

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 14 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17H00987

研究課題名(和文)集積と空間経済：理論・実証分析枠組の再構築

研究課題名(英文) Agglomeration and spatial economy: Reconstruction of theoretical and empirical framework

研究代表者

森 知也 (Mori, Tomoya)

京都大学・経済研究所・教授

研究者番号：70283679

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 17,800,000円

研究成果の概要(和文)：理論面では、既存の経済集積理論を多地域経済において一般化し、本格的な構造モデル分析を行うための理論基礎を構築した。具体的には、従来2地域経済の下で構築されてきたモデル群を、多地域経済の下で一般化し、フーリエ解析を用いて均衡の分岐挙動について特徴づけに成功した。さらに、都市内の都心形成理論に関して、ポテンシャルゲーム理論を用いた解析手法を構築し、都市形成と都市内の都心形成の統一的な分析を可能にした。実証面では、日米ほか6カ国のデータを用いて、各国内の都市の規模と地理的配置が、都市規模分布の共通べき乗則を伴う空間的フラクタル構造を持つこと、それが多地域集積経済理論に整合することを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

地域差を自然条件などの外生的な要因により説明しようとする既存の構造モデル群は、実経済に適用したとき、都市規模などの地域間バリエーションの9割かそれ以上を説明できない。本研究では、日米を含む6カ国において、都市の規模・地理的配置が極めて明確な共通の秩序に従うことを初めて実証し、その背景メカニズムとして内生的経済集積の重要性を示した。さらに、多地域・多産業経済下で多様な規模の内生的集積が生ずるミクロ理論を構築し、実証された秩序形成を始めとする実経済の地域差を理論的に再現するための分析枠組を整備した。

研究成果の概要(英文)：We have two main theoretical achievements. One concerns the agglomeration in a regional economy. We generalized the existing two-region models to a many-region setup and showed that they reduce to two prototypes regarding the equilibrium bifurcation behavior. The other concerns the agglomeration within a region, typically the business district formation within a city. We developed a potential game-theoretic approach to the formal solution for the models in this literature.

On the empirical side, we showed in six major countries that the size-location pattern of cities exhibits spatial fractal structure associated with common power law for city sizes in each fractal part. We further showed evidence that this regularity accrues from the spatial coordination of many industries differing in increasing returns. We are in the process of replicating this empirical regularity from a many-region and many-industry extension of our theoretical model above.

研究分野：都市経済学

キーワード：集積 都市形成 中心地理論 フラクタル べき乗則 地域経済圏 自己組織化 複雑系

1. 研究開始当初の背景

「集積」は今日の経済立地の代表的形態であり、先進国及び途上国における先進地域では人口及び第2・3次産業の殆どが都市に集中する。この事実は、国内・国際地域ともに、経済地理を理解する上で経済集積原理の解明が鍵であることを意味する。近年マイクロデータの利用可能性が高まり、実証・理論両面において多地域経済を前提とした系統的な分析枠組が求められている。

2. 研究の目的

本研究は、都市の形成及び、その地理的配置原理の分析を可能にする、多地域経済の下での基礎理論・実証手法の構築を目的とする。第1に、フーリエ解析・ポテンシャル/ポピュレーションゲーム理論を用い、複数均衡の下での均衡の選択と分岐解析を行う理論枠組を構築する。第2に、日米を含む複数国のデータを用い、多地域経済における都市・産業集積パターンに関する基礎事実を提示する。第3に、提示した基礎事実を理論的に再現する。

3. 研究の方法

①多地域経済における経済集積の一般理論の構築。基礎理論は、都市形成とその地理的配置の分析を対象にする地域経済モデルと、都市内の都心形成を対象にする都市経済モデルに分けて構築する。更に、多様な集積の経済を含む多地域モデル分析のための数値解析手法を構築する。

A. 多地域経済集積理論の構築。自然条件等の外生要因の影響を排除し、内生的集積原理のみに焦点を当てるため、対称な円周立地空間上で理論構築する。更に、国全体の集積形成を対象にする場合は、都市内の空間構造を捨象し、都市形成・都市の地理的配置に焦点を当てることで、離散フーリエ変換の利用を可能にする。都市内の都心形成を対象とする場合、集積の外部経済の定式化に、加法的分離可能性を仮定することで、企業・家計など複数の異なる立地主体を含む、より一般的な理論モデルの解析手法を開発する。特に、均衡選択を、ポテンシャル関数の最大化問題として定式化することで、均衡とその安定性の導出を容易にする。

