

令和 3 年 5 月 11 日現在

機関番号：14401

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2017～2020

課題番号：17H04681

研究課題名（和文）生態系モデルに基づくオンライン社会活動分析技術の開発

研究課題名（英文）Smart analytics for online social activities

研究代表者

松原 靖子（Matsubara, Yasuko）

大阪大学・産業科学研究所・准教授

研究者番号：00721739

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 11,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、大量かつ高速に生成され続けるオンライン時系列ビッグデータストリームを対象とし、オンライン上に現れる多種多様で複雑な時系列パターンの中から、社会的に重要な情報を高速かつ自動的に抽出・発見することで、社会活動の動向をリアルタイムに分析・予測するための基盤技術を開発することを目的とする。研究成果は、データマイニング分野におけるトップ国際会議、国際雑誌であるACM TWEB, KDD2019, CIKM2019, ICDM2019, KDD2020等において採択され国際的に高い評価を受けている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で開発したオンライン社会活動情報の解析技術は、人々や企業の活動、そしてその関係性を把握してリアルタイムに将来予測を行うことを可能にする。この研究成果を応用することで、特定のビジネスのみならず、社会経済の活性化、環境、防災やエネルギーなど、重要な社会問題を解決するための効果的なアプローチとして期待できる。また、本研究成果を発展させることで、今後は社会活動情報のみならずIoTビッグデータ解析に適用し、製造業DXや次世代モビリティのためのAI技術に関する研究開発を行うことが可能となる。

研究成果の概要（英文）：The objective of this project is to develop fundamental technologies for the real-time modeling and forecasting of online social activities.

Specifically, our proposed algorithms (namely, non-linear tensor analysis and real-time mining and forecasting) can handle a wide variety of big time-series data, and capture the latent interaction between social events, and forecast future social activities.

研究分野：マルチメディア・データベース

キーワード：時系列ビッグデータ 非線形モデル学習 テンソル解析 リアルタイム予測 動的要因分析

## 1. 研究開始当初の背景

近年の IT 技術の急速な発展により Web 空間ではデータ量が飛躍的に増大し、そして Facebook や Twitter などの巨大なソーシャルネットワーク上では、日々大量の情報が高速に流通している。現在、世界のソーシャルネットワークのユーザー数は 40 億人、普及率も 50% に達し、一般のユーザから供給されるリアルタイムの情報も Web から豊富に得られるようになっている。その結果、Web は広く一般の社会の動向をリアルタイムに反映する情報源となっている。また、これらの Web 上での社会活動を反映したデータ、いわゆる、オンライン活動ビッグデータは、現実世界のニュースやイベント、季節性等の様々な実社会活動と連動し、リアルタイムに変化、推移している。このようなオンライン活動データの時間発展の解析に関する取り組みは、特定のビジネスのみならず、社会経済の活性化、行政、環境、防災など、重要な社会問題を解決するための効果的なアプローチとして期待されている。

## 2. 研究の目的

本研究では、上記のような背景を受け、ニュース、Blog、Twitter 等をはじめとする巨大なオンライン空間上において大量かつ高速に生成され続けるオンライン時系列ビッグデータストリームを対象とし、Web 上に現れる多種多様で複雑な時系列パターンの中から、社会的に重要な情報を高速かつ自動的に抽出・発見することで、社会活動の動向をリアルタイムに分析・予測するための基盤技術を開発することを目的とする。より具体的には、Web 空間における社会現象及び群衆 (ユーザ) のアクティビティとそのダイナミクスを、生態系モデルを始めとする複合的な非線形動的システムとして表現することにより、独創的な時系列モデルとその高速学習アルゴリズムを確立し、従来手法では抽出不可能な潜在的群衆動向パターンを高速かつ高精度に分析・予測するための要素技術を開発する。

## 3. 研究の方法

大規模なオンライン社会活動データの中に含まれる複雑な動的パターンを多角的に解析するため、本研究では、従来手法で実現不可能であった新たな独自技術として、リアルタイム非線形解析技術、要因分析・予測技術、そして、非線形テンソル解析技術を開発した。以下において、各要素技術の概要について述べる。

### (1) オンライン活動データのリアルタイム非線形モデリング技術の開発

本研究では、Web 上における情報拡散と減衰のダイナミクスを非線形動的システムに基づき学習することにより、社会活動分析と将来予測を行うための新たなモデリング技術を開発した。提案モデルの利用により、拡散する情報の質やネットワーク規模のような有用な情報を推定することが可能となり、さらに外れ値検出や時系列予測等の実用的なタスクをリアルタイムに処理することができる。本技術は Web マイニング分野において最も権威のある国際学術雑誌である ACM Transactions on the Web (TWEB) にて発表した。また、本業績に基づき、電気通信普及財団 第 36 回テレコムシステム技術賞 (入賞) を受賞した。

