

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 大竹 洋平

人間行動やその集合的な振舞いとして得られる社会行動は、人間行動諸科学にわたる学際的研究分野である。心理学、経済学、社会学、生態学など様々な学問分野において、それぞれのスタイルで研究が進められてきている。さらに、それら多くの研究を取り込んで、人間行動を複合的に理解することが求められており、そのためには、高い一般性・普遍性を持つ数理モデルを用いた統一的な研究が重要となる。

さらに、人間行動・社会現象は、様々な複雑性を持つ。構成要素の多数性による複雑性、個体間の相互作用による複雑性、時間的に変動することによる複雑性、空間的なネットワーク構造を持つことの複雑性などである。これらの複雑性を考慮して、行動をモデル化して解析するためには、それぞれの複雑性に対応した数理科学的手法を発展させることが求められている。

本論文では、構成要素の多数性を考慮するシステムの思考にもとづいて、個体間相互作用を記述するゲーム理論、時間的変動を記述する力学系理論、空間構造を記述するネットワーク理論などを用いて、人間行動とその結果として起こる社会現象をモデル化し、社会科学的重要性を提起する解析を進めている。

本論文は、「社会関係における意思決定と集団行動の数理的研究」と題し、6章より成る。

第1章「総論的序文」では、人間行動および社会現象のような対象が内包する複雑性について論じ、それらの複雑性を解析するための数理手法について論じている。さらに、人間行動諸科学を包括する視点で見たときに重要性の高い研究分野を抽出し、本論を構成する各テーマの関係をまとめている。

第2章「近隣との関係から考察する人口動態の法則」では、人間行動を最も基本的な生物学的観点からモデル化する、人間行動の集合的振舞いとしての人口現象を扱っている。第一原理による導出、という手法を用いて、個体間相互作用から人口の時間発展を表現する差分方程式を導いている。それによって、これまで導出されてこなかったHollingのタイプⅢに分類される方程式の導出に成功している。さらに、その方程式の解の安定性と分岐解析を行い、生態学的な絶滅と存続の双安定性について議論している。

第3章「集団内分散からみる協力の進化」では、人間行動の中でも心理学的および経済学的に注目されている協力行動を扱っている。進化ゲーム理論を用いた離散時間力学系を用いて、有限反復囚人のジレンマゲームで表される協力行動の時間変動を解析している。進化のシミュレーション数値解析と集団内分散の解析によって、差分方程式の解の安定性と分岐構造を数理的に調べ、協力行動を存続させる要因としての進化的変異、集団内多様性の重要性を明らかにしている。

第4章「投票制度への比較の観点の導入」では、人間行動の社会的観点に注目して、集団内の意思決定システムとしての投票行動を扱っている。協力ゲーム理論の中の投票ゲー

ム（単純ゲーム）と個人の影響力を測る投票力指数を用いている。この投票力指数の用法を拡張し、集団全体の評価に対するバンザフ指数の適用可能性を議論している。さらにその適用例として、個人の影響力が等しい場合の投票制度を比較し、多数決という制度における個人の意見の反映のさせやすさを明らかにしている。

第 5 章「ネットワーク解析における集中性・不平等性を測る指標の適用可能性」では、社会関係を記述する上でも注目されているネットワーク解析手法を扱っている。考察する対象は社会全体の集中性を測るために必要な統計量であり、特にネットワーク解析における centralization と収入分布の解析のためにつくられたジニ係数に着目して解析している。これらを個体レベルの中心性指標に分解して比較することで、centralization が捨象している要素を明らかにするとともに、centralization の一般化としてのジニ係数の位置づけを与え、ネットワーク解析における様々な指標の重要性を指摘している。

第 6 章「統合的ならびに結論としての議論」では、以上の結果をふまえて、まとめと議論を行っている。人間行動諸科学を統合するために多様な視点から議論しなおすと共に、このような学際研究における数理手法の重要性を示し、本論文の意義をまとめている。

以上を要するに、本論文は、2 章と 3 章で既存のモデルを改良して詳細な解析を進めるとともに、4 章と 5 章では既存研究の概念に対して新たな発想を導入したものであり、人間行動科学の既存の学問分野にはなかった観点を数理手法によって研究したものである。これは数理情報学上貢献するところが大きい。

よって本論文は博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。