

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 19 日現在

機関番号：34419

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2022

課題番号：18K01597

研究課題名（和文）地域に根差した知識空間のネットワーク構造と機能に関する定量分析

研究課題名（英文）Quantitative analysis on network structures and functions of regionally rooted knowledge space

研究代表者

河上 哲（Kawakami, Tetsu）

近畿大学・経済学部・教授

研究者番号：60402674

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、日本の地域に根差す知識基盤の構造と機能を、事業所レベルの個票データを活用して定量的に分析することを目的とする。知識の種類を異なる技術水準のもとに生産される製品の種類によって捉えたうえで、産業の知識基盤の構造を、製品間の類似性ネットワークからなる製品（知識）空間を構築することにより分析した。また、知識の洗練度の高い製品の出現が、既存の製品空間のネットワーク構造に規定されることを明らかにした。最後に、異なる知識洗練度を有する製品の生産拠点の分布を、地理情報システムを用いて地図上に描写して視覚的に捉えることにより、産業クラスターにおける事業所間の知識スピルオーバーの経路や範囲を分析した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

既存の産業クラスター研究では、産業集積が地域産業の成長に寄与すること示唆する結果を示すものの、その多くが定性的なケーススタディや成功事例の紹介にとどまっていた。また、産業クラスターにおける知識スピルオーバーの具体的な経路や、イノベーションの潜在性を議論するに当たっては、クラスター内部における複雑な事業所間の知識ネットワーク構造を分析する必要があることが指摘されてきた。本研究では、生産活動に要する知識を直接的・具体的に捉えるのではなく、生産活動の結果をもとに間接的・不可知的にその類似性や洗練性を定量的に計測することを提案し、産業クラスターにおける事業所間の知識スピルオーバーの経路や範囲を分析した。

研究成果の概要（英文）：This study analyzed the structure and function of the regionally rooted knowledge base using microdata. First, the industry's knowledge base was explored by developing a product space: a network representation of product similarity, assuming that the types of knowledge are represented in products produced using different technologies. Second, the empirical analyses reveal that the events of new product appearance are not random but are significantly contingent on the network topology of the existing product space. Finally, the distribution of production locations by level of product sophistication was visually depicted on a map using a geographic information system to illustrate the path and extent of knowledge spillovers between firms in the industrial clusters.

研究分野：都市経済学・地域経済学

キーワード：知識空間 Product space 経済複雑性 ネットワーク分析 産業クラスター

## 1. 研究開始当初の背景

経済のグローバル化が進展する 1980~90 年代にかけて、経済産業省(旧通産省)が主となり推し進めてきた地域関連政策の基本的な姿勢には、「国土の均衡ある発展」の下に企業活動の拠点を大都市部から地方部へ誘導するトップダウン政策から、大都市圏も含め既存の地域資源を活用した内発的な発展を促す政策へと大きな転換が見られた。特に近年では、シリコンバレーなど欧米での成功例や、ハーバード大学 Michael Porter 教授の著作『国家の競争優位』を受け、日本でも比較優位にある基盤産業を活用した産業クラスターの形成と活性化が主要な政策となりつつある。

経済学の観点からクラスター政策に学術的根拠を与えるのは、内生的経済成長理論と、それを背景とした動学的外部性と都市・地域成長に関する実証分析の進展である。ここで「動学的外部性」とは、産業集積に伴う知識波及を通じて創出されたイノベーションによって、産業の生産性が期間持続的に増大する効果(知識のスピルオーバー効果)のことをいう。実証分析では、イノベーションや生産性増大に寄与する産業集積の形態として、同一産業に属する事業所群からなる MAR (Marshall-Arrow-Romer) 型と、多様な産業の事業所群から構成される Jacobs 型のどちらが有効であるかについて論争的に議論が行われてきた。

既存研究では、いずれの形態にせよ産業集積が地域産業の成長に寄与することを示唆するものの、実際のクラスター政策の評価に当たっては、その多くが定性的なケーススタディや成功事例の紹介にとどまっている。また、産業クラスターにおける知識スピルオーバーの具体的な経路や、イノベーションの潜在性を議論するに当たっては、MAR 型と Jacobs 型のどちらの集積形態が有効かといった議論はあまりに単純で、産業クラスター内部における複雑な産業間・事業所間の知識ネットワーク構造を定量的に分析する必要があることが、Porter (2003, *Reg Stud*) をはじめ多くのクラスター研究者らによって指摘されてきた。

