論　文

図形の分割と配色が視覚イメージに及ぼす効果について(1)

——各種数列による直交分割と白・黒配色——

上野清一郎*

On Visual Impression affected by Dividing and Coloring of Figures (1)

——Dividing of Figures by Orthogonal Line based on Several Series and Coloring by White and Black Colors——

Seiichiro Ueno

Kanazawa Institute of Technology

Abstract

Squares have been prepared as a fundamental figure and divided horizontally and vertically by orthogonal line based on 9 kinds of series and the fractions divided have been colored by white and black colors. Such 81 divided figures have been drawn and their visual impression have been expressed by using 20 kinds of terms by 40 students and then presented by the numerical values and defined as psychological variable. On the other hand, the figures have been represented by several physical variables and both variables have been connected by the multi-regression equation.

The results obtained are as follows :

(1) Desirable visual impression are found in the figures divided horizontally and vertically by using same series and not much changed divided distance. On the contrary, undesirable visual impression are mainly found in the figures changed divided distance by wide scale from fine to coarse stripe.

(2) Connected equation between the factors of figure (physical variables) and image scores (psychological variables) has been found. Owing to the results, among the factors of figure contributed to visual impression maximum area of white color in the fraction divided has most degree of contribution and the greater this area shows more undesirable visual impression.

Further, the above connected equation has made possible to find a clue to draw the divided figure which might express desired visual impression.

1.　はじめに

われわれが日常眼に触れるものの中には，自然物，人工物を問わずさまざまな形態と色彩のものがあり，それらの多様性からいろいろな情感を呼ぶ。人間の心理状態によって大きく左右されるこれらの情感(イメージ)を数量的に表現する目的で，ここでは基本形態としてまず長方形をとり上げ，これを数種の数列によってタテ・ヨコに直交分割することにより数多くの分割図形を作り，白と黒との無彩色で交互にぬり分ける。こうして得られた多くの分割・配色図形をいくつかの物理的変数によって表わし，他方これらの図形のイメージをイメージ用語からとらえ，数値化して心理的変数とし，両者の関係を数式によって結びつけることにより，形と色との組合せイメージを定量的に表現しようと試みた。

*　金沢工業大学

2. 実験方法

2·1 試料の作成

基本形態としての長方形は **Table 1** に示す 9 種の数列に基づいてタテ・ヨコに直交分割した。この際，辺長は約 120mm をメドとして， これを（タテ）9×（ヨコ）9＝81個の分割図形とし，ケント紙を用いて作成した。これらの図形を分割された区画ごとに互いに白と黒との無彩色でぬり分ける。（黒色にはポスターカラー使用)。ただし図形の左上隅は必ず黒の区画となるようにした。図の1例を **Fig.1** に示す。

2·2 イメージ用語ならびに被験者

ここにとり上げた基本図形は生活環境の中での模様，柄などに使用されるということを考慮して，これらを表現するのにふさわしいと思われる形容詞を二，三の雑誌から約500語えらび出し[1]， その中から同意語，類似語などを省き，またプラスイメージ，マイナスイメージを表わすことばを配慮して 20 語を選出した。この 20 語の配列順は乱数表によって ランダムとし， 他方 81 個の図形も乱数表によって提出順をきめ，各々の図形ごとに20のイメージ用語によって「はい」「いいえ」 のいずれかの相当するところに ○ 印をつけてもらった。（**Table 2** 参照)。

