図-地反転の実験的研究 I*

——持続提示における面積、意志的統禦

ならびに長時間持続観察の効果——

東京大学心理学研究室

大 山 正

鳥 居 修 晃**

図 (Figur) と地 (Grund) の分化ならびに図-地反転は, Rubin (20, 21) 以来全く周知の事実となり, 視知覚における最も基本的な問題の一つとして広く認められているのみならず, 種々の心理学上の理論においても重要な役割を演じている (13)。しかしながら, この問題に関して量的分析を試みた実験は比較的少く, その成果もまた, 必ずしも十分とはいえない (2, 3, 16)。そこで, われわれは図-地反転を規定している種々の要因に対して出来る限り体系的に量的分析を加え, これをもつて図-地反転更に図-地分化の根底に横たわる機軸の解明に役立たしめんとする。

ここでいう図-地反転とは, 2種の領域よりなる1つの刺激図形が与えられた際に, 外的刺激条件が同一であるにもかかわらず, 2様の知覚体験が生じ, 2つの領域の一方が図となり他方がその地となる見え方と, その逆の見え方が時を異にしてあらわれる現象を指したものである。そして反転とは, 狭義には一方の見え方から他の見え方への推移の体験を指すとしても, 広義には相反する2つの見え方が時に応じてあらわれ, その両方で図と地の関係が逆転しているという意味に解することも出来るので, この意味をも含めて図-地反転と呼ぶことにする。

従つて, その研究方法にも, 反転図形を持続的に提示して置いて, それを続けて観察している間の見え方の変化過程を問題とする方法 (3, 17) と, 反転図形を瞬間的に反復提示して, 各回におけるそれぞれの見え方の頻度を問題にする方法 (2, 22) とがある。

以下, まずこの前者の方法を用いて, 反転図形内の2領域の相対的面積関係の効果, 観察者の意図的統禦の効果, ならびに長時間持続観察の効果について実験的分析

を行うとともに, この種の研究における実験方法上の諸問題について検討する。

I.

方 法

一般的手続 実験1~3を通じて次のような手続をとる。Fig. 1 に示したような6個の扇形部分よりなる円図形を白ケント紙上に黒色インクで描く。ここで仮りに扇形の3つの扇形部分よりなる領域を α , 弓型の扇形よりなる領域を β と名づけておく。被験者はその図形の中心を両眼視で注視しつゞけ, 特別の教示のない限り受身の態度で観察する。観察中, α の領域が図となり β の領域が地となつた場合には, 被験者は一方の電鍵を押しつゞけ, 逆に β が図に α が地になつた場合には, もう一方の電鍵を押しつゞける。そのいずれでもないときは, どちらの電鍵も押さない。このそれぞれの電鍵を押していた時間の累加は, 各電鍵に接続した2個の電気時計の針の進みから読み取ることが出来る。1秒以下は4捨5入*。なお, 実験者は刺激をはじめ白ケント紙でおおい, 「用

Fig. 1

意」でその中央を注視せしめ, 「はい」の合図で白紙を除いて刺激図形を露出する。

刺激条件 観察距離 115cm, 刺激呈示面輝度約4ミリ

*Experimental studies of figure-ground reversal (I)—The effects of area, voluntary control and prolonged observation in the continuous presentation.

**Tadasu Oyama & Shuko Torii (University of Tokyo)

*電源サイクルの変動による電気時計の遅れが1分間2, 3秒程度あつた。その他に, 電鍵による回路開閉の際に, 電気時計の針が慣性により1回の開閉に0.1~0.2秒ずつ余分に進む誤差もある。

ランペルト。刺激図円形直径10cm(視角5°),線幅0.5 mm(15')。

被験者 心理学研究室員及び学生。

結果の処理法

(1) 出現時間と不確定時間 一定の時間内で α が図となつていた時間の累加を T_α , β のそれを T_β であらわし, 出現時間と呼ぶ。なお, 問題とされる全時間を T として,

$$T_\varepsilon = T - (T_\alpha + T_\beta)$$

を不確定時間と呼ぶことにする*。この不確定時間は, α β いずれが図となつているか判定出来ぬ期間, ならびに α β いずれでもない形が図としてあらわれていた期間を示すものであるが, T_ε には測定にともなう種々の誤差がしわ寄せされているから, この絶対値は直ちに信頼することは出来ない**。

(2) 出現率 T_α T_β の大小関係から反転過程中にいずれの体験がより優位であつたかを判定することが出来る。しかし, 不確定時間の存在とサイクルの変動による誤差を考慮して, 次式のような R を算出し出現率と呼ぶことにする。

$$R = \frac{T_\alpha}{T_\alpha + T_\beta} \times 100$$

これは, 全時間より不確定時間を除いた時間に対する, α の図となつていた時間の百分率を示すものである。 $R > 50$ ならば α の出現が優位であり, $R < 50$ ならば β が優位であることを示す。

(3) 初頭出現 初頭出現とは, 観察のはじめに α β いずれが図となつたかを示し, その頻度をそれぞれ f_α f_β であらわす。これは出現率 R とともに α β の優位性を示す測度となる。

(4) 出現回数 一定期間内での α の出現した回数を n_α , β のそれを n_β であらわし出現回数と呼ぶ。但し, 2 期間にわたつての出現は, 前期間の出現回数として数える。不確定期が挿入されなければ, $n_\alpha + n_\beta$ はそのまま反転回数を示すものである。また, 不確定期の挿入される場合に, それを如何に反転回数に算出すべきかは不明であるので, その場合にも一応 $n_\alpha + n_\beta$ をもつて反転回数の測度としておく。

(5) 平均持続時間 α β それぞれの出現時間を出現回数で除したものを, t_α t_β であらわし平均持続時間と呼ぶ。 α β いずれかが図となり, そのまま持続する時間の平均を示す。

*大山(17), 鳥居(24), 大山・鳥居(18)では t_α t_β

t_ε で表わしたが, 今後は T_α , T_β , T_ε で表示する。

**場合によっては T_ε が負の値を示したこともある。

$$t_\alpha = \frac{T_\alpha}{n_\alpha}, \quad t_\beta = \frac{T_\beta}{n_\beta}$$

II.

