

2024 年度年次報告書

生命と情報

2024 年度採択研究代表者

鳥取 岳広

理化学研究所 脳神経科学研究センター
基礎科学特別研究員

計算制限を伴う生命の情報処理原理の解明

研究成果の概要

生物は不確実なノイズを含む観測情報を適切に処理することで、外界に対して柔軟かつ適応的な振る舞いを実現している。その一方で、生物が情報処理に利用可能な化学分子や代謝エネルギーなどの計算資源は極めて制限されている。生物は計算資源が限られた状況下で、どのように高精度な情報処理を実現しているのだろうか？本研究課題では、計算資源制限下でも実現可能な新しい最適情報処理理論を構築するとともに、それを具体的な生物学的課題に応用することで、既存理論では解決できなかった生命科学の未解決問題を解決することを目指す。

本年度は平均場確率最適制御理論を拡張することで、生物の計算資源制限を明示的に考慮した新しい最適推定制御理論を構築した。また本理論をシンプルな生体情報処理の数理モデルに応用することで、その性質を解析した。その結果、生物が情報処理に利用可能な代謝エネルギーなどのパラメータに依存して、最適推定戦略が記憶を活用しないシンプルなものから記憶を活用する複雑なものへと相転移することを明らかにした。またこの最適推定戦略の相転移現象が非連続性や非単調性、スケーリング関係など、様々な非自明な性質を示すことも明らかにした。この結果は生物における情報処理戦略の多様性が計算資源の制約により生じる可能性を示唆している。本研究成果は論文にまとめて投稿済みであり、現在査読中である。