

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

正[土] 山田 真也* (政策研究大学院大学) 正[土] 日比野 直彦 (政策研究大学院大学)

正[土] 橋本 真基 (東急電鉄株式会社)

Understanding Passenger Behavior Using Automatic Ticket Gate IC Card Data to Build an Activity-Based Model

Understanding Railroad User Behavior Using Automatic Ticket Checker Data

Shinya YAMADA, (GRIPS). 7-22-1, Roppongi, Minato-ku, Tokyo, Naohiko HIBINO, (GRIPS).

Masaki HASHIMOTO, (TOKYU RAILWAYS Co.,Ltd). 8-16, Shinsencho, Shibuya-ku, Tokyo

In a society undergoing work-style reform, in which many workers choose remote work, it is important to analyze changes in railway demand using an Activity-Based Model (ABM). This study focuses on the frequency of individual railway usage and understanding passenger behavior over a fixed period of time to build an ABM. Specifically, using automatic ticket gate IC card data, this study identifies changes in the frequency of passenger railway usage by gender and age over a one-week period before and after the COVID-19 pandemic.

キーワード : 働き方改革, テレワーク, COVID-19, 鉄道利用頻度, 自動改札データ, ABM.

(Keywords, work-style reform, telework, COVID-19, frequency of railways usage, automatic ticket gate IC card data, ABM)

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。この変化は、コロナ禍における一時的な現象ではなく、終息後も一定程度継続されることが考えられたため、今後の鉄道需要を分析する上では、この働き方の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。また、この社会変容を踏まえ、国土交通省や鉄道会社においては、運賃の値上げ、定期券の割引率やポイント付与の見直しの議論も始まっており⁽¹⁾⁽²⁾、働き方と鉄道需要、特に通勤鉄道需要を取り巻く状況が変化している。

働き方の変化、特に、テレワークに関する調査や研究は、これまでも多くなされているが、その殆どがアンケート調査によるクロスセクションデータを用いたものであり、パネルデータを用いた長期間の変化を分析したものは極僅かである。そのため、断片的な情報が多く、テレワークの進展が鉄道需要に、どのように、どの程度の影響を与えたかは明らかになっていない。他方で、活動の変化を表現可能な Activity-Based Model (ABM) を用いた研究がなされており、

分析方法として ABM を適用することの有効性は示されつつあるものの、現況再現すらできておらず、実務適用に向けては多くの課題を有している。これらを問題とし、筆者らはパネルデータである IC カードの自動改札通過記録データ (以下、自動改札データ) 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⁽³⁾⁽⁴⁾を開始しており、その変化の実態を明らかにしてきた。

しかしながら、筆者らのこれまでの研究では、全体傾向の把握まではできているものの、ABM にこの頻度変化をどのように反映させるのか、また、性別、年齢階層別といった属性別の扱いをどのようにすべきかまでは明らかにできておらず、実務適用に向けてはさらなる分析が必要である。特に、属性別の変化に差があることが考えられるため、今後、属性別のモデルを適用する上では、その差を定量的に明らかにしておくことは必要不可欠である。

そこで、本研究では、将来のテレワーク進展等の働き方の変化に伴う鉄道需要の変化を高精度に推計するために、自動改札データを用い、性・年齢階層別に「個人の一定期間 (1 週間等) における鉄道利用頻度の長期的 (数年間等) 変化」を明らかにする。具体的には、3 年間のデータを用い、各利用者の利用頻度の変化を追跡し、性・年齢階層別に集計することにより、その差を定量的に示すことが、本研究の目的である。

