

運動能力の構造に対する発達心理学的接近

市村 操 一

Developmental Psychological Approach to Factor Structures of Physical Fitness

The University of Tsukuba

Souichi Ichimura

Factor structures of longitudinal physical fitness test data were compared to test the Age Differentiation Hypothesis by Garrett in developmental psychology. A total of 121 female primary school pupils (4, 5 & 6th grade) at an urban-fringe at Tsuchiura were tested by a battery of eleven tests and retested after three years at their 7, 8 & 9th grade.

The percentage of contribution of principal component which is equivalent to the 'G' factor became greater by aging of girls. The simplicity of factor structures examined by Varimax and Quartimax factor rotations indicated that the simplicity of factor structures tended to increase by aging. The clearness of the structures tended to increase by aging. The clearness of the structure which is defined by the degree of correspondence (goodness of fitness) to hypothetical patterns composed according to physiological, kinesiological and factor analytical knowledges was examined by Schönemann's Procrustes rotation. Three hypothetical patterns were assumed for the criteria of comparison. Factor structures of the data indicated the greater goodness of fitness to the hypothetical structures as pupils became older.

Developmental change of general factor was against the hypothesis. However, the Age Differentiation Hypothesis was partly supported by the result of testing of simplicity and clearness of factor structures. The wider range of growth should be investigated to clear whole figure of developmental change.

運動能力の構造を多変量統計学の手法によって求めようとする試みは1930年代以降多くの研究の中に示されてきた(Fleishman; 1964, 松浦; 1969)。多くの研究によって確認された因子は運動のパフォーマンスの背景に存在する基礎的運動能力の要因として認められてきた。しかし、テスト・バッテリーの因子分析の結果はつねに一義的な解を示すとは限らず、異なる研究によって、異なる結果が示されることも稀ではなかった。

運動能力の因子分析による研究結果の不一致には三つの原因が考えられてきた。1. 分析の対象となるテスト・バッテリーの差異。2. 分析の数学的手法の差異。3. 被験者集団の年齢および性の差異。

知能研究においては、知能の因子分析の初期の段階で、すでに因子構造の発達による変動に関する研究が始められていた。その問題に関する一連の研究を刺激したのは、Garrett (1946) による分

化仮説 (Differentiation Hypothesis) の提唱であった。分化仮説はつぎの二つの主張を含んでいる。知能は発達とともに未分化から分化へと変化し、1. 発達の初期には一般因子が大きな貢献度を示すが、発達とともに多数の群因子が現われて、それらの貢献度が大きくなるであろう。2. 因子は不明確なものから分化して明確な姿を示すようになるであろう。

分化仮説に従って現われた研究を展望した Guilford (1967) は、分化仮説を支持する研究と支持しない研究の数はほぼ同数であると述べている。展望の中で示された研究を、それぞれの原著論文にあたって調べてみると、仮説の実証研究として不備な点を認めることができる。その中で最大の問題点は異なる集団から得られた因子構造の比較の方法の不備である。この点は個々の研究者が負わねばならない責任ではなく、多変量統計学と電子計算機の発達に先立つこと、あまりにも早く分化仮説が提唱されたことにあると言えよう。

本研究の一つの目的は発達心理学に於る分化仮説を現代的な多変量統計学の手法によって表現する方法を検討することであり、もう一つの目的はその方法を現実のデータに適用して、運動能力の領域に於ける分化仮説の妥当性を検討することである。

I 分化仮説検証のための数学的方法

先に示した分化仮説の内容に数学的な表現を与えようとする試みはすでに Richards (1941), Chen (1948), Hurst (1963), 西川 (1971) らによって示されてきた。しかし、それらの研究は分化仮説の内包する部分仮説全体を数学的な表現に置き替えるまでには至らなかった。

本研究では、因子分析の直交解によって得られる運動能力構造に対して分化仮説による検討を加える際に、分化仮説の二つの部分仮説を検証する方法を提示しようとする。

分化仮説の第1仮説は、発達の初期では一般因子の貢献度が大きく、発達が進むにつれて貢献度が低下するという、未分化から分化へという発達過程の数学的表現である。これを認める方法としてはすでに西川 (1971) によって主因子解の第1

因子の貢献度を用いることが行なわれている。この方法はセントロイド法の第1因子を用いるよりは厳密な意味で一般因子として条件を満足させるものである。本研究では一般因子としては対角要素を1と置いた相関係数行列の第1主因子を用いる。

