

平成21年6月3日現在

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2006～2008

課題番号：18730142

研究課題名（和文） 定常・非定常経済モデルの構造変化に関する統計的推測

研究課題名（英文） Statistical Inference on Structural Changes for Stationary/  
Nonstationary Economic Models

研究代表者

黒住 英司（KUROZUMI EIJI）

一橋大学・大学院経済学研究科・准教授

研究者番号：00332643

研究成果の概要：実施した研究は、(1)経済データの定常・非定常性といった性質に依存しない構造変化の検出方法について、(2)経済の長期的な安定関係とその変化について、(3)複数の構造変化の検出方法について、である。得られた研究成果は、(1)経済データの状況に依存しない、一度の構造変化の統計的検出方法を確立したこと、(2)経済の長期的な安定関係の成立の有無を検討する新たな統計的手法を確立したこと、(3)経済の長期的な安定関係の推計方法を確立したこと、(4)複数の構造変化の統計的検出方法を確立したこと、である。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	500,000	0	500,000
2007年度	1,500,000	0	1,500,000
2008年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	360,000	3,560,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：経済学・経済統計学

キーワード：計量経済学，構造変化，定常，非定常，共和分，情報量規準，閾値モデル，時系列分析

## 1. 研究開始当初の背景

(1)経済の構造変化の検定に関する研究はその歴史は古いが、多くの場合、構造変化点は高々一度だけという設定であった。しかしながら、近年、長期の時系列データの利用が可能になってきたことを背景に、複数の構造変化の検定方法の研究が進められてきた。

(2)一方、経済データの大きな特徴として、非定常性がしばしば指摘されてきた。そこで、1980年代以降、データの定常・非定常性に関

する研究がすすめられてきた。

(3)このように、経済データの大きな特徴として、構造変化と非定常性が挙げられ、近年、両者を同時に取り込んだモデルの研究が進められてきている。ただし、構造変化に焦点を当てる場合は、データの定常・非定常性は既知とし、データの定常・非定常性に焦点を当てる場合は、構造変化の有無を既知とする研究がほとんどであった。

## 2. 研究の目的

(1)このような背景の中、本研究の目的の1つは、データの定常性・非定常性に依存しない、構造変化の検定方法の確立である。すなわち、構造変化と定常・非定常性を同時にモデルに組み込んだ上で、データの性質に依存しない、頑健な構造変化の検定方法を確立することである。

(2)構造変化がある一定期間起きていない場合は、その期間中の長期的な安定関係、すなわち、共和分の分析が必要となってくる。そこで、新たな共和分の検出方法の確立と、その推定方法の提案を、本研究の目的とする。

(3)また、長期的な安定関係が経済状況によって変化するということが実際にあり得ることであり、そのようなモデルとして閾値共和分モデルが挙げられる。そこで、閾値共和分モデルに関する総合的な研究を、本研究の目的とする。

## 3. 研究の方法

まず、各目的の達成のためには、それぞれに関連する先行研究をきちんと調べる必要がある。そこで、雑誌等に発表された既存の先行研究を詳しく調査するとともに、国内・外の学会や研究集会に積極的に参加して、情報収集や、最先端研究者達と意見交換を行う。

(1)データの定常性・非定常性に依存しない構造変化の検定については、1変量時系列モデルについての研究を行い、成果が得られた時点で、ベクトル自己回帰モデルへ拡張して研究を進める。

(2)共和分の研究は、データの定常性の研究と密接に関係してくる。そこで、データの定常性の検定と共和分検定の両者の研究を同時並行で進める。とくに、データそのものや誤差項に強い系列相関があるケースでは推定・検定に問題が生じることが知られていることから、これらの問題解決に関する研究を中心に進める。

(3)閾値共和分モデルは90年代後半から研究が始められた新しいトピックである。そこで、まずは先行研究の内容をしっかりと把握した上で、問題点などを抽出する。その上で、一つ一つの問題点に取り組んでいくことにする。

## 4. 研究成果

(1)構造変化の研究に関する成果

①データの定常性・非定常性に依存しない構造変化の検定方法を確立するためには、パラメータの推定量の分布がデータの特性に依

存してはならない。本研究では、モデルに故意に1期長いラグを入れること、並びに、定数項に対する人工的な操作変数をあてることにより、そのような推定量の構築に成功し、特定の構造変化点を想定した場合の仮説検定の方法を考案した。これはベクトル自己回帰モデルにおいて、データが定常・非定常・共和分のタイプでも成立つものであり、頑健な結果である。今後は、構造変化点が未知の場合に結果を拡張する方向で研究を進める。

②共和分回帰モデルにおいて構造変化が存在する場合、残差平方和を最小にするような構造変化点の推定量が有用であることを示し、その推定量の漸近分布を導出した。また、構造変化がある場合には、変化点推定量を用いてモデルを推定した場合、モデルの係数の漸近分布は、変化点が既知である場合のものと同じになることを示した。その結果、係数の統計的推測にはワルド統計量を用いることができることを証明した。この研究成果は論文⑧で公表されており、国際的に評価されている。

