

令和 5 年 5 月 19 日現在

機関番号：24506
研究種目：基盤研究(C)（一般）
研究期間：2018～2022
課題番号：18K04615
研究課題名（和文）大規模サプライチェーンデータに基づく災害の波及のシミュレーション

研究課題名（英文）Disaster simulation by using massive supply-chain data

研究代表者

井上 寛康（Inoue, Hiroyasu）

兵庫県立大学・情報科学研究科・教授

研究者番号：60418499

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、日本及び世界の大規模なサプライチェーンデータを元に企業の生産活動をモデル化し、京・富岳コンピュータを用いたシミュレーションにより、災害・パンデミック等によるショックの波及の評価を行った。具体的には、1）2011年の東日本大震災の直接および間接的な経済効果を推定した。その後、南海トラフ地震の影響を予測した。2）COVID-19の感染拡大を防ぐため都市封鎖を日本で行った場合、また実際に日本で行われた緊急事態宣言の影響、さらに緊急事態宣言をどのような地域間のタイミングで行うのがよいかの推計を行った。3）シミュレータに、政府統計を統合し、精細化した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究が扱うようなサプライチェーン上の連鎖的な現象は、従来の学術的分野である経済学・経営学ではほとんど扱っていない。これらの分野では大規模なデータに基づいたシミュレーションという手法がその分野において採用されていないことによる。災害やパンデミックにおいて、経済全体に施策の予測を与えるという本研究課題の成果は非常に大きい。本研究課題の成果は、学術的には経済学で最大のポータルサイトVOXEUで取り上げられた。また2021年度文部科学省よりナイスステップな研究者（賞）を授与された。またいくつものメディアでも取り上げられ、2023年3月にはNHKのNHKスペシャルにてその内容が放送されている。

研究成果の概要（英文）：We modeled the production activities of businesses based on large-scale supply chain data in Japan and around the world, and evaluated the propagation of shocks caused by disasters and pandemics through simulations using the Kei and Fugaku computer. Specifically, we estimated the direct and indirect economic effects of the 2011 Great East Japan earthquake and predicted the impact of the Nankai Trough earthquake. We also evaluated the impact of city lockdowns to prevent the spread of COVID-19 in Japan, as well as the effects of emergency declarations and the optimal timing for implementing them across different regions. We integrated and refined government statistics in the simulator as well.

研究分野：社会シミュレーション

キーワード：サプライチェーン シミュレーション ネットワーク 並列計算

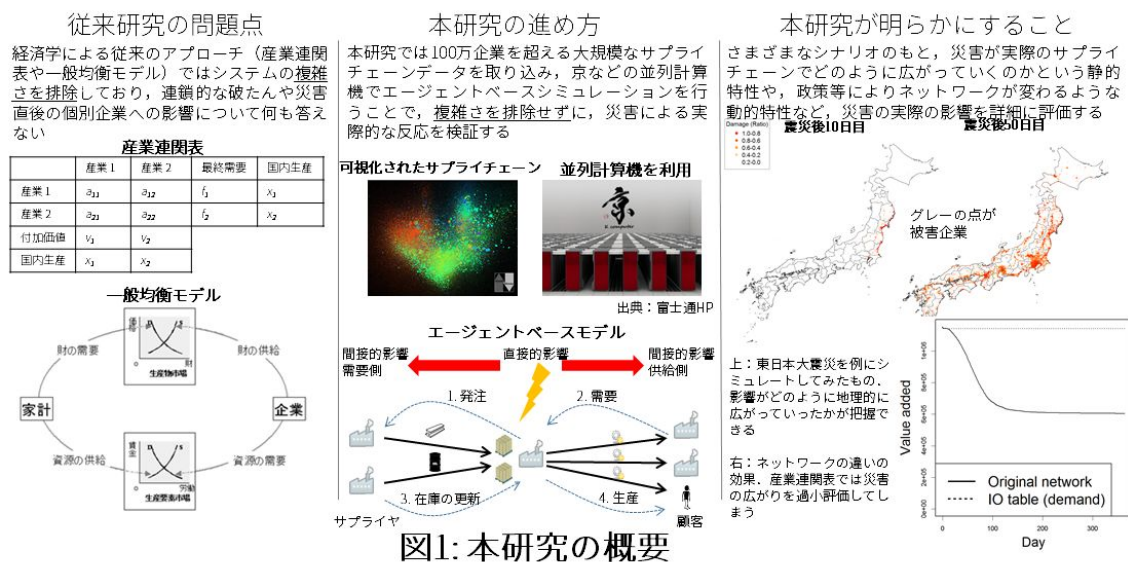
1. 研究開始当初の背景

我が国は地震を中心とした災害に頻繁に見舞われるが、そのような環境においても経済の競争力をその被害から守り、保つ必要がある。日本は世界の中でも最も多様な財を生産する国の一つであるが、そのようなことが可能であるのは高度に張り巡らされた企業間の取引、すなわちサプライチェーンによる支えがあるためである。

