

コントロール要因を含む走能力の因子構造

——5歳児に関する検討——

今 中 国 泰

（昭和54年7月14日受理）

Factor Structure of Running Ability requiring Variety of Control

——in the case of Five-years-old Children——

Kuniyasu IMANAKA

Abstract

The purpose of this study was to investigate the hierarchical factor structure of the respective running ability of five-years-old boys and girls. In the experiment the subjects ran at full speed along four different types of 25-meters courses — straight, zigzag (large, small), winding (large, small) and circular (clockwise, anti-clockwise). The findings of this experiment followed by Principal Factor Analysis and Normal Varimax Rotation indicated that the basic factors of the running ability for boys were the energy type, the control type and the mixed type running ability, and those for girls were the forward dash, the cornering and the dash-stop component. The characteristics of the *internal* structure seemed to be based on the level of energy output (which was found to be inversely proportional to the amount of information processed for the running control) for boys, and the modality of the running control for girls. The *external* performance as the running time or speed appeared to be related to the level of energy output or easiness for the running control for both of boys and girls.

I 緒 言

これまでの走に関する研究は極めて広範な立場から行われており、ほとんど研究しつくされたようにも思われるが、走運動にある種のコントロールを必要とする条件を付加してその影響をみようとした研究は非常に少ない。矢部と宮口⁽⁶⁾は、体育専攻生に後方疾走や四肢を用いた走あるいは身体の前後で両手を握った姿勢での走などを行わせ、前向きの全力疾走時のパフォーマンスを基準にした比較検討を試みている。それによると、走姿勢の変型度が大きく複雑になるほど前向き全力疾走との相関が低くなり、協応性やバランスなどのコントロールがより必要となる⁽⁵⁾ことが報告されている。また、亀井、松井らは体育学的立場から、自由な走運動に加えて、路面に傾斜をつけたりスピードを変えたりした場合の走運動をとりあげ、下肢の運動経過

の分析を行った結果を報告している。しかし、これらの報告はいずれも成人を対象としており、幼児に関するこの種の研究は全くみられない。

幼児の走能力については、運動能力全般を取扱う中でひとつの領域としてとりあげている報告が多いが、その大部分は、少年期以降の走能力のとらえ方と同様、直線的な全力疾走によって幼児の走能力をとらえている。こういった傾向は、幼児の運動能力測定の一項目として25m走が用いられている点からも裏づけられよう。しかし、一方では、幼児期の走運動は少年期以降のものとかかなり趣が異なり、走の持つ意味あいについても違った観点からみるべきことが広く指摘されている。すなわち、走ることを含めた運動一般が幼児の発育発達のための必要不可欠な条件としてとらえられ、鬼ごっこなどの運動的遊びに含まれる走運動が、知覚判断やそれに基づく敏捷な身のこなしを促したり、全身的な生理機能を高めたりするといった役割を果しているとして、直線距離を目標に向かって全力で競走するといった形での幼児の走運動のあり方を否定する見解もある。また、幼児期においては筋力的にもバランスの面でもはなはだ不安定なので直線的に走ることが難しく、神経系の働きから考えた場合、幼児期の走ではまっすぐに走れるようになることこそ重要であるといった考え方もみられる。このことは、逆に、幼児が直線的に走ろうとする時には、その方向を一定に保とうとするコントロールが必要となることを暗示しているとも言えよう。このように、幼児期における走能力を考える場合、少年期以降のいわゆる全身パワーの発現能力のひとつとして走能力をとらえるだけでなく、むしろそれを支えるコントロール要因の働きにこそ注視すべきであり、換言すれば、サイバネティクス系の走能力要素をエネルギー系の要素と同様に走能力の中に等しく位置づけることが妥当な見方のように思われる。

本研究は、幼児の走能力をパワー的要因だけでなくコントロール要因をも含むものとしてとらえ、幼児の日常の遊びの中にみられる様々なコントロールを必要とする変化走から、幼児の走能力構造を検討しようとするものであり、そのために直線走を基調とし、ジグザグ走、カーブ走あるいは円周走といった方向転換や遠心力などに対するコントロール要因を伴った各種の走運動をとりあげ、それぞれの走パフォーマンスの関連から、幼児の走に大きな影響を及ぼす要因をさぐろうと試みた。比較のために一般成人についても同様の実験を行ったが、成人と幼児の比較検討については既に報告したところである。それによれば、成人と幼児では走スピードのレベル差はもとより、コントロール要因とパワー要因の走パフォーマンスに及ぼす影響度や関連のし方がかなり異なっていることが推察され、幼児における走能力は指導法の面からも発育発達の上にあることを十分考慮すべきであることが示唆されると結論づけられた。また、幼児の走能力に関しては、体格・走能力の項目空間における相関及び主成分分析から、エネルギー系の走能力とサイバネティクス系の走能力要因の存在を考慮すべきことが提案された。

本論文においては、以上の検討結果を基礎に幼児の走能力が階層的構造をもつものと仮定し、その因子構造がどのような特性によって特色づけられているのかを、男女の走能力構造を対比させながら詳細に検討した。

II 方 法

1. 対 象

長崎大学附属幼稚園の年長組男女各々30名、27名の計57名を被検者とした。被検者の年齢、身長及び体重の平均値と標準偏差を表1に示したが、これらを全国標準値と比較したところ有意な差は認められず、本研究の対象が極めて標準的な体格の幼児であることが明らかとなった。

Table 1 Age and Physique of Subjects

		Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)
Boys	Mean	5.51	111.09	18.78
	SD	0.26	4.17	1.89
Girls	Mean	5.66	109.86	18.44
	SD	0.27	3.39	1.51

