

令和 3 年 5 月 31 日現在

機関番号：32641

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2016～2019

課題番号：16H02790

研究課題名（和文）多様なノンパラメトリック推測法の融合による新たな高精度統計手法の開発

研究課題名（英文）Higher order improvement of statistical inference based on the unification of several nonparametric methods

研究代表者

前園 宜彦（Maesono, Yoshihiko）

中央大学・理工学部・教授

研究者番号：30173701

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 12,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では様々なノンパラメトリックな統計的推測手法の相互の関連を明らかにし、それらを有効に組み合わせる方法を研究し、新たな推測法の開発を目指して研究を行い主として下記の成果を得ることができた。

関数比の形で表される密度関数比やハザード関数のカーネル型推定や分布関数推定量の改善法を提案し、その有効性を理論的に示した。また方向統計学におけるカーネル法の改良法を得ることに成功するとともに、非線形回帰におけるノンパラメトリック法の有効利用を図り、関連する統計手法を深化することに成功した。これらを通して、パラメトリック法の利点も取り入れた統計手法の構築に成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本におけるノンパラメトリック推測の研究は個々の分野で研究が発展しているが、相互の関連性はあまり研究されておらず、本研究で得られた成果はこの隙間を埋めるものも含まれている。特にカーネル型推定は滑らかな推測結果を与える利点があり、様々な分野で実用化されている。本研究では境界バイアスの改良など推定量の平均二乗誤差を改善する方法を提案している。また非線形パラメトリック法との融合させる研究成果を得ることができた。

研究成果の概要（英文）：This project aims to study nonparametric statistical inference and to improve some methods, like kernel estimation, nonlinear regression etc. We clarify relationships of those methods and prove some theoretical properties. Especially, we get new kernel type estimator of hazard function, density ratio and distribution function. Further new estimator for circle distribution function is proposed. Combining nonparametric and parametric methods, we introduce a new clustering method and apply it to real data.

研究分野：統計科学

キーワード：ノンパラメトリック カーネル推定 ハザード関数 非線形回帰 画像解析 漸近理論 クラスタリング 順位検定

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。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) ノンパラメトリック推測法は、厳密には無限次元の母数を持つ統計モデルということができるが、母集団分布の仮定を行わない順位検定や統計的リサンプリング法がノンパラメトリック法として普及してからは、ある程度統計モデルの構造を仮定して、その上で母集団分布を特定することなく推測の妥当性を保証するものに変化してきた。すなわちデータの従う母集団分布に対する仮定をおくことなく、各種のノンパラメトリック推測が一致性を持つことが理論的に解明され、また推測精度を上げる様々な改善法が提案されている。これらの研究成果からパラメトリック推測に引けを取らない効率を持ち、頑健性を保持した有効な手法として多くの現場で利用されるようになってきている。これまでに研究代表者によって構築されたノンパラメトリック推測に関する高次漸近理論は、多くの統計解析の現場においても十分適用できるもので、高精度の推測結果が保証できるものになっている。

(2) しかしながら高次漸近理論を利用すると計算量が幾何級数的に増加することが多い。このような問題点は計算機の性能の向上によりある程度解消されるが、反復計算を数億回要求される反復ブートストラップ法(Hall, Springer, 1992)においては、手法の改良が必須である。また非線形回帰において、オーバーフィットを制御するペナルティ項に、計算負荷の高いデータの曲率の差の絶対値を利用する LASSO(Tibshirani, J. Roy. Stat. Soc., 1996) 推測などでは手法のさらなる改良が求められている。現在盛んに研究されているビッグデータ解析においては、これまでベイズ法による推測が有効であるとの報告が種々なされているが、事前分布を設定するときに、データの解析者が恣意的に都合のよい仮定を置くという懸念がある。その解決法としては、統計的リサンプリング法、サブサンプリング法及び経験尤度関数の 3 つの組み合わせが有効と思われる。ブートストラップ・リサンプリング法に対する研究成果を利用して、サブサンプリング法の理論的な性質を明らかにし、2 段階サブサンプリングにより経験尤度関数を構成し精度の改良を行うことが可能と思われる。

2. 研究の目的

(1) 順位による推測から発展したノンパラメトリック法は、コックスモデル、統計的リサンプリング法、カーネル法、経験尤度関数などの多様な発展を遂げている。またパラメトリックに近い統計モデルを仮定しながら、分布を特定しなくても有効性が保たれるノンパラメトリック回帰のようなセミパラメトリック法も発展してきており、関連の深いロバスト推測の研究も盛んに行われている。これらの研究は相互に関連が深いものであるが、それらの関連をあまり吟味しないままに新たな手法や性質についての成果が個々に報告されている。本研究ではこれらの手法の相互の関連を明らかにし、各研究で得られている成果を他の手法の改善に役立てると共に、相互の弱点を補完するような新たな統計手法の構築を図り、高精度な統計的推測法を開発することを旨とする。

