

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

野 澤 晨

### **An Experimental Study of 'Subjective Contour' by the Measurement of Field Strength——**

I. A brief review of main studies on Kanizsa's "subjective contour" phenomena: it seemed that although Kanizsa's patterns are presented in two-dimensional set-up, all these figures are perceived three dimensionally and this depth perception results in subjective contour. But, there are so little theoretical bases that it is necessary to get more experimental facts about these phenomena.

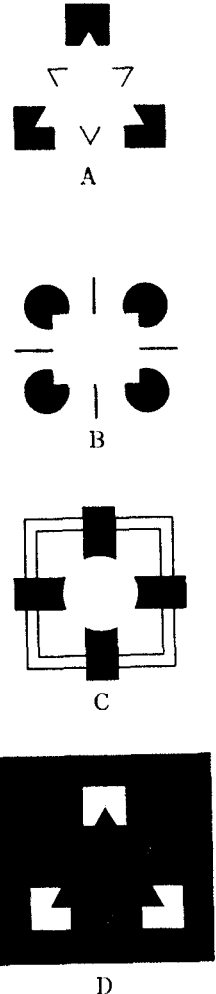
II. Experimental results: the author examines about Kanizsa's pattern by way of measuring the threshold-value of a projected light spot on the neighbouring field to a figure drawn in Indian ink, on the surface of white paper screen. The data indicated a line shaped "high threshold area" which coincides with the subjective contour. The author considers that this high threshold effect is resulted by the interaction of the stimulus figures (black circular sector) of four corners. But the author finds no difference of the threshold-value between inside and outside of this contour of which Coren et al., had already found.

## I 問題

イタリアの Kanizsa, G. (1955) は一連の図形(図1のA, B, C及びDなど)を示して、注目を集めて来た。例えば図1のAでは白い素地に黒い3個の◐図形と、同じく3個のV型図形が画かれているが、これを見る人は黒色セクターの中心をそれぞれ頂点とする白い三角形の輪郭を知覚する。その三角形は既に白紙上に画かれている三個の黒い■の上に頂角をのせ、又同じく既に画かれている略々等大の黒色輪郭の逆三角形の中心部を被いかくしているように見えるのである。この図形で最も興味ある点はこの浮き出た三角形と白い素地との境界部分である。この二つの部分には、実際には物理的明度になんかの差異も存在していない。それにもかかわらず両者の境界にははっきりした境界線が見え、又三角形内の白い面は、周囲の素地の部分よりも少し明るく見える。この現象を Kanizsa は“主観的輪郭線”(Subjective Contour)と名付けたのである。

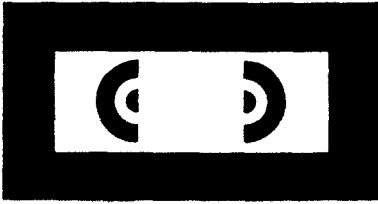
此の種の現象は Schumann (1904) によって最初に報告されている(図2)。又 Matthaedi (1929) の引用した図(図3), von Békésy (1967) の著書のジャケットのデザインの文字(図4)などは心理学の理論とは関係なくイラストレーター達によってしばしば使用されて来た手法であるが、これらにも図1と同質の主観的輪郭線の存在が認められる。Gibson (1950) は視野の刺激の肌目の勾配(texture gradient)

図1



Kanizsa, G. (1955)

図 2



Schumann, F. (1904)

図 3



Matthaei, R. (1929)

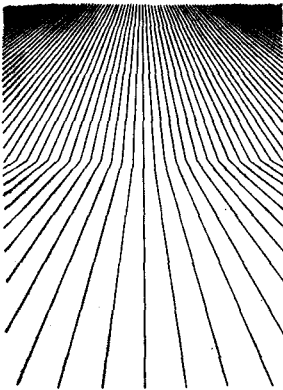
図 4

# SENSORY INHIBITION

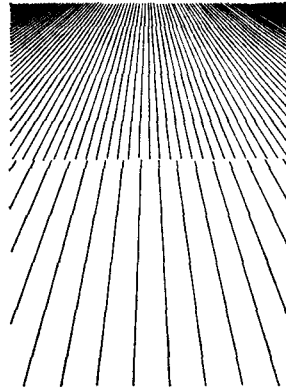
# GEORG VON BÉKÉSY

von Békésy, G. (1967)

図 5



A



B

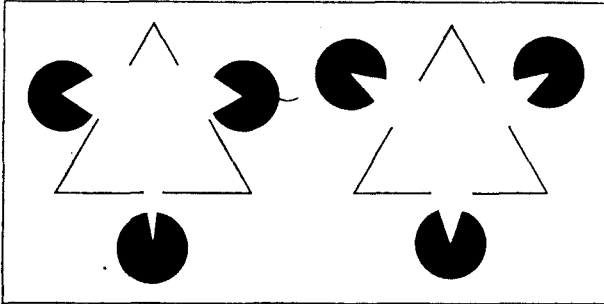
Gibson, J. J. (1950)

が知覚世界に奥行感を生じることが示したが図5のような勾配の急激に段差を生じる部分にはやはり主観的な輪郭線が感じられる。

### Kanizsa の不完結性

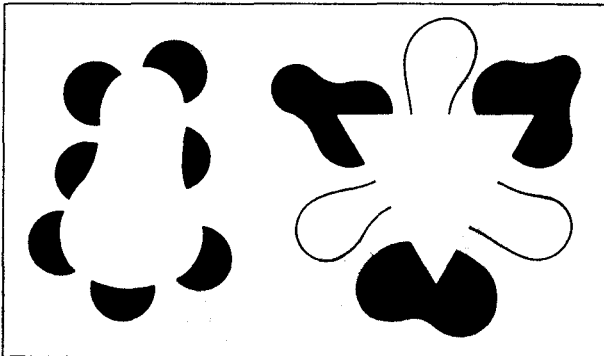
Kanizsa (1976) は、“物理的刺激勾配の存在しないところに現われる輪郭線”としてこの現象を定義し、それが実験的な面でも、理論的な面でも興味ある問題であることを指摘する。彼はこの現象の特徴として、1) この輪郭で囲まれた部分は背景よりも明るく見える(視覚的刺激強度には全く差がないのに)、2) この輪郭で囲まれた面は不透明で、その背後を被いかくす、の2点を注意する。

図 6



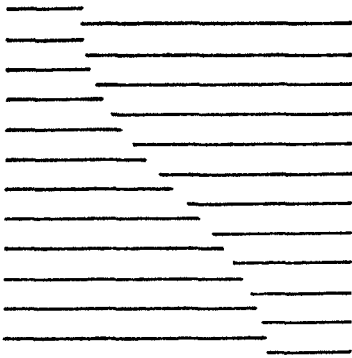
Kanizsa, G. (1976)

図 7



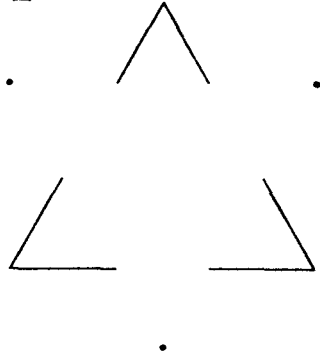
Kanizsa, G. (1976)

图 8



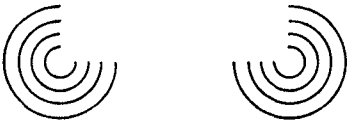
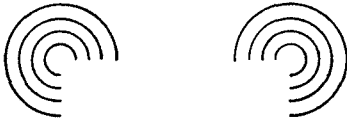
Kanizsa, G. (1976)

图 9



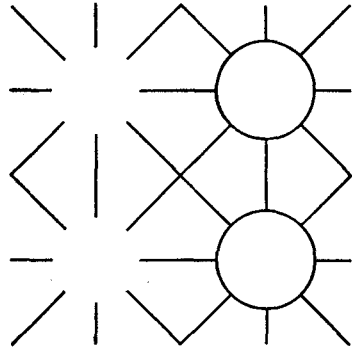
Kanizsa, G. (1976)

图 10



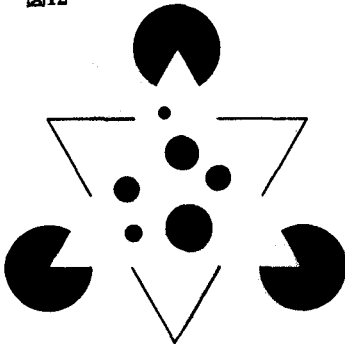
Kanizsa, G. (1976)

图 11



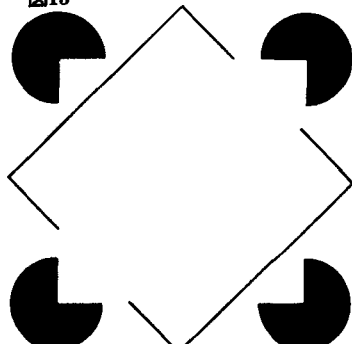
Kanizsa, G. (1976)

图 12



Kanizsa, G. (1976)

图 13



Kanizsa, G. (1976)

次に彼は主観的輪郭線の形成に関係する要因について実例によって考察を加える。

1) 図1のA, B, Dのような図形から主観的輪郭線は常に直線になるように思われるが同図のCやさらに図6などから曲線であっても成立することが示される。

2) 図7のような場合をみると、主観的な形や輪郭にとって、図1に認められるような幾何学的規則性は必ずしも必要条件ではなく、不規則でもよい。

3) 主観的輪郭線は、線状刺激が完全でなくても両端や一部の短い刺激だけで視覚系の輪郭線検出器<sup>2)</sup>が断片的に賦活されて知覚されると考えることができるかもしれないが、図5のGibsonの図形や図8では主観的輪郭線は図の中にある線分とは全く異なる方向に生じているし、さらに図9では線分は殆ど不要で末端の点だけでも輪郭線の知覚を発生させることが可能である。

4) 図1や図2では例えば白い素地に対して強い対比的な真黒な部分の存在が必要に見えるが、図8や図10などでは明るさの対比効果もこの現象の成立に必要な場合があることがわかる。

