

鉄道駅改札通過データを用いた 個人ごとの習慣的な交通行動の変動特性と 変容可能性に関する研究

鈴木 渉¹・中村 文彦²・田中 伸治³・有吉 亮⁴・松行 美帆子⁵

¹学生会員 横浜国立大学大学院 都市イノベーション学府 (〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5)

E-mail: suzuki-wataru-mn@ynu.jp

²正会員 東京大学大学院 新領域創成科学研究科 (〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1)

E-mail: nakamura-fumi@edu.k.u-tokyo.ac.jp

³正会員 横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院 (〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5)

E-mail: tanaka-shinji-ym@ynu.ac.jp

⁴正会員 横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院 (〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5)

E-mail: ariyoshi-ryo-gd@ynu.ac.jp

⁵正会員 横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院 (〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5)

E-mail: matsuyuki-mihoko-ht@ynu.ac.jp

鉄道駅での改札通過データには、乗車券単位で駅での入出場の情報が長期的に記録されており、任意の 1 日のみを記録する従来の交通行動調査の手法に比べ、利用時間や利用頻度といった縦断的な交通行動データの取得が可能である。また、昨今の社会情勢の変化によって日々の人々の行動は一段と多様化し、大規模な交通行動調査では、多様化した需要の全てを捉えることは難しいものと考えられる。

そこで本研究では、改札通過データを用いて、社会情勢の変化に伴う利用状況の変化について、日ごと、時間帯ごとに券種別乗降客数を集計する。そして、新規の需要創出や輸送体系の見直しなどといった都市交通が抱える諸課題の解決のために、今後の分析に向けた、個人ごとの習慣的な交通行動の変動特性やその変容可能性に関する要因を明らかにすることを目的とする。

Key Words: travel behavior analysis, IC card data, variation, habitude

1. はじめに

わが国で長年行われてきた交通行動調査では、数%のサンプルを対象にした 1 日という断面的な交通行動から、大局的にその実態を把握してきた。しかし、実際の交通行動では、多様な個人による多様な選択がなされている。例えば、サンプルに含まれる個人でも回答した交通手段以外のものを選択する場合や、サンプルに含まれておらず、個人属性や行動パターンが大きく異なるような個人が交通手段を選択する場合である。すなわち、これまでの交通行動調査で指摘される課題として、不安定な変動を除去して得られる安定した状態から、交通行動の平均的な関係を抽出するというアプローチには限界があることが挙げられる¹⁾。したがって、社会情勢の変化が激しい昨今で、従来の交通行動調査を基にした分析では、個人の習慣的な交通行動の変動や変容可能性といった、多

様な需要の全てを捉えることが難しいものと考えられる。

一方で、近年では IT を駆使した交通行動データの収集手法が発展しているといえる。一例として、スマートフォンや GPS ロガーを用いて、それらを所持している個人の位置や時刻などを取得する方法や、管理サーバに蓄積されるカードの利用履歴から、改札を通過した日時や場所、券種を特定する方法が挙げられる。これらは従来の紙ベースの調査手法に比べ、被験者負担や調査コストを軽減しながら、個人の長期的な交通行動を精確に把握できる手法であるといえる²⁾。

2. 本研究の位置づけ

(1) 既往研究の整理

1 日だけの交通行動調査では特定することが困難であ

った、交通行動の多様性や習慣性、変動に関する研究が行われている。Hanson⁹⁾は、行動パターンの変動がどの程度規則的あるいは不規則であるかに着目し、ウプサラにおける5週間の交通行動データとそれから取り出した1週間のデータを分析および比較することで、後者のみでは行動パターンの周期性を十分に捉えきれていないことを示唆している。また、力石¹⁰⁾は、短期的な交通政策検討における重要な変動要因を個人内変動、個人間変動・世帯間変動、経日変動、空間変動に分類し、6週間の長期的な交通日誌データから、活動目的ごとに活動発生や出発時刻といった変動特性の分析を行っている。

存在が確かめられている種々の変動要因について、Goulias¹¹⁾は、758世帯1201人分に対して2日間の交通行動を尋ねたデータを用いて、生活、扶養、余暇、移動という4つの活動を基に1日の時間分配を考えた多層分析を行い、全ての変動要因に対して世帯間変動が1/3以上の比率を占めることを明らかにしている。さらには、高山¹²⁾は、通勤者の手段選択について、天候や道中での所用、免許・自動車保有の有無、目的地などの要因が日変動に影響を及ぼしていることを明らかにしており、その結果から、公共交通計画の立案、とりわけ公共交通の利用促進に向けては、手段変更の理由を反映させた弾力的な需要予測を行う必要があると結論付けている。

