

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—

山田 真也¹・日比野 直彦²・橋本 真基³

¹正会員 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:mjd22405@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 8-16)
E-mail:masaki.hashimoto@tkk.tokyu.co.jp

政府を中心に働き方改革が推進され、通勤行動が変化している。特に、COVID-19流行の影響によりテレワークは急速に進展した。また、社会変容に伴い鉄道利用状況が変化し、鉄道運賃政策や鉄道経営の見直しが求められている。しかしながら、今後の検討を進めるためのデータが極めて不足している。具体的には個人の一定期間の鉄道利用とその長期的変化を把握できるデータがなく、働き方の変化が鉄道利用に与える影響を把握できていない。これらの状況を問題として、本研究では個人の行動を追跡可能な交通系ICカードデータの活用に着目し、データ活用に向けた分析を示すこと、今後の鉄道運賃政策に対する示唆を得ることを目的として研究を行った。具体的には働き方変化に伴う鉄道利用頻度変化と定期券保有変化の関係及びCOVID-19流行の影響による変化を定量的に示した。

Key Words: telework, COVID-19, automatic ticket gate IC card data, frequency of railway use, commuter pass

1. はじめに

政府を中心に「働き方改革」が推進されたことにより、テレワークの普及、女性の社会進出、高齢者の就業継続等が進み、働き方が多様化され、通勤行動が大きく変化している。特に、テレワークに関しては、COVID-19の拡大防止のための緊急事態宣言および外出自粛により、強く推奨され、多くの企業においてテレワーク実施環境の整備が急速に進み、定着した。また、社会情勢の変化に伴い鉄道利用状況も大きく変化してきている。具体的には、在宅勤務者増加による鉄道利用頻度減少、快適な通勤への志向の高まり等が挙げられる。そして、この変化はCOVID-19流行下における一時的な現象ではなく、終息後にも一定程度継続されると考えられている。

この社会変容を踏まえると、今後の鉄道需要を分析する上では、COVID-19流行の影響による働き方の変化と

鉄道需要への影響をできるだけ正確に把握し、明らかにすることが重要である。また、国土交通省や鉄道会社においては、運賃の値上げ、定期券やポイント付与等の鉄道運賃政策の見直し¹⁾や鉄道経営についての見直しを開始している。このような見直しを行っていく中では、鉄道利用の時系列推移を把握し検討に活用していくこと、鉄道運賃政策の変更を検討していくこと、継続的な鉄道混雑緩和施策を検討していくこと等が必要かつ重要である。しかしながら、このような検討を進めていくためのデータや知見が極めて不足している。不足している具体的なデータとしては、個人の行動を時系列で追跡できるデータ、鉄道利用頻度を把握できるデータ、定期券利用から定期外利用への移行等の利用券種変化を把握できるデータ、時間帯別のODデータ等が挙げられる。そして、このような個人の一定期間の鉄道利用とその長期的変化を把握できるデータがないために個人の行動を追跡した

分析はほとんどない。そのため、個人が、何回、いつ、どのような券種で鉄道を利用しているか、またそれらが、テレワークの進展により、どのように、どの程度変化しているかは明らかになっていない。このような状況を筆者らは問題とし、個人の行動を追跡可能な交通系 IC カードの自動改札通過記録データ（以下、交通系 IC カードデータ）を用い、テレワークによる鉄道利用頻度の変化に焦点を当てた研究^{2,4)}を開始している。COVID-19 流行前後の変化について、その実態を明らかにしてきた。しかしながら、先行研究では、鉄道利用頻度変化と定期券保有変化の関係については明らかにできておらず、さらなる分析が必要である。特に、今後の鉄道運賃政策や鉄道経営について検討する際には、鉄道利用頻度変化や定期券保有変化の状況を交通系 IC カードデータ等の分析により定量的に把握しておくことが必要不可欠である。

そこで本研究では、働き方の変化に伴う鉄道利用頻度変化と定期券保有変化の関係把握、定期券利用者維持の検討に焦点を当て、交通系 IC カードデータの活用促進に向けた分析を示すこと及び今後の鉄道運賃政策に対する示唆を得ることを目的として研究を実施する。具体的には、定期券保有に関する基礎情報を得るために、1 週間あたりの鉄道利用頻度別定期券保有者率および鉄道利用頻度変化と定期券保有変化の関係を定量的に示す。さらに、これらの分析に基づき、COVID-19 流行の影響による鉄道利用頻度変化と定期券保有変化の関係について定量的に示す。個人を特定・追跡できる交通系 IC カードデータを用いた定量的かつ詳細な分析を行うことで、これまでに明らかにされていなかった実態を示すことができ、交通系 IC カードデータの活用促進および今後の鉄道運賃政策検討に寄与するものと考えられる。

2. 既往研究のレビューと本研究の位置づけ

本研究に関係する調査・研究は、国内外問わずなされてきた。本章では、COVID-19 の拡大による行動変化、特にテレワークの進展による通勤行動の変化、定期券利用の変化に焦点を当て、既往研究をレビューする。日本の状況だけでなく、世界主要国における調査、研究も確認し、全体を踏まえて、本研究の位置づけを記載する。

まず、日本においては、COVID-19 流行に伴い、テレワークに関するアンケート調査が多く実施されている。例えば、国土交通省⁵⁾、大久保、NIRA 総合研究開発機構⁶⁾、パーソル総合研究所⁷⁾等がある。各調査によって質問項目が異なり、また、“テレワーク実施”の定義も異なっているため、全体傾向は把握できているものの、詳細な通勤行動の変化を明らかにできていない。次に、COVID-19 流行前後の東京圏における定期券利用状況の

変化を分析した調査は、わずかであるものの事例がある。例えば、国土交通省⁸⁾は 2020 年 11 月の鉄道利用状況についてアンケート調査を実施し、出勤日数別の定期券利用率の変化等について分析している。しかしながら、分析対象者数は 700 人程度であるため、全体傾向を把握するためには不十分である。また、国土交通省⁹⁾は、2021 年の鉄道利用実態を調査した第 13 回大都市交通センサス調査（速報版）を公表している。東京圏の定期券発売枚数について過去の調査結果と比較し、COVID-19 流行後の定期券発売枚数が減少したことを示している。しかしながら、同調査では、個人の行動を追跡した分析はできないため、鉄道利用頻度変化と定期券保有変化の関係を考慮した分析はできない。次に、定期券保有が鉄道乗車行動に与える影響を研究したものとして、小林^{10,11)}がある。働き方が変化した社会における定期券サービスを考察するために、2015 年大都市交通センサスを用いて、定期券保有別のトリップ回数、出勤日数と定期保有の関係等の定期券利用の実態、利用日数を限定した定期券等について分析している。しかしながら、これらは、COVID-19 流行後の実態を分析したものではない。

海外においては、鉄道、高速道路、民間航空等の旅客輸送量の COVID-19 流行前比や公共交通機関利用者の自動車利用への転換状況等を分析する研究が行われており、Zhou *et al.*¹²⁾、Rothengatter¹³⁾、Silva *et al.*¹⁴⁾がある。これらは、COVID-19 流行前後の変化の一端を示しているものの、交通機関別の利用頻度や利用時間帯、OD の変化等を分析するまでには至っていない。COVID-19 流行前後を比較した分析の多くは、クロスセクションのデータを用いたものであり、パネルデータを用いて個人行動を追跡し、行動変化を明らかにしたものは少数である。Rothengatter¹³⁾はパネルデータを用いて、COVID-19 流行前後の移動目的の変化を分析し、ロックダウン措置の後、通勤、ビジネス、子供や高齢者の送迎等の移動が激減したこと等を示している。パネルデータを用いた重要な研究ではあるものの、交通機関別の利用状況の変化についてまでは分析していない。テレワークに関する分析を行っている研究として、Silva *et al.*¹⁴⁾があり、地域別の在宅勤務が可能な人口についての分析や対人での労働活動が、COVID-19 流行前の水準にどの程度戻っているかについて分析している。分析結果より、テレワーク実施率が高い地区は、対人での労働活動が COVID-19 流行前の水準に戻りにくい等の重要な傾向を示しているものの、交通行動の変化については分析されていない。一方で、テレワークを実施している人々の交通行動の変化について分析した事例として、Soza-Parr *et al.*¹⁵⁾があり、会社への出勤者がどのような交通機関を利用しているかについて、COVID-19 流行前後等の変化を示している。しかしながら、利用交通機関の変化のみを分析していること及び分

析対象者数が 500~1500 人程度であることから、詳細な交通行動とその全体傾向把握のためには不十分である。

以上を踏まえ、筆者らによる先行研究²⁾⁴⁾では、個人の行動を追跡可能な交通系 IC カードデータを用いて、COVID-19 流行の影響による鉄道利用頻度変化や利用時間帯、OD の変化等を分析してきた。しかしながら、先行研究では鉄道利用頻度変化と定期券保有変化の関係を考慮した分析は実施できておらず、今後の鉄道運賃政策を検討する上で重要と考えられる知見を見出すまでには至っていない。そのため、本研究はこれらの先行研究を発展させる実証研究に位置付けている。

