

Ann. Rep. Asahikawa  
Med. Coll.  
1987. Vol.8, 83-91

## 盲点周辺領域に見られる接近現象の成立条件

酒木 保・岩淵 次郎

### は じ め に

盲点に関する記載は、古く Mariotte (1668) にまで遡るとされ、以来これが視神経の集束部位であり、そこには視細胞が存在しないことが判明してからも久しい。盲点における視細胞の欠落は、当然われわれの視覚領域に部分的視野欠損をもたらしているものの、しかし極めて限定された観察手続を取らない限り、われわれは日常の経験においてこれを視野のなかに気づくことはほとんどない。

ところでこの盲点部（及びその周辺）での見え方については、後頭葉の一部損傷によって視野の  $1/2$  あるいは  $1/4$  を欠損した、いわゆる半盲症患者の暗点（scotoma）部での見え方と、いくつかの点で類似することが見出されている。例えば Fuchs (1920), Hebb (1949) らは、簡単な左右対称の図形を半盲症患者の半盲部位にわたるよう提示すると、半盲であるにもかかわらず図形の全体が知覚された例を報告している。なお、このような半盲症患者の暗点における知覚特性については、最近河内 (1982) によって詳細にまとめられた。

またこれらの部位でなぜいわゆる補充が起るのかについて Metzger (1953) は、Wertheimer の未刊行の論文を引用し、刺激を欠いている視物のその部分が“よい形態の法則”に従って補われるからと説明している。しかし Bartley (1965) は、視細胞の分布状態から生ずる視野の機能から網膜そのものに基礎があるとみなす点で、さきの Metzger と見解を異にする。さらにこれらのなかで Gibson (1966) は、盲点そのものには感覚がないことから、その部位での知覚に補充という語を用いること自体を批判している。

このように盲点部分における知覚現象は、盲点類似の部位での知覚現象とあわせてしばしば取り上げられるものの、これらに関する研究は Hochberg (1978) の指摘する如く極めて少なく、盲点およびその周辺における知覚の機構はもとより、その領域において見られるさまざまな現象の分類すらいまだに不明確のままとなっている。

このなかであって、さきに結城・酒木 (1974), Sakaki & Mizusawa (1985, 1986) は、各種刺激図形を用いて盲点およびその周辺視野領域にみられる特異な知覚現象のいくつかを観察し、それに係わる諸要因について若干の知見を得た。

それらの知覚現象とは、1) 水平な二線分(— —)の中央分離部分を盲点に一致させて提示すると、中央空白部が消失して階段状の二線分(— —)として知覚されるほか、ときには二線分が連続した一水平直線としても知覚されること、しかし2) 逆に一水平直線が盲点中央部をまたいで提示されたときには、切断された水平な二線分(— —)として見え、階段状の知覚生起は稀であること、また3) 階段状図形(— —)の段差部分を盲点に合わせて観察すると、段差が消えて一水平直線として知覚されること、さらに4) 二個の小円図形を盲点の左右両側に提示すると、両小円が互いに接近してときには完全に外接(○○)して見えること、などであった。

また、最近 Mizusawa, Susami & Sakaki (1984, 1986) は、さきに Stern (1926) が盲点を2光点で挟む条件下で観察した $\beta$ -運動をさまざまな条件下で比較し、 $\beta$ 運動が他の周辺視野領域においても生起することを確認するとともに、この運動印象が盲点を挟む条件下で最も鮮明であることを見出した。

本論では、これらの盲点とその周辺領域における知覚現象のうち、とくに二刺激図形が接近して見える現象(ここでは、これを“接近現象”と名づけておく)を取り上げ、二、三の実験を通してその成立の諸条件を検討することとした。

## 予 備 実 験

本実験に先立ち、予めつぎの諸点を確認するために予備実験を行なった。

- 1) 接近現象の出現が、被験者のいわゆる内的要因(経験、期待、態度など)の影響を受けるかどうか。
- 2) 刺激図形を盲点を挟んで提示する際に、盲点の上部と下部とでは現象の出現に差異があるかどうか。
- 3) さらにこの現象が、盲点を挟む条件下でのみ生ずるものかどうか。

