

令和 6 年 6 月 6 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21H01454

研究課題名（和文）正の外部性増大を志向する都市・交通計画理論の構築と検証

研究課題名（英文）Urban and transport planning theories towards enhancing positive externalities

研究代表者

力石 真（Chikaraishi, Makoto）

広島大学・先進理工系科学研究科（国）・教授

研究者番号：90585845

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）：研究期間中に実施した主な研究内容は以下の3点である。第一に、オストロムが提案するコモンズ論の中で記述される正の相互作用を地域公共交通の文脈に援用する枠組みを考案し、ヒアリング調査を通じてその妥当性を確認した。第二に、活動参加がもたらす正の外部性の別の事例として社会ネットワークの発展を取り上げ、社会ネットワークの内生的形成過程を記述する調査・モデル・シミュレーション手法を提案した上でそれらの実践の場における活用方法について検討を加えた。第三に、歩行者密度の増加に伴う負の外部性だけでなく、歩行者が街路空間上に滞在することにより生じる正の外部性を考慮した歩行者行動モデルを開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、マクロな制度設計からミクロな街路空間上の相互作用までを含む統合的研究が正の外部性を中心においた都市・交通システムのデザインにおいて重要であることを示した。学術的な観点からは、ミクロな歩行者のモデリング、街路空間での活動を通じた社会ネットワークの形成、成熟した社会ネットワークを前提とした公共財の自発的供給といった形でミクロ-マクロリンクが存在していることを示した。また、以上に見た社会システムの複雑性を捨象した物事の理解がインフラの価値の過少推計につながってしまう恐れがあること等を示した点が本研究の社会的意義といえる。

研究成果の概要（英文）：The following three major studies were conducted during the research period.

First, we proposed a framework to apply the Ostrom's theory of the commons to the context of regional public transportation, and its validity was confirmed through interviews and surveys. Second, we proposed a data collection, modeling and simulation method to describe the endogenous generation mechanism of social networks considering activity participation. Third, we developed a pedestrian behavior model that takes into account not only the negative externalities associated with increased pedestrian density but also the positive externalities caused by pedestrians staying on the street space.

研究分野：土木計画学・交通工学

キーワード：都市計画 歩行者 制度設計 交通計画 交通行動 正の外部性 コミュニケーション 社会ネットワーク

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

現代の都市・交通計画においては、交通渋滞や環境負荷といった負の外部性の抑制に対しては精緻な理論構築が進み、ロードプライシングやコンパクトシティといった社会に実装可能な政策・制度として計画技術が発展してきた。一方、負の外部性の抑制は都市・交通計画が担う役割の一部に過ぎない。ジェイコブスは、著書「アメリカ大都市の死と生」において、都市が抱える問題を交通渋滞の問題に単純化し解決しようとしてきた計画方針を痛烈に批判し、都市は、企業や住民による「(都市全体の魅力を向上させる意味での)正の外部性を伴う」無数の行為によって作り上げられるべきものであり、公共体による直接的な計画行為によって作り上げる類のものではないことを指摘した。すなわち、都市・交通システムは、負の外部性の抑制だけでなく、正の外部性、とりわけ、言語/非言語コミュニケーションを通じた知識交換や都市の魅力醸成を促進するプラットフォームとして機能すべきと考えられる。しかしながら、そのような正の外部性の誘発を前提とした間接的な計画行為を扱う理論的・実証的枠組みは確立しているとは言い難い。その結果、企業や住民のコミュニケーションを促進する広場や街路の設計・設置、施設や人の集積を促すパブリックアートや商店街の維持・発展、都市内の短距離移動を支援するモビリティサービス(図1)やトランジットモールの導入といった都市の魅力を高める種々のインフラや行為の価値が正当に評価されず、結果的に負の外部性の抑制に偏重した都市・交通計画になってしまっていると考えられる。特に、自動運転や交通シェアリングサービスの普及は、都市における人の流れを変え、さらに、モビリティ・ハブや車内でのコミュニケーションを促す可能性が高く、コミュニケーションに着目したサービス設計が重要になってくるものと思われる。

以上の背景を踏まえ、新しいモビリティサービスの設計を支える理論的基盤の必要性、巨大災害への備えとしての地域コミュニティのレジリエンス強化の必要性等を踏まえると、正の外部性(短期:知識交換や都市の魅力醸成;長期:社会関係資本・シビックプライドの醸成)に焦点を当てた都市・交通システムの計理論基盤の確立が喫緊の課題であると考えに至った。

2. 研究の目的

本研究では、主に次の3つのリサーチ・クエッションを掲げて研究を進めた。

- i. 新たな都市インフラや交通サービス、企業や住民の種々の行為がもたらす正の外部性がもたらす価値を定量化するための理論基盤は何か?
- ii. 正の外部性を伴う行為が誘発される都市・交通の制度設計原理は何か?
- iii. 正の外部性を通じストックされる(多くの場合無形の)資本をどう定義し計量するか?

