

鉄道改札通過データを用いた 習慣的な鉄道利用の変化に関する集計

鈴木 渉¹・中村 文彦²・有吉 亮³・田中 伸治⁴・
松行 美帆子⁵・安部 遼祐⁶

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 (Corresponding Author)

² 正会員 東京大学大学院特任教授 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特任准教授 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

⁴ 正会員 横浜国立大学大学院教授 都市イノベーション研究院 (同上)
E-mail: tanaka-shinji-ym@ynu.ac.jp

⁵ 正会員 横浜国立大学大学院教授 都市イノベーション研究院 (同上)
E-mail: matsuyuki-mihoko-ht@ynu.ac.jp

⁶ 正会員 横浜国立大学大学院准教授 都市イノベーション研究院 (同上)
E-mail: abe-ryosuke-vw@ynu.ac.jp

新型コロナウイルス感染症の流行を契機とした公共交通の利用者数の変化は大きいものの、その内訳である変化の質は多様であると考えられる。そのような多様性を示すために、長期間の精緻な交通行動データを用いることは有用である。そこで本研究では、鉄道駅改札通過データにおける個人単位の利用頻度の情報を用いることで、総体的な鉄道利用の変化の内部に存在している、個人ごとに変わった、あるいは変わらなかった習慣的な利用の状態を明らかにすることを目的とする。その結果、特に「変化なし」や「減少」と表される人の中でも、個人によって変化の仕方は多様であり、性別や年齢層といった個人属性の違いによってその傾向は異なることが示された。

Key Words: travel behavior analysis, IC card data, variation, habitude, COVID-19

1. はじめに

昨今の新型コロナウイルス感染症の流行が大きく影響し、どの交通事業者も経営環境は大変厳しいものとなっている。例えば鉄道の場合、2020年度の輸送人員についてはJR・大手私鉄とも、コロナ流行前のおよそ2~4割の減少となっており、同年度の売上高については大手私鉄であればおよそ2~4割、JRであればそれ以上の減少となっている^{注1),注2)}。こうしたインパクトによって、民間主体であるわが国の公共交通事業は、根本的にビジネスとして成立しなくなっていく危険性がある。そのため、各事業者とも交通サービスの見直しや経営面での構造改革を迫られている。

ただ、公共交通機関の利用者数が何割変化したといえども、その内訳である変化の質は多様であると考えられる。例えば一つには、一時的な需要の変化が挙げられ、政府が発出した緊急事態宣言を受けた行動の自粛や、入国規制によるインバウンド需要の消失などに起因するものである。これは、今後種々の要請や規制が緩和されると、戻ってくると考えられる需要である。反対に、恒久的な需要の変化も挙げられ、例えばコロナ流行を機に変わった働き方や、それに伴って転居したことなどに起因するものである。これは、個人の生活様式が不可逆的に変化してしまったため、戻りづらいと考えられる需要である。

こうした変化の質の詳細について、利用の変動や変化

までは分からないという点で、これまでの交通行動調査の様な、調査年のとある 1 日という断面的な交通行動のデータを以てしては、その把握は難しい。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。例えば、個人が所持するスマートフォンや GPS ロガーを活用する手法、管理サーバに蓄積される種々のカードの利用状況を活用する手法などが挙げられる。これらは、個人ごとに長期間かつ正確にデータを取得でき、新型コロナウイルス感染症の流行を境とした、公共交通機関の需要の変化の質を捉えることができるデータであると考えられる。

2. 本研究の位置付け

(1) 既往研究の整理

2020 年 3 月に、世界保健機関 (WHO) が今般の新型コロナウイルス感染症を「パンデミック」と表明して以降、わが国以外にも世界各国で行動制限が行われた。故に、それが公共交通機関に与えた影響を、IT によって取得されたデータを用いた研究が、国内外を問わず多くなされている。

阿久津ら¹⁾は、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した、テレワークの急速な定着と通勤行動の大きな変化に着目している。一方で、そうした都市鉄道の需要の変化については、実行動に基づく定量的な分析が少ない点を指摘している。そこで、改札通過データと定期券情報を用いることで、変化を定常的なものとコロナによるものに分解している他、エリア別の利用頻度の変化を集計している。同様のデータを用いて、橋本ら²⁾は、利用者数や利用頻度の増減、定期利用の変化、居住地・勤務地別の利用頻度の変化といった観点で集計を行い、通勤行動の変化の実態を示している。

