運動能力の因子分析的研究※

一谷 彊

A Factorial Analysis of Athletic Ability

By

Tsuyoshi ICHITANI

Received November 17, 1966

問題および目的

本研究の目的および問題を記述する前に，運動能力の測定に関する因子分析的な研究を歴史的に概観して問題点を明らかにしていきたいと思う．

先ず最初に，アメリカにおいて種々のテスト結果に対して相関的方法を適用した最も初期の研究は，1901年に発表された一般および特殊能力に関する Wissler の有名な研究であるが，この研究において彼は，精神能力はいうまでもなく，身体能力のテストをも含めて研究を行なったようである．この Wissler の研究は，Galton と J. M. Cattell によって起草された考案に基礎をおいているが，彼の主な結論の一つは，“身体能力のテストは，それらの間に相関関係がみられるという一般的傾向を示すが，身体能力と精神能力のテストの間には，非常にわずかな程度しか相関関係がみられない”ということであった[15]．このようにして観察された“一般的傾向”は，推定ではあるが“一般的身体能力”とよばれるものに対する若干の測定の標準を示しているのではないかと思われる．この種研究の完全な考案は，“gymnasium test”と称されているものに明らかにみられるというけれども，そのような運動能力を測定するために何ら組織的な努力もなされたようには思われない．その後幾年かを経て，Reilly (1918) が，学校の生徒達の運動能力によって，それら生徒達を分類するため一つの強みのあるケースを作成し，合理的かつ重要な基礎の上にその考案を進めていったように思われる[10]．

このような運動能力の測定に対して因子分析的方法を使用することを最初に試みたのは，C. Burt およびロンドン市内の色々な学校にいる彼の協力者達であった．そして，その結果については，Burt (1925) の London County Council (L. C. C.) 備忘録の中に報告をしている[2]．Burt は，一般の身体的健康というものと比較的相関の高い一般因子をみつけ，さらに，強さ (strength)，速さ (quickness)，器用さ (dexterity)，着実性 (steadiness)，持久性 (endurance) といった特殊因子をみつけた．その後も，教育協会において，Burt と Hamley の２人は，研究学生の協力により，ロンドン市内の学校でいくつかの小研究を開始した．

一方，アメリカ合衆国においては，Cozens (1929) が，運動能力の測定に対して最初に相関的方法を適用している[3]．アメリカ合衆国のもっと最近の研究については，McCloy による多くの研究が特に言及するに足るものであるとされている[7,8,9]．McCloy は，３つの共通因子をみつけている．すな

※ 本研究にあたり，京都市立成逸小学校教諭清水尚子先生の御協力を頂いた．ここに感謝の意を表する次第である．

わち，強さ（strength），速さ（speed），重さ（dead weight）といわれるようなものであるが，彼はすでにこれらの因子の存在を確信していたのである．そして，そのような証拠を得るために，彼は因子分析法（the method of factor analysis）を適用したようである．1940年，McCloy は，強さ（strength），動作の速さ（speed of movement），重さ（dead weight）の因子がそのような研究に一貫してあらわれるということを主張している．彼は163名の年少の高校女子に施行した6種目の運動測定，4種目の力量計テスト，体重の間の相関を挙げている．これによれば，すべての相関は積極的（正）であり，かつ，体重に対する相関をのぞいては相当に大きかった．ここに分析結果を述べてみると，

（i） 体重をのぞくすべての測定において，42%の分散を有する一般運動因子．

（ii） 力量計テスト，体重，砲丸投げ，ボール投げにおける強さ（strength）の因子．

(iii) 負の負荷量を持つ体重，2つの跳躍の結果と，ひとつの走の結果における群因子．

（ii）と（iii）の分散の合計は26%となっている．

ということである[9]．

アメリカの健康・体育・レクリェーション協会の機関紙であるリサーチ・クォータリー（The Reseach Quartery）には身体測定や運動テストの種々の分析が報告されている．そこでは次のことが指摘されている．すなわち，強さ（strength），速さ（speed），敏捷さ（agility）などの因子があることがいわれているが，たとえば因子分析の如き手続きを経ずしてそのような特性名称を使用することは，過誤におちいる傾向をとり易い．従ってそれらがあてはまるパーフォーマンスの語で因子を記述することの方が一層よいことを Vernon[13] は指摘している．

再びイギリスに戻って，ごく最近では，Hamley の提唱で，Highmore が Edwards Penfold 夫人の助力によって研究を行なった[5]．それは，身体訓練をしている男子生徒についてなされたものだが，32%の分散をもった一般因子と，11.7%の分散をもつ群因子とを得ている．群因子とは，

（i） 走の結果．

（ii） 押し投げること，投げること，蹴ること．

(iii) 立巾跳，走巾跳，走高跳，立高跳．

の3種のものであるとしている．

また，450名の陸軍新兵に適用された9種目の運動テストの研究が戦争中になされている．それによると，年令，身長，体重を恒常にするとき，一般運動因子は27%の分散がみられた．そして，他の16.4%は群因子によって占められている．ここにいう群因子とは，

（i） 100ヤード走，1マイル走，5マイル競走，陸軍敏捷性テスト．

（ii） 走巾跳，走高跳，障碍物競走．

(iii) 懸垂屈腕回数テスト，屈腕懸垂時間テスト

の3種のものといえる[15]．

また，成人男子の身体能力に関して，ほぼ同様の研究を行なった結果が，Vernon によって発表された備忘録に記述されている[15]．

本研究は，主として次の文献に依存するところが大きかった．すなわち，1954年の British Journal of Statistical Psychology, Vol. 7, Part One において Highmore と Taylor は，"A Factorial Analysis of Athletic Ability" の題目の下に大要次の如き研究成果を発表している[6]．

