

令和 2 年 6 月 30 日現在

機関番号：24506

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H02041

研究課題名(和文)大規模な経済ネットワークシミュレーションに基づく経済システムの脆弱性のモデル化

研究課題名(英文)Models and Simulations of Large-Scale Economic Networks and Their Instabilities

研究代表者

藤原 義久 (Fujiwara, Yoshi)

兵庫県立大学・シミュレーション学研究所・教授

研究者番号：50358892

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,500,000円

研究成果の概要(和文)：実体経済の要となる企業間の大規模な生産ネットワークを対象として、ネットワーク科学の手法と京コンピュータを含む大規模な計算機資源を活用し、巨大な経済ネットワークの実データの構造とそのダイナミクス、リスクやストレスの連鎖現象、経済ネットワーク自身の時間的な発展などを明らかにした。とりわけ、大規模な自然災害がマクロ経済全体における付加価値の総和すなわちGDPへの影響と地域への波及を定量化することに成功した。また、景気変動のダイナミクスを理解するため、複素ヒルベルト主成分分析とホッジ分解による同期ネットワークの構成により、個別物価の変動や日米両国の景気動向基礎指標に応用してその有用性を実証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

リーマン・ショックなどの経済危機や東日本大震災などの大災害が、生産ネットワークやマクロ経済にしばしば深刻な被害をもたらしている。システムの一部が破壊や変調をきたしたときに、ネットワークを通じて影響が伝搬し、全体が大きな影響を受ける。このような経済ネットワーク上の過程については、制御はおろか理解すらできていなかった。また、膨大な経済変数間の時間遅れを含むような主要な成分の解析手法がなかった。これらのモデル化、京を含むスパコンによる大規模なシミュレーション、評価方法の開発、また複素ヒルベルト変換による主成分分析の開発が本研究により初めて可能となった。

研究成果の概要(英文)：For the large-scale production network at nationwide level, an engine of the real economy, and other networks, we developed new methods and models based on network science and their computer simulations on computers including K supercomputer at RIKEN, we uncovered significant features of giant economic networks' structures and dynamics. In particular, we succeeded to model on influence of natural disasters on GDP in Japan. Also, we showed that our developed methodology of Complex Hilbert Principal Component Analysis by applying it individual price movement and business cycles in Japan as well as USA.

研究分野：経済物理、複雑系

キーワード：社会システム 複雑系ネットワーク 経済ネットワーク financial crisis complex network

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

本研究課題の申請時においては、リーマン・ショックなどの経済危機や東日本大震災などの大災害が、生産ネットワークやマクロ経済にしばしば深刻な被害をもたらしている。システムの一部が破壊や変調をきたしたときに、ネットワークを通じて影響が伝搬し、全体が大きな影響を受ける。このような経済ネットワーク上の過程については、制御はおろか理解すらできていなかった。また、膨大な経済変数間の時間遅れを含むような主要な成分の解析手法がなかった。このような背景の下、経済学者、物理学者、コンピュータ科学の研究者による複雑ネットワークや経済物理の新しい手法の開発、ならびに膨大なシナリオをシミュレーションするための理化学研究所の京などの活用など未開拓の研究を試みた。

2. 研究の目的

本研究は、経済システムのネットワーク的な脆弱性に関する理論と実証研究を、物理学・経済学・情報科学を結集して行う。具体的には、物価と生産ネットワークに関する大規模な経済データを解析した上で、その構造やダイナミクス、連鎖現象を解析・モデル構築・シミュレーションする。具体的な目的は以下の通りである。

- (1) 実体経済の要となる金融機関・企業間の信用ネットワークと企業間の生産ネットワークを対象として、ネットワーク科学の手法と京コンピュータを含む大規模な計算機資源を活用し、巨大な経済ネットワークの実データの構造とそのダイナミクス、リスクやストレスの連鎖現象、経済ネットワーク自身の時間的な発展などを明らかにする。
- (2) 景気変動のダイナミクスを理解するため、複素ヒルベルト主成分分析とホッジ分解による同期ネットワークの構成により、個別物価の変動や日米両国の景気動向基礎指標に応用してその有用性を実証する。
- (3) ディープラーニングを含む機械学習の手法を応用した金融危機発生シナリオ予測の可能性を探る。

