

D-4

列車車両における混雑課金によるホーム混雑緩和に関する研究

A Study on Platform Congestion Mitigation by Train Cars' Congestion Charging

指導教授 西内裕晶 轟朝幸 8059 小林聡一

1. はじめに

近年都市鉄道においてラッシュ時のホーム混雑が運行安全上問題視されている。そのため鉄道各社ではホーム幅員の拡張、上下線でホームの分離や新設、階段の拡幅などのハード面での対策を行ってきた。しかしそれらの対策には莫大な土地、費用と時間を必要とするため、容易に実施することができない。

さて、ラッシュ時間帯の列車の混雑状況に着目すると、混雑率が車両ごとに異なることが挙げられる。これは主に降車が多い駅の階段などの出口付近に停車する車両に乗客が集中するためである¹⁾。そのため、階段等の処理容量を越えた降車客により、過度なホーム上での滞留が生じている。

そこで、本研究ではホーム上での混雑を緩和するために、混雑している車両に混雑課金（混雑している車両に乗ると運賃などとは別に料金が発生する）を行い、比較的空いている車両に利用者をシフトすることを想定し、利用者がどのように行動するかを意識調査する。また、この調査の結果から、利用者の車両選択行動を把握するために非集計分析を行う。さらに、利用者が課金額に対してどの程度支払うことができるかを確認するために生存分析を行う。これらの分析結果より、混雑車両への混雑課金を行うことによる利用者の車両選択行動を把握し、実現可能性を検討することを、本研究の目的とする。

2. 研究対象

本研究では東葉高速鉄道線船橋日大前駅を選定した。当駅を選定した理由は、①朝の混雑時間帯においてホーム混雑が起きているため、②筆者らの調査により車両ごとの乗降者数・混雑率に大きな偏りがあること、③学生の利用が多いので、降車後の目的地が比較的限定的であるため、④利用者属性のばらつきが少ないため、である。

3. アンケート調査

アンケート調査の概要を以下の表-1に示す。なおアンケート項目として、現在の利用実態・個人属性・混雑課金を与えた際の行動などについて質問した。

また、アンケート調査では混雑課金が行われた際、

混雑している7-9号車に課金が行われたことを想定して、混雑課金額がいくらになったら初めて空いている1-4号車に移動するかを調査した。

本研究では始業時刻10分、20分、30分前に到着する列車を仮定し、列車ごとに課金額を質問した。そのため、列車ごとにモデルの構築を行った。

表-1 アンケート調査概要

項目	内容
調査日時	2011年12月1日(木)~12月8日(木)
対象路線・駅	東葉高速鉄道線・船橋日大前駅
対象者	①東葉高速鉄道線を朝ラッシュ時間帯に利用したことがある人 ②西船橋から船橋日大前駅に行く列車を朝利用する人
配布方法	①12月1日(木)に船橋日大前駅でチラシを配布 ②12月6日(火)、12月8日(木)に授業にてチラシを配布
回答・回収方法	チラシに記載されているホームページよりアンケートに回答・回収
調査内容	①現在の利用実態 ②空いている1-4号車にインセンティブを付与した場合の行動(7-9号車が混雑していると仮定) ③混んでいる7-9号車に混雑課金がある場合の行動(7-9号車が混雑していると仮定)
有効回答サンプル	139人
有効回答率	23.2%

4. 課金による車両選択行動の分析

(1) 非集計モデル

利用者に対して混雑課金を行った際に、どのような要因を重視しているのかを明らかにするため、車両選択モデルを構築した。本研究では、説明変数の組み込みが容易で、必要データも少ないという特徴である非集計ロジットモデルを式(1)、(2)のように用いる。

$$P_{in} = \frac{\exp(V_i)}{\sum_{j \in J_n} \exp(V_j)} \quad (1)$$

$$V_{in} = \beta_1 Z_{1n} + \beta_2 Z_{2n} + \dots + \beta_k Z_{kn} \quad (2)$$

P_{in} :個人 n が選択肢を選択する確定項

V_i :選択肢 i を選択した場合の効用確定項

β_k : k 番目の変数パラメータ

Z_{ki} :選択肢 i において k 番目の説明変数

(2) 分析結果

混雑課金における対象駅到着時刻ごとのパラメータ推定結果を表-2に示す。なお、到着時間とは、当該駅に到着する列車が目的地に到着すべき時刻（学校の始業時刻）の何分前であることを示す。また、高頻度ダミーとは、週4回以上対象駅を利用している人を示す。各説明変数のパラメータの符号は合理的であり、 t 値も良好であった。また、的中率は3つとも75%以上と