### (2) 時系列ビッグデータのリアルタイム要因分析・予測技術の開発

本研究では、研究代表者がこれまでに開発している時系列ビッグデータストリームに基づく動的モデル学習と将来予測技術 (RegimeCast @ KDD2016) を高度に融合することにより、複雑な時系列データの動的要因分析と将来予測をリアルタイムかつ高精度に行う新技術 (OrbitMap @ KDD2019) を開発した。開発技術は、重要なパターンや動的な前後関係を非線形モデルに基づき高速学習することにより、複雑な時系列データのダイナミクスの要因分析を行い、リアルタイムかつ高精度に将来イベントの予測を行う。研究成果は、データマイニング分野において最も権威のある国際会議である ACM SIGKDD2019 において発表を行なった。

### (3) 大規模複合オンライン活動データの非線形テンソル解析技術の開発

本研究では、上記の (1) (2) において開発した、リアルタイム非線形モデル学習と将来予測技術を高度に融合し、大規模複合オンライン活動データストリームのための特徴自動抽出・リアルタイム予測技術を開発した。本手法は、時間、地域、キーワードのように複数の属性を持つテンソルデータストリームが与えられたとき、最新の観測データを監視しながら潜在的なトレンドを発見し、柔軟にモデルを変化させながら長期先のオンライン活動を分析・予測し続けることができる。研究成果は、ACM SIGKDD2020 において発表を行なった。

本研究では、上記の3つの要素技術を開発すると同時に、技術の社会実装に向けた取り組みについても積極的に行なった。また、Web上から生成される様々なオンライン活動ビッグデータに対し、これらの手法を用いることで、人々や企業の活動、そしてその関係性や動的な因果関係を把握してリアルタイムにモデリングと将来予測を高速かつ高精度に行うことが可能となる。さらに、本研究成果を様々な形で応用することにより、特定のビジネスのみならず、社会経済の活性化、環境、防災やエネルギーなど、重要な社会問題を解決するための効果的なアプローチとして期待できる。また、本研究成果を発展させることで、今後は社会活動情報のみならずIoTビッグデータ解析に適用し、製造業DXや次世代モビリティのためのAI技術に関する研究開発を行うことが可能となる。

#### 4. 研究成果

本研究では、オンライン社会活動分析のための時系列ビッグデータ解析と将来予測に関する基礎研究を行い、他に類を見ない独創的な要素技術を数多く考案しており、国際的な場できわめて高い評価を得ている。学術貢献としては、データマイニング分野の最難関のトップ国際雑誌、および、国際会議において数多くの基盤技術を発表している (TWEB2017, KDD2019, CIKM2019, ICDM2019, KDD2020 等)。また KDD2017 においては、「Smart Analytics for Big Time-series Data」という題目で、本研究に関する3時間のチュートリアル講演を実施した。さらに研究代表者は2018年度において、情報処理学会とACMにより新設された国際的な表彰として、IPSJ/ACM Award for Early Career Contributions to Global Researchを、受賞者第一号として受賞した。これは情報学の分野において優れた成果をあげ、今後も科学技術の発展への貢献と国際的な活躍が期待される若手研究者に贈られる賞である。本事業により、日本人の若手研究者として初めてチューリング賞授賞式 (ACM Awards Banquet) に招待された。また、電気通信普及財団第36回テレコムシステム技術賞 (入賞)、及び、2020年度マイクロソフト情報学研究賞も受賞した。また、本研究では、学術面で世界最高レベルの研究成果を出すとともに、国内有力企業と連携し、社会実装に向けた活動を積極的に実施した。トヨタ自動車との共同研究において、特徴自動抽出技術 (SIGMOD2014) を発展させ、大規模な車両走行センサーデータからの車両走行パターンの自動検出に成功している (ICDM2019)。その他にも、開発技術は国内外の様々な企業から注目され、本研究をベースとした産学共同研究を複数件継続的に実施している。また、以下において、本研究課題における開発技術の詳細について述べる。

##### 4 - (1) オンライン活動データのリアルタイム非線形モデリング技術の開発

本研究では、Web上における情報拡散と減衰のダイナミクスを非線形動的システムに基づき学習することにより、社会活動分析と将来予測を行うための手法である SpikeStream を開発した。近年のIT技術の急速な発展によりWeb空間におけるデータ量が飛躍的に増大している。一般のユーザから供給されるリアルタイムの情報もWebから豊富に得られるようになり、その結果、Webは広く一般の社会の動向をリアルタイムに反映する情報源となっている。このような背景を受けて、近年ソーシャルネットワークを実社会の状況把握のためのセンサーネットワークとみなし、Web上の情報からオフライン社会に関する情報を抽出する取り組みが盛んに行われている。特に、これらの情報は刻々と変化していることから、Web情報の時間発展の解析は市場トレンドや行政ニーズの把握、災害時の被災者支援など、社会的ニーズは大きい。

