HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	体育の科学的基礎
Author(s)	奈良岡, 健三
Citation	北海道大學教育學部紀要, 6, 1-158
Issue Date	1958-03
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/28988
Type	bulletin (article)
File Information	6_P1-158.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

序

北海道大学教育学部紀要第6号として，この報告を発表する。これは，教育学部体育研究室の業績の一部であって，奈良岡健三がとりまとめたものである。

なお，当編集委員会で若干の修正を行って，印刷に附した。

御高評を得たい。

昭和33年3月20日

教育学部紀要編集委員会

目　　次

序……巻頭

第1章　緒　　論 …… 3

第2章　体育と身体運動 …… 7

1．体育の意義と体育運動 …… 7

a．体育の意義 …… 7

b．体育運動 …… 9

2．体育と教育 …… 10

a．体育から見た教育の意義及びその関係 …… 10

b．身体運動が教育になり得る根拠 …… 12

3．スポーツ …… 13

a．スポーツの意義 …… 13

b．スポーツの発生 …… 14

c．スポーツの本質 …… 16

d．スポーツと体育 …… 17

4．レクリエーション …… 19

a．レクリエーションとスポーツ …… 19

b．レクリエーションの意義と本質 …… 20

c．レクリエーションの分類 …… 20

第3章　運動について …… 23

1．ヒト(人)の身体運動の歴史 …… 23

2．身体運動と筋肉運動 …… 24

3．身体運動の力源 …… 26

a．身体運動とエネルギー消費 …… 26

b．エネルギー代謝における酸素の役割……27
c．酸　素　負　債……28
4．身体運動と栄養……29
a．糖　　質……29
b．脂肪と蛋白質……30
c．無　機　塩　類……31
5．エネルギー代謝……32
a．基　礎　代　謝……32
b．身体運動のエネルギー需要量……33
c．エネルギー代謝率……34
d．身体運動の効率……38
第4章　身　体　適　性……43
1．身体適性の意義……43
2．健康と身体適性……45
a．健　康　の　定　義……45
b．健康と機能力・運動能力……48
3．身体運動と適応……49
a．適　応　の　意　義……49
b．適　応　の　限　界……50
4．運動能力・機能力……52
第5章　身体運動と疲労……55
1．疲労とその種類……55
2．疲労の本態についての諸知見……57
3．疲　労　判　定　法……60
4．疲　労　の　対　策……60
第6章　発達と身体運動……63

1．身体的発達と身体運動……63
2．身体運動の練習……67
a．身体運動練習効果の基礎……67
b．Second wind と Steady state ……68
c．練習の効果……69
d．練習のねらいとその方法……70
e．練習効果をあげる一般的手段とその方法……75
第7章　身体運動の分類……77
1．基本的運動の分類……77
2．スポーツの分類……78
第8章　日常運動としての歩行運動……84
1．人間の移動運動と歩行……84
a．移動運動形式としての歩行……84
b．歩行と走行の区別……85
2．歩行の運動量……88
a．歩行運動量の理論的算定……88
b．実際歩行における運動量算出……91
c．歩行要領の理論……93
3．自然歩行の実態……95
第9章　ペドメーターによる運動量測定……103
1．運動量測定器としてのペドメーター……103
2．各種スポーツ及び労作の運動量……105
3．生活・職業別にみた身体運動量……108
a．中学校生徒の運動量……108
b．採炭作業員の運動量……111
c．旅館女中の運動量……112

d．体育教師の運動量…… 113
e．老人の運動量…… 117
第10章　二三のスポーツにおける分析的測定調査…… 119
1．スキー選手の体育調査及び測定…… 119
a．スキー選手の健康と練習法の調査…… 119
b．スキー選手の運動量測定…… 121
c．スキー飛躍競技の速度に関する測定…… 122
2．高校バドミントン選手の体育調査とその考察 …… 125
3．バドミントンにおけるスマッシュの分析…… 131
第11章　動　態　分　析…… 137
1．陸　上　競　技…… 137
2．バドミントン…… 140
3．軟　式　庭　球…… 143
4．柔　　道…… 145
第12章　女子の身体運動…… 146
1．女子の特性と身体運動…… 146
a．身体運動の男女差…… 146
b．女子に不適当と思われる運動…… 147
c．女子に適する運動…… 147
2．女子の動態 …… 148
〔注〕…… 154
むすび…… 157

体育の科学的基礎

第1章　緒　　論

最近の科学や真理探求は，人智の限りない進歩を招来しつつある反面，なにか人間は今やまったく宇宙に浮ぶ微粒子ぐらいにしか感ぜられなくなってきたようである。

原子力も人工衛星も，ＩＣＢＭや核爆発物もすべて，人類文化の進歩の象徴であり，やがては人間の福祉をもたらすものだと説明されはするものの，果してそれがわれわれ人間の発展を真に示すものと言えるだろうか。もしこれらのものの使い道を誤って，人間の生命を文字通りの“宇宙に浮ぶ原子”にしてしまったならば，科学の進歩ということが，個人の発達や社会の発展ということに対してなんということになるのだろう。科学の発達がかえって人間の不幸をもたらすおそれが，決して少ないとは言えない現状ではあるまいか。

このような考え方は，当面の身体運動や体育の問題となんらの関係がないように見えるかもしれない。また進んだ科学文化の否定だと思う人があるかもしれない。しかし敢えて人工衛星やＩＣＢＭをここにひき出してきた理由は，そのような高度の科学や技術を，どうしてわれわれ人間自体の発展に向けようとしないのだろうかと疑問にしたいからに外ならない。いや世界には偉大な生理学者も生物学者も人類学者もあまた居り，人間自体の発展にひたすら没頭し成果を挙げてきているではないか，現に医学の進歩はわれわれの平均寿命を10年も延ばしたではないか，と言う人があるかもしれない。なるほどその通りである。しかしこれらの学者たちのすぐれた業績や，今もなお続けられつつある研究が，生命のない“もの”の科学に比べて，いかに恵まれない位置におかれていることか。近代社会は，物質的価値を不当に重視し，物質的であると同時に，より精神的でなければならぬ人間性の根本を軽視し

ているのではあるまいか。今日もっとも重要な問題は，人間の発展のために力を尽すことである。“万物の霊長”という古いがしかし意味の深い言葉が示すように，人間は万有の中心であり，大宇宙（Makrokosmos）にみなぎる一切の力や法則を含む小宇宙（Mikrokosmos）である。ゲーテの「人間本来の研究は人間である」，ニーチエの「“汝自らを知れ”は学問のすべてである」という言葉は，人間の学問が人間に対して負うべき真剣な責任と使命を意味している。なぜならば人間は自らの存在をただ理論的に確証するだけでは足りず，この認識に従って自己の生活を形成しなければならないからである。またカントは「人間最大の関心は彼が創造のうちにあってその地位を正当に充たすことを知り，人間であるためには何であらねばならぬかを，正しく理解することである」とも言っている。

このような生命の科学——いや人間の科学の発展を，筆者の手で開拓しようという大それた考えをもっているわけではないが，ただ人間を中心に深く考えるという行き方の窓を，わずかでもよいから切り開いて，そこから薄明りでもよいから小さな光を射し込めるようにしたい。そしてその窓の小穴を身体運動の一側面の解明に求めようとしたのである。

生命や人間については，たとえばオパーリンやA.カレル等によって，いろいろと解明されてはいる。しかしまだ一部分解明されたとしか言えない。まだまだ多くの“未知なるもの”が残されている。しかもその，人間の生命の活動である身体のいとなむ運動の科学は，またなんと置き去りにされたものであろう。死物の科学の驚嘆すべき進歩には全然追従してきていないようである。

われわれのまわりにはまだ観念論的な考えがのこっており，身体を卑しむ風がある。人間に関しては身体を認めつつもなお，人間とは精神的存在でのみあるかのように，知の優位性を暗黙のうちに崇め奉っている矛盾を，まだまだ至るところに露呈している。政治にも経済にも，教育にすら，その名残りをとどめている。

このことを指摘すれば，彼らはおそらく，そのような偏見は持たないと言うだろう。“身心一如ということは知っている”“科学も科学技術も，体育やスポーツをも同列に認め，実際にやっているではないか”とも言うだろう。しかし，そうであることに間違いはない。その証拠には，体育やスポーツが彼らの生活の中では，その本来の性質と姿で，正しい座には据えられていないではないか。オートメ・マスコミズムの滲透の圧力は，見るスポーツ，聞くスポーツに大衆を追いやりつつある。スポーツや身体的レクリエーションは，実際に活動するのでなければ，われわれの Physical な実在の身心については，ほとんど無価値に等しい。だがしかし彼らはスポーツを見ること聞くことだけで，それがスポーツだと信じこんでいる。「スポーツと生活（学問でもよい）は両立せず」と言い，スポーツと言えば勝敗をのみ追求しているもの，反対にスポーツマンシップだけが尊いものであるかのようにそれを礼讃するもの，かと思うと，スポーツ運動は“身体の健康”——少し進歩した考えで“身心の健全”——と説く識者もあり，またスポーツマンも体育家も，一般人も，体育とスポーツとレクリエーションの考え方や行い方や，科学的基礎の求め方にも，矛盾混乱がその跡を絶っていない。「古来教育には知育・徳育・体育と並び称されて体育は……」と識者たちは言って体育の重要性を唱えたが，この考えは体育をちっとも重要視しているものではなく，むしろ，かえって体育を別格のものとしてしまった感がある。体育も知育も徳育も人格形成に関しては全体の各部分であり，相互に相関連しており，それらを各各一つずつ切りはなして考えるべきものではない。体育は文字通り，身体の教育を通して，その彼方に知的な，道徳的な，かつ芸術的な教育効果を実現するものである。

しかも，われわれの健康も発達も病気も寿命ももちろんのこと，人間性までも，いわばわれわれの全人——全身全霊が，身体運動に深い関連をもっているということを，多くの人々は身に泌みて感じてはいまい。とかく日本人は自分自身のこと，自分の身のまわりのことを忘れるか，あるいは語ること

を卑しんだり避けたりする傾向がある。人工衛星や南極探検のことには夢中になるが，自分自身の住まいの問題や目の前の道路の改良などにはたいした関心を示さない。他人のことを気にして，体裁とかつきあいとかに意を用いすぎる。たとえば住宅も格式的であり（生活に最も重要である寝室を北向きの場所にとって，客用の部屋を最もよい所におく，床の間は来客のためのものであり，子弟の情操用ではない等々），食事も，来客や宴会にはむだな費用をかけるが，日常のものは栄養学的には欠陥の多いものを摂っている。そして栄養よりも他人に見られる被服のほうに多くの費用を使う。このように日本人は特に自分の身体・生命というものを顧みることが少ないので，なおさらわれわれは，身体や身体運動について充分考慮することが必要であると思われる。

身体運動はわれわれに最も身近かなものであり，瞬時も休むことなく活動しつづけているわれわれ自身の生命そのものの問題である。人工衛星や南極探検などに関心を寄せる以上に，われわれ自身にとって最も身近かなものの一つである“身体運動”についても，真剣に注目しようではないか。そのような意図から，以下の叙述において，体育のための“身体運動”の一側面を明らかにしてゆきたい。

第2章　体育と身体運動

1. 体育の意義と体育運動

a．体育の意義

体育とはどんなことかは，現在いろいろな解釈がなされているが，身体運動がそのまま体育だという人がある。わが国では体育を体操と呼んで10数年前までなんの不思議をも感じさせなかったのだから，まんざら間違いであるとは言えないかも知れない。この言葉では，体育とは身体形成(Body building) であるとか，大筋肉運動とか，スポーツが単にそれだけで体育と解釈されることにもなってくるのである。これが歴史の経過と共に，体育に対する社会的な要求が変化してきて，その強調するところは教育に中心がおかれるようになって，一応は現代体育の性格を方向づけたのである。というよりむしろ，体育についてなんらの認識をもたなかった太古から，教育的事実があったということに気がついたのだと言った方がよいかも知れない。

人間がよりよく生き，その子孫の繁栄を図ろうとし，文化の発展やよき社会の形成をめざすためには，その時代の要求に応じて，彼ら自身ならびに彼らの子孫を，なんらかの手段でそれらの環境に順応せしめ，またそれがよくできるような環境をつくりあげる方法をとらねばならない。この方法手段のための活動が，教育と呼ばれるものであり，その活動が身体的 (Physical) なもの，すなわち木によじ登り，木から降りて歩き，野山を駈け，川を跳びこえ，水中を泳ぎ，石を投げ，外敵をたおす格闘をする——という活動形式がとられたことは自然のなりゆきであった。このような原始的・動物的・未分化的活動様式が，時代の推移につれて次第に変貌し，遂に文化的背景の中

の人間としての発展形式がとられるようになったものである。この経過と事実が教育ということであり，体育の実際であったわけである。これが近世になってから身体的教養——体育 (Physical culture)・身体的訓練 (Physical training)・身体的学習 (Physical exercise) などと言って“体育”を意味したのである。

しかし現在は体育を Physical education（身体的教育）と呼ばないものはいなくなった。体育はたしかに教育の領域にあり，それは身体的なものであることは，前述の通り，人類史的な事実をもって証明されるものがある。

“身体的な教育”ということは，身体のみの教育でないことをあらわしている。なるほど Physical（フィジカル）を“身体的”と直訳するが，辞典では“自然の”“天然の”とか，“物質的”“物質の”——などという訳が出てくる。一番終りに“身体的”と訳されているが，こうして体育は人間の自然的な，生命を宿している物質的なものを相手とする教育のことであると理解されることになったのである。これが体育の性格である。だがしかし，これまでの体育にとってこのことが幸いしたという事実は見当らない。体育の理解にも発展にもかなりの混乱と矛盾が残っている現実を見ればよくわかるであろう。

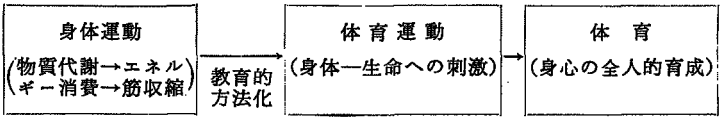
体育の“身体的教育”において，体育は第一には“身体の教育”でなければならないが，それを“身体だけの教育”と解釈する場合と，身体の教育のほかに“身体に関係する何かを基礎にする教育”があると考えることとの二様の解釈の間には，大きな差があることが認められる。デカルト (R. Descartes, 1596～1650) の身心二元論が信じられていた時は，体育は身体そのものの教育でよかったかも知れないが，身心は相関のもの，全体性のものであるという立場では，体育は決して身体の教育だけで満足されるものとはならない。ウィリアムス (J. F. Williams) は体育を“身体の教育”(Education of physical) と“身体的なものを通しての教育”(Education through physical) といったが，なるほど体育はそのように解釈すべきだろう。

b．体育運動

体育における“身体”の解釈では，身体とは，生命があり，身心が一如のはたらきをするもの，身心が統一的全体としての作用と構造の身体という意味で理解されなければならない。「生きるとは呼吸することでなくして活動することである」とはルソーの言ったことであったが，人間が生きているということは，身心が活動することなのである。体育とは活動する身心を有する人間の教育なのである。

身心の活動することを，科学的法則の立場から眺めると，“身体的活動”というものとみるべきだろう。身体的活動を特定の“科学の眼”で見ると，第一に体内でエネルギーが消費される現象であると見ることができよう。エネルギーは力を生み，その力は運動の源となるのは物理学的法則である。このように考えてみて体育運動を定義するならば，「人がそれを最も人間として発展させ得る環境であり，刺激であると考えて，選択し，考案し，規定した身体運動を体育運動という」と言ってもよいだろう。以上のことを理解するために，体育運動が図のような構造と関連で人間教育に科学的に結びついているものであることを考えてみよう。

第1図　体育運動の構造図



ここに身体運動というのは，第1図に示したように，筋の収縮である。それは前述したように物質から得たエネルギーを消費して行われる。このエネルギーは体内に摂取された栄養物質が呼吸によって供給された酸素と結合することによって放出されたものである。このような純粋に生理現象と考えられる運動を身体運動と規定する。

この身体運動が，われわれの身心を完成する目的に向って調整された場合に，そのような運動を体育運動と称したい。

体育はこの一連の身体運動現象を教育的に方法化して，身体一生命への刺激となし，人を全人的・統一的に教育する。このように方法化された身体運動を体育運動と呼ぶのである。その意味で身体運動が体育の方法手段にふさわしいものとなるには，ただのエネルギーの消費だけでは，そう大して価値のないものである。後で述べるが，必然的にスポーツとか身体的レクリエーションという形態をとるに至るであろう。現今行われているいろいろなスポーツや身体的なレクリエーションは，それ自身生れるべくして生れてきたものであるとしても，かくしてこれらはまた体育運動としての最善の条件を具えた身体運動とも見ることができるだろう。

2. 体 育 と 教 育

a. 体育から見た教育の意義及びその関係

体育は教育の一領域であり，おもに身体的活動を通しての教育であることは前述の通りであるが，この事実は人間がこの世に人として生れでた時代からのものであろうと想像することができることも述べた。体育がその教育の手段に身体的なものを求め，またそれに頼らなければならなかった事情は，ある見地からは不幸な運命であったと言われる(J. F. Williams, "The Principles of Physical Education")。しかし現在および将来の体育にとってはむしろ幸運であったとすら考えられるのである。なぜなら，その教育手段に身体的・物質的なものを採用し得ることとは，その客観的・科学的な法則を利用して合理的な教育の方法が容易に導き出せる機会を，多分に持っていると考えられるからである。

体育は明らかに教育の一側面であるので，体育の原理は教育の原理から導かれるものでなければならない。体育と教育の関係を明らかにするには，まず教育とは何であるかについて知らねばならないであろう。そしてその教育を語るには，古来からの教育学者や哲学者たちの意見にきかねばならないだ

ろう。だが，残念なことにこれらの人々は，体育のための身体運動に直接的に関係ある説明をしていない。ただ，わずかに英国一流の生物学者自称ダーウィンのブルドック，ハックスリー（T. H. Huxley, 1825～95）は次のようにいう。「教育とは習慣を作ることにある。自然の組織の上に人為の組織をかぶせることである。初めは意識的・努力的な行為を，結局は無意識的・機械的なものにする」と。また「教育とはゲームの規則（人生のあり方）を覚えることであり，知性に自然の法則を教えこむことである。人間の風習も情熱も感情も，すべてを含めて自然の法則に調和せしめ真剣で愛のこもった欲求をつくりあげることをも含めている」とも言うのである。このあとに次のようにつけ加えている。「教育と自称するものは，何によらず，この基準に試験されねばならない。これに耐えられないものは，先方にどのような権力があろうとも，私はそれを教育とは呼ばないつもりだ」[注1]と。なんと科学者らしい態度なのであろう。体育や体育のための身体運動を，このような基準で試したいものである。

ハックスリーのこの教育に対する見解を裏書きするものの一つは，パヴロフ（I. P. Pavlov, 1849～1936）の“条件反射”であろう。これを体育やスポーツの科学原理として応用して，ソ連の体育とスポーツは最近めざましい発達を遂げている。ソ連のどんなスポーツ技術の指導書にもその冒頭に必ず次のように書いてある。「ソ連スポーツ学はマルクス・レーニン主義哲学と，上級神経活動に関するI. P. パヴロフの学説から出発している」と。神経伝導過程や筋収縮過程は，訓練習熟によってすばらしく能率的かつ合目的的に全身に伝え，反応速度を早めることができる。たとえば100m（メートル）競走において，ピストルが鳴ってからスタートするまでの時間を大きく短縮した。この原理を他の種目にも応用することができて，ソ連は1956年のメルボルン・オリンピックにおける成績によってそれを実証したものであると称した。

教育とは常識的には「個人の発達に影響するもろもろの作用」[注2]と定義されてはいるが，教育の本質や原理はどうともあれ，いずれにしても人は教育に

よってのみ人間となるのであり，置きざりにされたパラグァイの原住民の幼児が，土俗学者に教育されて，りっぱな近代人になったことや，2人の狼娘が，四つん這いになり，夜になると無意味にほえたり鳴いたりして，幼い時の狼の教育？によってその一生を左右された[注3]，という例は，特に身体的な教育がいかに重大な影響をおよぼすものであるかを裏書きするに足ろう。

b．身体運動が教育になり得る根拠

体育のなし得るもの，ないしはなさねばならないものは，各個人が全人としての最適の成長や発達を，身体的側面からおし進めてゆくことであらねばならない。現代社会の科学と文化・文明，マスコミ，喧噪と雑音の中にあっても，それを消化し，それに耐え，それを克服し，それを制御するたくましい人間にまで教育し，つくりあげるというのでなければならない。その方法，その過程として，身体的な活動をとりあげていかなければならないことは，自然のなりゆきというものであった。それだからと言って，身体運動でさえあれば，どのような身体運動でも人間教育に役立つというわけのものではない。身体運動は，しなければ教育にも体育にもなりはしない。しなければならないが，するためには方法があり，その方法は数限りなく多種多様な姿で在り，かつ身体運動に教育的刺激環境としての真価を発揮せしめるためには，身体運動に関してのいろいろな知識を得，その機能が発現されるまでのなんらかの準備と施策がなされねばならない。それらの中で，身体運動がどのように行われたら，どのような影響があるかということ，われわれが身体運動をしたら体内ではどんなことが行われることになるのか，われわれの健康や体力とはどんな関係がなり立つかということ，われわれの感覚や精神のはたらきとどんな関係が生じてくるのか，基礎的に身体はどんな性質のものか，運動とは何なのか等々，数えたてれば人間の身体運動（体育運動）と教育との間には，数限りなく関係する問題が考えられてくる。しかしこのように事物や現象の関係状態がたくさんあるということを知っていても，その組

み合わせが，実際に人間発展のため，教育上よいという組み合わせの方法がわからなかったら，体育にとって身体運動は何になろう。言いかえれば，人間教育にとって体育運動はその影響力——教育的作用——を発揮できるだろうか，ということである。重要なのは，人間と身体運動との組み合わせの方法を科学的・教育的原理法則に照らしてよく知ることである。

3. ス　ポ　ー　ツ

a．スポーツの意義

“スポーツ（Sports）とは生活のための苦行から離れて，活動して楽しみとする行為のことである”と言われる。つまりデス（dis）ポート（port）だというのである。ポートは“港”という訳があり，港とは船の安らかな休息所，つまり本来の座である。dis はそこから離れると説明され，船が人間に変って，人間の本来の仕事から離れて楽しく活動する，という意味だとされている。スポーツは“生活の避難港である”と言われるのも，こういう意味の言葉から発したものであろう。

現在スポーツという言葉は“競技運動”のこと，“体育手段には最良の運動形式”というように理解せられており，楽しみ・気晴らしということからは程遠いものとされていた時もあったが，近年スポーツは，ある層からは本来の姿で求められるような傾向も見受けられる。しかし現代のスポーツマン気質には二つの型が見られる。一つは，シャルル・ブロンデルの言った通り，“時として生命を奪”ったり，スポーツの勝利者が英雄視・讃美されることから，スポーツマンにとって“生命をすり減らすような難行苦行”といったような，何か体ぐるみぶっつかってゆくべきものだ，というように考えるグループと，もう一方は，茶の間や客間の安楽椅子にひっくりかえって，オートメーション・マスコミの恩恵に陶然としながら，“スポーツとは視聴覚的娯楽と見つけたり”と言わんばかりの，文字どおりのスポーツ観を持つグル

ーブとの両極端があるように考えられる。そこからはどちらも，本来の意味するものに遠く離れたものが派生するのではあるまいか。スポーツを営利事業の道具化する。スポーツを見物することがスポーツだと心得る。スポーツの勝利者を英雄視する。スポーツの偶像化はやがて，勝つためにはどんな無理をも敢えてする，手段を選ばない。スポーツを仕事化し，スポーツマンは，見かけだけでなく真の難行苦行が強制されるようになってくる。スポーツマンシップは地におち，遂には生活も社会全体も，明るくするどころか不愉快なものにしてしまう。ここまで考えると考えすぎになるだろうか。かの近代オリンピックの始祖クーベルタン（Baron, Pierre. de. Coubertin）は「人間のスポーツ性は，自然的なかつ育てにくい植物である。ギリシャ人は巧みに栽培し，永続的開花を見せた(注4)。しかし中途で病害に枯れてしまった(注5)。この植物は速成栽培され，速やかに成長すると共に種々雑多の変種を生じた(注6)」と述べたが，われわれのスポーツに限り，勝者には“オリーブの冠”を与えるだけでよいのである。“歴史は繰り返さない”ようにわれわれは努力しなければならない。それにはスポーツの本義を理解し，アマチュア的な本来の姿のスポーツをわれわれが持ち続けてゆくことが肝要であろう。

b．スポーツの発生

われわれが楽しみ行う活動としてのスポーツは，いったいどんなにして発生してきたのだろうか。

スポーツの発生は人間の本能的な遊戯性に発しているといわれる。遊戯（playing）についての諸家の学説を見ると，

①　「遊戯は本能によるもので，その活動は勢力の過剰からくるものだ」とする“勢力余剰説”（The theory of surplus energy）がある。スペンサー（H. Spencer），シラー（Schiler）によって唱えられたので，シラー・スペンサー説ともいう。

②　カール・グロッス（K. Gross）は「すべての生物は生得的に驚くほど

巧みに適応性をもっているものである。高等動物――特に人間は長い成長期をもっているが，これは教育のための時期である。そして子供はこの長い準備期間に遊戯をして適者生存の現象をつくってゆくのだ」とする“生活準備説”（Practice theory）を唱えた。

③　スタンレー・ホール（S. Hall），アリン（Allin），ギューリック（Gulick）等は「人間の先祖たちがしていた活動を子供らは反復する」という“反復説”（Recapitulate theory）を唱えた。ホールは「遊戯・スポーツに，興味や歓喜がみなぎっているのは，人間種族の原始時代において，最も楽しかった運動の習慣およびその精神が，現在の子孫に残っているからだ。遊戯はそれによって体力を増し，また勇気や確信や，簡素質朴の気風を生じ，決断力を養って困難にうち克ち，精神に慰安を与えるものだ」と説明を加えている。

④　「休息・睡眠はわれわれにとってよい休養だが，これればかりが休養法ではない。活動的休養法として遊戯活動がなされるのだ」とヴントは“休養説”（Recreation theory）を唱えた。

⑤　「遊戯は成長しつつある生体の生物学的要求からなされる」とするアプレトン（Appleton）女史によって唱えられた“生物学説”（The biological study of play）がある。

その他ウィリアムス（J. M. Williams）の“本能説”（Instinct theory），カル（H. A. Carr）の“放散説”，ミッチェルとメーソンの“自己表現説”（The self expression theory of play）等々，遊戯についての学説が数多くあるが，いずれも“遊戯は人間の生物的な本能として誰でももっているものであり，人間の動物性は本能的に遊戯をするものである。それぞれに応じて合目的的活動となり，発達を助長するものとなったり，身心の休養・楽しみともなり，次の重要な活動力の基礎となるような働きをするものである”とまとめることができよう。

スポーツは本質的には遊戯の性格をもつものであるが，それを基本として，その活動様式範囲を規定し同じ条件と同じ困難に立ち向うように規則を定め，

その規定内で自己あるいは自己を含む集団が，全力を発揮して闘おうとする活動の中に喜びも楽しみも含まれた闘争型活動として生れたものである。

以上をまとめてスポーツを定義してみると，“スポーツとは遊戯から出発して，人間的な余裕と楽しみと発展を求めてする身体的活動である。そしてスポーツがその真価を発揮するためには，それに厳格な規則づけをなし，人間が真摯に行じ，真の楽しみの中に，興味をもって努力するに足る価値ある要素をもりこんだ闘争的身体運動である”ということができる。

c．スポーツの本質

スポーツの現状を見れば，スポーツとは何であるかに疑問を抱かせるような雑多な状態で行われていることが見られる。“スポーツは青年の愛好する娯楽である。”“スポーツはスポーツマンにとっては難行苦行の一種である。”“スポーツは大衆の好むショーである。”“スポーツは体育家にとっては人間発達の刺激となし得る道具である。”“スポーツとは各国政府が，国家発展のため，国民の原動力，国力・戦闘力を育成する手段である。”“スポーツは宣伝の道具として価値の高いものである”と。行われている状態から眺めると余りにもスポーツの本質から離れたようなことばかりである。スポーツは果してそんなものだろうか。フランスの文化人たちは言っている。

「その国の国民が，その余暇を，どんなスポーツ・遊戯にふりむけるかによって，彼らの趣味・傾向・文化の程度を知ることができる。」（エピナンス）

「人は遊戯をなす時にのみ完全に人間である。」（シラー）

「スポーツ，それは気晴らしであり，閑つぶしであるだけでもスポーツの重要性を失うものではない。むしろ増大する。」（シラー）

「スポーツは今や偶像と化し，それは競技者に多くの犠牲を要求するのみでなく，時として彼らの生命をも要求する。勝とうとする意志によって競技はつらい仕事となり，訓練は苦業と化するのである。」（シャルル・ブロンデル）

「スポーツにおける勝利の瞬間 —— 最も初歩的な形において具体化したも

のにすぎないが――それから得られる快楽はどのような楽しみにも勝る。」

「――スポーツ――外見上最も失望させるような活動型式 ―― しかもこの目的は決して人を失望させることはない。――弁護し得べき唯一の活動型式――人間にふさわしい唯一のこの活動型式は同時に知性的であり，本能的である。」（アンリー・ド・モンテルラン）

「人間及び動物が，その美しさを増大することを目的としておこなう努力。」（マルセル・ブランジェー）

「スポーツは闘争であり遊戯である。」（ジャックメー）

「必要に迫られてやむを得ずなす典型的な例は仕事と呼ぶものであり，余計な努力の最も明らかな例はスポーツである。」（ホセ・オルテガ・イ・ガセ）

以上のことからスポーツの性格は汲み取れよう。とにかくスポーツは生物的要求から発する，娯楽や休養や慰安を求めてする活動であることに間違いはない。スポーツの性格を箇条書きにしてみると，

① 自由で内から発動するものであること。

② 自ら求めて活動し，他からは強制されない性質のものであること。

③ 結果を望むものでなく，なしつつあることに意義を持つものであること。

④ 興味と楽しさを伴なうものであること。

⑤ 健康を築くものであること。

⑥ 仕事ではなく，仕事の合い間になすべき活動であること。余暇になすべきもの。

⑦ 闘争・競争心が要素として含まれている活動であること。

全体的には喜びと楽しみをもってなす活動で，それが人間性を高め教養ともなり，また闘争精神を含む活動であることが，スポーツの性格であると言えよう。

d．スポーツと体育

以上のような性格をもっている身体的活動であるスポーツは，体育のための手段とすれば全くすばらしい好条件をそなえた体育運動であると言ってもよい。

体育は身体的活動を方法手段とする教育であるとは，しばしば述べた通りであるが，教育とは人間教育であり，全人的教育を意味していることはもちろんである。ところで身体運動やスポーツがどのように働いてそんな全人教育とか人間性を築きあげてゆくような教育作用をするのであろうか。

スポーツが教育のための刺激となり環境となって，人間性形成にまで身心へ影響を与えるには，徹底した活動をなし，真剣に活動するのでなければ，強靱な身心と高い人間性を育成することは不可能であろう。しかもそれはスポーツ運動に常に親しみ行いつつ継続的にかつ階段的に一歩一歩築かれてゆくものでなければならない。欺瞞的な行為・八百長(やおちょう)競技からは興味も楽しみも失われる。一足跳びの飛躍的発展を企てれば失敗して後退しなければならなくなろう。スポーツがよい教育手段となるには，スポーツと人間との関係が自然の法則通り行われねばならないのは，ハックスリーに問うまでもない。

英国人は“スポーツを楽しみ，スポーツに没入して人間性を高めよ”と教える。米国人は“スポーツに純粋にベストを尽して勝て”と教えるのである。英国では“スポーツにおいてはすべてを犠牲にしてはいけない。スポーツをビジネスにするな”[注7]（プロスポーツの意味ではない）とも教える。これはスポーツの努力の限界を巧みに判断すべきことを同時に教えているわけでもあるが，英国教育の目指すところも示されている。アメリカのスポーツ指導理念と英国のそれとには，差があるように見えるが，そうではない。表現が違うだけである。一つの技術，一側面の能力がいかに優秀で強力なものであっても，それは勝利への一つの要素でしかあり得ないであろう。偉大な勝利は部分的な優位のみでは得られない。そこでは全人としての人間全体の実力と，そしてその実力を発揮できるチャンスとがよくマッチしなければ，偉大

な勝利には導かれ得ないであろう。人間全部をあげてスポーツに打ち込めよと教えるのがアメリカのスポーツの教えであり，不断の努力を無理なく積み重ねスポーツに没入したら高い人間性も実力も自然に養われることになる，そのような人間の力で偉大な勝利を獲得する，というのが英国人のスポーツに対する態度であろう。

スポーツによって人間教育がなし遂げられるとすれば，それは，スポーツの効力の限界を知りながら，スポーツを楽しみ，スポーツに無我の境地で没入し，しかもスポーツに徹するところまでいかなければ高い人間性にまでは辿りつけまい。

4. レクリエーション

a. レクリエーションとスポーツ

スポーツの性格とレクリエーション（Recreation）の性格とは全く相似である。しかしスポーツは身体的なものを基礎にし，身体的活動を中核としているけれども，レクリエーションはそればかりに限らず，知的精神的はたらきも同様に含めている。ただレクリエーションのねらいが簡易に達せられるのが身体的レクリエーションであったし，これは実際現在でも変りはない。レクリエーションがスポーツに類似している点というのは，

① 仕事から離れて余暇を利用しての活動であること。
② 他から強制されず，自ら好んで行う活動であること。
③ 結果よりも活動それ自身に直接的な満足を見出し得るものであること。
④ 楽しみ・慰安・気分の転換となる活動であること。
⑤ 教養を高め優雅高尚な情操が育成されるようなものであること。
⑥ 直接ではなく間接に，実際生活を豊かになし得るものであること。
⑦ 両方とも純粋にアマチュア（Amateur）的性格をもっているものであること。

⑧　共に教育手段とするには好条件をそなえている活動であること。

b．レクリエーションの意義と本質

レクリエーションとはどんな意義を持つものだろうか。まず語義を「社会学辞典」にたずねると，“レクリエーションとは閑暇の間になされる自由・愉快な，自ら求めて行うものである。したがって遊び・競技・運動・休養・娯楽・音楽・趣味・副業等を含む。その時の状態，その人の環境によっていろいろの種類を生ずる”と説明されている。

“人間にとってもっとも充実し，かつ変化に富む自己表現の機会であって，これによって生活を明るく楽しく，そして豊かに麗わしく，建設的にするはたらき”と「保健体育学大系」[注8]では，近代感覚に溢れた表現で定義されている。しかも“レクリエーションは単なるうさ晴らしや息抜きで，蓄電池の再充塡のように，仕事の能率をあげるための活動にすぎないと見るのは誤りである”とつけ加えられている。レクリエーションの最大の美点は，そのような活動のなかに，知らず知らずのうちに人間性が磨かれていくというところにあろう。

原始時代では，生活の糧を得るための労働が，一面ではスポーツであり，レクリエーションであったわけで，三者は一体であったものにちがいない。それが，文化が進み社会が著しく発展した現代，特に近代産業革命によって目まぐるしく変貌した社会機構では，生活の糧を生産する仕事と，余暇生活とをはっきり分けて考えないわけにはいかなくなった。つまり近代レクリエーションは，生活の分化から必然的に生じた文化活動としての態様を整えるようになったのである。

c．レクリエーションの分類

このような意義と性格をもつレクリエーションの分類は，われわれの環境に即応してどんなレクリエーション活動をすればよいかをきめる重要な参考

にすることができよう。

①　性格による分類

㋑建設的レクリエーション――おこなうもの自らが積極的に行動して喜びを感ずるようなもの。㋺受動的レクリエーション――見たり聞いたり読んだりする，おもに他の人や物の活動や現象や作品を，感覚を通してレクリエートするようなもの。

②　活動内容や環境等による分類

㋑自然的レクリエーション――登山・スキー・ハイキング・海水浴・キャンプ・天体観測・釣り等，自然を対象とし，自然の中に没入するようなもの。㋺人為的レクリエーション――人為的な施設・用具等を使用しておこなわれる，映画・演劇，競馬（輪），相撲などのスポーツをテレビやラジオで見る等のたぐい。

③　カーチスの分類

カーチスは知的・社会的・芸術的・身体的レクリエーションの4種に分類したが，次の第1表によってみよう。

第1表　レクリエーションの分類

類別 / 事項	知的レクリエーション	社会的レクリエーション	芸術的レクリエーション	身体的レクリエーション
活動内容と形態	○言語・智慧等を用いる ○自然に親しむ活動 ○科学応用の活動 ○無形文化の創造と活動 ○蒐集活動	○社交・親睦活動 ○奉仕活動 ○友人ゲーム	○美術工芸の鑑賞と創作 ○演劇の活動と観賞 ○音楽の活動と鑑賞	○各種スポーツ活動 ○自然的場への没入と身体的活動 ○休養
	科学：模型飛行機，自動車，ラジオセット，模型船，電鈴	奉：少年団，セッツルメント，レクリエーション館，体育館，運動場等	美術工：茶湯，生花，盆景，絵画，彫刻，印刷，織物，編物，刺しゅう，写	各種球技 体操 スキー，スケート 水泳 マラソン
	小説，随筆，			

