

日帰りリクリエーション交通の発生率の予測

PREDICTION OF GENERATION RATE OF ONE-DAY RECREATIONAL TRIPS

本山実華*, 高風博行**, 角 知憲***

By Mika MOTUYAMA, Hiroyuki TAKAKAZE, and Tomonori SUMI

This paper describes a fundamental study for predicting generation rate of one-day recreational trips from urban area. Recreational travel is so discretionary that the conventional way of demand forecast which separates forecast into trip generation, distribution, and modal split is unsuitable. This paper proposes a model that provides predictions on the generation and modal split simultaneously based on the "Logit Model" formulation. The model was applied to the visitors to a National Government Park in Fukuoka, and it was revealed that the model produced reasonable predictions. Since the model can be easily extended to take account for the choice of destination among some candidate facilities, we can consider the model provides a basis for further development.

1. はじめに

本論文は、交通機関分担を考慮しながらリクリエーション交通の発生量を推定するための基礎的な方法を検討しようとするものである。リクリエーション交通は、通勤や業務交通に比べて、目的地や交通機関、交通を行なう時間帯の選択のみならず、交通を行なうか否かを含めて、人の自由裁量の余地が大きいものである。リクリエーション交通のこのような性格はよく知られていて、通勤や業務交通と同様の発生・集中・分布・分担という段階的な予測手法をとることを基本としながらも^{1), 2), 3)}、発生と分布を同時に予測したり⁴⁾、いくつかの目的地を回遊

*) 学生会員, 九州大学大学院土木工学専攻修士課程

(〒812 福岡市東区箱崎 6-10-1)

**) 正会員, 日本工営(株)

(〒100 東京都千代田区麹町 5-4)

***) 正会員, 工博, 九州大学助教授, 工学部土木工学科 (〒812 福岡市東区箱崎 6-10-1)

するトリップチェーンを考慮する⁵⁾などの試みがなされているが、需要予測に関する方法論的・経験的蓄積はまだ十分ではない。

リクリエーション交通における自由裁量とは、結局さまざまな選択の自由度にはかならないから、需要予測にあたって選択行動モデルの考え方を出発点とするのが妥当である。この点で、リクリエーション交通を「行かない」およびトリップチェーンの途中で「帰る」という選択肢を含む選択行動として取り扱った文献⁵⁾のアプローチは示唆に富むものといえる。そこで本論文では、リクリエーション交通の発生予測に関する基礎的な知見を得ることを目的として、トリップチェーンを考慮しないですむ比較的単純な行動様式のリクリエーション交通として日帰りリクリエーション交通を取り上げ、交通モードの選択行動を考慮しながら世帯当り発生量を推定することを試みてみるものである。

2. 発生率モデル

リクリエーションをはじめとする休日交通では、交通を行なわないことを含めて、多数の代替的な行動が有り得る。リクリエーションによって得る効用が、他のすべての代替的な行動の与える効用より大きいと判断された場合に、リクリエーション交通が発生するとみなすことができる。

いま、ある種の日帰りリクリエーション交通によって得られる効用を U_{r0} とする。 U_{r0} は、リクリエーション活動のタイプや施設の魅力度の関数であるが、当面あるタイプと魅力度を仮定しておく。もちろん、 U_{r0} および以下の議論に現われる効用概念はすべて確率変数であるものとする。一方、人は U_{r0} を得るためには、往復の交通をはじめとするさまざまな貨幣的・非貨幣的代価を支払わなければならない。この代価を非効用という概念で表わすものとし、非効用の内、交通に関するものを D_t 、それ以外（たとえば入場料）によるものを D_0 とする。したがって、一日をリクリエーション活動に費やすことによって人が得る効用 U_r は、

$$U_r = U_{r0} - D_0 - D_t = U_{r1} - D_t \quad \dots (1)$$

である。ここに、 $U_0 - D_0$ を U_{r1} とおいた。

リクリエーション活動に代替的な活動は多数ある。それら各々が与える効用を U_{ai} ($i=1, 2, \dots$) とし、 U_{ai} のうち最大のものを U_{am} とする。すなわち、 $U_{am} = \text{Max}(U_{ai})$ $\dots (2)$

