

週末買物交通発生モデルに関する研究* Weekend Shopping Trip Generation Model*

張 峻屹**・杉恵頼寧***・藤原章正***

By Junyi ZHANG**, Yoriyasu SUGIE ***, Akimasa FUJIWARA ***

1. はじめに

近年の交通計画の動向の1つとして週末交通をどう計画の中に取り入れるかが挙げられる。これは週休2日制の普及による労働時間の減少とそれに伴う週末交通の増加に起因するものである。従来の交通計画は平日通勤条件の改善を通じて勤労者の十分な休息時間を確保し、ゆとりのある通勤環境を実現することにより生産効率性の向上に役立ててきた。この考え方が今後とも重要であることはいうまでもない。しかし、週末の余暇時間を楽しく過ごすためにその余暇需要に見合った交通施設整備、サービスの提供が必要となり、これに関する研究ではまだ十分な成果が得られていないのが現状である。つまり、利用者の余暇活動のメカニズムをまだ完全に把握していない。

本研究で分析対象として取り上げる買物交通に関しても同様なことが言える。

そこで、本研究では1988年に宇都宮都市圏において行なわれた1週間のアクティビティ調査データから買物交通に関する1週間のデータを取り出し、週末買物交通モデルの問題点を探ると同時に、平日買物頻度を考慮した週末買物交通発生モデルを提案することを目的とする。

2. 買物行動の特徴

この節では、まず余暇活動と比べながら買物行動の特徴を整理してみる。

(1) **周期性** 周期の長さは買物内容によって異なってくる。たとえば、日常用品に関しては何日かのサ

イクルでその買物行動は繰り返されるが、耐久品の買物は年単位でサイクルを形成していくと考えられる。また、日常用品の買物サイクルは観光・リクリエーションなどの余暇活動と比べて短いであろう。

(2) **必須性** 生活のために必要最小限の買物をせねばならないことを考えると、買物は通勤と同様な必須性をもつ。ただし、買物は必ずしも毎日行われるわけではない。必須性を有するので、買物行動には必ず交通を伴う。これは余暇活動と区別するところである。つまり、余暇活動に関しては本人の意志次第でその余暇活動の目的によっては自宅内においても実現する可能性があるため、必ずしも交通を伴うものではない。通信販売や食料品の宅配などの買物サービスはあるが、本人は交通を行っていないが、本人の需要を満たすために他人による交通を発生させている。

(3) **あいまい性** これは買物行動自体が余暇の性質をもつことに起因するものである。主婦の平日買物は忙しい家事からの息抜き手段として利用されているかもしれないし、週末には大型ショッピングセンターで買物をすると同時に子供や夫婦の娯楽行動を実現する役割をも果たしていることがある。これに関しては調査において買物内容、買物以外の活動をきちんと把握する必要がある。

(4) **消費のタイミング** 余暇活動はその場で効果が現れるが、買物の効果は自宅に持ち帰って消費をし、はじめてその効果が現れる。これは両者の効用の計り方にも影響すると考えられる。

従来の買物交通モデルでは1日のクロスセクションデータを用いたものは多く、周期の比較的短い買物行動の時間的な相互関係を捉えることができていない。最近では、曜日変動を考慮したモデル化の必要性が認識されるようになり、複数日のデータを用いた研究が広く進められている。これらの研究は当初、曜日間交

* キーワード：週末買物交通、1週間データ

** 正会員、工博、広島大学工学部第四類（建設系）

（東広島市鏡山1-4-1, TEL & FAX: 0824-24-7849）

*** 正会員、工博、広島大学大学院国際協力研究科

（東広島市鏡山1-4-1, TEL & FAX: 0824-24-7826）

通行動の単純な比較分析がほとんどであった。しかし、通勤交通に比べて、自由度の高い買物交通行動は日ごとに独立しているわけではないことから、たとえば1週間のタイムスパンにおけるダイナミックなアプローチが有効であると考えられる。これによって個人行動をより精緻に記述することができ、モデル精度の向上に寄与するであろう。具体的には、過去に行った買物行動が、当日の買物発生に大きく影響し、当日だけの情報ではその行動を十分に説明できない場合がある。また、近年では大型ショッピングセンターなどの出現によって「1週間のまとめ買い」などの現象もでてきており、買物行動の意思決定が1日ではなく複数日単位で行われている可能性が高い。ただし、世帯構成員間の相互作用が買物発生に強く影響すると考えられるが、本研究ではそれを考慮に入れていない。

