

自転車通学する高校生の経路選択モデル

九州工業大学工学部 学生員 ○秦 裕二郎
九州工業大学工学部 正員 渡辺 義則
九州工業大学工学部 中原 崇文

1 はじめに 急激な自動車交通の発展により、交通渋滞の慢性化や、交通騒音や排気ガスによる環境の悪化などといった深刻な社会問題が引き起こされている。このような現状を緩和しうる一つの手段として、都市内で発生する短距離トリップに対しては自動車に代えて自転車を積極的に利用することが考えられる。そこで、本研究では、自転車交通にとっての好ましい環境を整備していくためには自転車利用者がどのような道路を選んで走行するものであるのか把握しておくことが必要であるという考えに基づき、高校生の登校時における経路選択モデルを検討した。

2 自転車利用者が道路に与える評価 自転車利用者が歩道と車道のいずれを選択するかを予測するのに、次の非集計ロジットモデルを用いる。式(1)、(2)において、 V_1 、 V_2 が自転車利用者にとっての歩道、車道の効用である。

$$V_1 = a_1 X_{11} + a_2 X_{21} + a_3 X_{31} + b_1 Y_1 \quad (1)$$

$$V_2 = a_0 + a_3 X_{32} + a_4 X_{42} \quad (2)$$

ここに、 X_{11} ：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} ：走行路の有効幅員(cm)、 X_{42} ：5分間交通量(台/5min)である。属性は Y_1 が性別を表す変数として用いている。表1に実際に使用した説明変数の係数を示す。この時、自転車利用者の歩道、車道を選択する確率 P_1 、 P_2 は

$$P_1 = \frac{\exp(V_1)}{\exp(V_1) + \exp(V_2)} \quad , \quad P_2 = 1 - P_1 \quad (3)$$

としてあらわせる。

3 自転車利用者の経路選択モデル 自転車利用者は、経路選択する際、効用の高い道路を選択する。歩道、車道の効用をその選択確率で荷重平均した値が自転車利用者にとってのその道路区間の効用とした。経路選択モデルでは、ネットワークにおいてある経路における全体の非効用 U を、自転車利用者にとって非効用な要因である交差点や坂などを考え、式(4)のように表す。

$$U = -\sum (P_1 V_1 + P_2 V_2) D + C_1 \sum T + C_2 \sum h_i \quad (4)$$

ここに、 D は道路区間距離(m)、 T は交差点での待ち時間(s)、 h は走行路の高低差(m)、 i は走行路の勾配(%)、 C_1 、 C_2 はデ

ータから推定すべき定数である。自転車利用者の信号交差点並びに踏切での待ち時間の調査結果を表2に示す。モデル

ではこの値を用いる。また、 C_1 については信号交差点並びに踏切での待ち時間に対して抱く重みに個人差があると考え、次式で表される対数正規分布に従うものと仮定した。ここで、 $G(x)$ は対数正規分布の確率密度関数、 X は確率変数である。

$$G(X) = \frac{1}{\sqrt{(2\pi)\sigma X}} \exp\left(-(\ln X - \mu)/2\sigma^2\right) \quad (5)$$

表1 非集計モデルの係数

説明変数の係数	モデル
定数項 (a_0)	3.252059
段差の強さ (a_1)	-0.543396
歩道表面の状態 (a_2)	-0.480048
走行路の有効幅員 (a_3)	0.017517
5分間交通量 (a_4)	-0.070553
性別 (b_1)	-0.667365

