

東京圏における都市鉄道整備による 社会経済効果に関する実証分析

中川 拓朗¹・金子 雄一郎²・加藤 浩徳³

¹ 正会員 元日本大学大学院理工学研究科博士前期課程土木工学専攻（現株式会社建設技術研究所）

E-mail: takuro.nakagawa.2714@gmail.com

² 正会員 日本大学教授 理工学部土木工学科（〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14）

E-mail: kaneko.yuuichiro@nihon-u.ac.jp

³ フェロー会員 東京大学大学院教授 工学系研究科社会基盤学専攻（〒113-8654 文京区本郷 7-3-1）

E-mail: kato@civil.t.u-tokyo.ac.jp

東京圏では 2016 年の交通政策審議会の答申において、国際競争力強化や地域の成長に資する鉄道の整備が提言されているが、これらの整備効果を計測するうえで、過去の鉄道整備が社会経済へ及ぼした影響を検証することは重要である。社会資本整備の効果分析は従来から整備前後の比較や地域間の比較が行われてきたが、対象事業のみの効果の抽出の困難性や因果関係の不明確性などの問題が指摘されてきた。本研究ではこのような分析上の問題へ対処するため、計量経済学の実証分析手法の一つである差の差分析法（Difference-in-Differences）を用いて、2000 年以降の新線整備によるゾーン毎のアクセシビリティの改善が、対象地域の夜間人口、従業人口密度、地価の変化へ及ぼした因果効果を推定した。その結果、都市鉄道整備と地価上昇について一定の因果効果があることが示された。

Key Words: urban railway construction, economic impacts, difference-in-differences

1. はじめに

東京圏の鉄道はこれまで国の答申等に基づき整備が行われ、ネットワークの充実化が図られてきた。さらに 2016 年 4 月には交通政策審議会より今後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として 24 路線が取り上げられている¹⁾。一般にこれらの鉄道整備による効果は、移動時間の短縮や交通費用の削減等の利用者への直接効果に加え、沿線における人口の増加や資産価値の上昇等の間接効果があり、これらは総称してストック効果と呼ばれている。

今後人口減少が進展していく中、厳しい財政制約の下においても持続的な経済成長を実現するためには、ストック効果を最大限発揮する社会資本整備が必要である。そのための具体的な手法や仕組みを検討するうえで、社会資本整備による効果を定量的に分析することは重要である²⁾。しかし従来までの効果計測は、整備前後の比較や地域間の比較が中心であり、対象事業のみの効果の抽出が困難であることや、因果関係の不明確性などの問題が指摘されている。

そこで本研究では、これらの問題に対処できる計量経済学の実証分析手法の一つである差の差分析法（Difference in Differences）を用いて、都市鉄道整備が社会経済へ及ぼす影響を検証する。具体的には、鉄道の整備前後における夜間人口、従業人口密度、地価の変化を地域別に把握するとともに、鉄道整備にともなう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ことを目的とする。

2. 既往研究の整理と本研究の位置づけ

差の差分析法を用いて鉄道整備と人口や地価など社会経済指標の変化に関する因果効果を分析した研究は、国内外で複数行われている。このうち海外の鉄道整備を対象とした研究として、Gibbons ら³⁾は 1990 年代後半にロンドンで整備された鉄道が周辺の地価に与える影響の因果効果を推定している。その結果、鉄道整備により沿線の地価は沿線以外と比較して 9.3% 上昇したことを明らかにしている。Diao ら⁴⁾は 2011 年に全線開業したシンガ

ポールの環状鉄道を対象に、2009 年から 2011 年にかけて鉄道整備が住宅価格に与える影響の因果効果に関する推定し、駅周辺 600m 以内に立地する住宅は 600m～1.6km に立地する住宅と比較して約 8.6% 価格が上昇したことを明らかにしている。Mayer ら⁷⁾は 1975 年から 2000 年の間にパリ都市圏での鉄道整備と企業の立地や雇用、人口の因果効果に関する分析を行い、周辺自治体の雇用が 8.8% 上昇し、高技能者が駅周辺に就業する実態を明らかにしている。

一方国内では、明定ら⁸⁾は 2011 年に全線開業した九州新幹線を対象に、開業前後の企業の仕入れと取引数の増加が生産性に与える因果効果を分析し、新幹線の整備による直接的なアクセスの向上が生産性に影響を与えることを明らかにしている。

これらの既往研究に対して、鉄道が発達している東京圏については、著者ら⁹⁾の研究をはじめ、新線開業前後の社会経済指標の比較を行った調査研究はいくつか存在するものの、対象事業のみによる効果を計測するまでには至っていない。以上の点を踏まえ、本研究では東京圏を対象に差の差分分析法を用いて、近年の鉄道整備によるアクセシビリティの改善が、夜間人口や従業人口、地価の変化へ及ぼす因果効果を推定する。

3. 差の差分分析法の考え方

差の差分分析法は 2 時点間の指標値の差を処置群と対照群の 2 つのグループ間で比較し、処置群の因果効果を推定するものであり、その考え方を図-1 に示す。本研究における処置群は鉄道整備によりアクセシビリティが改善された地域、対照群は改善されなかった地域とする。2 時点の社会経済指標を比較し、処置群及び対照群で差分を算出することで、鉄道整備と沿線内の社会経済指標（人口等）の変化との因果効果を推定する。

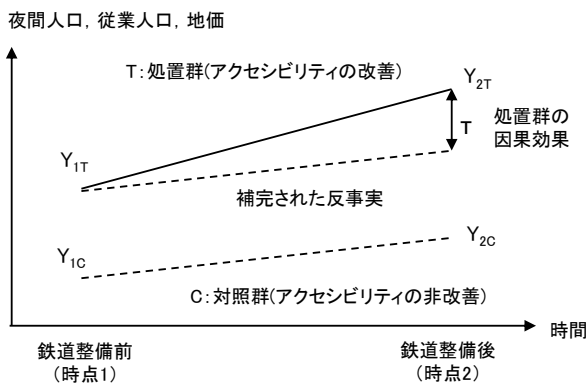


図-1 差の差分分析法による整備効果の計測の考え方

差の差分分析法には、1) 平均値の差を算出する方法と、2) 重回帰モデルを用いる方法の 2 つがある。1) については、時点ごとに同一グループ内での平均値を算出し、処置群の差分と対照群の差分との差分を求めることで、因果効果を推定するものである。これを式(1)に示す。

$$\tau = (Y_{2T} - Y_{1T}) - (Y_{2C} - Y_{1C}) \quad (1)$$

ここで、 τ は因果効果、 Y_{2T} は時点 2 の処置群の指標値、 Y_{1T} は時点 1 の処置群の指標値、 Y_{2C} は時点 2 の対照群の指標値、 Y_{1C} は時点 1 の対照群の指標値であり、4 つの指標を用いることで容易に推定が可能である。

