

# 双生児の体格・筋力・運動能力の類似度に関する研究

水野忠文

《目次》

- I 緒言・研究の目的
- II 方法
  - A. 研究対象の構成
  - B. 測定項目
  - C. 類似度評価の尺度
- III 結果とその考察
  - A. 相関係数法による考察
    - a. 方法論的考察
      - i 単相関( $r_{12}$ )の結果
      - ii EZ群と対照群の単相関の比較
      - iii 単相関と偏相関( $r_{12.3}$ )
      - iv 対象群による  $r_{12}$ ,  $r_{12.3}$  の表われ方の相違についての考察
      - v 要約
    - b. 偏相関係数値についての考察
      - i 中学1年～高校3年までの偏相関
      - ii 偏相関の有意性
      - iii 偏相関の種別平均値に基く考察
        - (1) 類似度評価尺度としての偏相関の大きさとその種別間の傾向  
— 体育的可能性への1つの見透し —
        - (2) テスト運動の分類と「繰返し運動」の意義
        - (3) EZの  $r_{12.3}$  を体育における測定方法の信頼度判定へ応用すること
      - iv 対象群間の偏相関の差の検定
    - c. 要約
  - B. 対差百分率法による考察
    - a. 方法論的考察
    - b. 対差百分率(平均値)の傾向
    - c. 対差百分率と偏相関との相関
    - d. 遺伝の力と環境の力
- IV 総括

## I 緒言・研究の目的

近来教育研究の分野で双生児研究は次第に重要

視されてきつつあるが、その1つの問題として双生児の比較による教育方法の研究と云うのがある。これは双生児の対の各々にそれぞれ別の教育方法を以って教育した場合その2児間に成績の差が有意に認められるならば、双生児の2児は特に生活環境を分離されない限り生来遺伝と環境を同じくしているのであるから、2児間に差を生ぜしめた原因は彼等に課せられた教育方法上の差異であると判断されることに拠るのである。そして遺伝と環境の双方の力を比較する場合ならば、通常1卵性双生児(EZ)間の対差と2卵性双生児間(ZZ)の対差とを比較するのであるが、目標を教育方法そのものの比較に限るならば、EZのみを使用してよいと考えられる。

さてこの様な双生児を体育研究の分野に広く応用しようとする時、最初に必要なことは、双生児間の対差はどの程度のものであるか、或いは双生児相互はどの程度に相似のものであるかと云うことを予め承知しておくことである。所がこの様な基礎的資料は体育研究の分野では現在殆んどないと云ってよく、特に体育が重要な意味をもつと考えられるのは青少年期であるが、この期の双生児の対差や類似度は未だ殆んど研究されて居ない現状とも云えようかと思う。

そこで本研究の目的は以上述べた如き要求から体育研究に必要な基礎的資料を得ることを目標として、先ず体格・筋力・運動能力等における1卵性双生児の類似度・対差がどの程度のものであるかを明らかにしようとするものである。

## II 研究方法

### A 研究対象の構成

研究対象としては昭和28年度において東京大学教育学部附属中学校・高等学校在学中の1卵性双生児(EZ)男子15対、同女子12対を取出したが、対照の為に男子の無縁児の任意組合せを30対構成した。これらの研究対象群の学年別構成対

数は第1表の通りである。

第1表 対象群対数の学年別構成

学 年 別	対 象 別	実 験 群		対 照 群
		1卵性双生児 (EZ) 男子	女子	無縁児任意 組合せ 男子
高 等 学 校	3年	2		5
	2年	2	1	5
	1年	2	2	5
中 学 校	3年	2	1	5
	2年	1	2	5
	1年	6	6	5
計		15	12	30

本学附属学校在籍双生児にはこの外同性及び異性の二卵性双生児若干対ずつがあるが、余りに少数(2対以下)である為本研究においては除外した。

対象を上記の如く構成したことについては次の様に考える。

- 1) 双生児はこれまでに種々の点でよく似ていると言われ、事実われわれもこれを実際に認めるのであるが、体育運動の様な場合においては果して矢張り双生児は相似るものであるか否かをここで究明しようとするのであるから、双生児が相似るとしても、もし一般児でもその程度の似方をするものであるならば、双生児の類似も大して意味をもたないことになる。それ故ここでは特に類似の程度を知らなければならない。
- 2) 類似の程度を知ろうとする時、その程度の大小を表明する数量化についてはCにおいて後述するが、この対象構成で考えられることは、何等かの対比・比較が可能な如く対象を構成することである。この場合1卵性双生児と2卵性双生児との間での比較が出来るならば種々の知見が得られるであろうと思われるが、それが不可能な目下の事情においては対照を一般無縁児のうちから人為的につくる以外はないのである。

この様な無縁児の組合せをつくる際には対内の2児が相互に運動能力の相似るものの組合せになることが偶然以外に支配されないよ

うにしなければならぬ。即ち人為的に組合せをつくる際に相似た測定値をもったもの同志が組合せられることをさける必要のあることは当然である。この様な理由によって本研究においては同学年の男子生徒のうちから乱数表によって2人ずつの対を5ヶずつ計30対を構成したのである。

- 3) 無縁児の無作為任意組合せ即ち全く他人同志を2人ずつ組合せて、これを双生児の類似度を知る為の1つの手がかりとすることに対しては、2卵性が使用不可能であったと云う現実的制約の外に、「遺伝と環境」と云う点からみれば次に述べる如き意味を考えることがむしろ妥当であろう。

「遺伝と環境」と云う視点に立って双生児を考えれば一卵性においてはその2児が別居させられると云うことがない限り遺伝的にも又一応環境的にも同一とみられるに反し、2卵性では遺伝的には兄弟・姉妹程度の差がみられ、1卵性双生児に比すれば他の条件が同一と考えられても、遺伝的に同一と云う点では不同の因子が入って来ることになり遺伝的不同へそれだけ近づくとみられる。然るに無縁児任意組合せとしての対照群は全く人為的な対ではあるが意味においては上記の1卵性から2卵性双生児への意味の移行が更に延長された所にあるものと考えられるのである。即ち遺伝と環境とが不同の組合せとして無縁児任意組合せの存在が認められるのである。

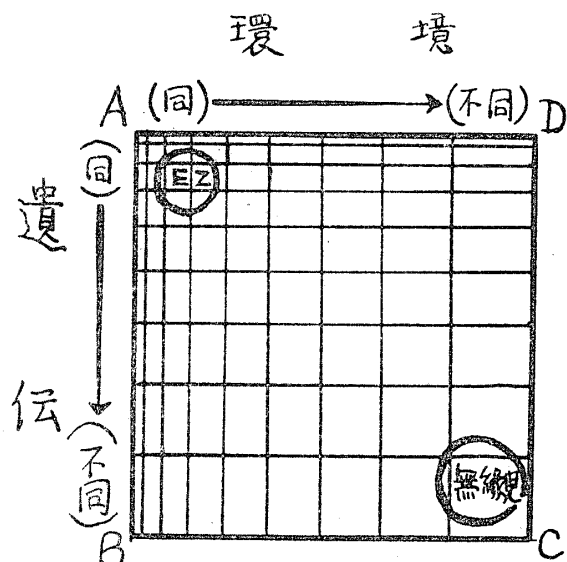
所で遺伝と環境の組合せにはもともと種々の段階があることが考えられる。即ち一方遺伝の同一から不同への段階的系列では

◀ 1卵性双生児 → 2卵性双生児 → 同胞(兄弟・姉妹) → 養子・無縁児組合せ ▶

があるが、この系列では自ら遺伝の強さの強から弱をへて皆無への段階的減少が考えられる。他方環境は極めて複雑であるが、同一から不同の系列を生活環境・教育環境のそれぞれの一面だけを取り出して考えても同居や別居、同じ学校に通うものや別の学校に通うものなどがあり、その家庭や学校の所在地の地域差を加えて考えればそれだけ環境の不同は

複雑となり、家庭の生活水準の如きものを更に考えれば、質的段階よりもむしろ量的な系列において存在する環境系列の面も考えられて、一層複雑化して来るのである。そこで以上述べた所を総括して模式図に示せば第1図の如くなるであろう。

第1図 遺伝と環境の組合せの段階系列



この様に考えて来ると我々の構成した対象の1卵性双生児は遺伝と環境の同と同等の図の左上隅に位置し、対照の無縁児組合せはその不同と不同の組合せ即ち右下隅に位置することになり、それぞれが遺伝と環境の組合せのうちの両極端にあって、誠に好都合な2ヶの代表的標本となるものとみられる。従って同時にこの様な位置づけによって<<control>>は単なる対照の意味のみならず<<contrast>>の意味をも十分にもちうるものとなると考えてよいであろう。

### B 測定項目

測定項目は次の4種別・13項目である。

種 別	内 訳
I 体 格	身長, 体重, 胸囲, 肺活量(註1)
II 筋 力	握力(右), 握力(左), 背筋力
III 運動能力(A) <sup>(註2)</sup>	立幅跳, 垂直跳, ボール投
IV 運動能力(B)	50m疾走, バーピーテスト, 懸垂

筋力はいずれもダイナモメーターによって測定するが、その試技回数は各2回ずつで、そのうちよい記録の方を採用することにした。運動能力は立幅跳・垂直跳・ボール投・50m疾走・バーピー

テスト・懸垂の6項目を測定した。これらについて少しく補説すると、ボール投は軟式野球ボールの遠投距離を米単位で測定し、その試技回数は立幅跳、垂直跳の跳力測定と共に2回ずつでよい記録の方の測定値を採用した。懸垂は男子においては鉄棒の上まで顎を持上げる懸垂屈臂回数を、女子はその懸垂屈臂姿勢の持続時間(秒)一臂を直角に曲げている時間一を測定して筋持久性をみよとしたのである。バーピー・テスト(Burpee Test)は4挙動の運動からなるもので、これは

- (1) 直立姿勢からしゃがんで両手を両足の前方の地面につき、
- (2) 両足を一緒にそろえたままで後方へ伸して腕立伏臥姿勢になり、
- (3) 両足をもとにかえしてしゃがんだ姿勢にかえり、
- (4) 直立姿勢にかえる

という運動である。そしてこの運動を10秒間に出来るだけすばやく反復し、その反復回数を1挙動単位で数え、敏捷性をテストしようとしたものである。

測定の時期は1953年(昭, 28年)5月に身体計測及び筋力測定を、同年6月に運動能力測定を行った。

### C 類似度評価の尺度

類似の程度を評価する為には、これまでの双生児研究で行われている如く、これを数量化するのが適当と考えられるが、それには次の2方法が用いられている。即ち、

- 1) 相関係数値を用いる方法
- 2) 対差百分率を用いる方法

である。そこで本研究においてもこの2方法によって測定結果を統計的に処理し、考察を試みようとするものである。対の2児の測定値にもとづく相関係数値が高ければ、又その測定値間の差が小さいものであれば、2児相互の類似の程度は高い