まず1) に関して、刺激図形を予め被験者に確認させたのちに観察させた場合と、この手続きを省いて直接観察させた場合とを比較した結果、両条件での観察内容には差が認められなかった。これにより、盲点領域での知覚現象は、少なくとも刺激特性に関する経験要因によって何ら影響されないものとおもわれた。

2) については、被験者の視点を固定しておき、盲点を挟む部位に水平に提示した刺激図形を盲点範囲内で上下方向に移動させながら、現象の変化を検討した。この結果接近現象の出現は、刺激図形の上下移動によって何ら妨げられないことが確かめられた。

また3) については、盲点に丁度重なる他眼の視野領域に同様の刺激図形を提示して観察させたが、かかる周辺視野では接近現象が認められず、この現象が盲点を挟む条件下に特有のものがあることが確認された。

## 実 験 I

盲点を挟んで提示された図形において、接近ないし補充現象がいかなる刺激条件のときに生じるかを検討する。なお、ここでの接近現象とは、盲点の両側にそれぞれ水平提示された二刺激が互いに近づいて見える現象であり、また補充現象とは、盲点の両側にそれぞれ水平提示された二線分が、盲点を横断して左右に延びる一本の連続線に見える現象を指す。

これら二種類の現象の出現は、盲点周辺におかれた図形の構造に関係するものと考えられる。そこで実験 I では、盲点両側に提示する帯状の刺激図形（図 1 参照）をさまざまな系列で提示して観察させ、接近及び補充現象の現われ方を調べる。

方法 実験装置：Forster 式視野計を用い、その腕木の中心に微小鏡を取りつけてこれを固視点とする。この固視点と被験者の眼の位置との距離は 29cm である。

提示用刺激図形：図 1 の如き五種類からなる帯状図形系列を用いる。なお、これらの図形は、黒色紙（マンセル系列，N1.0）を帯状に切り取り、これを白色紙（N9.5）の上に貼り合わせたものである。

各刺激図形とも中央空白部の幅は一定（視角  $5^\circ$ ，25mm）であるが、その左右に配した帯状形の一片の長さは図 1 の a から順に視角  $1^\circ$ （中央空白部も含めた全長は  $7^\circ$ ）， $2^\circ$ （同  $9^\circ$ ）， $3^\circ$ （同  $11^\circ$ ）， $4^\circ$ （同  $13^\circ$ ）， $5^\circ$ （同  $15^\circ$ ）である。

照明：被験者の頭上約 30cm に照明用白色電球（100W，100V）を置いて、視野計腕木を 300 lux で均等に照らし、被験者がこの明るさに十分順応したのち観察実験に入った。

被験者：男子大学生 5 名。一般に視野周辺での刺激図形の見え方は多義的であり、観察にはある程度の習熟が必要とされる。ここでは、実験に先立って各被験者に視野周辺（特に盲点附近）での観察訓練（数字および簡単な文字の読みとり）を施し、読みとり率が十分な水準に達してから実験を開始した。

手続 被験者は視野計の顔面固定器に顎を載せ、左眼で視野計の固視点を固視する（右眼は遮眼器で遮蔽する）。実験者は、刺激図形の分離帯中央部の×印が、視野の盲点中央にはほぼ一致するように刺激図形を視野計に定置する。刺激図形は、あらかじめ覆い板（N1.0）によって覆っておき、合図とともにこれを外して刺激図形を観察させる。被験者は観察の結果を記録紙にできるだけありのままに描写し、さらにそれについて口頭で説明する。

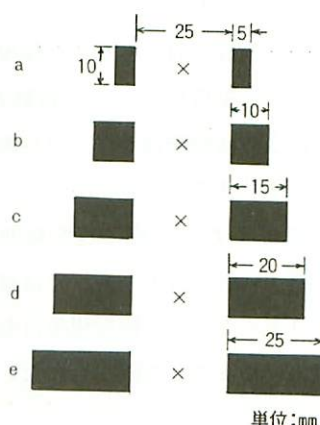


図 1 提示図形

なお、各刺激図形の提示には、系列効果を考慮して  $a \rightarrow e \cdot e \rightarrow a \cdot \text{random}$  の提示順序を併用し、それぞれの順序によって5回づつの観察を行わせた（従って各被験者の観察回数は、1刺激あたり15回、合計75回となる）。

