

博士学位請求論文審査報告書

申請者：田中 晋矢

論文題目：Theoretical Investigation on Macroeconomic Time Series

1. 論文の主題と構成

マクロ経済分析で用いられる時系列データの特性として、系列相関が非常に強いことがしばしば指摘されてきており、データの定常性／非定常性に関する議論が長く行われてきた。そのため、数々の単位根検定および定常性検定が提案されてきた。一方、複数のマクロ時系列データの特性としては、それぞれが共通に国内・外の経済動向の影響を受けるため、異なる系列間の同時点での相関、いわゆる、クロスセクション間の相関が強いことが指摘されている。そのため、近年では、因子モデルによるマクロ経済分析が一つの潮流として台頭してきている。本論文は、このようなマクロ経済データに特徴的である、系列相関ならびにクロスセクション間の相関を考慮したモデルの分析手法に関する分析を行い、新たな推定・検定手法を提案するものである。

本論文は4章からなり、以下のような構成になっている。

Chapter 1: Overview

Chapter 2: Reducing The Size Distortion of The KPSS Test

Chapter 3: Investigating Finite Sample Properties of Estimators
for Approximate Factor Models When N Is Small

Chapter 4: Identification of Approximate Factor Models through
Heteroskedasticity

2. 各章の概要

以下では、本論文を構成する各章の主たる内容を述べる。まず、第1章は、序章として全体の概観を説明し、本論文の背景、目的および成果をまとめている。

第2章では、時系列データの定常性に関する検定方法の研究を行っている。帰無仮説に定常性、対立仮説に単位根を想定した検定はこれまでもいくつか先行研究で提案されているが、本章では、その中でも時系列分析の実証分析では広く使われている、KPSS検定と呼ばれる検定に焦点を絞っている。ここで、KPSS検定に関しては、系列相関が強い定常過程に従う時系列データに対して、検定のサイズが大きく歪むことが先行研究で指摘されており、ブートストラップ法を用いるなど、いくつかの修正案が提案されてきたが、サイズの修正が不

十分であったり、サイズは修正されるものの検出力が上がらないなどの問題点があった。そこで、このような問題点を克服すべく、まず第一に、KPSS 検定のサイズの歪みの一部が長期分散の推定バイアスに起因することに着目し、長期分散の推定を従来のノンパラメトリック手法に依存せず、パラメトリックなスペクトル密度関数推定法を用いることを提案している。さらに、検定統計量の分子に相当する部分のバイアスに着目し、そのバイアスを理論的に求め、バイアスを推定する手法を開発した。最終的に、バイアス修正を施した新たな検定統計量を提案している。コンピュータによるモンテ・カルロ実験により、提案した手法で KPSS 検定のサイズの歪みが大幅に改善される一方、対立仮説の下では相応の検出力が得られることが確認されている。

第 3 章では、マクロ・パネル・データ分析で近年、頻繁に用いられる因子モデルに関する分析を行っている。因子モデルの推定に関しては、古典的な多変量解析では最尤法に基づく推定を行うが、近年では、主成分分析法を用いて推定することが提案されている。後者の適用条件は、クロスセクション方向の次元 N が無限大へ飛ぶことであるが、実証分析においては、 N があまり大きくない場合でも主成分分析法が使われることがある。そこで、モンテ・カルロ実験により N が小さい場合の主成分分析推定量のパフォーマンスを、最尤推定量および状態空間 subspace 推定量と比較している。結果として、主成分分析法に基づく推定量は N が小さくてもパフォーマンスが良いこと、また、この推定量の精度は、誤差項のクロスセクション間の相関の強弱にあまり影響を受けないことを明らかにしている。

