

光刺激近傍における場効果とその加重性について

——問題の考察と実験的検討——

市 川 典 義

人 文 社 会 教 室
(1970年9月12日受理)

On the Field-effects in the Neighbourhood of Light Stimuli and Their Summation

——The Problems and Their Experimental Proof——

Noriyoshi ICHIKAWA

Department of Humanities
(Received September 12, 1970)

The investigation has been conducted to examine the next three problems: the first was to make clear the aspect of the field-effects at the places near one light stimulus, the second was to make sure of the summation of field-effects, that is, the problem of whether such effect of two light stimuli becomes equal to the sum of each effect, and the third was to test whether the field-effect of one stimulus is weakened by the other stimulus that lies in the direction of the effect, that is, the blocking-effect by the other stimulus.

Next experiments were designed to examine these problems. In Exp. I, a small light point (test stimulus) was placed at the various positions in the outside and inside of the light stimulus of a line, and the light threshold values were measured. The value t and the relative value $(t-t_0)/t_0$ to present the strength of field-effect. In Exp. II for the second problem, the stimulus of two parallel lines was presented and threshold values of the point at various positions between two lines were measured. The results were compared with those outside the stimulus of two lines and the stimulus of a line.

To examine the third problem of blocking-effect, three stimulus patterns as shown in Fig.9 were used in Exp. III. The value t_s outside the stimulus of two parallel lines were compared with those outside the stimulus of a line.

The results obtained in Exp. I and Exp. II were as follows:

- (1) A marked elevation of threshold value was seen on the edge of a linear stimulus.
- (2) The threshold values in the area between two linear stimuli were higher than in the outside of the stimuli.
- (3) In the area, the summation of values for each position was seen, but it was not seen outside the stimuli.

From the result of Exp. III, the blocking-effect by interpositional stimulus S_2 was founded in regard to the threshold values, but was not confirmed about relative values in this condition.

In view of the above results, it is concluded that the field-effect is distinctly strengthened on the edge of a light stimulus and inside it, and there is the summation of field-effects between the two stimuli.

I 問題の所在

従来光刺激近傍における光感性の変化をもたらす様な場効果に関しては、その様相がかなり明白にされてきている。例えば場の強さは、刺激からの隔たりのほぼ2乗に逆比例して減退するとか¹⁾、刺激の明るさが増すとその強さは対応して増大するが、減退の距離勾配は一定の

関係を示す²⁾など、種々の法則性が見出されている。その他、刺激の面積効果³⁾や刺激内部の場の強さ⁴⁾、刺激呈示時間と場の形成・衰退の過程⁵⁾など空間的要因のみならず時間的要因についても細かい検討が進められている。

しかしこうした研究の進展に伴い、他方では細かい点で今後検討を要する問題も種々見出されている。それら

の中の主なものを挙げれば、次の如きものである。その第一は、光刺激の明るさと場効果との関係である。一般に刺激の輝度が増せば、場効果の示標としての光覚閾値は上昇するが、しかし、金子・小保内⁶⁾、鈴木⁷⁾、鳥居・上村⁸⁾、高橋⁹⁾の研究によれば、刺激輝度が極めて低い場合には閾値は逆に低下することが突きとめられている。これを小保内は感応の促進効果と呼んでいるが、従来明らかにされてきた場効果、特に横瀬¹⁰⁾のポテンシャル場では禁止効果のみが取上げられている。このような場効果の2面性について、その機制を解明する必要がある。

第二には、場効果の加重性の問題がある。場効果の加重性とは、ある光刺激が他の光刺激と接続して、或いは近傍に呈示される時、その両刺激による効果が重なり合って禁止効果がより強められる現象である。この現象については、既に本川¹¹⁾の研究があり、その後小保内・金子¹²⁾が実験的検討を行なっている。その結果では、加重効果は単純な加算にはならないという。しかし、本川・金子・小保内と同様の布置で調べた内山¹³⁾の研究結果も同様の効果は認められたが、氏は横瀬のポテンシャル場の理論式がほぼ適合する所から、この現象は刺激が網膜に達する以前の眼球内の物理光学的現象に依存するのではないかと見做している。この問題は、刺激量ないし面積効果とも或る程度関連する事柄である。同一の布置で面積が増せば場の強さは増すが、その増加の傾向は刺激の面積増加量に比例しない事などが、指摘されている。このように面積と刺激布置との関連性も、今後の研究の余地が残されている。

第三には、光刺激とその背景との境界附近における場の強さの現われ方である。横瀬・内山は刺激の周囲における光刺激閾値を細かく調べ、前述の距離勾配の法則性を明らかにし、この事実に基づいて場の理論式を展開させたが、その際測定された箇所は、刺激より1mm以上離れた位置に關してであり、より刺激に近接した箇所や刺激の境界線上については調べられていない。横瀬の理論式もその様な事実に基づいて定式化されているため、近接箇所では無限大に近い値を示すことになる。しかし閾値の性質から考えて、この様なことは考え難い。従ってどの程度の有限の値をとるものなのか、一応の検討をしておく必要がある。この事は横瀬の理論式の今後の修正発展のためにも必要と考える。内山の研究によれば、刺激面上においても有限の値を示し、かつ内部の場所によって異なる事が指摘されている。殊に、内部においても境界に近い箇所は、他の場所よりも閾値は高くなるという。明度を異にする境界部分に感覚の強調 (enhancement) が生ずる事は、Mach 現象¹⁴⁾として既に知られており、また小保内の感応理論¹⁵⁾でも、境界附近は興

奮と禁止の両過程が拮抗する所となっている。この様に境界領域は種々の問題を内含している。

以上本研究の意図に關連する3つの主要な問題点を指摘してきたが、本論で取り上げようとする問題は、刺激近接箇所や境界線上の場の強さの実態を明らかにする事及び場効果の加重性について一応の検討を行なってみたという事である。

筆者は数年来視空間の興行方向に及ぼす光刺激の効果について研究を進めてきたが¹⁶⁾¹⁷⁾、その際上記の2つの問題点について、一応の検討を行なっておく必要が生じている。従ってここに報告する実験は、これらの研究に關連のある刺激条件についてのみ実施されているので、限られた部分的研究である。当然今後、系統的研究を続ける必要がある事は云うまでもない。これより報告する実験は、これらの具体的な問題点を見出すために行なわれたものである。

I 光刺激近接視野における場の強さの様相

光刺激に極めて近い所では、場の強さを示す閾値は著しく高くなる事を述べたが、この現象は、両眼視に限らず単眼視についても同様に現われる¹⁸⁾。また最近、一眼に光刺激を他眼に検査光を呈示するという仕方でも閾値を測定しても、同様の結果が得られる事が確かめられている¹⁹⁾。しかし、刺激に接する場所や刺激とその周囲との境界をなす所では、どの程度の閾値の高さが出現するかは明らかにされていない。そこで以下の如き実験を計画した。