種目				
	文学：詩等を読み，書く，和歌・俳句等を読む，読書する	仕：の世話係をする，赤い羽根・白い羽根等に奉仕，スポーツのコーチ，スポーツ大会の役員となる	芸：真，木工，紙工，金工，スケッチ	ハイキング（その他スポーツの分類表参照—78頁）
	自然：天体観測，鳥小屋つくり，遊園，キャンプ，ハイキング，花見，魚釣り，動植物園見学，果樹栽培，家畜飼育，自然研究，潮干狩，紅葉狩，山菜狩，狩猟	社交：宴会，パーティー，訪問，園遊会，会話，ホームパーティー	演劇：物語り，音楽劇，映画，脚本執筆，人形劇，紙芝居，民謡，浪曲	
	蒐集：人形，玩具，模型，賞牌，家具，書画，骨董品，シール，スタンプ，貝，蝶標本，考古品等	ゲーム：トランプ，花ガルタ，麻雀，囲碁，将棋，カルタ取り 社交ゲーム：羅漢回し，名ざし，鬼ごっこ，提灯回し，ゼスチュア，ジャンケン，藤八拳	音楽：合唱，独唱，混声合唱，唱歌，小笛，音楽鑑賞，ハーモニカ，マンドリン，ギター，ピアノ，ヴァイオリン，音楽会，合奏，研究会	
備考	○身体的活動を多くする仕事，課業，労働に従事する人に特に必要 ○都市生活者には“自然”の種目が好適 ○情操陶冶，教養面が多分に含まれている	○隣人融和 ○社会を明るくする ○社会的性格の育成に好適	○情操豊かに人生を楽しく余裕あるものとする ○鑑賞と創作	○健康に直接役立たせる ○精神的作業労働に従事するものが運動の生物的要求を充たすに好適 ○身体適性の助長

第3章　運動について

1. ヒト(人)の身体運動の歴史

ヒトがいつ樹上から降りてきたかわからないが，とにかく樹から降りてきたと仮定すれば，われわれがいまのように2本の足で歩行ができるようになったのは，われわれの祖先が樹上生活をやめた時から始まったわけである。それと同時に，われわれの身体運動の形態が定まったと言ってよい。

われわれの足には二つのアーチがある。一方は左右のアーチ，もう一方は前後のアーチである。このアーチが人間の身体運動の基本型を方向づけたと言ってもよいのである。チンパンジーでもゴリラでも，人間のように足にアーチがなく，人間のようなりっぱな歩き方はできない。足の二つのアーチは他のどんな動物にも見られない人間の特徴である。

2本の足で歩くことから人間の身体運動が始まった。ヒトの足の長いアーチの後端がかかとで，このかかととつまさきの広い部分との間では足のどの部分も地面につかない。アーチの骨はどれもみな腱や靱帯や強い筋肉でしっかりと組み合って体重を受け，それをくるぶしからつまさきへと前の方へ移せるようになっている。これで大股に颯爽と歩けることになるのである。尾なしざるが2本の後足であるくときは，つまさきで立ち歩くことはできなくて，足首のところから足を踏み出すことになる。つまり人の歩き方とかれらの歩き方の違いは，1歩ごとに足の長さの約3分の2だけの距離と力を加えうるか加えられないかの差である。

しかしヒトの足は全く不器用なものである。最近になってからサッカーなどというスポーツで鍛えられた足にはボールさばきなどまことに巧妙な，さ

るにも増したみごとなものもあるが，せいぜい下駄のはなおをつっかけるぐらいしかできないものである。手はしかし器用にできている。野球やテニス・バドミントン・手工・手芸，実にたくみなものである。テノヒラをかえすことができるのは霊長目だけだと言われる。

人類学ではまた，人間の歩行から足の骨組みも定められたが，その他の部分の骨格さえも，長い間に適当につくりかえてしまったことを教えてくれる。

第一に重心を足のアーチの真上またはそれより少し前方よりにもってくることが必要になったが，それは膝がまっすぐに伸ばされ，少し彎曲していた足の骨もまっすぐに伸ばされ，それによって安定するようにつくりかえたこと。第二には，それより以前のことになるが，後向きの姿勢——四つん這い姿勢——を前向き姿勢にしたということにもなる。それがひいては，頭を直立させ，首すじを発達させた。人が2本の足で歩くことは，人の姿勢を決定し，運動の形態を方向づけたのである。とにかくわれわれの身体運動は歩くことにはじまり，長い歴史のうちに，そのことから身体までも改造されてきたのである。

2. 身体運動と筋肉運動

運動の源は力であるといい，力はエネルギーの消費によって生じ，力は運動現象そのものとすら考えてもよいのであるが，生命のない物体は，力が他から加えられねばならない。生物はその運動を起す力を，体内物質から生産する。物理的概念では，重い荷物をその場で持っているだけでは変位が行われていないので，運動とは見ない。しかし人が重い荷物を持つことは，位置を変えない場合でも，体内では運動している時と同様な現象が行われているのである。つまり筋肉が緊張しエネルギーは明らかに消費されるので，変位はしなくとも運動とみるのである。たとえばウェートリフティングのように重量物をあげ支えたり，あるポーズをとる体操も運動である。このように体

内エネルギーがその活動のために特に消費される場合を一括して，われわれは身体運動と呼ぶのである。

身体運動を運動の型からながめると，多種多様，まことに複雑なものである。われわれの身体のなりたちから考えて，外形的には人間の運動器官としての筋肉と骨格についての運動をまず問題にしなければなるまい。

生物学上運動と言われるものには，アミーバ様運動・繊毛運動・筋肉運動の3種がある。アミーバ様運動は，原形質の流動によって偽足を出し，のろのろと位置をかえる単細胞生物のするような運動である。人間の体内では白血球もこのような運動をしている。繊毛運動というのは，ある種の単細胞生物によって表面に生えた繊毛(Cilia)によって，風に毛髪がそよぐようにしていとなまれる運動をいうのである。(注9) しかしこの二つの運動は，身体運動の直接の運動ではなかった。われわれの運動で問題にしなければならないのは，筋肉運動である。

筋肉運動には身体内部の筋肉運動と，外部の筋肉運動との2種類ある。そしてこれはすべて神経の支配下にあり，反射的によく協応して速やかに動く。またこれは筋肉の収縮によってのみ動くのである。身体内部の筋肉運動では，内臓のはたらきとして運動現象がみられるのであるが，これは自律神経系と，血液のなかの化学物質であるホルモンのはたらきによって支配されている。それは比較的ゆっくりな原始的下等動物における運動とよく似ているが，よく協調されて整然と規則正しくおこなわれている。心臓筋の運動により血液は全身を循環し，消化器の運動では，消化がよくおこなわれ消化液の分泌がみられ，横隔膜の運動によって呼吸が行われる。しかしこれはわれわれの自覚されない場所で，われわれの意志によってはほとんど左右されずに，瞬時も休むことなく自動的におこなわれている運動である。このような運動は，われわれがいま問題にしようとする身体運動とは少し的(まと)の外れたものではあるが，よく考えてみると，体育においては従来この運動を考慮の対象にはしなかったけれども，外部的筋肉運動とは不離一体に行われているものである

から，もっと高い意識で考慮の対象にすべき問題ではあるまいか。身体内部の筋肉運動については従来は運動生理学あるいは体育生理学としてとり扱われてきた。しかし従来の運動生理学は，“運動及び一般生理学”という感が強いものではなかったろうか。

外部的筋肉運動——これは言うまでもなくわれわれが身体運動と考えてきた運動である。この調和のとれた外部的筋肉運動である身体運動は，二つあるいは二つ以上の可動的に連結または連絡された骨に附着した筋肉すなわち骨格筋ならびに一部の皮膚筋の収縮によってひきおこされる運動である。

3. 身体運動の力源

a. 身体運動とエネルギー消費

すべての身体運動には力が必要であり，その力源は体内にわれわれが食物として摂取した栄養物質に由来するものである。われわれが身体運動をするとき，身体は自然界の運動体と同様な運動体となり，その運動エネルギーを体内で代謝しながら，実際におこなわれるのである。体内で代謝される複雑な過程は未だに不明な点も多いが，結果から言うと，われわれが身体運動に多くのエネルギーを消費する場合，ちょうど自然界の熱機関が運動するときと同様な，たとえばエネルギー恒存の現象とか，効率の問題とかのような，物理化学的現象が見られるのである。

物質代謝現象では，摂取された食物は，それぞれの消化器官で消化吸収され，小さな分子となり，血液によって全身に運搬配達されるが，一部は身体自身の構成素としてつかわれ，体組織の活動のためにも消費される。また一部は運動のためのエネルギーに変換されるのである。栄養素が活動のために消費されるときは，酸素（O_2）を必要とする。その酸素は呼吸によって肺胞を通じて摂取されたものである。これが体内で栄養素を酸化し，エネルギーに変える。組織内で酸化の結果できた不用物質は肺及び腎臓を通じて排泄さ

れる。栄養素が酸化に至るまでの経過や化学的反応は種々複雑なものがあるが，栄養素のなかの炭水化物や脂肪は分解されてH_2OとCO_2になる。蛋白質類は分子の粒が大きくアミノ基を持っているので，H_2OとCO_2だけに分解しきれずに，一部は尿素や尿酸のようなものになり，腎臓を通って尿の中に含まれ体外に排出される。物質代謝には必ずエネルギーの交換をともなうので，生体内におけるこのようなエネルギーの授受の生命現象をエネルギー代謝といっているのである。エネルギーの形には，熱エネルギー・運動エネルギー・電気的エネルギー・機械的エネルギー・化学的エネルギーというようないろいろなものがあるが，われわれが身体運動をするときは運動エネルギーとして使われるのである。身体運動には多量のエネルギーが消費されるが，そのエネルギー源は糖質・脂肪・蛋白質等である。これらのエネルギー源は，最終的には糖質特に葡萄(ぶどう)糖として使われるのである。

b．エネルギー代謝における酸素の役割

エネルギー代謝に最も重要な役目をもっているのは酸素である。栄養素がたくさんあっても，O_2が不足すると運動は制限される。しかし血液がO_2で飽和されたとしても，利用できるO_2の量はその全部ではない。

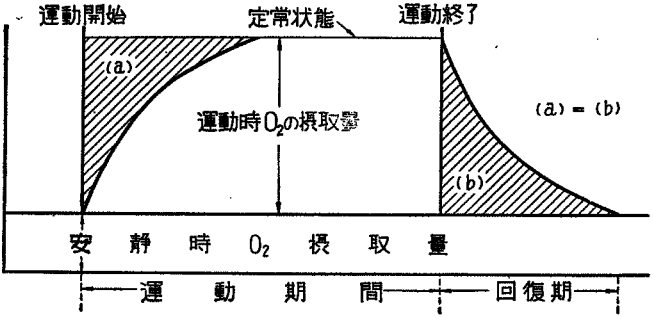
O_2消費量は安静時に成人では 200～300cc/min であると報告されているが，身体運動では1分間4リットルになる場合もあって，安静時の15倍近くのO_2が必要とされるのである。このように多くのO_2が補給できるのは，呼吸器系と循環器系との巧みな協調によるものである。O_2がたくさん補給されても，激しい運動になると，それでもまだO_2補給が不足するような場合がある。このような時，われわれの体は二つの大きな特性を発揮する。その一つは，筋肉は短時間であればO_2の供給がなくとも活動する。筋活動のエネルギー源となるアデノシン三燐酸・フォスファーゲン・グリコーゲンのようなものはO_2のない無気的状態で分解してエネルギーを放出できる。しかし無気的代謝が続いたら，たちまちエネルギー源は使い尽されてしまう。運動

が激しくなればなるほど無気的代謝が多くなり，そのために不完全酸化物である乳酸が筋肉にたまってくる。一定量以上に達すると筋肉は収縮力が低下し，あるいは収縮できなくなる。しかしそれまではO_2が補給されなくても運動は継続できるのである。

その二は，酸化に必要なO_2を負債として残しておき，運動終了後あるいはその後運動がごく軽くなったときは酸化返却されるのである。運動後しばらくの間は深い強い呼吸が続くことをわれわれは常に体験している。これは負債となったO_2を返却しているのである。このことを酸素負債(Oxygen debt)と英国のヒル（A. V. Hill）が名づけたのである。(注10)

c．酸素負債

酸素負債とは前項で述べたように強い運動を始めると必要な酸素は運動開始後は直ちに充たし得ないので，運動が終ってから返却し得るように負債する体内現象である。ある運動における酸素需要量(Oxygen requirement)というのは，運動中と回復期に消費されるO_2の総量から安静時のO_2の消費量を差し引いたものである。つまり運動中に必要なO_2と酸素負債との合計である。ある程度の激しい運動では，運動開始直後のO_2の摂取量と消費量のバランスがとれるまでには時間的なずれがあって，この時O_2が負債となり，運動終了後の回復期に返却が持ち越される。これは第2図O_2負債の模式図に示さ



第2図　O_2負債の模式図

れる通りである。（a）という負債が（b）で返却される。

運動を開始してからある時間を経過した後O_2の摂取量が安定してくれば，呼吸や脈搏も一定となって，そのままの状態で長い時間運動を継続することができる。これを定常状態（Steady state）と呼ぶ。この定常状態というのは，最大O_2摂取量が一定水準のもとに平衡を保っている状態である。

酸素負債には二種の型がある。その一は，全く乳酸の蓄積しないような軽い運動でもO_2負債が3.4 *l*（リットル）くらいになるといわれている。このようなO_2負債は運動終了後急速（約3分）に消却される。これを非乳酸性酸素負債（Alactacid Oxygen debt）と言っている。

もう一つは前述の酸素負債で，これはO_2負債が3 *l* を超えると血中乳酸濃度が増加してきて，O_2負債と乳酸濃度は比例的に増大していくことがヒルによって検証されたのである。これは乳酸性O_2負債（Lactacid Oxygen debt）と呼ばれている。

O_2負債には運動する人の適性によって個人差があるものである。

4. 身体運動と栄養

a. 糖　質

身体運動においてエネルギー源となる栄養素は主に糖質である。これは運動時のR. Q（呼吸商）を調べてみて，それが高くなっていることで知れる。また動物の実験でも運動前にあらかじめ糖分を充分与えておくと約3倍の運動量を出すことができると言われる。糖質は消化管のなかで消化分解され，主にぶどう糖となって小腸粘膜で吸収される。吸収されたものは一部は肝臓グリコーゲンとして貯蔵され，一部は肝臓自体のはたらきのために直接につかわれる。過剰分は循環血液中にあらわれ筋肉や末梢組織でグリコーゲンに再合成されて使用される。身体運動に際して，グリコーゲンからエネルギーを発生するには次の二つの過程がある。第一は嫌気的過程（Anaerobic pro-

cess）といって酸化をしないで糖質を分解して乳酸を生ずる過程，第二は好気的過程（Aerobic process）という，O_2の供給をうけてグリコーゲンが完全に酸化燃焼して炭酸ガスと水を生ずる過程である。

レーマン等によれば筋肉収縮時グリコーゲンの酸化過程にともなって真先に分解してエネルギーを供給する仲立ちとなるのはアデノシン—3—燐酸（ATP）で，これが分解してアデノシン—2—燐酸（ADP），さらにアデノシン燐酸（AMP）と燐酸とに分解する時1モル（1g分子）当り12000 calのエネルギーが遊離されるといわれており，筋繊維の主成分たるActmyosin ⇆Actin+Myosin の解離または結合の機構に対してATPが重要な役割をしている。

糖質はぶどう糖（$C_6H_{12}O_6$），蔗糖n（$C_{12}H_{24}O_{12}$）というようにHとOの割合が2：1の分子式をもち，水の倍数関係にあるのでエネルギー速成には都合がよいのである。

糖質は1g で 4.1 cal の熱量を供出する。

b．脂肪と蛋白質

脂肪のエネルギー化は，長時間の運動で糖質が消耗し尽したばあいに糖質に変えられて利用される。脂肪が糖質に変えられてエネルギーに使われるときは約30%の損失をともなうと言われる。脂肪は消化管内でいったん脂肪酸とグリセリンに分解吸収され，再び直ちに脂肪に再合成され，一部は静脈内に，大部分は乳糜管を通って胸管から大静脈にはいり，循環系にはいって身体各組織に利用せられ，過剰分は皮下または組織間中に貯えられ，必要に応じて適時利用される。また体熱保持にも役立つ。脂肪はいろいろな経過をたどってエネルギー源に直接間接に利用されるが，脂肪燃焼には糖質量が関与しており，肝臓グリコーゲン量が減少すると脂肪は完全燃焼できなくなると言われている。

脂肪のエネルギー発生量は 1g あたり 9.3 cal であるから，エネルギー

補給源としては経済的で有利なはずである。ただ発生過程が複雑であり，C，H，O の三元素の割合は糖質と異なってOの数が少ないので酸化燃焼が急の間に合わないのである。たとえば脂肪の一種ステアリンは$C_{57}H_{16}O_6$という分子式であり，O_2が他から供給されると燃焼のC，Hが多いのでさかんに熱を出すのである。

蛋白質は糖質や脂肪のようにはエネルギーとならない。蛋白質の消化によって吸収せられたアミノ酸は，一部は体蛋白質の合成に向けられ，一部はエネルギー源に，他は糖質や脂肪に変化されて使用される。長い間の身体運動では蛋白質の分解も旺盛になるが合成の方がいっそう著しく盛んに行われるので筋肉の発達がおこる。

長期にわたる身体運動による鍛錬では，筋肉の発達肥大が認められる。筋肉の主成分は蛋白質であるから蛋白質の補給は欠くことができない。蛋白質100g 中には，C—55，O—21，N—16，H—7，S—1 g あり，そのほかP，Fe が少量含まれている。蛋白質1g 中に 4.1 cal の熱量を貯えている。

c．無機塩類

その他栄養において考慮されなければならないのは，種々の無機塩類である。無機塩類はエネルギー源とはならないが，体液中にイオンとして解離しており，その作用を発揮している。

食塩（NaCl）は体液や細胞の滲透圧を一定にたもち，特に Na は細胞に活力を与えるはたらきをしている。1日に普通 10～20g を摂取するが，需要量よりも多いので過剰分は尿中に排泄される。多量の発汗で食塩が体外に出されると，血液の濃縮，血液粘稠度増加による心臓負担過重に陥り，末梢細胞の代謝障害が起る。

加里と燐（K，P）は体中で連鎖的反応を示し，重要な器官の機能を円滑にする役目をしている。Pはグリコーゲンの分解と密接な関連があるので，物質代謝には重要な役目をもっているものである。身体運動を長く続けてい

ると，PやKの連鎖的反応で疲労の原因をつくるとも言われている。PやKは体内貯蔵のきかない物であるから補給は怠れない。Kは芋類・野菜類に多く，Pは乳汁・卵黄・牛肉等に含まれている。

カルシゥム（Ca）は骨格の構成要素として重要である。激しい運動にはKと共に筋細胞から血液中に脱出してしまうのでCaの不足を来たす。Caは身体運動に際しアドレナリンと協調して交感神経に緊張状態を与えると推定されている。血中の予備アルカリは中和能を増大する。運動前，燐酸塩や重曹を服用して，前もって血中の水素イオン濃度の変化に対する緩衝作用を高めておくと運動効率をよくすると言われている。

5. エネルギー代謝

a. 基礎代謝

われわれは運動や労作をしなくても自体の生命を保持してゆくために絶えずエネルギー代謝をおこなっている。これを基礎代謝（Basal Metabolism）

第2表　日本人基礎代謝標準値（毎時cal/m²）

満年齢	男	女	満年齢	男	女
新生児	28.7	28.7	13～14歳	41.7	38.3
0～1歳	51.1	49.5	14～15	40.0	36.9
1～2	58.0	55.0	15～16	38.9	35.7
2～3	59.0	55.8	16～17	38.1	34.9
3～4	57.8	55.1	17～18	37.5	34.5
4～5	55.7	53.4	18～19	37.1	33.9
5～6	53.5	51.2	19～20	36.9	33.8
6～7	51.6	49.4	20～21	36.8	33.7
7～8	50.0	47.5	21～31	36.7	33.1
8～9	48.3	45.6	31～41	36.4	32.0
9～10	46.7	43.9	41～51	35.6	31.6
10～11	45.0	42.6	51～61	34.4	31.3
11～12	43.9	41.6	61～71	33.6	31.1
12～13	43.0	39.9	71以上	32.3	30.8

という。基礎代謝は少しも身体活動をしない時の代謝で最少のエネルギー代謝を意味する。基礎代謝の約30%は心臓の活動のために使われる。基礎代謝は各個人によって異なるが，同一人では恒常的で，年齢・性別・身体表面積の大小等によって定まる。日本人の基礎代謝標準値は，“国民食糧および栄養対策審議会”の定めるところによると第2表の通りである。

b．身体運動のエネルギー需要量

身体運動においてエネルギーが消耗されること，及びその過程については今まで述べた各項で，ある点までは明らかにされたと考えるが，実際にどのような運動をすればどれだけのエネルギーが消費されているものか，つまり需要量はいかほどであるかを知ることは，スポーツマンの科学的練習・体育指導・栄養のとり方・健康管理等の面からきわめて重要なことである。まず身体運動のエネルギー需要量は何で定まるか，その条件を考察してみよう。

① 運動のはげしさや継続時間等，すなわち運動の量と質とに直接の要因がある。古沢一夫・ヒル (Hill) 等は「運動速度が増せばエネルギー需要量は加速度的に増してゆく」(1922—労働科学研究) といっている。また「運動速度が遅すぎてもエネルギー需要量を増すことがある」とも報告している。この二つの場合のエネルギー需要量との関係からは，運動効率と運動至適速度ということが問題にされる。

② 運動をおこなう人の身体適性

エネルギー需要量は，それをおこなう人の体格・年齢・性別・鍛錬程度・機能力・運動能力等の身体適性によって定まるであろう。

③ 運動の行われる場の構成環境

身体運動はおこなわれる場の，物理化学的・心理的・社会的環境などにより影響される。それは運動がおこなわれる時の，天候・気温・気圧・湿度・空気の性状というような自然的物理化学的条件，観衆の有無や大会試合か練習か等の心理的条件，その人の社会的背景・環境の有無が間接的に

影響する条件と考えられる。実際にわれわれの身体運動におけるエネルギー需要量を測定するには，運動時に呼気ガス代謝から消費する O_2 の量を測定し，化学的逆算によって消耗するエネルギー量を数値に算出するのである。算出の基礎は O_2 1l の消費で概算 5 cal の熱量を産み出すものとして計算する。

c．エネルギー代謝率

運動の強度や疲労度合を推定する基礎として，運動時の代謝量を知ることは体育やスポーツの面ではきわめて重要なことではあるが，体格の大小やその個人差で，同じ運動でも人によって実際上の代謝量は差が出てくる。エネルギーの代謝量だけでは運動の度合を知ることはできないのである。身体の内部的・外部的条件は同じでないからである。そこでエネルギー代謝率 (Relative Metabolic Rate—R. M. R.) をもって運動強度の一指数とすべきことが古沢一夫氏等によって提唱された。これは運動に要するエネルギー代謝量が基礎代謝の幾倍に当るかをもって運動強度を表わそうとするものである。それは次の式でもとめられる。

$$\text{R. M. R.} = \frac{\text{運動時}O_2\text{消費量}-\text{安静時}O_2\text{消費量}}{\text{基礎代謝}O_2\text{消費量}} = \frac{\text{運動代謝}}{\text{基礎代謝}}$$

エネルギー代謝の測定は非常に困難な作業で，殊に球技のような身体運動は同じ種目でも，動作上，基本運動の行われかたなどにより複雑に組織された技術によって行われるので，なかなか量的に正確な値を測定することはむずかしい。しかし労働科学研究所，日本体育学会研究班，教育大学生理学教室等の研究機関や，古沢，奥山，山岡，浅野，石河，小川，鈴木（慎），沼尻，ヒル，Atzler, Hansen, Lehman, Zuntz, Henderson 等により，労作・作業をも含めて運動の R. M. R. が測定された。第3表はこれらの人々によって測定され発表された各種スポーツの R. M. R. である。(注11)

第3表　各種スポーツのR. M. R.

種目	運動細目，内容	R. M. R.
歩行運動	散歩　50m/min	1.5
	〃　60～70m/min	2.0
	通勤歩行　80～90m/min	3.0
	〃　100～110m/min	4.7～5.5
駈歩	120m/min	5.8～8.0
階段昇降		6.1
休息		0
体操	大肢の運動	1.5～15.1
	上肢　〃	1.5～ 5.0
	頸　〃	0.5～ 1.0
	胸　〃	1.3～ 3.7
	体側　〃	1.5～ 7.8
	腹　〃	1.4～14.3
	背　〃	2.0～10.0
	全身総合運動	2.1～18.2
	ラジオ体操	1.6～ 4.7
器械体操	鉄棒	38～40
	平行棒	25～29
	あん馬	24～28
	つり輪	23～27
	とび馬	50～60
	とび箱（水平跳）	60
陸上競技	100m（8.8m/sec）	194.7
	100m	208
	200m（8.7m/sec）	104.4
	400m（7.8m/sec）	54.0
	800m（6.8m/sec）	31.3
	1500m（6.3m/sec）	22.7
	5000m（5.6m/sec）	16.4
	10000m（5.2m/sec）	15.2
	マラソン（42195m. 4.4m/sec）	14.3～15.6
	走幅跳	62～116
	走高跳	68～ 78

	三段跳	126～165
	棒高跳	69～ 91
	砲丸投	44～ 52
	円盤投	59～ 70
	ハンマー投	82～134
	槍投	70～100
水泳	500m平泳	22.2～38
	500m平泳（0.8m/sec）	13.8
	100m自由型（1.6m/sec）	41.4
	200m平泳	29.5
	1500m自由型（1.3m/sec）	18.4
ボート	1.25～4哩レース	20.0～26.0
スキー	500m直滑降	5.9～10.9
	平地滑走	3.3～ 6.5
	登行（5°）	6.0～ 7.4
	登行（15°）	2.9～10.0
	直滑降（10°）	5.9～10.9
	回転競技	15.9～28.0
野球	投手（高校生）	5.8
	投手（中学生）	3.2
	捕手（高校生）	4.6
	捕手（中学生）	2.2
	遊撃（高校生）	4.1
	遊撃（中学生）	1.6
	内野手（1.2.3塁手）試合	2.0
	外野手　試合	1.7
	チーム平均　試合	2.7
庭球	男子前衛	4.1
	男子後衛	7.0
	女子前衛	3.2
	女子後衛	6.1
蹴球	高校生（全国高校大会）	6.4～6.6
ラグビー	高校生（全国高校大会）	11.1
バスケットボール	中学生	4.1

バレーボール	中学生		3.5
柔道	一般，試合平均		13.3
登山	90分（比叡山，学生）		4.8
自転車	180m/min		2.9
	試合405m/min		9.1
	試合485m/min		13.4
ダンス	基本ステップ	ウォーキング	3.4～6.8
		ステップホッピング	8.4～14.6
		マズルカ	10.4～17.2
		ワルツ	5.6～10.1
		ポルカ	9.6～18.2
		ギャロップ	11.6～20.2
	社交ダンス	ブルース	2.8
		ワルツ	3.8
		タンゴ	4.2
		トロット	4.6

各種スポーツの強度と労働作業強度を比較するため，労作別 R. M. R. を第4表に示す。

第4表　労作別 R. M. R.

労作別	R. M. R.	1日所要カロリー	
		男 cal	女 cal
軽労作	0～1.0	2200	1800
中労作	1.0～2.0	2500	2100
強労作	2.0～4.0	3000	2400
重労作	4.0～7.0	3500	2800
激労作	7.0以上	4000	——

スポーツおよび労作別強度を R. M. R. で比較してみると，野球は平均強労作程度であるが，投手は蹴球試合と同程度で重労作に相当する。100m 競走は激労作の30倍近い。歩行は総合すると強労作程度である。スポーツで最も激しくかつ努力を続けなければならない種目はマラソンである。野球選手の約6倍の強度で野球試合と同時間かそれ以上の時間続く運動である。この

ような運動では，練習に練習を重ねて，これに耐えうる逞ましい能力を養って試合にのぞまなければならないものであることが了解されよう。

d．身体運動の効率

“第一種と第二種の永久機関は成立しない”という熱力学の第一法則と第二法則によれば，熱機関は一つの物質からもらった熱量Q_1を，そのまま全部を仕事にかえることはできない。必ずその熱の一部Q_2をもっと温度の低い物体に与え，その差Q_1-Q_2が，外部に対する仕事となる。Q_1と仕事との比〔$(Q_1-Q_2)/Q_1$〕は高温のものからもらった熱量がどのような外部的仕事になるかをあらわす仕事の量で，これを熱機関の効率（Efficiency）というのである。

簡単に要約すれば“なされた仕事に対する使われたエネルギーの割合”を示すものである。効率は次の公式をもって算出する。

$$\text{効率（E）}=100\cdot\frac{\text{なした仕事（W）}}{\text{運動中の全エネルギー（M）}-\text{運動中の基礎代謝量（R）}}$$

熱機関の効率では，たとえば蒸気エンジン7.5～9%，ガスエンジン14～28%，ディーゼルエンジン29～35%と言われている。

われわれの身体運動におけるエネルギー消費の状態も機械のそれと同じく熱力学の法則によらないわけにはいかない。

われわれの運動効率は，機械よりもよいといわれる。たとえば歩行は33%，疾走は23%などと報告されている。効率についての諸家の測定結果は第5表に示す通りである。(注12)

第5表　各種身体運動の効率

運動作業別	効率（%）	備考
歩行	23	奥山，古沢報告（1936）
〃	33.7	奥山，古沢“体重心の上下動を仕事にする場合と考えた時”（1936）
〃	33.3	Zuntz
〃	33.5	Atzler, Herbst（1927）

短距離競走	23.0	Fenn (1923)
坂道負荷上昇	9.5	鈴木（慎）(1947)
階段上昇(50歩/min)	24.0	Lupton (1923)
〃	23.0	奥　山 (1937)
〃	20.0	Hansen (1933)
ボ　ー　ト	23～26	Henderson (1925)
自転車労作計	20～25	Benedict, Cathcart (1913)
〃	16～18	Garry (1913)
〃	16～24	鈴木（慎），沼尻 (1947)
水泳（平泳）	1.1	同　上
〃（背泳）	1.4	Liliestrand (1916)
〃（自由型）	1.5	Green (1930)

第5表によってわれわれの運動効率を考察してみると，習熟した運動ほど効率はよく，人間が誰でもしている身体運動である歩行は，いちばんよい効率を示している。もう一つ見逃すことのできないのは水泳の場合で平均1.3%と桁外れに悪いことである。これは水の抵抗という物理的理由があることと，空気中に放散しなければならない熱量以上に，水中に運動エネルギーが放散せられるためではなかろうか。つまり，物理的・化学的理由が効率を大きく左右するということになると考えられるのである。身体運動の練習効果をあげるには，効率の問題を重要視しなくてはならない。

運動効率に関して問題になるのは，運動の至適速度である。運動速度が速すぎるのはもちろん，遅すぎても運動効率は悪くなるのである。第6表は奥山美佐雄・古沢一夫両氏が自然歩行について測定した結果であるが，これを第3図の効率曲線で見ると自然歩行の至適速度（両氏によれば80～90m）が明瞭に示されている。

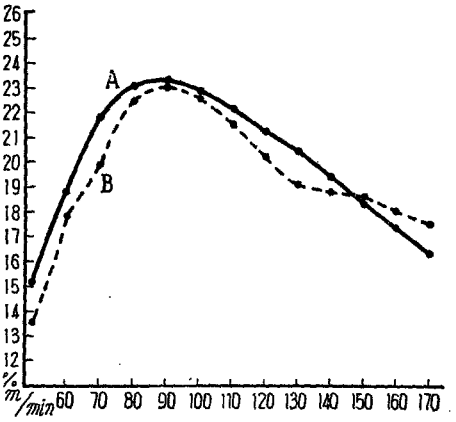
運動における至適速度は歩行だけでなく，その他の運動スポーツについても実際において筆者も充分に体験してよく知っているところである。至適速度は運動のみでなく，作業面では経済速度として同様な理由で重大な問題である。

至適速度や作業経済速度は運動効率を規制する因子によって定まる。それ

第6表　歩行の効率（%）

被験者 / 歩行速度m/min	A	B
50	15.2	13.6
60	19.0	17.9
70	21.7	20.0
80	23.0	22.7
90	23.2	23.0
100	22.9	22.8
110	22.3	22.1
120	21.4	20.9
130	20.3	20.0
140	19.4	19.0
150	18.4	18.5
160	17.4	18.0
170	16.4	17.7

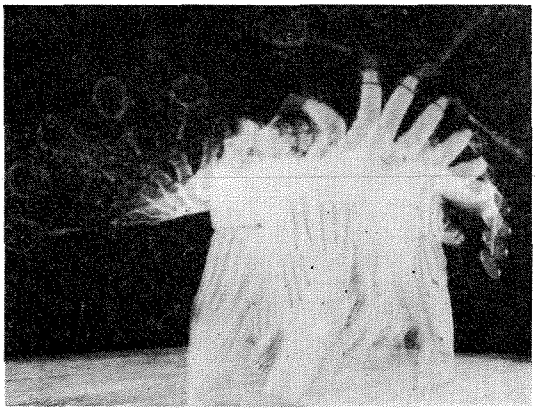
第3図　自然歩行の効率曲線



では運動効率を定める因子を考察してみる。

①　運動効率は筋肉に負荷される重さによって定まる。動物実験（カエルの筋肉を切り出して）でも，適当な重量物が負荷された場合よりも，無負荷の場合の方が筋収縮の効率は悪い。われわれのスポーツ場面でも実際に体験しているところである。それは筋肉に負荷がかかると筋肉は収縮する。筋肉がのび切っている状態の時より適度に収縮さしている状態の時の方が運動しやすい。たとえば中長距離競走のスタート姿勢は，うで・上体・脚を少しくまげて（筋の収縮）効率を高めようとする。また第4図のようにバドミントンのオーバーヘッド・ストロークにおいては，打つ直前には手くびの力を抜いてひじを少しく曲げる。そうしなければスマッシュも巧みにできないし力強くも打ちこめないのである。運動効率は筋肉が適度の負荷により適度の収縮状態の際よく発揮されることを銘記すべきである。

②　筋肉の温度が適当に高まっていることは運動効率をよくする。化学反応は温度に比例してよくなることは，すでによく知られているところである。筋温の高まりは代謝をさかんにし，激しい運動にも直ちに応じられる筋収縮



第4図　バドミントン，オーバーヘッド・ストロークにおける
上肢筋の負荷（収縮），および無負荷状態の推移（ストロボ）

態勢をつくるのである。運動競技のまえには準備運動を入念にすることは誰でもするスポーツマンの常識である。手足や体を温めるのは筋の温度を増し効率を高めようとする一つの大きいねらいがあってなされるのである。このようなことはカエルが春先冷たい水の中では急には活動ができないか，または動作が甚だ緩慢である事実を見ればよくわかる事柄である。

③　運動効率は筋肉の粘稠度にも影響される。筋細胞は収縮によってその形を変え，そのとき原形質分子は互いに摩擦する。エネルギーはこの筋肉内分子の摩擦の抵抗にうちかつためにも使用される。これは前項で述べたように筋温にも関連することであるが，余分にエネルギーが使用されるという化学的問題より以上に，この粘稠度抵抗は運動効率を直接物理的に規制することになる。局部的にもこれは関節の可動性を規制する因子となるのも当然である。

④　運動効率は運動速度によって左右される。運動の速度が速いほど原形質の抵抗が大きく，筋肉の粘稠度は能率を著しく低下する。しかし筋肉には粘稠度があるから，激しい運動で筋肉が切断されることを免れているのである。激しい運動前の準備運動の必要性はここでも強調されねばならない。準

備運動が不足し，激しい運動で筋肉粘稠度の限度を越えた場合，アキレス腱の切断とか，肉ばなれと言われるような多くのスポーツ外傷の事態を生んでいると思われる実例がしばしば見られる。

とにかく速い激しい運動速度の場合は，粘稠度の高すぎることは効率を制限する因子となる。以上は速度が速い，あるいは過度の場合についてであったが，速度の非常に遅い場合はどうであろうか。速度の遅い場合のそれは，本項中の第3図（40頁）に一目瞭然その実例を見ることができる。それによって見ると自然歩行における至適速度以下では，遅ければ遅いほどやはり効率は下がってくるのである。運動速度が遅いということは，筋を収縮状態に長く保つために，外部へ出す仕事量は悪くなり，結局能率を悪くする結果となると考えられる。歩行の際1歩ごとの脚筋の収縮時間が長いため，エネルギーは前進力とならず，筋収縮のためにのみいたずらに使われるのである。

⑤　身体適性は運動効率を定める最大の因子と考えてよいと思うが，それについては後に詳述する。また疲労すれば能率が低下するのは言うまでもないことである。これについてもその項において後述する。

さて以上運動効率の規制される因子を考察してみたわけであるが，われわれの身心は常に統一的にはたらくものであることはここでもはっきり示されている。①から⑤までのどの場合の因子も密接な連関性を持っており，精察するとたった一つの理由によって規制されるとさえいえるほど，それらの因子が密接不離の因果関係をなしていることをうかがい知ることができるのである。

