

令和 3 年 6 月 1 日現在

機関番号：32665

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K04397

研究課題名（和文）都市鉄道整備によるアクセシビリティの改善と生産性向上効果の計測に関する研究

研究課題名（英文）Study on improvement of accessibility and effect of increase in productivity by urban railway construction

研究代表者

金子 雄一郎 (KANEKO, Yuichiro)

日本大学・理工学部・教授

研究者番号：40434112

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では東京圏を対象に、鉄道整備によるアクセシビリティの改善がもたらす企業の立地促進や生産性の改善について、ミクロ及びマクロの両面から実証分析を行った。主な結果は次の通りである。第一に、企業データベースを用いて新線沿線の立地企業を抽出し、鉄道整備と立地促進や生産性向上との関係を分析した結果、一定の因果効果の存在が確認された。第二に、経済センサスデータを用いて労働生産性に関する回帰分析を行った結果、アクセシビリティの改善が労働生産性の向上に寄与している可能性が示唆された。第三に、最近の新型コロナウイルス感染拡大にともなう在宅勤務の実施状況、業務生産性の変化、車両内混雑に対する意識を把握した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義としては、既存のマクロな統計データのみならず企業単位のミクロデータを用いて、基幹的な交通インフラである都市鉄道の整備による種々のストック効果を、因果関係を考慮して実証的に分析したことが挙げられる。また、社会的意義としては、今後都市鉄道の整備を検討する場面において、アクセシビリティの改善がもたらす沿線への企業立地の促進や企業の生産性向上などの効果を分析するうえで、有益な情報を与えるものと考えられる。

研究成果の概要（英文）：Empirical analysis was conducted from a micro and macro perspective on the promotion of corporate location and the improvement of productivity by improving accessibility through railway development in the Tokyo metropolitan area. The main results are as follows. Firstly, the relationship between railway development and stock effects such as location promotion and productivity improvement was analyzed for companies located along the new line extracted using the company database, the existence of a causal effect was confirmed between the railway maintenance and the stock effect. Secondly, a regression analysis on labor productivity was performed using economic census data, it was suggested that the improvement of accessibility may contribute to the improvement of labor productivity. Thirdly, the implementation status of telework due to the recent expansion of COVID-19, changes in business productivity, and awareness of vehicle congestion were grasped.

研究分野：交通計画

キーワード：生産性 企業立地 鉄道整備 アクセシビリティ COVID-19

### 1. 研究開始当初の背景

わが国ではこれまで、三大都市圏を中心に鉄道ネットワークの充実化が図られてきた。鉄道整備による効果としては、移動時間の短縮や費用の削減などの直接効果のみならず、沿線における人口の増加や企業の立地促進、生産性の向上、地価の上昇などの間接効果が挙げられるが、これらの間接効果を実証的に分析した研究は少ない。特に企業に関する効果についてはデータの制約もあり、これまで十分解明されていない。一方で近年、企業活動に関する統計やデータベースの整備が進展し、これらのデータを用いた実証研究も増えており、鉄道や道路等の交通インフラ整備の効果分析における活用が期待されている。本研究で対象とする東京圏では2016年4月に、国の交通政策審議会より今後の鉄道整備のあり方に関する答申が出され、国際競争力及び地域の成長に資するプロジェクトが提唱されている。これらの整備による効果を見通すうえで、過去の鉄道整備による効果を分析することは意義があるものと考えられる。

### 2. 研究の目的

1. で述べた背景の下、本研究では鉄道ネットワークが発達している東京圏を対象に、鉄道整備によるアクセシビリティの改善が沿線への企業の立地状況や企業の生産性へ及ぼす影響について、ミクロ及びマクロの両面から分析し、今後鉄道整備の効果を計測する際に有益となる知見を得ることを目的とする。なお、2020年春以降、研究開始時点で想定していなかった新型コロナウイルスの感染拡大により、在宅勤務を中心としたテレワークが普及拡大するなどワークスタイルが大きく変化するとともに、通勤や業務での鉄道の利用機会が大幅に減少した。この傾向は現時点も継続しており、鉄道整備と生産性をテーマとした本研究課題においても、その実態を把握することは重要であると考え、鉄道利用者を対象とした Web 方式でのアンケート調査を実施することとした。

