

令和 5 年 6 月 27 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2022

課題番号：19K13822

研究課題名（和文）消費者・商品・時間を考慮したNMF技術開発と購買行動・心理関係メカニズムの把握

研究課題名（英文）Development of NMF methods considering consumers, products, and time for understanding relationship between purchasing behavior and psychology

研究代表者

阿部 寛康（Abe, Hiroyasu）

京都大学・医学研究科・助教

研究者番号：40807963

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,900,000円

研究成果の概要（和文）：対象商品(群)行列と対象の属性情報から、商品(群)で表現される行動パターンと、そのパターンに従うことなく行動をとらなかった対象の特徴を、同時に推定する非負値行列因子分解(NMF)法を開発した。いずれの推定も変分推論に基づくため特段のパラメータ調整なしでモデル選択できることが利点である。書籍購入WEBサイトにおけるアクセスログデータに適用し、その手法の解釈手順を具体的に示し、結果を既存手法と比較した。また、商品ラベルの階層構造に注目し、上位ラベル内での共起関係（同質基底）と、それを除いた上で抽出される上位ラベル間での共起関係（異質基底）を同時に抽出するためのNMF法を開発しその性能を評価した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

行列内の0要素を推定行動パターンと関係あるもの(related zero)とないもの(unrelated zero)に分け、後者の確率が高い対象や属性を商品(群)ごとに特定できるデータ解析法を開発した。また異なるラベルをもつ商品(群)の共起関係を抽出する方法を示した。これらの手法を様々な行動履歴データに適用することで、人々の行動に対して深い考察を与えることができる。また、マーケティングの視点では、単純な共起関係に基づかない、より繊細で熟考された施策提案を提供できる。なお開発手法はいずれも変分推論のおかげで調整パラメータが実質ない解析法となっており、分析者にとって使いやすいものとなっている。

研究成果の概要（英文）：A novel new nonnegative matrix factorization (NMF) was developed. Using the user-item matrix data and user's characteristics information, it can estimate the following two simultaneously: behavioral pattern expressed by items, and the characteristics of the users who did not take action against an item which the users should have done so according to the estimated behavioral pattern. Thanks to variational inference of both estimations, model order selection can be done without any tuning parameters. The interpretation procedure was demonstrated and the results are compared with existing methods through the application to the access log data of a book shopping website. In addition, focusing on the hierarchical structure of item labels, the other new NMF method was developed and its performance was evaluated. The method extracts cooccurrence relationships within each upper labels (homogeneous basis) and co-occurrence relationships between upper labels (heterogeneous basis).

研究分野：統計学

キーワード：消費者購買行動 消費者心理 非負値行列因子分解 ベイズモデル 零過剰モデル 負の二項分布モデル
ル 基底数選択 ウェブサイト閲覧履歴

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

これまで、消費者の購買行動や心理のメカニズムは、これらに関する理論を命題で表現し、その命題が含む概念を、操作化を通して質問形式で計測し、その計測結果の分析・解釈から得た経験的知見を通じて命題を実証するという、論理実証主義に則り検証されてきた。古くは質問紙データを経験的事実としていたが、近年では IT 技術の発達により、大規模な購買履歴データの獲得が可能となった。履歴データは外れ値や欠損値が多いという特性をもつため、測りたい行動概念を計測する上では注意を要するが、購買行動の概念を直接的に計測できるという利点を持つ。一方、質問紙データは、回答者の記憶の曖昧さや選択形式ゆえのデータの荒さといった特性から行動概念の計測に向かないが、購買意識の計測を可能にする点が長所である。よってこれら両データの同時解析により、購買行動と心理との関係をより正確に明らかにできることが期待される。これまではコストや個人情報保護が障壁となり個人の細部に渡るデータの獲得が困難で、両データは各々異なる集団から獲得され個人の紐づけができず、個別に扱わざるを得ないことが多かった。しかし最近では、政府主導の情報銀行構想や積極的な個人情報の利活用を促す改正個人情報保護法の完全施行など、同一個人から両データを獲得し、有効活用する環境が整いつつあり、その機運も高まっている。今後は、上記の両データの特性を考慮に入れた、消費者行動のメカニズムを心理面から探ることを目的とした適切なデータ解析手法の開発が重要となる。また、このような手法が開発されることで、購買行動に限らずその他様々な人間の行動に関する解析にも繋がることを期待される。

