② 録画映像の効果的呈示によるテニスのサービス技術の指導プログラム
- ③ 剣道における素振り速度の評価システムの開発

本プロジェクトのねらいは、村松と村山の報告（2番目の課題）の冒頭にもあるように、「技術習得」を目的とする授業を行う上で、自己の変容を意識させて学びの質を高めるための指導プログラムに科学的視点を加えることである。その1つとして「動作映像をフィードバックする」ことを考えた。具体的には、映像分析ソフトウェアである DARTFISH 社製 Dart Trainer Team Pro（以下 Dart Trainer）を導入し、運動動作後の即時的な再生や呈示、録画映像の分析による指導ポイントの抽出などによって、指導効果を高めるプログラムについて検討した。この検討は、今回の体育研究所プロジェクトに先立って、フライングディスク、テニス、剣道（日本剣道形）などの授業を対象に2005年より継続してきた。

1番目の報告は、Dart Trainer の映像遅延再生機能を用い、フライングディスク・サイドアームスローの技術指導について検討したものである。映像をフィードバックすることで課題達成率が向上するという先行報告（体育研究所紀要、2007年）を基礎に、対象者数を増やすとともに、技術要点を限定的に教示する効果を検証した。その結果、先行研究と同程度の成果が確認され、指導パターンとして一定の仕組みを確立することが出来たと考えられる。特に、20名を超える受講者でも遅延再生を連続してスムーズに授業が展開できる点が特徴である。

2番目の報告は、Dart Trainer の自動スロー再生（シナリオ）機能を用いた、テニスのサービス技術の指導例を報告した。その結果、スロー再生はより受講者の援助となっていることが明らかとなり、時間的な効率ではやや劣るものの、指導者の科学的視点を伝える上でも大いに役立つプログラムとして提案できる。な

*慶應義塾大学理工学部物理情報工学科

お、この事例研究に先立ち、ボレー技術における予備的検討を行い、授業展開をより精査してサービス指導に結びつけたことも付け加えておく。また、日本剣道形の授業においても、Dart Trainer の遅延再生やシナリオ機能を用いて映像をフィードバックすることを実践してきている。今後、より多様な指導場面に応用していくとともに、効率的に授業の指導プログラムに組み込む方法を検討していきたいと考える。

次に、大きな枠組みの2つ目である「スイングスピードの簡易評価を用いた指導」に関して、剣道における素振り速度の評価システムの開発について3番目に報告した。竹刀やラケット、バットなどの道具を用いたスポーツにおいて、スイングスピードの向上が技術的要素となることがある。この点について指導現場で簡便に評価ができれば受講者の動機付けを高めることにつながると考えられる。そこで、小型のセンサとして汎用的に活用が期待できる加速度センサを用いた、スイングスピード評価システムの開発を目指した。本報告はその第一段階として、剣道の素振り動作を取り上げ、計測用竹刀の開発を進めた。これに際し、慶應義塾大学理工学部物理情報工学科の内山孝憲研究室に協力を仰ぎ、共同研究として計測器の製作、評価パラメータの検討を行った。

剣道の素振り動作については、これまで、剣先速度向上のための指導法に関する研究成果があり（例えば、体育研究所紀要 2002 年、2005 年）、剣先速度最大値の出現局面が上級者ほど竹刀停止に近づくことを手がかりに、加速度センサの情報から速度評価をする手段を検討した。その結果、振り下ろし方向の加速度の変化時間は、剣先速度最大値から竹刀停止時間に相関が認められた。また、加速度の時間変化を示す加加速度（躍度）も時間的パラメータと相関が認められ、総じて一定時間内の加速度の変化から速度を評価できる可能性が示された。今後、実際の授業で活用できるよう研究を継続するものである。

本プロジェクトに関連する報告および研究助成

論文発表

村山光義, 村松憲, 佐々木玲子, 清水静代, 野口和行 (2007) 動作映像の即時フィードバックを用いた技術指導の効果—フライングディスク・サイドアームスロー導入時の事例—、慶應義塾大学体育研究所紀要 46, 1-15.

学会発表

村山光義, 村松憲, 佐々木玲子, 清水静代, 野口和行 (2006) 動作映像の即時フィードバックを用いた技術指導の効果—フライングディスク・サイドアームスローの事例—、第 57 回日本体育学会発表、予稿集 p.184

吉田泰将, 村山光義, 加藤幸司, 内山孝憲 (2007) 加速度センサを用いた竹刀剣先速度評価システム開発の試み、第 40 回日本武道学会発表

研究助成

平成 17 年度慶應義塾学事振興資金 共同研究

映像による即時フィードバックを用いた運動学習システムの開発、代表者：佐々木玲子

平成 18 年度慶應義塾学事振興資金 共同研究

スイングスピード計測システムの開発と運動指導への適用プログラムの作成、代表者：村山光義

映像による即時フィードバックを用いた運動学習システムの開発と応用、代表者：村松憲

フライングディスク・サイドアームスローの技術指導

—映像の遅延再生と技術要点の絞込み指導による効果—

村山光義, 野口和行

I 研究の背景

体育・スポーツにおける技術の獲得において、自己の動作映像を見ることは極めて有効と考えられ、多くの指導場面で動作を撮影し技術改善に役立てることが行われてきた。マルチメディア化が進んだ現在、映像・画像などの視覚的情報をより多様な方法で指導に活用することが試みられてきている。例えば、映像を運動後に即時にフィードバックするシステムの開発（小澤ら 2003、清水ら 2004）、複数の動画映像の同期や静止画像を軌跡として重ね合わせて比較をする（工藤 2005）などがある。また、書籍のテキスト情報と映像情報を組み合わせた電子教材を CD-ROM 版（島ら 2003）およびインターネットサイト（高松ら 2000、島 2004）で活用する試みなどもある。

我々も、こうした映像情報の活用が、学校授業の技術導入のような教育場面においてどの程度効果をもたらすか、また、そのための新たな指導プログラムの開発について検討を始めた。具体的には、映像分析ソフトウェアである DARTFISH 社製 Dart Trainer Team Pro(以下 Dart Trainer) (<http://www.dartfish.co.jp>) を活用し、フライングディスク・サイドアームスローの導入授業において、映像の即時フィードバックの有無による技術向上について報告した（村山ら 2007）。Dart Trainer はパーソナルコンピュータ（PC）とデジタルビデオカメラを連結するソフトウェアで、ビデオ映像の分析・加工処理も可能なプログラムである。動画の取り込み中に「イベント」と呼ばれる分類のための信号を挿入し、必要なシーンを呼び出すためのタギング機能や、入力映像の遅延再生、再生速度や時間を予め設定して

繰り返し再生する機能等の他、2 台のビデオカメラからの映像を処理可能で、取り込んだ 2 映像の時間的比較・重ね合わせ等、オンライン・オフラインに亘って多彩な機能を持つ。この中で、ビデオ遅延再生機能（名称 = In The Action 機能の Live Delay）を用い、履修者が順次自己の動作映像を確認して練習を繰り返すことができる授業展開を実現し、フライングディスク投法技術の向上に与える効果を検討した。主な結果をまとめると以下のようである。

1. 真っ直ぐなディスクをターゲットに投げる課題において、1 回目と 2 回目の達成率の比較を行った。その結果、映像をフィードバックした群の方が 2 回目に向上する者が多く、フィードバックしない群は停滞もしくは成功試技ができないままの者が多かった。
2. 授業後のアンケート調査において、自己の到達レベルの評価は、映像フィードバックをした群でやや高い傾向にあった。
3. 1、2 より映像を見ることによって早期の技術獲得に効果があるといえる。
4. 映像の分析から、「手首の位置が下がり、ディスク外側を傾けて投げ出せるようになる」「リリースポイントが体の横になり、前方に腕を投げ出さずにディスクを回転させられる」という動作形態の変化が技術向上のポイントとなることが示された。
5. 今後、動作形態の類型化を利用し、個別の技術指導と映像フィードバックをより効果的に組み合わせる指導プログラムを構築してゆくことが課題である。

以上のように、Dart Trainer を用いた授業プログラムによって一定の効果を得ることが出来た。しかしながら、サイドアームスロー技術獲得の遅い者

へのより効果的な指導の要領について継続的に実践研究を進めることが次の課題となった。

Ⅱ 本研究のねらい

本研究では先行研究の継続として、フライングディスク・サイドアームスローの技術獲得における効果的な指導プログラムについて検討を行った。通称フリスビーとよばれるフライングディスクは、1975年以降に普及振興が進み、現在多くの学校教育場面でも実施されている（日本フライングディスク協会1990、大島2004）。フライングディスクにおいては、ディスクを投げる技術が多様である。その中でもサイドアームスローはバックハンドスローに比較し、一般にあまり知られていないこともあり、指導経験上、技術獲得に時間がかかる難易度の高い技術と考えられる。先行研究において、このサイドアームスロー導入時に自己の動作映像を即時に見て練習することで、技術向上が得られる者の割合が多くなった（村山ら2007）。しかしながら、映像を見ても全く課題を達成できない者も一定数存在した。そこで本研究では、先の研究から得られた「失敗」のパターンを基に、想定されるポイントを限定して助言をし、映像とともにチェックしながら練習を行わせるプログラムを実践した。さらに複数の授業クラスを対象に学生数を増やし、一連の映像フィードバック指導における技能向上の程度を把握するとともに先行研究と比較することをねらいとした。

Ⅲ 方法

大学の体育実技におけるフライングディスク・サイドアームスロー技術指導を対象に、予め限定的な技術の留意点を意識させるとともに映像の即時フィードバックを行うプログラムを実践した。先行研究（村山ら2007）と同様の課題に対し、1回の授業時間内における達成率を調べるとともに先行研究との比較を行った。

1. 対象

平成18・19年度、慶應義塾大学体育実技「フライングディスク」及び「ニュースポーツ」の受講者。2名の教員の担当する合計7コマの授業で、受講者合計は99名であった。なお、ニュースポーツの授業は、フライングディスク以外の種目も実施するが、フライングディスクの投法技術から授業を開始するため、内容が同じサイドアームスロー導入の時限を設定した。

2. 技術課題とその留意点

フライングディスク（以下：ディスク）は投げ出される際の角度によって曲線的な軌道や上昇・下降などの変化を伴った飛行をする。逆にボールのように直線的にパスをするためにはディスクは進行方向に対して左右がほぼ水平な角度を取って投げ出される必要がある。このように、ディスク投法においては、ディスクの回転・推進力・角度（飛行姿勢）・方向の要素を的確に操作する必要があるとされる（日本フライングディスク協会1992）。サイドアームスローにおいても上記の4要素が重要となるが、指導の導入段階ではディスクがカーブしてしまうケースが圧倒的に多い。そこで本研究でも先行研究（村山ら2007）と同様に、授業の導入段階として、「地面と平行に真っ直ぐなディスクを投げる」ことを最初の課題とした。

指導に当たって受講者には、「強い回転をかけることに加えて、正しいリリースポイントで、ディスク角度をコントロールする」ことが課題達成の要素であることを伝えるとともに、ディスクを「真っ直ぐに投げられない」原因として、以下の点をあらかじめ強調して説明した。

- 1) 回転：手首の強いスナップが必要なため、正しい握り方を確認するとともに「手首を速く動かす」ことを強調する。
- 2) リリースポイント：体側、腰を通過するあたりで投げるために「手を体の横で止める」ことを強調する。フォロースルーを小さくし、前方に投げ出すように前腕を振り過ぎないという意味。

- 3) 角度：リリースポイントでディスクが水平になる必要があり、それ以前の過程でディスクの傾きを余分につくる必要がある。これを阻害する動きとして肘を屈曲するとディスク外側が持ち上がり、逆の角度が付いてしまう。そのため、「手を肘より低くする」ことを強調する。

教員は、3つの留意点について下線で示した言葉を用いて限定的に教示することを心掛けた。

3. 映像の即時フィードバックシステム

先行研究(村山ら2007)に従い、Dart Trainerのビデオ遅延再生機能(名称=In The Action機能のLive Delay)を用いて映像の即時フィードバックを行った。図1が本研究の動作撮影と映像の即時フィードバックのシステムを示している。2台のデジタルビデオカメラを用い、ディスクを目標のターゲットに向かって投げる試技者の側方と後方から同時に撮影した。映像はデジタルビデオテープに録画されると同時にIEEE1394ケーブルによってPCに送られ、40秒遅延して画面に映し出される。試技者は投動作を5回連続した後、PCの前に移動し自己の動作映像を確認した。

4. 授業展開(時間配分)

- 1) 授業方針の説明：サイドアームスロー導入

に当り、ビデオカメラ撮影による自己映像を補助として練習することおよび目標とする課題・留意点について説明した。(約5分間)

- 2) 基本的説明：サイドアームスローの握り方、回転のかけ方について説明した。ディスクを立てて前方に投げることで、正しい握り方で回転をかけることを二人一組になり練習した。(約5分間)
- 3) 横投げへ移行：実際のサイドアームスローを教員が実演しながら、強調する留意点を繰り返し説明した。つまり、「手首を速く動かす」「手を体の横で止める」「手を肘より低くする」に注意する。これに引き続き練習を開始した。(約10分間)
- 4) 撮影の説明：まず、図1に示すようなセッティングで撮影することを全体に説明した。14m先のターゲットへ連続して5投を行う。[このターゲットは、アキュラシーと呼ばれるフライングディスク競技のもので、高さ1m、1.5m四方の枠内に一定距離・角度からディスクを通過させる数を競うものである(日本フライングディスク協会1990)]。この際、「真っ直ぐなディスクを投げること」「ターゲット通過ではなく、ディスクの直進性を意識すること」を指示。二人一組の各組を順番に準備させて撮影を行った。(約5分間)
- 5) 撮影1回目：撮影後PC前に移動して映像を確認した。教員は映像を一緒に見ながら3つ

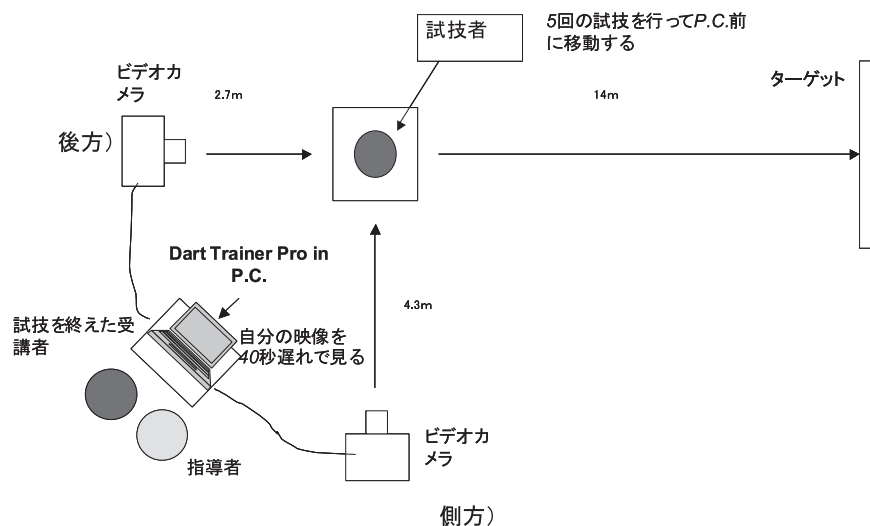


図1 動作の撮影および映像フィードバックのシステム

の留意点を限定的に指摘した。その間に次の受講者が試技を続けるため、映像は連続し、課題を指摘できる時間はほぼ遅延再生されている40秒間であった。(約25分間)

- 6) 撮影後の再練習：1回目と2回目の撮影までの待ち時間は二人一組の練習を継続した。
- 7) 撮影2回目：1回目の撮影同様に5回の試技を行い、連続的に自己映像を見ながら教員から向上具合についてコメントをもらった。(約25分間)
- 8) 自己評価アンケート(内省記録)：全員の撮影終了後、全体的な講評を行い、アンケート調査を実施した。(約10分間)
アンケート内容は先行研究(村山ら2007)とほぼ同様で、a) 授業時間内で到達した自分レベルの5段階評価、b) 自分の課題(原因)は何であるか(回転・リリースポイント・角度など)、c) 投げる時に意識したこと、d) 技術向上のために役立った項目(映像・教員の指摘・両方かなど選択)、e) 技術指導に対する意見や、授業の感想、であった。
※d)について先行研究は順位付けをしたが、本研究では映像と教員の指摘の有効性について1つを選択させた。

5. 分析内容

後方からの映像を用い、1回目と2回目の撮影試技(計10投)の内、ディスクが水平に投げられた数を個人別に集計した。ターゲットから方向が逸れてもディスクが左右水平となって曲がらずに進むことを重視し、「真っ直ぐ」を判定した。これは、結果的にカーブしてターゲットに到達しても水平なディスクを投げなければ意味がなく、逆に、方向が逸れても、まずは水平なディスクで直進する方が重要と考えているからである。

また、内省記録アンケートから、「授業時間内における技術到達レベル」に関する自己評価、「自己の課題」、および「技術向上のために役立った項目」について実際の課題達成率との比較を行った。

IV 結果

1. 練習後の課題成功数の比較

後方からの映像を用い、1回目と2回目の各5回の試技中「真っ直ぐ」投げられた回数を個人別に集計した。「真っ直ぐ」の判定には、ディスクが左右に傾かず、地面とほぼ水平に進むことを重視し、ターゲットに入ってもディスクが傾き、カーブしているものは失敗とした。逆に、ターゲットから方向が逸れても、直線的なディスクを投げられた場合は課題達成として数えた。実際の試行について先行研究(村山ら2007)を例に示したものが図2である。図2の①・②が「真っ直ぐ」の課題成功例、失敗例が図2の③・④である。①から④の順番で、リリース時のディスク角度が右下がり、(地面と)平行、右上がりとは異なることがわかる(ディスク上の線)。④はディスクがカーブしてしまう典型的な例であり、リリース時の右上がり角度が明らかに強い。逆に、①では、リリース時に右下がりの角度で投げ出されるが、その後、平行を保って直進している。②と③の角度について同様にみえるが、②の方がリリース時にわずかに右下がりを保持している。

図3は全受講生の成功投数について1回目、2回目別に人数で示したものである。1回目は62名が1投も成功しておらず、1投成功者も14名であった。一方、映像フィードバック後の練習によって2回目は0投以外のいずれの投数も人数が増加し、最終的に0投であった者は24名に減少した。この変化を各試技者の1回目、2回目で見えたものが図4である。1回目に1投も成功試技ができなかった者が多かったが、2回目にはそれぞれに向上し、一気に投数を増やした者もいることがわかる。また1回目に1投、2投の者も2回目ですらに向上する例の方が多い。最初から3投以上投げられた者の中には2回目に低下する者もわずかにいたが、総じて2回目の向上が確認できる。

次に、先行研究(村山ら2007)との比較をした結果を図5に示す。先行研究では映像のフィードバックの有無で課題達成率に違いがあり、映像フィードバックの有効性が示された。本研究は対象数を増

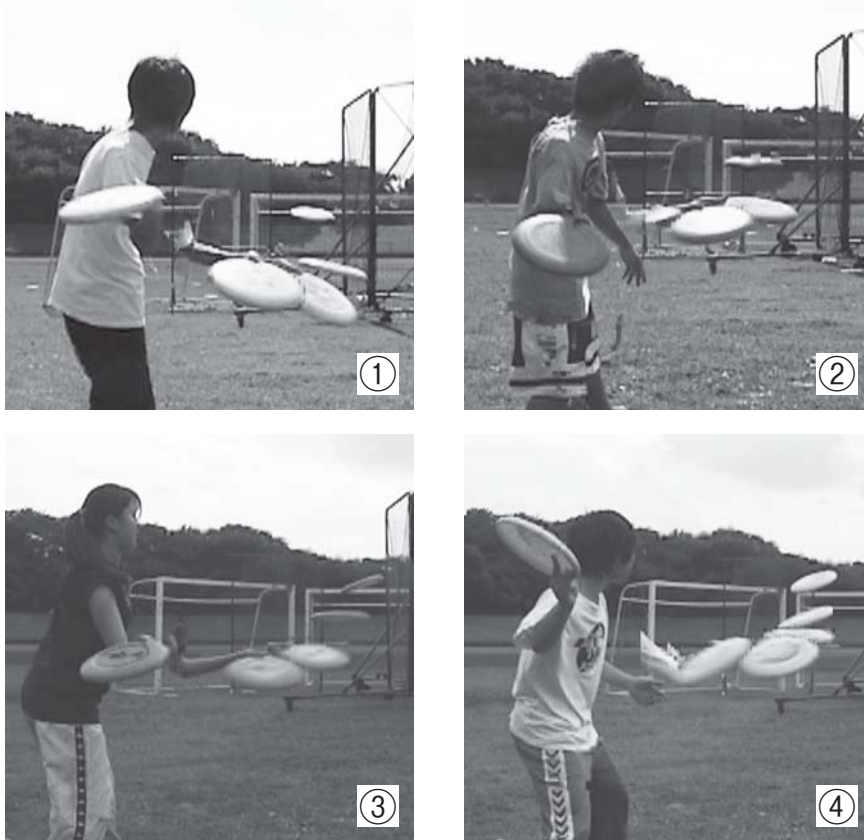


図2 「真っ直ぐなディスクを投げる」課題の成功例①②と失敗例③④
(村山ら 2007 より)

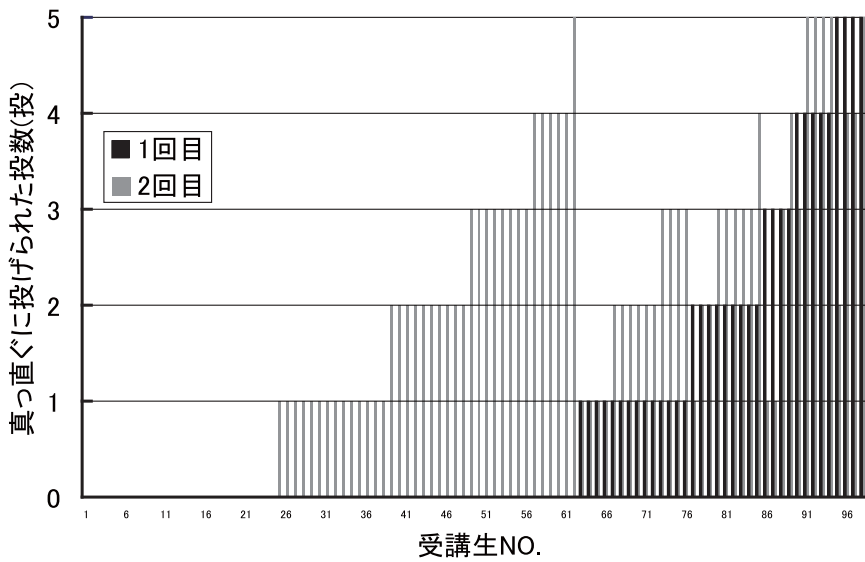


図3 全受講生の1回目, 2回目別成功投数

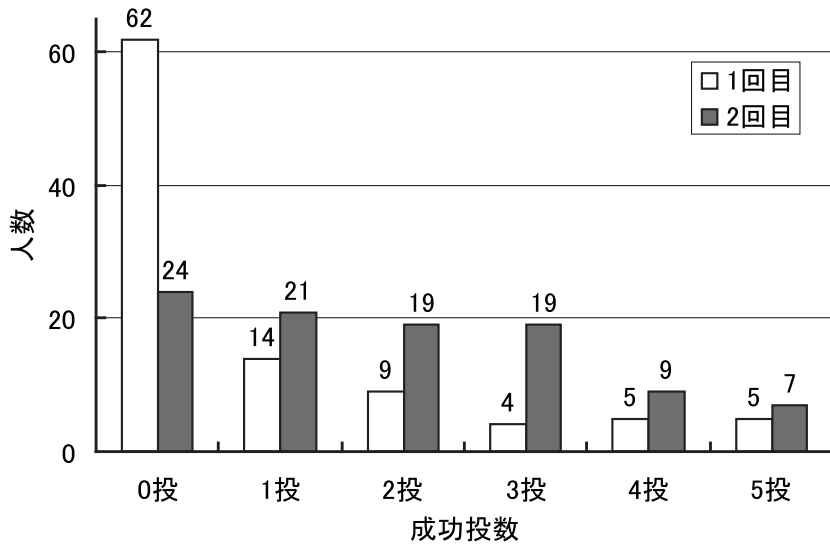


図4 1回目、2回目別成功投数割合

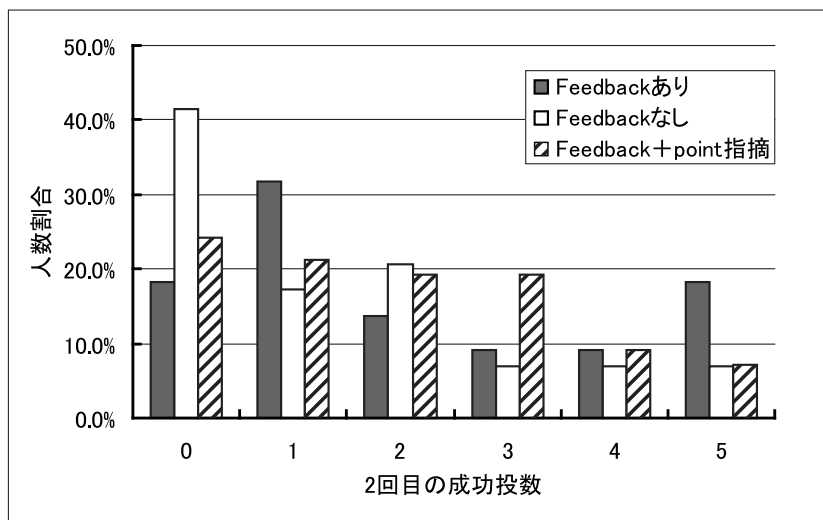
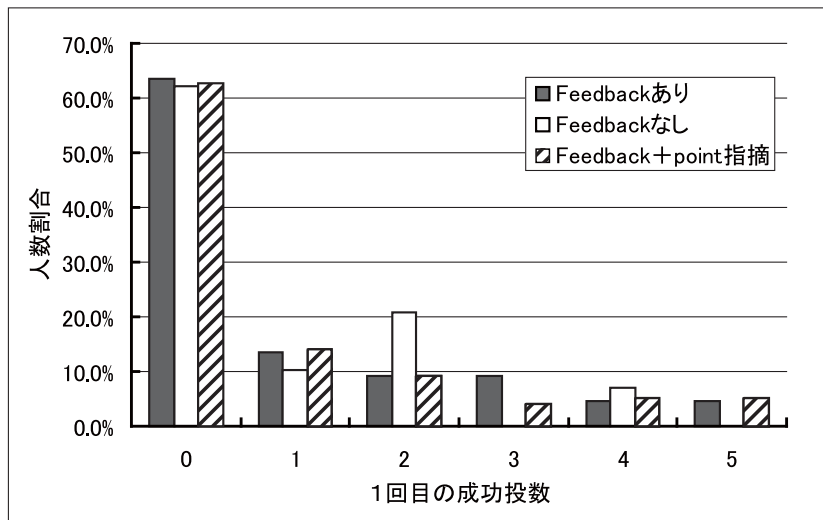


図5 成功投数割合の先行研究(村山ら2007)との比較
(上:1回目、下:2回目)

やして、映像フィードバックの効果の程度を再検証する意味もあった。図5は、先行研究の映像フィードバックあり(22名)、映像フィードバックなし(29名)、本研究の映像フィードバックに加え技術ポイントを絞り込んで指摘する(99名)、の3パターンを比較している。上図が1回目、下図が2回目の成功投数別人数割合である。上図の1回目を見ると、いずれも約60%が0投であり、1、2投成功も10%程度であり、どの群も成功率が低く差がない。一方、2回目においては、映像フィードバックにより0投の者が20%前後に減少するのに対し、映像フィードバックがない場合、ほぼ2倍の40%が依然0投という結果になっている。映像フィードバックを行っている先行研究と本研究の差に着目すると、先行研究では1投、5投が多く、本研究では2投、3投が多い。つまり、5投成功は少ないものの1-3投がいずれも約20%となり、先行研究に比較して成功率が高い方にシフトしているとみることができる。しかしながら、まったく課題を達成できなかった0投の者は、先行研究よりやや多い24%となり、底辺レベルにおいて大きな改善は見られなかった。

2. 練習後の自己評価アンケートの比較

(1) 授業時間内における技術到達レベルと自己の課題

表1は、授業時間内における技術到達レベルと技術課題(回転、リリースポイント、角度)に関する自己評価について集計したものである。中間的な到達レベルと考えられる「ときどき真っ直ぐに投げられるようになったが、まだ安定しない」が約50%と最も多かった。また、「まったく真っ直ぐに投げられなかった」という最低レベルは3%に過ぎなかった。1、2番目の「最初から真っ直ぐ投げられた」「練習によって、ほぼ真っ直ぐに投げられるようになった」が合計で22.2%、4番目の「偶然に成功した感じ」が24.2%であることから、全体として自己評価は正規性のある分布と捉えられた。一方、各到達レベル別に自己の課題(複数回答可)についてみると、どのレベルも角度を挙げる者が最も多く、次にリリースポイントが多い傾向となっている。しかし、「最初から真っ直ぐ投げられた」という評価群では角度が75%を占めるのに対し、4番目の

「偶然に成功した感じ」の群では角度が91%に加え、回転、リリースポイントも54%と高く、「まったく真っ直ぐに投げられなかった」という3名はほぼすべてが自己の課題と捉えていた。

表2は技術到達レベルの自己評価と実際の成功投数の関係を見たものである。およそ自己評価に対応し、「最初から真っ直ぐ投げられた」という評価群で1、2回目とも3-5投に分布し、「練習によって、ほぼ真っ直ぐに投げられるようになった」の群も2回目に3-5投にシフトしている。さらに「ときどき真っ直ぐに投げられるようになったが、まだ安定しない」「偶然に成功した感じ」では、1回目の0-1投から2回目の1-3投へのシフトが見られる。注目すべきは、「まったく真っ直ぐに投げられなかった」という3名であるが、2投目に0投ではなく、やや過小評価であるといえる。

表3は、技術課題(回転、リリースポイント、角度)に関する自己評価と2回目の実際の成功投数の関係を示している。複数回答ではあるが、全体として、回転を課題に挙げた者は24.2%、リリースポイントが53.5%、角度が76.8%となり、回転に比較すれば角度の制御がより難易度の高い課題といえる。しかし、角度を挙げる者が0、1投で8-9割、2投・5投で割合が下がるというばらつきがあるのに対し、リリースポイントはいずれの成功投数もほぼ5割程度で、むしろ4、5投でやや高めであるのは特徴的な結果である。

(2) 技術向上のために役立った項目

こつをつかみ、技術向上のために助けとなった項目について以下の4つから1つを選択してもらった。

- ① 映像を見て、自分の欠点がよくわかり、技術向上に役立った。
- ② 映像では自分の欠点がよくわからなかったが、教員の指摘の方が技術向上に役立った。
- ③ 映像も教員の指摘も自分の欠点がよくわかり、技術向上に役立った。
- ④ 映像も教員の指摘も、自分にはよくわからなかった。

その結果、④のいずれも役に立たなかった、という回答はなかった。表4はこの①-③の回答数および2回目の実際の成功投数の関係を示したものの

表1 技術到達レベルと技術課題に関する自己評価

	自己評価人数 割合	回転	リリース	角度
		自己評価人数に占める割合		
1. 自分は、最初からほぼ真っ直ぐに投げられたと思う。	8 8.1%	1 12.5%	2 25.0%	6 75.0%
2. 練習によって、ほぼ真っ直ぐに投げられるようになった。	14 14.1%	1 7.1%	8 57.1%	10 71.4%
3. ときどき真っ直ぐに投げられるようになったが、まだ安定しない。	50 50.5%	10 20.0%	30 60.0%	38 76.0%
4. たまに真っ直ぐに投げられる時もあるが、偶然に成功したような感じである。	24 24.2%	13 54.2%	13 54.2%	22 91.7%
5. 全く真っ直ぐに投げられなかった。	3 3.0%	2 66.7%	3 100.0%	3 100.0%

表2 技術到達レベルの自己評価と成功投数の関係

1回目	0投 割合	1投 割合	2投 割合	3投 割合	4投 割合	5投 割合
1. 自分は、最初からほぼ真っ直ぐに投げられたと思う。	0	0	0	2 25.0%	3 37.5%	3 37.5%
2. 練習によって、ほぼ真っ直ぐに投げられるようになった。	5 35.7%	1 7.1%	4 28.6%	1 7.1%	2 14.3%	1 7.1%
3. ときどき真っ直ぐに投げられるようになったが、まだ安定しない。	33 66.0%	10 20.0%	5 10.0%	1 2.0%	0	1 2.0%
4. たまに真っ直ぐに投げられる時もあるが、偶然に成功したような感じである。	22 91.7%	2 8.3%	0	0	0	0
5. 全く真っ直ぐに投げられなかった。	2 66.7%	1 33.3%	0	0	0	0
2回目	0投 割合	1投 割合	2投 割合	3投 割合	4投 割合	5投 割合
1. 自分は、最初からほぼ真っ直ぐに投げられたと思う。	0	1 12.5%	0	1 12.5%	2 25.0%	4 50.0%
2. 練習によって、ほぼ真っ直ぐに投げられるようになった。	2 14.3%	0	1 7.1%	6 42.9%	3 21.4%	2 14.3%
3. ときどき真っ直ぐに投げられるようになったが、まだ安定しない。	13 26.0%	11 22.0%	13 26.0%	10 20.0%	3 6.0%	0
4. たまに真っ直ぐに投げられる時もあるが、偶然に成功したような感じである。	9 37.5%	8 33.3%	4 16.7%	1 4.2%	1 4.2%	1 4.2%
5. 全く真っ直ぐに投げられなかった。	0	1 33.3%	1 33.3%	1 33.3%	0	0

表3 技術課題に関する自己評価と2回目の成功投数の関係

	全体	0投	1投	2投	3投	4投	5投
	人数 割合	人数 各投数内に占める割合					
回転	24 24.2%	5 20.8%	8 38.1%	5 26.3%	4 21.1%	1 11.1%	1 14.3%
リリースポイント	53 53.5%	12 50.0%	10 47.6%	11 57.9%	10 52.6%	6 66.7%	4 57.1%
角度	76 76.8%	20 83.3%	19 90.5%	13 68.4%	15 78.9%	7 77.8%	2 28.6%
各投数の人数	99	24	21	19	19	9	7

表4 技術向上のために役立った項目

	全体	0投	1投	2投	3投	4投
	人数 割合	人数 各投数内に占める割合				
1. 映像を見て、自分の欠点がよくわかり、技術向上に役立った。	23 23.2%	2 8.3%	2 9.5%	7 36.8%	4 21.1%	2 22.2%
2. 映像では自分の欠点がよくわからなかったが、教員の指摘の方が技術向上に役立った。	26 26.3%	6 25.0%	7 33.3%	4 21.1%	6 31.6%	2 22.2%
3. 映像も教員の指摘も自分の欠点がよくわかり、技術向上に役立った。	50 50.5%	16 66.7%	12 57.1%	8 42.1%	9 47.4%	5 55.6%

である。人数割合を見ると、③の「映像と指摘のいずれも役立った」が50.5%、次に②の「映像よりも教員の指摘」が26.3%、①の「映像が役立った」が23.2%であった。成功投数との関係を見ると、①の教員の指摘よりも映像のみが役立ったと感じた者は5投成功者に多く0-1投では少ない。また、②の映像のみでは良く分からなかった者は5投を除き全体にまんべんなく2-3割存在するといえる。また、0、1投の6割程度は映像も教員の指摘も役立ったと感じている。つまり、映像のみで技術向上に結びつき、投数が伸びたと言う者はあまり多くなかった。

V 考察

1. 映像フィードバックの効果

本研究は、映像フィードバックがある場合は、ない場合に比較して成功率が高まるという先行研究(村山ら2007)を基礎にして、映像フィードバックを用いたフライングディスク・サイドアームスローの導入授業を展開した。先行研究の22名(映像フィードバックあり)と29名(映像フィードバックなし)に対し、本研究は合計99名の対象者においてデータを検討した。このため、本研究の方がより平均的な傾向を示すデータとして捉えられる。その結果、図5に示したように、1回目は約6割の者が0投、約1.5割が1投という低い成功率であり、この傾向は3つの群でほぼ同様であった。つまり、授

業においてサイドアームスローを始めて指導する際に、初期レベルとして6割以上の対象は「全く真っ直ぐ投げることができない」と捉えることができる。次に、2回目について先行研究の映像フィードバックと本研究を比較すると、1-3投が約2割ずつに増加した。また、いわゆるコツをつかんだと推測される3投以上の成功者は34%ほどになり、映像フィードバックがない場合のそれと比較して多い。しかし、0投については先行研究同様2割ほどであり、大幅な改善は認められなかった。総合すると、映像フィードバック実施は2回目の課題成功率向上に寄与することがあらためて確認され、本研究の要点を絞り込んだ教示を加えた効果は、2投以上成功する者の増加に影響を与えたと考える。

KnudsonとMorrison(2007)によれば、視覚的なビデオによる介入指導が伝統的な教師のフィードバックより優れているという研究結果は支持されていない。ビデオの再生だけでは改善に必要な運動様態を知覚させることが難しく、運動者の行動の観察学習やモデリングなどを加える必要がある、というものである。そうした時、ビデオ映像が運動技能の質的分析を改善するために有益性を持つことは否定できない(Franks & Miles 1991)。確かに、単に映像を見るだけでは、コツを体得することは難しい。しかし、KnudsonとMorrison(2007)の主張は、1990年以前の研究結果を元にしたものであり、21世紀を迎えた現在、コンピュータによる映像処理はかなりの進歩をしている。事実、我々の利用しているDart Trainerは映像遅延再生の他、スローや等倍速などを予め組み合わせることで繰り返し再生できるシナリオ機能など、指導現場で求められていた方法を実現している。問題は、視覚的なフィードバックを助けとして技術向上の糸口をどのように与えることができるかであり、映像情報は教員の指導を大いに援助すると考えられる。

2. 限定的な留意点の教示の効果

本研究のアンケート調査からは、技術向上に役立った項目は、映像単独ではなく、映像と教員の助言が半数であった(表4)。我々も単に映像を与えることが目的ではなく、映像から何を意識(知覚)さ

せるのかを念頭において、限定的な視点を加えるために、留意点を3つに絞り込んだ。実際、2、3投成功する者の割合は先行研究よりも多くなり(図5)、要点を絞り込んで強調することが影響していると考ええる。佐藤(2000)は自己観察による効果的な学習活動においては、運動実施の際、つねに自分の動きや姿勢に注意を向けた学習態度が不可欠と同時に、どのようなポイントがあるのかという観察の要点を指導していくことが必要としている。つまり、学習者に観察のための注意を促すと同時に、指導者が観察の要点を的確に示していかなければならない。先行研究の調査時を含めて、過去の授業においてもサイドアームスローの技術指導時には、回転・リリースポイント・角度という技術のポイントが重要であることは説明して来たが、本研究では先行研究の映像分析から得られた失敗のパターンを元に、「手首を速く動かす」「手を体の横で止める」「手を肘より低くする」という言葉に限定して指導を行った。

KnudsonとMorrison(2007)によれば、フィードバックには、運動遂行時の筋運動感覚のように、運動する者が結果の情報として内的にそして即座に利用可能となる内在的フィードバックと、運動完了後に外部情報として生じる外在性の付加的フィードバックがある。また、図子(2003)は、技術トレーニングの方法論として運動の観察から評価・診断をする場合、自己観察法と他者観察法があるとしている。自己観察法は自己の内面から生まれる感覚を手がかりに運動遂行者が感じている身体感覚・意識に基づく観察法で、一方、他者観察法は自己の外から映像や連続写真を見るように他者の視点で行う観察法である。自己の動作映像を見ることは付加的フィードバックであり、他者観察法といえる。付加的フィードバックを与える際にはいくつかの原則が挙げられる(KnudsonとMorrison 2007)。例えば、フィードバックは「遅らせないこと」「具体的であること」「手がかりとなる言葉や決まり文句を使うこと」「与えすぎないこと」などである。以下にこれらの観点を中心に本研究の結果を考察する。

フィードバックを遅らせない、すぐに行う、という点は、内在的な筋感覚や運動記憶を修正に結びつけるための重要な介入となる。本研究がデザインしている即時的な映像フィードバックはまさに内在的

フィードバックへの介入として極めて短時間に行われ、他者観察法として効果的であると考えられる。次に、具体的であることや手がかりとなる言葉を与えるという教示内容の面を考える。本研究の場合、「腕を振りすぎるな」「リリースポイントを遅らせるな」よりも「手をからだの横で止めるようにする」という教示の方が具体的である。投げ出す位置がどこであるかを限定して指示することがより具体的にわかりやすさにつながると考えられる。また、「手を肘より低くして投げる」とは、ディスクの傾き・角度を生み出すための1つの手段であった。水平なディスクを投げ出すために、予めディスクに角度をつけるための手がかりとなる言葉であるといえよう。

最後に、多くを言い過ぎて重要なポイントがぼけてしまうという「与えすぎ」の防止についてみてみる。技術の要素を回転・リリースポイント・角度の3つの観点で限定的に言葉をかけたが、この3要素は回転→リリースポイント→角度の順にほぼ獲得の難易度が高まる。これは、アンケートによる自己課題の結果(表3)のように、回転は比較的多くの者が達成し、角度を課題に挙げる者が最も多いことから示される。また、先行研究の失敗パターン分析(村山ら2007)においても同様のことが示されている。従って、教員側は受講者が3つの要素のどの段階まで達成できているかによって、教示の内容をほぼ瞬時に選定して与えることができる。そのため「回転も、リリースも」とフィードバックを与えずに指導ができたと考えられる。

以上のように、本研究の教員の言語的な付加的フィードバックは、その原則面に照らし合わせてかなり効果的な方法となっていたと考えられる。本項の冒頭にも述べたように、受講者アンケートの技術向上に役立った項目(表4)で「教員の指導が役に立った」「映像と教員の指導両方が役に立った」とする回答が多かった。つまり、単に映像を見るだけでなく、映像を助けとして自己の課題を限定して練習を行い、技術向上を実感するものが多かったと考えられる。こうした点から、映像に加えて限定的な留意点を教示したことで、2、3投成功する者の割合は先行研究よりも多くなる結果が導かれたと考える。

3. 今後の課題

本研究のフライングディスク・サイドアームスローの導入指導に映像の即時フィードバックと回転・リリースポイント・角度の留意点を限定的に教示する指導プログラムは、「真っ直ぐなディスクを投げる」課題達成に有効であることが示された。しかし、課題を達成できない者への効果は先行研究と同程度であった。この点は依然、問題として残る。前項で示した付加的フィードバックの原則の中で「初心者には特に頻繁なフィードバックを行う」「変化に富んだ方法を行う」というものがある(KnudsonとMorrison 2007)。この点を考えれば、人数の多い授業という形態の中で、初めてサイドアームスローを習う場合、フィードバックの頻度が足りない、一律的なフィードバックであるために自己観察がうまくいかない者が一定数残るのも当然となる。ただし、Dart Trainerの遅延再生を用いた一連のプログラムを導入授業に行うことは、受講生の多い場合に、多数の者への効果を重視すれば、一定の有効性が認められる。従って、2回目以降の授業展開で、より個別の対応を進める方策と合わせて指導プログラム構築する必要があるだろう。つまり、最初は全体の向上率を重視し、次に個々へ対応するという順序を選択し、受講人数に合わせて工夫する。具体的には、Dart Trainerの分析機能(Analyzer)・画像の重ね合わせ機能(StroMotion Fixed)等を活用し、翌週に画像等をフィードバックすることが可能である(この点は先行研究でも考察している、村山ら2007)。また、内在的記憶との時間的な関係を考えれば、再び映像フィードバックをし、スロー再生等によるより多様な外在的フィードバックを個別に行うことも考えていく必要があるだろう(スロー再生機能を用いた指導については、村松らの次報告を参照されたい)。

VI まとめ

本研究では、映像遅延再生機能を持つDart Trainerを活用し、フライングディスク・サイドアームスローの導入授業において、映像の即時フィー

ドバックと技術要点を絞り込んだ教示による技術向上について検討した。その結果、「真っ直ぐなディスクを投げる」という課題において、向上が認められ、非達成者（0投）は60%から20%程度まで減少した。また、先行研究より2、3投の成功者の割合が高く、具体的で限定的な要点を指導した影響があったと考えられた。今後、映像フィードバックに一律的な要点指導と非達成者への個別指導とをいかに組み合わせ、指導プログラムを構築してゆくかが課題である。

文献

- ダートフィッシュ WEB サイト, <http://www.dartfish.co.jp/jp/software/index.htm> (2008年1月29日閲覧)
- Franks IM and Miles LJ (1991) The use of video in sport skill acquisition. *In Practical guide to using video in the behavioral sciences*. Edited by Dowrick PW. New York, John Wiley & Sons, 231-243.
- Knudson DV, Morrison CS (阿江通良監訳) (2007) 体育・スポーツ指導者のための動きの質的分析入門, NAP (東京), pp.127-141.
- 工藤 聡 (2005) 最近, 注目されている Dart Trainer をアルペンスキーの現場で使用して新しいコーチングの方法として一, *Training Journal* 27 November, 83-85.
- 村山光義, 村松 憲, 佐々木玲子, 清水静代, 野口和行 (2007) 動作映像の即時フィードバックを用いた技術指導の効果—フライングディスク・サイドアームスロー導入時の事例—, 慶應義塾大学体育研究所紀要 46, 1-15.
- 日本フライングディスク協会編, 江橋慎四郎監修 (1990) フライングディスクのすすめ, ベースボールマガジン社 (東京) pp.18-41.
- 日本フライングディスク協会アルティメット委員会他, 高橋和敏監修 (1992) フライングディスク入門—アルティメットのすすめ—, (株)タッチダウン (東京), pp.14-35.
- 大島 寛 (2004) フライングディスク競技の参加者動向にみる過去25年の歩み, 近畿大学健康スポーツ教育センター研究紀要 3, 15-39.
- 小澤治夫, 石田 譲, 岡崎勝博, 西嶋尚彦 (2003) 鉄棒单元におけるスポーツミラーによる運動画像の即時フィードバックの効果, 北海道教育大学釧路校研究紀要 35, 1-6.
- 桜井伸二 (1992) 投げる科学, 大修館書店 (東京), pp.88-104.
- 佐藤 徹 (2000) 体操競技の技術指導へのスポーツ運動学の適用, *J. J. Biomech. Sports Exer.* 4: 186-191.
- 島 健 (2004) マルチメディア教材の授業利用に関する研究: フライングディスク CD-ROM 教材『Flying Disc Learning System』を利用して, *上智大学体育* 37, 35-58.
- 島 健編著, 上智大学情報科学教育研究センター共著 (2003) フライングディスク CD-ROM 教材『Flying Disc Learning System』, (株)ぎょうせい (東京)
- 清水 潤, 宮地 力, 伊藤浩志 (2004) VOD (Video on Demand) を用いた即時映像フィードバックシステムの開発, *JISS 国際科学会議 2004*, 抄録集 p.84.
- 高松潤二, 松元 剛, 西藤宏司 (2000) 大学体育における支援情報の利用に関する研究: 「ゴルフ」授業におけるインターネットを介した映像フィードバックの試み, *大学体育研究* 22, 55-61.
- 関子浩二 (2003) スポーツ練習による動きが変容する要因—体力要因と技術要因に関する相互関係, *J. J. Biomech. Sports Exer.* 7:303-312.