これまでのWeb情報の時系列解析手法の多くは時間変化の類似性や相関のみに着目して解析することが多く、時系列シーケンスのダイナミクスを捉えることは難しかった。一方、本研究ではソーシャルネットワークやブログなどのオンライン上の情報拡散過程を、単一の時系列モデルとして表現することを可能とする技

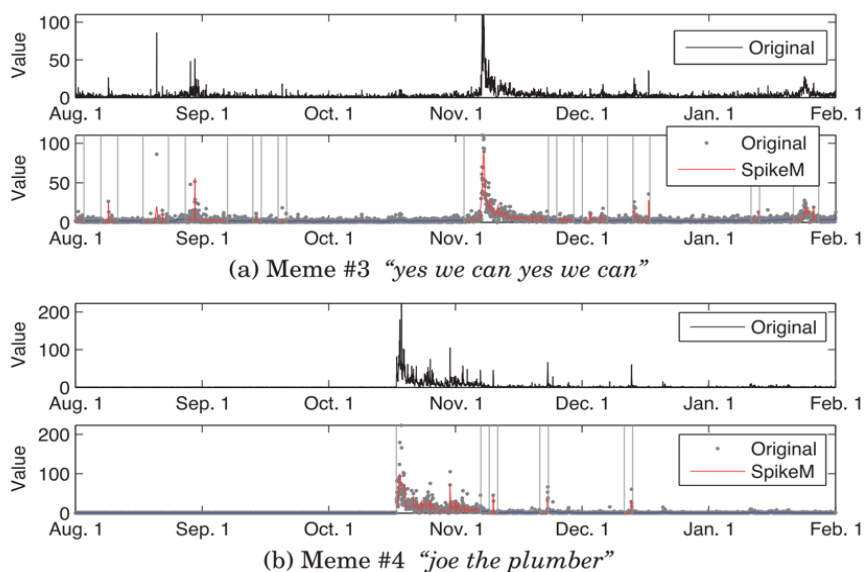


図1 提案手法を用いたリアルタイム非線形解析の例

術を開発した。拡散する情報の質やネットワーク規模のような有用な情報を推定することができる高度な Web 解析技術であり、さらに外れ値検出や時系列予測等の実用的なタスクを処理することができる。また、Web における膨大なデータを高速に解析するためのアルゴリズムも併せて開発し、リアルタイム処理を可能とする。このユニークな研究は世界規模で拡大発展している計算機科学においても初めての取り組みであり、極めて先駆的かつ挑戦的である。開発技術は、人々や企業の活動、そしてその関係性を把握してリアルタイムに予測することを可能とし、特定のビジネスのみならず、社会経済の活性化、市場トレンドや災害状況の確認、行政ニーズの把握等、重要な社会問題を解決するための効果的なアプローチとして期待できる。

本研究成果は、KDD2012 において発表した先行研究をベースとし、その後、さらにリアルタイム処理を採り入れて研究を格段に発展させ、トップ国際学術雑誌である ACM Transactions on the Web (TWEB) にて成果を発信した。ACM KDD 2012 および TWEB において発表した本研究成果はその後、情報拡散過程解析の流行を作り出し、国際的に高い評価を得ており、Google Scholar において既に 350 件以上の論文に引用されている。また、本研究成果に基づき、電気通信普及財団第 36 回テレコムシステム技術賞（入賞）を受賞した。

#### 4 - (2) 時系列ビッグデータのリアルタイム要因分析・予測技術の開発

本研究では、研究代表者がこれまでに開発している時系列ビッグデータストリームに基づく動的モデル学習と将来予測技術 RegimeCast (KDD2016 にて発表) を発展・拡張し、より実用的かつ高性能な解析技術として、リアルタイム要因分析・予測技術 OrbitMap (KDD2019 にて発表) を開発した。本技術は、大規模な時系列データストリームに対し、リアルタイムに重要な特徴や潜在的なトレンド (レジーム) を発見し、各レジーム間の動的な関係性を抽出することで、長期的かつ継続的に時系列イベントストリーム内の重要な動的要因を監視し、将来のイベント予測をリアルタイムに行う。

