スポーツテストの一考察（記録の相関）

足利市立第二中学校　鈴　木　吉　彦

は　じ　め　に

各学校ともスポーツテストを毎年実施して，記録の上から児童生徒の発達過程をみては一喜一憂しているのが現状である。また，記録を数値に表わすことは今日まで種々の形式で行なわれている。ことに統計的な記録がポスター等に図であらわされているのを，あらゆる場でみかける。これは要するに数値の比較や数値の変化のようすをはっきりさせるためである。そこでもう一歩前進して，二つの測定した記録があれば，一方の値が変化するにつれて，他方の値も変化するのではないかと思われるので，こゝにとりあげて調査をはじめてみたのである。

1　相　関　関　係

(1)　相　関　関　係

児童，生徒たちの日常生活を観察して，身長と体重とをみてみると，身長が伸びている者は体重も増加していることが普通である。また，一般的にみても（特殊な場合を除いて）身長の高い人は体重もあるということがわかる。また，走と跳　の記録を比較しても大体において，走のよいものは跳もすぐれている。このように，自然や社会現象のうちの，ある二つのものがあって，他方が変化すれば，他方も変化している関係を相関関係という。そして相関関係の明らかになったものは，これを法則とか定理または定律とかいって一般的に利用している。（物理の諸法則とか数学の函数関係など）そこで現場をあずかっている私たちは，この関係を何とか究明しないで，経験にだけたよったりして練習させているのでは，今後の体育指導は行きづまるか，みすてられるようになって来るのではないだろうか，すなわち，何か関係はあるらしいが，それがどのような関係にあるかが明らかになっていない。そしてこの法則の未開拓分野を開拓していくことが，私たちに与えられた今後の課題である。これを開拓していく方法の一つには統計学がある。統計学でもこの相関関係を研究するには，いろいろの数理的な操作をしなければならない。しかし数理的な操作といっても，むずかしいことではない。今までに各学校でやっている平均，標準偏差などの理論を総合的に利用するにすぎないのである。

(2)　相　　関　　表

二つの対応した量，X(走)，Y(跳)の119組（3年男子のの在籍の93%）を整理すると第1表のよう

第　1　表

番号	50m走	走り幅跳	番号	50m走	走り幅跳	番号	50m走	走り幅跳	番号	50m走	走り幅跳	番号	50m走	走り幅跳
1	7.5	4.15	7	7.1	4.90	13	7.1	4.60	19	8.0	3.93	25	7.1	4.08
2	7.4	3.85	8	7.3	4.37	14	7.3	4.45	20	7.2	4.50			
3	7.1	4.68	9	7.7	3.94	15	7.8	3.79	21	7.2	4.85			
4	7.1	5.10	10	7.0	4.76	16	8.0	3.84	22	7.2	4.63			
5	7.7	4.09	11	7.4	4.26	17	7.2	4.47	23	6.8	4.73	118	7.6	4.60
6	8.1	3.23	12	7.5	4.54	18	8.0	3.84	24	7.6	4.27	119	7.5	4.90

になる。こゝに注意しなければならないことは，二つの対応したものという意味である。たとえば，A君の 50 *m* 走と走り幅跳びの記録は，二つの対応した二つの量であるが，A君の 50 *m* 走とB君の走り幅跳びの記録は対応した二つの量ではない。このわかりきったことが統計をしたときに間違うことがある。

第　2　表

X(50*m*走)	中間値	度　数
6.4～6.6	6.5	1
6.7～6.9	6.8	8
7.0～7.2	7.1	29
7.3～7.5	7.4	27
7.6～7.8	7.7	30
7.9～8.1	8.0	14
8.2～8.4	8.3	4
8.5～8.7	8.6	5
8.8～9.0	8.9	1
計		119

