

間隔距離の知覚に関する測定条件の 実験的研究 (II)

後 藤 倬 男

問 題

間隔距離の知覚については、これまでに多くの研究が報告されて来ている。そこでは、視空間の不均一性 (heterogeneity), 特に右方と左方・上方と下方での距離知覚の差異が論じられているが、いまだに十分な一致には至っていないようである。そして、それら結果の不一致には、測定条件の違いが大きく影響していると考えられ、基本的な刺激配置条件下でのその点の再検討が必要と思われる。そこで、筆者は、視空間のこの functional な heterogeneity に関する基礎的な資料の蓄積を意図したわけである。これは、視空間の末梢での対応部位である網膜の電気生理学的追求による成果との比較を行なうことによって、未解決のまま残されている錯視・異方性といった空間知覚の解明に資するものがあると予想される。また、筆者は、横瀬の提出した視覚場の理論式⁽¹⁸⁾の検証として、その場の力の大きさ (変位置) に関して、間隔距離の知覚を通じて測定を行なって来ているが、微小な変位を測定しようとする際に、この間隔距離知覚の測定条件について、今一度検討し直してみようとも考えたのである。⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾

本報告は、2点の間隔距離を他の2点で測定し、そのような実験事態で測定条件の差異が2点の間隔距離の知覚にどのような影響を及ぼすかを検討しようとするのである。先の実験報告では、1) 測定条件、2) 図形配置条件について分析を行なった。その結果、観察方法 (自由視・凝視) と図形の空間配置 (第1空間順位・第2空間順位) 等の違いは、2点の間隔距離の知覚に変化をもたらしたが、観察条件 (両眼視・単眼視)、観察距離 (1m・2m)、それに実験方法 (調整法・極限法) 等の違いは、結果に大きな影響を及ぼさなかった。一方、標準刺激の2点の間隔距離を変化させる場合、標準刺激と変化刺激の水平方向における3種類の図形配置の違いも、結果に差異を生じさせないことが知られた。

そこで、上記の結果をもとに、今回は、残された図形配置の内、標準刺激と変化刺激の垂直方向と斜方向の配置、それに標準刺激の回転等について、先に結果に影響を及ぼすことが知られた観察方法や図形の空間配置等の要因を組み合わせで検討してみる。

方 法

装置 従来の報告と同じ。⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾

刺激図形 標準刺激の2点と変化刺激の1点が、 $1 \times 1\text{mm}$ の正方形で白ケント紙に黒インキで描かれる。変化刺激の他の1点は、白ケント紙に接する側の透明ガラス上に描かれ、その透明ガラスを動かすことによって左右に移動して、白ケント紙上の他の1点との間隔距離を変えるのである。

標準刺激の2点の間隔距離 (D_h) は、3, 10, 30, 80mm の4種類とする。

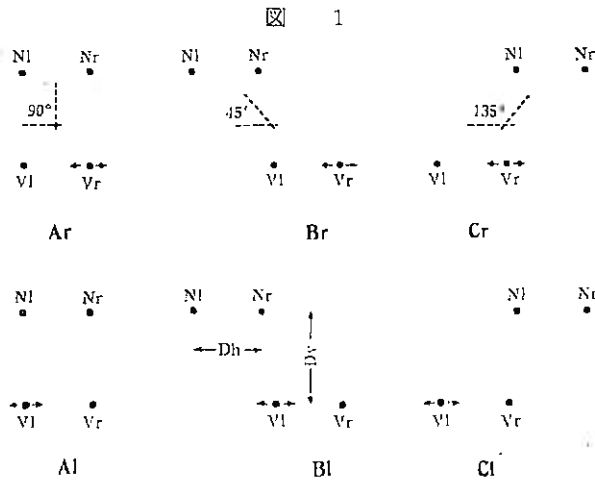
実験手続 本実験は、実験者調整法で行なわれる。被験者には、観察条件(自由視・凝視)が決められ、単眼視(右眼)によって観察距離1mから観察を行なわせる。その際、標準刺激と変化刺激の配置や変化刺激の移動する点などが知らされる。被験者は、標準刺激と変化刺激の2点の間隔距離を比較し、両者が等しいと思われるところで合図する。標準刺激の2点の間隔距離の変化に応じて、上昇・下降各々4回の試行が行なわれ、4個の測定値が得られる。

被験者 心理学専攻生3名。

実験 I

目的 水平に布置される2点を有する標準刺激と変化刺激が垂直方向と斜方向に配置される場合、1) 変化刺激の移動する点の位置の違い (V_r^* 移動・ V_l^{**} 移動), 2) 観察方法の違い (自由視・中央凝視^{***}), 3) 標準刺激と変化刺激の垂直方向の距離 (D_v) の違い等が恒常誤差にどのような影響を及ぼすかを調べる。

刺激条件 標準刺激と変化刺激とは、それぞれ2点の中央の位置は一定であるが、標準刺激と



変化刺激の4点がすべて位置を変って2点の間隔距離を変化させる。ところで、本実験での標準刺激と変化刺激の図形配置は、A(標準刺激が上、変化刺激が下の垂直方向)、B(標準刺激が左上、変化刺激が右下の斜方向)、C(標準刺激が右上、変化刺激が左下の斜方向)の3種類である。変化刺激は、いずれも標準刺激の下に配置されるが、A, B, C は、さらに変化刺激の右側の点が左右に移動する「 V_r 移動」と、

* 変化刺激の右側の点。
 ** 変化刺激の左側の点。
 *** 標準刺激と変化刺激の中間を凝視する観察方法。
 **** 測定値の算術平均。

左側の点が左右に移動する「V1 移動」の2種類に分かれる。それゆえ、以上6種類の刺激配置は、標準刺激と変化刺激が垂直方向に 5, 20, 50, 100mm の4種類の距離 (Dv) を持ち、そのすべてが4種類の2点の間隔距離 (Dh) を持つために、各刺激配置について16種類、合計96種類の刺激図形が表示されるわけである。それらを図1に示す。