### 3. 研究の方法

#### (1) ミクロな視点からの分析

東京圏で近年整備された鉄道路線を対象に、企業信用調査データベースである東京商工リサーチの「CD-Eyes」を用いて、新設された駅周辺に本社を立地した企業を特定し、業種や規模、業績、移転の有無などを把握する。そのうえで、鉄道整備によるアクセシビリティの改善とこれらの指標等との因果効果を確認するため、駅至近に立地する企業を対象にアンケート調査を実施し、通勤や業務目的での利用状況や移動時間の短縮の有無、業務の効率化への寄与度、取引先数や顧客訪問頻度の変化などを把握する。また、実証分析手法の一つである差の差分法 (Difference in Differences) を用いて、鉄道整備によるアクセシビリティの改善がこれらの指標の変化に及ぼす影響の因果効果を推定する。具体的には、駅からの距離に応じて地域を処置群 (アクセシビリティが改善された地域) と対照群 (改善されなかった地域) の2つに区分し、各々の地域に立地している企業の生産性指標として従業員 1 人あたりの利益を算出し、開業前後で比較する。

#### (2) マクロな視点からの分析

東京圏を対象に、「平成 28 年経済センサス」データを用いて産業別従業人口の空間分布特性を明らかにするとともに、駅周辺への従業人口の集積状況を分析する。そのうえで、市区町村毎のアクセシビリティ指標と労働生産性の関係について回帰分析を行う。アクセシビリティを示す指標としては、広く用いられている重力タイプの式(1)を用いる。

$$ACC_i = \sum_j \frac{EP_j}{GC_{ij}} \quad (1)$$

ここで、 $ACC_i$  : 市区町村  $i$  のアクセシビリティ指標、 $EP_j$  : 市区町村  $j$  の従業人口、 $GC_{ij}$  : 市区町村  $ij$  間の一般化費用 (円) である。 $ACC_i$  は、人口集積の高い地域からアクセスが良好な地域ほど値が大きくなる性質を有している。なお、 $i=j$  の場合、自地域内のアクセシビリティが改善することで、経済や人口規模が不変でも同指標が増大することを示している。 $GC_{ij}$  は、市区町村内を細分化した小ゾーン (交通政策審議会答申第 198 号の交通需要分析で設定されたゾーン区分に基づく) 間の一般化費用を算出し、これを着ゾーンの人口で加重平均して算出する。

一般に労働生産性には、従業人口密度が関係することが知られている。また、将来の鉄道整備にともなうアクセシビリティの改善や人口密度の増加による労働生産性の向上を分析する場合、これらの要因を考慮できるモデルが必要である。そこで、労働生産性を被説明変数、アクセシビリティ指標と従業人口密度もしくは夜間人口密度を説明変数とした回帰分析を行うことで、これらの変数の有意性を確認する。ここで回帰式は式(2)のとおりである。

$$\ln \frac{AdV_{i,m}}{EP_{i,m}} = \beta_0 + \beta_1 \ln ACC_{j,m} + \beta_2 \ln PD_{i,m} \quad (2)$$

ここで、 $Adv$ ：付加価値額， $EP$ ：従業員人口， $ACC$ ：アクセシビリティ指標， $PD$ ：従業員人口密度もしくは夜間人口密度， $i$ ：市区町村， $m$ ：産業， $\beta_0 \sim \beta_2$ ：パラメータである．付加価値額と従業員人口は平成 28 年経済センサス，夜間人口は平成 27 年国勢調査を用いる．

### (3) 在宅勤務拡大による生産性及び鉄道利用への影響分析

東京圏を対象に携帯電話の位置情報を基にした人口データを用いて，新型コロナウイルス感染拡大以降の時間帯別の滞在人口分布の変化を分析するとともに，東京都心部への通勤者を対象に Web 方式でのアンケート調査を実施し，在宅勤務の実施状況や業務の生産性，継続希望の有無，鉄道サービスに対する意識を把握する．