B. 多地域・多産業経済集積理論の構築。Aでは1種類の集積産業を含む単純な場合を扱うが、ここでは、数値解析を前提とし、中心地理理論[1]に依拠した多産業経済を想定する。立地空間は、1次元円環型の離散多地域とし、経済の産業構造は、[2]により米国の輸入データから推定された、製造13,930品目の代替弾力性の分布を用いた。具体的には、産業数を固定して、この分布から無作為に抽出した品目群により仮想経済の産業構造を決め、無作為に与えた人口の地域・産業間分布から自己組織的に均衡を得る試行を繰り返す。均衡のモンテカルロシミュレーションは、メリット関数アプローチ[3]を応用し、かつ、京都大学の大型計算機を使用することにより可能にする。特に、ランダムに抽出される均衡群が、共通に、中心地理理論が示唆する、大都市の周囲を一定数の小都市群が取り巻く「中心地パターン」が再帰的に生ずる空間的なフラクタル構造を持つこと、及び、フラクタルの各部分を構成する都市群の人口規模分布が共通のべき乗則に従うとする、②Cで示す実証事実を理論的に再現することを目的とする。

② 都市・産業集積の空間パターン、および、都市間貿易・地域経済圏形成に関する実証分析

A. 日本の人口・産業集積パターンに関する実証分析。日本のデータを用いて、都市の規模と産業構造の関係について、理論①に対応する実証研究を行う。特に、大小都市間の産業構造の階層性、個々の産業の立地都市の数と規模の間に生ずるべき乗則、都市の規模と形成間隔の関係、輸送アクセスの向上と都市集積パターンの変化を定量的に評価する。

B. 都市集積の空間的フラクタル構造とべき乗則の発現。日米他6カ国を対象に、各国内で「中心地パターン」が再帰的に繰り返されることにより生ずる、都市規模分布のべき乗則を伴うフラクタル構造を実証する。実証分析における仮説、地域分割の方法・反実仮想実験の設計等は、理論分析①Cで用いる方法と同様であり、理論・実証相互にフィードバックしつつ分析を進める。

C. 地域経済圏形成の実証分析。Bで実証される都市群のフラクタル構造について、構造重力モデルを用いて中心地理理論との整合性を検証する。同理論では、中心地パターンを構成する都市群が自律的な地域経済圏を形成することを示唆している。都市規模の違いは立地産業数の違いであり、大都市(中心地)のみに立地する産業は、その後背都市に移出され、他の中心地の後背都市には移出されないため、地域境界においては距離などの一般的な貿易障壁で説明されない貿易減少効果が生ずる。本分析では、Bで導出された地域分割を用い、1セクター(集計産業)の下での重力モデルにおいて、中心地からその後背地への移出に対して「中心地ダミー」を導入し、この貿易障壁を測定する。さらに、産業を非集計した構造モデルを用いて、中心地ダミーの係数推定値として得られる「中心地バイアス」の要因分解を行う。特に、中心地バイアスの主要素が、中心都市・後背都市間の移出産業数であれば、Bで検出した都市の規模・空間パターンに発現する秩序形成の背景メカニズムとして、中心地理理論が支持される結果となる。

4. 研究成果

① 多地域経済における経済集積の一般理論の構築

A. 多地域経済集積の基礎理論の構築. [4]では, 多地域立地空間で実現し得る経済集積・分散の形態について, 初めて体系的な理論結果を得た. 集積形成に対する内生的集積力の効果を抽出するために, 円周立地空間を用いて立地点の空間的な対称性を確保した. その下で, 既存の一種類の立地主体を想定した基本モデルを多地域化した場合について体系的に整理した. 特に, 集積経済のミクロ経済学的基礎によらず, 分散力が経済の距離構造に依存するか否かによって, 図1に示すI,II型, 又はそれらを組み合わせたIII型に集約され, モデルの挙動を統一的に理論分析できることを示した. 2つの基本型の違いは分散力の性質にあり, 経済の距離構造に依存する分散力(消費者の空間的分散等)は大域的に作用し, 集積形態はI型となる. 一方で, 経済の距離構造に依存しない分散力(混雑等)は局所的に作用し, 集積形態はII型となる. 実経済で実現する多極集積を再現するのはI型であり, II型は高々単峰の集積しか発現しない. 輸送費に対する集積/分散の傾向は, I,II型では逆である. I型では, 輸送費の増加に伴い大域的分散(集積規模は減少・集積数の増加・集積間隔の減少)が起こる. 一方, II型では, 輸送費用が無限大時に一点に集積する他は, 常に幅を持つ単峰集積を保ちながら, 輸送費の減少に伴って局所的に分散し, ある閾値に達した時に一様分布となる. I,II型の分散力を併せ持つIII型では, 輸送費の減少に伴い大域的集積と局所的分散が同時進行する. 従って, 全国規模での集積形態を分析とする場合にはI型を, 都市内の空間範囲を分析する場合にはII型, 両方を同時に分析する場合はIII型が必要になる. 基礎理論[4]に対して, 均衡の確率安定性の導入[5], 2次元立地空間への拡張[6,7], 複数種類の立地主体を含む場合についてポテンシャルゲーム理論を用いた分析手法を構築した[8].