5) Ehrensteinの錯視といわれる図形(図11)では十文字の交叉部を消した時にその部分に明るい、又は暗い円形の主観的平面が生じ、そこに輪郭線が見えるので、これは3)や4)の適例と考えてよいが、面白いことに同図の一部に見られるように、この主観的輪郭線が生ずるべき部分を実線の輪郭線で囲むと、先に述べたこの面の明るさ(又は暗さ)は消失して、どの部分も等質になってしまう。

6) そこでこのような主観的輪郭線の効果を失わせる条件が問題になる。図12のように主観的平面内に斑点を画いた場合は斑点はこの平面のさらに上に見え主観的輪郭線の妨害刺激にはならない。図13のように主観的輪郭線を横切る直線を描くと、主観的平面はなお、線の下に実在するように感じられるが、主観的輪郭は直線によって途切れて見える。

図14

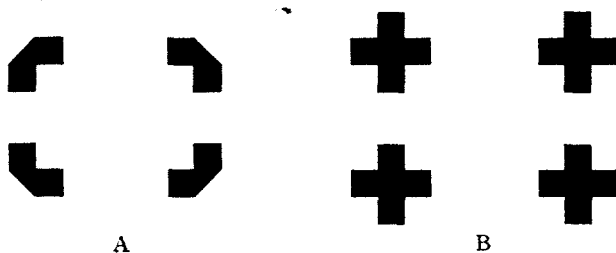
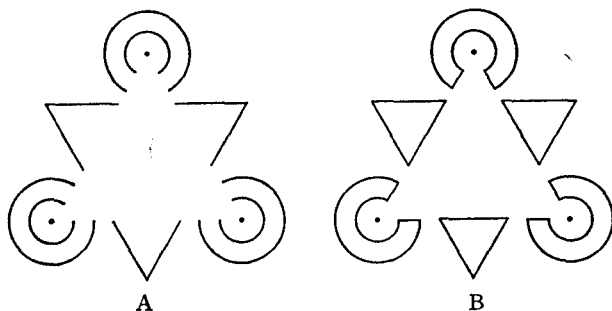
A  
Kanizsa, G. (1976)

図15

A  
Kanizsa, G. (1976)

7) しかし典型的な主観的輪郭線を生ずる図形の要素をそのまま活かして残し、図13のように主観的輪郭線部分に直接的な妨害刺激を加えなくてもその効果を完全に消滅させる事例を Kanizsa は幾つか示している。図14のAは黒色円形セクターを少し変形したものであるが、この4個のコーナーで囲まれた主観的平面が認められ、その輪郭線が知覚される。これに対して図14のBはこれらのコーナーの斜線部分の外側に対称的なコーナー図形を付加したもので、これによって生じた4個の十字型はAの場合と同じ長方形の面を囲んでいるにかかわらず、此の場合には輪郭線を認めるのはきわめて困難である。さらに図15のAは図1を線画化したものであるが、これに若干の輪郭を補った同図のBではAに認められた主観的輪郭は完全に消失してしまう。



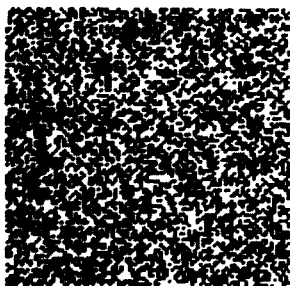
以上の主観的輪郭線を生じ易くする要因、生じ難くする要因を総合し、殊に7)に注目して彼は主観的な輪郭形成につねに存在する1つの条件がある、と結論する：“その条件とは視野内における、なんらかの不完全な要素の存在ということであって、それは完結すればより単純な安定した規則的な図形となるべきものである。例えば図1のAは3個の黒い■図形と3個のアンクルと云う云わば欠損図形から成っている。それにもかかわらず、ほとんどの観察者は3つの黒い完全な■と1つの完結した輪郭三角形が存在し、これを白色の不透明三角形がその一部を被いかくしているものと見る。これは欠損刺激をより完結した存在として見直すことになる。但しその為には中央の白い部分が不透明な三角形で、他の図形の上に重なっているかのように見なければならぬ。そして三角形の面は境界を持たなければならぬから、それに必要な輪郭線が視覚系の作用によって補充されるのである。したがって輪郭線は、面を知覚することの結果であり、その逆ではない”と。

図14と図15の事例はその証明になるのであるが、彼の論拠は完結した図形の生ずる知覚体制は、完結しない場合に比べてより簡潔であり、規則的であり安定している、と云う点にあり、Gestalt 心理学の主張が殆どそのまま受け継がれている、と見られる。

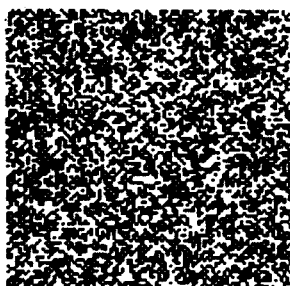
### 実体鏡視による Julesz の研究

明るさの勾配が存在しないのに輪郭線知覚が生じる、全く別の事例がある。Bell 電話研究所の Julesz (1971) は図16のような100×100の黒白の点をならべた刺激を製作した。黒白の比を定めてコンピューターでランダムに配列してあるのでこのA、Bを見せられても特定のパターンは知覚できないし、A、Bの差異も知覚できない。事実A、Bは殆ど同じ配列なのであるがAに対してBは中央部の40×40コマ分の正方形の部分が4コマ分だけ左によせてあるので(C参照)、これを実体鏡にかけてAを左眼、Bを右眼で見ると、中央のこの部分だけが前方に浮き出して立体的に知覚される

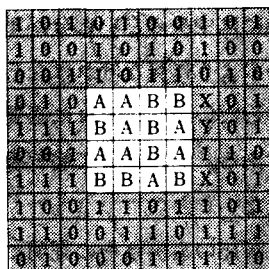
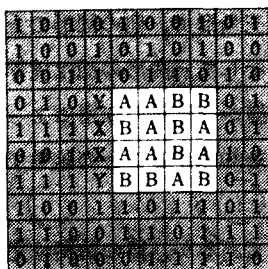
図16



A



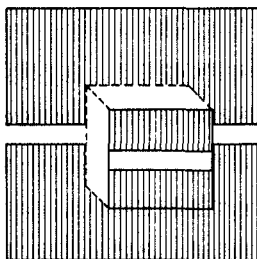
B



C

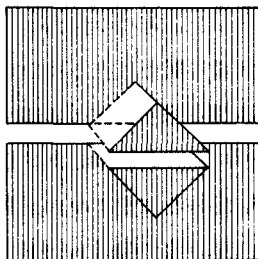
Julesz, B. (1971)

図17



A

凸出正方形の白帯部分に主観的輪郭が見える。



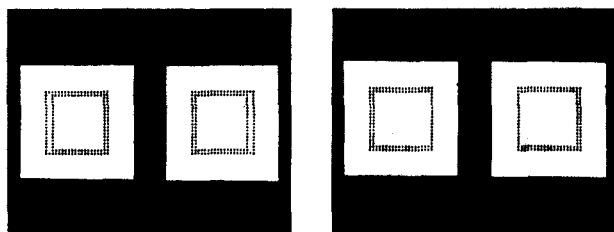
B

凸出部分は2個の三角形に分れ、白帯部分に輪郭はない。

仕組みになっている。この立体視が生じた時にこの正方形の周囲にはっきりした輪郭線が知覚される。これを Julesz は *anomalous contour* と呼んでいる。彼はこの事実に基づいて“実体鏡における奥行は両眼に与えられる輪郭線の両眼視差による”と云う従来の定説(例えば Ogle, K. N., 1957)に対して、“奥行をひきおこすのは輪郭である、のではなく、奥行が輪郭をひきおこすのだ”と主張する。彼のとり上げた事例の内特に注目されるのは Shipley, T. (1965) の示唆による図17のAとBの差異である。両図とも Julesz の方法で作られた立体パターンの結果でAは図16と同じものであるが中央に水平に白く帯状に無地の部分がある。当然この部分では両眼視差のおこるはずがないわけであるが、実験結果では上下の矩形部分が前方に浮き出て見える場合にそれを取りまく主観的輪郭線が生ずるが、左右の縦の輪郭線はこの白地の部分を横切って連続して見える。この白地部分に生ずる効果は文字通りの *anomalous contour* と云えよう。ところでこのAと同じ手法で作ったBでは浮き出る部分が正方形を45°回転したダイヤモンド型につくってある。この場合には浮き出る部分は上下の三角形に分離してしまい、白い帯状の部分には輪郭線は及ばないのである。図17のAとBとのこの差異については両眼視差の理論だけでは説明はつけられない。

これに続いて Julesz は Lawson & Gulick (1967) の発見を紹介している。図18のAは Wheatstone, C. (1838) 以来の立体鏡図形の手法を点線図

図18



A

B

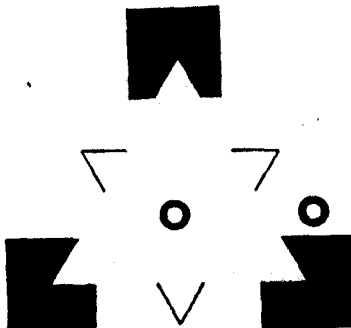
Julesz, B. (1971)

形で描いたもので、立体鏡にかければ内側の点線正方形が浮き出て見える（内側正方形の内部の白いところは浮き出さない）。Julesz の図形も一見これと同一手法によるように思われるが、彼の場合は全視野を点図形で埋めているから図16・Cの説明図に見られるように浮き出て見える部分の右眼図形では右側に、左眼図形では左側に40×40コマ分の対応部分を持たない部分が余分に存在することになる従来の Wheatstone の線画では図18のAようにこの部分は背景の白い部分にまぎれこんでいるので、いわば見落された形になっている。ここで Lawson らが Julesz 図形のエッセンスにあたる部分を点線で描いたのが同図のBである。この場合に右眼図形の右内側の縦線と、左眼図形の左内側縦線は図16・Cの余分な部分にあたる。今図18のBを実体鏡にかけると、立体視が生じるがこの時浮き出して見えるのは中央の白い正方形の部分だけで点線は紙面の水準に留まる。浮き出た正方形は当然輪郭線を有するが、これこそ主観的輪郭線の典型と云えるであろう。Julesz はこの現象を両眼視差の対応を持たない部分は常により遠い面に属して見える、と云うことで説明している。