2. 実験方法

本実験に用いた走運動は、現在まで幼児の運動能力テストのひとつとして広く用いられて来た25m走を基本に、4種7項目にわたる走コースを前向きに全力疾走するものであった。各項目は図1に示したとおりであるが、いずれの項目も走距離が25mとなるように半径や辺の長さが定められており、直線走 (Straight Run) が前向きの直線最大走能力をみるものとして設定され、カーブ走 (Winding Run) と円周走 (Circular Run) では曲走路に対するコントロールが、カーブ走とジグザグ走 (Zigzag Run) には向きを変化させる方向転換のためのコントロールが、更にジグザグ走には方向転換に伴う急激な走スピードの増減 (ダッシュ・ストップ) のコントロールがそれぞれ主に作用するものと考えられた。なお、ジグザグ走とカーブ走には方向転換要素の多少あるいは曲率半径の大小によって、大ジグザグ走 (Large Zigzag Run) と小ジグザグ走 (Small Zigzag Run) , 大カーブ走 (Large Winding Run) と小カーブ走 (Small Winding Run) を設け、円周走には右回りのもの (Right Circular Run) と左回りのもの (Left Circular Run) を用いた。

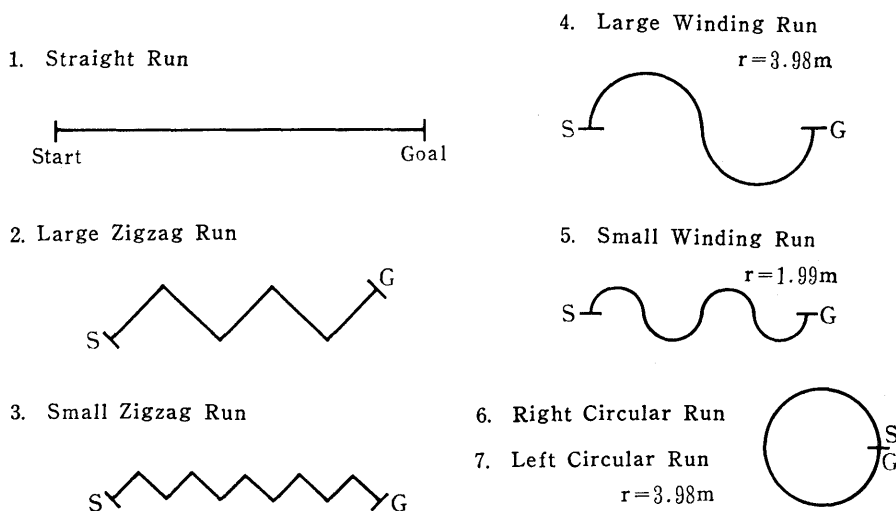


Fig. 1 Experimental Running Courses

Note : Distance of any courses was determined to be 25 meters.

Subjects ran at the maximum speed along each course, and Experimenter measured Running Time using a stop-watch.

実験試行は各項目とも2回行い、その所要時間をストップウォッチにより計時して短い方を記録とした。被検者が幼児であることから、1) 2回の記録が著しく異なる場合は再試行することとして、2) 計時はスタートの合図後、被検者の後方の足が動き始める時点から行い、ま

た 3) ゴール地点の前方に小円を描き、そこにとび込ませるようにしてゴール附近での減速を防いだり、 4) 仲間の応援や担任教師の言語的補助により全力疾走を促した。

3. 分 析 方 法

走パフォーマンスを時間でとらえる場合、一般にはその分布が正規分布とならないこと⁽⁹⁾から所要時間を平均速度に逆数変換したが、この平均速度を用いて項目間の相関を算出し、これを類似度としたクラスター分析により項目間の類似性を系統的に概観した。他方、7項目の相関行列からなる走能力空間に主因子法を適用して共通因子の抽出を試み、更に基準バリマックス法により2因子空間、3因子空間と、順次、因子軸の直交回転を施して階層的因子構造の検討を行った。また、これらの検討をより効果的にするため、各項目における平均運動エネルギーを算出し、直線走のそれを基準とした平均運動エネルギー低下率を求め、それを走抑制係数(Unti-running Coefficient)と呼んで諸検討に加えた。以下に走抑制係数に関する理論考察を示す。

走 抑 制 係 数

一般に、直走路における全力疾走の方が同じ距離の曲走路におけるよりも高い走速度が得られる。曲走路を走る場合、出力エネルギーが推進力として費されるだけでなく、方向を刻々変えるためにも使われているとみることができるが、実際にパフォーマンスとして現われるのは推進力としての部分となる。ジグザグ走路を走るときも曲走路の場合と同様のエネルギーの使われ方が予想されるが、コースの物理的特性によっては走速度を落として方向転換しなければならないことも考えられ、全力で走るという条件下であっても、必ずしも出力エネルギーのレベルは直走路や曲走路での走と等しいとは言えない。むしろ、平均的なエネルギー発現レベルは低下せざるを得ないと考えられよう。

今、直走路における全力疾走時の平均速度とそれ以外のコースにおけるものをそれぞれ V 、 v とすると、両者の平均運動エネルギーの差、すなわち

$$\frac{1}{2}(w/g)V^2 - \frac{1}{2}(w/g)v^2 = \frac{1}{2}(w/g)(V^2 - v^2) \dots \dots \dots (1)$$

は、出力エネルギーの低下または推進力以外に使われた余力としてのエネルギーを表わしているともみることができる。ただし w は体重を、 g は重力加速度を示している。また、直走路の平均運動エネルギーを基準にとると、(1)式は

$$\frac{\frac{1}{2}(w/g)(V^2 - v^2)}{\frac{1}{2}(w/g)V^2} = 1 - v^2/V^2 \dots \dots \dots (2)$$