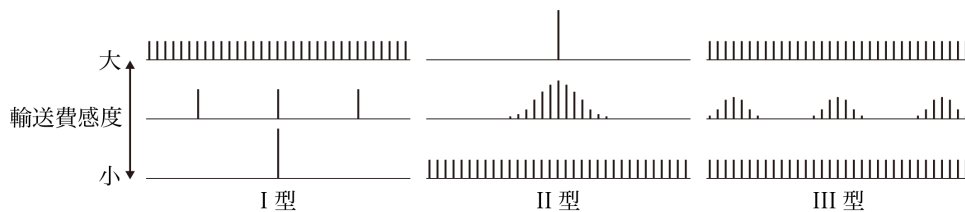


図1. 輸送費感度と集積・分散の空間スケール

B. 多地域・多産業経済集積理論の構築とシミュレーション分析. 論文執筆中であるが, 地域数及び産業数が十分大きいとき, 同時に存在する多数の均衡が共通に, 再帰的な「中心地パターン」と都市規模分布の共通べき乗則を伴う空間的フラクタル構造を有することが明らかになっている. 図2(a)は, 地域数1024, 産業数256の場合の典型的均衡における都市群を, 再帰的に3大都市についてボロノイ分割して得た地域構造である. 経済全体を第1層の地域とすると, 内側の3つの円は第2-4層の地域分割を表している. 一番外側の円は, 形成した都市規模と位置の関係を表している. 図2(b)は, 各地域における都市規模分布を示している. 下記の②Bで実証された, 都市の規模と地理的配置に関するフラクタル構造が再現されている.

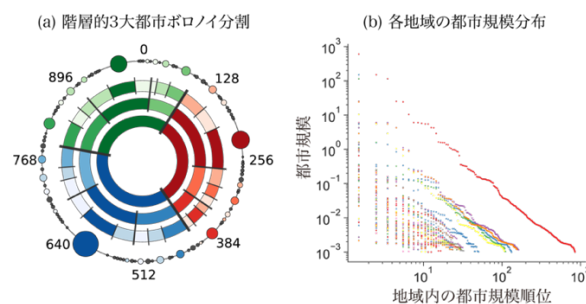


図2. 仮想経済(1024地域・256産業)におけるフラクタル形成とべき乗則の発現

② 都市・産業集積の空間パターン, および, 都市間貿易・地域経済圏形成に関する実証分析

A. 都市の規模・位置と産業構造に関する実証分析. [9-11]では, 都市集積の規模・位置に関する実証分析を行った. 図3(a)は1970-2015年間の5年毎の都市集積規模分布を示している. 図3(b)は, ジップ係数と呼ばれ, 図3(a)の各分布を対数線形と仮定した場合の傾き逆数に一致する. ジップ係数の値は徐々に減少し, 人口はより大都市に集中する傾向を示すが, 過去45年間, 都市集積規模分布は安定的な対数線形性を維持している.

図 4(a)(b)は、それぞれ第 2,3 次小分類産業と特許が出願された国際特許分類サブクラスにつ

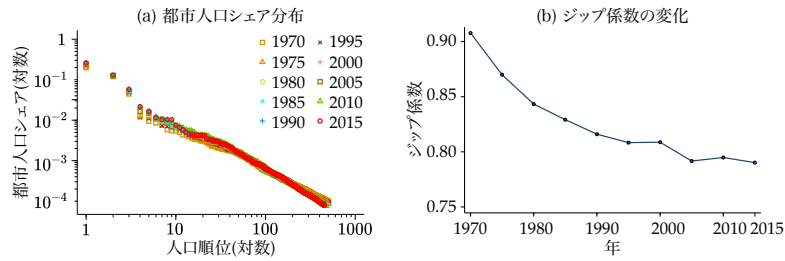


図 3. 日本の都市規模分布 (1970-2015)

