

表情の定量的モデル作成と多次元 データ分類への応用(誘画法)[†]

江 副 力*

1. は し が き

人のあらゆる表情を顔の中の21か所の位置変化による図で表わし、これらの表情に Roset の Thesaurus 中の語を与えて、これに Schlosberg, Hの表情の軸や環を適用すると6個ごとの表情のつくる置換群がえられる。

この置換群を利用すれば、21次元以内の多次元データが任意の語の関係として簡明に分類でき、かつその分類結果は主成分分析による第1, 2主成分を抽出していることとほぼ等価であることがわかったので、以下これについて述べる。

2. 表情の数理

2.1 表情の類別

図1の7本の太線(眉・上まぶたなど)を素といい、素の両端および中央の3点を素点とよんで全部で $3 \times 7 = 21$ 個の素点をその軸(点軸とよぶ)に沿って上下に動かせばいろいろな表情が表わせる。そして素点の位置をレベルで表わしてこれを行列で表示(行列の要素を素点の位置と対応させて)した。

ただし、レベルのきめ方は図2の上下に並ぶ表情。快・眠り・不快のときをそれぞれ2(レベル上限), 0, および-2(レベル下限)とし、それらの行列を(+), (0), (-)で表わす。

このレベル尺度を使えば、たとえば図3の行列の表情は“澄まし”となる。

ところでシュロスバーグ(Schlosberg)は実験によって表情の2軸および環(図4)を発見したが、実はこれを定量化して上述の図2を得た。そしてこの図の表情間には次の四つのルールのあることがわかった。

「ルール1. 快+不快=眠りである」。そしてルール1の3個の表情を除いた6個の表情を方角別の記号で表わして、驚き=北東(∇ , ナブラ, nabla), 嫌悪=南西(∇' , 'は反元の意味), 軽蔑=北西($\bar{\nabla}$), 恐れ=南東($\nabla^* = \bar{\nabla}'$), 注意=東(\square , スクェア, Square), 拒否=西(\square')

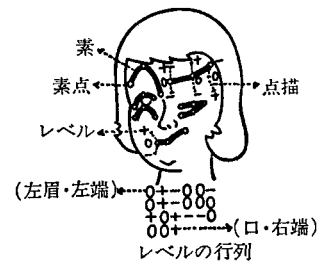


図1 素(太い曲線), 素点(○印) 点軸(点線), レベル行列

[†] 1974年6月17日受理.

* 日本電信電話公社.

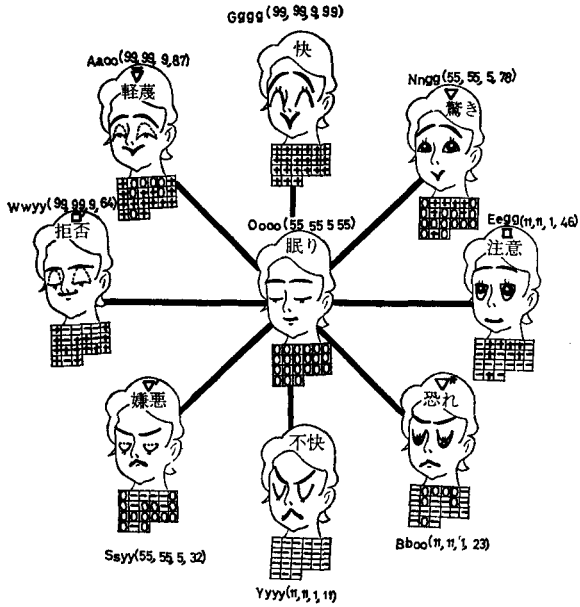


図2 表情の数量化、「基本表情」類



図3 「澄まし」のレベル行列

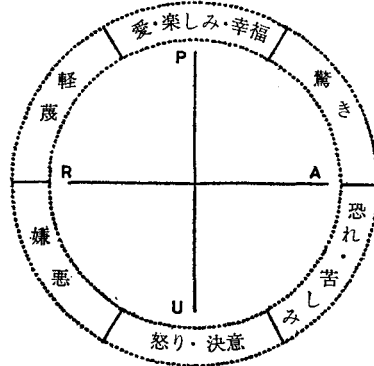


図4 シュロスバークの2軸および環

とすれば、「ルール 2. ∇ と $\bar{\nabla}$ の行列は 0 と + からなり $\nabla + \bar{\nabla} = (+)$ (このとき ∇ と $\bar{\nabla}$ はたがいに補であるという. (二)は補を表わす) である」. 「ルール 3. たがいに反對方角の表情 a, b の行列はたがいに反元, すなわち $a + b = (0)$ である」. 「ルール 4. ある方角の行列はその両隣りの方角の行列の和である」.

そして、以上のルールを使えばあらゆる表情が類別でき (類の名称はロゼット (Roset) のソーラス (Thesaurus) からとった), その一例を図5「道徳的情緒」類に示す.

2.2 群論による表情の分析

同一の類 (図5) の中での表情間の移動について考えると、たとえば ∇ から $\bar{\nabla}$ をつくるにはレベルの 0 と + を置換 (λ で表わす) すればよく、6 個の表情間には全部で 6 とおりの置換があり、これらは置換群 (表1) で、かつ $(\phi, \beta, \beta^{-1})$ はその部分群である.

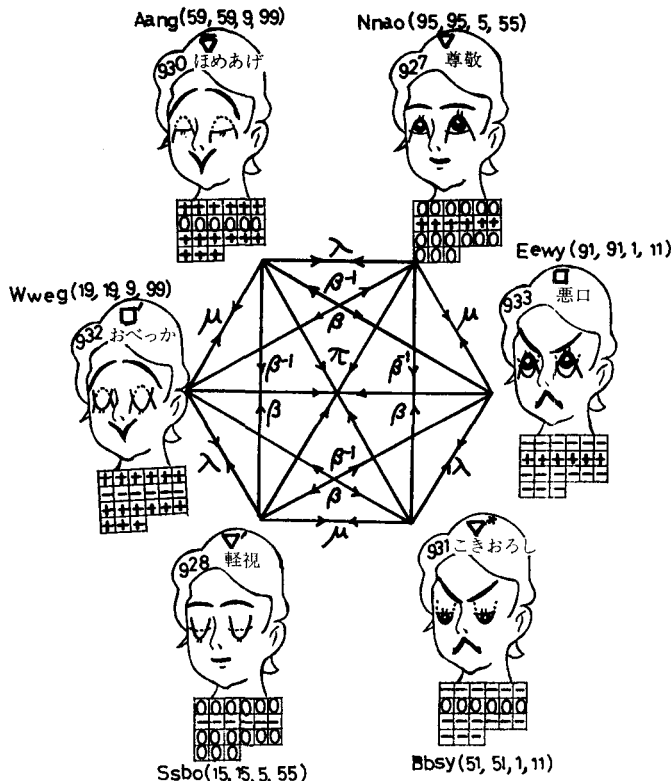


図5 表情の類の一例, 「道徳的情緒」類 (表1 関連)

