

混雑情報のピーク時の鉄道の利用時刻変更に与える影響に関する研究 —新型コロナウイルス感染症のリスク認識に着目して—

A Study on the effect of congestion information on railway departure time choice during rush hours: A focus on COVID-19 risk perception

東京大学工学部都市工学科都市計画コース 03-190150 滝澤 輝久

Due to the spread of COVID-19, railway companies have begun to actively provide congestion information in order to encourage people to avoid crowding in trains. In this study, I investigated the effect of providing congestion information by time periods on departure time choice during rush hours. I did not find any effect on the change in actual train usage before and after the providing congestion information, but I found an effect on time choice in a hypothetical situation. It was also confirmed that the effect on time choice differed depending on the risk perception of COVID-19.

1. 研究の背景と目的

都市部での鉄道の混雑は長らく問題となってきたが、新型コロナウイルス感染症の流行拡大に伴い、2020年の4月から5月にかけて緊急事態宣言が発出され、在宅勤務・時差通勤が奨励された。宣言解除後も感染リスクが高いとされる「三密」を避けるために政府や鉄道事業者は時差通勤の呼びかけを行なっている。その際に鉄道事業者はホームページやアプリを利用して混雑情報の提供も併せて行なっている。

鉄道事業者が提供している混雑情報の詳細さや時間帯、媒体などの違いにより期待される行動の変化は車両の変更、列車の変更、時間帯の変更、経路の変更に大別できる。中でも車両や列車の変更については轟ら¹⁾²⁾によって混雑情報提供の効果が検証されているが、時間帯の変更についての効果については検証されていない。そこで本研究では混雑情報が鉄道の利用時刻の変化に与える影響に主眼を置き、次の2点を明らかにすることを目的とした。

- 1) 実際の鉄道利用において、混雑情報を確認したか否かが混雑回避行動に影響を与えているか
- 2) 仮想状況で時間帯ごとの混雑情報を提供した際に、利用時刻の変化に与える影響があるか

また、鉄道の利用時刻の選択において、新型コロナウイルス感染症へのリスク意識も多いに影響を与えると考えられるため、新型コロナウイルス感染症のリスク意識の分析もあわせて行う。

2. 調査について

2.1 調査概要

時間帯ごとの混雑情報を提供しており、全駅での混雑情報を提供している東京メトロを事例として扱い、東京

メトロを定期的に利用している層を対象にアンケート調査を実施した。調査の概要を表1に示した。

表1 アンケートの概要

調査対象	東京メトロ利用者 550 名
実施方法	Web アンケート (クロスマーケティング(株)へ委託)
実施時期	2020年12月9日～2020年12月16日
有効回答数	487 サンプル
主な調査項目	個人属性、新型コロナウイルス感染症について、2019年12月と2020年12月の鉄道利用について、仮想状況での出発時間帯選択

2.2 回答者の構成

回答者の年代構成は10代が4%、20代が20%、30代が21%、40代が21%、50代が15%、60代が16%、70代が16%で、性別構成は各年代とも男女がほぼ同数だった。また、鉄道利用の主目的は2019/2020年それぞれで通勤67%/67%、通学11%/5%、業務4%/5%、私用17%/22%、鉄道は全く利用しない1%/1%となり、2019年から2020年にかけて通学目的が減少し、私用目的が増加した結果となった。

3. 新型コロナウイルス感染症に関するリスク評価分析

3.1 潜在因子の探索

新型コロナウイルス感染症に関して感染予防をどの程度行っているか、感染した際の体調を崩すことや社会的な影響をどの程度恐れているかについての設問を計10問用意し、それぞれ「非常にあてはまる」から「全くあてはまらない」までの5段階で聴取した。「実際のところ、感染してしまうのは仕方ないと思う」「自分が感染したら体調を崩してしまわないか心配だ」という設問を除いた

8つの設問の回答を元に因子分析を行った。その結果を表2に示した。

それぞれの因子の因子負荷量大きい項目の内容を見ると、因子1は感染予防に関する内容であることから「感染前の不安」、因子2は感染後の影響や不安に関する内容であることから「感染後の不安」、因子3は国や自治体が一貫して呼びかけている内容であることから「呼びかけ影響」と名付けた。

