

柔軟性の階級的因子構造

——大学男子水泳選手——

出 村 慎 一 (筑波大学)

松 浦 義 行 (筑波大学)

田 中 喜 代 次 (筑波大学)

田 井 村 明 博 (筑波大学)

服 部 隆 (筑波大学)

ムハマッド・アンワル・

パサウ (筑波大学)

(昭和54年7月16日 受付)

Hierarchical Factorial Structure of Flexibility in College Male Swimmers

Shinichi Demura*

Yoshiyuki Matsuura*

Kiyoji Tanaka*

Akihiro Taimura*

Takashi Hattori*

Pasau M. Anwar*

Abstract

The purpose of this study was to examine a structure of flexibility in swimmers from the viewpoint of the factor analysis. Twenty-four test items which were based upon the hypothesis given by Nicks and Fleishman were selected and administered to the 153 college male swimmers. ROTOHIST technique developed by Zavara was applied to an unrotated factor pattern matrix produced by the principal factor solution, and then, the hierarchical factorial structure of flexibility was investigated.

As a result, 12 factors were extracted, which did explain more than 85 per cent of the total variance; and according to the aforementioned technique, two factors with the highest eigenvalues were rotated at first and interpreted. And then, each of the rest of the factors corresponding to the next highest eigenvalue was added in due order to the previously rotated factors and again interpreted. This procedure was thus repeated in the same manner until after the eleventh rotation. While the rotated factors were interpreted at each rotation level, they were synthesized and arranged also at the whole level. Eventually, the authors drew a tree diagram. The tree diagram shows that a general flexibility exists and it may part such two ability areas as static flexi-

* *University of Tsukuba, Institute of Health and Sports Sciences, Niihari-gun, Ibaraki, (305)*

bility and dynamic flexibility (i.e., swimming speed), just as Nicks and Fleishman hypothesized in their paper; however, the investigated structure of flexibility was somewhat different from theirs. That is, it was inferred that flexibility area of motor ability does not simply consist of some subdivided flexibility areas that were pointed out by Nicks and Fleishman, but of more complex domains that were subdivided and/or partly integrated as the degree of complexity of factors decreases.

(Shinichi Demura, Yoshiyuki Matsuura, Kiyoji Tanaka, Akihiro Taimura, Takashi Hattori, Pasau M. Anwar: Hierarchical Factorial Structure of Flexibility in College Male Swimmers. *Jap. J. Phys. Educ.*, Vol. 24, No. 3, Dec., pp. 217~226).

I. 緒 言

D.C. Nicks と E.A. Fleishman²⁷⁾ は、1962年に、それまでに発表された因子分析的な研究を総合・整理し、柔軟性の能力領域に図1に示すような階級的因子構造を仮定するのが妥当としている。

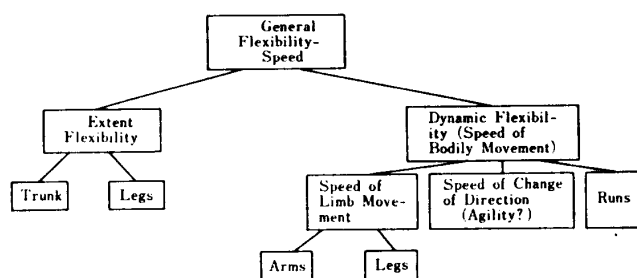


図1 柔軟性—スピード能力領域の階級的因子構造

このように、知能、体力、運動能力、筋力といった諸能力に階級的構造を仮定することの妥当性は、松浦²²⁾²³⁾²⁴⁾²⁵⁾、C. Burtをはじめ L.A. Larson と R.D. Yocom¹⁹⁾、H.H. Clarke⁵⁾、井上¹⁶⁾¹⁷⁾、松田²⁰⁾等によって主張されているが、この立場、すなわち、階級的因子モデルを採用し、能力の構造を検討しようとした研究は限られており、松浦²²⁾²³⁾²⁴⁾²⁵⁾、井上と松浦¹⁶⁾¹⁷⁾の筋力、運動能力に関する報告があるのみである。

柔軟性は各種運動の成就に程度の差こそあれ貢献しているものと考えられるが、水泳運動における柔軟性の必要性かつ重要性は、J.E. Counsilman⁷⁾⁸⁾⁹⁾、T.K. Cureton¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾をはじめ多くのコーチ・研究者たち¹⁴⁾¹⁸⁾²⁰⁾²¹⁾によって主張されている。また、G.L. Bester¹⁾をはじめ多くの人たち⁶⁾¹³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾¹⁸⁾によって、柔軟性の向上が水泳成績の向上をもたらしたという報告がなされている。

そこで、本研究では、階級的因子モデルの立場に立ち、水泳選手を対象として得られた資料を手がかりとして柔軟能力の因子構造を検討することにした。

II. 方 法

1. 標本

関東8大学の水泳チームから選ばれた153名の男子水泳選手で、いずれも3年以上の競技経験があった。平均年齢、身長、体重は各々20.1歳、171.4cm、65.8kgであった。