結果と考察 図 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 には、2点の間隔距離 (Dh) の変化に伴う恒常誤差が3名の被験者の平均値で示されている。これらは、3種類の図形配置 (A, B, C), 2種類の変化刺激の移動する点 (Vr 移動・V1 移動), 2種類の観察方法 (自由視・中央凝視) に関して組み合わせられたものである。以下に、1) 図形配置, 2) 変化刺激の移動する点の位置, 3) 観

図 2

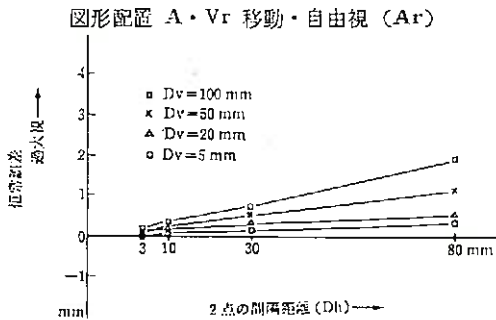


図 5

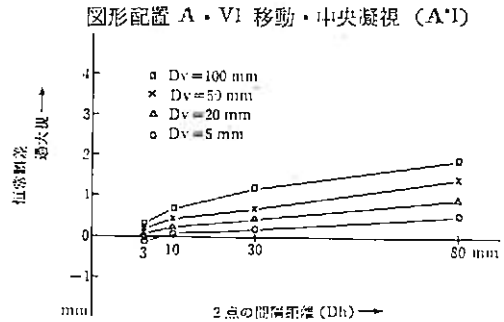


図 3

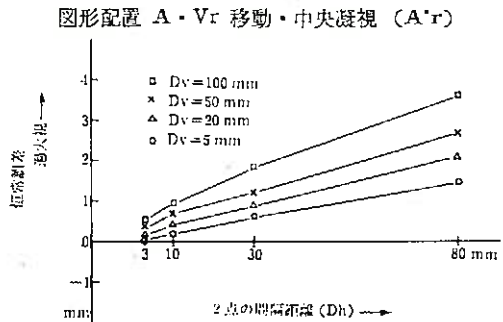


図 6

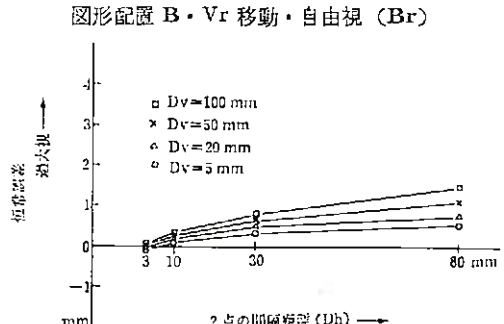


図 4

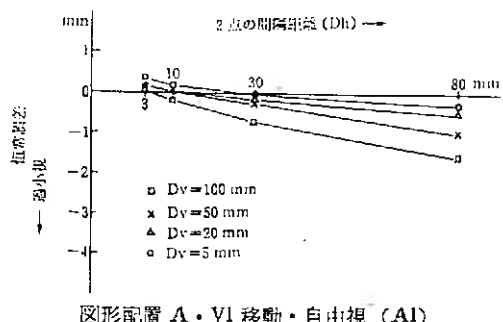


図 7

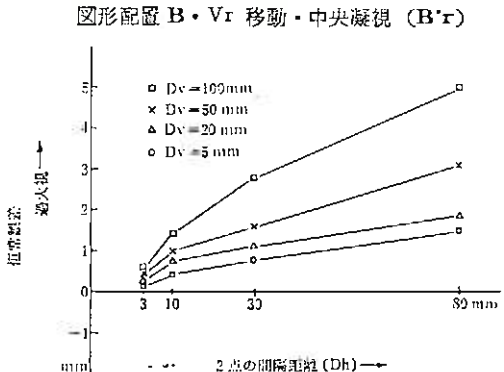


図 8

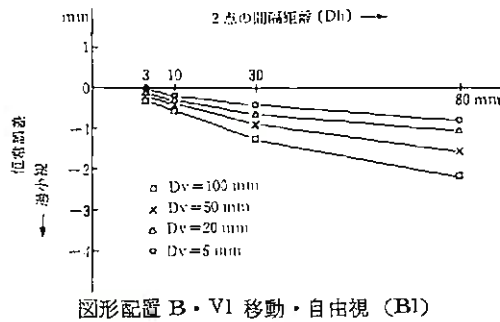


図 9

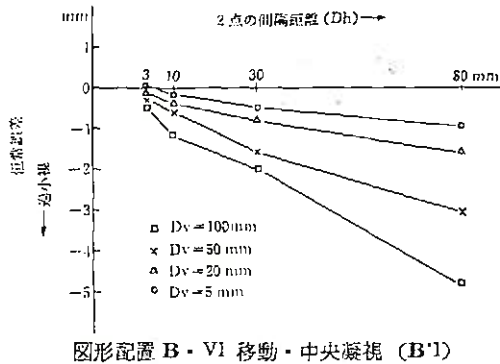


図 10

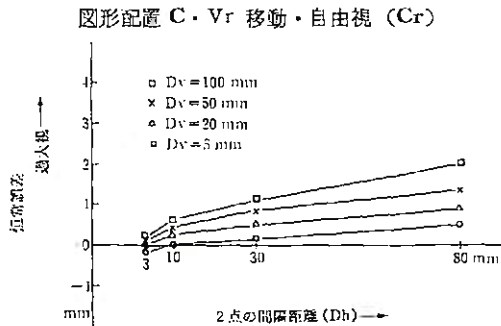


図 11

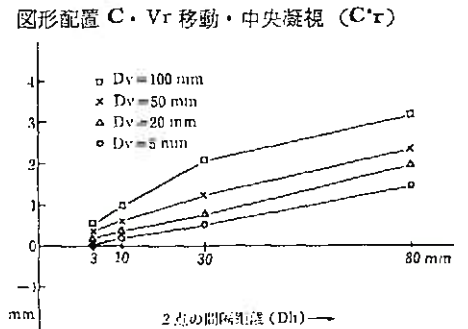


図 12

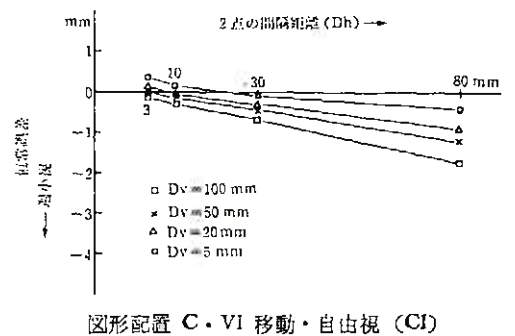
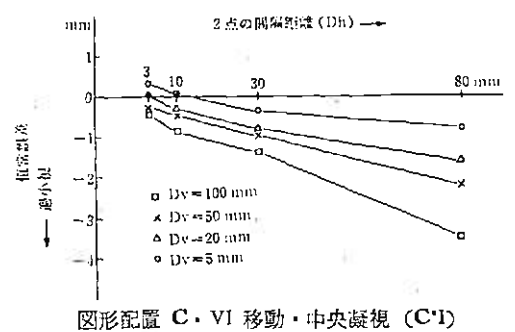


図 13



察方法について検討してみる。

1) 図形配置: 標準刺激と変化刺激が垂直方向と斜方向に配置される場合の影響について, 自由視で観察された図 2, 6, 10 の Ar, Br, Cr^{*} と図 4, 8, 12 の A1, B1, C1, また, 中央凝視で行なわれた図 3, 7, 11 の A'r, B'r, C'r^{**} 等には, 恒常誤差の値, Dh の増加に伴うその変化の傾向にほとんど差異は認められない。いずれも, 一定の傾向に従って過大視量・過小視量を変化させて

* 図 1 を参照。

** 観察方法が中央凝視の場合には, 各記号の上に点が付されている。

いる。ところで、中央凝視の $A'I$, $B'I$, $C'I$ (図 5, 9, 13) については、 $A'I$ の恒常誤差が過大視となっており、 $B'I$, $C'I$ と傾向を異にしている。分散分析で図形配置 (A, B, C) の影響が $F=71.30 \cdot p < 0.001$ で有意になっているのには、この $A'I$ の過大視という結果が関係しており、この図形配置については再検討が必要と思われる。しかし、標準刺激と変化刺激の垂直・斜方向の配置関係だけについては、恒常誤差の変化にほとんど影響を及ぼさないといえそうである。