である。 U_{am} もまた確率変数である。 U_r と U_{am} のPDFを $\phi_{U_r}(U)$ 、 $\phi_{U_{am}}(U)$ とすると、 U_r と U_{am} を比較して U_r が U_{am} より大きいと判断される確率 P_r は、

$$P_r = \int_{-\infty}^{\infty} \phi_{U_r}(x) \int_{-\infty}^x \phi_{U_{am}}(y) dy dx \quad \dots (3)$$

と与えられるが、 $\phi_{U_r}(U)$ と $\phi_{U_{am}}(U)$ を確定値とそれからの変動とに分けて表わしたうえ、変動部分を同一のワイブル分布を仮定すれば、上式はロジットモデルの形式で表現できる⁶⁾。

$$P_r = \frac{e^{V_r}}{e^{V_{am}} + e^{V_r}} \quad \dots (4)$$

ここに、 V_{am} 、 V_r は上記の確定値、すなわち、

$$V_{am} = E\{U_{am}\},$$

$$V_r = E\{U_r\}$$

である。上式は、ある人がある施設を対象としてあるタイプのリクリエーション活動を選択する確率、

つまりリクリエーション需要の発生確率を表わしている。

ところで、施設と利用者の条件によっては、利用できる交通モードが二つ以上あることがある。リクリエーション需要の発生確率を(4)式のようにロジットモデルで表わすことにすれば、モード選択率も需要の発生確率と整合する形で推定することができる。利用可能な交通モード j ($j=1, 2, \dots, M$) に応じて、(1)式は次のように書き換えられる。

$$U_{rj} = U_{r1} - D_{tj} \quad \dots (1')$$

そこで、 M 種のモードを用いるリクリエーション活動と、リクリエーション以外の活動のうち最大の効用をもつもの、計 $M+1$ 個の選択肢のうちから、一つを選ぶ確率が、多肢選択ロジットモデルを用いて、

$$P_{rj} = \frac{e^{V_{rj}}}{e^{V_{am}} + e^{V_{rj}}} \quad \dots (4')$$

と与えられる。ここに、 P_{rj} は交通モード j を利用してリクリエーション活動が行なわれる確率、 V_{rj} はその場合の効用の期待値である。従って、リクリエーション需要の発生確率 P_r は、上式を j について加算することにより、

$$P_r = \frac{\sum e^{V_{rj}}}{e^{V_{am}} + \sum e^{V_{rj}}} \quad \dots (5)$$

となる。さらに、発生需要のうちモード j の選択率 P_{mj} は、ロジットモデルの文脈独立性 (I I A 特性) から、

$$P_{mj} = \frac{e^{V_{rj}}}{\sum_k e^{V_{rk}}} \quad \dots (6)$$

で同時に与えられることになる。

V_{r1} あるいは V_{rj} を交通サービスの様々な指標の関数（通常は多項式）におき、 V_{am} は定数におくことにより、(4)、(5)あるいは(6)式は、所要の調査データに基づいて数値的に決定することができる。

同じリクリエーション活動に対して複数の施設が利用できる場合の各施設の選択率の予測にも、この方法が適用できるであろう。ある施設 n ($n=1, 2, \dots, N$) の魅力度に応じて、(1)式中の効用 U_{r0} を U_{r0n} と与えたうえ、施設とモードの組合せの数だけの代替案にリクリエーション以外の活動のうち、最大の

効用をもつものを加えて、多肢選択モデルを作成すればよい。もっとも、選択肢の数が余りに多くなれば、モデル作成の上で技術的な問題となることは予想される。また、(5)－(6)式に変わって、ネステッドロジットモデルを作成することもできる。