3. 分析データと分析方法

(1) 分析データ

分析に用いる交通系 IC カードデータは、東急電鉄株式会社の自動改札通過記録データである。また、通勤定期券と通学定期券情報も用いる。分析期間は、第 4 章と第 5 章・第 6 章とで、その対象が異なる。

まず、第 4 章では、分析期間を 2018 年 10 月~2021 年 12 月の約 3 年間とし、COVID-19 流行の影響による個人の行動変化を明らかにする分析では、「COVID-19 期間前：2018 年 10 月~2020 年 2 月」及び「COVID-19 期間中：2019 年 10 月~2021 年 2 月」に分ける。本分析では、主な通勤行動の変化に焦点を当てるため、平日の午前中に東急線全線に入場した利用者とする。2019 年 10 月の人数を例として挙げると、定期券利用者が約 106 万人、定期外利用者が約 216 万人である。

次に、第 5 章と第 6 章では、分析期間を 2018 年 10 月、2019 年 10 月、2020 年 10 月の 3 時点とする。分析対象期間を限定している理由は、鉄道利用頻度変化や定期券保有変化の関係を詳細に分析するため及び利用者全体の動向を把握するために分析対象者を平日と休日の東急線全線入出場者に拡大するためである。2020 年 10 月を分析対象期間とした理由は、それまでに社会的にテレワーク実施環境が一定程度確立されていたこと、緊急事態宣言期間が終了した時点で、通勤者が 7 割以上回復し、その後の回復に大きな変化がないことから、COVID-19 終息後の状況を検討するために適していると判断したためである。分析対象者数は、2018 年 10 月が 727 万人（定期券利用者 142 万人、定期外利用者 585 万人）、2019 年 10 月が 721 万人（定期券利用者 145 万人、定期外利用者 576 万人）、2020 年 10 月が 555 万人（定期券利用者 100 万人、定期外利用者 455 万人）である。なお、定期券利用者における通勤定期券利用者と通学定期券利用者の比率は、約 8:2 である。このような規模で鉄道利用者の行動を分析する点は、本研究の重要な特徴の一つである。

(2) 分析方法

本研究では、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 ヶ月間等）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分析することができる。このような鉄道利用者のパネルデータを分析しなければ、テレワーク等により個人がどの程度の頻度で鉄道を利用し、定期券の利用がどの程度なされているか、また、それらがどのように変化してきているかについて把握することは不可能であり、これらを明らかにすることは本研究の重要な特徴の一つである。なお、本研究で言う「同一の鉄道利用者の特定」は、個人情報を含むものではなく、「同一の IC カードを利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。

次に、COVID-19 流行の影響による変化を分析する方法について述べる。ほとんどの既往研究では、2019 年から 2020 年の変化等を COVID-19 流行の影響による変化として分析しているが、この分析方法には問題点がある。具体的な問題点は COVID-19 流行前においても発生している定常的な変化を考慮していないことであり、正確な分析ができていないものと考えられる。これを踏まえ、本研究では、COVID-19 流行前の変化（2018 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 2020 年の変化）から差し引くことで、COVID-19 流行の影響による変化を分析する。

4. 個人の行動に着目した長期的鉄道利用の変化

交通系 IC カードデータを利用するメリットは、大きく二点ある。一点は、同一の IC カードで乗車したトリップを特定することにより、延べ利用回数を利用者数と利用頻度に分解できることである。もう一点は、特定の ID を長期間追跡することにより、長期的な行動変化を把握できることである。図-1~図-3 は、延べ利用回数、利用者数、利用頻度の長期的推移を示したものである。先行研究において同様の分析を行っているが、本研究では分析対象期間を拡大している。図-1 に、COVID-19 流行時の延べ利用回数（回/月）、利用者数（人/月）、利用頻度（回/週）の時系列推移を、定期券利用者、定期外利用者、全体（定期券利用者+定期外利用者）に分け、2019 年 10 月を 100 とした 2 年間の 3 区分の推移を示す。定期券利用者における利用頻度の推移に着目すると、定期券 2020 年 4 月に大きく減少し、6 月頃から回復しはじめている。しかしながら、COVID-19 流行前の水準までには戻らず、その後も推移していることが見て取れる。

一方で、定期外利用者における利用頻度は増加しているが、これは定期券利用者が定期外利用へ移行し、定期外で鉄道を利用する人が増加したためと考えられる。このような月別の平均的な推移は、一般的な傾向を把握することはできるが、個人の行動変化を正確に把握するためには有用ではない。この変化をより正確に把握するために、特定個人の行動変化に着目して分析を行った結果を図-2に示す。図-2は、COVID-19期間中の2019年10月に東急線駅を出発した個人の延べ利用回数（回/月）、利用者数（人/月）、利用頻度（回/週）の時系列推移を示したものである。また、COVID-19期間前においても発生していると考えられる変化を明らかにするため、2018年10月時点の東急線内を出発した個人の変化も示している。図-2より、COVID-19期間前と比較して、COVID-

19期間中は、3項目すべてで鉄道利用が減少していることが見て取れる。COVID-19期間前における時系列推移においても延べ利用回数と利用者数が減少しているが、これは、本分析の対象が2019年10月と2018年10月に鉄道を利用した人であるため、転出等による減少が含まれているためと考えられる。

次に、定常的な変化の影響を取り除き、COVID-19流行による影響を分析するために、COVID-19期間前と期間中の差分を算出した結果を図-3に示す。母集団がほぼ同じなので、図中のポイントはパーセントで扱う。図-3より、6月から利用者数は約1割、利用頻度は約2割減少していることが見て取れる。このように、鉄道利用者個人を特定し追跡することで、COVID-19流行の影響による個人の行動変化を示すことができる。

