

パンデミック後の鉄道旅客の動向をデータで読み解く

富井 規雄 (日本大学)

Estimating Railway Passengers' Behavior after COVID-19 based on Data Analysis

Norio TOMII, Nihon University, Center for Railway Research

Epidemic of COVID-19 has been giving a great impact to railway passengers' behavior. The number of passengers during morning rush hours has been decreasing; passengers tend to commute at earlier times; purchases of commuting passes have decreased and so on. In addition, due to the decrease of passengers during morning rush hours, delays of trains have decreased significantly. It is crucial for railway companies to offer enough and sufficient transportation service to passengers. To this end it is necessary to analyze railway passengers behavior which dynamically varies based on an analysis of actual data. At present, it has become possible to collect various kinds of data concerning passengers' behavior such as data collected by ticket gates, data of congestion of trains, arrival and departure times of trains and so on. In this paper, we present some examples of the results of analysis of railway passengers' behavior influenced by COVID-19.

Keywords : COVID-19, Passengers Behavior, Data Analysis, Railways

1. はじめに

2020年2月頃から、鉄道の利用者の数に大きな変化があった。新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の流行によるものである。利用者の数が大きく減少しただけでなく、その行動にもさまざまな変化が見られた。それは、それまで頻発していた朝ラッシュ時の遅延が激減するなど、列車の運行にも影響を与えることとなった。あわせて、鉄道会社では、需要に合わせた適切な輸送力を提供することの重要性が認識されることになった。さらに、テレワークの普及とともに、それを経験した利用者からは、(通勤するのなら) より快適な通勤を求める声も聞かれるようになった。

本稿では、都市圏の鉄道会社の通勤・通学輸送を対象として、COVID-19が鉄道に与えた影響、それに対する鉄道側の対応、今後のあり方などについて、データ分析の結果にもとづいて述べてみたい。

2. COVID-19の影響

COVID-19の蔓延により、2020年4月7日に全国を対象として緊急事態宣言が発出され、外出の制限が強く求められた。その結果、企業には、テレワークの推進、出張の抑制などが求められ、また、大学でもオンラインでの授業が主流となった。そのため、これ以降、鉄道の利用者の数は大きく減少した。図1に、首都圏のある鉄道会社の2020年1月から2022年9月の平日の朝ラッシュ時間帯の利用者の数の推移 (8時から8時半までの入出場者の数 (橙) と8時30分から9時までの間の入出場者の数 (青)) を示す。この時間帯については、2020年4月下旬頃には、それ以前の2割強程度まで落ち込み、その後回復したものの、長期にわたって平常時の6割程度にとどまっていたこと、その後、やや回復基調ではあったが、2022年8月ごろの蔓延とともに再び低迷したことなどがわかる。

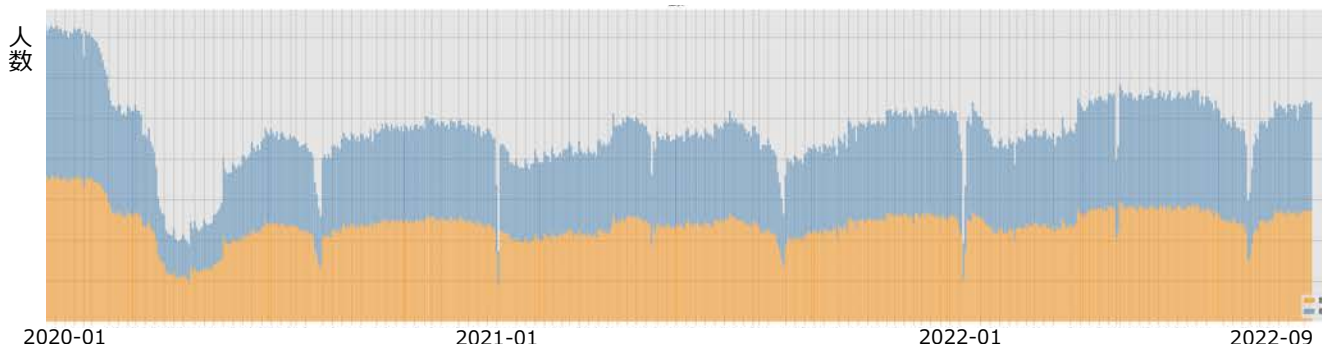


図1 朝の通勤時間帯 (平日) の利用人数の変化 (首都圏)

