

令和 6 年 9 月 6 日現在

機関番号：17201

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K04791

研究課題名（和文）マルチモーダルネットワークを用いたアクセシビリティ評価と市街地変容の関係性の研究

研究課題名（英文）A Study on Relationship Between Evaluation of Accessibility based on Multi-modal Networks and Change of Urbanized Area

研究代表者

猪八重 拓郎（Inohae, Takuro）

佐賀大学・理工学部・准教授

研究者番号：00448440

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、人口減少型社会において都市の縮退や集約の必要性がある中で、マルチモーダルネットワークの持つアクセシビリティの特性が、市街地の変容（都市化・都市維持・都市撤退）にどのような影響をもたらしてきたのかを時系列的に明らかにすることを全体構想としたものである。本研究では、人口減少が進んでいる佐賀県下の都市を対象とし、マルチモーダルネットワークの持つアクセシビリティの変化を時系列的に捉えた。さらに、市街地の変容についても土地利用、建物立地及び人口集積の観点から明らかにした。最終的には、800m圏域の近接性を高めることが市街地の維持・発展に寄与することを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

我が国では、人口減少型社会に直面し、今後計画的に都市を縮退させなければならないという議論もなされるようになってきている。そうした中、2014年に立地適正化計画制度が創設され、「居住誘導区域」と「都市機能誘導区域」を定めることで、市街地を集約するという新たな都市計画制度が導入された。しかしながら、どの程度、医療・福祉施設、商業施設、住居などがまとまって立地し、これらの生活利便施設に対してどの程度のアクセシビリティを確保すべきか、その水準は明確には示されていない。従って、実態としてどの程度の水準のアクセシビリティが市街地維持・発展のために必要かを明らかにすることは学術的・社会的に重要である。

研究成果の概要（英文）：The main purpose of this study is to clarify the relationships between accessibility and change of urbanized area.

We tried to clarify the changes of accessibility based on multi-modal networks and change of urbanized area in terms of land use, building use and population in the cities in Saga Prefecture. As a result, we pointed out that closeness centrality within 800m has relationship with urbanization.

研究分野：都市計画

キーワード：マルチモーダルネットワーク 市街地の変容 マルチプルセントラリティアセスメント

1. 研究開始当初の背景

我が国では、人口減少型社会に直面し、今後計画的に都市を縮退させなければならないという議論もなされるようになってきている。そうした中、2014年に立地適正化計画制度が創設され、「居住誘導区域」と「都市機能誘導区域」を定めることで、市街地を集約するという新たな都市計画制度が導入された。本制度は、「コンパクトシティ・プラス・ネットワーク」という考え方の下、医療・福祉施設、商業施設や住居等がまとまって立地し、高齢者をはじめとする住民が公共交通によりこれらの生活利便施設にアクセスできるなど、福祉や交通なども含めて都市全体の構造を見直すことを目的としている。しかしながら、どの程度、医療・福祉施設、商業施設、住居などがまとまって立地し、これらの生活利便施設に対してどの程度のアクセシビリティを確保すべきか、その水準は明確には示されていない。

時系列的に複数の都市を対象とし、マルチモーダルネットワークを用いてアクセシビリティを評価し、さらに市街地の変容を土地利用、建物立地、人口集積、事業所集積、従業者集積の観点から捉えることにより、実態としてどの程度の水準のアクセシビリティが市街地維持のために必要かを明らかにすることが本研究課題の核心をなす学術的「問い」である。

2. 研究の目的

本研究の目的は以下の4点である。

- ① 複数の交通手段がリンクする都市レベルのマルチモーダルネットワークを構築する。
- ② マルチモーダルネットワークを用いて交通手段別に近接性、直線性、媒介性など複数の観点からアクセシビリティを評価する。また、アクセシビリティを計測する圏域を段階的に設定し、さらに時系列的に分析することによりアクセシビリティの変容と圏域の関係性を捉える。
- ③ 土地利用、建物立地、人口集積、事業所集積、従業者集積の変容を捉えることにより、都市化・都市維持・都市撤退の実態を捉える。
- ④ 市街地維持に必要なアクセシビリティの水準を多変量解析により導出する。