大学テニス授業への映像フィードバック導入事例

—自動スロー再生機能を用いて—

村松憲, 村山光義

I 研究の背景

大学授業でスポーツ実技を行う目的は様々であるが、様々な大学の履修要項は「技術習得」を含むことが多い。また大学スポーツ実技授業における「技術習得」には、大きく二つの側面があると考えられる。一つは、技術が向上した結果、スポーツを楽しむやすくなる、という側面。もう一つは、自分自身が技術を習得していく過程に注目しながら体を動かすことで、運動学習について理解を深めやすくなるという側面である。遊んでいるうちに、いつの間にかうまくなった、というのが前者である。何故うまくなったのか、その過程に注目していないので、自分が何故うまくなったのか、具体的にどこが変化したのか、という点はわからないことが多い。スポーツをとにかく楽しむ、というのであれば、この方向性も魅力的である。一方、ある明確な観点に注目し、自分自身の動作を理解しようとしながら進んでいくのが後者である。この場合、自分がうまくなった理由や、どこが変化したのか、などを意識できていることが多い。高等教育機関である大学で「技術習得」をうたう授業を行うのであれば、後者の側面をもっていることも意義深いと考えられる。

技術習得の過程を学生に意識させ、運動学習について学ばせるための方法に、映像フィードバックを用いる方法がある（射手矢 2003、田中 2003、村山ら 2007）。映像フィードバックを技術習得・運動学習に用いることの意味や歴史的背景については、村山ら（2007）が述べている。映像フィードバックを授業中に行うことで、学生が技術習得の過程を強く意識し、自然に運動学習について学べる可能性が高い。村山ら（2007）は等倍速（実際の動作と同じ速

さ）での映像フィードバックを行い、一定の効果を報告しているが、打具を用いるスポーツなどで、より速い局面に着目する場合には、スロー再生での映像フィードバックが有効と考えられる。ゴルフ、バドミントン、テニス、野球などのスウィングは非常に速く、注目する観点によっては、等倍速の再生から有益な情報を得ることが困難な場合もあると思われる。本研究では、市販の映像解析ソフトを用い、スロー再生での映像フィードバックの導入について検討する。

今回対象としたのはテニスである。テニスは世界的に広く認知されており、大学体育実技の中でも履修希望者数が多い。しかしながら、ゲームを楽しめるようになるまでに、学生も教員もかなり苦勞する場合も多い。これはテニスというスポーツが、比較的反発性の高いボールと打具（ラケット）の組み合わせを用い、限られた空間の内側にボールをコントロールする必要があるため、技術的に高い精度が求められるためと考えられる。また「テニスで苦手なショットは何か」と学生に聞くとサービスと答える場合が大変多い。サービスは他のショットと異なり、コート内の約4分の1の面積しかない場所にボールをバウンドさせる必要がある。しかもその場所がネットに近い部分であるため、スピードのあるサービスをその部分に入れるためには、高い技術が必要となる。指導経験上、テニスの中でもサービスは、特に技術習得が難しいと感じる。

ビデオフィードバックを行う際に、何らかの観点、課題を設定することが有効と考えられる。ただ単にビデオを観ても、特に初心者はどこをみればよいのかわからず、とまどう可能性が高いと思われる。本研究ではこれまでの指導経験上、サービスにおいて、注目するとパフォーマンスが向上する可能性が高い

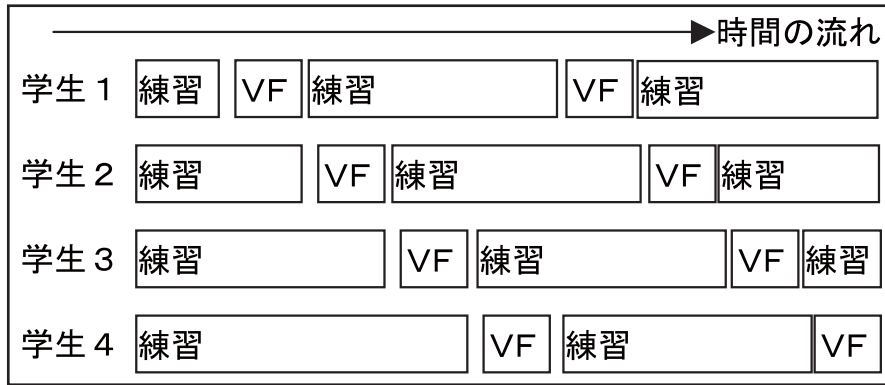


図1 ビデオフィードバックを行うコートにおける時間の流れ
(VFはビデオフィードバックを表す)

と思われる3つの観点を取り上げ、これを学生に意識させた。その上で、スロー再生でのビデオフィードバックが学生にどのように評価されるのかをアンケート調査により検討する。本研究は、テニスのサーブを対象に、スロー再生ビデオフィードバックの、スポーツ実技授業における有効性を検討することを目的とした。

II 方法

1. 対象

2007年12月に行われた大学体育実技「テニス」の1限（中級クラス）、2限（初級クラス）、3限（初級クラス）授業を対象とした。

参加人数は、1限が12名、2限が15名、3限が18名であった。1限の中級クラスは「高校の部活」「大学のサークル」「民間のテニススクール」などでテニスの経験を持つ者が多く、2限、3限の初級クラスでは、前述のようなテニスの経験を持つ者が数名のみいた。当日は、2007年度秋学期の11回目の授業であり、それまでにサーブの技術指導は度々行っていた。

2. 授業の流れ

授業の最初に当日の授業の流れについての簡単な説明と、ビデオフィードバック時に注目すべき3つの課題（後述）について説明した。1限は4名ずつ

からなる3グループ、2限は4名、4名、4名、3名という4グループ、3限は4名、4名、4名、3名、3名という5グループに分かれた。使用したテニスコートは、1限が3面、2限が4面、3限が5面であった。そのうちの1面を、ビデオフィードバックに用い、その他のコートは、人数に応じてダブルスのゲーム形式練習または打ち合い形式の練習を行った。授業担当者（1名）がビデオフィードバックを行い、もう1名の体育教員がその他のコートでゲームや練習が円滑に進むよう、ゲームや練習に加わるなどして授業を補助した。

ビデオフィードバックを行うコートでは、数分のサーブ練習の後、1名ずつ、ビデオフィードバック（詳細は後述）を受けた。各学生はビデオフィードバックを受けた後、同じコートでビデオフィードバックを妨げないように気を付けながらサーブ練習を行った。その後2度目のビデオフィードバックを受けた。この様子を図1に示す（4名の場合。3名の場合も同様に行う）。

3. 課題

学生に呈示した課題は「全身を有効に使ってサーブする」であり、具体的には以下の3点であった：
1) トスを上げた左腕をなるべく長くあげていよう、
2) トスをややネット方向に上げ、打ち終わったらベースラインの中に入ろう、
3) 利き腕はなるべく何もしないで流れに任せよう（脱力しよう）。これらはこれまでの授業でも説明してきた内容であったが、改めて、教員の実技を交えながら説明した。



写真1 映像処理ソフトがインストールされたパソコン、ビデオカメラ、フィードバック中の学生と教員

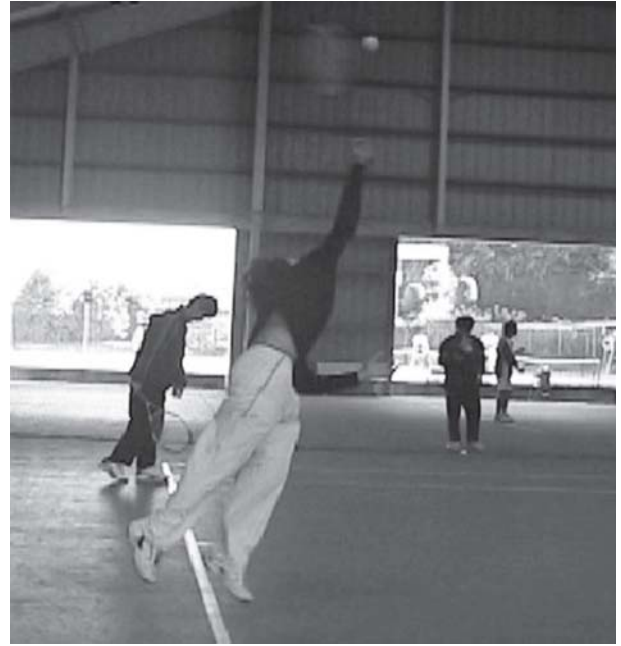


写真2 フィードバック中のパソコンで表示する映像の例

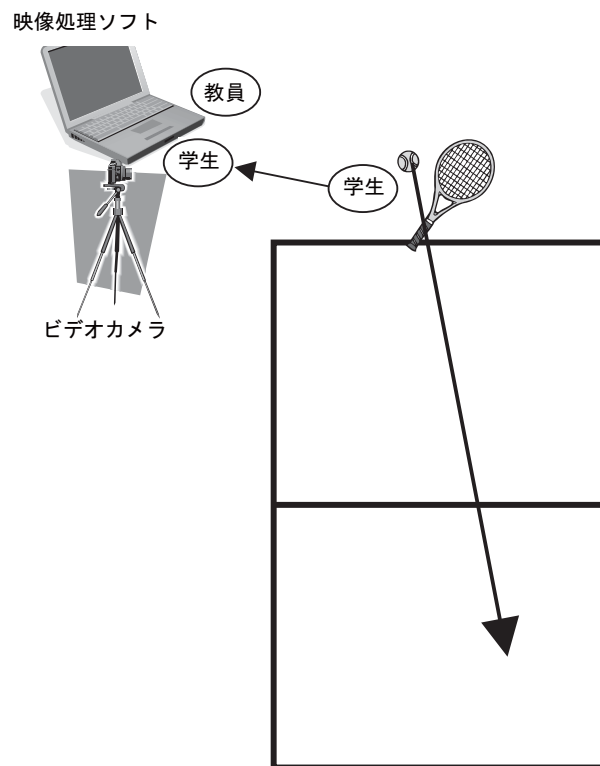


図2 全体の配置図

4. ビデオフィードバック

パソコンにインストールした映像解析ソフト Dart Trainer Pro (DARTFISH 社製) の「シナリオ機能」を用い、下記の手順でビデオフィードバックを行った。この映像解析ソフトは、村山ら(2007)が用いたものと同じモデルである。使用したビデオカメラは IXY DV M5 (キャノン社製) で、毎秒 30 フレームの画像を撮る一般的な家庭用モデルであった。このビデオカメラを iLink ケーブルによりパソコンに接続した。使用したパソコンは Dynabook Qosmio G10/390 (東芝社製、17 ワイド液晶) であった。ビデオカメラもパソコンも、テニスコートに設置してある外部電源に接続した (写真 1、図 2)。

- 1) 教員はリモコンで録画ボタンを押す
- 2) 学生はサーブを 1 球打つ。打ち終わったらすぐに、パソコンのところに行く。
- 3) 教員はリモコンの停止ボタンを押す。停止ボ

タンを押したことにより、あらかじめ設定しておいた「シナリオ機能」が作動し、50%のスピードでのスロー再生が 2 回繰り返される。この間に学生は教員の解説を聞きながらスロー再生画面を見る (写真 2)。

基本的には以上の手順でビデオフィードバックを行ったが、適宜、リモコンの一時停止ボタンとコマ送りボタンを押すことにより、コマ送りでのビデオフィードバックも併用した。

5. アンケート

ビデオフィードバック実施日の授業中の最後に、アンケートを実施した。図 3 に、実際に使用したアンケート用紙を示す (実際のサイズは A4)。アンケート用紙は表と裏からなっており、表面で、3つの課題それぞれの主観的技術達成度、3つの課題それぞれに対してどの授業内容が有効だったかの順番

ビデオフィードバックを用いた授業についてのアンケート 担当: 村松 (テニス)

体育研究所では、皆様により効果的に技術向上をしていただくため、体育実技にビデオフィードバックを取り入れる試みをしています。より効果的にビデオフィードバックを取り入れるために、アンケートへのご協力をお願いします。なおアンケートへの記入内容は成績評価とは全く関係ありません。

テニス 2007年12月14日 金曜日 時間 氏名 _____

課題: 全身を有効に使ってサーブする。具体的には:

- 課題① トスを上げた左腕をなるべく長くあげていよう
- 課題② トスをややネット方向に上げ、打ち終わったらベースラインの中に入ろう
- 課題③ 利き腕はなるべく何もしないで流れに任せよう (脱力しよう)

☆課題①について、最も近いものを選んで、数字を○で囲んでください

1. 最初からほぼできていたと思う
2. 最初はできていなかったが、この時間内にほぼできるようになったと思う
3. 最初はできていなかったが、この時間内に少しできるようになったと思う
4. 全く (または殆ど) できるようにならなかったと思う

☆課題①について、以下のどの内容が有効だと思いますか? 有効だと思う順番を記入してください。

- | | |
|-----|--------------------------|
| 順番 | 内容 |
| () | 教員の実技見本 |
| () | 実技見本時に行った、言葉による説明 |
| () | ビデオ映像を見ること |
| () | ビデオ映像を見ながら行った個別説明 |
| () | その他 (もしあれば、具体的に記入してください) |

☆課題②について、最も近いものを選んで、数字を○で囲んでください

1. 最初からほぼできていたと思う
2. 最初はできていなかったが、この時間内にほぼできるようになったと思う
3. 最初はできていなかったが、この時間内に少しできるようになったと思う
4. 全く (または殆ど) できるようにならなかったと思う

☆課題②について、以下のどの内容が有効だと思いますか? 有効だと思う順番を記入してください。

- | | |
|-----|--------------------------|
| 順番 | 内容 |
| () | 教員の実技見本 |
| () | 実技見本時に行った、言葉による説明 |
| () | ビデオ映像を見ること |
| () | ビデオ映像を見ながら行った個別説明 |
| () | その他 (もしあれば、具体的に記入してください) |

☆課題③について、最も近いものを選んで、数字を○で囲んでください

1. 最初からほぼできていたと思う
2. 最初はできていなかったが、この時間内にほぼできるようになったと思う
3. 最初はできていなかったが、この時間内に少しできるようになったと思う
4. 全く (または殆ど) できるようにならなかったと思う

☆課題③について、以下のどの内容が有効だと思いますか? 有効だと思う順番を記入してください。

- | | |
|-----|--------------------------|
| 順番 | 内容 |
| () | 教員の実技見本 |
| () | 実技見本時に行った、言葉による説明 |
| () | ビデオ映像を見ること |
| () | ビデオ映像を見ながら行った個別説明 |
| () | その他 (もしあれば、具体的に記入してください) |

☆課題①～③全体について、以下のどの内容が有効だと思いますか? 有効だと思う順番を記入してください。

- | | |
|-----|--------------------------|
| 順番 | 内容 |
| () | 教員の実技見本 |
| () | 実技見本時に行った、言葉による説明 |
| () | ビデオ映像を見ること |
| () | ビデオ映像を見ながら行った個別説明 |
| () | その他 (もしあれば、具体的に記入してください) |

☆本日行ったビデオフィードバックについてご意見をお聞かせください

☆その他、今日の授業について自由にご意見をお聞かせください

図 3 実際に使用したアンケート用紙。左図が表面で、右図が裏面。

付けを記入する。主観的技術達成度としては、「最初からほぼできていたと思う」「最初はできていなかったが、この時間内にほぼできるようになったと思う」「最初はできていなかったが、この時間内に少しできるようになったと思う」「全く（または殆ど）できるようにならなかったと思う」の4つを呈示した。学生は3つの課題それぞれに対して、この中の1つを選ぶ。授業内容としては、「教員の実技見本」「実技見本時に行った、言葉による説明」「ビデオ映像を見ること」「ビデオ映像を見ながら行った個別説明」の4つを呈示した。学生は3つの課題それぞれについて、これら4つの内容に対して有効と思う順に、番号をつける。裏面には、当日のビデオフィードバックについての意見と、当日の授業全体についての意見を自由記入形式で記入する。アンケートへの記入内容が、学生への成績評価と全く関係がないことを、アンケート用紙上および口頭で説明した。また、記入に十分な時間をかけることができるように、通常よりも10分程度、早めに実技を終了した。

Ⅲ 結果

1. 主観的到達技術レベル

図4～図6はそれぞれ、課題1～3の、主観的到達技術レベル、を時限別に示す。

課題1～3とも、全体としては「最初はできていなかったが、この時間内に少しできるようになったと思う」が最も多いが、時限によって傾向はやや異なる。課題1は課題3と比較して、「最初はできていなかったが、この時間内にほぼできるようになったと思う」という学生は多く、逆に「全く（または殆ど）できるようにならなかったと思う」という学生は少なかった。

2. どの内容が有効だったか

図7～図9はそれぞれ課題1から3の、また図10は課題1から3全体について、4つの授業内容が何番目に有効と思ったか、その人数を示す。いずれの課題においても、「ビデオ映像を見ながら行っ

た個別説明」を1位とする学生が圧倒的に多かった。「2位」と考える学生が最も多かったのが「ビデオ映像を見ること」である。経験者の多い1限では、「教員の実技見本」を1位に挙げる学生は0～2名であったが、経験者の少ない2、3限では、1位に挙げる学生が比較的多く、特に課題2においては、2、3限合わせて10名であった。

3. 自由記入欄について

「本日行ったビデオフィードバックについてご意見をお聞かせください」については、

- ・自分の悪いところが見られてよい
- ・自分のサーブのフォームでなぜ無駄にスピがかかってしまうのか、自分もサーブのフォームがいかにバランスが悪いかがよくわかった
- ・自分が思っているのとは違って衝撃を受けた。でも参考になった
- ・非常にためになった。またやってほしい
- ・自分のイメージと実際の動きが少し違っていたので、見ることで少し誤差を埋められたと思う
- ・2回目を失敗してしまったが、失敗を見ることにも意味があったように思う
- ・自分では自分の動きを見ることができないのごとく新鮮。上手な人の見本を見て、それを真似しようとすることで良くなる部分も多いけど、実際に自分の動きを見ると、特にできていない所がよくわかったり、今まで言われて意識していたことが意外と形になっているのがわかったりしてうれしかった
- ・この機会がなければ自分がサーブを打つ姿を見ることはなかったと思うので、とても貴重な体験だった。映像を見ながらの指導は、言葉だけのものよりも理解しやすく、自分の欠点に気づきやすい
- ・自分のフォームを確認することは、いい経験になった。今回自分の悪かった点を直せるように、残り数回の授業で意識しながら打ちたい。今後、デジカメでストロークとかボレーも撮ってみようと思う
- ・ビデオを見ることによって、いかに自分がへんてこなフォームでサーブをしていたか、よく分かった

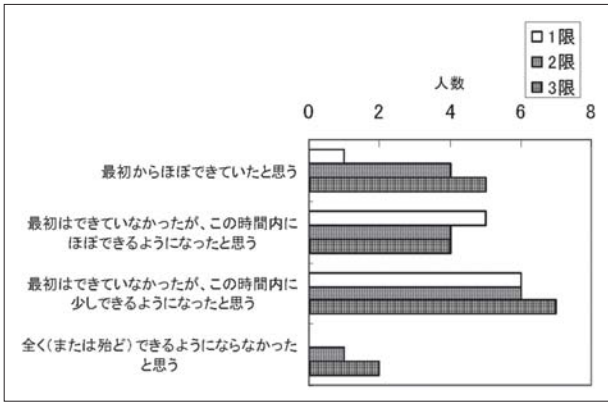


図4 課題1の、主観的到達技術レベル

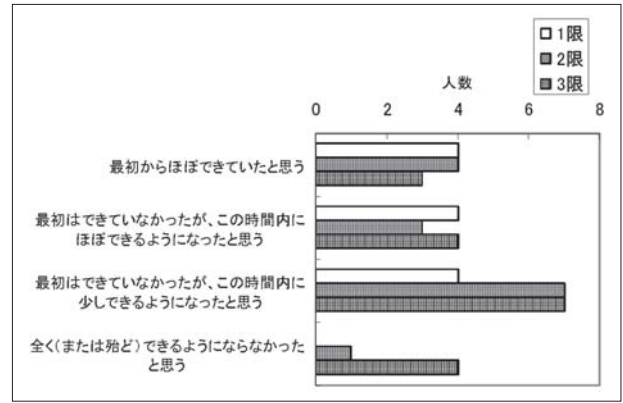


図5 課題2の、主観的到達技術レベル

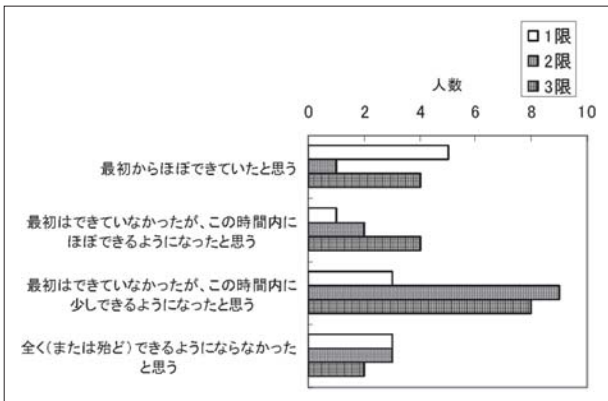


図6 課題3の、主観的到達技術レベル

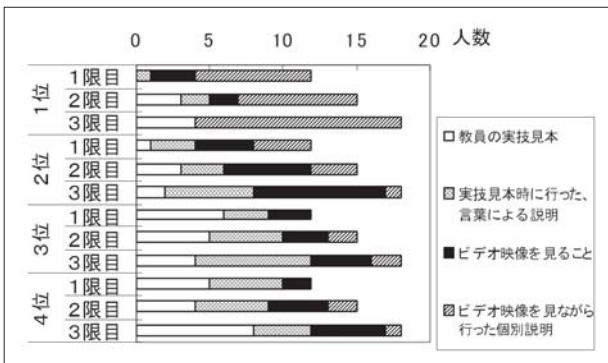


図7 課題1について、4つの授業内容が何番目に有効と思ったか

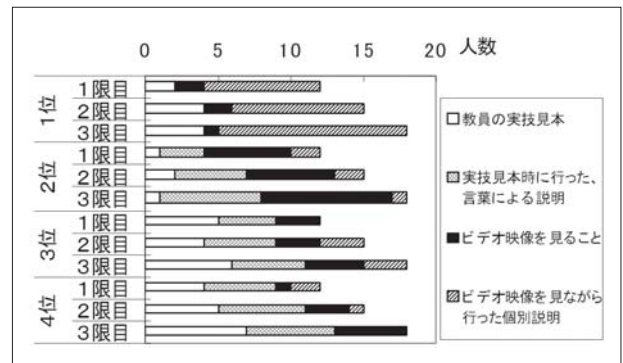


図8 課題2について、4つの授業内容が何番目に有効と思ったか

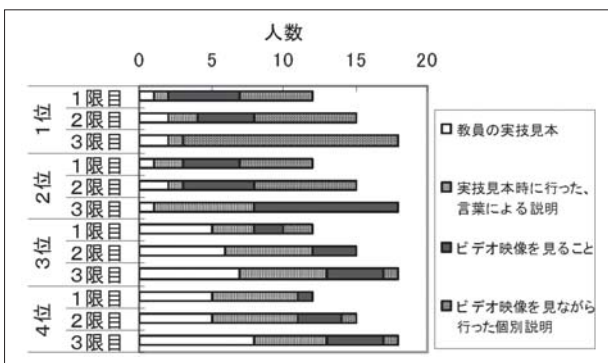


図9 課題3について、4つの授業内容が何番目に有効と思ったか

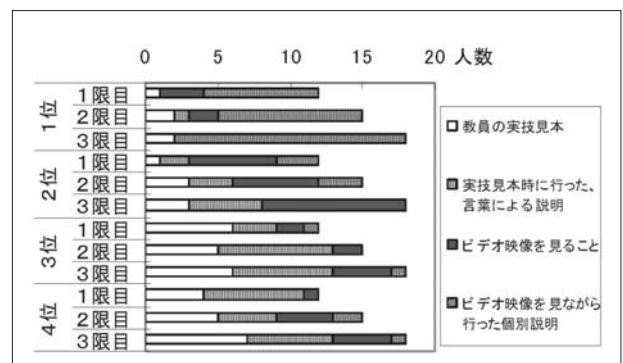


図10 課題1～3全体について、4つの授業内容が何番目に有効と思ったか

- ・いいやり方だ。実際に自分のプレーを見て、自分の欠点を見つけられると思う。更に、ビデオを見ながら説明と指導を受けたのが分かりやすい
- ・スロー再生することで、よりわかりやすく自分のダメな所がわかった。これからも続けて欲しい
- ・ビデオをみると、「何か変！」とは感じるが、説明を受けないと、何が変なのか、どうすれば良いのか、よくわからない。しかし問題を指摘してもらった後は、とても役に立った
- ・客観的にフォームの確認ができてよかった。サーブだけでなく、ストロークでもビデオフィードバックしたい。ビデオを見ることが、注意点を認識するのにとても大事
- ・教員から直接フィードバックを受けられると、学生一人一人を真摯に指導しようとしている気持ちを感じられ、とてもよかった
- ・どこをどうしたらよいか、具体的にわかったので、今回のビデオフィードバックを取り入れた授業はとてもよかった
- ・スロー映像を見るのは初めてでいい勉強になった。自分のフォームは考えていたのと大分差があった
- ・言葉による指摘だけではいまいちピンと来ない事でも映像として自分のフォームを客観手に分析すると、とても分かりやすく、非常に有効な練習方法。ボレーでも見てみたい
- ・最初の方の授業でやりたかった。ビデオを見てすぐ試合だと、コートに入れなければいけないので、あまり意識して打てない
- ・スロー再生や、コマ送りができるのがとても有効だった

「その他、今日の授業について自由にご意見をお聞かせください」については、

- ・非常に参考になった
- ・たくさん試合もできたし、サーブでこれから意識すべきことがわかったのでよかった
- ・もっと基礎練習がしたい。ビデオはどんどん活用すべき。見本よりもイメージがつくりやすい
- ・ラリーが続けられなかった。試合中にもアドバイスをし合うことが大切だと思った
- ・これからもビデオフィードバックを多く使って欲しい。毎回個人の動作を撮り、DVDを作成す

ば、自分の成長を感じられる

- ・自分を客観的に見ることができ、新たな発見があった。とても有意義な授業だった
- ・ビデオフィードバックの内容を意識しながら練習ができた

などの記入があった（類似した記入内容は一つにまとめた）。

IV 考察

1. 映像フィードバックの効果

「ビデオ映像を見ながら行った個別説明」を最も有効と答えた学生が多いこと、「最初はできていなかったが、この時間内に少しできるようになったと思う」と答えた学生が多いことを合わせて考えると、テニスサーブの動作改善にとって、スロー再生を用いたビデオフィードバックが有効であったと考えられる。また、自由記入欄への記述内容からも、有効性がうかがえる。ビデオ映像を見ながら個別説明を行うのが今回の授業内容の中で最も高い評価を得るであろうことは、予想通りであった。一方で、「テニス経験が少ない学生からは、『ビデオ映像を見ること』という部分は、『教員の実技見本』や『実技見本時に行った、言葉による説明』と比べて、あまり評価されないのではないか」と予想していた。どのようなフォームが好ましいのか、というイメージも乏しい学生にとって、映像を見せるだけでは効果を感じられないのでは、と考えたからである。ところがアンケート結果によると、未経験者中心の2、3限の学生が、「ビデオ映像を見ること」を1位または2位に選んだ数は、「教員の実技見本」や「実技見本時に行った、言葉による説明」を大幅に上回っていた（図7～10）。経験者中心の1限の学生においては、その傾向は更に強かった（図7～10）。このことは、未経験者でも経験者でも、教員の実技見本やその際に行う言葉による説明よりも、ただ単にビデオ映像を見せるだけの方が、学生からの評価が高い、という可能性を示唆しており、今後授業計画をたてる際に大いに参考になる結果である。ビデ

オ映像を見せるだけであれば教員がパソコンに張り付く必要はなく、クラス全体を見渡し、安全管理等につとめることができる。その結果、補助教員なしでビデオフィードバック授業を行うことが可能になるかもしれない。ただしスロー再生を行うには今回使用したソフトウェアの場合はリモコンのボタンの録画ボタンと再生ボタンを1回ずつ押す必要があるため、何らかの工夫が必要となる。

2. フィードバック時の再生速度

自由記入欄には、スロー再生やコマ送りを高く評価する内容も複数あった。もしも今回、等速でのビデオフィードバックを行っていたら、アンケート結果がどのように異なったのかは明らかでないが、当日、フィードバックを担当した教員が受けた印象では、スロー再生ですら、動きが速すぎて学生の理解が難しく、コマ送りにしてやっと理解したというケースも多々あった。今回のアンケートでは、スロー再生とコマ送りのどちらが有効だったかという質問項目を設定しなかったため、学生の評価については明らかでないが、今後、速い動作を対象とする場合、50%スピードでのスロー再生よりももっと遅いスピードでのスロー再生、またはコマ送りが選択肢にいれるべきであろう。ただし当然のことながら、再生速度を遅くすればその分、再生に時間がかかる。例えば今回、録画ボタンを押してから停止ボタンを押すまでの時間は5秒程度であるが、50%スピードで再生すると、2回再生するのに20秒かかる。これが25%スピードでの2回再生となると、40秒かかってしまう。授業時間の中でビデオフィードバックにかけられる時間と学生数を考慮しながら計画を立てる必要がある。

3. 実施時期

ビデオフィードバック実施日は、第11回目の授業日であった。サービスの指導、練習は初回を除いて毎回行ってきた。また、授業中にビデオフィードバックを行ったのは1～3限とも、初めてであった。今回呈示した3つの課題は、繰り返し学生に伝えていた。それにもかかわらず、3つの課題とも、

「最初はできていなかったが、この時間内に少しできるようになったと思う」(図4～6)と答えた学生が多かったことは、ビデオフィードバックの大きな効果を示唆するものである。大学の授業は、春学期、秋学期それぞれ13回程度ある。今回、第11回目に実施したため、気づいた点を改善するための練習を、残りわずか2回の授業で行うことになってしまった。13回のうちのどのタイミングでビデオフィードバックが有効なのかは、本研究からは明らかでないが、自らのフォームを確認し、改善点を認識してからの練習量がある程度多い方が、技術習得にとっては有効かもしれない。

4. 映像フィードバック授業に適した課題

3つの課題のうち、課題3「利き腕はなるべく何もしないで流れに任せよう(脱力しよう)」については、「全く(または殆ど)できるようにならなかったと思う」という学生が8名と、他の課題と比べて多かった。もともと他の課題よりも難易度が高い、ということも考えられるが、映像で課題の達成度合いを確認するのが比較的難しい、ということも一因と考えられる。課題1「トスを上げた左腕をなるべく長くあげていよう」のように、映像で確認するのが比較的容易である課題で「全く(または殆ど)できるようにならなかったと思う」と答えた学生が3名のみであり、また「最初はできていなかったが、この時間内にほぼできるようになったと思う」と答えた学生が課題3と比較して著しく多かったことから、映像で達成度合いが確認できる課題に、ビデオフィードバックが向いている可能性があるといえるだろう。

5. 問題点

ビデオフィードバックを行う上での問題点について考えてみたい。まず、今回の授業のように教員がフィードバックに専念する場合、他の学生に対して指導・安全管理が不十分となる点が挙げられる。今回はもう一人の教員が授業に協力したことでこの問題は解決したが、いつも他の教員の都合がつくとは限らないため、教員が一人でも行えた方が実用的で

ある。その意味でも、上述したように、今回のアンケート結果で、単に「ビデオ映像を見ること」という指導内容が比較的高い評価を受けていたことは大いに参考になる。次に、授業準備にやや時間・手間がかかる、という点が挙げられる。今回の場合では、事前にシナリオ機能を作成した上で、授業開始の約50分前にテニスコートに入り、ビデオカメラやパソコンの設置などを行った。実際に行う作業としては、電源の確保、三脚とビデオカメラとパソコンの接続、パソコンの設置（学生が見やすい高さにパソコンを置く必要がある）、ビデオカメラの画角設定（どの範囲を撮影するか）、ソフトウェアの動作確認などである。今回はこれらを教員2名で行ったが、1名で行うと、特に画角設定に苦勞する可能性がある。また今回は外部電源が確保できたが、運動施設によっては、確保できない場合もある。その場合、今回行うビデオフィードバックはパソコンを使用するため、予備バッテリーを準備するなどの工夫が必要になる。

ク・サイドアームスロー導入時の事例一，慶應義塾大学体育研究所紀要 46, 1-15.

V まとめ

スロー再生を用いたビデオフィードバックを、大学体育授業におけるテニスのサーブに活用することについて、学生が有益と判断したことが明らかとなった。教員の実技見本や口頭での説明よりも映像によるフィードバックが高評価を受けていたことは、今後の授業計画を立てる上で大いに参考にすべきであると考えられる。

文献

- 射手矢岬 (2003) 新しいトレーニングの視点 ビデオフィードバックを利用したトレーニング, 体育の科学 53(8), 608-613.
- 田中昭憲 (2003) スクワット動作習得における視覚フィードバックの効果—時間遅れビデオ再生システムの体育実技授業への利用, 北海学園大学学園論集 115, 219-225.
- 村山光義, 村松 憲, 佐々木玲子, 清水静代, 野口和行 (2007) 動作映像の即時フィードバックを用いた技術指導の効果—フライングディス

加速度センサを用いた竹刀剣先速度評価システム開発の試み

吉田泰将^{*}，村山光義^{*}，加藤幸司^{*}
内山孝憲^{**}，鈴木文菜^{**}

I 研究の背景

剣道は、竹刀を持ち相手と対峙し、その相手のさまざまな隙をとらえて、有効打突を競い合うものである。その有効打突に関して、財団法人全日本剣道連盟（1999）は試合・審判規則の中で次のように規定している。「充実した氣勢、適正な姿勢をもって、竹刀の打突部で打突部位を刃筋正しく打突し、残心あるもの」とし、小手、面、胴、突の各部位を、打突の機会や強さ、身体のさばき、手の内、冴えを総合的に判断し決定することが示されている。

また、まず初心者は、構えや足さばきを学んだ後、有効打突につながる竹刀操作の方法を体得するために、空間停止する「素振り」と呼ばれる動作を指導される。この「素振り」は、多くの指導書の中では、「上下振り」「斜め振り」の説明が中心で、一般的に練習の場面で行われている「正面素振り」すなわち「竹刀を送り足で前進後退を繰り返しながら、まっすぐに振りかぶり、正面の位置まで振り下ろすもの」（植田ら、2002）に関する記述はほとんど見られない。これは、高野佐三郎（1915）や持田盛二、さらには中野八十二（1974）などの著した指導書が参考にされていることが考えられる。

そこで筆者らは、剣道の習熟度に関係なく、正しい竹刀操作と正しい打突動作を習得するために、代表的な練習法として考えられている「正面素振り」について、先行研究を見出せなかったため、さまざまな角度から研究を進めてきた。

例えば植田ら（2002）は、「剣先の停止位置」「左右拳の高さ」「筋の使い方」に着目し、「正面素振り」において、「右拳を右肩の高さで停止させる」方法と「右拳を胸の高さ（剣先が頭頂点の高さ）で停止させる」方法の相違について報告している。その内容は、後者が対人的な感覚を身につける方法として適しており、現代剣道にあった指導法であると結論付けている。

しかし、正面素振りの振りかぶり方法については未だ、不明確なままである。中野ら（1970）は、唯一、「正面素振り」の実施に際して、「つねに体勢を整え、構えを正し、気合を込めて、正確に動作することが大切である。」と説明している。また財団法人全日本剣道連盟の「剣道社会体育教本」（1999）では、空間打突の中の、「正面打ち」において、「両腕の間から相手の面が見えるぐらいの位置まで振りかぶり、正面まで振り下ろす。」との表現にとどまっている。すなわち、具体的な振りかぶりの方法について経験則を超えた表現をしないように、抽象的な指導に終始している。

植田ら（2002）は、剣道の正面素振りに関する意識調査を行い、その考察の中で振りかぶりの意識について、「左拳」に最も高い意識をおいていること、左手の握りが緩まないこと、両腕や剣先を意識して自分の正中線上を振りかぶること、に注意して正しい動作となるよう、回答者が心がけていると報告している。さらに振りかぶり方について、年代別の回答を見ると、素振りのタイプは以下の4つに分けられる。

^{*}慶應義塾大学体育研究所

^{**}慶應義塾大学理工学部物理情報工学科

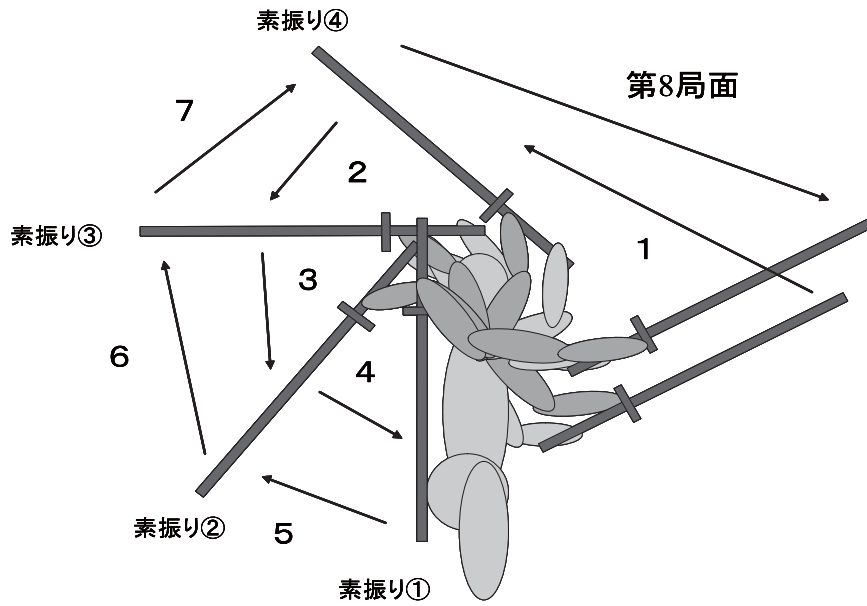


図1 素振りの局面

<素振りのタイプ>

- 素振り①：竹刀が臀部に当たるまで振りかぶる（振り上げ角度 270 度）
- 素振り②：竹刀が身体後方で斜め下、床面に向かうように振りかぶる（振り上げ角度 225 度）
- 素振り③：竹刀が身体後方で床面と平行になるまで振りかぶる（振り上げ角度 180 度）
- 素振り④：竹刀が頭上斜め上方向に高く向かうように振りかぶる（振り上げ角度 135 度）

すると、各年代ともに、素振り④が 50% 以上の回答で、素振り③は 2 番目に多く、素振り④③を合わせて、80% 以上を占めたと報告している。これまでの指導書や剣道関係の雑誌における特集、また警視庁剣道教本（1968）や財団法人全日本剣道連盟「剣道社会体育教本」（1999）などによる素振り④を啓蒙するような記述や写真による説明により、意識する場合の基準になっていたことが推測される。

そこで稽古や試合の場面において、実際に正面を打つことにつながる「正面素振り」に着目し、特に正面の高さで停止する際の、振りかぶり方の相違による剣先の速度の変化に焦点を当て、動作分析を試みた（図1）。

測定の結果より、剣道の有効打突を求めて「正面素振り」を練習する場合、自分の頭頂点の高さを目標にして、その停止位置に近いところで剣先最高速

度が出現するように行うことが重要となり、そのためには、素振り③をイメージして、結果的に素振り②の振り上げ最高位置となり、振り下ろしていくことが求められることが理解できた。

さらに、指導に際して有効であると考えられる点を得られたので、指導場面で指導対象者に意識させるポイントを整理すると以下のとおりである。

- 1) 左手の握り（特に小指・薬指）を緩めないように振りかぶる。
- 2) 両腕の間から相手が見えるように振りかぶる。
- 3) 両肘が顔の横までくるように振りかぶる。
- 4) 振りかぶり最高時の剣先位置を観察し、素振り③から素振り②の位置となっていることを確認し、そうならない場合は修正するよう助言する。

このようなポイントを踏まえ、数多く正面素振りを実施することにより、体の運用、手の内の冴え、正しい姿勢の保持、全身の筋力強化、肩関節の柔軟性の向上、心肺持久力の向上などを図る。剣道において有効打突を求めていく中で、正しい正面素振りは重要な要素であり、正しい指導とそれに伴う各人の実践が必要であると結論付けた。

指導対象者に対して、このような指導を施した場合、それが剣先のスピードに影響し、目指すところの剣先の冴えのある素振りとなるかどうか、評価できないか？ 簡易な方法でそれを評価する方法はな

いものか考えた次第である。

II 本報告のねらい

これまでの研究の成果を受けて、指導現場でスイングスピードを評価する方法として、加速度センサを用いた剣道竹刀の素振り速度評価システムについて検討するに至った。この計測システムは録画映像の分析等の事後処理が不要となり、指導現場に有効である。しかし、剣道の素振りにおいては最大速度の出現局面が技術レベルによって異なることがわかっており、上級者ほど竹刀停止直前に最大速度が得られる。従って、単に素振り速度を知るのみならず、自己の素振り動作パターンを認識させ改善に取り組ませる指導が重要となる。こうしたスポーツ技術向上に寄与する指導プログラムの開発を課題として、動作映像の即時フィードバックによる技術指導の効果（フライングディスクやテニス）についても検討を行っている。本研究も、剣道の素振り指導における、スイングスピード評価システムと動作映像の即時フィードバックを融合させた技術指導を実践することを視野に入れている。今回は剣道の素振り指導における、スイングスピード評価システムの開発について報告する。

III 方法

1. 加速度計測システム(1号器および2号器)

- ・竹刀先端部に加速度センサ（H48M、日立金属）を内蔵するよう固定した（図2・図3）。竹刀の先端部から42mmの位置に内蔵する形で固定し、ケーブルを通してパソコンに記録するため、このようなダイヤグラムとした。加速度センサはY軸とZ軸の2軸のもので、縦4.8mm横4.8mm厚さ1.5mmのものを使用した。アンプを2つ使用して増幅した。竹刀の全長は約120cm、総重量は530gである。
- ・センサの出力をインストルメンテーションアンプ（INA118, Burr Brown）で増幅した。（ゲイン：1号器51倍、2号器34倍）。
- ・カットオフ周波数1026Hzのローパスフィルタを構成するように、ゲイン調整用の抵抗にコンデンサを並列に接続した。センサの電源は、単4乾電池4本で6Vとした。これにより、センサの感度（室温、動作電圧5Vで0.75mV/g）は、0.9mV/gとなる。加速度信号をAD変換器（サンプリング周波数5000Hz、計測時間10or15s）を介して、計算機に入力してファイルに保存した。
- ・2号器の作成
1号器の結果を踏まえて、①計測可能な加速度

加速度計測システム

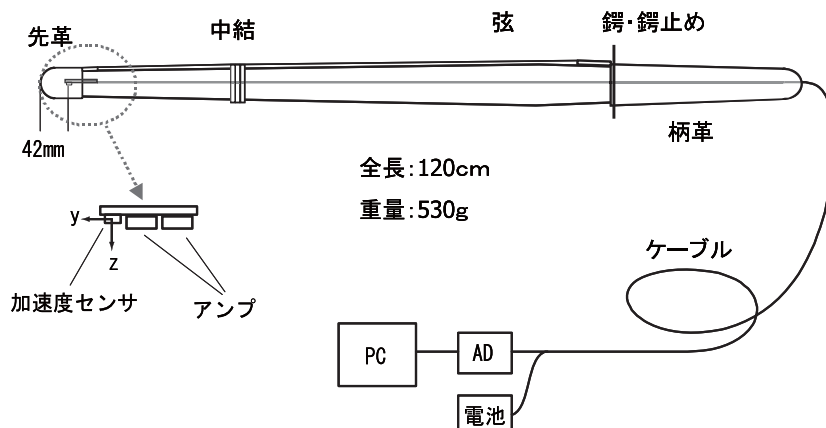


図2 ダイヤグラム

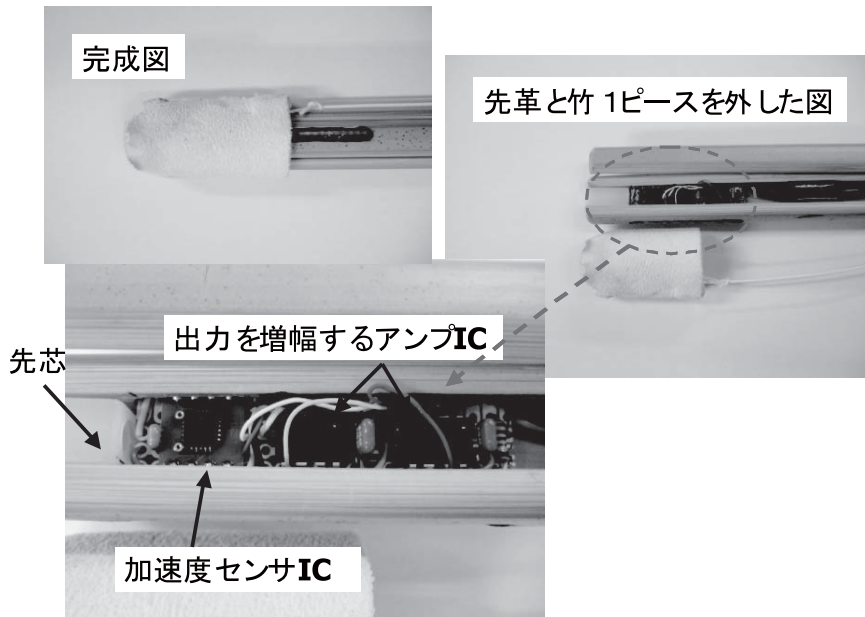


図3 実物の写真

範囲を拡大すること、②ノイズ対策を行うこと、
③竹刀の中を通すケーブルの固定法を改善する
ことを念頭に2号器の作成を行った。

2. 計測方法

- ・実験1：4名の被験者を対象に1号器を用いて5回の素振りを1セットとし、足を動かさず連続6セットの計測を行った。被験者は上級者（経験年数36年）1名、初級者（学校授業時経験者）2名、初心者1名であった。
- ・実験2：1号器では上級者の加速度データが飽和してしまったため、出力ゲインを34倍に変更した2号器を作成し、5名の中級者を対象に同様の素振りの計測を行った。
- ・実験1・2を以下の条件で計測を行った。
- ・同時に各動作を2台のハイスピードビデオカメラ（Nac、HSV-500C³ フレームレート f 250sec.）で2方向より撮影した（図4）。
- ・カメラと加速度信号の同期は、ライトを点灯し、ライトに供給する電圧を加速度信号と同時に計測することによって行った。
- ・画像解析から得られた速度合成は、図5のような波形を示す。

IV 評価パラメータ

図6に計測データから選択した評価に使用するパラメータを示す。

- 1) 竹刀軸方向加速度
竹刀の軸方向の加速度は、軸方向の並進の加速度と竹刀の回転による遠心力による加速度を含む。遠心力は、竹刀の回転角速度の2乗に比例する。（センサ情報）
- 2) 振り下ろし方向の加速度
振り下ろし方向の加速度（竹刀の軸に直交する方向）は、竹刀の速度がピークに達した後、竹刀を静止（停止）するとき大きな変化を示す。（センサ情報）
- 3) x方向変位
竹刀が、振りかぶり前方から後方へ、振り下ろしでは後方から前方へ移動する様子を表す。竹刀の静止（停止）を知ることができる。（ビデオ情報）
- 4) z方向変位
x方向変位と同様に、竹刀の静止（停止）を知ることができる。（ビデオ情報）
- 5) 速度合成
最大速度になるタイミングが画像解析では、経験者と未経験者の差として現れる。

