

多変量解析によるスポーツテストの研究

富樫 栄*, 中山 克彦*, 岩本 徳郎**

A STUDY OF SPORT-TESTS BY MULTIVARIABLE ANALYSIS

Sakae TOGASHI, Katsuhiko NAKAYAMA and Tokuo IWAMOTO

ABSTRACT

We applied principal component analysis to the data obtained from twelve kinds of sport-tests (Physical-fitness measurements : side step test, vertical jump, back strength, grip strength, trunk extension, standing trunk flexion, step test. Motor ability measurements : 50-meter run, running broad jump, handball throw, pull-ups, 1500-meter endurance run.) made on students belonging to athletic clubs at Ube Technical College in July, 1980 and obtained four principal components which accounted for 64.6% of the total variance.

We investigated the characters of athletic clubs as to each component by means of the analysis above. The results may be summarized as follows :

(1) Four principal components may be considered as the following factors.

The first principal component...Impulse strength (or total kinetic strength).

The second principal component...Jumping strength.

The third principal component...Endurance strength.

The fourth principal component...Muscle power.

(2) We transformed individual factor-scores obtained through principal component analysis to new scores ranging from the lowest score 0 to the highest score 10. The new scores explain the characteristics of athletic clubs as regards each component definitely.

I ま え が き

個人の体力, 運動能力を評価するにはいろいろの方法があるし, それら相互間の関係についても多くのことが知られている。中村, 松浦は基礎運動能力から運動部の特性及び類型化を検討している ([1], [2])。

文部省のスポーツテスト (体力測定 7, 運動能力測定 5) の測定データ間にはかなりの関係があることはわかっているが, そのデータを基にさらに深く解析することによって個人, および各クラブの特徴が掴めるのではないかと予想される。そしてデータを総合的に考察して何かを見出すには多変量解析の手法が有用と考えられる。

そこで我々は宇部高専の運動部より主に 4, 5 年生 (18, 19才) を中心に 96 名を選出し, 主成分分析法が各運動部の持っている特有の能力の評価に有用かどうかを検討した。

II 方 法

1. 対象, データ

対象として, 運動部 12 (陸上競技, 柔道, 剣道, 卓球, 軟式庭球, バレーボール, バスケットボール, ハンドボール, サッカー, ラグビー, 野球, 水泳) から各 8 人ずつ計 96 人を選出した。主に 4, 5 年生を中心に選んだが野球部のみはよく活動している高野連加盟チームより 3 年生中心に選出した。測定項目は文部省のスポーツテスト要項に準じて昭和 55 年 7 月に行った体力測定 7 (回復

* 宇部工業高等専門学校体育教室

** 同 上 数学教室

横跳, 垂直跳, 背筋力, 握力, 伏臥上体そらし, 立位体前屈, 踏台昇降), 運動能力測定5(50m走, 走巾跳, ハンドボール投, 懸垂, 1500m持久走)計12項目で, 体力測定は15点満点, 運動能力は20点満点のスコアに直した。

2. 分析の方法

12項目の測定データより相関係数を計算して相関行列(表3)を作り, それより主成分分析した。因子間の分離を明らかにするためにさらにバリマックス法による因子回転を行ってから因子負荷量を計算し, 各項目のスコア

アを標準して各人の成分別因子評点を計算した。しかしこの因子評点より直接では各クラブ間のデータを比較するには少し困難と思われるので, 因子評点をさらに標準化(平均0標準偏差1)し, この標準化した点の-3から3までを, 11等分して, 0から10までの新しいスコアを与えた。(表1)。なおこれらの計算には, SORD MICRO-COMPUTER MODEL M223 MARR II を使用した。

表 1. 因子評点から新スコアへの変換

$s^* = \frac{s - \bar{s}}{\sigma}$	-3	$-\frac{27}{11}$	$-\frac{21}{11}$	$-\frac{15}{11}$	$-\frac{9}{11}$	$-\frac{3}{11}$	$\frac{3}{11}$	$\frac{9}{11}$	$\frac{15}{11}$	$\frac{21}{11}$	$\frac{27}{11}$	3
スコア	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

s : 因子評点, \bar{s} : 因子評点の平均値, σ : 因子評点の標準偏差

表 2. 測定値の評点の平均, 標準偏差 (96人)