### Coren の奥行手がかりの主張

Coren, S. (1972) は図1, 2, 3, 4, 5B, などを次々に示し、これらが

図19



Coren, S. (1972)

両眼視差を生ずる可能性のない二次元的刺激図形であるにもかかわらず、これらによって生じる知覚が常に三次元的に奥行差をもって認められる事実をあげて、これらの刺激布置に含まれた奥行の手掛かりが主観的輪郭線を生ずるのだ、と主張する。図1Aの Kanizsa 図形が奥行感をひきおこし、それが実質的に奥行効果をもたらす証明実験として彼は図19を用意する。主観的輪郭線に囲まれた三角

形の中心に画かれた小円と、三角形の右横の素地上に画かれた等大の小円の大きさを12名の被験者に比較させたところ、11名が三角形上の円の方が外側の円より小さく見える、と報告した。等大の視角を張る2対象を考える時、見かけの距離の大きい方がより大きく見られるはずであるから、この結果は主観的三角形が見かけ上近く感じられるばかりでなく、その上に存在する図形の大きさの知覚に対してもその効果を及ぼしている証明になるであろう。最後に Kanizsa 図形その他の二次元の刺激状態で奥行視が生じる理由について、この論文では Coren は Gestalt 心理学者の Kophermann, H. (1930), その追試を情報理論の立場で試みた Hochberg, J. & Brooks, V. (1960), の Necker cube の研究を示唆するに留まり、本図形に対する理論の具体的適用には到っていない。

### Kanizsa 図形による実験研究

次に Kanizsa 図形についての実験的研究を紹介しよう。

1) Lawson, R. B., Cowan, E., Gibbs, T. D. & Whitmore, C. G. (1974) は Kanizsa 図形の奥行視現象と、両眼奥行視とを結びつけることを考え、Kanizsa 図形の白色三角形が近くに浮き出して見える効果を、実体鏡視によって強化する場合と、逆に打ち消す場合を実験的に作り出し、その効果の程度を見かけの奥行測定と、主観的輪郭線のあらわれ方の強さの測定と関連させて確かめた。結果は所期の如くで、白色三角形の浮き出す程度を強める程輪郭線は明らかに見え、反対に白色三角形をひっこませると輪郭線も明瞭でなくなるという。

2) Kanizsa 図形の主観的輪郭線はそこに実線が存在するように Ponzo 錯視(図20)や、Poggendorff 錯視(図21)を生ずると云われ、Kanizsa (1976) や Gregory, R. L. (1974) らはその効果を認めている。これに対して、Day, R. H., Dickinson, R. G. & Jory, M. K. (1977) は幾つかの対照条件を備えた厳密な Poggendorff 錯視の測定を試み、錯視効果と同方向の効果認められたとしてもこれを主観的輪郭線の効果によるとは決定でき

図20

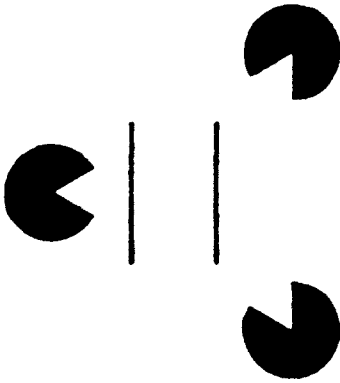


図21

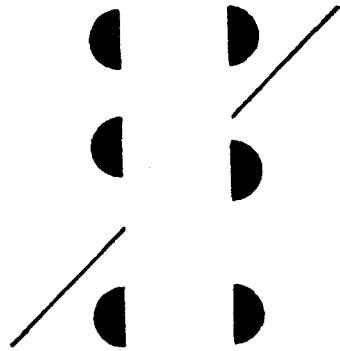
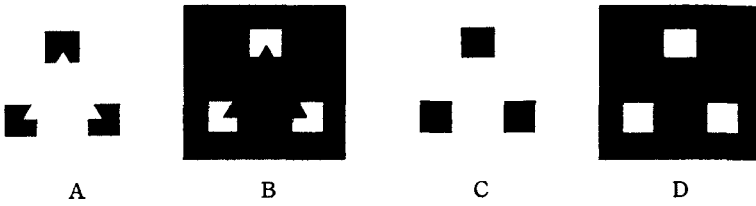
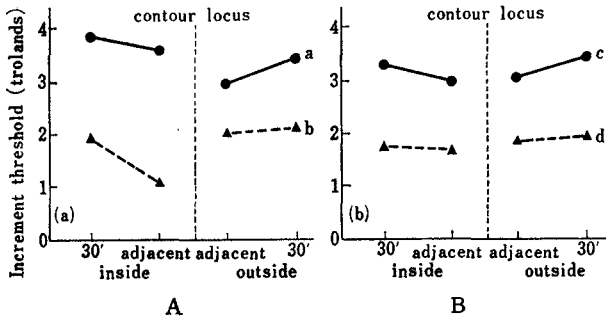


図22



Coren, S. et al (1977)

図23



Coren, S. et al (1977)

ない、と述べている。

3) Coren, S. & Theodor, L. H. は Kanizsa 図形の構造にさぐりを入れる新しい方法として、図22のA, Bの主観的輪郭線の近傍の内側と外側における小光点のフラッシュの刺激閾の測定を試みた。主観的輪郭線を生じない対照図形(図22C, D)の分も含めて、結果は図23A, Bに示される。すなわち、図22のA図形では小光点の閾値は主観的三角形の内側では外側より有意に高く、B図形では内側では有意に低い。これに対して対照条件であるC, D図形では内外の閾値に有意差は認められない。彼らはこの結果から主観的輪郭線の形成に、■又は□図形刺激の周囲に及ぼす側抑制のような神経相互作用が何らかの役割を果している、と論じている。

### 問題の提起

Kanizsa のこの現象に対する考え方の根拠には Gestalt 心理学があることは既に述べたが、Metzger は“視覚の法則”第3版(1975)において此の現象を両眼視差によらぬ奥行視の問題としてとらえ、Kanizsa の論点をより明確にしている。Wertheimer (1923) が同一平面上の図形間のまとまりについて述べた、近接、類同、閉合、よい連続、よい形態の諸要因を平面的刺激による三次元体制に適用するのである。この問題については同じ書物の第2版(1953)では主として Kophermann (1930) の Necker cube などの平面線図形の立体視が取り上げられて居たのであるが、新版では同じく平面的に示されるマスの前後関係、一方が他方を被いかくす現象などが新たに1章を設けて論じられ、Kanizsa の実験はその中心課題にされている。このように見ると Kanizsa の“図形の不完全性”と云うやや舌足らずの表現は主として良形態の要因に関するものであろうが、他の要因も併せて考えるべきものである、と考えられる。実験現象学的観察に重きを置く Kanizsa と Metzger の両者を併せた Gestalt 心理学的洞察には大きな意味が認められる。主観的輪郭線を生ずる Kanizsa 図形のような刺激布置は、Gestalt 要因の作用で、二次元刺激でありながら前後の体制

に分節して見える。通常の場合、前に位置するもの例えばAは後に位置するもの例えばBを被いかくすことになる。その逆にA、B 2者が存在してそのいずれが前とも後ともきめられないような場合に、もしAがBの一部を被いかくすとすれば、Aが前に、Bが後に見える。特殊な場合で、AとBが重なり合って存在し、AがBの前にありながら、なおBの輪郭が見えるるとすれば、その時はAは透明に見えざるを得なくなる。同じように特殊な場合で等質なAとBが重さなりあって存在する場合に、AとBの前後差を示す手がかりが与えられると、刺激としては与えられてない両者を隔てる輪郭線が知覚されざるを得なくなる。これが主観的輪郭線なのである、と云うのが彼等の論法である。

以上の説明で問題となるのは、AとBとの奥行差を与える手がかりとなる Gestalt 要因と云われるものがあまりにも不明確な点である。彼等は要心深く図形をえらんでいるけれども多くの奥行手がかりを与える図形には、いわゆる経験効果の混在する余地が沢山残っている。経験効果のある程度排除したとしても、奥行効果を生ずる Gestalt 要因の程度を表現する具体的示標を与えることは困難である、と云わねばならない。

これに対して Julesz の場合は奥行効果は両眼視差によって明確に示すことができる。彼の結論“奥行が輪郭をつくり出す”は Metzger と全く一致するものであるが、彼の場合には奥行の条件は両眼視差によって具体的に表現され、又実験的に操作できる点がすぐれている。但し、両眼視差は奥行視の1条件にとどまるのであって Kanizsa 図形などにはこれを適用できない。Lawson ら (1974) は Kanizsa 図形の奥行感を両眼視差によって抑制したり強調して、それにもなって主観的輪郭線が弱くなったり、強くなる事実を確めてはいるが、この実験では Kanizsa 図形の本質に迫ることはできない。

又 Julesz 自身が認めるように Shipley (1965) の云唆による実験 (図17のA)において、全く両眼視差条件の存在しない白帯部分に主観的輪郭線が生じる現象の説明はできない。彼はこの種の現象に“近接”(adjacency)



の効果を考えているが Gestalt 心理学の“近接”(proximity) との関係を明確にしない限り、新味のある説明とはならない。

Coren, S. (1972) の論旨は Kanizsa の“不完結性”に対して“奥行感”を強調するものであるが、先に述べた Metzger (1975) の考え方と同一線上にあるものと云えよう。彼が二次元刺激が奥行をもって見られる事例として Kophermann, H. (1930) の Necker cube の観察を情報理論の立場から発展させようとして、Gestalt 要因を冗長性(Redundancy)の測度で数量化しようとした Hochberg, J. & Brooks, V. (1960) の論文を引用している点が興味深い。但し Coren 自身が掲げている Kanizsa 図形を始めとする主観的輪郭図形について、このような数量化を一つも示すことができないところを見ると、彼もまた Gestalt 要因から一步を踏み出し得ないでいる、と云わざるを得ない。

以上のように見てくると、Kanizsa の現象について、理論をたてることは未だ困難な段階にあると云わねばなるまい。その為には先づこの図形の性質——奥行感、明るさの変化、さらに輪郭そのものなど——についての具体的実験データを求める必要がある。

