

博士学位論文審査要旨

2023年1月28日

論文題目： 非線形景気循環理論における「時間」概念の再検討

学位申請者： 堀田 悠生

審査委員：

主査： 経済学研究科 教授 落合 仁司

副査： 経済学研究科 教授 谷村 智輝

副査： 経済学研究科 教授 大野 隆

要 旨：

本論文は、力学系による景気循環の数理表現に新たな水準をもたらす試みである。従来の経済学において景気循環を力学系で表現する議論は、当該力学系がリミットサイクル解を持つことの論証に終始していた。なるほど景気循環は循環であるので、それを表現する力学系が循環軌道に収束する帰結は一つの成功に違いない。しかし現実の景気循環は、安定した循環軌道には収まらないカオス的な挙動を示し、また必ずしも連続的には循環せず恐慌等の不連続な変化がまま見られる。

本論文は、このようなカオス的で不連続的な景気循環の現実をよりの確に表現しうる力学系を提示する。

第1章では、景気循環を表現するグッドウィン力学系に、技術進歩という3次元目の内生変数の摂動を加えることにより、従来のリミットサイクル解のみならず、カオス解も生じうることを論証した。

第2章では、ファン・デル・ポール方程式の経済学版である乗数加速度力学系に、政策変更等の周期的外力を加えることにより、リミットサイクル解のみならず、カオス解も生じることを導出した。

第3章では、レギュラシオン派の景気循環理論を代表するロルドン力学系に、失業率という3次元目の変数を内生化することにより、当該力学系が、ルネ・トムの言うくさびカタストロフを持つことを示した。くさびカタストロフは、景気循環の非連続性、たとえば突然の恐慌を表現すると解釈しうる。

第4章では、くさびカタストロフの存在をつとに予見していたヴァリアン力学系に、インフレ期待という4次元目の変数を加えることにより、ルネ・トムの言う燕の尾カタストロフの存在を導いた。燕の尾カタストロフは、景気循環の不連続性のさらに複雑な様相を表現すると解釈される。これは、景気循環論の分野において、斬新な結果と認められる。

よって、本論文は、博士（経済学）（同志社大学）の学位を授与するに十分な価値を有すると認められる。

総合試験結果の要旨

2023年1月28日

論文題目： 非線形景気循環理論における「時間」概念の再検討

学位申請者： 堀田 悠生

審査委員：

主査： 経済学研究科 教授 落合 仁司

副査： 経済学研究科 教授 谷村 智輝

副査： 経済学研究科 教授 大野 隆

要 旨：

総合試験を、2023年1月28日13時10分から14時50分の間実施した。

専門分野に関する試験は、力学系の理論の的確な理解とリミットサイクル解・カオス解・カタストロフ解を導く適切な運用ができるかを中心に実施した。口頭試問にて行った結果、十分な知識・知見を有していることを確認した。

語学試験は、英語で Lorenz, H.W. 1993, *Nonlinear Dynamical Economics and Chaotic Motion*, Springer. 及び Rosser, J.B. 1991, *From catastrophe to chaos : a general theory of economic discontinuities*, Springer. を正確に読めているかを中心に実施した。口頭試問にて行った結果、英語の語学能力が十分であることを確認した。

その結果、総合試験は合格であると認める。

博士學位論文要旨

Abstract of Doctoral Dissertation

論文題目： 非線形景気循環理論における「時間」概念の再検討

Title of Doctoral Dissertation

氏名： 堀田 悠生

Name

要旨：好況と不況の循環をマクロ経済システムの内生的な運動と捉える場合、マクロ経済を表すモデルとして、内生的な振動を生じる力学系を考えるのが興味深い。一般に、そのような力学系は非線形性を有している。非線形動学と景気循環理論を組み合わせた研究は、乗数・加速度モデルやグッドウィン成長循環モデルといった経済理論について数多く行われ、とりわけ1960年代から1990年代に大きな盛り上がりを見せた。