一方、2) については、外的条件を考慮した重回帰モデルを用いることで、より精度の高い因果効果の推定を行うものである⁸⁾。これを式(2)に示す。

$$Y_{it} = a + bTRE_i + cAFT_t + d(TRE_i \cdot AFT_t) + eX_{it} \quad (2)$$

ここで、 Y_{it} は時間 t におけるゾーン i の社会経済指標（夜間人口、従業人口密度、地価）、 TRE_i は処置群に 1、対照群に 0 をとるダミー変数、 AFT_t は鉄道整備後に 1、鉄道整備前に 0 をとるダミー変数、 X_{it} は量的な説明変数を示す共変量である。式(2)について、最小二乗法を用いてパラメータ推定を行い、交差項 $TRE_i \cdot AFT_t$ のパラメータ d が推定したい因果効果である。

差の差分分析法を適用する上で、まず各指標について地域別の特徴を把握する。具体的には、整備前後の 2 時点におけるアクセシビリティ、夜間人口、従業人口密度、地価を比較することで、変化の度合いを把握する。なお、従業人口について密度を取る理由として、地域毎の産業集積を考慮するためである。

4. 鉄道整備前後における社会経済指標の変化

(1) 対象路線及び分析に使用するデータ

東京圏における近年の都市鉄道の整備事例として、2000 年以降に全線開業した路線（以下新線と呼称）を表-1 に示す。本研究ではこれらの鉄道整備にともなうアクセシビリティの改善が、圏域内の夜間人口、従業人口密度、地価の変化に及ぼす影響の因果効果を差の差分分析法を用いて推定する。比較の時点は基本的に 2000 年と 2010 年とする。

まず、アクセシビリティの算定に用いる地域間の移動時間は、交通政策審議会答申（2016 年 4 月）の交通需要分析で用いられた小ゾーン単位で計測する⁹⁾。ゾーン数及び移動時間の内訳は表-2 に示すとおりである。任意のゾーンから圏域内の全ゾーンへの移動時間の平均値を

表-1 2000 年以降に全線開業した鉄道路線

路線名	都営大江戸線	埼玉高速鉄道線	りんかい線	半蔵門線	みなとみらい線
区間	都庁前～国立競技場	赤羽岩淵～浦和美園	天王洲アイル～大崎	水天宮前～押上	横浜～元町・中華街
全線開業	2000年12月	2001年3月	2002年12月	2003年3月	2004年2月

路線名	つくばエクスプレス	日暮里・舎人ライナー	グリーンライン	副都心線	成田スカイアクセス線
区間	秋葉原～つくば	日暮里～見沼代親水公園	日吉～中山	池袋～渋谷	印旛日本医大～成田空港
全線開業	2005年8月	2008年3月	2008年3月	2008年6月	2010年7月

表-2 ゾーン数及び移動時間の内訳

対象	ゾーン数	移動時間内訳	時点	備考
東京圏 全域	2,843	アクセス時間、待ち時間、 乗車時間、乗換時間、 イグレス時間の合計値	2010年10月1日 2000年10月1日	ゾーンの設定は 概ね1ゾーンに1駅

注：本研究における東京圏は、東京都市圏パーソントリップ調査と同じ圏域（東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県、茨城県南部）とする。

表-3 使用する統計データ

項目	統計名	対象時点	備考
夜間人口	国勢調査	2010年・2000年	町丁目・大字単位
従業人口	経済センサス-活動調査	2012年	町丁目・大字単位
	事業所・企業統計	2001年	町丁目・大字単位
地価	公示地価	2010年・2000年	点データ

算出し、これが当該ゾーンのアクセシビリティを表すものとする。

また、夜間人口及び従業人口密度はいずれも町丁目・大字単位で集計されたデータを用いる。なお、従業人口密度は使用する統計の制約上、2001年と2012年の2時点とし、産業分類は鉄道整備との関連性を踏まえて3次

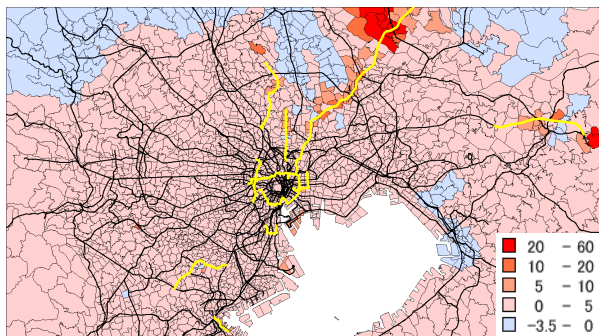
産業とし、従業者数を面積で除して算出する。地価は点データであるため、ゾーン内の複数地点の地価の平均値を用いることとする。これらの統計データを前述した小ゾーン単位に変換し、鉄道整備前後及び沿線内外における変化を把握する。ここで、使用する統計データの概要を表-3に示す。

(2) ゾーン間の移動時間の変化

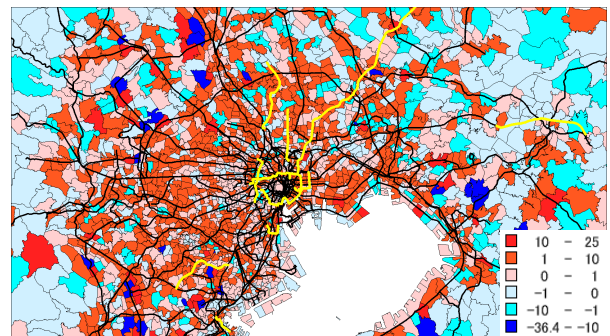
ゾーン間の移動時間の変化について、2010年と2000年の差分を図-2 [1] に示す。正值は平均移動時間が短縮したこと、負値は増加したことを示す。全体的な傾向として、移動時間が短縮したゾーンが広域に及んでおり、新線沿線（図中の黄色線）周辺のゾーンでは5分以上の短縮が確認できる。中でもつくばエクスプレスや日暮里・舎人ライナーなど都心郊外部の沿線では、その傾向が顕著である。

(3) 夜間人口の変化

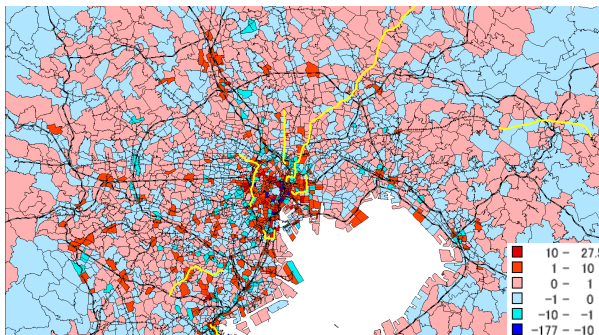
夜間人口の変化について、2010年と2000年の差分を算出したものを図-2 [2] に示す。これより東京都区部やその周辺部における新線（図中の黄色線）を含む鉄道沿線ゾーンを中心に、増加傾向がみられる。また、上記以外についても、量的には少ないものの増加しているゾーンが多数見られる。すなわち当該期間において、東京圏の人口は全体的に増加していることがわかる。



