

投稿論文(和文ノート)

**TECHNICAL
NOTE**

休日のリクリエーション交通と買物交通の時間的変動における人の行動特性

角 知憲¹・大枝良直²・中本 隆³・中島英明⁴

¹正会員 工博 九州大学教授 工学部建設都市工学科（〒812 福岡市東区箱崎6-10-1）

²正会員 工修 九州大学助手 工学部建設都市工学科（〒812 福岡市東区箱崎6-10-1）

³正会員 工修 運輸省第三港湾建設局（〒650 神戸市中央区海岸通）

⁴正会員 工修 JR九州施設部工事課（〒801 北九州市門司区清瀧2-2-29）

本ノートは、さきに提案した日帰りリクリエーションの行動時刻決定モデルを休日の買物交通に適用し、時間領域における行動の特徴をリクリエーション旅客のそれと比較するものである。提案したモデルはいくつかの構成概念（行動特性）を含むが、この行動特性の内には、人の日常生活のパターンによって決定し、交通条件に依存しないと期待されるものがある。本ノートでは、比較的トリップ距離が短く滞在時間も短い、したがって自由度の大きい休日交通を取り上げ、その交通の時間的分布の範囲を決定して交通関連施設の容量や設備の回転率を支配する要因である出発時刻に早さ・帰宅時刻の遅さを非効用と認識する閾値を取り上げた。この閾値のうち帰宅時刻に関するものには、交通目的による大きな相違はないことが判明した。

Key Words: holiday travel, temporal distribution, departure time, home arrival time

1. はじめに

日帰りリクリエーション交通の旅行時間と滞在時間がいずれも比較的長い場合¹⁾、および比較的短い場合に²⁾、交通量の時間的変動を記述するモデルはすでに提案した。前者のモデルは後者のモデルの特別な場合に相当し、後者の方がより包括的なモデルである。

ところで、人の行動には個人差と場合差がある。提案したモデルは、個人差も場合差も交通条件など外部条件によっては制御不可能であることを想定して、人の行動特性を表わす構成概念のうち、いくつかを確率変数と定義し、両者を区別することなく表現している。しかし、時には、旅客の交通目的や交通手段が揃っていて系統的な個人差・場合差の効果を観測できることがある。たとえば、日帰りリクリエーション交通では、自動車旅客と公共交通機関の旅客の間で、時間領域での意志決定様式に系統的な差異があると推定されている³⁾。

本ノートでは、滞在時間と並んで関連施設の容量や設備の回転率を支配する出発時刻と帰宅時刻の選び方を取り上げ、比較的滞在時間が短い休日のリクリエーション交通の利用手段による差異、およびリクリエーション交通と都心での買物の交通との差異を検討する。

2. 公共交通機関を利用するリクリエーション旅客の時刻決定モデル

提案したモデルは、出発時刻が早いことの非効用 D_1 と帰宅が遅いことの非効用 D_5 のほか、目的地に十分な時間滞在して得られる効用を1とし、滞在時間 t_s が十分でない場合の効用の不足分を非効用 D_3 、滞在時間が増加するにつれ現われる疲れや飽きなどを代表する非効用 D_6 を構成概念として用いている。このうち、 D_1 、 D_5 のいずれにもそれを認識する閾値（その時刻よりも遅ければ出発時刻が早いことを非効用として認識されない、およびその時刻より早ければ帰宅が遅いことを非効用として認識されない）があり、人の行動は二つの閾値に対応する時刻の間でランダムに行われるものとする²⁾。すなわち、 A 、 B 、 β 、 γ を正のパラメータ、 t_d を出発時刻、 t_h を帰宅時刻として D_1 、 D_5 を、それぞれ、

$$D_1 = \begin{cases} A \exp(-\gamma t_d) - A_0, & (t_b \geq t_d) \\ 0, & (t_b < t_d) \end{cases} \quad (1)$$

$$D_5 = \begin{cases} B \exp(\beta t_h) - B_0, & (t_h \geq t_a) \\ 0, & (t_h < t_a) \end{cases} \quad (2)$$

$$B_0 = B \exp(\beta t_a),$$

と与える。ここに A_0 、 B_0 はそれぞれの非効用の認識の閾値。 t_b 、 t_a はその閾値に対応する時刻で、いずれも個人差と場合差を含んで正規分布する確率変数である。また、 D_3 、 D_6 については、