先ず第一に，8種目の運動能力テスト，すなわち，① Sprinting (50yards)，② Long Jump，③ Running (150yards)，④ High Jump，⑤ Standing Upward Jump，⑥ Throwing Cricket Ball，⑦ Punting Football，⑧ Throwing Football を secondary modern school に通う11才の男児110名に施

表1　テスト間の相関 (G. Highmore and W. R. Taylor)[6]

	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Sprinting (50 yards)	(.63)	.56	.51	.43	.51	.42	.36	.30
2. Long Jump	.56	(.58)	.44	.41	.41	.36	.41	.34
3. Running (150 yards)	.51	.44	(.43)	.39	.40	.21	.23	.18
4. High Jump	.43	.41	.39	(.47)	.37	.40	.40	.37
5. Standing Upward Jump	.51	.41	.40	.37	(.40)	.21	.26	.22
6. Throwing Cricket Ball	.42	.36	.21	.40	.21	(.57)	.49	.53
7. Punting Football	.36	.41	.23	.40	.26	.49	(.45)	.41
8. Throwing Football	.30	.34	.18	.37	.22	.53	.41	(.58)

行し，相関関係を求めた結果，それらの相関関係はいずれも有意であり，かつ，確実性のあることが見出された（表1）．

第二に，Burt の単純合計法 (Simple Summation Method) による分析結果は，42%近くの分散を有する一般因子と，テストを3つのグループに分割すると思われる2つの両極性因子とをもたらした．

第三に，そのようなテストについて，Burt の群因子分析 (Group Factor Analysis) を行なった結果，因子構造は，一つの基本因子 (Basic factor) と，3つの群因子 (Group factors) とを示すようなものとなった．そして，この3つの群因子とは，仮に名称を付するならば，running すなわち“走”，throwing すなわち“投”，および jumping すなわち“跳”の3種のものではないかと考えられるというのである（表2）．

表2　種々の方法によって得られた因子飽和 (G. Highmore and W. R. Taylor)[6]

因子の型	両極性因子			非重合群因子				重合群因子			
計算の方法	単純合計			直接群因子分析				数学的軸転回			
1. (D) Sprinting (50 yards)	.734	.281	.068	.638	.237			.595	.506	.027	.128
4. (J) Long Jump	.665	.222	.176	.601	.237			.614	.438	.039	−.084
Subtotal			.244								
2. (E) Running (150 yards)	.562	.369	−.123	.412	.581			.354	.491	.014	.248
5. (K) High Jump	.634	.031	−.066	.665	.222			.576	.152	.023	.343
3. (I) Standing Upward Jump	.543	.320	−.055	.409	.419			.394	.425	.018	.252
Subtotal		1.223	−.244								
6. (G) Throwing Cricket Ball	.644	−.339	.164	.587			.426	.602	.032	.452	.063
8. (H) Punting Football	.612	−.228	.118	.609			.285	.621	.013	.228	.096
Sudtotal			.282								
7. (F) Throwing Football	.601	−.401	−.086	.517			.540	.492	−.028	.554	.181
9. (L) Criterion	.759	−.255	−.196	.764			.435	.625	.110	.319	.346
Subtotal		−1.223	−.282								
自乗の和	3.732	7.61	1.37	3.114	.112	.563	.734	2.716	9.07	7.93	4.30
寄与量(%)	41.5%	8.5%	1.5%	37.7%	1.4%	6.8%	8.9%	30.2%	10.1%	8.8%	4.8%

第四に，以上の結果よりして，児童・生徒の運動能力を適切，正確，かつ簡便に評価するための最も妥当な方法としては，これら8種目のテストの中から，特に“走”の能力を測定するものとしてはSprinting (50yards)，“投”の能力については Football Throw In，“跳”の能力については High Jump を測定すれば，ほぼ各個人の運動能力について当らずとも遠からざる評価を得るのではないかとしている．

以上が，運動能力測定に関する研究を因子分析的な見地からとりあげたものについて歴史的に概観したものである．

上に述べたように，Highmore と Taylor とは，児童・生徒の運動能力の分析を試みようとして，その目的のための適当なテストを考案し，これによって各分野の運動能力の評価に適切なものを発見しようと努めたわけである．これらの問題に関しては，理論上興味のあることはいうまでもないが，実際上の興味もまたこれに劣らぬものと考えられる．Highmore と Taylor も問題にしているように，小学校から中学校へ児童達が進学する際に，彼らの運動記録や運動能力評価などが中学校へ送られるとはいえ，中学校において，個々のこども達について，比較的正確な予備的評価ができるような簡単な合理的なテストをつくる必要があるように思われる．我が国においても，体力測定や運動能力測定が重視されているが，これらを比較的簡潔に，しかも，適確に測定することの必要性が，学校におけるカリキュラム運営の上からも望まれる．そこで，本研究においても，Highmore と Taylor の試みたものとほぼ同様のテストにさらに新しいテストを加味し，彼らと同じ方法で分析を試み，運動能力測定のための妥当なテストを案出し，比較検討しようとするところにその目的がある．