2. 研究の目的

本研究では、質問紙データと行動履歴データ2つのデータの利用を想定した統計解析手法を開発し、消費者行動と心理面との関係性を把握することを目的とする。開発手法は、消費者行動を「消費者」「商品」「時間」の3要素に分けてモデル化される(図1)。本手法により、時間の経過による消費者行動モデルの変動を推定でき、さらに商品属性情報によりその購買行動モデルが解釈容易となる。さらに「いずれのモデルでも説明できない購買行動が行われた際の消費者の心理側面の把握」という、これまでになかった点に注目する。

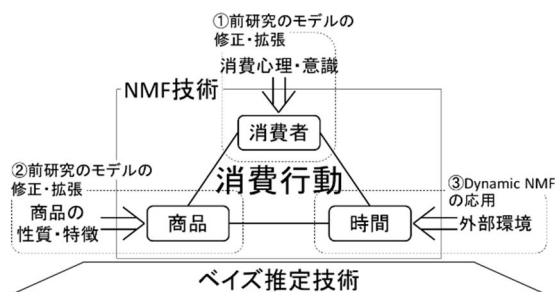


図1 本研究の全体イメージ

3. 研究の方法

「消費者」「商品」「時間」の3要素に分けて、消費者理解を目的とした NMF 手法の拡張を以下の通り試みる。

(1) 消費者の心理・属性の組込み

既出の手法[1]の統計モデルを[2]に習い修正・拡張する。具体的には、ある消費者がある商品をいくつ購入したかというデータ(以後、購買個数データ)の発生過程を零過剰ポアソン分布で表現していた部分を、零過剰負の二項分布に変更し、NMFにより記述される購買行動モデルでは説明しきれない度合を意味する潜在変数を消費者の意識データ・属性データより説明するモデルに拡張する。

(2) 商品属性情報の組込み

商品属性情報を活用した NMF 手法について検討する。具体的には、各々の商品属性の有無を 0 と 1 で表したデータを購買個数データに統合し、これを非負値行列とみなして NMF を実行するように拡張する。

(3) 動的 NMF による外部環境の組込み

[3]に習い動的推定できるように拡張を試みる。その際、各時間での外部環境の変化をモデルに組み込み可能か検討する。

上記はいずれも以下の手順で検討する。推定手順を統計学の理論に基づき導出し、導出した推定手順を R や Python 等の統計解析ソフトのプログラムコードで表現する。正解パラメータを予め決め、提案する解析手法が仮定する統計モデルに基づき疑似的な人口データを生成し、これを先に作成したプログラムコードに流し、正解パラメータに近い推定値が得られるかどうかを確認する数値実験を行う。数値実験は可能な限り多くの条件下で実行する。確認ができ次第、既存手法とともに実データへ適用し、解釈がどのように異なるかを確認する。

4. 研究成果

まず研究方法で記載の3項目の検討過程を述べ、その後主要な結果2点について報告する。

(1) 検討過程

負の二項分布および零過剰負の二項分布を用いた NMF における各種推定法の検討

負の二項分布および零過剰負の二項分布を用いた NMF について、ユーザの使い勝手(パラメータ調整の必要性や計算時間など)および推定の安定性(基底数選択と推定されるパターンの正しさ)の観点から、どのような推定法を用いるのがよいか検討を重ねた。特に、行動パターンを探索するのに重要な基底数選択を行えるようにするために、ベイズ推定法であるサンプリングから始め、変分推論、ノンパラメトリックベイズ法について検討した。この検討は本研究の基盤技術確立のために必須であることと、以下の幾つかの問題が発生したため、検討に時間が掛かった。サンプリング法では超パラメータのチューニングが困難であり、かつサンプリングに基づく基底数選択は膨大な時間が掛かってしまうことが判明した。変分推論では、当初の数値実験において零過剰負の二項分布を想定した NMF では推定が不安定であることが示唆されたため、ベイズ法ではない最尤法に基づく方法、およびノンパラメトリックベイズ法に基づく方法について検討をした。最尤法による推定は非常に安定していることが数値実験でわかったが、基底数選択は実質困難であるという欠点がある。ノンパラメトリックベイズ法では棒折り過程による NMF の推定を試みたが、因子分解というよりは、よりパターンの表現度が下がるクラスタリングの要素が強い推定結果が得られることがわかった。後に変分推論法の数値実験の結果の悪さが設定によるものであることが判明し、変分推論法でも安定的に基底数選択および行動パターン推定が可能であることが示唆される結果を得たため、以後の検討においても変分推論を軸に検討を進めることにした。

