

明治大学一般学生・体育会所属学生のための体力測定 ・診断システムの検討

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 明治大学人文科学研究所 公開日: 2012-05-16 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 桑森, 真介 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10291/11929

明治大学一般学生・体育会所属学生のための
体力測定・診断システムの検討

桑 森 真 介

“Study on system of physical fitness test and evaluation for the ordinary students and the student athletes in Meiji University”

KUWAMORI Masasuke

The purpose of this study was to establish two systems of physical fitness tests and evaluation for the ordinary students and the student athletes in Meiji University.

In the case of ordinary students, the principal objective was placed on carrying out a physical fitness test in class of the physical education, and it focused on the following six points, and examined.

- i) How to input results of measurement to personal computer and provide the student with feedback.
- ii) Whether there were any items that the test battery was short of, or any unnecessary items, and if so, what?
- iii) Are the contents of each test item appropriate? If not, how should that problem to be solved?
- iv) The contents of measurements which can be carried out in a physical education class.
- v) Is a general standard for physical fitness appropriate as a standard to evaluate the physical fitness of Meiji University students?
- vi) Is it possible to provide a brief and rapid analysis of the measurement results? If not, can the problem be solved?

On the other hand, in the case of athletes, measurements of approximately thirty students within five hours were established as a principle. The following four points were examined.

- i) Which items corresponded to the nature of each sport event?
- ii) How to enhance measurement precision.
- iii) The preparation of a standard for evaluation on the basis of the results of measurement in this study.
- iv) How to provide feedback of the results of measurement and evaluation to the student.

The results suggest the following points.

For ordinary students

- 1) In the future, it will be necessary to develop a simple measurement device of abdominal muscle strength and leg strength.
- 2) The modified Wingate Anaerobic Test (10-s duration), the sitting trunk flex test, and the vertical jump test using string-type device fit the requirements for its use as one of the test items.

- 3) At least two class periods are necessary to completely finish the physical fitness test.
- 4) The physical fitness of the students of Meiji University is poorer than the sex- and age-adjusted standard value.

For student athletes

- 1) It is desirable that the measurement is carried out with the items shown in table 5.
- 2) The remodeled market-standard Power Max V is useful to measure anaerobic cycling power more accurately.
- 3) The decision of a standard for evaluation and how to provide prompt feedback of measurement results to the student remain for future consideration.

《個人研究》

明治大学一般学生・体育会所属学生のための
体力測定・診断システムの検討

桑 森 真 介

I. 序 論

現在、体力の重要性は一般に認められている。体力は、スポーツのみならず、勉学・研究や芸術の領域においても、十分な成果を発揮するためには不可欠なものといえる。また、実業家が事業を積極的に推進していこうとするときも、基本的には体力が重要となる。すなわち、体力とは、日常生活を積極的に生きるために不可欠なものといえることができる。

体力は健康との関係という観点からも注目されている。Blair et al.³⁾は、全身持久性の指標として知られる最大酸素摂取量と心筋梗塞による死亡率との間に負の相関関係を認め、その結果から体力の重要性を指摘している。また、Kraus et al.⁸⁾は、腰痛患者に適切な運動を行かせたところ痛みが減少し、その減少の程度と筋力や柔軟性の改善が相関したことを報告している。この結果は、現代病の一つといえる腰痛が筋力や柔軟性と関連することを示している。その他、多くの研究者により体力が健康と関連していることを示すデータが報告されている。

また、個人的なレベルのみならず社会全体のレベルにおいても、体力の重要性は指摘されている。国民体力の向上は高齢化社会における実質的生産年齢人口の維持・増大を促し、さらには疾病発症を予防し国民医療費の急激な上昇を抑制するのではないかとされている¹³⁾。

体力は幅広い内容から構成されるが、個々人においてどのような内容の体力が必要となるかは、対象者によってかなり異なる。若者にもとめられる体力を考える場合は、競技スポーツに従事する者とそれ以外の者とに大別して検討する必要がある。本学においては、前者は体育会所属学生（体育会学生）、後者はそれ以外の学生（一般学生）にそれぞれ対応する。体育会学生は、それぞれの専門とするスポーツ種目に必要な体力が高度に鍛練されていることがもとめられ、一般学生においては体力が総合的に発達しており、全体的にバランスが保たれていることが望ましいといえよう。また、体育会学生は競技力を高めるために体力を強化しようとするのに対し、一般学生では健康・体力の維持増進のためや、より活力ある生活を送るために体力を高めようとするのが一般的である。

上記のようなことから、本学学生の体力を測定し評価・診断する際、体育会学生を対象とする場合と一般学生を対象とする場合とでは、測定項目や評価・診断方法などを別にして実施する必要がある

明治大学一般学生・体育会所属学生のための体力測定・診断システムの検討

ものと考えられる。また、コンピュータへのデータの入力方法やその後の処理方法についても、体育会学生の場合は被検者が比較的少人数となるが一般学生では多人数となることから、異なる方法を採用するのがより効率的といえよう。これらのことから、本研究では、本学学生の体力テストおよび診断システムを検討するにあたり、一般学生を対象とする場合と体育会学生を対象とする場合とを分けて考えることとした。

本研究は計画当初、本学学生のみならず教職員や地域住民を意識した体力テスト・診断システムの確立をめざす予定であった。しかしながら、中高年者を含む教職員・地域住民の体力に関する測定研究を実施するためには、測定の際の安全面への配慮、および測定時において事故が発生した場合の対応などの難題に対処する必要があり、1997年度および1998年度ではそこまでにはいたらなかったというのが実情であった。

上記のことから、1997年度および1998年度の研究では、本学の一般学生および体育会学生のための体力テスト・診断システムを確立することを目的として実施した。この内、体育会学生を対象とした測定データの一部については、本研究の協力者の一人である塩田徹氏がまとめ、筆者との共同研究の論文としてすでに公表されている¹⁴⁾。本稿では紙面の制約上、一般学生の体力テスト・診断システムについての検討結果を中心に論ずることとする。

本研究では、一般学生を対象とした体力テストについて検討する際、体育授業において体力テストを実施し、その授業時間内に評価・診断された結果を学生にフィードバックすることを念頭に置くこととした。その際、以下の六つの課題に焦点を合わせ検討した。