となり、運動エネルギーレベルの低下率を示すことになり、その意味あいを考えると、走りにくさを表わす指標とみることが可能となる。

ここで $[1 - v^2/V^2]$ を走抑制係数と呼ぶこととし、エネルギー面からみた走りにくさの指標として扱うことにした。

Ⅲ 結 果

1. 平均走速度と走抑制係数

各走項目における所要時間と平均速度の平均値、標準偏差ならびに走抑制係数を男女別に表2に示した。直線走の所要時間を25m走の全国標準値と比較したところ、6歳児の全国標準値とほぼ同水準にある値を示し、年齢の割には極めて優れた走パフォーマンス⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾を示しているものと思われた。これら所要時間を用いた諸項目間の比較検討は既に報告した。平均走速度について男女の成績を比較すると、小ジグザグ走、小カーブ走および円周走において男児が女児よりも有意に優れていることがわかった($P < 0.02$)。しかし、走抑制係数についてみると男女とも非常に似かよった値を示し、直線走に対する他項目の走りにくさの度合は男女ともほぼ一致

Table 2 Running Performances and Unti-Running Coefficients

		Boys n=30			Girls n=27		
		T	V	U	T	V	U
1. Straight Run	Mean	6.15	4.08	0	6.35	3.95	0
	SD	0.42	0.27		0.37	0.23	
2. Large Zigzag Run	Mean	9.43	2.67	0.572	9.68	2.60	0.564
	SD	0.71	0.21		0.86	0.23	
3. Small Zigzag Run	Mean	10.22	2.46	0.636	10.93	2.31	0.654
	SD	0.78	0.19		1.15	0.24	
4. Large Winding Run	Mean	7.47	3.36	0.321	7.70	3.27	0.315
	SD	0.53	0.23		0.55	0.24	
5. Small Winding Run	Mean	8.82	2.85	0.513	9.23	2.72	0.525
	SD	0.58	0.19		0.63	0.19	
6. Right Circular Run	Mean	7.37	3.41	0.300	7.73	3.25	0.324
	SD	0.54	0.25		0.48	0.20	
7. Left Circular Run	Mean	7.50	3.34	0.329	7.92	3.17	0.354
	SD	0.46	0.20		0.56	0.22	

Note : T, V and U indicate Running Time in sec, Mean Velocity in m/sec and Unti-running Coefficient, respectively.

していることが認められた。すなわち、男女を通じて、小ジグザグ走において65%前後に達するエネルギー出力の低下がみられ、かなり走りにくかったことを示しており、大ジグザグ走では55%以上、小カーブ走でも50%強といった走における強い抑制傾向がみられた。しかし、大カーブ走や円周走については30~35%のエネルギー低下しかみられず、比較的走り易かったことが推察された。

このように、走パフォーマンスの水準としては男女に有意な差が認められたものの、走抑制係数から検討してみると、各項目間の走パフォーマンス・パターンは男女に等しく現われ、本研究で用いた走項目の間には幾つかの出力エネルギーレベル、あるいは走りにくさのレベルといったものが段階的に形成されていることが明らかとなった。

2. クラスタ形成過程

ここでは各走項目間の類似性、関連性をみるために、走速度から求めた項目間相関を類似度としたクラスタ分析を階層的的手法により行い、その結果を樹形図として図2に示した。

図2によると男女のクラスタ形成過程がかなり異なっていることがわかり、男児では2つの円周走が高い相関 ($r=0.812$) でクラスタを形成しているのに対し、女児では関連性が低く ($r=0.446$)、また女児の大・小カーブ走の相関が $r=0.797$ であるのに比べ、男児ではわずかに $r=0.376$ であった。大・小ジグザグ走についても女児の高い相関 ($r=0.781$) に対して男児では低く ($r=0.163$)、男女の走能力の中味が極めて異なっていることが示された。

男児のクラスタ形成過程をみると、走抑制係数の低かった項目群 (直線走、大カーブ走および円周走) が比較的高い相関レベルでひとつのクラスタをつくっており、残りの走項目は走抑制係数の小さい順に、順次、このクラスタに加えられていく過程が明瞭に示された。このことから、男児の走能力は走コースのタイプにはよらず、エネルギー発揮レベルあるいは走り易さ、走りにくさといった特性によって性格づけられていることが推察された。

これに対し女児の方は、大・小カーブ走が互いに大きく異なる走抑制係数を示しながらも ($U=0.32, 0.53$) ひとつのクラスタをつくり、このクラスタに直線走と2つの円周走が加わる一方、大・小ジグザグ走は全く独立したところに位置づけられた。このように女児の走能力には、男児とは逆に、エネルギー発揮レベルよりもむしろコースの形に基づく類似性が強く現

われているように思われた。

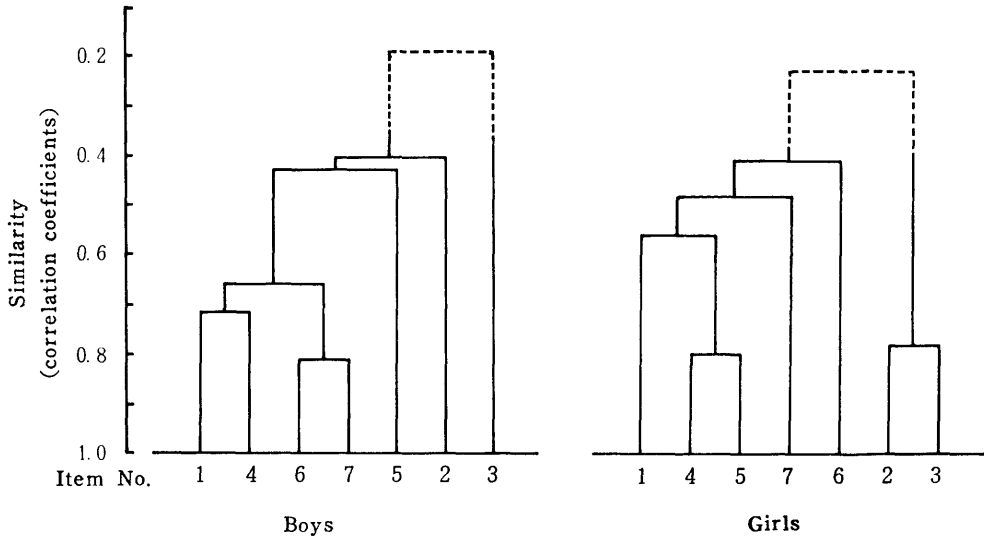


Fig. 2 Dendrograms of Clustering of Running Items for Boys and Girls

Note : Dot line indicates the clustering out of significant level ($P < 0.05$) in correlation coefficients.