手　続　き

被験者は，京都市公立中学校1年生男子267名であったが，本研究の資料として有効であったのは220名であった．

使用したテストは以下のものである．

〔テスト1〕 50m競走

〔テスト2〕 150m競走

〔テスト3〕 800m競走

〔テスト4〕 懸垂（懸垂屈腕回数）

〔テスト5〕 野球ボール投げ

軽い助走をさせて投げさせた．軟式野球の正式ボールを3回投げさせて最良のものを被験者の得点とした．

〔テスト6〕 サッカーボール・スロー・イン

サッカーボールを両手に持ち，頭上よりふりかぶってできるだけ遠くへ投げさせ，その距離を計測する．連続3回施行，最良のものを被験者の記録とした．

〔テスト7〕 サッカーボール・パント

助走を与えずに，定められた線から出ぬようにしてサッカーボールをできるだけ遠くへパントさせ，その距離を計測する．連続3回施行，最良のものを記録とした．

〔テスト8〕 立巾跳

3回試技し，最高記録をとる．

〔テスト9〕 3回跳び

直立の姿勢から立巾跳の場合と同じく，腕の振動および膝の屈伸を利用して，両足を揃えて連続

3回できるだけ遠くへ跳ばせる．3回試技し最高記録をとる．

〔テスト10〕 サージェント・ジャンプ

被験者の人差し指と中指との間の尖端に，小さなチョークをはさませ，壁に向かって立たせ，手を充分伸ばして壁にはられた測定用紙に短い横線を描かせる．この場合，被験者は踵をあげてはならない．被験者が線を描いたならば，壁から少し離れてできるだけ高く跳ばせる．被験者は，跳躍して最高に達した時に充分腕を伸ばして測定用紙にその指を触れ，印をつける．最初のマークと，跳躍してつけたマークとの距離を測定して跳躍力とする．3回試技させ，最高のものを記録する．

〔テスト11〕 走高跳

3回の跳躍が許されるが，1回で成功した被験者は，残りの2回の跳躍を試みなくてもよい．

〔テスト12〕 身長

〔テスト13〕 体重

結　　果

上に記載した手続きによって13種目のテストを施行して得られた各被験者の粗点をT-尺度によって標準点に改め，さらにここから進んで各テスト相互間の相関関係を求めたのが表3である．ここで付言しておきたいことは，13種目のテスト中，懸垂を除いては測定値をそのまま粗点とした．懸垂の場合は，体重が大きく影響するので，McCloy の修正公式を体育調査研究会編による「学校体育の調査」（金子書房，昭和26年）より引用して換算値を求めこれを粗点とした．なお修正公式は男子の場合，

$$x+\frac{3.42}{1.77}(W-12)$$

ただし，x は懸垂屈腕回数，W は体重を kg 表示したものである．

これを用いて Burt の下位分割群因子分析法 (Subdivided group factor analysis)[11] によって分析

表3　観察相関行列（中学1年男子　N＝220）

テスト	1 50 m 競走	2 150 m 競走	3 800 m 競走	4 懸垂	5 野球ボール投げ	6 サッカーボールスロー・イン	12 身長	13 体重	7 サッカーボールパント	8 立巾跳	9 3回跳	10 サージェントジャンプ	11 走高跳
1. 50 m 競走		.734	.570	.478	.490	.519	.376	.383	.308	.606	.563	.446	.577
2. 150 m 競走	.734		.639	.483	.504	.550	.388	.382	.324	.597	.610	.484	.480
3. 800 m 競走	.570	.639		.289	.346	.415	.293	.214	.285	.492	.395	.344	.431
4. 懸垂	.478	.483	.289		.408	.669	.746	.922	.338	.528	.561	.383	.466
5. 野球ボール投げ	.490	.504	.346	.408		.523	.291	.334	.437	.508	.530	.446	.425
6. サッカーボールスロー・イン	.519	.550	.415	.669	.523		.520	.622	.407	.595	.582	.492	.499
12. 身長	.376	.388	.293	.746	.291	.520		.786	.331	.419	.430	.287	.449
13. 体重	.383	.382	.214	.922	.334	.622	.786		.322	.424	.457	.282	.403
7. サッカーボールパント	.308	.324	.285	.338	.437	.407	.331	.322		.300	.302	.243	.296
8. 立巾跳	.606	.597	.492	.528	.508	.595	.419	.424	.300		.751	.641	.598
9. 3回跳	.563	.610	.395	.561	.530	.582	.430	.457	.302	.751		.610	.573
10. サージェント・ジャンプ	.446	.484	.344	.383	.446	.492	.287	.282	.243	.641	.610		.471
11. 走高跳	.577	.480	.431	.466	.425	.499	.449	.403	.296	.598	.573	.471	

表4　下位分割両極性因子負荷量と共有量（N＝220）

テスト ＼ 近似値 ／ 因子	第1回目近似値				第2回目近似値				第3回目近似値			
	I	II	III	h_j^2	I	II	III	h_j^2	I	II	III	h_j^2
1. 50 m 競走	.741	.255	.225	.665	.745	.273	.249	.692	.748	.278	.262	.706
2. 150 m 競走	.757	.253	.309	.732	.766	.280	.318	.766	.770	.284	.332	.784
3. 800 m 競走	.567	.244	.289	.465	.574	.266	.233	.455	.573	.263	.221	.446
5. 野球ボール投げ	.633	.076	−.030	.408	.627	.083	−.236	.456	.632	.092	−.252	.471
8. 立巾跳	.795	.244	−.209	.736	.798	.262	−.134	.724	.797	.257	−.134	.719
9. 3回跳	.782	.175	−.247	.704	.784	.196	−.175	.684	.782	.190	−.171	.677
10. サージェント・ジャンプ	.620	.235	−.265	.509	.626	.256	−.244	.518	.626	.257	−.248	.520
11. 走高跳	.689	.116	−.039	.490	.683	.124	−.007	.482	.682	.121	−.009	.480
4. 懸垂	.773	−.456	.305	.899	.795	−.495	.048	.879	.793	−.490	.041	.871
12. 身長	.646	−.422	.242	.654	.662	−.447	.080	.644	.661	−.446	.073	.641
13. 体重	.676	−.559	.383	.916	.715	−.649	.057	.935	.717	−.657	.061	.950
6. サッカーボール・スロー・イン	.784	−.131	−.057	.635	.780	−.112	−.113	.634	.779	−.113	−.115	.633
7. サッカーボール・パント	.462	−.050	−.082	.223	.457	−.037	−.066	.214	.456	−.035	−.061	.213
$\sum a^2_{ji}$	6.247	1.027	.717	8.036	6.374	1.299	.410	8.083	6.379	1.303	.429	8.111
寄与量（%）	48.05%	8.25%	5.52%	61.82%	49.03%	9.99%	3.15%	62.18%	49.07%	10.02%	3.30%	62.39%