	反復横跳	垂直跳	背筋力	握力	伏臥上体そらし	立位体前屈	踏台昇降	50m走	走巾跳	ハンドボール投	懸垂	1500m持久走
平均	14.7	13.9	12.0	11.9	13.2	10.5	11.8	14.3	8.6	12.5	13.4	14.0
標準偏差	0.9	1.5	2.0	1.7	2.1	2.2	2.6	2.6	2.2	4.4	4.9	4.6

表 3. 相 関 行 列

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂
X ₁ 反復横跳	1.00											
X ₂ 垂直跳び	0.42	1.00										
X ₃ 背筋力	0.25	0.17	1.00									
X ₄ 握力	0.11	0.02	0.26	1.00								
X ₅ 伏臥上体そらし	0.43	0.25	0.14	0.19	1.00							
X ₆ 立位体前屈	0.14	0.31	0.29	0.15	0.22	1.00						
X ₇ 踏台昇降	0.22	0.12	-0.02	-0.02	0.09	-0.07	1.00					
X ₈ 50m走	0.24	0.36	0.44	0.28	0.30	0.37	0.06	1.00				
X ₉ 走巾跳	0.20	0.39	0.39	0.12	0.18	0.24	0.04	0.66	1.00			
X ₁₀ ハンドボール投	0.10	0.32	0.22	0.15	0.29	0.24	-0.03	0.51	0.49	1.00		
X ₁₁ 懸垂	0.28	0.25	0.18	0.24	0.09	0.28	0.16	0.44	0.33	0.19	1.00	
X ₁₂ 1500m持久走	0.04	0.02	0.17	0.03	0.11	0.07	0.22	0.36	0.38	0.28	0.32	1.00

* : Pr. <0.05, ** : Pr. <0.01

III 結果および考察

1. 各項目別データ, 相関行列について

12項目の測定値データのスコア平均値は体力, 運動能力共に走巾跳以外はおおむね同じレベルを示している。走巾跳に関しては少し基準がきびしく, 他と比較して平均が著しく低く, これに関しては基準を少し考え直す必要があるかも知れない。一方標準偏差は全員が運動部の学生ということもあって体力測定全項目, 50m 走, 走巾跳は皆小さい。しかしハンドボール投, 懸垂, 1500m 持久走の3項目は他の項目に比べて少し異質の能力を示すのであろう標準偏差が他に比べて2倍近くを示している。

次に各項目間の単純相関係数を表わす相関行列(表3)においては, 握力, 踏台昇降を除いて殆どどの項目が5つ以上(5%有意)の相関を示している。特に50m走は殆どどの項目と有意の相関を示している。このことから, すべての体力, 運動能力の基礎はやはり走ること(下半身の強化), それもできるだけ速い方がよいと推定できる。

一方, 踏台昇降の場合他と有意の相関を示しているものは1500m持久走, 反復横跳の2つでそれも5%有意のものである。しかしこれが後の分析の結果でいえることなのだが, 決して他の項目と無関係であるということを示しているのではない。

2. 主成分分析の結果

スポーツテストで得られた各項目のデータは相互に深い関係をもち, 各個人のデータはその所属するクラブによって特有の性質を持っている。活動場所がグラウンド, 体育館の床の上, 或いはプールの水の中, 道場の畳の上といった相異, 同じ球技でもボールの大きさ, 重さの異なることなど, 条件を若干なりとも反映している。従って各項目別測定データ間の相互の関連性を考えながら全項目を総合的に把握すれば, 各クラブ間の特有の指標を求められるのではないかと考えて, 主成分分析を適用してみた。表3の相関行列に主成分分析を行い固有値1以上の固有ベクトルをさらに因子軸回転して因子負荷量を求めたものが表4である。

