

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 8 月 5 日現在

機関番号：32682

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17H02513

研究課題名(和文)新しい時系列計量分析の理論と応用：点過程アプローチ

研究課題名(英文)A new approach to time-series econometric analysis with point processes

研究代表者

国友 直人(Kunitomo, Naoto)

明治大学・政治経済学部・特任教授

研究者番号：10153313

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 9,400,000円

研究成果の概要(和文)：経済時系列データに対する新しい統計的計量分析の理論と応用、特に点過程に関連する諸問題を検討した。現代の社会・経済に潜む様々な経済リスク・金融リスクの統計的分析において有用と思われる新たな統計的な分析法を開発した。研究成果は統計理論面と応用問題にまたがる。理論面では点過程を含む確率過程の統計モデルを検討、高頻度金融データ分析におけるjump問題を検討、マクロ経済時系列データの変動分析を検討した。またノイズを含む非定常経済時系列に対するSIMLフィルタリング法を開発した。さらにマクロ時系列データおよび高頻度時系列データの解析を行い、この研究プロジェクトで開発した方法の有効性を確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで知られていた計量分析法では社会や経済で時々起きる現象の分析は十分とは言えず、この研究プロジェクトにより点過程アプローチの重要性と限界が明らかになったことは今後のさらなる研究の基礎となることが期待される。また近年の社会・経済では事前には予想できない時々しか起きない大きな変動の理解がすすみ、対処法の設計に資すると考えられる。なお報告書に研究プロジェクト参加者の佐藤の応用例「コロナ感染の逐次予測法」について説明した。

研究成果の概要(英文)：This research project has studied important issues of econometric methods based on stochastic point processes. It investigated some statistical modelling of multivariate financial time series and macro-economic time, which has been then applied to measure economic risk analysis including financial risk and insurance risk. We have studied various scientific and systematic aspects of point processes and non-stationary multivariate economic time series. The project members have presented research results at various international as well as domestic academic meetings and published some books and many academic papers. We have developed a new filtering method called the SIML (separating information maximum likelihood) method for high frequency financial data and multivariate macro-economic data. We have shown that the new method gives a new way to handle the filtering problem of macro-economic time series and also a way to find some hidden factors in high frequency financial time series.

研究分野：経済統計

キーワード：時系列分析 非定常時系列 点過程 マクロ時系列 高頻度金融時系列 Levy過程 SIMLフィルタリング

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

日本では2008年のリーマンショックや2011年に発生した東日本大震災などを契機に「通常の常識では起こりにくい」とされる社会・経済の事象」についての解析や対策の重要性についての認識が高まった。経済・金融・社会における近年の現象ではリーマンショックに関わる経済危機、その後に顕在化したヨーロッパ諸国の金融危機など、我々が暮らしている国際的に連動している現代の経済社会においては、従来の経済学など社会科学における議論ではほとんど考慮されていなかった経済変動を経験している。こうした事前には予想が困難であり、従来の研究では無視されがちである事象、災害、経済変動における比較的稀ではあるが実際に起きると大きな影響のある科学的に理解し、有効な対策を考察する出発点とすることが重要であると認識が本研究の出発点であった。

2. 研究の目的

上記のような理由から本研究プロジェクトでは、まず点過程を鍵として従来の計量分析の方法を再検討することから出発した。ミクロ点過程計量モデル、マクロ点過程計量モデルの両面からの検討を進め、さらに経済データに存在する定期的変動、非定期的変動、定期的に起きる変動、稀に起きる変動、外れ値や異常値、また観測誤差やノイズ的な変動を統計学的立場から区別し、従来の計量分析法の理論と応用を再検討し、具体的な改善策を提案するという新しい方向性を目指した研究プロジェクトである。

3. 研究の方法

(1) 研究会議の開催と研究報告

本プロジェクトの参加者は4名のメンバーであるが、メンバー間の交流を図り、直接的意見交換のために(予定をキャンセルせざるをえなかった)2020年度を除き、毎年度研究集会を開いた。その際、研究集会のさらなる重要な目的として、統計学研究者が主体である本プロジェクトのメンバーと実際に経済リスクの評価、計測を行っている方々との積極的な交流を意図した。そのため各年度の集会において、各年度に外部からの報告者を招聘した。

