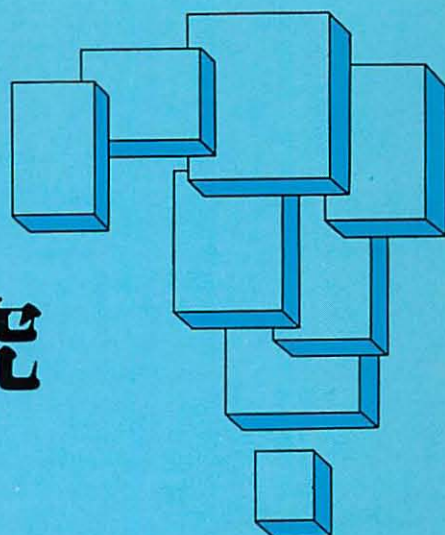


九州体育学研究

第4巻 第1号



〈原 著〉

- 柔道投技における得意技の統計学的構造(2)…………… 青柳 領 …………… 1
—— 習熟過程における構造の変化 ——

心拍数からみた幼児の自由遊び中の運動強度の変化について

- 川原 弘之・青柳 領 …… 11
吉川 和利・佐伯 蓉子
古賀 範雄・黒岩 英子

Body- Sonic を用いたスポーツ選手のストレスコントロール

- 山本 勝昭・磯貝 浩久 …… 25
峯重新二郎・徳島 了

〈資 料〉

- ヒトの最高発汗能の発現に関する文献考察…………… 鳥井 正史 …………… 35
- 幼稚園児の足形態の発育…………… 太田 裕造・太田賀月恵 …… 55
鐘ヶ江淳一

〈学会通信〉

九州体育学研究

Kyushu J. Phys. Educ. Sports

九州体育学会

平成2年3月

「九州体育学研究」寄稿規定

1. 本誌の投稿は、原則として九州体育学会会員に限る。但し、編集委員会が必要と認めた場合には、会員以外にも寄稿を依頼することがある。
2. 投稿内容は、総説・原著論文・研究資料・短報・研究上の問題提起・その他とし、完結したものに限る。
3. 投稿原稿の採択および掲載時期については、編集委員会において決定する。
4. 本誌に掲載された原稿は、原則として返却しない。
5. 総説・原著論文は、原則として1編につき、刷りあがり10ページ(図表・抄録などを含めて400字原稿用紙約30枚、ワードプロセッサ使用の場合は15枚)以内とする。
6. 研究資料・短報・研究上の問題提起・その他は、刷りあがり4ページ(図表などを含めて400字原稿用紙約12枚)以内とする。
7. 規定ページ数を越えた場合については、すべて投稿者負担とする。
8. 原稿の表紙には、題目・著者名・所属機関を明記すること。さらに、総説・原著論文については、英文の題目・著者名・所属機関と抄録(600語以内)を添えること。
9. 提出する原稿は、オリジナルとそのコピーの合計3部とする。また、原稿の表紙の右下には、その論文の内容が主として関係する研究領域を書き、総説・原著論文・研究資料・短報・研究上の問題提起・その他の別を明記する。
10. 原稿は、400字原稿用紙(A4判横書き)に黒インク書きにし、本文はひらがな現代かな使いとし、外国語をかな書きにする場合は、カタカナにする。ワードプロセッサ(24ドット以上)で原稿を作成する場合は、A4版横書き、40桁20行(上下左右の余白は25mm以上、欧文綴りおよび数値は半角)とする。
11. 挿図は、必ず黒インクで墨入れし、図中の文字や数字は、直接印刷できるように鮮明に書く。写真は白黒の鮮明な画面のものとする。
12. 図や表には、必ず通し番号と、タイトルをつけ、1枚づつ原稿用紙に貼り、本文とは別に番号順に一括する。図表の挿入箇所は、本原稿の欄外に、赤インクでそれぞれの番号によって指示する。
13. 引用文献は、本文の最後に著者名のABC順に一括し、雑誌の場合には、著者・題目・雑誌名・巻号・ページ・西暦年号の順とし、単行本の場合には、著者・書名・版数・発行所・西暦年号・ページの順に記載する。
14. 掲載論文の別刷りを希望する者は、著者校正のときに、その必要部数をゲラ刷りの表題のページに明記する。但し、この場合の実費は全額投稿者負担とする。
15. 英文原稿については、特に下記の要領による。
 - a) 原稿は、英文とし、縦長A4判の不透明なタイプ用紙(レターヘッド等のあるものを除く)に、通常の字体を使い、ダブルスペースでタイプ書きにするが、写真図版にある文字についてはこの限りではない。また図表説明のスペースはシングルとする。
 - b) 用紙の上端、下端および左端は約3センチ、右端は約2.5センチ余白を置き、ほぼ27行にわたって書く、ページ番号は、下端余白中央に書く。
 - c) 原稿は原則として、1編につき、図表・抄録を含めて刷りあがり10ページ以内とする。(刷りあがり1ページは、約600語である。)但し、このページ数を越えた場合には、その費用の総てを投稿者が負担する。
 - d) 原稿には必ず別紙として、和文による題目・著者名・所属機関および抄録(800字以内)を添える。
 - e) その他、上記規定 9, 11, 12, 13, 14 と同じ。
16. その他原稿作成の詳細については、日本体育学会体育学研究寄稿の手引き(第27巻第1号)に準ずる。
17. 投稿は、九州体育学会事務局に送付する。

「九州体育学研究」編集規定

1. 「九州体育学研究」(以下本誌)は、九州体育学会の機関紙であり、原則として年1回刊行する。
2. 本誌の内容は、投稿による「体育学の領域における総説・原著論文・研究資料・短報など」の他に「学会活動報告や広報など」とする。
3. 総説・原著論文は、原則として1編につき、刷りあがり10ページ(図表・抄録などを含めた400字原稿用紙約30枚)以内とする。
4. 研究資料・短報などについては、刷りあがり4ページ以内とする。
5. 本誌の編集および刊行に関する事務を行うために編集委員会を設ける。
6. 編集委員は若干名とし、学会会長が委嘱する。
7. 本誌への投稿は、原則として九州体育学会会員にかぎる。但し、編集委員会が必要と認める場合には、会員以外にも寄稿を依頼することがある。
8. 編集委員会は、原稿の採択および掲載の時期を決定する。
9. 投稿原稿の校正は、初校のみ投稿者が行い、以後は編集委員会の責任とする。
10. 本誌の掲載内容の決定および変更については編集委員会において協議して決定する。

付則：この規定は、昭和61年10月29日から適用する。

柔道投技における得意技の統計学的構造(2)

— 習熟過程における構造の変化 —

青 柳 領 (福岡大学)

(平成元年 8 月 28 日 受付, 平成 2 年 2 月 24 日 受理)

The statistical structure of preferential techniques with
the throwing techniques of Judo : the changes in the structure
during the process of mastery

Osamu Aoyagi¹⁾

Abstract

Based upon the results made by Aoyagi et al (1988) who went over the possibility of learning the structure of preferential techniques with throwing techniques of Judo, further studies of the difference and the similarity in the structure were made by extending the subjects to the university student Judo players' group and the high school Judo players' group in the fields of convergence and clearness. As a result, the following conclusions were obtained:

- (1) As for the structure of each group, we had a relatively close structural similarity between the national team group and the university students' group, and a considerable structural difference between the high school students' group and the university students' group. From this fact, we suppose the change in the structure is greater in the early stage of mastering the skill and then gradually stabilizes.
- (2) By obtaining the correlation ratio against the change in the number of clusters in order to describe the differentiation of the structure from a against the change in the number of clusters, it was discovered that in most cases, the convergence of the national team group was bigger and that of the high school students' group was smallest.
- (3) By obtaining the correlation ratio from its hypothetical classification in order to describe the differentiation of the structure from a "clearness" point of view, it was discovered that in most cases both the national team group and the university students' group showed a significant correlation ratio, while high school students' group did not show any.

(Osamu Aoyagi, "The statistical structure of preferential techniques with the throwing techniques of Judo : the changes in the structure during the process of mastery" *Kyusyu J. phys. Educ. Sports*, 4-1: 1-9, March, 1990)

1 Faculty of Physical Education, Fukuoka University, Nanakuma, Jyounan-ku 8-19-1, Fukuoka Japan
(814-01)

緒 言

柔道投技における得意技とは「究極的には試合・練習中に効果のある技」と考えることが多く、⁴⁾¹³⁾¹⁴⁾¹⁶⁾²²⁾本研究でもその様に「得意技」を定義した場合、その習熟過程において個人の得意技は変化する。なぜなら数十にのぼる投技の技術を全て当初から練習する機会をもつことは、技の難易度もあり現実的に不可能であり、少数の投技の中から得意技を試行錯誤的に決定して行くのが普通である。したがって真の自分に適した得意技を決定するには相当量の時間が必要となる。その過程で得意技は変化する。

又、試合・練習中に相手を投げられるかどうかは、相手の技量・競技力との相対的關係で決まる。したがって相手の技量・競技力が低ければ、真の自分に適した得意技でなくても相手を投げられることになるが、相手の技量・競技力が高くなればさらに適切な得意技の選択決定を迫られることになる。さらに習熟過程においては自分の技量・競技力も変化することを考えれば、相手との相対的關係はより複雑となり、その過程で得意技は変化する。

つまりこのように柔道投技(運動技術)を得意技(運動技能)として個人が習得する過程においては、その技能としての得意技の特性も又変換することが容易に推測される。

さて、ある選手が同時に2つの投技を得意技としていたとすると、本来別々の技術である投技が、技能として同一に修得・内面化されうる過程において、その選手の修得可能性という観点からはこの2つの投技は類似していると考えることができる。このような関係が他の選手についても適用できるとすれば一般的傾向として、2つの投技のうち一方を得意技としている者は他方も得意技として修得する可能性を持っていると考えることができる。青柳ら²⁾はこのような観点から得意技の類似性を定義し、手技、足技、腰技、真捨身技、横捨身技といった従来の柔道投技の分類とは別に各個人の修得可能性としての柔道投技の統計学的構

造及び分類を強化選手を対象に検討した。

今回はその結果をふまえ、互いに習熟過程の水準に差のある得意技の統計学的構造を求め、その差を検討するのが目的である。本研究で得られた結果はその習熟過程を考慮しつつ、選手に最も適した投技を得意技として処方する基礎資料を与えるであろうと考えられる。

研究方法

(1) 資料

対象になったのはC県下の高校生102名、東京及びその近県の大学生105名及び国際試合強化選手97名である。これらは互いに競技成績・経験年数ともに有意な差があり、グループ間の差異は習熟程度を反映していると考えられる。

アンケート調査は上記の者を対象に「自分の得意技を5つ以内記せ」という自由記述形式で回答を得た。分析の対象になった技は得意技として選択される頻度が多かった[A]大内刈[B]小内刈[C]背負投[D]大外刈[E]内股[F]体落[G]小外刈(小外掛を含む)[H]一本背負投の計8技である。以上8つの技以外の技は、得意技として選んでいる者がいない、あるいは少ないので分析の対象とはしなかった。

(2) 分析方法

(1)で得られた資料をもとに、同一選手が得意技として挙げた技のすべての2つの組み合わせの頻度をもって類似性係数(行列)と考えた。この類似性係数は比率・間隔尺度ではないので、非計量的多次元尺度構成法(nonmetric Multi-dimensional Scaling, M-D-S C A L)¹⁵⁾¹⁸⁾²⁰⁾²¹⁾を用いて、各得意技の類似関係を表現する布置を求めた。

M-D-S C A Lは求めるべき布置行列Xをストレスと呼ばれる次の量

$$\text{STRESS} = \{ \sum (d_{ij} - d_{ij}')^2 / \sum d_{ij}'^2 \}^{1/2}$$

を最小化するXを探すために最急降下法を繰り返して用いる方法である。ここで d_{ij} は得意技 i, j 間の距離(Xから求められる)、 d_{ij}' は非類似性データと単調関係を保ちながら一方では d_{ij} と最小二

乗の関係をもつ量である。そして、このストレスは求められた解の適合度を示す（適合の悪さを示す）指標としての意味も持つ。

実際には極小値に収束してしまう危険を防ぐために、初期値を20回変えて計算し、その中でストレスが最小になった布置を採用した。

（3）構造比較の概念

構造を比較する際しばしば用いられる概念として「分化」がある。しかし、この概念は研究者により多少異なって用いられているのが現状である。この概念を整理した青柳¹⁾の報告では、分化は2つの概念に分類でき、一方は未分化に対する「広義の分化」であり、他方は統合に対する「狭義の分化」である。これらは各々、別々の構造間を記述する場合と、階層的構造の形状を説明する場合にも用いられる。

又、市村⁶⁾は「本来能力は個人に固有であり、その変化の記述（説明）概念である分化も個人に対して適用すべきで、集団を対象に抽出された統計学的構造（因子構造等々）の記述には不適切である」と述べている。この点については「構造的分化」¹⁰⁾¹¹⁾¹⁸⁾という語によって使い分けられている場合があるが、市村⁶⁾は「集約度」「単純度」「明晰度」という新しい概念を用いて因子構造の変化を記述している。同様な立場から青柳¹⁾は「単純化」「特殊化」「融合」を用いて多次元尺度構成法によって用いられた構造変化を記述している。

本研究では上記の研究結果と、本研究で得られた構造の特性とをふまえ、次ぎの2つの観点から構造変化を記述することにする。

- 1) 凝集性：ただ単純に特定の得意技がグルーピングされ、その程度が大であるか
- 2) 明晰性：特定の仮説的分類に対して、この分類に包含される得意技がグルーピングされ、その程度が大であるか

上記の点に関して、凝集性は構造（空間）上でグルーピングされ、その程度が大であることはそれらの得意技に共通した特性（要因）が存在し、かつ

その影響がより大であることを示すものである。明晰性はこの点に加えて、その凝集性が一定の仮説に対してより意味のあるものかを検討するものである。

（4）凝集性・明晰性の数学的表現

凝集性・明晰性の程度は、グループの級内分散が小で級間分散が大である方がより明確と考える方が妥当である。この程度を測る指標としては相関比⁹⁾の考えを採用できる。相関比は本来一次元尺度で測られる数値に対して用いられるが、これを2次元に拡張すると次の様になる。

$$\eta^2 = \frac{\sum_k \{n_k X_{kj} (X_{kj} - X_{.j})^2\}}{\sum_j (X_{.j} - X_{..})^2}$$

X_{ij} ：得意技 i の j 次元の布置

$X_{.j}$ ： j 次元の全得意技のセントロイド

X_{kj} ： j 次元の k グループのセントロイド

n_k ： k グループに包含される得意技の数

これは変数のウェイトを全て1と考えた重相関比と等しくなる。

結果及び考察

（1）各習熟過程における得意技の構造

適合度とはあてはまりの悪さを示している。したがって数字が大きくなればなるほど、あてはまりが良くないことを示している。青柳²⁾の報告した強化選手の構造では、1次元解から5次元解までの適合度、つまりストレスの変化を検討した結果、増分妥当性という観点から2次元解が適切であるという結論に達した。今回は構造の比較という観点から、他のグループも2次元解に統一して論理を展開することにする。図1は各グループにおける適合度を示している。つまり、各グループの2次元解は、先に求められた強化選手群では適合度が13.6%だったのに対し大学生群で16.85%、高校生群では29.11%であった。これは習熟の水準が下がるにつれて適合度が悪く、すべての類似性の関係を表現するにはより多くの次元が必要となっていることを意味している。しかし、この点については「習熟の水準が低いちはより

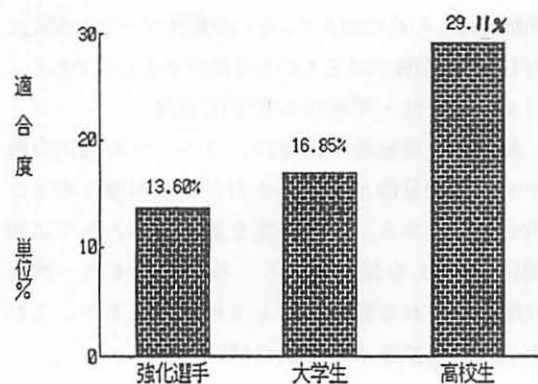


図1 各グループの構造の適合度

多くの要因によって構造が構成されている」と考えるよりも、用いられる得意技数（刺激数）と次元数から判断すれば、「組織的な類似関係が少なく、構造を規定している要因が明確化していない」と考える方が妥当であろう。

図2は青柳ら²⁾が報告した強化選手を対象に求められた構造で、先に述べた方法で類似性行列を

2次元空間に要約したものである。したがって、ここで2つの技間の距離が短ければ短い程、多くの者が同時に得意技としており、2つの技は何らかの共通した特性をもっていることを意味している。反対に2つの技間の距離が遠ければ遠い程、2つの技を得意としている者が少なく、2つの技は互いに異なる特性を持っていることを意味している。同様に図3は大学生を対象に求められた構造で、図4は高校生を対象に求められた構造である。

青柳らによって報告された強化選手群の構造からは（一本背負投、背負投、体落）（大内刈、小内刈）（内股、大外刈）（小外刈）の4つのクラスターに分類できた。この点から他のグループと比較すると、大学生群とは、（小外刈）が比較的他の技と遠くに位置している点、（内股、大外刈）（大内刈、小内刈）が互いに接近している点等はかなり類似している。しかし、（一本背負投、背負投、体落）は第2軸方向に遠く位置し、クラスタリングされることを困難にしており、（内股、大外刈）（大内刈、小内刈）もその級内分散はかなり大であるといえる。

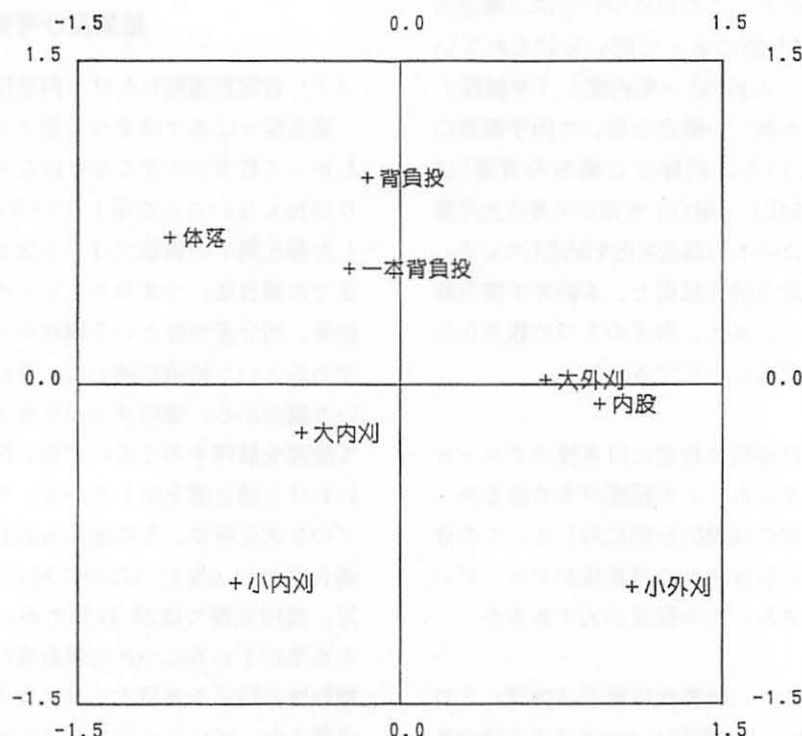


図2 強化選手の得意技の構造

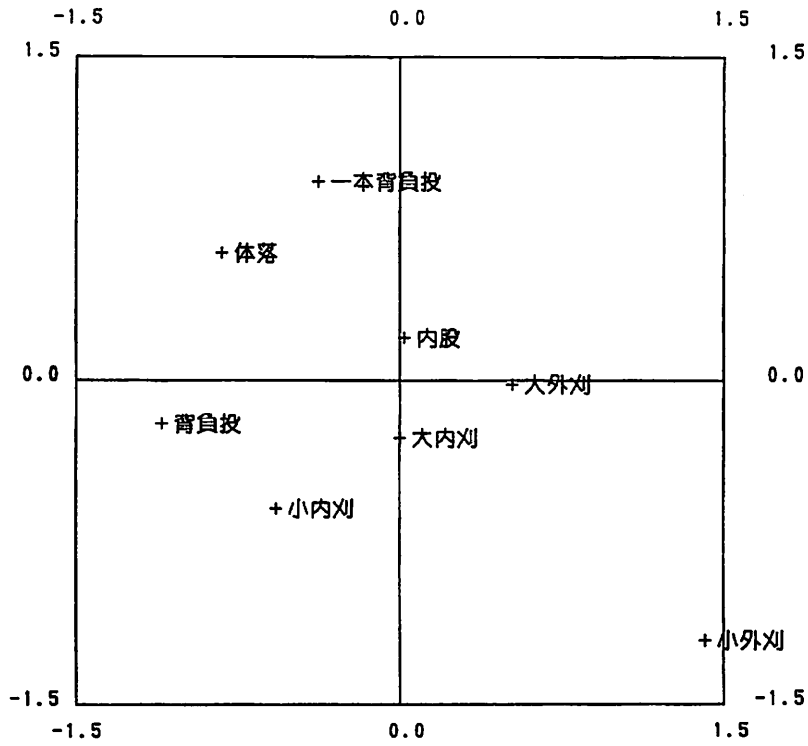


図3 大学柔道選手の得意技の構造

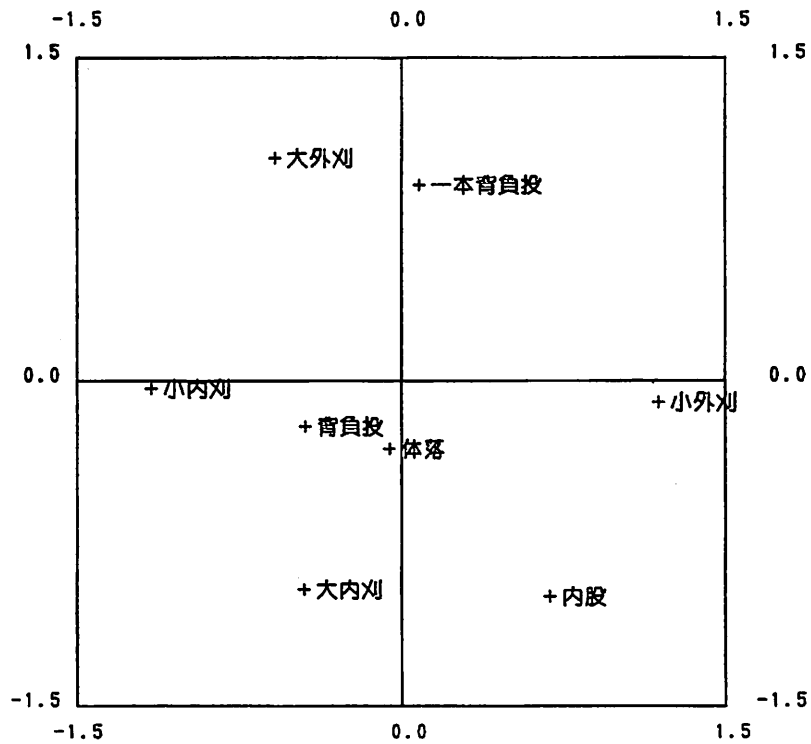


図4 高校柔道選手の得意技の構造

又、高校生群となるとかなりその布置は他群と異なっているといえる。例えば（大外刈、内股）は全く正反対の位置関係を取り、（一本背負投）と（背負投、体落）は全く別のクラスターを構成している。さらに小外刈も他の技とそれ程特殊な位置関係を示さない。又、その布置全体も互いが各々同程度の距離をとる位置関係にあり、特定の集約はみられない。

さらに構造の類似性を対応する得意技間の距離の相関係数〔注1〕によって求めてみると（強化選手－大学生）は0.469、（強化選手－高校生）は0.017、（大学生－高校生）は0.093であった。つまり、強化選手と大学生は比較的構造が似ているのに対して、高校生のみが他群に比べてかなり異なった構造であることがいえる。つまり、習熟過程の比較的初期の段階は得意技の変化が頻繁に行なわれ、各得意技の持つ特性が安定しておらず、習熟が進むにつれて各得意技の持つ特性が安定していくことが予想されるが、その過程は必ずしも一定の比率で進むのではなく、比較的早い時期の方が急激であるといえる。

（2）構造的分化の検討

次いで先に述べた凝集性と明晰性という概念を用いて構造的分化について検討する。まず、単純に構造上にどの程度の集約があるかを評価する「凝集性」は具体的には階層的クラスター分析を行ない、対応するクラスター数での各構造の相関比を比較することによって評価することにする。この際、クラスター分析は相関比を最大にするという基準でクラスタリングを行なうウォード法を用いた。表1はその際の相関比の値を、図6はその値の変化を図示したものである。この図からわかるように、クラスター数7の際、大学生群と高校生群の相関比の大小が逆になることを除けば常に強化選手>大学生群>高校生群となり、凝集性という観点からは最も強化選手群が分化した構造を示し、高校生群が最も未分化な構造であるといえる。構造上に凝集性があるということは特定の集約（クラスター）に共通した特性がより明確化し、構造を規定していることを意味するものである。

表1 各構造のラクスター数による相関比の変化

クラスターの数	強化選手	大学生	高校生
7	0.989	0.979	0.981
6	0.974	0.951	0.925
5	0.928	0.927	0.880
4	0.861	0.851	0.803
3	0.713	0.698	0.674
2	0.499	0.446	0.393

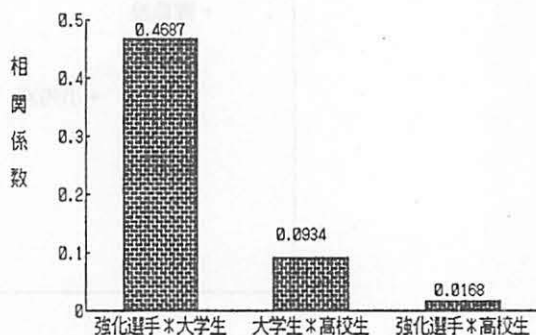


図5 各グループの構造間の相関係数

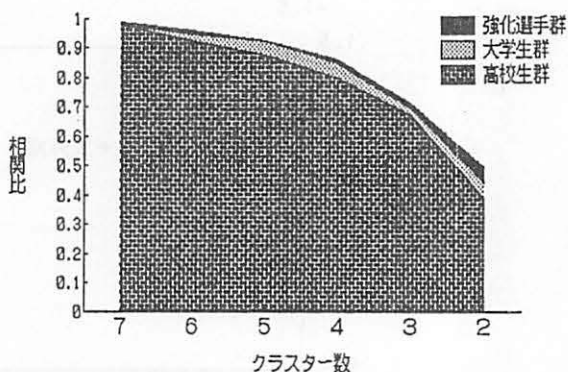


図6 クラスター数の変化に対する凝集性

さて、次いで明晰性という点からの構造的分化は、伝統的投技の分類法や先験的知識による分類法に基づいた仮説との比較から検討する。まず、最も一般的な投技の分類は（手技、足技、腰技、真捨身技、横捨身技）という分類法¹²⁾であるといえる。今回用いられた技は全て、手技と足技のみであったが、この2群に対して集約がみられるかを相関比によって求めた結果強化選手群0.615、

大学生群0.515、高校生群0.153となり習熟段階に対応して大となった。

又、講道館は明治28年に投技指導の要目として五教の技を制定した¹²⁾。これは第一教から第五教より構成され、修得が容易な技から比較的修得するのに時間が必要なものを分けたものである。本研究の場合、全て第一教と第二教に含まれてしまい、第三教以上の技は修得技としては選ばれていなかった。この2群に対して集約がみられるかを相関比によって求めた結果強化選手0.116、大学生群0.056、高校生群0.129となり、値自体は低い高校生群の方が最も高かった。

大滝¹⁷⁾は五教の技を中心に各技の名称が、[1]力の働き[2]身体の部位の名称[3]動作する方向[4]技の形式[5]技の気分の5つが適宜に組み合わさっていることに注目している。例えば、[1]力の働きについては払(うちはらう)、釣(おびきだす)、支(つかいする)、跳(はねる・とばす)等であり、[2]身体の部位の名称については足、腰、肩、膝、体、股、背の7つのカテゴリーを見出している。又、[3]動作する方向については後、横、裏、隅、内、外、出の7つであり、[4]技の形式については車、大、小、俵、巴、谷、帯、嵐の8つのカテゴリーを見出している。今回は上記のうち[1]力の働き[2]身体の部位の名称[3]動作する方向[4]技の形式の各々の分類法を仮説として、そのグループに対して集約がみられるか相関比によって求めた。結果、強化選手群、大学生群、高校生群は各々「力の働き」に関しては0.737、0.573、0.205であり、「身体の部位」に関しては0.961、0.730、0.779、「方向」に関しては0.411、0.521、0.303、そして「形状」に関しては0.150、0.203、0.060であった。つまり、「力の働き」に関しては習熟段階に対応した明晰性を示したが、「方向」「形状」に関しては強化選手群よりも大学生群の方が高い明晰性を示した。又、「身体の部位」に関しては強化選手が最も高かったが、大学生群よりも高校生群の方が高い明晰性を示した。

浅見³⁾は得意技と体力との関連を検討するにあ

たり、投技を次の3つのグループ(系)に分類している。つまり、(1)一本足前方系(内股、払腰、跳腰等)、(2)一本足後方系(大外刈、大内刈、小内刈等)、(3)二本足系(背負投、体落、釣込腰、大腰等)である。この分類法は何本足で立っているか、そして前方へ投げるか、後方へ投げるかといった運動パターンからみた分類法といえる。この3群に対して集約がみられるか否かを検討するために相関比を求めた結果、強化選手群0.508、大学生群0.517、高校生群0.160となった。つまり、強化選手群、大学生群ともに高校生群よりもかなり大であるが、大学生群の方が強化選手群よりも大である。

五十嵐ら⁷⁾⁸⁾⁹⁾は得意技の調査と平行して、選手に体力テストを実施し、各得意技別に体力プロフィールを描き、同傾向を示す得意技群を4つのグループにまとめている。つまり、第一群は「背負投、体落、一本背負投」、第二群は「内股、跳腰」、第三群は「大外刈、跳腰、釣込腰」、第四群は「大内刈、小内刈、送足払」である。これは体力と関連づけて分類したものと考えられる。この4群に対して集約がみられるか相関比を求めた結果、強化選手群が0.555、大学生群が0.585、高校生群が0.393であった。この結果は浅見³⁾による分類に対する結果とよく似ている。

以上、明晰度に関する結果をまとめて表示したのが表2である。この表から有意な相関比を示すのは強化選手、大学生群に多く、高校生群はほとんど有意とはならないことがわかる。

結 論

柔道投技における得意技の構造を修得可能性という観点から検討した青柳ら(1988)の研究結果を踏まえ、さらに対象を大学生群と高校生群に展開し、3群間の構造の差異を検討した。結果、次のような結論を得た。

- (1) 各群間の構造に関しては強化選手群と大学生群間に比較的類似性が高く、高校生群と他群にはかなり構造的差異がみられた。このことから構造の変化は習熟過程の初期の段階に

表2 各化説的分類に対する明晰性

分類方法	強化選手	大学生	高校生
従来の分類方法 (手・足技)	0.784※	0.718※	0.391
五教の技の分類方法 (第一教、第二教)	0.341	0.237	0.359
力の働きによる分類 (刈・落・になり)	0.858※	0.757※	0.452
身体部位による分類 (体・股・背)	0.980※	0.854※	0.883※
方向による分類 (内・外)	0.641※	0.722※	0.550
形状による分類 (大・小)	0.387	0.451	0.245
浅見による分類 (一本足前方・一本足後方・二本足系)	0.713※	0.719※	0.400
五十嵐による分類 (背負投等・内股等・大外刈等・大内刈等)	0.745※	0.765※	0.627

(注) * $p < 0.05$

大きく、習熟に連れて次第に安定していくことが推測される。

(2) 構造的分化を凝集性という観点から記述するためにクラスターの数を変化させ、相関比を求めると、そのほとんどで強化選手が最も凝集しており、高校生群が最も凝集していなかった。

(3) さらに構造的分化を、伝統的分類法や先験的知識による分類法に基づいた仮説との比較(明晰性)から検討すると、強化選手群と大学生群が有意な相関比を示したが、高校生群は有意とはならず、その構造が未分化であることがわかった。

本研究は全日本柔道連盟強化委員会科学研究部の協力のもとで行なわれた。

(注1) この相関係数は構造の軸の回転に対して常に不変であるという長所がある。

補遺 軸の解釈について

因子分析法を用いた因子分析的研究はそのほとんどが(軸の)解釈を行なっている。しかし、その点について本研究では言及しない。その理由は次の通りである。

因子構造の変化を記述する研究の立場としては変量のクラスタリングから解釈を行ない、その内容の変化から因子(変量のクラスタリングによる共通した特性)の変化を記述しようとする質的記述の立場と、その変化を計量的に指数化し、その指数の変化から因子構造の変化を記述しようとする量的記述の立場に分けられる。前者の立場を貫く場合はその変量のクラスタリングが体育(科)学的に意味のあることが大前提となる。そうでなければ解釈された内容は意味のない、単なるこじつけになってしまう危険性を持つ。現実問題として、解釈するのに苦勞する場合は研究者の無知よりもそのような理由によるものであらうと考えられる。その点本研究は「意味のある構造はあくまでも分化が完成された状態にある強化選手群」と仮定し、未分化な(意味のあるクラスタリングがまた得られていない)他群の解釈を無理にしない立場をとった。この方が本研究の目的を達成する上でよりスマートな方法論であらうと考えられたからである。また、この方法論そのものも他の研究に対して1つのオリジナリティーであらうとも考えられる。

引用・参考文献

- 1) 青柳領, 幼児の運動能力構造の加齢に伴う変化, 未発表博士論文, 筑波大学, 1983.
- 2) 青柳領・梶山彦三郎・竹内善徳・中村良三・小侯幸嗣「柔道投技における得意技の統計学的構造」体育学研究, 32-4:241-48, 1988.

