



研究領域名 あいまい環境に対峙する脳・生命体の情報獲得戦略の解明

名古屋大学・大学院創薬科学研究科・准教授

おさかだ ふみたか
小坂田 文隆

領域番号： 21B402 研究者番号：60455334

【本研究領域の目的】

脳・生命体は、予測のあいまいさに気付くことで行動を切り替えたり、違和感を覚えることで知覚を更新したりできる。本研究領域は、自らの予測のあいまいさに基づいた情報獲得戦略が立てられる脳を「あいまい脳」と名付け、その計算過程を、理論と実験の融合研究によって明らかにする。特に、現実の脳の機能をモデル化できるように既存の数理科学を発展させ、あいまい脳の神経基盤・神経実装を、神経科学実験との融合研究を進める。

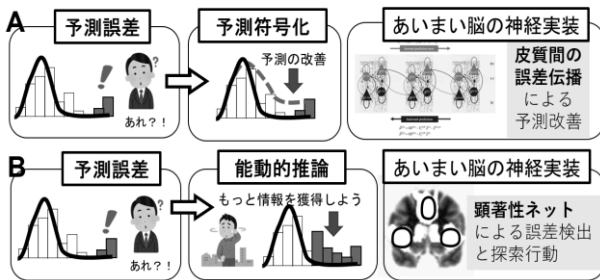


図. あいまい脳を実現する2つの方法。

- A. 予測符号化。皮質間相互作用による予測の改善。
- B. 能動的推論。顕著性ネットによる情報の獲得。

近年、自由エネルギー理論（FEP）の進展から、あいまい脳の実現のためには、階層型ネットワークの予測改善を行う「予測符号化」や、能動的な情報獲得の誘因を説明する「能動的推論」といった様々な数理的枠組みが派生している。本研究領域では、FEPの拡張を通して、脳の情報表現をよりよく説明できる新たな原理（新 FEP）を提案し、実験による実証を通して、その神経実装を明らかにする。

【本研究領域の内容】

（予測符号化）視覚的な空間認知を担う機能は、視覚と運動に関わる複数の領野が階層的なネットワークを形成し、協調して働くことで成立する。視覚と運動の連関は、FEP の予測符号化の観点から、予測誤差を最小化するように内部モデルを更新することと捉えられる。しかし、その階層的な神経回路基盤はいまだに解明されていない。小坂田グループは、イメージングとウイルス遺伝子工学を組み合わせたマルチスケール神経回路解析法により予測符号化の回路基盤を明らかにする。さらに予測符号化を拡張した新 FEP の提案とその神経実装を明らかにする。

（能動的推論）霊長類は、よく分からないものや、目新しいものに惹きつけられ、つい注意を向けてしまうことがある。雨森グループは、ヒトと相同な脳

構造を持つマカクザルを用いて、予測誤差やあいまいさに基づく価値判断に関わると考えられる顕著性ネットワークの脳機能を明らかにする。そのため、SN のマルチサイト記録によって得られた神経活動データを解析し、領野間相互作用を明らかにする。また、最先端の神経操作手法を用いて、対象とする神経活動を変化させ、行動の変化を解読することで、SN があいまい脳に因果的に関わることを示す。

（新 FEP）変化する複雑な環境において、脳は限られた時間・計算資源の下、認識・意思決定を行っている。そのため、完全な最適性・合理性を達成することが困難となり（限定合理性）、心の葛藤や迷いが生じる。本田グループは、心の葛藤を伴う認識・意思決定を表現する新しい自由エネルギー原理の理論（新 FEP 理論）を構築し、動物の行動時系列データから心の葛藤を解読する機械学習法（逆 FEP 法）を開発する。そして、解読された心の葛藤と神経活動を統合して解析することで、これまで実験的にも理論的にも扱うことが困難であった動物が本来持つ心の揺れを制御する神経メカニズムを解明する。

【期待される成果と意義】

理論と実験の融合研究を進めることで、予測のあいまいさに応じた意思決定や行動の変化を解き明かし、その神経メカニズムを明らかにする。この研究により、自らの予測のあいまいさに基づいて、目的志向の行動を切り替えて、自律的・能動的に情報獲得を行う「あいまい脳」を有する人工知能(AI)の計算原理が導けると期待される。さらに、ヒトの神経疾患に伴う幻視や幻聴などの幻覚は、脳の予測と予測誤差の統合の疾患であると捉えることができる。予測のあいまいさや確信度に関わる脳の神経過程を調べることで、神経・精神疾患に対する理解及び治療法開発に貢献できる。また、様々な外敵を認識・攻撃することが求められる免疫系は、外界の多様性に対峙する高度な情報戦略を持つ。あいまい脳を拡張することで、発生学・免疫学などの様々な生物・生命科学現象の説明が可能になると期待される。

【キーワード】

自由エネルギー理論、予測符号化、領野間相互作用、多感覚統合、能動的推論、顕著性ネットワーク、好奇心、リスク選好、リスク嫌悪、限定合理性、機械学習法、意思決定

【領域設定期間と研究経費】

令和3年度－5年度 105,000 千円

【ホームページ等】

<https://sites.google.com/view/aimai-brain/>