表1 置換群の乗積表(図5 関連)

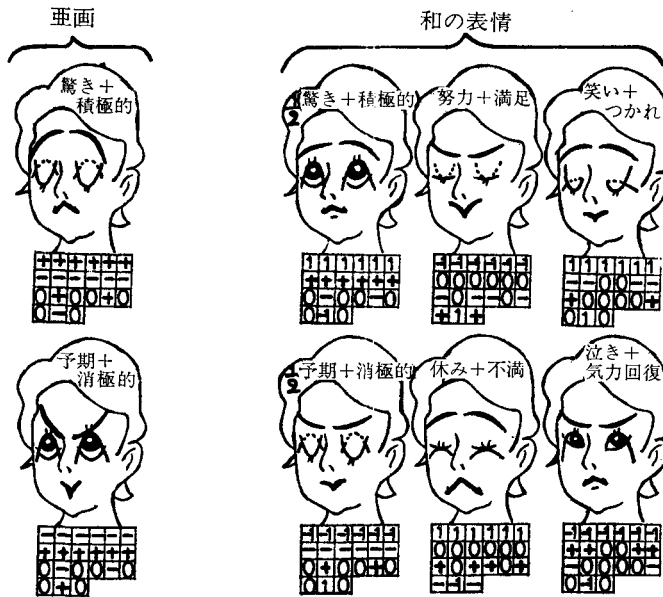
	ϕ	β	β^{-1}	λ	μ	π
ϕ	ϕ	β	β^{-1}	λ	μ	π
β	β	β^{-1}	ϕ	π	λ	μ
β^{-1}	β^{-1}	ϕ	β	μ	π	μ
λ	λ	μ	π	ϕ	β	β^{-1}
μ	μ	π	λ	β^{-1}	ϕ	β
π	π	λ	μ	β	β^{-1}	ϕ

$$\phi = \begin{pmatrix} - & 0 & + \\ - & 0 & + \end{pmatrix} \quad \beta = \begin{pmatrix} - & 0 & + \\ 0 & + & - \end{pmatrix}$$

$$\beta^{-1} = \begin{pmatrix} - & 0 & + \\ + & - & 0 \end{pmatrix}$$

$$\lambda = (0+) \quad \mu = (-0)$$

$$\pi = (-+)$$



(注) 上下の図はたがいに反元である

図6 和の表情と亜画

また、表情の行列は実数でその加法は加群である。ただし対応する2個の素点レベルの和がレベル限界をこえる場合には、これを限界内に圧縮するような係数を、その表情全体に乗じて表わすこととし、その一例を図6に示す。

ところで、表情のレベル限界の上に、さらにレベル限界を加えると実際の表情は破壊される以外にない。嬉しさが高じて泣くことがあるように、表情がその限界をこえると反元になるような演算を考えた。

すなわち、レベルの上限と上限との和は下限になり、また下限と下限の和は上限になるときめてできる表情を^{おが}亜画といい、その演算を^{おが}亜画の演算とよんで図6に示した。

3. 表情の記号化

本来、顔は左右のバランスがとれたいわゆる左右相称であるが、その表情にはウィングのように相称でないものもある。そこで、その相称の程度を、素内と素間に分けて表わそう。

まず、2個の素の各中央の素点レベルの対を**中素**とよんでこれをローマ字で表わし(表2)、その視覚による分類感度のよいものから順序をつけた(第1または第2**中素**〈左または右の上下まぶた〉、第3**中素**〈口と左上まぶた〉、第4**中素**〈左右の肩〉)。また、1個の素の両端の素点レベルの対を**端素**とよんで数字で表わし、中素に合わせた順位をつけた(表2)。

表2 中素および端素とその群表(亜画の演算による)

	O5 (00)	A7 (0+)	B3 (0-)	N8 (+0)	S2 (-0)	E6 (+-)	W4 (-+)	G9 (++)	Y1 (--)
O 5 (00)	O 5	A 7	B 3	N 8	S 2	E 6	W 4	G 9	Y 1
A 7 (0+)	A 7	B 3	O 5	G 9	W 4	N 8	Y 1	E 6	S 2
B 3 (0-)	B 3	O 5	A 7	E 6	Y 1	G 9	S 2	N 8	W 4
N 8 (+0)	N 8	G 9	E 6	S 2	O 5	Y 1	A 7	W 4	B 3
S 2 (-0)	S 2	W 4	Y 1	O 5	N 8	B 3	G 9	A 7	E 6
E 6 (+-)	E 6	N 8	G 9	Y 1	B 3	W 4	O 5	S 2	A 7
W 4 (-+)	W 4	Y 1	S 2	A 7	G 9	O 5	E 6	B 3	N 8
G 9 (++)	G 9	E 6	N 8	W 4	A 7	S 2	B 3	Y 1	O 5
Y 1 (--)	Y 1	S 2	W 4	B 3	E 6	A 7	N 8	O 5	G 9

(注) ローマ字は中素、数字は端素、()内はレベルを示す

これらの中素および端素の、亜画の演算による群表を表2に示したが、これは有限可換群でかつ4個の部分群(OAB), (NS), (EW), (GY)のあることがわかる。なお、表情の類(図5)にも亜画の演算を適用しているが、そこに亜画が現われないのは1.1で述べたルール2の条件があるためである。

次に、中素と端素で表情を表わしてこれを**表情語**とよび、その記法はまず第1中素を大文字でかき、以下、順に小文字で第2, 3, 4中素を並べ、その後()内に端素を第1から順に記入する(図2, 図5)。

ここで、第1(または2)中素はE, N, B, O, Yの順に目の開き方が大きくなっており(そ

これらの反元では逆に W, S, A, O, G の順に目の閉じ方が大), これを図5でいえば目の開き方の大きい順序は, $Eewy$ (□悪口), $Nnao$ (▽尊敬), $Bbsy$ (▽*こきおろし) である。

また端素では, その数字の大きさがレベルの大きさを表わし(表2), また2個の端素の和が10のとき, それらのレベルはたがいに反元または0, 0である。たとえば8(+0)と2(-0)の和は10で, それらのレベルはたがいに反元および0, 0である。次に図5の一部を表情語で表わすと

$$(1) \overset{\text{▽尊敬}}{Nnao}(95, 95, 5, 55) + \overset{\text{▽*こきおろし}}{Bbsy}(51, 51, 1, 11) = \overset{\text{□悪口}}{Eewy}(91, 91, 1, 11)$$

$$(2) \overset{\text{▽軽視}}{Ssbo}(15, 15, 5, 55) + \overset{\text{□悪口}}{Eewy}(91, 91, 1, 11) = \overset{\text{▽*こきおろし}}{Bbsy}(51, 51, 1, 11)$$

となり, $Nnao$ (尊敬) の反元が $Ssbo$ (軽視) であることや, また, 端素の同じ数字の並びからその相称の程度が読みとれる(表2)。

なお, 定量的表現の表情語に対して, 表情を定性的に用語で表わしてこれを語(主としてThesaurusからとり“ ”内で表わす)とよびこれはデータ分類の際その場に語を提供して, 分類間の関係を直観的に把握するのに役だつ(図3)。

