

令和 3 年 6 月 22 日現在

機関番号：22604
 研究種目：基盤研究(C)（一般）
 研究期間：2018～2020
 課題番号：18K01575
 研究課題名（和文）ゼロ金利制約下の非線形一般均衡動学モデルによる金利の期間構造の数値解析と実証分析

研究課題名（英文）Numerical Simulation and Empirical Study of Term Structure model by nonlinear DSGE model under ZLB

研究代表者
 飯星 博邦（Iiboshi, Hirokuni）
 東京都立大学・経営学研究科・教授

研究者番号：90381441

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：ゼロ金利制約下での非線形ニューケインジアンモデルについて、数値計算シミュレーションとParticle Filterを採用したベイズ推定を行うことで、1983年から2016年までの99年以降のゼロ金利期間を含んだ日本のマクロ経済における金融政策の効果を定量的に計測した。また、ゼロ金利政策下で、日本の中央銀行が採用する金融政策ルールの特長について、フォワードガイダンスの可能性も含めて検証した。また、この非線形ニューケインジアンモデルの金利の期間構造への拡張については、長期金利のプレミアムリスクの非線形部分を対数線形化する先行研究があるので、これに基づいて、本研究は継続される予定である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本ではゼロ金利政策は99年以降、現在に至るまで約20年間、常態化している。しかしながら、政策金利をゼロに固定化している場合、金利の上昇や下落の反実仮想を、実際のデータを用いて行うことは容易ではない。本研究は、この反実仮想により金融政策の効果を推定している。本研究の学術的意義は、反実仮想を数値計算・推定で行っている点であり、また社会的意義は、現代日本のマクロ経済政策に指針を提示している点である。

研究成果の概要（英文）：We quantitatively measured the effects of monetary policy on the Japanese macroeconomy from 1983 to 2016, including the zero-interest-rate period since 1999, by conducting numerical simulations using parallel computing capabilities in Matlab and Bayesian estimation employing Particle Filter for a nonlinear New Keynesian model under the zero-interest-rate constraint.

We also examined the characteristics of the monetary policy rule adopted by the Japanese central bank under the zero interest rate policy, including the possibility of forward guidance. Regarding the extension of this nonlinear New Keynesian model to the term structure of interest rates, this research will be continued based on previous studies that log-linearize the nonlinear part of the premium risk of long-term interest rates.

研究分野：計量経済学

キーワード：非線形マクロ動学モデル ベイズ推定 動学的一般均衡モデル ニューケインジアンモデル ゼロ金利制約 金融政策ルール

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

● 学術的背景 (経済理論モデル)

- **金利の期間構造モデル**は、リスク中立確率測度の下での無裁定条件を用いた**アフィン型金利期間構造モデル**が主流であった。これは無リスク金利と実現した金利の差である「リスクの市場価格」を確率過程モデルで扱うため、合理的期待マクロ経済モデルの導入が困難であり、先行研究がわずかしかない状況である。
- Rudebusch and Swanson (2012)が、Epstein and Zin (1989)が提案したリカーシブ効用関数(リスク回避と代替弾力性の分離)を用いたスタンダードなニューケインジアンモデルによる**異時点間代替性**を用いた**stochastic discount factor**を算出し、これから金利の期間構造を導出する。すなわち、現代風のマクロ経済学的な観点から、金利の期間構造の解釈と政策分析が可能となった。(Ajello and Tanaka, 2017)
- ゼロ金利などを扱う**非線形ニューケインジアンモデル**の数値計算を用いた解析的な研究とこれを推定する研究が昨今、隆盛してきている。(Richter et al. 2014, Iiboshi and Shintani, 2017)

● 学術的背景 (数値計算処理モデル)