- ① 測定結果をどのような方式で入力し、学生にフィードバックするか
- ② テスト項目に過不足がないか
- ③ テスト項目の内容が適切であるか
- ④ 授業時間内でどの程度の測定が実施可能か
- ⑤ 一般的な評価基準が本学学生にとって適切といえるか
- ⑥ 測定結果を簡単に集計・処理することが可能か

また、体育会学生を対象とした体力テストに関しては、30名程度の学生を5時間以内で測定し終えるということを原則として、次の四つの点に的を絞り検討した。

- ① 各スポーツ種目の特性に合わせたテスト項目をどのように選定するか
- ② どのようにして測定精度をより高めるか
- ③ 測定結果から評価基準を作成する
- ④ どのようにして測定結果を学生にフィードバックするか

本研究により上記の課題について検討され、その結果が実際の体力テストに生かされたならば、一般学生および体育会学生のための体力テスト・診断システムがより充実することになる。このことは、学生の体力の現状認識およびトレーニング後の効果判定に大いに貢献するのみならず、学生に対する体力づくりの啓蒙に重要な役割を果たすものと考えている。

II. 方 法

1. 一般学生用体力テスト

a. 対象

測定は、主に大学1,2年生を対象として、授業時間内で体育教育の一環として実施された。対象者数は、男子927名および女子443名の計1370名であった。対象となった男子の平均年齢（±標準偏差）は、 19.4 ± 1.3 歳であり、最低年齢は18歳、最高年齢は30歳であった。女子については、平均年齢は 18.9 ± 1.2 歳で、最低年齢は18歳、最高年齢は33歳であった。

b. 必須項目

身長、体重、体脂肪率、推定最大酸素摂取量、握力、背筋力、垂直跳び、上体起こし、および立位体前屈。

これらの内、体脂肪率および推定最大酸素摂取量を除いては、文部省スポーツテスト実施要領⁹⁾の方法に準拠して測定を実施した。体脂肪率および推定最大酸素摂取量の測定方法については以下に示す。

体重および体脂肪率

インピーダンス法体脂肪率測定器（タニタ社製、TBF-102）を用いて測定した。運動により大量に発汗した後であったり飲酒による脱水症状の疑いがあったりした場合には測定を延期し、日を改めて測定するように指示した。

推定最大酸素摂取量

最大酸素摂取量推定プログラム内蔵の電磁ブレーキ式自転車エルゴメータ（コンビ社製、エアロバイク75XL）を用いて測定した。すなわち、最大下ランプ負荷運動中に測定された脈拍数から負荷強度と脈拍数の関係式を算出し、その式に年齢から推定された最高心拍数を代入して最大負荷強度を推定した。次に、その推定最大負荷強度を実験的に得られた負荷強度と酸素摂取量の関係式⁷⁾に代入して最大酸素摂取量を算出した。測定前の安静時脈拍が100拍/分を超える場合には、十分な安静をとった後に再度測定するように指示した。

c. 選択項目

血圧、脈拍、肺活量、大腿筋力、最大無酸素パワー、反復横跳び、全身反応時間、閉眼片足立ち。

これらの中からどの項目を選択するかについては、体育授業を担当する教師の判断に委ねた。反復横跳びおよび閉眼片足立ちについては文部省スポーツテスト実施要領⁹⁾に従い測定を実施し、その他の項目については以下に示した。

血圧

安静時の血圧を自動血圧計（オムロン社製、HEM-707ファジー）を用いて測定した。

脈拍

安静時の脈拍を触診にて測定した。

肺活量

オートスパイロメーター（ミナト医科学社製，AS-300）を用いて測定した。

大腿筋力

等速性筋力測定装置（Cybex 社製，CBX-770）を用いて，椅座位姿勢で膝関節の伸展力および屈曲力を測定した。いずれにおいても，角速度 $0^\circ/\text{秒}$ ，すなわちアイソメトリック筋力について測定を実施した。

最大無酸素パワー

最大無酸素パワー測定プログラム内蔵の電磁式自転車エルゴメータ（コンビ社製，パワーマックス V）を用いて測定を実施した。すなわち，3種類の各負荷に対し全力で10秒間ペダリング運動を行った際のペダル回転速度ピーク値から，各負荷におけるピークパワーを算出し，それらの値から最大パワーを推定した。なお本装置では，最初の負荷は体重から，2番目の負荷は最初の負荷でのペダル回転速度ピーク値から，また3番目の負荷は2番目の負荷でのペダル回転速度ピーク値からそれぞれ決定するように設定されている¹¹⁾。

全身反応時間

マットスイッチおよびデジタルタイマー（ヤガミ社製，全身反応時間測定器）を用いて測定した。測定を5回繰り返し，それらの値の中央値を測定値として記録した。

2. 体育会学生用体力テスト

対象となる部の指導者と測定責任者の相談により，以下に示す項目の中から必要な項目を決定し，測定することとした。

a. 形態項目

量育

体重，体脂肪率，皮下脂肪厚（上腕部，背部，腹部）。

体重および体脂肪率については，一般学生用体力テストと同様の方法により測定した。皮下脂肪厚についてはキャリパー（Beta Technology Inc., Lange Skinfold Caliper）を用い，上腕部は右上腕背部の肩峰点と撓骨点との中間，背部は右肩甲骨下角，腹部は臍右横1cmの部位を測定した。

周育

頸囲（甲状軟骨直下水平囲），胸囲（腋下水水平囲），腹囲（腹側最陥凹部水平囲），臀囲（水平最大囲），上腕囲（右側伸展最大囲），前腕囲（右側最大囲），大腿囲（右側大臀筋直下水平囲），下腿囲（右側最大囲）。

長育

身長，座高⁹⁾，上肢長（右側肩峰・中指先端間距離），下肢長（右側大転子・床面間距離）。

幅育

肩幅（両肩峰間距離），腰幅（両腸骨稜間距離），指極（両腕水平伸展位における中指先端間距離）。

b. 機能項目

実測最大酸素摂取量，推定最大酸素摂取量，大腿筋力，最大無酸素パワー¹⁾，ウィングート無酸素性パワー²⁾，垂直跳び，懸垂腕屈伸，ディッピング，上体起こし，反復横跳び，全身反応時間。

上記の内，推定最大酸素摂取量，最大無酸素パワー，垂直跳び，上体起こし，反復横跳び，および全身反応時間については前述の一般学生用体力テストと同様の方法により測定し，懸垂腕屈伸およびディッピングに関してはそれぞれ文部省スポーツテスト実施要領⁹⁾およびPFIの方法⁴⁾に従った。その他の方法については以下に述べる。