いて、立地都市の数と平均人口規模の関係を示している。産業・特許開発ともにべき乗則を伴う集積パターンで特徴づけられることが分かる。

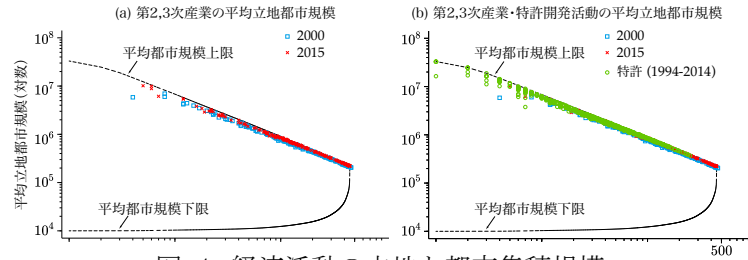


図 4. 経済活動の立地と都市集積規模

B. 都市集積の空間的フラクタル構造とべき乗則. [12]は、日米他 6 カ国のデータを用いて、都市の規模と地理的配置が密接に関連すること、またその関連性はこれら全ての国において質的に同様であることを明らかにした。一国内で、都市群の地理的配置は、大都市(中心地)を小都市群が取り囲む「中心地パターン」が再帰的に繰り返される階層構造を持ち、より大規模な都市ほど互いに離れて配置されている。各階層の大都市とそれを囲む小都市群からなる地域に注目すれば、各地域の都市規模分布は共通のべき乗則に従い、その意味で国内の都市システムは空間的なフラクタル構造を持つ。図 5(a)(c)では、地域階層の第 1 層を、それぞれ、米日全体とし、3 大都市に関して全都市群をボロノイ分割した第 2 層の 3 地域である。同様に、各地域を地域内の 3 大都市に関してボロノイ分割して、図 5(b)(d)の第 3 層の地域群を得る。この手続きを都市が尽きるまで繰り返すことで、各地域が中心地パターンに整合する階層的な地域分割を得る。

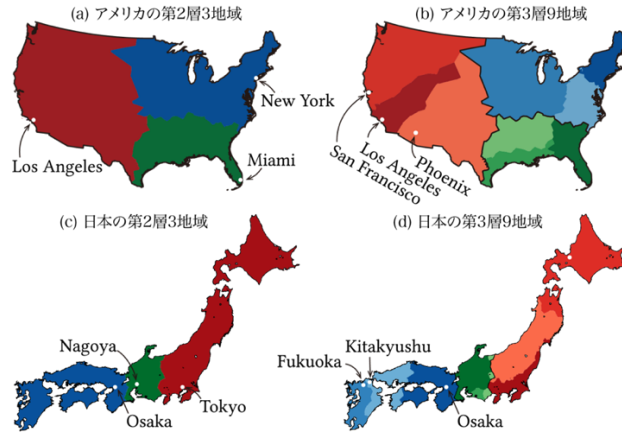


図 5. アメリカと日本の階層的 3 大都市ボロノイ分割

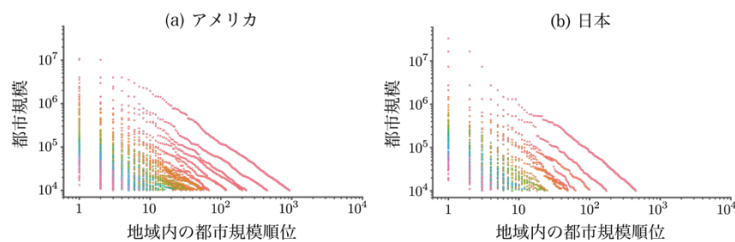
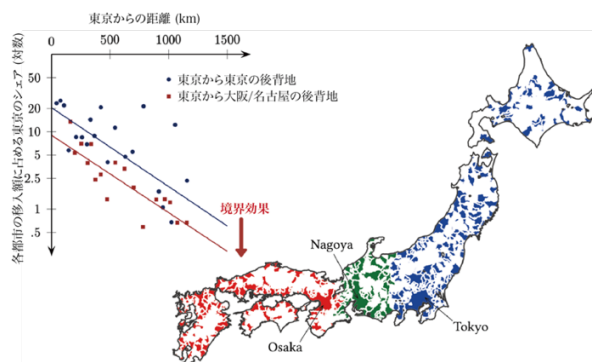


図 6. 都市集積のフラクタル構造とべき乗則

図 6(a)(b)は、それぞれ米日について、図 6 に示す各地域の都市規模分布を示している。図 5 の「中心地パターン」に則した地域分割において、各地域の都市規模分が共通のべき乗則に従う。

C. 地域経済圏形成. [13]では、[12]において秩序形成が見られた地域が地域経済圏を構成すること日米のデータを用いて示した。図7の青の散布図は、東京の后背地(青色の都市)の総移入額に占める東京のシェア、赤の散布図は、大阪・名古屋の后背地(赤・緑色の都市)における総輸入額に占める東京のシェアを示している。回帰線の切片差は、地域境界の存在により生ずる「中心地バイアス」であり、「不可視の地域境界」、つまり東京からの距離で説明されない、地域境界を越えることにより生ずる貿易量の減少を捉えている。この境界効果は、一般的な集計重力モデルで推定される中心地から后背地都市への貿易量の40-100%に相当する。