良好な結果となった。

表-2のパラメータより、混雑車両に課金を行った際に利用者は、課金額が増加するほど混雑車両から移動し、高頻度利用者であるほど移動を行わないことがわかった。

表-2 パラメータ推定結果

到着時刻 変数	10分前		20分前		30分前	
	パラメータ	t値	パラメータ	t値	パラメータ	t値
混雑課金額 【共通変数】(10円)	0.179	4.68	0.077	1.56	0.047	0.56
高頻度(週4利用)ダミー	-2.19	-3.67	-2.16	-2.91	-2.27	-1.93
乗車時間(分)	0.027	4.25	0.033	3.62	0.047	2.56
的中率(%)	76.98		90.65		93.53	
サンプル数	139		139		139	
修正済み尤度比	0.455		0.689		0.832	

(3) 感度分析結果

乗車時間 60 分, 対象駅を高頻度で利用すると仮定した場合の利用者の感度分析結果を図-1に示す。図-1より、混雑課金額が増えるほど、混雑している車両から空いている車両へ変更することがわかった。また、該当駅到着時刻が始業時刻に近くなるほど移動確率が高いことがわかった。

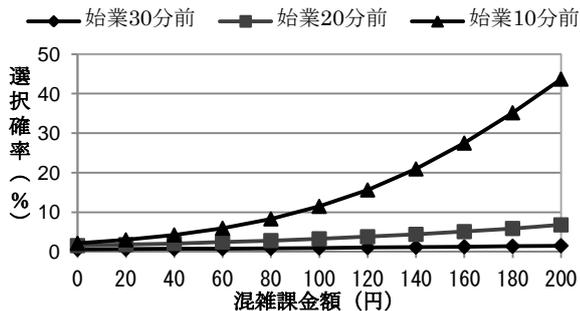


図-1 乗車変更確率曲線

5. 課金支払意思額分析

(1) 生存分析モデル

利用者に対して混雑課金を行った際、どの程度の利用者が該当する混雑課金額を支払ってもよいと考えるかを把握するために、生存分析(セミノンパラメトリックモデル)を行った。使用したモデル推計式、受諾率曲線を式(3), (4)に示す。

$$L_i = \prod_i \left(\frac{\exp(\beta^T z_{(i)})}{\sum_{k \in R(t_j)} \exp(\beta^T z_j)} \right) \quad (3)$$

$$\lambda(t|z) = \lambda_0(t) \exp(\beta^T z) \quad (4)$$

t_i : 混雑課金額

$z_{(i)}$: 変数

β^T : パラメータベクトル

L_i : 部分尤度関数

$\lambda_0(t)$: 基準ハザード

(2) 分析結果

生存分析の結果を表-3および図-2に示す。表-3の係数より、女性ダミーや高頻度ダミーが受諾率(混雑課金を支払える確率)を下けている、すなわち非混雑車両への移動可能性を高くしていることがわかった。また、図-2より課金額が20円および100円の時に利用者の受諾率が急激に減少することがわかった。

表-3 生存分析推定結果

変数	係数	t値
女性ダミー	-0.28178	-1.727
運賃[円]	0.00027	1.827
高頻度ダミー	-0.35423	-2.268
定期・回数券利用ダミー	0.25567	1.474
到着時間[分前]	0.03927	6.165
サンプル数	417(=139人×3パターン)	

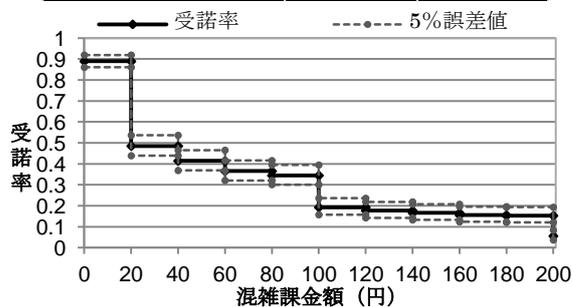


図-2 生存分析結果

6. おわりに

本研究では、混雑車両に課金を行った際に利用者がどのように移動するかを把握した。非集計分析の結果より、高頻度利用者は車両を変更にくいことが分かった。また始業時間10分前の混雑課金に対する感度が良いことが分かった。これは、10分前の利用者比べ、20分前、30分前の利用者にとって混雑課金が車両選択上重視されにくいためだと考えられる。また、生存分析の結果より、課金額が20円および100円の時に、多くの利用者が混雑課金額を支払わないと考えるようになることが分かった。そのため、20円および100円に設定するとほかの金額で設定するより多くの人移動してくれると予想できる。

今後の課題として、混雑課金以外による車両選択行動として、非混雑車両に特典をつけた際の利用者の行動について把握することが考えられる。

参考文献

- 1) 島田章義, 井田弘仁, 服部有紀子, 青木俊幸, 都築知人: 鉄道駅における旅客流動に関する研究 その6 JR西日本京都線における旅客乗降と列車停車時分に関する研究, 日本建築学会学術講演梗概集E-1 建築計画1 Vol.1998 pp.845-846, 1998.