

氏名	菅 阪 直 行 お さか なお ゆき
学位の種類	文 学 博 士
学位記番号	文 博 第 18 号
学位授与の日付	昭 和 54 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	文 学 研 究 科 心 理 学 専 攻
学位論文題目	周 辺 視 に 於 け る 受 容 機 構 の 精 神 物 理 学 的 研 究

論文調査委員 (主査) 教授 柿崎祐一 教授 本吉良治 教授 中 久郎

### 論 文 内 容 の 要 旨

視覚情報の処理機構が、中心視と周辺視とでいくつかの側面について異なることは、既に前世紀末より実験的に明らかにされてきた。しかし、特に感受性ないし閾値を規定するパラメータに関しては定量的な研究も多数行われてきたのに比べて、閾上のレベルでの明るさの受容機構に関しては、方法上の困難もあって、未だ定性的記述の域を出ていない。

本研究の主要目的は、中心視と周辺視との明るさ受容機構の特性を、明るさのマグニチュード推定(ME)と反応潜時とを従属変数としたときの、刺激強度(輝度)に対する冪関数の冪指数を主な指標として、明らかにしようとするにある。MEと反応潜時とを用いたのは、明るさ受容機構を異なる角度から検討するためである。

ここで、冪指数( $\beta$ )はME法の場合は次式：

$$\psi = k(\phi - \phi_t)^\beta \quad (\phi > \phi_t) \quad (1)$$

で、また、潜時法の場合は次式：

$$t_L - t_\infty = k \cdot \phi^\beta \quad (2)$$

で表わされる関数の指数に対応している。

ここで $\psi$ ,  $k$ ,  $\phi$ ,  $\phi_t$ ,  $\beta$ ,  $t_L$ ,  $t_\infty$ はそれぞれ、明るさ、定数、輝度、閾値、冪指数、潜時、asymptotic潜時を示す。

もし冪指数や閾値が視野と独立でなく、系統的に増加したり減少したりするならば「明るさの変化の仕方」即ち、明るさの受容機構の働き方は中心視と周辺視では異なるということになる。この点をより明らかに検討するため、既知の冪関数パラメータを利用して次式により各視野に於ける明るさ(潜時)の等感覚(等値)曲線を求めた：

$$\phi = \left(\frac{\psi}{k}\right)^{1/\beta} + \phi_t \quad (3)$$

$$\phi = \left( \frac{t_L - t_\infty}{k} \right)^{1/\beta} \quad (4)$$

これらの式を用いて、等しい明るさ（あるいは潜時）となるために必要な輝度の量を各視野部位の関数として描いた等感覚曲線は、冪指数と閾値が視野と独立であれば、完全に横軸と平行な曲線となるはずである。

実験は大別して、1) ME 法による冪関数パラメーターの推定（実験 I～VI）、2) 潜時法による冪関数パラメーターの推定（実験 VII～IX）、さらに 3) 冪関数によらない関連実験（X～XVI）からなる。別の観点から分類すると 1) と 2) は複数の等輝度曲線による「明るさの変化の仕方」を異なった指標を用いて検討した実験であり、3) は単一の等輝度曲線による周辺視の検討実験ということになる。いずれの実験でも、中心視と 10°～80°前後の周辺視の明るさ受容機構が冪指数、閾値曲線や等輝度曲線が視野と独立であるか否かを中心に検討された。

主な実験の結論を要約すれば、まず ME 実験では：

(1) 空間（面積）加重効果について。

冪指数は面積の減少と視野の偏心率の増加に伴って漸増傾向を示した（実験 I）。即ち、視角が 0.5°あたりで冪指数は中心視でも周辺視でもほぼ輝度の平方根法則の支配する領域に入り、以後面積の増大に従って立方根法則に漸近してゆく。

(2) 次に時間（呈示時間）加重効果について。

呈示時間が 100 msec 以下の Bloch の法則（輝度×時間＝明るさ一定）が成立する範囲内では、冪指数は中心視で大きく周辺視では小さくなった（実験 II）。そして、1～1000 msec の範囲では冪指数は中心視ではやはり時間が短いほど（100 msec 以下）増大し、周辺視では逆に 100 msec 以上で増大する傾向をみせ、また Broca-Sulzer 効果（明るさの一過性の enhancement）は周辺視でのみ観察された。さらに、周辺視では面積効果が認められた（実験 III a, b）。呈示時間を約 60 sec まで延長すると、面積が小さく、周辺視となるほど、明るさは時間経過と共に著しく減衰してゆく（Troxler 効果）が、中心視で、高輝度の刺激では減衰量は少なく安定している。さらに冪指数は周辺視ほど時間と共に増大する（実験 IV）。1 msec から 60 sec にわたっての呈示時間の冪指数への効果を観察すると、約 100 msec で中心視と周辺視の指数値が入れ替わることがわかる。冪指数は周辺視では約 10 sec までにはほぼ輝度の平方根法則に従うのに対し、中心視では 300 msec～10 sec までの範囲で立方根法則が成立するにすぎず、それ以下や以上の呈示時間ではこの法則から逸脱する。

(3) 暗順応・明順応が冪指数に及ぼす効果について。

閾上刺激を用いた場合、明るさの等感曲線は暗順応下では周辺となるほど漸減したが、明順応下ではその逆の結果が得られた。また、いずれの順応条件下でも冪指数は呈示視野の偏心率の増加に伴って漸増傾向を示した（実験 V a, b）。

(4) 明・暗両順応条件下での閾値 ( $\phi_t$ ) 曲線と閾上の明るさの等感曲線の関係について。

両順応条件下共に、実験 V a, b で示された冪指数の呈示視野に伴う漸増が認められた。従って、閾値曲線は閾上の明るさの等感曲線と平行関係になく（閾上の曲線群間にも平行関係は認められなかった）、