(註1) 肺活量は肺胞内換気能(\*)として機能的なものとする場合もあるが、ここでは他の測定項目との関係上便宜的に体格へ入れた。

\* 鈴木慎次郎:「体力測定法」(昭24.10)

(註2) 運動能力を(A), (B)に2分したことについては III, A, b, iii(p.148)で述べる。

と判定するのである。

相関係数は級内相関係数( $r_1$ )を使用するが、後述する如くこれは単相関より偏相関の方がより適切であることを特に対照群について発見したので、結果の考察に当っては偏相関を使用することにした。

又対差については測定項目毎に対内の2児の対差を出し、或いはそれを平均値で代表させても、測定単位が時間や長さ等々異なるものであるので考察の際種々不便を生ずる為、対差を2児の平均値に対する百分率で表わすことにし、測定項目毎の対差百分率の平均値を使用した。

### Ⅲ 結果とその考察

#### A 相関係数法による考察

##### a 方法論的考察

##### i 相関係数( $r_1$ )の結果

本研究は体格・筋力・運動能力における双生児の兄弟・姉妹の2児間の類似の程度を知ること为目标としているから、先ず以って相関係数を計算しなければならない。しかし最初に考えなければならないことは研究対象の標本数の学年別構成が第1表の如く、EZは中学1年において男女とも各々6対ずつあるに対し、中学2年以上は2対或いはそれ以下ずつしかなく、その標本数の構成が余りに不均一であると云うことである。そこで中学1年の組と2年以上の組に2分して相関係数(これは級内相関係数  $r_1$ )を計算することにした。その結果を中学1年の組については第2表に、中学2年以上の組については第3表に示した。対照群は標本数の学年構成を各学年5対ずつで均一にした為中学1年～高等学校3年までを分けずに計算し第3表第1列に示した。〔第3表は次節で考察するが、第1列に対内A・B児間の単相関( $r_{12}$ )を、第2列で年齢とA児、年齢とB児とのそれぞれの相関の平均値を、第3列に年齢の影響を、第4列に年齢を消去した偏相関係数値( $r_{12.3}$ )をそれぞれ対象群別に示したものである。この各項の意味についてはii以下で考察する。〕

##### ii 双生児群と対照群の単相関の比較

第3表で先ず注目される点はその第1列の

◀単相関値( $r_{12}$ )は双生児群・対照群とも相

第2表 中学1年の1卵性双生児の相関係数値( $r_1$ )

	男子(6対)	女子(6対)
I 体格		
(1) 身長	0.979	0.831
(2) 体重	0.804	0.935
(3) 胸囲	0.713	0.906
(4) 肺活量	0.586	- 0.143
II 筋力		
(1) 握力・右	0.566	0.778
(2) 握力・左	0.768	0.569
(3) 背筋力	0.784	0.855
III 運動能力		
A(1) 立幅跳	0.794	0.862
(2) 垂直跳	0.707	0.368
(3) ボール投	0.489	0.741
B(1) 50m疾走	0.966	0.759
(2) バーピーテスト	0.599	0.222
(3) 懸垂	0.915	0.953

当高いことを示した>

と云うことである。そしてその有意性をみると、対照群においてはバーピー・テストと懸垂とを除き他はいずれも5%水準で有意を示し、双生児群よりも相関は高い水準で有意を示し、EZ男子はこれにつき、EZ女子は体格において有意と判定された以外のもは有意と判定されないと云う結果であった。(第5図の(1)参照。)この対照群の $r_{12}$ の有意性の大きいと云うことはむしろ意外な結果であって、一応予想を裏切るものと考えなければならない。従ってこれは少しく検討を要する問題があると思われるので以下この点について考察する。

対照群の単相関の有意性がEZ群にもまして大きいことについては、先ず第1にそこには無縁児の任意組合せの各対内の2児の測定値を双生児群にもまして相近きものたらしめる所の、遺伝的に全く無関係ではありながらも、低学年より高学年にまで共通に作用する因子の支配を予想すべきものがあるのではないかと考えられる。第2に相関係数の構造を積率相関係数(級内相関も含まれる)の算出過程から考え直してみると云う問題がある。この相関係数は標本の全個体の平均値を基準にして、対内個体が対毎に共にその全個体の平均値を

第3表

単相関と偏相関の比較(中学2年~高校3年)

測定項目	相関係数値の区分		① 単相関: $r_{12}$ (A・B見間)						② 年齢との相関: $r_{12}$ , $r_{23}$ の平均(年齢・A見・B見の平均)						③ 年齢の影響: $r_{12}$ - $r_{12.3}$ (年齢上昇によるrの増加分)						④ 偏相関: $r_{12.3}$ (年齢を消去した相関)					
			EZ (男子)	EZ (女子)	対照 (男子)	EZ (男子)	EZ (女子)	対照 (男子)	EZ (男子)	EZ (女子)	対照 (男子)	EZ (男子)	EZ (女子)	対照 (男子)	EZ (男子)	EZ (女子)	対照 (男子)	EZ (男子)	EZ (女子)	対照 (男子)						
			9 対	6 対	27~30対	9 対	6 対	27~30対	9 対	6 対	27~30対	9 対	6 対	27~30対	9 対	6 対	27~30対	9 対	6 対	27~30対						
I 体格	1. 身長	0.979	0.948 (30)	0.707	0.629	0.541	0.818	0.040	-0.149	0.617	0.977	0.961	0.161	0.977	0.961	0.161	0.977	0.961	0.161	0.161						
	2. 体重	0.917	0.921 (30)	0.646	0.462	0.921	0.811	0.119	0.478	0.658	0.896	0.791	-0.023	0.896	0.791	-0.023	0.896	0.791	-0.023	-0.023						
	3. 胸囲	0.962	0.783 (30)	0.541	0.354	0.686	0.740	0.059	0.414	0.493	0.957	0.551	0.070	0.957	0.551	0.070	0.957	0.551	0.070	0.070						
	4. 肺活	0.956	0.956 (29)	0.712	0.345	0.501	0.801	-0.168	-0.523	0.592	0.963	0.986	0.206	0.963	0.986	0.206	0.963	0.986	0.206	0.206						
	平均	0.957	0.920	0.658	0.454	0.707	0.793	0.089	0.057	0.592	0.955	0.910	0.109	0.955	0.910	0.109	0.955	0.910	0.109	0.109						
II 筋力	1. 握力	0.926	0.526 (28)	0.740	0.515	0.305	0.828	0.119	0.010	0.611	0.906	0.516	0.231	0.906	0.516	0.231	0.906	0.516	0.231	0.231						
	2. 左手	0.878	0.694 (27)	0.771	0.647	0.249	0.840	0.245	-0.042	0.617	0.809	0.736	0.297	0.809	0.736	0.297	0.809	0.736	0.297	0.297						
	3. 背筋力	0.789	0.720 (29)	0.803	0.397	0.527	0.848	0.090	-0.050	0.647	0.753	0.871	0.325	0.753	0.871	0.325	0.753	0.871	0.325	0.325						
	平均	0.876	0.557	0.770	0.530	0.367	0.843	0.149	-0.028	0.623	0.834	0.610	0.281	0.834	0.610	0.281	0.834	0.610	0.281	0.281						
III 運動能力 (瞬発的) (持続的)	1. 立幅跳	0.685	0.239 (29)	0.584	0.523	-0.728	0.711	0.069	-0.354	0.454	0.736	0.546	-0.181	0.736	0.546	-0.181	0.736	0.546	-0.181	-0.181						
	2. 垂直跳	0.745	0.650 (28)	0.626	0.300	-0.544	0.770	0.282	-0.060	0.530	0.587	0.685	0.135	0.587	0.685	0.135	0.587	0.685	0.135	0.135						
	3. ボール投	0.700	0.624 (28)	0.522	0.264	0.649	0.623	0.001	0.170	0.319	0.699	0.508	0.232	0.699	0.508	0.232	0.699	0.508	0.232	0.232						
	平均	0.713	0.529	0.576	0.379	-0.232	0.713	0.074	-0.046	0.413	0.680	0.579	0.066	0.680	0.579	0.066	0.680	0.579	0.066	0.066						
IV 運動能力 (連続的) (反復的)	1. 50m疾走	0.983	0.609 (29)	0.417	-0.158	0.749	-0.691	-0.206	0.372	0.497	0.983	0.321	-0.106	0.983	0.321	-0.106	0.983	0.321	-0.106	-0.106						
	2. バーピーテスト	0.895	0.705 (29)	0.051	0.000	-0.263	0.267	0.000	-0.149	0.058	0.929	0.775	-0.008	0.929	0.775	-0.008	0.929	0.775	-0.008	-0.008						
	3. 懸垂	0.847	0.454 (28)	0.126	0.273	-0.292	0.328	-0.150	-0.107	0.749	0.886	0.535	0.033	0.886	0.535	0.033	0.886	0.535	0.033	0.033						
平均	0.934	0.600	0.202	0.040	0.129	0.080	-0.119	0.043	0.473	0.948	0.571	-0.027	0.948	0.571	-0.027	0.948	0.571	-0.027	-0.027							
運動6種目平均	0.859	0.562	0.405	0.207	0.063	0.308	-0.023	-0.101	0.454	0.864	0.578	0.101	0.864	0.578	0.101	0.864	0.578	0.101	0.101							

基準としてそれよりも大きいか或いは小さいかいずれにせよ、平均値からの同一方向の偏差をもち、しかも相互に相近い値で存在するならば、その相関係数値は算出方式にしたがって必然的に大きくなると云う結果を生ずるものである。

以上の2点を考えると、この標本の全個体に共通する因子であって、且つ各対の測定値を何らかの系列に従って、その平均値からの偏差をより一層大ならしめていると云う因子の存在を必要が生ずる。そこで再び対象にかえて考えると、対象は双生児でも対照無縁児でもいずれも身体や運動能力の面においてその成長・発達の最も盛んな時期にあると云うことである。即ちこの期の特性を一語で示すならば『成長』ということであろう。そこでさきの予想すべき「ある因子」を成長と仮定してみるならば、これは標本の全個体に共通に作用し、かつ中学低学年生と高校高学年生に対して体格や運動能力の測定値を全個体の平均値から一層隔たしめていることは明らかであるから、この全体の平均値を基準にするならば両者のそれからの偏差を一層顕著ならしめていると考えられる。故にさきの前提2条件を満すものと言えることになる。勿論他の因子もあるであろうがここでは以上の理由によって成長を「ある因子」と考えて考察をすすめていくことにする。

ここでの問題を繰返しておくと、それは対照群の相関がEZ群に比してむしろ優る程高い値を示したことの理由の解明であり、これを上述した所によって相関の構造と対象を支配する成長因子とのからみ合いから究明しようということである。即ち問題は成長という因子が相関算出方式の構造の故に無縁児組合せの対照群の相関値を大ならしめているのではないかということをは明らかにすることに外ならないのである。こう考えて来ると、対内2児の相関に入り込んでいる成長因子の作用を何等かの方法を以て除去してみる必要が生ずる。この様な要求に対する統計的方法として考えられるのは「偏相関」である。