研究期間中に実施した主な研究内容は以下の3点である。第一に、オストロムが提案するコモンズ論の中で記述される正の相互作用を地域公共交通の文脈に援用する枠組みを考案し、ヒアリング調査を通じてその妥当性を確認した(コモンズ研究と呼称)。第二に、活動参加がもたらす正の外部性の別の事例として社会ネットワークの発展を取り上げ、社会ネットワークの内生的形成過程を記述する調査・モデル・シミュレーション手法を提案した上でそれらの実践の場における活用方法について検討を加えた(社会ネットワーク研究と呼称)。第三に、歩行者密度の増加に伴う負の外部性だけでなく、歩行者が街路空間上に滞在することにより生じる正の外部性を考慮した歩行者行動モデルを開発した(歩行者研究と呼称)。

3. 研究の方法

コモンズ研究については、オストロムが提案するコモンズ設計原理を手がかりに、地域公共交通における協力体制が発現する条件を整理するとともに、ヒアリング調査を通じてその妥当性を確認するという方法を採用した。

社会ネットワーク研究については、社会ネットワークの内生的形成過程を記述する調査・モデル・シミュレーション手法を提案するとともに、その手法をより大きな母集団に対して適用するための方法論的検討を進めた。

歩行者研究については、歩行者を移動だけでなく滞在も行うエージェントとしてみなし、動的離散選択モデルの枠組みを援用し、移動時には他者とのコンフリクト(負の相互作用)、滞在時には他者がいることにより生じる賑わい効果(正の相互作用)を考慮した歩行者行動モデルを構築した。

4. 研究成果

コモンズ研究

まず、オストロムのコモンズ設計原理において指摘される2つの社会的ジレンマ(利用のジレ

ンマと労務供給のジレンマ)と類似の問題が地域公共交通において発生すること、一方、過剰利用のみならず過少利用による資源荒廃が生じる点や住民組織が外部主体と関わりを持つ点で伝統的なコモンズ問題とは異なる特徴を有することなどを整理した(表-1)。次に、ヒアリングを通じて、Ostrom のコモンズ管理論の視座から住民主導型交通の供給における住民の協力行動とその持続性についての考察を行った。具体的には、住民主導型交通を運営する5つの地域の住民組織へのヒアリング調査を行い、Ostrom のコモンズ管理論の視座からその実態を定性的に把握した。その結果、住民主導型交通の運営方式により、コモンズ設計原理から適合しない状況が発生することを指摘し、その状況を改善する取り組みを行う環境づくりの重要性を確認した。以上から、コモンズ研究を理論的基盤とすることで、先行研究では捉えることができなかった、住民協力行動のメカニズムの深堀りが可能であることが確認された。コモンズ研究は様々なコモンズを対象に膨大な研究蓄積が存在し、本研究のような調査研究に始まり、統計モデルを用いた実証研究、ゲーム理論を中心とした理論研究へと発展していることから、数理モデルへの落とし込みなどが今後の研究課題として挙げられる。

表-1 社会的ジレンマとコモンズ設計原理(野口ら, 2022)