サプライチェーンが高度化することは、複雑な財やサービスを製造できる反面、脆弱性の要因ともなりうる。たとえば2011年の東日本大震災では、直接的に被害を受けていない相当数の企業が操業停止に追い込まれたことは記憶に新しい。よく言及されるのは工場が被災したルネサスエレクトロニクスの例であり、国内のみならず国外の自動車メーカーまでも操業停止に至っている。また同年に起きたタイにおける大洪水ではハードディスクメーカーが直接被害に遭い、間接的に多くの顧客企業が操業を停止したことが知られている。

サプライチェーン上をショックが伝播するこのようなリスクについては、企業および政府もその重要性を認識しつつある。たとえば、昨年スズキの燃費不正により中小のサプライヤが経営困難になったが、経済産業省はそれらサプライヤの融資の信用枠を倍にする「セーフティネット保証制度」を適用した。他に国際的な例では、2008年フォードのCEOは、ライバル会社であるゼネラルモーターズとクライスラーの支援を政府に訴えた。その理由は彼ら企業のサプライヤの多くが重複しているためである。

それではサプライチェーン上をショックがいかに伝播するのかという問題に従来研究はどのように応えてきたのであろうか。経済学ではこの問題にさまざまなアプローチで取り組んできたが、そのうちの主なものは産業連関表と一般均衡モデルである。産業連関表は産業間の取引量を示したものであり、需要変化への反応の計算に使えるものの、企業の生産に必要な特定の財の不足によって操業が停止するような、個別企業の事情は全く計算できない。そのことは図1の右下のグラフの点線で示されている。一方で、一般均衡モデルで企業を扱う場合はそれらが均一であることが前提となっており、どの企業がサプライヤ・クライアントなのかがすべて異質である実際のサプライチェーンとはかい離している。これが原因で、現実起きるような連鎖はモデル上生じない。すなわち従来研究は実際のサプライチェーンが持つ複雑性を排除してしまっているが、そのことが現象を取り扱えない原因となっている。以上から現実起きる災害の波及について、分析する手段を持っていないのが現状であった。



2. 研究の目的

本研究の目的は、日本及び世界の大規模なサプライチェーンデータを用いることで、複雑性を排除せずに企業の生産活動をモデル化し、京コンピュータを初めとする並列計算機を用いたシミュレーションにより、災害等によるショックの波及の評価を行うことである。実際のデータは企業レベルであるから、災害後に被害がどのような速さで、地理的にどのように広がっていくかなど、従来できなかった詳細な分析が可能となる（図1右上）。また、これから起きうる災害のさまざまなシナリオでのシミュレーションや、過去に起きた災害を再評価するといったことが行えるようになる。

3. 研究の方法

我々が用いたデータは、東京商工リサーチより提供された企業数 100 万以上、取引関係 500 万以上の日本のサプライチェーンに関するものと、FactSet 社より提供された企業数 6 万以上、取引関係 16 万以上の国際サプライチェーンに関するものがある。国内データについては活動している企業をほぼ網羅している。100 万社というオーダーのデータ上でエージェントモデルシミュレーションを行っているのは我々以外におそらくまだ存在していない。一方で、エージェントモデルでシミュレーションする研究自体は数多く存在しているが、いずれも仮想的サプライチェーンか、非常に小さなサプライチェーンデータ上のものに限られている。

本研究では、100 万企業以上、その組み合わせ関係数が数億のオーダーの計算が頻繁に出現する。そのような計算は並列化し大量のノードを用いる必要がある。そこで我々は京コンピュータを持つ理化学研究所計算科学研究機構と共同研究を進めてきた。一方で、京コンピュータおよびポスト京と呼ばれる次世代コンピュータは社会科学分野への応用を強く求めていた。その結果、我々の研究課題が 2016 年度より「ポスト「京」で重点的に取り組むべき社会的・科学的課題に関するアプリケーション開発・研究開発」萌芽的課題」として採択された。このようにこれまで得られた研究成果を活かし、発展させようとするのが本研究課題が目指したところである。