3. 研究の方法

上記の研究目的に対応する研究の手法は以下の通りである。

- (1) システムの一部に生じた経済ストレスや破綻が経済ネットワーク上でどのように波及するか、生産における仕入・販売、生産したものの在庫や生産停止からの回復を具体的に含む各企業の財務状態とそのネットワークを反映するモデルを構築して、百万社以上の国内企業からなる大規模な生産ネットワークに関する実データを用いて、モデルのシミュレーションを行う。特に、マクロ経済全体における付加価値の総和すなわち GDP への影響、地域や産業への波及を定量的に評価し、また大きな自然災害で典型的にみられるような生産ネットワークにおける供給停止が及ぼす影響のシミュレーションを理化学研究所の京コンピュータを含むスパコン上に実装して、そのモンテカルロシミュレーションを多数のシナリオについて行う。
- (2) 景気循環や物価変動など、多数のマクロまたはミクロな経済指標や個別物価の時系列においては、先行や遅行など時間遅れを含むダイナミクスの中で主要な集団運動を抽出する新しい方法が必要とされるが、本研究では複素ヒルベルト変換による主成分分析(CHPCA)において、有意な成分を決定するために自己相関を保存しながら他の時系列との相関をランダムにするための回転ランダムシャッフル(RSS)手法を開発する。また、複素相関行列から求められる先行性・一致性および遅行性の関係性を全体として理解するために、時間遅れをともなう強い相関から重み付き有向グラフを構成して、そのホッジ分解(Hodge decomposition)を行うことによって、同期ネットワークを構成する。
- (3) マクロ経済に関するニュースは資産市場のセンチメントを形成する。したがって、ニュースから資産市場の変動を予測できれば、金融危機を早期に予測できる可能性が高まる。本研究では、資産市場のミリ秒単位の売買記録を用いて、ニュースの前後の分から時間の短い時間スケールでの各資産の平均株価の変化とニュースのセンチメントとの関係を出力と入力とするような多層ニューラルネットワークについて深層学習などの機械学習を応用する方法を用いる。

4. 研究成果

上記の研究目的に対応する主要な研究成果は以下の通りである。

- (1) 生産における仕入・販売、生産したものの在庫や生産停止からの回復を具体的に含む各企業の財務状態とそのネットワークを反映するモデルを用いて、東日本大震災や今後想定される南海トラフ地震によるマクロ経済全体における付加価値の総和すなわち GDP への影響と地域への波及を定量化することに成功した。このモデルは、生産における仕入・販売、生産したものの在庫や生産停止からの回復を具体的に含む各企業の財務状態と国内企業百万社からなる実データに基づくネットワークを反映したエージェントモデルである。そのモデルのシミュレーションの結果、南海トラフ地震の災害による直接的なダメージが GDP の 0.5%であるのに対して、間接的なダメージが 10.6%にも及ぶことを示した。また、モデルに含まれるパラメータや確率的な

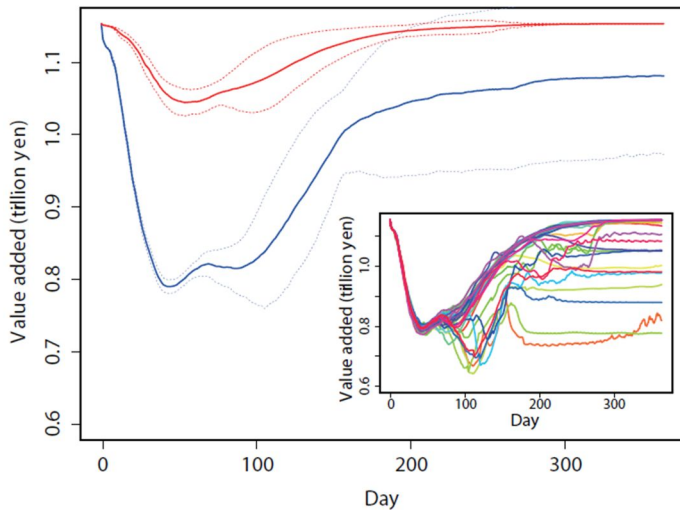


図 1

要素までも取り入れて、それらのダメージがどの程度の不確定性をもつのかについても評価した。図 1 は、南海トラフ地震と 2011 年の東日本大震災における GDP の一時的な減少とその回復を示した結果である。縦軸は一日あたりの付加価値の総和を兆円単位で示しており、横軸は経過日数を表す。青色の実線が南海トラフ地震の場合で、30 回のシミュレーションの平均であり、青色の点線はそれらのシミュレーション結果の標準誤差を表す。赤色の線は同様に 2011 年の東日本大震災の場合を示している。図中の小さい図は、

30 回のシミュレーションそれぞれを異なる色で示したものである。

さらに、南海トラフ地震の場合に地域や産業への波及を定量的に評価した。その結果、南海トラフ地震の災害による直接的なダメージが初日に東南海地方に分布しているのに対して、間接的なダメージが時間とともに日本全国の各地域を通じて広がり、やがては回復していく様子が見えられている。