引用文献

図 7. 中心地バイアス(不可視の境界効果)

- [1] Christaller, W. *Die Zentralen Orte in Süddeutschland*. Jena: Gustav Fischer, 1933.
- [2] Broda, C., Weinstein D.E. 2006. Globalization and the gains from variety. *The Quarterly J. of Economics* 121: 541-585.
- [3] Fukushima, M. 1992. Equivalent differentiable optimization problems and descent methods for asymmetric variational inequality problems. *Mathematical Programming* 53: 99-110.
- [4] Akamatsu, T., Mori, T., Osawa, M., Takayama, Y. "Endogenous agglomeration in a many-region world." arXiv:1912.05113v2, 2020.
- [5] Osawa, M., Akamatsu, T. "Stochastic stability of agglomeration patterns in an urban retail model." arXiv:2011.06778, 2020.
- [6] Ikeda, K., Onda, M., Takayama, Y. "Spatial period doubling, invariant pattern, and break point in economic agglomeration in two dimensions." *Journal of Economic Dynamics and Control* 92: 129-152, 2018.
- [7] Ikeda, K., Aizawa, H., Kogure, Y., Takayama, Y. "Stability of bifurcating patterns of spatial economy models on a hexagonal lattice." *International Journal of Bifurcation and Chaos* 28: 1850138-1-30, 2018.
- [8] Osawa, M., Akamatsu, T. "Equilibrium refinement for a model of non-monocentric internal structures of cities: A potential game approach." *Journal of Economic Theory* 187: 105025, 2020.
- [9] Mori, T., "Spatial pattern and city size distribution." *Oxford Research Encyclopedia of Economics and Finance*, February 2020.
- [10] Mori, T., "Evolution of sizes and industrial structure of cities in Japan from 1980 to 2010: Constant churning and persistent regularity." *Asian Development Review* 34: 86-113, 2017.
- [11] Mori, T., Osawa, M. "Cities in a world of diminishing transport costs." arXiv:2012.12503, 2021.
- [12] Mori, T., Smith, T.E., Hsu, W.-T. "Common power laws for cities and spatial fractal structures." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 117(12) 6469-6475, 2020.
- [13] Mori, T., Wrona, J. "Centrality bias in inter-city trade." Discussion Paper 21-E-035. Research Institute of Economy, Trade and Industry, 2021.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計27件（うち査読付論文 20件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 7件）