まず第1表においてX（50 *m*走）をもとにして分類してみると第2表のような度数表になる。そしてこの度数表のXが 7.7 の階級について，そのY（走り幅跳び）の分散を調べてみると第3表のようになる。ついでこの操作をXの各階級についてやれば第4表のようになる。この第4表のことをX(50 *m*走）とY（走り幅跳び）との相関関係という。第4表の各欄を横にみれば，Xの同じものの中のYの分散がわかり，縦にみればYの同じものの中のXの分散がわかる。左端のXの欄と右端の計とを並べれば第3表と同じになる。同様に上のYの欄と，下の計との欄を並べれば，Yの度数になる。実際に第4表をつくるには，Xが 7.7，Yが 3.88 のものは，Xの欄の 7.7 とYの欄の 3.88 とを第5表のように点をうつ。これには，第1表をみて，つぎつぎに点を打っていけばよい。このようにしてできたものを点図という。第1図は全部の点を打ち終ったものである。第4表は第1図の図を作って，各点

第　3　表

X(50*m*走)	Y(走り幅跳)	記　録	3.76～4.00	4.01～4.25	4.26～4.50	4.51～4.75	4.76～5.00	計
7.7		中間値	3.88	4.13	4.38	4.63	4.88	
		度　数	6	12	8	2	2	30

第　4　表

X ＼ Y	中間値	2.76～3.00	3.01～3.25	3.26～3.50	3.51～3.75	3.76～4.00	4.01～4.25	4.26～4.50	4.51～4.75	4.76～5.00	5.01～5.25	5.26～5.50	5.51～5.75	計
		2.88	3.13	3.38	3.63	3.88	4.13	4.38	4.63	4.88	5.13	5.38	5.63	
9.3～9.1	9.2													
9.0～8.8	8.9			1										1
8.7～8.5	8.6			3	2									5
8.4～8.2	8.3				1	3								4
8.1～8.9	8.0		1			5	3	4	1					14
7.8～7.6	7.7					6	12	6	2	2				30
7.5～7.3	7.4					1	8	7	7	3	1			27
7.2～7.0	7.1						2	8	11	6	1	1		29
6.9～6.7	6.8							1	2	2	2		1	8
6.6～6.4	6.5											1		1
6.3～6.1	6.2													
計			1	4	3	15	25	28	23	13	4	2	1	119

を数字になおしたものである。もし50 m 走の一番速い人は，走り幅跳びも一番よく，二番目に速い人が二番目によい……というような関係があるとすれば，座標のX軸に50 m 走，他方のY軸に走り幅跳びをとって図に描けば，第2図の(1)のように直線になる。もし50 m 走の記録をもっている人が数人あって，人によって走り幅跳びの記録が多少ちがうとすれば第2図の(2)の様に楕円になる。もし50 m 走と走り幅跳びとの間に何の関係もなければ，50 m 走の速い記録に対応する走り幅跳びの記録も，50 m 走の遅い記録の者に対応する走り幅跳びの記録も同じような分布を示すから第2図の(3)のようになる。また50 m 走が速くなれば速くなるほど走り幅跳びの記録が悪くなる傾向があるとすれば，第2図の(4)

第　5　表

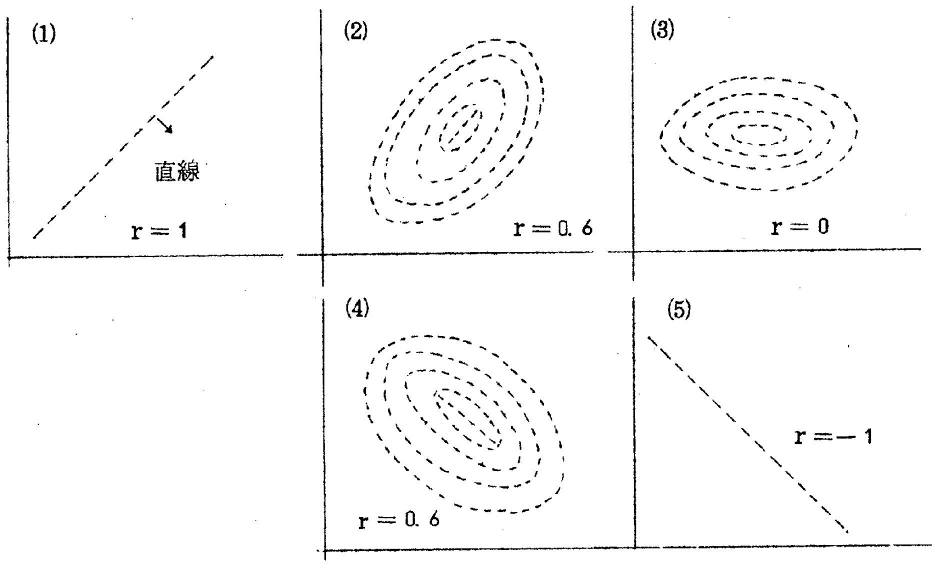
X ＼ Y 中間値							3.76 ~4.00	
							3.88	
7.8 ~7.6	7.7						•	

