

平成14年11月12日

早稲田大学大学院
経済学研究科委員長
森 映雄殿

博士論文審査報告書

早稲田大学経済学研究科博士後期課程において、永田 良教授の研究指導の下に修業した横尾昌紀君提出の博士学位取得申請論文

非線形経済動学論集

: Essays in Nonlinear Economic Dynamics

について審査を終了致しましたので、以下にその結果を報告します。

記

1. 審査判定：

上記論文を博士学位論文審査委員会において厳正に審査した結果、以下具体的に記する理由により審査委員全員の一致した見解として本論文が博士学位授与に十分値するものであるとの判定に至りました。

2. 論文内容の評価：

* 総体的評価

本論文は、経済の複雑かつ多様な挙動を説明する一つの見方として、近年、経済動学理論の分野で極めて大きな注目を集め今や中心的なテーマの一つとなっている非線形動学に関する研究である。複雑な挙動は経済の色々な側面で観察されるがそれらを説明するための方法として一方でモデルの柱に線形構造を採用しながらそこに確率的な要素を導入して複雑性を後づける方向があり他方に確率的要素を伴わずプロセス自体は決定論的であるもののモデルの非線形性によって複雑な挙動を把握しようとする立場がある。最近では両者の中間形態として非線形モデルに確率的要素を導入して複雑性を捉えようとする動きも見られるが本論文はあくまで決定論的立場に依拠するものであり前二者のうち明白に後者の流れに位置するものである。

この立場は経済で観察される複雑性を、多く数学上のカオス概念によって捉えるのが特徴である。すでに早く1980年代頃より世代重複モデルや成長モデルを中心として色々な論脈においてカオスの発見が語られ始めていた。そして当初は数値解析やリー・ヨークの基本定理に依拠していた分析手法も近年次

第に理論的な洗練・高度化がなされて来ているが、本論文もその精緻化の流れの中で大きな貢献を行ったものとして高く評価することができる。その貢献は新たなモデルによってこれまで考察されたことのない経済システムの側面に光を当てるといふよりカオスの発生に焦点を当てた従来の分析方法に新しい見方を提供しそれにより従来示すことのできなかった種々の結果を導いているところに求められる。もとよりその新機軸は多岐にわたり、かつとりわけ数学的な意味での専門性が高いものであるので詳細は次節以降に譲るが、基本的には多様な経済現象に共通するカオス発生メカニズムの定性理論的研究に大きな進展をもたらしたものと言うことができる。

* 本論文の特徴

本論文はカオスの様相が幅広く経済現象の中に潜んでいることを明らかにすべくいくつかの経済現象を対象として分析を行っている。すなわち、そこで採り上げられるのは世代重複モデル（1章）、蜘蛛の巣モデル（2, 3章）および内生的景気循環モデル（4, 5章）の3つである。各章の叙述は、経済モデルの設定、数学的処理、結果の経済学的解釈という3段階の判然とした分類の下に明快に行われている。そして、筆者の本来の問題意識が様々な経済現象の複雑性に共通の発生メカニズムを考察することから、ここで述べられている各章は決して個々別々の研究の寄せ集めではなくとりわけ分析手法に関し相互に種々の関連をもっている。そのことが自ずから、論文全体に方向性・一貫性を与えている。

個々の章で行われている研究はいずれも関連する経済学や数学の文献をよく渉猟した上でなされているが既存研究の単なる紹介・解説というサーベイにとどまるものではなく、全てオリジナルな成果を含んでいる。そしてそのオリジナリティはオープン・クエスチョンの解決というものと異なり独自の問題意識にもとづき分析を行うことで独自の結果を導くという形で表れている。さらに、ここで得られている成果は、以下の各論的評価で詳しく述べるように、単に結果の新しさにとどまるものではない。結果に至る推論過程や論理展開上の技法における独創性にも顕著なものがありこの種の研究の先鞭を付ける可能性のある先端性を内包しているといえる。それから付言すべきは、本論文で行われている研究の多くが、その専門性に関しすでに一定の客観的評価を得ていることである。実際、5編の論文のうち3編までが査読付専門雑誌に掲載ないし掲載予定のものである（Journal of Economic Dynamics and Controlに2編、Journal of Economic Behavior and Organizationに1編）。