- 3) 浅見高明「柔道における技術的特性の科学的
解明」武道学研究, 11-2:112-13, 1978.
- 4) 羽川伍郎「柔道得意技の指導に関する考察」
武道学研究, 2-2:35-40, 1970.
- 5) 肥田野直・瀬谷正敏・大川信明, 心理教育統
計学, 倍風館, 1961. pp. 162-63.
- 6) 市村操一, 発達に伴う運動能力構造の変化,
未発表博士論文, 筑波大学, 1981.
- 7) 五十嵐敬一・金芳保之「柔道の得意技に関す
る研究 その1 得意技の因子について」体育
学研究, 10-1:88, 1965.
- 8) 五十嵐敬一・金芳保之「柔道の得意技に関す
る研究 その2 得意技と運動能力及び行動特
性について」体育学研究, 11-2:275, 1966.
- 9) 五十嵐敬一・金芳保之「柔道の得意技に関す
る研究 その3 得意技と精神特性について」
体育学研究, 11-5:220, 1966.
- 10) 猪又公宏・佐貫春世・岩崎洋子「幼児の運動
能力構造に関する因子分析的研究(3)——6
歳児を対象に——」体育学研究, 15-5:49, 1970.
- 11) 岩崎洋子・佐貫春世・猪又公宏「幼児の運動
能力構造に関する因子分析的研究(1)——4
歳児を対象に——」体育学研究, 15-5:48,
1970.
- 12) 松本芳三, 現代スポーツ全集, 柔道のコーチ
ング, 大修館書店, 1975. pp. 155-58.
- 13) 村瀬智彦・出村慎一・徳田喜平・勝木豊成
「柔道投技における得意技と体格及び階級との
関係」北陸体育学会紀要, 24:31-35, 1987.
- 14) 檜木豊秀・平沼正治・松永郁男「柔道におけ
る体格と技の指導について」武道学研究,
16-1:156-57, 1984.
- 15) 西里静彦, 応用心理尺度構成法, 誠信書房,
1975. pp. 221-30.
- 16) 尾形敬史・根本進「柔道における得意技(投
技)の研究」茨城大学教育学部紀要,
27:71-96, 1978.
- 17) 大滝忠夫, 柔道十講(上), 不昧堂出版,
1959. pp. 76-83.
- 18) 斉藤堯幸, 多次元尺度構成法, 朝倉書店,
1980. pp. 72-86.
- 19) 佐貫春世・岩崎洋子・猪又公宏「幼児の運動
能力構造に関する因子分析的研究(2)——5
歳児を対象に——」体育学研究, 15-5:49, 1970.
- 20) 高根芳雄, 多次元尺度法, 東京大学出版社,
1980. pp. 94-107.
- 21) 柳井晴夫・高根芳雄, 現代人の統計2, 多変
量解析法, 朝倉書店, 1977. pp. 142-50.
- 22) 吉岡剛・青柳領・菅波盛雄・武内政幸・上口
孝文・大崎日出夫・飯田顕男「柔道選手の得意
技と体力の構造との関連について」武道学研究,
16-1:146-47, 1984.

心拍数からみた幼児の自由遊び中の 運動強度の変化について

川 原 弘 之 (福岡県社会保育短期大学)

青 柳 領 (福岡大学)

吉 川 和 利 (広島県立大学)

佐 伯 蓉 子 (筑紫女学園短期大学)

古 賀 範 雄 (中村学園大学)

黒 岩 英 子 (西南女学院短期大学)

(平成元年 8 月 28 日 受付, 平成 2 年 2 月 24 日 受理)

A study on the measurement of the Change of Motor intensity
during free playing of pre-school children

Hiroyuki Kawahara¹⁾

Osamu Aoyagi²⁾

Kazutoshi Kikkawa³⁾

Youko Saiki⁴⁾

Norio Koga⁵⁾

Eiko Kuroiwa⁶⁾

Abstract

The purpose of this study was to investigate the change of motor intensity during free playing of pre-school children from a statistical point of view.

The subjects consisted of 27 boys and 26 girls of the ages of four to six.

Their heart rate during free playing was measured, and the results were as follows.

- 1) There was no systematic tendency observed in the pooled heart rate curves. The heart rate curves had the constant average and variability.
- 2) The five-minute periodicity in the motor intensity curves was found, since the auto-correlation coefficient became significant every five minutes.
- 3) From the factor analysis, by which factors as "level of motor intensity", "Variability", "Major periodicity" and "Minor periodicity" were derived, in terms of which the change of motore intensity during free playing was determined.

1) *Fukuoka Junior College of Socical Work and Child Education, 4395Ita, Tagawa-shi, Fukuoka (825), Japan*

2) *Fukuoka University, 8-19-1 Nanakuma, Jyonan-ku, Fukuoka-shi, Fukuoka(814), Japan*

3) *Hiroshima Prefectural University, Nanatsuka, Shobara-shi, Hiroshima(727), Japan*

4) *Chikushi Jyogakuen Junior College, 3467-15 Ishiana, Dazaifu-shi, Fukuoka(818-01), Japan*

5) *5 Nakamura Gakuen College, 5-7-1 Befu, Jyonan-ku, Fukuoka-shi, Fukuoka(814), Japan*

6) *6 Seinan Jyogakuen Junior College, 1-3-2 Ibori, Kokurakita-ku, Kitakyushu-shi Fukuoka(803), Japan*

4) Individual motor intensity curves were classified so as to cluster according to the results of the factor analysis, and the typical samples was shown.

(Hiroyuki Kawahara, Osamu Aoyagi, Kazutoshi Kikkawa, Youko Saiki, Norio Koga, Eiko Kuroiwa, "A study on the measurement of the Change of Motor intensity during free playing of pre-school children" Kyusyu J. phys. Educ. Sport, 4-1 : 11-23, March, 1990)"

緒 言

幼児の運動能力の発達には様々な要因が相互に関連していると考えられるが、その中でも幼児自身の運動遊び(運動経験)は重要な要因の1つであろう。幼稚園(保育園)の運動遊びはカリキュラムのある「設定保育」と幼児の自主性に委ねた「自由遊び」に分けて考えることができる。幼児は、1日の生活の中で5～8時間を幼稚園や保育園で生活をしていることが多く、なかでも、毎日繰り返される自由遊びにおいて、活発な幼児と不活発な幼児の総運動量にはかなり大きな差ができるものと思われる。特に、1日のうちで好きな仲間と好きな遊具を使って自由に遊ぶことができる自由遊び時間は、幼児の運動量を大きく左右するものであり、身体発育や運動能力の発達の上からも極めて重要な意義があると思われる。したがって、自由遊びであっても指導者が全く無関心であることは許されず、その範囲内でより望ましい運動量・運動内容を処方すべく間接的指導が必要である。

幼児の自由遊びや運動遊びについて、どの程度の身体活動を行なっているかを、行動観察と同時併行的に心拍反応をとらえ、その時の心拍変動や心拍レベル別の時間比などから活動中の運動量や運動強度を検討した文献が数多くみられる。

³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁹⁾近年、幼児の園生活や運動遊びについて、テレメーターや心拍メモリ装置・ペドメーター等を利用して、身体活動中の心拍数や歩数を手かりに運動強度や運動至適量を検討しようとする試みがなされている。このことは、心拍数が運動強度を反映して増減する生体負担度の指標であり、^{3)酸素摂取水準との相関が高く¹¹⁾¹²⁾¹³⁾、生理的運動強度として身体活動量の一定の指標になり得ることによるものと思われる。}

これらの先行研究によれば、幼稚園・保育園での園生活や自由遊びの中の心拍数は、おおむね100～130拍/分であったと報告されている。³⁾⁵⁾ただし、屋外での運動遊びを中心とした自由遊びでは130～150拍/分を示していたとの報告もみられる。¹¹⁾又、各種の運動遊び中の運動量(強度)についても、体育科学センター調整力専門委員会、カリキュラム作成小委員会による運動量の評価や、宮丸¹²⁾らの運動プログラム別の運動量の検討などから、運動内容別の運動量や相対的な運動強度などが明らかにされている。これらの報告からも明らかなように、一般的に鬼ごっこやリレーなどの走り回る遊びやボール遊び、固定遊具遊びなどは比較的运动量が多く、かごめ・かごめや砂場遊びなどは運動量の少ない遊びと考えられるなど、運動遊びの内容によっては運動量にかなりの差があるものと思われる。この点について、幼稚園児の自由遊び中の活発な幼児と、不活発な幼児の活動量には大きな個人差があるという報告もみられる⁹⁾が、勝部⁴⁾は幼児の運動はそれが同一種目であっても、実施の仕方によって強度が著しく異なることがあると述べている。又、宮丸¹²⁾らも運動プログラム間で心拍数の変動範囲にはかなりの違いがみられ、同一プログラムにおける変動範囲に著しい性差が認められると述べ、男・女の技能水準の違いや、運動遊びに対する積極さなど幼児の主体的条件や特性に起因して運動量の性差が生じるものと思われると述べている。さらに、松浦¹⁰⁾は運動能力に対する日常の運動習慣の相対的関連度について、男子では「活発な運動を好んでよくする」幼児が運動能力で高いスコアを示し、すべての年齢段階で他群より運動能力が優れていると述べている。つまり、これは本研究で問題としている運動量と同義であり、運動量と運動能力の関係を

示唆していることになる。

したがって、幼児期の遊びは、遊びの内容によって活動の仕方やそのパターンが異なり運動量や運動強度に違いがでてくるだけでなく、性差や個人の運動能力あるいは運動遊びに対する興味・関心の度合いによっても運動パターンや運動量に差異が生じるものと考えられる。

よって、本研究では自由遊びにおける至適運動量を検討する上で必要な自由遊び中の運動量(強度)を心拍数から推定し、自由遊び中でどのように運動強度が変化するか、その一般的傾向と個人差について検討する。特に、今回の研究では遊び内容による心拍数の変化というよりも、運動強度による心拍変動に焦点をあてて検討した。〔注1〕換言すれば、心拍変動の仕方によって、どのような活動のリズムや運動のパターンが考えられるかを運動強度の水準、運動強度のバラツキ、運動強度のリズムといった観点から検討を試みた。

研究方法

1. 対象及び心拍数の測定

(1)被験者及び測定時期

被験者はI市内S幼稚園の4・5歳男児26名、女児27名、計53名を対象とした測定は昭和61年5月～6月にかけて行なわれた。

(2)測定内容と方法

ア) 自由遊び時間中の心拍数の測定

測定は竹井機器工業社製携帯用心拍メモリー装置(TKK.1850a)を使用して、被験者が登園次第順次装着し、「朝の自由遊び」が終了するまでの約90分を1分間隔で測定し、同時に遊びの様相を観察記録した。

イ) 最大心拍数の測定

最大心拍数の測定は、小林ら⁷⁸⁾、吉沢ら¹⁷⁾の方法に準じてグランド走を行ない、1周100メートルのトラックを中程度の速度で3周走行後、引き続き約1分間全力で走らせ、その時の心拍数を30秒間隔で測定し、1分間値に換算した。測定にあたって験者らが元気づけながら伴走し、同時に体調を観察した。なお、山地¹⁶⁾は年齢によって最高

心拍数(HRmax)や安静心拍数(HRrest)が異なることから、絶対心拍数(absolute heart rate)が使われることがあると述べている。この時相対的心拍数(%HRmax)は、

$$\{(H\text{Rex}-H\text{Rrest})/(H\text{Rmax}-H\text{Rrest})\}\times 100$$

.....(式1)

$$H\text{Rrest}+a(H\text{Rmax}-H\text{Rrest})\dots\dots\dots(\text{式}2)$$

等が用いられるとしている。しかし、本研究では幼児を対象には安静時心拍数が十分行なえないことや幼児の運動強度として限定して使うという意味で、相対的運動強度をグランド走によって得られた最大心拍数(HRmax)に対する自由遊び中の平均心拍数の比を%HR-maxとして使用した。

2. 分析項目

自由遊び中に測定された心拍数を1分間全力走時中に測定された最大心拍数で除し、相対的な心拍数を求め、この心拍数の変化に関して、1)運動強度の水準、2)運動強度のバラツキ、3)運動強度のリズムという観点からその特徴を整理した。つまり、水準は平均値、バラツキは標準偏差によって表わし、一定周期のリズムの有無については自己相関係数〔注2〕の有意性によって検討した。また、測定時間90分を前・中・後期の3段階に分け、それぞれの平均・標準偏差を求めた。分析に用いられた項目は表1に示した14項目である。

3. 分析方法

上述した14項目を各個人ごとに算出し、次に全員のデータを用いて相関行列を求めた。さらにこれらの相関関係を要約するために、この相関行列に対して因子分析を施した。因子分析は不完全主成分分析により固有値1.0以上の因子を抽出し、ノーマルバリマックス回転によって最終解を得た。心拍数の変化の個人差はこの因子(特徴)をもとに検討・分類することにした。

表1 分析項目

要 因 名	項 目
A. 運動強度の水準	①全体の平均
	②前期の平均
	③中期の平均
	④後期の平均
B. 運動強度のバラツキ	⑤全体の標準偏差
	⑥前期の標準偏差
	⑦中期の標準偏差
	⑧後期の標準偏差
C. 運動強度のリズム	⑨5分間隔の自己相関係数
	⑩10分間隔の自己相関係数
	⑪15分間隔の自己相関係数
	⑫20分間隔の自己相関係数
	⑬25分間隔の自己相関係数
	⑭30分間隔の自己相関係数

結果及び考察

1. 相対的心拍数の変化の一般的傾向

得られた相対的心拍数の変化の一般的傾向（集団全体の変化）を直観的に把握するため、全員の変化を1枚の図にオーバーラップして示したのが図1である。この図からは全体としてのレベル（平均値）は一定で、バラツキ（分散）も一定であることがわかる。又、組織的なリズム（周期性）もない。これは自由遊びが対象であることが一因であろうと考える。つまり、カリキュラムの存在する設定保育が対象であれば組織的な傾向変動及び周期性が考えられる。

表2は14項目の平均値及び標準偏差をまとめたものである。平均値は全体、前・中・後期間に有意な差はなく、〔注3〕標準偏差にも全体、前・中・後期間に有意な差はみられない。この点については図1の直観的判断と同じ結果であるが、自己相関係数は5分間隔が0.247と最も高く、それ以外は有意な値とはならなかった。このことから一般的傾向として5分間隔の周期で運動強度が繰り返されているといえる。これは幼児の集中力が5分間程度しか持続しないことが原因の1つと考えられる。

幼児期の自由遊びの特徴について、西頭は¹⁵⁾「幼児の遊びは直線的に進行しているのではなく、

表2 平均と標準偏差

項 目	人 数	平 均	標準偏差
①全体の平均	53	63.54	7.38
②全体の標準偏差	53	6.43	1.63
③前期の平均	53	64.23	8.27
④前期の標準偏差	53	5.61	1.66
⑤中期の平均	53	63.43	7.91
⑥中期の標準偏差	53	5.63	1.82
⑦後期の平均	47	63.15	7.86
⑧後期の標準偏差	47	5.36	2.47
⑨5分間隔の自己相関係数	53	0.247	0.233
⑩10分間隔の自己相関係数	53	0.067	0.238
⑪15分間隔の自己相関係数	53	-0.010	0.235
⑫20分間隔の自己相関係数	53	0.010	0.212
⑬25分間隔の自己相関係数	53	-0.002	0.230
⑭30分間隔の自己相関係数	53	0.010	0.273

遊具・遊び仲間との関連において変化して現われる」と述べるとともに、「一場面時間は年齢及び内容とはほとんど関連がなく、約5分間隔で活動と停止・休止、換言すれば動と静とがリズムカルに展開していく」と述べている。

又、松井ら⁹⁾は、自由遊びの行動・動作の観察と心拍数の測定から、心拍水準の流れは3歳児（4歳児・5歳児についても同様の観察が行われた）の身体の覚醒水準ともいうべき身体活動のリズムの流れをある程度まで反映しているとして、幼児の自由遊び中の運動量（強度）、すなわち、心拍水準の流れには身体活動の流れがあることを示唆している。

さらに、宮丸ら¹³⁾は遊びの内容によっては、用具を交替して使う条件から、活動が間欠的になり歩数・心拍数とも低い値を示したり順番待ちや応援したりする時間が多くなり活動が間欠的になるとしている。又、男・女の運動遊びに対する興味・関心の違いが、遊びの積極さや運動量に変化をもたらすことがあると述べている。

小林⁶⁾は、集団的な遊びでは活動量の個人差が

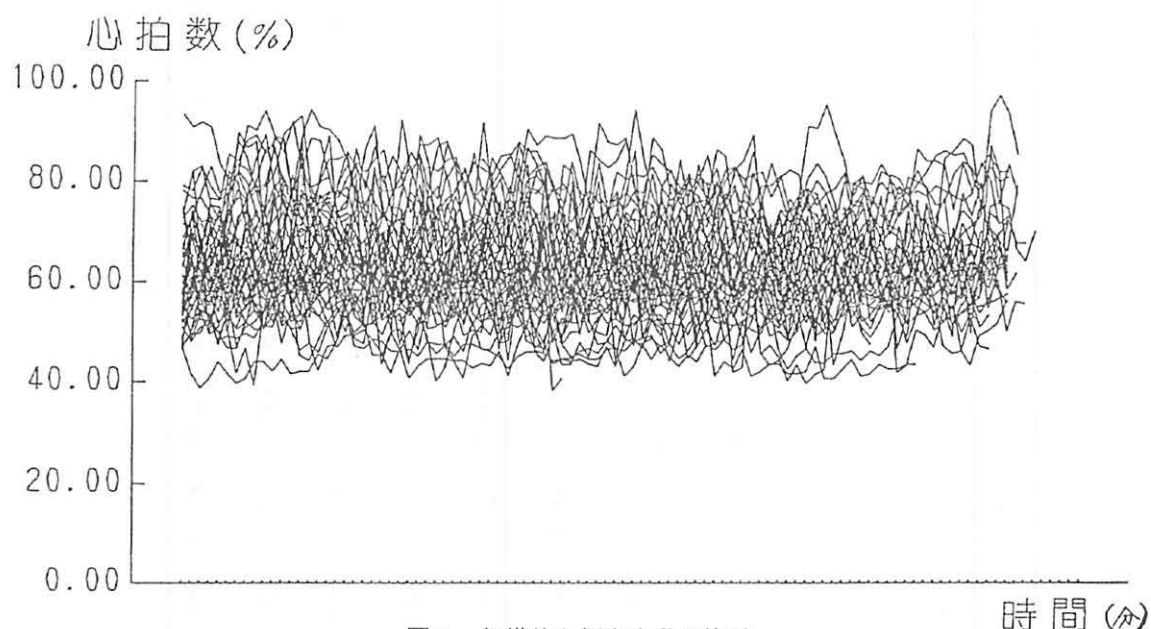


図1 組織的な傾向変動の検討

小さく、個人的な遊びの要素が強い内容のものでは、活動量に個人差の要素が強く現われると述べ、活動内容と活動量の関係を個人差の面から示唆している。

したがって、幼児期の遊びの特徴として、5分間隔の周期で運動強度が繰り返され、活動的・積極的な遊びと非活動的・消極的な遊びが間欠的に行なわれるなど遊び中の身体活動には一定の流れ(リズム)があるものと推察される。

また、身体活動の活動水準を表わす心拍数の変化は、生体の活動リズムや呼吸循環系への適応の速やかさなど生理学的運動強度の変化として捉えられるばかりでなく、遊びに対する興味・関心の度合いや遊具・遊び仲間による遊び内容の多様さや遊び活動に対する積極さ及び男女の遊び方の相違が運動量の違いとなって現われ、幼児期の遊びにおける活動のリズムやパターン・強度の違いを生じさせるものと考えられる。又、このことが幼児期の運動能力の発達にも少なからず影響してくるものと推察される。

2. 因子構造の検討

次にこれらの14項目間の相関行列を求めた。表3は求められた相関行列である。又、表4はこの

相関行列に対して因子分析を行ない、得られた因子負荷行列である。第I因子は各平均に関する項目に有意な因子負荷量を示し、「運動強度のレベル」に関する因子と考えられる。第II因子は5分～20分間隔の自己相関係数に有意な因子負荷量を示し、「小循環のリズム」に関する因子と考えられる。第III因子は各標準偏差に関する項目と25分間隔の自己相関係数に有意な因子負荷量を示した。これは「運動強度のバラツキ」に関する因子と考えられる。第IV因子は25～30分間隔の自己相関係数及び中期の標準偏差に有意な因子負荷量を示し、「大循環のリズム」に関する因子であると考えられる。第I因子の項目のグルーピングの結果からは、全体の運動強度の高い幼児は前・中・後期にわたって常に高いレベルの運動強度を保ち、低い幼児は常に低い傾向があるといえ、例えば前・中期に運動強度の高い者は後期には低下するといった特定の傾向変動はみられないことになる。又、第III因子の項目のグルーピングの結果から、全体の運動強度のバラツキの激しい者は前・中・後期にわたって常に激しいバラツキを示すことになり、反対に全体のバラツキの少ない者は常にバラツキ

表3 相関行列

項 目	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]
[1]全体の平均	1.000													
[2]全体の標準偏差	0.386	1.000												
[3]前期の平均	0.936	0.338	1.000											
[4]前期の標準偏差	0.386	0.540	0.427	1.000										
[5]中期の平均	0.942	0.376	0.812	0.340	1.000									
[6]中期の標準偏差	0.221	0.565	0.145	0.184	1.278	1.000								
[7]後期の平均	0.875	0.297	0.709	0.243	0.775	0.114	1.000							
[8]後期の標準偏差	0.175	0.688	0.094	0.290	0.106	0.304	0.356	1.000						
[9]5分間隔の 自己相関係数	0.286		0.376	0.022	0.202	0.006	0.107	0.082	1.000					
[10]10分間隔の 自己相関係数	- 0.180		- 0.050	- 0.421	- 0.258	- 0.018	- 0.332	0.012	0.779	1.000				
[11]15分間隔の 自己相関係数	0.206		0.286	- 0.078	0.090	- 0.114	0.073	- 0.193	0.710	0.636	1.000			
[12]20分間隔の 自己相関係数	0.130		0.326	- 0.066	0.017	- 0.276	- 0.107	- 0.301	0.758	0.693	0.595	1.000		
[13]25分間隔の 自己相関係数	0.063		0.069	0.114	0.027	0.286	0.026	0.178	0.400	0.288	0.349	0.313	1.000	
[14]30分間隔の 自己相関係数	- 0.063		- 0.122	- 0.318	- 0.101	0.158	0.072	0.083	0.326	0.276	0.278	0.086	0.681	1.000

表 4 回転後の有意な因子負荷量

項 目	第 1 因子	第 2 因子	第 3 因子	第 4 因子	共通性
[1]全体の平均	0.983				0.996
[2]全体の標準偏差			0.904		0.973
[3]前期の平均	0.900				0.910
[4]前期の標準偏差			0.579	-0.488	0.694
[5]中期の平均	0.931				0.886
[6]中期の標準偏差			0.643		0.525
[7]後期の平均	0.890				0.855
[8]後期の標準偏差			0.781		0.638
[9]5分間隔の		0.896			0.892
[10]10分間隔の		0.852			0.856
[11]15分間隔の		0.797			0.715
[12]20分間隔の		0.911			0.861
[13]25分間隔の			0.449	0.617	0.712
[14]30分間隔の				0.930	0.901
貢 献 量	3.791	3.403	2.511	1.714	

の少ない者は常にバラツキが小であることを意味している。特に特徴的なことは「バラツキ」の因子に25分間隔の自己相関係数の項目が有意な関連を示したことで、このことから25分間隔の周期のリズムのある者は運動強度のバラツキが大であることを意味している。そして、第II因子の項目のグルーピングと第IV因子の項目のグルーピングの結果から、20分以下の間隔の自己相関係数の項目群と25分以上の間隔の自己相関係数の項目群が互いに独立した因子として抽出されたことになり、大循環のリズムと小循環のリズムが互いに存在することを意味している。

以上、因子分析の結果は、研究方法で述べた仮説的要因である「運動強度のレベル」「運動強度のバラツキ」「運動強度のリズム」を原則として

採択されたことになり、加えて、リズムの一応の区切りとして20分（25分）間隔であることを見出しているといえる。

3. 一般的特徴（因子）による分類例について

因子分析の結果に基づき、その一般的特徴、つまり因子構造からその個人差を規定する要因としてレベル、バラツキ、リズム（周期）があげられる。この規準をもとに個人の運動強度の変化パターンを分類する場合、一例としては次のような分類法が考えられる。

- (i)個人の全体の平均値が全員の平均値より大の者と小の者の2グループ
- (ii)個人の全体の標準偏差が全員の標準偏差より大の者と小の者の2グループ
- (iii)リズム（周期）が大循環の者と小循環、そし

て有意なリズム（周期）が認められない者の3グループ

つまり、 $2 \times 2 \times 3 = 12$ グループに便宜的に分類することが考えられる。表5は分類された結果である。又、図2～図13は各分類された者のうちの典型的な例を示したものである。

自由遊び中の運動強度の変化パターンには、

「運動遊び内容の選択」にも、運動能力、性格、家族構成等の要因が影響していることが予測される。このような要因も考慮した上で自由遊びの指導がなされるべきであろう。したがって本研究で得られた結果は、さらに上記の要因との関連を検討されるべきであろうと考えられる。