**結果と考察** 被験者間に若干の個人差がみられたものの、観察内容にはつぎのような一般的傾向が認められた。1) 刺激（図形の全長）が小さい場合（図1-a・b、視角 $7^\circ \cdot 9^\circ$ ）には、盲点両側の帯状形が互いに盲点中央に近づき、両者の間隔が狭まって見える。ついで、2) 刺激がこれより大きくなると（図1-c, d、視角 $11^\circ, 13^\circ$ ）、被験者によっては図形中央の空白部が完全に補われて一本の水平な帯状形に見えたり、左右帯状形が盲点領域に向って互いに伸縮するなど知覚が不安定となる。さらに、3) 最大刺激（図1-e、視角 $15^\circ$ ）では、被験者全員がこれを連続した一本の帯状形として知覚した。

以上の観察内容から、盲点両側に提示された刺激の見え方は、刺激強度によってさまざまに変化することがわかった。すなわち、刺激強度が視角 $9^\circ$ 以下（盲点中心から左右それぞれほぼ $5^\circ$ 以内の視野範囲）にあっては、接近現象が見られ、これに対して視角 $15^\circ$ を超す刺激（図1-e）では補充現象が出現した。

以上のことから接近現象は刺激強度が小さなときに生じ、刺激強度が大きくなると補充現象に移ることが確認された。なお、本研究では接近現象に注目しさらに実験的検討を加えることにする。

## 実 験 II

さきの実験Iでは接近現象は刺激が $9^\circ$ 以下（帯状形の1片 $2^\circ$ 以下）の小図形を用いた場合に生じた。実験IIでは、これより幾分小さい図形を用いて、接近現象の生起範囲の測定を試みる。さらにその範囲内で接近量が刺激強度に応じてどのように変動するかを検討する。

**方法** 刺激図形：直径が視角 $1^\circ 12'$ （6mm）の二小円を水平に配置した標準刺激（Ss）系列と比較刺激（Sc）系列とを用いる。標準刺激は、両小円の内側間隔が、視角 $4^\circ$ （20mm）～ $14^\circ$ （70mm）まで〔各々視角 $2^\circ$ （10mm）のステップ〕の6種とし、比較刺激には二小円の間隔が視角 $0^\circ \sim 14^\circ$ （0mm～70mm）ま

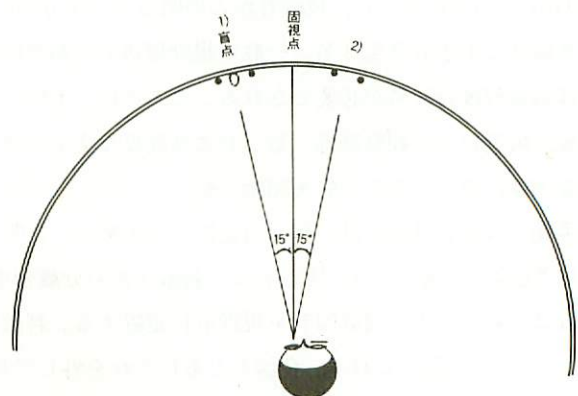


図2 刺激提示部位

で〔各々視角 $24'$  ( $2\text{ mm}$ ) のステップ〕の36種を用意した。刺激提示部位：刺激提示部位は1) 二小円が視野の盲点を挟む部位、及び2) 鼻側視野で盲点を挟む耳側視野に該当する部位(図2参照)とである。ここでの被験者・装置・照明はさきの実験Ⅰと同様である。

手続 実験にさきだって、被験者の手元に比較刺激をランダムに配しておく。実験者はあらかじめ視野計の所定の位置に標準刺激を定置し、これをさきの実験Ⅰと同じ要領で提示する。被験者は、提示された図形を観察して二小円の間隔を目測で判断したのち、それと同じ間隔の(二小円)図形を比較刺激系列の中から選ぶ。

