

令和 5 年 6 月 26 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2017～2020

課題番号：17H01701

研究課題名（和文）CARMA確率場モデルの開発と大規模時空間データ分析への応用

研究課題名（英文）CARMA random fields and their applications to large spatio-temporal data

研究代表者

松田 安昌（Matsuda, Yasumasa）

東北大学・経済学研究科・教授

研究者番号：10301590

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 9,300,000円

研究成果の概要（和文）：我々の研究成果は、時空間モデルの理論と応用に関する以下の4点にまとめられる。まず、空間CARMAモデルの周波数領域における推定法を提案し、一致性と漸近正規性により正当化したことである。次に、空間CARMAモデルを定常モデルから非定常モデルに拡張したこと、3点目として、大規模時空間データを空間関数データの時系列サンプルとみなし、関数回帰モデルによる時空間データ間の関係を分析する方法を確立した。最後に、社会科学分野における応用研究を実行し、幸福度と地域特性の関連を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年のICT技術の進歩は大規模な時空間データの収集を可能とし、社会科学分野においても蓄積されつつある。本研究は、大規模な時空間データのモデルを提案し、非定常モデルに拡張し、さらに空間データ回帰分析に拡張した。順番がつかない空間データをフーリエ変換することで近似的に独立とみなして推定を行うWhittle推定法を提案し、その良さを漸近理論を使って確立したところに、本研究の学術的な意義がある。さらにその実際の有効性を幸福度サーベイデータに応用して実証したところに、社会的な意義がある。

研究成果の概要（英文）：Our research achievements are summarized in the following 4 points. First one is to establish the estimation method for Spatial Continuous Auto-Regressive and Moving Average (spatial CARMA) models under the frequency domain together with the validation of consistency and asymptotic normality. The second one is the extension of spatial CARMA models from stationary models to non-stationary models whose parameters can depend on locations with the idea of locally stationary processes. Third one is the developments of spatial regression models by regarding spatio-temporal data as temporal observations of functional spatial data. Applications to monthly COVID-19 new cases aggregated in prefectural levels clarifies that an increase of human mobility leads to an increase of COVID-19 new cases. Finally we conducted applications with spatio-temporal models in social science fields.

研究分野：データサイエンス

キーワード：空間データ 時系列 スペクトル フーリエ変換 Whittle推定 時空間データ

1. 研究開始当初の背景

空間データには以下の4つの特徴がある。1つは、空間データでは時系列のように順序がつかないため、マルコフ性を使ってモデルを構成できないことである。2つ目はデータの大きさが大規模になることが多いことである。月次、年次の時系列データでは高々数百レベルの標本サイズであるが、空間データの標本サイズは、特に近年においてはデータ収集技術の進歩から数百万レベルに達することもある。3つ目は非定常モデルの重要性である。定常モデルは相関を距離と方向のみに依存させ、位置とは独立にする。したがって、定常モデルは、例えば東京と横浜の相関と仙台と石巻の相関を同一と仮定することになり、場所への依存をゆるさない不自然な制約となってしまう。最後は、時空間モデルへの拡張の重要性である。空間データを時間とともに観測した時空間データが様々な分野で蓄積されつつあり、時空間相関構造をフレキシブルに表現しうる時空間モデルが切望されている。

2. 研究の目的

Brockwell and Matsuda (2016)は、第一(無順序)第二(大規模性)の特徴を解決する空間モデルとして定常 CARMA 確率場を提案した。CARMA モデルは Continuous(連続)な ARMA モデルという意味からきており、離散時系列モデルで知られる ARMA モデルを連続時間化するものとして Brockwell らによって 1990 年代より研究されてきた。この論文は CARMA モデルを時系列から空間に拡張を試みたものである。本研究は、定常 CARMA 確率場を第三、四の非定常、時空間モデルへと拡張しうる可能性を秘めたモデルと考え、数百万オーダーの超大規模な非定常時空間データに対応する新たな統計的推測方法を提案することを目的とする。