第　1　図

X ＼ Y 中間値		2.76 ~3.00	3.01 ~3.25	3.26 ~3.50	3.51 ~3.75	3.76 ~4.00	4.01 ~4.25	4.26 ~4.50	4.51 ~4.75	4.76 ~5.00	5.01 ~5.25	5.26 ~5.50	5.51 ~5.75	計
		2.88	3.13	3.38	3.63	3.88	4.13	4.38	4.63	4.88	5.13	5.38	5.63	
9.3 ~9.1	9.2													
9.0 ~8.8	8.9			•										1
8.7 ~8.5	8.6			•••	••									5
8.4 ~8.2	8.3				•	•••								4
8.1 ~7.9	8.0		•			•••••	•••	••••	•					14
7.8 ~7.6	7.7					••••••	••••••••••••	••••••••	••	••				30
7.5 ~7.3	7.4					•	••••••••	••••••••	••••••	•••	•			27
7.2 ~7.0	7.1						•••	••••••••	•••••••••••	••••••	•	•		29
6.9 ~6.7	6.8							•	••	••	••		•	8
6.6 ~6.4	6.5											•		1
6.3 ~6.1	6.2													
計			1	4	3	15	25	28	23	13	4	2	1	119

第2図の(4)のような楕円になる。この関係がもっと進んで二つの対応した量が1対1になれば第2図の(5)のような直線になる。図(1)(5)のように一直線になるものを完全な相関（函数関係）といい，図(2)，(4)のように楕円になるものを不完全な相関といっている。相関の程度をあらわすのに相関係数（記号 r ）を使う。完全な相関がある時の r を1とする。図(1)のような場合を $r=+1$ 図(5)のような場合を $r=-1$ という。図(3)のように相関がない時の r を0とする。図(2)の r は $+1$ と0との間の値で，おおよそ $r=+0.6$ であり，図(4)は -1 と0との間で，おおよそ $r=-0.8$ である。正の場合を順相関，負の場合を逆相関という。要するに r は $(+1)$ から (-1) ま

第　2　図



での数である。また，相関係数という場合，一般にピアソンの相関係数が用いられる。ピアソンの相関係数は心理学では，おおよそ右のように解釈されている。

－1.0	完全な逆相関
－1.0 ～ －0.7	高い逆相関
－0.7 ～ －0.4	かなり高い逆相関
－0.4 ～ －0.2	低い逆相関
－0.2 ～ ＋0.2	ほとんど相関がない
＋0.2 ～ ＋0.4	低い順相関がある
＋0.4 ～ ＋0.7	かなり高い順相関がある
＋0.7 ～ ＋1.0	高い順相関がある
＋1.0	完全な順相関がある