結果と考察 まず接近現象の測度として、上記1)と2)とで得られた両判断値の差(接近量)及び、この接近量を2)の判断値で除した値(接近率)を使用する。

図3は、5名の被験者から得られた標準刺激別の接近率及び接近量を示したものである。

二小円の接近率は視角 $4^\circ$ 刺激での55%を最大として、 $10^\circ$  (8%)まで急激に低下し、 $12^\circ$ 以上では4~5%程度に安定する。以上の諸点から接近現象は、二小円間隔がほぼ視角 $8^\circ$ までの範囲内において最も生じ易く、加えて、二小円間隔が小さくなるにつれて接近の印象は急激に強まることがわかる。

一方、接近量は視角 $4^\circ \sim 6^\circ$  (20mm~30mm)の範囲で最も大きく、間隔

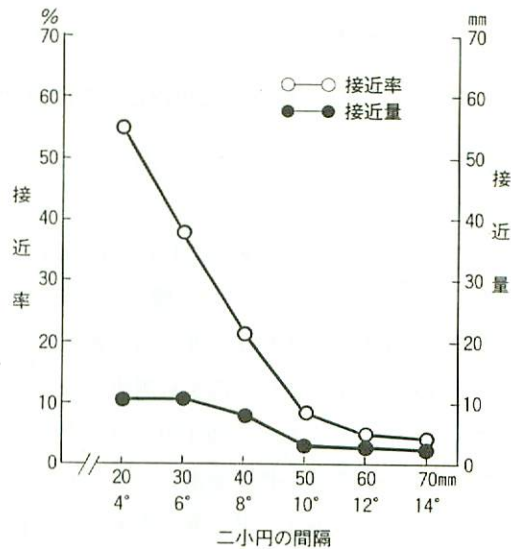


図3 接近現象の生起する範囲及び接近量

が $8^\circ$  (40mm)ではわずかに低減し、 $10^\circ$  (50mm)以上ではさらに低減する。このように、接近現象の生起する範囲にあっては、各刺激の接近量はほぼ一定値であることから、接近現象を生じせしめる知覚機能はこの範囲内においては、均等に作用することが推測される。

### 実 験 Ⅲ

実験Ⅰ・Ⅱでは、いずれも刺激図形の提示方向を盲点に対して水平方向に限定しながら接近現象を観察してきた。実験Ⅲでは新たにこの現象が刺激提示の方向の変化(盲点に対して垂直及び斜方向 $45^\circ$ )によって、いかなる影響を受けるかを検討する。

方法 刺激・装置：直径6mm (視角 $1^\circ 12'$ )の小円2個を並列した3種の標準刺激〔両円の内側間隔はそれぞれ視角 $4^\circ$  (20mm),  $6^\circ$  (30mm),  $8^\circ$  (40mm)〕, および両円の間隔を手動によって伸縮調整できる比較刺激用装置(図4)を用いる。