3. 研究の方法

周波数領域における尤度近似法である Whittle 推定法を提案する。Whittle 推定はもともと時系列における古典的な尤度近似法のひとつである。計算機の進歩によって高々数百オーダーの時系列では時間領域における尤度で十分に実用的なため、近年では Whittle 推定を顧みる研究者は少なくなっていた。しかし、数百万オーダーの空間データにおいてこそ、周波数領域の尤度近似法が有効に働くことになり、実用可能な推定法を与えることになる。Matsuda and Yajima (2009)が空間モデルの推定に提案した Whittle 法にバイアス修正項を加えて提案する。

定常 CARMA 確率場のパラメータを位置に依存させることによって非定常性を表現する。位置に依存するパラメータをどのようにパラメトリックな関数として表すかが非定常性を表現するポイントとなる。また 1)で考えた Whittle 推定法をここで考える非定常モデルに適用できるように改良することで、数百万オーダーの非定常な空間データを扱うことができる局所 Whittle 法を提案する。このモデルによって非定常な構造を捉えることで、空間データの予測精度が向上することが期待される。

CARMA 確率場を空間モデルから時空間モデルへ拡張する仕事本研究で最大の意義をもつ。時空間モデルへの拡張により、将来時点の空間データを予測することができるようになる。時空間モデルを構成するため、相関が時間と空間の積で与えられるセパラブルモデルを出発点とする。次に時間相関を空間相関に依存させることで非セパラブルな時空間モデルを構成する。時間相関には離散時間 ARMA モデルのみならず、非定常 ARIMA モデルや季節 ARIMA モデルをあてはめることにより、単位根や季節性をもつ時空間データを分析できるようになる。

CARMA 確率場モデルを実証研究に応用して、空間計量経済学、疫学、環境分野において有用な知見を導くことである。近年にデータ収集技術が大きく進歩し、これらの分野において時空間データの形で観測・保存されつつある。中でも数万地点に及ぶ空間データを経時的に記録・保存して得られる時空間データは、数百万オーダーの超大規模データであり豊かな情報を含んでいる。そこで、拡張した CARMA 確率場モデルを、大規模で非定常な時空間データに応用し、既存の小規模モデルでは得られない特質を発見する。具体的に、国土交通省は日本全国に数万に及ぶ観測地点で評価された「公示地価」を年次で公表している。National Center for Atmospheric Research は合衆国全土に数万に及ぶ観測地点の「降雨量」と「気温」のデータを月次で公開している。これらはまさしく大規模な時空間データである。CARMA 確率場モデルをあてはめることで、地価と日本経済や自然災害の関連、降雨量や気温の時空間変動について社会的に有用な知見を提供する。

4. 研究成果

前段の方法に対応して代表的な研究成果を中心にまとめる。

(1) 空間データの Whittle 推定について

単変量 CARMA モデルを多変量 CARMA モデルに拡張し、定常性をもつ CARMA モデルに対してパラメータの周波数領域における推定法を提案した。CARMA モデルはスペクトル密度関数を陽に表現できることを使って、Whittle 尤度関数を定義し、適当な条件の下で一致性、漸近正規性が成立することを証明した。さらに Bayes 統計学に基づく空間データ内挿法を提案した。以上の方法を米国降雨量、気温の 2 変量空間データに応用し、推定・空間内挿法による分析を行った。

Matsuda, Y. and Yuan, X. (2020). Multivariate CARMA random fields. DSSR Discussion Paper No 113.

(2) 非定常空間モデルについて

定常 CARMA モデルのパラメータを場所に依存して変動することを許した locally stationary CARMA モデルを提案した。本モデルにより、空間相関の構造が場所によって異なる自然な非定常性を表現することができるようになった。本成果では、Dahlhaus (1996) の方法を応用して、場所に依存するパラメータを周波数領域において推定する Whittle 法を提案し、一致性、漸近正規性を証明した。米国降雨量データに locally stationary CARMA モデルを応用し、降雨量をもつ地域特性を分析することに成功した。

Matsuda, Y. and Yajima, Y. (2018). Locally stationary spatio-temporal processes. Jpn. J. Stat. data Science. 1(1), 41-57.