第4章 身 体 適 性

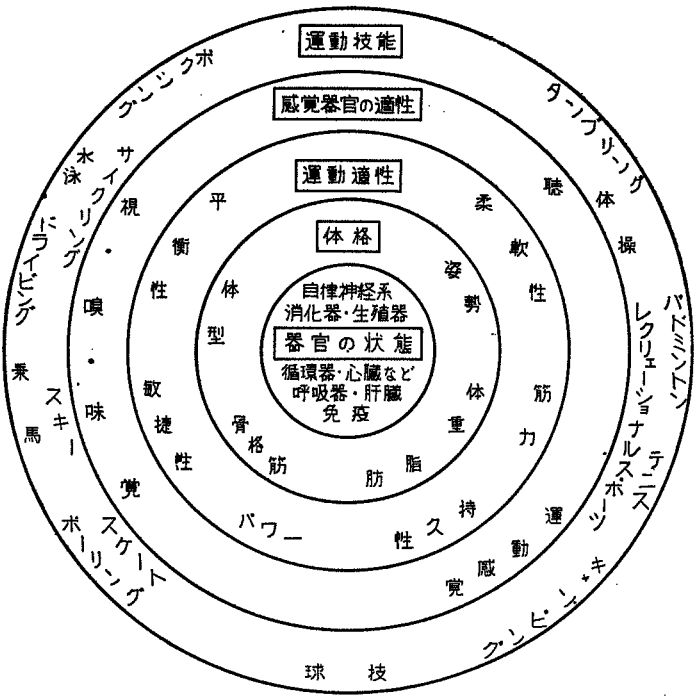
1. 身体適性の意義

身体適性（Physical fitness）ということばはそうたくさんの人たちによっては使われていない。しかしある人々には健康を基礎とした体力とか身体的能力などを意味することばとして使われていた。ベン・ミラー（B. Miller）によれば，「身体適性と健康とは同じ意義をもつことばと考える人もあるが，それは同義語ではない。身体適性というのは，“人間の力が到達できる範囲内で，筋力・運動能力・運動速度および運動によって得られた極度の疲労あるいは疲憊を伴なわない持久力をもち，またすべての能力をもってあらゆる活動において，最も有効かつ能率的にそれを使用でき，それを発揮し得るような身体的状態”を言うのである[注13]」と言っている。

またキュアトン（T. K. Curton）によれば，人間が環境に適応するしかたとして，身体的適応・情緒的適応・知的適応・社会的適応の4方面あるが，その身体的適応に対応するものを身体適性であるとしている。そして身体適性には五つの層があり，それを次の第5図のように表現している[注14]。

第1層は神経系や内臓諸器官の働きぐあい，第2層は体重・姿勢・体型等の体格の状態，第3層は運動適性で，われわれが従来体力といっているようなあるいは運動能力といっているような諸力，第4層は感覚器官のはたらきの程度，第5層はスポーツ運動の技術技能があげられており，おのおのの適性は連絡されていて互いに深く一体に結びつき，全体として統一あるものが，彼のいう身体適性である。

わが国では従来は身体適性をつくりあげている要素が統一連関する一体と



第5図　キュアトンの身体適性構造図

して，ミラーやキュアトンが考えたようには考えなかった。しかしそれは部分的に，構成要素あるいは構成因子群は，片々の脈絡のない独立した形で認め，取り扱ってきていたのである。すなわち体格や感覚器官・適性・体内器官のはたらき等は，学校身体検査において長い間測定検査の実際で取り扱い，おもに Health education として保健的に教育的考慮が払われてきた内容である。また運動適性と運動技能は，これを体育の分野において取り扱うべきものという考え方であった。近年になってから学校保健・学校体育は，統一的一体として一つの教科とされるに及んで，その実際は着々その成果を見つつあると考えられるが，“身体適性”を中心に考える場合，いまなお概念的には依然として体育と保健は独自の性格をもった別個のものと考える人が多い。体育も保健教育もその性格，その領域から考える場合は，人間の身

体適性のみならず，ほかに教育目標をたくさん持っているもので決して同義語ではないことは明らかだが，身体適性ということの本質から考えると，両者は不離のものと考えるのが妥当であると言えよう。

少しわき道にそれたことを述べたが，さてそれでは身体適性の意義をどのように考えるべきであろうか。われわれはやはり，ミラーやキュアトンの意味する通りに考えてゆきたい。ただしかし，キュアトンの身体適性構造図は同心円で表わしているが，これはたとえばちょうど玉ネギのように，身体適性を構成する因子は一片一片の玉ネギの肉ではあるが，それは根本で一本の根にしっかりと結びつき一個の全体を形成していると見るべきである。

2. 健 康 と 身 体 適 性

a. 健康の定義

健康とはどんなことかと試みに質問してみると，誰でもわかっていることであるが，さて答えはなかなか思うような定義にはならない。“丈夫なこと”“病気でないこと”“身心の正常な状態”などまず簡単なことばがでてくるだろう。少し理屈ばった答えになると，“その人間が個人的・社会的関係において，生活的に最も有効に役立たしめるようにある状態”といったり，“人間の自然の機能が苦痛や故障なく自由に行われ得る状態”とか，ウェブスター辞典では“健康とは身心両面における強壮健全な状態，安寧，殊に肉体的病気あるいは苦痛のない状態をいう”といっている。すべての人々は自分たちの健康を最も望んでいるのであり，あまり健康でない人々はなおさらであろう。彼らにとって簡単に手軽に健康で生活するにはどうしたらよいかということ，言わば，健康への道，健康の方法を知ることが一番重要なことであろう。

ある人々の中に健康について特にいろいろと考えているグループがいる。健康についてその法則を研究したり指導しようという人たちである。しかし健康は人間個人個人誰でもの重大問題で，健康な人にとっても健康はたしか

に重大な問題である。そうすると，これは健康に対する智慧を持つことが，一般的な最初の問題となろう。とすると，いろいろなことを比較判断できる基準となる健康の法則は，まず健康とは何かという問題にかえってくる。そこでもう一ぺん振り出しにもどって，健康の定義を考えてみなければならない。

さきにも述べたように多くの人によっていろいろの定義がつけられているが，その表現のし方はみな少しずつずれている。これは健康というものを一つの枠にはまった，固定したものと考えて定義づけようとすること，健康とは真白なもの，非健康とは真黒なものというふうに判然としようとするところに無理があるのである。真白から灰色，薄墨色から黒，漆黒といったように健康度というものは直線上に連続につづいて，同一個人でも場合により，また集団の場合にはその平均値の点の位置がいろいろと異なるものであるから，それらの点が固定したものと考えて定義することは不合理である。身長発育の例をとると，日本人とアメリカ人とでは身長の平均値に大きな差異があるので，日本人にとって正常範囲内にある者も，アメリカ人の中にゆけば寸足らずということになる。また疾病に対する抵抗力も民族によっていろいろ異なり，たとえば鉛に対する感受性は黒人のほうが白人よりも高いからといって，黒人は白人に比べて健康でないとはいえないし，また逆の場合を例にとると，皮膚に作用する毒物，たとえば染料中間物，コールタール染料やイペリットのようなものに対しては，黒人の方が白人に比して，遙かに抵抗力をもっている。このことから直ちに黒人の方が白人より健康であるとはいえないであろう。同一個人でもその時の状態で，絶対的な健康度には相違があっても健康である場合がある。たとえば女子で月経時に血液性状の精密検査をすれば月経でない場合とは異なった値が出てくる。これをもって直ちに異常であるとはいえないし，病的状態ともいうべきではない。絶対的な尺度からみれば健康度は低下しているかもしれないが，相対的な観点からすれば健康正常な範囲内にあるのである。また食欲があることを健康状態の一つに

することは古くからいわれていることであるが，この食欲にも年齢によって非常な差異があり，発育旺盛な青少年と老人とを比較してその差から健康度にも差異があるように考えることはできないことも同じ理由である。

また健康度は，先にも述べたように一つの変数であるが，この変数に函数的関係を及ぼす他の独立変数，すなわち健康に及ぼす種々の因子，その因子そのものを健康と勘違いしている傾向が多分にある。たとえば環境を調整することそのものを健康と考えたり，またある学者の健康の定義の中には，“食物を適当にとるような習慣・態度ができている状態を健康”“自分の健康についてはもちろん，他人の健康についても関心をもち，そして自分自身の健康に注意し，また他人の健康についても協力する”“自分の健康，子孫の健康を増進させる科学的な理由を理解し，そしてこれらの原理に基いて行動する意志をもっている”等を健康の定義としているが，これらは健康をもたらす原因にはもちろんなるが，これらのものを健康と定義しているところに誤りがある。すなわち $w=f\ (x,\ y,\ z\cdots\cdots)$ を $w=x$ と誤っているのである。

健康を増進する手段としての健康管理および健康教育を直ちに健康と速断して，他律的健康，自律的健康とよぶのも同様な誤解である。

また健康とは正常なものと単純に考えてしまう誤りも指摘したい。正常とは統計的に平均概念であり，平均値とか流行値に近い値のものを意味するものである。健康すなわち正常と考えて正しい場合もある。たとえば先に述べた身長の例なら，日本人男子のある年齢の者なら，その年齢の身長分布度数曲線を描いて，その分布曲線の山からはずれた位置にある場合には異常ということになる。しかしこの場合，どの辺までが正常で，どこからを異常にするかが問題となる。標準偏差などを利用することもあるが，このような数学的操作が果して複雑な生体の健康度というものをどれだけ正しく示すかは疑問であろう。流行値即健康といかない場合の例としては，ある都市が原爆攻撃されたと仮定しよう。その結果，その都市の住民の白血球数平均値（流行値）は非常に少ない値を示すであろう。そのような場合に白血球減少症を健

康であるとはいえないわけである。また長寿者の数は少ない。ゆえに長寿をするようなものは異常であり，不健康であるとはいえないであろう。

そこで健康とは何ぞやという問題であるが，以上述べたような誤った概念を除いて，結局，生体内諸機能（身体的なもののみならず精神的なものも含めて）の調和的統一的完全，および変化する環境（内部環境，外部環境，社会環境等も広く含めて）の中においてもよく調和的に生活することができるような状態を健康と定義してよいと思う。よく食欲があるとか睡眠がよくできるとかいう主観的な快適条件を健康状態に入れる人もあるが，ある精神病ではこれらの主観的快適がかえって増進する場合もある。また長寿を健康としている人もあるが，長寿は健康生活の結果的産物であって，けっして健康そのものではない。勤労に充分たえうる能力や勤労意欲を健康とする人もあるが，上にのべたような完全な状態に生体があればそれらの能力や意欲もおのずから結果として生じてくるわけであり，それが生じないようなら生体内（精神身体医学的な面ももちろん含めて）のどこかに異常があるわけである。(注15)

さてこのような健康になるにはどのような道・方法があるだろうか。健康の知識を得ることも大切である。予防する知識をもち手段を講ずることも大切である。健康はその人の環境に順応して，適応性を最高に働かせ，その活動を通してきずいてゆくのが実際的方法になるのではないだろうか。健康とは身心を活動せしめて保持し増進してゆくべき性質のものであろう。活動的保健ということでは身体適性が最も重要に考えられねばならない。身体適性は健康が基盤であるというが，身体活動による保健，さらに積極的な健康増進すなわち保育的な見地からは，健康は身体適性が基礎となって構成されるとも言えるであろう。

b. 健康と機能力・運動能力

健康の意味からいって，機能力とは，呼吸器とか消化器とか循環器等の体内諸器官の働きの状態，すなわち生理的機能のことを意味したものである。

また運動能力といっているのは，歩走や跳びはね・物を投げたりするような人間身体活動の基礎的運動ができる力，それに運動の基礎的要因である敏捷性や柔軟性や持久性などの狭義の体力と解せられてきたもの(77頁「身体運動の分類」参照)，およびスポーツ運動の技能のことを意味したものであるが，これらはすべて連繋して働きあいながら構成されているものをさしている。これらの能力は健康と密接に連絡せられ，体格・感覚器官・内臓諸器官・神経系などの働きによって支えられている。これはキュアトンの身体適性構造図にも見られた通りである。われわれが Physical edudation や Health education において，健康のために機能力・運動能力を高めるような活動をすることと，機能力や運動能力の向上により健康を高めるためスポーツにおける実際活動をしてゆくことが大切であるのもそのためである。また機能力と運動能力との関係については全く両者が表裏をなしていて，機能力が増さない限りは運動能力は高められない。また運動能力の要因は筋力・敏捷性・正確さ・柔軟性・持久性などというが，それらもまた，走る・歩く・跳ぶなどの基礎運動能力をつくりあげ，それらの基礎運動はスポーツのいろいろな技能をつくりあげていっているのである。つまりは健康をつくりあげてゆくための方法として機能力や運動能力の錬磨が非常に重要なのであって，われわれの全生命体としての全機能性は，機能力と運動能力との密切不可分な関連性により健康の増進を招来し得るのである。

3. 身 体 運 動 と 適 応

a. 適応の意義

適応(Adaptation)とは生物体が生命を維持してゆくために環境 (Environment) ——生活場面の変化——に対応して，身体的な機能力・形態等を変化してゆく一種の体内作用である。生体の適応現象としては，保護色とか警戒色など，魚やカエルや鳥獣の色変りなどでよく知られているものがある。(注16) 人

間の場合も同様な現象をあらわす性質をもっているのである。手近かな例では体温調節がある。もしもわれわれに体温調節の適応現象をおこす力がないとしたら，少しの間に凍えたり，組織を破壊したり，急に活動が不能になったりして，生命維持に大きな障害をきたすことになろう。

われわれの体育における身体運動の訓練は，身体的負荷に対する身体内部での調整および順応の力を得るための活動であると見ることができる。それは動物におけるような短時間の適応現象ではなく，長期間の適応現象である。サミュール・サドラーが“肉体の道”に「我々は刻々変化した自己及び変化しない自己を，変化した環境及び変化しない環境に適応させ，またさせようとする過程に従事しているものである」と言ったその通りに，身体は適応性を発揮している。一般に“体力を養い技術の錬磨・健康増進”という古ぼけたことばは，身体の適応現象を実現することであった。

本書第2章で“教育とは環境に適応させることである”といった。また“教育とは自然の組織に人為の組織をかぶせることである”とハックスリーが言ったとものべた。このような意味からは，自然環境・人為環境いずれでもよいが，体育という Physical な教育においては，身体的活動という刺激環境を人にかぶせる作用をなし，それに適応させつつ，次第に人間として成長発展することを企図するものであると考えることができよう。

b．適応の限界

われわれの身体にあるこの適応性も，適当な刺激，適切な環境のもとでなければ有効に働かない。人為的にも自然的にも現実世界は，われわれが適応してゆくのに困難を感ずる刺激環境に充ち満ちている。それによってわれわれの身体の適応性のバランスが失われ，適応調整の限界を越える場合も出てくる。身体運動の場においては特にこの適応性の調和を破る要素や度合を考慮しなければならない。適応性の限界を越えてなお刺激を与え続けてゆくと，H. Selye (1907～) の“Stress 学説”中のいわゆる過適応の現象を起して身体

に異状をきたす。後でも述べることになろうが，わが国のプロ相撲界にはこの過適応現象であると考えられる例は少なからず見受けられる。実際に調査研究すべき問題ではあるが，殊に一年六場所制では恐らく“一層多くの過適応現象が見られることになるかも知れない”という仮説を警告として提供しておこう。ともあれ，適当なそして適度の運動が強調されるゆえんである。いずれにしても適応性では，刺激環境の適・不適の度合が適応の限界を定めるということができる。

適応性の限界のもう一つの側面は，環境刺激さえ適当であれば，それが次から次へと変え改善され続けられていったら，“人はどこまでも適応しつづけるものだろうか”ということである。たとえば身体運動の練習や訓練によって適応洗練された身心は，更に高度の訓練を続けることによって身体適性を一層高めることは，われわれが経験によってよく知っているところである。しかしそれには限界があるのではないかと考えられるのである。われわれの適応能力を無限にのばし，発展させることは不可能であると考えられる。

それはたとえばいろいろな競技・スポーツの世界記録をみればその一端を知ることができよう。

100m競走の世界記録は10秒1であり，やがて10秒になり，10秒の壁をつき破って9秒台の記録が実現されるかもしれないと予想されている。しかしそこから先に5秒台4秒台で走れるようになるだろうなどとは，人間の適応性を知らない人でも誰一人予想する人はいない。ある人は 100m の記録は「たとえてみれば九分通り一ぱいになっているコップに，少しずつ水を入れて充たしてやっていると同じ状態ではあるまいか」といっている。大たいは水が充たされており，ほんのもう少しはのびるかも知れないが，限界に近づいているというのである。

例を長距離に移してもう少し続けて考察してみよう。

1948～9年ころ日本の古橋選手が1500m競泳に世界記録18分19秒を作った時は，日本人は暗い雲におおわれた空に一点の晴れ間を見出した思いで，適

応の限界がまだ来ていなかったことを喜んだものである。しかし1956年メルボルン・オリンピックでは，ブリーン（17分52秒9），ローズ（17分58秒9），山中(18分0秒3）と3人もこれを破って適応の限界がまだまだ先にあることを示した。さらにこれをはるかに凌駕する17分23秒8という驚くべき記録が1958年2月にコンラッズ（豪）少年によって樹立された。マラソンでも同じである。ペルシャの大軍を撃ち破った将軍ミルチュアデスに戦捷報告の命を受けた青年が，「わが軍勝てり」と Marathon の野からアテネまで駈けつけた時は約 40km を4時間ばかりで走ったのであるが，次第に短縮されて1953年のボストン・マラソンでは山田選手が2時間18分51秒で優勝し，当時驚異的世界最高記録だと目をみはらせたものである。しかしそれもすぐ10日ばかり後に英国のピータースが約10秒ばかり短縮する記録をつくり，1年後には1分近くも短縮する記録を樹てて現在の世界最高記録になっている。持久力を必要とする身体運動では適応の限界はまだ遠くかなたにあると言われる。しかしマラソンでも 42195m の距離を1時間半や1時間くらいで走れるとはとても考えられない。

4. 運動能力・機能力

運動能力および機能力については本項のはじめにふれておいたので省略するが，この両者は別々のものではない。またいわゆるキュアトンの運動適性の要因についても述べたが，それら要因の内容を分析して考えてみなければならない。

① 機敏性（あるいは敏捷性）

機敏性（Quickness or Smartness）というのは運動速度を生む能力である。変位をより短時間にできる性質の力である。生理学的には筋肉分子の抵抗的摩擦力に可能な範囲で短時間にそれにうちかつ能力のことである。

② 筋力（あるいは動力）

筋力（Mortor ability）とは，運動エネルギーをたくわえた筋肉が，速度と結びついて運動速度を生み，持久力と結びつくと持久性能力となって運動継続力となるような力のことであると言われている。

③ 巧妙性

巧妙性（Ingenuity）というのは正確性（Accuracy）すなわち意志によって身体を支配する能力と，協応性（Harmony）すなわち一つの運動型に異なった運動を調和融合させる能力，それに平衡性（Equilibrium）能力などが混合融和されて生み出す性質の能力のことを意味する。巧妙性は器用さ・巧みさなどということもあり，スキーやスケートを滑る技能は，この巧妙性能力によって支えられている運動である。

④ 柔軟性

柔軟性（Flexibility）は関節の可動性に関係し筋肉の粘稠度にも関連している能力である。この能力は筋肉の収縮及び弛緩をより短い時間にできるようにはたらく。運動の速度および，身体の部分が運動する領域を拡張あるいは規制する能力となるものである。

⑤ 持久性

持久性（Endurance）とは身体運動においてその運動速度をより長く継続できる能力のことである。これは筋肉的持久力と機能的持久力とが協和して働いて生み出される能力である。この能力はマラソンとか長距離競走というようなある種の長時間運動にだけ必要な能力ではなくて，たとえば100mのような短距離競走にも必要な能力である。

1956年のメルボルン・オリンピックにおいて日本の陸上陣の成績が思うように挙がらなかったというのは，この辺に理由があったのではないだろうか。わが国における運動適性に対する従来の見方は，その因子が単独に孤立してでもその個体に具わっていたら，それのみで運動能力全体が定まるという見かたをしていたのではあるまいか。たとえば短距離走には敏捷性が，長距離走には持久力が，跳躍競技には機敏性と柔軟性があればよいという考え方が

支配的であった。この考え方では仮りに三段跳には持久力が必要ない，長距離では柔軟性や巧妙性が必要ないということになるが，そうではない。これからのスポーツはすべてスピーディーでなければならない，といっては他の運動適性因子を顧慮することなく，その能力の養成にのみ尖鋭に行きすぎる。であるから，よい条件でそれ一回のみという試合にはよい成績が得られるとしても，続いてする試技には次々と同じようなよい記録は出てこない。

持久力と敏捷性のみでなく，すべての運動能力は互いに関連し合って運動適性をつくりあげるのであることを，ここでも強調しなければならない。

「われわれの運動適性も身体適性も，玉ネギの一皮一皮が持久力や機敏性，柔軟性，巧妙性というような運動能力であり，その一皮一皮が根もとでしっかりと連繋して一個の玉ネギを作り，また玉ネギの大きさと質を形成していると同じように，全体的・統合的に形成されているものである。切り離された一皮一片だけがいかに大きくても強くても，それだけではすぐれた運動能力・機能力とはなり得ないのである。」

第5章　身体運動と疲労

1. 疲労とその種類

誰でも身心活動をすると疲労する。その疲労が，なんらかの対策を講ずることによって容易に回復することができ，正常な人間活動ができるようなものは，生理的な正常疲労と考えてよいが，一定の限度を越えると過労状態に陥り正常な活動ができなくなる。疲労を精神的疲労・肉体的疲労と便宜上二つに分けて考えると，精神的なストレス（Stress）が多くかかってくる活動をすると精神的な疲労があらわれ，身体的な筋肉的な活動には肉体的・筋肉的疲労があらわれることは当然である。しかし身心は相関するものであることが多くの実例でも示されている通り，精神的活動でも身体的な疲労現象が伴なってあらわれ，身体的活動にも多くの精神的疲労現象が見られる。

疲労を分類すると，見る側面によって異なってくるが，活動過重からくる過重性疲労，身体運動・作業技術の未熟からくる未熟性疲労，素質体質的に運動・作業が不適当なばあいは不適性疲労，環境からくる感覚器の直接刺激の疲労などがある。また疲労がやってくる時間の速さによって急性疲労と慢性疲労に分けることもある。激しい運動によって急激にくる疲労と，長時間にわたって継続する運動または反復する連続運動からやってくる疲労とは性質に差がある。また健康的で一晩睡眠すると完全に回復するような疲労を正常疲労と言って，青少年の身体適性は通常このような疲労現象が見られるような身体運動によって向上されるのである。しかしこれに反してその運動や作業が，身体適性に釣り合わず，その疲労が蓄積されていき，過労状態に陥り，身体的障害さえあらわすに至るような疲労がある。これは蓄積疲労が生

み出した過労状態なのである。この過労状態が慢性になり，身体的障害が起され，疾病と認められるような症状を呈するに至る。これを病的疲労とも呼んでいる。すべての体育運動・スポーツは病的疲労に陥らない限度まで練習し，その疲労が健康的な正常疲労の範囲内で鍛錬することが望まれるのである。過労に陥り病的疲労状態をつくるようでは，体育運動も体育にならず，スポーツにおいては効果を後退させてしまう。

疲労を分けて，局所疲労と全身疲労があるという場合がある。局所疲労というのは身体の一部に負荷を多くかける状態から，その局所に起る疲労のことをいい，全身疲労というのは，疲労が全身的にやってくる疲労であるが，スポーツや体育運動は，常に全身疲労が起るように運動するのがよい。それは全身が平均に疲労回復に働くことができ，疲労感も少なく，回復も速やかであるからである。

また局所疲労は局所に止まらず，全身の能力を低下させるものである。それは次の実例によっても明らかなことであるが，身体の各器官は統一的に働いているもので，局所疲労が全身の正常な機能を全く低下せしめるという例である。筆者が大学駅伝の選手としてマラソン練習していたある日，左膝関節が疲労のため少し痛みだした。しかし練習は左脚をかばいながら続けているうち数日後，左膝関節の痛みは止まったが，今度は右脚が痛みだした。そして右脚の疲労と同時に全身がほとんど過労状態に陥ってしまって，その年の駅伝成績は筆者のその不調から惨敗を喫したのである。後日生理学講義の際，東竜太郎博士にこのことを質問したら「局所疲労は全身に及ぶものであって，しかも全身の能率を著しく低下せしめるものである」という意味の御説明であった。以来筆者は，中長距離競走・競歩・スキー・バドミントンと数種類のスポーツの練習に当っては，全身を均等に使用し運動して局所疲労の起らないよう注意したことであった。たとえば5万m競歩試合においては，試合終了後全身に一様に疲労感を覚えるような状態になった。それは脚部諸筋の無力感と同様に頭筋である後頭筋や項耳筋にも無力感を覚える状態にな

ったのである。局所疲労は全身機能のバランスを破るものであり，正常疲労ではない。

2. 疲労の本態についての諸知見

疲労の根源・本態については古来いろいろな学説が唱えられている。しかし，どの説が正しいとか，どれが当てはまらないとは言えないのではなかろうか。なぜなら，われわれの疲労現象の内容はきわめて複雑であり，疲労の根本原因である運動も動作も，またそれをする人間のそなえた条件も多種多様であるからである。単一の原因だけでなく，いろいろなことと関連し，裏をひっくり返すと同じ本態であるなどというものもあるというように，その本態は複雑多岐であるというほかはない。

① 力源消耗説——運動の力源である栄養素が消耗減少するために疲労現象が起るという説である。ボストン・マラソンで疲労困憊した選手は血糖値がきわめて低かったと報告され，体内のグリコーゲン保有量の減退と深い関係にあると言われている。このような一般運動における事実から，Joke はグリコーゲンの貯蔵量が作業能率を規定するとまで極言したという。このようなことは，人間自体だけの力の最長距離競技運動である 50km 競歩やスキー耐久レースに幾回となく参加したことのある筆者は，しばしば体験したことである。競歩やスキーの耐久レースには途中栄養補給所が数カ所設けられる規定になっている。ところがある時のスキー耐久レースに参加した筆者は，元気にまかせて栄養補給を省略して走り続けたことがある。その結果は，幾つかの関門をリードし最後の関門さえ全走者をはるかに抜き去って，Zeel (goal) に向って突進したところまではよかったが，あと約 2 km の地点の少しばかりの斜面を登り切れず，疲労困憊のため一歩も進み得なかった。約10分間ばかりもその地点で，先に抜いた選手に次々と抜き返されるままにしていた。その時応援の人から一個の蜜柑と一ぱいの砂糖水の御馳走にあずかっ

たのである。数分後，急に全身に力のもりあがってくるのを覚え，それからはゴールに一気に滑り込めたのであった。この時のことはなんの実験も測定もしなかったので，科学的証明にはならないかも知れないが，これは明らかにエネルギー源の消耗による“レース継続不能”であったのは確かである。これはしかし“疲労の結果”レース継続不能になったとのみ言えるかどうかはわからない。耐久レースを九分通りほども継続したのちエネルギー不足で疲労したのだとすれば，その疲労が，たとえエネルギー源の補給があったとしても，わずか数分で回復するものであろうかという疑問が残されている。この一連の体験実例を公式に示せば，

エネルギー源減（消）耗＝運動能低下（or不能）……(1)

エネルギー源減（消）耗＝疲労……(2)

(1)は間違いないということは物理学的に確かに証明されることであるが，(2)は左右両項の内容的次元は異なるものではあるまいか。むしろ，

エネルギー源減耗＋疲労≒運動不能（or運動能低下）

というべき関係と性質があるものだと考えられる。50km 競歩の練習ではしばしばこのような経験はあるが，スキー耐久レースの場合と同様であると考えられるのであって，疲労とエネルギー源不足は完全な因果関係があるとは決して言えない。しかしエネルギー源消耗と運動能低下とでは科学的な根拠のあることである。体育やスポーツにおいてはこれを無視してはならない。

② O_2欠乏説——運動が起されると，その始めに当って Oxygen debt が見られるということは第3章において述べたところであるが，激しい運動中には，その運動に必要なエネルギー生産のためのO_2は充分とり切れない。O_2が不足してもある程度運動は継続できるが，こうしたO_2不足が疲労の起る原因であるとする説[注17]である。

③ 疲労物質蓄積説——筋肉が収縮することによって筋肉内に生ずる物質が疲労を起す原因であるとする説。その物質を Weichhardt はケノトキシンと名づけ，Pieron はヒプノトキシンと名づけた[注18]。Hill, Meyerhof のいう

乳酸蓄積によって疲労が起るという説は，わが国ではよく知られているものである。

④　蛋白質分解産物説――マラソン競走やスキー耐久競走などのような長時間の運動になると，体内では蛋白質の分解が盛んに行われる。この蛋白質分解産物のうちには，なにか生理作用の著しいものがあってそれが一つの疲労の原因になるというのが，蛋白質分解産物説である。しかしこれは未決定窒素化合物の作用らしいという仮説の域を脱していないものであって，確かな証明はない。

⑤　物理化学的変調説――血液・淋巴液の物理化学状態の変化から疲労が起るという説で血液や淋巴液には，少量ずつではあるが，多種類の物質が含まれているけれども，運動の激しさや継続時間の度合で，その含む割合が変化する。この変化は体液状態の変化となり，それがまた細胞機能に変動を与え，内分泌腺や神経系にも及んで全身の機能調整の平衡を破る。たとえばNaCl が汗に混じって体外に排出された時，血漿容積が減じ，循環器の働きの平衡を失することから疲労状態を起すこともある。これは一つの例であるが，その他の無機塩にあっても同様に化学変化が行われて疲労を起すと説明されるのである。

⑥　内分泌説――この学説は内分泌腺特に脳下垂体の前葉ホルモン（ACTH）と副腎皮質ホルモン（ACTA）の連繋による作用が，激しい運動からくる Stress により，血糖値及び，グリコーゲン合成機能を低下し，それが疲労の原因をなすのであるという説である。これは Selye の“Stress 学説”からその基礎づけをされているものである。すなわち“永続する Stress 刺激のために，脳下垂体前葉は副腎皮質ホルモンを過剰に生ずる。これが副腎皮質を刺激してコルチコステロン（Corticosterone）を激しく放出せしめる。とりわけ腎臓に影響して血圧亢進性物質を生ぜしめる”[注19]というもので，これは主として動物実験から導かれたものである。しかしこのようなことが人間の身体にも行われているという確証があがってきていると言われている。

3. 疲労判定法

疲労については以上の外にまだ二三の問題がある。その一つに，疲労症状には身体運動をし始めてから，潜在期・顕在期・蓄積期の三段階に分けられる時期があり，それぞれの時期には身体的に運動と関連しておのおのの特徴症状がある。これを無視して身体運動を継続すると“変性病”とか“過適応現象”というような身心に障害を及ぼすことが多く生じてくるのである。またこのような障害を予防するためにも，体育・スポーツの指導上や運動量・質を調整する上からも，疲労状態をよく判定する方法を知ることが重要な問題である。その判定法には，慣れた人がよくやる顔色や動作の不活発などを直観して判断する“一般的観察法”，姿勢の変化による脈搏の変化，体位血圧反射法など，心臓・搏出量・血圧等の変化を調べる“循環機能検査法”，視神経反射閾値や膝蓋腱反射閾値などを調べる“反射機能検査法”，また安田守雄博士等の Vakat 沃度酸値係数法等の尿中排出物質特殊検出による“尿検査法”等があるが，身体運動による疲労の判定法としては一側面の科学的条件を具えた判定法としても，どれを最上完璧な疲労判定法ということはできないだろう。なぜならばわれわれの身体運動は一つの判定法と言われるもののみでは，一律にその度合はこうだと断定できるように単純に，一つの科学的理由だけではなり立っていないし，いとなまれるものでもないからである。このほかエネルギー代謝率についても，疲労判定の一つの方法でもあることはいろいろな人が言っていることである。

4. 疲労の対策

活動に疲労は避けられない現象である。生理的な正常疲労といえども，好ましいものではない。病的な疲労にいたっては極力避ける方法をとらねばな

らない。そこで体育運動・スポーツ・労働作業においては，なんらかの疲労対策を講じてこれを予防し軽減を図り，また疲労の回復を図ったりする必要が生じてくるのである。

疲労は好ましくないといっても，絶対疲労しない方法はあり得ない。絶対疲労ゼロという方法があるとすれば，それは身体運動をしないことである。しかし身体運動をしないということで疲労を避けるのは全然意味のないことである。運動によっての疲労対策には，疲労を予防すること，軽減すること，回復することという三方面が考えられる。

疲労を予防する方法としては，疲労原因の除去と身体適性の強化が考えられる。環境条件を整理して，物理的な疲労原因となるようなものを除き，場の環境を整えて快適なものとすることは疲労予防の一つの方法となろう。また鍛錬によって身体適性の能率を向上しておくことは疲労しにくい状態におくことができる。化学的な身体条件をよくして疲労を予防するために，準備運動をよくおこない身体内部環境をよくしておくことも重要なことの一つである。運動技術を磨いて運動をむだなくおこない未熟性疲労から免れるということも予防の一つになる。

疲労対策の第二は，疲労を軽減する方法もその一策である。疲労軽減法としては運動と休息の配分をよく調和させること，精神的に応援激励・慰安などを与えることも重要な方法である。準備運動をよくすることは疲労軽減法としても大切なスポーツマンの心がけと言ってよいものであろう。

疲労対策の第三は，疲労の回復を図ることである。疲労回復の原理と方法を知ることは，疲労対策の中心問題といってもよいほど重要なことである。疲労を回復するにはまず休息と睡眠が第一に必要なことである。スポーツの激しい練習期間中によく“休養と睡眠も練習の一種である”という標語を掲げているのは，猛練習中にも適切な休息と睡眠が大切であることをあらわしたものである。そのほか物理療法的には，入浴とマッサージがある。スポーツにおいては，スポーツマッサージをして疲労の回復を図るが，これはまた

疲労の軽減にも予防にも効果ある方法である。次に参考のため，スポーツマッサージの方法を述べておこう。

① 軽擦法――脚筋などを軽く求心的に擦する方法である。これはなるべく広く掌をあて，手との間が離れないよう接触部面を多くして皮膚面を軽くさするのである。

② 柔捏法または柔捻法――は皮膚面を両手で摑みながら軽く捏ね回わすようにしてする筋肉マッサージである。代謝産物を心臓におしやり血行をよくし，筋の粘稠度を下げて，運動がしやすくなるようにするというのがこの方法の原理で，また不要物質の速やかなる除去機能をよくするというのも，その一つの理由である。このことは，マッサージの方法すべてにこの原理が一つの支えになっているとも考えられる。

③ 強擦法――これは軽擦法の場合と同様に求心的にこするのであるが，一層強くこすって，血液や淋巴液の流通をよくし，代謝産物の除去をはかるのである。

④ 圧迫法――指頭（主に親指），掌球で筋肉を次第に力を加えながら強く圧迫する方法である。

⑤ 叩打法――手を軽く握るか，あるいは掌を向い合わせて小指をバネ仕掛けのように弾むようにし筋肉を軽く叩打する方法である。

⑥ 震盪法――これは手指を体にあてて，ごく早く震盪する方法である。たとえば脚部の震盪には両手で足首を持って，脚筋を脱力せしめておき強くじわじわ引きつけながら震盪する方法である。

第6章　発達と身体運動

1. 身体的発達と身体運動

身体的発達に影響する条件は，遺伝因子，内分泌腺，栄養，身体運動，労働，休養，自然的・社会的・文化的環境などがある。これらの要素は互いに連繋しあって影響するが，このうち身体運動はどのように身体的発達に影響するものであろうか。

身体運動によって細胞の活力が高められ，形態や機能が発達せられてゆく。発達の基本的な条件は細胞の Vital force であって，これが栄養物質によって発展し，身体運動という刺激によって促進される。

発達刺激としての身体運動がどのようにあればよいかということは，体育上の重要な問題であるが，運動が適度であらねばならないということは，Roux の法則や Lamarck の法則に問うまでもないことである。そしてその運動の型・方法がかたよらないものでなければならないことも当然である。

運動が適度であることとは，運動の量や質，運動する人のそなえた身心の個人的条件すなわち，Physical fitness によって規制されるものである。しかし人間にはいったいどれほどの運動が適当なものであるかは，適正運動量の研究でもなかなか定め難い。ただしかし子供と成人・老人の身体運動の量はいろいろの場合によって差があり，発育盛りの子供らは発達のためにはたくさんの運動をしなかったら正常な発育は示さないだろうということは，生理学上からも生物学上からも容易に想像はつく。それで，人は日々の生活においていかほどの運動をするものか，運動の量質的測定器として Pedometer (歩数計，歩程計) を使用して実際測定した結果を示すと第7表の通りとなる。(注20)

