

No.76
キネシオロジー研究会

登山に関するキネシオロジー的研究

神戸大学教育学部 岩田 敦
神戸大学教養部 神吉 賢一

日本体育学会兵庫支部では、キネシオロジー的研究に興味を持つ者が集まり、キネシオロジー研究会を持っている。現在、登山に関する研究、バスケットボールのジャンプショットに関する研究、槍投げに関する研究の3つのテーマに取組んでいる。

今回は、登山に関するキネシオロジー的研究について、全体の構図、および現在の問題について報告したいと思う。

人間の基本的動作および各種スポーツのキネシオロジー的解明は、過去数多くの報告がなされている。しかし、登山の分野においては、比較的その研究が少ない。これは、他のスポーツに比べて、容易にその動作を実験的に作り出し得ないことや、自然的環境の影響が登山動作に関与するためと思われる。しかし、様々な登山の事故が続出している現在、あらゆる方向から登山動作を科学的に究明す

る必要があると考えられる。

J 登山に関するキネシオロジー的問題点

登山に関するキネシオロジー的問題を、力学的研究（動作分析的研究）、生理学的研究、解剖学的研究（筋電図学的研究）に分け考えてみたいと思う。

いずれにしても、登山では重量物を背負った姿勢での歩行が基本的動作であり、日常生活の基礎的動作と共通した面をもっている。

しかし、その歩行の条件が異なる。すなわち、

- ① 重量負荷による姿勢
- ② 重量負荷による平地歩行
- ③ 重量負荷による登行
- ④ 重量負荷による下降、などが考えられる。

(1)力学的研究

登山に関する力学的研究においては長時間、負荷物を背負い、一定の姿勢を保って歩くという動作が強要される。従って、最も能率的

な負荷物の背負い方は申すまでもなく、歩行そのものも能率的な特殊なものとなるであろう。それは負荷物の重心と人体の重心との相対的な関係においてバランスのとれた歩行が必要となり、これが疲労を最少限にいくとめ長時間活動することができるであろう。

その他、登山に必要な技術としてのアイゼン、ワカン、スキーをつけた登行、下降、ピッケルを用いた歩行（登行、トラバース）、グリセード、滑落停止などの動作の研究が考えられる。

(2)生理学的研究

登山における動作は、自然的環境に対する適応性が最も大きな問題である。ただ単に歩行だけを考えてみても、斜度のある地上、雪上、岩場を負荷物を背負って登行、下降することは、相当のエネルギーを消費する。このとき、当然、負荷物の背負い方という基本的問題は考えなければならないけれども、その動作の効率を究明しなければ長時間の仕事に耐えることができないであろう。それが力学的研究と相まって疲労を少なくすることにもなると考えられる。さらに考えなければならないことは、アクリマティゼーション（高所順応）の問題である。最近高地トレーニングがメキシコオリンピックを目指して行なわれているけれども、登山においても、高山に登行する場合生理学的变化の究明は当然考えなければならないことである。その他登山技術に伴う、生理学的研究、即ち、アイゼン、ワカン、ピッケルなどの用具を使用した時の歩行、あるいは、ロック・クライミングなどの部分的問題を考えられる。

(3)解剖学的研究（筋電図学的研究）

歩行動作そのものの筋電図学的解析は、日常生活の歩行と、登山が傾斜地の登行、下降という歩行条件が異なるけれども大差はないと思われる。しかし、重量負荷した時の姿勢、および動作の筋電図学的解析は、登山者に対するトレーニング的資料を得るために是非必

要なことである。相当の負荷物を背負うことには、身体の諸筋の強じんな筋力を必要とし、それらの筋力を増大することは、登山の能率を増大する因となると考えられる。

以上のように登山に関する研究の問題点を分類してみたが、登山というと、陸上競技、ボルダーゲームなどのスポーツに比し、特殊なスポーツと考えられているけれども、最近のようなレクリエーション活動の発展や、登山人口の増大などを考えると、他のスポーツと同様に、科学的に研究していくかなければならない。そこで登山の最も基本的動作である負荷物を背負った時の平地歩行について実験したのでその結果の概略について報告する。

II 重量負荷による歩行動作の分析的研究

i 研究目的

背負子に固定した10Kg～50Kgの負荷物を背負って歩行する場合、負荷物の重量変化が、歩行速度、歩幅、一步時間、上体前傾角度、膝関節角度にどのような変化がみられるかを明らかにする目的で本実験を実施した。

ii 研究方法

- (1) 実験期日 1966年5月中旬及び6月上旬。
- (2) 実験場所 神戸大学グランド。
- (3) 被験者 神戸大学山岳部員 男子6名。
- (4) 実験方法 10Kg～50Kgまで10Kgづつ増加させた負荷物を背負子に固定して背負わせ、歩行が安定したと思われる350m～400mを歩行させた後、16mmカメラ、16コマ/secで撮影した。負荷物の重心は背負子の背負環から15cm下ったところにした。

iii 結果

第1表 速度、歩幅、一步時間

n = 6

負荷(Kg)	分速(m)	歩幅(cm)	1歩時間(sec)
0	87.0	74.8	0.52
2	82.8	72.8	0.53
10	78.0	70.9	0.54
20	73.0	69.0	0.56
30	71.4	66.9	0.56
40	68.4	64.8	0.57
50	64.2	61.9	0.58

第2表 歩行時、静止時の上体前傾角度

n = 6

負荷 Kg	歩行時							静止時 平均	
	右足			左足			平均		
	足が離れる時 A	片足支持の時 B	足がつく時 O	足が離れる時 A	片足支持の時 B	足がつく時 O			
0	△ 1.2度	2.0度	○ 2.8度	1.8度	1.8度	2.0度	1.9度	0度	
2	4.7	5.5	5.7	△ 4.3	5.2	○ 6.0	5.2	2.0	
10	△ 9.5	11.2	○ 12.5	9.8	9.7	△ 10.7	10.6	7.8	
20	15.7	16.0	○ 17.7	△ 15.0	16.7	17.0	16.4	13.8	
30	21.0	21.7	○ 22.8	△ 20.2	20.8	21.2	21.3	18.0	
40	23.0	24.7	○ 26.5	△ 22.8	24.0	25.5	24.4	23.6	
50	27.0	23.2	○ 29.2	△ 26.8	28.3	28.7	28.0	25.5	

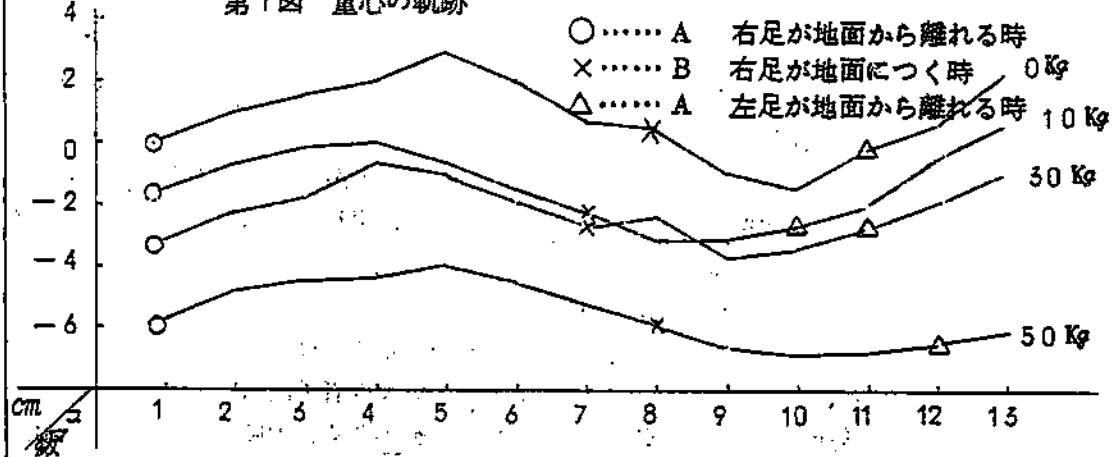
○最大値，△最小値

第3表 歩行時の膝関節角度

n = 6

負荷 Kg	右			足			
	足が地面から離れる時 A		片足支持の時 B	足が地面につく時 O			
	A	B	O				
0	13 0.8度	16 8.7度	17 6.5度				
2	12 5.3	16 7.5	17 4.3				
10	12 5.3	16 7.5	17 3.7				
20	12 2.5	16 6.5	17 2.7				
30	12 5.0	16 5.0	17 2.2				
40	12 5.3	16 4.7	17 0.8				
50	12 0.0	16 3.2	16 7.8				

第1図 重心の軌跡



iv 結果の考察

歩行速度、歩幅は負荷重量（以下、負荷と記す）が増加するに従って減少し、一步時間では増加がみられた。

上体前傾角度（背負子のフレームと垂線のなす角度）は、負荷が増すにつれて増加し、50Kgの負荷では、28度を示した。上体前傾角度が最大値を示すのは、足が地面につく時であり、最小値を示すのは足が地面から離れる時であった。これは後足の蹴りの動作を助け、片足支持のバランスを保つためであろうと推察される。上体前傾角度の最大値と最小値の差は、負荷の増加に伴って小さくなっている。このことは、体の前後動搖が負荷の増加に従って少なくなることを示している。

膝関節角度は、負荷が増加するに従って小さくなった。また、歩行中の重心の軌跡は負荷が増加するにつれて、上下動搖が少なくな

り、重心がスムーズに移動していることが認められた。重心の位置は負荷が増加するに従ってさがり、0Kgと50Kgの負荷では約6cmの差がみられた。これは上体前傾角度の増加と、膝関節角度が減ずる結果であると思われる。

vまとめ

重量負荷による平地歩行を16mmカメラで撮影、分析した結果、負荷重量が増加するに従って、次のことが認められた。

- (1)速度、歩幅には減少が認められ、一步時間には、増加が認められた。
- (2)上体前傾角度は足が地面につく時に最大値を示し、足が地面から離れる時に最小値を示した。
- (3)膝関節角度は小さくなることが認められた。
- (4)重心の上下動搖はやや少なくなった。

脚伸展時の筋作用機序について

山下謙智

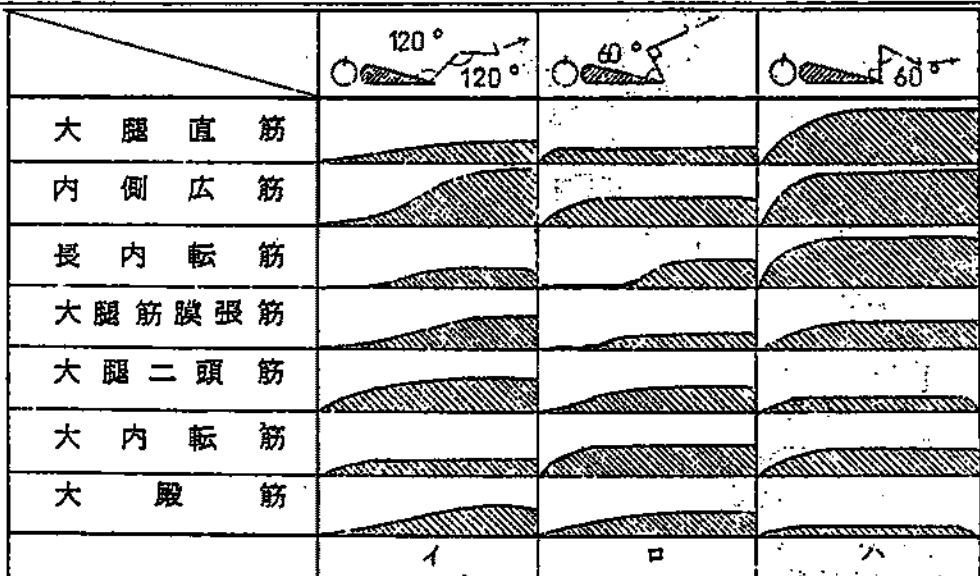
或る動作の筋電図記録を行った時、その筋の放電の意味を探るのに困難を覚える場合が少なくない。その筋が放電を示していることが、主働筋として働いているのか、協力筋として働いているのか、又関節の固定の意味しかないのか等ということは、その放電だけでは判定できないことが多い。実際運動の筋電図で、その筋放電の意味を解釈するため、基本的動作の筋電図を数多く記録したり、又簡単な動作をいろいろな方向の負荷のもとで行わせた時の筋電図パターンの変化を追求するようなことも行われている。ここでは、力学的に筋電図パターンを検討した例について簡単に述べたいと思う。

動作として、歩行、疾走、自転車ペダルの踏み込み、ジャンプ等に普通に見られる脚伸

展の動作を探り上げてみた。言うまでもなく膝関節、股関節は共に伸展を行っている。今膝関節、股関節の角度が夫々、60°、90°、120°の種々の組み合せのもとで伸展させた場合の筋電図記録と力学的解析を行ってみた。

図1は股関節、膝関節の角度が120°、120°、60°、90°、90°、60°の組み合せの時の筋電図である。専脚の自重の影響を出来るだけさけるため横臥姿勢で、肩とくるぶしを結ぶ線の方向に等尺的に最大努力で伸展させた。ここにあげた筋群はいずれも股関節或いは膝関節の伸展に働く筋でいずれもかなりの放電を示しているのは当然であろう。しかしながら大腿直筋、大腿二頭筋の放電を見ると、前2者（図1.イロ）では後者（図1.ハ）に比して大腿直筋の放電が小さく、大腿二頭筋の放電が大

