

図形の場の強さの測定による
“主観的輪郭線”の実験的研究（Ⅱ）

野 澤 晨

An Experimental Study of 'Subjective Contour' by the Measurement of Field Strength(II)

The author examines Kanizsa's pattern (Fig. 1) by measuring the threshold-value of a projected small light spot on the neighboring field to a figure drawn in Indian ink, on the surface of a white paper screen.

In the latest experiment, the data indicate a straight line shaped 'high threshold area' which coincides with the subjective contour.

(1) In Exp. I, the angles of the sectors are reduced from 90° to 45° , so that they no longer meet by linear interpolation (Fig. 7). The results suggest a curved line shaped 'high threshold area' which coincides with the curved subjective contour.

(2) In Exp. II, using the former pattern (Fig. 1), the right upper sector is replaced a little to the upper (or under) direction, so that the upper sectors also do not meet by linear interpolation (Fig. 9 (1)-(4)). The results indicate that there is no high threshold area and no subjective contour.

(3) In Exp. IV, the sector of the right lower corner is removed and all 5 subjects are changed by new subjects who have had no experience with the subjective contour experiment. There is no elevation of the threshold-value, and no subjective contour.

(4) Exp. III is conducted as Exp. IV is conducted, except for the 5 subjects who, in Exp. III, are ones who have had many experiences with Kanizsa's pattern experiment. The results indicate the elevation of threshold-value and the appearance of subjective contour. This clear difference between the results of Exp. III and Exp. IV implies that the subjective contour phenomenon does not occur only by the stimulus configuration but also by the perceptual learning processes.

I 問題

前回の報告(野澤1977)では、視覚における主観的輪郭線現象を検討するために、Kanizsa (1955) の図形の一つ(図1〈前回の図26〉)について、主観的輪郭線が通過すると考えられる付近に投写した小光点の消失閾を測定することによって、この図形がその周囲に及ぼす場効果(横瀬<1955〉)のいわゆるポテンシャル場)を検討した。その結果この図形を構成する4個の円形セクター刺激の一つ(左上のセクター)の角を構成する水平直線部分の延長線上に線状の幅の狭い高光覚閾帯が存在することが確かめられた(図2〈前・図33〉)。この場の構造を立体的に示そうとしたのが図

図 1

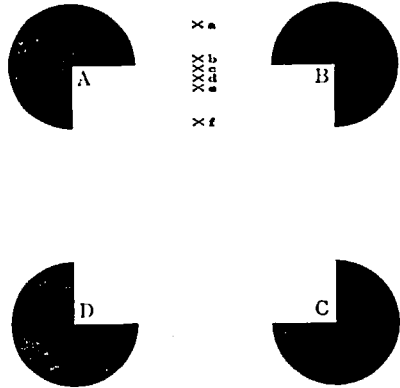


図 2

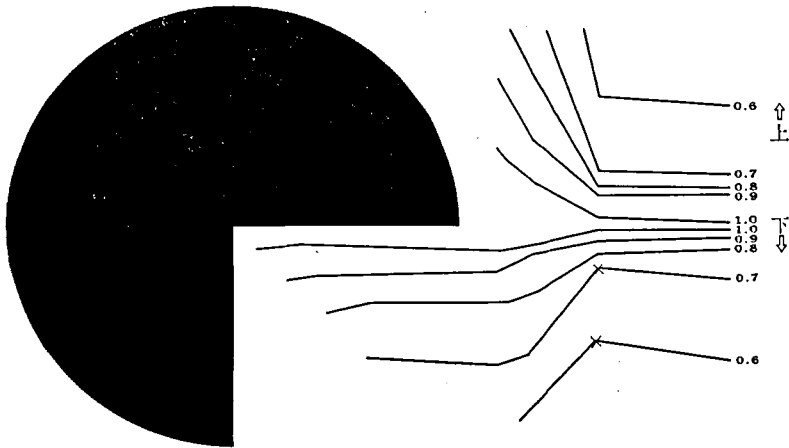
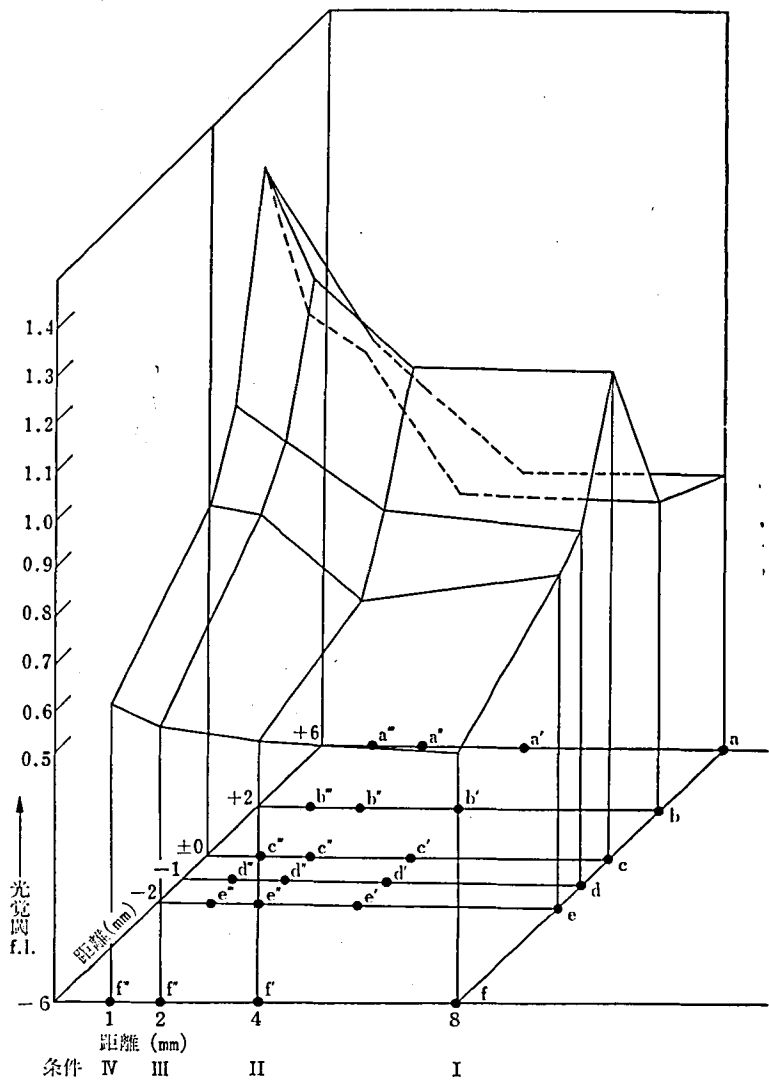


