

閾下刺激による図形残効の研究

野 沢 晨

I 問 題

10年程前に閾下刺激広告の問題が大きく取り上げられた。それは実用上の見地、さらには宣伝や広告の倫理上からも大きな問題を含んでいるのであるが、知覚心理学の理論上からも充分検討されねばならない（例えば、Dember, W. 1960）。そのような意味で当時この問題の紹介が各方面で試みられたのであろう（例えば McConnel et al, 1958, 相良他, 1958等）。しかしこのような問題の検討には何よりも確実な実験的検証が必要であり、それも応用的な研究よりは実験室的な研究事例によることが望ましいと考えられる。先に述べた文献では多方面にわたる多数の研究事例があげられてはいるが、今までに充分研究され実験的に確認されている錯視現象の事態などを利用して、その影響刺激部分を閾下刺激として実験を行いその効果を認めた報告は意外に少なく、今世紀初めの Dunlap (1900) 以来 Müller-Lyer 錯視について積極的な結果が示されているにとどまり、それ以外の錯視については比較的最近になって Sagara et al (1962) が分割錯視についてその効果の存在を確認しているにすぎない。そこで筆者

本研究は1959年度文部省科学研究費を受けて居りその結果の一部は日本心理学会第24回大会に報告した。最近別の方法で閾下刺激の研究を試みているのでその前編としてこの結果を執筆することにした。実験の実施にあたっては当時の北大心理学科学生吉田喜久子氏の助力を得た。

は1959年に筆者の研究課題である図形残効現象事態について閾下刺激の効果を試みた。従来図形残効実験においては inspection figure (以後 I F と略記) を120秒~40秒位、凝視点を用いて持続観察した後に test figure (T F と略記) を I F が最初に存在した位置附近に提示すると、後出 T F の見え方が先行 I F の影響で T F を単独で提示した時(対照条件)とは異なって見える、とされて来た(Köhler and Wallach 1944)。これに対して大山(1953)は T F を I F の直後に提示する時には I F の持続視時間を1秒にしても十分な残効が得られることを示し、さらに小保内、須藤(1952)は 100m.s. の持続視時間で、又 Hochberg(1956)は70分の1秒でも残効が得られる、としている。もちろんこの場合の I F は閾上刺激である。これとは別に筆者(1955)は I F を連続提示するよりも間歇的に提示する方が残効量が多い場合があることを発見した。以上の諸事実を考え合わせて「被験者に直接知覚出来ないような短時間の I F 提示でも、これを何回か反復する時には T F の見え方に残効による変化を発見出来るのではないか?」を検討するのが本報告の問題である。このような目的に沿うために使用図形にはこれまでに何度も諸家によって実験され、その結果もよく一致している同心円事態において最大の効果が得られた I F と T F の布置をえらんだ。予備的に I F になる輪廓図形をタキストスコープにセットし、山越式タイマーで提示時間を 100m.s. から次第に短かくして行くと、最初明滅していた図形が次第に薄くなり、20m.s. 位で円の一部にあたる上部の弧だけしか認められなくなり、続いて 10m.s. では白色の画面が動揺するだけで円図形は全く見えなくなる(被験者5名)ことがわかったので、I F の閾下提示はこの方法によることにした。

