

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

橋本 真基¹・日比野 直彦²・森地 茂³

¹学生会員 政策研究大学院大学 大学院政策研究科 (〒106-8677 東京都港区六本木7-22-1)
E-mail: mjd21403@grips.ac.jp (Corresponding Author)

²正会員 政策研究大学院大学教授 大学院政策研究科 (〒106-8677 東京都港区六本木7-22-1)
E-mail: hibino@grips.ac.jp

³名誉会員 政策研究大学院大学名誉教授・客員教授 大学院政策研究科 (〒106-8677 東京都港区六本木7-22-1)
E-mail: smorichi.pl@grips.ac.jp

働き方改革の推進や新型コロナウイルス感染症の拡大を背景に、テレワークが急速に定着し、通勤行動が大きく変化している。この通勤行動を把握することは、新型コロナウイルス終息後における鉄道サービスを検討する上では重要であるものの、実行動に基づく定量的な分析は少なく、実態が明らかにされていない。本研究では、自動改札データを用いて、同一鉄道利用者の行動変化に着目することで通勤行動の変化を明らかにした。具体的には、居住地別・勤務地別に、テレワーク進展に空間的差異があることを明らかにした。さらに、東急線をほぼ毎日利用する利用者のうち、約 2 割がテレワークを実施していることを明らかにした。また、利用頻度の高い定期利用者数の減少が全体の定期利用者数の減少に起因すること明らかにした。

Key Words : telework, remote work, COVID-19, automatic ticket gate data, commuter pass frequency of commuting passengers

1. はじめに

近年、少子高齢化や働き方のニーズの多様化を受け、生産性の向上や就業機会の拡大を主眼とした働き方改革が、政府により強く推進されている¹⁾。働き方改革の内容として、本拠地のオフィスではなく、自宅や出先、サテライトオフィス勤務のような ICT を活用して時間と場所を有効に活用するテレワーク²⁾や働く時間を柔軟に変えられるフレックスタイム制が挙げられる。ICT の著しい発展を受けて、大企業や情報通信産業を中心にテレワークが広がっている。

また、新型コロナウイルス感染症の拡大に伴い、各個人や各企業において、クラウドやモバイル PC のような ICT によるテレワークの環境整備や、就業規則にテレワーク勤務規定を盛り込む等³⁾の就業管理の整理を進めたことで、テレワークの経験が蓄積され、テレワークが社会全体に加速的に普及し、定着した。テレワークの進展に伴い、鉄道利用者の通勤行動に大きな変化が生じたが、ワクチンの普及による新型コロナウイルスへの耐性や、コミュニケーションが取りづらい等のテレワークの弊害により、社内外の重要な打合せは対面で行い、一人で作

業できることはテレワークで行うといった、新たな通勤行動の変化が生じている。この通勤行動の変化により、通勤頻度は減少するが、鉄道の混雑状況は一部戻りつつある状況にあるため、混雑対策は必要となる。しかしながら、利用者数、利用頻度の減少による減収に伴い、大規模な設備投資は難しいため、混雑緩和に繋がるテレワークを進める必要がある。従って、新型コロナウイルス終息後における鉄道サービスを検討するうえで、テレワークの実態を把握することは重要である。

政府や民間企業等により、働き方改革や新型コロナウイルス感染症拡大により引き起こされた社会変化に対する個人の行動変化について、アンケート調査や携帯電話の位置情報により数多くの報告があがっているが、一部のテレワークの導入・実施状況の把握⁴⁾や、新型コロナウイルスによる時間別の人口の増減等、通勤行動の変化を把握するうえでは不十分であり、不正確である。一方、鉄道各社においては、テレワークの定着による鉄道利用の通勤行動は大きく変化しているが、この実態把握については、輸送人員の変化等の全数集計的な分析が大半を占め、鉄道利用者の実行動に基づく詳細かつ定量的な分析は少なく、実態が明らかにされていない。そこで、阿

久津ら⁵⁾は自動改札データを活用し、東京都心部に限定した定期通勤利用者のテレワークの実態を明らかにし、自動改札データが個人の行動変化を、高精度かつ定量的に示すことができる有用性を示した。しかしながら、新規利用者および利用終了者の影響、東京都心部以外への通勤の影響、定期・定期外利用の推移を明らかにできていない課題がある。

そこで、本研究では、今後の鉄道サービスを検討するうえで適すと考え得る自動改札データを用いて、分析対象を拡大し、その通勤行動の変化の実態を明らかにすることを目的とする。具体的には、分析対象を長期間、東急線を出発地とする全てのトリップに拡大し、新規利用者および利用終了者の出入りの影響、東京都心部以外にも着目した鉄道利用行動の居住地別勤務地の差異、新型コロナウイルスの感染者が少なく、新型コロナウイルス終息後の状況に近い 10 月における利用頻度、定期利用の変化に焦点を当てたテレワークの実態を明らかにすることで、新型コロナウイルス終息後における鉄道サービス検討の基礎材料とする。

2. 既往研究のレビューと本研究の位置付け

交通行動に関する分析方法として取り上げられる携帯電話の位置情報やアンケート、交通 IC カードに関する既往の研究を記載する。

携帯電話の普及に伴い、交通行動に関する携帯電話の GPS 情報を活用した研究が多く実施されている。ブローブデータ収集機器「PhoneGPS」を用いた鉄道利用者の経路選択や買い物行動の把握⁶⁾や PHS の位置情報を用いた移動体通信システムの利用可能性⁷⁾、携帯電話から入手できるサンプル数の違いによる欠損トリップの補償可能性等⁸⁾、また新型コロナウイルスに関するものでは、外出の自粛率⁹⁾および接触率¹⁰⁾の地域差等、アフターコロナ時代におけるモバイルビッグデータの活用可能性

を実例を使用した研究¹¹⁾がある。しかしながら、携帯電話の位置情報のデータは一般的に公表されておらず、各携帯会社が拡大処理をしているため、活用するためには制約条件を考慮した取り扱いが必要である。

新型コロナウイルス感染症拡大に伴い、テレワークに関するアンケート調査が数多く実施されている。テレワークの導入、実施状況をコロナ前、緊急事態宣言下、宣言解除後の時系列断面でアンケート調査をまとめたものがあり、導入と実施に乖離があること、テレワーク経験者はオフィスワークとテレワークの併用を望むといった報告¹²⁾がある。アンケートは実施により容易に傾向を把握することができるが、アンケート調査方法によって差が大きく、戦略策定のための実態把握には不十分である。

IC カードデータを用いた分析は数多く実施されている。IC カードを利用する鉄道利用者の購買行動に着目した飲食店の利用状況の把握¹³⁾や、交通弱者に着目した移動パターン抽出方法の提案¹⁴⁾、ロンドンで導入されている Oyster Card の利用履歴データを用いた公共交通変動把握方法の提案¹⁵⁾、高知県内の路面電車やバス等で使用できる交通系 IC カード「すずか」データを用いた、OD の変動、天候による利用動向を明らかにしている¹⁶⁾。しかしながら、大都市圏での交通行動に着目したものや詳細な利用形態に焦点を当てた分析も少なく、一部の利用者、短期間分析に留まるものが多い。