3. 研究の方法

本研究では、佐賀県下において都市計画区域が指定されている市町を対象とし、令和元年度中に「目的 a: マルチモーダルネットワークの時系列データベースの構築」及び「目的 b: MCA(Multiple Centrality Assessment)を用いたアクセシビリティの評価」を、令和2年度中に「目的 c: 都市化・都市撤退の実態の分析」を、令和3年度中に「目的 d: 市街地維持に必要なアクセシビリティ水準の導出」を行った。

令和元年度中には、GIS (Geographic Information System: 地理情報システム) を用い、道路網ネットワーク及び都市計画基礎調査の時系列データを利用して、マルチモーダルネットワークの構築(目的 a)を行った。さらに、出発地・目的地および解析圏域の設定を行った上で MCA を用いたアクセシビリティの評価(目的 b)を行った。

令和2年度中には、土地利用、建物立地、人口集積、事業所集積、従業者集積のデータベース化を行った上で、クラスター分析により、都市化・都市維持・都市撤退のパターンを導出した。

令和3年度中には、MCAによるアクセシビリティ評価を独立変数、都市化・都市維持・都市撤退のパターンを目的変数として判別分析等によるモデル化を行った。その結果、採用されたアクセシビリティの変数とその係数の値から、市街地維持に寄与するアクセシビリティ水準を導出した。

対象地域と使用したデータの詳細としては、佐賀県下の都市計画区域を対象として、対象地区を2分の1地域メッシュ(約500m四方)に分割し、都市計画基礎調査から建物用途及び土地利用データを用いて物的な変容を、国勢調査、経済センサスのデータから活動の変容を捉える。なお、変容を捉える年代としては概ね2010年から2020年とするが、データの制約上、実際に使用したデータの作成年は表-1に示す通りである。また、交通網のデータについては、2009年及び2022年のデータを用いた。なお、佐賀県下の14の都市計画区域のうち、都市計画基礎調査の実施状況により継時的なデータが入手可能であった佐賀都市計画区域、鳥栖基山都市計画区域、唐

表 - 1 使用したデータ

変容	データ	出典: 都市計画基礎調査	作成年
物的な変容	建物用途 土地利用	佐賀	2007年, 2018年
		唐津	2007年, 2017年
		鳥栖基山	2013年, 2019年
		武雄	2007年, 2019年
		小城	2007年, 2017年
活動の変容	人口 事業所数 従業者数	国勢調査	2010年, 2020年
		経済センサス	2009年, 2016年



図 - 1 佐賀県の都市計画区域の指定状況と対象地区

津都市計画区域，武雄都市計画区域，小城都市計画区域，神崎郡都市計画区域の6つの都市計画区域を研究対象とする．図 - 1 に佐賀県の都市計画区域の指定状況と研究対象地区を示す．なお，データの作成年が若干異なるが以下便宜的に 2010 年前後のデータを 2010 年頃，2020 年前後のデータを 2020 年頃と表記することとする．