図. 1



であった。これらは共に二関節筋であって大腿直筋は股関節の屈曲、膝関節の伸展に、大腿二頭筋は股関節の伸展、膝関節の屈曲に働き互に拮抗的である。この場合動作としては股関節、膝関節共に伸展を行っているので、大腿直筋の放電が減少して大腿二頭筋の放電が増大することは、股関節の伸展の方が膝関節の伸展より、より積極的に行われていることを示すものである。いずれの組合せの場合も股関節、膝関節は共に伸展しているが、H:120°-K:120°, H:60°-K:60° の組合せ(図1.イ, ロ)の伸展では股関節の方がより積極的に伸展されており、H:90°-K:60°の組合せ(図1.ハ)では、膝関節の方がより積極的に伸展されていると考えられる。

この点について力学的に検討を試みた。脚の伸展動作のように、2つ以上の関節を介して外部に作用する力は、各関節の発生する力が加算されるのではなく、いずれか発生筋力の弱い方の関節に制約されるということは周知の事である。この動作のように股、膝関節が種々の角度の組み合せをとる時、何れの関節が制約要因となっているかを検討して見た。即ち各関節ごとに種々の角度(今回は60°, 90°, 120°)で最大伸展力を測定し、股関節、膝関節のそれぞれの角度において、脚伸展動作

を行った時と同じ方向(肩とくるぶしを結ぶ線の方向)に押し得る力を算出し、各関節の計算値と実際に総合的に脚伸展動作を行った時の実測値を比較して見た。理論的算出の方法については筆者等が上肢の伸展力について解析した方法を適用した。(山口医大産業医学研究所年報 14:64~68, 69~75[1966]) 股関節 60°、膝関節 90° の姿勢を例にとると、股関節 60° の最大伸展力は 64.0kg であったが、股関節だけでこの姿勢で脚伸展動作を行った時と同じ方向に押し得る力は計算で 64.0kg となつた。又、膝関節 90° の最大伸展力は 45.0kg で、膝関節だけでこの姿勢の伸展動作と同じ方向に押し得る力は 62.18 kg となつた。両者の値を比較すると、股関節の値の方がはるかに小さくなる。従って、外部に作用する力は股関節に制約され、4.0kg がこの姿勢で脚伸展動作を行った時の期待値となる。実際に測定した値は 66.0kg となり、外部に作用する力は弱い筋力を発生する関節に制約されるということが立証された。同じ方法で、股関節、膝関節の角度が夫々 60°, 90°, 120° の場合の任意の組み合せの姿勢について脚伸展力がいずれの関節に制約されるかを計算で求め、股関節で制約される範囲と膝関節で制約される範囲に区分してみると図2のようになつた。

以上のことから、先ほどの H:120°-K:120°, H:60°-K:90° の姿勢の場合、股関節の方が制約要因となるため、この姿勢で最大努力で脚の伸展を行おうとすれば、膝関節より股関節の方がより積極的な伸展を行わねばより強い力は望めないわけで、そのために股関節伸展に働く筋群の放電が大きくなつたものと考えられる。又、H:90°-K:60° の姿勢においては、反対に外部に作用する力は膝関節で制約されるため、膝関節伸展に関する筋群に大きな放電を示したものと解釈できる。

脚伸展時の筋作用機序について力学的に検討して以上のような結論を得たが、ジャンプ、自転車走行、疾走、滑艇、その他脚伸展動作を伴う運動の解析に当つて、股関節、膝関節の角度変化に注意し、いずれの関節が制約要因となるかを明らかにする必要があつる。このような観点からトレーニング方法等についても再検討する必要があると考えている。

(京都大学)

股関節 角度 記号	膝関節 角度 記号		
	60°	90°	120°
60°	HIP	KNEE	KNEE
90°	HIP	HIP	KNEE
120°	HIP	HIP	HIP

図. 2 股関節、膝関節角度の種々の組み合せでの脚伸展時の中約要因となる関節を示す。

因となるかを明らかにする必要があつる。このような観点からトレーニング方法等についても再検討する必要があると考えている。

お知らせ

本年11月に開催される日本体育学会のシンポジウム、キネシオロジー分科会の司会者および演者は、下記の諸先生方に決まりました。

テーマ 「体力と技術」 —キネシオロジー的立場から—

司会者 京都大学 高木 公三郎

演者 「技術」の概念について
エネルギーの発生と利用
水泳競技における体力と技術
体操競技の立場から

東京大学教養部 古谷嘉邦
東京教育大学 渋川侃二
名古屋大学 宮下充正
早稲田大学 塚脇伸作

編集後記

暑い毎日が続いています。夏の長期間の休暇は、各種講習会、林間、臨海、はては継続的な実験と暑さに負ることなくお過しのことでしょう。

キネシオロジーの研究では、われわれの活動する場におけるすべての動作が問題となります。登山をキネシオロジー的側面から研究することも重要な問題であります。

「登山……」の歩行を中心とした結果を技術的な研究とみるならば、歩、走、跳などに連した、「脚伸展時の筋作用機序……」は、「基礎的技術」とも、「体力と技術」の接点ともいえるのではないでしょうか。(三浦)

キネシオロジー研究会会報

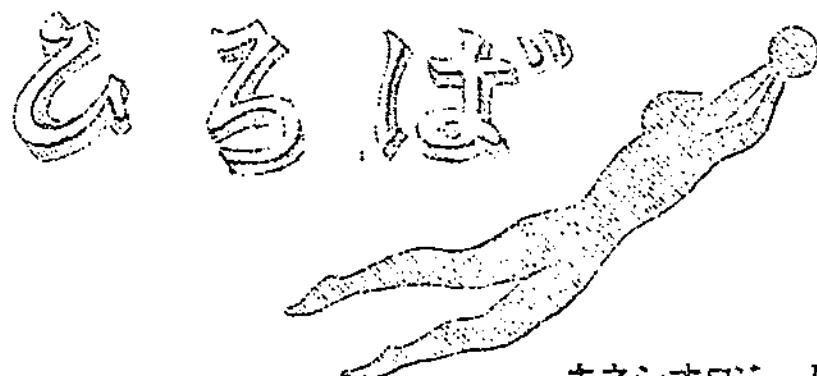
ひろば 第76号

昭和42年8月1日発行

代表 宮畠虎彦
編集 渋川侃二
金原勇

連絡先 東京都渋谷区西原1丁目40番地
東京教育大学体育学部スポーツ研究所
キネシオロジー研究会

電話 (466) 7111(代)
(466) 1418(直)



No. 77

キネシオロジー研究会会報

「キネシオロジーにおけるヒトのつくりの意味について」の雑感

服 部 恒 明

Kinesiologyの研究が、いちじるしい進歩を上げている今日、その勢いよい流れを、川岸から、ただ茫然と眺めることが、私の唯一できることであったのですが、「ひろば」を渾集される人の御好意が、形というものに興味をうばわれているものの目をもって、Kinesiologyというものを、きわめて素朴にみる機会となりました。しかしながら、この一文は、多分に謂われるままに悲いた私の自己満足の産物であり、おそらくは、この紙面をよごすにすぎないことを、心苦しく感じております。

私はKinesiologyそのものを、またその領域をもよく知りませんが、大ざっぱにいえば、ヒト(あるいは人)の動作にかかわる科学をいうのでしょうか。

解剖学の分野にMotion anatomyというものがあり、これがKinesiologyと同義にあるいは類似したものと考えられているようですが、私

は考える対象が異なるような気がしています。Motion anatomyが動きという現象を通してヒトの形態をより深く理解しようとするのに、Kinesiologyは動きという抽象的な概念を、生体があらわす種々の現象を促したりすることによって、それらを描記し具象化する試みであると考えるからです。そして、その動きは形のもたらす動きであるところから、Motion anatomyとはちょうど対称的な関係にあるように思っています。

しかし、形というものを客観化するのは、きわめて困難で、「動」のもつ意味も深遠であるゆえ、形の「要領」を分離し、動きは明らかにされてきたいと思われます。

Kinesiologyがはじめ、ヒトの形態と結びついて考えられ、現今では、生体のあらわす、現象によって動きを解明しようとするのが、本流となったのは、また当然のことであると思われます。

しかし、私は次の交渉を開始しています。形というものが「動きの科学」の中に新しい意味をもって再認識される段階です。

私は形というものをKinesiologyの中で考える際には、大きく3つに分けております。第1にヒトをひとつのMassとしてみる方法で、それを重心などの点に過ぎておらず、Massそのものの動きを追求することは、よく試みられています。第2にはヒトのきわめて複雑な構造にもとづいて筋の解剖を試みる方法です。筋膜網や呼吸筋などは、現象であっても、単位としてはこの複雑な構造のもたらす産物でしょう。第3に、それらの中間で、同じ強さをもつている組織系の、あるいは器官系のあいだにあるヒトのもつ個性の成り立ちにもとづいて動を考察する方法です。

重心の軌跡を現象として捉えることができたら、さらにその軌跡をもたらした筋肉を、ヒトのつくりく「構成」から考えてみたいとは、めぐら始む心地かもしれません。筋膜網も現象を捉えるにすぎないため、その筋がM. fusciformisかM. bipinnatusであるか、あるいはM. bicepsかM. serratusであったかを、教えてくれません。私は形に興味をもつもの立場から、第2の立場にたってヒトの「動」を眺めたいと考えています。

それが、どのような見方か、具体例をひとつあげてみようと思います。私はM. pectoralis majorを、その筋の構成から、つわづね面白いとおもっています。それは単一の筋でありながら、その中には直交する筋組織を有し、ある意味ではantagonistic actionがみられるからです。しかし、これはreciprocal innervationによるM. biceps brachiiとM. triceps brachiiなどとは違った意味をもっているでしょう。

つぎに、これが上腕骨に付着する際には、みられる扇のカナメのような線維のねじれです。これはおそらく、力学的な理由によるのでしょう。もうひとつの興味は、付着の部位自身

が、その筋の作用とは別に、大きく変化するということです。すなわちscapulaのelevationとかrotationによってM. pectoralis majorの筋組織の位置や走行が異なることです。M. pectoralis majorは起始の部位によって1)pars clavicularis 2)pars sternocostalis 3)pars abdominalisの3つの部位に分けて考えられていますが、1)のpars clavicularisにおいては、scapulaの移行で、(それに伴なうclavicularの移行で)起始も付着も同時に位置関係を変えるということになります。そうすれば、m. pectoralis majorに大きく負っているactionの結果は、力の方向と作用すると考えられるparsの筋組織の走行によって、すなわちscapulaの動きによって、よくも悪くなるはずです。このときscapulaの運動を起す筋群は、本来のSynergistの意味より、より選択的ではありますが、一種の協力筋といえるのではないかでしょうか。このようなことから上腕筋は、その特異な構造と広範で種々な動きのゆえに、ヒトの構成上の特徴とヒトの動きの特性を兼ね備える部位であると私には感じられます。

こういった通り筋の研究は、おそらく従来の筋電図学的方法や撮影技術や筋力計などによる方法とともに、ヒトの構成の特性というものを加えて、はじめてより進むものであります。形態学あるいは解剖学が、より静的な科学として受けとめられ、種々な生体のいわゆる動的現象を促進するための空間、部位を示す以外に、とり分け有用でないとされる限り、Kinesiologyは新しい段階へ立ち入ることはできないのではないでしょうか。それは形というやっかいものをあえて含めた方法の試みの中で次第に浮きぼりにされる、段階だと信じています。私は未だその試みをする力量も、機会もありませんが、解剖学を字ぶるものとして、またKinesiologyに興味を抱くものとして、いつか、そんな試みのできる日を夢みています。(東京慈惠会医科大学)

映画フィルムからの動作分析について

三浦 勝

キネシオロジーの研究において、フィルムを利用して動作分析をおこなうことは、主要な研究方法のひとつであり、最近は、ますます盛んに用いられるようになってきている。^(註)

フィルムを利用して動作分析をするには、(1)技術フィルム、(2)ローカス撮影、(3)ストロボ撮影などの方法がある。これらの撮影フィルムからたやすく分析するかは、それぞれの研究目的によって決められるが、連続した動作、運動の方向、距離、時間、角度、速度、加速度、力覚などを求めることができる。これらのなかで、運動の距離や時間を正確に求めることは、運動の時間的、空間的变化を捉えるうえに最も重要なことである。ここでは、映画フィルムからできるだけ正確に、距離や時間の变化を求める方法についてとりあげてみた。

I. フィルムからの距離の測定 撮影は撮影機を固定しておこなう場合と、被験者を追い写しする場合がある。いずれの場合も、撮影されたフィルムは、ひとつの平面に映写される。

フィルム(スクリーン上)から距離を求めるためには、各画面に距離を知ることができるような目印を写し込んでおく必要がある。このためには、図1に示すような目印のおき方が考えられる。

図1で、かりに走りフォームを追い写しで撮影しようとする場合、スタート位置から1~2m間隔で走路の両側同じ位置に距離のマークとして目印板(4×6cm白色)を置く。また高さのマークとしては、走高跳のスタンドなどに、白のビニールテープをまいたものを置く。

被験者は走路の真ん中を走らせて撮影をおこなうが、被験者から、撮影までの距離は

最近距離をなくすために走路の巾の10倍以上を必要とする。

撮影したフィルムは、走路とカメラが直角になる位置では、走路の手前と向う側にある、目印板ははは直角になって写っている。この場合は、走路とカメラが直角にならない場所(図1点線)では図2のような写り方をする。この場合は、それぞれの目印板の位置(図2.a, b, c, d, eの位置)を計測し、次のようにして被験者の位置が求められる。