非線形動学や複雑系によって景気循環を説明しようとするモデルはしばしば非線形景気循環理論と呼ばれる。非線形動学や複雑系の結果として特徴的なのは、リミットサイクルによって表される自励振動解や、カオスと呼ばれる不規則な現象、分岐やカタストロフィーのような解の安定性の崩壊といったものである。これらの現象は力学系からしばしば内生的に発生するのであり、景気循環の内生的な発生を論じるのに大きな効果をもたらすと期待できる。非線形景気循環理論は、90年代頃からその勢いを弱めているが、今述べたような非線形動学の性質からして、非線形動学が内生的な景気循環を扱うマクロ経済理論にとって非常に強力な分析手法となるとみなすのは、現在でも十分に妥当性があると考えられる。

それにも関わらず、現在は非線形景気循環理論の研究は広範なマクロ経済学の中で主流と呼べるものではない。その理由としては、非線形景気循環理論によって得られる結果が極めて規則的であるということが挙げられる。例えば、非線形景気循環理論の最も代表的な結果はリミットサイクルによって表される自励振動解であるが、この解は内生的には構造変化を伴わず、一定の振動を繰り返していく。難解な動学を用いる非線形景気循環理論の意義は、マクロ経済のより複雑で内的な動態を記述することにあるのであり、規則的で安定的な振動解が得られるというだけでは、より簡単な線形動学による分析の利点の方が大きい。

ただし、非線形景気循環理論で通常用いられる手法は、非線形動学や複雑系という分野の中の一部である。すなわち、より積極的に非線形動学の応用を考察することで、非線形景気循環理論の意義を強調することができると期待できる。

本論文では、景気循環理論における「時間」に関して、非線形動学のいくつかの概念を検討する。その概念とは、変数の「時間スケール」、浮き沈みを繰り返す諸力の「周期」、好況と不況のそれぞれの局面における「循環の速さ」の3つである。

1つ目の「時間スケール」とは、経済変数間の変化の速さの差異を考慮するものである。経済変数の中には、変化が速いものと遅いものが存在する。これらの区別をつけることで、より現実的な分析を行うことが可能になると思われる。

2つ目の「周期」とは、内生的な振動や外力が持つリズムである。経済の内的なメカニズムであろうと、経済の外部の諸力であろうと、常に一定の水準で働くわけではない。必ず浮き沈みがある。このように、経済変動を形作る諸力を「波」として捉えるならば、その「周期」を考察することは大きな意義がある。

3つ目の「循環の速さ」とは、景気の変動の激しさの区別である。例えば同じ不況であっても、

短期間で急激に落ち込む恐慌と、長期に渡って停滞が続く景気後退とは、経済現象としては異なるものである。このような景気変動の速さに注目することで、好況や不況といった現象をより深く理解することができる。

本論文は4つの章からなり、このような3つの「時間」に関する概念を主眼としている。第1章は「時間スケール」、第2章では「周期」、第3章では「循環の速さ」が導入される。

第1章は、グッドウィン成長循環モデルに関して、技術進化を加えることで3次元体系へと拡張する。3次元体系における動学は、2次元体系よりも遥かに多様な結果が得られる。技術進化を加えるための拡張は単純であるが、それにも関わらず、複雑な挙動が生じる。まず、グッドウィン成長循環モデルの特徴であるリミットサイクルの発生は、3次元モデルでも保たれうることが論証される。しかし、技術進化の変数は雇用率や賃金シェアと比べるとゆっくりと変化する「遅い」変数だとみなせる。このような視点から「時間スケール」を導入すると、動学は著しく変貌する。リミットサイクルへの収束の代わりに、螺旋状に段々と収束していくように見える一方で、実際はカオス的な不規則な挙動が発生する。