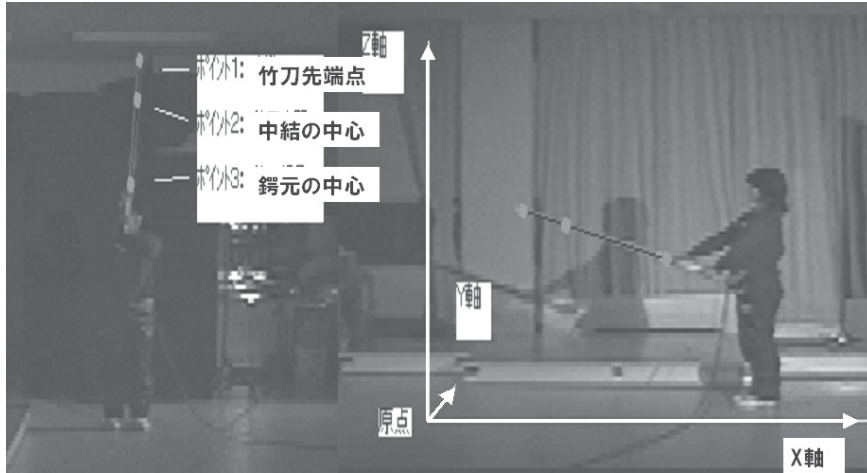


図4 実験風景

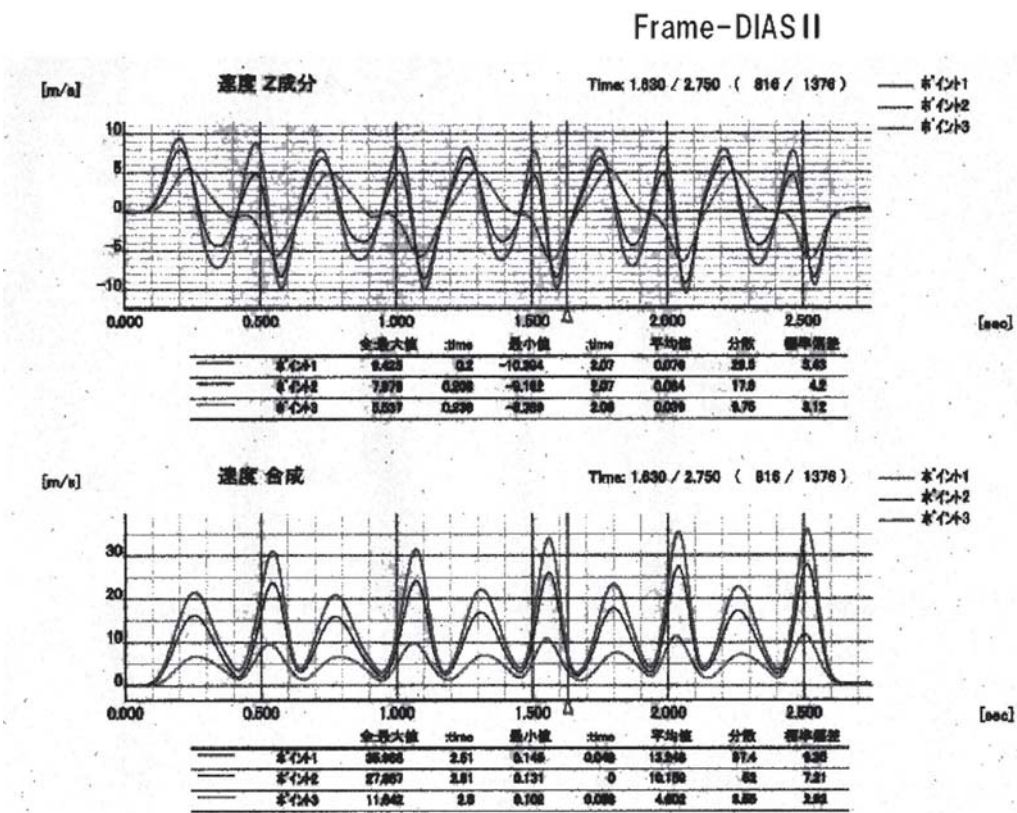


図5 速度合成

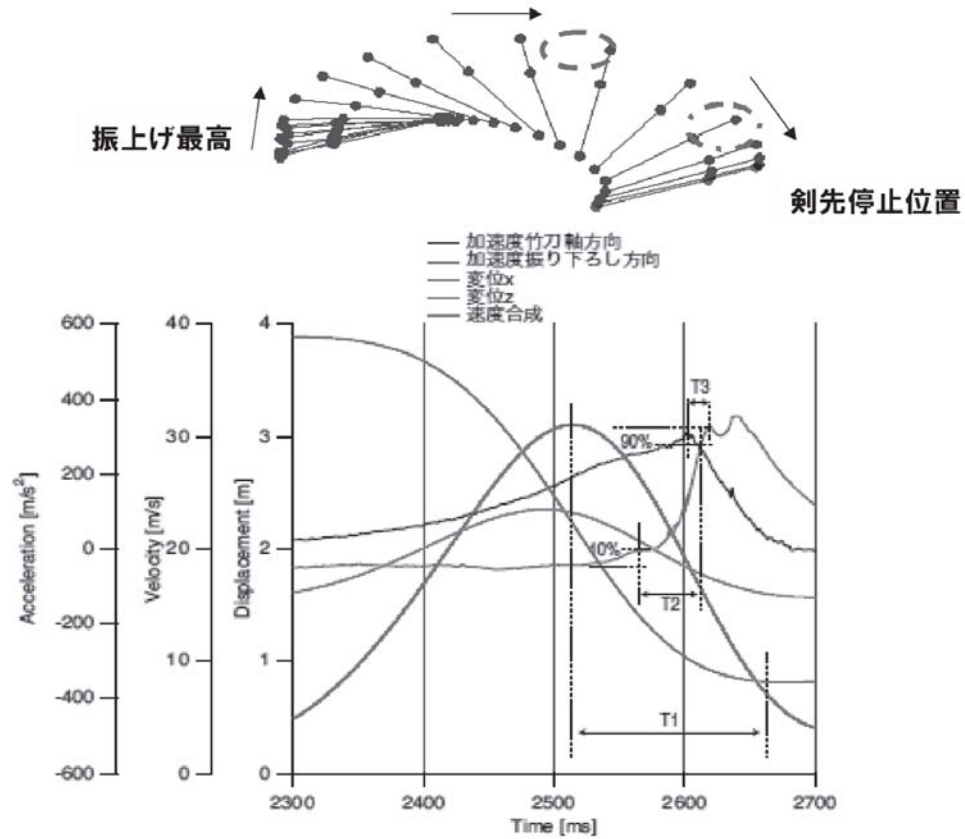


図6 局面と評価パラメータ

これらのことを考慮して、下記のような評価指標を定めた。(ビデオ情報)

- 6) T1
画像解析によるデータから、速度合成が最大値になる時間から x 方向の変位が変化しなくなるまでの時間を求めた。なお静止したことは、変位データを目視して判断した。(ビデオ情報)
- 7) T2
竹刀を静止するために観測される振り下ろし方向の加速度が、peak to peak で 10% から 90% に変化するとき要する時間である。経験者は未経験者に比べて、より静止位置に近い時に最大速度に達するため、静止する際の加速度よりも短時間に大きく変化することを予想した。(センサ情報)
- 8) T3
竹刀の軸方向の加速度が最大になって、それに直交する方向の加速度が最大になるまでの時間である。(センサ情報)

図に示したパラメータ以外に考えられるものとして次のものがある。

- 9) v_{max}-v_{min}
竹刀先端の速度最高値が観測されてから最小値が観測されるまでの時間 (ビデオ情報)
- 10) 躍度 (Jerk)
振り下ろし方向の加速度が peak to peak で 10% から 90% まで変化する時の傾き。加加速度のこと。(センサ情報)
- 11) 振り下ろし方向最高加速度 (センサ情報)

V 結果及び考察

1. 実験 1

(1) T1 と T2 の関係 (図 7)

T1 (竹刀先端部速度が最大になってから x 方向変位が変化しなくなるまでの時間) は上級者において短くなる傾向にある (吉田ら 2005) ことから、

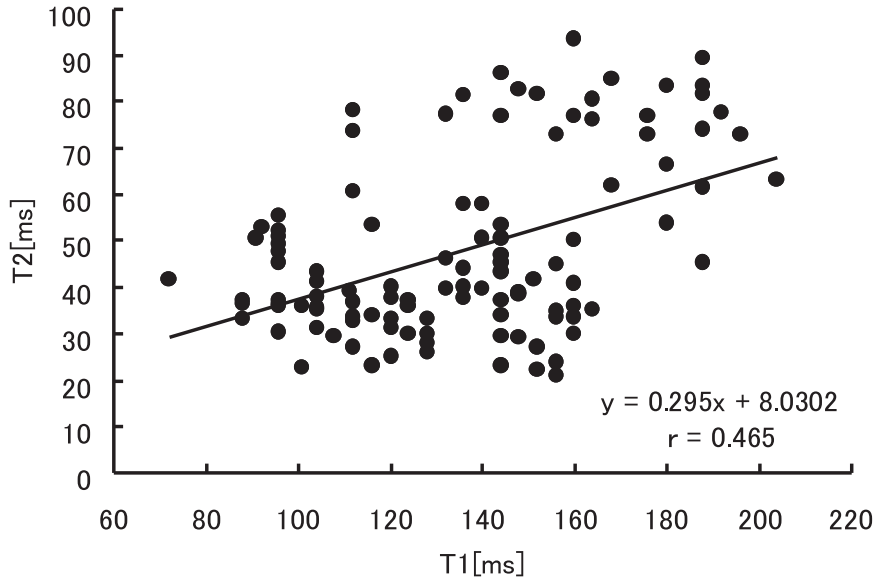


図7 T1 と T2 の関係

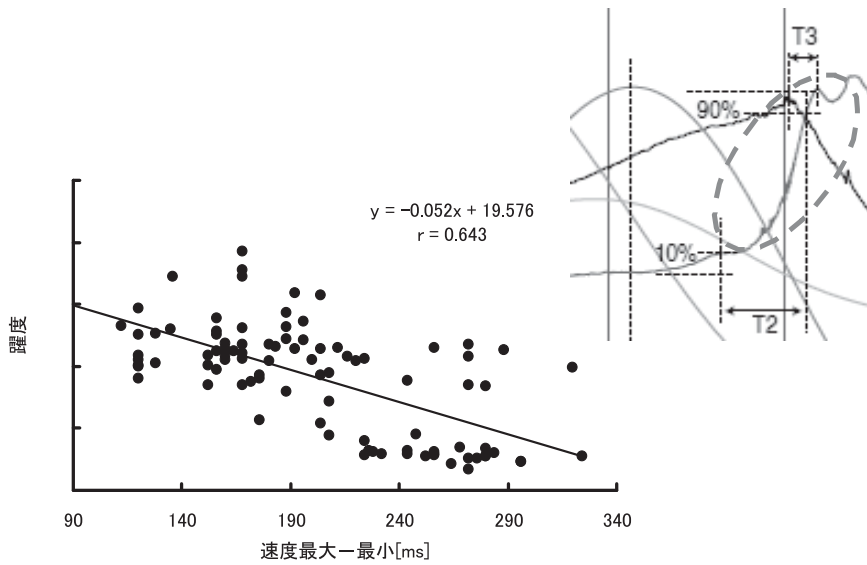


図8 速度最大-最小 vs 躍度

加速度センサから得られるパラメータと T1 の関係を見ることとした。(尚、実験1については2007年第40回日本武道学会において報告済みである。) T1 と T2 (振り下ろし方向加速度が peak to peak で 10% ~ 90% に変化する時に要する時間) を見てみると、 $r = 0.465$ の有意な相関が見られる。しかしながらばらつきが大きいのも事実である。この理由には、軸方向の加速度が最大になる時間と、速度合成が最大になる時間は一致しておらず、速度には並進速度の成分も大きいことが影響していると考えられた。さらに、T2 は T3 にかかわらず一定となる傾向が認められた。以上から加速度の変化時間である T2 を指標に、速度を推定できる可能性が示さ

れた。

(2) 躍度を利用する可能性 (図8)

さまざまなパラメータについて検討した上で、浮かんできた指標がある。躍度あるいは加加速度と呼ばれる加速度の変化率を表す単位である。ここで速度が最大から最小に変化するまでに要した時間との関係についてみると、このような有意な相関が見られる。これは振り下ろし方向の加速度の変化率、傾きに着目するものである。

加速度は力に比例する ($F = ma$) ことと対応させれば、躍度は力の時間変化に対応していると言える。そこで竹刀に振り降ろされるように作用してい

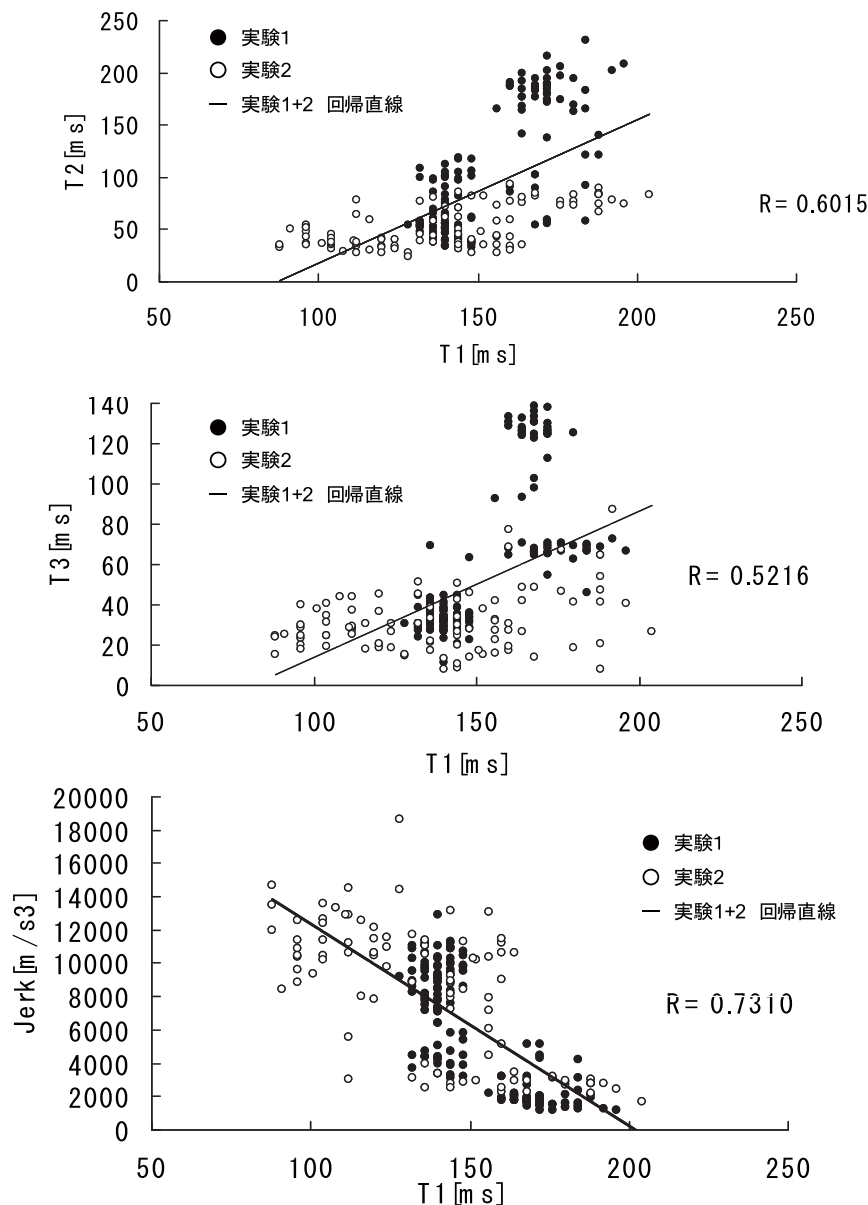


図9 T1 との相関

る力を、いかに短時間に、竹刀を止めるように作用する力に変化させることができたかを評価できると考える。

速度最大-最小（この最小とは速度が零になることを期待している時間と考えた）と躍度の関係のグラフでは、以下のことが考えられる。

- (1) 速度最大-最小が長いということは、竹刀を止めるのに時間が掛かったということで、躍度が小さくなる。
- (2) 速度最大-最小が短いということは、竹刀を止めるのに時間が掛からなかったということであり、躍度が大きくなる。

このことから、剣先の冴えと呼ばれるものとの関係があるのではないかとと思われる。

2. 実験 I および実験 2 の合成結果 (図 9-1 : 上. 9-2 : 中. 9-3 : 下)

改良を加えた 2 号器による実験 2 のデータを実験 1 に加え、総合して分析を試みた。図 9-1 における中程度の相関があり、T1 が短いほど T2 も短くなる傾向がある。しかし、T1 が 160ms を超えるとばらつきが大きくなり、逆に T1 が 130ms 以下になるとほぼ T2 が 40ms 付近に収束する。図 9-2 の T3 についても T2 と類似した傾向が示された。図 9-3 によると、躍度は T1 と負の相関があり、T2・T3 よりも相関係数が高い。

以上を踏まえると、T1 は 130ms-160ms の範囲に比較的集中しており、130ms 以下と 160ms 以上との境界を形づくる。この T1 全体を推定する上で有効なのが躍度と言える。T2・T3 は T1 が 130ms 以下では収束する傾向があり、T1 の 130-160ms の範囲との判別がつきづらい。逆に言えば、T1 が 160ms 以上竹刀最高速度出現から竹刀停止までに時間がかかる素振りについては、T2・T3 のパラメータが有効となる。指導場面におけるひとつのパターンとして、まず T2 の短縮を見て 100ms 以内になり、収束する傾向が出てきた場合、躍度の高まりを次の指標として与えることも有効かもしれない。最終的な躍度の高まりの前段階として T2 の一定範囲への短縮があると考えるのである。

剣道において「剣先の冴え」は有効打突の判定の

要素となる「打ちの強さ」や「打ちの音」を良くすると言われている（中野、坪井ら 1970、1974）。この冴えは、振り上げた両肘を、脇を閉めるように肩関節を中心に上腕部を回転させ、次に肘関節を中心に前腕部を、さらに手首の関節によって左右の握りに力を伝えて、竹刀をまるで鞭を振るうように操作することによって生じる。従って、各関節の脱力がなされていることが前提となる（植田、吉田ら 2002）。結果的に冴えのある素振りを体感するためには、振り下ろし時に刃音になるほどのスピードが必要で、それを「手の内」の作用で一瞬にして停止させる。このときに加速度センサの情報である躍度が高まるものとする。

VI まとめ

- ・加速度センサを用いて、経験者と未経験者の剣道・正面素振りの違いを定量化した。
- ・画像分析に比べて、センサのデータ処理の方が、時間や手間がかからず、指導現場に反映しやすいものとする。
- ・竹刀の最高速度が観測されてから、竹刀が停止するまでの時間を短縮することにより、竹刀の振り下ろし方向の最高加速度が向上することが示唆された。
- ・加速度センサから得られる情報を利用して、正面素振りの質の向上を図るには、① z 軸加速度が 10% ~ 90% に変化する時間（評価指標：T2）を短縮する。②躍度（Jerk）を増加する、の 2 点を意識させるような指示を行うことを考える。
- ・このような研究成果を剣道のみならず他のスポーツにも応用し、指導現場に有効に活用していくことを期待したい。

VII 今後の課題

これまでのデータに加えて、小学生から 6 段・7 段の高段者までそれぞれの初心者と経験者の素振りに関するデータを収集する必要がある。そのためには、財団法人全日本剣道連盟が定めている試合規則

に沿った竹刀の基準（長さ・重さ・太さ）ごとの加速度センサ付の竹刀の作成を行わなければならない。これは男女によっても異なる基準であるため、小学生は男女共通、中学生男女、高校生男女、大学生・一般男女の7種類の竹刀が必要となる。

それと同時に、アドバイスに用いる指導内容を簡素化し、その指示によって素振りの内容が変化し、よりよい形となり評価値も上がるといった検証を行うため、動作映像の即時フィードバックを加えた技術指導ができるよう研究を進めたい。

そのためには、ピエゾ抵抗型3軸加速度センサを用いたゴルフスウィング技能評価システムの開発（仰木ら2004）におけるビデオによる視覚情報と腰部・左手首・クラブヘッドの加速度情報を総合評価するシステムを参考に、剣先の加速度情報に加えて、左手首や肘などの加速度と合わせて評価することも視野に入れて検討を進めたい。

<参考文献>

福本修二(1982)剣道運動の筋電図学的研究(そのⅢ) 一剣道練習前後の正面打ちについて一, 慶應義塾大学体育研究所紀要, 22-1, 41-49.

福本修二, 坪井三郎(1977) 剣道の上肢作用による身体への影響, 武道学研究, 10-1, 9-18.

林邦夫, 堀山健治, 山本高司(1981) 剣道打撃動作時の指力の分析, 体育学研究, 26-1, 149-160.

今福一寿, 金子敬二, 津村耕作, 宮本知次(2001) 剣道「正面打ち」指導方法の研究一竹刀操作について一, 明星大学体育研究, 35, 21-30.

今井三郎(1976) 幼少年剣道の指導と研究, 体育とスポーツ出版社, pp.76-80.

直原幹(1998) 剣道の面打撃時における打撃部位の高さが間合と左足底に及ぼす影響, 武道学研究, 31-1, 38-48.

草野正嗣(2006) ピエゾ抵抗型3軸加速度センサを用いた剣道竹刀における面打撃動作の分析, 福井工業高等専門学校 電気電子工学科 卒業研究発表会.

警視庁剣道指導室(1968) 警視庁剣道教本, 警視庁警務部教養課, pp.13-14.

剣道日本(1996) 特集「素振りをしよう」, スキー

ジャーナル株式会社, 7月号, pp.14-48.

倉田博, 宮崎淳子, 小川芳徳, 増田允(1981) ヒトの肩関節水平面における身体空間知覚能力一空間二等分割能力による検討一, 体力科学, 30, 214-219.

三橋秀三(1954) 学校剣道, 新体育社, pp.46-50.

宮崎淳子, 倉田博, 小川芳徳, 斎藤義弘, 時岡醇, 原田邦彦, 碓井外幸, 増田允(1982) ヒトの肘関節における身体空間知覚能力一空間二等分割能力による検討一, 体力科学, 31, 242-250.

村山光義, 村松憲, 佐々木玲子, 清水静代, 野口和行(2007) 動作映像の即時フィードバックを用いた技術指導の効果一フライングディスク・サイドアームスロー導入時の事例一, 慶應義塾大学体育研究所紀要 46-1, 1-15.

中村充(1999) 剣道における握り幅が竹刀操作に与える影響について, 順天堂大学スポーツ科学研究, 3, 1-7.

中野八十二(1974) スポーツ教室「剣道」, 旺文社, pp.208-212.

中野八十二, 坪井三郎(1970) 図説剣道事典, 講談社, pp.258-265.

仰木祐嗣(1999) 加速度センサを用いたスポーツ分析, bit, Vol.31, No.12, 51-56.

仰木祐嗣, 馬場敏之, 坂口勇夫(2004) ピエゾ抵抗型3軸加速度センサを用いたゴルフスウィング技能評価システムの開発, 日立金属技報, Vol.20, 45-49.

大庭健吾, 佐藤光毅, 米田継武(1970) 上肢側方挙上による位置感覚(第一報), 体育学研究, 16-3, 145-150.

大矢稔, 百鬼史訓, 横山直也, 山神眞一(1996) 剣道の正面打撃動作における打撃目標の高低差と打撃力について, 武道学研究, 29-2, 27-35.

小沢丘(1968) 剣道教室, 鶴書房, pp.32-33.

百鬼史訓(1981) 剣道における中段の構えのバイオメカニクス的研究, 武道学研究, 13-2, 88-89.

巽申直ほか(1987) 剣道の学習指導, 不昧堂出版, pp.134-137.

- 高野佐三郎（1915）剣道，剣道発行所，pp.56-57.
- 坪井三郎，香田郡秀，吉田泰将，富田隆幸（1988）
剣道における竹刀の握りに関する研究—特に
小指，薬指の締めについて—，筑波大学体育
科学系紀要，11，123-131.
- 坪井三郎，佐藤成明（1971）現代剣道講座第三卷，
百泉書房，pp.56-64.
- 植田史生（1985）剣道における打突の有効性と上下
肢の協調について—一面・小手・胴打ちの場合—，
慶應義塾大学体育研究所紀要，25-1，31-46.
- 植田史生，吉田泰将，佐々木玲子，村山光義，小森
康加，福本修二（2002）剣道の正面素振りに
おける指導法に関する一考察，慶應義塾大学
体育研究所紀要，41-1，23-30.
- 横山直也，百鬼史訓（1988）剣道における打撃と
空間打突について，武道学研究，21-2，151-
152.
- 吉田泰将，植田史生，福本修二，佐々木玲子，村山
光義，望月康司（2005）剣道における指導内
容の相違による正面素振りの変化—振り上げ
最高時の剣先位置の指導法について—，慶應義
塾大学体育研究所紀要，44-1，35-42.
- 湯野正憲ほか（1976）剣道指導ハンドブック，大修
館書店，pp.28.
- 財団法人全日本剣道連盟（1999）剣道社会体育教本，
財団法人全日本剣道連盟，pp.70-75.

塾生の身体機能および形態の特徴と その評価に関する研究

プロジェクトメンバー：佐々木玲子（代表）、村山光義、村松憲、奥山（清水）静代、牛山潤一

〈本研究プロジェクトの目的〉

本プロジェクト研究は、慶應義塾大学に在籍する学生（以下、塾生）の健康な学生生活を支える「身体」に焦点を当て、その実態を把握するとともに塾生に対するフィードバックも含めた、有意義なシステムを構築するための基礎的研究である。

その内容および目標とするところは以下に示すものである。

1. 体育研究所の施設を有効活用し、かつ塾生にとって有意義な（興味深い）項目を備えた形態・機能測定を実施し、基礎的データを収集する。
2. 得られた測定値データより、塾生（青年期）の身体特性を明らかにする。
3. 蓄積された資料より、評価の基準となるような塾生の標準値を定める。
4. 身体機能測定・評価システムとして活用するための基盤を整備する。

〈2年間の研究経過と実績〉

1年目は、前年（2005年）度から実施した塾生の形態・機能測定プログラム「Nice Body への道」測定プロジェクトを元に、体育研究所内のプロジェクト研究として立ち上げた。実施期間、測定項目、測定方法の見直しを行い、対象者1名について約60分程度の所要時間を見積もり、測定を計画、実施した。測定の実施にあたっては以下のような流れで行い、測定期間は、春学期、秋学期それぞれ1期ずつとした。なお、測定の内容については、本誌報告Ⅰに記載した。

「1. 測定対象者の募集（ポスター掲示、チラシの配布、授業での告知、体育研究所ホームページへの掲載）→ 申込者に対する実施日時調整と連絡（e-mail）→ 測定実施（体育研究所測定実験室）→ 結果のフィードバック（自宅への郵送）」

年度内のデータをまとめ、塾生の形態・機能特性についての報告を行った（本誌報告Ⅱ「超音波法を用いた塾生の形態評価について。慶應義塾大学体育研究所紀要」、報告Ⅲ「塾生の内中膜複合体厚について」）。

2年目は、前年度に引き続き同様の方法で測定を行い、さらにデータの蓄積に努めた。個々の測定項目において若年者の特徴として抽出できるものについては、それに関する分析を行い報告した（本誌報告Ⅳ「様々な重心動揺指標を用いた本塾塾生の平衡機能の評価。慶應義塾大学体育研究所紀要」、「筋厚および皮下脂肪

厚からみた男女大学生の形態特性。第 62 回日本体力医学会]、「男女大学生にみられる静的立位時身体動揺特性の個人差の要因に関する検討。第 62 回日本体力医学会]。また、両年度とも研究内容、結果等について、日吉研究ポートフォリオへの出展により公開した。

また、2 年間に蓄積されたデータを元に、塾生の評価基準値（ノルム）を作成した。しかしながら詳細な分析を行ったうえで作成するには至らなかったため、適正な評価であるかどうか検討していくことを次への課題としたい。さらに、この測定・評価を継続的に実施していくシステム作りに向けて今後も検討を重ねていく必要があると考える。

〈成果報告〉

（論文、報告書等）

- 1) 村松憲，牛山潤一，清水静代，村山光義，佐々木玲子：超音波法を用いた塾生の形態評価について．慶應義塾大学体育研究所紀要，46-1，17-24，2007.
- 2) 牛山潤一，政二慶，村松憲，奥山静代，村山光義，佐々木玲子：様々な重心動揺指標を用いた本塾塾生の平衡機能の評価．慶應義塾大学体育研究所紀要，47-1，13-24，2008.

（学会発表等）

- 1) 佐々木玲子，村松憲，奥山静代，村山光義，牛山潤一：筋厚および皮下脂肪厚からみた男女大学生の形態特性．第 62 回日本体力医学会，2007.9.
- 2) 牛山潤一，村松憲，奥山静代，村山光義，佐々木玲子：男女大学生にみられる静的立位時身体動揺特性の個人差の要因に関する検討．第 62 回日本体力医学会，2007.9.
- 3) 佐々木玲子：塾生の形態・運動機能の評価システム作成に向けての基礎的研究 —体育研究所プロジェクト研究—.「Hiyoshi Research Portfolio 2007」出展企画，2007.11.

〈課題に関連する研究助成金〉

- 1) 平成 17 年度学事振興資金 共同研究 (86 万円)
「超音波装置を用いた塾生の身体組成に関する研究」：研究代表者 村松憲
- 2) 平成 17 年度学事振興資金 個人研究 (20 万円)
「身体活動量の違いが末梢血管の形状および機能に及ぼす影響」：研究代表者 清水静代
- 3) 平成 18 年度学事振興資金 共同研究 (80 万円)
「塾生の身体機能および形態の特徴とその評価に関する研究」：研究代表者 佐々木玲子

報告 I

塾生の形態および身体機能特性とその評価 ～評価ノルム作成の試み

〈本プロジェクト研究班のまとめ〉

佐々木玲子, 村松憲, 牛山潤一, 奥山静代, 村山光義

I はじめに

人が健康な日常生活を円滑に営むためには、適度な身体活動を継続することが必要である。さらにその身体活動を快適に行うためには、活動の源である筋の量や身体の組成、およびその身体を動かすための機能を維持・向上させていくことは極めて重要となる。現代の生活環境下においては、特に意識して実施しない限り、日常生活における十分な身体活動量を保つことは難しいのが現状であり、大学生もその例にもれない。青少年の体力・運動能力は、その測定値の推移から1980年頃をピークに低下し続けていることが指摘されている(西嶋, 2002)。そのことから、それを支える身体そのもの、および運動にかかわる機能の低下も十分予想できる。

一方、機能的側面とは別に現代の若者は自身の形態的側面(見た目)には関心が高く、必要以上に「細い」身体を求める傾向にある。特に女子の痩せ願望は昔も今も変わらない(矢島, 1996)。しかし、見た目はスリム、あるいは体重は標準的であっても、身体組成に着目すると、筋量が少なく脂肪量が多い、いわゆる「隠れ肥満」が潜んでいることも報告されている。重量としての負荷は小さくても、動く原動力である筋量が少なければ、結果的に運動を快適に持続することは難しくなる。

身体活動の源である筋の量や身体の組成、およびその身体を動かすための機能を適切に把握し、維持・向上させていくことは極めて重要となる。もし、自身の身体をもう少し詳細に、客観的に知ることができれば、よい状態を保持する動機付けになるのではないだろうか。さらにそれが自身の健康の維持・増進につながっていくことが望ましい。

身体各部位の皮下脂肪厚、筋厚について測定した報告(Abe et al, 1994、安部と福永, 1995)では、広範にわたる年齢層を対象としているものであり、両項目について学生を含む若年成人に焦点を絞って測定されたものはほとんど報告されていない。我々が対象とする学生の年齢の標準的データを得ることは必要であり、意義あることと考えられる。同時に、四肢の測定部位の筋硬度ならびに発揮筋力、さらに平衡機能をみる指標として直立時の重心動揺、など筋機能にかかわる項目を測定した。特に、後者については近年、転倒防止などの観点から高齢者の平衡機能に関連した報告は数多くみられる。しかしながら、若年者のデータはきわめて少ない。青少年の体力低下が指摘されている現在においては、高齢者だけでなく若い年齢層のデータも蓄えておく必要があるだろう。同様に、循環系機能についても高齢者に関しては多くの報告があるが、若年者について言及したものはほとんどない。日常の活動を含めて身体運動に影響を及ぼすと思われる機能についても把握することが必要と考え、安静時の血管形状にも着目した。

以上のことから、本研究は、本学学生(塾生)の形態、特に自身の身体として関心が高いと思われるところを含んだ部位、および機能についてその特徴を把握し、塾生へのフィードバックを行うことを念頭におき、評価基準を作成することを目的として行った。

我々は体育・スポーツ活動を通じて、心身ともに健康な状態で学生生活を送ることを支援する立場にあるが、こうしたデータの蓄積によって学生の現状を把握することは、どのような働きかけをしていくことが望ましいかを考えていく資料となるものである。

本研究では推進期間中（約2年間）、測定項目の適切性についても検討を行い、内容の修正を行いながら実施した。したがって実施期間によって測定項目は多少異なっている。本稿では、この期間中に実施したデータをもとに塾生の特徴と評価基準について報告する。

II 方法

1. 対象：本測定を行うにあたり、「身体の形態・機能測定プロジェクト“Nice Bodyへの道”」と銘打ち、慶應義塾大学に在籍する学生（以下、塾生）に対してボランティアでの参加を募った。対象者は、男子168名、女子230名であった。測定に当たっては、対象者に対して事前に、本研究の目的、内容、測定に伴う危険性、参加への任意性、および個人情報の取り扱いの厳重性を説明した上で、測定への参加の同意を書面にて得た。
2. 測定期間：2005年11月から2008年1月であった。この期間のうち、各学期ごとに一定の測定日時を設定（計5期）し、各期ごと事前に対象者を募った。
3. 測定場所：体育研究所内、測定実験室、他。
4. 測定項目および方法：
 - 1) 身長、体重、体脂肪率（インピーダンス法および腹部皮脂厚による推定法）
 - ・インピーダンス法による体脂肪率は、タニタ、BM-003により計測し、皮脂厚からの推定は、腹部皮脂厚をもとにAbeら（1994）の計算式を用いて体脂肪率を算出した。
 - 2) 上腕長および周径囲、大腿長および周径囲、下腿長および周径囲、腹部周径囲（臍の高さの水平囲）
 - ・測定部位の詳細は報告Ⅱ（村松ら、2007）を参照。
 - 3) 上腕前後部、大腿前後部、下腿後部、および腹部（臍横）の皮脂厚と筋厚
 - ・皮脂厚および筋厚は、超音波Bモード法（ALOKA社製ECHO CAMERA SSD-900）によって測定した。測定部位および方法の詳細

細は報告Ⅱ（村松ら、2007）を参照。

- 4) 上腕、大腿および下腿の筋硬度
 - ・上腕前部、大腿前部、および下腿後部について、筋硬度計（井元社製PEK-1）を用いて安静時立位状態の筋硬度を測定した。測定点は3)の超音波測定部に一致する筋腹部であった。
 - 5) 血圧、総頸動脈内中膜複合体厚
 - ・血圧は標準水銀柱式血圧計を用い、総頸動脈内中膜複合体厚は超音波Bモード法（LOGIQBOOK, GE横河メディカル）により測定した。測定方法の詳細は報告Ⅲ（奥山ら）を参照。
 - 6) 静的姿勢動揺
 - ・床反力計（Kisler, Type9281C）上での立位姿勢における足圧中心の同様を測定した。測定方法および分析の詳細については、報告Ⅳを参照。
 - 7) 静的肘関節屈曲および膝関節伸展筋力
 - ・一般に多くの運動において用いられる上下肢の代表的な筋群を主働筋とする運動形態として、肘関節屈曲と膝関節伸展動作を選んだ。どちらも静的筋力発揮を全力で行い、約3秒間保持し、発揮中の最大値を計測した。肘関節屈曲は椅座位で机上に肘を約90°に固定して行った。膝関節伸展は椅座位で膝関節を90°に保持した状態で行った。各試行とも最大下の力発揮を数回行った後、全力の試行を2回行った。2回のうちの値の大きい方を個人の測定値とした。
- *なお、上記の7項目のうち、5)については、2005年11月から2006年1月の期間、7)については、2006年6月から2008年1月の期間での測定項目である。
5. データ処理：測定された対象者個々の値から、それぞれの項目について男女別に平均値および標準偏差を算出した。それらをもとに、塾生内における評価基準（ノルム）を作成した。

表 1 各測定項目の平均値

男子	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	体脂肪率 (BI : %)	体脂肪率 (fat : %)	上腕 周径围 (cm)	大腿 周径围 (cm)	下腿 周径围 (cm)*	腹围 (cm) *	内中膜複 合体厚 (mm)**	最高血圧 (mmHg)**	最低血圧 (mmHg)**
mean	20.7	172.1	63.7	16.8	12.9	27.4	50.2	36.2	74.5	0.53	117.7	67.9
sd	1.7	5.4	7.0	3.7	2.1	2.5	3.5	2.5	4.8	0.07	13.2	8.1
max	33.5	187.3	82.4	30.5	23.0	34.0	58.7	41.7	87.8	0.70	144.0	89.0
min	18.2	159.0	47.1	9.4	10.9	17.8	41.3	25.0	62.0	0.38	88.0	50.0

	上腕前 皮脂厚 (mm)	上腕 前筋厚 (mm)	上腕後 皮脂厚 (mm)	上腕 後筋厚 (mm)	大腿前 皮脂厚 (mm)	大腿 前筋厚 (mm)	大腿後 皮脂厚 (mm)	大腿 後筋厚 (mm)	下腿 皮脂厚 (mm)*	下腿筋厚 (mm)*	腹部 皮脂厚 (mm)	腹部筋厚 (mm)
mean	2.1	31.9	5.8	27.0	5.0	53.6	5.6	65.0	4.8	68.2	7.2	15.4
sd	0.7	3.8	2.2	5.1	2.0	6.1	2.1	5.8	1.4	5.1	4.6	2.8
max	5.0	41.5	13.9	46.6	14.8	70.8	14.1	83.8	8.5	80.4	29.3	21.9
min	1.1	22.6	2.2	15.5	2.0	40.4	2.8	49.8	0.8	52.0	2.6	10.0

	上腕筋力 _右 (N)	上腕筋力 _左 (N)	大腿筋力 (N) 右	筋硬度上 腕 (kPa)	筋硬度大 腿 (kPa)	筋硬度下 腿 (kPa)	開眼時 平均軌跡 速度 (cm/s)*	閉眼時 平均軌跡 速度 (cm/s)*
mean	234.7	222.1	491.0	42.1	46.5	52.0	0.9531	1.1869
sd	48.7	47.4	160.2	7.9	3.3	4.8	0.2844	0.3501
max	392.8	357.2	896.3	76.3	53.6	61.1	1.9300	2.4600
min	91.2	108.3	107.5	12.4	37.6	42.3	0.5170	0.5910

n = 168
* : n=78
** : n=88

女子	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	体脂肪率 (BI : %)	体脂肪率 (fat : %)	上腕 周径围 (cm)	大腿 周径围 (cm)	下腿 周径围 (cm)+	腹围 (cm)+	内中膜複 合体厚 (mm)++	最高血圧 (mHg) ++	最低血圧 (mHg) ++
mean	20.2	158.7	51.0	24.6	18.4	24.4	48.3	34.4	71.0	0.49	101.8	63.5
sd	1.5	5.5	5.3	3.9	2.8	1.9	3.0	2.1	5.2	0.06	11.0	8.1
max	28.1	174.2	71.2	37.1	27.6	31.5	60.0	40.3	86.5	0.66	122.0	82.0
min	18.3	140.5	34.0	15.6	13.5	18.6	39.5	26.8	57.5	0.32	80.0	48.0

	上腕 前皮脂厚 (mm)	上腕 前筋厚 (mm)	上腕後 皮脂厚 (mm)	上腕 後筋厚 (mm)	大腿前 皮脂厚 (mm)	大腿 前筋厚 (mm)	大腿後 皮脂厚 (mm)	大腿 後筋厚 (mm)	下腿 皮脂厚 (mm)+	下腿筋厚 (mm)+	腹部 皮脂厚 (mm)	腹部筋厚 (mm)
mean	3.6	23.8	11.5	17.3	11.6	47.1	12.1	54.8	8.3	14.9	11.1	12.6
sd	1.3	2.9	2.8	3.7	3.1	5.3	3.7	5.4	2.1	6.5	1.9	4.0
max	7.7	31.5	24.9	31.5	22.4	60.0	31.0	73.0	15.7	35.7	21.1	23.3
min	1.5	15.5	4.5	10.0	4.0	33.1	4.2	40.9	4.7	3.4	6.6	4.7

	上腕筋力 _右 (N)	上腕筋力 _左 (N)	大腿筋力 (N) 右	筋硬度上 腕 (kPa)	筋硬度大 腿 (kPa)	筋硬度下 腿 (kPa)	開眼時 平均軌跡 速度 (cm/s)+	閉眼時 平均軌跡 速度 (cm/s)+
mean	117.1	111.9	304.9	43.1	45.2	49.2	0.8765	1.0347
sd	25.8	25.6	99.8	5.5	3.0	4.5	0.3639	0.2406
max	242.5	227.5	581.9	53.6	55.5	59.2	4.7380	1.7504
min	57.0	44.1	53.4	31.0	36.7	36.7	0.4624	0.5218

n = 230
+ : n=156
++ : n=71

Ⅲ 結果と考察

1. 測定値からみた塾生の特徴

各項目の測定値を表1に示した。

身長、体重は、男女とも同年代の全国平均値（首都大学東京体力標準値研究会、2007）とほぼ同等の値であり、平均的な体格だといえる。また、体脂肪率も含め、塾生を対象にした過去の報告（村山ら、1994、近藤ら、1998、佐々木ら、1998）における値とも同様であった。しかしながら、中には体脂肪率で肥満に分類されるような高値を示すものも含まれており、そういった事例は見逃さないようにしなければならないであろう。

本研究で得られた皮下脂肪厚および筋組織厚の値を最も近い年齢層（20-29歳）の先行研究データ（安部と福永、1995）と比較してみると、男女とも皮下

脂肪厚は塾生の方がどの部位でも低い値を示した。一方、筋組織厚は逆に男女とも塾生が大きい値を示した。このことは、比較データの年齢範囲が20-29歳で本研究の対象者よりも高い年齢が含まれていることも一つの要因と考えられ、単純に本集団を評価することはできない。このことから値の評価を考えた場合には、生活環境の類似した年齢の近い集団（たとえば、学生など）独自のデータが必要であろう。

測定値の性差をみると、皮脂厚は全測定部位において女子の値が男子を大きく上回るものであった（図1）。四肢における皮脂厚の値は、上腕前部、下腿後部が他の部位に比べて小さく、腹部では大きい傾向にあり、これは男女ともに共通であった。筋厚は全測定部位において、男子の値が女子を上回るものであった（図2）。周径囲についても筋厚と同様にどの部位においても男子の方が女子よりも有意に大きな値であった。皮脂厚、筋厚、周径囲ともすべての部位において男女間には統計的に有意な差がみ

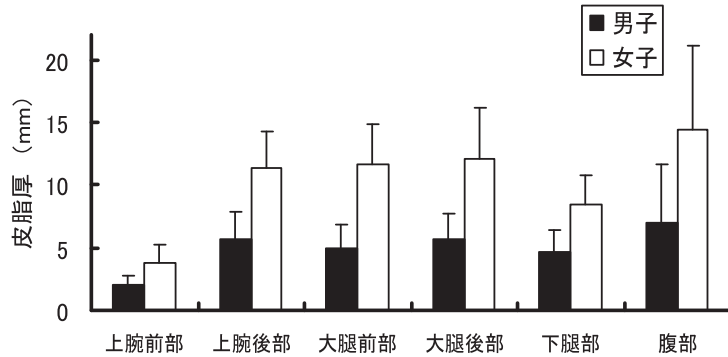


図1 男女別にみた各部位の皮下脂肪厚

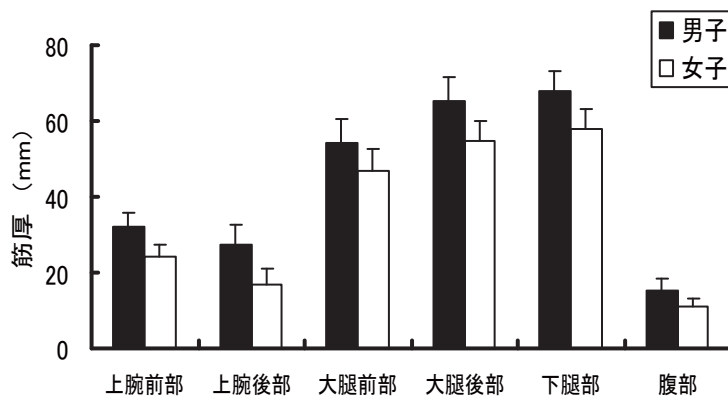


図2 男女別にみた各部位の筋厚

られた ($p < 0.01$)。丸山ら (1991) は日本人青少年を対象に、超音波法を用いて身体の多数の部位の皮下脂肪分布を調べ、その性差をみているが、どの部位においても男性より女性の方が脂肪が厚かったことを報告している。

なお、皮下脂肪厚、筋組織厚および周径囲に関する詳細な分析は、報告Ⅱ (村松ら、2007) の論文にまとめた。

上肢、下肢の発揮筋力を代表するものとして、それぞれ肘関節屈曲と膝関節伸展運動による静的最大筋力を測定した。一般に筋量が多いほどそれによる発揮筋力は大きいことから、肘関節屈曲力とその主動筋である上腕前部の筋組織厚、膝関節伸展力とその主動筋である大腿前部の筋組織厚の関係をみた (図3)。男子の肘屈曲力ではある程度の相関がみられたが ($r = 0.54$)、男子の膝伸展、および女子ではそれらの関係性は低かった。単純にある部位 (一

点) の筋組織厚と筋力の比較であり、必ずしも主動筋の筋断面積を量的に反映しているとは限らないことが関係しているかもしれない。また、この結果は、筋量と筋力の関係性が低いことを示すというよりも、日常的に全力発揮を含んだ運動を行うことがほとんどない者が大半を占める本対象者にとって、身体のある一部において全力を出すということの難しさが現れているのではないかと考えることができる。局所における力発揮よりはむしろ、筋力を必要とするパフォーマンステストなどを実施するほうがその関係性をみるには適しているかもしれず、検討を要するところである。

血圧は、ほとんどの者が、一般の評価基準である収縮期血圧 120mmHg 以下、拡張期血圧 90mmHg 以下、であり、「至適血圧」と評価された。総頸動脈の中内膜複合体厚については、血管壁の内面が周囲より突出した隆起性病変 (プラーク) の評価基準

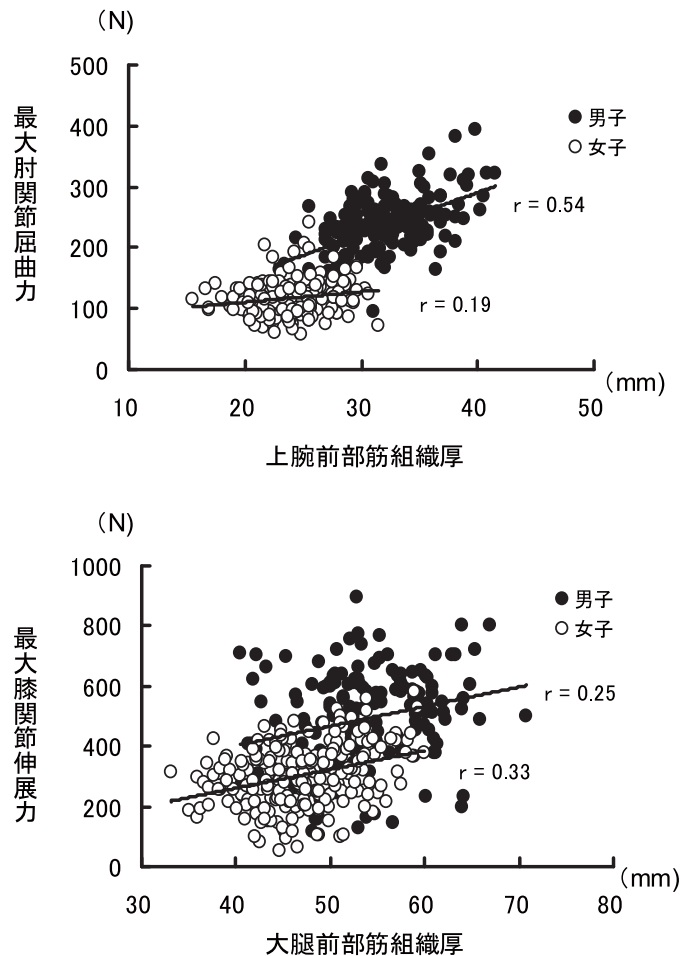


図3 筋組織厚と最大筋力の関係
(上; 上肢, 下; 下肢)

評価基準表

皮脂厚・筋厚

男子		薄い	やや薄い	ふつう	やや厚い	厚い
上腕前部	皮脂厚 (mm)	1.3 未満	1.3 ~ 1.5	1.6 ~ 2.0	2.1 ~ 2.3	2.4 以上
	筋厚 (mm)	26.9 未満	26.9 ~ 28.7	28.8 ~ 32.5	32.6 ~ 34.4	34.5 以上
上腕後部	皮脂厚 (mm)	4.0 未満	4.0 ~ 4.8	4.9 ~ 6.5	6.6 ~ 7.4	7.5 以上
	筋厚 (mm)	20.9 未満	20.9 ~ 24.0	24.1 ~ 30.4	30.5 ~ 33.6	33.7 以上
大腿前部	皮脂厚 (mm)	3.0 未満	3.0 ~ 3.7	3.8 ~ 5.5	5.6 ~ 6.4	6.5 以上
	筋厚 (mm)	47.6 未満	47.6 ~ 50.5	50.6 ~ 56.7	56.8 ~ 59.8	59.9 以上
大腿後部	皮脂厚 (mm)	3.3 未満	3.3 ~ 4.2	4.3 ~ 6.1	6.2 ~ 7.1	7.2 以上
	筋厚 (mm)	58.4 未満	58.4 ~ 61.0	61.1 ~ 66.3	66.4 ~ 69.0	69.1 以上
下腿後部	皮脂厚 (mm)	3.2 未満	3.2 ~ 3.8	3.9 ~ 5.4	5.5 ~ 6.1	6.2 以上
	筋厚 (mm)	63.5 未満	63.5 ~ 65.9	66.0 ~ 71.0	71.1 ~ 73.5	73.6 以上
腹部	皮脂厚 (mm)	3.3 未満	3.3 ~ 4.9	5.0 ~ 8.2	8.3 ~ 9.9	10.0 以上
	筋厚 (mm)	12.4 未満	12.4 ~ 13.7	13.8 ~ 16.5	16.6 ~ 17.9	18.0 以上

女子		薄い	やや薄い	ふつう	やや厚い	厚い
上腕前部	皮脂厚 (mm)	2.3 未満	2.3 ~ 2.8	2.9 ~ 3.8	3.9 ~ 4.3	4.4 以上
	筋厚 (mm)	20.5 未満	20.5 ~ 21.8	21.9 ~ 24.4	24.5 ~ 25.8	25.9 以上
上腕後部	皮脂厚 (mm)	9.0 未満	9.0 ~ 10.2	10.3 ~ 12.9	13.0 ~ 14.2	14.3 以上
	筋厚 (mm)	14.0 未満	14.0 ~ 15.8	15.9 ~ 19.6	19.7 ~ 21.5	21.6 以上
大腿前部	皮脂厚 (mm)	8.8 未満	8.8 ~ 10.3	10.4 ~ 13.4	13.5 ~ 14.9	15.0 以上
	筋厚 (mm)	42.8 未満	42.8 ~ 45.2	45.3 ~ 50.2	50.3 ~ 52.7	52.8 以上
大腿後部	皮脂厚 (mm)	8.4 未満	8.4 ~ 10.2	10.3 ~ 14.0	14.1 ~ 15.8	15.9 以上
	筋厚 (mm)	49.7 未満	49.7 ~ 52.3	52.4 ~ 57.8	57.9 ~ 60.6	60.7 以上
下腿後部	皮脂厚 (mm)	6.3 未満	6.3 ~ 7.3	7.4 ~ 9.4	9.5 ~ 10.5	10.6 以上
	筋厚 (mm)	53.4 未満	53.4 ~ 55.9	56.0 ~ 61.0	61.1 ~ 63.5	63.6 以上
腹部	皮脂厚 (mm)	8.6 未満	8.6 ~ 11.7	11.8 ~ 18.2	18.3 ~ 21.4	21.5 以上
	筋厚 (mm)	9.1 未満	9.1 ~ 10.0	10.1 ~ 12.0	12.1 ~ 13.0	13.1 以上