3. 発生率モデルの適用

上記モデルの適用性を、実際のリクリエーション活動にあてはめてみる。本論文では、福岡市の国営海の中道海浜公園の秋季の休日の入園者を対象とした。この公園は、夏季に利用が集中するプールを別にすれば、広大な野外空間でサイクリングやフィールドアスレティックなど遊具を使って軽度の身体運動を行なう入園者が中心である。(このほか、水族館が併設されているが、以下の分析では取り扱っていない。)福岡市近郊では、この種の活動を行ない得る施設はこの公園以外に大規模なものはなく、秋のリクリエーション活動に関しては他の施設との競合をそれほど考える必要がないので、上記モデルの適用性の基礎的な検討には好都合である。

データは、建設省が平成元年10月1日(日)、22日(日)、26日(木)に実施したアンケート調査資料⁷⁾を利用した。調査は、利用者入園時刻を記録したアンケート用紙を配布し、解答を記入してもらったうえ、退園時に用紙を収集し、退園時刻を記入する方式で行われた。回収数1,100票のうち福岡市内に在住しかつ自宅から出発しその他の場所に寄り道をせずに帰宅する(ただし、貸切りバス利用者は除く)556世帯から得られたデータを用いて予測を行うものである。

本論文では、施設間の競合を考慮しないので、その公園に行く場合と行かない場合の2つの選択モードについて考える。つまりその公園に行くことによって得られる効用が、行かないことで得られる効用より大きいと判断した場合に、リクリエーション交通が発生するとみなす。図-1に示すように福岡市内を25のゾーンに分け、さらに各ゾーンにおいて自動車保有世帯、非保有世帯に分けて世帯当りの発生率を考えることにした。

自動車非保有世帯の場合利用できる交通機関は、公共交通機関のみである。そこで考えられる行動パターンは、公園に公共交通機関で行くか、あるいは

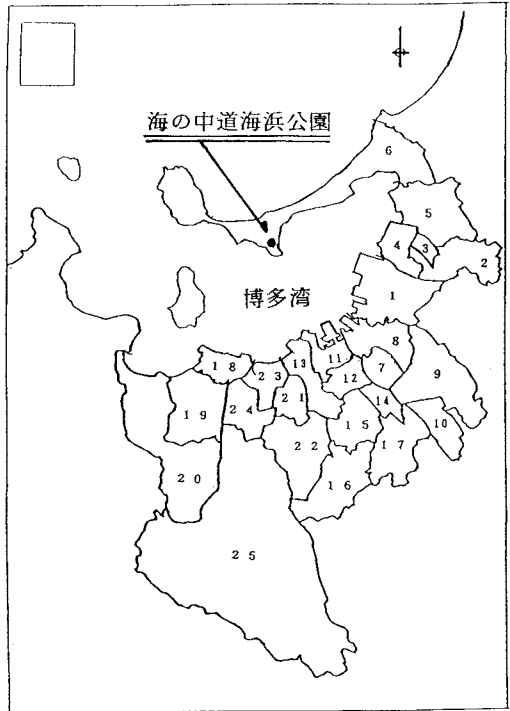


図-1 福岡市のゾーン分け図

公園には行かないかの2つである。公共交通機関を利用する場合の交通に関する非効用(D_{mt})が所要時間(X_{m1})と乗り換え回数(X_{m2})と運賃等の交通に関する費用(X_{m3})で与えられるものと考えると、

$$D_{mt} = a_{m0} + a_{m1}X_{m1} + a_{m2}X_{m2} + a_{m3}X_{m3} \quad \dots(7)$$

となる。各々の行動によって得られる効用を U_m とおくと、

$$U_m = U_{m0} - D_{mt} \quad \dots(8)$$

となる。 U_m , U_0 の期待値 V_m , V_0 を、(5)式に代入すると自動車非保有世帯における発生率は、

$$P_m = \frac{e^{-V_m}}{e^{-V_0} + e^{-V_m}} \quad \dots(9)$$

となる。(9)式を変形することにより得られる式は、

$$\ln\left(\frac{1}{P_m} - 1\right) = V_0 - a_{m0} - a_{m1}X_{m1} - a_{m2}X_{m2} - a_{m3}X_{m3} \quad \dots(10)$$