実験 I

この実験では光刺激の境界を中心として、主にその内部と外側に向かって $0.25 \times 0.5 \text{ mm}$ といった近距離における光覚閾値の実態を調べる。

〔刺激条件および測定手続〕

Fig. 1 に示される様な1つの線形刺激を観察者の前方 592.3mm の前額平行面上に呈示し、その内部と外側視野について刺激の中央部より水平線上の種々の位置に検査光を呈示し、その光覚閾値を測定する。測定箇所は、結果のグラフの横軸に示されを各距離である。

光刺激は、長さが視角 $2^\circ 52'$ (30mm)、巾 $12'$ (2mm)、明るさ 8 radlux である。また検査光は、視角 $1'$ (0.4 mm) の直径を有する小光点である。閾値は消失・出現各2回ずつ反復して求め、その時の光束発散度の平均値 t を算出した。また観察者の測定時の状態や個体差、観測時の日時の影響を検出のうえ捨象する必要があるため、検査光単独呈示の際の閾値 t_0 を測定し、両者の相対変換値 $(t - t_0)/t_0$ を算出する。この値が光刺激の影響を示すものである。

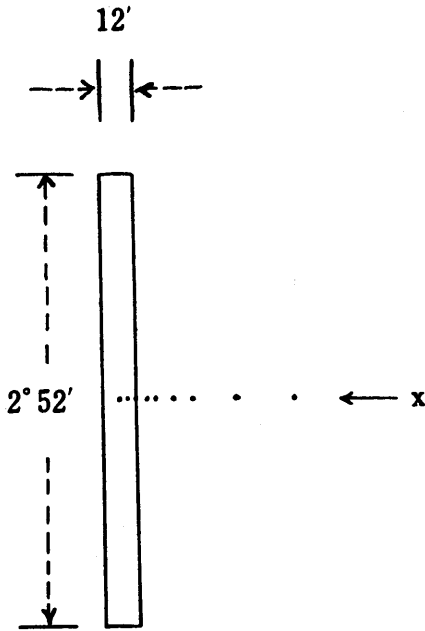


Fig.1 A Luminous Stimulus pattern used in Exp. I.

観察は両眼視だけでなく、単眼視についても行なった。但し、単眼視では観察者の視力のよい方の眼で観察させた。用いられた被験者は2名であって、実験に先立って先ず30分間の暗順応を行なわせた後、観測を実施した。

〔結果〕

横軸 x に距離を、縦軸に閾値およびその相対変換値を取って示した図が、Fig. 2 の(A)・(B)である。結果は2名の平均値であって、図中の実線は両眼視の結果を、破線は単眼視の結果を示したものである。また参考として、各被験者の夫々の結果を Table. 1 に示した。

Fig. 2 より次の諸点が指摘される。

- (1) 刺激近接箇所では閾値も相対変換値も著しく大きくなり、その箇所より離れるに従い急激な低下が起る。
- (2) 刺激の内部と外側との境界線上では、その附近と連続的であり内部の閾値とほぼ同等の高さを示す。但しこれは刺激の巾が狭いためであって、内部がある広さをもつ場合は、場所的差異が生ずるものと思われる。
- (3) 両眼視と単眼視とでは、閾値の低下の傾向は同一であり、量的にも殆んど差異がない。

〔考察〕

Table. 1 The results of Exp. I.

		Xmm		Inside			Edge	Outside							
				Central position	-0.5	-0.25	0	0.25	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	10.0
		Ss	to												
Binocular vision	Hi	0.80		9.69	7.85	8.18	8.70	8.06	5.25	3.28	3.05	2.18	2.62	1.45	1.48
	Mi	0.24		9.06	8.80	8.50	8.50	5.70	5.82	4.46	3.55	2.68	2.60	2.60	1.94
	Mean	0.52		9.38	8.33	8.34	8.60	6.88	5.54	3.87	3.30	2.43	2.61	2.03	1.71
Monocular vision	Hi	0.97		8.60	8.40	7.88	7.70	5.50	4.10	3.73	3.15	2.76	2.15	2.15	1.15
	Mi	0.33		10.00	9.40	9.40	8.90	6.75	5.10	5.00	4.90	4.00	2.90	3.18	2.27
	Mean	0.65		9.30	8.90	8.64	8.30	6.13	4.60	4.37	4.03	3.38	2.53	2.67	1.71

		Xmm		Inside			Edge	Outside							
				Central position	-0.5	-0.25	0	0.25	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	10.0
		Ss	to												
Binocular vision	Hi	—		11.11	8.81	9.23	9.88	9.08	5.56	3.10	2.81	1.73	2.28	0.81	0.85
	Mi	—		36.75	35.67	34.42	34.42	22.75	23.25	17.58	13.79	10.17	9.83	9.83	7.08
	Mean	—		23.93	22.24	21.83	22.15	15.92	14.41	10.34	8.30	5.95	6.06	5.32	3.97
Monocular vision	Hi	—		7.87	7.66	6.81	6.94	4.67	3.23	2.85	2.25	1.85	1.22	1.22	0.19
	Mi	—		29.30	27.48	27.48	25.97	19.45	14.45	14.15	13.85	11.12	7.79	8.64	5.88
	Mean	—		18.59	17.57	17.15	16.46	12.06	8.84	8.50	8.05	6.49	4.51	4.93	3.04