3.2 回答者のクラスタリング

上記の因子分析の因子得点を元にクラスター分析により回答者のクラスタリングを行い、「恐怖群」と「非恐怖群」の2つに分類した。サンプル数は恐怖群が258、非恐怖群が229となった。

4. 新型コロナウイルス感染症流行前後の混雑回避行動に混雑情報が与える影響に関する分析

4.1 混雑情報提供の認知度について

東京メトロでは公式ホームページや公式アプリで駅ごとに乗車方面別の各時間帯（平日/土休日別）の混雑状況の情報を提供している（図1）。この混雑情報を認知していたか、そして見た場合に、出発時刻を決めるのにどの程度参考にしたかを聴取した。その結果を表3にまとめた。結果混雑状況を実際に見たのは約30%で、出発時刻の参考にしたのは約18%という結果になった。

表3 混雑情報提供の認知度と参照度

知っており、実際に見たことがある	153
とても参考にした	17
ある程度参考にした	70
あまり参考にしなかった	51
全く参考にしなかった	15
知っているが、見たことはない	115
知らなかった	219



図1 提示した混雑情報提供の例³⁾
(東京メトロより引用)

4.2 混雑情報の効果について

まず各回答者の鉄道利用区間を聴取し、複数の路線を乗り換え利用している場合は乗車時間が最も長い区間を聴取した。その上で2019年に7:30~9:00の間に都心（山手線内）に到着または通過した通勤・通学者をピーク時利用者として定義し、2020年に、より空いている時間帯に移動した場合に混雑回避行動を取ったと定義した。

表2 因子分析の結果

項目	因子1	因子2	因子3	共通性
外出すると感染してしまうのではないかと思う	0.79	0.05	-0.14	0.60
混雑する列車に乗るのは怖い	0.76	-0.03	0.13	0.63
不要不急の外出や人が集まる場所は控えるようにしている	0.42	-0.01	0.25	0.29
他人が触る場所はなるべく触らないようにしている	0.39	0.05	0.21	0.27
自分が感染したら、家族や知り合いにうつしてしまわないか心配だ	0.03	0.78	0.02	0.64
自分が感染したら、自分や周囲の人の行動が制限されてしまうことが心配だ	-0.03	0.66	-0.01	0.42
手洗いやアルコール消毒を積極的にするようにしている	0.04	0.05	0.67	0.52
外出する時はマスクをつけるようにしている	-0.06	0.11	0.53	0.34
固有値	1.59	1.14	0.98	
寄与率	0.20	0.14	0.12	
累積寄与率	0.20	0.34	0.46	
因子間相関行列 因子1	1	0.33	0.29	
因子2	0.33	1	0.59	
因子3	0.29	0.59	1	

因子抽出法：最尤法 回転法：オブリミン回転

混雑回避行動を取ったか否かを、混雑回避行動に影響を与える要因として考えられる、始業時刻を少なくとも前後のどちらかに変更できるかどうかを示す始業自由度ダミー、混雑情報を実際に見たかどうかを示す混雑情報確認ダミー、新型コロナウイルス感染症へのリスク認識の因子得点を説明変数としてロジスティック回帰分析を行なった。なお、2019/2020年とも鉄道利用の主目的が通勤または通学で変わっていないピーク時利用者を対象とした。その結果を表4に示した。

表4 ロジスティック回帰分析の結果

	係数	z 値	
(定数項)	-2.62	-4.69	***
混雑情報確認ダミー	0.66	4.66	
始業自由度ダミー	2.73	1.04	***
感染後の不安 (因子得点)	1.41	1.47	**
サンプル数	114		
尤度比	0.28		
調整済み尤度比	0.23		

* : 5%有意 ** : 1%有意 *** : 0.1%有意

2019年でピーク時に利用していた対象者が、2020年において混雑を回避したかどうかについては、始業時刻変更が自由であるかと、感染後の不安が有意に影響を与えていることが示された。一方で、混雑情報を見たかどうか有意な影響を与えていることは示されなかった。原因としてはピークのない路線の利用者も対象になっていること、時差通勤・テレワークの取り組みによって混雑が緩和されていたことが考えられる。

5. 仮想状況における混雑情報の影響に関する分析

5.1 提示した条件について

自宅から都心に近い会社（もしくは学校）に電車通っており、自宅の最寄駅から会社（もしくは学校）の最寄駅まで電車の乗車時間は15分、駅から会社（学校）まで徒歩10分かかる状況を想定してもらった。その上で9時始業の場合、何分前に到着したいかを聴取した。そして各時間帯の列車の出発時と到着時の混雑状況（図2）