これは原データにおける各テスト項目との相関係数の2乗和が最大になるような合成得点と、各テストとの相関関係を因子負荷量行列とするため、一般因子の幾何学的様相も明確で、現象と数学的モデルとの乖離を少なくするものである。

分化仮説の第2仮説は、因子は不明確なものから分化して明確な姿を示すようになるというものである。ここで問題となるのは因子構造の明確さということである。明確さに数学的表現を与えるためには、明確という概念をもう少し厳密に定義する必要がある。

因子の明確さを論ずる場合、二つの観点がある。一つは因子の単純構造という観点からの議論であり、もう一つは因子の明晰さという観点からの議論である。図1は、因子の明解さにおける二つの概念、単純性と明晰性の例を示したものである。四つのモデルは2因子によって張られる平面上のテスト項目は基礎能力A, Bをそれぞれ代表するような項目 (a_1, a_2, \dots, a_5), (b_1, b_2, \dots, b_5) である。

このとき、因子構造が単純であることは、因子負荷量行列間の直交性が高いこと、及び因子負荷量行列の要素の散布度の大きさをもって示すことができる。図1において、モデルA, BはモデルC, Dよりも単純性が高いであろうことは直観的に見て取れることである。しかし単純性を計量化し客観的な指標として示すためには、直交性を基準にするにせよ散布度を基準にするにせよ、それに数学的表現を与える必要がある。

直交性を基準として、因子構造の単純度を求めるためには、Tucker (1966), Vandenburg (1973) らによって提唱された因子の一致度係数を応用する。Vandenburg (1973) は、異なる標本から得られた二つの因子行列間で因子の同定を行う際に、つぎのような一致度係数を用いた。

二つの因子負荷量ベクトルを

$$X = (x_1, x_2, x_3 \dots, x_n)$$

$$Y = (y_1, y_2, y_3 \dots, y_n)$$

とする。そして、ノルムを1に規準化したベクトルをX, Yとする。そのとき、XとYの内積を求めそれを一致度係数とする(1)。

$$\phi = X'Y \quad (1)$$

本研究では一つの因子行列間で、各因子負荷量ベクトルが相互に保っている直交性の程度を確かめるために、各因子負荷量行列のノルムを1に規準化し、ベクトル間の一致度係数行列を作った。行列の対象要素はすべて1となる。一致度係数行列のトレースは、因子行列の因子の数kと一致する。このトレースから非対角要素の2乗和を減じたものを因子行列の直交性の指標とする。因子負荷量ベクトル間が完全に直交した因子行列であれば、この指標はトレースの値と一致し、直交性の低下とともに指標の値も低下する。

因子行列の因子負荷量行列ベクトルの要素の散布度を単純性の指標として単純構造を求めようとする方法の代表的な例は、Kaiser (1958) の Varimax 法と Carroll (1953) の Quartimax 法に見ることができる。Varimax 法は因子行列のベクトルの要素の2乗の分散最大にすることを単純性の指標とし、Quartimax 法は行ベクトルに関してこれを行なった。

本研究においては、因子構造の単純度を求めるために、回転後の因子行列が回転基準をどれだけ満足させているかを求めた。つまり Varimax 法においては(2)式のVの値を単純度の指標とした。

$$V = \frac{1}{n} \sum_p \left\{ \frac{1}{n} \sum_j (b_{jp}^2 - \frac{1}{n} \sum_k b_{kp}^2)^2 \right\} \quad (2)$$

ここで、mは因子数、nは項目数、b_{ij}は項目iの因子jの負荷量である。Quartimax 法においては(3)式

$$Q = \sum_j \sum_p b_{jp}^4 \quad (3)$$

を単純度の指標とした。

もし、Garrettの主張するように、因子構造が発達過程における分化とともに明確さを増すのであれば、これらの単純性の指標も増大するであろうことが予想されるのである。

