

令和 6 年 6 月 5 日現在

機関番号：32682

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K13525

研究課題名（和文）イールドカーブの時系列分析

研究課題名（英文）Time Series Analysis for Yield Curves

研究代表者

関根 篤史（Sekine, Atsushi）

明治大学・政治経済学部・専任講師

研究者番号：70779066

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、Nelson-Siegelモデルを用いて、日米のイールドカーブがどのように変化してきたのか、また日米の金融政策がイールドカーブおよびそのファクターにどのような影響を与えたのかについて分析を行った。まず日本については、日銀による国債の保有の増加によって減衰ファクターが下落し、その結果としてイールドカーブが押し下げられた。また、日銀によるマイナス金利政策は水準を大きく低下させ、イールドカーブコントロールは減衰ファクターの変動を小さくした。次にアメリカについては、コロナショック後のFedによる政策金利の上昇は水準だけでなく傾きも上昇させ、その結果として逆イールドを引き起こした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、Nelson-Siegelモデルを用いて、日米のイールドカーブの推定を行った。イールドカーブまたはそのファクターは景気を表す一指標とされており、日米のイールドカーブの理解を通して、景気の状態や金融政策でどのように変化してきたのかについて明らかにすることが出来た。また、日銀がマイナス金利政策を導入したことによって水準が大きく下落し、さらにイールドカーブコントロールを導入したことによって減衰ファクターの変動が小さくなることが分かった。この事実は今後の金融政策の示唆になると思われる。

研究成果の概要（英文）：Estimating the Nelson-Siegel model, this study investigates evolution of the estimated yield curves and the factors, and the effects of monetary policy by the Bank of Japan and the Federal Reserve on the yield curves. In Japan, an increase in holding of Japanese government bonds by the Bank of Japan is associated with a decrease in decay factor of the yield curves, leading to pushing down the whole yield curves. Also, monetary policy by the Bank of Japan significantly affected the yield curves. For example, the negative interest-rate policy decreased the level, and the yield curve control policy decreased volatility of decay factor. In the US, the Federal Reserve increased the federal funds rate to control changes in prices after the COVID-19 pandemic. The increase in the policy rate increased not only the level but also the slope, leading to the inverted yield curve.

研究分野：金融・ファイナンス

キーワード：イールドカーブ Nelson-Siegel 金融政策

## 1. 研究開始当初の背景

日米の金融環境は2000年代以降大きく変化した。日本では、景気後退や日銀による金融緩和政策によって国債の利回りは大きく低下した。またアメリカにおいても、景気後退や Federal Reserve による金融緩和政策によって利回りが大きく低下した。これにより、日米のゼロクーポン債の利回りを残存期間ごとにプロットして描かれるイールドカーブの形状が大きく変化した。具体的には、日米共に、2000年代前半と比較して2010年代後半において、各国債の利回りが大きく下落し、イールドカーブがフラット化した。本研究では、大きく形状が変化した日米のイールドカーブがどのような要因によって変化したのかについて明らかにする。また、日米の金融政策が各々のイールドカーブにどのような影響を与えたのかについて分析を行う。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、大きく分けて二つある。一つ目は、日次イールドデータを用いて非線形最小二乗法を使ってイールドカーブの推定を行うことである。これまでの関連研究では、月次イールドデータを用いて状態空間モデル等で分析が行われてきた。しかし状態空間モデルでは、推定で得られる減衰パラメータは一つに決まる。2000年代以降において日米の国債の利回りは大きく下落したことで、イールドカーブの形状が大きく変化している。よって1990年代と比較して2010年代は、最適な減衰パラメータが大きく下落している可能性があるため、日次イールドデータを用いて減衰ファクターも同時に推定することで、減衰ファクターの推定値の変化をより掴みやすくする。

二つ目は、日本においてイールドカーブファクターの一つである減衰ファクターが持続的に下落した要因を調査することである。減衰ファクターの下落はイールドカーブ全体を押し下げる。日本のイールドデータを用いて、非線形最小二乗法を使い、Nelson-Siegel モデルを推定すると、減衰ファクターの推定値は時間を通じて下落したが、アメリカやドイツ、スイスのイールドデータを用いると、そのような持続的な減衰ファクターの下落は確認出来なかった。よって、本研究では、日本における持続的な減衰ファクターの下落がどのような要因に影響を受けたのかについて分析を行う。さらに、その減衰ファクターの下落がイールドカーブやそのファクター、タームプレミアムにどのような影響を与えたのかについて明らかにする。