No. 1 to No. 7 are as follows : No. 1 Straight Run, No. 2 Large Zigzag Run, No. 3 Small Zigzag Run, No. 4 Large Winding Run, No. 5 Small Winding Run, No. 6 Right Circular Run and No. 7 Left Circular Run.

3. 因子構造

ここでは、幼児の走能力が階層的因子構造を呈するといった仮定に基づいた因子分析の結果に検討を加えた。クラスター分析に用いた相関行列から SMC (Squared Multiple Correlation) によって共有性を推定し、これらを原相関行列の対角要素として主因子法による因子分析を行った。因子の抽出は、固有値の全分散に対する貢献度が5%以上で、全共有性が少なくとも全分散の60%に達するといった条件の下に行った。その結果、表3に示したよう

Table 3 Factor Loadings of Principal Factor Solution in Level One

	Boys					Girls			
		I ₁	II ₁	III ₁	h ²	I ₁	II ₁	III ₁	h ²
Straight Run	1	0.798	0.048	-0.388	0.790	0.760	0.169	-0.347	0.726
Large Zigzag Run	2	0.535	0.157	0.373	0.451	0.608	0.580	0.250	0.769
Small Zigzag Run	3	0.300	0.476	-0.176	0.348	0.597	0.755	-0.018	0.928
Large Winding Run	4	0.836	-0.227	-0.132	0.768	0.884	-0.269	-0.143	0.874
Small Winding Run	5	0.566	0.258	0.207	0.430	0.741	-0.479	-0.110	0.790
Right Circular Run	6	0.868	-0.268	0.149	0.847	0.554	-0.276	0.424	0.563
Left Circular Run	7	0.883	0.013	0.030	0.781	0.618	-0.303	0.154	0.497
Eigenvalue		3.5662	0.4447	0.4048	4.4157	3.3221	1.4054	0.4188	5.1463
Contribution A (%)		50.9	6.4	5.8	63.1	47.5	20.1	6.0	73.5
Contribution B (%)		80.8	10.1	9.2	100.0	64.6	27.3	8.1	100.0

Note : Contribution A and B indicate the degrees of contribution to total variance and to total communality, respectively. I₁, II₁ and III₁ indicate Factor Numbers. h² indicates the communalities.

に男女とも3つの因子が抽出され、それぞれ全分散の63.1%, 73.5%が説明された。まず初めに最大の固有値に対応する因子を中心にして、因子軸を回転する前の因子の解釈を行った(第1レベル)。次に、第I₁, 第II₁因子空間に基準バリマックス法による因子軸の直交回転を施し(第2レベル), 更に、第III₁因子を加えた因子空間で同様の直交変換を行い(第3レベル), 各レベルにおける因子の解釈から階層的因子構造の検討を試みた。第2レベルにおける回転後因子負荷量行列は表4に、第3レベルのものは表5に、それぞれ男女別に示した。また、各レベルにおける因子の解釈結果から、男女各々における走能力の階層的構造を図4, 5に示した。

Table 4 Rotated Factor Loadings of Normal Varimax Solution in Level Two

		Boys		Girls	
		I ₂	II ₂	I ₂	II ₂
Straight Run	1	0.697	0.392	0.518	0.581
Large Zigzag Run	2	0.413	0.376	0.155	0.826
Small Zigzag Run	3	0.061	0.560	0.043	0.962
Large Winding Run	4	0.851	0.161	0.874	0.298
Small Winding Run	5	0.396	0.480	0.881	0.044
Right Circular Run	6	0.898	0.138	0.611	0.100
Left Circular Run	7	0.789	0.398	0.678	0.115

Note : I₂ and II₂ indicate Factor Numbers.

Table 5 Rotated Factor Loadings of Normal Varimax Solution in Level Three

		Boys			Girls		
		I ₃	II ₃	III ₃	I ₃	II ₃	III ₃
Straight Run	1	0.763	0.438	0.127	0.700	0.476	0.097
Large Zigzag Run	2	0.210	0.114	0.627	0.071	0.840	0.241
Small Zigzag Run	3	0.085	0.567	0.139	0.204	0.941	-0.032
Large Winding Run	4	0.823	0.100	0.285	0.758	0.201	0.509
Small Winding Run	5	0.251	0.283	0.536	0.697	-0.044	0.550
Right Circular Run	6	0.759	-0.053	0.518	0.145	0.116	0.727
Left Circular Run	7	0.686	0.243	0.501	0.383	0.083	0.586

Note : I₃, II₃, and III₃ indicate Factor Numbers.

