

H10058 富田 拓未  
指導教員 岩倉 成志

## 1. はじめに

東京圏の都市鉄道は、朝ピーク時の混雑が激しい。加えて、混雑に伴う遅延が問題となっており、利用者は混雑した中での所要時間増大という不便を強いられており、サービス低下が著しい。この改善には、鉄道利用時刻の分散のための対策が必要と考える。そのためには、利用者が列車の混雑や所要時間の変動、会社の始業時刻に対してどのような出発時刻選択行動をとっているのか把握する必要がある。

そこで本研究では、実際の所要時間変動と混雑率、始業時刻のデータを用いて出発時刻選択モデルを構築する。そして、所要時間変動や混雑率が利用者の行動にどのような影響を与えているのか、明らかにすることを目的とする。

## 2. 使用データ

出発時刻選択モデルの構築のためには、鉄道の運行実態と利用者の鉄道利用実態を把握できるデータが必要である。そこで本研究では、鉄道会社から提供頂いたデータを含めた、以下の2種類のデータを用いて分析を行う。

### 2-1. 運行実績データと応荷重データ

東京急行電鉄株式会社と東京地下鉄株式会社に提供頂いた、運行実績データと応荷重データを用いる。これらの期間は2010年11月15日～12月17日までの平日24日間である。

運行実績データは、中央林間～押上まで各駅間の秒単位の所要時間が1列車毎にわかるものである。表1に運行実績データから算出した鷺沼～渋谷間の時間帯別所要時間を示す。なお所要時間信頼性は、「実所要時間のバラつき」と「時刻表からの遅れのバラつき」が考えられるが、本稿では前者を所要時間信頼性として扱う。表1のように、時間帯が遅くなるにつれて所要時間が長くなり、バラつきも大きくなることから、混雑時のサービス低下が見てとれ

表1 鷺沼～渋谷間の所要時間

出発時間帯	所要時間(分)	時間信頼性 $\sigma$ (分)
7:00~7:29	32.12	1.64
7:30~7:59	33.46	2.01
8:00~8:29	34.26	2.14
8:30~8:59	34.63	3.06

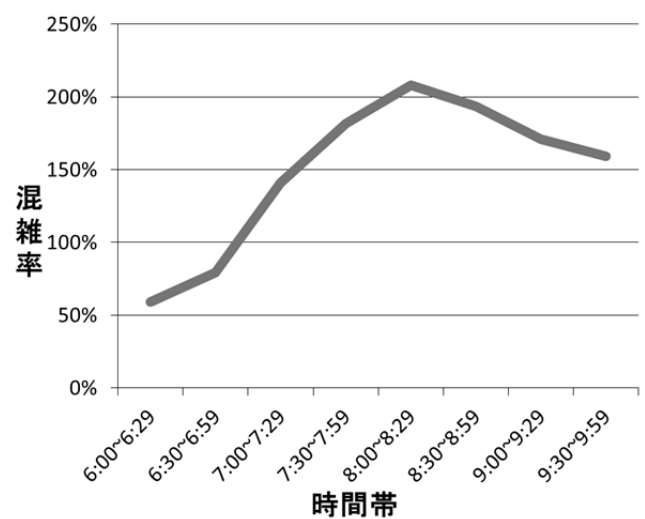


図1 池尻大橋～渋谷間 時間帯別混雑率

る。また応荷重データは、列車の応荷重装置から算出された、各駅間の混雑率である。図1に応荷重データからわかる混雑率を池尻大橋～渋谷間を例に示す。同区間のピーク時間帯は8:00～8:59であり、200%超の混雑率が見てとれる。

### 2-2. 第11回大都市交通センサス

利用者の出発時刻と始業時刻等を把握するために、本研究では平成22年度に行われた第11回大都市交通センサスを用いる。通勤目的の鉄道利用者を抽出し、出発時刻・乗車時刻・目的地到着時刻・勤務先始業時刻を用いて分析を行った。

## 3. 分析対象区間

本分析では、運行実績データと応荷重データが完備されている、7:00～8:59までの鷺沼～清澄白河間を対象とする。この区間を発着する382サンプルを大都市交通センサスから抽出し、分析を行った。

#### 4. 出発時刻選択モデル式

##### 4-1. 構築するモデルについて

2. で述べた実行動データを用いて、式(1)に示す効用関数を推定する。式(2)に示す 7:00~8:59 までを 30 分毎に区切った 4 肢選択モデルとする。

$$V_{in}^{RP} = \alpha TE_{in} + \beta TL_{in} + \gamma CRI_{in} + \theta TT_{in} + \kappa VT_{in} + \eta D_{in} + const.ST \quad (1)$$

$$P_{in} = \frac{e^{v_{in}}}{\sum_{j \in S_n} e^{v_{jn}}} \quad (2)$$

TE: 到着時間[分] TL: 遅着時間[分]