偏相関(partial correlation)は変量  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  間の1種の相関であるが、3ヶの単相関 (simple correlation;  $r_{12}$ ,  $r_{23}$ ,  $r_{13}$ ) に基いて公式

$$r_{12.3} = \frac{r_{12} - r_{13} \cdot r_{23}}{\sqrt{(1 - r_{13}^2)(1 - r_{23}^2)}}$$

によって計算される。つまり偏相関は3変量のうちの1変量例えば  $X_3$  の影響を除き去った時の  $X_1$   $X_2$  間の相関であり、 $r_{12}$  が変量  $X_3$  によって群別された時、それぞれの  $X_3$  の段階に依ずる  $r_{12}$  の1種の平均値を意味するものである。そこで今対内のA児(兄・姉)の測定値を  $X_1$  とし、B児(弟・妹)の測定値を  $X_2$  とし、 $X_3$  を何らかの成長を示す測度とすれば、上式によって  $X_3$  の作用を固定、消去することが可能であり、如上の趣旨によく適合すると考えられ、極めて好都合である。成長を示す測度には種々あるであろうが「年齢」はこの代表的なものの1つと考えられるから、ここでは年齢(註1)という変量を第3の変量として加え、今述べた如き統計的处理を行うことにしたのである。

以上述べた所を第2図身長の特称相関図(対照群)の例によってまとめておこう。この図は横軸縦軸とも身長(cm)を示すが、各点ははじめ横軸をA児、縦軸をB児の身長によって定め、次に反対に(即ち横軸にB児、縦軸にA児のをとる)して同時に記入したものである。(註2)

さてここで解明を要求されている点は対照群の  $r_{12}$  が何故に意外に大きいかと云う点である。第2図によつて直に明かにされることは

- 1) 各学年群内の各個点の散布位置が大体において円型に分布していること、従つて各学年毎の  $r_{12}$  は恐らく殆んどないと予想されることである。
- 2) 然るに中学1年より高校3年までの6群の各個点は各学年群毎に図の左下から右上へと1つの系列になつて位置づけされていること。
- 3) 群内の各個点の位置が群毎にまとまりつつ右上方へ移行してゆくことは対象の成長を示すことに外ならない。

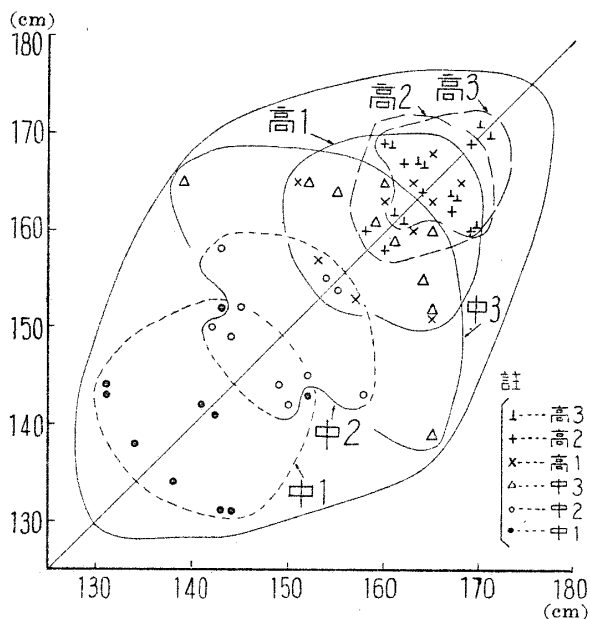
(註1) 爾後の計算において年齢の表示は学年を使用した。満年齢と学年との相関はEZ男子で0.93, EZ女子で0.99であった。

(註2) この級内相関の図示法はフィッシャーに従つたものである。

\* R. A. Fisher: Statistical methods for research workers. 11th Ed. (1950) 遠藤・鍋谷邦訳 P. 189.

- 4) この成長の故に学年毎の円型散布が全学年の全個体の散布としては細長い楕円型散布になっていると云える。
- 5) 従って単相関  $r_{12}$  は学年と云う枠を考慮することなく全個体の散布をそのまま一括して把握する故に楕円型散布となり、 $r_{12}$  の値は学年毎の成長の伸びの為に可成り大きな値となったと解せられる。
- 6) この様に考えて来るならば、われわれの知りたい  $X_1$   $X_2$  間の相関が成長と云う因子の効果即ち成長要因によって増大されているのであるから、この要因を除去しなければ求める  $X_1$   $X_2$  の相関を正しく把え得たことにならなくなる。
- 7) そしてこの成長因子の働きを除去する為の統計的処理法として偏相関を使用することの

第2図 対照群(男子)の学年別身長相関図



妥当性は以上の考察から肯定しうることになる訳である。結局第2図から理解しうることは本来は相関がないものでも、対象の学年別構成が「成長」という要因に裏づけられて全体としては楕円散布型をつくらしめ、従って全個体の平均値を基準とすれば両端は一層へだたることになり、ここに相関の計算構造が組み合せて  $r_{12}$  を増大せしめたと考えられる。第3図はEZ群(男子)の身長相関図である

が、これは対照群と異って既に各学年毎に極めて高い相関を示して居り、従って全体としても完全相関に極めて近い散布となり、特に成長の為に円型散布が楕円型散布になると云う如きことは生じて来ない。この対比は注目すべき点であり、後述するA-bにおいて詳論する。

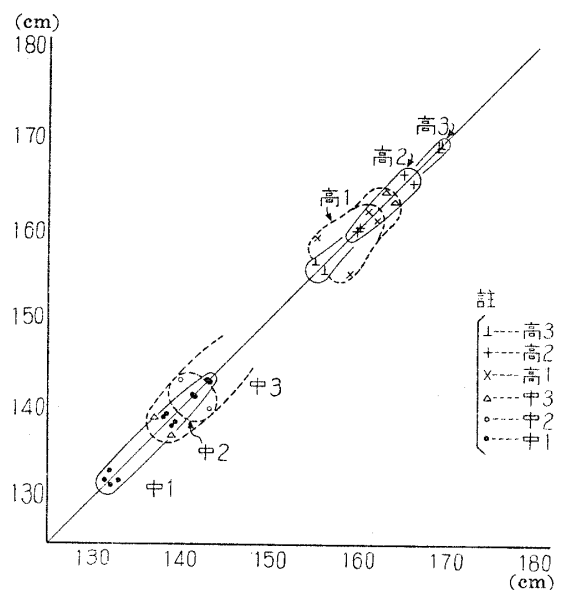
### iii 単相関と偏相関

iiにおける考察により到達した所に基いて偏相関( $r_{12.3}$ )を算出した所第3表第4列に示す結果を得た。そこで偏相関の計算過程を追って第3表全体を通覧すると次の3点が注目される。

- (1) [年齢との相関, 即ち年齢と各測定値との単相関— $r_{13}, r_{23}$ ]

年齢即ち第3の变量 $X_3$ と対内2児の各測定値 $X_1, X_2$ との単相関 $r_{13}, r_{23}$ の平均値は第3表第2列に示されている如く

第3図 EZ(男子)群の学年別身長相関図



《全般的傾向としては対照群の年齢と各測定値との相関はEZ(男・女)群のそれに比して大きい。》

と云うことが先ず注目される。この点は後述する本節の考察において種々論議される重要な点であるのでその種別平均値を次表に掲げておく。

この表によって明らかになる点は、対照群の年齢との相関は双生児群のその凡そ1倍半~2倍程も大きいということである。

第4表 年齢と各測定値との相関の種別平均値(註)

	(1) EZ (男子)	(2) EZ (女子)	(3) 対照(男子)	(4) 比 {(3)/(1)}
I 体格	0.454	0.707	0.793	1.7倍
II 筋力	0.530	0.367	0.843	1.6倍
III 運動能力(A) (瞬発的一挙動的)	0.379	-0.232	0.713	1.9倍
IV 運動能力(B) (連続的反復的)	0.040	0.129	0.080	2.0倍

(註) 種別平均値については III-A-b-iii を参照されたい。

(2) [年齢の影響]

年齢の影響は統計学的には単相関  $r_{12}$  から年齢を消去した偏相関  $r_{12.3}$  を差引くことによって推定されるのであるが、その結果は第3表第3列に示されている。ここで明らかにみられることは

「年齢の影響はEZ群においては男女とも可成り小さく、対照群においては逆に大きい」

ということである。そこで年齢の影響のうけ方の相違を数量的にみると下表の通りである。

第5表  $r_{12}$  と  $r_{12.3}$  の差から推定した年齢の影響

	(1)EZ (男子)	(2)EZ (女子)	(3)対照 (男子)	(4)比 $\left\{ \frac{(3)}{(1)} \right\}$
I 体格	0.089	0.057	0.592	6.7倍
II 筋力	0.149	-0.028	0.623	4.2倍
III 運動能力A	0.074	-0.046	0.413	5.6倍
IV 運動能力B	-0.119	0.043	0.473	4.0倍

これによると年齢の影響はEZ群に比して対照群では大体略々5倍程も大きく、内訳をみると体格において6.7倍、筋力において4.2倍、運動能力において4.0~5.6倍程であり、EZ群と無縁児群との著しい差が明らかにみられるに至った。

(3) [単相関と偏相関の比較]

年齢の影響が(2)に述べた如く双生児群と対照群とは非常に異なるのであるから、この年齢の影響を除去した偏相関は単相関とは非常に異った結果を生ずることが予想されるが、この偏相関係数値は第3表第4列に示されてある。偏相関係数値そのものの検討は次節で述べるが、ここで単相関と偏相関とを比較すると次の如くなる。即ち

- a. 「EZ群では男子、女子とも偏相関は相当に大きく、単相関と殆んど大差がない。」なるに

- b. 「対照群においては偏相関は単相関に比して非常に小さくなり、単相関と相当に異った結果を生じた。」

そこでこの変化の状況を単相関に対する偏相関の種別平均値の比によって示すと下表の如くなる。

第6表 単相関と偏相関との比較

	(1)EZ (男子)	(2)EZ (女子)	(3)対照 (男子)
I 体格	99.8	98.9	16.6(6.0倍)
II 筋力	95.2	109.5	36.5(2.7倍)
III 運動能力A	95.4	109.5	11.5(8.7倍)
IV 運動能力B	101.5	95.2	13.4(7.5倍)

註 1. 本表の数値は単相関を100とした時の偏相関の大きさ(%)を示すが、その算式は  $\frac{|r_{12.3}|}{|r_{12}|} \times 100$  である。

