

# 幼児の平衡運動に關与する調整力の 因子分析的研究

—— 妥當なテスト項目の選択について ——

青 柳 領 (筑波大学)  
松 浦 義 行 (筑波大学)  
出 村 慎 一 (筑波大学)  
M・アンワール・パサウ (筑波大学)  
服 部 隆 (筑波大学)  
田 中 喜 代 次 (筑波大学)  
(昭和54年10月9日 受付)

## A Factor Analytical Study on Balancing Coordination in Childhood — For Selection of the Test Items validated for estimating the Balancing Coordination —

Osamu Aoyagi<sup>1</sup>  
Yoshiyuki Matsuura<sup>1</sup>  
Shinichi Demura<sup>1</sup>  
Muhammad Anwar Pasau<sup>1</sup>  
Takashi Hattori<sup>1</sup>  
Kiyoji Tanaka<sup>1</sup>

### Abstract

The purposes of this study were 1) to clarify the factorial structure of coordination concerned balancing performance in childhood, and 2) to examine test batteries estimating each factor. Total of 22 test variables were administered to 234 kindergarden children. Principal factor solution and normal varimax rotation were applied to the correlation matrix which was calculate with 22 test variables. Then the following 9 factors were extracted and interpreted: 1) Coordination for jumping and agile movement, 2) Coordination for stand-up-movement, 3) Physical factor, 4) Coordination for body rotation, 5) Coordination for keeping posture balance in rotation, 6) Locomotive coordination, 7) Coordination for keeping posture balance at standing, 8) Coordination of trunk, 9) Coordination for forward rolling.

The formulas for estimating each coordination score concerned balancing performance in child-

*University of Tsukuba, Institute of Health and Sports Science, Niihariya, Ibaraki, 305*

hood were devised as follows;

$$SF1 = 2.4X_{10} + 0.8X_{11} + 0.08X_{13} + 37.1,$$

$$SF2 = 0.8X_8 + 0.3X_9 + 3.9X_{20} + 21.7,$$

$$SF4 = 2.3X_1 + 3.8X_6 + 6.8X_{15} + 32.0,$$

$$SF5 = 3.6X_2 - 0.4X_3 + 0.4X_9 - 0.3X_{16} + 2.2X_{18} + 27.1,$$

$$SF6 = 0.02X_4 + 0.2X_{12} + 0.001X_{17} + 42.7,$$

$$SF7 = 2.1X_{14} + 0.7X_{16} + 0.02X_{17} + 38.7,$$

$$SF8 = -0.03X_4 + 0.4X_7 + 0.9X_{15} + 0.01X_{17} + 0.3X_{18} + 48.6,$$

$$SF9 = 2.0X_5 + 0.2X_{13} + 0.4X_{15} + 2.3X_{16} - 0.001X_{17} + 1.0X_{20} + 15.1,$$

(SF3 is omitted because of physical factor.)

Note;  $X_1$  = Body spinning,  $X_2$  = Jumping up with feet touching hips while in the air (a),  $X_3$  = Jumping up with feet touching hips while in the air (b),  $X_4$  = Walking straight with eyes closed,  $X_5$  = Forward roll,  $X_6$  = Three step turn,  $X_7$  = Leg raise balance,  $X_8$  = Standing from knee bent (a),  $X_9$  = Standing from knee bent (b),  $X_{10}$  = Jumping full turn right,  $X_{11}$  = Jumping full turn left,  $X_{12}$  = Walking and full turn on the balance beam,  $X_{13}$  = Feet hopping,  $X_{14}$  = Feet balance on beam,  $X_{15}$  = Side roll,  $X_{16}$  = Foot balance on beam,  $X_{17}$  = Stepping stone test,  $X_{18}$  = Standing up from lying prone and dash,  $X_{19}$  = Shuttle run,  $X_{20}$  = Single leg hopping,  $X_{21}$  = Height,  $X_{22}$  = Weight.