2017年度の第1回目の研究集会は釧路公立大学、2018年度には信州大学、2019年度の研究集会は福島大学において開催、内外の有力な研究者を交えて研究交流を行った。2020年度は最終年度であり、最終的な研究集会を行う予定であったが、コロナ・ウイルスにより緊急事態宣言下となり中止、オンラインによる研究交流を行った。

(2) 研究組織

本プロジェクトは、統計的時系列分析や高頻度金融データやマクロ公的統計など多岐にわたる課題に取り組みことを目標としており、単一の研究機関のプロジェクトとすることには無理がある。それぞれのトピックにおいて国際的な研究科活動を行っている研究者を選んでプロジェクトを組織した。

(3) 研究分担者の個別研究テーマ

プロジェクト参加者は、本研究計画と各自の得意な分野との関連で具体的研究を進めた。研究集会での報告を始め、学術誌への発表、学会報告を積極的に行った。プロジェクト参加者の主たる個別研究・共同研究の幾つかを具体的研究テーマを述べると以下による。

国友はプロジェクトの途中から新たに参加した栗栖とともに近年の確率論や統計的極値論で展開されている裾の厚い一般化パレート分布や安定分布・無限分解可能分布に基づく議論と確率過程におけるJumpモデル、や経済学・金融論(ファイナンス)の議論との関連を検討し、希な現象を表現する点過程に基づく新しい計量分析の方法を検討した。

大屋は高頻度に観測される複数の金融時系列、特に先物市場と直物市場間の因果性を周波数領域において検証する方法を英文書籍としてまとめるとともに、日本の先物市場の分析をさらに発展させた。

佐藤は非正常経済時系列の新しいフィルタリング法を開発、理論的な研究は国友・佐藤の共同研究としてまとめるとともに、統計計算プログラムをR言語を用いて開発した。(その一部は今後公開予定である。)

4. 研究成果

本プロジェクトのメンバーは4名であるが以下で示すようにかなり多くの学術論文、書籍を公刊、また活発に学会報告を行った。その全ての活動を紹介することは不可能なので、ここでは各年度の研究集会での報告などでの主たるトピックの幾つかを以下では抜粋して紹介する。より詳しい研究の内容については公表した論文や後述する明治大学先端数理科学研究所(MIMS)のウェブサイト上の資料などを参照されたい。以下では便宜上で5項目に分けて主な研究成果を説明する。

- (1) 点過程アプローチによる計量分析：
確率過程としての点過程を用いて希に起きる経済リスク(金融市場での下方への大きな変動)を計測し、過去に依存する強度関数(リスク関数)の条件付確率の予測モデルを構成した。これまでにを行った日本・米国・英国の株式市場の分析に加えて、同時性の高い日本・香港の連動性の分析を行った。同時性を考慮する点過程の計量モデルを新たに開発、波及効果の計測、金融市場の相互連関の分析を可能にした。
- (2) ミクロジャンプ確率過程の統計学：
連続時間の確率過程として連続経路とは限らないジャンプを含む一般の確率過程におけるLevy測度の統計的分析法を検討、また栗栖はノンパラメトリックなリスク計測理論を構築した。さらに高頻度金融データを利用した隠れた低次元ファクターの推定法を国友・栗栖は開発した。
- (3) 非定常時系列分析法の開発：Kunitomo-Sato-Kurisu (2018)が高頻度金融データ分析のために開発した方法をマクロ計量分析に応用、新しいフィルタリング理論を国友・佐藤が開発した。さらに佐藤が開発した統計計算プログラムを利用して、日本の官庁統計における消費指数の作成問題に応用したが、その成果は今後、公表される予定である。
- (4) 先物金融取引の役割とリスク管理の統計学：大屋を中心として非常に変動の激しい金融時系列、特に先物価格の変動分析における新しい分析方法、特にVolatilityインデックスの役割についての研究を深めた。
- (5) 研究成果の実用性の例示：本研究プロジェクトで開発した統計的方法は非定常時系列への幅広い応用が可能であるので、佐藤が最近行ったコロナ感染のSIML分析分析の一例を示す。2020年度のコロナ禍をSIMLに関する研究を応用、コロナ・ウイルス陽性者数の予測を行った。まず開発した前向きと後ろ向きのSIMLフィルタの組み合わせ手法、異常値や祝日効果を除去のために開発中の周波数回帰を利用、前週からのトレンド増分に定常化して多変量自己回帰モデルをあてはめた。データは東京都の確定日別新規陽性者数、検査数、コールセンターへの相談件数、東京駅における人出の数の4系列である。(2月第2週-12月第2週までの日次データを利用した。) 図1-1は新規陽性者数データの前処理の例である。