体脂肪率

男子	少ない	やや少ない	ふつう	やや多い	多い
インピーダンス法 (%)	9.7 未満	9.8 ~ 13.9	14.0 ~ 18.2	18.3 ~ 22.5	22.6 以上
超音波法 (%)	11.1 未満	11.1 ~ 11.8	11.9 ~ 13.4	13.5 ~ 14.2	14.3 以上

女子	少ない	やや少ない	ふつう	やや多い	多い
インピーダンス法 (%)	17.0 未満	17.1 ~ 20.9	21.0 ~ 24.7	24.8 ~ 28.6	28.7 以上
超音波法 (%)	15.3 未満	15.3 ~ 16.7	16.8 ~ 19.6	19.7 ~ 21.1	21.2 以上

周径囲

男子	細い	やや細い	ふつう	やや太い	太い
上腕部 (cm)	24.9 未満	24.9 ~ 26.1	26.2 ~ 28.7	28.8 ~ 30.0	30.1 以上
大腿部 (cm)	46.8 未満	46.8 ~ 48.5	48.6 ~ 52.0	52.1 ~ 53.8	53.9 以上
下腿部 (cm)	33.7 未満	33.7 ~ 35.0	35.1 ~ 37.7	37.8 ~ 39.1	39.2 以上
腹囲 (cm)	70.1 未満	70.1 ~ 72.3	72.4 ~ 76.8	76.9 ~ 79.0	79.1 以上

女子	細い	やや細い	ふつう	やや太い	太い
上腕部 (cm)	22.4 未満	22.4 ~ 23.4	23.5 ~ 25.5	25.6 ~ 26.6	26.7 以上
大腿部 (cm)	45.2 未満	45.2 ~ 46.7	46.8 ~ 50.1	50.2 ~ 51.8	51.9 以上
下腿部 (cm)	32.0 未満	32.0 ~ 33.0	33.1 ~ 35.2	35.3 ~ 36.3	36.4 以上
腹囲 (cm)	65.7 未満	65.7 ~ 68.4	68.5 ~ 74.0	74.1 ~ 76.9	77.0 以上

筋力

男子	弱い	やや弱い	ふつう	やや強い	強い
肘屈曲力・右 (N)	188.3 未満	188.3 ~ 213.4	213.5 ~ 263.6	263.7 ~ 288.7	288.8 以上
肘屈曲力・左 (N)	177.9 未満	177.9 ~ 201.8	201.9 ~ 249.9	250.0 ~ 274.0	274.1 以上
膝伸展力・右 (N)	333.4 未満	333.4 ~ 414.9	415.0 ~ 578.1	578.2 ~ 659.6	659.7 以上

女子	弱い	やや弱い	ふつう	やや強い	強い
肘屈曲力・右 (N)	91.4 未満	91.4 ~ 104.6	104.7 ~ 131.2	131.3 ~ 144.4	144.5 以上
肘屈曲力・左 (N)	87.7 未満	87.7 ~ 100.7	100.8 ~ 126.8	126.9 ~ 139.9	140.0 以上
膝伸展力・右 (N)	200.1 未満	200.1 ~ 250.8	250.9 ~ 352.4	352.5 ~ 403.2	403.3 以上

姿勢動揺

男子	動揺が小さい	ふつう	動揺が大きい
姿勢・開眼時平均軌跡速度 (cm/s)	0.65 ~ 未満	0.65 ~ 1.27	1.28 ~ 以上
姿勢・閉眼時平均軌跡速度 (cm/s)	0.87 ~ 未満	0.87 ~ 1.57	1.58 ~ 以上

女子	動揺が小さい	ふつう	動揺が大きい
姿勢・開眼時平均軌跡速度 (cm/s)	0.63 ~ 未満	0.63 ~ 1.00	1.01 ~ 以上
姿勢・閉眼時平均軌跡速度 (cm/s)	0.77 ~ 未満	0.77 ~ 1.27	1.28 ~ 以上

1.0mmに照らし合わせると、全対象者がそれ以下であり、「適正」と評価された。

本研究継続期間中、5期に分けて測定を実施したが、各期ごとに測定方法、測定値について検討し、より適切な測定項目が設定できるよう多少の変更を行った。一定時間内で一定数の対象者の測定を行うために、測定方法の簡便性と測定値の評価が一般学生にとってわかりやすいかどうかということから判断し、血圧および総頸動脈形状の測定は1期のみの測定とした。しかしながら、項目そのものの測定意義は大きく、1期において一定数のデータを収集できたため、若年者のデータとして別途分析、検討を行った。(報告Ⅲ、奥山ら)

筋硬度については、測定値の評価に関して一般的な基準値がなく、値そのものの絶対的な評価ができないため、本研究において求められた平均値を評価の基準とした。本測定において収集したデータ等をもとに、一定の基準を設けることができるよう今後検討したい。

立位時の足圧中心動揺についても、近年高齢者についてのデータは報告されているが、若年者のものはほとんどなく、今後平衡機能を評価する指標として基準が設けられるよう検討していきたい。なお、足圧中心動揺についての詳細な分析は、報告Ⅳ(牛山ら、2008)の論文にまとめた。

2. 評価基準の作成

各項目についての評価基準は、平均値と標準偏差(sd)を用いて作成した。各項目とも、平均値に対して $+1/2sd$ から $-1/2sd$ までを5段階評価の3とし、その上下に $1sd$ ずつの区切りで1段階ずつとした。表2に基準表を示した。

本プロジェクト研究においては、測定データの蓄積をしつつ、同時に、測定を実施した対象者にできるだけ早く結果をフィードバックすることも実践の課題とした。したがって、データの分布について詳細に検討することができず、平均値と標準偏差を用いて簡便な段階評価を行うかたちとなった。今後の継続を見据えて、作成の方法および定期的な改訂についてなど、さらに検討しなければならない課題は残されている。

3. 対象者への結果のフィードバック

測定を行った対象者に対して、各期終了後、数週間以内に郵送にて結果をフィードバックした。測定結果が平均値と併記され、評価基準表に従って段階的な評価語が付されたシート(図4)および各項目の内容説明等が各個人に送付した。

4. 今後の課題と展望

過去において本塾では、必修科目としての体育実技の授業の中で行われた体力測定データから塾生の体力水準ならびにその推移を把握することができた(松田ら、1989、村山ら、1994)。その後体育科目が選択制となった後も、体育科目の授業を利用したり、トレーニングルームの使用者で実施するなどの方法で、新たな体力測定項目のデータを収集して評価を行う試みをしてきた(近藤ら、1998)。しかしながら、ここ数年ではそのデータも中断し、塾生の身体能力水準の現状をとらえることができていない現状である。前述したように、体育・スポーツ活動を通じて、心身ともに健康な状態で学生生活を送ることを支援する立場の我々にとって、その対象となる塾生の現状を把握することは、彼らにどのような働きかけをしていくことが望ましいかを考えていく基礎ともなることである。また、塾生も身体については興味を持つ者も多く、自身の現状を知ることは、健康な心身を獲得するのに有効な、運動やスポーツの実施への契機になることも考えられる。

今回は、形態を中心とした身体の測定項目であったが、どのように動ける身体を保持しているかを知ることが重要である。本研究では、運動機能としての最大筋力を測定したが、測定の都合上、局所的筋群を主働筋とする静的な筋力発揮様式であった。一般に特別運動を日常的に行っていない者にとっては、単一箇所での最大筋力の発揮はそれほど容易ではない。そういった形態よりもむしろ体力測定のようなパフォーマンステストを実施した方が個人の運動遂行レベルを評価するには適しているかもしれない。総合的に評価する場合には考慮すべき点かと思われる。

またさらに、塾生だけでなく広い年齢層にも対応

形態・筋力計測結果シート

慶應義塾大学体育研究所 Nice-Bodyへの道 Project 05

測定日	-/-/-		
形態-身体組成	測定値	平均値	評価
身長 (cm)	158.2	171.9	-
体重 (kg)	50	63.6	-

氏名	〇〇 〇〇		
形態-身体組成	測定値	平均値	評価
体脂肪率 (インピーダンス法) (%)	27.2	17.3	やや多い
体脂肪率 (超音波法) (%)	17.54	13.7	やや少ない

性別	女	年齢	21.16667
血圧-血管壁厚	測定値	平均値	評価
最高血圧(mmHg)	84	117.7	至適血圧
最低血圧(mmHg)	48	67.9	
血管壁厚	0.45	0.5	適正

肩-広背筋(右)	測定値	平均値	評価
筋厚(mm)	12.4	22.8	ふつう

肩-広背筋(左)	測定値	平均値	評価
筋厚(mm)	12.2	21.9	ふつう

上腕筋(右)	測定値	平均値	評価
右 (N)	106.1	246.0	やや弱い
上腕筋(右)	測定値	平均値	評価
上腕周径(cm)	25	27.5	ふつう
上腕筋(右)	測定値	平均値	評価
皮下脂肪厚(mm)	5.1	2.2	ふつう
筋厚(mm)	19.2	32.5	薄い
上腕筋(右)	測定値	平均値	評価
皮下脂肪厚(mm)	10.7	5.7	ふつう
筋厚(mm)	19.2	27.2	やや厚い

上腕筋(左)	測定値	平均値	評価
左 (N)	101.6	232.5	ふつう
上腕筋(左)	測定値	平均値	評価
上腕周径(cm)	24.6	29.5	ふつう
上腕筋(左)	測定値	平均値	評価
皮下脂肪厚(mm)	3.9	2.2	ふつう
筋厚(mm)	17.2	31.6	薄い
上腕筋(左)	測定値	平均値	評価
皮下脂肪厚(mm)	12.6	5.7	ふつう
筋厚(mm)	16.6	31.3	ふつう

背筋(右)	測定値	平均値	評価
皮下脂肪厚(mm)	7	7.7	薄い
筋厚(mm)	14.8	23.3	ふつう
腹筋(右)	測定値	平均値	評価
皮下脂肪厚(mm)	6.8	7.1	薄い
筋厚(mm)	12.3	15.6	ふつう

背筋(左)	測定値	平均値	評価
皮下脂肪厚(mm)	6.7	7.6	薄い
筋厚(mm)	14.6	24.6	ふつう
腹筋(左)	測定値	平均値	評価
皮下脂肪厚(mm)	6.8	7.0	薄い
筋厚(mm)	10.1	17.1	やや薄い

大腿筋(右)	測定値	平均値	評価
右 (N)	291.2	489.9	ふつう
大腿筋(右)	測定値	平均値	評価
大腿周径(cm)	48.5	50.5	ふつう
大腿筋(右)	測定値	平均値	評価
皮下脂肪厚(mm)	12.7	5.0	ふつう
筋厚(mm)	49.6	54.2	やや厚い
大腿筋(右)	測定値	平均値	評価
皮下脂肪厚(mm)	8.6	5.8	薄い
筋厚(mm)	57.1	66.1	ふつう

大腿筋(左)	測定値	平均値	評価
右 (N)	324.6	359.2	ふつう
大腿筋(左)	測定値	平均値	評価
大腿周径(cm)	49	49.3	ふつう
大腿筋(左)	測定値	平均値	評価
皮下脂肪厚(mm)	12.1	4.8	ふつう
筋厚(mm)	54.6	53.5	厚い
大腿筋(左)	測定値	平均値	評価
皮下脂肪厚(mm)	9.6	6.1	やや薄い
筋厚(mm)	55.5	62.0	ふつう

筋硬直(右)	測定値	平均値	評価
上腕浅部(kPa)	45.1	40.5	ふつう
上腕深部(kPa)	40.7	44.8	ふつう
大腿浅部(kPa)	45.1	45.7	ふつう
大腿深部(kPa)	71.6	51.9	ふつう

筋硬直(左)	測定値	平均値	評価
上腕浅部(kPa)	33.8	42.4	やわらかめ
上腕深部(kPa)	43.3	60.9	ふつう
大腿浅部(kPa)	43.2	45.6	ふつう
大腿深部(kPa)	57.7	61.6	ふつう

図4 フィードバック用評価シート (例)

できるような体育研究所としての測定・評価システムを構築できるよう、さらに進めていきたいと考える。

文献

- 西嶋尚彦 (2002) : 青少年の体力低下傾向, 体育の科学, 52(1) : 4-14.
- 矢島万沙未 (1996) : 瘦身一女らしさのイデオロギーとテクノロジー—, 体育の科学, 46-11, 879-884.
- 松田雅之, 石手靖, 近藤明彦, 佐々木玲子 (1989) : 本塾入学生の体力測定結果の出身 (塾内・塾外)・年齢・運動経験による違いと1年後の変化—昭和61・62・63年度入学生の体力測定結果から—, 慶應義塾大学体育研究所紀要, 29(1) : 13-29.
- 村山光義, 石手靖, 佐々木玲子, 松田雅之, 近藤明彦 (1994) : 慶應義塾大学体力測定標準値について—必修体育時の継続測定の資料から—慶應義塾大学体育研究所紀要, 34(1) : 91-102.
- 近藤明彦, 佐々木玲子, 村山光義 (1998) : 慶應義塾大学健康関連体力テストノルム作成の試み, 慶應義塾大学体育研究所紀要, 37(1) : 45-54.
- 佐々木玲子, 村山光義, 今柴貞吉 (1998) : 異なる測定方法による体脂肪率推定値の比較—健康関連体力測定項目としての観点から—, 慶應義塾大学体育研究所紀要, 37(1) : 39-44.
- Abe T, Kondo M, Kawakami Y, Fukunaga T (1994) : Prediction equations for body composition of Japanese adults by B-mode ultrasound. Am. J. Hum. Biol., 6, 161-170.
- 安部孝, 福永哲夫 (1995) : 日本人の体脂肪と筋肉分布, 杏林書院.
- 首都大学東京体力標準値研究会 (2007) : 新・日本人の体力標準値Ⅱ, 不昧堂出版.
- 丸山康子, 飯塚幸子, 吉田敬一 (1991) : 超音波法による日本人青年の皮下脂肪分布の性差, Ann. Physiol. Anthropol., 10(1) : 61-70.

報告Ⅱ

超音波法を用いた塾生の形態評価について

Anthropometric and physical status evaluation of Keio University students by using ultrasonography

村松憲*, 牛山潤一**, 清水静代*, 村山光義***, 佐々木玲子****
 Tadashi Muramatsu¹⁾, Junichi Ushiyama²⁾, Shizuyo Shimizu¹⁾,
 Mitsuyoshi Murayama³⁾, Reiko Sasaki⁴⁾

In order to investigate anthropometric and physical status of Keio University students, skeletal muscle thickness, adipose tissue thickness, circumference of extremities, and body weight were measured in 90 male and 75 female student volunteers. By using ultrasonography, skeletal muscle and adipose tissue thickness were measured at anterior and posterior aspects of upper arm and thigh, abdomen and subscapular regions. In males, the extremity circumference showed a stronger correlation with the skeletal muscle thickness than the adipose tissue thickness, whereas in females, the converse was observed. In male and female volunteers, the adipose tissue thickness was more strongly correlated among the different sites of measurement than the skeletal muscle thickness. No significant correlation between skeletal muscle thickness and adipose tissue thickness

was observed among male volunteers in any of the measurement sites. However, in the female volunteers, the skeletal muscle thickness showed a correlation with the adipose tissue thickness at the anterior aspect of the upper arm and at the abdomen.

The present study discusses the anthropometric and physical status of the Keio University students. However, the sample size was not sufficient for us to conclude that the subjects were representative of entire student population at Keio University. Besides, the present study only performed a cross-sectional measurement. Future studies will have to be performed to address these issues.

キーワード：超音波法、筋厚、皮脂厚

Key words: ultrasonography, muscle thickness, adipose tissue thickness,

慶應義塾大学体育研究所紀要 46-1, 17-24, 2007 (プロジェクトメンバーによる再校正版を収録)

* 慶應義塾大学体育研究所専任講師

** 慶應義塾大学体育研究所助手

*** 慶應義塾大学体育研究所助教授

**** 慶應義塾大学体育研究所教授

1) Assistant Professor, Institute of Physical Education, Keio University

2) Instructor, Institute of Physical Education, Keio University

3) Associate Professor, Institute of Physical Education, Keio University

4) Professor, Institute of Physical Education, Keio University

【はじめに】

一般に、自分自身の身体の形態に対する人の関心の高さは、書店に並ぶ様々な雑誌の表紙や、各種広告を見れば一目瞭然である。形態を自分の希望する方向に変化させるために、スポーツクラブなどでは各種のプログラムが準備され、また様々な場所で栄養補助食品やトレーニング器具なども数多く販売されている。このことから、形態に対する人の関心は市場経済においても大きな存在になっていることがうかがえる。

形態を測定する方法としては、身長や上腕長など、2点間の距離を測定する方法、胸囲など、周囲の長さを測定する方法、体重など質量を測定する方法などが一般的に行われてきた。例えば、腕の周囲の長さを測定すれば、腕が太い・細い、といった情報は得られる。しかし、腕が太いといっても、筋が多くて太いのか、脂肪が多くて太いのかといった情報はこの方法からは不明である。筋と脂肪が、機能的に全く異なる組織であることは言うまでもないが、見た目にも大いに異なる印象を与えている。だからこそ、特に機能を気にしない人の間でも、「脂肪を燃やそう」とか「筋肉をつけよう」といったキャッチフレーズが、よく使われているのである。

安全で正確に脂肪と筋の厚さを測定するのが、超音波法である。超音波法は、生体内に発射された超音波（周波数が高く、人間には聞こえない音波で、魚群探知機にも利用されている）が、密度の変わる部分で反射する性質を利用して、脂肪の厚さや筋の厚さを測定する方法である。超音波法を用いて、皮下脂肪や筋の厚さを測定することの妥当性については、福永ら（1989）、Kawakamiら（1993）が報告しており、いくつもの研究が、皮下脂肪の厚さ（以下皮脂厚）や筋の厚さ（以下筋厚）を超音波法によって測定している（Estonら1994, Kanehisaら2004, Kanehisaら2005）。また、この方法は、人体への悪影響が殆どないと報告されており（Brown1984）、測定の準備も殆ど不要であるため、気軽に実施できるという利点がある。そのため、多くの被験者を短時間で扱う状況では特に有用である。

Abeら（1994）は、117名の日本人の、全身9箇

所の皮脂厚、筋厚を報告している。被験者は男性が 34.0 ± 8.6 歳（平均 \pm 標準偏差、以下同）、年齢の範囲は21～51歳、女性が 30.7 ± 10.6 歳、年齢の範囲は18～51歳であった。これまで大学生の皮脂厚と筋厚の両方を測定した論文は、我々の知り得た範囲では殆ど発表されていない。年齢によって皮脂厚や筋厚に変化が生じる可能性も考えられる（福永ら1995, Kanehisaら2004）ので、我々が教育現場で関わる大学生のデータが標準的なのかどうかを判定するには、同年代のデータが必要であろう。

本研究では、皮脂厚と筋厚に加えて、周囲長を測定したが、これにより周囲長の大きい被験者は皮脂厚が大きいのかそれとも筋厚が大きいのか、という観点からの検討も可能になる。

本研究は、慶應義塾大学に所属する大学生の皮脂厚、筋厚を測定した結果を報告し、測定の意義及び研究の方法を含む今後の展望について検討することを目的とした。

【方法】

A) 被験者

慶應義塾大学に所属する大学生に対し、ホームページ、ポスター、チラシ等により広く被験者を募った。被験者は、男性は90名、女性は75名、計165名であった（年齢等は表1に記載）。測定に先立ち、測定の内容、測定によっておこり得る危険性、測定開始後でも被験者の意志で測定を中止できること、個人情報や厳重に取り扱うことなどを文書で説明し、同意の署名を得た。

B) 測定項目

1) 以下の6部位について、超音波法で皮脂厚と筋厚を測定した。なお測定したのは被験者の右側のみであった。

部位の決定は、Abeら（1994）に準じたが、より厳密に決定するために以下のように定めた。なお、使用した超音波装置は、ALOKA社のSSD-900であった。

表 1 測定結果一覧

	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	上腕周径 (cm)	大腿周径 (cm)	体脂肪率 (超音波法)	上腕前部		
							皮脂厚 (mm)	筋厚 (mm)	
男子学生 (n = 90)	平均値	20.8	171.9	63.6	27.5	50.5	13.7	2.2	32.5
	標準偏差	1.1	5.7	7.1	2.6	3.4	3.0	0.8	3.9
女子学生 (n = 75)	平均値	20.4	159.0	51.3	24.5	48.6	20.5	4.3	25.1
	標準偏差	1.5	5.1	6.5	2.2	3.5	3.8	1.6	3.3

	上腕後部		大腿前部		大腿後部		肩甲骨下部		腹部		
	皮脂厚 (mm)	筋厚 (mm)	皮脂厚 (mm)	筋厚 (mm)	皮脂厚 (mm)	筋厚 (mm)	皮脂厚 (mm)	筋厚 (mm)	皮脂厚 (mm)	筋厚 (mm)	
男子学生 (n = 90)	平均値	5.7	27.2	5.0	54.2	5.8	66.1	7.7	23.3	7.1	15.6
	標準偏差	2.4	4.3	2.0	6.1	2.2	6.0	2.9	4.4	4.9	2.8
女子学生 (n = 75)	平均値	11.2	16.2	11.5	46.3	12.3	54.4	11.5	14.1	14.7	11.4
	標準偏差	3.1	3.3	3.1	5.9	3.7	5.4	3.7	2.9	7.4	1.9

表 2 各部位の筋厚間の相関係数

	上腕前	上腕後	大腿前	大腿後	肩甲骨下	腹部	
上腕前		0.30	0.34	0.47	0.38	0.55	↑男子 ↓女子
上腕後	0.20		0.42	0.26	0.43	0.41	
大腿前	0.25	0.50		0.43	0.27	0.39	
大腿後	0.23	0.37	0.34		0.33	0.43	
肩甲骨下	0.05	0.30	0.44	0.17		0.38	
腹部	0.41	0.41	0.27	0.26	0.06		

- ・網掛け部分は有意でない相関を示す
- ・表の左上から右上を通る斜線よりも上が男子、下が女子の値である

表 3 各部位の皮脂厚間の相関係数

	上腕前	上腕後	大腿前	大腿後	肩甲骨下	腹部	
上腕前		0.75	0.78	0.68	0.71	0.79	↑男子 ↓女子
上腕後	0.73		0.83	0.75	0.75	0.76	
大腿前	0.47	0.56		0.81	0.70	0.71	
大腿後	0.52	0.74	0.52		0.61	0.65	
肩甲骨下	0.67	0.61	0.40	0.44		0.73	
腹部	0.74	0.69	0.37	0.43	0.74		

- ・すべて有意な相関を示す
- ・表の左上から右上を通る斜線よりも上が男子、下が女子の値である

表 4 各部位の皮脂厚と筋厚の相関係数

	男子	女子
上腕前部	- 0.08	0.38
上腕後部	- 0.13	0.07
大腿前部	0.05	- 0.25
大腿後部	0.06	- 0.01
肩甲骨下部	0.11	0.18
腹部	- 0.11	0.32

太斜文字は有意 ($p < 0.05$) な相関を示す

- a) 上腕前部：肩峰点と腕橈関節を両端とする線分を、近位から 6:4 に分ける地点で、上腕二頭筋と上腕筋が超音波画像上見られる部位
 - b) 上腕後部：同じく肩峰点と腕橈関節を両端とする線分を、近位から 6:4 に分ける地点で、上腕三頭筋が見られる部位
 - c) 大腿前部：大転子と膝関節とを結ぶ線分を、1:1 に分ける地点で、大腿直筋と中間広筋が見られる部位
 - d) 大腿後部：同じく大転子と膝関節とを結ぶ線分を、1:1 に分ける地点で、半膜様筋、半腱様筋、大内転筋が見られる部位
 - e) 腹部：腹直筋は臍の高さまでに 3 つの腱画がある (Gray ら 1995) が、近位から 2 番目と 3 番目の腱画の間の部位。この場所は通常、臍よりもやや近位または臍の高さに位置する。
 - f) 肩甲骨下部：肩甲骨下角のすぐ下方で広背筋がみられる部位。測定に際しては、超音波プローブを肩甲骨下角に接近させる。
- 2) 以下の 2 部位について、周囲長を巻尺により測定した。
- a) 上腕部：肩峰点と腕橈関節を両端とする線分を、近位から 6:4 に分ける部位
 - b) 大腿部：大転子と膝関節とを結ぶ線分を、1:1 に分ける部位
- 3) 身長・体重を測定した。

【結果】

表 1 に、各測定項目の平均値と標準偏差を、男女別に示した。男子では肩甲骨下部の皮脂厚が最も多く、上腕前部で少なかった。女子では腹部の皮脂厚が最も多く、上腕前部で少なかった。全体に、女子は男子の約 2 倍の皮脂厚を示した。筋厚は男女とも大腿後部で最も多く、全体に男子が女子を上回った。図 1-1A・B は、それぞれ男子上腕周囲長と上腕前皮脂厚・筋厚の関係を、図 1-2A・B は、それぞれ男子上腕周囲長と上腕後皮脂厚・筋厚の関係を示している。図 1-3A・B は、それぞれ女子上腕周囲長と上腕前皮脂厚・筋厚の関係を、図 1-4A・B は、それぞれ女子上腕周囲長と上腕後皮脂厚・筋厚の関係を示している。男女とも、これらいずれの関係も、有意 ($p < 0.05$) であった。すなわち、上腕周囲長が大きい被験者は上腕部の皮脂厚・筋厚が有意に大きい、という傾向がみられた。男子においては上腕周囲長とより相関が高いのは筋厚であり、女子においては逆に皮脂厚であった。図 2-1A・B は、それぞれ男子大腿周囲長と大腿前皮脂厚・筋厚の関係を、図 2-2A・B は、それぞれ男子大腿周囲長と大腿後皮脂厚・筋厚の関係を示している。図 2-3A・B は、それぞれ女子大腿周囲長と大腿前皮脂厚・筋厚の関係を、図 2-4A・B は、それぞれ女子大腿周囲長と大腿後皮脂厚・筋厚の関係を示している。男女とも、これらいずれの関係も、有意 ($p < 0.05$) であった。すなわち、大腿周囲長が大きい被験者は大腿部の皮脂厚・筋厚が大きい、という傾向がみられ

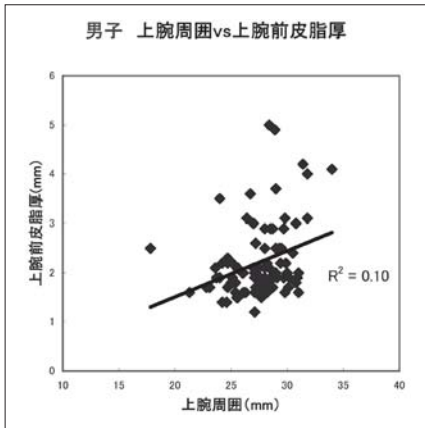


図 1-1A 男子の上腕周囲長と上腕前皮厚

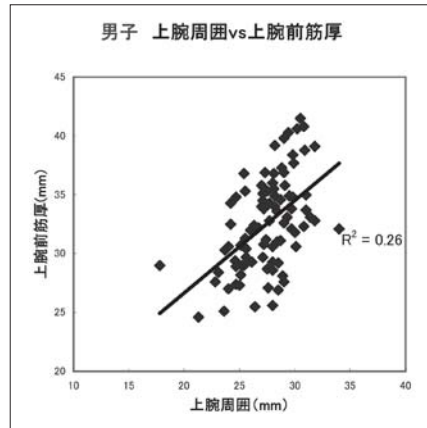


図 1-1B 男子の上腕周囲長と上腕前筋厚

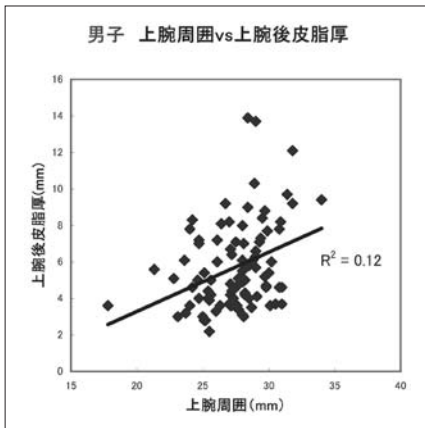


図 1-2A 男子の上腕周囲長と上腕後皮厚

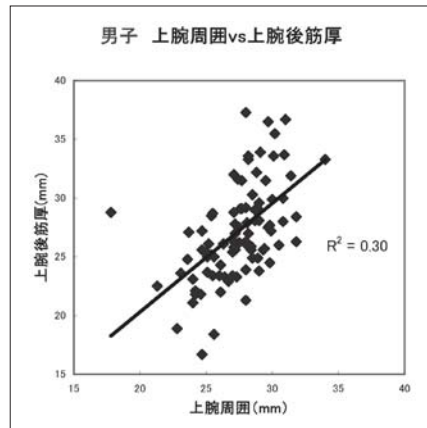


図 1-2B 男子の上腕周囲長と上腕後筋厚

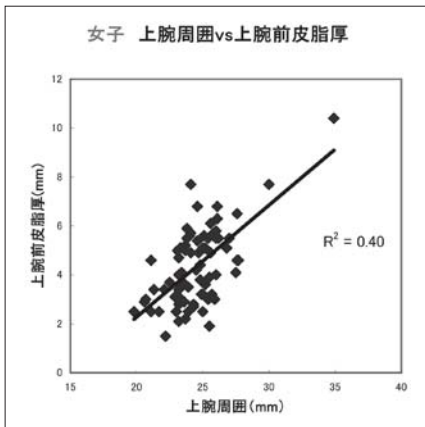


図 1-3A 女子の上腕周囲長と上腕前皮厚

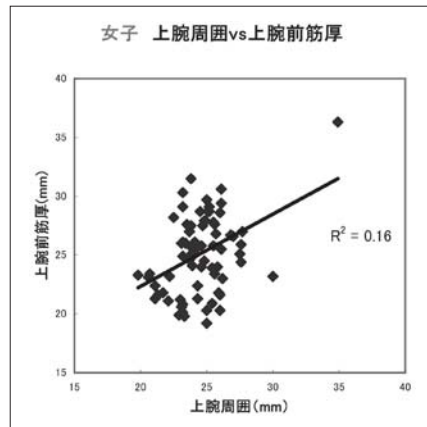


図 1-3B 女子の上腕周囲長と上腕前筋厚

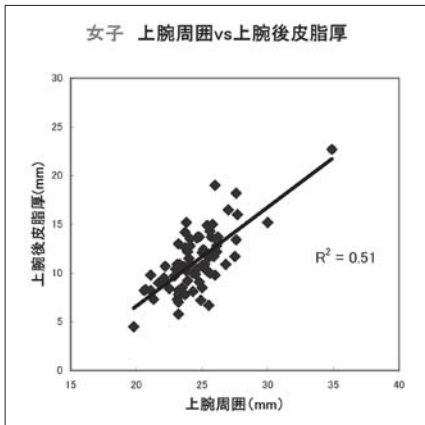


図 1-4A 女子の上腕周囲長と上腕後皮厚

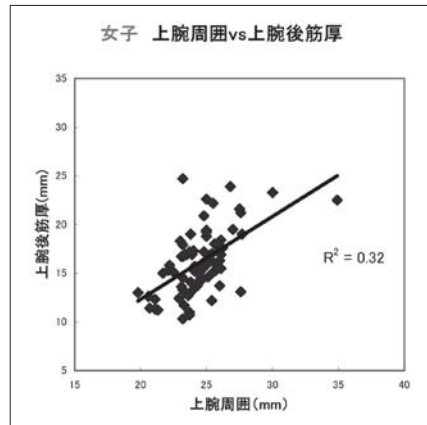


図 1-4B 女子の上腕周囲長と上腕後筋厚

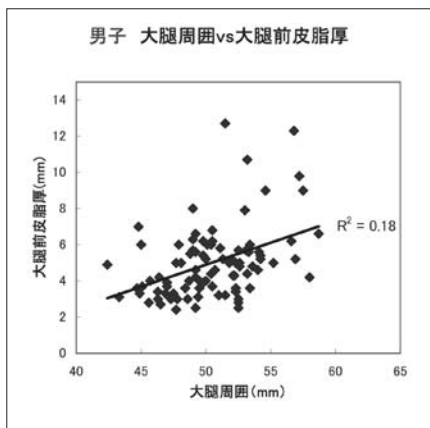


図 2-1A 男子の大腿周囲長と大腿前皮脂厚

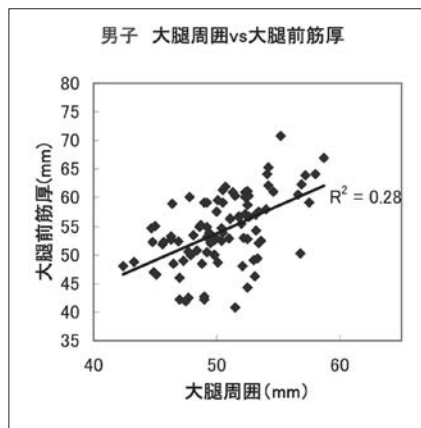


図 2-1B 男子の大腿周囲長と大腿前筋厚

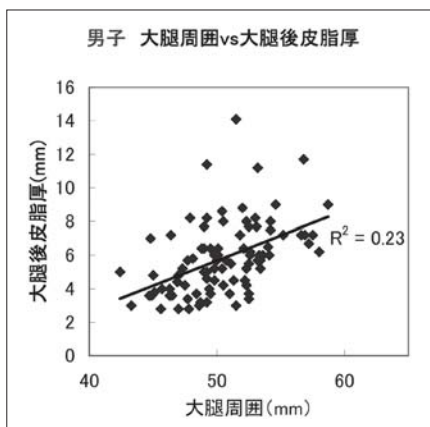


図 2-2A 男子の大腿周囲長と大腿後皮脂厚

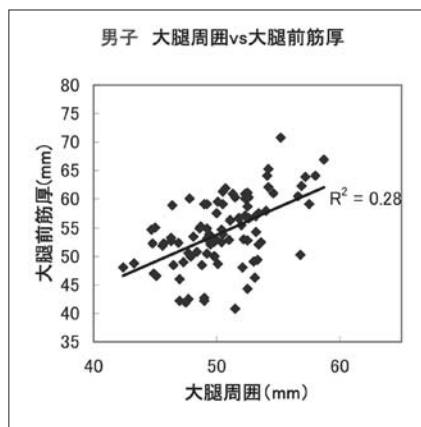


図 2-2B 男子の大腿周囲長と大腿後筋厚

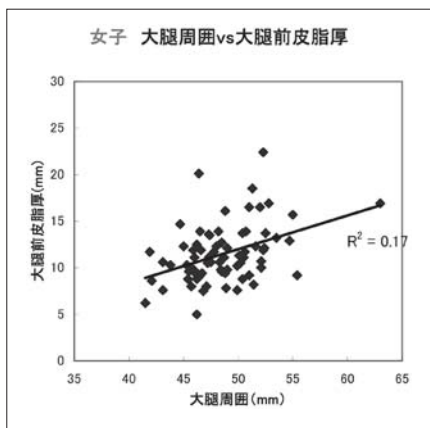


図 2-3A 女子の大腿周囲長と大腿前皮脂厚

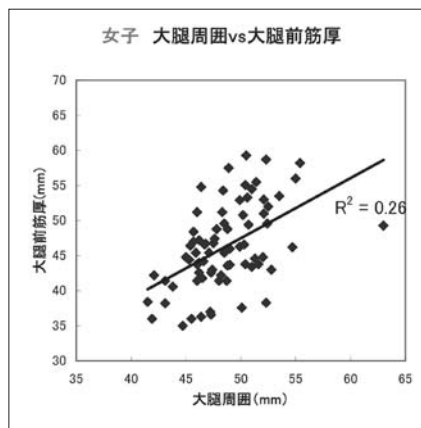


図 2-3B 女子の大腿周囲長と大腿前筋厚

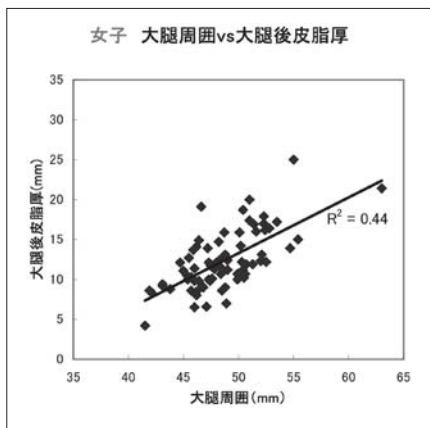


図 2-4A 女子の大腿周囲長と大腿後皮脂厚

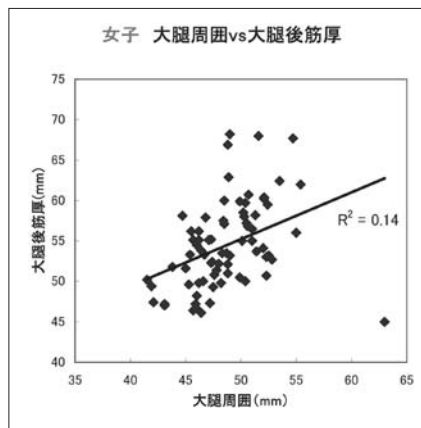


図 2-4B 女子の大腿周囲長と大腿後筋厚

た。女子大腿後部を除いては、大腿周囲長と相関が高いのは皮脂厚よりも筋厚であった。表2は、筋厚に部位間でどのような相関がみられるかを示している。男子ではいずれも有意な相関がみられたが、女子においては15の組み合わせのうち4つ（上腕前-上腕後、上腕前-肩甲骨下、大腿後-肩甲骨下、腹部-肩甲骨下）において有意な相関がみられなかった。表3は、同じく皮脂厚に部位間でどのような相関がみられるかを示している。すべての組み合わせにおいて有意な相関がみられた。すなわち、ある部位の皮脂厚が大きい被験者は他の部位の皮脂厚も大きい、という傾向がみられた。表4は、各部位の、筋厚と皮脂厚の相関係数を示す。男子ではいずれの部位にも有意な相関はみられなかったが、女子では上腕前部と腹部で正の相関がみられ ($p < 0.05$)、大腿前部では負の相関が見られた ($p < 0.05$)。

【考察】

A) 先行研究との比較

皮脂厚と筋厚の両方について大学生を対象とした論文は、インターネット上の文献検索システム (MEDLINE や JDream II など) を用いて調べた範囲では発表されていない。しかし、皮脂厚に関しては、丸山ら (1991) が超音波法を用いて、本研究の被験者に比較的近い年代の男性 ($n=59$, 年齢 21.9 ± 1.4 歳) および女性 ($n=66$, 年齢 21.3 ± 0.9 歳) について、超音波法を用いて報告している。それによると、男子の皮脂厚が、上腕前部、上腕後部、大腿前部、大腿後部、腹部、肩甲骨下部、の順に、 $5.1 \pm 2.4\text{mm}$, $4.9 \pm 2.4\text{mm}$, $6.6 \pm 2.7\text{mm}$, $4.1 \pm 2.0\text{mm}$, 8.5 ± 6.2 , $6.1 \pm 2.6\text{mm}$ であった。女子の皮脂厚は同じく、 $10.5 \pm 4.0\text{mm}$, $10.3 \pm 3.6\text{mm}$, $12.3 \pm 3.4\text{mm}$, $10.0 \pm 4.2\text{mm}$, 17.2 ± 8.2 , $8.5 \pm 4.1\text{mm}$, であった。男女共に、上腕前部において本研究の2倍以上の値を示している他は、本研究の結果と比較的類似した値を示している。上腕前部における本研究との顕著な違いが、測定部位の若干の違いによるものなのか、被験者の違いによるものなのかは明らかにできない。しかし、他の部位では類似した値を示すことを考え

ると、測定部位の違いの影響が大きいと考えられる。また、佐々木ら (1998) は、超音波法を用いて男子大学生 ($n=86$, 19.9 ± 3.8 歳) および女子大学生 ($n=96$, 18.8 ± 1.0 歳) の皮脂厚を上腕後部 (男子: $6.7 \pm 2.0\text{mm}$, 女子: $12.1 \pm 2.4\text{mm}$) と大腿前部 (男子: $7.2 \pm 1.9\text{mm}$, 女子: $12.4 \pm 2.3\text{mm}$) について報告しているが、この報告は、本研究の結果と比較的類似した値を示している。超音波法による皮脂厚、筋厚の値を異なる研究の間で比較する際に大きな問題となるのが測定部位の特定である。本研究では、先行研究や解剖学の文献を参考に測定部位の特定の厳密化に努めた。

B) 筋厚・皮脂厚と周囲長との関連

四肢の周囲長は、主として皮脂厚、筋厚、骨の太さによって決まるが、周囲長と皮脂厚、周囲長と筋厚の関係は図1・図2のようであった。男子の場合、皮脂厚よりも筋厚と周囲長の相関が高いことがわかる。一方女子の場合、大腿前部を除いては、筋厚よりも皮脂厚と周囲長の相関が高い。このことは、男子においては四肢が太い (周囲長が大きい) 被験者は筋が大きく、女子においては皮脂厚が大きい傾向を示している。このことと関連して、体重との相関に注目すると、男子では筋厚も皮脂厚も目立った違いはない (全部位の相関係数の平均は、筋厚対体重が0.43、皮脂厚対体重が0.43)。一方、女子では、いずれの部位でも筋厚よりも皮脂厚の相関が高かった (全部位の相関係数の平均は、筋厚対体重が0.34、皮脂厚対体重が0.57)。このことから、女子は男子に比べ、身体の体積や質量の大小に影響を及ぼしているのが筋よりも脂肪であることがうかがえる。

C) 筋厚・皮脂厚それぞれの、異なる部位間での比較

表2は、筋厚の異なる部位間での相関係数を示す。男子においてはいずれの組み合わせにおいても有意な相関が見られたが、女子においては15の組み合わせのうち4つ (上腕前-上腕後、上腕前-肩甲骨下、大腿後-肩甲骨下、腹部-肩甲骨下) において有意な相関がみられなかった。また15の組み合わせのうち3つの例外 (上腕後-大腿後、上腕後-腹部、大

腿前-肩甲骨下)を除いては、女子よりも男子のほうが大きな相関を示した。女子よりも男子のほうが、ある部位での筋が大きければ他の部位の筋も大きい、という傾向が強いことが示唆される。表3は、皮脂厚の、異なる部位間での相関係数を示す。男女とも、いずれの組み合わせにおいても有意な相関がみられた。表2と表3を比較すると、皮脂厚のほうが筋厚よりも、異なる部位間での相関が高いことがわかる。すなわち、ある部位の皮脂厚が大きければ他の部位の皮脂厚が大きい可能性が、筋厚のそれに比べて大きい。これまで体脂肪率を測定する際に、キャリパーで上腕後部と肩甲骨下部をつまんで測定する(長嶺 1972)方法が広く用いられてきたが、皮脂厚に部位間の相関が高い本研究の結果が、その方法の妥当性を部分的にはあるが支持していると考えられる。

D) 部位ごとの、筋厚と皮脂厚の比較

筋厚が大きい部位は、皮脂厚も大きいのか、あるいは小さいのかに注目した。男子はいずれも有意ではなかった ($p>0.05$)。女子は同じく、上腕前部と腹部で正の相関がみられ ($p<0.05$)、大腿前部では負の相関が見られた ($p<0.05$)。ここで女子の上腕前部と腹部の皮脂厚と、体重との相関係数をみるとそれぞれ、0.62、0.70である。一方大腿前部皮脂厚と体重の相関係数は0.38であった。すなわち、女子の上腕前部と腹部については、皮脂厚の多い被験者は筋厚も厚く、体重も大きい。大腿前部については、皮脂厚の大きい被験者は筋厚が薄く、体重との相関があまり高くなく、ということが言える。部位により皮脂厚と筋厚の関係が異なることは、人の形態を理解する際に様々な部位を観察する必要性を示唆しているといえよう。

E) 皮脂厚から推定した体脂肪率について

Abeら(1994)の報告によると、男性の身体密度(D)は、今回測定した6部位の皮脂厚の合計(X)から以下の式で推定できる:

$$D = 1.087 - 0.00056X$$

同じく女性は、

$$D = 1.083 - 0.00048X$$

更に、Brozekら(1963)の式により、体脂肪率(F)が

$$F = (4.570/D - 4.142) \times 100$$

により推定される。

本研究の測定値をこれらの式にあてはめると、

男子の体脂肪率は $13.7 \pm 3.0\%$ 、女子は $20.5 \pm 3.8\%$ となり、本研究においてインピーダンス法(使用機器: TANITA BM-003)で測定した値(男子 $17.3 \pm 3.9\%$ 、女子 $25.1 \pm 4.4\%$)と比べて顕著に少ない値を示した。Sun(2005)らは、インピーダンス法による体脂肪測定は、二重X線吸収法による体脂肪率が男子で15%、女子で25%未満の被験者に対しては、体脂肪率を過大評価してしまうと報告している。その程度は、男子で3.03%、女子で4.40%であるとしている。本研究におけるインピーダンス法での体脂肪率からこれらを差し引くと、男子で14.3%、女子で20.7%となり、本研究における超音波法での結果と類似した結果となる。ただし、久野ら(2004)は、2種類のインピーダンス法体脂肪計で44名の被験者を測定したところ、平均で3.2%の差があったとしており、インピーダンス法の場合は機種による違いも考慮する必要がある。超音波法もインピーダンス法も間接的に体脂肪率を測定しているにすぎず、どちらが真の値に近いのかについての判断は難しい。しかし、年齢的に内臓脂肪の問題が少ないと考えられる大学生の場合、視覚的に捕らえることができる皮脂厚から推定する超音波法は、体脂肪率を求める上でも有力な方法であると考えられる。

F) 本研究の問題点とその対策

第一の問題点として、今回の被験者は、慶應義塾大学の大学生の平均像であると、必ずしもいえない可能性があることが挙げられる。被験者の募集は方法で述べたように、自由意志での応募によるものであった。そのため、自分の身体の形態に特に関心の強い学生が応募してきた可能性は否定できない。このような要因が、データにどのような影響を与えるのかは不明だが、今後、様々な方法で被験者を募集するなどして、被験者が慶應義塾大学の平均像をよ

り反映するよう検討しなければならない。

第二の問題点として、超音波法にとってほぼ不可避の問題であるが、皮脂厚や筋厚の測定部位の特定が、必ずしも完全ではない、ということが挙げられる。例えば上腕前部の場合、上腕の長軸方向の位置については、方法で述べたように特定しているが、その位置でどの部位にプローブを当てるのか、という点については、必ずしも完全に特定できていない。先行研究でこの点について言及しているものは見あたらないが、本研究では、超音波画面上、上腕二頭筋と上腕筋の境界がプローブと平行になる場所、ということで特定している。現時点では、これ以上の厳密さを得ることは困難であったが、特に一人の被験者を縦断的に追跡する場合などには、大きな問題となりうるので、十分な検討が必要であると思われる。

【まとめ】

慶應義塾大学の90名の男子学生、および75名の女子学生に対して、筋厚、皮脂厚、周囲長の測定を行った。筋厚と皮脂厚は、上腕の前・後部、大腿の前・後部、腹部、肩甲骨下部を対象にした。周囲長は、上腕部と大腿部を対象にした。男子の周囲長は、周囲長測定部位の皮脂厚よりも筋厚との高い相関を示したが、女子については、筋厚よりも皮脂厚との相関が高かった。また男女ともに、皮脂厚の方が筋厚よりも、異なる部位間での高い相関を示した。

今回は、横断的な測定を行った。しかし、筋厚や皮脂厚が生活習慣を反映するものである以上、縦断的な測定にも大きな意義があると思われる。また、日頃の学生との会話から、彼らの腹部に対する関心が特に強いと考えられるので、今回行った臍の横だけでなく、腹横部や、腰部についても測定する意義があるものと思われる。今後はこのような観点で測定を幅を広げながら、被験者数を着実に増やし、慶應義塾大学の大学生全体をより反映したデータベースを構築していく必要があると思われる。

【文献】

Abe T, Kondo M, Kawakami Y, Fukunaga T (1994) : Prediction equations for body composition

of Japanese adults by B-mode ultrasound
Am.J.Hum.Biol., 6,161-170.

Brown BS (1984) : How safe is diagnostic ultrasonography? Can Med Assoc J. 131(4): 307-311.

Brozek J, Grande F, Anderson JT, Keys A (1963) : Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. Ann NY Acad Sci 110: 113-140.