## 4. 研究成果

### (1) ミクロな視点からの分析

2000 年に全線開業した都営大江戸線と 2005 年に開業したつくばエクスプレス (TX) を対象に，上述した東京商工リサーチの「CD-Eyes」を用いて，開業前後における駅周辺（駅間距離を考慮して大江戸線は半径 500m 圏内，TX は 1km 圏内）の企業の立地動向や移転状況を把握した（大江戸線 349 社，TX234 社）．その結果，立地企業の業種について，大江戸線は「卸売業，小売業」，「情報通信業」，「製造業」，「学術研究，専門・技術サービス業」，TX は「卸売業，小売業」，「製造業」，「建設業」が多く，これらの業種構成は，駅が位置する自治体の業種構成と概ね近い傾向であることを確認した．また企業の規模について，都心部の大江戸線の方が郊外部の TX より従業員数，売上とも多く規模が大きいことを把握した．さらに，駅周辺への企業の移転状況について，図 1 に示す通り，大江戸線は自地域内もしくは隣接自治体からの近距離移転が大半を占めているのに対して，TX は自地域内に加えて東京都区部など一定の距離を有する移転が発生していることがわかった．

以上の企業データベースを用いた集計分析を補完する目的で，TX の沿線企業へアンケート調査を実施し，企業の移転理由や TX の利用状況などを把握した（有効回答数 72 社）．その結果，移転理由については，事業の拡大やオフィス面積の拡大といった回答が多いものの，TX の開業を理由の一つとして挙げた企業が一定数存在した．すなわちこれらの企業には，TX の整備と沿線への立地との間に因果関係が存在するものと考えられる．また，移転の有無に関わらず，通勤や業務で TX を利用している企業は多く，通勤や業務での移動時間の短縮化や業務の効率化に寄与しているという回答が約 6 割に達していることから，沿線企業において TX の整備による直接及び間接効果が生じているものと考えられる．

また，大江戸線について，新設駅である赤羽橋駅及び勝どき駅周辺の立地企業を対象に，差の差分法を用いて鉄道整備によるアクセシビリティの改善が生産性に及ぼす影響の因果効果を推定した．その結果，赤羽橋駅では処置群と対照群の「従業員 1 人あたりの利益」の平均値に差が殆どないのに対して，勝どき駅では正值となった．2 つの駅で異なる結果となった理由の一つとして，勝どき駅周辺には月島駅（東京メトロ有楽町線）以外に駅が存在しなかったため，大江戸線の開業によるアクセシビリティの改善が大きかったのに対して，赤羽橋駅周辺には三田駅（都営浅草線・三田線），田町駅（JR 線）が存在していたことから，必ずしも改善の効果が大きくなかったことが関係しているものと推察される．

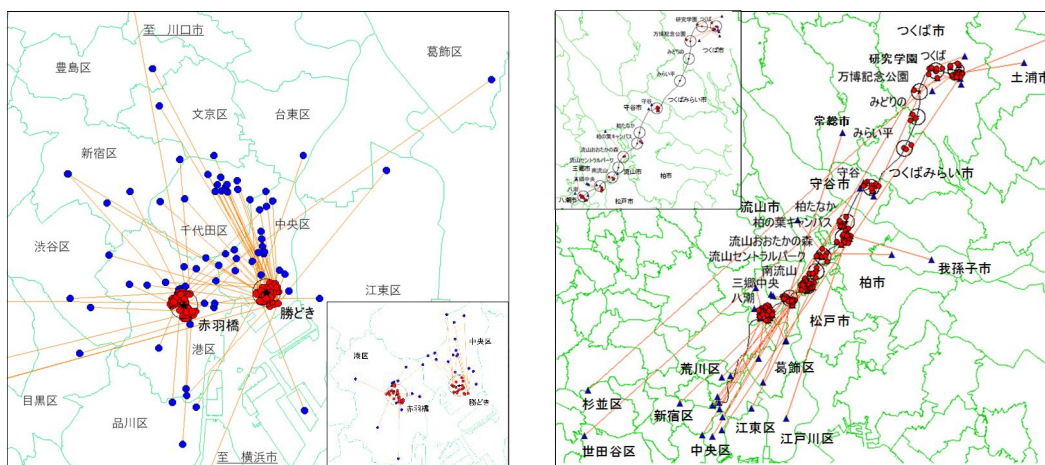


図 1 移転前後の企業本社所在地（小枠内は自地域内移転企業）（左：大江戸線，右：TX）

### (2) マクロな視点からの分析

まず，駅近接エリア及び非近接エリアの地域別従業員人口密度を図 2 に示す．地域区分は都県・政令市を基本としている．これより駅近接エリアの人口密度が高い傾向が見られるが，特に東京都区部や横浜市，さいたま市においてその傾向が顕著である．この要因の一つとして，横浜市ではみなとみらい地区（横浜市西区），さいたま市ではさいたま新都心地区（さいたま市中央区）