II 実験装置・方法・手続

A 刺激図形：従来行われた同心円布置の図形残効実験(例えば大山(1954)、池田・小保内(1955)等)にならって、後述の提示装置に適合するように作製する。

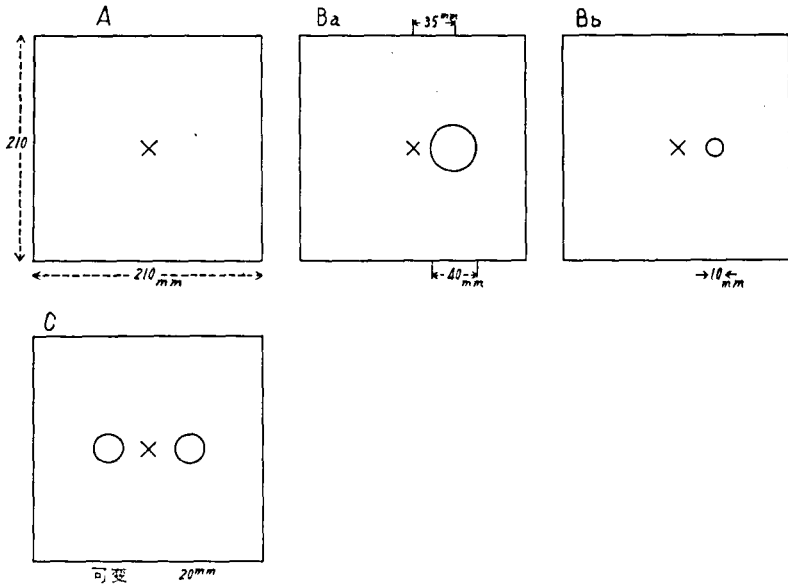


図 1

(1) 基礎図形：21cm × 21cm の白色 ケント紙の中央に墨で 0.5mm × 5mm の直線で×印を画いたもの（図 1 A）。

(2) I F：基礎図形の中心から右35mm の点を中心とする直径 40mm、幅 0.5mm の輪廓円図形を墨で画いたもの（図 1 Ba）及び直径 10mm の円を画いたもの（図 1 Bb）。

(3) T F：基礎図形の中心から右3.5mm の点を中心とする直径 20mm、幅 0.5mm の輪廓円及び中心の左 3.5mm の点を中心とする直径 23mm の輪廓円を墨で画いたものを最大変化刺激として、0.5mm おきに直径 17mm の最小変化刺激に至る 13 種類の図形を用意し（図 1 C）、予備実験により被験者毎に範囲を定めてこの内 8～7 枚を使用する。

B 刺激図形提示装置：図形は 3 個の提示枠のある竹井機器の T・K・K タキストスコープ（図 2）を使用して、一つの枠には凝視点のみの基礎図形、次の枠には I F、第 3 の枠には T F をそれぞれセットする。このようなミラー式タキストスコープでは蛍光灯の輝度は等しくても観察窓から