(Osamu Aoyagi, Yoshiyuki Matsuura, Shinichi Demura, Muhammad Anwar Pasau, Takashi Hattori and Kiyoji Tanaka: A Factor Analytical Study on Balancing Coordination in Childhood, *Jap. J. Phys. Educ.*, Vo. 25. No. 3, Dec., pp. 197—206, 1980)

## 1. 緒 言

運動選手の運動能力・適性に関する組テスト<sup>17),18),19)</sup>及び児童期以後の基礎運動能力の組テストに関する研究<sup>13),20),21)</sup>は今日まで数多く発表されている。しかし幼児を対象としたこの分野の研究は非常に少ない。

竹内ら<sup>22)</sup>は幼児の運動能力を筋力、敏捷能力、柔軟能力、身体協調能力、速度(走力)、瞬発力、筋持久力、平衡能力の諸能力の統合されたものと考え、因子分析法より男児の場合、立幅跳、握力(右)、まりつき、立位体前屈、片足立ち、女児の場合、立幅跳、握力(右)、まりつき、立位体前屈、足踏み支持時間のテスト項目を選択している。

また、松井ら<sup>23)</sup>は幼児の調整力の関連因子を平衡性・敏捷性・巧緻性・柔軟性と考え、各々次のテスト項目を選択している。つまり平衡性は片足立ち、斜め前とび片足立ち、目かくし歩き、敏捷

性は反復横とび、連続ボール投げ上げつかみ、巧緻性はふうせんつき、とび越しくぐり、柔軟性は長座体前屈、ジェット機(伏臥上体反らしの変法)である。

他に松井ら<sup>24)</sup>、松田ら<sup>25)</sup>の研究があるが、まだまだ探索的研究であるといえる。よって本研究では幼児の調整力について、特に平衡運動に関与する調整力について、その能力の構造を明らかにし、各々の能力を推定する組テストを作成することを目的とした。特にテスト項目の選択については、近年多変量解析の領域で注目されている説明変数の選択の技法を応用し、今日までの組テスト作成と比較して形式合理性を追求した。

## 2. 研究方法

本研究は、筑波学園都市にあるN幼稚園児及び上浦市内にあるM幼稚園児の、男児127名、女児107名、計234名を対象に以下に示す方法に基づき、1978年9月12・13・14日、10月16・17・19・20日

に実施された測定結果をもとになされた。

#### (1)調整力の概念規定

調整力については多くの研究者によって様々な概念規定がなされている。例えば、渡部ら<sup>20)</sup>は「調整力といわれる能力の本質的部分は姿勢制御の能力にある」、石河<sup>21)</sup>は「調整力は運動をコントロールする能力である」、小林<sup>22)</sup>は「技能運動のカスケード制御モデルにおける随意運動制御ループ及び反射衝動制御ループである」と述べ、松浦<sup>14)</sup>は「身体各部及び各運動器を統一して、一つのまとまった全体的又は局部的運動を成就する能力である」ととらえている。他にも猪飼<sup>23)</sup>、高田<sup>24)</sup>がそれぞれの立場から調整力の概念を規定している。しかし現在では、まだまだ各領域に共通した概念規定がなされているとは思われない。よって本研究では、松浦の考えに従い調整力を規定する。

#### (2)テスト項目

テスト項目の標本は、勝部<sup>7)</sup>、遊佐<sup>30)</sup>を参考にし、かつGallahue<sup>4)</sup>の幼児の遊びのパターンをもとに、前述の調整力に関与すると考えられる運動パターンを選択して構成された。これらのテスト項目を年齢、性を考慮した小標本に実施した結果から、さらに次の点について検討がなされた。

- 1) 信頼度が高いこと。
- 2) 幼児にとって課題が非常に簡単あるいは困難すぎないこと。
- 3) 評価基準が明確であること。
- 4) 同じ内容を重複して測定しているテスト項目がないこと。
- 5) 被検者が興味をもち、最大限の能力を発揮するもの。
- 6) 測定が簡単で、同時に多数の被検者の測定が可能であること。

ただし、V字バランス、左一回旋とび、平均台上方向転換、両足とび、ステップング・ストーン・テストについては信頼度が十分高いとは思われない。しかし調整力は、各々運動パターンに固有のものが存在するとの立場から、上述の項目は幼児の重要な運動パターンをとらえていると考えられる。よって、信頼度が低いにもかかわらず本研究の測定項目として採用された。

又、往復走は、平衡運動に限定されず広く多くの運動パターンでの調整力を測定している項目といえる。よって、平衡運動を他の運動パターンと関連させて考える上で、往復走を測定項目に入れて考察することにした。

さらに、体格も運動能力の一領域である事から、その関連を無視する訳にはいかないと考えられる。しかし、かかる関連の程度については必ずしも明確にはされていない。したがって、調整力の測定、及び評価に体格を考慮すべきかどうかの検討も、調整力組テストの作成のためには必要な事項と考えられる事から体格のテスト項目も加える事にした。

最終的に調整力テストとして決定・実施されたものは、次の20項目の運動成就テストと身長・体重の2項目、計22項目である。測定方法及び評価とともに表1に示した。

信頼度はテスト一再テスト法よりデータの性質から product moment correlation, 一致係数,  $\phi$ 係数より求めた。表2は、実施されたテストの平均値、標準偏差及び信頼度を示したものである。表3は相関行列を示したものである。