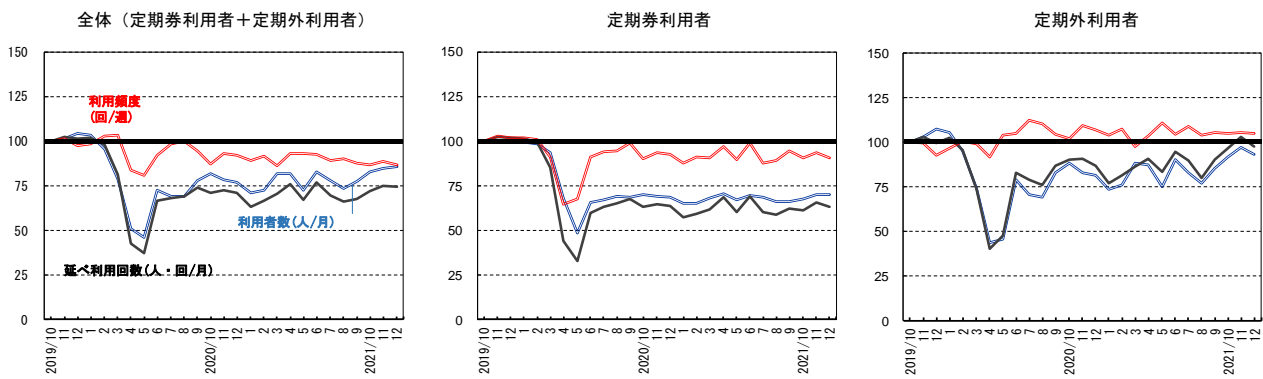


図-1 通勤時における延べ利用回数、利用者数、鉄道利用頻度の長期的推移

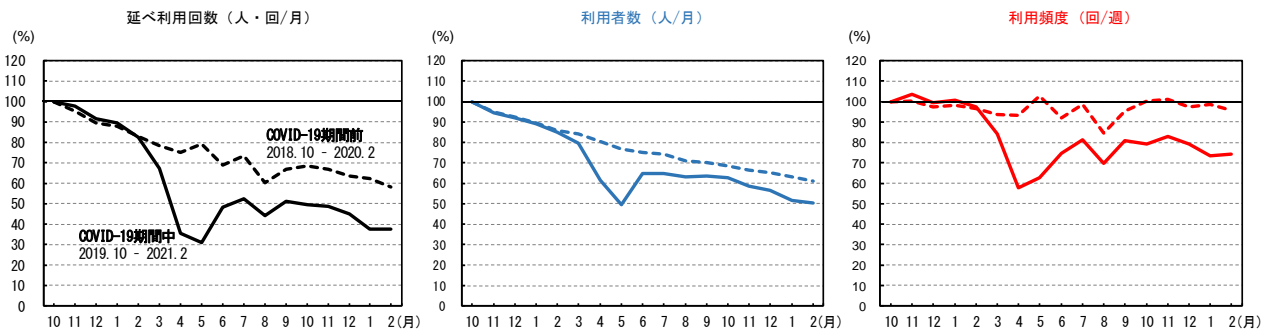


図-2 個人行動に着目した通勤時鉄道利用の変化

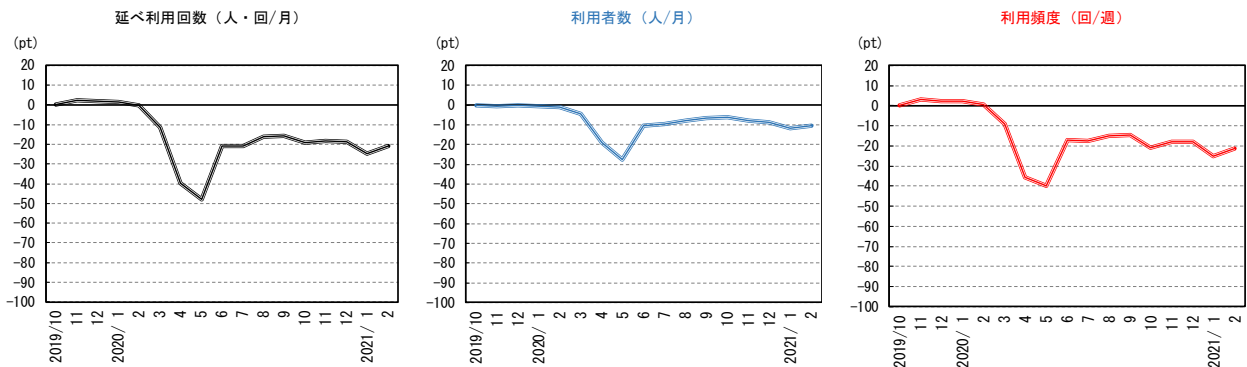


図-3 COVID-19の影響による通勤時鉄道利用の変化

5. 鉄道利用頻度と定期券保有の関係定量化

(1) 1ヶ月あたりの鉄道利用日数別延べ利用回数

図-4 に、1ヶ月あたりの鉄道利用日数別に分類した延べ利用回数を示す。横軸は10月に利用者が鉄道を利用した日数を示し、縦軸は利用日数区分ごとに鉄道が何回利用されたかについて集計した延べ利用回数を示す。左側の図は COVID-19 流行期間前の 2019 年 10 月の状況、右側の図は COVID-19 流行期間中の 2020 年 10 月の状況である。

図-4 より、鉄道利用日数により延べ利用回数が大きく変化していることが見て取れる。鉄道利用日数別に分類した延べ利用回数が示す形状は、これまでの研究では明らかにされておらず、従来にはない重要な情報を示すものである。このような形状を示したことは本研究の重要な成果の一つとして考えている。

(2) 1ヶ月あたりの鉄道利用日数別利用者数

図-5 に、図-4 の縦軸を延べ利用回数から総利用者数に変換した結果を示す。同一の個人を特定・追跡することにより、このような変換が可能になる。双方の図から見て取れるように、1ヶ月に1日だけ鉄道を利用する利用者が最も多いカテゴリーとなっている。鉄道利用日数が概ね15日以下では、利用日数が増加するほど利用者数は減少している。利用日数が15日以上となる場合は、利用日数が増加するほど利用者数が徐々に増加し、2019年については利用日数が21日、2020年については22日でピークを迎え、再び減少に転じている。このピークの差は、2019年10月は平日21日、土日祝日10日だったのに対し、2020年は平日22日、土日祝日9日であったことに起因すると考えられる。2020年の休日が1日少ないのは、通常10月の「体育の日」が東京オリンピックの開会式のため7月に移動した結果である。

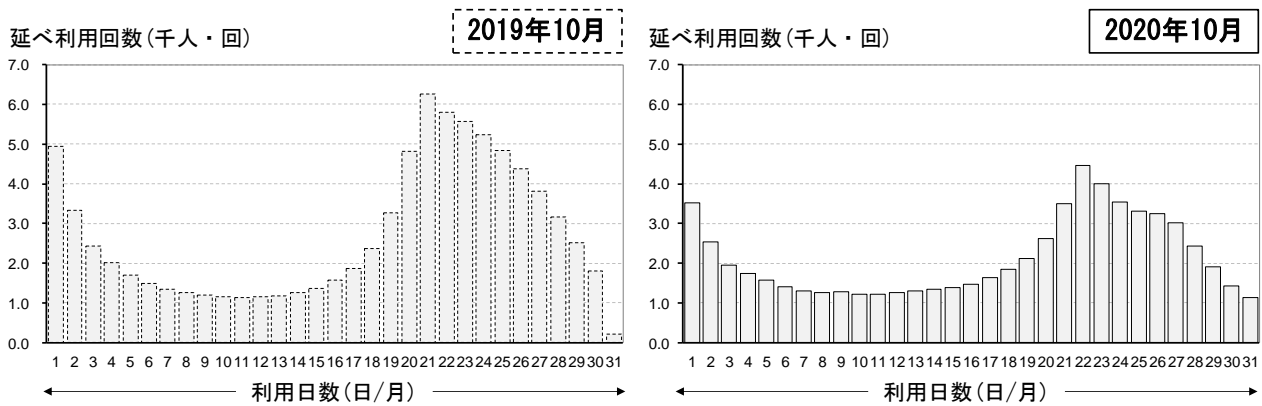


図-4 1ヶ月あたりの鉄道利用日数別延べ利用回数

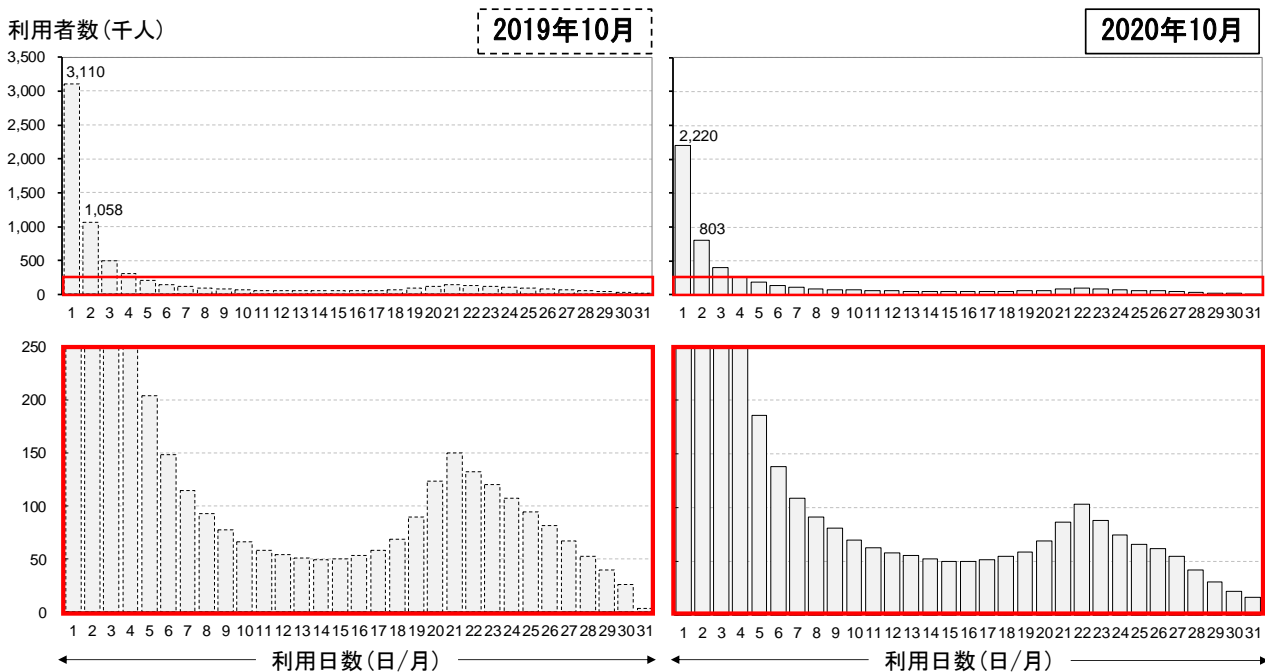


図-5 1ヶ月あたりの鉄道利用日数別利用者数

(3) 1週間あたりの鉄道利用頻度別利用者数

図-5の横軸に示した1ヶ月あたりの鉄道利用日数は、どの程度の利用頻度であるかが直感的に理解しにくいいため、図-6では横軸を1週間あたりの鉄道利用頻度に変化した結果を示している。1ヶ月あたりの利用日数から1週間あたりの利用頻度への変換は、月1~2日を「週1日未満」、月3~6日を「週1日」、月7~10日を「週2日」、月11~15日を「週3日」、月16~19日を「週4日」、月20日以上を「週5日以上」としている。