4. 多次元データの分類例

4.1 諸比率による企業の分類

表3のわりつけAを行ない, 諸比率(表3)の似ている会社(表4)を分類して図7を得たが, 分類時の感度を高めるために, 表情をそれぞれ負レベルをもたないもの(正画^{せいが}とよぶ)と, 正レベルをもたないもの(負画^{ふが}とよぶ)とに分割し(元の表情は正画と負画の直和となる), さらに負画には-1を乗じて(転画^{てんが}とよぶ), 結局, 正画52個, 転画52個をかいて分類した。

すると各社は, 正画と転画の組合せでつくる10個の小グループ①~⑩に分かれ(表5), その中で代表的なグループ⑩の表情が“積極的”となるように, すべてのグループをわりつけ替え(表3のわりつけAからBに替えた)した(図7)。

この図から, ①~⑩はさらに4個の大グループ㉑, ㉒, ㉓, ㉔に分かれ, ㉑は⑩の代表する“積極的”に近いもので, その特徴は収益率・利益率が大きいことである。

これに対して, ㉑の反元である㉒は③の代表する“消極的”に近いもので, 収益率・利益率が小さく, また㉓は“休み”に近く, 配当性向や労働・資本分配率の大きいのが特徴で, 残りの㉔は“眠り”となった。ここでおもしろいことは, 以上4個の大グループの語がいずれも「単純な有意行動」類に属していることである。

さらに図7で, ㉑内の⑧, ⑨, ⑩の反元が㉒内の⑥, ⑤, ③となっているが, 以上は主成分分析の結果では, 第1, 2主成分をとり出したこととほぼ等価であることがわかる(図8, 9)。なお図7からは各社の年度間の動きもわかる。

4.2 生産量による15か国の分類

15か国を人口1人当たりの生産量(21種類)で分類した結果, 大グループI~IVを得た。ただしここでは貿易を考慮して同じ大グループ内に, 小グループおよびその反元も入れて分類した。

表3 諸比率とわりつけ

諸比率	わりつけ		素
	A	B	
収益性・利益処分関係諸比率 および回転率	1. 総資本収益率		1.
	2. 自己 "		2. 眉
	3. 売上高利益率		3.
	4. 総資本回転率		4. 上まぶた
	5. 自己 "		5. ぶた
	6. 売上債権 "		6. た
	7. 配当率		7. 下まぶた
	8. 配当性向		8.
	9. 社外分配率		9.
安全性および生産性諸比率	10. 流動比率		10.
	11. 当座 "		11. 口
	12. 固定 "		12.
	13. 固定長期適合率		13.
	14. 負債比率		14. 眉
	15. 自己資本比率		15.
	16. 従業員1人当たりの売上高		16. 上まぶた
	17. " 人件費		17. ぶた
	18. 粗付加価値労働生産性		18. た
	19. 粗付加価値設備生産性		19. 下まぶた
	20. 労働分配率		20. ぶた
	21. 資本 "		21. た

(注) わりつけAとは、諸比率と素の番号が等しいときをいい、わりつけBとは、わりつけ欄の斜線のように諸比率と素の番号を入れかえたときをいう

表4 業種および会社名

業 種	会 社 名
鉄 鋼	A _{1~2}
一 般 機 械	B _{1~2}
電 気 "	C _{1~6}
輸 送 用 "	D _{1~2}
精 密 "	E _{1~2}
化 学	F _{1~2}
窯 業・建 材	G _{1~2}
紙 パ ル プ	H _{1~2}
石 油 精 製	I _{1~2}
非鉄金属製品	J _{1~2}
百 貨 店	K _{1~2}

(注) 会社名の太文字は45年度を、小文字は43年度を表わす

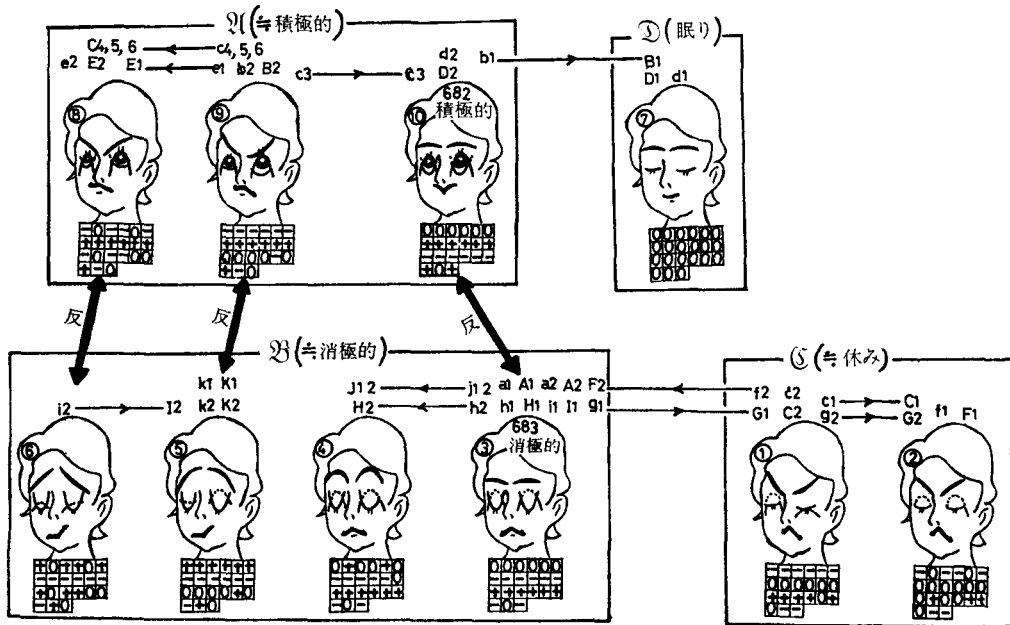


図7 26社×2年度の諸比率による分類

表5 52個(26社×2年度)のデータの分類結果(図7関連)

負画 (転画を 戻した)	I'	II'	III'	IV'	V'
正画	(00000000) 000	(00000000) 000	(00000000) 000	(00000000) 000	(00000000) 000
I			① c1 c2 C2 f2 G1 g2	② C1 f1 F1 G2	③(=-⑩) 消極的 a1 A1 a2 A2 g1 h1 H1 h2 i1 j1 j2 F2
II					④ H2 J1 J2
III					⑤(=-⑨) I2 k1 K1 k2 K2
IV					⑥(=-⑧) I2
V	⑩(=-③) 積極的 b1 C3 d2 D2		⑨(=-⑤) b2 B2 c3 c4 c5 e1 c6	⑧(=-⑥) C4 C5 C6 E1 e2 E2	⑦ 眠り B1' D1 d1

最初52個のデータを正画と負画のレベル行列に分け、かつ負画は転画に変換して正画52個、転画52個の合計104個の表情をかき、これらをこみて似たものに分類して5個のグループ(IとI'の転画)、(IIとII'の転画)、…、(VとV'の転画)を得たもの、転画を負画に戻して同一会社の正画と負画の和をとると、104個のデータは①~⑩の小グループに分類できた。