(2) ノンパラメトリック推測の各手法に対する最新の研究成果を詳細に点検し、各手法の利点と弱点を明確にする。また共通する理論的性質について整理し、体系化する。それらを元に各手法について得られた研究成果を他の手法に適用できないか検討し、高精度の統計手法の構築を目指す。たとえば、ビッグデータにリサンプリング法を適用するときの問題、経験尤度法とリサンプリング法の融合を図るときの問題、ノンパラメトリック回帰における計算負荷の増大の問題等である。これらの問題点を詳細に検討するとともにその克服法を開発し、開発した新しい手法の性質を明らかにすることを旨とする。このように本研究では個々に発展してきた各種のノンパラメトリック手法を融合させて、新たな方法を開発するとともに、各手法の関連を明確にして有効な適用場面を提示し、今後の研究の発展につなげることを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 研究代表者・分担者及び連携研究者がこれまでに培った統計手法に対する研究成果及び知識を生かして相互の関連を明確にするとともに、新たな高精度ノンパラメトリック推測法を導出し、その性質を明らかにすることを旨とする。特に汎用性の高い統計的リサンプリング法を他のノンパラメトリック法と組み合わせてビッグデータ解析などの複雑な問題にも適用できるように手法の改良を図る。またノンパラメトリックな推測精度の規準となるクロスバリデーションとサブサンプリング法を有効に組み合わせて、統計解析に適用可能となる新たなノンパラメトリック推測規準の構築を行う。さらにカーネル法やスプライン法に基づく非線形なノンパラメトリック回帰の性質を明らかにし、高精度な手法となるように改良を目指す。加えてパラメトリックな仮定の下で開発された手法を、誤差項の従う分布が当初の仮定と異なるときにも妥当性を持つように修正した新たな解析法を提案する。最終的には本研究で得られた、ハイブリッドなノンパラメトリック推測法の実用化のために、現実のデータに対する適用を容易にするアルゴリズムやプログラムの開発を行う。

(2) 代表者・前回は、統計的リサンプリング法の成果を複雑な統計モデルに適用するときの問題点を明らかにし、修正や他の手法と融合した新しい解析法の開発を目指す。特に推測の精度を

上げる重み付きブートストラップ法(Hall & Maesono, J. Roy. Stat. Soc., 2000)の計算負荷の軽減を図り、大容量データに対しても適用可能なものに修正する。またサブサンプリング法による経験尤度関数(Owen, Empirical likelihood, 2001)を利用したベイズ推定における事前分布の構成法を研究し、客観性を持つベイズ推測の構築を図る。また漸近理論の成果を利用してサブサンプリング・データに対して正規近似の精度を上げる統計量を構成し、リサンプリング法と組み合わせ有効な推測法を開発する。さらにスムーズな推測結果を与えるカーネル法を利用して高頻度金融データ解析におけるバリュー・アット・リスクや確率が非常に低い大地震の発生リスクのための推定法の改善を図る。これらは統計的には非常に小さな点(0.3%や1%)の推定に相当するが、データ数が十分大きい時には経験分布関数やカーネル型分布関数推定量に対する正規近似を使って区間推定を構成することができる。しかし標本数が少ないときや完全な独立性が成り立たない状況では、独立な成分に帰着させるための操作が必要になり、その後正規近似を利用することになる。これらを実データに適用すると、順序統計量の n 番目の値を推定値とするために、端のデータに依存し、非常に不安定である。しかし順位統計量のスムーズ化を使えば安定した推測結果が得られ、有意確率の精緻化が見込める。また点を共変量で説明するカーネル法に基づく確率点回帰の高次漸近理論を完成させて、推測精度の向上を目指す。さらに連携研究者・二宮と協力して、複雑な統計モデルに対するクロスバリデーションの有効な適用法を研究し、計算負荷の軽減と新たなノンパラメトリック規準の構築を目指す。

(3) 分担者・西井は現在、研究している高密度画像解析の分野でのノンパラメトリック法の応用研究を主に推進していく。高密度画像は含まれるデータは大容量で、短時間に処理する必要があるために、計算負荷の軽減と手法のロバスト性が要請されている。このような状況下では、頑健性を持ち汎用性のあるノンパラメトリックな判別法の開発が必要である。この分野の研究においてはブースティングと順位統計量の組み合わせが有効と思われる。西井はこれらの組み合わせによって生じる問題点を整理し、他の分担者と一緒にその克服を目指す。特に統計的リサンプリング法を利用したブースティングの理論的性質を明らかにする。