属性情報の組込みに関する検討

当初は零過剰負の二項分布の、0 要素の発生過程(NMF モデルに基づく 0 かそうではない 0 か)を判断するためのバイナリの潜在変数に対して、対象の属性情報を説明変数としたロジスティック回帰モデルをあてることを想定していたが、理論的検討および数値実験の結果、推定される潜在変数がアンバランスになることが多く、安定した推定結果が得られないことがわかった。そこで、零過剰ポアソン分布での属性情報の組込みを検討することとした。なお、これは既存手法[1]と同等のモデルではあるが、基底行列、係数行列、説明変数(属性情報)の係数全てについて事前分布を当てたベイズモデルに拡張している点と、変分推論に基づく基底数選択が可能である点において、[1]を拡張した NMF 手法と位置づけられる。

商品ラベル情報を活用した新しい NMF 手法の検討

当初は商品(群)に対する属性情報を組込む予定だったが、そのような実データを獲得することができなかった。そこで、商品に対して付与されるラベルが大分類、中分類のように階層構造になっていることに注目し、上位ラベル内での共起関係(同質基底)と、それを除いた上で抽出される上位ラベル間での共起関係(異質基底)を同時に抽出するための NMF 法を開発しその性能を評価した。

動的 NMF による時間情報の組込みの検討

詳細な文献調査の結果、動的 NMF モデルでは、扱う分布が正規分布以外の場合においては、行動パターンの解釈を行うための基底行列が予め得られた下で、時点に関する係数行列に時系列モデルの要素を組み込み推定する必要があることがわかった。すなわち本研究で志向しているカウントデータに当てられるポアソン分布や負の二項分布を用いる場合は、基底行列と時間に関する係数行列の同時推定が困難であることが判明したため、検討を断念した。

上記検討結果のうち、主要な結果である と について以下、成果の詳細を報告する。

(2) "0"の理由の説明を伴う零過剰ポアソン非負値行列因子分解の変分推論

行列内の 0 要素を推定行動パターンと関係あるもの(related zero)とないもの(unrelated zero)に分け、後者の確率が高い対象や属性を商品(群)ごとに特定できるデータ解析法を開発した。具体的には右のベイズモデルについて変分推論に基づき各種パラメータを推定する。 f_{im} および a_{jm} は NMF における係数行列と基底行列であり、 β_j はアイテム j に対する related zero か unrelated zero かを判定する z_{ij} を説明する回帰係数である。ここで i は対象やユーザを表し、 m は基底番号を表す。ここでは紙面の都合で割愛するが、数値実験の結果、基底数選択の正確さ、および各種パラメータの平均二乗誤差の点において提案手法が既存手法を上回る結果を得ている。本報告では、某書籍ショッピング WEB サイトへの適用例を紹介

$$f_{im} \mid \gamma_m, \delta_m \sim \text{Gamma}(\gamma_m, \delta_m)$$

$$a_{jm} \mid \epsilon_m, \zeta_m \sim \text{Gamma}(\epsilon_m, \zeta_m)$$

$$x_{ijm} = f_{im} a_{jm}$$

$$\beta_j \mid \mu_j, \Sigma_j \sim \text{Multinormal}(\mu_j, \Sigma_j)$$

$$z_{ij} \mid \beta_j \sim \text{Binomial}(1, \rho(\beta_j' \xi_{ij}))$$

$$c_{ijm} \mid x_{ijm}, z_{ij} \sim \begin{cases} \text{Degenerate}(0) & \text{if } z_{ij} = 1 \\ \text{Poisson}(x_{ijm}) & \text{if } z_{ij} = 0 \end{cases}$$

$$y_{ij} = \sum_{m=1}^k c_{ijm}$$

する。本データは株式会社 VALUES によって提供頂いた日本のパネルユーザによるスマホでのアクセスログデータである。データ収集期間は 2016 年 10 月 1 日から 2017 年 7 月 31 日までである。本データにはアクセスログに加えてユーザの属性情報が含まれている。書籍の商品群ごとに、各ユーザがアクセスした回数をカウントした。適切なデータクリーニング加工により、右の表 1 のスタッツをもつユーザー×アイテム(群)行列を作成した。この行列に対して基底数 2~10 ごとに 50 のランダムスタートを用いて推定アルゴリズムを実行し、最大の変分下界となった基底