		オリジナル	住民主導型交通での解釈
社会的ジレンマ	運営のジレンマ	他の住民の労務供給にフリーライドすることが合理的となり、その結果として資源管理が成立しない状況	他の住民の労務供給にフリーライドすることが合理的になり、その結果として住民主導型交通の供給が成立しない状況
	利用のジレンマ	住民にとって無秩序に資源を利用することが合理的となり、住民全員がそのように行動した結果、資源が枯渇してしまう状況	無秩序に住民主導型交通を利用した結果、他の利用者の利用機会を奪ってしまい、著しく不便になってしまう状況
コモンズ設計原理	境界性	コモンズと利用者の境界が明確であること	住民主導型交通のサービス範囲とその利用者が明確に定義されていること
	地域性	資源利用と労務供給についての管理規則が地域コミュニティ特徴と一致していること	地域特徴に整合した運営の規則と利用の規則の下で、地域の移動ニーズにマッチしたサービスを提供できていること
	参加性	コモンズの当事者が管理規則の制定・変更に関する意思決定に参加できること	住民主導型交通の規則制定時に住民の意見が反映されていること
	監視性	コモンズの監視が行われていること	住民組織は住民主導型交通の運営実態を公開すること
	段階的罰則性	管理規則の違反の軽重に対応した制裁段階が設けられていること	住民主導型交通の規則を守らない利用者と運営スタッフへの段階的罰則が存在すること
	紛争解決性	紛争が起きた場合に低いコストで素早く解決できる場があること	住民主導型交通のトラブルに対して地域固有の解決手段をもつこと
	自治性	管理に関する自治権が外部から承認されていること	住民主導型交通の規則は、外部(行政と交通事業者)から制約を受けず、住民によって自主的に制定できること
	組織階層性	コモンズが大きなシステムの一部である場合には、管理規則がシステムのなかに埋め込まれていること	自治体の地域公共交通計画と住民主導型交通が整合的であること

社会ネットワーク研究

活動参加を通じた社会ネットワーク(SN)の内生的な形成過程を記述するための調査・モデル・シミュレーション手法を提案した。提案手法の特徴は、(1) 広く利用されているSN調査手法と活動日誌調査との組み合わせという実行可能性の高い調査の枠組みのもと、(2) SN形成過程を部分的にしか観測できないという調査上の限界を、モデル・シミュレーションアルゴリズムの工夫により克服することにより、(3) 実データに基づき構築されたモデルから、母集団全体のSNの内生的形成過程を記述できる枠組みを提示した。特に、シミュレーションアルゴリズムを改良し、2次のつながりにまで配慮した枠組みに拡張している点が特徴となっている。加えて、Zoomを活用した新たなSN+GPS調査手法を提案し、母集団全体のSNを推論する枠組みを検討した。提案枠組みでは、コロケーション(共滞在・共移動)の情報を元にSNを復元する手法を提案し、大量のGPSデータさえ手元があればSNが復元できる手法を提案した(図-2)。提案手法の有効性を検証することを目的に、広島大学の教職員・学生を対象に実証調査を実施した。図-3に示すように、Zoom参加者間のSNを観測するとともに、参加者全員の1ヶ月間のGPSデータを取得することにより、共滞在・共移動からSNへの写像が可能なデータを取得している。実証分析から、共移動が観測されるペアは強い紐帯、共移動はないが共滞在が複数箇所で見られるペアは中程度の紐帯を持つことなどが明らかとなった。