(3) 回 帰 曲 線

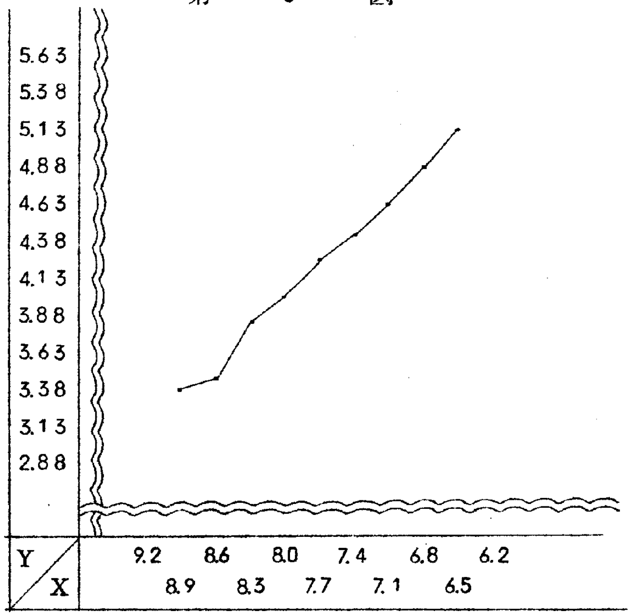
第4表でXの同じもののYの平均を各欄で計算してみると，たとえばXが7.7の欄では3.88×6＋4.13×12＋4.38×8＋4.63×2＋4.88×2＝127.46　平均 127.46÷30＝4.25

このようにして，Xの欄でのYの平均を計算して表にすると第6表のようになる。第6表によればXのよいものは，平均してYもよいといえる。これをXを横軸，Yを縦軸にしてグラフを描くと，第3図のようになる。このグラフによりX（50m走）に対するY（走り幅跳び）の変化が一目でみることができる。これを横の曲線または，Xよりみた回帰曲線という。同様にしてYの同一のものに対するXの平均を求めて表を作ると，第7表のようになる。これをYを横軸にし，Xを縦軸にしてグラフを描くと第4図のようになる。これを縦の回帰曲線，またはY（走り幅跳び）

第 6 表

X		Y
50 *m* 走		走り幅跳
9.3〜9.1	9.2	
9.0〜8.8	8.9	3.38
8.7〜8.5	8.6	3.48
8.4〜8.2	8.3	3.82
8.1〜7.9	8.0	4.08
7.8〜7.6	7.7	4.25
7.5〜7.3	7.4	4.44
7.2〜7.0	7.1	4.62
6.9〜6.7	6.8	4.89
6.6〜6.4	6.5	5.38
6.3〜6.1	6.2	