(4) 分担者・寒江はカーネル法やヒストグラムに基づく密度関数の推定法、ノンパラメトリックなデータ圧縮法(データスカッシュ法)の改善を様々なノンパラメトリック法と組み合わせることにより実現させる。またこれまで主催してきたノンパラメトリック・セミパラメトリックの研究集会の蓄積を元に、国際シンポジウムを開催して、他の分担者とともに、本研究を推進するための情報収集及び意見交換を通して次年度以降の計画の修正を行う。また代表者・前園と協力して大容量データにカーネル法を適用するときの、高精度漸近理論を構成する。また大容量データに対する有効なデータ圧縮法を研究し、新しい推測法の構築を目指す。

(5) 分担者・藤井は生存時間解析のために発展してきたコックスモデルを大容量データに適用するときの問題点を整理し、リサンプリング法との有効な組み合わせを研究する。分担者・松井は非線形回帰において正則化項を入れたパラメトリック手法を元に、代表者・前園と協力して、セミパラメトリックな統計モデルに適用可能な正則化項の導出を行い、推測の精度の改良を図る。

(6) 連携研究者・二宮は他の共同研究者と情報を共有して、複雑な統計モデルで多重変化点を持つモデルに対するノンパラメトリック法の研究を行い、新しい高精度解析法の開発を推進していく。連携研究者・増田は大規模・高頻度データに対する高精度なノンパラメトリック法の開発を行う。また連携研究者・二宮と共同で複数の変化点を取り入れた非線形モデルを構築し、経済データへの各種ノンパラメトリック法の新たな適用法を研究する。それらの成果を取り入れて、大容量データに対するノンパラメトリック法の高精度化を図る。

4. 研究成果

(1) カーネル法を利用した密度比推定量の分布のEdgeworth展開を求め、その有効性を理論的に示した。また比の直接型推定量の改良を提案し、その性質をシミュレーションで検証した。

推定する密度関数の定義域が有界な場合に生じる境界問題に対して、問題を解決する新たな推定量を提案し、その性質を明らかにした。生物統計などでリスクを計る重要な尺度であるハザード関数のノンパラメトリック推定について、全く新しい観点から直接推定する方法を開発し、その有効性を理論的に示した。方向統計学における新たなノンパラメトリック推測法を開発し、その有効性を示した。有効な変数を選択する新たな統計手法を開発し、実データへの適用を行った。これにより、有効な遺伝情報を引き出すことに成功した。多次元非正規分布に対する疑似尤度の構築に成功し、確率過程についての適用法を開発した。またその理論的な性質も明らかにした。変化点の検出モデルに対する情報量規準を導出し、その性質を明らかにするとともに、実データへの適用の良さを示すことに成功した。非線形混合効果モデルに基づく関数データクラスタリング法を開発し、その有効性を示すことに成功した。シンポジウムを2回共催し、最新の統計理論の研究及びその適用についての情報を収集し、ノンパラメトリック推測法の新たな研究の方向性について参加者からアドバイスを得ることができた。

(2) カーネル型分布関数推定量のバイアスを修正するクラスを提案し、その理論的性質を明らかにした。その結果提案手法が平均二乗誤差の意味で優れていることを示し、シミュレーションにより有効性を確認した。平滑化法を利用して、二標本検定問題の順位検定に内在する有意確率の不連続性を解消する方法を提案し、その有用性を示した。方向統計学における多変量回帰法を研究し、その漸近的な性質を明らかにした。また適用上の問題点を検討しその解決を行っ

た。医学データに対する統計解析を行い、推測法の改良へとフィードバックした。方向統計学におけるカーネル型推定量の理論的性質を明らかにし、改良を行った。また円周上のカーネル型推定量の高次漸近理論の構築にも成功した。スパースな遺伝子発現データに対する変数選択法を改良し、植物の成長に影響を与える遺伝子の特定に成功した。画像解析においてサポートベクターマシンを利用した多群クラスタリングの改良法を開発し、その有効性を示した。