(3) 時空間モデルへの拡張について

空間データを関数とみなし、時空間データを関数値をとる時系列として、時空間データを従属変数、独立変数としてもつ時空間回帰モデルを提案した。時空間データをフーリエ変換してから回帰係数を推定する方法を提案した。本推定法は、空間定常を仮定すれば時間定常の制約なく一致推定することができること示し、さらに漸近正規性をもつことを証明した。つまり時間方向では単位根仮定であっても、空間定常であれば、回帰モデルを一致推定できることを示し、単位根時系列間の時系列回帰モデルで発生する「見せかけの回帰」の問題が、時空間回帰モデルにおいては発生しないという興味深い結果を導くことに成功した。本モデルを月次集計した市区町村別 COVID-19 感染者数、人流を月次に市区町村別に集計したものにあてはめ、人流の増加と感染者数の関連構造を分析した。その結果、人流と感染者数は相互に依存しあっており、人流の増加は約 2 か月のラグをもって感染者数の増加につながっていることを実証した。さらに、2 か月前の降雨量が感染者数に有意な負相関を持つことがわかった。

Matsuda, Y. and Yuan, X. (2022). Convolutional regression for big spatial data. DSSR Discussion Paper No 124.

(4) 社会科学分野への応用について

本成果は、空間モデルを幸福度の分析に応用したものである。2019 年 12 月に実施された沖縄を除く 46 都道府県に在住する 22,539 名に対する幸福度サーベイをもとに日本人の幸福度を社会科学的に分析したものである。サーベイでは幸福度を 1-10 のスケールで回答させ、回答者の居住地情報、年齢、性別、職業などの属性情報と併せて、日本人の幸福度の持つ特性をとくに地域特性と関連させて分析した。具体的には、ベイズ階層モデルを応用して、幸福度を個人属性と地域特性に分解して抽出した。地域特性として、社会福祉の充実した都道府県、あるいは森林面積が高い都道府県の幸福度は有意に高いことが示された。さらに、東日本大震災で被害の大きかった沿岸地域の幸福度は低く評価され、震災による幸福度へのダメージの大きさが実証された。

さらに 2019/12 に続けて本サーベイを 2020/9, 2020/12, 2021/3, 2021/6 に実施し、計 5 時点の時空間データとして収集した。日本人のもつ幸福度特性を時空間分析し、特にコロナ禍による影響を実証した。コロナ前後の時系列変化を抽出するため、空間モデルを状態空間モデルで時系列拡張し、回帰係数の時空間変動を分析した。その結果、コロナ禍は若い女性の幸福度を最も深刻に低下させていることを明らかに、その影響は収入が低いグループにおいて特に顕著であることを示した。

Li, A., Sato, T. and Matsuda, Y. (2022). Spatial analysis of subjective well-being in Japan. Jpn. J. Stat. data Science. 5, 87-110

Sato, T., Li, A. and Matsuda, Y. (2022). Space Time Analysis of Subjective Well-being in the COVID-19 Outbreak in Japan. Interdisciplinary Information Sciences. 28(1), 25-33.

