

令和 4 年 6 月 28 日現在

機関番号：12401

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2021

課題番号：18K18125

研究課題名（和文）グラフ間距離を用いた時空間高解像データの解析と情報拡散制御への応用

研究課題名（英文）Analysis on high-resolution spatiotemporal patterns by a graph distance and its application to information diffusion analysis

研究代表者

島田 裕 (Shimada, Yutaka)

埼玉大学・理工学研究科・助教

研究者番号：50734414

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,900,000円

研究成果の概要（和文）：テンポラルネットワークは時間的性質と空間的性質の双方を有するデータを頂点と辺の集合からなるグラフで表現したものである。このテンポラルネットワークの解析に、近年研究が進められているネットワーク間の距離（グラフ間距離）を取り入れた新たな解析手法を提案し、その基本的特性や有効性を明らかにした。また、数値実験によってテンポラルネットワーク上での情報拡散に関する調査を行い、情報拡散の予測・制御という観点からネットワーク間距離の適用可能性を検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究ではグラフ間距離のテンポラルネットワーク解析に対する適用可能性の調査、有効性の検証に取り組んだ。テンポラルネットワークは大規模化・多様化するデータを効率的に解析するための重要なツールの一つであり、本研究はその発展に寄与するという学術的意義を有する。

研究成果の概要（英文）：Spatio-temporal changes in the relationship between any two individuals in a population can be described by temporal networks, which is a series of graphs consisting of a set of nodes and links. In this study, incorporating a notion of inter-network distance, we proposed a new method for analyzing temporal networks and demonstrated its effectiveness in the prediction of temporal networks and structural analyses of various types of networks. We also investigated information diffusion on temporal networks and discuss the applicability of our method to its prediction and control.

研究分野：複雑ネットワーク解析，非線形時系列解析

キーワード：複雑ネットワーク 非線形時系列解析 テンポラルネットワーク

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

会員制の交流サイト (SNS 等) 上での人間の活動データや E-mail などの電子文書の送受信データなど、時間的・空間的に高解像度な時系列データが広く利用可能となっている。これらのデータには情報交換のタイミングなどの時間的性質と、人と人のつながりや発信された情報間の関係性 (グラフ構造) などの空間的性質の両方が共存する。最近の研究では、このようなデータの有する時間的性質と空間的性質を同時に取扱うことが可能なテンポラルネットワーク表現によるデータ解析が注目されている。一方、グラフ間の距離に関する研究が近年盛んに行われ、複雑ネットワークの構造的特徴を考慮した距離が提案されている。しかし、これらのグラフ間距離の特性やテンポラルネットワーク解析に対する有効性についてはわかっていないことが多い。

### 2. 研究の目的

本研究では、構造が時間的に変化しない静的ネットワークおよびテンポラルネットワークに対するグラフ間距離の特性や適用可能範囲、有効性を調査する。また、従来のグラフ間距離を拡張することで、より広いクラスのネットワークに対して適用可能なグラフ間距離を提案する。様々な数理モデルを用いてその有効性を検証し、現実のネットワークの解析に応用する。さらに、ネットワークの構造変化を捉えることで、ネットワーク上での情報拡散の促進・抑制が可能かどうかについて検討する。

### 3. 研究の方法

従来のグラフ間距離を様々な構造を有するネットワークに適用し、距離の性質を定量的に調査する。また、我々が既に提案しているグラフ間距離を拡張することで、有向グラフにも適用可能なグラフ間距離を提案し、数理モデルを用いてその性能を評価する。また、グラフ間距離を用いてネットワークの構造変化を捉えることで、テンポラルネットワークにおける将来の辺 (リンク) の発生の予測可能性を検証する。

### 4. 研究成果

(1) グラフラプラシアン固有ベクトルを用いて定義されるスペクトルグラフ距離 (Y. Shimada, Scientific Reports, 6, 34944, 2016) を中心に、その特性を調査した。その際、従来の手法が辺に向きのない無向グラフを対象としていたことから、有向グラフに適用できるように手法を拡張した。拡張した手法が (i) 頂点数が同じネットワークに対して距離の公理を満たすこと、(ii) 頂点数が異なる場合には距離の公理が満たされない場合があることを示した。