被験者は男子学生40名（18～24才）とし，アンケート実施は昭和55年7月7日～8月4日の間に行ない， 1人当りの所要時間は途中休憩をはさんで約70分であった。

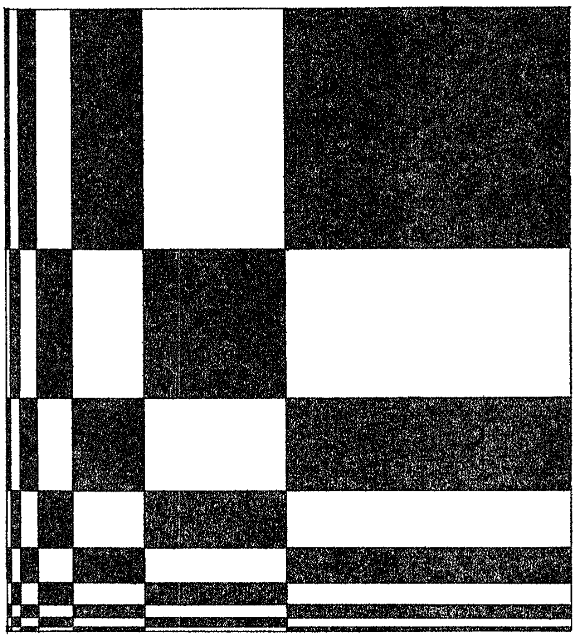
3. 結果の解析ならびに考察

3·1 数列とイメージ

Table 2 に示したように，「はい」に ○ 印のついたものをイメージ得点とし，これを 40 名全員について集計したものをもって 基礎データ（y）とする。（全員が「はい」と答えれば40点となる。）これらの基礎データをタテ・ヨコの分割方法にしたがってまとめた1例(「清潔な」)を **Table 3** に示す。タテ・ヨコの No. の対応したもの（1と①というように）は同一の分割法を表わす。これらの計の値にしたがって順位をつけたのが表の順位である。同一順位のときは両者の中央の値とした。このようにしてイメージ用語 20 語についての得点の最高（max）と最低（min）をもとに，数列ごとにまとめると **Table 4** のようになる。この結果からイメージを最もよく表わすと思われる 代表的な 図形のいくつかを **Fig.2** に示す。図からもわかるように，一般にタテとヨコとで同一分割で，しかも分割間隔が大きくは変らない場合が好イメージ（プラスイメージ）を与えており，中でもある適当な間隔（＝10）の等間隔分割同志（碁盤格子）がとくにその傾向が強い。逆に好ましくないイメージ（マイナスイメージ）を与える分割は，ペル数列や等比（初項 1, 公比 3）数列のように，分割が細かいものから急激に粗くなってゆくようなものに多い。図に示されるように等間隔分割に高得点を与えるイメージが多く，その間隔が極めて小さいと複雑，繊細な感じとなっている。

次にタテ・ヨコにおける分割の仕方の間にどのようなイメージ上の関連があるかを見るため， 両者の対応する（同一の）数列間の順位相関を求めた。その結果を

③ 等比数列（初項 1, 公比 2）



1 ヒボナッチ数列

Fig.1 分割図形の1例

Table 1 数列の種類

タテ方向	ヨコ方向	数　　列	辺　長（mm）	
1	①	ヒボナッチ	1+2+3+5+8+13+21+34+55＝142	
2	②	ペル	1+2+5+12+29+70＝119	
3	③	等比（初項 1, 公比 2）	1+2+4+8+16+32+64＝127	
4	④	〃 （〃 1, 〃 3）	1+3+9+27+81＝121	
5	⑤	等差（初項 1, 公差 1）	1+2+3+……	……13+14+15＝120
6	⑥	〃 （〃 1, 〃 3）	1+4+7+……	……+19+22+25＝117
7	⑦	等間隔（＝2）	2+2+2+……	……+2+2+2＝120
8	⑧	〃 （＝5）	5+5+5+……	……+5+5+5＝120
9	⑨	〃 （＝10）	10+10+10+……	……+10+10+10＝120

Table 2 イメージ用語ならびにアンケートの方法

No.	イメージ用語	図 No. 1		図 No. 2		…………	図 No. 81	
		はい	いいえ	はい	いいえ		はい	いいえ
1	清潔な	○			○			○
2	強烈な		○	○				○
3	エキゾチックな		○		○			○
4	人工的な	○		○			○	
5	幾何学的な	○		○				○
6	リズミカルな	○			○			○
7	繊細な		○		○		○	
8	アンバランスな		○		○		○	
9	ユニークな		○	○				○
10	華やかな	○		○				○
11	セクシーな		○	○				○
12	複雑な		○		○		○	
13	重々しい		○		○		○	
14	あいまいな		○		○			○
15	モダンな	○		○				○
16	陰気な		○		○		○	
17	神秘的な		○	○				○
18	知的な		○	○				○
19	鮮明な	○		○			○	
20	地味な		○		○		○	