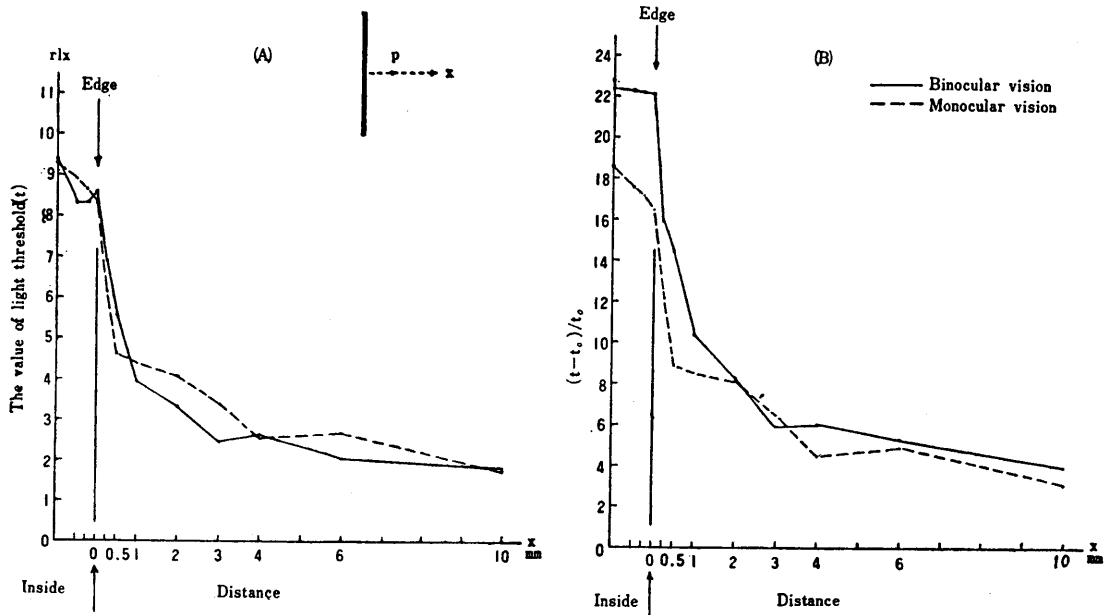


Fig.2 Graphs showing the results of Exp. I.

上記の結果は、これ迄横瀬・内山・伊東・市川により行なわれた実験結果と一致するものであり、同時に近接箇所が有限の値をとる事も一応確かめられた。今回の結果では、境界よりも刺激の中央部の方が多少高い値を示したが、これは刺激の巾がかなり狭い事に帰因するものと考えられる。もしも刺激がある程度巾のある矩形ないし正方形状であれば、内山²⁰⁾によって確かめられている如く、刺激内部でも中央部より境界に近づくに従い閾値が高くなる事が予想される。なお境界における閾測定は困難視する向きもあるが、これは検査光が或程度の大きさをもつ場合、境界の内部と外側にまたがって呈示されるため、その何れかに基づいて閾判断が行なわれる恐れがあるという事であろう。本研究では視角 $1'$ というかなり微小な光点であるためか、観察者から判断が困難であるという報告は聞かれなかった。

次に実験結果と理論的に構成された式と対照させるため、次式(1)²¹⁾ (2)²²⁾ によって計算を行なってみた。それをグラフに描いたものが Fig. 3 である。

横瀬のポテンシャル場の式

$$M_p = k \frac{H}{D} \int_{-\theta_1}^{\theta_2} \cos \theta d\theta = k H \frac{2S_1}{D\sqrt{S_1^2 + D^2}} \dots (1)$$

刺激の面積を考慮した式

$$M(x, 0, 0) = k H \int_{-b}^{+b} \int_{-a}^{+a} \frac{d\xi \cdot d\eta}{(x - \xi)^2 + \eta^2} \dots (2)$$

グラフでは、明度対比率 $H = 1$ 、常数 $k = 1$ として計算してあるため、量的な大きさは実測値と対照させることは出来ない。そこで両者の曲線の傾向が比較の対象

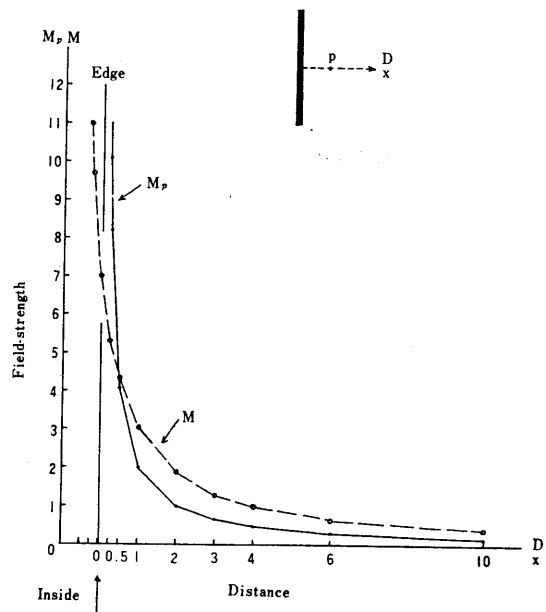
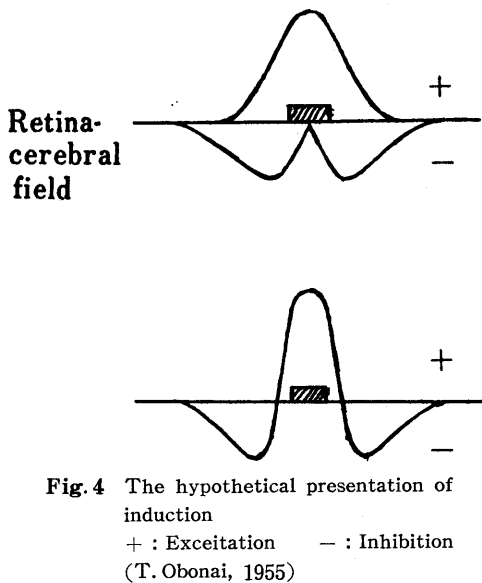


Fig.3 Two curves derived from two theoretical formulas (1)(2).

となる。

さて横瀬の式(1)による計算値のグラフを、実測値のグラフに重ね合わせてみると、刺激から 0.5mm 以上はなれた距離については大むね一致することが分る。また(2)式についても同様の事を行なってみると、この式では刺激の外側のすべての位置について殆んど一致している。これは、横瀬の式では線分の長さの影響しか計算できな

いのに対し、(2)式では刺激の中央部が原点となり、かつ面全体にわたる影響が計算されるためである。(1)(2)式とも接する箇所は無限大となり、事実と合わない事になるが、ただ(2)式では近接箇所における勾配が(1)式よりやや緩かであるため、事実にはほぼ当てはまる事になるのである。さらに内部の問題であるが、内山によれば、刺激面上の閾値は形態の重心部が最も低く、境界に近づく程高くなり、しかもその勾配は刺激の外側とは多少異なっているという。小保内²³⁾は、Fig. 4 の様に刺激部分には興奮過程が、その周囲には禁止過程が生ずるもの



と考え、この2つの過程の拮抗によって感応効果を説明しようとしている。しかし、このモデルでは境界部分の外側で急激に低下する事は理解されるが、閾値とどの様に対応するのか明確でない。最近動物の視神経に関する生理学的研究²⁴⁾²⁵⁾により、視神経線維間に興奮と相互抑制 (lateral inhibition) が共に生ずる事が明らかにされた。藤井・松岡・森田²⁶⁾は、この事実を基礎として Fig. 5 の如き抑制回路による神経興奮の場のモデルを提出している。このモデルは、光覚閾の如き視的現象そのものに直接対応させる事は出来ないものであるが、小保内と共通する構想である。筆者が2つの明度を異にする領域の境界を特に重視するのは、既に述べた如く、この近傍にはエッジ強調の現象が見出されており、同様の現象が生理学的にも確かめられているからである。

