

令和 5 年 5 月 31 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K11854

研究課題名（和文）高次情報抽出のためのモデル融合型統計解析手法の開発研究

研究課題名（英文）Model fusion statistical methods for higher-order information extraction

研究代表者

川野 秀一（Kawano, Shuichi）

九州大学・数理学研究院・教授

研究者番号：50611448

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：予測モデルと関係抽出モデルの1段階推定法による統計モデルの開発を目的として、モデル融合型統計解析手法の理論・方法論の研究に取り組んだ。とくに、主成分回帰、因子回帰、マルチタスク学習の観点から研究を進めた。また同時に、予測モデル、もしくは関係抽出モデルの開発研究にも取り組んだ。モデルに含まれるパラメータを推定するために、スパース推定による推定方式を定式化し、その推定方式に対する計算アルゴリズムを導出した。開発した統計解析手法は、生命科学分野をはじめとする様々な分野の実データに応用した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

予測性と解釈性を同時に持つ統計解析手法の開発は、これまで予測モデルと関係抽出モデルをただ単にアドホックに繋げるのみであった。しかし、アドホックに繋ぐ手法では、真に有効な情報を抽出しているか疑問である。そこで本研究では、確かな数理基盤の上で予測モデルと関係抽出モデルを繋げ、理論的整合性を備えた予測性と解釈性を併せ持つ統計解析手法を開発した。本研究成果により、これまでの統計解析手法では得ることが困難であった、データに内在しているより高次の情報を得られることが期待される。

研究成果の概要（英文）：We have been engaged in theory and methodology on model fusion statistical methods to develop statistical models based on one-step estimation of predictive and relational extraction models. We have treated principal component regression, factor regression, and multi-task learning. At the same time, we have developed predictive models and relationship extraction models. To estimate the parameters included in the model, we formulated an estimation procedure based on sparse estimation and derived the computational algorithm. The proposed methods were applied to real data in various fields of research, including the life sciences.

研究分野：統計科学

キーワード：スパースモデリング 主成分回帰 マルチタスク学習 因子回帰 凸クラスタリング ベイズモデリング テンソルデータ解析 変数併合

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

ビッグデータ時代と言われて久しく経っていたが、収集されるデータはさらに莫大に増え続け、超大量のデータが日々蓄積されていた。得られたビッグデータを利活用するためには、データから有効な情報を抽出する必要があるため、統計モデルを用いた統計解析が必要不可欠である。統計解析はその目的から大きく2種類に分けることができる。1つ目は、原因のデータと結果のデータから予測モデルを立て、将来を「予測」する解析。2つ目は、得られたデータ間の「関係性」を関係抽出モデルにより把握する解析である。予測モデルとしては回帰モデルや判別モデル、関係抽出モデルとしては主成分分析モデル、因子分析モデル、グラフィカルモデルを具体的なモデルとしてそれぞれ挙げることができる。

予測モデルと関係抽出モデルはこれまで、その目的が異なるという性質上それぞれ独立に発展を遂げてきた。しかし、研究開始当初、予測モデルにおける原因データ間の関係性を関係抽出モデルにより抽出し、その抽出された関係性の情報と結果のデータとをモデリングすることにより予測性と解釈性を同時に備え持つ統計解析手法が注目を集めていた。たとえば、生命科学分野においては、遺伝子と疾患の状態との関係をモデル化する際、遺伝子個々と疾患の状態とをモデル化するよりも、遺伝子の集まり(たとえば、遺伝子ネットワークなどの遺伝子間の構造)をまずモデル化し、それを介して疾患の状態とをモデル化した方が、解析結果を容易に解釈できることが知られている。このようなモデルを構築する上でまず考えられる方法は、第1段階目に原因データを関係抽出モデルによりモデル化し、第2段階目にそこから得られた情報を用いて予測モデルを構築する方法である。つまり、アドホックに2つの統計手法を繋げる方法である。実際多くの手法がこの2段階法により構成されており、様々なデータ解析に応用されている。しかし、アドホックに繋ぐ手法は確固たる数理基盤の上で構築されていないことは明らかであり、真に有効な情報抽出を行っているかどうかについては疑問が残っている状態であった。