(2) 数理モデルや現実のネットワークデータに対してスペクトルグラフ距離の有効性を検証した。具体的には、提案距離を用いて既存の数理モデルから生成されるネットワークと現実を観測されたネットワーク間の差異を評価することで、数理モデルによって生成されたネットワークがどの程度現実のネットワークを再現しているのかを調べた。その結果、線虫の神経回路網と Watts-Strogatz (WS) モデルを有向グラフに拡張したモデルによって生成されたネットワークの構造が、スモールワールド構造を有すると考えられるパラメータ値において、類似することがわかった (図 1)。さらに、人と人の対面関係を記録したデータをテンポラルネットワークと捉え、スペクトルグラフ距離を用いて予測する手法の性能を調査した。その結果、ネットワークのコミュニティ構造などの大域的特徴については予測できる可能性があることがわかった。一方で頂点間の辺の発生などの局所的な構造変化を捉えるには至っていない。上記に加えて、楽曲データや文書データから得られる (静的な) ネットワークの解析にグラフ間距離が有効な場合があることがわかった。

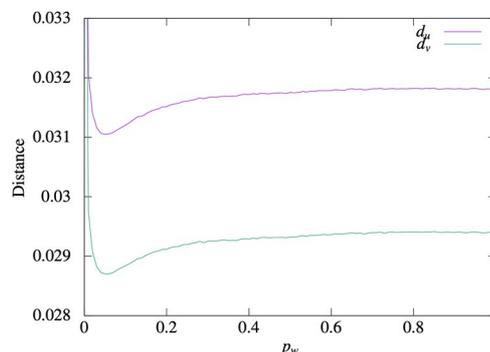


図 1: 線虫の神経回路網と有向グラフに拡張した WS モデルから生成されたネットワーク間の距離

- (3) スペクトルグラフ距離は二つのグラフ間の距離を固有ベクトルの情報を用いて評価する手法である。そこで、テンポラルネットワークに対して、固有ベクトルから得られる情報を用いて将来の辺(リンク)の発生が予測可能かどうかを検証した。その結果、サブグラフ中心性と呼ばれるネットワークの固有ベクトルの情報を用いて計算される指標を用いることで、リンク予測の性能が向上することがわかった(図2)。スペクトルグラフ距離自体を直接リンクの発生予測に用いることは難しい。しかし、この結果から、スペクトルグラフ距離とサブグラフ中心性の関係を明らかにし、これらを組み合わせることで、より精度の高いリンク予測手法が実現できる可能性があるという知見を得た。
- (4) テンポラルネットワーク上での情報拡散と固有ベクトルによって定まる頂点の中心性の関係を調査した。その際に、情報拡散の数理モデルと実際に計測された人と人の対面記録データを組み合わせることで、現実のテンポラルネットワーク上でどのように情報が広がるのかを調査した。その結果、情報拡散の初期に固有ベクトル中心性の大きな頂点から情報が発信される場合と、そうでない場合で最終的な情報の広がりや速さに大きな違いが現れる場合があることがわかった。情報の拡散の予測・制御手法の提案には至らなかったものの、本項目で得られた情報の広がり方と固有ベクトル中心性の関係については予測・制御手法を設計する上で重要な知見であると考えられる。