なお、この研究成果は、学術雑誌 Nature Sustainability に論文「Firm-level simulation of the propagation of economic shocks through supply-chain networks」として発表された (Vol. 2, pp. 841-847, (2019))。発表後、各種メディアに広く紹介されることとなった。

(2) 上述の CHPCA の手法を、日米両国の景気動向基礎指標群に対して具体的に適用し、その有効性を示した。図 2(a) は、米国のマクロ経済指標 57 種類 (先行指標 18・一致指標 30・遅行指標 9) の月次時系列データに対して得られた同期ネットワークの可視化結果である。ノードは各指標を、リンクは各指標対のつながりを表す。リンクの重みは、対応する指標間の複素相関係数の大きさであり、それらの同期度を計測する。この同期ネットワークに対してコミュニティ抽出を行うと、3 つのコミュニティに分かれる。ホッジ・ヘルムホルツ分解から決定される各ノードのホッジポテンシャルは、ノードのリード・ラグ特性を特徴づける (高いポテンシャルをもつノードが先行し、低いポテンシャルをもつノードが遅行)。各コミュニティにおけるホッジポテンシャルの分布を調べると、図 2(b) が示すように、3 コミュニティは先行指標群 (赤)、一致指標群 (青)、遅行指標群 (緑) へ自動的に分類されることがわかる。このように、本研究で開発された解析手法は、指標のリード・ラグ特性をデータ自体から客観的に読み解くという点において、従来よりも適切な新しい先行・一致・遅行指標の作成を可能にする。

なお、本研究は研究協力者であるボストン大学の Irena VODENSKA との共同研究として、学術雑誌 Nature Scientific Reports に論文「Relationship between Macroeconomic Indicators and Economic Cycles in U.S.」として発表された (2020 年, in press)。

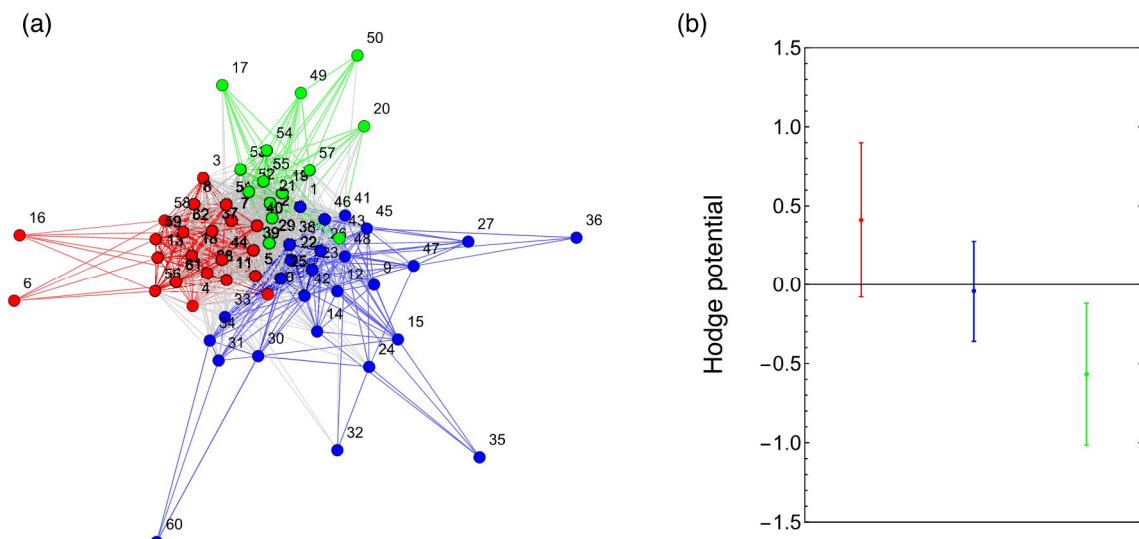


図 2

(3) 一般に、ニュースから金融市場の変動を予測できれば、金融危機を早期に予測できる可能性が高まる。ダウ平均株価を構成する資産のミリ秒単位の売買記録を用いて、ニュースの前後1分、5分、10分、30分、1時間での各資産の平均株価の変化からニュースの極性を定義した。2003年から2015年までのダウ平均株価の構成資産のニュースを訓練データとして深層学習を行い、2016年4月のニュースの極性を予測した。その結果、ニュースの前後1分の場合が最も予測精度が高く、ポジティブなニュースをポジティブと予測する確率は約56%、ネガティブなニュースをネガティブと予測する確率は約53%であることを見出した(図3)。これは早期警戒指標の有用性を示していると考えられる。

