

主任研究員 藤原 輝史 (Ph.D.)



(0) 研究分野

分科会:生物

キーワード:運動制御、神経生理、ショウジョウバエ

(1) 研究背景と研究目標

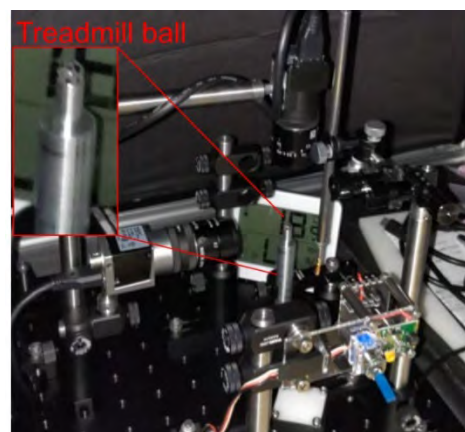
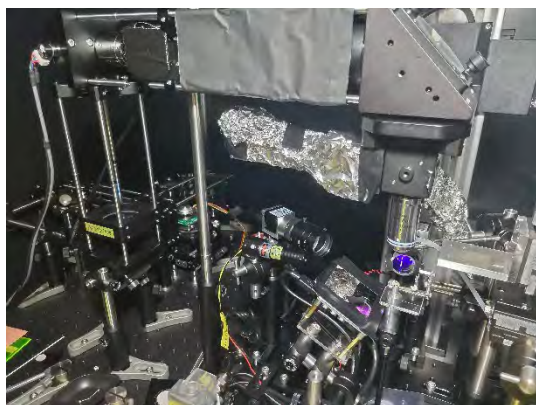
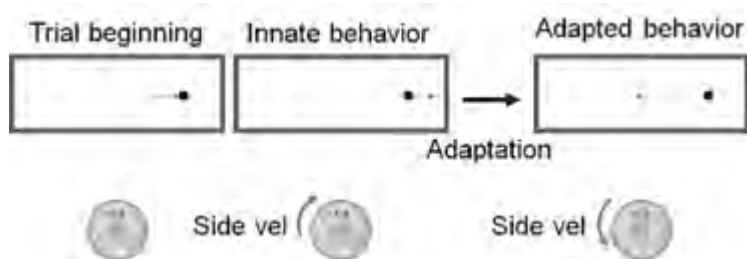
体の運動を制御することは脳のもっとも基本的な機能のひとつである。しかしながら私たちの脳では複数の領域の多数の神経細胞が関与しておりその計算機構は明らかでない。昆虫のショウジョウバエは1mmに満たない脳で器用に運動する。例えばハエは6本の足を規則的に動かして素早く歩行しており、これまでの研究により、彼らの脳のなかで想像以上に高度な計算がなされていることが明らかになった。当研究室ではこのショウジョウバエを用いて、生物種に普遍的な運動制御の計算機構の解明に取り組む。ショウジョウバエでは発達した遺伝子組み換え技術により、単一細胞レベルで自在に神経活動を計測したり操作できる。また、近年公開された電子顕微鏡画像再構築データにより神経回路マップを単一細胞レベルで追跡できる。これらショウジョウバエならではのツールと工学技術を駆使して、運動中のハエから神経活動と運動状態をmm, msオーダーの高時空間解像度で同時計測することで、新たな運動制御機構を明らかにする。

(2) 2023年度成果と今後の研究計画

当研究室は2022年11月にスタートした。本年度はショウジョウバエにおいて高速で適応的な運動制御を調べるための行動実験系の確立と更なる人材の確保に注力した。2023年4月に特別研究員1名と研究パートタイマー1名が加入、テクニカルスタッフII 1名が博士過程の学生(研究パートタイマー)としてプロジェクトを継続、2024年1月に特別研究員もう1名が加入、また短期IPA学生を招聘した。2024年4月にテクニカルスタッフII 2名と短期IPA学生1名が加入する。またJSTさきがけグラントを獲得した。

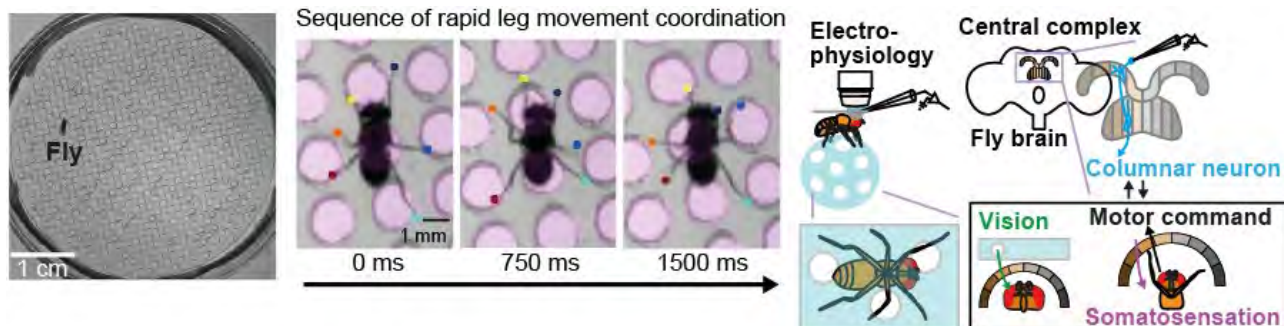
1) 適応運動学習系の確立

ショウジョウバエの適応的な運動制御機構を調べるために、ヴァーチャルリアリティとクローズループシステムを用いた行動実験系を確立した。また神経活動同時計測のための2台目の2光子顕微鏡を構築した。