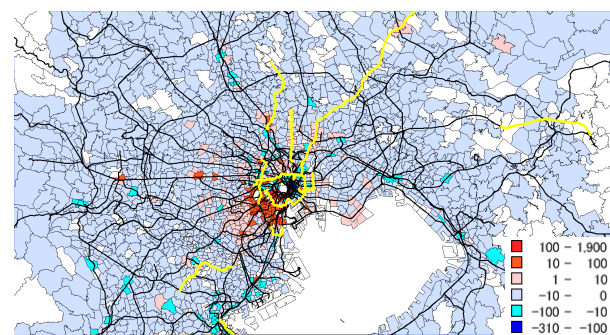
[1] 平均移動時間の差分(分) (2010年と2000年)



[2] 夜間人口の差分(千人) (2010年と2000年)



[3] 従業人口密度の差分(千人/km²) (2012年と2001年)



[4] 地価の差分(千円/km²) (2010年と2000年)

図-2 鉄道整備前後における平均移動時間・夜間人口・従業人口・地価の変化

(4) 従業人口密度の変化

従業人口密度の変化について、2012 年と 2001 年の差分を算出したものを図-2 [3] に示す。これより夜間人口と異なり、増加しているゾーンが広範囲に点在している傾向がみられる。一方、新線沿線では都心部を除き全体的に増加幅が小さいことがわかる。

(5) 地価の変化

地価の変化について、2010 年と 2000 年の差分を算出したものを図-2 [4] に示す。これより都心部及びつくばエクスプレスをはじめとした一部の新線の沿線で増加しているほかは、全域的に下落傾向がみられる。すなわち当該期間において、東京圏の地価は全体的に下落していることがわかる。

5. 差の差分析法を用いた因果効果の推定

(1) 分析対象

4 章で示した鉄道整備にともなう移動時間の短縮と社会経済指標の変化との因果効果を推定する。具体的には、1)東京圏全域を対象とした分析、2)個別路線を対象とした2つの分析を行う。このうち2)の事例として、都心部と郊外部を結ぶつくばエクスプレスを対象とする。なお、同線の都区部(23区)内の駅は、他路線の駅勢圏に含まれていることから、対象外とする。

ここで、差の差分析法における処置群(改善ゾーン)と対照群(非改善ゾーン)を区分する際の閾値を表-4のとおり設定する。以上の処置群(改善ゾーン)・対照群(非改善ゾーン)別に夜間人口、従業人口密度、地価の平均値を算出し、式(1)を用いて因果効果を推定するとともに、式(2)の重回帰モデルの推定パラメータを比較する。なお、分析に用いる各変数の記述統計量については、付録の付表-1に整理している。

(2) 重回帰モデルにおける共変量の選定

式(2)の重回帰モデルの共変量 X_i に用いる変数については、既往研究を参考に選定する。その結果を表-5に

表-4 差の差分析法における閾値の設定

		1) 東京圏全域	2) つくばエクスプレス
ケース [1]	処置群 (改善ゾーン)	平均移動時間が短縮された地域	各駅を含むゾーンにおける平均移動時間の短縮分の最小値(2.5分)以上の地域
	対照群 (非改善ゾーン)	上記以外の地域	上記以外の地域
ケース [2]	処置群 (改善ゾーン)	移動時間が0.5分以上短縮された地域	各駅を含むゾーンにおける平均移動時間の平均値(14.3分)以上の地域
	対照群 (非改善ゾーン)	上記以外の地域	上記以外の地域

表-5 差の差分析法で使用する共変量

変数	使用データ	対象時点
人口密度(人/km ²)	国土数値情報	2010年 2000年
従業人口密度(人/km ²)	国土数値情報	2012年 2001年
地積(ha)	交通政策審議会 需要分析	-
ゾーン中心から 東京駅までの距離(km)	GIS上で計測※1	-
ゾーン中心から 最寄駅までの距離(km)	GIS上で計測※1	2010年 2000年
ゾーン中心から 最寄JR駅までの距離(km)	GIS上で計測※1	2010年 2000年
道路延長(km)	GIS上で計測※2	2010年 2002年
道路延長密度(1/km)	GIS上で計測※2	2010年 2002年
都心3区ダミー	千代田区・中央区 港区	
都心6区ダミー	都心3区に加え新宿区 渋谷区・品川区	左記指定地域に1 それ以外に0をとるダミー変数
東京23区ダミー	東京23区	
業務核都市ダミー	業務核都市に制定され ている地域	

※1: GISソフト「Mapinfo」の距離計算ツール機能を用いて計測
 ※2: GISソフト「Mapinfo」の面積按分機能を用いて計測

示す。なお、ゾーン中心から最寄駅もしくは最寄の JR 駅までの距離及び地域ダミーについては、相関性を考慮して一つ設定する。また、説明変数に対数を取るケースについては、被説明変数も同様に対数をとる。以上を踏まえて複数ケースごとにパラメータ推定を行う。

(3) 各種指標の平均値の差の算出

a) 東京圏全域

東京圏全域における平均値の差の算定結果を表-5に示す。これよりケース[1]及びケース[2]において、夜間人口、従業人口密度、地価のいずれの指標とも処置群(改善ゾーン)の差分が対照群(非改善ゾーン)の差分を上回っており、正の因果効果が発生していることがわかる。ただし、ケース[2]の地価については p 値が 0.29 であり、統計的に有意な差は認められなかった。

b) つくばエクスプレス

つくばエクスプレスにおける平均値の差の算定結果を同じく表-5に示す。これより、従業人口密度を除き処置群(改善ゾーン)の差分が対照群(非改善ゾーン)の差分を上回っており、正の因果効果が発生しているがわかる。ただし、いずれのケースも地価以外については p 値が高く、統計的に有意な差は認められなかった。

以上の結果より、まず東京圏全域について、鉄道整備によるアクセシビリティの改善は、夜間人口及び従業人口密度の増加と地価の上昇に一定の影響を及ぼしていることがわかる。このうち従業人口密度の増加は、鉄道整備により業務機能の集積性の向上を示唆したものと考えられる。一方、つくばエクスプレスについて、夜間人口の増加と地価の上昇に一定の影響を及ぼしているものの、統計的に有意な差であることを確認できたのは地価のみであることがわかった。