本実験では刺激近接箇所の場の強さの実態の一部分を捉えたに過ぎないが、上記の如き問題が存在する以上、境界領域がどのような働きをもつのか今後も更に検討を進める必要があると考えるのである。

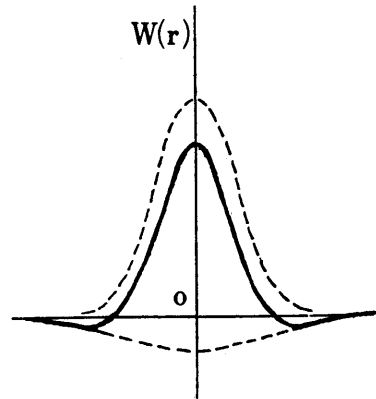


Fig. 5 Lateral inhibition model representing field-effect by Fujii et al (Fujii, Matuoka, Morita, 1967)

Ⅱ 場効果の加重性とその検討

金子・小保内²⁷⁾は刺激線を1つつ増加し、四角形に囲まれる状態になる迄の4つの刺激布置について、四角形の中央部に相当する位置の閾値を調べたが、その結果、四角形の布置では単線刺激の4倍以上の高さになる事を明らかにした。そして感応は加速度的上昇を示すものと結論づけている。更に同氏は、本川の配置の法則についても検討し、これらの現象の説明には、加重の仕方に関する何んらかの考察が特に必要とされるのではないかと指摘している。この様な場効果の加重性については、他の研究者によっても確かめられているが、その説明に関しては必ずしも一致しておらず、未だ問題が残されている。

こうした問題の探究には、部分刺激に囲まれた布置の如き刺激の影響の方向が種々異なる複雑な刺激事態ではなく、効果が同一の方向に及ぶような単純な刺激事態で検討してみる事も、一つの進め方であると思う。そこで、次の様な刺激事態における加重性を検討してみる事とした。

実験Ⅱ

Fig. 6 の(A)に示される様な平行の2線形の光刺激について、間隔の中央部より点で示される種々の位置について閾値を測定し、同時に(B)の如き同形の1線形刺激についても測定する。この両者の閾値の比較によって、場効果の間隔内の加重性を検討する。

〔刺激条件と測定手続き〕

刺激の形態、大きさ、明るさは実験Ⅰと同様である。

2刺激間の間隔距離は内側で2mm、視角で12'である。測定箇所は、間隔の中央より図の矢印の方向へ向って刺激 S_2 の左側境界線まで4箇所、刺激内部3箇所および外側6箇所である。それを示したものが結果のグラ

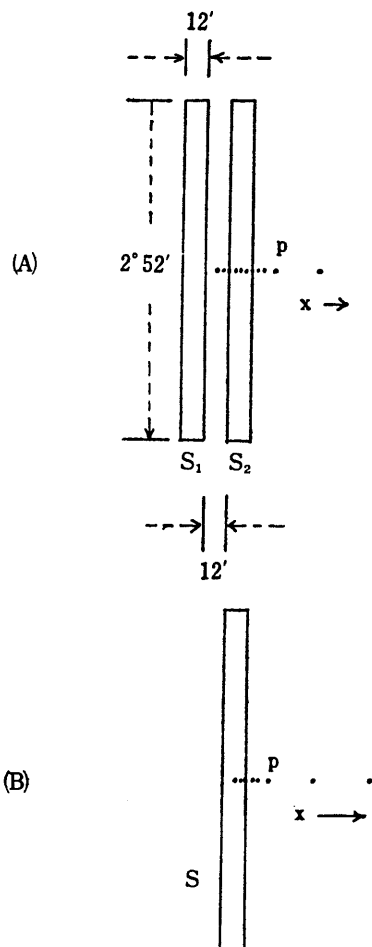


Fig. 6 Two stimulus patterns used in Exp. I.

フの x 上の距離である。測定手続きおよびその他の条件は実験 I と同じである。被験者は実験 I とは異なる 2 名が用いられた。

〔結果〕

測定結果をまとめたものが、Fig. 7 と Fig. 8 である。Fig. 7 は閾値について図示したもので、(1)図は 2 線形刺激(A)の結果と 1 線形刺激(B)の結果とを同一位置について重ね合わせた図である。前者は実線で、後者は破線で示されている。(2)図は(1)図にどの程度の加重性があるかをみるために、1 線形刺激の結果を S_2 の外側内側に、また S_1 より S_2 の方向へ向って各相当する位置に重複してプロットしたものである。その実線が 1 線形刺激の加算の結果である。Fig. 8 は相対変換値について同様の仕方で結果をまとめたものである。またグラフは被験者 2 名の平均値であるので、被験者別の結果を Table. 2 に示した。なおグララの値の高さは、実験 I の被験者とは別の者であるので、Fig. 2 の結果と直接の比較はできない事を附言しておく。