4. 研究成果

本研究では、日本及び世界の大規模なサプライチェーンデータを元に企業の生産活動をモデル化し、京コンピュータを初めとする並列計算機を用いたシミュレーションにより、災害等によるショックの波及の評価を行った。

2018 年度は、2011 年の東日本大震災の直接的および間接的な経済効果を推定した。その後、同じモデルを用いて、近い将来日本の主要な工業都市に襲来すると予想される巨大地震「南海地震」の影響を予測した。その結果、災害の生産への間接的な影響(南海地震の場合、GDP の 10.6%)が、直接的な影響(0.5%)よりもかなり大きいことが分かった。さらに、実際のネットワークと仮想のネットワークを比較するためのシミュレーション分析から、スケールフリー性、中間製品の代替の難しさ、およびサイクルによって引き起こされる複雑さが、これらの大きな間接的な影響をより顕著にすることが示唆された。

2019 年度は、前年度に引き続きモデルの改善やそれによる推計を推進した。特に前年度に完成をみた東日本大震災のデータおよび大規模サプライチェーンデータを合わせて作成されたサプライチェーン途絶の推計シミュレータは、南海トラフ沖地震が起きた場合の被害の推計としてさらなる応用を提供することができた。南海トラフ地震のサプライチェーンにおける直接的被害は、東日本大震災の約 12 倍と推定されたが、1 年間の間接的被害の総和の推定値は 4.5 倍となった。単純に間接的被害も 12 倍とならない理由は、サプライチェーン上を被害が波及していく際に、その波及先企業の多くが共通しているためである。すなわちそのような重複がないならば線形的に被害は大きくなるが、重なっていることでその被害はある程度に抑えられる。この重複性は、サプライチェーンの特性、すなわち大きなハブがあること、それゆえに波及は著しく速く広がることと併せ、被害がドミノ的に広がるのを防ぐ意味では要衝となるような企業に重点的に予防を敷いておくことが、効率的な施策となりうる可能性を示唆している。またモデルの改善も進んだ。具体的には、サプライチェーンと金融の関係性、サプライチェーンの循環と相対的位置に関する構造の理解、サプライチェーンの地域ごとの複雑さの理解など、さらなるデータの取り入れ・分析により、これらをモデル改善に充てた。なによりも重要な進展は、COVID-19 による経済的影響についての研究であり、本研究課題が扱うサプライチェーン途絶のモデルを応用し、計算した。また、機動的な施策が行われることを見越し、当時の施策や未来のありうる施策について大規模に検証を進めた。具体的にはテスト中の並列計算機富岳を用いて計算を始めた。

2020 年度は、COVID-19 の感染拡大を防ぐため行われている封鎖を重点的に調査した。そのうちの一つは、海外で行われている都市の封鎖をわが国で実施した場合についての推計である。このシミュレーションは、従来行われてきたような GDP から算出した割合や産業間の関係を用いたおおよその計算とは異なり、特定の製品・サービスが手に入らないことなどを企業間取引のマイクロなレベルで行っていることに特徴がある。この枠組みを用いて、東京にある企業のうち、生活必需産業に属する企業を除いて経済活動が停止された場合の、全国への影響をさまざまな条件で試算した。代表的な試算として、1 カ月封鎖された場合は、東京 23 区での生産減少は 9 兆円である一方、その他の地域での生産減少は 1.8 兆円となり、合計で GDP の 5.3% の減少となると試算した。他にも、緊急事態宣言による経済活動の制約について、都道府県ごとに解除・実施する組み合わせについて網羅的に検討した。具体的には、複数地域におけるロックダウンがどのようにサプライチェーンを通じて相互に作用しあうのかをシミュレーションで検証した。さらに、サプライチェーンの複雑なネットワーク構造がどのようにロックダウンの相互作用に影響するのかを分析した。特に、サプライチェーン上の流れをポテンシャル(高低差のある)流れと循環する流れとに分解し、高低差・循環流れの役割に注目した。その結果、ある地域におけるロックダウンの経済的影響は、その地域の上流性、域内循環の強さ、および他地域とのサプライヤーの代替性によって大きく左右されることを明らかにした。