携帯電話の GPS を利用した集計は個人の行動変化把握が困難であり、アンケートによる集計は調査方法により結果が大きく異なるため、詳細な行動変化把握に不相当であり、IC カードを利用した研究は短期間かつ一部の利用者に限られている。以上を踏まえ、本研究は、鉄道利用者の行動変化を詳細に把握し得る自動改札データを用い、長期間かつ分析対象者を拡大し、通勤行動の変化の実態を定量的に明らかにする実証研究として位置付ける。

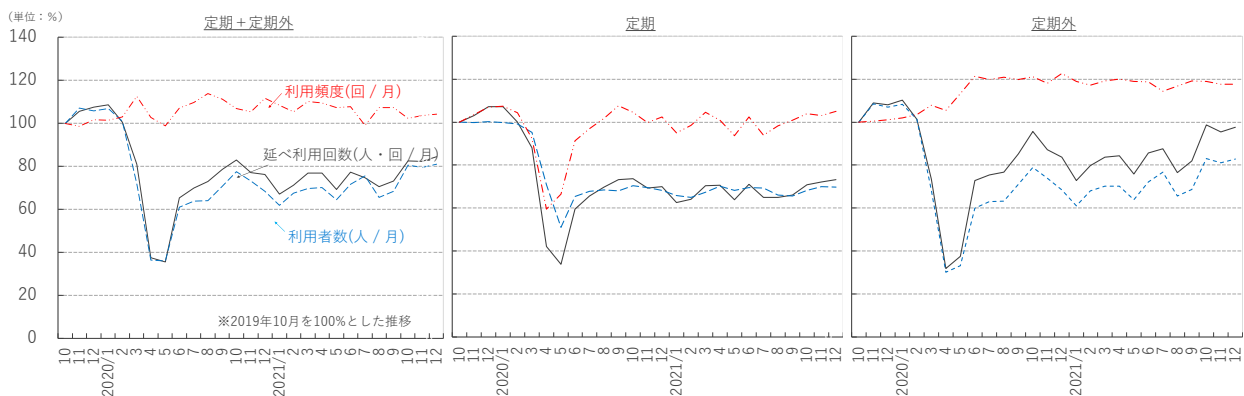


図-1 延べ利用回数、利用者数、利用頻度の時系列変化（全利用者、定期利用者、定期外利用者）

3. 分析データと分析方法

(1) 分析データ

分析データとして、東急電鉄株式会社の自動改札データを用いる。東急電鉄は東京・神奈川をエリアとし、新型コロナウイルスにより減少したが年間輸送人員約 8 億人の鉄道会社である。データ観測期間は全体傾向を把握するために、2018 年 4 月～2021 年 12 月の土休祝平日の終日を対象にしたもの、通勤行動を把握するために、2018 年 4 月～2021 年 12 月の平日の午前（5 時～12 時）を対象としている。分析対象者は、上記データ観測期間に東急線内から出発した者とする。

(2) 分析方法

本分析は以下の 3 つの分析から構成される。1 つ目は、鉄道新規利用者および利用終了者に対する継続的に利用する既存利用者との比較に関する分析であり、両者の長期間にわたる延べ利用回数を比較することで、出入りの影響を明らかにするものであり、第 4 章に示す。2 つ目は、東京都心部以外にも着目した居住地別勤務地における鉄道利用者の変化に関する分析であり、居住地別勤務地別での長期間にわたる延べ利用回数の時系列変化から、居住地・勤務地の差異を明らかにするものであり、第 5 章に示す。3 つ目は、利用頻度別、定期利用別における鉄道利用者の行動実態に関する分析であり、利用頻度の内訳および定期・定期外利用の時系列変化から、テレワークの実態を明らかにするものであり、第 6 章に示す。

4. 本研究の着眼点

本章では、本研究の着眼点を説明する。自動改札データを活用する最大の特徴として、同一個人に着目をした行動変化を確認できることである。この特徴について 3 段階に分けて述べる。第一段階として、全数の変化である輸送人員の変化に着目する。一般的に鉄道戦略を考えるうえで、全体傾向を把握できる輸送人員の変化に着目することが多いが、輸送人員の増減が利用者数または利用頻度の増減によるものなのかを明らかにできない。そのため、輸送人員の変化から、行動変化が今後も継続すると考えられるポストコロナにおける鉄道戦略を立案することは不相当であると考えられる。

次に、分析対象者を固定することで、利用者数を算出できる。延べ利用回数（人・回/月）は利用者数（人）と利用頻度（回/月）の積であるため、利用頻度を求めることができ、図-1 のように延べ利用回数を利用者数および利用頻度への分解、定期利用と定期外利用への分解をすることができる。しかしながら、分析対象者を固定