2. テスト変数

テスト項目は、D.C. Nicks と E.A. Fleishman²⁷⁾の仮説を作業仮説とし、妥当性、信頼性、実用性を考慮して選択した。

(1) 静的柔軟性

①体前屈、②体後屈、③体右側屈、④体左側屈、⑤体右捻転、⑥体左捻転、⑦肩前挙上、⑧肩後挙上、⑨肩側方挙上、⑩足首伸展、⑪足首屈曲、⑫股外転。

以上のテスト項目の内、①と②、③と④、⑤と⑥、⑦と⑧の和から、そして⑩と⑪の差からそれぞれ、⑬体前後可動性、⑭体側屈可動性、⑮体捻転可動性、⑯肩の前後挙可動性、⑰足首伸屈可動性が求められた。

(2) 動的柔軟性(スピード・敏捷性)

①25mクロール、②25mプレスト、③25m背泳、④25mバタフライ、⑤25mクロールプル、⑥25mクロールキック、⑦25mクロールプル数、⑧方向転換泳、⑨側方曲げ、⑩ペンドアンドトゥイストとタッチ、⑪タッピング、⑫ステッピング、⑬パーピーテスト。

表1 平均値・標準偏差・信頼性

変 量	単 位	平均 値	標準偏差	信 頼 性
1 体 前 屈	(度)	142.353	8.886	0.950
2 体 後 屈	(度)	76.516	9.898	0.946
3 体 右 側 屈	(度)	53.170	6.920	0.961
4 体 左 側 屈	(度)	54.216	6.610	0.955
5 体 右 捻 転	(度)	150.322	15.339	0.975
6 体 左 捻 転	(度)	150.559	15.526	0.950
7 足 首 伸 展	(度)	169.296	7.391	0.922
8 足 首 屈 曲	(度)	95.618	6.636	0.903
9 肩 前 拳 上	(度)	198.322	16.876	0.975
10 肩 後 拳 上	(度)	69.973	13.027	0.966
11 体 前 後 可 動 性	(度)	218.869	15.937	—
12 体 側 屈 可 動 性	(度)	107.386	13.093	—
13 体 捻 転 可 動 性	(度)	300.882	29.853	—
14 足 首 可 動 性	(度)	73.678	9.329	—
15 肩 前 後 拳 可 動 性	(度)	268.295	26.439	—
16 肩 側 方 拳 上	(度)	193.445	12.644	0.977
17 股 外 転	(度)	145.169	12.326	0.980
18 側 方 曲 げ	(回)	41.523	6.497	0.924
19 ベンドツイスト	(回)	18.132	1.972	0.876
20 タッピング	(回)	70.564	6.204	0.964
21 ステッピング	(回)	59.101	5.786	0.952
22 パービーテスト	(回)	6.735	0.640	0.887
23 方向転換泳	(秒)	21.254	2.741	0.940
24 25mクロール	(秒)	13.993	1.130	0.938
25 25m平泳	(秒)	18.682	1.717	0.973
26 25m背泳	(秒)	16.847	1.865	0.978
27 25mバタフライ	(秒)	15.547	2.512	0.966
28 25mクロールブル	(秒)	14.905	1.360	0.953
29 25mクロールキック	(秒)	20.714	3.170	0.993
30 25mクロールブル数	(回)	25.098	2.513	0.839

静的柔軟性は、すべて妥当性、信頼性が高いと報告されている角度法²⁸⁾を用いて測定がなされた。方向転換泳は、水中に一定の間隔に浮かべられた三つのボールのまわりを規定のコースに従ってできるだけ速く移動する際のタイムを測定した。25mクロールブル数は、25mをクロールのアームブルのみで全力で泳いだ際に要したブル数を測定値とした。

他のテストは一般的に行なわれているテスト方法に従って行なわれた。

以上のテスト変数の平均値、標準偏差、信頼性は表1に示してある。

(3) 分析法

柔軟能力の階級的因子構造を見出すために、A. Zavala²⁹⁾が考案したROTOHIST法を因子解法技術として用いることにした。それは以下の手順に従って行なわれた。

表2はテスト変量間の相関行列を作成したものであるが、まずこれに主因子解法を適用し、測定

値には誤差が含まれていることを見込んで、全分散の85%以上が説明される因子を抽出した。その結果、表3に示されているような因子が抽出された。次に、柔軟能力の系統樹を描くために、次のような方法で因子の回転が行なわれた。

①最大の固有値(最大の分散量)に対応する因子を考察する(表3の第1因子)。

②次に、第2番目に大きな固有値に対応する因子(表3の第1因子)を加えて、2個の因子をNormal Varimax法にて直交回転を行い、抽出された2因子を考察する。