因子構造の明確さに関するもう一つの定義は、因子の意味の明確さに関してなされなければならない。因子が高い単純構造を示したとしても、一

つの因子が異なる能力を測定すると考えられるテストによって代表される時、その因子は意味の解釈に対して明確さを欠くことになる。図1が2種の異なる能力を測定することが、あらかじめ生理学あるいは力学的に明らかなテスト群からなるテスト・バッテリーの因子分析の結果を示している場合、モデルA・CはB・Dより意味的に明確であると言える。このような意味上の明確さは、研究者が因子行列を解釈する際の認知過程と密接な関係を持って定義されなければならないであろう。研究者が意味的に因子の明確さを感じることができるのは、研究者が因子分析を行う前に各テストの測定するであろう内容に仮説的予想を持っており、その予想が因子構造として計量的に表現された場合である。因子分析の結果が研究者にテストの内容についての洞察を与えてくれる認知の過程は、仮説に因子が適合したかどうかを認知する過程を第1次の過程とするならば、2次的な過程である。本研究では第1次過程によって認知される明確さに数学的表現を与え、異なる標本より得られた因子構造の明確さを比較しようとする。数学的表現は因子の仮説的構造と標本データから得られた構造の一致度を求めることによって与えられる。この方法は標本データによる因子行列を直交変換によって、どれだけ仮説的構造に近づけるかを問題にした Schönemann (1966) のプロクルーラス法を応用する。Schönemannの方法の概略はつぎのようなものである。任意のテストiのパフォーマンスが因子jによって決定されると考えられるならば、仮説的因子行列の(i, j)要素に1を与える。そして他の因子の負荷量は0とする。このようにして仮説的因子行列は(1, 0)行列となる。いま、これをHとする。標本データによる因子行列をFとし、正規直交変換行列をTとする。FをTによって変換した行列をGとする。

$$G = FT \quad (4)$$

ここでGをHに最も近似するようにTを決定するために、近似の基準をつぎのように定める。

$$E = G - H \quad (5)$$

とし残差行列を作る。そして、E'Eのトレースが最少になるようにTを決定する。このとき $\text{tr}(E'$

E }はHとFの一致度を示す指標となり、値が小さいほど一致度は高くなる。

仮説的構造Hと標本データによる因子構造Fの一致度が高いとき、Fは意味上の明晰さの故に明確な因子構造であると言える。

以上で、因子構造を発達心理学における分化仮説の立場から考察する多変量統計学的視点を述べた。それぞれの視点から見ようとする因子構造の特徴をここにまとめて示す。

1. 因子の集約度、これは一般因子の貢献度にあたる。
2. 因子の単純度、この中には因子ベクトルの直交性と、ベクトルの要素の散布度の大きさの二つの基準が含まれる。
3. 因子の明晰度、因子の意味上の明確さの度を問題とする。

それぞれの特徴は図1では1. Convergence, 2. Simplicity, 3. Clearnessとして示される。

本論文のつぎの部分では、上の三つの視点から現実の発達のデータを分析し、分化仮説検証の試みとした結果を示す。

II 小学校後期から中学期へかけての運動能力の因子構造の変化

本論文の第II部は第I部において示した方法により、運動能力の因子構造の変化を発達的に観察しようとするものである。

<被験者> 土浦市中村小学校と同市第三中学校の女子児童・生徒。学年は小学校4年から中学校3年まで。1975年6月に運動能力の第1回目の測定を受けた児童は、3年後の1978年6月に第2回目の測定を受けた。その結果から、2回の測定に全種目参加した生徒のデータのみを取り上げて、データ分析を行った。縦断データとして残された標本数はつぎのとおりである。(中学1～3年は7～8学年と表記する。)

- 4～7学年 39名
- 5～8学年 44名
- 6～9学年 38名

<測定項目> 1. 身長, 2. 体重, 3. 50米走, 4. 走幅跳, 5. ハンド・ボール投げ, 6. サイド・ステップ, 7. 垂直跳, 8. 背筋力, 9. 上

体反し, 10. 立位体前屈, 11. 踏台昇降運動。

上記の多くの項目の実施は文部省スポーツテストの方法に従ったが、項目5については、小学生にも中学生の用いるものと同じハンド・ボールを用いた。予備実験の結果小学生においてもハンド・ボール投げは十分信頼性の高いテストであることがわかった。しかし、サイドステップは1.2mのラインは小学生には広すぎるため、1m間隔のラインを用い時間は20秒とした。

<データ分析> 本論文第I部で示した方法を基本的な方法として分析を行った。単純性を求めるVarimax回転はノーマライズする方法を用いた。

<結果> 各学年のテスト項目間相関係数行列を表1に示す。

各学年の主軸法による因子分析の結果から各因子の貢献度(%)をまとめて表にしたものが表2である。最左列は一般因子の大きさを示している。ここで4年～7年の一般因子の貢献度は37.3%から40.0%へと増大の傾向を示している。他の2群の被験者から得られた結果も、発達に伴って一般因子の貢献度は増大する傾向を示している。

