

都市鉄道の混雑緩和に資する複数の提供情報の効果比較

建設工学専攻
土木計画研究

ME18027 夏 瑞 瑞 瑞
指導教員 岩倉 成志

1. はじめに

2019年に日本の国土交通省が公開した2018年度首都圏の路線区間の混雑率ランキングのトップ10の混雑率は182%~199%となっている。混雑率1位は東西線であり2017年度と変わらず、混雑率10位は2017年度より2ポイントを減らしたことが確認できる。厳しい混雑状況が通勤・通学ラッシュ時において列車遅延が発生する主な要因となる。さらに高い混雑率がラッシュ時の利用者の肉体的、精神的負担などとなっている。

一方、不適切な駅構造からラッシュ時に乗車集中が誘発され、乗車集中が列車遅延へ間接的に影響している可能性がある。そこで様々な列車に関する情報を提供することで乗車集中が分散するかどうかを考える。

本研究の目的はMultinomial Logit model(以下, MNLモデル)を用いて複数の情報提供を行った場合の乗客の車両選択モデルを構築し、どの様な情報提供が乗車車両の分散に有効かを分析する。

2. 既往研究のレビューと本研究の位置づけ

轟ら(2010)の東西線を対象とした混雑情報提供の車両選択モデルは、混雑情報の提供が無い場合とある場合の対象駅の混雑率の試算を行い、混雑情報の提供がある場合に、混雑率のばらつきが緩和された結果を得た。しかし、筆者は次の問題があると考えた。各車両の高い混雑率が同じ状況で提示される場合があり、提示される次の電車の各車両の混雑率のばらつきが小さくなると唯一の混雑情報である「リアルタイム混雑情報」の有効性が低下する可能性がある。

提供情報が少ない問題に対する本研究では、利用者が同じ路線を利用しているが、利用者の乗車時間や性別などの属性の違いによる車両「リアルタイム混雑情報」以外の「ホーム空いている」「乗車後数分して座れる」という2つ混雑状況情報が望ましい利用者がいることを仮定する。ラッシュ電車の利用者が参考にしたい情報を探し、その様々な情報の有効性を比較し、複数情報提供の必要性を明らかにする。

3. アンケート調査の概要

3-1. 調査対象

対象路線は、首都圏新都市鉄道株式会社のつくばエクスプレスを対象路線とする。なお、調査は朝ラッシュ時につくばエクスプレスを利用している乗客を調査対象とする。乗車時間は40分の長時間パターンと20分以下の短時間パターンを考える。つくばエクスプレスの柏の葉キャンパス駅と八潮駅を調査駅とした。

パターン	6号車	5号車	4号車	3号車	2号車	1号車
1	3	5	7	1	4	6
2	7	2	6	3	8	5
3	7	3	5	1	2	6
4	7	2	5	1	6	4
5	2	6	8	5	3	1
6	4	6	5	3	8	1
7	2	6	1	3	4	8
8	4	3	1	3	6	5
9	5	6	3	1	4	7
10	7	3	2	3	4	6

選択肢	A	B	C	組合
1	1	2	2	A ₁ B ₂ C ₂
2	1	3	3	A ₁ B ₃ C ₃
3	2	1	2	A ₂ B ₁ C ₂
4	2	2	3	A ₂ B ₂ C ₃
5	2	3	1	A ₂ B ₃ C ₁
6	3	1	3	A ₃ B ₁ C ₃
7	3	2	1	A ₃ B ₂ C ₁
8	3	3	2	A ₃ B ₃ C ₂

図-1 選択肢配置

車両順番	6号車	5号車	4号車	3号車	2号車	1号車
リアルタイム混雑 (到着時の車両内部の混雑状況)	空	中	混	空	中	混
各扉のホーム待ち混雑状況 (乗車駅ホームの各扉の待ち人数の表示)	約10人	約5人	約20人	約20人	約10人	約5人
各車両の空座席総数予測 (次の各駅から発車後10分以内に各車両の空く座席の総数の可能性)	約14席	約5席	約0席	約5席	約0席	約0席

図-2 アンケート調査票の情報欄

3-2. 調査票について

つくばエクスプレスと同じ6両編成で設置し、車両を選択する意識調査(Stated Preference)を行った。各車両に対応する「リアルタイム混雑」、「各扉のホーム待ち混雑状況」、「各車両の空座席総数の予測」の3つの仮定情報(因子 A,B,C)をL₉(3⁴)直交配列表で配列した。選択肢の設定には直交配列表中の最も空いている選択肢(A₁B₁C₁)を取り除き、残りの8つの選択肢を6つランダムに抽出し、図-1に示すように車両に付け、10パターンにした。回答者は混雑情報を付けられた車両を選択する形式で回答する。

3-3. アンケート調査の実施

対象駅で朝の電車利用者を対象としたアンケート調査を行った。図-2に示すアンケート調査票に載せる3つの仮定情報を車両単位で提示される。

アンケート調査の実施日は柏の葉キャンパス駅で12月5日と12月6日、八潮駅で12月9日と12月10日である。通勤・通学を目的とする利用者は夕方に住に戻る可能性が高いため、アンケート調査票を17:30~20:50の時間帯に駅から出る鉄道利用者に配布した。アンケート票回収状況は、柏の葉キャンパス駅では有効回答124部(有効率:45%)、八潮駅では有効回答115部(有効