実測最大酸素摂取量

自転車エルゴメータ（モナーク社製）を用いて各被検者に最大運動負荷を与えた。原則的に，ペダル回転速度を60回転/分として，3分間のウォーミングアップ（1 kp）からオールアウトに至るまで毎分0.5 kp ずつ負荷を漸増させるというプロトコルを採用した。その間，自動呼気ガス分析装置（ミナト医科学社製，RM-300システム）および心電計（三栄測器社製，カルディオスーパー2E31A）を用いて，15秒毎に呼気ガスパラメータおよび心拍数を測定した。オールアウト時における酸素摂取量の最高値を実測最大酸素摂取量とした。被検者がオールアウトに達したかどうかについては，心拍数が180拍/分以上，呼吸交換比が1.05以上，酸素摂取量および心拍数のレベリングオフを生理的応答の基準とし，それらにあわせ被検者の自覚症状やペダル回転速度の低下などを参考に決定した。

大腿筋力

等速性筋力測定装置（Cybex 社製，CBX-770）を用いて，椅座位姿勢で膝関節の伸展力および屈曲力を測定した。左右それぞれについて，60°/秒，180°/秒，および300°/秒の3種類の角速度条件でのコンセントリック筋力を測定した。またこれらに加え，角速度0°/秒，すなわちアイソメトリック筋力についても測定を実施した。

ウィングート無酸素性パワー

電磁ブレーキ式自転車エルゴメータ（コンビ社製，パワーマックスV改造型）を用いて，Wingate Anaerobic Test²⁾を実施した。すなわち，負荷（kp）を体重の7.5%に設定して，30秒間の全力自転車運動を行わせた。この間における1秒毎のペダル回転速度のピーク値と最終値，およびトータルのペダル回転数から，ピークパワー，平均パワー，およびパワー低下率を算出した。

3. 統計処理

対応のあるt検定，対応のないt検定，単相関分析の中から，統計処理の目的およびデータの種類の等に応じて選択して使用した。有意水準は危険率5%未満（ $P < 0.05$ ）とした。

Ⅲ. 結果および考察

1. 一般学生用体力テスト

a. 測定結果の入力方法および学生へのフィードバック

測定結果のコンピュータへの入力方法は、手入力方式、マークシート方式、および磁気カード方式がある。大人数の学生のデータを短時間に入力し、速やかに診断結果をフィードバックするためには、マークシート方式あるいは磁気カード方式を採用する必要がある。マークシート方式では学生の記入ミスが起こりやすく、磁気カード方式は測定器それぞれがそれに対応している必要があり、結果として汎用性が狭まりさらには高価になるという問題点がある。これらのことを参考にして検討した結果、本学和泉校舎体育館ではマークシート方式によりデータを入力することにした。

マークシート方式の採用にとまない、学生のマークミスが極力少なくなるようにマークシートをデザインすること、およびマークミスがあった場合に即座に修正ができるようにすることについて検討する必要が生じた。これらの内後者については、入力から結果のプリントアウトまでの時間が予想以上に早く、マークミスの修正が授業時間内で可能であった。前者のマークシートのデザインに関しては、1997年度および1998年度の経験を踏まえ、現在再検討しているところであるが、徐々に改善されているというのが現状である。

b. テスト項目に過不足がないか

テスト項目について検討する際、従来の文部省体力診断テスト⁹⁾およびACSM(アメリカスポーツ医学会)が推奨しているAAHPERDのHealth-Related Physical Fitness Test¹⁾を参考にした。採用した主な項目は、表1に示すとおりそれぞれの体力因子と対応している。なお、表1の中で太字で示した身体組成、筋力、筋持久力、呼吸循環能、および柔軟性は、ACSMのHealth-Related Physical Fitness Test¹⁾で採用されている項目である。

上記のように、全体的にみると採用したテスト項目は、かなりバランスがとれているようにみえ

表1 体力因子と測定項目

体 力 因 子	測 定 項 目
形 態	身長 体重 体脂肪率(身体組成) 肺活量
筋 力	握力 背筋力 大腿筋力
瞬 発 力 (筋 パワ ー)	垂直跳び 最大無酸素パワー ¹¹⁾
筋 持 久 力	上体起こし
全身持久力(呼吸循環能)	推定最大酸素摂取量
敏 捷 性	反復横跳び 全身反応時間
柔 軟 性	立位体前屈
平 衡 性	閉眼片足立ち

る。しかし、細部について検討するといくつかの問題点もみられた。

筋力については、現段階で授業時間内において測定が可能なのは握力と背筋力である。しかし、実際の日常生活やスポーツ活動において重要となるのは、身体を支え移動させるのに重要な役割を果たす脚力であり、さらには腰痛予防の観点からは腹筋力が重要⁸⁾といえる。これらの筋力については、授業で実施できるような簡易測定法が開発されていないというのが現状である。

そこで本研究では、本学和泉校舎体育館に設置されている等速性筋力測定装置（Cybex 社製、CBX-770）を用いて、脚力および腹筋力を簡単に測定することが可能かどうかを検討した。本来、本装置を用いたこれらの筋力の測定にはかなりの時間と検者の熟練が必要である。また、腹筋力に関しては、装置本体に専用の装置を連結させる必要があることから、測定の簡易化は不可能といえる。そこで、本研究では脚力に的を絞り測定を簡易化するための方法について検討した。

CBX-770を用いた脚力（大腿筋力）の測定は、椅座位にて実施される。この測定では、被検者が専用の椅子に座ってから実際に測定するまでに、いくつかの準備が必要である。その準備の中には、測定された大腿筋力から下腿を固定するためのレバーと下腿の総重量の影響を除去（補正）するためのレバー・下腿重量の測定、および筋力の最大値を得るための体幹部および大腿部のベルトによる固定がある。