表-6a 鉄道整備前後における各指標の平均値の差（ケース[1]）

1) 東京圏全域								
夜間人口（人）	2010年	2000年	差分	因果効果	p値	総ゾーン数		
処置群（改善ゾーン）	12,991	12,117	874	810	0.00			
対照群（非改善ゾーン）	13,977	13,913	64					
従業人口密度（人/km ² ）	2012年	2001年	差分	因果効果	p値	改善 非改善	2,533 310	
処置群（改善ゾーン）	7,554	6,832	722	702	0.00			
対照群（非改善ゾーン）	1,166	1,147	19					
地価（円/km ² ）	2010年	2000年	差分	因果効果	p値			
処置群（改善ゾーン）	466,730	410,244	56,485	98,202	0.00			
対照群（非改善ゾーン）	79,483	121,199	-41,717					
2) つくばエクスプレス								
夜間人口（人）	2010年	2000年	差分	因果効果	p値	総ゾーン数		
処置群（改善ゾーン）	7,984	7,104	880	179	0.77			
対照群（非改善ゾーン）	14,026	13,325	701					
従業人口密度（人/km ² ）	2012年	2001年	差分	因果効果	p値	改善 非改善	68 40	
処置群（改善ゾーン）	742	641	101	-41	0.52			
対照群（非改善ゾーン）	1,261	1,119	142					
地価（円/km ² ）	2010年	2000年	差分	因果効果	p値			
処置群（改善ゾーン）	79,039	105,109	-26,679	25,725	0.00			
対照群（非改善ゾーン）	113,422	165,155	-52,404					

表-6b 鉄道整備前後における各指標の平均値の差（ケース[2]）

1) 東京圏全域								
夜間人口（人）	2010年	2000年	差分	因果効果	p値	総ゾーン数		
処置群（改善ゾーン）	12,695	11,818	877	294	0.03			
対照群（非改善ゾーン）	14,000	13,416	583					
従業人口密度（人/km ² ）	2012年	2001年	差分	因果効果	p値	改善 非改善	1,963 880	
処置群（改善ゾーン）	8,475	7,592	882	753	0.00			
対照群（非改善ゾーン）	3,271	3,142	129					
地価（円/km ² ）	2010年	2000年	差分	因果効果	p値			
処置群（改善ゾーン）	491,794	419,808	22,227	31,378	0.29			
対照群（非改善ゾーン）	284,259	295,483	-9,151					
2) つくばエクスプレス								
夜間人口（人）	2010年	2000年	差分	因果効果	p値	総ゾーン数		
処置群（改善ゾーン）	8,106	6,969	1,137	416	0.53			
対照群（非改善ゾーン）	10,826	10,105	721					
従業人口密度（人/km ² ）	2012年	2001年	差分	因果効果	p値	改善 非改善	24 84	
処置群（改善ゾーン）	811	688	123	16	0.86			
対照群（非改善ゾーン）	1,100	993	107					
地価（円/km ² ）	2010年	2000年	差分	因果効果	p値			
処置群（改善ゾーン）	65,154	76,033	-10,879	33,834	0.00			
対照群（非改善ゾーン）	100,801	144,740	-44,713					

(4) 重回帰モデルのパラメータ推定結果

a) 東京圏全域

重回帰モデルのパラメータ推定結果のうち、夜間人口を表-7、従業人口密度を表-8、地価を表-9 にそれぞれ示す。このうち夜間人口については、ケース[1]及びケース[2]とも決定係数は 0.3 前後であり、必ずしも説明力は高くない。また、交差項 $TRE \cdot AFT$ の係数は正值であるが、t 値はケース[2]の case2 のみで有意である。

従業人口密度については、ケース[1]及びケース[2]とも対数化した case 6~case 10 で決定係数が 0.7 以上と比較的良好であるが、交差項 $TRE \cdot AFT$ の係数はケース[2]で正值であるものの、t 値はいずれも有意ではない。このことは、対象期間の前後で従業人口密度は大きく変化していないことを示唆するものである。

地価については、ケース[1]及びケース[2]とも対数化した case4~case6 で決定係数が 0.8 前後と良好である。また、交差項 $TRE \cdot AFT$ の係数も正值であり、t 値も有意な結果となった。このことは、東京圏における鉄道整備と地価上昇との間に因果効果があることを示したものである。具体的には、ケース[1]では 28% (0.28)、ケース[2]では 11% (0.11) 地価を上昇させる効果が発現したものと解釈される。また、 AFT の係数は負値であるが、これは 4 章でも述べたとおり、対象期間中に地価が下落傾向であったことを示している。 TRE の係数は case5 と case6 のみ有意で正值であるが、これは鉄道整備が比較的地価の高い地域で行われていたことを示唆するものである。なお、共変量である各説明変数については、符号条件は問題なく、t 値も概ね有意である。

b) つくばエクスプレス

重回帰モデルのパラメータ推定結果のうち、夜間人口と従業人口密度を表-10、地価を表-11 にそれぞれ示す。このうち夜間人口については、ケース[1]及びケース[2]とも決定係数は 0.4 前後であり、必ずしも説明力は高くない。また、交差項 $TRE \cdot AFT$ の係数はいずれも正值であるが、t 値は有意ではない。

従業人口密度については、ケース[1]及びケース[2]とも対数化した case2 の方が決定係数が 0.6 以上と比較的良好である。交差項 $TRE \cdot AFT$ の係数はいずれのケースも正值であり、t 値も一部を除き有意である。

地価については、ケース[1]及びケース[2]とも決定係数は概ね 0.6~0.8 と良好である。交差項 $TRE \cdot AFT$ の係数はいずれも正值であるが、t 値は対数化しない case2 と case3 で有意な結果となった。このことは、つくばエクスプレスの整備と地価上昇（下落抑制）との間に因果効果があることを示したものである。AFT 及び TRE とともに係数が負値となっているが、これは対象期間中に地価が下落傾向にあったこと、つくばエクスプレスが比較的地価の安価な地域に整備されたことを示唆するものである。なお、 $TRE \cdot AFT$ の係数と平均値の差（表-6 参照）は比較的近い水準となっている（例えばケース[1]の場合、平均値の差は 25,725 円/km²、 $TRE \cdot AFT$ の係数は 28,843 円/km² (case3) である）。