2 既往研究の整理と本研究の位置づけ

テレワークの進展による活動や交通行動の変化を扱った研究は、これまでも多くなされている。先述のとおり、交通量の変化を定量的に推計したのものもあり、分析方法は確立しつつある。例えば、石井ら^⑤は、ABM を適用した活動シミュレータである東京圏 ACT を用い、モバイル空間統計の分布統計データを組み合わせることにより、2020 年 10 月における東京都市圏全体のテレワーク率を推計している。ABM を適用した分析ではあるものの、現況再現において、大きな誤差が生じており、実適用に向けては多くの課題が残っている。井坂ら^⑥は、活動シミュレータ PCATS を用い、東京都市圏を対象とし、緊急事態宣言期間中である 2020 年 4 月の活動を推計している。具体的には、観測データであるモバイル空間統計の人口分布に適合するよう在宅勤務を割り当て、観測データの再現について検討している。在宅勤務率の再現はできているものの、観測データを前提とした推計であるため、将来の変化を推計するには、課題がある。

先述のように、筆者らは、同一の鉄道利用者を特定でき、追跡可能な自動改札データの活用に着目し、研究を行っている^{⑦⑧}。先行研究では、通勤行動の変化に焦点をあて、テレワーク進展前後の鉄道利用者の利用日数の変化、利用日数と定期券利用状況の関係、利用時間帯の変化等について明らかにしている。本研究は、先行研究を基にし、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

3.1 分析データ

(1) 分析データ

分析データは、同一の鉄道利用者を特定し、個人の一定期間（1 週間等）の鉄道利用状況における長期的（数年間等）変化を分析することができる自動改札データであり、具体的には、東急電鉄株式会社の自動改札データである。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。

(2) 分析対象期間

分析対象期間は、2018～2020 年の 10 月含む 5 週間（35 日間）である。COVID-19 流行に伴うテレワーク進展の影響を明らかにするために、「2019 年 10 月（以降、テレワーク進展前と称する）」から「2020 年 10 月（以降、テレワーク進展後と称する）」にかけての行動変化について分析する。なお、2019 年から 2020 年の行動変化については、テレワーク進展による変化に加えて、定常的な変化が含まれるため、定常的な変化を除いて分析する。具体的には、2018 年から 2019

年の変化を定常的な変化として定義し、2019 年から 2020 年の変化から、定常的な変化を減じることにより、テレワーク進展による変化を分析する。

(3) 分析対象者

本研究では、通勤行動の変化に焦点を当てるため、分析対象者を、分析対象期間の各日午前中に、東急線自動改札機を入出場した利用者とする。図 1 に、2020 年 10 月含む 5 週間における午前中の東急線内トリップ数および属性別内訳を示す。性・年齢の把握状況については、通勤定期券利用者、通学定期券利用者については、ほぼ全ての人の性・年齢を把握できる。定期外のみ利用者については、無記名 IC カード利用者等が含まれるため、性・年齢階層を把握できない利用者があり、その規模は全体の約 10% である。これらの利用者は分析から除く。また、「その他」で示す利用者は、1 日乗車券等の利用者であるため分析から除く。表 1 に分析対象者数を示す。2018 年は 3,141 千人、2019 年は 3,130 千人、2020 年は 2,592 千人となっており、数百万人規模のデータである。

3.2 分析方法

本研究は、2 つの分析から構成される。第一の分析は、「テレワーク進展前後の鉄道利用の変化（基礎分析）」である。本分析では、2018～2020 年の利用日数（日/週）別割合を算出し、それらの基礎的な傾向について分析する。利用日数（日/週）の区分は、「7 日/週、6 日/週、5 日/週、4 日/週、3 日/週、2 日/週、1 日/週未満、0 日/週」である。なお、2018