2021年度は、比較的詳細に記録が存在している東日本大震災を用いて、企業の被災の程度とその分布などから直接的な被害を求め、間接的波及をシミュレートし、その結果が災害後の経済指標等の統計と一致するようにパラメータを推定した。また災害の多様なシナリオや過去の災害の再評価を行った。すなわち上記(1)によりパラメータに妥当性を持たせたのちに、今後日本で起きるとされる南海や東海地震、あるいは近年の保護主義により特定の財が輸入できなくなるシナリオなどを国内について検証した。さらに人工的なシナリオによって、直接被害を受ける企業・産業の特性と災害の波及との間にある関係性についても明らかにした。これと同様のことを国際データについても検討した。さらに詳細には、1. 経済センサスデータを結合し、これまで約100万の企業からなるサプライチェーンデータをさらに約100万の事業所データを統合することで、シミュレーターを精細化した。2. 企業活動基本調査データを結合し、これまで国内に閉じていたサプライチェーンデータを輸入・輸出まで考慮したデータとすることで、シミュレーターを拡大した。このシミュレーターを富岳上で実施することに成功した。すでに新たなモデルの推計精度の改善が認められ、国際会議 AROB2022 にて発表した。引き続き改善を目指すとともに、東日本大震災時に発生した電力不足を推計に反映させ、南海トラフ地震でもかなりの被害が出ると予測される電力不足の影響についても取り組む準備ができた。また一連の研究で、本年度文部科学省よりナイスステップな研究者(賞)を受賞した。

2022年度は、COVID-19に関する評価を主に行った。COVID-19の拡散を防止するため、多くの政府はロックダウンを課した。その結果、ロックダウンのショックがサプライチェーンを通じて他の地域に伝播され、広範囲にわたる経済の停滞を招いた。この研究では、日本の160万社のサプライチェーンデータを用いて、複数の地域でのロックダウンの経済的影響が相互作用する過程を調べた。具体的には、経済的效果がサプライチェーンを通じて伝播することを考慮し、複数の地域で同期的または非同期的にロックダウンを行う場合、どちらが生産損失が大きくなるかをシミュレーションで調べた。主な結果は次の2点である。まず、複数の地域がロックダウンのタイミングを調整すると、非同期に行う場合よりも経済的損失が小さくなる。第二に、複数の地域がより多くのサプライチェーンリンクを介して接続されている場合、同期されたロックダウンの利益は大きくなる。これらの結果は、COVID-19パンデミックまたは将来的なパンデミックの経済的影響を最小限に抑えるために、ロックダウン政策は地域や国の間で調整される必要があることを示唆する。具体的には、政府は異なる時期ではなく、同時にロックダウンを実施することが望ましいとされる。同様の提言は、Ruktanonchaiら(2020)によって提供されており、COVID-19の感染に対する影響を最小限にするため、様々な国で同期的なロックダウンの必要性を主張している。この研究とRuktanonchaiら(2020)の結果は、健康的な影響と経済的な影響の両方を最小限に抑えるために、様々な地域や国で同時にロックダウンを実施する必要があることを明確に示している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計42件（うち査読付論文 29件 / うち国際共著 5件 / うちオープンアクセス 25件）