また、公共交通利用に関する変化の定量的な表現として、西内ら³⁾は、IC カードデータを用いた生存時間分析を行っている。具体的には、どのようなゾーン間 OD 利用者数、あるいはどのような利用者の利用頻度が、1 回目の緊急事態宣言前の水準に戻り得るかという、利用特性ごとに利用の回復の時間的な違いを示している。

国外での研究例に目を向けると、Jenelius and Cebeaucuer⁴⁾は、2020 年春という新型コロナウイルス感染症拡大初期において、スウェーデンの主要 3 都市における、日ごとの公共交通機関の利用者数に対する変動を集計している。その中で、30 日や 90 日といった長い期間の定期券の利用が、特に大きく落ち込んでいたことを示している。

交通行動を表現するモデルという点では、Almlöf ら⁵⁾は、スマートカードの利用情報として得られる OD と、

スウェーデン統計局が公表しているエリア別の社会経済要因 (年齢, 収入, 教育水準, 性別, 住宅の種類, 人口密度, 出身国, 雇用水準) を組み合わせたデータを用いている。それをクラスター分析によって要約し、その後利用減少の有無という二項ロジットモデルを用いることで、感染拡大期において、利用者の社会経済状況による利用の変化を調べている。また、Tan and Ma⁶⁾は、中国のソーシャルプラットフォームを活用した、個人属性や通勤の状況、COVID-19 への認識などを問うた独自調査を行っている。600 人を超える回答を得たそのデータを、ロジスティック回帰モデルによって分析し、職業やコロナ前の通勤手段、最寄り地下鉄駅までの徒歩の所要時間、自家用車内での感染可能性、公共交通機関での感染可能性といった要因が、コロナ拡大期における通勤者が鉄軌道を選択する行動に有意に影響していることを示している。

(2) 目的

既往研究より、長期間で精緻な交通行動データである改札通過データを用いて、利用者数や利用頻度、その他交通行動の変化・変動といった観点で、新型コロナウイルス感染症の流行が及ぼす公共交通機関への影響が示されている。また、それを補完する形で経済指標との組み合わせや個人への調査を行い、交通行動の変化を表すモデリングを行っている。しかし、これらは利用者全体の集計であることや、モデリングによるサンプルの平均的な関係を調べており、どういった人がどの程度どのように変化したのか、あるいは変化しなかったのかという変化の詳細については、明らかにされていない。

そこで本研究では、個人単位の利用頻度のデータを用いることで、総体的な鉄道利用の変化の内部に存在している、個人ごとに変った、あるいは変わらなかった習慣的な利用の状態を明らかにすることを目的とする。これにより、鉄道利用が何割減ったという平均的な変化の中でも、個人によって変化の仕方は多様であることが明示されるという学術的意義があると考えられる。加えて、そうした変化の詳細を知ることが、経営戦略やそれに係るマーケティングといった面で、今後の都市交通サービスの持続に対して寄与することが挙げられ、実務的にも意義を持つと考えられる。

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。この駅は、都心部のターミナル駅から約 20km の郊外部に位置しており、他

社線との乗り換え駅である。そして、昨今では交通系 IC カードの普及が進み、ほぼ全ての利用者が使用していることから、カード単位での改札通過データの履歴に着目することにより、個人単位での利用実態やその変化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 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。2020 年 10 月というのは、新型コロナウイルス感染症の第 2 波と第 3 波の感染拡大時期の間であり、緊急事態宣言の発令やまん延防止等重点措置の適用がなされていなかった時期である。A 駅における期間中の延べ乗降客数は、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。

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

(2) 対象サンプルの設定と区分

習慣的な鉄道利用の変化を調べるため、対象サンプルとして、2019 年に定期利用だった人、かつ 2020 年にも鉄道利用をしていた人に着目する。これに該当するサンプルは 38,298 人である。