こうした交通行動の特性を理解するためのデータを、より容易かつ大量に取得できるよう、近年では交通行動の調査や分析にITを応用する研究が行われている。今井¹³⁾は、都市交通計画や道路行政に適用し得る多様な動線データについて体系的に整理しており、その中でパーソントリップ調査の補完・効率化・高度化のために活用が想定されるデータとして、携帯電話(基地局・GPS)のデータや交通系ICカードのデータは必須であると述べている。

このうち、ICカードデータを用いた研究として、西内¹⁴⁾は、高知市における1か月間のICカードデータを用いて、路面電車や路線バスの利用者の時空間的なトリップパターンを集計し、日々同じ時間帯に同じ電停・バス停を繰り返し利用する人は少なく、多くの利用者は日々異なる行動をしていることを明らかにしている。また、Egu¹⁵⁾は、リヨンにおける6か月間のスマートカードのデータを用いて、利用頻度からクラスター分析による利用者の分類を行うことで、その各々について日ごと、時間帯ごと、トリップ数ごとの利用状況を集計している。同様に、嶋本¹⁶⁾は、ロンドンで導入されている4週間のICカードデータを用いて、券種に応じた利用属性により1人あたりの公共交通の利用回数の変動の4割以上を説明できることを示している。さらに、Ma¹⁷⁾は、北京におけるスマートカードのデータに加えて公共交通の運行のデータを組み合わせることで、個々のトリ

ップを地図上で時空間的に表現し、トリップの時間帯や回数、距離の点で、通勤者・非通勤者の間に明確な差異があることを示している。

(2) 目的

既往研究から、長期間のデータを用いた分析により、交通行動の多様性や習慣性、変動に関する研究が多数行われており、それらは現在の都市交通の計画や立案に際して用いられる大規模な交通行動調査では把握しきれていない要素であるといえる。これに加えて、昨今のわが国では、少子高齢化の問題や感染症流行の影響に起因する社会構造や生活様式の変化が急激に進んでおり、これからの都市交通計画に向け、元来多様であった個人の交通行動のパターンについて、どういった個人がどの程度変化したのかをつぶさに見ていく必要があると考えられる。

そこで本研究では、改札通過データを用いることで、社会情勢の変化に伴う鉄道駅の利用状況の変化について、日ごと、時間帯ごとに券種別乗降客数を集計する。そして、新規の需要創出や輸送体系の見直しなどといったこれからの都市交通が抱える諸課題の解決のために、今後の分析に向けた、個人ごとの習慣的な交通行動の変動特性やその変容可能性に関する要因を明らかにすることを目的とする。

3. 改札通過データの集計

本研究では、鉄道事業者から提供していただいた、都心部と郊外部を結ぶ路線の中の、A駅における交通系ICカードの改札通過データを用いる。昨今ではその普及が進み、ほぼ全ての利用者が使用していることから、日々蓄積される膨大な利用履歴を分析することにより、利用実態やその変化の全容を把握できることが期待される。

(1) 使用データの概要

本研究で使用するA駅の改札通過データの概要を表-1にまとめる。提供いただいた改札通過データは、2019年10月1日から31日間(平日21日、土曜日4日、休日(日曜日・祝日)6日)および2020年10月1日から31

表-1 使用する改札通過データの概要

記録項目	内容
日付	2019年10月1日~31日 2020年10月1日~31日
利用パターン	入場, 出場
利用券種	通勤定期, 通学定期, 定期外, その他
利用時間帯	終日

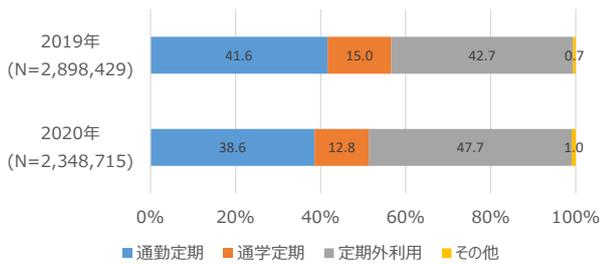


図-1 2019年10月と2020年10月に利用された券種の割合

日間（平日 22 日，土曜日 5 日，休日 4 日）に記録されたものである。A 駅における期間中の乗降客数，すなわち入場や出場の利用がなされた総数は，前者が 2,898,429 人，後者が 2,348,715 人であった。