## 2. 研究の目的

本研究は、事業所の個票データを利用し、日本の地域に根差す知識基盤の構造と機能を分析することを目的とする。事業所間における地理的な立地近接性だけでなく、各事業所が有する知識・技術特性の近接性を知識のネットワーク構造として定量的に捉えながら、イノベーションの創出に寄与する事業所群の地理的な集積(産業クラスター)が、どのような地域に分布し、どのような知識特性を有する事業所群から構成されるのかを特定する。得られた分析結果を、地理情報システムを用いて地図上に描写して視覚的に捉えることにより、産業クラスターにおける事業所間の知識スピルオーバーの具体的な経路や範囲を解明する。地域に特有な産業クラスターの構造を定量的かつ視覚的に解明することにより、イノベーションを創出する土壌・装置としての産業クラスターの強化・形成やその支援策について、クラスター関連政策のこれまでの評価や今後の立案に際し、より実証的根拠を持つ情報を提供する。なお本研究は、科学研究 17KK0077 の基課題となるものである。

## 3. 研究の方法

本研究では、生産活動に要する知識・技術を直接的・具体的に捉えるのではなく、生産活動の結果をもとに間接的・不可知的 (Agnostic) にその類似性や洗練性を定量的に計測する。実証分析では、日本の基幹産業であり特徴的な集積形態が見られる自動車産業に焦点を定める。

- (1) 生産知識の類似性の計測：生産活動に要する知識・技術は製品に体化されるものとし、異なる製品が同一の生産者によって生産される傾向が大きいほど、当該製品の生産に要する知識・技術の関連性・類似性が大きいものとする。この考え方を踏まえ、任意の 2 製品の組合せが同一の生産者によって生産される確率(共起確率)に応じて製品間の技術的近接性を計測する。
- (2) 生産知識の洗練性の計測：Hidalgo and Hausmann (2009, *PNatl Acad Sci USA*) によって提唱された考え方を踏まえ、ある製品を生産できる生産者がいかに限られ(遍在性の低さ)その製品がどれだけ多様な製品を生産できる能力を有する生産者に生産されるか(多様性の高さ)に関する情報をもとに、当該製品の洗練性(いかに多様でかつ稀少な知識・技術を生産に要するのか)を複雑性指標として計測する。
- (3) 製品空間の構築と探索的空間ネットワーク分析：Hidalgo et al. (2007, *Science*) によって提唱された Product space の手法をもとに、各製品をノードとし、製品間の類似性の程度をリンクの重みとする製品空間を、ネットワーク図として時系列に可視化して表現する。製品空間によって表現された知識構造とその変化を視覚的に捉えるとともに、ネットワーク分析で用いられる基礎指標を計測して定量的に捉える。また、新しく市場に出現した製品、特に

複雑性の大きい洗練された知識を要する製品が、製品空間における構造上特有な位置から出現するのか（あるいは構造とは無関係にランダムに出現するのか）を探索的に分析する。

- (4) イノベーションの計量経済学的分析：洗練性の大きい部品が新しく市場に出現する確率（＝イノベーションの発生確率）が、いかに製品空間の位相構造によって規定されるかを計量経済学的に分析する。
- (5) 事業所の知識特性と産業集積の空間分析：製品の生産地点を特定したうえで、生産に要する知識の洗練性と産業集積の場所や範囲との関連について、空間統計量を利用した地理的な空間分析を行う。

分析に当たっては、経済地理学や地域科学の分野における欧州の研究拠点であり、上記一連の分析手法に研究実績のあるユトレヒト大学に滞在し、同大学の Pierre-Alexandre Balland 准教授との国際共同研究として実施する。また、研究課題や分析データを共有している名古屋市立大学山田恵里講師、名古屋大学根本二郎教授、メルボルン大学 Piyush Tiwari 教授を研究協力者とする連携体制の下で分析作業を実施する。

#### 4. 研究成果

自動車部品の一次（ティア1）サプライヤと自動車メーカーとの部品の納入及び調達関係を記録した公開データを利用して、主要自動車部品に関する部品サプライヤ（自動車メーカーの内製を含む）の製品構成に関する時系列データベース（1988～2016年）を整備した。整備されたデータより、次の3つの定型化された事実が見出された。

