



学習過程に働く知覚の因子分析的研究： 知覚能力因子の研究

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 北海道学芸大学 公開日: 2012-11-07 キーワード: 作成者: 福島, 正治 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.32150/00000208

学習過程に働く知覚の因子分析的研究*

—知覚能力因子の研究—

福 島 正 治

北海道学藝大学岩見沢分校心理学研究室

Masaji FUKUSHIMA : A Factorial study of Perception
Working in the Process of Learning
—A Study of Perceptual Ability Factors—

目 次

I 問 題	V 学力に対する知覚因子
II 實 験	の鑑別性
III 知覚因子の決定	VI 考 察
IV 各個人の知覚因子評定	VII 要 約

I 問 題

因子分析法は、人間能力の解明という動機から生れたものであるだけに、能力の分析に最も力が注がれてきた。今、R. B. Cattell によつて、能力を、大まかに分類するならば、(1) 一般能力、(2) 言語能力、(3) 機械的能力、(3) 空間能力、(4) 知覚能力、(5) 器用さ、(6) 数的能力、(7) 演繹的能力、又は推理能力、(8) 帰納的能力、又は一般化能力、(9) 音楽能力、(10) 描画能力、(11) 記憶、又は把持能力、(12) 藝術鑑賞力、等をあげることができる(1, p. 407~411)。この中厳密な実験操作が比較的可能なものは、知覚の部面である。

L. L. Thurstone は、知覚の因子分析的研究を行い、(1) 完結性、(2) 錯視、(3) 知覚反応速度、(4)、知覚の交替、(5) 知覚の柔軟性、(6) 知覚速度、(7) 一般能力、(8) 形対色の知覚、(9) 判断速度、(10) Rorschach 因子の10因子を見出している(14)。この中、主要なものは、(1) で、比較的、体制化されていない図形を、まともある図形として知覚する因子である。次に(5)の因子で、錯綜した図形を操作し、完結性の

因子を破壊して、新しい図形を構成する因子である。これは問題解決、推理を要する作業に最も関連が深い。錯視の因子も、明確に存在しているが、primary ability である P 因子には、関係が少い。光及び音に対する反応時間、及び、視野交替の動搖因子、二つの速度因子なども、明確に見出されている。然し、(8)の色対形いづれを優勢にとるかの因子は、疑問な所が多く、明確な因子として認められなかつた。尙 Thurstone は、読みの優れた者と劣つた者との間に、知覚因子得点の型に差があることを暗示している。然し、これ等因子が、教育的職業的能力、又は、パーソナリティと重要な関係があるかどうかについて、多くの疑問が持たれている。

M. D. Vernon は、同様知覚の研究を行い、因子が、二つの主要な型に分れることを示した。第一のものは、形態の細部を、速く弁別する面であり、第二のものは、形態の類化、及び意味の理解の面である。これが先にあげた、Thurstone の知覚因子と、どんな対応をなしているのか明らかではないが、前者は、primary ability の知覚因子 P と非常に類似し、後者は、一般因子 *g* 及び S 因子と高い相関を持つていと言ふ(16, p. 90)。この空間因子 S は El Koussy によつて研究され始めたことから、*k* 因子と呼ばれている。

*本研究は、昭和27年度、28年度文部省科学研究助成補助金による研究である。

学習過程に働く知覚因子分析的研究

最近 W. S. Zimmerman は Thurstone の P. M. A. テストを取り上げ、rotation を更に続行して、不明瞭のまま残しておいた因子を明らかにしている (17)。すなわち S, P, N, V, M, W, I 又は R, D の諸因子以外の残された因子として、分類因子、関係についての教育因子、visualization の因子、観察された関係を記憶する因子があり、W 因子は、文字の流暢さと、語の流暢さに分れ、Thurstone の13因子が再解釈された。こゝに於て、知覚に関する因子は、空間関係の S 因子、知覚速度の P 因子、及び、visualization 因子の3つである。S 因子は、対象の位置に自己の方向を操り、感入的に対象を把握する能力に関係するが、Vi 因子は、より複雑な刺激にあつて、その空間関係を、ありありと心に、描き得る能力に関係する。

能力の諸因子が、学習過程にはたらくことは、論をまたないが、この方面の研究は、学習結果の指標としての成績と関係ずけて行われて来た。この関係については、Vernon が多くの研究結果から、図表化している (16, p. 47)。然し、知覚因子は、k 因子として取扱われており、又、その領域の体系的な研究は少い。

本研究は、P. M. A. の知覚能力因子に、Thurstone の完結性因子、柔軟性因子、錯視因子を含めて、これ等諸因子を次の項目によつて吟味しようとする。

- (1) P. M. A. の知覚因子と、完結性因子及び、柔軟性因子とは、如何なる関係にあるか。
- (2) 知覚能力因子として、基本的なものは何か。
- (3) 錯視因子は、Thurstone の求めたように、独立因子か。他の学習能力に関係ないものかどうか。
- (4) 一般に、知覚能力因子は、学習結果としての成績をどの程度鑑別し得るものか。
- (5) M 因子は、刺激の視覚像を把持する能力に関係するから、知覚因子と関係するものかどうか。

尙、従来、rotation の方法について、論議のある所で、Thurstone は simple axes を、K. J. Holzinger は primary axes をとつている。この二つの関係は、C. W. Harris によつて明らかにされ、独自の解法も考えられている (4, 5, 6, 7)。この中、primary axes をとり、これと、他の研究からの factor loading とを比較し、因子の検証を行うことによつて、因子の恒常性を検討したい。

II 実 験

Thurstone の研究 (13, 14)、及び以前からの研究を中心に、次の20のテストを選び、岩見沢市光陵中学校 2 年生150名を対象に、昭和27年10月から11にかけて実

施した。テスト内容と、その結果は次の通りである。

(1), (2) Gottschaldt 図形A, B こゝでは、Thurstone の行つたと同様、Gottschaldt の図形をすべて取入れた。これは、一つの Gestalt を破壊して、他の gestalt を構成しなければならない。複雑なもの、簡単なものに分け、A, B とした。時間は、A には2分、B には6分である。

Score	33	30	27	24	21	18	15	12	9	6	計
	31	28	25	22	19	16	13	10	7	4	
f	3	9	12	12	13	20	13	9	10	3	104