$$D_3 = \exp(-\alpha t_s) \quad (3)$$

$$D_6 = \delta t_s \quad (4)$$

と与え、これら非効用の和を最小にするように人はその

表-1 公共交通機関利用者の乗車駅の分布

鉄道利用者		フェリー利用者	
駅名	グループ数	駅名	グループ数
唐津(J)	3	前原(J)	2
唐人町(S)	1	天神(S)	1
水城(J)	1	志免(J)	1
篠栗(J)	1	直方(J)	1
水巻(J)	1	藤ノ木(J)	1
吉塚(J)	1	箱崎(J)	1
香椎(J)	7	雁ノ巣(J)	1
和白(J)	2	久留米(N)	1
荒木(N)	1	二日市(N)	1
柳川(N)	1	大橋(N)*	3
大橋(N)	2	平尾(N)*	2
		名香野(N)	1

注) 駅名の後の (J), (N), (S) はそれぞれ JR, 西鉄, 地下鉄を意味する。フェリー乗船場には天神からバス乗継ぎが必要である。*印の地点からは、鉄道よりバスの利便性が高く、表記に間わらずバス利用と推定した。

自宅出発時刻と目的地退出時刻を選ぶとする。いま、ある旅客が $t_b < t_d$ かつ $t_a < t_s$ となり、同時に D_3 と D_6 のみの和が最小となる t_s を取ることができる時間帯があるとすれば、この時間帯では非効用は t_b と t_a の間で一定かつ最小であって、その旅客はこの時間帯の中のどこに出発時刻を選んでも無差別であって、その旅客の選ぶ出発時刻は、この時間帯で一様分布をなすと考えられる。この一様分布の両端を、交通の所要時間 t_n を用いて目的地到着時刻に換算すれば、次の時刻 t_1 , t_2 となる。

$$t_1 = t_b + t_n \quad (5)$$

$$t_2 = t_a - t_s - t_n \quad (6)$$

目的地到着時刻 t_{in} の PDF, $\phi_{in}(t|t_a, t_b, t_n, t_s)$ は、

$$\phi_{in}(t|t_a, t_b, t_n, t_s) = \frac{1}{t_2 - t_1} \quad (7)$$

である。式(7)は t_{in} の t_a , t_b , t_n , t_s に関する条件付き PDF であるから、旅客全体では到着時刻分布の PDF は、次のように与えられる。

$\phi_{in}(t) = \int \int \int \int \phi_{in}(t|t_a, t_b, t_n, t_s) \phi_{ta}(t_a) \phi_{tb}(t_b) \phi_{tn}(t_n) \phi_{ts}(t_s) dt_a dt_b dt_n dt_s \quad (7')$

ここに、 $\phi_{ta}(t_a)$, $\phi_{tb}(t_b)$, $\phi_{tn}(t_n)$, $\phi_{ts}(t_s)$ はそれぞれ t_a , t_b , t_n , t_s の PDF であり、それらは互いに独立であると仮定している。この内 $\phi_{tn}(t_n)$ は調査結果から与えられる。また、 t_s は $\alpha=1$ とおいて得られる D_3 と D_6 の和、 $D_{36}=D_3+D_6$ を最小とする退出時刻から δ の関数として、

$$\frac{dD_{36}}{dt} |_{t=t_s} = 0 \quad (8)$$

と得られる。以上のように、人の行動特性を表わす構成概念は D_3 , D_6 , t_b , t_a の 4 個であるが、式(8)が D_6 を D_3 で測る構造をとっているため、実質的にはパラメータ δ と t_b , t_a の 3 個が行動のばらつきを含む行動特性を表わしており、前者は対数正規分布、後二者は正規分布