2) 変化刺激の移動する点の位置: Vr 移動と Vl 移動の影響については、先に、それが恒常誤差に大きな変化を与えることが知られたが、本実験においても、より広い範囲でこれが確かめられた。⁽⁴⁾⁽⁶⁾ すなわち、 Ar (図 2), Br (図 6), Cr (図 10), $A'r$ (図 3), $B'r$ (図 7), $C'r$ (図 11) がいずれも過大視されるのに対して、 Al (図 4), Bl (図 8), Cl (図 12), $B'I$ (図 9), $C'I$ (図 13) はいずれも過小視されており、 Dh の増加に伴う恒常誤差の変化の傾向についても、両者は反対になっている。分散分析によっても、変化刺激の移動する点の位置の違いが大きな影響を及ぼすことを示している ($F=1527.87 \cdot p < 0.001$)。

3) 観察方法: 自由視の Ar, Br, Cr (図 2, 6, 10) と中央凝視の $A'r, B'r, C'r$ (図 3, 7, 11) の間には、後者の方が総じて過大視量の大きいことは認められるが、それらの変化の傾向について異なるところはない。これは、 Al, Bl, Cl (図 4, 8, 12) と $A'I, B'I, C'I$ (図 5, 9, 13) についても、 $A'I$ を除いて全く Vr 移動 ($Ar \sim C'r$) の場合と同様であり、中央凝視の方がより過小視されるが、過小視量の変化の傾向に自由視と中央凝視による違いはない。変化刺激の変化する点の位置 (Vr 移動・ Vl 移動) と観察方法 (自由視・中央凝視) を要因とした分散分析においては、前者がいずれも影響の大きいことを示しているのに対して ($A: F=104.46, B: F=541.94, C: F=434.03$), 後者の方は、 A では $A'I$ が過大視となっているために F の値が大きくなっており ($F=176.51$), B では $F=10.31 \cdot p < 0.01$ で有意であるが、 C では $F=0.41$ となって、自由視と中央凝視による差異は認められなくなっている。

ところで、標準刺激と変化刺激の垂直距離 (Dv) を変化させた場合の恒常誤差の変化については、 Dh に対してプロットした各 Dv のグラフが階層的になっていることから、これを Dv に対して示せば、図 2~13 とほとんど同じグラフが得られる。これから、恒常誤差の変化の傾向については、 Dh の場合と異なるところはないといえる。ただ、 Dv の増加に伴う恒常誤差の変化は、分散分析においても、 $F=3.39 \cdot p < 0.05$ でその影響が有意となっているにすぎない。

以上、本実験では、図形配置や観察方法等の違いは恒常誤差に大きな変化を与えなかったが、変化刺激の移動する点の位置の違いが恒常誤差に影響を及ぼすことが知られた。そこで、これらの結果をもとに、つぎでは、回転される標準刺激を水平方向に布置される変化刺激で測定する場合、恒常誤差がどのような変化を示すかについて検討してみる。