(注) (0)はレベルの+-の和が相殺されてできた0レベルを示す。

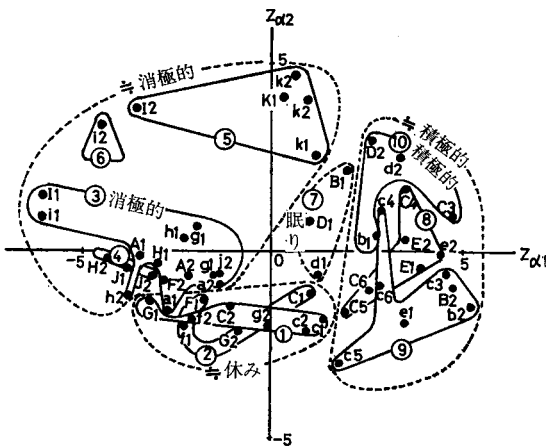


図8 主成分のスコア(図7関連)

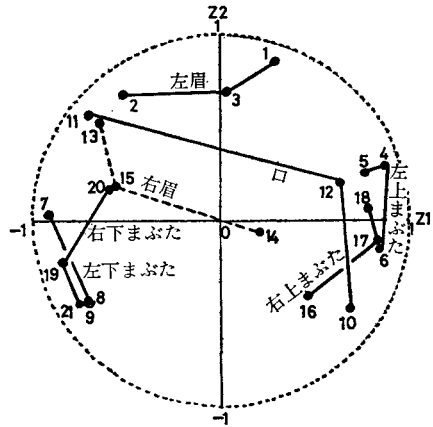


図9 固有負荷量(図7関連)

(注) 数字は表3の諸比率を表わす

たとえば、Ⅰは最も恵まれたアメリカ（“快”に近い）と、その反元に近い中国（“不快”に近い）を含む。

また、Ⅱはカナダ・オーストラリアのつくる小グループ②（②を“救い+観念”となるようにわりつけ替えした）を中心とするもので、②の反元はインドネシア（“悪化+話題”“救い”の反元は“悪化”，“観念”の反元は“話題”）である。

さらに、Ⅲは日本・韓国・ブラジル3か国と、それらの反元に近いイラク・サウジアラビア2か国で、Ⅳのイランは孤立していた。

5. まとめと応用例

5.1 誘 画 法

発生する問題の規模はより大きく、その構造はより複雑になり、かつその解決が急がれている昨今である。そこで、このような状況下における一つの問題解決法として、視覚を用いた「比較研究法」を考えてみる。

元来、比較は観察と結びつきあらゆる知識の形成に関係をもつために、科学的方法にはつねに用いられているが、ここでは対象とするデータの集合を人の顔の表情で表わして、これを仮りに誘画と呼び、この誘画を視覚によってたがいに反元関係や補の関係にあるような部分集合に分類して、それらの異同を多次的に明らかにして、デジションの参考にしようと試みた。

ここに、誘画の「誘」の字には問題解決への誘惑とか、データの分類や表情のための能力の誘発という願いを込めている。そして誘画を使って行なう分類比較や表情研究などを誘画法といい、その特徴は視覚だけでデータを構造的に分類できるという簡便さにある。

そして扱うデータに対してはとくに数値計算という加工を行なわないために、データの線型性という束縛もなく、またこの分類作業者に対しては、今扱っているデータがどんな表情になるかという期待感や、また基準としたいサンプルの表情を自分の好みに応じた表情に変換することもできるという楽しみを持たせることができる。

次に、この誘画法の応用は大別すると次の3とおりのtypeに分かれる。

type 1. データ集合を系統的に分類して部分集合をつくり、それらの異同を明らかにしてデジションの参考に供すること。

type 2. 心理学上、人の顔面表情を数量化してこれと情動との関係を明らかにすること。

type 3. 言語と多次元の数量（表情）との接点としての利用。

以上の各typeについて次に例をあげる。

5.2 type 1 の例. アンケート調査結果の分類

これはある製品の購買層と非購買層の違いや、また、ある疾患にかかりやすいかどうかなどを調べるために、それらのアンケート調査結果を誘画で表わして、これを視覚によって分類し目的のものを見いだす方法である。

たとえば、52人のサンプルに対して各21項目の質問を行ない、各項目は3とおりのレベルで

回答してもらった結果の一部を図10のサンプルA, B, …… , Kに示す。ここに3とおりのレベルとは、年齢のような数量は大, 中, 小に分けてそれらのレベルを+, 0, -で表わし, また, 住所のような位置を示す項目は, 西部, 中部, 東部に分けて, それらを+, 0, -で表わし, さらに一般の回答では賛成を+, 反対を-, どちらでもよいを0で表わした。

わりつけ 項目番号 人 (サンプル)	左									右											
	眉			上脛			下脛			口	眉			上脛			下脛				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
A	-	+	-	-	-	-	+	+	+	0	+	0	+	-	0	-	-	-	+	0	+
B	-	+	-	0	-	-	+	+	0	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	0	+
C	0	0	+	+	+	+	-	-	0	+	-	0	-	+	-	-	0	+	-	0	0
D	+	-	-	+	+	+	-	-	-	0	-	0	-	+	-	0	0	+	-	+	-
E	+	-	-	+	+	+	-	-	-	0	-	0	-	+	-	0	0	+	-	+	-
F	-	+	0	+	+	-	0	0	-	+	+	+	0	+	-	-	0	+	0	+	-
G	-	-	-	-	-	-	0	+	+	-	-	-	-	+	-	-	0	0	+	+	+
H	0	-	-	0	0	0	0	+	0	-	-	-	-	+	-	0	0	0	0	-	+
I	-	0	0	+	+	0	0	-	0	+	0	0	0	-	0	+	0	+	-	0	0
J	0	-	0	+	+	+	0	-	0	-	0	0	-	+	-	0	0	0	0	-	-
K	+	-	-	+	+	+	-	0	-	-	-	-	-	0	-	0	+	+	0	0	0
A'	+	+	-	-	-	-	+	+	+	0	-	0	0	-	0	-	-	-	+	+	+
B'	+	+	-	0	-	-	+	+	0	+	-	+	0	-	-	-	-	-	+	+	+
C'	-	0	+	+	+	+	-	-	-	+	+	0	-	0	0	-	+	+	0	-	-
D'	-	+	+	+	+	+	-	-	-	0	-	0	-	0	+	0	+	+	-	-	-
E'	-	-	+	+	+	+	-	-	-	0	-	0	-	+	0	+	+	-	-	-	-
F'	+	+	-	+	+	-	0	0	+	+	0	+	-	0	+	-	+	+	-	0	0
G'	-	-	-	-	-	-	0	+	+	-	-	-	-	0	-	-	+	0	+	+	+
H'	-	-	0	0	0	0	0	+	0	-	-	-	-	0	-	0	+	0	+	-	0
I'	0	0	-	+	+	0	0	-	0	-	+	0	0	0	0	+	-	+	0	0	-
J'	0	-	0	+	+	+	0	-	0	-	0	-	-	+	-	0	0	0	-	0	-
K'	-	-	+	+	+	+	-	0	-	-	-	-	-	+	0	0	+	0	-	0	-
A''	-	+	-	-	-	0	+	+	+	-	+	-	+	-	-	0	0	0	+	-	+
B''	-	+	-	0	+	0	+	+	+	-	+	-	+	-	-	0	+	+	+	+	+
C''	+	0	+	0	+	+	-	-	-	+	-	-	+	+	0	-	0	-	-	0	0
D''	-	+	+	+	+	0	-	-	-	+	-	0	-	+	+	0	+	-	-	0	-
E''	-	-	+	+	+	0	-	-	-	+	-	0	-	+	+	0	-	-	-	+	-
F''	0	+	+	-	+	+	-	0	0	-	0	-	+	+	+	+	+	-	0	0	-
G''	-	-	-	-	-	-	+	+	0	-	-	-	-	+	0	-	-	-	+	0	+
H''	-	-	0	0	-	0	+	0	0	-	0	-	0	-	+	0	-	-	-	0	+
I''	0	0	+	-	+	+	-	-	0	0	+	0	0	+	0	-	+	0	0	-	0
J''	-	-	+	0	+	0	-	0	+	-	0	0	0	0	-	0	-	0	0	-	0
K''	-	-	+	+	+	-	-	0	-	+	-	0	-	0	+	-	0	-	0	+	0