3. 1週間買物交通データの特性

3.1 宇都宮アクティビティデータの概要

本研究で用いるアクティビティデータは、1988年3月に栃木県宇都宮市とその周辺町で実施された調査から得たものである。調査方法は配布回収法で、主な調査項目は交通を含んだ活動の種類、活動を行った場所、開始および終了時刻、交通目的、交通手段などである。調査日数は任意の日から連続した1週間である。調査票はアクティビティ・ダイアリーの概念に基づいており、1週間すべての活動の記録を収集したものである。回収状況として、調査の協力の受諾が得られた215世帯のうち、少なくとも1世帯1人が回答しているのは203世帯であった¹⁾。この中から、不明データを含む世帯または個人を除き、1週間完全に回答しているのは100世帯、297人であった。この297人の1週間データをこれからの分析に用いる。

3.2 買物行動の特性

まず、曜日別の買物人数分布を図1に示す。同図から、買物人数は月～木曜日までにほぼ変わらないが、週末の土日になると多くなっており、金曜日には最も少ないことが分かる。買物行動の曜日変動を考慮できるモデルが必要であることが伺える。

つぎに、性別による曜日別の買物人数分布を図2に示す。女性に関しては曜日間の変動は小さいが、男

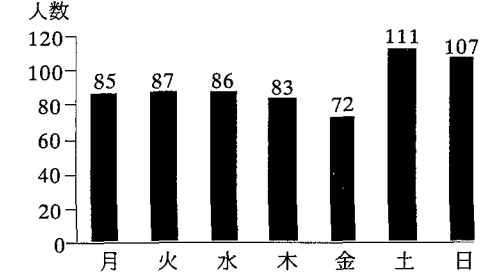


図1 曜日別買物人数

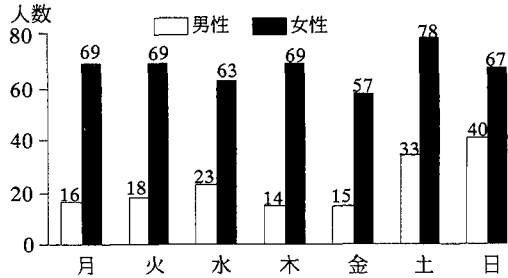


図2 性別曜日別買物人数の分布

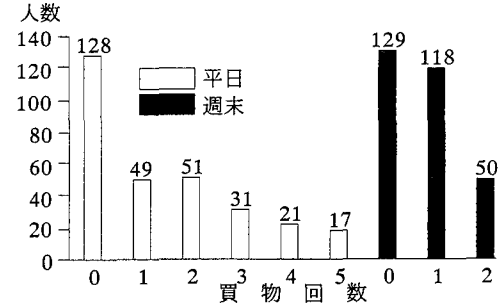


図3 平日と週末における回数別の人数分布

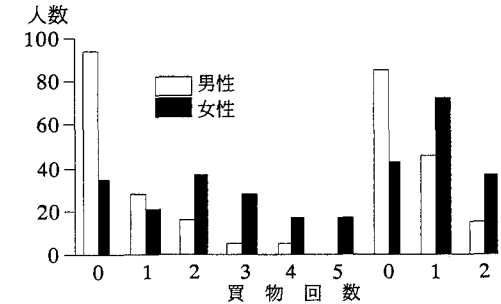


図4 平日と週末における性別回数別の人数分布

性の変動は大きい。言い換えれば、週末買物人数が平日より多いのは男性の週末買物への参加によるところが大きい。

そして、平日と週末における買物回数別の人数分布を図3に示す。買物しない人数は1週間を通じてあまり変化しておらず、毎日買物する人の割合は週末が平日

表1 平日と週末買物回数別のクロス集計表 (人)

平日 週末	0	1	2	3	4	5
0	84	24	13	4	4	0
1	35	17	26	17	14	9
2	9	8	12	10	3	8
1+2	44	25	38	27	17	17

表2 男性平日と週末買物回数別のクロス集計表 (人)

平日 週末	0	1	2	3	4	5
0	63	17	5	1	0	0
1	25	8	7	1	4	0
2	6	3	3	2	0	0
1+2	31	11	10	3	4	0

表3 女性平日と週末買物回数別のクロス集計表 (人)

平日 週末	0	1	2	3	4	5
0	21	7	8	3	4	0
1	10	9	19	16	10	9
2	3	5	9	8	3	8
1+2	13	14	28	24	13	17