図 3



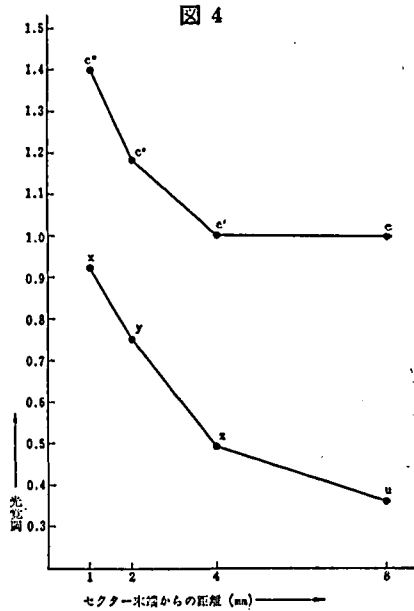
3 (前・図36)で、この図は実測値に基づいて、左上セクターと右上セクターの中心を結ぶ線上とその両側の光覚閾値の高低をその左半分について画いてある。この立体図を右側についても測定を行って画けば、丁度相称

の形で高光覚閾の尾根は右側図形に向って再び高くなってゆく、いわば釣り尾根状になると考えられるが、その位置は正しく主観的輪郭線の存在する位置と一致することが確かめられたのである。これは今まで抽象的に論じられて来た主観的輪郭線に対応する実質的知覚過程を実験的に取り上げる一つの手がかりを提供したものと考えてよいであろう。

ところでこの釣尾根効果は左上セクターの反対側に右上セクターが存在するからこそ、あらわれる

ので、もし右セクターがなければどんどん下降して白紙素地上の消失閾値(対照値)とえらぶところがなくなる筈である。そればかりでなく前回の実験IVに於て、単一セクターについてこの尾根筋にあたる部分の消失閾値を測定した結果は図4(前・図34)に比較して示した通りで、最もセクターに近い点の閾値でも図3の場合よりもはるかに低く、しかも曲線は急降下してしまうことが示された。もちろん単一セクターでは主観的輪郭線のようなものはなにも認められないのである。このことから主観的輪郭線の発生に関係があると見られる高光覚閾帯の存在は、4個のセクターの交互作用の結果と考えられ、もしこの作用が弱くてこの線上の例えば中央部分の光覚閾値がその上側や、下側の部分の光覚閾値と大差がなければ主観的輪郭線は消失することが予想される。

そこでこの作用を弱める一つの方法としてセクターの半径を7 mmから5 mm, 3 mm, 1 mmとして各条件につき、釣尾根が最も低くなると期待される中点と、その上方6 mmの点の消失閾の差を取り上げた(前・実



験V)。その結果消失閾値は予想通りセクターの半径を短くするにつれて低下したのであるが、最小の1mmの場合でもなお対照値とは有意の差があり、且つ主観的輪郭線が消えることはなかった。以上からこの Kanizsa 図形の効果は Coren ら (1977) によって示唆された lateral inhibition とか neural interaction などと考えられるような性質のものではなく、それにはむしろ Kanizsa や Metzger (1975) の Gestalt 過程による説明の方がより適合するもののように思われる。

けれども前論文でも指摘したように Kanizsa の言う“不完結性”の補完過程とか、Metzger のあげる Gestalt 法則のような説明は図形の小部分の小変化に対応する知覚の段階的な変化を予想する仮説が、本現象などには簡単には適用できないことを理論づけようとする効果はあるものの、Coren (1972) が言うように、具体性に乏しく、又数量的表現を行い難い所があることは否定できない。もともと本研究の方法はこのような Gestalt 性質と言いつらわされて来た過程を少しでも具体化し、数量的表現をするために創始されたものである(横瀬1955)のだから、以上の段階で止まることなく、さらに検討を進める必要がある。前回も触れたところであるが、Metzger (1975) は Wertheimer (1923) の Gestalt 要因による対象世界の三次元的分凝(まとまり或いは分離)の一つの実例として主観的輪郭線現象を取り上げている。よく知られた Gestalt 要因の内、対象の運動を伴う共通運命要因を除くと、近接、類同、閉合、良い連続、良形態の5要因のいずれもが、本実験図形の中央の白色正方形をまとめ上げ、4個の黒色の円(セクターでなく完全円)よりも前方に浮き出して見えさせる作用をしているというわけである。良形態要因はさらに相称性、規則性、簡潔性および安定性などに言い換えることもできる。前述の Coren (1972) はこの Gestalt 要因を情報理論の冗長度 (Redundancy) の測度で数量化しようとした Hochbeg & Brooks (1960) の方法に期待を寄せているが彼自身の試みには触れていない。

本研究では上述の諸要因の内から比較的条件変化要因として取り上げ易

いものをえらんで Kanizsa の図形に適用し、その効果を光点消失閾測定値によって解明して行くことにする。

前回の諸実験に使用した図形について、著しい特徴を挙げるとすれば、円形セクターの角の辺が相互に同一直線上に在る、という点ではなかるうか。これは上述の良い連続要因である。既に見たように、左上セクターと右上セクターの角の水平な線の延長線上に丁度一致する形で幅の狭い高光覚閾帯が現出するのである。それでは両側のセクターの角の対応する辺の角度が水平でなく両線の延長線がくいちがう時はどうなるであろうか。既に Kanizsa (1976) は図6などを示して、このような場合には曲線的な主観的輪郭線が生ずることを示している。小光点消失閾測定値はこの状況でどのような結果を生じるであろうか。次に両セクターの対応する辺が共に水平で同方向であっても、そのいずれかがやや上(又は下)にずれている為に、両線が同一直線上になくなる場合はどうであろうか？ 小差であれば妥協的な輪郭線を生ずるであろうか？ 以上のような点を消失閾法で検討する実験を試みることにより、Kanizsa 図形の検討を続けていきたい。

II 実験装置・方法

前回の報告(野澤<1977>図24)に示したものと殆ど同一である。但し、小光点の明るさを変化する偏光フィルターをエルモ社製フェーダー(C200)に変更した点が異なる。フィルターの質の変化¹⁾については正確な客観的記述ができないので、スクリーンに投写された輝度値²⁾のみを問題にした。したがって今回の測定結果を前回のものと直接比較するわけにはいかない。その他の条件を同一にした場合でも、このフィルターの質の相違の影響により、必ずしも同一の結果が得られるとは期待できないからである。今回のフィルターでは光点の輝度を10~0.082 foot lambert の間で連続的に変化させることができる。

実験方法もまた前回と同じであるが小光点の消失閾値測定は一条件につ

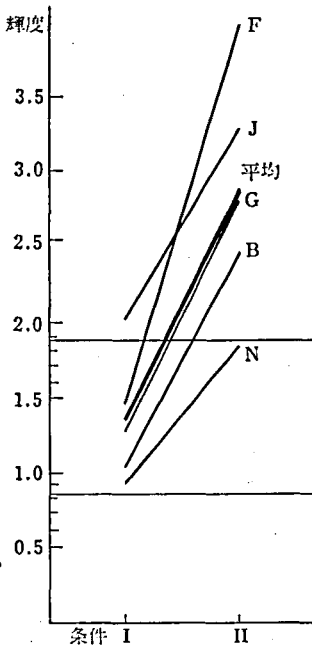
き、下降手順のみを5回行い、その平均をその被験者のその条件における閾値とした。

被験者は本学心理学専攻学生7名の他、特別に他学科学生4名を加えた計11名である。実験場所は本学心理学研究室、実験は1977年7月から10月の間である。

Ⅲ 予備実験

目的：輪郭正方形図形がその中心に及ぼす場効果の測定値を、図形の存在しない対照条件と比較し、本実験装置による場効果測定値の精度を検討する。この実験は前回の報告の予備実験と全く同一の条件で行なうが、それは測定用偏光フィルターを取り換えた結果の検討のためである。