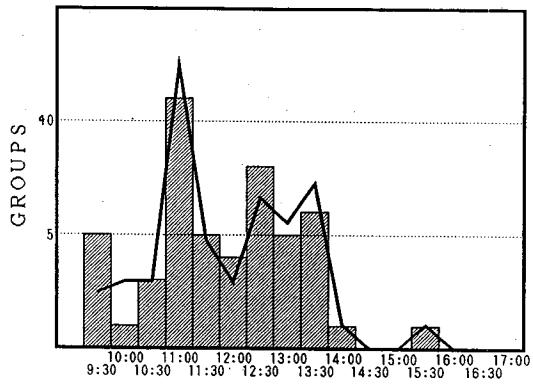


図-1 公共交通機関利用者の到着時刻の分布

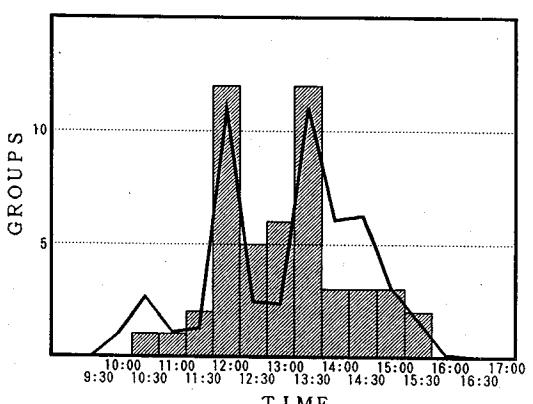


図-2 公共交通機関利用者の退出時刻の分布

とみなされている。また、福岡市にある国営海の中道海浜公園の「マリンワールド」の入場者に対して t_b , t_a の平均値がそれぞれ $\mu_b=8.0$ (時), $\mu_a=19.5$ (時), 標準偏差が $\sigma_b=0.29$ (時間), $\sigma_a=0.25$ (時間)、また δ はパラメータ $\mu=-1.609$ (\ln (時間 $^{-1}$)), $\sigma=0.715$ (\ln (時間 $^{-1}$)) が得られている²⁾。

公共交通機関利用者では、任意に出発時刻、退出時刻を選ぶことができず、与えられた運行ダイヤの中から利便を選択することを考慮する必要がある。まず、第 i 便による目的地到着時刻 $t_{in(i)}$ を条件とする退出時刻 t_o は、

$$t_o = t_{o(k)}$$

$$D_{36}(K|i) = \min_i (D_{36}(j|i)) \quad (9)$$

となる。ここに、 $t_{o(k)}$ は第 k 便の発車時刻、 $D_{36}(k|i)$ はその与える非効用である。滞在時間は、 $t_s = t_{o(k)} - t_{in(i)}$ である。この非効用の最小値、 $D_{36}(k|i)$ は i の関数である。そこで、選ばれる到着便 n は、 D_1 , D_5 , $D_{36}(k|i)$ の和が最小の値をとるように、

$$D_{1356}(n) = \min_i (D_1(i) + D_5(i) + D_{36}(k|i)) \quad (10)$$

と与えられる。ここで、上式のように出発便や到着便ご

との非効用を比較する際にも、非効用の差の認識に閾値が存在することが予想される。この閾値にも変動を考慮することができるが、それを推定するための特別な観測は行い難いので、ここでは $D_{1356}(n)$ から、ある小さい値 ΔD 以下の差は区別不可能なものと考える。すると、第 j 便の利用確率 p_j は、次のように与えられる。

$$p_j(t_{in(i)}) = 1/m \quad (11)$$

m は、 $D_{1356}(n) \leq D_{1356}(j) \leq (D_{1356}(n) + \Delta D)$ を満たす運行便の数である。

3. リクリエーション交通におけるモード間比較

D_b は D_a で測られる以上交通目的の関数である。そこで、マリンワールドに鉄道・フェリーで来場する旅客に對して前報で得た自動車利用者と同じ δ の分布を与え、 t_b , t_a を推定した。表-1 は、前報と同じ平成2年5月27日（日）の調査から、鉄道・フェリーの利用グループ数をその住所の最寄りの鉄道駅ごとに示したものである。フェリーに乗り継ぐには西鉄大牟田線が便利なので大牟田線利用、またバスの方が便利な場合はバス利用とみなした。平均グループサイズは3.3人であった。