次に、図-7に1週間あたりの鉄道利用頻度別利用者数を2019年と2020年の2ヶ年間にわたる利用状況の変化を把握できるように分類した結果を示す。まず、黄色系統で示す分類について述べる。薄い黄色は2019年に鉄道を利用していたが2020年に利用を停止した利用者であることを示し、濃い黄色は2020年から新規に鉄道利用を開始した利用者であることを示す。図-7より、2019

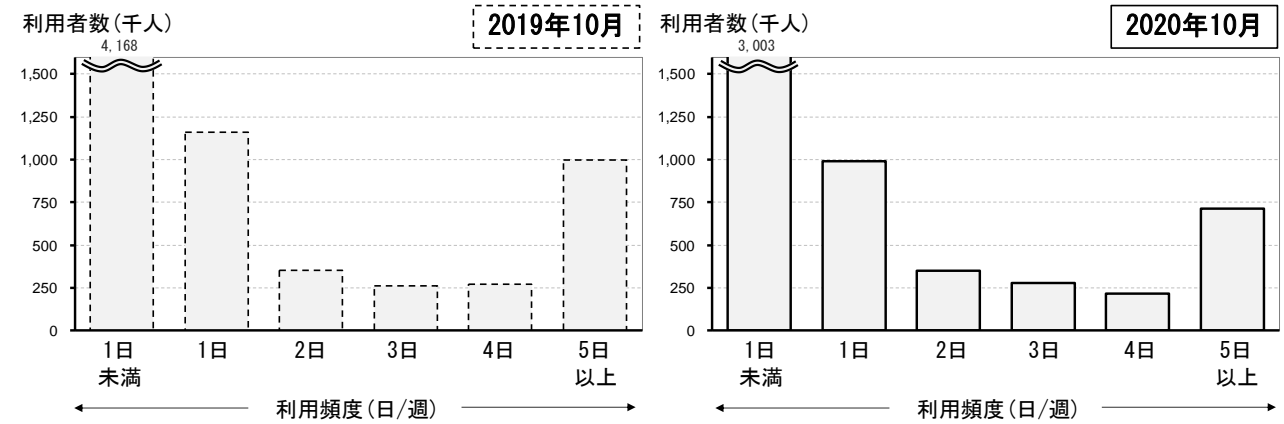


図-6 1週間あたりの鉄道利用頻度別利用者数

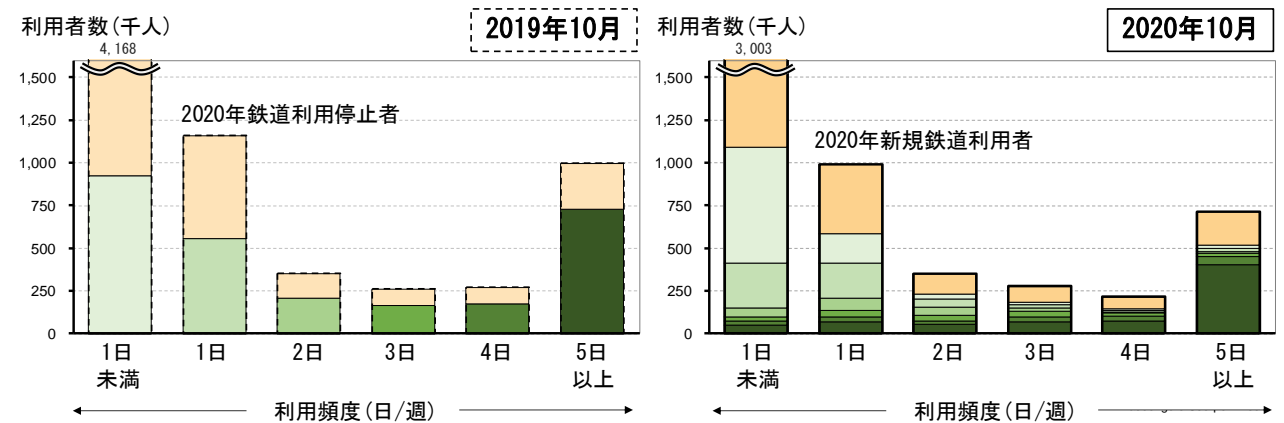


図-7 1週間あたりの鉄道利用頻度別利用者数 (利用状況変化別の分類結果)

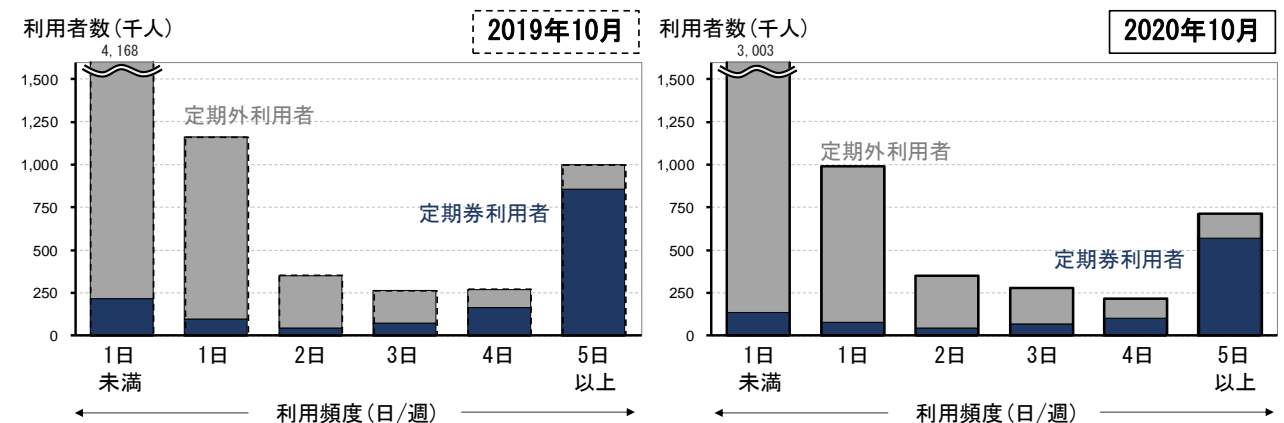


図-8 1週間あたりの鉄道利用頻度別利用者数 (利用券種別の分類結果)

年から 2020 年にかけて、利用者の入れ替わりが発生していることが見て取れる。

次に、緑色系統で示す分類について述べる。緑色系統は 2019 年 10 月の利用頻度を示し、週 5 日以上から週 1 日未満の 6 分類を緑色の濃淡で示している。これらの分類により、2019 年にどのような利用頻度で利用していた利用者が 2020 年にどのような利用頻度で利用しているのかについて把握することができる。図-7 より、2019 年から 2020 年にかけて、週 5 日以上の利用から週 1 日未満～週 4 日の利用に移行している利用者が存在していることが見て取れ、利用頻度の変化が発生していることを把握できる。

次に、図-8 は 1 週間あたりの鉄道利用頻度別利用者数を定期券利用者、定期外利用者に分類した結果である。図-7 と図-8 に示すグラフは同様の形状となっており、内訳として示す分類のみが異なっている。定期券利用者の利用日数別分布に着目すると、週 5 日以上の利用者が最も多くなっている一方で、週 1 日未満～週 3 日といった比較的低頻度でも定期券を利用している利用者が存在していることが見て取れる。また、週 5 日以上鉄道を利用している定期外を利用している利用者が存在していることが見て取れる。次に、2019 年から 2020 年にかけての定期券利用者数の変化に着目すると、週 5 日以上の利用者が最も多く減少していることが見て取れる。また、週 1 日未満から週 4 日の利用者数も減少しており、定期券利用者数の減少は、いずれの利用頻度においても発生している。

(4) 1 週間あたりの鉄道利用頻度別定期券保有者率

図-9 に 1 週間あたりの鉄道利用頻度別定期券保有者率を示す。ここでの定期券保有者率は、各利用頻度における全利用者に対する定期券利用者の割合である。図-9 より、週 2 日以下の利用頻度においては 2019 年と 2020 年において大きな差はみられないが、週 3 日以上の利用頻度においては定期券保有者率が低下していることが見て取れる。この変化の理由について分析することが重要である。また、特筆すべきは、週 5 日以上の高頻度利用者においても定期券を保有していない利用者が 15～20%程度も存在していることである。その一方で、週 3 日以下の利用者において定期券を保有している利用者が存在している（週 3 日利用者の保有者率は約 30%）。

次に、このような利用者が自らの移動費用を考慮して定期券の保有、非保有を検討しているかについて考察するために、普通運賃と通勤定期券運賃の 1 ヶ月あたりの金額を比較し、どちらの費用が安いかにについて把握する。表-1 に、東急線における 1 ヶ月あたり定期運賃と出社日数別の運賃を示す。なお、1 ヶ月あたりの出社日数別普通運賃は、「4.4 週 (31 日/7 日) × 出社日数 × 2 (往復) × 普