となる。(10)式を用いて各ゾーンの自動車非保有世帯数で重み付けして回帰計算を行った結果、 $a_{m1} = 0.0178$, $a_{m2} = -0.0329$, $a_{m3} = 0.0022$, $V_0 = 5.5251$ となった。またこの時の重み付き相関係数は $R = 0.75$ で

ある。

各ゾーンにおける効用の理論値と実測値との関係を図-2に示す。マークの大きさは自動車非保有世帯数を表わしている。

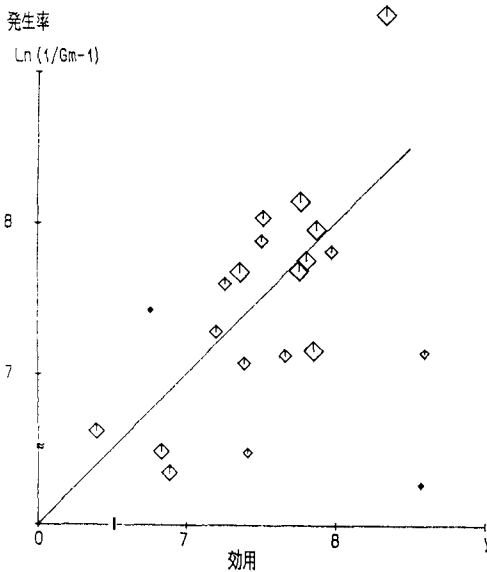


図-2 自動車非保有世帯

同様に、自動車保有世帯の場合利用できる交通機関は、大きく分けて自動車と公共交通機関の2つである。そこで、考えられる行動パターンは公園に自動車で行くか公共交通機関で行くか、あるいは公園には行かないかの3つである。自動車を利用する場合の交通に関する非効用 (D_{ct}) が乗り換えがないので公園までの所要時間 (X_{c1}) と駐車料金などの費用 (X_{c2}) で与えられると考えると、

$$D_{ct} = a_{c1}X_{c1} + a_{c2}X_{c2} \quad \dots(11)$$

となる。各々の交通モードによって得られる効用を U_c , U_m , とおくと、

$$U_c = U_{r0} - D_{ct} \quad \dots(12)$$

$$U_m = U_{r0} - D_{mt} \quad \dots(13)$$

となる。各々の効用の期待値を V_c , V_m , V_0 とおき、(5)式に代入すると自動車保有世帯における発生率は、

$$P_c = \frac{e^{V_c}}{e^{V_0} + e^{V_c} + e^{V_m}} \quad \dots(14)$$

となる。

次に、交通モードの選択率について考えてみると

本論文の場合交通モードを選択できるのは、自動車保有世帯のみであり、選択可能な交通機関は自動車と公共交通機関の2つである。そこで、(6)式に(8), (12), (13)式の期待値を代入することによって自動車を選択する確立は、次式で表わせられる。

$$P_{mc} = \frac{e^{V_c}}{e^{V_c} + e^{V_m}} \quad \dots(15)$$

である。(15)式を変形することにより得られる式は、

$$\ln\left(\frac{1}{P_{mc}} - 1\right) = V_0 - a_{m1}X_{m1} - a_{m2}X_{m2} - a_{m3}X_{m3} - a_{c1}X_{c1} - a_{c2}X_{c2} \quad \dots(16)$$

となる。(14)式を変形することによって得られる式は、

$$e^{-U_c} = \frac{P_c}{(1-P_c)} - e^{-U_m} \quad \dots(17)$$

となる。ここで

$$e^{U_m} = \frac{1}{P_m} - 1 \quad \dots(18)$$

とおき両辺に対数をとると

$$\ln\left(\frac{(1-P_c)(1-P_m)}{P_c-P_m}\right) = V_0 - a_{c1}X_{c1} - a_{c2}X_{c2} \quad \dots(19)$$

