

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 10 日現在

機関番号：34316

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25380272

研究課題名(和文) ボラティリティが変動する状況における非線形時系列の推測

研究課題名(英文) Inference of nonlinear time series under time-varying volatility

研究代表者

牧 大樹 (Maki, Daiki)

龍谷大学・経済学部・准教授

研究者番号：60423737

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、経済時系列変数に見られる時变的なボラティリティの下で非線形時系列モデルを推測するときに、どのような影響が出るかを検証した。その結果、GARCHタイプや確率的ボラティリティが存在する場合には、通常の線形性の検定が見せかけの非線形性を示すことを明らかにした。さらに、信頼できる結果をもたらすための手法として、wild bootstrapを用いた分析手法を提案し、その有効性を示した。

研究成果の概要(英文)：This study investigated properties of nonlinear time series when economic variables have time-varying volatility. The results showed that usual linearity tests have spurious nonlinearity in the presence of GARCH or stochastic volatility. Furthermore, the study proposed methods using wild bootstrap to obtain reliable results and indicated its effectiveness.

研究分野：計量経済学

キーワード：非線形時系列 ボラティリティ 線形検定 Wild bootstrap

1. 研究開始当初の背景

経済時系列を分析するために最も使用されるモデルは、線形の自己回帰モデルである。線形の自己回帰モデルは現在でも代表的な分析手法であるが、近年、経済変数の多くは、閾値自己回帰モデルや円滑遷移自己回帰モデル、構造変化モデル、マルコフスイッチングモデルなどの非線形モデルで表されることが指摘されている。例えば、好景気と不景気では、金利や失業率の動きが異なる。こうした経済変数を分析する場合、非対称性や不連続性を考慮できる閾値自己回帰モデルが線形の自己回帰モデルよりも適している。これまで、多くの研究がそれらの非線形モデルの有効性を確認している。

一方で、経済変数のボラティリティは、均一でなく、不均一であることが多い。例えば、金利や株式収益率のボラティリティは、GARCH モデルや確率的ボラティリティモデルなどで表わされる。このような状況下では、非線形時系列の分析をするときに様々な影響を与える可能性がある。具体的には、本来は非線形時系列の特性が存在しないにもかかわらず、誤って非線形時系列の特性を検出することなどが考えられる。GARCH や確率的ボラティリティを持つ線形の自己回帰モデルは、均一分散を持つ非線形時系列モデルと混同しやすい可能性がある。これまでの研究では、非線形時系列の推測を行うときに、これらの影響を十分に考慮していない。そのため、経済変数の非線形性を正しく判断できない可能性があった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、変動的ボラティリティの存在下で非線形時系列を推測すると、どのような影響が出るかを検証することである。さらに、変動的ボラティリティの存在

下や変動的ボラティリティの相互依存関係の存在下で非線形時系列を推測するには、どの分析手法が適切であるかを明らかにする。失業率や金利、インフレ率等の経済時系列の多くは、非線形時系列モデルによって特徴づけられることが指摘されている。通常非線形時系列モデルでは、ボラティリティが一定であることを想定している。しかしながら、経済時系列変数のボラティリティは、不均一であることが多い。経済時系列は様々なタイプの変動的ボラティリティを持っており、そのような状況下で非線形モデルを推測したときの性質は明らかにされていない。GARCH や確率的ボラティリティが存在する下では、非線形時系列の分析に様々な影響を与える可能性がある。例えば、誤った非線形性の存在を検出してしまうことなどが考えられる。本研究ではこのような特性を示した上で、変動的ボラティリティの存在下で非線形時系列を推測するにはどのような手法が適切であるかを、明らかにした。

3. 研究の方法

分析方法としては、非線形性を検定するための統計量の分布への影響を検証することと、モンテカルロシミュレーションを用いた数値的評価が中心となった。モンテカルロシミュレーションでは、変動的ボラティリティモデルの違いや標本の大きさが非線形性の検定のサイズと検出力にどのような影響を与えるかについて比較検証した。その結果をもとに、変動的ボラティリティが非線形時系列を推測するときに与える影響を数値的観点から明らかにした。