Table 3 イメージ得点

◇ y_1 (清潔な)

ヨコ / タテ	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	計	順位
1	16	18	14	7	24	19	14	16	25	153	5
2	16	19	15	11	15	11	7	22	28	144	7.5
3	12	17	18	18	16	14	6	22	24	147	6
4	11	28	13	14	17	15	10	17	19	144	7.5
5	22	21	23	21	34	29	13	27	31	221	3
6	19	21	21	23	24	21	14	26	30	199	4
7	10	14	11	11	15	14	18	17	13	123	9
8	21	23	24	16	27	34	15	31	36	227	2
9	24	31	30	18	34	33	18	33	35	256	1
計	151	192	169	139	206	190	115	211	241	1614	
順位	7	4	6	8	3	5	9	2	1	平均	19.93

Table 4 イメージの最高得点，最低得点を示す数列

タテ方向（ヨコ分割）		
max.	イメージ用語	min.
ペル	アンバランスな 重々しい あいまいな	等間隔（=10）
等差(初項1, 公差1)	リズミカルな ユニークな セクシーな	等比(初項1, 公比2)
	モダンな 華やかな	ペル
等間隔（=2）	強烈な 繊細な 神秘的な	ペル
	エキゾチックな 複雑な	等比(初項1, 公比3)
	陰気な 地味な	等差(初項1, 公差1)
等間隔（=5）	人工的な 幾何学的な	ペル
等間隔（=10）	清潔な	等間隔（=2）
	知的な 鮮明な	ペル

ヨコ方向（タテ分割）		
max.	イメージ用語	min.
等比(初項1, 公比3)	アンバランスな 重々しい 陰気な	等間隔（=10）
	あいまいな	等間隔（=5）
	地味な	等差(初項1, 公差1)
等差(初項1, 公差1)	華やかな セクシーな	等比(初項1, 公比3)
	ユニークな	等間隔（=2）
等差(初項1, 公差3)	モダンな	等比(初項1, 公比3)
等間隔（=2）	幾何学的な 複雑な	等比(初項1, 公比3)
	神秘的な エキゾチックな	等差(初項1, 公差3)
	強烈な 繊細な	等間隔（=10） ペル
等間隔（=5）	人工的な リズミカルな	等比(初項1, 公比3)
等間隔（=10）	知的な 鮮明な	等比(初項1, 公比3)
	清潔な	等間隔（=2）

Table 5 タテ・ヨコ同一数列間のイメージの相関

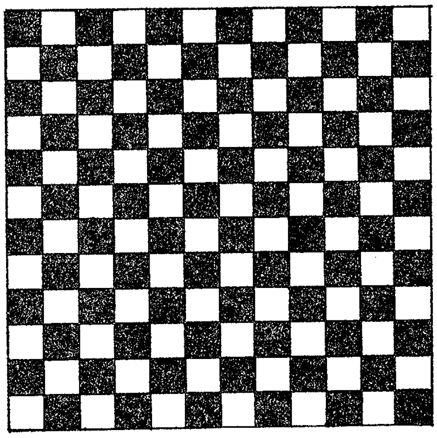
		r			r
1	清潔な	0.892**	11	セクシーな	0.617
2	強烈な	0.829*	12	複雑な	0.972**
3	エキゾチックな	0.908**	13	重々しい	0.650
4	人工的な	0.768*	14	あいまいな	0.827*
5	幾何学的な	0.866**	15	モダンな	0.513
6	リズミカルな	0.948**	16	陰気な	0.943**
7	繊細な	0.971**	17	神秘的な	0.729*
8	アンバランスな	0.965**	18	知的な	0.854**
9	ユニークな	0.554	19	鮮明な	0.873**
10	華やかな	0.933**	20	地味な	0.891**