#### (3)被検者

表4は、対象となった被検者を男女別、年齢別に示したものである。

#### (4)調整力の推定方法

運動能力の構造モデルについて、因子分析の立場から3つに分類される<sup>15)</sup>。つまり多因子モデル、一般因子と群因子を仮定するモデル、階級的因子モデルである。前述のごとく、この領域の研究に共通したモデルは確立されておらず、あえて共通した点を述べるならば、Nicks and Fleishman<sup>22)</sup>、Cumbee<sup>23)</sup>あるいは松浦<sup>14)</sup>の「調整力には、あらゆる運動パターンの成就に共通に関与するような一般的調整力と呼べる要素はない」という、とらえ方である。よって本研究では、特に一般因子及び階級的因子を仮定しない多因子モデルを採用する。

調整力の測定に当っては、次の手順で進められた。すなわち、選ばれたテスト項目間について計算された相関行列に共通性をSMCで推定し、主因子解を施し、得られた因子行列に Normal Va-

表1. 測定項目, 測定方法及び評価

テスト項目	測定方法及び評価
1. ボディ・スピニング	片足でつま先立ちになり, その足を軸として一回転する. 手は自由でよい. 回転の方向は前まわりとする. 軸足が完全に一回転しているかをみる. $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ の間で両足が床についた時は0点, $180^{\circ} \sim 360^{\circ}$ の間は1点, 完全にできた場合は2点.
2. 両足膝まげとび a	両足で同時にジャンプし, 膝を曲げて両踵を臀部につける. 両踵が完全につかない時は0点, 膝が前に高く上がってついた時は1点, 完全にできた時は2点.
3. 両足膝まげとび b	aの動作に加えてジャンプ中に手を2回たたく. 2回ともできなかった時は0点, 1回できた時は1点, 2回ともできた時は2点.
4. 目かくし直線歩行	幅30cm, 長さ3mのラインの中をはみ出さずに目かくしをして歩く. 片方が完全にライン外へ出るまでの距離をcm単位で記録する. 最後まで行けた時は300とする.
5. 前 転	マット上に引いた50cm幅の基準線からはみ出さないように前転する. できれば1点, できなければ0点.
6. スリー・ステップ・ターン	図1の中心にあるサークルに左足をのせて軸とし, 右足で1→2→3を確実に踏んで一回転する. この時, 検者が「いち, に」の号令を出すので, これに合わせて足を踏み換えなければならない. サークル1つを確実に踏んだ時, それと同時に軸足もはみ出ない時, 各々1点ずつ与えられる.
7. V字バランス	長座の姿勢から両手を横に広げ, 両足をそろえて床から10cmの高さに持ち上げ, その姿勢を3秒間保持する. できれば1点, できなければ0点.
8. 膝つき立ち a	両手を背後で組み, 両膝を床につけ, 足首をまげた姿勢から両手を離さずに立ち上る. 足が動いたり, 手が離れた時は0点, 両膝が交互にもち上がった時は1点, 完全にできた時は2点.
9. 膝つき立ち b	両手を頭の後ろで組む. 後はaと同じ.
10. 右一回旋とび	十字ラインのうちの1本をまたぎ, 両足立ちの姿勢から $90^{\circ}$ , $180^{\circ}$ , $270^{\circ}$ , $360^{\circ}$ 回転する. $90^{\circ}$ 回転ができなければ0点, $90^{\circ}$ 回転ができれば1点, $180^{\circ}$ は2点, $270^{\circ}$ は3点, $360^{\circ}$ は4点とする.
11. 左一回旋とび	右と同じ要領で行なう.
12. 平均台上方向転換	平均台の端から他方の端まで往復する時間を測定する.
13. 両足とび	幅2cm長さ1mのラインの左側に立ち, 合図でラインを踏まないように左右にとぶ. 10秒間の回数を記録する.
14. 両足立ち	ビーム上に, 前足の踵と後足の爪先が合うように立ち, 両手を腰にあて, この姿勢を5秒間保つ. できれば1点, できなければ0点.
15. 連続横転	マット上に幅50cmの基準線を引き, この線上を両手を頭の上で組み, 左右2回ずつ, 3回横転する. 基準線からはみ出さず横転できれば左右1点ずつ, また手を離さず横転できれば左右1点ずつ与える. 全くできなければ0点, 全てできれば4点となる.
16. 片足立ち	ビーム上に片足で立ち, 他方の足は前にもち上げる. 後は両足立ちと同じ.