第7表　日常生活における運動量と質

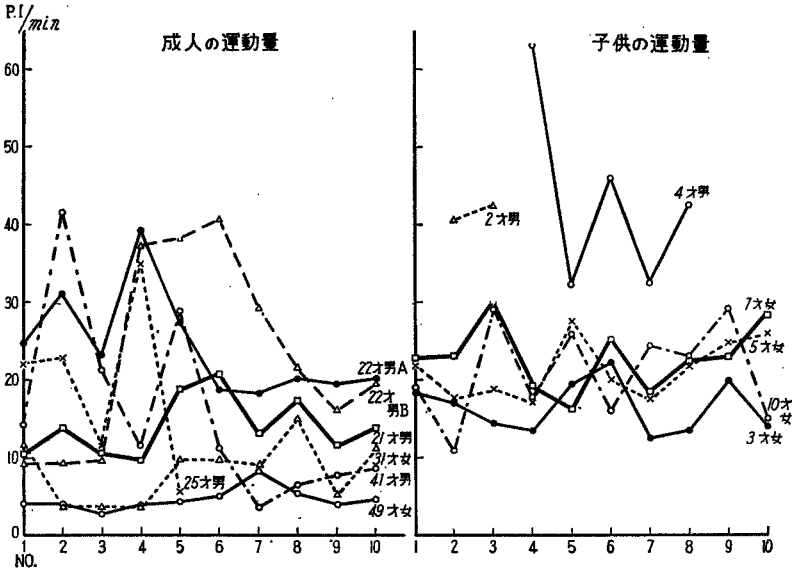
被験者	測定番号	測定月日	測定時刻	測定時間(分) 最小～最大	測定時間(分) M	P. I 最小～最大	P. I M	P. I S.D	P. I /min 最小～最大	P. I /min M	P. I /min S.D	備考（生活内容）
N. Y. 2歳11カ月 男児	1～2	$1951^{4}/_{9}$～$^{4}/_{10}$	5. 30～18. 30	780	780	31873～33212	32543	670	40. 9～42. 6	41. 75	1. 75	普通状態，徒歩
同上	3	$1951^{4}/_{9}$	6. 30～10. 30	240	240	12884			53. 7			
同上	4	$1951^{4}/_{10}$	7. 30～ 8. 15	45	45	2986			64. 1			
N. E. 3歳3カ月 女児	1～18	$1951^{3}/_{2}$～$^{3}/_{22}$	8. 30～21. 00	630～ 780	735	6474～18070	12093	2433	8. 3～22. 3	16. 24	3. 31	室内外の自由遊び $^{3}/_{13}$～$^{3}/_{18}$風邪
N. Y. 4歳3カ月 男児	1～ 7	$1952^{3}/_{2}$～$^{3}/_{9}$～$^{3}/_{10}$	7. 30～22. 25	51～ 895		2894～41863			32. 1～63. 7	42. 3		室外遊び
N. Y. 5歳女児	1～25	$1951^{2}/_{28}$～$^{3}/_{24}$	8. 00～22. 00	720～ 780	752. 4	11414～25914	17762	4180	15. 9～34. 6	23. 56	5. 35	室内外の自由遊び
N. A. 7歳女児	1～25	$1951^{2}/_{28}$～$^{3}/_{24}$	8. 00～22. 30	720～ 810	765. 2	6872～30194	17612	5126	9. 3～38. 7	24. 3	6. 6	通学，自由遊び $^{3}/_{17}$～$^{3}/_{19}$風邪
W. M. 10歳女児	1～12	$1951^{3}/_{22}$～$^{4}/_{6}$ $^{3}/_{3}$～$^{11}/_{4}$	8. 10～21. 30	660～ 820		8532～23955	16797	4390	10. 9～29. 3	21. 61	6. 5	普通活動，通学
I. H. 21歳男学生	1～10	$1952^{10}/_{22}$～$^{11}/_{1}$	8. 00～24. 00	750～ 910	846	7367～19900	12066	3880	9. 82～20. 95	14. 06	3. 64	電車通学，バレー，バスケット練習30分，其他
M. Y. 22歳 男学生 A	1～10	$1952^{10}/_{21}$～$^{10}/_{30}$	7. 30～24. 30	710～ 960	795. 5	14565～27892	18957	3728	18. 20～38. 29	24. 29	6. 39	通学，講義受講，スポーツ練習，勉学
T. A. 22歳 男学生 B	1～10	$1952^{10}/_{22}$～$^{10}/_{30}$	6. 10～24. 10	774～ 970		7263～38119	22286	10862	9. 35～40. 90	24. 65	10. 96	講義，アルバイト
M. Y. 25歳 男体育教師	1～ 5	$1952^{10}/_{28}$～$^{11}/_{1}$	6. 00～24. 00	360～1080		2056～38000	17427	11910	5. 7～35. 2	19. 4	10. 19	会議出席，体育指導，汽車乗車2時間
N. T. 26歳主婦	1～ 2	$1952^{4}/_{10}$～$^{4}/_{11}$	6. 00～20. 55	785～ 790	787. 5	9480～10410	9945	465	12. 0～13. 3	12. 75	0. 43	家事，掃除，洗濯，育児
N. F. 31歳主婦	1～10	$1952^{4}/_{11}$～$^{4}/_{8}$～$^{11}/_{11}$	7. 40～23. 10	693～ 950	822. 5	2868～10755	6850	3170	3. 6～15. 0	8. 4	3. 8	家事，雑用
N. K. 41歳 男体育教師	1～30	$1951^{5}/_{31}$～$^{6}/_{9}$ $1952^{2}/_{26}$～$^{3}/_{28}$	6. 00～24. 00	720～1020		3332～44966	12625	9130	3. 7～48. 4	14. 9	9. 54	会議，スポーツ指導 $^{6}/_{5}$～$^{6}/_{7}$旅行
K. U. 49歳主婦	1～10	$1952^{3}/_{31}$～$^{11}/_{11}$	7. 45～22. 55	740～ 910	839. 3	2508～ 4393	3914	1160	2. 9～ 8. 4	4. 66	1. 68	家事，雑用

第7表の各欄の数値を説明すれば，被験者は Pedometer を体重心部につけて（たいていはズボンのバンドにつけた）測定された人。測定番号は便宜上その被験者ごとに任意につけた番号，測定時刻は測定者が被験者に Pedometer をつけた時刻から取りはずした時刻まで，したがって測定時間はその間の時間を分で表わしたもので，必ずしも活動時全運動時間ではない。しかしほとんど大部分は，起床と同時につけ，就寝直前に取りはずして計測した。Pedometer 指数（以後P．Iで表わす）は，その測定時間中の meter の表わした数値で，次元はゼロであるが，内容の性質としては，歩行で何歩あるいたか，物理学的には，体重心を幾回上下動せしめたかを表わすものである。P.I/min は1分間平均の P.I 値である。これは運動の質度，つまり運動の激しさを表わすものである。備考欄には主として活動した状態内容を略記した。

以上を第7表の基礎として見ると，発達途上にある子供らは実によく動くものであることがわかる。2歳と4歳の N．Y は同一人であるが，実に目覚めている間中 0.893/sec 回の運動，つまり 1.112 秒間に1回は体を移動させていることになるわけである。N．E（3歳女児）の No. 1～15までと N．A（7歳女児）のNo. 18～20までの P.I を見ると，風邪で発熱38°にもかかわらず，床を飛び出しては，健康な30歳台の家庭の主婦と同じ程度に運動をしているのである。発達途上にある子供らにとっては身体運動はパンと同様に考えなければならないことである。

発達のための子供の運動と成人の運動では，量的に日々の運動を平均したものを比べると，子供の方は少し多い。しかし日々の運動総量を比べてみるとそこには大きい差があることが認められる。第7表に示した P.I/min 値の一部を図に示せば第6図のようになる。

第6図を見ると，成人の日々の運動量は非常に範囲が広いのに，子供のは狭い。これは子供の運動量は日々恒常的であるが，成人は生活上の必要からか，特にある目的を持つ時には莫大な運動量の身体活動をするが，そうでない時は余りしない。運動の種類について述べると，第7表で標準偏差（S.D）



第6図　成人・子供の運動量比較図

をみると，成人のは大で子供は小である。これは子供の運動量が恒常的で運動総量（運動回数）が多いということを考えあわせると，子供の運動は一時に大量の力量を必要としない種類の運動が多いということを示すものだと見られる。すなわち子供の発達にとっては歩走型の基本的運動が好適と考えられ，格力類の力技型・闘技型・爆発的運動は相当に考慮して指導する必要があろう。たえとば相撲・柔道・拳闘・重量運搬運動などはその運動時間や回数について適当に按配すべき種目である。

身体運動の発達に及ぼす影響について一つの重要な問題は，身体のある特定の部分のみを使用するような身体運動はかたよった発達をうながすという問題である。身体の均斉的発達や身心の調和的発達をねがってきたのは，スポーツや体育においては，ギリシャ時代から続いてきた歴史的事実であったのである。しかし身体運動がかたよって，ある種目だけの運動とか，ある身体の部分的刺激を反復継続するような運動方法は，かたよった発達を見るに

ちがいない。かたよった刺激によってどんな身体が形成されるかは次の例でもはっきりしている。南洋の土人では唇が厚く飛び出しているほど美人とされるということから，子供が生れると，母親はその子の唇をしょっちゅう引っぱって刺激を与えてやる。そうすると，その子が12～3歳になるとあっぱれな2枚の唇のうちわをそなえた美人ができるという。(注21)

また，わが国のプロすもうはどうであろうか。急激に渾心の力量をふり絞り，筋肉の瞬間的・爆発的力量を出すという身体運動の強烈な刺激は，あのような巨漢と重量感のあふれた太鼓腹を作りあげるのだろう。身体運動はある体型をつくりあげ，ある性格を形成することは，過去の事実およびこれまでに述べたことでも了解されると思うが，発達しすぎた身体の部分，あるいは身体適性の一つの要因のみの発達は，全人としての人間にとっては必ずしも好ましいものとは言えない。そのような場合，多くは偏した発達となるのである。かたよった身体運動は部分のみを刺激することが多く，調和のとれない体形・能力などをつくりあげやすい。

運動は体格や体力や器官やその機能力の発達に役立つが，逆に運動はそれらの能力・体格・機能力に支えられて成立するとも言える。発達のための身体運動は適度で適正量（P.Iでは3000～35000/day）だけ行われなければならないだろう。しかし方法としては，調和のとれた全体的発達のための特殊訓練・部分的鍛錬の強調はあり得る。

2. 身体運動の練習

a. 身体運動練習効果の基礎

運動による適応現象は身心に常に有利に働きかけるものであることは，適応の項（49頁）で述べたところである。われわれの身体運動の練習においては熟練した運動ほど運動効率はよく体内機能も向上する。なれによって感覚器官の適応性を向上せしめるのである。

軽い適度な運動をすると，体内ではまず骨格筋が活動する。筋肉は運動エネルギー生産が多くなる。これにはO_2の補給が行われなければならず，筋肉は血流を盛んにして活動力を増すのである。その他運動によって体内器官のすべての機能は上昇する。このようにして人間が持っている適応性は練習によって次第に高められてゆく。そして軽度の運動から強い努力運動に進めてゆくことによって，更に一層身体適性が形成され高められてゆくのである。身体運動で最も制限を受け運動の効率を規制したり運動能力を定める要素は，O_2の補給が充分か充分でないかということである。しかし身体運動においてO_2の供給能率を高めることは，実際に身体運動練習を量的に体験する以外にその機能をよくする方法はない。そこで練習法として Hard training や Interval training[注22] が採用されるようになってきたものである。身体運動の練習法は科学的でなければならないとは誰でもよく言うところであるが，実際に順を追うて次第に能力を高めるような方法でもってトレーニングを積み重ねることが，それであることを知らねばならない。

b. Second wind と Steady state

運動で長距離を走るとか，ながい時間継続される中間においては，セカンド・ウインド（Second wind）ということと定常状態（Steady state）という生理的現象を知っておく必要がある。セカンド・ウインドというのは，長い継続運動（つまり持久性運動）を始めてからある時間が経過すると非常に苦痛を感ずる時期がやって来る，しかしその死点（Dead point）を越えると楽に運動が継続できるようになる。これをセカンド・ウインドというのであるが，楽に運動が継続できる体内状態がステディ・ステートであることは前に説明した。陸上競技の中長距離の競走では特に明瞭に経験される現象であるが，スキー・スケートの距離競走，競歩その他のスポーツにおいてもよく経験することである。

この二つの現象を身体運動練習では，できるだけ早く招来するか，あるい

は死点を全然体験せずセカンド・ウインドにすぐはいり，ステディ・ステートに達するような練習法をとるのが有利である。それには，平素身体運動練習を量的に積み重ねて能力を高め，その持久性運動をする前には充分準備運動をしてそれに早く達するような体内器官の能率を促進し，筋温を上昇せしめておく必要がある。セカンド・ウインドがどうして起るかは科学的に明らかにされてはいないが，とにかくこれは一種の適応現象だとされている。しかしわれわれが考察したところでは酸素負債量の限度を示すのがデッド・ポイントで，セカンド・ウインドに入りステディ・ステートになった状態はその人の能力が最もよく発揮されるものであり，それはその人の運動適性によって一定のものであると考えている。参考のためセカンド・ウインドの発現距離及び時間を第8表に掲げておく。

第8表　セカンド・ウインドの発現距離及び時間（括弧内は筆者の場合）

種　目	セカンド・ウインドの発現				秒　速 (m)
	運動した距離(m)		発現時間（秒）		
400m走	250	(300)	30	(42)	8.0 (7.1)
800m走	550	(450)	80	(70)	6.9 (6.5)
1500m走	1150	(1000)	180	(165)	6.3 (6.1)
3000m走	2000	(1600)	380	(290)	5.3 (5.5)
5000m走	2000	(1600)	380	(300)	5.3 (5.3)
10000m走	2000	(1600)	380	(315)	5.3 (5.1)
3000m競歩	——	(1200)	——	(350)	— (3.4)
10000m競歩	——	(2000)	——	(600)	— (3.3)
50000m競歩	——	(3000)	——	(1070)	— (2.8)

c．練習の効果

スポーツ競技に熟練したものほど，運動効率はよく，筋肉が発達し，体格はよくなり，適応の範囲も広げられて体力も増してゆく。

身体運動の練習効果が及ぶ体内環境について考察してみよう。

① 呼吸系および循環系の機能の効率を上昇する。訓練したスポーツ選手の心臓は生理的肥大が著しい。同じ運動をしても血管が広げられているので，1回の搏出量は多く，搏動数は少なくて済む。呼吸は回数少なく深さを増し最大呼吸量を増す。その結果，肺尖などに停滞しがちな汚染した空気を追い出すことができ，保健上好ましい結果を見ることにもなる。

② 神経や筋系統では，神経の統制力を増し，調整作用を増すことになる。反射的適応能力を増してゆく。筋系統・骨格系統は，量的に発達する。機能的にあらわれる発育を質的発育——第一次的発育——と言い，細胞が分裂してゆくのを分量的発育——第二次的発育——と呼んでいる。(注23)

③ 一般的に運動適性を向上する。筋力・持久力・敏捷性・柔軟性・巧妙性等の能力を増してゆく。

④ 代謝によって生産された不要物質を速やかに体外に排出する能力を高める。またたとえば血中の乳酸化合物を蓄積せしめないような働きを高める。

⑤ 体内器官の機能の向上は必然的に疲労を回復し，あるいは予防し，より少ない疲労にくい止めるはたらきを高める。

一般的に誰でもが，運動能力や健康を高めるために，スポーツ選手となって激しい訓練や練習を続けなければならない理由はないが，練習によって身体適性や，運動効率・作業能率を向上し，少ない負担と努力でそれをなし，身心を健全にし爽快にしてくれるのは，たえまない身体運動の練習効果に由来するものである。身心は相関しているものであるので，強い練習は精神的鍛錬にもなることは論をまたない。

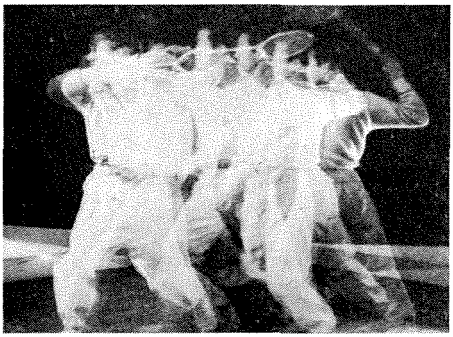
d. 練習のねらいとその方法

身体運動の練習のねらいは言うまでもなく前述のような効果をあげるためであるが，具体的にどんなねらいをもって練習したら効果をあげることができるのであろうか。

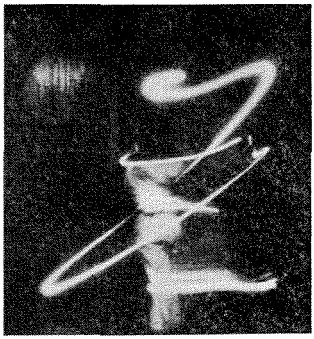
身体運動練習の第一のねらいは，その運動の速さ（Speed）を養成するこ

とだろう。このスピードの養成には，速い動作でその種目の練習をすることと，特別な速い動きをともない，その運動のスピードを増す要因を獲得養成できるような動作の補助運動を工夫して，練習する必要がある。短距離疾走の正しい要領での全力疾走は，どのような運動種目にも必要なスピード養成の好適な運動と考えてよいであろう。またスピード養成に必要な条件は，全身がスピードを生み出すために働けるように動作することである。そのためには，運動の分析的練習が必要になってくる。たとえば股あげをする，腕を強く振る，身体の部分に適当な負荷をかけながらスピーディな動作をするというようにするのである。

第二は瞬発力・機敏性能力を養うねらいである。短距離のスタートダッシュ，跳躍の踏みきり，投てきの投げ出し，野球バットのスイング，庭球ラケットのストロークスなどでは，筋肉の弾性と，ものを弾き出す瞬間的に発出する力が必要である。練習のねらいとするのはこの力の養成にもある。この能力を養成するには，脚部及び上肢諸筋の弾性・跳躍力と全身の柔軟性及び筋力を養う運動をするのがよい。これには，立幅跳・立三段跳・縄跳（2回あるいは3回連続跳）・片脚跳等の跳躍運動，ならびに，上肢の弾性的振りと体側転との協応的動作の練習などがよい。写真（第7・8図）は，上肢の弾性



第7図　バドミントン，フォアストロークスにおける腕と体側転の協応動作Ⅰ（ストロボ）



第8図　バドミントン，バックストロークスにおける腕と体側転の協応動作Ⅱ（ローカス）

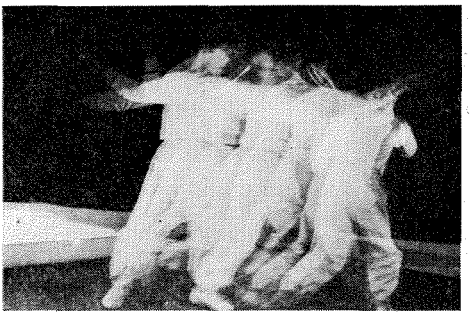
と体側転との協応動作がいかに行われるかを示すものである。

第三は筋力の養成である。ボクシング・レスリング・ウェートリフティング・相撲のように力量を直接に主要素とする運動はもちろん，陸上競技の投てきのように重量物の負荷された状態で運動速度を必要とする運動では特に強い筋力を必要とする。効果的な筋力の養成法は負荷された重力量に抵抗する強い運動を，その筋力を必要とするとともに耐え得る最大限の重さの約60%の負荷——その運動をスピーディーに約10回連続してくりかえし得る重さ——で練習すると効果があると言われている。これはWeight training[注24]として知られているもので，その重さの負荷で連続8回おこない，それを1セットにして数セットおこない，重さも増してゆくというような，重量物と運動回数の累増を加味した練習法である。負荷にがまんして連続重量負荷運動をすることはたしかに効果的ではあるが，個人差のある能力要素の養成法であるので，疲労困憊の極限に達しない一歩手前で止めるよう回数や重量を加減しなければならない。

以上の第一から三までの練習のねらいは，近代オリンピックの標語に採用された，かのディドン神父（Father Diedon）がラグビー選手に与えたと言われている“より速く Citius (Faster)・より高く Altius (Higher)・より強く Fortius (Stronger)”という言葉がよく当てはまる。世界の若いアスリートたちの努力目標とされたことは誠に故あることと言うべきだろう。

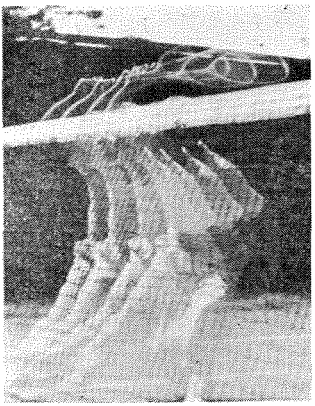
第四は柔軟性・器用性・正確性・巧妙性などの身体的支配や，動作調整能力であるが，これは運動の動きが正確でリズミカルに行われ，緊張と弛緩が瞬間的に完全になされるような能力である。特に筋の弛緩（Relaxation）と緊張とはこれらの能力をつくりだす大きい基礎になっている。この能力養成には基礎としてその運動技術が，生理的・解剖学的にどんな要領とどんなフォームで行われたらよいかという原則を知っていて，それが自然にできるように，力を働かせる方向の正確さ，加える力の大きさとタイミングのよいこと，動作する時の態勢と重心の置き所と移動等を考慮して，その種目運動の練習

をするのが最もよい。これを簡単に表現すれば，技能（Skill）あるいは技術（Technique）の練習というのである。その技術・技能の有効的な練習の一つとして分析的補助運動がある。写真（第9～11図）はそれぞれの場合の技術フォームを表わすものである。



第9図　バドミントン，フォアストロークスにおける手首・腕の筋肉の弛緩（ストロボ）

第10図　競歩における伸脚の分析的練習（ストロボ）前進せずに前脚と後脚を交互に緊張と脱力する。



第11図　軟式庭球，ハーフィングスマッシュにおける体重心の移し方とストローク技術（ストロボ）

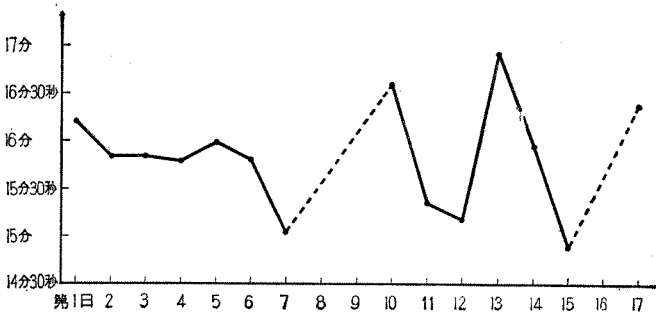
第五は精神力・意志の強さを獲得するねらいで練習することである。真剣な態度で努力的練習を続けることは技能や体力を養うと共に精神力の養成にもなる。精神的な粘り強さや機知が持久力や敏捷性能力と同時に養われるのは，身心相関の理からいっても当然のことである。

第六は持久力の獲得であるが，持久力は前述した通り，すべての運動能力の基礎的要素である。持久性能力獲得の方法は種々あろうが，ここでは実例をあげて示そう。

1953年10月，アメリカのプロ野球チーム，ニューヨーク・ジャイアンツが日本にやってきた時，年齢37歳でなおかつ第

一線にあって活躍を続けていたスローター選手は「大リーグに入るのはやさしいが，大リーグに止まるには忍耐と努力が必要である」と言った。そして彼は「毎日7時に起きて2時間も散歩して調子を整えている」とも言ったが，大選手になるには持久力と不抜の忍耐力が必要であり，その持久性を養うには，それだけの運動練習が必要であることを意味したものである。野球のみでなく，すべてのしごとと運動に必要な能力は持久力である。そしてそれを獲得するには，その運動種目あるいはその運動と同様な因子をもつ運動を継続するのがよい。スローターは2時間の歩行を採用したのである。

もう一つは筆者（奈良岡）が被験者となった実験である。“47歳という壮年のものでも，持久性能力が向上できるか”という仮説の下に，約3週間ばかり，3000m競歩のタイムをとって持久性能力獲得を目指したのである。1957年8月21日開始，次のことを実施した。それは起床後直ちにユニフォームパンツで準備体操を2～3分して，引き続き約1000mの道路コースを130m/minで準備運動とし，競技場到着と同時に 3000m 競歩のタイムをとったのである。ほとんど全力で 3000m 競歩のタイムをとったのち，スピードを落して約150m/min で 2000m を歩行する。それもタイムをとった。後の 2000m は前の 3000m 競歩の疲労を回復する意味の運動としたのである。この記録を図示すれば第12図のようになる。



第12図　持久力養成記録図
3000m競歩記録表〔被験者　奈良岡（47歳），測定者　被験者自身〕

第12図を見ると前半は天候・気温等の条件がきわめて順調で，記録も次第に上昇していった。後半には天候その他外的環境の少しの乱れはあったが，練習を開始してから15日目に最優タイム14分51秒6を記録した。これには具体的にスポーツについて，もう一つのねらいがあったのであった。それは，この計画の最終日である9月6日には北海道バドミントン選手権大会があり，その壮年組の部において，前年度には持久力不足のため惨敗していたので，今年はその覇権を奪回しようというねらいもあったのである。結果から言うと，この持久力養成計画は二つのねらいが完全に達せられたのであった。一つの事例（One instance）だけでは，これをもってすべての人が2～3週間の運動練習で持久力が著しく向上するものであるとは言えないかも知れない。また被験者が青年時代に長距離走や競歩の練習で鍛錬獲得した運動適性が基礎になり，その能力が失われずに残っていたのが原因であったのかも知れない。しかしいずれにしても，壮年時代になってからのどの年よりも持久性が増したということは，いろいろな点で証明できる。“慎重な条件をそなえて測定された一つの科学的事例は，全体を推論できる場合がある”[注25]という科学的方法の原則からすれば，運動適性のうち持久性能力とは可逆的なもので，“恒常のままに止まっている何かがある”[注25]のかも知れない。いずれにしてもとにかく持久力は再び養われ，被験者は高校選手を相手に2時間半のバドミントンの相当激しい練習に耐えられるほどにもなったことは事実であった。

練習効果は以上のような身体的側面だけでなく，社会的性格の形成，情緒的・知的発達をももたらすということは周知のことである。

e．練習効果をあげる一般的手段とその方法

一般的に練習効果をあげるにはどのような形態・方法がよいか，具体的な手段はどうあったらよいかは，スポーツのコーチ，あるいは技術の向上，体育の指導上，また健康管理上にも大きな参考になる問題である。

身体運動の練習はすべて合理的・科学的でなければならないと望まれては

いるが，メルボルン・オリンピックにおいて日本の不成績が伝えられると，ソ連やアメリカなどの選手や指導者がとっている Hard training とか Interval training 法や Weight training 法が何の基礎もなく行われるようなことにもなる。言わば技術方法の素朴的な模倣という形で行われるのである。技術は科学的第一種の技術でも，あるいはまた科学において第二種や三種の技術といわれる芸術やスポーツにおける技術でも，すべて技術とは模倣するだけでは進歩するものではなく，創意と工夫が新しくつけ加えられなければ発展はないと言われている。身体運動の練習効果をあげる一般的方法の第一は，科学的方法と同様に，創意工夫のもり込まれた練習体系をつくり，その効果を計画的に期待するというのでなければならないであろう。運動スポーツをするもの自身が，練習計画をたて，何をどのように練習するかを定め，実行してゆくことにしなければなるまい。そのためには運動の理論も覚えこまねばならないであろう。自分の体の働きや能力や素質についてもよく知っておいて練習にとりかかることも大切である。また自分の実際生活をよく規制し，よく管理し，整理して，すっきりした練習環境をつくって練習にとりかかることも重要なことである。“よく読み，よく考え，よく生活する”ことが文章を書くとか新しいものの創設に欠くことのできない秘訣であると言われるが，身体運動の練習効果を挙げる上にも適用できる秘訣であろう。

以上を具体的事項にまとめてみると，

① 練習計画を樹立すること。

② 健康・安全に留意すること。

③ 基礎体力を養うこと。

④ かたよらない練習法をとること。

⑤ 弱点を強化し適性の平衡を保つこと。

⑥ 基礎的科学知識をよく理解すること。

第7章　身体運動の分類

1. 基本的運動の分類

身体運動についてこれまで述べてきたものは，主として身体運動における身体への影響に関してであった。それらは言わば身体運動と身体内部環境との関係について述べたものであった。本項では角度を変えて，身体運動をその他の様式から眺めてみることにしよう。

第9表はわれわれが日常行っている基本的なしかも単純原始的で実用的な種類として，われわれの長い人生では，誰でも多かれ少なかれ経験する運動である。(注26)

第9表　基礎的身体運動

運動様式区分	基本運動種目	主として動く身体の部位	摘要
1．立坐運動	立つ，坐る，寝る，起きる，しゃがむ	下肢，軀幹	○日常の基礎的運動 ○起居動作というのはこれらの運動のこと。
2．歩走運動	歩く，走る，這う，いざる	下肢，上肢	
3．跳躍運動	跳ぶ，はねる，跳び越す	下肢	
4．投擲運動	投げる	上肢	
5．握摑運動	握る，つかむ，つまむ	上肢，手	
6．指弾運動	はじく	手	
7．格力運動	蹴る，捻じる，もむ，払う	上肢，下肢	一時に多くの力を必要とする運動。
8．打突運動	打つ，突く	上肢	
9．押引運動	押す，引く，つっ張る	上肢，全身	
10．運搬運動	提げる，抱える，担ぐ，背負う，差しあげる，引きあげる	上肢，全身	
11．転回運動	転がる，回る	軀幹	特殊技能を必要とする運動。
12．倒立運動	逆立ち	上肢	
13．滑走運動	滑る	下肢	
14．懸垂運動	ぶら下がる	上肢	
15．游泳運動	泳ぐ，潜る	全身	

第9表中主として動く身体の部位の欄では上肢・下肢などとあげたが，動く形態から述べたもので，内実的にはほとんどどの運動も全身が有機的に連繋されて行われるものである。

2. スポーツの分類

現在わが国で行われているスポーツ各種の競技運動を，行われる形態様式から分類し，その特徴について考察すると第10表(注27)のようなものが考えられる。スポーツ各種を身体運動という基準で眺めると，第9表に見られる基礎的運動が数種類複合されて組みたてられたものであると考えることができる。

第10表　スポーツの分類とその特徴

類　別	型	種　目	摘　要
陸上競技	1．競歩型	中・長距離競歩	○持久性運動であり，柔軟性・巧妙性能力を必要とする運動。
	2．競走型	短・中・長距離競走	○運動適性を完全に養われる，それは距離の長さで特に養われる能力は定まる。
	3．跳躍型	水平距離種目（幅・三段跳），垂直距離種目（走高跳・棒高跳）	○機敏性が特に要求される運動でそれに他の運動適性が加わる。
	4．投擲型	砲丸（押投型），円盤・鉄槌投（振投型），槍投（押振混投型）	○特に力量性能力が望まれ，その他の運動適性も具わっていなければならない。
	5．障碍走型	高障碍，中障碍，低障碍（女子80m障碍を含む）耐久障碍（3000m障碍）	○基礎的運動は走・跳運動である。

	6．混　成　型	5種・10種競技，3種競技（女子）	○2～5までの型の運動を混合した運動で，sec，cmで表現された実力を点数に換算して優劣を決定する競技。
球　技	野　球　型 （ベースボール type）	野球（硬軟式），ソフトボール	○走・投複合の球技。 ○競技相手は明瞭に攻・防がルールで決定されている。
	蹴　球　型 （サッカー type）	サッカー，ラグビー，アメリカンフットボール，ハンドボール，スピードボール	○広い競技場がゲームの場であるので，歩走型の運動が多く含まれる。
	籠　球　型 （バスケットボール type）	バスケットボール	○機敏性・持久性能力が養われる運動型。
	庭　球　型 （テニス type）	テニス（硬・軟式），卓球，バドミントン，排球	○ネットを中にはさみ，ゲーム相手とは体を接触しない。 ○ボール・ラケット（排球の場合は上肢がこれに代る）を媒介とする。
	ホ　ッ　ケ　ー　型 （ホッケー type）	フィールドホッケー，アイスホッケー，ゴルフ，ボーリング	○ボールとステックをもって正確性を主技術として行われるスポーツ。
格　力	闘　技　型	ボクシング，フェンシング，剣道	○一定の型をもった運動様式の範囲内で技を闘わす。
	力　技　型	重重挙	○力量を主とする運動能力の技術と力量を競う。
	格　力　型	相撲，柔道，レスリング	○機敏性と柔軟性を具えた力量と技術が要求される運動。
	懸　垂　型	鉄棒，吊環，鞍馬，平行棒	○ブラ下がる能力及び体を巧みに支配する技術的な面を

			もつ運動。
体操	跳躍型	跳箱，バッグ	○跳躍と走の能力が要求される運動。
	徒手型	徒手体操，倒立転回などのマット運動	○技巧的運動。上肢や下肢の力と技術で体を支配調整して行われる運動。
その他	歩行型	登山，釣り，ハイキング	○野外，自然に没入して運動をする，その運動の型は自然，野外の場の状態から定まる。
	乗用型	サイクリング，バイク競走，乗馬，自動車競争	○身体を機械・用具等に乗せて，主たる運動は乗せるもの自体がする。
	その他	弓道，射撃	○格力型運動と見ても可。
水上	競泳型	自由型，胸泳，背泳，横泳	○泳ぐ能力。
	飛込型	高飛込，跳板飛込	○競技基準は動態美。 ○飛び込みする技能。
	水球型	ウォーターポロ	○水中における球技。 ○泳ぐ運動能力を基礎としたホッケー型。
	潜水型	距離潜水，時間潜水	○これは正式スポーツとして採用されていない。
	ボート型（競漕型）	滑席艇，固定席艇各種エイト，フォア，ペア，スカール（8人競漕，4人競漕，2人競漕，個人競漕）	○漕ぐ技術。
	ヨット型（帆走型）	ヨット	○物理学的条件に身体能力をマッチせしめる運動。

雪上及び氷上	スキー	距離走型	距離競走（長距離・耐久競走）	○滑る運動，走運動。
		飛躍型	飛躍競技	○勝敗判定の条件は滑る運動で惰性をつけ，飛躍して空中を飛ぶ距離。
		滑降型	滑降，回転競技	○滑る運動。
		複合型	複合競技	○飛躍と競走の複合，2種の記録に採点し，合計点を優劣判定基準とする。
	スケート	スピード型	短距離滑走（500～1500m）	○滑走スピード。
		持久走型	長距離滑走（5000～10000m）	○滑走スピード。
		フィギュア型	フィギュア（フリー・スクール）	○滑走技術。
		氷上球技型	アイスホッケー	○氷上のホッケー型球技。
	橇型		ボップスレー，カーリンク	○橇に乗り斜面コースを滑降する。
滑空	初級型		プライマリー	○ゴム索で滑空機を弾き出させる。ゴム索を引く運動が格力型運動。
	中級型		セカンダリー	○自動車などでゴム索を代用する。他はプライマリー同様。
	上級型		ソアラア	○飛行機で曳行してゴム索代用とする。

第10表のスポーツの分類において，摘要欄にはその型のスポーツの特徴について分析的に要点を述べたつもりであるが，類ごとに特徴をまとめてみると，

陸上競技——陸上競技における走・跳・投・歩等各型の運動は，個人の身

体適性を育成し，すべての活動力の基礎的な運動と考えられる。同時にこの運動形態はそれ自体，競技としても，他のスポーツ種目の運動適性・能力を養うためにも基礎的な運動として重要なものである。このスポーツの優劣を判定する尺度はC．G．S系でいうとCとSであるが，その本質的なものは，各個人の運動能力そのものである。

球　技——球技は一般的にボールを媒介とする興味的に構成されたルールを持つ運動競技で，各型のスポーツ種目はそれぞれ独自のスポーツ特徴をもっている。この類のスポーツの勝敗を判定する尺度は，プレーする個人あるいは集団の能力を得点に表わせるように定められていることである。

球技はゲームをする人数によって個人的なものと集団的なものとに分類することができるが，球技で個人的にゲームするようにルールが決められてあるのは庭球型である。庭球型スポーツの最も大きい特徴は第10表摘要欄にあげたものであるが，この型の特徴から養成される人間性への影響は高尚優雅な奥ゆかしい心情育成であろう。言いかえると礼儀正しい謙譲の美徳が自然に養われるようになるのは，このスポーツの特徴から発生するといってもよい。

庭球型以外の球技は多くは団体的スポーツである。排球は庭球型スポーツであるが，団体的スポーツである。一般的に団体的スポーツの最もすぐれた特徴は，チームを形成する全員が，密接強力な協同体として行動し相手にたち向ってゆくという要素をもち，またその集団には特に協力とかチームワークとかいう集団力の結集が望まれるものである。それだけに，協力して事に当る社会性が育成されるということからいろいろな美徳を生み，身体適性をつくりあげてゆくのが特徴であると見ることができる。何よりも球技は人間の遊戯本能を興味的に充たしつつ必要な身体運動が行われてゆくスポーツであるのが大きい特長である。

格　力——この種類のスポーツは力量性能力が非常によく養われるのが最も大きな特徴であろう。これはその個人の力量と技術をもって相手（同じ行

動をする相手あるいは一定の競技用具）に対する身体運動が主になっている。しかもそれは自分の力と技能を直接相手と闘わしてするスポーツである。それだけに勇壮果敢な奮闘心が必要であり，それが振起される運動であると見ることもできる。このような特徴は，それが男子にのみ好適なスポーツであることをも表わすものである。この型のスポーツは女子や少年・老人の年齢層には不適当なスポーツとは言えないが，不向きな性質を持つと考えられる。

