

日常的購買行動における交通手段と購買頻度に関する研究\*  
The study of frequency and transportation choice at daily shopping\*

藤本 慎也\*\*・大枝 良直\*\*\*・角 知憲\*\*\*\*

By Shinya FUJIMOTO\*\*・Yoshinao OEDA\*\*\*・Tomonori SUMI\*\*\*\*

1. はじめに

近年、モータリゼーションの進む地方都市圏では、高齢化が進むことで交通弱者が増加し、交通弱者のモビリティの確保が問題となっている。問題を解決するためには公共交通機関の充実が考えられるが、多くの場合、公共交通の採算性とシビルミニマムの確保にギャップが生じている。この一因として考えられることは、日々繰り返されるため交通需要に大きな影響を与えている生活交通行動の現状把握が不十分な点にあると考えられる。交通手段選択においては多くの研究がなされているが、生活交通行動の特徴である頻度を考慮したものは少ない。

そこで本研究では、パターン化されていると考えられる日常的な購買行動、つまり生活目的交通行動に着目し、トリップ長(時間)と購買頻度の関係をモデル化した後、犠牲量モデルと組み合わせることで、交通弱者の重要な交通手段であるバスのサービスレベルの変化が人の交通行動に与える影響を把握することを目的とする。

2. 頻度決定モデル

(1) モデルの基本概念

日常的な購買行動は、労働的な側面があり効率的な行動、つまり非効用最小化型の行動がとられると考えられる。よって、できるだけ少ない時間と頻度で購買行動が行われることが最適であると考えられるが、あまり少ない頻度であると、生鮮品の鮮度を保つことができないなどのリスクが生じる。そこで、本研究では、頻度を変数

\*キーワード: 交通手段選択, 交通行動分析

\*\*学生員, 工修, 九州大学大学院 工学府

(福岡県福岡市西区元岡 744 番, TEL:092-802-3403,

FAX:092-802-3403)

\*\*\* 正員, 工博, 九州大学大学院工学研究院

\*\*\*\*正員, 工博, 九州大学大学院工学研究院

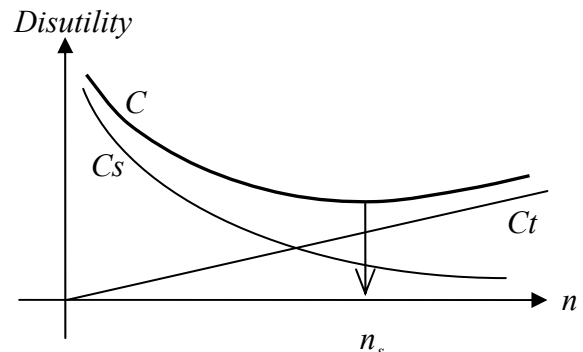


図-1 購買頻度決定モデル

とした非効用関数を仮定し、頻度決定モデルの作成を試みる。

(2) 非効用の仮定

頻度決定モデルの作成にあたって、次の非効用を仮定する。

$$C_t = (\alpha \cdot T + C_0) \cdot n \dots\dots\dots (1)$$

$$C_s = A/n \dots\dots\dots (2)$$

$C_t$  : 自宅と商業施設の往復に関わる非効用

$C_s$  : 購買品の保存に関わる非効用

$T$  : 自宅～商業施設間の移動にかかる時間 (分)

$n$  : 購買頻度 (回/週)

$\alpha, C_0, A$  : 正のパラメータ

(3) 頻度決定モデル

図-1 は購買頻度決定モデルの概念を表すものである。横軸を頻度、縦軸を非効用としている。(2)で仮定した式(1), (2)の2つの非効用の和を総非効用  $C$  とすると  $C$  は次式で表され、 $n$  は、 $C$  が最小となるように最適頻度  $n_s$  を決定すると仮定する。

$$C = C_t + C_s = (\alpha \cdot T + C_0) \cdot n + \frac{A}{n} \dots\dots\dots (3)$$

式(3)を  $n$  で微分し、 $C$  が最小となる最適頻度  $n_s$  を求めると次式で表される。

$$n_s = \sqrt{\frac{A}{\alpha T + C_0}} \dots\dots\dots (4)$$

#### (4) 個人差の導入

同一条件下にあっても、非効用の感じ方に個人でばらつきが生じると考えられるため、パラメータ $\alpha$ に個人差を導入し、それを対数正規分布で仮定する。 $T$ の分布密度を $\varphi_T(T)$ 、 $\alpha$ に与えた人による行動のばらつきを確率密度関数 $\phi_\alpha(\alpha)$ で表す。頻度決定モデルにおいて、時間 $T$ が与えられると最適頻度 $n_s$ が求まるので、 $n_s$ の確率密度関数 $\phi_{n_s}(n_s | T)$ は、 $\alpha$ の分布密度 $\phi_\alpha(\alpha)$ から次式で与えられる。

$$\phi_{n_s}(n_s | T) = \phi_\alpha(\alpha) \left| \frac{d\alpha}{dn} \right|_T \dots\dots\dots (5)$$