ユーザ数	628
アイテム数	55
0要素割合	80.7%
カウント合計	35073
カウントの最大値	99

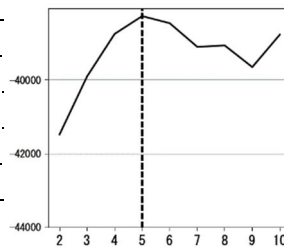


表 1 行列の詳細

図 2 変分下界

数 5 の結果を得た(図 2)。表 2 は基底行列の推定値であり、各基底の重みが大きい上位 5 つのアイテム群を掲載している。表 3 は「女性ファッション・ライフスタイル」に関する unrelated zero を説明するロジスティック回帰部分の係数の推定値である。これらの結果を用いて解釈の一例を示す。本手法ではまず、表 2 で表される基底行列を確認する。各基底について重みの強いアイテムを確認することで、アイテム同士の共起関係、すなわちどの書籍群同士が同じユーザに閲覧されているか、ということがわかる。例えば基底 2 をみると、「ライトノベル」と「女性ファッション・ライフスタイル」が重みとして強い。よって基本的にはこの 2 つの書籍群は共起関係にあると考えられる。マーケティングの視点からいえば、例えば「ライトノベル」に興味のあるユーザは「女性ファッション・ライフスタイル」にも興味がある可能性が高い、という解釈ができ、マーケティング施策につながる情報となりうる。既存の NMF 手法であれば解釈がここで終わるが、本提案手法では、表 3 のような unrelated zero を説明するための係数によってより深い解釈が可能となる。例えば「女性ファッション・ライフスタイル」における係数をみると、女性は低い数値を取り、男性は高い数値となっている。係数が高いほど unrelated zero を持つ確率が高いことを意味するため、この書籍群に関しては、男性で unrelated zero となっているユーザが多い傾向にあることがわかる。unrelated zero は表 2 で表される閲覧パターンに従っていれば「女性ファッション・ライフスタイル」を閲覧しているはずが、実はそれとは無関係(unrelated)に閲覧していない、ということの意味する。unrelated zero であることは、純粋に見た場合はいわゆる機会損失(行動パターンの見れば興味が沸くはずがその機会がなく閲覧していなかった)ことと捉えられるが、ここでの「女性ファッション・ライフスタイル」の結果は、(一概には言えないが)当該書籍を男性が興味を持って閲覧するとは考えにくいいため、機会損失とは捉えにくい。女性ユーザの中において「ライトノベル」と「女性ファッション・ライフスタイル」の結びつきが強いため、行動パターン(すなわち共起関係)として NMF の基底行列の推定結果として現れたものと考えられる。図 3 は unrelated zero かどうかを表す潜在変数 z_{ij} の性別分布を「女性ファッション・ライフスタイル」についてみたものである。これはすなわち個人レベルでみたときの unrelated zero の確率を表しており、表 3 で確認した通り、男性ではこの数値が高くなっている。一方で、女性については男性に比べて多くのユーザで低い数値をとっているが、中には男性と同等レベルの高い数値をとっているユーザも存在することが分かる。これは、女性のユーザの中に、基底 2 で表される行動パターンに従っていれば「女性ファッション・ライフスタイル」を閲覧していたはずが、実際は閲覧をしていなかったことを意味する。これは男性の場合と異なり機会損失と捉えることができる。

基底	順位	大分類	中分類	重み
0	0	人文・思想	倫理学・道徳	0.60
	1	雑誌	音楽・映画・テレビ・芸能	0.47
	2	絵本・児童書	絵本	0.46
	3	語学・辞事典・年鑑	英語	0.23
	4	ビジネス・経済	ビジネス実用	0.23
1	0	人文・思想	心理学	0.38
	1	暮らし・健康・子育て	妊娠・出産・子育て	0.33
	2	社会・政治	社会学	0.31
	3	暮らし・健康・子育て	家事・生活の知識	0.31
	4	歴史・地理	日本史	0.31
2	0	コミック・ライトノベル	ライトノベル	0.80
	1	雑誌	女性ファッション・ライフスタイル	0.45
	2	語学・辞事典・年鑑	英語	0.30
	3	暮らし・健康・子育て	ファッション	0.20
	4	暮らし・健康・子育て	家庭医学・健康	0.12
3	0	コミック・ライトノベル	コミック	0.59
	1	教育・学参・受験	小学教科書・参考書	0.53
	2	社会・政治	法律	0.28
	3	人文・思想	言語学	0.28
	4	科学・テクノロジー	生物・バイオテクノロジー	0.19
4	0	趣味・実用	手芸・クラフト	0.53
	1	文学・評論	文芸作品	0.48
	2	人文・思想	教育学	0.45
	3	文学・評論	ミステリー・サスペンス・ハードボイルド	0.32
	4	旅行ガイド・マップ	国内旅行	0.18