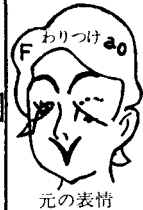


図10 アンケート集計結果の一部(わりつけ a_0, a_1, a_2 のレベル表)

さて, 上の図10など52個の各サンプルを正画 (A_+, B_+, \dots) と転画 (A_0, B_0, \dots) に分解して104個の誘画をかき, これらの中で似たものどうしを視覚によって集めてグループ分けした結果, その一部は図11のように6個の大グループ (I, II, ...) と11個の小グループ ($+N_1, -V_4, \dots$) に分かれた。この図でたとえば中央の大グループIIIは, $-III_2$ と $+III_2$ というレベルの正負の相反する2つの小グループに分かれていることがわかる (ただし $-III_2$ グループのA氏の回答は, 転画で表わしてあるので, $+III_2$ グループと表情は似ている)。

そしてその内容は, $-III_2$ と $+III_2$ グループでは左右の上まぶた (図10のアンケート項目番号

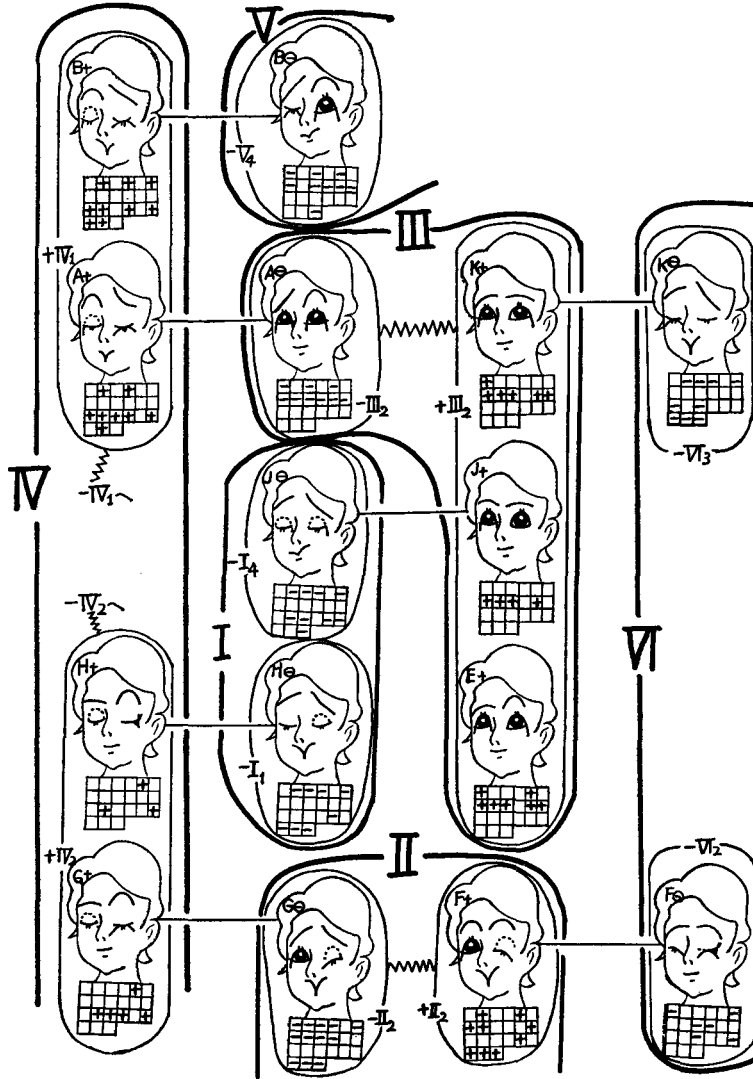


図11 アンケート回答の分類の一部

では4, 5, 6, (16), 17, 18)の5~6項目の回答が相反していることがわかり, このことを図11の中では~印で表わしたが, このような符号の相反するグループはIIやIVの大グループの中にも見られる。

また, 図11の右下の小グループ-VI₂に含まれるサンプルのように0レベルが多く, その表情が眠りに近いものの中には, レベルの+や-の出方にはっきりした傾向のないようなものもある。

なお参考のために, これら52個のサンプルのレベルに数値を与えて(+ = 1, 0 = 0, - = -1), これらの第1および第2主成分を分画で表わすと(一部だけ示す), 図12-1および図12-2に示すように, 大グループは第1主成分と, また小グループは第2主成分とよく一致していることがわかった。

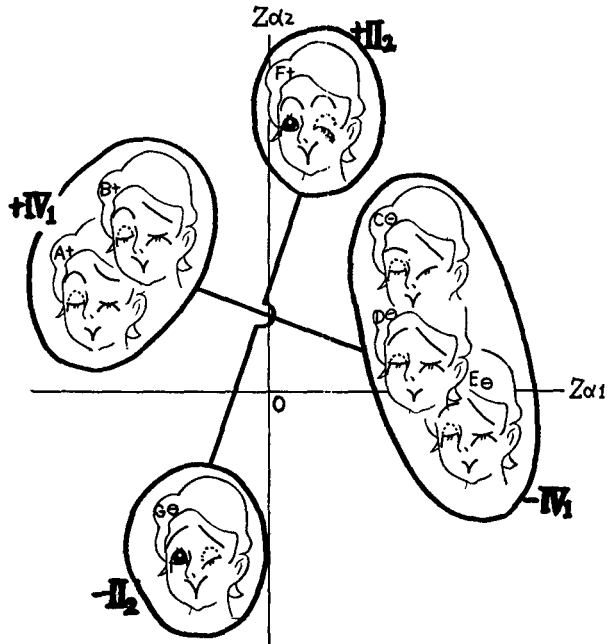


図 12-1 正面と転画による分類 (その 1) (わりつけ a_0)