図2から、フィルム上の ℓ の距離は、

$$\frac{1}{2} \{ (d+e) - (a+b) \}$$

m の距離は $C - \frac{1}{2} (a+b)$

ℓ の実際の距離は2mであるから、Cまでの実際の距離 x は、 $x = 2m \times \frac{1}{2} (a+b) - \frac{1}{2} (d+e)$ となる。この x の距離に、スタート位置からマーカーまでの実際の距離を加えると、走者の位置をきわめて正確に測定できる。

高さを計測する場合についても、地面を基準として、同じようにして求めることができる。

われわれは、これまで、全速疾走、走高跳、走歩跳、やり投げなどについてこの方法を用いて撮影をおこなった。

II. 動作時間の計測 動作時間は、これまで撮影速度(コマ数)によって求める場合が多く見受けられた。しかし、この方法は、時間を知るためにあまり正確な方法であるとはいえない。それは、コマ送りをスプリング巻上げによっておこなうため、撮影時間が経過するにつれてコマ送りの速度が遅くなることや、かなり使用した撮影機では、スプリングが弱くなってしまっており、表示したコマ数よりも遅い場合などがあるためである。

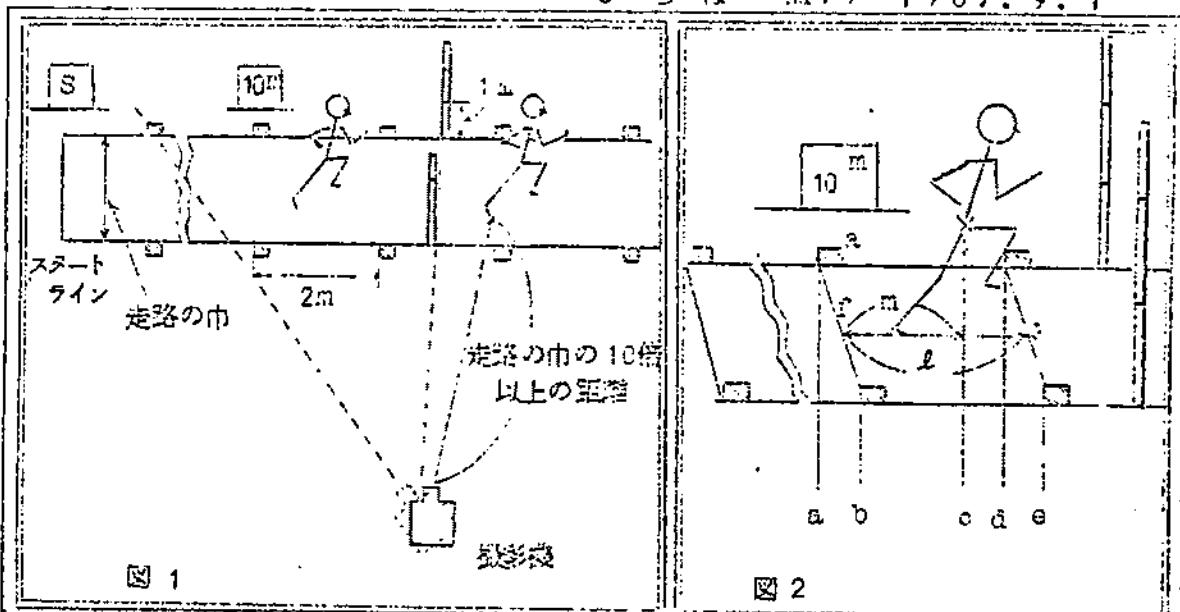


図 1

図 2

時間ができるだけ正確に知るためには、Time Markを写し込むことが望ましい。これには2つの方法が考えられる。ひとつは、二現象同時撮影法（Nac社製）を用いて、側面のレンズから Electric Stop Watchの文字放電管の部分を写し込む方法である。この方法によって、各画面には、被検者の動作と $\frac{1}{1000}$ 秒までの時間の変化が写し込むことができる。この撮影にあたっては、放電管の文字を重複することなく写しこむためになるべく速いシャッター速度で撮影する必要がある。

もひとつの方法は、撮影機に Time Marker (Nac社製) を取付けて撮影する方法である。

これは、撮影してゆくフィルムの横にネオン管を接続し、一定サイクルの発光によつてネオン管を点滅させて、タイムマークをつけ、その光の点の間隔から時間を計測することができる。

このように、Time Markを写し込んでおくことが望ましいが、これらの装置がない場合には、予め撮影速度の変化を調べておくといい。T.K.キュアトン（註2）は落下体を撮影したフィルムから時間を調べることをすすめているが、渡川は振子を使って時間を調べようが、数秒間連続して撮影できるのでより良いとしている。

振子を用いるやり方は、まず1秒に1往復振れる振子を作り、紐でつるす。バックには振子が停止しているときに振子の紐と平行な第直線を描いておく。つぎに撮影機のフィルムをしっかりと巻いて、振子を振らせて撮影する。現像したフィルムから振子がバックの線と平行になったときから1往復（1秒間）ごとのコマ数をかぞえて、時間の経過とともにコマ数がどのように変化するかあらかじめ調べておき、それぞれの経過時間のコマ数から運動の時間を求めるほうがより正確である。振子の撮影は数回試みて平均のコマ数を求めておくとよい。

また、スプリング巻上でなく、モーターを用いて撮影する場合もあるが、この場合もTime Markを写し込むか、撮影前にあらかじめコマ数を調べておくことが望ましい。

（註1）宮下充正：写真を利用しての動作分析、ひろば 57, 1965. 1

（註2）ジョンW.バン・石河利寛訳：コーチングの科学的原理、P301
映画分析の原理、ベースボールマガジン社、1961

（東京教育大学 スポーツ研究所）

仕事とエネルギーについての考察

植屋清見

各種の運動競技で使われている仕事、パワー、エネルギー等の概念を物理的に初步的な考察をしてみる。例えば砲丸を投げる時、バーベルを持ちあげる時我々は仕事をしたという。重きが長い程、その作用する距離が長ければ長い程、仕事が大きいことも明らかである。一般に「物体に力が働いてその力の方向に物体が動くとき、力はこの物体に仕事をした」といふ。力の大きさ F とその力の方向に動いた距離 S の積で仕事を量をあらわす。即ち仕事を W とすれば $W = FS$ となる。それ故、重い物体を手でささえているような場合には、どんなに疲れても物体を動かしていないから、その物体に対しては物理的には全然仕事をしないことになる。一般には力の方向と物体の動く方向は必ずしも一致しない。たとえば床の上にある重い荷物に腰をつけて手でひっぱる時、力は直の方向に動くが荷物は床にそって水平に動く。この場合加えた力 F 、動いた距離を S 、その間の角度を θ とし、 F を水平方向の分力 F_1 と、鉛直方向の分力 F_2 とに分けて考える。この物体は F_2 の方向には動かないから、 F_2 の方向には動かないから、 F_2 は仕事をしていない。従って F のした仕事は $F_1 S$ に等しいと考えられる。

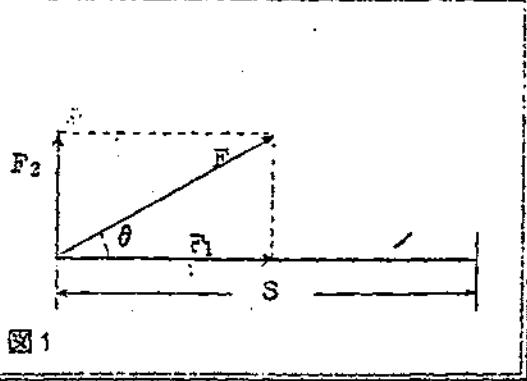


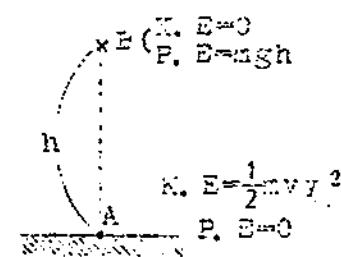
図1

$F_1 = F \cos \theta$ であるから F のした仕事は $W = FS \cos \theta$ となる。この式より最大値は $\cos \theta = 1$ 即ち $\theta = 0^\circ$ の時であり力の方向に物体が動く場合、もっとも効率よく仕事をなされる。

仕事の単位として力の大きさの単位に $Kg\cdot m$ 、長さの単位に m を用いる時、重量キログラムメーター（記号 Kgm ）あるいは $1N\cdot m$ … 重さ $1Kg\cdot m$ の物体に加速度 $1m/sec^2$ を与える力）の力が物体を $1m$ 動かすときの仕事 $1N\cdot m$ を 1 ジュール（記号 J ）等を用いる。次に電動機や発電機などの動力源の働きを考える場合に一定時間内にどれだけの仕事をなすことが出来るかを問題にするが、各種の運動競技の動作においても、それによってなされる仕事だけでなく、その仕事をなすに要する時間が重要である。物理的に単位時間あたりになされる仕事の割合をパワー（仕事率）と呼んでいる。時間 t の間に W の仕事をするときのパワー P は、 $P = W/t$ となる。前に述べた様に $W = FS$ であるから $P = W/t = F \cdot s/t = F \cdot v$ となる。結局パワーは力とスピードの積となる。単位時間あたりになされる仕事が大きい、即ちパワーが大きいということは、大きな力が速いスピードの状態で発揮されていることであり、跳躍の着切り、砲丸投げの突きだし等には大きな力よりも大きなパワーが要求される。パワーの単位としてワット（記号 W ）、馬力（ PS ）を用いる。1ワットは1秒間に1ジュールの仕事をするときのパワーで、1馬力は736Wに相当する。

更に、我々は各種の運動においていかに大きなエネルギーを出し、いかにそれを経済的に使うかというようにエネルギーということを問題にすることが多い。ここでエネルギーについての考察をしてみる。一般に物体が仕

図2



事をする能力をもつ時、物体はエネルギーをもつという。力学的に³エネルギーとは仕事をする能力である³と定義づけている。力学的エネルギーとして物体の位置のちがいによってもつ位置エネルギー(Potential Energy; P.E.)と運動している物体がもつ運動エネルギー(Kinetic Energy; K.E.)とがある。

これらは次の式で与えられる。P.E. = $m \cdot g \cdot h$
 $K.E. = \frac{1}{2} m v^2$ ここで m : 物体の質量、
 h : 基準点からの高さ、 v : 物体の速さ、 g : 重力の加速度($9.8 m/sec^2$)である。例えば、
 $100 kg$ のバーベルが床から $2 m$ の高さまで持ちあげられたとすると、その高さで、バーベルのもつエネルギーは位置エネルギーだけであり、その大きさは、 $P.E. = 100kg \times 2.3 m/sec^2 \times 2m = 1960Kg m/sec^2 \rightarrow m = 1960 N.m = 1960 J$ である。ここでバーベルをはなし、それが落下するときのエネルギーをみてみる。バーベルが床に到達する瞬間では $h = 0$ となる故 $P.E. = mgh = 0$ となるが、これは(位置エネルギー) + (運動エネルギー) = 一定という力学的エネルギー保存則より 1960 ジュールの位置エネルギーがすべて 1960 ジュールの運動エネルギーに変わったのである。床上 $1 m$ の

編集後記

ガリ版刷りだった頃の「ひろば」には会員諸氏のおたより、御意見、研究のアイデアなども紙面を賑わしてました。タイプ印刷になると、つい、まとまったものでなければ満載しにくい感じがつきまとうようです。どうか皆様の「ひろば」にするように、おたよりをお待ちしています。 (三浦記)

ひろば 第77号 1967.9.1

高さを落下する瞬間は、バーベルは元ジュー
 l ルの位置エネルギーと 1960 ジュールの運動エネルギーをもつのである。又走高とびの着切りにおいて選手のもつ力学的エネルギーは運動エ
 ne ルギーだけで、選手の質量を m 、跳躍方向への重心の速度成分を V_y とすると、 $K.E. = \frac{1}{2} m v_y^2$ であり、そして、重心が h まで上昇したとすると、 h の点では重心速度 $V_y = 0$ で
 ari あり、運動エネルギーは全て位置のエネルギーに変わるのである。

力学的エネルギー保存則により、A点でも
 tw エネルギーと、B点でもつエネルギーは等
 si しいのであるから当然次のような関係があり
 at た。 $\frac{1}{2} m v_y^2 = mgh$
 $これより得られる高さ h は、 $h = \frac{2v_y^2}{g}$ とな
 $る$ 。それゆえ、走高とびで良い記録を得るた
 me めには、着切りにおける上昇速度 v_y を大
 ki きくすることが重要であり、そのため技術的
 na 的な考察が多くなされている。$

以上の説明では、まさつ、抵抗などによる
 et エネルギーの損失は全くないものと考えてい
 re る。

(東京教育大学・大学院)

キネシオロジー研究会会報

ひろば 第77号

昭和42年9月1日発行

代表 宮川 康彦
 福集 渡川 侃二
 金原 勇

連絡先 東京都渋谷区西原1丁目4-0番地
 東京教育大学体育学部スポーツ研究所

キネシオロジー研究会

電話 (466) 7111(代)
 (466) 1418(直)