表5 分類された例数

	レベル大			レベル小		
	リズム小	リズム大	リズム無	リズム小	リズム大	リズム無
バラツキ大	8	2	3	3	2	5
バラツキ小	3	2	8	6	4	7

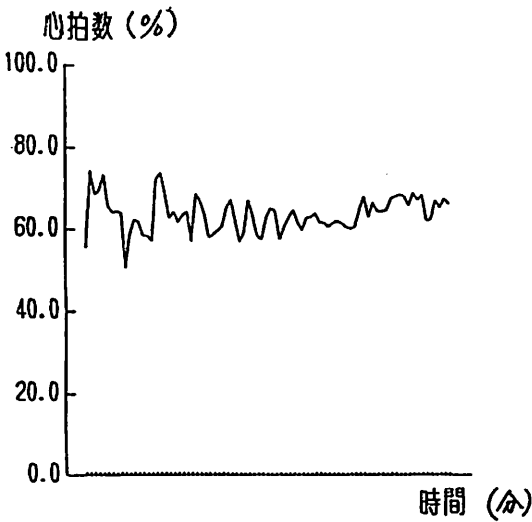


図2 レベル大ーバラツキ小ーリズム小

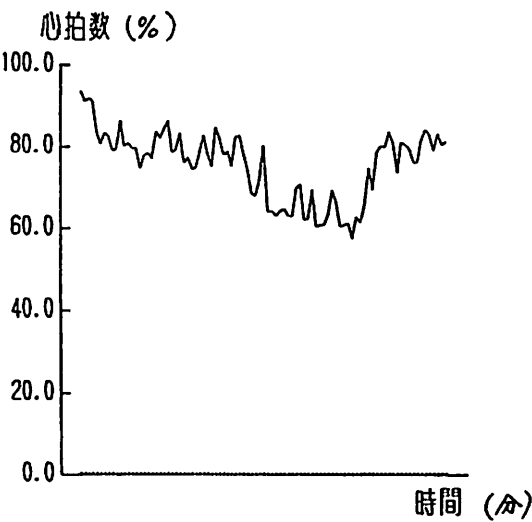


図3 レベル大ーバラツキ大ーリズム小

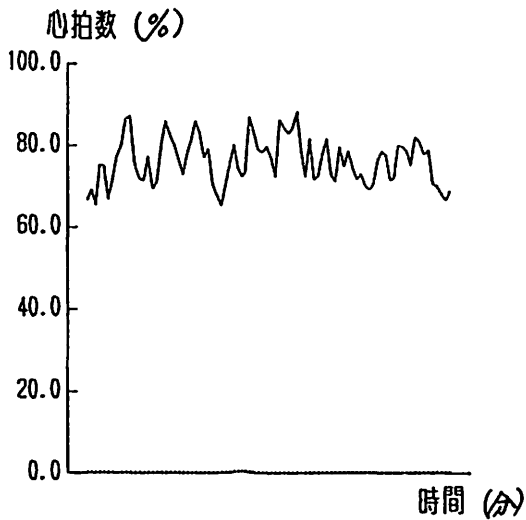


図4 レベル大ーバラツキ小ーリズム大

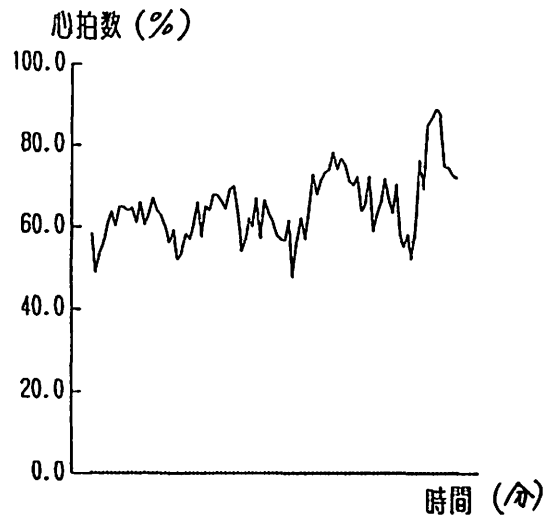


図5 レベル大ーバラツキ大ーリズム大

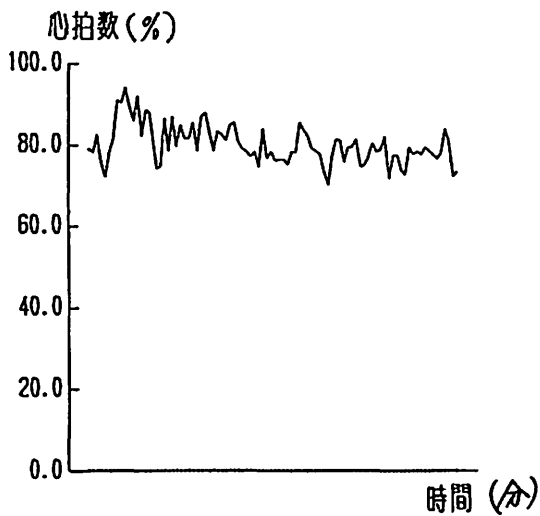


図6 レベル大ーバラツキ小ーリズム無

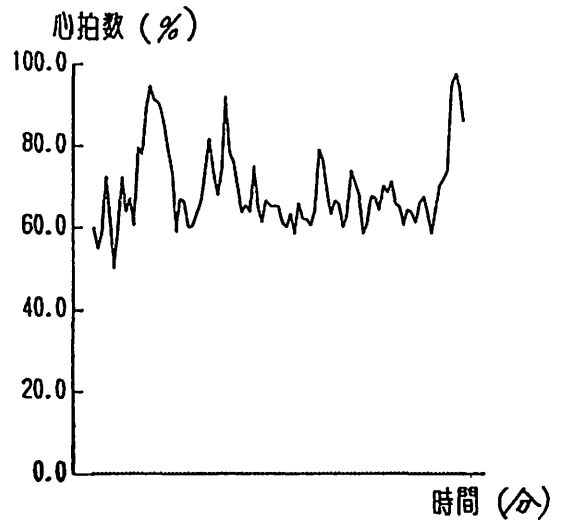


図7 レベル大ーバラツキ大ーリズム無

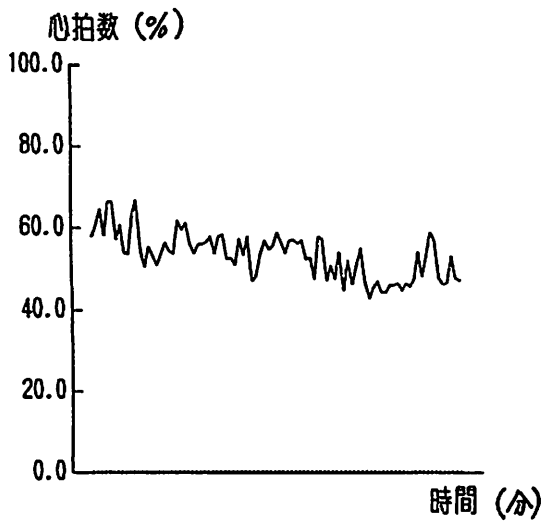


図8 レベル小ーバラツキ小ーリズム小

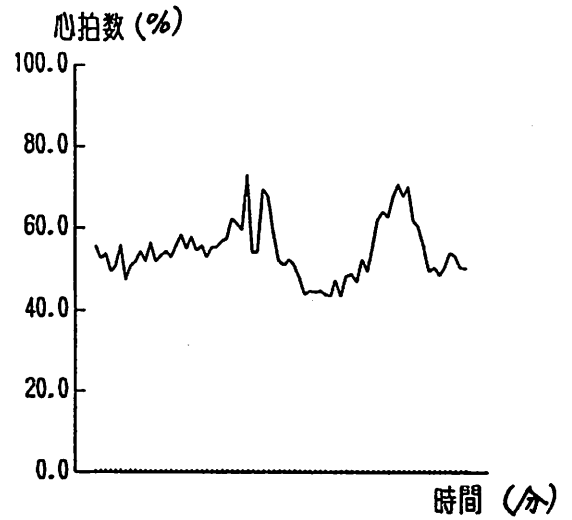


図9 レベル小ーバラツキ大ーリズム小

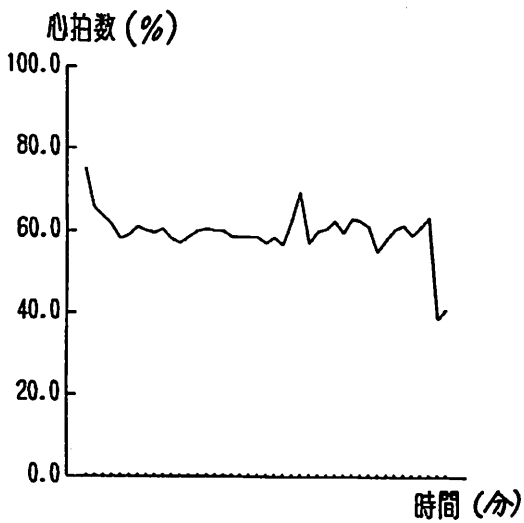


図10 レベル小ーバラツキ小ーリズム大

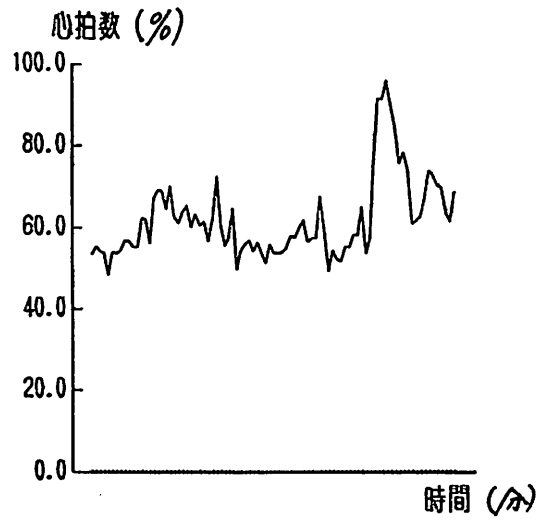


図11 レベル小ーバラツキ大ーリズム大

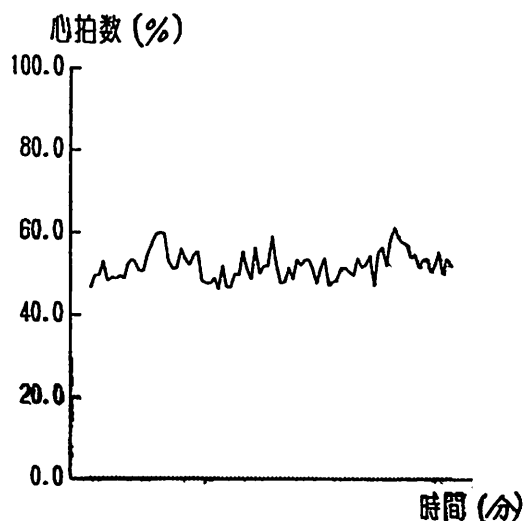


図12 レベル小ーバラツキ小ーリズム無

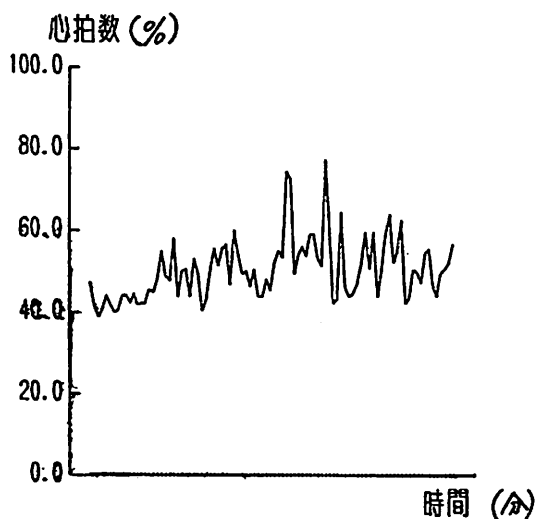


図13 レベル小ーバラツキ大ーリズム無

結 論

I 市内の S 幼稚園々児 53 名を対象に自由遊び中の心拍数を測定し、自由遊びにおける運動強度の変化について統計学的立場から検討した。結果、次のような結論を得た。

① 一般的傾向としては一定の水準で、バラツキも一定であり、組織的な傾向変動はみられなかった。

② リズム (周期) としては 5 分間隔の自己相関係数の値のみが有意となり、5 分間隔の運動強度変化が認められた。これは幼児の集中力のなさが原因であろうと考えられる。

③ 因子分析の結果、「運動強度のレベル」「バラツキ」「大循環のリズム」「小循環のリズム」因子が各々抽出され、これらの要因によって自由遊び中の運動強度の変化が規定されていることがわかった。特にリズムは 20 分 (25 分) が 1 つの区切りの目安であった。

④ 個人の運動強度の変化をいくつかのグループに分類する場合、「運動強度のレベル」、「バラツキ」「大循環のリズム」「小循環のリズム」といった因子に対応させた規準で分類することが考

えられた。

〔注 1〕運動強度はその時の運動内容を全く無視して考えることはできない。しかし、現実的には同一の遊びを選んだとしても個人の運動量それ自体は同一ではなく、本質的に活発な幼児は運動量が多く、おとなしい幼児は運動量が少ない傾向にある。例えば同じ「砂遊び」を選んでも本質的に活発な幼児は砂場で跳ねたり、砂を投げたりし、本質的におとなしい幼児は座った姿勢で手先だけの活動にとどまるかもしれない。したがって、本研究では「本質的におとなしい幼児はどのような遊びを選んでもおとなしい動きをし、(運動強度が低く)、活発な幼児はどのような遊びを選んでも活発な動きをする (運動強度が高い)」という仮定の下に研究を進めることとし、「遊びの内容」については言及しない。本研究から得られた知見は以上のような研究の限界の下に成り立つものである。

〔注 2〕自己相関係数は次の式によって求められる。

$$r_m = \frac{\frac{1}{n-m} \sum_{i=1}^{n-m} (t_{(i)} - \overline{t_{(i)}})(t_{(i+m)} - \overline{t_{(i+m)}})}{\frac{1}{n-m} \sqrt{\sum_{i=1}^{n-m} (t_{(i)} - \overline{t_{(i)}})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^{n-m} (t_{(i+m)} - \overline{t_{(i+m)}})^2}}$$

ただし

r_m : m 分間隔の自己相関係数

n : 測定時間

$t_{(i)}$: i 分時の心拍数

$\overline{t_{(i)}}$: i 分時 ($i=1, 2, \dots, n-m$) の心拍数の平均

[注3] 母ピアソンの相関係数の分布は正規分布しないことがわかっているため、そのままの値を四則演算することはできない。したがって、平均値を算するためには正規分布するように次のようなZ変換をする。

$$Z = \frac{1}{2} \log_e \left(\frac{1+r}{1-r} \right)$$

さらに相関係数に変換するためにはこの逆の変換をする。本研究でも上記のような変換を施した。

引用・参考文献

- 1) 青木純一郎・石河利寛・村岡功・宮林達也「6歳児の心拍数-% of VO2max 関係」体育科学, 8:126-33, 1981.
- 2) 石河利寛・栗本関夫・勝部篤美・松田岩男・高田典衛・森下はるみ・松浦義行・宮丸凱史・近藤充夫・小林寛道・清水達雄・浅井英典「幼稚園における体育カリキュラムの作成に関する研究Ⅴいくつかの基準による運動遊びの評価について」体育科学, 12:167-78, 1984.
- 3) 加賀谷淳子・横関利子「幼児の日常生活の運動量」体育の科学, 31-4:245-52, 1981.
- 4) 勝部篤美「幼児の運動と運動量」体育の科学, 33-2:84-89, 1983.
- 5) 川原弘之・黒岩英子・佐伯蓉子・植田悠美子「心拍数からみた幼稚園児の生活と運動遊びについて」福岡県社会保育短期大学紀要, 21:58-76, 1988.
- 6) 小林寛道「幼児の身体活動と運動」体育の科学, 35-1:10-14, 1985.
- 7) 小林寛道・小松佳代・水谷四郎・脇田裕久・八木規夫・長井健二「健康・体力づくりカリキュラムと幼児の筋力、運動能力、調整力および Aerobic Power」体育科学, 10:134-46, 1982.
- 8) 小林寛道・脇田裕久・桜井伸二・八木規夫・小松佳代・長井健二・水谷四郎「幼児の筋力、運動能力、調整力および Aerobic Power の追跡的研究-健康・体力づくりカリキュラムの影響について-」体育科学, 11:144-60, 1983.
- 9) 松井秀治・勝部篤美・小林寛道・小松佳代・水野義雄・天野博江・伊藤功子「幼児の自由遊び時間および各種運動時の心拍反応」体育科学, 9:160-73, 1981.
- 10) 松浦義行「幼児における至適運動量の検討-健康度と運動能力に対する日常の運動習慣の相対的関連度について-」体育科学, 12:107-17, 1984.
- 11) 三村寛一・佐々木美雄「幼児の園生活における運動強度に関する研究」大阪教育大学紀要第Ⅳ部門, 27-1:2:93-106, 1978.
- 12) 宮丸凱史・平木場浩二・松坂晃・種谷明美「Pedometer の歩数および心拍数からみた幼児の運動遊びにおける運動量」体育科学, 12:118-31, 1984.
- 13) 宮丸凱史・平木場浩二・松坂晃・石島繁「幼児の運動遊びの運動強度」体育科学, 14:113-20, 1986.
- 14) 西田ますみ・石井美晴「保育中の心拍変動について(Ⅱ)」日本保育学会第36回大会号,

1983. 84-85.

- 15) 西頭三雄児，遊びと幼児期，福村出版，1980.
pp.118-22.
- 16) 山地啓司，心拍数の科学，大修館書店，1984.
pp.52-59.
- 17) 吉沢茂弘・本多宏子「幼児の有酸素的作業能
に関する研究（II）」体力科学，28:104-11，
1979.

Body-Sonic を用いたスポーツ選手のストレスコントロール

山 本 勝 昭 (福岡大学)

磯 貝 浩 久 (福岡大学)

峯 重 新二郎 (福岡大学)

徳 島 了 (福岡大学)

(平成元年12月19日受付, 平成2年3月3日受理)

Stress control for athletes through Body-Sonic

Katsuaki Yamamoto¹⁾

Hirohisa Isogai¹⁾

Shinjiro Mineshige¹⁾

Satoru Tokushima¹⁾

抄録

本研究では、身体的ストレス状況・精神的ストレス状況を実験室的に作り、脳波、心拍、皮膚音などの生理指標の変化を、各種のミュージック (BGM) 群とコントロール群との比較においてミュージックの有効性を検討することを目的として行われた。状態不安の高い12名の被験者を、身体的ストレス群と精神的ストレス群の2群に6名ずつランダムに振分け、身体的ストレス群は、自転車エルゴメーターを用いて、心拍数が160beat/min 以上になる速度で自転車を20分間こがせた。精神的ストレス群は、内田クレベリン性格検査を用いて、練習試行の25%以上の負荷を加えながら連続加算の作業を20分間行なった。次ぎに、身体的ストレス群・精神的ストレス群の被験者に、3つの身体振動を伴った音楽条件 (1. サイキアップ音楽とリラックス音楽、2. 好きな音楽、3. リラックス音楽) と座位・閉眼の姿勢で音楽なし

のコントロール条件の4条件を行なった。実験の開始前、ストレス実験時、リラクゼーション時に、EEG (脳波)、SBP・DBP (血圧)、H・R (心拍)、皮膚温を測定した。結果はつぎのように要約される。

1. 自転車エルゴメーターにより身体的ストレス、クレベリン検査で精神的ストレスが与えられたことが、生理指標の変化から確かめられた。
2. EEG (α 波 θ 波)、SBP・DBP の有意な変化より、Body-Sonic を用いた音楽条件がコントロール条件よりもストレスを早くコントロールできる。
3. 身体的ストレスグループでは、音楽条件の相違がストレスコントロールに影響し、好きな音楽を聴く方がよりリラクセスを促進する。
4. Body-Sonic による心拍と最高血圧の減少は身体ストレス群より精神ストレス群が大きい。

The control of stress and relaxation is often an important factor for athletes in competition. In the field of music therapy, music has often been used as one therapeutic method for relaxation.³⁾⁴⁾⁹⁾¹²⁾¹⁴⁾ Body-Sonic (body vibration with back ground music) has been suggested as

1) Faculty of Physical Education, Fukuoka University, Nanakuma, Jyonan-ku 5-19-1 Japan (814-01)

one possible technique for controlling stress.¹¹⁾ Studies in the field of acoustic psychology have stated that brain activities during periods of relaxation show a series of alpha waves.²⁾ Many researchers have reported that body vibration with music could possibly increase the appearance of alpha waves.⁵⁾⁶⁾⁷⁾

The purpose of this study was to analyze the effects of Body-Sonic(body vibration with music) as one technique for stress management through laboratory conditions.

(Katsuaki : Yamamoto, Hirohisa Isogai:, Shinjiro Mineshige, Satoru Tokushima, "Stress control for athletes through Body-Sonic". Kyusyu J. Phys. Educ. Sports, 4-1:25-34. March, 1990)

Methods

Subjects

In the beginning, a large group of subjects were administered with the State-Trait Anxiety Inventory(STAI). From these results, 12 male subjects were found to have a high level of trait anxiety. These 12 subjects were divided randomly into two groups: a Physical Stress Group and a Psychological Stress Group. All subjects were measured for alpha waves by an electroencephalogram(EEG). In addition, their blood pressure, both systolic(SBP) and diastolic(DBP), heart rate(HR), and skin temperature were recorded. The measurements were taken 3 minutes every day during the base rest time period for the entire testing period.

Procedures

The procedures were divided into two sections. The first section was the task assignment. The task for the 6 subjects in the Physical Stress Group was an ergometer test. For the ergometer task, the subjects had to maintain their heart rate at 160 beats per minute for a total of 20 minutes. During the testing period, the subjects were measured for their EEG, HR, SBP, DBP, and skin temperature.

The Psychological Stress Group was given a personality test called the Uchida-Krepelin (U-K) Test(1957). The test is a continuous mathematical addition task. The subjects were given a trial run through for the first line of the test. The time limit of one line was one minute. In order to create psychological stress, the subjects were then instructed to score at least 25% better than the first line of the trial run though. Once again the subjects were given one minute per line and the subjects were tested for 20 minutes for 20 lines of the test. Also during the U-K test, the subjects were measured for their EEG, HR, SBP, DBP, and skin temperature every minute for a total of 20 minutes.

For the second section of the experiment, both stress groups listened to four different conditions of music and relaxation. Three conditions consisted of music that included body vibration and the fourth condition was quiet time with no music that served as the control condition. The subjects sat in a semi-reclining position in a body vibration music chair. The chair was designed to vibrate with the rhythm of the music. All subjects were exposed to all four conditions on separate days(one condition per day). All subjects were experimented with randomized design for four conditions. In the first condition, the subjects were given a condition

of stressful music followed by relaxation music. The second condition consisted of 20 minutes of only relaxation music. The third condition consisted of 20 minutes of the subjects' favorite music. In the control condition, the subjects were given 20 minutes of quiet and relaxation time without any music. During all four conditions, the subjects were once again measured for their EEG, SBP, DBP, HR and skin temperature. (table 1.)

table 1. Experiment Procedures

Rest (3min)	Stress (20min)	Relaxation (20min)	
	Psychological Stress (Uchida-Krepelin test)	Ex1. Stressful music	Relaxation music
		Ex2. Favorite music	
		Ex3. Relaxation music	
		Con. Relaxation with no music	
	Physical Stress (Ergometer)	Ex1. Stressful music	Relaxation music
		Ex2. Favorite music	
		Ex3. Relaxation music	
		Con. Relaxation with no music	

Results

The following points were taken into consideration for the statistical analysis.

- (1) Is it possible to create psychological or physical stress in laboratory conditions ?
- (2) Is it possible for music to reduce stress ?
- (3) Is it possible for different types of music to effect the relaxation ?
- (4) Is it possible for music to have a relaxation effect on psychological or physical stress ?

Upon statistical analysis, the following results were found for the first section of the study. The base rest time (the mean of the 3 minutes rest time) and the physical and psychological stress time (the mean of the last 5 minutes of the total 20 minutes) were analyzed by the t test for the SBP, DBP, HR, EEG, and skin temperature. Significant differences were found for the SBP and HR in the Physical Stress Group. In addition, significant differences were found for the DBP, HR, and EEG between the base rest time and the stress time in the Psychological Stress Group.

For the second section of the procedure, the subjects' data were divided into the music listening conditions and the non-music control condition. Based on a t test between the physical and psychological stress time (the mean of the last 5 minutes of the total 20 minutes) and the music relaxation time (the mean of the last 5 minutes of the total 20 minutes), the following results were revealed. For the Physical Stress Group, significant differences were found for the SBP, HR, EEG, and skin temperature for the subjects in the music listening conditions. It was also noted, however, that significant differences were found for the SBP and HR for the subjects in the non-music control condition.

Significant differences for SBP, DBP, HR, and skin temperature were found in the Psychological

Stress Group during the music listening conditions.

Also for the Psychological Stress Group, significant differences were found for SBP, HR, and EEG in the non-music control condition. (table 2.3.)

In order to determine significant differences within each condition, first the analysis of variance for repeated measurements was used and when this test showed statistical significance, then Turkey method was applied.

Experiment condition 1(EX 1) showed theta(θ) waves and a reduction in DBP.

EX 2 showed Alpha(α) waves, especially in the physical stress group. (Fig 1.) EX 3 showed a reduction in SBP and HR, especially in the psychological stress group. (Fig 2.) (table 4.)

Table 2. Changes of the physiological indicators in relaxation

Group	Condition	EEG(α)	EEG(θ)	DBP	SBP	HR	TEMP
Physical	Ex1	↑	↑				
	Ex2	↑			↓		↑
	Ex3	↑	↑		↓		↑
	Con	↑	↑		↓		
Psychological	Ex1	↑	↑	↓			
	Ex2	↑	↑	↓			
	Ex3	↑	↑			↓	
	Con	↑			↑		

↑ and ↓ ; $p < .05$

Table 3. Changes of the psysiological indicators (Mean and S.D.) in Relaxation

GROUP	Condition	EEG(α)		EEG(θ)		DBP		SBP		HR		TEMP	
		Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
		Sec\Min		Sec\Min		mmHg		mmHg		Beat\Min		℃	
Physical (n=6)	Ex1	6.5	3.71	3.0	2.78	- 7.2	8.95	6.4	13.7	4.3	11.1	1.8	2.67
	Ex2	8.2	4.33	3.5	3.55	- 3.0	14.6	- 9.6	8.37	1.6	8.49	2.7	2.45
	Ex3	7.2	4.85	2.8	1.67	- 4.7	5.36	- 8.1	6.33	0.1	4.20	5.1	3.14
	Con	4.2	1.97	2.4	1.55	- 1.2	7.27	- 7.7	2.76	5.4	11.8	2.7	4.41
Psychological (n=6)	Ex1	6.8	5.94	4.2	3.34	- 11.0	7.3	- 1.1	6.11	- 7.7	17.4	- 2.9	3.25
	Ex2	7.7	4.63	3.8	3.26	- 3.6	9.10	- 7.5	6.34	- 10.8	7.6	0.5	6.67
	Ex3	5.7	3.64	2.9	1.86	- 7.8	7.76	- 3.8	5.21	- 16.4	6.2	- 1.1	2.60
	Con	7.2	5.72	4.0	4.33	- 10.4	13.	- 9.5	7.70	- 9.5	10.4	2.4	4.92

Table 4. Summary of comparison among 4 conditions.

Group	Variables	Time(min)	Comparison among 4 conditions.
Physical	EEG(α)		(P < .05)
		3	Ex3 > Con
		8	Ex1 > Con, Ex2 > Con
		18	Ex2 > Ex1, Ex2 > Ex3, Ex2 > Con
	EEG(θ)	19	Ex2 > Ex3
		8	Ex2 > Con
	DBP	9	Con > Ex1
		10	Ex2 > Ex1, Con > Ex1, Con > Ex3
		11	Ex2 > EX1, Con > Ex1
		12	Ex2 > Ex1, Ex3 > Ex1, Con > Ex4
		13	Con > Ex1
		14	Ex2 > Ex1
		16	Ex2 > Ex1
		19	Ex2 > Ex1
		20	Ex2 > Ex1
	SBP	12	Ex1 > Ex3
		14	Ex1 > Con
		18	Ex1 > Con
Psychological	EEG(θ)	13	Ex3 > Ex2
		15	Ex1 > Ex2, Ex1 > Con
	HR	2	Con > Ex3
		15	Con > Ex1, Con > Ex3
		16	Con > Ex3
		17	Con > Ex3
		20	Ex2 > Ex3
	DBP	15	Ex2 > Ex1, Ex2 > Ex3
		18	Ex2 > Ex1, Ex2 > Ex3
	SBP	2	Con > Ex1, Con > Ex3
		3	Con > Ex1

* "time" means the lapse of time under the music control condition.

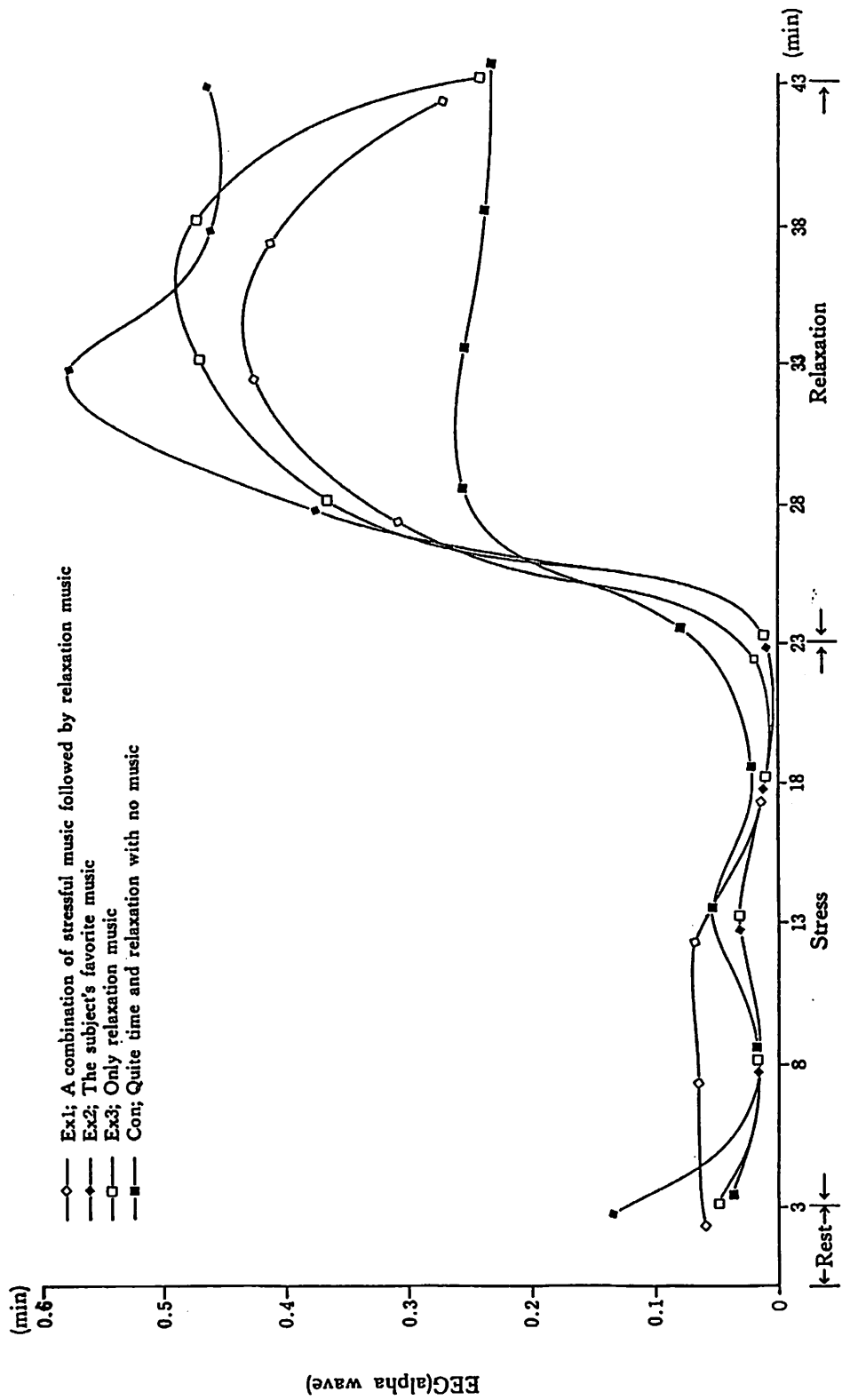


Fig.1 Change in EEG(alpha wave)during physical stress and relaxation conditions.