1. 著者名 Keisuke Chujo, Tatsunori Seki, Toshiki Murata, Yu Kimura, Tomoaki Sakurai, Satoshi Miyata, Hiroyasu Inoue, and Nobuyasu Ito	4. 巻 -
2. 論文標題 Regional trends in the number of COVID-19 cases	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proceedings of Artificial Life and Robotics 2023	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 Tatsunori Seki, Keisuke Chujo, Yu Kimura, Toshiki Murata, Tomoaki Sakurai, Satoshi Miyata, Hiroyasu Inoue, and Nobuyasu Ito	4. 巻 -
2. 論文標題 Prediction of COVID-19 Using SIR and AR models: Tokyo and nation-wide cases	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proceedings of Artificial Life and Robotics 2023	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 Y.Kimura, T.Seki, S.Miyata, Y.Arai, T.Murata, H.Inoue, and N.Ito	4. 巻 -
2. 論文標題 Hotspot analysis of COVID-19 infection using mobile-phone location data	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Artificial Life and Robotics	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 Inoue Hiroyasu, Todo Yasuyuki	4. 巻 12
2. 論文標題 Has Covid-19 permanently changed online purchasing behavior?	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 EPJ Data Science	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) 10.1140/epjds/s13688-022-00375-1	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, Yohsuke Murase, and Yasuyuki Todo	4. 巻 -
2. 論文標題 Supply-chain simulations for shaping lockdown policies	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Spatial Economic Analysis	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) 10.1080/17421772.2022.2158212	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 井上寛康	4. 巻 38
2. 論文標題 災害のサプライチェーンシミュレーション	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 人工知能学会論文誌	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 井上寛康	4. 巻 38
2. 論文標題 パンデミック対策に資するサプライチェーンシミュレーション	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 人工知能学会論文誌	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 井上寛康	4. 巻 6
2. 論文標題 COVID-19とサプライチェーンシミュレーション	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Precision Medicine	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, NAKAJIMA Kentaro, OKAZAKI Tetsuji, and SAITO Yukiko	4. 巻 22-E-026
2. 論文標題 The Role of Face-to-face Contact in Innovation: The Evidence from the Spanish Flu Pandemic in Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 RIETI Discussion Paper Series	6. 最初と最後の頁 5-48
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 Hiroyasu Inoue and Yasuyuki Todo	4. 巻 22-E-018
2. 論文標題 Has COVID-19 Permanently Changed Online Consumption Behavior?	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 RIETI DP	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 H. Inoue	4. 巻 14(10), 461
2. 論文標題 Propagation of International Supply-Chain Disruptions between Firms in a Country	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Risk and Financial Management	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 Hiroyasu Inoue	4. 巻 -
2. 論文標題 The Economic Impact of Heavy Rains on Supply Chains	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Social Science Research Network	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 Philipp Mundt, Uwe Cantner, Hiroyasu Inoue, Ivan Savin and Simone Vannuccini	4. 巻 978-3-943153-91-0
2. 論文標題 Market Selection in Global Value Chains	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 BERG Working 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 該当する

1. 著者名 Yoshi Fujiwara, Hiroyasu Inoue, Takayuki Yamaguchi, Hideaki Aoyama, Takuma Tanaka, Kentaro Kikuchi	4. 巻 -
2. 論文標題 Money flow network among firms' accounts in a regional bank of Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 EPJ Data Science, 2021	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 Hiroyasu Inoue, Yohsuke Murase, Yasuyuki Todo	4. 巻 16(7), e0255031
2. 論文標題 Do economic effects of the anti-COVID-19 lockdowns in different regions interact through supply chains?	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PLOS ONE	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 Yoshi Fujiwara, Hiroyasu Inoue, Takayuki Yamaguchi, Hideaki Aoyama, Takuma Tanaka and Kentaro Kikuchi	4. 巻 21-E-005
2. 論文標題 Money flow network among firms' accounts in a regional bank of Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 RIETI DP	6. 最初と最後の頁 NA
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 Yasuyuki Todo and Hiroyasu Inoue	4. 巻 TBA
2. 論文標題 Geographic Diversification of the Supply Chains of Japanese Firms	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Asian Economic Policy Review	6. 最初と最後の頁 NA
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/aepr.12337	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, Yohsuke Murase and Yasuyuki Todo	4. 巻 NA
2. 論文標題 Lockdowns Need Geographic Coordination because of Propagation of Economic Effects through Supply Chains	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 arXiv	6. 最初と最後の頁 NA
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 戸堂康之、井上寛康	4. 巻 29
2. 論文標題 ポストコロナの企業の発展と強靱化	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 21世紀ひょうご	6. 最初と最後の頁 23-37
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 Hiroyasu Inoue, Yasuyuki Todo	4. 巻 15
2. 論文標題 The propagation of economic impacts through supply chains: The case of a mega-city lockdown to prevent the spread of COVID-19	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 NA
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0239251	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, Yasuyuki Todo	4. 巻 20-E-037
2. 論文標題 The propagation of economic impacts through supply chains: The case of a mega-city lockdown to prevent the spread of COVID-19	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 RIETI DP	6. 最初と最後の頁 NA
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0239251	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, Hiroyasu Inoue Takashi Isogai and Abhijit Chakraborty	4. 巻 15
2. 論文標題 A model of the indirect losses from negative shocks in production and finance	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 NA
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0239293	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 Hiroyasu Inoue, Yohsuke Murase and Yasuyuki Todo	4. 巻 NA
2. 論文標題 The impact of supply-chain networks on interactions between the anti-COVID-19 lockdowns in different regions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 arXiv	6. 最初と最後の頁 NA
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 Abhijit Chakraborty, Hiroyasu Inoue and Yoshi Fujiwara	4. 巻 15
2. 論文標題 Economic complexity of prefectures in Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 NA
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0238017	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 Takashi Iino, Hiroyasu Inoue, Yukiko U. Saito and Yasuyuki Todo	4. 巻 72
2. 論文標題 How does the global network of research collaboration affect the quality of innovation?	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Japanese Economic Review	6. 最初と最後の頁 5-48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s42973-020-00042-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 井上寛康、岡崎哲二、斎藤有希子、中島賢太郎	4. 巻 20-P-012
2. 論文標題 戦前期日本のイノベーション活動：特許情報の電子化によるアプローチ	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 RIETI DP	6. 最初と最後の頁 NA
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 Hiroyasu Inoue	4. 巻 NA
2. 論文標題 Reactions of economy toward various disasters estimated by firm-level simulation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 In "Complexity, Heterogeneity and the Methods of Statistical Physics in Economics - In memory of Masanao Aoki?"	6. 最初と最後の頁 253-290
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 井上寛康	4. 巻 NA
2. 論文標題 実体経済ネットワーク上での外生的ショックの波及シミュレーション	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 信頼社会の価値創生と分散型市場設計	6. 最初と最後の頁 319-346
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 H. Krichene, Y. Fujiwara, A. Chakraborty, Y. Arata, H. Inoue, and M. Terai	4. 巻 59
2. 論文標題 The emergence of properties of the Japanese production network: How do listed firms choose their partners?	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Social Networks	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.socnet.2019.05.002	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 井上寛康	4. 巻 34
2. 論文標題 サッカーのトラッキングデータから集団行動を読み取る 行動のシンボル化による試み	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 人工知能学会論文誌	6. 最初と最後の頁 517-524
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 H. Inoue and Y. Todo	4. 巻 2
2. 論文標題 Firm-level propagation of shocks through supply-chain networks	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Sustainability	6. 最初と最後の頁 841-847
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41893-019-0351-x	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 Y. Kichikawa, H. Iyetomi, T. Iino, H. Inoue	4. 巻 4
2. 論文標題 Community structure based on circular flow in a large-scale transaction network	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Network Science	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) 10.1007/s41109-019-0202-8	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 A. Chakraborty, H. Inoue, and Y. Fujiwara	4. 巻 -
2. 論文標題 Economic complexity of prefectures in Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 arXiv	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 H. Inoue, and Y. Todo	4. 巻 -
2. 論文標題 The propagation of the economic impact through supply chains: The case of a mega-city lockdown against the spread of COVID-19	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Social Networks	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 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 -
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 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 Kichikawa Yuichi, Iino Takashi, Iyetomi Hiroshi, Inoue Hiroyasu	4. 巻 2
2. 論文標題 Visualization of a directed network with focus on its hierarchy and circularity	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Computational Social Science	6. 最初と最後の頁 15~23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s42001-019-00031-1	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 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 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 -
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 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 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 -
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 -