における高密度な土地利用が寄与していることが挙げられる。また、産業別の従業人口密度を図3に示す。これより全産業で駅近接エリアの人口密度が高く、中でも「情報通信業」、「卸売業、小売業」、「金融業、保険業」、「宿泊業、飲食サービス業」、「サービス業(他に分類されないもの)」などの3次産業で差が大きく、駅周辺により集積していることがわかる。

次に、アクセシビリティ指標と労働生産性の関係について、回帰分析のパラメータ推定結果を表1に示す。アクセシビリティ指標と従業人口密度の両方が有意であったのは「卸売業、小売業」、「不動産業、物品賃貸業」であり、アクセシビリティ指標のみ有意が「サービス業(他に分類されないもの)」、従業人口密度のみ有意が「情報通信業」、「金融業、保険業」、「学術研究、専門・技術サービス業」、「生活関連サービス業、娯楽業」、「教育、学習支援業」であった。一方、アクセシビリティ指標と夜間人口密度の両方が有意であった産業はなく、夜間人口密度のみ有意が「金融業、保険業」であった。以上の結果から、「卸売業、小売業」、「不動産業、物品賃貸業」、「サービス業(他に分類されないもの)」で、アクセシビリティの改善が労働生産性の向上に寄与している可能性が示唆された。

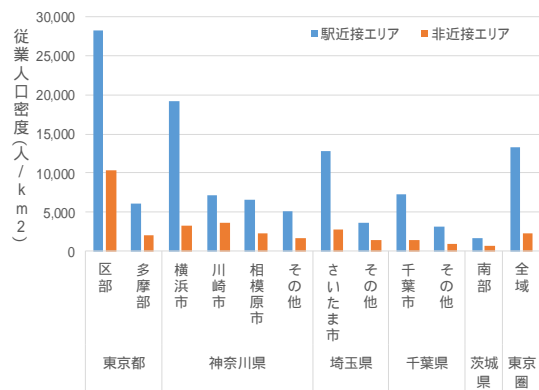


図2 駅近接・非近接の人口密度(地域別)

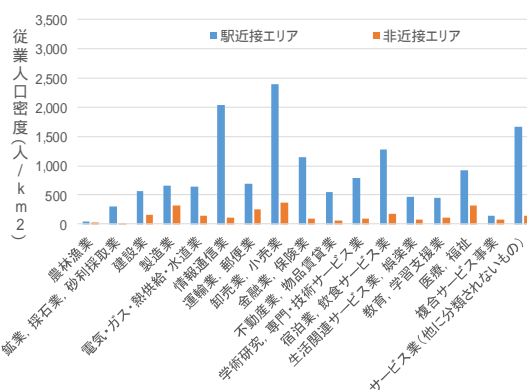


図3 駅近接・非近接の人口密度(産業別)

表1 パラメータ推定結果

産業	Case1		Case2		
	係数	t値	係数	t値	
情報通信業	定数項	1.317	7.72 ***	0.809	3.61 ***
	ACC指標	0.036	1.09	0.143	4.35 ***
	従業人口密度	0.080	4.22 ***		
	夜間人口密度			0.002	0.04
	決定係数 R <sup>2</sup>	0.253		0.183	
観測数	193		193		
金融業、保険業	定数項	2.089	25.12 ***	1.351	11.93 ***
	ACC指標	0.008	0.39	0.017	1.01
	従業人口密度	0.889	2.56 **		
	夜間人口密度			0.118	5.41 ***
	決定係数 R <sup>2</sup>	0.291		0.316	
観測数	217		217		
卸売業、小売業	定数項	1.170	17.49 ***	1.019	8.01 ***
	ACC指標	0.045	2.19 **	0.053	2.81 ***
	従業人口密度	0.039	1.59		
	夜間人口密度			0.033	1.30
	決定係数 R <sup>2</sup>	0.161		0.158	
観測数	243		243		
サービス業(他に分類されないもの)	定数項	0.692	11.65 ***	0.668	5.93 ***
	ACC指標	0.069	3.56 ***	0.088	5.15 ***
	従業人口密度	0.025	1.16		
	夜間人口密度			0.002	0.07
	決定係数 R <sup>2</sup>	0.249		0.240	
観測数	267		267		