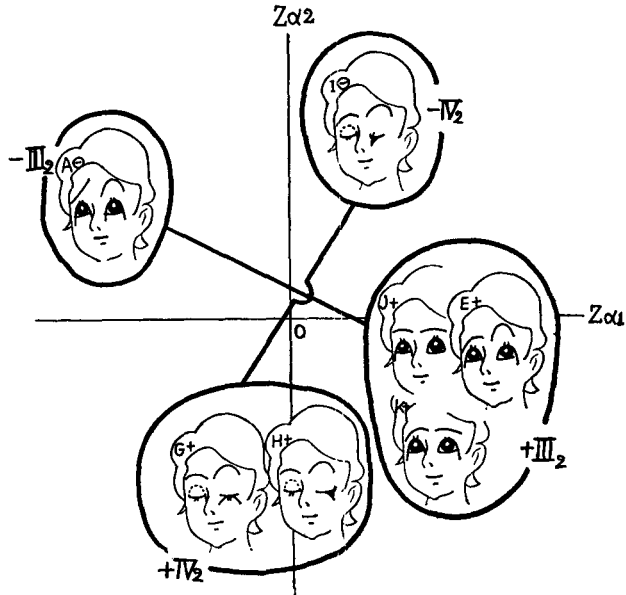


図 12-2 正面と転画による分類 (その 2) (わりつけ a_0)

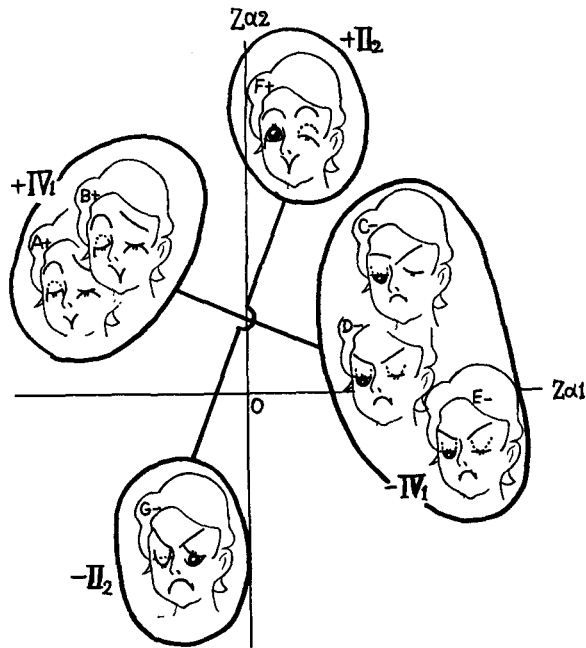


図 13 正画と負画による分類 (わりつけ a_0)

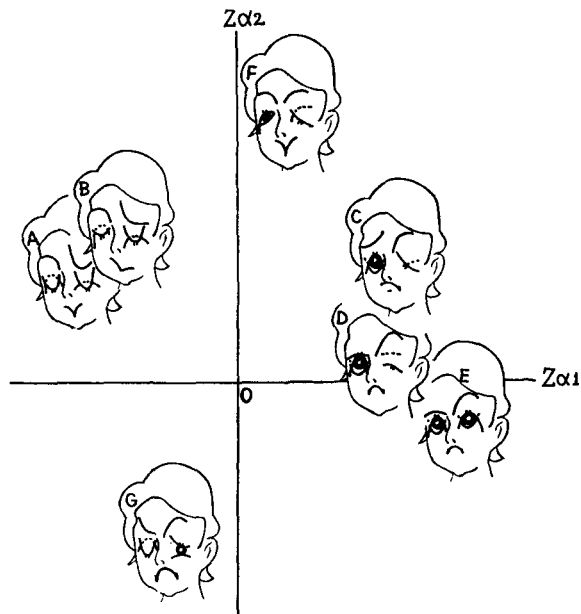
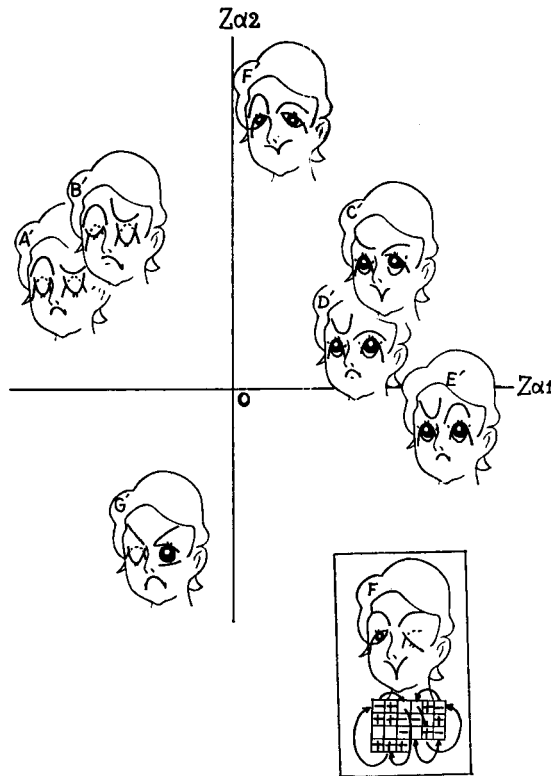


図 14 全画による分類 (わりつけ a_0)

図15 全画 (わりつけ a_1)

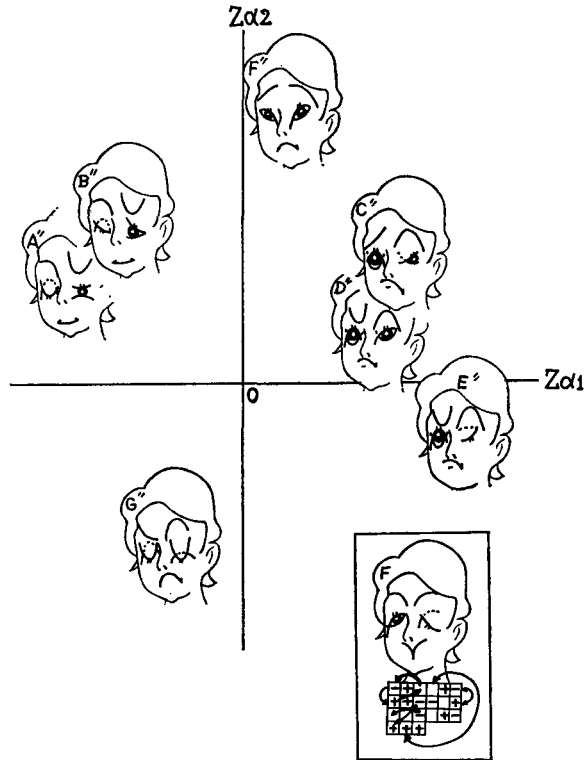
また、図12-1の転画を元に戻して負画で表わすと図13のように、符号の相反する表情は質的に相反するものであることがわかる。