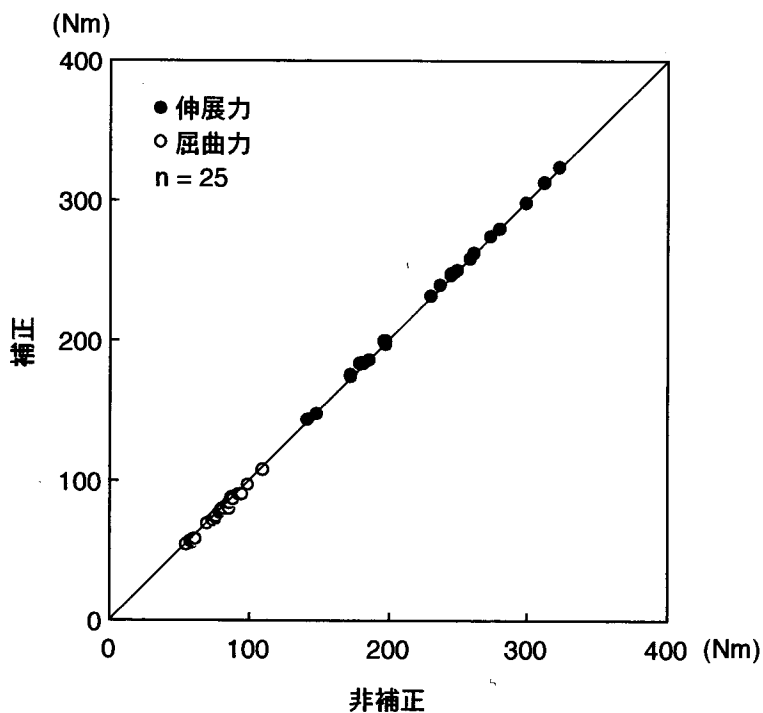


図1 膝関節の伸展力および屈曲力のレバー・下腿重量補正值と非補正值の比較。

伸展力、屈曲力ともに、レバー角度70°、レバー長33 cmの条件でアイソメトリック筋力を測定した。いずれの筋力も、膝関節を中心とした回転動作中に発揮されるので、トルク（ニュートンメートル、Nm）により評価した。非補正值と補正值が一致する場合には、そのデータは図中の45°右上がりの直線上にプロットされる。

明治大学一般学生・体育会所属学生のための体力測定・診断システムの検討

本研究では、上記の二つの準備を省き大腿筋力を測定することができないものかと考えた。この点について検討するために、

- ① レバー・下腿重量を補正した場合と補正しなかった場合の大腿筋力の比較
- ② 体幹部および大腿部を固定した場合と固定しなかった場合の大腿筋力の比較

を試みた。得られた結果を図1および図2に示す。図1は、膝関節の伸展力および屈曲力についてレバー・下腿重量を補正しなかった場合と補正した場合の値を示したものである。図2には、膝関節伸展力について体幹部および大腿部を固定しなかった場合と固定した場合の測定値を示した。

図1に示すように、レバー・下腿重量を補正した場合と補正しなかった場合とを比較しても、膝関節の伸展力、屈曲力ともほとんど差はみられなかった。したがって、レバー・下腿重量の補正のための重量測定は省いても何ら測定値に影響するものではないといえる。ただし、柔道重量級選手や相撲選手といった大型のスポーツ選手の場合には、下腿重量が筋力測定値にかなりの影響を及ぼす可能性があるため、今回の一般学生の結果から得られた結論をそのまま当てはめることはできない。

図2に示すとおり、非固定の膝関節伸展力が200 Nm以上の被検者では二つの測定法で大きな差異が認められなかったが、非固定の値が200 Nm未満の被検者では固定した場合の方が高値を示す傾向

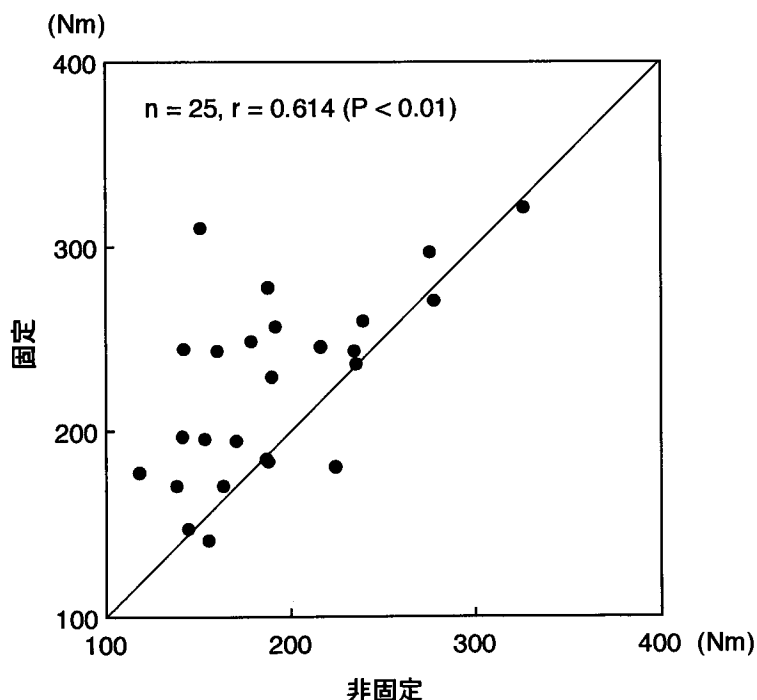


図2 身体を測定用椅子に固定した場合と固定しなかった場合のアイソメトリックな膝関節伸展力の比較。関節角度70°、レバー長33 cmの条件でアイソメトリック筋力を測定した。レバー・下腿重量は補正していない。測定値は、図1と同様にトルク(Nm)で示した。非固定と固定とで同じ値が得られた場合には、そのデータは図中の45°右上がりの直線上にプロットされる。

がみられた。また、両測定法により得られた値には統計的に有意 ($P < 0.01$) な差が確認された。これらの結果から、体幹部と大腿部を測定用椅子に固定しないで膝関節伸展力を測定する簡略法では、得られた値が過小評価される可能性があり、妥当性に欠けるといわざるを得ない。

結論として、本研究ではCBX-770を用いた脚筋力簡易測定法について検討したが、妥当性を満たす方法を見出すことができなかった。脚筋力および腹筋力の簡易測定については、CBX-770を用いることにこだわらず、新たな簡易測定器を開発することが必要と考える。

c. テスト項目の内容が適切か

各項目について、妥当性、信頼性、安全性、および時間的経済性のそれぞれの観点から経験的に検討したところ、いくつかの項目で問題点が指摘された。

最大無酸素パワーについては、一般学生を対象に測定を実施すると、測定後悪心を訴えるケースがみられた。これらの多くは、運動直後の下肢への血液プーリング⁵⁾や自律神経平衡の乱れ⁶⁾による一過性の血圧低下が原因ではないかと思われる。この予防のために、測定後にクーリングダウンを充分に行うように指示した。それでも悪心を訴える場合には、静脈還流を促進させる目的で、仰向けに寝かせ足を高く上げた姿勢を数分間とらせた。