を試みた．これによって下位分割両極性因子（Subdivided bipolar factors）を求めたのが表4であって，ここでは対角線値の評価は，Medland[12]の提唱した方法によったが，これは，Thurstone[12]の提案しているように，原相関関係表の対角線値に各列の最高値を入れるのとは異なり，比較的，その値が正確に求められるとはいえ，ただ一回の分析のみによって，安定した共有量（communality）が得られるとは思われないので，さらに，簡便法（shorthand method）によって2回反覆を行ない，できるだけ真値に近い共有量が得られるようにした．その結果，表4に見られるように，第3回目まででほぼ安定した共有量を得ることができたので，共有量評価のための反覆はこれをもって終わることとした．かくして下位分割両極性因子分析を3度繰返して行なうことによって，

（i）　かなり厳密に両極性因子を抽出し，かつ，因子の分類を行なうことができ，

（ii）　さらに，共有量の評価についても，ほぼ安定した値を得ることができた

と考える．

このようにして得られた両極性因子行列に，非重合群因子分析を施して得たものが，表5の非重合群因子行列（Non-overlapping group factor matrix）である．なお，先に記載したように，両極性因子分析によって得られた第II因子のマイナス群について付言しておきたい．表4にみる如く，第II因子のマイナス群における第III因子の負荷量は，検定の結果有意であるとは認められなかったので，

表5　非重合群因子行列（Non-overlapping group factor matrix）

テスト ＼ 因子	G	F·W	M·S	Ju	St
1. 50 m 競走	.661	.420	.320		
2. 150 m 競走	.681	.341	.475		
3. 800 m 競走	.479	.345	.354		
5. 野球ボール投げ	.638	.164		.048	
8. 立巾跳	.725	.345		.315	
9. 3回跳	.746	.193		.345	
10. サージェント・ジャンプ	.540	.267		.461	
11. 走高跳	.676	.236		.066	
4. 懸垂	.699				.611
12. 身長	.570				.558
13. 体重	.559				.832
6. サッカーボール・スロー・イン	.811				.165
7. サッカーボール・パント	.485				.063

（N＝220）

第III因子は，これを一応存在しないものとして，第II因子までが有意であるとの予想のもとに，第II因子のマイナス群をさらに下位分割して非重合群因子を抽出するのをさしひかえたことをことわっておく．もちろん，両極性因子における第III因子は，施行テスト全体からみるときはその負荷量が有意なのであるが，それが，ただ第II因子のマイナス群において有意でないものが密集したため，マイナス群は，これ以上，下位分割し得なかったのであるが，プラス群の方は明らかに有意であったから，これを下位分割して下位因子を抽出したことはいうまでもない．

Burt の提案しているように，非重合群因子が窮極的な因子構造ではないので，これをより合理的な因子構造たらしめるために，いわゆる重合群因子（Overlapping group factors）に転換をしたものが，表6に見られる重合群因子行列である．

表6　重合群因子行列 (Overlapping group factor matrix)

テスト＼因子	G	F·W	M·S	Ju	St(w)	h_j^2
1. 50 m 競走	.621	.379	.403	.126	.054	.711
2. 150 m 競走	.624	.401	.473	.119	.079	.794
3. 800 m 競走	.471	.320	.339	.107	.009	.450
5. 野球ボール投げ	.641	.159	−.128	.157	−.003	.477
8. 立巾跳	.763	.307	.040	.200	−.052	.721
9. 3回跳	.758	.262	−.012	.188	−.015	.679
10. サージェント・ジャンプ	.635	.242	−.087	.197	−.133	.527
11. 走高跳	.627	.232	.108	.128	.069	.480
4. 懸垂	.717	−.042	.026	−.022	.597	.873
12. 身長	.588	−.048	.049	−.034	.540	.643
13. 体重	.642	−.144	−.004	−.078	.717	.953
6. サッカーボール・スロー・イン	.742	.116	−.031	.101	.242	.634
7. サッカーボール・パント	.433	.086	−.005	.066	.120	.212
$\sum a^2_{jl}$	5.371	.753	.543	.217	1.270	8.154
寄与量 (%)	41.32%	5.79%	4.18%	1.67%	9.77%	62.72%

(N＝220)

考　　察

すでに述べてきたような計算の手続きによって Burt の称する下位分割群因子分析を完了したわけであるが，ここに，得られた因子構造について考察を加えてみよう．

（I） 両極性因子 (Bipolar factors)