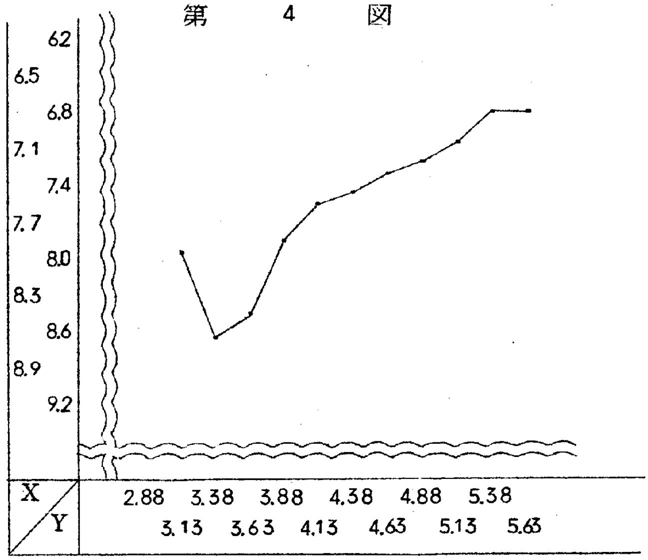
第 3 図



第 7 表

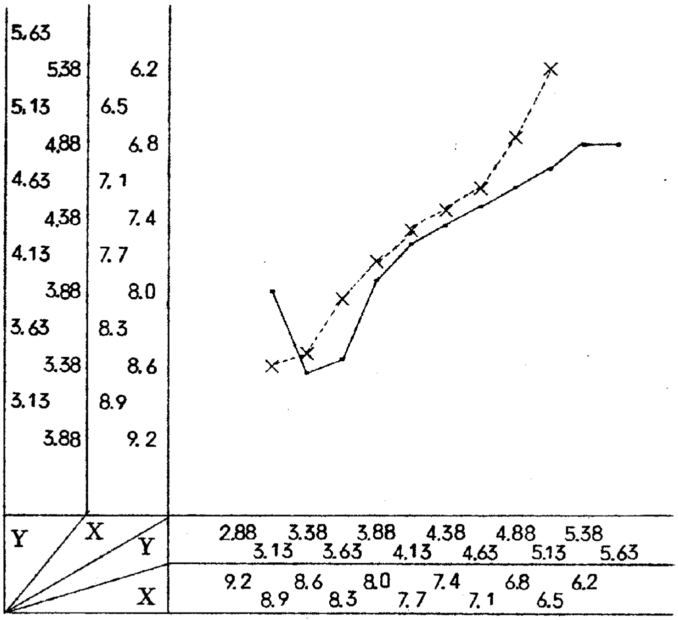
Y		X
走り幅跳		50 *m* 走
記　録	中間値	5
2.76〜3.00	2.88	
3.01〜3.25	3.13	8.0
3.26〜3.50	3.38	8.7
3.51〜3.75	3.63	8.5
3.76〜4.00	3.88	7.9
4.01〜4.25	4.13	7.6
4.26〜4.50	4.38	7.5
4.51〜4.75	4.63	7.3
4.76〜5.00	4.88	7.2
5.01〜5.25	5.13	7.0
5.26〜5.50	5.38	6.8
5.51〜5.75	5.63	6.8

第 4 図



からみた回帰曲線という。そしてこの縦横の回帰曲線を同一のグラフ（第5図）に記入してみると，この二つの回帰曲線が一致すれば，Xは完全なる順相関である。また二つが似ているほど，相関の程度がよいといえる。

第　　5　　図



2　相関係数の計算法

この計算法には直接法と相関表を利用した方法との二通りがあるが，こゝでは相関表を利用して相関係数を算出する。たとえば標本数が 50〜60 以上になると直接法（こゝでは記述しない）より

第 4 表　　50 *m* 走と走り幅跳びの相関表

X ＼ Y	中間値	2.76〜3.00	3.01〜3.25	3.26〜3.50	3.51〜3.75	3.76〜4.00	4.01〜4.23	4.26〜4.50	4.51〜4.75	4.76〜5.00	5.01〜5.25	5.26〜5.57	5.51〜5.73	計
		2.88	3.13	3.38	3.63	3.88	4.13	4.38	4.63	4.88	5.13	5.38	5.63	
9.3〜9.1	9.2													
9.0〜8.8	8.9			1										1
8.7〜8.5	8.6			3	2	3								5
8.4〜8.2	8.3				1	5	3	4	1					4
8.1〜7.9	8.0		1			6	12	8	2	2				14
7.8〜7.6	7.7					1	8	8	7	3	1			30
7.5〜7.3	7.4						2	1	11	6	1	1		27
7.2〜7.0	7.1								2	2	2		1	29
6.9〜6.7	6.8											1		8
6.6〜6.4	6.5													1
6.3〜6.1	6.2													
計			1	4	3	15	25	28	23	13	4	2	1	119

は簡易なのでとりあげる。まず相関表を作る。相関表は点図の点を数字にかえたものである。（第4表） 次に第8表のように各コマの中の数字が度数である。ｆｘは各欄を縦に合計したものであり，ｆｙは各欄を横に合計したものである。ｆｘの合計Ｎは119で，ｆｙの合計Ｎと一致

