

論文審査の結果の要旨

氏名 中嶋浩平

本論文は、神経回路網のモデルを用いた認知現象の理論をテーマとし、具体的には北澤らの腕交差実験の再現と、移動型ロボットの行動決定に関し、新しく理論的基礎づけを論じたものである。

第1章では、まず、動的な認知過程をとらえる二つのアプローチ、1) 生態学的なアプローチと、2) センサーとモーターの結合から考えるアプローチ、の2つを概観した。近年は特に、認知過程における自律性と能動性という観点が注目されている。これらの問題に対し、本論文では、2) のアプローチを用いて「身体性」という概念を理論的に捉えなおすことで、自律性や能動性を具体的に表現する方法を提案する。その概略が本章では説明される。

第2章では、まず北澤らの実験によって明らかとなった、腕交差時における時間順序判断（右か左のどちらの指に先に刺激が入ったか、を判断）をモデル化する。この実験では刺激の入る時間間隔が狭いと、前後の判断がほとんど逆転してしまうことが知られている。この逆転現象を再帰的ニューラルネットのモデルを用いてコンピュータの実験として再現した。その結果、逆転現象を示すネットワークは固有の「時間窓」を形成し、窓を横断するようなタイミングで刺激が入ると、その判断が逆転してしまうということが見いだされた。腕の交差、非交差の状態変化は、この時間窓の幅の長短が変化するという問題として表現されている。これまでの研究とは異なり、力学系の分岐現象としてこの問題を再現していることは評価できる。同じモデルを用いて、可能な新しい刺激逆転現象も予測し、この問題に力学系的にアプローチするための方法を提案した。

第3章では、より一般的な見地から身体の役割を考察した。身体とは認知的なシステムにおけるエージェントの境界を設定するものであり、その身体は時々刻々揺らぎながら維持されていると考える。というのがこの章でのアイデアである。

本章ではこの揺らぎ方をカテゴリー論を用いて形式化し、それを搭載した移動型ロボットモデル（以後ビークルとよぶ）に搭載して議論した。通常のビークル（NV）とここでの新しいビークル（GV）を比較してシミュレーション実験を行った結果、GVはNVの特徴である目的論的な運動をある程度維持しつつも、多様な運動パターンを作り出せることが示された。本論文ではその原因を、システムのメタレベルな「パラメータの変化」にあるとし、GVの行動変化の出現確率はべき則に従うこと（したがって単に揺らいでいるのではないこと）などを報告している。さらにGVはその適応能である行為の効率性と万能性に関し、特徴的なトレードオフの関係を示していることが見いだされた。つまり、GVは高い適応能を与えていることが示唆され、このことをシステムの能動性あるいは自律性の表現であると、本論文は結論づけている。

第4章は全体のまとめであり、ここで行ったモデルの意味付けと認知科学としての貢献

を簡単に総括してある。またアペンディックスにおいて、第3章の内容に関する補足的な定義と証明が乗せてある。

以上のように論文提出者の研究は、身体と運動をベースに認知現象を考察する身体性認知科学の分野に、新しいアプローチと新規性を持った概念を持つ込むことで、重要な寄与をなすものと考えられる。したがって、本審査会は博士(学術)の学位を与えるのにふさわしいものと認定する。