この利用者について、通勤や通学といった習慣的な利用が行われると考えられる平日での利用頻度の変化量を調べる。本研究では、2019 年 10 月と 2020 年 10 月では平日の日数がそれぞれ 21 日、22 日と異なるため、ひと月を週 5 日の平日が 4 週分あるものと捉え、両年とも 20 日あたりの回数に換算した利用頻度を用いる。また、1 回の乗車あるいは降車につき、利用頻度を 1 回と数えるため、例えば A 駅で週 5 日乗車も降車もする人の利用頻度は 40 回である。但し、両年ともに月換算利用頻度が 8 回未満、すなわち 2019 年 10 月でも 2020 年 10 月でも、A 駅

の利用頻度が週あたり 1 回未満であった人が一定数存在している。こうした利用者は、A 駅が定期券区間の途中に位置し、不定期に途中下車するような利用者であることが考えられるため、以降の集計からは除外する。

こうした利用頻度を各年でカテゴリーとして表すために、上記の月換算利用頻度が 36 回以上であれば「週 5 回以上」、28 回以上 36 回未満であれば「週 4 回程度」、20 回以上 28 回未満であれば「週 3 回程度」、12 回以上 20 回未満であれば「週 2 回程度」、4 回以上 12 回未満であれば「週 1 回程度」、4 回未満であれば「週 1 回未満」と区分する。これらの区分に対して、個人ごとにカテゴリーの変化を調べ、2019 年に比べて 2020 年でのカテゴリーの方が多くなっていれば「増加」、両年で同じカテゴリーならば「変化なし」、2019 年に比べて 2020 年でのカテゴリーの方が少なくなっていれば「減少」に区分する。

この時点で区分されたサンプル数は、「増加」が 6,762 人、「変化なし」が 13,037 人、「減少」が 11,086 人であった。したがって、2019 年に定期利用だった人のうち、半数程度は多かれ少なかれ利用頻度が減少しているといえる。ただ、このように集計される変化の内部は異質であることが考えられるため、次節ではより細かく変化を調べる。

(3) 性・年齢層別の利用頻度の変化

利用頻度の変化に関する詳細として、個人属性の観点で集計を行う。具体的には、2019 年 10 月時点の情報である性別や年齢ごとに集計を行い、各々の性別・年齢層別に利用頻度の変化を示す。年齢層は 10 歳刻みとしたが、24 歳以下には学生も社会人も両方が含まれているため、2019 年 10 月に通勤定期か通学定期の利用によって分けている。この集計を、図-1 の各バブルチャートにまとめる。