2. 研究の目的

予測モデルと関係抽出モデルの1段階法による統計的モデリング手法を確立するために、モデル融合型統計解析手法の理論・方法論を開発・研究することを目的とした。具体的には、以下の3点

- (1). 予測モデルには一般化線形モデル、関係抽出モデルには主成分分析モデルと因子分析モデル。
- (2). モデルの推定にはスパース推定を積極的に用いる。スパース推定は、関係抽出モデルから抽出される要因を自動的に取捨選択するだけでなく、モデルの識別性を解決する役割も担っている。パラメータの推定値を求めるためには、既存の計算アルゴリズムをただ単にあってはめるだけでは不十分であることが予想されるため、最適化の理論を用いて独自に計算アルゴリズムを開発すること。
- (3). 構築したモデルの客観的な評価はモデル評価基準に基づき評価すること。に着目し、モデル融合が可能な統計科学的理論の構築、および多種多様な形式のデータを解析するための方法論の開発を目的として研究を推進した。

3. 研究の方法

主成分回帰、因子回帰、マルチタスク学習の観点から、予測モデルと関係抽出モデルの1段階法による統計的モデリング手法について研究を行った。また、予測だけを行う統計モデル、関係性把握だけを行う統計モデルについてもそれぞれ研究を行った。具体的には、予測モデルについては、順序ロジットモデル、ベイズ的線形回帰モデル、多重関連ベクトルマシン、また関係抽出モデルについては、凸クラスタリング、共通成分分析、部分最小二乗回帰の観点から研究を進めた。

モデルの推定については、多くの研究でスパース推定を援用した方法を確立した。スパース推定としては、変数選択を実行するlasso型をはじめ、グループ選択を行うグループlasso型、変数併合を行う連結lasso型などの様々な方法を検討した。パラメータの推定値を求めるために、計算アルゴリズムを数値計画法やベイズ理論の観点から導出した。開発したモデリング手法は、モンテカルロ・シミュレーションによる検証後、実問題への適用を通してその有効性を検証した。

4. 研究成果

まず、予測モデルと関係抽出モデルの1段階法による統計モデルの研究成果を述べる。

- (1). 連続データに対して主成分分析を実行することが可能な損失関数を考え、その損失関数に基づく主成分回帰モデルを開発した。主成分分析を実行する損失関数には特異値分解によるアプローチを採用し、推定法にはスパース正則化法を用いたため交互方向乗数法に基づく計算アルゴリズムを構築した。人工データによる数値実験やベンチマークデータへの適用を通して提案手法の有効性を検証した。提案手法を計算するソフトウェアを、統計ソフトウェア R のパッケージ `spr-svd` として作成し公開した。
- (2). 関係性把握のモデルに因子分析モデルを用いた共スパース因子回帰モデルの研究に取り組んだ。スパース推定による変数選択を取り入れ、多様体最適化に基づく計算アルゴリズムを構築した。シミュレーション実験やゲノムデータ解析に応用することにより提案手法の有効性を検証した。提案手法を計算するソフトウェアを、統計ソフトウェア R のパッケージ `RVSManOpt` として作成し公開した。
- (3). 組成データを扱うことが可能なマルチタスク学習のための統計モデリング手法を提案した。タスクは標本毎に設定し、局所対称モデルで問題を定式化した。Hallac et al. (2015) により提案されたネットワーク lasso に基づき推定方式を定式化し、交互方向乗数法による計算アルゴリズムを導出した。シミュレーションによる性能評価後、腸内細菌叢データに適用した。提案手法を計算するソフトウェアを、統計ソフトウェア R のパッケージ `CSNL` として作成し公開した。
- (4). 各サンプルに別個のモデルを仮定して予測モデルを構築するマルチタスク学習の研究に取り組んだ。ネットワーク lasso の枠組みの下、回帰係数の併合を促す正則化項をベイズ理論の観点から捉え、Dirichlet-Laplace 事前分布に基づくベイズ的マルチタスク学習を提案した。数値実験を通して有用性を検証した後、arXiv にプレプリントとして発表し、現在学術雑誌に投稿準備中である。