Score	15	13	11	9	7	5	3	1	計
	14	12	10	8	6	4	2	0	
f	1	7	13	18	17	25	18	5	104

(3) Gestalt 完成 これは完結性の速さを見るテストである。R. E. Street によると、言語テストとは、殆んど相関がなく、3年、6年、高校生の中に、有意な差は、見出し得なかつたというから (14)、児童期の初期に成熟してしまう知覚因子を含んでいると思われる。Street のものとは別に、24の図形を作製し、4分間に完成し得た数をもつて得点とした。

Score	23	22	20	18	16	14	12	10	8	6	4	計
		21	19	17	15	13	11	9	7	5	4	
f	1	0	0	2	6	16	31	20	27	18	1	122

(4) 名称比較 現今、多くの知能テスト、或は、適性検査に用いられているものである。こゝでは、労働省職業適性検査中の150の名称比較を行わせた。得点は、正答から誤答を引いたものである。時間は4分。

Score	76	71	66	61	56	51	46	41	36	31	26	計
	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	
f	1	2	7	13	17	23	27	13	12	3	2	120

(5) Dotted Outline A 一見、ばらばらの関連のない組織に見えるが、完結の瞬間、それは意味ある明瞭な統体となつてあらわれてくる。1, 2, 3 などのテストもこれに関係ある。こゝでは、平面図形を、いくつかの点によつて與え、標準刺激として、一つの平面図形を見せ、どの点図形が、その平面に完結するかを見させる。混乱した事態から、一定の形態を抽出させる。時間は、2分30秒。

Score	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	計
f	1	3	12	10	18	17	24	17	9	5	4	1	121

(6) 位置関係の把握 青少年用古賀式知能検査 4 のテストを用いた。色々な方向に位置の変つている図形を、再認する能力を必要とする。16の図形セットからなり、時間は5分30秒をかけた。

Score	37	33	29	25	21	17	13	9	5	0	-4	計
	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
f	3	4	6	11	12	13	17	16	15	15	9	121

(7) Form Board 労働省職業適性検査E部に準じて作製した20セットの図形である。時間は3分30秒。

Score	18	16	14	12	10	8	6	4	2	計
	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
f	3	9	20	12	26	26	16	5	2	119

(8) 三次元空間 立方体図形をいくつか提示し、その中、一つの展開図を示して、照合させる。14の図形からなり、2分間の正答数をもつて得点とする。

Score	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	計
f	2	6	9	17	15	22	17	14	15	8	3	3	121

(9) Dotted Outline B A と違つて、唯、点のみを興え、自由に文字又は数字を完結させるのである。時間は2分間で、図形は24ある。

Score	21	19	17	15	13	11	9	7	5	3	計
	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
f	3	2	8	11	28	22	19	16	9	3	121

(10) Mutilated Word 文字を数箇所切断して、その文字を完結させようとするものである。24の図形で、時間は2分を興えた。この時間内に完結し得た文字数をもつて得点とした。

Score	21	19	17	15	13	11	9	7	5	計
	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
f	5	6	16	27	26	25	13	2	1	121

(11) 言語再生 24の単語を3分間提示する。1分後、100の単語表の中から、先に見た単語を見出させる。再生し得た単語数を得点とした。

Score	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	計
f	4	2	15	8	16	20	18	11	13	8	2	2	1	120

(12) 数字再生 11と同様な方法で、単語に代るに数字をもつてした。

Score	23	21	19	17	15	13	11	9	7	5	3	1	計
	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
f	1	1	2	4	11	15	13	21	26	14	10	3	121

(13) 図形の照合 青少年用古賀式知能テスト7を用いた。複雑な図形の中から、標準となる一定の形を引出させる。時間は5分。

Score	15	13	11	9	7	5	3	1	計
	?	?	?	?	?	?	?	?	
f	3	9	12	26	36	22	12	2	122

(14) 加算 一位数の加算能力を見た。これは加算に基本的な知覚因子が含まれているか否かを見ようとしたのである。3分間に於ける加算数を以つて得点とする。

Score	161	146	131	116	101	86	71	56	41	26	11	0	計
	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
f	1	2	2	12	9	16	17	23	20	13	6	1	122

(15) 黙読 簡単な文章を全部平仮名で読ませ、それに句読点をつけさせることによつて、黙読の速度を見ようとした。3分間に読んだ文節の数を得点とした。

Score	18	16	14	12	10	8	6	4	計
	?	?	?	?	?	?	?	?	
f	12	20	26	17	20	12	11	4	122

(16) Müller Lyer の錯視 以下5つは錯視図に関するもので、Thurstone の用いたものである。7×10 1/2吋の大きさのカードをすべてに用いた。各水平線の長さは10cm で、10枚の異つた図を用意する。各2mm ずつ右側の長さが異つている。すなわち右側は、48mm~66mm の間の長さを取る。2回くり返して提示するので、実際の長さでは、2枚だけ右側が短いことになる。得点は右側が長いという反應数をもつてしたので、得点が低い程、大きな錯視量をもつことになる。

Score	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	計
f	1	1	1	9	28	26	25	15	11	1	118

(17) Sanders の錯視 大きい方の平行四辺形の長さが1/8吋ずつ異つている15枚のカードを用意した。二つの対角線の中、右の対角線が長いと判断した数をもつて得点とした。得点の低いほど、錯視量は大となる。

Score	19	17	15	13	11	9	7	5	3	1	計
	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
f	1	15	12	20	25	22	13	8	8	4	118

学習過程に働く知覚の因子分析的研究

(18) Poggendorff の錯視 上下の斜線間の距離が、 $1/32$ 時から $1/2$ 時まで変化して行くように 23 枚の図を用意する。右側の斜線が、左側より高すぎると判断した数をもつて得点とした。得点の高い程錯視量は大きい。

Score	22	21	19	17	15	13	11	9	7		計
	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
	20	18	16	14	12	10	8	6			
f	1	2	13	21	33	29	12	6	1		118

(19) Titchener の錯視 中心円の比較を行わせたのであるが、右側の円の直径は、11mm から $16\frac{1}{2}$ mm まで異つた図が 12 枚用意されてある。2 回提示する。右側の中心円の大きいのは 4 枚だけである。右側の円が大きいと判断した数をもつて得点とする。高い得点は、大きな錯視量を示す。

