

機関番号：12703

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K04733

研究課題名（和文）容積率規制の緩和に伴う都市再開発と鉄道需要の関係の時系列分析

研究課題名（英文）Time Series Analysis of the Relationship Between Urban Development and Railway Demand Under Deregulations of Floor Area Ratio in Tokyo

研究代表者

日比野 直彦（Hibino, Naohiko）

政策研究大学院大学・政策研究科・教授

研究者番号：10318206

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：東京では、容積率規制の緩和に伴う都市再開発、高層ビルの建設が行われている。一方、高層ビルの建設と鉄道駅整備に要する時間に差があることから最寄り駅では過度な混雑が発生し、快適性だけでなく安全性においても問題が生じている。この都市密度の増加と交通施設容量の不均衡が、さらなる都市問題を引き起こす可能性は高い。本研究では、容積率規制の緩和に伴う高層ビルの建設が鉄道需要に与えた影響を定量的に示し、高層ビルの用途別床面積と鉄道利用者数の関係を明らかにしている。その結果、今後の制度改正、都市再開発、鉄道駅改良等のためには、用途による影響度合いに応じた容積率規制緩和の条件を定めるべきであると提案している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

容積率規制緩和に伴う都市再開発には、経済発展、国際競争力強化等の効果と鉄道混雑による快適性、安全性の低下等の副作用とがあり、問題箇所に対して単に規制をするという簡単なものではない。そのため、処方、効果と副作用の実態をデータから明らかにし、改善のための解を導き出したことには、学術的・社会的意義がある。開発される場所、適用する制度、供給される用途別床面積等により、どの程度の鉄道需要の増加が見込まれるかわかれば戦略的な整備が可能となるため、本研究の成果は学術的のみならず実務的にも有用である。また、新興諸国の大都市における高層ビルの建設は日本以上であり、本研究の成果は先行事例的な価値も有している。

研究成果の概要（英文）：With the rapid construction of skyscrapers in megacities, the number of railway passengers is increasing. Differences in the development times between skyscraper construction and railway facilities improvements around stations lead to excessive congestion in stations and impair comfort as well as safety. This study focuses on skyscrapers constructed after 2000 in Tokyo. Based on recent trends in floor space ratio deregulation applied to skyscrapers, the study illustrates that deregulations tend to be applied to large-scale skyscraper developments with a high floor area ratio and a large total floor area. The study performs regression analysis on the relationship between the floor area of skyscrapers by intended use and the number of passengers on the railway and finds that the impact on the number of railway passengers differs by intended use. As a result, the study proposes that the deregulation conditions for floor area ratio should be based on the degree of impact by intended use.

研究分野：土木計画学

キーワード：容積率緩和 高層ビル 都市鉄道 鉄道需要 都市再開発

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

容積率規制の緩和に関する制度の歴史は古く、1961年の都市計画法における特定街区制度の創設に始まり、1963年の容積地区制度、その後、高度利用地区、市街地再開発事業、総合設計と続き、2002年には再開発等促進区、高度利用型地区、都市再生緊急整備地域、都市再生特別地区への適用がなされた。さらに、2013年には国際競争力の強化を目的に、国際戦略総合特区への適用がなされ、2016年には増加する訪日外国人への対応策の一つとして宿泊施設への規制緩和まで進んでいる。容積率規制の緩和に伴い、都市再開発や高層ビルの建設が大都市では多く行われており、特に東京都区内では急増している。最近10年間で東京23区内に供給された高層ビルの延べ床面積は、約2千2百万㎡(六本木ヒルズ森タワー約60棟分)である。また、国際競争力強化や訪日外国人対応等を背景としたさらなる緩和もあり、この傾向は今後も続くことが予測されている。一方、高層ビルの建設と鉄道駅整備に要する時間に差があることから最寄り駅では過度な混雑が発生し、快適性だけでなく安全性においても問題が生じている。駅での混雑による列車遅延まで発生しており、都市密度の増加と交通施設容量の不均衡が現時点においても大きな問題となっている。

