

氏名	石 山 健 一
授与した学位	博 士
専攻分野の名称	経 済 学
学位授与番号	博甲第2182号
学位授与の日付	平成13年 3月25日
学位授与の要件	文化科学研究科産業社会文化学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文題目	Simulation Analyses of Lotka-Volterra Models (ロトカ・ヴォルテラモデルのシミュレーション分析)
論文審査委員	教授 藤本 喬雄 教授 清水 耕一 教授 吉田 建夫 教授 春名 章二 大阪産業大学経済学部教授 高増 明

### 学 位 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、数理生物学でよく知られているロトカー・ヴォルテラ・モデルの大局的安定性分析をシミュレーションの手法を用いて行っている。モデルの複雑度と安定性の程度の関係を見ようとするものである。また、複雑化したモデルの経済学への応用も取り上げている。

本論文は5章からなっており、まず、第1章で過去の研究の簡単なサーヴェイを行っている。線形体系では種の間の関係の度合いがランダムに増大していくと、ある敷居値で不安定になるというガードナー・アシュビーによる研究と、ランダムではなくあるルールに従って相互関係が増大していくと安定になりうるというデ・アンジェリスの研究が紹介されている。次いで、グッドウィンによる景気循環論への応用が説明されている。

第2章において、プレー・プレダター（餌食と捕食者）モデルの階層が増大した場合、安定性がどう変化するか分析している。体系は非線形であり、差分方程式が採用されている。生物種の数、 $n$ で、1番目の種が2番目の種の餌食で、 $n$ 番目の種が食物連鎖のトップに君臨する。シミュレーションは、種数が3の場合に大局的な安定性を調べるために実施されている。結果は、トップ・プレダター（3番目の種）が死滅するということがある。次に環境制約によってそれぞれの種が個体数の上限を持っている場合を吟味する。この場合には、3種共に変動をしながらも生存を続ける可能性が指摘されている。局所的な安定性は、やはり3種の場合、均衡の近傍で線形近似を行い、固有値を求め、その絶対値の大きさを2種の場合のそれと比較することで分析している。結果は、均衡は2種より3種の方がより不安定となる。更に、パラメータに関する制約を緩めたモデルをシミュレーションを使って考察している。個体数の上限値付きで3種の場合、トップ・プレダターは絶滅する。

第3章は、佐藤によって2部門化されたグッドウィン・モデルにおいて、資本財生産部門を更に $n$ 種類に分けて $n+1$ 部門化したモデルを構築し、その安定性を $n=2$ の場合に吟味している。生産関数は固定係数であり、賃金率の変化については、フィリップス曲線

を採用している。結果は、資本財の数が増大すれば、不安定性が増大する、ということである。このことを、第2章と同様、均衡の近傍では、固有値計算で、大局的にはシミュレーションで示している。

第4章において、国際貿易を含んだ2国グッドウィン・モデルを作成し、その安定性を調べている。生産関数はやはり固定係数であり、賃金率の変化もフィリップス曲線による。しかし、元のモデルと異なり技術進歩は無く、人口も一定である。2国の労働者の効用関数を想定し、それによって2財への需要が決まる。価格が伸縮的な場合とそうでない場合に分けて分析している。結果は、価格が伸縮的な場合、2国の経済はケイオティックな動きを示すことがある、ということである。

第5章は、様々な結果をまとめている。そして、著者の今後の研究方向について述べている。

## 論文審査結果の要旨

学位審査会は、2001年1月26日、学内審査員4名、招聘審査委員1名によって行った。審査結果は以下の通りである。

### 1. 本論文の評価すべき点

(1) 非線形で複雑な動きを示す生物学のシステムを大局的と局所的の両方の観点から分析していることは、重要な貢献である。その際、大局的分析はコンピュータによるシミュレーションに依存したが、C++言語によるオリジナルのプログラムも興味深い貢献になりうる。著者が得た結果は、複雑性の度合いが高いほど、不安定性が高まる、というもののだが、今後の研究の出発点になりうる。

(2) 第3章の多部門に拡張したグッドウィン・モデルは、その背後に膨大な計算を必要としており、重要な貢献である。シミュレーションによって、不安定性の増すことが示されたが、佐藤の結果と異なりおもしろい結果である。

(3) 第4章の国際貿易を許容する2国グッドウィン・モデルは、全く新しい貢献であり、このようなモデル構築自体、経済学への重要な貢献である。そして、貿易によりケイオスが生じうるという結果は大変意義深い。

(4) 動学を定式化するのに、差分方程式を用いたことは目新しい。微分方程式か差分方程式かの議論もあるが、プログラムは単純化し、ケイオスも低次元で発生しうるので今後、ますます使われるようになると思われる。

(5) 数理生物学のモデルを経済学に応用してみる、というアイデアは、オリジナルではないが、その積極的な適用は評価できる。

### 2. 本論文の若干の問題点

(1) 第1章のサーヴェイは、余りに簡略すぎる。もっと、詳細に各貢献の内容を紹介し、理論的発展の流れがわかるようにすべきである。

(2) モデルに使用されるパラメータの説明が不足気味である。また、諸仮定の経済学的な意味の説明が少ない。

(3) 第3章の分析において、各市場において、もう少し不均衡を許容すれば結果が変わってこよう。全ての財市場で各期、均衡が実現するのは非現実的である。予想としては、安定性が増すであろう。

(4) 第4章の国際貿易モデルにおける効用関数は、特殊過ぎる。もう少し一般的な関数を用いるほうが説得力が増す。

(5) ケイオスが生じることは、全てシミュレーションに依存している。厳密な数学的証明は、困難であろうが今後、チャレンジしてもらいたい。

### 3. 総合評価

総合的に評価すれば、本論文は執筆者に「経済学」の分野名を付記した博士の学位を授与するのに十分な内容と水準を有していることを認定する。