* 各論的評価

以下、各章の内容に立ち入って本論文の具体的な貢献を述べる。

〈第1章〉: Chaotic Dynamics in a Two-Dimensional Overlapping Generations Model

本章では、生産と政府を伴う世代重複モデルにおける動学的過程を大域的に分析する。そして離散時間型の2次元モデルにもとづきそこにカオスが発生することを理論的に検証している。ここでの重要な貢献は次の2点に見い出されると思われる。

1つは、従来、この種のモデルでは低次元の場合についてのみカオスの存在が証明されていたにすぎず高次元についてはその存在が数値シミュレーションで示唆されるにとどまっていたのだが、ここで初めて（一定の条件下ではあるものの）、高次元においてそれを理論的に厳密に証明したことである。もう1つの点はその証明の際に用いた方法である。すなわちそれは「特異摂動法」(singular perturbation method)を分岐理論と組み合わせたもので筆者独自の開発になるものである。特異摂動法は1980年代に提唱されその後色々なバリエーションで種々の分析に適用されているがここに筆者により提供されたものはカオスの存在証明のために汎用性の高い極めて強力な手法といえる。実際、この手法は第3章の議論の中でも有効に使われている。

他方、カオスの存在を支えるための十分条件としてモデルのパラメータ（私的部門の貯蓄率）に要求される量的制限がモデルに占める政府の比重を極端に大きくすることを意味しその点で経済学的には若干の問題を含んでいるように思われる。

〈第2章〉: Complex Dynamics in a Cobweb Model with Adaptive Production Adjustment

ここでは通常の蜘蛛の巣モデルにおいて、供給者にある種の「慎重な」行動様式を仮定するとき、見かけ上単純な1次元非線形のモデルがカオスを生み出すことを理論的に示している。そして数値計算により生産調整速度が速いほど、また需要の価格弾力性が小さいほどカオスの変動が起こりやすいことを明らかにしている。

ここで特徴的なのはカオスの概念が通常のものとは異なり双曲型不変集合に依拠する点である。このことのためにホモクリニック分岐の使用が可能となりそれにより観測可能カオスの検証も同時に行われることとなる。このようなホモクリニック分岐の手法の導入は経済学の文献上これが最初であると思われる。この手法は本来高次元系モデルで使われるものであるがここではそれを低次元系モデルに応用して精密な結果を導いたのであり、その独創的な発想はこの種の研究に大いに寄与するものと思われる。

尚、供給者の「慎重な」行動についての経済学的な根拠が十分論ぜられていないことに若干の憾みを残す。

〈第3章〉：Stability, Chaos and Multiple Attractors ; A Single Agent Makes a Difference

本章では前章で考察した蜘蛛の巣モデルにおいて、「慎重な」供給者集団の中に1人でも行動様式の異なる主体（「素朴な」供給者）が加わるときモデルの動学的性質に大きな変化が現れることを示している。

「素朴な」供給者集団の中に「慎重な」供給者が1人でも加わるとモデルの動態において発散が抑えられることは知られていたが、その逆のケースについては定量的な観点からのみ変化の存在が示唆されているにすぎなかった。それに対しここでは定性的な意味での変化を論証して非対称的な結果を得たことが大きな貢献として評価されるであろう。そしてその結果の導出に当たり筆者の開発になる前述の手法（第1章）が成功裏に使われている点も特筆すべきであろう。

近年、学界では経済主体の集合に異質性を導入したとき生ずる動学的変化が注目を集めそれについての研究が盛んになりつつあるがここでの研究はその流れを押し進める一つの貢献とも見ることができる。

ただ、ここでの異質性は「素朴な」供給者と「慎重な」供給者の2類型の間でのみ捉えられており他の可能性に関する論及がないこと、並びにここでの異質性による動学的性質の変化の表現に一部過大な部分が見られること等いくらかの問題点もあるように思われる。

〈第4章〉：Threshold Nonlinearities and Asymmetric Endogenous Business Cycles

ここでは、企業間に知識のスピルオーバー効果が存在することおよびイノベーション過程に時間が要せられることを前提として構築された内生的景気循環モデルにおいて、任意周期の非対称的な周期サイクルが生じることを示している。ここでの貢献は次の3点にあると思われる。