なお、本研究は W. Souma, I. Vodenska, and H. Aoyama, Journal of Computational Social Science, 2, 33–46 (2019)として発表された。

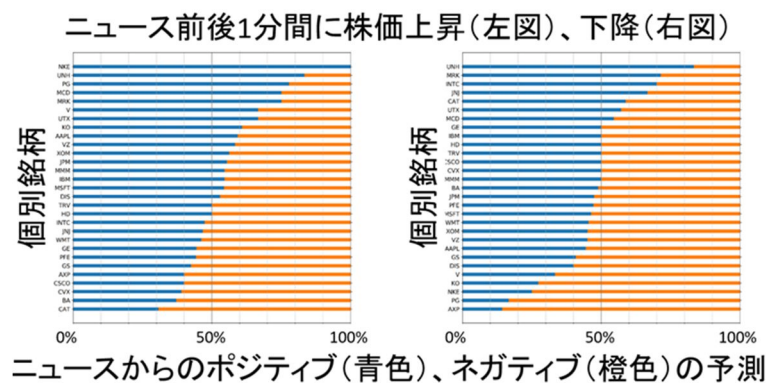


図 3

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計25件（うち査読付論文 22件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 19件）

1. 著者名 Fujita Yuji, Fujiwara Yoshi, Souma Wataru	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 Macroscopic features of production network and sequential graph drawing	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Evolutionary and Institutional Economics Review	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s40844-019-00123-7	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 Islam Rubaiyat, Fujiwara Yoshi, Kawata Shinya, Yoon Hiwon	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 Analyzing outliers activity from the time-series transaction pattern of bitcoin blockchain	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Evolutionary and Institutional Economics Review	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s40844-018-0107-8	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 Koyama Shinsuke, Fujiwara Yoshi	4. 巻 2019
2. 論文標題 Modeling event cascades using networks of additive count sequences	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment	6. 最初と最後の頁 023402 ~ 023402
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-5468/aafa7c	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 Inoue Hiroyasu, Nakajima Kentaro, Saito Yukiko Umeno	4. 巻 62
2. 論文標題 Localization of collaborations in knowledge creation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Annals of Regional Science	6. 最初と最後の頁 119 ~ 140
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00168-018-0889-y	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 Inoue Hiroyasu, Todo Yasuyuki	4. 巻 14
2. 論文標題 Propagation of negative shocks across nation-wide firm networks	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 0213648 ~ 0213648
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0213648	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 Inoue Hiroyasu	4. 巻 15
2. 論文標題 The community structure of business establishments and its properties: evidence from joint patent applications	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Evolutionary and Institutional Economics Review	6. 最初と最後の頁 465 ~ 475
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s40844-018-0116-7	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 Krichene Hazem, Chakraborty Abhijit, Fujiwara Yoshi, Inoue Hiroyasu, Terai Masaaki	4. 巻 4
2. 論文標題 Tie-formation process within the communities of the Japanese production network: application of an exponential random graph model	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Network Science	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s41109-019-0112-9	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 Chakraborty Abhijit, Kichikawa Yuichi, Iino Takashi, Iyetomi Hiroshi, Inoue Hiroyasu, Fujiwara Yoshi, Aoyama Hideaki	4. 巻 13
2. 論文標題 Hierarchical communities in the walnut structure of the Japanese production network	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 0202739 ~ 0202739
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0202739	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 Chakraborty Abhijit, Krichene Hazem, Inoue Hiroyasu, Fujiwara Yoshi	4. 巻 2
2. 論文標題 Exponential random graph models for the Japanese bipartite network of banks and firms	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Computational Social Science	6. 最初と最後の頁 3~13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s42001-019-00034-y	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 Chakraborty Abhijit, Krichene Hazem, Inoue Hiroyasu, Fujiwara Yoshi	4. 巻 513
2. 論文標題 Characterization of the community structure in a large-scale production network in Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physica A: Statistical Mechanics and its Applications	6. 最初と最後の頁 210~221
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physa.2018.08.175	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 Souma Wataru, Vodenska Irena, Aoyama Hideaki	4. 巻 2
2. 論文標題 Enhanced news sentiment analysis using deep learning methods	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Computational Social Science	6. 最初と最後の頁 33~46
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s42001-019-00035-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 Ikeda Yuichi, Iyetomi Hiroshi	4. 巻 15
2. 論文標題 Trade network reconstruction and simulation with changes in trade policy	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Evolutionary and Institutional Economics Review	6. 最初と最後の頁 495~513