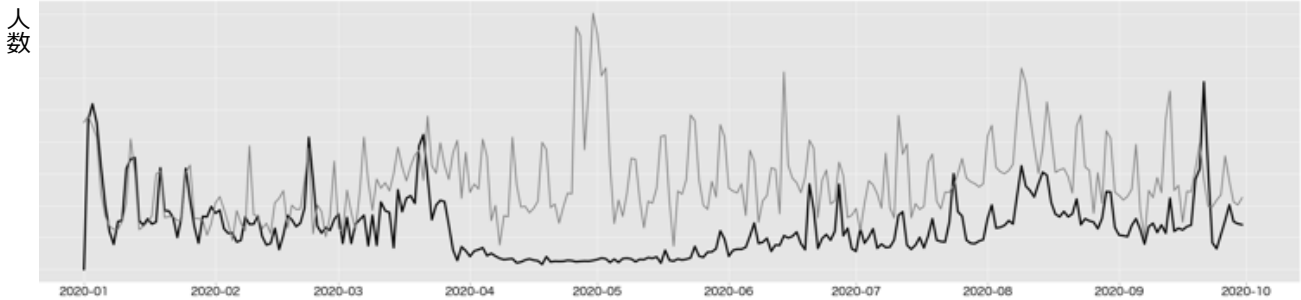


図 2 利用人数の推移（観光地）

図 2 に、関東地方の郊外の観光地の最寄駅の日ごとの利用者の人数（2019 年と 2020 年の 1 月から 9 月）を示す。黒色の線は 2020 年、灰色の線は 2019 年の値である。これを見ると、観光地の方が低迷期間が長引いていたことがわかる。この駅は海外からの旅行者も多い駅だったのだが、2020 年 2 月以降はインバウンド客はいなくなり、もちろん、国内からの利用者也激減した。例年であれば、5 月の連休などには多くの人で混雑するが、2020 年にはそれもなかったことがわかる。

図 1、図 2 を作成するのに用いたデータは、改札口の入出場者数を時間帯ごとに記録したものである。しかし、この種のデータだけでも、色々興味深いことがわかる[1]。

3. データからわかること

3.1. 行動の変容

図 3 に、時間帯ごとの利用者の数の比較例を示す。具体的には、首都圏のある会社の全駅の 8 時から 8 時半の入出場者数（橙）と 8 時半から 9 時の入出場者数（青）を比較したものである。この図からわかるように、コロナ前に比べて、早い時間の利用者の数が増加しており、その傾向は、2022 年 9 月においても継続していることがわかる。

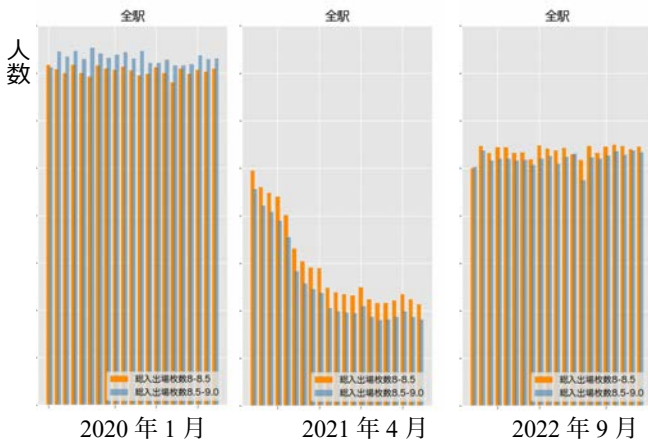


図 3 時間帯ごとの利用者数の比較

3.2. 日々の利用者数の変化

図 2 から、これまでは見られなかったような利用者数の日々の変動が出現したことがわかる。例えば、2020 年 4 月 1 日、2020 年 6 月 1 日の利用者の数は、その前後の日よりも多い。2020 年 4 月 1 日は年度始め、2020 年 6 月 1 日は、緊急事態宣言解除後の最初の月替わりの日ということで、それまでテレワークだった人も出社を余儀なくされたのではないかと推察される。さらに、利用者の数が激減していた期間においても、利用者の数には差異がある。例えば、月曜日の利用者の数は、他の曜日よりも大きい傾向がある。週のはじめには出勤したほうがよいという判断が働いた人がいたと考えられる。また、3.4 であわせて述べるが、駅によって、増減の度合いに大きな違いがある。

