

(別紙 2)

審査の結果の要旨

氏名 松本 彰弘

本論文は、眼球運動によって絶えず揺動している網膜像から安定的な視知覚を形成するための処理機構を研究したものであり、全 11 章から構成されている。

第 1 章では、視覚の初期過程において視覚特徴ごとに並列分散処理が行われ、特に網膜では様々な神経細胞が層構造を形成し、神経節細胞には様々なタイプが存在することに言及する。また、これまでの研究によって眼球運動に伴う網膜像の揺動を補正する脳内機構の存在が示されているものの、網膜からどのような信号が脳に伝送されているのか明らかではない、という問題を提起した。第 2 章では、キンギョの眼球から剥離した網膜標本に多点電極法やホールセル・クランプ法を適用し、キンギョの眼球運動を模した広域動画像に対する応答を記録・解析する実験手法を説明する。第 3 章では、逆相関法によって神経節細胞の受容野を推定し、その時間特性と受容野サイズに基づいて 6 グループに分類した。第 4 章では、広域動画像に対する応答を解析し、細胞グループ依存的に運動標的に対するスパイク発火の応答潜時の短縮や発火率の増加が生じることを明らかにした。第 5 章では、広域動画像に対して、神経節細胞は独立して情報を伝送するのではなく、協同して情報を伝送することを明らかにした。第 6 章では、神経節細胞の応答性修飾が眼球運動と関連していることを示した。第 7 章では、広域画像の微動運動は、神経節細胞における入力統合の効率化と受容野の空間的拡大を引き起こすことを示した。第 8 章では、神経節細胞の応答性修飾にギャップ結合を介する電気シナプス及び GABA 作動性の化学シナプスが関与することを明らかにした。第 9 章では、広域画像の微動運動により、特徴的な興奮性シナプス入力が出現することを見だし、神経節細胞の応答性修飾を説明できることを示した。第 10 章では、急速運動する標的による時空間的に相関した輝度変化は、神経節細胞への興奮性シナプス入力の時間的重畳と空間的拡大を引き起こすことを示した。第 11 章では総合考察を行い、固視微動様の広域微動運動が特定の神経節細胞群に受容野の時空間特性を変化させ、後続するサッカード様の急速運動時に効率的で時間的に相関した協同的なスパイク発火を引き起こし、脳にサッカード時に特有の時間情報を送っている可能性について言及した。最後に、固視微動様の広域微動運動が側方向性経路を駆動し、サッカード様の急速運動時に神経節細胞群の発火特性を修飾するという網膜神経回路モデルを提案している。

本論文は、眼球運動に伴って揺動する網膜像を網膜がどのように処理し、脳へと情報を伝送しているのかという基本的な処理過程を明らかにしており、この成果は神経生理学および実験心理学研究における顕著な業績である。以上の点から、本審査委員会は、本論文が博士(心理学)の学位を授与するのにふさわしいものであるとの結論に達した。