

令和元年5月23日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2018

課題番号：16K12428

研究課題名(和文) 学習なき発見のためのシーケンスデータ解析と可視化

研究課題名(英文) Analysis and visualization of sequential data for discovery without learning

研究代表者

大澤 幸生 (Ohsawa, Yukio)

東京大学・大学院工学系研究科(工学部)・教授

研究者番号：20273609

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：変化原因を定性的に説明することへのニーズを把握した上で、多様なタイムスケールが混在する時系列データから変化原因を説明する技術へのニーズがあることを確認した。このニーズに沿って、絡まりの始終点を変化点として可視化するTangled String(TS)、その拡張手法と評価方法を確立した。また、学習を伴わず変化点の検出とその説明を行うアルゴリズム群を得つつ、時系列の不確実性も説明する機械学習手法を生み出す成果も得た。又、手法で説明に用いるべき変数を過不足なく提案する変数クエストを開発した。開発した技術を、SNS、POS、地震に適用して成果を得た。成果の社会的ニーズについても調査を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

データ利活用におけるニーズと、データと、データ分析技術等のマッチングを行うIMDJワークショップから、本研究の考え方で変化の原因を説明することへのニーズが実業界で強いことが明らかとなった。しかし、実際の社会・自然における変化には多様なタイムスケールが混在するため、従来手法では変化原因の説明が難しかった。この問題を解決することは基礎学術における進展であり、フェーズ ニーズに答える技術的アプローチの検討、フェーズ Tangled String(TS)を起点とする時間窓最適化、TSにかわるアルゴリズム群開発、フェーズ 実社会への適用と期待感の調査を行う手順により社会的意義も確保し続けた。

研究成果の概要(英文)：After grasping the need for qualitatively explaining the cause of change, it was confirmed that there is a need for technology to explain the cause of change from time series data in which various time scales are mixed. In line with this need, we established Tangled String (TS), which visualizes the start and end points of an entanglement (pill) as change points, and its extension method and evaluation method. In addition, while obtaining a group of algorithms that detect change points and explain them without learning, we also got results that produce machine learning methods that also explain the uncertainty of time series. We also developed Variable Quest that proposes just enough variables to be used in the method. The developed technology was applied to SNS, POS, and earthquakes to obtain results. We also surveyed the social needs of the outcome.

研究分野：データ市場設計学

キーワード：学習なき発見 時系列分析 変化の説明 潜在時間スケール 変数選択 変数クエスト 社会的ニーズ  
調査

## 1. 研究開始当初の背景

研究開始当初の段階で、大規模で変化に富み、データ発生の速さを特徴とする「ビッグデータ」が様々な業種で注目されて久しかった。併せて、データ解析を行うための機械学習のような専門的技術も注目され、頻りにメディアでも取り上げられていた。その一方、比較的小規模だが興味深い事象に焦点を絞って収集したデータや、過去になかった流行の予兆を早期に把握する技術の有用性も理解されつつあった。後者の予兆の発見に関連する技術としては、背景における事象間の因果関係の構造の変化、あるいは仮定した構造におけるパラメータを学習し急峻な変化を捉える方法が機械学習の分野で確立されていた。

一方、申請者自身は世界に先駆けて1999年ごろからチャンス発見(Chance Discovery: 意思決定を左右する事象の発見[2])という大きな枠内での研究を進めており、国際人工知能学会(IJCAI)、国際データマイニング学会(ICDM)等のトップカンファレンスでChance Discoveryとその発展についてワークショップが採択され続けていた。その一方で、深い意図を持たずに言葉を投げ合うTwitterのような会話ログや、行動パターンの異なる人々が集う商業モールにおける移動ログ、関心事が様々に異なる人たちが参加する株式市場における価格変動データ等、機械学習の方法だけではカバーしきれないようなデータがビジネス意思決定の素材として期待を集めており、チャンス発見はこれまでにない爆発的展開を生み出すことを要請される時期に来ていた。本研究は、このような社会的動向を支える技術的基盤を今後形成してゆく為に、機械学習技術では届かないニーズを満たすようなパラダイムを芽生えさせることを目的として開始したものであった。