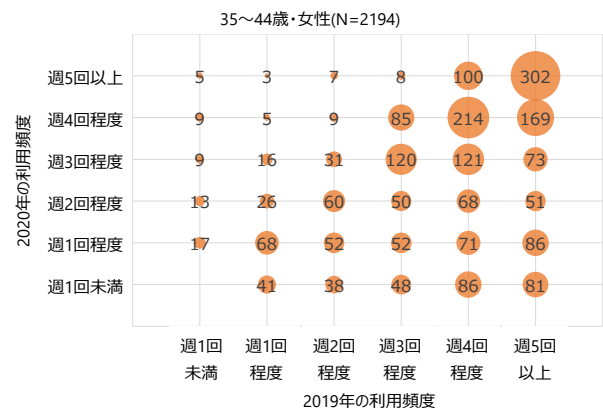
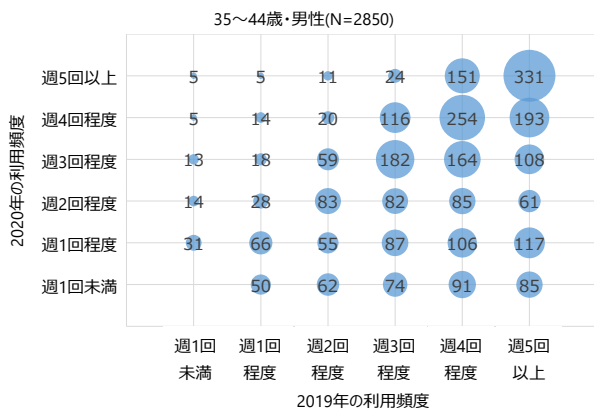
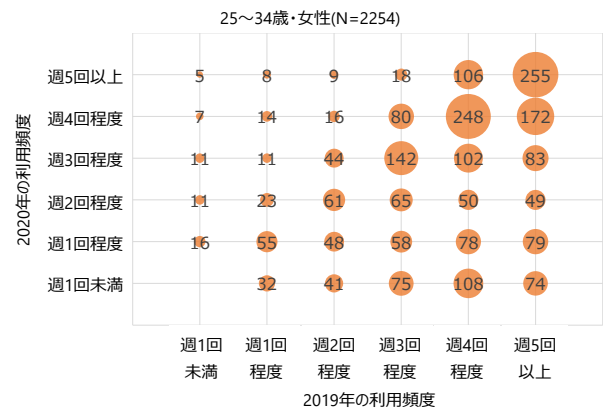
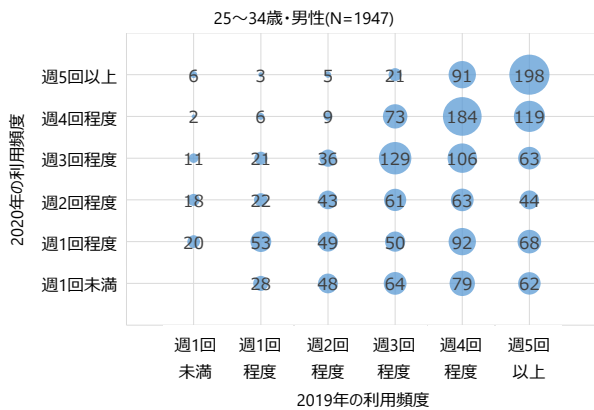
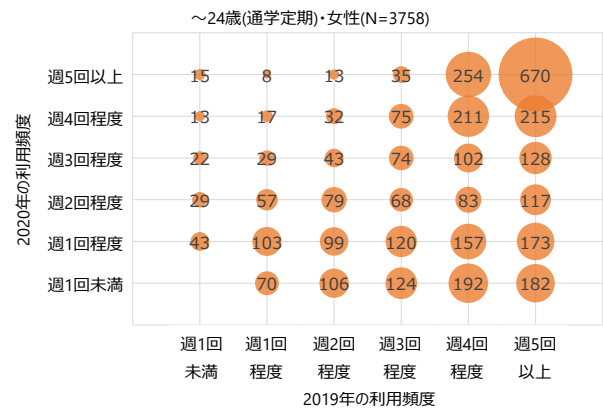
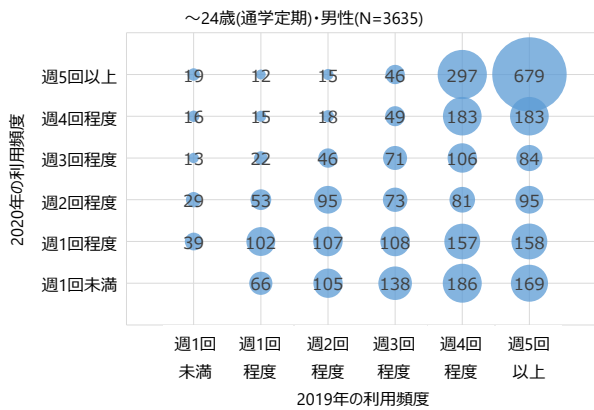
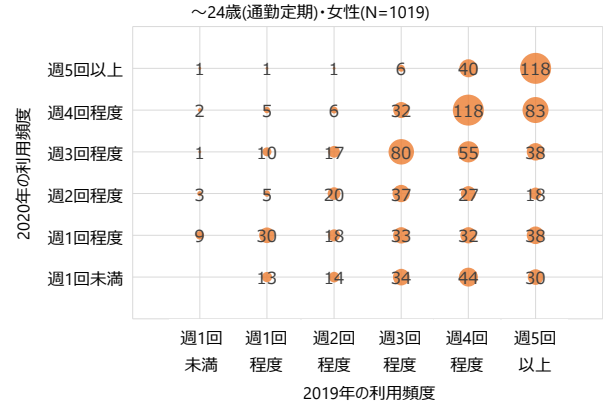
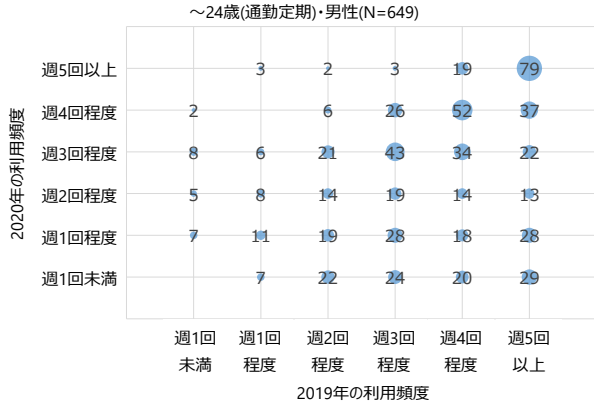
はじめに、第 1 章で述べたように、鉄道利用は一定数減少したと言われているが、図-1 で個人ごとの頻度を整理すると、利用頻度の変化の中でも、特に「減少」したサンプルを中心として、変化の程度が多様であることが分かる。したがって、それまで利用していた人の利用全てが一様に減少した、言い換えると平均的な変化がどの個人にも起こったということではなく、人によって変化したあるいはしなかったという区分があること、その中でも多様な利用の変化が起こっているということが見て取れる。こうした平均的ではない利用の変化を精緻に捉えることができる点こそが、改札通過データを用いた集計・分析手法として有用であり、特徴である。