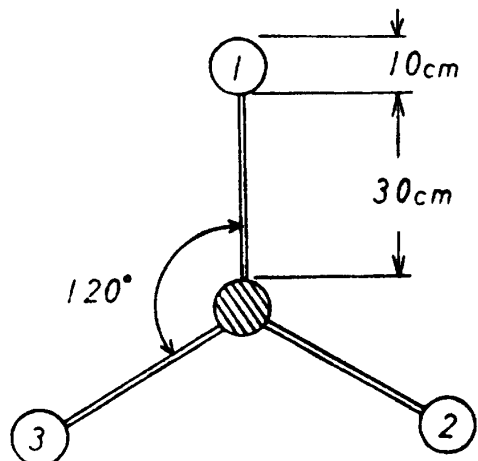
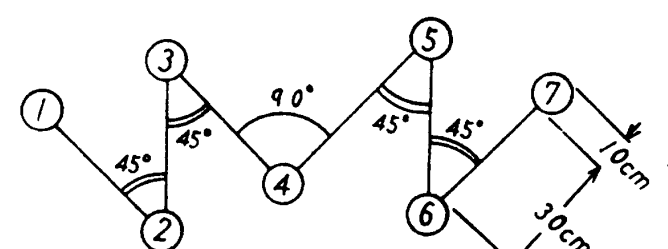


Fig. 1. Three Step turn

テスト項目	測定方法及び評価
17. ステッピング・ストーン・テスト	<p>図2の様なサークルを配置する。検者の号令に合わせて足を踏み変えずサークルを踏んで行く。確実に踏めたサークルの数を得点とする。完全にできれば6点。</p>  <p style="text-align: center;">Fig. 2. Stepping stone test</p>
18. 起き上りダッシュ	<p>うつ伏せに寝て両手を伸ばした姿勢から合図で起き上り、旗を左回りに回って5m走る。その時間を測定する。</p>
19. 往復走	<p>長さ5m, 幅10cmのラインをはみ出さないように, 1往復半走る時の時間を測定し, 同時にラインからはみ出した回数も数える。(90/タイムー(はみ出した回数))を得点とする。</p>
20. 片足とび	<p>30cmごとに印をつけた長さ3m, 幅2cmのライン上を片足とびで印を踏むことを原則として行く。全体の歩数(3m行くのにかかった歩数)とはみ出した歩数を測定する。((はみ出した歩数) / (全体の歩数) × 100)を得点とする。</p>

※以下テスト項目の番号と変数の番号とは一致する。

Table 2. Mean, standard deviation and reliability.

No.	Mean	S D	R
1	2.27	1.47	.647
2	2.58	1.54	.730
3	1.72	1.40	.657
4	250.50	58.45	.719
5	1.70	0.63	.682
6	3.84	1.68	.811
7	1.72	0.61	.451
8	3.18	1.36	.691
9	3.21	1.33	.723
10	3.45	1.08	.775
11	3.34	1.16	.416
12	13.26	9.94	.130
13	13.98	4.68	.335
14	0.97	0.82	.703
15	6.76	1.18	.961
16	9.05	1.93	.874
17	143.37	52.46	.357
18	7.29	2.48	.852
19	3.43	1.91	—
20	6.22	0.73	—
21	108.79	5.43	—
22	18.33	2.38	—

rimax 基準による直交回転を適用して多因子解を求めた。次いで抽出された各々平衡能に関与する調整力因子の推定を Complete Estimation Method<sup>16)</sup>を適用し,  $\beta$ 係数を求め, 推定された因子スコアを能力得点とする。

この能力得点を妥当基準として, 妥当性と実用性を考慮したテスト変数の決定を, 変数増減法を用いて行い, 得られたテスト変数の一次式によって, 各能力得点の推定式を決定する事にした。

### 3. 結果と考察

#### (1) 因子の解釈

前述のとおりの方法で抽出された因子は9因子で, 全分散の64.5%が説明されていることから, 9因子は適当な解と推測される。因子パターン行列は, 表5に示したとおりである。各因子は, 次の様に解釈された。

F 1 : 左右の1回旋とび, 両足とび, 起き上りダッシュに高い負荷量を示している。これは, 跳躍に関する能力と敏捷性に関する能力が, まだまだ明確に分化されていない能力と思われる。よって, この因子を「跳躍と敏捷性に関する調整力」と解釈した。