## 2. 研究の目的

目的は、変化点の予測あるいは検出ではなく、意思決定に関わるような変化を発見し、それに関する因果関係を説明することである。従来の機械学習的アプローチでは、これが原因事象の多様性と複雑性に富むデータに対してできなかった。たとえばトピックモデルでは、表面的な観測事象に多様な変化が見られるシーケンスにおいても区間(セグメント)ごとに一貫性のある潜在的ダイナミクスがあるという前提の上で、その一貫性を学習していたことになる。この前提が崩れるほどに原因事象の多様性と複雑性が増すと、区間におけるパターン、因果関係の構造、構造中の要素のパラメータ等を「学習」するアプローチだけでは、ビジネス現場の意思決定を期待通り支援できない。また、原因となる事象がデータにそもそも含まれていない場合は、データからの学習によって因果の説明はできない。

そこで、事象系列を支配する背景にあるダイナミクスが多様で、普遍的な因果関係の構造やパターンが学習できない様なシーケンス(系列)のデータを対象とし、人の意思決定に関わる変化点を発見する手法を開発してきた。学習は行わずデータ中の前後のトレンドを渡す橋として変化点を検出する考え方を初期点とし、学習なき発見という新パラダイムの構築を狙った。

## 3. 研究の方法

深いレベルでの潜在ダイナミクスが多様なために確率分布モデルやパターンの学習の困難な場合に、あえて浅いレベルの繰り返し現象に着目するところから研究を開始した。そのため、学習は行わずデータ中の前後のトレンドを渡す橋として変化点を検出する考え方を初期点とし、学習なき発見という新パラダイムの構築を狙った。

具体的な方法を述べると、まず初年度から、変化点を把握することが従来手法では困難であったような、多様な原因が混在して生じた系列データを扱うことについて、ユーザの要求(ニーズ)とデータ分析技術のマッチングをワークショップで行ってきた(当初計画におけるフェーズ: **ニーズに答える技術的アプローチの検討**)。これは、データ利活用におけるニーズと、データと、データ分析(あるいはAI)等技術のマッチングを行うワークショップ Innovators Marketplace on Data Jackets である。このマッチングを元に、説明に用いるべき変数を過不足なく揃えて初めて効果を発揮するため、ユーザ要求に対して必要なデータ変数を導出する変数クエスト(VQ)を開発し援用した。また、扱うデータに原因事象を含めるためにも、VQを用いて必要なデータの目星をつけることは効果的である。

このワークショップの結果として、変化の原因を定性的に説明することへのニーズが実業界で強いことも明らかとなった。特に、実社会における市場や自然現象における時系列変化には多様なタイムスケールが混在するため変化原因の説明が難しいことに配慮し、求める時系列変化のタイムスケール(文脈の期待持続性)を制御する手法を開発した。耐久遅延(時点 $t$ から、どれだけの時間後まで判断を待てば、 $t$ が重要な変化点であったかどうか判断できるか)の上限について、実験的にも理論的にも研究を行った(当初計画におけるフェーズ: **Tangled Stringを起点とする時間窓最適化の発展形**)。さらに、消費データや地震データの構造が変化する時点を抽出し、その不確定性や構造的変化を説明する多様な手法の開発を行った(当初計画におけるフェーズ: **アルゴリズム群開発**)。

本研究は、理由なく機械学習のトレンドに乗るのではなく、真なる社会的ニーズにこたえるデータ利活用技術を創成するというビジョンを起点として「学習なき発見」を目指したものであるから、最終的に、上記の成果技術を企業データや地震データに適用するに加え、核技術の社会的ニーズまで調査を行い、本研究全体の社会的意義まで把握して完結した(当初計画における **評価フェーズ: 多種のデータへのアルゴリズム開発と評価実験**)。

#### 4. 研究成果

各フェーズ、**評価フェーズ**、**レビューフェーズ**で、以下のような技術群を開発することができた。

##### ニーズに答える技術的アプローチの検討

- (a) 利用者の要求に適合するデータを検索する Data Jacket Store、要求に適合する変数に加えデータフォーマットなど付加情報を示す拡張 Variable Quest [A1, A3, A4, A5 等] を併せ用いることにより、データ市場 [C1, C2] を発展させたワークショップ。