そして、多様な変化の大枠として、「変化なし」と「減少」の区分に注目すると、年齢が高い層では、グラフの右下の方向に分布するサンプル数が相対的に小さく

なっていること、すなわち、年齢の高低によって、「変化なし」や「減少」に区分される人数の割合が明確に異なることが窺える。計算すると、44 歳以下までは各性・年齢層ともに、「変化なし」に区分される割合は概ね 30～35%程度である一方で、45～54 歳・女性だと

38.9%、55～64 歳・女性だと 43.1%、65 歳以上は男女ともに 44.6%となっている。

反対に、「減少」に区分される割合はこれとは逆の傾向となっており、44 歳以下までは各性・年齢層ともに概ね 50%前後である一方で、45～54 歳・女性だと 45.1%、



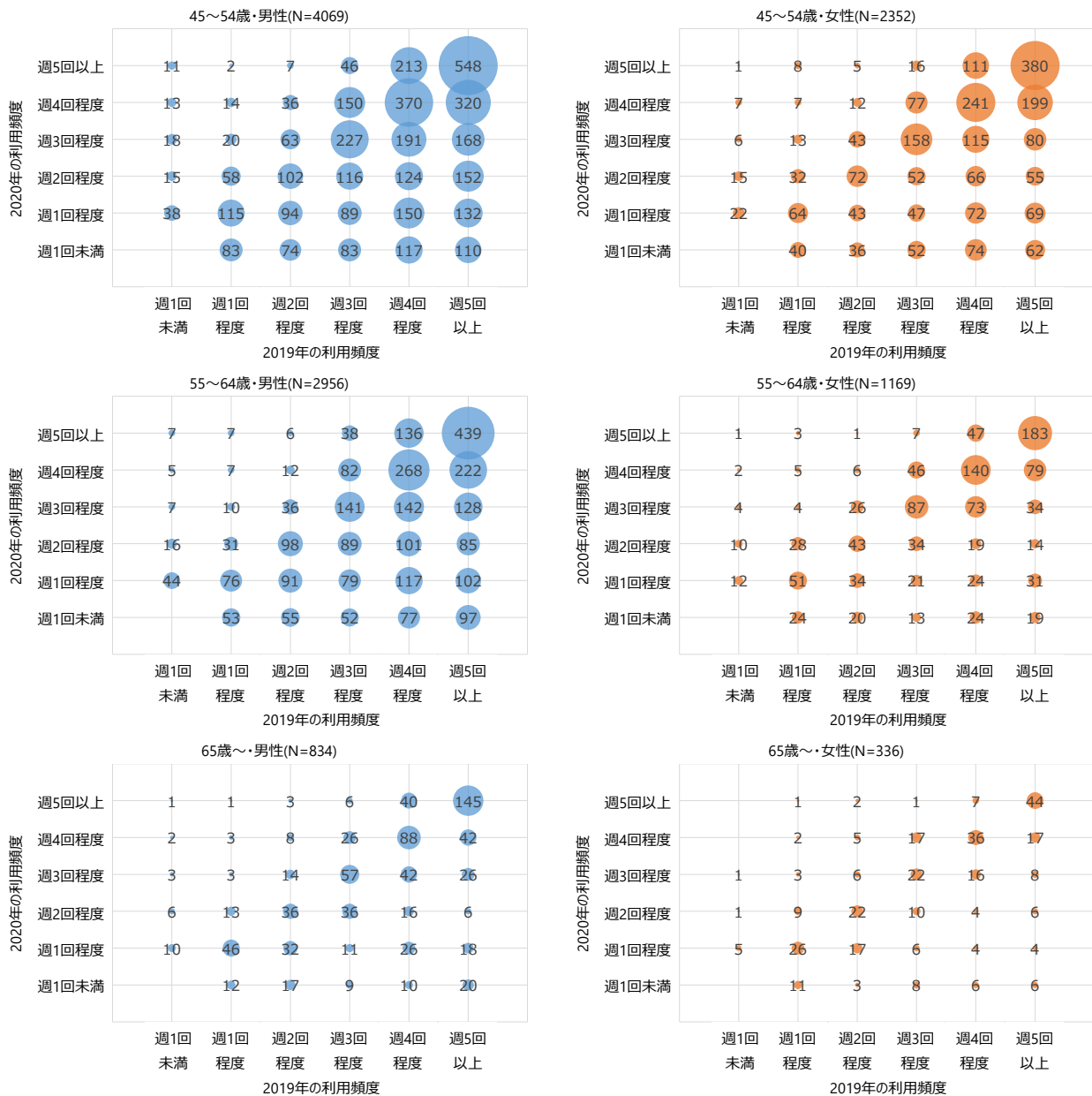


図-1 性・年齢層別の利用頻度カテゴリーの変化

55～64歳・女性だと39.6%，65歳以上・男性だと38.7%，65歳以上・女性だと37.5%となっている。

次に、「減少」の区分内部での変化の違いに注目すると、グラフの右下部分に分布しているサンプル数は、性・年齢層という属性によって割合が異なることが見て取れる。具体的に、週5回以上から週4回程度と利用がやや減少したような人の割合は、各属性の中で概ね5～7%，多くても24歳以下（通勤定期）・女性であれば8.1%，45～54歳・女性であれば8.5%となっている。

一方で、週5回以上から週1回程度あるいはそれ未満と利用が大幅に減少したような人の割合は、各属性の中で概ね5～7%であるが、24歳以下（通勤定期）・男性であれば8.8%，24歳以下（通学定期）・男性であれば9.0%，24歳以下（通学定期）・女性であれば9.4%となっている。さらに、55～64歳・女性であれば4.3%，65

歳以上・男性であれば4.6%，65歳以上・女性であれば3.0%となっている。同様に利用が大幅に減少したものとして、週4回以上から週1回程度あるいはそれ未満となるような人の割合は、24歳以下（通学定期）・男性であれば9.4%，24歳以下（通学定期）・女性であれば9.3%，25～34歳・男性であれば8.8%，25～34歳・女性であれば8.3%となっており、これらは他の属性に比べて大きな割合を占めている。

4. 結論

前章の集計を通して、特に「変化なし」や「減少」に区分されるような人の中でも、個人によって変化の仕方は多様であり、性別や年齢層といった個人属性の違いに

よってその傾向は異なることが示された。具体的には、45～54 歳や 55～64 歳という同じ年代でも、男女によって若干の違いがみられること、55～64 歳や 65 歳以上といった比較的年齢が高い人は、若干の減少も大幅な減少もその中に占める割合が小さいこと、24 歳以下（通学定期）は他の年代と比べて利用の大幅な減少が顕著なことが挙げられる。