表4にみられるのが，両極性因子による因子構造である．ここに第I因子は，全テストに共通に，しかも有意にプラスの因子負荷を有しているものであって，これは普通にいわれる一般因子 (general factor) に相当するものであろう．すなわち，運動能力についていえば，どのテストにも共通にあらわれているところから，一般運動能力と考えられるものであってどのような運動に対してもある程度までたえうる能力ないし体力といわれるようなものであろう．

第II因子は，これを大きくプラス群とマイナス群とに2大別することができる．プラスの負荷量を有するものは，主として，“走”および“跳”に関するものを含んでおり，マイナスの負荷を有するものは，懸垂，身長，体重，サッカーボール・スロー・インおよびサッカーボール・パントなどのテストである．すなわち，前者は主として“脚力”が有力に機能を果たしているものと考えられるし，後者は，それと反対に脚力はそれ程顕著に役割を果たさず，むしろ“腕力”や体重ないし強さといわれるようなものが因子として働いているのではないだろうか．

第III因子は，第II因子におけるプラス群とマイナス群とをさらに夫々プラスとマイナスとに下位分割している．

第II因子におけるプラス群の第III因子における下位分割の状況をうかがってみると，50m競走，150m競走および800m競走の如く，“走”に関するものにプラスの負荷量がみられ，その他はマイナスの負荷量を有しており，野球ボール投げを除いては立巾跳，3回跳，サージェント・ジャンプおよび走高跳の如き，主として“跳”に関する因子を内包しているのではないかと考えられる．このうち，さきに述べた野球ボール投げについては，“跳”に相当する因子を有していることは一見不可解

のようにも思われるが，テスト方法からみて，やはりこの能力を必要とするのではなかろうか．具体的な特質は，これを重合群因子に転換したのちでなければこれ以上言及することは妥当ではない．

第Ⅱ因子のマイナス群の第Ⅲ因子における下位分割状況に関しては，どのテストにも，その因子負荷が有意でないことは既述したところであるから，さらに言及する必要はない．すなわち，懸垂，身長，体重，サッカーボール・スロー・イン，サッカーボール・パントの5種のテストは，第Ⅲ因子が認められず，第Ⅱ因子までが有意であって，両極性因子に関しての解釈は上に記載した如くである．

（Ⅱ） 非重合群因子 (Non-overlapping group factors)

非重合群因子模様は表5に示す如く，第1列のものは，すべてのテストに共通に，かなり顕著にその因子負荷量があらわれている．これはいうまでもなく一般因子であって，その因子の性質に関しては前項に述べた．第2列のものは，野球ボール投げのほかはすべて“走”および“跳”に関係のあるテストに共通に，しかも有意に因子負荷がみられる．これは，走および跳は，いずれも特に“脚力”に依存するところが大きいところからみて，Foot work (F･W) に関する因子ではないかと考えられる．しかし，この Foot work なるものをいかように使用していくかに関しては，この因子だけでは具体的には判明し得ない．その点に関しては，第3列および第4列の因子模様を視察することによって明らかになるのではないだろうか．すなわち，第3列のものは，走に関するテストに顕著に寄与しているところから推して，Foot work を特に敏速に効かせなくてはならないものであって，この因子は大体において Motor speed に関するものではないだろうか．さらに，第4列のものは，野球ボール投げ，立巾跳，3回跳，サージェント・ジャンプ，走高跳にその因子負荷を示しており，これは Foot work を速度的によりも，むしろ，力強く効かせなくてはならない傾向を示唆しているように思われるので，この因子は主として Jumping に関するものではないかと思う．しかし，この Jumping に関する因子は，立巾跳，3回跳，サージェント・ジャンプに大きくその負荷量があらわれており，その他の野球ボール投げ，走高跳などにおいては，殆んど有意性が認められない点をみても，充分首肯し得ることであって，走高跳においては，Jumping とともに running ないしここでいう Motor speed の能力を必要とするだろうし，野球ボール投げにおいても，同様のことがいえるのではないかと考えるから，これら2種のテストは単一能力から構成されているのではなく，もっと複合した能力からなっていることが予測される．この点については，重合群因子を考察する時に譲りたい．第5列のものは，懸垂，身長，体重，サッカーボール・スロー・イン，サッカーボール・パントに因子負荷を有しているが，そのうち特に前3者においてその負荷量が大きい．従ってこの因子は，前項で記述した如く Weight ないし Strenght の因子と思われる．しかし，ここで身長に因子負荷が大きいのは，これは原相関に戻って考えてみるとき，身長と体重とのそれは0.786であって，相当に高い相関係数を示していることからみて，身長の高い者は一般的にかなり体重も重いことがうかがわれるので，かような結果は，さほど無理からぬことであろう．なお，サッカーボール・スロー・インは，サッカーボール・パントよりも幾分高い因子負荷を示していること，および，このテストの方法や性質からみて，身長が高く体重の大きい者に有利な結果をもたらし易いことに注目するとき，かなり妥当な結果を示しているといえる．サッカーボール・パントに関しては，今少し不分明な点が含まれているが，これはテスト条件の不備，および，被験者のテスト状況に対する不適応などによる影響があったために，予想されるような結果をもたらし得なかったものと解したい．

（Ⅲ） 重合群因子 (Overlapping group factors)

最後に，窮極的な因子模様として得られた重合群因子に関して考察を進めることにしたい（表6）．

(1) 一般因子（G）

表6の第1列の因子は，しばしば述べてきたように，どのテストにも共通に，しかも大きな因子負荷量を有していることがうかがえる．これは畢竟一般因子であって，体力一般あるいは運動能力一般といわれるものである．すなわち，いかようの運動能力テストにも，ある程度までたえうる能力であって，この種因子はどのような運動能力テストにも当然含まるべきものであることは先にも述べたところである．

