



個体間の神経活動情報を伝送する技術 基盤と情報伝送

自然科学研究機構生理学研究所 多細胞回路動態研究部門 教授 和氣弘明

癡漢

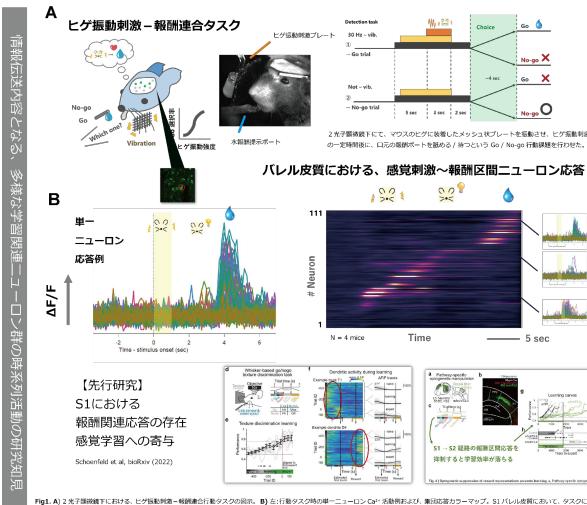
脳が学習し記憶した情報を抽出し、別の脳へと転写できる技術が開発されれば、SF作品で描かれる「情報伝送」は現実となる。そのためには、局所神経回路がどのような細胞規模・時空間活動パターンで情報を表現しているのかを因果的に理解する必要がある。こうした学習に伴う神経動態は認知や記憶の基盤であるだけでなく、神経発達症や精神疾患など脳病態にも深く関わる。

近年の光遺伝学と生体イメージングの進展により、感覚知覚を人工的に生じさせる最小細胞集団やその結合様式が明らかになりつつある [Dagleish et al., 2020; Carrillo-Reid et al., 2019; Marshel et al., 2019]。しかし、細胞群の時空間活動パターンそのものを人為的に創出し、学習や記憶の原理に迫る研究は未開拓であり、新たな技術開発が求められている。

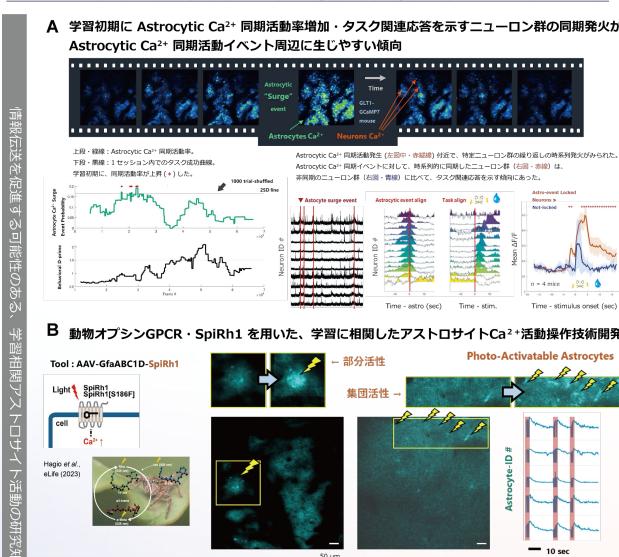
本研究では、ホログラフィック顕微鏡技術により単一細胞活動を同時に計測・操作する。学習関連の神経動態を抽出し、未学習回路で再現することで、回路変容と行動を因果的に検証する。さらにアストロサイトを含むグリア操作を組み合わせ、ニューロンとグリアが奏でる秩序ある時系列活動が、柔軟な知覚学習機能を支える仕組みに迫る。

Research: 情報伝送内容(左列)と研究アプローチ(右列)