Eston R, Evans R, Fu F. (1994) : Estimation of body composition in Chinese and British men by ultrasonographic assessment of segmental adipose tissue volume. Br J Sports Med. 28(1):9-13.

Gray H, Williams LH, Bannister: Gray's Anatomy (1995) : The anatomical basis of medicine and surgery, ed 38. New York, Churchill Livingstone, pp825-826.

Kanehisa H, Miyatani M, Azuma K, Kuno S, Fukunaga T. (2004) Influences of age and sex on abdominal muscle and subcutaneous fat thickness. Eur J Appl Physiol 91(5-6) :534-7.

Kanehisa H, Funato K, Abe T, Fukunaga T. (2005) : Profiles of muscularity in junior Olympic weight lifters. J Sports Med Phys Fitness. 45(1):77-83.

Kawakami Y, Abe T, Fukunaga T (1993) : Muscle-fiber pennation angles are greater in hypertrophied than in normal muscles. J. Appl. Physiol. 74(6): 2740-2744.

Sun G, French CR, Martin GR, Younghusband B, Green RC, Xie Y, Mathews M, Barron JR, Fitzpatrick DG, Gulliver W, Zhang H (2005) : Comparison of multifrequency bioelectrical impedance analysis with dual-energy X-ray absorptiometry for assessment of percentage body fat in a large, healthy population. Am. J. Clinical Nutrition 81: 74 - 78.

久野一恵, 真名子香織, 星野隆, 水沼, 俊美 (2004) : 測定機器による体脂肪率の違い : 栄養教育

に体脂肪率を用いるときの注意点に関する1
考察. 永原学園西九州大学・佐賀短期大学紀
要 34: 55-57.

佐々木玲子, 村山光義, 今栄貞吉 (1998): 異なる
測定方法による体脂肪率推定値の比較—健康
関連体力測定項目としての観点から—. 慶應
義塾大学体育研究所紀要 37(1):39-44.

長嶺晋吉 (1972): 皮下脂肪厚からの肥満の判定.
日本医師会雑誌 68: 919-924.

福永哲夫, 安部孝, 川上泰雄, 近藤正勝, 深代千之
(1995): 日本人成人の内蔵脂肪量および皮下
脂肪量の加齢変化. 日本人の内臓脂肪量に関
する総合調査研究 平成5-6年度 性差, 加
齢変化, 地域差, 成人病との関連. pp24-30.

福永哲夫, 松尾彰文, 石田良恵, 角田直也, 内野滋
雄, 大久保真人 (1989): 超音波Bモード法
による皮下脂肪厚および筋厚の測定法の検討.
Jpn J Med Ultrasonics 16(2): 50-57.

丸山康子, 飯塚幸子, 吉田敬一 (1991): 超音波
法による日本人青年の皮下脂肪分布の性差.
Ann Physiol Anthropol 10(1): 61-70.

【謝辞】

本研究を行うにあたり、慶應義塾大学体育研究所
の加藤幸司専任講師の協力をいただきました。ここ
に感謝します。本研究は、平成17年度慶應義塾学
事振興資金を受けて行われました。

報告Ⅲ

塾生の内中膜複合体厚について

奥山静代¹⁾, 牛山潤一²⁾, 村松憲¹⁾, 村山光義³⁾, 佐々木玲子⁴⁾

I 目的

筋活動の持続に必要な酸素は血管内を通る血液によって供給される。各組織への血流調節に最も大きな影響を持つのは小動脈であり、血管平滑筋の緊張と弛緩によって血管の拡張と収縮が起こり、毛細血管への血流の増減が起こる。血管内の血流速度の変化は血管内皮において内皮由来血管弛緩因子⁴⁾を産生し、それが血管壁に作用して血管拡張を起こし¹¹⁾、反対に非活動部位の血管ではエンドセリンが産生され血管に対して強力な血管収縮物質として作用する⁸⁾。したがって、血管は単に血液の通路としての意義を有するだけでなく、部位特異的に血管拡張部室や血管収縮物質によって血管を拡大・縮小し、運動時の血流再分配に貢献するという機能的な役割を果たしていることがわかってきている。

一方、適度の規則的な運動は寿命を延長し、逆に運動不足は心血管系疾患による死亡率を高める可能性があることが報告されており、安静時の血管形態においても、加齢やトレーニングのような環境因子によって左右されることが報告されている^{1), 6), 9-10), 12-13), 16)}。血管における加齢変化は主に大動脈や中型動脈において顕著に認められ、内膜の肥厚^{10), 16)}、弾性線維の変性の進行が認められる。また、内膜の肥厚について、総頸動脈の内中膜複合体厚複合体厚や頸動脈スティッフネスが高血圧、糖尿病、高脂血症、肥満、喫煙等の危険因子と強い関係にある^{2), 5), 10)}

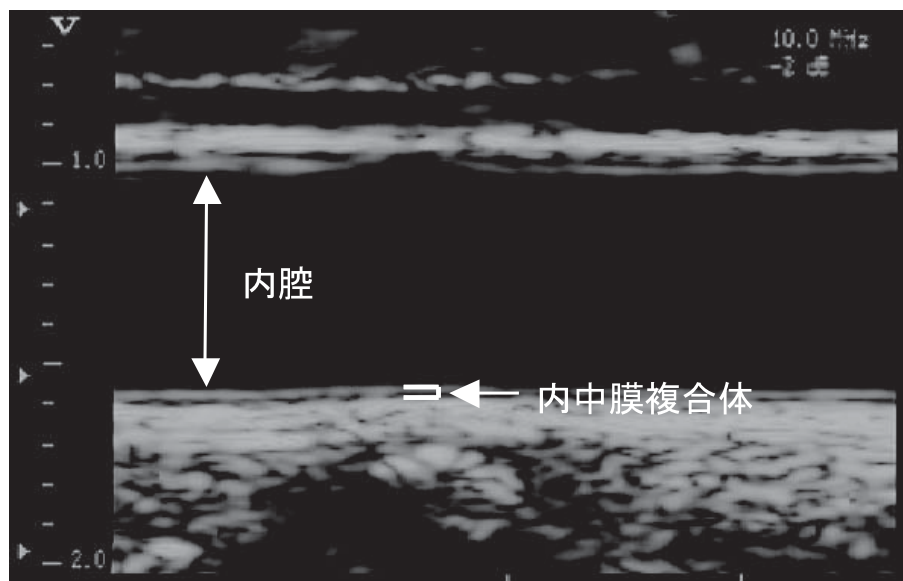
ことや運動習慣やトレーニングが血管形態や機能と関係する^{9), 12), 15)}ことが報告されており、日常生活習慣が血管形状や機能に影響を及ぼすことが示唆されている。近年、血管形態や機能について多く報告がみられるが、その多くは対象が中高齢者であり、若齢者についてはあまりみられない。加齢に伴う血管形状の変化を議論するには若者の血管形状を把握することは極めて重要であると考えられる。そこで、本研究は若齢者を対象として末梢血管形状、特に内中膜複合体について1) 内中膜複合体厚の男女差、2) 内中膜複合体厚と血圧との関連、について検討することを目的とした。

II 方法

1. 対象

対象者は身体形態・機能測定プロジェクト「Nice Body への道」の測定参加した、健常な男子 88 名（年齢、 20.7 ± 1.1 歳；身長、 172.0 ± 5.8 cm；体重、 63.6 ± 7.1 kg）、女子 72 名（年齢、 20.4 ± 1.5 歳；身長、 159.0 ± 5.2 cm；体重、 51.2 ± 6.6 kg）の計 160 名であった。測定に先立ち、被検者には事前に目的と内容、測定にともなう危険性と実験参加の任意性および個人情報厳重に扱うこと、を説明した上で、測定参加への同意を書面によって得た。

- 1) 慶応義塾大学体育研究所 専任講師
- 2) 慶応義塾大学体育研究所 助教
- 3) 慶応義塾大学体育研究所 准教授
- 4) 慶応義塾大学体育研究所 教授



画像 1. B モード画像
超音波 B モード法で得られた縦断画像 (総頸動脈)

2. 測定方法および分析方法

本測定では対象者を仰臥位姿勢とした。対象者には安静を保たせた後、安静時の血圧を測定し、総頸動脈血管内の内中膜複合体厚の計測を行った。

(1) 内中膜複合体厚の測定

総頸動脈内中膜複合体厚の測定には小型循環器用超音波診断装置 (LOGIQ BOOK,GE 横河メディカル) を使用した。まず右側総頸動脈に 7.5MHz の探触子をあて、B モード法を用いて画像上で血管形状を十分観察し、分岐部にかからない地点とした (画像 1)。総頸動脈径の計測は表層の内側内側から深部の内側内側までとした。また内中膜複合体厚は、深部の壁面を測定壁面とし、内膜の内側から外膜の内側までとし、内中膜複合体厚計測ソフトインテリマスコープ (メディアクロス社製) を用いて解析を行った。

(2) 血圧の測定

血圧は標準水銀柱式血圧計 (株式会社ヤガミ) を用いて収縮期血圧 (SBP) および拡張期血圧 (DBP) を測定した。

3. 統計処理

群の値は平均値 \pm 標準誤差で表した。2 群間の差の検定には対応のない t 検定を用い、危険率 5% 未満 ($p < 0.05$) を有意とした。

Ⅲ 結果

・内中膜複合体の厚さ

本研究で得られた内中膜複合体厚は男性 $0.53 \pm 0.01\text{mm}$ ($0.38\text{mm} \sim 0.70\text{mm}$)、女性は $0.49 \pm 0.01\text{mm}$ ($0.32\text{mm} \sim 0.66\text{mm}$) であった。男性と女性の内中膜複合体厚値を比較すると (図 1)、男性の方が女性に比べて平均 0.04mm 高値を示し、その差は統計的に有意 ($p < 0.001$) であった。

・血圧

収縮期血圧は男性 $117.7 \pm 1.4\text{mmHg}$ 、女性 $102.1 \pm 1.3\text{mmHg}$ 、拡張期血圧は男性 $67.9 \pm 0.9\text{mmHg}$ 、女性 $63.7 \pm 1.0\text{mmHg}$ であり、収縮期血圧 (平均 15.6mmHg)、拡張期血圧 (平均 4.2mmHg) とともに男性のほうが女性より有意 (収縮期: $p < 0.001$ 、拡張期: $p < 0.01$) に高値を示した (図 2、3)。

・内中膜複合体厚と血圧との関係

図 4 に内中膜複合体厚と血圧との関係を示した。男性、女性ともに収縮期血圧と内中膜複合体厚の値

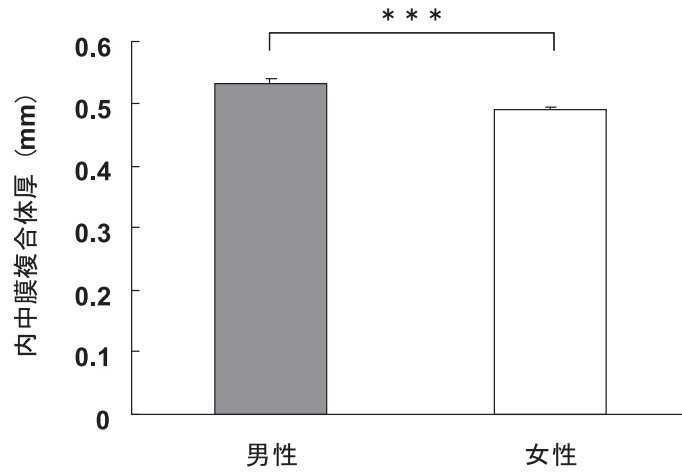


図 1. 内中膜複合体厚における男性と女性の比較
*** : P<0.001

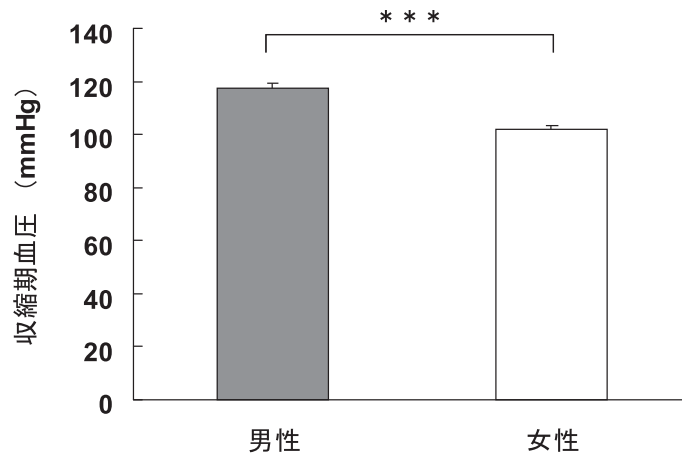


図 2. 収縮期血圧における男性と女性の比較
*** : P<0.001

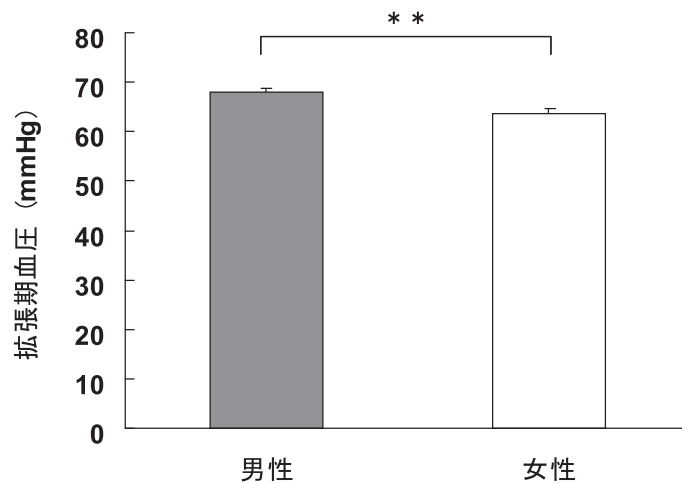


図 3. 拡張期血圧における男性と女性の比較
** : P<0.01

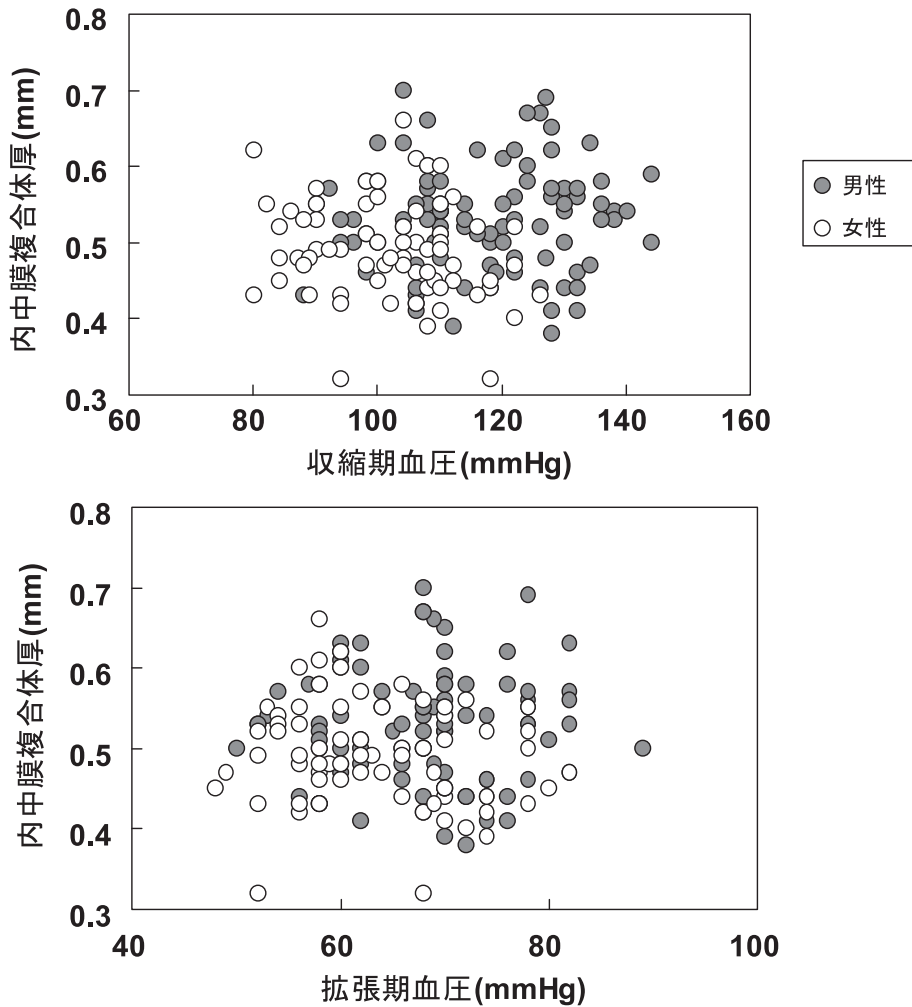


図 4. 内中膜複合体厚と血圧の関係

と間に有意な関係はみられなかった。また拡張期血圧についても同様に有意な関係は認められなかった。

IV 考察

本研究で得られた若齢者の内中膜複合体厚の値は、高齢者を対象とした先行研究¹³⁾の内中膜複合体厚(男性 $0.81 \pm 0.02\text{mm}$ 、女性 $0.81 \pm 0.01\text{mm}$)と比較し低値を示した。年齢の相違による内中膜複合体厚値の変化についてはこれまでにいくつか報告^{7), 10), 16)}されている。加齢にともなう内中膜複合体厚の増加は、主に中膜における弾性線維においてカルシウム沈着が進行するとともに、弾性線維の変性も進行して壁の伸展性が低下することが原因であるとされている⁵⁾。清水ら¹⁴⁾は若齢者から後期高齢者の男性258名、女性518名の内中膜複合

体厚を測定した結果によると、内中膜複合体厚は加齢にともない増加し、高齢者では値にばらつきはあるものの有意に高値を示すことが報告されている。Dinenoら³⁾は若者群と比較し高齢者群では筋交感神経活動のバースト頻度が70%高値を示し、さらに動脈壁と筋交感神経活動との間に強い正の相関関係($p < 0.001$)が認められたことを示した。すなわち、加齢にともなう慢性的な筋交感神経活動の亢進と動脈壁厚の増大との間に関連があることを示している。本研究の対象者は20歳代の若齢者であり加齢による持続的な筋交感神経活動の亢進は少ないと考えられるため、先行研究による高齢者の値より低値を示したのではないかと考えられる。

本研究で得られた男性と女性の内中膜複合体厚値は、男性の方が女性に比べて有意に高値を示した。血管機能の性差について、Jonasonら⁵⁾は50歳代を対象に頸動脈のスティッフネスを測定した結果、

スティッフネスおよび頸動脈径ともに女性より男性の方が高値を示し。さらに女性と比較して男性のほうが喫煙、インシュリンレベル、LDL/HDL コレステロール比といった動脈硬化症の危険因子が有意に高値を示し、頸動脈スティッフネスと関係がみられたと報告している。すなわち、男性は女性よりも多く危険因子を有していることが、血管形状や機能に影響を及ぼしており、そのことが一要因となり男女に違いが生じると考えられる。さらに、男女差が生じるもう一つの要因として、動脈の太さの違いを示している。つまり、男性は女性より頸動脈の内径が大きく、そのことが男女差が認められた原因の一つであると示唆している。本研究で対象とした20歳代の男子および女子学生においても内中膜複合体の値に有意な差が認められたことは、動脈硬化の危険因子に男女差があったというよりは、頸動脈のサイズの違いによるところが大きいと考えられるだろう。

内中膜複合体厚と血圧との関係について、本研究では男性および女性ともに関係はみられなかった。血管形状と血圧について、高齢女性において上腕動脈血圧と末梢血管径との間には密接な関係があり、安静時の収縮期血圧が高いことは、末梢血管径を大きくしている可能性を示唆している¹³⁾。このことについて両者が密接な関係を示したのは、高齢になるほど血管壁への高い刺激が長期間加わったためではないかと推測している。加齢にともなう血圧の変化について、Tanakaら¹⁶⁾は圧平脈圧計(arterial applanation tonometer)を頸動脈上に固定する方法を用いて推定した血圧と、上腕動脈部の血圧を比較し、上腕動脈部の血圧は若齢群、中齢群および高齢群において統計的差はみられなかったが、頸動脈血圧では3群に有意な差がみられたことを示している。さらに、頸動脈血圧と内中膜複合体厚の関係について有意な相関関係($r=0.55$, $p<0.001$)が認められたと報告している。本研究の血圧測定は中枢(頸動脈)で測定した血圧ではなく、水銀血圧計の測定により上腕部で得た血圧であった。形状変化を対象とした血管と同部位の血圧値を測定することは今後の課題である。

V まとめ

本研究は、日常の生活習慣が血管形状および機能に影響を及ぼすことが示唆されていることから、若者を対象として末梢血管形状、特に内中膜複合体厚について男女差の検討、および内中膜複合体厚と血圧との関連について検討した。その結果、本研究で得られた内中膜複合体厚値は先行研究の高齢者と比較して低値を示し、さらに、女性よりも男性の方が有意に高値を示した。また、内中膜複合体厚と血圧との関係は両者に有意な関係はみられなかった。今回は若者の内中膜複合体に焦点を当てたが、末梢血管形状や機能は運動習慣やトレーニングと関係する(Miyachi et al. 2001, Segal et al. 1993, Tanaka et al. 2000)と報告されていることから、今後は運動種目や身体活動量とあわせて検討を続け、さらに進めていきたいと思う。

【助成】

本研究は、平成17年度慶應義塾学事振興資金の補助によって執り行われた。

【引用文献】

- 1) Ahlgren AR, Hansen F, Sonesson B, Länne T. (1997): Stiffness and diameter of the common carotid artery and abdominal aorta in women. *Ultrasound Med Biol.* 23: 983-8.
- 2) Bots ML, Hoes AW, Koudstaal PJ, Hofman A, Grobbee DE. (1997): Common carotid intima-media thickness and risk of stroke and myocardial infarction: the Rotterdam Study. *Circulation.* 96: 1432-1437.
- 3) Dinunno FA, Jones PP, Seals DR, Tanaka H. (2000): Age-associated arterial wall thickening is related to elevations in sympathetic activity in healthy humans. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 278: 1205-1210.
- 4) Furchgott RF, Zawadzki JV. (1980): The obligatory role of endothelial cells in the relaxation of arterial smooth muscle by acetylcholine. *Nature.* 288: 373-376.

- 5) Jonasaon, T, Henrkssen, T, Kangro, T, Nilsson, H, Vessby, B. and Ringqvist, I. (1997): Stiffness of the common carotid artery in healthy 50-years old subjects. *Clinical Physiology*. 17: 569-577.
- 6) Kagaya A, Muraoka Y, Matsuda M, Kuno S, Shimizu S, Yamamoto Y, Kera N, and Kimura Y. (2001): Forearm work capacity in association with age and daily physical activity in elderly women. *Inactivity, Health and Aging*. 61-66.
- 7) Kagaya A and Shimizu S (2006): Circulatory Functions to Maintain High Quality of Life in Elderly. *International Journal of Sport and Health Science*. 4: 304-315.
- 8) Maeda S, Miyauchi T, Sakane M, Saito M, Maki S, Goto K, Matsuda M. (1997): Does endothelin-1 participate in the exercise-induced changes of blood flow distribution of muscles in humans? *J Appl Physiol*. 82: 1107-1111.
- 9) Miyachi M, Tanaka H, Yamamoto K, Yoshioka A, Takahashi K, Onodera S. (2001): Effects of one-legged endurance training on femoral arterial and venous size in healthy humans. *J Appl Physiol*. 90: 2439-44.
- 10) O' Leary DH, Polak JF, Kronmal RA, Manolio TA, Burke GL, Wolfson SK Jr. (1999): Carotid-artery intima and media thickness as a risk factor for myocardial infarction and stroke in older adults. *N Engl J Med*. 340: 14-22.
- 11) Palmer RM, Ferrige AG, Moncada S.(1987): Nitric oxide release accounts for the biological activity of endothelium-derived relaxing factor. *Nature*. 327: 524-526.
- 12) Segal SS, Kurjiaka DT, Caston AL. (1993): Endurance training increases arterial wall thickness in rats. *J Appl Physiol*. 74: 722-6.
- 13) 清水静代, 村岡慈歩, 山本幸弘, 久野譜也, 松田光生, 加賀谷淳子 (2000) : 高齢女性の末梢血管径と血圧との関係. 岡田守彦, 松田光生, 久野譜也編著, 「高齢者の生活機能増進法 地域システムと具体的ガイドライン」, NAP, 東京, p331-333.
- 14) 清水静代, 大森芙美子, 加賀谷淳子 (2003) : 血管形状・心形態の測定結果について—三鷹市老人クラブ連合との連携事業報告—. *J. Exerc. Sci*. 13: 28-32.
- 15) Tanaka, T, Dinunno, FA, Monahan, KD, Clevenger, CM, DeSouza, CA and Seals, DR. (2000): Aging, habitual exercise, and dynamic arterial compliance. *Circulation*. 102: 1270-1276.
- 16) Tanaka H, Dinunno FA, Monahan KD, DeSouza CA, Seals DR. (2001): Carotid artery wall hypertrophy with age is related to local systolic blood pressure in healthy men. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 21: 82-87.

報告Ⅳ

様々な重心動揺指標を用いた本塾塾生の平衡機能の評価

Evaluations of postural stability in
Keio University students
using various measures of static posturography牛山潤一¹⁾, 政二慶²⁾, 村松憲³⁾, 奥山静代³⁾, 村山光義⁴⁾, 佐々木玲子⁵⁾Junichi Ushiyama¹⁾, Kei Masani²⁾, Tadashi Muramatsu³⁾,
Shizuyo Okuyama³⁾, Mitsuyoshi Murayama⁴⁾, Reiko Sasaki⁵⁾

要旨

The present study aimed to characterize the postural stability of Keio University students using various evaluation measures of the center of the pressure (COP) fluctuations. It also aimed to investigate the association between those parameters and muscle volume of the plantar flexors, which are regarded as the major agonist muscles for postural control during quiet standing. Healthy male (n=45) and female (n=81) students from Keio University participated in the study. Subjects were requested to maintain a quiet

standing on a force platform in both eyes-open and eyes-closed conditions. Various time and frequency domain measures of the COP fluctuations were calculated. Muscle volume of the plantar flexors was estimated from muscle thickness measured by ultrasonography. The results showed that some time domain measures such as mean distance (*MDIST*), root mean square (*RMS*), and mean velocity (*MVELO*) had higher values than those previously reported in young adults. Our results suggest the inferiority of this group of Keio University students in the postural control during quiet standing. Gender differences were found in frequency domain measures such as mean and

慶應義塾大学体育研究所紀要, 47-1, 13-24, 2008 (プロジェクトメンバーによる再校正版を収録)

1) 慶應義塾大学体育研究所 助教

2) トロント大学・生体材料生体医用工学研究所／トロントリハビリテーションセンター 研究員

3) 慶應義塾大学体育研究所 専任講師

4) 慶應義塾大学体育研究所 准教授

5) 慶應義塾大学体育研究所 教授

1) Research Associate, Institute of Physical Education, Keio University

2) Senior Research Fellow, Institute of Biomaterials and Biomedical Engineering, University of Toronto /
Lyndhurst Centre, Toronto Rehab

3) Assistant Professor, Institute of Physical Education, Keio University

4) Associate Professor, Institute of Physical Education, Keio University

5) Professor, Institute of Physical Education, Keio University

centroidal frequencies ($P < 0.05$). Moreover, time domain measures were negatively correlated to the estimated muscle volume in both eyes-open and eyes-closed conditions in males (*MDIST*, $R = -0.514$; *RMS*, $R = -0.519$; *MVELO*, $R = -0.466$; *RANGE*, $R = -0.470$; $P < 0.05$), but not in females (*MDIST*, $R = -0.150$; *RMS*, $R = 0.150$; *MVELO*, $R = 0.151$; *RANGE*, $R = 0.128$). Thus, muscle volume of the plantar flexors may influence time domain measures in posturography in males, but not in females. Although further investigation regarding the mechanisms of the observed gender differences is needed, we believe that this study is useful for resolving factors influencing individual differences in postural stability in healthy young adults.

キーワード：床反力計，足圧中心，超音波法，筋量
 Key words : force platform, center of pressure, ultrasonography, muscle volume

緒言

静的立位姿勢は、我々の日常的な行動やスポーツ動作のもっとも基本となる運動であり、我々が普段これを保持する際には、とくに意識をすることもなく何気なく実行していると言っている。しかし、ヒトの立位姿勢は、支持面が狭い上、身体重心が高い位置に存在するため、実はこれを保持することは困難な作業である。現に、静的立位時の我々の身体は厳密には静止しておらず、微少かつ複雑な動揺を示す。これは、身体の様々な感覚情報を統合し、筋出力を適切に調節する運動制御が反映された結果であると考えられる（政二と阿部 2005）。

近年、加齢に伴い転倒が増大することが報告されており（Schltz et al. 1997）、高齢者を寝たきりへと導きかねない、深刻な問題となっている。一方、静的立位保持時の身体動揺もまた、加齢とともに増大することから（Prieto et al. 1993 ; Prieto et al. 1996）、加齢に伴う平衡機能の減衰が転倒率増大の一因となっていると考えられる。従って、こうした動揺の量的評価は、高齢者の自活能力保持のための

転倒予防対策として有効であろう。

平衡機能の測定には、様々なタイプのものが存在するが、なかでも静的立位でどの程度どのように足圧中心（Center of pressure; COP）が揺れたかを定量評価する重心動揺検査は、測定の難易度も低く、測定機器も普及しており、多人数測定にも適しているため、加齢変化のほか、疾患患者を対象とした臨床研究の場でも広く用いられている（丸田ら 1984 ; Mauritz et al. 1979 ; Sahlstrand et al. 1978）。しかし一方で、多人数測定という観点から言えば、若齢健常成人を対象とした研究は比較的少なく、あくまでも高齢者や疾患患者のコントロール群として扱われることが多い。これは、高齢者や疾患患者に比して、若齢健常成人では個人差が明確に現れず、また個人差の要因も特定しづらいからと推察される。しかし、若齢成人の日常的な運動量の低下が叫ばれる昨今、文部科学省が毎年実施している「体力・運動能力調査」の結果が示す通り、若齢者の体力・運動能力は年々低下しており（文部科学省 2006）、その歪みは平衡機能にも反映されているかもしれない。従って、例え若齢者といえども、その運動機能の評価には、筋力や走能力、跳能力のような比較的筋出力の高い運動の評価のみでは不十分であり、微細な身体の調節機能としての平衡機能の測定もまた意義あるものといえる。筋出力の大きな測定項目に隔たらず、様々な角度から個々の運動能力の特性を把握し、それぞれに応じた運動プログラムを提供することこそが、健康科学・スポーツ科学に従事する我々の使命といえる。

そこで我々は、本塾塾生の身体や健康への意識を喚起すべく継続的に実施中の身体の状態・機能評価プロジェクト「Nice Body への道」の身体機能の項目に、2006年度より新たに「静的姿勢動揺測定」を追加し、測定を重ねてきた。本研究は、これらの測定データから Prieto et al. (1996) が若齢者と高齢者の動揺量の差異を定量評価するために用いた様々な COP 動揺指標を算出し、1) 先行研究との対比から本塾塾生の平衡機能の特徴を検討すること、2) 指標間の関連性、および静的姿勢保持の主働筋群である足関節底屈筋群（政二と阿部 2005）の筋体積と上記 COP 動揺の各指標との関連性から本塾塾生の平衡機能の個人差の要因を検討すること、を

目的に執り行われた。

方法

1. 被検者

被検者は、2006年度の春学期および秋学期に本研究所において執り行われた、身体形態・機能測定プロジェクト「Nice Body への道」に測定参加した、健康な男子塾生45名（年齢、 20.5 ± 1.6 歳；身長、 173.6 ± 4.9 cm；体重、 65.2 ± 7.0 kg）、女子塾生81名（年齢、 20.2 ± 1.8 歳；身長、 158.5 ± 6.2 cm；体重、 51.2 ± 5.9 kg）の計126名であった。測定に先立ち、被検者には本研究の目的、意義、測定内容、測定により起こり得る危険性、測定開始後でも被検者の意志で測定を回避できること、個人情報厳重に取り扱うこと、などを書面にて説明し、測定参加への同意を得た。

2. 運動課題および測定方法

被検者は、70秒間の静的立位姿勢保持を、開閉眼条件それぞれについて1試行ずつ行った。両踵間の間隔ならびに角度は、McIlroy & Maki (1997)において報告されている若齢成人の自然な立位時の両踵間間隔および両足のなす角度の平均値に則り、それぞれ18cm、12度と規定した。開眼条件では、正面の目の高さに設定された視点を注視するように被検者に教示した。閉眼条件では、同視点を注視した後に閉眼するように指示した（山本、2001）。床反力計（Kisler, Type9281C）より得られたデータは、AD変換入力ボックス（DKH, PH-701）を介してサンプリング周波数1000Hzでパーソナルコンピュータに保存された。測定開始10秒後から60秒間の床反力データよりCOPを算出した。

3. 指標の算出方法

COP動揺は、前後・左右ふたつの座標軸を持つ平面内での座標の時系列変化で表現される。以下、前後動揺系列をAP、左右動揺系列をMLと表記す

る。各指標の算出に先立ち、APおよびMLデータを、Prieto et al. (1996)に則り、サンプリング周波数100Hzにダウンサンプリングした後、Butterworth filter法により、高域遮断周波数を5Hzとし、それ以下の周波数帯域を抽出した。分析はPrieto et al. (1996)の分析時間20秒に則り、全データを3分割し、それぞれについて分析区間20秒の平均値を減ずることでオフセットを除去した。前後方向、左右方向に加えて、水平面動揺系列（RD）も以下の通り算出した。

$$RD[n] = [AP[n]^2 + ML[n]^2]^{1/2} \quad n=1, 2, \dots, N \quad (1)$$

典型例として、1名の被検者における開眼条件時の床反力平面上でのCOPの軌跡および対応したAP、ML、RDの時系列変化を図1に示す。これらのデータをもとに、Prieto et al. (1996)において報告されている以下の各指標を、プログラミング言語Matlab（The Mathwork, Inc., Version 7.4）を用いて算出した。なお、以下の各指標については、3分割した窓長20秒の窓からそれぞれ算出し、それらの平均値を本研究の結果として採用した。

3-1. 時間領域解析

3-1-1. 変位に関する指標

COP動揺量の定量的指標として、RD、AP、MLの平均変位（それぞれMDIST、MDIST_{AP}、MDIST_{ML}と表記する）、2乗平均平方根（それぞれRMS、RMS_{AP}、RMS_{ML}と表記する）、総軌跡長（TOTEX）を測定時間で除した平均軌跡速度（それぞれMVELO、MVELO_{AP}、MVELO_{ML}と表記する。理論的にはTOTEXと等価である）、動揺範囲（それぞれRANGE、RANGE_{AP}、RANGE_{ML}と表記する）を算出した。以下がその算出法である。なお、計算式については、TOTEXを除き、すべてRDに関してのみ記す。

平均変位；

$$MDIST = 1/N \sum RD[n] \quad (2)$$

2乗平均平方根；

$$RMS = \left[\frac{1}{N} \sum RD[n]^2 \right]^{1/2}. \quad (3)$$

総軌跡長；

$$TOTEX = \sum_{n=1}^{N-1} \left[(AP[n+1] - AP[n])^2 + (ML[n+1] - ML[n])^2 \right]^{1/2}. \quad (4)$$

前後方向，左右方向の総軌跡長（式は前後方向に関してのみ記す）；

$$TOTEX_{AP} = \sum_{n=1}^{N-1} |AP[n+1] - AP[n]|. \quad (5)$$

平均軌跡速度；

$$MVELO = TOTEX / T. \quad (6)$$

ここで， T は測定時間（秒）である。

動揺範囲；

$$RANGE = \max(RD[n]) - \min(RD[n]). \quad (7)$$

ここで， $\max(RD[n])$ ， $\min(RD[n])$ は， $1 \leq n \leq N$ の RD の最大値，最小値である。

3-1-2. 面積に関する指標

COP動揺の面積に関する指標として，棄却円面積（ $AREA-CC$ ），棄却楕円面積（ $AREA-CE$ ）を算出した。それぞれの算出法は以下の通りである。

棄却円面積；

$$AREA-CC = \pi (MDIST + Z_{0.5} S_{RD})^2. \quad (8)$$

ここで， $Z_{0.5}$ は信頼水準を95%としたときのZ統計量で，その値は1.645である（Prieto et al. 1996）。 S_{RD} は RD の標準偏差である。

$$S_{RD} = \left[RMS^2 - MDIST^2 \right]^{1/2}. \quad (9)$$

つまり，ここでは，棄却円の半径を RD 系列の95%信頼限界と設定したことになる。

一方， $AREA-CE$ を求める際の長径を a ，短径を b とすると，Prieto et al. (1996)の算出法に則り， a ，

b は以下のように求められる。

$$a = \left[F_{.05[2, n-2]} (S_{AP}^2 + S_{ML}^2 + D) \right]^{1/2} \quad (10)$$

$$b = \left[F_{.05[2, n-2]} (S_{AP}^2 + S_{ML}^2 - D) \right]^{1/2} \quad (11)$$

$F_{.05[2, n-2]}$ はデータ数 n の二変量分布において信頼水準を95%と設定したときのF統計量であり，サンプル数が十分に多い場合（ $n > 120$ ），その値は3.0となる（Prieto et al. 1996）。 S_{AP} ， S_{ML} はそれぞれ AP ， ML の標準偏差である。 D は以下のように算出される。

$$D = \left[(S_{AP}^2 + S_{ML}^2) - 4(S_{AP}^2 + S_{ML}^2 - S_{APML}^2) \right]^{1/2}. \quad (12)$$

ここで， S_{APML} は共分散である。

$$S_{APML} = 1/N \sum AP[n]ML[n]. \quad (13)$$

以上より，式(12)を式(10)(11)に代入することにより， $AREA-CE$ は算出される。

$$AREA-CC = \pi ab = 2\pi F_{.05[2, n-2]} \left[S_{AP}^2 S_{ML}^2 - S_{APML}^2 \right]^{1/2} \quad (14)$$

3-1-3. その他の指標

その他の指標として，連続する2点とCOPの原点とがなす三角形の面積を積分して求める動揺面積（ $AREA-SW$ ）， $TOTEX$ と $MDIST$ を用いてCOPの正弦波振動の周波数を算定する平均周波数（ $MFREQ$ ）を算出した。算出法は以下の通りである。

動揺面積；

$$AREA-SW = \frac{1}{2\pi} \sum_{n=1}^{N-1} |AP[n+1]ML[n] - AP[n]ML[n+1]|. \quad (15)$$

平均周波数；

$$MFREQ = \frac{TOTEX}{2\pi MDIST \cdot T} = \frac{MVELO}{2\pi MDIST}. \quad (16)$$

平均周波数に関しては， AP ， ML についても計測した。算出法は AP についてのみ記す。

$$MFREQ_{AP} = \frac{TOTEX_{AP}}{4\sqrt{2} MDIST_{AP} \cdot T} = \frac{MVELO_{AP}}{4\sqrt{2} MDIST_{AP}}. \quad (17)$$

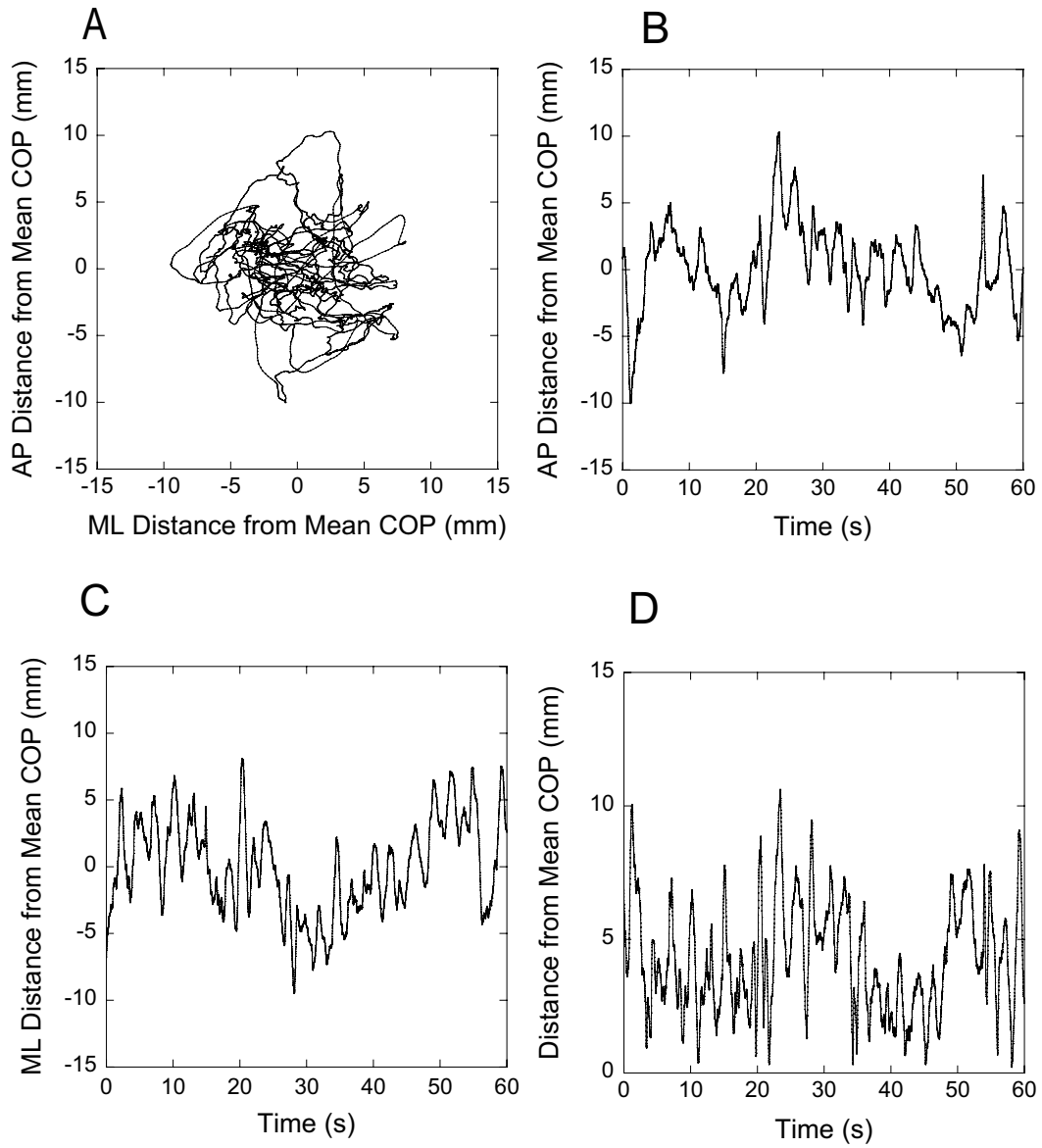


図1 開眼条件下での静的立位保持時における COP 動揺の典型例.

- A : 床反力計平面状での COP の軌跡.
- B : 前後方向の変位.
- C : 左右方向の変位.
- D : 水平面上の変位.

