

IV-352

トリップ前情報の提供に伴う通勤者の自宅出発時刻変更行動の分析

(株)九州旅客鉄道 正会員 重松 史生
 広島大学大学院 正会員 藤原 章正
 広島大学大学院 正会員 杉恵 頼寧
 広島大学工学部 正会員 張 峻屹

1. はじめに

トラベラーの出発時刻や利用交通機関、そして利用経路などの変更を促すような交通情報をトリップの発生前に提供する（以下、トリップ前情報と呼ぶ）ことによって、交通混雑のピークが平準化し、緩和されることが期待される。

本研究では、昨秋に行ったトリップ前情報の利用に関する選好意識（Stated Preference:SP）調査のデータを用いてトリップ前情報の提供前後における自宅滞在時間の分布をduration modelを用いてそれぞれ推定する。そして、トリップ前情報の提供による自宅出発時刻の分布の変化、またそれに影響を及ぼす要因とその程度について検討することを目的とする。

2. トリップ前情報の利用に関する意識調査の概要

当研究室では、1994年11月に東広島市のマツダ社宅（八本松、西条、西高屋の各団地）に在住の人で、広島市方面に通勤している人を対象にアンケート調査を行った。調査では、情報提供前の行動、すなわち現在の交通行動（Revealed Preference:RP）と仮想的な交通情報を提供し、出発時刻（4つの時間帯）、交通手段（鉄道、自動車）、自動車の場合は利用経路について質問（SP質問）している。

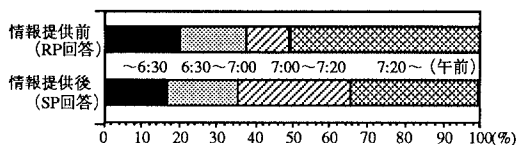


図1 出発時刻の選択結果

図1に出発時刻の選択結果を示す。この図から、RP回答では全体の約5割の人が午前7時20分以降に自宅を出発している。そして、SP回答ではこの時間帯を選んだ人の約15%が1つ前の時間帯（午前7時～7時20分）へシフトして片寄っていた出発時間帯が分散した。これは、SP設定値に敏感に反応している。調査の詳細については参考文献1)に詳しく記述されている。

3. 比例ハザードモデルの定式化

duration modelは、状態が変化するまでの時間（以下、生存時間と呼ぶ）を解析の対象とする。生存時間の分布は生存関数 $S(t)$ (survival distribution function)とハザード関数 $h(t)$ (hazard function)を用いて表現する。生存関数は、確率変数 T が一定時点 t を越える確率を意味する。ここで、 $T \leq t$ となる確率を示す分布関数を $F(t)$ 、確率密度関数を $f(t)$ とすると生存関数は(1)式のように表される。

$$S(t) = \text{Prob}(T \geq t) = 1 - \text{Prob}(T \leq t) = 1 - F(t) \quad (1)$$

ハザード関数は(2)式に示すように、 $t \leq T$ となる条件の下で、次の瞬間に状態が変化する確率を意味する。つまり、時刻 t まで生存し続けたものが時刻 $t + \Delta t$ までに状態が変化するという条件付き確率である。

$$h(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\text{Prob}(t \leq T \leq t + \Delta t \mid T \geq t)}{\Delta t} = \frac{f(t)}{S(t)} \quad (2)$$

比例ハザードモデルは、ハザード関数をモデル化するもので、ハザード関数を(3)式のように定義する。ここで、 $h_0(\gamma, \alpha, t)$ は基準ハザード関数と呼ばれる。生存時間の分布に影響を及ぼす要因の効果は、基準ハザード関数に $\exp(\beta x)$ という比例定数を掛けることによって明示的に扱うことができる。 β は未知パラメータである。

$$h[t, x, \beta, h_0(\gamma, \alpha, t)] = h_0(\gamma, \alpha, t) \exp(\beta x) \quad (3)$$

パラメータの推定には最尤推定法を用いる。尤度関数は、情報提供前（RP）のモデルに関しては各サンプルの正確な出発時刻が分かっているの（4）式を用いる。これに対して、情報提供後（SP）では、個人の状況に応じた水準値を提示できないため、4つの時間帯を設定して4肢選択してもらっている。したがって、SP回答は正確な出発時刻が観測できないセンサリングデータとみなして尤度関数は（5）式を用いて