(3) カーネル型分布関数推定量の境界バイアスを修正するカーネルを利用する新たな方法を提案し、その理論的性質を明らかにした。また平均残存生命関数のカーネル型推定量を提案し、その漸近平均二乗誤差を理論的に求めてシミュレーションにより有効性を確認した。平滑化法を利用して、順位検定およびメディアン検定の有意確率の不連続性を解消する方法を提案し、その有用性を示した。超過分布関数のカーネル型推定量を提案し、その理論的な性質を明らかにした。円周上の分布のカーネル型推定量におけるバンド幅の最適な選択法を提案し、その良さを理論および実データ解析で示した。最適な避難経路の構築におけるノンパラメトリック法の適用を考察し、新たな方法を提案した。多重ラベル画像データに対するサポートベクターマシンを利用した新たな推測法を開発した。医学データに対するノンパラメトリック統計解析の改良およびその有効性の検証を行った。ランダムな部分空間への射影による変数選択法を提案しその有効性をシミュレーションおよび実データへの適用で検証した。非負のデータに対するノンパラメトリックな推測法を利用して分布関数推定量を利用した新しい検定法を提案し、その有効性を示した。

(4) 条件付き確率密度関数の新しいカーネル型推定量を提案し、推定量の分散が縮小されることを理論的に示した。またこれを利用したノンパラメトリック回帰についても漸近的な性質を明らかにし、その有効性をシミュレーションによって示した。多変量解析にノンパラメトリックな推測法の発想を取り込むことによって精度の改善を図る中で、共通主成分分析を利用した変化点探索の新たな手法を開発し有効性を示すことができた。また位置情報を伴う関数データ解析についても新たな手法を構成することができた。さらに部分空間法を関数データまで拡張する方法を提案することができた。全単射の写像に基づくカーネル型推定量を提案し、カーネル型推定に付随する境界バイアスを統一的に解消する方法を提案した。その上でノンパラメトリックな適合度検定に応用し、手法の改善を実現させた。方向統計学における多変量回帰法を研究し、そのバンド幅の最適な決定法を提案しその理論的な性質を明らかにした。生存時間解析の重要な尺度であるハザード関数のカーネル法に基づいた新しい推定量を提案し、その理論的な性質を明らかにした。またカーネル法に現れる境界バイアスを縮小する推測法を提案し、シミュレーション及び実データへの適用を通して有効性を示した。医学データに対する統計解析を行い、推測法の改良へとフィードバックした。スパースな遺伝子発現データに対する回帰分析を改良し、植物の成長に影響を与える遺伝子の特定に成功した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計36件（うち査読付論文 36件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Moriyama Taku, Maesono Yoshihiko	4. 巻 72
2. 論文標題 New kernel estimators of the hazard ratio and their asymptotic properties	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Annals of the Institute of Statistical Mathematics	6. 最初と最後の頁 187 ~ 211
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10463-018-0685-6	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 Moriyama Taku, Maesono Yoshihiko	4. 巻 52
2. 論文標題 CONDITIONAL PROBABILITY DENSITY AND REGRESSION FUNCTION ESTIMATIONS WITH TRANSFORMATION OF DATA	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Bulletin of informatics and cybernetics	6. 最初と最後の頁 1 ~ 25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5109/2558879	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 Fauzi Rizky Reza, Maesono Yoshihiko	4. 巻 49
2. 論文標題 New type of gamma kernel density estimator	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of the Korean Statistical Society	6. 最初と最後の頁 882 ~ 900
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s42952-019-00040-w	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 Tsuruta Yasuhito, Sagae Masahiko	4. 巻 72
2. 論文標題 Theoretical properties of bandwidth selectors for kernel density estimation on the circle	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Annals of the Institute of Statistical Mathematics	6. 最初と最後の頁 511 ~ 530
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10463-018-0701-x	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 Mochida Keiichi, Koda Satoru, Inoue Komaki, Hirayama Takashi, Tanaka Shojiro, Nishii Ryuei, Melgani Farid	4. 巻 8
2. 論文標題 Computer vision-based phenotyping for improvement of plant productivity: a machine learning perspective	5. 発行年 2018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 Nakamoto Takayoshi, Nishii Ryuei, Eguchi Shinto	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 1950002 ~ 1950002
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 Matsui Hidetoshi, Umezu Yuta	4. 巻 3
2. 論文標題 Variable selection in multivariate linear models for functional data via sparse regularization	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 453 ~ 467