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s40844-018-0110-0	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 Nakamoto Tembo, Ikeda Yuichi	4. 巻 15
2. 論文標題 Identification of conduit jurisdictions and community structures in the withholding tax network	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Evolutionary and Institutional Economics Review	6. 最初と最後の頁 477 ~ 493
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s40844-018-0111-z	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 Goto Hiromitsu, Souma Wataru, Fujita Yuji	4. 巻 2
2. 論文標題 Practicality evaluation of stochastic model on networks for the real economy simulation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Computational Social Science	6. 最初と最後の頁 25 ~ 32
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s42001-019-00029-9	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 Yuichi Kichikawa, Hiroshi Iyetomi, Hideaki Aoyama, Yoshi Fujiwara, and Hiroshi Yoshikawa	4. 巻 18-E-055
2. 論文標題 Analysis of Inflation/Deflation: Clusters of micro prices matter!	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 RIETI Discussion Paper Series	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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 池田 裕一, 吉川洋	4. 巻 18-E-045
2. 論文標題 Macroprudential Modeling Based on Spin Dynamics in a Supply Chain Network	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 RIETI Discussion Paper Series	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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yoshiyuki Arata	4. 巻 18-E-040
2. 論文標題 Bankruptcy Propagation on a Customer-supplier Network: An empirical analysis in Japan	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 RIETI Discussion Paper Series	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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yoshiyuki Arata, Philipp Mundt	4. 巻 19-E-027
2. 論文標題 Topology and Formation of Production Input Interlinkages: Evidence from Japanese microdata	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 RIETI Discussion Paper Series	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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hazem Krichene, Abhijit Chakraborty, Hiroyasu Inoue, Yoshi Fujiwara	4. 巻 12
2. 論文標題 Business cycles' correlation in the Japanese production network	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 PLoS ONE	6. 最初と最後の頁 e0186467
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0186467	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 Hiroyasu Inoue	4. 巻 14
2. 論文標題 Controllability Analyses on Nation-wide Firm Networks	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Evolutionary and Institutional Economics Review	6. 最初と最後の頁 335-349
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s40844-017-0076-3	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 Hazem Krichene, Yoshiyuki Arata, Abhijit Chakraborty, Yoshi Fujiwara	4. 巻 18-E-011
2. 論文標題 How firms choose their partners in the Japanese production network?: An application of Exponential Random Graph	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 RIETI Discussion Paper Series	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 無
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 Hiroyasu Inoue, Yasuyuki Todo	4. 巻 18-E-013
2. 論文標題 Firm-Level Simulation of Supply Chain Disruption Triggered by Actual and Predicted Earthquakes	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 RIETI Discussion Paper Series	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 無
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 Yuichi Kichikawa, Hiroshi Iyetomi, Hideaki Aoyama, and Hiroshi Yoshikawa	4. 巻 18-E-007
2. 論文標題 Empirical Evidence for Collective Motion of Prices with Macroeconomic Indicators in Japan	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 RIETI Discussion Paper Series	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 無
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 相馬 亘, 家富 洋, 吉川 洋	4. 巻 18-P-005
2. 論文標題 金融危機を検知する早期警戒指標の先行・遅行構造	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 RIETI ポリシー・ディスカッション・ペーパー	6. 最初と最後の頁 23405
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 Mateusz Wilinski, Yuichi Ikeda, and Hideaki Aoyama	4. 巻 2018
2. 論文標題 Complex Correlation Approach for High Frequency Financial Data	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment	6. 最初と最後の頁 23405
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 該当する

[学会発表] 計61件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 39件)