2. 研究の目的

本研究の目的は、大都市における容積率規制の緩和に伴う超高層ビルの建設が鉄道利用者数に与える影響を定量的に明らかにすることである。具体的には、全体傾向の把握のために、1) 超高層ビルの棟数、延床面積の時系列変化を明らかにする。また、それを踏まえ、2) 容積率規制緩和制度の変遷、各容積率規制緩和制度を適用した超高層ビルの立地や敷地面積と延床面積の傾向を明らかにする。さらに、2000年以降に東京都区部に建設された超高層ビルを対象とし、3) 超高層ビルの竣工年、立地、階数、用途別床面積等のデータと鉄道利用者数の実績データを用いて、その関係を明らかにする。

また、研究期間内にCOVID-19が拡大し、緊急事態宣言および外出自粛要請により、通勤行動が大きく変化した。テレワーク環境も急速に整えられ、コロナ禍以前とは都市再開発と鉄道需要の関係が変わったため、これらの変化の分析も追加で行っている。4) 長期間の鉄道利用者の個人行動を追跡することにより、利用頻度、利用時間帯、定期券保有の変化、その継続、戻りについて明らかにすることは、本研究の新たな目的である。

3. 研究の方法

(1) 超高層ビルの棟数、延床面積の時系列変化

超高層ビルの棟数と延床面積の時系列変化を、以下のデータを用いて視覚化し、考察を行う。本研究では、特に多くの超高層ビルが建設されている2000年以降に建設された818棟の超高層ビルを対象とし、「建築統計年報」に記載された超高層ビルの棟数を用いる。「建築統計年報」には、東京都全域における高さ60mを超える超高層建築物の建築確認申請時の名称、用途(事務所、店舗、飲食店、ホテル等)、住所、建築主、階数、敷地面積、建築面積、延べ面積、竣工年、適用制度等が記載されている。用途別床面積は、上述したデータと異なり、まとめられたものではなく、容易に入手できるものではない。そのため、超高層ビル1棟ごとに調べてデータの収集を行う。また、再開発事業については全国市街地再開発協会の「日本の都市再開発」に記載されているデータを、2005年以降に建設された超高層ビルについては、「建築物環境計画書」に記載されているデータを用いる。上記データに記載のない260棟の建物については、各ビルのホームページや現地確認等から各棟のフロアごとの用途を調査し、総延床面積をフロアの比率から案分することにより得られたデータを、本分析では用いる。なお、これらの方法でも確認できなかった2棟については分析対象から除外することとした。

(2) 各容積率規制緩和制度を適用した超高層ビルの立地、敷地面積、延床面積の変化

上述のデータを用いて、制度別、延床面積別、容積率別の建設立地を竣工年ごとに分析する。建設立地は超高層ビルの住所から緯度・経度に変換し、地理情報システム上に示す。超高層ビルに適用された制度、延床面積、容積率は経年するにつれて変化している。ここでは、超高層ビルの建設状況が大きく変化している2000年まで、2001年から2010年、2011年から2020年の3つの時期に分け、各超高層ビルの制度別、延床面積別、容積率別の超高層ビルの立地状況を視覚化し、変化について考察する。

(3) 超高層ビルの建設が鉄道利用者数に与える影響

鉄道利用者数データとして、事業者別、駅別の乗車人員のデータを使用する。このデータは、東京都統計年鑑に記載されているものであり、1953年以降の各鉄道事業者における駅別利用者数について年度累計の乗車・降車・合計を示したものである。本研究では、1998年から2017年までの20年間のデータを用いる。また、閏年の影響を除外するため、1日平均の乗車人員に換算して、鉄道乗車人員としている。

これまで建設された超高層ビル床面積の実績を用いて、経済等の超高層ビル建設以外の影

響を除いた、総延床面積、用途別床面積の増加量と鉄道乗車人員の増加量の関係を算出する。本研究では、式形が直感的にわかりやすく、係数の推定が容易であることから(式1)の重回帰分析を用いる。