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s42081-019-00055-x	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 Matsui Hidetoshi	4. 巻 13
2. 論文標題 Quadratic regression for functional response models	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Econometrics and Statistics	6. 最初と最後の頁 125 ~ 136
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ecosta.2018.12.003	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 Matsui Hidetoshi	4. 巻 48
2. 論文標題 Sparse group lasso for multiclass functional logistic regression models	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Communications in Statistics - Simulation and Computation	6. 最初と最後の頁 1784 ~ 1797
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/03610918.2018.1423693	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 Moriyama Taku, Maesono Yoshihiko	4. 巻 52
2. 論文標題 Smoothed alternatives of the two-sample median and Wilcoxon's rank sum tests	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Statistics	6. 最初と最後の頁 1096 ~ 1115
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/02331888.2018.1469634	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 Motoyama Masanari, Maesono Yoshihiko	4. 巻 50
2. 論文標題 On direct kernel estimator of density ratio	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Bulletin of Informatics and Cybernetics	6. 最初と最後の頁 27 ~ 42
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 Shimokihara Atsushi, Maesono Yoshihiko	4. 巻 50
2. 論文標題 Asymptotic mean squared error of kernel estimator of excess distribution function	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Bulletin of Informatics and Cybernetics	6. 最初と最後の頁 51 ~ 64
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 Tsuruta Kurumi, Yoshinaga Saori, Shiomitsu Tomoko, Tamura Hiroki, Fujii Yoshinori, Chosa Etsuo	4. 巻 7
2. 論文標題 Quantitative assessment of locomotive syndrome in Japanese office workers	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine	6. 最初と最後の頁 143 ~ 149
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7600/jpfsm.7.143	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 Tsuruta Yasuhito, Sagae Masahiko	4. 巻 50
2. 論文標題 Nonparametric Regression by applying Von Mises and Wrapped Cauchy Kernels	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Bulletin of Informatics and Cybernetics	6. 最初と最後の頁 1 ~ 13
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 森崎裕磨、藤生慎、高山純一、柳原清子、西野辰哉、寒河江雅彦、平子紘平	4. 巻 18
2. 論文標題 大規模地震を想定した重大な疾患を持つ避難行動要支援者の利用可能な避難施設を検討する手法の考察 鳩山町の国民健康保険データベースを活用して	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本地震工学会論文集	6. 最初と最後の頁 1_104 ~ 1_121
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 Fujii Makoto, Morisaki Yuma, Takayama Junichi, Yanagihara Kiyoko, Nishino Tatsuya, Sagae Masahiko, Hirako Kohei	4. 巻 15
2. 論文標題 Evaluation of Regional Vulnerability to Disasters by People of Ishikawa, Japan: A Cross Sectional Study Using National Health Insurance Data	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Environmental Research and Public Health	6. 最初と最後の頁 507 ~ 507
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijerph15030507	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 Koda Satoru, Zeggada Abdallah, Melgani Farid, Nishii Ryuei	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 1~13
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 -