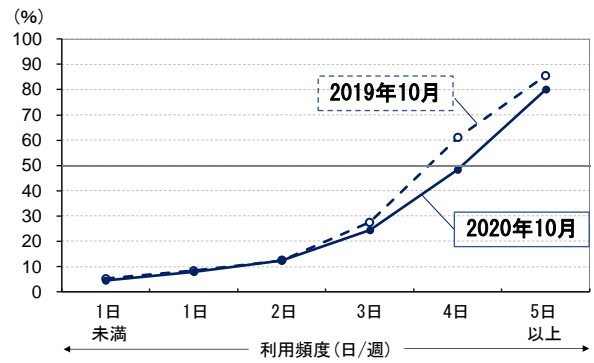


図-9 1 週間あたりの鉄道利用頻度別定期券保有者率

表-1 1 ヶ月あたり出社日数別普通運賃と定期券運賃 (単位: 円)

km	出社日数別普通運賃					定期券購入期間別		
	週1日	週2日	週3日	週4日	週5日	1ヶ月定期	3ヶ月定期	6ヶ月定期
1~3	1,109	2,218	3,326	4,435	5,544	4,380	4,163	3,943
4~7	1,382	2,763	4,145	5,526	6,908	5,960	5,663	5,365
8~11	1,751	3,502	5,254	7,005	8,756	7,530	7,157	6,778
12~15	1,936	3,872	5,808	7,744	9,680	8,290	7,877	7,462
16~20	2,209	4,418	6,626	8,835	11,044	9,440	8,970	8,497
21~25	2,394	4,787	7,181	9,574	11,968	10,110	9,607	9,100
26~30	2,675	5,350	8,026	10,701	13,376	11,270	10,707	10,143
31~35	2,948	5,896	8,844	11,792	14,740	12,450	11,830	11,205
36~40	3,318	6,635	9,953	13,270	16,588	14,010	13,310	12,610
41~45	3,599	7,198	10,798	14,397	17,996	15,170	14,413	13,653
46~50	3,872	7,744	11,616	15,488	19,360	16,330	15,517	14,698
51~56	4,145	8,290	12,434	16,579	20,724	17,490	16,617	15,742

表-2 出社日数別普通運賃と定期券運賃の比較 (単位: 円)

km	1ヶ月通勤定期券と普通運賃の差			3ヶ月通勤定期券と普通運賃の差			6ヶ月通勤定期券と普通運賃の差		
	週3日	週4日	週5日	週3日	週4日	週5日	週3日	週4日	週5日
1~3	-1,054	55	1,164	-837	272	1,381	-617	492	1,601
4~7	-1,815	-434	948	-1,519	-137	1,245	-1,220	161	1,543
8~11	-2,276	-525	1,226	-1,903	-152	1,599	-1,525	226	1,978
12~15	-2,482	-546	1,390	-2,069	-133	1,803	-1,654	282	2,218
16~20	-2,814	-605	1,604	-2,344	-135	2,074	-1,870	339	2,547
21~25	-2,929	-536	1,858	-2,426	-32	2,361	-1,919	474	2,868
26~30	-3,244	-569	2,106	-2,681	-6	2,669	-2,118	557	3,233
31~35	-3,606	-658	2,290	-2,986	-38	2,910	-2,361	587	3,535
36~40	-4,057	-740	2,578	-3,357	-40	3,278	-2,657	660	3,978
41~45	-4,372	-773	2,826	-3,616	-17	3,583	-2,856	743	4,343
46~50	-4,714	-842	3,030	-3,901	-29	3,843	-3,082	790	4,662
51~56	-5,056	-911	3,234	-4,182	-37	4,107	-3,307	838	4,982

通運賃 (円)」としている。次に、表-2 に、「1 ヶ月あたりの出社日数別普通運賃-1 ヶ月あたり定期運賃」を算出し、比較した結果を示す。ここで、マイナスの値は普通運賃の方が安いことを示す。表-2 より、週 3 日利用の場合は定期運賃よりも普通運賃が安く、週 4 日利用の場合は定期券の購入期間により普通運賃と定期運賃の大小関係が異なっており、1・3 ヶ月定期の場合は定期運賃よりも普通運賃が安く、6 ヶ月定期の場合は普通運賃よりも定期運賃が安い。週 5 日利用の場合は普通運賃よりも定期運賃が安い。比較結果より、週 3 日以下利用でも定期券を保有している利用者は移動費用を考慮していない利用者であると考えられる。これらの利用者は、勤務先から定期券が支給されていること等が理由として考えられる。週 5 日以上の利用でも定期券を保有していない利用者については、例えば、決まった OD パターンでは

ない、片道利用が多いこと等が考えられる。これらの利用者については、個々の行動を詳細に分析して、特徴を明らかにすることが、今後の課題である。

(5) 鉄道利用頻度変化と定期券保有変化の関係定量化

図-10 に、図-7、図-8 に示した集計を掛け合わせて集計し、一覧にした結果を示す。2019年10月と2020年10月の2時点間における1週間あたりの鉄道利用頻度変化

別の人数を示し、円グラフの内訳において定期券保有の変化を示す。図-10 より、鉄道利用頻度変化と定期券保有変化には、強い相関関係があることが見て取れる。このように、鉄道利用頻度変化と定期券保有変化の関係を定量的に示したことは本研究の重要な成果の一つであると考えている。ただし、2019年10月から2020年10月の変化には、COVID-19 流行の影響による変化に加え、定常的な変化も含まれている。そのため、COVID-19 流行期

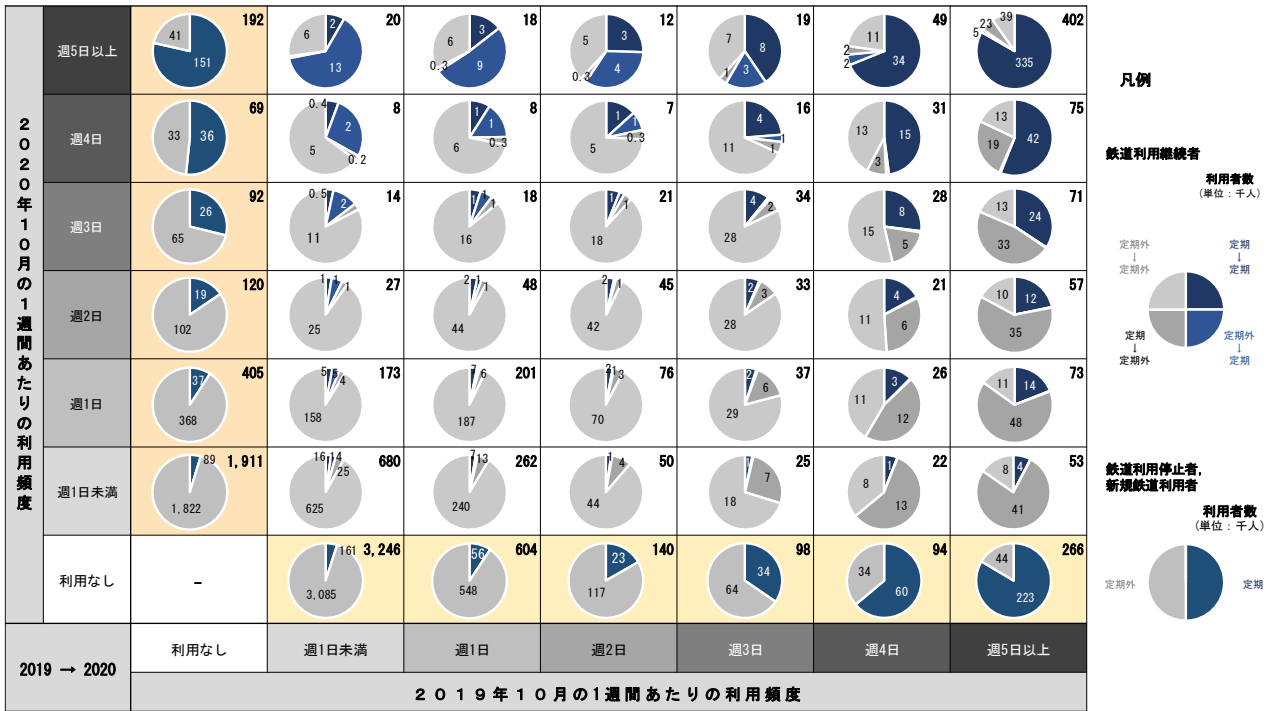


図-10 鉄道利用頻度変化と定期券保有変化の関係 (2019年10月から2020年10月の変化)