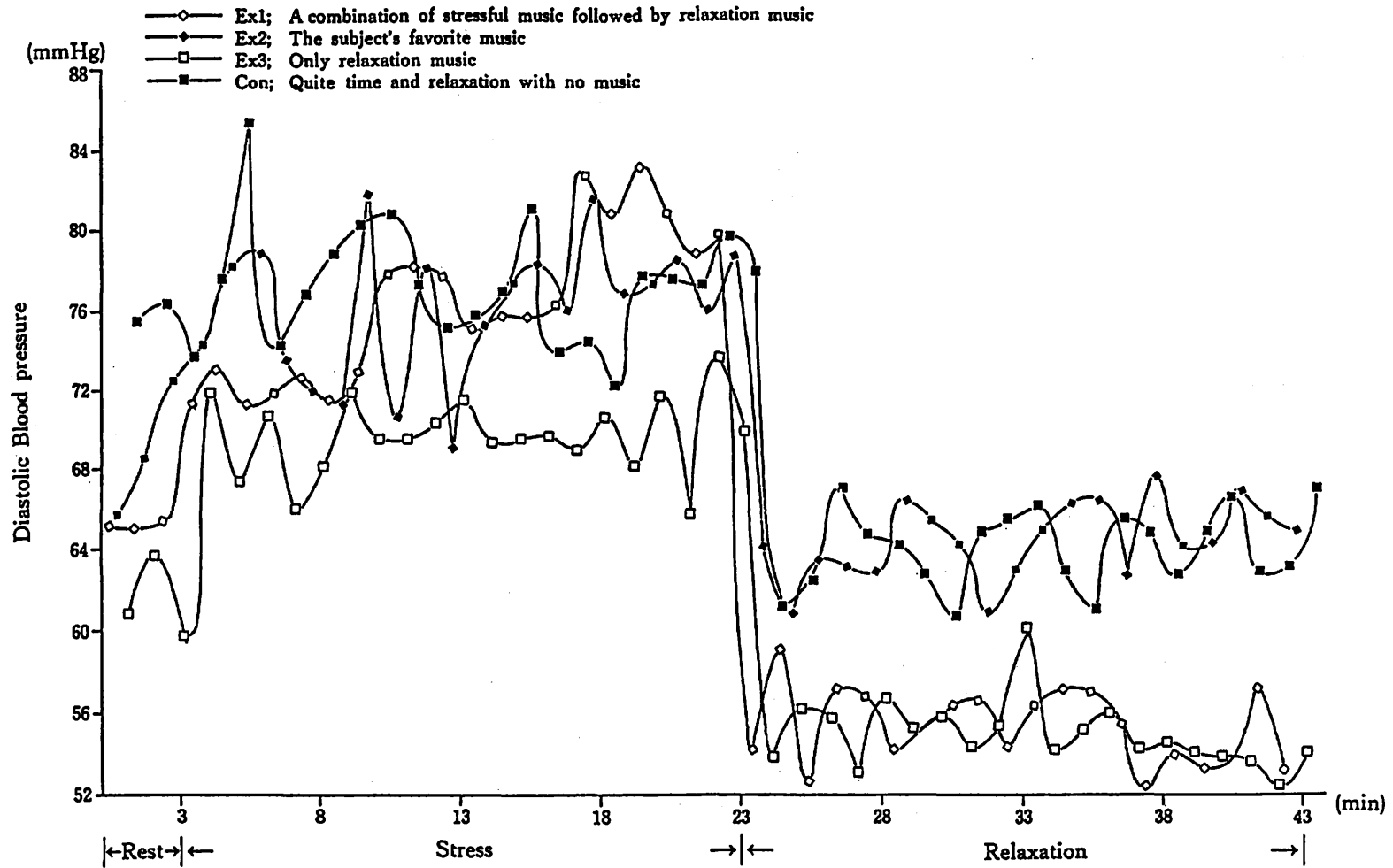


Fig.2 Change in Diastolic Blood Pressure during mental stress and relaxation conditions.

Discussion and Conclusion

It was compared between the music listening condition and the non-music control condition for the EEG, blood pressure, HR and Skin temperature during the rest, stress, and relaxation periods in physical and psychological stress conditions.

In the Physical Stress Group, there were significant differences for the SBP and the HR. Based on these results, the task of an ergometer could be used as a possible physical stress in laboratory condition. Significant differences for DBP and HR in the U-K Test for the Psychological Stress Group were also found. The blood pressure and the HR could have increased due to tension or nervousness during the actual testing. Therefore, the U-K Test could be utilized as a possible task for psychological stress in laboratory condition.

During the music listening conditions, both physical and psychological stress groups showed significant differences for the physiological indicators. Both the vibration music conditions and the non-music control condition created a relaxed state.

This was based on the results from the analysis of the blood pressure and the HR. On the other hand, based on the analysis of the EEG and skin temperature, the vibration music conditions created a stronger effect on stress management.

Therefore, the vibration with music might be better for stress control than the non-music condition. This conclusion was in agreement with the results of Nakano (1988)¹¹⁾, Arai et al (1989)¹²⁾, Murabayashi et al. (1987)⁸⁾.

Although music had relaxation effects on stress, the level of effectiveness depended on the types of music used. According to the results of Alpha(α) waves (Table 4), the favorite music might be best for relaxation in the physical stress group. In this group the relaxing type of music (EX.1,3) might be more effective for relaxation, compared with the non-music condition.

The fact pointed out by Nuki (1987), that the conditions of subjects, such as the learning experiences of music and the ability for image, influence the changes of physiological indicators must be taken into considerations to give a more definite interpretation of the present findings. As shown in Table 4 (SBP and HR), the vibration music might have a more relaxation effect on the psychological stress group than on the physical stress group. More research concerning the differences between the effects of the vibration music on psychological and physical stress is necessary before a more definite statement can be made.

In conclusion, it might be suggested that stress management for athletes might be possible in laboratory created stress condition and that Body-Sonic is effective to stress control for athletes, especially after exercise or athletic events.

A research concerning the effect of Body-Sonic on stress control for athletes before athletic events will be necessary to give a overall statement on stress management for athletes.

References

1. Arai., J "Effects of Body Sonic on Healthy Subjects," J. Japan Biomusic Assosiation, 3:24-30, 1989.
2. Barbara B. Brown., "Stress and the Art of Biofeedback" Bantam Books, Inc. 180-181, 1981.
3. Edward, A. Charles Worth., "Music, psychology and psychotherapy," Arts in psychotherapy., 191-202, 1982.
4. Hinohara, S., "Music Therapy in Foreign Contries and Future of Music Therapy in Japan," J. Japan Biomusic Association, 3:24-30, 1989.
5. J, E, Borling., "The Effects of Sedative Music on Alpha Rhythms and Focused Attention in High Creative and Low Creative Subject," J. Music Therapy, X VIII(2)101-108, 1981.
6. Kinu, M., "The effect of Music calmed down on alpha brainwave," J. Japan Biomusic association, 1:81-85, 1987.
7. M, J, Wargner., "Effects of music and biofeedback on alpha brainwave rhythms and attentiveness," J. research in Music Education, 23: 3-13, 1975.
8. Murabayashi, N., "Music Therapy for the Purpose of relaxation both physical and mental Tension — A Case Report —," J. Japan Biomusic Assosiation, 3:50, 1989.
9. Murai, S., "A short History of Music Therapy in USA," Japanese Bulletin of Art Therapy, 57-63, 1976.
10. Nuki, M., "The effects of the relaxing music on alpha wave (in Japanese)," J. Japan Biomusic Assosiation, Vol1, 81-85, 1987.
11. Nakano, K., "Stress and Music therapy," J. Stress Sciences, 3 : 23-25, 1988.
12. Satoh, Y., Nagano, H., Ishihara, H., Oyama, T & Spintge, R., "Effects of music on plasma stress hormones in surgical patients," Masui, Japan 1983.
13. Togawa, Y., "Seishinsagiyokensayouran (In Japanese)," Jitsumukinyoiku Publishers, Japan. 1973.
14. Tsuboi, S., "Music therapy," Current Therapy, 5:1676, 1987.

ヒトの最高発汗能の発現に関する文献考察

鳥 井 正 史 (九州工業大学体育科学教室)

(平成元年9月1日受付, 平成2年2月24日受理)

A short review of maximal rate of sweating in human

Masafumi Torii

Abstract

In this paper, the maximal sweating rate (Max SR) in human has been examined from the viewpoint of sex, age, level of maximal oxygen uptake, ambient temperature, relative humidity, work intensity, seasonal factor, and the techniques of heat acclimatization.

The results obtained are as follows;

- 1) Exercise simulation, walking, running or bicycling, induced the Max SR was conducted in hot climatic chamber or in the desert.
- 2) The Max SRs due to marathon running were 1000 to 1200 $\text{g}\cdot\text{h}^{-1}$ in the cold season and 1500 to 2000 $\text{g}\cdot\text{h}^{-1}$ in the hot season.
- 3) After several days of heat acclimatization and in the exercise simulation, sweating capacity reached a maximum rate over 2000 $\text{g}\cdot\text{h}^{-1}$.
- 4) There was a sexual difference in the Max SR and the sweating capacity in the female was less than that in the male.
- 5) The maximal sweating capacity in human was observed by prolonged-moderate muscular work under thermal stress, internal and/or external heat loads.

(Masafumi Torii, "A short review of maximal rate of sweating in human". Kyusyu J. Phys. Educ. Sports, 4-1 : 35-54, March, 1990)

はじめに — 研究の意図と目的 —

今日、スポーツ競技種目やスポーツ・運動実施人口の拡大、多様化が顕著である。中でも中・高齢者を中心とした健康増進のための運動処方に対する人々の関心がとみに高まっている(池上, 1983)²⁶⁾。そして、運動処方に関しては一応の指針も確立されつつある⁸⁶⁾⁸⁷⁾。

しかしながら、実践レベルにおいては様々な問題がみられる。その1つとして運動と環境の問題

があげられる。これに関しては体育・スポーツ科学関連学会のシンポジウムにおいて繰り返し討論されている¹¹⁾。

運動を行なう場合、我々を取り巻く外的環境あるいは内的環境は、一年を通してみると著しく異なる。おのずと運動強度、実施頻度、継続時間等をもう一度検討することが肝要かと思われる。例えば、運動強度の目安として Karvonen ら³⁹⁾らの方式によって算出した目標心拍数が用いられる。

1 physical Fitness Laboratory, Kyusyu Institute of Technology, Sensui-cho 1-1, Tobata-ku, Kitakyusyu-shi, Japan(804)

ところが、心拍数は、各種の温熱条件においてかなり変動する^{7),21),47),72)}。Saltin ら(1968)⁷²⁾は10、20および30℃の環境条件において $\dot{V}O_{2max}$ の25%、50%、75%の3種類の強度で自転車エルゴメータ運動を30-40分負荷した時の体温調節反応を測定している。中でも心拍数への温熱因子の影響は、軽作業では比較的軽少であるのに対して、相対的作業強度が増すと、常温と比較して平均値で10拍/分、低温と比較して20拍/分高くなり、被験者間の個人差も大となる。したがって環境の温度条件によってかなり修飾されるといえる。また、Gold ら²¹⁾は、同一の作業強度、温度条件においても季節による心拍数反応状況は異なっていることを示している。これらのことは、運動処方の実際に関して温熱生理学の立場からの検討が必要であることを示唆している。

我々は生体と運動に関して環境、特に温熱因子の面から検討を加えている。これまでの研究では、ヒトの生理機能の季節変動⁸⁹⁾あるいは日内変動⁸⁸⁾における運動時体温調節機能差を検索して、運動実施の望ましい在り方を考察した。本研究も上記の課題解決の延長線にある。

そこで本編においては、これまで報告されているヒトの発汗量を取り扱った文献より発汗能の極限、すなわち最高発汗量(Maximal Rate of Sweating, Max SR)を以下の4点から整理した。

- 1) 高温下の運動時に発現する Max SR
- 2) 暑熱馴化過程における Max SR
- 3) 長時間砂漠歩行時の Max SR
- 4) マラソン走行時の Max SR

成書に記載されているヒトの Max SR について、報告年代順に整理したものが表1である。大略、ヒトの発汗量の最大値は1,000-1,500g/hの記載例が大勢である。2,000g/h時には運動や暑熱に馴化しているヒトでは3,000g/hの発汗量をみることがある。しかし Max SR について、表1に示す諸家も明確には規定しておらず、ここでは、「ヒトの拍出する単位時間あたりの発汗量の最高値あるいは発汗能力の最大値」と解することにしたい。

個々の報告例に基づいて、Max SR の水準を

確認、そしてそれが発現する諸条件等について分析してみたい。したがって、これらの確認・分析する作業は Max SR 発現に関する基準をも検討することになると考えられる。

このことは、今後運動処方の実際を温熱生理学の立場から検討するために有益な示唆を提供すると考えられる。

研究方法

1) 分析資料

ヒトの Max SR の発現には、内的・外的熱因子の関与によってもたらされる⁵⁹⁾⁹³⁾と考えられる。身体活動においては筋収縮にともない多量の熱発生が生じる。周囲の温度が低く、ある一定の時間内であれば、輻射・対流による熱放散ルートによって放熱に対処する。周囲の温度条件が35℃¹⁹⁾を越えると、安静にしているでも輻射・対流に依存した放熱は十分に機能しなくなる(体温調節反応における発汗の役割については考察において後述するが)。この場合の強制的放熱機構として発汗能の意義が存在する。したがって、本研究の検索文献としては、高温下の運動シミュレーション時の発汗応答を取り扱った報告を中心に分析を展開した。

2) 分析方法

性、年齢、最大酸素摂取量の水準、実験条件、運動(作業)強度・様式等の作業形態、環境の温度・湿度条件、季節因子、暑熱馴化の方法について、これまで報告されたヒトの発汗能に関する研究成績を整理した。

個々の文献において表示されている発汗量の単位は多様に用いられていたもので、すべて単位時間あたりのグラム(g/h)表示に単位換算を佐々木⁷⁵⁾にしたが行なった。また、表2a、2b、表3と表6にまとめた発汗量に関する作表において、データは平均値と標準偏差あるいは平均値と最大値-最小値(範囲)で表している。それ以外に、原論文の図から筆者が直接読み取ったものも含めている。温度については華氏(F)表示は摂氏(℃)に次式で換算した²⁾。

$$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) / 1.8$$

結果と考察

1) 高温下の運動時に発現する最高発汗量

(表2aと表2b)

表1 成書に報告されたヒトの最高発汗量(著者作表)

報告者(年)	最高発汗量, g/h(kg/日)*
Adolph, E. F., 1974 ²⁾	3,700[砂漠における短時間の作業]
Kuno, Y., 1956 ⁴¹⁾	1,500-2,000[短時間で3,000-4,000]
Itoh, S., 1960 ³²⁾	800-1,900[暑熱馴化-3,000 -4,000]砂漠歩行で(10-12)2,000
Leithead, C. S. & Lind, A. R., 1964 ⁴⁶⁾	2,000
Ladell, W. S. S. 1965 ⁴³⁾	2,000[高温下, 短時間で3,000]
Folk, G. E. Jr, 1966 ¹⁷⁾	2,600-3,000砂漠における作業(12)
緒方維弘, 1967 ⁶⁵⁾	1,000-身体活動時(10)
山岡誠一, 1967 ⁹⁴⁾	1,000-フットボール, 1,100-走行[130m/分]
Robinson, S., 1974 ⁷¹⁾	1,160 ⁹⁾ -高温下の運動で
Ingram, D. L. & Mount, L. E., 1975 ²⁷⁾	2,000-3,000[暑熱馴化した人](10-12)
佐々木隆, 1978 ⁷⁴⁾ 佐々木隆, 堀哲郎, 1978 ^{74a)}	{ 1,500-2,000-激運動下(7-10), 座業(1.5-2.0), 1,100-走行[時速, 7.5km/h], 1,300-1,500-走行[16km/h], 1,800-2,000-マラソン競技, 2,100-バスケットボール試合
Mount, L. E., 1979 ⁵⁶⁾	砂漠における作業で(10-12)
Nadel, E. R., 1979 ⁵⁸⁾	1,200-1,400 ⁹⁾ -40℃で運動
中山昭雄, 1981 ⁶⁰⁾	1,000-1,500-高温下の運動で(7.0-10.0)
井上太郎, 1981 ²⁸⁾	1,000-砂漠を進行する隊商[12,000g/12時間]
Astrand, P. O. & Rodahl, K., 1986 ⁴⁾	1,530-40-50℃の環境で $\dot{V}O_2=1.5$ l/分の運動で
小川徳雄, 1987 ⁶⁶⁾	1,500-2,100-[暑熱馴化 3,000-4,000] Treが39℃以上で
森本武利, 1987 ⁵⁵⁾	2,000(10.0)
堀 清記, 1988 ²⁴⁾	2,000

※, () の1日あたりの発汗量の表示単位はkgを用いた。

#, 蒸発性熱放散に寄与する有効発汗量を著者が換算。

表2 a 高温環境下の運動による最高発汗量
(男子の成績)

報告者 年代	発汗量 ^a , g/h	環境条件 季節 温度 湿度	実験条件 強度 形態 内容 時間	被験者	被験者の特性 性 年齢	N	$\dot{V}O_{2max}^{(1)}$
伊藤ら 1983 ⁽³⁰⁾	1,911±152 ^{a)} [1,696-2051] ^{b)}	夏季(7月)25℃.60%	60% $\dot{V}O_2$ max(160m/分) トレッドミル運動,180分	競歩選手	男 24.5±6.8	4	62.6±1.7
鳥井ら 1990 ⁽³⁰⁾	1,486±213 [1,216-1,802]	夏季(8月)40.45% 2.0m/s	自転車作業, $\dot{V}O_2$ max80%,30分	成人	男 26.0-30.0	3	2.6-2.8 l/分
McMurrayら 1979 ⁽³²⁾	1,428±446	水温35℃	自転車作業 $\dot{V}O_2$ max60% HR136±29拍/分,30分	長距離選手	男 20.8±2.5		56.6±6.2
丹羽ら 1978 ⁽⁴¹⁾	940±100 1,282±180	-,26℃ 30% -,26℃ 90%	自転車作業, $\dot{V}O_2$ max70%,60分	体育専攻 大学生	男 19.0-21.0	3	3.2-3.7 l/分
Sawkaら 1983 ⁽⁷³⁾	1,248(640±97)	春季(3-5月)45℃,20%	トレッドミル, $\dot{V}O_2$ max45% 5.6km/h,90分	成人	男 25.0±4.0	7	53.0±6.0
近藤ら 1986 ⁽⁴⁰⁾	1,174±229	春(3-4月)35℃,45% 0.5m/s	自転車作業, $\dot{V}O_2$ max60%,60分	スポーツ選手	男 20.0±2.0 [21.0-26.0]	7	55.1±6.7
Saltinら 1968 ⁽⁷²⁾	1,142±271 [931-1,541]	夏季(6-8)30℃,45%	自転車作業, $\dot{V}O_2$ max72%[68-78%] 1,275kpm/分[1050-1650kpm/分]	成人	男 24.0[21-32]	4	50.25[49-58]
Kobayashiら 1980 ⁽³⁰⁾	1,056	-,40℃,45%	自転車作業, $\dot{V}O_2$ max45%,45分 (540kpm/分)	成人	男 21.3±2.9	5	3.14±0.45 l/分
Robinsonら 1955 ⁽⁷⁰⁾	1,020 [800-1,300]	-,46.0℃(D) ^{d)} 0.9m/s 26.0℃(W) ^{e)}	トレッドミル歩行,傾斜2.5%,5.6km/h 190kcal/h,180-240分	成人	男 15.0-19.0 [1名50歳]	8	—
Nielsenら 1976 ⁽³⁰⁾	929±270 [768-1,241]	-, 平均皮膚温 33℃	自転車作業, $\dot{V}O_2$ max60%, 60分 $\dot{V}O_2$ =2.64-2.75 l/分	水泳部学生	男 23.0-25.0	3	4.14-5.19 l/分
Shvartzら 1973 ⁽³²⁾	(750±114)	夏季(6-7月)50℃(D), 28℃(W),0.9m/s	トレッドミル歩行,5.6km/h 5%傾斜,90分	大学生	男 21.0-25.0	8	—

: 発汗量の表示のうち、() は体表面積で除して表している。

a : 平均±標準偏差, b : データの範囲, c : 相対湿度, d : D, 乾球温度

e : W, 湿球温度, f : $\dot{V}O_2$ max, 最大酸素摂取量(l/分またはml/kg /分)

表 2 b 高温環境下の運動による最高発汗量
(女子の成績)

報告者 年代	発汗量 ^a , g/h	環境条件		実験条件			被験者の特性			N	V̇o2max ^{e)}
		季節	温度 湿度	強度	形態	内容 時間	被験者	性	年齢		
Horstmanら 1982 ²⁵⁾	1,249±369 ^{a)} 879±160	—	45℃(D) ^{c)} , 23℃(W) ^{d)}	自転車作業,	V̇o2 max	40%, 120分	鍛練者	男	21.0±1.0	4	51.4±2.9
							鍛練者	女	21.5±1.4	3	47.2±2.6
Drinkwaterら 1977 ¹⁵⁾	810	—	48℃, 10% ^{b)}	トレッドミル,	V̇o2 max	30%, 100分 (50分×2)	大学生	女	20.6±1.5	5	46.8±4.4
Kamonら 1978 ²⁵⁾	995±163 808±53	—	52℃, 水蒸気圧 漸増(1Torr/分)	トレッドミル,	V̇o2 max	25% (5.6km/h-男) 43% (5.0km/h-女) 120分	成人	男	23.3±2.2	4	4.11±0.50 1/分
							成人	女	22.3±2.6	4	2.41±5.52 1/分
Arakiら 1981 ³⁾	745±104	夏季,	30℃, 60%	自転車作業,	1070kpm/分,	120分	鍛練者 (大学生)	女	20.1±1.0	11	—
Drinkwaterら 1976 ¹⁵⁾	654±126	春-夏,	47.8±0.5℃ 10% 0.9m/s	トレッドミル,	V̇o2 max	75%	成人	女	23.7±11.4	7	2.46±0.40 1/分
Lamancaら 1988 ⁴¹⁾	1,287(715±146) 736(460±142)	—	34.4℃, 45%	100mインターバル走,	トレーニング中 のHR=160-180拍/分,	ランニング速度 M, 333-353m/分, F, 285-308m/分	長距離	男	19.0±1.7	9	—
							ランナー (大学生)	女	18.8±1.2	8	—

: 発汗量の表示のうち、() は体表面積で除して表している。

a : 平均±標準偏差, b : 相対湿度, c : D, 乾球温度

d : W, 湿球温度, e : V̇o2 max. 最大酸素摂取量(1/分またはml/kg分)

高温環境下における運動中の発汗量の最高値を整理してみると男子では、1,500-2,000g/h、女子では、700-900g/hに達している。女子の最高発汗量は男子のそれのおおよそ50%程度である。

シミュレーションの環境条件をみると、男女ともに大半が深部体温より高い湿熱条件下で行なわれている。また、作業形態としては、トレッドミル走行あるいは歩行と自転車エルゴメータ作業が大勢を占め、その時間は60分以上の負荷を継続している。

一方、いくつかの報告では、環境の温度条件が深部体温より低く、作業強度が相対的に強い負荷を用いているようである。したがって、相対的作業強度の水準や湿度等の因子も、Max SR の発現に重要な役割を演じていることが解せられる。例えば、我々は、20歳代の健康な成人男子を対象として、夏季に環境温度30℃と40℃、いずれも相対湿度45%において運動負荷実験を行なった。作業強度は、自転車エルゴメータ上で安静を保つ温熱負荷のみ、それに加えて $\dot{V}O_2 \max$ の40%、60%および80%の運動負荷も実施した。図1は、その実験成績の一端を示している。高温下の種々の作業強度による運動中の発汗量を表している。発汗量は運動強度に比例して増加し、いずれの強度においても、30℃より40℃に顕著に高い。最高値は、40℃の環境で $\dot{V}O_2 \max$ はば80%の強度で運動した時に、約1,600g/hが得られた。1,800g/hを優に越える被験者もみられた。この値は、表2のMax SRに相当する値である。これらの被験者の $\dot{V}O_2 \max$ の値は、2.6-2.8 l/分であり、同世代の日本人の値と比較して同程度である

(54/76)77)。

また、夏季に体育専攻男子大学生3名を対象として、環境温度26℃、相対湿度30%と90%において $\dot{V}O_2 \max$ の70%作業負荷による発汗量を比較した丹羽ら⁶⁴⁾の成績によると、相対湿度30%では 940 ± 100 g/h、90%では、 $1,282 \pm 180$ g/hの発汗量を得ている。したがって比較的湿度が低い環境においても、高湿度であったり、強度の運動負荷であると、代謝量の増加により深部体温が上昇して発

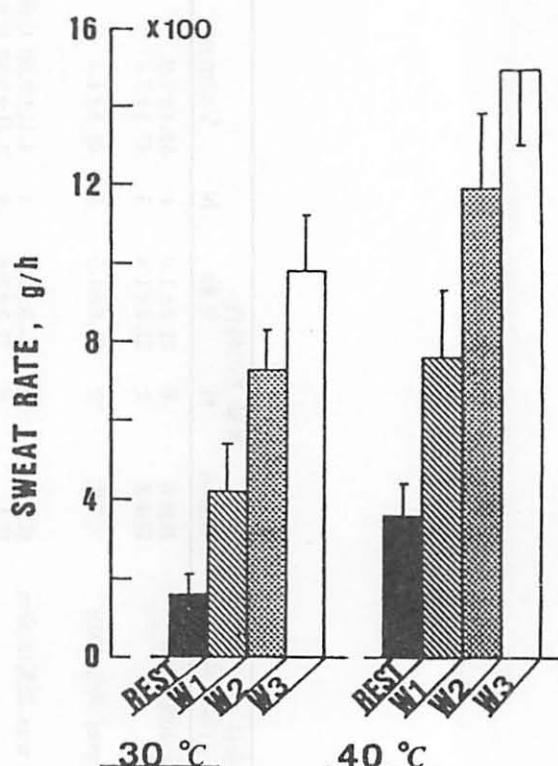


図1. 湿熱・運動負荷時の発汗応答

夏季に成人男子3名が40℃および30℃(いずれも相対湿度45%)の環境下において自転車エルゴメータ上の安静(REST)時と自転車作業負荷時の総発汗量の変動を示している。作業強度は、 $\dot{V}O_2 \max$ の40%-W1、60%-W2、および80%-W3の3種類と温熱負荷のみとした。それぞれの条件において、被験者は2回ずつ実験に参加し、データは平均値と標準偏差で表している。有意性を検定するために、二元配置の分散分析を適用すると、作業強度間および温度条件間において1%水準の有意差がみられる。(鳥井ら、未発表)。

汗量の増加を促進し、最高発汗量に到達するように解せられる。

2) 暑熱馴化過程における最高発汗量

暑熱馴化実験後の発汗量に関する成績を発汗量の多い順に表3に整理した。男子の成績についてみると、最も低い報告例では1,200g/h、最も高い場合は2,090g/hである。女子では、881-1,024g/hである。女子の最高発汗量は上述した高温下

表3 暑熱馴化による最高発汗量

報告者	発汗量	環境条件		実験条件				被験者の特性			暑熱馴化の方法 ^{h)}		
		季節	温度	湿度	強度	形態	内容	時間	被験者	性		年齢	N
Bonnerら 1976 ^{a)}	2,090±335 ^{a)}	- ^{c)} , 48℃(D) ^{d)} , 33℃(W) ^{e)} , 1.5m/s			安静15分と自転車作業, 30分300kpm/分			軍人	男	25±2	5	—	13日間, HE[48℃(D), 28℃(W), と41℃の温浴, 60分/日]
Mitchellら 1976 ^{a)}	1,620 [1,080-2,100] ^{b)}	-45℃(D), 32℃(W)			自転車作業, Vo2 max 40-50% 240分			成人	男	—	4	41.7±7	10日間, HE, *
Robinsonら 1943 ^{a)}	1,480 [1,410-1,570]	夏, 40℃ 23±2%			トレッドミル歩行, 5.6km/h, 180-240分/日			研究室ス タッフ	男	—	5	—	23日間, HE, *
Greenleafら 1983 ^{a)}	1,410±255	-39.8℃, 50% ^{f)}			自転車作業, Vo2 max45% Vo2=1.3 1分, 120分			暑熱馴化 した成人	男	22±2	5	3.01±0.4	8日間, HE, *
Senayら 1976 ^{a)}	1,407±383	-33.3℃(D), 31.7℃(W)			トレッドミル歩行, Vo2 max 50%, 240分			暑熱馴化	男	26.6±1.4	19	3.10±0.08	8日間, HE[33℃(D), 32℃(W) とステッピング, 240分].
Kirbyら 1986 ^{a)}	2,781±244 g/2h	-40℃, 45%			自転車作業, Vo2 max45%, 120分			大学生	男	24±6	10	3.7±0.38	10日間, HE, *
Wyndhamら 1973 ^{a)}	1,283±315	-32.2℃(W)			ステッピング 24回/分 Vo2=1.45 1/分, 240分			金採掘工	男	—	12	—	9日間, HE, *
Shvartzら 1979 ^{a)}	1,290±120	-39.8(D) 30.0(W)			自転車作業, Vo2 max50%, 75W, 120分			—	男	21.3±2.9	5	3.14±0.45	8日間, HE, *
Smilesら 1971 ^{a)}	1,253 [1,170-1,380]	-45℃(D), 23℃(W) 2.0-4.0m/s			トレッドミル歩行, 5.6km/h, 100分			高校生 大学生	男	16-22	5	—	7日間, HE, *
Strydomら 1966 ^{a)}	1,200	-36.1(D), 33.9(W)			高さ30.5cmの台のステッピ ング 12回/分, 120分			成人	男	18-25	5	2.03-2.93	12日間, HE, *
Gisolfiら 1973 ^{a)}	1,110±154	1-3月 48.6℃(D) 26.7℃(W)			トレッドミル歩行, 5.6km/h, 100分			大学生	男	21.0 [19-24]	6	—	インターバルトレーニング, 30分/日, 5 日/週, 11週継続
Avelliniら 1982 ^{a)}	1,098 934	冬季, 49℃(D), 27℃(W) 0.1m/s			トレッドミル歩行, Vo2 max30%, 50分			成人	男	20.8±1.8	5	3.0	水中トレーニング, 自転車作業, Vo2 max75%, 60分, 5日/週, 4週間継続
								成人	男	23.2±4.7	5	3.0	陸上トレーニング, 自転車作業, Vo2 max75%. 60分. 5日/週, 4週間継続
Fryeら 1981 ^{a)}	1,024	-48℃(D), 25℃(W)			トレッドミル, Vo2 max 25-30%, 120分			成人	女	25.5±1.7	4	54.1±4.3	8-9日間, HE, *
Shapiroら 1980 ^{a)}	925±114	-54℃, 10%, 1.0m/s			トレッドミル, 4.8km/h 100分(50分×2)			軍人	女	22.0±3.0	9	40.5±4.5	6日間, HE, *
Kamonら 1976 ^{a)}	881±141	-52℃, 水蒸気圧漸増 (1 Torr/10分)			トレッドミル, 4.8km/h(Vo2 max, 30%)180分			大学生	女	22.8±2.8	4	—	8-10日, HE[50℃, D:25℃, W, トレッ ドミル, 4.8km/h, 90-120分]

a) 平均±標準偏差

b) データの範囲

c) 季節に関する記述なし

d) D, 乾球温度

e) W, 湿球温度

f) 相対湿度

g) Vo2 max, 最大酸素摂取量 (1/分または ml/kg/分)

h) HE, 連続暑熱曝露; *, 左記の環境条件および実験条件と同様

の運動実験と同様に男子より低い。

被験者は男女とも20歳代が多数を占め、最大酸素摂取量($\dot{V}O_{2max}$)は標準的値を示している⁷⁶⁾⁷⁷⁾。暑熱馴下の方法としては、40℃以上の条件に連続して1週間以上曝露し、100-200分間、軽・中等度の身体活動も合わせて負荷している。これらの研究の大半は欧米にて実施されているが、我が国の状況と異なって季節に関する記述が、先の「高温下の運動時に発現する最高発汗量」の項目と同様に少ないようである。本研究において取り扱った個々の原論文においては、必ずしも発汗量を左右する因子として季節が注目されていないように思われる。原論文における季節因子に関する欠落については、次の点が考察されよう。佐々木が⁷⁵⁾指摘するように従来より欧米では、基礎代謝の季節変動は、存在しないとの説が有力である。しかし我が国では、基礎代謝の季節変動に代表されるように数多くの生理機能の季節変動と季節馴化との関連についての業績が積み重ねられている。これらの背景には、研究風土、地理的条件、気候特性相違等が考えられ、これらが相互に関連して季節に関する記述の欠落を惹起したものと考えられよう。