の情報を提示し、始業時刻が9時の場合に新型コロナウイルス感染症が流行している現在（以下、コロナ禍）と収束後（以下、コロナ収束後）の場合の2パターンでの時間帯の選択を聴取した。

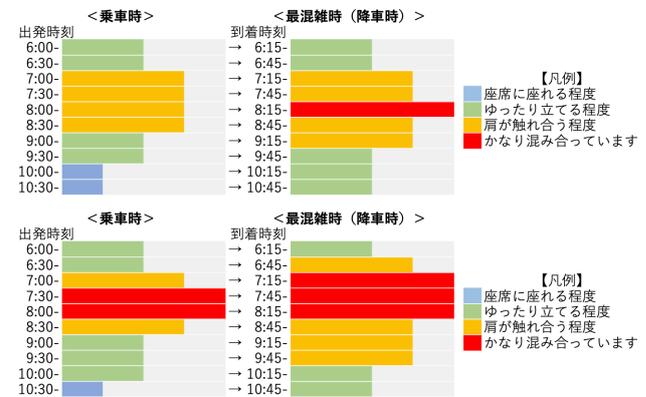


図2 回答者に提示したコロナ禍（上）とコロナ収束後（下）の混雑状況

5.2 乗車時刻選択モデルの構築

図2の各時間帯のうち6:00-6:29から8:30-8:59までの6選択肢から1つを選択する多項ロジット型の乗車時刻選択モデルを構築した。説明変数は、希望到着時刻からの早着・遅延時間に加え、コロナ禍では8:00-の選択肢に、コロナ収束後では7:30-、8:00-の選択肢に最混雑時ダミーを組み込んだ。最混雑時ダミーのパラメータを恐怖群と非恐怖群で分けた場合と分けなかった場合の2通りをコロナ禍とコロナ収束後のそれぞれで推定した結果を表5に示した。

(1) パラメータの有意性、正負について

コロナ禍における非恐怖群以外で最混雑時ダミーが有意になった。また、コロナ禍、コロナ収束後のいずれのモデルでも有意になったパラメータの正負は合理的な結果である。

(2) モデルの適合度

調整済み尤度比がコロナ禍のモデルでは0.17前後、コロナ収束後のモデルでは0.12前後であり、収束後ではあまり当てはまりの良い結果とはならなかった。

表5 乗車時刻選択モデルの推定結果

説明変数	単位	コロナ禍				コロナ収束後			
		係数	t値	係数	t値	係数	t値	係数	t値
最混雑時ダミー		-0.32	-2.57**	-0.50	-3.13**	-0.66	-5.44**	-0.70	-4.69**
最混雑時ダミー (恐怖群)				-0.12	-0.80			-0.61	-3.88**
最混雑時ダミー (非恐怖群)									
希望到着時刻からの早着	分/10	-0.21	-12.89**	-0.21	-12.90**	-0.19	-12.97**	-0.19	-12.97**
希望到着時刻からの遅延	分/10	-1.58	-8.24**	-1.58	-8.24**	-1.23	-7.75**	-1.23	-7.75**
サンプル数		487		487		487		487	
尤度比		0.171		0.173		0.125		0.125	
調整済み尤度比		0.168		0.169		0.122		0.121	

* : 5%有意 ** : 1%有意

なお、詳細は紙幅の都合で割愛したが、混雑状況の説明変数を出発時と到着時の混雑率の2乗値の形で導入して推定した場合、いずれも最混雑時ダミーの形で導入した表5のモデルより当てはまりが悪い結果となった。1つの理由として調査では混雑状況を図2に示す4段階の指標で提示し、混雑率は提示していなかったことから、混雑指標で受ける感覚と実際の混雑率に対応していなかった可能性が考えられる。また、今回は2乗値を用いたが、他の関数形の可能性も考える必要があると思われる。もう1つの理由として、混雑率に応じて不効用が連続的に変化するのではなく、回避したい混雑の閾値がある可能性が考えられる。実際、二番目混雑時ダミーも組み込んだモデルの推定も行ったが、尤度比は向上せず、パラメータも有意にならなかった。