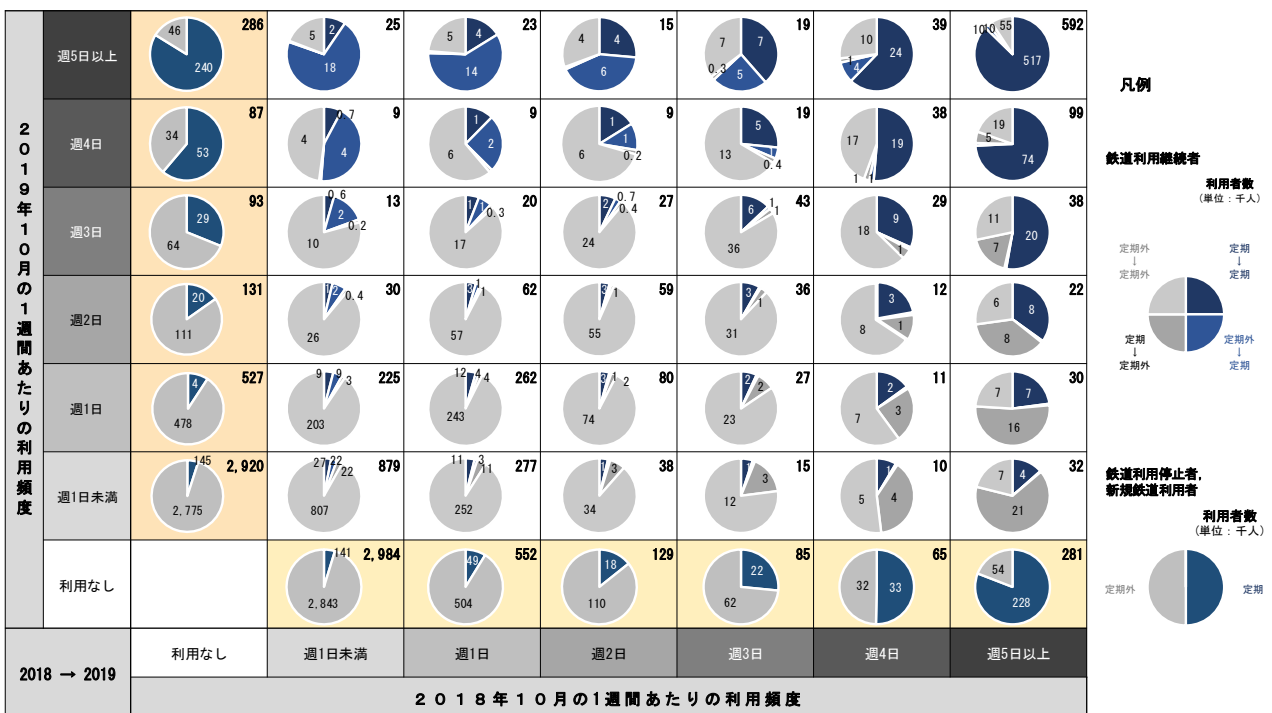


図-11 鉄道利用頻度変化と定期券保有変化の関係 (2018年10月から2019年10月の変化)

間前の 2018 年 10 月から 2019 年 10 月の変化を整理し、その結果を図-11 に示している。この変化を定常的な変化として、2019 年 10 月から 2020 年 10 月の変化から差し引くことで COVID-19 流行の影響による変化を分析する。

6. COVID-19 流行の影響による鉄道利用頻度変化と定期券保有変化の関係把握

(1) 1ヶ月あたりの利用日数別延べ利用回数

図-12 は前章で整理したデータを用いて、鉄道利用頻度変化と定期券保有変化の関係について、その全体傾向を把握するために再集計した結果である。表側に示す分類は、2018 年 10 月から 2019 年 10 月の変化（以下、2018→2019）と 2019 年 10 月から 2020 年 10 月の変化（以下、2019→2020）である。また、表頭に示す分類は、大きく分けて「鉄道利用停止」と「鉄道利用継続」の 2 分類とし、このうち、鉄道利用継続については利用頻度の変化の結果により「減少」、「維持」、「増加」のいずれかに分類している。また、人数の規模を円グラフの大きさで示している。

定期券利用者に着目し、2018→2019 と 2019→2020 とを比較する。まず、鉄道利用を停止した利用者に着目すると、2018→2019 における鉄道利用停止者 491 千人よりも、2019→2020 における鉄道利用停止者が 557 千人となり、増加している。次に、鉄道利用頻度を減少させ、定期券利用から定期外利用に移行した利用者に着目すると、2018→2019 における定期外へ移行した利用者 87 千人よりも、2019→2020 における定期外へ移行した利用者が 248 千人となり、大きく増加している。次に、鉄道利用頻度を維持し、定期券利用を継続した利用者に着目すると、

2018→2019 における定期券継続者 583 千人よりも、2019→2020 における定期券継続者が 378 千人となり、大きく減少している。これらの結果より、定期券利用者における利用状況の変化は、2018→2019（定常的な変化）よりも、2019→2020（定常的な変化+COVID-19 流行の影響による変化）が大きくなっていることが把握される。

(2) COVID-19 流行の影響による鉄道利用頻度変化と定期券保有変化の分析

COVID-19 流行の影響による鉄道利用頻度変化と定期券保有変化の関係を把握するために、2019 年 10 月から 2020 年 10 月の変化における COVID-19 流行の影響による変化を分析する。図-13 に示す上段の表は人数を整理した結果、下段の表は、各カテゴリーの人数が母集団（2018 年 10 月は約 727 万人、2019 年 10 月は約 721 万人）に占める割合を算出した結果である。次に、2018 年 10 月から 2019 年 10 月の変化を「定常的な変化」、2019 年 10 月から 2020 年 10 月の変化を「定常的な変化+COVID-19 流行の影響による変化」とし、右表から左表を減じて「COVID-19 流行の影響による変化」を分析する。表-3 に分析結果を示す。本表で示す数値とその算出方法は、本研究における最も重要な成果である。表-3 より、2 ポイント以上の変化が発生している顕著な変化を挙げると、1) 利用頻度を維持して定期券利用を継続する利用者が 2.8 ポイント減少、2) 利用頻度を減少させ定期利用から定期外利用に移行した利用者が 2.2 ポイント増加、3) 利用頻度を維持して定期外利用を継続する利用者が 3.7 ポイント減少、4) 定期外利用から鉄道利用停止に移行した利用者が 4.4 ポイント増加である。