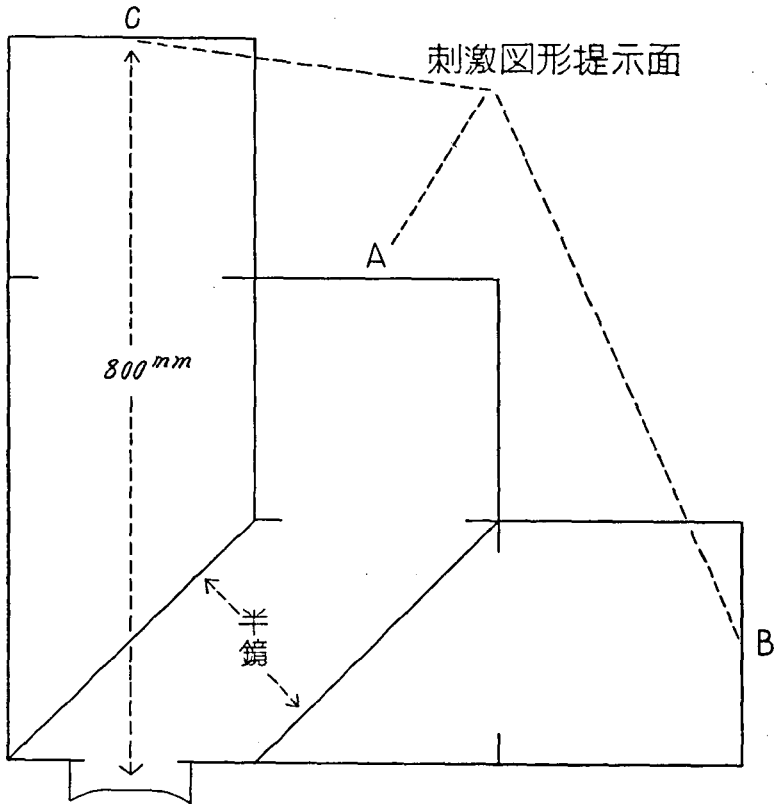


図 2

見られた図形の明るさはハーフミラーを2度反射する図2のA枠の図形が最も暗く、1枚のハーフミラーを透過するのみのC枠が最も明るくなるので、A枠の明るさを規準として、B、C枠のランプハウスの拡散用すりガラスの上に適当なボール紙の格子状フィルターを置いて、3刺激図形の明るさがほぼ同一になるようにした。又ハーフミラーに反射された図形はミラーの厚みの為に2重像になりがちなので、被験者の判断に最も関係のあるTFを最も見やすいC枠に、比較的関連の薄い、且つ単純な基本図形をA枠にセットする。

提示時間を規正する為に I F 用の B 枠を竹井タキストスコープの第 1 タイマーに、T F 用の C 枠を同じく第 2 タイマーに接属させる。ただし竹井のタイマーでは I F の閾下提示の為の短時間反復点滅は不可能なので第 1 タイマーの on スイッチ用のカムも off スイッチ用のカムも共に零位に固定して使用せず、第 1 タイマー用の出力端子を逆に利用してこれを別のリレースイッチに接属し、これの開閉によって第 1 タイマーに接属している B 枠の蛍光灯を点滅させる。今このリレースイッチとして山越製作所の K・Y・S タキストスコープ用の最終リレースイッチを使用すると所期の 10 m.s. (ミリセカンド) 前後の I F 提示を反復することが出来る (K・Y・S タイマーは廻転式なので点滅の周期を自由に調節するわけにはゆかない。on の期間を 10m.s. にすると off の期間は丁度 500m.s. となった)。次に T F の提示はそのまま竹井タイマーを使用し on スイッチ用カムを零位に、off スイッチ用カムを 100m.s. の位置に固定する。

C 実験方法・手続：

(1) 閾下刺激実験

通常の図形残効実験では一定時間 I F を提示し、I F 除去後一定時間後に、T F を一定時間提示する。この T F のカードには凝視点の反対側に変化刺激 (comparison figure, C F と略称) が画かれているので被験者は I F の影響を受けた T F と、あまり影響を受けないと考えられる C F とを比較するわけである。本実験ではこの I F 提示を短時間の閾下刺激の反復提示で行うわけである。

被験者に対する教示は次の通りである。「観察窓から両眼で視ると刺激提示面の中央に×印の凝視点がありますから、なるべく眼を動かさずにこれを視て下さい。『用意』の合図の 3 秒位後、『ハイ』の合図の直後に、凝視点の両側に短時間 2 つの円図形が提示されます。その時に凝視点のみつめたままで 2 円の大きさを比較して、『左の円は右の円よりも大きい』『左の円と右の円のどちらが大きいかわからない(等しい)』或いは『左の円は右の円よりも小さい』の 3 つの何れか 1 つで答えて下さい。このよう

な比較は何度も反復して行いますから、その度に凝視点から眼を離さないようにして判断し、回答して下さい。」

最初数回TFのみのIFの提示を行わない練習を行ってから実験に入る実験者の実際の操作はあらかじめ山越タイマーと竹井の第1出力端子の接続を断っておいて山越タイマーを作動させ、これが安定した所で被験者に「用意」の合図をおくり、被験者が凝視始めたのを確認して山越タイマーを接続する。その時からIFの提示回数を数えて(IFは10m.s. 点じては500m.s. 消えるがその間は竹井タキストスコープの特性で基礎図形が提示されている)5回目が消えた時に山越タイマーの接続を断つと同時に竹井タイマーのスタートボタンを押す。これで第2タイマーが作動してTEが100m.s. 提示され、基礎図形にもどる。このやり方では山越・竹井両タイマーが機械的に連動していないのでIFの最後の提示から第2のタイマーのスタートまでの間には若干の浮動的な遊びの存在(約100m.s. ~ 300 m.s.)を認めねばならない。さらに竹井タイマーの機構上スタートからonの作動までに約500m.s. (一定)のおくれがあるから実際にはIFの最後の提示後TF提示までの間隔を600m.s. から800m.s. 位考える必要がある。結局以上の刺激提示の経過は図3に示したようになる。