面積の要因

図-地反転過程で図成立の優位性を決める主要な条件の一つが図形上での2個の領域の面積関係であることは, 既に Rubin(21) により指摘されている。Graham(3), Goldhamer(2)は, Fig. 1 類似の円図形を用いてこの問題をかなり精密に吟味している。それらの知見によれば, 面積が全体としては一定で, たゞ2領域の相対的面积関係が変化するとき*, 面積小の領域が図としての出現が優位で, その効果は両領域の面積差が大になる程大きいという。これはまた, Harrower(5)の結果からも支持されている。

まず第1にわれわれは, この比較的確立されているとみられる面積の問題をとりあげ, われわれの方法にしたがつて, より包括的に検討してみる。

実験 1.

実験条件

α の角度 ($\angle \alpha$) を 10° から 10° 間隔で変えた11枚の刺激図形を用いる。 $\angle \alpha + \angle \beta = 120^\circ$ の関係があるから, $\angle \beta$ は当然, $\angle \alpha$ の増加とともに 110° から 10° まで 10° 間隔で減少する。この11枚の図形を各被験者ごとにランダム順序に1日2種ずつ提示する。6日間。観察は各図形90秒ずつ2試行, 1試行ずつ電鍵反応の仕方を左右とりかえる。1日計4試行。試行間隔3分。8名の被験者のうち半数は, $\angle \alpha$ が $10^\circ, 30^\circ, 50^\circ, 80^\circ, 100^\circ$ の図形で, α に対する電鍵反応を右-左の順に, 残りの図形ではその逆の順に行う。他の半数については, この逆の関係。90秒の観察期間を30秒ずつの前中後3期に分けて, それぞれの T_α , T_β , n_α , n_β を記録した。

結果

(1) 初頭出現 各被験者の初頭出現により α β いずれが最初に図となり易いかを知ることが出来る。Table 1 は8名×2回計16回の観察に際しての α β それぞれの初頭出現の頻数とその百分率を示したものである。個人別の結果でも1名の被験者がやゝ不規則である以外は, 全体を通じて面積小なる領域の方が最初に図になり易く, 面積差の大なる程その傾向が強い。Goldhamer は, われわれとほぼ同様の刺激図形を用いて, 瞬間露出的呈示(1秒)の際の出現優位性を吟味している。それは, 瞬

*Fig. 1 において α の角度を順次変化すればよい。 α の角度と β のそれとの和は常に一定である。

Table 1

$\angle\alpha$	10°	20°	30°	40°	50°	55°	60°	65°	70°	80°	90°	100°	110°	Total
$f\alpha$	16**	16**	14**	14**	10	—	12	—	6	4	3**	1**	1**	97
	100%	100	88	88	63	—	75	—	38	25	19	6	6	55%
	(100%)	(100)	(100)	(93)	(80)	(51)	(29)	(24)	(21)	(13)	(3)	(0)	(0)	(47%)
$f\beta$	0**	0**	2**	2**	6	—	4	—	10	12	13*	15**	15**	79
	0%	0	13	13	38	—	25	—	63	75	81	94	94	45%
	(0%)	(0)	(0)	(7)	(20)	(49)	(71)	(76)	(79)	(87)	(97)	(100)	(100)	(53%)

() The results of Goldhamer's tachistoscopic experiment. **at 1% level, *at 5% level significant.

間的にいずれが図となるかの頻度を測度としている点、われわれの実験における初頭出現に対応するものといえる。彼の結果を比較のため Table 1 に () 内に示した。われわれの実験の初頭出現の結果と比較してみると、大体同様の傾向にあるが、面積の変化にともなう出現頻度の偏り方が彼の場合は一層急激のようである。

われわれの結果で、 $\angle\alpha = \angle\beta = 60^\circ$ において、 $\alpha\beta$ の出現頻度が 50% ずつにならず、 α が β の 3 倍の頻度を示し、また全反応数でも α の方がやゝ多いことは、 $\alpha\beta$ の面積関係のみならず位置関係も出現優位性を規定していることを示す。即ち、 α 型の方が β 型より図になり易い傾向にある。Goldhamer の結果も偏っているが、われわれのとは逆に β 型の方が図になり易い傾向をみせている。

(2) 出現時間と不確定時間 各刺激条件における $\alpha\beta$ の出現時間と不確定時間の平均を図示すると Fig. 2 のようになる。出現時間は角度の小なる場合程大であり、規則的な変化を示している。位置の効果はさほど顕著では

Fig. 2

ない。不確定時間は $\angle\alpha = \angle\beta$ の際にやゝ大となるようであるが、条件差よりも個人差の方が顕著である。8名の被験者中4名は不確定時間が長く(各条件平均, K_t 32.2秒, S_s 28.4, K_g 23.7, S_g 19.4), 3名は殆どゼロと見做される程度 (A_k -0.5, A_z 1.5, U_e 2.2) で、他

の1名はその中間 (S_y 10.2) にある。内観によれば、不確定時間の多い被験者では、「一方から他方への反転がスムーズでなく不安定なフェーズがある」(K_g , S_s), 「いずれが図か判断し得ぬときが多かった」(K_t , K_g), 「一部分が図となり、3つの扇形が一組とならぬ」(S_s) 等の状態が挿入されたようである。

(3) 出現率 上記のように不確定時間には個人差が多いが、各被験者ごとにいわば出現時間の相対値である出現率 R を算出すれば、この難点は避けられる。Table 2 はこれを示す。平均値を図示すれば、Fig. 3 のようになる。一般に、 $\angle\alpha$ が $\angle\beta$ より小さいときは R は 50 より高く、 $\angle\alpha$ が $\angle\beta$ より大きいときは低くなる。これは面積小なる領域が図になり易いことを示している。大体の傾向としては、 R の曲線は、 $\angle\alpha$ と $\angle\beta$ との差がもつとも大きな $\angle\alpha = 10^\circ$, $\angle\beta = 110^\circ$; $\angle\alpha = 110^\circ$, $\angle\beta = 10^\circ$ の条件のときに最高最低を示し、その間を角度の変化にともないスムーズな曲線を書いて規則的に変化している。しかし詳細にみると個人別でも、また平均値でも R の最高最低値は、必ずしも $\angle\alpha$ と $\angle\beta$ との差が最も大きい条件 ($\angle\alpha = 10^\circ$, $\angle\beta = 110^\circ$; $\angle\alpha = 110^\circ$, $\angle\beta = 10^\circ$) のときに現われていない。これは、しかしどこか中間のところで optimal が存するとするよりも、 $\angle\alpha \angle\beta$ の差がある程度以上になると R の変化は限界に達し、ほぼ水平状態になつて、何らかの偶然的変動によりその附近のどこかで最高最低値が生じたものと解した方が適當ではあるまいか。平均値曲線をもても、 R の変化は $\angle\alpha \angle\beta$ の差が大となつても極端に偏ることなく、ある限度内にとまづているかにみえる。

