

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 升森 敦士

学位論文として提出された升森敦士氏の論文は、脳の神経学習機構に関する新しいモデル実験と培養神経細胞を用いた研究成果をまとめたものである。可塑的な神経細胞ネットワークが示す「刺激を避ける原理」を用いて、環境に対する神経ネットワークの自己組織化を深く考察し、神経回路モデルのホメオスタシス(恒常性)という観点から原始的な認知機能のクラス分けを行った。具体的には、環境と神経回路の相互作用から生じる、神経回路システムの行動・予測・内部結合パターンの選択について解析・報告し、そのスケール性と応用可能性について論じたものである。

本博士論文は全7章から成っている。第1章では、生物の恒常性と本論文でベースとなるアイデアの「刺激を避ける原理」についてレビューされている。そのうえで、この論文の問題意識が整理されている。

第2章では、培養神経細胞を一細胞単位で解析するためのCMOSアレイを用いた検知器について、その検知器の性格が解析手法とともにレビューされている。また神経回路網のモデルとして用いるイジケビッチ神経細胞モデルと、その学習モデルもともに紹介されている。

第3章では、刺激を避ける原理が、神経回路システムの行為生成によって実現されることを、培養神経回路を用いた実験で報告されている。実際に培養神経細胞でこの原理が成立することを示したことが大いに評価される。

第4章では、刺激を避ける原理を、抑制性の神経細胞を導入することで組織化し、その結果として予測性が神経回路に生まれること示した。脳を予測システムとして考える見方は昨今よく取り上げられるが、本論文ではシミュレーション・モデルの実験で、最初の刺激を受けると、次に来る刺激に反応しないように抑制性の神経細胞が活性化する、という形で自然に神経回路システムに予測性が生まれることを報告している。

第5章では、行為生成や予測によって刺激が避けられなかった場合に、神経回路のネットワークのトポロジーを更新し、センサー部分を切り離すことで刺激を避ける原理が成立させられることが、モデル・シミュレーションと培養神経細胞の実験の両方から示されている。

第6章では、刺激を避ける原理が、パラメータを調整することで、大きなサイズの神経細胞ネットワークでも成立することを報告している。またこの原理を用いて人型アン

ドロイドの自発的な行為生成に実際に用いた例を紹介している。

第7章では全体のまとめをしつつ、本論文で紹介したモデルを組み合わせることで、生物学的な脳の理解につながることや、ロボットなどへの応用可能性があることを広く論じている。実際、現在さかんに研究されている脳の学習モデルとは異なる、新しい学習モデルを提案することで、本論文は脳の理論の新しい可能性を開き、この研究分野の流れに一石を投じるものとして、大きな意義がある。

以上、当博士論文の研究は、刺激を避ける原理という新しい学習モデルに基づいた、認知のモデル化と解析において、独創的な提案をなしていると考えられる。以上の点から本論文は、博士（学術）の学位を与えるのにふさわしい内容であると、審査委員会は全員一致で判定した。