従って、全体では時間 $T$ の分布密度 $\varphi_T(T)$ を考慮して、頻度 $n_s$ の確率密度関数は次式で求められる。

$$\phi_{n_s}(n_s) = \int \phi_\alpha(\alpha) \left| \frac{d\alpha}{dn} \right|_T \varphi_T(T) dT \dots\dots\dots (6)$$

### 3. 犠牲量モデル

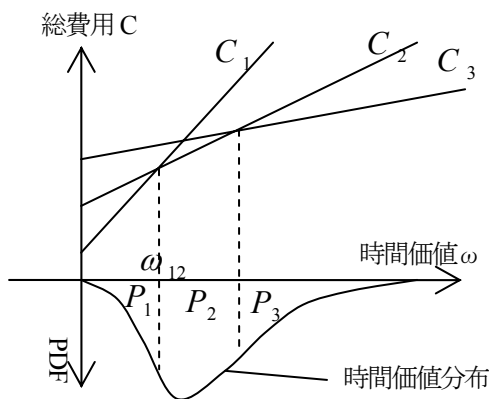


図-2 犠牲量モデル

交通手段選択モデルとして、犠牲量モデルを用いる。図-2は犠牲量モデルの概念を示すものである。各交通機関選択時にかかる総費用を時間価値を用いて表現し、ある時間価値を持った人にとって一番総費用が低くなる交通手段を選択するという構造になっている。図中では、時間価値が $\omega_{12}$ より小さい $P_1$ パーセントの人は交通手段1を選択することを示している。

#### (1) 交通手段ごとの総費用の仮定

時間価値の分布は、対数正規分布を仮定し、各交通手段の総費用を以下のように仮定する。本来犠牲量モデルで使われる総費用に加え、本研究では、疲れや、交通手段選択時の抵抗なども費用として考慮することでモデルの精度向上を試みる。

$$\text{徒歩} : C_{walk} = T_{walk} \cdot \omega + F_{walk} \cdot T_{walk} \dots\dots\dots (7)$$

$$\text{自転車} : C_{bike} = T_{bike} \cdot \omega + R_{bike} \dots\dots\dots (8)$$

$$\text{バス} : C_{bus} = T_{bus} \cdot \omega + Fare \dots\dots\dots (9)$$

$$\text{自動車} : C_{car} = T_{car} \cdot \omega + F_{car} \cdot T_{car} + R_{car} \dots\dots\dots (10)$$

$\omega$  : 時間価値 (円/min)

$T$  : 自宅～商業施設間の移動にかかる時間 (分)

$F$  : 疲れ (徒歩) や燃料代 (自動車) などを考慮した係数 (円/min)

$Fare$  : バス料金 (円)

$R$  : 交通手段選択時に感じる抵抗 (円)

### 4. M市におけるモデルの適用

#### (1) 利用データ

M市は、2つの100万都市の間に位置し、両都市の10%都市圏に属する都市で、ベッドタウンとして発展してきた。人口9万5千人、高齢化率19.9% (2006年)の地方都市である。

本研究では、M市において市内の老人会に所属する高齢者を対象にアンケート調査を行った。アンケート調査は平成16年12月1日に実施した。配布枚数は4430枚、回収できたアンケートは1427枚であり、回収率は32%であった。そのうち、有効回答数は745枚で、有効回答率は52%であった。

#### (2) パラメータの推定とその結果

##### a) 頻度決定モデル

得られたアンケート結果をもとに、提案した頻度決定モデルにおけるパラメータを推定した。サンプル数は歩行者203人、自転車利用者70人、自動車利用者333人、バス利用者97人であった。

パラメータの推定にあたって、購買品の保存に関わる非効用 $C_s$ については、いずれの交通機関利用者においても同様の値をとるとして、共通のパラメータとした。推定結果を表-1に示す。

表-1 頻度決定モデルのパラメータ推定結果

	$\alpha$	$C_0$	$A$	$\alpha$ の標準偏差
徒歩	1.96	9.658	1000	1.032
自転車	2.80	0.095	1000	0.724
自動車	3.28	0.045	1000	1.097
バス	3.04	3.469	1000	0.788