##### Tangled String を起点としたアルゴリズム群開発

- (b) 時系列を一本の糸とみなし、絡まり (pill) の始点と終点を本質的な変化点として可視化する手法 Tangled String (TS) とその拡張手法 [A2, A18, A31]
- (c) ヘビーテイルカーネルを用いた事象の予測と不確実性評価 [A13 等]
- (d) 潜在空間から入力データへの非線形関数を用いた逆伝搬する方法による、概念とデータの関係抽出。機械学習結果の説明にも用いられる [A8]
- (e) 幅と深さをデータに応じて変化させる、調整可能な深層学習技術 [A14]
- (f) 対象データにおける事象の共起グラフの構造変化を、短い各時区間のデータから計算できクラスターの多様性をあらかず graph based entropy (GBE) によって捉え、かつ GBE の変化に対応する構造変化の可視化による構造的変化の説明手法 [A-9 等]。
- (g) 地震データなど「領域分割」のできるデータについて域内エントロピー (regional entropy) を新たに定義し、その変化から構造的変化の前兆を把握し説明する技術 [A-6]
- (h) データ数の少ない場合に適用できるレビュー記事推薦 [A-10, A-11 等]

学習なき発見を目指す中で、多くの成果では学習を伴わない変化点の検出とその説明を実現するアルゴリズムを得たが、(c)(d)(e)のように、時系列データの不確実性を吸収あるいは説明する新しい機械学習の方法を生み出す成果にも達している。

以上のうち、特に当初の目標どおり「学習なき発見」といえる技術およびこれらを生み出す(a)の技術については、メタパラメータの設定に関する手法も理論と実験の両面から研究を進めた。例えば、Tangled String (TS) における「振り返り時間幅」 $W$  の調整により、求める時系列変化のタイムスケール(文脈の期待持続性)を制御する手法を得た。また  $W$  を用いて耐久遅延(時点  $t$  から、どれだけ時間後まで判断を待てば、 $t$  が重要な変化点であったかどうか判断できるか)の上限が求められることも証明した。TS は会話ログ、行動ログ、株価変動などに適用し成果を挙げた。また(f)の Graph based Entropy (GBE) は短い期間のデータだけから学習を行わずに計算できるので、計画通りマーケティングのほかコミュニケーション分析にも適用し、結果の説明性、有用性についてユーザの高い評価を受けた。特に小売業のマーケティング領域で実践的に行ってきた。月次、週次の GBE の変化の大きかった時点の前後の変化について、原因をアイテム共起グラフから説明するインタフェースにより市場戦略立案を可能にした。データ市場構想の成功事例ともいえる。

**評価フェーズ** TS の他、グラフに基づくエントロピー、域内地震情報エントロピーなどもユーザニーズに沿って開発し、計画どおり SNS、POS、地震に対して成果を得た。これらは、変化点前後に対応するグラフ構造を可視化することにより、機械学習は行わず変化を説明する手法として役立っている。これらのツールは説明に用いるべき変数を過不足なく揃えて初めて効果を発揮するため、ユーザ要求に対して必要なデータ変数を導出する変数クエスト (VQ) を開発し適用した。VQ 以前に構築していた DJ-store と併用することにより、異なる領域で結果を出したデータ可視化ツールを導入して、有益な変化説明を遂げる成果も得られた(例えば POS で結果を出した GBE を、一部の改良だけで地震データに適用した)。以上の成果について次のニーズ調査を行い、研究全体の社会的意義まで把握した。[本研究から得られた新技術の利活用に関する調査] 企業・団体における新技術・新サービスの導入決定者または関係者を対象として、新技術・サービスに関する受容性と、産業分野への応用可能性を把握する調査を行った。サンプリングについては全国 10999 名から、「企業・団体における新技術・新サービスの導入決定者または関係者」の観点から、3 段階のスクリーニングを経て 174 名を選定し、最終的に登録者 100 名という形で、オンラインの掲示板にて議論してもらった。本調査は通常の質問調査と異なり、参加者同士のコミュニケーションから、自身の課題と技術との関係性を気づきを促し、新技術の社会受容性や新規性について、より本音に近い発言を得る調査方式である。約 3 週間で 8 つの質問フェーズを設けて、「新技術の独自性」、「ニーズのある分野」、「自社に導入する際の障壁」などを議論してもらった。最終的に 3 名とオンラインのテレビインタビューを実施し、詳細な意見を得た。調査では TS、GBE、DJ store、VQ の 4 つの技術を対象とした。調査の前半では、新技術の PDF 資料と説明動画を作成し、調査対象者の理解度を測定しながら、新技術が対象としている問題、アプローチの新規性、技術の見せ方、実ビジネス利用における社内障壁などを確認した。興味深い発見として、企業規模によって同じような企業であっても技術に対する理解が異なる。また、同じような IT 企業でも現場と意思決定者では同じ技術を見ても異なる理解と違った技術の活用方法が異なることが明らかとなった。また、DJ store と VQ については、背後にあるアルゴリズムは同じでも、検索によって得られたデータの可視化の方法によって、検索プロセスの説得力などに大きな違いが出ることが定性調査から分かった。表層的な結果の提示のみではなく、「学習なき発見」において「説明力のある、発見の可視化」が重要であるという有益な示唆を示す結果と言える。