Lawson ら (1974) の主観的輪郭線の明瞭度の測定法は実体鏡を使用し、て呈示された主刺激に対して、 $16.6^\circ$  横の灰色スクリーンにスライド投影機(Kodak Ektagraphic Model B, f 35.5" lens) で投写した白色面図形三角形を比較する。スライドの遠隔焦点調整器によって投写された三角形の輪郭の明瞭度を変化し、主刺激の輪郭の見え方とマッチさせるのである。マッチされた明瞭度は照度計の測定値で示される。

きわめて直接的に、且つ被験者にとっては直感的に主観的輪郭線の明瞭度を測定する方法と云えるが、正確さなどの点でやや安易なやり方のように思われる。又彼等の実験のねらいである奥行感の検討については先に批判した通りである。

第21図に示したような主観的輪郭線が錯視効果をもつ、と云う現象については、Kanizsa, Metzger, Gregory らのように錯視を認めるものと、

Dayら (1977) のように消極的なものがあることは先に述べた。もし錯視効果が存在するとすればこれは興味ある事実であるが、当面の主観的輪郭線の問題としてはやや副次的な事柄のように思われる。Gregory (1974) は錯視図形の奥行手がかりの構造に基づく錯視現象の恒常現象による説明仮説を主張していることで有名であるが、Kanizsa 図形について云えば Coren の実験 (図19) のみは Gregory 仮説と一致するが、Ponzo 錯視 (図20) や Poggendorff 錯視 (図21) では彼の主張する錯視をひきおこす奥行効果と、実際に Kanizsa 図形がもっていると考えられる奥行効果とではそのあらわれ方が一致して居ない。

このように見て来ると当面の Kanizsa 図形の性質を実験的に検討する研究方向としては“主観的輪郭面の見かけの明るさの変化”さらには“主観的輪郭線そのものの追及”に絞られてくる。その点で Coren, S. ら(1977) の研究は最も注目すべきものとなる (図22・23)。

彼らの実験についての筆者の疑問は2点である。① 小光点フラッシュを Kanizsa 図形の内外に投写する方法をとりながら、何故に輪郭線が存在すると考えられる線上の点の測定を行なわなかったのであろうか？ 彼らは内外それぞれ2点ずつ測定を行なっているが、輪郭線から遠い点は視角30分と明示しながら、近い方の点は“adjacent”と云うだけで詳かでない。対照図形の場合とはかく、Kanizsa 図形では主観的に輪郭線が知覚されるところが特徴的なのであるからその部分を取り上げないのは不思議と云わざるを得ない。

② 次に彼らは“Kanizsa 図形について得られた図形内外の閾値の有意差を3個の■図形の周囲に及ぼす側抑制のような神経過程の相互作用による”としているのであるが、それならば対照条件に使用した■図形は側抑制の差異をどうして生じないのであるか？ そのあたりの説明が全くないので、彼らの発見の意義はあまり評価できないように思われる。

ところで暗黒視野における光図形の近傍に投写した小光点の閾値を測定

して、その距離や場所による閾値の変化から、その図形が周囲の素地に及ぼす影響の場を論ずる研究が我が国では1952年以来、名古屋大学の横瀬教授によって開発され(横瀬・内山1951, 横瀬1956)大きな成果をあげて居り、筆者もそれにならって1957年来、白紙上の黒色図形がその周囲に呈示した小光点の閾値に及ぼす影響を検討して来た(野澤1970, 1972など)。その実験装置と方法とによるならば Coren らの測定よりももう少し精密な結果が得られるように思われる。そこでこの方法を使用して典型的 Kanizsa 図形がその周囲や内部に及ぼす影響を測定し、主観的輪郭線の位置でどのような効果が生じているか、さらに図形内外の明るさの変化はどのような効果を生じているかを手がかりにして、Kanizsa 図形における主観的輪郭線の問題に検討を加えるのが本研究の目的である。

## II 実験

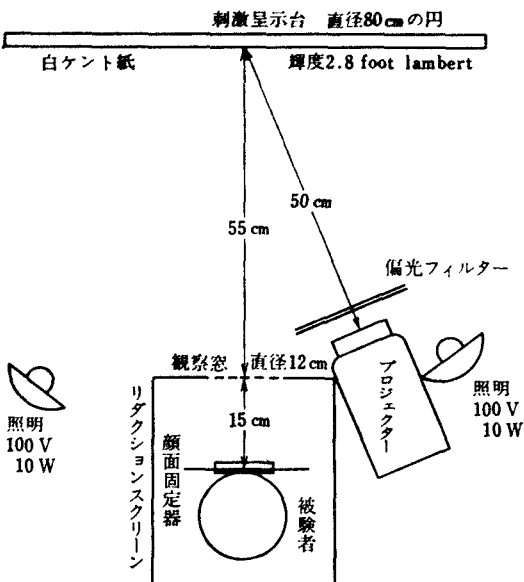
### 装置・方法

図24に示したものを暗室内に配置する。細部は次のようである。

**刺激呈示装置：** 被験者の眼の高さ、正面70cmのところを中心にぐるよりに直径80cmの円形のベニヤ板の台を額面並行に設置する。この台全体を左右に移動したり、額面並行面内で傾きを変化できる。この台に同大の白ケント紙スクリーンをはる。このスクリーンは間接照明でほぼ一様に照らされる(輝度2.8 foot lambert)。このスクリーンに刺激図形を墨で書き、適切な位置、傾きに調整呈示する。

**刺激閾測定装置：** プロジェクターにより、直径0.3mmの小光点を観察視野(視角43°)の中心に投写できる。光点の明るさは2枚の偏光フィルターの組合わせ角度を変化させることにより、輝度10~2.8 foot lambertの間で連続的に変化できる。閾値の明るさはフィルターの角度で読み、あらかじめ測定した輝度<sup>3)</sup>に換算する。

図24 実験装置



**観察装置：**被験者は刺激スクリーンから70cmの位置に顔面固定台を使用して坐り、55cmのところにあるリダクションスクリーンの直径12cmの観察窓を通して、両眼観察を行なう。

**方法・手続：**実験者は小光点をはっきり識別できる明るさで投写し、被験者に小光点を注視させ、一定速度でその明るさを減じてゆく。被験者は光点が見えなくなった、と感じたときに合図し、実験者はそのときの明るさを記録する。1条件について6回の測定を行ない、その平均をその被験者のその条件における閾値とする。実験場所は聖心女子大学心理学研究室、被験者は専攻学生である。

### 予備実験

**目的：**輪郭線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、本実験の測定の精度を検討する。

**条件：**(1) 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)。

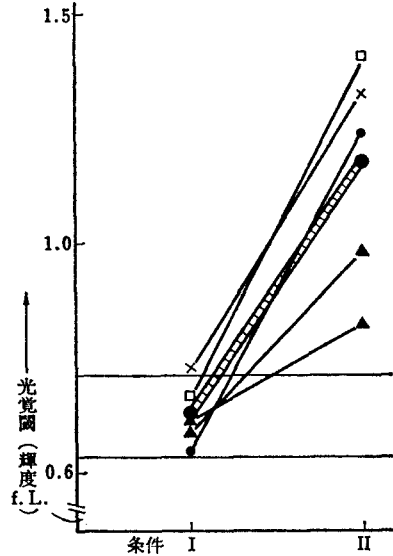
(2)20mm×20mm、幅1mmの黒色輪郭正方形の刺激図形を、観察スクリーンの中心に呈示し、その中心に小光点を投写する。

被験者は5名の専攻学生。各条件について各被験者6回の測定を行ないその平均値を求める。この6回をさらに前半3回と後半3回に分け、被験者毎にランダムにI前・II前・II後・I後又はII前・I前・I後・II後の順で実験する。

結果： 第1表及び図25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)は対照条件Iの場合より高い(F検定により危険率 $\alpha$ 1%以下で有意差があると云える)。② 図25に示すように95%の信頼度で推定した対照条件に於ける閾測定値の母平均値 $m$ の信頼限界は $0.773 \geq m \geq 0.637$  (単位は foot lambert) となり、IIの各被験者の閾測定値はいずれもこの範囲外である。

考察： 予備実験の結果を光図形で行なった横瀬・内山(1951)の類似の条件の結果と比較すると、きわめてよく似た傾向が認められ、筆者(1970)の同種の実験結果とも一致している。暗室内の光刺激図形にせよ、白色スクリーン上の黒色図形にせよ、その近傍に呈示された小光点の閾値は、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)ことが確かめられた。またこの結果が得られたことから本実験に於て影響図形の条件を

図25 予備実験の結果



第1表

Ss.	Cond.	
	I	II
K	0.642	1.198
H	0.695	0.863
T	0.730	1.425
I	0.678	0.993
S	0.782	1.267
Av.	0.705	1.149

変化してそれ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。

**実験 I : 主観的輪郭線の効果(1)**

**目的:** Kanizsa の図形の主観的輪郭線が認められると思われる部位の近傍における小光点の閾値を測定する。

**条件:** 図26に示すような図形(4個の半径7mmの黒色円形セクター、角度は90°)を呈示する。主観的輪郭線は一辺30mmの正方形を形成することになる。この円形セクターの大きさと、それらの間隔は Kanizsa (1955) の図形(図1B)と同じ比率である。但し正方形の一辺の midpoint から外方に直角に画かれている短い4本の直線は省略した。図の a~f の6個の点は小光点を投写する位置を示す。点AとBを結ぶ直線の中点をc ( $Ac=Bc=15\text{mm}$ ) 点とし、cを通るABの垂直二等分線上に  $ac=cf=6\text{mm}$ ,  $bc$

