

# 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<sup>1</sup>・日比野 直彦<sup>2</sup>・森地 茂<sup>3</sup>

<sup>1</sup>正会員 東急電鉄株式会社 鉄道事業本部 工務部 (〒150-8533 東京都渋谷区神泉町8番16号)  
E-mail: masaki.hashimoto@tkk.tokyu.co.jp (Corresponding Author)

<sup>2</sup>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

<sup>3</sup>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、新型コロナウイルス感染症拡大を背景に、テレワークが急速に進展し、通勤行動が大きく変化した。この行動変化を把握することは、今後の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。そこで、本研究では、筆者らの先行研究を踏まえ、自動改札データを用い、鉄道利用者の通勤行動の変化を分析する。コロナの影響により、対象路線をほぼ毎日利用していた約 86 万人のうち、約 8 万人が在宅テレワークに、約 8 万人が利用頻度を大きく減少させたことを明らかにした。また、OD 別の変化、通勤頻度と定期券利用の関係、性・年齢階層別の変化、出発時間帯の変化、定期券保有と立ち寄り行動との関係等についても定量的に明らかにしている。

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

## 1. はじめに

働き方改革の政府による積極的な推進に加え、新型コロナウイルス感染症の拡大防止のための緊急事態宣言、まん延防止等重点措置に伴う外出自粛要請により、テレワーク<sup>1)</sup>が急速に進展し、大都市圏の通勤行動が大きく変化している。特に、東京都市圏では、他の都市圏と比較して感染者数が多かったことから、長期間の外出自粛要請がなされ、テレワークが強く推奨されてきた。これにより、通信ネットワーク、モバイル端末、労働管理等の環境整備が急速に進み、多くの企業、労働者が実際にテレワークを経験<sup>2)</sup>し、そのメリット、デメリットを体感することとなった。テレワークの進展という視点では、新型コロナウイルス感染症の拡大は、壮大な社会実験のような役割を果たし、普及さらには定着を速めることに寄与したと言えよう。このテレワークの進展による通勤行動の変化は、コロナ禍における一時的な現象ではなく、終息後にも一定程度残り、継続されると考えられる。そのため、今後の都市鉄道需要の変化を分析するうえでは、これまでの分析の延長ではなく、このコロナによる変化をできるだけ正確に把握し、その影響を明らかにするこ

とが重要である。

以上の背景のもと、筆者ら<sup>3)</sup>は、分析対象を平日午前中に東急線発・東京都区部着の鉄道利用者とし、鉄道駅の自動改札データと定期券情報を用いて個人を特定・追跡することにより、延べ利用回数(人・回/月)だけでなく、利用者数(人/月)、利用頻度(回/月)等の変化の定量的な分析を行ってきた。なお、本研究での「個人の特定」とは、個人情報を含むものではなく、同一の IC カードを使用したトリップを同一の人が行ったとみなすことである。また、テレワークの進展による通勤行動の変化の一端を、自動改札データを用いて定量的に示したことは社会的にも大きな成果である。

しかしながら、筆者らの先行研究では、テレワークの進展に伴う都市鉄道需要の特徴的な変化と、自動改札データを用いた長期間の追跡分析の有用性は示すことではきたものの、分析対象サンプルが東京都区部着の鉄道利用者と限定されていたため、全体傾向の把握にまでは至っていない。また利用頻度の変化と定期券利用の関係についても明らかにできていない等、今後の施策を検討するうえで重要となる事項のいくつかが課題として残っている。

そこで、本研究では、分析対象トリップを、到着地を限定せずに東急線発の全トリップへ拡大すること、分析対象期間を、コロナ期間前の 2018 年 4 月～2021 年 10 月の 3 年半に拡大することを行い、1) 当該地域における分析対象期間中の転入・転出等により、鉄道利用を開始・停止した人の延べ利用回数の変化を明らかにすること、2) 拡大した分析対象における OD 別の鉄道利用者の数およびその比率の変化を明らかにすること、3) 通勤頻度と定期券利用の関係を明らかにすること、4) 定期券利用形態別の鉄道利用行動の変化を明らかにすること、5) 定期券利用と性・年齢階層、トリップチェーンから得られる立寄り行動との関係を明らかにすること、6) 利用時間帯の変化を明らかにすることに取り組む。テレワークが進展した際の鉄道サービスおよび鉄道沿線サービスの検討における基礎資料となるように、本研究では、以上のような各鉄道利用者の特定・追跡が可能な自動改札データを用いた定量的かつ詳細な分析を行い、鉄道利用頻度の変化等の実態を明らかにすることを目的としている。

## 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。プ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<sup>9)</sup>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<sup>9)</sup>、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<sup>9)</sup>、新型コロナウイルスに関するものでは、外出の自粛率<sup>7)</sup>および接触率<sup>10)</sup>の地域差等や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<sup>11)</sup>がある。しかしながら、携帯電話の位置情報のデータは各携帯電話会社による拡大処理がされており、また、その処理方法が公表されていないため、活用するためにはその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<sup>14)</sup>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<sup>15)</sup><sup>16)</sup>や、交通弱者に着目した移動パターン抽出方法の提案<sup>17)</sup>、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<sup>18)</sup>、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<sup>19)</sup>。しかし、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は少なく、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定されている。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、長期間の追跡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。

## 3. 本研究の特徴・着眼点

本研究の特徴の一つは、個人を特定可能な自動改札データを用いることにより、延べ利用回数の推移だけでなく、利用者数と利用頻度の推移を明らかにすることである。延べ利用回数の推移は、全体傾向を把握するためには基本的かつ有益な情報であり、これまでも実務において多く使われてきた。しかしながら、その時系列変化が鉄道利用者数の増減に起因するものか、利用頻度の増減に起因するものかといった変化の詳細については、本研究で用いる自動改札データのように個人を特定できるデータでないと分析することは不可能である。テレワークの進展が、どのタイミングで、どのように広がり、定着したかを知ることは、コロナ終息後の状況を考えるうえでは重要なことであり、本研究ではその点に着眼している。

また、もう一つの特徴は、特定した個人を一定期間追跡し、その行動変化を明らかにすることである。先述したように、個人を特定することにより、延べ利用回数は利用者数と利用頻度に、さらには定期と定期外に分解することが可能である。図-1 に、「延べ利用回数 (人・回/月)」、「利用者数 (人/月)」、「利用頻度 (回/週)」の時系列変化を、定期および定期外の合計、定期、定期外に分けてそれぞれ示す。これらのグラフは、対コロナ期間前の同月比を、2019 年 10 月を 100 としたと

きの3つの項目の変化を表している。なお、年により、月別の平日の数が異なるために、平日数を揃える処理を行っている。図-1より、各線の変化のタイミングや大きさには差異があり、延べ利用回数の減少には、利用頻度よりも利用者数の方が大きく寄与していることが見て取れる。定期、定期外においても同様の傾向である。また、定期外の利用頻度が、2020年4月以降に増えていることは特徴的な変化のように見受けられるが、これらは各断面の平均値に過ぎないため、単純にそれらの推移だけでは、各個人が利用頻度をどのように変化させたかを把握することはできない。したがって、各個人の行動変化を明らかにするためには、個人を特定するだけでなく、追跡することが必要となる。この特定・追跡という分析により把握できる利用頻度や乗車時刻の変化を踏まえたテレワークの実施とODパターン、定期券利用等の関係も、本研究における着眼点の一つである。