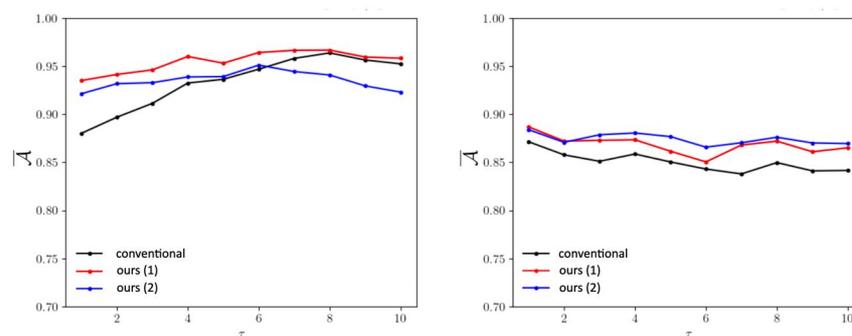


図2: サブグラフ中心性を用いたリンクの発生予測結果。横軸は予測ステップ, 縦軸は予測精度。(左図) 博物館での人と人の対面記録, 及び(右図) E-mail の送受信ネットワークに対する結果。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計28件（うち査読付論文 16件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Shimada Yutaka, Yamamoto Kohei, Ikeguchi Tohru	4. 巻 31
2. 論文標題 Detecting prediction limit of marked point processes using constrained random shuffle surrogate data	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science	6. 最初と最後の頁 013122 ~ 013122
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0005267	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 Sawada Kazuya, Shimada Yutaka, Ikeguchi Tohru	4. 巻 11
2. 論文標題 Network structure detection using convergent cross mapping on multivariate time series	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nonlinear Theory and Its Applications, IEICE	6. 最初と最後の頁 422 ~ 432
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/nolta.11.422	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 Yutaka Shimada, Tohru Ikeguchi	4. 巻 1
2. 論文標題 Tracking Temporal Networks by Means of Graph Distance Based on a Laplacian Matrix	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2019 International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications	6. 最初と最後の頁 585-586
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 Yutaka Shimada, Mayumi Tatara, Kantaro Fujiwara, Tohru Ikeguchi	4. 巻 127
2. 論文標題 Formation mechanisms of local structures in language networks	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Europhysics Letters	6. 最初と最後の頁 56003
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1209/0295-5075/127/56003	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 Yamamoto, Yutaka Shimada, Tohru Ikeguchi	4. 巻 1
2. 論文標題 Estimation of Predictability of Marked Point Processes Using Constrained Random Shuffle Surrogate Data	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2019 International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications	6. 最初と最後の頁 532-535
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 Shiki Kanamaru, Yutaka Shimada, Tohru Ikeguchi	4. 巻 1
2. 論文標題 A Method for Extracting Deterministic Properties of Nonlinear Time Series with a Variable Threshold	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2019 International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications	6. 最初と最後の頁 536-539
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 Kazuya Sawada, Yutaka Shimada, Tohru Ikeguchi	4. 巻 1
2. 論文標題 Estimation of Neural Network Structure Using Inter-Spike Intervals	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2019 International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications	6. 最初と最後の頁 591-594
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 Fujia Mao, Yutaka Shimada, Tohru Ikeguchi	4. 巻 1
2. 論文標題 Analysis of Structural Features of Musical Compositions Using Complex Network Theory	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2019 International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications	6. 最初と最後の頁 587-590
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 Kazuya Sawada, Yutaka Shimada, and Tohru Ikeguchi	4. 巻 1
2. 論文標題 Estimation of Connections between Neurons only from Inter-Spike-Interval	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 5th International Conference on Mathematical Neuroscience	6. 最初と最後の頁 1
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 毛 福佳, 島田 裕, 池口 徹	4. 巻 1
2. 論文標題 ネットワーク間の距離を用いた楽曲構造の解析	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電子情報通信学会NOLTAソサイエティ大会講演論文集	6. 最初と最後の頁 B-18
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 毛 福佳, 島田 裕, 池口 徹	4. 巻 1
2. 論文標題 拡張Visibility Graphを用いた楽曲構造の特徴抽出について	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 2019年 電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集	6. 最初と最後の頁 N-1-11