| | |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名 Tomoya Mori, Tony E. Smith, Wen-Tai Hsu | 4. 巻 117(12) |
| 2. 論文標題 Common power laws for cities and spatial fractal structures | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America | 6. 最初と最後の頁 6469-6475 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.1913014117 | 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 Tomoya Mori | 4. 巻 - |
| 2. 論文標題 Spatial pattern and city size distribution | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Oxford Research Encyclopedia of Economics and Finance | 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) 10.1093/acrefore/9780190625979.013.295 | 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 Minoru Osawa, Takashi Akamatsu | 4. 巻 187 |
| 2. 論文標題 Equilibrium refinement for a model of non-monocentric internal structures of cities: A potential game approach | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Economic Theory | 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) 10.1016/j.jet.2020.105025 | 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 Kiyoshi Ikeda, Mikiyoshi Onda, Yuki Takayama | 4. 巻 19(1) |
| 2. 論文標題 Bifurcation theory of a racetrack economy in a spatial economy model | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Networks and Spatial Economics | 6. 最初と最後の頁 57-82 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11067-018-9423-0 | 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 Kiyohiro Ikeda, Yosuke Kogure, Hiroki Aizawa, Yuki Takayama | 4. 巻 29(6) |
| 2. 論文標題 Invariant patterns for replicator dynamics on a hexagonal lattice | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 International Journal of Bifurcation and Chaos | 6. 最初と最後の頁 1930014-1-17 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S0218127419300143 | 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 山口修平, 赤松隆 | 4. 巻 75(2) |
| 2. 論文標題 複数都心形成モデルの確率安定性解析 線分都市vs.円周都市 | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 土木学会論文集D3 (土木計画学) | 6. 最初と最後の頁 109-127 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.75.109 | 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 Tomoya Mori and Jens Wrona | 4. 巻 995 |
| 2. 論文標題 Inter-city trade | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Discussion Paper, Institute of Economic Research, Kyoto University | 6. 最初と最後の頁 1-53 |
| 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 Tomoya Mori and Shosei Sakaguchi | 4. 巻 92312 |
| 2. 論文標題 Collaborative knowledge creation: Evidence from Japanese patent data | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Munich Personal RePEc Archive Discussion Paper | 6. 最初と最後の頁 1-63 |
| 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 Tomoya Mori | 4. 巻 996 |
| 2. 論文標題 Spatial pattern and city size distribution | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Discussion Paper, Institute of Economic Research, Kyoto University | 6. 最初と最後の頁 1-24 |
| 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 木暮洋介, 恩田幹久, 大澤実, 高山雄貴, 池田清宏 | 4. 巻 74 |
| 2. 論文標題 正方形格子状経済における幾何学的安定パターン | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 土木学会論文集D3 (土木計画学) | 6. 最初と最後の頁 411-425 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.74.411 | 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 恩田幹久, 村上大輔, 池田清宏, 高山雄貴, 大澤実, 木暮洋介 | 4. 巻 74 |
| 2. 論文標題 群論的スペクトル解析による空間集積抽出手法の高度化 | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 土木学会論文集D3 (土木計画学) | 6. 最初と最後の頁 398-410 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.74.398 | 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 山口修平, 赤松隆 | 4. 巻 近刊 |
| 2. 論文標題 複数都市形成モデルの確率安定性解析 - 線分都市 vs. 円周都市 | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 土木学会論文集 D3 (土木計画学) | 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 石倉智樹, 高山雄貴, 赤松隆 | 4. 巻 74 |
| 2. 論文標題 階層的な空間構造と産業連関構造の下での労働人口集積 | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 土木学会論文集 D3 (土木計画学) | 6. 最初と最後の頁 203-216 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.74.203 | 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 Kiyohiro Ikeda, Mikiyoshi Onda, and Yuki Takayama | 4. 巻 92 |
| 2. 論文標題 Spatial period doubling, invariant pattern, and break point in economic agglomeration in two dimensions | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Economic Dynamics and Control | 6. 最初と最後の頁 129-152 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jedc.2018.05.002 | 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 Ikeda, K., Aizawa, H., Kogure, Y., and Takayama, Y. | 4. 巻 28 |
| 2. 論文標題 Stability of bifurcating patterns of spatial economy models on a hexagonal lattice | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 International Journal of Bifurcation and Chaos | 6. 最初と最後の頁 1850138-1,30 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S0218127418501389 | 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 Minoru Osawa and Takashi Akamatsu | 4. 巻 92395 |
| 2. 論文標題 Emergence of urban landscapes: Equilibrium selection in a model of the internal structure of the cities | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Munich Personal Research Archive Discussion Paper | 6. 最初と最後の頁 1-34 |
| 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 オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|---|-----------------|
| 1. 著者名 山口修平, 赤松隆 | 4. 巻 58 |
| 2. 論文標題 二次元空間 Fujita-Ogawa モデルの確率安定性解析 | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 土木計画学研究・講演集 | 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 山口修平, 赤松隆 | 4. 巻 57 |
| 2. 論文標題 複数都市形成モデルの確率安定性解析：線分都市 vs. 円周都市 | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 土木計画学研究・講演集 | 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 Tomoya Mori | 4. 巻 34 |
| 2. 論文標題 Evolution of the size and industrial structure of cities in Japan between 1980 and 2010 | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 Asian Development Review | 6. 最初と最後の頁 86-113 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1162/adev_a_00096 | 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 Minoru Osawa, Haoran Fu and Takashi Akamatsu | 4. 巻 印刷中 |
| 2. 論文標題 First-best Dynamic Assignment of Commuters with Endogenous Heterogeneities in a Corridor Network | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Transportation Research Part B: Methodological | 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) 10.1016/j.trb.2017.09.003 | 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 該当する |