3-2. 周波数領域解析

周波数解析を用いて、周波数領域における COP 動揺の質的・量的特性を検討した。RD, AP, ML の各系列について、ウェルチ法によりパワースペクトル密度を計算した。解析は、Prieto et al. (1996) に従い、0.15Hz から 5Hz の周波数領域を対象に行い、この帯域のパワースペクトル密度の分布の面積や形状に関する以下の指標を算出した。

離散パワースペクトル密度関数 $G[m]$ における周波数増分を Δf とすると、スペクトルモーメント μ_k は以下のように求めることが出来る。

$$\mu_k = \sum_{m=i}^j (m \times \Delta f)^k \times G[m] \quad (18)$$

ここで、分析対象の周波数領域の総パワー（それぞれ $POWER$, $POWER_{AP}$, $POWER_{ML}$ と表記する）は $k=0$ のときのスペクトルモーメント μ_0 である。

$$POWER = \mu_0. \quad (19)$$

これをもとに、RD, AP, ML それぞれについて、パワースペクトル面積がトータルパワーの 50%, 95% となる周波数（それぞれ $PF50$, $PF50_{AP}$, $PF50_{ML}$, $PF95$, $PF95_{AP}$, $PF95_{ML}$ と表記する）を求めた。これらは以下の式より得られる u , v に Δf を乗じることで求めることが出来る。

$$\sum_{m=i}^j G[m] \geq 0.5 \mu_0. \quad (20)$$

$$\sum_{m=i}^j G[m] \geq 0.95 \mu_0. \quad (21)$$

また、2 次のスペクトルモーメントを 0 次のスペクトルモーメントで除した値の平方根より得られる重心周波数（それぞれ $CFEQ$, $CFREQ_{AP}$, $CFREQ_{ML}$ と表記する）、パワースペクトル密度のばらつきを評価する周波数分散（それぞれ $FREQD$, $FREQD_{AP}$, $FREQD_{ML}$ と表記する）についても算出した。算出式は RD に関してのみ記す。

$$CFREQ = \left[\frac{\mu_2}{\mu_0} \right]^{1/2} \quad (22)$$

$$FREQD = \left[1 - \frac{\mu_0^2}{\mu_0 \mu_2} \right]^{1/2} \quad (23)$$

4. 筋量の算出方法

COP 動揺は身体重心 (Center of mass; COM) に代表される身体の動揺ではなく、足関節トルクの挙動を反映している。通常の静的立位姿勢では、身体重心は足関節よりも前方に位置するため、後ろ向きの足関節トルク、すなわち足関節底屈トルクが常に身体を保持している。従って、静的立位を倒立振子でモデル化した場合、足関節底屈筋群がその主働筋群であると言える (政二と阿部 2005) (静的立位の力学に関しては付録に記す)。そこで、本研究では、超音波 B モード法 (ALOKA, SSD-900) により測定された足関節底屈筋群の筋厚と下肢長から、足関節底屈筋群の体積を推定した。下肢長は脛骨頭から外顆の下端までの長さとし、筋厚測定位置は、Abe et al. (1994) に則り、下肢長の近位 30% 部位の外側腓腹筋筋腹上とし、表層筋膜から脛骨までの距離を筋厚とした。筋体積の推定には、宮谷 (1999) らが報告している、MRI 法により測定した筋体積 MV_{MRI} と、超音波測定より得られた筋厚の 2 乗に下肢長を乗じた ULT_{MVI} との一次回帰式から推定した。回帰式は以下の通りである。

$$MV_{MRI} = 0.4285 \times ULT_{MVI} + 157.86. \quad (24)$$

推定した足関節底屈筋群の筋体積はすべて体重で規格化された (以降、これを MV-PLA と表記し、筋量の指標として用いる)。なお、MV-PLA の平均値 (\pm 標準偏差) は、男子塾生で $15.1 (\pm 1.78) \text{ cm}^3/\text{kg}$ 、女子塾生で $13.6 (\pm 1.69) \text{ cm}^3/\text{kg}$ であった。

5. 統計解析

COP 動揺の各指標の性別間ならびに開閉眼条件間の比較には、混合モデルの分散分析 (a mixed-model ANOVA) を用い、post-hoc 分析としてはテューキーの多重比較法を適用した。平均周波数と平均変位との間の関係性、ならびに COP の各指標と MV-PLA との関係性に関しては、一次回帰分析を

用いて比較した。得られた値からピアソンの相関係数を計算し、その有意性を有意水準5%で検定した。すべての統計解析には、STATISTICA (StatSoft, Inc., Version 5.5) を使用した。

結果

1. 各指標の開閉眼条件間および男女間の比較

表1には男女、開閉眼におけるすべての指標の平均値±標準偏差を示した。また、リファレンスデータとして、Prieto et al. (1996) において報告されている、若齢男女20名(年齢, 26.4 ± 4.9 歳), 高齢男女20名(年齢, 68.0 ± 1.3 歳)のデータも示した。開閉眼条件間の差異に着目すると、男女の RMS , $MVELO$, $MVELO_{AP}$, $MVELO_{ML}$, $RANGE$, $RANGE_{AP}$, $RANGE_{ML}$, $AREA-CC$, $AREA-CE$, $AREA-SW$, $MFREQ$, $MFREQ_{AP}$, $POWER$, $POWER_{AP}$, $POWER_{ML}$, 男子の $MDIST$, $MDIST_{AP}$, $MDIST_{ML}$, RMS_{AP} , RMS_{ML} , $CFREQ_{ML}$ において有意差がみられた。このうち、 $MDIST_{ML}$, RMS_{ML} , $MVELO_{ML}$, $RANGE_{ML}$, $MFREQ$, $MFREQ_{AP}$, $POWER_{ML}$, $CFREQ_{ML}$ に関しては、Prieto et al. (1996) の若齢者において開閉眼条件間差は見出されていない。一方、Prieto et al. (1996) の若齢者において開閉眼条件間に有意差が観察された $PF50$, $PF95$ に関しては、本研究の被検者では差がみられなかった。一方、開閉眼時の $MVELO$, $MVELO_{AP}$, $MFREQ$, $MFREQ_{AP}$, $PF95$, $CFREQ$, $CFREQ_{AP}$, $FREQD_{AP}$, ならびに開閉眼時の $PF95_{ML}$, $CFREQ_{ML}$ に関しては、有意な性差が検出された。

2. 平均周波数 - 平均変位関係

Maurer et al. (2005) は、コンピューターシミュレーションによって静止立位の制御器をモデル化し、比例ゲイン K_p (神経系のなかでの位置制御成分を意味する) や微分ゲイン K_d (神経系のなかでの速度制御成分を意味する) の値をいろいろと変えた場合に、Prieto et al. (1996) が報告した様々な

指標がどのように変化するかを検討している。結果、 K_p は $MDIST$, RMS , $RANGE$ などの変位に関する指標と負の相関を示し、 $MFREQ$ や $CFREQ$ などの周波数に関する指標と正の相関を示すことが報告されている。そこで、図2A-Fは、Maurer et al. (2005) において、 K_p と最も負の相関が高い $MFREQ$ ($R = -0.84$) と、 K_p と最も正の相関が高い $MDIST$ ($R = 0.96$) との関係を、男女それぞれの RD , AP , ML のすべての系列について示した。その結果、開眼時、閉眼時ともに、 RD , AP , ML すべての系列において、平均周波数と平均変位との間には有意な負の相関関係が得られた ($P < 0.05$)。

3. COPの各指標とMV-PLAとの関係

表2には、一次回帰分析より得られた、COPの各指標とMV-PLAとの間の相関係数を示した。男子・開閉眼両条件での $MDIST$, $MDIST_{ML}$, RMS , RMS_{ML} , $MVELO$, $MVELO_{AP}$, $MVELO_{ML}$, $RANGE$, $RANGE_{ML}$, $AREA-CC$, $AREA-CE$, $AREA-SW$, $POWER$, $POWER_{AP}$, $POWER_{ML}$ において有意な負の相関関係が ($P < 0.05$)、 $FREQD_{ML}$ において有意な正の相関関係が得られた ($P < 0.05$)。また、 $MDIST_{AP}$, RMS_{AP} , $RANGE_{AP}$ については、男子開眼条件においてのみ有意な負の相関 ($P < 0.05$) が、 $FREQD$ については、男子開眼条件においてのみ有意な正の相関 ($P < 0.05$) が、それぞれ観察された。女子両条件においては、いずれの指標もMV-PLAとの間には有意な相関関係は得られなかった。

考察

1. Prieto et al. (1996) との比較

表1において、本研究の結果をPrieto et al. (1996) のデータと比較すると、 $MDIST$ や $MVELO$ などの指標は、高齢群ほどではないにせよ、若齢群データよりも高値を示していることが分かる。これはすなわち、本塾塾生は、先行研究の若齢群に比して静的立位保持時の揺れが大きいことを示している。また、

MFREQ, *PF95*, *CFREQ*, *FREQD* などの COP 動揺の周波数に関する指標に関しても、高齢群と同等の高値を示すことから、本塾塾生の COP 動揺は、Prieto et al. (1996) の若齢群に比して、スペクトルの広がりが大きく、かつ高周波の揺れが大きいことが示唆される。

一方、各指標の開閉眼条件間差に着目してみよう。ヒトの姿勢調節には、視覚系、前庭系、体性感覚系からの情報をもとにしたフィードバック調節系が重要な役割を果たすと考えられている (Fitzpatrick et al. 1994)。従って、このうちのひとつである視覚系からの入力を遮断した場合には、動揺量も増すものと推測される。現に、表 1 に示されるように、Prieto et al. (1996) の報告では、*ML* 系列を除き、若齢者では変位に関するすべての指標で開閉眼条件間の有意差が検出されている。一方、本塾塾生においても同様に、変位に関する多くの指標において開閉眼条件間の差が検出されたが、なかでも Prieto et al. (1996) の若齢群では条件間差のなかった *MVELO_{ML}* や *POWER_{ML}* などの *ML* 系列の揺れの大きさを表す指標においても差が観察された点が興味深い。これはすなわち、本塾塾生は、視覚遮断を行うと、前後方向のみならず左右方向の揺れも増大することを示しており、この傾向は閉眼時に *MVELO_{ML}* が有意に増大するという高齢群の結果と類似している。また、Prieto et al. (1996) では高齢群でのみ差がみられた *MFREQ* や *MFREQ_{AP}* についても、男女ともに開閉眼条件間差がみられた。一階微分系列の平均振幅とみなせる *MVELO* (一階微分系列は原時系列に比して高周波のパワーが増大する) や *MFREQ* が閉眼時に増大することは、すなわち、高齢者においては視覚系入力の有無が、より高周波の COP の揺れに影響するものと考えられ、こうした傾向が本塾塾生にもみられたことは注目すべき点であろう。

以上のように、静的立位姿勢保持時の本塾塾生の COP 動揺は、その量的指標の絶対値に着目すると Prieto et al. (1996) の若齢群に比して高値を示し、動揺の周波数特性や開閉眼条件間差に着目すると、随所で Prieto et al. (1996) の高齢群と似た傾向をとることが分かった。こうした結果は、本塾塾生の平衡機能が Prieto et al. (1996) の若齢群より

も劣っている可能性を示唆するものであり、本塾塾生の身体機能の特徴のひとつとして認知されるべき問題であろう。

2. 平均周波数 - 平均変位関係について

Maurer et al. (2005) のシミュレーション研究において、位置制御成分を意味する比例ゲイン K_p と最も負の相関の強い *MFREQ* と、最も正の相関が強い *MDIST* との関係を検討したところ、*RD*, *AP*, *ML* のすべての系列で両者の間には有意な負の相関が得られた (図 2)。この結果はすなわち、位置制御情報が大きい被検者ほど、身体動揺量が増える傾向にあることを示している。Masani et al. (2003; 2006) は、1) 静的立位中の身体動揺と筋電図とを相互相関解析すると、身体動揺に一致した筋活動が身体動揺に先行して起こること、2) 身体動揺の小さな被検者ほどこの相関が小さいこと、3) 静止立位の制御を単純な PD 制御器でシミュレートした場合、比較的微分ゲイン K_D の大きい制御器ほど身体動揺と運動指令の相関が低くなること、を報告し、静的立位の制御における速度情報の重要性を示唆している。すなわち、図 2 の左上部に位置するような被検者は、速度情報に比して位置情報優位の制御方策をとるが故に、身体動揺量が増えてしまっていることを意味すると考えられる。従って、図 2 のような指標の関連性から、位置情報への依存度の大小が動揺量の個人差を生む要因となっている可能性が導き出される。

3. COP 動揺の各指標と足底屈筋群の筋量との関係性について

表 2 に示されるように、男子塾生の開閉眼時においてのみ、いくつかの指標で *MV-PLA* との間に有意な相関関係が認められた。このうち、*ML* 系列に関するものは、足底屈筋群と股関節内外転筋群との筋量同士の相関性から間接的に導き出された結果と考えられるため、足底屈筋群の筋量が直接的に関係すると思われる *RD*, *AP* 系列に関するものみに注目する。開閉眼時ともに有意な負の相関関係が得られた指標としては *MDIST*, *RMS*, *MVELO*, *MVELO_{AP}*, *RANGE*, *AREA-CC*, *AREA-CE*,

表 1. COP 動揺の各指標

Measure	This study										Prieto's study (1996)							
	Male			Female			Gender		Eye		Young		Elderly		Age		Eye	
	EO	EC		EO	EC		EO	EC	Male	Female	EO	EC	EO	EC	EO	EC	Young	Elderly
<i>MDIST (mm)</i>	3.40 ± 0.93	3.88 ± 1.06		3.38 ± 1.18	3.75 ± 1.30				***		3.12 ± 1.11	3.85 ± 1.65	4.22 ± 1.24	4.48 ± 1.52	*		**	
<i>MDIST_{AP} (mm)</i>	2.53 ± 0.79	2.85 ± 0.76		2.46 ± 0.80	2.75 ± 0.98			*		2.42 ± 0.97	3.10 ± 1.29	3.19 ± 1.17	3.63 ± 1.17	*		**	*	
<i>MDIST_{ML} (mm)</i>	1.73 ± 0.57	2.03 ± 0.75		1.78 ± 0.90	1.95 ± 0.82			***		1.50 ± 0.77	1.66 ± 0.95	2.04 ± 1.05	1.93 ± 0.99			**		
<i>RMS (mm)</i>	3.87 ± 1.03	4.43 ± 1.18		3.83 ± 1.31	4.30 ± 1.48			***	*	3.56 ± 1.20	4.39 ± 1.81	4.85 ± 1.42	5.12 ± 1.70	*		**		
<i>RMS_{AP} (mm)</i>	3.12 ± 0.90	3.54 ± 0.91		3.01 ± 0.94	3.43 ± 1.21			**		2.95 ± 1.08	3.82 ± 1.54	3.98 ± 1.22	4.45 ± 1.42	*		**		
<i>RMS_{ML} (mm)</i>	2.17 ± 0.72	2.57 ± 0.92		2.22 ± 1.09	2.47 ± 1.01			***		1.85 ± 0.91	2.06 ± 1.17	2.54 ± 1.34	2.41 ± 1.23			**		
<i>MVELO (mm/s)</i>	8.78 ± 2.57	11.3 ± 3.05		7.61 ± 1.70	9.69 ± 2.36		***		***	6.90 ± 1.79	8.89 ± 2.86	12.2 ± 4.49	16.2 ± 6.43	***	****	**	****	
<i>MVELO_{AP} (mm/s)</i>	5.71 ± 1.65	8.00 ± 2.13		4.60 ± 1.05	6.45 ± 1.81		***		***	4.92 ± 1.34	6.72 ± 2.18	9.86 ± 3.63	13.5 ± 5.26	****	****	***	****	
<i>MVELO_{ML} (mm/s)</i>	5.44 ± 1.78	6.30 ± 2.05		5.05 ± 1.39	5.83 ± 1.58		***		***	3.82 ± 1.19	4.43 ± 1.65	5.34 ± 2.56	6.27 ± 3.70	*		**	*	
<i>RANGE (mm)</i>	8.91 ± 2.38	10.4 ± 2.83		8.40 ± 2.73	10.1 ± 3.56			***		14.3 ± 4.34	18.0 ± 7.14	21.6 ± 6.84	22.5 ± 7.40	**		**		
<i>RANGE_{AP} (mm)</i>	14.2 ± 3.35	17.0 ± 4.11		13.4 ± 3.71	16.4 ± 5.77			**		13.3 ± 4.27	17.7 ± 6.97	20.1 ± 6.07	21.1 ± 6.93	**		***		
<i>RANGE_{ML} (mm)</i>	10.8 ± 3.56	13.1 ± 4.65		10.8 ± 4.70	12.4 ± 4.72			***	*	8.48 ± 3.89	9.79 ± 5.42	12.5 ± 7.50	12.3 ± 6.84	*		**		
<i>AREA-CC (mm2)</i>	143 ± 71.8	188 ± 94.7		146 ± 112	186 ± 140			**		120 ± 70.3	193 ± 146	224 ± 128	251 ± 157	*		**		
<i>AREA-CE (mm2)</i>	125 ± 61.7	174 ± 93.3		128 ± 103	167 ± 127			***		99.1 ± 66.9	162 ± 140	191 ± 125	207 ± 152	*		**		
<i>AREA-SW (mm2/s)</i>	9.88 ± 4.32	14.5 ± 6.77		8.81 ± 4.72	12.2 ± 6.65			***	*	7.16 ± 4.27	11.3 ± 8.11	16.3 ± 12.1	21.4 ± 17.4	*		*	**	
<i>MFREQ (Hz)</i>	0.44 ± 0.12	0.49 ± 0.12		0.39 ± 0.09	0.44 ± 0.10		**	***	***	0.37 ± 0.09	0.40 ± 0.12	0.47 ± 0.13	0.58 ± 0.14	*	****	*	****	
<i>MFREQ_{AP} (Hz)</i>	0.44 ± 0.15	0.53 ± 0.15		0.37 ± 0.09	0.45 ± 0.12		***	***	***	0.40 ± 0.14	0.42 ± 0.15	0.57 ± 0.20	0.66 ± 0.17	**	****	*	****	
<i>MFREQ_{ML} (Hz)</i>	0.60 ± 0.16	0.60 ± 0.16		0.58 ± 0.18	0.59 ± 0.17			***	***	0.52 ± 0.21	0.57 ± 0.23	0.51 ± 0.17	0.59 ± 0.17	**	****	*	****	
<i>POWER</i>	45.2 ± 24.4	68.2 ± 38.4		44.0 ± 48.1	64.3 ± 49.2			**	**	6.66 ± 3.67	10.4 ± 9.82	13.0 ± 7.40	18.3 ± 12.7	*	**	*	**	
<i>POWER_{AP}</i>	75.3 ± 55.7	154 ± 73.3		63.5 ± 45.7	128 ± 92.4			***	***	8.88 ± 5.12	16.8 ± 11.8	20.5 ± 13.1	28.1 ± 15.0	**	**	*	*	
<i>POWER_{ML}</i>	56.2 ± 41.7	86.7 ± 69.4		58.0 ± 64.2	79.5 ± 65.8			**	**	4.35 ± 3.49	6.17 ± 5.22	9.38 ± 10.0	9.57 ± 11.0		**	*	*	
<i>PF50 (Hz)</i>	0.41 ± 0.16	0.44 ± 0.11		0.39 ± 0.09	0.42 ± 0.10					0.29 ± 0.08	0.32 ± 0.11	0.35 ± 0.15	0.40 ± 0.13	*	*	*	**	
<i>PF50_{AP} (Hz)</i>	0.31 ± 0.10	0.30 ± 0.08		0.32 ± 0.09	0.30 ± 0.06					0.28 ± 0.09	0.30 ± 0.09	0.35 ± 0.14	0.39 ± 0.12	*	*	*	*	
<i>PF50_{ML} (Hz)</i>	0.39 ± 0.11	0.38 ± 0.09		0.37 ± 0.10	0.36 ± 0.09					0.36 ± 0.14	0.38 ± 0.14	0.35 ± 0.14	0.40 ± 0.13		*	*	*	
<i>PF95 (Hz)</i>	1.54 ± 0.47	1.64 ± 0.42		1.35 ± 0.32	1.44 ± 0.36		*	**	**	0.93 ± 0.19	1.05 ± 0.30	1.27 ± 0.37	1.47 ± 0.43	**	***	*	***	
<i>PF95_{AP} (Hz)</i>	1.18 ± 0.37	1.13 ± 0.34		1.06 ± 0.27	1.03 ± 0.26					0.93 ± 0.20	0.99 ± 0.31	1.29 ± 0.35	1.45 ± 0.43	**	***	*	***	
<i>PF95_{ML} (Hz)</i>	1.20 ± 0.28	1.11 ± 0.28		1.07 ± 0.30	1.06 ± 0.29		*	*	**	0.99 ± 0.33	1.10 ± 0.34	1.07 ± 0.31	1.20 ± 0.36		***	*	*	
<i>CFREQ (Hz)</i>	0.85 ± 0.23	0.88 ± 0.20		0.79 ± 0.16	0.80 ± 0.16		*	**	**	0.53 ± 0.10	0.57 ± 0.13	0.66 ± 0.17	0.75 ± 0.18	*	***	*	***	
<i>CFREQ_{AP} (Hz)</i>	0.68 ± 0.20	0.63 ± 0.16		0.61 ± 0.13	0.57 ± 0.11		*	*	*	0.51 ± 0.09	0.54 ± 0.13	0.66 ± 0.17	0.75 ± 0.18	**	***	*	***	
<i>CFREQ_{ML} (Hz)</i>	0.74 ± 0.17	0.68 ± 0.15		0.71 ± 0.19	0.68 ± 0.18		*	*	**	0.60 ± 0.17	0.64 ± 0.19	0.59 ± 0.15	0.66 ± 0.16		***	*	***	
<i>FREQD</i>	0.72 ± 0.05	0.71 ± 0.05		0.71 ± 0.05	0.69 ± 0.05		**	***	***	0.67 ± 0.04	0.67 ± 0.04	0.68 ± 0.07	0.67 ± 0.04			*	*	
<i>FREQD_{AP}</i>	0.74 ± 0.05	0.72 ± 0.06		0.71 ± 0.05	0.69 ± 0.05		**	***	***	0.67 ± 0.05	0.66 ± 0.04	0.67 ± 0.05	0.67 ± 0.04			*	*	
<i>FREQD_{ML}</i>	0.70 ± 0.07	0.69 ± 0.06		0.71 ± 0.08	0.70 ± 0.07					0.67 ± 0.07	0.67 ± 0.05	0.65 ± 0.06	0.64 ± 0.05			*	*	

男女 (表内では Male, Female と記す) それぞれの開眼時 (EO), 閉眼時 (EC) の平均値 ± 標準偏差を示した。また, 参考資料として, Prieto et al. (1996) において報告されている若齢群 (Young, n=20), 高齢群 (Elderly, n=20) の値も示した。本研究における開閉眼時それぞれにおける性差 (Gender), 男女それぞれにおける開閉眼条件間差 (Eye), Prieto et al. (1996) における開閉眼時それぞれにおける群間差 (Age), 若齢群・高齢群それぞれにおける開閉眼条件間差 (Eye) についてもそれぞれ明記した。有意水準の表記は以下の通りである。*, $P < 0.05$; **, $P < 0.01$; ***, $P < 0.001$; ****, $P < 0.0001$ 。

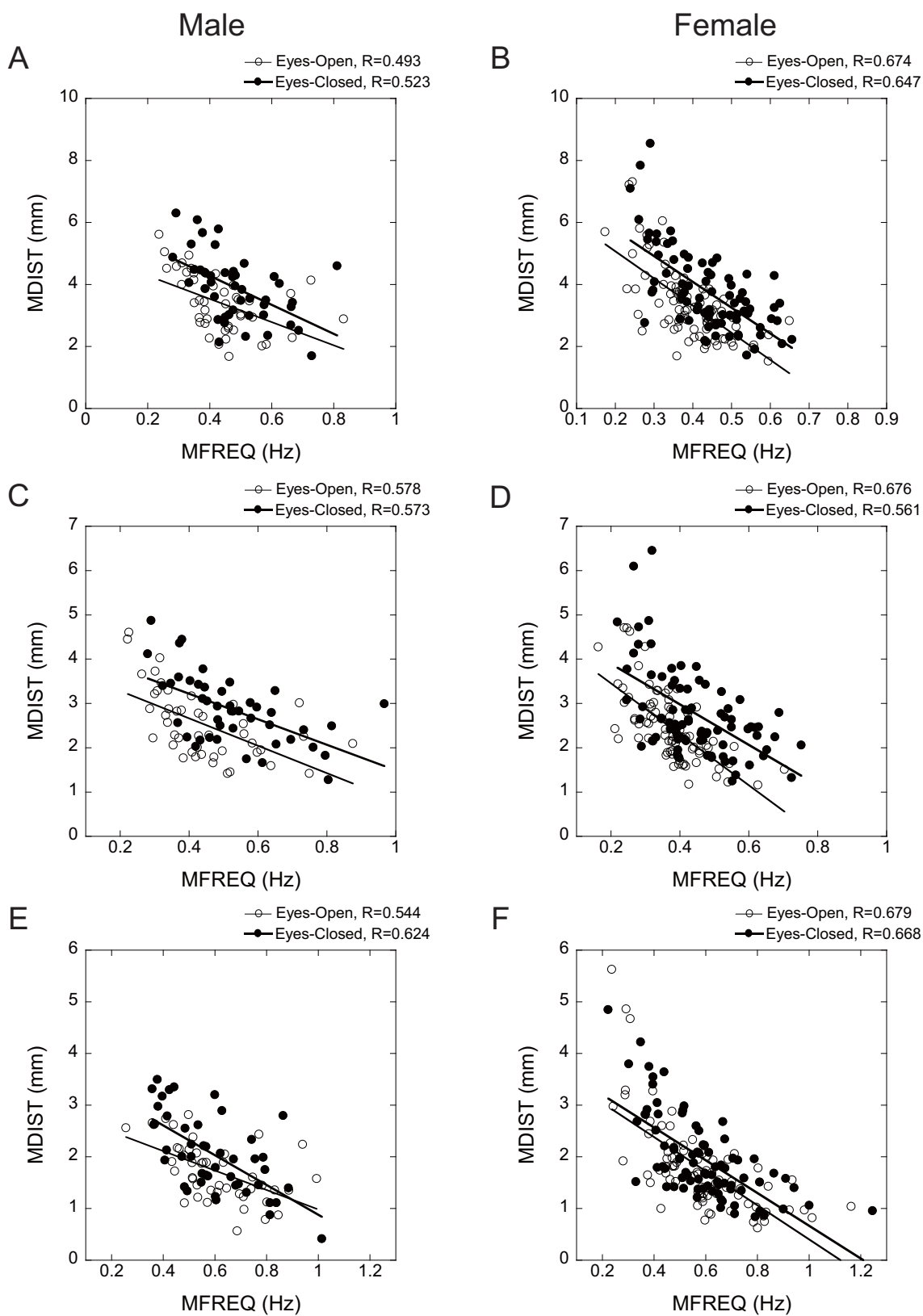


図2：COP 動揺の平均周波数－平均変位間の関係。

すべてのグラフは男女別に記載されており，A；男子 RD，B；女子 RD，C；男子 AP，D；女子 AP，E；男子 ML，F；女子 ML となっている。男女，開閉眼をとわず，すべての条件で有意な相関関係 ($P < 0.05$) が得られた。

表 2. COP 動揺の各指標と MV-PLA との相関関係

Measure	Male		Female	
	Eyes-Open	Eyes-Closed	Eyes-Open	Eyes-Closed
<i>MDIST</i>	-0.514*	-0.370*	-0.150	0.073
<i>MDIST_{AP}</i>	-0.416*	-0.234	0.200	0.082
<i>MDIST_{ML}</i>	-0.492*	-0.445*	0.051	0.040
<i>RMS</i>	-0.519*	-0.378*	0.150	0.080
<i>RMS_{AP}</i>	-0.423*	-0.255	0.210	0.086
<i>RMS_{ML}</i>	-0.505*	-0.448*	0.044	0.052
<i>MVELO</i>	-0.466*	-0.367*	0.151	0.065
<i>MVELO_{AP}</i>	-0.486*	-0.298*	0.080	0.048
<i>MVELO_{ML}</i>	-0.400*	-0.390*	0.166	0.057
<i>RANGE</i>	-0.470*	-0.355*	0.128	0.073
<i>RANGE_{AP}</i>	-0.448*	-0.248	0.188	0.070
<i>RANGE_{ML}</i>	-0.550*	-0.504*	0.020	0.089
<i>AREA-CC</i>	-0.509*	-0.371*	0.144	0.048
<i>AREA-CE</i>	-0.567*	-0.428*	0.163	0.051
<i>AREA-SW</i>	-0.535*	-0.404*	0.121	0.033
<i>MFREQ</i>	-0.010	0.037	0.050	-0.083
<i>MFREQ_{AP}</i>	-0.074	0.037	-0.120	-0.042
<i>MFREQ_{ML}</i>	-0.079	0.150	0.076	-0.083
<i>POWER</i>	-0.518*	-0.358*	0.039	0.093
<i>POWER_{AP}</i>	-0.412*	-0.365*	0.066	0.050
<i>POWER_{ML}</i>	-0.466*	-0.414*	0.039	0.118
<i>PF50</i>	-0.187	-0.026	0.004	-0.047
<i>PF50_{AP}</i>	-0.052	0.066	0.054	-0.097
<i>PF50_{ML}</i>	-0.029	0.043	0.060	0.080
<i>PF95</i>	0.128	0.005	0.023	-0.062
<i>PF95_{AP}</i>	-0.055	0.031	0.008	0.015
<i>PF95_{ML}</i>	-0.012	0.016	-0.018	0.017
<i>CFREQ</i>	-0.057	0.067	0.055	-0.096
<i>CFREQ_{AP}</i>	-0.041	0.079	0.041	0.005
<i>CFREQ_{ML}</i>	0.183	0.140	0.047	-0.022
<i>FREQD</i>	0.343*	0.162	-0.002	-0.095
<i>FREQD_{AP}</i>	0.197	0.006	-0.037	0.017
<i>FREQD_{ML}</i>	0.361*	0.377*	-0.018	-0.103

表内の数値はすべて一次回帰より得られた相関係数であり、*がついているもののみが MV-PLA との間に有意な相関が認められた指標である ($P < 0.05$).

$AREA-SW$, $POWER$, $POWER_{AP}$, が挙げられるが、これらは身体動揺の大きさを評価する指標といえ、従って体重に対して筋量の割合が大きい人ほど揺れにくい性質にあるものと考えられる。Yoshitake et al. (2004) によると、静的筋力発揮時の力の変動は、発揮張力レベルの上昇とともに増加する。静的立位時の発揮トルクレベルは体重に依存して決定されるため、 $MV-PLA$ が小さな人ほど姿勢保持のために要求される相対的な発揮トルクレベルが大きくなり、結果、揺れが大きくなるものと考えられる。また、 $MVELO$, $MVELO_{AP}$ にも負の相関が得られることから、比較的高周波成分の揺れが筋量と深い関係を持つことが示唆される。

ここで、動揺の大きさの個人差を生むひとつの要因として、足関節の柔軟性のような形態的な特徴の影響が想像される。しかし、Maurer et al. (2005) のシミュレーション研究では、足関節の機械的なステイフネスは固定されているため、この変化により COP 動揺の各指標がどのように変わるかは定かではない。小田ら (2002) は 21 名の健常な男女を対象に、足関節の柔軟性（足関節の最大背屈角度、および受動トルクと角度変化の関係を 2 次回帰した時の係数であるステイフネス係数で評価）と下腿周径囲、筋腹長、足底屈筋力との間には有意な負の相関があることを示し、筋横断面積が足関節の柔軟性の主な規定因子である可能性を示唆している。この報告と、開閉眼時いずれにおいても $MV-PLA$ と COP 動揺の大きさを表わす指標との間に有意な負の相関が得られたという結果を合わせ考えると、足関節の柔軟性は開閉眼条件間で変化するものではないため、筋量が足関節の柔軟性を規定することで、間接的に COP 動揺量の個人差を生み出す要因となった可能性が示唆される。ただし、小田ら (2002) の研究は筋量と柔軟性との関係性を明言するにはサンプル数が若干不足しており、より詳細な議論を行うためには、今後、足関節の柔軟性を示す指標を計測し、足関節底屈筋群の筋量や COP 動揺の各指標との関連性について更に検討していく必要がある。

一方、 $FREQD$ と $MV-PLA$ との間には、開閉眼時においてのみ有意な正の相関関係が得られた。Maurer et al. (2005) によると、 $FREQD$ は、微分ゲイン K_D (神経系のなかの速度制御成分を意味す

る) と強い正の相関関係を示す指標である。すなわち、上記の筋量と動揺量との関係と合わせ考えると、特に視覚系も含めた各種感覚情報を活用した適切な制御が行われている場合（すなわち開眼時の静的立位保持を意味する）には、筋量が多い人ほど微分ゲイン K_D が大きい制御方策をとることで、幅の広い周波数領域での揺れを持つようになり、結果、動揺量が小さくなる、と解釈される。こうした速度情報優位の制御を行っている被検者ほど揺れが小さくなるという結果は、上記 Masani et al. (2003;2006) の主張を支持するものである。

4. 男女間の差異について

COP 動揺でみた揺れの大きさの男女差についてはこれまで多くの研究で報告されてきたが、性差があるという報告（今岡ら 1997；Thyssen et al. 1982）と、ないという報告（五島 1985）があり、議論が分かれるところである。本塾塾生の様々な COP 動揺の指標に着目すると、開閉眼時の $MVELO$, $MVELO_{AP}$, $MFREQ$, $MFREQ_{AP}$, $PF95$, $CFREQ$, $CFREQ_{AP}$, $FREQD_{AP}$, ならびに開閉眼時の $PF95_{ML}$, $CFREQ_{ML}$ において、有意な性差が認められ、男子のほうが有意に高値を示した（表 1）。こうした結果は、男子の COP 動揺のほうが、スペクトルの広がりが大きく、かつ高周波の揺れが大きいことを意味するものと思われる。また、 $MVELO$, $MVELO_{AP}$ を除き、これらの指標はいずれも筋量との間に有意な相関がみられなかった指標である点も興味深い。また、表 2 が示すように、サンプル数が男子塾生の約 2 倍いる上、 $MV-PLA$ の分散はほぼ男子と等価であったにも関わらず、女子塾生においてはすべての指標で $MV-PLA$ との間に有意な相関が検出されなかった。このことから、女子に関しては、筋量は静的立位姿勢保持時の動揺量に影響せず、従って、いくつかの COP 動揺指標で観察された性差は、筋量に起因するものではないことが示唆される。女子の平衡機能の個人差の規定因子に関しては、脂肪量や骨盤の広さなどの形態的な特徴の差異も示唆されるが、これらはいずれも推測の域を出ず、今後更なる検討が必要であろう。

まとめ

本研究は、本塾塾生の平衡機能の特性を探るべく、Prieto et al. (1996) に則り、さまざまな指標で塾生の COP 動揺を定量的に評価した。加えて、これら指標と、静的姿勢保持の主働筋群である足関節底屈筋群の筋量との関係性についても検討した。その結果、*MDIST* や *MVELO* などの COP 動揺の揺れの大きさを評価する指標において、本塾塾生は Prieto et al. (1996) の若齢群よりも高値を示した。また、動揺の周波数特性や開閉眼条件間の差異に着目すると、随所で Prieto et al. (1996) の高齢群と似た傾向をとることが分かった。このことは、本塾塾生の平衡機能の低さを示唆するものである。一方、シミュレーションを用いた先行研究の結果 (Masani et al. 2003; Masani et al. 2006; Maurer et al. 2005) との対比から、静的立位の制御にはとくに速度情報が重要であり、位置情報優位の制御を行っている被検者ほど動揺量が増えることが示唆された。さらに、筋量と各指標との一次回帰分析より、男子塾生においてのみ、*RD*、*AP* 系列における COP の揺れの大きさと筋量との間に負の相関関係が見出された。こ

のことから、少なくとも男子塾生においては、筋量が平衡機能の個人差の一因となる可能性が示唆された。一方、女子に関しては、筋量が平衡機能の個人差を規定する因子でないことが示唆された。

今後は、本研究で観察された男女差のメカニズムの解明に取り組むとともに、女性の平衡機能の個人差の要因についてより詳細に検討していくことが必要となるであろう。こうした研究を積み重ねていくことが、将来的には、個々人の特性に合わせた平衡機能向上のための運動プログラムの開発につながるものと考えられる。

付録

静的立位の力学

重心動揺検査で用いられる COP 動揺は、COM の動揺とは正確には一致しない。基礎研究においては古くから両者の区別は明確であるが (e.g. Gurfinkel 1973; Caron et al. 1997)、臨床研究では両者の区別が明確になされていない傾向にある。本項では、静的立位の力学を付記し、両者の相違を明示する。

ヒトの静的立位は、しばしば倒立振子でモデル化される (図 3)。系の運動方程式は、

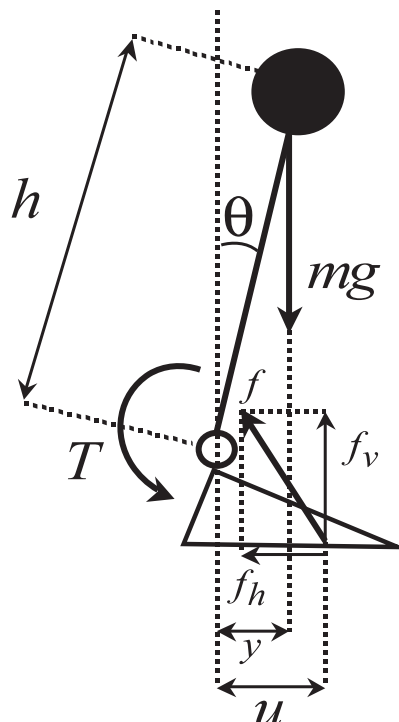


図 3 倒立振子モデル。詳細は本文に詳しい。

$$I\ddot{\theta} = mgh\sin\theta + T + \varepsilon \quad (25)$$

と書ける。ここで θ は動揺角度、 m は身体重量、 I は身体慣性モーメント、 h は足関節からの COM 変位、 g は重力加速度、 T は足関節トルク、 ε は微小な雑音である。COM が足関節より前方に位置するために、後方向きの足関節トルクが常に身体を保持している (Smith 1957)。従って、静的立位中には足関節背屈筋群の活動は小さく、足関節底屈筋群が主に活動しており、故に、倒立振子でモデル化される静的立位においては、腓腹筋やヒラメ筋に代表される足関節底屈筋群が主働筋群であるといえる。

足関節トルクについては以下の近似が成り立つ。

$$T + f_v u \approx 0. \quad (26)$$

ここで、 f_v は床反力垂直成分、 u は COP の位置である。さらに、静的立位中には、 $f_v \approx mg$ と近似できるので、COP 位置は足関節トルクとほぼ比例する変数であることが分かる。

式(25)(26)より、

$$u \approx y - \frac{I}{mg} \ddot{\theta} \quad (27)$$

を得る。ここで y は COM の位置である。COP 位置と COM 位置は、静的平衡条件下、すなわち右辺の慣性項が 0 の場合では一致するが ($u = y$)、立位中には、足関節トルクの過不足により、COP は瞬時平衡点 ($u \neq y$) から偏倚する。この足関節トルクの過不足が COM の加速度 ($\ddot{\theta} \neq 0$) を生じさせる。従って、COM と COP はこの慣性項の分だけ異なる。言い換えれば、立位姿勢の制御機構とは、足関節トルクの過不足を増減して足関節トルクを COM 位置に適したものにすること、あるいは COP と COM を一致させること、と言い表すことができる。

助成

本研究は、平成 18 年度・19 年度文部科学省科学研究費 (若手研究 (B)) ならびに平成 18 年度慶應義塾学事振興資金 (共同) の補助によって執り行われた。

引用文献

Abe T, Kondo M, Kawakami Y, Fukunaga T (1994):

Prediction equations for body composition of Japanese adults by B-mode ultrasound. *Am J Hum Biol* 6 : 161-170.

Caron O, Faure B, Breniere Y (1997) : Estimating the centre of gravity of the body on the basis of the centre of pressure in standing posture. *J Biomech* 30 : 1169-1171.

Fitzpatrick R, Rogers DK, McCloskey DI (1994) : Stable human standing with lower-limb muscle afferents providing the only sensory input. *J Physiol* 480 : 395-403.

五島桂子 (1985) : 重心動揺検査の検討—コンピュータ分析における検査項目と正常域—。 *Equilibrium Res* 45: 368-387.

Gurginkel EV (1973) : Physical foundations of the stabiography. *Agressologie* 14 : 9-14

今岡薫, 村瀬仁, 福原美穂 (1997) : 重心動揺検査における健常者データの集計。 *Equilibrium Res (Suppl 12)* : 1-84.

丸田和夫, 白倉卓夫, 丸田外美江, 関本守 (1984) : 重心動揺測定による脳卒中片麻痺患者の平衡機能障害に関する検討。 *理・作・療法* 18 : 195-200.

政二慶, 阿部匡樹 (2005) : バイオメカニクス的手法を用いた静止立位制御機構の解析。 *バイオメカニクス研究* 9 : 10-17.

政二慶, 神崎素樹, 白澤葉月, 久野譜也, 金久博昭, 福永哲夫 (2004) : 測定変量の定常性と再現性の観点から見た重心動揺指標の検討。 *バイオメカニクス研究* 8 : 150-162.

Masani K, Popovic MR, Nakazawa K, Kouzaki M, Nozaki D (2003) : Importance of body sway velocity information in controlling ankle extensor activities during quiet stance. *J Neurophysiol* 90 : 3774-3782.

Masani K, Vette AH, Popovic MR (2006) : Controlling balance during quiet standing: Proportional and derivative controller generates preceding motor command to body sway position observed in experiments. *Gait and posture* 23 : 164-172.

Maurer C and Peterka RJ (2005) : A new

- interpretation of spontaneous sway measures based on a simple model of human postural control. *J Neurophysiol* 93 : 189-200.
- Mauritz KH, Dichgans J, Hufschmidt A (1979) : Quantitative analysis of stance in late cortical atrophy of the anterior lobe and other forms of cerebellar ataxia. *Brain* 102 : 462-482.
- McIlroy WE and Maki BE (1997) : Preferred placement of the feet during quiet stance: Development of a standardized foot placement for the balancing test. *Clin Biomech* 12 : 66-70.
- 宮谷昌枝 (1999) : 超音波法およびインピーダンス法による骨格筋体積の測定に関する研究. 平成 11 年度東京大学大学院総合文化研究科生命環境科学系修士論文.
- 文部科学省 (2006) : 平成 17 年度体力・運動能力調査報告書 (URL : http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/001/index22.htm).
- 小田俊明, 千野謙太郎, 栗原俊之, 川上泰雄, 金久博明, 福永哲夫 (2002) : 足関節における柔軟性と下腿三頭筋の機能的・形態的特性との関係. *トレーニング科学* 13 : 157-166.
- Prieto TE, Myklebust JB, Myklebust BM (1993) : Characterization and modeling of postural steadiness in the elderly : A review. *IEEE Trans Rehab Engng* 1 : 26-34.
- Prieto TE, Myklebust JB, Hoffman RG, Lovett EG (1996) : Measures of postural steadiness : differences between healthy young and elderly adults. *IEEE Trans Biomed Engng* 43 : 956-966.
- Sahlstrand T, Ortengren R, Nachemson A (1978) : Postural equilibrium in adolescent idiopathic scoliosis. *Acta Orthop Scand* 49 : 354-365.
- Schultz AB, Ashton-Miller JA, Alexander NB (1997) : What leads to age and gender differences in balance maintenance and recovery? *Muscle & Nerve* S5 : S60-S64.
- Smith JW (1957) : The forces operating at the human ankle joint during standing. *J Anatomy* 91 : 545-564.
- Thyssen HH, Brynskov J, Jansen EG, Munster-Swendsen J (1982) : Normal ranges and reproducibility for the quantitative Romberg's test. *Acta Neurol Scand* 66: 100-104.
- 山本昌彦 (2001) : 重心動揺検査の実際. *Medical Technology* 9 : 105-110.
- Yoshitake Y, Shinohara M, Kouzaki M, and Fukunaga T (2004) : Fluctuations in plantar flexion force are reduced after prolonged tendon vibration. *J Appl Physiol* 97 : 2090-2097.

体育・スポーツに関する 人文・社会科学研究

プロジェクトメンバー：加藤大仁（代表）、近藤明彦、山内賢、野口和行

人文・社会科学研究班では、研究プロジェクトが始まった当初から、各メンバーの意向を最大限尊重する形で研究を進めていくことにした。というのも、無理やり全体を統一するようなテーマを設定してしまうと、それに縛られてしまい、各メンバーが自由に議論を展開できなくなってしまうのではないかと考えたからである。結果として、各報告における一貫性が乏しいように見えることは否定できない。しかし、たとえ明示的でないにせよ、何れの報告も「大学体育」をよりよいものにしていくためにはどうしたらいいのかという問題意識を共有したうえで議論を展開している。

以下、各報告の概略を簡単に示す。

『大学生のスポーツ・運動行動とその意識に関する調査』は慶應義塾大学の全学部全学年を対象に「大学生のスポーツ・運動行動とその意識」に関する調査を実施したものである。その目的は、①運動実施に関する学部・学年別比較、②運動実施形態別の実施頻度・時間・意識の比較、③運動非実施の意識及びその理由、④自由時間の活動として重視すること、等について分析を行い、その結果をもとに今後の体育研究所の教育活動等の方向性を検討するための基礎資料を得ることである。因みに、以前にこのような調査が行われたのは1999年のことであり、今回は約8年ぶりの調査ということになる。

『学校教育現場でのBLS教育普及活動への提言』では、日本におけるBLS教育の普及・啓発状況ならびに本塾における実施状況を俯瞰している。さらに、大学におけるBLS教育普及のための基礎資料を作成することを目的として、体育研究所設置科目・体育学演習「ライフセービング（救急法の基礎）」の履修学生を対象とした意識調査を実施し、今後の方向性についての提言も行っている。

『公共政策としてのスポーツ政策に関する一考察』では、公共政策としてスポーツを展開していく意義を政治経済学的観点から考察したうえで、スポーツは準公共財とみなされる部分が大きく、最終的にスポーツが積極的に振興されるかどうかは政治的な決定に委ねられることを指摘している。また、政治的な決定は公平と効率のバランスをどのようにとるかという価値判断を含むものであるが、これを「価値判断＝好みの問題」として放置せず、政策の合理性を検証する作業の重要性を指摘している。

大学体育がどうあるべきかという問いに対しては、これまでも多くの議論が積み上げられてきたし、大学を取り巻く社会情勢の変化に応じて、これからも議論され続けていくことになるだろう。当グループの各メンバーとも、以下の3報告がこの問いに対する議論を進めていくうえでの基礎的な資料となればと考えている。

〈研究助成金〉

- ・平成 19 年度慶應義塾学事振興資金 共同研究（70 万円）
「本塾学生を対象としたスポーツと健康に関する意識調査」 研究代表者 近藤 明彦
- ・平成 19 年度慶應義塾学事振興資金 個人研究（10 万円）
「現代日本のスポーツ政策とスポーツの公共性に関する一考察」 研究代表者 加藤 大仁

大学生のスポーツ・運動行動とその意識に関する調査

野口和行, 近藤明彦, 加藤大仁, 山内賢

I はじめに

慶應義塾大学（以下本塾という）体育研究所では、これまで保健体育が必修科目として設置されていた時期から、学生の体力把握やスポーツ実施状況の調査を行っていた（村山ら1996）。大学設置基準の大綱化に伴うカリキュラム改定により、8学部中6学部で保健体育科目を選択科目としたが、その後も継続的な調査を行い、塾生のスポーツ・運動行動に関する検討を続けてきた（村山ら1997）。1996年からは研究所全体の取り組みとしてプロジェクト研究が推進された。その成果の一つが、1997年に、体育実技未履修者を含む6学部（湘南藤沢キャンパスを除く）の1～4年生を対象とした「大学生のスポーツ・運動行動に関する意識調査」である（植田ら1998、田中ら1999）。さらに、1999年には、より詳細な分析を加えるため、調査対象を湘南藤沢キャンパスの2学部を加えた全学部全学年（医学部5、6年生を含む）に拡大し、「大学生のスポーツ・運動行動とその意識に関する調査」を実施した（村山ら2001）。

前回の調査以降8年がたち、その間に、体育研究所では2004年に、科目名の変更（体育実技A、体育実技B、体育学講義）、成績評価の方法（従来のABCDによる評価に加え、Pass & Fail方式による成績評価の実施）、新設置科目の開設（体育学演習）等のカリキュラム改定を行った。また、看護医療学部が開設され、全部で9学部となった。2008年には本塾が創立150年を迎え、体育研究所の新棟への移転、旧体育研究所のトレーニングルーム、エクササイズスタジオ、プール等を含む日吉キャンパス複合施設（仮称）の建設、陸上競技場の整備、記念館

の建て替えなど、本塾の体育・スポーツを取り巻く環境は大きく変わるものと思われる。

ところで、体育研究所がその使命のひとつである塾内の研究・教育・スポーツ振興を担っていくためには、塾生のスポーツ・運動行動とその意識を把握することが必要不可欠である。そこで、本調査では、本塾の全学部全学年を対象としたスポーツ・運動行動とその意識に関する調査を行い、今後の体育研究所の教育活動等の方向性を検討するための基礎資料を得ることを目的とした。本稿では、塾生のスポーツ・運動の実施状況を中心に報告する。

II 方法

1. 対象

調査対象は本塾文学部、経済学部、法学部、商学部、医学部、理工学部、総合政策学部、環境情報学部、看護医療学部の9学部1～6年生とした。先行研究（慶應義塾大学学生総合センター2007）を参考に、各学部、学年とも約7分の1（医学部、看護医療学部は約7分の5）の学生を無作為に抽出し、合計4600名を対象とした。

2. 調査内容

質問紙法を用いた。調査内容は、①個人のプロフィール、②現在の運動実施状況、③体育実技の履修状況、④過去の運動経験、⑤自由時間の活動として重視すること、⑥運動・スポーツへの意識、⑦日常体力についての自己評価、⑧将来のスポーツ実施である。作成にあたっては、先行研究による結果を参

考にし、「大学生のスポーツ・運動行動に関する調査」として、再構築した。

3. 調査時期

平成19年12月に質問紙を郵送により配布し、平成20年1月までに郵送で回収した。回答は1115名（回収率24.2%）から得られた。

4. 分析方法

本報告では、①運動実施に関する学部・学年別比較、②運動実施形態別の実施頻度・時間・意識の比較、③運動非実施の意識及びその理由、④自由時間の活動として重視すること、について分析を行った。

なお、本報告では得られた回答のうちの583名を分析対象とする。

Ⅲ 結果と考察

1. 運動実施状況に関する学部・学年別比較

分析対象583名の学部・学年・男女別回答数を表1に示した。

総合政策学部、環境情報学部の比率が少なかったが、両者は学部横断的なカリキュラムを組んでいること、湘南藤沢キャンパスで4年間を過ごすことなどから、類似性が高いと考えられるため、以下総合政策・環境情報学部としてまとめることとした。看護医療学部は同じ湘南藤沢キャンパスであるが、カリキュラム等が大幅に違うことから、独立した学部として取り扱うこととした。この結果、各学部の比率は、8%から17%の範囲となった。

現在の運動実施状況に関する質問（Q1. 現在のあなたのスポーツや運動の実施状況に合うものを1つ選び、番号に○印をつけて下さい。）に対する回答群、

Q1-1. 大学の体育実技の授業を履修し、自発的に運動している（体育会・サークル活動等含む）

Q1-2. 体育実技の授業は履修していないが、

自発的に運動している

Q1-3. 体育実技の授業のみである

Q1-4. スポーツ・運動はしていない

について、全体及び学部別の回答率を図1に示した。

全体では65.2%が定期的に運動を実施していた。

村山ら（2001）の調査では、「毎週ではないが月や年に何度か実施するものがある」を含めると68.1%が定期的に運動しており、植田ら（1998）の調査でも運動の非実施者は36.6%であることから、10年間であまり変化はみられず、定期的な運動実施者は6割程度と考えてよいであろう。

学部別実施状況の比較では、村山ら（2001）の調査と同様に、医学部において実施者が顕著に多いことが明らかになった。また、総合政策・環境情報学部において定期的な運動実施が体育実技のみという比率が他学部に比べて高かった。これは、総合政策学部、環境情報学部において体育実技が必修科目であることが影響していると考えられる。このことから、大学生にとって体育実技の授業は、定期的な運動実施の機会となっていることを示唆していると考えられる。これに対して、看護医療学部では定期的な運動実施者が40%を切っており、体育実技の履修率も10%程度である。これは、看護医療学部の体育実技が選択科目であること、同じ湘南藤沢キャンパスでありながら校舎が運動施設と離れていること等が要因として考えられる。

次に、体育実技の授業が卒業単位にならず、医学部体育会への所属率が高いため他学部とは特徴的な面がある医学部を除いた学年別の回答率を図2に示した。

Q1-2「自発的運動のみ」の割合は学年による差があまり見られない一方、Q1-1「体育実技+自発的運動」、Q1-3「体育実技のみ」の割合は学年が上がるに従って減少する傾向にある。これは、必要単位数が充足すること、上級生になると、運動施設が集中する日吉キャンパスから、三田・矢上キャンパス等に移動すること等も原因として挙げられるであろう。特に3年生では、定期的な運動実施が52.0%にまで減少している。これは、調査時期が就職活動の時期と重なっていることも影響していると考えられる。また、4年生では定期的な運動実施が増加している。4年生以上でも約16%の学生が体育実技の

表1 各学部・学年・男女別の回答数

	総数 %		全体		1年		2年		3年		4年		5年		6年	
			男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女
文学部	55	9.4	13	42	0	10	0	14	4	5	9	13				
経済学部	100	17.2	72	28	19	6	21	6	13	10	19	6				
法学部	102	17.5	55	47	15	10	9	11	12	15	19	11				
商学部	77	13.2	54	23	15	6	9	9	12	5	18	3				
医学部	73	12.5	59	14	10	4	10	2	16	2	6	1	12	2	5	3
理工学部	74	12.7	60	14	13	2	14	3	23	4	10	5				
総合政策学部	31	5.3	17	14	3	5	4	4	4	3	6	2				
環境情報学部	24	4.1	11	13	1	3	1	3	1	3	8	4				
看護医療学部	47	8.1	4	43	2	9	1	12	1	12	0	10				
計	583	100	345	238	78	55	69	64	86	59	95	55	12	2	5	3