図26 実験Iの刺激図形

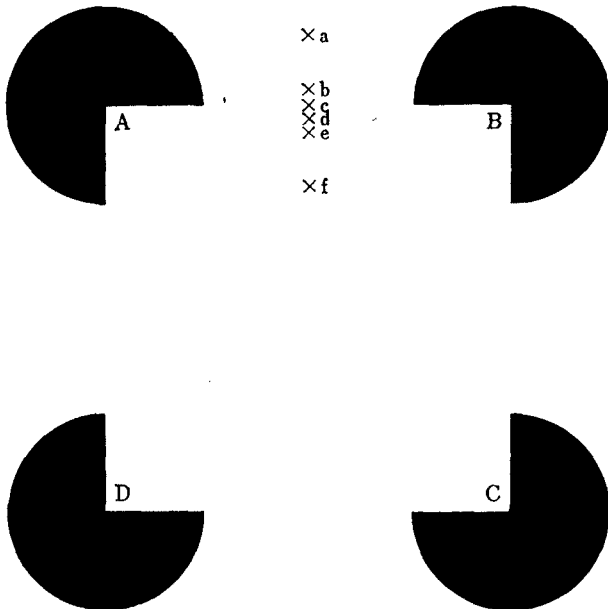
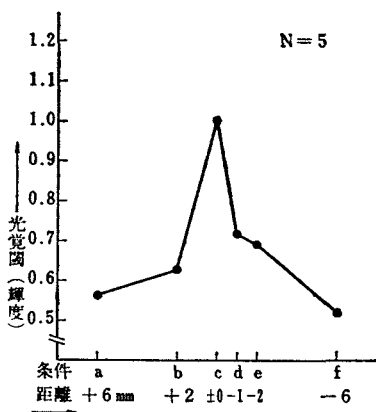


図27



第2表

Cond.	a	b	c	d	e	f
K	0.58	0.82	1.022	0.892	0.876	0.652
H	0.46	0.452	0.996	0.307	0.62	0.316
T	0.862	0.948	1.29	1.13	0.904	0.87
I	0.081	0.127	0.325	0.117	0.107	0.087
S	0.82	0.806	1.41	1.15	0.972	0.682
Av.	0.561	0.631	1.009	0.719	0.696	0.521

第3表 差のF検定

条件	a	b	c	d	e	f
a						
b	-					
c	*	*				
d	-	-	*			
e	-	-	**	-		
f	-	*	**	*	*	

\*\*  $\alpha \leq 0.01$   
 \*  $\alpha \leq 0.05$   
 - 有意差なし

(以下省略)

= c e = 2mm, c d = 1mmになるように a ~ f までの 6 点の位置を定める。

**装置・方法：** II に示した装置方法で、予備実験に準じて行なう。但し同一点の測定値は 4 回の測定の平均により、a ~ f までの 6 点については被験者毎にランダムな順序で 4 回ずつまとめて測定を行なう。

**結果：** 第 2 表及び図 27 のグラフに示す。又第 3 表は各条件間の差の統計的検定 (F 検定) の結果を示す。

① 主観的輪郭線が通過する、と考えられる c 点に於ける光覚閾値は、全被験者一致して他のどの点よりも高い。検定表を見ると、どの条件とも有意差がある。

② f 点の光覚閾値は平均的にはもっとも低い。a 点以外のどの条件とも有意差がある。

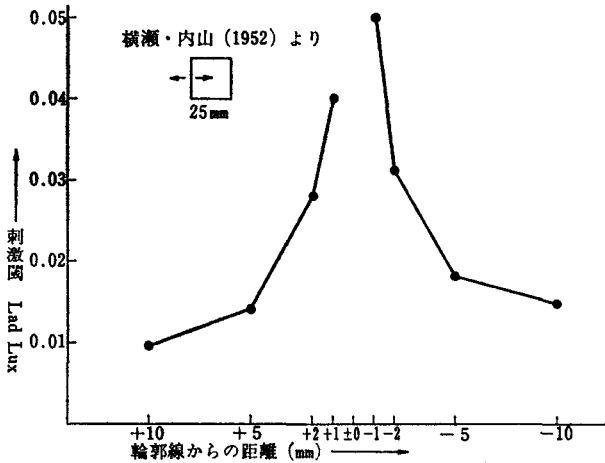
③ 平均的傾向からは、主観的輪郭線の位置を中心にして、その両側に遠ざかるにつれて光覚閾値が低くなるように思われるが、周辺部では個々の測定値に変動が多く、統計的には光覚閾値に勾配があるとは云いきれない。

④ 個人差としては被験者 I が他の被験者よりも約一桁閾値が低い、条件差にともなう全体の傾向は他の被験者とよく一致している。光点を認めるか否かの個人的基準の差異によるものであろう。

**考察：**① 以上の結果について、もっとも著しいのは主観的輪郭線が通過する、と推定される c 点に於ける高い光覚閾の存在である。問題提起のところで指摘したように、Coren & Theodor はフラッシュ光点の閾値で、Kanizsa の三角図形の内外の閾値を比較しているが、敢えて輪郭線と考えられる部分の測定を行っていない。しかも主観的輪郭線図形でなく、実際の輪郭線図形についてその近傍の光点の閾値の勾配を測定したらどうなるであろうか？ 図 28 は横瀬・内山 (1953) が暗室内で一辺 25 mm、輪郭の幅 2 mm の光輪郭図形の近傍に呈示した小光点の閾値測定を行なった結果の内から、一辺の垂直二等分線上の各点の閾値の実測値をも



図28

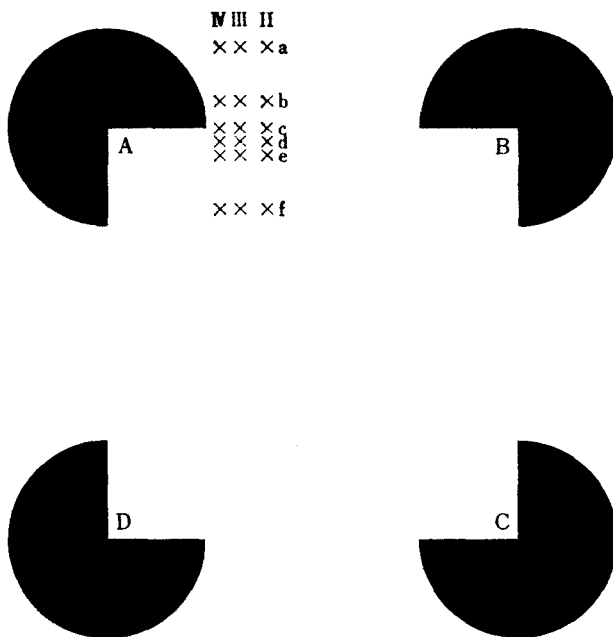


とにして描き直したグラフである。これを本実験のグラフ (図27) と比較すると、図形の内側についても、外側についても輪郭線から離れるにつれて、閾値が急速に低下する状況が認められ、その形状は相互にきわめてよく類似している。

② Coren ら (1977) の結果では主観的図形の内外のみかけの明るさの差異を示すような光覚閾値の段差が認められる。図27のグラフでは一応平均的には主観的輪郭線から 2 mm 外側の b は 1 mm 内側の d, 2 mm 内側の e よりも閾値が低い表の数値からわかるように、外側と内側のこれらの測定値の間には統計的には有意差は存在しない。つまり実験 I の結果からは一般に云われる主観的図形の内外の明るさ上の差異は検出できなかった。

③ 以上の結果は主観的輪郭線の垂直二等分線上の光覚閾測定値からこの線上の場の勾配を問題にしたにすぎず、さらに主観的輪郭線の近傍のより多くの点について測定を行なうことが望ましい。

図29 実験IIの刺激布置



実験II：主観的輪郭線の場効果(2)

目的： Kanizsa 図形の主観的輪郭線の両側で、実験Iで測定した部位以外の幾つかの点について小光点の閾値を測定する。

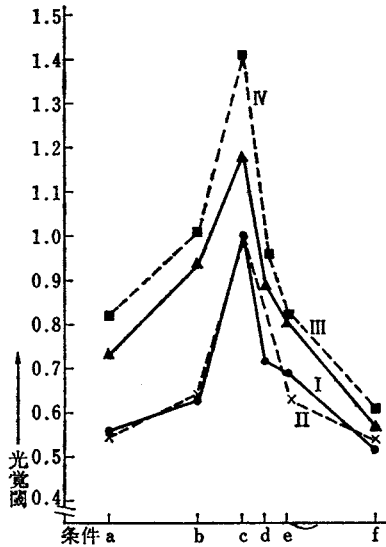
条件： 図29に示すように実験Iと同じ図形を使用して、

(II) ABを結ぶ直線上に於てAから11mmの点を $c'$ とする。この点を通りABに対して垂直な直線上に $a' \sim f'$ の5点を定め、その位置に小光点を投影する。但し  $a'c' = c'f' = 6\text{mm}$ ,  $b'c' = c'e' = 2\text{mm}$ ,  $c'd' = 1\text{mm}$  とする。

(III) ABを結ぶ直線上に於てAから9mmの点を $c''$ とする。この点を通りABに直交する直線上に $a'' \sim f''$ の5点を定める。但し  $a''c'' = c''f'' = 6\text{mm}$ ,  $b''c'' = c''e'' = 2\text{mm}$ ,  $c''d'' = 1\text{mm}$  とする。

(IV) II, IIIと同様にAから8mmの点を $c'''$ とし、同じく $a'''$ ,  $b'''$ ,

図30 実験IIの結果



第4表 a. 条件II

Ss. \ Cond.	a'	b'	c'	d'	e'	f'
K	0.632	0.736	1.054	0.846	0.714	0.744
H	0.379	0.399	1.052	0.672	0.407	0.303
T	0.886	0.984	1.29	1.16	1.078	0.876
I	0.151	0.215	0.342	0.231	0.182	0.156
S	0.728	0.872	1.35	0.85	0.78	0.656
Av.	0.555	0.641	1.018	0.752	0.632	0.547

b. 条件III

Ss. \ Cond.	a''	b''	c''	d''	e''	f''
K	0.614	0.71	1.29	0.904	0.91	0.51
H	0.752	1.038	1.15	0.778	0.626	0.349
T	1.108	1.52	1.72	1.38	1.23	0.938
I	0.196	0.314	0.414	0.351	0.333	0.26
S	1.008	1.05	1.35	0.946	0.93	0.904
Av.	0.736	0.926	1.185	0.872	0.806	0.592

c. 条件IV

Cond.	a'''	b'''	c'''	d'''	e'''	f'''
K	0.894	0.872	1.148	1.058	0.708	0.614
H	0.86	0.976	1.66	1.1	0.694	0.45
T	0.89	1.45	1.92	1.12	1.42	0.874
I	0.454	0.724	0.696	0.524	0.387	0.282
S	1.038	1.056	1.59	0.97	0.884	0.862
Av.	0.827	1.016	1.403	0.954	0.819	0.616

第5表

a.