Table 3. Correlation matrix.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1																							
2	.240																						
3	.210	.373																					
4	.118	.163	.137																				
5	.206	.173	.201	.125																			
6	.443	.231	.243	.178	.247																		
7	.150	.163	.205	.095	.110	.230																	
8	.169	.172	.372	.249	.156	.274	.189																
9	.185	.188	.195	.201	.159	.145	.204	.498															
10	.250	.261	.283	.220	.250	.252	.243	.303	.300														
11	.267	.250	.268	.229	.167	.276	.171	.241	.280	.446													
12	.278	.271	.224	.298	.162	.282	.127	.253	.239	.313	.348												
13	.232	.278	.303	.144	.243	.291	.118	.247	.289	.382	.375	.304											
14	.185	.176	.223	.059	.112	.194	.054	.213	.229	.191	.211	.195	.256										
15	.172	.147	.156	.160	.182	.219	.165	.170	.117	.163	.158	.229	.168	.191									
16	.247	.245	.306	.097	.096	.263	.059	.243	.234	.239	.304	.277	.293	.234	.200								
17	.224	.229	.251	.284	.227	.244	.216	.227	.187	.219	.199	.307	.250	.238	.172	.270							
18	.271	.318	.319	.157	.208	.314	.256	.195	.215	.342	.337	.336	.309	.204	.170	.255	.265						
19	.187	.220	.257	.163	.207	.227	.176	.212	.279	.271	.296	.309	.317	.201	.174	.219	.170	.275					
20	.229	.243	.312	.146	.153	.236	.140	.351	.273	.314	.311	.191	.321	.195	.207	.174	.280	.242	.285				
21	.239	.249	.250	.150	.162	.266	.135	.131	.204	.360	.277	.330	.276	.187	.167	.219	.217	.277	.235	.264			
22	.244	.195	.249	.140	.078	.244	.094	.113	.172	.189	.217	.215	.215	.166	.150	.114	.205	.187	.318	.189	.474		

- Note: 1: Body spinning  
 2: Jumping up with feet touching hips while in the air (a)  
 3: Jumping up with feet touching hips while in the air (b)  
 4: Walking straight with eyes closed  
 5: Forward roll  
 6: Three step turn  
 7: Leg raise balance  
 8: Standing from knee bent (a)  
 9: Standing from knee bent (b)  
 10: Jumping full turn right  
 11: Jumping full turn left  
 12: Walking and full turn on the balance beam  
 13: Feet hopping  
 14: Feet balance on beam  
 15: Side roll  
 16: Foot balance on beam  
 17: Stepping stone test  
 18: Standing up from lying prone and dash  
 19: Shuttle run  
 20: Single leg hopping  
 21: Height  
 22: Weight

Table 4. Sample size.

AGE (YEARS)	BOY	GIRL	TOTAL
3.0—4.0	5	1	6
4.0—4.5	6	4	10
4.5—5.0	24	24	48
5.0—5.5	29	23	52
5.5—6.0	29	28	57
6.0—7.0	34	27	61
	127	107	234

F 2 : 左右の膝つき立ちと片足とびに高い負荷量を示している。片足とびよりも、左右の膝つき立ちに重点をおき、「起立姿勢保持に関する調整

力」と解釈した。

F 3 : 体重と身長に高い負荷を示しており、「体格因子」と解釈した。

F 4 : ボディ・スピニングとスリー・ステップ・ターンに高い負荷量を示しており、「回転に関する調整力」と解釈した。

F 5 : 膝まげとび a・b に高い負荷量を示しており、「跳躍中の姿勢保持に関する調整力」と解釈した。

F 6 : 目かくし直線歩行、平均台上方向転換、ステップ・ストーン・テストに高い負荷量を示している。この能力もまた F 1 同様、幼児特有の未分化な能力の一つと思われる。この能力は、歩行

Table 5. Significant factor loadings and amount of contribution.

variable	factor									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1				.490						
2					.395					
3					.493					
4						.486				
5										.356
6				.545						
7									.541	
8		.630								
9		.557								
10	.499									
11	.506									
12						.369				
13	.395									
14							.329			
15								.355		
16							.341			
17						.352				
18	.313									
19										
20		.322								
21			.552							
22			.582							
C	1.300	1.246	1.101	1.035	0.876	0.733	0.571	0.512	0.395	

に関する能力と方向転換に関する能力が統合したものであると思われる。よって、「歩行と方向転換に関する調整力」と解釈した。

F7: 片足立ち, 両足立ちに高い負荷量を示しており, 「直立姿勢保持に関する調整力」と解釈した。

F8: V字バランスと連続横転に高い負荷量を示している。調整力中で, 最も未分化で, 解釈上, 最も難解な能力といえる。全身, 特に, 体幹を中心とした部位の調整を必要とする能力と思われる。よって, 「体幹に関する調整力」と解釈した。