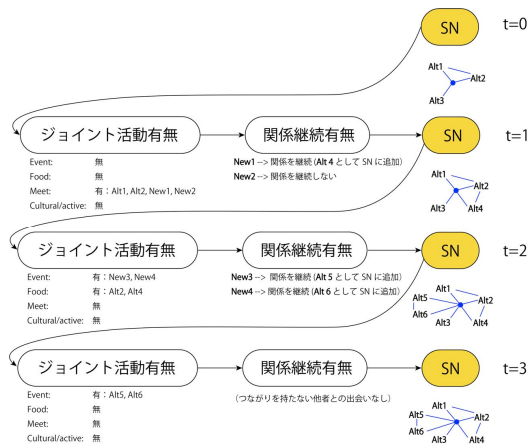


図-1 活動参加を通じたSN 発展プロセス

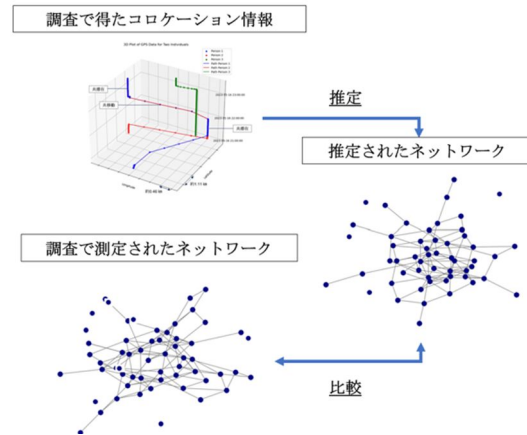


図-2 コロケーションに基づくSN 推論

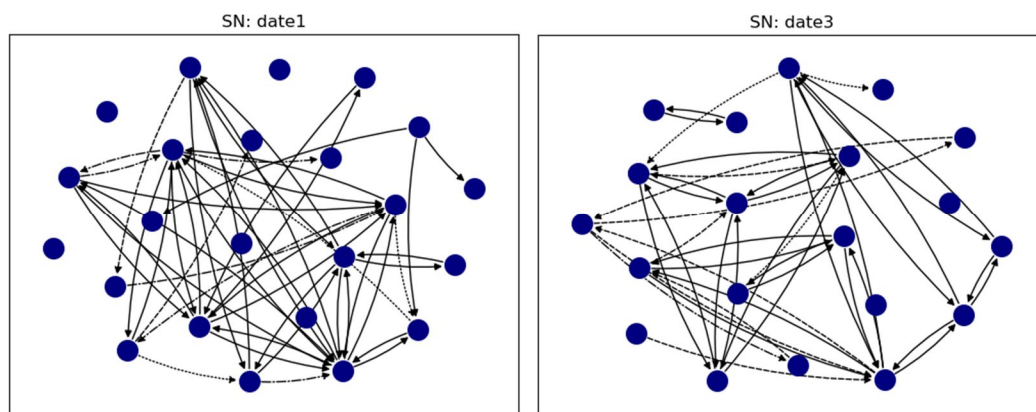


図-3 Zoom 調査により観測したSN

歩行者研究

歩行者行動モデルの構築においては、次のようなエージェントを想定し数値計算を実施、モデルの挙動を確認した。まず、エージェントは、移動のみならず滞在すると考える(図-4)。移動するエージェントは、リーダーフォロワー(同じ方向に向かって進んでいく歩行者についていく行為)ならびに衝突回避(反対方向から歩いてくる歩行者を避ける行為)を行うと考える。また、滞在するエージェントは、滞在者が多くいるエリアにより滞在する選好を有すると考える(図-5)。以上の移動・滞在の行動を考慮した上でシミュレーションを実施するためのモデリングの枠組みとして動的離散選択モデルを援用し、内生性を考慮したシミュレーションを実施した。シミュレーションの結果、滞在者の存在を明示的に考慮したケースでは、特定の条件のもとでは「歩行者数の減少に伴い歩きやすさが低下する」というパラドキシカルな現象が生じうることを確認した。街路空間のパフォーマンスを、街路内のマイクロな相互作用なしで表現することの限界を示唆する結果といえる。

コモンズ研究は社会の制度設計上の示唆を、社会ネットワーク研究は制度設計を考える上で基礎となるコミュニティ状態(どのようなつながりを持ったコミュニティか)の推論を、歩行者研究は、そうしたコミュニティを生むためのきっかけを生む公共空間のデザイン論の展開を行うためのものであり、本研究の本来の目的に立ち返れば、これらは独立したものではなく、相互に関連するものとして捉える必要がある。今後、こうしたスケールの異なる研究課題を理論立てて見通しを良くしていくことが求められる。

