

鉄道駅の有料自転車駐車場利用者の経路選択

九州工業大学 学生員 ○舩永 直

九州工業大学 正 員 渡辺 義則

1. まえがき 地球温暖化などさまざまな社会問題を緩和する一つ的手段として、都市内自転車専用道路のネットワーク化などが考えられる。ここでは、その一連の研究として、自転車専用道路の主たる利用者の一つである鉄道駅の有料自転車駐車場利用者を取り上げ、既に提示した¹⁾男子高校生対象の自転車利用者の経路選択モデルが適用可能か否かを確かめ、あわせて、鉄道駅への経路選択特性を調べた。

2. 自転車利用者の経路選択モデルの構造

(1) 経路選択モデルの構造 自転車利用者は、経路選択する際、最短経路を選択しようとするだけではなく、交差点や坂などの要因からなる非効用全体が最小となる経路を選択するとした。そこで流入口 m と目的地の最小非効用 U_m を式(1)～(2)のように表す。また、 N は上記で構成されたリンク全体を表す。

$$U_m = \sum_N U_{TK} \quad \dots (1)$$

$$U_{TK} = U_{LK} + C_1 \overline{HI}_K + C_2 T_K \quad \dots (2)$$

ここに、 U_{LK} はリンク K の自転車走行路に関する非効用、 $\overline{HI}_K$ はリンク K の勾配(%)と高低差(m)の積、 T_K はリンク K の交差点の数、 C_1 は自転車利用者が上り坂に対して抱く重み、 C_2 は交差点の数に対する重みを意味し C_1 、 C_2 は定数とする。また、 C_1 については重みに個人差があると考え、パラメータ μ 、 σ で表される対数正規分布に従うものと仮定した。以前の研究では、高校に通学する男子高校生を対象にして、 $(\mu, \sigma) = (0.120, 0.826)$ 、 $C_2 = 0.579$ を得ている。具体的には、 C_1 は表-1、2に示すような14のタイプとそれが発生する割合 P に分類して処理した。また、式(2)中の U_{LK} は次式で求める。

$$U_{LK} = P_{1K}(U_{1K}I_K + U_{1C}) + P_{2K}(U_{2K}I_K + U_{2C}) \quad \dots (3)$$

P_{1K} はリンク K で歩道を選択する確率、 P_{2K} はリンク K で車道を選択する確率、 U_{1K} はリンク K の単位距離当りの歩道の非効用、 U_{2K} はリンク K の単位距離当りの車道の非効用、 U_{1C} は距離に比例しない歩道の非効用、 U_{2C} は距離に比例しない車道の非効用、 I_K はリンク K の長さ(m)である。

(2) 歩・車道の効用とその選択確率 自転車利用者が歩道と車道のいずれを選択するかを推定するのに、次の非集計ロジットモデルを用いる。式(4)、(5)において、 V_1 、 V_2 は自転車利用者にとっての歩道、車道の効用である。表-3に使用した説明変数の係数 $a_0 \sim a_4$ 、 b_1 を示す。

$$V_1 = a_1 X_{11} + a_2 X_{21} + a_3 X_{31} + b_1 Y_1 \quad \dots (4)$$

$$V_2 = a_0 + a_3 X_{32} + a_4 X_{42} \quad \dots (5)$$

ここに、 X_{11} は段差の強さを表すダミー変数、 X_{21} 歩道表面の凹凸状態を表すダミー変数、 X_{31} 、 X_{32} は走行路の有効幅員(cm)、 X_{42} は5分間交通量(台/5min)である。 Y_1 は性別である。また、歩・車道選択確率 P_1 、 P_2 は

$$P_1 = \frac{\exp(V_1)}{\exp(V_1) + \exp(V_2)} \quad P_2 = 1 - P_1 \quad \dots (6)$$

(3) リンクの歩道と車道の非効用 いま、リンク K の自歩道と車道の効用を式(4)、(5)の V_1 、 V_2 にサフィックス K をつけて、 V_{1K} 、 V_{2K} と表すと式(3)中の各非効用は次式で表わされる。また、 $l_0 = 198.4$ m、 U_{1K} 、 U_{2K} を正の値とするために $d = 10$ を仮定した。

$$U_{1K} = \frac{-(V_{1K} - b_1 Y_1) + d}{l_0} \quad \dots (8)$$

$$U_{1C} = -b_1 Y_1 \quad \dots (9)$$

$$U_{2K} = \frac{-V_{2K} + d}{l_0} \quad \dots (10)$$

$$U_{2C} = 0 \quad \dots (11)$$

3. リンクの自転車通行台数の推定 本研究で計算したのは図-1に示すようにノード数47、リンク数72のネットワークで、自転車利用者は▽のノードから流入し、番号47のノードへ至る。計算は男女別々に行う。

表-1 C_1 の算出式

タイプ	割合P	C_1 の算出式
14,1	6.0%	$\exp(\mu \pm 1.985\sigma)$
13,2	7.0%	$\exp(\mu \pm 1.320\sigma)$
12,3	7.0%	$\exp(\mu \pm 0.977\sigma)$
11,4	7.5%	$\exp(\mu \pm 0.716\sigma)$
10,5	7.5%	$\exp(\mu \pm 0.490\sigma)$
9,6	7.5%	$\exp(\mu \pm 0.286\sigma)$
8,7	7.5%	$\exp(\mu \pm 0.094\sigma)$