図 1-1：新規陽性者数のデータに対する前処理の結果

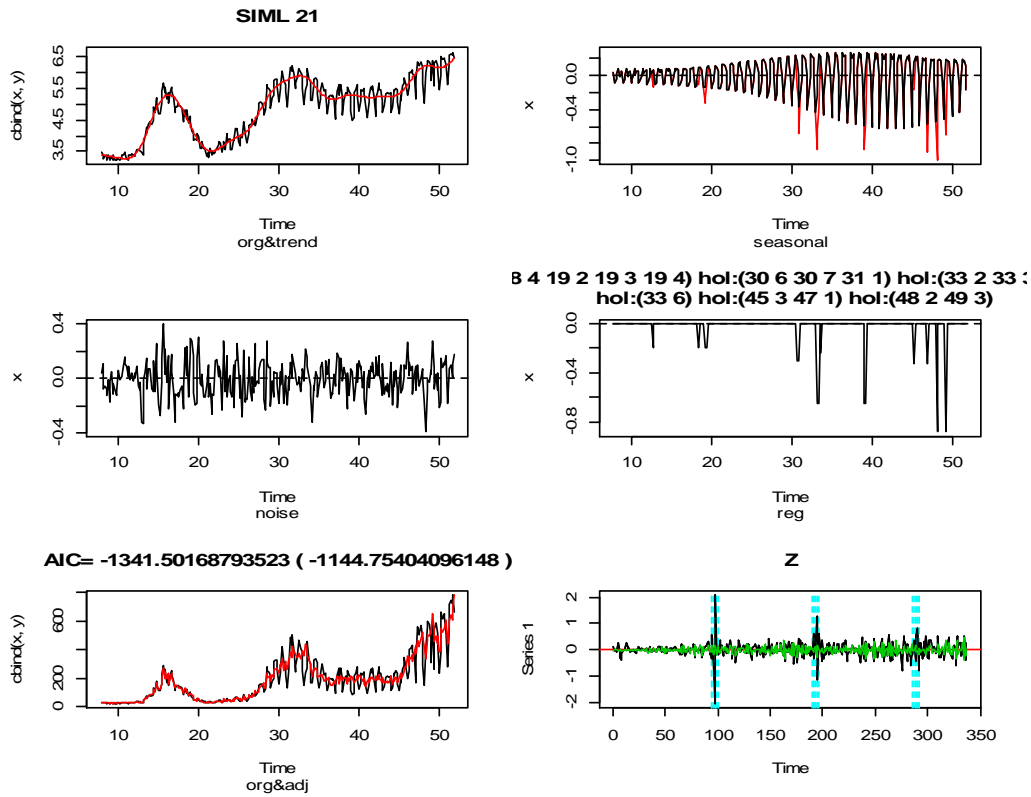
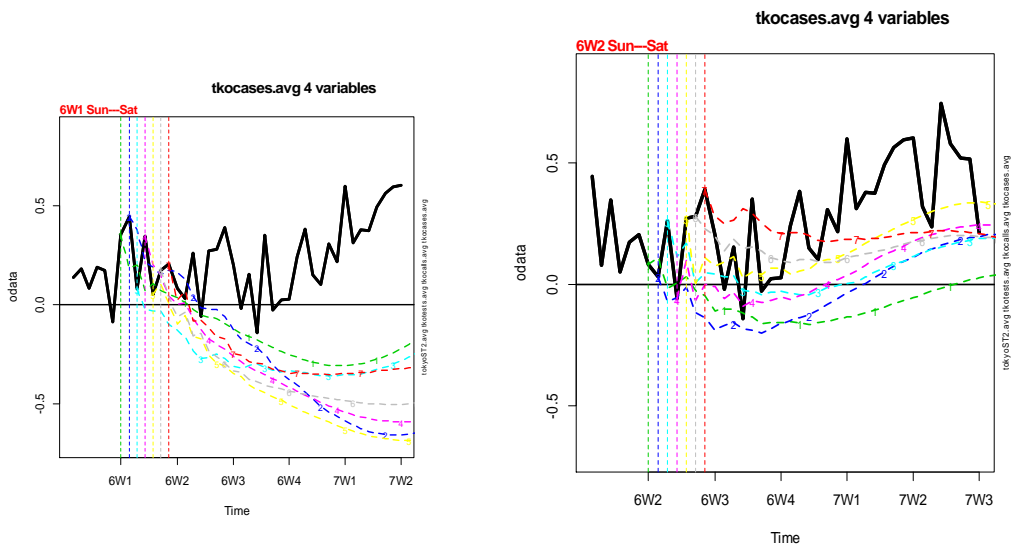