第 8 表　50 *m* 走と走り幅跳びの相関係数の計算

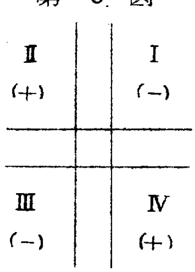
X ＼ Y（中間値）		2.76〜3.80	3.01〜3.15	3.26〜3.30	3.51〜3.65	3.76〜4.80	4.01〜4.15	4.26〜4.30	4.51〜4.65	4.76〜5.80	5.01〜5.15	5.26〜5.30	5.51〜5.65	fy	d′y	fyd′y	fy(d′y)²
		2.88	3.13	3.38	3.63	3.88	4.13	4.38	4.63	4.88	5.13	5.38	5.63				
9.3〜9.1	9.2																
9.0〜8.8	8.9			1 (16)										1	−4	−4	16
8.7〜8.5	8.6			3 (36)	2 (18)	3 (12)								5	−3	−15	45
8.4〜8.2	8.3				1 (6)	5 (10)	3 (3)	4	1 (−1)					4	−2	−8	16
8.1〜7.9	8.0		1 (5)			6	12	8	2	2				14	−1	−14	14
7.8〜7.6	7.7					1 (−2)	8 (−8)	7	7 (7)	3 (6)	1 (3)			30	0	0	0
7.5〜7.3	7.4						2 (−4)	8	1 1 (22)	6 (24)	1 (6)	1 (8)		27	1	27	27
7.2〜7.0	7.1							1	2 (6)	2 (12)	2 (18)		1 (15)	29	2	58	116
6.9〜6.7	6.8											1 (16)		8	3	24	72
6.6〜6.4	6.5													1	4	4	16
6.3〜6.1	6.2															Σfyd′y =72	Σfyd′y² =322
fx			1	4	3	15	25	28	23	13	4	2	1	N 119			
d′x			−5	−4	−3	−2	−1	0	1	2	3	4	5		Σ=fd′xd′y=234		
fxd′x			−5	−16	−9	−30	−25	0	23	26	12	8	5	Σfxd′x =−11			
fx(d′x)²			25	64	27	−60	−25	0	23	52	36	32	25	Σfxd′x² =369			

する。それに続く3欄は標準偏差を計算したときのd′，fd²，fd²と同じものだが，縦横を区分するためにｘおよびｙが添字してある。計算を楽にするために，偏差は仮平均から計算し区間単位でする。

ｘ（50 *m* 走）の仮平均は 7.7 秒，ｙの仮平均は 4.38 *m* である。

相関係数の計算には標準偏差のほかに Σfd′xd′y が必要である。まずＸの偏差

第 6 図



Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	
−1	3	−8	7	3
−1	18	−4	22	6
	10	−2	6	18
	12	−14	6	8
	6		24	16
	16		12	15
	36			143
	5			
	106			

Ⅰ ＋ Ⅲ
(−1)+(−14) = −15

Ⅱ ＋ Ⅳ
(106)+(143) = 249

Σfd′xd′y = 234

とYの偏差を掛け合わせたものをカッコの中へ書きこむ。（実際には色鉛筆を使うとよい）たとえば，3.51 m～3.75 mの欄の偏差d'xは −3で，8.7秒～8.5秒の欄の偏差d'y は −3であるから，両方の交わるコマの偏差の積は（−3）×（−3）＝ 9である。この9に度数を掛けると18となる。これをコマの（　）の中に記入する。相関表は，仮平均を含む区間によって四つの区画に分けられる。この区画を象限という。（第6図） 右上を第Ⅰ象限，左上を第Ⅱ象限，左下を第Ⅲ象限，右下を第Ⅳ象限と名づける。偏差の積は第Ⅰ象限と第Ⅲ象限では皆ーになり，第Ⅱ象限と第Ⅳ象限では皆＋になる。偏差の積d'x，d'y（カッコ内）とfの積fd'xd'yの和を象限ごとに計算する。（右中段に計算ずみ）

相関係数算出の公式は次の通りである。

$$r = \frac{N\Sigma fd'xd'y - (\Sigma fxd'x)(\Sigma fyd'y)}{\sqrt{[N\Sigma fxd'x^2 - (\Sigma fxd'x)^2][N\Sigma fyd'y^2 - (\Sigma fyd'y)^2]}}$$