この結果は、分化仮説の予想と反したものである。分化仮説は単に発達に伴い一般因子の貢献度が減少するであろうことを予測したにすぎないが、その予想が発達の全過程にあてはまるものかどうか、この結果は一つの疑問を提示する。

因子構造の単純性に関する結果のうち、因子ベクトルの要素の散布度を指標としたデータは、表2の右2列、Simplicityの欄に示されている。ここでは、数値の大きさは因子構造の単純性の大きさを示している。V-max基準は因子負荷量ベクトルの単純性を示し、因子の明確さの指標となっている。一方Q-max基準はテスト項目の因子負荷量パターンの単純性を示している。これら二つの単純性が増大する傾向にあることを示している。5～8学年で測定を受けたグループはV-max基準において1.02から0.85へと若干単純性の低下を示すが、その他のデータは明らかに単純性の増加傾向を示している。この結果は分化仮説における「因子構造の明確さの増大」という主張を支持するものである。

因子構造の意味上の明確さを求めたプロクルー

Table 1-1 Correlation Matrix of Tests (School age 4)

Test Items	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 Standing height											
2 Weight	0.680										
3 50 m dash	-0.413	-0.128									
4 Long-jump	0.503	0.145	-0.602								
5 Handball thr.	0.461	0.362	-0.671	0.438							
6 Side step	0.295	0.285	-0.543	0.258	0.468						
7 Vertical jump	0.457	0.146	0.626	0.682	0.457	0.405					
8 Back strength	0.225	-0.054	-0.469	0.246	0.204	0.344	0.413				
9 Abdominal str.	0.375	-0.022	-0.396	0.298	0.258	0.299	0.327	0.612			
10 Toe touch	-0.158	-0.085	0.046	-0.118	-0.044	0.048	0.036	0.213	0.070		
11 Harvard step	-0.124	-0.096	0.033	0.088	0.069	-0.063	0.089	-0.073	0.004	0.094	

Table 1-2 Correlation Matrix of Tests (School age 5)

Test Items	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 Standing height											
2 Weight	0.606										
3 50 m dash	-0.267	0.165									
4 Long-jump	0.282	-0.125	-0.770								
5 Handball thr.	0.281	0.085	-0.342	0.473							
6 Side step	-0.081	-0.228	-0.197	0.379	0.444						
7 Vertical jump	0.248	0.040	-0.338	0.492	0.311	0.241					
8 Back strength	0.111	0.218	-0.080	0.128	0.255	0.229	0.321				
9 Abdominal str.	0.279	0.343	0.056	0.063	0.328	0.229	0.279	0.288			
10 Toe touch	-0.051	0.343	-0.032	-0.076	0.054	0.029	0.126	0.141	0.289		
11 Harvard step	0.001	0.068	-0.017	-0.025	0.002	0.104	-0.136	0.033	0.132	-0.019	

Table 1-3 Correlation Matrix of Tests (School age 6)

Test Items	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 Standing height											
2 Weight	0.666										
3 50 m dash	-0.131	0.304									
4 Long-jump	0.161	-0.273	-0.685								
5 Handball thr.	0.087	0.084	-0.491	0.282							
6 Side step	0.119	-0.147	-0.561	0.391	0.377						
7 Vertical jump	0.190	-0.203	-0.751	0.634	0.428	0.390					
8 Back strength	0.467	0.367	-0.416	0.247	0.278	0.382	0.266				
9 Abdominal str.	0.223	0.106	-0.418	0.231	0.140	0.276	0.361	0.566			
10 Toe touch	0.086	-0.057	-0.222	0.421	-0.059	0.355	0.230	0.184	0.331		
11 Harvard step	-0.009	-0.091	-0.247	0.130	0.064	0.004	0.362	0.030	-0.054	-0.063	

Table 1-4 Correlation Matrix of Tests (School age 7)

Test Items	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 Standing height											
2 Weight	0.667										
3 50 m dash	-0.370	-0.288									
4 Long-jump	0.474	0.244	-0.621								
5 Handball thr.	0.360	0.352	-0.669	0.625							
6 Side step	0.370	0.249	-0.636	0.677	0.636						
7 Vertical jump	0.412	0.243	-0.564	0.544	0.507	0.451					
8 Back strength	0.265	0.409	-0.402	0.516	0.442	0.539	0.377				
9 Abdominal str.	0.443	0.374	0.019	0.122	0.225	0.164	0.276	0.056			
10 Toe touch	0.019	-0.129	0.087	0.172	-0.065	0.117	0.127	0.162	0.152		
11 Harvard step	-0.023	-0.082	-0.286	0.056	0.157	0.059	0.159	0.062	0.078	-0.135	