本研究では，券種を「通勤定期」，「通学定期」，「定期外利用」，「その他」の 4 つの区分により集計を行う。このうち「定期外利用」とは，カードに入金し運賃として使用している形態，「その他」とは，カードに対応している 1 日乗車券や敬老・福祉乗車証などの乗車券のこととする。

記録されている項目から，それぞれの期間中に利用された，全ての券種ごとの乗降客数の割合を図-1 に示す。これより，両年とも定期外利用の割合が最も高く，次いで通勤定期，通学定期，その他の順に利用されていることが分かる。

また，2019 年と 2020 年で各々の利用割合が変化していることが見て取れる。そこで，券種ごとに両年で利用割合が変化しているかを調べるために，母比率の差の検定を行ったところ，全ての券種で統計的に有意（1%有意）であった。すなわち，各券種が利用される割合は，2019年10月と2020年10月で異なっていると見える。これは，2020年には感染症流行の影響により，外出回数や移動自体を控えるよう呼びかけられ，同時にテレワークやオンライン授業が広く行われたことにより，大きく構造が変化したことと起因すると考えられる。

(2) 券種別の乗降客数の集計

a) 日ごとの乗降客数

はじめに，数ある変動のうち，経日変動が券種別に存在しているか，そしてそれが社会情勢に合わせて変化しているかという点に着目し，日ごとの券種別乗降客数を集計した。2019年10月の集計を図-2 に，2020年10月の集計を図-3 に示す。なお，図-2 の第 2 土曜日の乗降客数が極端に落ち込んでいるのは，令和元年東日本台風の接近が影響しているものと推測される。

図-2 から，土曜日や休日については乗降客数の総量や券種の利用割合に変動が見られるものの，平日の利用についてはいずれも集計結果が安定していることが見て取

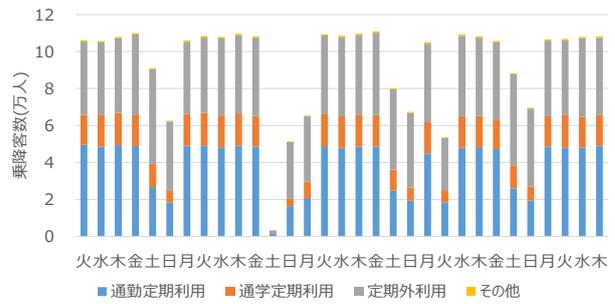


図-2 2019年10月における日ごとの券種別乗降客数

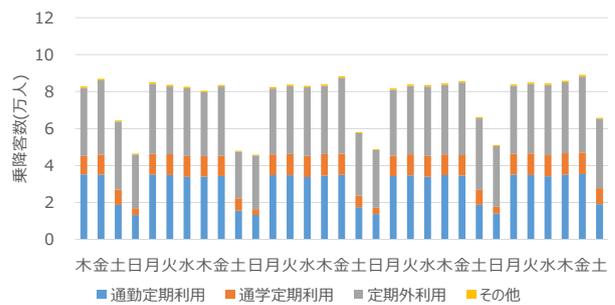


図-3 2020年10月における日ごとの券種別乗降客数

れる。また，図-3 を図-2 と比較すると，およそ 2 割の減少幅である乗降客数の総量自体の減少が見られるものの，前年と同様に券種別乗降客数の利用傾向は，概ね集計結果が安定していることが見て取れる。

すなわち，新しい生活様式が求められた中で，2020年平日での定期利用乗降客数について，集計結果では日ごとの変動を確認できなかった。その要因について，例えば 2019 年には週 5 回の鉄道利用頻度で通勤していた人が 100 人いたとすると，以下のような行動変容の可能性が考えられる。

- (ア) 100 人のうち，20 人の鉄道利用頻度が 0 になった一方で，残りの 80 人は変わらず週 5 回で通勤している可能性。
- (イ) 100 人とも週 4 回の鉄道利用頻度となり，相殺し合って集計結果としては安定している状態になっている可能性。