となる。(19)式を用いて各ゾーンの自動車保有世帯数で重み付けして回帰計算を行った結果、 $a_{c1} = 0.0417$, $a_{c2} = 0.0340$, $V_0 = 4.0287$ となった。また $R = 0.60$ である。

各ゾーンにおける効用の理論値と実測値との関係を図-3に示す。マークの大きさは自動車保有世帯数を示している。また各ゾーンにおける自動車保有台数、発生率等のデータを自動車非保有世帯について表-1に自動車保有世帯については表-2に示す。

(16)式を用いて各ゾーンの自動車非保有世帯数で重み付けして回帰計算を行った結果、 $a_{m1} =$

$$0.0206, a_{m2} = 0.2160, a_{m3} = -0.00346, a_{c1} = 0.0041$$

$$a_{c2} = -0.0043, V_0 = -0.0767 \text{ となった。また } R = 0.30 \text{ である。}$$

各ゾーンにおける選択率の理論値と実測値との関係

を図-4に示す。

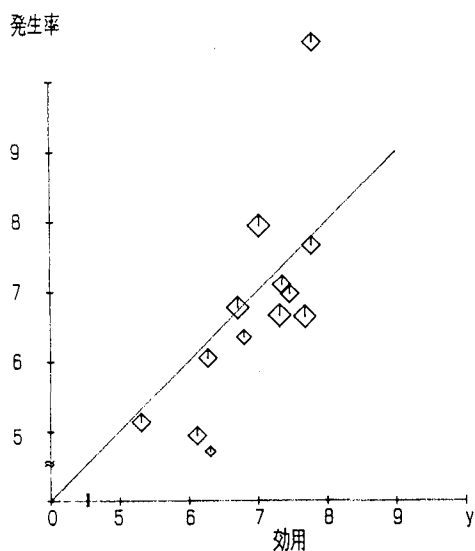


図-3 自動車保有世帯

ゾーン	発生数	自動車保有世帯数	所要時間(分)	発生率($\times 10^{-3}$)
1	18	12259	51.4	1.468
2	14	5766	51.0	2.428
3	21	2211	42.5	9.498
4	34	8306	42.5	4.093
5	82	9552	38.8	8.585
6	71	9918	19.5	7.159
7	9	10946	81.0	0.822
8	16	16483	63.0	0.971
9	9	8800	66.4	1.023
10	11	13846	71.3	0.794
11	3	6066	75.0	0.495
12	9	10960	57.0	0.821
13	22	14022	64.1	1.569
14	9	7477	65.0	1.204
15	19	15336	91.2	1.239
16	3	6969	75.0	0.430
17	23	19915	75.0	1.155
18	5	10076	75.0	0.496
19	17	15985	67.5	1.063
20	6	4285	85.0	1.400
21	12	9308	66.8	1.289
22	9	11930	82.5	0.922
23	9	9962	75.0	0.903
24	17	12217	71.3	1.392
25	7	7901	75.0	0.886

表-2 自動車保有世帯

ゾーン	発生数	自動車非保有世帯数	所要時間(分)	発生率($\times 10^{-3}$)
1	3	9295	62.6	0.359
2	3	4372	49.3	0.686
3	1	1676	45.0	0.597
4	11	6298	45.0	1.747
5	11	7242	43.7	1.519
6	10	7521	21.7	1.330
7	6	3926	55.6	1.528
8	5	5913	56.1	0.846
9	0	3157	67.5	0
10	4	4967	63.0	0.201
11	3	5981	51.4	0.503
12	5	10785	51.0	0.463
13	4	13797	70.2	0.290
14	2	5306	62.1	0.377
15	5	10885	69.0	0.460
16	2	4945	78.8	0.404
17	11	14135	43.8	0.778
18	3	1593	109.3	1.883
19	2	2530	103.2	0.791
20	0	678	125.0	0
21	4	11408	75.0	0.351
22	0	14623	81.0	0
23	5	11640	67.5	0.430
24	1	11858	96.4	0.084
25	0	8637	90.0	0.152