ところで、これらの誘画を分画(正画や転画または負画)に分けないで、元のサンプルごとのレベルで表わすと(これを全画という)図14のようになる(このときのわりつけを a_0 とよぶ)が、ここでたとえば今後 F の表情を基準と考えることにすれば、それは先にあげた図10に示す3とおりの誘画のいちばん上の表情に相当する。

今この F の表情を図10の上から2番目の表情 F' (楽観的表情) のように変換するためには、レベルのわりつけをたとえば図15の右下枠内の誘画に矢印で示すように、レベルを置換すればよく、そのとき他のサンプルもすべてこれと同じ置換をほどこせば、各サンプルの表情は図15のようになる(このときのわりつけを a_1 とよぶ)。

また同様な考えで、 F の表情が図10下の F'' (悲観的表情) になるような置換を行なえば、各サンプルの表情は図16のわりつけ a_2 で示すようになる。

このように、誘画の集合があるとき、それらの中の任意の1個の表情を基準と考えて、その表情を好みに応じて決めてやれば、他の誘画の表情も相対的に決まるわけである。ただし、表情を変換するためのレベルの置換は、なるべく近い素点間で行なうこととし、また、基準の表情を相反する2個の表情に決めるなどを行なえば、表情変換時の基準表情以外の表情変換の任意性は少

図 16 全画 (わりつけ a_2)

なくなるのであろう。

5.3 type 2 の例. 人の顔面表情について

誘画によって表わせる表情は、5段階レベル (2, 1, 0, -1, -2) では $5^{21} = 10^{14.70} \cong 10^{15}$ とおり、また3段階レベル (2, 0, -2) でも $3^{21} = 10^{10.02} \cong 10^{10}$ すなわち100億とおりのものが表わせるが、これらの中にはもちろん顔の左右の非対称な表情も含まれており、それらの表情は人間ばなれしたものになるのではないかという不安がある。

しかし、レベルの範囲さえ上限 (+2) と下限 (-2) 以内に押えておけば、どのような表情も破壊されるどころか、ある意味のつけられそうな表情になることは、図 17 上段の元の表情 A (または第 2 行目の $A \times (-1)$) のような一様乱数で描いた表情を見てもわかる (ただし多少の誇張はあるが、似顔絵ではむしろデフォルメということを強調して似させている)。

そして、それらの表情の意味づけの際には次の 2 とおりの手段が有効である。すなわちその一つは図 17 の 2 行目に示すように、元の表情 A の符号を反転して $A \times (-1)$ の表情をかいてみることである。そうすれば、表情は反対の質を表わすのでこれら相反する 2 個の表情からその意味づけが楽になる。

そして第 2 の方法は、元の表情 A の分画 (正画 A_+ と負画 A_-) をかいてみることで、これは図 17 の下の 2 行に示すもので、これらのうちの正画 A_+ は元の表情の中に含まれていた正の成

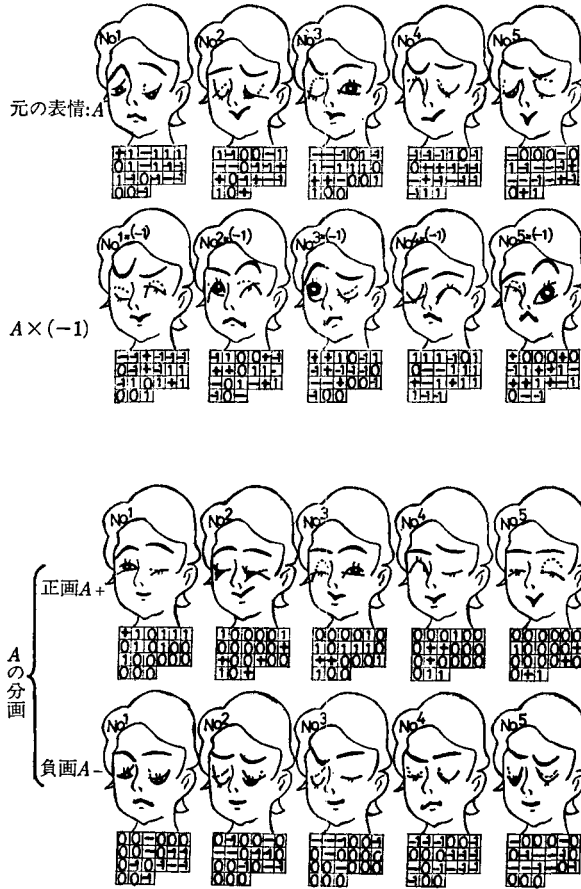


図 17 一様乱数の誘画

データ	レベル
9, 0	→ 2(+で表わす)
7, 8	→ 1
(注) 5, 6	→ 0
3, 4	→ -1
1, 2	→ -2(-で表わす)

分だけを抽出したものであり、また負画 A₋ は元の表情の中の負の成分だけを取りだしたものである。このように分画に分解すると左右の非対称性が減ずるため表情の意味づけがやさしくなる。

次に表情研究に欠かせないのは、図 18 に示すような表情の加法の利用であろう。この図では笑いおよび泣きだけを取りあげて、あらゆる加法を行なったもので、(1)式は笑いと泣きのように質的に正反対の表情の和はつねに眠りになることを示す。

また(2)式は、笑いという表情はいろいろな表情の合成からできるもので、その一例として「おかしさを堪えながら」という表情と「目を開けてみたら」という表情の合成で「笑い出した」という表情を作った例である。