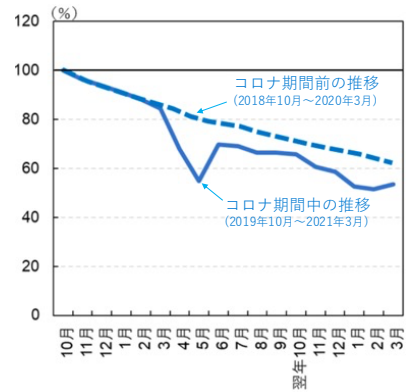


図-2 分析者を固定した場合での利用者数の変化²⁾

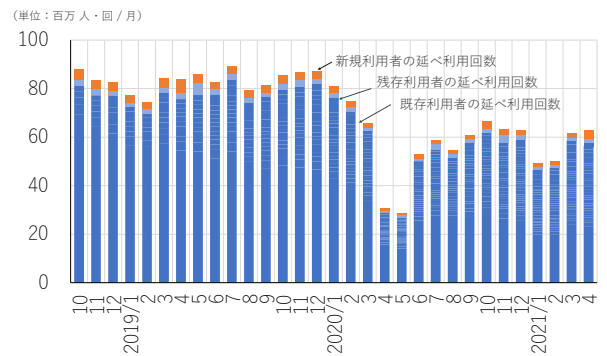


図-3 新規利用者および既存利用者、残存利用者の延べ利用回数の時系列変化

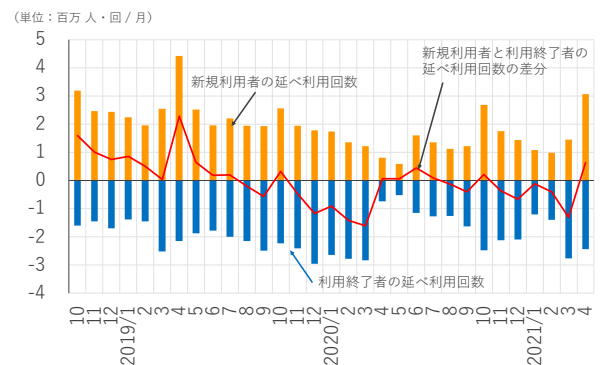


図-4 新規利用者と利用終了者の延べ利用回数および差分の時系列変化

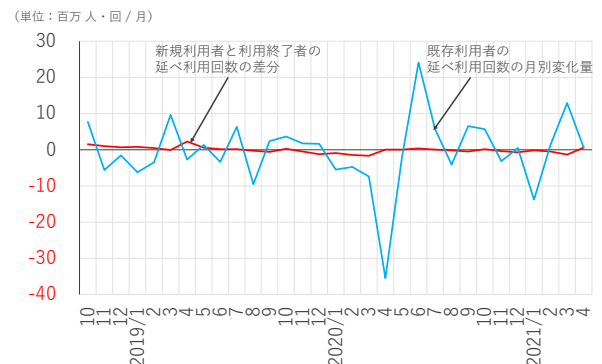


図-5 新規利用者と利用終了者の延べ利用回数の差分および既存利用者の延べ利用回数の変化量との比較

するだけでは、ある時系列断面での平均値となるため、詳細な行動変化を明らかにするうえでは不十分である。

最後に、固定した分析対象者の行動変化を確認することで、利用頻度や定期保有、乗車時刻等の変化を明らかにできる。しかしながら、分析対象者を固定して分析期間に渡り行動変化を確認すると、図-2のように新規利用者を考慮できず、転出等による利用終了者が分析対象者から抜けていくため、分析対象者が時系列変化とともに減少していくというデメリットがある。したがって、本研究では、新規利用者と利用終了者の出入りの影響がどの程度有するかを明らかにしたうえで、対象者を拡大して分析を行う。

5. 鉄道新規利用者と利用終了者の影響

(1) 本分析の目的, 分析方法

本章では、転出入の影響がどの程度あるのかを、鉄道新規利用者と利用終了者から明らかにすることを目的とする。ここで、鉄道新規利用者と利用終了者の定義を述べる。鉄道新規利用者とは、データ観測期間中に、東急線の改札機を IC カードでの通過が初めて観測された人とし、利用終了者とは、データ観測期間中に、東急線の改札機を IC カードでの通過が最終的に観測された人とする。両者の影響の大きさを既存利用者と比較することで転出入の影響を明らかにする。

データ観測期間として、2018年4月～2021年10月の土休祝平日の終日を対象とするが、データ観測期間の前後半年はデータ観測期間外の影響を受けるため、分析対象期間としては2018年10月～2021年4月とする。なお、あるひと月だけ利用する鉄道利用者は、居住ではない観光等の私事交通であることが推測され、転出入の影響を把握するうえでは不相当であるため、分析対象の新規利用者、利用終了者から除外している。

(2) 延べ利用回数の時系列変化

図-3に新規利用者および継続的に利用する既存利用者の延べ利用回数を示す。新規利用者が翌月も継続して利用した利用者（残存利用者とする）と新規利用者との差分が利用終了者となる。図-3より、延べ利用回数が2019年の定常時においても定常的に増減していることが見て取れ、緊急事態宣言が発出された2020年4月、5月では大きく減少しており、その後は新型コロナウイルス感染状況ならびに緊急事態宣言の有無によって増減していることが見て取れる。

次に、新規利用者と利用終了者それぞれの延べ利用回数の変動に着目したものを図-4に示す。図-4より、転入が多い2019年4月や2021年4月に新規利用者の延べ利

用回数が多いことや、第一回目の緊急事態宣言下である2020年4月、5月では新規利用者および利用終了者が他の月と比較して共に少ないことが、図-1の全利用者の傾向と同様に延べ利用回数が減少していることが見て取れる。

図-4の新規利用者と利用終了者の延べ利用回数の差分と既存利用者の延べ利用回数の月別変化量を比較したものを図-5に示す。図-5より、新規利用者と利用終了者の延べ利用回数の差分の変化量に対して、継続的に利用する既存利用者の延べ利用回数の月別変化量の方が変動が大きいことが見て取れる。すなわち、鉄道サービスを検討するうえで、行動変化の観点から、変動の大きい既存利用者に焦点を当て行動変化を確認することが重要であると考えられる。

6. 居住地別勤務地における鉄道利用行動の変化

(1) 本分析の目的, 分析方法

本章では、東京都心部以外への通勤の影響を確認すべく、東京都心部以外も含めた居住地別勤務地における鉄道利用行動の変化について分析するものである。

分析方法として、居住地である東急線内を「1) 田園都市線（東京側）、2) 田園都市線（神奈川側）、3) 東横・目黒線（東京側）、4) 東横・目黒線（神奈川側）、5) 大井町線・池上線・東急多摩川線」の5つのエリアに分類し、勤務地を「1) 都心3区（千代田区、中央区、港区）、2) 副都心4区（新宿区、渋谷区、文京区、豊島区）、3) 城南地区（品川区、大田区、目黒区）、4) 城西地区（世田谷区、中野区、杉並区、練馬区）、5) 横浜市、6) 川崎市」の6つのエリアに分類する。

分析対象期間は、2018年～2021年の各年における10月の平日午前の東急線利用者を対象としている。自由が丘駅や大岡山駅のような重複駅は上記の番号が小さいエリアに分類している。なお、1日の最初のトリップの出発地を居住地、到着地を勤務地と定義する。

(2) 居住地別における延べ利用回数の時系列変化

図-6に、居住地別勤務地における延べ利用回数の時系列変化を示す。図-6より、2018年～2019年においては、居住地に依らず延べ利用回数が10%強で増加しており、2019年～2020年においては、新型コロナウイルス感染症の拡大の影響により、田園都市線（東京側）では対前年34%減少を筆頭に、他居住地においても20～30%減少している。2020年～2021年においては、対前年で5%前後で減少している。以上より、定常時では10%程度増加していたが、コロナの影響により鉄道利用の控え、テレワークの進展、自家用車のような他の交通モードへの利用