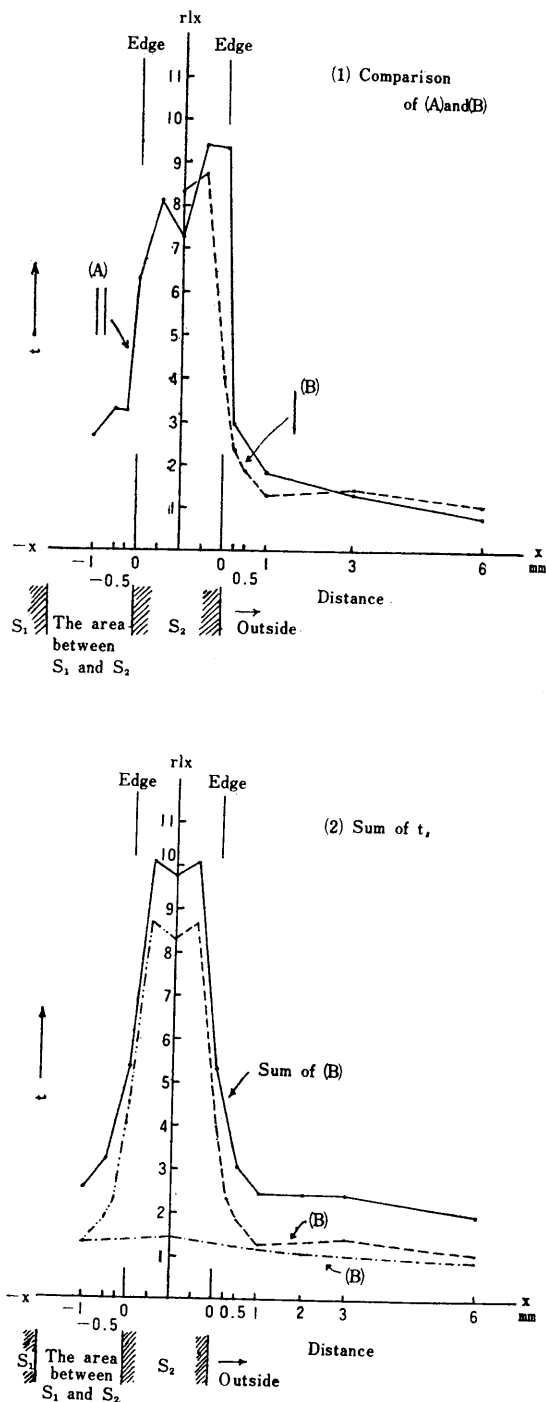


Fig. 7 Two figures represent the values of light threshold measured in Exp. I.

- (1): Two curves represent the results of two stimulus patterns of A and B.
- (2): Two dotted lines represent the results of stimulus pattern B, and a continual line represents the sum of them.

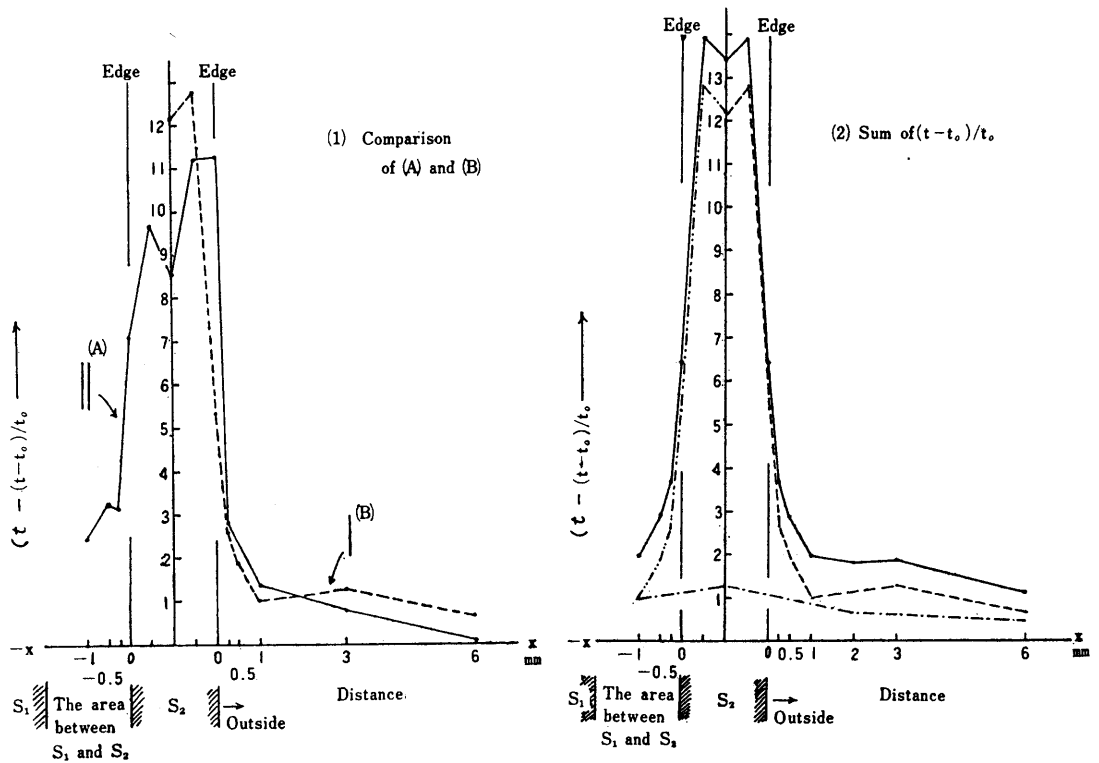


Fig. 8 Two figures represent the relative values of light threshold measured in Exp. I.

Table. 2 (A) The results of the stimulus of two parallel lines in Exp. I.

[t, t₀]

<div><div></div><div>Xmm</div></div>		Area between 2 lines			Edge	Inside			Edge	Outside				
		− 1	− 0.5	− 0.25	0	− 0.5	Central position	0.5	0	0.25	0.5	1	3	6
Ss	to													
Ta	0.72	2.7	3.2	2.65	5.6	9.4	8.5	9.5	10.9	2.9	3.0	1.7	1.48	0.76
Am	0.83	2.6	3.4	3.38	7.0	6.8	6.0	9.4	7.8	3.0	2.0	1.95	1.18	0.8
Mean	0.78	2.65	3.3	3.23	6.3	8.1	7.25	9.4	9.35	2.95	2.5	1.83	1.33	0.78

[(t - t₀)/t₀]

<div>Xmm</div>		Area between 2 lines			Edge	Inside			Edge	Outside				
		- 1	- 0.5	- 0.25	0	- 0.5	Central position	0.5	0	0.25	0.5	1	3	6
Ss	to													
Ta	—	2.8	3.4	2.7	6.8	12.1	10.8	12.1	14.1	3.0	3.2	1.4	1.1	0.1
Am	—	2.1	3.1	3.6	7.4	7.2	6.2	10.3	8.4	2.6	1.4	1.3	0.4	- 0.036
Mean	—	2.45	3.25	3.15	7.1	9.65	8.5	11.2	11.25	2.8	2.3	1.35	0.75	0.03

Table 2 (B) The results of the stimulus of a line in Exp. I.