図5 予備実験



条件：I 図形のないスクリーンの中心に小光点を投写する（対照条件）。

II 20mm×20mm、幅1mmの黒色輪郭正方形の刺激図形を、観察スクリーンの中心に呈示し、その中心に小光点を投写する。

被験者は5名の専攻学生。条件I、IIを被験者毎にランダムな順序で行ない、各条件につき5回の測定の平均値を求める。

結果：第1表及び図5に示した通りで、
 ① 影響図形の存在する場合IIには小光点の閾値（単位は、foot lambert、光点の輝度から背景の輝度を差引いた値）は対照条件Iの場合より高い（F検定により危険率1%以下で有意差がある、と言える）。
 ② 図5に示すように95%の信頼度で推定した対照条件に

第1表 予備実験

被験者 \ 条件	(I)	(II)
J	2.02	3.3
N	0.92	1.86
B	1.04	2.48
G	1.3	2.84
P	1.46	3.94
平均	1.35	2.88
不偏分散	0.186	0.626

小光点消失閾値の表すべて単位は foot lambert (以下省略)

平均値は、小数点第3位を四捨五入して第2位までとする。(以下省略)

おける閾測定値の母平均値 m の信頼限界は $1.88 \geq m \geq 0.81$ (単位は foot lambert) となり被験者N以外のIIにおける閾測定値はこの範囲外である。

③第1表の数値を前回の報告の第1表と比較すると今回の方がはるかに閾値が高い。

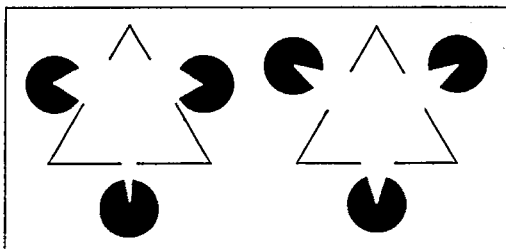
考察：① 結果の①, ②は白色スクリーン上の黒色図形の近傍に呈示された小光点の閾値が図形の影響を受けて閾値が高くなる(小光点が見えにくくなる)ことを示している。この結果は暗室中で光図形の影響を調べた横瀬・内山(1951)の結果も含めて、従来の類似の条件の実験(横瀬<1942>, 野澤<1970>)などの結果ともよく一致している。したがってこの実験装置・手続によって本実験を行ない、刺激図形条件の変化にともなう測定値の変化を比較する根拠が得られた、といえる。

② 以上の結果はもちろん前回の報告の予備実験の結果の傾向とも全く一致している。但し結果の③に認められるように数値的には両者の間にはかなり隔りがある。既に述べたように両実験の測定に用いたフェーダーが異っているのであるから、このような差異を生ずるのは避けられないことである、と言えよう。測定値は輝度で表現されるので理想的に相似のフィルターが得られれば或いは比較可能な測定値が得られたかもしれないが、今日の処では直接比較を断念し、前回の結果と今回の結果を比較する必要がある時は、相互の傾向が一致するか否かの検討にとどめることにする。

IV 実験 I くいちがいの影響 (1)

目的：前回の実験の図形ではセクターの角の辺の直線が相互にいわゆる“良い連続”の要因に適合するように一直線上に連っており、これが主観

図 6

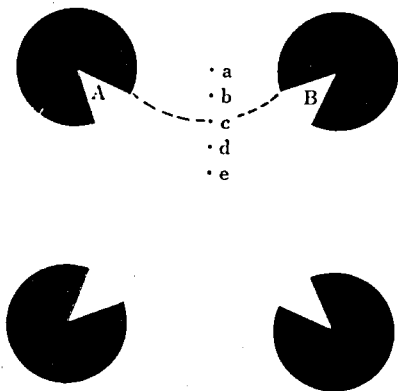


的輪郭線の形成に大きな役割を果たしている、と考えられる。ところが Kanizsa は図6のようにセクターの角を変化してその辺が相互に一直線にならない場合にも、なお

主観的輪郭線が認められる場合のあることを示している。実験 I ではこのような場合の場の測定を試みる。

条件：図 1 ではセクターの角は 90° であるが、これを図 7 のようにセクターの角を 45° にする。この場合図の点線で示したような主観的輪郭線が認められる。そこでこの主観的輪郭線が通過すると考えられる線の中点³⁾を c とし、 c を通る垂直線上に、図 1 に準じて a, b, c, d, e の 5 点を定め

図 7



める。但し $ac = ec = 6\text{ mm}$, $bc = dc = 3\text{ mm}$ とする。この $a \sim e$ の各点にあたる位置に小光点を投影してその消失閾値を測定する。装置・方法は前述の通りであるので以下各実験についても記述は省略する。但し $a \sim e$ までの 5 点については被験者毎にランダムな順序で 5 回ずつまとめて測定を行ないその平均をその被験者のその点についての閾

値とする。

結果：第2表及び図8のグラフに示す。
又第3表は各条件間の差のF検定の結果を示す。又第4表は二元配置の分散分析表である。

① どの被験者も明瞭に主観的輪郭線を認めた。

② 8図に見るように点cの閾値のみがかなり高い。有意差の危険率を10%とすれば、他のどの条件とも差がある。

③ しかしc点以外の四点については相互に有意差を認められない。

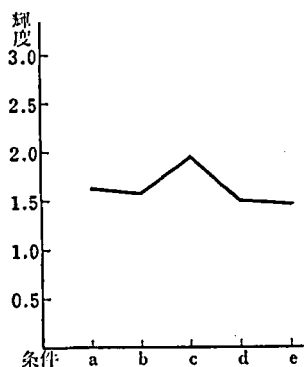
第2表 実験Iの結果

被験者 \ 条件	a	b	c	d	e
J	2.24	2.74	2.64	2.46	1.92
N	1.02	0.6	1.06	0.66	1.0
B	0.94	0.74	1.0	0.34	0.24
G	1.46	1.38	1.92	1.48	1.8
I	2.5	2.5	3.12	2.58	2.28
平均	1.65	1.59	1.95	1.5	1.45
不偏分散	0.502	0.974	0.885	1.035	0.675