## 3. 研究の方法

### (1) 古典的最小二乗法と非線形最小二乗法を用いた Nelson-Siegel モデルの推定

本研究では、日米の日次のイールドデータを用いて、古典的最小二乗法と非線形最小二乗法を使って Nelson-Siegel モデルの推定を行う。ここでは、以下のような手順で Nelson-Siegel モデルの推定を行う。まず、古典的最小二乗法を用いて每期 Nelson-Siegel モデルを用いて推定を行う。ここでは、Diebold and Li (2006)に従って、減衰ファクターを0.0609に固定して推定を行う。次に、非線形最小二乗法を用いて每期推定を行う。ここでは、水準と傾き、曲率だけでなく、減衰ファクターも同時に每期推定する。ここでは、上記のモデルで推定された水準と傾き、曲率、そして固定した減衰ファクターを初期値として推定する。

### (2) レジームスイッチングモデルと動学的 Nelson-Siegel モデルの推定

前述の通り、日本においては、減衰ファクターが持続的に下落していることが確認された。一方、同様の手法を用いてアメリカとドイツ、スイスのイールドデータを使って推定を行ったとしても、減衰ファクターの下落は確認出来なかった。日本におけるこの特殊性を分析するため、ベンチマークモデルとして、二つのレジームのあるレジームスイッチングモデルの推定を行う。このモデルでは、一方のレジームは減衰ファクターと国債の利回りのボラティリティが低い低レジームで、もう一方のレジームは減衰ファクターと国債の利回りのボラティリティが高い高レジームである。本研究ではさらに動学的 Nelson-Siegel モデルの推定を行う。この推定では、減衰ファクターについても同時に推定を行う。そして減衰ファクターショックに対する国債の利回りとタームプレミアムのインパルス応答の分析を行う。

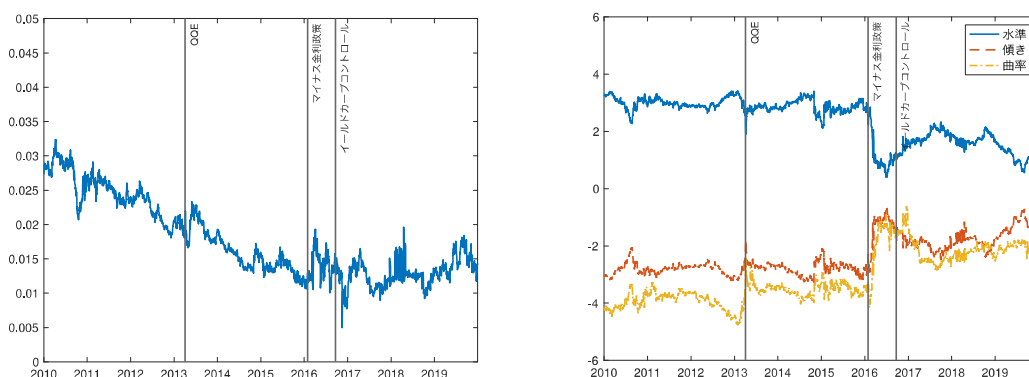
## 4. 研究成果

### (1) 日本の日次イールドデータを用いた Nelson-Siegel モデルの推定

本研究では、日次イールドデータを用いて、Nelson-Siegel モデルの推定を行った。ここでは、特に減衰ファクターに注目し、水準、傾き、曲率の推定値が日次でどの程度変化したのかについて分析を行った。

本研究で明らかになったことは以下の通りである。一つ目は、減衰ファクターを固定した Nelson-Siegel モデルと、減衰ファクターを每期推定する Nelson-Siegel モデルを比較した結果、最小二乗誤差の観点から、1989年4月3日から2019年12月31日の8021日間で、全ての期において後者のモデルの方が望ましいという結果が得られた。また、特に2010年代のような低金利の環境においては、減衰ファクターを每期推定するようなモデルの推定が求められることが分かった。

二つ目は、イールドカーブファクターの推移についてである。図の左側のパネルは減衰ファクターの推定値の推移、そして右側のパネルは水準、傾き、曲率の推定値の推移を表している。左側のパネルに注目すると、量的・質的金融緩和政策(QQE)以降、減衰ファクターがゆっくりと低下していることが分かった。またイールドカーブコントロール以降、減衰ファクターの変動は小さくなった。次に右側のパネルに注目すると、マイナス金利政策の導入は、そのすぐ直後に水準が下落していることが分かった。