* : 5%水準にて有無
** : 1%　　〃

◇好ましいイメージの図形例

⑨ 等間隔（＝10）

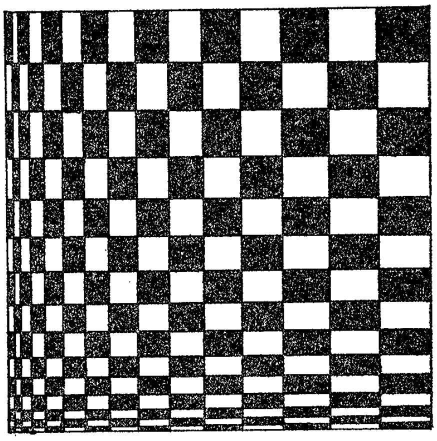
9 等間隔（＝10）



◇清潔な
◇知的な
◇鮮明な
◇（アンバランスでない）
◇（重々しくない）

⑤ 等差（初項 1，公差 1）

5 等差（初項1、公差1）

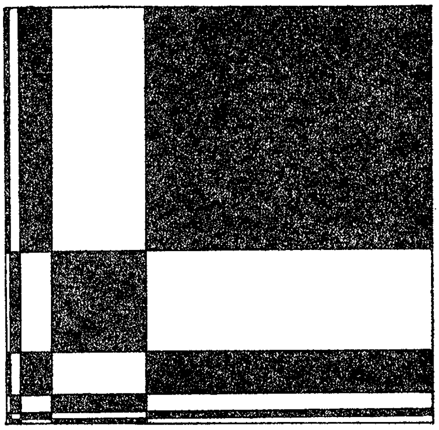


◇華やかな
◇ユニークな
◇セクシーな
◇（地味でない）

◇好ましくないイメージの図形例

④ 等比（初項 1，公比 3）

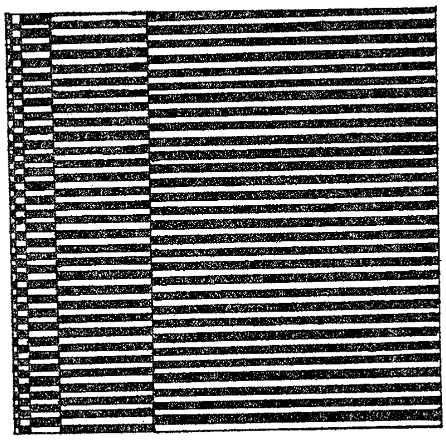
2 ペル



◇アンバランスな
◇重々しい
◇あいまいな
◇（人工的でない）
◇（幾何学的でない）
◇（知的でない）
◇（鮮明でない）
◇（モダンでない）
◇（華やかでない）

④ 等比（初項 1，公比 3）

7 等間隔（＝2）



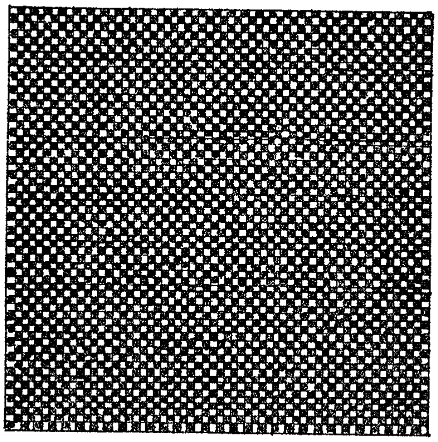
◇陰気な
◇地味な

Fig. 2 (1) イメージを最もよく表わす代表的図形

◇その他のイメージをあらわす図形例

⑦ 等間隔（=2）

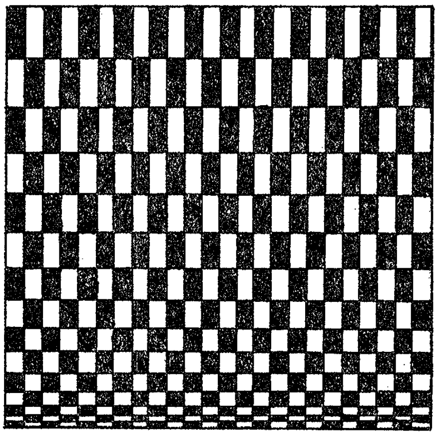
7 等間隔（=2）



◇強烈な
◇神秘的な
◇エキゾチックな
◇繊細な
◇複雑な

⑧ 等間隔（=5）

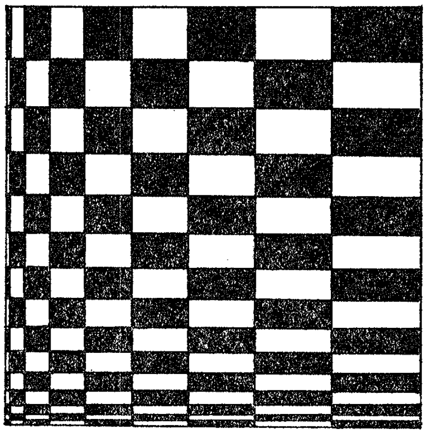
5 等差（初項1、公差1）



◇リズミカルな

⑥ 等差（初項 1，公差 3）

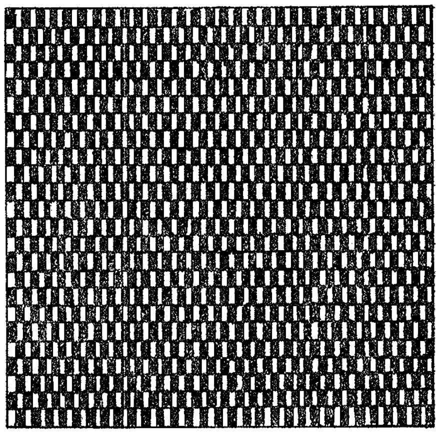
5 等差（初項1、公差1）



◇モダンな

⑦ 等間隔（=2）

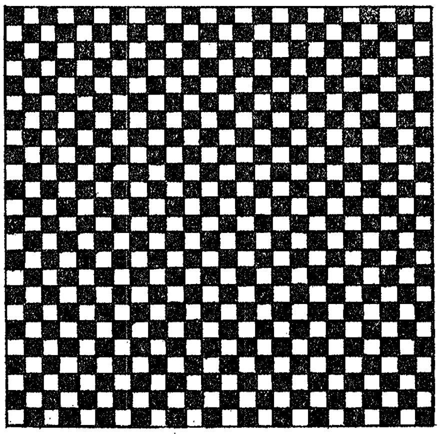
8 等間隔（=5）



◇幾何学的な

⑧ 等間隔（=5）