世界におけるビッグデータ・AI 関連の技術については、画像や映像処理、自然言語処理等の分野を中心に、主に深層学習を用いたソフトウェアの開発が活発であり、急速に応用範囲が拡大している。その一方で、深層学習は非常に強力ではあるものの、ブラックボックスモデルの使用による学習結果の説明や理解が困難であること、モデル構造やパラメータの精密なチューニングを要すること、大量の教師データと多大な計算時間を必要とするため、リアルタイムに学習ができない、刻々と変化する環境の中で動作を柔軟に適用することができない、時系列データのような動的情報の処理に限界があり高い精度で予測することが難しい等、現時点では数多くの技術上、実用上の課題が存在する。

本研究で開発した時系列ビッグデータに基づくリアルタイム要因分析・予測技術 OrbitMap の概要を図 2 に示す。OrbitMap は、既存の深層学習に基づく技術では実現できなかった高い精度の予測や最適化、リアルタイム学習と情報出力、要因分析や結果説明を可能とする世界最高水準の革新的なデータ解析手法である。より具体的には、提案手法は様々な時系列ビッグデータを対象とし、時系列モデル間の因果関係 (要因-結果関係) を捉え、事象の連鎖をモデル化することにより、高精度かつ高速に要因分析・将来予測を行う。

図 3 は OrbitMap を用いたリアルタイム要因分析の出力例である。ここでは、オンラインデータストリーム (Google Trends データ) を用いて解析している。より具体的

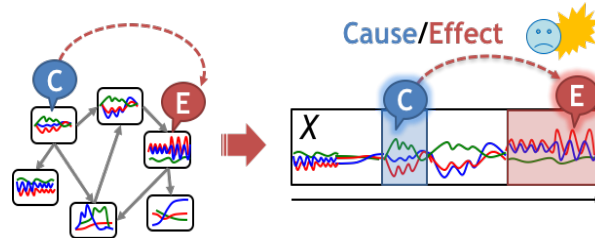


図 2 時系列データストリームにおける動的関係 (要因-結果) の解析の様子

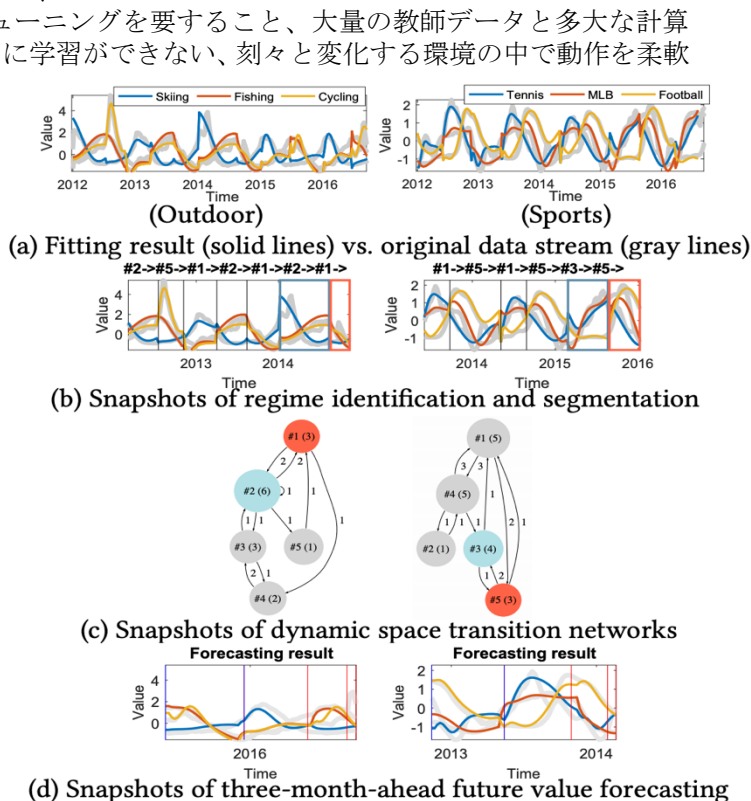


図 3 オンラインデータストリームを用いた要因分析技術の解析結果例 (Google Trends)

には、単位時刻あたりのキーワード検索回数を用いている。図(a)は、オリジナルのデータストリームの学習結果を示し、図(b)は、各時刻におけるリアルタイムレジーム検出例、図(c)は各時刻におけるネットワークの成長の様子を示す。図(d)は、学習した動的モデルとネットワークを用いたリアルタイムの様子を示している。ここでは、3ヶ月先のアクティビティを予測している。現時刻  $t_c$  において、時刻  $t_c+1s$  を予測している。ここで、 $1s$  は予測する長さを示す。