2. 対照欄の右の列の( )内は  $r_{12}$  の  $r_{12.3}$  に対する倍数を示す。

第6表によれば偏相関は単相関に比してEZ男子は略5%以内、EZ女子は略10%以内の増減であったのに、対照においては60~90%の激減を示している。そこで以上述べた所をまとめると、

「双生児群の対内2児の測定値の相関は数段階にわたる年齢階層の相違を考慮しても(即ち偏相関)或はこれを無視しても、(即ち単相関)略10%以内の変動にとどまるが、対照群の場合は年齢階層の相違を無視すれば、その相関(単相関)は略3~9倍にも増大されるし、それを考慮すれば60~90%も激減する。そしてこれは本来知りたい2児の相関ではない年齢の影響の所為である」となり、結局(年齢の作用はこの



様に大きいから、この際この年齢と云う成長要因は無視し得ざるものと云わねばならない。

iv 対象群による  $r_{12}$ ,  $r_{12.3}$  の表われ方の相違についての考察

iii に述べた結果即ち双生児群においては単相関でも偏相関でも殆んど差がないにも拘らず、対照群においてはこの間に著しい差が認められた。この相違について検討する。

(1) 成長と云う因子は対照群に対しても双生児群に対しても略同様に作用していると考えるのは生物学的な自然の法則—成長の法則—として一般に認められるべき所であろうが、今 iii においてみた所によると、成長の測度として使用した年齢の影響が双生児群と対照無縁児群とで非常に異った作用をしていることが明らかになったのである。即ち成長と云う一般的法則の作用の仕方が対象群によって非常に異なる点が指摘されたのである。同じ程度に作用して然るべきであると考えられるのに一方(即ち対照群)が他方(即ち双生児群)の数倍も影響されると云うことは(第5表参照)成長を自然法則に従うと考える立場からみれば一応矛盾していると考えねばならない。年齢の影響は本来全標本個体に対して大体は同じ程度に作用すると予想すべきであるとする以上、この相違は恐らく対象の側における遺伝と環境の働き方の強さの相違又幾分かは統計的処理の側の標本数の相違相関係数値に±1の極限值があることから来る制約等に基づくのではないかと考えられるが、十分な究明の為には更に検討を要すると思われる。

(2) しかし対照群の単相関の大きかったことについてはその理由は明らかになったと云えるであろう。対照群においては測定値と年齢との相関  $r_{13}$ ,  $r_{23}$  が大きい為に測定値の単相関  $r_{12}$  が増大されていたとみるべきである。これは、ii の最後の所で予想した通りであり(第2図参照)それぞれの年齢階層においては測定値  $X_1$ ,  $X_2$  の相関即ち単相関  $r_{12}$  は殆んどないと云うべき程度に小さいものでありながら、年齢との相関が高い為に全体としての単相関が大きくなってしまったので、これは正しく統計計算の方式そのままに従うことの結果として必然的に生じたものであり、対象の年齢構成を無視して一括して計算した結果生じたもの

とみるべきである。従ってこれは成長因子を考慮に入れることによって極めて明瞭に処理し得て無縁児組合せの2児間の偏相関は単相関よりも明白に減少させることが出来たのである。ここに単相関がこの場合〈みかけの相関〉にすぎないことを実証し得たと同時に偏相関を使用することの有意義なことも十分明らかにし得たと考えてよいと思う。この点はEZの2児の測定値の類似度を考察する上からみて極めて重要な意味をもつ統計的処理であると言うべきであろう。

## V 要約

以上述べ来たった方法論的考察を要約すれば次のようになるであろう。

〈年齢階層が数年にわたる青少年期のEZ兄弟・姉妹間の体格・筋力・運動能力における類似度を評価しようとする場合、その類似度評価尺度としては、対内2児の測定値  $X_1$ ,  $X_2$  に基づく単相関係数  $r_{12}$  よりも、成長測度として年齢と云う第3の変量  $X_3$  を加え、この年齢の影響を消去した偏相関係数  $r_{12.3}$  を使用すべきである。その理由とする所は双生児だけの相関ならば単相関でも、偏相関でも著しい差はないが、年齢が数年にわたる際、特に無縁児任意組合せを対照としてEZ群の類似度を比較検討しようとする場合にはこの単相関・偏相関の間には著しい差異がみられ、単相関は全くみかけの相関にすぎないからである。〉

### b 偏相関についての考察

i 中学1年より高校3年までの双生児群と対照群の偏相関

a においては中学2年に上の双生児群と対照群について特に方法論的考察を試みたが、ここではその考察の結果到達したよりよき類似度評価尺としての偏相関について考察する。相関係数値は標本数が小さい時にはあまり信用出来ないものであるから、標本数は或る程度増加するように努めるべきである。aにおいては対象の学年別構成対数が不均一である為中学1年男女各6対を中学2年以上と別にしたが、偏相関はこの場合年齢階層別単相関の平均値の意味をもっているのであるから、これに更に中学1年の6対の単相関を加えて平均し標本数の増加をはかった。その方法は分数

第7表 中学1年～高校3年の偏相関係数

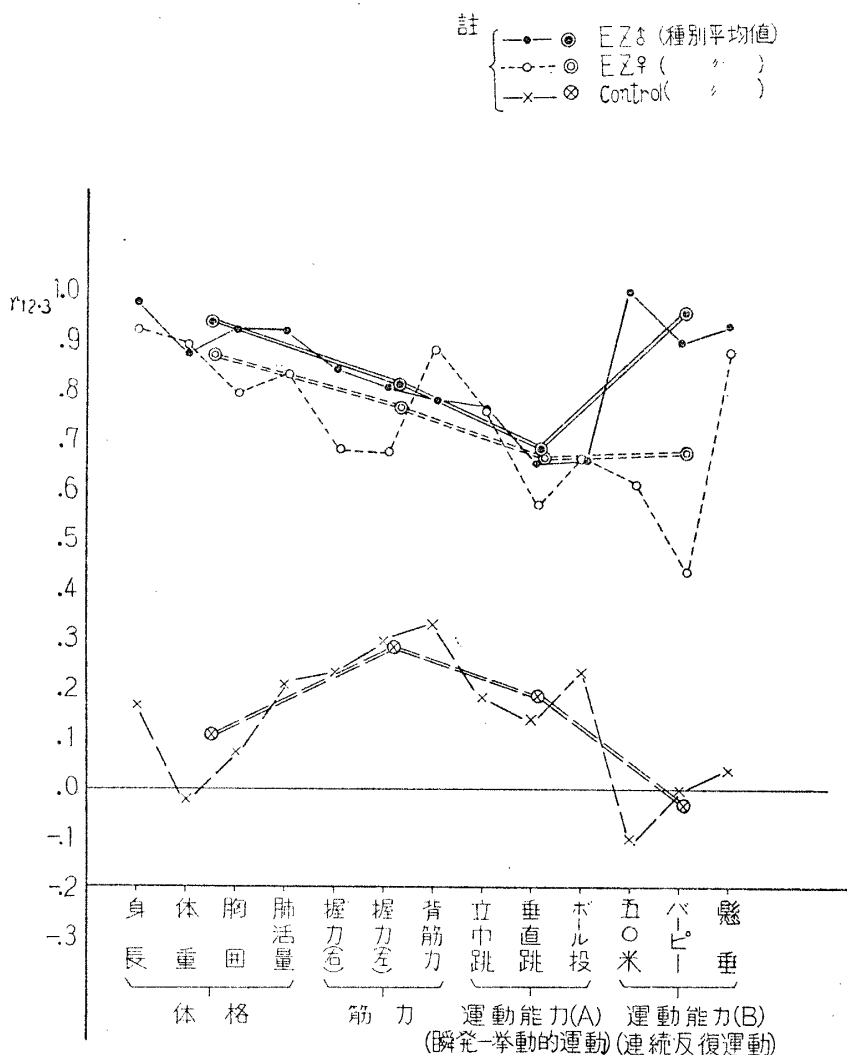
	E Z 群			対 照 群		
	男 子 (15対)	女 子 (12対)	男 子 (27~30対)	男	女	
I 体 格	1. 身 体 長 重 困 量	0.978 * * * * * * * * * * * *	0.917 * * * * * * * * *	0.161 -0.023 0.070 0.206	(30) (30) (30) (29)	
	平 均	0.932	0.861	0.104		
	II 筋 力	1. 握 力 右	0.833 * * *	0.686 * * *	0.231 * * *	(29)
		2. 握 力 左	0.796 * * *	0.661 * * *	0.297 * * *	(28)
		3. 背 筋 力	0.763 * * *	0.863 * * *	0.325 * * *	(27)
平 均	0.798	0.748	0.283			
III 運 動 能 力 (A) { 瞬 発 的 一 時 的 運 動 }	1. 立 幅 跳	0.749 * * *	0.743 * * *	0.181 * * *	(29)	
	2. 垂 直 跳	0.631 * * *	0.546 * * *	0.135 * * *	(28)	
	3. ボ ー ル 投	0.638 * * *	0.638 * * *	0.232 * * *	(28)	
	平 均	0.661	0.649	0.182		
IV 運 動 能 力 (B) { 連 続 的 反 復 的 運 動 }	4. 50 m 疾 走	0.973 * * * * * * * * *	0.581 * * * * * * * * *	-0.106 * * * * * * * * *	(28) (28) (28) (28)	
	5. バ ー ビ ー ス ト	0.868 * * *	0.402 * * *	-0.008 * * *	(28) (28)	
	6. 懸 垂	0.896 * * *	0.842 * * *	0.033 * * *	(28) (28)	
	平 均	0.932	0.647	-0.027		
運 動 6 種 目 平 均	0.858	0.648	0.077			