こうした変化の違いは、男女による職種やその働き方の違い、年齢による社会的立場の違いによるものが要因として考えられる。これらは、既往研究でも列挙したような各種経済指標を組み合わせることや個人への調査を行うことで、一定水準の把握は可能であり、本研究で明らかにした変化の多様性への理解を深めるためには大いに有用であると同時に、今後取り組むべき課題である。加えて、新型コロナウイルス感染症の流行以前にも、少子高齢化をはじめとする社会情勢の変化に伴う公共交通の利用者数の変化は指摘されており¹⁾⁷⁾⁸⁾、これまでの定常的な変化も考慮した集計・分析に今後取り組む予定である。

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、ご担当者様には貴重なデータを提供いただきました。また、政策研究大学院大学の日比野直彦教授には、多大なご助言をいただきました。ここに記して感謝の意を表します。

NOTES

注1) 大坂直樹：JR7 社の 2021 年 3 月期決算、鉄道ジャーナル、第 55 巻、第 8 号、pp.80-85、2021.

注2) 大坂直樹：大手私鉄 2021 年 3 月期決算 構造改革は避けられない、鉄道ジャーナル、第 55 巻、第 9 号、pp.80-84、2021.

REFERENCES

1) 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通勤行動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. [Akutsu, T., Hibino, N. and Morichi, S. : A Study on Changes in Commuting Behavior for Developing Urban Railway Strategy in a Teleworking Society, *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3 (Infrastructure Planning and*

- Management*), Vol.78, No.6, pp.II_190-II_201, 2022.]
- 2) 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, 2022. [Hashimoto, M., Hibino, N. and Morichi, S. : Understanding Behavioral Changes of Railway Passengers Using Automatic Ticket Gate Data, *Proceedings of infrastructure planning*, Vol.65, 2022.]
- 3) 西内裕晶, 松田紗奈, 板垣伸政：IC カードデータを活用した生存時間分析による緊急事態宣言下での公共交通利用特性の把握, AI・データサイエンス論文集, Vol.2, No.J2, pp.503-509, 2021. [Nishiuchi, H., Matsuda, S. and Itagaki, N. : Understanding of Travel Characteristics under State of Emergency by Survival Time Analysis Using Smart Card Data, *Intelligence, Informatics and Infrastructure*, Vol.2, No.J2, 2021.]
- 4) Jenelius E. and Cebecauer M. : Impacts of COVID-19 on public transport ridership in Sweden: Analysis of ticket validations, sales and passenger counts, *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, Vol.8, 100242, 2020.
- 5) Almlöf, E., Rubensson, I., Cebecauer, M. and Jenelius, E. : Who continued travelling by public transport during COVID-19? Socioeconomic factors explaining travel behavior in Stockholm 2020 based on smart card data, *European Transport Research Review*, Vol.13, Article number 31, 2021.
- 6) Tan, L. and Ma, C. : Choice behavior of commuters' rail transit mode during the COVID-19 pandemic based on logistic model, *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, Vol.8, Issue 2, pp.186-195, 2021.
- 7) 長野高志, 中村文彦, 田中伸治, 有吉亮, 三浦詩乃：大都市郊外における利用者数大幅減少鉄道駅の特長分析に関する研究, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.74, No.5, pp.I_1101-I_1109, 2022. [Nagano, T., Nakamura, F., Tanaka, S., Ariyoshi, R. and Miura, S. : A Study on Analysis of Passengers' Decrease Factors at the Railway Station in the Suburbs of the Metropolis, *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management)*, Vol.74, No.5, pp.I_1101-I_1109, 2022.]
- 8) 市川宏雄：人口減少時代への鉄道会社のビジネスモデルの模索, 都市住宅学, Vol.2017, No.97, pp.15-20, 2017. [Ichikawa, H. : A Challenge for New Railway Business in an Era of a Shrinking Population, *Urban housing sciences*, Vol.2017, No.97, pp.15-20, 2017.]

(Received ?)

(Accepted ?)

A STUDY ON AGGREGATION OF CHANGES IN HABITUAL RAILWAY USAGE BASED ON HISTORICAL TICKET PASS DATA IN A STATION

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