表-7 パラメータ推定結果（東京圏全域・夜間人口・ケース[1]（左）・ケース[2]（右））

被説明変数	夜間人口			被説明変数	夜間人口		
	case1	case2			case1	case2	
変数	係数 (t 値)	係数 (t 値)		変数	係数 (t 値)	係数 (t 値)	
TRE	777.23 (1.59)	495.92 (0.97)		TRE	-480.36 (-1.50)	-678.61 (-2.01)	**
AFT	-1,868 (-2.96)	-1,650 (-2.49)	**	AFT	-1,905 (-5.06)	-1,611 (-4.07)	***
TRE*AFT	767.67 (1.15)	593.14 (0.85)		TRE*AFT	1,063 (2.37)	727.95 (1.54)	**
東京駅までの距離	-94.27 (-12.52)	-133.88 (-17.26)	***	東京駅までの距離	-99.33 (-13.41)	-138.13 (-18.10)	***
最寄駅までの距離	-2,368 (-27.41)		***	最寄駅までの距離	-2,368 (-27.37)		***
最寄JR駅までの距離		-500.25 (-11.36)	***	最寄JR駅までの距離		-506.51 (-11.50)	***
道路延長	187.76 (50.04)	164.17 (42.94)	***	道路延長	186.71 (49.74)	163.00 (42.67)	***
定数項	11,224 (21.29)	11,932 (21.33)	***	定数項	12,430 (37.70)	13,020 (36.95)	***
サンプル数	5,686	5,686		サンプル数	5,686	5,686	
決定係数	0.324	0.252		決定係数	0.323	0.251	

注:***1%有意, **5%有意, *10%有意

注:***1%有意, **5%有意, *10%有意

表-8a パラメータ推定結果（東京圏全域・従業人口密度・ケース[1]）

被説明変数	従業人口密度				
	case1	case2	case3	case4	case5
定数	係数 (t値)	係数 (t値)	係数 (t値)	係数 (t値)	係数 (t値)
TRE	-0.16 (-1.43)	-0.05 (-0.49)	-0.04 (-0.44)	-0.13 (-1.17)	-0.13 (-1.15)
AFT	-0.02 (-0.14)	-0.05 (-0.43)	-0.06 (-0.44)	-0.02 (-0.16)	-0.03 (-0.22)
TRE・AFT	0.06 (0.36)	0.03 (0.22)	0.03 (0.19)	0.06 (0.37)	0.05 (0.30)
東京駅からの 距離	-0.03 (-16.57) ***	-0.01 (-6.82) ***	-0.01 (-3.21) ***	-0.01 (-5.52) ***	-0.03 (-15.07) ***
最寄駅からの 距離	-0.04 (-1.76) *	-0.02 (-1.25)	-0.02 (-0.89)	-0.05 (-2.21) **	-0.03 (-1.67) *
道路延長密度	0.12 (2.36) **	0.28 (6.56) ***	0.29 (6.75) ***	0.13 (2.61) ***	0.18 (3.44) ***
都心3区ダミー		5.73 (51.39) ***			
都心6区ダミー			4.09 (48.67) ***		
東京23区 ダミー				1.18 (16.29) ***	
業務核都市 ダミー					-0.38 (-7.34) ***
定数項	1.45 (7.03) ***	0.15 (0.85)	-0.16 (-0.90)	0.53 (2.51) **	1.34 (6.52) ***
サンプル数	5,686	5,686	5,686	5,686	5,686
決定係数	0.117	0.398	0.377	0.157	0.126

注：***1%有意，**5%有意，*10%有意

被説明変数	従業人口密度(対数)				
	case6	case7	case8	case9	case10
定数	係数 (t値)	係数 (t値)	係数 (t値)	係数 (t値)	係数 (t値)
TRE	0.17 (3.05) ***	0.21 (3.63) ***	0.22 (3.92) ***	0.17 (2.94) ***	0.13 (2.31) **
AFT	-0.07 (-0.96)	-0.08 (-1.04)	-0.08 (-1.10)	-0.07 (-0.94)	-0.06 (-0.85)
TRE・AFT	-0.07 (-0.84)	-0.07 (-0.89)	-0.07 (-0.93)	-0.07 (-0.84)	-0.06 (-0.80)
東京駅からの 距離(対数)	-0.92 (-50.02) ***	-0.82 (-38.2) ***	-0.75 (-34.3) ***	-1.03 (-37.92) ***	-1.00 (-52.85) ***
最寄駅からの 距離(対数)	-0.44 (-31.23) ***	-0.44 (-31.35) ***	-0.43 (-30.98) ***	-0.44 (-31.53) ***	-0.44 (-31.79) ***
道路延長密度 (対数)	1.56 (44.13) ***	1.61 (45.18) ***	1.65 (46.68) ***	1.54 (43.58) ***	1.45 (41.04) ***
都心3区ダミー		0.65 (8.33) ***			
都心6区ダミー			0.80 (13.91) ***		
東京23区 ダミー				-0.26 (-5.61) ***	
業務核都市 ダミー					0.39 (14.34) ***
定数項	-0.74 (-7.80) ***	-1.13 (-10.76) ***	-1.43 (-13.60) ***	-0.30 (-2.44) **	-0.48 (-5.06) ***
サンプル数	5,603	5,603	5,603	5,603	5,603
決定係数	0.741	0.744	0.749	0.742	0.750

注：***1%有意，**5%有意，*10%有意

表-8b パラメータ推定結果（東京圏全域・従業人口密度・ケース[2]）

被説明変数	従業人口密度				
	case1	case2	case3	case4	case5
定数	係数 (t値)	係数 (t値)	係数 (t値)	係数 (t値)	係数 (t値)
TRE	0.18 (2.42) **	0.06 (1)	0.10 (1.57)	0.24 (3.23) ***	0.21 (2.74) ***
AFT	-0.03 (-0.39)	-0.09 (-1.21)	-0.10 (-1.27)	-0.04 (-0.45)	-0.06 (-0.64)
TRE・AFT	0.08 (0.80)	0.09 (0.99)	0.09 (0.97)	0.09 (0.83)	0.09 (0.82)
東京駅からの 距離	-0.03 (-15.67) ***	-0.01 (-6.42) ***	0.00 (-2.65) ***	-0.01 (-4.3) ***	-0.03 (-14.11) ***
最寄駅からの 距離	-0.03 (-1.65) *	-0.02 (-1.21)	-0.01 (-0.84)	-0.04 (-2.11) **	-0.03 (-1.57)
道路延長密度	0.14 (2.70) ***	0.28 (6.74) ***	0.30 (6.99) ***	0.15 (3.04) ***	0.20 (3.86) ***
都心3区ダミー		5.72 (51.26) ***			
都心6区ダミー			4.08 (48.60) ***		
東京23区 ダミー				1.21 (16.67) ***	
業務核都市 ダミー					-0.40 (-7.68) ***
定数項	1.07 (5.94) ***	0.02 (0.13)	-0.32 (-2.06) **	0.11 (0.57)	0.97 (5.39) ***
サンプル数	5,686	5,686	5,686	5,686	5,686
決定係数	0.120	0.398	0.378	0.161	0.129