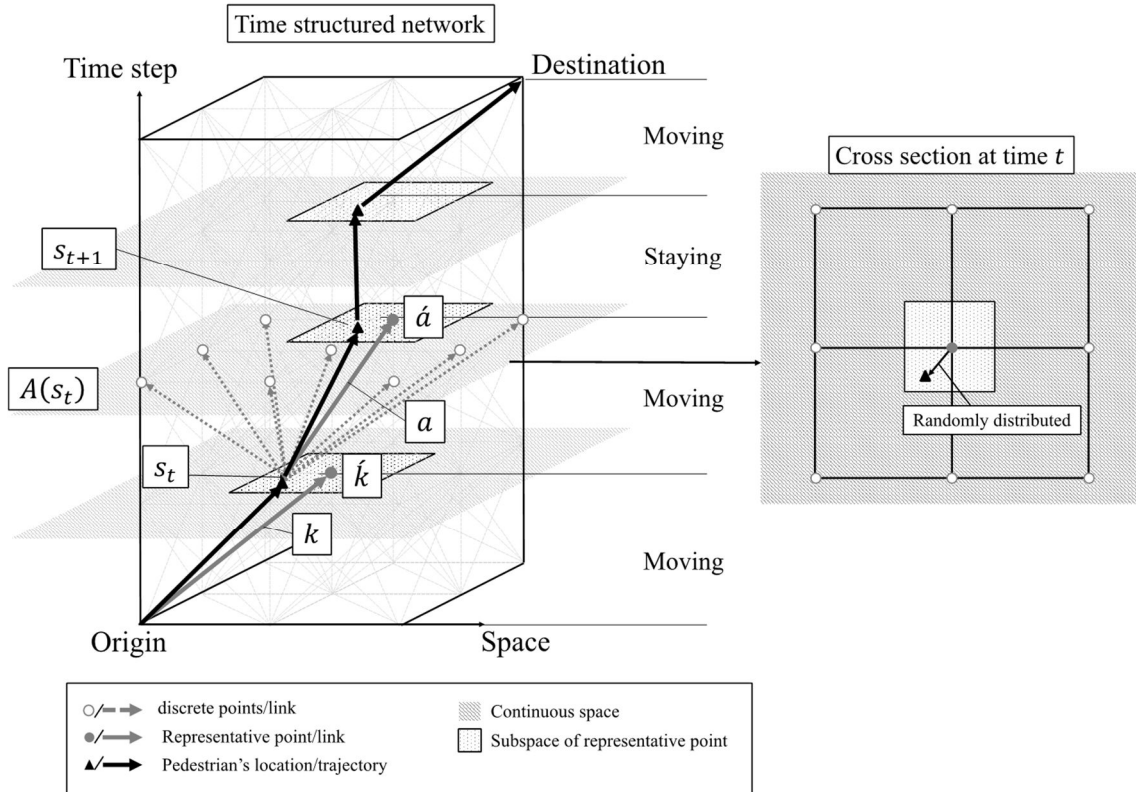


図-4 時空間ネットワーク上の移動・滞在を行う歩行者行動の記述

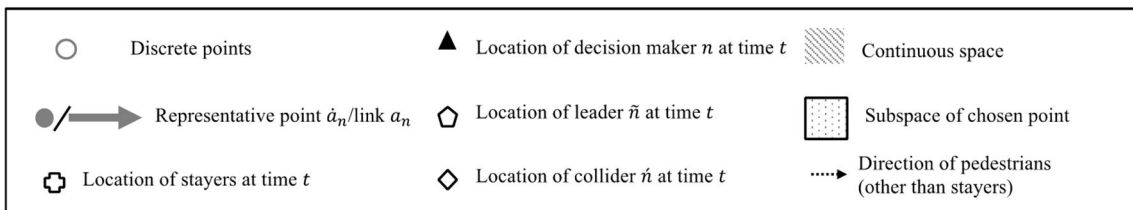
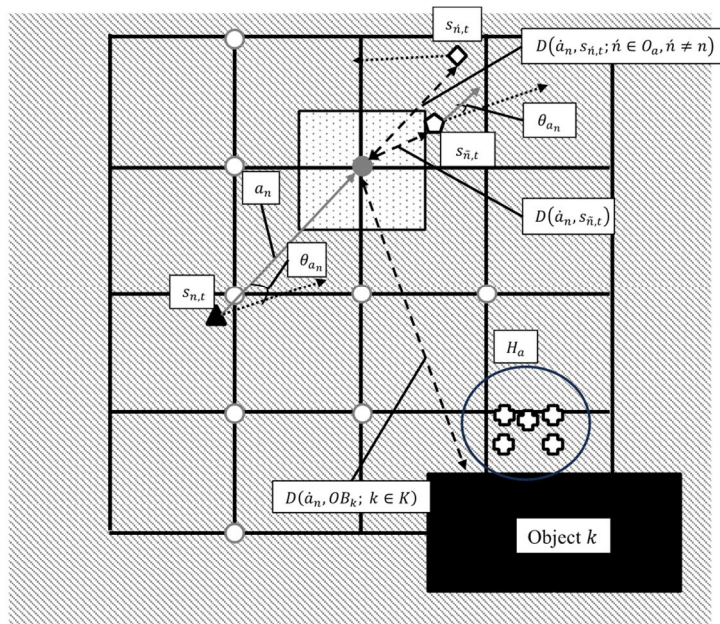