条件	a'	b'	c'	d'	e'	f'
a'						
b'	*					
c'	**	*				
d'	**	-	*			
e'	-	-	*	*		
f'	-	-	*	*	-	

b.

条件	a''	b''	c''	d''	e''	f''
a''						
b''	*					
c''	**	-				
d''	-	-	**			
e''	-	-	**	-		
f''	-	*	**	*	*	

c.

条件	a''	b''	c''	d''	e''	f''
a''						
b''	-					
c''	*	*				
d''	-	-	*			
e''	-	*	**	-		
f''	*	**	**	*	-	

d.

条件	I	II	III	IV
I				
II	-			
III	*	-		
IV	*	*	-	

f.

条件	I·c	II·e
I·c		
II·e	*	

e.

条件	I	II	III	IV
I				
II	-			
III	-	-		
IV	*	*	-	

$d'''$ ,  $e'''$  及び  $f'''$  の諸点を定める。

**装置・方法：** 実験Ⅰに準じて測定を行なう。但し測定はⅡ, Ⅲ, Ⅳのブロック毎にランダムに4回ずつまとめて行ない、ブロックの順序は被験者毎にランダムとし、適宜数日にわたって行なう。

**結果：** 条件Ⅱ, Ⅲ, Ⅳの結果は、それぞれ第4表 a, b, c に示し、実験Ⅰも一しょにして図30のグラフに示す。さらに第5表 a, b, c, d, e 及び f に統計的検定の結果を示してある。

① 主観的輪郭線が通過する  $c'$ ,  $c''$  及び  $c'''$  点の光覚閾値は同じブロックの両側の光覚閾値のどれよりも高い。実験Ⅰの結果①と完全に対応する結果である。

② 平均的傾向からは主観的輪郭線の位置を中心にしてその両側に遠ざかるにつれて光覚閾値が低くなるように思われるが、条件ⅡとⅢの外側の場合を除いては5%の危険率では常に有意な勾配があるとは云えない。

③ 主観的輪郭線を中心にして内外に等距離の点の光覚閾を比較すると、条件Ⅲの  $a''$  と  $f''$ , 条件Ⅳの  $b'''$  と  $e'''$ ,  $a'''$  と  $f'''$  ではいずれも外側の光覚閾値が高いと云えるが、実験Ⅰ, 条件Ⅱ, 条件Ⅲの  $b'$  と  $e'$  では有意差は認められない。

④ 平均的曲線からは実験Ⅰ, 条件Ⅱ, Ⅲ, Ⅳの順序で光覚閾曲線が高くなるように見えるが仔細に見るとそれ程明瞭な差異はなく、統計的に有意差を検出できるのはごく僅かな場合に限られる。例えば  $d'$  と  $d''$ ,  $e'$  と  $e''$ , だけに過ぎない。

⑤ 個人差は実験Ⅰの場合と同じく被験者Ⅰの閾値が他の被験者に比べて著しいが、全体の傾向は特別に変っていない。

**考察：** ① 実験Ⅰで注目した主観的輪郭線上の光覚閾値が両側に比べて著しく高いことが実験Ⅱの結果でも一貫して認められた。これは実験Ⅰも含めて  $c$ ,  $c'$ ,  $c''$  及び  $c'''$  の諸点を結ぶ何らかの過程の存在を示すものと考えられる。Coren ら (1977) の結果では主観的図形の内外の閾値の間に段差の存在することが示唆され、その境界が主観的輪郭線であるかの

如く考えられたが、本実験の結果では結果の②、③も考慮に入れるならば輪郭線の部位だけが強く、他の部位は図形の内側であっても特別な勾配をもたないようである。

② 結果の④から考えると実験Ⅰ、条件Ⅱ、Ⅲ、Ⅳの順序で対応する測定点が黒色セクター刺激に接近するに拘わらず、測定値の上昇は見かけばかりで、統計的に有意差を検出できる程の差異は生じてない。最も著しい場合は主観的輪郭線上の4点の比較であるが点cがセクターの尖端から8mm離れているのに対して点c'は1mmしか離れていない。この4点間でも相隣る測定結果の間には有意差を検出できないのである(いわゆる仮象輪郭線<sup>4)</sup>の両側の至近点、例えばcとb、cとdの有意差と比較して欲しい)。もちろん僅かの測定誤差のいたずらによる混乱と考えられなくもないが、一応疑問を提出しておき、後にもう一度とり上げることにしたい。

③ 実験Ⅰ、Ⅱの結果によって Kanizsa 図形の主観的輪郭線の両側については一応測定できた。しかしこの図形では円形セクターの角の部分の意味が大きいかもしれない。そこでこの角内の光覚閾値を調べる必要がある。

### 実験Ⅲ：円形セクターの角の場効果

目的： Kanizsa 図形の円形セクターの角内の光覚閾値の測定

条件： 実験Ⅰと同一図形を使用。図31に示すように、

a点： ABに対して15°の線上のAから2mmの点

b点： 同じくAから5mmの点

c点： ABに対して30°の線上のAから2mmの点

d点： 同じくAから5mmの点

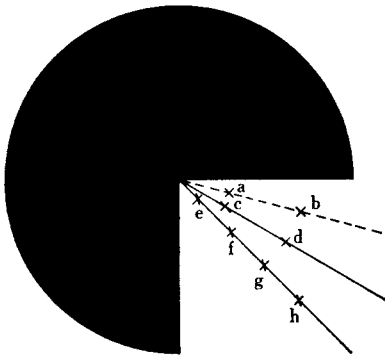
e点： ABに対して45°の線上のAから1mmの点

f点： 同じく3mmの点

g点： 同じく5mmの点

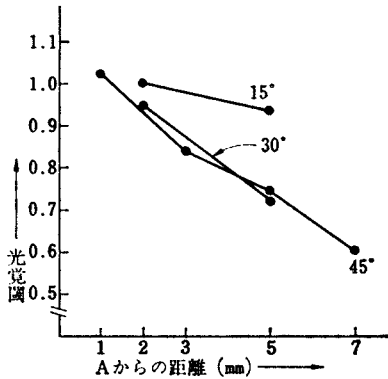
h点： 同じく7mmの点

図31 実験Ⅲの刺激布置



実験Ⅰ、Ⅱと同様セクターは4個ある。  
本図では光点の位置を示す。

図32 実験Ⅲの結果



第6表

Cond. Ss.	a	b	c	d	e	f	g	h
K	0.762	0.844	0.84	0.482	0.828	0.542	0.46	0.604
H	1.178	1.096	1.056	1.016	1.15	1.1	1.08	0.848
T	1.26	1.3	1.12	1.01	1.36	1.15	1.15	0.858
I	0.34	0.199	0.108	0.143	0.349	0.315	0.158	0.081
S	1.5	1.3	1.61	1.27	1.45	1.108	0.904	0.68
Av.	1.008	0.948	0.947	0.734	1.027	0.843	0.75	0.616

以上の8個の点の位置における小光点の閾値を測定する。

方法・手続： 実験Ⅰに準じて行なう。8個の点の位置について被験者毎に1点につき4回ランダムな順序で測定する。測定は適宜数日に分散して行なう。

結果：第6表及び図32のグラフで示す。

① 平均曲線から小光点の閾値はセクターの辺に近い程、又角の交点に近い程高くなるように見える。

② 但し相隣る測定点の間で有意差を認め得るのは、e, f, gの間だけにとどまる。

考察：結果の①は横瀬ら(1952)によって行なわれた正方形の角の内部の

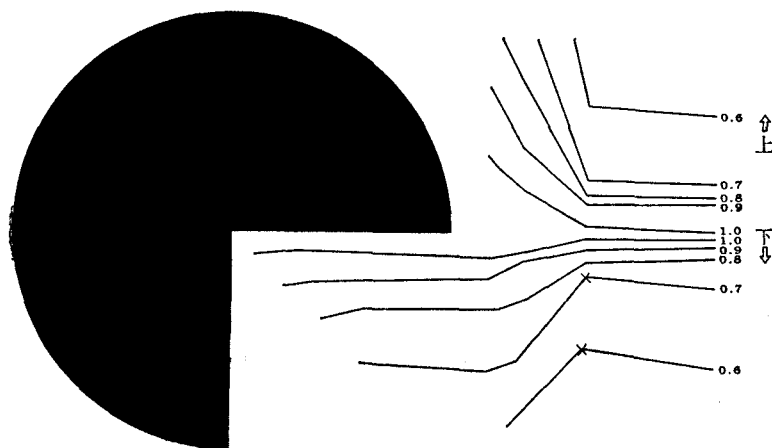
場構造とよく一致している。

### 実験 I, II, III の結果の考察

今まで行なって来た実験 I, II, III の結果によって、一応 Kanizsa 図形の一つの円形セクターの近傍に呈示した小光点の閾値が揃ったのでこれらを総合して、円形セクター附近の場の構造を考えて見たい。これらの測定データはそれぞれの実験の内では被験者毎にランダムに行なわれているが各実験は番号順に施行されて居り、測定順序によるなんらかの効果が存在するとすれば、現状ではこれを除去できない。しかし此処では順序効果は無視して考察を進めることにする。

図33は以上の3実験による32個の点における光点の消失閾測定値に基づいて、閾値が 1.0 f.l. 以上, 1.0~0.9, 0.9~0.8, 0.8~0.7, 0.7~0.6 になる諸点の分布を求めたものである。このような場合、例えば実験 III について、角の内部は角の2等分線に関して両側に対称的構造になる、と仮定して角の一侧のデータを他の半分にも及ぼして角の内部全体の構造を論じ得る、とする立場がある。極端な場合には正方形の内側の $\frac{1}{8}$ のデータによ

図33 実験 I, II, III の結果





って、全正方形の内部の構造を示す、と云うわけである（例えば横瀬・内山 1952）。筆者はかつて空間の異方性に関連してこのような省略法に疑問を呈したことがある（Nozawa, S. 1972）ので図33では一切このような補完は行なわずに、極く単純に直線によって実測範囲のみの同閾値の点を結んである。