(1) 男児について

表3によれば、第I₁因子は全項目に比較的高い正の因子負荷量を示しており、各項目に共通の走能力領域を表わしているとみることができるので、これを一般走能力(**General Running Ability**)と呼ぶこととした。この因子における各項目の因子負荷量の大小は表2に示した各平均走速度とほぼ呼応しており、因子負荷量の高い項目(直線走, 大カーブ走および円周走)は走速度も高く、低い因子負荷量を示した項目(ジグザグ走, 小カーブ走)の走速度は低いことがわかった。この傾向を相関係数で示すと $r=0.819$ となり、走のスピードが $r^2=0.671$ の決定係数をもって第I₁因子に寄与していることが認められた。更に、走りにくさを示す走抑制係数との一次関係も図3にみられるような高い関連性 ($r=-0.771$) を示した。すなわち、一般走能力はエネルギーの出力レベルが強く反映されている因子であり、走コースの形状に基づくコントロール様式の違いには影響を受けないものと考えられた。

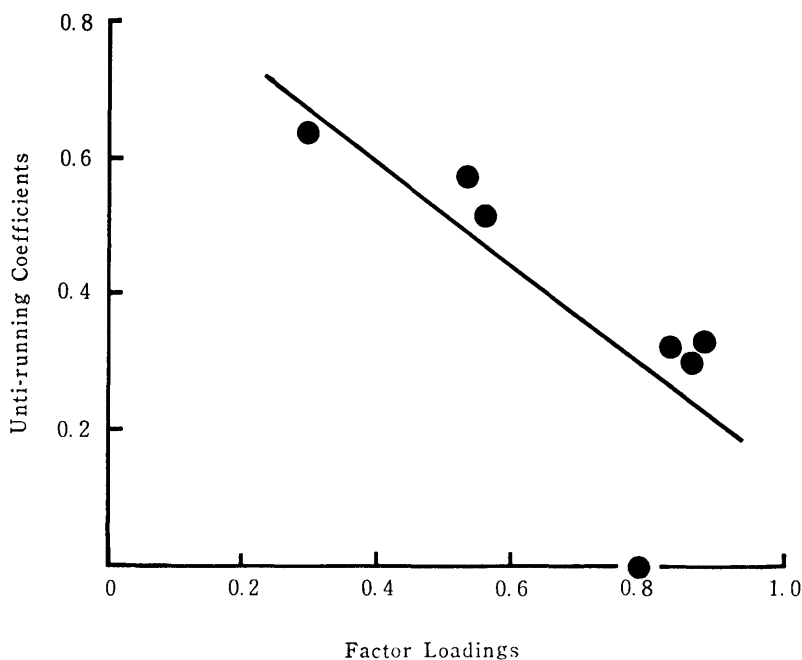


Fig. 3 Relationship between Factor- I_1 and Unti-running Coefficients for Boys

Note : Linear function is $U = -0.7498L + 0.8942$ ($r = -0.771$), where U and L are Unti-running Coefficients and Factor Loadings, respectively.

表4に示した第2レベルの回転後因子負荷量行列をみると、一般走能力因子において因子負荷量の高かった4項目は第 I_2 因子へ、特に因子負荷量の低かった小ジグザグ走は第 II_2 因子へと各々高い寄与を示した。また、大ジグザグ走と小カーブ走には第 I_2 、第 II_2 因子の両方にまたがる属性が認められたが、これら2項目の一般走能力における因子負荷量をみると、やはり中等度のものであった。このことは、第 I_2 因子がエネルギーの出力傾向を、第 II_2 因子はエネルギーの抑制傾向を示していると考えることができ、換言すれば、走能力におけるエネルギー出力の要因とコントロールの要因をそれぞれ表わしているものと思われ、ここで、第 I_2 因子をエネルギー型 (Energy type)、第 II_2 因子をコントロール型 (Control type) の走能力と名付けることとした。なお、これら2因子の因子得点と一般走能力の因子得点の相関を求めたところ、それぞれ $r = 0.939$, $r = 0.495$ となり、エネルギー型走能力の方が、コントロール型のものより一般走能力との関連が深いことがわかった。

第3レベル (表5参照) に関して、第 I_3 因子と第 II_3 因子は第2レベルのエネルギー型走能力とコントロール型走能力に各々似ており、因子得点間の相関も、第 I_3 因子とエネルギー型走能力は $r = 0.947$ 、第 II_3 因子とコントロール型では $r = 0.886$ とかなり高い値を示した。第 III_3 因子については、エネルギー型走能力の因子得点と $r = 0.518$ 、またコントロール型とは $r = 0.461$ の相関が認められ、エネルギー型とコントロール型の両方の性格をある程度反映していることが推察された。ここでは、これらの第 I_3 、第 II_3 および第 III_3 因子をそれぞれ、エネルギー型 (Energy type)、コントロール型 (Control type) および混合型 (Mixed type) 走能力と呼ぶことにした。

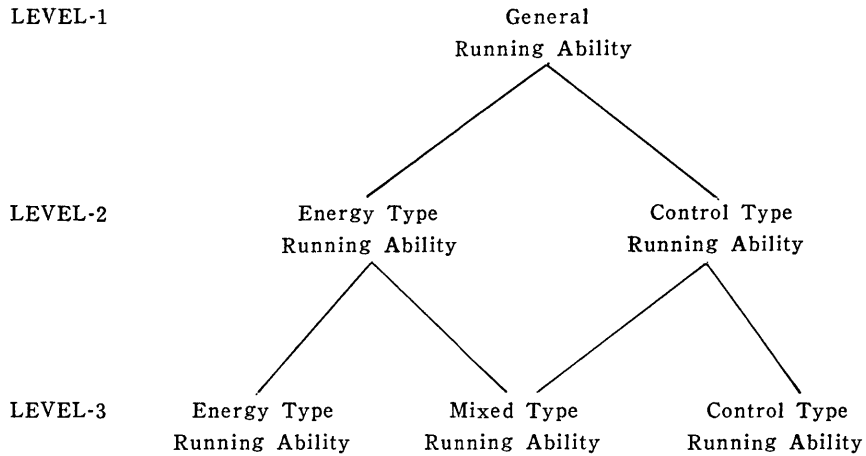


Fig. 4 Hierarchical Structure of Running Ability for Boys

Note : Factors on Level-1 and Level-2 plus -3 are derived from Principal Factor Solution and Normal Varimax Solution, respectively. Factors of Energy Type, Mixed Type and Control Type on Level-3 can be called Simple Control, Moderate Control and Multiple Control, respectively.