主成分は第1から第4までで累積寄与率64.6%を示している。因子負荷量からこれらの成分は次のように解釈できる。

- 第1因子——瞬発力(負荷量の大きいもの: 50m走, 走巾跳, ハンドボール投)
- 第2因子——跳躍力(負荷量の大きいもの: 反復横跳, 垂直跳, 伏臥上体そらし)
- 第3因子——持久力(負荷量の大きいもの: 踏台昇降, 1500m持久走)
- 第4因子——上体筋力(負荷量の大きいもの: 握力, 背筋力)

以上の結果を見るとかなりよく指標が分離されているように思えるがいくつかの問題はある。第4成分までと

表4. 主成分分析表

	回転後因子負荷量				因子寄与率
	第1成分	第2成分	第3成分	第4成分	
反復横跳	0.10	0.81	0.23	0.13	0.74
垂直跳び	0.46	0.63	-0.04	-0.25	0.67
背筋力	0.48	0.13	-0.06	0.47	0.47
握力	0.14	0.08	-0.02	0.86	0.77
伏臥上体そらし	0.22	0.65	0.00	0.13	0.49
立位体前屈	0.48	0.28	-0.27	0.22	0.43
跳台昇降	-0.10	0.26	0.81	-0.10	0.74
50m走	0.84	0.15	0.13	0.23	0.78
走巾跳	0.85	0.06	0.13	-0.02	0.74
ハンドボール投	0.77	0.07	-0.07	-0.11	0.61
懸垂	0.42	0.13	0.46	0.34	0.52
1500m持久走	0.52	-0.26	0.64	-0.01	0.75
固有値	3.23	1.76	1.44	1.29	
累積寄与率	26.9%	41.6%	53.8%	64.6%	

表 5. クラブ 別 ス コ ア

	第 1 成 分			第 2 成 分			第 3 成 分			第 4 成 分			平 均	
	合計	平均	Best 20	合計	平均									
陸 上	51	6.4	4	42	5.3	3	48	6.0	4	50	6.3	3	47.8	6.0
柔 道	29	3.6	0	29	3.6	0	33	4.1	0	37	4.6	1	32.0	4.0
剣 道	25	3.1	0	34	4.3	0	27	3.4	1	36	4.5	3	30.5	3.8
卓 球	37	4.6	0	37	4.6	0	52	6.5	3	43	5.4	1	42.3	5.3
軟 式 庭 球	39	4.9	1	48	6.0	2	35	4.4	0	34	4.3	0	39.0	4.9
バレーボール	42	5.3	2	50	6.3	3	34	4.3	0	43	5.4	3	42.3	5.3
バスケットボール	35	4.4	1	37	4.6	1	47	5.9	2	24	3.0	0	35.8	4.5
ハンドボール	46	5.8	3	45	5.6	3	40	5.0	1	40	5.0	1	42.8	5.4
サ ッ カ ー	50	6.3	3	45	5.6	3	51	6.4	3	48	6.0	4	48.5	6.1
ラ グ ビ ー	44	5.5	3	41	5.1	1	45	5.6	4	42	5.3	0	43.0	5.4
野 球	49	6.1	3	49	6.1	4	40	5.0	2	49	6.1	4	46.8	5.9
水 泳	26	3.3	0	27	3.4	0	27	3.4	0	28	3.5	0	27.0	3.4

ったのに累積寄与率が64.6%と少し低く、第5成分以下の固有値が接近している。懸垂が第1、第3、第4成分共にかなりのウェイトを示していることから考えて、身長、体重等の項目を加えて分析の方がより明確な結果を得られる可能性があることが考えられる。これらの問題点についても今後検討していく価値はあると思われる。

第1成分には50m走、走巾跳、ハンドボール投の因子負荷量が他に比べて圧倒的に大きい、0.5前後の負荷量を持つものが他に5つあることから考えて、動的な総合力と解釈もできる。第2、第3、第4成分については上に示した性質が独立にかなり明確に出ている。

次に個人の因子評点を s_{ik} (第 i 人目の第 k 成分の因子評点) を成分とする行列 $S = (s_{ik})$ を次のように求める：

$$S = D^*F$$

ここに $D^* = (d_{ij}^*)$ は測定素スコア行列 $D = (d_{ij})$

(d_{ij} ; 素スコア) を $d_{ij}^* = \frac{d_{ij} - \bar{d}_j}{\sigma_j}$ (\bar{d}_j : 第 j 項目の平均値 σ_j : 第 j 項目の標準偏差) として標準化したもの。 $F = (f_{jk})$ (f_{ik} : 第 k 成分の第 j 項目の因子負荷量) は表 4 の因子負荷行列。