4. 研究成果

(1) マルチモーダルネットワークを用いたアクセシビリティの評価

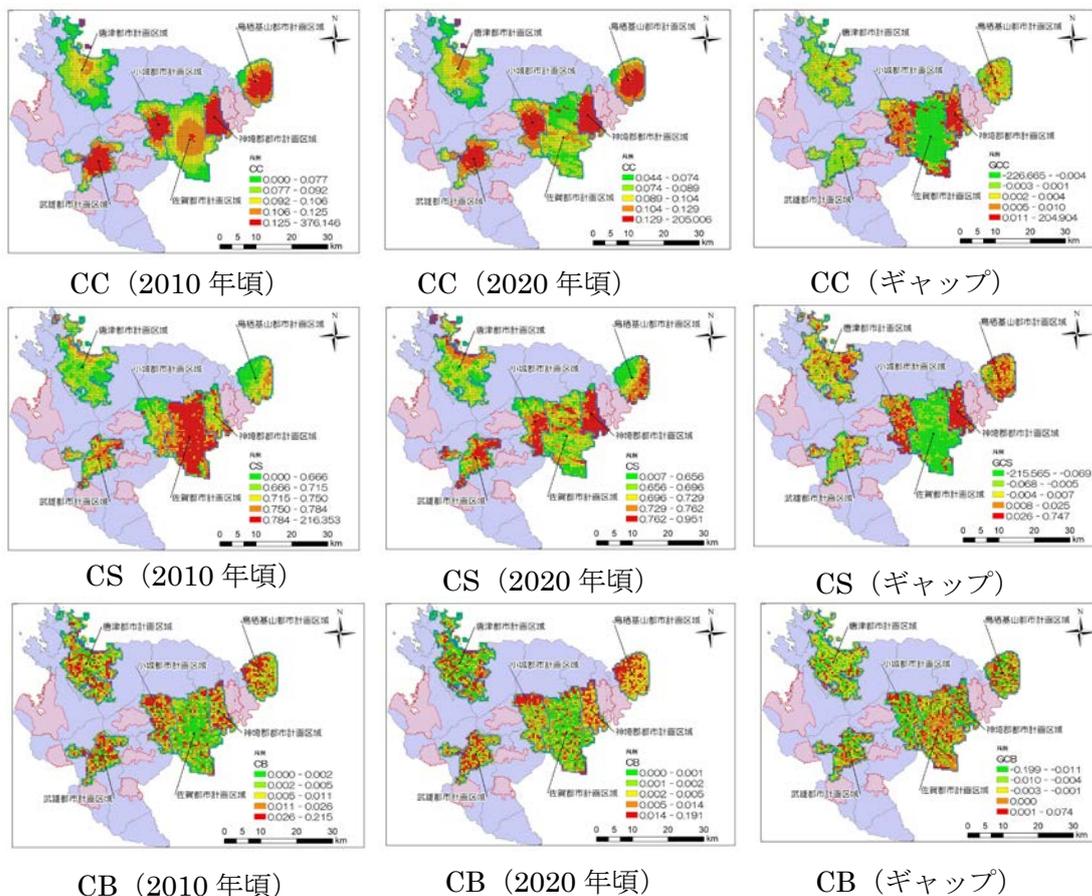


図 - 2 MCA の解析結果

図 - 2 は，2010 年頃及び 2020 年頃の CC，CS，CB の解析結果及びそのギャップである．

これらの結果から，まず，CC，CS，CB はそれぞれ異なる結果となっており，それぞれの指標が一定程度異なるアクセス性を評価している指標であることが読み取れる．また，同じ指標内で交通規制のありなしで比較すると，全体としては大きく傾向が異なることはないものの，若干値の分布に違いが見られる．

次に，MCA の解析結果のギャップ（2020 年頃の値 - 2010 年頃の値）から交通網構成の継時的変化の特徴を捉えることとする．まず，佐賀，唐津，武雄都市計画区域における CC は減少傾向にある一方で，鳥栖基山，小城，神崎郡都市計画区域において増加傾向にあることが読み取れる．また，CS に関しては佐賀都市計画区域で減少傾向が見られるが，その他の都市計画区域では増加傾向が見られ，特に神崎郡，小城都市計画区域ではその傾向が顕著である．一方で，CB については各都市計画区域において上昇した箇所と減少した箇所が混在する傾向を示している．

(2) 市街地の変容の類型化

ここでは，2010 年頃から 2020 年頃までの市街地の変容を捉えるために，建物用途及び土地利用の面積の変化を種類別に集計した．また，活動の変容を捉えるために人口，事業所数，従業者数の変化をメッシュごとに集計した．さらにそれらのデータをもとに市街地の変容の類型化を行った．

① 市街地の物的な変容

図 - 3 は，メッシュごとに建築面積の増減を示したものである．また，図 - 4 は土地利用のうち，都市的土地利用（商業用地，住宅用地，工業用地，公益施設用地，道路用地，交通施設用地）の増減を示したものである．これらの結果から，佐賀都市計画区域では，建築面積の増加・減少に一定程度集塊性が見られるものの，他の都市計画区域においては建築面積の増加箇所と減少箇所が混在している傾向が見られる．また，都市的土地利用については，唐津及び武雄都市計画区域で全体的に増加傾向が見られるが，他の都市計画区域では増加箇所と減少箇所が混在して