CRI: 混雑率指標[分・%] TT: 実所要時間[分]

VT: 所要時間信頼性[分] D: 遅着ダミー

$\alpha, \beta, \gamma, \theta, \kappa, \eta$ : パラメータ

到着時間  $TE$  と遅着時間  $TL$  は、利用者の勤務先到着時刻と会社始業時刻の差である。また、遅着ダミー  $D$  を変数として組み込む。

混雑率指標  $CRI$  は、混雑率と駅間所要時間の積を乗車区間で加算したものである。混雑率の高い列車に乗車する時間が長いほど、不効用が高くなる。

実所要時間  $TT$  は、利用者の列車への乗車から降車までの時間である。これは運行実績データから時間帯ごとに算出する。

所要時間信頼性  $VT$  は、鉄道利用者の実所要時間のバラつきに対する不効用を表すために、実所要時間  $TT$  の標準偏差  $\sigma$  を用いる。

定数項  $const.ST$  は、鉄道利用者が都心から出発地が離れているほど早く出発しなければならないことを考慮するために設定した。具体的には、利用者の出発駅を郊外から都心にかけて、「鷺沼~梶が谷」、「溝の口~二子玉川」、「用賀~清澄白河」の 3 区間に分割し、それぞれに各時間帯の定数項として与えた。

##### 4-2. パラメータ推定結果

パラメータ推定結果を表 2 に示す。到着時間と遅着ダミーの  $t$  値が有意であり説明力が高い。混雑率指標、実所要時間、所要時間信頼性は  $t$  値が有意とならなかった。時間信頼性にかかわる項目としては、到着時間と遅刻のパラメータが有意になった。本来遅着時間も変数として入れなければならないが、推定の結果パラメータが正となり有意とならなかったため、除いて分析を行った。

図 2 は、実績値とパラメータ推定結果から求めた

表 2 パラメータ推定結果

説明変数	パラメータ	t値
到着時間TE(分)	-0.071	-5.12*
混雑率指標CRI(分・%)	0.010	0.39
実所要時間TT(分)	-0.050	-1.43
所要時間信頼性VT(分)	-0.296	-0.75
遅着ダミー	-2.865	-7.77*
初期尤度	-529.564	
最終尤度	-299.877	
調整済み尤度比	0.418	
サンプル数	382	

\*は5%有意

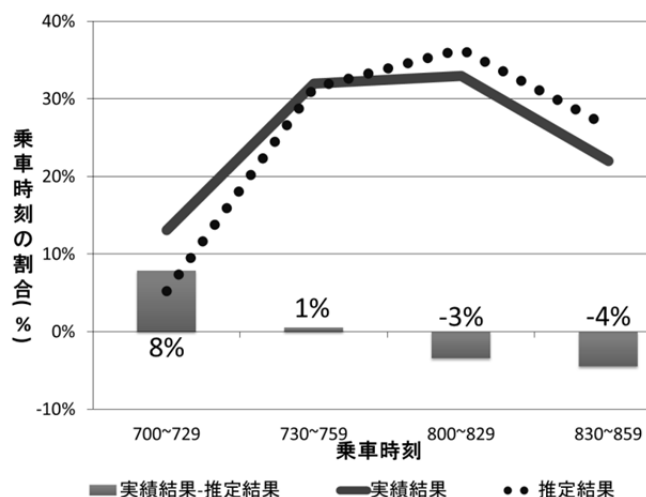


図 2 RP モデルの再現性

乗車時刻分布を示している。7:00~7:29 に出発している誤差が 8%と高くなっている。

推定されたパラメータから時間信頼性比を算出した結果、5.92 となった。これは所要時間信頼性（標準偏差）を 1 分短縮させる価値が、所要時間を 5.92 分短縮させる価値に等しいことを表す。既存研究と比較して、所要時間信頼性の出発時刻決定への影響は小さい結果となった。

##### 5. まとめ

本研究では、実際の所要時間と混雑率のデータを用いて出発時刻選択モデルを構築した。その結果から、利用者の出発時刻決定には到着不効用と遅刻に対する抵抗が大きく関わっていることが把握できた。また、混雑率や時間信頼性は出発時刻決定に強く影響していない結果となった。これは本分析において用いた所要時間信頼性が「実所要時間のバラつき」であるため、「時刻表からの遅れのバラつき」を考慮できていないことが要因と考えられる。

謝辞: 本研究を行うにあたり、多大なアドバイスをいただきました社会システム株式会社の山下良久様に謝意を表します。