本研究による開発技術を進展・適用することで、Web上のユーザの活動分析のみならず、様々な産業応用が期待できる。例えば、自動車走行における急なブレーキやハンドル操作、スマート工場における装置故障など、様々な事故やトラブルの兆候をビッグデータから高速かつ自動的に抽出するための要因分析をリアルタイムに行うことが可能となる。

#### 4 - (3) 大規模複合オンライン活動データの非線形テンソル解析技術の開発

本研究では大規模オンライン活動データのための特徴自動抽出・リアルタイム予測技術を開発した。本手法は、時間、地域、キーワードのように複数の属性を持つテンソルデータストリームが与えられたとき、最新の観測データ(図(a)青)を監視しながら潜在的なトレンドを発見し、適応的にモデルを変化させながら長期先のデータ(図(a)赤)を予測し続ける。このとき、図(b)のように各地域で共通する季節パターンを抽出し、それらに基づき(c)類似パターンを有する地域のグループ化を行う。提案モデルは以下の2つの特長を有する。

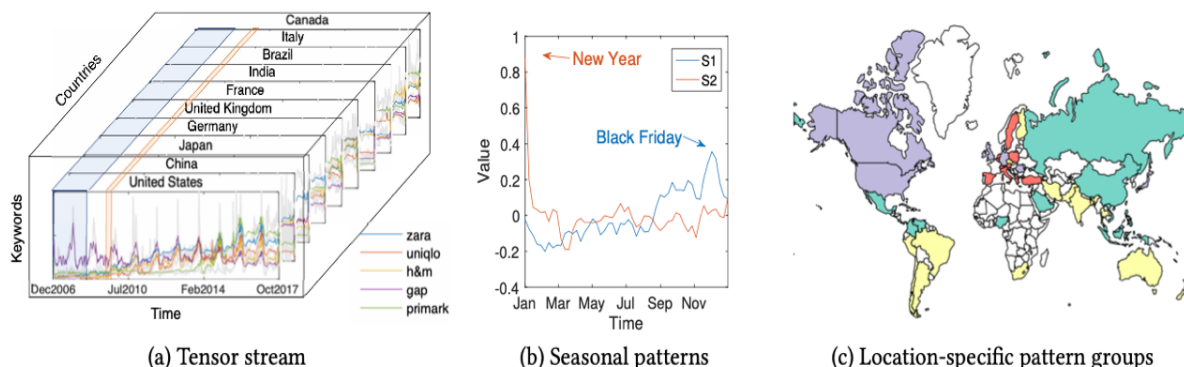


図4 提案手法によるリアルタイム予測の様子と検出パターンの例

**非線形モデリング:** 一般に、Webアクティビティデータは人々の生活習慣や環境に強く影響を受け、様々な事象が時間発展と相互作用を持つ。本手法は、Webアクティビティデータに含まれるダイナミクスを表現するために、非線形微分方程式に基づく時系列モデルを開発した。提案モデルは非線形性を有する長期トレンド、季節トレンドを同一のモデル空間で表現し、それらの相互作用を抽出する。例えば、ある商品のWeb検索数が年末セールの際に増加する傾向を持つとき、その増加率は平常時の検索数の増加に伴い相乗的に大きくなる可能性がある。このような現象をモデル化することにより、予測精度の向上を実現した。

**テンソル解析:** 上で述べた潜在的なトレンドは地域や性別などに依存して異なる傾向を持つ。本研究では、類似した潜在アクティビティを持つ属性群をローカルグループと定義し、ローカルグループの個数と各グループへの属性の割り当てを自動的かつ効率的に行うためのアルゴリズムを提案した。具体的には、貪欲法に基づき、ローカルグループの分割と属性の割り当てを、最適なグループの数となるまで交互に繰り返す。したがって、属性間でとりうるすべての組合せを評価することなく、高速にローカルグループを検出する。

本研究では、50の国、6種類のキーワード群を選出し、14年間にわたるWeb検索数の推移を表すGoogleTrendsデータセットを用いて提案手法の予測精度と計算コストを評価した。

図(左)は直近2年間のデータを監視しながら、1年後の検索数を予測し続けたときの平均予測精度(二乗平均誤差)を示す。提案手法は非線形ダイナミクスと地域間の特徴を多角的に解析することにより、他の手法より優れた性能を示している。

図(右)は、各データセットにおける平均計算時間の比較である。提案手法は貪欲法に基づくローカルグループの分割を行うため、効率的にテンソルデータストリームを処理することが可能である。