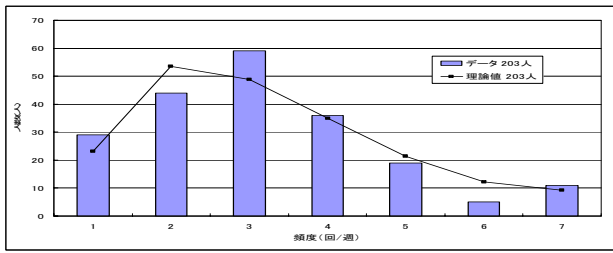


図-3 歩行者の頻度分布

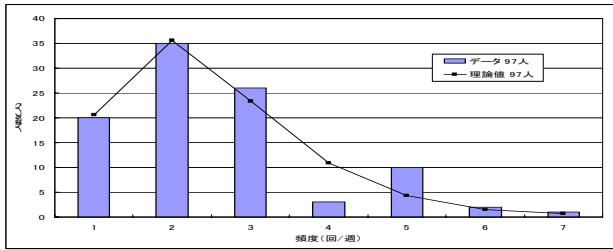


図-4 バス利用者の頻度分布

推定したパラメータを用いて算出した各交通機関利用者の頻度分布と観測値の頻度分布について、 $\chi^2$ 乗検定を行った結果、バス以外は、有意水準 5%で適合しており、バスについても有意水準 1%で適合していた。図-3、4 に一例として、歩行者とバス利用者の頻度分布をそれぞれ理論値と実測値で示す。

表-1 の推定結果と式 (4) から同じ所要時間  $T$  が与えられたとき、徒歩、自転車、バス、自動車の順に購買頻度が少なくなっていくことが分かる。これは、本研究が、日常的購買という、人により必要となる量にあまり差がない購買行動を対象にしているため、交通機関ごとの運搬できる量の影響が現れたものと考えられる。

#### b) 犠牲量モデル

アンケート結果より次の 5 つの OD についてモデルを適用しパラメータの推定を行った。A 地区-K 店、T 地区-K 店、J 地区-S 店、J 地区-Y 店、J 地区-F 店である。K 店と Y 店は複合商業施設で、S 店と F 店は中規模商業施設である。

交通手段の選択においては、自動車の利用が可能かどうかで人の行動に大きな違いがあると考えられる。そのため、自動車利用可能者と自動車利用不可能者に分けてモデルを適用しパラメータの推定を行った。推定結果を表-2 に示す。

推定したパラメータを用いて算出した各交通機関の選択率と実測値の選択率の相関係数を求めると、自動車利用可能者の相関係数は 0.97、自動車利用不可能者の相関係数は 0.92 であった。図-5 に実測値と理論値の相関グラフを示す。

表-2 犠牲量モデルのパラメータ推定結果

	自動車利用	
	可能	不可能
時間価値分布の $\mu$	8.18	3.57
時間価値分布の $\sigma$	5.69	5.14
$F_{walk}$	2	3
$R_{bike}$	79	86
$R_{car}$	197	

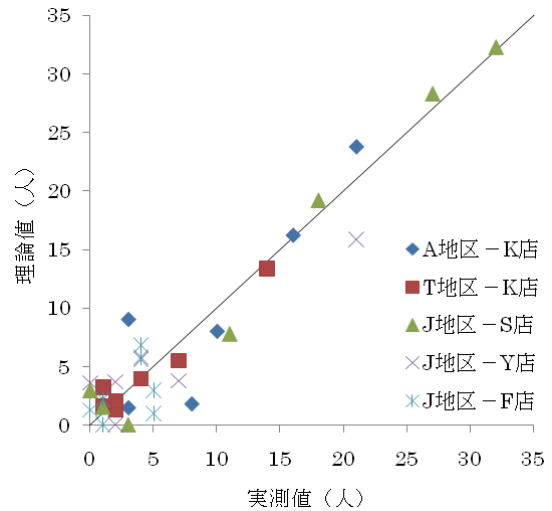


図-5 交通機関分担の実測値と理論値の相関

### 5. サービスレベル変化時の交通行動変化の予測

#### (1) バス所要時間が短縮した場合

今回は、高齢化が進む地方都市において、交通弱者と言われる人々の重要な移動手段であるバスに着目する。3. 4. で作成したモデルを用いてバスのルート改善などにより店舗までの所要時間が短縮された場合に起こる交通行動の変化について考察を行う。犠牲量モデルと、頻度決定モデル中のバスの所要時間を変化させることで、交通手段選択と利用頻度の変化を同時に把握することができるためより正確な需要予測ができると考えられる。

#### a) 自動車利用不可能者の交通行動の変化

表-3 自動車利用不可能者の手段選択の変化 (人)