キネシオロジー研究会会報

本年度学会シンポジウムテーマ
「体力と技術」についての特集

(順不同)

宮 畑 虎 彦

日本女子体育大学

「科学を実行に移す手段が技術」であり、科学は抽象的、分析的などに対し、技術は具体的、総合的である。

遠く走る、遠く投げる、相手を押し出す、などの計画を身体運動によつて表現するのが走、投、すもうなどの技術である。身体に関する諸科学、運動の力学などがその基礎になる。その基礎理論を総合して技術的判断をし、それに基づいて身体を合理的に動かすと、よい技術が生れる。技術的才能のすぐれている者は科学の理論をよりよく具体化する。しかし、科学によつてすべてが明らかにされているわけではない。その不足を補うのにカンが働き、それに長年の経験や熟練が加わつて技術が上達する。科学の未発達な時代には、すべてカンと経験により、まれに見る優秀な技術に対しては「入神の技」と賞した。実は合

理的な技術である。技術には、まず技術的判断の能力が必要である。つぎに身体運動の技術では、体力が極めて大切である。遠く走る、遠くへ投げる、相手を押し出すには力(筋力)、質量(体重)あるいはてこ(骨格、身長)などの要因、身体の科学でいえば、体格や筋力など体力の範ちゆうに入る要因が不可欠である。もし体力をもつと広く行動力を深め、正確さ、協応などを含めれば、技術における体力の重要性はよりいつそう大きくなる。

技術は具体的、特殊である。筋力計に表われた数値では陸上の選手の脚筋力は強い。しかし、水中でばた足を行なう力は水泳選手が強い。体力を有效地に技術に生かすには、それぞれの運動の練習を反復して熟練しなければならない。この練習に、総合的な体力が必要である。1500m競泳におけるパートシの泳ぎ

を見ると、歌謡のよさもさることながら、「歌をられた歌」である。『毎日12,000m歌ぐ』。そうだが、はげしい練習である。

これには、肉体的な体力の上に精神力が必要である。体力は精神力と一括になって、いつそう技術の完成に役立つ。

猪 飼 道 夫

1.

わたしは体操の競技力向上委員会の席で、競技力を発揮して次のように答つた。

競技力=体力×技術

このとき、体がは人體の発生するエネルギーを意識し、技術はこのエネルギーを効率的に、人體の特定の運動達行に活用する能力であるとした。しかし、このときは、まだ、体力と技術とを本意的に論議する事態が十分であつたわけではない。

2.

ところが、キネ研で「体力と技術」を論議するとなると、もう少し考えてみなくてはならない。しかし、わたしたちが科学から体力を見てきたものは、技術という用語の起源とか、その内容については、よくわからぬいし、生理学や範囲外の事項があらわれているように思われる。しかし、無理でもない。わたしは体力を次のように考えてきた。

東京大学

体力	エネルギーが質と量…	能力、パワー、持久力、スピード
	からみた体力	サイバテクニクス…

前者を「力の要素」とすれば、後者は「能力の要素」である。ここにいう「能力」は特徴が主体となつており、適応性をもち、設定された機械の動作に、自分の身体の動きかたをあわせていくことができる能力である。この調節力が特定の運動種目にあうように、身体の運動形式（その内には評議系の活動様式）を発達させていくとき、そこにできあがつたものが技術である。技術には、技術の技術、物理上の技術のほか、絵画・音楽・工作の技術もある。そこで調節力は全く生物学的のものであり、人間に先進であるが、技術には文化や歴史が関連している。そこで、次のような表現を用いることを試みた。

技術=調節力×文化

高木 公三郎

キネシオロジーのシンポジウムにとりあげられたこのテーマについて考えるとき、まずは力、そして技術の概念を明確にする必要がある。体力についての研究は近来すばらしい進歩をみせており、体力というものが何であるかは、かなり明らかになつたが、しかもなお問題は残つている。また技術については、すべての人が一致した概念をもつてゐるなどとは考えられないで、なかなかむずかしいテーマだと思う。

しかし今回のシンポジウムの出発点として私は次のようなことを考へてはどうかと思う。

京都大学

よく「筋はすばらしい体力をもつてゐるにもかかわらずよい成績をあげ得ないのは、技術がまずいからだ」というようなことが云われる。その体力と技術の関係を端りさげてみてはと考へている。

体力としては、筋の瞬発力、持久力そして全身的な耐久力を考へ、精神的なものは一応おあづけにしておきたい。また技術の方は、何かの目的を効果的に達成する方法のことと定義しておきたいと考う。技術とは、ある運動競技において、よい記録を出し、試合で相手に勝つために、身につけている体力を十分

効果的に選ぶための手段だと考えたい。この手段にはフォーム、タイミングなどの要素がある。身体のフォームは当然結構的な考え方、指手の機能とその力学的な作用をもとにしたタイミング、などと考えられよう。動きの駆動力である能力の発生場所、そしてその力が身体内をどのように伝達され、用具や外界に作用するか、を問題として、ある

目的のために最も能率のよい方法を考えることにより最適の技術が生まれなければならない。分析された身体の部分的な動き、そのタイミングよき結合、それが運動演技のための技術ではなかろうか、力の充分と共に、体力にふさわしい技術、技術に必要な体力の蓄積したいものである。

浜田 基一

「運動会に於ける演出の効果に就て」とか「世界の一流選手による力と技術の競争」とかは育やスポーツの記事の中でなげなく使われている用語の中には他の科学や藝術の世界の用語を借用している場合が多い。演出という言葉は勿論、演劇の用語で、技術もて来科学の用語で体育の用語ではない。しかし経営技術、政治技術、宣伝技術、教育技術等々体育以外の分野でもかなり多く使われているので体育やスポーツの世界で使われるのがおかしいとか不自然であるとかいうことはない。たゞ元々は主張技術を基礎にして発展して来た技術の概念の拡大解釈または空説的復活であることは心にとめて置くべきであろう。

事典によると技術とは「人間の生活活動における効果手段の体系である」とある。又技術とは「人間の生活の実践に客觀的法則性を意識的に適用すること」で科學の應用であるとも当っている。しかしこの二つの説の間にかなり考え方の相違がある。即ち前者は技術を手段の体系であるとみ、後者は技術は直感的な運用だと考へているのである。

このどちらを是とするかはさておきわれわれの体育やスポーツの世界ではどちらの解釈での技術を頭の中に入れて使つていただろうかと考えてみたい。大体体育やスポーツの中では物質的な技術（テクニク）と考え技術学（テクノロジー）ではないと思う。とすれば手段の体系であるという考え方が多くつた

日本大学

のではなかろうか。しかし特徴は体育の中でも技術を後者即ち直感の面で考えてもよいといいのではないかと思う。

何れにしても技術という言葉はもともと萬物の言語でありこれを眞鍵に考えてゆくとわれわれの世界にスンナリとすべて適合するという立場にはなりそうもない。そこで技術のねらいである生産を体育に於ける運動の効率に結びかえて考えてみたらどうだろうかと考える。例えば①人間の精神的、肉体的エネルギーの支出である筋肉活動 ②はたらきかける対象（ボール、距離時間、人間、水、樹、器械等）③人間と対象との間に於いてその動きを有効にする活動手段、の三つにわけ、その三要素を分離していくばよいのではないだろうか。この分類の仕方にいろいろあるがもし機会があれば自分の考へをのべてみたいと思う。

要するに人体の行動の特徴を強調して記録や競争に結びつく効率的な行動、動作の体系を体育に於ける技術と考えたい。

～～～～～～～～～～～～～～

お知らせ

10月キネ研例会は学会シンポジウムテーマの「体力と技術」を話題にして下記の通り開催いたします。

日時 10月14日 P.M 5.30~9.00
場所 東京大学教育学部（本郷）学部長室

本間 茂男

東京教育大学

本年の体育学会に際して、キネシオロジー部門のシンポジウムで、体力と技術に関する論究がなされる予定と聞くが、誠に頗る懸念するものと大いに期待している。

この両問題は、体育の指導上、常につきまとう重要な問題でありながら、研究不足を感じことが多いものである。

体力に就いては、体力学会なども出来て、その研究も日に日に進んでいる様であるが、文部を通じて見た限りでは、体力の本質論などまだまだの感じが多い。技術となると、日常この語を使いながら、聞き直つて、「其の定義は」などと聞かれると、殆どどの人間が弱つてしまうものである。俺は政治家ではない技術家だ、などと呼号する人でも、技術とは何ですかと聞かれると返答に苦しむのである。これだけでも、今回のシンポジウムを聞きたいと思うのであるが、しかし往年、よい姿勢という体育学界のシンポジウムで、定義時だけで終つたような頭があつたこともあるのでその例に倣うことにならないようにと祈つているが、今回は、準備委員会に於て普々と万全の対策をたてておられるから期待出来ると思う。

しかし、何分、今回のテーマも大きいから、否大きすぎる観があるから、体力は別として技術に関しては、一般技術は、技術の定義後にとどめて問題の焦点を、「体力と運動技術」ということに対するのが、二時間や三時間の研究討論会では、よいのではないかと思う。勿論、企案者は、既にその積りであつたといわれることを期待するが念の為。

さて、体力と運動技術と限定しても、尚問題は多い。運営上困難とは思うが、(会員に全討論を開かせたいので)いくつかの分科会にでも分けないと、問題を捌き切れないのではないかと察じられるのである。

研究会員はなかなか欲張りであり、研究熱心からくる不平家も少くはない。私もその一人かも知れぬが、折角の機会であるから、少しでも多く求めるところが率明されて、参加者も企画の側も満足して帰るようにと祈るものである。私は次のような内容について満足出来る解明を期待したいが、全部に渡つては到底今回だけでは不可能であろうが、念の為あげて見る。(キネシオロジーの専外の問題が多過ぎるのは承知の上で)

一 本質論的研究問題としては

1. 体力とは何ぞやの最新見解とその定義
2. 技術觀とその定義
3. 体力の増減、技術の上達及び低下に影響を与える要素
4. 異常体力者の体力及び技術に関する特徴

二 体力と技術の実践問題として、

1. 体力と技術、技能の正常発達の実状
2. 病気や怪我或は老衰での体力の衰退が技術に与える影響
3. 技術を支えるに必要な最少限の体力は?
4. 体力不足と過剰体力とに技術に対するどの様な関係を持つか?

三 教育(体育)実践の研究問題として

1. 学校体育の狙いは、体力の造成か、運動技術の指導か。
2. 体育評価では、体力と技術の評価についてどのように考へたらよいか。
3. 体力差への即応と技術の上達の為の運動技術の分析的解明とその応用法の研究
4. 男女別体力運動技術差に基づく体育の再検討
5. 異常体力者の運動技術の指導法の研究
6. 非常時用(災害防止、人命救助等)の体力と運動技術に着目した積極的体育指導の在り方の研究

以上

金 原 勇

A 技術とは、人間が人間の要求を効果的に満たすために開発した手段、あるいはそれらの身につけられたものをいう。前者は技術、後者は技術と呼ぶことが便利であろう。技術は客觀化されており、伝承することができる。また、いつばんに適応したものでなく、改善していくべきものである。

B スポーツ技術とは、スポーツでよい成績をあげるために開発された手段(動きの型)、あるいはそれらの身につけられたものをいう。体育技術とは、人間の生活、生存に要求される基礎的運動(スポーツを含めて)における効果的な動きの型、あるいはそれらの身につけられたものをいう。スポーツ技術は大きくフォーム、戦術、ベースに分けることができる。達成の促進や体力の向上に用いる運動の合理的な動きの型は技術

松 井 秀 治

体力にしろ、技術にしろ、私は日常、言葉をかなり不用品に使つてゐるようです。このためか、さて改まつて体力とは、技術とはといわれると、なかなか共通的な理論に立つた使い方や、走りといつたものが出てきません。私は今のところ体力及び技術とその両者の関係を、次のように考えています。

- (1) 体力とは、人間の身体活動の基礎となる身体的な能力といえます。ここでいう身体活動とは、座る、立つ、跳ぶ、投げる、担う、提げるといった行動的な要素と、環境に対する適応能力が高い、すなわち、風邪をひかないとか暑さに負けないといった、身体の抵抗的な要素を含めたものです。／＼
- (2) 技術とは、あたえられた刺激とともになつて行なわれる身体運動(極めて運動量の少ない指先などの運動を含めて)を、正確に行なうことの出来る能力といえます。別ない方

東京教育大学

としてとらえることもできるが、むしろ体力の養成法達成の増進法としてとらえておくことが適当であろう。

C 運動技術の要求される場では、基礎行動体力(筋力、持久性、スピード、パワー、柔軟性、調整力)はおもに技術を通して効果的に発揮される。したがつて、身につけられた運動技術は技術×体力あるいは技術×体力×意志力としてとらえることができる。運動技術を十分に身につけるには、その基礎的条件の一つとして、それ各自の全面的、専門的体力が要求される。

したがつて、体力に応じた技術を用いることが必要であるし、それとの運動に要求される体力の向上をはかりながら、より高度の技術を用いるようにしていかなければならぬ。

名古屋大学

をすれば、必要な時に必要な力を發かせる能力で、それは外部からの情報を感じ器によつて正しくキャッチし、この情報にもとづいて中枢が判断し、正確な命令を末梢に送る運動形成のパターンといえます。繰返しになりますが、技術は筋肉を正しくキャッチする感覺器、この情報を選別判断することの出来る完全な中枢、命令を具体的な運動として表現する効果器などの、身体的能力を身体運動として具体化する、運動作りと運動作りの過程といいます。