③次に、上記の2個の因子に、表3の3番目に大きな固有値に対応する因子を加えて、3個の因子を②と同じ方法にて回転し、抽出された3因子を考察する。

以下、順次表3の固有値の大きいものから一つずつ因子を加えて回転し、各回の回転が完了することに因子を解釈していく。

因子数を順次増加させるということは、全分散の説明される量が増大することを意味するが、本研究では全分散の約85%が説明される12因子を抽出し、11回の回転を行い、得られた結果から柔軟能力の階級的構造を検討することにした。

III. 結果と考察

表3と4は、前節の分析法のところで述べたA. ZavalaのROTOHIST法を表2で示した相関行列に適用して得られた結果である。以下、各回転レベル毎に抽出された因子を解釈していく。

(1) 回転レベル1;

表3の最大の固有値(8.15)に対応する第1因子を考察すると、この因子の貢献度は27.2%で、因子負荷量はタッピング、ステッピング、パービーテスト以外のすべての変量と有意な相関を示している。したがって、この因子はこれらの変量の運動成就に程度の差こそあれ共通に関与する能力領域と考えることができる。かかる理由から、この因子は基礎的あるいは一般的柔軟因子と解釈することができるであろう。

(2) 回転レベル2;

(1)で考察した第1因子に表3の第2番目に大きな固有値に対応する因子、すなわち第2因子を加

表 3 回転前の因子負荷量及び貢献量・貢献度

変数	因子	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	共通性
1	体前屈	541	-295	053	-160	-046	-074	-319	552	107	068	012	008	379
2	体後屈	639	-400	066	-266	-067	-140	-164	147	-080	007	-026	080	568
3	体右側屈	557	-535	-344	-342	-036	-100	109	-263	-052	030	-035	-005	597
4	体左側屈	580	-516	-338	-295	006	-131	121	-266	-105	-042	069	-028	603
5	体右捻転	648	-025	571	150	-284	-159	208	-079	008	-067	116	001	421
6	体左捻転	696	-032	532	177	-223	-145	141	-064	021	-132	130	-073	485
7	足首伸屈	473	140	254	221	093	597	-039	-054	-429	-141	095	-101	243
8	足首屈曲	-243	096	237	076	-007	-209	-623	-317	-500	-226	-039	-095	068
9	肩前挙上	600	-228	-116	512	294	-010	-102	-152	129	-082	-152	063	412
10	肩後挙上	593	-170	-020	513	134	115	-041	022	-099	305	062	-054	381
11	体前後可動性	689	-407	070	-250	-066	-125	-281	402	015	041	-010	054	641
12	体側屈可動性	588	-543	-352	-330	-016	-119	119	-273	-081	-005	016	-017	640
13	体捻転可動性	693	-029	569	169	-260	-158	179	-073	015	-102	126	-033	480
14	足首可動性	562	058	064	-240	084	646	370	158	-045	025	109	-025	320
15	肩前後挙可動性	681	-230	-084	584	253	052	-086	-085	031	104	-064	011	517
16	肩側方挙上	599	-146	-168	485	164	136	032	044	-015	-065	-100	-059	380
17	股外転	392	-114	324	-162	-241	209	-250	-145	185	115	-383	252	167
18	側方曲げ	239	230	-105	-065	-401	149	-250	-094	509	-303	-019	-323	110
19	ベンドツイスト	394	-012	-482	102	-003	273	-175	008	172	-401	093	-122	155
20	タッピング	013	160	-348	296	-555	012	260	-049	-068	-141	-220	326	026
21	ステッピング	162	142	-326	104	-515	014	128	292	-398	-091	-366	-117	046
22	バービート	139	135	-220	175	-365	351	-396	-069	-086	179	352	363	038
23	方向転換泳	-494	-503	277	128	-010	119	116	131	-070	-080	-192	065	497
24	25mクロール	-579	-680	089	172	-085	104	037	111	-032	-074	091	-086	797
25	25m平泳	-348	-330	353	-233	127	315	-066	-256	167	-161	-140	-288	230
26	25m背泳	-614	-561	019	137	-129	010	084	-046	103	022	102	096	682
27	25mバタフライ	-604	-560	086	160	050	116	-049	090	-048	-082	-089	-147	678
28	25mクロールブル	-562	-661	097	104	-063	169	-001	061	-039	-191	-011	-076	752
29	25mクロールキック	-490	-347	-213	169	-359	-064	-019	031	-025	-022	429	-053	361
30	25mクロールブル数	-235	-197	071	-004	-430	227	-099	-262	061	569	-127	-392	094
貢献量		8.15	3.63	2.38	2.12	1.71	1.49	1.33	1.18	1.05	0.96	0.86	0.77	25.63
貢献度 (%)		27.2	12.1	7.9	7.1	5.7	4.9	4.4	4.0	3.5	3.2	2.8	2.6	85.4