註 符 号 \*, \*\*, \*\*\* は 各 々 5%, 1%, 0.1% の 有 意 水 準 を 示 す。

の逆数即ち(n-3)で加重(掛ける)した。その結果は第7表及び第4図に示す通りである。

以下これに基いて考察をすすめる。

第4図 偏相関係数値の測定項目による変異の傾向



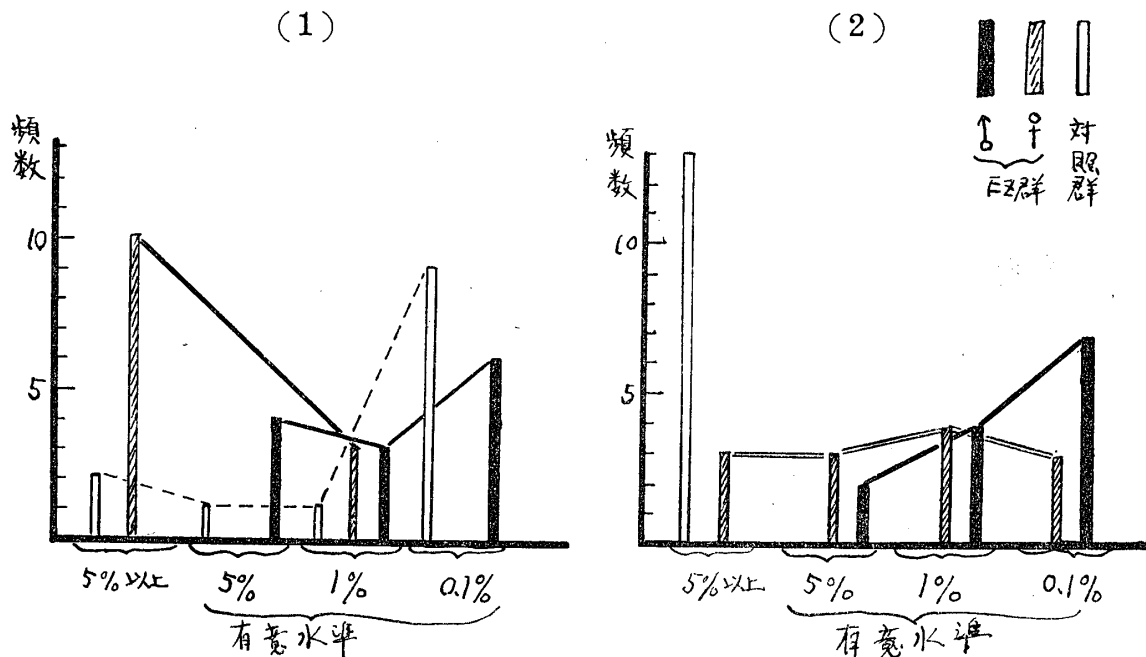
ii 偏相関係数値とその有意性

第7表をみるとその偏相関係数値は双生児においては男女とも相当に大きく、対照においては小さいことは明らかであるが、これを更に明確にする為に各々の有意性について検討する。これは第7表中に符号によって示してあるが、その有意水準別頻数を対象群別に比較すると第5図の(2)の如くなり、更に測定種別に分けると第8表の如くなる。

ここで特に注目すべき点をあげると次の3点である。

(1) 双生児男子の偏相関は測定した13項目全部が0.631以上であり、これは5%水準でいずれも有意である。しかも0.1%水準で有意のものが7項目、1%水準のが4項もあり、非常に高い相関がみられる。就中体格と運動能力B(連続反復運動)とがいずれも0.1水準で有意となっていることはこれらの測定項目では非常によく似た測定値をEZ男子が出すと考えてよい訳である。身長の相関が0.978は殆んど完全相関に近い値で全対象の各項を合せた39項目中の最高値を示している。

第5図 単・偏相関の有意水準別頻数の比較図



第8表 偏相関の有意水準別頻数の種別内訳

種別	対象 有意水準	E				Z (男子)				E				Z (女子)				対照													
		5%以上		5%以下		1%以下		0.1%以下		5%以上		5%以下		1%以下		0.1%以下		5%以上		5%以下		1%以下		0.1%以下							
		0	0	0	4	0	0	2	2	0	2	0	1	1	1	1	0	2	0	1	0	4	0	0	0	3	0	0	0	3	0
I	体格	0	0	0	4	0	0	2	2	4	0	0	0	0	0	2	2	3	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0		
II	筋力	0	0	3	0	0	2	0	1	3	0	0	0	0	2	0	1	3	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0		
III	運動能力 (A)	0	2	1	0	1	1	1	0	3	0	0	0	0	2	0	1	3	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0		
IV	運動能力 (B)	0	0	0	3	2	0	1	0	3	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0		
計		0	2	4	7	3	3	4	3	13	0	0	0	3	3	4	3	13	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0		
		計 13				計 10				計 0																					

(2) 双生児の女子の偏相関は運動能力のうち一時的瞬発的なものを除いて他の10項目は5%水準で有意が認められた。男子に比すれば有意水準別頻数において少しく劣るがなお相当高い相関がみられ、ここでも身長は0.917で女子13項目中最高であった。5%水準で有意と認められなかったもの3項目は運動能力の垂直跳50m疾走、パーピーテストでスピーディな機敏な運動種目であった。

(3) 対照群の偏相関は既にaにおいてもふれた如く単相関は可成り大きく有意頻数も5%水準のものが11項目もあったにも拘らず、年齢を消去した偏相関では13項目全部が5%水

準では皆有意を認められなくなった。第3表第1列の単相関が<みかけの相関>であったのと対比し、又第5図の(1)から同図の(2)への変化を考え合せてみると、興味ある点である。然し全項目において有意を認められない以上対照群の偏相関については論究すべきものはない訳であるが、双生児の偏相関の高い有意性と対比すれば対照群では逆に全部が有意を認められなかった点は無縁児の任意組合せの当然の帰結として意味があると云える。<無縁児即ち他人同志の間では偏相関が5%水準で有意でないのであるから、同一年齢階層のもの他人同志は体格でも筋力でも運動

能力でも普通は(危険率5%で)特に相似ることとはないと結論しうる。》と云える。

### iii 偏相関の種別平均値に基く考察

個々の偏相関係数について考察し、又その全般的傾向を知る為にはそれぞれの上位概念、即ち体格・筋力・運動能力の種別毎の代表値をもとめておく方が便利である。この様な種別毎の代表値をもとめる為にはそれぞれの種別内の偏相関係数の平均値を計算することが適當である。しかし平均する為には種別内の各偏相関係数値が異質的に過大又は過少なものを含んでいないことが前提条件として存在する。従って平均値を計算する前に偏相関係数値の均一性を検定しておかなければならない。その為には体格・筋力・運動能力の3種別内の偏相関係数値をその種別平均値からの偏差に基いて $\chi^2$ 検定をする必要が生ずる。そこでこの検定を試みると次の如き結果を得る。

《体格と筋力においては3ヶの対象群はいずれも危険率5%で均一性が認められた。所が運動能力においてはEZ女子と対照群とはその6項目とも均一性が認められたにも拘らず、EZ男子においては1%水準でこれが認められなかった。》

以上の結果からしてEZ男子の運動能力の偏相関係数は同一母偏相関係数をもつと考えられないのであるから、少なくとも2個以上に分類すべきであろう。即ち1個の上位概念に抱括される前に2個の概念に抱括される方がよいと考えられる訳である。

そこで6個のテスト運動を些細に検討してみると、その性質上少なくとも2群に分類することが可能であることが分る。即ちテスト運動を全身移動

乃至重心移動の距離又は回数の多少に著目してみると、立幅跳・垂直跳・ボール投のグループと50m疾走・バーピーテスト・懸垂のグループとに分けられる。前者はこれを瞬発的・一挙動的運動(A)と呼び、後者はこれを比較的短時間(7,8秒~20,30秒間程度)内における連続的・反復運動(B)と呼ぶことが可能であろう。この様にテスト運動をA・Bの2種題に分ち、運動能力(A)と運動能力(B)とに小分類して更に均一性の検定を試みると、EZ男子においてそれぞれの $\chi^2$ の値は5%の水準では有意とはならず、均一性が認められるのである。そこでかかる小分類をするならば種別内の均一性も確保され、又分類基準も上述する如く論理的にも意味あるものとされるから、ここでは一応妥當な種別分類と考えられる。

以上によって、ここではさきの3種別を止め、体格・筋力・運動能力(A)(瞬発的)、運動能力(B)(連続反復的)の4種別分類を採用することにしたのである。この様に4種別分類をすると、各種別内の個々の偏相関係数はそれぞれ種別毎に同一母偏相関係数をもつものとみなし得、その種別平均値はその偏相関係数の1つの推定値と考えられることになる。従って4種別分類によって上位概念を使用することも、又その代表的推定値を算出することも有意義となると考えられる。

以上の考察にもとづいて種別平均値を計算し、これに99%の信頼限界を附すると第9表に示す結果を得るのである。

以下3点について考察する。

註 運動能力をA, Bに小分類した時, A, B両者の偏相関係数値間には5%水準で有意差を認めた。

第9表 偏相関種別平均値とその99%の信頼限界

	E Z (男子)		E Z (女子)		対 照 (男子)	
	平均値	信 頼 限 界	平均値	信 頼 限 界	平均値	信 頼 限 界
I 体 格	0.932	0.984 ~ 0.732	0.861	0.973 ~ 0.418	0.104	0.588 ~ -0.373
II 筋 力	0.798	0.951 ~ 0.339	0.748	0.949 ~ 0.164	0.283	0.658 ~ -0.202
III 運動能力(A)	0.661	0.910 ~ 0.444	0.649	0.926 ~ -0.077	0.182	0.584 ~ -0.304
IV 運動能力(B)	0.932	0.984 ~ 0.732	0.647	0.925 ~ -0.080	-0.027	0.438 ~ -0.481
(運動6種目平均)	0.858	0.966 ~ 0.497	0.648	0.926 ~ -0.077	0.077	0.518 ~ -0.397

- (1) 類似度評価尺度としての偏相関係数値の大きさとその種別間の傾向—体育的可能性への1つの見透し—

第4図並に第9表によって偏相関の種別平均値にみられる主要傾向について考察する。

- 1) ≪EZ群において男女とも体格の偏相関は最も高く(体格平均で男子は0.932, 女子は0.861), 筋力は男子0.798, 女子0.748でこれに次ぎ, 運動能力では女子において瞬発的, 挙動的運動(A)が0.649, 連続反復運動(B)が0.647と減少し, 男子では(A)が0.661, (B)が0.932となり他と異なる傾向を示している。≫
- 2) ここに見られる偏相関の大きさの変化の傾向から類似度は次の様に表現しうるであろう。

≪男子双生児の連続運動を除き, 双生児の類似度は, 男女とも共通に静的な測定から動的な測定へ, 且つ動的な測定も筋力測定の如き身体の一部を働かせるものから全身的運動へと更に下降する。≫

この類似度の種別による下降傾向から考えると, テストの為にある動作や運動を為さしめる場合には, これに関与する因子が多くなるに従ってその偏相関即ち類似度は減少し, 双生児の能力発揮が両児に対して, 同じ程度の結果をもたらすににくい傾向を生ずると考えられる。偏相関係数値が小さいことはそれだけ2児に共通に作用する因子の少ないことを示し, これが大きいことはその共通因子の多いことを意味すると解しうる。そして共通因子の量は, もし2児に作用する因子数が等しいとすれば, 統計的にその相関係数値の2乗値からの関与因子数総量に対する百分率を示すとされている。体格特に就中身長はこの点共通因子の支配が最も強いとみられ, ここに遺伝因子の同一を十分に裏書しているとみられよう。

さて以上の如く偏相関係数値が体格から運動へと減少する事実を捉えたが, その意味する所を考えようとするならば, 「遺伝と環境」と云う考えを導入するのがよいであろう。偏相関係数値が身長を最高として体格・筋力・運動能力と下降することは, それだけ共通因子の支配の減