最後に本科研費により、“ XV World Conference of Spatial Econometrics Association ” を 2021 年 5 月 26 日から 28 日までオンライン開催した。Spatial Econometrics Association による毎年開催される国際学会であり、東京大学で対面開催される予定であったが、コロナ禍によりオンライン開催に変更して実施したものである。本会議では、実施本部を東北大学経済学研究科におき、3 日間の会議を運営した。72 名のオンライン参加があり、52 件の研究発表、5 件の keynote speech を主催した。Keynote speech では、Alan E. Gelfand (Duke Univ.), Noel Cressie (Univ. Wollongong), Paul Elhorst (Univ. Groningen), Daniel A. Griffith (University of Texas at Dallas), Gomez Rubio (Universidad de Castilla-La Mancha) を招待し、1 時間の plenary 講演を行った。また、若手研究者による発表の中から最優秀な者を選出し、Jean Paelinck Prize を授与した。本会議では、空間重み行列を所与ではなく推定したときの統計的性質を一つの論点として、空間計量経済学研究者による討論が行われ、盛会のうちに終了した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 14件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 松田安昌	4. 巻 49
2. 論文標題 連続時間ARMAモデルの理論と応用	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本統計学会和文誌	6. 最初と最後の頁 265-280
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11329/jjssj.49.265	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 Takaki Sato and Yasumasa Matsuda	4. 巻 16
2. 論文標題 Spatial extension of generalized autoregressive conditional heteroskedasticity models	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Spatial Economic Analysis	6. 最初と最後の頁 1742-1780
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/17421772.2020.1742929	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 Keiichi Mochida, Satoru Koda, Komaki Inoue, Takashi Hirayama, Shojiro Tanaka, Ryuei Nishii, Farid Melgani	4. 巻 8
2. 論文標題 Computer vision-based phenotyping for improvement of plant productivity	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 GigaScience	6. 最初と最後の頁 1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/gigascience/giy153	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 Takayoshi Nakamoto, Ryuei Nishii and Shinto Eguchi	4. 巻 11
2. 論文標題 Predicting precision matrices for color matching problem	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Mathematics for Industry	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S2661335219500023	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 Fumio Ishioka, Jun Kawahara, Masahiro Mizuta, Shin-ichi Minato and Koji Kurihara	4. 巻 2
2. 論文標題 Evaluation of hotspot cluster detection using spatial scan statistic based on exact counting	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Statistics and Data Science	6. 最初と最後の頁 241-262
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s42081-018-0030-6	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 Shin-ichi Minato, Jun Kawahara, Fumio Ishioka, Masahiro Mizuta and Koji Kurihara	4. 巻 1
2. 論文標題 A Fast Algorithm for Combinatorial Hotspot Mining Based on Spatial Scan Statistic	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2019 SIAM International Conference on Data Mining	6. 最初と最後の頁 91-99
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1137/1.9781611975673.11	査読の有無 無
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 Yoshihiro Yajima and Yasumasa Matsuda	4. 巻 3
2. 論文標題 Log-periodogram regression of two-dimensional intrinsically stationary random fields	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 333-347
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s42081-020-00078-9	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 Matsuda, Y. and Yajima, Y.	4. 巻 1
2. 論文標題 Locally stationary spatio-temporal processes	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Jpn. J. Stat. Data Sci.	6. 最初と最後の頁 41-57
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s42081-018-0003-9	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 S. Koda, A. Zeggada, F. Melgani and R. Nishii	4. 巻 56
2. 論文標題 Spatial and structured SVM for multilabel image classification	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing	6. 最初と最後の頁 5948-5960
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TGRS.2018.2828862	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 K. Mochida, S. Koda, K. Inoue and R. Nishii	4. 巻 9
2. 論文標題 Statistical and Machine Learning approaches to predict gene regulatory networks from transcriptome datasets	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2018.01770	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 K. Mochida, S. Koda, K. Inoue, T. Hirayama, S. Tanaka and R. Nishii	4. 巻 8
2. 論文標題 Computer vision-based phenotyping for improvement of plant productivity	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 GigaScience	6. 最初と最後の頁 1-2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/gigascience/giy153	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 Brockwell Peter J., Matsuda Yasumasa	4. 巻 79
2. 論文標題 Continuous auto-regressive moving average random fields on R^n	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J. Roy. Statist. Soc., Ser. B.	6. 最初と最後の頁 833 ~ 857
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/rssb.12197	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 Sato, T. and Matsuda, Y.	4. 巻 47
2. 論文標題 Spatial Autoregressive Conditional Heteroskedasticity Modles.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J.Japan Statist. Soc.	6. 最初と最後の頁 221-236
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 Matsuda, Y. and Yajima, Y.	4. 巻 1
2. 論文標題 Locally stationary spatio-temporal processes Japanese Journal of Statistics and Data Science	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 to appear
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s42081-018-0003-9	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 S. Koda, Y. Onda, H. Matsui, K. Takahagi, Y. Uehara-Yamaguchi, M. Shimizu, K. Inoue, T. Yoshida, T. Sakurai, H. Honda, S. Eguchi, R. Nishii and K. Mochida	4. 巻 -
2. 論文標題 Diurnal Transcriptome and Gene Network Represented through Sparse Modeling in Brachypodium distachyon	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Frontiers in plant 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) 10.3389/fpls.2017.02055	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34件 (うち招待講演 15件 / うち国際学会 22件)