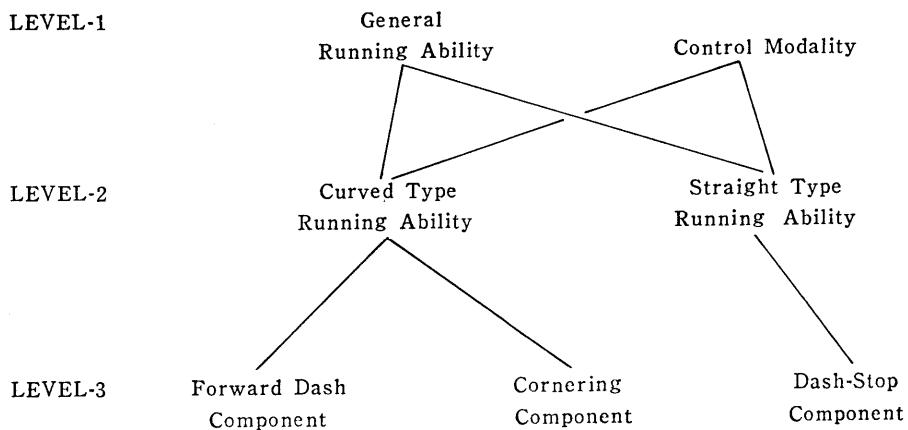


Fig. 5 Hierarchical Structure of Running Ability for Girls

Note : Factors on Level-1 and Level-2 plus -3 are derived from Principal Factor Solution and Normal Varimax Solution, respectively.

(2) 女兒について

回転前の因子負荷量行列をみると(表3), 1.0以上の固有値を示した因子が2つ抽出され, 第I₁因子は全項目に比較的高い正の相関が認められ, 男児と同様, 一般走能力(General Running Ability)因子と命名された. しかし, この因子は平均走速度を必ずしも反映しておらず($r=0.409$), また走抑制係数とも関連が薄く($r=-0.405$), 男児の一般走能力とは内容の異なっていることが推察された. 全分数に対して20.1%(固有値は1.4054)という高い貢献度を示した第II₁因子は, 直線走とジグザグ走に正の相関を, またカーブ走と円周走に負の負荷量を示しており, 走における直線性一曲線性, 断続性一連続性あるいはダッシュ・ストップ-コーナリングといった走のコントロール様式(Modality of Control)を表わしている因子と解釈された. 一方, この第II₁因子の因子負荷量は走抑制係数と明瞭な二次関係が認め

られ、更に、因子負荷量の絶対値と走抑制係数の間に $r=0.914$ の高い相関が示された(図6)。

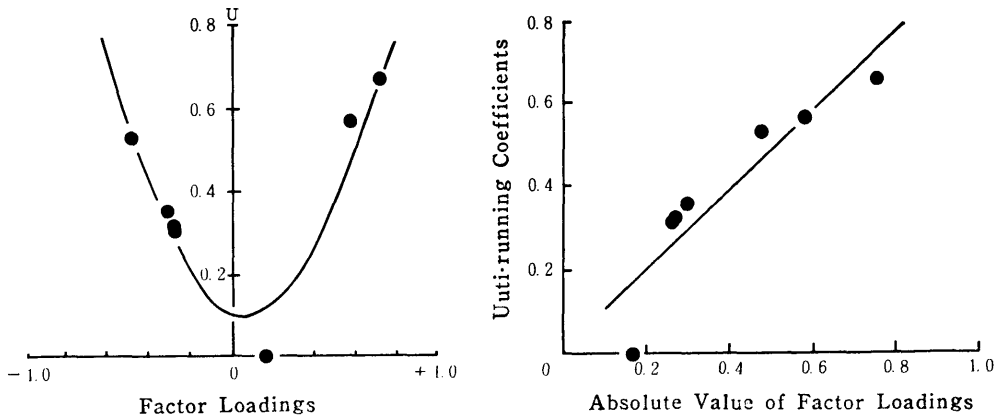


Fig. 6 Relationship between Factor-II₁ and Unti-Running Coefficients for Girls
 Note : Squared function is $U=1.4147L^2-0.2646L+0.1137$, and Linear function is $U=0.952|L|+0.006$ ($r=0.914$), where U and L are Unti-running Coefficients and Factor Loadings, respectively.

このことは、走に対するコントロール要因の影響の大きさ、あるいはコントロール量が女児の走におけるエネルギー出力レベルに如実に現われたことを示唆するものと考えられた。

第2レベル(表4)における直交変換後の因子負荷量行列をみると、第1レベルの第II₁因子にみられた属性が第I₂、第II₂因子として一層明らかな形で示された。また、直線走が両方の因子にはほぼ均等に寄与していることから、直線走に現われている走能力が、直線型、断続型あるいはダッシュ・ストップ型のコントロール様式と曲線型、連続型あるいはコーナリング型のコントロール様式の両方の特性を持っていることが推察された。ここでは第I₂、第II₂因子をそれぞれ曲線型(Curved type)、直線型(Straight type)走能力と呼んだ。

第3レベル(表5)の結果をみると、第I₃因子は直線走、カーブ走との相関が極めて高く、第II₃因子ではジグザグ走、また第III₃因子ではカーブ走と円周走にそれぞれ高い因子負荷量を示した。一方、これら3因子と第2レベルの2因子の因子得点間の相関を求めたところ、曲線型走能力(第I₂因子)と第I₃、第II₃、第III₃因子の間にはそれぞれ $r=0.781, -0.071, 0.774$ の相関が、直線型走能力(第II₂因子)とは $r=0.189, 0.989, -0.042$ の相関が認められた。このことから、第2レベルの曲線型走能力は、第3レベルにおいて第I₃、第III₃因子に分化し、曲線型走能力を構成する走の推進成分(Forward dash component)、コーナリング成分(Cornering component)と解釈され、また第2レベルの直線型走能力はその内容を変えず、第3レベルにおける第II₂因子となっているが、ここでは走の成分といった観点から、これをダッシュ・ストップ成分(Dash-stop component)とするのが妥当な見方と思われた。