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 無
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 澤田 和弥, 島田 裕, 池口 徹	4. 巻 1
2. 論文標題 非線形力学系理論に基づいたスパイク列間の因果推定	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 2019年 電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集	6. 最初と最後の頁 N-1-12
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 無
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 常 峰閣, 島田 裕, 重原孝臣	4. 巻 119
2. 論文標題 複数データを用いた遺伝子制御ネットワークの推定手法に関する検討	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電子情報通信学会 非線形問題研究会 技術研究報告	6. 最初と最後の頁 65-70
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 無
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 榊原 有貴, 島田 裕, 重原 孝臣	4. 巻 119
2. 論文標題 時系列データを用いたネットワーク構造推定における未観測頂点の検出とその結合推定に関する検討	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電子情報通信学会 非線形問題研究会 技術研究報告	6. 最初と最後の頁 71-76
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 無
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 眞岸 祈平, 松本 朋子, 島田 裕, 池口 徹	4. 巻 119
2. 論文標題 日本語訳と英語訳の新約聖書を対象にした言語ネットワークの解析	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電子情報通信学会 非線形問題研究会 技術研究報告	6. 最初と最後の頁 77-82
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 無
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 ジョ ロエン, 澤田 和弥, 島田 裕, 池口 徹	4. 巻 119
2. 論文標題 ネットワーク中心性とコミュニティ性を考慮した情報拡散モデル	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電子情報通信学会 非線形問題研究会 技術研究報告	6. 最初と最後の頁 83-88
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 無
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 澤田 和弥, 島田 裕, 池口 徹	4. 巻 119
2. 論文標題 スパイク間隔時系列を用いたニューラルネットワークの構造推定	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電子情報通信学会 非線形問題研究会 技術研究報告	6. 最初と最後の頁 13-18
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 無
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 澤田 和弥, 島田 裕, 池口 徹	4. 巻 119
2. 論文標題 時系列データの解像度が因果性検出に及ぼす影響	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電子情報通信学会 非線形問題研究会 技術研究報告	6. 最初と最後の頁 89-94
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 無
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 Yamamoto, Yutaka Shimada, Kantaro Fujiwara, Tohru Ikeguch	4. 巻 1
2. 論文標題 Nonlinear analysis on temporally high resolution data of stock markets in Japan	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications	6. 最初と最後の頁 434-437
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 Shiki Kanamaru, Yutaka Shimada, Kantaro Fujiwara, Tohru Ikeguchi	4. 巻 1
2. 論文標題 Nonlinear time series analysis on LOT07	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications	6. 最初と最後の頁 430-433
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 山本 紘平, 島田 裕, 藤原 寛太郎, 池口 徹	4. 巻 1
2. 論文標題 1日の株価変動に対する非線形解析	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 電子情報通信学会NOLTAソサイエティ大会講演論文集	6. 最初と最後の頁 A-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 Shiki Kanamaru, Yutaka Shimada, Kantaro Fujiwara, Tohru Ikeguchi	4. 巻 118
2. 論文標題 Performance evaluation of chaotic random numbers using integer logistic map by NIST test	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 電子情報通信学会 非線形問題研究会 技術研究報告	6. 最初と最後の頁 23-28
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 無
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 Yamamoto, Yutaka Shimada, Tohru Ikeguchi	4. 巻 118
2. 論文標題 An analysis on chaotic marked point process using constrained random shuffled surrogate data	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 電子情報通信学会 非線形問題研究会 技術研究報告	6. 最初と最後の頁 29-34
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 無
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 澤田 和弥, 島田 裕, 池口 徹	4. 巻 118
2. 論文標題 ネットワーク構造の違いが因果関係の推定精度に与える影響について	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 電子情報通信学会 非線形問題研究会 技術研究報告	6. 最初と最後の頁 35-40
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 無
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33件(うち招待講演 0件/うち国際学会 13件)

