

令和 5 年 6 月 15 日現在

機関番号：12613

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2022

課題番号：18K12743

研究課題名（和文）非線形DSGEモデルの解法とパラメータ推定

研究課題名（英文）Solution and estimation of nonlinear DSGE models

研究代表者

砂川 武貴（SUNAKAWA, Takeki）

一橋大学・大学院経済学研究科・准教授

研究者番号：10747223

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究期間中に、2本の論文が採択され、1本のワーキングペーパーをまとめた。非線形DSGEモデルの解法および推定手法についてサーベイとしてまとめ、Japanese Economic Review誌に掲載された。また、名目金利の非負制約を考慮した非線形DSGEモデルを用いて米国経済の自然利子率の推定を行い、International Journal of Central Banking誌に掲載された。さらに、非線形モデルの推定に用いるInversion filterの問題点についてワーキングペーパーとしてまとめた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

名目金利の非負制約のような非線形性は、金融政策を行うにあたって非常に影響が大きい。実際に、各国の中央銀行は、2008年の世界金融危機や、2020年のコロナショックにおいて、そのような制約に直面してきた。本研究は、たとえば、自然利子率の計測が、名目金利の非負制約を考慮することで異なり得ることを示した。実質金利と自然利子率の差は金利ギャップと呼ばれ、金利ギャップが正のときは金融政策は引き締め的に、負のときは緩和的になる。本研究は、現実によくの中央銀行が近年直面してきた、名目金利の非負制約が存在する際に、金融政策をどのように行えばよいのかについても示唆を与えるものである。

研究成果の概要（英文）：During the research period, two papers were accepted and a working paper was compiled. A survey on solution methods and estimation techniques for nonlinear DSGE models was summarized and published in the Japanese Economic Review. Additionally, an estimation of the natural interest rate in the U.S. economy was conducted using a nonlinear DSGE model that considers the non-negativity constraint on nominal interest rates, and it was published in the International Journal of Central Banking. Furthermore, the issues regarding the Inversion filter used in the estimation of nonlinear models were compiled into a working paper.

研究分野：マクロ経済学、金融政策

キーワード：DSGEモデル 非線形性

1. 研究開始当初の背景

近年、金融危機以降に各国の中央銀行が直面した名目金利の実効下限制約(ゼロ金利制約)のような非線形性が、経済に与える影響について関心が高まっている。このような非線形性は、これまで用いられてきた一般的な解法では分析することができない。非線形 DSGE モデルを用いて、今まで殆ど行われてこなかった日本や米国のマクロデータを用いたパラメータ推定を行うことは、その学術的価値のみならず、金融政策実務においても非常に有用である。

名目金利の非負制約のような非線形性は、金融政策を行うにあたって非常に影響が大きい。実際に、各国の中央銀行は、2008年の世界金融危機や、2020年のコロナショックにおいて、そのような制約に直面してきた。本研究は、たとえば、自然利子率の計測が、名目金利の非負制約を考慮することで異なり得ることを示す。実質金利と自然利子率の差は金利ギャップと呼ばれ、金利ギャップが正のときは金融政策は引き締め的に、負のときは緩和的になる。本研究は、現実によくの中央銀行が近年直面してきた、名目金利の非負制約が存在する際に、金融政策をどのように行えばよいのかについても示唆を与えるものである。

2. 研究の目的

本研究では、非線形 DSGE 動学的確率的一般均衡(Dynamic Stochastic General Equilibrium)モデルの数値解法とパラメータ推定について、最新の手法をサーベイするとともに、それを適宜拡張して日本および米国のデータに適用することを目的とする。

3. 研究の方法

非線形 DSGE モデルのパラメータ推定は、近年のコンピュータの処理速度の向上と相俟って新しい数値解法の開発が盛んに行われている一方で、モデルの数値解法に時間がかかることから非常に難しく、先行研究の数も少ない。そうした数少ない先行研究では、計算の並列化や、高性能なワークステーションおよび複数のワークステーションを高速ネットワークで接続したクラスターなどを用いた計算の高速化を行っており、本研究でも同様のアプローチを採用した。そのような計算を行うにあたって、自身で購入したワークステーションのみならず、また、東京大学や統計数理研究所のスーパーコンピュータなどを利用した。その際に、最新のプログラミング言語である Julia(<https://julialang.org/>)を用いて、MPI(Message Passing Interface と呼ばれる並列計算の規格)による並列計算を行った。

なお、この一連の作業を行うにあたっては、先行研究である Gust et al. (2017)を参考にしている。具体的には、彼らが公開している Fortran コードを精緻に読み込んで理解し、その大部分を Julia コードに移植するというを行った。この過程で、このような並列化を用いた複雑な推定手法やコードについての理解を深めることができた。