④ 第4表の分散分析表で認められるように条件差が危険率5%で有意なのに対して個人差要因は1%で有意である。

考察：① 主観的輪郭線が通過すると考えられる点の閾値が有意に高い結果は、前回の報告の結果とよく一致している。前回の事態ではセクターの角の辺が相互に同一直線の延長線上にある、という意味でいわゆる“良い連続の要因”が強く作用する、と考えられたが、本実験では同一直線の延長線上、という条件が成立しなくても、なお左右相称とか、セクターの角が相互に等しい、というような条件が存在するときはセクターに囲まれた部分を単一な良形態にまとめようとする傾向が働くことが示されていると

図8 実験I



第3表 実験Ⅰの差の検定

条件 条件	a	b	c	d	e
a					
b	—				
c	○	○			
d	—	○	**		
e	—	—	*	—	

** 危険率1%以下

* " 5%以下

○ " 10%以下

— 有意差なし

第4表 実験Ⅰの分散分析表

	平方和	自由度	不偏分散	F
個人差	15.318	4	3.829	63.524 **
条件差	0.752	4	0.189	3.14 *
誤差	0.965	16	0.06	
全変動	17.039	24		

が認められないのは不思議だ、という意見が何人かの研究者からの私信でも寄せられている。しかし、この点については現在の資料だけで意見を述べることはさしひかえたい。

③ 個人差について考えるべき点は3つある。(1) 前述のように測定点cの位置はかなり便宜的に定められた。しかし主観的輪郭線の形状にも個人差があるとすればc点は個人別に定められるべきであったかもしれない。事実実験Ⅰの結果は前回の直角図形の場合程明確ではなかった。例えば被験者Jではbの閾値がcのそれよりも僅かに高い。Jの輪郭線はc点より

言えよう。

② 結果の③に於て主観的輪郭線の外側にあたるa, bの閾値と、内側にあたるd, eの閾値の間に有意差を認め得なかった点も、前回の結果と一致している。前回指摘したようにCorenら(1972)は輪郭線上の閾値の変化よりはむしろその両側部分の閾値の落差の存在を強調している。本報告の図1, 7などを観察しても輪郭線内の白さは、線外の白さよりも明瞭に明るく知覚される。それにも拘らず光点の消失閾値に差

もb点に近い所を通っているのかもしれない。けれどもこの点は今直ちに検証実験を考えねばならない程重要なものではない。

(2) 第2表を細かく見ると、図8に認められるcを中心とする山型曲線を統計的に裏付けられる程測定値はそろっていない。しかし個人によってこの曲線が相違する、と積極的にいえる程の証拠も存在しない。

(3) 分散分析における個人差は光点消失閾の規準には個人によりかなり差異があることを示すもので、考察①の結論に影響するような個人差は考えられないであろう。

以上の考察を総合すれば、図7のようにセクターの角の辺が直線上になく、ある程度くいちがっても、なおセクターの中間の空間における小光点の消失閾に特殊な山形の効果を及ぼすこと、又その頂点が主観的輪郭線の通過点と一致すると考えられることが示された。さらにこれを拡張してセクターの角が 45° に限らず、Kanizsaの示した鈍角図形の場合(前・図6・7など)にも同様の効果が存在すると推定される。主観的輪郭線は直線的良好な連続の条件が満たされなくても図形の左右相称、規則性などの条件があれば充分成立する。

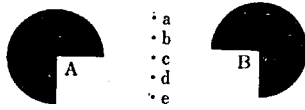
V 実験II くいちがいの影響(2)

目的：実験Iで円形セクターの角の辺の延長線の方向が食いちがっていても主観的輪郭線を裏書きする場の効果の存在が示された。しかしこの角の辺の延長線の方向が等しくても、その位置がごく僅かでも食いちがっていると、主観的輪郭線が生じなくなる事実も知られている。そこでこのような場合の場効果の測定を試みる。

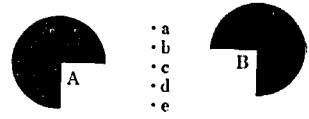
条件：図9(1)~(4)に示すように前回の実験I(図1)と同じ円形セクターを使用して(1)右上の円型セクターを1mm上げる(視角 4.9°)。(2)右上の円型セクターを3mm上げる(視角 14.73°)。(3)右上の円形セクターを1mm下げる。(4)右上の円型セクターを3mm下げる。以上の4条件につ

図 9 実験Ⅳの刺激図形

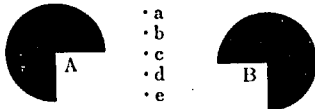
(1)



(2)



(3)



(4)

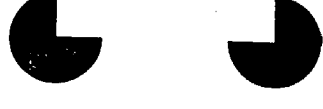
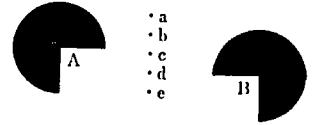
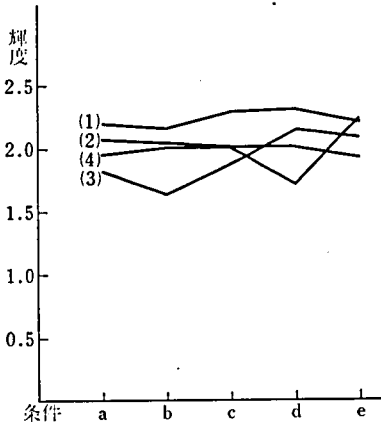


図10 実験Ⅱの結果



いて、前回の実験Ⅰと同じa～eの5点において小光点消失閾を測定する。より正確に述べれば左上の円形セクターの角の水平の線の延長線上で、セクターの中心から15mmの点をcとし、この点cに於て水平線と直角に交わる線上に $ac = ec = 6\text{ mm}$, $bc = dc = 3\text{ mm}$ になるように上からそれぞれ点a, b, d, eを定める。方法・手続・被験者は実験Ⅰと同じ。但し条件(1)～(4)は被験

第5表 実験IIの(1)

被験者 \ 条件	a	b	c	d	e
J	2.74	2.34	2.34	2.26	2.5
N	3.66	3.86	4.54	4.22	3.78
B	1.62	1.38	1.86	1.6	1.54
G	2.33	2.64	1.9	2.4	2.32
I	0.88	0.82	0.8	1.06	0.92
平均	2.25	2.21	2.29	2.31	2.21
不偏分散	1.127	1.386	1.906	1.431	1.169

第6表 実験IIの(2)

被験者 \ 条件	a	b	c	d	e
J	1.74	2.18	2.42	2.24	1.92
N	3.12	2.38	2.44	2.96	2.74
B	1.86	1.84	1.6	1.34	1.66
G	2.44	2.56	2.44	2.48	2.3
I	1.12	1.22	1.08	0.84	1.08
平均	2.06	2.04	2.0	2.01	1.04
不偏分散	0.574	0.280	0.393	0.747	0.397

第7表 実験IIの(3)

被験者 \ 条件	a	b	c	d	e
J	2.14	1.26	1.44	2.2	2.2
N	2.64	2.78	3.7	3.38	3.74
B	1.18	1.06	1.14	1.26	1.04
G	2.06	2.14	2.12	2.24	2.32
I	1.08	0.92	1.02	1.66	1.16
平均	1.82	1.63	1.88	2.15	2.09
不偏分散	0.447	0.637	1.213	0.639	1.189