$$Y_{it} = \sum(\alpha_m X_{mit}) + \beta_n X_{nit} \quad \dots (式1)$$

目的変数 Y_{it} は、エリア (i) における t 年の鉄道乗車人員の増減数である。同年であっても超高層ビルが建設される時期がそれぞれ異なるため、超高層ビルが建設される年の翌年と建設されていない前年の2ヵ年の差分を乗車人員の増減数とする。説明変数 X_{mit} はエリア (i) において t 年に供給された床面積である。用途の違いによる鉄道利用者数への影響を把握するため、総延床面積と用途別床面積の2種類のモデルを用いる。用途は、超高層ビルの主な用途である事務所、住宅、店舗、ホテルの4種類とする。各用途のパラメータを α_m とする。説明変数 X_{nit} は、エリア (i) において前年 ($t-1$ 年) と前々年 ($t-2$ 年) の鉄道乗車人員の増減数である。経済状況等を考慮した年毎の変化であり、変化を全エリアにおいて前年と前前年の差分に対して同比率変化すると仮定する。 n 年のパラメータを β_n とする。

(4) 交通系 IC カードデータを用いた長期間の鉄道利用行動変化の追跡

交通系 IC カードデータを用いて同一の鉄道利用者を特定し、個人の一定期間(1ヶ月間)の鉄道利用状況とその長期的(数年間等)変化を追跡する。このような個人の特定・追跡を行うことにより、個人が一定期間にどの程度鉄道を利用しているか、また、それらの行動が長期的にどのように変化しているかについて明らかにする。具体的には、COVID-19 流行前の変化(2016年から2019年の変化)を定常的な変化として、この変化を COVID-19 流行前後の変化(2019年から2022年の変化)から差し引くことで、COVID-19 による行動変化とその後の継続、戻り等の状況を明らかにする。

4. 研究成果

(1) 超高層ビルの棟数、延床面積の時系列変化

図-1に超高層ビルの積上用途別床面積と用途別床面積の時系列変化を示す。2018年時点では総延床面積に対して、事務所が50%、住宅が40%、店舗が7%、ホテルが3%であり、事務所と住宅で9割を占めている。事務所を用途とした床面積の増加傾向は2000年以降で、平均して年間945千 m^2 増加している。住宅を目的とした床面積の増加傾向は、2000年から2009年までの期間において年間929千 m^2 、2010年以降では年間537千 m^2 と年間平均延床面積数は減少しているが、建設は続いている。用途別棟数と用途別床面積を比較すると、事務所、住宅、ホテルでは大きな違いは見られない。しかしながら、店舗については、棟数は多いものの延床面積は小さいことが見て取れる。これは、多くの超高層ビルにおいて、コンビニエンスストア等の小規模店舗が入っており、1棟あたりに占める店舗の床面積が小さいことが起因していると考えられる。