IV 考 察

頭初、直線走が走におけるスピード要因としての最大走能力を示すものと考え、円周走、カーブ走では遠心力に対するコントロール要因によって走スピードが減少し、また、方向転換のコントロール要因(カーブ走、ジグザグ走)、ダッシュ・ストップの切換えに^{(a)(b)}対するコントロール要因(ジグザグ走)によって、更に走スピードが低下するものと考えられた。走抑制係数によれば、直線走を基準に、大カーブ走と円周走では $0.300\sim 0.354$ 、小カーブ走と大ジグザグ走において $0.513\sim 0.572$ 、小ジグザグ走で $0.636\sim 0.654$ といった割合で、運動エネルギーレベ

ルの低下が認められたが、これらは、各コースの物理的条件によるエネルギー出力レベル自体の低下率、あるいは各種コントロールに消費された推進力以外の部分を示していると考えられた。いずれにせよ、この走抑制係数はエネルギーの面からみた走りにくさを表わしたものであり、更に、男女による差異がほとんどみられなかったことを考慮すると、各走項目の出力エネルギー特性として置き換え得るものと考えられる。

男児の走能力について、クラスター分析の結果から各項目の類似性が走抑制係数の大きさと呼応していることが認められ、男児の走能力構造がコントロール様式を越えたエネルギー発揮レベル、あるいは走り易さ（走りにくさ）といった特性に従って構成されているものと考えられた。因子構造の検討結果もこれと一致し、最も単純な因子からなる因子空間（第3レベル）においてさえ、走抑制係数の大きさに対応した形での3因子（エネルギー型、コントロール型および混合型走能力）が走能力を構成していることが見出された。しかしながら、この第3レベルの各因子を構成している項目をみると（表5参照）、コントロールの対象となる要素の少ないものから多いものへと順次別々の因子に属していることがわかる。ここで、各項目に必要なコントロール要素を情報量の点から大まかに考えてみると、直線走と円周走ではコースをはずれないためのコントロールのみが大きな要素であり、スピード増減の意図的な調節や走方向の切り換えは特に必要としないことから、コントロールのための情報量は1ビットと考えられる。大カーブ走については方向の切り換え要素が加わるが、走全体の中では極めて瞬間的（1回のみ必要）であるため、平均的な情報処理量への影響は極めて小さいものと思われ、これもやはり1ビットの情報処理レベルの走項目と考えてさしつかえないだろう。小ジグザグ走について考えてみると、コースからははずれないためのコントロール、9回におよぶ方向転換、それに伴う走スピードの増減（ダッシュ・ストップ）のための調節と大まかには3ビットの情報を処理しつつ全力疾走しなければならない。また、大ジグザグ走と小カーブ走に必要とされるコントロール内容は、質的には小ジグザグ走と似かよっているものの方向転換要素が3~4回しか必要とならない点で、平均情報処理量は3ビットより少なくなることが予想される。したがって、エネルギー型、コントロール型、および混合型走能力は情報処理量レベルの観点からそれぞれ、単コントロール型（Simple Control）、多コントロール型（Multiple Control）および中間型（Moderate Control）走能力と呼ぶこともできよう。このように推論される各因子の情報処理量レベルが因子間の走抑制係数パターンと密接に対応していることは、男児の走能力構造の基盤がコントロール様式でなくコントロール量にあることを裏づけていると同時に、そのコントロール量の大小がエネルギーの出力レベルに直接的な関連をもっていることを示唆していると推察できる。これらの3因子は、第2レベルにおいてエネルギー型走能力とコントロール型走能力に統合され、更に、この2因子が統合されて一般走能力を形成するといった形で、男児の走能力を階層的構造の観点からみることができよう。

女兒の走能力構造は、男子のものに対して多少視点を変えて考える必要のあることが、クラスター分析の結果から推察された。すなわち、女兒の場合、各項目の類似性は大・小カーブ走、大・小ジグザグ走のそれぞれの間で特に高く、2つの円周走も他項目との関連からみると非常に似かよったものであった。この傾向は男児の場合には全くみられなかったもので、女兒の走能力構造には走コースの形状に基づくコントロール様式がかなり重要な意味をもっていることが考えられた。主因子法の結果から（第1レベル）、十分に高い貢献度を示した一般走能力因子（第I₁因子）、直線型一曲線型といったコントロール様式を表わす因子（第II₁因子）の2因子が抽出されたが、走抑制係数は一般走能力にではなく、第II₁因子としてのコントロール因子に強い関連性を示した（図6参照）。しかしながら、この関連性は第2、第3レベルにおいては表面化せず、第II₁因子に現われたコントロール様式のみが各因子に反映されているこ

とが認められた。具体的には、第2レベルでは曲線型と直線型の走能力領域が出現し、これらの2領域は第3レベルにおいて、走の推進成分、コーナリング成分およびダッシュ・ストップ成分に分化していることが見出されており、走能力の構成要素にはエネルギー面からの走りにくさといった特性は全く関与していないことが明らかとなっている。このように、女兒の走能力構造はコントロール様式に関する要素が基盤となっており、それらが統合される過程において、付随的にエネルギー出力のレベルや走りにくさの段階が形成されていくものと考えられる。更に、一般走能力の持つ意味は、男児の場合にみられた走のエネルギー出力レベルといった特性にはなく、様々なコントロール要因の包含された観点からの走の一般性を示すものと結論づけられよう。