図 3

以上の手続をその際の被験者について予備実験で選ばれた7~8枚のTFの内の任意の1枚によって行い、その判断を記録して次のTFに移り(間隔は約30秒)、一通り終った所で再び新たな順序で測定をくりかえし1枚のTFについて都合6回の判断を得た所で実験を終わる。この全系列法の結果をPauliの公式(城戸・高木 1951 p.40~)で処理しCFに

よるTFの主観的等価値(PSE)を求める。

(2) 対照実験

山越タイマーの竹井タイマーとの接続を断ったままで、すべての実験操作は(1)と同じに行う。すなわちIFの閾下反復提示が行われただけで試行間の時間間隔その他は全く同一である。一般の図形残効実験における対照実験は普通IF提示過程を一切省いてTFとCFの比較のみを行うのであるが、この実験はただの残効実験でなく、被験者に直接意識されない閾下のIFの効果を問題にするのでことさらに本実験に近い条件で対照実験を試みたのである。実際の実験では対照実験を先ず行い、引き続いて(1)の残効実験を行う。もちろん対照実験の結果も本実験と同じ処理を行いPSEを算出する。このPSEと本実験のその差を求め、これを本実験の図形残効値と考える。

(3) 被験者

北海道大学心理学研究室職員、学生及び他学科学生(11名)。心理学関係者は知覚実験経験者ではあるが本実験の目的、細部については知らない。

(4) 実験日時および場所

1959年6月～7月、北海道大学心理学研究室。

Ⅲ 基礎実験

目 的

図1BaのIFを使用して通常図形残効実験を行い、これを通常の方法による対照実験と比較すること。

方法・手続

山越タイマーを使用せず、手動でIFを40秒提示し、以後は本実験と同じ。試行間の間隔時間は60秒以上とする。対照実験はIF提示過程を省略してCFとTFの比較を行う。被験者はA, B, C, D, Eの5名。

実験結果

第1表に表示する。

第1表 基礎実験の結果

被験者	条件	対 照	I F 提示	残 効
A		19.78mm	18.80mm	0.98mm
B		20.21	18.95	1.26
C		19.79	19.05	0.74
D		18.75	17.15	1.60
E		19.60	19.08	0.52
平 均		19.626	18.81	0.90
不偏分散		0.2899	1.3334	0.5215

(1)対照条件におけるPSEの平均は19.63mm。1名を除いてPSEは標準TFの20.00mmよりも小さくなっているがF検定によれば、5%の危険率ではこれ等の測定値は20.00mmを平均値とする母集団の無作為標本でないとはいえない。

(2) IF 40 秒提示後のPSEの平均は18.81mm。10%の危険率でこれ等5個の測定値が20mmを平均値とする母集団の無作為標本であるという帰無仮説は棄てられる。但し分散が大きいで5%の危険率では棄てられない。

(3) 両条件のPSEの差の平均は+0.90mmで5%の危険率で両条件には有意差があるといえる。

結果の考察

(1) 結果の(1)はこの実験の対照条件が特別な偏りを示さず基礎実験の対照条件として充分信用できることを示している。

(2) 結果の(2)は危険率が少々高いきらいはあるが対照条件で特別な偏りを示さなかったPSEが、IFの持続提示後にTFのみかけの大きさがさらに小さく見えるようになったことを示している。

(3) 結果の(3)により示唆された残効が有意のものであることが証明された。

以上から本報告において使用した図形布置においても従来認められた図形残効と同種の効果が得られたわけで本実験の結果を比較する根拠が得られた。

IV 実 験 A

目 的

図1BaのIFを閾下反復提示した際の残効の有無、及びその性質を対照条件と比較検討すること。

方法・手続

IIに述べた通り。被験者はB, E, F, G, Hの5名。

実験結果

第2表に表示する。

第2表 実験Aの結果

条件 被験者	対 照 A ₁	I F提示 A ₂	残 効 A ₁ -A ₂
B	19.29mm	18.95mm	0.34mm
E	20.00	19.12	0.88
F	19.26	18.28	0.98
G	19.45	18.67	0.78
H	19.42	19.13	0.29
平 均	19.48	18.85	0.66
不偏分散	0.09	0.12	0.10