注：小数点は除いてある

表 4 最大因子負荷量によって定義される因子

変数	回転レベル	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	体前屈	54	61 (1)	51 (1)	51 (1)	51 (1)	53 (1)	58 (1)	86 (8)	87 (8)	87 (8)	87 (8)	87 (8)
2	体後屈	64	75	63	67	67	70	74	60	59	60	61	60
3	体前後可動性	69	80	67	69	69	72	77	85	85	85	86	85
4	体右側屈	56	76	85	90	90	91	88	93 (1)	93 (1)	93 (1)	92 (1)	92 (1)
5	体左側屈	58	77	85	88	88	89	86	91	92	92	92	92
6	体側屈可動性	58	79	87	92	92	93	90	95	95	95	95	95
7	足首伸屈	24	-25	-32	-31	-31	-26	-71 (7)	-57 (6)	-94 (9)	-96 (9)	-96 (9)	-97 (9)
8	肩前挙上	60	62	58	73 (4)	83 (4)	83 (4)	84 (4)	85 (4)	85 (4)	83 (4)	86 (4)	85 (4)
9	肩後挙上	59	58	49	69	75	76	77	76	76	77	77	77
10	体前後可動性	69	69	62	81	91	91	92	92	92	93	93	93
11	肩側方挙上	60	57	55	72	76	78	76	77	77	76	78	77
12	ベンドツイスト	39	33	47	42	35 (1)	38	41	41	42	-60 (5)	-58 (5)	-62 (5)
13	股外転	39	39	49 (3)	48 (3)	54 (3)	46 (3)	42 (6)	-44 (5)	-46 (5)	40 (10)	60 (10)	72 (12)
14	体右捻転	65	54	84	84	88	89	91 (3)	91 (3)	91 (3)	92 (3)	92 (3)	92 (3)
15	体左捻転	70	59	84	84	85	86	86	86	86	88	89	89
16	体捻転可動性	69	58	86	87	89	90	91	92	92	92	93	93
17	足首可動性	56	42	38	38	42 (2)	82 (6)	75 (6)	92 (6)	78 (6)	78 (6)	79 (6)	79 (6)
18	足首伸屈	47	39 (2)	48	43 (2)	41	79	79	64	87	90	90	90
19	側方曲げ	24	33	34 (2)	34	-44 (5)	-46 (5)	-49 (5)	-52 (5)	-71 (5)	-79 (5)	-79 (5)	-85 (5)
20	バービート	14	19	26	27 (4)	-49	-55	-59	-66	-54	56 (10)	72 (11)	86 (11)
21	タッピング	01	14	-27 (3)	37	-72	-70	-66	70 (7)	67 (7)	68 (7)	73 (7)	74 (7)
22	ステッピング	16	21	31 (2)	26	-65	-63	-61	68	81	81	89	89
23	25m平泳	-35	-69 (1)	-57	-45 (2)	-45	-49 (2)	-49 (2)	-53	-54	-52	-48 (2)	-59 (12)
24	方向転換泳	-49	-70 (2)	-75	-74	-70 (2)	-73	-74	-75 (2)	-76 (2)	-76 (2)	-76	-75 (2)
25	25mクロール	-58	-89	-85	-90	-89	-90	-91	-91	-91	-91	-91	-92
26	25m背泳	-61	-81	-76	-80	-82	-79	-80	-80	-79	-78	-77	-77
27	25mバタフライ	-60	-81	-77	-81	-78	-80	-80	-80	-81	-81	-81	-82
28	25mクロールブル	-56	-86	-83	-86	-85	-88	-88	-88	-88	-91	-91	-91
29	25mクロールキック	-49	-57	-47 (3)	-53	-64	-56	-57	-57	-56	-55	-54	-56
30	25mクロールブル数	-24	-30	-30 (2)	-29	-39	-42	-41	-44 (5)	-44 (5)	-81 (10)	-77 (10)	-91 (10)

注1 ()内の番号は因子の番号を示す 注2 小数点は除いてある

子は体前屈・後屈及び体側屈等の変量に、第4因子は肩の前挙・後挙・側方挙上、等々の変量に高い負荷量を示していることから、両因子は各々の体前・後屈及び体側屈柔軟因子、肩の柔軟因子と解釈されるであろう。さらにまた、表4の3と4欄から、上記の両因子は、レベル3において体前・後屈、体側屈、及び肩の柔軟性因子と解釈された能力領域が分化して形成された能力領域であると推測される。