1. 発表者名 Yasumasa Matsuda
2. 発表標題 Bivariate Continuous ARMA random fields
3. 学会等名 Lilac International Conference on Application of Statistics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松田安昌
2. 発表標題 Bivariate CARMA random fields
3. 学会等名 2019年度統計関連学会連合大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasumasa Matsuda
2. 発表標題 Introduction of spatial data models with applications to analysis of world happiness
3. 学会等名 Second Tohoku-UEA Research Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasumasa Matsuda
2. 発表標題 Bivariate CARMA random fields
3. 学会等名 2nd ISM-UUIm Joint Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takaki Sato and Yasumasa Matsuda
2. 発表標題 SAR(p)-GARCH(k, l) Models for High-Dimensional Financial Time Series
3. 学会等名 Korean Statistical Society (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takaki Sato and Yasumasa Matsuda
2. 発表標題 SAR(p)-GARCH(k, l) Models for High-Dimensional Financial Time Series
3. 学会等名 The 12th World Conference of the spatial econometrics association (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤宇樹, 松田安昌
2. 発表標題 SAR(p)-GARCH(k, l) Models for High-Dimensional Financial Time Series
3. 学会等名 2019年度統計関連学会連合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 G. Fitrianto, S. Tanaka and R. Nishii
2. 発表標題 Analysis of regional economic growth against crisis: US-Japan comparative study before-after Lehman's shock.
3. 学会等名 The 62th ISI World Statistics Congress (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 江口 真透, 中本 尊元, 西井 龍映
2. 発表標題 正定値行列の一般化平均 - 色認知空間上の楕円予測 -
3. 学会等名 2019年度統計関連学会連合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kitanishi, Y., Ishioka, F., Iizuka, M., Kurihara, K.
2. 発表標題 Spatial perception for structured and unstructured data in topological data analysis
3. 学会等名 16th Conference of the International Federation of Classification Societies (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takemura, Y. Ishioka, F., Kurihara, K.
2. 発表標題 Cluster Detection Based on Restricted Hierarchical Structure for Large Scale Data
3. 学会等名 Data Science, Statistics and Visualization 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kajinishi, S., Ishioka, F., Kurihara, K.
2. 発表標題 Cluster Detection Based on Restricted Hierarchical Structure for Large Scale Hotspot Detection for Epidemiological Data Analysis Using R Shiny
3. 学会等名 Data Science, Statistics and Visualization 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshihiro Yajima
2. 発表標題 On Gaussian Semiparametric Estimation of Two-Dimensional Intrinsically Stationary Random Fields
3. 学会等名 The 62th ISI World Statistics Congress (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sato, T. and Matsuda, Y.
2. 発表標題 Spatial GARCH Models.
3. 学会等名 12th World Conference of the spatial econometrics association, Vienna (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Matsuda, Y.
2. 発表標題 Spatial modeling of volatility matrices for high-dimensional financial time series.
3. 学会等名 Statistics and Data Science Workshop at King Abdullah Univ. of Science and Technology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西井龍映
2. 発表標題 ビッグデータ時代の機械学習と統計手法
3. 学会等名 電気情報通信学会 九州支部専門講習会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 上田勇祐、西井龍映、江田智尊
2. 発表標題 Kullback-Leibler 情報量に基づく Alternating Direction Method of Multipliers による精度行列のスパース推定
3. 学会等名 統計関連学会連合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ishioka, F., Kajitani, S., Kurihara, K.
2. 発表標題 Visualization of Cluster Detection based on Hierarchical Structure for Geospatial Data and its Application
3. 学会等名 European Conference on Data Analysis, Paderborn, Germany (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ishioka, F., Kurihara, K.
2. 発表標題 Cluster detection for mutli-dimensional spatial data based on hierarchical structure
3. 学会等名 COMPSTAT2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sato, T. and Matsuda, Y.
2. 発表標題 Spatial Autoregressive Conditional Heteroscedasticity Models and Their Applications to Land Price Data in Tokyo.
3. 学会等名 11th World Conference of the Spatial Econometrics Association, June 13-15, 2017, Singapore Management University School of Economics, Singapore (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Matsuda, Y.
2. 発表標題 CARMA random fields on R^n
3. 学会等名 Lilac International Conference of Application on Statistics, in activity center of Harbin Institute of Technology from June 2nd to 5th, 2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Matsuda, Y.
2. 発表標題 Nonstationary extension of CARMA random fields.
3. 学会等名 Workshop on Levy processes and time series in honour of Peter Brockwell and Ross Maller. Ulm University, Ulm, Germany (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Sato, T. and Matsuda,
2. 発表標題 Spatio-temporal autoregressive conditional heteroskedasticity model.
3. 学会等名 11th International Conference on Computational and Financial Econometrics. December 16-18, 2017, Senate House, University of London, UK. (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Matsuda, Y.
2. 発表標題 Spatio-temporal CARMA models in English Session: History and recent development of spatio-temporal statistics
3. 学会等名 統計関連学会連合大会, 南山大学
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西井 龍映
2. 発表標題 Feature Selection of Support Vector Regression Based on Information Theoretic Criteria
3. 学会等名 The SIAM Workshop on Parameter Space Dimension Reduction (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西井 龍映
2. 発表標題 サポートベクター回帰における変数選択
3. 学会等名 統計関連学会連合大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 江田智尊, Abdallah Zeggada, Farid Melgani, 西井 龍映
2. 発表標題 Structured Support Vector Machine を用いた土地被覆画像のマルチレベル判別
3. 学会等名 日本分類学会第36回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西井 龍映
2. 発表標題 太陽風が弱い地震の引き金であることの統計的検証
3. 学会等名 共同研究集会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西井 龍映
2. 発表標題 異分野と統計学の相互貢献
3. 学会等名 AIMaPワークショップ
4. 発表年 2017年