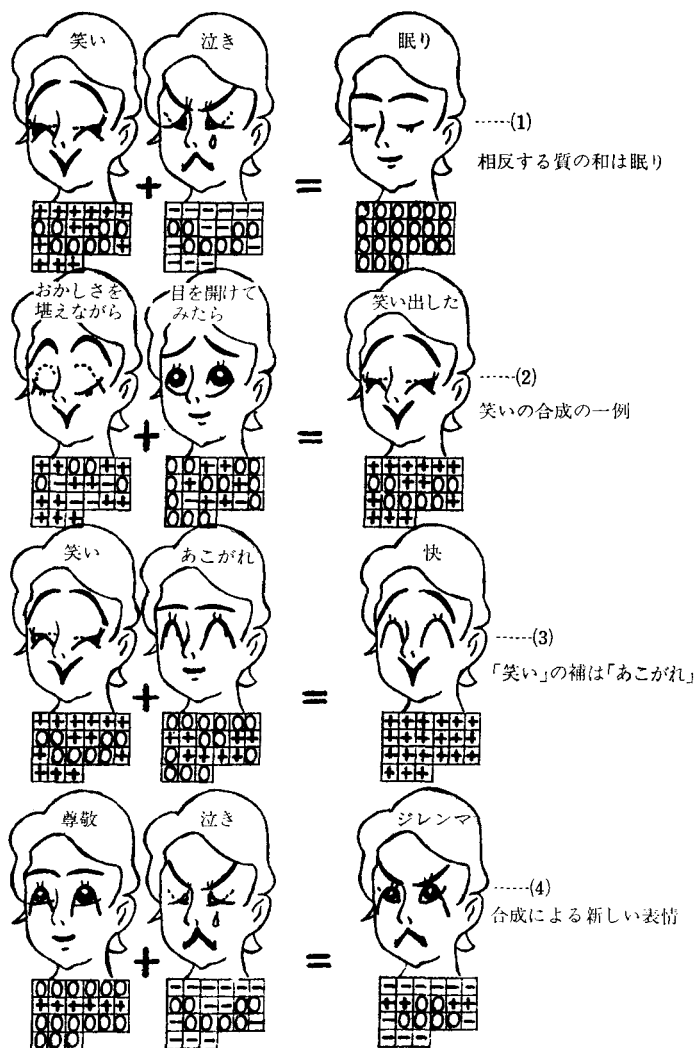


図18 笑いおよび泣きに関する加法の一例

さらに(3)式は「笑い」と「あこがれ」の間の関係のように、たがいに補の関係にある表情の和はつねに「快」となることを示しており、また(4)式は「泣き」に「尊敬」という別の表情を加えて「ジレンマ」という新しい表情を作った例である。

5.4 type 3 の例. 言語と数量 (表情) との接点の利用

前にあげた図5のルールに従って、方角別のレベルを設定すれば、あらゆる語に対する表情の類を作ることができる。

たとえば図19は、「先行条件と作用」類でこれら6個の表情の中では、□' 好奇心が眼を大きく見開いていてその語 (好奇心) をよく表わしており、その反対は無関心となる。

そしてこれらの語の分画 (正画と負画) をかいてその語を決めれば、関心・質問・解答・無視となり、ここで関心と解答はたがいに補の関係にあることがわかる。

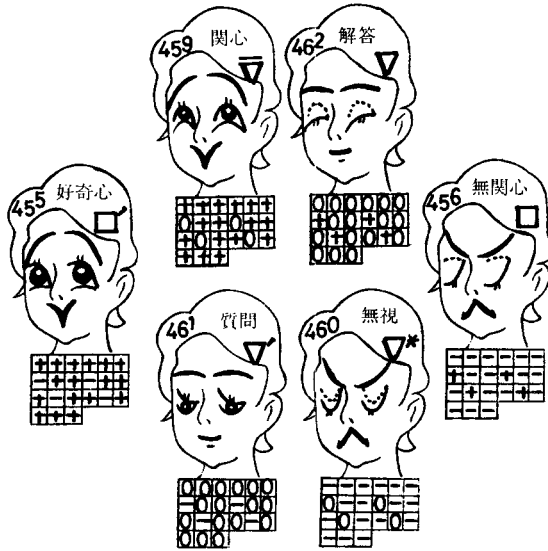


図19 「先行条件と作用」類

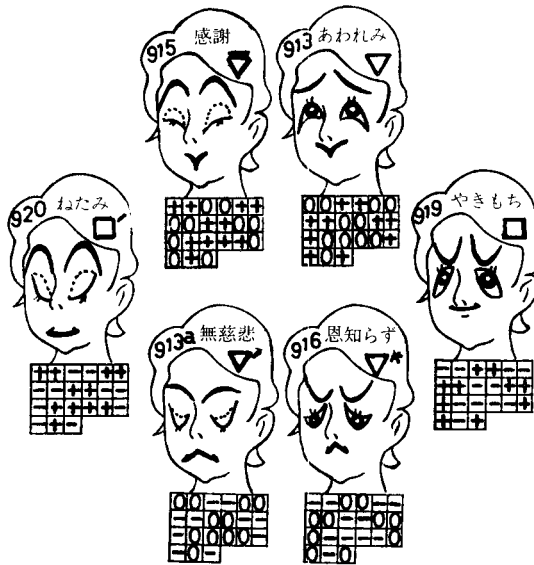


図20 「特殊な、または回顧的同情感情」類

同様に、図20は「特殊な、または回顧的同情感情」類を示し、□やきもち、およびその反対の□'ねたみが基本である。

このように、あるわかりやすい基本となる語の表情を、もっともらしい表情で表わして、その語(表情)と反元や補などの関係にある語を、たとえばロゼットのシソーラスの中から選んで、あらゆる表情の類を作成し、それらの類の間の関係を調べれば語と多次元的数量の関係づけの手がかりになるかもしれない。

6. あとがき

複雑な問題のグラフ化に対して視覚の有効性を高めるために、形に対する一つの数量化や用語の一種の加法を、表情図を媒介に行なう方法を考えた。

ここで6個ごとの表情のつくる類は置換群であるが、もしあらゆる類の間の関係がつけられれば、あるいはレヴィ・ストロース（人類学者）のいう構造の構造のようなものが、表情の類を通して発見できるかも知れない。

なお、誘画法の応用例としては群の表情やマンガの表情研究など、広い応用面も考えられるが、改良の余地も多々ありこれを列举すれば

1. 表情では開いた口も表わせるようにする。
2. 表情だけではなく人相（顔の輪郭・髪型・鼻・耳など）も可変とする。
3. 胴や手足も入れて身振りも用いる。
4. 時系列のはいった、より複雑なデータに対しては、2枚の誘画を使った立体表現やさらに、活動写真式に動く誘画とする。できれば色も可変として。

などである。

参 考 文 献

- [1] 江副 力, “誘画法——直感人間のための新しい^{えとぎ}絵解——”, 電気通信, **34**, (1971.1~3月), 289-291.
- [2] 江副 力, “OR実務のはなし——画(美)で解く方法”, 電信電話業務研究, **263** (1971.11月), 84-94.
- [3] Chernoff, H., “The Use of Faces to Represent Points in N-Dimensional Space Graphically,” Stanford University (Dec., 27, 1971).
- [4] 江副 力, “人間のパターン認識利用——指標の探し方”, オペレーションズ・リサーチ, **18**, **6**, (1973.6月), 55-60.
- [5] 江副 力, “新しいグラフ(仮称:誘画)”, セレクション, **13**, (1973.7月) 1-24.
- [6] 萱原秀二・八柳正之, “チャーノフのFace Method——企業財務分析への適用”, 数理科学, **11**, **12**, (1973.12月), 56-62.
- [7] 江副 力, “混とんを分類する画(誘画)”, 電気通信, **37**, **326**, (1974.2月), 21-27.
- [8] 八柳正之, “顔を用いた景気分析システム——景気変動と顔の変化——”, *Engineers*, **308**, (1974.4月).
- [9] 武藤高義, “Discrete Face Method”, あいまいシステム研究会資料 No. 42, (1974.4月).
- [10] 市川惇信, “プロセス・プラントの監視に顔を用いることについて”, あいまいシステム研究会資料 No. 43, (1974.4月).
- [11] 西田直矩, “Chernoffの方法に基づく都市構造の分析”, あいまいシステム研究会資料 No. 44, (1974.4月).