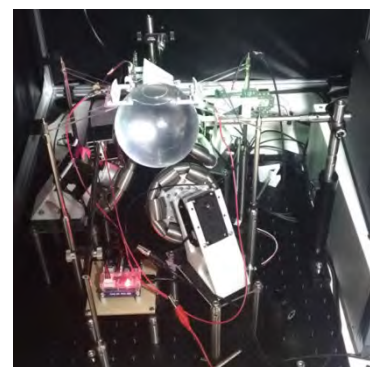
2) 高速運動制御系の確立

ショウジョウバエは歩行中に100ms以内に地面の穴を回避できる能力を備えていることがわかり、機械学習等を用いて行動機構の解明に取り組んでいる。



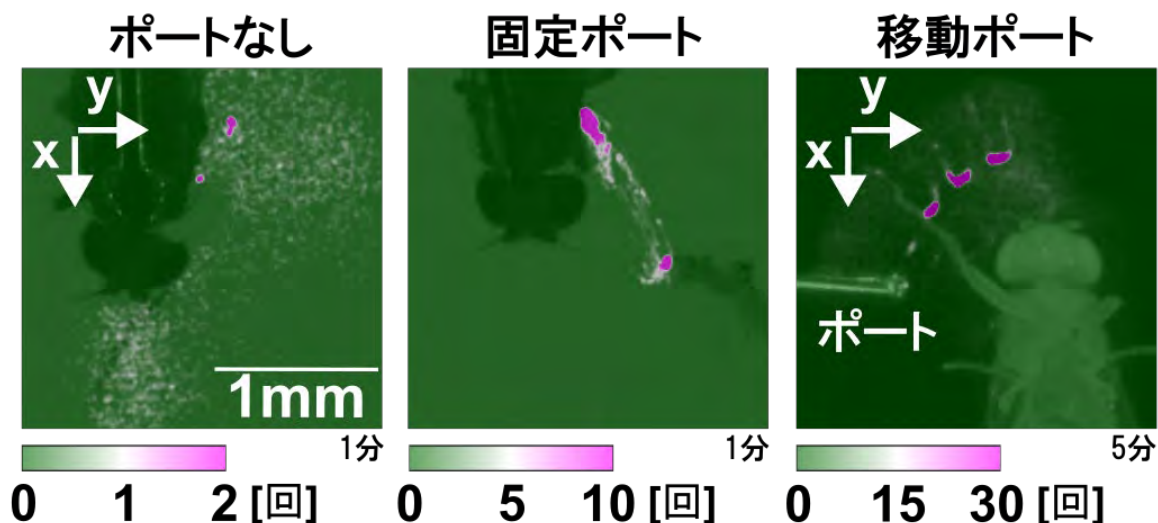
3) 自由歩行中の生物からの3次元運動軌跡の計測

ショウジョウバエの歩行に応じてアクリルボールでできた床をリアルタイムで動かすことで、ハエを空間上に固定した。複数カメラを用いてモーションキャプチャを行いヴァーチャルに固定された足の関節の動きを3次元構成できる。これにより、自由歩行中のハエの足の動きのパターンを詳細に解析する。将来的には2光子顕微鏡と組み合わせ、自由歩行中のハエの脳から単一神経細胞レベルでの神経活動の光学計測を目指す。



4) アームリーチタスク系の確立

ヒトの運動制御研究では、被検者に腕を一定の方角に伸ばしてもらうアームリーチタスクが広く用いられてきた。神経機構を探るために同じ行動実験系をショウジョウバエにおいて初めて確立した。



(3) 研究室メンバー

(2023年度)

(主任研究員)

藤原輝史

(特別研究員)

James Begeng

(JSPS外国人特別研究員)

Cesar Hernandez-Reyes

(テクニカルスタッフII)

Pedro Lopes Castelhanito

(研究パートタイマー)

山崎昌子

西村和貴

Eugenio Bertolini

(4) 発表論文等

学会発表 (口頭)

1) 藤原輝史 「昆虫微小脳から読み解く歩行運動制御の仕組み」 第36回自律分散システム・シンポジウム、東京、2024年2月

2) 藤原輝史 「昆虫微小脳の活動から読み解く高速運動制御の仕組み」 日本動物行動学会 第42回大会、京都、2023年11月

3) Terufumi Fujiwara “Neural mechanisms of rapid, precise, and adaptive motor control” 2024 Society for Integrative and Comparative Biology Annual Meeting, Seattle, USA, Jan. 2024

Laboratory Homepage

<https://sites.google.com/view/fujiwaralab-flybrain>

https://www.riken.jp/research/labs/hakubi/f_amc/

<https://cbs.riken.jp/jp/faculty/t.fujiwara/>