1. 発表者名 Kazuya Sawada, Yutaka Shimada, Tohru Ikeguchi
2. 発表標題 Reconstruction of dynamical system from marked point process and its application to causality detection
3. 学会等名 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kihei Magishi, Tomoko Matsumoto, Yutaka Shimada, Tohru Ikeguchi
2. 発表標題 Effects of document characteristics on language network structure
3. 学会等名 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Luyan Shu, Kazuya Sawada, Yutaka Shimada, Tohru Ikeguchi
2. 発表標題 Influence of contact characteristics to information diffusion on temporal network
3. 学会等名 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 ジョロエン, 澤田和弥, 島田 裕, 池口 徹
2. 発表標題 コンタクトの特徴がテンポラルネットワーク上での情報拡散に与える影響の解析
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 眞岸 祈平, 松本 朋子, 島田 裕, 池口 徹
2. 発表標題 新約聖書を対象とした言語ネットワークの解析
3. 学会等名 電子情報通信学会 技術研究報告
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 ジョロエン, 澤田和弥, 島田 裕, 池口 徹
2. 発表標題 ネットワーク構造が情報拡散に与える影響の解析
3. 学会等名 電子情報通信学会 技術研究報告
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 榊原 有貴, 島田 裕, 重原 孝臣
2. 発表標題 時系列データを用いたネットワーク構造推定における未観測頂点の検出とその結合推定に関する検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 技術研究報告
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 ジョロエン, 澤田和弥, 島田 裕, 池口 徹
2. 発表標題 ネットワーク中心性とコミュニティ性を考慮した情報拡散モデル
3. 学会等名 電子情報通信学会 技術研究報告
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yutaka Shimada, Tohru Ikeguchi
2. 発表標題 Tracking Temporal Networks by Means of Graph Distance Based on a Laplacian Matrix
3. 学会等名 The International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kohei Yamamoto, Yutaka Shimada, Tohru Ikeguchi
2. 発表標題 Estimation of Predictability of Marked Point Processes Using Constrained Random Shuffle Surrogate Data
3. 学会等名 The International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shiki Kanamaru, Yutaka Shimada, Tohru Ikeguchi
2. 発表標題 A Method for Extracting Deterministic Properties of Nonlinear Time Series with a Variable Threshold
3. 学会等名 The International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazuya Sawada, Yutaka Shimada, Tohru Ikeguchi
2. 発表標題 Estimation of Neural Network Structure Using Inter-Spike Intervals
3. 学会等名 The International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fujia Mao, Yutaka Shimada, Tohru Ikeguchi
2. 発表標題 Analysis of Structural Features of Musical Compositions Using Complex Network Theory
3. 学会等名 The International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazuya Sawada, Yutaka Shimada, and Tohru Ikeguchi
2. 発表標題 Estimation of Connections between Neurons only from Inter-Spike-Interval
3. 学会等名 the 5th International Conference on Mathematical NeuroScience (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 毛 福佳, 島田 裕, 池口 徹
2. 発表標題 拡張Visibility Graphを用いた楽曲構造の特徴抽出について
3. 学会等名 電子情報通信学会 ソサイエティ大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 澤田 和弥, 島田 裕, 池口 徹
2. 発表標題 非線形力学系理論に基づいたスパイク列間の因果推定
3. 学会等名 電子情報通信学会 ソサイエティ大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 毛 福佳, 島田 裕, 池口 徹
2. 発表標題 ネットワーク間の距離を用いた楽曲構造の解析
3. 学会等名 電子情報通信学会NOLTAソサイエティ大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 榊原 有貴, 島田 裕, 重原 孝臣
2. 発表標題 時系列データを用いたネットワーク構造推定における未観測頂点の検出とその結合推定に関する検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 非線形問題研究会 技術研究報告
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 眞岸 祈平, 松本 朋子, 島田 裕, 池口 徹
2. 発表標題 日本語訳と英語訳の新約聖書を対象にした言語ネットワークの解析
3. 学会等名 電子情報通信学会 非線形問題研究会 技術研究報告
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 ジョー ロエン, 澤田 和弥, 島田 裕, 池口 徹
2. 発表標題 ネットワーク中心性とコミュニティ性を考慮した情報拡散モデル
3. 学会等名 電子情報通信学会 非線形問題研究会 技術研究報告
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 毛 福佳, 島田 裕, 池口 徹
2. 発表標題 マーク付点過程に対する拡張Visibility Graphの提案と楽曲構造解析への応用
3. 学会等名 電子情報通信学会 非線形問題研究会 技術研究報告
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 澤田 和弥, 島田 裕, 池口 徹
2. 発表標題 スパイク間隔時系列を用いたニューラルネットワークの構造推定
3. 学会等名 電子情報通信学会 非線形問題研究会 技術研究報告
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 澤田 和弥, 島田 裕, 池口 徹
2. 発表標題 時系列データの解像度が因果性検出に及ぼす影響
3. 学会等名 電子情報通信学会 非線形問題研究会 技術研究報告
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tohru Ikeguchi, Yutaka Shimada, Kantaro Fujiwara, Sakura Rai, Toshihiro Kobayashi
2. 発表標題 Synaptic dynamics in ISO by dopaminergic modulation and inhibitory synaptic learnings
3. 学会等名 The International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kohei Yamamoto, Yutaka Shimada, Kantaro Fujiwara, Tohru Ikeguch
2. 発表標題 Nonlinear analysis on temporally high resolution data of stock markets in Japan
3. 学会等名 The International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shiki Kanamaru, Yutaka Shimada, Kantaro Fujiwara, Tohru Ikeguchi
2. 発表標題 Nonlinear time series analysis on LOT07
3. 学会等名 The International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kohei Yamamoto, Yutaka Shimada, Tohru Ikeguch
2. 発表標題 An analysis on chaotic marked point process using constrained random shuffled surrogate data
3. 学会等名 電子情報通信学会 非線形問題研究会 技術研究報告
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 澤田 和弥, 島田 裕, 池口 徹
2. 発表標題 ネットワーク構造の違いが因果関係の推定精度に与える影響について
3. 学会等名 電子情報通信学会 非線形問題研究会 技術研究報告
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 滝田蒼馬, 島田裕
2. 発表標題 サブグラフ中心性を用いたネットワークのリンク予測法の検討
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
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