3.3. 深夜の動き

図 4 に、首都圏のある鉄道会社の 2020 年 12 月の深夜 23 時から 23 時半の間に入場者（よって、おそらく、ほとんどは、これから帰宅する人）数の日毎の変化を示す（縦軸は、2020 年 12 月 1 日（火）を 1 とした指数）。このグラフから、金曜日（濃い編み掛け）には、この時間帯の利用者の数が突出して多かったことがわかる（この時期は、特に東京都では感染者の数が著しく増加し、緊急事態宣言の再度の発出を要望する声もあった頃である）。

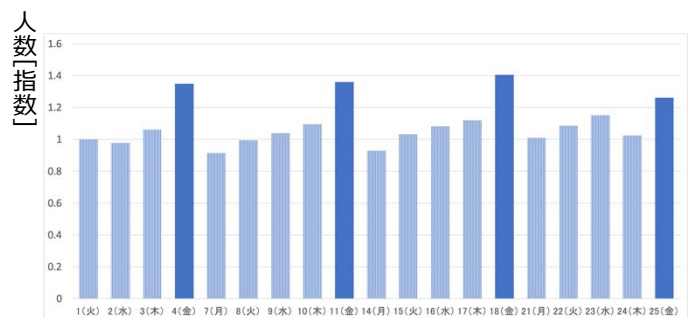


図 4 深夜時間帯の利用者数の比較（2020 年 12 月）

3.4. 定期券比率の変化

テレワークやオンライン講義の普及とともに、定期券利用者の数にも変化があった。図5と図6は、2つの駅A、Bに対して、横軸をその駅の利用者の数（2020年1月初旬の値を100とした指数）、縦軸を定期以外の乗車券の利用者の比率（定期外利用率）とし、2020年1月から2021年6月について、その値の週ごとの推移をあらわしたものである[2]。図5に示す駅（駅A）では、利用者の数が大きく減少したこと、定期外利用率は、その間、ほぼ一定であったが、その後、大きく増加したことがわかる。一方、図6の駅（駅B）では、利用者の数の減少率は、駅Aほどではなく、また、定期外利用率は、この間、徐々に増加し、その後、徐々に低下したことがわかる。全ての駅を対象として、クラスタリングを実施した結果、駅は、それぞれ特徴を持つ、いくつかのパターンに分類できることを明らかにした。