μ_b , μ_a , σ_b , σ_a を変化させながら式(11)によってマリンワールド到着時刻を計算し、実測された到着時刻との間の χ^2 値が最小となる値を推定値とした。計算には詳細な時刻表⁹⁾を用い、 $\Delta D=0.001$ と与えた。図-1, 2 は、こうして得られた到着グループ数、退出グループ数（実線）を実測値（棒グラフ）と比較したもので、横軸の数値は30分ごとのバンド中央値である。適合度は χ^2 検定でそれ有意水準 10%, 5% に達した。得られた推定値は、 $\mu_b=8.0$, $\mu_a=19.5$, $\sigma_b=0.30$, $\sigma_a=0.30$ で、自動車利用者の場合とほぼ同じであった。なお、図-1, 2 の計算に際して、次のような昼食時間に関する修正を加えている。すなわち、人は昼食のためにある時間帯でトリップの開始を避けるものとし、その行動が起こる時刻 t_L 、トリップの停止が継続する時間を t_c とする。式(7)が与える一様分布は、 t_1 から t_L までの区間と、 $t_0=t_L+t_c$ から t_2 までの区間の二つの一様分布に分離される。もちろん、 t_1 , t_c ともに確率変数であり、いずれも正規分布するものと仮定する。自動車旅客を含めて t_a , t_b と同時に観測結果に最も適合するように決定された値は、 $\mu_L=12.0$, $\sigma_L=0.36$, $\mu_c=0.38$, $\sigma_c=0.23$ であった。この値を用いて自動車旅客の μ_b , μ_a , σ_b , σ_a も再計算したが、結果は変わらなかった。

4. 買物交通とリクリエーション旅客の比較

休日の買物交通では、多くの人の交通所要時間は長くなく、行動様式は上記リクリエーションの場合とよく似

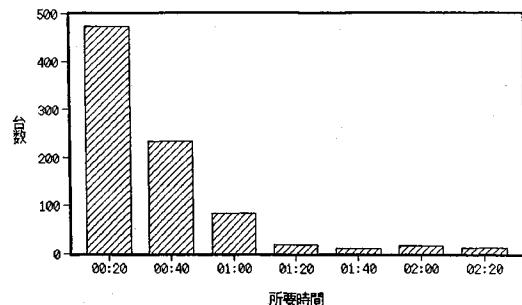


図-3 買物客の交通所要時間（西新）

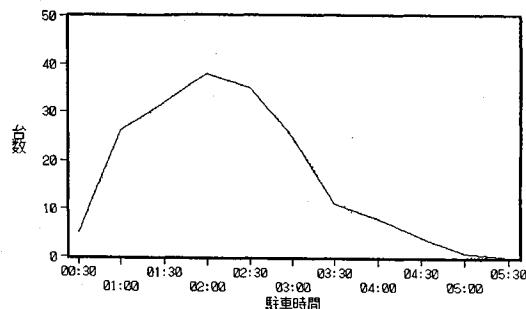


図-4 買物客の滞在時間の分布（西新）

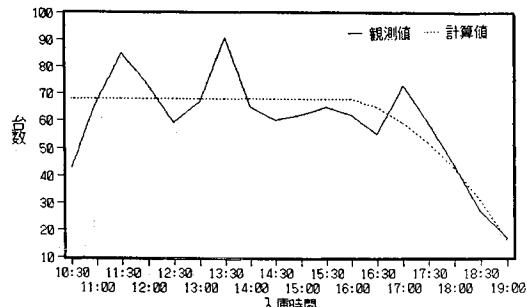


図-5 買物客の到着時刻の分布（西新）

ていると考えられる。そこで、休日に自動車で百貨店に来店する客に上記モデルをあてはめてリクリエーション旅客の行動と比較してみた。図-3 は、平成5年11月28日（日）に福岡市西新のある百貨店で調査した自動車来店者の交通所要時間の分布で、20分刻みの横軸の数値はバンド上限値である。この調査では、同店専用駐車場に駐車した全車に対して、入庫時に調査表を配布し、出庫時に回収した。回収票数1111票、回収率84.3%，うち出発地が記入され計算に利用できるデータは1074票である。なお1台当たり平均搭乗者数は2.7人であった。この百貨店の開店時間は午前10時であるが、交通所要時間が比較的小さいため、図-1のような立ち上がりは観測されず、すぐに到着率が一定になる傾向がある。そこで式(7)の t_1 を10と置いて t_a の分布のみ推定した。この