1. 著者名 Mochida Keiichi, Koda Satoru, Inoue Komaki, Nishii Ryuei	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 Mochida Keiichi, Koda Satoru, Inoue Komaki, Hirayama Takashi, Tanaka Shojiro, Nishii Ryuei, Melgani Farid	4. 巻 8
2. 論文標題 Computer vision-based phenotyping for improvement of plant productivity: a machine learning perspective	5. 発行年 2018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 Kawamoto Koichi, Ohashi Tomofumi, Konno Masamitsu, Nishida Naohiro, Koseki Jun, Matsui Hidetoshi, Sakai Daisuke, Kudo Toshihiro, Eguchi Hidetoshi, Satoh Taroh, Doki Yuichiro, Mori Masaki, Ishii Hideshi	4. 巻 16
2. 論文標題 Cell-free culture conditioned medium elicits pancreatic cell lineage-specific epigenetic reprogramming in mice	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Oncology Letters	6. 最初と最後の頁 3255 ~ 3259
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3892/ol.2018.9008	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 Smaga Lukasz, Matsui Hidetoshi	4. 巻 27
2. 論文標題 A note on variable selection in functional regression via random subspace method	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Statistical Methods & Applications	6. 最初と最後の頁 455 ~ 477
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10260-018-0421-7	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 Rizky Reza Fauzi and Yoshihiko Maesono	4. 巻 49
2. 論文標題 Error reduction for kernel distribution function estimators	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Bulletin of Informatics and Cybernetics	6. 最初と最後の頁 53-66
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 Taku Moriyama and Yoshihiko Maesono	4. 巻 -
2. 論文標題 Smoothed alternatives of the two-sample median and Wilcoxon's rank sum tests	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 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) 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 Kurumi Tsuruta, Saori Yoshinaga, Tomoko Shiomitsu, Hiroki Tamura, Yoshinori Fujii and Etsuo Chosa	4. 巻 7
2. 論文標題 Quantitative assessment of locomotive syndrome in Japanese office workers	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The journal of physical fitness and sports medicine	6. 最初と最後の頁 143-149
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7600/jpfsm.7.143	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 Yasuhito Tsuruta and Masahiko Sagae	4. 巻 49
2. 論文標題 Asymptotic property of wrapped Cauchy kernel density estimation on the circle	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Bulletin of Informatics and Cybernetics	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) 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 Yasuhito Tsuruta and Masahiko Sagae	4. 巻 131C
2. 論文標題 Higher order kernel density estimation on the circle	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Statistics and Probability Letters	6. 最初と最後の頁 46-50
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 Koda Satoru, Onda Yoshihiko, Matsui Hidetoshi, Takahagi Kotaro, Uehara-Yamaguchi Yukiko, Shimizu Minami, Inoue Komaki, Yoshida Takuhiro, Sakurai Tetsuya, Honda Hiroshi, Eguchi Shinto, Nishii Ryuei, Mochida Keiichi	4. 巻 8
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 1-11
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 S. Koda, F. Melgani, A. Zeggada and R. Nishii	4. 巻 -
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 -
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 Taku Moriyama and Yoshihiko Maesono	4. 巻 48
2. 論文標題 Asymptotic properties of a kernel type estimator of a density ratio	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Bulletin of Informatics and Cybernetics	6. 最初と最後の頁 37-46
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 大澤脩司、藤生慎、松田耕司、寒河江雅彦、鶴田靖人、高山 純一、中山晶一郎	4. 巻 7
2. 論文標題 GPSロガーを用いたクルーズ旅客の観光行動分析手法に関する研究	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本クルーズ・フェリー学会論文集	6. 最初と最後の頁 未定
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 Yasuhito Tsuruta and Masahiko Sagae	4. 巻 49
2. 論文標題 Asymptotic property of wrapped Cauchy kernel density estimation on the circle	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Bulletin of Informatics and Cybernetics	6. 最初と最後の頁 未定
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 Moritaka Hosotsubo and Ryuei Nishii	4. 巻 109
2. 論文標題 Relation between awarding of grants-in-aid for scientific research and characteristics of applicants in Japanese universities	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Scientometrics	6. 最初と最後の頁 1097-1116
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11192-016-2074-3	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 Satoru Koda, Ryuei Nishii and Yuta Fukasawa	4. 巻 48
2. 論文標題 Novel wrapper approach for variable selection in support vector machine	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Bulletin of Informatics and Cybernetics	6. 最初と最後の頁 105-117
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 Ninomiya Yoshiyuki, Kawano Shuichi	4. 巻 10
2. 論文標題 AIC for the Lasso in generalized linear models	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Electronic Journal of Statistics	6. 最初と最後の頁 2537-2560
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1214/16-EJS1179	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 Y., Umez, H., Matsuoka, H., Ikeda and Y. Ninomiya	4. 巻 8
2. 論文標題 Ridge-type regularization method for questionnaire data analysis	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Pacific Journal of Mathematics for Industry	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40736-016-0024-x	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 松井秀俊、三角俊裕、横溝孝明、小西貞則	4. 巻 45
2. 論文標題 非線形混合効果モデルに基づく関数データクラスタリング	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 応用統計学	6. 最初と最後の頁 25-45
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5023/jappstat.45.25	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51件（うち招待講演 10件 / うち国際学会 17件）