ところで、ヒトが暑熱環境に頻回曝露されると、体温調節反応には適応的变化が認められる。発汗量は著しく増加し、深部体温の上昇や酸素消費量と心拍数の増加が軽減する。環境の温度条件に運動負荷が加わればその変化は、特に顕著に発現する(図2a, b)。ちなみに、Ladell(1964)⁴²⁾は、暑熱馴化過程における発汗量の増加について次のように述べている。まず、70-80分の暑熱曝露初日には600-720g/h、これを4-5日繰り返行なうと900g/hの発汗量が得られる。更に運動等を合わせて数日間継続して十分な暑熱馴化(hyperacclimatization)が形成されると、1,200g/hと発汗量は増加する。ごく短時間であれば2,500-3,000g/hの汗の拍出も可能である。

3) 長時間砂漠歩行時の最高発汗量

砂漠地帯は地球の総面積の1/5 - 2/5と推定され、降水量は一年を通してほとんどない、あるいは

は僅かな期間にごく少量をみるにすぎず、極めて特殊領域である。日照は砂漠表面に直接降り注ぎ、昼間の外気温は、45℃以上にもしばしば遭遇する^{2), 28), 45)}。したがって、ヒトのMaxSRも発現する環境条件にあると考えられる。

図3はアリゾナの砂漠において35、40、および45℃の温度で各種の条件下(A-G、図の説明参照)で得られた発汗量を示している。最も多量の発汗が得られるのは45℃の炎天下を裸体で歩行したときである(Lee, 1964)⁴³⁾。図3におけるA-Gの配列は、発汗量の多い順に並べている。また、その配列は、生体に及ぼす生理的負担度と一致しているようである。

一方、Dillら^{12), 13), 14)}の長時間砂漠歩行時の成績をみると(表4)、歩行速度100m/分で60、120、300分間歩いた場合、発汗量は男子高校生で958-1,165 g/h女子では男子より30%程度低い。成人男子では1,200g/h程度である。

また1日の総発汗量については、砂漠における労働に従事しているで10-12kgの報告例が2、3みられる。Adolphら²⁾は、カリフォルニア砂漠で軽作業、例えばトラック運転、機械整備、警備の仕事に従事する、軍人において1日の総発汗量は2-8 kgで、激作業のヒトでは11kgであったことを観察している。この当たりが1日の最高発汗量と目されている⁶⁹⁾。

砂漠における成績ではないが、我が国においても伊藤ら^{29), 30), 31)}と仙石⁸⁰⁾が、夏季に炎天下にて長時間歩行実験を無飲食にて実施している。健康な成人男子を30-35℃の屋外において7時間歩行負荷を行なった。歩行中20分毎の発汗速度は500g/hではば一定である。全歩行時間中の総発汗量は、3,000gを優に越えている。

表5は伊藤の実験の成績を要約したものである。

仙石の実験においては、尿量を含めた総水分消失量は体重の5.4%、伊藤の場合は体重の7.5%(発汗量では体重の6.21%減)減である。

4) マラソン走行時の最高発汗量(表6)

マラソン走行は通常2,300-2,500kcalのエネルギーを2時間数十分において消費する^{8), 9), 50)}。こ

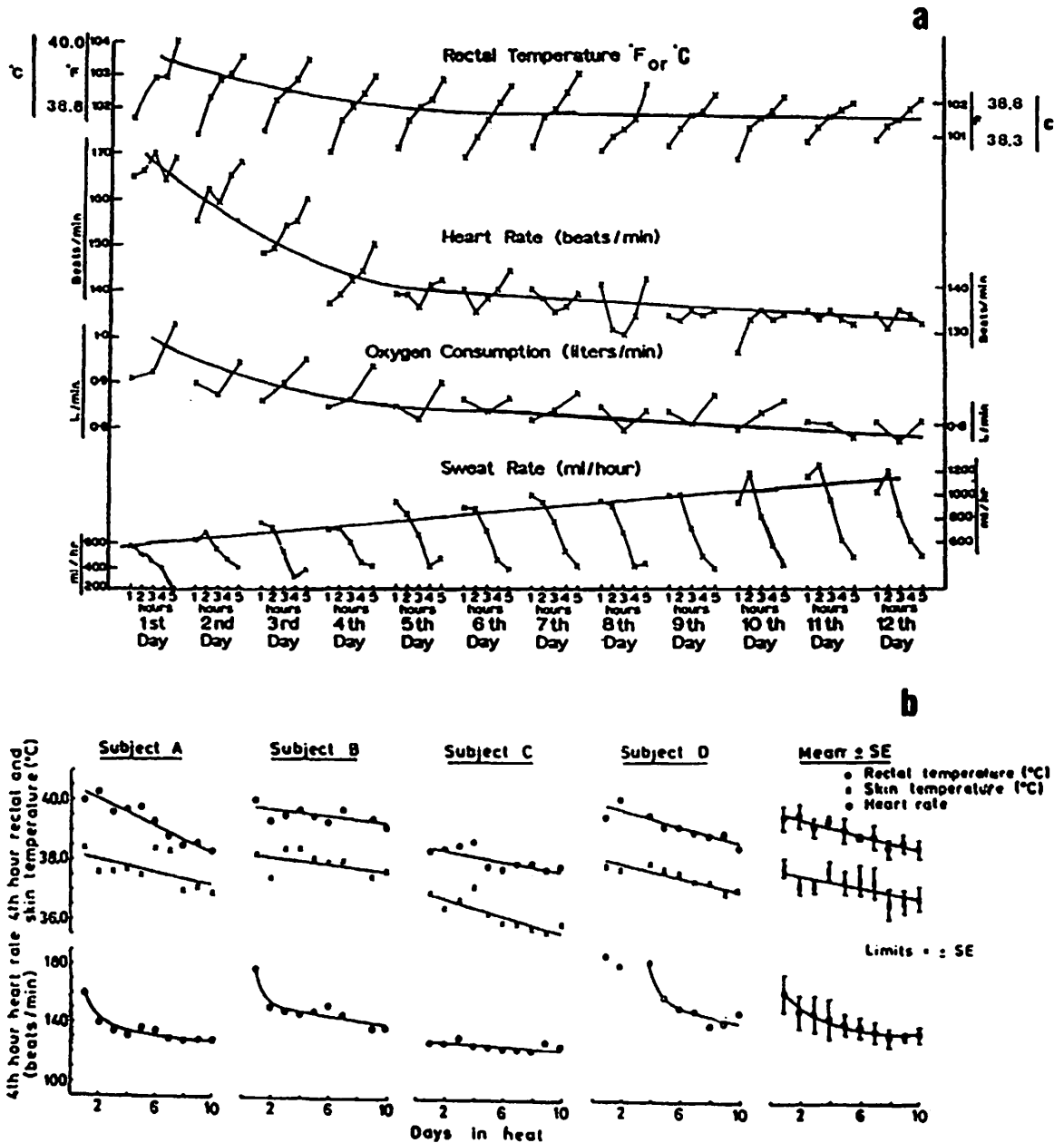


図2. 暑熱馴化と体温調節反応の関係

10-12日間の暑熱馴化過程における発汗量の増加および直腸温、平均皮膚温、心拍数、酸素消費量は低下している。連日5時間高温に暴露され、同時に身体活動をあわせて行なうと体温調節反応は適応的变化を呈する。a 図：Strydom, N.B.ら, 1966より引用-著者改変⁶⁵⁾；b 図：Wyndham, C.H.ら, 1976より引用⁶⁶⁾。表2 参照。

表4 砂漠における長時間歩行時の最高発汗量*

年 代	発汗量 g/h(g/m ² ・h)	環境条件		実験条件		被験者の特性			
		季節	温度	作業強度	時間	被験者	性	年齢	観察例
1972	959(524)	夏季(7月), Tbb	53℃	100m/分の速度 で60分歩行		高校生	男	18	7
	980(530)	"	58℃			高校生	男	15-18	
	1,189(586)	"	53℃			成人	男	34	
	1,176(626)	"	58℃			成人	男	79	
	840(564)	"	53℃			高校生	女	15	
	528(342)	"	51℃			高校生	女	15-18	
	680(378)	"	55℃			高校生	女	15-18	
1973	1,106(594)	夏季 7月, Tbb	50℃	100m/分の速度 で120分歩行		高校生	男	15	4
	1,121(606)	- 8月 Ta	41.2℃			高校生	男	19	
	1,165(630)	"				高校生	男	18	
	965(522)	"				高校生	男	16	
1976	1,071(570)	夏季, Ta	36-38℃	100m/分の速度 で300分歩行		高校生 と成人	男	15-38	6

※, Dill, 1972¹²⁾と Dillら, 1973¹³⁾および1976¹⁴⁾の報告より著者が作表した。Ta, 環境温, Tbb, 黒球温

表5 夏季の長時間歩行実験における最高発汗量*

被 験 者	年 齢 (歳)	時 期	外気温(℃)		発汗量*		歩行時間 (h)
			乾球温	[湿球温]	(g)	(g/h)	
I. A-1	37	9月初旬	32	[26]	2,238	448	5
B-2	58	"	32	[26]	3,230	646	5
B-3	38	"	32	[27]	3,315	474	7
B-4	37	8月8日	35	[28]	2,498	416	6
B-5	62	8月19日	34	[27]	2,435	406	6
B-6	33	"	"	"	2,576	429	6
B-7	36	"	"	"	2,296	383	6
A-8	43	8月13日	29	[25]	841	280	3
B-9	42	"	"	"	924	308	3
II. C-10	26	7月11日	33	[28]	3,675	459	8
B-11	39	7月17日	32	[29]	1,942	324	6
B-12	46	7月6日	32	[28]	1,399	466	3
B-13	41	7月7日	32	[29]	2,394	798	3
B-14	24	7月8日	32	[27]	1,691	564	3
B-15	48	7月5日	36	[29]	2,249	750	3
B-16	64	"	"	"	2,447	816	3
B-17	26	7月9日	32	[28]	1,155	330	3.5
D-18	30	"	"	"	1,367	391	3.5
平均	40.5		32.5	[27.5]	2,418	483	4.6

※, 伊藤ら, 1942²⁹⁾, 1942³⁰⁾, および Itoh, 1953³¹⁾のデータを著者改変。I 名古屋市における実験; II 台北市(台湾)における実験、被験者No.10-15と17は中国人の被験者である。A=サービス業従事者、B=身体的労作を中心とし仕事に従事する人、C=販売業従事者、D=医師。^{a)} 左に総発汗量、右に単位時間あたりの発汗量を示した。

れは成人男子が通常1日にかかって消費する量に相当する。したがって、かなり激しいスポーツ競技である。

マラソン走行の記録は環境温10℃前後が最も好記録が期待³⁷⁾されるといわれ、競技開催は冬季に集中しているが、初夏から盛夏においても開催さ

れている。しかし、暑い季節あるいは高温環境下におけるマラソン競技やそのシミュレーションの記録・成績は、低下しているようである¹⁾。

マラソン走行時の発汗量にはかなりの相違がみられるものの、冬季には、大略1,000-1,200g/h、夏季には1,500-2,000g/hの範囲にある。女子は1

表6 マラソン走行時における最高発汗量

報告者	発汗量, g/h	環境条件		実験条件		被験者の特性					備考欄
		季節	温度 湿度 風速	強度・走行距離・時間[時間 :分]・走行速度[km/h]	被験者	性	年齢	N	Vo2max		
佐々木ら 1961 ²⁰⁾	1,694±299 [1,377-1,972]	夏季6月	26[78] 5.1m/s		走行距離16-27km	マラソン 選手	男	—	3	—	1960年ローマオリンピック日本代表 熊本市における合宿時の成績
Pughら 1967 ²⁷⁾	960	夏季6月	22.0 52 -23.5℃ -58%		マラソン競走	マラソン 選手	男	33±2.1	56	—	英国、Oxfordマラソン参加者 1位-4位の上位入賞者
	1,315±429 [890-1530]				15.52km/h [15.19-15.95]	1位-4位	男	—	4		
Magazanikら 1974 ²⁸⁾	1,134±243 [919-140]	21-26℃	50-60%		最終HR 134 3:37 [120-150] [3:03-4:30]	マラソン 選手	男	24-33	6	61.5[52-73]	
Maronら 1975 ²⁹⁾	1,232±255 [1,067-1,047]	25.2[D] 16.1[W] -28.9℃ -233.9℃			2:44 15.45km/h [2:37-2:48] [15.06-16.1]	マラソン 選手	男	29 [23-41]	6	7* 67.3 111km/w* [4-12] [65.6-70.3]	73年サンタバーバラムラソン, 米国
Adamsら 1975 ¹⁾	717	10℃[D] 3.1℃[W]	}	マラソンシミュレーション, トレッドミル走行 15.36km/h, 60-165分 マラソン競走	マラソン 選手	男	38	1	7* 64.6 93km/w*		
	1,248	22℃[D] 13.2℃[W]									
	1,976	35.4℃[D] 21.9℃[W]									
	1,440	Ta18℃									
Maronら 1977 ³¹⁾	858 [760-955]	18℃[D], 14℃[W]			マラソン競走, Vo2max68-72%	マラソン 選手	男	33 [26-40]	2	69.7 76.5km* [67.5-71.8]	75年サンタバーバラムラソン, 米国
Coltら 1978 ³⁰⁾	1,148	12月-3月	}	10マイル競走 Vo2max, 74.8%, 走行時間1:09 [64-89%] [1:02-1:15] 64% 1:15	長距離 ランナー	男	35.7	10	[80-224km]*		
	2,020	6月-7月									
Haralambieら 1981 ³²⁾	891 [1600±580]	4月 11-14℃			25kmロードレース 14km/h, 1:48±0:14	長距離 ランナー	女	36±10	9	7±2*[12-16km]*	79年西ドイツ25kmロードレース競争。この実験の対象者の一人が優勝している。
Myhreら 1982 ³³⁾	1,244±266 [1,063-1,498]	開始時17℃[WBGT.15-24℃] 漸次上昇36℃ 風速1.6-3.2m/s		Vo2max63%, 3:36 [60-66%], [3:23-3:49]	マラソン 選手	男	46 [44-46]	3	63.5 100km* [62.0-65.7][96-105]		
	776					女	44	1	88		
Daviesら 1986 ³⁴⁾	873	21℃.48% 2.5-4.0m/s		トレッドミル[マラソンシミュレーション] Vo2max65-70%.240分	マラソン 選手	男	35±7.9	10	4.27±0.5 1/分 100-200km*		

※：トレーニング歴[年]，#：1週間の走行距離。最終HR：ゴール直後の心拍数[拍/数]。
 その他については、表2および3を参照。

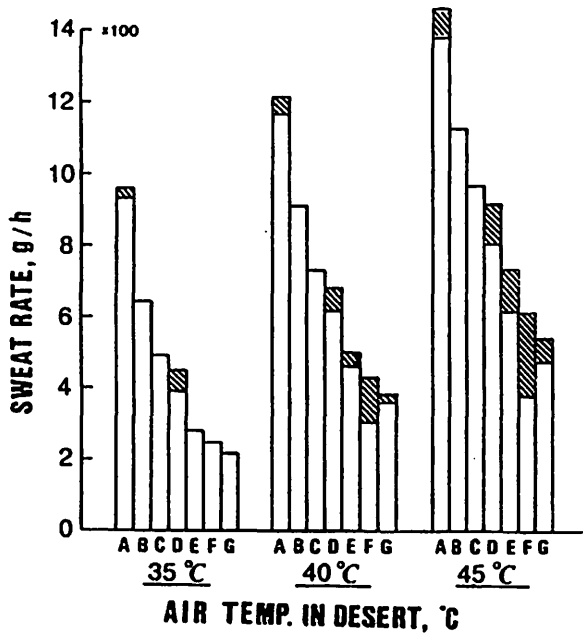


図3 夏季のアリゾナ砂漠における種々の条件と気温による総発汗量の変動 (Lee, 1964—著者改変作図⁽⁴⁾)

A: 炎天下の歩行運動 (裸体), B: 炎天下の歩行運動 (衣服着用), C: 日陰での歩行運動 (衣服着用), D: 炎天下の椅座位安静 (裸体), E: 炎天下の椅座位安静 (衣服着用), F: 日陰での椅座位安静 (衣服着用), G: 日陰での椅座位安静 (裸体)

□: 蒸発性熱放散に關与した有効発汗量。▨: 無効発汗量。水蒸気圧=5-15mmHg。歩行速度=94m/分[5.64km/時間]。気流=300m/分[5m/秒]。

被験者は軽装で、着用衣服は軽量の制服、帽子、靴下、長靴等である。

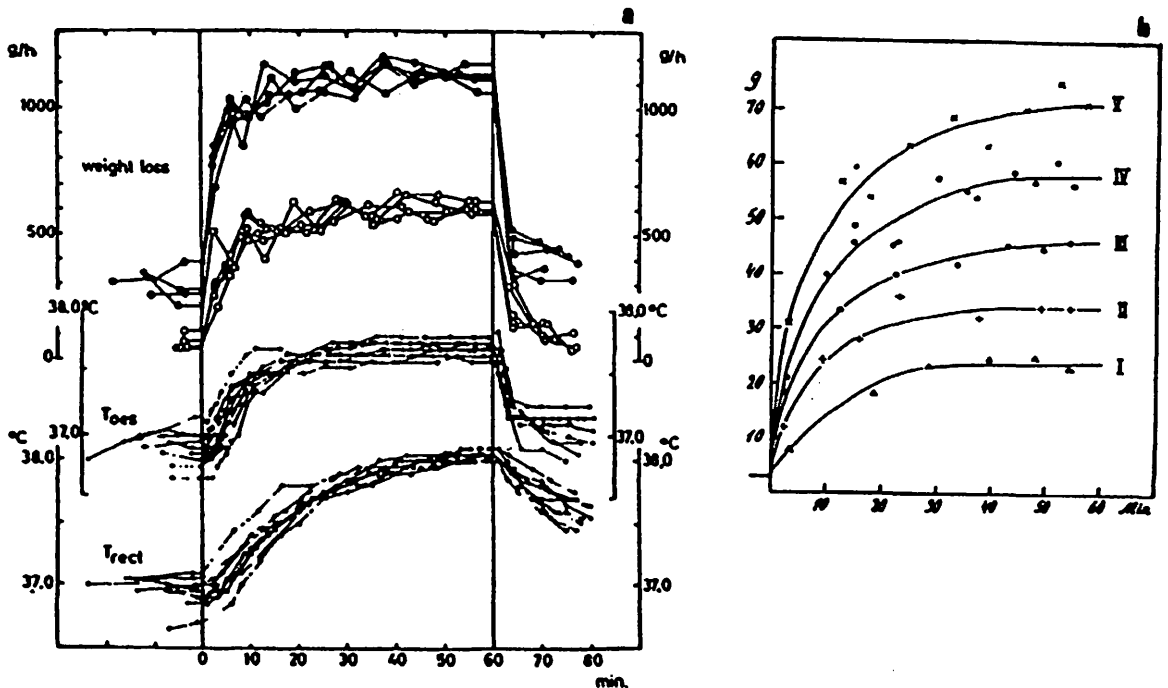


図4 環境の温度条件および作業強度と発汗応答の關係。

a: 異なる温度環境20(○)と37.5℃(●)において1人の被験者が900kpm/分の自転車作業を60分間それぞれ5回おこなった時の発汗量と食道温と直腸温の変化(Nielsen, B. & Nielsen, M., 1965より引用)⁽⁵⁾。b: 環境温24.5℃, 各種の強度を用いた運動による発汗速度(g/5分)の変化。I, 540; II, 720; III, 900; IV, 1,080; V, 1,260kpm/min。(Nielsen, M., 1938より引用)⁽⁶⁾。深部温の変動経過は、広範囲の温熱条件にはほとんど影響を受けないが、発汗応答は、温度条件に依存している。一方、温度を一定に保って作業強度を色々変化させてみると、発汗反応はみごとに作業強度毎に分れる。

例であるが、先にみたように男子より20%程度低下している。

以上の結果を基に、以下では体温調節機能における発汗能の意義ならびにその修飾因子の一端について若干考察を加えることにする。

ヒトの体温調節能力は極めて柔軟性にとみ、環境温がかなり変動しても深部体温はほぼ一定に保たれる(Mount, 1979)⁵⁶⁾。しかし、運動時の体温は作業強度に比例して上昇する。また作業強度に応じてエネルギー消費量も増大し、それは、また必然的に熱発生を伴う。仮に、1時間で300kcalの熱が運動によって体内に発生したとすると、熱放散が全く行なわれなければ、60kgの体重のヒトでは(人体の比熱は0.83kcal/kg・℃とすると)体温が6℃上昇し、43℃を越えることになる。しかしながら、生体内ではこのようなことは起こらない。これは、生体に備わっている温度受容器により体温変化が検知され、効果的な放熱反応が発現されるからである(中山, 1981)⁶⁰⁾。

環境の温度が高温であったり、作業強度が大であれば発汗による熱放散の役割は益々増大する。たとえば、Nielsen, B.とNielsen, M.(1965)⁶²⁾は、同一被験者に20℃と37.5℃において900kpm/分の作業強度による自転車作業を負荷したときの

発汗反応と食道温と直腸温の変化を60分にわたって観察した。37.5℃の高温環境下の発汗速度は、20℃の常温と比較して、1,000-1,200g/hで顕著に高いが、食道温と直腸温の上昇には最たる差異は認められない(図4a)。また、Nielsen, M.(1938)⁶¹⁾は、環境の温度を一定にして、作業強度を540、720、900、1,080および1,260kpm/minと5種類に変化させて自転車運動時の発汗応答を観察している(図4b)。発汗量は作業強度に比例して増加していることがうかがわれる。

更には体温調節機能に対する季節因子の関与も極めて大きいと考えられる。Yoshimura(1960)⁸⁵⁾は、夏季と冬季に30℃の実験室に裸体で入室し、30分後、両側の下肢を45℃に温浴した温熱負荷試験による体温調節反応を比較した。図5は、その実験成績を総括したものである。夏季には湯に浸すと同時に発汗速度の増大が始まり、20分後に最大発汗速度が得られている。しかし、冬季には発汗速度増大までの潜伏期が夏季と比較してながく、かつまた浸足後50分して最大発汗速度が得られている。しかも夏季の最高発汗速度は、冬季のそれより著明に大きい。総発汗量も夏季には1,240g/hと冬季には930g/hであった。夏季の総発汗量は冬季のその30%増である。

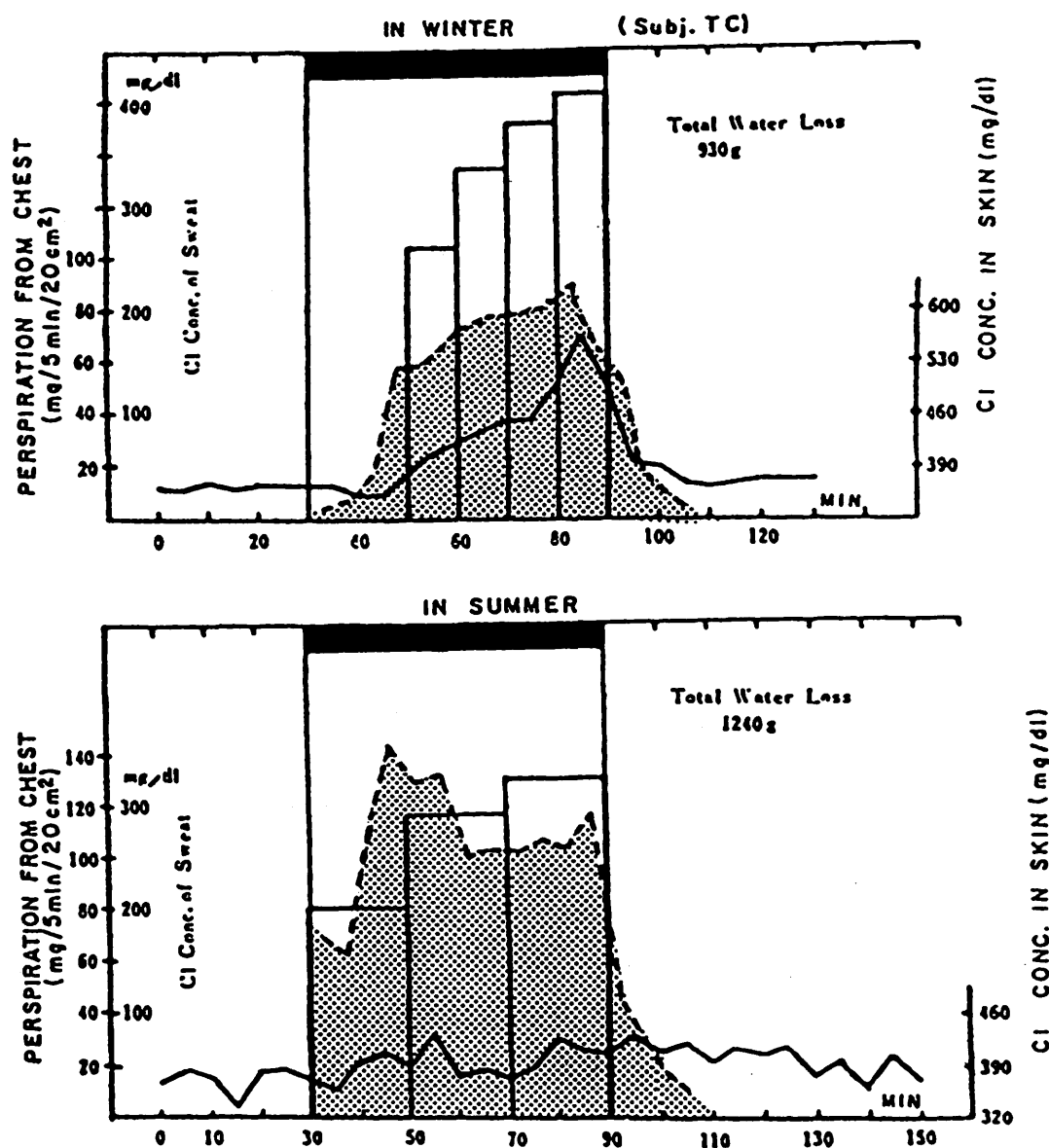


図5 体温調節反応の季節変動(Yoshimura, H., 1960より引用-著者改変)⁴⁵⁾。

同一被験者の冬季と夏季の局所発汗速度 (stippled area)、汗のCl濃度 (□)、皮下Cl濃度 (—) の成績比較。生体の塩分出納調節上、夏季には低濃度の多量の汗を拍出しているようである。この現象は、季節馴化の代表的なものである。いずれにおいても生理機能の季節変動は明瞭であり、最高発汗能は、夏季に発現しているといえよう。黒バーは、温熱負荷 (本文参照)。

まとめ

本研究は、これまで報告されているヒトの発汗量の極限、すなわち最高発汗能(Max SR)について、以下の点から整理を試みた。

検索文献としては、高温下の運動シミュレーション時に発現する発汗応答を取り扱った報告をとりあげ、性、年齢、最大酸素摂取量の水準、実験条件、作業強度・様式、環境の温度・湿度条件、季節因子、暑熱馴化の方法等の観点から、これまで報告されたヒトの発汗能に関する研究成績を整理した。

1)高温下の運動時に発現する Max SR:男子では、1,500-2,000g/h、女子では、700-900g/hに達している。

2)暑熱馴化過程における Max SR:各種の方法による暑熱馴化実験後の発汗量に関する成績を男子について整理してみると、最も低い報告例では1,200g/h、最も高い場合は2,090g/hである。女子では、881-1,024g/hである。

3)マラソン走行時の Max SR:発汗量にかなり相違がみられる傾向にあるものの、冬季には大略1,000-1,200g/h、夏季には1,500-2,000g/hの範囲にある。

最高発汗能の発現は、環境から体内に輻射熱が入る条件下で、長時間の中等度運動時にみられる。相対的作業強度が大であれば、比較的短時間の運動においても、また比較的湿度が低い条件においても、高湿度であつたりすると Max SR が発現するようである。さらに暑熱環境に頻回曝露されると発汗能は最高に到達し、運動負荷が加われば顕著にあらわれる。

今後の課題として、今回全く言及できなかった水分・塩分出納を含めた体液の観点から、発汗能の問題を検討することも急務かと考えられる。

文 献

1) Adams, W.C., Fox, R.H., Fry, A.J. and MacDonald, I.C. "Thermoregulation during marathon running in cool, mode-

rate, and hot environments" *J. Appl. Physiol.*, 38, 1030-1037, 1975.

2) Adolph, E. F. and associate "Physiology of Man in the Desert" Interscience: New York, 1947.

3) Araki, T., Matsushita, K., Umeno, K., Tsujino, A., and Toda, Y., "Effect of physical training on exercise induced-sweating in women" *J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise Physiol.*, 51, 1526-1532, 1981.

4) Åstrand, P. O., and Rodahl, K. "Textbook of Work Physiology" McGraw-Hill: New York, 1986, pp.583-645.