## 5 . 主な発表論文等 〔雑誌論文〕(計 32 件)

- [A1] Teruaki Hayashi, Yukio Ohsawa, Matrix-based Method for Inferring Elements in Data Attributes Using Vector Space Model, *Information*, 10(3), 107, 12 pages, (2019) DOI: 10.3390/info10030107
- [A2] Yukio Ohsawa, Teruaki Hayashi, Takaaki Yoshino., Tangled String for Multi-timescale Explanation of Changes in Stock Market, *Information* 2019, 10(3), 118, 21 pages DOI: 10.3390/info10030118
- [A3] 早矢仕晃章, 岩永宇央, 岩佐太路, 大澤幸生, データジャケットを用いた異分野連携に資するデータの特徴とネットワーク分析, *知能と情報*, Vol.31, No.1, pp.534-545, 2019. DOI: 10.3156/jsoft.31.1\_534
- [A4] Teruaki Hayashi, Yukio Ohsawa, How to Understand Belief Drift? Externalization of Variables Considering Different Background Knowledge, *Advances in Human-Computer Interaction* Vol. 2018, Article ID 9054685, pp.1-12, 2018 DOI: 10.1155/2018/9054685
- [A5] Teruaki Hayashi, Yukio Ohsawa, Inferring Variable Labels Using Outlines of Data in Data Jackets by Considering Similarity and Co-occurrence, *International Journal of Data Science and Analytics*, Volume 6, Issue 4, pp 351–361, 2018. DOI: 10.1007/s41060-018-0152-8
- [A6] Yukio Ohsawa., Regional Seismic Information Entropy for Detecting Earthquake Activation Precursors *Entropy* 2018, 20(11), 861, 27 pages (2018) DOI: 10.3390/e20110861
- [A7] Teruaki Hayashi, Yukio Ohsawa, The Difference between Variable-based and Context-based Networks of Data Using Data Jackets, *Procedia Computer Science (PCS)* 126, 1740–1747, 2018. DOI: 10.1016/j.procs.2018.08.103
- [A8] Zhang Q., Ohsawa Y. (2018) Nonlinearized Relevance Propagation. In: Geng X., Kang BH. (eds) *Lecture Notes in Computer Science*, vol 11012. DOI: 10.1007/978-3-319-97304-3\_69
- [A9] Yukio Ohsawa, Graph-based Entropy for Detecting Explanatory Signs of Changes in Market, *The Review of Socionetwork Strategies*, *The Review of Socionetwork Strategies*, online (2018, DOI:10.1007/s12626-018-0023-8
- [A10] Xiaoyi Zhao and Yukio Ohsawa, Sentiment Analysis on the Online Reviews Based on Hidden Markov Model, *Volume 9, No. 2*, 2018 DOI:10.12720/jait.9.2.33-38
- [A11] Kenshin Ikegami, Yukio Ohsawa, PageRank Topic Model: Estimation of Multinomial Distributions using Network Structure Analysis Methods, *Fundamenta Informaticae* (2018) DOI:10.3233/FI-2018-1664
- [A12] Teruaki Hayashi, Yukio Ohsawa, “VARIABLE QUEST: Network Visualization of Variable Labels Unifying Co-occurrence Graphs,” In *Proc. IEEE-ICDM Workshops 2017, Creating Tools, Data, and Sensors from the Social Intelligence (MoDAT)*, pp.577-583, Nov. 2017. 10.1109/ICDMW.2017.81
- [A13] Rui Yang, Y. Ohsawa, Applying the Heavy-Tailed Kernel to the Gaussian Process Regression for Modeling Point of Sale Data, *Proc. Artificial Neural Networks*, 705-712 (2017) DOI:10.1007/978-3-319-68612-7\_80
- [A14] Yi Ji, Y. Ohsawa, Memorizing Transactional Databases Compressively in Deep Neural Networks for Efficient Itemset Support Queries, *Proc. International Conference on Neural Information Processing*, (2017)