少と逆に非共通因子の支配の増大を意味する。そしてここに $r_{12.3}$ の大きいことは先天的遺伝的なものに支配されることが大きく, 且つ同時に後天的・環境的なものに支配されることが小さく,  $r_{12.3}$ の大きさが縮小・下降してゆくことはそれだけ上記の遺伝的なものと環境的なものの支配・関与の割合が相対的にみて後者が増大して前者が縮小してゆくことと解せられる。そしてかく解するならばEZ男子の $r_{12.3}$ 系列から

≪体格と連続反復運動は $r_{12.3}$ が特に大きいから遺伝的・先天的・素質的なものに支配されることが大きく, 筋力や瞬発的・一挙動的運動はそれに比すれば環境的・後天的なものの支配が相対的にみてそれだけ大きい≫と云えるであろう。その様に考えて来ると次の様な1つの見透しが青少年男子に対する体育実践の場に与えられるものではなかろうか。即ち

≪体育的可能性即体育によって身体や運動機能を改善し向上発達せしめ得る可能性はこの4種別を相対的に比較してみると, 筋力や瞬発運動においてはより大きく, 体格や連続反復運動では比較的小さい。≫

又更に

≪体育的に改善をはかろうとする場合, 先天的なものの支配力の大きい体格や連続反復運動即ち敏捷性の短距離疾走, パーピーテスト等の改善進歩より後天的要因の支配の大きい筋力や瞬発運動の方がより容易に効を奏し得るであろうし, 又それ故に恐らく体格の改善や敏捷性の向上にはより大きな努力を要するであろうと予想される。≫

この見透しは実践の場で十分検討されるべきものであろうが, 体育研究と体育実施に対し1つの拠点を与えるものであると考えられる。

(2) テスト運動の分類と「繰返し運動」の意義  
双生児の男子の組において, 連続反復運動に高い相関[運動能力(B)の平均で0.932]がみられたことについては種々重要な意義が考えられる。

第1にテスト運動そのものの特性を測定結果の安定性の観点から考えると, 短距離疾走, パーピーテスト, 懸垂等の如き連続反復運動では同一動作の比較的短時間内の繰返しによって達成

されたものがその運動能力として測定されるのである。従ってそれは自ら一種の平均化されたものの集積結果が測定されていると考えられる。

然るに投跳の如き瞬発的・一挙動的テスト運動は僅か1～2回の試技によって測定されるものであるから、繰返しと云う点から考えると自ら前者の方が安定した測定値を出す可能性があることと云うことは、測定的一般原理をテスト運動それ自体が含んでいると云えるであろう。それ故に普通の意味でそれだけ信頼度が高いと云う結果を来したともみられるであろう。

このことはスポーツの場合では比較的多く経験する所である。例えば陸上競技をとると、そのフィールド競技(投跳)はトラック競技(走)よりも所謂番狂わせの生ずる確率が大きいこと、換言すれば、このことは唯一回のフロックがものを云うチャンスがフィールド競技にはより多く期待されると云うことであり、又その理由も上述の「繰返しの安定性」の点からも諒解しうる所である。これは経験的に知られている所と略々一致するといえようかと思う。

然し双生児でも女子においては連続反復運動が瞬発運動と殆んど同程度で差がないのでこの上述男子双生児の場合の繰返し理論が適用しないようにみられるが、女子は連続反復運動に対し男子程には日常的な親近性をもたないとみられるから矢張繰返しが量的にも少いとみられるであろう。それでここに女子には「繰返しの足りなさ」が考えられ、従って女子では男子程の類似がみられないというのも一応考えられるのではなからうかと思う。

この様に考えるならばテスト運動の分類は「繰返しの多少は相関の大小に関係する」という繰返し理論に一貫されることになり、この(連続)、(瞬発)運動による上記の2分類は一理あるものと考えられる。

(3) 双生児の偏相関を体育における測定方法の信頼度判定への応用。

男子の偏相関は体育における各種の測定方法の信頼度の検討に対して意義あるものと考えられる。体育における各種測定方法の信頼度は通常再

検査法(retesting method)によるが、これは1～2週間において同一測定を同一対象に対して再度行ないその相関係数によって信頼度をはかるものである。そしてこの相関係数の有意性の検定から測定方法の信頼度が検討されるのである。しかし再検査までの期間のうちに個人差を含んで練習の効果や心身のコンディションの変化等新しい因子が入ることを避けることは実際には殆んど不可能であり、従って再検査法の前提となる上記の如き条件の同一ということはこれを仮定とせざるを得ないのである。

所が1卵性双生児を使用する時には、彼等は遺伝的にも環境的にも殆んど全く等しいとみなしうる故に2人の測定値の偏相関(又は単相関)を計算すれば、この相関係数値は第1回と第2回の測定の為の前提条件に上記の如き新しい因子の混入はさけられ、且つ相関係数を以ってさきの再検査法で測定方法の信頼度としたのであるから双生児の相関も一種の信頼度であると考えられよう。通常の再検査法で止むなく仮定した前提条件の同一と云う点はここでは問題となくなることになる。ただ別人と云うことだけが再検査法に比して劣ることになるが、それでも遺伝的素質と成長して来た環境は殆んど同一と考えられる点は別人ではあるが同一人に極めて近い位置にあるものと考えられる。

以上の如くして双生児の偏相関を以って測定方法の信頼度の検討の為の有力な手がかりが得られることになり、今後体育における測定の分野に広くこれを利用しうると考えられる。

ここで双生児の偏相関の利用を具体的に考えてみると、次の如くなる。

双生児に課したテスト運動で偏相関(又は単相関)の有意性があれば、そのテスト運動は信頼度が高いとみられるから、テストとして使用してよいことになり、有意性が認められない時には、即ち偏相関が小さい時には、双生児の2児間でこのテスト運動に関与する因子のうち共通因子の占める数量的割合が少いのであるから、逆に2人に共通しない因子の数が相対的にみてそれだけ多くなることを意味する。従ってテストの信頼度としては不安定なものとなり、よいテストとそれは云えなくなる訳である。

本研究で実施した6項目のテスト運動は以上の点からみるといずれもテストとして信頼してよいが連続反復運動の方が偏相関が高い故それだけ信頼しうる安定したテストと云えよう。従来走跳投の3種が一组のバッテリーテストとされていたが信頼度の点からみるとその間に信頼程度の差を認めざるを得ないであろう。(註)

iv 対象群間の偏相関の差の検定

対象群間の偏相関の大きさには第7表にみられる如く可成りの相違があるので、ここでその差を明確にしておくことが必要である。

測定項目の各々について対象群間の偏相関の差の検定を行い第10表に示すtの値を得た。これはEZ群の男女間及びEZ群男子と対照群男子との間の偏相関の差のtの値を第10表に示し、ここにみられる2~3の点について論及する。

第10表 偏相関の対象群間の有意差検定 (tの値)

	EZ(♂)とEZ(♀)との有意差の有無		EZ(♂)と対照(♂)との差	
	(tの値)	(有意差)	(tの値)	(有意差)
I 体格身長	1.55	なし	17.33* * あり	
	0.12	なし	11.31* * あり	
	1.18	なし	12.50* * あり	
	0.88	なし	10.96* * あり	
II 筋力	0.89	なし	1.98* あり	
	0.68	なし	1.71 なし	
	1.62	なし	1.29 なし	
III 運動能力(A)	0.03	なし	2.36* * あり	
	0.30	なし	1.78* あり	
	0.26	なし	2.88* * あり	
IV 運動能力(B)	3.65 * * あり		7.01* * あり	
	2.11 * あり		3.96* * あり	
	0.52	なし	4.14* * あり	

註 符号\* , \*\* は5% , 1%の有意水準を示す。

(1) EZ群の男・女間の偏相関の差

1) <<EZ群の男・女の偏相関の間には連続反復運動を除き、他はいずれも5%水準では有意の差を示さない。>>

2) <<連続反復運動においては50m疾走は1%

(註) 運動能力(A), (B)間の $r_{12\cdot3}$ の種別平均値間の差は5%水準で有意である。

水準で、バーピーテストでは5%水準で有意差を示したが、懸垂においては有意差がみられない。>

ここで懸垂について考える。このテスト運動は男子ではその懸垂屈臂回数を測定し、女子では懸垂姿勢持続時間を測定するのであるから測定方法が相違する上、特に女子においては第11表に示す如く、屈臂姿勢がとり得ない者が多い所からみて、このテスト方法では懸垂の<<出来なさ加減>>がEZの姉妹間で相似ることを表明していると解すべきである。男子では何回出来るかと云う出来方が、女子では出来なさ加減が類似すると云うのである。それ故に上記の有意差検定で差がないと云うことは類似度評価の数字における差のないことを意味するにとどまるのであって、測定方法の相違や測定された数値の意味の相違を考えれば他の連続反復運動の2項目(50mとバーピーテスト)とは同列に取上げてはならないことに留意すべきである。

第11表 EZ男・女懸垂力の比較

	EZ (男子)		EZ (女子)	
	A児 (回)	B児 (回)	A児 (秒)	B児 (秒)
中 学 1 年	0	0	1	0
	4	5	0	0
	0	1	0	0
〃 2 年	2	2	0	0
	2	2	31	25
	1	1	0	2
〃 3 年	5	6	0	4
	—	—	17	17
	6	5	0	0
高 校 1 年	1	4	—	—
	0	2	1	2
	3	1	—	—
〃 2 年	5	4	0	0
	10	12	0	0
	3	0	—	—
〃 3 年	3	0	—	—
	11	9	—	—

次にこの運動能力のうち連続反復運動における男女の類似程度の差の理由としては男子に比し女子の体力的劣性や心理的態度、意欲の低調等心身の諸条件の相違の外、前節でのべたこの種の運動



に対する日常生活における親近性の相違に基く一種の「繰返しの不足」も考えられようが、この差の理由については更に研究を要する所と思われる。

(2) EZ群(男子)と対照群(男子)の偏相関の差

EZ群(男子)と対照群との間の偏相関の差は背筋力、左握力では有意差は認められなかったが、右握力と垂直跳で5%水準の有意差が、他の残り全部で1%水準の有意差が認められる。

以上の2点から考えると全般的傾向としては偏相関はEZ群の男女間では殆んど有意差がないが、逆にEZ群(男子)と対照群(男子)の間では殆んど大部分の項目で有意差があった。ここにおいて遺伝と環境の同・同の組合せと不同・不同の組合せの対象間に明らかな相違のあることが認められ、この様な対象構成をしたことの意味のある点の実証が得られたものと考えられる。

## B. 対差百分率による考察

### a. 方法論的考察

IIのCにおいて述べた類似度評価の尺度の第2の方法としてあげた対差百分率に基く考察について述べる。但しこれは1卵性双生児群と対照群も男子についてのみ行ったのである。対差百分率の算式は

$$\frac{X_1 - X_2}{\frac{X_1 + X_2}{2}} \times 100 \cdot (X_1, X_2 \text{は対内2児の測定値})$$