[学会発表] 計51件 (うち招待講演 22件 / うち国際学会 24件)

1. 発表者名 Keisuke Chujo, Tatsunori Seki, Toshiki Murata, Yu Kimura, Tomoaki Sakurai, Satoshi Miyata, Hiroyasu Inoue, and Nobuyasu Ito
2. 発表標題 Regional trends in the number of COVID-19 cases
3. 学会等名 Artificial Life and Robotics 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Tatsunori Seki, Keisuke Chujo, Yu Kimura, Toshiki Murata, Tomoaki Sakurai, Satoshi Miyata, Hiroyasu Inoue, and Nobuyasu Ito
2. 発表標題 Prediction of COVID-19 Using SIR and AR models: Tokyo and nation-wide cases
3. 学会等名 Artificial Life and Robotics 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hiroyasu Inoue
2. 発表標題 Agent Based Model on Actual Supply-Chain Network
3. 学会等名 CCSS School on Computational Social Science: Agent-Based Models (ABM) in Economics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 井上寛康
2. 発表標題 実体経済デジタルツインに向けた大規模シミュレーション
3. 学会等名 「富岳」EXPANDS ~可能性を拡張する~, 理化学研究所 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hiroyasu Inoue
2. 発表標題 Do economic effects of the anti-COVID-19 lockdowns in different regions interact through supply chains?
3. 学会等名 Macroeconomics Workshop 2022, Center for International Research on the Japanese Economy, The University of Tokyo (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 井上寛康
2. 発表標題 富岳を用いた大規模サプライチェーンシミュレーション
3. 学会等名 全学教育研究集会、兵庫県立大学 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 井上寛康
2. 発表標題 スーパーコンピュータ「富岳」でサプライチェーンをまるごとシミュレーション
3. 学会等名 ナイスステップな研究者2021講演会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 井上寛康
2. 発表標題 大型計算機を用いた経済の大規模シミュレーション
3. 学会等名 千里ライフサイエンスフォーラム（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yasuyuki Todo and Hiroyasu Inoue
2. 発表標題 Propagation of Overseas Economic Shocks through Global Supply Chains: Firm-level Evidence
3. 学会等名 SOCIOECONOMIC NETWORKS AND NETWORK SCIENCE WORKSHOP 2022（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 橋富彰吾，寅屋敷哲也，中林啓修，奥村与志弘，井上寛康，都築充雄，河田恵昭
2. 発表標題 明治用水頭首工大規模漏水の最悪シナリオの検討
3. 学会等名 第39回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 橋富彰吾, 寅屋敷哲也, 中林啓修, 奥村与志弘, 井上寛康, 河田恵昭
2. 発表標題 周波数変換設備(FC)を介した電力融通を担う送電線の富士山噴火リスクと増強計画の問題点
3. 学会等名 エネルギー・資源学会研究発表会41st
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 H. Inoue, Y. Murase, and Y. Todo
2. 発表標題 Supply Chains and the Economic Effects of Lockdowns
3. 学会等名 Fondation France Japon - RIETI - Banque de France Joint Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hiroyasu Inoue, Yohsuke Murase, Yasuyuki Todo
2. 発表標題 Do economic effects of the anti-COVID-19 lockdowns in different regions interact through supply chains?
3. 学会等名 FENS2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 井上寛康
2. 発表標題 The Economic Impact of Heavy Rains on Supply Chains
3. 学会等名 第20回情報科学技術フォーラム (FIT2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本竜輝, 井上寛康
2. 発表標題 大規模サプライチェーンデータに基づく災害の波及のシミュレーションーこれから起きる南海トラフ地震にどう向き合うかー
3. 学会等名 兵庫県立大学知の交流シンポジウム2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中郡広人, 井上寛康
2. 発表標題 大規模サプライチェーンシミュレーションによる新型コロナウイルスの経済的影響の推計 感染拡大防止策は個別企業にどのような影響を与えたかー
3. 学会等名 兵庫県立大学知の交流シンポジウム2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 井上寛康
2. 発表標題 大規模サプライチェーンシミュレーションによるCOVID-19感染防止策の京阪神地区への影響
3. 学会等名 日本都市学会第68回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 井上寛康
2. 発表標題 大規模サプライチェーンシミュレーションによる新型コロナウイルスの経済的影響の推計
3. 学会等名 はりま産学交流会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Philipp Mundt, Uwe Cantner, Hiroyasu Inoue, Ivan Savin, Simone Vannuccini
2. 発表標題 Market Selection in Global Value Chains
3. 学会等名 Concordi2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中郡広人, 井上寛康, 榎本大悟, 伊藤伸泰
2. 発表標題 時空間特性を考慮したニューラルネットワークによる交通量予測
3. 学会等名 日本物理学会第77回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山本竜輝, 井上寛康, 榎本大悟, 伊藤伸泰
2. 発表標題 交通シミュレーションを用いた都市交通における自動運転車の有効性検証
3. 学会等名 日本物理学会第77回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 井上寛康
2. 発表標題 大規模データに基づくコロナ禍の経済シミュレーション