いる傾向が見られる。以上、建築面積と土地利用面積の変化及び分布状況を併せると、工業用地や住宅用地を中心とした低未利用地化が進行しつつも、土地利用の転換により新規の住宅・商業開発、公共施設の整備等も同時に進行しており、建築面積と都市的土地利用面積の増減が混在しながら、各都市計画区域内で多様な市街地の物的な変容が生じていることが推察される。

② 市街地の活動の変容

さらに、図-5は、2010年頃から2020年頃の総人口の変化をメッシュごとに集計したものである。全体的には不変もしくは減少している箇所が多いものの、スポット的に人口が増加している箇所や連担して人口が増加傾向にある箇所も見られる。

また、図-6は、2010年頃から2020年頃までの事業所数の変化を示している。全体としては不変もしくは減少している箇所が多いが、スポット的に増加を見せている箇所も見られる。また、佐賀及び鳥栖基山都市計画区域では他よりも増加している箇所が多くみられる。

一方、図-7は2010年頃から2020年頃までの従業者数の変化を示している。いずれの都市計画区域においても従業者数が増加している地域と減少している地域が混在している。

以上、市街地の活動の変容としては、全体としては、人口、事業所数、従業者数のいずれの面からみても減少傾向にあるものの、スポット的にもしくは一定程度連担性を見せながら増加傾向にある箇所もあり、各都市計画区域内において活動としての多様な市街地の変容が生じていることが推察される。

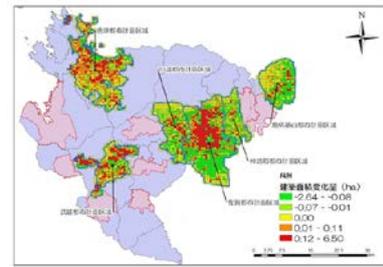


図-3 建築面積増減

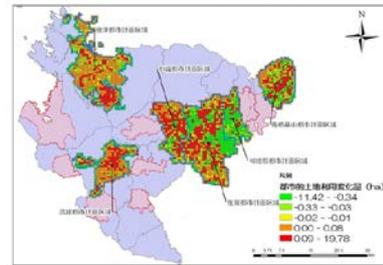


図-4 都市的土地利用増減

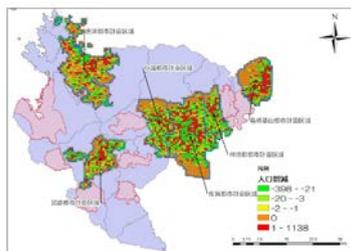


図-5 人口増減

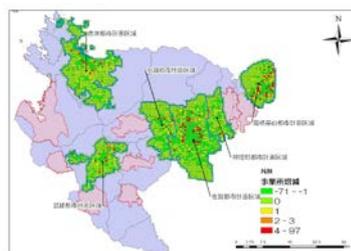


図-6 事業所数増減

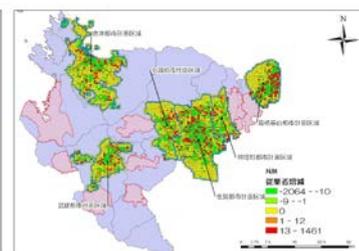


図-7 従業者数増減

③ 市街地の変容の類型化

ここでは、市街地の変容のパターンを物的な面及び活動の面から明らかにするために、メッシュごとの建物用途、都市的土地利用、人口、事業所数、従業者数の変化量を基準化した値を用いクラスター分析を行い4つのタイプに分類することができた。各タイプの変化量を標準化した値を図-8に、各タイプの分布を図-9に、各タイプのメッシュ数と特徴を表-2に示す。

まず、タイプIは事業所数が若干増加傾向にあるものの従業者数に変化はなく、その他は若干減少傾向であり、他のタイプと比較すると市街地の変容の少ないタイプであるといえる。また、メッシュ数は3,121と最も多く、すべての都市計画区域において広く分布している。

タイプIIは、事業所数は若干の減少が見られるものの、その他については増加傾向の見られるタイプであり、各都市計画区域において一定程度連担して分布している。また、メッシュ数は160とタイプIに次いで多いタイプである。

