

論文審査の結果の要旨

論文提出者氏名 橋本康

学位論文として提出された橋本康氏の博士論文は、生態系の理論的なモデルのひとつであるレプリケータ方程式を拡張するということにより、生態系の進化について考える基盤を与えている。本論文はその拡張された方程式の数学的な性質について解析したものである。

本論文は全4章から成っている。第1章では、著者が考える生態系の理論の方向と、そのためのレプリケータ方程式の拡張が2つ提案されている。以下の章で、著者はその2つの方向をそれぞれ解析している。

まず第2章では、レプリケータ系に対し、突然変異の影響を拡散項として付け加えた時の効果について解析する。突然変異を付け加えることで、レプリケータ系に固有のヘテロクリニックな解が失われ、構造安定なものが出現する。具体的には7自由度および11自由度の対称な相互作用行列を持つ系について計算を行なっている。中でも突然変異率の低いところに出現するカオスの遍歴現象と突然変異を無限小加えた極限での振舞いについて詳細な解析を行なっている。その結果、カオスの遍歴は突然変異がないときのヘテロクリニックな状態の残骸を擬アトラクターとし、その間をカオス的に遷移すること、突然変異の無限小の極限で無限個の周期軌道が存在すること、などが数値実験および解析的手によって示された。

第3章では、新しい自由度がレプリケータ系に加わったときの効果について解析する。特に相互作用行列のランクを変えないような形で自由度を導入することによる系の振舞いの変化を考察する。レプリケータ方程式はその変数を生態系の種として考えられると同時に、ゲームの戦略としても考えられることが知られている。そこで3自由度のレプリケータ方程式に対し、新しい4番目の自由度を「3つの純粋戦略を持つゲームにその混合戦略として新しい戦略を加える」という格好で導入する。この時、もとの3自由度の系が進化的に安定ではないが局所的に安定な内部平衡点を持つ時に、4自由度目が加わることで次元の高い新しいアトラクターが出現することを数値実験および解析的手法によって示すことができた。特にその新しいアトラクターは中心多様体上の無限個の周期軌道であることが示される。

第4章は全体の総括であり、レプリケータ方程式という視点から生態系の進化を捉えようという論文提出者の姿勢が伺われる。本論文は、レプリケータ方程式の可能な拡張と、その数学的な構造の面白さを与えるものである。扱われたモデルの解析は徹底的に行なわれ、それらは一定の決着をつけつつも、その結果浮上した新たな問題点を提起しており今後の研究の発展が期待されるものである。

以上、当博士論文の研究は、十分に独創的なものであり、生態系のダイナミクスと進化を今後考えていく際に、基本となるものをいくつも指し示したといえるだろう。第4章の最後にも触れられているようにモデルの新しい拡張の仕方や、生態系の捉え方を含め、今後の研究の発展が十分に期待できる。

本論文で挙げられた結果のうち2章と3章の一部が、論文としてすでに専門誌に掲載済みあるいは投稿中である。第3章の一部は投稿準備中である。また共著論文に関しては、それらを博士論文として提出することに関する共著者の同意が得られている。

以上のように論文提出者の研究は、レプリケータというモデルから生態系にどのように迫れるかということに関して独創的で重要な寄与をなしていると考えられる。これら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。