実験 II

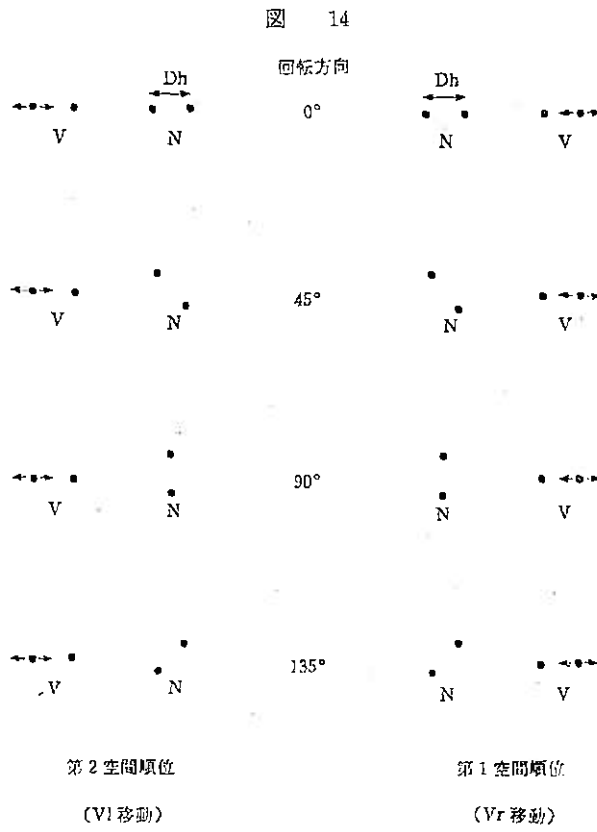
目的 4種類の方向に回転される標準刺激の2点の間隔距離を、水平方向に布置される変化刺激で測定する。これは、空間の異方性の問題として、錯視の研究などにおいてすでに行なわれて来たものであるが、本実験においては、⁽¹²⁾ 図形配置条件の一分析として、標準刺激と変化刺激の空間配置、観察方法等と関連させて調べてみる。

刺激条件 標準刺激の2点は、水平(0°)、右下がり(45°)、垂直(90°)、右上がり(135°)の4方向に回転される。標準刺激の2点の間隔距離(Dh)の変化については、0°の場合はNrとVl*が位置を変えるが、45°~135°の場合は実験Iと同じで、2点が中央から同じ割合で広がっていく。一方、変化刺激は常に水平方向に布置され、0°の場合と同じようにして2点の間隔距離(3~80mm)を変える。また、標準刺激と変化刺激の空間配置については、第1空間順位(標準刺激一左・変化刺激一右; Vr移動)と第2空間順位(標準刺激一右・変化刺激一左; Vl移動)の2種類で行なう。それゆえ、刺激図形は、4種類の2点の間隔距離と4種類の回転方向、それ

に2種類の空間配置が組み合わせられて、合計32種類になる。以下に図示する。

結果と考察 図15,16はVr移動・自由視、図17,18はVr移動・中央凝視、図19,20はVl移動・自由視、図21,22はVl移動・中央凝視の場合の恒常誤差(3名の被験者の平均値)が示されている。これらは、それぞれの前者が2点の間隔距離(Dh)に対して、後者が回転方向に対してグラフで示されている。以下に、1)標準刺激の回転方向; 2)標準刺激と変化刺激の空間配置、3)観察方法の順に考察を進める。