そして，この一般因子は，後ほど述べるところの Foot work factor (F·W)，運動速度因子 (Motor-speed factor ; M·S)，跳因子 (Jumping factor)，重さ・強さの因子 (Weight-Strength factor) の4種の特殊因子を含んでいるものであり，ひとつの水準を示しているものとみてよいと考える．従って，たとえばある個人において，一般因子が高ければ特殊因子も高いであろうし，またこの逆に，一般因子が低ければ特殊因子も相対的に低いとみなされるが，この相対的に低い特殊因子を有する者が，その低い特殊因子の中で何か優れた特殊因子をその中に有していたとしても，その個人の特殊因子と，一般因子の高い者のそれとを比べれば，さほどその特殊因子が優れているとも思われないとみられるごときである．

(2) 特殊因子

表6において，第2列以下のものは，すべてここにいう特殊因子に包含される．

① Foot work factor (F·W)

この因子は“走”および“跳”に関するテストに共通に大きな負荷量をもたらしている．すなわち，50m競走，150m競走，800m競走の3種の走に関するテスト，ならびに，立巾跳，3回跳，サージェント・ジャンプ，走高跳の4種の跳に関するテスト，さらに，野球ボール投げの計8種目のテストに有意な負荷量をもたらしているものであって，これらのテストは，ここにいう Foot work を充分に効かせなくては望ましい成果を挙げることができないものである．従来の研究においては，たとえば Wendler[14]，Hall and Wittenborn[4] および Brace[1] らが敏捷さ (agility) なる能力を提唱しているが，おおむねこの種因子と類似性の高いものと思われる．すなわち，Foot work なる因子を有するテストをみてみる時，どのテストも極く短時間の間に，しかもその場その場に応じて timing をあわせつつ，テスト状況に対して自己を処理していかなくてはならない点を考えると，かかる敏捷さ (agility) なる能力をも，ある程度まで要求されていることが首肯できる．しかし，ここではその敏捷さが，就中，脚に依存するところが大である傾向を示す結果をもたらしたので，一応本研究では Foot work という名称を用いたいのであって，従来の運動能力に関して因子分析的研究を行なって得た因子と，さほど大きな相異があるとは思わない．

② 運動-速度因子 (Motor-speed factor ; M·S)

この種因子は，50m競走，150m競走，800m競走において顕著な負荷量を有しており，従来の研究では running という名称のもとに解釈をなされてきたが，Burt の因子分析法によるときは，やはりそこに階層的組織体 (hierarchical system) を予想している以上，ここでは Foot work の下位因子として考える方が，むしろ当を得ていると思われる．従ってこの因子に対して running なる名称を付することを避け，特に50m競走，150m競走，800m競走は Foot work を速度的に敏速に働かせることを強く要求しているものとみて，Motor-Speed なる名称を賦与したい．もちろん，この因子が，従来の研究における running なる能力と，さして異なったものではないことをことわっておきたい．しかし，やはり Burt の見解に忠実に従うものとすれば，ここに本研究で与えた名称の方がより妥当である．この Motor-Speed 因子が，上述3種の走に関するテストほどに有意な負荷を示していないが，走高跳において，0.108 の負荷量を有しており，このことは，走高跳のテスト方法をふりかえっ

てみるとき，助走の巧拙が重要で，そこに当然走の因子が寄与しており，従ってここにいう Motor-Speed 因子が若干貢献しているという結果を示すもので，実際のテスト方法と至極よく対応した結果をもたらしているといえる．

③ 跳 因 子 (Jumping factor ; Ju)

野球ボール投げ，立巾跳，3回跳び，サージェント・ジャンプの4種のテストに，この種の因子が大きく寄与している．すなわち，野球ボール投げを除いては，すべて，運動領域におけるいわゆる“跳”の種目にその負荷量が大きい．これを Foot work の下位因子として考えるときは，50m 競走，150m競走，800m競走の場合の如く，Foot work を速度的に要求されるよりも，むしろ，力強く働かせることを要求されるものであって，そういう点からすればやはり跳運動一般について必要な跳に関する因子として考えることが適当であろう．もちろん，ここでは Foot work の中でも非速度的に力強くそれを要求されるのであるから，そういう点では Strength factor という方が当を得ているようにも思われるが，ここでは後に述べる Weight ないし Strength の因子と混同するおそれがあるから，一応 Jumping factor と称したい．むしろ因子に対する名称よりも，各テストにどのような因子が寄与しているかを検討することの方が重要な目的なのであるからである．さらに，ここにいう Jumping factor が各テストについて，いかように寄与しているかをみると，上述4種目のテストのほかに，50m競走，150m競走，800m競走，走高跳，サッカーボール・スロー・インにおいて，有意ではないがかなりのプラスの負荷量を示している．このことは，たとえば走に関する3種テストにおいては，陸上競技において track に関する競技は Speed とともに Sprint や Spring を効かせることの必要性が強調される事実とあわせ考える時，極めてよく対応した結果を示しているし，また，走高跳においても Jump 力，身体のバネを必要とするし，サッカーボール・スロー・インにおいても，ボールを投げ入れる時に，適切に Jumping を効かせることによって，比較的遠距離にまでボールを投入することが可能となる点から推して，ここにみられた結果も，それほど妥当性に欠けているとは思われない．

④ 重さ・強さの因子 (Weight-Strength factor ; W･S)