水　上——この類のスポーツは競技相手と共同の水を相手とし，その制限内で行うスポーツである。泳ぐという運動は特殊な運動であるが，これは実用的見地からも身体適性養成の観点からも，人間には必要欠くことのできない身体運動を基本としたスポーツであると見ることができる。舟やボートを漕ぐという運動も特殊運動の一つである。

このスポーツは水上での身体運動が基礎であるので，安全ということについては特に注意を払わなければならない。泳ぐことは運動効率からは最低効率の運動である。(注28)

適・不適という観点では老幼男女の別なく重要なスポーツであり，身体運動と見ることができる。

雪上及び氷上——これは滑る技能を主とする身体運動を要素としたスポーツである。これも特殊運動の一つである。人生における実用価値から言っても万人に望ましいスポーツである。巧妙性・身体協応性の育成には好適である特長を持っている。

滑　空——身体運動の行われる場の問題で，水よりも一そう物理的条件には人間にとって困難な空気を相手とするスポーツであるから，滑空機というものがこのスポーツの唯一の基盤となる。水上よりもなお一そう安全には注意を要するスポーツである。このような特徴をもっているスポーツなので，スリルがあり，機知と機敏性能力が極度に要求される。これは特殊中の特殊な運動であると見られる。スポーツとしての条件では万人向きでない欠点もある。

第8章　日常運動としての歩行運動

1. 人間の移動運動と歩行

a. 移動運動形式としての歩行

われわれの歩行運動の歴史は先に述べたように人類史が始まった以前から始まったものであろう。生物の身体移動の運動には四つの形式がある。それは，①游泳 (Swimming ; Schwimmen)，②匍匐 (Creeping ; Kriechen)，③飛翔 (Flying ; Fliegen)，④歩行 (Walking ; Spazieren) である。[注29] しかし人間の移動運動には六つの大きな形式があると見られる。それは，

① 歩　行 (Walking)
② 匍　匐 (Creeping)
③ 走　行 (Running)
④ 跳　躍 (Jummping)
⑤ 滑　行 (Gliding)
⑥ 游　泳 (Swimming)

と考えられるのであるが，このうちでも歩行運動は人間の移動運動の基本的型式のものであると見ることができるのである。跳躍・走行・滑行，すべて歩行から発展進歩し変形した運動であると見ることができる。匍匐にはは**ら**ばい (Crawling) とよ**つ**ばい (Creeping) とあるが，匍匐は歩行の初期的なものと見られる。游泳は特殊な運動ではあるが，これも運動形態としては，匍匐運動の変形と見てよい。歩行は移動運動の基礎的形態をもっているものである。

歩行の歴史は人類史とともに遠い以前に遡らなければならないが，[注30] 歩行は

日常だれでも，特に身体運動という観念なしに行われる，ほとんど呼吸などと同様に行われている運動である。それゆえ歩行運動がわれわれに与える影響はきわめて大きい。それで歩行に関する研究は身体運動を考えるに当って欠くことのできない一つの重要分野である。歩行の進歩に関する研究に先鞭をつけたのはフィーアロート (O. Vierordt) であると言われている[注31]が，日本における歩行の科学的研究では古沢一夫・奥山美佐雄・石川知福氏等によって一側面の研究が進められていた。歩行についてはいろいろな角度から研究が進められていかなければならない。

b．歩行と走行の区別

前節で走ることも形態上からは歩行の変形した移動運動であると述べたがしかし歩行運動と走行運動とはいろいろな意味でその違いをはっきり認識する必要がある。

歩くことと走ることとは，多くの人々にはほとんど同じ身体運動であると考えられている。すなわち歩行を速くすれば走ることで，走ることを遅くしたのが歩行であると思っている。しかし歩と走とは運動形態としては類似した点はあるが，その差異点を詳細に検討してみると次の三点に根本的な差異が認められるのである。第一に歩行では片脚が前方へ振り出されて地面に着く (on the ground) とき，もう一方の脚は後方にあって爪先が地面についており，左右脚で言うと，左脚が前方へ振り出されてかかとが着地するときは，右足爪先が地面を離れる時であるが，歩行がどんなに速度を増したと仮定してもこの関係は決して前後することはない。すなわち，右脚で蹴って右足先が地面を離れる (off the ground)[注32] ときは，ちょうど前方に振り出された左足かかとが地面に着いたときであり，厳密に言うと，歩行には両足が地面についている瞬間が必ずあるということである。歩行はこのような運動順序を毎歩必ず経ておこなわれてゆく。足が地面に触れる関係は，一足——二足——一足——二足……略して一・二・一・二の連続運動が歩行であると

いえる。ところが走ではその関係は，二足が地についている瞬間はない。二足が地面についている瞬間がないということは，一足が他の足と代って前に出されるとき地面を蹴り，前足が着地する以前に後足が地面を離れていることになるのである。つまり，両足が同時に地面を離れるときが生じてくるのである。そうすると足と着地との関係は1－0－1－0となり，歩行における一・二・一・二の二がゼロにおき換えられるわけである。

歩行と走行のこの原則にかなったものであれば，歩行はどんなに速度が増しても歩行であり，走の速度がどんなに遅くとも走行である。このことは体重支持の問題を生み出す。歩行の場合二足が同時に地面を離れることがないということは，歩行では体重（全部あるいは一部）が常に二足か一足に支持されていることを意味する。しかし走は体重が全然支持されない場合があることは容易に理解できる。ただし足裏を地に着けて地面をすりつつ移動することは体重が支持されていても歩とも走とも言わずに，これを滑る運動（滑行）というのである。

第二の違いは姿勢である（第13図）。歩行は上体を常に直立姿勢（Upright carriage）に保つようにしないとバランスが破れて前述の第一の原則を守ることはできない。これに反し走る姿勢においては体全体がかなり前傾している。

第三は，歩行は前足が on the ground の瞬間は膝が伸ばされ，走行では逆に膝が曲げられ on the ground の瞬間膝は更に深く曲げられ，後足となって off the ground の瞬間膝が伸ばされる（第14図の2及び5）。このことは，歩行運動においては脚部の伸筋が多く働き，走運動においては脚部屈筋が重要な役割を果しているものであることになると考えられるのである。

とにかく歩走運動における差異は以上三点に顕著に認められるのであるが，それは写真（第13・14図）によって明瞭である。ところが実際には，一般にこの差がはっきり意識されてはおらない。そして，歩走の実際要領を多くの人々が認識していないことが一つの大きい理由となって，歩走がうまく行

7　6　5　4　3　2　1

第13図　競歩姿勢(ストロボ)・1, 3, 5, 7 と直立姿勢が明瞭に見られる。
・2, 4, 6 は両足が on the ground の姿勢。

6　5　4　3　2　1

第14図　疾走姿勢・どの像も前傾している。
・3, 5 は off the ground の動態。

えないのである。これは，歩走姿勢・運動効率及び歩走運動による運動能力の育成をさまたげている。特に日本人の歩き方では従来，いわゆるバネ仕掛けの歩行（歩く度ごとの膝の屈伸）が多く見られたのである。この歩き方は歩行というよりむしろ走に近いもので，屈筋を使いすぎていたのである。つまり大腿直筋や中間広筋・脛側広筋等の大腿部前面の諸筋に負担をかけすぎる歩行であったわけである。

2. 歩行の運動量

a. 歩行運動量の理論的算定

歩行中になす筋の仕事量あるいはその仕事量に消費されるエネルギーは，歩行運動量である。すべての身体運動でその運動量がほぼ正確に理論的に計算されることのできるのは，歩行運動とされている。歩行に要する力で最も多く費やされるのは，体重心の上下動であり（W_1），それから下肢の振りになされる仕事量（W_2），第三には，体重心は鉛直に移動するが同時に左右・前後にも動揺する，この体重心の移動に対し速度を与えるためになされる仕事量（W_3）であり，この三つの仕事量を合計したもの（$\Sigma W = W_1 + W_2 + W_3$）が歩行に要するエネルギーの需要量である[注33]。しかし A. Boutaric によれば，体重心の上下動になす仕事量を W_1，速度の変化に対応して身体がなす仕事量を W_2，脚の振動に対してなされる仕事量を W_3 として歩行の仕事量を算出している。

いずれにしても歩行の運動量算出で最大の基礎となるのは，体重とその体重心の上下動であるとされている。

体重心の上下動は実際いくばくになるかを実験した報告によれば，奥山・古沢両氏は約 4.1 cm[注34]，Otto Fissher は 4.0 cm，A. Boutaric は 3.0 cm，Benedict and Murschhauser は 7.5 cm と報告しているが，筆者のローカスによる測定では第11表のとおり（測定 No. 1, 3, 5, 8, 12）であった（この実験により6.0cm）[注35]。これは90頁の第15・16図の如き実測で得たものである。

A. Boutaric は“水平面上の歩行では，体重心の上下動に対応して，筋肉は上昇期には正の仕事を，下降期には負の仕事をなす。純力学的にはこの仕事は大きさが等しく方向が反対であるのでその和はゼロとなるが，生体の運動では，筋肉が正の仕事をなした次に，それと等しい負の仕事が続くときは，抵抗的な仕事の半分に対応するエネルギーを消費する”と言っている。

第11表　歩走運動における体重心の上下動（○印は歩行）

被験者		運動型種	測定番号	運動記録				上下動測定値				
♂♀男女 年齢	H身長 W体重			歩数 /min (歩)	歩幅 (cm)	一歩の時間 (秒)	速度 /min (m)	肩 (cm)	腰 (cm)	胴 (cm)	膝 (cm)	踝 (cm)
♀	H 114cm	歩行	①	111.7	53.72	0.5357	60.60	5.19	5.49	5.49	4.88	8.24
6歳	W 18kg	駈歩	2	184.7	68.37	0.3261	126.00	6.72	5.80	6.72	9.92	11.75
♀	H 128	歩行	③	103.1	69.69	0.5821	71.88	5.49	4.88	4.88	11.60	12.82
8歳	W 25	駈歩	4	190.3	98.89	0.3157	191.40	10.07	8.55	不明	33.72	12.51
♀	H 156	歩行	⑤	143.5	78.29	0.4196	111.06	4.88	5.80	5.80	10.99	14.27
		駈歩	6	207.0	98.89	0.2900	204.00	9.15	7.84	7.33	15.56	22.57
34歳	W 48	走	7	241.8	103.46	0.2480	250.02	8.85	5.80	4.88	17.00	26.25
		歩行	⑧	136.8	80.89	0.4412	110.70	9.12	7.32	7.01	14.44	12.52
♂	H 168.5	駈歩	9	220.2	115.07	0.2727	253.20	10.99	9.46	8.55	23.80	29.30
		走	10	254.6	138.19	0.2362	351.32	7.94	7.63	5.80	25.95	37.23
21歳	W 70	疾走	11	285.0	140.41	0.2105	399.00	7.94	4.58	4.58	26.86	25.34
		歩行	⑫	122.2	90.93	0.4800	111.12	5.10	5.40	5.40	8.06	9.42
♂	H 169	駈歩	13	233.4	98.64	0.2575	230.22	15.10	7.33	8.24	17.85	31.78
		走	14	200.0	153.53	0.3000	307.08	9.77	3.36	3.05	27.69	39.72
46歳	W 67	疾走	15	246.7	161.10	0.2429	398.00	13.55	3.66	4.58	23.80	47.00

つまり4 cmの上下動があれば，単に6 cm上に引きあげただけに等しいエネルギーの消費があると言っているのである。しかし奥山・古沢両氏の“歩行の機械的効率”では負の仕事については全然計算されてはいなかった。これは W_1 の仕事量の計算についてである。

W_2 の計算では奥山・古沢両氏によれば，下肢長68cm，歩幅65cm，歩数115歩/min の際，両脚と歩幅で作られた三角形を正三角形と見なせば，両脚のなす角度は

$$60^\circ \times \frac{65}{68} \fallingdotseq 57^\circ$$

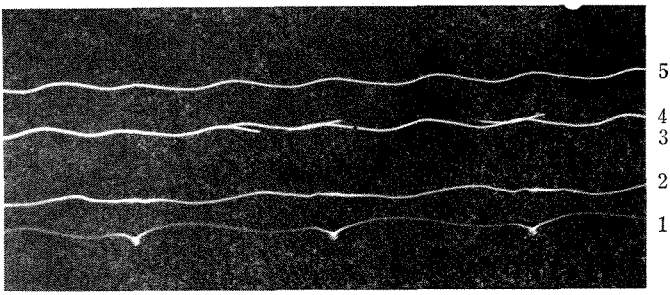
毎秒平均速度は

$$W = \frac{57^\circ}{0.52} \div \frac{180}{\pi} = 1.91 \text{ radian}$$

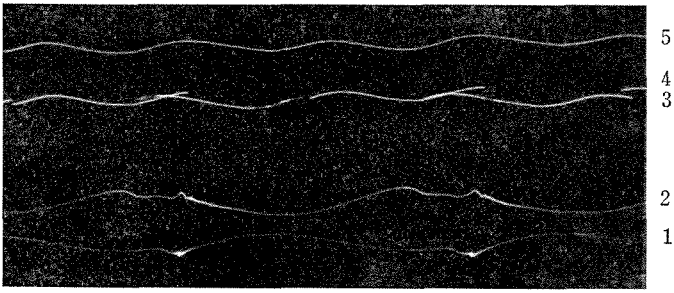
よって脚の振りになされる仕事量は下肢惰性能率を 0.1 と見て，

$$W_2 \fallingdotseq \frac{1}{2} \cdot 0.1W^2 = \frac{1}{2} \times 0.1 \times (1.91)^2 = 0.18 \text{ (kg-m)}$$

W_3は，鉛直方向における体重心移動の速度は毎秒約 60cm (Otto Fissher が



第15図　6歳女子，歩行ローカス（1. 足首　2. 膝　3. 腰　4. 胸　5. 肩），重心上下動5. 5cm



第16図　21歳男子，歩行ローカス，（3, 4より）重心上下動7. 1cm

見出したもの）をそのまま借用して

$$W_3 \fallingdotseq \frac{1}{2}mv^2 \fallingdotseq \frac{1}{2} \cdot \frac{58.3}{9.81} \times (0.60)^2 \fallingdotseq 1.07 \ (\text{kg-m})$$

また A. Boutaric の計算では（体重65kg，上下動 3 cm）

$W_1 \fallingdotseq$ $65 \times 0.045 \fallingdotseq 2.93$ kg-m……上　下　動

$W_2 \fallingdotseq$ 0.5 kg-m……速度の変化

$W_3 \fallingdotseq$ 0.25 kg-m……脚の振動

$\Sigma W_{1-3} \fallingdotseq$ 3.68 kg-m

歩幅70cmの場合 1km歩行する仕事量は約5270kg-mとなるが，実際歩行では歩行の要領や道路の状態によって，1km歩行の仕事量は4000～11000kg-mの範囲で変化すると算出したのである。

b．実際歩行における運動量算出

歩行運動量の理論的算出はどうともあれ，実際は歩行の条件によって大差がある。しかし算出の基礎となるものは体重心の上下動が最大で，その速度，脚の振りにもエネルギーが消費されることが知られた。この理論的算出の方法を実際に筆者が伊豆半島を一周した結果に適用してみることにしよう。伊豆半島一周記録は第12表の通りである。

第12表　伊豆半島一周歩行記録（昭15. 3. 28～30）

記録 ＼ 通過経路	通過時刻 (時)(分)	歩行距離 (km)	所要時間 (分)	累計時間 (時間)(分)	備　考
熱海発	7. 30				
網代町	8. 00	8. 5	30	30	この間はマラソンをした。
大崎	8. 20	5. 0	20	50	
伊東	9. 05	6. 5	45	1. 35	
川奈ゴルフ場	9. 50	6. 0	45	2. 20	脚痛を覚え疲労甚しく歩行にかわる。
八幡野	10. 40	9. 0	50	3. 10	
熱川巡	11. 55	7. 0	75	4. 25	休憩50分
稲取	13. 40	7. 5	105	6. 10	
見高	14. 35	4. 0	55	7. 05	
川津川	15. 00	3. 0	25	7. 30	
白浜神社	16. 30	10. 0	90	9. 00	
下田町	17. 20	6. 0	50	9. 50	
蓮台寺巡	17. 45	3. 0	25	10. 15	第1日目終点
第一日小計		75. 5	615′	10. 15	平均 歩幅 88. 5cm 速度 123m/min 歩数 139歩/min
蓮台寺発	7. 35				
相玉	8. 00	3. 5	25	25	海抜331mの山越し
加増野	8. 30	5. 0	30	55	
婆沙羅山	9. 00	3. 5	30	1. 25	
小杉原	9. 20	3. 0	20	1. 45	
大沢	9. 50	3. 5	30	2. 15	
松崎	10. 45	6. 0	55	3. 10	昼食，50分休
高島卍	12. 20	5. 0	95	4. 45	
宇久須	14. 35	10. 0	135	7. 00	

小下田	15.05	5.5	30	7.30	
土肥	16.50	7.0	105	9.15	第2日目終点
第二日小計		52.0	555	9.15	平均 歩幅 84.8cm 速度 93.7m/min 歩数 111歩/min
土肥発					
戸田	10.10				道路不通箇所あるため戸田まで渡船。
古宇	11.15	8.5	65	1.05	昼食及び休憩1時間20分
三津	13.40	7.5	145	2.30	
獅子浜	14.30	7.0	50	4.20	
沼津着	15.00	6.0	30	4.50	最終点
第三日小計		29.0	290	4.50	平均 歩幅 84.8cm 速度 100m/min 歩数 118歩/min
総計		156.5	1460	24.20	平均 歩幅 86.0cm 速度 107.2m/min 歩数 124.7歩/min

第12表伊豆半島一周歩行の運動量を奥山・古沢算出法によって計算すると次のようになる。

〔計算の基礎〕

体重61kg，平均1歩幅86.0cm，歩数124.7歩/min，速度107.2m/min，1歩所要時間0.481秒，下肢長78.8cm，上下動6.0cm（筆者の測定）

W_1の計算

$$W_1 \fallingdotseq 61 \times 0.06 = 3.66 \text{ (kg-m)} \cdots\cdots \text{上下動による} W_1$$

W_2の計算

$$60^\circ \times \frac{86.0}{78.8} = 65^\circ.5 \cdots\cdots \text{両脚のなす角度}$$

$$W = \frac{65.5}{0.481} \div \frac{180}{\pi} = 2.377 \text{ radian} \cdots\cdots \text{毎秒の平均速度}$$

下肢の惰性能率を0.1と見て

$$W_2 \fallingdotseq \frac{1}{2} \times 0.1 W^2 \fallingdotseq \frac{1}{2} \times 0.1 \times (2.377)^2$$

$$= 0.2825 \text{ (kg-m)} \cdots\cdots \text{下肢の振りになされる仕事量}$$

W_3の計算

$$W_3 \fallingdotseq \frac{1}{2}mv^2 \fallingdotseq \frac{1}{2} \times \frac{61}{9.81} \times (0.481)^2$$

$$=0.719 \text{ (kg-m)} \quad \cdots\cdots \text{速度を与えるためなされる仕事量}$$

以上によって1歩の仕事量は

$$\Sigma W_{1-3} \fallingdotseq 3.66+0.283+0.719=4.662 \text{ (kg-m)}$$

となる。

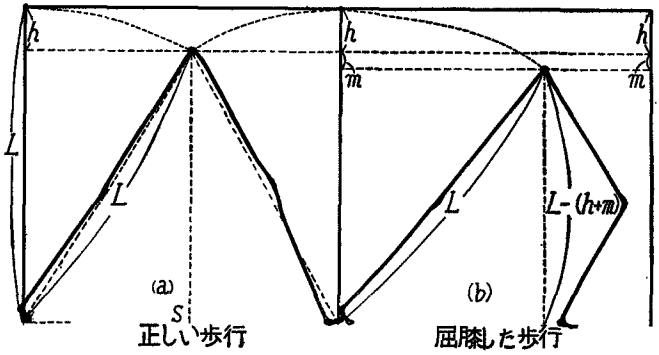
伊豆半島一周は181977歩で歩いた計算になるので，総仕事量は

$$4.662 \times 181977 = 8483768 \text{ (kg-m)}$$

となり，当量の機械的熱量は1988calとなり，効率を28%とすれば体内で消費した歩行のための総熱量は7100calで，1日目は3425cal，2日目は2359cal，3日目1316calの割合になる。これに基礎代謝量を加えると莫大な熱量となる。1955年ボストン・マラソンに優勝した浜村選手の消費熱量を古沢氏が概算したところによると，2420cal[(注36)]を消耗したことになると報告されていた。ちょうど第2日目がこれとほぼ等しい運動量であるから，第1日目の運動量は運動の強度がいかに高いものであるかがよく知れる。

c．歩行要領の理論

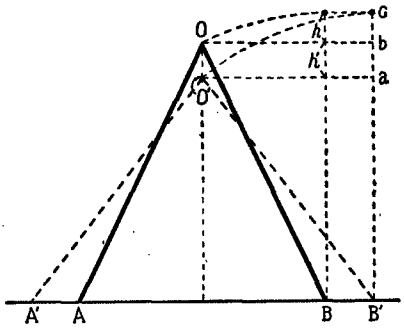
正しい・楽な・よい歩き方はどんなであればよいのだろうか。それは歩走の区別で述べたような歩き方で歩けばよいことになる。そこでは具体的には先ず第一にエネルギーの消耗をできるだけ少なくするにはどんな要領がよいかという問題がある。前項において歩行のエネルギーを計算した際，最も大きい仕事量をするのは，体重心の上下動のためであったと述べた。体重心上下動をより少なくする要領がよいことになる。できれば上下動をゼロにしたいものである。しかしそれはできない。重力の着力点である体重心が地上から同一の高さにある限り，これは重力の着力点が水平に移動することを意味し，力の方向に垂直なので物理学的に運動は起り得ないのである。歩行に体重心の上下動は避けられない。第17図は歩行要領の模式図であるが，(a)に



第17図　歩　行　要　領　模　式　図

おける重心の上下動の高さhは正しいよい要領で歩行した時の大きさを示すものである（87頁第13図の2・4・6参照）。第17図（b）は前足が on the ground になった瞬間に膝を曲げた図である。正しい歩行（a）よりも重心上下動はmだけ大きいことは明らかである。このような歩行要領はよくない。

正しい歩行要領でも，歩幅が広ければ広いほど体重心上下動は大きくなり，エネルギーの消費は大となる。第18図における実線は歩幅の狭い場合で，歩幅の広い場合（破線）より体重心上下動は大である。OA・OB・O′A′・O′B′を，いずれも左右の脚とした場合（OA＝OB＝O′A′＝O′B′），歩幅ABくA′B′であれば，その歩幅の小さいとき作る△AOBと，歩幅の大きいときつくる△A′O′B′なる二等辺三角形の高さは，幾何学の証明をまつまでもなく，当然その体重心上下動であるhとh＋h′という形で差が生じてくる。すなわち体重心上下動は，歩幅が大きいA′B′の方は小さいABよりもその差だけ大となる。ところが脚長が一定であり全く同様な正しい要領の歩行では歩幅が大である場合に体重心上下動が大となるけ



第18図　歩行の大小と体重心の上下動

れども体の側幅すなわち両大腿の大転子を結ぶ線は，体の縦幅すなわち横向きにした幅よりもはるかに大きく，歩行におけるよい要領は，この大転子間を結ぶ線を巧みに前後せしめて——つまり腰をひねって——歩幅を広げるように歩行すると，同じエネルギーの消費で歩行能率をあげることができる。腰をひねり，側幅をよく生かして歩幅に替えるには，腕の振りと肩の線をもバランスをとりつつ，ちょうど土人のカヌーのオールを漕ぐときのように肩の線と腰の線を正反対に運動せしめなければならない。これはほんの少し相前後せしめるだけでよいし，そんなに顕著にはできないものである。またこの腰の線と肩の線の拮抗的なカヌーイングは直立姿勢でないとうまくできない。そしてなお脚と上体とが一直線に伸ばされていないとできないのである。また足が on the ground のとき膝が曲げられてバネ仕掛けのように歩いても，できないものである。

正しい歩き方でもう一つ重要なことは，後脚で推進し，足が off the ground になったら，その脚を完全に脱力弛緩せしめることである。運脚が脱力弛緩していることは，推進の惰性で脚が前に力を要せずに運ばれることと，短い間でも休養せしめることができる二つの利点がある。とにかく，正しいよい歩行要領は，よい姿勢をつくり，よい運動となり，ひいてはよく身体適性をもつちかってゆくものである。

3. 自然歩行の実態

自然歩行（natural walking）の実際がどのように行われるかを知ることは，自然歩行がその人の健康・活力の消長をも表わすものであると言われているだけに，われわれにとって重要な問題である。石川知福氏は歩行について次のように言っている。「歩行では，歩行能力が高まれば機能力も次第に高められる。青壮年時代を経過して能力は次第に減弱して老衰境に入る。歩行能率の最もよい時代は20～60歳である。30歳前後の青年は最も旺盛である。

女子は10歳台の年齢より50歳まで，男子より早く発達し早く減弱する。歩行は人間一生における身体的変遷・社会的実相の一面を如実に物語るものである」[注37]と。歩行は全くそのように人間の勢力の消長をさえ表わすもののように見受けられる。歩行の生態はわれわれの実際生活における勢力の盛衰を物語る歴史とも見られるものである。

このようにわれわれの生命に深い関連がある自然歩行の実態を知る手がかりとして，札幌・東京・横浜の三カ所において，自然歩行における1歩の歩幅，1分間の歩数と，1分間の速度を調査してみた。

調査の実際では，札幌では大通り西3丁目（30m43），東京では数寄屋橋（38m10），横浜では平沼高校前（26m30）にそれぞれ目印しを設け，自然歩行と考えられるその区間の通行者を，任意に側より観察したり，追尾したりして，歩数とタイムを測定し，年齢を問うて記録したものである。

このようにして記録したもの数寄屋橋上143名，札幌342名，横浜32名，計517名の中から条件の揃っているもの男子189名，女子299名，計488名についてその結果を示すと，第13表の通りである。

第13表　自然歩行の歩幅・歩数・速度

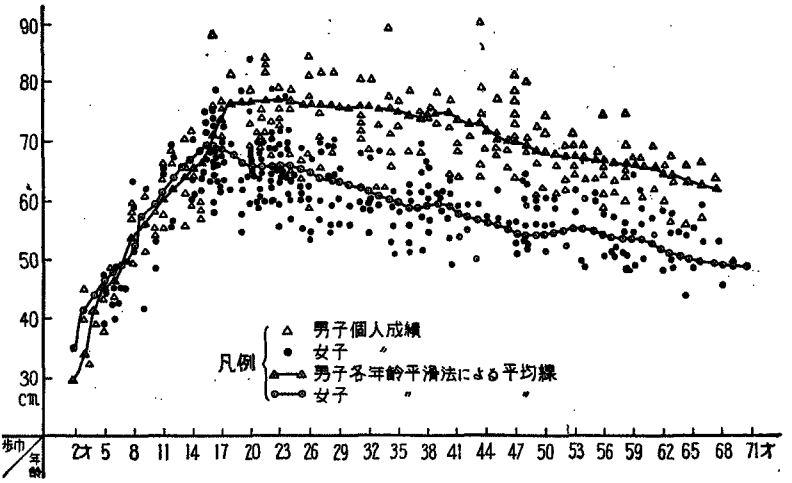
年齢 歳	男子				女子			
	n 人	歩幅 cm	歩数/min 歩	速度/min m	n 人	歩幅 cm	歩数/min 歩	速度/min m
1	1	29.5	171.7	51.26	0	-	-	-
2	1	32.9	119.7	39.35	1	34.6	178.6	61.83
3	4	45.2	139.6	62.36	1	40.6	158.5	64.29
4	1	40.0	161.2	64.29	0	-	-	-
5	3	42.0	139.1	53.00	3	42.7	136.2	51.03
6	3	44.2	138.9	62.42	6	44.0	153.3	67.35
7	0	-	-	-	3	45.8	138.9	71.10
8	2	53.2	130.5	69.25	3	58.5	131.9	77.45
9	4	59.2	133.5	75.77	4	54.3	137.1	61.95
10	3	54.1	130.5	70.93	4	54.3	139.1	75.48
計	22	47.6	137.8	61.59	25	48.6	143.3	67.15
σ		7.8	13.9	6.45		6.1	12.0	6.77

11	4	60.3	134.8	81.60	2	67.0	135.8	90.90
12	2	67.5	133.5	89.78	2	62.3	128.9	80.67
13	3	64.8	133.8	86.80	1	57.3	111.1	63.65
14	6	73.2	126.4	77.38	4	54.3	129.1	84.06
15	3	58.5	107.1	69.00	9	68.1	120.5	81.07
16	3	87.1	117.1	98.30	22	68.9	114.9	79.09
17	3	73.0	120.3	87.81	9	66.2	124.3	80.90
18	1	81.2	121.8	98.90	4	66.9	113.3	78.95
19	0	-	-	-	5	62.8	117.2	73.39
20	2	73.2	125.6	92.26	8	65.7	115.1	75.67
計	27	70.1	124.9	84.82	66	64.0	118.9	79.22
σ		7.2	6.9	7.48		3.1	5.7	5.8
21	11	75.1	118.9	88.47	12	65.5	114.7	73.60
22	3	68.4	103.2	70.83	9	67.1	115.6	77.48
23	3	76.1	109.8	83.43	10	65.6	117.5	77.02
24	4	72.1	120.0	86.43	11	63.8	120.1	76.20
25	4	70.7	114.1	75.20	8	58.1	113.0	70.68
26	5	74.1	114.5	85.20	6	60.5	119.0	72.25
27	3	73.7	117.1	86.00	3	65.9	122.1	80.51
28	3	76.5	114.8	88.48	11	60.8	118.5	72.31
29	0	-	-	-	3	60.3	129.3	77.91
30	0	-	-	-	1	58.2	123.8	72.00
計	36	73.8	115.7	84.82	74	63.3	117.7	74.74
σ		1.9	4.0	4.20		1.9	3.4	21.05
31	6	73.9	115.8	85.56	3	60.4	119.1	72.76
32	2	74.2	110.8	82.54	6	59.2	120.6	71.44
33	2	67.9	112.8	79.54	1	58.2	130.3	75.79
34	5	76.0	116.3	88.04	3	55.9	105.5	58.31
35	2	74.3	118.7	88.04	8	57.1	126.3	70.79
36	2	72.1	117.6	84.98	8	59.5	121.4	72.20
37	3	72.2	110.8	78.93	5	60.3	120.6	75.62
38	1	72.1	114.9	82.88	6	60.8	107.2	70.64
39	2	74.4	121.9	90.69	4	59.6	124.8	74.41
40	4	72.4	129.0	90.64	5	54.6	125.8	70.46
計	29	73.3	116.8	85.18	49	58.6	120.0	71.29
σ		2.0	4.5	2.75		1.4	5.2	3.88
41	3	67.5	110.6	74.52	2	55.7	125.8	70.23
42	1	70.9	104.4	74.00	3	56.8	126.9	72.08

43	6	76.0	115.3	88.62	2	54.4	108.9	58.94
44	1	68.0	90.8	61.78	1	56.4	122.7	69.29
45	5	70.0	109.4	76.17	2	58.4	111.5	65.18
46	1	67.6	113.4	76.71	2	54.5	123.9	67.60
47	6	73.2	111.1	76.82	3	53.9	125.8	67.80
48	3	71.7	129.9	91.05	10	56.3	121.0	68.22
49	5	66.1	118.3	78.13	3	57.6	129.0	64.44
50	2	72.7	127.7	92.67	3	55.9	126.3	71.17
計	33	71.1	114.0	80.56	31	56.1	122.5	69.41
σ		2.4	8.8	7.36		1.1	9.3	4.88
51	2	67.3	106.5	72.01	4	55.1	132.8	75.03
52	3	66.8	112.6	73.99	2	58.6	107.9	63.27
53	4	66.9	110.5	73.99	3	55.7	123.3	74.76
54	2	66.3	126.7	73.39	3	51.8	113.2	59.27
55	2	64.9	115.3	74.89	2	60.5	125.7	76.00
56	6	68.5	109.7	74.72	1	50.7	113.9	57.78
57	1	61.0	115.9	70.67	5	42.1	116.7	61.01
58	5	65.9	120.8	77.16	6	51.2	124.9	63.78
59	2	66.2	117.4	77.72	3	55.8	114.3	62.84
60	1	61.9	115.5	71.55	4	56.2	129.6	76.04
計	28	66.5	114.3	74.65	33	52.8	121.1	67.04
σ		1.9	5.0	1.74		2.3	5.9	4.30
61	2	65.3	120.1	78.69	2	53.6	114.7	61.40
62	2	62.4	112.6	70.40	2	52.6	110.8	57.88
63	4	66.1	113.3	71.36	4	52.1	128.0	66.68
64	2	59.7	103.8	61.47	3	50.4	116.2	63.60
65	1	59.7	115.5	77.40	2	55.9	121.7	62.15
66	0	-	-	-	2	56.1	105.2	53.19
67	2	61.3	116.3	71.30	1	38.4	115.4	44.31
68	1	63.3	110.8	70.17	2	49.3	114.4	56.26
69	0	-	-	-	2	58.0	120.4	60.06
70	0	-	-	-	1	44.8	93.2	41.69
計	14	63.2	113.2	71.20	21	52.1	116.4	59.31
σ		1.8	4.7	4.92		3.5	6.0	6.59
合計	189	66.88	120.30	78.921	299	58.61	122.84	69.77
σ		9.96	8.95	19.177		5.97	14.86	8.56

(1953.8～10月調査，於札幌，東京，横浜)

各個人の1歩の歩幅を第19図に，1分間の歩数を第20図に，1分間の速度を第21図に表わし，その各年齢平均線を平滑法（smooth method）によって結んでみたものである。



第19図　自然歩行1歩の歩幅

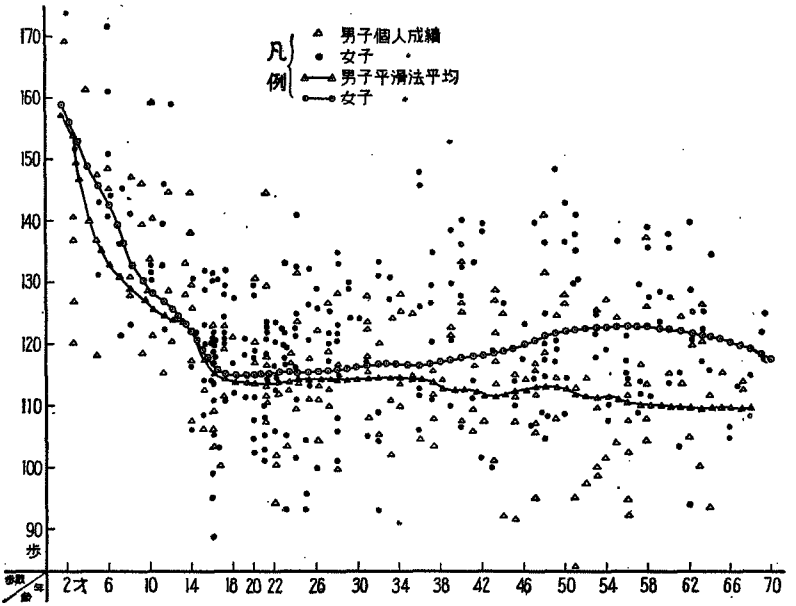
第13表及び第19～21図を見ると次のことが推察される。

(1)　歩幅は男子は17歳で最高に達し，その後はやや狭くなる傾向はあるが，40歳ごろまではほとんど同じ歩幅で続く。女子は16歳ごろ最高（約67cm）となってすぐ歩幅は減少し，20歳ごろまでに約3cmほど狭くなり，47～8歳ごろまで男子と同様の傾向をたどる（ほぼ平行線をなすことに注意）。女子の歩幅はどの年齢においても男子より狭いが，ただ第二発育期の10～14歳の間だけは男子より広い歩幅である。

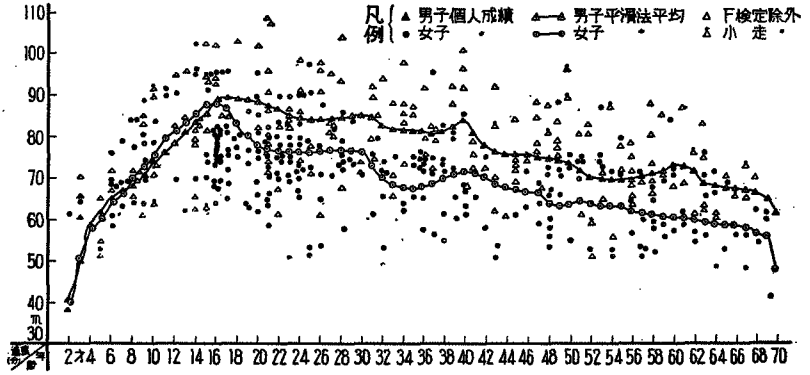
(2)　歩数は歩幅とちょうど反比例的なカーブを描く。男子より女子の方が6～7歩/min多い。一般に身長が大なるものほど歩数は少なく，小なるものほど歩数が多い。