- この数年、コンピュータのハードウェアと数値計算ソフトウェアの急速な進展に伴い、今まで研究着手が困難であった複雑な数理モデルの解析方法やその数値的な推定法に関する研究文献が、**コンピュータサイエンスや統計学の分野**を中心に急増している。(Chopin, 2002, Chopin et al. 2012)
- このブームは欧米の動学マクロ経済学の分野に波及し、ゼロ金利制約や非対称的な費用関数などの**非線形現象を数値解析する方法**に関心があつまり、この解析方法と推定法の研究がしのぎを削っている。これらの数値研究で中心を占める手法は、(CPUを多く持つ)**大型計算機による並列計算法**である。(Fernandez-Villaverde et al. 2016, Herbst and Schorfheide, 2014, 2015)
- 現在、**日本経済**は、20年近く**のゼロ金利政策、デフレ経済、さらに潜在成長力の低迷**に遭遇している。これらの現象は従来どおりの線形化可能なマクロ経済モデルではなく、**複雑に入り組んだ非線形なマクロ経済モデル**として表現される。(Iiboshi 2016, Iiboshi and Shintani 2016, Iiboshi et al. 2017)

2. 研究の目的

● 研究課題の核心をなす学術的「問い」

- **ゼロ金利や価格硬直性の非対称性**という**非線形現象**の中で、政策担当者が金利の期間構造まで射程に入れた場合の金融政策の効果が、従来の線形モデルでしか扱わなかったケースと比較して、どのような相違が存在するのか。
- もし非線形現象と線形の間で相違する時、金融政策担当者はどのような事項を考慮にいれて(社会的厚生を最大化するという意味で)最適な金融政策を実施すべきか。
- ゼロ金利制約下で、ニューケインジアンモデルに金利の期間構造を入れた場合と入れない場合で、金融政策の反応はどのように相違するのか。期間構造のマクロ経済モデルにおける位置づけとゼロ金利制約の意味。

- **本研究の目的および学術的独自性と創造性**

- **目的:** ゼロ金利制約下での非線形ニューケインジアンモデルによる金利の期間構造(ゼロクーポンボンドのイールドカーブ)モデルの数値的解析と日本経済の推定およびイールドカーブに対する金融政策シミュレーションを行う。
- **本研究の核は、**並列計算処理機能を有する大型計算機の導入であり、これを利用した非線形マクロ経済モデルの均衡解の解析とその推定である。まずは、並列処理機能(CPUを40個程度)をもつ大型計算機を設置して、下記の項目を実施する。
 - ◆ **並列計算機能を有する数値計算ソフトMatlabやPythonによる非線形モデルの解析法と推定法の既存の手法の検証と開発・改良の実施。**
 - ◇ 非線形モデルの政策関数の解析法: policy function iteration, Projection method など.
 - ◇ 非線形モデルのパラメータの推定法: Sequential Monte Carlo method など.
 - ◇ 非線形モデルの非観測変数(内生変数、状態変数)の推定:- Particle filter など.
 - ◆ **基本モデル:** Epstein and Zin (1989)が提案したリカーシブ効用関数(リスク回避と代替弾力性の分離)を用いたニューケインジアンモデルによる金利の期間構造モデル。(Rudebusch and Swanson, 2012)
 - ◆ **基本モデルの拡張**
シンプルな(canonical) 3本のニューケインジアンモデルに、資本・賃金の導入、経済摩擦の導入を図り、実用に耐えるモデルの構築。
 - ◆ **独自性と創造性:**
 - ◇ 従来の非線形モデルは摂動法が主であったが本研究は、Richter et al. (2014)提案手法に基づいたより複雑な政策関数の形状が扱える射影法(projection method)を採用する。
 - ◇ ゼロ金利制約下での非線形ニューケインジアンモデルと金利期間構造モデルの接合。
 - ◇ 非線形モデルでのリカーシブ効用関数による期待値の計算。
 - グリッドで構成された非線形の形状をもつ政策関数から期待値を導出する。

3. 研究の方法

- **研究方法: 大型計算機を用いた並列計算による計算処理の高速化・効率化**

- **モデル:** Epstein and Zin (1989)が提案したリカーシブ型効用関数(リスク回避と代替弾力性の分離)を用いたニューケインジアンモデルによる金利の期間構造モデルを採用。
- **解法・パラメータと内生変数の推定の3点を並列処理を用いた同時推定の実施。**
 - ◆ 非線形の合理的期待モデルの**均衡解の解法:** 射影法による政策関数の数値解析
 - ◆ 非線形モデルの**パラメータ推定:** Sequential Monte Carlo (SMC)法を採用
 - ◆ 非線形モデルの**非観測変数の推定:** Particle Filterを採用