一般学生を対象とした授業中の体力テストにおいて、前記のようなケースが生じることは、安全上

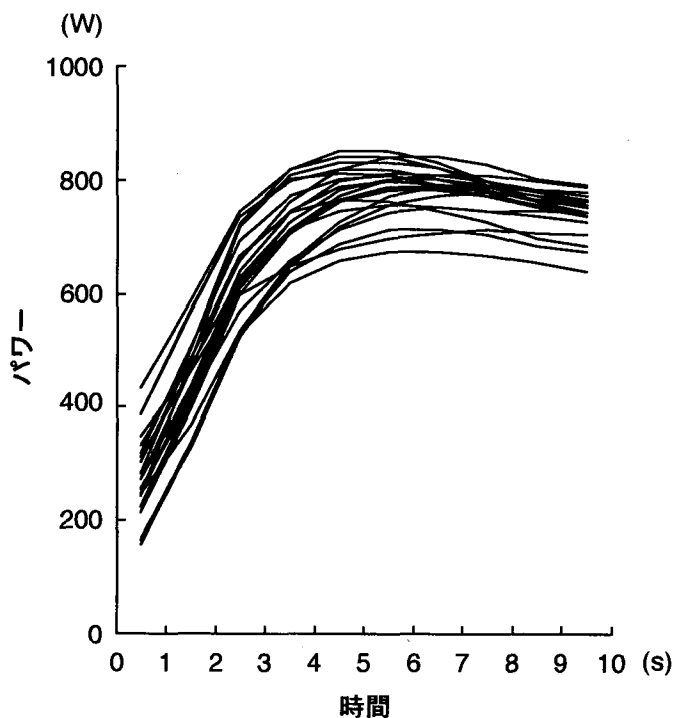


図3 運動時間を10秒間としたWingate Anaerobic Test変法の測定時における1秒毎のパワーの変化。
被検者は23名。
全被検者において、パワーのピーク値は測定開始後4~8秒で出現している。

明治大学一般学生・体育会所属学生のための体力測定・診断システムの検討

問題があるといわざるを得ない。このようなことから、授業時の体力テストにおいては最大無酸素パワーの測定を実施しないことにした。

最大無酸素パワーの測定に類似したテストとして Wingate Anaerobic Test²⁾がある。このテストでは、30秒間全力で自転車運動を行う必要がある。本研究とは別の目的で、23名の学生被検者に運動時間を10秒とした Wingate Anaerobic Test の変法を実施させたところ、テスト中にピークパワーが発現したのはすべてのケースで運動開始後4~8秒の時点であった(図3)。この結果から、運動時間を10秒とした Wingate Anaerobic Test の変法により最大無酸素パワーに類似した結果を得ることが可能といえる。また、この Wingate Anaerobic Test 変法の信頼性(再現性)を確認するため、7名の学生被検者に1週間間隔を空け同一条件で2回測定したところ、10秒間のピークパワー、平均パワーともにほぼ同じ結果が得られた。このテストは、信頼性および時間的経済性ともに優れ、授業時における体力テストの項目として十分に活用できるものとする。

立位体前屈に関しては、被検者がより良い結果を得ようとするあまり、前倒するケースが稀ではあるがみられた。すなわち、立位体前屈においても前述の最大無酸素パワーと同様に安全性に難があるといわざるを得ない。この問題点は、長座体前屈を採用することにより解消されよう。

閉眼片足立ちテストは、数秒から十数秒という低値が記録された被検者であっても、再度測定すると高値を記録するというケースがかなりみられた。すなわち、閉眼片足立ちテストは信頼性(再現性)に劣るということになる。完全に研究目的で、実験室内において慎重に測定がなされる場合には信頼性を満たすのかもしれないが、体育授業で測定するような場合には信頼性が低くなる可能性がある。

垂直跳びの測定器で一般に市販されているものには、紐式(リープジャンプメータ)と壁式(従来の黒板方式ジャンプメータ)とがある。中西ら¹²⁾は、小学生、大学生、高齢者を対象に、紐式と壁式を適用した場合の違いについて検討している。彼らは、大学生では紐式の方が壁式に比べ、男子では6.5 cm、女子では3.5 cm 大きな平均値を示したと報告し、その原因として、壁式では基準高(0 cm レベル)を決める際に腕を上げ過ぎる傾向にあるからではないかと指摘している。

本研究では、紐式は機器が軽量で測定場所の移動が簡単であること、壁式では壁タッチ時点の姿勢と基準高の設定時の姿勢に差が生じたり、壁タッチのタイミングが最高跳躍時点と合わなかったりすることが考えられることなどから、リープジャンプメータを使用することを推奨する。ただし、本学の体力診断プログラムでは測定値の評価に「都立大の標準値」¹⁵⁾が用いられており、この中の垂直跳びの標準値は壁式により得られた結果が基になっていることを考慮に入れる必要があろう。今後の測定では紐式に統一し、蓄積されたそのデータからリープジャンプメータを用いた場合の本学学生用標準値を算出する必要がある。この点については、今後の検討課題としたい。

d. 授業時間内で測定可能なテスト項目

本研究では、体育授業時間内に実施する必須テスト項目として、身長、体重、体脂肪率、推定最大酸素摂取量、握力、背筋力、垂直跳び、上体起こし、および立位体前屈を考えた。これらの項目には、ACSM が推奨している Health-Related Physical Fitness Test の要素(身体組成、呼吸循環能、筋力/筋持久力、柔軟性)¹⁾が含まれている。

これらの項目の中で、時間的経済性に劣り授業時間内で測定するのに支障をきたす項目としては推定最大酸素摂取量をあげることができる。この測定では、1名の測定に10分前後の時間を要し、現在の15台の測定機器（エアロバイク）では45名の学生全員を測定し終えるのに準備時間を含め約45分の時間が必要となる。このテストを除いては、すべて短時間で終了するテストである。テストをすべて終了する時間を節約するためには、推定最大酸素摂取量を測定項目から省くか、より短時間で終了する全身持久性テストを採用するということが考えられる。しかし、最大酸素摂取量は持久的な全身運動を行う際に極めて重要となる⁶⁾のみならず、健康との関連においても極めて重要な指標の一つ³⁾といえる。また現在のところ、全身持久性をより短時間で測定することのできる確立された測定方法はない。これらのことから現時点においては、測定に時間がかかるとしても、全身持久性の測定項目としてエアロバイクを用いた最大酸素摂取量の測定を実施するのが適当といえる。