(3) 体力と技術の関係はテレビの受像機といえば、部品と回路の関係にあるといえます。良い部品を揃えることは多少回路に無理があるても美しい像が得られますし、また逆に回路が壊れていれば多少部品に難があつても受像機は良いバランスで働きます。このようにあるものが組織されて1つの目的を達成する

場合、私達はその評価をしばしば「効率」で求めます。体力と技術は身体運動という妥協領域は機械的、部品と直結またはメカニズムにあたるもので、その関係を現在のキネシオロジー研究の段階にそつて考えるならば、

Potential energy 及び Kinetic energy の両

多和健雄

東京教育大学

18世紀のフランスの「アンシクロペディー」には、art（アール）という用語でもつて、今日私たちの云う藝術と技術のどちらをも云い表している。けれども、工場や一般に生産の仕事場におけるアールと、学問や藝術や手工艺としてのアールとを区別するために、前者のアールを「機械的な技術」(arts mecaniques)と呼び、後者のアールを「自由なる技術」(arts liberales)と呼んだ。

(註)自由なる技術(arts liberales)という言い方は、ローマにおいて早くからカトーやキケロやカウアローに見出すことができるが、これは官宦としてのローマ市民が学ぶべき基本的教養ということに起因している。

18世紀の終り頃のドイツにおいても、クンスト(Kunst)という用語で、両者を云い表わしていた。その例証はカントで、彼は工芸の術を広い意味の Kunst と区別し、これを労賃技術(Lohnkunst)と呼び、その他の技術を自由な技術(freie Kunst)と呼んだ。

ベーゲルになると、彼はカントが労賃技術と呼んだものを、はつきりとテヒニーク(Technik)という語で云い表わしている。そしてフランス語も、機械的な技術と呼んだものをテクニク(technique)と呼ぶに至つたのである。今日でも、工場における機械的技

編集後記

これまでひろばの仕事をお世話いただいた三浦先生が10月より名古屋大学に榮転されました。増々の御發展を祈ります。これからは私が事務的なお手伝をさせて寧ります。どうぞよろしくお願ひいたします。(吉本記)

面からみた「効率」として考えてみるのが良いのではないかと思います。

したがつて、具体化される身体運動によつて効率を高める要素が体力である場合もあり、技術である場合もあるわけです。

術を art といわないこともないが、ふつう一般には藤原 TEXVN からくる Technik technique は機械的な技術をさすことばであると理解されている。

このように、はつきりとテクニクが機械的技術をさすことばになつた以上、スポーツや体育運動の技術を草體の本質からいつてテクニクと呼ぶことは許されない。クンストあるいはアールと呼ぶのが適当であろう。

ところが日本語では、Art 「技術」または「藝術」と訳されているので「スポーツの技術」あるいは「体育運動の技術」という用語を用いることはできるが、このばあいの技術はテクニクではなくてアールであることを理解して用いたい。

(註)明治初年の字書にはArtは「技術」、17年の「哲学字彙」では「技術」または「芸」、46年改訂の同書では「技術」または「藝術」である。また、江戸時代においては、藝術なることはぬ、剣術、音楽などをさすことばであつたことが、丹羽椿山の「天狗藝術論」(享保13年)に明示されている。

キネシオロジー研究会会報

ひろば 第78号

昭和42年10月1日発行

代表 宮 畑 虎 彦
編集 渋 川 佩 二
会 原 力

連絡先 東京都渋谷区西原1丁目40番地
東京教育大学体育学部スポーツ研究所
キネシオロジー研究会

電話 (466) 7111(代) (内) 74

ひ
ろ
ば



キネシオロジー研究会

超音波による筋の単位断面積当たりの筋力の算出

福永哲夫

筋力は筋の横断面積に比例するといわれている。筋の横断面について考える場合、生理的横断面と解剖的横断面を考える必要がある。そして、筋力は生理的横断面積に比例する。筋の生理的横断面とは筋線維の方向に直角な方向の横断面をいう。解剖的横断面とは、筋線維が走る方向に異様なく筋肉を水平に横断した場合の横断面をいつている。従つて上腕二頭筋のように筋線維が平行に走っている場合は、生理的横断面と解剖的横断面はほぼ等しくなる。このような筋肉を筋達筋といつてゐる。

棘腹筋のように筋線維が斜めに走っている筋を羽状筋、片羽状筋という。羽状筋、片羽状筋の場合には生理的横断面と解剖的横断面は同じでなくなる。同じ太さの筋肉の場合でも羽状筋の方が筋達筋より大きな力を發揮できる。筋達筋の筋力を100%とすると羽状筋の場合は450%、片羽状筋では250%の筋力を出すことができるといわれている。

以上のようなことから、わたしたちが筋の

単位断面積当たりの筋力を算出する場合も、生理性横断面と解剖的横断面がはゞ同じである上腕二頭筋を選んで行なつた。

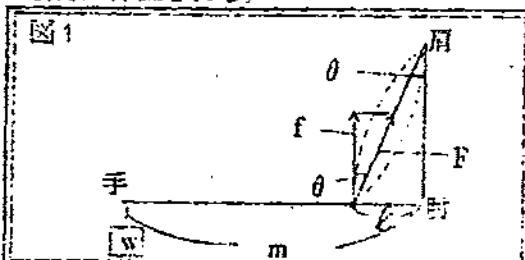
次に筋力を求める場合、みかけの筋力と眞の筋力を考えねばならない。ヒトの生体の筋力をはかる場合、一つの筋肉の出力力を直接測定しているのではなく、テコを用いて間接的に測定している。眞の筋力というのは、筋肉そのものの発生している筋力をいい、みかけの筋力とは筋力計で測定した力をいつていい。ヒトの生体で筋の単位断面積当たりの筋力を算出する場合は、眞の筋力を求めなければならない。

眞の筋力を求める場合、次のようにして算出することができる。図1において筋を肘で屈曲して手で重りをもちあげる場合をあらわすとする。上腕二頭筋が肩から前腕の骨に筋肉がまたがっているが、筋肉が前腕の骨に附着しているのは、肘関節から少しほなれたところである。この附着点と肘関節の距離をとし、肘関節から重りのかけてある点までの

ひろば 1967.12.1

距離を m とする。筋肉そのものの出している筋力を F とすればその分力である $F \cdot \cos \theta = f$ という力が重り w とつりあつてことになる。従つてテコの原理によつて $f \times l = w \times m$ となり $f = w \times \frac{m}{l}$ $F = \frac{f}{\cos \theta}$ というかたちで眞の筋力が算出される。

図1



以上のようにして算出した「眞の筋力」を「筋の生理性横断面積」で除すれば筋の「単位横断面積当たりの筋力」を算出することができる。筋出筋を用いれば、直角内に張力計をつけ、筋力を測定し筋の横断面積を測定すればよい。

このようにして、今まで多くの人々によって筋の単位横断面積当たりの筋力が求められてきた。しかし、各報告の間に一致した値は出されていない。例えば、C.B. Morris は 9.2 磅といい、R. Fick は 5~10 磅、Recklinghausen は 3.5 磅、Baltzinger は 4 磅といつてある。

1948 年 C.B. Morris は次のような方法で筋の単位横断面積当たりの筋力を求めた。

1. 生体計測

- (1) 右上腕最大周径、厚さ (depth)、巾 (width)、皮脂厚 (前、後、内、外)
- (2) 前頭から茎突点までの距離

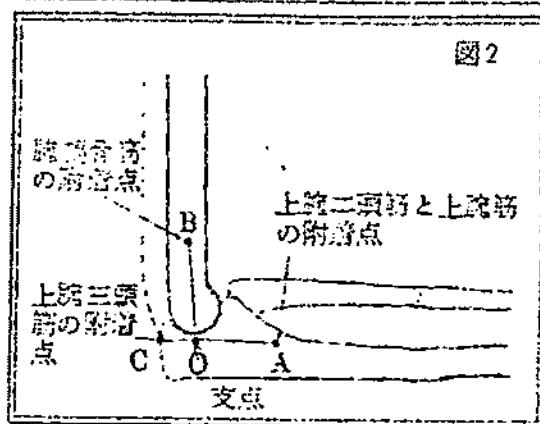
2. 横断面積の計算方法

上腕周径、厚さ (depth)、巾 (width) から上腕横断面積が計算された。それらの筋肉内の横断面積は、Morton と Lembert による屍体から求めた上腕横断面積に対する筋の横断面積の割合を用いて計算した。

3. 筋の附着点の推定とテコ (leverage) の計算

X 線によつて腕の屈曲時の肘関節を中心とした上腕、前腕、骨を撮影した。

図2



OA: 上腕二頭筋と上腕筋の力線 = 3.9 cm

OB: 上腕筋の力線 = 6.9 cm

OC: 上腕三頭筋の力線 = 1.8 cm

肘における支点と重点 (茎突点) との距離が 28.5 cm であった。

従つて上腕二頭筋と上腕筋の場合は測定した筋力 (見かけの筋力) に 7.5 (= $\frac{28.5}{3.9}$) を乗じて眞の筋力を計算した。

以上のような方法で C.B. Morris は 24 名の大学生について実験した結果単位面積当たりの筋力を 9.2 磅と報告している。

しかし Morris の場合も他の場合も、筋内の横断面積の求め方に仮説が含まれている。つまり生体においては筋の横断面積を正確に求めるることは非常に困難であつた。

近年、超音波によつて生体の組織の横断面を撮影する方法が開発されてきた。この方法によれば、生体の横断面像から皮下脂肪、筋肉、骨、血管、野膜を認めることができる。

そこで、わたしたちは超音波によつて生体の筋の横断面積を求める単位横断面積当たりの筋力を算出した。

被検部位は上腕を選んだ。上腕は前述したように生理的横断面と解剖的横断面が同じであるということと、筋力測定が容易で正確に測定できるということからである。

測定部位は伸展した状態における上腕の最大周であり、その点は肩峰点と桡骨点の距離の遠位から $\frac{1}{3}$ の部位にほぼ同じであつた。

被検者は、中、高校生 (12 才, 13 才, 14 才

15才)男女50名、一般成人男女15名、大学柔道部員10名の計75名であつた。

実験の結果、上腕の筋肉の横断面積は、皮下脂肪、骨を含めた全横断面積の 6.90 ± 5.1 名であつた。上腕二頭筋と上腕筋の上腕筋群横断面積は横断面積の 50.3 ± 6.2 名であつた。

筋力測定は、座位で手首にベルトをかけストレーニングによって行なつた。筋力は3回測定しその中で最も大きい値を記録した。筋の附着点を求めるために×線撮影を行なつた。成人男子10名、中学生男子5名につい

て測定した結果、上腕骨頭中心(支点)から筋附着点(力点)までの距離と支点から手首にかけるベルトの中心(重心)までの距離の比が1対 4.9 ± 0.5 であつた。従つて、みかけの筋力に4.9倍して眞の筋力をとした。

以上の結果、筋の単位横断面積あたりの筋力は 6.3 ± 0.6 kgとなつた。(但し上腕の筋横断面積は伸展位におけるものである)

この値は、年令、性、トレーニングによつても変らなかつた。

(東京大学体育学研究室)

身体比重から身体組成の推定の原理と実験

藤平田 英彦

身体組織(body composition)ことに体脂肪量(body fat mass)の評価について從来の方法を大別してみると次の3群に分けられる。

1. 人類学的測定方法——皮厚計(skin-fold caliper)にある皮下脂肪厚の測定、あるいはレンドゲン写真による方法。
2. 生物学的方法——全体水分量から間接的に推定する方法。これは水分法(hydrometry)と呼ばれている。
3. 物理学的方法——体比重(body density)を測定し、これから推定する方法。これは比重測定法(densitometry)と呼ばれている。

そこで私達は身体組成の研究方法として、物理学的方法をとることにした。

1) 体比重測定の原理

定義によつて、体比重(D_b)は空气中での重量(M_a)を体の容積で(V_b)で割つたものである。 $D_b = \frac{M_a}{V_b}$ (1)

M_a の測定は簡単であるが、 V_b の測定には技術的に問題点がある。

体容積の測定方法には2つの方法がある。

一つはアルキメデスの原理を用いたもので、空気中の重量と水分での重量の差であらわされる。また水中に体を沈めた時、排除された水の容積あるいは水位の変化によつて測定しうる。前者は水中秤量法(underwater weighing method)であり、後者は排水容積法(water displacement method)である。

もう一つは肺容法である。

すなわち、あらかじめ容積のわかつてゐる気密室中に被験者を入れ、一定量の指標ガスを注入して、室内で混和して均等にし、この空気を分析して、ガスの濃度をはかるのであるが、これは複雑な装置を要する。

水中秤量法によつて、体容積を測定した場合、体容積は空気中の重量と水分の重量(M_w)の差であるから、

$$V_b = \frac{M_a - M_w}{D_w} \dots\dots (2)$$

であらわされる。ここで D_w はその時の水温における水の密度をあらわす。

しかし、 M_w は2つの成分からなる。

つまり、水中での見かけの重量(M'_w)と肺

と気道に残っている残気によつて拡張された水の量(V_r)である。

$$M_w = M'w + D_w \cdot V_r \quad (3)$$

以上の3式から、体比重を求める式は次のようになる。

$$\begin{aligned} D_b &= \frac{M_a}{\frac{M_a - M'w}{D_w} - V_r} \quad (4) \\ &= M_a \cdot D_w / (M_a - (M'w + D_w \cdot V_r)) \quad (5) \end{aligned}$$