8 等間隔（=5）



◇人工的な

Fig. 2 (2) イメージを最もよく表わす代表的図形

Table 5 に示す。これより，ある分割法をタテに用いた場合（ヨコは別分割法を含む）とヨコに用いた場合（タテは別分割法を含む）とで，白黒交互の配色図形はイメージの一致する傾向（有意相関）のものが多いが,「ユニークな」「セクシーな」「重々しい」「モダンな」に関しては，イメージが一致するとはいえない。たとえば「ユニークな」「セクシーな」は，等比数列をタテに用いたときにはイメージは低く，ヨコに用いた場合にはより高い。「重々しい」はペル数列をタテに用いるとイメージ高くヨコに用いると低いが，「モダンな」は全くその反対となる。さらにこの「モダンな」というイメージは，等間隔（=5）（=10）を用いたときもこれをタテに用いると高くヨコでは低い。このように数列による分割法によって白黒交互配色の図形を作るとき，その数列をタテに用いてもヨコに用いても変らない用語のイメージと，その方向のとり方によって大きく変るものとがあることがわかる。したがって方向によって変るようなイメージについては，とくに分割の方向をえらぶ必要がある。

3·2　イメージ用語ごとの得点のバラツキ

81個の分割図形についてのイメージ得点が，どのくらいバラツクかを見るため，各イメージ用語ごとに $s/\bar{y}$（変動率）によって比較したのが **Fig.3** である。ここに s は81個の図形の得点の標準偏差，$\bar{y}$ はその平均得点を示す。**Fig.3** によれば「複雑な」「繊細な」などの用語は図形の分割の仕方によってかなりイメージが異なることが見られるが，他の用語の場合はそれよりも少しずつイメージのちがいは少なく，「人工的な」「幾何学的な」などの用語のイメージが最もバラツキが小さい。今回の白黒配色の分割図形では分割の仕方にかかわらず「人工的な」「幾何学的な」イメージはさほどちがいがないことを示し，以下図に見られるとおりの様相で図形ごとのイメージのちがいの傾向が示されている。