- [A15] Yanyuan Zeng, Y. Ohsawa, Re-discovery Data Jacket’s Value by combining Cluster with Text Analysis, *Int’l Conf. on KES*, *Procedia Computer Science*, 112, 2195- 2203 (2017) DOI:10.1016/j.procs.2017.08.111
- [A16] T. Hayashi, Y. Ohsawa, Preliminary Case Study on Value Determination of Datasets and Cross-disciplinary Data Collaboration Using Data Jackets, *PCS* 112, **2175-2184**, (2017) DOI:10.1016/j.procs.2017.08.254
- [A17] T. Hayashi, Y. Ohsawa, “Matrix-based Method for Inferring Variable Labels Using Outlines of Data in Data Jackets,” *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining* 10235, 696-707, Springer, (2017)
- [A18] Y. Ohsawa and T. Hayashi, "Tangled String for Sequence Visualization as Fruit of Ideas in Innovators Marketplace on Data Jackets", *Intelligent Decision Technologies*, pp.1-13, 2016. DOI:10.3233/IDT-150251
- [A19] Akira Kasuga, Yukio, Ohsawa, Non-Conformity Detection in High-Dimensional Time Series of Stock Market Data, *The 29th Int'l Conf. IEA/AIE, Morioka, Japan* (2016) DOI:10.1007/978-3-319-42007-3\_60
- [A20] Norisada Masui, Y. Ohsawa, Visualization of Superficial Similarities between Data Jackets for Aiding Creativity on Innovators Marketplace on Data Jackets, *20th KES2016*, DOI:10.1016/j.procs.2015.08.233
- [A21] T. Hayashi, Y. Ohsawa, Meta-data Generation of Analysis Tools and Connection with Structured Meta-data of Datasets, *3rd International Conference on Signal Processing and Integrated Networks (SPIN2016)*, Delhi, India, Feb. 2016. DOI:10.1109/SPIN.2016.7566693
- [A22] T. Hayashi, T. Ohsawa, Comparison between Utility Expectation of Public and Private Data in the Market of Data, *20<sup>th</sup> Int'l Conf. KES*, Vol.96, pp.1267–1274, DOI:10.1016/j.procs.2016.08.171
- [A23] Rui Yang and Yukio Ohsawa, Visualization Method Based o Contour Map, *The 4th Workshop on Designing the Market of Data - Data Market for Co-evolution of Sciences and Business -*, *Proc. IEEE International Conference on Data Mining Workshops*, pp.826-830 (2016) 10.1109/ICDMW.2016.0122
- [A24] Kenshin Ikegami and Y. Ohsawa, Sentence Clustering using PageRank Topic Model, *The 30th Pacific Asia Conference on Language, Information and Computation*, 329-338 (2016) "http://aclweb.org/anthology/Y16-3003 "
- [A25] Hitomi Yanaka, Yukio Ohsawa, Clustering Documents on Case Vectors Represented by Predicate-argument Structures - Applied for Eliciting Technological Problems from Patents - *Proceedings of the 2016 Federated Conference on Computer Science and Information Systems*, M. Ganzha, L. Maciaszek, M. Paprzycki (eds). *ACSIS*, Vol. 8, pages 175–180, Gdansk, Poland (2016), DOI:10.15439/2016F462
- [A26] Jianshi Wang, Yukio Ohsawa, Evaluating model of traffic accident rate on urban data, *Proceedings of the 2016 Federated Conference on Computer Science and Information Systems*, M. Ganzha, L. Maciaszek, M. Paprzycki (eds). *ACSIS*, Vol. 8, pages 181–186 (2016), Gdansk, Poland (2016), DOI:10.15439/2016F195"
- [A27] Qi Ji and Yukio Ohsawa, BLOCKS: efficient and stable online visualization of dynamic network evolution,