90分の授業時間の内、実質的に使用し得るのは80分弱であろう。実際の授業では、出欠の確認後、体力テストの意義・目的・方法および結果の記録方法等について説明し、準備運動を行った後に測定を実施することになる。テスト終了後は、マークシート記入方法の説明、コンピュータによるデータの入出力、各学生に配付された診断結果の解説とその活用についての説明、といった順序で授業がすすめられる。

このようなことから、筆者は学生数が30名を超えるクラスの授業においては、体力テストに関してすべて終了するのに最低2回の授業が必要と考えている。また、より正確な測定を短時間内に効率よく実施するためには、測定に熟練している補助者が必要といえる。その意味においても、本学和泉校舎体育館・コンディショニングルームのトレーナーは重要な役割を果たしている。

e. 評価基準は本学学生にとって適切か

本学和泉校舎体育館・コンディショニングルームの体力診断プログラムでは、評価基準として「都立大の標準値」¹⁵⁾が使われている。この評価基準が本学学生の体力を評価するために適切であるかどうかを検討するために、これまで本学において測定されたデータと都立大の標準値とを比較することとした。表2および表3は、本学で実施した測定項目の中で「都立大の標準値」に掲載されている項目について、本学データと「都立大の標準値」を示し、参考資料として平成9年度文部省体力・運動能力調査結果¹⁰⁾を加えたものである。表2は男子で、表3は女子のデータである。また、本学学生の体力が「都立大の標準値」を基準とした場合どの程度の値を示すものかを視覚的にみるため、各テスト項目について「都立大の標準値」を基に本学学生の平均値のTスコアを算出した（図4）。

男子、女子ともに、上体起こし以外は本学学生の平均値は「都立大の標準値」に比べ低い傾向にあった。これらの差は、女子の垂直跳びを除いては、すべて統計的に有意（ $P < 0.05$ または $P < 0.01$ ）であった（図4、表2、および表3）。また、本学データを文部省調査結果と比較しても、本学学生の体力は有意（ $P < 0.05$ または $P < 0.01$ ）に低値を示す傾向がみられた（表2および表3）。

前記のように、本学で使用している体力診断プログラムには基準値として「都立大の標準値」が用いられている。実際に測定された本学データは、「都立大の標準値」に比べ全体的に低値を示す傾向がみられた。このことは、本プログラムでは本学学生の体力が厳しめに評価されている可能性を示唆

明治大学一般学生・体育会所属学生のための体力測定・診断システムの検討

表2 本学男子学生の体力データと都立大標準値および文部省調査結果との比較

	本学データ	都立大標準値	文部省調査結果
握力 (kg)	43.8±6.2 (927)	48.4±7.0**	44.6±6.7** (1678)
背筋力 (kg)	134.8±26.1(655)	142.3±25.0**	137.9±26.1**(1692)
垂直跳び (cm)	60.3±7.4 (654)	61.6±8.3**	60.9±7.7 (1691)
最大酸素摂取量 (ml/kg/m)	43.6±6.7 (863)	48.6±5.6**	
上体起こし (回)	24.8±4.9 (869)	23.2±4.0**	
反復横跳び (得点)	44.8±5.9 (558)	46.7±5.3**	47.0±5.4** (1696)
全身反応時間 (ms)	327±37 (409)	347±37**	
立位体前屈 (cm)	8.1±9.4 (920)	14.0±6.0**	11.2±6.9** (1702)

本学データの最大酸素摂取量は最大下負荷テストによる推定値

都立大標準値：「日本人の体力標準値第四版」¹⁵⁾の19歳男子のデータ

文部省調査結果：「平成9年度体力・運動能力調査報告書」¹⁰⁾の19歳男子のデータ

本学データとの統計的比較

*：P<0.05, **：P<0.01

本学データおよび文部省調査結果の()内は被検者数

表3 本学女子学生の体力データと都立大標準値および文部省調査結果との比較

	本学データ	都立大標準値	文部省調査結果
握力 (kg)	25.7±4.6 (440)	29.8±5.0**	27.7±5.0** (1454)
背筋力 (kg)	78.5±17.9(171)	88.1±18.2**	82.1±19.1* (1486)
垂直跳び (cm)	41.8±5.2 (164)	42.4±6.5	42.1±6.7 (1492)
最大酸素摂取量 (ml/kg/m)	34.8±5.2 (402)	36.8±5.0**	
上体起こし (回)	15.9±4.5 (415)	15.5±4.0*	
全身反応時間 (ms)	357±44 (79)	370±41**	
立位体前屈 (cm)	11.5±8.6 (442)	16.4±5.6**	13.3±6.5** (1495)

本学データの最大酸素摂取量は最大下負荷テストによる推定値

都立大標準値：「日本人の体力標準値第四版」¹⁵⁾の19歳女子のデータ

文部省調査結果：「平成9年度体力・運動能力調査報告書」¹⁰⁾の19歳女子のデータ

本学データとの統計的比較

*：P<0.05, **：P<0.01

本学データおよび文部省調査結果の()内は被検者数

する。このように辛めの評価がなされているとしても、本学学生に体力づくりを啓蒙する上ではむしろ好ましいのではないかと筆者は考えている。

本測定結果では、本学学生の体力は標準よりも低いということであった。このことが事実であるかどうかは、授業の体力測定時において学生の動機づけレベルが最大能力を発揮するのに十分であったかどうか、測定方法そのものに問題がなかったかどうか等についてさらに慎重に検討する必要がある。ただし、現時点では本学学生の体力は低いといわざるを得ない。このような結果は、体育教師がより効果的な授業について検討する上で重要な示唆を与えるのみならず、本学における体育科目の重要性に関する議論の際の貴重な資料の一つとなり得るであろう。