図中点線で示されているのは Graham の結果である。彼の実験は、われわれの実験と最も近い条件下でなされたもので、その設定された6条件はわれわれの $\angle\alpha = 60^\circ$, 70° , 80° , 90° , 100° , 110° に相当している。Graham は、電鍵1個のみを用いて β 反応に相当する反応だけをとらえ、不確定時間を積極的に区別することをしなかつ

Table 2

$\angle \alpha$	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°
A_k	68.5	64.0	58.5	56.0	51.0	49.5	47.0	40.0	30.5	40.5	25.5
A_z	59.0	60.5	66.5	60.0	57.0	42.5	50.0	42.5	48.0	45.5	45.0
K_g	77.5	73.0	59.5	66.5	50.5	50.0	52.0	41.0	30.5	33.5	22.0
K_t	76.5	82.0	70.5	66.5	54.5	46.5	47.5	37.0	25.0	28.5	27.5
S_g	73.0	72.0	76.0	65.0	69.5	62.0	48.0	50.5	37.0	33.0	32.5
S_s	72.0	73.5	63.0	59.5	61.5	42.0	35.5	39.5	38.0	40.0	27.0
S_y	89.5	91.5	91.5	84.0	65.5	53.5	37.0	21.5	26.0	16.5	27.5
U_e	67.0	68.5	75.0	83.5	64.0	53.0	25.0	20.5	24.0	31.5	21.5
AV.	72.8	73.1	70.1	67.6	59.2	49.9	42.8	36.6	32.4	33.6	28.6
S.D. *	12.6	14.0	15.4	15.0	9.9	9.2	13.2	14.7	11.6	13.0	10.6

* S.D. は不偏分散の平方根

Fig. 3

た。そのかわりに、観察時間を30秒にとめて観察後半に生じ易い不確定状態の出現を避けた。そこで不確定時間をゼロと仮定して R に換算したものが Fig. 3 中の点線である。われわれの結果と比較してかなりよく近似している。

更に、Fig. 3 において破線で示されているのは、次の R' の曲線である。すなわち、

$$R' = \frac{T_\beta}{T_\alpha + T_\beta} \times 100 = 100 - R$$

とすると、 R' は α 領域でなく β 領域の出現率を示すものとなる。従つて、図中の破線は β 領域の面積変化にともなう R' の変化を、 $\angle \beta$ を横軸にして画いたものにほかならぬ*。位置関係以外は、 R' の曲線は R のそれと全く同様のものであるから、両者の間に差異があれば、そ

*結局 R の曲線を 180° 回転させたもの。

れは位置の要因によるものである。全般的にみて、それ程大きいとはいえないが、 $R > R'$ の関係がみとめられる。これは α 型の領域が β 型の領域より図になり易いということである。しかし、 $\angle \alpha = \angle \beta = 60^\circ$ のところでは、殆ど両者が一致しているし、その他の条件下でもその差は大でなく、 R は前述の初頭出現よりは位置の要因の影響に敏感でないようである。

次に、反応する手が左右異なることで結果に影響があるかどうか吟味されたが、これは見出し得なかつた。

また、 R を観察期間の前中後期30秒ずつに分けて算出し比較してみると、中期において変化し易い傾向も認められるが、それは顕著なものといふ難く、その変化の方向も不定であつた。

(4) 出現回数 Table 3 は $\alpha\beta$ 領域それぞれの90秒間での出現回数の平均とその和を示す。 $\alpha\beta$ の面積の差が僅少な程 $n_\alpha + n_\beta$ が多く、反転が盛んである。また、同じ角度関係であつても、 α の角度が小さく β が大の場合の方が、その逆のときよりも $n_\alpha + n_\beta$ が少い。この2つの事実と、既述の「狭い領域ほど出現優位である」、「 β 型より α 型の方が出現優位である」との結果を対応させると、「2つの領域の出現優位性の差が大きい程反転は少く、出現優位性の差が小さい程反転は盛んである」ことが示唆されよう。

n_α と n_β を比較するとかなりその数値が異つている。それは α から β 、または β から α へと反転する間に不確定状態がはさまり完全に反転せずにまたもとの領域が図になる場合があることによる。すなわち、 $\alpha \rightarrow$ 不確定 $\rightarrow \alpha$ 、 $\beta \rightarrow$ 不確定 $\rightarrow \beta$ のような経過が生ずるからである。表中に示されるように、一般に α が狭く出現優位のときは、 α の出現回数が β より多く、 β が優位のときは β のそ

Table 3

$\angle \alpha$	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°
n_{α}	10.4	10.7	13.3	13.5	16.9	15.9	15.8	12.6	12.9	12.4	9.3
n_{β}	8.4	8.2	10.3	11.4	15.8	16.0	16.8	14.1	15.6	15.0	12.6
$n_{\alpha} + n_{\beta}$	18.8	18.9	23.6	24.9	32.7	31.9	32.6	26.7	28.5	27.4	21.9

Table 4

$\angle \alpha$	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°
t_{α}	7.0	6.6	4.3	4.4	3.2	2.8	2.0	2.2	2.7	2.6	2.7
S.D.	3.4	3.4	1.9	2.1	1.2	2.0	0.7	0.7	2.3	1.5	1.2
$\angle \beta$	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°
t_{β}	5.1	4.1	4.2	3.6	2.6	2.9	2.4	2.4	2.3	3.0	3.2
S.D.	2.1	1.7	2.1	1.2	1.1	2.6	1.2	1.7	1.3	2.0	2.4
AV.	6.1	5.4	4.3	4.0	2.9	2.9	2.2	2.3	2.5	2.8	3.0