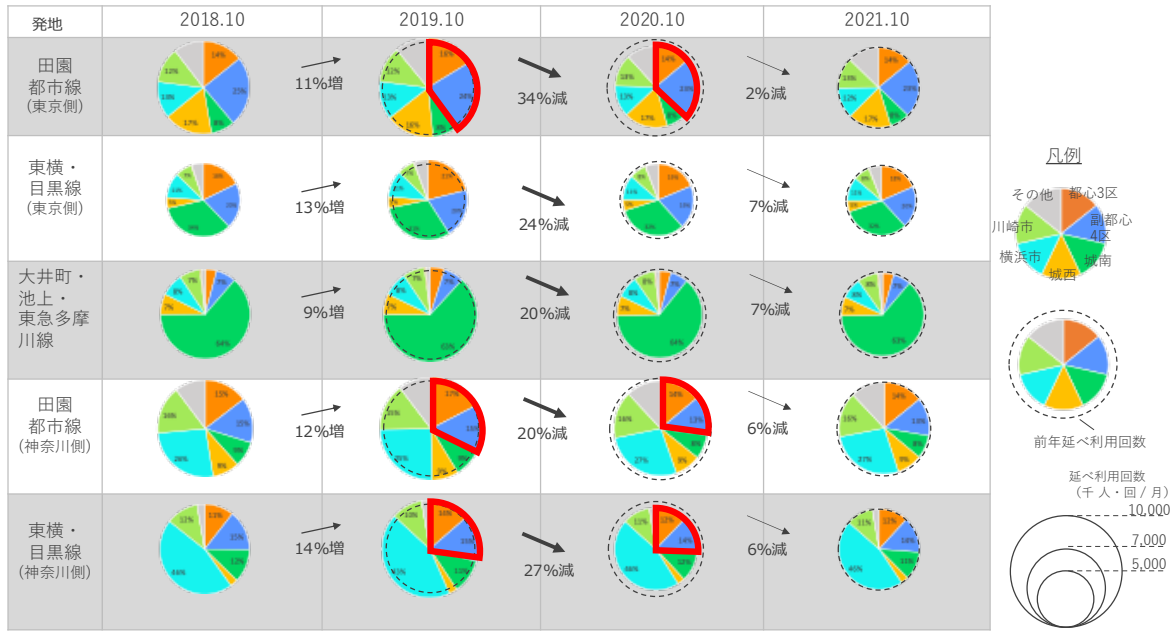


図-6 居住地別における延べ利用回数の時系列変化

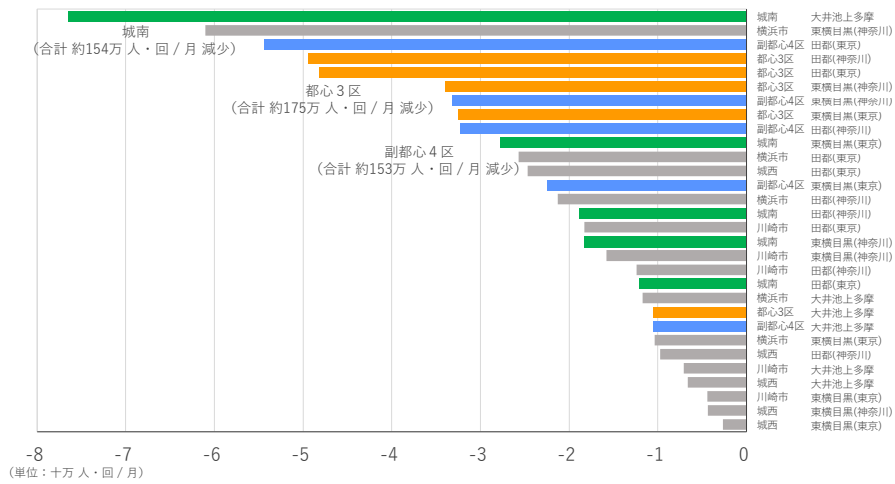


図-7 居住地勤務地別における延べ利用回数の減少量 (2020-2019)

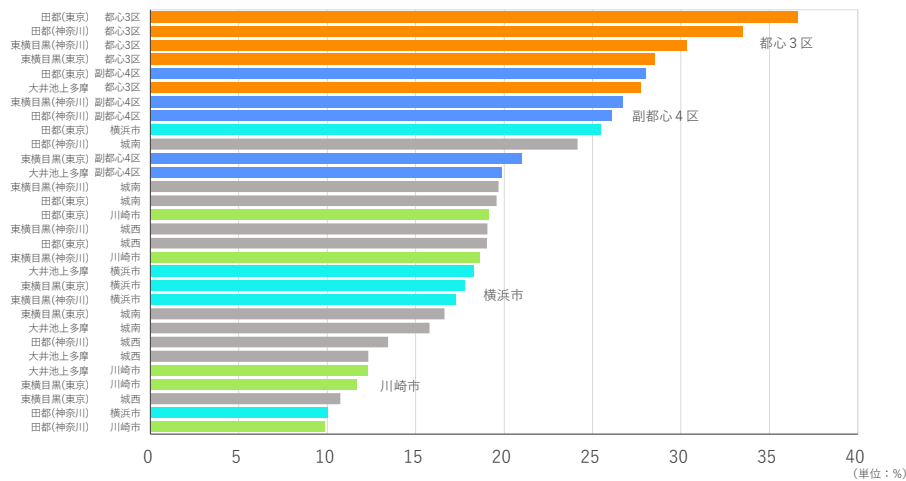


図-8 居住地勤務地別における延べ利用回数の減少割合 (2020-2019)

変更により、鉄道利用が大きく減少していると考えられる。

また緊急事態宣言が明け人流が戻りつつあった2021年10月においても、鉄道利用は定常時に戻らず、テレワークの定着により鉄道利用が減少しており、この傾向は今後も継続するものと考えられる。

次に、図-6より勤務地内訳の2019年と2020年の変化について述べる。田園都市線（東京側）、田園都市線（神奈川側）、東横・目黒線（神奈川側）の居住地においては、勤務地である都心3区、副都心4区の面積が2019年と比較して小さくなっていることから、全延べ利用回数の減少に都心3区、副都心4区の減少が寄与していると分かる。一方で、東横・目黒線（東京側）、大井町・池上線・東急多摩川線では2019年と2020年で面積の減少が見られないことから、勤務地に依らず一様に減少していることが全延べ利用回数の減少の要因であると考えられる。

(3) 勤務地別における延べ利用回数の時系列変化

図-7に、2019年から2020年にかけて、居住地勤務別における延べ利用回数の減少がどの程度の量であるかを示す。図-7より、都心3区では約175（万人・回/月）、城南地区では約154（万人・回/月）、副都心4区では約153（万人・回/月）の順で減少量が多いことが読み取れる。

次に、図-8に、2019年から2020年にかけて、居住地勤務別における延べ利用回数の減少割合を示す。図-8より、都心3区が居住地に依らず37～28%減少しており、副都心4区では28～20%減少していることが読み取れる。一方、横浜市は25～10%、川崎市は19～10%と減少割合が小さい。居住地では田園都市線（東京側）が他地域と比較して減少割合が高い。

全体傾向としては以上の通りであるが、居住地勤務地の組合せにおける、延べ利用回数の減少量と減少割合に着目した結果について述べる。図-7より、「居住地を大井町線・池上線・東急多摩川線、勤務地を城南地区」とする組合せおよび、「居住地を東横・目黒線（神奈川側）、勤務地を横浜市」とする組合せでは、減少量が他の組合せと比較して多いが、図-8から減少割合が低いことが見て取れる。このことから、上記の組合せにおける沿線人口が他の居住地勤務地の組合せと比べて高いこと、テレワークが他の地域と比べてあまり進んでいないことが読み取れる。以上から、テレワークが他地域と比べてあまり進んでいない居住地勤務地の組合せにおいては、テレワークを進める施策よりも沿線人口の流出を抑える施策が重要であると考えられる。一方、図-7と図-8より、「居住地を田園都市線（東京・神奈川側）および東横・目黒線（東京・神奈川側）」、「勤務地を都心3区、副