注：***1%有意，**5%有意，*10%有意

被説明変数	従業人口密度(対数)				
	case6	case7	case8	case9	case10
定数	係数 (t値)	係数 (t値)	係数 (t値)	係数 (t値)	係数 (t値)
TRE	0.16 (4.21) ***	0.16 (4.16) ***	0.16 (4.26) ***	0.14 (3.83) ***	0.13 (3.45) ***
AFT	-0.18 (-4.00) ***	-0.18 (-4.20) ***	-0.19 (-4.36) ***	-0.17 (-3.96) ***	-0.16 (-3.76) ***
TRE・AFT	0.06 (1.21)	0.06 (1.22)	0.06 (1.22)	0.06 (1.22)	0.06 (1.25)
東京駅からの 距離(対数)	-0.91 (-50.24) ***	-0.82 (-38.99) ***	-0.75 (-34.97) ***	-1.01 (-37.21) ***	-0.99 (-52.94) ***
最寄駅からの 距離(対数)	-0.44 (-31.35) ***	-0.44 (-31.47) ***	-0.43 (-31.13) ***	-0.44 (-31.61) ***	-0.44 (-31.88) ***
道路延長密度 (対数)	1.57 (44.73) ***	1.62 (45.65) ***	1.66 (47.2) ***	1.55 (44.15) ***	1.46 (41.51) ***
都心3区ダミー		0.61 (7.92) ***			
都心6区ダミー			0.78 (13.61) ***		
東京23区 ダミー				-0.23 (-5) ***	
業務核都市 ダミー					0.38 (14.06) ***
定数項	-0.72 (-8.99) ***	-1.06 (-11.69) ***	-1.35 (-14.74) ***	-0.32 (-2.87) ***	-0.49 (-6.03) ***
サンプル数	5,603	5,603	5,603	5,603	5,603
決定係数	0.743	0.745	0.751	0.744	0.751

注：***1%有意，**5%有意，*10%有意

表-9a パラメータ推定結果（東京圏全域・地価・ケース[1]）

被説明変数	地価			地価(対数)			
	case1	case2	case3	case4	case5	case6	
定数	係数 (t値)	係数 (t値)	係数 (t値)	係数 (t値)	係数 (t値)	係数 (t値)	
TRE	-15,961 (-0.31)	6,132 (0.13)	16,134 (0.43)	0.05 (1.44)	0.09 (3.19)	0.09 (3.00)	***
AFT	-34,171 (-0.51)	-41,697 (-0.71)	-40,503 (-0.83)	-0.52 (-12.02)	-0.53 (-14.12)	-0.53 (-14.45)	***
TRE・AFT	86,364 (1.22)	67,949 (1.09)	54,124 (1.05)	0.28 (6.07)	0.28 (7.10)	0.28 (7.10)	***
地積	135 (8.45)	20.39 (1.44)	31.81 (2.71)				***
人口密度	-23.12 (-12.75)		-4.21 (-3.11)				***
従業人口密度		370,992 (71.16)	308,884 (65.25)				***
地積(対数)				-0.25 (-22.62)	-0.16 (-16.77)	-0.19 (-19.73)	***
人口密度(対数)				0.14 (17.17)		0.07 (10.10)	***
従業人口密度(対数)					0.33 (45.54)	0.32 (42.56)	***
東京駅からの距離	-24,005 (-26.29)	-4,463 (-5.96)	-6,836 (-9.57)				***
最寄駅からの距離	-99,584 (-9.2)	-13,321 (-1.42)	-25,353 (-3.19)				***
東京駅からの距離(対数)				-0.52 (-40.05)	-0.30 (-24.78)	-0.31 (-25.36)	***
最寄駅からの距離(対数)				-0.16 (-18.78)	-0.07 (-8.42)	-0.06 (-7.59)	***
定数項	1,319,032 (20.87)	275,974 (5.41)	415,422 (8.65)	14.05 (125.14)	14.65 (265.17)	14.17 (198.65)	***
サンプル数	4,795	4,842	4,795	4,795	4,803	4,773	
決定係数	0.170	0.568	0.561	0.785	0.842	0.845	

注：***1%有意，**5%有意，*10%有意

表-9b パラメータ推定結果（東京圏全域・地価・ケース[2]）

被説明変数	地価			地価(対数)			
	case1	case2	case3	case4	case5	case6	
定数	係数 (t値)	係数 (t値)	係数 (t値)	係数 (t値)	係数 (t値)	係数 (t値)	
TRE	18,632 (0.56)	-64,530 (-2.2)	-43,850 (-1.79)	-0.02 (-0.89)	-0.06 (-3.15)	-0.05 (-2.82)	***
AFT	-19,927 (-0.52)	-14,009 (-0.41)	-31,895 (-1.14)	-0.34 (-13.75)	-0.35 (-15.92)	-0.36 (-16.58)	***
TRE・AFT	92,443 (1.97)	49,097 (1.19)	58,903 (1.72)	0.11 (3.56)	0.11 (3.98)	0.11 (4.10)	***
地積	136.66 (8.56)	18.13 (1.28)	30.39 (2.59)				***
人口密度	-23.07 (-12.76)		-4.07 (-3.02)				***
従業人口密度		371,382 (71.15)	309,014 (65.12)				***
地積(対数)				-0.26 (-23.34)	-0.17 (-18.69)	-0.21 (-21.72)	***
人口密度(対数)				0.14 (17.50)		0.08 (10.63)	***
従業人口密度(対数)					0.33 (44.47)	0.31 (41.41)	***
東京駅からの距離	-23,844 (-26.47)	-4,833 (-6.61)	-7,089 (-10.06)				***
最寄駅からの距離	-100,449 (-9.29)	-12,959 (-1.38)	-25,199 (-3.17)				***
東京駅からの距離(対数)				0.14 (-40.22)	-0.31 (-25.32)	-0.32 (-26.00)	***
最寄駅からの距離(対数)				-0.16 (-18.37)	-0.06 (-8.03)	-0.06 (-7.17)	***
定数項	1,287,500 (27.81)	335,792 (10.43)	465,633 (12.94)	14.14 (129.26)	14.90 (319.81)	14.37 (214.41)	***
サンプル数	4,795	4,842	4,795	4,795	4,803	4,773	
決定係数	0.172	0.568	0.561	0.781	0.837	0.840	