Score	24	22	20	18	16	14	12	10	8	6		計
	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
	23	21	19	17	15	13	11	9	7	5		
f	3	3	11	21	41	27	9	1	1	1		118

(20) Ehrenstein の錯視 正方形の縦の両辺を比較させるのであるが、右側の辺の長さは、 $1\frac{10}{32}$ 時から $1\frac{20}{32}$ 時の間にあつて、12 枚の異つた図が示される。2 回提示すると、右側の線は実際に 19 枚長いことになる。右側が長いと判定した数をもつて得点とするから、得点の低い程、錯視量は大である。

Score	18	17	15	13	11	9	7	5		計
	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
	16	14	12	10	8	6				
f	0	3	9	16	24	38	24	2		118

以上 20 のテストによつて知覚能力因子の分析を行つたのであるが、これが学力とどんな関係にあるかを見るため、国語と数学について、次のテストを実施した。

(1) 比較的簡単な機械的計算、1 回 5 分、14 回実施した。

(2) 複雑な計算 分数、小数を含む複雑な計算で、1 回 5 分、16 回実施した。

(3) 空間関係を含む数的問題、幾何図形に関する問題であつて、1 回 5 分 8 回行う。

(4) 空間関係を含む複雑な数的問題、(3) と同じ様式で行つた。

(5) 読字力 短文を與えて、漢字の読みをテストした。1 回 5 分 4 回である。

(6) 文章理解 客観テストの形式で文章理解を調べた。1 回 10 分あて、4 回実施した。

これらテストは、すべて回数を 20 回まで行う予定であ

つたが、実際には困難となり、一定にすることができなくなつた。

(7) 知能テスト 田中 B 式知能検査によつた。

この学力テストを整理し、1 と 2、3 と 4 を合計し、5 つの項目に分け、それぞれ、最も明確に、上位群と下位群に分れる個人を選定した。そのため、(1) 成績が恒常であつて、大きな動搖のないもの、(2) 上位又は下位に比較的得点が近接し、次の段階と大きな開きが出ている点を境界とする基準を立てた。これによつて選ばれた個人の得点は第 1 表にある。各項目毎、個人は異つている。

第 1 表

		I 読 字	II 文 理 の 解	III 計 算	IV 関 空 係 間	V 知 能
上 位 群	1	65	20	48	20	58
	2	58	21	48	25	58
	3	66	22	49	24	56
	4	50	23	55	21	60
	5	58	22	51	20	66
	6	50	24	62	23	57
	7	52	22	49	23	56
	8	53	22	58		57
	9		24	55		
	10		23			
		8	10	9	7	8人
下 位 群	1	18	12	13	4	32
	2	18	4	10	3	33
	3	4	9	10	3	26
	4	19	4	11	3	23
	5	7	7	14	2	30
	6	18	9	4	0	22
	7	14	11	8	4	36
	8	14		4	4	
	9	13		15	0	
	10				3	
	11				1	
		9	7	9	11	7人

III 知覚因子の決定

J. P. Guilford は、因子分析について多くの注意を與えているが、現在の解法では、相関は直線回帰になることが必要である。従つて、頻数分配は大體 unimodal であることが、この解法を進めて行く上に安全である(3)。20 のテストは、この条件をみたしていると言える。これ

らテスト間の偏差積法による相関行列は第2表の左斜下 である。
 半分に示されている。16, 17, 20 の行列は符号を変えて

第 2 表
 Correlation Matrix R, Residual Matrix

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	-16	-17	18	19	-20
1		148	-017	-089	052	-042	-067	099	-029	-100	059	077	-022	023	-059	-043	-003	-060	039	-051
2	742		015	-010	-108	050	-013	-024	-057	-151	002	072	-044	-009	042	-069	-008	-004	-122	071
3	352	371		109	-100	-025	010	-072	-008	043	-031	041	-001	085	-010	-061	-047	-071	045	111
4	310	313	242		-027	-022	-082	-150	-101	013	-024	-057	-034	156	042	084	094	-050	-013	-037
5	609	347	088	375		-017	042	102	-025	150	026	-089	144	-230	-052	049	100	-069	-047	031
6	390	425	236	239	329		044	-003	-027	009	025	-046	-121	-000	073	065	005	-034	-015	017
7	471	435	209	291	562	397		070	118	-030	-010	024	-000	-048	044	-031	-076	032	181	-030
8	487	283	023	152	513	243	316		081	-064	050	-034	002	-006	-085	-001	-068	001	069	-081
9	290	249	296	016	137	198	289	165		022	001	-053	065	008	-055	016	008	085	-023	-022
10	250	168	275	184	401	242	237	102	222		-088	017	-045	-061	065	044	105	-037	051	-111
11	046	-040	-057	046	068	156	079	117	-021	-085		059	044	007	-078	043	021	-013	054	-002
12	181	140	083	072	044	135	187	085	-016	074	445		-051	056	063	-092	066	-063	-012	004
13	292	224	163	158	416	125	293	201	207	133	199	125		-004	-133	006	-104	123	065	-051
14	372	246	087	485	211	232	370	361	016	071	158	241	210		009	-072	042	003	-180	127
15	213	259	032	254	249	231	336	147	-015	189	-046	134	015	262		001	-067	096	-073	017
-16	034	001	087	135	056	150	-085	-011	135	032	067	-039	-007	-138	-088		-009	038	009	007
-17	097	068	058	166	154	038	-119	-045	092	077	-142	-028	-173	000	-122	379		-009	-019	-050
18	139	132	008	148	142	109	161	161	148	-022	033	028	177	165	150	380	359		-016	004
19	088	-107	081	078	013	027	157	113	001	-012	068	029	037	-149	-111	396	390	370		-054
-20	012	109	170	029	079	042	-063	-055	011	-152	-086	-035	-102	119	-022	336	331	320	295	

(数字の前の小数点は略してある)

(1) Centroid 法による因子係数

Thurstone の centroid 法によつて因子係数を求めた (9, 10, 15)。その因子行列は、第3表にある。その残差行列は、第2表の右斜上半分にあげた。まだ数箇所、比較的大きいと思われる残差があるが、大体充分な因子を引出していると考えられる。