従来のMCMCによるベイズ推定では並列処理ができず高速化効率化ができないが、今回提案する手法はこの欠点を打開する画期的数値計算法であり、世界的に類例がほとんどない。

4 . 研究成果

当初に掲げた目的の全ては達成していないものの、欧米の先進的研究者が利用している数値解法の習得と、それを起動させるための基盤となる環境設備(多数 CPU をもつ大型計算機と計算ソフトウェア(Fortran, Julia, Matlab))の構築には、その3年で達成しえた。

その成果として、非線形ニューケインジアンモデルを使い、日本のマクロ経済における99年以降のゼロ金利期間を含んだ1983年から2016年までの金融政策と自然利子率の関係を計測・推定し、日本における長期的停滞の原因について、定量的に示した。この研究については、Journal of Money, Credit and Bankingに掲載予定である。

また、今回蓄積した数値計算技術は、現在 進行中の研究に受け継がれている。これを利用した幾つかの研究は19年度、20年度に日本経済学会で報告した。または、18年度、19年度とCEF等の国際学会でも報告を行った。また、進行中の研究として、ヘテロエージェントを用いた長期におよぶ社会保障制度と財政収支の均衡をもたらす政策シミュレーションがある。この研究は今秋に経済学会に報告予定である。

当然、当初に掲げた研究課題について、深淵であるだけに3年間の短い期間は十分に達成できなかった。この解決に向けて今後もこの研究は継続する予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Hirokuni Iiboshi, Mototsugu Shintani, & Kozo Ueda	4. 巻 NA
2. 論文標題 “ Estimating the Nonlinear New Keynesian Model with the Zero Lower Bound for Japan, ”	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Money, Credit and Banking (forthcoming)	6. 最初と最後の頁 NA
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ryo Hasumi, Hirokuni Iiboshi, Tatsuyoshi Matsumae and Shin-Ichi Nishiyama	4. 巻 1
2. 論文標題 Source of the Great Recession	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 In: Stelios Markoulis (Eds.) Financial Crises, INTECHOPEN LIMITED, London, UK, ISBN 978-1-78923-857-0	6. 最初と最後の頁 1-21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5772/intechopen.90729	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Hasumi Ryo, Iiboshi Hirokuni, Matsumae Tatsuyoshi, Nakamura Daisuke	4. 巻 60
2. 論文標題 Does a financial accelerator improve forecasts during financial crises? Evidence from Japan with prediction-pooling methods	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Asian Economics	6. 最初と最後の頁 45 ~ 68
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.asieco.2018.10.005	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件／うち国際学会 3件）

1. 発表者名 江口允崇 ・ 飯星博邦
2. 発表標題 Estimating Fiscal Multiplier in Japan using a Markov Switching DSGE model with Fiscal and Monetary Policy Regimes ”
3. 学会等名 日本経済学会秋季大会（立正大学）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井田大輔・ 飯星博邦
2. 発表標題 "The Interaction of Forward Guidance in a Two-Country New Keynesian Model "
3. 学会等名 日本経済学会秋季大会 (立正大学)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 蓮見亮・飯星博邦・新谷元嗣
2. 発表標題 Estimating monetary policy rules and trend inflation by Markov switching DSGE models
3. 学会等名 日本経済学会春季大会 (九州大学)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 R. Hasumi, H.Liboshi
2. 発表標題 A Bayesian Estimation of HANK models with Continuous Time Approach: Comparison between US and Japan
3. 学会等名 Computing in Economics and Finance 2019, at Carlton Univ. in Ottawa, Canada (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H.Liboshi, Y.Iwata, Y.Kajita, N.Soma
2. 発表標題 Time-varying Fiscal Multipliers Identified by Systematic Component: Bayesian Approach to TVP-SVAR model
3. 学会等名 15th International Conference Western Economic Association International (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H.Liboshi, Y.Iwata, Y.Kajita, N.Soma
2. 発表標題 Time-varying Fiscal Multipliers Identified by Systematic Component: Bayesian Approach to TVP-SVAR model
3. 学会等名 日本経済学会秋季大会 (学習院大学)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H.Liboshi, M. Shintani, K.Ueda
2. 発表標題 Estimating a Nonlinear New Keynesian Model with a Zero Lower Bound for Japan
3. 学会等名 Vietnam Symposium in Banking and Finance (VSBF2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------