5) Avellini, B. A., Shapiro, Y., Fortney, S. F., Wenger, C. B., and Pandolf, K. B. "Effects on heat tolerance of physical training in water and on land" *J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise Physiol.*, 53, 1291-1298, 1982.

6) Bonner, R. M., Harrison, M. H., Hall, C. J., and Edward, R. J. "Effect of heat acclimatization on intravascular responses to acute heat stress in man" *J. Appl. Physiol.*, 41, 708-713, 1976.

7) Brouha, L., Smith, JR, P. E., De Lanne, R., and Maxfield, M. E. "Physiological reactions of men and women during muscular activity and recovery in various environments" *J. Appl. Physiol.*, 16, 133-140, 1960.

8) Costill, D. L. "Metabolic responses during distance running" *J. Appl. Physiol.*, 28, 251-255, 1970.

9) Costill, D. L. "Physiology of marathon running" *JAMA*, 221, 1024-1029, 1972.

10) Colt, E. W., Wang, L., and Pierson, JR, R. N. "Effect on body water of running 10 miles" *J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise Physiol.*, 45, 999-1001, 1978.

11) Davies, C. T. M., and Thompson, M.

- W., "Physiological responses to prolonged exercise in ultramarathon athletes" *J. Appl. Physiol.*, 61, 611-617, 1986.
- 12) Dill, D. B., "Desert sweat rates" In: Itoh, S *et al.* (Eds) *Advances in Climatic Physiology*, Igaku Shoin : Tokyo, 1972, pp.134-143.
 - 13) Dill, D. B., Yousef, M. K., and Nelson, J. D., "Responses of men and women to two-hour walks in desert heat" *J. Appl. Physiol.*, 35, 231-235, 1973.
 - 14) Dill, D. B., Soholt, L. F., and Odders-hede, Ib., "Physiological adjustments of young men to five-hour desert walks" *J. Appl. Physiol.*, 40, 236-242, 1976.
 - 15) Drinkwater, B. L., Kupprat, I. C., Denton, J. E., Crist, J. L. and Horvath, S. M. "Response of prepubertal girls and college women to work in the heat" *J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise Physiol.*, 43, 1046-1053, 1977.
 - 16) Drinkwater, B. L., Denton, J. E., Raven, P. B., and Horvath, S. M. "Thermoregulatory response of women to intermittent work in the heat" *J. Appl. Physiol.*, 41, 57-61, 1976.
 - 17) Folk, G. E. Jr, "Introduction to Environmental Physiology" Lea & Febiger : Philadelphia, 1966, pp.137-181.
 - 18) Frye, A. J. and Kamon, E. "Responses to dry heat on men and women with similar aerobic capacities" *J. Appl. Physiol.*, 50, 65-70, 1981.
 - 19) Gagge, A. P., Winslow, C.-E. A., and Herrington, L. P. "The influence of clothing on the physiological reactions of the human body to various environmental temperatures" *Am. J. Physiol.*, 124, 30-50, 1938.
 - 20) Gisolfi, C. V. "Work-heat tolerance derived from interval training, *J. Appl. Physiol.*, 35, 349-354, 1973.
 - 21) Gold, A. J., Zornitzer, A., and Samueloff, S. "Influence of season and heat on energy expenditure during rest and exercise" *J. Appl. Physiol.*, 27, 9-12, 1969.
 - 22) Greenleaf, J. E., Brock, P. J., Keil, L. C., and Morse, J. T. "Drinking and water balance during exercise and heat acclimation" *J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise Physiol.*, 54, 414-419, 1983.
 - 23) Haralambie, G., Senser, L., and Sierra-Chavez, R. "Physiological and metabolic effects of a 25 km race in female athletes, *Eur. J. Appl. Physiol.*, 47, 123-131, 1981.
 - 24) 堀清記「人体と運動の生理学-体温調節-」堀清記ら編, 金芳堂, 1988, pp.63-67.
 - 25) Horstman, D. H., and Christensen, E. "Accimatization to dry heat : active men vs. active women, *J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise Physiol.*, 52, 825-831, 1982.
 - 26) 池上晴夫「運動処方」朝倉書店, 1983, pp.133-230.
 - 27) Ingram, D. L., and Mount, L. E., "Man and Animals in Hot Environments" Springer-Verlag : New York, 1975, pp.146-162.
 - 28) 井上太郎「体温調節の比較生理」温熱生理学, 中山昭雄編, 理工学社, 1981, pp.339-370.
 - 29) 伊藤真次・増井市郎・服部知己・奥田宣・鈴木利三「夏日無飲食長途歩行実験(第1回報告)」日本生理誌, 7:101-107, 1942.
 - 30) 伊藤真次・増井市郎・松本栄吉「夏日無飲食長途歩行実験(第2回報告)」日本生理誌, 7:517-528, 1942.
 - 31) Itoh, S., "The water loss and blood changes by prolonged sweating without intake of food and drink" *Jpn. J. Physiol.*, 3, 148-156, 1953.

- 32) Itoh, S. "Physiological responses to heat"
In : Yoshimura, H. *et al.* (Eds), *Essential Problems in Climatic Physiology*. Nankodo : Kyoto, 1960, pp. 3-25.
- 33) 伊藤静夫・黒田善雄・塚越克己・雨宮輝也・金子敬二・松井美知子「運動時における体温の動的様相—第5報 競歩における水分補給について」昭和57年度日本体育協会スポーツ科学研究報告No.Ⅶ, pp.1-10, 1983.
- 34) Kamon, E. and Avellini, B. "Physiologic limits to work in the heat and evaporative coefficient for women" *J. Appl. Physiol.*, 41, 71-76, 1976.
- 35) Kamon, E., Avellini, B., and Krajewski, J. "Physiological and biophysical limits to work in the heat for clothed men and women" *J. Appl. Physiol.*, 44, 918-925, 1978.
- 36) Karvonen, M. J., Kentala, E. and Mustala, O. "The effects of training on heart rate; a longitudinal study" *Ann. Med. Exp. Biol. Fenn.*, 35, 307-315, 1957.
- 37) 河谷正光「マラソン競争に及ぼす環境温度の影響」*体力科学*, 5, 62-66, 1955.
- 38) Kirby, C. R., and Convertino, V. A. "Plasma aldosterone and sweat sodium concentrations after exercise and heat acclimation" *J. Appl. Physiol.*, 61, 967-970, 1986.
- 39) Kobayashi, K., Horvarth, S. M., Diaz, F. J., Brabsford, D. R., and Drinkwater, B. L. "Thermoregulation during rest and exercise in different postures in a hot humid environment" *J. Appl. Physiol.: Respirat Environ. Exercise Physiol.*, 48, 999-1007, 1980.
- 40) 近藤徳彦・池上晴夫「環境温が持久性運動時の体温調節に及ぼす影響——個人差に着目して——」*体力科学*, 35, 229-240, 1986.
- 41) Kuno, Y. "*Human Perspiration*", C. C. Thomas : Springfield, 1956.
- 42) Ladell, W. S. S., "Terrestrial animals in humid heat : man" In : Dill, D.B. *et al.* (Eds), *Adaptaion to the Environment*, American Physiological Society: Washington D. C., 1964, pp.625-659.
- 43) Ladell, W. S. S. "Water and salt (sodium chloride) intakes" In: Edholm, O. G. *et al.* (Eds) *The Physiology of Human Survival*, Academic Press : London, 1965, pp.235-299.
- 44) Lamanca, J. J., Haymes, E. M., Daly, J. A., Moffatt, R. J., and Waller, M. F. "Sweat iron of male and female runners during exercise" *Int. J. Sports Med.*, 9, 52-55, 1988.
- 45) Lee, D. H. K., "Terrestrial animals in dry heat : man in the desert" In: Dill, D.B. *et al.* (Eds), *Adaptaion to the Environment*, American Physiological Society: Washington D. C., 1964, pp.551-582.
- 46) Leithead, C. S., and Lind, A. R. "*Heat Stress and Heat Disorders*" Cassell : London, 1964.
- 47) Lind, A. R., "A physiological criterion for setting thermal environmental limits for everyday work" *J. Appl. Physiol.*, 18, 51-56, 1963.
- 48) Magazanik, A., Shapiro, Y., Meytes, D., and Meytes, I. "Enzyme blood levels and water balance during a marathon race" *J. Appl. Physiol.*, 36, 212-217, 1974.
- 49) Maron, M. B., Horvath, S. M., and Wilkerson, J. E. "Acute blood biochemical alterations in response to marathon running" *Eur. J. Appl. Physiol.*, 34, 173-181, 1975.
- 50) Maron, M. B., Horvath, S. M., Wilkerson, J. E., and Gliner, J. A. "Oxygen uptake

- measurements during competitive marathon running" *J. Appl. Physiol.*, 40, 836-838, 1976.
- 51) Maron, M. B., Wagner, J. A., and Horvath, S. M., "Thermoregulatory responses during competitive marathon run-ning" *J. Appl. Physiol.*, 42, 909-914, 1977.
- 52) McMurray, R. G., and Horvath, S. M. "Thermoregulation in swimmers and runners" *J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise Physiol.*, 46, 1086-1092, 1979.
- 53) Mitchell, D., Senay, L. C., and Wyndham, C. H. "Acclimatization in a hot humid environment: energy exchange, body temperature, and sweating" *J. Appl. Physiol.*, 40, 768-778, 1976.
- 54) Miyamura, M., and Honda, Y. "Maximum cardiac output related to sex and age" *Jpn. J. Physiol.*, 23, 645-756, 1973.
- 55) 森本武利「体温調節の液性協関」新生理学大系-22エネルギー代謝・体温調節の生理学 中山昭雄ら編, 医学書院, 1987, pp.276-286.
- 56) Mount, L. E., "Adaptation to Thermal Environment" Edward Arnold: London, 1979.
- 57) Myhre, L. G., Hartung, G. H., and Tucker, D. M. "Plasma volume and blood metabolites in middle-aged runners during a warm-weather marathon" *Eur. J. Appl. Physiol.*, 48, 227-240, 1982.
- 58) Nadel, E.R. "Temperature regulation" In: Strauss, R. H. (Ed), *Sports Medicine and Physiology*, W. B. Saunder: Philadelphia, 1979, pp. 130-146.
- 59) Nadel, E.R. "Control of sweating rate while exercising in the heat" *Med. Sci. Sports*, 11, 31-35, 1979.
- 60) 中山昭雄「運動時の体温調節」温熱生理学, 理工学社, 1981, pp.425-438.
- 61) Nielsen, M., "Die Regulation der Körpertemperatur bei Muskelarbeit" *Skand. Archiv. Physiol.*, 79, 193-230, 1938.
- 62) Nielsen, B. and Nielsen, M. "On the regulation of sweat secretion in exercise" *Acta Physiol. Scand.*, 64, 314-322, 1965.
- 63) Nielsen, B. and Davies, C. T. M. "Temperature regulation during exercise in water and air" *Acta Physiol. Scand.*, 98, 500-508, 1976.
- 64) 丹羽健市・中山昭雄「高湿度環境における運動時の体温調節」*体力科学*, 27:11-18, 1978.
- 65) 緒方維弘「スポーツと体温調節」スポーツ医学, 久松栄一郎ら編, 体育の科学社, 1967, pp.393-414.
- 66) 小川徳雄「蒸発性熱放散」新生理学大系-22 エネルギー代謝・体温調節の生理学, 中山昭雄ら (編), 医学書院, 1987, pp.154-175.
- 67) Puch, L.G.C.E., Corbett, J. L., and Johnson, R.H. "Rectal temperatures, weight losses, and sweat rates in marathon running" *J. Appl. Physiol.*, 23, 347-352, 1967.
- 68) Robinson, S., Turrell, E. S., Belding, H. S., and Horvath, S. H. "Rapid acclimatization to work in hot climates, *Am. J. Physiol.*, 140, 168-176, 1943.
- 69) Robinson, S. and Robinson, A. H. "Chemical composition of sweat" *Physiol. Rev.*, 34, 202-220, 1954.
- 70) Robinson, S., Nicholas, J. R., Smith, J. H., Daly, W. J., and Pearcy, M. "Time relation of renal and sweat gland adjustments to salt deficiency in man" *J. Appl. Physiol.*, 8, 159-165, 1955.
- 71) Robinson, S., "Physiology of muscular exercise" In: Mountcastle, V. (Ed), *Medical Physiology Vol. II*, The C. V. Mosby Comp.: Saint Louis, 1974, pp. 1273-1304.

- 72) Saltin, B., Gagge, A. P., and Stolwijk J. A. J. "Muscle temperature during submaximal exercise in man" *J. Appl. Physiol.*, 25, 679-688, 1968.
- 73) 佐々木隆・照屋常吉・吉川国夫・藤本実雄「一流マラソン選手における耐熱強化宿時の食塩ならびに水分出納」*体質医研報*, 11: 337-339, 1961.
- 74) 佐々木隆「スポーツと体温調節」*スポーツ医学*, 石河利寛ら編, 杏林書院, 1978, pp.105-110.
- 74a) 佐々木隆, 堀哲郎「スポーツと環境」*スポーツ医学*, 石河利寛ら編, 杏林書院: 東京, 1978, pp.111-119.
- 75) 佐々木隆「代謝と栄養」*新生理学* 下巻, 第5版, 問田直幹ら編, 医学書院, pp.548-588, 1982.
- 76) 佐藤陽彦「体力の適応——体格と体力の推移——」*近未来の人間科学辞典*, 田中正敏・菊池安行(編), 朝倉書店, 1988, pp.253-274 (文献, 294-296).
- 77) 斎藤満・宮村実晴「健康因子の指標としての最大酸素摂取量——最大酸素摂取量の民族比較から(その1)——」*体育の科学*, 32, 855-864, 1982.
- 78) Sawka, M. N., Hubbard, R. W., Francesconi, R.P., and Horstman, D. H. "Effects of acute plasma volume expansion on altering exercise-heat performance" *Eur. J. Appl. Physiol.*, 51, 303-312, 1983.
- 79) Senay, L. C. and Kok, R. "Body fluid responses of heat-tolerant and intolerant men to work in a hot wet environment" *J. Appl. Physiol.*, 40, 55-59, 1976.
- 80) 仙石敏夫「人体の運動時の汗量並びに発汗と飲水との関係」*日本生理誌*, 6, 68-83, 1941.
- 81) Shapiro, Y., Pandolf, K. B., Avellini, B. A., Pimental, N. A., and Goldman, R. "Physiological responses of men and women to humid and dry heat" *J. Appl. Physiol.: Respirat Environ. Exercise Physiol.*, 49, 1-8, 1980.
- 82) Shvartz, E., Saar, E., and Benor, D. "Physique and heat tolerance in hot-dry and hot-humid environments" *J. Appl. Physiol.*, 34, 799-803, 1973.
- 83) Shvartz, E., Bhattachaya, A., Sperinde, S. J., Brock, P. J., Sciaraffa, D., and Van Beaumont, W. "Sweating responses during heat acclimation and moderate conditioning" *J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise Physiol.*, 46: 675-680, 1979.
- 84) Smiles, K. A., and Robinson, S. "Sodium ion conservation during acclimatization of men to work in the heat" *J. Appl. Physiol.*, 31, 63-69, 1971.
- 85) Strydom, N.B., Wyndham, C.H., Williams, C. G., Morrison, J. F., Bredell, G.A. G., Benade, A.J.S., and Von Rahden, M., "Accimatization to humid heat and the role of physical conditioning" *J. Appl. Physiol.*, 21: 636-642, 1966.
- 86) 体育科学センター編「健康づくり運動カルテ」講談社: 東京, 1976.
- 87) 体育科学センター編「スポーツによる健康づくり運動カルテ」講談社: 東京, 1983.
- 88) 鳥井正史・山崎昌廣・佐々木隆・宮林達也・荒武祐介「運動実施の望ましい時間帯に関する実験的検討——午前中と夜間の運動時体温調節反応の比較」第9回日本健康増進学会会報, 66-69, 1988.
- 89) 鳥井正史「冬季の運動前の身体加温は発汗能の水準を高める」*九州体育学研究*, 3, 29-37, 1989.
- 90) 鳥井正史・山崎昌廣・佐々木隆「ヒトの最高発汗能」第44回日本体力医学会予稿集, p.142, 1989.
- 91) Wyndham, C. H., Strydom, N. B., Benade, A. J. S., and Van Rensburg,

- A. J., "Limiting rates of work for acclimatization at high wet bulb temperatures" *J. Appl. Physiol.*, 35, 454-458, 1973.
- 92) Wyndham, C. H., Rogers, G. G., Senay, L. C., and Mitchell, D. "Acclimatization in a hot, humid environment : cardiovascular adjustments" *J. Appl. Physiol.*, 40, 779-785, 1976.
- 93) Wyndham, C. H. "The physiology of exercise under heat stress" *Ann. Rev. Physiol.*, 35, 193-220, 1973.
- 94) 山岡誠一「スポーツと栄養」スポーツ医学, 久松栄一郎ら編, 体育の科学社: 東京, 1967, pp.231-262.
- 95) Yoshimura, H., "Acclimatization to heat and cold" In : Yoshimura, H. *et al.* (Eds), *Essential Problems in Climatic Physiology*, Nankodo : Kyoto, 1960, pp. 61-106.
- 注1) 近年スポーツ活動・身体活動と環境条件、特に温熱環境との関連について以下のシンポジウムで、活発な論議が行なわれている。
- 1) 日本体力医学会「日本体力医学会創立30周年記念シンポジウム抄録集」1987.
 - 2) 日本体力医学会「第22回日本体医学会総会記念日本体力医学会シンポジウム抄録集」1987.
 - 3) International Council for Physical Fitness Research, 1988 Symposium Osaka, 1988.
 - 4) 日本体力医学会「第2回東京国際スポーツ医学シンポジウム抄録集」1989.

幼稚園児の足形態の発育

太田 裕 造 (福岡教育大学)

太田 賀月恵 (香蘭女子短期大学)

鐘ヶ江 淳 一 (近畿大学九州短期大学)

(平成元年12月19日受付、平成2年2月24日受理)

A study on the foot growth of kindergarten children by
the foot print method

Yuzo Ohta¹⁾

Katsue Ohta²⁾

Jynichi Kanegae³⁾

Abstract

The foot prints of 167 children from the age of 3 to 6 years are recorded. The first purpose of the study is to evaluate the foot growth. The second purpose of the study is to analyze the differences of the foot growth between the sexes and the ages.

Main findings of this study are as follows:

- (1) The feet of children from the age of 3 to 6 years grow larger in length and in width as age goes on. The differences of the indices between the sexes are not found out. The foot growth correlates with body height, body weight, leg length and arm length.
 - (2) Some characteristics of the foot growth are recognized, that is, the width of the front part of foot grows larger little by little while the back part of foot grows smaller. This means a tendency to slenderness by aging. There is a remarkable tendency to slenderness in girls than in boys.
 - (3) Some examples are found in which the second or the fifth finger does not touch the ground. It may be because there were some troubles in the foot growth.
- (Yuzo Ohta, Katsue Ohta, Jynichi Kanegae, "A study on the foot growth of kindergarten children by the foot print method" Kyusyu J. phys. Educ. Sports, 4-1:55-64, March, 1990)

研究の目的

誕生後、平均10ヵ月を経過して、幼児の脚筋は
体重を支えるだけの発達をして、つかまり立ちの

立位姿勢がとれるようになり、また、その後、歩
行運動へと発達する。立位姿勢によって、視野も
広まり、行動範囲は広がり、また、手が自由にな

1) Fukuoka University of Education

2) Kouran Women Junior College

3) Kinki University Kyusyu Junior College

り外界から受ける刺激が多くなるため知的な発達や運動機能の発達へと連係する。

幼児期における、静的な、また動的な運動の基底として足部の働きは重要である。立位姿勢の開始と同時に、足関節の働きに関与する筋群や足指や足底の筋群の発達は急速に進むであろう。これらの筋群の発達と共に足部の形態にも変化が生じると予想される。

幼児を研究対象とした足形態の発育に関する研究報告は、小山ら(7)、石橋(3)にみられるが、対象の例数がそれほど多くないので、年齢での標準値が得られていないのではないかと、疑問がある。また、試作の計測器を用いたり、ビデオスコープを用いるなど煩雑な計測法ではフィールド調査では不向きである、などの問題があるように思える。

著者らは、フィールド法として経済性や能率性の上で優れた簡便な方法を用いて、3歳から6歳の幼稚園児の足形態の発育変化を足底記録法から定量化した。本研究の目的は、体重、身長などの身体の発育の指標と足の発育との関係を明らかにすること、足型にどのような個人差があるかを調べることで、それぞれの年齢での標準値を得ること、さらに、発育上での問題点を提起すること、などであった。

研究の方法

福岡教育大学附属幼稚園と近畿女子短期大学附属孤田幼稚園のそれぞれの教室で、各種の身体測定を実施した。まず、身長 (cm)、体重 (kg)、上肢長 (cm)、下肢長 (cm) の身体発育のパラメーターを測定した。上肢長は両腕を水平に伸ばした両腕長と肩峰幅とを合わせた指極であり、下肢長は立位姿勢で腸骨前稜点から足底面までの長さである。

つぎに、足型の採取の方法は、右足底面にタンニン酸3%アルコール試薬を塗り、吸質性のよい紙の上に立たせる。試薬の乾燥後に、塩化第二鉄溶液を塗ると接触足型が浮き出る。足型の計測法は平沢(2)の方法によった。内側線と外側線との

交点と第二指線とを中心にして、HL (足長)、FL (指長)、FW (足幅)、Y (HLの1/3点で足底前部での足幅)、X (HLの1/3点で足底後部での足幅) などである (図1)。さらに、パーソナルコンピューター (NEC, PC-9801型) に連動させたデジタイザー (GRAPHTEC, DT-1000) を用いて、足底の接触面積 (FA1) と非接触面積 (FA2) とを、算定した。

被検者は、3歳から6歳の男女幼稚園児167人で、その年齢別、性別の構成数は表1に示すとおりである。以上の測定は1989年6月と7月に実施した。

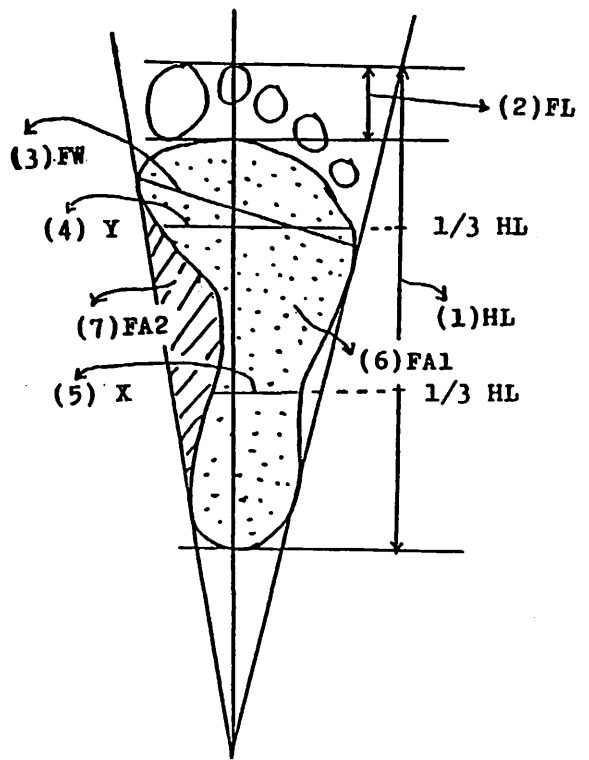


図1 足型計測法

表1 被験者の年齢区分と人数

年齢	生	年	男児	女児
3歳	昭和60年4月	-61年3月	18人	17人
4歳	昭和59年4月	-60年3月	22人	22人
5歳	昭和58年4月	-59年3月	30人	38人
6歳	昭和57年4月	-58年3月	11人	9人

結果と考察

I. 身体発育について

本研究で対象とした幼稚園児の体格の指標としての身長と体重は、全国平均値(5)に近い値を示したので、同年齢集団での平均的な発育の状態であり、正常な範囲内であったと考える。身長、体重、下肢長(Leg Length)、上肢長(Arm Length)

の測定値の基礎統計値は表2に示すとおりである。これらの指標は3歳から6歳にかけて直線的に大きくなっている。また、性差はほとんど認められなかった。身長と下肢長、上肢長との間の相関関係は密接であったが、(表4の相関係数一覧表を参照)骨発育の指標の間の関係であるから当然のことであろう。体重と下肢長、上肢長との間の関係は幾らか弱くなっている。

表2 被験者の体格指標

Age Group		Height	Weight	Leg Length	Arm Length
		cm	kg	cm	cm
3 yrs Boy n:18	Mean	98.25	15.63	51.20	95.77
	SD	3.77	1.21	3.63	3.83
	Max	104.0	17.5	58.0	103.0
	Min	90.6	13.5	44.0	89.0
Girl n:17	Mean	97.92	15.35	51.35	92.06
	SD	4.34	2.04	2.32	6.75
	Max	103.7	17.5	55.0	100.0
	Min	90.1	12.0	47.0	75.0
4 yrs Boy n:22	Mean	104.56	16.78	54.05	102.75
	SD	4.74	2.10	3.03	6.26
	Max	115.0	23.5	62.0	114.0
	Min	92.9	13.5	48.0	88.5
Girl	Mean	104.54	16.77	54.05	102.17
	SD	4.31	1.79	3.23	4.74
	Max	113.7	20.0	61.0	109.8
	Min	95.4	13.2	48.0	93.8
5 yrs Boy n:30	Mean	110.86	19.14	58.15	107.93
	SD	4.94	2.16	3.48	5.25
	Max	121.1	23.0	65.0	118.5
	Min	101.6	16.0	51.0	100.0
Girl n:38	Mean	111.37	19.21	58.98	108.69
	SD	4.75	3.16	3.48	5.45
	Max	109.0	29.5	66.0	120.5
	Min	102.3	15.5	53.5	99.0
6 yrs Boy n:11	Mean	116.28	21.59	60.68	113.28
	SD	4.87	3.72	3.58	5.76
	Max	122.5	30.5	66.5	121.8
	Min	109.3	17.0	54.0	104.0
Girl n:9	Mean	115.55	21.22	59.88	111.52
	SD	4.94	1.94	3.30	5.02
	Max	123.0	23.0	66.0	119.2
	Min	109.5	18.0	56.5	104.0

II. 足形態の発育の標準値について

足型記録から計測した足形態発育の項目の基礎

集計の結果を表3に示すとおりである。

足長 (HL) は年齢とともに大きくなる (図2)。踵骨、舟状骨、楔状骨、中足骨、指骨などの長軸方向の総計が足長であるが、骨発育の結果として足長が大きくなるもので、身長 (男児 $r=0.891$ 、

表3 足形態指標

		HL cm	FL cm	FW cm	Y cm	X cm	FA1 cm	FA2 cm	Y:X	HL:Y	HL:Y	FA2/ (FA1+FA2) %
3 yrs Boy n:18	Mean	14.85	2.03	6.28	5.68	3.47	47.61	7.21	1.70	2.59	4.43	12.57
	SD	0.45	0.20	0.34	0.35	0.60	5.24	6.04	0.46	0.13	1.15	8.27
	Max	15.7	2.3	6.7	6.4	4.2	57.96	10.54	3.35	2.81	8.47	20.54
	Min	14.3	1.6	5.6	5.2	1.7	34.24	1.16	1.26	2.35	3.40	2.26
Girl n:17	Mean	14.68	2.01	6.22	5.54	3.54	47.32	5.73	1.59	2.64	4.21	10.72
	SD	0.78	0.27	0.32	0.38	0.48	5.06	3.39	0.26	0.13	0.66	6.03
	Max	15.7	2.5	6.7	6.1	4.4	57.28	10.85	2.19	2.96	5.69	19.44
	Min	12.9	1.8	5.7	5.0	2.6	37.36	0.78	1.30	2.42	3.36	1.59
4 yrs Boy n:22	Mean	15.44	2.12	6.47	5.81	3.37	51.06	7.79	1.75	2.66	4.72	13.37
	SD	0.77	0.28	0.51	0.53	0.56	7.15	3.37	0.33	0.17	0.87	5.89
	Max	17.6	2.5	7.5	7.2	4.2	69.46	14.75	2.66	3.21	7.28	26.02
	Min	14.3	1.7	5.8	4.7	2.1	41.93	2.27	1.36	2.42	3.57	3.39
Girl n:22	Mean	15.43	2.18	6.51	5.87	3.14	48.96	8.76	1.95	2.60	5.08	15.39
	SD	0.85	0.23	0.44	0.42	0.69	7.77	4.20	0.43	0.13	1.12	7.29
	Max	16.8	2.6	7.4	6.6	4.3	68.47	12.64	2.58	2.92	7.72	27.84
	Min	13.9	1.8	5.8	5.0	1.8	33.36	2.76	1.47	2.39	3.56	4.29
5 yrs Boy n:30	Mean	16.29	2.35	6.74	6.09	3.23	53.51	10.81	1.98	2.68	5.32	16.76
	SD	1.02	0.25	0.50	0.48	0.75	7.86	4.92	0.53	0.18	1.38	7.43
	Max	18.2	2.8	7.8	7.1	4.4	67.59	17.93	3.87	3.03	10.18	29.11
	Min	14.0	1.9	6.1	5.5	1.8	38.49	3.65	1.28	2.38	3.17	5.60
Girl n:38	Mean	16.31	2.32	6.67	5.94	3.08	51.64	11.35	2.00	2.75	5.55	18.04
	SD	0.88	0.29	1.38	0.46	0.91	7.06	4.76	0.57	0.19	1.85	6.78
	Max	18.1	3.0	7.6	7.0	4.5	67.90	16.47	3.80	3.23	11.46	35.88
	Min	14.5	1.7	5.8	5.1	1.5	41.71	3.56	1.29	2.40	3.69	5.61
6 yrs Boy n:11	Mean	16.83	2.33	6.94	6.08	3.25	55.50	13.14	1.92	2.78	5.47	19.14
	SD	1.01	0.39	0.36	0.31	0.62	6.84	3.89	0.36	0.19	1.14	5.32
	Max	18.4	2.8	7.5	6.6	4.2	64.74	19.06	7.76	3.21	8.33	28.28
	Min	15.0	1.6	6.4	5.6	2.1	44.47	4.17	1.47	2.58	4.05	6.05
Girl n:9	Mean	16.71	2.22	6.86	6.06	2.91	52.40	16.28	2.25	2.75	6.25	23.63
	SD	0.53	0.19	0.33	0.25	0.79	4.51	3.99	0.77	0.11	2.32	5.35
	Max	17.3	2.5	7.4	6.4	4.1	59.86	22.77	4.06	2.98	7.51	31.86
	Min	16.0	1.9	6.5	5.7	1.5	47.42	9.94	1.46	2.62	4.05	14.83