都心4区」とする組合せでは、減少量および減少割合共に大きいことから、居住地勤務地の組合せと比較してテレワークが進んでいることが見てとれる。このことから、以上の居住地勤務地の組合せにおいては、新型コロナウイルス感染症終息後における混雑対策として、このテレワークの進展は継続させるべきであるが、安全性、快適性確保への設備投資資金確保のためには、定期利用のあり方等の鉄道サービスを見直す必要があると考えられる。

7. 利用頻度別定期利用別分析

(1) 本分析の目的、分析方法

本章では、テレワークの実態を明らかにすべく、利用頻度、定期利用別に着目し、両者の変化を分析する。2018年10月と2019年10月における利用頻度内訳の変化を「定常的な変化」、2019年10月と2020年10月における利用頻度内訳を「定常的な変化+コロナの影響」と定義する。2018年10月と2019年10月の変化および2019年10月と2020年10月の変化の差分を取ることで「コロナの影響」を抽出できる。なお、利用頻度は当該月の総利用回数を基にし、週何回利用したかという表現としている。また分析対象を、2018年～2021年の各年における10月の平日午前の東急線利用者を対象としており、土休祝日勤務の人は月の平日出勤回数が少なくなるため、ほぼ毎日通勤する人を週4回以上の利用者とする。

(2) 利用頻度分析

図-9に、2018年10月と2019年10月における利用頻度内訳の変化ならびに、2019年10月と2020年10月における利用頻度内訳の変化を示す。図-9左図より、週4回以上利用する利用者について、約60%が頻度を変えず、約2割が利用を止めていることが見て取れる。また図-9右図より、週4回以上の利用者の頻度を変えない利用者が約39%に減少している。図-9右図は上述の通り、定常的な変化とコロナの影響を受けているものであるため、図-9右図から図-9左図の差分を取ることでコロナの影響のみを抽出することができ、表-1に示す。表-1により、週4回以上の利用者が翌年同頻度を取るものが-18.6ポイントとなり、週3回～利用0の変化がプラスになっていることが見て取れる。特に、全体においては利用0回が増えていることから在宅テレワークが進んだことが読み取れる。ポイントの変化だけでは、利用者がどの程度増減したのかわかりにくいので、表-1を基にして算出した利用頻度を変更させた利用者の数を図-10に示す。図-10は、2019年での平日午前中利用の約370万人の利用者における2020年の利用頻度の内訳を示している。週4回以上利用している鉄道利用者は約86万人であり、この

2018/10 2019/10 2020/10

定常的な変化 定常的な変化+コロナの影響

		利用頻度 (2019年10月)								利用頻度 (2020年10月)										
		全体	内訳						小計	全体	内訳						小計			
			週4回以上	週3回	週2回	週1回	週1回未満	利用0回			週4回以上	週3回	週2回	週1回	週1回未満	利用0回				
利用頻度 (2018年10月)	全体	100.0	8.4	2.3	1.9	4.0	20.0	63.3	100.0	利用頻度 (2019年10月)	全体	100.0	5.7	2.0	2.0	4.1	16.1	70.1	100.0	
	内訳	週4回以上	18.4	57.2	7.1	2.9	2.6	6.9	23.4		100.0	週4回以上	23.0	38.6	7.6	5.9	8.0	10.6	29.3	100.0
	週3回	4.6	22.1	21.5	10.3	6.3	10.2	29.6	100.0		週3回	6.2	16.3	15.2	8.9	9.7	13.3	36.6	100.0	
	週2回	3.8	9.4	11.9	17.1	13.9	13.4	34.3	100.0		週2回	5.3	7.0	8.4	11.9	15.1	16.3	41.3	100.0	
	週1回	7.8	4.0	2.8	7.2	22.7	23.3	40.1	100.0		週1回	11.0	2.8	2.2	4.6	17.2	25.1	48.1	100.0	
	週1回未満	65.4	3.0	1.1	1.2	4.1	12.6	78.0	100.0		週1回未満	54.6	1.8	0.9	1.1	3.9	14.8	77.5	100.0	

(単位：%)

図-9 利用頻度内訳の変化

表-1 コロナの影響による利用頻度の変化

		利用頻度 (2020年10月)						
		内訳						
		週4回以上	週3回	週2回	週1回	週1回未満	利用0回	
利用頻度 (2019年10月)	全体	-2.8	-0.2	0.1	0.1	-3.9	6.7	
	内訳	週4回以上	-18.6	0.6	3.0	5.4	3.7	5.8
	週3回	-5.8	-6.3	-1.4	3.4	3.1	7.0	
	週2回	-2.4	-3.5	-5.2	1.2	2.9	7.0	
	週1回	-1.2	-0.7	-2.5	-5.5	1.9	8.0	
	週1回未満	-1.2	-0.2	-0.1	-0.2	2.2	-0.5	

(単位：point)

