

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	ショウジョウバエにおける頑強な動き検知を実現する神経機構の解明
Title(English)	Studies on Neural Basis of Robust Motion Perception in Drosophila melanogaster
著者(和文)	鈴木力憲
Author(English)	Yoshinori Suzuki
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9930号, 授与年月日:2015年6月30日, 学位の種別:課程博士, 審査員:青西 亨,樺島 祥介,山村 雅幸,中村 清彦,木賀 大介
Citation(English)	Degree:, Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9930号, Conferred date:2015/6/30, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名	鈴木 力憲	
論文審査 審査員		氏 名	職 名		氏 名	職 名
	主査	青西亨	准教授	審査員	木賀大介	准教授
	審査員	樺島祥介	教授			
		中村清彦	教授			
		山村雅幸	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Studies on Neural Basis of Robust Motion Perception in *Drosophila melanogaster* (ショウジョウバエにおける頑強な動き検知を実現する神経機構の解明)」と題し、英文全4章から構成されている。

第1章は「Introduction」である。本章では、本研究の背景と目的について述べている。最初に、神経科学においてショウジョウバエ研究が果たしてきた歴史的な役割について述べている。次に、ショウジョウバエなどの昆虫の脳研究から得られた知見を工学的に応用した近年の研究を紹介している。最後に、本研究の目的と意義について述べている。

第2章「Robust recognition of wide-field motion direction and its underlying neural mechanisms」は4節からなる。本章では、行動実験と電気生理実験により、ショウジョウバエのノイズ頑強な視運動反応特性とその神経基盤を調べ、実験の結果を再現する動き検知細胞の数理モデルを構築している。第1節では、ショウジョウバエの視運動反応とその神経基盤について述べている。視運動反応に関するこれまでの知見を整理した上で、不明瞭な視覚刺激に対してショウジョウバエはどのようにして頑強な反応を担保するのかという問いを提起している。第2節では、実験で用いられる試料と方法について詳細を述べている。第3節では、ショウジョウバエのノイズ頑強な視運動反応特性を行動実験で調べた結果を示している。次に、電気生理実験により、ノイズ頑強な行動特性と定量的に対応する神経活動が存在することを示している。最後に、実験で得た神経活動の特徴を定性的に再現できるショウジョウバエの動き検知細胞モデルを、従来モデルに空間平滑化フィルタと非線形飽和応答特性を追加することで実現している。第4節では第3節で示した結果を考察し、提案した数理モデルの生理的妥当性を検討している。

第3章「Effects of binocular integration on ego-motion estimation」は6節からなる。本章では、左右の視野における動き情報が両側を繋ぐ神経回路によってどのように処理されるのかを、神経回路モデルを用いて検討している。第1節では、左右の視野情報から自己運動を推定する方法について述べている。第2節では、ショウジョウバエ視覚系に存在する動き検知細胞の種類や応答特性を紹介している。第3節では、動き検知細胞で構築される両眼視野を繋ぐ神経回路について、その回路構造の詳細を述べている。第4節では、ショウジョウバエの両眼視野を繋ぐ神経回路の数理モデルを構築している。また、数値実験の結果の解析方法についても簡潔に述べている。第5節では、神経回路モデルの挙動の評価を行っている。両眼視野統合によって、動き検知細胞の反応感度が out-of-phase よりも in-phase に対して上昇することを示している。また、左右両側の神経細胞間に存在する電氣的結合によって、このような in-phase 選好性が生み出される可能性を示している。さらに、単純化した神経回路モデルを用いて、同様の結果が得られることを示すことにより、この結果がモデルに依存せず一般的であると結論づけている。第6節では、第5節で示した結果を考察し、両眼視野統合することで動き検知細胞の集団応答が in-phase 選好的になる理由を直感的に説明している。また、in-phase 選好的な応答特性の生態学的な優位性について

でも述べている。

第4章「Summary」では、第2章と第3章で示した結果をまとめ、これらの結果から導かれる頑強な動き検知を実現する機序について述べている。頑強な動き検知を実現する機序として、まず初期視覚系細胞の空間平滑化と飽和応答特性により局所的な動き検知の頑強さが実現され、そして左右両側をつなぐ電気的結合による両眼視野統合によって大域的な動き検知の頑強さが実現されている可能性がある」と結論づけている。

以上を要するに、本論文では、行動実験、電気生理実験と数理モデルの数値実験により、ショウジョウバエのノイズ頑強な動き検知とその神経基盤を明らかにしたものであり、理学上貢献するところが大きい。
よって本論文は博士(理学)の学位論文として十分な価値があると認められる。