第2章では、非線形乗数・加速度モデルが議論の対象となる。このモデルは、非線形項を持つファン・デル・ポール型の方程式として表され、様々な条件によってリミットサイクルやカオス・アトラクタといった興味深い結果が得られる。この章では、モデルに設定される外力に着目し、外力が変動するケースや外力が複数存在するケースが議論される。非線形乗数・加速度モデルの外力は固定的な周期を持つ1つの波として表されることが多いが、どのような外力が存在するかということがモデルの挙動を大きく変更することが分かる。また、短期的な循環と長期的な趨勢との双方が重ね合わさることで経済成長率の変動が生まれることが論証される。この議論によって、経済の内生的なメカニズムと外力、短期的な循環と長期的な趨勢の間の相互作用が重要な役割を果たすことが分かる。

第3章では「循環の速さ」が対象となり、カタストロフィー理論による拡張が議論される。レギュレーション・アプローチに基づく不況の動態のモデルを、カタストロフィー理論の1つであるくさびカタストロフによって拡張することで、好況と不況の両方の動態を論じることが可能になる。それにより、複数の質的にことなる成長経路の可能性が導出される。くさびカタストロフによって、好況と不況のそれぞれにおいて急激な変化が生じる可能性が示されるが、不況における急激な変化は大きな落ち込みとなりやすい一方で、好況においてはそれほど大きな上昇とはなりづらく、むしろ急激な変化そのものが起きないことも多いことが示唆される。このように、くさびカタストロフを用いることで、好況と不況を統一的に同一のロジックで説明することが可能になるが、この視点はレギュレーション・アプローチの手法と同じであり、本章の議論はカタストロフィー理論がレギュレーション・アプローチにおいて有用な数理モデルを提供することを支持する例とみなすこともできる。

第4章は、第3章と同じく「循環の速さ」とカタストロフィー理論の考察であるが、第3章とは異なるくさびカタストロフの景気循環モデルを拡張する。ここでは、ヴァリアンによる景気回復の過程のモデルを取り上げる。ヴァリアンの議論では、くさびカタストロフによって景気の落ち込みからの回復の速さが区別され、視覚的に示されている。本章ではインフレ率の変化率を新たに考察に加える。その結果、3次元体系であったヴァリアンのモデルは4次元体系となる。本章では燕の尾カタストロフを用いることで4次元体系を数理化する。その結果、急激な変化は不況のときには起きるが、好況のときには起きないと考えられること、燕の尾カタストロフの効果によって極めて多様な成長軌道が実現しうることが示される。燕の尾カタストロフは経済分析においてほとんど使われたことは無いが、このように多様な成長軌道が生じうるという特徴は、成長軌道を決定する経済構造や制度レジームの分類についての考察に一定の見解を与えうると考

えられる。

第3章と第4章で議論されるカタストロフィー理論は、かつては経済学において大きな注目を集めたものの、2000年代には既に過ぎ去った流行とみなされていた。しかしながら、カタストロフィー理論によるモデルと既存の経済理論とを結びつける試みは、十全に行われたとは言い難い。第3章と第4章ではほんのわずかの例しか扱われていないが、ある種の景気循環理論とカタストロフィー理論との接合の意義は決して少なくないことが示されている。さらに、カタストロフィー理論は数学的には幾何学的制御、分岐理論、特異点理論等の様々な手法に繋がる。これらの手法が景気循環理論に新たな知見をもたらすことは大いに考えられる。このような意味でも、カタストロフィー理論の意義は再考されるべきであろう。

第1章から第4章では、それぞれ先に述べた3つの「時間」概念を取り上げ、これらの「時間」概念の導入の効果を議論した。本論文で扱うことのできた議論は非線形景気循環理論の中のほんの一握りであるものの、「時間」概念の再検討と拡張が景気循環の分析の枠組みに多様な知見をもたらす可能性を示している。本論文の議論に従えば、今日では非線形景気循環理論は主流ではないとしても、こうした「時間」概念の使用によって発展していく余地は十分にあると思われる。また、そうした発展は、複雑なシステムであるマクロ経済の理解に貢献するものと期待できる。