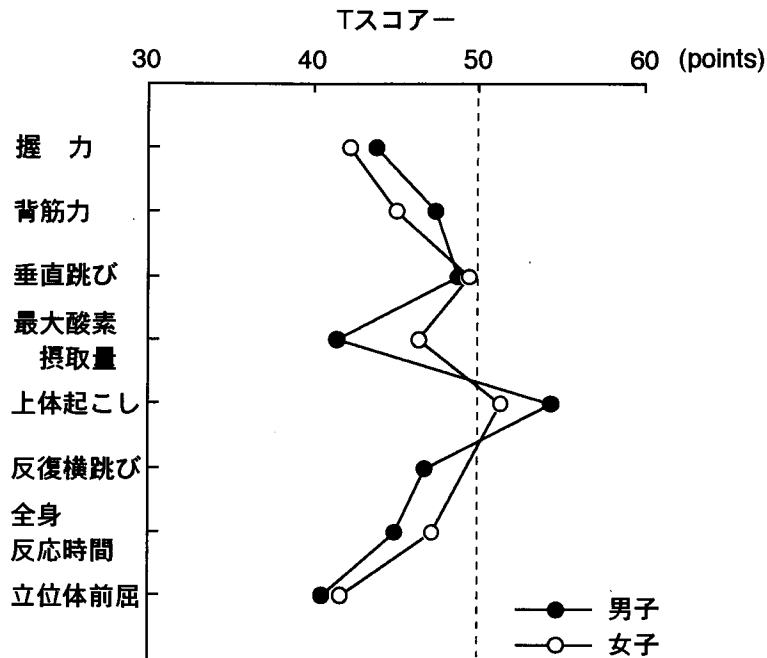


図4 標準値から算出した本学一般学生の体力のTスコアー
標準値には「都立大の標準値」¹⁵⁾を用いた。
女子の反復横跳びについては、測定方法が異なるので示されていない。

f. 測定結果の集計・処理の簡易性

本学で使用している体力診断プログラムは、容易にデータの集計・処理ができるように作成されており、蓄積されたデータから本学学生の体力を比較的簡単に把握することができる。すなわち、マークシートで読み込まれたすべての体力データを、一般に使用されている表計算ソフトで読み込むことが可能なCSV形式のファイルとして保存することができる。

ここでは、体力診断プログラムにより作成されたCSVファイルを表計算ソフトに読み込み、集計・処理した例を紹介する。本学で用いている体力テスト記録票およびマークシートでは、測定結果を記入する欄に加え、生活習慣に関する質問に対する回答欄が設けられている。この生活習慣に関する回答は測定結果とともにCSVファイルの中に納められるようになっており、データを集計・処理することにより比較的容易に生活習慣と体力の関係を調べることができる。表4は、運動に関する質問項目「あなたは日常生活でからだを動かしたり歩きまわったりすることが多いですか」に対する3種類の回答別に体力測定結果を示したものである。機能項目では、敏捷性を示す反復横跳びと全身反応時間を除いては、すべて「多い」、「中程度である」、「少ない」の順で高い値を示している。

その他の質問項目として、健康に関する項目、栄養に関する項目、睡眠に関する項目などを設定した。筆者は、これらの回答と測定された体力との関係を調べることにより、本学における体育・健康教育に有用となる資料を得ることができるのではないかと考えている。

表4 「あなたは日常生活でからだを動かしたり歩きまわったりすることがおおいですか。」の質問項目に対する回答別の体力（男子学生）

	「少ない」	「中程度である」	「多い」
身長 (cm)	172.4±5.2 (245)	172.1±5.5 (267)	172.3±5.2 (91)
体重 (kg)	61.6±8.1 (244)	62.1±7.8 (267)	64.0±9.1 (92)
体脂肪率 (%)	16.2±4.4 (239)	16.5±3.9 (263)	16.7±4.9 (92)
握力 (kg)	43.5±5.9 (246)	44.8±5.9 (267)	45.6±6.8 (93)
背筋力 (kg)	131.3±23.0(243)	136.3±25.3(266)	142.2±30.8(91)
垂直跳び (cm)	59.2±7.2 (243)	60.6±6.9 (266)	61.5±7.3 (89)
最大酸素摂取量 (ml/kg/m)	42.9±6.4 (225)	43.6±5.8 (250)	44.5±6.2 (86)
上体起こし (回)	23.8±4.9 (231)	25.5±4.4 (253)	26.1±5.0 (86)
反復横跳び (得点)	43.9±6.1 (218)	45.7±5.1 (237)	45.1±5.6 (80)
全身反応時間 (ms)	329±38 (164)	324±34 (171)	325±44 (54)
立位体前屈 (cm)	6.5±9.9 (242)	8.2±8.9 (267)	9.5±9.9 (92)

平均値±標準偏差
() 内は被検者数

2. 体育会学生用体力テスト

a. 種目別測定項目の検討

本研究では、スポーツ種目を持久的種目、瞬発的種目、総合的種目の3種類に分類し、各種目群に必要な体力因子を検査し測定項目を決定することとした。種目群、体力因子、測定項目について、表5に示した。ここで、持久的種目のとしては陸上競技長距離、スピードスケート長距離、トライアスロンなど、瞬発的種目としては陸上競技短距離・跳躍・投擲、スピードスケート短距離、相撲など、総合的種目としては野球、サッカー、ラグビー、バスケットボールなどを考えている。

実際の測定の際には、表5を参考として測定担当者と部の指導者が相談し測定項目を選定した。これまでの測定例では、測定にかかる時間の面での負担を少なくすることから、上腕筋力や閉眼片足立ちを測定項目として採用することはほとんどなかった。

表5に示した以外には、各種形態項目についての測定を実施した。形態項目についても機能項目と同様に、測定の際にはそのスポーツ種目にとって必要と思われる項目を測定者と指導者が相談し選択した。

b. 測定の内容・精度の改善

Wingate Anaerobic Test²⁾は、妥当性および信頼性を満たす優れたテストであることが確認されている。また、このテストは国際的にも広く知られ、これまで多くスポーツ選手について測定されてきた実績がある。我が国では、Wingate Anaerobic Testに類似したテストを対話形式で測定することができるパワーマックスV¹⁾が比較的広く普及しており、それをを用いたスポーツ選手の測定結果がよく学会等で報告されている。本学の和泉校舎コンディショニングルームにおいてもパワーマックスVが設置されており、特にスポーツ系の部やサークルに所属している学生が測定やトレーニングに使用している姿をよくみかける。