率:41.8%)を得ることができた。

4. 乗車車両選択モデルについて

回収したアンケート票の回答状況をまとめ、MNLモデルによる複数情報提供の車両選択モデルを構築した。

「複数情報を参考にしたい」と答えたサンプルをモデル構築のデータとした。

車両の選択は「順位付け」方法で答えられ、順位1位の回答を用いてパラメータを推定した。

モデルについて以下に示す

$$V_{iu} = \sigma OSD_{iu} + \mu DSD_{iu} + \beta RL_{iu} + \gamma PL_{iu} + \delta(T_i \times ST_{iu}^{\eta})$$

$$p_{iu} = \frac{\exp(V_{iu})}{\sum_{j=1}^6 \exp(V_{ju})}$$

凡例..V: 車両選択効用, i: 車両番号, l: サンプル番号, OSD: 乗車駅階段と乗車車両との距離, DSD: 降車駅階段と乗車車両との距離, RL: リアルタイム混雑, PL: 各扉のホーム待ち混雑状況, T: 乗車時間, ST: 各車両の空座席総数の予測値, (σ, μ, β, γ, δ): パラメータ, η: 指数パラメータ

5. 推定結果

全体, 短時間乗車 20 分以下, 長時間乗車 20 分以上, 女性, 男性の類別により, サンプルを抽出し, 順位 1 位のデータを用いて推定した結果を表-1 に示す. 長時間乗車パターンの推計精度が最も高く, 女性は男性より推計精度が高い結果を得た. 「ホーム混雑」情報が車両選択に不効用, 「空座席数」情報が車両選択に効用を与えていることが確認できる. 以上の結果をもたらす原因を長時間乗車グループと女性グループが他のグループより車両選択に情報をより参考したと判断する.

変数($T_i \times ST_{iu}^{\eta}$)はベキ関数になっているため, 表-2 でグループ属性による乗車時間 T を仮定し, 空座席 ST を各グループ同じように 5 席と仮定する. 感度評価を表-3 に示す. 横に比較すると「リアルタイム混雑」情報の効果値が男性グループに高く, 「ホーム混雑状況」情報の効果値が男性グループに高いことがわかった. 短時間乗車グループより長時間グループに「空座席数」情報の効果値が高く, 男性より女性に「空座席数」情報の効果値が高いことがわかった. 女性グループと 20 分以下のグループの「ホーム混雑情報」のパラメータ値γが有意になっていないため, γ/μ(m/人)の評価ができなかった.

図-3 に示す「リアルタイム混雑情報」を参考にした回答率が一番高い原因は乗客の混雑に対するイメージが各車両の「リアルタイム混雑」であると考えている. 「ホーム混雑」情報と「空座席数」情報の情報がほしい利用者が一定数いることがわかった. なお, 長時間乗車グループは「空座席数」情報を参照にした比率が高いことがわかった.

表-1 モデルの推定結果

説明変数	係数	全体	20分以下	20分~40分	女性	男性
		推定値	推定値	推定値	推定値	推定値
リアルタイム混雑(%)	β	-0.0111 (-5.70)	-0.0102 (-4.13)	-0.0136 (-4.15)	-0.0099 (-3.51)	-0.0123 (-4.45)
ホーム混雑状況(人)	γ	-0.0338 (-2.73)	-0.0222 (-1.46)	-0.0572 (-2.64)	-0.0102 (-0.57)	-0.0568 (-3.20)
空座席数の予測(席)	δ	0.0260 (5.99)	0.0425 (3.33)	0.0183 (5.44)	0.0190 (4.64)	0.0372 (4.02)
乗車駅移動距離(m)	σ	-0.0005 (-0.12)	0.0005 (0.10)	0.0002 (0.03)	0.0056 (0.89)	-0.0054 (-0.96)
降車駅移動距離(m)	μ	-0.0281 (-7.33)	-0.0260 (-5.60)	-0.0323 (-4.86)	-0.0361 (-6.26)	-0.0229 (-4.31)
指数パラメータ	η	0.33	0.14	0.49	0.49	0.15
尤度比		0.182	0.147	0.244	0.209	0.191
調整尤度比		0.169	0.126	0.211	0.182	0.166
サンプル数		215	131	84	104	111

表-2 感度評価の仮定条件

仮定項	全体	20分以下	20分~40分	女性	男性
T(分)	30	20	40	30	30
ST(席)	5	5	5	5	5

表-3 パラメータの感度評価

グループ	全体	20分以下	20分~40分	女性	男性
β/μ(m/%)	0.395	0.392	0.421	0.274	0.537
γ/μ(m/人)	1.203	—	1.771	—	2.480
$\frac{\delta \times T \times \eta \times ST^{\eta-1}}{\mu}$ (m/席)	-3.116	-1.147	-4.887	-3.405	-1.861

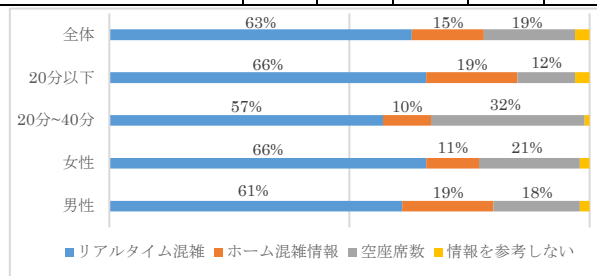


図-3 各情報参考比

6. まとめ

本研究では, 複数情報を参考する下に車両選択の意識調査を行い, 「リアルタイム混雑」以外の「ホーム混雑」情報, 「空座席数」情報の有効性を確認した. 混雑情報は長時間乗車グループの車両選択に有効であることを確認した. しかし, 推計精度を改善するためモデルの改良が必要だと考えている.

謝辞: 本研究を行うに對して, 多大なるご協力を頂きました社会システム(株)の山下良久客員教授に厚く御礼申し上げます.