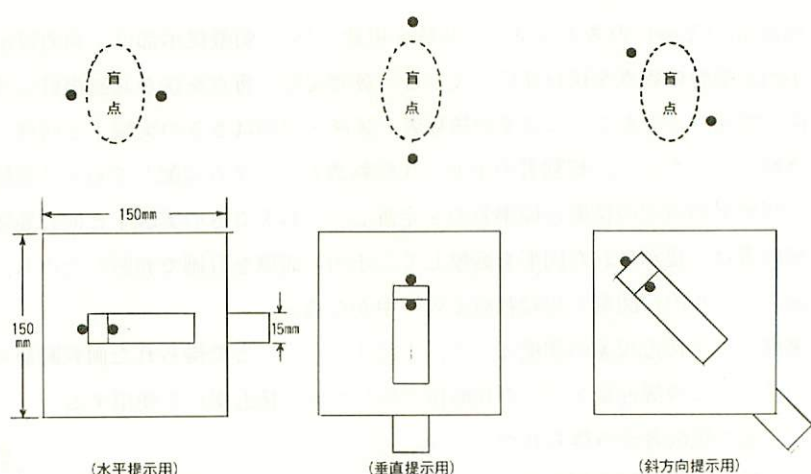


図4 二小円提示方向及び比較刺激調整装置

刺激の提示方向：並列した二小円をそれぞれ1) 水平方向, 2) 垂直方向, 3) 斜方向(45°)の3条件で提示した。

刺激の提示部位：1) 盲点を挟む視野領域, および2) 盲点にかからない視野領域〔盲点中心から視角12°(60mm)の下側〕の2条件とした。

手続 標準刺激は実験Ⅰ・Ⅱと同じ要領で提示した。被験者は両円の間隔を目測したのち, 比較刺激装置の両円間隔を目測値と等しくなるよう調整する(比較刺激用装置は, 刺激提示の各方向に合わせて図4の三種を使用)。

なお, 観察回数は各標準刺激につき, 上昇, 下降の各3回宛計6回とした。

被験者：先の実験Ⅰ・Ⅱと異なる男子大学生4名を用いた。

結果と考察 表1は, 刺激図形を盲点を挟む部位に提示した場合(以下盲点条件という)と, 盲点を外して提示した場合(以下盲点外条件という)での, 各刺激図形に関する判断

表1 各条件における2小円間隔の判断値(M±SD, 単位:mm)

| 二小円の<br>刺激<br>提示条件 |     | 20mm<br>(視角4°) | 30mm<br>(6°) | 40mm<br>(8°) |
|--------------------|-----|----------------|--------------|--------------|
| 水<br>平             | 盲 点 | 5.85±5.00      | 18.88±4.00   | 29.45±4.65   |
|                    | 盲点外 | 22.40±4.76     | 32.05±4.52   | 38.48±4.34   |
| 垂<br>直             | 盲 点 | —              | 28.43±5.26   | 36.53±5.42   |
|                    | 盲点外 | —              | 30.50±2.92   | 38.00±4.87   |
| 斜<br>行<br>(45°)    | 盲 点 | —              | 26.03±7.08   | 34.08±6.03   |
|                    | 盲点外 | —              | 29.08±3.41   | 36.95±4.49   |

値 ( $M \pm S D$ ) を、刺激の提示方向別 (水平・垂直・斜方向) に比較したものである。なお、表中の判断値の一部欠落は、刺激図形がその提示方向の条件によって盲点領域にはほぼ内包されたことに起因する。

表 1 からは、まず盲点条件での間隔判断がすべての提示方向と刺激条件とに亘って過小視の傾向を示していることが判る。またこの傾向は、特に刺激が水平方向に提示された場合に著るしく、さらに刺激図形の二小円間隔が狭くなるほど際立ってくる (標準刺激に対する判断値の比率は、視角  $8^\circ$  の刺激において 73.6%,  $6^\circ$ : 62.9%,  $4^\circ$ : 29.3%)。

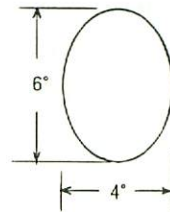


図5 視野内の盲点形状

これに対して盲点外条件での各判断は、提示方向や刺激条件の差に拘らずいずれもほぼ正確に保たれており、また判断のずれの方向 (過小視・過大視) でも一定の傾向は認められない。

この盲点及び盲点外の両条件について、各判断値間の差を吟味した結果 ( $t$ -検定)、水平提示の場合に限りすべての刺激図形において両者間に有意差が認められた [視角  $4^\circ$  の刺激:  $P < .001$  ( $t = 11.50$ ),  $6^\circ$ :  $P < .001$  ( $t = 8.31$ ),  $8^\circ$ :  $P < .001$  ( $t = 6.81$ )]。他方、垂直や斜方向 ( $45^\circ$ ) への提示においても盲点条件での判断に過小視傾向が窺われるものの、盲点外条件での判断値との差は有意ではなかった。

ここで、単眼視野に提示された二刺激間の間隔判断に伴う接近現象 (間隔の過小視傾向) に関して、これまでの各実験から得られた諸結果をまとめるとおよそつぎの通りとなる。