である。この式の分子は2児の測定値の対差であり、分母は2児の測定値の算術平均値である。従って対差百分率は対差の2児平均値に対する割合であるから対差が小さければ小さい程これは小さくなるが、又平均値が対差に対して大きければ、それでも対差百分率は小さくなりうるのである。もし分子即ち対差が一定であるとしても年齢の上昇に伴って分母は一般に増大するから対差百分率は逆に減少する傾向が考えられることである。(50m疾走では所要時間は走力の上昇に伴い減少するから反対の傾向が生ずることが予想される訳である。)

そこで先ず検討を要することは学年の上昇(即ち成長)と共に対差百分率の値が増大又は縮小することが、単相関において生じた如く、この場合にも起っているか否かを見極めておかなければならぬことである。

この為には成長を学年によって数量化し、これと対差百分率との相関の有無を検討しなければならない。よってこれを計算しその相関の有意性を検定してみると第12表の如き結果であった。(但し計算に当って対差百分率はその学年別平均値を用いた。)

第12表 対差百分率と学年との相関

		EZ (男子)	対照群
I	体格身長	-0.393	-0.302
	体重	0.104	-0.749
	胸囲	-0.435	-0.668
	肺活量	0.010	-0.727
II	筋力握力(右)	0.509	0.270
	握力(左)	0.394	0.280
	背筋力	0.057	-0.720
III	運動能力走幅跳	0.455	-0.611
	(A) 垂直跳	-0.304	0.011
	ボール投	0.245	-0.281
IV	運動能力50m疾走	0.111	0.440
	(B) バーピーテスト	0.126	0.918 <sup>**</sup>
	懸垂	0.429	0.780

第12表を通覧すると対差百分率(学年毎の平均値)と学年との相関はEZ群より対照群の方が大きい相関が得られたが、相関の有意性の検定においては対照群のバーピーテストが1%で有意を示した外は皆5%水準では有意と認められなかった。これは換言すれば対差百分率(学年平均値)は学年の上昇に伴い増大(又は縮小)する傾向は5%水準では両群を通じて殆んどないと言いうるのである。そこで学年をこみにして全体の平均値を以って両群それぞれの対差百分率の代表値を算出しこれを指標として考察をすすめて妥当であると考えられる。

以下bにおいては対差百分率平均値によって考察を進める。

### b. 対差百分率(平均値)の傾向

対差百分率の測定項目毎の平均値は第13表に示す通りであり、これを図示したものが第6図である。

第13表及び第6図からみられる主な点をあげれば次の通りである。

1) EZの対差百分率平均値は対照即ち無縁児

第13表 対差百分率の測定項目別比較表

対象測定項目	1 卵性双生児の対差百分率	
	(1) 15対 対差百分率 15対	(2) 30対 対差百分率 30対
<b>I 体格</b>		
(1) 身長	0.84	3.41
(2) 体重	5.45	14.58
(3) 胸囲	2.30	6.46
(4) 肺活量	5.92	16.80
平均値	3.63	10.31
<b>II 筋力</b>		
(1) 握力(右)	11.24	15.11
(2) 握力(左)	7.47	17.25
(3) 背筋力	17.31	23.18
平均値	13.06	18.51
<b>III 運動能力</b>		
(A)(1) 立幅跳	8.62	9.70
(2) 垂直跳	11.94	16.28

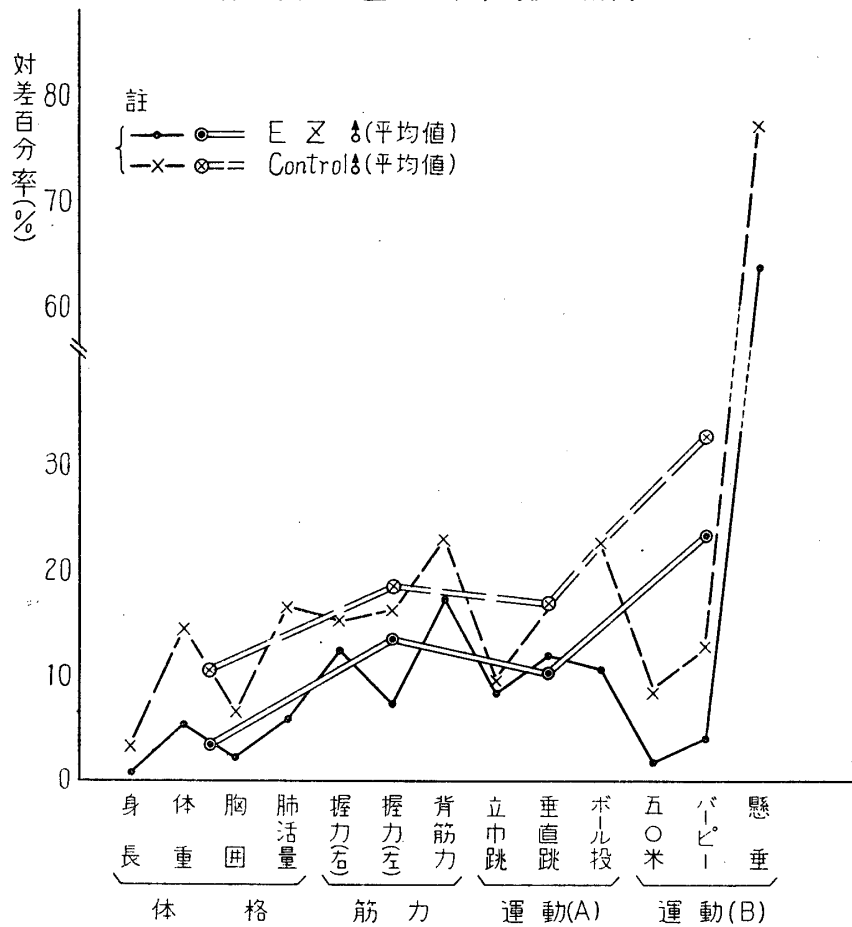
(3) ボール投	10.62	22.99
平均値	10.39	16.32
(B)(1) 50m疾走	1.83	8.50
(2) パービーテスト	4.05	12.81
(3) 懸垂	63.93	77.40
平均値	23.27	32.90

任意組合せのそれよりもどの測定項目においても小さい。

2) 種別平均値間の差からみればEZ群は対照群に比して略々5~10%程対差百分率平均値は小さい。

種別差	体格	筋力	運動A	運動B
	EZ群と対照群との対差百分率平均値の差(%)	6.68	5.45	5.93

第6図 対差百分率平均値の動向



3) E Z群と対照群との対差百分率平均値間の差の検定を行うと第14表(1)の通りである。

第14表 E Z群と対照群との対差百分率(平均値)の差の検定,及びその偏相関の差の検定との比較

	(1) 対差百分率平均値の差		(3) 偏相関の差(註)	
	有意差あり	有意差なし	有意差あり	有意差なし
I 体格				
身長	○*		○**	
体重	○**		○**	
胸囲	○*		○**	
肺活量	○**		○**	
II 筋力				
握力(右)		○	○*	
握力(左)	○**			○
背筋力		○		○
III 運動能力(A)				
立幅跳		○	○**	
垂直跳		○	○*	
ボール投	○**		○**	
IV 運動能力(B)				
50m疾走		○	○**	
バーピーテスト	○*		○**	
懸垂		○	○**	

(註) 1. この表は第10表(2)からとったものである。  
2. \*, \*\*は5%, 1%の有意水準を示す。

第14表をみると

- (1) 対差百分率(平均値)の両群の差は
- 1) 体格の4項目は皆有意差を示す。
  - 2) 筋力と運動能力(A), (B)とは各種別に1ヶずつ有意差の項目があるが, 有意差のない項目数の方がこれより多い。
  - 3) 従って体格以外即ち機能的の面においてはE Z群と対照群との間には体格程明瞭な対差百分率の差を認めることは出来ない。
- (2) 以上の対差百分率平均値の差の検定の結果を偏相関の差の検定結果と比較すると, 対差百分率の方が有意差のないものが多い(6項目)ことが注目される。(第14表の(1), (2))
- ここで考えられることは対差百分率平均値の方が偏相関に比し有意差検定において<あ

まい>と云うことである。それは偏相関では相当大きな有意差がみられるのに対差百分率平均値では差がないと検出されることが多いからである。この点はaの方法論的考察とも関連して来, 対差百分率を研究方法として使用する際に予め知っておかねばならない点であると思われる。

(3) 種別平均値の変異の傾向をみると体格が両群ともに最も小さく, 筋力と運動能力(A)即ち瞬発的一挙動的運動は相互に大差なくしてこれに次ぎ, 運動能力(B)即ち連続反復運動が最も大きくなっている。

しかし運動能力(B)の懸垂はE Zにおいて64%, 対照群において77%と云う如く他の(B)の2項目のそれとかけはなれて大きくなっているの, この50m疾走, バーピー, 懸垂の3項目について3者が等しい平均値のものからの抽出標本であるか否かにつき等平均値仮説の検定を対象群別に行った所, E Z群においても対照群においても懸垂はそれぞれ他の2項目と1%水準で有意差を認めた。そこでこれを除外すると運動能力(B)2項目(50mとバーピーテスト)の平均値は非常に縮少しE Z群は2.94%, 対照群は10.65%)殆んど体格程度となってしまふ。懸垂が他の2項目から区別される点は後者が同じく連続反復運動と云っても敏捷性を測定するテスト運動であるに対し, 前者が筋の持久性をみるものである故に, この間に数値的にも区別されることは適当と云えるであろう。偏相関ではみられなかったこの点が対差百分率ではそれが判別されると云いるのであるから, この点は方法的にみて対差百分率の利点と云えるであろう。

(4) 対差百分率平均値については以上の諸点が考察されるが, 偏相関の有意性の検定の如き検定は不可能でありE Z群の類似を考えようとすれば必ず対照群との相対的比較を為さねばならない点のあることは注意すべき所である。対差百分率が何%だからよく類似してい

ると云えるのではなく、対照群がある故にこれに比してどれ程小さいから可成りよく類似していると云えると云う対比において相対的に判定される訳である。この点は偏相関の方がむしろ無相関仮説検定が可能であるから判然とすると云えるであろう。しかし又対内2人の測定値の対差は平均して何%であると云うことは経験的には理解しやすいと云う対差百分率の利点も認められるべきであり、各々方法的にみてそれぞれの得失があると云うべきであろう。