③構造変化が存在する場合の、共和分検定の方法を新たに開発した。帰無仮説として共和分の成立を想定し、共和分回帰モデルにI(1)説明変数の1階差分のリードとラグを入れる、いわゆるダイナミック OLS という手法を用いることにより、仮説検定が可能であることを示した。この成果は論文⑤で公表されており、国際的に評価されている。

④ベクトル自己回帰モデルの係数に構造変化が複数あるケースについて、構造変化が起きた回数を推定する手法として、モデル選択規準を新たに導出した。モデル選択規準としては、AIC 規準、BIC 規準、マローの Cp 規準を導出したが、いずれの規準も既存の規準とは定義が異なることが判明した。例えば、AIC 規準は従来、

$$AIC = -2\log\text{-likelihood} + 2p$$

(ただし、p は係数の総数)と定義されていたが、構造変化がm回起きた場合には、

$$AIC = -2\log\text{-likelihood} + 2p + 6m$$

となることが判明した。これは、先行研究(Ninomiya, 2006)と同一の結果であるが、先行研究は単変量自己回帰モデルに関するものであり、しかも分散が既知であるという仮定を想定していたが、本研究ではこれをベクトル自己回帰モデルへ拡張し、さらに、分散は未知であるという仮定の下でモデル選択規準を導出した。今後はベクトル自己回帰モデルから、より一般的な多変量回帰モデルへ拡張し、さらに、分散の構造変化をもオリコンで分析をすすめる予定である。

(2)共和分・定常性に関する研究

①既存の共和分検定は、誤差項に系列相関が

ある場合に、検定のサイズに歪みが生じることが知られているが、本研究では、サイズの歪みが少ない検定方法を提案することができた。具体的には、まず、検定を位置尺度不変ならびに尺度不変なクラスに限定をし、さらに不偏検定にクラスを限定した上で、局所最強検定を導出した。有限標本実験により、この検定のサイズは既存のものに比べて安定していることを示し、また、既存の検定と互角の検出力を有していることが示された。この研究成果は論文④で公表されており、国際的に評価されている。また、論文やコンピュータプログラムに関する問い合わせもあり、実証分析の観点からもインパクトのある成果である。

② 共和分回帰モデルの有効な推定手法として、 $I(1)$ 説明変数の1階差分のリードとラグを説明変数として追加するダイナミック OLS があるが、ダイナミック OLS については、リードは必ずしも必要ではないということを実証した。具体的には、共和分回帰モデルの誤差項が  $I(1)$ 説明変数の1階差分に対してグレンジャーの意味で因果関係が存在しない場合、ダイナミック OLS においてはリードが不要であることを実証した。また、この結果に基づき、ダイナミック OLS で推定を行う前に、グレンジャー因果性の仮説検定を行い、その結果に基づき、リードを入れるか入れないかを定めることを提案した。シミュレーション実験の結果、この提案は推定量の偏りと平均平方誤差を小さくするのに有効な手段であることが確認された。この研究成果は、論文②で公表されており、国際的に評価されている。

③ 共和分回帰モデルの有効な推定量として、FM-OLS, CCR, Dynamic OLS 推定量が存在するが、誤差項の系列相関が強い場合には、これらの推定量の偏り、平均平方誤差は共に大きくなり、OLS 推定量とパフォーマンスが同等に悪いことが知られている。そこで、誤差項の系列相関の強さを AR(1)モデルの計数で計測し、この計数がサンプルサイズの逆数より遅い速度で1に近づくような局所モデルを用いて、上記の現象を理論的に解明した。FM-OLS, CCR 推定においては、その推定段階でバンド幅というものの設定が必要であるが、このバンド幅の発散速度が十分速ければ両推定量は OLS 推定量より効率的であるが、その発散速度が遅い場合には、OLS と同様に漸近分布は2次のバイアスを持つことを実証した。Dynamic OLS の場合には、リードとラグの長さが発散する必要があるが、その発散速度が十分速ければ推定量は効率的、そうでなければやはり2次のバイアスを持つことを示した。そして、モデルの局所化係数の一致推定量を用いて、共和分モデルの新たな推定法を提案した。この研究成果は論文①

で公表されており、また、学会発表で多くの質問・コメントをもらうなど、国際的にインパクトのある成果となっている。

④ 共和分検定と関連して、定常性の検定に関してもやはり強い系列相関が存在する場合には既存の検定のサイズに歪みが生じることが知られている。そこで、帰無仮説を定常性全般ではなく、系列相関が一定の強さ以下であるというように限定した上で、定常性の検定ではもっともポピュラーな KPSS 検定のサイズを安定させることを提案した。ただし、仮説の変更だけではサイズの歪みの修正は部分的なものにとどまるため、検定統計量の分子あたる部分のバイアスを導出し、バイアス修正した検定統計量を作成した。シミュレーション結果は良好で、サイズは AR(1)モデル、AR(2)モデルどちらでも安定することが示された。この成果は現在、論文としてまとめている途中であり、近い将来、国際的な雑誌に投稿する予定である。