さきの **Fig.2** において，7—⑦ の図形が「複雑な」「繊細な」イメージの最も代表的なものであるのに対し，「人工的な」「幾何学的な」イメージは多かれ少かれ他の図形でも得られるが，8—⑦, 8—⑧ の図形はその中でも比較的その印象の大きいものとして挙げたということである。

3·3　重回帰分析による解析

図形のイメージはその形態・配色によって当然異なってくる。そこで図形の特徴を表わす物理的変数（説明変数）x_i をえらび，これによって図形を数量的に表現し，他方さきのイメージ得点を心理的変数（目的変数）y とし，両者の関連をつぎの重回帰式によって求め，これより図形のイメージに寄与する要因を見出だそうと試みた。

$$y=b_1x_1+b_2x_2+\cdots\cdots\cdots+b_nx_n$$

ただしこれは規準化した場合の式であり，b_i は標準偏回帰係数，x_i としては図形の特徴を示すべくつぎの要素をとり上げた。($n=6$)

x_1：図形中の区画の数
x_2：図形の全面積
x_3：１区画の白の最大面積
x_4：１区画の黒の最大面積
x_5：白／黒の面積比
x_6：白区画の面積分散

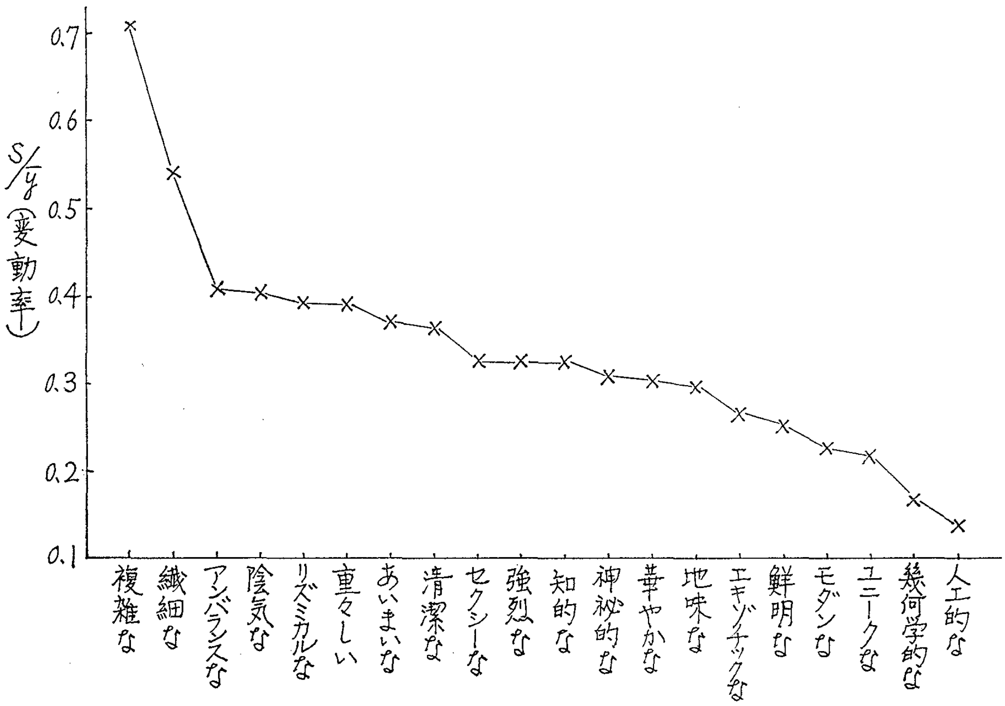


Fig.3　図形の相違によるイメージのバラツキの比較

y としてはさきのイメージ得点の基礎データを用い，y_1 ～y_{20} についてそれぞれ式を立てた。図形81個についての x_1～x_6 と y とにより求めた $b_i(i=1\sim6)$ を **Table 6** に示す。b_i の値は i 以外の他の x の影響を除いたときの，y の x_i に対する平均の回帰係数を示しており，この値が正の場合は x_i の値が大きくなるにしたがって y の値は大きくなり，負の場合は x_i が増すにつれて y は小さい値となる。すなわち i 以外の他の変数を一定にしたときの x_i の y に対する寄与の度合を示すということである[2]。(なお上式を用いて推定された y と，実測値 y との関係を表わす重相関係数を求めたところ，すべてのイメージ用語について有意な相関を得たので，上式を今後の推定に用いることは妥当といえる。)