(1) 対照条件 A₁ における P S Eの平均は 19.45mm。1名 P S Eが標準 T F の 20.00 mm の被験者が居るが、統計的にはこれ等の測定値が平均値 20.00mm の母集団の無作為標本であるという帰無仮説は 2.5% の危険率で棄却される。

(2) 実験Aの対照実験の結果と、基礎実験の結果は2名の被験者が重複するのみなので直接比較は出来ないが、仮りに全く独立の測定値として比較すると5%の危険率では有意差は認められない。

(3) I Fの閾下反復提示後の P S Eの平均は 18.85mm。これ等の測定値が 20.00mm を平均値とする母集団の無作為標本であるという帰無仮説は 0.5% の危険率で棄却される。

(4) (3)の測定値と基礎実験の I F 提示実験の結果を(2)に述べたようにして統計的に比較することは分散比が有意に大きいので不可能である。

(5) 実験 A₁ と A₂ の P S Eの差の平均は 0.66mm で、両条件の結果の差が無いとする帰無仮説は 1% の危険率で棄却される。

(6) 基礎実験の残効と、(5)の残効とは方向が等しいがその量の差を検定することは(4)と同じ理由で出来なかった。

結果の考察

(1) 結果の(1)に示される有意の偏り（TF過小視）が何により生じたか不明である。IIの方法手続の項で断ったように残効実験の対照条件としては特殊な手続であるがそのことがこの偏りを生じたとは思われず、被験者に原因があると思われる。残効測定の規準となる対照値としてはやや不充分であるがこれを一応基準値と考えることにする。

(2) 結果の(3)は 10m.s. の I E 閾下提示を 5 回反復しただけで、P S E がはっきりと T F の過小視の方向に偏って見えることを示している。

(3) 結果の(5)により実験 A の条件で図形残効の存在が統計的に有意であることが示された。

(4) 結果の(2)(4)及び(6)により基礎実験の対応する結果との比較を試みようとしたのであるが、被験者が同一でないことの為に直接統計的な比較を試みることは出来ず、多少の無理をして両実験群が全く対応のないものとして E 検定を試みようとしたがこれも分散に差がありすぎて不可能であった。この点はより完全な実験計画を立てて再度実験すべきであろう。それでも I F の提示条件が全く異なる実験 A において、基礎実験と同方向の残効の存在が確認されたことは注目せねばならない。

V 実験 B

目 的

図 1 Bb の I F を閾下反復提示した際の残効の有無、及びその性質を対照条件と比較検討すること。

方法・手続

II に述べた通り。被験者は G, I, J, K の 4 名。

実験結果

第 3 表に表示する。

(1) 対照条件 B₁ における P S E の平均は 19.72mm, 統計的にはこれ等の測定値は 20.00mm を平均値とする母集団の無作為標本である、という

第3表 実験Bの結果

被験者	条件 対 照 B ₁	I F提示 B ₂	残 効 B ₁ -B ₂
G	19.37mm	20.17mm	-0.80mm
I	19.79	20.32	-0.53
J	20.20	20.41	-0.21
K	19.53	20.38	-0.85
平 均	19.72	20.32	0.60
不偏分散	0.39	0.01	0.09

帰無仮説を危険率5%では棄却できない。

(2) 実験 B₂ の P S E の平均は20.32mm, これ等の測定値が 20.00mm を平均値とする母集団の無作為標本であるという帰無仮説は 1%の危険率で棄却される。

(3) 実験 B₁ と B₂ の P S E の差の平均は-0.60mmで, 両条件の結果の差が無いとする帰無仮説は 5%の危険率で棄却される。

結果の考察

(1) 結果の(1)はこの実験の対照条件が特別の偏りを示さず残効実験の規準条件として適当であることを示している。実験 B₁ は実験 A₁ と全く同じであるので先に問題にされた実験 A₁ の結果と一緒にして(平均値-0.41mm, 不偏分散推定値0.488mm) F検定を試みると危険率5%では特定の偏りは認められないことになり一応先に問題にされた実験 A₁ の偏りもそれ程考えなくてもよいのではないかと思われる。但し本実験布置では過小視傾向を示した被験者は9例中7名(基礎実験も含めれば14例中11名)に及ぶのであるからこの場合対照条件に偏りのないことを求めるとすれば空間誤差も考慮に入れた実験計画によって出発するのが正しいのであろう。