図-5 他の移動者・歩行者との相互作用の記述

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 CHIKARAISHI Makoto, PARADY Giancarlos, HARATA Noboru, DIHINGIA Swarnali, TAKAMI Kiyoshi	4. 巻 78
2. 論文標題 SURVEY, MODEL, AND SIMULATION METHODS FOR ENDOGENEOUS GENERATION OF SOCIAL NETWORKS	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management)	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) 10.2208/jscejipm.78.4_210	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 Parady Giancarlos, Suzuki Keita, Oyama Yuki, Chikaraishi Makoto	4. 巻 30
2. 論文標題 Activity detection with google maps location history data: Factors affecting joint activity detection probability and its potential application on real social networks	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Travel Behaviour and Society	6. 最初と最後の頁 344 ~ 357
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tbs.2022.10.010	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 Safira Maya, Chikaraishi Makoto	4. 巻 15
2. 論文標題 On the empirical association between spatial agglomeration of commercial facilities and transportation systems in Japan: A nationwide analysis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Transport and Land Use	6. 最初と最後の頁 463 ~ 480
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5198/jtlu.2022.1968	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 Safira Maya, Chikaraishi Makoto	4. 巻 -
2. 論文標題 The impact of online food delivery service on eating-out behavior: a case of Multi-Service Transport Platforms (MSTPs) in Indonesia	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Transportation	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/s11116-022-10307-7	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 NOGUCHI Hiroki, YOSHIOKA Taisei, CHIKARAISHI Makoto, TSUKAI Makoto, FUSE Masaaki	4. 巻 78
2. 論文標題 EXPLORING COMMUNITY TRANSPORT FROM THE PERSPECTIVE OF THE COMMONS USING HEARING SURVEY	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. F5 (Professional Practices in Civil Engineering)	6. 最初と最後の頁 50 ~ 64
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejppce.78.1_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 Yoshioka Taisei, Chikaraishi Makoto, Fujiwara Akimasa	4. 巻 8
2. 論文標題 Empirical models of consumer and merchant behavior in the two-sided market of local currency	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Asian Transport Studies	6. 最初と最後の頁 100051 ~ 100051
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.eastsj.2021.100051	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7件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 パラディジャンカルロス, 鈴木啓太, 大山雄己, 力石真
2. 発表標題 Googleマップロケーション履歴を用いた社会的ネットワークにおける同伴活動検出の有効性評価
3. 学会等名 土木計画学研究・講演集, Vol. 66
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤原啓示, 力石真, 藤原章正
2. 発表標題 街路空間の滞在/移動機能を評価するための階層型歩行者行動モデルの構築
3. 学会等名 土木計画学研究・講演集, Vol. 66
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Fujiwara, K., Gani, Z.A., Do, C.X., Chikaraishi, M., Fujiwara, A.
2. 発表標題 Behavior responses of pedestrians when autonomous vehicles are approaching: An evidence from a social experiment at Hiroshima University, Japan
3. 学会等名 the 101th Annual Meeting of the Transportation Research Board (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 吉岡大誠, 力石真, 藤原章正
2. 発表標題 市場の両面性に着目した地域通貨普及のシミュレーション分析
3. 学会等名 第19回日本都市計画学会中国四国支部研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉岡大誠, 力石真, 藤原章正
2. 発表標題 地域通貨両面市場における消費者と店舗の相互作用分析
3. 学会等名 土木学会中国支部第73回研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉岡大誠, 力石真, 藤原章正
2. 発表標題 地域通貨両面市場における消費者と店舗の相互作用に関する実証分析
3. 学会等名 土木計画学研究・講演集, Vol. 63
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 野口寛貴, 吉岡大誠, 力石真, 塚井誠人, 布施正暁
2. 発表標題 持続可能性に着目した住民主導型交通の実態調査：交通空白地有償運送を例に
3. 学会等名 土木計画学研究・講演集, Vol. 64
4. 発表年 2021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	瀬谷 創 (Seya Hajime) (20584296)	神戸大学・工学研究科・准教授 (14501)	
研究分担者	大山 雄己 (Oyama Yuki) (20868343)	芝浦工業大学・工学部・准教授 (32619)	
研究分担者	藤原 章正 (Fujiwara Akimasa) (50181409)	広島大学・I D E C 国際連携機構：PHIS・教授 (15401)	
研究分担者	原 祐輔 (Hara Yusuke) (50647683)	東北大学・情報科学研究科・准教授 (11301)	
研究分担者	塚井 誠人 (Tsukai Makoto) (70304409)	広島大学・先進理工系科学研究科(工)・准教授 (15401)	

6. 研究組織（つづき）

	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	布施 正暁 (Fuse Masaaki) (70415743)	広島大学・先進理工系科学研究科(工)・准教授 (15401)	

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