以上の考察から、男女の走能力構造の相違点が浮き刻りにされたが、共通点についても以下に示すような側面に認められている。

本研究では、直線走を基準とした平均運動エネルギーの低下率を示す走抑制係数が、各項目における走りにくさの特性を示す指標として用いられたが、この走抑制係数は男児の一般走能力と密接な関連があった(図3参照)。一方、この一般走能力の因子負荷量の大きさには、情報処理量レベルからみた単コントロール型、多コントロール型および中間型の3因子(第3レベル)がそれぞれ対応しており、走抑制係数と一般走能力の一次関係は、観点を変えれば、走抑制係数と情報処理量レベルの一次関係とみることができる。他方、女兒の場合に視点を移すと(図6参照)、走抑制係数は、曲線型一直線型といったコントロール様式にかかわらず、そのコントロール量と一次関係にあることが認められた。これらの結果は、男女いずれの場合も走抑制係数とコントロール量が極めて深く関連しあっていることを示唆している。すなわち、走能力構造の違いには関係なく、走に発揮される運動エネルギーのレベルはそれに必要とされるコントロール量に反比例する傾向があり、男女の走能力構造の異質性は走パフォーマンス・パターンに影響を及ぼさないものと考えられることができる。

このように、走パフォーマンスのパターンといった、言わば、走能力の外面的様相から男女の走能力を検討すると、男女差はほとんど認められないが、その内部構造をみると、女兒の走能力が走コースの形状(カーブ、円周、ジグザグ)に帰着するコントロール様式を要素としているのに対し、男児の場合は運動エネルギーレベル、走り易さ(走りにくさ)あるいはコントロール量といった要因を基盤としており、走コースが曲線的か直線的か、あるいはジグザグかなどの形状の影響は関与しないものと思われる。したがって、男児はコースの走り易さ、走りにくさの特性に基づいて走をコントロールし、女兒はコースの形状からくる特性に対応したコントロール様式を用いていると推論できよう。このような男女の違いが何に基づいて生ずるのかについては、ここで詳細に言及することはできないが、新生児の一般的な知覚的全体性から分析的な認知様式への移行が5歳以前から始まることや、外界の認知様式においては男子の方がより視覚的分析傾向を示すといったことから、幼児の認知様式の発達に伴う男女差が走能力構造の違いを生み出す諸条件のひとつとして関連しているのかも知れない。いずれにせよ、幼児の走能力構造を論じようとするとき、幼児が外界の情報をどのように受容し処理するかといった情報処理様式についての発達的变化や性差等に関する検討も、ひとつの解決の糸口を提供し得るものと思われる。

V 要 約

幼児期における走能力は、少年期以降のいわゆる全身パワーの発現能力のひとつとしてとらえられる走能力とは多少異なり、コントロール要因の作用がより強く影響しているものと思わ

れる。本研究では、5歳児における走能力を階層的因子構造の立場から検討するため、直線走を基調として、ジグザグ走、カーブ走および円周走といった種々のコントロール要因を含む走をとりあげ、それらによって定義される走能力空間に主因子分析および基準バリマックス法を適用して、男女による走能力構造の違いを中心に考察を加えた。

その結果、男児の走能力はエネルギー型、コントロール型および混合型の3つの走能力因子が基盤となっており、これらは統合される過程を経て一般走能力因子を形成していることがわかった。また、女児の場合、走の推進成分、コーナリング成分およびダッシュ・ストップ成分を走能力要素とし、これらは曲線型走能力と直線型走能力といったコントロール様式の違いを示す因子へと統合され、更に一般走能力因子が形成されることが明らかとなった。これらの結果から、男女の走能力構造のそれぞれの特性が明らかとなり、男児の走能力構造は出力エネルギーレベル、走り易さ、コントロール量といった特性によって特徴づけられ、女児の場合は、走コースの形状に伴ったコントロール様式が走能力構造の基調であることが推察された。しかし、男女とも、走りにくさ、走速度といった出力エネルギーレベルを反映する走パフォーマンスが、走に必要となるコントロール量と一次関係にあることがわかり、外側からみた走能力特性には走能力構造における男女の異質性は現われないことが明瞭に示された。

おわりにあたり、本研究中の実験は本学教育学部助教授、吉本修、松永淳一両先生、および著者により行われたことを明記するとともに、多大なる御指導をいただいた両先生に深甚の謝意を表します。

引用文献

- (1) Bigelow, G. W. : Field dependence — field independence in 5- to 10-years-old children, *J. Educ. Research*, 64, 397-400, 1971.
- (2) 今中国泰, 吉本修, 松永淳一: 幼児の走能力に関する基礎的研究, 日本体育学会 第27回大会号, 368, 1976.
- (3) 岩原信九郎: 教育と心理のための推計学, 新訂版, 日本文化科学社, 198, 1965.
- (4) Kagan, J., Rosman, B. L., Day, D. A. J. and Phillips, W. : Information processing in the children : Significance of analytic and reflective attitudes, *Psychol. Monogr.* 78, 1-37, 1964.
- (5) 亀井貞次, 松井秀治, 宮下充正, 星川保: 体育学的立場からの歩及び走の総合的研究, *体育学研究*, 13, 162-170, 1968.
- (6) 勝部篤美: 幼児体育の理論と実際, 杏林書院, 1971.
- (7) 古藤高良: 走の科学, 不味堂新書14, 1975.
- (8) 松田岩男: 幼児の運動能力検査に関する研究, *東京教育大学体育学部紀要*, 8, 33-34, 1968.
- (9) 小野三嗣: 健康を求めて 幼児期, 不味堂新書2, 1972.
- (10) 東京都立大学身体適性学研究室編: 日本人の体力標準値 第二版, 不味堂, 1975.
- (11) 矢部俊政, 宮口尚義: 変型走・跳に関する研究(1報) — 体育専攻生・近距離における場合 —, *体育学研究*, 8, 24, 1963.
- (12) 吉本修, 松永淳一, 今中国泰: 成人と幼児にみられる各種変化走における体力要因の身体支配へのかかり方について, *長崎大学教育学部教育科学研究報告*, 24, 305-311, 1977.