3. 学会等名 MIRAI BOSAI 2022 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yu Kimura, Tatsunori Seki, Satoshi Miyata, Yusuke Arai, Toshiki Murata, Hiroyasu Inoue, and Nobuyasu Ito
2. 発表標題 Factor analysis of the Covid-19 spread
3. 学会等名 The 35th Annual Center for Simulational Physics Workshop (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiroyasu Inoue
2. 発表標題 Toward a simulation of business-establishment supply chains
3. 学会等名 Artificial Life and Robotics (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yu Kimura, Tatsunori Seki, Satoshi Miyata, Yusuke Arai, Toshiki Murata, Hiroyasu Inoue, and Nobuyasu Ito
2. 発表標題 Hot-spot analysis of Covid-19 infection using mobile-phone location data
3. 学会等名 Artificial Life and Robotics (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 井上寛康
2. 発表標題 大規模データに基づくコロナ禍の経済シミュレーション
3. 学会等名 兵庫県立大学政策科学研究所講演会 (招待講演)
4. 発表年 2022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上での外生的ショックの波及シミュレーション
3. 学会等名 減災情報システム第10回合同研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 H, Inoue and Y. Todo
2. 発表標題 The propagation of the economic impact through supply chains: The case of a mega-city lockdown to contain the spread of Covid-19
3. 学会等名 OECD NAEC Lab workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 H, Inoue
2. 発表標題 The economic effect of the restriction by Japanese government under COVID-19
3. 学会等名 The 3rd R-CCS International Symposium, RIKEN (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yoshi Fujiwara, Hiroyasu Inoue, Takayuki Yamaguchi, Hideaki Aoyama and Takuma Tanaka
2. 発表標題 Money flow network among firms' accounts in a regional bank of Japan
3. 学会等名 INTERNATIONAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN COMPLEX SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS AND PUBLIC POLICY (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 H. Inoue, Y. Murase and Y. Todo
2. 発表標題 The impact of supply-chain networks on interactions between the anti-COVID-19 lockdowns in different regions
3. 学会等名 AROB 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 H, Inoue
2. 発表標題 The propagation of the economic impact through supply chains: The case of a mega-city lockdown against the spread of COVID-19
3. 学会等名 Mason Online Pandemic MODeLing Forum (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020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上での外生的ショックの波及シミュレーション
3. 学会等名 価値創造と分散型市場設計
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 H. Inoue and Y. Todo
2. 発表標題 The propagation of the economic impact through supply chains: The case of a mega-city lockdown against the spread of COVID-19
3. 学会等名 Modelling the Spread and Impact of the Coronavirus, the Graz Schumpeter Centre of the University of Graz (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井上寛康
2. 発表標題 大規模ネットワークデータとスーパーコンピューターを用いた経済シミュレーションの可能性'', 知識科学に基づくイノベーションデザインセミナー
3. 学会等名 知識科学に基づくイノベーションデザインセミナー (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井上寛康
2. 発表標題 COVID-19感染拡大防止策に伴う経済的影響の予測
3. 学会等名 キャノングローバル戦略研究所 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井上寛康
2. 発表標題 規模サプライチェーンシミュレーションによる新型コロナウイルスの経済的影響の推計
3. 学会等名 日本技術士会近畿本部兵庫県支部CPD委員会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 H. Inoue, Y. Murase and Y. Todo
2. 発表標題 The economic effect of the restriction by Japanese government under COVID-19
3. 学会等名 NetSci 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hiroyasu Inoue
2. 発表標題 Disaster and Countermeasure: Simulation on Nation-Wide Supply Chain Data
3. 学会等名 RIETI Workshop, "Dynamics in Finance and Economy on Economic Networks (国際学会)"
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroyasu Inoue
2. 発表標題 Disaster and Countermeasure: Simulation on Nation-Wide Supply Chain Data
3. 学会等名 BEST workshop 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉川悠一, 飯野隆史, 家富洋, 井上寛康
2. 発表標題 企業レベルの産業連関ネットワークの再構築
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 濱本拓海, 井上寛康
2. 発表標題 コミュニティ検出とその時間発展に基づくインターネットの成長過程の検証
3. 学会等名 情報処理学会第81回全国大会
4. 発表年 2019年