他方で、自動改札データを用いた個人を特定・追跡する分析では、鉄道利用停止者を追跡することが不可能であるため、分析対象期間が延びるに従い、分析対象サンプルが減少してしまうことや、分析対象期間内に利用を開始・停止した人の影響を把握できないというデメリットがある。図-2に、2018年10月および2019年10月に分析対象エリアを出発した鉄道利用者を特定・追跡することにより得られた利用者数の変化を示す。利用者数がコロナ期間前においても毎月減少をしていることが見て取れる。本研究では、これらの特徴と課題を踏まえ、分析対象エリア内の3年半の期間に鉄道利用を開始・停止した人の影響にも着眼している。

#### 4. 分析データと分析方法

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、年間輸送人員が約11億人（コロナ期間中は約8億人）の東京都、神奈川県をエリアとする鉄道会社である。分析対象期間は、2018年4月～2021年10月の3年半としている。なお、新型コロナウイルス感染症の影響を明らかにするために、「コロナ期間前：2018年10月～2019年10月」と「コロナ期間中：2019年10月～2020年10月」に分け、それらを比較した分析を行う。2020年10月にする理由は、テレワーク環境が一定程度整備されたこと、また緊急事態宣言が明け、通勤利用時間帯の利用者数が70%以上に回復していること、その後の回復に大きな変化がなく、コロナ終息後を考えるのに適していると考えたためである。2019年10月～2020年10月の変化には、コロナの影響に加えて定常的な変化の影響も含まれているため、2018年10月～2019年10月の差分を取ることで、コロナの影響を抽出する。また、本分析は、特に通勤行動の変化に焦点を当てているため、分析対象者は、平日の午前5時から午前12時に東急線内から出発した者とし、その中で発着駅が特定可能な者としている。なお、一日の利用者数の約70%が午前中に出発し、その内の約70%が定期券利用者である。また、定期券利用者の約80%が通勤定期、約20%が通学定期を利用している。

本研究は、以下の5つの分析から構成されている。1つ目は、鉄道利用の開始・停止者と利用継続者における延べ利用回数の推移の比較分析である。2つ目は、東京都区部以外に到着地を持つサンプルを加えたOD別の鉄道利用者の数および比率の変化に関する分析である。出発地（居住地）別・到着地（勤務地）別の延べ利用回数、利用者数、利用頻度等の変化から、テレワークの進展状

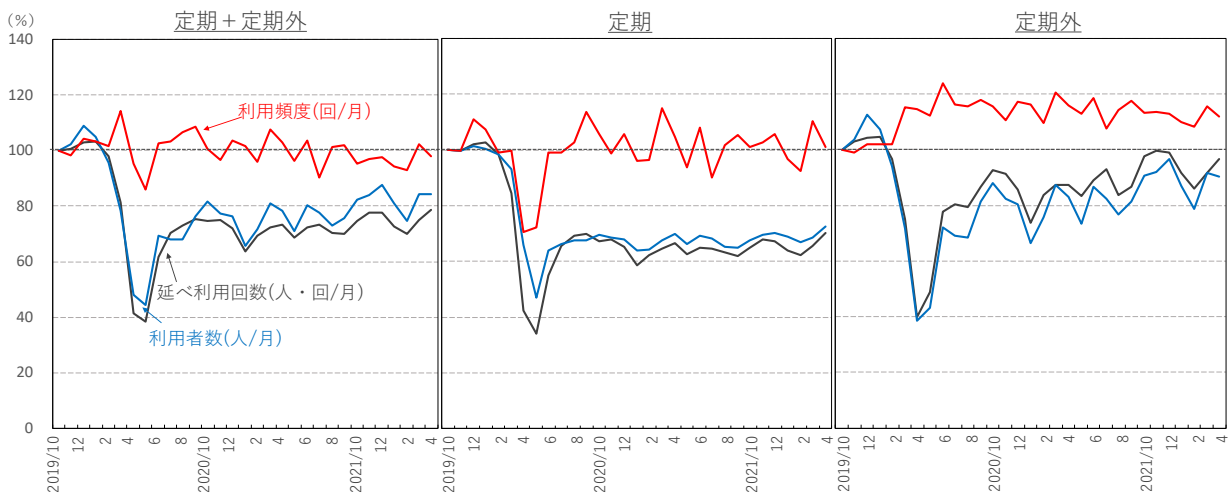


図-1 延べ利用回数，利用者数，利用頻度変化

況を居住地や勤務地の特徴から考察する。3 つ目は、利用頻度別の鉄道利用行動の変化に関する分析である。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。4 つ目は、利用頻度と定期利用に関する分析である。定期券を継続した者、定期券を取り止めた者を対象とした利用頻度の変化から、定期券利用に焦点を当てたテレワークの実態を明らかにする。5 つ目は、時間帯別（ラッシュ時間前、ラッシュ時間帯、ラッシュ時間後、午後利用）利用者の推移に関する分析である。ラッシュ時間帯別利用の変化からテレワークの実態を明らかにするものである。

### 5. 東急線の利用開始者と利用停止者の動向

東急線の利用開始者とは、分析対象期間中に東急線の自動改札機を IC カードでの通過が初めて観測された人とし、利用停止者とは、同期間中に東急線の改札機を IC カードでの通過が観測されなくなった人としている。両者の変動の大きさを利用継続者の変動の大きさと比較することにより、利用開始者と利用停止者の影響の大きさを明らかにする。分析対象期間は、2018 年 4 月～2021 年 10 月の平日の終日を対象とする。なお、分析対象期間の前後の半年は、期間外から受ける影響が大きいため、現象の把握をするための期間を 2018 年 10 月～2021 年 4 月としている。また、あるひと月だけ利用した鉄道利用者は、当該地域に居住し通勤したトリップではなく、業務、私事、観光等のトリップであった可能性が高いため、本分析では対象から除外している。図-3 に、各月の利用開始者の延べ利用回数の時系列変化を示す。図-3 より、2018 年 4 月の利用開始者の延べ利用回数は図-2 と同様に時間の経過とともに減少している。総延べ利用回数の変化は、通常の季節波動を示しており、総数はほとんど変化がないものの、その内訳を見ると先の利用開始者の延べ利用回数の減少分が後の利用開始者の延べ利用回数に置き換わっていることが見て取れる。図-4 に、利用開始者と利用停止者の延べ利用回数の差分の時系列変化と利用継続者の延べ利用回数の月別変化を示す。図-4 より、開始者と停止者はほぼ同数で推移していること、さらには、利用開始者と利用停止者の延べ利用回数の差分の変化量の変動と比較し、利用継続者の延べ利用回数の変化量の変動が大きいことを明らかにした。