表4 買物をしない人の属性

続柄			性別		平均年齢
世帯主	世帯主配偶	その他	男性	女性	
44	4	36	63	21	49

より3倍近く高いことが読み取れる。これをさらに男女別に分けた集計結果を図4に示すことができる。買物をしない男性の割合は断然多いのに対して、女性はその逆の傾向が強いことが分かる。

最後に、平日と週末買物回数別のクロス集計結果を表1, 男女別に分けたクロス集計結果を表2, 3に示す。これらの表から、平日に買物をし、週末にも買物をする人は平日に買物をし、週末に買物をしない人より多い。特に女性ではもっと顕著である。そして、表4に示す1週間においてまったく買物をしない人の属性をみると、明らかに、世帯主、男性、年齢の高い人はその大部分を占めていることが分かる。

4. 平日買物頻度を考慮した

週末買物交通発生のダイナミックモデル

前節で分析したように、週末の買物交通発生は平日買物頻度と強い関係をもつ。そして、この相関関係は個人属性によって異なる。厳密に言えば、個人属性の平日・週末交通に与える影響の大きさも違う。そこで、週末買物交通発生を把握することを目的と

して、本研究では平日買物頻度を取り入れた週末買物交通発生のダイナミックモデルを提案する。

4.1 週末買物発生交通モデルの定式化

(1) 平日買物頻度モデル

ここでは1週間の買物データを対象としているため、個人*i*の平日買物頻度 π_i は{0, 1, 2, 3, 4, 5}のいずれかの値をとる。この買物頻度を以下のようなordered probitモデルにより表現することができる。

$$\xi_i = \beta Z_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

$$\pi_i = k, \text{ if } \delta_{k-1} < \xi_i < \delta_k \{k=0\sim 5\} \quad (2)$$

ここでは、 ξ_i は買物頻度を定める効用関数、 Z_i は性別、年齢などの個人属性、 β は Z_i のパラメータ、 ε_i は正規分布に従う誤差項である。 δ_k は閾値であり、そして、 $\delta_{-1} = -\infty$, $\delta_0 = 0$, $\delta_5 = +\infty$ である。

すると、個人*i*の買物頻度 π_i を表す確率 $\text{Prob}(\pi_i)$ は以下の式により表すことができる。

$$\text{Prob}(\pi_i) = \prod_{k=0}^5 [\Phi(\delta_k - \beta Z_i) - \Phi(\delta_{k-1} - \beta Z_i)]^{\omega_i^k} \quad (3)$$

なお、式(3)においては、 ω_i^k は個人*i*が平日に*k*回買物をしたら1、そうでなければ0のダミー変数である。 $\Phi(\cdot)$ は標準正規分布の分布関数である。

(2) 週末買物交通発生のダイナミックモデル

週末買物発生モデルは土曜日モデル p_i^6 と日曜日モデル p_i^7 によって構成される。 p_i^6 と p_i^7 はそれぞれ以下の2項ロジットモデルにより表現される。

$$\begin{aligned} p_i^6 &= \text{Prob}(y_i^6 = 1 | \pi_i) \\ &= \frac{\exp(\mu_6 * \pi_i * \text{Prob}(\pi_i) + \gamma Z_i)}{1 + \exp(\mu_6 * \pi_i * \text{Prob}(\pi_i) + \gamma Z_i)} \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} p_i^7 &= \text{Prob}(y_i^7 = 1 | \pi_i, y_i^6) \\ &= \frac{\exp(\mu_7 * \pi_i * \text{Prob}(\pi_i) + \rho * y_i^6 + \gamma Z_i)}{1 + \exp(\mu_7 * \pi_i * \text{Prob}(\pi_i) + \rho * y_i^6 + \gamma Z_i)} \end{aligned} \quad (5)$$

ただし、 y_i^6 と y_i^7 はそれぞれ土・日曜日のダミー変数で、買物をしたら1、しなかったら0の値をとる。 μ_6 と μ_7 はそれぞれ平日買物行動の土・日曜日買物発生に与える累積効果の大きさを、 ρ は土曜日の買物行動が日曜日に与える状態依存効果の大きさを表す。

このように、土曜日モデルと日曜日モデルはそれぞれ平日買物頻度の条件付き確率として表現され、日曜日モデルには土曜日の買物行動も取り入れた。前時点の買物情報を取り入れた意味でダイナミックモデル