標準偏回帰係数 (b_i) は相互に比較可能であり，**Table 6** を見るに b_3 の値がいずれもきわ立って大きく，したがって今回用いた図形の場合 x_3 の増減がイメージに大きく寄与していることがわかる。なかでも y_8(アンバランスな)，y_{14} (あいまいな) に ＋ の値がとくに大きく，また y_2(強烈な)，y_7 (繊細な)，y_{10} (華やかな)，y_{11} (セクシーな)，y_{12} (複雑な) などは － の値が大きい。このことは他の物理量が変らないとしたとき，1区画の白の面積に相対的に大きいものが1つでもあると，その図形のイメージは「アンバランス」で「あいまい」になり，また「強烈さ」「繊細さ」「複雑さ」「華やかさ」などといった感じはいずれもうすれてくることが示される。しかもこの x_3 という要素が他のものに比べて決定的にイメージに効果するといえる。この代表的図形例を **Fig. 4** に示す。この図形は上記についてのイメージ得点 (y_i) を実際に図の下のように表わしており，この得点が上のことを裏付けている。

次に寄与の大きいのは b_6 でこれは白区画の面積分散に関するものである。すなわち図形の中の白区画の大きさのバラツキの問題であり，y_2, y_7, y_{12}, y_{17}, y_{19} などについて ＋ に寄与している。このことは白の区画が大小入りまじっていると，「強烈さ」「繊細さ」「複雑さ」「神秘さ」「鮮明さ」などが増すということである。

また配色にとって重要な白／黒の面積比の，イメージに対する寄与度は，他の要素に比べてさほど大きいとはいえないが，白の比率の大きいほど「華やかな」「モダンな」イメージとなり，黒の比率が増すと「重々しい」「あいまいな」感じとなってゆくことを示している。

さてこのように標準偏回帰係数 (b_i) を基にして，その符号によってイメージ用語を分類すると **Table 7** となる。この表は寄与の大きさはともかくとして，b_i に関連する x_i の値が増すにしたがって，イメージに ＋ に寄与する (そのイメージを大きくする) b_i をまとめたものである。(ということはここに示されていない b_i は，すべて － に寄与するということになる)。これによると同じ枠内のイメージ用語は，そこに示された b_i に関連する図形要素 x_i の増加とともにそれらのイメージを大きくするということを表わす。したがって表示の各イメージのいずれかを表現する白黒分割図形を作成したい場合には，**Table 7** においてそのイメージ用語の属する b_i 群に関連する図形要素 x_i を，相対的に大きく(増す)するように考慮して作図すればよいということになる。