### 6. OD 別の鉄道利用者の数および比率の変化

OD 別の分析をするにあたり、出発地（居住地）側については「1）田園都市線（東京側）、2）田園都市線（神

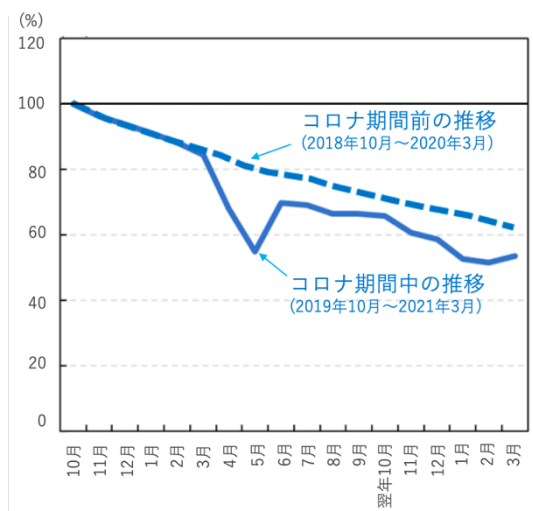


図-2 分析対象者数の減少

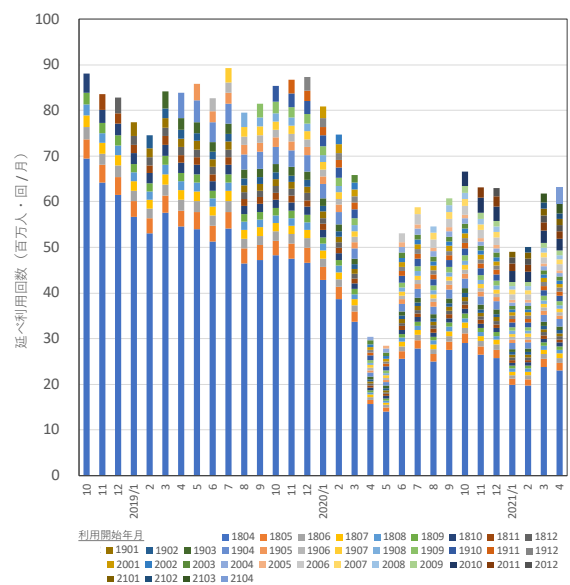


図-3 延べ利用回数の時系列変化

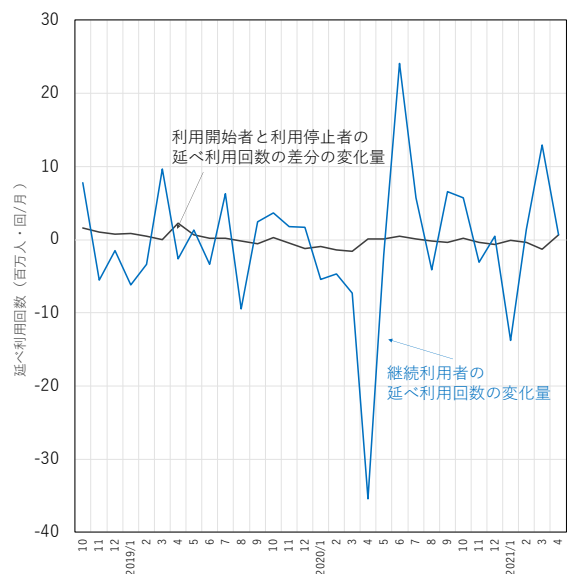


図-4 延べ利用回数の差分の変化量  
(利用開始者、停止者、継続利用者)

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つのエリアとし, 到着地(勤務地)側については「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つのエリアとする。分析対象は, 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とする。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発地を居住地, 着地を勤務地と定義する。

図-5に, OD別の延べ利用回数の推移を示す。図-5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%減少していること, また2020年~2021年においては, 対前年で5%前後で減少していることが見て取れる。また, 居住地別の勤務地内訳の2019年と2020年の変化については, 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, 勤務地である都心3区, 副都心4区の延べ利用回数が2019年と比較して小さくなっていることが見て取れる。一方で, 東横・目黒線(東京側), 大井町・池上線・東急多摩川線では勤務地別の変化に差異が見られなかった。

2019年から2020年におけるOD別の延べ利用回数の変化を見ると, 都心3区, 城南地区, 副都心4区の順で減少量が大きく, また減少比率では, 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。「大井町線・池上線・東急多摩川線」

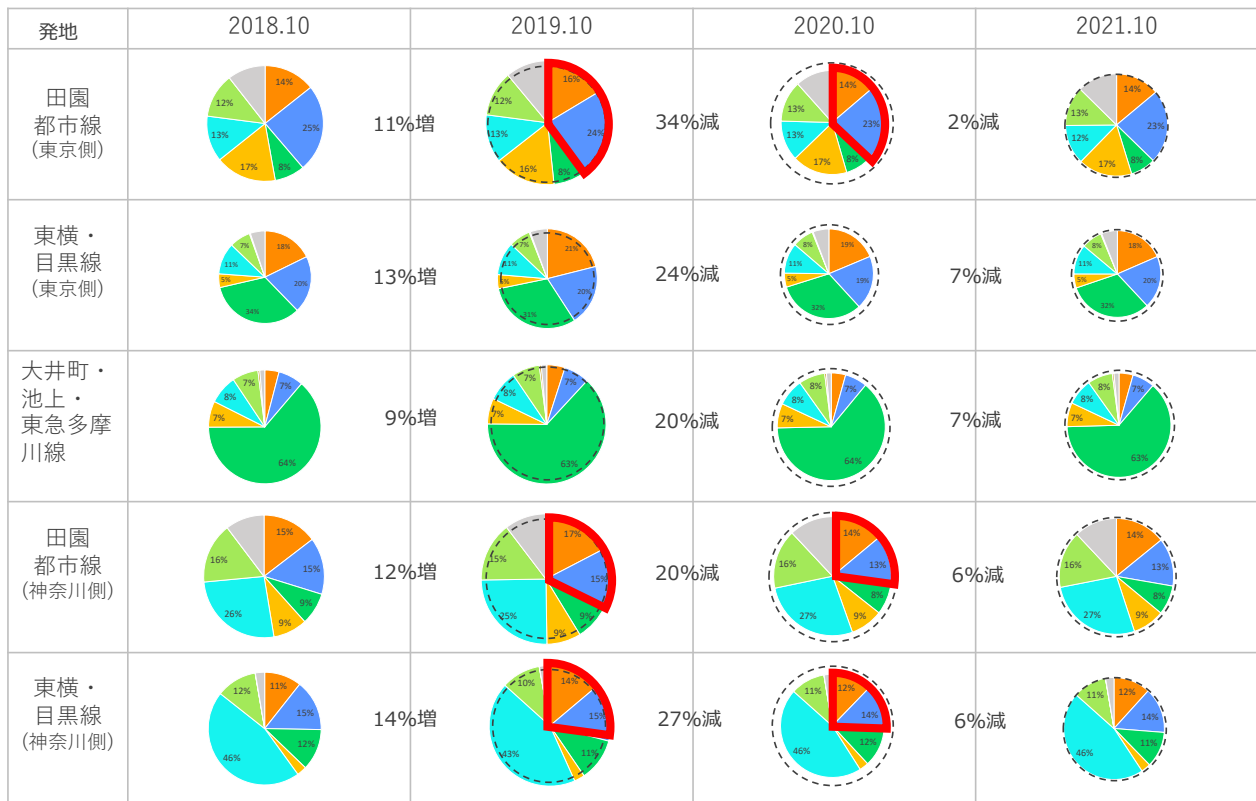


図-5 OD別の延べ利用回数の時系列変化

発・「城南地区」着および「東横・目黒線（神奈川側）」発・「横浜市」着の OD パターンでは、減少数が他と比較して多いものの、減少比率は低くなっていることから、利用者数が多く重要な OD パターンであるが、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。一方で、「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）」発・「都心 3 区、副都心 4 区」着の OD パターンでは、減少数および減少比率がともに大きいことから、分析対象の中では最もテレワークが進展しており、新型コロナウイルス感染症終息後において注視する必要があることを明らかにした。

### 7. 利用頻度別の鉄道利用行動（利用頻度、定期利用）の変化

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」とし、この2期間の変化を比較することにより、新型コロナウイルス感染症の拡大による変化を分析する。分析対象を2018年～2020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する。