れが α より多い。このことは不確定状態は何等かの意味で、その際の劣勢領域の出現の代理となつている可能性を暗示する。

(5) 平均持続時間 平均持続時間 $t_{\alpha} t_{\beta}$ は Table 4 にその平均とS.D.とが表記されている。 t_{α} に関しては $\angle \alpha$, t_{β} に関しては $\angle \beta$ が、小→大の順に記されている。この点他の表と異なる。 t_{α} も t_{β} も、それぞれ α または β 領域が小さい程長く、次第に減少するが60°以上は殆ど変らない。これは平均持続時間が面積の単純な函数でないことを示唆するものであろう。すなわち、ある領域が図として持続する時間は、その領域の面積だけで決定されるものでなく、その際に地となる対応領域の面積との相互関係にも依存しているのではあるまいか。60°以上で殆ど変らない結果となつたのは、当該領域の面積の拡大にともなう持続時間の減少傾向と、対応領域の面積の縮小により間接的にもたらされる持続時間の増加傾向*とが相殺し合った結果と見做すことも出来る。なお、60°までの部分では一般に t_{α} の方が t_{β} より長い。これは、前述の位置の要因が、持続時間そのものに既に影響を与えていることを示すものであろう。

考 察

以上の結果から明かにされたことは、初頭出現と出現

*具体的に如何にしてそのような増加傾向が生ずるかは決められないが、例えば対応領域が面積小のため、その持続時間が長い、換言すれば当該領域が地となつている時間が長くなり、従つて「飽和」の回復が十分に行われるようになる——といった仮説をたてることも可能である。

率とにおける $\alpha \beta$ の優位性の決定に、面積と位置の要因が重要な働きをしていることである。面積小なる領域ほど図になり易いことは、すでに Graham 等により得られている知見であり、われわれの結果は Graham のそれとよく類似している。たゞ、ここでこれらの結果を直ちに領域部分の面積に結びつけて云々することは尙早である。というのは、これらの実験に用いられたのは輪郭線図形であり、 $\alpha \beta$ 領域といつてもそれぞれの領域は単に2本の半径と円弧により区切られたものに過ぎず、その内部は他の部分と同様の白紙である。従つて、Köhler (11) のように領域を区切る2半径の群化の難易によるものとして、近接の法則に帰せしめることも可能なのである。この点は、面図形を用いて同様の実験を試みる(26)等の吟味が必要であるが、そこでも同様の結果が得られるならば、かかる図-地反転事態にあつても、輪郭線図形は面図形と機能的に等価なものであることの実証となる。そして、輪郭線図形においても、線で区切られた領域全体にわたつてその領域の面積に比例した何等かの過程が生じているとの示唆を得よう。

初頭出現の結果と出現率の結果とを比較すると、前者では面積差の効果が極めて顕著にあらわれ、優位性の微妙な差異の検出に適するが、面積差がある限度以上になると $f_{\alpha} f_{\beta}$ の値が100%または0%に達してしまい、それ以上の優位性の差を弁別することが出来ない。Goldhamer 等の隣間露出法における出現頻度についても同様のことがいえよう。これに対し、後者では、面積差にとりなう変化がそれ程急激ではないが、 R が100または0

に達することはないから、広い範囲にわたり優位性比較の測度となり得る。

また、初頭出現や出現頻度と出現率とは、出現優位性をあらわすものとしても、その意味が異っている。出現優位性とは、現実場面でも或る刺激配置が短時間与えられたとき、どのような形が図となつて出現し易いかを示すものであれば、初頭出現や出現頻度はそのまま現実場面でのそれに対応させることが出来る。ところが一方、出現率とは形の出現時間を基礎とした測度であり、形の持続性の長短を反映している。持続観察中、ある形がより長く図として持続すること、換言すれば次の反転までに時間がより長く必要であるということと、その形が現実場面でもより屢々図となるということは直ちには対応し難い。この間の関連づけには図-地反転のメカニズムの解明乃至はモデルの想定を必要とする。これらについては今後の機会にゆずり、こゝではルーズな意味での出現優位性の測度として出現率を考えて置く。

面積の変化と出現率やその他の測度の変化との間に何か単純な函数関係はないかということは興味ある問題である。その際、何を面積の変数とするかがまず問題となる。第1に α 又は β の面積($\angle\alpha, \angle\beta$ でも同じこと)を直ちに条件変数とすることが考えられる。これは図となる領域の面積のみに注目し、その際に地となる部分の面積は影響なしとして無視するか、或いは図の部分の背後にも地が拡つているとする現象面での所謂二重表現性(double representation) (13) にもとづいて刺激円全体が機能的にも常に地となつており地の面積は一定不変と考えた場合に理論的意味をもち得る。しかし、実際に $\angle\alpha$ の函数として諸測度を表わした上掲の諸図表では、いずれも単純な曲線関係は認められなかつた。第2に α と β との面積の差または比を条件変数とする方法である。これは機能的に地としての働きをするのは図の領域を除いた残りの部分であるとする考え方にもとづいたものである*。しかし、実際にこのような方法を試みても簡単には単純な函数関係は見出し難かつた。

次に、位置の要因について考察すると、この実験では α 型の方が β 型より出現優位であつた。一方、Goldhamerはこれと逆の結果を得ている。しかし、彼も述べているように、これには個人差が多く、個人によつて α 型が優

位なものも β 型が優位なものもあるので、一般的結論は下し難い(4, 22)。垂直・水平にひろがつた形の方が斜方向にひろがつた形よりも出現優位であることは既に屢々指摘されている(13, 15, 21)。われわれの刺激図形では、上半下半のいずれかが垂直で他が斜方向となる。そこで、図形の上半と下半の何れに図形体制の重みが置かれるかによつて α 型と β 型の優位性が決まるのではあるまいか。

III.