- (1) 多様な製品構成を有するサプライヤはごく一部にとどまる一方、多くのサプライヤは特定の部品生産に特化している。部品構成の大きさに対するサプライヤの累積分布関数を描くと、べき乗則に従うことが確認される。
- (2) 多数のサプライヤによって生産される部品は、一部の部品生産に特化するサプライヤによって生産される傾向がある。一方、少数のサプライヤによって生産される部品は、多様な部品構成を有するサプライヤによって生産される傾向がある。
- (3) 一部の部品生産に特化するサプライヤの部品構成は、多様な部品を生産するサプライヤの部品構成の部分集合になる傾向がある。また一部のサプライヤに生産される部品のサプライヤは、多数のサプライヤによって生産される部品のサプライヤ群の部分集合になる傾向がある。この事実は、各サプライヤの部品構成（行方向）と、各部品を生産するサプライヤの構成（縦方向）を行列形式で表現した図1が、入れ子構造（nestedness）を形成していることによって確認される。

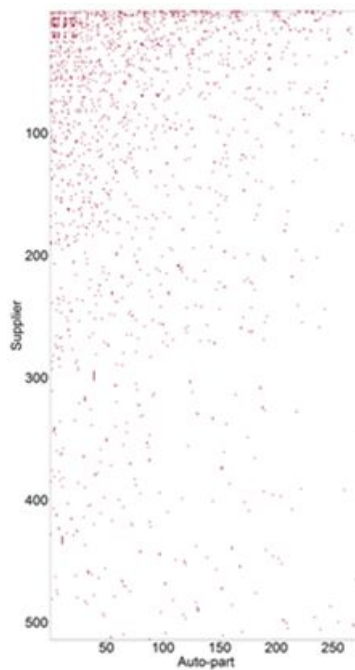


図1

これらの事実を踏まえると、多様な部品を生産するサプライヤは、他のサプライヤが生産する部品だけではなく、自社でしか作れないような部品を同時に生産できる多様でかつユニークな知識の蓄積を有することが推察される。一方、他のサプライヤも生産できる部品の生産に特化するサプライヤは、比較的汎用的な知識のみを有するサプライヤであることを示唆する。また、多くのサプライヤによって生産される部品は、比較的汎用的な知識のもとに生産が行われる一方、一部の限られたサプライヤによって生産される部品は、ユニークで複雑な知識を要する部品であることが推察される。

任意の2部品の組合せが同一のサプライヤによって生産される確率（共起確率）に応じて部品間の技術的近接性を計測したうえで、各製品をノードとし、製品間の類似性の程度をリンクの重みとした製品空間（Auto parts product space）を構築した。製品空間をネットワーク図として可視化したところ、多様な製品と知識を共有するネットワークの核を形成する製品群が存在する一方、ネットワークの周縁部にはごく一部の製品としか知識を共有しない製品が存在することが確認された。製品空間を時系列に分析すると、この核・周縁構造は、近年になるにつれて明確に現れることが確認された（図2）。

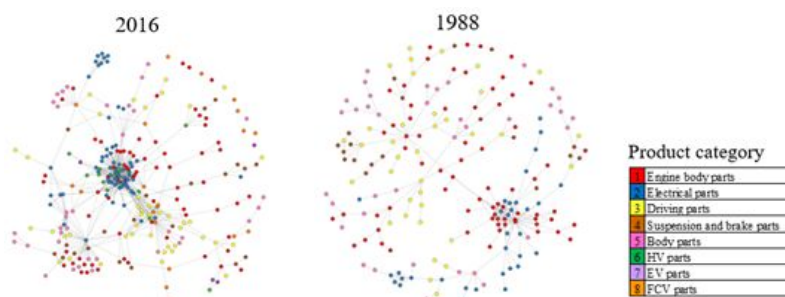


図2

各部品の生産に要する知識の洗練性について、当該製品を生産できる生産者がいかに限られ（遍在性の低さ）その製品がどれだけ多様な製品を生産できる能力を有する生産者に生産されるか（多様性の高さ）に関する情報をもとに、複雑性指標として定量的に計測した。複雑性指標で測った知識洗練度の高く評価される部品は、1988年ではエンジン部品や電気・電装部品に分類される部品が上位を占めるものの、2016年にはハイブリッド車用部品、燃料電池車用部品に置き換わる。また2016年に上位を占める電気・電装部品は、ECUやセンサー類など、1988年には存在しなかった部品が多い。一方で知識洗練度の低い下位20位の部品は、エンジン部品や車体部品に分類される部品が多く、分析期間を通じてその評価にほとんど変化が見られない。