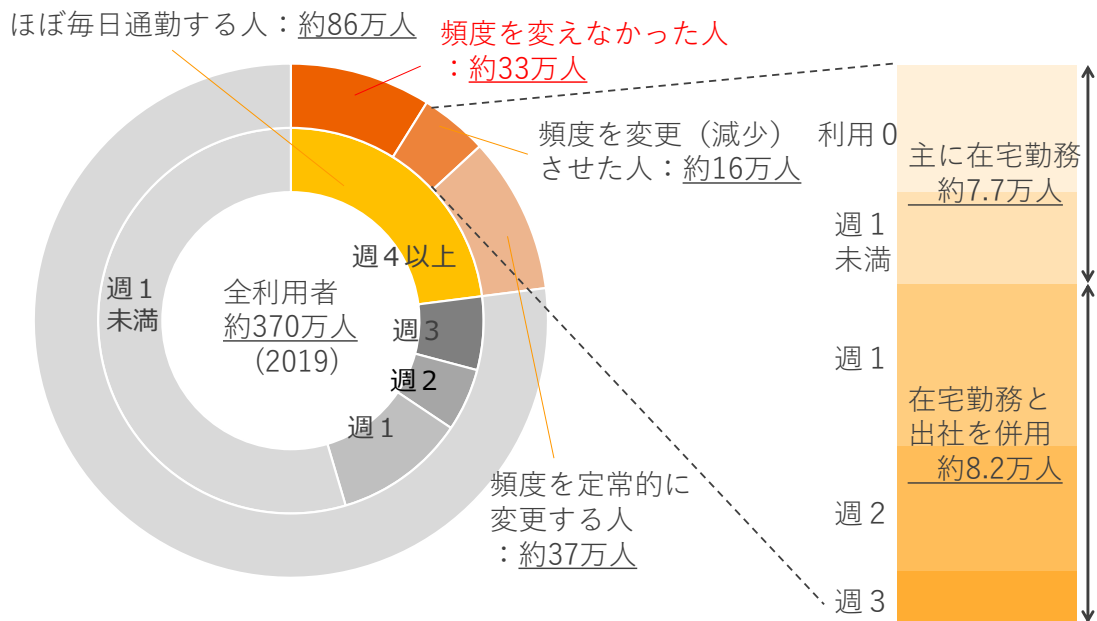


図-10 コロナの影響による利用頻度の変化

約 86 万人の内、利用頻度を変更しなかった人が約 33 万人おり、一方利用頻度を定常的に変更する人は約 37 万人いる。本研究で焦点を当てている利用頻度を変更（減少）させた人は約 16 万人であり、その内訳は週 3 回～週 1 回の在宅勤務と出社を併用する人は約 8.2 万人おり、週 1 未満～利用 0 回の主に在宅勤務をする人は約 7.7 万人である。勤務地および定期利用を固定せず東急線全利用者におけるテレワークの実施者数を明らかにしたことが本分析の大きな成果である。なお、利用頻度を変更しなかった利用者は、医療従事者やインフラ従事者等のエッセンシャルワーカーや営業職等の在宅勤務が難しい人達と考えられ、ポストコロナにおいてもテレワークは難しいと考えられる。その一方でコロナの影響により利用頻度を変更した人は、企業によるテレワーク環境整備や出社と在宅勤務を併用する希望も多いことから、これらの一部は今後もテレワークを継続する可能性が高いと考えられる。

次に、勤務地を東京都心部かつ定期利用者に限定した分析⁵⁾と本分析の結果を比較する。東京都心部に限定した分析では、週 4 以上の利用者約 17 万人のうち、利用頻度を変更（減少）させた人が 4.5 万人であることから、利用頻度を変更した割合は 26.4%である。対して、本分析における利用頻度を変更した割合は 18.6%であった。以上から、勤務先を都心部かつ定期利用者と限定するとテレワーク率が全利用者と比較して高くなることが考えられる。ただし都心部以外でも約 11.5 万人が利用頻度を減少させているという事実もポストコロナの鉄道サービスを検討するうえでは重要な要素である。

(3) 定期利用別分析

定期利用と利用頻度の関係を本節で見えていく。定期保有の推移を図-11に示す。図-11より、2018年、2019年では定期保有割合が35%程度で推移しているのに対して、2020年、2021年で約30%程度に減少していることが読み取れる。

次に、2019年と2020年における利用頻度別定期保有割合を図-12に示す。図-12より、利用頻度が週2回、週1回、週1未満のような低頻度の定期利用者は2020年においても、定期利用者数はあまり変化していないが、一方で週5回、週4回のような高頻度な定期利用者は2020年において大きく利用者数を減少させていることから、高頻度の定期利用者の減少が全体の定期利用者数の減少に寄与していることが明らかとなった。

次に、2019年の週4以上利用するほぼ毎日通勤する利用者が2020年で定期保有、利用頻度をどのように変化させたかを図-13に示す。図-13より、週4以上の高頻度の利用者は2020年において、高頻度を維持する人の殆どが定期を保有すること、週2回以下になると定期を保有

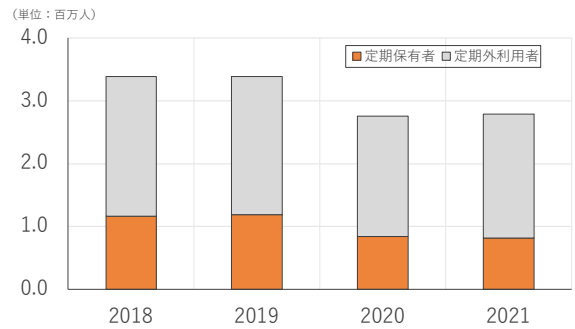


図-11 定期保有の推移

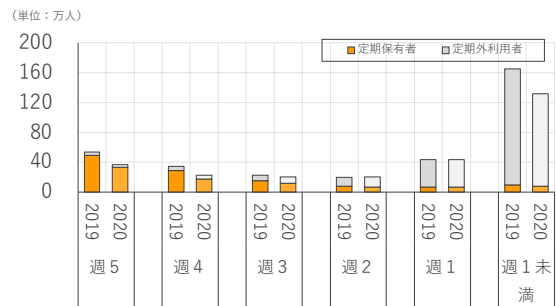


図-12 利用頻度別定期保有割合

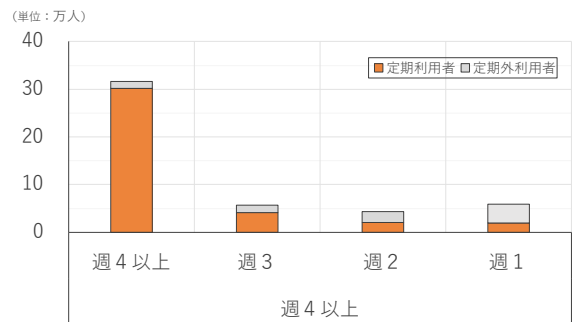


図-13 利用頻度別定期保有の変化 (2019年、2020年)

表-2 定期利用と定期外利用の入替り

	(単位: 万人)		
	2018-2019	2019-2020	差分
定期利用から定期外利用	50	72	-22
定期外利用から定期利用	48	33	-15

有しない傾向にあることが明らかとなった。以上から、頻度を減少させて定期を手放した通勤利用者が定期を保有するためには、通勤移動以外の定期利用を検討する必要があると考えられる。

ここで、コロナの影響で定期利用者がどの程度減少したのかを見ていく。定期利用から定期外利用ならびに、定期外利用から定期利用への推移を表-2に示す。表-2より、2018年と2019年において定常的に約50万人が定期利用から定期外利用へ移行しており、2019年と2020年

においては約 72 万人が定期利用から定期外利用へ移行していることが見て取れる。一方、表-2 より、2018 年と 2019 年において定常的に約 48 万人が定期外利用から定期利用へ移行しており、2019 年と 2020 年においては約 33 万人が定期外利用から定期利用へ移行していることが読み取れる。以上より、コロナの影響で約 37 万人の定期利用者が減少したことが明らかとなった。

次に、定期利用者が一度定期を手放し、再び定期を保有する利用者数について述べる。分析対象としては、2019 年に定期を保有していた人が 2020 年で定期を手放し、2021 年で再び定期を保有する利用者を対象とする。その変遷を図-14 に示す。2019 年の定期保有者約 120 万人の内、2020 年で定期を手放して利用を継続する利用者は約 20 万人、利用を完全に止めた利用者は約 48 万人、定期利用を継続する利用者は約 52 万人いる。2020 年で定期を手放して利用を継続する利用者約 20 万人の内、2021 年で定期を再び保有する利用者は約 3.5 万人に留まることが明らかとなった。以上から、一度定期利用を手放すと再び定期を所有することは難しい傾向があるため、定期利用のあり方を見直す必要があると考えられる。

8. おわりに

本研究は、テレワークが普及、定着し、通勤行動が大きく変化した社会における鉄道サービス検討を行うべく、自動改札データを用いて、長期間かつ東急線を出発地とする全利用者に拡大した通勤行動の変化を定量的に明らかにしたものである。個人の行動に着目して行動変化