従つて体比重測定には、4つのものを測定することが必要になる。

すなわち、(1)空気中の体重(M_a)、(2)その水温における水の密度 (3)水中での見かけの重量($M'w$)、(4)残気量(V_r)である。

消化管内の少量のガスもあるが、無視しても大したことではない。

2) 体比重から脂肪量の算出。

体脂肪の比重は他の成分の比重より小さい。だから、体比重に影響を及ぼすのは、脂肪であり、脂肪量と体比重の関係を見出そうというのが多くの人の願いであつた。

そのさい、次の2つの原理を前提としている。

(1) 体重は、その各部分の重さの総和である。

(2) 体容積は、各部分の容積の和である。

そこで生体を2つの成分からなる混合物と考える。つまり、脂肪部分と脂肪を除いた非脂肪部分である。

そこで、非脂肪部分、すなわち体重から脂肪量を引いた除脂肪体重(lean body mass)を x 、その比重を α とし、脂肪量を y 、その比重を β とすると、体比重(D_b)は次のようになる。

$$D_b = \frac{x + y}{(x/\alpha) + (y/\beta)} \quad (1)$$

$x + y = 1$ とすると、

$$\frac{1}{D_b} = (1-y)/\alpha + (y/\beta) \quad (2)$$

$$y = (\frac{\alpha}{D_b} - 1) / (\frac{\alpha}{\beta} - 1) \quad (3)$$

になる。

これはまた次のようにあらわすことができる。 $y = \frac{1}{D_b} \cdot \frac{\alpha\beta}{(\alpha-\beta)} - \frac{\beta}{(\alpha-\beta)} \dots (4)$

以上から、除脂肪体重および脂肪の比重がわかれば、体比重から、脂肪量が推定しうることを示している。

Fidanza らによると、人体の脂肪組織の比重は0.9000(37°C)で、性別や体の部位による差は少ないという。

ところが、一方、除脂肪体重の比節は現在もはつきり決定できていない。

第一それが均等であるかどうか明らかにされていない。もつともやせた人について得られた値は1.077である。しかし、やせた人でもどこかに脂肪をもつてゐるものであるから、除脂肪体重の比重はこの値以上と思われる。Rathbun と Pace は除脂肪体重および脂肪の比重をそれぞれ1.139および0.918として

$$y = \frac{1}{D_b} = 100 \left(\frac{0.543}{D_b} - 5.044 \right)$$

の式を得ている。

Keys と Brozek は1952年に平均25才の健康人25名を年令別身長体重標準表に照らして(相対体重平均9.29) "標準人" (reference man) として、その体比重をはかり、1.0629の標準値を得た。その後、Mitchell, Widdowson, Forbes らの人体の化学的分析から、新しい "標準人" として、1.054の体比重値を設定した。

そこで彼らは、個人の体重(R)を標準人(R_s)と "肥満組織" (G) (obesity tissue) に区分した。

$$W = R + G \dots (5) \quad R + G = 1 \dots (6)$$

標準人の比重を d_R 、肥満組織の比重を d_G とすると、上記の式と同様に、次の式を得る。

$$G = \frac{1}{D_B} \cdot \frac{d_G d_R}{(d_R - d_G)} - \frac{d_G}{(d_R - d_G)} \dots (7)$$

R と G の脂肪の比節をそれぞれ C_R , C_G とし、脂肪量をそれぞれ f_R , f_G とすると、

$$f_R = C_R \times R \dots (8)$$

$$fG = CG \times G \dots\dots(9)$$

全体脂肪量 fB は、

$$fB = fR + fG \dots\dots(10)$$

となる。

$R + G = 1$ であるから

$$fR = CR (1-g) \dots\dots(11)$$

$$fB = CR (1-g) + (CG \times g) \dots\dots(12)$$

簡単な式にして、

$$fB = CR + (CG - CR) \times g \dots\dots(13)$$

を得る。そこで彼らは 37 名の被験者を高い比值を有するグループと低いグループを有するグループに分類した。

その差から、肥満組織の比重 dG として 0.938 の値を得た。

従つて、 $dR = 1.064$ $dG = 0.938$ を(7)

式に代入すると、

$$G = \frac{7.921}{DB} - 7.444 \dots\dots(14)$$

となる。

また、標準人の脂肪量は化学分析から 15.3 % (0.153) CR、肥満組織の脂肪量 7.5 % (0.75) CG とから、

(15) 式に代入すると、

$$fB = \frac{45.70}{DB} - 4.142$$

となる。

この式は、体力テスト国際標準化委員会 (ICSPFT) の性格と身体組織に関する委員会でも、その採用を推奨している。

3. 其の他の組成の推定

上記のように、体重 W を脂肪 (fB) と除脂肪体重 (LBM) に大別すると、体重はその和であるから、

$$W = fB + LBM$$

となる。

また、除脂肪体重は全体水分量 (TBW) と固形分 (S) に分けられる。

$$LBM = TBW + S$$

この全体水分量の推定は、多くの実験から除脂肪体重に一定量の水分を含んでいるという結果から、私達は全体水分量を次の式を用いて推定している。

$$TBW = \frac{LBM}{0.72}$$

また、全体脂肪量に対する皮下脂肪量 (FS) を推定するために、皮算計を用いて、いくつかの部位で皮下脂肪厚を測定した。測定値は皮下脂肪の二重層の値であるから、その半分に皮膚の厚さを引いて、皮下脂肪厚 (TS) を得た。

同時に、ノモグラムから体表面積 (SA) 脂肪の比重 0.9000 を用いて、次の式から皮下脂肪量を算出した。

$$FS = TS \times 0.9000$$

私達は体育への新しい導入として、身体組成をはじめたわけである。

(東京大学体育学研究室)

モスクワ中央体育研究所を訪れて

吉 本 修

今夏、私はソ連を訪れる機会を得た。陸上競技関係の者十数名で各地のスポーツ施設を中心みてまわつたのであるが、その中のひとつであるとするモスクワ中央体育研究所についての印象を記してみたいと思う。

小雨けむる一日、モスクワ市内にある体育研究所を訪れた。前々からこの研究所の成果が現在のソ連のスポーツの繁栄に寄与していると聞き、さぞ立派な所だろうと期待していたのであるが、意外とこぢんまりとした

施設であつた。この研究所のすぐとなりが、走高跳のブルメルなどがあるモスクワ体育大学である。うすぐらい廊下を通り、案内されたのは副所長室であつた。以下はそこでの副所長の説明の要約である。

この研究所は今から 30 年前、レーニンの提唱により創設された。当初 30 名位の研究所であつたが現在は 300 名のスタッフでスポーツに関する色々の研究を行つている。現在この研究所は第 1 部門から、第 3 部門まで

あり、その構成は

第1部門—Olympic選手の技術向上部

第2部門—一般選手の体育的諸問題研究室

第3部門—Sports一般に関する諸問題の研究室

という目的で仕事が遂行されている。

特に第1部門に於いて総額年100万レーピル(日本円4億円)のうち%を使つているというところから、それにかける期待は非常に大きいといえる。副所長の基しでは第一部門に金がかかるのは新しい器具を導入するからだという事である。今の所、3部門はお互い協力して仕事をしているが、もう少し研究がすみ、お互いの仕事の領域が明確になれば各部門独立して研究してゆくことも考えていいということである。又我々が訪れた時、大部分のスタッフはメキシコ対策のための高所研究に当かけて留守であつたが、現在行なっている主な研究は、

第1部門では、メキシコオリンピックに対する対策、特に高所対策について。

第2部門では人間の誕生から死までの各年代層に亘っているスポーツと、必要な運動。

第3部門では第1と第2部門に隣接しての基礎実験、すなわち、生理学、生物学、生物

教育学、数学学、心理学、医学その他の総合研究ということである。

研究所の活動のあとで、我々は2、3の研究室を実際みて回ったが、その中で第一に感じたことは、どの研究室にも電気工学の器械が大変多く入り込んでいるという事であつた。

我々のみたうちで、第1部門の残留者は、力とSpeedとの関係をコーチ学的に充明していた。このことは大体に於いて言える事だと思うが、やつてはいる事自体は余り新しいことではないが、ひとつひとつの実験でできるだけ多くのデータを取り、克明に研究している事は、彼らの元をかりるまでもなく、より正しいデータが得られるという事であろう。

なお、これらの実験を手伝つてゐる人は、前に書いたすぐとなりにある体育大学の大学院の学生である。

我々がそこで感じたことは、各部門領域の人達が、お互いの立場で、あるひとつの事を研究し、その結果を実際にスムーズに交流させているという事であつた。研究者とコーチヤー、トレーナー、選手、もまたたく間にわかる。こういう点は日本に於いてももう少し考えねばならないことであろう。

(東京大スポーツ研究所)

キネ部門だけの研究発表会を望む

小佐文雄

例年のことながら、体育学会の大会の個人発表では1人の発表時間がわずかに8分間、それに質問時間が2分、計10分間という事になつてゐる。

一年に一度の公式の発表に一年間、心血をそいで行なつた研究の発表時間にしては、あまりにも短かすぎるという気がいたします。発表者が近年大幅に増加し、仕方のない事とはいえ、せめて15分間の発表時間があればと痛感する次第で、ここに一つの提案をした

い訳ですが、体育学会が例年秋に行なわれるとするならば、その逆の5月頃の適当な日をえらび、キネシオロジー部門だけの研究発表会を行つてみたらと思います。

一人あたりの持ち時間数や、会場数、日取り等につきましては、キネシオロジー研究会の会員皆様の相談のうえできめるとよいと思います。

研究発表、および、それらの討論の場をもつと広く、持つということは、何といつても

学会活動の中心であり、大切な事と思います。加えて、この提要をいたします理由のもう一つは、体育学に限らず、自然科学系の學問技術の進歩過程は近来特にめざましく、1年1度の開催では、あまりにも間があきすぎる

と考える次第であります。

以上2つの理由から、是非共この提要に対して御一考ありたいと存じます。

(会員だより)

係 よ り

今回の小佐氏の提議につきましては、日頃そう感じている方も多いかと存じますので、早速、キネ研例会でとりあげ、協議いたしたいと存じます。会員の皆様の中で、この件につきまして何か、案がございましたら、ドシドシ、キネ研事務局までお聞かせ下さい。

編 集 後 記

本年最後の「ひろば」をお送りいたします。学年も終り、すでに会員の皆様方には新たなるお気持で研究に専念されている事と存じます。私共、「ひろば」編集部におきましても、少しでも会員のみんなのものであるこの「ひろば」をよりよいものにするべく努力しております。この「ひろば」を通じて、会員同上の研究活動を知り、あわせてこの「ひろば」が、皆様方の研究に役立てられればと願つてやみません。

そこで広く、皆様方に原稿を募集いたしますと同時に、是非共、皆様方の御意見を謁わりたいと存じます。

現在、研究されていること、されようとしていること、あるいは、こういう事を知りたい質問したい、何でも結構です。キネ研「ひろば」事務局までお知らせ下さい。

尚、本年度、会費をまだ未納の方は、同じくキネ研事務局まで、書留でお送り下さいま

お 願 い

最近、「ひろば」をお送りいたしましても、住所不明で返送されてくるのが大分ふえてまいりました。会員の皆様で住所、性名のお変りになりました方は、遠一御連絡願いたいと存じます。いづれ来月号にでも、不明者の一覧を記載いたしますが、よろしくお願ひいたします。

キネシオロジー研究会々報

ひろば 第79号

昭和42年12月1日

代表 宮 畑 虎 彦

編 集 渡 川 侃 二

金 原 力

連絡先 東京都渋谷区西原1丁目40番地
東京教育大学体育学部スポーツ研究所

キネシオロジー研究会

電話 (466) 7111 (代)



No.80

キネシオロジー研究会会報

ごあいさつ

宮 烟 虎 彦

昭和45年第1号のひろば誌上を借りて会員の皆さまにごあいさつ申し上げます。昨秋学会講演の機会にキネ研の集りが開かれました際、つごうで出席できず失礼いたしました。皆さまのご密力と直接担当の幹事猪氏のご努力によって、ひろばも夢を追つてよいものになっています。

文部省は、教育課程審議会の答申に応じて、学習指導要領の改訂に着手し、本年中には小学校の学習指導要領を公示する予定になっています。すでにご承知のように、審議会は、その答申の中に体力増強を強調しています。したがつて、指導要領もこの意に沿つて作成されます。

一方、現場の学校では、すでに2~3年前から、さかんに「体力増強」をやつています。中には、それをよく理解しないで、「体育つくり」という種目でもあると思つているとのような学校があるのを見たこともあります。指導要領が出て、かなり解説されても、これが体育の場で正しく行なわれるようになるのに年月がかかると思ひます。

このような状況のもとで、平素から体力問題に関心をもち、研究をしておられる全般各地のキネ研の会員諸氏に、適切な指導をしていただきたいと考えるのは決して私だけではないと思います。