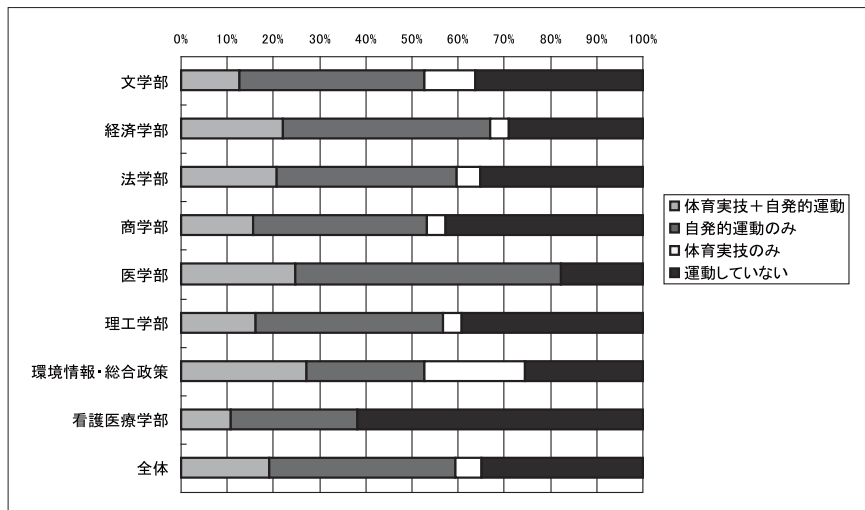


図1 運動・スポーツの現在の実施状況 (全体・学部別)

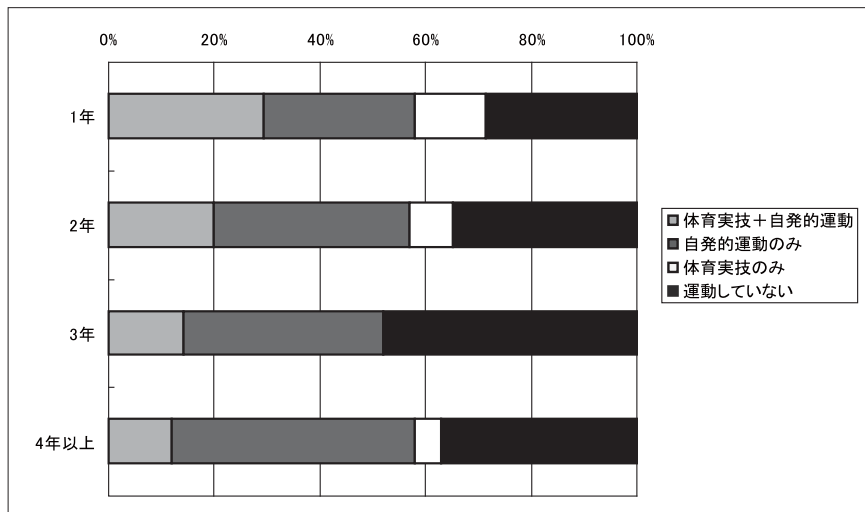


図2 運動・スポーツの実施状況 (学年別・医学部除く)

授業を履修しているということは、体育科目が選択科目となり、4年間にわたって履修可能になったことにより、定期的な運動実施の場となっていると考えることもできるであろう。また、4年生になると、卒業後の進路が大体決まり、3年次までの授業時間・生活時間と異なってくることにより運動する機会が得られやすくなること、社会人への準備といった気持ちの変化)等が考えられる(村山2001)。4年時の定期的な運動実施は社会人になってからの運動実施につながる可能性があると考えられ、4年生への積極的なアプローチが重要になるであろう。4年生のスポーツ・運動行動とその意識については、今後詳細な調査が必要であり、今後の課題としたい。

2. 運動実施形態別の実施種目・頻度・時間・意識の比較

表2は、定期的な運動実施者について、実施種目別人数を全体及び各実施形態(サークル・体育会・自主的实施・民間クラブ/その他)に示したものである。

全体を村山ら(2001)の調査と比較すると、上位3位のテニス、サッカー、水泳は変わらなかった。一方で本調査ではダンスの実施が4位と多くなっている。本塾公認学生団体でも4団体466名が登録しており(慶應義塾大学学生総合センター2007)、昨今のダンスブームを反映しているといえるであろう。実施形態別の特徴としては、サークルではダンスの実施者が多く、自主的实施、民間クラブ等ではジョギング、水泳、筋力トレーニング等、1人でも実施できるフィットネス系の種目が上位となっている。

続いて、実施形態別の実施頻度・時間の平均値と標準偏差を表3に示した。

体育会の実施頻度が3.8日/週(±1.46)と高く、実施時間も約3時間と長かった。サークル、自主的实施、民間クラブその他は比較的類似し、週に2日程度で、1時間半から2時間半程度の実施であった。運動の実施頻度・時間は前回の調査(村山ら2001)と比較して変化はなかったといえる。

現在の運動実施における環境面に関する質問について図3に示した。これは、「一緒に運動する仲間がいる」、「実施場所・施設の確保にいつも困っている」、「お金がかかりすぎて困っている」というスポ

ーツ実施における「ヒト・モノ・カネ」について、1. 全くあてはまらない～5. よくあてはまる、までの5段階を得点化し、実施形態別に比較したものである。

「一緒に運動する仲間の存在」については、自主的实施や民間クラブその他に比べて、体育会・サークルの値が高く、大学で同じクラブ・サークルのメンバーとして活動することによるメリットが示唆された。一方、「実施場所」及び「費用」については、実施形態別による大きな違いは見られず、「どちらともいえない」に近い得点結果であった。塾内の運動施設が使用できないサークル、自主的实施、民間クラブその他だけでなく、基本的に塾内の施設を使用している体育会においても得点が高くないことは、塾内の運動施設をさらに充実させる必要があることを示唆していると考えられる。

現在の運動実施に関わる意識に関する質問について図4に示した。これは、「実施の頻度は十分だ」、「今やっているスポーツ種目は、将来も是非続けたい」、「もっと他のスポーツを始めたい」という、現在の運動実施に関わる満足度と現在の実施種目の将来について、5段階得点を実施形態別に比較したものである。

体育会では、実施頻度が十分であると回答したのに対し、サークル、自主的实施、民間クラブその他では、「どちらともいえない」に近い得点結果であった。現在の実施種目の将来については、「新しいスポーツの実施」よりも「現在の種目の実施」で得点が高いが、その傾向は体育会・サークルよりも自主的实施・民間クラブその他で得点が高い傾向が見られた。これは、前回の調査と比較して変化はなかったといえる。村山ら(2001)は、体育会における否定・嫌悪感を持つ者の存在、意欲がありながら十分実施できていない自主的实施者の存在を、本塾のスポーツ振興におけるターゲットとすべきことを指摘しており、今後もその視点は重要であると考えられる。

3. 運動非実施者の意識及びその理由

Q1の運動実施状況の回答結果で、「スポーツ・運動はしていない」と回答したのは203名(34.8%)

表2 実施種目の人数及び比率（実施形態別：全体集計・サークル・体育会・自主的实施・民間クラブ/その他）

全体			サークル			体育会		
種目	人数	%	種目	人数	%	種目	人数	%
テニス	72	18.9	テニス	53	35.1	陸上	9	9.2
サッカー	18	4.7	ダンス	14	9.3	ソフトテニス	6	6.1
水泳	18	4.7	バスケットボール	10	6.6	ラグビー	6	6.1
ダンス	17	4.5	サッカー	9	6.0	ゴルフ	5	5.1
バスケットボール	16	4.2	フットサル	7	4.6	空手	5	5.1
ゴルフ	12	3.2	バレーボール	5	3.3	野球	5	5.1
ジョギング	12	3.2	ゴルフ	4	2.6	アイスホッケー	5	5.1
フットサル	11	2.9	水泳	4	2.6	スキー	4	4.1
筋力トレーニング	11	2.9	アイスホッケー	3	2.0	バドミントン	4	4.1
バレーボール	10	2.6	スカッシュ	3	2.0	ヨット	4	4.1
陸上	10	2.6	ソフトボール	3	2.0	ラクロス	4	4.1
卓球	9	2.4	バドミントン	3	2.0	弓道	4	4.1
野球	9	2.4	卓球	3	2.0	その他	37	37.8
ソフトテニス	9	2.4	その他	30	19.9	合計	98	
アイスホッケー	8	2.1	合計	151				
弓道	8	2.1						
バドミントン	7	1.8						
ラグビー	7	1.8						
空手	7	1.8						
スキー	7	1.8						
その他	102	26.8						
合計	380							

自主的			民間その他		
種目	人数	%	種目	人数	%
ジョギング	10	19.2	ジョギング	11	14.9
水泳	7	13.5	水泳	10	13.5
筋力トレーニング	6	11.5	テニス	8	10.8
ウォーキング	4	7.7	筋力トレーニング	8	10.8
テニス	4	7.7	ウォーキング	4	5.4
ゴルフ	3	5.8	フットサル	4	5.4
フットサル	3	5.8	ゴルフ	3	4.1
その他	15	28.8	サッカー	3	4.1
合計	52		ヨガ	3	4.1
			その他	20	27.0
			合計	74	

表 3 実施形態別の実施頻度・時間の平均値と標準偏差

実施形態	実施頻度 回 / 週	SD	回答数	実施時間 分 / 回	SD	回答数
体育会	3.80	1.46	97	171.75	77.94	97
サークル	1.95	1.17	112	142.00	66.46	143
自主的	2.47	1.91	34	97.16	66.32	51
民間 / その他	1.82	1.27	34	110.00	83.46	41

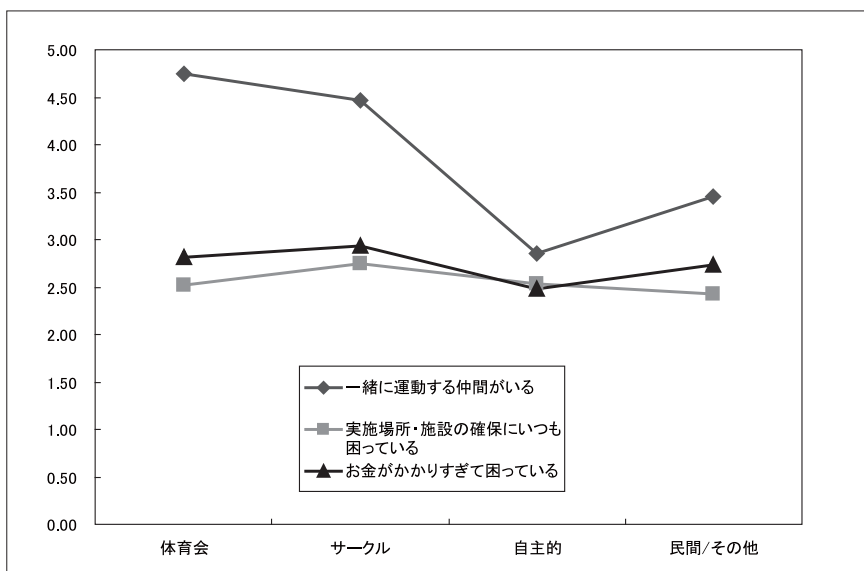


図 3 運動実施に関わる環境面に関する質問

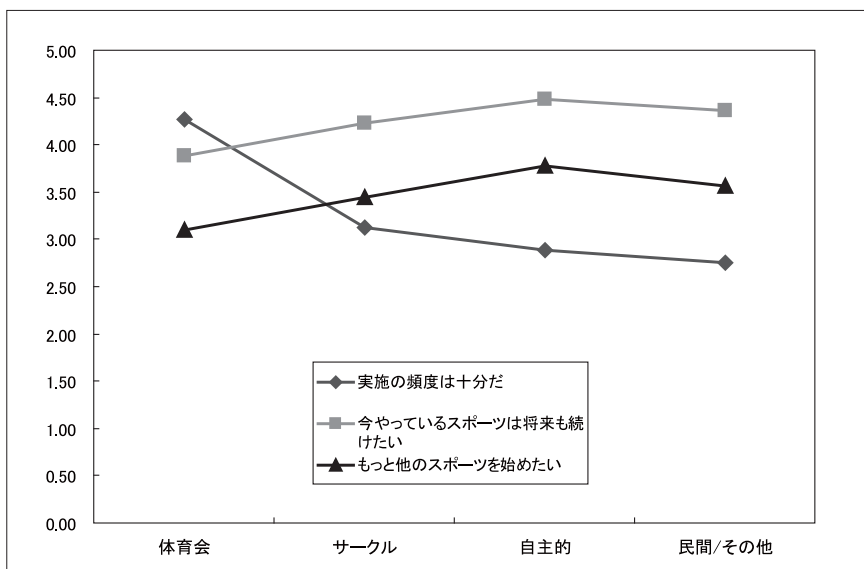


図 4 運動実施に関する意識

であった。Q4では、これらの運動非実施者に、運動実施に対する意識と、実施しない理由を聞いている。運動実施に対する意識を図5に、実施しない理由を表4に示した。

運動非実施者の62.6%は「できればやりたい」と回答し、「やってもいいとは思う」は29.6%、「やるつもりはない」は7.8%にとどまった。スポーツを実施しない理由については、項目の中から理由として強い順に1位～3位までの順位をつけてもらい、1位を3点、2位を2点、3位を1点として総合得点を求め、総合得点の高い順に示している。その結果、1位が「時間がない」、2位が「他に優先することがある」、3位が「きっかけがない」であった。これは、前回の調査と全く同様であった。

運動非実施者の中には、運動をしたいのに様々な理由でできない運動実施予備群が、本調査では6割存在し、できない理由として「時間がない」、「きっかけがない」というような環境的な条件が理由として挙げられていることから、このような環境的な条件を改善することによって、運動に参加する可能性を広げることになると考えられる。

また、運動非実施者は体育実技の授業も履修していない。そこで、体育実技を履修しない理由について複数回答で求めたものを図6に示した。

その結果、1位が「時間割の都合で履修できないから」33.7%、2位が「履修する気持ちがないから」24.1%、3位が「必要でない」21.7%であった。「時間割の都合で履修できない」、「この先履修する予定だから」を合わせると約4割が、この先体育実技を履修する可能性があると考えられる。その一方で、「履修する気持ちがないから」、「必要でない」を合わせると約4割が履修する可能性がないといえるであろう。また、体育実技に対して特に消極的な理由である「運動が嫌い」という項目は4.0%であった。これらの結果は田中ら(1999)の報告と一致していた。

以上をまとめると、運動非実施者の6割は、機会があれば運動をしたいという運動実施予備群であり、「時間がない」、「きっかけがない」等の環境面の整備を心がけることにより、運動実施の可能性が広がること、その方策のひとつとして体育実技があり、4割の学生が体育実技の授業を履修する可能性があることが示唆された。

4. 自由時間の活動として重視すること

Q6では、「今の生活の中で自由な時間の活動として重視すること」について、各項目の中から重視するものとして強い順に1位～3位までの順位をつけてもらい、1位を3点、2位を2点、3位を1点として総合得点を求め、総合得点の高い順に示している。表5-1～表5-4に、現在の運動実施状況別による結果を示した。

「体育実技+自発的運動」では、「スポーツ種目」が1位にあげられているのに対し、「自発的運動」、「体育実技のみ」、「運動しない」では「勉強」が1位にあげられている。また、「自発的運動」では、「スポーツ種目」が3位にあげられており、自由時間に重視することと、運動実施の状況や形態には関連性が見られた。その他には、「アルバイト」、「娯楽(自宅で)」、「本を読む」等が上位にあげられている。これは村山ら(2001)らの報告と一致しており、この10年間で学生の趣向に変化はないといえるだろう。

次に、学年別の結果を表6-1～表6-4に示した。各学年とも1位に「勉強」をあげ、「娯楽(自宅で)」が上位3位の中にあげられている。また、「アルバイト」は1年生、2年生、4年生で上位3項目の中にあげられている。3年生では「就職活動」が2位にあげられており、調査時期が影響していると考えられる。いずれの学年においても「スポーツ種目」が4位にあげられ、スポーツが大学生活の中で比較的高い位置を占めていることがうかがわれた。以上をまとめると、自由時間に重視する活動は、「勉強」、「アルバイト」、「娯楽(自宅で)」が共通してあげられている。積極的運動実施者では、「スポーツ種目」の回答が上位にあげられ、運動実施の状況や形態と関連性があり、スポーツが大学生活の中で比較的高い位置を占めていることが示唆された。

IV まとめ

慶應義塾大学の全学部全学年を対象に「大学生のスポーツ・運動行動とその意識」に関する質問紙による調査を実施した。本報告の目的は、調査項目の

表4 運動・スポーツを実施しない理由

	得点	1位	2位	3位	人数	%
時間がない	336	70	53	20	143	69.4
他に優先することがある	306	59	52	25	136	66.0
きっかけがない	170	19	34	45	98	47.6
面倒くさい	118	18	18	28	64	31.1
場所がない	73	6	12	31	49	23.8
スポーツに興味がない	50	7	11	7	25	12.1
お金がない	48	3	11	17	31	15.0
運動が嫌いだから	45	12	0	9	21	10.2
一緒にやる仲間がいない	41	5	7	12	24	11.7
その他	24	4	3	6	13	6.3
身体的事情でできない	5	0	2	1	3	1.5
計(人数)		203	203	201		

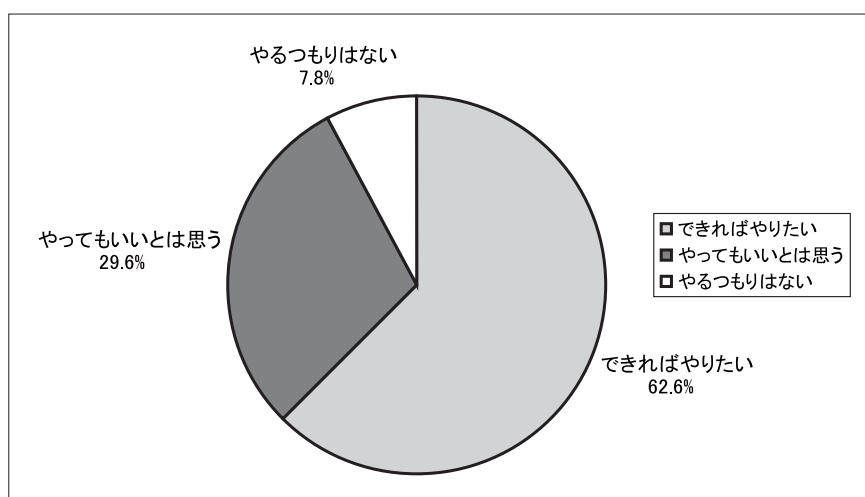


図5 運動非実施者の運動実施に関する意識

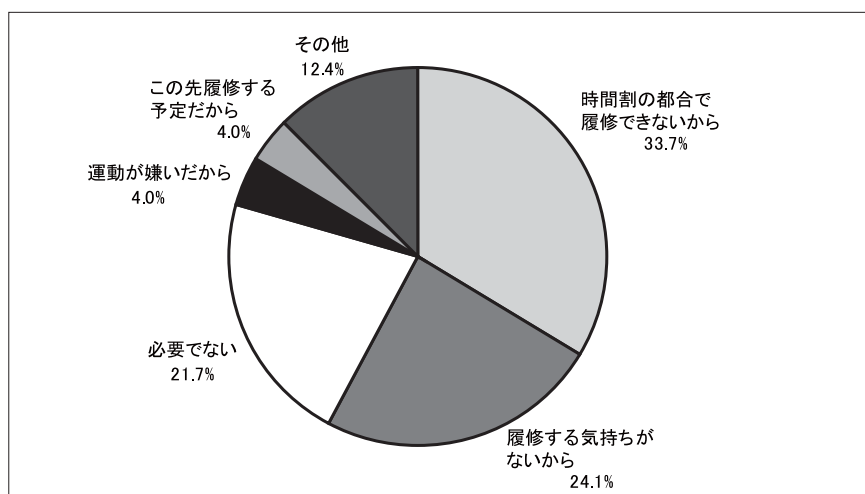


図6 体育実技を履修しない理由

表 5-1 自由時間に重視する活動（体育実技+自発的運動、n=112）

	得点	1位	2位	3位	人数	%
スポーツ種目	150	36	15	12	63	56.3
勉強	115	23	13	20	56	50.0
娯楽（自宅で）	85	11	17	18	46	41.1
アルバイト	80	8	21	14	43	38.4
本を読む	42	9	2	11	22	19.6
ショッピング	32	1	11	7	19	17.0
娯楽（娯楽施設）	30	5	5	5	15	13.4
就職活動	28	4	6	4	14	12.5
その他	28	5	5	3	13	11.6
トレーニング・エクササイズ	24	2	5	8	15	13.4
劇場鑑賞	24	3	6	3	12	10.7
スポーツ以外のサークル活動	18	3	3	3	9	8.0
ゼミ活動	13	2	3	1	6	5.4
ドライブ	3	0	0	3	3	2.7
		112	112	112		

表 5-2 自由時間に重視する活動（自発的運動、n=235）

	得点	1位	2位	3位	人数	%
勉強	253	52	33	31	116	49.4
アルバイト	205	28	45	31	104	44.3
スポーツ種目	196	37	29	27	93	39.6
娯楽（自宅で）	190	31	32	33	96	40.9
就職活動	91	25	6	4	35	14.9
本を読む	85	12	17	15	44	18.7
トレーニング・エクササイズ	82	6	22	20	48	20.4
ショッピング	70	9	13	17	39	16.6
ゼミ活動	47	6	12	5	23	9.8
その他	46	10	3	10	23	9.8
スポーツ以外のサークル活動	44	8	7	6	21	8.9
娯楽（娯楽施設）	44	7	4	15	26	11.1
劇場鑑賞	37	3	8	12	35	14.9
ドライブ	14	1	2	7	10	4.3
		235	233	233		

表 5-3 自由時間に重視する活動（体育実技のみ、n=33）

	得点	1位	2位	3位	人数	%
勉強	38	7	4	9	20	60.6
娯楽（自宅で）	31	6	5	3	14	42.4
スポーツ以外の サークル活動	30	7	4	1	12	36.4
アルバイト	29	5	5	4	14	42.4
ショッピング	19	3	3	4	10	30.3
本を読む	13	0	4	5	9	27.3
ゼミ活動	9	2	1	1	4	12.1
娯楽（娯楽施設）	8	1	1	3	5	15.2
トレーニング・ エクササイズ	6	0	2	2	4	12.1
スポーツ種目	5	1	1	0	2	6.1
劇場鑑賞	5	0	2	1	3	9.1
就職活動	3	1	0	0	1	3.0
その他	2	0	1	0	1	3.0
ドライブ	0	0	0	0	0	0.0
		33	33	33		

表 5-4 自由時間に重視する活動（運動しない、n=202）

	得点	1位	2位	3位	人数	%
勉強	282	65	33	21	119	58.6
娯楽（自宅で）	177	27	28	40	95	46.8
アルバイト	150	21	32	23	76	37.4
スポーツ以外の サークル活動	123	22	20	17	59	29.1
本を読む	105	9	27	24	60	29.6
ショッピング	79	10	13	23	46	22.7
その他	65	13	11	4	28	13.8
就職活動	58	15	6	1	22	10.8
劇場鑑賞	53	3	13	18	34	16.7
ゼミ活動	47	6	11	7	24	11.8
娯楽（娯楽施設）	41	5	6	14	25	12.3
スポーツ種目	12	4	0	0	4	2.0
トレーニング・ エクササイズ	12	1	2	5	8	3.9
ドライブ	3	1	0	0	1	0.5
		202	202	197		

表 6-1 自由時間に重視する活動（学年別：1年、n=133）

	得点	1位	2位	3位	人数	%
勉強	161	32	21	23	76	57.1
娯楽（自宅で）	124	22	14	30	66	49.6
アルバイト	116	17	25	15	57	42.9
スポーツ種目	101	22	13	9	44	33.1
スポーツ以外の サークル活動	88	19	12	7	38	28.6
ショッピング	56	6	14	10	30	22.6
本を読む	51	5	11	14	30	22.6
娯楽(娯楽施設)	30	5	4	7	16	12.0
トレーニング・ エクササイズ	24	2	5	8	15	11.3
劇場鑑賞	22	1	7	5	13	9.8
その他	21	2	7	1	10	7.5
ドライブ	2	0	0	2	2	1.5
ゼミ活動	1	0	0	1	1	0.8
就職活動	0	0	0	0	0	0.0
		133	133	132		

表 6-2 自由時間に重視する活動（学年別：2年 n=133）

	得点	1位	2位	3位	人数	%
勉強	163	33	19	26	78	58.6
アルバイト	137	21	29	16	66	49.6
娯楽（自宅で）	110	16	22	18	56	42.1
スポーツ種目	83	18	10	9	37	27.8
ショッピング	67	10	12	13	35	26.3
スポーツ以外の サークル活動	49	8	9	7	24	18.0
本を読む	44	6	7	12	25	18.8
娯楽(娯楽施設)	32	5	4	9	18	13.5
その他	32	7	3	5	15	11.3
劇場鑑賞	28	3	6	7	16	12.0
トレーニング・ エクササイズ	21	2	5	5	12	9.0
ゼミ活動	14	2	3	2	7	5.3
ドライブ	8	1	1	3	5	3.8
就職活動	7	1	2	0	3	2.3
		133	132	132		

表 6-3 自由時間に重視する活動 (学年別: 3年 n=145)

	得点	1位	2位	3位	人数	%
勉強	156	33	20	17	70	48.3
就職活動	153	39	14	8	61	42.1
娯楽 (自宅で)	101	12	22	21	55	37.9
スポーツ種目	78	19	8	5	32	22.1
アルバイト	77	7	20	16	43	29.7
本を読む	53	7	10	12	29	20.0
ショッピング	40	4	9	10	23	15.9
ゼミ活動	38	3	11	7	21	14.5
その他	38	8	5	4	17	11.7
スポーツ以外の サークル活動	37	6	7	5	18	12.4
トレーニング・ エクササイズ	31	1	8	12	21	14.5
娯楽(娯楽施設)	31	5	3	10	18	12.4
劇場鑑賞	28	1	7	11	19	13.1
ドライブ	7	0	1	5	6	4.1
		145	145	143		

表 6-4 自由時間に重視する活動 (学年別: 4年以上 n=172)

	得点	1位	2位	3位	人数	%
勉強	208	49	23	15	87	50.6
娯楽 (自宅で)	148	25	24	25	74	43.0
アルバイト	134	17	29	25	71	41.3
スポーツ種目	101	19	14	16	49	28.5
本を読む	97	12	22	17	51	29.7
ゼミ活動	63	11	13	4	28	16.3
その他	50	11	5	7	23	13.4
トレーニング・ エクササイズ	48	4	13	10	27	15.7
スポーツ以外の サークル活動	41	7	6	8	21	12.2
劇場鑑賞	41	4	9	11	24	14.0
ショッピング	37	3	5	18	26	15.1
娯楽(娯楽施設)	30	3	5	11	19	11.0
就職活動	20	5	2	1	8	4.7
ドライブ	3	1	0	0	1	0.6
		171	170	168		

うち、①運動実施に関する学部・学年別比較、②運動実施形態別の実施頻度・時間・意識の比較、③運動非実施の意識及びその理由、④自由時間の活動として重視すること、に関して分析を行い、今後の体育研究所の教育活動等の方向性を検討するための基礎資料を得ることを目的とした。以下に主な結果を示す。

全体では65.2%が定期的に運動を実施していた。これは前回の調査と比較しても変化が見られなかった。

学部別に現在の運動実施状況を見ると、医学部が他学部と比較して運動実施者が多かった。また、総合政策・環境情報学部では、「体育実技のみ」という実施者が他学部に比べて多かった。一方、看護医療学部では他学部と比較して運動非実施者が多かった。これは、医学部では医科系大学の運動部対抗戦があり、医学部体育会への所属率が高いこと、総合政策・環境情報学部では体育実技が必修であること、看護医療学部では体育実技が選択科目で、運動施設が校舎から離れている等、周りの環境が影響を与えていることが示唆された。

学年別に現在の運動実施状況を見ると、「自発的運動のみ」の割合は学年による差が見られない一方、「体育実技+自発的運動」、「体育実技のみ」の割合は学年が上がるにつれて減少する傾向にある。特に、3年生では、定期的な運動実施が52%まで減少しているが、4年生では定期的な運動実施が増加していた。

全体の34.8%を占める運動非実施者のうち、運動非実施者の6割は、機会があれば運動をしたいという運動実施予備群であり、「時間がない」、「きっかけがない」等の環境面の整備を心がけることにより、運動実施の可能性が広がること、その方策のひとつとして体育実技があり、4割の学生が体育実技の授業を履修する可能性があることが示唆された。

自由時間に重視する活動は、「勉強」、「アルバイト」、「娯楽（自宅）」が共通してあげられている。積極的運動実施者では、「スポーツ種目」の回答が上位にあげられ、運動実施の状況や形態と関連性があり、スポーツが大学生活の中で比較的高い位置を占めていることがうかがわれた。

今後は全てのデータを元にさらに詳細な分析を進

めるとともに、現在の運動実施状況や、運動実施形態、将来のスポーツ実施の意思と、スポーツ活動に関する意識及び日常体力についての自己評価の関係等について分析を行い、体育研究所の教育活動の方向性を検討していきたい。

文献

慶應義塾大学学生総合センター（2007）慶應義塾大学学生生活実態調査報告（第23回）、慶應義塾大学学生総合センター。

慶應義塾大学学生総合センター（2007）慶應義塾大学公認学生団体一覧、慶應義塾大学学生総合センター。

村山光義、田中伸明（1996）慶應義塾大学学生の運動経験・実施の実態調査—必修体育時の入学生の資料から—、慶應義塾大学体育研究所紀要35(1)：69-81。

村山光義、田中伸明、石手靖（1997）新カリキュラムにおける体育実技履修学生の運動活動に関する調査、慶應義塾大学体育研究所紀要36(1)：59-66。

村山光義、近藤明彦、佐々木玲子、松田雅之、小森康加（2001）慶應義塾大学大学生の運動実施に関する最新資料—全学部を対象とした調査結果から—慶應義塾大学体育研究所紀要40(1)：17-29。

田中伸明、上向貫志、村山光義、山内賢、佐々木玲子、植田史生、近藤明彦（1999）慶應義塾大学大学生の体育実技の履修に関する実態調査、慶應義塾大学体育研究所紀要38(1)：45-56。

植田史生、佐々木玲子、村山光義、田中伸明、上向貫志（1998）慶應義塾大学塾生の運動実施に関する実態調査—体育実技非履修者を含む全学年の調査から—、慶應義塾大学体育研究所紀要37(1)：55-69。

学校教育現場での BLS 教育普及活動への提言

～慶應義塾における BLS 教育の事例～

山内賢, 野口和行, 近藤明彦, 加藤大仁

I 緒言

厚生労働省の報告によると、わが国の死亡原因は、男女とも心疾患が第2位となっており、年々死亡数増加の傾向がうかがえる。中でも心臓突然死は、「年間に約5万人」にも上っている（厚生統計協会2007）。多くの人は、「突然、目の前の人倒れた時、また、突然死から命を守るのは医者仕事である。」と考えている。実際には、一番近くに居合わせた人（バイスタンダー）の協力が不可欠である。バイスタンダーが迅速かつ協力して応急手当を行えば、傷病者が病院へ搬送された後の救命率向上や治療経過にも良い影響を与えることは、医学的にも明らかである（救急救命士教育研究会2005）。

救命の方法としては、心肺蘇生法（CPR: Cardiopulmonary Resuscitation）と自動体外式除細動器（AED: Automated External Defibrillator）がある。AEDは、2004年7月の法改正により、条件つきながら、一般市民による使用が認められた。その結果、バイスタンダーによる効果的な救命活動は、より効果的になった（厚生労働省2004）。現在、通報から救急車到着までの平均所要時間は約6.5分である。仮に傷病者の発見から通報までに約3分かかるとすると、救急車の到着までには約10分かかるとなる（総務省消防庁2007）。この間に行うバイスタンダーの応急手当の良し悪しが救命率を左右する訳であるが、日本の救命率は2～5%である。世界で最も救命率の高いアメリカ合衆国が20%であることを考えると、わが国の心原性心停止患者の生存退院率はかなり低いことがわかる（総務省消防庁2007）。

この要因として考えられることは、日本における

一般市民の救命意識が、医師や救急隊員に過度な期待をしすぎており、救急隊到着前の一次救命処置（BLS: Basic Life Support）体制の不備に他ならない。心原性、非心原性を問わず、院外心停止（OHCA: out-of-hospital cardiac arrest）患者の生存退院率を欧米なみに改善するためには、「市民が救命の主役」になるような、プレホスピタルケアとしての法改正や整備を行い、そして、「救命の心」の裾野を広げることを目的とした、BLS教育を充実させることが、救急救命の重要課題であると考えられる。厚生労働省が非医療従事者による除細動実施（PAD: Public Access Defibrillation）の導入を図ったことは、その一例としてあげられる。

II 日本の BLS の現状と啓発の提言

総務省消防庁の調査によれば、平成17年中における全国の救急隊員が搬送した心肺停止状態の傷病者総数は102,704人、そのうち家族等により応急手当が実施された傷病者数が34,623人、実施されなかった者が68,181人である。応急手当を実施した事例は、実施しなかった事例の約半数となっている。これは、最も身近な家族でさえも、発見直後に、応急手当を行っていない現状を表している。両事例の1ヵ月後の生存者数と生存率を比較すると、応急手当ありの事例は1,611人（4.7%）、なしの事例は2,875人（4.2%）である。応急手当を行うと、生存率が0.5%高くなっているため、家庭内の事故の場合、身近にいる家族が直ちに応急手当を行うことは、病院搬送後の救命率を向上させる効果がある。

また、心肺停止状態の傷病者が家族以外の市民に発見され、その後、家族により病院に搬送された傷

病者総数は18,680人、そのうち家族等による応急手当が実施された事例が7,663人、実施されなかった事例が11,017人である。これも、緊急時の家族による応急手当の現状と合わせて、バイスタンダーによる対応の鈍さを表しており、日本のBLSによる救命効果向上をねらいとした市民啓発は、未だ不十分であることがうかがえる。両事例の1ヶ月後の生存者数と生存率は、応急手当ありが648人(8.5%)、なしが681人(6.2%)である。家庭外で起こった事故の場合、応急手当が施されることによって、病院搬送後の生存率(院内生存率)は、2.3%も高く、百分率で比べると1.4倍もの違いがでてくる。特に、家庭以外で起こった事故の場合、家族への通報時間が加算されることもあり、発見から救急隊到着までの所要時間は、家庭内の事故に比べて長くなるであろう。

応急手当の有無による院内生存率の違いは、家庭内での事故が0.5%、家庭外での事故が2.3%である。ゆえに、家庭外で事故が起きた場合、BLSによる救命効果が、家庭内の事故よりも4~5倍程度大きくなり、バイスタンダーによる救命処置は、家庭内で起きた場合よりも、さらに迅速で協力的に行うことが要求される。

2008年の東京消防庁の発表によると、突然の心臓発作による心停止で亡くなる人は、一日あたり全国で約100人に上り、そして、救命処置にAEDを使用すると鼓動が再開する確率は約7倍に向上するという報告もある。また、2007年9月7日に総務省消防庁によって発表された調査結果によれば、AEDや人工呼吸などによる市民の応急手当実施率が35.3%に達し、心肺停止状態に陥った急病人に対し、AEDを使った救命処置がなされた場合は、

使わなかった場合に比べ1ヶ月後の生存率が約4倍に上がることが判明した。また、心拍停止後約3分で生存の確率が50%となるということから、バイスタンダーによるAEDを用いた応急手当の必要性は、救命効果の大きなカギとなる(救急救命士教育研究会2005)。

従来、心肺停止状態になった人を発見して、バイスタンダーにできることは、「二次災害の危険性の確認」、「意識の確認」、「協力者の要請」、「気道確保」、「呼吸の確認」、「人工呼吸」、「生の兆候(脈)の確認」、「心臓マッサージ」といった一連の心肺蘇生法を施しながら、救急車の到着を待つことに限られていた。しかし、2004年7月の厚生労働省による法改正によって、「(1)医師による速やかな対応が難しい、(2)患者に意識がなく呼吸をしていない、(3)使用者が自動体外式除細動器の講習を受けている、(4)国の承認を得ている安全性の高いAEDを使う」等の条件付きで、一般人(非医療従事者)にもAEDの使用は規制緩和されるようになった。AED使用が公認されることにより、今後の救命率は、格段に向上していくであろう。また、2008年4月1日からは、新たに携帯電話・IP電話等からの連絡による、位置情報通知システムの運用が始まることになっている。

近年、救急救命をとりまく環境整備がされつつあり、AEDをはじめとする救命道具が発達していくことに相成って、BLSで重要な「バイスタンダーの役割」、「救命道具の使用」、「救急隊員への引継ぎ」、「病院での治療」で構成される救命の鎖(Chain of Survival)は、さらに迅速かつ強固で救命率の向上に有効なものとなる(図1参照)。

しかし、いくら救急救命の周辺環境や道具が整

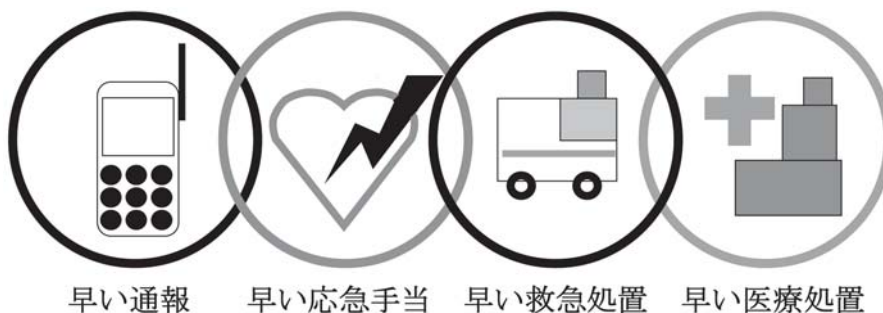
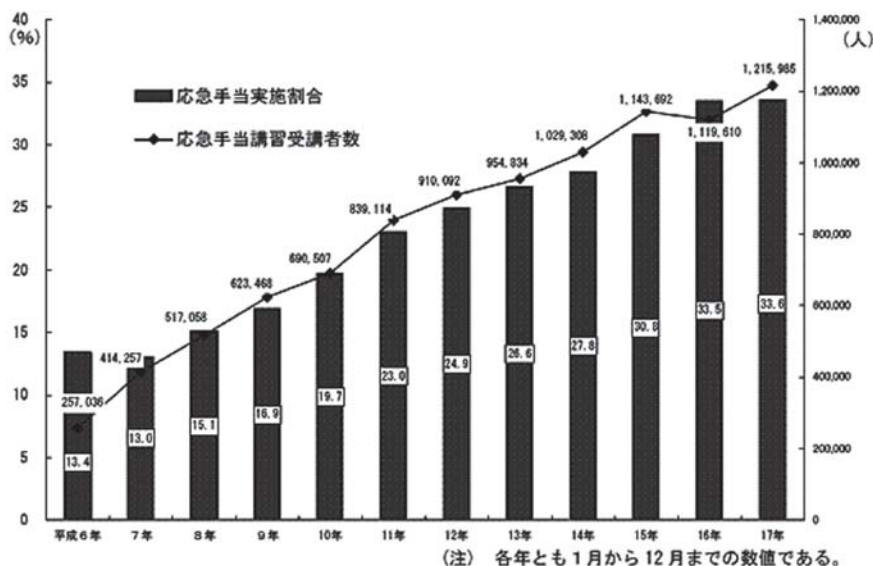


図1 救命の鎖(Chain of Survival)の図



(総務省消防庁：平成18年版救急・救助の状況.2007)
 図2 応急手当講習受講者数と心肺停止傷病者への応急手当実施率の推移

備されても、講習会によるBLS教育の普及と啓発は、最も重要な課題である。BLSとPADが一般にもっと普及すれば、心肺停止傷病者への応急手当率は、さらに向上していくであろう(図2参照)。具体的にBLS教育を実施する場所としては、①学校教育、②消防署、③日本赤十字社、④自動車学校等が考えられるが、その中でも一番身近な学校教育の中にBLSを普及させることは、将来の日本における救命の鎖をよりスムーズに連鎖させるための得策となりうる。

そこで、本報告では、特に学校教育現場でのBLS教育に焦点をあて、大学教育の中で「命の大切さ」、「命の回復の難しさ」、「PADの理論と実践」等を学ばせる機会を与えていくことの重要性を論じていく。

Ⅲ 慶應義塾におけるBLS教育の変遷と提言

1998年、慶應義塾志木高等学校のマラソン大会で、不幸にも心肺停止による死亡事故が発生した。事故の再発防止を図るために、翌年同校では、初めてのBLS講習を行い、生徒全員が心肺蘇生術を履修したうえで、マラソン大会に臨むことになった(慶應義塾BLS委員会2005)。その後、新入生は、必ずBLS講習を受けることになっている。志木高等学

校で行われているBLS教育が、塾内一貫校間でも高い評価を受け、三田塾監局にある一貫教育支援センターは、BLS委員会を組織した。2002年、同委員会は、諸学校より選任された委員とともに、小学校5年生、中学校1年生、高校1年生を対象とする2年毎、各学年3時間の普通救命講習の反復履修を計画し、慶應義塾諸学校全体にBLS教育プログラムを展開した。また、委員会は、単なる講習会の実施だけではなく、講習会の更なる質を向上させるために、受講後に「BLS講習の経験」、「講習内容の満足度」、「講習環境」、「指導員の教授法」、「救命活動への意欲・達成度」、「講習の感想」、「講習会内容への願望」等のアンケートを行い、結果を父兄に公開することにした。アンケートの結果を見ると、「講習内容の満足度」、「指導員の教授法」、「救命活動への意欲・達成度」に関して、小学生が中学生や高校生よりも肯定的な回答をしており、講習の内容は成人用に作られているにもかかわらず、小学生に良く受け入れられた結果となっている。今後、中学生及び高校生の講習内容は、改良の余地があると考えられる。

現在、塾の諸学校には多くのAEDが配備されることになった。このように塾一貫校のBLS教育は、BLS講習による救命への大切さを理解させ、緊急時の対応に備えるソフト面と、諸学校施設内に多くのAEDを配備するハード面の整備が、互いにマツ

チすることによって、理想的なものとなってきた。

大学生のBLS教育については、まだ整備がされていないので、現在のところ全塾生完全受講ではない。キャンパス内には、多くのAEDが配備され、ハード面の整備がなされた。2007年現在において、大学体育研究所体育教員（植田、吉田、山内）は、BLS委員会のオブザーバーとなっている。今後の大学キャンパス内での普及活動は、我々が同委員会と協力して、具体的なソフト面の対策を、一貫校の動向と合わせて模索していくことになる。提言としては、慶應義塾体育会部員への普及活動、キャンパス内講習（市民公開講座：BLS CPR in Schoolや教職員対象のBLS講習、医学部医学教育統括センターBLSワーキンググループ主催の救命処置講習会、慶應義塾塾生により結成されたKAPPA: Keio ACLS Popularizing and Promoting AssociationによるBLS講習会等）、授業講座の開講（2007年現在では、体育研究所設置科目・体育学演習での「ライフセービング～救急法の基礎～」、看護医療学部・医学部生の設置科目）等の活用が考えられる。

IV 「ライフセービング（救急法の基礎）」の事例

現在、体育研究所では、BLS教育に関する授業として、体育研究所設置科目・体育学演習「ライフセービング（救急法の基礎）」を開講している。受講者数は16名であった。授業の内容は、以下のようなプログラムであり、講義のほか、BLS、AED、PADの模擬体験を行っている。

- 1) 事前アンケート（受講前のBLSに関する知識と意識調査）とBLSに関する講義（2回）
- 2) 三角巾の使い方の実習（3回）
- 3) テーピングの実習：足首（1回）
- 4) CPRとAEDの実習（5回）
- 5) 傷病者の運搬の方法と止血の実習（1回）
- 6) 災害時・火災時・緊急時の行動についての講義（1回）
- 7) 事故を想定した応急手当の実演会：ワークショップ形式の寸劇（1回）
- 8) 事後アンケート（受講後のBLSに関する知識と意識調査）、レポート及びディスカッション

ョン（1回）

この授業の開講の目的は、BLS活動を行えるバイスタンダーが一人でも多く育つように、「救命の知識や意識を高め、塾生が住む地域社会で、仮に緊急事態が起きた場合に、率先して協力する人格形成」をつくることにある。上記のプログラムは、消防署や日本赤十字社行われている普通救命講習の内容を参考にして組み立てられている。授業内容の独自性は、BLSに必要な救急・救命の基本技術を習得するとともに、テーピング、事故を模擬した救命活動の寸劇を取り入れたところにある。授業の設定時間は、総計20時間を越えており、普通救命講習よりも、かなり長いところが特徴となっている。

授業内容の充実度に関しては、上記のプログラムが大学生にとって、ふさわしい教育内容であるかを判定する必要がある。したがって、大学でのBLS教育の必要性や普及の可能性を模索するために、受講生に対して、「BLSの認知度」、「BLS教育の必要性」、「救命に関する考え方の変化」、「救急・救命技術の上達度合い」等に関する調査を試みており、調査の趣旨は、「大学における有効なBLS教育プログラム開発」の基礎的な資料作りである。

調査について

アンケートは、BLS受講前（事前）と受講後（事後）の学習効果を調査するために、半期授業日程のうち初回（以下：事前）と最終会（以下：事後）の2回行った。質問紙は、回答を選択記述する方法と自由に記述する方法から成り、BLSに関する「講習の体験履歴」、「意識の変化」、「理解の度合い」、「忘れやすい実技」、「受講の感想」等の項目からなる事前14問、事後7問を実施した（資料1、2参照）。

受講前の回答者数は15名、受講後の回答者数は16名であった。

(1) 事前アンケートの解説

表1は「BLSの経験と認知度」に関するアンケート結果である。実際にBLSを経験した者は殆どいないが、言葉は知っているようである。

表2は「受講経験と受講場所」に関するアンケート結果である。授業以外で心肺蘇生法の講座を受講

表 1 BLS の経験と認知度

質問項目	はい	いいえ
応急手当を知っていますか？	12	3
応急手当をしたことがありますか？	1	11
心肺蘇生法を知っていますか？	15	0
心肺蘇生法をしたことがありますか？	0	15
あなたは、過去に、心肺蘇生法の講座を受講したことがありますか？	10	5

表 2 受講経験と受講場所

質問項目：心肺蘇生法をいつ、どこで受講しましたか？	人数
1 年以内	3
それ以前	7
受講場所	人数
自動車教習所	4
消防署	2
小・中・高の授業	4

表 3 応急手当の体験

経験談（自分はこんな応急処置や心肺蘇生をしたことがある等）
<ul style="list-style-type: none"> ・捻挫を冷やして固定した。 ・彫刻刀で指を切った子が保健室に行くまでの手当て。心臓より上に手を上げておいたほうが良いといったアドバイスができた。 ・熱中症の応急処置。日陰に移動させ、意識の確認、服を脱がせて脇の下、太もも etc. 太い血管のあるところに氷をあてて水分を摂らせた。 ・小学校で同級生が衝突事故により、前歯を折ってしまい病院に運ばれたとき、折れた歯を牛乳の中に入れて運んでいったのを覚えている。

した学生がいて、その受講場所は、自動車教習所と消防署があげられた。

表3は、「怪我の応急手当の経験」に関する自由記述である。BLSの経験は未だ無かった。

(2) 事前・事後アンケートの比較と解説

表4-1、4-2、4-3は、「授業の達成度」、「受講によるCPRの上達度」、「受講による効果」に関するアンケート結果である。学習効果は、ほとんどの受講生が三角巾、テーピングを除いて、命の大切さの理解とBLSを習得できた(表4-1参照)。CPRとAEDに関しては、受講後に心肺蘇生法手順が正確に行えるようになった者が倍増した(表4-2)。ただ、CPRでは、胸骨を圧迫する位置が、技術的に未熟であった。授業開始時に普及の自信があると答えた者は3名であったが、受講により15名に増加した(表4-3参照)。これは、受講生自信の技術習得が確実に向上し、他人に教えられるまでに成長したと考えられる。

表5は、受講前後の「BLSの普及」に関する自由記述である。普及への自信に関しては、前後の回答における因果関係をふまえると、「BLSは時間がたつと再び忘れがちとなり、その自信は半減するが、また講習を受けなおすことによって自信を取り戻す。」といった内容にまとめられる。BLSを普及するにあたっては、一回限りの講習ではなく、定期的に反復して講習会に参加する姿勢や意欲を受講生に意識させることが大切であることがわかる。

表6は、「学校教育におけるBLS教育の必要性」に関する授業の受講前と受講後のアンケート結果である。受講生のうち1名を除き、その他の者は、学校教育の中にBLS教育を取り入れる必要性を感じていた。BLS教育が学校教育の中に必要であると感じている理由は、「BLSの技術や知識を習得する重要性」、「心肺蘇生法2005年ガイドラインに新たに加わったAEDへの関心」といった、救命技術の習得に関する記述、及び、「命の大切さ」、「協力・奉仕の精神」といった、BLS教育を通して学習できる、他人を思いやる心に関する記述内容であった。

表7は、「受講後に変化したBLSを普及する意識」に関するアンケート結果である。受講者の回答は、「BLSは難しくなく、事故を発見したときに、自ら

BLSを行おうと思えるようになった。」という記述内容がほとんどであった。

表8は、「BLS受講前後における教育適正時期の内省」に関するアンケート結果である。授業の終盤は、BLSが「どれくらいの学年から必要か?」また、「どれくらいの学年から理解できるか?」をイメージさせるために、事故の状況を模擬した寸劇を取り入れた。