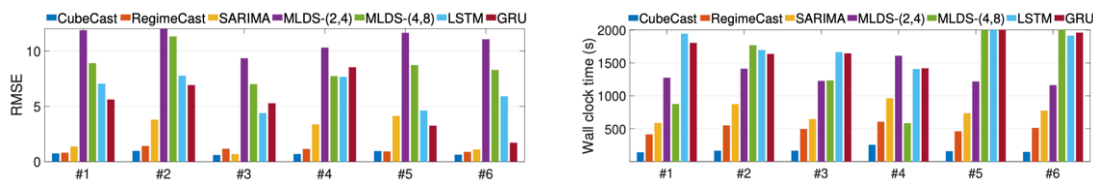


図5 GoogleTrends データセットにおける平均予測精度(左)と平均計算時間(右)

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 16件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 松原靖子, 櫻井保志, Christos Faloutsos	4. 巻 10
2. 論文標題 大規模オンライン活動データの特徴自動抽出	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌: データベース	6. 最初と最後の頁 1-15
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 該当する
1. 著者名 木村 輔, 松原 靖子, 川畑 光希, 櫻井 保志	4. 巻 14
2. 論文標題 大規模疫病データのための将来予測アルゴリズム	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌: データベース	6. 最初と最後の頁 10-19
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 Kawabata Koki, Matsubara Yasuko, Honda Takato, Sakurai Yasushi	4. 巻 -
2. 論文標題 Non-Linear Mining of Social Activities in Tensor Streams	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining	6. 最初と最後の頁 2093-2102
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3394486.3403260	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 Thinh Minh Do, Yasuko Matsubara, Yasushi Sakurai	4. 巻 28
2. 論文標題 Real-time Forecasting of Non-linear Competing Online Activities	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Information Processing	6. 最初と最後の頁 333-342
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 川畑光希, 松原靖子, 本田崇人, 櫻井保志	4. 巻 -
2. 論文標題 オンライン活動データストリームのための非線形モデル解析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌: データベース	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 Matsubara Yasuko, Sakurai Yasushi	4. 巻 -
2. 論文標題 Dynamic Modeling and Forecasting of Time-evolving Data Streams	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining	6. 最初と最後の頁 458-468
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3292500.3330947	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 Kawabata Koki, Matsubara Yasuko, Sakurai Yasushi	4. 巻 -
2. 論文標題 Automatic Sequential Pattern Mining in Data Streams	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACM International Conference on Information and Knowledge Management	6. 最初と最後の頁 1733-1742
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3357384.3358002	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 Honda Takato, Matsubara Yasuko, Neyama Ryo, Abe Mutsumi, Sakurai Yasushi	4. 巻 -
2. 論文標題 Multi-aspect Mining of Complex Sensor Sequences	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE International Conference on Data Mining	6. 最初と最後の頁 299--308
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICDM.2019.00040	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 本田崇人, 松原靖子, 川畑光希, 櫻井保志	4. 巻 13
2. 論文標題 大規模時系列テンソルによる多角的イベント予測	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌: データベース	6. 最初と最後の頁 8-19
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 川畑 光希 , 松原 靖子 , 櫻井 保志	4. 巻 11
2. 論文標題 自動パターン検出のためのストリームアルゴリズム	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌: データベース, 2018, Vol.11 No.1, pp. 1-10, 2018, 4月17日.	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 Yasuko Matsubara, Yasushi Sakurai, B. Aditya Prakash, Lei Li, Christos Faloutsos	4. 巻 11
2. 論文標題 Non-linear Dynamics of Information Diffusion in Social Networks	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 ACM Transactions on the Web (TWEB)	6. 最初と最後の頁 11:1-11:40
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3057741	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 Yasuko Matsubara, Yasushi Sakurai, Christos Faloutsos	4. 巻 20
2. 論文標題 Ecosystem on the Web: Non-linear Mining and Forecasting of Co-evolving Online Activities	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 World Wide Web Journal	6. 最初と最後の頁 439-465
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11280-016-0389-x	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 Do Thinh Minh、Matsubara Yasuko、Sakurai Yasushi	4. 巻 -
2. 論文標題 Automatic and Effective Mining of Coevolving Online Activities	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining	6. 最初と最後の頁 233 ~ 246
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-57529-2_19	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 Kawabata Kouki、Matsubara Yasuko、Sakurai Yasushi	4. 巻 -
2. 論文標題 StreamScope: Automatic Pattern Discovery over Data Streams	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the International Workshop on Exploiting Artificial Intelligence Techniques for Data Management (aiDM) ACM SIGMOD Workshop	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) 10.1145/3211954.3211959	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 Kawabata Koki、Matsubara Yasuko、Sakurai Yasushi	4. 巻 -
2. 論文標題 Data Stream Analysis of Online Activities	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 iThings/GreenCom/CPSCom/SmartData 2018	6. 最初と最後の頁 925-926
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/Cybermatics_2018.2018.00175	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 Honda Takato、Matsubara Yasuko、Sakurai Yasushi	4. 巻 -
2. 論文標題 Automatic Mining of Large IoT Sensor Tensor	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE International Conference on Data Mining Workshops, ICDM Workshops	6. 最初と最後の頁 1503-1504
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICDMW.2018.00219	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28件（うち招待講演 8件 / うち国際学会 8件）