注：***1%有意，**5%有意，*10%有意

表-10a パラメータ推定結果（つくばエクスプレス・夜間人口・従業人口密度・ケース[1]）

被説明変数	夜間人口		従業人口密度		従業人口密度 (対数)	
	case1 係数 (t 値)	case2 係数 (t 値)	case1 係数 (t 値)	case2 係数 (t 値)	case1 係数 (t 値)	case2 係数 (t 値)
TRE	-5,259 (-4.18) ***	-3,073 (-2.49) **	-0.07 (-2.89) ***	-0.57 (-3.25) ***		
AFT	-1,845 (-1.36)	-2,305 (-1.76) *	-0.08 (-3.05) ***	-0.97 (-4.85) ***		
TRE*AFT	2,783 (1.63)	1,674 (1.05)	0.05 (1.65) *	0.63 (2.70) ***		
東京駅までの距離	-96.79 (-2.14) **	-57.96 (-1.36)	0.00 (3.32) ***			
最寄駅までの距離	-855.11 (-3.20) ***		0.00 (-0.49)			
最寄JR駅までの距離		-809.99 (-5.24) ***				
道路延長	143.66 (7.38) ***	147.71 (8.08) ***				
道路延長密度			0.01 (8.05) ***			
東京駅から距離 (対数)				0.82 (3.55) ***		
最寄駅からの距離 (対数)				-0.01 (-0.10)		
道路延長密度 (対数)				2.24 (14.07) ***		
定数項	12,113 (8.46) ***	12,085 (9.12) ***	-0.11 (-2.69) ***	-10.47 (-10.29) ***		
サンプル数	216	216	216	216		
決定係数	0.363	0.409	0.292	0.623		

注:***1%有意, **5%有意, *10%有意

表-10b パラメータ推定結果（つくばエクスプレス・夜間人口・従業人口密度・ケース[2]）

被説明変数	夜間人口		従業人口密度		従業人口密度 (対数)	
	case1 係数 (t 値)	case2 係数 (t 値)	case1 係数 (t 値)	case2 係数 (t 値)	case1 係数 (t 値)	case2 係数 (t 値)
TRE	-3,106 (-1.92) *	2,791 (1.73) *	-0.04 (-1.45)	-0.25 (-1.18)		
AFT	-885.06 (-0.90)	-1,584 (-1.75) *	-0.06 (-3.13) ***	-0.64 (-4.34) ***		
TRE*AFT	2,773 (1.35)	1,207 (0.66)	0.06 (1.71) *	0.40 (1.46)		
東京駅までの距離	-137.81 (-2.82) ***	-88.58 (-2.12) **	0.00 (2.55) **			
最寄駅までの距離	-889.96 (-3.19) ***		0.00 (-0.48)			
最寄JR駅までの距離		-1,159 (-6.77) ***				
道路延長	159.51 (7.92) ***	152.31 (8.60) ***				
道路延長密度			0.01 (7.82) ***			
東京駅からの距離 (対数)				0.65 (2.68) ***		
最寄駅からの距離 (対数)				0.00 (-0.04)		
道路延長密度 (対数)				2.19 (13.54) ***		
定数項	10,351 (6.63) ***	12,305 (9.42) ***	-0.12 (-2.77) ***	-10.08 (-9.46) ***		
サンプル数	216	216	216	216		
決定係数	0.315	0.410	0.274	0.607		

注:***1%有意, **5%有意, *10%有意

表-11a パラメータ推定結果 (つくばエクスプレス・地価・ケース[1])

被説明変数	地価						地価(対数)					
	case1		case2		case3		case4		case5		case6	
変数	係数 (t 値)		係数 (t 値)		係数 (t 値)		係数 (t 値)		係数 (t 値)		係数 (t 値)	
TRE	-25,139 (-2.24)	**	-17,781 (-2.04)	**	-19,644 (-2.39)	**	-0.17 (-1.75)	*	-0.17 (-2.01)	**	-0.16 (-2.04)	**
AFT	-55,691 (-4.94)	***	-57,536 (-6.63)	***	-59,920 (-7.29)	***	-0.53 (-5.56)	***	-0.48 (-5.81)	***	-0.54 (-6.74)	***
TRE*AFT	22,346 (1.50)		28,396 (2.46)	**	28,343 (2.61)	***	0.14 (1.16)		0.10 (0.89)		0.13 (1.26)	
地積	-16.02 (-2.06)	**	-6.97 (-1.14)		-6.02 (-1.05)							
人口密度	13.79 (10.09)	***			5.94 (5.01)	***						
従業人口 密度			370,645 (16.48)	***	305,405 (12.18)	***						
地積 (対数)							-0.23 (-3.43)	***	-0.19 (-3.38)	***	-0.13 (-2.26)	**
人口密度 (対数)							0.32 (8.47)	***			0.16 (4.39)	***
従業人口 密度(対数)									0.36 (12.00)	***	0.29 (8.80)	***
東京駅から の距離	-437.25 (-0.99)		-1,667 (-5.06)	***	-1,133 (-3.47)	***						
最寄駅まで の距離	2,523 (0.97)		-1,019 (-0.51)		328.59 (0.17)							
東京駅から の距離(対数)							-0.24 (-2.05)	**	-0.34 (-3.32)	***	-0.26 (-2.68)	***
最寄駅まで の距離(対数)							0.00 (-0.08)		-0.02 (-0.71)		-0.01 (-0.35)	
定数項	112,745 (6.97)	***	168,576 (17.19)	***	133,186 (11.19)	***	11.41 (17.16)	***	15.06 (47.25)	***	12.97 (22.42)	***
サンプル数	175		177		175		175		177		175	
決定係数	0.606		0.759		0.792		0.734		0.793		0.819	

注：***1%有意，**5%有意，*10%有意

表-11b パラメータ推定結果 (つくばエクスプレス・地価・ケース[2])

被説明変数	地価						地価(対数)					
	case1		case2		case3		case4		case5		case6	
変数	係数 (t 値)		係数 (t 値)		係数 (t 値)		係数 (t 値)		係数 (t 値)		係数 (t 値)	
TRE	-10,138 (-0.72)		-19,329 (-1.76)	*	-18,127 (-1.76)	*	-0.03 (-0.26)		-0.19 (-1.84)	*	-0.16 (-1.6)	
AFT	-48,649 (-5.77)	***	-48,200 (-7.43)	***	-50,119 (-8.18)	***	-0.49 (-6.95)	***	-0.48 (-7.76)	***	-0.50 (-8.66)	***
TRE*AFT	28,013 (1.57)		34,115 (2.47)	**	32,182 (2.48)	**	0.18 (1.23)		0.23 (1.79)	*	0.22 (1.78)	*
地積	-15.36 (-1.93)	*	-6.33 (-1.02)		-5.32 (-0.91)							
人口密度	13.81 (10.03)	***			5.90 (4.96)	***						
従業人口 密度			371,428 (16.59)	***	306,933 (12.26)	***						
地積 (対数)							-0.22 (-3.30)	***	-0.16 (-2.86)	***	-0.10 (-1.85)	*
人口密度 (対数)							0.33 (8.70)	***			0.16 (4.49)	***
従業人口 密度(対数)									0.37 (12.21)	***	0.29 (8.83)	***
東京駅から の距離	-787.42 (-1.75)	*	-1,717 (-5.18)	***	-1,227 (-3.73)	***						
最寄駅まで の距離	2,581 (0.99)		-1,033 (-0.52)		353.92 (0.19)							
東京駅から の距離(対数)							-0.34 (-2.87)	***	-0.38 (-3.77)	***	-0.30 (-3.10)	***
最寄駅まで の距離(対数)							0.00 (-0.03)		-0.03 (-0.96)		-0.02 (-0.47)	
定数項	111,311 (6.74)	***	163,610 (16.22)	***	128,152 (10.62)	***	11.53 (16.57)	***	15.01 (41.75)	***	12.90 (21.64)	***
サンプル数	175		177		175		175		177		175	
決定係数	0.600		0.758		0.790		0.732		0.792		0.818	