- 1) 接近現象は、両刺激が盲点領域を跨いでその両側に提示された場合にのみ見られることから、盲点の介在がその主要な成立要件とみなされる。
- 2) ただし刺激間に盲点が介在する場合でも、刺激間隔が視角  $8^\circ \sim 10^\circ$  を超えると接近の印象は生じ難い。
- 3) 刺激の提示間隔が少なくとも視角  $8^\circ$  以内においては、接近の印象は一般に間隔が狭まるにつれて加速度的に増大し、間隔を最少限 (刺激をそれぞれ盲点領域の短軸部両側に外接して提示、刺激間隔は視角  $4^\circ$ ) にしたときの判断では、実際値 (実験条件下で 20mm) の 30% にも及ばぬほどの顕著な過小視傾向 (判断値 5.85mm) がみられた。
- 4) 接近現象は、盲点を狭む二刺激が、盲点を中心とするいずれの方向に提示された場合にも観察することができるが、とくにその印象が著るしいのは水平方向においてであり、ついで斜行、垂直方向への回転に従って印象が減弱することから、本現象と盲点自体の形状との関連が推測される。

これらの諸事実は、接近現象の発現機序が明らかに盲点自体の諸特性に依存していることを示すものといえよう。ところで、一般に網膜で捉えられた視覚情報は、網膜の各部位

と局在的に対応した線条野 (striate area) の各特定部位に伝達され (網膜局在性), これによって各刺激の視野内における布置関係が知覚されることが知られている。一方, 盲点では, それ自体神経伝導路をもたないこともあって, 盲点部位と線条野との局在的対応関係がいまだ不分明のままとなっている。

言うまでもなく視細胞を欠く盲点は, われわれの視野内に盲点と同型 (長・短各軸が視角  $6^{\circ} \cdot 4^{\circ}$  の縦長楕円) の視角欠損領域 (エンメルトの法則に応じた大きさで) を投射しているが, 仮りに線条野においていわば盲点局在性が存在しない場合には, 線条野に投射される視野局在性自体が盲点領域の周辺に対応する部位で歪むことになる。このような籍定に立てば, 盲点を挟んで提示された刺激間の間隔判断では, 盲点領域に懸かる部分に関する間隔情報が欠落することによって, 必然的に間隔の過小視傾向 (接近現象) が生ずるものと予想される。

以下, 接近現象に関して得られたさきの実験結果について, 上記の見地から改めて検討を試みることにする。まず両刺激を盲点の左右両側に隣接して水平に提示した際 (間隔は視野  $4^{\circ}$ 、実験条件で20mm) にみられた驚異的な過小視 (判断値5.85mm) は, 両刺激間の空間がすべて盲点領域で満されていることと深く関るものと思われる。即ちさきの見地に立てば, かかる条件下では線条野に対する間隔についての視覚情報が殆んど皆無に等しい状態となり, その結果間隔は消滅する (両刺激が隣接してみえる) ことが期待される。実験ではこの期待に沿って極端な過小視が観察されたが, なお実際値の30%程度の間隔知覚が生じたことになる。このことは, 線条野に関するさきの籍定のみからは理解され難いものであり, ここにさらに他の関連要因の検索が必要となってくる。

ここで最も有力とおもわれる要因は, 眼球の固視微動の影響である。固視微動そのものはいくつかの成分 (tremor・drift・flick など) から合成されるが, いずれも運動方向は縦よりも水平方向がより優勢であり, また動きの巾はほぼ視角  $1^{\circ}$  とされる。即ち, さきの実験の如く二刺激が盲点両側に隣接して水平に提示される条件下では, 固視点が左右に絶えず微動することによって, 盲点に隣接する左右の網膜部位での知覚が, 盲点領域の一部に所謂擬似的間隔知覚をもたらすと考えることができよう。