1. 発表者名 Yasushi Sakurai, Yasuko Matsubara, Christos Faloutsos
2. 発表標題 Smart Analytics for Big Time-series Data
3. 学会等名 ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松原 靖子
2. 発表標題 時系列ビッグデータのリアルタイム将来予測と知的社会サービスへの展開
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会, スマート無線研究会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松原 靖子
2. 発表標題 時系列ビッグデータの特徴自動抽出とリアルタイム将来予測
3. 学会等名 ステアラボ人工知能セミナー (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松原 靖子
2. 発表標題 時系列ビッグデータ解析とリアルタイム予測
3. 学会等名 JSTフェア2017, セミナー (招待講演)
4. 発表年 2017年

1 . 発表者名 Koki Kawabata, Yasuko Matsubara, Yasushi Sakurai
2 . 発表標題 StreamScope: Automatic Pattern Discovery over Data Streams
3 . 学会等名 Proceedings of the International Workshop on Exploiting Artificial Intelligence Techniques for Data Management (aiDM) ; ACM SIGMOD Workshop ( 国際学会 )
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Koki Kawabata, Yasuko Matsubara, Yasushi Sakurai
2 . 発表標題 Data Stream Analysis of Online Activities
3 . 学会等名 iThings/GreenCom/CPSCoM/SmartData 2018 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Takato Honda, Yasuko Matsubara, Yasushi Sakurai
2 . 発表標題 Automatic Mining of Large IoT Sensor Tensor
3 . 学会等名 International Conference on Data Mining Workshops, ICDM Workshops ( 国際学会 )
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Koki Kawabata, Yasuko Matsubara, Yasushi Sakurai
2 . 発表標題 Automatic Sequential Pattern Mining in Data Streams
3 . 学会等名 ACM International Conference on Information and Knowledge Management ( 国際学会 )
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 Takato Honda, Yasuko Matsubara, Ryo Neyama, Mutsumi Abe, Yasushi Sakurai
2. 発表標題 Multi-Aspect Mining of Complex Sensor Sequences
3. 学会等名 IEEE International Conference on Data Mining (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Koki Kawabata, Yasuko Matsubara, Takato Honda, Yasushi Sakurai
2. 発表標題 Non-Linear Mining of Social Activities in Tensor Streams
3. 学会等名 ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山室 冨, 松原 靖子, 川畑 光希, 井手 優介, 梅田 裕平, 古川 忠延, 丸橋 弘治, 稲越 宏弥, 大川 佳寛, 櫻井 保志
2. 発表標題 深層学習を用いた時系列データの要約と分類
3. 学会等名 第10回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2018) 論文集, C3-3
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 衛藤 亮太, 松原 靖子, 山下 和人, 國澤 進, 今中 雄一, 櫻井 保志
2. 発表標題 電子診療報酬データの多角的解析
3. 学会等名 第10回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2018) 論文集, K6-3
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川畑 光希, 松原 靖子, 櫻井 保志
2. 発表標題 自動パターン検出のためのストリームアルゴリズム
3. 学会等名 第10回Webとデータベースに関するフォーラム (WebDB Forum 2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松原 靖子, 櫻井 保志
2. 発表標題 大規模データストリームの動的モデル学習と将来予測
3. 学会等名 第12回Webとデータベースに関するフォーラム (WebDB Forum 2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松原 靖子
2. 発表標題 Nonlinear Dynamics of Information Diffusion in Social Networks
3. 学会等名 第36回電気通信普及財団賞及び2020年度助成援助金贈呈式, テレコムシステム技術賞受賞者代表講演 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 川畑 光希, 松原 靖子, 本田 崇人, 今井 優作, 田嶋 優樹, 櫻井 保志
2. 発表標題 大規模購買ログの時系列分析に基づくLTV予測
3. 学会等名 2020年度人工知能学会全国大会 (第34回)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松原 靖子
2. 発表標題 時系列ビッグデータの特徴自動抽出とリアルタイム将来予測
3. 学会等名 第7回アライアンス若手研究交流会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 本田 崇人, 松原 靖子, 川畑 光希, 櫻井 保志
2. 発表標題 大規模IoTセンサデータの長期的イベント予測
3. 学会等名 第12回Webとデータベースに関するフォーラム (WebDB Forum 2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 本田 崇人, 松原 靖子, 川畑 光希, 櫻井 保志
2. 発表標題 大規模時系列テンソルからの長期イベント予測
3. 学会等名 第12回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2020) 論文集, E5-3
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 入船恭彰, 松原靖子, 佐藤貴大, 有次正義, 櫻井保志
2. 発表標題 共通パターンを用いた時系列データの弱教師ありセグメンテーション
3. 学会等名 第12回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2020) 論文集, E6-3
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松原靖子
2. 発表標題 時系列ビッグデータ解析の新たな展開
3. 学会等名 2018年度人工知能学会全国大会（第32回）（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 入船 恭彰 (熊大), 松原 靖子 (熊大), 川畑 光希 (熊大), 山室 冴 (熊大), 浦 晃 (富士通研), 河東 孝 (富士通研), 梅田 裕平 (富士通研), 小橋 博道 (富士通研), 稲越 宏弥 (Fujitsu Laboratories of Europe Ltd.), 櫻井 保志 (熊大)
2. 発表標題 弱ラベルを用いた時系列データへの詳細ラベル付与
3. 学会等名 第11回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yasuko Matsubara, Yasushi Sakurai
2. 発表標題 Dynamic Modeling and Forecasting of Time-evolving Data Streams
3. 学会等名 ACM SIGKDD
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 Yasuko Matsubara
2. 発表標題 Dynamic Modeling and Forecasting of Big Time-series Data
3. 学会等名 Dagstuhl Seminar 19282, "Data Series Management" (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Thinh Minh Do, Yasuko Matsubara, Yasushi Sakurai
2. 発表標題 Automatic and Effective Mining of Coevolving Online Activities
3. 学会等名 Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (PAKDD) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松原 靖子, 櫻井 保志
2. 発表標題 大規模データストリームの将来予測アルゴリズム
3. 学会等名 情報処理学会Webとデータベースに関するフォーラム (WebDB Forum 2017)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松原 靖子, 櫻井 保志
2. 発表標題 大規模疫病データのための非線形モデル解析
3. 学会等名 情報処理学会Webとデータベースに関するフォーラム (WebDB Forum 2017)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 衛藤 亮太, 松原 靖子, 山下 和人, 國澤 進, 今中 雄一, 櫻井 保志
2. 発表標題 深層学習を用いた電子カルテ医療情報の多角的解析
3. 学会等名 情報処理学会Webとデータベースに関するフォーラム (WebDB Forum 2017)
4. 発表年 2017年