次に、予測だけを行う統計モデルの研究成果を述べる。

- (1). 順序ロジットモデルにおける過剰クラス問題を解決するための方法論をスパースモデリングの観点から研究した。具体的には、隣接カテゴリーロジットモデルを採用し、グループ lasso 型のスパース推定を用いたモデリング手法を提案した。交互方向乗数法とニュートン法を組み合わせることにより計算アルゴリズムを構成し、数値実験を通して提案手法と既存手法を比較検討した。
- (2). 線形回帰モデルにおける変数併合問題をベイズ理論の観点、とくに spike-and-slab 事前分布や馬蹄事前分布の観点から考察し、ベイズ的変数併合手法を提案した。事後分布からのサンプリングを実行するためにギブスサンプリングを構成した。いくつかのモンテカルロ・シミュレーション実験を行うことにより、提案モデルの精度を評価した。
- (3). 多重関連ベクトルマシンの安定性を狙った事前分布を導出し、その事前分布に基づくベイズモデリングを提案した。導出した事前分布が弱情報事前分布の族に属することを示すとともに、ハイパーパラメータ選択のための情報量規準をベイズ予測分布の観点から導出した。シミュレーション実験を通して多くの既存手法と数値的に比較した。
- (4). 目的変数に二値データを扱うことが可能なスパースモデリングの開発をベイズ理論の観点から取り組んだ。スパース性を促す事前分布には馬蹄事前分布を採用し、尤度関数を Polya-Gamma 分布を用いて表現することにより、ギブスサンプリングを構成した。モンテカルロ・シミュレーションによる数値実験を通して、提案手法と既存手法を比較検討した。現在原著論文として投稿準備中である。

最後に、関係性把握だけを行う統計モデルの研究成果を述べる。

- (1). スパース凸クラスタリングのベイズ的解釈を行い、ベイズ的スパース凸クラスタリング手法を提案した。具体的には、 global-local 事前分布の一つである正規-指数-ガンマ事前分布により定式化し、ギブスサンプリングを導出した。シミュレーション実験と LIBRAS 運動データへの適用を行うことにより、提案手法の有効性を検証した。
- (2). テンソル構造を有するデータを扱うことが可能な共通成分分析を、クロネッカー積の枠組みで提案した。いくつかの理論的性質を示すとともに、人物の顔画像データの認識問題に応用した。提案手法を計算するソフトウェアを、統計ソフトウェア R のパッケージ `MCCA` として作成し公開した。
- (3). 構造方程式モデルの枠組みで記述される因果媒介分析モデルに対し、媒介変数をスパース部分的最小二乗回帰により新たな変数として構成し、より少ない媒介変数に基づく因果媒介分析モデルを提案した。モンテカルロ・シミュレーション、および子供の性別や日常行動と肥満の関係性に関する実データへの適用を通して、提案手法の有効性を示すとともに既存手法と比較検討した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 12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 Daeju Kim, Shuichi Kawano, Yoshiyuki Ninomiya	4. 巻 179
2. 論文標題 Smoothly varying regularization	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Computational Statistics & Data Analysis	6. 最初と最後の頁 107644
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.csda.2022.107644	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 Kohei Yoshikawa, Shuichi Kawano	4. 巻 38
2. 論文標題 Sparse reduced-rank regression for simultaneous rank and variable selection via manifold optimization	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Computational Statistics	6. 最初と最後の頁 53-75
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00180-022-01216-5	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 Akira Okazaki, Shuichi Kawano	4. 巻 24
2. 論文標題 Multi-task learning for compositional data via sparse network lasso	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Entropy	6. 最初と最後の頁 1839
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/e24121839	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 奥田忠久, 吉川剛平, 川野秀一	4. 巻 49
2. 論文標題 スパース部分的最小二乗回帰による因果媒介分析	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 行動計量学	6. 最初と最後の頁 185-196
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2333/jbhmk.49.185	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 Murayama Kazuaki, Kawano Shuichi	4. 巻 -
2. 論文標題 Sparse Bayesian learning with weakly informative hyperprior and extended predictive information criterion	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems	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/TNNLS.2021.3131357	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 Shimamura Kaito, Kawano Shuichi	4. 巻 36
2. 論文標題 Bayesian sparse convex clustering via global-local shrinkage priors	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Computational Statistics	6. 最初と最後の頁 2671-2699
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00180-021-01101-7	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 -