(2) Rotation

第一因子係数を凡て1に延長して生ずる行列Eは、第4表にある (15, p. 225~227)。これをC₂とC₃、C₂とC₄、及び、C₃とC₄の軸によつて、図にプロットすれば、第1, 2, 3の図ができる。こゝで Thurstone の方法をとらず、直接、primary axesへrotation するため、Harris の発展させた方法をとることにした (5)。4次元空間の場合、この平面上に、4点 A, B, C, D を考えねばならない。その4点をどこに定めるべきか。まずすべての点が、この4点を結ぶ四辺形内に入るようにし、primary axes の延長点と考えられる所を求めればよい。この3つの図に適合するように、A, B, C, D 点を定めた。Thurstone では、2点と原点を通る平面に垂直な直

第 3 表

Centroid Factor Matrix C

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	h ²
1	.747	.314	-.162	.015	.6831
2	.622	.307	-.212	-.049	.5285
3	.387	.099	-.337	-.291	.3578
4	.509	.109	.095	.148	.3019
5	.654	.259	.097	.218	.5517
6	.532	.122	.006	-.156	.3223
7	.608	.338	.143	.091	.5126
8	.472	.177	.149	.193	.3136
9	.331	.096	-.281	-.244	.2573
10	.340	.258	-.106	-.130	.2103
11	.177	-.186	.536	-.358	.4814
12	.284	-.125	.399	-.273	.3300
13	.379	.167	.125	-.144	.2079
14	.467	.173	.360	.258	.4442
15	.295	.232	.148	.156	.1871
-16	.272	-.532	-.253	-.038	.4225
-17	.240	-.461	-.384	.246	.4781
18	.424	-.415	-.054	.214	.4007
19	.263	-.545	-.126	.190	.4204
-20	.204	-.417	-.234	.204	.3119

線を引き、この軸を simple axes とした。一方 K. J. Holzinger では、それぞれ2点と原点を通る平面によ

つてできる交線を、primary axes とし、この軸をもつて斜交軸解法を行つた (8, p. 234~261)。然しこの間には一定の関係があり、一方から他方への rotation は簡単である (4)。こゝでは図から直接 primary axes を決定したわけである。

第 4 表

Extended Factor Matrix *E*

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
1	1.000	.420	-.217	.020
2	1.000	.494	-.341	-.078
3	1.000	.256	-.870	-.752
4	1.000	.214	.187	.291
5	1.000	.396	.149	.334
6	1.000	.229	.011	-.293
7	1.000	.556	.235	.150
8	1.000	.375	.316	.409
9	1.000	.290	-.849	-.737
10	1.000	.759	-.312	-.392
11	1.000	-1.051	3.180	-2.022
12	1.000	-.440	1.405	-.961
13	1.000	.441	.330	-.380
14	1.000	.370	.771	.552
15	1.000	.786	.502	.529
-16	1.000	-1.956	-.930	-.140
-17	1.000	-1.920	-1.600	1.025
18	1.000	-.978	.127	.504
19	1.000	-2.072	-.479	.722
-20	1.000	-2.042	-1.147	1.000

A, B, C, D の座標をグラフで読み、第5表の *L* 行列をつくる。次に新しい軸が centroid 軸となす方向余弦の行列 *H* が計算される。primary axes 相互の方向余弦は

$$\phi = H' H$$

によつて與えられる。次に

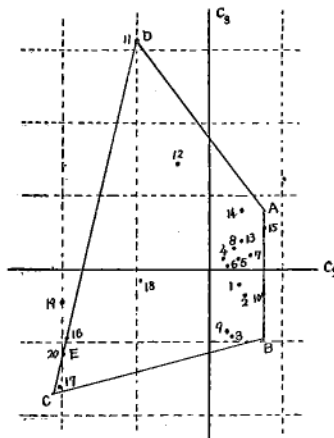
$$S = CH$$

によつて、structure value が求められる。これには各変数と因子との相関行列である。最後に求める primary factor の pattern value は

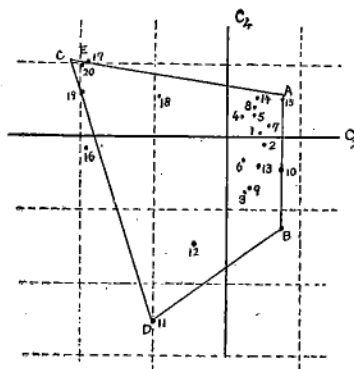
$$P = S\phi^{-1}$$

第7表がこれで、こゝでマイナスの負荷量は減じ、零の負荷量を持つテストが多くなり、単純構造に導くことができた。

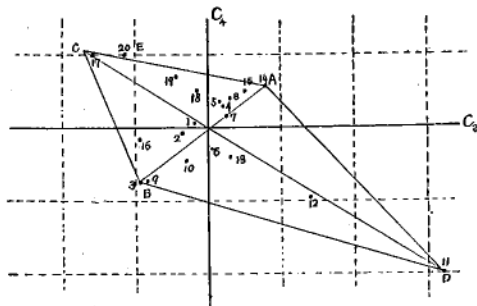
第 1 圖



第 2 圖



第 3 圖



第 5 表

L				
	P _A	P _B	P _C	P _D
C ₁	1.000	1.000	1.000	1.000
C ₂	.75	.75	-2.15	-1.00
C ₃	.80	-.95	-.70	3.20
C ₄	.58	-.75	1.05	-2.00
	2.5389	3.0275	9.6150	16.2400
	.628	.575	.322	.248
H				
	P _A	P _B	P _C	P _D
C ₁	.628	.575	.322	.248
C ₂	.471	.432	-.692	-.248
C ₃	.502	-.546	-.548	.797
C ₄	.365	-.432	.338	-.498
ψ				
	P _A	P _B	P _C	P _D
P _A	1.001	.138	-.275	.257
P _B	.138	1.003	.039	-.227
P _C	-.275	.039	.997	-.353
P _D	.257	-.227	-.353	1.007
ψ ⁻¹				
	P _A	P _B	P _C	P _D
	1.165	-.232	.234	-.270
	-.232	1.103	.002	.310
	.234	.002	1.192	.359
	-.270	.310	.359	1.270