[t, to]										
Ss \ to	Xmm	Inside		Edge	Outside					
		Central position	-0.5	0	0.25	0.5	1	3	6	10
Ta	0.62	8.4	8.4	4.2	1.89	1.38	1.09	1.47	0.96	0.78
Am	0.64	8.2	9.0	3.79	2.75	2.3	1.38	1.42	1.15	1.0
Mean	0.63	8.30	8.70	4.00	2.32	1.84	1.24	1.45	1.06	0.89

[(t-to)/to]										
Ss \ to	Xmm	Inside		Edge	Outside					
		Central position	-0.5	0	0.25	0.5	1	3	6	10
Ta	—	12.5	12.5	5.8	2.0	1.2	0.8	1.4	0.5	0.3
Am	—	11.8	13.1	4.9	3.3	2.6	1.2	1.2	0.8	0.6
Mean	—	12.15	12.80	5.35	2.65	1.90	1.00	1.30	0.65	0.45

さてグラフから認められる点は、2線形刺激に挟まれた領域の方が、その外側や1線形刺激の場合よりも、閾値も相対変換値も共に高くなるという事である。そこで内側と外側について、刺激部分を境として対称的な位置について閾値の高さを比較してみると、間隔の中央部が最も高く、刺激部分の境界に近づくに従いその差が少なくなっていく事が分る。更に2線形の外側と1線形の外側では、低下の傾向は殆んど同一であるが、2線形の方が近接箇所で閾値が高いようである。内側間隔領域が外側に比べて閾値が高くなる事は、両側刺激の場合効果の加重性に帰因するものと考えられる。

〔考察〕

金子・小保内(1952)は感応の加重性を検討する基本的な例として、2つの小四角形の誘導刺激 i. s. を25mmの間隔で呈示し、それを結ぶ線上について内側、外側の種々の位置の閾値を測定している。そして、その結果を i. s. 単独の場合の結果と同一の図の中に重ね合わせて、加重性を検討している。その結論として、2つの感応が加重する所では全体の感応効果は大きくなるが、それは単なる和ではなく部分加重 (occluded summation) であると述べている。

そこで本実験結果についても、同様の仕方でも2線形刺激の結果と1線形刺激の結果とを重ね合わせてみる事とした。その状況を示したものが、Fig. 7 と 8 の(2)図である。(2)図における実線は1線形刺激の結果の加算したものであるのもので、もし平行2線形の間隔の内側で完全に加算性が成立つものとするれば、(1)図の実線と(2)図の実線は

それぞれの位置でほぼ同等の高さを示す筈である。しかし実測値には変動がみられるため厳密な比較検討はできないが、一応次の様な事柄が指摘できよう。いま図において、左側の刺激を S_1 、右側の刺激を S_2 とするとき、間隔の中央では S_1 による閾値と S_2 による閾値のほぼ和に値する閾値の高さを示している。しかし S_1 あるいは S_2 に近づくにつれて、単純な和を示さない様であり、外側では加算性が認められない。小保内の結果でも間隔の中央では感応量はほぼ2つの i. s. の感応量の和を示しており、i. s. 近接箇所や外側では加算性を示しておらず、本実験結果と共通の現象が認められる。

IV 場における阻止効果の検討

この問題は場効果の加重性と関連をもつ事柄である。金子・小保内は感応の加重性を調べるため、囲まれた刺激布置の中央部とそれに対応する部分刺激の影響について実験的検討を行なっている。すなわち、刺激が直接効果を及ぼす様な領域を問題としている。しかし場の加重効果は、影響を及ぼす方向に他の刺激が介在している場合にも、それを超えて間接的に及ぶ事はないであろうか。これまでの多くの研究は、ウェルナー (H. Werner) 28) や高木 29) の輪郭線効果の研究を端緒として、閉合布置における内側の直接的効果を取上げている。

本論において問題とする点は、Fig. 9 の(B)の刺激布置 (平行2線形刺激) において、刺激 S_1 の点印の領域に及ぼす効果は、 S_2 が存在しない場合 (Cの布置) よりも幾分弱められるのではないかという点である。もし

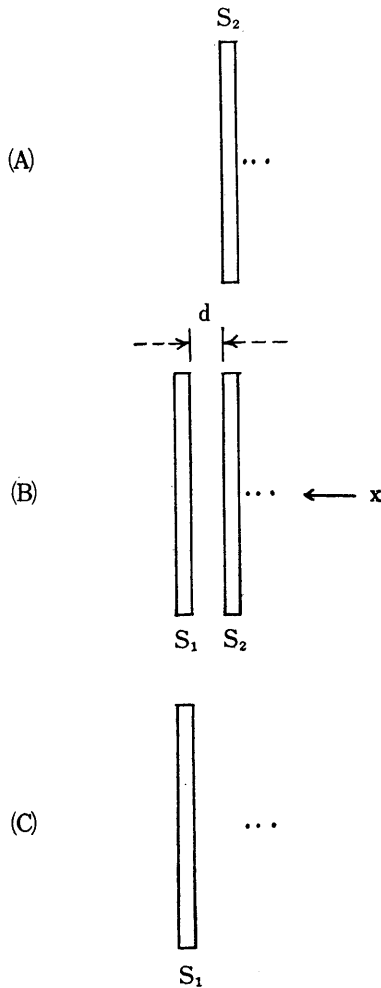


Fig. 9 Three stimulus patterns used in Exp. III.

もその様な事実が確かめられたとすれば、介在刺激 S_2 が S_1 の場効果を阻止する様な効果をもつという事が出来よう。

本実験ではかような阻止効果の存在を調べるため、B の布置と A・C の両布置の場効果とを比較検討してみたといふ考える。

実験 III

阻止効果を実験的に確かめるため、Fig. 9 の B 図の如き平行 2 線形刺激について測定する。 S_2 は S_1 と x 印の領域との間に介在する附加刺激と見做し、 S_1 の x 印の 3 位置への影響度を調べる。その影響度を検出するため、A 図と C 図の刺激条件についても調べ、B 図の結果と比較する。

〔刺激条件および測定手続〕

線形光刺激の 長さ は 視角 $2^\circ 52'$ (30mm) ・ 巾 $12'$ (2

mm) で、その明るさは 5.66 millilambert である。 S_1 と S_2 の間隔の広さによって阻止効果が異なる事も予想されるので、内側間隔距離(d)を $0.5 \cdot 1 \cdot 1.5 \cdot 2.5$ mm の 4 種類に変えてみた。また刺激からの距離による差異も調べるため、 S_2 の右側境界から $0.5 \cdot 1 \cdot 2$ mm 離れた 3 箇所 (x 印) の位置について光覚閾値 (消失閾値) を測定する。閾値は視角 $1'$ の検査小光点を各位置に呈示し、その見えの消失時の輝度によって求める。また相対変換値もこれ迄と同様に算出した。