意志的統制

この種の図-地反転図形に関しては、屢々、観察者の意志と無関係に突然に反転が生じ、新たな形があらわれる事実が強調されているが(1, 11, 15)、図-地反転といえども観察者の意志的統制をうけることは既に Rubin (20, 21) により指摘されているところである。また、図-地反転と密接な関係にあると思われる遠近反転や視野闘争に関しては、既に多くの研究(6, 8, 14, 23, 25)により主体的統制の有効性が認められている。しかし、勿論図-地反転は全く観察者により自由に統制されるものでも、観察者の意志に全然無関係に生ずるものでもない。そこで、一体、意志的統制はどの程度有効なものであるか、また、その効果は刺激側の要因とどのように関連し合うかが検討されねばならない。次にこの点を吟味してみる。

実験 2.

実験条件

実験1で用いた図形のうち $\angle\alpha$ の $10^\circ, 30^\circ, 50^\circ$ のもの3種を用いる。教示の与え方によつて次の3条件を設定する。

(V α 条件) α を図とするように努力し、それが図となつたら、出来るだけそれを持続させるようにする。

(V β 条件) β を図とするように努力し、それが図となつたら、出来るだけそれを持続させるようにする。

(N条件) いずれを図とする意図的態度もとらず、いわば受身の態度で観察する。

電鍵反応は常に α のとき右手で反応するように一定した。被験者6名。1日1刺激ずつ3日間。刺激使用順序は、2名の被験者には $10^\circ-30^\circ-50^\circ$ 、他の2名には、 $30^\circ-50^\circ-10^\circ$ 、残りの2名には $50^\circ-10^\circ-30^\circ$ とする。更に、この各2名のうちの1名は、1日目に $N_1-V\alpha-V\beta-N_2$ 、2日目に $N_1-V\beta-V\alpha-N_2$ 、他の1名はこの逆。1刺激図形につき1日4条件で試行間隔3分。他は実験1に準ずる。

*例えば Köhler (10) は図と地それぞれに対応する心理物理的領域に、等量の電流が反対方向に流れていると仮定しているが、その仮定に従えば両領域における電流密度はそれぞれの面積に逆比例することになる。それゆゑ、両領域の面積比が重要なパラメーターとなる筈である。

結 果

(1) 初頭出現と出現率 意志的統禦により $\alpha\beta$ の出現優位性が変化したか否かをみるために、各条件下の初頭出現 $f_\alpha f_\beta$ と出現率 R の平均を算出すると Table 5 のようになる。用いた刺激図形からして N 条件でも α が優勢であるが、 $V\alpha$ 条件では α が更に優勢に、 $V\beta$ 条件では N 条件より β が優位となる。初頭出現の N 条件の数値は $V\alpha V\beta$ 条件のそれと比較し易いように全頻数の $1/2$ が示されている。初頭出現に関しては、直接確率計算法で検

Table 5.

$\angle\alpha$	10°			30°			50°		
Cond.	$V\alpha$	N	$V\beta$	$V\alpha$	N	$V\beta$	$V\alpha$	N	$V\beta$
f_α	12	11.5	9	12	11	8	12	10.5	5
f_β	0	0.5	3	0	1	4	0	1.5	7
R	77.3	67.8	49.7	75.5	64.7	41.6	67.6	56.0	40.6
T_α	55.5	49.5	36.4	58.4	49.5	31.3	51.3	40.8	31.6
T_β	16.7	23.7	36.2	18.9	26.7	40.7	23.8	32.0	45.7
T_e	17.8	16.8	17.4	12.7	13.8	18.0	14.9	17.2	12.7
n_α	14.9	17.3	15.4	15.3	17.1	15.5	19.1	21.5	18.3
n_β	10.6	13.8	15.2	11.9	13.8	14.8	16.1	18.8	17.8
t_α	5.7	3.7	2.7	4.7	3.5	2.3	3.1	2.3	2.1
t_β	1.9	2.0	2.9	1.9	2.3	3.2	1.7	2.1	3.1

定すると、30° の $V\alpha V\beta$ 間には 5% 水準で、50° の N $V\beta$ 間、と $V\alpha V\beta$ 間には 1% 水準で有意の差が認められる。出現率に関しては、分散分析法で検定すると、意志的統禦の効果は 1% 水準で有意となつた。 R は $V\alpha V\beta$ 条件でも $\angle\alpha$ の小なるもの程大であり、N 条件のそれらとほぼ平行している。意志的統禦下においても面積の効果は明確に存在している。分散分析の結果でも、他の相互作用は有意になつたが、面積と意志的統禦の相互作用は有意とならなかつた。また、 R の変化は N $V\alpha$ 間よりも N $V\beta$ 間で大きい。これは R の尺度の性質によるものか、 R の更に偏る方向と水準化する方向との相違によるものか不明である。

(2) 出現時間、出現回数及び平均持続時間 出現率 R の変化はどのようにして生じたかを分析するため、まず出現時間 $T_\alpha T_\beta$ と不確定時間 T_e とを調べると、Table 5 に示されているように、 $V\alpha$ 条件では T_α が増加し、 T_β が減少する、而して $V\beta$ 条件では T_β が増して T_α が減ずるという結果になつて、その間、 T_e は殆ど変りがない。この事実、 R の変化で示された出現優位性の変

化は、その際意志的に出現を促進させた形の出現時間の延長と、その反対の形の出現時間の減少との両方によつていものである。

次に、このような出現時間の延長短縮は、それぞれの形の出現回数の変化によるものであろうか、それとも、それぞれの形の 1 回の持続時間の増減によるものであろうか。表中に示されているように、 $V\alpha$ 条件では出現回数 $n_\alpha n_\beta$ はともに N 条件よりやや減少する傾向にあり、その際 n_α と n_β との差は N 条件と同程度に保たれる。

$V\beta$ 条件では、 n_α は減ずるが n_β はむしろ増し、N 条件で $n_\alpha > n_\beta$ と不釣り合いであつた両方の形の出現回数が、 $V\beta$ 条件で $n_\alpha \approx n_\beta$ と平均化する。一方、平均持続時間については、明確に $V\alpha$ 条件で t_α が増加し、 t_β が減少する、そして $V\beta$ 条件では t_β が増加して t_α が減少している。上記の $T_\alpha T_\beta$ 変化、ひいては R の変化は、主としてこの $t_\alpha t_\beta$ の変化によるものではあるまいか。