第 6 表

Structure Value S				
	P _A	P _B	P _C	P _D
1	.541	.648	.117	-.029
2	.412	.628	.087	-.067
3	.012	.576	.140	-.053
4	.473	.224	.087	.101
5	.665	.341	.053	.067
6	.338	.423	.030	.185
7	.646	.378	-.085	.136
8	.525	.183	.014	.096
9	.023	.491	.109	-.045
10	.236	.422	-.055	.000
11	.161	-.116	-.229	.695
12	.219	.009	-.132	.555
13	.327	.284	-.112	.225
14	.649	.035	-.081	.231
15	.425	.122	-.094	.056
16	-.221	.080	.582	.016
17	-.169	.043	.685	-.255
18	.121	.001	.526	.058
19	-.103	-.097	.596	.005
20	-.111	-.023	.553	-.134

第 7 表

Pattern Value P

	P _A	P _B	P _C	P _D
1	.515	.581	.258	.060
2	.372	.576	.177	.030
3	-.073	.617	.152	.159
4	.492	.168	.251	.101
5	.690	.243	.244	.031
6	.253	.445	.182	.286
7	.608	.309	.100	.085
8	.546	.110	.175	.042
9	-.049	.523	.120	.128
10	.164	.411	-.010	.047
11	-.027	.050	.015	.722
12	.072	.131	.092	.602
13	.229	.306	.028	.246
14	.667	-.040	.138	.100
15	.430	.053	.007	-.040
16	-.145	.145	.648	.314
17	.022	.017	.685	-.019
18	.249	-.008	.677	.230
19	.042	-.081	.688	.218
20	.042	-.040	.486	.052

(3) 因子の解釈

因子 A

A 因子に対し、高い負荷量を持つテストをあげると、8.1 表のようになる。第 2 欄は、本研究の結果であり、第 3 欄は、Thurstone の flexibility 因子中、これと関連あるものの負荷量をあげた。Gottschaldt 図形や、空間関係の問題にあつては、複雑な図形を吟味し、必要のない形態を破壊したり、抑止したりしなければならない。こゝには Gestalt の完成テストは、マイナスの負荷量さえ持ち、Closure の因子は、むしろ妨害する。すなわちこの因子には、新しい形態をとらうとして、他の組織を切離す能力が含まれている。Gestalt 結合から自由になつて、いくつかの Gestalt を操作しなければならない。Thurstone のものと照合し、flexibility 因子と思われる。P. M. A. の新しい rotation から Zimmerman が見出した visualization 因子では、Form Board 0.61, Dotted Outline A に相應するもの 0.53 の負荷量を示し、この因子 pattern と似ている。且つ S 因子にも関係があり、現今の知能という概念の主要な局面をあらわしているように思われる。更に、学校の作業の中、基礎となる加算及び黙読に高い負荷量をもつことは注目にあたいする。Wertheimer が、一つの Gestalt を破壊

して、他のよき Gestalt を形成する能力を創造的思考と呼んだが、この面を代表する。

第 8.1 表

	1	2	3
5 Dotted Outlione A		.690	
14. 加算		.667	
7 Form Board		.608	.42
8 三次元空間		.546	
1 Gottschaldt 図形 A		.515	
4 名称比較		.492	.40
15 黙読		.430	
2 Gottschaldt 図形 B		.372	.34

因子 B

B 因子に高い負荷量をもつテストを示すと 8.2 表となる。第 3 欄は、Thurstone のものである。これ等は、組織化されていない対象が興えられた場合、知覚を、完結させる因子であると考えられる。これは、A 因子と対象的なもので、知覚能力の基底をなすものである。P. M. A. に於ける P 因子は、これに含まれるのではないかと仮定される。即ち、この因子が、知覚の領域を超えて、知能の面に働く時、P 因子と言われると考えられる。尚、気質、性格の記述にまで貢献し得るものかどうかは、心理学的に興味ある問題である。

第 8.2 表

	1	2	3
3 Gestalt 完成		.617	.35
1 Gottschaldt 図形、A		.581	.51
2 " B		.576	.44
9 Dotted Outlione		.523	.35
6 位置関係の把握		.445	.51
10 Mutilated Word		.441	.34
7 Form Board		.309	
13 図形の照合		.308	

因定 C

C 因子に関連のあるものは、8.3 表にあげられている。第 3 欄は Thurstone の結果である。これは錯視に関するものであるが、錯視一般とは言えず、幾何図形に限定すべきものである。錯視は、他の因子に含まれるのではないからと考えられたが、一つの因子として抽出された。さきの Thurstone のものより幾分高い負荷量を示しているが、全体の型は変化せず、因子の恒常性をあらわしている。

第 8.3 表

	1	2	3
16 Müller Lyer		.648	.57
17 Sanders		.685	.55
18 Poggendorff		.677	.51
19 Titchener		.688	.24
20 Ehrenstein		.486	.31

因子 D

D 因子は、言語再生と、数字再生にのみ高い負荷量を持つのみで、他にほとんど負荷量を持たない。すなわち記憶因子であつて、P. M. A の M 因子に相当する。本研究では、0.722 と 0.602 の負荷量であり、Zimmerman の改訂では、0.709 と、0.528 となつて、大体一致する。然し、こゝで記憶因子と言うのは、知覚像保持の面について意味を持つていると考えられた。

VI 各個人の知覚因子評定

以上求めた 4 因子について、各個人の因子評定を行うのが次の問題である。今迄のは、因子係数を求めたのであつた。さて、共通因子 F_s の予言は、次の回帰等式によつて示される。

$$\bar{F}_s = \beta_{s1}Z_1 + \beta_{s2}Z_2 + \dots + \beta_{sj}Z_j + \dots + \beta_{sm}Z_m \quad (S=1, 2, \dots, m) \quad (1)$$

Z は、そのテストに於ける個人の標準得点である。この Z 係数 β を求める方法を Holzinger に従つて、次の等式から導くことができる (8, p. 265~288)。

$$L\bar{F} = A'U^{-2}Z \quad (2)$$

第 3 表の communality を 1 から引いて uniqueness を求める。第 9 表 U がこれである。実際は、この数は、対角線にならび、他はすべて零の行列である。第 3 表 C 行列を A と置いて、 $A'U^{-2}$ を求めたのが第 10 表である。次に第 11 表の如く、 L を計算する。