図に見るように光覚閾値 1.0 以上の領域はセクターの角の辺の延長線上を細長くのびて両セクターの midpoint に達している。midpoint は実験 I の c 点で 4 個のセクターの内左上のセクターから最も遠い位置で、これより測定点を右に移せば左のセクターからの影響はさらに弱くなる、と考えられるが、この右に寄った点は今度は右側セクターからの影響が増加することになる。したがって A から点  $c'''$ ,  $c''$ ,  $c'$  及び c を通って B に到る線上の各点に及ぶセクターの効果は、丁度 2 つの峰をつなぐ釣尾根のように、両セクターからの影響が線の両側に比して著しく高い、と考えられる。そしてこの一種の場効果が、見かけ上の主観的輪郭線と関連を持つものと考えてよいであろう。

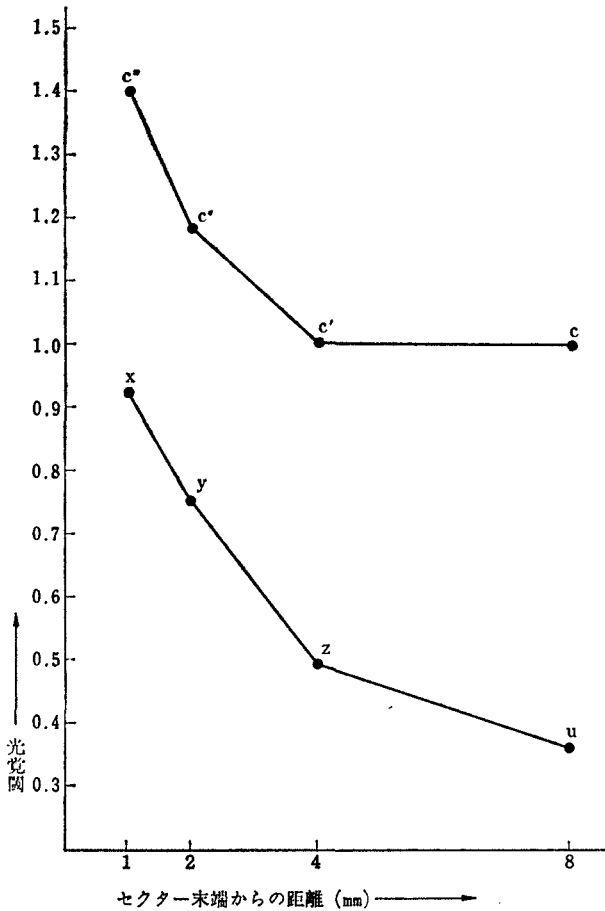
以上の結果をもたらした測定点は一応表現の便宜上から、左上セクターを基準として位置を記述して来たが、その効果は単に左上セクターのみからの影響を示すのではなく、右上セクターからの影響の相乗効果、さらに左右の下の 2 つのセクターからの影響も無視できない、と云わねばならない。此の点を明らかにする意味で単一セクターの効果を検討する必要がある。

#### 実験 IV：単一円形セクターの場効果

目的： 単一セクターの近傍の小光点の閾値を測定し、これを実験 I, II と比較する。

条件： 実験 I で使用した Kanizsa 図形の左上の円形セクター 1 個だけを刺激図形として実験 II の  $c'''$  点,  $c''$  点,  $c'$  点及び実験 I の c 点の位置に対応する点をそれぞれ x, y, z, u としてその位置に小光点を投写して

図34 実験IVの結果と実験I, IIの対照値



第7表

Ss.	Cond.			
	a	b	c	d
K	0.948	0.614	0.302	0.245
H	1.026	0.832	0.674	0.582
T	1.46	1.33	0.722	0.61
I	0.223	0.111	0.084	0.081
S	0.958	0.876	0.714	0.303
Av.	0.923	0.753	0.499	0.364

光覚閾測定を行なう。

**方法・手続：** 実験 I に準ずる。被験者毎に  $x$ ,  $y$ ,  $z$ ,  $u$  の測定順序はランダムとする。

**結果：** 第 7 表、及び図 34 のグラフに示す。

① グラフに見るようにセクターからの距離が大になるにつれて光覚閾値は急速に降下する。 $x$  と他の 3 点、 $y$  と  $u$  の光覚閾値の間には 5% 以下の危険率で有意差が認められる。

②  $x$ ,  $y$ ,  $z$  及び  $u$  の諸点に対応する実験 II の  $c'''$ ,  $c''$ ,  $c'$  及び実験 I の  $c$  点における光覚閾値も、比較の為に図 34 のグラフに記入した。対応する点相互の測定値間の差異は (2 つの測定の前後の順序による差異は一応無視できるものとして比較する), 1% 以下の危険率で有意差が認められ、単一セクターの影響は明瞭に低い。

**考察：** 図 34 のグラフに見るように測定点がセクターから離れるにつれて光覚閾値が次第に低下する状態は同図に点線で画きこんだ実験 I, II の結果の曲線とよく似ている。両曲線の差異は、(1) 単一セクターの時は距離が 15mm 離れた  $u$  点では光覚閾値は予備実験における対照事態 (白紙スクリーンのみ) 以下と云ってよい低さになっているのに、点線の方は 11mm 以後は閾値の下降が認められない。(2) 光覚閾値曲線全体の高さに決定的な違いがある、の 2 点である。

この測定値の相違を、4 個のセクターでは主観的輪郭線が認められるのに、単一セクターでは主観的輪郭線が生じない、と云う現象上の差異に結びつけて考えるのは極く自然な考え方と云えよう。主観的輪郭線の成立はこの場合は主として左上セクターと右上セクターの交互作用<sup>5)</sup>によって生じた尾根状の光覚閾値の高い帯状の領域のつらなりと関連していると思われる。もしこのつらなりの中央部 (C 点付近) のやや低くなった部分の閾測定値がその両側の  $a$  点や  $f$  点の測定値とあまり変わらなければ、図形の内外のいわば低地の領域がつらなって AB 間の尾根の連なりが断たれることになり主観的輪郭線は消失するであろう。

このように考えると円型セクターが4個揃って存在する場合でも、その刺激強度が弱い場合、又その大きさが小さすぎる場合には、主観的輪郭線が生じない場合があるのではないかと、と思われる。

### 実験V：円形セクターの大きさと場効果

**目的：** 4個の円形セクターの大きさを変化してその場効果を測定すること。

**条件：** 実験Iでは4個の半径7mmの黒色円形セクターが一辺30mmの主観的正方形を形成する配置で測定が行なわれた。実験IIではこの円形セクターの半径のみを(Ⅱ)5mm、(Ⅲ)3mm、(Ⅳ)1mmとして、実験Iのa点及びc点における小光点の閾値を測定する。

**方法・手続：** 実験Iに準ずる。

**結果：** 各被験者の各条件における光覚閾値は第8表に、その平均値は図35のグラフに示す。なお条件(I)の結果は実験Iによるものである。

① 平均曲線を見てもa点における光覚閾値は条件差(円形セクターの半径の大小)によって殆ど変わらない。

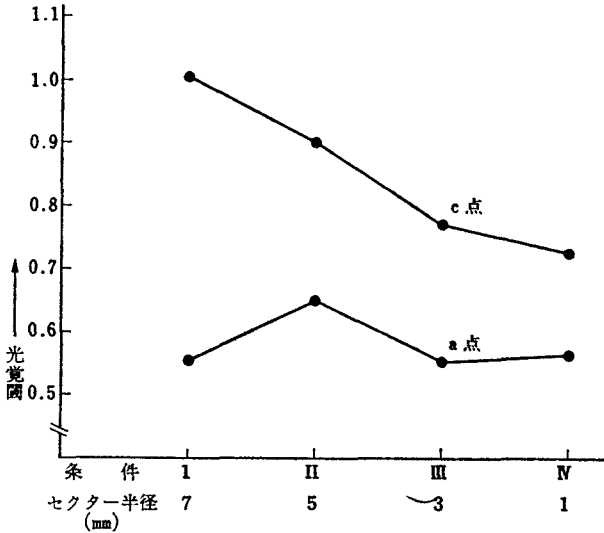
② 平均曲線では、c点における光覚閾値は円形セクターの半径が小さくなるにつれて低下する傾向を示している。しかしこの差異はどの条件間でも統計的に有意とは云えない程度のものである。

③ 各条件毎のa点とc点の測定値間には有意差があり、c点の測定値は常にa点のそれよりも大である。

**考察：** a点における光覚閾値が、影響図形である円型セクターの大きさの変化によってあまり差異を示さない、と云うことはこの部位が既に予備実験における対照条件(白無地)とあまり変わらない条件であることを示している、と考えてよいであろう。

次にc点における光覚閾値は一応影響図形の大きさが小さくなるにつれて低下してはいるが、その傾向はそれ程著しくはない。筆者の予想では円形セクターの半径1mmでは多分a点の閾値と殆ど同じになり、主観的輪

図35 実験Vの結果



第8表

Cond. / Ss.	(I)		(II)		(III)		(IV)	
	a	b	a	b	a	b	a	b
K	0.58	1.022	0.608	0.628	0.462	0.6	0.686	0.816
H	0.46	0.996	0.532	0.976	0.302	0.682	0.386	0.658
T	0.862	1.29	0.874	1.25	0.784	1.15	0.606	0.848
I	0.081	0.325	0.296	0.397	0.371	0.445	0.252	0.366
S	0.82	1.41	0.952	1.27	0.84	0.992	0.914	0.956
Av.	0.561	1.009	0.652	0.904	0.552	0.774	0.567	0.729

郭線も認められないようになるのではないかと考えたのであるがその予想は美事にはずれた。

結果の③に見られるように実験Iに比べればa c間の差はずい分少なくなってはいるが、厳として有意差 ( $\alpha < 0.05$ ) があり、主観的輪郭線が存在する。Kanizsa 図形の布置によって生ずる場の構造は 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、むしろ Kanizsa や Metzger の考える