〔図書〕 計0件

〔出願〕 計9件

産業財産権の名称 予測装置、予測方法及びプログラム	発明者 松原靖子, 櫻井保志	権利者 国立大学法人大阪大学
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2020/029178	出願年 2020年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 時系列テンソルデータのための予測装置、予測方法、及びプログラム	発明者 川畑光希, 松原靖子, 本田崇人, 櫻井保志	権利者 国立大学法人大阪大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-139168	出願年 2020年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 イベント予測システム、イベント予測方法およびプログラム	発明者 本田崇人, 松原靖子, 川畑光希, 櫻井保志	権利者 国立大学法人大阪大学
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2021/000606	出願年 2021年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 予測装置、予測方法及びプログラム	発明者 松原靖子, 櫻井保志	権利者 国立大学法人大阪大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-142295	出願年 2019年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 時系列解析に基づくイベント予測装置、イベント予測方法およびプログラム	発明者 本田崇人, 松原靖子, 川畑光希, 櫻井保志	権利者 国立大学法人大阪大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-8388	出願年 2020年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 Allocation method, allocating device, and computer-readable recording medium	発明者 Y. Sakurai, Y. Matsubara, et al.	権利者 Fujitsu Limited, Kumamoto Univ.
産業財産権の種類、番号 特許、US 2020/0280525 A1	出願年 2020年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 パラメータ集合生産方法及びプログラム	発明者 松原靖子, 櫻井保志	権利者 国立大学法人熊本大学
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2017/025236	出願年 2017年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 FORECASTING DEVICE, PARAMETER SET PRODUCTION METHOD AND PROGRAM	発明者 Yasuko Matsubara, Y. Sakurai	権利者 Kumamoto University
産業財産権の種類、番号 特許、U.S. patent, 16/316946	出願年 2017年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 付与方法、付与プログラム及び付与装置	発明者 櫻井保志, 松原靖子など	権利者 富士通株式会社, 国立大学法人熊本大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-036210	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔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
研究協力者	櫻井 保志  (Sakurai Yasushi)  (30466411)	大阪大学・産業科学研究所・教授    (14401)	

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		
米国	Carnegie Mellon University	Georgia Institute of Technology	