表-2 坂に対して抱く重み

タイプ	C_1	タイプ	C_1
1	0.21872	8	1.21853
2	0.37879	9	1.42783
3	0.50279	10	1.68932
4	0.62402	11	2.00620
5	0.75215	12	2.52713
6	0.88990	13	3.35439
7	1.04275	14	5.80933

表-3 説明変数の係数

説明変数の係数	モデル
定数項(a_0)	3.252
段差強さ(a_1)	-0.543
表面の状態(a_2)	-0.48
走行路の有効幅員(a_3)	0.018
5分間交通量(a_4)	-0.071
性別(b_1)	-0.667

各リンクの推定自転車通行台数は次の様にして求める。最初に諸条件の入力として、各流入入口から流入する自転車台数と各道路区間の条件【歩道幅員・自動車交通量 etc】を入力する。また、 $d=10.0$ 、登り坂に対して抱く重みとその発生確率【表 1, 2】を入力する。次に、計算条件をもとに式(2)～(11)から各リンクの非効用を求め、流入入口 m から目的地までの非効用が最小の経路を求める。更に、流入入口 m から流入するタイプ e の推定通行台数を、最小非効用ルートを構成する各リンクに与える。これを全ての流入入口 m について繰り返す、その値を累計していくことによって、タイプ e の推定通行台数が各リンクについて得られる。更に、これを全てのタイプについて繰り返せば、各リンクの自転車通行台数が推定できる。

4. 結果の考察 例として、女性における各リンクの自転車通行台数の実測値と推定値【図-1,2】の比較より両者が比較的近い値を示している。また、分析の対象とした鉄道駅の有料自転車駐車場利用者は、交通目的(通勤・通学・その他)、性別、年齢が様々である。この様な場合においても、本研究で提示した経路選択モデルに充分な説明力が認められた。

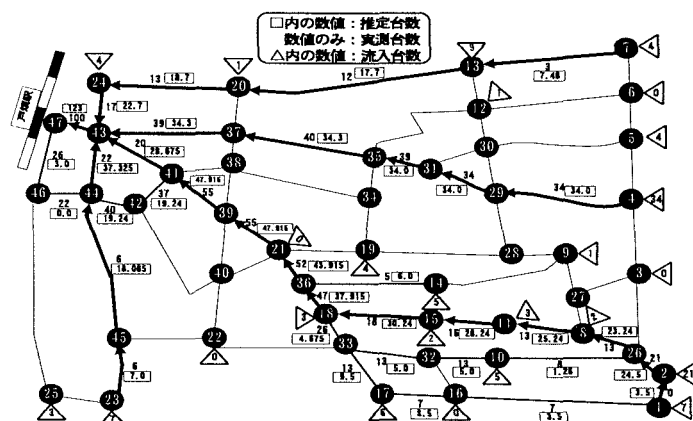


図-1 女性における各リンクの推定台数と実測台数

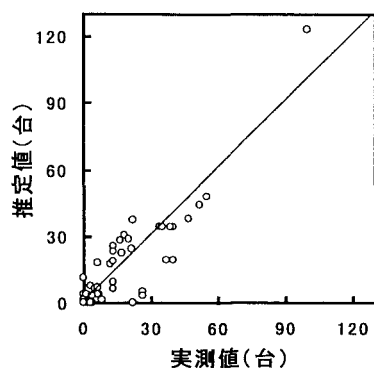


図-2 女性における推定と実測の比較

5. 鉄道駅の自転車利用者の経路選択特性

(1) 自転車利用者の経路選択特性 図-1 から、鉄道駅へ行くのに利用されている主な経路は、次の2種類の道が混在していることがわかる。

①：交通量が多く、歩道が付設された幹線道路：例 4-29-31-35-37-43

②：交通量が少なく、歩道がない道：例 33-18-36-21-39-41-43

これは、自転車利用者が、歩道と車道の区別なく、効用の高い方を選択して通行することを前提に構築された経路選択モデルが妥当なことを示している。さらに、ノード 41 から 42 と 43 の2つに自転車利用者の経路が分かれているのは、41-43-47 に横断歩道がなく、必ず平均勾配 6.6%、高低差 4.4m、長さ 67.3mの陸橋を渡る必要があるからである。自転車利用者の坂に対して抱く重みは表-2 に示したように 0.219~5.809 まで変化しており、タイプによって重みにかなり差がある。それ故に、陸橋を渡る自転車利用者と回り道をしてそれを避ける者に分かれるが、その現象も文献1で提示したモデルでは的確に推定できている。

(2) 最短距離による経路選択 女性の自転車利用者が最短距離の経路を選択して、流入したノードから目的地に行くことと仮定して計算し、その結果を図-1 のリンクの線を太線(→)にして示した。この図から明かな様に、本研究で対象とした鉄道駅の有料自転車駐車場利用者は、最短距離による経路を選択する傾向が強く現れている。ただ、最短距離により経路を選択するという方法では陸橋の影響を考慮できず、最短距離以外の経路を選択した人も少なからず存在するので、最短経路を選択すると言う前提だけで、自転車利用者の経路選択を説明するのは必ずしも充分ではないことが認められる。

6. まとめ

(I) 実測台数と推定台数が比較的近いので、既に提示した男子高校生対象の自転車利用者の経路選択モデルは目的地、交通目的、性、年齢が異なるものにも適用可能である。

(II) 主な利用経路の殆どは、流入入口から鉄道駅への最短距離であり、本研究で対象とした鉄道駅の有料自転車駐車場利用者は、最短距離による経路を選択する傾向が強く現れている。

《参考文献》

- 1) 秦,他.: 自転車利用者の経路選択モデルについて, 第 52 回年次学術講演会, 1997.