1) 標準刺激の回転方向: 標準刺激が水平方向以外(45°~135°)に布置される場合、恒常誤差は、標準刺激と変化刺激の空間配置、観察方法等の違い



* 図1を参照。

図 15
Vr 移動・自由視

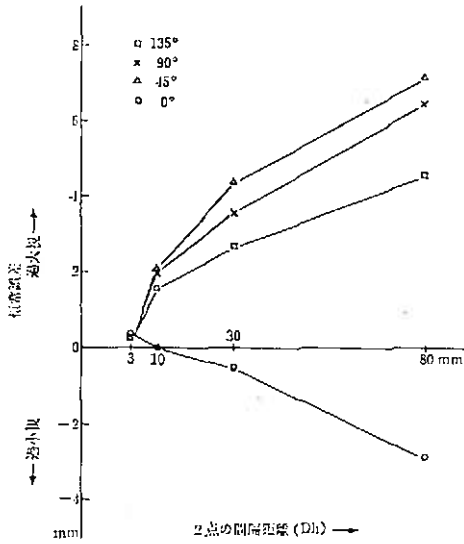


図 17
Vr 移動・中央凝視

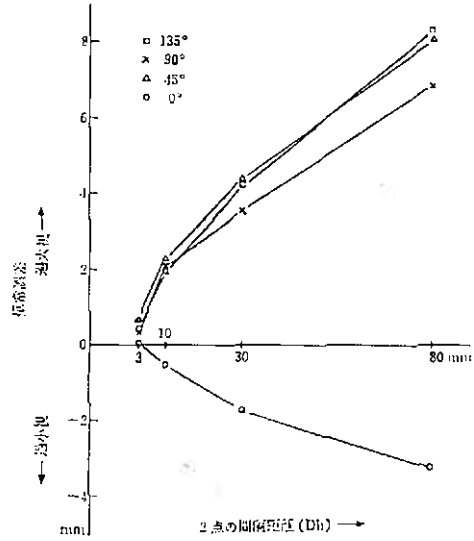


図 16
Vr 移動・自由視

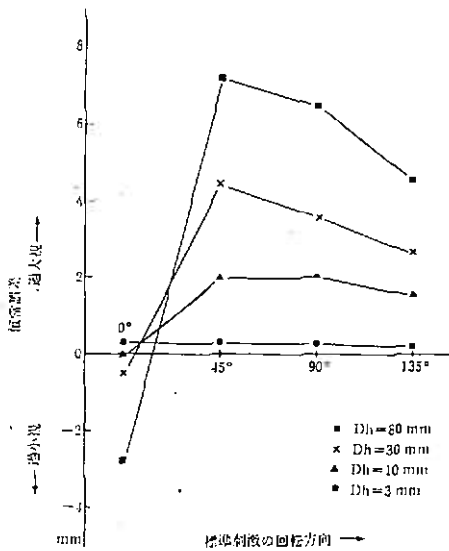
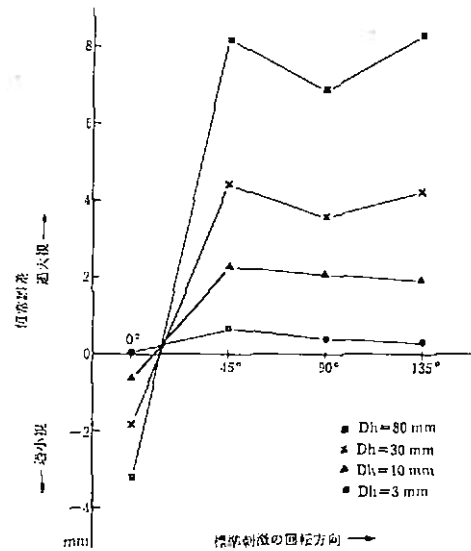


図 18
Vr 移動・中央凝視



にかかわらず、常に過大視となり、2点の間隔距離の増加と共に一定の傾向に従って過大視量を増加させている(図15, 17, 19, 21)。一方、水平布置(0°)については、自由視では Vr 移動の場合に過小視(図15), V1 移動の場合に過大視(図19)となつて、先の実験の結果を支持しているが、中央凝視ではいずれも過小視となつており(図17, 21)、この方は結果が反対である。標準刺

図 19
VI 移動・自由視

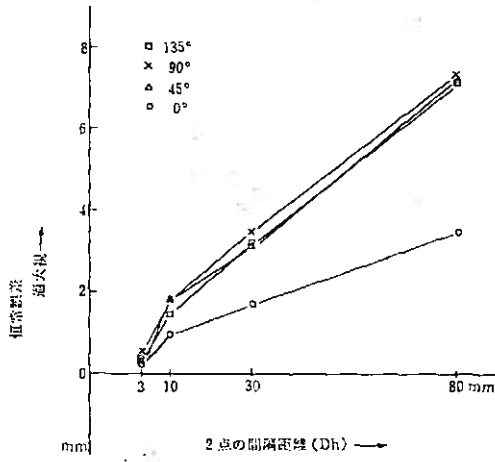


図 21
VI 移動・中央凝視

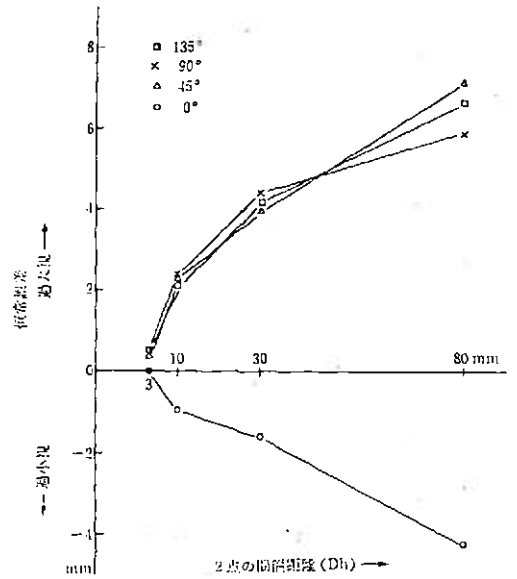


図 20
VI 移動・自由視

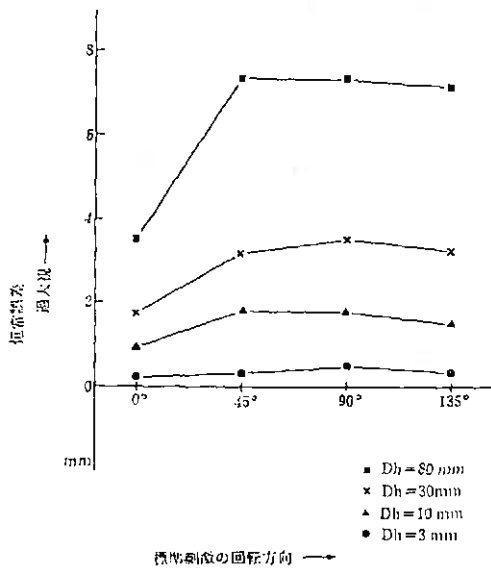
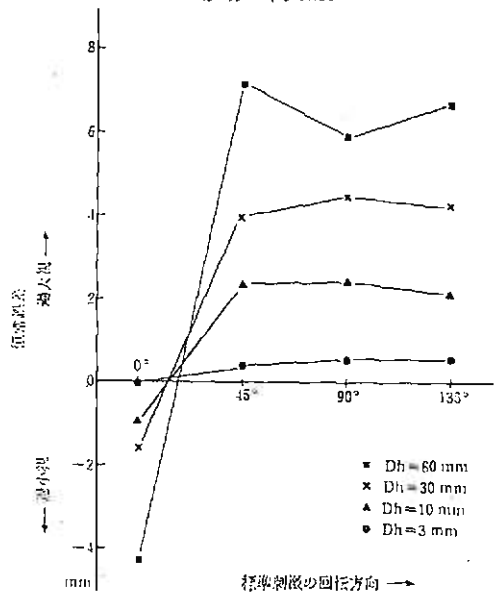


図 22
VI 移動・中央凝視



激と変化刺激の距離や被験者等の違いはあるが、この点に関しては、今後の検討が必要と思われる。分散分析においては、標準刺激の回転方向による差異が有意となっているが ($F=304.$

$22 \cdot p < 0.001$), これは、水平方向とその他の方向との結果の大きな違いによるものである。

ところで、図 16, 18, 20, 22 は、回転方向の違いによる恒常誤差の変化を連続的なものとしてとらえるために、回転方向を横軸にとって示したグラフであるが、従来述べられて来た「波動的な