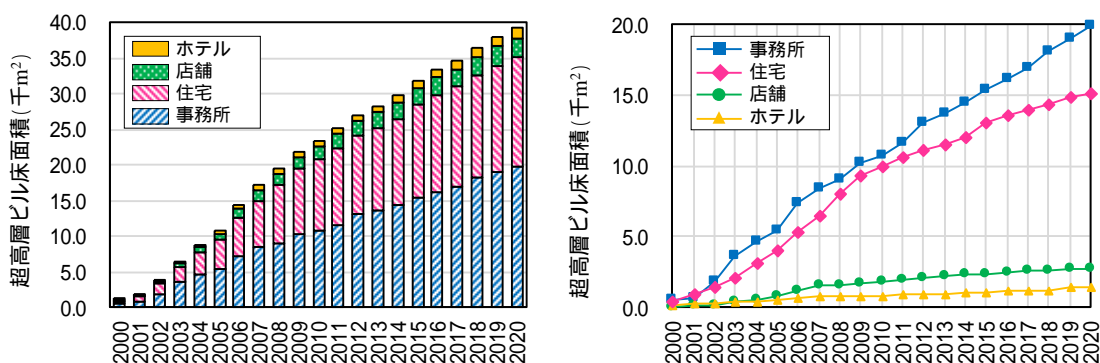


図-1 超高層ビルの棟数、延床面積の時系列変化

(2) 各容積率規制緩和制度を適用した超高層ビルの立地、敷地面積、延床面積の変化

図-2に制度別、延床面積別、容積率別の超高層ビルの立地状況の変化を示す。2000年までは、東京エリア、新宿エリア、臨海部を中心に40千 m^2 から100千 m^2 の中規模な超高層ビルが建設されている。2000年までに竣工している超高層ビルは、新宿エリアで「区域指定制度」を適用した超高層ビルが多い。一方、東京エリアでは新宿エリアと比べ「制度適用なし」も多い。中央区では「総合設計制度」を適用した超高層ビルが多く建設されている。2000年以降では、大江戸線や南北線等の開通に伴って沿線開発が多く行われている。六本木エリアや新橋・汐留エリアでは、再開発等促進区等の地区計画による100千 m^2 以上の広延床面積の超高層ビルが多く建設され、「区域指定制度」を適用した大規模な開発が相次いでいる。また、東京都区内の広範囲なエリアで「総合設計制度」を適用された中規模な超高層ビルが多く建設されている。これまで新宿エリアや東京エリアで見られたような超高層ビルが、特定のエリアにおいて集中して建設されている。これに対して、2000年以降はこれまで大規模な開発が行

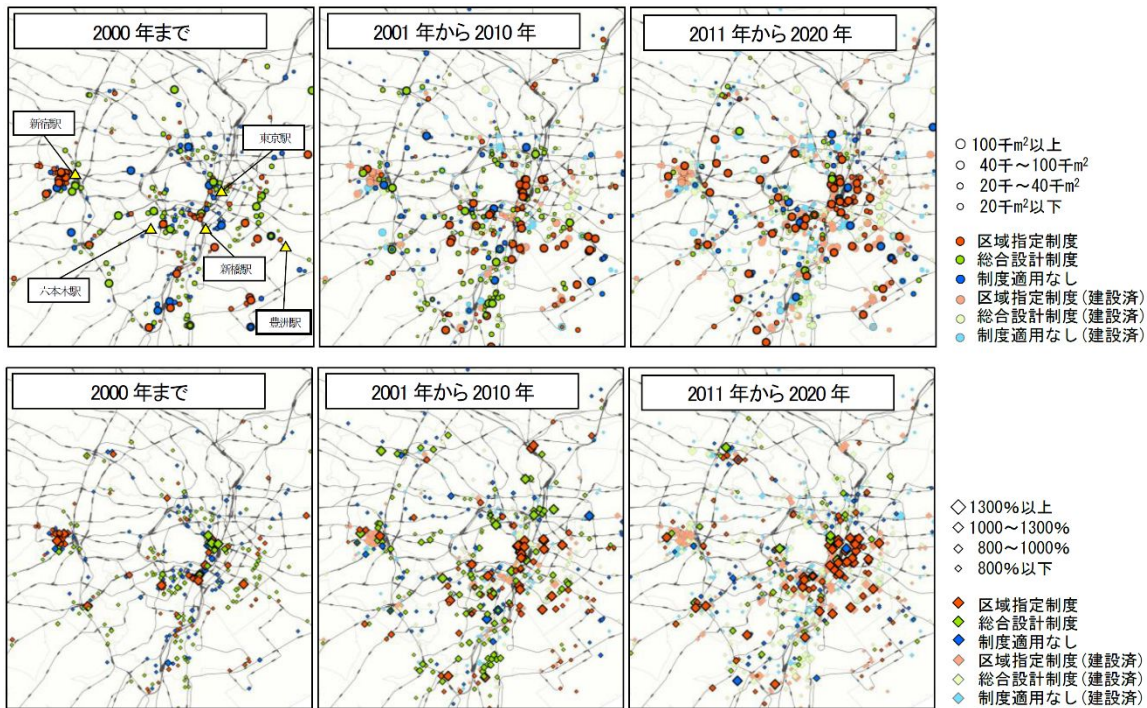


図 - 2 制度別、延床面積別、容積率別の超高層ビルの立地状況の変化

われていない広範囲なエリアにおいて点在するように開発が進められており、超高層ビルの建設棟数は大きく増加している。2010年以降では、「総合設計制度」を適用して建設された超高層ビルは多く減少している。一方、都心三区において「区域指定制度」を適用した大規模な開発が集中している。特に都市再生特別地区や都市再生緊急整備地域の指定を受けた地域では超高層ビルの建設が続いている。これらは100千m²以上の広延床面積のものでありこれまで以上に大規模な開発となっている。この近年の傾向は今後も続くことが想定され、都心三区における高密度化は進む可能性が大きい。