考 察

結果に明らかに示されたように、刺激が同一であつても、意志的防禦により出現率は増加又は減少する。しかし、もちろん、意志的防禦により全く

自由に出現率が変えられるわけではなく、あくまで刺激側の規定をうけつつ、その上に重疊的に意志的統禦の効果が加わると考えるべきであらう。この意志的統禦の効果を実験 1 の面積の効果に関する結果と比較すると、15°乃至 45° 以上の扇形角度の変化に相当するものといえる。この実験の範囲では、 R の変化量は刺激図形の差によつては、すなわち N 条件下の R の水準の高低によつては、ほとんど差異がなかつたが、N $V\alpha$ 間におけるような R が増加する方向の変化と、N $V\beta$ 間におけるような R が減少する方向の変化とでは、その変化量が異つていた。これは R の尺度の性質* によるものか、 R がさらに偏る方向と中性点 (50) へ向う方向との相違によるものかは不明である。

つぎに、この R の変化は一方の形の出現時間の増加とともに他の形の出現時間の減少との両方によつていことが明らかにされた。同様の事実は視野闘争事態における意志的統禦の効果についてすでに柿崎 (8) の見出しているところと一致する。 R の変化は、単に不確定状態を

* R は interval scale につていない。

一方の形の出現へ転換させたり、他の形の出現時間を不確定時間に移行させたりした結果でない。この点、後述する長時間持続観察による R の変化の仕方と異っている。

なお、出現回数に対する意志的統禦の効果は、 $V\alpha$ 条件と $V\beta$ 条件とで対称的に行われなかつたのは、この実験で用いた刺激図形では、もともと α が優勢で N 条件ですでに $n\alpha > n\beta$ と偏っていたことによるものであろう。

IV.

長時間持続観察の効果

持続観察中に、一体何故図-地反転が生ずるのであろうか。反転図形が提示されて、最初に出現する形は、既に検討されたように、出現優位性の高い形（われわれの用いているような図形では、角度の小さな形）である。しかし、この出現優位の形がいつまでも続けて出現しているわけにはゆかない。しばらく観察しているうちに、突然いま1つの形が出現し、第1の形は地に沈んでしまう。これは第1の形の出現優位性が次第に減少してゆき、第2の形の出現優位性よりも小さくなつたためと考えられる*。更に観察を続けていると、第2の形は突然消え、第1の形が再び出現する。これは第2の形の出現優位性が減少したためか、一旦減少した第1の形の出現優位性が回復して来たためか、或いはその両方によるかして、再び第1の形の出現優位性が第2のそれより大になつたためとして理解されよう。このように、図として続けて出現していることそれ自体が、更にその形を出現させておくことの妨害となる結果を生ぜしめること、換言すれば、1種の負のフィードバックが生じていると考えることにより反転の過程を説明することが出来る。Köhler 等(1, 11, 12, 19)は、媒質変化とか残効とか飽和とかの言葉でかかる過程を想定している。そして、Köhler (11) はこの効果の蓄積が回復より盛んであるため、効果の残留がつみ重つてゆき、その結果、持続観察が続くにつれて反転速度は次第に早められて来る筈だと予想し、それを支持する実験結果を得た。一方、小保内(16)は、反転速度は逆に時間経過と共に遅くなり、休憩の挿入によつて早め

られるという結果を得ている。また、大山(17)はこのような効果の残留が2領域で不均等に行われるときには出現率が変化して来る可能性を指摘したが*、実験結果ではそのような傾向は見出せなかつた。更に、鳥居(24)はこの出現率変化の可能性は出現率の水準と関係する**のではないかと考えた。

このように、反転図形の長時間持続観察に関連して種々の問題が提起されるし、それらは反転そのものの機制解明に重要なつながりをもつと考えられるから、以下、2領域間の出現優位性の差に関して異なる3種の図形を用い、長時間持続観察の効果进行分析する。そしてこの実験

Fig. 4

Fig. 5

は、観察時間の決定や、観察回復の可否に関する実験方法上の吟味にもなる。

*正確にいうと、第1の形の出現優位性を規定しているポテンシャル($F\alpha$)が、第2の形のそれ($F\beta$)より小になつた($F\alpha < F\beta$)だけでは不十分で、両者の差がある限度(L)以上になる($F\beta - F\alpha > L$)ことが必要とされる。何故なら、そうでないと $F\alpha = F\beta$ の平衡状態におち入り、反転は生じなくなってしまうからである。考察の項参照。

*大山の論文中、「出現率が更に偏つて来る」(p. 48)とあるのは、「出現率が変化して来る」に訂正する。同論文集正誤表参照。

**出現率が50%に近いときは、即ち $R \approx 50$ の図形では、十分に不均等な効果の残留が生じないから、出現率はそれ以上変化しないであろう。

実 験 3.

実験条件

実験1, 2で用いた $\angle\alpha = 10^\circ, 30^\circ, 50^\circ$ の3種の刺激図形。電鍵反応は α が図のときに右手。被験者6名。うち2名は $10^\circ-30^\circ-50^\circ$, 他の2名は $30^\circ-50^\circ-10^\circ$, 残りの2名は $50^\circ-10^\circ-30^\circ$ の順序。1日1図形ずつ。観察時間12分。他は実験1, 2と同じ。記録は30秒ごとにとられたが, 結果の整理は1分ごとの12期に分けて行う。

結 果

(1) 反転速度の変化 長時間持続観察により果して反転速度が早められたであろうか。この点を検討するため, まず, 各刺激条件における $n\alpha, n\beta$ の平均を求めると Fig. 4 のようになる。 $\angle\alpha$ が 10° の場合の $n\beta$ がやゝ上昇傾向を示すのを除いては, $n\alpha, n\beta$ ともみな僅かながら下降傾向にある。Kendall の $S(7,9)$ を用いて検定すると, 10° の $n\beta$ の上昇, 50° の $n\alpha, n\beta$ の下降が有意となる。 $n\alpha + n\beta$ を算出してこれについて検討してみ

