

2023 年度年次報告書  
生体多感覚システム  
2023 年度採択研究代表者

河合 祐司

大阪大学 先導的学際研究機構  
准教授

小脳の全脳予測による運動・認知・情動の計算論

## 研究成果の概要

本研究プロジェクトの基盤となる小脳モデルの開発を開始した。小脳による瞬目反射条件付けの痕跡 (trace) 条件付けには海馬が必要になるという知見から、小脳ネットワークに海馬からの信号を入力する計算モデルを構築した。シミュレーションの結果、瞬目反射条件付けを模したタイミング学習課題において、提案モデルが従来技術を超える学習性能を示すことがわかった。このモデルはタイミングだけでなく、カオス時系列を含む複雑な時系列を学習することも明らかにした。このモデルは、ある長さ(課題期間)の時系列の学習後に、そのテストとしてその課題期間以上の長さの時系列を生成する場合、最初の課題期間中は学習した時系列を再現し、その後の未経験期間は学習した時系列に類する系列を生成する。すなわち、このモデルは時系列学習において正確な記憶と汎化を両立するシステムであるといえる。

小脳モデルを用いてロボットの運動制御システムの運動誤差を修正するモデルを開発した。このシステムでは、目標軌道を近似逆運動学により目標関節角度に変換し、PD 制御によりロボットを駆動する。しかし、近似逆運動学や PD 制御の性能がよくなく、運動誤差が生じると仮定する。そこで視覚と体性感覚の多感覚上の誤差を減じるために小脳モデルを用いる。視覚について、モデルは手先位置の誤差を最小にするように学習し、その出力を目標軌道に加算する。体性感覚について、モデルは関節角度の誤差を最小にするように学習し、その出力を目標関節角度に加算する。ロボットシミュレータを用いて、この二重の誤差修正により、目標軌道への追従課題においてロボットの運動誤差が小さくなることを確認した。このモデルを金魚の眼球運動の適応へ適用できるようにモデルの拡張を開始した。