

令和 4 年 5 月 25 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K01545

研究課題名(和文) 時空間相関した動学パネルデータモデル統計的推計手法開発とその応用

研究課題名(英文) Estimation and inferential methods for cross-sectionally dependent dynamic panel data models and their applications

研究代表者

山形 孝志 (Yamagata, Takashi)

大阪大学・社会経済研究所・特任教授(常勤)

研究者番号：20813231

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：まず、パネル大標本を使った、クロスセクション相関がある説明変数を含む動学パネルモデルの推定・検定法を開発した(Norkute et al., 2021)。また、同アプローチを静学パネルモデルへ応用し、既存の代表的な推定量と漸近的性質を比較した(Cui et al., 2021)。さらに弱因子モデルの推定・検定法を開発した(Uematsu et al., 2021, 2022)。最後に32国の四半期パネルデータを使い、COVIDパンデミックが2020Q1-2021Q4の間、世界の化石燃料消費とCO2排出に与える影響を、グローバル動学パネルモデルをつかって評価した(Smith et al., 2021)。

研究成果の学術的意義や社会的意義

各国・地域経済の時空間相互依存の複雑化が増々深化した今日、ビッグデータを使用した国・地域の時空間相互依存分析に適した新たなモデルおよびその統計的推定・検定法の開発が待ち望まれている。本研究で開発した統計手法は経済・金融を含めた様々な分野において応用が期待される。さらに本研究では32国の四半期化石燃料消費データを使用し、COVID-19パンデミックが化石燃料消費と炭素排出に与える影響をグローバル動学パネルモデルを使い予測評価した。その結果によれば、2021年中に世界炭素排出量は危機前の水準に戻ると予測され、パンデミックは各国に気候変動緩和の取り組みを遅らせる強い理由にはならないと結論・提言した。

研究成果の概要(英文)：First, an estimation and inferential method for dynamic panel models with cross-sectional dependence using large panel data was developed (Norkute et al., 2021). The approach was extended to a static panel model and compared its asymptotic properties with those of existing representative estimators (Cui et al., 2021). In addition, estimation and inferential methods for weak factor models were developed (Uematsu and Yamagata., 2021, 2022). Finally, the impact of the COVID-19 pandemic on global fossil fuel consumption and CO2 emissions over the two-year period 2020Q1-2021Q4 was assessed using quarterly panel data for 32 countries in a global dynamic panel model (Smith, Tarui and Yamagata, 2021).

研究分野：計量経済学

キーワード：panel data factor model co2 emission climate change energy consumption

1. 研究開始当初の背景

(1) 研究代表者はクロスセクション関連したパネルデータモデルの推定・検定法を開発してきた。代表的なモデル推定法は Pesaran (2006) による CCE 法と Bai (2009) による IPC 法であり、それらの拡張が文献では主流となっていた。CCE 法は線形解であるため計算が簡単で robust であるという利点がある一方で、rank condition とよばれる条件を満たす必要がある。IPC 法は rank condition を必要としないが、非線形最適化問題を数値的に解く必要がある。

(2) 短い時系列をもつパネルデータのための動学モデル推定は Arellano, Bond, 1991, Blundell, Bond, 1998 など GMM 法が代表的であり、クロスセクション関連のない場合、弱い操作変数・過多操作変数がある場合うまく機能しないことが次第に明らかになってきた。それに伴い、近年最尤法が再び見直されてきている (Hsiao, Pesaran, Tahmiscioglu, 2002; Moral-Benito, 2013)。一方で、因子項によるクロスセクション関連があるモデルの最尤法推定はあまり研究が進んでいなかった。

(3) CO₂ 排出量は世界気候変動の大きな原因の一つとされる。世界主要国・地域の CO₂ 排出量 (Environment) と、マクロ経済 (Economy)、エネルギー消費 (Energy)、の時空間関連性に関する実証分析は、国別単時系列データの VAR および VECM モデルによる分析 (Bloch, 2012; Akpan & Akpan, 2012; Bozkurt & Akan, 2014)、あるいはショート・パネルデータ分析 (Stolyarova, 2013; Saidi & Hammami, 2015) が主流であった。気候変動を考えるためには国際的な排出要因の分析が必要となるため、各国別の分析はその有用性に限界がある。またショートパネル分析では動学的構造の補足に限界がある。

2. 研究の目的

本研究の目的は、動学パネルデータモデルの頑強かつ計算の容易な新たな推定手法を開発し、さらにそれをタイムリーに重要な経済分析への応用することにより、グローバル経済・エネルギー消費・環境の時空間相互関係性の研究など、これまでにない実証分析を行うことである。とりわけ以下の3課題を追及する。

課題1: (クロスセクションユニット数と時系列標本数の両方が大きい) 大標本において、クロスセクション関連がある説明変数を含む動学パネルモデルの推定・検定法の開発

課題2: クロスセクションユニット数のみが大きい説明変数を含む標本において、クロスセクション関連のある場合の動学パネルモデル推定・検定法

課題3: CO₂ 排出量・エネルギー消費・マクロ経済のグローバルな動学パネルモデルの推定・予測・インパルス応答分析

3. 研究の方法

課題1: Pesaran (2006) などで考察された以下のモデルを考える: $y_{it} = x_{it}\beta + \lambda_i'g_t + \varepsilon_{it}$, $x_{it} = \gamma_i'f_t + v_{it}$, $i = 1, 2, \dots, N, t = 1, 2, \dots, T$. (y_{it}, x_{it})のみ観測され、 $\gamma_i'f_t$ と $\lambda_i'g_t$ は相関していると仮定する。 v_{it} と ε_{it} が無相関である場合、 f_t を主成分分析推定し x_{it} から f_t を漸近的にプロジェクトアウトしたもの (\tilde{v}_{it} と呼ぶ) は漸近的に外生変数となり、 x_{it} の操作変数として使用すれば一致性をもつ β の推定量を得る。この手法は操作変数法に依拠し、基本的には線形問題の解を求める問題に収斂するため、計算がIPC法に比べ容易である。さらに、共通因子推定には標準的な主成分分析を使用するので、CCE法のようにrank conditionに依拠しない。