1. 発表者名 Rizky Reza Fauzi and Yoshihiko Maesono
2. 発表標題 Mean Residual Life Function Estimators for Nonnegative Data by Logarithmic Transformation
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 Rizky Reza Fauzi、前園宜彦
2. 発表標題 Kernel-based Goodness-of-fit Test for Data with Boundaries
3. 学会等名 統計関連学会連合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 清水雅憲、前園宜彦
2. 発表標題 共変量を伴うデータに対するカーネル型ハザード関数推定
3. 学会等名 日本数学会総合分科会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Arai, N., Misumi, T., Matsui, H., Maesono, Y. and Konishi, S.
2. 発表標題 Automatic multivariate functional clustering for spatial longitudinal data
3. 学会等名 12th International Conference of the ERCIM WG on Computational and Methodological Statistics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Matsukawa, T., Misumi, T., Konishi, S. and Maesono, Y.
2 . 発表標題 Structural change detection via common principal component analysis
3 . 学会等名 12th International Conference of the ERCIM WG on Computational and Methodological Statistics (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Fukda, T., Misumi, T., Konishi, S. and Maesono, Y.
2 . 発表標題 Multivariate functional subspace classification for high-dimensional longitudinal data and its application
3 . 学会等名 12th International Conference of the ERCIM WG on Computational and Methodological Statistics (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 S. Tanaka, R. Nishii and G. Fitrianto
2 . 発表標題 Two stage estimation procedure for spatial regression models and model selection
3 . 学会等名 IGARSS 2019 (国際学会)
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
3 . 学会等名 ISI World Statistics Congress (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 Misumi Toshihiro, Matsui Hidetoshi
2. 発表標題 Joint modeling and estimation for multivariate longitudinal data and binary outcome
3. 学会等名 12th International Conference of the ERCIM WG on Computational and Methodological Statistics ((国際学会))
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Matsui Hidetoshi
2. 発表標題 Regularized interaction models for function-on-function regression
3. 学会等名 3rd International Conference on Econometrics and Statistics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Rizky Reza Fauzi, Maesono Yoshihiko
2. 発表標題 New type of gamma kernel density estimator
3. 学会等名 The 5th Institute of Mathematical Statistics Asia Pacific Rim Meeting (National University of Singapore) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森山卓、前園宜彦
2. 発表標題 ノンパラメトリックなハザード比推定のバイアス推定について
3. 学会等名 統計関連学会連合大会 (中央大学)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Rizky Reza Fauzi、前園宜彦
2. 発表標題 Boundary-Free Estimators for Mean Residual Life Function by Logarithmic Transformation
3. 学会等名 統計関連学会連合大会（中央大学）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Rizky Reza Fauzi、前園宜彦
2. 発表標題 Mean Residual Life Function Estimators for Nonnegative Data by Logarithmic Transformation
3. 学会等名 日本数学会総合分科会（岡山大学）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Rizky Reza Fauzi、前園宜彦
2. 発表標題 On estimation for the mean residual life function
3. 学会等名 研究集会 "Various studies of statistical analysis for asymptotic theory, circular or time series"（南山大学）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Rizky Reza Fauzi、前園宜彦
2. 発表標題 Kolmogorov-Smirnov test based on kernel estimation
3. 学会等名 研究集会 "融合する統計科学"（金沢大学サテライトプラザ）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Rizky Reza Fauzi、前園宜彦
2. 発表標題 Boundary-free Kolmogorov-Smirnov test based on kernel estimation
3. 学会等名 日本数学会年会（東京工業大学）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Rizky Reza Fauzi、前園宜彦
2. 発表標題 Kernel-type mean residual life function estimators for nonnegative data
3. 学会等名 研究会 ”ノンパラメトリック統計解析とベイズ統計”（国際基督教大学）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Fujii Yoshinori
2. 発表標題 CURRENT SITUATION AND ISSUES FOR EFFECTIVE USE OF STATISTICAL SOFTWARE IN JAPAN
3. 学会等名 International Conference of Teaching Statistics 10（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鶴田靖人、寒河江雅彦
2. 発表標題 角度データのための扇形ヒストグラムの漸近的性質
3. 学会等名 統計関連学会連合大会（中央大学）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鶴田靖人、寒河江雅彦
2. 発表標題 ロースダイアグラムの漸近的性質—角度データのためのヒストグラム推定量について—
3. 学会等名 研究集会”ノンパラメトリック統計解析とベイズ統計”（国際基督教大学）
4. 発表年 2019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（中央大学）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Matsui Hidetoshi、Mochida, Keiichi.
2. 発表標題 Functional regression modeling for agricultural data
3. 学会等名 11th International Conference of the ERCIM WG on Computational and Methodological Statistics (University of Pisa)（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Matsui Hidetoshi
2. 発表標題 Quadratic regression for function-on-function models
3. 学会等名 The 5th Institute of Mathematical Statistics Asia Pacific Rim Meeting (National University of Singapore) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Rizky Reza Fauzi, 前園宜彦