皆さまのご健康とご活躍をお祈りします。

スキーのキネ的検討

都立大 永 田 勝

スキーのシーズンがやつて来て、都立大学においても自然コースの一環としてスキー実習をおこなう予定である。正課授業であるから教養課程の学生は大半このコースに参加し、

スキーの経験を得ることになる。そのスキー実習をおこなう時に何時も考えることであるが、たゞ単に経験に基づいた技術の伝達と講習であつては、一般世間でおこなわれている

交通公社主催等の講習会と何んら交りなく、体育技術としての特色はみられないことになる。そこで私達の研究室でのヨロキニアムの一テーマとし、「スキーの力学その他のについて」討論をもつことになり、私がその経過を提供してみた。以下その要約である。尚、キネシオロジーに關係ないと思われる事項のみに設定したので、前後のつながりがないと思うが、くわしく討論したい人は私のところまで御一報下さい。

学生に教えたり話題をうかがつたりする時に一番面白いテーマ作りは「なぜなぜ」問答であると思う。假りにスキーについての問い合わせをいくつもくまなく列記してみると、「なぜスキーの巾は10余cmだろうか、長さは人の身長によつてきめられるものかどうか?」「テレマーク・ラインはなぜついているのか?」「なぜ重力によつてスキーの推進力が得られるのか?」「なぜ体をねじつたりくの字姿勢によつてスキーが曲るのか?」等々、敢てれば切りがたく、その問い合わせのうちには走面上に解説を得られるものもあるろうし、走面上わかっていても力学的に明快に解説を与えることが難しいテーマもある。スキーの指導者たるものは当然知つているべき内容もあるが、一通り面白そうな問い合わせをとりあげて解説を手へてみたい。

1) スキーはなぜ走るのか

走るということは物体同士の摩擦であろうがその点一番問題になるのが、雪という特徴の様子を深く知る必要がある。この街について研究したのは体育の分野の人よりも理学関係の人達の業績を調べる必要がある。又雪の摩擦についてもイギリスの Bowden の研究を知る必要がある。いずれにしてもスキーが走るのは「スキーの滑走面と積雪している雪粒子との間の摩擦によつて局部的に熱の発生をみ、滑走面に接する雪粒子の頂部がとけて、瞬間にごく薄い水の膜ができる潤滑作用の役目をする。そしてスキーは雪の針状結晶の尖端を滑っていく」となる。

2) なぜ雪上を走れるのか

下降している状態のスキーをみて、力の関係を調べると同じ雪上を走ることは不可能に近い。ところが現実にはいくらでも走れる。この秘密は「雪」という動作の静止摩擦係数 μ_0 と運動摩擦係数 μ_k とを比較すると普通の固体では珍らしいほど差が大きい。約10倍の差があるという。これによつて楽に走れる事になる。

3) 走る人ほどよく走るのか

摩擦の点からいようと、「滑走面の単位面積あたりの荷重が大きくなると μ_k が減るので、体重の大小、スキーの大小によつて影響がある」となる。しかし実際にはどうか、疑問である。

4) スキー運動を数学化するとどうなるか
よくいわれているようにスキーとスキーヤーに關係する力の種類は、雪の抵抗から a) 除雪抵抗、b) 摩擦抵抗 (μk)、スキーヤーの抵抗から、c) スキーヤーの質量 (M)、d) 空気抵抗 (DV²)…努力抵抗もあるが省略し、水平部分の空気抵抗のみに限定…である。これらの外に、斜面の角度が α °とする。そして除雪抵抗はない場合を考えると、方程式は、

$$M \frac{dv}{dt} = Mg \sin \alpha - \mu k Mg \cos \alpha - g DV^2 \quad \text{となる}$$

$$= Mg (\sin \alpha - \mu k \cos \alpha) - g DV^2$$

$$\frac{dv}{dt} = g (\sin \alpha - \mu k \cos \alpha) - \frac{g}{M} DV^2$$

$$X = g (\sin \alpha - \mu k \cos \alpha)$$

$$Y = \frac{g}{M} DV^2 \quad \text{とおく}$$

$$\therefore \frac{dv}{dt} = X - YV^2 \quad v \text{を } t \text{ の函数として解く}$$

$$\frac{dv}{X - YV^2} = dt$$

$$t = \int \frac{dv}{X - YV^2}$$

$$= \frac{1}{Y} \int \frac{dv}{\frac{X}{Y} - V^2}$$

$$XY > 0 = \frac{1}{2\sqrt{XY}} \left(\frac{dv}{\sqrt{Y} - V} + \frac{dv}{\sqrt{Y} + V} \right)$$

$$= \frac{1}{2\sqrt{XY}} \left(\log \left(\frac{\sqrt{Y} + V}{\sqrt{Y} - V} \right) - \log \left| \frac{\sqrt{X}}{V} \right| \right)$$

$$\begin{aligned}
 & -V |) + C \\
 & = \frac{1}{2\sqrt{XY}} \log \left| \frac{\sqrt{Y} + V}{\sqrt{Y} - V} \right| + C \\
 & 2\sqrt{XY} t = \log \left| \frac{\sqrt{Y} + V}{\sqrt{Y} - V} \right| + C \\
 & \frac{\sqrt{Y} + V}{\sqrt{Y} - V} = e^c e^{2\sqrt{XY} t} \\
 & \therefore V = \sqrt{Y} \frac{e^c e^{2\sqrt{XY} t} - 1}{e^c e^{2\sqrt{XY} t} + 1} \\
 & \cdots \frac{X}{Y} > V \text{とする}
 \end{aligned}$$

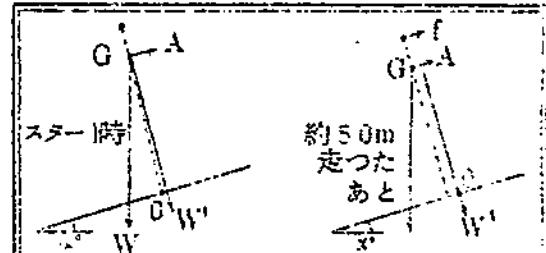
同じようにして V を x の函数として解いても面白い。

上式で空気抵抗なしと考えると即ち $D = 0$ とすると速さ V は時間 t とともに一定の割合で増加することがわかる。空気抵抗ある場合は、段々ゆっくりと速さが増加し、一定の速さに達する。勿論、斜面が長いときである。スキーヤーの質量に左右されるかどうかは、 M の項が入っている Y が分母にあるので、重い人ほどスピードが出ることになる。又空気抵抗 D は人の断面積に比例し、断面積は身長の 2 乗に比例すると仮定すると大きい人ほど Y の値が大きくなり V は小さくなる。

5) 直滑降のときの力の作用はどうか
力の作用として、重力(W)、空気抵抗(I)、慣性抵抗(A)のうち者によつて荷重線(W')がきまる。こゝに慣性抵抗が出てきたのはなぜかといふと、ダランペールの原理より、剛体が質点の直線加速運動をおこなつている時は“慣性

力”が働くという原理によつて説明できる。荷重線と逆向きにスキーから力(F)が働くことは自明のことである。

6) 直滑降のときの重心の位置はどうなるか
スタートのときは空気抵抗 I はないから、



上図の G 点が足底を通過しているが、いくらか距離を走ると f や A のために W' (荷重線) が後へ傾くことになる。荷重線を足底を通らせて土踏まず荷重にするには、重心 G を普通より前へ出す必要がある。勿論、スキーの除雪抵抗があつて、たとえば深い雪や全削動荷降をした時は加速度が 0 かマイナスになつて、慣性抵抗は逆に働くので、足の位置は重心より前へ出て後傾姿勢になる。

7) なぜ土踏まず荷重にしたらよいか
人は Fried Pack 的に安定しているので、人体の最も許容範囲の広い箇所を標準にするとよい。

その他種々の問題が提起できて、キネシオロジー的に解釈できるが、一番困難で興味深いのは“ターン”的問題であろう。今後は机上の計算と実測との一致を求めて検討したい。特にスキーが曲るということは、なかなかの難問題で、これを分析できたらまた発表してみたい。
(身体適性学研究室)

体育学のコアとしてのキネシオロジー

円谷選手の死：

東京都立大学 飯塚 鉄雄

私の住家の西丸そ1kmのところに自衛隊体育学校があるが、魔王の山から真黒に雪焼けしてあれこれスキーによる回転のキネシオロジー的思索やオーストリースキー術の矛盾点

などを頭に往来させながら帰つて来ると、悲しいマラソンランナーの自殺が報せられた。“円谷幸吉選手自殺す”という新聞報導であり、全く他人事には思われず暫らく沈黙を守

りながら考え方を尋たがつた。というのは、私自身が、春夏秋とテニスを父冬にはスキーをというスポーツマンであつて、それらのスポーツを利用して人間の健康をコントロールする理論と方法とを人々に教示する体育教師であり、体育学研究者であると思つていろいろである。唯死んだ円谷選手の心境と私とが若しあのような事態に直面した時におそらく異なる判断と行為とをするとすれば、それは、単なるスポーツ実践者あるいは競技人としてのみに生命をかけて来たと思われる前者に比較し、私の場合には、明らかに、スポーツそのものでなくして、それを一つの手段あるいは方法、又は文化財として利用するという「スポーツを超えた」ものを持ち合せていて、あのような最終的結論と、勝負には到底、満足感から遠慮しても到達し得なかつたであろうという事である。況むば、選手としてよりも、将来はコーチとして大いに輝かれていた円谷君であつたという事である。では何故コーチあるいはトレーナーとしての自らの末路に対する教訓がたかつたであろうか？

私は、スポーツマンと体育等行政との間に一線を劃するものをそこに見出だす。それは、人間の運動を、強いストレス下に於て観察し理解するためにはどうしても欠くことのできない、キネシオロジーの感受の有無という事であろう。若し、自らが体育学校校長として、又スポーツ実践家としての円谷君が、日頃から、自からの実践する競技であらマリノンを基点として、スポーツおよび人はの運動全般に関する広範な運動学的素養を以て対応していたとするならば、おそらく、どのような周囲の叱声や、激励あるいはマスコミのプレッシャーがあろうとも、人生の其の価値判断を誤るような事はしなかつたではなかろうか。この意味では、体育学校そのものの設立理念と、実際の運営との間の矛盾や、管理者等の人生観の相異という間接的要因が彼を死に追いやつたという風にも思われてならない。

体育学の語源を考としてのキネシオロジー：ランソン(L.A.Lanson)は、Physical Education(身体教育)という用語に過ぎず、Activity Sciences(運動科学)①という用語を以て我々の研究領域を代表させようとしている。私も早くから同じ考えを持つており、彼の考え方には賛成である。何故ならば、人間の運動科学が独立科学として存在してはじめてその理論や方法が、人間に應用される時、身体的教育の場が形成されるからである。今日のような、英語や法語・仏語による「身体教育」という呼び方を、ご生大事に守りながら、研究と教育(専門教育および一般教育)を復刊し続けることは、終身的にはその領域の進歩を妨害する結果を生ずるにきまつている。一方日本では、大変便利な用語法があつて、何でも簡単に「学」と付ければ、施設を帯びた表現とニュアンスとが生まれるので、今日では、他領域の学界諸士でも、「体育学」の用語は誰も奇異感を持たないまでに発展した。但し体育学は、現象そのものあるいは、研究対象そのものの名前ではなくて、身体運動学は、目的や信頼度を附加した名称である点、やはり、生理学、心理学等の、研究対象を基準とする名称とは依然として異なる。私は、できれば、体育学のかわりに、身体運動学(Activity Sciences or Kinesiology)と変えたいと日頃から思つてゐるし、又一般教育で、理科教育、社会科教育などの用語によつて統一される基礎医学領域の初等基礎教育と同様、我々も、その改善ではじめて、体育科教育として呼びたいと思う。

我々の専門性を最も端的に表現して與れるのは、運動生理学でも運動心理学でも、あるいは、スポーツ医学でもなく、やはり、身体運動学である事には間違はない。セルトン(R.E.Shelton, イリノイ大学体育学部准教授)②は、キネシオロジーをコアとするカリキュラムの必要を強調し続けて來ているが、スポーツトレーナー、コーチ、物理療法士、レク

リエーション療法士、体育科教師の、れかを問わず、必要不可欠の共通必修科目は、承認したキネシオロジーであるとしている。世界各国の現代から見ても、体育学の専門教育の中で、キネシオロジーが多くのスポーツマン的体育学者、研究者によつて教説される傾向にあるが、できるだけ早く、このような高い傾向を除去しなければ、何時までも、円谷選手のような心境に陥つて脱却し切れないくなる、同僚者が心を越たないであろう。

キネシオセラピスト(Kinesiotherapist)の発端：

セルトンは、今日アメリカの体育学専攻学生の多くの者が、中等学校で、スポーツトレーナおよび、矯正体育あるいは応用体育(Corrective or Adapted P.E.)の教師という職務に就く現実を見て、イリノイ大学で、体育学科卒業生は、すべて日本でいう、物理療法士(Physical therapist)の資格を持たせるべきであると主張する。そして近い将来、体育学部の教育や研究の中で、前述のキネシオロジーをコア(核)とするカリキュラムを設立し、医学部との共同カリキュラムを以て社会の、われわれに対する期待に応えようとしているという。こうなると、キネシオロジー研究は、スタインドラー(A.Staindler)③の言つた、「キネシオロジーは、特に整形外科医にとつて、帰約的(Reductive)研究であるよりも、説証的(Deductive)研究が主体となる」と言う考え方は、今日はるかに過锐して、われわれは、キネシオロジーを通用しての新事業探訪へと船引的にもその事を進めつゝある事をよろこびたい。