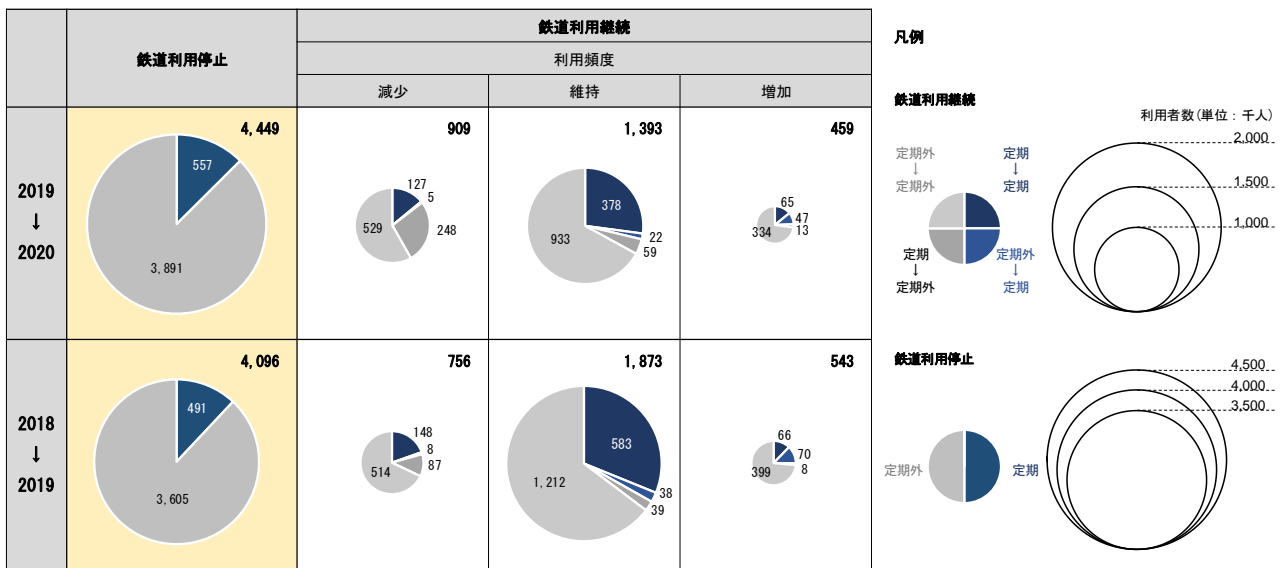


図-12 鉄道利用頻度変化と定期券保有変化の関係における全体傾向（人数）

2018年10月

2019年10月

2020年10月

定常的な変化								定常的な変化+COVID-19流行の影響による変化									
2018 → 2019		定期 → 定期	定期外 → 定期	定期 → 定期外	定期外 → 定期外	定期 → 利用停止	定期外 → 利用停止	計	2019 → 2020		定期 → 定期	定期外 → 定期	定期 → 定期外	定期外 → 定期外	定期 → 利用停止	定期外 → 利用停止	計
利用者数 (千人)									利用者数 (千人)								
鉄道利用 継続者の 利用頻度 変化	→増加	66	70	8	399			543	鉄道利用 継続者の 利用頻度 変化	→増加	65	47	13	334			459
	→維持	583	38	39	1,212			1,873		→維持	378	22	59	933			1,393
	→減少	148	8	87	514			756			→減少	127	5	248	529		
→鉄道利用停止						491	3,605	4,096	→鉄道利用停止						557	3,891	4,449
計		798	116	134	2,125	491	3,605	7,268	計		570	74	320	1,796	557	3,891	7,209
2018 → 2019		定期 → 定期	定期外 → 定期	定期 → 定期外	定期外 → 定期外	定期 → 利用停止	定期外 → 利用停止	計	2019 → 2020		定期 → 定期	定期外 → 定期	定期 → 定期外	定期外 → 定期外	定期 → 利用停止	定期外 → 利用停止	計
割合 (%)									割合 (%)								
鉄道利用 継続者の 利用頻度 変化	→増加	0.9	1.0	0.1	5.5			7.5	鉄道利用 継続者の 利用頻度 変化	→増加	0.9	0.7	0.2	4.6			6.4
	→維持	8.0	0.5	0.5	16.7			25.8		→維持	5.2	0.3	0.8	12.9			19.3
	→減少	2.0	0.1	1.2	7.1			10.4			→減少	1.8	0.1	3.4	7.3		
→鉄道利用停止						6.8	49.6	56.4	→鉄道利用停止						7.7	54.0	61.7
計		11.0	1.6	1.8	29.2	6.8	49.6	100.0	計		7.9	1.0	4.4	24.9	7.7	54.0	100.0

図-13 鉄道利用頻度変化と定期券保有変化の関係における全体傾向 (上段の表：人数, 下段の表：割合)

表-3 COVID-19 流行の影響による鉄道利用頻度変化と定期券保有変化の分析

COVID-19流行の影響 による変化 単位：パーセンテージポイント		定期 → 定期	定期外 → 定期	定期 → 定期外	定期外 → 定期外	定期 → 利用停止	定期外 → 利用停止
鉄道利用継続者の 利用頻度変化	→増加	-0.0	-0.3	0.1	-0.9		
	→維持	-2.8	-0.2	0.3	-3.7		
	→減少	-0.3	-0.0	2.2	0.3		
→鉄道利用停止						1.0	4.4

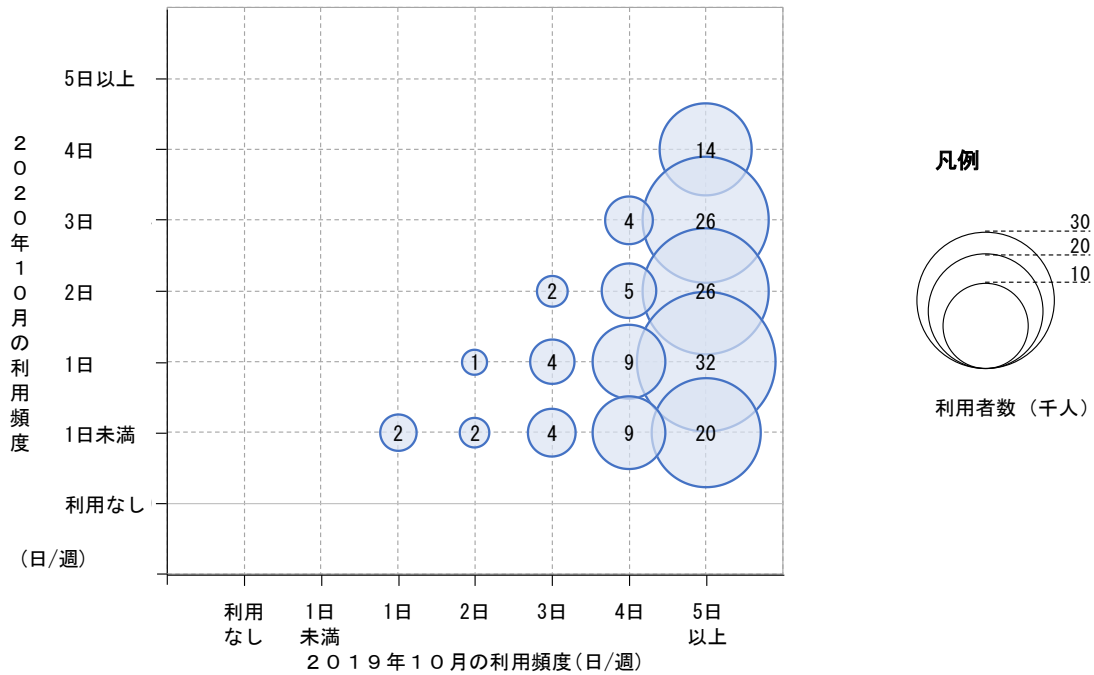


図-14 鉄道利用頻度変化と定期→定期外への移行の関係

1) ~4) のうち, 定期外利用者の行動変化である 3) ・ 4) についてはCOVID-19終息後に利用状況が回復するこ

とが考えられる. その一方で, 定期券利用者の行動変化である 1) ・ 2) については働き方の変化による影響で

あるため一過性のものではないものと考えられる。そのため、今後の鉄道運賃政策検討のためには、COVID-19 流行の影響により 2.2 ポイント増加した「利用頻度を減少させ、定期利用から定期外利用へ移行した利用者」についてその行動を詳細に分析し、理解することが重要である。この利用者の人数は約 16 万人であり、2019 年定期券利用者に占める割合は約 11% である。次節では、この利用者を対象として、1 週間あたりの利用頻度変化と定期利用から定期外利用への移行の関係について分析を実施する。

(3) 鉄道利用頻度（日/週）と定期利用から定期外利用への移行の関係

COVID-19 流行の影響により利用頻度を減少させ、定期利用から定期外利用に移行した利用者約 16 万人を対象として、鉄道利用頻度（日/週）変化と定期利用から定期外利用への移行の関係について分析した結果を図-14 に示す。横軸は 2019 年 10 月の利用頻度、縦軸は 2020 年 10 月の利用頻度を示し、各変化の人数を図中に示している。図-14 より、約 16 万人のうち、2019 年 10 月の利用頻度が週 5 日以上の利用者は合計で約 12 万人であり、約 16 万人の 75% を占めている。COVID-19 流行前に週 5 日以上鉄道を利用し、移動費用を抑えるために定期券を保有していた利用者であることを踏まえると、出社日数に応じた普通運賃よりも割安な定期券を導入した場合、それらの購入を検討する利用者であると考えられる。

次に、これら利用者の 2020 年 10 月の利用頻度について、人数の大きい順に示すと週 1 日（3.2 万人）、週 2 日・週 3 日（各約 2.6 万人）、週 1 日未満（約 2.0 万人）、週 4 日（約 1.4 万人）となっている。利用頻度変更後の人数にばらつきがみられること、それらの具体的人数を示したことが重要である。また、この結果より、出社日数に応じた定期券導入の検討にあたっては、その利用可能な日数を柔軟に設定することが必要になると示唆されたと考える。COVID-19 流行の影響による鉄道利用頻度変化と定期券保有変化の関係を解像度高く示したものはこれまでになく、現象を精緻に示したことは本研究の重要な成果の一つとして考えている。

7. おわりに

本研究は、交通系 IC カードデータを用いて個々の鉄道利用者の利用状況を追跡することにより、働き方の変化に伴う鉄道利用頻度変化と定期券保有変化の関係を定量的に明らかにしたものである。これまでに明らかにならなかった鉄道利用頻度別の定期券保有者率の変化を定量的に示したことや、COVID-19 流行の影響による

変化を定常的な変化の影響を除いた上で、具体的に示したことが本研究の成果である。以下に、本研究で明らかにしたことを項目に分けて記載する。

第一に、鉄道利用頻度別の定期券保有者率の関係から、鉄道利用頻度と定期券保有には強い正の相関関係があることを確認した上で、利用頻度が低い定期券保有者や利用頻度が高い定期券非保有者の存在を定量的に明らかにした。具体的には、週 3 日利用での定期券保有者率は 30% 程度、週 4 日利用での保有者率は 50~60% 程度、週 5 日以上利用であっても保有者率は 80~85 % であることを明らかにした。定期券の割引率の変更や新たな利用回数別定期券等の導入といった今後の議論においては重要な値であり、実態を定量的に示したことは、大きな貢献であると考えられる。