⑤ 定常・非定常性並びに構造変化に関連した論文のサーベイを行い、これまでの先行研究の現状と今後の展望について考察を行った。そのサーベイ結果は論文③で公表されているが、独自のシミュレーションの結果、単位根検定で有力な ADF-GLS 検定は、データの初期値が大きな値となる場合に、検出力が大幅に落ちることが分かった。この結果は既存の先行研究では知られていない結果であるため、今後、実証分析などでは初期値の調整が必要となることが分かった。

### (3) 閾値共和分モデルに関する研究

閾値共和分モデルでは、実際に閾値モデルが妥当であるかどうかの検定が先行研究で提案されているが、多くの問題点を抱えている。そこで、仮説検定により閾値モデルの妥当性を検討するのではなく、モデル選択規準で閾値モデルが妥当であるか否かを判断することを検討した。現在のところ、方向性はほぼ固まっているため、今後、詳しい研究を行っていく予定である。

## 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 9 件)

① Eiji Kurozumi and Kazuhiko Hayakawa (2009). “Asymptotic Properties of the Efficient Estimators for Cointegrating Regression Models with Serially Dependent Errors”, *Journal of Econometrics* Vol. 149 (No. 2), pp. 118-135, 査読有り。

② Kazuhiko Hayakawa and Eiji Kurozumi (2008). “The Role of “Leads” in the Dynamic OLS Estimation of Cointegrating

Regression Models” , *Mathematics and Computers in Simulation* Vol.79 (No.3), pp. 555-560, 査読有り.

③黒住英司(2008).「経済時系列分析と単位根検定：これまでの発展と今後の展望」『日本統計学会誌(シリーズJ)』, Vol. 38 (No. 1), pp. 39-57, 査読有り.

④Eiji Kurozumi and Yoichi Arai (2008) “Test for the Null Hypothesis of Cointegration with Reduced Size Distortion” , *Journal of Time Series Analysis* Vol. 29 (No. 3), pp. 476-500, 査読有り.

⑤Yoichi Arai and Eiji Kurozumi (2007). “Testing for the Null Hypothesis of Cointegration with a Structural Break” , *Econometric Reviews* Vol. 26 (No. 6), pp. 705-739, 査読有り.

⑥Eiji Kurozumi (2007). “The Wald-Type Test of a Normalization of Cointegrating Vectors,” *Journal of the Japan Statistical Society* Vol. 37 (No. 2), pp. 191-205, 査読有り.

⑦Taku Yamamoto and Eiji Kurozumi (2007). “Variable Lag Augmentation in Regression Models with Possibly Integrated Regressors: Some Experimental Results” , *Hiroshima Economic Review* Vol. 31 (No. 1), pp. 21-34, 査読無し.

⑧Eiji Kurozumi and Yoichi Arai (2007). “Efficient Estimation and Inference in Cointegrating Regressions with Structural Change” , *Journal of Time Series Analysis* Vol. 28 (No. 4), pp. 471-627, 査読有り.

⑨Taku Yamamoto and Eiji Kurozumi (2006). “Tests for Long-Run Granger Non-Causality in Cointegrated Systems” , *Journal of Time Series Analysis* Vol. 27 (No. 5), pp. 703-723, 査読有り.

[学会発表] (計 9 件)

①黒住英司, 経済時系列分析：単位根検定と検出力, 日本経済学会, 2008年9月15日, 近畿大学.

②黒住英司, 共和分分析と共和分ベクトルの標準化, 日本統計学会, 2008年9月9日, 慶應義塾大学.

③黒住英司, A Simple Panel Stationarity Test in the Presence of Cross-Sectional Dependence, 日本統計学会, 2008年9月9日, 慶應義塾大学.

④黒住英司, A Simple Panel Stationarity Test in the Presence of Cross-Sectional Dependence, Econometric Society European Meeting, 2008年8月29日, ボッコーニ大学.

⑤黒住英司, A Simple Panel Stationarity Test in the Presence of Cross-Sectional

Dependence, New Zealand Econometric Study Group Meeting, 2008年3月8日, オークランド大学.

⑥黒住英司, Asymptotic Properties of the Efficient Estimators for Cointegrating Regression Models with Serially Dependent Errors, The Third Symposium on Econometric Theory and Applications, 2007年4月13日, 香港科学技術大学.

⑦黒住英司, Efficient Estimation and Inference in Cointegrating Regressions with Structural Change, 日本統計学会, 2006年9月7日, 東北大学.

⑧黒住英司, Point Optimal Test for Cointegration With Unknown Variance-Covariance Matrix, Australasian Meeting of the Econometric Society, 2006年7月7日, アリスプリングス・コンベンションセンター.

⑨黒住英司, Point Optimal Test for Cointegration With Unknown Variance-Covariance Matrix, 日本経済学会, 2006年6月3日, 福島大学.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

黒住 英司 (KUROZUMI EIJI)

一橋大学・大学院経済学研究科, 准教授

研究者番号: 00332643