

論文審査の結果の要旨

氏名 田村 光平

本論文は5章からなる。第1章はイントロダクションであり、文化進化研究の背景となる知識の説明、特に学習能力の進化、および集団構造が文化進化におよぼす影響に関する先行研究の総説にあてられている。

第2章では、学習能力の進化を扱うための数理モデルが導入されている。このモデルは、変動環境下での学習能力進化の標準モデル (Feldman et al., 1996) を踏襲しており、集団中に存在する社会学習者と個体学習者の頻度の進化動態を分析するものである。個体学習者は、自分が置かれている環境において試行錯誤等のコストの高い個体学習を行い、常に適応的な行動を獲得する。一方、社会学習者は、他個体の行動を模倣する等のコストの低い社会学習を行う。社会学習には非適応的な行動を獲得する危険が伴うが、多くの個体が示す行動が、環境の変動により非適応的になったときに、特にこの危険が大きい。従来の研究により、社会学習は環境が比較的安定な場合に有利になることが示されていた。従来の研究で用いられてきたモデルの大部分は、パンミクティックな（各個体が集団中の全ての個体と無作為に相互作用する）集団を仮定していたが、本研究ではモデルに新たに空間構造を導入している。特に第2章では、空間構造として格子平面を仮定しており、格子平面上に分布する個体が隣接個体とのみ相互作用する場合に注目している。最近のいくつかの研究では、パンミクティックな場合と比べて、空間構造がある場合に社会学習能力の進化が促進されるか否かが議論されていたが、この問題に対する明確な解答はまだ得られていなかった。本研究は、新たに導入したモデルを分析することにより、この問題に明確な結論を提出した点で意義深い。すなわち、大部分のパラメータ領域において、空間構造は社会学習能力の進化を抑制するが、特定の条件下では逆にこれを促進することが示された。先行研究における結果の不一致は、注目するパラメータ領域の違いに起因することが示唆された。

第3章では、集団構造を個体間の社会ネットワークとして記述したうえで、第2章と同様、学習能力進化の標準モデルを用いて社会学習能力の進化について分析している。まず、一般的な社会ネットワークに対して、進化動態の平衡状態における社会学習者の頻度を近似的に導出している。これによれば、社会学習者の平衡頻度は、3つの血縁度指標を使って表される。一般的な社会ネットワークに対して、社会学習者の平衡頻度の解析的導出に成功したのは本研究が初めてであり、高く評価できる。次に、4種類の具体的なネットワーク構造（正則ランダムグラフ、スケールフリーネットワーク、1次元格子、2次元格子）を仮定したうえでモンテカルロ・シミュレーションを行い、社会学習者の頻度の長期的平均を

数値的に求め、解析的に求めた平衡頻度と比較した。この結果、本研究の方法による近似は、正則ランダムグラフとスケールフリーネットワークでは極めて良好であり、2次元格子でも概ね良好、1次元格子では不適當であることが示された。

第4章では、第3章に引き続き社会ネットワーク上での標準モデルを用いて、homogeneousなネットワークと heterogeneousなネットワークの違いが、文化進化におよぼす影響について分析している。なお、homogeneousなネットワークとは、全てのノードが等しく一定数のノードとの間にリンクをもつものであり、本研究では正則ランダムグラフを分析に用いている。これに対して、heterogeneousなネットワークは、ノードによりリンクの数が異なるものであるが、本研究ではスケールフリーネットワークを用いている。分析の結果、heterogeneousなネットワークでは、homogeneousなネットワークに比べて、非適応的な文化形質が高頻度で集団中に維持されやすいことが示唆された。非適応的文化進化に関する従来の理論研究においても、「他者への影響力のばらつき」が重要な要因であることが示されていた。本研究の結果は、先行研究の結果をネットワークの heterogeneity という観点から解釈できることを示した点で意義がある。

第5章では、本研究を総括し結論が述べられている。

なお、本論文第2章、第4章、および Appendix Dの内容は、井原泰雄との共同研究であり、また第3章は、小林豊、井原泰雄との共同研究であるが、いずれも論文提出者が主体となって分析及び検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。