タイプIIIは、すべての項目について増加傾向が見られるタイプであり、他のタイプと比較すると最も物的変容と活動の変容の増加量が大きいタイプである。また、メッシュ数は5と少なく、佐賀及び武雄都市計画区域内に分布している。

タイプIVは、人口については若干の増加傾向が見られるものの、その他の項目については減少傾向が見られ、特に事業所数と従業者数が大きく減少しているタイプである。また、メッシュ

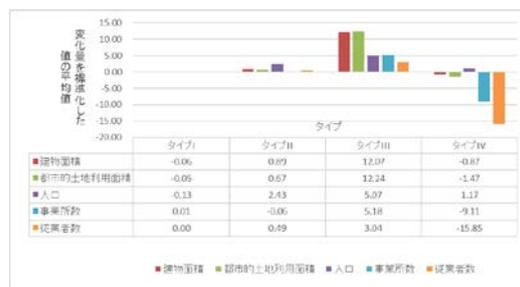


図-8 各変容タイプにおける変化量の平均値

数は5と少なく、佐賀都市計画区域内のみに分布が見られる。

以上、物的な変容と活動の変容を併せて分類すると、大きな変化は見られないが若干衰退傾向にあるタイプⅠが94.8%を占めているが、やや都市化傾向にあるタイプⅡが4.9%、非常に強い都市化傾向にあるタイプⅢが0.2%、都市撤退傾向にあるタイプⅣが0.2%となっており、タイプⅠが大半を占めるものの、タイプⅡは比較的連担して各都市計画区域に分布しており、またタイプⅢとタイプⅣはスポット的に分布していることが明らかとなった。また、建物面積と都市的土地利用面積の増減はタイプごとに連動する傾向にあるが、人口や事業所数、従業者数は必ずしも連動はしておらず、さらに物的な変容と活動の変容も必ずしも連動しているわけではない可能性を示唆する結果となった。

(3) アクセシビリティと市街地の変容の関係性

ここでは、MCAを用いて明らかにした道路網の特徴と、物的及び活動としての市街地の変容の関係性を明らかにするために判別分析を行った。

判別分析では、表-2で示した4タイプのうち、タイプⅠとタイプⅣを衰退傾向のグループ、タイプⅡとタイプⅢを発展傾向のグループとして分類した上でダミー変数として目的変数とした。またケース1, 2, 3, 4で算出したCC, CS, CBの2010年頃及び2020年頃の値と、2時点間の各指標のギャップ(2020年頃-2010年頃)を説明変数とした。なお、各都市計画区域内は区域区分の設定や用途地域の設定がなされており、これらの土地利用の規制誘導の影響も無視できないと考えたため、市街化区域、市街化調整区域、用途地域が各メッシュ内で設定されているかどうかをダミー変数として設定し、説明変数に加えた上で分析を行った。その結果が表-3である。判別率的中率は95.0%と一定程度市街地の発展傾向と衰退傾向を説明できる結果が得られた。なお、説明変数についてはステップワイズ法を用い変数選択を行った。

分析結果を見てみると、発展傾向のグループの重心は1.399、衰退傾向のグループの重心は-0.074であり、正に寄与する変数として、CS(2010年頃)、CC(2010年頃)、及び用途地域(ダミー)の3つが採用された。また、負に寄与する変数は採用されなかった。これらの結果から、用途地域の設定は市街地の発展的な変容に寄与するとともに、CSの示す直線的な移動のし易さとCCの示す総移動距離の少なさも一定程度寄与することが明らかとなった。さらに、2020年頃ではなく2010年頃の値が採用されたのは、市街地の変容には一定程度時間を要するため、新設の道路を含む交通網よりも既存の交通網の影響が強く出たためであると推察される。また、ギャップとの関係性が見られなかったことも同様の理由ではないかと推察される。