2 式から、 Z の係数 β_{sj} を計算して、第 12 表となる。これで一應 1 式から、 \bar{F}_s を求めることができるが、 Z は標準形式にあるので、次の式によつて各個人の因子評定を行つた。

$$\bar{F}_s = \frac{\beta_{s1}}{\sigma_1} X_1 + \frac{\beta_{s2}}{\sigma_2} X_2 + \dots + \frac{\beta_{sn}}{\sigma_n} X_n - C$$

$$C = \frac{\beta_{s1}}{\sigma_1} M_1 + \frac{\beta_{s2}}{\sigma_2} M_2 + \dots + \frac{\beta_{sn}}{\sigma_n} M_n \quad (3)$$

尚、重相関係数は、第 6 表と第 12 表の対応する欄を乗じ、総和して開くと得られる。第 13 表は、20 のテストの平均と標準偏差を示したものである。

第 9 表

U^2		$A' U^{-2}$				
		1	2	3	4	
1	.3169	1	1.625	1.833	.814	.189
2	.4715	2	.789	1.222	.375	.064
3	.6422	3	-.114	.960	.237	.247
4	.6980	4	.704	.241	.360	.145
5	.4482	5	1.538	.542	.544	.069
6	.6777	6	.374	.654	.269	.422
7	.4874	7	1.247	.632	.201	.174
8	.6864	8	.792	.160	.255	.061
9	.7427	9	-.066	.704	.162	.172
10	.7897	10	.208	.521	-.013	.060
11	.5186	11	-.052	.096	.028	1.392
12	.6700	12	.107	.196	.137	.898
13	.7921	13	.289	.389	.037	.310
14	.5558	14	1.200	-.072	.247	.180
15	.8129	15	.528	.065	.009	-.049
16	.5775	16	-.252	.252	1.122	.544
17	.5219	17	.042	.032	1.307	-.036
18	.5993	18	.416	-.013	1.130	.380
19	.5796	19	.072	-.140	1.187	.366
20	.6881	20	.061	-.058	.706	.076

第 10 表

第 12 表

β Matrix

	β_1	β_2	β_3	β_4
1	.260	.305	.052	-.110
2	.135	.235	.024	-.091
3	-.065	.226	.038	.055
4	.100	-.014	.021	.023
5	.246	-.008	.014	-.015
6	.024	.108	-.012	.088
7	.199	.054	-.061	.040
8	.122	.034	.000	.015
9	.022	.175	.021	-.019
10	.039	.110	-.027	-.014
11	-.144	-.008	-.142	.497
12	-.072	.013	-.074	.303
13	.024	.069	-.047	.088
14	.178	-.129	-.042	.097
15	.100	-.023	-.030	-.002
16	-.134	-.002	.232	.048
17	-.036	-.067	.322	-.157
18	-.012	-.108	.208	.035
19	-.069	-.119	.248	.020
20	-.024	-.061	.161	-.042
R	.822	.886	.884	.801

第 11 表

$J = A' U^{-2} A$

	1	2	3	4
1	5.119	2.546	1.824	.699
2	2.546	3.823	1.393	1.012
3	1.824	1.393	4.266	1.292
4	.699	1.012	1.292	2.224

$L = \phi^{-1} + J$

	1	2	3	5
1	6.284	2.058	2.058	.429
2	2.314	1.395	1.395	1.322
3	2.058	5.458	5.458	1.651
4	.429	1.651	1.651	3.494

第 13 表

	M	σ
1	18.02	4.480
2	6.38	3.300
3	10.10	3.450
4	51.35	9.970
5	6.74	2.242
6	14.50	10.132
7	9.72	3.424
8	5.48	2.493
9	11.22	3.782
10	13.36	3.216
11	18.83	2.545
12	10.16	4.450
13	7.98	2.824
14	70.60	32.980
15	11.80	3.588
16	8.69	1.550
17	9.46	3.962
18	14.34	2.810
19	15.54	2.934
20	9.66	2.706

3式によつて、第1表の上位群、下位群の個人について、 E_s を求めた。その平均が第14表にある。この場合比較的高いプラスの β 係数をもつテストのみをえらんだ。第12表の太字の所がそれである。各個人得点の表は繁雑になるので略した。重相関係数 R は、第12表の下方にある。かなり高い信頼性を示している。

第 14 表

		I	II	III	IV	V
f ₁	上位	2.148	1.821	2.295	2.560	2.590
	下位	-2.238	-1.192	-2.427	-1.758	-1.755
f ₂	上位	.618	.463	.548	.728	.992
	下位	-.641	-.435	-.405	-.229	-.756
f ₃	上位	.084	.091	.059	-.030	1.045
	下位	-.262	.086	.023	-.030	.129
f ₄	上位	.411	.360	.381	.520	.386
	下位	-.291	-.088	-.159	-.270	-.142

V 学力に対する知覚因子の鑑別性

4つの因子は、学習の成績を決定する重要な因子であるとの仮定を吟味してみるのが最後の問題である。学習の成績によって分けた2群を、この因子は、そのまま分離するであろうか、単に平均差の検定だけでは、果して充分2群の分離にこの因子がはたらいているかどうかを結論することはできない。因子得点に、ある重みづけを行つて、2群に重り合いがないような index number を個人毎に求めることができるならば、単に平均差が有意であるとかないとかといったことから推論する以上に、より明確にこの因子の機能を究明することができよう。そこで、R. A. Fisher の discriminant function によることにした(12)。

index number を Z_j とし、各個人因子得点を X_i 、この X_i にかゝる係数を λ_i とすれば、

$$Z_j = \sum \lambda_i X_i \quad (4)$$

次に、2群の因子得点の平均差を d_i とすれば、上位群の index number の平均 \bar{Z}_1 と、下位群の平均 \bar{Z}_2 との差は、

$$\bar{Z}_1 - \bar{Z}_2 = D = \sum \lambda_i d_i \quad (5)$$

各群の内部で、個人得点と、その群の平均からの差の自乗及び因子間相乗を乗じたものの総和によつてできる行列を S とする。最大に、両群を鑑別し得る index number を得るためには、

$$S\lambda = d \quad (6)$$

であることが知られている。第14表から d をとつてきて、一方で S を計算し、 λ が求められる。第15. 1, 2, 3, 4, 5 に、それぞれ結果を出してある。実際には、 λ_i で割つて100を乗じたものを用いた。

この場合級内変動は D によつて與えられ、自由度は、 $N_1 + N_2 - p - 1$ であり、級間変動は、 $D^2 N_1 N_2 / (N_1 + N_2)$ で、この自由度 h は、因子数から 1 を引いたものであ