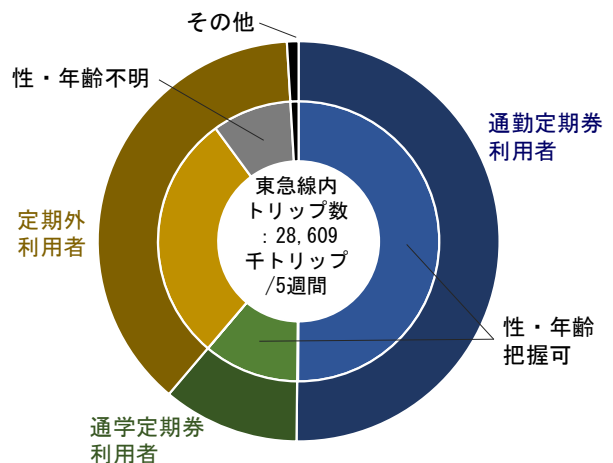


図 1 東急線内トリップ数の属性別内訳

表 1 分析対象者数

データ年次	分析対象者数
2018 年	3,141 千人
2019 年	3,130 千人
2020 年	2,592 千人

～2020 年の各年で、平日日数、休日日数が異なるため、「平日利用日数 (日/週)」、「休日利用日数 (日/週)」を算出し、その合計を「利用日数 (日/週)」とする。平日利用日数 (日/週) は、例えば、5 週間のうちの平日日数が 23 日であった場合、23 を 5 で除して、4.6 を算出し、利用者の平日利用日数合計を 4.6 で除して算出した値とする。休日利用日数 (日/週) は、例えば、5 週間のうちの休日日数が 12 日であった場合、12 を 2 で除して、6 を算出し、利用者の休日利用日数合計を 6 で除した値とする。

第二の分析は、「テレワーク進展前後の鉄道利用の変化 (詳細分析)」である。本分析では、鉄道利用日数を減少させた人数の割合および鉄道利用日数の変化 (5 日/週から 3 日/週等への変化) について、性・年齢階層別の実態を分析する。本分析では、2019 年から 2020 年の行動変化について分析するが、3・2(2)で示したように、2019 年から 2020 年の行動変化については、テレワーク進展による変化に加えて、定常的な変化が含まれるため、定常的な変化を除いて分析する。具体的には、2018 年から 2019 年の変化を定常的な変化と定義し、2019 年から 2020 年の変化から、定常的な変化を減じて、テレワーク進展による変化を分析する。

4. 分析結果

4.1 テレワーク進展前後の鉄道利用の変化 (基礎分析)

鉄道利用日数別割合を図 2 に示す。全体に着目すると、2018 と 2019 年の割合の差は、ほとんどない。一方で、2020 年における 5 日/週以上の割合が大きく減少し、3 日/週以上の割合が増加している。性別の傾向に着目すると、男性 30～50 歳代における 5 日/週以上の割合が 2020 年にかけて大きく減少している。女性についても同様の傾向が見られる。

4.2 テレワーク進展前後の鉄道利用の変化 (詳細分析)

(1) テレワーク進展により鉄道利用を減少させた人数の割合
 分析対象を 2019 年時通勤定期券利用者として、テレワーク進展により鉄道利用を減少させた人数の割合を算出した式を式(1)に、算出結果を図 3 に示す。

鉄道利用を減少させた人数の割合

$$= \frac{\{(2019 \rightarrow 2020 \text{ 年の利用頻度減少者数}) - (2018 \rightarrow 2019 \text{ 年の利用頻度減少者数})\}}{\div 2019 \text{ 年時通勤定期券利用者数} \dots (1)}$$

図 3 において、男性の割合は 20%、女性の割合は 18% となっており、若干ではあるが男性の割合が高い。年齢階層別の割合に着目すると、どの年齢階層も一律に減少しているわけではなく、ばらつきがみられている。このうち、特に、