図2：6月第1週(上),第2週(下)における新規陽性者数の逐次予測

(1：日曜、2：月曜、3：火曜、・・・、7：土曜)



時系列データの前処理の後、推定された4変量自己回帰モデルから逐次予測を実行した。逐次予測とはある時点までのデータでモデルを推定、以降の数時点先の予測を逐次的に行う方法である。(推定にはラグ次数の推定も含まれる。)図2は6月第1週,第2週時点でそれぞれ逐次予測,黒の太い線が実績値,色付きの点線が各日における逐次予測経路である。第1週,第2週の間で大きく変わっておりこの辺りが転換点だったとみられる。(この期間に「東京

アラート」が発令されている。)

なお最後の例(佐藤の応用例)として説明した報告を含め、本研究プロジェクトが主催した研究集会での報告など、未公開の研究内容についての概略は、それぞれ明治大学先端数理科学インスティテュート(MIMS)研究報告書シリーズ MIMS-RBP Statistics and Data Science Series(Web からダウンロード可能) SDS-2, SDS-7, SDS-11 の概要の中にある文献なども参照されたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 13件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Naoto Kunitomo, Naoki Awaya and Daisuke Kurisu	4. 巻 -
2. 論文標題 Comparing estimation methods of non-stationary errors-in-variables models	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Statistics and Data Science	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) 10.1007/s42081-019-00051-1	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 大屋幸輔	4. 巻 2019
2. 論文標題 インプライド・モーメントがもたらす情報：VIXは何を伝えているのか	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 『現代経済学の潮流 2019』, 日本経済学会	6. 最初と最後の頁 99-125
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 -
1. 著者名 Nishimura, K.G., Sato, S. & Takahashi, A	4. 巻 297-337
2. 論文標題 Term Structure Models During the Global Financial Crisis: A Parsimonious Text Mining Approach	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Asia-Pasific Financial Markets	6. 最初と最後の頁 297-337
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10690-01809267-9	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 -
1. 著者名 Kurisu, D	4. 巻 154
2. 論文標題 On nonparametric inference for spatial regression models under domain expanding and infill asymptotics	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Statistics and Probability Letters	6. 最初と最後の頁 108543
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.spl.2019.06.019	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 -

1. 著者名 Kato, K. and Kurisu, D.	4. 巻 -
2. 論文標題 Bootstrap confidence bands for spectral estimation of Levy densities under high-frequency observations	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Stochastic Processes and their Applications	6. 最初と最後の頁 1159-1205
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.spa.2019.04.012	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 Adusumilli, K., Kurisu, D., Otsu, T. and Whang, Y.-J.	4. 巻 215
2. 論文標題 Inference on distribution functions under measurement error	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Econometrics	6. 最初と最後の頁 131-164
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jeconom.2019.09.002	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 Naoto Kunitomo, Daisuke Kurisu and Naoki Awaya	4. 巻 Vol.1-2
2. 論文標題 Simultaneous multivariate Hawkes-type point processes and their application to financial markets	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Statistics and Data Science	6. 最初と最後の頁 297-332
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s42081-018-0017-3	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 大屋幸輔	4. 巻 Vol.31 No. 1
2. 論文標題 周波数分解された分散リスク・プレミアムの予測力	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 先物・オプションレポート	6. 最初と最後の頁 1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Kunitomo, N., and D. Kurisu	4. 巻 24
2. 論文標題 Effects of Jumps and Small Noise in High-Frequency Financial Econometrics	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Asia-Pacific Financial Markets	6. 最初と最後の頁 39-73
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10690-017-9223-4	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 国友直人・江原斐夫・栗栖大輔	4. 巻 46-2
2. 論文標題 多次元ホークス型モデルによるマクロ金融市場の因果性分析	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本統計学会誌	6. 最初と最後の頁 137-171
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 大屋幸輔	4. 巻 29-12
2. 論文標題 ボラティリティ・スプレッド	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 『先物・オプションレポート』大阪取引所	6. 最初と最後の頁 1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 N. Kunitomo and D. Kurisu	4. 巻 forthcoming
2. 論文標題 Detecting factors of quadratic variation in the presence of market microstructure noise	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Detecting factors of quadratic variation in the presence of market microstructure noise	6. 最初と最後の頁 forthcoming
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s42081-020-00104-w	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 N.Kunitomo and S.Sato	4. 巻 forthcoming
2. 論文標題 A robust-filtering method for noisy non-stationary multivariate time series with econometric applications	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Statistics and Data Science (JJSD)	6. 最初と最後の頁 forthcoming
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s42081-020-00102-y	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 Kurisu, D. and Otsu, T	4. 巻 forthcoming
2. 論文標題 On the uniform convergence of deconvolution estimators from repeated measurements	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Econometric Theory	6. 最初と最後の頁 forthcoming
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S0266466620000572	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 -