1. 著者名 Yoshikawa Kohei, Kawano Shuichi	4. 巻 33
2. 論文標題 Multilinear common component analysis via Kronecker product representation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Neural Computation	6. 最初と最後の頁 2853-2880
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1162/neco_a_01425	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 Wu Shengyi, Shimamura Kaito, Yoshikawa Kohei, Murayama Kazuaki, Kawano Shuichi	4. 巻 -
2. 論文標題 Variable fusion for Bayesian linear regression via spike-and-slab priors	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings in the 13th KES International Conference on Intelligent Decision Technologies	6. 最初と最後の頁 491-501
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-16-2765-1_41	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 永沼瑞穂, 吉川剛平, 川野秀一	4. 巻 68
2. 論文標題 グループ正則化に基づく順序ロジットモデルにおける隣接クラスの統合	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 統計数理	6. 最初と最後の頁 287-303
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 Shuichi Kawano	4. 巻 15
2. 論文標題 Sparse principal component regression via singular value decomposition approach	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advances in Data Analysis and Classification	6. 最初と最後の頁 795-823
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11634-020-00435-2	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. Shimamura, M. Ueki, S. Kawano, S. Konishi	4. 巻 48
2. 論文標題 Bayesian generalized fused lasso modeling via NEG distribution	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Communications in Statistics - Theory and Methods	6. 最初と最後の頁 4132-4153
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/03610926.2018.1489056	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 川野秀一, 村田右富実	4. 巻 48
2. 論文標題 スパース正準判別分析に基づく万葉短歌の作者の分類とその特徴付け	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 応用統計学	6. 最初と最後の頁 45-57
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5023/jappstat.48.45	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37件（うち招待講演 4件 / うち国際学会 5件）