これらを明らかにするためには，個人単位の交通行動を詳細かつ経年的に抽出する必要があり，今後の分析においては念頭に置くべき行動変容パターンである。

b) 時間帯ごとの乗降客数

次に，時間帯による経年的な変化がどの程度あるのかという点に着目し，時間帯ごとの券種別平均乗降客数を平日，土曜日，休日に分けて集計した。このうち，集計結果から交通行動の変容のパターンが考えられ得る，平日の乗降客数について整理する。なお，「その他」の券種区分の乗降客数は微少であり，変化の傾向を捉えづらいため，本項では集計の対象外とした。

まず、それぞれの期間中の平日に通勤定期を利用した全ての乗降客数を平日の日数で除し、時間帯ごとに集計したものを図-4に示す。同様に、通学定期利用と定期外利用について集計したものを図-5、図-6にそれぞれ示す。図-4および図-5から、通勤・通学定期利用については、7～8 時台の朝時間帯や、17 時以降の夕～夜間時間帯の乗降客数の減少が顕著に表れており、およそ 1,000～3,000 人の減少幅である。この点で、テレワークやオンライン授業の拡大が、定期利用については交通行動に与えた影響が確認できる。しかし、図-6から、定期外利用の乗降客数の減少は終日に渡って小さく、顕著な落ち込みはないことが見て取れる。したがって、平日における券

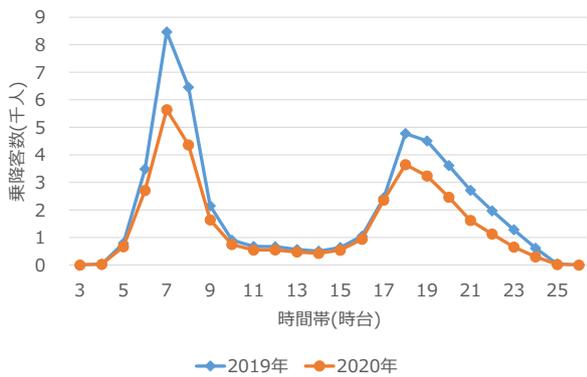


図-4 時間帯ごとの通勤定期利用の平均乗降客数 (平日)

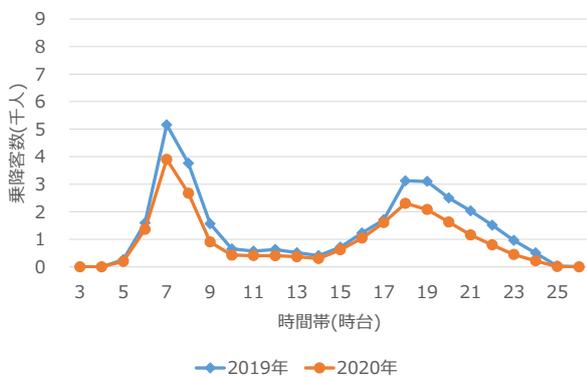


図-5 時間帯ごとの通学定期利用の平均乗降客数 (平日)

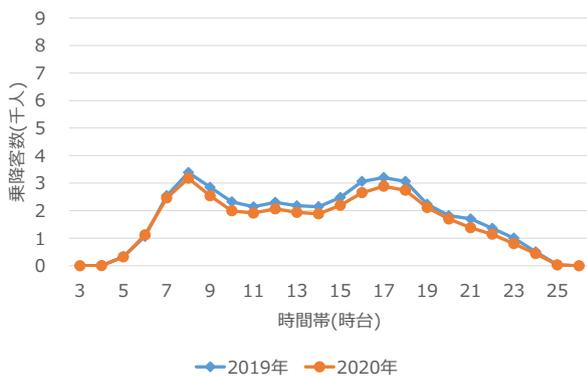


図-6 時間帯ごとの定期外利用の平均乗降客数 (平日)

種の利用の変化について、次のような行動変容の可能性が考えられる。

- (ア) 通勤・通学定期利用者の交通行動のみが変容し、定期外利用者の交通行動は変わらなかった可能性。
- (イ) 元々定期外利用だった人も交通行動が変容し、その乗降客数も減少したものの、通勤・通学定期利用だった人から一定数の転換があり、集計結果としては相殺された可能性。

前項と同様、これらを明らかにするためには、個人単位の交通行動を詳細かつ経年的に抽出する必要があり、今後の分析においては念頭に置くべき行動変容パターンである。ただ、2020年に種々の自粛が呼びかけられたことから、元々の定期外利用者の行動が変容していないとは考えにくいいため、後者のケースの方が妥当であることが予想される。