図-6に、利用頻度の変化の内訳を、2018年10月から2019年10月（左表）と2019年10月から2020年10月

2018/10		定常的な変化								2019/10		定常的な変化+テレワーク進展の影響								2020/10		
		利用頻度（2019年10月）										利用頻度（2020年10月）										
		内訳										内訳										
		全体	週4日以上	週3日	週2日	週1日	週1日未満	利用なし	小計			全体	週4日以上	週3日	週2日	週1日	週1日未満	利用なし	小計			
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	
	週4日以上	18.4	57.2	7.1	2.9	2.6	6.9	23.4	100.0				内訳	週4日以上	23.0	38.6	7.6	5.9	8.0	10.6	29.3	100.0
	週3日	4.6	22.1	21.5	10.3	6.3	10.2	29.6	100.0					週3日	6.2	16.3	15.2	8.9	9.7	13.3	36.6	100.0
	週2日	3.8	9.4	11.9	17.1	13.9	13.4	34.3	100.0					週2日	5.3	7.0	8.4	11.9	15.1	16.3	41.3	100.0
	週1日	7.8	4.0	2.8	7.2	22.7	23.3	40.1	100.0					週1日	11.0	2.8	2.2	4.6	17.2	25.1	48.1	100.0
	週1日未満	65.4	3.0	1.1	1.2	4.1	12.6	78.0	100.0					週1日未満	54.6	1.8	0.9	1.1	3.9	14.8	77.5	100.0
週1日未満											週1日未満											

図-6 利用頻度の変化

表-1 コロナの影響による利用頻度の変化

(単位: pt)

		利用頻度（2020年10月）						
		内訳						
		週4日以上	週3日	週2日	週1日	週1日未満	利用なし	
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日以上	-18.6	0.6	3.0	5.4	3.7	5.8
		週3日	-5.8	-6.3	-1.4	3.4	3.1	7.0
		週2日	-2.4	-3.5	-5.2	1.2	2.9	7.0
		週1日	-1.2	-0.7	-2.5	-5.5	1.9	8.0
		週1日未満	-1.2	-0.2	-0.1	-0.2	2.2	-0.5

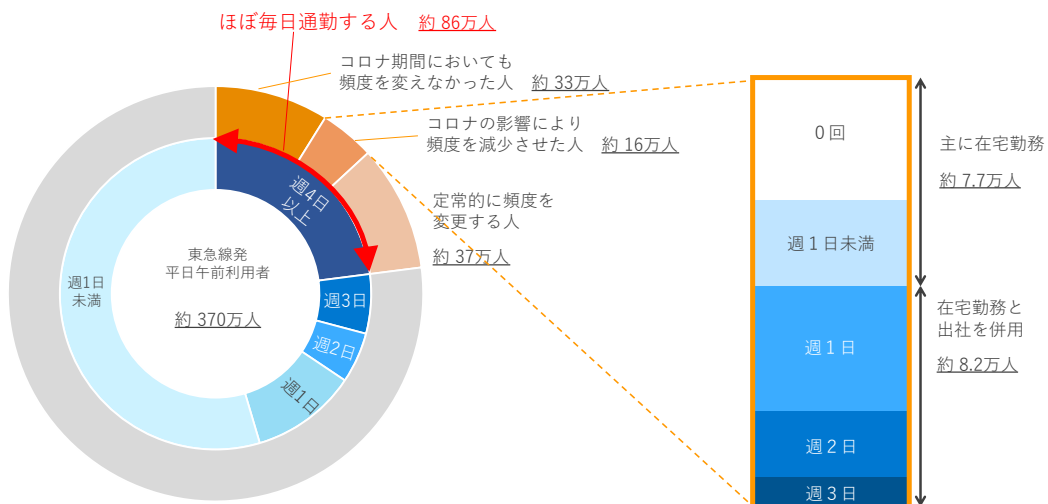


図-7 コロナの影響による利用頻度の変化

(右表) に分けて示す。なお、内訳の表現を、当該月の総利用日数を基にして週に平均何日利用したかという表現としている。図-6 より、2018 年と 2019 年における利用頻度内訳では、週 4 日以上利用する利用者の約 60%が頻度を変えず、約 2 割が利用を停止しており、2019 年と 2020 年における利用頻度内訳では、週 4 日以上の利用者の頻度を変えなかった利用者は約 39%に減少していることが見て取れる。コロナの影響を取り出すために、図-6 の右表から左の値を減じて定常的な変化の影響を取り除いたものを表-1 に示す。表-1 より、週 4 日以上の利用者において利用がなかったものが 18.6 ポイントの減少となり、週 3 日以下になったものが増加したことが見て取れる。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。ポイント数の変化だけでは、直感的に変化がわかりにくいので、表-1 を基にして算出した利用頻度を変更した人の数を図-7 に示す。

図-7 より、平日午前中利用の約 370 万人の利用者において週 4 日以上利用している人は約 86 万人おり、この約 86 万人の中で利用頻度を変更しなかった人が約 33 万人、利用頻度を定常的に変更する人は約 37 万人、そして本研究で焦点を当てているコロナの影響により利用頻度が減少した人は約 16 万人であることを明らかにした。さらに、この約 16 万人の内訳は、週 3 日～週 1 日の在宅勤務と出社を併用する人が約 8.2 万人、週 1 日未満の主に在宅勤務をする人が約 7.7 万人であることを明らかにした。

次に、2019 年と 2020 年の利用頻度別の定期券保有割合の比較により、利用頻度が週 2 日以下の低頻度の定期券利用者は 2020 年においてもあまり変化が見られないが、週 4 日以上の高頻度の定期券利用者は大きく減少していることを明らかにした。また、コロナ禍においても週 4 日以上利用する高頻度を維持する人の殆どが定期券利用を継続しており、週 2 日以下になると定期券利用を

止める傾向にあることを明らかにした。なお、定期券利用者約 120 万人の内、鉄道利用を止めた人は約 48 万人、鉄道利用は継続しているものの定期券利用をやめた人は約 20 万人、定期券利用を継続した人は約 52 万人であった。

### 8. 定期券利用形態別の鉄道利用行動の変化

定期券利用者数がテレワーク進展の影響により、2020 年後半から 7 割程度で推移しており、減少した 3 割の利用者がどのように定期券の利用を変えたのかを明らかにする。定期券の利用を考えるにあたり、定期券を継続した人を「定期券継続者(以降、継続者)」、定期券を取り止めて定期外利用に移った人を「定期券取り止め者(以降、取り止め者)」、鉄道利用自体を取りやめた人を「鉄道利用停止者」と定義する。分析対象を 2018 年～2020 年の各年における 9～11 月の 3 ヶ月間の平日午前の東急線利用者を対象とする。図-8 に、テレワーク進展の影響を受けた 2019 年と 2020 年における定期券利用形態の内訳の変化を示す。図-8 より、継続者は 48%、取り止め者は 26%、鉄道利用停止者は 26%であること、2018 年と 2019 年での定常的な変化分を差し引くことにより、テレワーク進展の影響を見ることができ、継続者が 18pt 減少し、取り止め者が 15pt 増加、鉄道利用停止者が 3pt 増加していることが見て取れる。これらから定期券利用者数の 3 割減の内訳は、継続者の 18pt と鉄道利用停止者の 3pt へ移行していることが読み取れる。