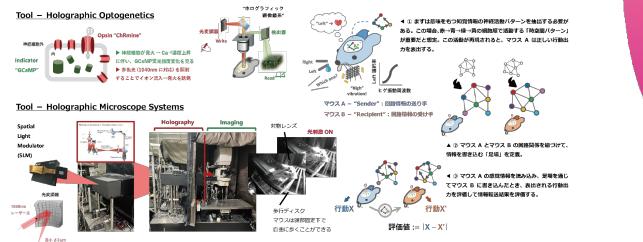
Results: マウスの体性感覚野・パレル皮質には多様なニューロン応答があり、学習関連情報が存在する



Results: 学習率上昇に相関するアストロサイト活動(操作技術開発)、およびニューロン相間が存在した



Highlights: ホログラフィック顕微鏡技術を応用した、マウス個体間-情報伝送プロジェクト



Methods: 情報伝送実験プロトコル | 操作可能細胞の選出・マウス2個体間での回路関係の紐づけ

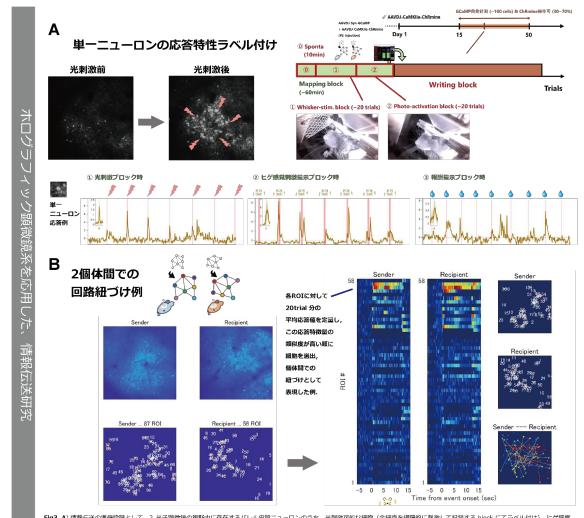
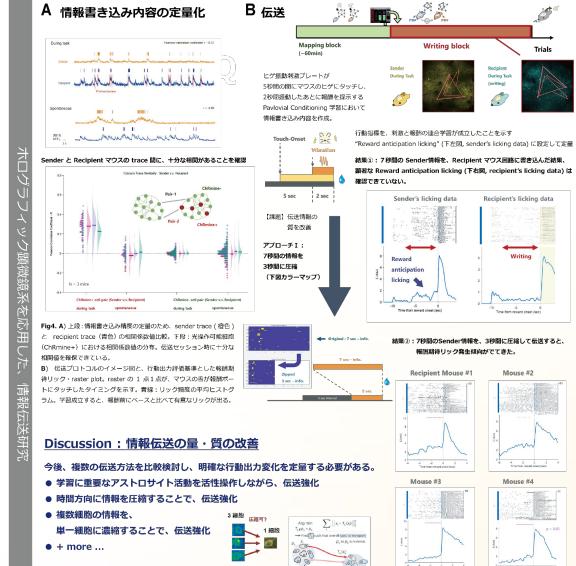


Fig2. A) 単一ニューロンの応答特性として、2次学習課題下における報酬連合タスクの実験。光刺激用の光纖(赤色)と操作用の光纖(緑色)を用いて操作する block でつなげ付けられ、ヒグ振動刺激やカロリーマーク等を用いて操作する block でつなげ付けられ、マウス個体間での回路関係を紐づける。B) 2個体間での回路紐づけを示す。

Results: 情報伝送実験結果 | Senderの学習情報を伝送すると、行動出力変化の傾向があった



Discussion: 情報伝送の量・質の改善

今後、複数の伝送方法を比較検討し、明確な行動出力変化を定義する必要がある。

- 学習に重要なアストロサイト活動を活用操作しながら、伝送強化
- 時間に向けて情報を伝送することで、伝送強化
- 傳送細胞の情報伝送。
- 単一細胞に濃縮することで、伝送強化
- + more ...



和氣弘明
生理学研究所 教授

今後の展望

情報伝送を可能にすることで、オルガノイドや動物脳を用いた脳機能拡張を目指す！

谷陽大祐
生理学研究所 研究員

深津紀曉
生理学研究所 研究員