を確認することにより、従来から使用される輸送旅客数の増減だけでなく、利用者数および利用頻度の増減、定期利用の変化を確認できた。

分析の結果、東京都心部以外にも着目をした居住地別・勤務地別のテレワークの進展については、勤務地の影響を大きく受けるが、居住地との組合せでの変化量、変化割合を見ることで、空間的差異があること、OD に適応した鉄道サービスを検討できることを明らかにした。

利用頻度分析の結果、週 4 回以上利用する利用者のうち、約 1 割の利用者が鉄道利用を止め、約 1 割の利用者が利用頻度を大きく減少させ、残りの約 8 割が利用頻度を変えていないことを明らかにした。定期利用分析の結果、週 4、5 回利用する高頻度な定期利用者の減少が、全体の定期利用者数の減少に寄与していること、定期利用者と定期外利用の入替りが定常的に相当量で発生していること、週 4、5 回利用する高頻度な定期利用者において、利用頻度が週 2 回以下になると定期を保有しなくなる傾向にあること、定期を一度手放すと再び定期を所有することは難しい傾向にあることを明らかにした。

今後は定期利用のあり方および混雑対策を検討するうえで、都心 3 区、副都心 4 区を勤務地とする利用頻度の高い定期利用者に着目した鉄道利用経路（トリップチェーン）の把握、鉄道乗車時刻の変化をコロナ前からの長期間にわたる分析を実施することで、鉄道利用者個人の行動変化の詳細な内容を明らかにすることができ、新型コロナウイルス終息後における都市鉄道サービスを検討するうえで重要であると考えられる。

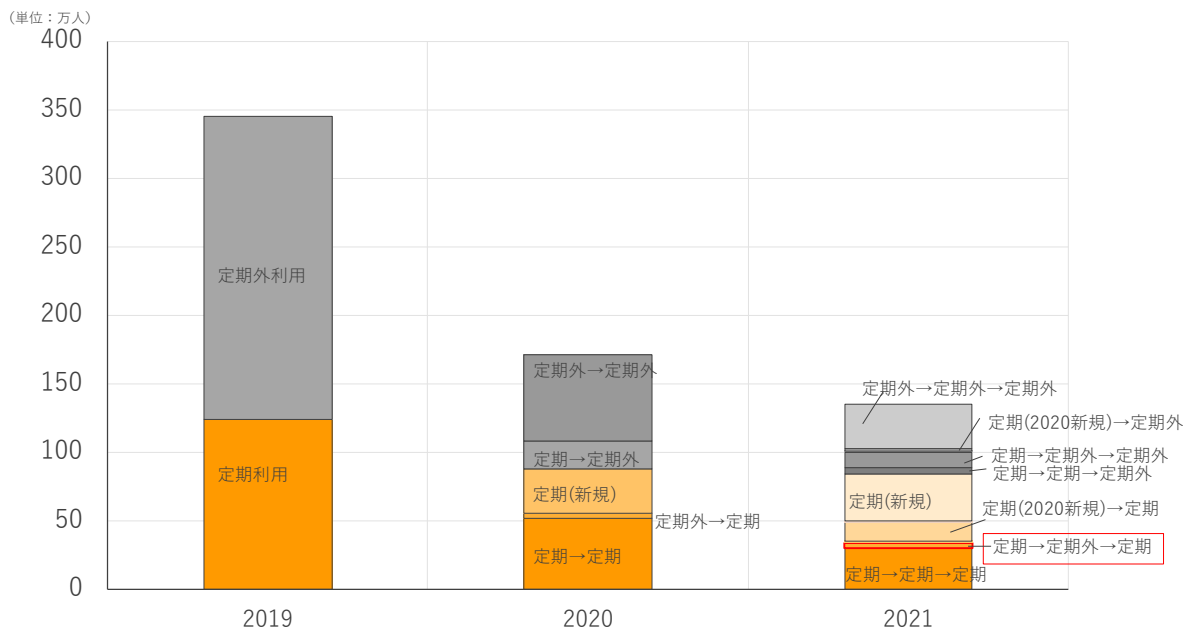


図-14 定期利用者の変遷

謝辞：本論文の執筆にあたり，東急電鉄株式会社から自動改札データを使用させていただいたこと，社会システム株式会社の土屋貴佳氏からデータの処理方に関する多大なるご助言をいただいた。ここに記して感謝の意を表す。