継続者と取り止め者のような定期利用と利用頻度との関係について、図-9 に、継続者の利用頻度の変化の内訳を、コロナの影響を取り出したものを表-2 に、表-2 を基にして算出した利用頻度を変更した人の数を図-7 に示す。図-9 より、平日午前の約 60 万人の継続者にお

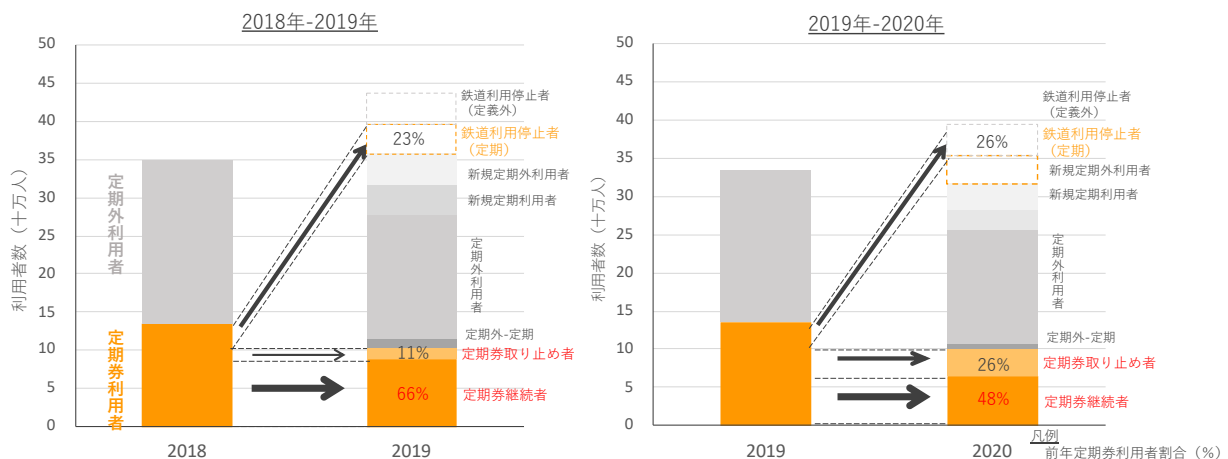


図-8 定期券利用者の定期券利用形態の内訳

いて、週 4 日以上利用している人は約 44 万人おり、この約 44 万人の中で利用頻度を変更しなかった人が約 29 万人、利用頻度を定常的に変更する人は約 8.5 万人、そして本研究で焦点を当てているコロナの影響により利用頻度が減少した人は約 6.5 万人であることを明らかにした。さらに、この約 6.5 万人の内訳は、週 3 日～週 1 日の在宅勤務と出社を併用する人が約 6 万人、週 1 日未満の主に在宅勤務をする人が約 0.5 万人であることを明らかにした。図-11 に、継続者の利用頻度の変化の内訳を、コロナの影響を取り出したものを表-3 に、表-3 を基にして算出した利用頻度を変更した人の数を図-12 に示す。図-12 より、平日午前の約 31 万人の継続者において、週 4 日以上利用している人は約 20 万人おり、この約 20 万

人の内で利用頻度を変更しなかった人が約 1 万人、利用頻度を定常的に変更する人は約 14.2 万人、そして本研究で焦点を当てているコロナの影響により利用頻度が減少した人は約 4.3 万人であることを明らかにした。さらに、この約 4.3 万人の内訳は、週 3 日～週 1 日の在宅勤務と出社を併用する人が約 4.1 万人、週 1 日未満の主に在宅勤務をする人が約 0.2 万人であることを明らかにした。

2018/10		2019/10							2020/10										
		定常的な変化							定常的な変化+テレワーク進展の影響										
		(単位：%)									(単位：%)								
		利用頻度(2019年10月)									利用頻度(2020年10月)								
定期券継続者		全体	内訳						小計	定期券継続者		全体	内訳						小計
			週4日以上	週3日	週2日	週1日	週1日未満	利用なし					週4日以上	週3日	週2日	週1日	週1日未満	利用なし	
利用頻度 (2018年10月)	全体	100.0	63.1	11.0	5.7	6.6	3.3	10.4	100.0	利用頻度 (2019年10月)	全体	100.0	53.2	16.3	7.1	9.8	3.7	10.0	100.0
	週4日以上	71.9	80.8	9.0	3.3	2.6	0.8	3.6	100.0		週4日以上	74.1	65.9	15.2	5.9	7.2	1.6	4.1	100.0
	週3日	14.3	38.1	32.3	14.3	8.5	1.8	5.1	100.0		週3日	11.9	29.5	38.1	11.9	11.6	2.8	6.0	100.0
	週2日	4.9	24.5	20.9	24.2	19.5	3.6	7.3	100.0		週2日	5.5	21.2	27.3	19.9	18.7	4.4	8.6	100.0
	週1日	5.8	19.2	8.1	10.7	30.6	12.0	19.5	100.0		週1日	5.7	16.9	11.8	10.5	28.5	12.4	19.9	100.0
	週1日未満	3.2	10.9	3.4	2.9	19.7	20.8	42.2	100.0		週1日未満	2.8	10.0	5.5	3.5	19.2	19.5	42.4	100.0

図-9 利用頻度の変化

表-2 コロナの影響による利用頻度の変化

定期券継続者		利用頻度(2020年10月)					
		内訳					
		週4日以上	週3日	週2日	週1日	週1日未満	利用なし
利用頻度 (2019年10月)	全体	-10.0	5.3	1.4	3.2	0.4	-0.4
	週4日以上	-14.9	6.3	2.6	4.6	0.9	0.5
	週3日	-8.6	5.8	-2.3	3.2	1.0	0.9
	週2日	-3.3	6.4	-4.3	-0.9	0.8	1.3
	週1日	-2.3	3.7	-0.2	-2.1	0.4	0.4
	週1日未満	-0.9	2.0	0.5	-0.5	-1.3	0.1

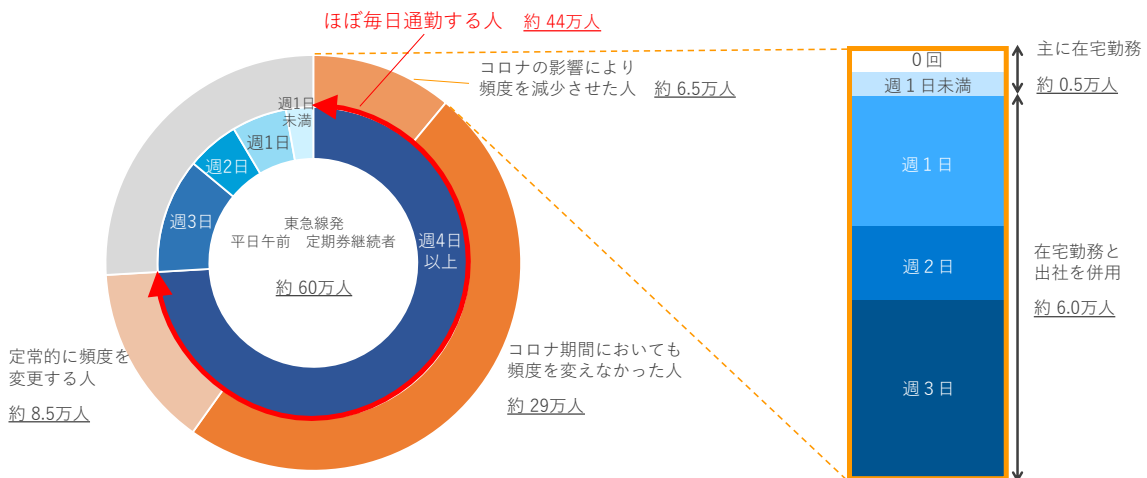


図-10 コロナの影響による利用頻度の変化

### 9. 定期券利用と性・年齢階層、立寄り行動との関係

継続者および取り止め者の性・年齢階層について、図-13 に、継続者および取り止め者の性・年齢階層別利用者数を示す。図-13 より、継続者では 40、50 歳代男性および 20 歳代女性が多く、一方取りやめ者においては 20 歳代女性、男性が多いことから、定期券利用者の 3 割減の内訳として、20 歳代女性、男性の影響が大きいことを明らかにした。図-14 に、週 4 日以上の利用を週 3 日～週 1 日に変更した継続者および取り止め者の性・年齢階層別利用者数を示す。図-14 より、継続者では、全体傾向と同様に 40、50 歳代男性および 20 歳代女性が多く、