(3) 超高層ビルの建設が鉄道利用者数に与える影響

各変数を2年移動平均としたモデルの推定結果を表-1に、実測値と推計値を図-3に示す。2つのモデルは、説明変数を総延床面積と年次係数としたものをモデル(Model 1)、用途別床面積と年次係数としたものをモデル(Model 2)とする。決定係数R²は0.68, 0.69, 各係数は、どちらのモデルにおいても、2008年を除き95%有意であり、統計的に有意なモデルである。モデルの床面積の係数は、床面積の増加に伴う鉄道乗車人員の増加数を示し、床面積1,000m²の増加に伴い、1日あたりの鉄道乗車人員が、事務所では約40人増加することに対して、住宅は16人増加することから、事務所は住宅に比べ約2.5倍の影響度があると読み取れる。一方で、同一床面積に対して、店舗は事務所に比べ約2.0倍、ホテルは事務所に比べ約3.0倍の影響があると読み取れる。

用途別単位面積あたりの増加鉄道乗車人員について確認する。オフィスワーカー1人当たり床面積の推移より、1人当たり必要な事務所の延床面積は13m²から19m²であり、1,000m²あたり60人から80人増加すると算出できる。そのうち、3割が別モードでの移動やテレワーク等をするを仮定すると、事務所の延床面積の増加が1,000m²に対して鉄道乗車人員が約40人から60人増加すると推

表 - 1 推定結果

		Model 1	Model 2
偏回帰 係数 (t値)	延床面積	35.38 (14.33)	—
	事務所	—	39.90 (8.909)
	住宅	—	15.69 (1.538)
	店舗	—	84.80 (5.417)
	ホテル	—	121.1 (4.326)
	2001	1.221 (15.04)	1.193 (14.70)
	2002	1.299 (13.85)	1.232 (12.91)
	2003	1.381 (11.31)	1.360 (11.22)
	2004	1.001 (9.480)	0.9822 (9.294)
	2005	1.013 (7.567)	1.051 (7.858)
	2006	3.333 (23.18)	3.396 (23.57)
	2007	2.084 (25.83)	2.078 (25.43)
	2008	0.1296 (2.136)	0.1118 (1.658)
	2009	-0.5631 (8.704)	-0.5089 (7.950)
	2010	1.481 (15.40)	1.400 (15.31)
	2011	0.5731 (6.069)	0.5599 (6.008)
	2012	-1.894 (16.38)	-1.890 (16.30)
2013	2.644 (24.74)	2.594 (24.19)	
2014	1.080 (21.12)	1.062 (20.67)	
2015	2.236 (25.52)	2.215 (25.11)	
2016	2.209 (28.54)	2.191 (28.17)	
決定係数R ²		0.68	0.69
RMS誤差		3,982	3,968
サンプル数		2913	2913

計できる。また、1世帯あたりの人員数と1住宅当たりの延床面積から住宅の延床面積の増加が1,000 m²に対して鉄道乗車人員が30人増加する。家族構成のうち半数が鉄道を利用すると仮定すると住宅の延床面積の増加が1,000 m²に対して約15人増加すると算出できる。同様に某大手ホテルのシングルルームからダブルルームの広さは、9 m²から12 m²であり1,000 m²あたり80人から120人増加するといえる。某大手百貨店の年間来場者数から1,000 m²に対する来場者数を算出すると850人である。店舗の来場者は、周辺施設を利用している人の来場等、建設された建物のみを目的とした鉄道利用者は少ないと考えられることから店舗の建設に伴う鉄道乗車人員の増加数は算出が難しいため十分な比較検討はできていない。