| | |
|---|-----------------------|
| 1. 著者名 Minoru Osawa, Takashi Akamatsu and Yuki Takayama | 4. 巻 57 |
| 2. 論文標題 Harris and Wilson (1978) Model Revisited: The Spatial Period Doubling Bifurcation Cascade in an Urban Retail Model | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Regional Science | 6. 最初と最後の頁 442-466 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jors.12306 | 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 大澤実, 赤松隆 | 4. 巻 73 |
| 2. 論文標題 集積経済理論の実証におけるモデル構造選択の課題 | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 土木学会論文集D3 (土木計画学) | 6. 最初と最後の頁 1-15 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.73.1 | 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 高山雄貴, 梶大介, 服部佑哉, 今川奈保, 石倉智樹 | 4. 巻 74 |
| 2. 論文標題 集積の経済と労働者の地域間移動を考慮した空間応用一般均衡分析 | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 土木学会論文集D3 (土木計画学) | 6. 最初と最後の頁 82-100 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.74.82 | 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 大澤実, 高山雄貴, 恩田幹久, 浅川遼, 池田清宏 | 4. 巻 74 |
| 2. 論文標題 線分上の実人口分布の空間周波数解析 | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 土木学会論文集D3 (土木計画学) | 6. 最初と最後の頁 50-63 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.74.50 | 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 高山雄貴, 桑原雅夫 | 4. 巻 73 |
| 2. 論文標題 動的混雑料金が都市空間構造に与える影響: ボトルネック渋滞を考慮した住宅立地モデル | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 土木学会論文集D3 (土木計画学) | 6. 最初と最後の頁 219-227 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.73.219 | 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 恩田幹久, 木暮洋介, 池田清宏, 高山雄貴, 大澤実 | 4. 巻 73 |
| 2. 論文標題 都市の空間分布の群論的スペクトル解析法 | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 土木学会論文集D3 (土木計画学) | 6. 最初と最後の頁 148-164 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.73.148 | 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 Takayama, Y. and Kuwahara, M. | 4. 巻 100 |
| 2. 論文標題 Bottleneck congestion and residential location of heterogeneous commuters | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Urban Economics | 6. 最初と最後の頁 65-79 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jue.2017.05.001 | 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 - |

〔学会発表〕 計34件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 7件)