(3)　歩幅と歩数の関係では，歩数が多くなると歩幅も広くなる傾向がある。

(4)　自然歩行では自分に最も都合よいように歩く。おそらく至適速度の歩行が行われているのではあるまいか。歩行至適速度は奥山氏によれば，歩数



第20図　自然歩行の歩数（歩/min）



第21図　自然歩行の速度（m/min）

103歩/min，歩幅59cm，速度60 m/min である[注38]，と報告され，同じ報告の中で，諸家の研究では，Amar は103歩/min，67. 2m/min，Mayer は 90歩/min，60m/min，Atzler und Herbst は 87. 5歩/min，51. 4m/min が絶対的至適速

度であると言い，小泉氏は116歩/min，1歩に要する時間は0.517秒であるから至適速度は 80m/min と述べていた。これらと比較し，「単位距離をより経済的に歩こうとする場合は，自然歩行時の歩幅よりむしろ歩幅を小にし，歩数を大にして歩行すべきである」と結論していた。以上の発表からは必ずしも自然歩行は至適速度歩行とは言えないが，第13表及び第19～21図から考えると，自然歩行は小泉氏の言う至適速度に近い速度でなされていると言うことができよう。

自然歩行速度の大小こそは人間の活力消長を表わす一つの証拠とみなされる。第21図に現われた女子の自然歩行速度曲線は，そのまま女子一生の勢力消長を物語っているように思える。その曲線にひそんでいる意味は，女子体育のあり方さえも如実に教えてくれるもののようにすら感ぜられる。女子自然歩行速度における第一の特徴は，16歳で最高速度に達するが，その直後から数年間は相当著しく低下（83～75m/min）することである。第二の特徴は，30歳を越すとかなり顕著に歩行速度が低下すること。そして第三は，36～40歳において自然歩行の速度上昇が認められること。そこでこの三つの特徴に含まれる由来を考察してみれば，第一の特徴である16歳に最高となるのは，人生において最も活力旺盛になる時期がこの年齢の時であると言われていることと合致するように思われる。しかしその後の数年間が問題であろう。ここにおける速度の低下は，女子が第二次性徴がはっきり形成され，それと同時に活発な身体運動の機会は，学校生活の終えん，社会的機構環境等が女子が運動することを封じているためではあるまいか。第二の特徴は，女子が家庭生活に入り，子女の教育と家庭の雑務に追われて，その生活の疲労が自然歩行速度の低下をまねき，活力が衰える“活力の谷”をつくりだしているものではあるまいか。この二つの徴候から，女子の青年時代における体育運動は女子の一生を左右する一つの重要な因子となるであろうことが推察される。特に第二の特徴としてあげた“活力の谷”は，わが国では昔から女子の33歳は厄年とされていた迷信が，実は迷信でなくして，わが国の社会制度・家庭

生活に由来する事実であることを証拠だてるものではあるまいか。第三の特徴である36～40歳ごろまでの自然歩行速度上昇は，38～40歳には脳下垂体前葉ホルモンが人生ではその分泌盛んな時期に当ることを考え合わせると，なにかこれと関連があるように思われる。

男子においては自然歩行速度が最高に達するのはほぼ17歳ごろで，女子より1年ばかり遅い。男子は女子の場合のように最高に達してからは目立って減少しない。そして女子のように32～35歳の速度の谷は認められず，それが40～42歳までの間に女子のそれと同じような谷が認められる。自然歩行速度におけるこの二つの谷はほぼ同型曲線である。差異点は男子が女子より約10年後に低下が延ばされたと見ることができよう。ここにもまた女子体育に参考になる理由がひそんでいると見られるのである。

男子にしても女子にしても，言わば人生に疲労したと認められそうな活力の谷も，人間の生涯において不可避のものであろうか。われわれには決してそうは思えない。これを脱するには社会環境から変革していかなければならない問題とも考えられるが，根本原理はただ一つ，Carl Dieme[注39]が教えたように「適当な時期における適当な身体運動」をする以外に方法はないと考えられるのである。

第9章　ペドメーターによる運動量測定

1. 運動量測定器としてのペドメーター

ペドメーター（Pedometer）はある速度の上下振動を与えると指針で回数を表わす懐中時計型の計量器である。これは歩行に際し数を刻み，その指数（以下P．Iと称す）によって歩行距離を測定することができるので，歩数計あるいは歩程計という。これで歩行型運動の運動量を測定することができるという理由は，脚の交互踏み出しによって行われる身体移動の運動は体重心の上下動を伴なうものであるという原理から発している。

このメーターを体重心部であるズボンのバンドにつけて歩・走・跳等の運動をすると，指針は目盛りを刻む。すなわちペドメーターは数値(次元はゼロ)で運動量を表わすメーターであると言える。なぜなら，前章で述べたように，歩行の運動量はその人の脚長（身長）・体重等によって推算することができるからである。

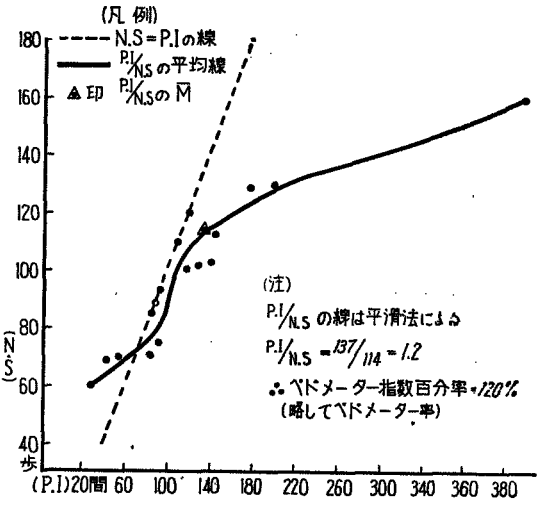
しかしペドメーターは，上下動の速度と振幅の度合によっては1回の上下動に1～5まで数を刻むことがあり，遅い速度の歩行（70歩/min以下）では，meter は動かない場合もあるわけである。第22図は実際歩数（以下N．Sと称す）とP．Iとを比較してペドメーターの性能を実験したものである。

第22図ではN．SとP．Iとの関係はN．S，70～120歩/min まではほぼ一致する。これより運動速度が増すとP．Iは増し，N．S70歩/min以下になるとP．Iは減ずる。すなわち次の関係式が成立する。

P. I/N. S＝1 ……N. S, 70～120歩/min

P. I/N. S＞1 ……N. S, 120歩/min以上

P. I/N. S ＜1 ……N. S, 70歩/min以下



第22図　N. SとP. I の関係図

となるのである。実際速度では，0. 5～0. 7秒間に体重心上下動5cm前後の振動に対してはP. I/N. Sは1となり，それより速度が増加するとP. I/N. Sは1～5となる。第14表はその実験成績である。

第14表では運動速度が増加するとほぼ比例的にP. IはN. Sより増

第14表　歩走型運動におけるP. I/N. S

運動種目	時間	N. S	P. I	N. Sに対するP. I百分率(%)	備考
1000m競歩	5分10秒	1044	3326	319	○競歩及び長距離競走を約20年間にわたり経験した被験者，同一メーターについて測定実験 ○100mは同一日の実験 ○他はいずれも異なる日に測定 ○1953. 8月3日～8月20日 ○被験者体重　62kg
3000m競歩	18分31秒	3215	9920	309	
800m歩・走(混)	3分0秒	747	1060	142	
3000m走	11分42秒	2244	3946	176	
3000m走	10分15秒	1942	4113	212	
3000m走	11分41秒	1984	3485	176	
100m疾走	13秒9	68	171	251	
100m競歩	25秒2	84	322	383	
100m自然歩行	1分2秒4	122	122	100	

加する度を加える傾向がある。これは普通歩行より速度大なる同型運動において，それより緩速度の運動は運動量が少ないことを表わすものと見ることができる。すなわち運動強度を表わすのである。

P. I/N. Sの関係を検証するために100mを同一人に3回歩行せしめて実験してみた結果は，第15表のようになった。

第15表　100m歩行におけるP．I：N．S

被験者 性別・年齢	第1回 1分15秒		第2回 1分12秒		第3回 1分24秒		平均 1分17秒	
	N.S	P.I	N.S	P.I	N.S	P.I	N.S	P.I
N. A. 女 8歳	130	187	122	166	156	172	136	175
N. M. 女 10	121	190	127	168	144	172	131	177
A. T. 女 10	141	167	143	176	171	200	152	181
T. A. 女 10	150	169	135	165	174	182	153	172
T. N. 女 13	160	168	127	155	170	166	152	163
平均	140	176	131	166	162	178	145	174
標準偏差	17	13	9	9	10	14	9	5

第15表によれば平均して

$$P.I/N.S=174/145=1.2$$

となり，先に掲げた第22図でも

$$P.I/N.S=137/114=1.2$$

となって全く一致する。

ペドメーターは小型で普通試合のとき測定してもほとんど成績には影響なく使用できるので，大がかりな実験装置をすることなくして，そのままの運動量をある程度まで測定できるという点で身体運動研究には重要なメーターである。しかし種々の競技運動では，歩走型運動以外のP．Iに余り関係ない基本的運動が含まれ行われていることは見逃すわけにはいかないので，これはあくまでP．Iがそのままで運動量を正確に表わすとことができるという性質のものではない。

2. 各種スポーツ及び労作の運動量

前に述べたような測定器械であるペドメーターをもって各種のスポーツや作業の運動量を測定して第16・17表のような成績を得た。

これによって考えられることは，

第16表　各種スポーツのペドメーターによる運動量測定

No.	スポーツの種目，方法，性別	P. I	測定時間	P. I/min	被験者数	摘　　要
1	陸上競技，短，練習　男	171	13秒9	738. 1	4	100m疾走
2	競歩，練習　男	9920	18分31秒	535. 7	1	3000m競歩
3	バドミントン，単，試合　男	8136	28分30秒	285. 5	2	第2回全日本選手権大会ベテラン
4	陸上競技，長，練習　男	11957	43分42秒	278. 0	3	8000m道路走
5	スキー，長距離競走，練習タイムレース　男	7177	37分31秒	194. 0	5	8 km，弱18～28歳
6	籠球，練習試合　男	2006	11分40秒	187. 9	11	学生選手の練習ゲーム
7	籠球，練習試合　女	1500	8分	187. 5	5	女子高校選手1クォーター
8	乗馬，並足　男	5385	30分	179. 5	1	道路歩行約3 km
9	庭球，練習　男	7444	42分	177. 3	6	乱打練習，学生
10	バドミントン，練習男	21287	120分	177. 3	3	単，複，乱打ゲーム休憩を含む
11	登山（下り）　男	23243	135分	172. 1	2	約9 km海抜1100m
12	バドミントン，複，試合　男	3910	23分	170. 0	9	3ゲーム公式試合及び練習試合
13	自転車，実用車　男	1624	15分40秒	130. 8	4	平地凸凹路
14	バドミントン，単，試合　女	1311	10分25秒	125. 8	14	1953年全道選手権大会2回～4回戦17～21歳
15	卓球，練習　男	2574	25分	105. 0	5	学　生
16	登山（上り）　男	16239	150分	108. 3	2	約9 km海抜1100m
17	野球，硬，練習試合　男	11375	115分	98. 9	6	学生選手
18	軟式野球，投捕球　男	3292	40分	82. 3	2	学　生
19	排球，練習試合　男	682	8分30秒	80. 1	6	室内コート，1セット
20	陸上競技，（正課体育）短，跳　男	5235	69分	75. 8	11	大学の正課体育
21	排球（正課体育）　男	5201	80分	65. 0	8	大学体育，練習ゲーム
22	バドミントン（正課体育）練習　男	3502	60分	58. 4	8	大学体育，基礎打法
23	軟式庭球（正課体育）練習　男	4931	90分	54. 8	4	大学体育，乱打練習
24	蹴球，中学校（正課体育）　男	2551	50分	51. 0	3	保健体育研究授業
25	卓球（正課体育）　女	3636	70分	51. 9	2	大学体育，普通練習
26	バドミントン，練習女	1684	30分30秒	50. 3	2	軽い基礎練習
27	体操（正課体育）　男	1801	40分	45. 0	4	中学二年，徒手体操及び跳箱
28	ダンス（正課体育）女	1766	45分	39. 2	4	中学一年「みのり」研究授業

(1)　各種スポーツは，同一種目でもその行われる状態によって運動量と質には差を生ずる。すなわち運動の強度は運動のし方によって差がある。たとえばバドミントンの運動量と強度は，練習と試合の場合，単・複の試合別に

第17表　日常活動・作業活動における P. I

No.	活動種類，性別	P. I	測定時間	P.I/min	測定人員（延）	摘　要
1	幼児4歳，日常活動　男	34700	14時4分	42. 3	4	室内外における遊び
2	中学，学校生活　男	10155	4時40分	36. 3	3	疲労測定を含む自由学校生活
3	小学校（2年）日常学校生活　女	23412	12時7分	35. 0	3	学校及び家庭における自由活動
4	中学生徒，作業（農）男	7757	3時46分	34. 5	3	稲刈り手伝い及び収穫作業
5	小学校生活　女	25867	12時30分	34. 0	1	7歳，学校生活—日常遊び
6	幼　児　女	27670	13時38分	34. 0	3	5歳→自由遊び
7	小学校生活，6年　男	3182	1時40分	31. 8	5	学校生活10時～11時40分
8	中学校　女	10260	5時53分	29. 1	11	体育測定自由活動
9	幼児，日常活動　女	19402	11時13分	28. 9	8	就学直前の子供，自由活動
10	採炭作業　男	11181	6時35分	28. 3	6	一番方採炭夫の入坑から終業まで
11	中学生徒，作業（農）女	4688	4時22分	17. 9	3	稲の収穫作業の手伝い
12	幼女，4歳，日常活動女	12793	12時	17. 8	8	室内外の自由遊び
13	壮年，職業活動　男	17918	16時10分	17. 4	35	体育教師35日連続測定
14	旅館女中　女	14775	15時24分	16. 0	5	客の接待活動（内4人2時間午睡）
15	主婦，日常活動	9438	13時15分	11. 8	6	31歳，同一人6日間家庭雑務
16	採炭作業　男	6049	8時50分	11. 5	3	三番方（深夜作業）入坑→終業
17	主婦，49歳，日常活動	3914	14時	4. 7	10	同一人10日間家事活動
18	老人，70歳以上　男	88	47分	1. 9	3	養老院生活のひととき
19	老人，70歳以上　女	58	45分	1. 3	6	養老院生活 のひととき

よって，あるいは対戦相手の技能や体力等によって，著しく差があることを P. I 値は示している（第16表）。

(1)　P. I/min＝180程度では3時間前後の運動が普通に行われているが，これを仮りに歩行運動量に換算してみると，1歩の仕事量を 4. 662kg-m[注40] ととってみて，P. I/min180の運動3時間では，

$$4.662 \times 32400 = 151049 \text{kg-m}$$

となる。この時の効率を25%[注41]とみればP. I/min180で3時間の運動は約1415 cal を消耗する運動となる。これを第16表でみると，実際スポーツ種目ではスキー長距離競走，籠球男女の練習試合，バドミントンの練習と複の試合，登山，庭球の練習等である。

(3) 作業労働に伴なってなされる身体運動量は，スポーツの運動量よりはるかに小であることは当然であるが，真の作業労働の運動量は，ペドメーターに現われた数値を相当に超過していることが推察できる。それはスポーツの運動速度と，作業労働の運動速度は，前者においては運動速度をつとめて引き上げようとし，後者では運動速度をつとめて減殺しつつその結果の仕事量の大きさを目標とするという性質のものであるからである。ここにはっきりとスポーツや体育運動における身体運動の性格と，作業労働における身体運動の性格との差が現われていると見るべきであろう。体育という立場からは，作業労働は好んで自ら求め，興味をもってするという身体運動ではない。努力し，ある時には強制的にする身体運動であると見ることができる。その結果からくる疲労及び教育的意義と価値には大きな隔たりがある。したがって作業労働に伴なう身体運動をそのままの形で体育の手段には代替することができない。

3. 生活・職業別にみた身体運動量

a. 中学校生徒の運動量

13～15歳の中学校生徒の身体運動では，学校生活中の運動量・作業活動中の運動量等はどんな実情にあったか，二つの実測の結果から考えてみよう。

その一の場合は『農繁期作業の中学校生徒に及ぼせる身体的影響』[注42]であった。要旨は，「晩生内中学校において，毎年稲作収穫の農繁期には学業を休業して，生徒たちに手伝いに当らせていたが，この時期に休業することは，

教育上の大きいマイナスであるばかりでなく，生徒の農繁休業終了後の活動には保健体育の上から特に好ましくない影響が及んでいるように見受けられる。それで，これが果して教育上身心にどのような影響があるか測定調査してほしい」という学校長の依頼により，われわれ体育研究室一同で次の調査測定を行った。

(1)　晩生内中学校下における食生活の実態調査

(2)　生徒の基本体力調査

(3)　農繁期作業の生徒に及ぼす身体的影響の調査ならびに測定

(a)　農繁期間に施行せる中学校生徒の体位血圧反射法による測定 (Electro cardiogram)

(b)　農繁期作業のペドメーターによる運動量の測定

という項目につき，1951年9月23日～同10月15日の期間にわたって調査測定したものである。そのうちの(3)のb項農繁期作業のペドメーターによる運動量測定成績は第18表中の測定No. 6～11までであった。

第18表　中学校生徒の日常学校生活・作業・体育等における運動量

測定No.	年齢 歳	性	学年	P.I 最大	P.I 最小	P.I/min 最大	P.I/min 最小	測定時間 (時.分)	活動状態
1～5	13～15	男	中1～3	22749～1105		47.4～4.3		3.00～8.00	日常の学校生活
6～8	13～15	男	中1～3	10878～4146		42.7～20.7		3.18～4.40	農作業
9～11	13～15	女	中1～3	6361～3404		24.5～11.9		4.05～4.20	稲運び，家事手伝い
12～17	14～15	女	中2～3	23737～3838		49.4～18.0		3.00～8.15	保健体育調査・運動
18～21	12～13	女	中1	2817～1216		56.3～24.3		0.50～0.55	ダンス授業
22～24	14	男	中2	3362～2100		67.5～42.0		0.50	サッカーゲーム

その第二は旭川市常盤中学校における体育正課授業中の生徒の運動量をペドメーターによって測定したものであった。それは第18表中No. 18～24までである。測定例が少ないけれども，この表から，体育上の意義を考察してみることにする。

中学校生徒の通常学校生活全体を通しての運動量は，男子平均P. I/minは

約30.0，女子は26.4，作業労働におけるP.I/minは男子34.1，女子21.6となって，中学校においての体育を含めての学校生活における運動量と，強制され，制約された作業労働に伴なう運動量とは男女差が認められる。農繁期の作業では，男子の方が多く筋肉労働を伴なった作業をなし，女子は筋肉運動的な作業は農繁期中でも学校生活における運動量よりも少ないものと思われる（ペドメーター測定の生徒は特に働き者と言われている生徒であった）。

日常学校生活における運動量と，農繁作業比を見ると，男子は113.6％，女子は81.8％である。すなわち農繁作業は，日常生活に比し，男子は約14％の増加，女子は約18％の減少となって現われたわけである。

中学校生徒の体育正課における運動量であるが，普通中学校における活動のP.I/minは25前後で，1日P．I総量は約20000になる。第18表中No.18～24までを見ると，50分の正課体育（研究授業ではあったが）中に女子がP．I 1200～2800，男子2100～3360では，発育盛りの活気旺盛な彼らにとっては，あまりにも運動量が少なすぎよう。自然歩行は最も軽い身体運動の部に属するが，正課体育中に，その時間中歩いたとすれば，125歩/min平均として約P．Iは6000前後となるはずである。その半分にも満たない正課体育中の運動量では体育の実際効果を挙げるには問題である。50分授業では少なくも男子P．I 5000，女子は4000くらいが適正運動量として必要であろう。そうでなければ，身体運動を通して，彼らの身心に教育的影響を効果的に与えることはできまい。このことは中学校のみならず，学校体育実技の正課時間にはこれを充分に考慮して指導する必要があろう。

中学校生徒の作業について考察すれば，作業労働は精神的に非常な束縛感をもってするものであるから，心理的強制運動であると見なし得られる。それからくる疲労は，運動強度の疲労よりもむしろ心理的な，いわゆるストレス(Stress)が大きく作用することになろう。中学校生徒のいろいろな活動による身体運動量について要約すれば，スポーツ及び体育運動における運動量は体育の一般問題として処理指導さるべきであろうが，作業労働については，

心理学的・教育学的課題として研究され指導されてゆかなければならない問題であろう。

b．採炭作業員の運動量

炭坑における坑内作業員は日中作業するものと深夜作業をするものとに分れている。これは交代制になっているが，前者を一番方，後者を三番方といっている。この両者が労働科学ではどのような能率を示しているかはよく研究されているところで，そのことについては触れる必要はないが，日中作業員と深夜作業員とでは，作業従事中の運動量にどれくらいの差があるかをみるため，坑内作業従事の作業員の運動量をペドメーターで測定してみた。現在の坑内作業は以前と違って筋肉労働というよりむしろ機械を操作するというような，技術労働とでも言える形態に変化してきている。作業内容を身体運動の基本型からみると，身体移動の歩行型運動が相当行われるようになってきている。

測定は，被験者が作業に従事するため入坑する際に入口でメーターをつけ，作業が終って出坑するときまでを測定時間とした。結果は第19表に示した通りである。

採炭の際の身体運動は一番方（8時～13時），二番方（14時～20時），三番方（21時～4時）で時間が違うだけで作業内容は同じなので，身体運動の型も同じと見てよい。

第19表　採炭作業員の運動量（1951年測定，三井芦別鉱業所）

交代制別	被験者	年齢 歳	P.I				活動時間(分)			P.I/min			
			最大	最小	$\overline{M}$	σ	最大	最小	$\overline{M}$	σ	最大	最小	$\overline{M}$	σ
一番方	採炭夫	22～36	6682～3433		4778	1413	290～345		316	24	19.3～	9.9	15.1	4.0
三番方	採炭夫	22～36	14020～6470		9245	6000	470～470		470	—	31.2～	12.3	20.0	7.6

（備考）作業内容——上段はボーリング，先山，後山，掘進。下段は先山，後山。

第19表では測定例が少ないので，考察は困難である。採炭作業員の運動量

はペドメーターでは測定できないという外ない。しかし測定した結果から強いて述べてみると，採炭作業は運動量としてはそう多いものではなく，普通歩行程度の運動約70分くらいの運動量にしか該当しないことになるが，これもここに現われた数字の上だけからであって，もっと精密な測定ではどのような結果となるかは予断できないことである。

c．旅館女中の運動量

1951年7月，北見市Ｉ旅館に働く女中5名につきペドメーターによって運動量を測定した結果は第20表に示した通りである。

第20表　旅館女中の運動量

被験者	年齢（歳）	測定時間（分）	P.I	P.I/min	摘要
T.A	18	840	14776	17.6	炊事係，昼寝2時間
K.K	24	900	16074	17.9	1・2階担当，同上
T.S	36	1020	11190	11.0	1階担当，昼寝2時間半
M.T	32	840	9235	11.0	炊事，台所担当
K.M	32	1020	22600	22.1	2階担当，疲労感を訴えている
$\bar{M}$	28	924	14775	16.0	
σ	6.5	82	4614	4.3	

女中としての労働は身体的な運動が多く伴なう。ほとんど廊下階段の立居振舞である。身体運動の基本的な型からいうと歩行型運動と言えるだろう。自然歩行の成人女子速度は，120歩/minで，第20表の結果でＰ．Ｉ値を歩行時間に換算してみると，Ｔ．Ａ——123分，Ｋ．Ｋ——134分，Ｔ．Ｓ——93分，Ｍ．Ｔ——77分，Ｋ．Ｍ——188分となり，平均2時間歩行したと同じ運動量となる。このうち2階担当Ｋ．Ｍは，約3時間も歩き続け，しかも階段の上り下りの運動が含まれているので，エネルギー代謝量も平地歩行よりはずっと多く消費せられているであろうと推察することができる。またこれを歩行距離に換算すると平均して旅館女中は約9kmを歩行すると同じ運動量となり，保健体育上から眺めると，体育教師（次の項参照）などと同様に好ましい職業

と考えてもよい。しかし，2階担当女中は仕事としてこれだけの負担がかかるのではオーバーワークとなるだろう。体育教師とほとんど運動量的には似ていても，内容はかなり違っていると思われるので，一律に同種の職業であるとは見ることができない。

普通30歳前後の女子ではP．I値で1日約8000の運動量が毎日の適量と考えられるので，旅館女中の運動量は適量を少し上回る程度に等しい。これは観光客等で満員の北見市の一級旅館の女中の運動量である。

d．体育教師の運動量

被験者の一人O．Hは東京都内のO中学校の専任体育教師，他のもう一人の被験者N．Kは，その同じO中学校と，横浜H高等学校とを兼任臨時体育講師である。この二人の，約3カ月にわたるペドメーターによる運動量の測定記録は第21・22表の通りであった。

第21表　体育教師の運動量Ⅰ（被験者O．H．25歳，男子，身長164cm，体重48kg）

測定No.	測定月日（曜日）	活動時間 自　至	時間（分）	P．I	P．I/min	摘　要
		時 分～時 分				
1	7．20(月)	8．00～19．55	665	11302	15．8	学校，事務，座1．5時間，他普通。
2	7．21(火)	7．45～22．20	875	10863	12．1	バス40分，3．5時間野球試合見学。
3	7．22(水)	7．25～19．15	710	14080	19．8	体育実技指導3教時，テニス1時間。
4	7．23(木)	7．15～18．50	695	13368	19．2	同上，水泳その他。
5	7．24(金)	8．15～19．25	670	17160	25．6	同上，卓球20分，座2時間，その他。
		（6～12省略）				
13	8．2(日)	7．00～18．00	660	5312	8．1	野球1時間，昼寝4時間，読書。
14	8．3(月)	6．15～22．00	945	20650	21．9	テニス1時間，試胆会，その他。
15	8．4(火)	6．00～20．25	865	4680	5．4	雑務のみ。
16	8．5(水)	8．00～19．20	680	15630	23．0	歩行40分，その他。
17	8．6(木)	6．10～19．30	800	17130	21．4	同上。
		（18～31省略）				

32	9. 1(火)	7.10～18.50	700	11970	17.1	作業60分，野球20分，その他。
33	9. 2(水)	6.50～19.20	750	14506	19.3	野球90分，その他。
34	9. 3(木)	7.00～24.00	1020	8340	8.2	特に運動しない。
35	9. 4(金)	7.10～19.10	720	10702	14.9	野球30分，実技3時間，メーター故障。
36	9. 5(土)	7.00～21.40	820	18118	22.1	歩行50分，その他，実技。
			(37～59省略)			
60	10. 1(木)	7.00～21.20	860	17519	20.4	雨，講義3時間，その他。
61	10. 2(金)	7.05～18.50	705	7897	11.2	室内雑務。
62	10. 3(土)	7.00～19.10	730	20153	27.6	実技指導4時間，競技60分，野球審判100分。
63	10. 4(日)	7.40～19.10	690	15756	22.8	競技指導60分，その他（体重48kg）
64	10. 5(月)	7.05～19.30	745	17888	24.0	競技指導120分，その他。
			(65～86省略)			
87	11. 1(日)	5.50～18.45	775	12778	16.5	電車2時間，陸上大会監督5時間。
88	11. 2(月)	7.40～18.00	620	6121	9.9	テニス30分，その他，室内。
89	11. 4(水)	7.30～18.55	685	9394	14.7	室内，テニス60分(meterはずす)。
90	11. 5(木)	7.10～18.00	650	14367	22.1	4000mコース測量，その他。

第22表　体育教師の運動量Ⅱ（被験者N. K. 43歳，男子，身長169cm，体重61kg）

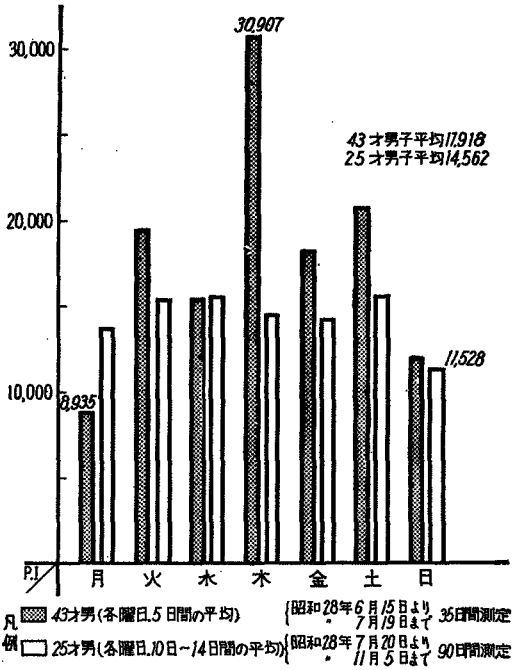
測定No.	測定月日 (曜日)	活動時間 自～至 時分一時分	時間 (分)	P. I	P. I/min	摘要
1	6. 15(月)	6.00～22.35	995	11228	11.4	蒲田→←幡ヶ谷受講(歩，電車)
2	6. 16(火)	5.55～23.20	1045	20714	19.9	横浜→←蒲田(電車)体育教師
3	6. 17(水)	6.10～23.30	1040	16478	15.8	蒲田→←幡ヶ谷，R軟庭40分
4	6. 18(木)	5.35～23.00	1045	31110	28.8	課外体育時間指導 横浜 体育実技7時間教授，疲労感大
5	6. 19(金)	6.00～24.00	1080	14600	13.3	蒲田→←大森実技2時間教授
6	6. 20(土)	5.50～23.30	1060	23693	22.5	同上，実技2，課外4時間
7	6. 21(日)	7.30～24.30	1020	6640	6.5	室内座，散歩約40分
8	6. 23(火)	6.10～22.30	985	12970	13.2	横浜→←蒲田，実技2時間
9	6. 24(水)	6.15～23.25	1030	10876	10.6	蒲田→←幡ヶ谷，室内研究
10	6. 25(木)	6.10～22.50	1000	20305	20.3	蒲田→←横浜，実技7時間，課外50分
11	6. 26(金)	6.00～23.40	1060	26136	24.6	蒲田→←大森，実技3時間，課外2時
12	6. 27(土)	6.00～24.30	1110	18013	16.2	同上，実技2時間，課外1.5時間
13	6. 28(日)	7.00～24.00	1020	8580	8.4	蒲田→←新宿市街地散歩2時間，電車2時間
14	6. 29(月)	6.00～23.30	1050	8656	8.2	蒲田→←幡ヶ谷，受講4時間
15	6. 30(火)	—	930	14332	15.4	蒲田→←横浜，実技4時間(室内)

16	7.	1(水)	6.00～24.55	1135	11682	10.3	蒲田→←幡ヶ谷→お茶の水，受2
17	7.	2(木)	6.32～22.53	981	32950	33.6	蒲田→←横浜，実技7時間，課外2.5時間，疲労感大
18	7.	3(金)	6.00～23.40	1060	24438	22.9	蒲田→←大森，受講2時間，課外3時間
19	7.	4(土)	6.00～23.50	1070	19175	17.9	蒲田→←大森，それぞれ室内遊び
20	7.	5(日)	6.00～22.55	1015	15813	15.6	蒲田→←六浦，金沢八景歩行約1時間，バス電車
21	7.	6(月)	6.30～23.20	1010	6660	6.6	室内座(P.I 5386散歩)
22	7.	7(火)	6.00～24.50	1130	15952	14.1	蒲田→←横浜，実技2時間，講義2時間，歩行50分
23	7.	8(水)	6.00～23.00	1020	15280	15.0	蒲田→←幡ヶ谷→←川崎，歩行1時
24	7.	9(木)	6.00～24.35	1115	29010	26.0	蒲田→←横浜，作業7時間，バドミントン2時間半
25	7.	10(金)	6.00～22.40	1000	10805	10.8	蒲田→←大森，室内活動
26	7.	11(土)	6.00～24.00	1080	19245	17.8	蒲田→←横浜，バドミントン単4セット，複
27	7.	12(日)	7.00～22.00	900	18985	21.1	午前中陸上競技指導2時間
28	7.	13(月)	7.00～26.00	1140	6158	5.4	室内座，3400m散歩
29	7.	14(火)	6.00～22.40	1000	33710	33.7	蒲田→←横浜，実技4時間，バドミントン3時間
30	7.	15(水)	6.00～22.40	1000	21615	21.6	蒲田→←幡ヶ谷→←大森，陸上2時
31	7.	16(木)	7.00～22.40	940	40960	43.6	疲労感大，競歩4時間，バドミントン2時間半，散歩1時間半
32	7.	17(金)	7.00～22.30	930	12934	13.9	蒲田→←大森，実技3時間，他
33	7.	18(土)	6.00～24.10	1090	24615	22.6	蒲田→←竹早，東京学大体育館，バドミントン大会，単6複4セット
34	7.	19(日)	6.20～23.50	1050	10616	10.1	武蔵野競技場，陸上大会監督
35	7.	20(月)	6.00～22.20	980	10972	11.2	蒲田→←平塚，汽車3時間，バス40分，歩約30分
36	10.	23(金)	4.00～22.10	1090	23220	20.0	大森→←長岡　歩→三津　船→沼津，遠足，標高780m，30kg負荷

第21・22表の測定記録を七曜別に集計して（第23表）それをHistgramに表わすと第23図となる。

第23表　体育教師の七曜別平均運動量

被験者名	項目		月	火	水	木	金	土	日	$\bar{M}$
O.H 25歳男子 体重48kg 身長164cm	P.I.	$\bar{M}$	13558	15882	15636	14788	14418	16122	11528	14562
		σ	4130	7917	5365	5364	7965	5110	1334	5457
	P.I/min	$\bar{M}$	18.6	18.3	21.5	18.9	19.6	20.8	17.3	19.3
		σ	7.6	7.2	8.0	7.6	4.8	4.7	7.0	
N.K 43歳男子 体重61kg 身長169cm	P.I.	$\bar{M}$	8935	19536	15186	30907	17783	20948	12128	17918
		σ	1986	9017	4669	8980	6666	2870	5367	5651
	P.I/min	$\bar{M}$	8.6	19.3	14.7	30.5	17.1	19.4	12.3	17.4
		σ	2.6	8.9	4.7	10.1	6.0	2.8	6.3	5.9



第23図　各曜日運動量

第23図を含め，第21～22表から，そのP.Iを自然歩行に換算してみれば，被験者O.Hの最高P.Iは土曜日のM16112であるから，歩行距離にして歩幅75cmとして約12km，日曜日の最低でも8.8kmで，毎日2里以上の歩行と同様な運動量になる。被験者N.Kは歩幅83cmであるから，最高木曜日のM30907を里程に換算すると約6里半(25.6km)で，最低は2里弱(7.4km)である。全体のMではO.Hは11.2km, N.Kは14.9kmとなる。Otto Fissherの歩行仕事量(88頁，「歩行の運動量」の項参照)算出法から仕事量及び当熱量を推算してみると，被験者N.Kの木曜日MP.I値からエネルギー消費量を導き出すと，

$$4.662\times30907=144088\ (\text{kg-m})\ \cdots\cdots\text{最高}$$

よってこの仕事量に対する当熱量は

$$144088\div426.8=337\text{cal}\cdots\cdots\text{機械的熱量}$$

この時の効率は歩行のみでなく，走その他も含まれているので，平均効率を25%とみて，

$$337\div0.25=1348\text{cal}\cdots\cdots\text{消費熱量}$$

となる。また被験者O.Hの場合は，3カ月間の1日平均消費熱量は身体運動に要する熱量だけで約900 calとなる。この二人の基礎代謝量及びペドメー

ターに現われなかった活動に要する熱量を加えると，N. K は 2500～3500cal, O. H は2300～3100 cal と概算される。これを労作種別に対比してみると（第4表参照），強労作に等しい程度となる。これはある特殊な身体運動を伴なう職業としていろいろな方面に参考資料を提供するものとなるであろう。

e．老人の運動量

人生70歳を越えると肉体的能力は青・壮年時代とは格段の差を示し，体力低下の度を加えるのは当然である。70歳以上の高齢者の身体的活動は，若い年齢のものに比較すると，常識的には，身体運動などと言えないほどその動きは緩慢であり，運動しない。

1951年札幌養老院及び晩生内中学校下の老人についてペドメーターによって運動量を測定してみたが，それは第24表のようなものであった。

第24表　老　人　の　運　動　量

測定No.	被験者	年齢	性別	測定時間(分)	P. I	P. I/min	摘　　要
1	T. S	79	男	72	213	3. 0	柔軟度測定5分を含む前後の動作
2	T. T	71	女	5	36	7. 2	柔軟度測定
3	O. Y	72	女	70	269	3. 8	No. 1の場合に同じ
4	T. T	73	女	5	22	4. 2	No. 2の場合に同じ
5	H. H	74	男	3	8	2. 7	柔軟度測定
6	S. S	68	男	10	30	3. 0	同上（動作特にスピードなし）
7	K. S	71	女	10	8	0. 8	同上（同上）
8	S. T	74	女	225	180	0. 8	子守，炊事手伝い
9	S. T	74	女	390	120	0. 3	玉蜀黍皮むき
	$\overline{M}$	73				2. 9	男子平均
						2. 9	女子平均