変化⁽¹²⁾については、中央凝視の場合(図 18, 22)にわずかに認められるけれども、総じて 45° で過大視量が最大となる山型の曲線を描いているようである。この傾向は、2 点の間隔距離が増加するに従って顕著になっている。

2) 標準刺激と変化刺激の空間配置: 自由視の場合、0° で恒常誤差の値とその変化の傾向が反対になっているが(図 15, 19)、その他には、両空間配置の間に変化は認められない。0° の中央凝視ではいずれも過小視になっており、45°~135° ではすべて過大視になっている。分散分析によっても、両空間配置による差異は、1% 水準では有意にならない($F=5.01 \cdot 0.01 < p < 0.05$)。

3) 観察方法: 0°・第 2 空間順位(VI 移動)の場合に、自由視と中央凝視とで恒常誤差の値とその変化の傾向が反対になっているほか(図 19, 21)、観察方法による差異は全く見られず、分散分析の結果も有意とはならない($F=1.95$)。

以上、本実験では、垂直・斜方向に布置される標準刺激の 2 点の間隔距離が常に過大視され、これら 3 方向と水平方向との差異が知られた。また、標準刺激と変化刺激の空間配置、観察方法等の影響については、これらの条件の様々な組み合わせが問題となって来るように思われる。

討 論

4 種類の標準刺激と変化刺激の垂直距離(Dv)をまとめて、3 種類の図形配置 A, B, C について示したのが図 23, 24, 25, 26 である。それによると、恒常誤差は、一般に $B > C > A$ となる傾向にあり、特に中央凝視において B の恒常誤差が最も大きくなっている。しかし、これは絶対値での差であって、2 点の間隔距離(Dh)の増加に伴う恒常誤差の変化の傾向にはほとんど違いがなく、基本的には、3 種類の図形配置による差異はなさそうである。

そこで、これらの図形配置をまとめて、Vr 移動と VI 移動について自由視と中央凝視とを見てもいたのが図 27, 28 であるが、図からも明らかなように、Vr 移動と VI 移動でグラフはほぼ対称になり、恒常誤差の値及びその変化の方向が反対になっている。この傾向は、中央凝視において著しい(図 28)。そして、これらのグラフは、 $C=(D-a)^{\frac{1}{p}}$ なる関係式によって表現され得る傾向を示しており、これは、Fechner's law そのものにほかならない。ここでは、中央凝視の方が一般に p の値が小さくなっている。また、Dv の変化につれて $a \cdot p$ の値も変化し、Dv が増加するに従って $a \cdot p$ 共に減少して^{**}、グラフは直線に近ずき、 $C=bD$ なる関係が生じて Weber's law に近似することが知られる。これは、特に中央凝視においてより顕著である。

いま、Vr 移動だけについて見てみると、ここでは、上方過大視が明らかである。前回では、Vr 移動で右方過大視が確かめられて⁽⁴⁾⁽⁶⁾、従来いわれて来ている右利の観察者の右方・上方過

* C: 恒常誤差 D: 2 点の間隔距離(Dh) a, b, p: 常数

** $a \rightarrow 0, p \rightarrow 1$ への変化を示す。

図 23

Vr 移動・自由視

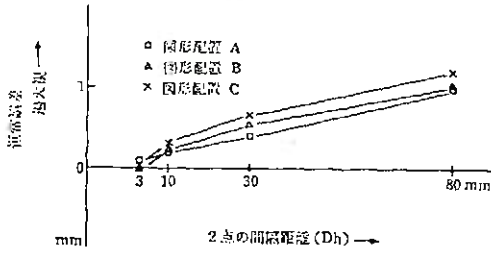


図 24

Vr 移動・中央凝視

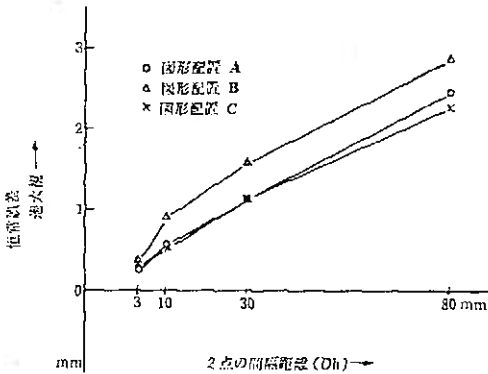
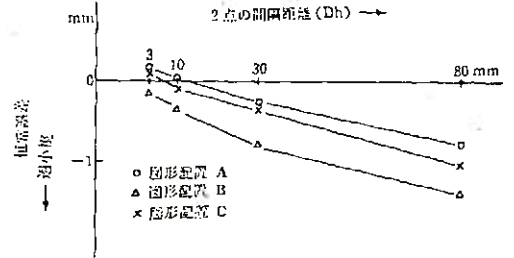