- The Review of Socionetwork Strategies , Volume 10, Issue 1, pp 33–51 (2016), DOI:10.1007/s12626-016-0062-y
- [A28] Qi Ji and Yukio Ohsawa, Recut: a seriation algorithm balancing smooth display and aggregated features, Fundamenta Informaticae vol. 146, no. 3, pp. 293-304 (2016), DOI:10.3233/FI-2016-1387
- [A29] 早矢仕晃章, 大澤幸生, データ活用知識構造化と再利用による検索システム: Data Jacket Store, 人工知能学会論文誌, Vol.31, No.5, 2016., DOI:10.1527/tjsai.A-G15
- [A30] Teruaki Hayashi, Yukio Ohsawa, Comparison of Conflict Resolution Behavior and Scenario Generating Process in Group and Individual by Handwriting Process Analysis, Intelligent Decision Technologies (IDT), Vol.10, No.3, pp.213-221, 2016, DOI:10.3233/IDT-150254
- [A31] Y. Ohsawa, T. Hayashi, Tangled String for Sequence Visualization as Fruit of Ideas in Innovators Marketplace on Data Jackets, IDT 10 (3), 235-247, 2016, DOI:10.3233/IDT-150251
- [A32] T. Hayashi and Y. Ohsawa, "Comparison of Conflict Resolution Behavior and Scenario Generating Process in Group and Individual by Handwriting Process Analysis", IDT 10 (3), 1-9, 2016, DOI: 10.3233/IDT-150254