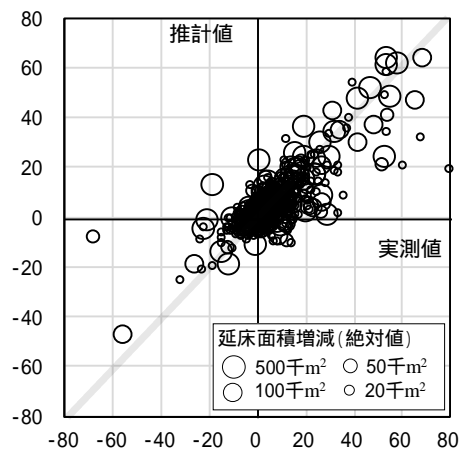


図 - 3 実測値と推計値

(4) 交通系 IC カードデータを用いた長期間の鉄道利用行動変化の追跡

2019年10月から2022年10月までの4年間・4時点の鉄道利用行動を追跡し、COVID-19による変化、その後の継続、戻りといった行動変化の分析を行った。図-4に鉄道利用パターンの追跡結果を示す。ここでの鉄道利用パターンとは、利用頻度(日/週)、利用時間帯(ピーク時、ピーク外)、利用券種(定期券、定期外)の組合せであり、これが時系列でどのように変化したのかを追跡している。パターン数は37,632パターン、分析対象者は約28万人である。混雑に大きく関係する週5日以上、ピーク時に定期券を利用した者の変化に着目すると、対象者の約70%が2019年から2022年で行動を変えていないことを明らかにした。また、行動を変更した30%のうち、約半数が変更した行動を継続し、3分の1が一部の行動を戻し、その他の約3.5%が完全に行動を戻していることを明らかにした。

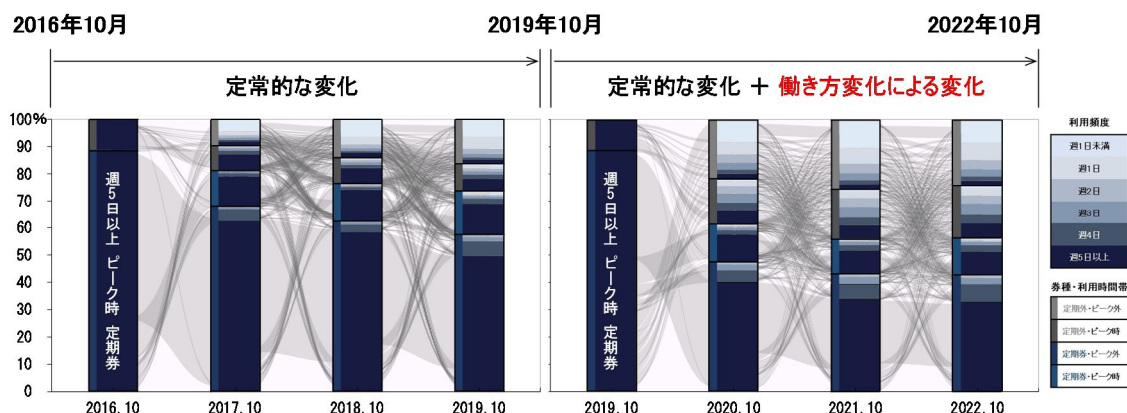


図 - 4 鉄道利用パターンの追跡結果

(5) まとめ

本研究では、東京都区部における超高層ビルに適用された容積率規制緩和制度と各超高層ビルの延床面積と延床面積の関係を明らかにした。容積率規制緩和制度を適用することにより、延床面積が広がっており、特に、区域指定制度では、高容積率かつ広延床面積の開発に寄与していることを明らかにした。区域指定制度が多く適用される都心地域では、さらなる超高層ビルの高密度化が進むことが考えられる。

超高層ビルの用途別床面積の増分が及ぼす鉄道利用者数増加の推計により、駅周辺開発の用途別床面積が及ぼす鉄道利用者数への影響度を明らかにした。これにより、容積率規制緩和制度の規制緩和条件として、現状の特定用途による緩和だけでなく、用途別床面積が及ぼす鉄道利用者数への影響度合いを考慮した緩和量の検討や、鉄道施設の混雑に対する対策等の配慮がされた場合等、さらなる容積率規制緩和の検討が望ましいと考える。

COVID-19 拡大防止のためにテレワーク環境が整えられたものの、多くの鉄道利用者は行動を変えておらず、また利用頻度を減少させ、利用時間帯をピーク時間外に移した利用者も近年行動を戻してきていることを明らかにした。