2018年6月に行われた、日本経済学会春季大会において、チュートリアルセッション「非線形 DSGE モデルの解法と推定方法」を共著者と担当した。また、関連した非線形 DSGE モデルのベイズ推定に関する共同研究を行うため、Australian National University に2019年10月、2019年12月の2回滞り、研究を進めることができた。2020年以降はコロナ禍のためそのような外部研究者との交流はやや難しくなったが、オンラインでのコンファレンス発表については引き続き行うなどした。また、大学院生 RA の雇用も積極的に行い、Zoom などのオンラインツールを用いて研究打ち合わせを頻繁に行った。オンラインツールの利用は、そのような共同研究者や RA が海外にいる際にも、研究打ち合わせを行うために非常に便利であり、これからも利用していきたいと考えている。これらの取り組みの結果として、1本のワーキングペーパーはその RA との共著論文となった。

4. 研究成果

本研究期間中に、2本の論文が採択され、1本のワーキングペーパーをまとめることができた。

- (1) 非線形 DSGE モデルの解法および推定手法についてサーベイとしてまとめた "Review of Solution and Estimation Methods for Nonlinear DSGE Models with the Zero Lower Bound" (joint with Yasuo Hirose) が、Japanese Economic Review 誌に掲載された。

この論文では、非線形 DSGE モデルおよびその応用における解法と推定方法を、名目金利のゼロ下限に特に焦点を当ててレビューした。モデルが完全に非線形な場合、解法と

推定方法の両方に反復手順が含まれ、状態変数とパラメータの次元が増加するにつれて計算コストが急速に増大する。そのような次元の呪いにどのように対処するかについても説明した。

- (2) また、名目金利の非負制約を考慮した非線形 DSGE モデルを用いて米国経済の自然利子率の推定を行った"The Natural Rate of Interest in a Nonlinear DSGE Model" (joint with Yasuo Hirose)が、International Journal of Central Banking 誌に掲載された。

この論文では、非線形性がどのようにかつどの程度、名目金利の非負制約の影響を受けて、米国の自然利子率の推定に影響を与えるかを調べた。非線形モデルにおける推定された自然利子率は、グローバル金融危機以降、線形モデルにおけるそれとは大きく異なる結果を示している。この差異は、名目金利の非負制約の影響によるものである。価格や賃金の分散などの他の非線形性は、線形モデルでは捨象されているが、自然利子率の推定には無視できるほどの役割しか果たしていないことが分かった。

- (3) もう1本の論文"Parameter Bias in an Estimated DSGE Model: Does Nonlinearity Matter?" (joint with Yasuo Hirose)の改訂を行う過程で、非線形モデルの推定に用いる Inversion filter に問題点を発見した。具体的には、とくに観測変数の数が多いときに、標準的な Kalman filter で正確な尤度計算が行える線形ガウシアンモデルにおいても、Inversion filter で計算した尤度は Kalman filter で計算した尤度とは異なり、このため DSGE モデルの推定においても推定結果に違いが生じる。この結果を"A Note on Conditional Equivalence of Inversion Filter and Kalman filter in Estimating DSGE Models" (joint with Hiroyuki Kubota)というワーキングペーパーとしてまとめた。

この論文では、Inversion Filter によって計算された構造パラメータの尤度が、標準的な Kalman filter によって計算される尤度と等しい条件を示した。ただし、この条件は、中規模の DSGE モデルにおいて観測変数の数が多い場合には成立しない。また、そのような場合の尤度の差異は、これらのフィルタを使用して DSGE モデルで構造パラメータを推定する際にも異なる推定結果をもたらすことが分かった。

このワーキングペーパーについては、今後行われる国際カンファレンスなどで発表してコメントを反映した後、英文査読雑誌に投稿する予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Hirose Yasuo, Sunakawa Takeki	4. 巻 70
2. 論文標題 Review of Solution and Estimation Methods for Nonlinear Dynamic Stochastic General Equilibrium Models with the Zero Lower Bound	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Japanese Economic Review	6. 最初と最後の頁 51 ~ 104
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jere.12217	査読の有無 無
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 Hirose Yasuo, Sunakawa Takeki	4. 巻 77
2. 論文標題 The Natural Rate of Interest in a Nonlinear DSGE Model	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 International Journal of Central Banking	6. 最初と最後の頁 301 ~ 339
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 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 1件/うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Takeki Sunakawa
2. 発表標題 Forward Guidance as a Monetary Policy Rule
3. 学会等名 The 15th International Conference on Computational and Financial Econometrics (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takeki Sunakawa
2. 発表標題 Credible Forward Guidance
3. 学会等名 Workshop of the Australian Marcoeconomics Society (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 砂川武貴・廣瀬康生
2. 発表標題 非線形DSGEモデルの解法と推定方法
3. 学会等名 日本経済学会2018年度春季大会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takeki Sunakawa
2. 発表標題 The Natural Rate of Interest in a Nonlinear DSGE Model
3. 学会等名 University of Mannheim（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
---------	---------