96人の各成分に対する因子評点を求め、各クラブについて全体のベスト20までに入るものが何人ずつ所属するかを調べてみた(表5)。第1、第2成分については殆んどの方が激しい動きを要求される球技に集中、第3成分

分になると少し様子が異って長時間の練習、試合を要求される卓球、或いは広いコートで長時間連続的に走るラグビー、サッカーが多い。そして第4成分では強い衝撃力を必要とする種目の剣道、バレーボール、サッカー、野球に集中している。一方陸上競技はどの成分にも3、4人ずつ分布しているが陸上競技にはこれらの成分の表している力を専門的に必要とする選手がいてそれに関しては他クラブの学生より一般的に強いということを示しているものと思われる。

これに反して、第1、第2成分にバスケットボール、第3、第4成分に水泳の学生がもう少し表われてもよいと思われるのだが、これは今の我が校のバスケットボール、水泳部の不振さを示しているものであろう。

次は因子評点そのままでは直接評価が困難と思われるので、因子評点を0から10までの新しいスコアに変換して(表1)、各クラブ毎の合計、平均を求めた(表5)、第1成分では、陸上競技、サッカー、野球など外のコートを全速力で走ることを要求されるクラブが強いが、第2成分ではジャンプを特に必要とするバレーボールが良い値を示している。第3成分になると、我が校で現在一番強い卓球が1位である。練習量が桁外れに多く、全員が平均して鍛えられていることがよくわかる。第4成分になると野球が強いというのは納得できるがいちばん強いのが陸上、野球の次がサッカーというのは以外である。ここでも柔道、水泳など当然上位にあるべきクラブの不振さが目立っている。

表5の最後の欄に、各成分の平均スコアを挙げてお

たが累積寄与率**64.6%**ということ、5番目以下の成分の寄与率も接近してことからこれらのスコアから各クラブの総合的な解釈をすることは問題があるように思われる。強いていえば平均スコアがよいクラブには素質のよい学生が集まっているということがいえそうだ。

いくつかの問題点も指摘されるが一応クラブの特徴をみるには主成分分析は有用であると思われる。

IV むすび

宇部高専の12運動部員の昭和55年7月に行った体力測定7（反復横跳、垂直跳、背筋力、握力、伏臥上体そらし、立位体前屈、踏合昇降）、運動能力測定5（50m走、走巾跳、ハンドボール投、懸垂、1500m持久走）計12項目について主成分分析を試み、累積寄与率**64.6%**までの4成分を得て、各クラブの特徴を各成分別に検討した。

その結果、第1成分は瞬発力、第2成分は跳躍力、第3成分は持久力、第4成分は上体の筋力を表わす因子であることが考えられた。そこで得られた因子評点を新しいスコア（0から10まで）に変換してクラブ別に表わすと、各成分に対するクラブの特徴はかなり明確に表れた。

なお今後の課題としてより一層はっきりした特徴を掴むためには、測定項目にさらに身長、体重等を表わす項目、バービーテスト等の敏捷性を表わす項目などを付け加えること、また現在の我が校のクラブ活動の状態を知るためには過去の優秀な学生のデータと比較してみることなどを試みるのも価値あることと思う。

参 考 文 献

- 1) 松浦義行, 中村栄太郎, 「スポーツ適性の予測に関する研究」, 体育学研究, VOL. 21, No. 4, 205—216, 1976.
- 2) 松浦義行, 「基礎運動能力よりみた大学運動部の類型化について」, 体育学研究, VOL. 22, No. 4, 189—201, 1977.
- 3) 松井三雄他, 「体育測定法」, 体育の科学社.
- 4) 松田岩男他, 「スポーツマンの体力測定」, 大修館書店.
- 5) 文部省体育局, 「スポーツテスト実施要項」.
- 6) 浅野長一郎, 「因子分析通論」, 共立出版.

(昭和55年9月1日受理)