取りやめ者においては 40 歳代男性、20～40 歳代女性が多いことから、利用頻度が減少したことで定期券を取り止めた内訳として、40 歳代男性、20～40 歳代女性の影響が大きいことを明らかにした。

次に、定期券利用と相関が高いと考えられる途中下車（以下、立寄り）と定期券との関係性を分析する。立寄りを当該日に居住地と勤務地を利用しつつ、居住地と勤務地以外の駅を利用した行動と定義する。図-15 に、立寄り日数に対する累積の利用者数の百分率を示す。図-15 より、定常時では立寄りをしていない人が 36%、立ち寄り日数 0-6 日が全体の 8 割、テレワーク進展時では、立寄りをしていない人が 54%、立寄り日数 0-3 日が全体の 8 割であることを明らかにした。利用頻度別立寄り比

2018/10		定常的な変化							2019/10		定常的な変化+テレワーク進展の影響							2020/10					
		利用頻度(2019年10月)												利用頻度(2020年10月)									
定期券取り止め者		内訳							定期券取り止め者		内訳							定期券取り止め者					
		全体	週4日以上	週3日	週2日	週1日	週1日未満	利用なし	小計			全体	週4日以上	週3日	週2日	週1日	週1日未満	利用なし	小計				
利用頻度 (2018年10月)	全体	100.0	5.1	3.3	4.4	17.4	14.5	55.3	100.0	利用頻度 (2019年10月)	全体	100.0	3.5	6.3	8.3	24.7	15.6	41.7	100.0				
	週4日以上	48.5	8.9	3.9	4.3	17.1	13.6	52.1	100.0		週4日以上	63.7	4.8	8.2	10.4	27.7	14.9	34.0	100.0				
	週3日	17.9	4.7	6.2	7.3	19.9	13.8	48.1	100.0		週3日	13.6	2.1	6.2	8.2	26.8	16.3	40.4	100.0				
	週2日	10.1	2.7	4.3	8.2	22.6	14.4	47.7	100.0		週2日	8.3	1.6	4.2	7.3	26.1	17.2	43.6	100.0				
	週1日	15.4	1.7	2.0	4.2	22.1	16.9	53.1	100.0		週1日	9.8	1.2	2.5	4.4	22.5	18.2	51.2	100.0				
	週1日未満	8.1	1.0	0.9	1.9	15.2	18.7	62.3	100.0		週1日未満	4.6	0.8	1.4	2.2	14.9	18.3	62.4	100.0				
	内訳										内訳												

図-11 利用頻度の変化

表-3 コロナの影響による利用頻度の変化

(単位: pt)

定期券取り止め者		利用頻度(2020年10月)					
		内訳					
		週4日以上	週3日	週2日	週1日	週1日未満	利用なし
利用頻度 (2019年10月)	全体	-1.6	3.0	3.9	7.3	1.0	-13.6
	週4日以上	-4.1	4.3	6.1	10.5	1.3	-18.2
	週3日	-2.5	0.0	0.9	6.9	2.5	-7.7
	週2日	-1.1	-0.2	-0.9	3.5	2.8	-4.1
	週1日	-0.6	0.5	0.3	0.4	1.3	-1.9
	週1日未満	-0.2	0.5	0.3	-0.2	-0.5	0.1
	内訳						

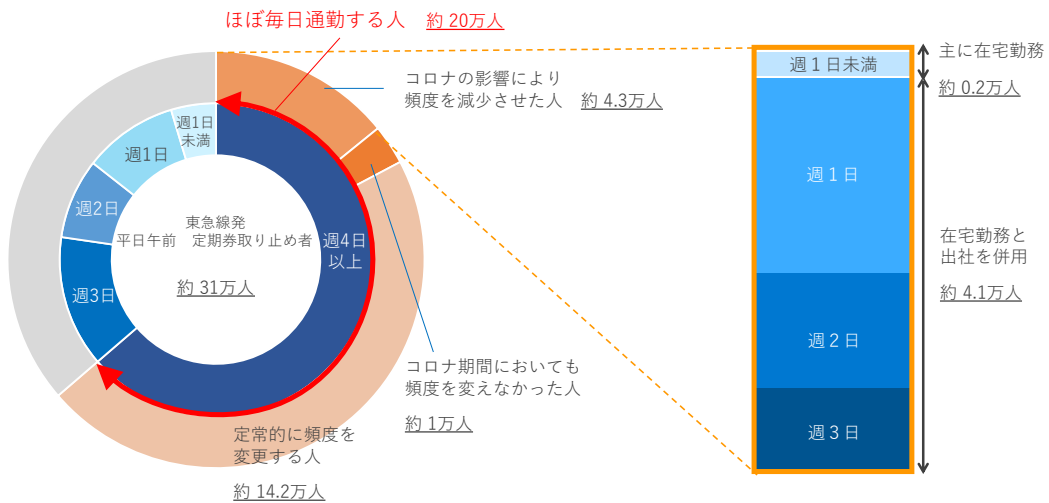


図-12 コロナの影響による利用頻度の変化

率について、高頻度を維持した人と低頻度へ移行した継続者および取り止め者について分析した結果、週 4 日以上の利用を週 1, 2 日へ減らした利用者において、継続者、取りやめ者ともに立寄り比率が週 4 日以上を維持する利用者に対してわずかに 2pt 高いことから、平日の立ち寄りが定期券を継続する影響度合いは小さいことを明らかにした。

### 10. ラッシュ時間帯別利用者の推移

ラッシュ時間帯別利用者の定義について、居住地と勤務地の往復のトリップを対象とし、居住地での乗車時刻がラッシュ時間帯前、ラッシュ時間帯、ラッシュ時間帯後、午後の 4 つのどの時間帯になるかを、3 ヶ月間追跡し、その最頻値をその時間帯利用者と定義する。図-16 に、ラッシュ時間帯別の利用者の推移を、2018 年から 2019 年（左図）と 2019 年から 2020 年（右図）に分けて示す。図-16 より、2018 年から 2019 年ではどの時間帯も利用者数が増加しているが、2019 年から 2020 年のテレ