図 25

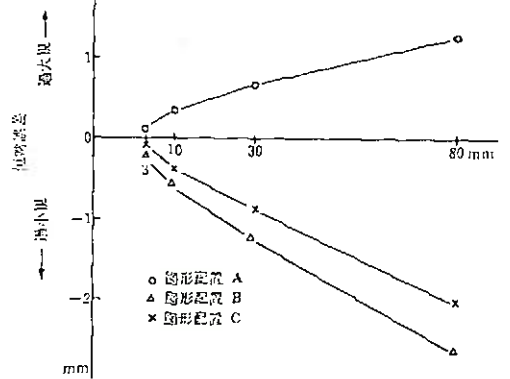
2点の間隔距離 (Dh) →



VI 移動・自由視

図 26

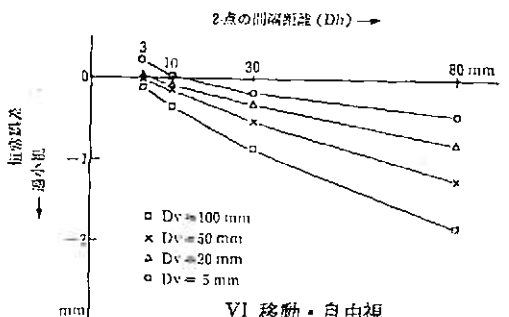
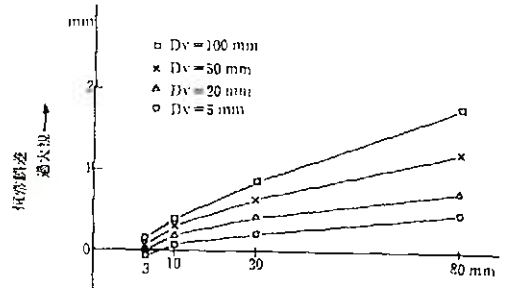
2点の間隔距離 (Dh) →



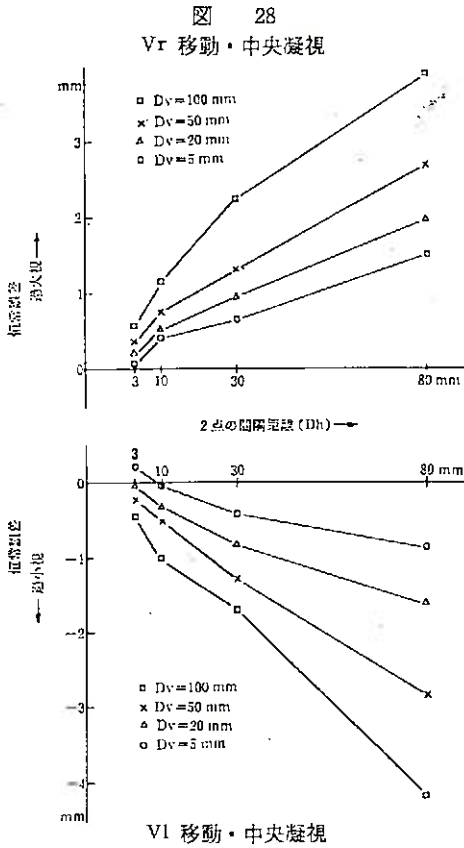
VI 移動・中央凝視

図 27

Vr 移動・自由視



大視がここでも認められる。小保内は、線分のズレを測定することによって、上方過大視を生じさせるような変位の力を視空間に見出している⁽¹²⁾。そこで、この変位の力を水平方向に布延して考えてみると、相反する向きを持った力の相対によって、その変位の力は、右方と左方、上方と下方では向きが反対になり、垂直方向での中心から離れるにつれて大きくなると仮定出来る。図 29, 30 には、この力の強さを周囲の矢印の幅で示してある。いま、図 29 の上方の点 2-3 と下方の点 2'-3' の図形配置が A、同様に、1-2 と 3'-4' が B、3-4 と 1'-2' が C と考えれば、長さの異なる矢印で示されている各点の水平方向での変位の大きさとその変位の向きとを知ることによって、各図形配置における



を含む調整法では、知覚運動学習でいわれている両側性転移のごときものが、より容易に視知覚

上方過大視の生起を理解することが出来る。すなわち、上方の各点は、いずれもそれら2点の間隔距離が過大視される向きへの変位を示しており、下方の各点の変位の向きは、それらとは反対になっているのである。また、いわゆる網膜の曲率について⁽⁷⁾⁽¹²⁾、各図形配置が点(網膜に投射される場合には中心窩)対称になっているので、縮小の比率はほぼ一定になり、ほとんど影響がないように思われる。

ところで、上記の考察は、Vr 移動について行なったものであるが、結果が Vi 移動で全く逆転するのをどのように説明したらよいであろうか。過去の研究によれば、右利→右方・上方過大視→大脳左半球の優位性ということが報告されている⁽¹²⁾⁽¹³⁾⁽¹⁵⁾。これは、調整法のように変化刺激が移動する際には、Vr 移動の場合に当てはまり、Vi 移動の場合には、それが一時的に左利→左方・下方過大視へと逆転するというように考えられないものであろうか。変化刺激の移動

図 29

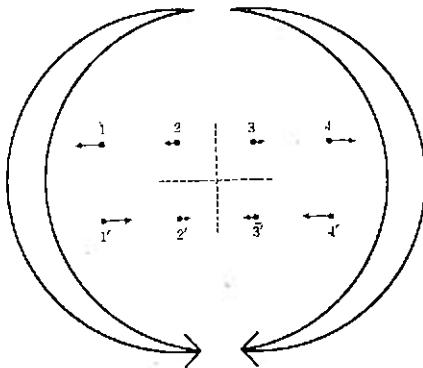
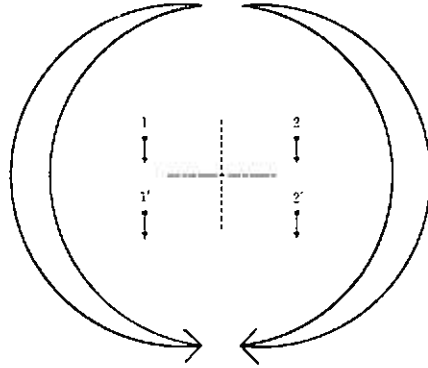


図 30



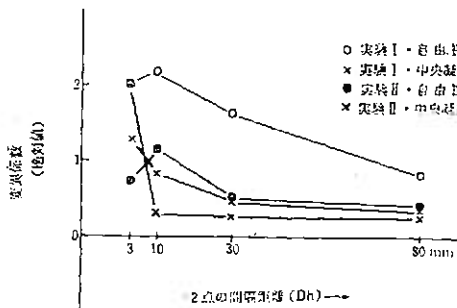
に生じるのかも知れない。これは、模写をするような場合、実際に描くよりも視覚 image による方がはるかに容易であることとも関連があると考えられる。