これらの分析結果は、通勤時間帯の鉄道需要が過少推計されていること、駅改良計画が不十分であること、コロナ禍が終息すれば、都心部におけるオフィスの増加により混雑や遅延が再発すること等を示唆しており、今後の更なる対策の必要性を示している。本研究の成果を踏まえ、鉄道駅の施設容量を考慮した容積率規制緩和制度の検討や、駅周辺開発に要する時間に対して鉄道施設改良に要する時間が長くなることを解消できる計画的な都市開発と駅施設改良等に繋がることを期待している。

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 1件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Naohiko HIBINO, Shinya YAMADA, Masaki HASHIMOTO, Tomohiro AKUTSU	4. 巻 15
2. 論文標題 An Analysis of Changes in Railway Use Frequency and Commuter Pass Holding in Tokyo During the COVID-19 Pandemic: Insights from Automatic Ticket Gate IC Card Data	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies	6. 最初と最後の頁 n/a
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 該当する

1. 著者名 橋本 真基, 日比野 直彦, 森地 茂	4. 巻 79
2. 論文標題 自動改札データを活用した鉄道利用者の通勤行動の変化の実態把握	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 土木学会論文集	6. 最初と最後の頁 n/a
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2208/jscej.22-00182	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 山下 洋平, 日比野 直彦	4. 巻 78
2. 論文標題 容積率規制緩和に伴う超高層ビル建設が鉄道需要に与える影響	5. 発行年 2022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 11_142-11_158
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2208/jscejpm.78.6_11_142	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10件（うち招待講演 1件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 佐藤 幸太, 山口 裕通, 日比野 直彦
2. 発表標題 携帯電話位置情報による分布情報と交通統計データを組み合わせた首都圏における移動パターンの変化の分析
3. 学会等名 土木計画学研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山田 真也, 日比野 直彦, 橋本 真基
2. 発表標題 テレワーク進展等の働き方の変化が鉄道需要に与える影響 - 交通系ICカードデータを用いた鉄道利用頻度変化と定期券保有変化の把握 -
3. 学会等名 土木計画学研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Naohiko HIBINO, Shinya YAMADA, Masaki HASHIMOTO, Tomohiro AKUTSU
2. 発表標題 An Analysis of Changes in Railway Use Frequency and Commuter Pass Holding in Tokyo During the COVID-19 Pandemic: Insights from Automatic Ticket Gate IC Card Data
3. 学会等名 Eastern Asia Society for Transportation Studies (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Naohiko HIBINO, Shinya YAMADA, Masaki HASHIMOTO, Tomohiro AKUTSU
2. 発表標題 Understanding Change in Passenger Behavior due to the Impact of COVID-19 Using Automatic Ticket Gate IC Card Data
3. 学会等名 World Conference on Transport Research Society (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山田 真也, 日比野 直彦, 橋本 真基
2. 発表標題 Activity-Based Model 構築に向けた自動改札データを用いた鉄道利用者の行動把握
3. 学会等名 鉄道技術連合シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 日比野 直彦
2. 発表標題 容積率規制緩和に伴う超高層ビル建設やテレワークの進展が鉄道需要に与える影響
3. 学会等名 特定都市交通施設整備研究発表会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 橋本 真基, 日比野 直彦, 森地 茂
2. 発表標題 自動改札データを活 用した 鉄道利用者の通勤 行動の変化の実態把握
3. 学会等名 土木計画学研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 石松 玲, 日比野 直彦
2. 発表標題 容積率規制緩和に伴う超高層ビル建設が鉄道需要に与える影響-時間帯別鉄道利用に着目して-
3. 学会等名 土木計画学研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山下 洋平, 日比野 直彦
2. 発表標題 容積率規制緩和に伴う超高層ビル建設が鉄道需要に与える影響
3. 学会等名 土木計画学研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山下 洋平, 日比野 直彦
2. 発表標題 超高層ビル建設が鉄道需要に与える影響の時系列分析
3. 学会等名 鉄道技術・政策連合シンポジウム
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