### (3) 在宅勤務の拡大による生産性及び鉄道利用への影響分析

まず、新型コロナウイルス感染拡大以降の東京圏における在宅勤務の状況を定量的に把握するため、携帯電話の位置情報を基にした人口データである「モバイル空間統計」を用いて、滞在人口分布の変化を分析した。モバイル空間統計はNTTドコモの携帯電話ネットワークの仕組みを使用して作成される滞在人口の統計情報であり、1時間ごとの滞在人口を24時間365日把握することが可能である。

分析期間は2020年1月から同年10月までとし、各月の半ばの平日5日間の滞在人口データを用いた。図4は午前9時台における市区町村別人口の感染拡大前との比率を示したものである。1回目の緊急事態宣言が発出された2020年4月と、解除後に経済活動が再開して一定期間経過した同年10月について、感染拡大前である1月との比率を算出して表示している。図中の赤色は1月より比率が高い、すなわち滞在人口が多いことを、青色は比率が低い、すなわち滞在人口が少ないことを表しており、色の濃淡はその程度を示している。



これより4月をみると、東京都心部、横浜市、さいたま市、千葉市の中心部において、1月に比べて滞在人口が少なく、特に東京都心部でその傾向が顕著である(対1月比は千代田区が0.41、中央区が0.56、港区が0.53)。これらの地域はオフィスが集積する従業地であり、在宅勤務の拡大にともなって滞在人口が減少したものと推察される。上記以外では1月に比べて滞在人口が多い地域が大半であり、都区部の外縁部(練馬区、杉並区、江戸川区など)や近隣の市(狛江市、川崎市宮前区、横浜市泉区、さいたま市南区、市川市など)では対1月比が高い。一方10月をみると、4月に比べて全域的に滞在人口の変化の程度は小さくなっており、出社が増えていることが推察される。

次に、感染拡大にともなう在宅勤務の拡大が、業務の生産性や鉄道サービスに対する意識にどのような影響を及ぼしているのかを把握するために、Web方式でのアンケート調査を実施した。調査は主に東京圏(1都3県)在住で、鉄道を利用して都心部(千代田区、中央区、港区、文京区、新宿区、渋谷区の都心6区)に通勤している人を対象に、2020年10月に実施した。

アンケート調査は二段階で実施し、第一段階では調査対象である東京都心部への通勤者を抽出するとともに、在宅勤務の実施状況、職種や業種、勤務先の企業等の基礎的な情報を取得した。また、第二段階では、緊急事態宣言下での在宅勤務の経験者を対象に、出社と比べた場合の生産性、今後の継続希望の有無、鉄道の利用状況や混雑に対する意識などを詳細に把握した。その結果、在宅勤務の実施状況については、調査時点で全体の3割程度が在宅勤務を継続しており、職種別では「専門的・技術的職業従事者」、「管理的職業従事者」、業種別では「情報通信業」、「製造業」、「学術研究、専門・技術サービス業」の継続割合が高いことがわかった。また、在宅勤務の生産性については、職場での勤務に比べて低下したという回答が全体の約7割と多く、主な要因として、フェイス・トゥ・フェイスでの素早い情報交換ができないこと、通信環境が職場より劣ることなどが挙げられた。

ただし在宅勤務の継続を希望する人は多く、その理由として通勤がないことを挙げる人が大半であった。継続希望には感染拡大前からの在宅勤務経験、在宅勤務の生産性、通勤時間が有意に関係しており、このことは在宅勤務に関する環境整備により生産性の改善が図られた場合、在宅勤務の普及は進み、鉄道の利用者数が減少する可能性があることを示唆している。

また、上述したように、在宅勤務の拡大にともなう鉄道の利用者は減少傾向にある一方で、出勤の際に鉄道を利用する人の混雑に対する忌避感が高く、通勤時間帯における運行本数の削減は難しいと思われる。鉄道事業者としては、旅客収入が減少するなかで輸送サービス水準を維持するため、経費削減を進めるとともに、ピーク需要の分散を図るなどの取り組みが求められている。ここでは、今後の鉄道サービスのあり方を検討するうえでの基礎的知見を得ることを目的として、感染拡大による鉄道利用状況と鉄道サービスに対する意識を把握した。