Table 1-5 Correlation Matrix of Tests (School age 8)

Test Items	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 Standing height											
2 Weight	0.485										
3 50 m dash	-0.011	0.330									
4 Long-jump	0.149	-0.286	-0.679								
5 Handball thr.	0.077	-0.119	-0.394	0.556							
6 Side step	-0.055	-0.298	-0.600	0.471	0.467						
7 Vertical jump	-0.023	-0.275	-0.636	0.531	0.473	0.426					
8 Back strength	0.166	0.228	0.042	0.211	0.499	0.209	0.266				
9 Abdominal str.	0.242	0.004	0.039	0.074	0.182	0.132	0.074	0.253			
10 Toe touch	0.073	0.252	-0.039	-0.040	0.179	0.247	0.062	0.309	0.308		
11 Harvard step	0.071	-0.047	-0.053	0.071	-0.074	0.018	0.035	0.135	0.170	0.150	

Table 1-6 Correlation Matrix of Tests (School age 9)

Test Items	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 Standing height											
2 Weight	0.191										
3 50 m dash	-0.185	0.464									
4 Long-jump	0.314	-0.269	-0.766								
5 Handball thr.	0.315	-0.092	-0.728	0.679							
6 Side step	0.155	-0.345	-0.775	0.582	0.712						
7 Vertical jump	0.185	-0.297	-0.729	0.699	0.685	0.617					
8 Back strength	0.376	0.211	-0.187	0.338	0.288	0.366	0.179				
9 Abdominal str.	0.072	-0.176	-0.397	0.317	0.487	0.476	0.344	0.126			
10 Toe touch	0.335	-0.034	-0.346	0.356	0.332	0.278	0.455	0.283	0.230		
11 Harvard step	-0.343	-0.066	0.057	-0.062	-0.016	-0.067	0.150	-0.023	-0.115	0.079	

Table 2

School Age	Contribution of Components (percentage)						Simplicity	
	1	2	3	4	5	Total	V-max	Q-max
4	37.3	14.8	10.7	9.2	7.8	79.8	0.76	5.01
5	27.4	18.3	12.4	10.0	8.2	44.7	1.02	5.08
6	34.6	18.8	11.7	9.1	7.2	81.4	0.44	5.24
7	40.0	13.8	11.4	9.4	6.4	81.0	1.15	5.43
8	30.8	18.6	10.7	9.5	7.6	77.3	0.85	5.20
9	41.9	15.4	10.5	7.7	6.9	82.3	1.00	5.56

Table 3

	Hypothetical Factor Structures														
	(Pattern A)					(Pattern B)					(Pattern C)				
1 Standing height	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
2 Weight	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
3 50 meter dash	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
4 Long-jump	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
5 Handball throw	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
6 Side step	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
7 Vertical jump	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
8 Back strength	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
9 Abdominal stretch	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
10 Toe touch	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
11 Harvard step	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0

Table 4

Congruence to Hypothetical Structures			
School Age	A	B	C
4	6.33	6.18	5.96
5	4.58	5.84	3.64
6	5.59	5.12	4.67
7	4.78	6.02	4.30
8	4.66	5.66	4.14
9	6.26	6.07	5.00

ステス法による分析の結果を示すに先立って、仮説的因子構造を示さなければならぬ。仮説的因子構造は、運動生理学やこれまでに示された因子分析による研究 (Fleishman, 1964; 松浦, 1969; Ichimura et kano, 1975) の知識を基にして、三つのパターン行列として示された。

Pattern A, 第1因子を体位。第2因子を瞬発

力。第3因子を等尺性筋力。第4因子を柔軟性。第5因子を持久力と置く。

Pattern B, Aを基準として、第1・第2因子を一つの因子としてまとめる。第2因子を代表するテストから運動の制御を必要とするテストを第3因子を代表するグループとして独立させる。

Pattern C, Bの第2・第3因子を一つの因子としてまとめ、4因子構造を与える。

この結果、表3に示すような(1, 0)行列が、単純化された仮説的因子構造として与えられる。これらの構造と各学年の標本から得られた因子行列の近似の水準を示したものが表4である。表4の数値は(5)式の残差行列Eをもとにした $tr(E'E)$ の値であるので、数値の小さいほど一致度が高いことを示している。

