

2023 年度年次報告書

データ駆動・AI 駆動を中心としたデジタルトランスフォーメーションによる生命科学研究の革新

2023 年度採択研究代表者

井ノ口 馨

富山大学 学術研究部

教授

多階層の神経活動データ駆動による睡眠脳の機能解明

主たる共同研究者:

豊泉 太郎 (理化学研究所 脳神経科学研究センター チームリーダー)

芳賀 達也 (情報通信研究機構 未来 ICT 研究所 テニユアトラック研究員)

研究成果の概要

井ノログループは、マウスを用いて外界からのピュアな感覚入力(単一の匂い化合物)に依存した推移的推論課題やスキーマ学習課題などの行動実験系の開発を開始した。匂い推論課題では、5つの異なる匂いと報酬とのエピソード($A > B$, $B > C$, $C > D$ および $D > E$)を個別に学習した後、新奇組み合わせ(B , D ペア)において $B > D$ と推論できるようになる行動課題を head-fixed マウスを用いて確立した。匂いスキーマ課題では、特定の匂いと報酬あるいは罰が連合しているルール学習(W は報酬、 X は罰)を行った後、報酬あるいは罰と連合する新奇の匂いルール学習(Y は報酬、 Z は罰等)を提示させた際に、課題遂行中および睡眠中に新旧情報がどのようにして統合処理され、閃きへと繋がるのかを検討可能な行動課題を head-fixed マウスを用いて確立した。また、精度の高い多階層データの計測系の開発に着手し、自由行動下マウスで2つの脳領域からの同時カルシウムイメージング計測系を確立した。

井ノログループは芳賀グループと協力し、神経活動データの解析に適した大規模言語モデルのプロトタイプを構築し実装した。モデルにはデコーディングのために注目した部分を可視化する手法を組み込んだ。このモデルを迷路学習遂行中のマウス的大脑皮質神経活動などの実際のデータに適用し、学習情報のデコーディングが可能であること、デコーディングの根拠となった神経活動を可視化することが可能であることを実証した。

豊泉グループでは、グループ内外で目的や背景認識を共有するため、積極的な議論を行った。グループ内で関連論文の輪読を行い、グループ間ではオンサイト・オンラインのミーティングを活用して議論し交流を深めた。特に、脳における記憶エンングラムの学習機構および睡眠中に起こる汎化のための推論機構に関して学び、理論によって扱うべき問題を議論し、どのようなアプローチが考えられるかについて考察を進めた。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Chan, H.K., Toyozumi, T. A multi-stage anticipated surprise model with dynamic expectation for economic decision-making. *Sci Rep* **14**, 657, (2024).