1. 発表者名 Yoshi Fujiwara
2. 発表標題 Metcalfe's Law and Money Flow of Bitcoin
3. 学会等名 The 6th International Conference on Big data in Economics, Science and Technology, Halkidiki, Greece (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshi Fujiwara
2. 発表標題 Point-process network of firms bankruptcies
3. 学会等名 Complex Networks 2018, Cambridge University, UK (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroyasu Inoue
2. 発表標題 Nation-wide Supply Chain and Disaster Simulation
3. 学会等名 Perspectives on Complex Systems 2018, Berlin (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroyasu Inoue
2. 発表標題 Nation-wide Supply Chain and Disaster Simulation
3. 学会等名 German Network for New Economic Dynamics 2018, Kiel (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井上寛康
2. 発表標題 実体経済ネットワークとシミュレーション
3. 学会等名 ネットワーク科学セミナー2018, 統計数理研究所
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 青山秀明
2. 発表標題 Network Visualization and Helmholtz-Hodge Decomposition: Some exact results
3. 学会等名 Big data in Economy, Science and Technology) Conference・Kassandra, Greece (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 青山秀明
2. 発表標題 Economic Networks: Production Networks and Hodge decomposition
3. 学会等名 Econophysics Colloquium・Palermo, Italy (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 青山秀明
2. 発表標題 Economic Networks: A physicist 's view
3. 学会等名 iTHEMS Colloquium・理研(和光市)(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 青山秀明
2. 発表標題 消費者の購買意思決定プロセスの 経済物理学的分析 - 複素ヒルベルト主成分分析、同期ネットワーク、ホッジ分解の応用 -
3. 学会等名 進化経済学会・名古屋工業大学
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 池田裕一
2. 発表標題 Studying Kyoto's Sustainability
3. 学会等名 NETSCI2018, ACT&Network satellite(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 池田裕一
2. 発表標題 Distress propagation from financial sector to real economy in Japan for the period of 1980 and 2015
3. 学会等名 NETSCI2018, 3rd SPFEN Workshop(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 池田裕一, 家富洋
2. 発表標題 経済ネットワークの再構成モデル
3. 学会等名 日本物理学会 2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中本天望 (京大院生), Abhijit Chakraborty, 池田裕一
2. 発表標題 Hierarchical Identification of Key Firms of International Tax Avoidance in Global Ownership Network
3. 学会等名 Complex network 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 池田裕一
2. 発表標題 Micro Grid with 100% Renewable Energy in Small Island Developing States
3. 学会等名 7th International Symposium on Human Survivability
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中本天望 (京大院生), 池田裕一
2. 発表標題 Offshore Financial Centers in Global Ownership-Tax Rate Multilayer Network
3. 学会等名 7th International Symposium on Human Survivability
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 池田裕一
2. 発表標題 再構成した四半期付加価値時系列を用いたグローバル景気循環の同期解析
3. 学会等名 日本物理学会 第74回年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 W. Souma, I. Vodenska, H. Aoyama, H. Iyetomi, Y. Fujiwara
2. 発表標題 Application of Machine Learning to the Creation of Macro-sentiment Index
3. 学会等名 23rd Annual Workshop on Economic Science with Heterogeneous Interacting Agents (WEHIA2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Goto, W. Souma
2. 発表標題 Minimum Model of Japanese Production Networks
3. 学会等名 International Conference on Big data in Economics, Science, and Technology (BEST 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. Fujita, Y. Fujiwara, W. Souma
2. 発表標題 Macroscopic features of production network and sequential graph drawing
3. 学会等名 International Conference on Big data in Economics, Science, and Technology (BEST 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 W. Souma, I. Vodenska, H. Aoyama, H. Iyetomi, Y. Fujiwara
2. 発表標題 Application of deep learning to the sentiment analysis in economy
3. 学会等名 International Conference on Big data in Economics, Science, and Technology (BEST 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 後藤弘光、相馬亘
2. 発表標題 ネットワーク上の確率モデルはミクロとマクロを同時に再現できるか？
3. 学会等名 JWEIN & NetEco2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 後藤弘光、相馬亘、藤田裕二
2. 発表標題 企業生産ネットワーク上の確率モデルによる経済シミュレーションの実用性について
3. 学会等名 ネットワーク科学セミナー
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 後藤弘光、相馬亘、藤田裕二
2. 発表標題 企業生産ネットワーク上の確率モデルによる経済シミュレーションの実用性について
3. 学会等名 金融・経済ネットワーク研究会
4. 発表年 2018年