表 2 基底行列の結果

性別	女性			男性			
	30代	40代	50歳以上	30代	40代	50歳以上	
係数	-0.42	0.09	-0.43	1.35	0.83	0.72	1.43

表 3 「女性ファッション・ライフスタイル」に関する unrelated zero を説明する係数

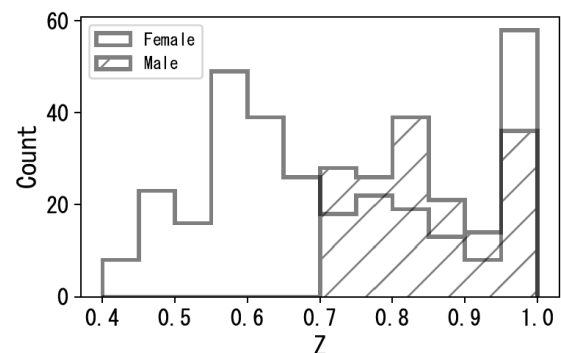


図 3 「女性ファッション・ライフスタイル」に対する unrelated zero かどうかを表す潜在変数 z_{ij} の性別分布

(3) 異質なアイテム間の共起関係を抽出するための非負値行列因子分解

POS やショッピング WEB サイトで扱う商品にはラベルが付与されていることが多い。例えば書籍のショッピング WEB サイトの場合、各書籍に対して「暮らし・健康・子育て」「エンターテインメント」「趣味・実用」「ビジネス・経済」などのようなジャンルを表すラベルが付与されている状況を考える。このとき、同じジャンルの書籍は共起しやすいと考えることができるが、異なるジャンル間で関係の強い書籍同士は存在するか？という疑問は、マーケティング的に興味のあるところである。商品のラベリングに小分類・大分類といった階層構造があり、小分類レベルでまとめたデータを扱う場合は、より上位レベルのラベルによって同様の疑問を扱える。このような疑問に対しては、NMF 手法において基底行列に図 4 のような制限をかけることで答えを得られる可能性がある。すなわち、ラベル内のアイテム間のみ共起を許した基底（同質基底）と、特に制限を設けない基底（異質基底）を想定し、同質基底を除いた上で抽出される異質基底を確認することによって、異なるラベルのアイテム間の共起関係を抽出できる。これを実現するには、同質、異質両者の基底数を同時に正確に選択する必要がある。そこで本研究では、変分推論に基づき、回帰モデルでよく用いられる変数増加法を模した以下の手順による基底数選択方法について検討した。

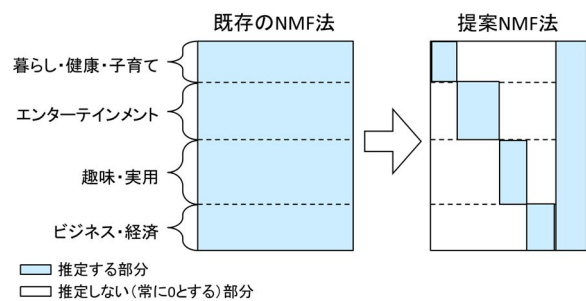


図 4 商品ラベルによる基底行列の推定部分の制限

全てのラベルについて同質基底を 1 つずつ用意した基底行列で変分下界を求める。1 つのラベルにつき同質基底を 1 つ増やした場合の変分下界を各ラベルについて求める。これに加えて、同質基底を増やさず異質基底を 1 つ増やした場合の変分下界を求める。つまり（ラベル数+1）個の変分下界が得られる。ここで、同質基底を増やしても変分下界の上昇がみられないラベルについては、以後同質基底を増やすことをやめる。（ラベル数+1）個の変分下界のうち最大のものが、増やす前の変分下界よりも大きければ、その最大の変分下界をもつ基底行列に更新する。そうでなければ増やす前の基底行列を出力して計算を終了する。