臨床キネシオロジスト(Clinical Kinesiologist)の必要：

今度の年鑑と前年年々のスキー指導を通じて、参加者の約1多が、スキー技術に迷はれたが、不東ながらも、多小のキネシオロジーの授業があればこそ、学生の運動的性質にものる事ができ、又その位置と指示も適切であつた事をうれしく思う。われわれは、将来、キネシオロジーを更に進歩的に考えて、臨床的にも適用すべきではなかろうか。

結論：

もともと文部省を考へていたこの稿が、円谷君の自殺という事で、突然このようなものになつてしまつた事をおわびする。しかし人は何か本当に個人的にも社会的にも、行のある仕事(Profession)に~~名実共~~熱中しなければ、往々にして人生の価値感を誤まつたり、又外的ストレスに負けてしまうことがある。この意味で、若し彼が、少なくとも、キネシオロジー的素養を更に身につけていたならばと口惜しく思いながら本稿を書いたわけである。

1. L.A. Larson, "Professional Preparation for the Activity Sciences", J.S.M. & P. Fitness, Vol. 5, 451, 1965, FIMS, Trieste, Italy
2. R.E. Shelton, "A Kinesioterapy Option Curriculum in Physical Education", J.Assn.P.& M.Rehab., Vol. 20, 46, 1966, USA.
3. A. Staindler, Kinesiology of the Human Body, C.C. Thomas, 1955

お知らせ

先月のひろばで、東教大小佐氏より提案のありました、学会以外にキネシオロジーだけの研究発表をもつてはどうかという件につき

まして、早速、12月例会ではかりましたので会員の皆様方に御連絡しておきます。

席上、小佐先生より提案理由の説明があり、

ひ う ば 1965.1.15

(現在の学会の発表時間では余りにも短かい。加えて、日進月歩の我々の体育研究が年に一度というのは、何といつても時流にのれない。)それに対して、当日講出席の方々で話し合いました結果、キネシオロジーだけの発表会は、とかく一部の人達の発表会に終りがちである。節角会をもつても、それでは意味がなくなる。という事で、従来より行つて来て居ります、キネ研究会をその発表の場として、毎回、1名ないし2名の発表者を決め、持ち時間も余り制限しないで行つていつたらどうかという

事になりました。席上、猪飼先生(東大)他の諸先生より、特にその場を若い人達の発表の場としてもつていつたらという御意見もありました。

係では、その決議をもとにいたしまして1月例会より早速その主旨で行う事になり準備をすすめて居ります。会員の皆様方も積極的に、この例会で、発表していただきないと願つて居ります。尚発表希望者は、係まで申し出ておきたいと存じます。

第一回国際 Biomechanics セミナー参加記

猪 飼 道 夫

1967年3月21-25日の5日間、スイスのチューリッヒで、上記のセミナーが開かれた。石河利寛氏とわたしとが日本から参加した。この他、徳島大学から岸野氏が参加されたが、整形外科の専門の方である。これは、ICSPE(UNESCO)が主催したもので、スイス側の司会人は、J.Wartenweiler 教授である。このセミナーを通じて、おぼろげながらわかつたことは、Biomechanics ということは、キネシオロジーと同じであるということと、その研究の範囲からいえば、競技の解剖学的・機械学的研究にはじまり、走・跳・投・泳の動作分析、筋電図による筋運動の特徴、映画撮影による技術の比較研究、ストレインゲージを用いた力学的研究などで、日本でやつているキネシオロジーとあまりかわらない。注目すべき点は、日本ではすでに古い方法として片すみにおかれそうになつて、運動中の身体の重心の軌跡や、その速度、加速度の追跡が、精細な力学的・数学的解析をもつて行われているということである。あまり新しい結果が出ているとはいえないにしても、これは正統派の手法であり、いつになつても不用になるものではなかろう。その論議のす

すめかたを見ても、數学者や物理学者が体育学者と協力していることが想像できる。ヨーロッパに、このことが目立つ。イギリスは、跳躍のとまの跳躍力の検定が動作の写真と同期して行われているが、器具の整備の点からいえばしつかりしている感じがする。イギリスからは労働科学、乃至 Ergonomics 關係の人々が来ているようで、なかなか切れ味のある発言をする。オランダも器具の整備は近代的である。米国は案外であるが、國が大きすぎて、分衆になりすぎて、諸科学の癡漢が手薄のように思われる。体育専攻の人々だけでやつているといつたかんじである。やはり、こうした領域は、あくまでいろいろの専門の人がまざつている方が面白い。ベルギーでは、水中の筋道図のテレメトリーをやつしているが、2チャンネルである。L.Lewillie は、わたしたちの水泳の筋電図を送つてお前の方のクラシカルな文献を送つてくれと言つた。われわれのものは、すでにクラシックになっているのかと思つた。

セミナーというけれども、ふつうの学会とかわりない。招待演者は20分で、一般は10分である。石河氏とわたしは、共に20分

もらつた。招待講者になつていたわけである。内容は、テーマ別となり、一つは、①運動研究の技法、とくに映画による動作分析であり、ここではドイツのGreh, チェコのNovak, ドイツのPatz, などがいた。Grehは理諭家であり、一般的な方法論を述べた。他の人々によりZyklographie, Elektrogoniometrie, Elektropulographie, など走・歩の記録法が論じられた。②第二は運動研究の技法、とくに運動記録図(motion diagram)についてであり、わたしが座長をやつた。ここでは、ストレインゲージや、クリスタルを用いた踏台(force platform)を用いた研究が多かつた。イギリスのA.H.Payneaものが設計が精密であるという点で注目された。③運動の研究の技法、とくに筋電図的キネシオロジーである。カナダのJ.V.Basmajianは、針の中に2本の細い導出用電線を入れた電極を用い、直立時、爪立時の足底筋(PL flexor digitorum brevisなど)の筋電図をとつて、重力の負荷のかかりかたを研究した。④ではテレメトリーであり、石河氏が日本における研究を発表紹介した。ブラッセルのLewillie氏が水泳中のEMGのテレメトリーを発表した。即人体運動の原理と称するものであり、ボーランドのK.Fidelusが、筋力と筋横断面積との関係を理論式をもつてあらわした。これは、筋の最大心拍時の筋電図の電圧の百分値、筋力と筋長との間の比率、筋力などを算定し、断面積は解剖学的モデルにより算定して行うものである。注目すべきものである。⑤つづいて、人仔運動の原理の延長であるが、膝関節や腕の関節の運動の分析が行われた。⑥さらに同じテーマで話がつづき、ここでドイツのディーム夫人が生後一年で水泳の飛込みの指導をするフィルムを見せる。この人は女子指導者の中では、やはり世界一の屈指の人である。日本でも、こうした巾の広い女子指導者を期待したい。⑦作業における応用生体力学である。スイスのWartenweilerは、人体の理想

的な運動様式と、最高度の作業能力を示す運動様式とがいかなるものかを研究している。この人は、動作中の重心の位置変を上下、左右にわたつて記録して分析するという手法をとつてゐる。ドイツのCh.Wagnerという人は、ピアノの弾き手の手のキネシオロジーをやつてゐる。体育とは全く関係がないがきわめて精密なものである。⑧スポーツにおける応用生体力学という。ここでは筆者が、スプリント走の生体力学と称して、スピード曲線と、それから算出した推進力と、これらの波浪で測定した筋力との関係を述べた。米国インディアナ大学のJ.M.Cooperは、走高跳のキネシオロジーと題して、ソ聯のうしろに立てる跳びかたと、米國式の前傾した跳び方の優劣を論じた。デンマークのF.Andersenは、垂直跳のさいの床面に与える圧力の測定から、力-時間曲線を得て、これによつて、跳び上るときには、体重の2倍の力がかかり、跳びおりたときには、体重の3~5倍の力がかかると述べた。演題数は59題であり、これを3日間にやつたのである。口演の間に、午前1回、午後1回と、20分くらいの休憩(break)があり、このときに、いろいろのディスカッションが自由に各人の間に行われ、コーヒーがサービスされる。このときに、多くの人々に知り合いになるわけで、貴重な時間である。わたしは、このとき、米国のCooperと親しくなり、ベルギーのLewillieと旧交をあたため、Dion夫人とはつい先日、カナダのICHPERで会つたことを語り合つた。なおイギリスのPayneとforce Platformを論じ、ソ聯のDonskoiと相交歓し、ボーランドのFidelusと断面積当たりの筋力を論ずることができた。ICSPEの研究部会の主任の米国のJoklは、このセミナーの主催者であり、その会長口演は、なかなか見事なものであり、彼の博識を知るに十分のものがあつた。これは、First International Seminar on Biomechanicsというから、こうした

もののが第一回らしい。参加した人々の國は、ドイツ（東西）、ソ連、ベルギー、フランス、イギリス、ポーランド、チエコスロバキア、スイス、イスラエル、米合衆国、日本、ノルウェー、デンマーク、イタリー、オランダ、ルーマニア、などである。アジアでは、日本

ひろば　五〇二　一九七〇年十一月

だけであるが、考えてみれば、われわれも尚好きなものである。参加しなければならないことはないが、出発すればしただけのことはある。知己がふえるということは、学問の進歩のために有効のように思われるからである。

（東京大学）

「日前」、これトレーニング

宮 煙 霧 彦

国立競技場の水泳教室に、游泳マヒを患つて、身体の不自由な青年が水ぎに来ていている。半年ばかり前、はじめて来たころには、ひじや膝がよく伸びなくてなく、手足も全部曲がつたままであり、手・足の筋肉がよくできないため、まるで泳ぎにはならなかつた。それでも水の中でもういしているかよい運動にはなる。助手たちには「おれはしないようによく監視する」ように指示して、泳ぎの指導をしてやれとはいわれなかつた。長老の方は、当分、指導してもだんだんと考へたうつてある。

昭和40年11月、私は「テモヨミ集」を飲んだ。11月のはじめ、青年ゆきの代りをしてくれた友人から、この若生々との青年が「大志をいだいて」水泳教室に通つていることを聞きいた。青年は不自由な身体で次第を辛うじて、柔軟の練習もした——どの程度か不明であるが——という。そして不自由を克服して何かをやり上げ、それを常に身に纏うことにより、周囲の人たちを感動したい。「50m泳げるようになつたら本に書く」つもりでいるのだと知つた。

これを知つてから、私は自分の考えを変え、「泳げるようにしてやろう」と決心した。青年はもう水にはかなり慣れている。しかし、伸びない手足でただ「もがく」だけだから、せいぜい3~4mしかすくめない。それも水面に浮いてすぐむよりは、水中を移動していくといつた方がよい程度である。

よく行くたゞにも、進むためにも、まず手のさきから足のさきまで全身を伸ばす必要がある。手足をかかす動作でなく、手足を伸ばした姿勢をくずさないでいる練習が大切である。（これは正常な人の場合にも重要な練習段階である。）プールの壁をはつて出て、まづすぐな姿勢でがんばつている練習をさせた。もちろん、この青年の場合、すぐに手足が伸びるはずがない。それでも、少しずつよくなつて、やがて、ばた足だけで；うね（プールの端）を進むことに成功した。ところが、それから1か月ばかり、全く進まないばかりか、ばた足も1.3mに進しなくなつた。本人にしてみれば、ばた足だけでなく手も入れて——クロールで——泳ぎたいわけである。しかし、両手を動かせば、足だけ動かす場合とちがつて、「伸びた姿勢」を保つているのが困難になら。

12月中旬、手の指を伸ばして水をかく練習をさせた。これには練習が必要であつた。手指を伸ばして保ちながら腕を動かして水をかかせた。右手で水をかかせるときには、比較的楽にできるようであつた。左手をやつてみた。ところが、左手を動かさせようとすると、頭をひん曲げ、首の筋肉をこわばらせて、なかなか楽でなさそうであつた。しかし、青年自身はそれを意識していない。私がそのようすを説明したとき、青年はおもしろいことをいつた。「左手を動かすとき、そんなです

か。もともとマヒしたのは右手だつたんです。しかし、左手は毎日使わなければならぬでしよう。少しずつ動くようになり、今はもとの反対で、マヒしたかった右手の方が、マヒした右手よりも不自由なんですね。

どんなに目だたない動作にも神経と筋肉が働いている。そして、毎日くりかえしているうちに、関係する筋肉の柔軟、強度がよくなる、これが、別の運動のわざを行なうときにも役立つのである。バレー・ボールの選手が左手で「はし」を使って食事することはよく知られている、それによつて指が強くなり器用に働くようになるばかりでなく、左手を動かす場合に全身が左手に共鳴して全体の動きが

よくなるのである。

Brunn は、その著書の中で、「起きている時間はすべてトレーニングの時間」といつてゐる。起きていれば動く。動けばそれだけ動作がよくなり、筋が強くなる。「日常」の動作をするのが、やがて、計画外のトレーニングになるわけである。

ちなみに、筆者マヒの青年は、昭和42年最後の練習日、12月27日、頭かぶりクロールで13mを泳ぐことに成功し、何回も何回も泳いだ。『〇〇さん！ 漂泳げましたよ』とみんなに自分のようこびを分つていた。今年中には50mに成功してそれを本に収めるようになるだろう。

キネシオロジー研究会会報

ひらば 第30号

昭和43年1月15日発行

代表 富 岸 宏
鍋 真 渥 川 達 二
金 原 勇

連絡先 東京都渋谷区西原1丁目40番地

東京教育大学体育学部スポーツ研究所

キネシオロジー研究会

電話 (466) 7111(代) (内) 74