

博士学位請求論文審査報告書

申請者：山崎 大輔

論文題目：Essays on Structural Breaks in Time Series and Panel Data Models

1. 論文の主題と構成

時系列分析において構造変化の検定は長く研究されてきているが、未だ残っている未解決問題として、検定のサイズの歪みと検出力の非単調性問題がある。経済時系列モデルではしばしば誤差項に系列相関が観測されるため、検定統計量の構築の際にいわゆる長期分散の推定が必要となるのだが、この長期分散の推定方法によっては検定のサイズに歪みが生じたり、構造変化が大きいにも関わらず検出力が下がってしまうという「検出力の非単調性問題」が生じることが知られている。一方で、近年、国際的にマクロ・データが整備されてきたため、マクロ・パネル・モデルの分析が盛んに行われており、パネル・データ・モデルにおける構造変化の検定が必要となってきた。本論文は、このような経済時系列データに特徴である系列相関を考慮した長期分散の推定と構造変化の検定を提案すると共に、マクロ・パネル・モデルにおける構造変化の検定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: Testing for Parameter Constancy in the Time Series
Direction in Panel Data Models

Chapter 3: Bias Correction of the Long-Run Variance Estimator
for Time Series Models with Structural Breaks

Chapter 4: Improving the Finite Sample Performance of Tests for
a Shift in Mean

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章では時系列方向の次元 T がクロスセクション方向の次元 N よりも大きなパネル・データ・モデルを想定して、構造変化の検定を行っている。 T が N よりも大きな想定は、主にマクロのパネル・データを想定していることになる。

モデルはクロスセクションごとにパラメータが異なる場合と、クロスセクションで同一のパラメータの場合の 2 つを想定している。それぞれのモデルにおいて一様最強力検定が存在しないことから、局所最適検定とともに、検出力の加重和が最大となるような Elliott-Muller 検定のパネル・バージョンの極限分布を導出している。この場合、極限分布はパラメータの次元に依存した分布になるが、実証分析を想定するとその次元は 1 から 300 程度が現実的であり、分布の臨界値を表でまとめるのは非常に不便である。そこで、各分布の特性関数を導出し、数値積分により精度の高い臨界値を求めて、最終的にはレスポンス・サーフェス回帰を行い、臨界値をパラメータの次元の関数で近似することを提案している。

第 3 章では、時系列データの定数項に構造変化が複数回起きている場合の長期分散推定量のバイアスを導出し、推定精度の高いバイアス修正済み推定量を提案している。モデルは定数項と誤差項からなるシンプルなものであり、構造変化の回数と変化点は既知としている。本章では誤差項の系列相関をパラメトリック・モデルで近似し、そのパラメータの $1/T$ のオーダーのバイアスを理論的に導出している。その上で、バイアス推定量を作成し、本来の推定量からバイアス推定量を引くことにより、バイアス修正済み長期分散推定量の構築を提案している。モンテ・カルロ実験により、提案されたバイアス修正済み長期分散推定量は、バイアス修正がされていないものと比べて、バイアス修正項が効果的に作用していることが確認されている。

第 4 章では、定数項シフトの検定で、サイズが安定していながら検出力の非単調性問題を回避した検定方法を提案している。一般に、モデルの誤差項に系列相関がある場合の構造変化の検定では、長期分散を帰無仮説の下で推定するとサイズは安定するが検出力の非単調性問題が生じ、長期分散を対立仮説の下で推定すると検定のサイズが大きく歪むことが知られている。本論文では、後者のサイズの歪みは長期分散推定量のバイアスが原因である点に着目し、まずはじめに、検定のために想定する構造変化点を所与とした上で、帰無仮説の下での長期分散推定量の逆数のバイアスを理論的に導出している。その上でバイアス修正済み推定量を提案し、それを用いた定数項シフトの検定を提案している。モンテ・カルロ実験により、提案された構造変化の検定は先行研究で提案されているものよりも検定のサイズ・検出力の両面で優れていることが確認されている。

3. 全体的な評価

以上のように、本論文では、時系列モデルおよびパネル・データ・モデルの構造変化に関す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、時系列方向の次元 T がクロスセクション方向の次元 N よりも大きなパネル・データ・モデルにおける構造変化の検定が提案されている。このモデルは、いわゆる SUR モデルと見なすこともできるが、一般的に考えられる多変量時系列モデルの場合と比べ、今回のモデルではパラメータの次元が遙かに高くなる可能性がある点が従来のものとは異なる点である。時系列分析における 2 種類の最適検定を適切にパネル・データ・モデルに拡張している点は先行研究にない新しい結果である。また、様々な次元に対応した分布の臨界値を、特性関数を反転させる数値積分で効率的かつ高精度で求めている点も評価できる。特に、Elliott-Muller 検定の特性関数はこれまで導出されておらず、本論文で初めて導出されたものである。

第 3 章においては、構造変化が存在する場合の長期分散のバイアスが理論的に導出されており、 $1/T$ のオーダーのバイアスの形状を明らかにしている点は高く評価できる。構造変化のない場合と比べ、構造変化のある場合のバイアスの増加が自己回帰係数の関数で表現されている点は興味深い。また、長期分散のバイアス導出の副産物として、一般に広く知られている 1 階の自己回帰モデルの係数のバイアスが、定数項の構造変化が多いほど増大していくことが発見されている。

第 4 章では、先行研究で克服が困難であった、構造変化の検定のサイズの歪みと非単調検出力の 2 つの問題が同時に克服されており、構造変化の検定の精度の向上に大きく貢献している。長期分散は検定統計量のスケール調整に用いられるため、長期分散そのものではなく、長期分散の逆数の推定量のバイアスを導出している点も、工夫がうかがえる。

全体として、山崎大輔氏は、実証分析で問題となり得る構造変化の検定や構造変化がある場合の長期分散推定量の問題を指摘し、理論的な問題解決方法およびその有限標本での効果をモンテ・カルロ実験により検証しており、各章はいずれも学術的に十分高いレベルに達していると評価できる。なお、第 2 章と第 3 章の内容は、それぞれ、国際的な学術誌である *Journal of Statistical Computation and Simulation* (2015) および *Journal of Statistical Planning and Inference* (2015) 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 2 章の検定は、クロスセクション方向の次元 N が時系列方向の次元 T よりも大きな場合には適用することはできず、そのような場合の検討が十分には行われていない。第 4 章では、定数項シフトの構造変化の検定を分析しているが、一般的な回帰モデルの構造変化の検定にはこのままでは応用できない。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、この方面での山崎大輔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、山崎大輔氏に一橋大学博士（経済学）の学位を授与することが適当であると判断する。

2016年3月9日

論文審査員(五十音順)

黒住 英司

本田 敏雄

山田 俊皓

山本 庸平

渡部 敏明

論文審査委員長 黒住 英司