F9: 前転のみに高い負荷量を示し, 調整力中で最も複雑度が低い因子と思われる。よって, 「前転に関する調整力」と解釈した。

以上, 各因子の貢献量をみると, ほぼ1.0を中心に, その差に大きな違いはみられない。これ

は, 前述のごとく, 幼児の調整力においては, 一つの共通した因子はないという考えを裏付けするものであり, 各テスト項目が, 各々独自の調整力を測定していると思われる。よって, テスト項目の選択は, 各能力因子ごとになされるべきである。

ただし, 体格測定項目は他の運動成就テストとは比較的独立した体格因子として抽出され, このことから体格と各運動パターンが密接に結びついた調整力はないと考えられる。よって, 体格因子を身長・体重以外の測定項目から推定することの意味はなく, 第3因子についての推定式は考えないことにする。

#### (2) テスト項目の選択

今日, 多変量解析の領域において, 説明変数の選択については, 重要な問題の一つになっている。本研究における因子の推定式のテスト項目の選択は, まさにこの問題と一致する。体育の領域

Table 6. Selected variables, multiple correlation coefficient and regression coefficient.

	variables	R	regression coefficients (H-score)
F 1	10, 11, 12, 13,	.66086	$2.4X_{10}+0.8X_{11}+0.06X_{12}+0.08X_{13}+37.1$
F 2	8, 9, 20,	.73722	$0.8X_8+0.3X_9+3.9X_{20}+21.7$
F 4	1, 6, 15,	.65161	$2.3X_1+3.8X_6+6.8X_{15}+32.0$
F 5	2, 3, 9, 16, 18,	.59306	$3.6X_2-0.4X_3+0.4X_9-0.3X_{16}+2.2X_{18}+27.1$
F 6	4, 12, 17,	.60828	$0.02X_4+0.2X_{12}+0.001X_{17}+42.7$
F 7	14, 16, 17,	.48287	$2.1X_{14}+0.7X_{16}+0.02X_{17}+38.7$
F 8	4, 7, 15, 17, 18,	.64048	$-0.03X_4+0.4X_7+0.9X_{15}+0.01X_{17}+0.3X_{18}+48.6$
F 9	5, 13, 15, 16, 17, 20,	.43127	$2.0X_5+0.2X_{13}+0.4X_{15}+2.3X_{16}-0.001X_{17}+1.0X_{20}+15.1$

(SF3 is omitted because of physical factor)

においても、この種の手法を用いた研究が数多くみられる。例えば、因子負荷量の大きいものを採用する方法<sup>27)</sup>、構造ベクトルを用いる方法<sup>18)</sup>、偏相関係数を用いる方法<sup>1)</sup>があるが、これらは、説明変数間の交互作用 (Interaction) を考慮するという点で十分とはいえない。

一般に、説明変数の選択方法は、次の様なものがある。

- 1) F検定による方法<sup>23), 24), 25), 29)</sup>
- 2) PSSによる方法<sup>23), 24), 29)</sup>
- 3) 自由度調整済み重相関係数を用いる方法<sup>23), 24), 25), 29)</sup>
- 4) MAIC方式を用いる方法<sup>25)</sup>
- 5) Cp基準を用いる方法<sup>25)</sup>

これらについて、佐和<sup>25)</sup>は、「いずれもそれなりの形式的合理性を背景にもっており、一概にどの基準が良いとか悪いとかを論ずることはできない。ともあれ、比較の対象となるモデルが包含関係にある場合、いずれの基準もF検定に帰着する。諸基準の差異は、つまるところ、有意点をどう選ぶかにかのみかわる」と述べている。本研究も佐和の立場をとる。

また、有意点についても多くの者が各々の立場から様々な値を主張している。例えば、佐和<sup>25)</sup>は、 $F=1.107$ 、小林<sup>9)</sup>は、 $F=1.70\sim 2.50$ 、柳井・高根、奥野ら<sup>23), 24), 29)</sup>は、 $F=2.0$ を主張している。しかし、いずれの有意点も経験的なものにすぎないが、本研究では柳井・高根、奥野らに従う事にした。