本研究では、交通網構成の特徴を明らかにするためにMCAを用いアクセス性の解析を行った。その結果、アクセス性の違いを顕在化することができた。また、市街地の変容を把握するために、建築面積、都市的土地利用面積、人口、事業所数、従業者数を用いた分析を行った。その結果、物的な変化及び活動の変化のパターンを明らかにした。さらに、交通網構成の特徴と市街地の変容の関係性を明らかにするために判別分析を行い、CS及びCCが市街地の発展的な変容に関係していることを一定程度数値的に明示することができた。このことは、近年計画策定が進んでいる立地適正化計画による居住誘導区域や都市機能誘導区域の設定において、CSやCCの高い場所を選択し設定していくことや、道路の新設や交通網の整備によって誘導区域の設定場所のCSやCCを高めていくことにより、より市街地の発展的な変容を促していくことに繋がる可能性があることを示唆しているのではないかと考えられる。

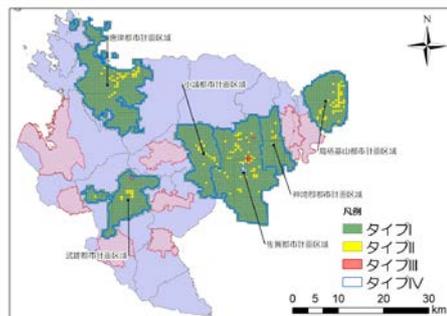


図-9 各変容タイプの分布

表-2 各タイプのメッシュ数と特徴

タイプ	メッシュ数	特徴	
		物的な変化	活動の変化
I	3,121	建物及び都市的土地利用微減	人口微減 事業所数微増
II	160	建物及び都市的土地利用面積増加	人口、従業者数増加 事業所数微減
III	5	建物及び都市的土地利用面積大幅に増加	人口、事業所数、従業者数増加
IV	5	建物及び都市的土地利用面積減少	人口微増 事業所数及び従業者数大幅に減少

表-3 判別分析結果

説明変数	標準化された 正準判別関数係数
CS (2010年頃)	0.310
CC (2010年頃)	0.189
用途地域 (ダミー)	0.945
グループの重心	
発展傾向グループ: 1.399, 衰退傾向グループ: -0.074	
判別率的中率: 95.0%	

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 4件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 TANIZAKI Tatsuya、INOHAE Takuro	4. 巻 87
2. 論文標題 THE RELATIONSHIP OF COMPACT PLUS NETWORK AND DISASTER RISK (PART 1): EVALUATION OF CURRENT AND PLAN AND SCENARIO ANALYSIS IN THE CITY FORMULATED LOCATION NORMALIZATION PLAN	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Architecture and Planning (Transactions of AIJ)	6. 最初と最後の頁 887 ~ 897
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3130/aija.87.887	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 谷崎 竜也、猪八重 拓郎	4. 巻 55
2. 論文標題 コンパクト化のシナリオ別にみたアクセシビリティの評価	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 都市計画論文集	6. 最初と最後の頁 266 ~ 273
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11361/journalcpj.55.266	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 牝小路 諒、猪八重 拓郎	4. 巻 55
2. 論文標題 炭鉱都市の類型化と都市構造の時系列的変化	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 都市計画論文集	6. 最初と最後の頁 814 ~ 820
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11361/journalcpj.55.814	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 木村善己、猪八重拓郎	4. 巻
2. 論文標題 市街地の変容の定量分析とMCAを用いたアクセシビリティ評価の関係性	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 土木学会西部支部研究発表会講演概要集	6. 最初と最後の頁 583 - 584
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 Inohae Takuro	4. 巻 58
2. 論文標題 A Study on Relationship between Changes of Urbanized Area and Structure of Road Networks	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of the City Planning Institute of Japan	6. 最初と最後の頁 1024 ~ 1031
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11361/journalcpj.58.1024	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3件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 今村薫, 猪八重拓郎
2. 発表標題 財・サービスの商圈の重層性と人口増減の関係分析-佐賀市市街化区域を対象として-
3. 学会等名 土木学会西部支部
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 木村善己, 猪八重拓郎
2. 発表標題 都市構造変化の定量分析とMCAを用いたアクセシビリティ評価の関係性
3. 学会等名 土木学会西部支部
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 谷崎竜也, 猪八重拓郎
2. 発表標題 コンパクト・プラス・ネットワークと災害リスクとの関係性～立地適正化計画策定都市を対象として～
3. 学会等名 土木学会西部支部
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
--	---------------------------	-----------------------	----

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