(3) 恐怖群と非恐怖群の比較

コロナ禍での恐怖群と非恐怖群の最混雑時ダミーのパラメータは恐怖群のみ有意な結果となった。これは新型コロナウイルス感染症を恐れている群は混雑を回避しようという意識があり、このような対象層には混雑情報の効果があるものと考えられる。一方でコロナ収束後のモ結果をみると、恐怖群・非恐怖群のいずれも有意な結果となり、パラメータの差も有意ではなかった。以上は新型コロナウイルスへのリスク認知がコロナ禍においてのみ影響するとの結果であり、直観に整合的である。

5.3 情報の有無による選択確率の変化

コロナ禍における恐怖群とコロナ収束後のモデルでパラメータ推定値を元に、最混雑時の情報があつた場合となかった場合のそれぞれの出発時間帯の選択確率を図3に示した。コロナ禍において最混雑時の8:00-の選択確率は38%から27%に、コロナ収束後の最混雑時である8:00-の選択確率は36%から26%に、7:30の選択確率は22%から16%にそれぞれ減少した。

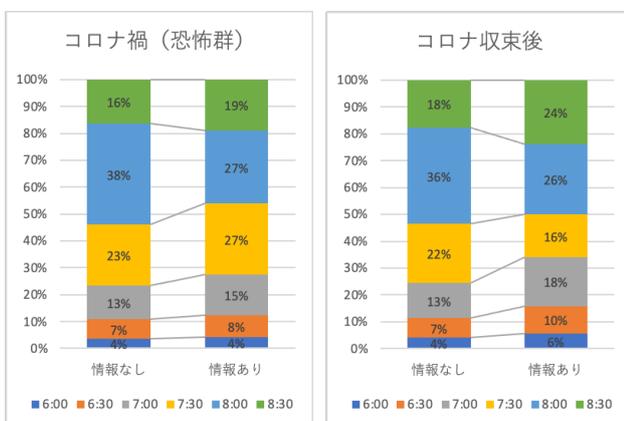


図3 混雑情報の有無による選択確率の変化

6. 本研究の結論と課題

6.1 本研究の結論

本研究の1つ目の目的である「実際の鉄道利用において、混雑情報を確認したか否かが混雑回避行動に影響を与えているか」については、2019年と2020年の実際の通勤・通学行動を比較し、混雑回避行動に混雑情報を確認したかが影響を与えていたかを検証したが、影響を与えていたという結果は得られなかった。

2つ目の目的である「仮想状況で時間帯ごとの混雑情報を提供した際に、利用時刻の変化に与える影響があるか」については、仮想状況での混雑情報提供の効果を検証した。その結果ピーク時の利用を避ける傾向が見られ、混雑情報の効果はあったと言える。以上のことから混雑を体感し得ない状況においても、時間帯ごとの混雑情報を提供することによって、利用者の時刻選択に影響を与えることがわかった。

6.2 本研究の課題

目的1の検証では、混雑情報を見たかどうかピーク時間帯を回避するかに影響を与えるかどうかについて確認できなかった理由として、ピークのない路線の利用者も対象になっていること、混雑が緩和されていたことを挙げた。ピークの明確な路線・区間や、最混雑時にとくに混雑している路線・区間の利用者を対象として同様の検証を行う必要があると考えられる。

目的2の検証では、定数項を組み込んだモデルでの推定、混雑回避要因が最混雑時間帯という情報によるものか指標の程度による情報によるものなのかは判別できないこと、乗車時間による反応の変化が検証できていないこと、体感の混雑と提供される混雑情報の影響力の大きさの比較などがあげられる。

謝辞

本研究を進めるにあたり、アンケート調査にご協力いただいた、足立茂章様をはじめとする東京地下鉄(株)の皆様へ深く感謝の意を表します。

参考文献

- 轟 朝幸, 松本 修一, 松田 博和, “路面電車利用者への混空情報提供の有用性の検証,” 運輸政策研究, 第11巻, 第1号, pp. 17-24, 2008-2009.
- 轟 朝幸, 水野 隆二, “都市鉄道におけるリアルタイムな混雑情報提供の有用性の検討 —乗車選択行動モデルを用いて—,” 土木計画学研究・論文集, 第27巻, pp. 787-794, 2010.
- 東京地下鉄, “混雑見える化 | 東京メトロ,” <https://tmap-sid.tokyo-metro.jp/o/view/index.html>. (2021/3/12 閲覧)