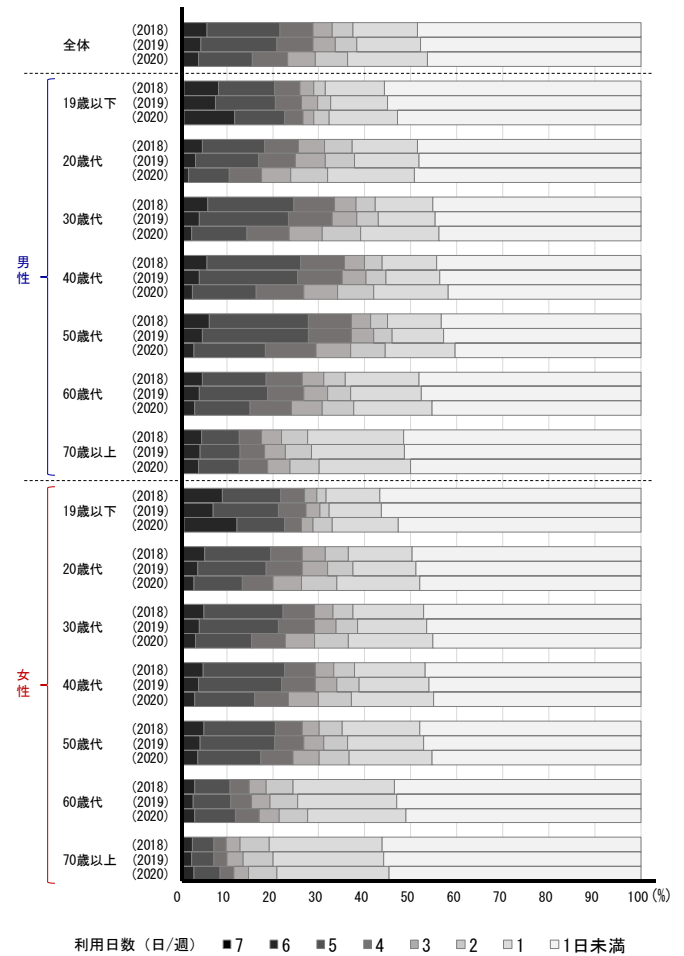


図 2 テレワーク進展前後の鉄道利用日数別割合

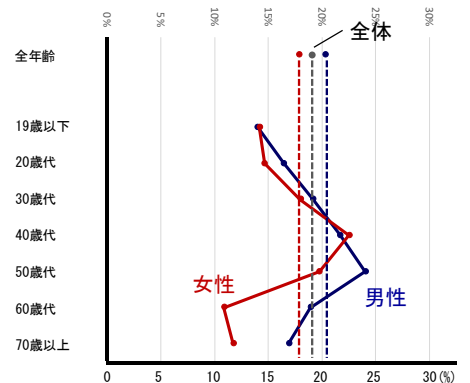


図 3 テレワーク進展により鉄道利用を減少させた人数の割合

40 歳代、50 歳代の割合が高い。男性 40 歳代の割合は全体と比較して 2pt、50 歳代は 5pt 高い。女性 40 歳代の割合は全体と比較して 3pt、50 歳代は若干ではあるが 1pt 高い。この理由は、図 2 より、テレワーク進展前に 5 日/週以上鉄道を利用していた高頻度利用者が 40 歳代、50 歳代に多くなっているためと考えられる。

(2) テレワーク進展前後の鉄道利用日数の変化

テレワーク進展前後の鉄道利用日数の変化(内訳)を図4に示す。図に示す「5→4日/週」等の表記は、テレワーク進展前後の鉄道利用日数の変化を示す。図4より、19歳以下を除く全年齢階層で、5日/週あるいは4日/週の鉄道利用から利用日数を減少した割合が高く、利用日数を減少した日数は2日以上となっている割合が高い。しかしながら、どの年齢も一律に変化しているわけではなく、ばらつきがあることが見て取れる。特に、テレワーク進展前に高頻度(7~5日/週)で鉄道を利用していた割合が高い40歳代、50歳代に着目すると、7~5日/週の利用を減少した割合が、他の年齢階層よりも大きくなっていることが見て取れ、20歳代~60歳代と比較すると、2pt~14pt程度の差が生じている。

5. おわりに

本研究は、テレワーク進展等の働き方の変化に伴う鉄道需要の変化を推計するためのABM構築を念頭におき、「個人の一定期間(1週間等)における鉄道利用頻度の長期的(数年間等)変化」の実態を明らかにしたものである。同一の鉄道利用者を特定、追跡が可能な自動改札データを活用し、テレワーク進展前後の1週間の鉄道利用日数の変化を明らかにしていることが本研究の特徴である。性・年齢階層別の差異を定量的に明らかにしたことは、今後のモデル構築に繋がる大きな成果である。