第8表 実験Ⅱの(4)

条件 被験者	a	b	c	d	e
J	1.78	2.02	1.72	1.24	2.06
N	3.38	3.02	3.18	3.14	4.02
B	1.18	1.66	1.72	1.04	1.6
G	2.38	2.46	2.24	2.22	2.58
I	1.0	0.88	1.12	0.86	1.08
平均	1.94	2.01	2.0	1.7	2.27
不偏分散	0.939	0.656	0.595	0.924	1.267

第9表 実験Ⅱの(1)の差の検定

条件 条件	a	b	c	d	e
a					
b	—				
c	—	—			
d	—	—	—		
e	—	—	—	—	

第10表 実験Ⅱの(2)の差の検定

条件 条件	a	b	c	d	e
a					
b	—				
c	—	—			
d	—	—	—		
e	—	—	—	—	

第11表 実験Ⅱの(3)の差の検定

条件 条件	a	b	c	d	e
a					
b	—				
c	—	—			
d	—	*	—		
e	—	—	—	—	

第12表 実験Ⅱの(4)の差の検定

条件 条件	a	b	c	d	e
a					
b	—				
c	—	—			
d	*	—	—		
e	*	—	—	*	

第13表 a点の差の検定

(a)

条件 条件	(1)	(2)	(3)	(4)
(1)				
(2)	—			
(3)	—	—		
(4)	—	—	—	

第14表 b点の差の検定

(b)

条件 条件	(1)	(2)	(3)	(4)
(1)				
(2)	—			
(3)	—	—		
(4)	—	—	—	

第15表 c点の差の検定

(c)

条件 条件	(1)	(2)	(3)	(4)
(1)				
(2)	—			
(3)	—	—		
(4)	—	—	—	

第16表 d点の差の検定

(d)

条件 条件	(1)	(2)	(3)	(4)
(1)				
(2)	—			
(3)	—	—		
(4)	*	—	—	

者毎にランダムな順序で、数日にわたって行なう。

結果：第5表～第8表に条件(1)～(4)までの結果を、図10に各条件の平均曲線を、第9表～第12表には各条件毎の各点における消失閾値相互の差のF検定の結果を、さらに第13表～第17表には各測定点の位置毎の各条件間の差のF検定の結果を示している。又第18表～第21表は各条件毎の分散分析表である。

① 各条件における各被験者の内観報告では、いずれの条件の図形布置についても主観的輪郭線は認められない。

第17表 e点の差の検定

(e)

条件 条件	(1)	(2)	(3)	(4)
(1)				
(2)	—			
(3)	—	—		
(4)	—	—	—	

② 図10のグラフに示されるように(1)~(4)はいずれもc点を中心とした山型になっているとは言い難い。分散分析表の中で、光点の位置の条件変化の影響が有意になっているのは条件(4)のみであるが、この場合はd点の値が極めて低くなっている為でその理由はこれだけではつかめず、他の三条件では有意の効果は認められない。第5表~第8表の測定

点の位置による差異も条件(4)以外は目立つものは少ない。

⑧ 次に第13表~第17表に見るように、各条件における対応する点の消失間にも有意差は殆んど認められない。

④ 個人差については、分散分析表に見るように、いずれの場合も危険

第18表 実験Ⅱの(1)分散分析表

	平方和	自由度	不偏分散	分散比
個人差	26.998	4	6.750	100.299 **
条件差	0.040	4	0.01	0.1486
誤差	1.077	16	0.0673	
全変動	28.115	24		

第19表 実験Ⅱの(2)の分散分析表

	平方和	自由度	不偏分散	分散比
個人差	8.6067	4	2.1517	36.2427 **
条件差	0.0442	4	0.011	0.1859
誤差	0.9499	16	0.0593	
全変動	9.601	24		

第20表 実験Ⅱの(3)の分散分析表

	平方和	自由度	不偏分散	分散比
個人差	15.072	4	3.768	42.229 **
条件差	0.878	4	0.2196	2.4614
誤差	1.428	16	0.0892	
全変動	17.378	24		

第21表 実験Ⅱの(4)の分散分析表

	平方和	自由度	不偏分散	分散比
個人差	16.753	4	4.1881	87.1327 **
条件差	0.8181	4	0.205	4.2552 *
誤差	0.048	16	0.048	
全変動	18.3397	24		

率1%以下で有意であり、この点は実験Ⅰの場合と全く同様である。

考察：① 結果の①,②からセクターの角の辺の方向が完全に等しく、しかも中心部を取り囲むような布置を形成していても、相対する線の上下の位置がくいちがうときには、前回の実験や、実験Ⅰで見られた光点消失閾が特別に高くなる現象が認められず、同時に主観的輪郭線も生じていないことが明瞭になった。殊に条件(1)と(3)の場合のくいちがいは視角にして約5'に過ぎず、しかもセクターの辺の間隔距離が1°18'もあるのにこのギャップを連結する現象は発生しないのである。

② 結果の③からくいちがいの大きさの差(1mmと3mm)は大きな意味をもっていない、と言える。1mmのくいちがいで主観的輪郭線を生起させる機能は既に殆んど完全に作動しないのである。

実験Ⅰで試みたくいちがいの効果と、実験Ⅱにおけるくいちがいの効果の差異をどのように考えるべきであろうか。実験Ⅰの場合、くいちがいの存在にかかわらず主観的輪郭線の存在を裏書きする場効果を確認できたの

であるが、実験Ⅱでは最小の隔りでも主観的輪郭線は成立しなかった。筆者の予想としては少なくとも1 mmのくいちがいと3 mmとでは測定値になんらかの差異が認められるのではないかと考えたのであるが、結果②に見られる通り差異は認められなかった。実験Ⅰ、Ⅱ共にセクターの角の辺のくいちがいを問題にしているが両者のくいちがいの意味は文字通りくいちがっており同種の現象ではないのである。実験Ⅰの場合は Gestalt 心理学者風に言えば全体の体制がその際の事情が許す限りにおいて、最も良い連続に近づこうとする傾向の現われ、と考えられるのに対して、実験Ⅱの場合のくいちがいは良形態からのずれとして僅かの誤差もとり上げられて、確固とした区別が成立する事態なのである。副尺視力 (Vernier acuity) と呼ばれるこの種の知覚は極めて鋭敏なので、その変則的事態である実験Ⅱの場合条件(1)、(3)でも差異は歴然としており、その間隙を繋ぐ過程も生じ得ないのである。

