

平成 22 年 6 月 11 日現在

研究種目：基盤研究(C)
研究期間：2007～2009
課題番号：19530261
研究課題名（和文） 複素ロジスティック方程式を応用した複雑系経済学の構築
研究課題名（英文） Construction of Non-linear Economic Dynamics by Applying Complex Logistic Equation

研究代表者

西垣 泰幸 (NISHIGAKI YASUYUKI)
龍谷大学・経済学部・教授
研究者番号：20180599

研究成果の概要（和文）：

複素ロジスティック方程式の解の大域的構造の研究と、その成果を応用し経済データに潜む複雑な動態を解明するとともに、複雑系経済モデルや、複雑系の時系列分析を改善した。具体的には、複素ロジスティック方程式の応用により、「新 S-カーブ理論」の構築、新しい複雑系経済モデルの構築と政策的含意の研究、 n 次元リミットサイクルの複雑系経済モデルへの応用と政策的含意の研究、複素ロジスティック微分方程式を基礎とする計量研究を行った。

研究成果の概要（英文）：

In this project, we investigated global structure of Complex Logistic Equation and, by utilizing its out-come, we studied the complicated dynamics inherent in the economic time-series and tried to improve non-linear economic dynamic model and time-series empirical analysis. By applying Complex Logistic Equation, focuses of the studies are on 1) construction of the 'new S-curve' theory, 2) construction of the new non-linear economic dynamic model and studies of its policy implications, 3) applications of n -dimension limit cycles to non-linear economic dynamic model and investigation of its policy implications, 4) empirical studies based on complex logistic equation.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2008 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2009 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：経済学・経済政策

キーワード：複素ロジスティック方程式、複素力学系、複雑系経済学、カオス、非線形マクロ経済動学、新 S - カーブ理論

1. 研究開始当初の背景

| 複雑系の経済動学理論においては、実ロジ

スティック方程式がもたらすカオティックな変動や、リミットサイクルモデルを応用した不規則な景気循環や経済変動に関する分析を中心として研究成果が蓄積されてきた。

本研究グループは、これまで、平成16年度から18年度までの3年間、科学研究費プロジェクト『複雑系・進化動学理論の社会・経済への応用（萌芽研究、課題番号16653021）』において研究を行ってきた。そこにおいては、ロジスティック方程式 $dN/dt = \alpha N(1-N)$ において、 N, t を複素数により表現した複素ロジスティック方程式の解の大域的構造、経済現象への応用に関して検討を行い多くの成果を蓄積してきた。

この成果を利用することにより、複雑系の経済動学分析に新たな複雑性のエンジンと、より柔軟で分析力のある体系を導入することができる。

2. 研究の目的

複素ロジスティック方程式の解の大域的構造の研究を一層進展させるとともに、これらの成果を応用して経済データに潜む複雑な動態を解明し、既存の複雑系経済モデルや、複雑系の時系列分析を改善する。より具体的には、複素ロジスティック方程式を応用することにより、「新S-カーブ理論」の構築、

経済事象に見られる複雑性の解明のため、新しい複雑系経済モデルの構築と政策的含意を研究する。また、A. Duady と T. Ito の $C^n, n \geq 2$ の複素微分方程式に対するPoincare-Bendixon型定理を経済学のモデルに適用して、 n 次元リミットサイクルの複雑系経済モデルへの応用と政策的含意の研究をおこなう。これらの理論的・定性的研究を補完するため、さらに、複素ロジスティック微分方程式を基礎とする計量研究を行い、有限期間における解の発散、発散点近傍における周期性などの特性を応用した複雑性の実証研究を進める。

3. 研究の方法

(1) 経済事象の複雑性の解明に関して、複素ロジスティック方程式を応用した、GDP、株価、金利、為替レートなどをはじめとする経済データの複雑な変動を説明する方程式の構築に取り組む。その考察に基づき、複雑な経済変動を規定する、資本蓄積、消費、投資、雇用などの動学的な変動を、複素ロジスティック方程式の応用により体系化し、新しい複雑系経済モデルの構築を進める。そこで得られた定性的な結論を数値解析により検証する。

(2) 新S-カーブ理論の構築については、各国の人口データ、金融資産残高、実物資産

残高などのストック時系列データの検討結果に基づき、それらの蓄積を規定する複素ロジスティック方程式の検討を進め、数値解析によりその妥当性を検証する。

- (3) n 次元リミットサイクルの複雑系経済分析への応用に関しては、2次元複素微分方程式を基礎とする景気循環モデルの検討を進める。
- (4) 複雑性の実証分析においては、金利や為替レートなどの金融市場データや、工業生産高の時系列変動に関する非線形計量分析を進めるとともに、複素ロジスティック方程式の解の大域的挙動を利用した計量分析を進める。

4. 研究成果

西垣、西本、寺田は、複素ロジスティック方程式の解軌道をパラメーター付きパターン化 (patternized recognition processing with parameters) して分類した知識ベースを構築して、現実の経済データに現れる景気や金融変数の複雑な経済事象との適合性比率の計測することにより、新たな複雑性の実証分析を一層進め、この成果を国際会議 (2009 Singapore Economic Review Conference) にて報告した。

西垣と佐竹は、日本の景気循環を非線形動学理論に則して実証的に検証するため、GDPデータ、工業生産額、株価などの複雑な循環的振動を示す時系列データを用いて、リミットサイクルの存在に関する実証分析を進め、その成果を国際学術雑誌に掲載した。

寺田、西垣、伊藤、新井は、複素ロジスティック方程式の経済学への応用研究として、粗鋼などの鉱工業生産データ、金融・実物資産などの資産ストックデータなどのデータを解析し、シミュレーション研究を進めることにより、新S-カーブ理論の構築をより進めた。この成果は、今後国際会議で発表するとともに、学術雑誌に掲載する予定である。