表-1 自動車非保有世帯

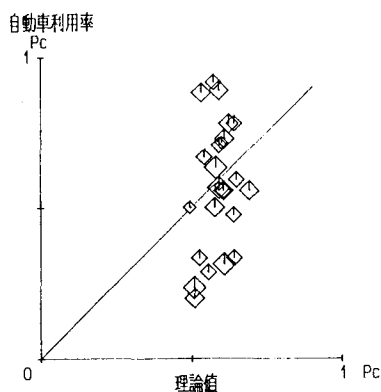


図-4 自動車の選択率

4. 考察

本論文では、他の施設と競合しない広域公園へのリクリエーション交通の発生予測のモデルを作成した。このモデルは、交通モードの選択行動を考慮しつつ実質的な交通の所要時間、乗り換え回数と費用を独立変数として、発生率を与えるものである。取り上げた交通モードは自動車と公共交通機関の2つであることや、公園へ行かない時の効用など実質的には測定できないものを含んでいる等の問題もあり、十分な精度が得られていないが基本的な傾向は表現できたと考えられる。特に本論文で取り上げた方法は自動車保有世帯と非保有世帯の間のアクティビティの相違をよく表現する一方で、自動車保有世帯がかなりの割合で公共交通機関を利用する行動をも表現することが出来そうである。しかし、本論文において求められた交通モードの選択率は、 $R=0.30$ からもわかるように実質的に説明力が十分でないといえる。今後は、(16)式にネステッドロジットモデルの適用などを考える一方で、ロジットモデルを離れて公園渋滞時間の決定行動を含む日帰りリクリエーション行動の効用の定量化モデル^{8), 9), 10)}の応用を考えることが課題となると考えられる。

5. 結論

本論文では、交通モードの選択行動を考慮しつつ、1日単位でのリクリエーション交通の発生率を予測する基礎的なモデルを作成した。本論文から次のように言うことが出来る。

①自動車保有世帯は、交通モードの選択が可能ではあるが公共交通機関を利用した割合は少ない。

②自動車保有世帯と非保有世帯を比較すると、明らかに自動車保有世帯の方がモービリティが大きいので発生率も大きい。

③今後の課題として、このモデルでは考慮しなかった多岐の交通モードの選択行動2つについて検討する

ことやその他の施設との選択関係を明白にすることなどが挙げられる。

参考文献

- 1) 鈴木忠義・毛塚宏・永井護・渡辺貴介：観光・リクリエーション計画，pp108-109，彰国社，1984。
- 2) 森地茂・田村享・屋井鉄雄・兵藤哲朗：観光交通量予測モデルの事後的分析，土木計画学研究・論文集，No.4，pp125-132，1986。
- 3) 永井護・野倉淳・遠藤弘太郎：観光地における入込者数の推計方法，土木学会論文集，No.353/IV-2，1985。
- 4) Chan, Y., and T.O. Carroll: Estimating Recreational Travel and Economic Values of State Parks, J. of Urban Planning and Development, Vol. 111, No.1, pp65-79, 1985。
- 5) 森杉寿芳・林山泰久・平山賢二：集計 Nested Logit Model による広域観光行動予測，土木計画学研究・講演集，No.8，pp353-358，1986。
- 6) 太田勝敏：非集計行動モデルの理論展開，土木計画学講習会テキスト，N0.15，pp9-23，土木学会，1984。
- 7) 建設省九州地方建設局：平成元年国営海の中道海浜公園秋季利用実態調査，1989。
- 8) 一ノ瀬 修・角 知憲・相川 明：自動車を用いるリクリエーション交通の時間的分布を与える渋滞の効果，土木計画学会，投稿中。
- 9) 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行動時刻決定モデルの作成とその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，投稿中。
- 10) 角 知憲・今和泉 和人・出口 近士・相川 明：公共交通機関を用いるリクリエーション交通の時間的分布の予測モデル，土木学会論文集，投稿中。