となる。この上下辺をNでわれば，分母が標準偏差の公式と一致するので覚えやすい。

$$r = \frac{\Sigma fd'xd'y - N\left(\frac{\Sigma fxd'x}{N}\right)\left(\frac{\Sigma fyd'y}{N}\right)}{N\sqrt{\left(\frac{\Sigma fxd'x^2}{N} - \left(\frac{\Sigma fxd'x}{N}\right)^2\right)\left(\frac{\Sigma fyd'y^2}{N} - \left(\frac{\Sigma fyd'y}{N}\right)^2\right)}}$$

いまの例の50 m走と走り幅跳びの相関表の計算（第8表）にあてはめれば

$$r = \frac{234-119\left(\frac{-11}{119}\right)\left(\frac{72}{119}\right)}{119\sqrt{\left[\left(\frac{369}{119}\right)-\left(\frac{-11}{119}\right)^2\right]\left[\frac{322}{119}-\left(\frac{72}{119}\right)^2\right]}} = \frac{234-119(-0.09)(0.61)}{119\sqrt{[3.1008-(0.09)^2][2.7058-(0.61)^2]}}$$

$$= \frac{234-119(-0.0549)}{119\sqrt{(3.1008-0.0081)(2.7058-0.3726)}} = \frac{234+6.5331}{119\sqrt{(3.0927)(2.3332)}} = \frac{240.5331}{119\times\sqrt{7.21588764}}$$

$$= \frac{240.5331}{119\times 2.6937} = \frac{240.5331}{313.5503} = 0.77$$

以上のように，二つの対応した量は何等かの関係があり，かつ今後の指導上にも大いに役立つことと思う。

ま　と　め

こゝに述べたものは，走（50 m走）と跳（走り幅跳び）の関係をわかりやすく，誰れにでも容易に計算できるように列記したものであり，今後の指導面でおおいに活用できればと思います。また，こゝでは走力を伸ばす方法がより跳力を伸ばす基本であることがわかった。即ち，走力のあるものは跳力もよいという結論がいえる。なお今後の課題として，走と投，走とけんすい，走と高跳身長と体重，身長と走，身長と投，身長と高跳等の関係を調べて，基礎体力を中心とした二変量からの児童生徒の体力評価に発展させていきたいと思う。

参　　考

相関係数の検定

さきに述べたように，相関係数は（＋1）から（−1）までの範囲の数値をとるのであるが，その数値がどの位の大きさの場合に相関があると認めてよいであろうか，こゝに相関が有意であるかどうかの検定の問題が生ずる。そういう時にはｔ検査ｔ test を使う。それは $t=\frac{r\sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r^2}}$ である。ｒは相関係数，Ｎは標本数，Ｎ−２は自由度。５０ｍ走と走り幅跳びとの関係をこれにあてはめて計算してみると，ｔ＝１１.４４となる。ｔ表の自由度１２０の行をみてみると，有意水準１％ならばｔ＝２.６６で，実際に得たｔは１１.４４で２.６６よりも大きいから相関があり有意である。このように相関の有意という結論を出すためには，ｒの値の大きさとＮの大きさとの両者を考えなければならない。標本数の大小を無視してｒの値の大小からだけで相関の有無を云々してはならない。

評

スポーツテストが全市内の小中学校で実施され，その結果を児童生徒ひとりひとりについて，あるいは学校全体について，それぞれの体力づくりの基礎資料として活用していることは喜ばしい。しかし，それらの記録をばらばらなものとしてとらえるだけでなく，体位との相関，あるいは記録相互の相関などを明らかにして体育指導や評価に役だてることも，スポーツテストの結果の活用からみて重要なことである。

この研究は，スポーツテスト結果をより深く科学的に考察して，そこから指導の手がかりを得ようとした意欲的なものであり，しかも自校の生徒の記録について具体的に平易に統計処理の手続きと考察を述べられているので，初心者でも大へんわかりよいものと考えられる。

この研究を参考にして，他校においてもさらに進んだスポーツテストの考察とその活用が促進されることを期待したい。