

氏 名 (本 籍) ^{いい}飯 ^だ田 ^{たけ}健 ^お夫 (神奈川県)

学 位 の 種 類 学 術 博 士

学 位 記 番 号 博 乙 第 292 号

学 位 授 与 年 月 日 昭和61年 2 月 28 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第 5 条第 2 項該当

審 査 研 究 科 心理学研究科

学 位 論 文 題 目 奥行情報処理における焦点調節の応答特性

主 査 筑波大学教授 文学博士 金 子 隆 芳

副 査 筑波大学教授 Doctor of Philosophy 竹 村 研 一

副 査 筑波大学教授 教育学博士 高 野 恒 雄

副 査 筑波大学教授 谷 村 裕

副 査 筑波大学教授 工学博士 樋 渡 涓 二

副 査 筑波大学助教授 教育学博士 海 保 博 之

副 査 筑波大学助教授 教育学博士 市 村 操 一

論 文 の 要 旨

(1) 研究の目的と方法

目の焦点調節は前世紀以来、奥行知覚の生理的対件とされているが、この極めて基本的な問題について、近年開発されたレーザーオプトメーターを応用して調節の正確な測定を行い、その奥行知覚情報処理における役割について解明しようとした。

(2) 論文の構成と各章の概要

第1章「序論」 奥行知覚の心理生理学的手掛かりに関する研究の流れを総括し、特に本論文で扱う目の焦点調節の心理学的役割に関する研究の現状と問題点を明らかにした。

第2章「焦点調節の応答特性とその測定法」 焦点調節の基本的な応答特性と特殊な視覚環境下における焦点調節の応答に関する諸現象を概観し、次章以降で行われる実験研究の課題とその背景について論じた。また従来の焦点調節測定法の問題点をあげ、本研究で用いたレーザーオプトメーターの原理と構造について述べた。

第3章「未分節視野における焦点調節と奥行知覚」 焦点調節の原点として、完全暗黒視野と明るい等質視野における焦点調節 (dark focusとempty focus) を測定し、それぞれ1.88Dと1.81D

の屈折力を得た。両者の間には 0.89 という高い相関があった。このように網膜に調節系の制御信号となる像がなく、焦点調節が完全にリラックスしたとき、調節は 1.8D~1.9D (調節距離 50 cm~55 cm) の値をとるものと考えられた。この点を調節安静位とし、視覚刺激に対する焦点調節応答の原点とした。

暗黒視野内の一つの微小光点に対する奥行判断はその呈示距離に関せず個人内では一定であったが、個人差が大きく、特定距離判断傾向は得られなかった。従って調節安静位との相関は低く、このような奥行判断に焦点調節の寄与は認められず、これは焦点調節以外の心理的判断であると思われた。

第 4 章「視野照度と視標輝度の変化に伴う焦点調節の応答特性」 (a) 視野に視標がある場合、視標に対する焦点調節は視野の照度と視標の輝度の低下とともに応答が鈍り、呈示距離に関係なく各自の調節安定位に移行する傾向を示した。これは輝度の低下によるいわゆる night myopia と同じ現象である。また視標周辺に具体的対象物が呈示されることにより、焦点調節の応答精度が高くなることから、各種の心理的な奥行手掛かりによる距離感が焦点調節に影響を与えるものと考えられた。

(b) 視標周辺の奥行手掛かりや輻輳系からの情報がなく、網膜像の大きさのみが心理的手掛かりとしてあるとき、焦点調節と奥行判断が一致するのは 65 cm から 1 m の非常に狭い範囲である。両眼視による輻輳系情報が調節系に入ると 1.8m まで焦点調節の寄与が延び、さらに認知的奥行手掛かりが呈示されると 2 m まで寄与が認められた。従って焦点調節のみが働く視覚環境のもとでは奥行知覚に対する焦点調節の寄与は非常に弱く、十分な視野条件のもとでもその寄与は 2 m までであることがわかった。

(c) 上記の実験は照度と輝度が変化しているので、それに伴う瞳孔の散大・縮小の影響が問題となる。そこで大小の人工瞳孔を装着した場合の焦点調節を調べた。小さい瞳孔の場合、被写体深度の増加によって焦点調節は不要になり、焦点調節は調節安静位に移行した。大きい瞳孔の場合、それに伴う目の球面収差などを保障するなんらかの作用が予想されるが、とくにそういう効果は無かった。したがって night myopia 現象も暗中の瞳孔散大でなく、調節安静位によるものと考えられた。

第 5 章「奥行手掛かりの変化に伴う焦点調節の応答特性」 (a) 網膜像の質的低下に対する焦点調節の応答を格子の空間周波数を変えて測定した。その結果、空間周波数 5 c/deg に対し最も焦点調節の応答精度が高く、その前後では調節安静位への移行が見られた。この応答傾向は目の空間周波数特性と一致し、網膜像のぼけの程度は直接焦点調節に影響を与えている。