(5) 回転レベル5；

これまでと同様な手順によって群化された表4の5欄の5因子を解釈すると、第5因子以外の因子は、レベル4においてとほぼ同様な変量に高い負荷量を示していることから、第1、第2、第3及び第4因子は、レベル4の場合と同様に各々体前・後屈及び体側屈柔軟因子、泳スピード因子、体捻転柔軟因子、及び肩の柔軟因子と解釈されるであろう。第5因子はタッピング、ステッピング、パーピーテスト、側方曲げ、平泳等の四肢及び身体全体の運動スピードあるいは敏捷性を代表する変量に高い負荷量を示していることから、この因子は敏捷性因子と解釈するのが妥当であろう。また、この第5因子は表4の4と5欄から、レベル4において泳スピード、肩の柔軟性と解釈された能力領域から分化した能力領域が統合して形成された能力領域であると推測される。

(6) 回転レベル6；

これまでと同様な手順によって群化された表4の6欄の6因子を解釈すると、第6因子以外の因子は、レベル5においてとほぼ同様な変量に高い負荷量を示していることから、第1因子から第5因子までは、レベル5の場合と同様に各々体前・後屈及び体側屈柔軟因子、泳スピード因子、体捻転柔軟因子、肩の柔軟因子、及び敏捷性因子と解釈されるであろう。第6因子は足首伸展と可動性にのみ最大の負荷量を示していることから、この因子は足首伸展・可動柔軟因子と解釈されるであろう。また表4の5と6欄から、この第6因子はレベル5において泳スピード因子と解釈された能力領域から分化した能力領域であると推測される。

(7) 回転レベル7；

表4の7欄の群化された7因子を解釈すると、第7因子以外の因子はレベル6においてとほぼ同様な変量に高い負荷量を示していることから、第1から第6までの因子は、レベル6の場合と同様に各々体前・後屈及び体側屈柔軟因子、泳スピード因子、体捻転柔軟因子、肩の柔軟因子、敏捷性因子、及び足首伸展・可動柔軟因子と解釈してよいであろう。第7因子は足首屈曲にのみ最大の負荷量を示していることから、この因子は足首屈曲柔軟因子と解釈されるであろう。さらにまた、表4の6と7欄から、この因子はレベル6において体前・後屈及び体側屈柔軟性と解釈された能力領域から分化して形成された能力領域と推測される。

(8) 回転レベル8；

表4の8欄の群化された8因子を解釈すると、第2、第3及び第4因子は、各々レベル7においてとほぼ同様な変量に高い負荷量を示していることから、レベル7の場合と同様に各々泳スピード因子、体捻転柔軟因子、肩の柔軟因子と解釈されるであろう。第1因子は体側屈を、第8因子は体前・後屈をそれぞれ代表する変量に高い負荷量を示していることから、第1及び第8の両因子は各々体側屈柔軟因子、体前・後屈柔軟因子と解釈されるであろう。また表4の7と8欄からここで解釈された上記の両因子は、レベル7において体前・後屈及び体側屈柔軟因子と解釈された能力領域が分化して形成された能力領域であろうと推測される。一方、第5因子はパーピーテスト、側方曲げ、プル数等の体及び上肢運動のスピードあるいは敏捷性が関与した変量に、また第7因子はタッピング、ステッピング等の四肢運動の敏捷性が関与した変量に高い負荷量を示していることから、上記の両因子は各々体及び上肢運動の敏捷性因子、四肢運動の敏捷性因子と解釈されるであろう。さらにまた、表4の7と8欄からここで解釈された両因子はレベル7において敏捷性因子と解釈された能力領域が分化し、それに泳スピード能力と解釈された能力領域から一部、分化した能力領域が統合して形成された能力領域であろうと推測される。また、第6因子は、足首可動性・伸展・屈曲等の足首の柔軟性に関する変量に高い負荷量を示していることから、この因子は足首柔軟因

子と解釈されるであろう。さらに、表4の7と8欄から、この能力領域はレベル7において足首屈曲柔軟性、足首伸展・可動柔軟性と解釈された能力領域が統合して形成された能力領域であると推測される。

(9) 回転レベル9;

表4の9欄の群化された9因子を解釈すると、第6と第9因子以外の因子はレベル8においてと同様な変量に高い負荷量を示していることから、第1, 第2, 第3, 第4, 第5, 第7及び第8因子はレベル8の場合と同様に、各々体側屈柔軟因子、泳スピード因子、体捻転柔軟因子、肩の柔軟因子、体及び上肢運動の敏捷性、四肢運動の敏捷性因子、及び体前・後屈柔軟因子と解釈されるであろう。また第6因子は足首伸展・可動性に、第9因子は足首屈曲に高い負荷量を示していることから、両因子は各々足首伸展・可動柔軟因子、足首屈曲柔軟因子と解釈されるであろう。しかし、これらの因子は、表4の7, 8及び9欄からみてレベル8においていったん統合し、足首柔軟性と解釈された能力領域が再び分化して形成された能力領域であると推測される。

(10) 回転レベル10;