さらに変数の取り入れ方にも次の3種類がある<sup>9), 23), 24), 25), 29)</sup>。

- 1) 変数増加法
- 2) 変数減少法
- 3) 変数増減法

これらについて、小林<sup>9)</sup>は、「減少法はデータの中に多重共線性がある場合、全変量による重回帰(逆行列)は計算できない。また増加法は変量を取り入れたときには最も重要であったが、つづいて他の変量が入り入れられたときには、その役割は低下し実質上不必要となることもある」と述べている。本研究は、以上の点を考慮して増減法を用いた。さらに、奥野ら<sup>23), 24)</sup>は増減法の偏F値について、「同じループを繰り返さないためには、“変数を取り入れるF値(FIN)  $\geq$  変数を追い出すF値(FOUT)”でなければならない。」と主張している。増減法のFIN, FOUTについては奥野らに従った。

表6は、以上の考えに基づき選択されたテスト項目、重相関係数及び回帰係数である。ただし、中村ら<sup>20)</sup>と同様に指数に負の数がないように、H-scoreに変換してある。

中村ら<sup>20)</sup>は、因子スコア推定式を利用した組テストの妥当性を因子スコア推定式の重相関係数と考え、組テストの作成を試みている。この考えによれば本研究の組テストの妥当性は因子であらわされた能力領域のすべてに対して、十分高いとはいえないが、幼児を対象とする事による信頼度の低下を考えあわせると妥当性の低下も止むを得ない面があるといえよう。

また、9組テストに選択された変数の頻度を調べると、ステッピング・ストーン・テストが4、連続横転、両足立ちが3、目かくし直線歩行、膝



つき立ち(b), 平均台上方向転換, 両足とび, 起き上がりダッシュ, 片足立ちが2, その他は全て1となっている。つまり, ステッピング・ストーンテスト, 連続横転, 両足立ち等は, 平衡能に關与する調整力の多面的能力を測定していることになる。よって, もし測定計画上, 測定項目の選択がせまられる場合にも以上の3項目は不可欠な存在といえよう。

ただし, 以上の結果は前述の標本, 測定方法及び調整力の概念規定の範囲内で導かれ, かつ因子分析の一次的性格の作業仮説の下で成立するものである。

因子分析及び変数選択の演算は, すべて筆者自身のプログラムで, 筑波大学学術情報処理センターのACOS800にて行われた。

#### 4. 結論及び討論

前述の20項目のテスト項目及び身長・体重の計22項目から計算された相関行列に主因子解及びNormal Varimax回転を施した結果, 次の9因子が抽出された。

- 1) 跳躍と敏捷性に関する調整力
- 2) 起立姿勢保持に関する調整力
- 3) 体格因子
- 4) 回転に関する調整力
- 5) 跳躍中の姿勢保持に関する調整力
- 6) 歩行と方向転換に関する調整力
- 7) 直立姿勢保持に関する調整力
- 8) 体幹に関する調整力
- 9) 前転に関する調整力

以上の因子を推定するのに, 精度の高いテスト変数をF検定及び変数増減法を用いて選んだ組テストを作成すると次のようになる。(ただし, 因子の性質から第3因子は除く)

$$*SF1=2.4 \times_{10} + 0.8 \times_{11} + 0.06 \times_{12} + 0.08 \times_{13} + 37.1,$$

$$SF2=0.8 \times_8 + 0.3 \times_9 + 3.9 \times_{20} + 21.7,$$

$$SF4=2.3 \times_1 + 3.8 \times_6 + 6.8 \times_{15} + 32.0,$$

$$SF5=3.6 \times_5 - 0.4 \times_3 + 0.4 \times_9 - 0.3 \times_{16} + 2.2 \times_{18} + 27.1,$$

$$SF6=0.02 \times_4 + 0.2 \times_{12} + 0.001 \times_{17} + 42.7,$$

$$SF7=2.1 \times_{14} + 0.7 \times_{16} + 0.02 \times_{17} + 38.7,$$

$$SF8=-0.03 \times_4 + 0.4 \times_7 + 0.9 \times_{15} + 0.01 \times_{17} + 0.3 \times_{18} +$$

48.6,

$$SF9=2.0 \times_5 + 0.2 \times_{13} + 0.4 \times_{15} + 2.3 \times_{16} - 0.001 \times_{17} + 1.0 \times_{20} + 15.1,$$

(\*SF1……Score of Factor 1)

因子推定の妥当性を推定式の重相関係数と考えれば, 上の推定式は十分高いとはいいがたいが, 幼児を対象とする事による信頼度の低さから止むを得ないことのように思われる。また, 最も平衡能に關与する調整力を多面的に測定しているテスト項目としては, ステッピング・ストーン・テスト, 連続横転, 両足立ち等があげられる。