しかし本実験の装置を離れて、例えば本報告の図9の印刷されている頁を1.5m位の距離から、しかも斜方向から見る、さらに眼を細めて見るようなことをすると、3 mmのくいちがいははっきり知覚されていながら、しかも接合点が歪んだ又は斜線の主観的輪郭線が見える場合がある。色彩対比現象において覆紗対比 (Flor-Kontrast) と呼ばれる現象があり、紗をかけることにより、部分の知覚よりも全体の現象が強調されることによって対比効果を増す、と説明されているが、前述の現象はこのようなものの一種かも知れない。試みに図9の上に半透明の薄紙をかぶせて見ると、図の(2)や(4)のくいちがいの著しい部分でもセクターの端から斜になった主観的輪郭線が生じることが認められる。しかし覆紗効果の説明はそれ程簡単ではない。主観的輪郭線効果はこの線に囲まれた面が紙面から浮き出す現象であるから、浮き出す面と、浮き出さない面が実は同じ平面にあることを示している紙面の肌目の知覚が明白でありすぎることは主観的輪郭現象の成立を妨げる方向に作用する。紗をかけることはその意味で Gregory (1971) の言う “the removal of background” の効果で奥行の差をきわだ

たせるものであるとも言えよう。

しかし覆紗効果のようなものを実験に組みこむことはそれ程簡単ではない。刺激条件としての覆紗の度合は薄紙を重ねる枚数によって変化できる、というような単純なものではないからである。それと同様の意味で実験IIの条件変化なども充分成功しているとは言えない。

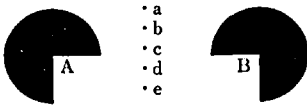
そこで次の実験IIIでは方向を少し変えて主観的輪郭効果を形成するセクターの数を問題とする。前回の実験IVにおいて単一セクターの場効果が標準事態と全く異なる構造をもつのは4個のセクターの交互作用によるのだ、と説明した。しかし問題の測定箇所は上部の左右2つのセクターの中間にあり、問題の効果も或いは上部の2個のセクターの影響だけで説明されるかも知れない。図1の主観的輪郭線効果が、本当に4個のセクターの存在によって初めて現われるものなのか、それとも単に2個のセクターの間でもかなりの効果が生じて lateral inhibition の加重のような形で説明し得るものなのかを下部のセクターを取除くか否かで検討できないであろうか、というのが次節の実験である。

VI 実験III セクターの数の要因 (4)

目的：図1の図形による主観的輪郭線の出現は4個の円形セクターの交

図11 実験III, IVの刺激図形

(1)



(2)

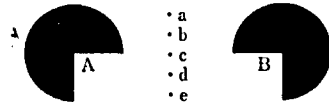
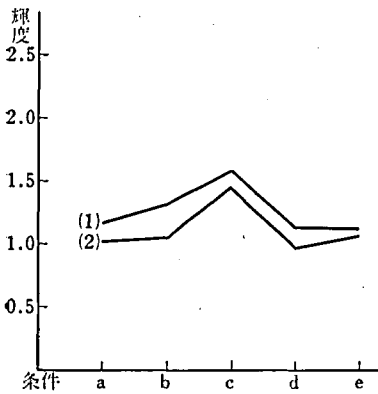


図12 実験のIV結果



相互作用によるもの、と考えられて来た（前報告 171 頁及び本文 59 頁）が下方のセクターを欠いた場合に主視的輪郭線が消失するか否かを検討する。

条件：前回報告の実験と同じ。但し条件(1)では右下の円形セクターを除去する。又条件(2)⁴⁾では両下方の円形セクターを 2 個とも除去する（図 11(1), (2)）。測定点は今回の実験

I, II に準じ a, b, c, d 及び e の 5 点とする。

結果：第 22 表、第 23 表にそれぞれ条件(1), (2)の結果を、図 12 に両条件の結果のグラフを示す。第 24 表、第 25 表は条件(1), (2)の測定点間の消失閾の差の F 検定、第 26, 27 表は分散分析表である。

① 被験者の内観によると、条件(1)についても(2)についても主視的輪郭線が認められた。

② 条件(1)についてはグラフに示される c 点を頂点とする山形曲線は有意と考えられる。

③ 条件(2)についてはグラフでは c 点を頂点とする山形曲線が画かれて

第 22 表 実験Ⅲの(1)

被験者 \ 条件	a	b	c	d	e
J	0.68	0.95	1.03	0.68	0.95
N	1.5	1.08	2.2	1.35	1.5
B	1.3	1.08	1.8	1.03	1.0
G	1.08	1.18	1.18	1.03	1.18
I	0.6	0.93	1.03	0.78	0.75
平均	1.03	1.04	1.45	0.97	1.08
不偏分散	0.151	0.011	0.278	0.068	0.08

第23表 実験Ⅲの(2)

条件 被験者	a	b	c	d	e
J	1.0	0.98	1.35	0.98	0.98
N	1.45	1.55	1.25	1.2	1.23
B	1.03	1.0	2.1	1.0	1.13
G	1.18	1.95	2.15	1.93	1.38
I	1.13	1.03	1.03	0.6	0.93
平均	1.16	1.3	1.58	1.14	1.13
不偏分散	0.032	0.188	0.265	0.241	0.034

第24表 実験Ⅲの(1)の差の検定

条件 条件	a	b	c	d	e
a					
b	—				
c	*	—			
d	—	—	*		
e	—	—	○	—	

第25表 実験Ⅲの(2)差の検定

条件 条件	a	b	c	d	e
a					
b	—				
c	—	—			
d	—	—	○		
e	—	—	○	—	

いるが、F検定、分散分析の結果では統計的には有意と言えない。

考察：① 結果の①はかなり衝撃的であった。実験者の予想としては図11の(1)、(2)では主観的輪郭線は出現しない筈であった。しかし被験者の内観によると、「一見輪郭線は認められない。しかし二度目に見直すと線がないとは言えない。無理に見えるか見えないかのいずれかに態度を決めようとする」と線が浮き出して来るように思われる」と言うような次第で態度の影響が強く感じられる。

② 結果の②は①の内観報告を裏書きするもので、予想に反して円形セ

第26表 実験Ⅲの(1)の分散分析表

	平方和	自由度	不偏分散	分散比
個人差	1.6978	4	0.4244	10.45 **
条件差	0.7211	4	0.1803	4.44 *
誤差	0.6498	16	0.0406	
全変動	3.0686	24		

第27表 実験Ⅲの(2)の分散分析表

	平方和	自由度	不偏分散	分散比
個人差	1.781	4	0.445	5.673 *
条件差	0.714	4	0.179	2.275
誤差	1.256	16	0.078	
全変動	3.751	24		

クターが1個欠けても主観的輪郭線を出現させるような体制が存在することを認めざるを得ない。

③ 結果の③はむしろ実験者の予想が裏書きされる結果で、被験者の内観報告を確実でない、と否定する結果である。但しF検定の結果はc, d間, c, e間では有意であり、被験者の内観も「左右のセクターの間だけに限ると、主観的輪郭線がない、とは言い切れない」と言う歯切れはよくないが存在を否定しきれないものになっている。

以上の予想外ともいふべき結果をどのように考えるべきであろうか？もともと実験Ⅲは Gestalt 要因の検討から出発しているのであるが、その範囲外に主観的輪郭線を生起し易くさせる要因を考えて見るべきであろう。まず考えられるのは実験Ⅲの被験者である。結果の表に見る通りこの5名の被験者は最初の実験Ⅰから連続して7つの実験条件を通して実験に参加しており、いわゆる主観的輪郭図形について、充分以上に経験を積み