る。これによつて有意差を検定すると、各表の下のようにになる。最後に第4式によつて index number を求めると、第16表となり、明確に2群は、この4因子によつて分離されることを示される。

第 15. 1 表

		S		d	λ	$100/\lambda_1$
16.031	4.711	1.199	-0.711	4.386	0.268	100.0
4.711	7.149	0.690	-1.511	1.259	0.066	25.0
1.199	0.690	3.550	-1.947	-0.178	-0.097	-36.7
-0.71	-1.511	-1.947	6.040	0.702	0.058	22.0

変動因	自由度	平方和	平均平方	F
級内	13	1.299	0.100	23.86
級間	3	7.160	2.386	

第 15. 2 表

		S		d	λ	$100/\lambda_1$
18.857	3.423	0.295	0.510	3.813	0.191	100.0
3.423	4.981	-0.468	-0.020	0.898	0.050	26.2
0.295	-0.468	3.979	-1.402	0.005	0.016	8.4
0.510	-0.020	-1.402	5.683	0.448	0.065	12.4

変動因	自由度	平方和	平均平方	F
級内	13	0.804	0.062	14.30
級間	3	2.662	0.887	

第 15. 3 表

		S		d	λ	$100/\lambda_1$
27.038	11.051	-1.445	5.206	4.722	0.286	100.0
11.051	10.972	-0.076	-0.101	0.953	-0.203	-71.0
-1.445	-0.076	3.186	-1.747	0.036	0.058	20.3
5.206	-0.101	-1.747	6.547	0.540	-0.133	-46.9

変動因	自由度	平方和	平均平方	F
級内	14	1.088	0.078	22.10
級間	3	5.320	1.722	

第 15. 4 表

		S		d	λ	$100/\lambda_1$
15.636	15.631	0.395	-1.144	4.512	5.456	100.0
15.631	14.839	0.230	-1.889	0.957	-5.191	-95.4
0.395	0.230	2.232	-1.519	0.000	-0.819	-15.0
-1.144	-1.889	-1.519	7.024	0.790	-0.575	-10.5

変動因	自由度	平方和	平均平方	F
級内	14	19.179	1.370	383.10
級間	3	1575.000	525.00	

第 15.5 表

S				d	λ	$100/\lambda_1$
28.827	2.034	2.970	9.644	4.345	0.191	100.0
2.034	5.781	0.976	-4.597	1.752	0.339	177.5
2.970	0.976	1.577	-0.512	-0.084	-0.626	-327.8
9.644	-4.597	-0.512	4.896	0.528	-0.002	- 1.0

変動因	自由度	平方和	平均平方	F
級 内	11	1.476	0.134	
級 間	3	8.142	2.714	20.22

第 16 表

		I	II	III	IV	V
上 位 群	1	62	135	101	60	490
	2	410	78	386	69	434
	3	131	109	75	310	386
	4	224	89	270	279	443
	5	296	435	128	121	371
	6	227	172	164	148	416
	7	240	193	117	290	420
	8	298	292	120		400
	9		235			
	10		254			
下 位 群	1	-327	-159	-215	-146	- 68
	2	- 91	-275	- 71	-102	-148
	3	-305	-216	-280	- 36	-522
	4	-338	-444	-184	- 78	-178
	5	-456	-243	-291	-243	- 3
	6	-232	-216	-297	-277	-622
	7	-100	78	-233	- 39	-746
	8	-208		-194	-230	
	9	-240			-192	
	10				-162	
	11				-103	

VI 考 察

心理的概念は、他の科学の概念と同様、厳密な方法によつて検証され、初めて存在の意義を持つにいたる。現在の personality 理論は、許容されもしないし、検証されもしない *ad hoc hypothesis* にとどまっているのが多い (2, p. 7~10)。能力の研究も、この批判から超脱すべく、長い歴史を経て来たが、沢山の錯雑した概念を整理する段階にはいたっていない。然し、因子が「互に高い相関を有し、他の performance と比較的明確に区別される一群の performance の存在」(16, p. 4) であ

る限り、この問題の解明には一定の方法が確立されており、概念の混乱を解決する途がある。こゝで問題とした知覚能力因子は、速度 P、空間関係 S、完結性、柔軟性、錯視、記憶、visualization である。もし、之等因子に重複があるとすれば、どんな因子によつて統一され得るか。初めに述べたように、Vernon の弁別と意味理解の二方面で説明できるものかどうか。本研究では、上述の 7 因子に高い負荷量を持つと思われるテスト 20 を選択して吟味した結果、柔軟性、完結性、錯視、知覚像保持の 4 因子になった。

他の研究との負荷量を比較して、S 及び V_1 因子は、柔軟性因子の一面であり、意味理解の面も含まれていると考えられる。 V_1 因子は、形態の細部を速く弁別する面も含んでいる。Gottschaldt 図形など、一方の図を心に描き、不必要な形態を破壊して、その図形を創造しなければならない。この因子の解釈は、各研究者の主観によるわけで、こゝに同一因子でありながら、異つた因子の如く思われる場合も生ずる。この爲に、因子の同一性を検する手続きが必要になつてくる。Criterion Analysis もその一方法である (2, p. 212~221)。もし rotation を単純構造の原理によつて行うならば、恐らく、異つた事態に於ても、因子の布置は恒常であると考えられる。本研究では、Thurstone の結果とかなりの類似を示し、因子の恒常性が暗示される。かゝる意味に於て、因子の实在性が高まつて行く、これは同時に因子の意義に関連して行くが、こゝではふれないことにする (11)。

速度因子 P は、現今の多くのテストが、time limit test である関係上、重要な因子と見なされるが、これが独自の因子であるかどうかについては、論議が多い (16, p. 84)。然し速度は、多くの作業内容に固有に附着しているわけで、これ等知覚能力因子に於ても、一因子として取出す必要があるかどうか疑問である。たゞ、Thurstone の知覚研究であげた知覚反応速度、知覚速度、判断速度の 3 因子との関係については別に研究すべき課題である。然し、完結性因子として考える時、P、M. A. の P 因子に関係があるように思われる。完結性因子は、体制化していない刺激を、速く形態化する力であり、当然速度が入つてきている。又 Vernon の形態の類化、意味の理解の因子群に深い関係がある。かく基本的因子として、柔軟性と完結性に帰するのではないかと考えられる。

