

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)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	知能システム科学	専攻	申請学位（専攻分野）： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	（理学）
学生氏名： Student's Name	鈴木 力憲		指導教員（主）： Academic Advisor(main)	青西 亨	
			指導教員（副）： Academic Advisor(sub)		

要旨（和文 2000 字程度）

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

生物が時空間的に変化する環境で生き抜くためには、不明瞭な刺激に対して適切な行動をとる能力が必要不可欠である。そのようなノイズ頑強な感覚情報処理や行動制御の神経基盤を明らかにすることは、神経科学のみならず工学的にも重要である。本論文では、ショウジョウバエ（以下ハエ）におけるノイズ頑強な動き検知の神経基盤の解明に取り組んだ。

はじめに、ハエの脳内でどのようにして不明瞭な動き刺激が処理され頑強な行動制御が行われるのかを明らかにするために、ハエの動き検知能力の行動学的指標である視運動反応と、動き検知神経細胞の活動を測定し比較した。その結果、行動学的にハエはノイズに対してかなり頑強に動き方向を検知できることがわかった。しかしながら動き検知細胞の膜電位変化はノイズに対して頑強ではなく行動特性をうまく説明できなかった。行動と神経活動における動き方向検知の弁別能力を定量化するため、視運動反応と神経活動における受信者操作特性を計算し比較したところ、行動と神経活動における方向弁別能力には高い相関が見られた。このことから、行動におけるノイズ頑強な刺激方向の弁別能力は、動き検知細胞における膜電位変化量そのものではなく、方向弁別能力に由来していることが示唆される。さらに本研究では、動き検知細胞のノイズ頑強な弁別能力を説明する初期視覚系の新規モデルを提案し実験結果を再現し、ノイズ頑強な方向弁別を実現する神経アルゴリズムを明らかにした。

次に、このように頑強に弁別された視覚刺激の動き方向の情報が、両眼視野の情報統合によってどのように変換されるのかを明らかにするため、動き検知細胞によって構築される両眼視野を繋ぐ神経回路を厳密にモデル化しシミュレーションを行った。回転刺激・並進刺激に対する動き検知細胞集団の応答に対して主成分分析を行い、神経回路がある場合と無い場合でどのような影響があるかを調べた。その結果、動き検知細胞は両眼視野を繋ぐ神経回路を構成することによって、左右の動き情報を統合し、回転刺激の情報をより効果的に表現していることがわかった。この結果がモデル化の手法に依存しているかどうかを確認するため、神経回路構造は保持したままより簡略化したモデルを構築し解析を行ったところ、同様の結果を得た。この結果から、ハエの動き検知細胞は両眼視野を統合する神経回路を構築することで、回転視覚刺激をより効果的に情報を表現するように情報を変換していることがわかった。

これら 2 つの研究により、ハエ初期視覚系においてノイズ頑強に動き方向を弁別する神経アルゴリズムと、そのようにして弁別された左右視野の動き方向情報を統合して自己の動きを頑強に推定する神経アルゴリズムを明らかにできた。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： 知能システム科学 専攻
Department of
学生氏名： 鈴木 力憲
Student's Name

申請学位(専攻分野)： 博士 (理学)
Academic Degree Requested Doctor of
指導教員(主)： 青西 亨
Academic Advisor(main)
指導教員(副)：
Academic Advisor(sub)

要旨 (英文 300 語程度)
Thesis Summary (approx.300 English Words)

Appropriate and robust behavioral control in a noisy environment is important for the survival of most organisms. To address a neural basis of robust behavioral control in the natural environment, I focused on the motion perception in *Drosophila melanogaster*. First, to reveal how the fly brain processes a noisy wide-field motion stimulus and guarantees robust reactions, I measured and compared the optomotor response (OMR) and the activity of motion sensitive neurons, horizontal system (HS) cells, with *in vivo* whole-cell patch clamp recordings at various levels of noise intensity. I found that flies had a robust sensation of motion direction under noisy conditions, while membrane potential changes of HS cells were not correlated with behavioral responses. By applying signal classification theory to the distributions of HS cell responses, however, I found that motion direction under noise can be clearly discriminated by HS cells, and that this discrimination performance was quantitatively similar to that of OMR. Furthermore, I successfully reproduced HS cell activity in response to noisy motion stimuli with a local motion detector model including a spatial filter and threshold function. Second, to reveal how ego-motion is encoded by the bilateral network of the neurons, I constructed an accurate model of the neural network and simulated its activity. By performing principal component analysis (PCA) on the population activities of simulated neurons, I showed that the two orthogonal patterns of correlated population activities given by the first two principal components represent the in-phase and out-of-phase motions, respectively, and the population activity is more sensitive to the in-phase motion stimuli. Furthermore, I found that these population-coding properties are strongly influenced by the interhemispheric electrical coupling. Finally, by reproducing these population-coding properties with a reduced model, I verified that the numerical results are not specific to the network model. From these two studies I found that the robust motion perception emerges from an early stage of visual system prior to the bilateral network and the network more efficiently encodes a rotational ego-motion than translational one by binocular integration.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。
Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。
Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).