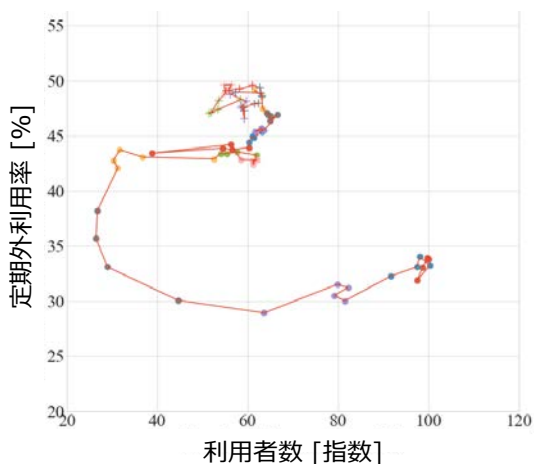


図5 利用者数と定期外利用率の変化（駅A）

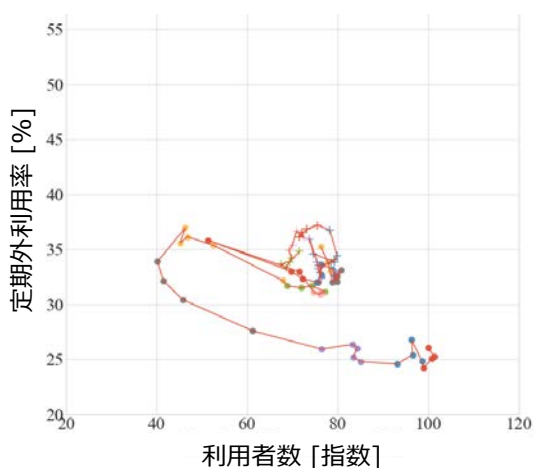


図6 利用者数と定期外利用率の変化（駅B）

3.5. 利用者数と遅延の関係

特に東京圏の通勤路線においては、COVID-19の蔓延以前は、朝ラッシュ時に小規模の遅延が慢性的に発生していた[3]。しかし、利用者の数が激減した結果、遅延も減少することになった。図7に、首都圏のある通勤路線における利用者の数と遅延の関係を示す。具体的には、日毎に、朝ラッシュ時間帯（7時から9時）を対象として、横軸を、その日の当該時間帯の全駅の利用人数（COVID-19以前を100とする指数）、縦軸を、その日の対象時間帯のある主要駅での列車の平均遅延としている[4]。横軸を全駅の利用人数としたのは、次のような理由による。

- 都市圏の列車が稠密に走行する路線では、小規模の遅延の原因は、ほぼすべて、混雑に起因する事象による停車時間の増加である。
- 混雑に起因する事象の発生状況は、乗降客数、車内の混雑、ホームの混雑などの要素で決まる。
- これらの要素は、全体の利用人数におおよそ比例する。

図7からは、利用者の数がある値（しきい値）を超えると、遅延が急激に大きくなることがわかる。また、利用者の数が多いときには、列車運行が不安定になる（日によって遅延が小さいこともあれば、非常に大きな遅延が発生する日もある）ことがわかる。停車時分についても、同様の傾向があることが判明していることから、利用者の人数が、あるしきい値を超えると、再乗車（その駅で降りる人に道をゆずるために、本来、その駅で降りない乗客が一旦車外に出た後、再び乗車する）が発生し、その結果として停車時分が増加することが、この現象の背景にあると考えられる。また、混雑の増加にもなって、小規模のトラブル（ドアに荷物がはさまれるなど）の発生確率が上がることも一因ではないかと推定している。

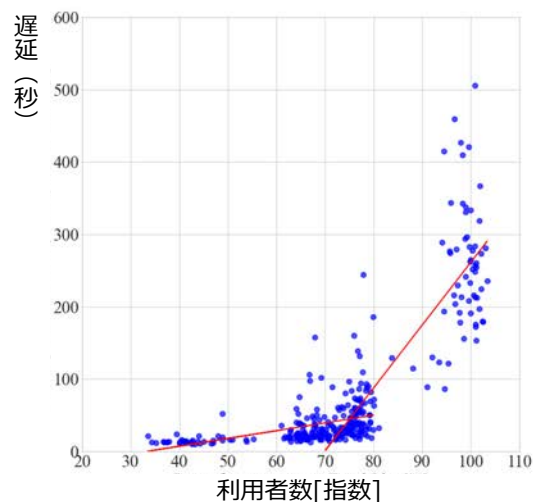


図7 利用者の数と遅延の関係

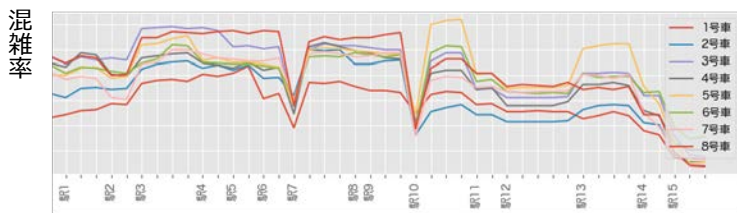


図8 混雑率の変化 (1列車) 駅 (→進行方向)