第 4 章では、因子モデルの経済学的な識別条件の提案を行っている。因子モデルにおいては、そのままでは共通因子および因子負荷は識別されず、推定する段階で何らかの識別条件を課す必要がある。先行研究では、統計学的な観点から識別条件が考案されており、因子モデルを経済変数の予測に用いる場合においては、そのような識別条件で問題がなかった。しかしながら、最近のマクロ経済分析においては、共通因子そのものの分析に興味に移りつつある。この場合、統計学的な識別条件で推定された共通因子の経済学的な解釈が困難になり、そのような推定量は、構造モデルの係数の推定量とはなっていない。そこで、本章では、経済学的な解釈が可能な新たな識別条件を提案し、構造モデルの係数の推定方法を提案している。具体的には、因子負荷が推定期間を通じて変動しない一方、分散に構造変化があるようなモデルを想定し、そのような場合、因子負荷及び共通因子の識別が可能であることを証明している。また、そのような識別条件が、実際のデータでも適応しうるケースがあることを、データによって確認している。さらに、この識別条件により推定された共通因子が、一致性を持つことを証明している。

3. 全体的な評価

以上のように、本論文では、マクロ経済分析で用いられる時系列データおよびパネル・データに関する計量経済学におけるいくつかの問題について、理論的およびモンテ・カルロ実験により分析を行い、新たな結果を得ている。

第2章においては、これまで先行研究において未解決であった、定常性検定のサイズの歪みの修整方法を提案しており、モンテ・カルロ実験の結果からも、本章で提案された方法が有効であることが確認された点は、高く評価できる。特に、検定統計量の分子に相当する部分のバイアスの導出は、本論文が初めて行ったものであり、サイズの歪みが構造的に分子・分母の両者に起因するということを突き止めた点も、非常に興味深い。

第3章においては、実証分析において、ややもすると理論的には必ずしも支持することができないモデル・手法が用いられる場合があり、その一つとして、主成分分析の手法による因子モデルの推定を取り上げている。これまで、主成分分析の手法の妥当性は、クロスセクション方向の次元 N が大きな場合にのみ、理論的に証明されていたが、本章では、モンテ・カルロ実験により、 N が小さな場合でもその有用性が確認された点は、評価できる。

第4章では、推定モデルの経済学的な解釈が必要な因子モデルの構造型の推定に、大きく貢献している。これまでに、構造的因子モデルの識別条件は、VARモデルと同様の識別条件で識別可能であることは知られていたが、分散の構造変化が因子モデルの識別条件として用いることができることを証明したことは、評価できる。さらに、推定された共通因子の一致性を統計学的に証明したことは、高く評価できる。

全体として、田中晋矢氏は、計量経済学的な観点から、実証分析で問題となる種々の問題点を指摘し、モンテ・カルロ実験による問題の確認や、それらを理論的に克服する独創的な手法を提示しており、各章はいずれも学術的に十分な高いレベルに達していると評価できる。なお、第2章の内容は、時系列分析に関する世界的な学術誌である *Journal of Time Series Analysis* (2010) に、第3章の内容は、計量経済学の世界の学術誌である *Economics Letters* (2012) に掲載されている。

もともと、本論文が現状において完全というわけではなく、必ずしも十分な検討・分析が行われているとは言いきることはできない。第3章においては、主成分分析の手法の妥当性をモンテ・カルロ実験で確認しているが、この点については、理論的にも妥当性を検討する必要がある。また、第4章では、推定量の一致性は証明されたが、漸近分布は導出されておらず、現状では、推定量の仮説検定を行うことはできない。ただし、これらの課題は、本論文で得られた成果を基盤として、将来的な研究の中で取り組むべき問題であり、この方面

での田中晋矢氏の今後の精進に期待したい。

本論文は、将来的な課題はあるものの、すでに述べたとおり、計量経済学における重要な貢献をしており、博士学位論文としてふさわしい高い水準に達していると判断する。また、口述試験ではいくつか問題点が指摘されたものの、それらの意見を反映して論文は改訂されている。よって、審査員一同は、田中晋矢氏に一橋大学博士（経済学）の学位を授与することが適当であると判断する。

2013年3月13日

論文審査員(五十音順)

浅子 和美

黒住 英司

田中 勝人

本田 敏雄

山本 庸平

論文審査委員長 黒住 英司