この因子は，懸垂，身長，体重，サッカーボール・スロー・インにおいて特に有意な負荷量がみられる．懸垂は，自己の体重を屈腕回数によって測定したもの，すなわち，体重を考慮に入れて変換した値によるものであり，この点から考えれば，むしろここにみられる因子は Foot work に対応して Arm work という方が穏当であるかもしれない．サッカーボール・スロー・インにおいてもやはり Arm work の如何によってその成果をあげることができるわけであるから，その点からしても Arm work と考えた方が適当であるかもしれない．身長がこの因子に関してかなり顕著な負荷量を示しているのは，先にも述べたように，体重との相関がかなり高いという事実からして当然のことと思われる．しかし，サッカーボール・パントにおいて，0.120 の因子負荷を持っており，これは多少解釈を困難ならしめるものであるが，テスト方法その他の条件が不備であったことに基づくものであると考え，ここではそれ程考慮にいれる必要を認めなかったことは前述の通りである．

以上で抽出因子の考察を終えたのであるが，ここで，本研究の着手当時予想したような，いわゆる“投”に関するテストをバッテリーに組み入れることをも考慮して実験を試みたのであるが，かようなテスト群に存在すると考えられる“投”の因子を判然と見出すことはできなかった．これは Vernon[13] も言っているように，一つの因子を抽出しようとする場合，少なくとも3種目ないし5種目のテストがバッテリーの中に組み入れられることが望ましいことを指摘しているが，この点に関して，本研究では投に関するテストはわずかに2種目であって，Vernon の提案を充分に採り入れなか

ったために，かような結果をみたものであろうと思う．加うるに，サッカーボール・パントの如き極めて複合したテストを用いたために，運動能力測定のためのテストの因子構造を明らかにしようとする場合には，殊に“投”に関する領域では，この点は当を得ていなかったのではないかと推察される．

結　　論

（Ⅰ） McCloy (1940) は，運動における速度の測定で，一般因子と，特殊因子として“強さの因子”(Strength factor) および跳，走に共通な群因子の3種因子を得ている[9]が，このうち，第1の一般因子は本研究でも同様に，すべてのテストに共通に出ており，特殊因子のうち，“強さの因子”は，彼においては体重，砲丸投げ，ボール・スローイングにみられているもので，本研究でもやはり懸垂，身長，体重，およびサッカーボール・スロー・インにこの因子に相当するものが得られている．第3の走および跳に共通な群因子に対応するものとしては，本研究では Foot work factor があり，さらに本研究では，この因子が2種の下位因子に分割されていることからみて，McCloy の研究よりも一層詳細に細部にわたる因子構造を示した．

（Ⅱ） イギリスにおいて，戦時中に行なわれた450名の陸軍新兵での9種目の運動テストでは，一般因子のほかに，特殊因子としては，100ヤード走，1マイル走，および5マイル競歩ならびに陸軍敏捷性テストに共通な因子，走巾跳，走高跳，障碍物競走などに共通な因子，2種の懸垂テストに共通な因子の合計4種因子をあげている[13]．この点に関して，本研究でもやはりほぼ同様の結果を示唆したものと考えられる．すなわち，一般因子はいうまでもなく抽出できているし，特殊因子として，上述の第1のものに対応するものとしては Motor speed factor，第2のものに対しては Jumping factor，第3のものに対しては Weight-Strength factor または Arm work の因子を得ている．この点に関しても Burt のいわゆる下位分割群因子分析法によるとき，これらの特殊因子がどのような階層組織体を構成して範疇化されるかをより一層明瞭にすることができた．かくして，Burt の分析法は，これまで考案された因子分析法の中でも，比較的客観的で，かつ，適切な分析法であることが本研究を通して示唆された．

（Ⅲ） その他多くの運動能力に関する研究があげられるが，ここでは本研究と主たる関連を持つ Highmore と Taylor の研究[6]と本研究とを比較検討することにしよう．

彼らの研究においては，一般因子は，その全分散に対する割合は30.2%であり，特殊因子のそれは23.7%であって，その中に特に走に関するもの（10.1%），投に関するもの（8.8%），跳に関するもの（4.8%）の3種をあげている（表2）．そして，一般運動能力を，比較的簡便に，かつ，正確に測定するためには，50yards sprinting, throwing football, high jump を夫々の分野から採択することが，信頼性も高く，妥当であるとしている．本研究では，彼らの一般因子に対応するものは抽出することができ，その寄与量も，41.32%であって，彼らのものと約10%の増加を示しており，特殊因子の寄与量は全体で21.40%であって，ほぼ対応している．しかし，その内容は，本研究では階層的組織体としての構造がより明白に暗示されており，彼らの走に対応する因子として Motor speed factor，跳に対応する因子として Jumping factor が見出されるとともに，さらに本研究では，これら2つの因子を統合する Food work factor をも抽出することができた．逆に，投に関するものは彼らの研究におけるほど明確には見出すことはできなかった．これは，本研究が，彼らの研究に忠実に従ったとはいえ，そのテスト・バッテリーに多少の変動があったことに起因するであろうし，また，テスト方法についてもできるだけ忠実に彼らの線に沿って実施したが，そこに幾分条件のずれがあっ

たためにこのような結果をみたのであろうと解される．しかしとにかく，本研究では彼らの投に対応する因子として，Weight-Strenge factor あるいは Arm work factor とでも称せられる因子を得ることができた事実からみて，彼らの研究とさほど隔りのある結果を得たものとは考えられない．寄与量のずれもまた，テスト・バッテリーに組み入れられたテストの数，および，被験者の数が本研究では彼らのものよりもさらに多かったことに基づくものであって，その点では彼らのものと多少の齟齬のみられるのは当然のことと思われる．