観察距離は 600mm であって、両眼視と左眼視・右眼視の 3 条件で観察させた。実験はこれ迄の実験の被験者と異なる新しい 2 名について行なわれた。

〔結果〕

阻止効果を検出するため、次の 2 つの観点から実験結果を分析する。

- (1) 今、B 図の x 印における場の強さを M_b 、A 図の同位置における場の強さを M_a とするとき、
 $M_b > M_a$ となれば、加重性が認められる。
- (2) 次に、C 図の x 印における場の強さを M_c とするとき、

$$M_b - M_a < M_c, M_b - M_c < M_a$$

となる関係が成り立つとすれば、 S_2 による阻止効果が認められる。

- (1) の観点は、B 図の平行 2 線形刺激による場効果が A

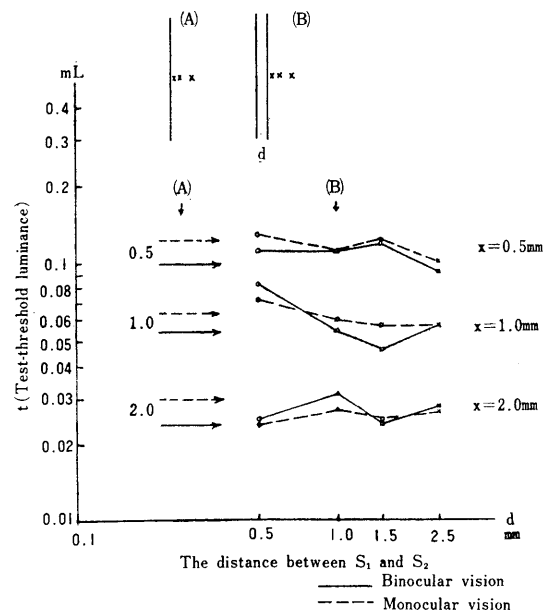


Fig. 10 The figures represent the results of Exp. III. Graph B indicates the relationship between threshold luminance t and the variation of interval distance d . Graph A was presented to compare with the results of B.

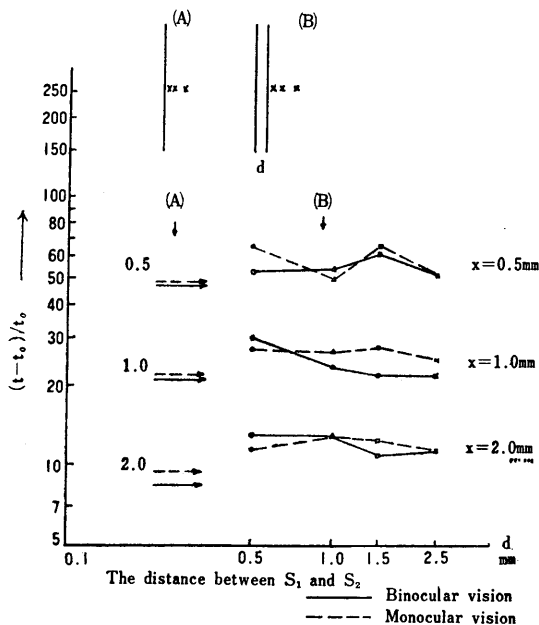


Fig. 11 This figures represent the relative values of light threshold obtained in Exp. III.

図の1線形刺激の場効果よりも大であるとき、 S_1 による場効果の加重性が存在するという事であり、(2)は S_1 による場効果が S_2 の存在に依って弱められるとすれば、B図の場効果 Mb は、 $S_1 \cdot S_2$ 単独の場効果よりも小さくなるという事を意味している。従って阻止効果は $Mb < Ma + Mc$ の式によっても確かめる事が出来る。しかし(2)の如く2式によって確かめる方が、より完全な検証になるものと考ええる。

1. 加重性の検討

先づ(1)の観点に立って調べるため、実験結果を纏めてみた図が、Fig. 10と Fig. 11である。横軸 d は S_1 と S_2 の間の間隔距離を、縦軸は t および $(t-t_0)/t_0$ を表わしたものである。図中の折線グラフは、平行2線形刺激の結果であり、実線は両眼視、破線は単眼視の結果である。またその左側の矢印の図は、1線形刺激の×印の位置の両眼視・単眼視の結果を高さの水準で示したものである。なお単眼視の結果は、左眼視・右眼視の平均値である。

さて図のグラフから次の点が指摘される。先づ第一に両眼視では加重効果が見られる。すなわち、各距離 x における閾値 t および $(t-t_0)/t_0$ の高さは、2刺激間の間隔の大小に拘らず、殆んど1線形刺激の場合(矢印の水準)よりも高くなっている。第二に単眼視では t は必ずしもより高いとは限らず、ごく近接した箇所($x=0.5$, $x=1$ mm)で、かつ間隔 d の狭い場合にのみ t が高くなる。しかしやや離れた箇所($x=2$ mm)では何れの間隔距離でも閾値はより低くなっている。他方 $(t$

$-t_0)/t_0$ では、間隔の大小に拘らず総べての距離で1線形の場合よりも高い値を示している。単眼視の場合、閾値と相対変換値が何故くいちがうのか一応問題となるが、しかし後者に加重性が認められるので、両眼視の結果とも併せて場効果の加重性の存在を認めてもよいと考える。

2. 場における阻止効果の検討

先づ $Mb - Ma < Mc$ となる関係が認められるかどうかを調べるため、実験結果の閾値について Table.3 に纏めてみた。表は間隔距離 d 、刺激よりの距離 x 、両眼視と

Table. 3 The table accounted by formula $Mb - Ma$ to examine the blocking-effect.

[t]		* : $Mb - Ma < Mc$			
	dmm xmm	0.5	1.0	1.5	2.5
Binocular vision	0.5	0.012*	0.010*	0.020	-0.007*
	1.0	0.028	0 *	-0.008*	0.003*
	2.0	0.001*	0.007*	0 *	0.004*
Monocular vision	0.5	0.003	-0.015*	0.001*	-0.024*
	1.0	-0.003*	-0.004*	-0.007*	-0.007*
	2.0	-0.006*	-0.003*	-0.005*	-0.003*

単眼視の差異を示したもので、*印は $Mb - Ma$ が Mc より小さくなる場合を示す。表より明らかな様に、両眼視・単眼視とも $d \cdot x$ の変化に拘らず、殆んどの数値が Mc より小さくなり、刺激 S_1 による阻止効果が認められる。

次に、 $Mb - Mc < Ma$ なる関係が成立するかどうかを見るため、計算によって纏めてみた表が Table. 4 である。この場合も、殆んどの数値が*になり、同様に阻止効果が認められる。なお相対変換値についても検討してみた所、上記2条件を満たすものとそうでないものとが $x \cdot d$ によって異なって現われ、明白な傾向を指摘するこ

Table. 4 The table accounted by formula $Mb - Mc$ to examine the blocking-effect.