課題2: 最尤法推定量の漸近的性質の理論的分析を行う。

課題3: 豊富な時系列・国際相関構造の推定を可能とするグローバル自己回帰モデル (Pesaran, Schuermann, Weiner, 2004) を分析に使う。上述モデルの信頼できる推定値を得るためには、最低でもG-20の四半期データの収集・加工が必要となる。

4. 研究成果

課題1は、パネル大標本を使った、クロスセクション関連がある動学パネルモデルの推定・検定法の開発であったが、研究成果は Norkute et al. (2021) として Journal of Econometrics 誌に掲載された。さらに課題1で開発したアプローチを静学パネルモデル分析手法へと拡張し、その成果は Cui et al. (2021) として Econometrics Journal 誌に掲載が決定した。また、課題1の関連研究として因子分析のより一般的な弱因子モデルの推定・検定法を研究し、成果は Umatsu et al. (2021, 2022) として Journal of Business & Economic Statistics 誌にそれぞれ掲載が決まった。

課題2は上記のように課題1の拡張研究が大幅に増えたため計画通り進まず、残された重要な研究課題となった。

課題3は、CO₂ 排出量・エネルギー消費・マクロ経済のグローバルな動学パネルモデルの推定・

予測・インパルス応答分析であった。具体的には、石油・天然ガス・石炭の32国・四半期消費データを収集・加工し、COVID-19 パンデミックが2020Q1-2021Q4の2年間における世界の化石燃料消費量とCO₂排出量に与える影響を、グローバル動学パネルモデルをつかって評価した。予測評価によると、世界CO₂排出量はパンデミック開始直後は急減するが、2年以内に危機前の水準に戻るため、パンデミックは各国に気候変動緩和の取り組みを遅らせる強い理由にはならないと結論した。同研究結果はSmith et al. (2021)としてEnergy Economics誌に掲載された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件／うち国際共著 3件／うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Norkute Milda, Sarafidis Vasilis, Yamagata Takashi, Cui Guowei	4. 巻 220
2. 論文標題 Instrumental variable estimation of dynamic linear panel data models with defactored regressors and a multifactor error structure	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Econometrics	6. 最初と最後の頁 416 ~ 446
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jeconom.2020.04.008	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 該当する

1. 著者名 Smith L. Vanessa, Tarui Nori, Yamagata Takashi	4. 巻 97
2. 論文標題 Assessing the impact of COVID-19 on global fossil fuel consumption and CO2 emissions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Energy Economics	6. 最初と最後の頁 105170 ~ 105170
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.eneco.2021.105170	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 該当する

1. 著者名 Cui Guowei, Norkute Milda, Sarafidis Vasilis, Yamagata Takashi	4. 巻 25
2. 論文標題 Two-stage instrumental variable estimation of linear panel data models with interactive effects	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Econometrics Journal	6. 最初と最後の頁 340 ~ 361
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ectj/utab029	査読の有無 有
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 該当する

1. 著者名 Uematsu Yoshimasa, Yamagata Takashi	4. 巻 -
2. 論文標題 Estimation of Sparsity-Induced Weak Factor Models	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Business & Economic Statistics	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) 10.1080/07350015.2021.2008405	査読の有無 有
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 Uematsu Yoshimasa, Yamagata Takashi	4. 巻 -
2. 論文標題 Inference in Sparsity-Induced Weak Factor Models	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Business & Economic Statistics	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) 10.1080/07350015.2021.2003203	査読の有無 有
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 -

〔学会発表〕 計7件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 7件)

1. 発表者名 山形 孝志
2. 発表標題 Estimation of Weak Factor Models
3. 学会等名 Econometric Society World Congress 2020, Bocconi (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山形 孝志
2. 発表標題 A robust approach to heteroskedasticity, error serial correlation and slope heterogeneity for large linear panel data models with interactive effects
3. 学会等名 Asian Meeting of the Econometric Society 2019, Xiamen (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山形 孝志
2. 発表標題 Estimation of Weak Factor Models
3. 学会等名 NBER-NFS Time Series Conference 2019, Chinese University of Hong Kong (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山形 孝志
2. 発表標題 A robust approach to heteroskedasticity, error serial correlation and slope heterogeneity for large linear panel data models with interactive effects
3. 学会等名 Econometric Society European Meeting 2019, Manchester (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山形 孝志
2. 発表標題 Instrumental Variable Estimation of Dynamic Linear Panel Data Models with Defactored Regressors and a Multifactor Error Structure
3. 学会等名 International Association for Applied Econometrics (IAAE) Annual Meeting, Montreal (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山形 孝志
2. 発表標題 Testing for Alpha in Linear Factor Pricing Models with a Large Number of Securities
3. 学会等名 Econometric Society European Meeting 2018, Cologne (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山形 孝志
2. 発表標題 Estimating Weak Factor Models
3. 学会等名 2nd Workshop on "Macroeconomic and Financial Time Series Analysis", Lancaster (国際学会)
4. 発表年 2018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
研究協力者	新谷 元嗣 (Shintani Mototsugu)	東京大学	
研究協力者	樽井 礼 (Tarui Nori)	ハワイ大学	

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
---------	---------