1 . 発表者名 H. Goto, W. Souma, Y. Fujita
2 . 発表標題 Practicality evaluation of stochastic model on networks for the real economy simulation
3 . 学会等名 The 21st International Conference on Principles and Practice of Multi-Agent Systems (PRIMA2018) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 W. Souma, I. Vodenska, H. Aoyama
2 . 発表標題 Enhanced news sentiment analysis using deep learning methods
3 . 学会等名 The 21st International Conference on Principles and Practice of Multi-Agent Systems (PRIMA2018) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 W. Souma, I. Vodenska, H. Aoyama
2 . 発表標題 Enhanced news sentiment analysis using deep learning methods
3 . 学会等名 International conference on "Network Science in Economics and Finance (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 後藤弘光、相馬亘、藤田裕二
2 . 発表標題 企業間取引ネットワーク上の確率モデルによる経済のモデル化
3 . 学会等名 日本物理学会 第74回年次大会
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 後藤弘光、相馬亘、藤田裕二
2. 発表標題 日本の生産ネットワークにおけるクルミ構造の解析
3. 学会等名 社会物理学の新展開 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 荒田禎之
2. 発表標題 Topology and Formation of Production Input Interlinkages: Evidence from Japanese microdata
3. 学会等名 早稲田大学 (セミナー)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 荒田禎之
2. 発表標題 Bankruptcy Propagation on a Customer-supplier Network: An empirical analysis in Japan
3. 学会等名 24th International Conference on Computing in Economics and Finance (Universit? Cattolica del Sacro Cuore, Milan) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 荒田禎之
2. 発表標題 Bankruptcy Propagation on a Customer-supplier Network: An empirical analysis in Japan
3. 学会等名 23rd Annual Workshop on Economic Science with Heterogeneous Interacting Agents (International Christian University, Tokyo)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 荒田禎之
2. 発表標題 Bankruptcy Propagation on a Customer-supplier Network: An empirical analysis in Japan
3. 学会等名 45th Annual Conference of the European Association for Research in Industrial Economics (Athens) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 荒田禎之
2. 発表標題 Bankruptcy Propagation on a Customer-supplier Network: An empirical analysis in Japan
3. 学会等名 京都大学 (セミナー)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 A. Chakraborty, Y. Kichikawa, T. Iino, H. Iyetomi, H. Inoue, Y. Fujiwara, H. Aoyama
2. 発表標題 Hierarchical Communities in Walnut Structure of Japanese Production Network
3. 学会等名 23rd Annual Workshop on Economic Science with Heterogeneous Interacting Agents (WEHIA2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Krichene, Y. Arata, A. Chakraborty, Y. Fujiwara, H. Inoue, M. Terai
2. 発表標題 How firms choose their partners in the Japanese production network?: An application of exponential random graph model
3. 学会等名 23rd Annual Workshop on Economic Science with Heterogeneous Interacting Agents (WEHIA2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S. Kawata, H. Yoon, Y. Fujiwara
2. 発表標題 Influence of information on the crypto-currency market
3. 学会等名 23rd Annual Workshop on Economic Science with Heterogeneous Interacting Agents (WEHIA2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 R. Islam, Y. Fujiwara, S. Kawata, H. Yoon
2. 発表標題 Analysis of Bitcoin Flow and Market Dynamics
3. 学会等名 23rd Annual Workshop on Economic Science with Heterogeneous Interacting Agents (WEHIA2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshi Fujiwara
2. 発表標題 Propagation of Liquidity Shock on Bank and Trade Credits in Japan at Nationwide Scale
3. 学会等名 The 22st Annual Workshop on the Economic Science with Heterogeneous Interacting Agents (WEHIA) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroyasu Inoue
2. 発表標題 Propagation of Negative Shocks through Firm Networks: Evidence from Simulation on Comprehensive Supply-Chain Data
3. 学会等名 The 22st Annual Workshop on the Economic Science with Heterogeneous Interacting Agents (WEHIA) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yoshi Fujiwara
2. 発表標題 Modelling Firms Failures at Aggregate Level by Multivariate Self-Exciting Process
3. 学会等名 The 5th International Conference on Big data in Economics, Science and Technology (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroyasu Inoue
2. 発表標題 Propagation of Negative Shocks through Firm Networks: Evidence from Simulation on Comprehensive Supply-Chain Data
3. 学会等名 The 5th International Conference on Big data in Economics, Science and Technology (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroyasu Inoue
2. 発表標題 Propagation of Negative Shocks through Firm Networks: Evidence from Simulation on Comprehensive Supply-Chain Data
3. 学会等名 The 2nd Australian Social Network Analysis Conference (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Abhijit Chakraborty et al.