REFERENCES

- 1) 厚生労働省，働き方改革の実現に向けて，最終閲覧日：2022年3月1日 (<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000148322.html>). [Ministry of Health, Labor and Welfare.: *Hatarakikatakakaikaku no jitsugen ni mukete*, Last viewed date:March1,2022.]
- 2) 厚生労働省，テレワーク総合ポータルサイト，最終閲覧日：2022年3月1日 (<https://telework.mhlw.go.jp>). [Ministry of Health, Labor and Welfare.: *Telework comprehensive portal site*, Last viewed date:March1,2022.]
- 3) 厚生労働省，テレワークモデル就業規則，最終閲覧日：2022年3月1日 (https://www.tw-sodan.jp/dl_pdf/16.pdf). [Ministry of Health, Labor and Welfare.: *Telework model work rules*, Last viewed date:March1,2022.]
- 4) 国土交通省鉄道局都市鉄道政策課：鉄道アンケート調査結果，令和3年1月25日。[Urban Railway Policy Division, Railway Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism.: *Railroad questionnaire survey results*, in January25,2021.]
- 5) 阿久津友宏，日比野直彦，森地茂：テレワーク進展社会における都市鉄道戦略のための利用者数および頻度の変化に関する研究，土木計画学研究・講演集，Vol.63，2021。[Akutsu, T. and Hibino, N., Morichi, S.: A study on changes in the number and frequency of commuting passengers for developing urban railway strategy in a teleworking society, *Transaction of the Japan Society of Civil Engineers*, Vol.63, 2021.]
- 6) 鯉淵正裕，加藤勲：移動軌跡データを活用した鉄道利用者の交通行動把握，研究報告高度交通システム (ITS)，Vol.2009-ITS-37, No.5, pp.1-8, 2009。[Koibuchi, M. and Kato, I.: Traffic behavioral survey using probe data, *IPSJ SIG Technical Report*, Vol.2009-ITS-37, No.5, pp.1-8, 2009.]
- 7) 朝倉康夫，羽藤英二，大藤武彦，田名部淳：PHSによる位置情報を用いた交通行動調査手法，土木学会論文集 No. 653/IV-48, 95-104, 2000. 7。[Asakura, Y. and Hato, E., Daito, T., Tanabe, J.: Monitoring travel behaviour using phs based location data, *Transaction of the Japan Society of Civil Engineers*, No. 653/IV-48, 95-104, 2000. 7.]
- 8) 川上陸，SCHMÖCKER Jan-Dirk，宇野伸宏，中村俊之：モバイル空間統計のデータ特性を考慮した OD 推計手法：京都観光地間流動におけるケーススタディ，土木学会論文集 D3 (土木計画学)，Vol.75, No.6, pp.379- 391, 2019。[Kawakami, R. and SCHMÖCKER Jan-Dirk, Uno, N., Nakamura, T.: Od matrix estimation utilizing mobile spatial statistics with Kyoto tourism case study, *Transaction of the Japan Society of Civil Engineers*, Vol.75, No.6, pp.379- 391, 2019.]
- 9) 虫明英太郎：新型コロナウイルス感染拡大に対応した外出抑制措置の影響～ビッグデータを活用した分析の現状～，財務総研スタッフレポート，財務総合政策研究所，2021年1月19日，最終閲覧日：2022年3月1日 (https://www.mof.go.jp/pri/publication/research_paper_staff_report/staff16.pdf)。[Mushiaki, E.: Impact of outing control measures in response to the spread of COVID-19～Current status of analysis using big data～, Zaimusouken staff report, *Policy Research Institute*, January 19 in 2021, Last viewed date:March1,2022.]
- 10) 水野貴之，大西立頭，渡辺努：流動人口ビッグデータによる外出の自粛率の見える化，人工知能，Vol.35, No.5, pp.667-672, 2020。[Mizuno, T. and Ohnishi, T., Watanabe T.: Visualizing social and behavior change due to the outbreak of COVID-19 using mobile location big data, *Artificial Intelligence*, Vol.35, No.5, pp.667-672, 2020.]
- 11) 佐久間誠：オルタナティブデータで見る新型コロナウイルスと人の移動 各都道府県の新型コロナ感染リスクと流動人口の比較，ニッセイ基礎研レポート，ニッセイ基礎研究所，2020年9月3日，最終閲覧日：2022年3月1日 (https://www.nli-research.co.jp/files/topics/65502_ext_18_0.pdf?site=nli)。[Sakuma, M.: Comparison of COVID-19 risk and floating population in each prefecture as seen from alternative data, *Nisseikiso Research Institute Report*, Nisseikiso Research Institute, September 3 in 2020, Last viewed date:March1,2022.]
- 12) Google：「COVID-19: コミュニティモビリティレポート」，最終閲覧日：2022年3月1日 (<https://www.google.com/covid19/mobility/>)。[Google: COVID-19: Community mobility report, Last viewed date:March1,2022.]
- 13) Shohei Nagata, Tomoki Nakaya, Yu Adachi, Toru Inamori, Kazuto Nakamura, Dai Arima, and Hiroshi Nishiura : Mobility Change and COVID-19 in Japan : Mobile Data Analysis of Locations of Infection, *Journal of Epidemiology*, No.31, Vol.6, pp387-391, 2021.
- 14) Takahiro Yabe, Kota Tsubouchi, Naoya Fujiwara, Takayuki Wada, Yoshihide Sekimoto and Satish V. Ukkusuri : Non-compulsory measures sufficiently reduced human mobility in Tokyo during the COVID-19 epidemic, *Scientific Reports*, Vol.10, 2020.
- 15) 斧田佳純，浅野礼子，鈴木俊博：ウィズ・アフターコロナ時代におけるモバイルビッグデータの活用可能性，第11回横幹連合コンファレンス，2020.10.8-9。[Onoda, K. and Asano, R., Suzuki, T.(DOCOMO InsightMarketing, INC.): Possibilities of mobile big-data in the age of COVID-19, Oukanrengo conference, 2020.10.8-9.]
- 16) 後藤学，濱野和佳：新型コロナウイルス感染症流行下でのテレワークの実態に関する調査動向，INSS JOURNAL Vol.27, 2020 R-4。[Goto, M. and Hamano, W.: Trends in surveys about home tereworking during the COVID-19 pandemic in Japan, INSS JOURNAL Vol.27, 2020 R-4.]
- 17) 高松瑞代，田口東，服部優奈，太田雅文，末松孝司：PASMO データを用いた鉄道利用者の購買行動分析，オペレーションズ・リサーチ，Vol.58, No.1, pp.37-46, 2013。[Takamatsu, M. and Hattori, Y., Ota, M., Suematsu, T.: Analysis of purchasing behavior of railway users using PASMO data, *Operations research*, Vol.58, No.1, pp.37-46, 2013.]
- 18) 恩田優実，菅沼睦，亀山渉，西野理恵子，柴田和義：交通系 IC カードデータを用いた定期券利用有無による購買

- 行動パターン分析に関する検討, 電子情報通信学会総合大会, 2019-03-05 D-4. [Onda, Y. and Suganuma, R., Kameyama, A., Nishino, R., Shibata, K.: Examination of purchasing behavior pattern analysis based on whether or not a commuter pass is used using transportation IC card data, IEICE, 2019-03-05 D-4.]
- 19) 細江美欧, 桑野将司: 交通系 IC カードデータからの交通弱者の移動パターン抽出, FIT2019(第 18 回情報科学技術フォーラム) J-007 pp.241-248. [Hosoe, M. and Kuwano, M.: Travel Pattern Extraction of elderly and disabled from smart card data, FIT2019, J-007 pp.241-248]
- 20) 嶋本寛, 北脇徹, 宇野伸宏, 中村俊之: IC カード利用履歴データを用いた公共交通需要変動分析, 土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol.70, No.5(土木計画学研究・論文集 第 31 巻), pp.605-610, 2014. [Shimamoto, H. and Kitawaki, T., Uno, N., Nakamura, T.: Demand fluctuation analysis of public transportation using smart card historical data, *Transaction of the Japan Society of Civil Engineers*, Vol.70, No.5, pp.605-610, 2014.]
- 21) 野上祐人, 片岡源宗, 熊谷靖彦: IC カード「ですか」を活用した高知中央地域の公共交通利用実態の基礎分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.44, CD-ROM (2011). [Nogami, Y. and Kataoka, M., Kumagai, Y.: Basic analysis of public transportation usage in the central area of Kochi using the IC card "DESKA", *Transaction of the Japan Society of Civil Engineers*, Vol.44, CD-ROM (2011).]

UNDERSTANDING BEHAVIORAL CHANGES OF RAILWAY PASSENGERS USING AUTOMATIC TICKET GATE DATA

Masaki HASHIMOTO, Naohiko HIBINO and Shigeru MORICHI

With the promotion of Work Style Reforms and the spread of COVID-19, telework has rapidly penetrated and become firmly established, and commuting behavior has changed significantly. This new commuting behavior is an important change when considering railway services in the coming era, however the actual situation has not been clarified due to the lack of quantitative analysis based on the actual behavior. This study aims to illustrate changes in commuting behavior focusing on changes in behavior of the same railway user using automatic ticket gate data. Specifically, it was clarified that there are spatial differences in the progress of telework by place of residence and place of work. Furthermore, it was clarified that about 20% of the users who use the Tokyu Railway Line almost every day carry out telework. We also clarified that the decrease in the number of frequently used regular users is due to the decrease in the total number of regular users.