以上の結論は, 前述の標本, 測定方法, 概念規定の範囲内で導かれ, 因子の一次結合を作業仮説として認めた上で成り立つものである。

今後, 上の結論がより一般化されるためには, 運動経験及び生活環境が考慮された広範囲な標本についての研究が必要かと思われる。

#### 参考文献

- 1) 青山昌二「女子学生の1000m走の回帰分析」東京大学教養学部体育学紀要, 13: 29—32, 1979.
- 2) Cumbee, F.Z., M. Meyer and G. Peterson, "Factorial Analysis of Motor Co-ordination Variables for Third and Fourth Grade Girls", Res. Quart., 28: 100—108, 1957.
- 3) Cumbee, F.Z., "A Factorial Analysis of Motor Co-ordination," Res. Quart., 25: 412—28, 1954.
- 4) Gallahue, D.L., "Motor Development and Movement Experience For Young Children," John Wiley & Sons, inc. 1976. pp.129—50.
- 5) 猪飼道夫, 身体運動の生理学, 杏林書院, 1973. p.85.
- 6) 石河利寛「トレーニングの原理」猪飼道夫(編), 現代トレーニングの科学, 大修館, 1968. p.2.
- 7) 勝部篤美, 幼児体育の理論と実際, 杏林書院 1971. p.150.
- 8) 小林一敏「運動スキルのシステム論的考察」キネシオロジー研究会(編), 身体運動の科学—Ⅱ—身体運動のスキル, 1976. pp.39—60.
- 9) 小林龍一, 相関・回帰分析法入門, 日科技連, 1972. pp.171—96.
- 10) 松田岩男, 近藤充夫「幼児の運動能力検査に關す

- る研究」東京教育大学体育学部紀要, 7: 35—45, 1955.
- 11) 松井三雄, 松田岩男, 森岡大郎「幼児の運動能検査に関する研究」体育学研究, 1—9: 523—32, 1955.
- 12) 松井秀治, 勝部篤美, 梶田公子「調整力テスト作成に関する研究(1)幼児用調整力テストの検討」体育科学, 2: 290—99, 1974.
- 13) 松浦義行「大学生男子のための一般運動能テストの試案」体育学研究, 13—3: 215—23, 1969.
- 14) 松浦義行「調整力について」体育科学センター公開講演会概要, 4: 9—23, 1977.
- 15) 松浦義行「運動能力の階級的構造について—運動能力の系統樹—」体育学研究, 17—5: 297—307, 1973.
- 16) 松浦義行, 行動科学における因子分析法, 不味堂, 1972. pp. 391—414 .
- 17) 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, 21—4: 205—15, 1976.
- 18) 松浦義行, 中村栄太郎, 吉田愛子, 土井喬夫「バスケットボールプレイヤーの適性予測に関する研究」体育学研究, 19—2: 75—86, 1974.
- 19) 中村栄太郎, 松浦義行「敏捷性の組テストならびに指数の作成—高校生男子バスケットボール選手について—」体育学研究, 23—1: 35—45, 1978.
- 20) 中村栄太郎, 松浦義行「基礎運動能力組テストの作成と基礎運動能力指数—高校男子のための試案—」体育学研究, 14—4: 215—22, 1970.
- 21) 中村栄太郎, 松浦義行, 吉田愛子「基礎運動能力の組テストならびに指数の作成—高校女子について—」体育学研究, 17—2: 81—88, 1972.
- 22) Nicks, D.C. and Fleishman, E.A., "What does Physical Fitness Test Measure? A Review of Factor Analytic Studies," Educational and Psychological Measurement, 22—1: 77—94, 1962.
- 23) 奥野忠一, 芳賀敏郎, 矢島敬二, 奥野千恵子, 橋本茂司, 古河陽子, 繰多変量解析法, 日科技連, 1976. pp. 17—75.
- 24) 奥野忠一, 久米 均, 芳賀敏郎, 吉沢 正, 多変量解析法, 日科技連, 1971. pp. 135—52.
- 25) 佐和隆光, 回帰分析, 朝倉書店, 1977. pp. 53—59.
- 26) 高田典衛「子どものための教材づくり①」体育科教育, 12—4: 38—41, 1964.
- 27) 竹内一二美, 川畑愛義, 松浦義行「幼児のための運動能力組テストに関する研究」体育学研究, 13—1: 49—57, 1968.
- 28) 渡部和彦, 朝比奈一男「姿勢制御からみた調整力の研究 I 方法論」体育科学, 2: 273—77, 1974.
- 29) 柳井晴夫, 高根芳雄, 現代人の統計 多変量解析法, 朝倉書店, 1977. pp. 53—59.
- 30) 遊佐清有「バランステストの検討」体育の科学, 4: 254—55, 1974.