| |
|------------------------------|
| 1. 発表者名 森知也 |
| 2. 発表標題 Inter-city trade |
| 3. 学会等名 第33回応用地域学会 (佐賀大学) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 森知也 |
| 2. 発表標題 Common power laws for cities and spatial fractal structures |
| 3. 学会等名 第33回応用地域学会(佐賀大学) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|------------------------------|
| 1. 発表者名 大澤実 |
| 2. 発表標題 地域間の知識ネットワークと人口集積 |
| 3. 学会等名 第33回応用地域学会(佐賀大学) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 大澤実, 赤松隆 |
| 2. 発表標題 Equilibrium refinement for a model of non-monocentric internal structures of cities: A potential game approach. Mathematical modeling and models of population dynamics in biological and social systems |
| 3. 学会等名 青葉山数理生物コロキウム(東北大学)(国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 山口修平, 赤松隆 |
| 2. 発表標題 Universal Gravity 型空間経済モデルのポテンシャル・ゲーム表現 |
| 3. 学会等名 第60回 土木計画学研究発表会(富山大学) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|----------------------------------|
| 1. 発表者名 小林 明生, 赤松 隆 |
| 2. 発表標題 階層原理を再現しうる多産業立地均衡モデル |
| 3. 学会等名 第60回 土木計画学研究発表会(富山大学) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名 鈴木 雅史, 山口 修平, 赤松 隆 |
| 2. 発表標題 二次元空間における商業集積立地モデルの確率安定性解析 |
| 3. 学会等名 第59回 土木計画学研究発表会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 高山雄貴 |
| 2. 発表標題 Stability and sustainability of urban systems under commuting and transportation costs |
| 3. 学会等名 第33回応用地域学会(佐賀大学) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---------------------------------|
| 1. 発表者名 大澤実 |
| 2. 発表標題 企業と消費者の相互作用のもとでの都市構造 |
| 3. 学会等名 都市経済学研究会, 東京大学(招待講演) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 大澤実, 赤松隆 |
| 2. 発表標題 Emergence of urban landscape: Equilibrium selection in a location choice game between firms and households |
| 3. 学会等名 第32回応用地域学会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 大澤実 |
| 2. 発表標題 空間経済モデルの研究動向 |
| 3. 学会等名 交通研究クラスター理論談話会, 東京大学 (招待講演) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|-------------------------------------|
| 1. 発表者名 赤松隆, 秋本克哉 |
| 2. 発表標題 Fujita-Ogawa モデルの確率安定性解析 |
| 3. 学会等名 第32回応用地域学会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 山口修平, 赤松隆 |
| 2. 発表標題 土地・労働市場均衡を内生化した空間経済モデルのポテンシャル・ゲーム表現 |
| 3. 学会等名 第58回 土木計画学研究発表会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 秋本克哉, 赤松隆 |
| 2. 発表標題 二次元空間 Fujita-Ogawa モデルの確率安定性解析 |
| 3. 学会等名 第58回 土木計画学研究発表会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Shuheii Yanguchi and Takashi Akamatsu |
| 2. 発表標題 Stochastic Stability Analysis of a Model of Polycentric Urban Configurations: Linear City vs. Circular City |
| 3. 学会等名 The 5th Case Western Reserve University-Tohoku University Joint Workshop (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 山口修平, 赤松隆 |
| 2. 発表標題 複数都心形成モデルの確率安定性解析: 線分都市 vs. 円周都市 |
| 3. 学会等名 第57回 土木計画学研究発表会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 高山雄貴 |
| 2. 発表標題 空間経済モデルで創発する経済集積パターン |
| 3. 学会等名 大阪大学 MMDS ワークショップ「工学と数学の接点を求めて」 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 高山雄貴 |
| 2. 発表標題 Time-varying congestion tolling and urban spatial structure |
| 3. 学会等名 都市経済学研究会, 東京大学 (招待講演) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Tomoya Mori |
| 2. 発表標題 Collaborative knowledge creation: Evidence from Japanese patent data |
| 3. 学会等名 The 13th Meeting of Urban Economics Association, New York (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Tomoya Mori |
| 2. 発表標題 Collaborative knowledge creation: Evidence from Japanese patent data |
| 3. 学会等名 The 2nd Conference on Urban and Regional Economics, Singapore Management University (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 森知也 |
| 2. 発表標題 Collaborative knowledge creation: Evidence from Japanese patent data |
| 3. 学会等名 日本経済学会秋季大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 森知也 |
| 2. 発表標題 Collaborative knowledge creation: Evidence from Japanese patent data |
| 3. 学会等名 第32回応用地域学会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 森知也 |
| 2. 発表標題 Highways, High-speed railways and the growth of Japanese cities |
| 3. 学会等名 第32回応用地域学会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 森知也 |
| 2. 発表標題 Collaborative knowledge creation: Evidence from Japanese patent data |
| 3. 学会等名 都市経済学研究会, 東京大学 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 森知也 |
| 2. 発表標題 Collaborative knowledge creation: Evidence from Japanese patent data |
| 3. 学会等名 応用経済学ワークショップ, 慶應義塾大学 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 大澤実 |
| 2. 発表標題 Spatial scale of agglomeration and dispersion: Theoretical foundations and empirical implications |
| 3. 学会等名 12th Meeting of the Urban Economic Association (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 大澤実 |
| 2. 発表標題 Spatial scale of agglomeration and dispersion: Theoretical foundations and empirical implications |
| 3. 学会等名 1st Conference on Urban and Regional Economics at Singapore Management University (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 森知也 |
| 2. 発表標題 空間経済における恒常的な撓乱と安定的な秩序：理論と実証研究の現状 |
| 3. 学会等名 数理値リモデリング研究会 (京都大学数理解析研究所) (招待講演) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|------------------------------|
| 1. 発表者名 大澤実 |
| 2. 発表標題 集積経済モデルの数理解析とその周辺 |
| 3. 学会等名 第56回土木計画学研究発表大会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Minoru Osawa, Haoran Fu and Takashi Akamatsu |
| 2. 発表標題 First-best Dynamic Assignment of Commuters with Endogenous Heterogeneities in a Corridor Network |
| 3. 学会等名 22nd International Symposium on Transportation and Traffic Theory (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 秋本克哉, 赤松隆 |
| 2. 発表標題 二次元空間 Fujita and Ogawa モデルの効率的解法 |
| 3. 学会等名 日本オペレーションズ・リサーチ学会2017年秋季研究発表会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|----------------------------------|
| 1. 発表者名 山口修平, 赤松隆 |
| 2. 発表標題 都市内・都市間構造を考慮した集積経済モデル |
| 3. 学会等名 第56回土木計画学研究発表大会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 秋本克哉, 赤松隆 |
| 2. 発表標題 二次元空間 Fujita and Ogawa モデルの数値解法の開発 |
| 3. 学会等名 第56回土木計画学研究発表大会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名 高山雄貴 |
| 2. 発表標題 空間経済モデルで創発する経済集積パターン |
| 3. 学会等名 ミニカンファレンス「ネットワーク科学と経済学の接点」 |
| 4. 発表年 2017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 |
|-------|--|----------------------------------|----|
| 研究分担者 | 大澤 実 (Osawa Minoru) (50793709) | 京都大学・経済研究所・助教 (14301) | |
| 研究分担者 | 赤松 隆 (Akamatsu Takashi) (90262964) | 東北大学・情報科学研究科・教授 (11301) | |
| 研究分担者 | 高山 雄貴 (Takayama Yuki) (90612648) | 金沢大学・地球社会基盤学系・准教授 (13301) | |

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 | | |
|----------|---------------------------------|--|--|
| シンガポール | Singapore Management University | | |
| 米国 | University of Pennsylvania | | |
| ドイツ連邦共和国 | Heinrich-Heine University | | |