とを繰り返す。

数値実験により同質および異質基底の基底数の推定精度について確認した。5 つのラベルを想定し、各ラベルに対する正解の基底数を 3、2、1、1、1 とした。異質基底はラベル 0 と 1 のみに跨るものと、2 と 3 に跨るものの 2 つを設定した。図 5 に正解基底の例を挙げる。表 4 は 10 の人工データに対して提案手法を適用した場合に推定された同質基底数と異質基底数である。同質基底は大きく外れることなくおおよそ適切に推定できていたが、異質基底の推定が不安定であることがわかった。具体的に推定された基底行列を確認すると、今回設定した異質基底が同質基底側に吸収される形で推定されてしまっていたり、2 つの異質基底が 1 つにまとめられてしまっていたことが原因であった。吸収された異質基底は、実は基底数を 3 と 2 に設定したラベル 0 と 1 のみに跨る異質基底である。異質基底はそれぞれのラベルに対して 6 つのアイテムのみに重みを付与していたため、多くの基底をもつラベルに関わる異質基底が同質基底に吸収された可能性がある。

とを繰り返す。

図 5 正解基底行列の例

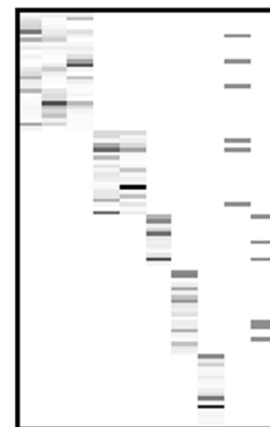


図 5 正解基底行列の例

<引用文献>

- [1] Abe, H. (2018): Nonnegative matrix factorization on zero-inflated Poisson with concomitant variables, The conference of Data Science, Statistics & Visualisation (DSSV 2018), TU Wien, Austria (10 July 2018).
- [2] Gouvert, O., Oberlin, T., & Févotte, C. (2020). Negative Binomial Matrix Factorization. IEEE Signal Processing Letters, 27, 815-819.
- [3] Smaragdakis, P., Févotte, C., Mysore, G. J., Mohammadiha, N., & Hoffman, M. (2014). Static and dynamic source separation using nonnegative factorizations: A unified view. IEEE Signal Processing Magazine, 31(3), 66-75.

	同質基底					異質基底
群番号	0	1	2	3	4	-
正解基底数	3	2	1	1	1	2
データ番号	0	3	2	1	1	1
	1	2	2	1	1	1
	2	2	2	1	1	1
	3	2	2	1	1	1
	4	3	2	1	2	1
	5	3	2	2	2	1
	6	2	2	1	1	1
	7	3	2	1	1	1
	8	2	2	1	1	1
	9	2	3	1	1	1

表 4 推定された同質・異質基底数

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計10件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Hiroyasu Abe
2. 発表標題 A Bayesian nonparametric approach to inference for orthogonal nonnegative matrix factorization
3. 学会等名 4th International Conference on Econometrics and Statistics (EcoSta 2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 阿部寛康
2. 発表標題 棒折り過程を用いた直交非負値行列因子分解における基底数選択
3. 学会等名 日本計算機統計学会第35回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 阿部寛康
2. 発表標題 ノンパラメトリックベイズに基づく直交制約付き非負値行列因子分解を用いた遺伝子発現量データ解析事例
3. 学会等名 日本分類学会第39回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 阿部寛康
2. 発表標題 零過剰かつ過分散なカウントデータに対する非負値行列因子分解における変分推論に基づく基底数選択
3. 学会等名 日本分類学会第39回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 阿部寛康
2. 発表標題 ベジアンNMFにおける行列分解可能性に関する考察
3. 学会等名 2020年度日本分類学会シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 阿部寛康
2. 発表標題 ベジアン非負値行列因子分解における周辺尤度を用いた基底数の決定方法について
3. 学会等名 日本計算機統計学会第33回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroyasu Abe
2. 発表標題 On the Determination of Number of Bases in Bayesian Nonnegative Matrix Factorization Using the Marginal Likelihood
3. 学会等名 The conference of Data Science, Statistics & Visualisation (DSSV 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroyasu Abe
2. 発表標題 Zero-inflated negative-binomial NMF
3. 学会等名 The 11th ICSA International Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 阿部寛康
2. 発表標題 異質なアイテム間の共起関係を抽出するための非負値行列因子分解
3. 学会等名 日本分類学会第41回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 阿部寛康
2. 発表標題 "0"の理由の説明を伴う零過剰ポアソン非負値行列因子分解の変分推論
3. 学会等名 2022年度統計関連学会連合大会
4. 発表年 2022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
---------------------------	-----------------------	----

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