受講前後ともに、BLS教育を設定するのに適切な学年、及び、BLSの内容が理解できる適正な学年は、中学校か小学校の時期であると感じている。このことは、慶應義塾が行う「幼稚舎の小学5年生から一貫校BLS教育を導入するプラン」の妥当性を支持する結果となった。

BLS教育は、単に生命危機に対する救命技術の取得のみならず、隣人の危機を助けようとする精神の育成も、その目的にあげられている。この精神を慶應義塾大学でのBLS教育に取り入れたいと考えているが、保健体育科目・選択科目として位置づけられている現状の下では、授業科目とキャンパス内のサービスプログラムを上手く組み合わせることで、BLS受講の機会をつくらなければならない。受講者は、本プログラムを通して、BLSに関する自発的な行動や救命の心構えが身についたと思われる。

表5での解説にもあるように、塾でのBLS教育は、「早いうちからの教育と繰り返し学習」がBLS教育プランの基本構想として定着することが望ましい。そうなることによって、大学キャンパス内の学生は、大学卒業後に、民間で行われている一般市民を対象とした心肺蘇生法講習会への参加意欲が増すであろうし、社会でも繰り返し学習の機会もできあがると考えられる。高校時期で途切れることなく、大学での普及活動を整備することは、更なるBLS全塾教育の完成モデルに近づくと考えられる。

V BLS教育普及に関する一考察

日本のBLS教育は、欧米より数十年遅れているといわれている。BLS教育が発達しているアメリカでは、多くのバイスタンダーを養成するために、学校教育での「BLS授業」が早くから始まっていた。

表 4-1 授業での達成度

	△	○	◎
三角巾	11	3	2
心肺蘇生法	1	10	5
運搬	2	11	3
命の大切さ	0	5	11
テーピング	8	7	1
緊急（災害）時の行動や心構え	1	9	6

△：まだまだ不安 ○：できる（理解）できるようになった ◎：人に伝え（教え）られるまで上達した

表 4-2 受講による CPR の上達度

	受講前	受講後
質問項目：現在の知識で知る限り心肺蘇生法手順を記述せよ（正解人数）	15名	16名
AED 要請	0	7
AED 使用	3	12
2時災害の防止	4	9
意識の確認	10	14
協力者の要請	1	9
119 番通報	6	8
気道確保	13	12
口中確認	1	0
呼吸の確認	7	13
人工呼吸	13	14
吹き込み回数	1	13
脈の確認	3	10
生の兆候	0	0
心マッサージ	14	16
手技の位置	0	1
手技の回数	0	11
順番の正確性	0	4
合計人数	76	149

表 4-3 受講による効果

事前(15名) 事後(16名)

質問項目：あなたは、他人に、心肺蘇生法の手技を教えることができますか？	人数	人数
できる	0	2
たぶんできる	3	13
できない	8	1

表5 BLS普及に関する自信の内省

事前アンケートにおける解答の例
<ul style="list-style-type: none"> ・漠然としか覚えていないので危ないから。 ・教えるほどはできないし、間違っことを教えては危険だから。 ・正しい方法を覚えていないから。 ・あらすじは大体覚えているが、はっきりとした正確な知識となっていないので。 ・押す位置や順番などの詳しいことを忘れたから。 ・人の命に関わることなので、自分が間違っ知識を教えてしまったらと不安になる。完全に自分がその知識を身につけるまで教えられない。 ・文字の上で学んだだけで、実践的なものやっていなく、正直何も覚えていないから
事後アンケートにおける解答の例
<ul style="list-style-type: none"> ・今ならできる。時間がたつと不安（繰り返し復習が必要）。 ・心肺蘇生法にさいた時間が多く、最後に劇をやって非常に印象に残った。 ・実技も混ぜて学ぶことができたから。 ・間違っことを教えてしまうことへの危険性に関して不安であるが、授業のおかげでできるようになった。 ・手順に不安はあるが基本的なことは大体理解できた。 ・授業で正しい蘇生法を身につけたと同時に、より多くの人と同方法を体得できるよう私自身が学んだ知識を周囲にレクチャーしなくてはならないと感じたからこれからも救急法の勉強を続けたい。 ・自信がついた。 ・心肺蘇生に関する知識がついた。 ・一連の流れは理解できたが、状況が重なった場合のアドバイスがまだできない。 ・100%正しいことを覚えているとは言えないから。

「BLS教育」を学校の授業プログラムの必須科目とすることを計画したアメリカモデルのBLS授業は、消防署から職員が派遣されて行われている。授業の内容は、「CPR実技トレーニング」、及び、BLSにより大切な家族や友人の命を救うことができるという「BLSの必要性」が含まれている。アメリカ市民は、学校を卒業後も再び民間で「BLS講習」を積極的に受講しており、このような教育の連鎖は、市民バイスタンダー育成の大きな力となっている。全ての小学校は、児童教育プログラムの一環として消防職員を派遣した「防火教育」と「BLS教育」の授業を恒常的に実施している。「Firestation Ture（消防署見学）」は随時実施され、未就学児童や幼稚園児に対しての安全教育の育成が、その後のBLS普及活動の基礎となっている。

市民を対象としたBLS講習会の参加募集は、消防局のホームページや新聞などによって情報公開さ

れている。講習会は、電話での申し込みにより受け付けられ、住民が希望する時間と場所で開かれる。開講は、夜間となることが多いが、その近くに居住する非番または休日の消防職員が、講師として派遣されて行われている（厚生労働省2003、2004）。病院外において心肺停止に陥ったすべての傷病者が、バイスタンダーによって適切な心肺蘇生法を受けることのできる社会を目指して、アメリカのような教育と市民の自発的な努力の組み合わせが必要であると考えられる。

日本における一般市民へのBLSを普及するためには、BLS指導員を養成するとともに、娯楽施設、交通機関、警察官、自衛官、医療職、学校教職員などの市民と接する機会の多い職種を中心にBLS講習会を行うことが効果的であると考えられる。そのため、国が先頭に立ってBLS教育を推進していかなければならない。また、各地方自治体は、「家

表6 学校教育におけるBLS教育の必要性

質問項目：心肺蘇生法は学校教育の中で必要だと思いますか？
事前（必要14名、必要ない1名）
<p>必要と思う理由</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 知っておく価値のある知識だから。 ・ できる限り知っている人を増やしたほうが人が助かる確率が増えるから。 ・ 何かのときのために一通り知っていても損はないから。 ・ 誰でも周りの人が倒れて危険な状況に合う可能性は日常生活であります。学校で学んでいれば、助けられる人が増える。 ・ 高齢者社会へ向かい、使う場面が増えそうだから。実行できなくても、少しでも知識があるかないかで違うと思うから。 ・ できないよりもできるほうが良いから。 ・ 何かしらの事故が起きたときに心肺蘇生法を使って人を助けることができるから。 ・ 知っていることで、人を救える可能性が生まれる大事な物だから。 ・ どこで何が起こるかかわからないし、命の尊さがわかると思う。命の大切さがわかれば、殺人や自殺を減らすことができるかもしれないから。 ・ 机に向かった勉強よりもはるかに日常生活に必要な役に立つ知識であるから。 ・ 救われる命が一つでも増えるなら、やる価値があると思う。 ・ いつか使うかもしれないから。 ・ 少しでも知っているのと全く知らないのは、実際の場面に出会ったときに全然違うと思う。それで人の命が助かるのなら、やるべきだと思う。 ・ 人ごみをかきわけて自分から名乗り出て人助けをできる人間をより多くつくるためには、小さい頃からの教育が最も有効だと思うから。また、生死の狭間にいる状態の人間を理解することで、命を尊び自他の安全確保に対する意識を日常的に強められる可能性があるから。
<p>必要でないと思う理由</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ちゃんとまじめに学ぶならいいが、私のように不真面目にやり、あいまいに覚える程度なら覚えないうちがいい。あいまいなものを万が一実行されるものなら、それこそいのちにかかわることになってしまう。
事後（必要15名、必要ない1名）
<p>必要と思う理由</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 人を助けることを学ぶのは、他人への思いやりを育むことにつながると思うから。 ・ 人として、生命の危機にさらされている人に出くわしたら自信を持って助けるべきと考えられるようになるから。 ・ 人の命を救う確率が少しでも増えるから。 ・ 実際に人工呼吸などを実施できないにしても知っているだけで何も知らない人よりも緊急時落ち着くことができるし119番、AEDの運搬、人の整理などで手伝うことができ、助けられる可能性も高められるから。 ・ 知識を得ることじたいが大事だと思うから、安心、自信が一番役立つから。 ・ いつどこで傷病者を発見するかわからない。 ・ 普通の授業よりも生活に身近で役立つ知識である。 ・ 救急法をより身近なものとして意識することで、学生が日常から命の尊さ・重さを考えられるようになると思うから。 ・ 何かが起こったときは、すべきことをそばにいる人が知っていることが必要性である。しかし、それを任意では学ぼうとはしないから、学校教育に取り込めばよい。 ・ 心肺蘇生法を知っている人が世界中に多いほうがいいと思う。 ・ 忘れないためにも定期的に授業が開かれてほしい。 ・ 命の尊さを知るべき、人が倒れた場合の対処を知ると、人に対する心構えも変化すると思う。小さいうちに理解できなくても、継続して学校教育で学んでいけば、いつか理解できたときに効果が増幅されると思う。2年に1度はやるべきである。
<p>必要でないと思う理由</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 有志としてはやるべき。必修はNG。この授業の様に希望者のみで実施するならやるべきだが、全体でやるというのは間違いだと思う。人の命が関わる以上、取り組むにはある程度の責任感が必要である。学校教育にどう取り入れるか、そこが問題である。

表7 授業内BLS講習後の意識変化

質問項目：1回目の授業と今との意識の違い	
・	大事である。という意識は変わらない。具体的に心肺蘇生がなかったら生還の確率が落ちていくこと、いかにやる側も大変であるかということ等、深く知ることができた。
・	駅や町中でAEDによく気づくようになった。
・	心肺蘇生は難しいものと思っていたが、がんばれば自分でもできるものである。
・	前までは名前はよく知っていたがイメージできなかったが、この授業を通して、できるようになった。それと同時に心肺蘇生法の難しさと大切さを知った。
・	心肺蘇生の重要さや緊急時の対処によって救える命があることを自分のできる範囲で何かあったときにやってみようと改めて思った。
・	緊急時に何かしようと思うようになった。
・	今までは心のどこかで倒れている人がいても絶対怖くて近寄ることができないと思っていたけど今では冷静になって心構えさえできていれば心肺蘇生はできるかもしれないと思う。
・	意外とおくが深くて難しい。
・	的確な心肺蘇生によってプロじゃなくても人の命を救うのに役立つことができるのだと思うようになった。
・	一秒が命取りになるということに気づき、素早い処置・行動の手際よさが必要とされると感じた。また、生徒参加型の授業システムを通して、大勢のなかにも自分から進んで積極的に前にふみ出す勇気が身についた。心肺蘇生の実習を通して、「人を助ける」ということがいかに大変であるか身にしみた。
・	1回目の授業のときは、まだ心肺蘇生についてくわしくは分らなかった。ゆっくりとマイペースにやればとおもっていたけど、この授業を通して緊迫した状況の中で、細かく着実にやらなければいけないという緊張感を持って心肺蘇生を今後は、そういう状況になったらやろうという意識に変わった。
・	一回目は心肺蘇生法を知らなかったが、授業で学んだことによって、もし自分が現場にいるなら心肺蘇生をしようと思うようになった。
・	今までだったら、もし人が倒れていても何もできなかったと思うが、今なら倒れている人がいたら助けられるかもしれないと思えるようになった。心肺蘇生のやり方が完璧でないにしてもわかったからだと思います。
・	案外にややこしいものでないと感じるようになった。
・	前だったら何からやればよいかあたふたするだろうが、今は何からやればよいのかがわかり心に余裕ができた。
・	以前に学習したことがあるので最初は大変であると覚悟していたが、簡略化された非医療従事者の内容は複雑ではなかった。ただ体力的な大変さは残った。

表8 BLS受講前後における教育適正時期の内省

質問項目：どの年代くらいから、心肺蘇生法教育は必要だと思いますか？	事前		事後	
	人数	実学年	人数	実学年
未就学児	0		0	
小学生_____年生	4	4～5	6	4～5
中学生_____年生	8	1～3	8	1～3
高校生_____年生	2	1～	1	2～
どの年代くらいから、心肺蘇生法教育を理解できると思いますか？	人数	実学年	人数	実学年
未就学児	0		0	
小学生_____年生	4	3～5	4	4～6
中学生_____年生	6	1～3	9	1～2
高校生_____年生	4	1～2	2	1～

庭内での心室細動発生率]、「スポーツ現場での発症例]、「BLS 施行率]や「社会復帰率]等の情報を住民に公表し、BLS の必要性を広く市民に認識してもらうよう努力すべきである。さらには、PTA、保育園・幼稚園の保護者を対象とする乳幼児・小児の BLS 講習を計画する必要性もある。講習を実施することによって、BLS 教育は、家庭や地域での連携意識の高揚だけでなく、人への思いやり、防災準備など、様々な波及効果も期待できると考えられる。

新聞報道によれば、国公立の幼・小・中・高校における、AED の配備は、平成 19 年度末で約 4 割の見込みとなるという。文部科学省では、「学校は地域の拠点でもあり、全校に配備してほしい」としている（産経新聞 2008 年 1 月 24 日）。学校での AED の配備が推進されるとともに、同時に行わなければならないことは、使用法の研修である。学校での BLS 教育は、その手段として、大いに役立つ。

学校教育に BLS を導入する教育モデルの展開は、先に述べたような、慶應義塾の一貫校で BLS 教育を行っている事例の他、2008 年度より、全大阪府立高校で、AED の使い方を学ぶ授業を保健体育の授業やホームルームに展開することを、大阪府教育委員会が公表した例も見受けられる（産経新聞 2007 年 10 月 1 日）。慶應義塾や大阪府の取り組みは、市民による救命活動、緊急時におけるバイスタンダーの行動等、BLS の普及に大きく貢献するはずである。今後、全国の都道府県でも同じような試みが行われることにより、心肺停止傷病者への応急手当実施率は、より向上すると思われる。

VI まとめ

学校現場での BLS 教育は、もしもの備えに必要な心肺蘇生法の技術習得のみならず、「命の大切さ」や「安全教育」等の分野を詳しく学習する場でもある。しかし、中途半端な内容や不十分な実習では、その効果は薄れてしまうので、目的を明確にしてその講習内容を計画的に組み立てる必要がある。

救命処置を施すには、かなりの体力が必要である。BLS に必要な体力を知ることが、「命の大切さと尊

さ」を知ることにもつながる。講義では、「生命維持の生理学的・解剖学的な神秘」、「お互いを思いやる優しさ」や「救命の鎖に示される協力・協調・共感・助け合う心」等の内容を取り上げれば、今日の日本における「凶悪犯罪の低年齢化」や「いじめ」などの社会問題解決までにも貢献すると考えられる。学校教育に「救命講習」を取り入れることは、小学校教育（中・高学年）の健全教育に重要な意味をもつと考えられる。

慶應義塾では、2002 年より、一貫教育校での BLS 教育が本格的に始まった。2004 年には全国でもいち早く校内に AED を配備し、塾内で救急救命が必要となる場合の設備環境を整えた。慶應義塾の一貫諸学校で行われている BLS 教育の精神は、上述の教育効果をも含んでおり、この精神が大学へ進学後もキャンパス内で途切れることのないように引き継がなければならない。大学における BLS 教育の推進は、授業カリキュラムとサービスプログラムを上手く組み合わせて企画することが大切であり、BLS 塾生完習の第一歩となるであろう。

VII 今後の展望

慶應義塾における高等学校以下の諸学校では、すでに BLS 教育が保健体育のカリキュラムの中に浸透している。一貫校で行われている BLS 教育は、小学校 5 年生、中学 1 年生、高校 1 年生を対象にした 3 時間の普通救命講習である。大学では 90 分の講座を 13 回開講する BLS 教育を行っている。大学で BLS 教育を行う利点としては、以下のような点があげられよう。

- 1) 救急救命・応急手当に関連した資料配布による、予習と復習ができる。
- 2) 教材の保有数によっては、人形に触れる時間が非常に多い。大人タイプの人形だけでなく、乳幼児、小児といった多種のタイプの人形による実習時間が多くとれる。
- 3) 実技による CPR + AED の手技の習得の他、講義による「命の大切さ」、「助け合いの精神」といったテーマを取り上げることができる。
- 4) 実際の事故を想定して事故時におけるシナリ

オを作成するといった、ワークショップ的な実技とディスカッションの場（ロールプレイング）を設定できる。

また、問題点としては、以下の点があげられる。

- 1) 体育学演習は選択科目であるために、一部の学生を対象にした授業にとどまる。
- 2) 授業内予算では、教材が高価であるために、かなりの予算が必要となる。
- 3) 受講人数によっては、授業に「外部からの指導員を招く」、「アシスタントを動員する」といった複数担任制を導入できない限り、指導者に対する受講生の割り当てが高くなり指導環境が不十分になる。
- 4) 社会的に認可されたレッスンの修了書の発行は、所轄団体とのリンクが必要となるので出来ない。よって、授業は普及にとどまる。

大学におけるBLS教育計画は、塾における高校以下の保健体育の授業や民間で行われているCPR + AED講習会に比べて、時間を多く使える点で、多彩な学習課題の企てや学習課題の達成に関して、ゆとりのある授業プログラムを展開することができる。大学でのBLS教育はこれからであり、上述の長所と短所をふまえながら、全塾生に、そして、全塾員にBLSを普及するような、大学キャンパス内での様々な工夫と課題を残している。

文献

- ・安永周二：訳（2000），ファイトエイドとCPR，日本看護協会出版会
- ・救急救命士教育研究会（2005），救急救命士標準テキスト第6版，ヘルス出版，pp.358-360
- ・慶應義塾BLS委員会（2005），慶應義塾BLS CPR in School 講演集
- ・厚生統計協会（2007），厚生指標，国民衛生の動向，pp.46-56
- ・厚生労働省（2003），第一回非医療従事者による自動体外式除細動器（AED）の使用のあり方検討会報告書，<http://www.mhlw.go.jp>
- ・厚生労働省（2004），第二回非医療従事者による自動体外式除細動器（AED）の使用のあり方検討会報告書，<http://www.mhlw.go.jp>
- ・厚生労働省（2007），人口動態統計，<http://www.mhlw.go.jp>
- ・総務省消防庁（2007）救急・救助の現況，応急手当の救命効果，pp.45-47，<http://www.fdma.go.jp>
- ・高松道生（2000），剖検結果からみた内因性来院時循環呼吸停止（突然死）例の死因の検討，日本救急医学会雑誌；11，pp.323-324
- ・東京消防庁（2007），バイスタンダーによる救命事例，応急手当の効果，<http://www.tfd.metro.tokyo.jp>
- ・東京消防庁（2008）バイスタンダーによる救命事例，心臓機能停止傷病者の救命率等の状況（平成18年版），<http://www.tfd.metro.tokyo.jp>
- ・日本医師会（2005），救急蘇生法の指針 医療従事者用，ヘルス出版
- ・日本医師会（2006），救急蘇生法の指針 市民用，ヘルス出版
- ・日本医師会（2006），救急蘇生法の指針 市民用・解説編，ヘルス出版
- ・日本医師会（2006），AED（自動体外式除細動器）を用いた救急蘇生法の指針 一般市民のために，ヘルス出版
- ・日本医師会（2006），指導者のためのAED（自動体外式除細動器）を用いた救急蘇生法の指針 一般市民用，ヘルス出版
- ・野口善令，関本美穂，福井次矢（2001），突然死の疫学，Cardiovascular Med-Sug; 3, pp.407-413
- ・AHA（2007），BLSヘルスプロバイダーマニュアル日本語版—AHAガイドライン2005準拠，中山書店

資料2 アンケート質問項目

アンケート（事後）

- 0) 1回目の授業から今とでは、どのように心肺蘇生について意識が変わりましたか？
- 1) 現在の知識でけっこうです。知る限り心肺蘇生法の手順を記述してみてください。
- 2) あなたは、他人に、心肺蘇生法の手技を教えることが出来ますか？
 できる たぶんできる できない
- 3) 2)で答えた理由をお答えください。
- 4) 心肺蘇生法は学校教育の中で必要だと思いますか？
 はい いいえ
- 5) 4)で『はい』と答えた方にお聞きします。
 理由をお答えください。
 どの年代くらいから、心肺蘇生法教育は必要だと思いますか？
 未就学児・小・中・高_____年生
 どの年代くらいから、心肺蘇生法教育を理解できると思いますか？
 未就学児・小・中・高_____年生
- 6) 4)で『いいえ』と答えた方にお聞きします。
 理由をお答えください。
- 7) この授業での自己評価

①授業での達成度
 △ まだまだ不安 ○できる（理解できる）ようになった
 ◎ 人に伝え（教え）られるまで上達（理解）した
 三角巾 () 心肺蘇生法 ()
 運搬 () 命の大切さ ()
 テーピング () 緊急（災害）時の行動や心構え ()

②受講してよかった点

③受講して不満な点

④受講して不安な点

⑤社会においてどのような立場の人が心肺蘇生法を習得している必要があると思いますか？
 （国民全員・小学生以上・中学生以上・高校生以上・20歳以上・教職免許の取得者・スポーツ
 スタッフや健康運動指導士など、具体的に挙げてください。）

⑥その他、救命・救急に関して感じたこと（自由な意見を書いてください）

ご協力ありがとうございました。

公共政策としてのスポーツ政策に関する一考察

加藤大仁, 野口和行, 近藤明彦, 山内賢

I はじめに

新聞報道によれば、自民党はスポーツに対する国の支援を強化するために、スポーツ振興法を抜本的に改正する方針を固めたようである。法案にはスポーツ振興を「国の責務」と明記し、スポーツ関連予算の充実を図る狙いがあるという（『読売新聞』2008年1月15日）。

そもそも現行のスポーツ振興法は1961年に公布・施行されたものであり、法律の目的として「スポーツ振興に関する施策の基本を明らかにし、もって国民の心身の健全な発達と明るく豊かな国民生活の形成に寄与すること」（第1条第1項）が謳われている。また、施策の方針として、国及び地方公共団体に国民が「スポーツできるような諸条件の整備に努めなければならない」（第3条第1項）と定めている。

しかし、ここで注意しなければならないのは、スポーツ振興法が国や地方自治体に対して課しているのはあくまで努力義務に過ぎないということである。この種の規定としては、「～しなければならない」という義務規定、「努めなければならない」という努力義務規定、そして「することができる」という任意規定の3種類があるが、スポーツ振興法が国や地方公共団体に要請しているのは条件整備の面で「努力」することに過ぎない。従って、国や地方公共団体は、指導者の育成や施設整備をはじめとする政策を実際に展開する義務を負っているわけではないのである。

また、スポーツ振興法では文部大臣（現文部科学大臣）にスポーツの振興に関する基本的計画を定めるよう求めているが（第4条）、実際に「スポーツ振興基本計画」が定められたのは2000年になって

からである。もちろん1972年の答申をはじめ、保健体育審議会が様々な答申や建議を発表しており、これらの文書がスポーツ振興政策のガイドラインとしての役割を果たしてきたと言えなくもないだろう。しかし、約40年もの間、基本計画が策定されなかったのも事実なのである。

II 「スポーツ振興基本計画」策定の遅れと専門家による批判

では、何故スポーツ振興法に基づく基本計画は長年に亘って策定されないまま放置されてきたのだろうか。この点に関し、2001年3月の参議院文部科学委員会で、政府参考人として答弁に立った当時の文部科学省スポーツ・青少年局長は、「スポーツ予算の状況、あるいは財政事情が厳しい、こういったようなこともあり、歳出予算を伴うような中長期のスポーツ振興政策を策定するのが困難であった」と述べている（第153国会参議院文教科学委員会議事録2001年11月20日）。

いうまでもなく、今日では、かつてのように「自由、生命、所有権、及び政府の第一義的責務としての国防と治安維持」といった、ごく限られたもののみが重要な社会的価値とされた時代とは異なり、「義務教育の実施、最低生活の保障、市民の健康や安全の保護と増進、インフレ抑制、経済成長、社会的差別の撤廃、文化・スポーツ施設や住宅等の建設……など、様々なものが次から次へと重要な社会的価値の項目に加えられ、しかもその実現が政府の責務とみなされるように」なっている（足立1983 p.53）。

経済が順調に成長し、雇用も確保できている状況であれば、政府も様々な分野で積極的に政策を展開

していくことができるだろう。実際、我が国でも1950年代後半から1970年代初めにかけては、様々な社会保障政策が普及し、国家の基本的なデザインも福祉国家を志向したものに変わっていきかに見えた。しかしその後は経済成長率が大きく低下し、雇用の確保もままならない状況となった。その結果、文化やスポーツに関する政策等は、経済成長や失業対策といった、より多くの国民の関心を集める政策の背後に押しやられてしまったのである。

欧米諸国の事情に通じ、スポーツの振興やスポーツ政策の更なる展開を求める専門家集団にとって、このような状態が続くことは到底容認できることではない。加えてスポーツ政策を策定・展開する政治行政機構の側も、どちらかといえば組織のルールを優先する傾向にあるので、専門家集団の求める成果との乖離は大きくなる。そもそも両者の内面化している職業倫理は初めから大きく異なっているのである(秋元 2007 pp.141-142)。結果として、専門家集団は政治行政機構に対して批判的な態度をとる傾向が強くなる(池田 2002 pp.18-19)。従来のスポーツ政策に関する研究の多くがスポーツを振興する意義の合理的な基礎付けを行ったり、政策形成過程に潜む問題点を洗い出すことなく、「スポーツ政策の貧困」を指摘してきた所以である(中村 1978 p.14)。

Ⅲ スポーツ振興の意義

ところで、政府がスポーツの振興を政策の一つとして掲げた場合、スポーツ団体等が財政的に国家の統制下に入るといった懸念が出される可能性はある。しかし、各論はともかくとして、一般論としてスポーツを振興していくという政策を掲げることに對して強く反対する者はそれ程多くないだろう。国会に限ってみても、スポーツ議員連盟は最大の議員数を誇る議員連盟の1つになっており、1990年代に議員立法として提出された「スポーツ振興くじ」法案を可決成立させる過程でも大きな役割を果たしている。また、同法案の審議を通じてスポーツ振興基本計画の策定に至る道を開いたのも、スポーツ議員連盟に所属する国会議員達である。

では、スポーツを「公的に」振興する意義はどこ

にあるのだろうか。

先ほども述べたように、スポーツ振興法には、スポーツが「国民の心身の健全な発達と明るく豊かな国民生活の形成に寄与する」(第1条第1項)という認識が示されている。また、スポーツ振興基本計画でも、「心身の両面に影響を与える文化としてのスポーツは、明るく豊かで活気に満ちた社会の形成や個人々の心身の健全な発達に必要不可欠なものであり、人々が生涯にわたってスポーツに親しむことは、極めて大きな意義を有している (I. 総論 1. スポーツの意義)」と記されている。

一方、日本野球機構(NPB)はプロ野球の憲法といえる野球協約の目的に「わが国の野球を不朽の国技にし、野球が社会の文化的公共財となるよう努めることによって、野球の権威および技術に対する国民の信頼を確保する(第3条第1項)」ことを挙げている。同じようにJリーグも、その理念として「豊かなスポーツ文化の振興及び国民の心身の健全な発達への寄与(Jリーグの理念)」を謳っている。

ここで注目したいのは、日本野球機構が野球を「文化的公共財」とするよう努めるとしている点である。確かに野球やサッカーをはじめとするスポーツが人類の文化の一つであることに異論はないだろう。ではスポーツを公共財と呼ぶことはできるのだろうか？

Ⅳ 経済学における「公」と「私」

実は、経済学で「公」と「私」を区分したり、「公共性」を論じる際のキーワードが「公共財」である(森村 2004 p.24)。

論者の中には、政府によって供給されるものを公共財と呼んだり、倫理的な観点から公共財を定義づける者もいないわけではない。しかし、公共財を私的財から区別する際には、1)消費の非競合性と、2)排除不可能性という2つの基準を用いるのが一般的である(スティグリッツ 2003 pp.160-161、野口 1982 pp.161-162)。

第1の基準である消費の非競合性とは「ある人の消費が他の人の消費を減少させたり、それを妨げたりしない」ということである。つまり公共財の場合

は追加的な需要に対する限界費用がゼロとなるのである。これとは逆に、私的財の場合は、「ある人によって使用されたならば、それは他の人に用いられない」ということになる。経済学の標準的なテキストで公共財の例としてよく挙げられるのは、国防や灯台である。例えば政府が国を守るために軍事施設を設けたとしよう。すると、その国に住む全ての国民が守られることになり、国防費は国民の数が増減しても影響を受けることはない。これに対してリングやペンのような私的財の場合は、複数の人間が同時に消費することは不可能である。

第2の基準の排除不可能性とは料金の徴収が不可能、あるいは著しく困難となるような財のことである。先程挙げた国防を例にとると、一旦政府によって国防サービスが提供されると、その効果は全ての国民に及び、ある個人だけをその便益から排除することは殆ど不可能となる。

このように、公共財とは消費の非競合性と排除不可能性という2つの性質を持った財やサービスのことだが、公共財を考えるうえで1つ忘れてはならないのが外部性という概念である。外部性とは、ある経済主体の経済的活動の効果が、市場メカニズムを通さずに直接他の経済主体に影響を与えることであり、他の経済主体の効用を増加させる場合は正の外部性、逆に他の経済主体の効用を減少させる場合は負の外部性と分類される。正の外部性を有するものの典型的な例として挙げられるのは教育である。一般的に、教育が普及すると、教育の提供を受けた本人の収入が増加するだけでなく、社会全体としても生産性が上がるといった効果が表れる。

本来公共財と外部性は本来異なる概念であり、区別して考えるべきものではあるが、公共財は基本的に外部性を有しているので、公共財を「多数の人々に同量だけの外部効果を同時に及ぼす財（奥野・鈴木 1988 p.300）」と考えることもできるだろう。何れにせよ、重要なことは公共財や正の外部性を持つ財やサービスは、市場メカニズムによる調整に委ねてしまうと、過小にしか供給されないという点を押さえておくことである。このような場合、国や地方公共団体が当事者となって財やサービスを提供したり、何らかの規制を行うことが正当化される。また、民間の経済主体に補助金を与えるといったことも検

討されるべきだろう。

V スポーツの外部効果

ではスポーツは、排除不可能性や非競合性といった公共財としての性質や、外部性を有しているだろうか。

まずはスポーツによる外部効果について考えてみることにしよう。

いうまでもなく、我が国における大きな政治的課題の1つに、高齢化社会に伴う社会保障費の増加がある。社会保障制度自体は福祉国家にとって最も重要な制度であり、国民が文化的で健康な生活を維持するうえで、セーフティー・ネットとして大きな役割を果たしている。他方、急速な高齢化を背景に、社会保障関係費は増加の一途を辿り、一般会計予算の中でも最も大きな項目となっている。中でも社会保障制度の中核である社会保険、すなわち医療保険と年金保険の財政危機は深刻である。

しかし、医療サービスは人の命や健康に関わる問題であり、その供給量を抑制することには心理的に大きな抵抗があるだろう。すると、財政的には泥沼に陥ることになる。昨年来の社会保険庁による年金記録漏れと年金未払いの問題が大きくクローズ・アップされた結果、世論の関心は年金問題に向かいがちであるが、財政問題としてみた場合、医療制度のほうがより大きな問題を抱えているのである（井堀 2005 pp.131-141）。

ところで、スポーツを行うかどうかを決めるに当たって、国の財政問題に思いを巡らす人は殆どいないだろう。多くの人は自分の楽しみのため、あるいは自分の健康のためといった私的な理由でスポーツ活動に参加するはずである。しかし、多くの人々が積極的にスポーツに取り組むようになると、医療費削減のような、副次的な効果をもたらすことになる。つまり、正の外部効果が表れてくるのである。かつてアメリカのカーター大統領が、国民に対してスポーツ活動に参加するよう促すことを、「最も見返りの期待できる投資」と述べたのは、こういった事情を端的に表している（池田 1999 p.89）。

我が国でもスポーツをはじめとする身体活動を推

進することによって、医療コストが抑えられるという研究結果が数多く発表されてきた（沢井 1979、池田・松永 1999）。2000年3月に厚生労働省によって発表された「健康日本21」は、国民の生活習慣病を防ぎ、健康づくりに寄与することを目的に策定されたと説明されている。その中には9分野70項目に亘る具体的な政策目標が示されており、栄養・食生活、休養等と並んで身体活動・運動習慣に関する具体的な目標も定められている。「健康日本21」が策定された背景に、健康増進策を通じた医療費削減に対する期待があることはいうまでもない。

スポーツをはじめとする身体活動を振興することによって医療費が大きく削減できるのであれば、スポーツの振興に補助金を出すなどして社会的な便益を増大させることが政府にとっても合理的な行動となるだろう。

ところで、経済学にはメリット財という概念がある。メリット財とは教育や医療のように本来的に消費されることが望ましいと考えられる財やサービスのことであり、各個人ではなく国や地方公共団体によって供給が判断されることになる。当然ここにはパターナリスティックな考えが潜んでおり、消費者主権には反することになる。しかし、例えば現在強制的に実施されている義務教育を、完全に市場メカニズムに委ねたらどうなるかを想像してみれば直ちに分かるように、公的な強制力をもって供給されなければならない財やサービスが存在することも事実なのである。そして健康や医療との関わりでみた場合、スポーツもまたメリット財としての性格を有しているといえるだろう。

Ⅵ 公共財としてのスポーツ

次にスポーツに非競合性と排除不可能性があるかどうか、すなわちスポーツが公共財としての性格を有しているかどうか考えてみよう。

例えば、オリンピックをはじめとする国際競技大会で日本人選手が活躍したとしよう。この時多くの人々が日本人としての誇りや喜びを感じるだろう。そして誰かが喜んでいて他の人々の感情が抑えられるということもない。つまり消費の非

競合性が成立しているのである。

また、このような人々が選手の育成費用を提供しているわけではない。しかし、だからといって喜んではいけないということではできないだろう。その意味では排除不可能性も認められるのである。

冒頭で引用した読売新聞の記事の中では、自民党議員がスポーツ振興法の抜本改正を目指す理由としてトップアスリート育成が挙げられている。また、スポーツ振興基本計画の中には生涯スポーツ社会の実現に向けた環境整備と並んで、国際競技力の向上が謳われており、具体的な政策目標としてオリンピックでのメダル獲得率の向上が掲げられている。スポーツが公共財であるという観点に立てば、このような政策も十分正当化されるだろう。

Ⅶ 公共財と政治的な決定

但し、スポーツが正の外部性をもたらすとか、公共財としての性格を有しているといった議論をしたところで、それはあくまで定性的な分析に過ぎないことに注意しておく必要がある。国や地方公共団体がスポーツ振興に対してどの程度の費用を負担すればよいのかという問題は何ら解決されていないのである。

また、スポーツに関連する財やサービスのうち、どの程度のものが「純粋な」公共財とみなされるのかということかなり疑問が残る。先ほど挙げた例も、純粋公共財にあてはまるようなスポーツの一側面を意図的に切り出したにすぎない。むしろ公共財を理論的に定義づける際に例示されるのが常に国防や灯台であるように、純粋な公共財とみなしうる財やサービスなどほとんど存在しないというべきだろう。

実際、「その消費が分割可能であっても管理コストがかさんでしまう場合や、分割されることが望ましくても追加的な需要に対応するためのコストが高騰してしまう場合などが、公共財とみなされている財やサービスの実態」なのであって、ほとんどの財・サービスは公共財と私的財の中間に位置する準公共財に分類されるのである。そして、ある財やサービスが公共性をもっているかどうかの決定は、政治的な判断に任されているのであり、理論的な考察よ

りは、むしろ決定に至る「制度」に依存することになる（佐々木 1997 pp.298-99）。

このように考えると、スポーツが公共財か否かという議論は、理論的には成立しようとしても、現実の政策を考える際にはほとんど無意味となる。ここに政治的決定のプロセスを研究する意義が見出される訳だが（加藤 2004）、この点については別の機会に論じることにして、準公共財に関する議論をもう少し見ておこう。

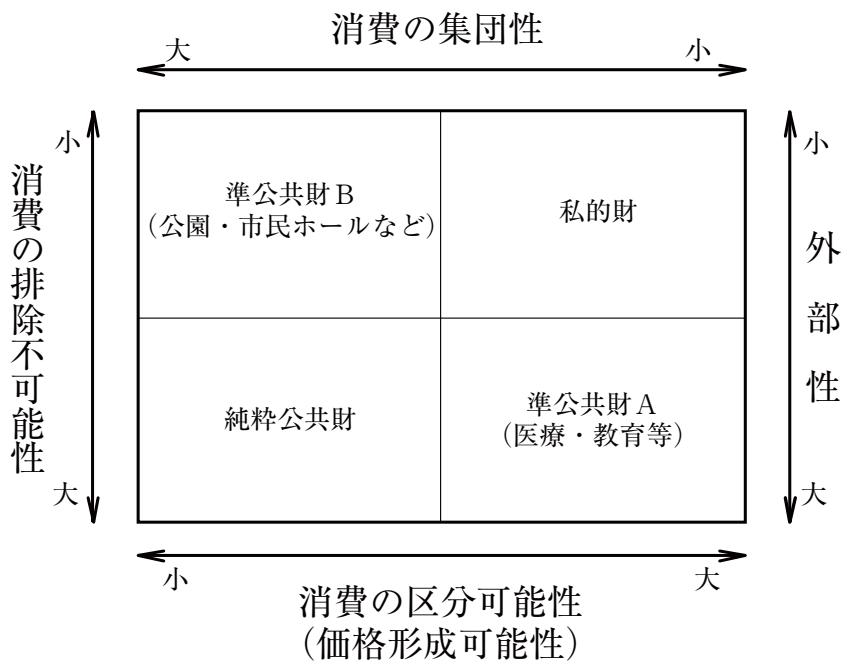
VIII 準公共財をめぐる議論

佐々木は教育や医療のようなサービスが公共財や準公共財として供給されているのは、その決定に至った「制度」に依存しているという考えの下に、図1のような財やサービスの分類を行っている（佐々木 1997 pp.299-301）。ここでは取引の態様に注目して分類がなされており、第1の軸として消費の集団性が、第2の軸として外部性の大きさが取られている。さらに消費の区分可能性と消費の排除不可能性という尺度を重ね合わせることによって、純粋公共財と私的財との間に2種類の準公共財が定義されることになる。

図からも分かるように「準公共財 A」は外部性が大きく、消費の区分可能性の小さい財やサービスであり、具体的には教育や医療等が挙げられる。また、「準公共財 B」は消費の集団性が大きく、消費の排除不可能性が小さい財であり、公園や市民ホール等が相当する。

当然これまで公的な補助金を受けて整備・運営されてきたスポーツ施設等は、準公共財 B に分類される。ということは理論的に利用料金を徴収することも可能となる。すると議論の進め方によっては、スポーツ施設を民営化して、その経費を受益者負担にするという結論が導かれる可能性もある。

実際、多くの公共スポーツ施設でも施設使用料を徴収している。しかし、施設使用料によって全ての経費が賄われているような公共スポーツ施設はほとんどないだろう。民間企業によって提供されている割合が高いのは、ゴルフやボウリングのようなごく一部の種目のみに限られているという事実は、この辺りの事情を如実に物語っている。もし広大なスペースを必要とする種目や、グループ種目の施設使用料を100%受益者負担にすると、とてもではないが普通の人々には手が出ないような価格になってしまうだろう（内海 2002 pp.14-16）。そもそも、利用者に全ての費用を負担させられるような価格設定が可



佐々木 (1997) p. 300

図 1

能であるなら、民間企業がスポーツ施設の運営に参入してくるだろうし、公共施設として運営していること自体がナンセンスである。

Ⅸ 国家の役割の変容

近年では、苦しい財政事情を背景に、国や地方公共団体は私的財と公共財の間に位置するような財やサービスに対する財政支出を削減したり、民間企業に供給を委ねる方向に動いている。また、多くの人々が公共部門の効率性に対して疑いの眼差しを向けるようになってきた。その結果、何が公的な性格を持った財なのかという問いに対する回答も変わりつつある。2002年のいわゆる「骨太の方針」で、音楽やファッションと並んで健康やスポーツ分野の産業化が謳われたのもこのような流れに沿ったものといえよう（「経済財政運営と構造改革に関する基本方針2002」）。

確かに全ての公共財、準公共財を公的部門が主体となって供給する必要はないし、民営化や規制緩和をはじめとしたより効率性の高い政府のあり方を探ることは当然だといえよう。しかしだからといって政府の役割が小さくなるわけではない。我が国が福祉国家と呼べるのか否かは別として、福祉国家論の登場以降人々は様々なことを国家に対して求めるよ

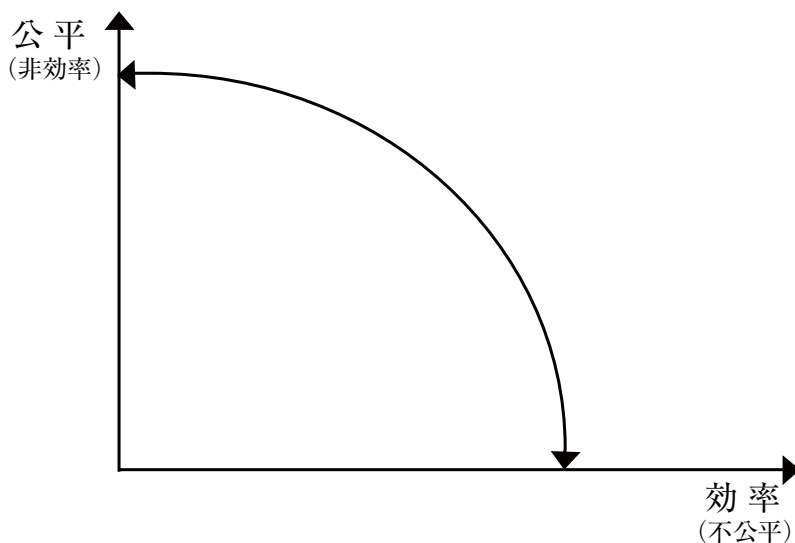
うになってきた。また、社会の複雑化や科学技術の発展も国家の役割の拡大を求める要因となっている。

現在では人々の考え方も経済至上主義から、アメニティーや文化の増大、健康の向上や福祉を求める方向に変わってきたことも事実である（宮本 2003 pp.184-185）。従って、福祉施設やスポーツ施設等の設置には多くの人々の支持を得られるだろうし、それらは地域社会の福利厚生の上向上に寄与することになるだろう。

ここで確認しておきたいのは、公共財といっても、それは個々人の評価から超越したものではないという点である。公共財はその利用者にとって価値のあるものとみなされるから公共財とされるのであって、公共財自体がこのような個人の利害とは別個の価値を内在的に有しているわけではないのである（森村 2004 p.26）。従って、ある財やサービスを供給するかどうかという決定も人々の価値観に依存することになるし、そもそも人々の価値観からかけ離れているような政策が有効に展開されることなど期待できないだろう。

Ⅹ スポーツ政策学の課題

市場メカニズムに任せると、スポーツ施設の多くは供給されなくなってしまう可能性が高い。またた



権丈 (2006) pp. 16~18

図 2

とえ供給されたとしても、利用料金は非常に高額となり、スポーツを楽しみたい人々の活動の場は大きく制限されてしまうだろう。経済的な効率性を重んじるのであれば、このような状態もやむなしとして受け入れなければならない。逆にできるだけ多くの人々になるべく公平にスポーツを享受できるような環境を整えることのほうが重要だと考えるなら、経済的な効率性が犠牲にされることになる。スポーツの問題に限らず、効率性と公平性はトレードオフの関係にあることが多い。残念ながら我々はこの問題に対して、理論的にどちらが正しいのかを答えてくれるような学問を持ちあわせていない。公平性と効率性のどちらを重視するのかについて確定的な結論を出せないということは、その時々、社会的な要請に応じて政策も揺れ動くことを意味している（権丈 2006 pp.15-19）。

従って、国や地方公共団体がスポーツの振興にどの程度力を入れるべきかという問題に対する一義的な答えも存在しない。スポーツ施設の運営等を効率的に行うのは当然であるにしても、スポーツができるような環境の整備や、トップアスリートへの支援をどの程度行うのかというのは価値判断に関わる問題である。

しかし、だからといって政策を単に「好みの問題」として片付けてしまってよいということにはならない。確かに政策について論じる際には、「そもそも何が解決すべき問題であり、問題が解決されたか否かをいかなる基準に基づいて判断するかが自明ではない」し、「政策とは本来この種の厄介な問題に対する処方箋なのである」（足立 2005 p.8）。

政策を学問として科学的に論じるということは、価値の問題を単なる好みの問題として放置することなく、社会のあり方や政策の合理性を絶えず検証していく作業である（佐野 2005 pp.115-116）。その意味で、政策学とは本来的に未来に向かって改革を志向する営みであるといえるだろう。

〈参考文献〉

- 足立幸男（1983）政策評価における公益（Public Interest）概念の意義と役割. 日本政治学会編 年報政治 1983 政策科学と政治学：51-66
- 足立幸男（2005）公共政策学はいかなる学として成り立ちうるか. 足立幸男編 政策学的思考とは何か. 勁草書房：1-23
- 秋元美世（2007）権利・裁量・参加. 武川正吾・三重野卓編 公共政策の社会学. 東信堂：127-154
- 権丈善一（2006）医療経済学の潮流—新古典派医療経済学と制度派医療経済学. 西村周三・田中滋他編 医療経済学の基礎理論と論点. 勁草書房：1-36
- 井堀利宏（2005）財政学. 放送大学教育振興会
- 池田勝（1999）世界のスポーツ政策の動向. 池田勝・守能信次編 スポーツの政治学. 杏林書院：89-118
- 池田勝・永松昌樹（1999）健康づくりの経済的効果. 池田勝・守能信次編 スポーツの経済学. 杏林書院：167-185
- 加藤大仁（2004）スポーツ政策形成過程研究にむけての一考察. 慶應義塾大学体育研究所紀要 2004年1月：pp.15-22
- 森村進（2004）「みんなのもの」は誰のもの？—経済学と公共性—. 安彦一恵・谷本光男編 公共性の哲学を学ぶ人のために. 世界思想社：24-38
- 宮本憲一（2003）公共事業の公共性—DevelopmentからSustainabilityへ—. 山口定・佐藤春吉他編 新しい公共性 そのフロンティア. 有斐閣：176-196
- 中村敏雄（1978）スポーツ政策論の条件. 影山健, 川口智久他編 スポーツ政策. 大修館書店：9-33
- 野口悠紀雄（1982）公共経済学. 日本評論社
- 奥野正寛・鈴木興太郎（1988）ミクロ経済学Ⅱ. 東洋経済新報社
- 佐野恒（2006）範型としての問題解決型思考 政策的思考と法的・政治的思考の違いは何か. 足立幸男編 政策学的思考とは何か. 勁草書房：87-128
- 佐々木實雄（1997）準公共財と準市場：医療・教育

提供のあり方. 植草益編 社会的規制の経済学.
NTT 出版: 296-315

沢井仁 (1979) 町ぐるみのスポーツ熱が医療費上昇
にブレーキをかける. 日経メディカル 1979
年1月号: pp.43-45

J.E. ステイグリッツ著, 藪下史郎訳 (2003) 公共経
済学 (第2版) 上. 東洋経済新報社

内海和雄 (2002) 市場化と公共化の対抗. 一橋大学
研究年報: 13-20

編集後記

植田所長の意向で始まった本プロジェクト研究ですが、およそ2年の道のりを経て、今回、報告書としてまとめるまでに至りました。プロジェクト発足にあたっては、テーマの選定、各テーマのメンバー構成、予算の確保、報告書作成の時期、など様々なことを所員一同で考えました。テーマについては、これまで重要と考えられながらもあまり手をつけていなかったものや、既にすすめられていたものなど様々で、分野も多岐に渡りました。テーマ決定の後、所員各自が希望するテーマを自主的に選び、それぞれのグループの構成メンバーの中からリーダーが選ばれました。体育研究所内のプロジェクト予算は限られたものでしたが、各チームが積極的に所外から研究費を獲得し、慶應義塾創立150年にあたる2008年に報告書を作成することを目標に、研究を進めてきた次第です。

本プロジェクト研究によって、体育研究所のなかに、研究に対する真剣さが高まったと感じます。今後、体育研究所は更に研究をすすめ、学術誌への投稿などを活発に行いながら、より社会への貢献の高い研究の推進に努めたいと考えています。最後に、本プロジェクト研究にご協力いただきました皆様に深く御礼申し上げます。なお本報告書の印刷・製本にあたっては、平成19年度慶應義塾大学日吉キャンパス調整予算の補助を受けました。重ねて御礼申し上げます。

編集委員会一同

慶應義塾大学体育研究所
プロジェクト研究報告 2008

平成20年3月発行

編集：体育研究所研究委員会
村松憲 加藤大仁 奥山静代 牛山潤一

発行：慶應義塾大学体育研究所
〒223-8521 横浜市港北区日吉4-1-1

制作：慶應義塾大学出版会株式会社
〒108-8346 港区三田2-19-30