4-7学年, 5-8学年のグループは三つのパターン全部に関して、発達の進行とともに、その

運動能力の因子構造の明晰性を増大させていることが見られる。しかし、それより高学年での発達過程、つまり6-9学年では、9学年の構造は6学年に対して明晰性を欠く傾向を示している。

A, B, C, 三つの仮説的構造に対する対応関係を直接比較することはできない。それは仮説的構造行列の次数が異なるため、A B Cいずれのモデルに最も適合度が高いかという判断はここでは行わない。

<考察> 因子構造を三の視点から観察したとき、因子構造は発達に関して不変であると主張することはできなかった。変化の法則性を Garrett の分化仮説に従って観察したとき、分化仮説に対して本論文に示したデータはつぎのような経験的証拠を提示した。

発達の進行とともに一般因子の貢献度は分化過程によって低下するであろうという仮説は、ここでは棄却され、データはむしろ増大の傾向を示した。一般因子の大きい状態は個体を中心に考えれば、任意のテストで高い成績を示す個性が他のテストでも高い成績を示す傾向があることを意味するものである。相関係数行列に戻って考えれば、これは自明のことである。児童・生徒の実態は、この時期には本論文のデータによる結果を支持するかもしれない。

しかし、因子が不明確なものから明確なものへという仮説は、ここでは支持される結果を得たと考えられる。単純性および明晰性として定義された明確さの指標は、発達の進行とともに明確さが増大する傾向を示した。

Garrett が知能以外の能力の発達にまでこの仮説を適用可能なものと考えたか、あるいはライフ・スパン全体にわたる過程と考えたかは不明である。しかし、分化という発達過程の概念は、広く他の分野でも受け入れられるようになった。本研究は運動能力の領域での分化仮説の妥当性を検証しよとする一連の試みの一つとして行われたが、その結果は仮説の部分的支持に終わった。

<結論> Garrett によって提唱された発達心理学における発達分化仮説の運動能力領域における妥当性の検討を行った。論文の第I部では分化仮説の数学的表現に関する方法論上の検討がなされ、

因子構造を観察する三つの視点が提示された。それらは、因子の集約性、単純性、明晰性である。第II部では、小学期から中学期へかけての女子児童、生徒の縦断的データが三つの視点から分析された。その結果、加齢とともに集約度、単純度、明晰度の三つの指標は増大した。この結果は、集約度の変化は分化仮説の予想に反するものであるが、単純度、明晰度の増大は分化仮説を支持する結果を示した。

参 考 文 献

- 1) Carroll, J. B. 1953. An analytic solution for approximating simple structure in factor analysis. *Psychometrika*, 18, 23-38.
- 2) Chen, T. L. and Chow, H. 1948. A factor study of a test battery at different educational levels. *J. Genet. Psychol.*, 73, 187-99.
- 3) Fleishman, E. A. 1964. The structure and measurement of physical fitness. Prentice-Hall.
- 4) Garrett, H. E. 1964. A developmental theory of intelligence. *American Psychologist*, 1, 372-78.
- 5) Guilford, J. P. 1967. The nature of human intelligence. McGraw-Hill.
- 6) Hurst, J. G. 1963. Factor analysis of the Merrill-Palmer at two age levels; Structure and comparison. *J. Genet. Psychol.*, 102, 231-44.
- 7) Ichimura, S. and Kaino, T. 1975. A comparative study on the factor structures of motor ability of Japanese children and adolescents. *Bull. Faculty of PE. Tokyo Univ. of Educ.*, 14, 47-57.
- 8) Kaiser, H. F. 1958. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika*, 23, 187-200.
- 9) 松浦義行 1969. 運動能力の因子構造, 不昧堂.
- 10) 西川和夫 1971. 知能分化の縦断的研究, 心理学研究, 42, 217-20.
- 11) Richards, T. W. 1941. Genetic emergence of factor specificity. *Psychometrika*, 6, 37-42.
- 12) Schönemann, P. H. 1966. A general solution of the orthogonal procrustes problem. *Psychometrika*, 31, 1-10.
- 13) Tucker, L. R. 1958. Determinations of parameters of a functional relation by factor analysis. *Psychometrika*, 23, 19-23.
- 14) Vandenberg, S. G. 1973. Comparative studies of multiple factor ability measures. (pp. 149-202 in Royce, J. R. ed., *Multivariate analysis and psychological theory*. Academic Press)