4. まとめ

長方形をいくつかの数列を用いて直交分割し，白と黒とで交互にぬり分けた図形のイメージを解析した結果，

(1) 好イメージ (プラスイメージ) を与える図形は，

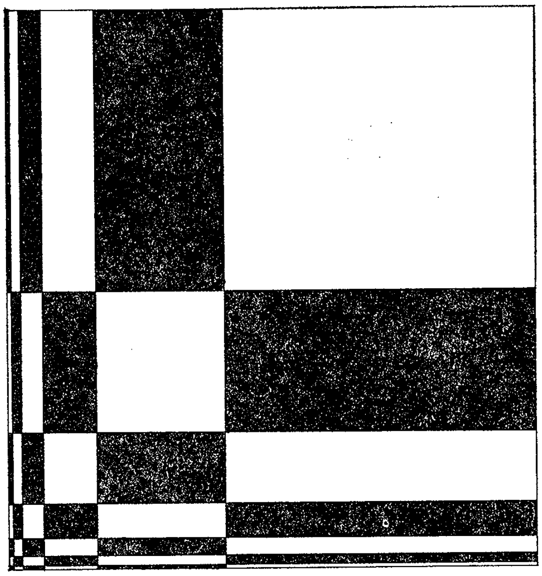
Table 6 標準偏回帰係数

	x \ y	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	y_{10}
b_1	x_1	−0.309	0.516	0.521	0.009	0.141	0.053	0.300	−0.013	0.053	0.072
b_2	x_2	−0.148	0.273	0.048	0.060	0.131	0.013	0.176	−0.122	−0.035	−0.062
b_3	x_3	−0.714	−1.216	−0.591	−0.803	−0.556	−1.013	−1.319	1.330	−0.058	−1.178
b_4	x_4	0.300	0.334	−0.254	−0.125	−0.137	−0.100	−0.097	−0.216	0.267	0.397
b_5	x_5	0.486	−0.084	−0.339	−0.066	0.162	0.131	0.040	−0.331	0.092	0.394
b_6	x_6	0.155	0.990	0.776	0.335	0.150	0.419	0.840	−0.445	0.087	0.420

	x \ y	y_{11}	y_{12}	y_{13}	y_{14}	y_{15}	y_{16}	y_{17}	y_{18}	y_{19}	y_{20}
b_1	x_1	0.197	0.430	0.302	0.029	−0.096	0.152	0.371	0.043	−0.176	0.183
b_2	x_2	0.020	0.174	0.170	−0.058	−0.031	0.072	0.202	−0.068	−0.059	0.084
b_3	x_3	−1.046	−1.213	0.210	1.369	−0.623	−0.375	−1.028	−0.856	−0.672	0.203
b_4	x_4	0.239	0.142	0.351	−0.654	0.400	0.598	−0.455	0.007	−0.417	0.232
b_5	x_5	0.257	0.212	−0.406	−0.517	0.385	0.220	−0.107	0.177	−0.117	0.009
b_6	x_6	0.572	0.637	0.010	−0.323	0.096	0.220	0.801	0.388	0.772	−0.215

②ペル数列

3　等比数列（初項1、公比2）



	b_3 が＋に寄与		b_3 が－に寄与				
実際のイメージ得点	y_8	y_{14}	y_2	y_7	y_{10}	y_{11}	y_{12}
	25	21	12	8	11	7	10

Fig. 4　x_3（1区画の白の最大面積）の大きい図形例

タテ・ヨコとも同一分割でしかも分割間隔が大きくは変らない場合に見られ，逆に好ましくないイメージ（マイナスイメージ）は，分割が細かいものから急激に粗くなってゆくものに多い。

(2) ある分割法をタテに用いた場合（ヨコは別分割を含む）とヨコに用いた場合(タテは別分割を含む)とで，イメージの一致する傾向の図形が比較的多いが，二，三のイメージについては，分割の方向をえらぶ必要のあるものもある。

(3) イメージを左右する図形要素のうち，その寄与度の大きいものとしては，まず分割1区画の白の最大面積，次いで白区画の面積分散，白／黒の面積比などが挙げられる。とくに分割1区画の白の最大面積は，これが大きいほど「アンバランスな」「あいまいな」などというマイナスイメージとなる。

Table 7　標準偏回帰係数（b）が＋に寄与する場合のイメージのパターン分類

b_1 b_2 b_5 b_6	b_1 b_4 b_5 b_6	b_1 b_2 b_4 b_5 b_6
幾何学的な リズミカルな 繊細な	ユニークな 華やかな 知的な	セクシーな 複雑な 陰気な

b_1 b_2 b_6	b_4 b_5 b_6	b_1 b_2 b_3 b_4 b_6
エキゾチックな 人工的な 神秘的な	清潔な モダンな	重々しい

b_1 b_2 b_3 b_4 b_5	b_1 b_2 b_4 b_6	b_1 b_3
地味な	強烈な	あいまいな

b_3	b_6
アンバランスな	鮮明な

このように図形要素（物理的変数）とイメージ得点（心理的変数）との関連式が得られたので，今後われわれの欲するイメージを表現するような分割図形を，任意に作り出すことの可能性が見出だされた。

終りに実験に協力された後閑順治君の労を謝する。

参考文献

1)　日本カメラ：1980-3月，日本カメラ社
　ヤングレディ：8～9号(1980)，講談社
　メンズクラブ：1980-2月，婦人画報社
2)　奥野他：多変量解析法，日科技連出版社(1971)

（受付　昭和56年6月12日）