伊藤は、A. Duady と T. Ito の $C^n, n \geq 2$ の複素微分方程式に対するPoincare-Bendixon型定理を応用することにより、 n 時限リミットサイクルの研究を行うとともに、複素ロジスティック方程式の解の大域的構造の解明を進展させた。

寺田は、ケインジアン動学を非線形動学として分析するために、リエナール微分方程式とファン・デル・ポール微分方程式の数学的特性を進展させ、それを拡張した非強制ダウニング振動子への応用研究とその解の分岐に関する研究を行い、論文にまとめた。

5 . 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 12 件)

[1] Y. Nishigaki, H. Nishimoto and H. Terada, “An effective approach of non-linear macro-economic dynamics with Complex Logistic Knowledge Base Systems”, mimeo. (投稿中)

[2] T. Ito, B. Scardua and Y. Yamagishi, “Transversality of linear distributions with spheres in the complex space”, mimeo. (投稿中)

[3] T. Ito and B. Scardua, “A non-existence theorem for Morse type holomorphic foliations of codimension one transverse to spheres”, *International Journal of Mathematics*, to appear. (査読有)

[4] M. Satake, D. Maki and Y. Nishigaki, “Limit Cycles in Japanese Macroeconomic Data: Policy Implications from the View of Business Cycles”, *International Journal of Japan Economic Policy Associations*, forthcoming (査読有)

[5] T. Ito, “The eigenvalues of the $(n-1) \times (n-1)$ Hermitian matrix $(\frac{\partial^2 l}{\partial z_i \partial \bar{z}_j})$ of the distance function l between

a leaf of L of a holomorphic foliation $\mathcal{F}(\omega)$ and the origin of $\mathbb{C}^n, n \geq 3$ ”, *The Ryukoku Journal of Humanities and Sciences*, Vol.31, 2009, pp.71-78. (査読有)

[6] H. Terada, “A Theory of Logistic Curve – To explain the Transition of Japanese Economy after World War –”, *Ikoma Economic Review* (生駒経済論叢), Vol.7, 2009, pp.433-447. (査読有)

[7] T. Ito and B. Scardua, “Holomorphic Foliations Transverse to Manifolds with

Corners”, *Discrete and Continuous Dynamical Systems*, Vol.25-2, 2009, pp.537-544. (査読有)

[8] H. Uchida and M. Satake, “Market discipline and bank efficiency”, *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*, Vol.19, 2009, pp.792-802.(査読有)

[9] H. Terada, “Nonlinear Keynesian Dynamics and Chaos”, *Ryukoku Journal of Economic Studies*, Vol.48, 2009, pp.49-62. (査読有)

[10] T. Ito and B. Scardua, “On the Poincare-Hopf Index Theorem for the complex case”, *The Open Mathematics Journal*, 2008-1, pp.1-10. (査読有)

[11] T. Ito and B. Scardua, “Codimension one holomorphic foliations transverse to spheres”, *The proceedings of 10th international workshop on real and complex singularities*, 2008, pp.1-17. (査読有)

[12] Y. Nishigaki, T. Satake and Y. Ikeda, “A Non-linear Approach to Japanese Business Cycles”, *Global Business and Finance Review*, vol.12, 2007, pp.41-50. (査読有)

[学会発表](計 6 件)

[1] Y. Nishigaki, H. Nishimoto and H. Terada, “An effective approach of non-linear macro-economic dynamics with Complex Logistic Knowledge Base Systems”, 2009 Singapore Economic Review Conference, Aug. 8, 2009, Singapore.

[2] Satake, M., D. Maki, and Y. Nishigaki, “Limit Cycles in Japanese Macroeconomic Data: Policy Implications from the View of

Business Cycles”, The 7th International Conference of the Japan Economic Policy Association, 6 Dec, 2008, Doshisya University, Kyoto, Japan.

[3] Toshikazu Ito, Morse type holomorphic transverse to spheres, 10th International Workshop on Real and Complex Singularities, 23 Aug, 2008, San Carlos, Brazil.

[4] Y. Nishigaki, H. Nishimoto and H. Terada, A Complex Knowledge Base System and Its Applications, 4th International Symposium on Management, Engineering and Informatics, June 29-July 2, 2008, Orland, Florida, USA.

[5] Y. Nishigaki, M. Satake and Y. Ikeda, “A Nonlinear Approach to the Japanese Business Cycles”, 10th International Conference of the Society of Global Business and Economic Development, Aug.7-9, 2007, Ryukoku University, Kyoto, Japan.

[6] H. Terada, “Non-linear Keynesian Dynamics and Chaos: An Application of Rineard’s Differential Equation to Economics”, 10th International Conference of the Society of Global Business and Economic Development, Aug.7-9, 2007, Ryukoku University, Kyoto, Japan.

6 . 研究組織

(1)研究代表者

西垣 泰幸 (NISHIGAKI YASUYUKI)
龍谷大学・経済学部・教授
研究者番号 : 20180599

(2)研究分担者

伊藤 敏和 (ITO TOSHIKAZU)
龍谷大学・経済学部・教授
研究者番号 : 60110178

寺田 宏洲 (TERADA HIROKUNI)
龍谷大学・経済学部・教授
研究者番号 : 40121628

西本 秀樹 (NISHIMOTO HIDEKI)
龍谷大学・経済学部・教授
研究者番号 : 70164605

新井 潤 (ARAI JUN)
龍谷大学・経済学部・講師
研究者番号 : 00298738

佐竹 光彦 (SATAKE MITSUHIKO)
同志社大学・経済学部・教授
研究者番号 : 8019620