これまでと同様な手順によって群化された表4の10欄の10因子を解釈すると、第5因子及び第10因子以外、いずれの因子もレベル9においてとほぼ同様な変量に高い負荷量を示していることから、第1, 第2, 第3, 第4, 第6, 第7, 第8及び第9因子はレベル9の場合と同様に各々体側屈柔軟因子、泳スピード因子、体捻転柔軟因子、肩の柔軟因子、足首伸展・可動柔軟因子、四肢運動の敏捷性因子、体前・後屈柔軟因子、及び足首屈曲柔軟因子と解釈されるであろう。第5因子は側方曲げとベンドアンドツイストに、また第10因子はプル数とバーピーテストに高い負荷量を示していることから、両因子は各々軀幹及び上肢運動の敏捷性因子、体及び上肢運動のスピード因子と解釈されるであろう。さらに、ここで解釈された上肢運動のスピードはレベル9において体及び上肢運動の敏捷性と解釈された能力領域が分化して形成され、軀幹及び上肢運動の敏捷性は、分化した他の能力領域にレベル9において肩の柔軟性と

解釈された能力領域から分化した能力領域が統合して形成された能力領域であろうと推測される。

(11) 回転レベル11;

これまでと同様にして群化された表4の11欄の11因子を解釈すると、第10因子と第11因子以外の因子は各々レベル10においてとほぼ同様な変量に高い負荷量を示していることから、第1因子から第9因子まではレベル9の場合と同様に各々体側屈柔軟因子、泳スピード因子、体捻転柔軟因子、肩の柔軟因子、軀幹及び上肢運動の敏捷性因子、足首伸展・可動柔軟因子、四肢運動の敏捷性因子、体前・後屈柔軟因子、及び足首屈曲柔軟因子と解釈されるであろう。第11因子はバーピーテストにのみ最大の因子負荷量を示していることから、この因子は体運動の敏捷性因子と解釈されるであろう。第10因子はプル数と股外転に高い負荷量を示していることから、この因子は上肢運動のスピード及び開脚柔軟因子と解釈されであろう。また、表4の10と11欄から、上記の両能力領域はレベル10において上肢運動のスピードと解釈された能力領域が分化して形成された能力領域であろうと推測される。

(12) 回転レベル12;

これまでと同様な手順によって群化された表4の12欄の12因子を解釈すると、第10因子及び第12因子以外の各因子は各々レベル11においてほぼ同様な変量に高い負荷量を示していることから、レベル11の場合と同様に各因子は番号の小さいものから順番に各々体側屈柔軟因子、泳スピード因子、体捻転柔軟因子、肩の柔軟因子、軀幹及び上肢運動の敏捷性因子、足首伸展・可動柔軟因子、四肢運動の敏捷性因子、体前・後屈柔軟因子、足首屈曲柔軟因子、及び体運動の敏捷性因子と解釈されるであろう。一方、第10因子はプル数に高い負荷量を示していることから、この因子は上肢運動のスピード因子と解釈されるであろう。第12因子は股外転と平泳に高い負荷量を示している。しかし、負荷量は前者の方が高く、平泳は脚による推進力の方が腕による推進力より大な唯一の泳法であり、しかも両脚を同時に後方に開いてキックするという特徴があることから、ここで平泳という変量によって定義される能力領域は泳スピード