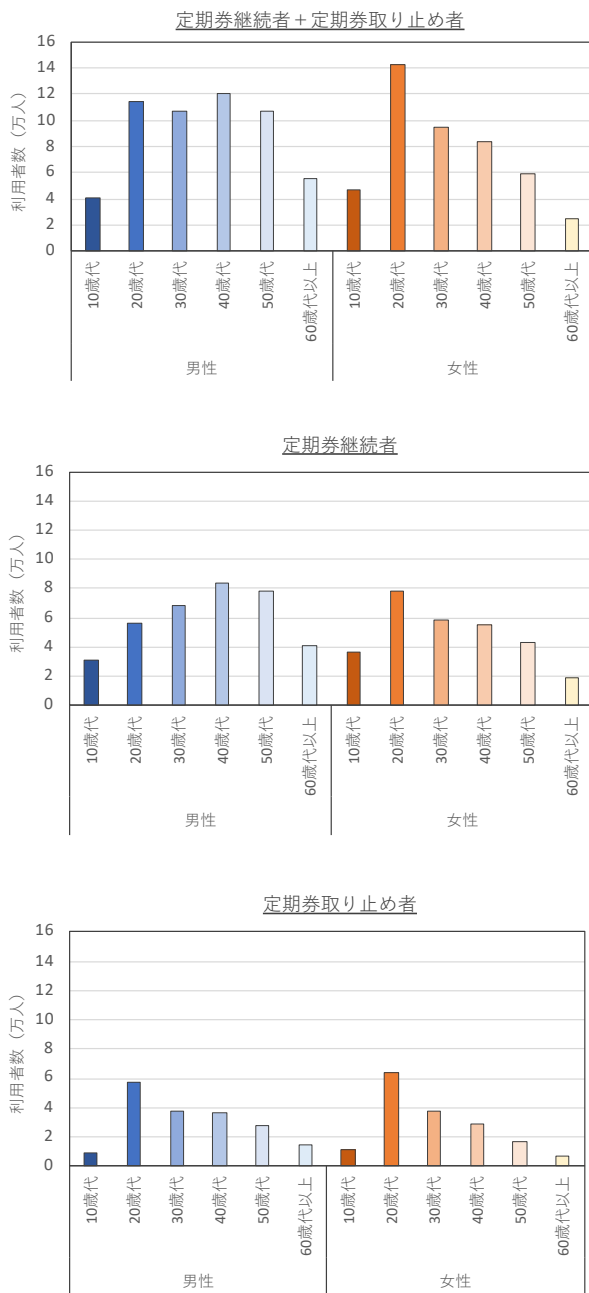


図-13 定期券継続者、定期券取り止め者の性・年齢階層

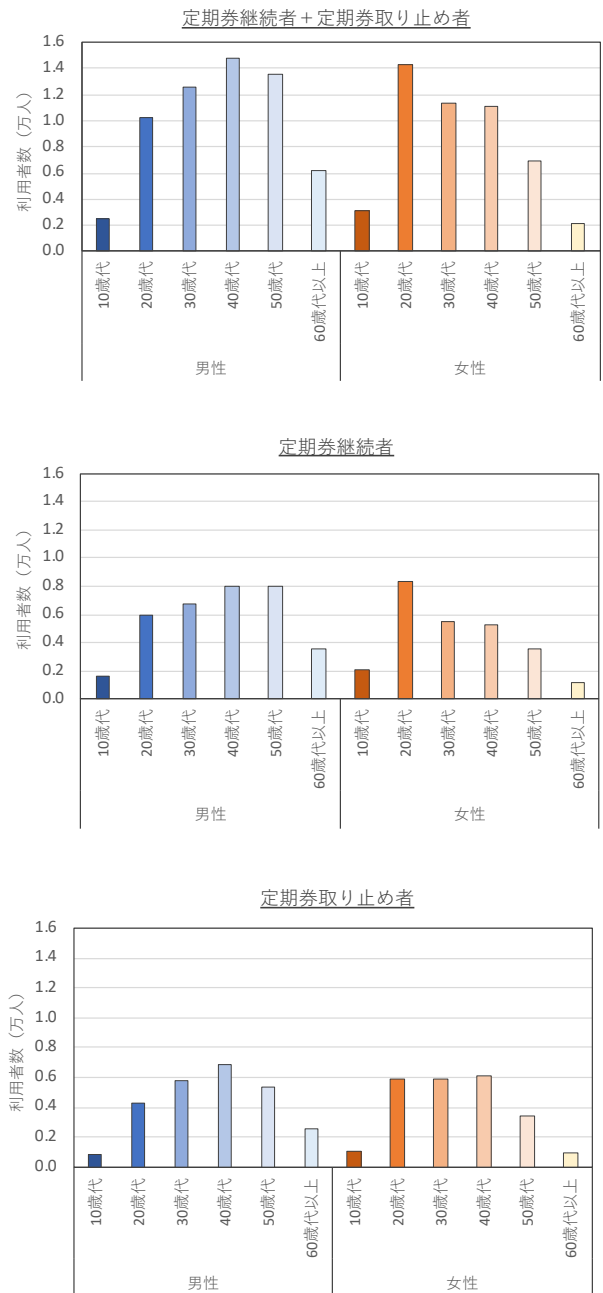


図-14 高頻度から低頻度へ利用頻度を変更した利用者の性・年齢階層

ワーク進展時では午後利用以外利用者数が減少しており、特にラッシュ時間帯利用者は約 2 割減少している。またラッシュ時間帯を継続する人は、定常時では 48% に対して、テレワーク進展時では 35% 程度と、テレワーク進展により、ラッシュ時間帯継続者が 1 割強減少した。ラッシュ時間帯の全利用者に対するラッシュ時間帯継続者の割合は 5 割弱であることから、残りは新規利用、利用時間変更の利用方変更であるため、混雑対策を検討するうえで各利用者の利用実態を追跡する必要があることが明らかとなった。

## 11. おわりに

本研究は、テレワークが進展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の検討に向け、自動改札データを用いて東急線を出発地とする利用者を長期間追跡することにより、通勤行動の変化を定量的に明らかにしたものである。先行研究の課題に対して、分析対象サンプルを大幅に拡大し、分析を深度化させている。

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延べ利用回数の増減だけでなく、利用者数および利用頻度の増減、定期券利用の変化を明らかにしたことは、本研究の大きな成果である。また、

OD 別のテレワークの進展については、勤務地の特徴の影響を大きく受けていることを示すとともに、各 OD パターンの変化数、変化比率を整理することにより、空間的差異を踏まえた鉄道サービスの検討の重要性を明らかにした。

利用頻度に関する分析により、定常的な変化である 2018 年 10 月と 2019 年 10 月、定常的な変化にコロナの影響が加わった 2019 年 10 月と 2020 年 10 月、この 2 期間の変化を比較することによりテレワーク進展の影響を抽出でき、週 4 日以上利用する人の内、約 1 割の人が鉄道利用を止め、約 1 割の人が利用頻度を大きく減少させ、残りの約 8 割の人が利用頻度を変えていないことを明らかにした。さらに、週 4 日以上利用する定期券利用者において利用頻度が週 2 日以下になると定期券を保有しなくなる傾向になることを明らかにした。新型コロナウイルス感染症終息後を考えるうえでは、テレワークの実施により鉄道利用を止めた人による鉄道収入の減少、約 8 割の人が利用頻度を変えないことにより通勤混雑問題対策の継続、利用頻度を大きく減少させた 1 割の今後の動向等は、重要な点である。また、利用頻度と定期券利用との関係については、定期券利用者数の 3 割減の内訳として、継続者が取り止め者の 8 割強と鉄道利用停止者の 2 割弱へ移行していること、定期券利用者の 3 割弱が入れ替わっていること、定期券継続者の週 4 日以上利用する