つぎに、水平方向以外に布置される2点の間隔距離について、前述の変位という観点からこれ

を見てみると、垂直・斜方向では、図 30 のごとく、各位置での変位が均等になって、見えの間隔距離に変化が生じないと予想される。しかし、結果はいずれも過大視となっているので、むしろ水平方向が縮むとも考えられるし、また、先の変位が一方方向的でないともいえるのである。特に後者については、中心部に投射される垂直線分の左へのズレが知られており⁽⁷⁾、functional な変位の方向は決して単純でないと思われる。

ところで、結果の今一つの特徴に自由視と中央凝視による恒常誤差の違いがある。前者では視線の自由な移動が許されるわけであるから、ここにも刺激図形の投射像の動きという問題がはいって来る。いま、中央凝視の場合には、刺激図形の投射像の移動はずっと少なく、その配置がほぼ図 29 のごとくになると考えると、恒常誤差の値は、刺激図形の動く自由視の場合よりも大きくなると予測され、得られた結果もそのようになっている（図 27, 28）。また、それと同時に、測定値のバラツキも小さくなっており、図 31 に示されているごとく、中央凝視の方が変異係数の値が

図 31



総じて小さい。そして、この変異係数は、Dh の増加に伴って減少しているが、それらの変化のパターンには特徴があり、自由視は、Dh 10mm 附近に極大値を持っている。これは、刺激配置の異なる実験 I, II についても同じ傾向であり、この点に関しては今後の検討を待ちたい。

以上、得られた恒常誤差の値の各測定条件における変化について見て来たのであるが、そこで考察の

基礎にした網膜の functional な heterogeneity については、最近の微小電極法などによる直接的な電気生理学的追求によって得られた資料との対応を行なうこと⁽⁸⁾⁽¹¹⁾によって、視覚場の研究に新しい発展の方向を与えるものと確信している。

要 約

本報告では、水平方向に布置される標準刺激の 2 点の間隔距離を同方向の変化刺激の 2 点で測定する場合に考えられる両刺激の図形配置の内、垂直方向と斜方向について検討した。また、標準刺激を回転させる場合についても調べてみた。結果は以下のごとくである。

- 1) 恒常誤差は、一般に過大視あるいは過小視に定まり、2 点の間隔距離 (Dh) の増加に伴って規則的に変化する。
- 2) 標準刺激と変化刺激が垂直方向 (A) に配置されても、斜方向 (B, C) に配置されても、恒常誤差にはほとんど差異が生じない。
- 3) 変化刺激の右側の点が移動するか (Vr 移動)、左側の点が移動するか (Vl 移動) は、恒常誤差に顕著な影響を及ぼす。すなわち、前者は恒常誤差が過大視となり、後者は過小視とな

る。

4) 観察方法の違いは、恒常誤差に大きな変化を与えないが、一般に自由視に比べて中央凝視の方が恒常誤差の値は大きく、その変動は小さくなっている。

5) 標準刺激と変化刺激の垂直距離 (D_v) を増加させても、恒常誤差は規則的に変化する。すなわち、 D_h の変化の場合と同じ結果を生ずる。

6) 標準刺激を回転し、それを水平方向に布置される変化刺激で測定する場合、標準刺激と変化刺激の空間配置・観察方法等の変化にかかわらず、恒常誤差は、水平方向以外では過大視となり、 D_h の増加と共に規則的に変化する。

文 献

- (1) Boring, E. G. *A history of experimental psychology*, New York: Appleton-Century-Crofts., 1929.
- (2) Boring, E. G. *Sensation and perception in the history of experimental psychology*, New York: Appleton-Century-Crofts., 1941.
- (3) 後藤倬男, 等長平行線分の知覚についての実験的研究——特に分割錯視との関係において, 心研, 35, 1964, 227-234.
- (4) 後藤倬男, 間隔距離の見えについての実験的研究, 日本心理学会第29回大会発表論文集, 1965, p. 51.
- (5) 後藤倬男, 間隔距離の見えについての実験的研究(II), 日本心理学会第30回大会発表論文集, 1966, p. 44.
- (6) 後藤倬男, 間隔距離の知覚に関する測定条件の実験的研究(I), 心研, 38, 1967, 14-24.
- (7) 萩原朗, 空間覚, 萩原朗(編), 眼の生理学, 東京 医学書院, 1966, Pp. 372-431.
- (8) Hubel, D. H., & Wiesel, T. N. Receptive fields, binocular interaction, and functional architecture in the cat's visual cortex. *J. Physiol.*, 1962, 160, 106-154.
- (9) 小島外弘, 二刺激間の間隔距離知覚についての実験(I), 心研, 24, 1954, 290-298.
- (10) 小島外弘, 二刺激間の間隔距離の知覚について, 日本心理学会第21回大会発表論文抄録, 1957, p. 38.
- (11) 本川弘一, 視覚の中樞機序—Pattern 認識の問題を中心として—, 生体の科学, 18, 1967, 139-150.
- (12) 小保内虎夫, 視知覚, 東京 中山書店, 1955.
- (13) 小笠原慈瑛, 長さ及び距離の知覚, 高木貞二・城戸橋太郎(監) 実験心理学提要, 第2巻, 東京 岩波書店, 1952, Pp. 151-162.
- (14) 鈴木正弥, 間隔距離知覚に関する一研究, 名大文学部研究論集, XXXIX, 1965, 67-76.
- (15) 上野義雄, 空間を等分する知覚判断に関する実験, 心研, 1, 1926, 453-475.
- (16) 横瀬善正, 視覚の心理学, 現代心理学体系14, 東京 共立出版, 1956.
- (17) Yokose, Z., & Goto, T. The measurement of the magnitude of the field-forec of a circle and circular arcs., *Jap. psychol. Res.*, 7, 1965, 101-109.