その結果、まず鉄道の利用状況については、1回目の緊急事態宣言の解除以降出社が増加し、通勤者は各々混雑回避など感染対策を講じているが、混雑に関しては望ましい混雑率が100%以下と回答する人が約半数あり、混雑緩和に対するニーズが高いことが示された。一方でそのための費用負担については、負担率が高まるほど勤務先に求める割合が高い傾向がみられた。このことは、仮に現在の鉄道利用状況が継続する場合、現行の運行本数を維持するために運賃改定の検討を行う可能性もあるが、その際には通勤手当や交通費等を支給する企業側の理解を得ることが重要であることを示唆している。

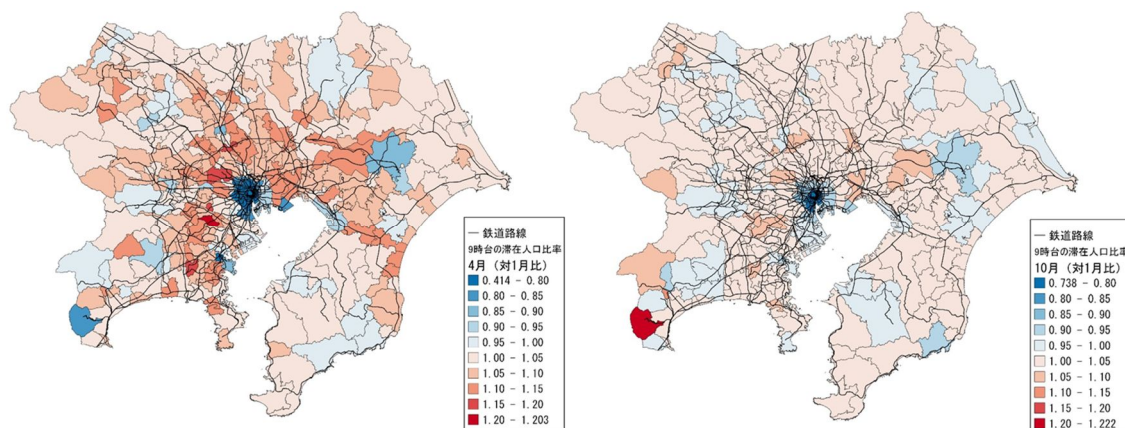


図4 東京圏における市区町村別滞在人口の感染拡大前(1月)比(左:4月,右:10月)

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 吉岡知弘, 金子雄一郎, 中川拓朗	4. 巻 23
2. 論文標題 経済センサスを用いた交通アクセシビリティと産業集積及び生産性に関する分析	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 鉄道工学シンポジウム論文集	6. 最初と最後の頁 229-236
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 金子雄一郎, 中川拓朗	4. 巻 23
2. 論文標題 差の差分析法を用いた都市鉄道整備の社会経済効果に関する実証分析	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 鉄道工学シンポジウム論文集	6. 最初と最後の頁 237-243
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 黒土晴基, 金子雄一郎, 吉岡知弘	4. 巻 24
2. 論文標題 都市鉄道整備にともなう沿線地域における企業立地動向の分析	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 鉄道工学シンポジウム論文集	6. 最初と最後の頁 65-72
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 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 黒土晴基, 金子雄一郎, 吉岡知弘
2. 発表標題 都市鉄道開業後の沿線地域における企業立地動向の分析
3. 学会等名 土木学会関東支部第47回技術研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉岡知弘, 金子雄一郎, 中川拓朗
2. 発表標題 都市鉄道に着目したアクセシビリティ水準と生産性に関する分析
3. 学会等名 第60回土木計画学研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉岡知弘, 金子雄一郎, 山本裕, 中川拓朗
2. 発表標題 ミクロデータを用いた都市鉄道整備による生産性向上効果の計測
3. 学会等名 第25回鉄道技術連合シンポジウム (J-RAIL2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中川拓朗, 金子雄一郎
2. 発表標題 差の差分析法を用いた都市鉄道整備の社会経済効果に関する実証分析
3. 学会等名 第25回鉄道技術連合シンポジウム (J-RAIL2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 黒土晴基, 金子雄一郎
2. 発表標題 都市鉄道沿線における企業立地の特性に関する実証的研究
3. 学会等名 第62回土木計画学研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 黒土晴基, 金子雄一郎
2. 発表標題 東京圏におけるテレワークの拡大による鉄道利用及び生産性への影響分析
3. 学会等名 第27回鉄道技術・政策連合シンポジウム (J-RAIL2020)
4. 発表年 2020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