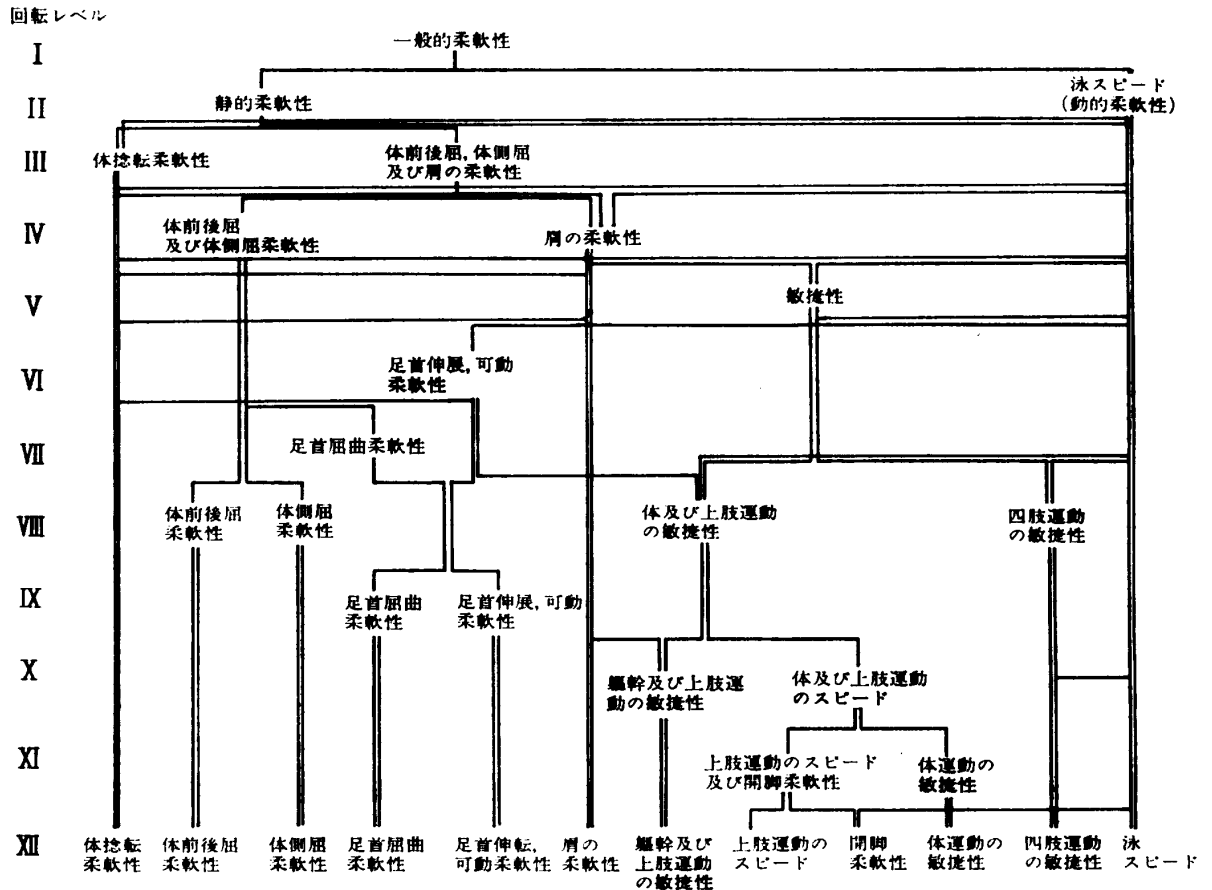


図2 柔軟性の系統樹

という能力領域よりもむしろ股外転が定義する能力領域と共通な能力領域を定義していると考えられる。したがって、この因子は開脚柔軟因子と解釈してよいであろう。また、表4の11と12欄から、ここで解釈された上腕運動のスピードと開脚柔軟性の能力領域は、レベル11において上腕運動のスピード及び開脚柔軟性と解釈された能力領域が分化して形成された能力領域であろうと推測される。

以上、各回転レベルにおいて解釈された能力領域を総合・整理し、系統図に描くと図2に示した通りになる。図1と図2の比較から、一般的柔軟性というものが存在し、それが静的柔軟性と動的柔軟性(身体運動のスピード)の2能力領域に分化すると仮定したところまでは D.C. Nicks と E. A. Fleishman の仮説と今回の結果とは一致しているが、それ以下のレベルでは異なった様相をしている。すなわち、彼らが仮説したように単に能力領域がいくつかの単純で具体的な小能力領域に分化していくというのではなく、複雑な分化・

統合の過程を経てより単純で具体的な能力領域へと分化していくものと推測される。また、図からのみ見ると、体捻転柔軟性の能力領域はレベル3から12まで同様に解釈されている。しかし、因子の複雑度はその因子を定義する変数数の大小によって決定されるので、この観点から表4を見ると、この体捻転柔軟性の能力領域はレベル3では8変数によって定義され、レベル4では5変数によって、レベル5と6では4変数によって、さらにレベル7以下では3変数によってと次第に少ない変数によって定義されている。したがって、レベル3から12まで解釈された能力名は同じであっても定義された能力領域そのものは、レベルが進むに従い、より単純で具体的な能力へと変化していくものと推測される。

IV. ま と め

以上、階級的因子モデルの立場に立ち、D.C. Nicks と E.A. Fleishman の仮説を作業仮説として選択した柔軟性のテスト項目を、柔軟性がその

運動成就に重要な役割を果していると考えられる大学男子水泳選手に実施した。そして30×30の変量からなる相関行列に、主因子解法を適用し、全分散の85%以上を説明する12因子を抽出し、ROTOHIST法を適用して因子を一つずつ増やし、順次 Normal Varimax法にて直交回転を行ない、抽出された因子を各回転レベルで解釈及び考察し、その結果を総合・整理して柔軟能力の系統樹図を描き、柔軟能力の階級的因子構造を検討した。

今回の結果と D.C. Nicks と E.A. Fleishman の仮説とは、一般的柔軟性が存在し、それが静的柔軟性と動的柔軟性の能力領域に分化するところまでは一致するが、それ以下のレベルでは異なった構造をしていると推測された。すなわち、単に能力領域が分化して単純な能力領域に達するのではなく、複雑な分化・統合の過程を経て、より具体的で単純な能力へと分化していくものと推測された。また、低次レベルで独立した能力領域（例えば、体捻転柔軟性）が形成され、高次レベルまで（解釈された）能力名は同じであっても、その能力自体はより単純で具体的な能力へと変化しているものと推測された。