閾値曲線は「明るさゼロ」の明るさの等感曲線を形成しないことが明らかとなった（実験Ⅵ a, b）。

次に潜時実験では：

(5) ME 実験との比較の観点から、潜時冪関数の冪指数が刺激の呈示視野に伴って変化する（視野と非独立）か否かを検討したところ、潜時冪指数は中心視では ME と同じ立方根法則（但し、符号は負）が成立したが、周辺視では  $-1/4$  に近い指数が得られた（実験Ⅶ, Ⅷ）。

(6) 生理的指標（中枢レベル）としての視覚誘発電位（VEP）の潜時の冪指数と潜時冪指数を比較したところ、中心視では VEP、潜時共に立方根法則が成立した。これは、冪変換が視覚の 1 次中枢レベルでも保持（従って末梢—1 次中枢間は  $\beta=1.0$  の線型変換によっていると推定される）されていることを示唆している。また、周辺視でも、一般に指数値は減少したがその値は  $-1/4$  までは減少しなかった（実験Ⅸ）。

(7) また、潜時の等値曲線は、一般に周辺視となるほど上昇傾向を示した。

以上のほかに関連する資料として、周辺視での刺激のみかけの位置の変化、二つのパルスの時間解像能の視野による差異、潜時法によっても周辺視の方が中心視よりも面積効果が大きいこと、水平径線上の耳・鼻側視野での潜時の差、グレア光による周辺視野の局所順応の効果（いわゆる目つぶしの効果）などについての、実験結果が報告されている。

結論として、周辺視における明るさの非線型な受容機構は、刺激条件によって中心視のそれとは全く異なる特性を示すこと、さらに、冪指数、閾値曲線、等感覚曲線などが決して視野と独立ではないことが述べられた。

### 論文審査の結果の要旨

本論文の内容をなすのは、視野の一定部位に呈示された光刺激の明るさの受容機構についての一連の実験的研究である。ここで、明るさの受容機構とは、刺激の物理的強度（輝度）の変化率と感覚的な明るさの変化率との関係としての精神物理学的関係を通じて推測される機構を意味している。

著者が主な目的としたところの一つは、上記のような精神物理学的関係が刺激の呈示される視野部位（中心部と周辺部、さらに周辺部では中心からの偏位）とは関係なく一定である（その意味で視野と独立である）か否かを検証することである。次には、明るさ受容の閾値ないし感受性が視野の部位の関数として示す変化の特性と、閾上の刺激がひきおこす明るさが視野の部位の関数として示す変化の特性とが、同等のものであるか否かを確かめることである。

そのために著者が用いた方法は、第一に、視野の各部位における光刺激の輝度の変化率と明るさの変化率との精神物理学的関係を、観察者の言語報告から明るさを直接的に推定するいわゆる ME 法（magnitude estimation 法）を適用することによって求め、その結果から、各部位を通じて同じ明るさを生じる輝度の値を推定して等感覚曲線を作ることであった。第二は、言語報告を媒介とする ME の代りに、これらの諸事実と同様の刺激条件の下で、視野の各部位に呈示される刺激に対する運動反応の潜時を測定することによって、第一の結果を別の角度から検討することであった。

一般に、ME 法によれば、明るさ  $\psi$  と輝度  $\phi$  との精神物理学的関係は冪関数として記述されることが知

られている（論文内容の要旨、式1～4参照）。潜時に関しても、同様の関数が適合する。上記の等感覚（潜時については等値）曲線の特性はこのような関数の冪指数 $\beta$ を主な指標として検討された。

著者の実験の結果は多くの注目すべき事実を示しているが、それらを通じて、少くとも ME や潜時によって測られる特性に関する限り、明るさの受容機構が視野と独立ではないことが確かめられたといえる。もっとも、このような結果は必ずしも著者が初めて見出したことではないが、従来の諸家の実験は、刺激の輝度の変域、測られた視野部位の範囲、刺激の大きさや時間的条件、順応の条件などについて、限定された条件の下で行われたものが多く、従って結果は必ずしも一義的ではなかった。これらに比べて、著者の実験はこれらの諸変数の広い範囲にわたって精力的に綿密な測定を行うことによって、明確な結果を得たものであり、その点に大きな意義を持っている。

さらに、視野の関数としての閾値の特性曲線と、閾上の刺激の等感覚曲線とが、同等のものではないことが示されたのも、著者の研究によって得られた重要な知見の一つであって、視知覚の基本的問題の理解のために貢献するところ少くない。

実験の手続きなどに関して若干の疑点もあり、今後さらに検討を要するところであるが、著者の研究にまつわる最大の困難は、「明るさ」の受容機構の分析の方法としての ME 法や潜時法の妥当性に関する問題である。著者の研究は、例えば ME の結果は「明るさ」の直接的尺度を与えるものであるとの常識的解釈の上に立って行われたものであり、また、潜時についてもそれを運動反応の成分と感覚的反応の成分との合成とする古典的図式を踏襲している。このような事情によって、本研究の成果を直ちに「明るさ受容機構」の解明として意味づけ得るか否かは当然批判されるところであろう。しかし、この困難を著者のみに負わしめるのは当たらない。それはむしろ一般的な課題として将来に残されるべきであり、現段階では、著者の研究によって得られた多くのデータを将来のための貴重な寄与として高く評価しておくべきである。いわば図としての中心視野に対して、地としての周辺視野の機能を明らかにするための基礎的な資料を提供したものとして、本研究の意義を認めるのが至当であろう。

よって本論文は文学博士の学位論文として価値あるものと認める。