1 . 発表者名 Satoru Koda, Ryuei Nishii, Keiichi Mochida, Yoshihiko Onda
2 . 発表標題 Statistical Gene Analysis And Contributions To Low-Carbon Society
3 . 学会等名 I2CNER Annual Symposium
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Satoru Koda, Yoshihiko Onda, Hidetoshi Matsui, Ryuei Nishii and Keiichi Mochida
2 . 発表標題 Statistical gene data analysis and applications to plant growth
3 . 学会等名 共同研究集会 (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Ishioka, F. and Kurihara, K.
2 . 発表標題 Cluster detection using spatial scan statistic and its new development in large-scale scanning.
3 . 学会等名 2017 Conference of the International Federation of Classification Societies, Tokyo, 2017.8.8. (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Kurihara, K., Kajinishi, S. and Ishioka, F.
2 . 発表標題 Statistical evaluation for spatial complexity based on echelon trees.
3 . 学会等名 2017 Conference of the International Federation of Classification Societies, Tokyo, 2017.8.8. (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1. 発表者名 Ishioka, F., Kawahara, J., Kurihara, K.
2. 発表標題 Evaluation of spatial cluster detection method based on all geographical linkage patterns.
3. 学会等名 IASC-ARS2017 (The Conference of the Asian Regional Section of the International Association of Statistical Computing), Auckland, 2017.12.12. (招待講演)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 矢島美寛・田中潮	4. 発行年 2019年
2. 出版社 共立出版株式会社	5. 総ページ数 256
3. 書名 時空間統計解析	

〔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	栗原 考次 (Kurihara Koji) (20170087)	京都女子大学・宗教・文化研究所・教授 (34305)	
研究分担者	西井 龍映 (Nishii Ryuei) (40127684)	長崎大学・情報データ科学部・教授 (17301)	
研究分担者	矢島 美寛 (Yajima Yoshihiro) (70134814)	東北大学・経済学研究科・客員教授 (11301)	

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4件

国際研究集会 Workshop on Recent Progress in Time Series: in honour of Peter Robinson	開催年 2019年～2019年
国際研究集会 Data Science Workshop	開催年 2018年～2019年
国際研究集会 Workshop on spatial and spatio-temporal data analysis	開催年 2017年～2017年
国際研究集会 Workshop on Econometric Analysis for Big Data	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
---------	---------