2. 発表標題 Community characterization in a large-scale Japanese production network
3. 学会等名 Complex Networks, Lyon 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hazem Krichene et al.
2. 発表標題 Business cycles' correlation in the Japanese production network
3. 学会等名 Complex Networks, Lyon 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yoshi Fujiwara
2. 発表標題 Self-exciting point-process model for aggregate data of firms bankruptcy
3. 学会等名 経済物理学2017, 京都大学
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroyasu Inoue
2. 発表標題 Propagation of Negative Shocks through Firm Networks: Evidence from Simulation on Comprehensive Supply-Chain Data
3. 学会等名 経済物理学2017, 京都大学
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Abhijit Chakraborty et al.
2. 発表標題 Community structure in Japanese production network
3. 学会等名 経済物理学2017, 京都大学
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hazem Krichene et al.
2. 発表標題 Propagation of Negative Shocks through Firm Networks: Evidence from Simulation on Comprehensive Supply-Chain Data
3. 学会等名 経済物理学2017, 京都大学
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroyasu Inoue
2. 発表標題 Propagation of Negative Shocks through Firm Networks: Evidence from Simulation on Comprehensive Supply-Chain Data
3. 学会等名 CompleNet2018, Northeastern University (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshiyuki Arata
2. 発表標題 Shock propagation through customer-supplier relationships: An application of the stochastic actor-oriented model
3. 学会等名 Complex Networks, Lyon 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hideaki Aoyama
2. 発表標題 Challenges in Macroprudential Regulation for Bank Network Stability
3. 学会等名 The 22st Annual Workshop on the Economic Science with Heterogeneous Interacting Agents (WEHIA) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hideaki Aoyama
2. 発表標題 Challenges in Macroprudential Regulation for Bank Network Stability
3. 学会等名 The 5th International Conference on Big data in Economics, Science and Technology (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 池田裕一, 荒田禎之, 吉川洋
2. 発表標題 マクロ健全性のスピンモデルと金融セクターに働く外場の解釈
3. 学会等名 経済物理学2017, 京都大学
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuichi Ikeda, Yoshiyuki Arata, Hiroshi Yoshikawa
2. 発表標題 Spin Model on Network for Macro-Prudential Analysis
3. 学会等名 CompleNet2018, Northeastern University (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroshi Iyetomi, Takashi Iino, Yuichi Kichikawa, Hiroyasu Inoue
2. 発表標題 Interfirm Flow Structure of an Exhaustive Production Network in Japan
3. 学会等名 The 22st Annual Workshop on the Economic Science with Heterogeneous Interacting Agents (WEHIA) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuichi Kichikawa, Hiroshi Iyetomi, Takashi Iino, Hiroyasu Inoue
2. 発表標題 Hierarchical and Circulating Flow Structure in an Interfirm Transaction Network
3. 学会等名 Complex Networks, Lyon 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Wataru Souma, Hiroshi Iyetomi, Hiroshi Yoshikawa
2. 発表標題 Anticipating financial crises: elucidation of lead- lag structure of early warning indicators
3. 学会等名 The 22st Annual Workshop on the Economic Science with Heterogeneous Interacting Agents (WEHIA) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Wataru Souma, Hiroshi Iyetomi, Hiroshi Yoshikawa
2. 発表標題 Study of early warning indicators of financial crisis
3. 学会等名 The IEEE COMPSAC 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Wataru Souma, Hiroshi Iyetomi, Hiroshi Yoshikawa
2. 発表標題 Application of Complex Hilbert Principal Component Analysis to Financial Data
3. 学会等名 The international workshop on economy as complex system IV (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 藤田裕二, 藤原義久, 相馬亘
2. 発表標題 Bow-tie shape economic network
3. 学会等名 経済物理学2017, 京都大学
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 相馬亘, 冢富洋, 吉川洋
2. 発表標題 金融危機の早期警戒指標のリード・ラグ関係
3. 学会等名 経済物理学2017, 京都大学
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 Albert-Laszlo Barabasi, 池田 裕一、井上 寛康、谷澤 俊弘、京都大学ネットワーク社会研究会	4. 発行年 2019年
2. 出版社 共立出版	5. 総ページ数 496
3. 書名 ネットワーク科学	

1. 著者名 H. Aoyama, Y. Fujiwara, Y. Ikeda, H. Iyetomi, W. Souma, H. Yoshikawa	4. 発行年 2017年
2. 出版社 Cambridge University Press	5. 総ページ数 432
3. 書名 Macro-Econophysics: New Studies on Economic Networks and Synchronization	

〔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
研究分担者	荒田 禎之 (Yoshiyuki Arata) (40756764)	独立行政法人経済産業研究所・研究グループ・研究員 (82640)	
研究分担者	相馬 亘 (Wataru Souma) (50395117)	日本大学・理工学部・准教授 (32665)	
研究分担者	井上 寛康 (Hiroyasu Inoue) (60418499)	兵庫県立大学・シミュレーション学研究科・准教授 (24506)	
研究分担者	池田 裕一 (Yuichi Ikeda) (90610858)	京都大学・総合生存学館・教授 (14301)	
研究分担者	青山 秀明 (Hideaki Aoyama) (40202501)	京都大学・理学研究科・教授 (14301)	
研究分担者	家富 洋 (Hiroshi Iyetomi) (20168090)	新潟大学・自然科学系・教授 (13101)	