Gestalt 過程を支持するものようである。

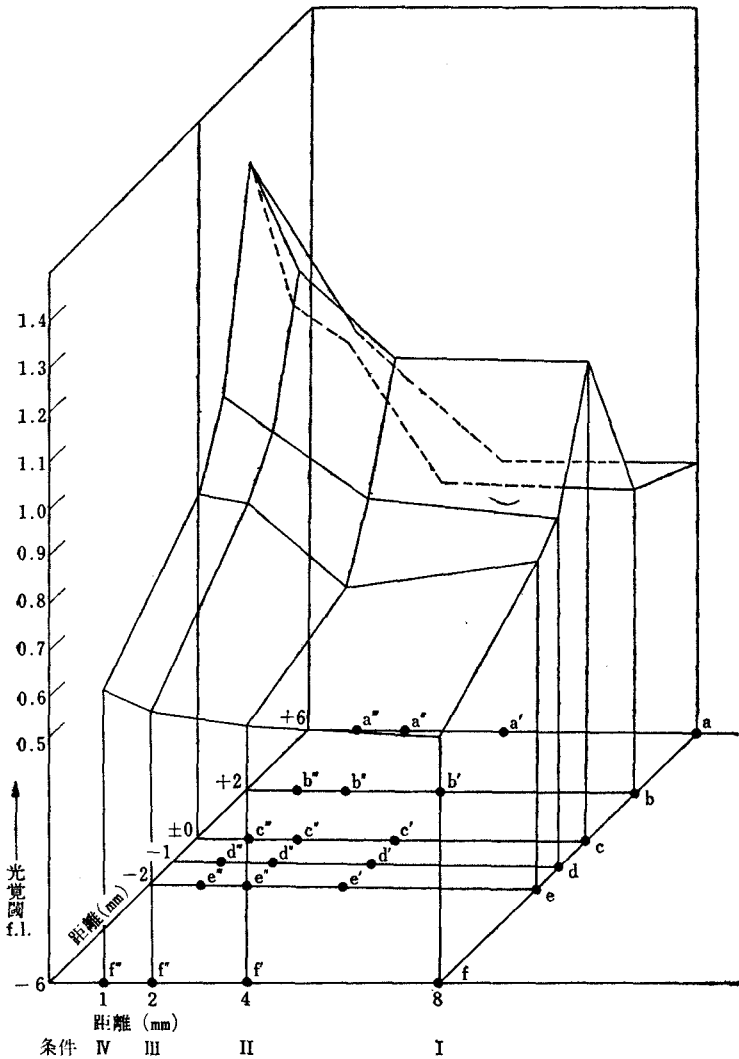
### 全体の考察

視覚における主観的輪郭線現象を検討するために、Kanizsa の図形の一つ (図26) について、その近傍に投写した小光点の閾値を測定することにより、図形刺激がその周囲の素地に及ぼす影響の場を調べた。実験 I, II 及び III の結果から、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) の角を形成する直線部分の延長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。この線状帯はそのまま反対側の右上セクターの中心に到達することが予想され、その位置は主観的輪郭線の存在する位置と丁度一致する。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するものと云えよう。

図33に平面的に示したこの場の構造を立体的に示そうとしたのが図36である。この図は実測値に基づいて、左上セクターの中心と、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。

次に実験IVではこの左上セクター 1 個だけを刺激図形として呈示し、前の実験で光覚閾が高かった線状部に小光点を投写して、その対応する閾値を比較した。その結果左上セクターと並んで存在する右上セクターが無い場合には、小光点がセクターから遠くなると光覚閾値が急降下すること、及びセクターに近い部位でも光覚閾値が実験 II の対応する測定値に比べて全体的に低くなること、が示された。つまり図36に示された高光覚閾帯は両側のセクターがその中間に及ぼす効果の相互影響効果の産物、と考えられるべきである。単独セクターの場については実験IVの結果だけで、データ不足の為、これ以上多くを語ることはできないがこのセクターの周囲各方向の光覚閾を測定するとすれば、セクターの角の辺の延長上に線状の尾根はできないのではないかと思われる。つまり唯 1 個のセクターの場と、

図36 実験 I, II の結果 (図33の一部を立体的に表現したもの)



4個が図26のように配置された時のセクターの場では全くその構造が異なる、と考えるべきであろう。さらに図26のような配置で、角の辺の延長線が相互にくいちがう場合に、どこまでその体制が保たれるであろうか？

図6のように、くいちがいはあっても、それが相称性を保つ時には、なおある程度体制はもちこたえるであろう。そのあたりの吟味は今後検討する余地があるが“良い連続”の要因がかなりの役割を果たしている、と見られる。

線状の高光覚閾帯は図36に見られるように釣り尾根状に中央が下がっている。セクターの影響力が弱くて、この部分がa点やf点と同水準まで低下すれば主観的輪郭線は成立しなくなるはずである。

しかし実験Vの結果に見られるようにセクターの半径を1mmに減じてもお線状部の閾値は高く、主観的輪郭線が認められる。Kanizsaの示した図9ではセクターは点になってしまっているのに、まだ主観的輪郭線が生じるようである。この場合にはむしろ三角形の頂点よりも、中間の△型が中央部をかくされた三角形として意味をもっているのであろうが、このような図形布置については、被験者が初めてこれを見る場合と、少し以前に図1Aなどの観察をしている場合とで結果が変わってくる。Gestalt心理学者はかつて経験の効果を全く認めまいとする頑固な態度に終始したけれども、主観的輪郭線の研究では今後は経験や態度の効果の問題をとり上げないわけには行かなくなるであろう。

最後に主観的輪郭図形の内部は外部とは明度が異って感じられる。Corenら(1977)の測定ではこの差異が明瞭にとらえられているが、本研究の測定ではついにそれらしい結果が得られなかった。フラッシュ小光点と連続刺激光点の装置上の相異があるけれども明度の差異は主観的輪郭図形の重要な特性の一つであり、今後の筆者の測定の重大な課題と考えねばなるまい。

## 要 約

Kanizsa(1955)の主観的輪郭線に関する研究の展望を行ない、この図形が二次元刺激であるに拘わらず、Gestalt要因によって三次元的に知覚さ



れること、この奥行感の成立が主観的輪郭線の知覚を生じること、を明らかにした。しかしこの現象の理論的根拠は未だ乏しく、この現象に関する実験的データがなお著しく不充分である。

この現象の構造を調べる一つの方法として Kanizsa 図形の内外に投写した小光点の閾値測定を試みた。その結果主観的輪郭線の位置に線状の高光覚閾帯が存在することが明らかにされた。この効果は四隅の刺激図形(黒色セクター)の相互作用によると考えられる。

但しこの実験では Coren ら(1977)の示した図形内外の明るさの差異を裏書きする結果は得られなかった。

この実験のデータは聖心女子大生植野道子さんの卒論によっている。又論文をまとめるにあたって、1977年8月27日第83回知覚懇話会参会者の方々の御意見を参考にしている。共に記して謝意を表するものである。

#### 注

- 1) “明るく見える”と云うのは図1のA, B, Cの場合で、DのようにA図形のネガの場合は反対により暗く見える。
- 2) Hubel, D. H. & Wiesel, T. N. (1959) が猫の視皮質について発見した。例えば特定の傾きの直線のみに対応する単一神経細胞などを意味する。
- 3) スクリーンに投写された光点の輝度は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.) で測定した。
- 4) Metzger (1975) は主観的輪郭線を Scheinkante と呼んでいる。
- 5) 左下セクターと右下セクター、それによって生じる両側と底辺の主観的輪郭線の効果も存在しているが。

#### 文献

- 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.
- Day, R. H., Dickinson, R. G. & Jory, M. K. (1977) The Poggendorff illusion with subjective contours. *Quart. J. Exp. Psychol.*, 29, 219-226.
- Gibson, J. J. (1950) *The perception of the visual world*. Boston, Houghton Mifflin.

- 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.
- Hubel, D. L. & Wiesel, T. N. (1959) Receptive fields of single neurones in the cat's striate cortex. *J. Physiol.*, 148, 574-591.
- Julesz, B. (1971) *Foundations of cyclopean perception*. Chicago Univ. Press. Chapt. 7.7 Cyclopean contours and closure phenomena (p. 255) and 7.8 Perception of undetermined areas (p. 259-261).
- Kanizsa, G. (1955) Margini quasi-percettivi in campi con stimolazione omogenea. *Rivista di psicologia*, 49, 7-30.
- Kanizsa, G. (1976) 存在しない輪郭がなぜ見える。(金子訳) サイエンス, 6, No. 6, 20-25.
- Lawson, R. B. & Gulick, W. L. (1967) Stereopsis and anomalous contour. *Vision Res.*, 7., 271-297.
- Lawson, R. B., Cowan, E., Gibbs, T. D. & Whitmore, C. G. (1974) Stereoscopic enhancement and erasure of subjective contours. *J. Exp. Psychol.*, 103, 1142-1146.
- Kopfermann, H. (1930) Psychologische Untersuchungen über die Wirkung zweidimensionaler Darstellungen körperlicher Gebilde. *Psychol. Forsch.*, 13, 293-364.
- Metzger, W. (1975) *Gesetze des Sehens*. Frankfurt am Main, W. Kramer. XIII Kapitel. Tiefensehen ohne Doppelauge. (1) Schichtung und Verdeckung. (p. 405-446)
- 野澤農 (1970) 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。
- Nozawa, S. (1972) The measurement of neighbouring field strength of a figure and the spatial anisotropy. *Abstract Guide XXth International Congress of Psychology*. p. 331.
- Ogle, K. N. (1959) Theory of stereoscopic vision. In *Psychology: A study of science*, ed. S. Koch. New York, McGrawhill, Vol. 1, 362-94.
- Schumann, F. (1904) Einige Beobachtungen über die Zusammenfassung von Gesichtseindrücken zu Einheiten. *Psychologische Studien*, 1, 1-32.
- Shipley, T. (1965) Visual contours in homogenous space. *Science*, 150, 348-350.
- 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)。
- 横瀬善正・内山道明 (1951) 視知覚における場の強さの測定。心研, 22, 41-56。
- 横瀬善正 (1956) 視覚の心理学。現代心理学体系, 14, 共立出版。