表5 スポーツ種目群別の重要な体力因子および測定項目

種目群	重要な体力因子	測定項目
持久的種目	全身持久力	実測最大酸素摂取量
	筋持久力	上体起こし 懸垂腕屈伸 腕立て腕屈伸またはディッピング
	柔軟性	体前屈（立位または長座）伏臥上体反らし
	平衡性	閉眼片足立ち
瞬発的種目	筋力	握力 背筋力 大腿筋力 上腕筋力
	瞬発力（筋パワー）	垂直跳び 無酸素パワー（東大方式 ¹⁾ または Wingate 方式 ²⁾ ）
	敏捷性	反復横跳び 全身反応時間
	柔軟性	体前屈（立位または長座）伏臥上体反らし
	平衡性	閉眼片足立ち
総合的種目	筋力	握力 背筋力 大腿筋力
	瞬発力（筋パワー）	垂直跳び 無酸素パワー（東大方式 ¹⁾ または Wingate 方式 ²⁾ ）
	全身持久力	推定最大酸素摂取量
	筋持久力	上体起こし 懸垂腕屈伸 腕立て腕屈伸またはディッピング
	敏捷性	反復横跳び 全身反応時間
	柔軟性	体前屈（立位または長座）伏臥上体反らし
	平衡性	閉眼片足立ち

パワーマックスV¹⁾では、ペダル1回転毎にペダル回転速度を測定し、その結果からパワーを算出するという方法を採用している。短時間の全力自転車運動を行わせ、その時間内のパワーのピーク値を得ようとする場合、時間分解能が高ければより大きなピーク値を得ることになる。パワーマックスVでは、ペダル1回転毎にペダル回転速度を測定するため、時間分解能は刻々変化し、また高速度でペダルを漕ぐことができる被検者では結果的に時間分解能が高まり不当に大きなピークパワーを得ることになる。

本研究では、この問題を解消するために種々の検討を行った結果、1秒毎にペダル回転速度を測定することができるようにパワーマックスVを改造することに成功した。この方法を採用することにより、最大無酸素パワー¹⁾や Wingate Anaerobic Test²⁾の測定精度がより高まるものと考えられる。図3に示したデータは、この改造型パワーマックスVにより得られたものである。この方法では、従来の方法に比べ測定に時間と手間が若干かかることになるが、より高精度の測定がもとめられる場合においては特に有用になる。

また筆者は最近、このような無酸素的な短時間の運動時のパフォーマンスに影響を与え、トレーニング効果を評価する際に重要な情報を与える項目として、高強度自転車運動後の血中乳酸値を測定することを試みている。最近の測定器の進歩により、ポケットサイズの測定器を用いて簡単に血中乳酸を測定することが可能となり、このタイプの乳酸測定器はいくつかのメーカーから販売されている。筆者は、この内の一つを現在使用しているが、この結果については別の機会に報告したい。

明治大学一般学生・体育会所属学生のための体力測定・診断システムの検討

c. 評価基準の作成

体育会学生を対象として測定を実施している項目の中には、CBX-770による等速性筋力の測定やWingate Anaerobic Test²⁾のように、一般的な体力テスト項目には含まれないものがいくつかある。これらの項目については、基準値が公表されておらず、本学で得られたデータをもとに基準値を作成する必要がある。基準値を作成するためには、被検者数が最低数100名から数1000名のデータの蓄積が必要といえる。また、スポーツ選手のための基準値を作成するためには、偏りなく多くのスポーツ種目の選手を対象としたデータが必要となる。本研究では、97年度から98年度にかけて100名を超える体育会学生の測定を実施したが、その中には欠損データもかなりあり、評価基準の作成に十分なデータの蓄積にはいたっていない。今後さらにデータ数を増やし、体育会学生の体力を評価するための基準値の作成に近づくことができればと考えている。

d. 測定結果の学生へのフィードバック

前述のように、一般学生の体力テスト結果を各学生にフィードバックすることは、体力診断システムの利用により極めて容易になった。しかしながら、体育会学生を対象に測定した結果を各学生にフィードバックすることはそれほど簡単ではない。測定された値を評価する際には、その値が専門種目の選手として十分なレベルにあるかどうかを評価するための基準が現在のところないので、これまでに報告された論文のデータと評価担当者の経験を基にするしかない。このような評価は主観的要素が入り込むことから、その担当者は慎重にならざるを得ず、結果として学生に測定結果をフィードバックするまでにかかなりの日数が必要となる。今後、体育会学生のための体力評価基準が作成されたならば、体力診断がかなりの部分自動化され、このような問題は軽減するものと思われる。それまでの間は、測定結果のフィードバックに時間を要するのは避けることができないものと考えている。この点については、中長期的な課題としたい。

文 献

- 1) アメリカスポーツ医学会編, 米本恭三・栗原敏監: 運動処方基礎と実際, pp. 157-166, 廣川書店, 1994.
- 2) Bar-Or, O.: The Wingate Anaerobic Test. An update on methodology, reliability and validity, *Sports Med*, 4: 381-394, 1987.
- 3) Blair, S. N. et al.: Physical fitness and all-cause mortality: a prospective study of healthy men and women, *JAMA*, 262: 2395-2401, 1989.
- 4) Clarke, H. H. 著, 栗本関夫訳: 保健・体育への測定の活用, pp. 172-173, ベースボールマガジン社, 1977.
- 5) 池上晴夫: [新版] 運動処方—理論と実際—, pp. 156-170, 朝倉書店, 1990.
- 6) 池上晴夫: [新版] 運動処方—理論と実際—, pp. 98-106, 朝倉書店, 1990.
- 7) 石黒テルミ, 他: 性別・年齢別にみた推定最高心拍数の75%水準での酸素摂取量 ($VO_2@75\%HR_{max}$), *体育の科学*, 43: 377-383, 1993.
- 8) Kraus, H. et al.: Evaluation of an exercise program for back pain, *Am Fam Physician*, 28(3): 153-158, 1983.
- 9) 文部省体育局: 平成元年度体力・運動能力調査報告書, pp. 240-254, 1990.
- 10) 文部省体育局: 平成9年度体力・運動能力調査報告書, 1998.

- 11) 中村好男：最大無酸素パワーの測定，一般人・スポーツ選手のための体力診断システム（宮下充正編），第4章-3, pp. 67-76, ソニー企業, 1986.
- 12) 中西光雄，他：高齢者用体力テスト項目の検討，都立大体育学研究, 19: 39-48, 1994.
- 13) 桜井真一郎：体力づくり栄養学, pp. 30-42, 第一出版, 1986.
- 14) 塩田徹，他：大学スピード・スケート選手の体力および競技成績に及ぼす陸上トレーニングの効果, CIRCULAR, 59: 195-206, 1998.
- 15) 東京都立大学体育学研究室：日本人の体力標準値第四版, 不昧堂, 1989.

（くわもり・まさすけ 商学部教授）