重ねた人々である。この積み重ねられた経験の効果を無視するわけにはいかないのではないか。初期の Gestalt 心理学者は自分達の理論の確立に急で、その先験論的視点を重視するあまりに、仮現運動の観察などについては Wertheimer 自身が経験効果の実験観察をしているに拘わらず、形態の成立については頑くなに経験効果を排除するきらいがあった。しかし現代は先験論と経験論とを二者択一的に考えて、そのいずれか一方のみが正しく、他は偽である、とする狭量な考え方は捨てられている。Gestalt 派に好意的な Katz でさえ著書 Gestalt 心理学 (1953) の内の形態法則の項で象徴的形態に限定してはいるが、経験の要因を併記しているし、Metzger (1953, 75) でも形態のまとまりに関連して洋裁師が素人には無意味としか思えぬ型紙の内に個々の裁断のパターンを見分けることを述べている。情報理論の Attneave などもフィギュールの成立に関して、形態要因と並べて“なじみ深さ”(familiarity)の要因を考えている(1971)。本研究のような場合同一被験者に連続して観察してもらうことは極めて必要と思われるのであるが、他方実験Ⅲのような場合には、むしろその条件をことさらに配慮して、初心の被験者による検討も行わねばなるまい。

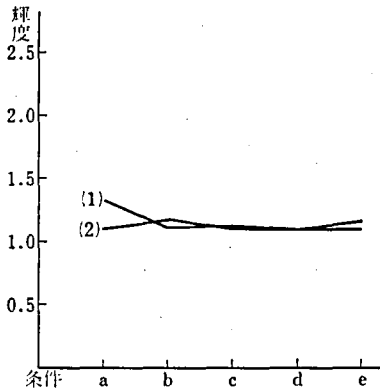
VII 実験Ⅳ セクターの数の要因 (2)

目的：実験Ⅲの結果に鑑み、初心の被験者について実験Ⅲと同条件で測定を行なうこと。

条件・方法・手続：すべて実験Ⅲと同じ。但し被験者は同種の実験を行なったことのない者5名。心理学専攻生1，他学科学生4。この5名には一応予備実験を行ない、閾値測定の安定、図形の効果などが認められることを確めた。

結果：第28表、第29表にそれぞれ条件(1)、(2)の結果を、図13に両条件の結果のグラフを示す。第30表、第31表は条件(1)、(2)の測定点間の消失閾の差のF検定、第32表、第33表は分散分析表である。

図13 実験Ⅳの結果



① 被験者の内観では条件(1)についても、(2)についても主観的輪郭線は認められない。同じ被験者に図1を呈示した時には通常の主観的輪郭線が知覚されていることを付け加えておく。

② 条件(1)について第28表、第30表、第32表を比べさらに図を見ると、この被験者群の結果からはc点を頂点とする山形曲線効果の存在は

第28表 実験Ⅳの(1)

被験者 \ 条件	a	b	c	d	e
C	1.28	1.38	1.2	1.18	1.15
M	1.05	1.05	1.05	1.35	1.18
Y	0.8	0.78	0.7	0.7	1.23
S	0.98	1.03	1.05	1.0	1.0
O	1.4	1.65	1.48	1.23	1.3
平均	1.1	1.18	1.1	1.09	1.17
不偏分散	0.057	0.115	0.08	0.064	0.013

第29表 実験Ⅳの(2)

被験者 \ 条件	a	b	c	d	e
C	1.5	1.08	1.05	1.55	1.03
M	1.2	1.03	0.98	0.78	0.7
Y	0.98	0.9	0.95	0.78	0.75
S	1.25	1.03	1.03	1.0	1.63
O	1.7	1.5	1.65	1.4	1.38
平均	1.33	1.11	1.13	1.1	1.1
不偏分散	0.078	0.053	0.085	0.127	0.162

第30表 実験Ⅳの(1)の差の検定

条件 条件	a	b	c	d	e
a					
b	—				
c	—	—			
d	—	—	—		
e	—	—	—	—	

第31表 実験Ⅳの(1)の差の検定

条件 条件	a	b	c	d	e
a					
b	*				
c	○	—			
d	*	—	—		
e	—	—	—	—	

第32表 実験Ⅳの(1)の分散分析表

	平方和	自由度	不偏分散	分散比
個体差	0.9404	4	0.235	10.06 **
条件差	0.0372	4	0.093	0.398
誤差	0.3739	16	0.023	
全変動	1.3515	24		

第33表 実験Ⅳの(2)の分散分析表

	平方和	自由度	不偏分散	分散比
個体差	1.367	4	0.342	8.418 **
条件差	0.19	4	0.048	1.170
誤差	0.650	16	0.041	
全変動	2.207	24		

認められない。

③ 条件(2)について第29表, 第31表, 第33表を比べ, さらに図13を見ると, この場合にもc点を頂点とする山形曲線効果を認めることは出来ない。

④ 統計的検討を加えるまでもなく実験Ⅲの結果と、実験Ⅳの結果とは全く異質のものと言うことができる。

考察：第Ⅳ実験は第Ⅲ実験と完全に同一条件で異なるところは被験者だけであるのに結果は全く対照的になっている。第Ⅲ実験の直前に下部のセクターを1個取り除くか否かで主観的輪郭線を生ずる体制ができるかどうかを調べられるのではないかと考えたのであるが、実験Ⅳの(1)の結果はまさにこの設問の正しいことを示したものである。初心の被験者にとっては、主観的輪郭線は円形セクターが4個揃わなければ現象せず、又そのどの1個がなくても成立しない、と言えるであろう。厳密に言えばこの初心グループに対してもう一度前回の実験Ⅰを施行し、そこで主観的輪郭線が完全に生じることを示すべきであろうがその手続は省略した。第Ⅲ実験のグループが第Ⅰ実験の時には初心であったことを述べるに止めておく。

VIII 全体の考察

前回に引き続いて主観的輪郭線現象を検討するために、Kanizsaの図形の一つ(図1)についてその近傍に投写した小光点の消失閾値を測定することにより、図形刺激(円形セクター)がその周囲の素地に及ぼす影響の場を調べた。

実験Ⅰではセクターの角を 90° でなく 45° にしたので、各セクターの角の辺の延長は 90° の場合のように同一線上で出遭うわけにいかなくなる。それにも拘わらず主観的輪郭線は曲線的なよい連続を創り出すが、消失閾測定値もその現象を裏書きする結果を示した。Gregory (1974)は主観的輪郭線が曲線になるという理由でGestalt派による説明が適合しない、と述べているがこれは正しくない。Gestalt体制は事情が許す限りにおいてその際の最も簡潔な、最も安定した状態を創り出すもので(Koffka, 1935)、したがって実験Ⅰの結果は正しくGestalt的と言える。もちろんこの過程はどんな場合にも可能なわけでなく、例えばセクターの角が限界を越えて