第二に、COVID-19 流行の影響による鉄道利用頻度変化と定期券保有変化について、その全体傾向を分析し、約 720 万人の利用者における主要な変化を明らかにした。具体的には、以下の 4 つの変化であり、変化が大きい順に、1) 普通券利用→利用停止の増加、2) 利用頻度維持・普通券利用継続の減少、3) 利用頻度維持・定期券利用継続の減少、4) 利用頻度減少・定期→普通券の増加であることを明らかにした。延べ利用回数を基にして、「定期券利用者が大きく減少しており、その逆に普通券利用者が回復傾向にある」との話をされることがあるが、個々の鉄道利用者を追跡した分析結果から、定期券利用者が鉄道利用を停止することは少なく、利用頻度低下による普通券への移行が普通券利用者の増加に繋がっていること、また、業務目的、私事目的といった低頻度の普通券利用者の減少が顕著であり、単純な普通券利用者の回復という見方ではなく、利用者属性の入れ替わりであることを示したことは重要な成果である。また、主要な変化のうち、「4) 利用頻度減少・定期→普通券の増加」の人数が約 16 万人であること、2019 年定期券利用者約 145 万人に対する割合は約 11% であることを示したことは、働き方の変化に伴う鉄道利用頻度変化と定期券保有変化の関係を考察する上では、重要な結果であると考えられる。

第三に、利用頻度減少・定期券→普通券となった約 16 万人を対象とした利用頻度変化と定期券保有の変化の関係より、2019 年 10 月の利用頻度が週 5 日以上の利用者は約 12 万人であり、分析対象とした約 16 万人の約 75% を占めていることを明らかにした。これらの利用者は、COVID-19 流行前に移動費用を抑えるために定期券を保有していた利用者として判断でき、また、新たな利用回数別定期券等を導入した場合、それらの購入を検討する利用者であると判断できる。このような個人の行動を追跡した分析によって把握される従来にはない情報を示したことは重要な成果である。また、利用頻度低下後の頻

度が週 4 日利用であるにもかかわらず約 1 万 4 千人が定期券保有を止めたことは重要な点である。鉄道利用頻度低下に伴い、定期券を保有しなくなることは通常の行動ではあるが、利用頻度が減少していない場合を含め、定期券を保有しなくなっている現象には、今後の鉄道運賃政策を検討する上では、細心の注意が必要である。企業の通勤費支給方法の変化も踏まえた考察が必要であると考える。

以上に示した成果は、特に、運賃の値上げや新たな定期券の導入、利用状況に応じた鉄道ポイント付与などを検討する際には重要な情報である。これらの成果は、交通系 IC カードデータを用い、個々の鉄道利用者を特定し、追跡する分析によって得られたものである。交通系 IC カードデータの有効活用方法を示したことが、今後のさらなるデータ活用に向けた議論のきっかけになれば幸いである。

今後は、テレワークのさらなる進展、業務目的や私事目的の交通需要の回復等が考えられるため、分析期間を延長し、2021 年以降のデータを用いて分析を深度化することを計画している。また、このデータのさらなる活用方法として、個々の鉄道利用者の実績に基づいたポイント付与等の施策検討を考えている。交通系 IC カードデータの行動履歴を用いることにより、例えば、混雑時間帯から利用時間を変化させた利用者だけにポイント等のインセンティブを与えることが可能になり、より効率的かつ戦略的な施策を行うことが可能になると考える。これ以外にも様々な分析や検討への活用が可能なデータであるため、引き続き分析を進める計画である。

謝辞：本研究は、東急電鉄株式会社との共同研究により執り行われたものであり、貴重なデータの提供、協力をいただいた。また、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。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 今後の鉄道運賃・料金制度のあり方等について 中間とりまとめ (令和 4 年 7 月) : 交通政策審議会陸上交通分科会 鉄道部会 鉄道運賃・料金制度のあり方に関する小委員会, 最終閲覧日 : 2022 年 10 月 21 日 (<https://www.mlit.go.jp/policy/singikai/content/001493180.pdf>)
- 2) 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), Vol.78, No.6, pp.II_190-II_201, 2022.
- 3) 橋本真基, 日比野直彦, 森地茂 : 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, 土木計画学研究・講演集, Vol.65, 11pages,2022.
- 4) 山田真也, 日比野直彦, 橋本真基 : 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, 鉄道技術連合シンポジウム講演論文集, Vol.29, 4pages, 2022.
- 5) 国土交通省都市局都市計画課 : Press Release 新型コロナウイルス感染症の影響下における生活行動調査 (第二弾) ~テレワークや自宅周辺の活動が定着してきていることを確認~, 令和 4 年 6 月 29 日, 最終閲覧日 : 2023 年 2 月 19 日 (<https://www.mlit.go.jp/toshi/tosiko/content/001581504.pdf>)
- 6) 大久保敏弘, NIRA 総合研究開発機構 (2022) : 第 7 回テレワークに関する就業実態調査 (速報) - 「ウクライナ危機をめぐる安全保障に関する意識調査」を含む-, 2022 年 7 月 4 日, 最終閲覧日 : 2023 年 2 月 19 日 (<https://www.nira.or.jp/paper/report092207.pdf>)
- 7) パーソル総合研究所 : 第 7 回・新型コロナウイルス対策によるテレワークへの影響に関する調査調査結果, 2022 年 8 月 30 日, 最終閲覧日 : 2023 年 2 月 19 日 (<https://rc.persol-group.co.jp/thinktank/assets/telework-survey7.pdf>)
- 8) 国土交通省鉄道局都市鉄道政策課 : 鉄道利用者アンケート調査結果, 第 2 回鉄道の混雑緩和に資する情報提供のあり方に関する勉強会, 令和 3 年 1 月 25 日, 最終閲覧日 : 2023 年 2 月 19 日 (<https://www.mlit.go.jp/tetudo/content/001401393.pdf>)
- 9) 国土交通省総合政策局交通政策課, 第 13 回大都市交通センサス調査 (速報版) の公表について ~三大都市圏の鉄道の利用実態に関する調査結果~, 令和 4 年 10 月 31 日, 最終閲覧日 : 2023 年 2 月 19 日 (<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001519754.pdf>)
- 10) 小林渉 : 定期乗車券の保有が鉄道乗車行動に与える影響と今後の定額制運賃のあり方に関する研究, 運輸政策研究, Vol.24, pp.105-107, 一般財団法人運輸総合研究所, 2022.
- 11) 小林渉 : 働き方の多様化を考慮した新たな都市鉄道運賃に関する基礎的研究 ~柔軟な定期券サービスに着目して, 一般財団法人 運輸総合研究所 研究報告会 2022 年夏 (第 51 回), 2022 年 7 月 29 日, 最終閲覧日 : 2023 年 2 月 19 日 (https://www.jttri.or.jp/sympo51_12.pdf)
- 12) Zhou, H., Wang, Y, Huscroft, J. : Impacts of COVID-19 on the transport sector in China: Facts and insights from early stages, Transportation Amid Pandemics, Lessons Learned from COVID-19, World Conference on Transport Research Society, Chapter 5, Pages 47-69, 2022.
- 13) Rothengatter, W. : Impacts of COVID-19 on the economy and the transportation system in Germany, Transportation Amid Pandemics, Lessons Learned from COVID-19, World Conference on Transport Research Society, Chapter 6, Pages 71-86, 2022.
- 14) Silva, A. N. R. D., Pitombo, C. S., Pedreira Jr., J. U., Ciriaco, T. G. M. : Changes in mobility and challenges to the transport sector in Brazil due to COVID-19, Transportation Amid Pandemics, Lessons Learned from COVID-19, World Conference on Transport Research Society, Chapter 8, Pages 105-118, 2022.
- 15) Soza-Parra., Jaime., Circella., Giovanni., Sperling, Daniel. : Changes in activity organization and travel behavior choices in the United States, Transportation Amid Pandemics, Lessons Learned from COVID-19, World Conference on Transport Research Society, Chapter 15, Pages 191-199, 2022.

THE IMPACT OF CHANGES IN WORKING STYLES SUCH AS THE
DEVELOPMENT OF TELEWORKING ON RAILWAY DEMAND
-IDENTIFY CHANGES IN FREQUENCY OF RAILWAY USE AND CHANGES IN
COMMUTER PASS OWNERSHIP
USING AUTOMATIC TICKET GATE IC CARD DATA-

Shinya YAMADA, Naohiko HIBINO and Masaki HASHIMOTO

Commuting behavior is changing as the government and others promote "work style reform. In particular, the COVID-19 epidemic has led to the rapid development and establishment of telework. In addition, this social transformation has brought about significant changes in the use of railroads, requiring a review of railroad fare policies and railroad management. However, there is an extreme lack of data for future studies. Specifically, there are no data available to determine the use of railways by individuals over a certain period of time and its long-term changes, and the impact of changes in working styles on the use of railroads has not been determined. Taking these situations as problems, this study focused on the use of automatic ticket gate IC card data that can track individual behavior, with the objectives of presenting an analysis for data utilization and obtaining suggestions for future railway fare policies. Specifically, relationship between changes in frequency of railways use and changes in commuter pass ownership associated with changes in work style and changes due to their COVID-19 epidemic are shown quantitatively.