Fig. 6

ても, 10° が水平, $30^\circ, 50^\circ$ が下降 (50° のみ有意) の傾向を示し, 上昇傾向にあるものはない。即ち出現回数に関する限り, 長時間持続観察により増加するというよりむしろ減少する傾向にある。この意味では, 長時間持続観察により反転速度が増加するとはいえない。

ところで, 出現回数が減少したのは何によるのであろうか。個々の出現の持続時間が延長したためなのか。それとも, 出現時間は変わらずに, いずれの形も出現しない不確定時間が増加したためなのか。まず, 平均持続時間 ta, tp をみると, Fig. 5 のような経過を示し, $10^\circ, 30^\circ$ の ta はやゝ下降の傾向, 3条件の tp と 50° の ta はやゝ上昇の傾向にある (10° の tp , 50° の ta, tp が有意)。 $ta + tp$ を算出すると $10^\circ, 30^\circ$ はやゝ下降傾向, 50° は有意に上昇する。このように ta, tp の変化の仕方は一定

せず出現回数の減少は, 一部は, 毎回の持続時間の延長によるとしても, それがすべての原因とは考えられない。一方, 不確定時間 T_e の変化を調べると, Fig. 6 のようになり, 各条件とも上昇している (30° のみ有意)。出現回数の減少は主としてこの T_e の増加に帰せしめる

Fig. 7

Fig. 8

ことが出来よう。

(2) 出現優位性の変化 出現優位性の変化過程を検討するために, 出現率 R の各期における平均を求めて図示すると Fig. 7 のようになり, 各条件とも時間経過にともなつてやゝ減少し, 中性点 50 に近接するかにみえる (10° のみ有意)。しかし, その傾向の最も顕著な 10° の場合を個人別に吟味してみると, 中性点である 50 を越えて甚しく減少してゆく被験者 (Y_d, S_s) がおり, それによつ

て平均値がかなり動かされているようである*。この2人を除いた平均値では有意とならない。なお、その他に個人別に検定して下降傾向が有意となる場合が、 10° の K_n 、 30° の K_t 、 50° の K_n の3例ある。

僅かではあるが、 R がこのように次第に下降してゆくのは、何によるのであろうか。 R 算出の基礎になっている T_α 、 T_β を調べてみると、その平均値は Fig. 8 のようになる。 T_α は時間経過とともに次第に減少してゆく（3条件とも有意）が、 T_β の方は殆ど変わらず、 10° の場合にやや上昇気味であるというに過ぎない。その場合も異質的な Y_d 、 S_s を除けば有意とならぬ。即ち、上記の T_β の結果と総合すると、持続観察進行に従い、次第に T_α が減少し、 T_β が増加する、而して T_β はほぼ不変ということになる。 R の変化は主に T_α の減少によるものといえる。この点、同じ R の変化でも意志的統制によるそれと、その変化の基因となるものが異つている。

次に、この T_α の減少傾向は n_α 、 t_α いずれの変化によるかという点、前述の結果からもわかるように、その両方の変化に基づいている。

考 察

以上の結果からすると、長時間持続観察により反転速度は増加しないが、 T_α が減少し T_β が増加し、その結果出現率がやや中性点 (50°) に近づく。しかしながら、大山 (17) の6分間持続観察の結果では T_α 、 T_β 、 R の変化は認められず、その後行つた8分間持続観察の大山の未発表の実験データ* では T_α の増加と T_β の減少による R の増加傾向をも見出されている。この点上記の R の水準化傾向は直ちに一般的結論とはなしがたい。しかし反転速度の不変性は、大山 (17) と同様の結果であり、一応確立された事実と考えてよいであろう。

Köhler (11) の予想に反して長時間持続観察により反転速度が速められることはなかつた*** が、といつて直ちに Köhler の仮説が不適當であるとはできない。媒質変化にせよ飽和にせよ、Köhler の考えているよりはその回復の速いものであり、その領域が地となつている間に相当程度回復し、図となつたときの蓄積と、地となつている間の回復とがバランスして、ある種の定

常状態に入つたと仮定すれば、われわれの結果と矛盾しない。また、たとえ、何らかの残効が蓄積されていつたとしても、2領域における残効蓄積が平行して進行し、それらの相対的關係は変わらずその相対的關係によつて反転が規定されているとしても、やはり反転速度の不変性を説明出来る。

われわれは、図-地反転のモデルを考える際には、まず、いわゆる心理物理的仮説からはなれて、もつと一般的抽象的なモデルを想定したい。2つの形のそれぞれの出現優位性を規定する量として図形性ポテンシャル ($F_\alpha F_\beta$) を設定する。そして、 $F_\alpha F_\beta$ のうち、より大きなポテンシャルに相当する形が現象面で図として出現する。ただし、 $F_\alpha F_\beta$ の差がある限界 (L) 以下の時は、それまでつづけて図であつた形が慣性的効果により図となりつづける。一般にある形が図としてあらわれている間にその形のポテンシャルは減少し、地となつている間に回復する。通常の図-地反転過程の導出には、以上のようなモデルで十分である。ここでいうポテンシャルの減衰が、媒質変化、残効、飽和等と呼ばれているものに相当する。

このモデルから、この実験結果をみると、 T_β の増大はいかにして説明されるであろうか。上記では2つの形に相当する2個のポテンシャルしか想定しなかつたが、実際にはこの刺激図形に対して生じうる見え方（1種の反応と考える）は、 α 、 β だけでなくその他 γ 、 δ ……等いろいろある。それらのポテンシャル $F_\gamma F_\delta$ ……等も存在するのであるが、観察の始めには $F_\alpha F_\beta$ との差が大きく、その出現の機会が少いが、 $F_\alpha F_\beta$ が次第に低下してくると、 $F_\gamma F_\delta$ ……等が最有力ポテンシャルとなつて γ 、 δ ……等の見え方が生ずる機会が増してくる。これらの γ 、 δ ……等が不確定状態を構成していると考えれば、 T_β の漸増の実験結果は理解することが出来る。