錯視因子は、他の因子と別に、一因子として確立された。他の因子との関係については、これだけの研究では考究できなかった。

M 因子は、機械的記憶の因子とされて来たが、こゝでは知覚像の保持という面から考えた方がよいと思われる。さてこれ等因子が、学習の成績を如何に規定しているか。5つの項目とも、平均差は、F 検定によつて、1%の水準で充分有意であり、 λ の重みづけで、両群を、充分弁別し得る函数を與える。第一の読字に於て、 λ の價を見ると、柔軟性 flexibility 因子が最も大であり、大部分は、この因子が、上位群下位群を鑑別している。

第二の文章理解に於ても同様であり、たゞ、完結性、closure 及び、知覚像の保持も、低いが、2群の分離に影響を與えていることが知られる。

計算力に於ては、柔軟性が圧倒的に大きな重みを持ち、完結性因子は、逆な方向に働いている。空間関係についても同様なことが言われ、数学的能力で、完結性因子はむしろ妨害となり、柔軟性因子が、決定的な力であることが知られる。

最後に知能については、柔軟性と完結性が主要な力である。錯視因子は、この知能にのみ大きくかゝつておりマイナスの符号をとつているから、錯視量の低いことが、知能を鑑別する影響力を與える。これについては、他の研究結果を見出せないで、全く試論的なものであるが、興味ある問題と思われる。M 因は、読字及び文章理解に重みを持ち、言語関係の能力に作用することが多いことになる。

決定された4因子について、以上5項目の鑑別性を檢して、その性格を見たわけであるが、この研究は、知覚能力因子の総合的研究ではなく、限定された範囲に於ける研究結果であつた。従つて、他の領域については、今後の研究課題であると共に、各因子の personality に於ける位置づけ、氣質、性格等との関連について、残された問題は多い。

VI 要 約

従来研究された知覚能力因子について、その基本的なものを決定するため、20のテストを厳選し、因子分析の結果、柔軟性、完結性、錯視、知覚像保持の4因子を求め得た。この因子の性格を明らかにするため、従来因子負荷量を参照し、比較すると共に、読字、文章理解、計算、空間的推理、知能の領域と、如何なる関係にあるかを吟味した。その爲、各個人の因子得点を求め、各領域の上位群、下位群の鑑別力を見た。柔軟性因子は、凡ての領域にわたつて、大きな重みを持ち、完結性因子は、知能に最も重みがかゝつており、読字、文章理解がこれに次ぐ。錯視因子は知能にのみ関係する。知覚像保持の因子は、言語関係の領域に重みを持つ。知能には、

柔軟性、完結性両面が働き、一般能力の予言に、これ等2因子が、有効であることを示した。

ABSTRACT

Problem. The purpose of this study was to examine several factors which have been studied already, determine the primary perceptual ability factors, and explain what influence those factors have on the process of learning and educational attainments. Those factors which were investigated were perceptual speed, spatial relations, visualization and memory in P. M. A., flexibility, closure, and optical illusions in Thurstone's ten perceptual factors.

Procedure. Twenty tests which showed high loading on those factors were given to 150 secondary school pupils, and as a result of the factorial analysis four factors were extracted by the centroid method. By direct rotation to primary structure, four perceptual ability factors were identified—facility in perceptual closure, flexibility in manipulating conflicting configurations, susceptibility to optical illusions and memory in the sense of maintaining visual image.

Factor standard scores were computed by the shortened method of estimation of factors by regression.

On the other hand intelligence and attainments of reading ability, comprehension of sentence, computation and spatial reasoning were put on the test several times. Good and poor pupils were easily isolated by examining the extrem cases; the best pupils and the poorest pupils.

By using the discriminant function, index numbers were computed in order to test whether those pupils might be divided by the four factors into two groups on the basis of educational attainments.

Result. From the distribution of index numbers for good and poor in each case, the four factors proved to discriminate well between the two

groups and mean differences were significant at the 1% level. In terms of discrimination flexibility factor had the largest weight in all cases, closure factor coming next in intelligence, and memory in verbal relations.

The result of this study implies that flexibility and closure factors are most fruitful on the prediction of general ability by perceptual factors. But these findings must be verified and extended in all perceptual areas and the process of learning.

参 考 文 献

1. CATTELL, R. B. Description and Measurement of Personality. World Book Company, 1940.
2. EYSENCK, H. J. The Scientific Study of Personality. London: Routledge and Kegan Paul, 1947.
3. GUILFORD, J. P. When not to factor analysis. *Psychol. Bulletin*, 1952, 49, 26~37.
4. HARRIS, C. W. The oblique solution in factor analysis. *J. Educ. Psychol.* 1948, 39, 385~403.
5. ————. Direct rotation to primary structure. *J. Educ. Psychol.*, 1948, 39, 449~468.
6. ————. Projection of three types of factor analysis. *J. Exp. Educ.*, 1949, 17, 335~345.
7. ————. Further application of the principles of direct rotation in factor analysis. *J. Exp. Educ.*, 1950, 18, 175~193.
8. HOLZINGER, K. J. and HARMAN, H. H. Factor Analysis: a synthesis of factorial analysis. Chicago: University of Chicago Press, 1941.
9. 印東太郎、Holzinger' Harman の因子分析、心理学研究、1950, 20, 38~46.
10. 古賀行義、因子分析法、実験心理学提要第一卷、岩波書店、1951, 174~198.
11. ————. 因子分析の心理学的意義、田中寛一古稀記念論文集、日本文化科学社、1952, 213~219.
12. LAMKE, T. A. Personality and teaching success. *J. Exp. Educ.*, 1951, 20, 217~259.
13. THURSTONE, L. L. Primary Mental Abilities. Chicago: University of Chicago Press, 1938.
14. ————. Factorial Study of Perception. Chicago: University of Chicago Press, 1944.
15. ————. Multiple Factor Analysis: a development and expansion of the vectors of mind. Chicago: University of Chicago Press, 1947.
16. VERNON, P. E. The Structure of Human Ability. London: Methuen and Co. L. T. D., 1950.
17. ZIMMERMAN, W. S. A revised orthogonal rotational solution for Thurstone's original primary mental abilities test battery. *Psychometrika*, 1953, 18, 77~93.

— 1954. 3. 31. 受稿 —