これまでにわれわれは, 接近現象の発現機序について, 主として線条野におけるいわば盲点局在性の欠落を仮定しながら検討を進めてきた。そしてこれによれば, 間隔に関する視覚情報の欠損量が最大となって最も顕著な接近現象の出現が予測されるのは, 二刺激を盲点領域の最大部位即ち盲点長軸の両端部位にそれぞれ隣接して (垂直方向に) 提示する条件下 (間隔は視覚  $6^{\circ}$ 、実験条件で30mm) であった。しかし実験で得られた結果は, さきに触れた如くわれわれの予測に反して僅かな過小視に止まり (判断値28.43mm), むしろ垂直方向への提示条件では, いずれの刺激間隔条件においてもその過小視の程度が一般に斜行・水平方向の場合よりも劣ることが示された。即ちここでは, さきに有望とおもわれ

た線条野の機能特性は、少くとも刺激の垂直提示条件での現象理解に当って単純に援用し難いことが明らかとなった。しかし線条野自体の解明が必ずしも充分ではない現状において、線条野は依然接近現象理解のための重要な鍵概念のひとつとして残されているようにおもわれる。そして、さらにこの線条野に連なるより上位の各視覚野（旁線条野・周線条野）を含む包括的な視覚情報処理機構の解明が、接近現象に止まらず盲点およびその周辺に特有の興味ある諸知覚現象の研究に、多くの示唆をもたらすものとして期待される。

## 要 約

本研究では、視野の盲点周辺に提示された二小図形が接近して知覚される、いわゆる“接近現象”の成立条件を実験的検討を加え探索した。

まず、刺激強度が接近現象の生起にどう影響するかを検討し、刺激強度が小さい場合（図形の一片が視角 $2^{\circ}$ 以内）に接近現象が生起することを見い出した。

ついで接近現象の生起する領域の測定を試み、この現象は盲点中心より両側それぞれ $5^{\circ}$ 以内の視野領域において生起することを確認した。さらに、盲点を挟む条件にあって刺激布置が、この現象生起に影響するか否かを検討し、水平方向に提示された場合に、より顕著な現象生起を確認し、それ以外（垂直及び斜方向）では現象は生起し難いことを確認した。

## 引 用 文 献

- Bartley, S. H. *Vision*. Hafner Publishing Company, 1963.
- Fuchs, W. Untersuchung über das Sehen der Hemianopiker und Hemiamblyopiker, 1. Verlage-rungserscheinungen. *Zeitschrift für Psychologie*, 1920, 84, Pp.67—169.
- Gibson, J. *The Senses Considered as Perceptual Systems*. Boston: Houghton Mifflin, 1966.
- Hebb, D. *The Organization of Behavior*. New York: Wiley, 1949.
- Hochberg, J. E. *Perception 2nd ed.* Prentice-Hall, 1978.
- 河内十郎 見えない視覚 鳥居修晃(編)知覚Ⅱ(現代基礎心理学3), 東京大学出版会, 1982, Pp. 233—255.
- Metzger, W. *Gesetze des Sehens*, 1953, (盛永四郎訳 視覚の法則 岩波書店, 1968).
- Mizusawa, K., Susami, K. and Sskaki, T. Differences of Perceived Apparent Movement between Two Point across the Blind Spot and the Two Corresponding Upper Points. *J. Opt. Soc. Amer. Optics and Image Science*, 1984, 1, 12, Pp.1266—1267.
- Mizusawa, K., Susami, K. and Sakaki, T. Perceived Apparent Movement and the Size of a Blind Spot. *Amer. Psychol. Ass. 93rd Annual Convention Official Program*, 1984, Pp.112.
- 酒木 保 盲点周辺における形と色の知覚 日本心理学会第39回大会発表論文集, 1975.
- Sakaki, T. and Mizusawa, K. Shape Distortion at Retinal Area Surrounding the Blind Spot. *Southwestern Psychological Association 31 Annual Convention Official Program*, 1985, Pp.21.
- Sakaki, T. and Mizusawa, K. Visual Acuity Threshold Across the Blind Spot. *Southwestern Psychological Association 32 Annual Convention Official Program*, 1986, Pp.35.
- 結城錦一・酒木 保 盲点を挟む図形の知覚 中京大学文学部紀要, 1973, 8, 4, Pp. 1 — 18.