ここで $F_\alpha F_\beta$ の漸減を仮定したが、このモデルから同時に反転速度の不変性をも説明するには、前述のように $F_\alpha F_\beta$ の平行的減少と、 $F_\alpha F_\beta$ の相対的關係による反転速度の規定を仮定せねばならない。しかし一方、実験結果では T_α 、 T_β 、 t_α 、 t_β の変化は平行していない点、 $F_\alpha F_\beta$ の平行的減少を仮定することは困難となる。また $F_\alpha F_\beta$ の減衰が平行しないならば、それはいかにして生ずるのであろうか。われわれのモデルにおいてこれらの問題を解決するには、さらに詳細に、モデルの構造と、その中におけるポテンシャルの減衰回復の過程を規定せねばならない。これらについては今後の機会にゆずりたい。

*中性点に近づく変化と、中性点を越えてさらに減少する変化（中性点より遠ざかる変化）とは原理的に全く別個のものである。

**大山 (17) 後註 (10) 参照

***こゝでの測定方法は厳密には Köhler のそれと同じでない。しかし、その後の鳥居 (27) の研究によれば、この点を考慮しても反転速度が有意に速められるという結果を見出し得なかつた。

V.

総 括

1) 6個の扇形に分けられた円図形を持続的に提示し、2個の電鍵を用いて反応させる方法により、図-地反転における面積、意志的統制ならびに長時間持続観察の効果を検討した。

2) 用いた測度は、いずれの形が初めに図として出現するかを示す初頭出現 $f_{\alpha} f_{\beta}$ 、一定観察時間内での2つの形の出現時間 $T_{\alpha} T_{\beta}$ 、そのいずれにも属さぬ不確定時間 T_{ϵ} 、 T_{α} の $T_{\alpha} + T_{\beta}$ に対する百分率で示される出現率 R 、2つの形の出現回数 $n_{\alpha} n_{\beta}$ 、ならびに2つの形それぞれの1回の出現の長さを示す平均持続時間 $ta\ tb$ である。

3) 扇形部分の面積を変化させると、初頭出現と出現率は規則的に変化した。それらの結果は、小さな領域の方が出現優位で、その傾向は面積差の大なる程顕著であることを示した。出現回数は2つの形に関し必ずしも同一でなく、その和は面積差が小さい程大であつた。平均持続時間は、面積の増加とともに減少するが、ある限度以上は変化しなかつた。一般に、 α 型の方が β 型より出現優位であり、位置の要因の存在を証示した。

4) 意志的統制により、刺激が同一であつても初頭出現と出現率が明確に変化した。出現率の変化量はその変化の方向によつて異なるが、刺激図によつてはさほど変らなかつた。この際の出現率の変化は、一方の形の出現時間の延長と他の形のその短縮との両方とに依つてゐる。また、それらの出現時間の変化は、主として平均持続時間の変化に依る。

5) 長時間持続観察によつては、Köhler の予想に反し反転速度は促進されなかつた。観察時間の延長にともなう主な変化は、不確定時間の増加と、優位な形の出現時間の減少とであつた。その結果、出現率はやゝ中性点に近接する傾向を示した。

文 献

- 1) Boring, E. G., Foundations of Psychology. 1948.
- 2) Goldhamer, H., The influence of area, position, and brightness in the visual perception of a reversible configuration. *Amer. J. Psychol.*, 1934, 46, 189~206.
- 3) Graham, C. H., Area, color, and brightness difference in a reversible configuration. *J. gener. Psychol.*, 1929, 2, 470~481.

- 4) 浜本夏美：図-地反転に及ぼす大きさと明るさの効果，東大特殊実験報告，1955.
- 5) Harrower, M. R. Some factors determining figure-ground articulation. *Brit. J. Psychol.*, 1936, 26, 407~424.
- 6) 速水晃・天野利武：立体輪郭図形の反転に就て心理学論文集Ⅱ，1929，125~131.
- 7) 印東太郎：反応系列の検討，高木貞二編 心理学における数量化の研究，1955，33~70.
- 8) 柿崎祐一：視野闘争についての予備的研究，心理，1948，No. 2，55~60.
- 9) Kendall, M. G., Rank Correlation Mmethods. 1948.
- 10) Köhler, W., Die physischen Gestalten in Ruhe und im stationären Zustand. 1920.
- 11) Köhler, W., Dynamics in Psychology. 1940.
- 12) Köhler, W. & Wallach, H., Figural after-effects. An investigation of visual processes. *Proc. Amer. philos. Soc.*, 1944, 88, 269~359.
- 13) Koffka, K., Principles of Gestalt Psychology. 1935.
- 14) MacDougal, W., Pyhysiological factors of the attention process (IV). *Mind*, 1906, 329~359.
- 15) Metzger, W., Gesetze des Sehens. 1953.
- 16) 小保内虎夫：感応心理学の立場から行つた F-G 交替現象の研究，心理学研究，1949，19，177~183.
- 17) 大山正：図形残効と反転図形，千輪先生還暦記念論文集，1952，47~55.
- 18) 大山正・鳥居修晃：図-地反転現象の研究(1)——出現優位度を規定する面積意志持続視の効果——日本心理学会第19回大会報告，1955.
- 19) Redslob, O., Über Sättigung gesehener Bewegungsrichtung. *Psychol. Forsch.*, 1938, 22, 211~237.
- 20) Rubin, E., Die visuelle Wahrnehmung von Figuren. Bericht über den VI Kongress für experimentelle Psychologie. 1914.
- 21) Rubin, E., Visuell wahrgenommene Figuren. 1921.
- 22) 笹本至心：図-地反転図形に於ける明るさの要因 東大卒業論文，1954.
- 23) 佐藤一：反転性遠近錯視に関する1実験，心理学研究，1927，2，829~855.
- 24) 鳥居修晃：図-地反転を規定する諸要因の分析，東大卒業論文，1953.
- 25) Washburn, M. F. & Gillette, A., Motor factors in voluntary control of cube perspective fluctuations and retinal rivalry fluctuations. *Amer. J. Psychol.*, 1933, 45, 315~319.
- 26) 浜本夏美：東大卒業論文(進行中)
- 27) 鳥居修晃：東大修士論文(進行中)

—1955, 9, 21受稿—