### 【学会発表】(計 32 件)

- [B1] D. Iwasa, T. Hayashi, and Y. Ohsawa: Web-based Innovators Marketplace on Data Jackets as Communication Support System, 5th International Conference on Signal Processing and Integrated Network, (2019)
- [B2] Yukio Ohsawa: Data market as a factory of socionetwork strategies, International Symposium on Socionetwork Strategies in the Market of Data (招待講演)(国際学会), 2019
- [B3] 岸芳輝, 早矢仕, 大澤.: 国内株式市場における構造的変化の分析, 電子情報通信学会 人工知能と知識処理研究会 (AI), (2019)
- [B4] 岩永宇央, 早矢仕, 大澤: データジャケットにおける一部の変数ラベルへのアノテーションを用いた能動的な変数ラベル推定, 同上, (2019)
- [B5] 奈良岡誠, 早矢仕, 大澤: スーパーマーケットにおける戦略立案支援のための時区間分析手法の構築, 同上, (2019)
- [B6] 竹村航太, 大澤幸生, 早矢仕晃章: 蓄積エネルギーによる大地震の前兆の分析, 同上, (2019)
- [B7] Yukio Ohsawa: Why Japan opens AI sessions to the world - from a viewpoint of systems innovation, The 2018 Conf. Technologies and Applications of AI, 2018
- [B8] Teruaki Hayashi, Yukio Ohsawa: The Difference between Variable-based and Context-based Networks of Data Using Data Jackets, 22nd International Conference on Knowledge Based and Intelligent Information and Engineering System (KES2018), 2018
- [B9] Quexuan Zhang, Yukio Ohsawa: Nonlinearized Relevance Propagation, Pacific Rim Int'l Conf. on AI, 2018
- [B10] 大澤幸生: イノベーション・システムとしてのデータ市場, 日本シミュレーション学会総会, 2018
- [B11] Keyang Liu, Teruaki Hayashi, Yukio Ohsawa: A Data Market Based on Blockchain for Academia, 電子情報通信学会 人工知能と知識処理研究会: データ市場特集 IV, (2018)
- [B12] 早矢仕, 大澤: データジャケットに見る多種多様なデータの属性, 同上(2018)
- [B13] 岩佐太路, 早矢仕, 大澤: Web 版 Innovators Marketplace on Data Jackets を用いたデータ利活用法に関するコミュニケーション支援, 同上(2018)
- [B14] 竹村航太, 早矢仕, 大澤, 相原大介, 須川敦史, "サッカー中継映像からの選手・ボールの座標抽出とその分析のための可視化手法, 同上(2018)
- [B15] 大澤: グラフに基づくエントロピーを用いた変化予兆検知 ~ データジャケットによるデータ市場が生んだアルゴリズム: その X ~, 同上 (2018)
- [B16] Keyang Liu, Yukio Ohsawa, A Data Market Based on Blockchain for Academia, 同上 (2018)
- [B17] Xiaoyi Zhao, Yukio Ohsawa: Sentiment Analysis on the Online Reviews Based on Hidden Markov Model, International Conference on Computing and Artificial Intelligence, (2018)
- [B18] 大澤幸生, 近藤 早映, 早矢仕 晃章, 須川 敦史, 吉田 隆久: 再開発エリアにおける歩行者の加速度類似性に基づくチーム行動検出, 2018 年度人工知能学会全国大会 (第 32 回), (2018)
- [B19] 早矢仕晃章, 大澤幸生: 実装的データ市場における分析シナリオを用いたデータ利活用プロセスの実験的考察, 電子情報通信学会 人工知能と知識処理研究会 (AI): データ市場特集 III, (2017)
- [B20] 大澤幸生: データ市場における第三種の特徴量獲得 ~ チャンス発見の場の設計学 ~, 同上 (2017)
- [B21] 早矢仕・大澤: データジャケットを用いたデータ価値化プロセスに関する実験的考察, 同上 (2017)
- [B22] 吉鷹伸太郎・大澤幸生: 時系列データ可視化によるテニス選手の戦略分析, 同上 (2017)
- [B23] 江本守・大澤幸生: トピックモデルを用いた顧客行動分析と商品 DNA 作成手法の提案, 同上 (2017)
- [B24] T. Hayashi, Y. Ohsawa: Matrix-based Method for Inferring Variable Labels Using Outlines of Data in Data Jackets, The Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining 2017 (PAKDD2017), (2017)
- [B25] Teruaki Hayashi, Yukio Ohsawa: Externalization of Variable Labels for Understanding Belief Drift Considering Vocabulary Gaps Caused by Different Background Knowledge 2nd International Workshop on Language Sense on Computer in IJCAIW, (2017)
- [B26] Y. Zeng, Y. Ohsawa: Re-discovery Data Jacket's Value by combining Cluster with Text Analysis, KES (2017)
- [B27] Yi Ji, Yukio Ohsawa: Memorizing Transactional Databases Compressively in Deep Neural Networks for Efficient Itemset Support Queries, International Conference on Neural Information Processing (2017)
- [B28] T. Hayashi, Y. Ohsawa: Variable Quest: Network Visualization of Variable Labels Unifying Co-occurrence Graphs, IEEE-ICDM Workshops on Creating Tools, Data, and Sensors from the Social Intelligence (2017)
- [B29] 早矢仕晃章, 大澤幸生: データジャケットにおける変数ラベルの共起性を考慮した変数ラベル推定

手法の検討, 2016 年度人工知能学会全国大会 (第 30 回), (2016)