とここで呼ぶことにする。

式(3), (4)と(5)の同時生起確率を以下のように定式化することができる。

$$P_i = \text{Prob}(y_i^7, y_i^6, \pi_i) = \text{Prob}(y_i^7 | \pi_i, y_i^6) \cdot \text{Prob}(y_i^6 | \pi_i) \cdot \text{Prob}(\pi_i) \quad (6)$$

そして、式(6)に最尤推定法を適用することにより各パラメータを同時に推定することができる。

4.2 新たな週末買物交通発生モデルの推定

式(6)の推定にあたり用いる説明変数として性別(男1, 女0), 年齢, 続柄(世帯主か世帯主配偶1, その他0), 職業(あり1, なし0), 居住地(駅より1.5キロ以内なら1, そうでなければ0), 世帯人数を取り上げる。そして、これらの個人属性の平日買物頻度と週末買物発生行動への影響が異なると仮定する。その結果を表5に示す。

表5から新たに提案した週末買物発生モデルは良好な精度を得ていることが分かる。なお、表5に示され

ている初期尤度は閾値パラメータを推定値に、ほかの個人属性パラメータをすべて0とおくときの式(6)の対数尤度関数値である。そして、平日買物頻度モデルの閾値パラメータもそれぞれ有意な値を得た。

表5の推定結果を考察してみると、以下のようなことが分かる。

まず、平日買物頻度モデルに有意な影響を与えるものとして性別、年齢、続柄、居住地であるのに対して、週末モデルでは性別と年齢のみとなっている。そして、平日買物頻度モデルでは定数項が有意になっているため、モデルをさらに改善する余地が残される。

つぎに、平日買物頻度の土曜日買物発生に対する累積効果パラメータ μ_6 は有意となっているが、日曜日に対する累積効果パラメータ μ_7 が有意ではない。そして、 ρ は有意な値を得ており、土曜日の買物行動が日曜日に影響する結果となっている。このことから土・日曜日の買物行動間においては相関関係をもっているものの、日曜日の買物行動は平日と独立に行われている可能性を否定できないと言える。

5. おわり

本研究では週末買物交通を対象に、その行動メカニズムを平日の買物頻度により説明することを試みた。そして、そのための平日買物頻度、土日買物発生に関する同時決定モデルを提案した。1週間買物データを用いて推定した結果、良好なモデル精度が得られた。本研究を以下のようにまとめることができる。

まず、女性の買物発生行動は1週間を通じてあまり変化しないのに対して、男性は曜日間の変動が大きい。また、女性の買物参加は男性より多い。

つぎに、平日→土曜日→日曜日という順番で曜日間の買物発生は関連するが、日曜日の買物発生は平日の行動から直接的には影響を受けない可能性を示唆した。

今後の研究課題として平日買物頻度に関する効用関数と土日買物発生に関する効用関数との誤差項間の相関を考慮した同時決定モデルの開発が挙げられる。

参考文献

1) 杉恵頼寧他：活動日誌調査に基づく交通政策評価モデルの開発、文部省科学研究費補助金一般研究(c)研究報告書, pp.26-47, 1991。

表5 平日買物頻度を考慮した週末買物発生モデル

説明変数	平日頻度モデル	週末発生モデル
定数項	1.376 (4.18)**	0.673 (1.29)
性別	-1.275 (8.74)**	-0.677 (2.70)**
年齢	-0.016 (3.66)**	-0.021 (3.27)**
続柄	0.367 (2.27)*	0.139 (0.58)
職業	-0.263 (1.82)	0.042 (0.20)
居住地	0.589 (3.58)**	0.154 (0.60)
世帯人数	-0.008 (0.15)	-0.131 (1.58)
閾値	Δ_1 0.729 (15.4)** Δ_2 0.790 (16.9)** Δ_3 0.695 (13.5)** Δ_4 0.693 (10.7)**	$\delta_1 = \Delta_1 * \Delta_1$ $\delta_2 = \delta_1 + \Delta_2 * \Delta_2$ $\delta_3 = \delta_2 + \Delta_3 * \Delta_3$ $\delta_4 = \delta_3 + \Delta_4 * \Delta_4$
累積効果	μ_6 2.555 (3.84)** μ_7 -0.037 (0.06)	
状態依存効果 ρ		0.564 (2.00)*
初期尤度	-889.557	
最終尤度	-749.765	
尤度比	0.157	
サンプル数(人)	297	