推定を行う。

$$L(\theta) = \prod_{i=1}^n \text{Prob}(T=t_i) = \prod_{i=1}^n f(t_i, \theta) \quad (4)$$

$$L(\theta) = \prod_{i \in ST1} F(t_{6:30}, \theta) \prod_{i \in ST2} [F(t_{7:00}, \theta) - F(t_{6:30}, \theta)] \prod_{i \in ST3} [F(t_{7:20}, \theta) - F(t_{7:00}, \theta)] \prod_{i \in ST4} S(t_{7:20}, \theta) \quad (5)$$

ここで、STkは、出発時間帯k(k=1, ..., 4)を選択したサンプルである。

4. 自宅出発時刻変更行動の分析

(3) 式の基準ハザード関数に指数、ワイブル、対数ロジスティック分布の極値分布をそれぞれ仮定して自宅滞在時間を推定した。それぞれの分布の生存関数とハザード関数は表1に示す通りである。推定結果と実際の分布と比較した結果、RP、SP両モデルにおいて対数ロジスティック分布の当てはまりがよかった。対数ロジスティック分布を仮定した場合のパラメータの推定結果を表2に示す。

表1 各分布の生存関数とハザード関数

分布	生存関数S(t)	ハザード関数h(t)
指数	$\exp(-\gamma t)$	γ
ワイブル	$\exp[-(\gamma t)^\alpha]$	$\gamma \alpha (\gamma t)^{\alpha-1}$
対数ロジスティック	$1 / 1 + (\gamma t)^\alpha$	$\gamma \alpha (\gamma t)^{\alpha-1} / 1 + (\gamma t)^\alpha$

表2 比例ハザードモデルの推定結果

	情報提供前(RPモデル)	情報提供後(SPモデル)
年齢	-0.103**	0.033*
利用交通手段 (自動車、バス、鉄道、自転車)	-0.260**	-0.002
安全余裕時間	0.069**	0.040**
総所要時間	0.044**	-0.035**
尺度パラメータ γ (八木橋団地)	0.004**	0.006**
形状パラメータ α (八木橋団地)	4.174**	4.997**
尺度パラメータ γ (西条 団地)	0.005**	0.004**
形状パラメータ α (西条 団地)	3.361**	2.614**
尺度パラメータ γ (西条高層団地)	0.005**	0.006**
形状パラメータ α (西条高層団地)	5.084**	7.291**
初期尤度	-1130.6	-308.7
最終尤度	-927.5	-138.1
尤度比	0.180	0.553
AIC	1874.9	296.2
サンプル数	186	186

*: 5%有意 **: 1%有意

尤度比、AICよりモデルの適合度は十分であり、特

にSPモデルの適合度が高い。ここで、初期尤度は分布のパラメータを推定値に固定し、それ以外のパラメータを全てゼロに固定して計算した。パラメータの符号から高齢者ほど出発時刻が遅い、また安全余裕時間（始業時刻から到着時刻を引いた値）が長い人ほど出発時刻が早くなる傾向があることを示している。団地別に設定した分布の尺度パラメータと形状パラメータについては、団地間で差が見られたことから各団地間で出発時刻の分布が異なることが考えられる。

これらの推定結果を用いてトリップ前情報の提供効果について分析する。そこで、現在の交通状況を交通情報として全員に正確に提供できた場合（SPモデル）と情報提供を全く行わない場合（RPモデル）の出発時刻分布を確率密度関数を用いて図2に描いた。図から、普段の交通状況を正確に交通情報として提供した場合は出発時刻の分布が遅い時間帯へシフトし、しかも分布の山が緩やかになっていることがわかる。

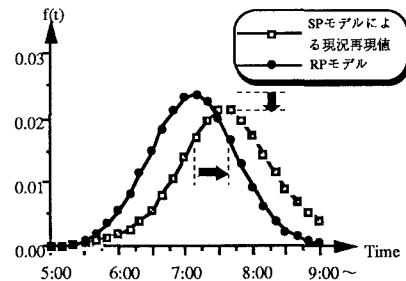


図2 情報提供後の自宅出発時刻変更行動

5. おわりに

以上の結果より始業時刻という厳しい制約条件がある通勤時においてもトリップ前情報を提供することによって自宅出発時刻分布のピークが大幅に分散されることが確認された。またトラベラーが提示された交通情報に敏感に反応していることから、トリップ前情報に対するトラベラーの依存度は比較的高いと言えよう。

参考文献

- 1) 藤原章正, 杉恵頼寧, 重松史生 (1995): 自宅内で提供されたトリップ前情報が通勤交通手段選択意向に及ぼす影響, 第15回交通工学研究発表会論文報告集, pp.81-84.
- 2) Hensher D.A. & Mannering F.L. (1994): Hazard based duration models and their application to transportation analysis, Transport Reviews, Vol.14, No.1, pp.63-82.