(2) 結果の(2)は I F の閾下提示の反復により, P S E がはっきり T F の過大視の方向に偏って見えることを示している。

(3) 結果の(3)により, 実験 B₂ の条件で図形残効の存在が統計的に有意であること, 及びその残効のあらわれる方向が実験Aの場合と反対であること, が認められた。これは基礎実験で認められた残効とも反対方向であるが, 実験Bに使用した I F を提示した普通の残効実験(例えば I F の40秒間持続提示)によって従来得られた結果(TFの拡大効果)とは同一方

向である。

VI 考察と結論

基礎実験及び実験A, Bの結果を総合して次のことを結論することが出来る。すなわち「実験A及びBに使用したIFの閾下(10ms.)反復(5回)提示により、図形残効の存在が認められる。」この結論はIFの直径がTFの2倍の時にTFの縮小効果(実験A), IFの直径がTFの1/2の時にTFの拡大効果(実験B)が得られた, という相対立する現象により強められている。もしもこの結果が縮小または拡大の一方の効果のみであったならば, この残効も空間誤差と反復提示の際の画面のチラツキの効果の交互作用に帰せられてしまうかも知れない。対立する二方向の効果によりIFの図形布置の効果が確認されるのである。また実験A, Bに見られた残効のあらわれ方が従来のIF持続提示による残効の結果(例えば大山1954. 池田・小保内1955)と並行的に矛盾なく生じていることから本実験の結果を広い意味の図形残効現象に含めて考えてよいと思われる。

しかしながら本報告の結論は上述の効果の存在の指摘に止まるものであってそれ以上この効果の理論的側面を発展させるためにはさらに新しい実験が必要であるばかりか本実験自体にも尚検討吟味すべき点が幾つか存在している。以下にその主なものを挙げておきたい。

第1にIFの10ms.提示は閾下刺激には違いないが, その実験的基準は完全とはいえない。先に述べたようにSagara et al (1962)は一定の基準を設けて分割錯視における分割刺激の視認される率によって, 閾上・閾・閾下刺激を区別して実験を行っているが, 本実験の場合でも今後は閾下刺激の基準を操作的, 且つ定量的に規定する必要がある。

次に刺激の反復回数であるが, 予備実験において閾下刺激の1回提示では効果が認められず, 本実験において偶々5回の反復で所期の効果をおさめることが出来たのであるが, 今後は回数の効果を実験的に確かめる必要がある。

さらにより総合的に考えるためにはこの2条件に刺激間隔時間の効果も併わせて取り上げられねばならないであろう。

ところで先に述べた結論において、本実験で得られた効果を図形残効によるものであると認定したのであるが、これは従来の図形残効の定義からいって間違いではあるまい。しかしIF及びTFの提示時間がきわめて短かいこと、などから、この効果と従来行われて来た一般の図形残効現象の関係を検討吟味することは意味のあることであろう。例えば比較的最近Köhler (1965) は彼等が1944年に発表したいわゆる“飽和説”を補足訂正して次のように述べている。“図形残効の説明にあたって視皮質における対応する図形電流による媒質の変化が想定されるが、その第1は細胞表面の電解による分極作用 (physical electrotonus) であり、第2は細胞表面層の生物学的反応 (biological electrotonus) である。両者とも最初の又はその後にその附近に生ずる図形電流の通過に抵抗的に働き、これを偏らせるように作用する所から今までは両者を特に区別せずに“飽和過程”と名付けていた。しかし実際は両者の役割や性質は同一ではなく、第1のものは第2の過程の原因でありながら直後にはこれを抑制するように働くのであり、且つ原因になる図形電流の点滅にともない、1秒の何分の1かで発達し、秒以下で消滅するのに対し、第2のものは図形電流が止ってもかなり長時間持続する、そして第2の過程は細胞の分極性を高める、つまり第1過程を強化する働きを有する。そこで今後は第1の過程のみを“飽和”、第2の過程を“電気緊張” (electrotonus) と呼んで両者を区別することにしたい。このように考えると普通の図形残効現象はIFに対応する図形電流による第2過程がIF除去後に残って居り、これが後出のTFの第1過程を高めることによって生ずる、と解される。以上により Köhler は従来の飽和説に対してなされた多くの誤解を解き、これに加えて永久飽和による空間の非等質性の説明等を強化し得る、としている。もちろん、Köhler のこの新説も未だ仮説の段階にすぎないのであるが、これによると本実験のように図形提示時間もごく短かい場合には第1の飽和過程が主