時の滞在時間の PDF, $\phi_{ts}(t_s)$ は δ の分布から計算することをせず、図-4 に示す観測結果を直接代入した。これは交通目的の達成に依って得られる効用を常に 1 と置くため、 δ が交通目的の関数になるので、リクリエーションとの比較に意味がないためである。この分布は、遅い時間帯に到着する旅客には、要求する滞在時間の長いものが欠落することから、午後 3 時以前に到着した 519 台について作成したものである。横軸の数値はバンド上限値である。推定された t_a の分布は、 $\mu_a = 19.5$, $\sigma_a = 0.30$ であった。この数値から計算される到着時刻の分布を図-5 の破線で、調査された到着時刻の分布を実線で示す。横軸の数値は、30 分刻みのバンド上限値である。二つの分布の適合度は、 χ^2 検定で有意水準 25% 程度である。さらに、休日に佐賀市の都心部商店街の駐車場において同様の調査を行ったデータに、この結果を適用して買物客の到着時刻分布を計算したところ、同様に χ^2 検定で有意水準 25% の適合度を得た。しかし、北九州市小倉の百貨店を対象とする計算では十分な適合度が得られず、 $\mu_a = 21.5$, $\sigma_a = 0.30$ と推定された。小倉の場合、夕刻、店内・周辺の飲食店を訪れる客が多いためと考えられる。このような事情は、福岡市天神の公共駐車場においても観察された。

5. 考察と結論

本ノートでは、旅行時間と滞在時間がいずれも長くない休日交通における人の行動特性の交通モードへの依存性および交通目的への依存性を検討した。休日の自由な交通の時間的変動には、人の一日の生活パターンが直接に現れるので、これらの依存性は少ないと可能があるが、一方で、人間の行動はきわめて複雑で、なんらかの単純化・理想化を避けられない以上、いかなるモデルも、自動的に普遍性をはじめから期待できる理由はない。このような観点から、本ノートでは個々の観測にモデルを独立に適用して行動特性を算出した。休日の自宅出発時刻が早いこと、および帰宅が遅いことの非効用の

A BEHAVIORAL PROPERTY OF ONE-DAY RECREATIONAL TRAVELLERS AND DOWNTOWN SHOPPERS ON HOLIDAYS

Tomonori SUMI, Yoshinao OHEDA, Takasi NAKAMOTO
and Hideaki NAKASHIMA

This technical note discusses the similarity of travellers behavior in the temporal domain of one-day travel on holidays on the basis of the behavioral model previously proposed. According to the model, holiday travellers recognize the disutility due to the earliness of departure from home before a certain time, and that due to lateness of arrival time at home after another certain time, and these threshold times are defined as random variables of normal distributions representing the individual and occasional differences. It was revealed that two normal distributions for the two threshold times are commonly applied to the different mode users of recreational travellers, and downtown shoppers.

表-2 t_b , t_a の分布の推定結果

モード	リクリエーション旅客		買物客
	自動車	公共交通機関	
μ_b	8.0	8.0	—
σ_b	0.29	0.30	—
μ_a	19.5	19.5	19.5
σ_a	0.25	0.30	0.30

認識の閾値に対応する時刻 t_b , t_a を正規分布と仮定して推定された平均値と標準偏差を、まとめて表-2 に示す。休日交通において人が出発時刻が早いことを特に不快に思わなくなる時刻の平均は 8 時、標準偏差は 0.3 時間、帰宅が遅くなることを不快に感じなくなる時刻は 19 時半、標準偏差はこれも 0.3 時間で、かなりの共通性がある。しかし、これは生活パターンの拘束要因である食事の時間に依存するものようで、飲食店を訪れる客では帰宅時刻をさらに 2 時間位遅く取ると考えられるデータを得ている。また、買物交通においては、人が出発時刻が早いことを不快に思わなくなる時刻は測定されなかつたと考える方がよいであろう。今後とも、細かく個別の交通目的について、あるいは特定の集団について取り上げるときは、また別の数値が得られる可能性を考慮しておく必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 角 知憲, 北岡大記, 出口近士, 一ノ瀬 修: 時間的拘束を受けない日帰り交通の時刻決定行動モデルと自動車を用いるリクリエーション交通への適用, 土木学会論文集, No. 425/IV-14, pp. 73-79, 1991.
- 2) 藤池浩二, 中本 隆, 角 知憲: 目的地滞在時間が短いリクリエーションの行動の時刻決定モデルの作成, 土木学会論文集, No. 440/IV-16, pp. 177-180, 1992.
- 3) Sumi, T., K. Imaizumi, O. Ichinose and M. Motoyama: A Model for Predicting the Temporal Distribution of One-day Recreational Travel, *Transportation Planning and Technology*, Vol. 18, pp. 199-221, 1994.
- 4) JR 九州: 時刻表, 1990.

(1994.6.6 受付)