

混雑列車車両への課金による利用者の列車選択行動に関する研究
一東葉高速線船橋日大前駅を対象として一

日本大学大学院 学生員 〇小林 聡一
日本大学理工学部 正会員 西内 裕晶
日本大学理工学部 正会員 轟 朝幸
東京大学大学院 学生員 藤生 慎

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,上下線のホーム分離,階段の拡幅など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。

ここで、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が階段等に一挙に押し寄せ、ホーム上での滞留が生じやすい。

そこで本研究では、ホーム上での混雑を緩和するために、混雑している車両への混雑課金を行うことにより、混雑している車両から比較的空いている車両に利用者をシフトさせ、ホーム上の混雑地点への到着を遅らせることによりホームの混雑緩和策を目指すことを提案する。そこで本稿ではまず、車両への課金が行われた際の利用者への意識を把握する。具体的には、利用者の車両選択行動を把握するための非集計モデルを構築し、利用者の選択要因を明らかにするものである。加えて本稿では、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生存分析により明らかにする。

2. 研究対象

本研究では東葉高速鉄道線船橋日大前駅を対象とした。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、②車両ごとの乗降者数・混雑率に最大90%程度の偏りがある、③ピーク時間帯は学生の利用が多く、利用者属性のばらつきが少ない、④多くの利用者の目的地が日本大学で比較的限定的である、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、アンケート調査では混雑している7-9号車に課金が行われたことを想定して、混雑課金は何円なら空いている1-4号車に移動するかを調査した。

本研究では該当駅に目的地に到着すべき時間の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う。

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、式(1), (2)に示すように、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用いる。

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

$$V_{in} = \beta_1 Z_{1n} + \beta_2 Z_{2n} + \dots + \beta_k Z_{kn}$$
 (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) 車両選択行動分析

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。

各説明変数のパラメータの符号は合理的で、的中率は3つとも75%以上となり、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傾向にあることがわかった。

表－2 パラメータ推定結果

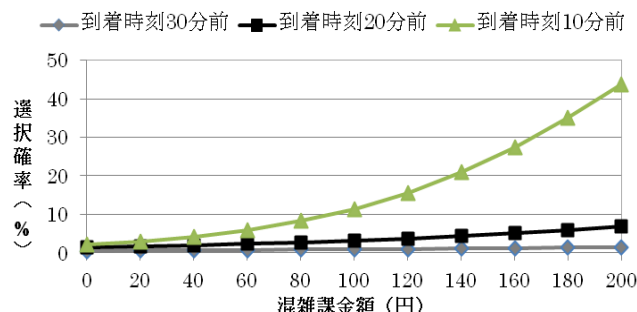
到着時刻	10分前		20分前		30分前	
変数	推計値	t 値	推計値	t 値	推計値	t 値
混雑課金額【共通変数】 (10円)	0.179	4.68	0.0769	1.56	0.047	0.56
高頻度ダミー	-2.19	-3.67	-2.16	-2.91	-2.27	-1.93
乗車時間(分)	0.0274	4.25	0.0333	3.62	0.0474	2.56
的中率	76.98%		90.65%		93.53%	
サンプル数	139		139		139	
修正済み尤度比	0.455		0.689		0.832	

※到着時刻:目的地に到着すべき時刻(学校の始業時刻)の何分前に当該駅に到着する列車か

※高頻度ダミー:週4回以上対象駅を利用している人

(3) 感度分析

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と、最大で40%程度の利用者が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。



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

前節で利用者の車両選択要因を把握した。そこで本節では、利用者に対して混雑課金を行った際に、ある課金額における利用者が支払っても良いと考える割合を把握するために、生存分析を行った。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

$z_{(i)}$:i番目の説明変数

β^T :パラメータベクトル

L_i :部分尤度関数

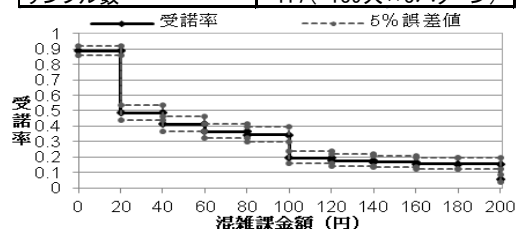
$\lambda_0(t)$:基準ハザード

(2) 課金額支払意志の割合

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の車両選択要因が分かった。また利用者の課金額に対する支払いの割合について把握した。非集計分析より、到着時間20分前、30分前の方が、10分前よりも混雑課金に対する感度が良くないことが分かった。これは10分前の利用者に比べ、混雑課金が列車車両を選択する上で重視されていないからだと考えられる。また、生存分析より、課金額が20円・100円の際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。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が移動してくれることが分かる。

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.