まず、代表的な非線形モデルである円滑遷移自己回帰モデルを利用する場合、GARCH や確率的ボラティリティなどによって表される変動的ボラティリティが、

このモデルの推測にどのような影響を与えるかを明らかにした。さらに、多変量 GARCH や多変量確率的ボラティリティモデルなどから、変動的ボラティリティの相互依存性が非線形時系列モデルの推測にどのような影響を与えるかも示した。次に、変動的ボラティリティの存在下で非線形時系列を推測するにはどのような手法が適切かを検証した。不均一分散の一種である変動的ボラティリティを考慮した上で適切な分析を行うには、不均一分散一致共分散行列の使用が考えられる。これは漸近理論に基づくので、標本の大きさが増加するほど有効であることが予想される。しかし、変動的ボラティリティの存在下や小標本では、十分に機能しない可能性がありえる。そこで、非線形時系列を適切に推測するために、本研究では様々なブートストラップ法を利用し、それらの比較検証を行った。特に、Wild Bootstrap 法を利用して、変動的ボラティリティの存在下で非線形時系列を推測するにはどのような手法が適切かを明らかにした。そこから、実証分析を行う際にどのような影響が出るかを示すとともに、実際の経済時系列変数のデータを用いて応用分析をした。

4. 研究成果

本研究の研究成果は、大きく分けて下記の3つに分けられる。

(1) データが不均一分散で高い持続性を持つとき、従来の検定が過剰棄却を引き起こすことを明らかにした。また、fixed-design Wild bootstrap はデータが早い収束を持つときには有効だが、高い持続性を持つときは有効でないことが示された。さらに、Rademacher 分布を持つ recursive-design Wild bootstrap

は、不均一分散下で持続性が高いときにも過剰棄却がなく、十分な検出力を持つ結果となった。

(2) GARCH タイプや確率的ボラティリティ、ボラティリティの構造変化等の存在下では、従来の円滑遷移自己回帰モデルを考慮した単位根検定は、単位根なしの帰無仮説を過剰棄却することが明らかとなった。これを改善するために、Wild bootstrap を用いた検定を提案した。提案された検定は、過剰棄却が小さく、かつ高い検出力を持つことが示された。さらに、不均一分散を考慮した非線形調整を持つ共和分検定も提案し、経済データを分析する際に有効であることが明らかとなった。

(3) Wild bootstrap を使用した円滑遷移自己回帰モデルに基づく共和分検定を提案し、その有効性を検証するとともに、応用分析を行った。通常の方法は、説明変数の数や定数項、トレンドの存在、サンプルサイズに依存する。一方で、提案された検定はそれらに依存することなく、さらに不均一分散の影響を受けることなく検定を行うことが可能となった。実際にシミュレーション分析をしたところ、通常の方法ではサイズの歪みが大きかったが、提案された検定は、不均一分散の形に関わらず、サイズの歪みを持たなく、十分な検出力があると明らかになった。実際のデータで応用分析を行ってもこの性質は確かめられた。

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 4 件)

Daiki Maki,

Wild bootstrap testing for cointegration in an ESTAR error correction model, Economic Modelling, Vol. 47, pp.292-298, 2015. 査読有

Daiki Maki,

Wild bootstrap tests for unit root in ESTAR models, Statistical Methods and Applications, Vol. 24, Issue 3, pp.475-490, 2015. 査読有

Daiki Maki, Shin-ichi Kitasaka,

Residual-based tests for cointegration with three-regime TAR models, Empirical Economics, Vol. 48, Issue 3, pp.1013-1054, 2015. 査読有

Daiki Maki,

A comparison of linearity tests based on wild bootstrap, Advances and Applications in Statistics, Vol. 40, Issue 2, pp.93-107, 2014. 査読有

〔学会発表〕(計 0 件)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

出願年月日 :

国内外の別 :

取得状況(計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

取得年月日 :

国内外の別 :

〔その他〕

6. 研究組織

(1) 研究代表者

牧 大樹 (Daiki Maki)

龍谷大学・経済学部・准教授

研究者番号 : 60423737

(2) 研究分担者

()

研究者番号 :

(3) 連携研究者

()

研究者番号 :