

# 審査の結果の要旨

氏名 孫 燁

本博士論文は5章で構成される。

第1章は研究の背景と目的についての内容である。経済危機やクラッシュ現象は人間社会でよく現れる現象で、マクロ経済学やカタストロフィ理論などを用いた研究から多くの成果が挙げられている。しかし、これらの研究の不十分さに対する指摘も絶えなかった。例えば、経済危機の発生メカニズムはまだ解明されていなく、内部と外部因子による危機の発生と回復への影響の詳細解析も行われていない。これらの課題を意識し、本研究は現実のマクロ経済システムを抽象化したマルチエージェントモデル **Mark 0** を用い、モデルシステムの中で起きる経済指標のクラッシュ現象を対象として以下の研究目的を設定した。第一、システム状態間で起きる一次相転移及び1つの状態中発生する断続的なクラッシュ現象のメカニズムの数学理論を導出することである。第二、システム内外の因子による危機の発生と回復への影響をシミュレーション解析での調査し、現実の経済システムの制御への示唆を提供することである。

第2章は **Mark 0** モデルの基本構成、先行研究に示された4つの異なるシステム状態間の相転移の再現と、独自で提案した実データの統計性質を用いたモデル検証で構成されている。**Mark 0** モデルは多数の異質な企業エージェント、代表的家庭エージェントと銀行エージェントで構成されている。企業エージェントは消費市場の需給バランスを観測し、適応的ルールに従って生産量、雇用、製品の販売価格を調整する。また、企業エージェント間に価格競争を通して相互作用が起きる。家庭は企業に労働力を提供し、給料と利益企業の配当金からなる収入で各企業の製品に対する需要を生じさせる。銀行は企業の生産活動に対して流動性を提供するが、企業の負債は銀行が設定した閾値を超えた場合、企業のキャッシュフローがなくなり破産となる。本研究で行ったシミュレーションから、システムの状態空間において **FE** 相(完全雇用)、**FU** 相(完全失業)、**RU** 相(残存失業)及び **EC** 相(内生危機)の存在及び、企業破産を判定する閾値と雇用と解雇のバイアスを示す雇用傾向比を制御変数とする一次相転移の発生が確認された。モデルの検証に用いる統計性質は破産企業の負債の **Zipf** 分布、企業ライフタイムの指数分布及び売上と負債の正の相関関係で、モデルの結果と実データ間の定性的な一致が示された。

第3章は **Mark 0** モデルの状態空間で起きる一次相転移に関する理論式を導出する内容である。理論解析の対象は失業率指標で、着目点は各企業の負債のダイナミクスである。導出された数式に関する経済学的解釈は以下となる。まず、雇用傾向比は臨界値以下

になるとシステム状態は **FU** 相に収束する理由は、システム全体の需給バランスに達していても、価格競争により過剰生産の企業に対する需給のギャップは永遠に消えないことにある。雇用傾向比が臨界値を超えた場合、少数の企業は利益状態を維持できるが、他の企業の負債は増加する傾向が見られる。また、これらの企業間負債の差異は小さくなっていき、自己組織的にクラスタリング現象が起きている。企業倒産判定の閾値は無限であれば、企業の負債が増加してもシステム全体は **FE** 相に収束することができる。企業倒産判定の閾値が低い場合、負債企業のクラスターが十分に成長できず、システムに対する企業倒産の影響は限定的で、状態空間で **RU** 相が現れる。一方、企業倒産判定の閾値が高くすると、閾値付近の負債企業のクラスターが大きくなり、内部の個別企業の倒産に引き起こされる連鎖はシステム全体のクラッシュに繋がり、**EC** 相の創発機構になる。また、上述の数式及び理論解説の妥当性はシミュレーション実験で検証されている。

第4章はシステム内部と外部因子による経済危機の発生への影響に関するシミュレーション解析の内容で構成される。具体的には、企業の経営戦略、家計消費の傾向、政府の危機対応政策、人口の変化からの影響を調査した。以下3つの重要な結果を得た。第一、家計の負債の拡大は **EC** 相中のクラッシュの発生を抑制効果があるものの、家庭は予防的に負債を減少する行動をとり始めると企業の破産率を増加させる傾向が見られる。第二、危機発生後政府は企業に対して流動性を拡大すると、銀行の企業破産判定の閾値のリスク回避的設定によって、システムは **EC** 相にトラップされることがある。一方、家庭収入の増加措置をとれば、システムを **EC** 相から脱出させ、**FE** 相に戻すことが可能である。第三、人口の継続的減少による消費縮小の影響は、賃上げの方策で解消されなく、**FE** 相から直接に **FU** 相への新たな相転移起きることがある。

第5章は論文のまとめと研究の将来展望となる。

以上の要旨で示す通り、孫氏の研究は学術上の独創性と有用性のある成果が挙げており、本論文は博士の学位論文として合格と認められる。したがって、博士（サステナビリティ学）の学位を授与できると認める。

以上1978字