以下に、分析より明らかにした性・年齢階層別の特徴等について記載する。テレワーク進展により、鉄道利用を減少させた人数の割合は、年齢階層別に大きな差があり、40歳代、50歳代が高くなっている。また、50歳代以上の年齢階層において男女差が見られ、性・年齢階層別にモデルを構築する際には、これらを考慮する必要がある。鉄道利用日数の変化については、全体傾向として、ほぼ毎日利用していた人が2日/週以上利用を減少させている。この変化についても性・年齢階層別の差は大きく、特に、40歳代、50歳代男性の変化は、全体に占める割合が高く、与える影響が大きいと考えられるため、ここで示した定量的な結果を踏まえた分析が重要である。

今後の分析としては、空間的な差異についての分析(OD別の鉄道利用日数の変化等)、テレワークの定着状況を明らかにするための長期時系列分析、鉄道混雑への影響を明らかにするための利用時間帯変化についての分析等が挙げられる。これらの分析結果を踏まえ、モデルの構造を検討することが、今後の課題である。

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・協力を頂いた。また、本研究は政策研究大学院大学政策研究センターのり

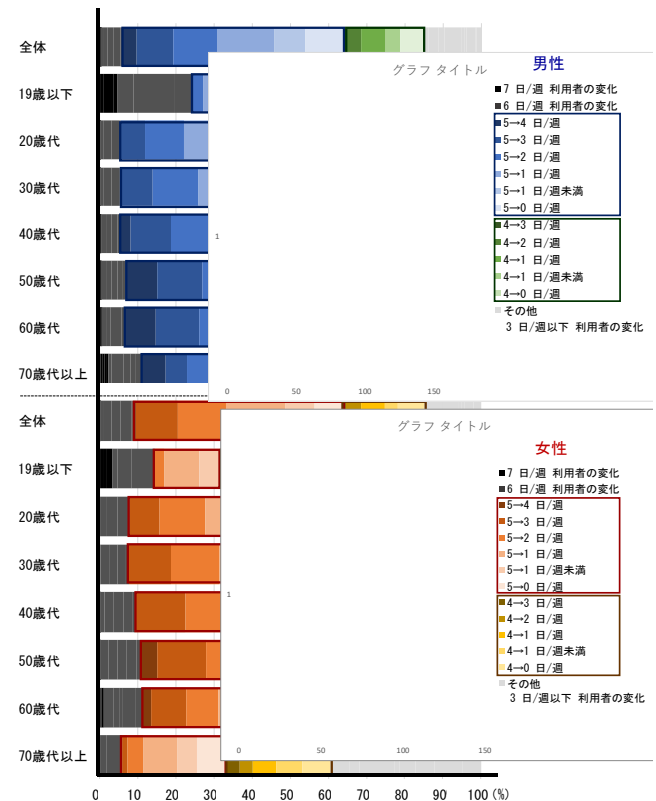


図4 テレワーク進展前後の鉄道利用日数の変化(内訳)

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。

文 献

- (1) 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の設置について(第1回勉強会, 資料1): 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(国土交通省), 最終閲覧日: 2022年10月21日 (<https://www.mlit.go.jp/tetudo/content/001375647.pdf>)
- (2) 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/shingikai/content/001493180.pdf>)
- (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), Vol. 78, No. 6, pp. II_190-II_201, 2022.
- (4) 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.
- (5) 石井良治, 佐々木邦明, 福田大輔, GaoYuhan, 小宮山茜: アクティビティシミュレータと携帯電話基地局データを用いた個人単位の行動推計〜コロナ禍における適用可能性の検証〜, 土木計画学研究・講演集, Vol. 65, 6pages, 2022.
- (6) 井坂凌佑, 佐々木邦明, 菊池輝: アクティビティシミュレータと観測データを用いた個人の行動再現に関する研究〜コロナ禍の在宅勤務の再現〜, 土木計画学研究・講演集, Vol. 65, 8pages, 2022.