ところで、通勤・通学定期券による日常の物理的な制約が無くなることにより、鉄道利用のトリップがより多様になる可能性も考えられる。そのため、個人単位の交通行動を調べる際には、トリップ長や OD ペアの変化に着目する必要もあるといえる。

4. 結論

本研究では、改札通過データを用いて、社会情勢の変化に伴う鉄道駅の利用状況の変化について、日ごと、時間帯ごとに券種別乗降客数を集計した。その結果から、個人ごとの習慣的な交通行動の変動特性やその変容可能性に関する要因として、以下の二点が考えられることを示した。

一つは、2019年と2020年ともに、平日での定期利用乗降客数について、乗降客数の総量としては減少しているものの、集計結果としては日ごとの変動を確認できなかった点である。このときの交通行動の変容パターンとしては、以下の可能性が考えられる。

- 一部の利用者の鉄道利用頻度のみが0になっており、その他の利用者については交通行動の変容が起きていない可能性。
- 全ての利用者の鉄道利用頻度がわずかずつ減少し、相殺し合って集計結果としては安定している状態になっている可能性。

もう一つは、平日における時間帯ごとの券種別平均乗降客数について、定期利用では朝や夕～夜間といった特定の時間帯を中心に減少が見られる一方で、定期外利用ではそうした変化が見られない点である。このときの交通行動の変容パターンとしては、以下の可能性が考えられる。

- 通勤・通学定期利用者の交通行動のみが変容し、

- 元々定期外利用だった人も交通行動が変容した上で、通勤・通学定期利用だった人から一定数の転換があり、集計結果としては相殺された可能性。

これらを定量的に明らかにするためには、個人単位の交通行動に迫った集計および分析を行う必要があり、今後の研究課題である。

謝辞：本研究は、鉄道事業者との共同研究により執り行われたものです。貴重なデータを提供いただいたご担当者様には御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 北村隆一：変動についての試行的考察，土木計画学研究・論文集，Vol.20-1，pp.1-15，2003.
- 2) 朝倉康夫：交通行動の観測手法とその課題，運輸と経済第 72 巻第 6 号，pp.4-13，2012.
- 3) 加藤浩徳：大都市交通センサスの調査手法上の課題と改善の方向性：特に鉄道輸送データの観点から，運輸と経済第 72 巻第 6 号，pp.31-38，2012.
- 4) Hanson S., Huff J.: Systematic variability in repetitious travel, *Transportation* 15, pp.111-135, 1988.
- 5) 力石真，藤原章正，張峻屹，K.W.Axhausen：6 週間の交通日誌データを用いた交通行動の変動特性の分析—活動発生と出発時刻を例に，土木計画学研究・論文集，Vol.26，pp.447-455，2009.
- 6) Goulias, K. G.: Multilevel analysis of daily time use and time allocation to activity types accounting for complex covariance structures using correlated random effects, *Transportation*, Vol.29, pp.31-48, 2002.
- 7) 高山純一，塩土圭介：公共交通計画から見た通勤者の交通手段変更の実態に関する研究，土木計画学研究・論文集，No.15，pp.517-525，1998.
- 8) 今井龍一，深田雅之，重高浩一，矢部努，牧村和彦，足立龍太郎：多様な動線データの組合せ分析による都市交通計画への適用可能性に関する考察，土木計画学研究・講演集，Vol.48，2013.
- 9) 西内裕晶，轟朝幸：交通マーケティング手法検討のための IC カードデータを活用した利用者行動特性の把握，土木学会論文集 F3(土木情報学)，Vol.68，No.2，pp.II_8-II_17，2012.
- 10) Egu O., Bonnel P.: Investigating day-to-day variability of transit usage on a multimonth scale with smart card data. A case study in Lyon, *Travel Behaviour and Society* 19, pp.112-123, 2020.
- 11) 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，Vol.70，No.5，pp.I_605-I_610，2014.
- 12) Ma X., Liu C., Wen H., Wang Y., Wu Y.: Understanding commuting patterns using transit smart card data, *Journal of Transport Geography* 58, pp.135-145, 2017.

(?)

A STUDY ON VARIATION CHARACTERISTICS AND CHANGE POSSIBILITY OF HABITUAL TRAVEL BEHAVIOR OF AN INDIVIDUAL USING HISTORICAL TICKET PASS DATA IN A STATION

Wataru SUZUKI, Fumihiko NAKAMURA, Shinji TANAKA,
Ryo ARIYOSHI and Mihoko MATSUYUKI