1つはこれによって実際に多くの先進諸国で見られる非対称的な景気循環現象に対し一つの説明モデルが提示されたことである。2つ目は分析過程で使われた不連続な区分的線形写像である。というのもこの特徴的な写像は近年、非線形時系列の分野で注目されているTAR (threshold autoregressive) モデルの一つの理論的基礎を与えるものとして見ることができるからである。最後に、ここで提案されている拡張率という位相不変量である。これは動学的特性をとらえるために考案されたものだが単なる理論概念という枠を越えて実証分析への使用可能性が見込まれる有望なものであり景気循環の計量分析に資することが期待される。

他方、理論構築に際し、経済主体（企業）がイノベーションプロジェクトの投資において企業規模に比して非常に大きな sunk cost を伴う場合しか考えられていない点で若干の問題を残すように思われる。

〈第 5 章〉：A Note on Heterogeneity-Induced Chaos

本章の問題意識は 2 章に対する 3 章のそれに似ている。すなわち 4 章で論じたモデルに異質性を導入したときモデルの動学的特性がどう変わるかを問題にしている。ここで考えられている異質性は、企業の生産関数に関するものであるがその導入により事態はかなりドラスティック変化する。

すなわちそれにより前章で発生した写像の不連続性が解消してモデルは連続写像で記述されることになるのである。これにより位相的カオスが発生することが論証され、さらにその異質性の捉え方によっては観測可能なカオスの存在も検証できることが例示される。異質性が動学的特性に与える影響を印象的な形で示した理論的研究として大いに評価される。

またここで得られた結果はパラメータの値のとりかたで前章の結果を示すことになる。その意味で本章の研究は正に前章のその一般化となっている。プラクティカルな観点からは、これにより実際に見られる非対称的な景気循環現象に対して多面的な説明が提供されるようになるわけで、この点も一つの貢献と見ることができるであろう。

3. 批評的コメント：

以上、逐一内容に関する論評を与えてきたが、最後にその全体に対して批評的コメントを与え、同時に今後の研究に向けていくらかの要望を記しておこう。

前述の各章の評価において考えられる問題点を指摘したが、本論文が純粋理論の研究であることを勘案すればいずれも内容それ自体の本質的な瑕疵を示すものではないと思われる。しかしながら、本論文全体としての完結性という点で見ると、ここでの研究が非線形動学理論全体の流れの中でどの様に位置づけられ、またどの様な意義を与えるかについて十分な説明がなされていないように思われる。このことについては例えば一つの章を別に設けてそこである程度詳しく述べるという行き方がとられても良かったかと思われる。

また、研究の性質上、論述が高度に数学的になるのは当然のことではあるが、そこで主張される抽象的概念が現実のどの様な現象に対応して考えられているのか、はっきりしない場合がいくらか目に付く。そのため結論として提出される事柄のいくつかについてはその現実的インプリケーションが明瞭に把握されないという憾みを残す。これについては、厳密性をいくらか犠牲にしても大まかな例えなどを用いて読者にイメージを与えるような努力をすべきではなかったかと思われる。

次に、筆者の今後の研究に向けて若干の要望を述べておこう。本論文で行われた研究の改善という観点からはすでに前節の各論的評価の項で指摘を行った

のでここではより大所的観点から若干の意見を与えておく。

非線形動学は当初はマクロダイナミックスが研究対象の中心であったが、本来これは経済諸側面の複雑な挙動を分析するものであるから、対象はもっと広げられて良い。実際、近年、理論の分野で大きな比重を占めるに至っているゲーム論的分析の論脈においてもカオスの挙動は十分語られうるテーマであるし事実それに関する研究も出始めている。本論文の研究は特定の経済現象ではなく非線形動学理論そのものへの有効な分析視角・分析手法に焦点を置いているのであるからこのような問題に対してもアプローチの可能性を探ることは可能であるしまた意味があることであろう。実際、筆者はここで述べられた手法の一部を応用して空間経済学(都市経済学)の問題を分析しているようであるが、今後もこのような多方面への積極的な研究参加を望むものである。

以上

博士学位論文本審査委員会

主査： 永田 良

副査： 荻沼 隆

笹倉 和幸

藤森 頼明