- [B30] Akira Kasuga, Yukio Ohsawa: Non-Conformity Detection in High-Dimensional Time Series of Stock Market Data, The 29th Int'l Conf. IEA/AIE, (2016)
- [B31] T. Hayashi, Y. Ohsawa: Preliminary Case Study about Analysis Scenarios and Actual Data Analysis in the Market of Data, 2nd European Workshop on Chance Discovery and Data Synthesis in ECAI 2016, (2016)
- [B32] Hitomi Yanaka, Yukio Ohsawa: Clustering Documents Using Structural Similarity Based on Case Sets - Applied for Technological Problems from Patents -, 2nd European Workshop on Chance Discovery and Data Synthesis (EWCDD16) in ECAI 2016, (2016)
- [B33] Teruaki Hayashi, Yukio Ohsawa: Comparison between Utility Expectation of Public and Private Data in the Market of Data 20<sup>th</sup> Int'l Conf. KES (2016)
- [B34] Norisada Masui, Yukio Ohsawa: Visualization of Superficial Similarities between Data Jackets for Aiding Creativity on Innovators Marketplace on Data Jackets, 20<sup>th</sup> Int'l Conf. KES, (2016)
- [B35] Jianshi Wang, Yukio Ohsawa: Evaluating model of traffic accident rate on urban data, 11th International Symposium Advances in Artificial Intelligence and Applications (AAIA'16), (2016)
- [B36] Hitomi Yanaka, Yukio Ohsawa: Clustering Documents on Case Vectors Represented by Predicate-argument Structures - Applied for Eliciting Technological Problems from Patents - 11th International Symposium Advances in Artificial Intelligence and Applications (AAIA'16) (2016)
- [B37] Rui Yang and Yukio Ohsawa: Visualization Method Based on Contour Map, The 4th Workshop on Designing the Market of Data, in IEEE International Conference on Data Mining Workshops (2016)

#### 【図書】(計 2 件)

- [C1] 大澤幸生、早矢仕晃章、久代紀之、中村潤、寺本正彦：“データ市場: データを活かすイノベーションゲーム”、近代科学社、(全 286 ページ), (2017)
- [C2] Y. Ohsawa, T. Hayashi, Hiroyuki Kido, Innovators Marketplace on Data Jackets as Process for Restructuring Incomplete Models in and among Domains, Handbook of Model-Based Science, Ch48, 91-997, Springer (2016)

#### 【産業財産権】

##### 取得状況 (計 1 件)

名称: データジャケット

発明者: 大澤幸生

権利者: 大澤幸生 早矢仕晃章

種類: 商標

番号: 商標登録第 6088442 号

取得年: 2017 年

国内外の別: 国内

【その他】ホームページ等 <http://www.panda.sys.t.u-tokyo.ac.jp/>

## 6. 研究組織

(1) 研究分担者 該当者なし

(2) 研究協力者

研究協力者氏名: 早矢仕晃章	ローマ字氏名: Hayashi Teruaki
研究協力者氏名: 春日暁	ローマ字氏名: Kasuga Akira
研究協力者氏名: 岩佐太路	ローマ字氏名: Iwasa Daiji
研究協力者氏名: 谷中瞳	ローマ字氏名: Yanaka Hitomi
研究協力者氏名: ワン・ジャンシー	ローマ字氏名: Wang Jianshi
研究協力者氏名: 池上顕真	ローマ字氏名: Ikegami Kenshin
研究協力者氏名: 増井紀貞	ローマ字氏名: Masui Norisada
研究協力者氏名: リュウ・ケイアン	ローマ字氏名: Liu Keyang
研究協力者氏名: チー・ジー	ローマ字氏名: Qi Ji
研究協力者氏名: ヤン・ルイ	ローマ字氏名: Yang Rui
研究協力者氏名: ザオ・シャオイ	ローマ字氏名: Zhao Xiaoyi
研究協力者氏名: ゼン・ヤンユアン	ローマ字氏名: Zeng Yanyuan
研究協力者氏名: イー・ジー	ローマ字氏名: Yi Ji
研究協力者氏名: チョウウ・カクケン	ローマ字氏名: Zhang Quexuan
研究協力者氏名: 岸芳輝	ローマ字氏名: Kishi Yoshiki
研究協力者氏名: 岩永宇央	ローマ字氏名: Iwanaga Hiroo
研究協力者氏名: 吉鷹伸太郎	ローマ字氏名: Yoshitaka Shitnaro
研究協力者氏名: 江本 守	ローマ字氏名: Emoto Mamoru
研究協力者氏名: 竹村航太	ローマ字氏名: Takemura Kota
研究協力者氏名: 奈良岡誠	ローマ字氏名: Naraoka Makoto

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、研究者個人に帰属されます。