〔学会発表〕 計11件 (うち招待講演 6件 / うち国際学会 9件)

1. 発表者名 Kosuke Oya
2. 発表標題 Estimation of smoothly time varying coefficient partial adjustment model
3. 学会等名 The 3rd International Conference on Econometrics and Statistics (EcoSta2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Seisho Sato
2. 発表標題 Term Structure Models During the Global Financial Crisis: A Parsimonious Text Mining Approach
3. 学会等名 ICMMA (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大屋幸輔
2. 発表標題 インプライド・モーメントがもたらす情報：VIXは何を伝えているのか
3. 学会等名 日本経済学会2018年度秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 国友直人
2. 発表標題 Detecting Numbers Factors in Non-Stationary Errors-in-Variables Models
3. 学会等名 科学研究プロジェクト「新しい時系列計量分析の理論と応用」（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 栗栖大輔
2. 発表標題 不等間隔観測の下でのノンパラメトリック空間回帰モデルに対する統計的推測
3. 学会等名 科学研究プロジェクト「新しい時系列計量分析の理論と応用」（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐藤整尚・国友直人
2. 発表標題 Local SIML Estimation of Some Brownian Functionals
3. 学会等名 科学研究プロジェクト「新しい時系列計量分析の理論と応用」（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kosuke Oya
2. 発表標題 High-frequency Financial Data and G-Causality Analysis
3. 学会等名 The 1st International Conference on Econometrics and Statistics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 佐藤整尚
2. 発表標題 GDPの見方について
3. 学会等名 研究集会「新しい時系列計量分析の理論と応用」(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kurusu, D.
2. 発表標題 Spatially dependent wild bootstrap for high-dimensional spatial data
3. 学会等名 University of Alberta Statistics Seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kurusu, D.
2. 発表標題 "Wild bootstrap for spatio-temporal data
3. 学会等名 CMStatistics 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 国友直人
2. 発表標題 ノイズを含む多次元非定常時系列における新しいフィルタリング法と応用
3. 学会等名 統計関連学会連合大会（国際学会）
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計5件

1. 著者名 国友直人、山本拓	4. 発行年 2019年
2. 出版社 東京大学出版会	5. 総ページ数 293
3. 書名 統計と日本社会：データサイエンス時代の展開	

1. 著者名 Naoto Kunitomo, Seisho Sato Daisuke Kurisu	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 114
3. 書名 Separating Information Maximum Likelihood Method for High-Frequency Financial Data	

1. 著者名 Yuzo Hosoya, Kosuke Oya, Taro Takimoto, Ryo Kinoshita	4. 発行年 2017年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 133
3. 書名 Characterizing Interdependencies of Multiple Time Series: Theory and Applications	

1. 著者名 国友直人・小暮厚之・吉田靖	4. 発行年 2021年
2. 出版社 日本統計協会	5. 総ページ数 427
3. 書名 データ分析のための統計学入門	

1. 著者名 国友直人・栗栖大輔	4. 発行年 2021年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 413
3. 書名 極値現象の統計分析 裾の重い分布のモデリング	

〔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
研究分担者	大屋 幸輔 (Oya Kousuke) (20233281)	大阪大学・経済学研究科・教授 (14401)	
研究分担者	佐藤 整尚 (Sato Seisho) (60280525)	東京大学・大学院経済学研究科(経済学部)・准教授 (12601)	
研究分担者	栗栖 大輔 (Kurisu Daisuke) (70825835)	東京工業大学・工学院・助教 (12608)	

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1件

国際研究集会 データサイエンス・松本キャンプ	開催年 2018年～2018年
---------------------------	--------------------

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