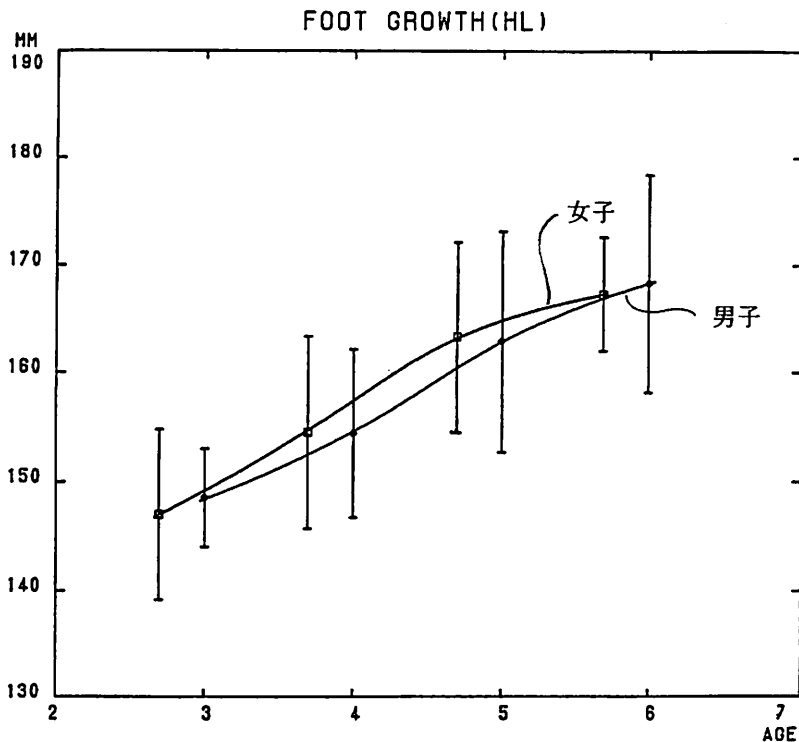


図2 足長 (HL) の発育

女兒 $r=0.878$ ）、下肢長（男児 $r=0.856$ 、女兒 $r=0.872$ ）との相関が高い（表4参照）。この年齢間で足長には性差はほとんど認められなかった。

足幅 (FW) も年齢とともに大きくなる（図3）。足背部の伸筋群、足底部の屈筋群の発育に関係して大きくなったと考えられる。足幅は、筋組織や骨間軟組織などの幅径であるから、身長や下肢長との相関関係は幾らか弱くなる。性差はほとんど認められなかった。石橋(3)の報告した同年齢の足長や足幅の値は本研究よりもかなり大きなものであったが、その数値との差で考えられる理由の一つは、計測法の違いからくるものである。石橋は足長計を用いているが、全日本履物団体協議会の主催による靴型基準作成委員会調査研究運営委員会の採用した方法であるため、足指部の円形先端までの長さとなるのでより大きな数値になることが予想されること、また他の理由は、例数が少な

い（3～8人）ことや測定時期の相違によるもの、などが考えられる。

つぎに、足幅での相対的位置であるところの、足底前部のYは年齢とともに幾らか大きくなった。また、足底後部のXは年齢によって幾らか小さくなった（図4）。さらに、Y:Xの比率から考察すると、年齢とともに足型は細長化の傾向がみられ、この傾向は、HL:Y、HL:Xの関係からもうかがえた（図5）。この細長化は女兒のほうにより顕著に認められた。

足底の接触面積 (FA1) は年齢とともに大きくなるが、この値は男児のほうが大きい。また、非接触面積 (FA2) も年齢とともに大きくなるが、この値は女兒のほうが大きい。さらに、その面積比 (FA2/(FA1+FA2)) も年齢とともに大きくなる。この値は女兒のほうが大きい。これは、女兒のほうに細長化がより進んだことを示している（図6）。

本研究での面積比の数値は小山ら(7)の報告による数値よりも3歳、4歳、5歳では小さい値であったが、6歳では近似値であった。小山らは“年齢にともなう足の細長化傾向はみられなかった”としているが、これは足長に対する足幅の比率で算

出しているため各年齢ともほぼ一定の値(約41%)であることから年齢にともなう細長化傾向がみられなかったとしている。本研究でもこの比率は同様の値を示したが、足長も足幅も相対的に大きくなることであり、この比率からの数値で細長化は

表4 計測項目間の相関係数一覧表

(Boys)n=81	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1.Height	1														
2.Weight	.857	1													
3.L L	.915	.768	1												
4.A L	.945	.812	.886	1											
5.H L	.891	.799	.856	.880	1										
6.F L	.629	.602	.647	.654	.715	1									
7.F W	.689	.612	.724	.728	.744	.507	1								
8.Y	.527	.453	.587	.583	.614	.528	.830	1							
9.X	-.093	-.055	.008	.001	.122	.039	.297	.276	1						
10.FA-1	.565	.507	.616	.614	.731	.446	.734	.666	.664	1					
11.FA-2	.616	.556	.505	.541	.486	.306	.356	.234	-.616	-.111	1				
12.FA2/(FA1+FA2)	.423	.367	.309	.339	.234	.155	.130	.044	-.781	-.384	.950	1			
13.Y:X	.259	.210	.185	.190	.059	.216	-.016	.085	-.882	-.448	.642	.754	1		
14.HL:Y	.326	.316	.223	.252	.347	.131	-.175	.522	-.175	.011	.232	.187	.057	1	
15.HL:X	.355	.315	.255	.268	.168	.266	-.047	.040	-.906	-.422	.700	.791	.962	.211	1

(Girls)n=86	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1.Height	1														
2.Weight	.812	1													
3.L L	.918	.793	1												
4.A L	.894	.692	.851	1											
5.H L	.878	.775	.872	.809	1										
6.F L	.579	.475	.578	.505	.693	1									
7.F W	.651	.733	.651	.569	.712	.423	1								
8.Y	.555	.613	.528	.497	.649	.490	.873	1							
9.X	-.238	-.128	-.270	-.186	-.098	-.158	.154	.207	1						
10.FA-1	.422	.461	.396	.431	.570	.246	.686	.671	.673	1					
11.FA-2	.583	.580	.605	.472	.532	.415	.367	.255	-.675	-.211	1				
12.FA2/(FA1+FA2)	.445	.406	.466	.346	.355	.329	.169	.073	-.798	-.437	.961	1			
13.Y:X	.440	.336	.454	.369	.319	.323	.115	.065	-.913	-.430	.691	.753	1		
14.HL:Y	.310	.116	.322	.293	.315	.166	-.264	-.490	-.371	-.177	.266	.290	.290	1	
15.HL:X	.462	.323	.475	.397	.351	.336	.049	-.047	-.908	-.433	.677	.742	.979	.465	1

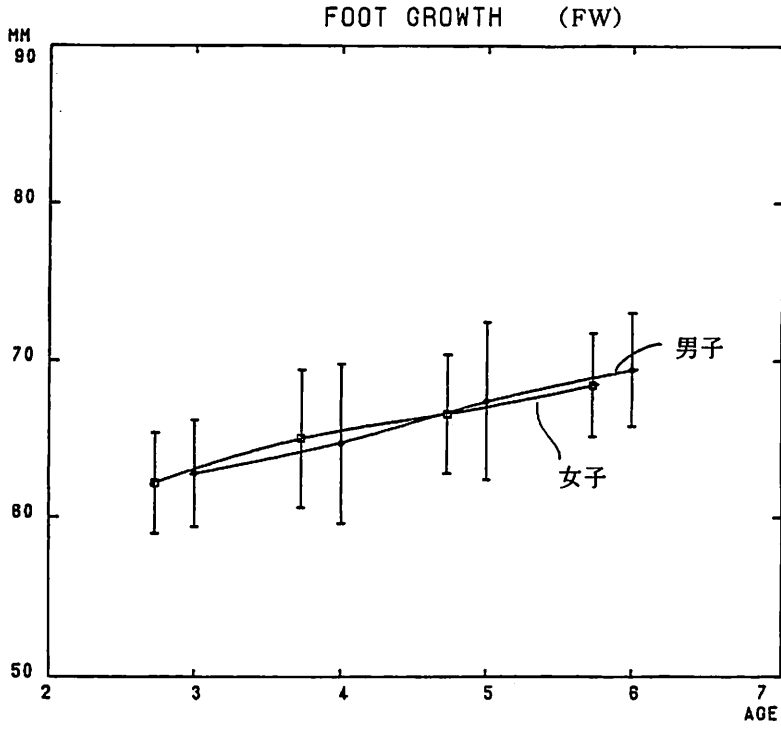


図3 足幅 (FW) の発育

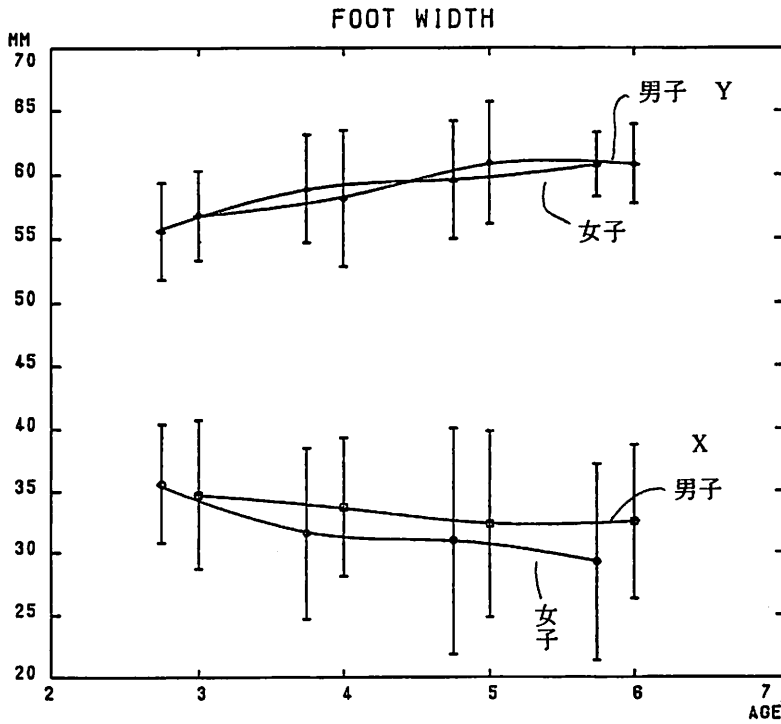


図4 足幅 (F,X) の発育

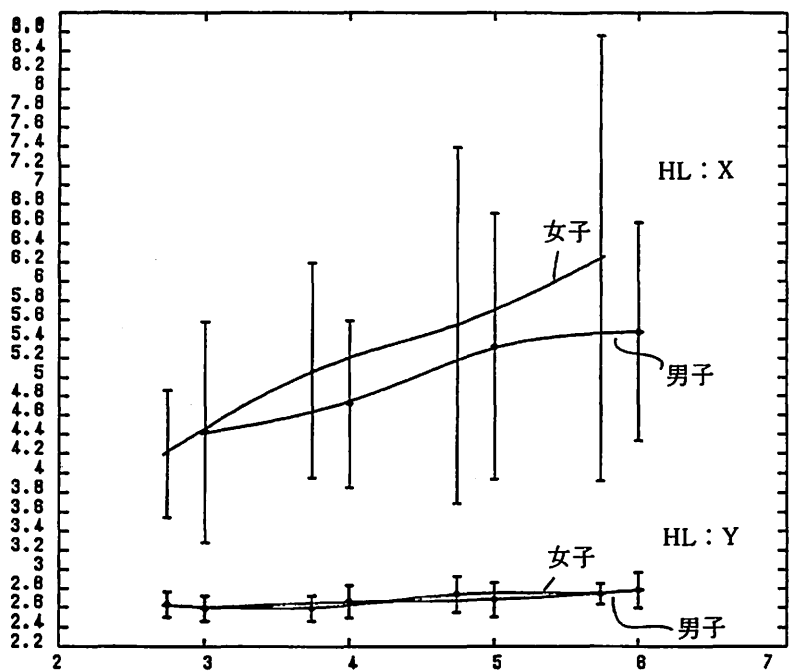


図5 足長/足幅の比率

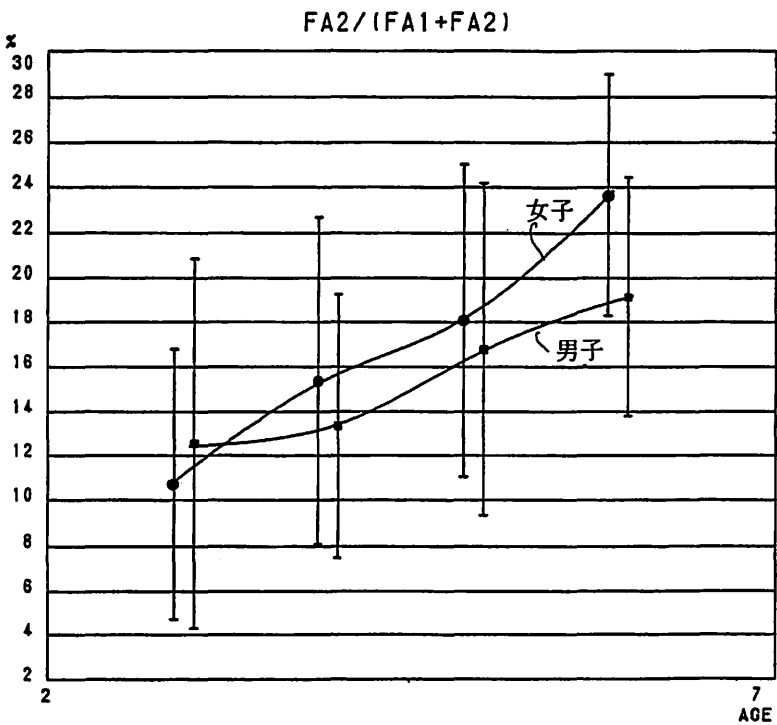


図6 足底面の接触面/非接触面の比率

認められないという考察は成り立たないと考えられる。岡田ら(8)は6歳から12歳の小学生を対象としたが、“男女とも年齢とともに足部の細長化が進む”と報告している。

接触面積と非接触面積の比率が10%以下の例数を算出した結果は、つぎのようであった。3歳では、35人中1例(2.8%)、4歳では、44人中9例(20.4%)、5歳では、68人中11例(16.1%)、6歳では、20人中14例(70%)、の出現率であった。非接触面積が大きくなっていることを示したこれらの数値は、年齢とともに細長化がすすんでいることを表している。

Ⅲ. 足型の特異例について

つぎに、足型の記録にみられた特異な例について報告する。6歳女子で、第五指の極度な内反がみられたものが1例、また、5歳女子でアーチ(足底弓状形成)が極度に高く、接触面の分離が

みられたものが1例(図7)であった。つぎに、比較的に多くみられる例では、第五指の非接触である。5歳男子に4例、5歳女子に1例(図7)などであった。第五指の内反は発育形成の上で問題があるとしても、これらのうちの多い例数であった非接触がどのような問題をもっているのか、現在不明である。遠藤(1)は足底圧分布の動的变化を調べる過程で、“2本前後の指が曲がったり、他の指に挟まれて浮き上がっている。歩行時にはしっかり接地するとも考えられるが、接地していても力をはとんど作用できない指のある足をもつ人のいる可能性も少なくないことに気付いた…”と述べている。

接触面積の大きさと身体の安定性に関して、永田ら(6)の研究では、土踏まずの形成(本研究での非接触面)は安定性を高める、という結果を報告している。片平ら(4)は“踵部と前足中央部(本報告では足底前部と表現している)が支持点

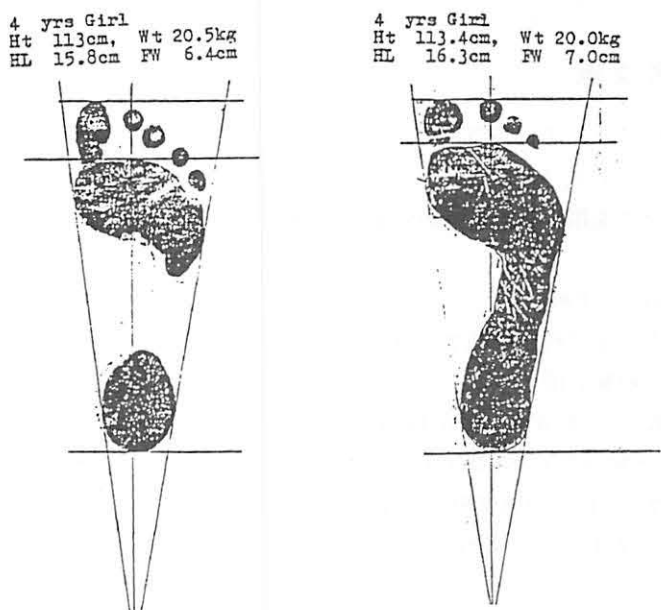


図7 足型の特異例

となり、前足部の内足部と外足部が安定性の調節的役割を果たすことが明らかになった」と報告している。本研究でみられたこれらの特異例を示した者の身体動揺時の安定性とか足底筋の機能については調べていないので未解決の課題として残された。

しかし、第五指の非接触の場合、指先を内反また外反させる足底筋、足背筋の機能上の問題もあるかと予想されるし、また機能訓練の課題点として今後に残された。

要 約

3歳から6歳の幼稚園児167人を対象にして、足型の記録から足形態の発育を考察した。(1) 足長、足幅はともに年齢とともに大きくなった。この年齢間で性差は認められなかった。これらの足の形態の変化は身長や体重、下肢長、上肢長など身体の発育と密接に関連している。(2) 足型の年齢変化に幾らかの特徴がみられた。すなわち、年齢とともに足底前部の足幅が幾らか大きくなり、足底後部の足幅が幾らか小さくなり、細長化する。この傾向は女兒に顕著に認められた。(3) 第二指や第五指が接地しない特異な例が幾らかみられた。

参 考 文 献

- (1) 遠藤萬里「人類学的にみた歩行時の足の力」
保健の科学, 30(9):588-91, 1988.
- (2) 平沢弥一朗「接地足底面積と直立姿勢の安定性についての研究」
三重医学, 4(6)2241-57, 1960.
- (3) 石橋徳次郎「日本人の足部形態に関する統計学的研究、第一報一般統計値」
久留米大学医学会雑誌, 51(4)651-75, 1988.
- (4) 片平清昭・岩崎祥一・塚原進・阪場貞夫・佐々木武人「立位姿勢における身体動揺と足底部位圧」
姿勢研究, 7(1):7-12, 1987.
- (5) 厚生省「母子衛生の主なる統計」
母子衛生研究会, 厚生省, 1989.
- (6) 永田 辰・高橋 健「直立姿勢保持とはだし運動教育—足底形態と安定性の関係—」
姿勢研究, 6-(1)13-18, 1986.

- (7) 小山吉明・藤原勝夫・池上晴夫・岡田守彦
「幼児の足の形態発育について」
体育学研究, 26(4)317-25, 1982.
- (8) 岡田守彦・進藤政雄・高橋彬・森本光彦
「小学生の足部生体計測値」
筑波大学体育科学系紀要, 8:295-301, 1986.

〈学会通信〉

No.11. MARCH 1990

事務局 ニ ュ ー ス

九州体育学会

1. 九州体育学会第39回大会日程について

第39回大会は九州大学が当番で下記の日程で開催されることになりました。

大会日程

*第1日目(9月1日)

9:00~10:30	旧理事会
10:30~12:00	新理事会
(昼食)	
13:00~15:00	一般発表
15:00~16:00	特別企画(予定)
16:00~	専門分科会シンポジウム・総会
19:00~21:00	レセプション

*第2日目(9月2日)

9:00~11:00	総合シンポジウム
11:00~12:00	総会
(昼食)	
13:00~	一般発表

会場 九州大学教養部 〒810 福岡市中央区六本松4-2-1
電話(092)771-4161(代表)

2. 日本体育学会九州支部評議員の選挙について

日本体育学会より九州支部評議員23名、補充者7名を選出するよう依頼があり、現在各地域代表理事を通して選挙中です。ご協力のほどお願い申し上げます。

3. 九州体育学会役員の選挙について

本年度は九州体育学会役員の選挙の年です。

理事については5月頃、地域世話人を通して選挙予定です。なお、理事の選挙は地域、女子会員、専門分科会代表、日本体育学会評議員代表からです。

4. 日本体育学会の機構改革に関するアンケートについて

日本体育学会より機構改革にともなう会則、規定の改正についての第1次提案が以下のようなされ、アンケートが送付されました。これも地域世話人を通して集計しております。

なお、この提案をここに掲載致します。

会則、規定の改正についての第1次提案

平成2年2月10日 常務理事会

1) 会 則 第1条 英文名称 次のように変更する

言 行 Japanese Society of Physical Education

変更案 The Japanese Society of Sport Science

(提案理由)

日本語名の「体育」は、スポーツを含む広い概念として解釈することが出来るので変更の提案は行なわないが、英語の“Physical Education”にはその意味をもたせることは出来ない。現在の本学会の学問分野を英語で表わす言葉は何かという観点から、この名称を原案とした。ほかに

“The Japanese Society of

Physical Education and Sport(s)Science(S)”

Sport(s)and Physical Education”

も候補にあげられた案である。

2) 会 則 第4, 6, 7条 特別会員

この項を削除し、外国人も正会員とする

(提案理由)

国際化の進む中で、会員資格に国籍を問題にすべきではないし、現に日本在住の外国人は正会員としている。

3) 会 則 第22条 正会員は支部に所属するものとする

この項を削除して、専門分科会同様に支部所属は会員の自由とする。

(提案理由)

支部は本会の発展に大きな寄与をしてきたことは事実であるが、本来支部や専門分科会は、会員の自由意志によって組織されて活動すべきものであって、所属を義務づけるべき性質のものではない。地域的な組織の意義や機能は、むしろ所属の義務をはずすことによって高められ、活性化が図られると考えられる。

アンケート調査の結果も約半数の会員が自由化を支持しており、現状通り支持する会員を10%ほど上回っている。

4) 役員選出方法に関する規定

支部と専門分科会の選出を同等にする

評議員 支部、専門分科会とも会員30名に1名

支部 無所属会員は無所属会員で互選

専門分科会 無所属は権利なし

複数所属は複数の権利をもつ

重複当選はそのままとする

理 事 会員200名に1名 評議員による互選

支部 支部ごとに、ただし100名未満の支部はブロックごとに合同

専門分科会 分科会ごと(100名未満は1名)

全 国 評議員全員の互選で10名

重複当選はそのままとする

(提案理由)

学会のもっとも重要な機能である学術研究の機能は、専門分科会によりウエイトがある。役員選出に当たっても、現行の支部にのみウエイトを置くのではなく、専門分科の視点からの選出も重視すべきである。

理事は学会の仕事をしてもらう人であり、それを任せるに足りる人を選ぶのに、6000人の会員から直接選挙するのは困難であるので、学問分野を同じにする、あるいは地域的に近い人同士の間から評議員を選出し、その互選で理事を選出するのが適当と考えられる。

また、理事は、支部や専門分科会の代表という性格ではなく、学会全体の視点で仕事をしてもらう人である。理事会とは別に、支部長会や専門分科会の代表者の会を機能させる必要がある。

この改正が実現した場合の役員数を、現行と比較して別表に示した。重複当選を考慮すると、評議員は350名前後、理事は50-60名程度になると予想される。

5) 学会大会の開催に関する規定

一般研究発表は、学会大会委員会の中に設けられる審査委員会において採択を決定する。

審査委員会 専門分科会より審査委員を複数名選出

1 演題を3-5名が審査し採択を決定する

(提案理由)

本学会の現時点での重要課題は、量の拡大から質の向上を第一義に据えることと考える。国際的、学際的にこの分野が、ますます発展していくときに、学問の質の維持、向上を図るための会員相互のチェック機能は、きわめて重要と考えられる。その具体的施策として、この制度の導入を提案する。

6) 日本体育学会奨励金規定

奨励金を廃止し、この基金を用いて学会賞を新設する

賞 奨励賞(35歳未満の会員)、学会費、各1編

対象 「体育学研究」の前年度発刊号掲載論文

選考 常務理事会の中に選考委員会を設け、その推薦により理事会で決定する

表彰 総会において賞状ならびに副賞(現金)を贈呈する

(提案理由)

研究奨励金は、支給する金額が一件10万円程度であることもあってか、近年応募も激減して、本来の意義を失いつつある。そこでこれを廃止して、本基金を用いて、かねてから要望の多い学会賞を新設しようとするものである。

改正案による評議員、理事数
(平成2年1月1日の名簿による)

支 部	会 員 数	評 議 員 現 案	理 事 現 案
北海道	179	9	6
青森	49	2	2
岩手	28	1	1
宮城	78	4	3
山形	21	1	1
福島	56	3	2
茨城	297	15	10
千葉	160	8	5
東京	1925	96	64
神奈川	202	10	7
群馬	74	4	2
埼玉	49	2	2
山梨	38	2	1
北陸	162	8	5
東海	552	28	18
新潟	95	5	3
長野	71	4	2
京都	261	13	9
大阪	531	27	18
奈良	103	5	3
兵庫	222	11	7
広島	138	7	5
山陰	43	2	1
岡山	98	5	3
山口	42	2	1
徳島	38	2	1
愛媛	40	2	1
香川	35	2	1
高知	27	1	1
九州	459	23	15
計	6073	304	200
専門分科会			
原 理	252	2	8
体育史	304	2	10
社会	427	2	14
心理	482	2	16
生理	1423	2	47
バイ	672	2	22
経管	241	2	8
発育	615	2	21
測評	452	2	15
方 法	1275	2	43
保健	345	2	12
教育	671	2	22
人 類	97	2	3
計	7256	26	241
全 国			
延合計数		330	441

機構改革に関するアンケート

支部・専門分科会名

記入責任者名

所属会員の意見をきく機会

1. もった 2. 役員のみで議論した 3. もてなかった
4. その他

各項目の数字に以下の評価で該当するものにまるをつけてください。

1. 積極的賛成 2. 消極的賛成 3. どちらともいえない
4. 消極的反対 5. 積極的反対

1) 会の英語名について

1. 2. 3. 4. 5.

(意見)

2) 特別会員について

1. 2. 3. 4. 5.

(意見)

3) 支部所属の自由化について

1. 2. 3. 4. 5.

(意見)

4) 役員選出方法について

1. 2. 3. 4. 5.

(意見)

5) 一般研究発表の審査制度について

1. 2. 3. 4. 5.

(意見)

6) 学会費について

1. 2. 3. 4. 5.