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

1. 発表者名 Yuichi Kichikawa, Hiroshi Iyetomi, Takashi Iino, Hiroyasu Inoue
2. 発表標題 Community Structure Based on Circular Flow in a Large-Scale Transaction Network
3. 学会等名 Complex Networks 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Abhijit Chakraborty, Yuichi Kichikawa, Takashi Iino, Hiroshi Iyetomi, Hiroyasu Inoue, Yoshi Fujiwara and Hideaki Aoyama
2. 発表標題 Hierarchical Communities in Walnut Structure of Japanese Production Network
3. 学会等名 Conference on Complex Systems 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hazem Krichene, Yoshi Fujiwara, Abhijit Chakraborty, Yoshiyuki Arata, Hiroyasu Inoue and Masaaki Terai
2. 発表標題 The emergence of properties of the Japanese production network: How do listed firms choose their partners?
3. 学会等名 Conference on Complex Systems 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. 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 (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 (招待講演)
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 (招待講演)
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 (招待講演)
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 (招待講演)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Hiroyasu Inoue	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Springer Japan	5. 総ページ数 114
3. 書名 Co-patenting: An Analytic Tool for Cooperative Research and Development	

〔産業財産権〕

〔その他〕

研究者ホームページ http://prodigium.jp/personal/
--

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	藤原 義久 (Fujiwara Yoshihisa) (50358892)	兵庫県立大学・シミュレーション学研究科・教授 (24506)	

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