2. 発表標題 Error Reduction for Kernel Distribution Function Estimators
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 本山真誠, 前園宜彦
2. 発表標題 On direct kernel estimator of density ratio
3. 学会等名 日本数学会総合分科会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 本山真誠, 前園宜彦
2. 発表標題 On direct kernel estimator of density ratio
3. 学会等名 研究集会 "多様な分野における統計科学の総合的研究"
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Rizky Reza Fauzi, 前園宜彦
2. 発表標題 Boundary free estimators of distribution function with transformation
3. 学会等名 研究集会 "生命・自然科学における複雑現象解明のための統計的アプローチ"
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森山卓, 前園宜彦
2. 発表標題 Smoothed two-sample nonparametric tests and their asymptotic properties
3. 学会等名 研究集会 "Current topics on algebraic statistics and related fields"
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森山卓, 前園宜彦
2. 発表標題 Smoothed two-sample nonparametric tests and their asymptotic properties
3. 学会等名 日本数学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森山卓, 前園宜彦
2. 発表標題 関数の比のノンパラメトリック推定について
3. 学会等名 研究集会 "ノンパラメトリック統計解析とベイズ統計"
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Rizky Reza Fauzi, 前園宜彦
2. 発表標題 Boundary-free Estimators of Distribution Function with Transformation
3. 学会等名 研究集会 ” ノンパラメトリック統計解析とベイズ統計 ”
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤井良宜
2. 発表標題 A homogeneity test for odds ratio in 2x2 tables
3. 学会等名 Hangzhou International Statistical Symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鶴田靖人, 寒河江雅彦
2. 発表標題 方向統計学における多変量ノンパラメトリック回帰モデルとその漸近的性質
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 鶴田靖人, 寒河江雅彦
2. 発表標題 円周上の局所多項式回帰モデルの漸近的性質
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 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 松井秀俊
2. 発表標題 Quadratic regression for functional response models
3. 学会等名 10th International Conference of the ERCIM WG on Computational and Methodological Statistics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松井秀俊
2. 発表標題 スパース正則化に基づく関数データ判別による遺伝子データ解析
3. 学会等名 研究集会 " 規模統計モデリングと計算統計IV "
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Taku Moriyama and Yoshihiko Maesono
2. 発表標題 Asymptotic properties of kernel type estimators of ratios
3. 学会等名 The 4th Institute of Mathematical Statistics Asia Pacific Rim Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Rizky Reza Fauzi、前園宜彦
2. 発表標題 Modified Gamma Kernel Density Estimator
3. 学会等名 統計関連学会連合大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 森山卓、前園宜彦
2. 発表標題 条件付き密度関数のカーネル型直接推定と回帰分析への応用
3. 学会等名 日本数学会総合分科会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Rizky Reza Fauzi、前園宜彦
2. 発表標題 Modifying Gamma Kernel Density Estimator by Reducing Variance
3. 学会等名 研究集会 " 統計科学における数理と理論の最先端について "
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 森山卓、前園宜彦
2. 発表標題 二標本ノンパラメトリック検定の連続化と局所漸近検出力
3. 学会等名 研究集会 " 統計科学の現代的課題 "
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 前園宜彦、Rizky Reza Fauzi
2. 発表標題 Modified gamma kernel density estimator
3. 学会等名 日本数学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Rizky Reza Fauzi、前園宜彦
2. 発表標題 Modified gamma kernel density estimator by variance reduction
3. 学会等名 研究集会 ” ノンパラメトリック統計解析とベイズ統計 ”
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 けい子、寒河江 雅彦
2. 発表標題 産業連関表データに基づく地域クラスタリング分析の試み
3. 学会等名 統計関連学会連合大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 西井龍映
2. 発表標題 ベイジアンネットワークによる構造学習と材料品質への応用ー統計的手法の産業界への貢献ー
3. 学会等名 日本機械学会年次大会（招待講演）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 二宮嘉行、楊道偉、松井秀俊
2. 発表標題 混合効果モデルに対する情報量規準とスパース推定
3. 学会等名 統計関連学会連合大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Hiroki Masuda
2. 発表標題 On Asymptotics of multivariate non-Gaussian quasi-likelihood
3. 学会等名 World Congress in Probability and Statistics (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Hidetoshi Matsui
2. 発表標題 Sparse regularization for functional logistic regression modeling
3. 学会等名 International Symposium on Statistical Analysis for Large Complex Data (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 前園 宜彦、新井 仁之、小林 俊行、斎藤 毅、吉田 朋広	4. 発行年 2019年
2. 出版社 共立出版	5. 総ページ数 256
3. 書名 ノンパラメトリック統計	

1. 著者名 川野秀一、松井秀俊、廣瀬慧	4. 発行年 2018年
2. 出版社 共立出版	5. 総ページ数 155
3. 書名 スパース推定法による統計モデリング	

〔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	藤井 良宜 (Fujii Yoshinori) (10218985)	宮崎大学・教育学部・教授 (17601)	
研究分担者	寒河江 雅彦 (Sagae Masahiko) (20215669)	金沢大学・経済学経営学系・教授 (13301)	
研究分担者	西井 龍映 (Nishii Ryuei) (40127684)	長崎大学・情報系新学部創設準備室・教授 (17301)	
研究分担者	松井 秀俊 (Matsui Hidetoshi) (90633305)	滋賀大学・データサイエンス学部・准教授 (14201)	

	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
連携研究者	二宮 嘉行 (Ninomiya Yoshiyuki) (50343330)	統計数理研究所・数理・推論研究系・教授 (62603)	

6. 研究組織（つづき）

	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
連携研究者	増田 弘毅 (Masuda Hiroki) (10380669)	九州大学・数理学研究院・教授 (17102)	

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