知識洗練度の高い部品は、製品空間上の核や、核と周縁部をつなぐハブに位置する傾向がある一方（図3a）知識洗練度の低い部品は周縁部に位置する傾向が確認された（図3b）。また1988年には存在せず2016年には存在する部品は、製品空間上の核にも周縁部にも位置するものの（図3c）その中でも知識洗練度において上位20位以内にランクされる部品は、おもに核や核周辺のハブに位置する傾向が確認された（図3d）。このことは、知識洗練度の高い部品の出現（＝イノベーション）が、製品空間上の位相構造に応じて経路依存的に創発されることを示唆する。

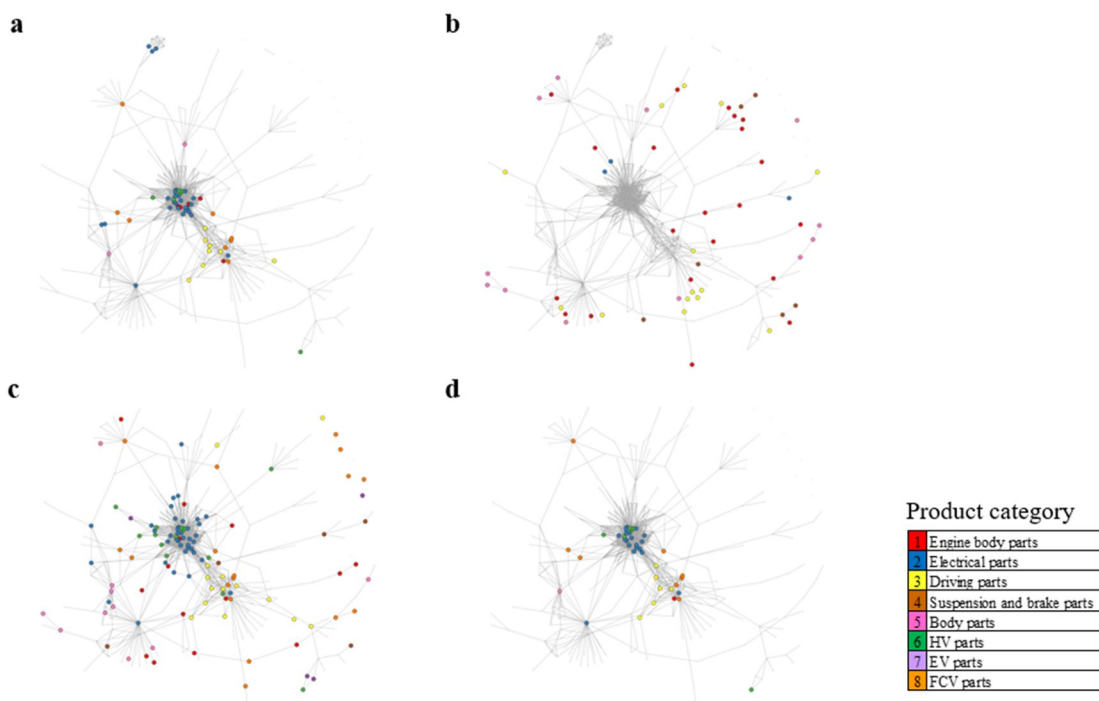


図3

新しい部品の市場への出現と既存の製品空間との関連を計量経済学的に分析したところ、新しく市場へ現れる部品は、製品空間の核や核周辺のハブに位置する知識集約的な既存製品に関連して創出されていることが判明した。また、一般に既存製品の洗練性は、新しい製品の出現には統計的に有意に寄与しないものの、洗練性の大きい製品の出現に限っては、洗練性の大きい既存製品と関連して創出されていることが判明した。これらの分析結果は、自動車部品産業におけるイノベーションは、過去に蓄積された多様な知識・技術のもとに、それらが融合して経路依存的に創発していることを示唆する。