1. 発表者名 書川侑子, 川野秀一
2. 発表標題 馬蹄事前分布によるベイジアン連結lassoを用いたロジスティック回帰モデリング
3. 学会等名 第25回情報論的学習理論ワークショップ
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡崎彰良, 川野秀一
2. 発表標題 回帰問題に対する凸クラスタリングによるマルチタスク学習
3. 学会等名 第25回情報論的学習理論ワークショップ
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 書川侑子, 川野秀一
2. 発表標題 二値データにおける馬蹄事前分布によるベイジアン連結lasso回帰モデリング
3. 学会等名 2022年度統計関連学会連合大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡崎彰良, 川野秀一
2. 発表標題 凸クラスタリングに基づくマルチタスク学習
3. 学会等名 2022年度統計関連学会連合大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 K. Yoshikawa, S. Kawano
2. 発表標題 Multilinear common component analysis for tensor data based on Kronecker product approach
3. 学会等名 The 5th International Conference on Econometrics and Statistics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 A. Okazaki, S. Kawano
2. 発表標題 Multi-task learning for compositional data based on sparse network lasso regularization
3. 学会等名 The 5th International Conference on Econometrics and Statistics (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Y. Kakikawa, K. Shimamura, S. Kawano
2. 発表標題 Bayesian fused lasso and Bayesian HORSES via horseshoe prior
3. 学会等名 The 5th International Conference on Econometrics and Statistics (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 書川侑子, 嶋村海人, 川野秀一
2. 発表標題 馬蹄事前分布に基づくベイジアン連結lassoとベイジアンHORSES
3. 学会等名 第16回日本統計学会春季集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 武藤大樹, 川野秀一
2. 発表標題 二重にロバストな推定量のモデル平均化法における候補モデル集合の構成
3. 学会等名 第16回日本統計学会春季集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡崎彰良, 川野秀一
2. 発表標題 疎ネットワークlassoに基づく組成データに対するマルチタスク学習
3. 学会等名 第16回日本統計学会春季集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 星野菜南子, 川野秀一
2. 発表標題 ブートストラップ法によるlassoの偽発見率推定
3. 学会等名 第16回日本統計学会春季集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 奥田忠久, 吉川剛平, 川野秀一
2. 発表標題 媒介分析モデルにおけるスパース部分的最小二乗回帰を用いた因果効果推定法
3. 学会等名 第16回日本統計学会春季集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡崎彰良, 川野秀一
2. 発表標題 組成データに対するスパースネットワークlasso回帰モデリング
3. 学会等名 2021年度統計関連学会連合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 書川侑子, 嶋村海人, 川野秀一
2. 発表標題 馬蹄事前分布に基づく連結lasso回帰モデリング
3. 学会等名 2021年度統計関連学会連合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 S. Wu, K. Shimamura, K. Yoshikawa, K. Murayama, S. Kawano
2. 発表標題 Variable fusion for Bayesian linear regression via spike-and-slab priors
3. 学会等名 The 13th KES International Conference on Intelligent Decision Technologies (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 奥田忠久, 吉川剛平, 川野秀一
2. 発表標題 スパース部分的最小二乗回帰に基づく因果媒介分析
3. 学会等名 応用統計学会2021年度年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 嶋村海人, 川野秀一
2. 発表標題 ベイズスパースモデリングに基づくネットワークlassoによるマルチタスク学習
3. 学会等名 2020年度統計関連学会連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 村山一明, 川野秀一
2. 発表標題 弱情報超事前分布と拡張予測情報量規準によるマルチプルカーネル関連ベクトルマシン
3. 学会等名 2020年度統計関連学会連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 奥田忠久, 吉川剛平, 川野秀一
2. 発表標題 罰則付き部分的最小二乗回帰に基づく媒介分析モデルにおける因果効果推定
3. 学会等名 2020年度統計関連学会連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉川剛平, 川野秀一
2. 発表標題 クロネッカー積に基づく共分散構造を用いたテンソル共通成分分析
3. 学会等名 2020年度統計関連学会連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 川野秀一, 村田右富美
2. 発表標題 スパース正準判別分析に基づく万葉短歌の作者の分類とその特徴付け
3. 学会等名 2020年度統計関連学会連合大会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉川剛平, 川野秀一
2. 発表標題 クロネッカー積表現に基づくテンソル共通成分分析
3. 学会等名 第25回情報・統計科学シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 村山一明, 川野秀一
2. 発表標題 弱情報事前分布に基づく関連ベクトルマシンと拡張予測情報量規準による調整パラメータの選択
3. 学会等名 第25回情報・統計科学シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 嶋村海人, 川野秀一
2. 発表標題 Dirichlet-Laplace 分布に基づくネットワーク lasso
3. 学会等名 第25回情報・統計科学シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉川剛平, 川野秀一
2. 発表標題 テンソルデータ解析における共通成分分析モデリング
3. 学会等名 第15回日本統計学会春季集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 奥田忠久, 吉川剛平, 川野秀一
2. 発表標題 スパース部分的最小二乗回帰による媒介分析モデリング
3. 学会等名 第15回日本統計学会春季集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 篠原和久, 吉川剛平, 川野秀一
2. 発表標題 マルチレベルモデルにおけるベイズ的変数選択法
3. 学会等名 第15回日本統計学会春季集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 書川侑子, 嶋村海人, 川野秀一
2. 発表標題 馬蹄事前分布による線形回帰係数の併合問題
3. 学会等名 第15回日本統計学会春季集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉川剛平, 川野秀一
2. 発表標題 多様体最適化による多変量低ランク回帰モデルのスパース推定
3. 学会等名 応用統計学会2019年年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 永沼瑞穂, 川野秀一
2. 発表標題 正則化法による順序ロジットモデルにおける隣接クラスの統合
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 嶋村海人, 川野秀一
2. 発表標題 Global-Local 縮小事前分布に基づく Bayesian Convex Clustering
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 吉川剛平, 川野秀一
2. 発表標題 リーマン多様体上における多変量回帰モデルの低ランク推定
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 川野秀一
2. 発表標題 1段階主成分回帰モデルとその応用
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 吉川剛平, 川野秀一
2. 発表標題 テンソルデータに対する共通成分分析
3. 学会等名 第22回情報論的学習理論ワークショップ
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村山一明, 川野秀一
2. 発表標題 関連ベクトルマシンによる Multiple Kernel 回帰モデリング
3. 学会等名 第22回情報論的学習理論ワークショップ
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Shimamura, S. Kawano
2. 発表標題 Bayesian sparse convex clustering via NEG distribution
3. 学会等名 The 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 村山一明, 川野秀一
2. 発表標題 Multiple Kernel Relevance Vector Machine と変分ベイズ法による非線形回帰モデル
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>研究者情報 https://hyoka.ofc.kyushu-u.ac.jp/search/details/K008298/index.html</p>

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

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