注：***1%有意，**5%有意，*10%有意

6. おわりに

本研究では、東京圏を対象に差の差分析法を用いて、近年の鉄道整備によるアクセシビリティの改善が夜間人口、従業員人口密度、地価の変化へ及ぼす因果効果を推定した。具体的には、平均値の差を算出する方法と重回帰モデルを用いる方法で分析した結果、鉄道整備によるアクセシビリティの改善は、東京圏全域での夜間人口の増加と地価の上昇に寄与していること、つくばエクスプレスについては、沿線の地価下落の抑制に一定の影響を及ぼしていることがわかった。

今後の課題として、東京圏における鉄道整備の過程を

踏まえて 1990 年代まで遡った分析を行うこと、つくばエクスプレスについては、2015 年の国勢調査に基づく夜間人口を用いることで、最近の人口定着の動向を考慮した推定を行うことが挙げられる。

謝辞：本研究を進める上で、社会システム株式会社の山下良久氏には、地域間の移動時間の算定にあたりご協力いただきました。記して謝意を表します。

付録

重回帰モデルの各変数の記述統計量を付表-1 に示す。

付表-1 重回帰モデルの各変数の記述統計量

変数	単位	データ数	平均	標準偏差	最小	25%	50%	75%	最大
地積	ha	2,843	553	1,303	6	82	177	454	33,131
地積対数	ha	2,843	5.33	1.30	1.79	4.41	5.18	6.12	10.4
2012年従業員人口密度	人/km ²	2,843	6,812	20,794	0	491.47	1,514	3,683	330,314
2001年従業員人口密度	人/km ²	2,843	6,113	18,217	0	430.45	1,460	3,616	224,367
2012年従業員人口密度対数	人/km ²	2,825	7.22	1.82	-0.07	6.23	7.34	8.22	12.71
2001年従業員人口密度対数	人/km ²	2,799	7.16	1.82	0.45	6.16	7.32	8.21	12.32
2010年夜間人口	人	2,843	13,099	9,501	0	5,982	10,439	16,963	66,671
2000年夜間人口	人	2,843	12,312	9,508	0	5,402	10,439	16,963	67,481
2010年人口密度	人/km ²	2,810	8,673	7,184	0.22	2,161	7,589	13,246	51,090
2000年人口密度	人/km ²	2,768	8,068	8,225	0.63	1,743	6,900	12,504	255,310
2010年人口密度対数	人/km ²	2,810	8.39	1.58	-1.52	7.68	8.93	9.49	10.84
2000年人口密度対数	人/km ²	2,768	8.28	1.60	-0.46	7.46	8.84	9.43	12.45
2010年地価	円/km ²	2,426	425,068	1,314,529	590	101,250	189,550	354,000	28,000,000
2000年地価	円/km ²	2,416	379,258	587,511	5,000	156,250	243,284	395,929	8,900,000
2010年地価対数	円/km ²	2,426	12.1	1.2	6.4	11.5	12.2	12.8	17.1
2000年地価対数	円/km ²	2,416	12.4	0.9	8.5	12.0	12.4	12.9	16.0
東京駅からの距離	km	2,843	29	18	0	15	27	40	98
東京駅からの距離対数	km	2,843	3.11	0.84	-1.70	2.68	3.30	3.69	4.59
2010年最寄駅までの距離	km	2,843	1.28	1.51	0.01	0.37	0.74	1.60	13.32
2000年最寄駅までの距離	km	2,843	1.19	1.40	0.01	0.35	0.71	1.49	13.32
2010年最寄駅までの距離対数	km	2,843	-0.28	1.06	-4.20	-1.00	-0.29	0.47	2.59
2000年最寄駅までの距離対数	km	2,843	-0.34	1.05	-4.20	-1.06	-0.34	0.40	2.59
2010年最寄JR駅までの距離	km	2,843	2.73	2.70	0.03	0.92	1.92	3.68	25.71
2000年最寄JR駅までの距離	km	2,843	2.73	2.70	0.03	0.92	1.92	3.68	25.71
2010年道路延長	km	2,843	43.3	39.3	0.4	18.1	32.7	54.7	491.2
2002年道路延長	km	2,843	31.7	34.0	0.6	12.1	21.8	38.4	454.6
2010年道路延長密度	1/km	2,843	2.71	0.78	-0.65	2.24	3.00	3.29	3.83
2002年道路延長密度	1/km	2,843	2.35	0.67	-0.89	1.99	2.50	2.84	3.45

参考文献

- 1) 交通政策審議会：東京圏における今後の都市鉄道のあり方について（答申），2016.
- 2) 社会資本整備審議会・交通政策審議会交通体系分科会計画部会専門小委員会：ストック効果の最大化に向けて～その具体的戦略の提言～，2016.
- 3) Gibbons, S., Machin, S.: Valuing rail access using transport innovations, *Journal of Urban Economics*, 57, 148–169, 2005.
- 4) Diao, M., LeoNard, D. and Sing, T.F.: Spatial-difference-in-differences models for impact of new mass rapid transit line on private housing values, *Regional Science and Urban Economics*, 67, 64–77, 2017.
- 5) Mayer, T. and Trevien, C.: The impact of urban transportation evidence from the Paris region”, *Journal of Urban Economics*, 102, 1–21., 2017.
- 6) 明定俊行，織田澤利守：企業間取引ネットワークの変化が企業の生産性に及ぼす影響：都市間交通基盤整備に着目した実証分析，土木計画学研究・講演集，Vol.55, 2017.
- 7) 中川拓朗，堀江岳，金子雄一郎：東京圏における都市鉄道整備による社会経済への影響分析—近年の整備路線を対象として—，鉄道工学シンポジウム論文集，第 21 号，pp.159–166, 2017.
- 8) 例えば，田中隆一：計量経済学の第一歩—実証分析のススメ，有斐閣，2015.
- 9) 交通政策審議会：鉄道需要分析手法に関するテクニカルレポート，2016.

(2018. 4. 27 受付)

EMPIRICAL ANALYSIS OF SOCIAL ECONOMIC IMPACTS BY
URBAN RAILWAY CONSTRUCTION IN TOKYO METROPOLITAN AREA

Takuro NAKAGAWA, Yuichiro KANEKO and Hironori KATO