最後に、自動車部品サプライヤが有する知識特性と、産業集積との関連について地理的な空間分析を行った。各サプライヤが生産する部品構成を整理したデータベースに、それぞれの部品が生産される工場の住所情報を接続することにより、部品の知識洗練性と、当該部品が生産される工場立地点や集積との関連について空間分析が可能となった。探索的な空間データ分析を行った結果、知識洗練性の大きい（小さい）部品を生産する工場がクラスターを形成するホットスポット（コールドスポット）が統計的に検出された。ホットスポット（図4a）とコールドスポット（図4b）が分布する地理的範囲を比較検証した結果、洗練性が大きい部品群を生産する工場は、洗練性が小さい部品群を生産する工場に比較して、分散立地することなく狭い範囲に集積して立地する傾向が確認された。これらの分析結果は、知識洗練性の大きいイノベティブな活動が相対的により集積することを示す既存の実証研究と整合的であり、集積に伴う知識スピルオーバーの重要性を改めて示唆するものである。

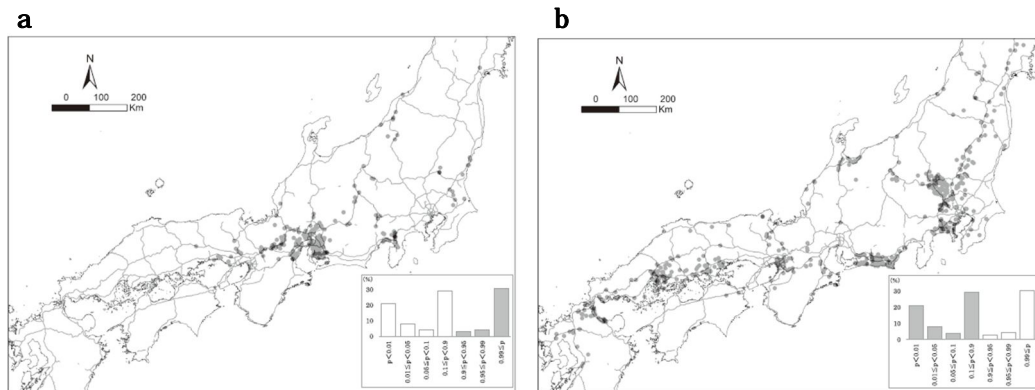


図 4

本研究の発展として以下の分析に取り組んだ。分析過程で計測した自動車部品の生産に要する知識の複雑性や類似性は、生産活動にかかる資産特殊性や生産活動間の連結度を定量的に表現したものと考えられる。取引費用経済学やケイパビリティ理論の知見を踏まえ、これら知識の複雑性や類似性が自動車産業の組織構造（内製、系列取引、市場取引）に及ぼす影響を計量経済学的に分析した。さらに国際地域（欧州、日本、米州、中国、ASEAN・インド）における自動車部品サプライヤの製品構成に関する情報を整備し、本研究と同様の分析手法により各地域における自動車産業の知識基盤とその洗練性について国際比較分析を行った。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 山田恵里、河上哲	4. 巻 70
2. 論文標題 輸出構造からみる国際間の知識類似性に関する基礎的研究	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 経済科学	6. 最初と最後の頁 143-154
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.18999/ecos.70.4.143	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 Yamada, Eri, Pierre-Alexandre Balland, Tetsu Kawakami, Jiro Nemoto	4. 巻 22(17)
2. 論文標題 The structure and dynamics of the auto-parts industry: Evidence from Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Papers in Evolutionary Economic Geography	6. 最初と最後の頁 1-35
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 Yamada, Eri, Daisuke Watanabe, Tetsu Kawakami	4. 巻 -
2. 論文標題 Structural change in interregional freight flows: The case of automotive parts logistics in Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 9th International Conference on Transportation & Logistics (T-LOG 2022)	6. 最初と最後の頁 1-13
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 山田恵里、樋口広樹、蔣湧、梶原純子、河上哲	4. 巻 45(2)
2. 論文標題 自動車部品サプライヤの知識特性と産業集積に関する実証分析	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 計画行政	6. 最初と最後の頁 33-42
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11501/2840040	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 蒋湧、河上哲、山田恵里、梶原純子	4. 巻 7
2. 論文標題 自動車部品の生産と調達に伴う産業技術と知識の地域集積	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 愛知大学三遠南信地域連携研究センター紀要	6. 最初と最後の頁 66-68
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 山田恵里、河上哲	4. 巻 66(11)
2. 論文標題 複雑性指標を用いた自動車部品サプライヤの知識特性の計測	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 オペレーションズ・リサーチ	6. 最初と最後の頁 725-731
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 山田恵里、河上哲	4. 巻 20
2. 論文標題 自動車部品の知識特性に関する国際比較分析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 国際地域経済研究	6. 最初と最後の頁 5-20
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 山田恵里、河上哲、根本二郎、蒋湧	4. 巻 -
2. 論文標題 産業クラスターと知識ネットワークの地域構造分析	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 越境地域政策研究論集	6. 最初と最後の頁 479-499
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14件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 6件）