	交通手段	実測値	理論値	短縮	
				1分	2分
K 店 A 地区	徒歩	16	16.21	16.21	16.21
	自転車	8	1.79	1.50	1.26
	バス	3	9.01	9.29	9.54
K 店 T 地区	徒歩	7	5.49	5.49	5.49
	自転車	2	1.30	1.18	1.07
	バス	1	3.21	3.33	3.44

バスの所要時間短縮により少しずつ利用者が増えていることがわかる。このことから、所要時間の短縮は、自動車を利用できない人たちに、わずかではあるが利用者の増加を引き起こすことがわかる。

**b) 自動車利用可能の人の交通行動変化**

表-4 自動車利用可能者の手段選択の変化 (人)

	交通手段	実測値	理論値	短縮	
				1分	2分
K店 A地区	徒歩	10	7.99	7.99	7.99
	自転車	3	1.46	1.02	0.66
	バス	1	1.77	4.15	8.63
	自動車	21	23.77	21.83	17.71
K店 T地区	徒歩	4	3.95	3.95	3.95
	自転車	2	2.06	1.73	1.47
	バス	1	1.61	4.11	12.40
	自動車	14	13.39	11.21	3.18

バスの所要時間が1~2分短縮しただけで、自動車利用からバス利用に急激に多くの人移っていることがわかる。しかしこれは、地区全体のバス平均所要時間が1~2分短縮した場合であると考えられるので、この所要時間短縮は、実際には大きな短縮であると考えられる。

**c) バス利用頻度の変化**

表-5 バス利用頻度の変化 (回/週)

	実測値	理論値	1分短縮	2分短縮
A地区-K店	2.5	2.84	3.07	3.36
T地区-K店	2.5	3.13	3.44	3.84

バスの所要時間が短縮すれば、利用頻度が増加することがわかる。このことから、所要時間を短縮することで、利用頻度の増加を促進できることがわかる。

**(2) バス料金を割引した場合**

犠牲量モデルを用いて、バスの料金を割引した場合に、交通手段選択にどのような変化があるのかを考察する。

**a) 自動車利用不可能の人の交通行動の変化**

表-6 自動車利用不可能者の手段選択の変化 (人)

	交通手段	実測値	理論値	割引		
				10円	20円	30円
K店 A地区	徒歩	16	16.21	16.21	16.21	16.21
	自転車	8	1.79	1.44	1.04	0.58
	バス	3	9.01	9.36	9.75	10.21
K店 T地区	徒歩	7	5.49	5.49	5.49	5.49
	自転車	2	1.30	1.17	1.02	0.84
	バス	1	3.21	3.34	3.49	3.67

自動車利用不可能者についての所要時間短縮時の変化を示した表-3と比較すると、料金を割引く方がバス利用者の増加が大きいことが分かる。これは、自動車利用不可の人にとってバスは、短い所要時間で移動できる唯一の手段であるため所要時間が変化よりも料金の変化に敏感であるためと考えられる。

**b) 自動車利用可能の人の交通行動変化**

表-7 自動車利用可能者の手段選択の変化 (人)

	交通手段	実測値	理論値	割引		
				10円	20円	30円
K店 A地区	徒歩	10	7.99	7.99	7.99	7.95
	自転車	3	1.46	0.97	0.47	0.00
	バス	1	1.77	3.21	4.63	6.03
	自動車	21	23.77	22.83	21.91	21.02
K店 T地区	徒歩	4	3.95	3.95	3.95	3.95
	自転車	2	2.06	1.74	1.40	1.05
	バス	1	1.61	2.65	3.68	4.71
	自動車	14	13.39	12.67	11.97	11.29

表-4と比較すると、料金割引の効果は、所要時間短縮の効果より小さい。このことから、自動車利用者は、バスの料金より所要時間に強い影響を受けていることが分かる。そのため、自動車利用者にはバス利用を促すには、所要時間短縮が有効であると考えられる。

**6. 結論及び今後の課題**

本研究では、頻度決定モデルと犠牲量モデルを作成し、その適用性を確認した。また、作成したモデルを用いて、バスの所要時間や料金といったサービスレベルが変化した場合に起こる手段選択と利用頻度の変化について考察を行った。

しかし、今回作成した頻度決定モデルでは、バス料金が変化した場合の利用頻度の変化を予測できないため、今後バス料金等を考慮できるモデルに改善していく必要がある。

参考文献

- 1) 笈下 雅章・角 知憲・大枝 良直・清水 宏一郎：犠牲量モデルによる手段選択の研究，土木学会第 51 回年次学術講演概要集 第4部，pp366-367，1996.
- 2) 藤本 慎也・大枝 良直・角 知憲：日常的購買行動における購買頻度に関する研究，土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp729-730，2007