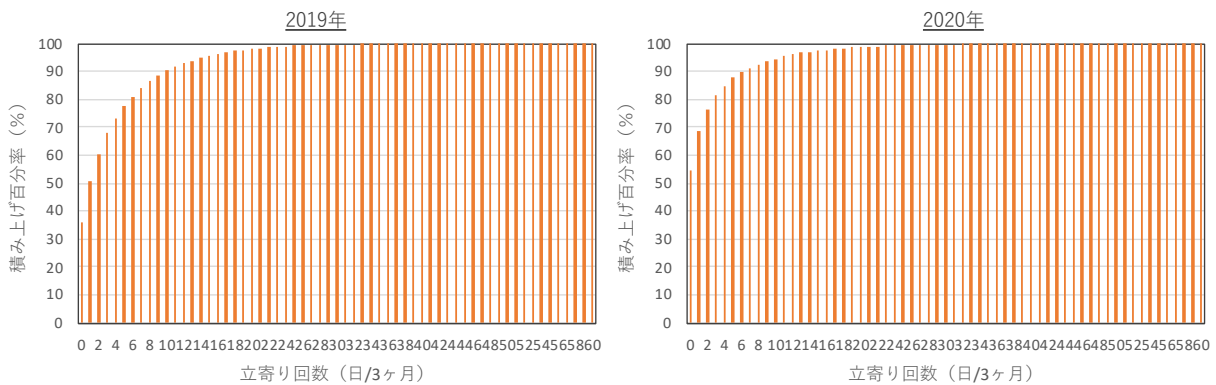


図-15 立寄り回数に対する累積利用者数百分率

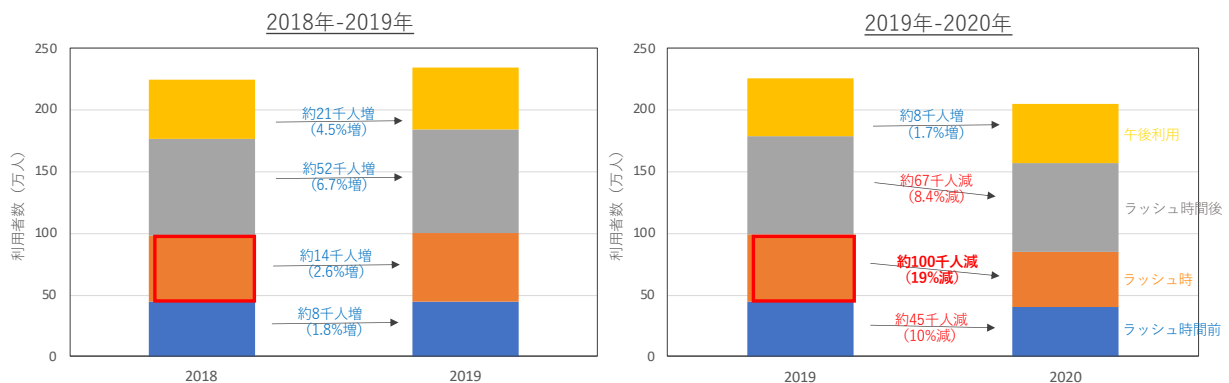


図-16 ラッシュ時間帯利用者の推移

人の内、約 0.1 割の人が鉄道利用をやめ、約 1 割強の人が利用頻度を大きく減少させ、残りの約 9 割の人が利用頻度を変えていないこと、定期券取り止め者の週 4 日以上利用する人の内、約 0.1 割の人が鉄道利用をやめ、約 2 割の人が利用頻度を大きく減少させ、残りの約 8 割弱の人が利用頻度を変えていないことを明らかにした。また立寄りとは 2 週間に 1 日以下する人が全体の 8 割を占めていること、低頻度へ変更した人は平日の立ち寄りが定期券を継続する影響としては小さいことを明らかにした。特に、鉄道収入減少にもかかわらず混雑対策を強いられることへの対応や、利用頻度を減らした人を対象とした定期券や各種ポイントの検討は、今後の鉄道サービス、鉄道沿線サービスを検討するうえでは、必要不可欠であると考えられる。

今後の鉄道サービスでは、OD、利用時間帯、利用頻度、行動変化等を考慮し、それぞれの利用者属性に適した詳細なサービスを展開することが重要である。そのためには、本研究で示したような各属性の具体的な数字を考慮することが必要であり、また、自動改札データのような個人行動を長期間にわたって分析可能なデータを活用することにより、継続的に定量データに基づく施策を行うことが可能となる。特に、利用頻度、利用時間帯の変化等の行動変化を踏まえた柔軟な運賃設定、ポイント付与等は、今後のサービスにおいて重要である。利用実績から得られる価格弾力性を踏まえ、利用頻度や利用時間帯を考慮した定期券や各種ポイントについて検討することが今後の課題である。

**謝辞：**本研究を遂行するにあたり、東急電鉄株式会社から自動改札データを提供していただいた。また、社会システム株式会社の土屋貴佳氏には、データ処理等において多大なるご協力をいただいた。政策研究大学院大学の岸井隆幸客員教授、芝浦工業大学の岩倉成志教授、大分大学の井上尚司教授、神戸大学の三古展弘教授からは、大学のゼミ、学会等で有益なコメントをいただいた。なお、本研究は政策研究大学院大学政策研究センターのリサーチ・プロジェクトとして実施したものである。また、一般財団法人研友社からの研究助成を受けている。ここに記して感謝の意を表す。

## REFERENCES

- 1) 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.]
- 2) 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.]
- 3) 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, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), 78 巻6号, pp.190-201, 2022. [Akutsu, T., Hibino, N. and Morichi, S.: A study on changes in the number and frequency of commuting passengers for developing urban rail way strategy in a teleworking society, *Transaction of the Japan Society of Civil Engineers*, Vol.78-6, pp.190-201, 2022.]
- 4) 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.]
- 5) 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., Hato, E., Daito, T. and Tanabe, J.: Monitoring travel behaviour using pbs based location data, *Transaction of the Japan Society of Civil Engineers*, No. 653/IV-48, 95-104, 2000. 7.]
- 6) 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., SCHMÖCKER Jan-Dirk, Uno, N. and 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.]
- 7) 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](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. ]
- 8) 水野貴之, 大西立顕, 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., Ohnishi, T. and 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.]
- 9) 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](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.]

- 10) 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: March 1, 2022.]
- 11) 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
- 12) 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.
- 13) 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., Asano, R. and Suzuki, T. (DOCOMO InsightMarketing, INC.): Possibilities of mobile big-data in the age of COVID-19, Oukanrengo conference, 2020.10.8-9.]
- 14) 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 teleworking during the COVID-19 pandemic in Japan, *INSS JOURNAL* Vol.27, 2020 R-4.]
- 15) 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., Hattori, Y., Ota, M. and Suematsu, T.: Analysis of purchasing behavior of railway users using PASMO data, *Operations research*, Vol.58, No.1, pp.37-46, 2013.]
- 16) 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., Suganuma, R., Kameyama, A., Nishino, R. and 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.]
- 17) 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]
- 18) 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., Kitawaki, T., Uno, N. and 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.]
- 19) 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., Kataoka, M. and Kumagai, Y.: Basic analysis of public transportation usage in the central area of Kochi using the IC card "DESUKA", *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 using automatic ticket gate data. As a result, due to the influence of COVID-19, it was revealed that out of about 860,000 people who used the target route almost every day, about 80,000 people used home telework and about 80,000 people drastically reduced the frequency of use. It also quantitatively clarifies changes by OD, the relationship between commuting frequency and commuter pass usage, changes by gender and age group, changes in departure time zone, and the relationship between commuter pass holding and stop-by behavior.