(意見)

その他の意見（各項目の意見を含めて、スペースがたりなければ別紙をお使いになってください）

5. 事務局活動報告

- 1) 第26回常任理事会 (H元・12・9)
- 2) 事務局ニュースNo.10の発行 (H元・12・15)
- 3) 九州体育学会第39回大会当番大学との打ち合せ (H元・12・20) 於九州大学
- 4) 第27回常任理事会 (H2・3・7)
- 5) 日本体育学会評議員選出 (H2・3)

6. 九州体育学会編集委員会報告

平成元年8月28日までに2編、平成元年12月19日までに3編の計5編が投稿された。それを受け、次の通りに編集委員会が開催された。

(第1回) 平成元年8月28日 (福岡大学セミナーハウス)

議題：外国語文献の書式について

原稿審査委員の決定

(第2回) 平成元年12月19日 (福岡大学セミナーハウス)

議題：原稿審査委員の決定

審査状況の確認

(第3回) 平成2年2月24日 (福岡大学体育学部会議室)

議題：再提出論文査読及び校正

審査委員依頼の改正について

審査委員規程について

編集後記について

(第4回) 平成2年5月31日 (福岡大学体育学部会議室)

議題：次期編集委員への申し送り事項の確認、その他

7. 40年のあゆみ委員会報告

平成元年度は3回(第1回6月3日、第2回7月15日、第3回3月24日)の編集委員会が開催され、資料収集の方法および編集内容の検討がなされインタビュー調査等を実施した。

現在、九州体育学会および日本体育学会の当番校の先生方に開催時の思い出等を執筆いただき事務局に送付いただいております!もし、送付がまだのようでしたらよろしく願います。その他、九州体育学会の思い出や写真、資料等がありましたら事務局まで送付いただきますようお願い申し上げます。

記録する。

Canon



スポーツテスター

プリンターフェイス・システム

Printerface System

■スポーツテスター・プリンターフェイス・システムは、スポーツテスターPE3000（PE3000S）にメモリーされたデータをハートレート／時間カーブ及びリストにしてプリントアウトするトレーニングシステムです。手作業による記録の必要もなく、ひと目でハートレートの変化が分かります。

■ハンディタイプなので、電源を確保できる所ならどこにでも持ち運べます。

■プリンターは4色カラープリンター／プロッターを使用しています。

仕様

●インターフェイス

寸法：141×76×40mm

重量：250g

使用温度範囲：0℃～40℃

マイクロコンピュータ：COMS 8bit

消費電力：80mW（作動時）

電池：9Vアルカリ電池

●4色カラープリンター／プロッター

寸法：198×175×59mm

重量：1.1kg（ペーパーを除く）

使用温度範囲：5℃～40℃

ペン：4色カラーボールペン

ペーパー：幅114.5mm

消費電力：2.2W

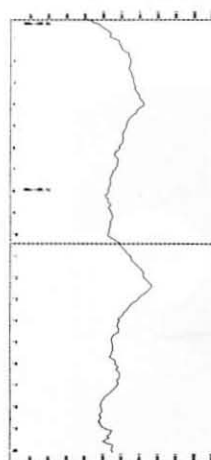
電源：ACアダプター 9V

商品構成

1. インターフェイス..... 1
2. 4色カラープリンター／プロッター..... 1
3. 接続ケーブル..... 1
4. ACアダプター..... 1
5. 収納ケース..... 1

Pulse Rate Curve

Date: _____
 Heading: _____
 Name: _____
 Connect to Polar Electro
 Select the Memory Interval
 5s 15s 1min
 Select the MEMORY RECALL mode



キヤノン販売株式会社・健康機器推進室
 東京都品川区東品川1-2-5 東信天王洲ビル4F
 TEL 03(740)3413

製造：ポラエレクトロ社製（フィンランド）



個人データのトレントが
健康のバロメータ

メディカルチェックと
データマネージメントに
STU-1100
運動負荷試験システム

- 最大4人まで、同時に運動負荷心電図検査が行えます
- 大容量の光磁気ディスク(594MB)を搭載、本格的なデータマネージメントを実現しました
- 生活状況調査や医学的検査、運動機能検査データ、負荷心電図検査データの保存により、前回データとの比較が容易に行えます
- 運動負荷心電図は、3誘導まで解析します
- オプションで、運動中の血圧を自動測定します
- 市販のソフトを使い、ワープロや数値解析など、汎用機としても使えます。

Dynamic
QUALITY OF LIFE

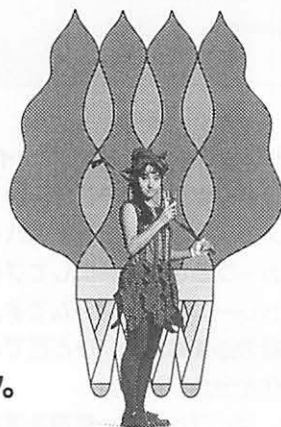


日本光電
日本光電九州株式会社
〒812 福岡市博多区博多駅前3-7-15
☎092(411)2163

詳しい資料を用意しております。
お気軽にご請求下さい。

大塚製薬

シーマックス500
+アイアン 新発売 ホウレン草よりウマイ
アイアン・フィジー・ドリンク。



アイアンがウマくなりました。

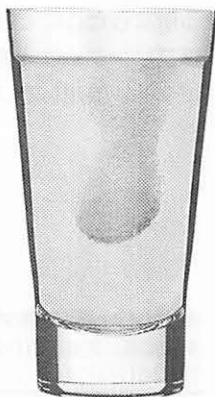
●シリーズ商品のシーマックス1000もどうぞ。



1個でビタミンC5000mg、アイアン6mg発泡飲料
1箱(4個入) 300円(メーカー希望小売価格)



オレンジやアップルのジュースがあるのなら
アイアンのジュースがあってもいいんじゃない
の。というモダンなオシャレな都会的なア
イディアからアイアン・フィジー・ドリンク
ができました。フィジー(Fiji)はシュワツと
発泡するさわやかなシズルワード。おなじみ
のシーマックス1000のように、コップ1杯
の水に1個、フィジーして、お飲みください。



MERACTM

by *Universal*[®]

ユニバーサル筋力測定器

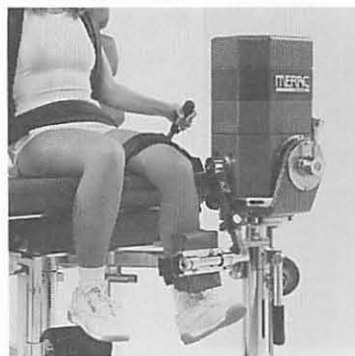
"メラックシステム"

- ・メラックシステムは、一台で筋力測定、リハビリテーション、トレーニングを行うことができます。
- ・豊富なアタッチメントや多用途のベンチシステムにより、膝、足、手、肩、股、肘、の各関節や腰部等のはとんどの動きに対応することができ、身体各部のきめ細かなテストや運動が可能です。
- ・テストモードは、従来からおこなわれてきたアイソキネティック(動作スピードを規定して発揮された力を測定)に加え、アイソキネティックによる持久力、アイソニック(負荷を一定にして運動中に発揮されたスピードを測定)、アイソニックによる持久力、アイソメトリック(関節角度を固定したときに発揮された力を測定)、さらに、全く新しい試みとして、IDVR(個人別可変抵抗測定されたアイソキネティックデータにより個人別の可変抵抗パターンをつくり、これにより効果的なトレーニングが可能)が付加されました。
- ・メラックシステムの操作は非常に簡単で、ほとんどの操作はキーボードを使わずにマウスのみでおこなえます。
- ・メラックのデータは全て保存しておくことができ、過去のデータとの比較や、左右間の比較等が簡単にできます。



メラック・メインベンチ/コンピュータキャビネット

〈測定例の一部〉



膝関節の屈曲・伸展(座位)



腰部の屈曲・伸展
※バックアタッチメント(別売)使用



肩関節の屈曲・伸展(座位)
※アクセサリベンチ(付属)使用

●製造元: Universal Gym Equipment, Inc. (U.S.A)

●輸入発売元: ソニー企業株式会社 アスレチック営業部

〒810 福岡市中央区長浜1-4-13 ソニー福岡第2ビル ☎ 092(714)4303

東京 03(409)8911 大阪 06(245)4071 名古屋052(221)9291 札幌011(281)5744

低価格，ハイパフォーマンスを実現！

14 MIPS ワークステーション

DEC station 2100, 3100



※用途 人工知能、データベース運動シュミレーション
※技術と情報のコミュニケーションシステムづくりを目指して

“ 株式会社 インテグレ ”

福岡支店 〒812 福岡市博多区博多駅前2丁目19-27
九筋リクルート博多ビル3F
(092) 481-0055

営業窓口 : 吉住



スポーツ、それは全人類のロマン

頂点を極めてもなお、より以上のものに挑戦するスポーツ。その魅力や醍醐味が多くの観衆を感動の渦へと誘う。プレーする者も観衆も、それぞれがロマンを求め情熱を駆り立てられるのだ。常に未来を見つめるセノは、

スポーツのチャレンジ精神で伝統と実績をつくり上げ、世界の注目の中で、確かな器具だけをお届けしています。

Senoh®

●福岡支店
福岡市中央区天神2丁目8番39号(協和ビル)
郵便番号 810 電話 (092) 771-3568(代表)

英国モーガン社製 オキシログ (ポータブル酸素消費量計)



運動時酸素消費量測定 of 決定版!!

デジタル表示

オキシログは、被検者の口にマスクをあてる（頭部固定具付）だけですべての測定を自動的に測定し、デジタル表示することができます。

- 積算酸素消費量 (24時間) 0.1 ℓ 単位
- 分時酸素消費量 0.01 ℓ 単位
- 積算換気量 1 ℓ 単位
- データー・レコーダー接続端子付

＜用 途＞

- 作業時酸素消費量測定に
- 心臓病・腎臓病患者の適性運動量の決定に
- 病後回復患者のリハビリテーションに
- 身体障害者の運動療法に

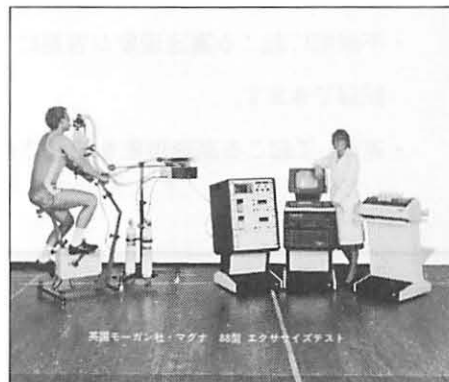
英国モーガン社製 安静時・運動時呼吸代謝測定

マグナ88型 エクササイズテスト

機能性と拡張性を重視し、従来のエクササイズテストの枠をはるかに越えた世界最高水準の装置です。

- 0-250L/分迄の換気量範囲の直線性を完全に保証しました。
- 子ども、老人からスポーツ選手迄御使用になれます。
- フロッピーディスク65人分の測定結果をファイル検索できます。
- 自転車エルゴメーター
トレッドミル
心拍出量モジュール

オプション



■ 代謝測定、栄養測定がオプションで可能です。

日本総代理店



サニタ商事株式会社

〒160 東京都新宿区若葉1-22 ローヤル若葉
電話: 03-359-4341 (代)
TELEX: 2324746 SANITA J

新製品

キネシオロジーには

COLOR

nac High Speed Video

いままでのビデオでは撮れなかった高速現象が
「HSV-400」で撮れるようになりました。

いままでのビデオとはここが違います——

- ・ 1秒間に400枚の記録ができます。
(時間の分解能力が7倍ですので、
動きを詳細に記録できます。)
- ・ 露出時間が最高1/50,000秒です。
(ストロボおよびシャッター使用)
(絵ブレがおきません。)

いままでのフィルムカメラとは

ここが違います——

- ・ いつ起こるか判らない高速現象が容易に
記録できます。
- ・ 長時間の記録ができます—48分連続
(160分テープ、VHS)。
- ・ 不規則に起こる高速現象が容易に
記録できます。
- ・ 連続して起こる高速現象を記録できます。



詳細は下記にお問い合わせ下さい。



nac inc.
株式会社 ナック

IMAGE TECHNOLOGY & EQUIPMENTS

株式会社 大熊商会

本社/106: 東京都港区西麻布1-2-7 : 03-404-2321
豊田支店/222: 横浜市港北区大豆戸町13-1 : 045-546-2711
工場/223: 横浜市港北区勝田町1247 : 045-591-3711
大阪/530: 大阪市北区西天満6-1-12 : 06-361-5466
名古屋/460: 名古屋市中区錦1-13-19 : 052-231-2393
筑波/305: 茨城県新治郡桜村天久保3-9-1 : 0298-51-1318

本社 〒813 福岡市東区多の津1丁目1番5号(流通センター) TEL (092) 622-3060
久留米営業所 〒830 久留米市合川町2141-1 TEL (0942) 34-6448
長崎営業所 〒852 長崎市平野町12-11 井手ビル5階 TEL (0958) 44-2945
北九州営業所 〒804 北九州市戸畑区新池2丁目 重松ビル TEL (093) 871-0725
大分営業所 〒870 大分市西生石町中3組 渡辺ビル2階 TEL (0975) 38-1439
宮崎営業所 〒880 宮崎市清水1丁目11-20 TEL (0985) 27-3263
鹿児島営業所 〒890 鹿児島市上荒田町25-23 TEL (0992) 53-0077

多人数の同時運動負荷テストに



—— 4人までの運動負荷テストが同時に可能 ——

負荷心電図装置

エアロビックキャパシティテストシステム

ML-1400

ML-1400は、4台の電磁式エルゴメータまたは1台のトレッドミルを負荷装置として多人数の運動負荷テストを行います。このシステムは、各個人の心肺能力に合った負荷量をそれぞれのエルゴメータでコントロールするため、高精度でしかも安全性の高い負荷テストが可能です。

この他にも優れた機能を豊富に備えており、より確かなデータを提供できます。

- 最大4人までの運動負荷テストが同時に可能
- 被検者の運動量を一定に保持
- 3種類のプロトコルで10項目まで設定可能
- アラーム機能で安全な負荷テスト
- VO_{2max} (最大酸素摂取量) を計測
- PC出力を装備
- トレッドミル (オプション) にも対応

承認番号: 62B-1075



フクダ電子西部北販売株式会社

本社 福岡市博多区山王1-1-29 ☎(092)473-7741代干812
北九州営業所 ・ 久留米営業所 ・ 佐賀営業所 ・ 長崎営業所

フクダ電子西部南販売株式会社

本社 熊本市神水1-15-42 ☎(096)382-6166代干862
大分営業所 ・ 宮崎営業所 ・ 鹿児島営業所 ・ 沖縄営業所

からだを 外から鍛えるのがトレーニングなら からだを 中から鍛えるのが栄養だ。

毎日どんなに厳しいトレーニングを重ねても、栄養や食事のとり方を知らなければ、勝者にはなれない。いま、スポーツは科学する時代だ。すべてのスポーツマンに、ウイダー・トレーニング・バイブルと、月刊マッスル&フィットネス。

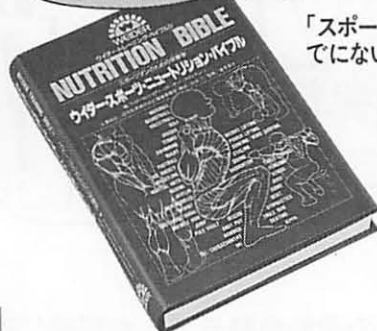
ウイダー トレーニング バイブル シリーズ

最新刊 **ウイダー** **スポーツ** **ニュートリション・バイブル**

「スポーツマンと栄養」を科学した結果生まれた、今までにないスポーツ栄養学の指導書。

- 日本およびアメリカのスポーツ栄養学の最新ノウハウとノウハウを集大成。
- 自分で色をぬりながら理解してゆく、ユニークなカラーリング・ブック。6色カラーペンシル付き。
- 科学的なスポーツ栄養学とともに、最も適切なトレーニング効果を上げるための指導書。

定価：4,000円



基礎体力アップのためのトレーニング指導書。
ウイダー・トレーニング・バイブル I
●ウイダー社の卓抜したトレーニング理論と栄養理論を集大成。●体力アップをはじめ、スポーツ別トレーニング、さらにコンディショニングにも役立つトレーニング法を詳しく紹介した入門編。定価：3,600円

国際試合で勝つための、筋力アップ指導書。
ウイダー・ボディビルディング・バイブル
●筋肉づくりのメカニズムと、パワーアップのためのボディビルディング・ノウハウを幅広く集め、より高度な実践情報で構成。●多くのチャンピオンたちが、トレーニングの秘訣を紹介。定価：3,600円

勝つための総合コンディショニング情報を満載。
ウイダー・コンディショニング・バイブル
●アメリカの最新コンディショニング情報をもとにトレーニング・栄養・休養・メンタルのそれぞれについてプログラム・メニューを紹介。●コーチ、トレーナー必読。勝つためのコンディショニング指導書。定価：3,600円

スポーツサイエンスの情報誌 ● 日本語版 月刊マッスル&フィットネス

MUSCLE & FITNESS

からだを鍛えるだけでなく、スポーツ栄養学も提唱するアメリカ・マッスル&フィットネスの専門誌。からだを外から鍛えるのがトレーニングなら、からだを中から鍛えるのが栄養という理論から生まれた、ウエイトトレーニングとスポーツ栄養学の情報誌。
定価：980円



毎月10日発売

価格はいずれも消費税を含みます。お求めは全国主要書店、スポーツ店でどうぞ。
お近くに取り扱い店がない場合は ☎0120-29-5679、又は郵便局から横浜8-66672
森永製菓(株)健康事業部ウイダー係へ直接お申し込みください。

森永製菓は、オリンピック強化指定選手の栄養調査、分析と指導に協力しております。

 **MORINAGA**

森永製菓株式会社健康事業部
〒108 東京都港区芝5-33-1
TEL (03)456-0135

体育・スポーツ関連洋書の輸入販売



日本出版貿易株式会社

○体力医学 ○運動生理学 ○バイオメカニクス
○社会体育 ○スポーツ心理 ○コーチ学
○トレーニング ○健康 ○レクリエーション
等の文献をひろくお取り扱いしております。

日本総代理店

* Human Kinetics Publishers, Inc. * Karl Hofmann

* Benchmark Press

カタログのご請求ならびにお問い合わせは下記宛までお申し込み下さい。

本 社

〒101 東京都千代田区猿樂町1-2-1
電 話 (03) 292-3755(代)

筑波営業所

〒300 土浦市城北町16-18
北辰ビル2F
電 話 (0298) 21-9138

九州営業所

〒812 福岡市東区箱崎1-30-12
中島ビル内
電 話 (092) 651-3785
FAX (092) 651-1191

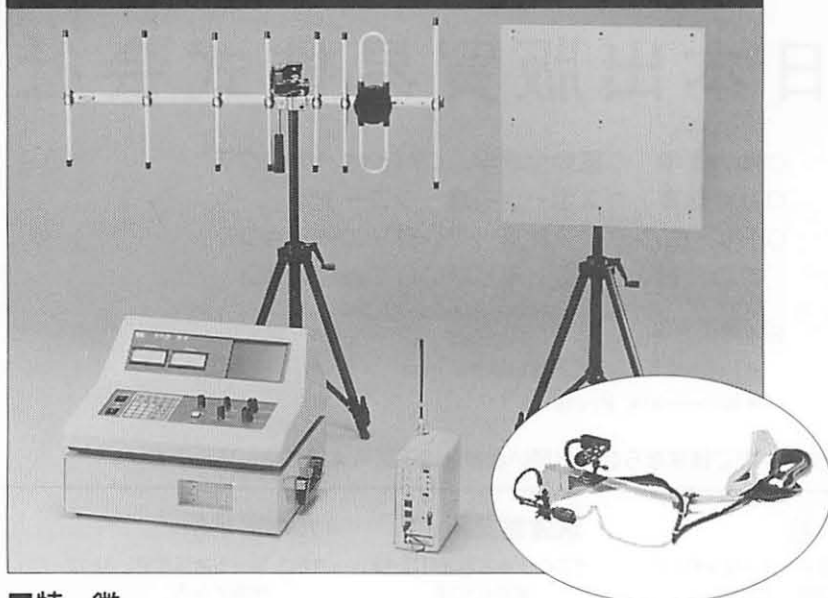
ワ ー プ ロ
コンピュ-ター による企画・編集・高級印刷まで

城島印刷有限公司

TEL 531-7102(代) FAX 524-4411

〒810 福岡市中央区白金2丁目9番6号

トークアイ

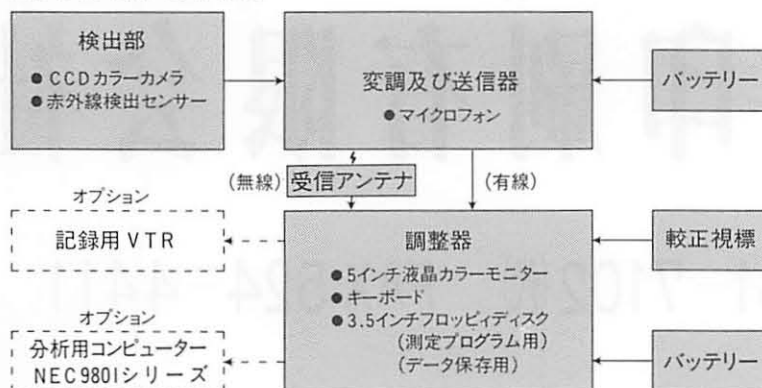


視野映像と注視点を無線伝送。

■特徴

- コンピュータによる自動校正の為、どなたでも簡単に、すばやく(約1分)校正できます。
- 視野映像と注視点を無線伝送(約20mまで)ができますので自由な状態で測定できます。
- 眼鏡(メガネ)装着者でも測定できます。
- 透明ゴーグルに視野カメラ、視点検出部を装備してありますので、視野が広く眼球を保護します。
- コンパクトなシステム構成(写真参照)なので操作持ち運びが簡単です。
- 注視点の位置分布、度数分布等多彩な処理ソフトを準備しています。

■システムブロック図



●お問い合わせ、資料のご請求は



一人間の可能性を科学する—
竹井機器工業株式会社

本社・東京本部 〒142 東京都品川区旗の台1丁目6番18号
北日本本部 〒961 新潟市新光町16番地4 (佐世新道ビル)
中部本部 〒981 仙台市宮城野区小田原町の町5 (町の町ビル)
関東本部 〒142 東京都品川区旗の台1丁目6番18号
東海本部 〒461 名古屋市中区栄5丁目26番39号 (タカシマ名古屋ビル)

TEL.03 (787) 1054 (代) FAX.03 (787) 8673
TEL.025 (265) 1238 (代) FAX.025 (265) 1273
TEL.022 (291) 2765 (代) FAX.022 (291) 6364
TEL.03 (786) 4111 (代) FAX.03 (787) 8673
TEL.052 (264) 9201 (代) FAX.052 (263) 9345

西日本本部 〒531 大阪市淀川区西中島6丁目7番8号 (大塚ビル)
九州本部 〒810 福岡市博多区博多駅前1丁目1番33号 (はかた近代ビル)
生産本部 〒861 新潟県中蒲原郡小浜町矢代田619

TEL.06 (304) 6015 (代) FAX.06 (304) 1538
TEL.082 (246) 8851 (代) FAX.082 (247) 9136
TEL.092 (411) 1430 (代) FAX.092 (475) 3899
TEL.0250 (38) 4131 (代) FAX.0250 (38) 4133

スーパーインポーズシステム

(コンピュータによる簡易動作分析)

【概要】

従来、画像・映画分析は16mmフィルムが主でした。最近高速ビデオ分析が発表されましたが高価なため一般の研究者・コーチは手が出にくいものです。

そこで弊社は、コンピュータ(PC-9801シリーズ)を使用し、一般に使われているホームビデオ(30コマ/sec)で動作分析できるスーパーインポーズシステムを開発しました、

【構成】

- | | |
|-----------------|-------------------|
| 1. スーパーインポーズボード | TP-400 |
| 2. スチールビデオ | TP-500H |
| 3. 処理プログラム | NEC PC-9801シリーズ仕様 |
| 4. マウス | PC-9872L |
| 5. ビデオデッキ | AG-7300 (S-VHS対応) |
| 6. モニター | カラー14型 |

【分析内容】

1. ポイント(肩、腰等)の座標出力、軌跡図
2. スティックピクチャ
3. ポイントの速度、加速度の算出
4. 部分重心の算出
5. 身体重心の算出
6. 部分・身体重心の物理量
(運動量、仕事量、パワー等)の算出



画像処理装置 TP-25-512

全自動による128ポイントの動作解析が可能です。



TOYO PHYSICAL
株式会社トヨーフィジカル

〒810 福岡市中央区天神3-3-8 応順ビル
電話 092-741-5715(代表)
FAX 092-741-5743

先進技術を医療に

Human-touch Technology

Ohmeda
2300

Systolic/Diastolic

Mean

Pulse Rate

102/53
mmHg

67

70



14:58 14:59 15:00 15:01 15:02 15:03 15:04 15:05 15:06 15:07 15:08 15:09 15:10 15:11 15:12 15:13 15:14 15:15 15:16 15:17 15:18 15:19 15:20 15:21 15:22 15:23 15:24 15:25 15:26 15:27 15:28 15:29 15:30 15:31 15:32 15:33 15:34 15:35 15:36 15:37 15:38 15:39 15:40 15:41 15:42 15:43 15:44 15:45 15:46 15:47 15:48 15:49 15:50 15:51 15:52 15:53 15:54 15:55 15:56 15:57 15:58 15:59 16:00

15:00:55

Finapres™ BP Monitor
BOC Health Care

Aラインを
非観血的にモニタリング。

New

非観血的連続自動血圧計

フィナプレス

2300

医療用具承認番号63B輸第539号

フィナプレスは指に小さなカフを装着することで、動脈圧の波形と測定値をデジタル表示します。また、麻酔や薬物投与、手術など血圧の急激な変化にもリアルタイムで追従します。

カテーテルによる観血方式の動脈血圧波形と、オシロメトリック法の簡便さを同時に実現したフィナプレスは、血圧モニタリングの新時代を拓く、まったく新しい連続血圧モニターです。ぜひ一度、お試しください。

※Finger Arterial Pressure Finapresはオメダ社(米国)の登録商標です。



日本電気三栄

九州支店 福岡市中央区大名1-14-45
(鴻池ビル) 〒810 ☎092(715)810140

追悼 森田喜次郎氏を偲びて

石橋 保



故 森田喜次郎氏

森田氏は平成2年2月1日、奥様の優しい献身的な看護の甲斐もむなしく、久留米市聖マリヤ病院の一室で遠逝された。享年72才であった。私との交遊は40有余年の永きに亘り、その思い出は尽きるところがないが、氏の人柄を偲び印象深いものをして追悼としたい。

昭和28年、私は森田氏の勤務先である福岡学芸大学に奉職した。前年に建設された九州体育学会の最初の研究発表会が開催された時である。森田氏は九州体育学会の理事として活躍されており、数年後には理事長として学会の発展に多大の功績を残されるのであるが、若き日の森田氏の心中には、全国的組織である日本体育学会に追いつけ、追い越せの気概に充ちておられた。氏の傍にいて、学会事務局の使い走りではなかった私などは、その斗志満々たる氏の気骨のに圧倒されたものである。氏の馬力的努力は、第7回日本体育学会の開催を九州地区に誘致する事を成功させ、学会大会運営の資金づくりや、準備運営に向けて他の理事の方々の中心的存在として活躍された。九州地区における日本体育学会大会の成功は、ひとり森田氏の功績に追う所が少ないといっても過言ではない。当時、森田氏は39才であった。日本に九州体育学科ありの評を往時の多くの人々からうけた事は、亡き森田氏にとっても忘れる事のできないものであったろう。

森田氏は温厚、誠実でありながら、意志と正義感の強い人でもあった。竹を割ったような気質の持ち主であった。一方、その秀れた人柄と人徳ゆえに、人心を掌握する術を心得ておられた。世にリーダーと認められる者には、二つの型があるといわれるが、一つは性格的に天性の素質を備えたリーダーであり、他は経験によるリーダーである。前者は天才に属し、後者は本人の努力によって育まれる。森田氏の場合は、まさにその前者であり、このようなリーダーは誠に得難く、その学ぶところ大なるものがある。しかし、一方これ程ついてゆくの骨の折れる人はない。その夢は奔放であり、決断は明確であるが、行動は端睨を許さない。

石橋、お前はひとつ、九州地区内の教育系大学、学部の保健体育科を統合して、体育大学・学部の設立を考えてみい。名称は九州体育大学位ではどうか。早速、各大学教育学部の体育の先生方に当れ…」と途方もない仕事が与えられるのである。

既設の大学教育学部から体育科のみを引き抜いて、阿蘇の大平原に新構想の国立体育大学をつくる事は簡単な問題ではないはずである。しかし、森田氏には奇想天外というか、俗人の思いつかない事などをもとやすく話される所が、氏の大きな魅力の一つでもあった。

「森田のオヤジさんが、また面倒な事を考えた。とてもついていけないあ！」といいながらも、押し切られてしまうのである。数年前、鹿屋体育大学が創設されたが、森田氏はこの姿を九州地区内大学教育学部体育科の統合にかけられていたのである。その夢は実現なかったものの、氏は実にもって、偉大なアイデアマンの一人であったといえよう。

本当に惜しい人を失ってしまった。どれほど惜しい人であったか、十分に表現する事ができないのが残念である。

氏の生前の教育、社会活動に対して、正四位、勲三等中受賞が下賜されたが、生存中であつたならば本人の喜びも一しおであつたろう。墓所は久留米市御井寺にある。戒名は「端光院教覚晋照居士」、黄泉の国に旅立たれた森田氏の冥福を心からお祈りする。

著者プロフィール



青 柳 領
(福岡大学体育学部)

私自身の研究テーマとして興味があるのは研究対象（領域）ではなく、それらに対する方法論にあるといえる。つまり、体育・スポーツの諸現象を統計学的に分析し、表面的考察にとどまらず、それらの背後に存在する複雑な、潜在的な要因・関係をも見い出そうとするものである。現在、幼児体育と柔道の体力に関する研究を行なっているが、そういった点からはさらに他の領域・種目にアプローチしたいと思っている。



川 原 弘 之
(福岡県社会保育短期大学)

“活発な子ども”とは、具体的に何が、どの程度活動的であれば“活発”といえるのか。

幼児期の遊びや運動能力の発達について検討するなかで、望ましい幼児の姿をできるだけ具体的なパフォーマンスや数値としてとらえてみたいと考えた。

幼児の真の姿を知り得るまでには、まだまだ検討しなければならない問題や課題が山積している。今後も、幼児の実像に少しずつでも迫れるよう努力したいと考えている。



太 田 裕 造
(福岡教育大学)

好奇心にあふれた子ども達の足の裏を記録させてもらいました。またそれをコピーして御父兄に届けたら大変よろこばれました。「足の裏」から成長を考えるのも大変楽しい方法である。日頃気にとめることもない身体の一部であるが、成長の情報を提供してくれる部位でもある。これからさらにどんな話題が出せるか楽しみである。



山 本 勝 昭
(福岡大学)

本研究は、スポーツ選手のメンタル・コントロール（自己管理）に関する一連の研究の中の1つである。一部は第7回国際スポーツ心理学会（シンガポール）で発表した。身体振動を伴ったミュージックのストレス軽減効果に関する実験的基礎研究は体育・スポーツの分野では新しい試みである。この研究は運動後の緊張やストレスコントロールの意味として、今日、問題となっているオーバートレーニングの対処法として、ただ安静にしているのがよいのか、それともどのようなミュージックが生理・心理的に効果が高かきに視点を置いている。

今後、競技会前中の不安やストレスコントロールの各種音楽の効果とともに、集中力／リラクゼーションを高めるためのメンタル・コントロール技法の基礎研究を進める予定である。



鳥 井 正 史
(九州工業大学)

今回も体質医研(熊本大)地代の仕事の一部分です。今日では気調でなかなか入手できない文献も多数有ります。暇をみて少しずつコピーしていたものを分析材料にしました。やっと日の目を見た次第であります。これも偏に調査読頂いた先生ならびに事務局の諸先生の御尽力の賜物であると感じ致しております。

Max SR の判定気順について、「直腸温が39℃に到達するような温熱負荷あるいは運動負荷時に発現する発汗能(量)の水準」をある方は提案しています。しかしながら、私の実験では、non-heat acclimated のヒトが40℃で最大酸素摂取量の80%の負荷の運動時を行なった場合、直腸温が39℃に達する前に作業継続が不可能です。提案では回答が出ません。ここらあたりの基準が明確ではありません。この場合、私はMax SR と致しましたが、今後の検討課題でもあるかと思います。

なかなか応用領域に手を延ばす事ができません。

編 集 後 記

来年度から新年度を迎え、会員の皆様におかれましては、何かとお忙しい毎日のこととお察しいたします。

さて、ここに第4巻をお届けする運びとなりました。本巻には、原著論文3編と研究資料2編が掲載されています。いずれも皆様に興味を持って読んでいただける力作ばかりと思います。寄稿された方々には、心から感謝いたしております。

年々、編集方針も軌道に乗りつつありますが、編集委員会では、投稿規定のうち、特に引用文献の書き方について、その簡素化を含め検討中です。今後、「九州体育学研究」の発展を祈念するとともに、皆様のご協力をお願いいたします。

(藤島 和孝)

編 集 委 員 会

太 田 裕 造 (委員長)	三本松 正 敏
進 藤 宗 洋 (理事長)	藤 島 和 孝
山 下 和 彦	山 本 勝 昭
田 口 晴 康 (幹 事)	田 中 宏 暁 (幹 事)

Editorial Committee

Y. OHTA (Chief Editor)	M. SANBONMATSU
M. SHINDO (Executive)	K. FUJISHIMA
K. YAMASHITA	K. YAMAMOTO
H. TAGUCHI (Secretary)	H. TANAKA (Secretary)

平成2年3月20日 印刷

平成2年4月1日 発行

非 売 品

編 集 発 行 者 松 本 寿 吉
印 刷 所 城 島 印 刷 有限会社
福岡市白金2-9-6
〒810 TEL (092) 531-7102

発 行 所 九 州 体 育 学 会

(事務局)

〒814-01 福岡市城南区七隈8-19-1

福岡大学体育学部内

TEL (092) 871-6631 (大代表)

FAX (092) 862-4431

郵便振替 福岡8-3811

Kyushu Journal of Physical Education and Sports

Contents

Originals

- Osamu Aoyagi* 1
The statistical structure of preferential techniques with
the throwing techniques of Judo : the changes in the
structure during the process of mastery
- Hiroyuki Kawahara, Osamu Aoyagi, Kazutoshi Kikkawa, Youko Saiki,
Norio Koga and Eiko Kuroiwa* 11
A study on the measurement of the Change of Motor
intensity during free playing of pre-school children
- Katsuaki Yamamoto, Hirohisa Isogai, Shinjiro Mineshige and
Satoru Tokushima* 25
Stress control for athletes through Body-Sonic

Materials

- Masafumi Torii* 35
A short review of maximal rate of sweating in human
- Yuzo Ohta, Katsue Ohta and Jynichi Kanegae* 55
A study on the foot growth of kindergarten children by
the foot print method