1. 発表者名 Yamada, Eri, Tetsu Kawakami, Piyush Tiwari
2. 発表標題 Reexamining vertical integration in the Japanese automobile industry: A product complexity perspective
3. 学会等名 The Event of the Centre for Policy Research India, The Centre for Policy Research (CPR) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yamada, Eri, Daisuke Watanabe, Tetsu Kawakami
2. 発表標題 Structural change in interregional freight flows: The case of automotive parts logistics in Japan
3. 学会等名 The 9th International Conference on Transportation & Logistics (T-LOG 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yamada, Eri, Tetsu Kawakami
2. 発表標題 The knowledge complexity of the automotive industry: An inter-regional comparative perspective
3. 学会等名 日本オペレーションズ・リサーチ学会 「意思決定法」研究部会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yamada, Eri, Tetsu Kawakami
2. 発表標題 The knowledge complexity of the automotive industry: An inter-regional comparative perspective
3. 学会等名 The 6th Geography of Innovation Conference (国際学会)
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 山田恵里、渡部大輔、河上哲
2. 発表標題 自動車部品の国内調達物流における地域間流動の構造変化
3. 学会等名 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2022年春季研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yamada, Eri, Tetsu Kawakami, Pierre-Alexandre Balland, Jiro Nemoto
2. 発表標題 The structure and innovation of the auto-parts industry: Evidence from Japan
3. 学会等名 日本オペレーションズ・リサーチ学会（評価のOR研究部会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 樋口広喜、河上哲
2. 発表標題 自動車部品サプライヤの知識特性と立地に関する実証分析
3. 学会等名 日本交通学会関西部会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 樋口広喜、河上哲
2. 発表標題 自動車部品サプライヤの知識特性と立地に関する実証分析
3. 学会等名 日本交通学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yamada, Eri, Tetsu Kawakami, Pierre-Alexandre Balland, Jiro Nemoto
2. 発表標題 The structure and innovation of the auto-parts industry: Evidence from Japan
3. 学会等名 ネットワーク科学セミナー
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yamada, Eri, Tetsu Kawakami, Pierre-Alexandre Balland, Jiro Nemoto
2. 発表標題 The dynamics of product space: Evidence from the Japanese auto-parts industry
3. 学会等名 The 5th Geography of Innovation Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yamada, Eri, Tetsu Kawakami, Pierre-Alexandre Balland, Jiro Nemoto
2. 発表標題 The dynamics of product space: Evidence from the Japanese auto-parts industry
3. 学会等名 第33回応用地域学会研究大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yamada, Eri, Tetsu Kawakami, Jiro Nemoto
2. 発表標題 The structure of the knowledge network: An exploratory analysis of the Japanese auto-parts product space
3. 学会等名 2018 Asia-Pacific Productivity Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kawakami, Tetsu, Eri Yamada, Jiro Nemoto
2. 発表標題 The structure of the knowledge network: An exploratory study of the Japanese auto-parts product space
3. 学会等名 The 65th Annual North American Meetings of the Regional Science Association International (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山田恵里、河上哲、根本二郎、蔣湧
2. 発表標題 産業クラスターと知識ネットワークの地域構造分析
3. 学会等名 越境地域政策研究フォーラム
4. 発表年 2018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			
オランダ	ユトレヒト大学			
オーストラリア	メルボルン大学			