図：イールドカーブファクターの推定値の推移

(左側：減衰ファクターの推移；右側：水準、傾き、曲率の推移)

### (2) アメリカの日次イールドデータを用いた Nelson-Siegel モデルの推定

次に、アメリカのイールドカーブの推定である。ここでは、アメリカの日次イールドデータを用いて、古典的最小二乗法と非線形最小二乗法の二つの方法を使い、Nelson-Siegel モデルの推定を行った。ここでは、イールドカーブとその各ファクターが Federal Reserve によるゼロ金利政策の解除前後でどの程度変化したのかについて分析を行った。

分析の結果は以下の通りである。2000年から2021年にかけて水準の推定値は下落したが、2022年においては政策金利の上昇とともに上昇したことが分かった。2020年においてはイールドカーブが低くフラットな形状であったが、2022年以降各年限の利回りが上昇するのに伴い、イールドカーブは上昇した。一方で短期金利が長期金利を上回る逆イールドが観察された。この逆イールドを持つイールドカーブの推定については、非線形最小二乗法による推定の方が、古典的最小二乗法と比較して、最小二乗誤差の観点からより推定精度が上がることが分かった。

次に、Federal Reserve が2020年3月から行っていたゼロ金利政策が2023年3月に解除された後の政策金利の上昇がイールドカーブファクターにどのような影響を与えたのかについて分析を行った。分析の結果、2022年3月から Federal Reserve による段階的な政策金利の引き上げとともに、水準の推定値だけでなく、傾きの推定値も上昇したことが分かった。Nelson-Siegel モデルにおいては、水準と傾きの和が超短期金利を表しているため、傾きの推定値の上昇がイールドカーブの先端を押し上げ、その結果として、逆イールドが観察されたと思われる。

### (3) レジームスイッチングモデルと動学的 Nelson-Siegel モデルの推定

日本における持続的な減衰ファクターの下落の要因を分析するため、ベンチマークモデルとして、二つのレジームのあるレジームスイッチングモデルの推定を行った。このモデルでは、一方のレジームは減衰ファクターと国債の利回りのボラティリティが低い低レジームで、もう一方のレジームは減衰ファクターと国債の利回りのボラティリティが高い高レジームである。このモデルの推定から、日銀による量的・質的金融緩和政策以降、低レジームが続いていることが分かった。また満期までの残存期間が10年の国債の場合、低レジームの国債の利回りの方が高レジームと比較して、タームプレミアム下落を通じて約50ベースポイント低くなることが分かった。

本研究ではさらに動学的 Nelson-Siegel モデルの推定を行った。また減衰ファクターショックに対する債券利回りとタームプレミアムのインパルス応答の分析を行った。分析の結果、減衰ファクターショックに対する国債の利回りのインパルスはタームプレミアムの変動を通じて変動することが分かった。さらに減衰ファクターショックは、日銀による国債の保有のサイズや満期までの残存期間と相関していることが分かった。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 関根 篤史	4. 巻 -
2. 論文標題 日次イールドデータを用いたNelson-Siegelモデルの推計	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 フィナンシャル・レビュー	6. 最初と最後の頁 -
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 無
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 Atsushi Sekine	4. 巻 18
2. 論文標題 Estimating the Yield Curve Using the Nelson-Siegel Model: Evidence from Daily Yield Data	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Public Policy Review	6. 最初と最後の頁 -
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 無
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 Junko Koeda, Atsushi Sekine	4. 巻 64
2. 論文標題 Nelson-Siegel Decay Factor and Term Premia in Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of the Japanese and International Economies	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jjie.2022.101204	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 関根 篤史	4. 巻 92
2. 論文標題 アメリカの日次イールドデータを用いたNelson-Siegelモデルの推定	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 明大政経論叢	6. 最初と最後の頁 37-54
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2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 関根 篤史
2. 発表標題 The Nelson-Siegel Decay Factor in a Low Interest Rate Environment
3. 学会等名 日本金融学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 関根 篤史
2. 発表標題 The Nelson-Siegel Decay Factor in a Low Interest Rate Environment
3. 学会等名 日本経済学会
4. 発表年 2020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
---------	---------