以上の推論は、階級的因子モデルの立場に立ち D.C. Nicks と E.A. Fleishman の仮説を作業仮説として選択したテスト項目を、大学男子水泳選手に対して実施し、得られた資料に因子解法技術としてROTOHIST法を適用した結果得られたものである。したがって、本研究における推論は上記の標本、テスト項目、分析法、等々の限界内で行なわれたものであるということを認識しておくべきであろう。

文 献

- 1) Bester, G.L., "The Effects of an Isometric Weight Training Program on Speed in Three Competitive Strokes in College Swimming," Doctoral Dissertation, Univ. of Arkansas, 1972.
- 2) Burt, C., "Subdivided Factors," *British J. of Psychology (Statistical Section)*, 2 : 41—63, 1949.
- 3) Burt, C., "Alternative Methods of Factors Analysis," *British J. of Psychology (Statistical Section)*, 2 : 98—121, 1949.
- 4) Burt, C., "Group Factors Analysis," *British J. of Psychology (Statistical Section)*, 3 : 40—75, 1950.
- 5) Clarke, H.H., *Application of Measurement to Health and Physical Education*, 4th. Prentice-Hall, Inc., 1950. p.202.
- 6) Collins, P.A., "A Film Analysis of Selected Swimming Strokes Kicks," Doctoral Dissertation, The Univ. of Iowa, 1968.
- 7) Counsilman, J.E., "They of the Flutter Kick," *Beach and Poo*, 6 : 12, 1949.
- 8) Counsilman, J.E., *The Science of Swimming*, Prentice Hall, Inc., 1968, pp.204, and 308.
- 9) Counsilman, J. E., *Competitive Swimming Manual for Coaches and Swimmers*, Counsilman Co. Inc., 1977, pp.125—30.
- 10) Cureton, T.K., "Mechanics and Kinesiology of Swimming (the Crawl Flutter Kick)," *Res. Quart.*, 1—4 : 87—121, 1930.
- 11) Cureton, T.K., "Flexibility as an Aspect of Physical Fitness," *Res. Quart.*, 12—3 : 381—91, 1941.
- 12) Cureton, T.K., *Physical Fitness Champion Athletes*, Univ. of Illinois Press, 1951, pp. 11—60.
- 13) Dickson, C.A., "The Effects of Swimming Instructional Method on Selected Aspects of Physical Fitness," Doctoral Dissertation, Texas Univ. 1971.
- 14) Healey, J., "A Competitive Study to Determine the Relationship between Planter Flexion at the Ankle Joint and Success in Selected Skilled in Swimming," Doctoral Dissertation, Univ. of Utah, 1970.
- 15) Hillard, J.E., "The Effects of Vertical and Horizontal Kicking Practice in Intermediate Swimming on Water Propulsion and Selected Measures of Physical Performance," Doctoral Dissertation, Univ. of Utah, 1972.
- 16) 井上フミ・松浦義行「発育に伴う運動能力因子構造の変化について（運動能力系統樹）」*体育学研究*, 21—1 : 21—37, 1976.
- 17) 井上フミ・松浦義行「Performance Testによって測定される能力領域の検討」*体育学研究* 23—3 : 215

- 29, 1978.
- 18) Jorndt, G.T., "The Effects of Exercise on Ankle Flexibility and on Three Swimming Kicks," Doctoral Dissertation, Univ. of Utah, 1973, p.1.
- 19) Larson, L.A. and Yocom, R.D., *Measurement and Evaluation in Physical Education, Health, and Recreation*, St. Louis, The C.V. Mosby. Co. 1951.
- 20) Lawther, J.D., "Flexibility tor What," *J. of Health, Physical Education and Recreation*, 27, 23, 1956.
- 21) Lewin, G., *Schwin Sport*, Sportverlag Berlin, 1974. pp.19 and 136.
- 22) 松浦義行「筋力の階級的因子の測定」*体育学研究* 11—4 : 196—202, 1967.
- 23) 松浦義行「筋力の階級的因子構造」*体育学研究* 12—1 : 17—23, 1967.
- 24) 松浦義行「運動能力の階級的構造について (運動能力系統樹)」*体育学研究* 17—5 : 297—307, 1973.
- 25) 松浦義行, *運動能力の因子構造*, 不昧堂, 1969.
- 26) 松田岩男・小野三嗣, *スポーツマンの体力測定*, 大修館, 1974.
- 27) Nicks, D.C. and Fleishman, E.A., "Whatdoes Physical Fitness Test Measure? A Review of Factor Analytic Studies," *Educational and Psychological Measurement*," 22—1 : 77—95, 1962.
- 28) 大山良徳, *体力づくりと身体柔軟性*, 不昧堂, 1974, pp. 224~56.
- 29) Zavala, A., "Determining the Hierarchical Structure of a Multidimensional Body of Information," *Perceptonal and Motor Skills*, 32 : 732—46, 1971.