### c. 対差百分率と偏相関との相関

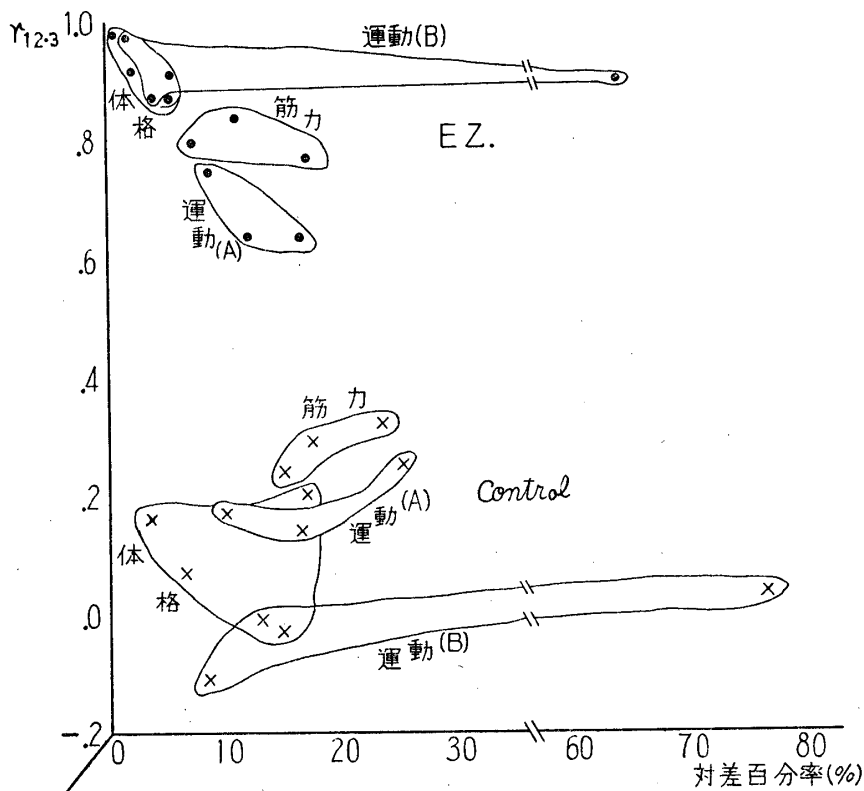
以上の如く双生児の体格・筋力・運動能力について2方法即ち偏相関と対差百分率とを用いて種考察したが最後にその両者を総合して両者間の相関を計算すると第15表の如くなる。

第15表 偏相関係数値と対差百分率平均値との相関

	懸垂を除いた12項目の相関	運動能力(B)を除いた10項目の相関
E Z 群	- 0.800 **	- 0.608
対 照 群	0.541	0.560

第15表によるとEZ群の懸垂を除いた12項目のこの相関のみが1%水準で逆相関の有意が認められた。即ちEZ群の場合のみ偏相関が大きくなるにつれて対差も減少することが1%の危険率で認められたのである。対照群の方はこの関係を認めることは出来なかった。上記の相関を第7図に示したが、ここでEZ群と対照群がはっきり分けられて位置づけられていることが直に分るのであるが、これは主として偏相関の大きさの著しい相違によることの方が大きいと考えられる。

第7図 対差百分率平均値と偏相関との相関



### d. 遺伝の力と環境の力の強さ

bにおいて対差百分率平均値の主要な傾向について考察したが、そこではEZ群に対照群との間に差のあることや体格、筋力、運動能力の間にも対差百分率の大きさの異なることを指摘した。ここでは

その扱えられた結果にもとづいて、遺伝と環境の体格、筋力、運動能力に対する作用力を評量しようと思う。

遺伝と環境の影響の強さの評量は既に人類遺伝学者達によって試みられている所であるが、この

場合は常に1卵性と2卵性双生児が使用されている。それはカート・スターンによれば遺伝的要因の力(G)と、環境的要因の力(E)の關係が次の簡単な式で示される所に基く。

$$\left[ \frac{G}{E} = \frac{(2 \text{ 卵性相互間の差}) - (1 \text{ 卵性相互間の差})}{(1 \text{ 卵性相互間の差})} \right] \dots (1) \text{ (註1)}$$

これに関して種々論議されているが大体の傾向としては認められる方向にあるようである。(註2)

所が本研究においては2卵性双生児は使用出来ない為、無縁の他人同志の任意組合せを対照群としているから上式の2卵性の所に無縁児の対差を置かねばならない。そこで予め少しくその内容を検討しておかねばならない。先ず分母EZの対差即ち1卵性双生児相互間の差は環境的因子によってのみ生じたものであって、遺伝的因子によって差は生じないものと云うことが第1の假定となっている。従ってこの假定を許すならば分母は環境の及ぼす影響即ち環境的因子のもたらしたものとなる。次に分子については1卵性と2卵性の双生児のもつ環境的作用力が等しいと假定すれば、2卵性と1卵性のそれぞれの対差の差は2卵性の対差を生ぜしめるもののうち環境的要因は1卵性のと同等である故に引き去られて残る遺伝的因子のもたらしたのみとなる。そこで上式は遺伝的因子と環境的因子とのもたらした力の比となるのである。

然るに本研究の場合は2卵性双生児の代りに無縁児組合が置かれることになる為、遺伝と環境の双方とも相違が無縁児の対差を生ぜしめることになる。そして一般的には2卵性は1卵性より環境差は大きいと云われているから(註3)無縁児のそれは更にそれより大きいと想定すべきであるから、無縁児と1卵性双生児とのそれぞれの対差の差は(遺伝的因子+α)のもたらしたものとなっている訳である。故にこれを(G')とすれば

$G' > G$ となるから  $\frac{G'}{E} > \frac{G}{E}$  となる。従って出て来た結果を低く評価しなければならないことになる。そこでわれわれは、

第1に1卵性双生児の対差は環境の差のみであること。(註4)

第2に無縁児の対差は1卵性の対差より大きいと考えられること。

第3従って結果を低く評価すること、と云うことを前提として

$$\left[ \frac{G'}{E} = \frac{\text{無縁児の対差} - 1 \text{ 卵性の対差}}{1 \text{ 卵性の対差}} \right] \dots (2)$$

によって遺伝的因子の力と環境的因子の力の比を考え、それが1より大なるか小なるかでその作用力の大小を考察せんとするのである。(2)式の結果は第16表の通りである。

第16表 遺伝的因子の力と環境的因子の力の比

		$\frac{G'}{E} = \frac{\text{対照群対差}(\%) - \text{EZ対差}(\%)}{\text{EZ対差}(\%)}$
I 体格	身長	3.06
	体重	1.68
	胸囲	1.81
	肺活量	1.92
	平均値	2.12
II 筋力	握力(右)	0.35
	握力(左)	1.08
	背筋力	0.34
	平均値	0.59
III 運動能力(A) 立幅跳	(瞬発的・垂直跳)	0.12
	(一挙動的・ボール投)	0.36
	運動)	1.16
	平均値	0.55
IV 運動能力(B) 50m疾走	(連続反・パービー・)	3.55
	復運動) テスト	2.15
	平均値	1.97
懸垂を除いた2種目平均		2.85
懸垂		0.21

註1. カート・スターン著『人類遺伝学』(1949)

田中克己訳 P. 326, 岩波書店。

註2. この点についての論議は前提スターン著『人類遺伝学』(P. 326~8), 駒井卓著『人類を主とした遺伝学』(1952, 培風館P. 143~5.)にみられる。

註3. 前掲スターン著『人類遺伝学』(邦訳 P. 327)

註4. 分母Eについては、別居のEZがあれば、同居のEZとこれとの差の対差百分率が得られ、この問題解決の為には最も完全を期しうるが、これを得ることが出来ない為、従来よりの假定をここでもとらざるを得ない。

第16表によると結果の数値を控え目にみるとしても全般的傾向は、

〈種別平均値において体格と2種目の連続反復運動即ち敏捷性運動では遺伝的因子の作用力の方が環境的因子によるものにまさり、筋力と瞬発運動では環境的因子によるものの方がまさっている〉

と云うことになる。

ここで言わうことは第16表の数値そのものに固執することなく、大体の結論としては

〈体格と敏捷性の連続反復運動とは遺伝的因子に支配されることが大きい、筋力とか瞬発的一挙動的運動はその支配をうける以上に環境的因子により多く影響される。〉

と言えるであろう。

ここで遺伝と環境と云う概念を先天的因子と後天的因子、更に体育の場でよく使われる先天的素質と後天的努力・練習と云う概念に対置せしめるとすれば、上記の結論は

〈体格と運動の敏捷性とは先天的素質に支配されることが大きく、筋力と投跳の如き瞬発的一挙動的運動は後天的な努力・練習如何にまつ所が大きい。〉

と云うことになる。もともと遺伝と環境とは俊別されるものではないが以上の如き1つの見透しをもつことは今後体育の問題を考察する場合に重要な1拠点を与えるものと考えられる。そしてこれは既に考察した偏相関からの見透し(Ⅲ-A-b-iii-2)(P.148)と同じ結果であるが、この場合は偏相関の場合よりもより判然たる結論が得られると思う。

## V 総 括

EZ男女の体格・筋力・運動能力における類似をみる為に、中学1年～高校3年のEZ男子15対、女子12対、対照として無縁児任意組合30対について体格(身長、体重、胸囲、肺活量)、筋力(左・右握力、背筋力)、運動能力(A=瞬発的、一挙動的運動=立幅跳、垂直跳、ボール投; B=連続反復運動=50m疾走、パーピー・テスト、懸垂)

13項目を測定した。その結果を相関係数と対差百分率平均値によって処理し類似度を数量化した。

相関係数による場合は対象が数段階の年齢階層にわたる故、年齢の影響を除去した偏相関係数を使用した。その結果EZ群では男女とも大部分の項目において相関の有意性を認め得たので、体格・筋力・運動能力で対の2児間の類似を認めることが出来た。これに反して対照群ではいずれの項目においても類似はみられなかった。

対差百分率による場合は学年毎のその平均値と学年との間に有意の相関は殆んどみられなかったので全学年をこみにした平均値を計算しこれについて考察した。その結果を概括すればEZ群の対差(%)は対照群に比し大体5～10%程小さかった。

そこで両方法の結果を総合すると、EZ群は対照群に比し常に類似度は高く、就中それは体格を最高として筋力、瞬発運動へと下降し連続反復で再び体格程度の類似へとかえっている。即ち類似度は一般的に云うと静的から動的な測定へ、又身体的一部分的機能から全身的運動の測定へと減少する。ただしEZ男子の連続反復運動は体格程度に高くなり、他と傾向を異にしている。

この事実から青少年男子を中心に遺伝と環境の力の強さを推定すると、体格と敏捷性連続運動では遺伝的・先天的因子の支配がより大きく、筋力と瞬発運動では反対に後天的・環境的因子の支配が大きいことが考えられる。このことから体育による体格や運動能力の改善を考える場合、先天的素質的なものに支配されることが動作や運動の種類によって異なるものであり、従って先天的素質に支配されることの大きいものは後天的なものによってより大きく支配されるものに比すれば、その改善の為には相対的にみてそれだけ先天的因子の支配に打ちかつのにより大きな努力が必要となるであろうと云う見透しが結果することになる。

これは今後体育の実践に対し、1つの重要な拠り所を与えるものであると考えられる。

—終り—