[t]		* : $Mb - Mc < Ma$			
	d x	0.5	1.0	1.5	2.5
Binocular vision	0.5	0.095*	0.096*	0.107	0.083*
	1.0	0.07	0.043*	0.037*	0.05 *
	2.0	0.016*	0.023*	0.017*	0.022*
Monocular vision	0.5	0.108*	0.092*	0.111*	0.089*
	1.0	0.044*	0.046*	0.045*	0.047*
	2.0	0.012*	0.016*	0.015*	0.018*

とができなかった。

〔考察〕

本実験においては、阻止効果を調べる事に主眼をおいたが、この効果は加重効果と表裏の関係にあると考える事も出来る。 S_1 の効果は S_2 によってある程度阻止されるが、他方、その効果は減退しつつも間接的には加重効果が波及するものと見る事も出来るからである。その際、 S_2 の外側では、 S_1 の加重効果はかなり減退させられるため、僅かの効果しか及ぼさないであろう。実験Ⅱにおいても、2線形の外側が1線形の外側よりも幾分高い閾値を示しているのは、この事実依存するものと思われる。

ここで問題となる点は、単眼の観察結果の中に、Bの2線形の閾値の方がAの場合よりも低くなるという現象が現われた事である。この現象をどの様に理解すべきか、その原因は何かという事を今後検討する必要がある。この現象の解明に参考となる結果が、最近伊東³⁰⁾によって進められている。同氏は筆者と類似した刺激布置で実験を行ない、その結論として次の諸点を指摘している。

刺激図形の明るさが閾下の場合、刺激図形の明るさが閾上でも極めて弱い場合、一種の阻止現象が生じる場合など、刺激により光感性の促進が認められる場合があるという。この研究では、刺激条件として2刺激の形態・明るさが異なる場合について、また比較的暗い刺激について実験を行なっているため、筆者の実験結果と直接比較する事は出来ないが、一つの示唆を与えるものである。これ迄の研究では、刺激が明るい場合には閾上昇が、暗い場合には閾低下が起る事が明らかにされている。即ち、促進効果(facilitation)が起ると見られている。本実験における刺激の明るさは、さ程暗くはないので疑問が残るが、現象的にみて閾下降を促進させる何んらかの働きが存在したと考える事も、一つの見方であろう。或いは S_1 と S_2 の明るさが同等であるため、両者の相互影響はかえって強く働かし、この様な結果を招来したとも考えられる。何れにせよ、更に種々の刺激布置について、明るさ・距離の両面から、細かい検討が必要と考える。

結 語

各実験結果については、夫々の所で考察や問題点の指摘を行ってきたので、ここでは全体を概観し、結果の要約をしておきたい。

その第一として、光刺激の境界にまたがる近傍では、場効果は著しく大きくなるが、その値は有限であり、今後の理論式の修正発展が望まれる。

その第二には、刺激に囲まれた領域では場効果の加重

が明白に認められるが、外側では加重性は顕著でない。また加重効果は部分的には単純加算が認められたが、全体としては加算的傾向を示さない。

その第三は、場効果はその影響を及ぼす視野内に介入刺激が存在しても、それを超えて間接的に波及する事が知られる。しかしその際の効果は、介入刺激によってある程度弱められるが、しかし、刺激からの距離・2刺激間の間隔の大小によって多少変化する。

最後に実験結果の中で、促進効果と類似した現象が現われたが、これがこの効果に依存するの否かは明らかでなく、今後の検討を要する課題の一つと考える。

文 献

- 1) 横瀬善正・内山道明：視知覚に於ける場の強さの測定。心理学研究, 1951, 22。
- 2) 伊東三四：視覚場における明るさの要因について。名大文学部研究論集, 1963, XXXIII。
- 3) 上村保子・高橋霽子：光覚閾に及ぼす近接光刺激の影響。日本心理学会第31回大会発表論文集, 1967。
- 4) 内山道明：面図形上の場の強さについて。名大文学部研究論集, 1962, XXX。
- 5) 内山道明：形の場の時間的変容についての実験的研究。名大文学部研究論集, 1956, XV。
- 6) 金子隆芳・小保内虎夫：感応理論の研究(第39告)一感応における刺激の強さ、分量および距離の要因一。心研, 1952, 23, 2。
- 7) 鈴木金弥：心理生理的感応における刺激のつよさ、刺激時間、経過時間および空間距離の要因。心理学研究, 1958, 29, 1。
- 8) S. Torii & Y. Uemura: Effects of Inducing Luminance and Area upon the Apparent Brightness of Test Field. Jap. Psychol. Res., 1965, 7, 2。
- 9) M. Takahashi & Y. Uemura: Test-Threshold Luminance under Various Luminance and Area Conditions of a Ring-Shaped Inducing Field. Jap. Psychol. Res., 1967, 9, 4。
- 10) 横瀬善正：視覚の心理学。現代心理学体系14, 共立出版, 1956。
- 11) 本川弘一：感覚の生理学的基礎。科学, 1948, 18。
- 12) 金子隆芳・小保内虎夫：前出 6)。
- 13) 内山道明：視知覚に於ける場の強さを求める実験式について。名大文学部研究論集, 1954, IX。
- 14) 樋渡潤二：神経系に関するモデルとバイオニクス。講座心理学15, 数理心理学2章。1969。
- 15) 小保内虎夫：視知覚一感応学説研究, 中山書店, 1955。
- 16) 市川典義：三次元視空間における場の強さの測定とその理論的展開。名古屋工業大学学報, 1965, 17。
- 17) 市川典義：光覚閾法による三次元における図形効果の測定一平行線分の刺激図形の前方後方視空間について一。心理学研究, 1967, 38, 5。
- 18) 市川典義：両眼視と単眼視における図形刺激近傍の光覚閾値の差異について, 日本心理学会第33回大会発表論文集, 1969, 知覚19。
- 19) H. Komatsu: The measurement of the field-strength near a segmental line and a ring in

- binocular vision. Ex. "Tohoku Psychologica Folia", 1968. Tom. XXVII, Fasc 1—2。
- 20) 内山道明：前出 4)。
- 21) 横瀬善正：前出10)。
- 22) 市川典義：前出16)。
- 23) 小保内虎夫：前出15)。
- 24) F. Ratliff : Inhibitory Interaction and the Detection and Enhancement of Contours ; Walter A. Rosenblith : Sensory Communication, 1961, M. I. T. Press.
- 25) 樋渡涓二：前出14)。
- 26) 藤井克彦・松岡幸・森田竜弥：Lateral Inhibition による錯視現象の解析。医用電子と生体工学，1967，5，2。原典入手不可に付，次著書参照。
- 小谷津孝明：視覚の誘導場。和田・大山・今井編 感覚知覚ハンドブック第5章，1969。
- 27) 金子隆芳・小保内虎夫：前出 6)。
- 28) H. Werner : Studies on contour, Quantitative analysis. Amer. J. Psychol, 1935, 47。
- 29) 高木貫一：造形線と視野構造。心理学研究，1927，2。
- 30) 伊東三四：視覚場における促進作用についての研究。日本心理学会第34回大会発表論文集，1970。