第24表を見ると，高齢者の運動量はペドメーターでは捉え難いほど運動速度が遅いものであると見られる。老人の P. I/min は約3であるから，一日中ほとんど坐っているか寝ている時が多いと推察される。測定 No. 8･9 は同一人の日を異にした測定であったが，1日 15 時間目覚めているとして P. I は

450 前後になるので，青年たちがスポーツを数分間するのと同程度運動量の運動よりしない勘定になる。何か仕事をするにしても，野菜や果物の皮むきとか，せいぜい手仕事ぐらいのものであろう。第24表の No. 1〜7 までは，柔軟度測定という，老人にとっては特別の身体運動をした機会における運動量なのであるが，その時ですら P. I/min は3. 5である。したがって目覚めている間中は活動してやまぬ 4 〜 5 歳の子供らに比べたら，子供の一時間の活動が，老人の一日の運動量に等しく，これも何か特に活動した老人の場合で，普通には子供の 3 〜 5 %程度の運動しかしない微々たるものであると考えられる。

また老人の運動の性質は，速度が遅く，軽い運動で，激しい敏捷性能力や格力型の一時に多くの力量を必要とする運動は老人には不向きであると考えられる。しかし元気な老人もいるわけであるし，活動的な老人ほど健康で長生きもできるだろうと考えられないこともない。

第10章　二三のスポーツにおける分析的測定調査

1. スキー選手の体育調査及び測定

a. スキー選手の健康と練習法の調査

昭和28年3月，札幌において開催された第24回宮様スキー大会に参加した選手に，次の7項目について質問紙法による調査を行ってみた。

① スキー年齢（スキーを始めてから何年になるか）

② 大会出場経験（対外試合に何回出場したか）

③ シーズン中における練習回数（シーズン中1週に何回練習するか）

④ 1回の練習時間（1回の練習時間は幾時間ほどか）

⑤ シーズン前のトレーニング（シーズン外にトレーニングするか否か。どんな種目のトレーニングをするか）

⑥ 疾病・怪我などの既往症（病名及び種類）

⑦ 選手としての希望感想等

以上の項目についての調査結果は，まず質問紙に解答した選手は全参加選手580名中59名（男56，女3）で約10%あった。これを集計してみると，

① スキー年齢は男子平均7年半，女子6年，最高35年間もの長い間選手を続けてきたものもあった。

② 試合出場回数は平均10回，中には250回も出場したものもいた。

③ 練習回数は1週平均4回，中に8回/week というのがいたが，これは日曜には午前と午後1日2回練習した熱心者であった。

④ 1回の練習時間は，飛躍競技・距離競技・回転競技によって多少差があるが，平均2時間49分となっており，これにスキー手入れや練習準備時間を

加算すれば，スキーがいかに長時間を必要とする競技であるかがわかろう。

⑤　シーズン前にトレーニングしたもの44名，しない者は12名で21%であった。雪が消えるや否やすぐ次のシーズンにそなえて4月からトレーニングを開始したもの14名，有名選手はほとんど大部分4月から7月までの間にトレーニングをやり始めている。

トレーニングの種目は第25表の通りであった。

第25表　スキー選手のトレーニング種目
（昭28. 第24回宮様スキー大会参加選手）

トレーニング種目	人　員	百分率	備　考
マラソン	28名	47.5%	
体操	20	33.9	
球技	14	23.7	庭球・排球・野球・籠球等
自転車	1	1.7	
水泳	1	1.7	
その他特殊運動	6	10.0	自分で工夫した補助運動
計	70	118.5	調査実人員59名中1人で2種目以上トレーニングしていた者あり

⑥　スキー選手の既往症は18名（34%）あった。その内訳は第26表の通りである。

第26表　スキー選手の身体的傷害・既往症
（昭28. 第24回宮様スキー大会参加選手）

傷害・既往症	人　数	百分率	備　考
捻坐	8名	44%	足首及び膝関節
骨折	3	17	脚　部
呼吸器疾患	2	11	肺門炎
循環器疾患	2	11	心臓病
その他	3	17	腎炎，神経痛，虫垂炎
計	18	100	

スキーでは外傷が最も多く，第26表の通り捻坐と骨折者合計は全既往症者の61%を占めている。既往症では呼吸器や心臓疾患者が計22%で外傷者に次

ぐ率を示しているが，これはスキーに限らずどのスポーツにも，またスポーツマンに限って多いというものでもないと見られる。スキーでは外傷が多いということについては，その予防対策を充分に考慮し方法化しなければならない。その対策の最良の方法はスキー技能をよく身につけることであろう。

⑦　選手たちは何を希望しているかを見ると，“勤労者のために夜間でもスキーができる設備（主に照明）がほしい”“リフトを設備して練習が能率的にできるようにしてほしい”“選手の健康管理や安全に充分な配意と手段を講じてほしい”“役員の選手に対する親切心”“補助運動やマッサージの方法を指導してほしい”等の希望が述べられていた。

b．スキー選手の運動量測定

スキーの長距離競走における運動量を，実際試合に参加した7名の選手につき，ペドメーターをもって測定した。参加選手は少しでも負担を軽くしようと努めているのに，ペドメーターをつけたことから試合成績に影響することが懸念されたが，7名の被験者がほとんどその影響を訴えていなかったのは，この測定を成立せしめ，信頼できる研究資料とすることができるものにしたと信じている。

測定の実際では被験者7名中途中棄権者2名を除外して5名の測定成績を

第27表　スキー選手の運動量（ペドメーターによる測定）
（昭28. 第24回宮様スキー大会，長距離）

測定No.	被験者	年齢（歳）	性別	時間（時，分，秒）	P. I	P. I/min	成績
1	E. T	42	男	1°, 23′, 41″	13659	163. 2	壮年組1位
2	K. S	17	男	1°, 52′, 42″	17087	151. 6	少年組下位
3	T. Y	17	男	1°, 33′, 47″	17770	189. 5	少年組中位
4	H. F	31	男	1°, 12′, 18″	12298	170. 1	成年組2位
5	S. T	25	男	1°, 8′, 56″	11732	170. 2	青年組3位
	$\overline{M}$				14509	169. 2	
	σ				2625	16. 9	

得た。その記録は第27表の通りである。

第27表によってスキー長距離競走における運動量と試合成績及びスキー技術との関係について推察すると，成績のよい選手はスキーをよく滑らせ筋肉に仕事をさせないようにしたと考えられる。スキー長距離競走における1分間のP．Iは170である。これはタイムがよい成績上位者においては，その総P．I 値の多少の差にかかわらずほぼ一定であるという特殊状態を示していた。滑るという運動の性質を表わすものであると考えられる。

スキー長距離競走における運動量をエネルギー代謝量に換算してみると，5人の平均体重60.2kg，上り下りの仕事量も含めてP．I値1に対して仕事量12.93kg-mと推算せられ，各選手平均全 P．I 値から約440cal の機械的エネルギーが消費されることになり，仮りにスキーの運動効率を22%に見積ると，この競走における各選手平均エネルギー需要量は 2000cal と導き出すことができる。

スキー距離競走のエネルギー消耗は莫大なものであり，耐久競走には休養所を設けて栄養を補給して競走を継続せしめる必要が生じ，スキー選手になるには長い期間の訓練と練習が必要であり，健康管理にも充分な配意が払われなければならない道理である。

c．スキー飛躍競技の速度に関する測定

スキー飛躍における速度を知ることは重要な意味があると考えられる。それは飛躍選手の恐怖感と関係があり，恐怖感によって技術の巧拙を生じ，それによって転倒という事態を生み，身体的傷害なども招来することがある。また速度は，一定である飛躍台に対して物理的力学的原理から，着陸ショック，それに対する身体の平衡を保とうとする能力瞬発力の度合にも影響し，さらに高速度における風圧と空中姿勢や，スキーを空中操作する能力にも関係してくるものであり，速度を知ることは，これらを科学的に考究処理する資料として有力なものである。

飛躍選手の身心と速度との関係では，以上のことが考えられるわけであるが，飛躍競技者の最初の最大の練習目標は，速度に慣れ，恐怖心をとり去るということであると言われている。

第28表は第13回国民体育大会複合飛躍競技の速度を秒時計で測定したものである。この大会に使用した飛躍台は最大飛距離60mに設計された二流級の飛躍台である。

第28表　飛躍競技の速度（第13回国体複合飛躍，於札幌）

測定No.	被験者(所属)組	1回目飛躍			2回目飛躍			3回目飛躍		
		距離m/タイムsec=秒速	(m)	時速(km)	距離m/タイムsec=秒速	(m)	時速(km)	距離m/タイムsec=秒速	(m)	時速(km)
1	宮崎初弘(青)少	—			47/2.2	21.36	76.90	44/2.4	18.33	65.99
2	泉　文夫(群)壮	43/2.2	19.55	70.38	43.5/2.2	19.77	75.28	44.5/2.1	21.19	76.28
3	東海林健(秋)〃	—			39.5/2.2	17.95	64.62	43/2.3	18.70	67.32
4	関戸末弘(北)〃	—			41/2.3	17.39	62.60	44.5/2.4	19.39	69.80
5	九島松治(〃)少	49/2.2	22.27	80.17	46/2.2	20.91	75.28	47.5/2.4	19.79	71.24
6	田中信雄(〃)〃	43.5/2.6	18.65	67.14	49/2.5	19.68	70.85	50/2.6	19.23	69.23
7	久保七雄(〃)〃	47/2.2	21.36	76.89	50/2.7	18.52	66.67	43.5/2.4	20.21	72.76
8	伊藤　律(秋)〃	—			43.5/2.1	23.09	83.12	39.5/2.0	19.75	71.10
9	松村　仁(長)〃	44/2.2	20.00	72.00	43.5/2.2	19.77	71.17	43.5/2.2	19.77	71.71
10	上村俊二(山)〃	38.5/2.0	19.25	69.30	37/2.0	18.50	66.60	41/2.1	19.53	70.31
11	小船井武美(新)〃	49.5/2.4	20.58	74.09	45/2.4	18.75	67.50	47/2.3	20.43	73.55
12	岸本光夫(北)〃	49.5/2.5	19.60	70.56	43.5/2.2	19.51	70.23	48/2.3	20.87	75.13
13	石田時夫(秋)〃	4.2/2.0	21	75.6	—			42/2.2	19.09	68.72
14	秋田谷明(岩)〃	47.5/2.3	18.91	68.08	46.5/2.5	18.60	66.96	42/2.3	18.26	65.74
15	登坂　功(山)〃	40/2.0	20.00	72.00	42/2.4	19.50	63.18	—		
16	小川幸村(新)〃	39.1/2.2	17.73	63.83	39/2.0	19.50	70.20	49.5/2.4	20.63	74.27
17	大坊征則(青)〃	50/2.5	20.00	72.00	—		—	49.5/2.4	20.63	74.27
18	田畑　稔(秋)〃	46/2.2	20.91	75.28	—		—	47/2.3	20.43	73.55
19	大坊保雄(青)〃	44/2.3	18.33	65.99	—		—	43.5/2.2	19.77	71.17
20	根津隆治(山)〃	38.5/2.2	17.50	63.00	39.5/2.2	17.95	64.62	38/1.9	20.00	72.00
21	日台儀世(長)〃	—		—	46.5/2.2	21.14	76.10	43/2.2	19.55	70.38
22	藤沢博文(長)〃	41/2.0	20.50	73.80	40.5/2.0	20.25	72.90	41/2.0	20.50	73.80
23	一戸　正(北)〃	44/2.2	20.00	72.00	44.5/2.2	20.23	72.83	47/2.3	20.43	73.55
24	小海喜久雄(新)〃	40/2.2	18.18	65.45	42.5/2.2	19.41	69.88	44/2.2	20.00	72.00
25	浅川幸助(福)〃	44/2.2	20.00	72.00	41/2.2	18.73	67.43	44/2.3	18.33	65.99
26	二川原健造(青)〃	54/2.6	20.77	74.77	49.5/2.4	20.58	74.09	52/2.6	20.00	72.00

27	斎藤　隆(青)成	39.5/2.0	19.75	71.10	—		—	42.5/2.2	19.32	69.55
28	牧野好孝(青)〃	51/2.2	23.18	83.45	—		—	50/2.5	20.00	72.00
29	小林　寛(北)〃	—		—	—			48/2.4	20.00	72.00
30	吉野信一(秋)〃	37/2.0	18.50	66.60	39.5/2.0	19.75	71.10	38/2.0	19.00	68.40
31	菅原二郎(岩)〃	44/2.2	20.00	72.00	43.5/2.4	18.13	65.27	46/2.4	19.17	69.01
32	渡辺益雄(長)〃	45.5/2.2	21.09	75.92	49/2.5	19.60	70.56	51/2.4	20.08	72.29
33	土田作雄(東)〃	48/2.4	20.00	72.00	—		—	50/2.4	20.08	72.29
34	富井利一(兵)〃	45/2.0	22.50	81.00	—		—	45/2.2	20.46	73.66
35	安藤敏夫(秋)〃	42/2.2	19.09	68.72	44.5/2.4	18.54	66.74	46/2.2	20.91	75.28
36	高橋弘勝(長)〃	52/2.6	20.00	72.00	46.5/2.4	19.38	69.77	49.5/2.4	20.63	74.27
37	板垣庄三郎(岩)〃	53.5/2.5	21.40	77.04	52/2.4	21.40	77.04	—	—	—
38	館山一夫(北)〃	48/2.5	19.20	69.12	50/2.2	22.73	81.83	—	—	—
39	太田耕一(東)〃	49.5/2.5	19.80	71.28	52.5/2.4	18.65	67.14	52/2.6	20.00	72.00
40	佐藤憲治(東)〃	44/2.1	20.95	75.42	52/2.6	20.00	72.00	50.5/2.4	21.04	75.44
41	平山友美(新)〃	49/2.4	20.42	73.51	49/2.3	20.85	75.06	50.5/2.4	21.00	75.60
42	富樫主税(秋)〃	30.5/1.9	16.05	57.78	49/2.2	22.27	80.17	—		
43	青山義正(東)〃	49/2.6	18.85	68.86	—		—	48/2.3	20.87	75.13
44	石坂良治(群)〃	47/2.7	17.41	62.67	49.5/2.4	20.63	74.27	50/2.4	20.83	74.99
45	笠松　繁(北)〃	54.5/2.6	20.96	75.46	54/2.6	20.77	74.77	53/2.6	20.38	73.37
46	谷口明見(北)〃	51/2.4	21.25	76.50	51.5/2.7	19.07	68.65	51.5/2.4	21.46	77.26
47	桐山一夫(新)〃	54/2.6	20.77	74.77	54.5/2.65	20.57	74.05	51.5/2.6	19.81	71.32
48	山谷　晃(兵)〃	49.5/2.4	20.63	74.27	45.5/2.3	19.78	71.21	50/2.4	20.83	74.49
49	森行　裕(長)〃	47/2.2	21.36	76.90	46/2.4	19.17	69.01	48/2.3	20.87	75.13
50	桜庭重寛(秋)〃	45.5/2.4	18.96	68.27	44.5/2.3	19.35	69.66	46.5/2.2	20.85	75.06
51	片桐源之助(長)〃	45.5/2.4	18.54	66.74	45/2.3	19.57	70.45	45/2.25	20.00	72.00
52	丸屋良孝(秋)〃	—	—	—	47/2.4	19.58	70.49	47.5/2.4	19.79	71.24
53	吉田　実(東)〃	44/2.4	17.62	63.66	47/2.3	20.43	73.55	44.5/2.1	21.19	76.28
54	田畑日出春(〃)〃	54/2.6	20.77	74.97	49.5/2.4	20.63	74.23	55/2.6	21.15	76.14
55	工藤義虎(〃)〃	50.5/2.4	21.04	75.74	—	—	—	—	—	

N	48		44		50	
$\overline{M}$	71.81 km		71.27 km		72.32 km	
σ	5.76		4.66		2.56	

飛躍の速度は，アプローチにおけるスキーの滑り，サッツ及びフライトの姿勢とスキーの飛行角度と身体重心の飛行軌跡の長短等によって実際には差が生じてくる。また飛行距離が大になればなるほど速度が増加することは，加速度の法則で自明のことである。第28表では平均時速約72km (20m/sec) で

あるが，48m以上の飛距離のときは平均時速より大である。

2. 高校バドミントン選手の体育調査とその考察

昭和26年8月札幌において開催された第2回全日本高等学校バドミントン競技大会参加選手について次のような体育調査を行った。

(1) 基本調査　A．氏名年齢等，B．バドミントン年齢，C．最近の身長・胸囲・体重，D．現在の健康状態，E．既往症

(2) 影響調査　A．身体的影響，B．精神的影響

(3) 測定　A．上膊囲の測定（i屈位，ii伸展位），B．握力（左，右）

全参加者男子232名，女子115名，計347名中，調査カードを得たもの男子126名（54.3%），女子105名（91.3%）であった。上膊囲及び握力の測定は男子66名（52.4%），女子103名（98.1%）できた。

その結果，参加者の年齢分布は第29表の通りであった(記載事項不備者は除外した)。

第29表　第2回全日本高校バドミントン競技大会参加選手の年齢

年齢別	男子	女子	計
24歳	1人	—人	1人
23	—	—	—
22	1	—	1
21	2	—	2
20	—	—	—
19	10	1	11
18	46	29	75
17	43	51	94
16	19	9	28
15	—	1	1

バドミントンを始めてから幾年になるかは第30表に示した。

第30表　競　技　年　齢

（第2回全日本高校バドミントン大会参加選手）

性別（人数）	最　高	最　低	σ	M
男（126名）	4年	4カ月	8.5カ月	1年6カ月
女　（91名）	3年	3カ月	6カ月	1年5カ月

身長・体重・胸囲は第31表に示した通り。

第31表　選手の身長，胸囲，体重（〃）

区　別	身　長		体　重		胸　囲	
	男(cm)	女(cm)	男(kg)	女(kg)	男(cm)	女(cm)
最　高	179.6	163.0	67.0	58.0	93.0	88.0
最　低	144.0	148.0	43.0	42.0	69.0	72.0
M	163.6	154.9	53.3	49.2	82.7	80.0
σ	6.9	3.1	4.7	3.3	4.7	3.3

第32表には全体の健康状態を示した。

第32表　バドミントン選手の健康状態（〃）

	健康状態	男　子	女　子	計
現在の健康状態	健　康	46人	37人	83人
	普　通	78	54	132
	病　気	0	0	0
	答　な　し	2	0	2
過去の健康状態との比較	以前より健康になった	68	54	122
	以前より病気がちになった	4	3	7
	答　な　し	54	34	88

第33表は既往症の有無を調査したものである。

第33表　既往症の有無（〃）

	男子（126）	女子（91）	計（217名）
既往症あり	10人	6人	16人
既往症なし	103	85	188
答　な　し	13	0	13

既往症あるものの健康状態を示せば第34表の通りとなる。

第34表　既往症あるものの状態（〃）

既往症名	人員		何年前の病気か		現在の健康状態	
	男子	女子	男子	女子	男子	女子
肋膜炎	2	1	4年	15年	2名とも前より健康になった	前より健康になった
肺門炎	1	1	8年	記入なし	前より健康になった上半身発達顕著	前より健康になった
気管支炎	2	—	7年	——	2人とも普通	——
肺炎	1	1	8年	3年	前より健康になった	前より健康になったが，すぐ疲れる
虫垂炎	2	—	1名2年	——	健康になった（1人は答なし）	——
猩紅熱	1	—	記入なし	——	前より健康になった	——
扁桃腺	—	1	——	3年	——	汗かきになった
ジフテリー	—	1	——	5年	——	前より健康になった
腎臓病	—	1	——	4年	——	前より病気がちで動悸が激しく打つ
病名記入なし	1	—	記入なし	——	不明	——
計	10	6				

第29表から34表までを通覧して考えられることは，バドミントン競技選手と健康の問題である。バドミントン競技をするようになった経験年数は平均1年半（最高で4年）では，バドミントンをしたために病気になったとか健康になったとは言えないのではなかろうか。しかしこの中で，バドミントンをする以前より健康を増したと思っていると答えたもの約60%，重要にとりあげねばならないのは，前よりも病気をするようになったと答えた約3%の人たちのことであろう。第34表からみて，“すぐ疲れる”“肺活量減”“体重減”などをもって，前よりも病気がちになったと思い込んでいるのは，実は既往症にも，現在の病気がちということにも関係のない，“バドミントンの無計画練習よりくる過労”から発しているものではあるまいか，と考えられるのである。挙げられた三つの内容は過労症状によく現われるものである。この問題については選手も指導者もよく考え注意しなければならない。

既往症は男女とも約7%あるが，特に腎臓病などの既往症をもつ者が完全に治りきらないうちに，全国的な大会選手となるなどはもってのほかで，バ

ドミントンのみならず，どのスポーツにおいても，このようなものはスポーツ選手の健康管理上，当然選手として参加せしめないことである。

バドミントンを練習し始めてからのち，身心に影響したと思われる変化の状態は第35・36表に示した。

第35表　バドミントンの身心への影響の有無（〃）

バドミントンの影響		男子 (126名)	女子 (91名)	計
影響の種類	有無			
身体的影響	ある	47人	35人	82人
	ない	71	52	123
	答なし	8	4	12
精神的影響	ある	15	7	22
	ない	89	75	164
	答なし	22	9	31

第35・36表を見ると，高校生にとってバドミントンはさほど身心に影響を与えているものではないと言える。それは練習経験年数の示す通り，もっともなことであろう。どのようなスポーツでも，影響が急激に現われるとすれば，それは好ましくない影響だけで，よい影響と真に思われるものは7～8年も経験した後ではなかろうか。しかし身心の発達完成期にある高校生にはバドミントンの，というよりもスポーツの影響は，大きく将来に現われてくると思わなければならないであろう。この考え方で第35・36表を見ると，選手たちの将来の身体適性や性格のあるべき姿の萌芽を見ることができる。

バドミントンに限らず，すべて庭球型スポーツ（バレーボールを除いて）は利腕（きき腕）にラケットをもってプレーするので，利腕の発達は著しい。これは一般的に庭球型スポーツの，練習効果として現われる一つの特徴である。これがどのような程度に現われるかを見るための一方法として上膊位と握力の測定をしたのである。結果は第37～40表に掲げた通りであった。

バドミントンで最も身体的影響の現われるのは腕の発達である。しかしそれがラケットを握る腕の発達だけであるなら，バドミントンが身体的発達に

第36表　バドミントンが影響を与えた場合の実際（〃）

影響事項 類別		実際的事項	男子	女子	計
			人	人	人
よい影響と思われるもの	身体的影響	1. 利腕(右)が太く強くなった	22	17	39
		2. 身体が丈夫になった	4	6	10
		3. 動作が機敏軽快になった	0	5	5
		4. 体力が増した	0	4	4
		5. 身長が伸びた	4	0	4
		6. 耐久力がついた	1	0	1
		7. 上半身が発達した	1	1	2
		計	32	33	65
	精神的影響	1. 明朗快活になった	3	2	5
		2. 責任感が強くなった	1	1	2
		3. 実行力旺盛となり，物事に熱心になった	4	0	4
		4. 協同精神に富む	1	0	1
		5. ねばり強くなった	1	0	1
		6. 物ごとにこだわらなくなった	1	0	1
		7. 運動神経が発達した	1	0	1
		8. 具体的には不明だが，とにかくよい影響	0	2	2
		計	12	5	17
注意すべき影響と思われるもの	身体的影響	1. 体がだるい	6	0	6
		2. すぐ疲れる	0	1	1
		3. 体重が減じ痩せた	3	1	4
		4. 汗かきになった	0	2	2
		5. 肺活量が減少した	0	1	1
		6. 体が弱くなり動悸がする	0	1	1
		計	9	6	15
	精神的影響	1. 落ちつきなくこせこせするようになった	1	1	2
		2. 短気になった	1	0	1
		計	2	1	3

特に他の運動よりすぐれた特徴があるとは考えられない。しかし人間の身心の全体的働きは，部分（利腕）発達強化から全身の発達をうながし，ある程度

第37表　高校バドミントン選手の上膊囲（〃）

		男子			女子			備考
		左	右	左右差	左	右	左右差	
		cm	cm	cm	cm	cm	cm	
屈位	最高	29.9	31.0	5.0	27.7	29.2	3.5	◎一符号のついているのは左測定値大なることを表わす。 ◎左右差は同一人のものを比較した差である。
	最低	20.5	21.5	—1.5（左利き）	21.2	20.2	—1.3（右利き）	
	$\overline{M}$	25.0	26.7	1.7	24.4	25.8	1.4	
	σ	2.0	2.0	1.4	1.3	1.8	1.0	
伸展位	最高	26.5	27.0	0.9（左利き）	26.5	27.5	3.0	
	最低	18.8	19.0	0.5（左利き）	19.2	20.0	—0.8（右利き）	
	$\overline{M}$	24.5	23.6	1.3	22.8	23.8	1.2	
	σ	1.6	1.7	0.1	1.5	1.5	0.8	

第38表　高校バドミントン選手の上膊囲の屈位・伸展位差（〃）

	男子		女子		備考
	左	右	左	右	
	cm	cm	cm	cm	
最高差	4.0	5.6	3.0	3.5	一符号は屈位より伸展位の多いことを示す。
最低差	1.0	0.4	—0.4	0.1	
$\overline{M}$差	2.6	3.2	1.7	0.2	
σ差	0.6	1.1	0.7	0.7	

第39表　高校バドミントン選手の握力（〃）

	男子		女子	
	左	右	左	右
	kg	kg	kg	kg
最高	53.0	49.0	29.0	35.0
最低	15.0	15.0	11.0	13.0
$\overline{M}$	30.6	35.1	19.4	23.5
σ	8.1	7.2	3.6	4.4

までは左右が同時に発達していることを第37～40表を見て知ることができる。握力について“日本人年齢別握力表”[注43]では職工17歳の男子右手握力乙と評価された値は38.1～45.1kg，女子右手は24.9～28.7kgであったので，こ

第40表　高校バドミントン選手の利腕（♂）

利　腕	男子		女子	
	人	%	人	%
左利腕	4	3.2	1	0.9
右利腕	122	96.8	104	99.1
計	126	100	105	100

れを第39表の値と比較すると男子は平均35.1kg，女子は23.5kgであるから，バドミントンの高校選手握力を職工の評価尺度で評価すれば，男女とも“乙下”となり中以下の握力となる。しかしそれでもなおかつバドミントン選手の利腕が目立って発達することは，第36表で見るように，“利腕が太く強くなった”と答えているものが約20%あり，身体的影響の最も顕著な数値を示していることでも知られる。

以上のようにバドミントン高校選手の体育調査測定では，その結果から断定的な何かをさぐり出すということはできなかったとはいえ，バドミントンがスポーツとしてまた体育の方法としてのあり方に示唆するところは決して少ないものではない。総じて庭球型スポーツの一つの大きい特徴は老幼男女ほとんど同じ質と内容とでスポーツとして行える性格を具えている点である。言わば大衆スポーツとして代表的な型の種目である。この意味ではバドミントン高校選手について調査測定した結果は，この型のスポーツをするものにとって有力な参考資料に供せられるものと信じている。

3. バドミントンにおけるスマッシュの分析

バドミントンにおける打法でスマッシュ（smash）の価値はきわめて高いものである。スマッシュ技術では，

① スマッシュされた時のシャトル（shuttle バドミントンの球）の速度

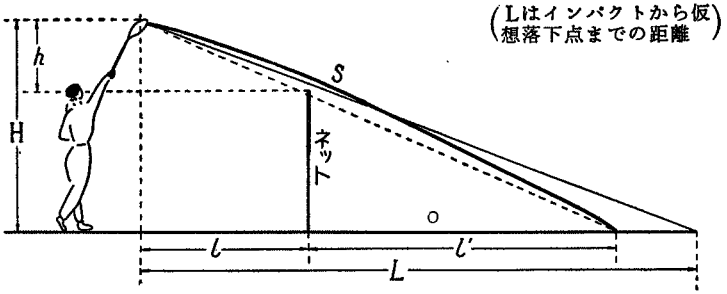
② インパクト（シャトルがラケットに触れる瞬間）の際のラケットの角度

③ 打点からシャトルが落下する仮想落下点（空気の抵抗がない場合）と実際落下点はスマッシュ技術の程度を決定する要素である。

そこで以上の3項について分析的実験を試みた。

測定方法は5人の優秀なバドミントン技術を有する被験者に，各5回ずつのスマッシュをせしめ，時間と距離を実測した。

実際測定では第24図に示したように，打点距離 l（シャトルを打った位置からネットまでの距離），ネットからシャトルの落下点までの距離 l'，その所要時間 t（インパクトから落下までの時間），球道S（インパクトの点からシャトルの落下点までの空間直距離）について測定した。



第24図　バドミントンのスマッシュ

第24図では，l と l' はコートに目盛りして実測し，時間（t）は秒時計（10秒計）をもって測り，棒尺でインパクトする高さ（H）をその被験者についてあらかじめ測定し，その棒尺のインパクト点に巻尺代りの紐を結んで，シャトル落下点までの距離を実測した。

このようにして実験した結果

(a) スマッシュされたシャトルの平均速度は $V = S/t(sec)^2$

(b) スマッシュされる直前のシャトルはほとんどスピードがないため，インパクトして飛ぶときの角度は，ラケットの面に対して直角であると見られる。

インパクトにおけるシャトルの高さはその被験者によって一定であるので，床面とインパクト点との高さのいかんにかかわらず，インパクト点にお

けるラケットの面は，シャトルの軌跡に対して直角であると仮定して，スマッシュ時におけるラケットの角度を求めてみよう。

第25図において

$\theta=\theta'$ であることが証明されるとラケットの角度がもとめられる。

DG＝ネットh′

AE⊥CO

BF⊥DO

∴∠AOC＝∠DCO＝∠BOD

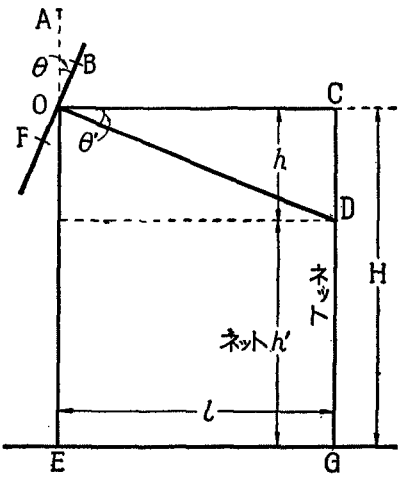
＝∠R

∠COD＋∠CDO＝∠R

∴∠BOC＝∠CDO

∴∠AOB＝∠COD

すなわち　$\theta=\theta'$　である。



第25図　スマッシュ時のラケット角度

h＝H－ネットh′で決定しており，l は実測で知れているので，θ' は $\tan\theta'=\frac{h}{l}$ で求められるわけである。

〔例〕

neth′＝152.4cm……一定

H　＝210.0cm……被験者によって一定

h　＝ 57.6cm

l　＝350.0cm……変数

$\tan\theta=\frac{57.6}{350}=0.165$

表より

$$\left.\begin{matrix}\tan\ 9^\circ=0.158\\ \tan\ 10^\circ=0.176\end{matrix}\right\}\ 0.018$$

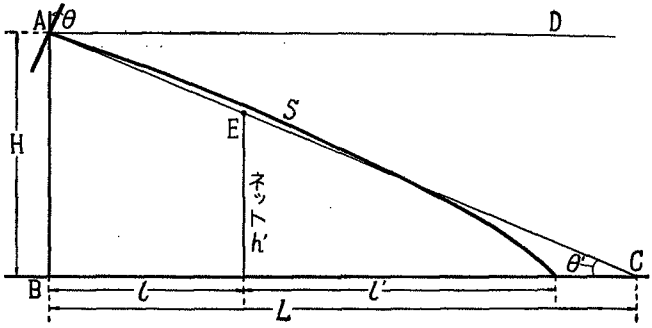
$$\left.\begin{matrix}\tan\ \theta\ =0.165\\ \tan\ 60^\circ=0.158\end{matrix}\right\}\ 0.007$$

$$\therefore \quad 60' : x' = 0.018 : 0.007$$

$$x' = 23'$$

よって $\theta = 9°23'$ と算出される。

シャトルの仮想落下点——シャトルの仮想落下点は，もしシャトルが空気の抵抗を受けないものとすれば，スマッシュされた時のラケット角度で幾何学的に導き出すことができる。



第26図　スマッシュ時のシャトルの仮想落下点

第26図により，スマッシュ時の球道（シャトルの飛行軌跡）ACはラケットのインパクト点Aの高さとネット h' の上端Eを結んだ延長線と床面との交点である。

第26図ではラケット角度 θ が知れると，$\theta = \theta'$ であるから，

$$\tan \theta' = H/L$$

となってLを導き出すことができる。すなわち

$$\angle DAC = \angle ACB$$

$$\therefore \quad \theta = \angle ACB = \theta'$$

したがって

$$\tan\theta = H/L \quad \text{である。}$$

〔例〕　$\tan\theta = 9°23'$

$H = 210\text{cm}$

$9°23' = 210/L\text{cm}$

表より　$\left.\begin{matrix}\log\tan 9°33' = \bar{1}.224\\ \log\tan 9°20' = \bar{1}.214\end{matrix}\right\} 0.008$

$\therefore\ \log\tan 9°23' = \bar{1}.216 + (0.008\times 0.3)$

$= \bar{1}.218$

対数表より　$\bar{1}.218 = 0.165$

したがって　$0.165 = \frac{210}{L}$

$\therefore\ L = 12.73$ (m) である。

すなわちシャトルの打たれた高さ（H）2m10で，打点（$L-l'$）が3m50，打球角度 $\tan\theta$ 9°23′ のときシャトルの仮想落下点はインパクト点から12m73である。(注44)

スマッシュ時のシャトルの実際落下点の測定——スマッシュ時のシャトルの仮想落下点は幾何学的に求められるのは前述の通りであるが，シャトルは空気の抵抗を受けて，必ず仮想落下点より内側に落下する。その実際落下点・所要時間・打球角度等の測定結果は第41表に示した。

バドミントンのスマッシュにおいては，所要時間の短いこと，インパクトに際してラケット角度の正確なこと，シャトルの落下点の場所と距離のコントロール，シャトルの飛ぶ速度の速いこと等重要なことは多いが，第41表で見られる通り，5人の被験者の各50回ずつのスマッシュ試技の平均はインパ

第41表　バドミントンのスマッシュの平均値

被験者	シャトル速度 V (m/sec)		所要時間 t (sec)		ラケット角度 θ (°,′)		落下実距離 $l+l'$ (m)	
	$\bar{M}$	σ	$\bar{M}$	σ	$\bar{M}$	σ	M	σ
	秒m	秒m	秒	秒			m	m
K. S	18.28	2.99	0.56	0.11	8°41′	54′	13.56	1.45
M. T	18.80	2.63	0.48	0.11	15°57′	1°51′	9.48	1.23
I. M	19.88	2.14	0.53	0.11	12°58′	1°14′	10.12	1.53
K. M	22.49	3.34	0.41	0.09	14°55′	1°14′	9.49	1.02
T. S	17.32	2.29	0.57	0.12	7°25′	46′	14.98	3.92
総平均	19.33	2.68	0.51	0.11	11°59′	1°12′	11.53	1.83

クトから落下までの所要時間0.51秒，インパクト時のラケットの角度はネットに対して 11°59′，スマッシュした位置からシャトルが落下した点までの距離11m53，その時の速度毎秒19m33と実測された。

バドミントンスマッシュにおいて最も大切な要素は，以上の中でもシャトル速度の速いことである。参考にバドミントンスマッシュの速度と他の運動・スポーツの速度を比較するため第42表にその時速表を示した。

第42表　スポーツの速度比較

運動・スポーツ種類	速度/h (km)	備　　考
1. 自然歩行（女子）	4.2	69.77m/min(本書参照)
2. 自然歩行（男子）	4.7	78.92m/min(同上)
3. 水泳1500m自，（男子）	5.0	1956, オリンピック記録
4. 水泳100m自，（男子）	6.5	1956, オリンピック記録，55秒4
5. 競歩10000m（男子）	12.2	日本記録，49分0秒
6. ボート（エイト）	18.2	1956, オリンピック優勝記録(6分35秒2)
7. マラソン（42195m）	21.0	1952,オリンピック記録(2時間23分3秒2)
8. 100m競走	35.6	世界記録，10秒1
9. スケート（500m）	41.9	男子日本記録43秒0
10. 自転車競争（1000m）	51.6	1956, オリンピック記録1分9秒8
11. バドミントン(スマッシュ)	69.6	第41表総平均
12. スキー（ジャンプ）	72.0	60m級飛躍台，45m前後

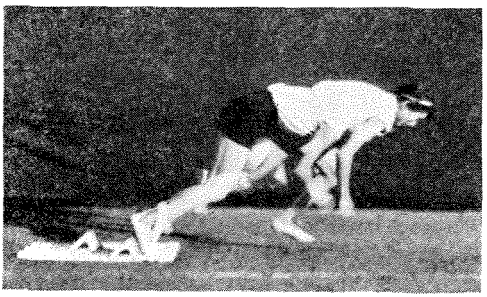
第42表では，バドミントンをのぞいて他は全部人間の身体自体の運動速度であるので，スマッシュされたシャトルの飛行速度との比較はその基準が異なるため，深い意義も価値も認められないが，しかしスマッシュされたシャトルを追いかけてゲームをする仕組みになっているバドミントンは，身体運動としてもスピーディーな激しい動きが要求されるスポーツであると見ることもできるのである。この意味ではバドミントンのみならず，他のどのスポーツでもその速度を知ることは，われわれにとってきわめて重要なものであると考えられるのである。