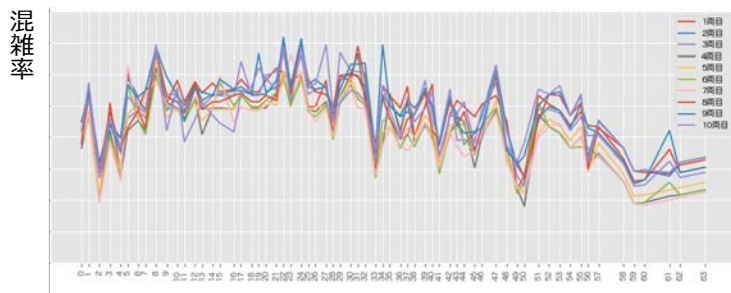


図9 混雑率の差異 (1駅) 列車

3.6. 混雑率の把握

最近では、様々な手段によって、列車の号車ごとの混雑率データが取得可能になりつつある。図8に、関西のある路線での朝ラッシュ時間帯のある1本の列車(8両編成)の進行にともなう号車ごとの混雑率を一定時間間隔ごとに取得した結果を示す。この図からは、号車によって混雑率に大きな違いがあること、その傾向は、どの区間においても概ね同様であるが、一部区間においては、一部の車両の混雑率が高くなっていること、乗換え駅で大きな変化があることなどがわかる。また、図9は、首都圏のある駅での朝ラッシュ時間帯の列車ごと・号車ごと(10両編成)の混雑率を示している。この図から、列車によって混雑率に大きな違いがあること、編成内の混雑の偏りについても、列車によって相違が生じていることがわかる。

混雑率に関しては、これまで、例えば、降車や乗換えに便利な号車が混雑するなどのことが定性的には知られていた。しかし、データの取得が容易ではないことなどから、定量的な分析は十分ではなかった。特に、図9については、このような差異が生じる理由は、現時点では必ずしも明らかではなく、今後の重要な検討事項である。

4. データ分析に基づく適正な輸送サービスの提供

鉄道にとって、需要に見合った輸送力を提供することは、非常に重要である。これまで、都市圏の鉄道においては、短期間に需要が激変することはほとんどなかった。また、鉄道会社側としても、通勤路線においては、仮に需要が変動することが事前にわかったとしても、それに応じて運行計画を変更することは(スポーツや花火などのイベントへの対応を除

くと)難しかった。しかし、COVID-19の影響によって、鉄道の需要が大きく変わることになり、鉄道事業者も、それへの対応を迫られることになった。

今後とも、社会の状況や利用者の嗜好に様々な変化が予測される中で、利用者が混雑に対する不安や遅延に対する不満を持つことがなく、かつ、鉄道会社のリソースを効率的に使用した輸送サービスが求められる。一方で、利用者の理解を得つつ、行動の変容を促す絶好の機会と考えることもできる。従って、今後は、次のようなことを検討する必要がある。

- 朝ラッシュ1時間の利用者の集中を、他の時間帯に分散させる。
COVID-19を奇貨とらえて、社会的コンセンサスのもとに、必要に応じて自治体等との連携のもとに、集中を緩和したい。
- 列車ごと、編成内の混雑率の偏りを少なくする。
データ分析の結果に基づき、明示的に混雑率を平準化することをめざした列車ダイヤの作成方法、運行管理のありかたを検討する必要がある。
- 利用者への混雑情報提供のあり方を再検討する。
利用者均衡は利用者全員がすべての情報を所持しているという前提のもとで成立する。駅のポスターやHPの情報だけでなく、利用者が自らの便益を意識できる個々にパーソナライズした情報を提供する必要がある。
- 機械学習等を応用した効率的な分析手法を考案する。
本稿で紹介したものは、ほぼ、データの可視化にとどまっている。データ分析を効率化するために、各種の機械学習のアルゴリズムの適用を検討する必要がある。

5. おわりに

都市圏の鉄道会社の通勤・通学輸送を対象として、COVID-19が鉄道に与えた影響を実データにもとづいて分析し、あわせて、今後のあり方について述べた。このようなアプローチによって、より便利な鉄道が実現されることを期待したい。

文献

[1] 富井規雄, 今後の通勤輸送: データ分析を活用して, 運輸と経済, Vol.81, No.4, 2021.

[2] 毛利裕馬, 米元和重, 富井規雄, COVID-19の影響の視点から見た駅の特性の可視化と特徴の分析, J-Rail2021-第28回鉄道技術連合シンポジウム講演論文集, 2021.

[3] 富井規雄, 列車ダイヤのはなし - 世界一正確なダイヤと定時運行のしくみ, 成山堂書店, 2022.

[4] Yuma Mouri, Kazushige Yonemoto, Norio Tomii, Investigation of relationship between volume of passengers and train delays, STECH2021, Chiba, Japan, 2021.