として問題になり、第2の電気緊張過程は未だ充分に発効しない場合があることが考えられる。そしてそのような場合には残効のあらわれ方が反対になる可能性も示唆されている (Köhler and Wallach 1944 p.297 及び p.321~)。本実験では残効のあらわれ方は通常の場合とよく一致したが上述の意味で、時間がごく短い場合に効果をひき起こす過程に相違があるものとするれば同種の実験において時間条件を種々変化することによって何等かの差違を発見し得るかも知れず、これが本実験の効果そのものの特質の解明にも役立つ、併せて図形残効理論の実験的検討の役割を果すことにもなる、と期待されるのである。

Ⅶ 要 約

同心円布置による図形残効実験において、短時間の閾下刺激の I F の反復提示によって残効が生ずるか否かを吟味した。

その結果 I F が T F よりも大きい場合残効による T F の縮小効果が I F が T F より小さい場合は T F の拡大効果が存在することが確認された。これは従来行われた普通の図形残効実験の結果とよく一致している。以上から本実験の条件下では閾下刺激 I F の提示によって図形残効現象が生じたということが出来る。

最後に、今後の実験の問題点が考察された。

文 献

- (1) Dember, W. (1960) The psychology of perception. Henry Holt and Co.
- (2) Dunlap, K. (1900) Effect of imperceptible shadows on the judgement of distance. Psychol. Rev. 7, 435-453.
- (3) Hochberg, J. and Day, J. (1956) Figural after-effects, after-image and physiological nystagmus. Amer. J. Psychol., 69, 480-482.
- (4) Ikeda, H. and Obonai, T. (1955) The studies in figural after-effects : IV The contrast confluence illusion of concentric circles and the figural after-effects. Jap. Psychol. Res., No. 2, 17-23.

- (5) 城戸幡太郎・高木貞二 (1951) 実験心理学提要 I p.50-54.
- (6) Köhler, W. and Wallach (1944) Figural after-effects : An investigation of visual processes. Proc. Amer. Phil. Soc., 88, 269-357.
- (7) Köhler, W. (1965) Unsolved problems in the field of figural after-effects. Psychol. Rec., 15, 63-83.
- (8) McConnel, J. V., Cutler, R. L. and McNeil, E. B. (1958) Subliminal stimulation : An overview. Amer. Psychologist, 13, 229-242.
- (9) Nozawa, S. (1955) On the after-effect by intermittent presentation of inspection figure. Jap. Psychol. Res., No. 2, 9-16.
- (10) 小保内虎夫・須藤容治 (1952) 短時間凝視による図形残効, 日本心理学会第16回大会報告 心研 22.
- (11) 大山 正 (1953) 図形残効の実験的研究 1 時間的要因について 心研 23, 239-245.
- (12) 大山 正 (1954) 図形残効の実験的研究 2 空間的要因について 心研 25, 195-206.
- (13) 相良守次・鳥居修晃・鹿取広人・多湖 輝・渋谷百合子 (1958) 閾下知覚について 市場調査 69-70, S P特集 1-40.
- (14) Sagara, M., Torii, S. and Katori, H. (1962) The influence of subliminal stimuli upon the judgement of distance. Jap. Psychol. Res., 4 58-64.