第11章　動　態　分　析

身体運動がどのように行われるかを科学的に記録に留めるには，写真が最も有効である。しかし写真は静的なものであり，時間の経過と共に記録するには不向きである。けれども写真技術の発達からいわゆる映画として記録できる方法が生れ，連続写真機である撮影機ができ，運動の状態を写真に記録できることになったのである。しかし現在の撮影機では身体運動を記録にとどめるには長い多量のフィルムが必要である。運動の状態を一枚のフィルムに撮るのは困難であり，未だそのような機械は一般化されていない。しかしわれわれは，動態を一枚のフィルムに記録することのできる“動態撮影機”なるものを試作して，身体運動のある一面を記録にとどめ得る方法をとってみた。(注45) 以下この機械をもって写真に撮った身体運動の実態を記し，掲載して身体運動の状態をそれによって分析してみよう。

1. 陸　上　競　技

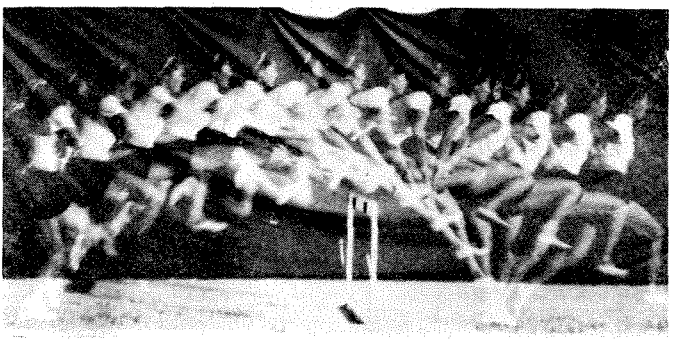
写真（第27図）は短距離スタートの動態を捉えたものであって，合図と同時にシャッターをきって2分の1秒後であるが，2齣しか写っていないことから，神経伝導速度が相当な時間を要するものであることがわかる。



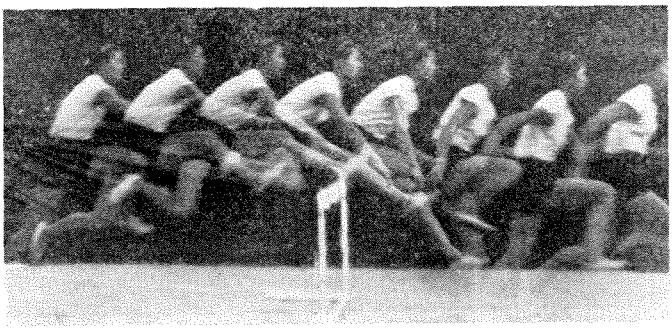
第27図　陸上競技——スタート(0.5秒)

写真（第28図）は渡辺恭子選手（札幌，北海道学芸大学）

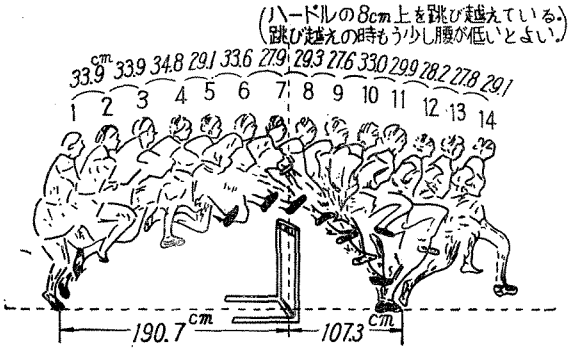
のハードリング，第29図は同選手のスピードを増してハードルを越えた写真であるが，ハードリングとしてはこのほうがよい。第29図から，第30図のよ



第28図　陸上競技——女子80m障碍跳越
（ハードリングが少し高い）



第29図　速度を増したハードリング（良）

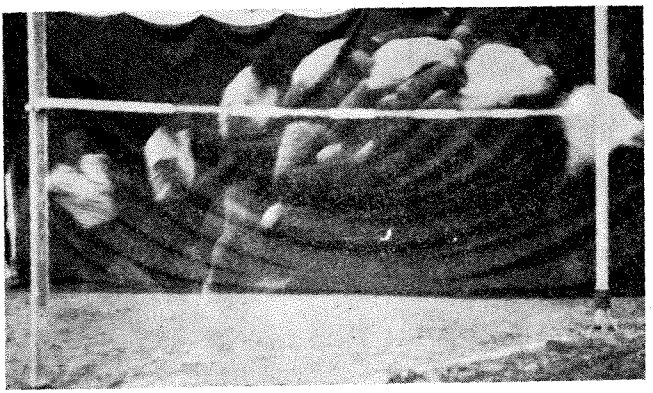


第30図　ハードリング分析図

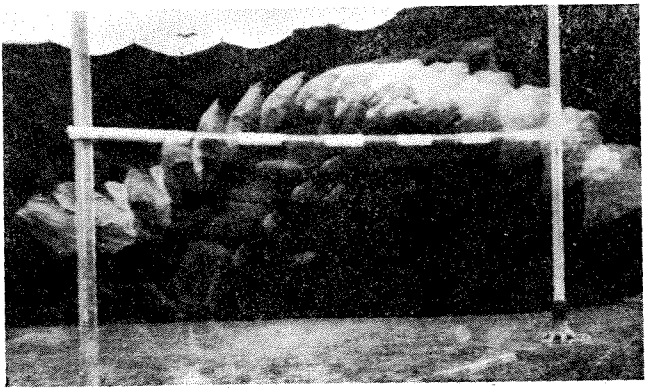
うにハードリングを分析することができる。

写真（第31・32図）はベリーロールと言われる跳躍フォームで，1m44の高さを跳び越した動態である。日本では正面跳(Eastern style)がほとんどの選手の跳び方であるが，これは珍しいベリーロール（正しくは Straddle style）(注46)の典型的なものである。踏切りの時の体の後傾と，頭部から突っ込んで越え，頭部・振り上げ脚がバーを越えたら，それを深く下向けにして，踏切脚がバーを越すことを容易にする。着陸は両手と振り上げ脚でする。

踏切り時，体の後傾は第31図で53°，第32図では51°である。同選手はもう



第31図　走高跳Ⅰ（渡辺恭子選手）

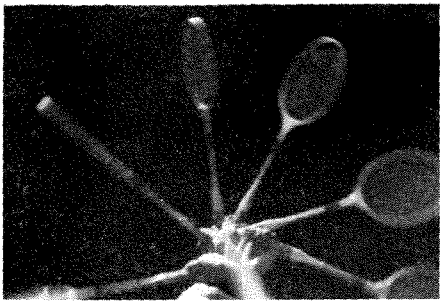


第32図　走高跳Ⅱ（渡辺恭子選手）

少し後傾してもよいと語っていたが，Bresnahan and Tuttle の図によれば，この程度でよいようである。

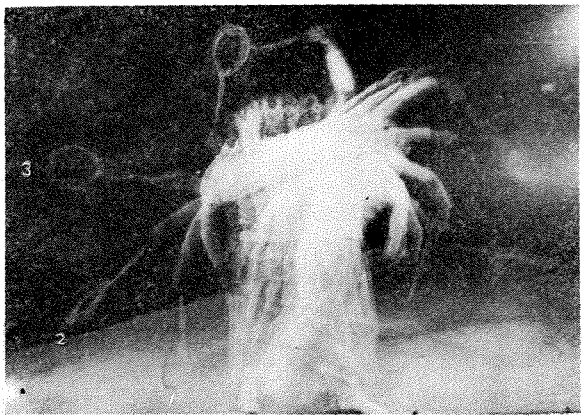
2. バドミントン

バドミントンにおいて重要なのは，機敏性・持久性等の体力と，打法技術であろう。身体の動きについては前項陸上競技において述べたので，この項では技術を主として打法要領を分析したい。



第33図　バドミントン——手首の利かせ方とラケットの向きが次第に変ってゆき，インパクトの時相手に正面するのに注目されたい。

先ずシャトルを打つには，ラケットを正しく握り（Eastern grip に近い握り方で，Standard grip といっている），第33図のように，手首が自由に動かされ，スナップがよく利くようなグリップでなければならない。

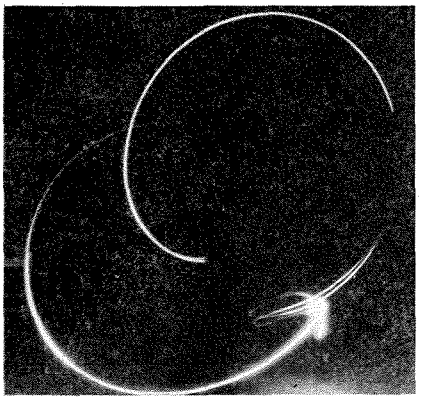


第34図　バドミントン——片石兼敏選手（立教大学，全日本単優勝者，1955，1957）のスマッシュ

第34図のようにバックスイング（1．2．3）においては，3の場合のように手首の脱力が充分でないと力強い有効なスマッシュにはならない。

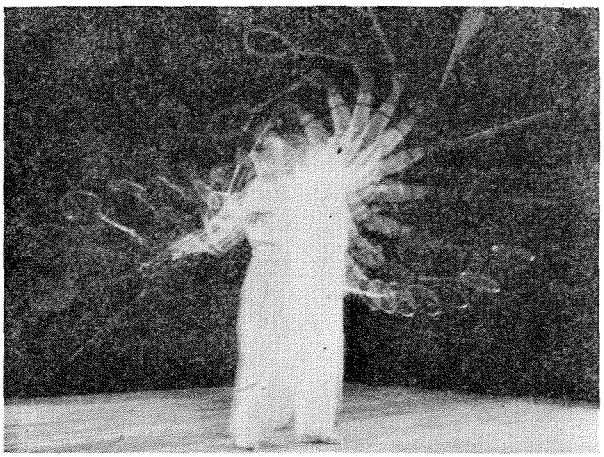
また，第34図のスマッシュにおけるバックスイング――インパクト――フォロースルー（打った後の動作）の体勢に注目したい。

第35図のスマッシュのローカスは，スマッシュを2回したときのラケットの先端軌跡であるが，このようにローカスが全く重なって1回のスマッシュのように見えるのは，その技術の正確さを裏づけるものと言えよう。第36図はハイクリーヤーのストロボで，インパクトはラケットの一番上の矢印の映像の時になされる。

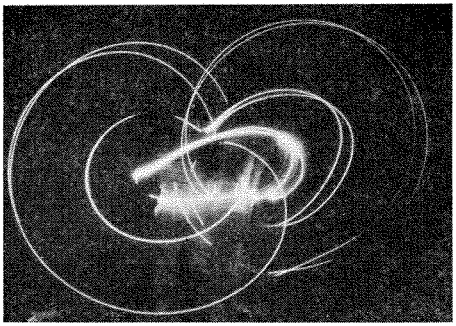


第35図　スマッシュのローカス
（神山選手，北大）

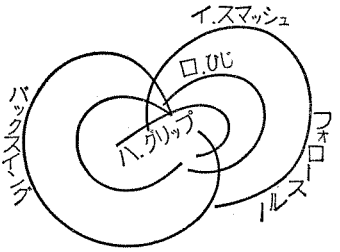
第37図は全日本選手権保持者片石選手のスマッシュのローカスであるが，その描く曲線の美



第36図　バドミントン――ハイクリーヤー（平沢選手，北大）



第37図　片石選手のスマッシュのローカス



第38図　第37図の説明図
バックスイングの大きさ，美しい曲線，その正確性に，チャンピオンの実力がしのばれる。

麗さは群を抜いている。

第39図は女子選手のバックストロークであるが，体を右に回転する惰性だけでラケットを振っていて，手首のスナップが充分利かされていないように見られる。第40図はバックストロークのローカスで，電球はラケット先端と手首につけた。これはインパクトの位置が前すぎるように思われる。第41図はバックストロークのローカスを背面より写したものである。いちばん下は膝につけた電球のローカスで，ストロークにおける膝の動きと体捻転の状態を知ることができるものである。

全体を通じてバドミントン技術の優秀なものは，動作が大きく円滑であると見られ，そのストロボもローカスも美しいものである。

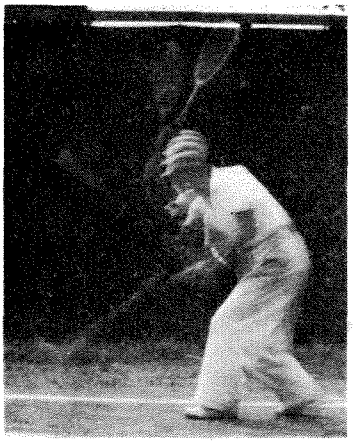
第39図　バックストローク
（阿部選手，札幌）

第40図　バックストロークのローカス（3回）（四柳邦夫選手，札幌南高校）

第41図　バックストロークのローカス（背面より）

3. 軟　式　庭　球

軟式庭球はバドミントン同様，テニスタイプのスポーツであるから，動作上でも技術上でも共通している点は多々ある。しかし両種の技術的な面は細部においては異なっており，方法も全く同じ要領ではない。



第42図　軟　式　庭　球（アンダーカッティング）

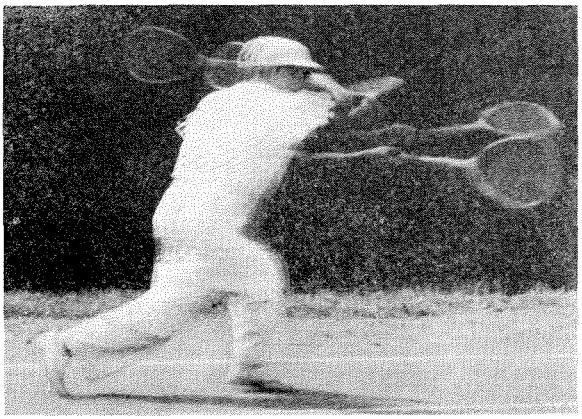
軟庭のサービスは規則上オーバーハンドでもアンダーハンドでも自由にできることになっている。

第42図はサービスにしばしば用いられるアンダーカッティングのストロボで，ボールにはスピンを与える方法である。

第43図はグランドストローク（フォアハンド）の要領をあらわす。

第44図はバックストロークのストロボであるが，これも鮮やかなフォームである。

総じてテニスタイプのストロークは腕だけで打つのではなく，全体が統一的に働くのでなければよいストロークとならない。よいストロークは技が大きく，動態は円運動的であり，そのローカスでもストロボでも正規円に近いほど技術は優れたものであると見られる。



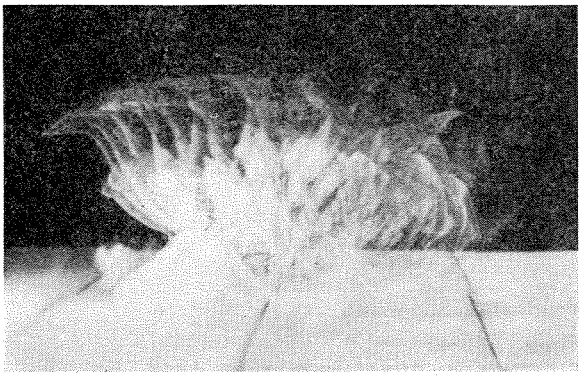
第43図 軟式庭球——フォアハンド（近田選手，北大）

第44図 軟式庭球——バックハンド(西島選手,北大)
のびのびとしたよいフォームである。

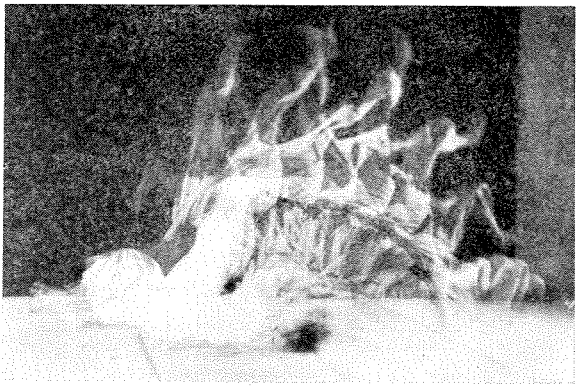
4. 柔　　道

格力型スポーツである柔道は，技をたたかわす相手が必要なので，動態写真は少しく鮮明さを欠く。

第45図は一人の受身の型を示す。第46図は巴投であるが，投げた瞬間襟を手まえに引きつけており，思い切って投げていないことがわかる。



第45図　柔道——受身（一人）



第46図　柔　道——巴　投

第12章　女子の身体運動

1. 女子の特性と身体運動

a. 身体運動の男女差

女子はその身心の特性から，男子に比して，身体的活動の種類にも運動量にも大きい隔たりがある。第二次性徴が明瞭に現われるようになってからは，動的な活動というよりむしろ静的な活動――つまり激しく身体を移動せしめないような種類の――をするようになり，男子とは大きな差を生じてくる。このような特性をもつ女子の体育においては特にこのことを意識し計算に入れた身体運動に親しむようにし向け，またしなければならない。

女子の筋肉運動は男子の70～80%程度の能力であるが，精神神経的特徴として，敏感・緻密・周到・忍従・持久性は素質的にもっている。

運動競技がどのような影響を女子に与えるかは色々な報告がなされている。その中では特に女子が子供を生み人を殖やしてゆくという天性の機能に身体運動が関係するか否かということであるが，これについては本項では省略しよう。とにかく女子においては，その身体運動が，女子として人間的に発展せしめるものであるか否かを，男子の身体運動より明瞭に区別せられ選択されねばならないことだけは，確かに知っておくべきであると言えよう。

さて，女子体育の方法としての身体運動では，どのようなものが適しているか，またどのような性質の身体運動が好ましいものであるかは，身心の特性に即して定まると考えねばならない。それはどのような基準に照らして考え定めていったらよいというのだろうか。

第一に心理的なものをとり上げて，美意識を満足せしめる身体運動，第二

には身体的特性に応じ，身体適性や運動能力に即応し，その適性・能力を高める身体運動，第三には，現在と将来の実際生活に役立つものが女子には最も好ましい身体運動であると言えよう。この基準に照らしてもう少し詳細に，女子に不適当な運動，適当する運動を考えてみることにする。

b．女子に不適当と思われる運動

① 限られた筋群に重い強い負担をかける運動は不適当である。

② 全身的にでも，部分的にでも，一時に瞬発的な力を必要とする運動は不適当である。たとえば格力型・投擲型等の力技・闘技に類する運動。

③ 過重な瞬発的力量と速度を要求する跳躍型運動は不適当である。たとえば，三段跳やスキー飛躍競技等。

④ 運動の量的・質的度合の高い複合的・集団的運動で，しかも競技相手と身体を接触する機会の多いスポーツ・運動。たとえばサッカー型球技（ラグビー・サッカー・アメリカンフットボール・スピードボール等）。

⑤ 過重な闘争心をかきたてるような運動は不向きである。女子の精神的特性は，情操豊かな優美温和型であるが，必要以上の闘争心はこれをうちこわす。

以上のような運動が女子に不適当な身体運動と考えられるのであるが，しかしやっては絶対に不可であるというのではなく，身心に悪影響を及ぼす危険性をはらむ運動であるから，もしするならば充分な配意をしてすべきである，というほどの意味である。

c．女子に適する運動

① 一般に游泳運動は女子に適する運動である。女子は男子より皮下脂肪が多く，男子に比してむだに水中にエネルギーを放散することが少ないうえ，水を泳ぐ運動は全身を均等に運動せしめる全身的運動である。

② リズム感覚にうったえる全身的な軽快運動は適する。たとえばダンス

や歩行運動（ハイキングや散歩）などであるが，これはリズム感覚が，敏感な神経と感情を持つ女子が男子よりもはるかに高度に発達し，リズムに訴えて動作する運動は，女子の特性を養うには最適であり，情操を高める効果は絶大である（次の「女子の動態」の項参照）。

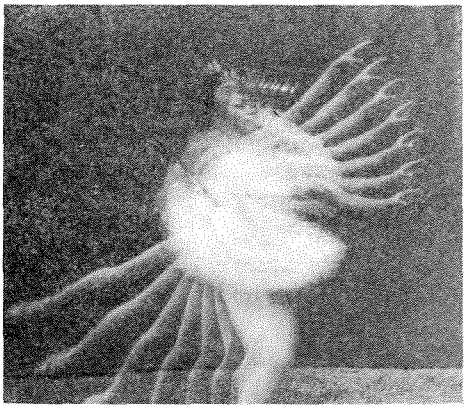
③　平衡感覚・巧妙性技巧・正確度等を養い，必要とする運動。たとえば平均運動，スケート等。

④　持久性運動，特に歩行型運動で，軽い身体移動の運動が適する。たとえば登山・ハイキング・散歩等がよい。長距離を軽く走る運動はよいが，競走や試合は過激になる危険性をもつ。たとえば400m 以上の競走，スキーの距離競走等は好ましくない種目である。

⑤　スポーツでは庭球型の運動が最も適している。すなわち，軟式庭球・バドミントン・卓球・バレーボール等。

2. 女　子　の　動　態

前項で述べた通り，女子には美的感覚を追求する性質が強く，女子の特性にふさわしいリズム感・平衡感をもってその身体運動が行われ，また行われねばならない。このような意味では女子に最適の身体運動としてはダンスを挙げることができよう。動態撮影機で捉えた舞踊の動態を分析してみよう。



第47図　舞踊――“銀の笛”の動作

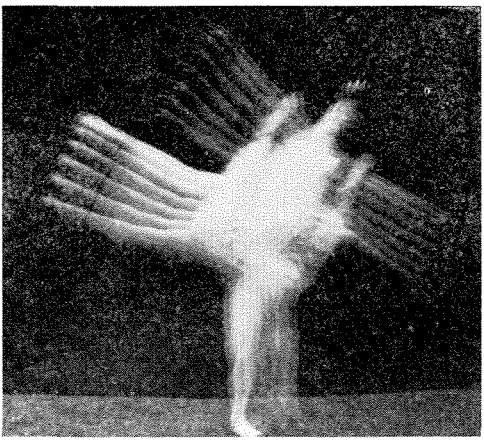
第47～51図は洋舞の一動態で，モデルは昭和30年全国舞踊コンクール，洋舞の部に優勝して文部大臣賞を獲得した

木村百合子さん（金沢舞踊研究所）である。

第47図では，女子の身体運動は女性らしい特性をもった柔軟さと，美を追求しそれを求めるものであることを感ぜしめるものがある。

第48図　舞踊――ピュリエット（右）

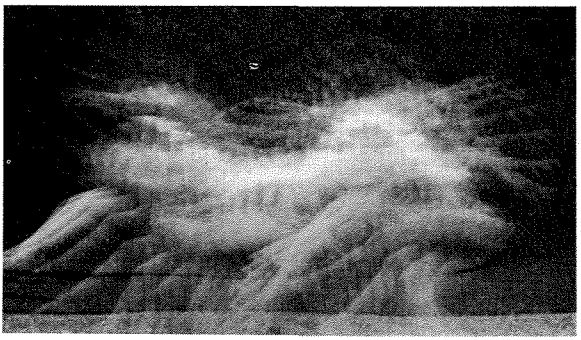
第48図はピュリエットであるが体を支持する脚のピンと緊張した状態と，挙げている脚・腕の柔らか味のある弛緩状態とは，実によくマッチして，ある美しさを形成している。しかし同じ動作でも左・右によって差を生じ，第48図のピュリエットは動作も大きく動態は鮮やかでリズミカルである。第49図は挙げた手も足も支持脚も一直線に伸ばされた直線美が男性的に感ぜられるが，指先や顔の向きに何か女性らしさが含まれている。第50図は単に跳躍した瞬間(0.6秒)の動態を示したものである。第51図はリズミカルで弾力性のあるステップを2回連続した動態である。



第49図　舞踊――サイド

第52・54図は舞踊の焔運動の一つである。第52図ではモデル被験者金井芙美枝女史は左右全くシンメトリーに腕を回旋したつもりであったが，第53図で見られる通り，右の回旋が左側よりもはるかに大きくリズミ

第50図　舞踊——ある跳躍

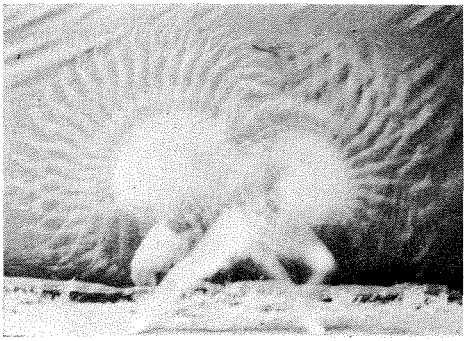


第51図　舞踊——リズミカルなステップ

カルに行われ，左は運動領域も狭い。第55図は第54図の説明図である。第56図は巻波運動である。

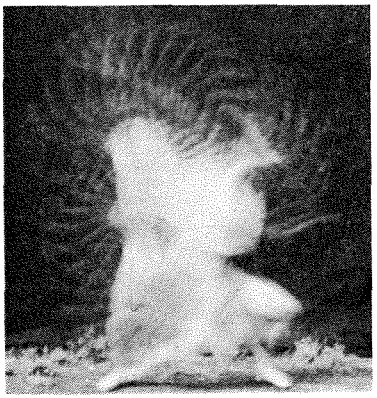
第57・58図は女子の歩行の一動態であるが，歩行は一歩ごとの体の上下動を伴なう身体運動であることが明瞭にあらわされている。しかし第58図だけは，体の上下動を伴なわない，舞踊における特殊な運動の一つである。これは中々至難の技とされているが，写真第58図の綺麗に並んだ頭を結ぶ線は鮮やかに直線をなしている。

第59図は女児の跳躍であるが，バランスをとるため，体をひねって跳躍を

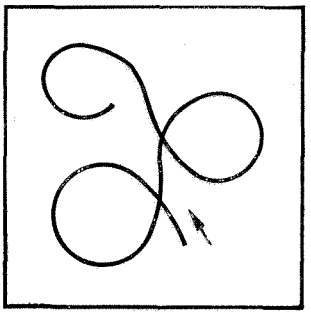


第52図　舞踊——焔運動

第53図　焔運動（非対称図）



第54図　舞踊——8の字変形

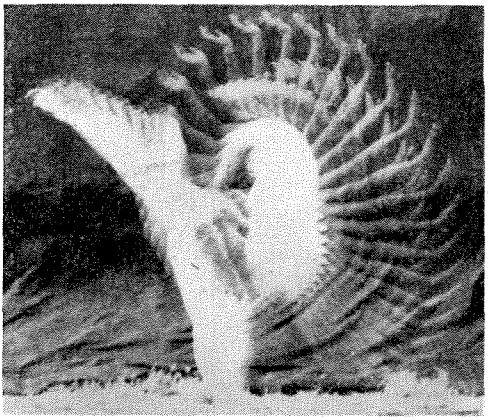


第55図

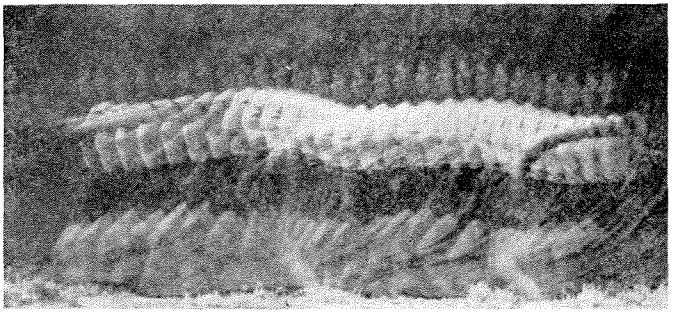
8の字変形説明図

している。動態はこのように自然に体の動きを決定してゆくものであると考えることができよう。

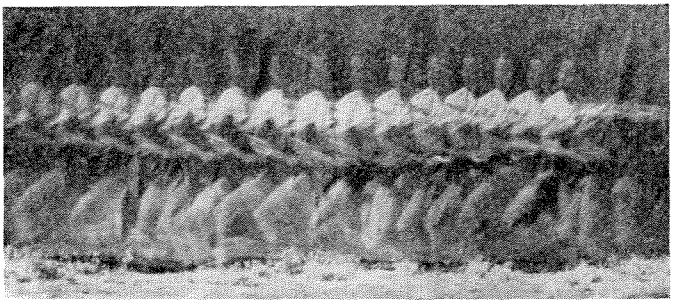
以上，女子の動態については舞踊における種々相を見てきたが，やはり男子にはおよそ見られないような静的な動態美を表わしていると思う。女子身体運動の特徴であるということができよう。このような動きは，女子を女子として発展せしめる好刺激となり，よき女子体育となってゆくのであるということができるだろう。



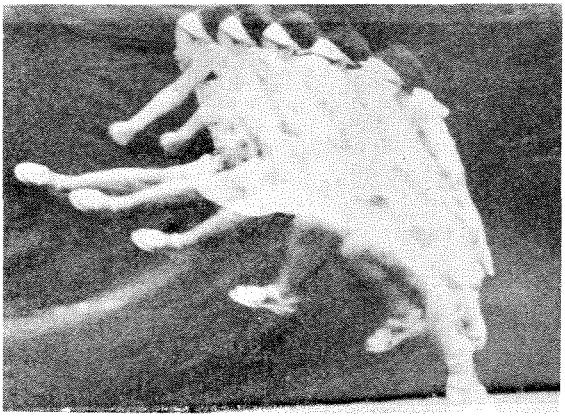
第56図　舞踊——巻波（脚後挙）



第57図　女　子　歩　行



第58図　舞　踊——直　線　歩　行



第59図　女　児　の　跳　躍

【注】

(1) Thomas Henry Huxley；矢川徳光訳；科学と教養，創元社，昭26。

(2) 篠原助一；教育の本質と教育学，昭11。

(3) F. J. Brown；Education Sociology，1947.

(4) “永続的開花を見せた。”古代オリンピックが B. C 776年から A. D 393年まで，およそ1170年間もの長い間続けられたことを意味する。

(5) “病害に枯れてしまった。”古代オリンピック第100回（B. C 376年）ごろから，金銭で選手を買収したり，強い相手に贈賄したり，暴君ネロが支配者の権力をもって優勝を奪ったり，選手が暴力をふるって良民を苦しめたり，八百長競技が横行し，競技道が全く地におちたので，第293回，A. D 393年テオドシゥスⅠ世によって禁止されたこと。

(6) “速やかに成長すると共に種々雑多の変種を生じた。” 近代スポーツの目覚ましい勃興ぶりを意味している。

(7) 岡部平太；スポーツと禅の話，不昧堂，昭32。

(8) 保健体育学大系，中山書店，昭32年。

(9) 生物学大系，中山書店，昭28。

(10) 小川新吉；運動と代謝（保健体育学大系，5）。

(11) 山岡誠一；スポーツのエネルギー代謝に関する研究，昭27。

(12) 鈴木慎次郎；労働のエネルギー原則，誠文堂，昭23。

(13) B. Miller；Physical Fitness for Boys, “The meaning of Physical Fitness”, P. 2, 1946。

(14) 松田岩雄；運動能力の発達と体育（保健体育学大系，5）。

(15) 菊野正隆；生活衛生学（光生館版）P. 9，昭33。

(16) 田中英彦；外界への適応（生物学大系，7）。

(17) 本書第3章参照。

(18) 体育学事典，P. 151（保健体育学大系，8）。

(19) 杉靖三郎；人間の生態，中山書店，P. 284. 昭31。

⑳ 奈良岡健三；適正運動量に関する研究，北大教育学部紀要，4，昭30。

㉑ 安田徳太郎；人間の歴史，1，昭28。

㉒ 金原勇；インターバル・トレーニング（保健体育学大系，7），P. 25

㉓ 北浜章；保健概論，体育の科学社，P. 69. 昭31。

㉔ O. State；Weight training for athletics, P. 25. 1956。

㉕ H. Poincare；吉田洋一訳，創元社。

㉖ 本間茂雄；体育運動論，日本スポーツ出版協会（体育学講座），昭25。

㉗ 奈良岡健三；体育と身体運動（現職教育講座），NHK札幌中央放送局，昭32。

㉘ 本書“身体運動の効率”の項（P. 38）参照。

㉙ 武政太郎；発達心理学，P. 210。

㉚ 本書“ヒト(人)の身体運動の歴史”（P. 23）参照。

㉛ 武政太郎；発達心理学，P. 308。

㉜ George Cummings；Walking for road and track, 1936。

㉝ 奥山美佐雄・古沢一夫；歩行の機械的効率，労働科学研究第13巻，昭11。

㉞ “体重心の上下動”注33において両氏は五つのローカス写真を掲げ，股関節中心点の昇降度は，4.9cm，6.1cm，5.6cm，6.7cm，4.0cm であったものから推定して，体重心の上下動は 4.1cm であると断定した。

㉟ 奈良岡健三・有岡勇；上走型運動の上下振動輪道写真測定値（第6回日本体育学会発表），昭29。

㊱ 運動の強度，（保健体育学大系，5）P. 266。

㊲ 石川知福；自然歩行に関する統計的研究（労働科学研究第2巻第3号），大正14。

㊳ 奥山美佐雄；歩行のエネルギー代謝（労働科学研究第10巻第2号），昭8。

㊴ Carl Dieme；“ドイツ体育事情”と題する第6回日本体育学会における講演中に述べられた言葉。

㊵ 本書“歩行の運動量”（P. 88）参照。

㊶ 山岡誠一；各種スポーツのエネルギー代謝に関する研究。

㊷ 北海道樺戸郡浦臼村晩生内中学校；保健教育研究報告，1951。

㊸ 奥山美佐雄；労働科学研究第11巻第1号，昭9。

㊹ 神山修爾；バドミントンの技術分析，卒業論文（北大教育学部），昭31。

(45) 奈良岡健三・7月岡勇・米沢五九男；動態に関する研究，第7回日本体育学会発表，昭31。

(46) Bresnahan and Tuttle ; Track and Field Athletics, 1950, P. 261。

(47) 沼田真・斎藤一雄；生物学史（科学史大系），1952，中教出版。

むすび

ニュートンがその生涯をまさに終ろうとする直前,

「世の人たちに私がどう見えるか知れないが,私からすれば,自分はちょうど海辺で遊びながら,おりおりはふつうよりなめらかな小石やきれいな貝がらをみつけている小児であったとしか思われない。しかも“真理”の大海はまったく分らずに私の前に横たわっている。」(注47)

と言ったという。近代科学の急速な進歩をもたらす原因をつくったニュートンにしてなおかつ,真理はわからないと言っているのである。われわれが身体運動についてこの小論文を発表するに当って,ニュートンほどの偉大な科学者のこの言をかりることはおこがましいが,そっくり引用したい。

いま,稿を終るに当って通覧すると,身体運動の真理が明瞭にされたとは決して言えない。しかし思うのである。体育のためであろうとなかろうと,われわれ生きている人間は誰でも身体運動をしているのである。われわれは“体育の方法手段としての身体運動”という底意をもって,これまで述べてきた。そしてその中には間違いもあろうが,ある人にとってはわれわれが述べた身体運動論には,共感を呼び参考資料になるものが,また含まれているであろうとも信じている。

われわれはつとめて身体運動の一側面の事実について述べてきたつもりである。必ずしもそれ一つのみでは,人間の複雑に営まれる身体運動の根源法則はつかまえることはできないかもしれない。しかし一個の事実は単なる一個の事実ではなくして,科学的な one instance であると見ることができる場合がある。注意して細に分析検討すれば,スポーツ技術の要領や,技巧のコツといったもの,レクリエーションの方法や体育指導原理にとり得るもの,あるいは一般的に健康や体力の保持増進のために,それと身体運動との

関係や連繋の原理や真理，組み合わせの法則などがわかることもあろうと信じている。少なくとも筆者自身は陸上競技の中長距離競走と競歩20年，スキー8年，バドミントン11年と経験してみて，述べた事柄は，筆者が被験者となって一つの instance をなしている場合は，完全に正しい事実である。

前半においては身体運動の科学的分野について多く述べたが，身体運動の科学は非常に広範多岐であり，それを一々専門科学的に究明するというところまでは到底いたらないので，これをもって体育のための身体運動は“かくあり”“かくあるべし”というように，全面的抽象や演繹化するまでにはならない。しかしながら身体運動においては，ある現象がある科学的原理・法則に支配され規制せられているものであるとすれば，それは他の科学的側面からも証明することができ，またある視点からは全く異なった科学体系の真理であり，法則をも形成するものであることがうかがわれる。たとえば身体運動の一現象が，生物学上でも，医学上でも，物理学上でも一致する（エネルギー代謝など）ように。そして身心は一如であり，相関的統一的なものであることが銘記せられねばならない。

後半は身体運動の実際について述べたものであるが，生命の続く限り人間は身体運動をしているものであり，その量は少年青年時代を通じての約10年間に，地球を1周歩行したと同じくらいの量になる。科学文明の利器を利用したつもりで身体運動をしない，あるいはできない人も数多くいると考えられるが，それらの人々はカール・ディーム博士の

「適当な身体運動なくしてこの文明病（心臓病や神経障害）から逃れることはできない。」

と指摘した言葉を忘れてはなるまい。われわれもまた同じような警告を発して結びの言葉としたい。

「甘やかされた生活をして，人間本来の身体運動を怠るのは，生命への背信である。」