(b) 次に、奥行手掛かりの網膜面における質的低下と焦点調節の関係については、奥行手掛かりをもつ 3 次元空間像を徐々にぼけさせたとき、ぼけの程度と焦点調節は単純に一对一に対応せず、焦点調節を左右したのは、その場面の心理的奥行感であった。また、完全に等質視野になった場合の調節安静位も、その心理的奥行感と対応関係があった。

以上のことから焦点調節は網膜像のぼけという生理的な信号だけでなく、奥行感という心理的

情報によってもコントロールされていることがわかった。

第6章「見掛けの奥行手掛かりに対する焦点調節の応答特性」 前章で指摘された心理的奥行感の効果について更に検討した。即ち、呈示距離一定で視標の視覚を変化させた時と、視覚が一定で距離を変化させた時の焦点調節を測定した。その結果、前者においては見掛けの奥行は変化した但焦点調節に変化はなく、後者は網膜像が一定でも1mまでの動きには応答した。したがって見掛けの心理的な奥行感は焦点調節の要因となりえず、また焦点調節は見掛けの奥行になんら寄与していない。見掛けの奥行が影響するのは網膜像がぼけた場合で、そのとき焦点調節は拠点を失い調節安静位へ移行するが、その調節安静位をきめるのが見掛けの奥行だということである。

第7章「目の疲労に伴う焦点調節の応答特性」 焦点調節の応答特性を視覚疲労測定に応用するという応用研究の一端について検討した。

視作業による目の疲労を、視標に対する調節距離と焦点調節の変動幅および調節安静位の3点から測定したところ、目の疲労は焦点調節の変動幅の増加に現れることがわかった。2時間の視作業による視覚疲労の影響は視標距離のステップ状変化に対する追従に顕著に現れ、とくに視標の遠方から近くへの動きに対する応答の遅れや近距離調節の保持に困難があった。この結果から焦点調節の応答波形の積分を指標とする視覚疲労の他覚的測定の可能性を示した。

なおこのような焦点調節の時間的連続追従測定はレーザーオプトメーターでは不可能で、これは同方式の一つの限界である。そこでこの実験は赤外発光ダイオードを光源とする動的屈折力計を試作して行った。

第8章「終論」 以上の所見から主要な結論はつぎのとおりである。

焦点調節の起動要因は視標距離の変化による網膜像のぼけである。しかし制御不可能なぼけが生じると焦点調節は活動を停止し、調節安静位に落ち着く。

焦点調節に影響する要因として外界の種々の対象物から得られる心理的奥行手掛かりがある。一度形成された奥行感とは新たな奥行情報が入力されないかぎり持続的效果を持っている。

日常生活空間における奥行知覚に対して焦点調節が寄与するのは2mまでである。奥行手掛かりや輻輳情報が縮減し、焦点調節のみに限定されたときには調節安静位の状態になって、奥行知覚に対するその寄与は極めて弱い。

このように焦点調節系は網膜像のぼけ処理の制御ルートと、より高次のパターン認識過程を経た奥行知覚による制御ルートとの、デュアル・システムになっている。

審 査 の 要 旨

焦点調節が奥行知覚のひとつの手掛かりであるという命題は、今日に至るまであくまで心理的生理的仮説である。本研究はこの点を実験的に検証しようとしたところに重要な意義が認められる。

目の焦点調節の測定は多々あるが、それはもっぱら眼科的測定である。他方、奥行知覚の心理学

的研究は数知れないが、心理学的奥行知覚研究場面における焦点調節測定は、測定法の制約から従来果たせなかったものである。それがレーザーオプトメトリーの登場によってオープンな視野における測定が可能になり、ここに心理学的測定と眼科学的測定を関係づけることができた。本研究はそのような新しい技法を駆使したところにまた意義がある。

本研究は新技法であるレーザーオプトメトリーにより予備研究として焦点調節の基本データから再検討しているが、その測定値自体が斯学への貢献と見ることができる。

その上になって本研究は心理学的奥行知覚事態において焦点調節を測定したが、その結果として奥行判断における焦点調節の寄与は極めて弱いということは、生理的対件としての焦点調節の役割を適切に評価したものといえることができる。それだけでなく焦点調節が心理的奥行手掛かりによっても制御されるという所見は極めて重要と考えられる。

以上の所見から著者は焦点調節の生理的・心理的二重制御ルート・モデルを提出しており、これは本研究の理論的貢献である。

奥行知覚は光学、生理学、心理学の複雑な要因のかかわる問題で、本研究といえども関係要因にすべて分析がおよんでいるわけではない。たとえば本研究では焦点調節のダイナミックな特性を問題としていないことが指摘される。これは前述のようにレーザーオプトメトリーの技術上の限界であるが、他方、本研究では眼科的オプトメーターに心理的・物理的測定法を適用すべく種々の改良を加えており、むしろその点を評価すべきであると考えられる。批評は以上のとおりであり、その学際的性格に鑑み、本論文は学術博士論文として適切と認められる。

よって、著者は学術博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。