小さい場合、又鈍角で大きすぎる場合には主観的輪郭線は生じないであろう。実験Ⅰの場合セクターの角の辺の良い連続は成立しなくても、4つのセクターの規則性、相称性が保たれており、その意味でこの結果は充分 Gestalt 説で説明可能である。

実験Ⅱでは4個のセクターの内左上の1個の高さが僅かに上、又は下にくいちがって示される。これが少し前に述べた Gestalt の限界を越える場合で極めて小さなずれ(視角約5')でも主観的輪郭線は生じない。小光点消失閾による場効果の測定でもこのことが示される。

実験Ⅳでは最も主観的輪郭線を生じ易いと考えられる前回の実験Ⅰの条件で、測定点から遠い場所にあるセクターを除去した。只一箇のセクターを除去した場合にも主観的輪郭線は消失し、そのことは場の測定によっても確かめられた。この事実は主観的輪郭線現象が Kanizsa や Metzger の主張するように Gestalt 的過程として考えられることを示している、と言えよう。

但し、筆者はこの段階で満足するわけにはいかない。この現象の本質は主観的輪郭線が背景又はセクターから正方形部分が分離して三次元的に浮き出すところにあるのだから、小光点消失閾を単に二次元面における差異の指標に止めないで三次元的な表現の指標⁵⁾として活かす工夫をすべきだ、と考えている。

最後にどうしても述べておかなければならないのは実験Ⅲの結果である。実験Ⅳの結論は実験Ⅲまでの被験者を総入れ替えて初心の被験者によってはじめて得られたものである。ということは Gestalt 要因から考えると4つのセクターの内1つが欠けても主観的輪郭線を生ずる場の構造は変化する、と考えられたのに、実験Ⅲではこの効果をもたらす図形の実験経験を重ねた被験者群はセクターが欠けた場合にも主観的輪郭線を認め、それが存在する時に認められるような場効果を示したのである。これは図形のまとまりを論じる時 Gestalt の要因以外に経験の効果を加えて考えねばならないこと、その効果が小光点の消失閾によっても確認できることを

示している。

度々述べたように主観的輪郭線効果は二次元的に示された図形布置に対する三次元的反応の一つなのであるが、これはそれ程珍しい例ではなく、キャンパスやスケッチブックに画かれた絵画の知覚でも同じことが認められる。キャンパスの平面を見ずに、そこにより実体的な奥行をもったイメージを見る為には各人に気づかれない学習が行なわれているので、主観的輪郭図形の知覚についても学習が必要なのである。第Ⅲ実験ではその学習の効果が不完全な図形にまで作用したことを示している。知覚における学習現象は最近 McCollough 効果などとして問題にされているが実際は古い問題で既に Wertheimer (1912) の仮現運動の観察でもとり上げられている。このような学習効果が Kanizsa 図形の知覚に影響すること、それが小光点消失閾測定でも捉えられることが明らかになったことは重要であるが、同時にそれはこの研究の前途がさらに遠く困難なものになったことを示している。

この実験のデータは聖心女子大生寺田滋子さんの卒論によっている。

注

- 1) フィルターの濃度、色彩など。変更の理由は、フィルターの老朽化の為に実際には簡便な偏光フィルターでなく、optical wedge の使用が望ましい。
- 2) 前回と同じく工業技術院製品科学研究所、和気典二氏の御好意により同研究所の Brightness spot meter (Photo Research Co.) により投写光を測定し、フィルターの角度と輝度の対照表を作製した。
- 3) AB の中点から垂直に 5 mm 下った位置を便宜的に c 点とした。
- 4) 理論上は円形セクターを 1 個欠けば主観的輪郭線を形成する体制は破れると思われたが、条件(1)の図形を画いたものを予備的に被験者に観察させたところ、主観的輪郭線が見える可能性があるようなので、条件(2)を附加した。
- 5) 筆者 (1970) は Motokawa et al.(1956) の示唆により小光点消失閾法によって、三次元的表現の測定を試みたことがある。

文 献

- Attneave, F. (1971) Multistability in perception. *Scientific Amer. Image, object and illusion*. W. H. Freeman & Co. 船津孝行訳「ものの見方と知覚システム」。別冊サイエンス「イメージの世界」, 日経新聞, 60-70.
- Coren, S. (1972) Subjective contour and apparent depth, *Psychol. Rev.*, 79, 359-367.
- Coren, S. & Theodor, L. H. (1977) Neural interactions and subjective contours, *Perception*, 6, 107-111.
- Gregory, R. L. (1968) Visual illusions. *Scientific Amer. Image, object and illusion*. W. H. Freeman & Co. 大山正訳「錯視のメカニズム」, 別冊サイエンス, 47-59.
- Gregory, R. L. (1974) *Concepts and mechanisms of perception*. London, Duckworth.
- Hochberg, J. & Brooks, V. (1960) The psychophysics of form: Reversible perspective drawings of spatial objects. *Amer. J. Psychol.*, 73, 337-354.
- Kanizsa, G. (1955) Margini quasi-percettivi in campi con stimolazione omogenea. *Rivista di Psicologia*, 49, 7-30.
- Kanizsa, G. (1976) Subjective contours, *Scientific Amer.* 234 (4), 48-52.
金子隆芳訳「存在しない輪郭がなぜ見える」サイエンス 6, No. 6, 20-25.
- Katz, D. (1943) *Gestalt Psychologie*.
武政太郎・浅見千鶴子訳 (1962) ゲンタルト心理学 新書館
- Metzger, W. (1975) *Gesetze des Sehens*. Frankfurtam Main, W. Kramer.
- Motokawa, K., Nakagawa, D. & Kohata, T. (1956) Monocular stereoscopic vision and gradients of retinal induction. *J. Comp. Physiol. Psychol.*, 49, 292-296.
- 野澤 辰 (1976) 視知覚における図形のポテンシャル場の検討。高木先生記念論文集「現代心理学の課題」。116-127. 東大出版。
- 野澤 辰 (1971) 小光点の消失閾測定による図形の場の研究——立体的に見える二次元図形の場の強度について。日本心理学会第35回大会報告。
- 野澤 辰 (1977) 図形の場の強さの測定による“主観的輪郭線”の実験的研究。聖心女子大学論叢, 50, 141-180.
- 寺田慈子 (1978) 主観的輪郭線の実験的研究。聖心女子大卒論 (未発表)
- 植野道子 (1977) 主観的輪郭線の実験的研究。聖心女子大卒論 (未発表)
- Wertheimer, M. (1912) Experimentelle Studien über das Sehen von Bewegung. *Zts. f. Psychol.*, 61, 161-265.
- Wertheimer, M. (1923) Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt. II. Psy-

野澤 良

chol. Forsch., 4, 301-350.

横瀬善正 (1942) 投写面の場構造が光の刺激閾に及ぼす影響, 心研 7, 169-.

横瀬善正 (1956) 視覚の心理学。現代心理学体系, 14, 共立出版。