要するに，従来の主な研究結果と比較対照してみるとき，本研究もやはりそれらと大同小異の結果を得ることができたと解せられる．むしろ，従来のものより一層明確に実証することができた点も少なくないし，反面，従来の研究ほど明白には実証し得なかった点もあった．

Highmore と Taylor の研究[6]では，彼らの研究を通して，一般運動能力を測定するための種目を，夫々の運動領域から選択しているが，この点については，本研究ではいまだそれほど明確には言い得ないような面も含まれるので，今回は言及しない．さらに，Burt の研究によると，一般因子のほかに，特殊因子として，強さ (Streght)，速さ (Quickness)，巧緻性または敏捷性 (Skill or Dexterity)，着実性 (Steadiness) および持久性 (Endurance) などの因子を見出している[2]が，彼の用いたテスト・バッテリーが明らかでないことなどのために確信的なことはいい得ないけれども，彼の見出した因子のうち，本研究でそれに対応または相当する因子が見出されている．

参　考　文　献

1) Brace, D.K. (1946) Studies in Motor Learning of Gross Bodily Motor Skills. Res. Quart. Amer. Ass. Hlth. Phys. Educ., 17, 242-253.

2) Burt, C. (1925) Tests and Assessments of Physical Capacities. London County Council.

3) Cozens, F. W. (1929) The Measurement of General Athletic Ability in College Men. Oregon Univ. Press.

4) Hall, D.M. and Wittenborn, J. R. (1942) Motor Fitness Tests for Farm Boys. Res. Quart. Amer. Ass. Hlth. Phys. Educ., 13, 432-443.

5) Highmore,G. (1949) A Factorial Analysis of Athletic Ability Preparatory to the Formulation of a Series of Prognostic Tests. Unpublished Ph. D. Thesis, Univ. of London. Cited from (6).

6) Highmore,G. and Taylor, W. R. (1954) A Factorial Analysis of Athletic Ability. Brit. J. Stat. Psychol., Vol. 7, Part I.

7) McCloy, C. H. (1932) Measurement of Athletic Power. New York, A. S. Barnes.

8) McCloy, C. H. (1939) Tests and Measurements in Health and Physical Education. New York, Crofts.

9) McCloy, C. H. (1940) The Measurement of Speed in Motor Performance. Psychometrika, 5, 173-182.

10) Reilly, F. J. (1918) A Rational Classification of Boys and Girls for Athletic Competition. Amer. Phys. Educ. Rev., XII, 58-71.

11) Sumita, K. (1956) Burt's Group Factor Analysis (Unpublished).

12) Thurstone, L. L. (1947) Multiple-Factor Analysis; A Development and Expansion of the Vectors of Mind. Univ. of Chicago Press.

13) Vernon, P. E. (1950) The Structure of Human Abilities. London, Methuen.

14) Wendler, A. J. (1938) A Critical Analysis of Test Elements Used in Physical Education. Res. Quart. Amer. Ass.Hlth. Phys. Educ., 9, 64-76.

15) Wissler, C. (1901) The Correlation of Mental and Physical Tests. Psychol. Rev. Monogr., 3, 1-63.

Summary

(I) In England, Highmore and Taylor attempted to analyze the athletic abilities of the school children. The subjects were 110 boys of eleven years old. The tests used were (i) sprinting (50 yards), (ii) long jump, (iii) running (150 yards), (iv) high jump, (v) standing upward jump, (vi) cricket ball throwing, (vii) foot ball punting, and (viii) football throwing. Their purpose was to discover the tests which accurately evaluate the ability of each area of athletics. Their results suggested that, among the eight tests mentioned above, (i) the running ability was successfully evaluated by measuring sprinting (50 yards), (ii) the tnrowing ability by throwing a football, and (iii) the jumping ability by high jump.

(II) In the present research, the purpose was also to devise appropriate tests for measuring the athletic abilities by a factor analysis of the new tests in addition to the tests which are similar to Highmore-Taylor's.

(III) The subjects of the present research were 220 first year grade boys of the secondary school in Kyoto City. The athletic abilities were measured by the following eleven tests. They were (i) sprinting (50 meters), (ii) running (150 meters), (iii) running (800 meters), (iv) chinning, (v) baseball throwing, (vi) standing broad jump, (vii) three-standing broad jump, (viii) standing upward jump, (ix) running high jump, (x) soccerball-throw-in, and (xi) soccerball-punt. In addition to these tests, (xii) height and (xiii) weight were taken into consideration.

(IV) The performance of each test of each subject was revised into the T-scale score. The intercorrelation was calculated by Pearson's product moment method. From this intercorrelation thus gained, the bipolar factors were extracted by Burt's subdivided method. This bipolar factor matrix was analyzed into the non-overlapping group factors by Burt's subdivided group factor method. These factors were again transposed into the overlapping group factors for obtaining the finally reasonable factor structure.

(V) The results thus obtained by these procedures generally suggested as follows :

(1) The foctors drawn were one general factor and four specific (or group) factors. These specific factors were (i) foot work, (ii) motor speed, (iii) jumping, and (iv) weight-strength.

(2) It was found that this factor structure was very similar to Highmore-Taylor's though the variance of each factor was somewhat different from each other. In comparison to the other main researches previously done, the present findings were also in substantial agreement.

(3) Highmore and Taylor said that they succeeded in selecting the tests for measuring abilities of each area of athletics, but the present study was not yet to ascertain them with certainty.