表2 交差点、踏切待ち平均時間

	4車線直進	2車線直進+右左折	踏切
平均待ち時間(S)	16.6	6.3	15.7
サンプル数	401	675	300

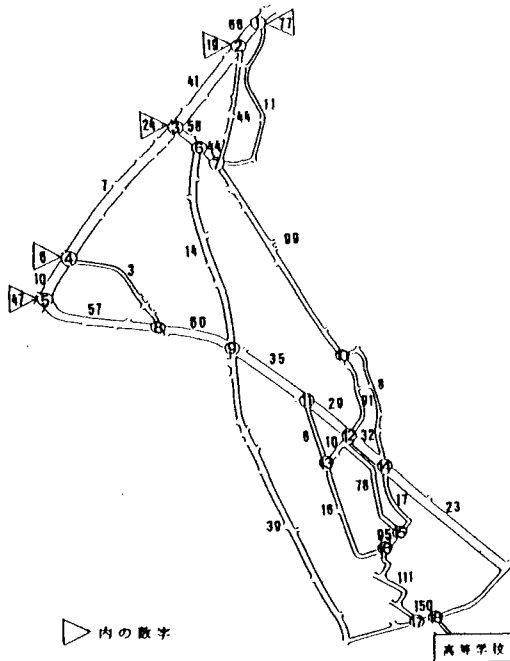
具体的には、表3に示すような6つのタイプと割合Pに分類して処理する。経路選択モデルのに含まれる定数 C_1 、 C_2 は次式を最小にすることにより求める。

$$R^2 = \sum \{ (M_M - M_C) \div M_C \} \quad (6)$$

ただし、 M_M は図1の各道路区間ごとの実測の、一方、 M_C は理論上の自転車通学者数を示す。 M_C は次の様にして求める。図2のフローチャートにおいて、条件としてノード数、リンク数、流入数、各流入数からの流入台数、タイプ別割合P（表3）、各リンクの実測台数、距離D、待ち時間T、高低差h、勾配i、段差強さ X_{11} 、歩道表面の状態 X_{21} 、歩道幅員 X_{31} 、路肩幅員 X_{32} 、交通量 X_{42} を入力する。シンプレックス法において μ 、 σ 、 C_2 および各座標の広がりを入力する。次に、タイプ別係数 C_1 および各道路区間の効用を求め、流入口①～⑤（図1）のそれぞれにおいて、フロイド法により流入口Iから目的地までの最小非効用ルートを求める。そして、流入口Iのタイプ別の理論台数をそれぞれ求め、最小非効用ルートを構成する各道路区間にそれぞれ理論台数を累計していく。これをタイプ1～6まで繰り返し行うことによって M_C は求められる。 R^2 はシンプレックス法によって最小化され、その時のパラメーター μ 、 σ 、 C_2 と R^2 が与えられる。実際にはいろいろなパラメーター μ 、 σ 、 C_2 と各座標の広がりを入力し、図2の作業を繰り返し行う。そこで得られた R^2 の最小値とその時のパラメーターが経路選択の実態を最も反映したものになると思われる。計算結果については当日発表いたします。

表3 タイプごとの割合P、 C_1 の算出式

タイプ	割合P	C_1 の算出式
1	0.20	$\text{EXP}(\mu - 1.400071 \times \sigma)$
2	0.15	$\text{EXP}(\mu - 0.602681 \times \sigma)$
3	0.15	$\text{EXP}(\mu - 0.190174 \times \sigma)$
4	0.15	$\text{EXP}(\mu + 0.190174 \times \sigma)$
5	0.15	$\text{EXP}(\mu + 0.602681 \times \sigma)$
6	0.20	$\text{EXP}(\mu + 1.400071 \times \sigma)$



△ 内の数字

：各流入口（①～⑤）からの流入台数

図1 各道路区間ごとの実測自転車数

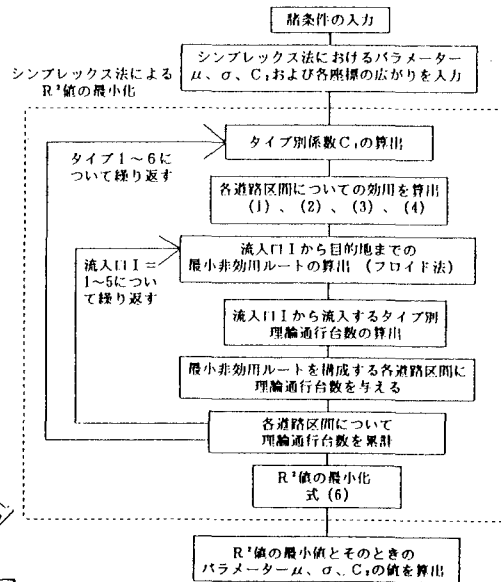


図2 計算手順のフローチャート

参考文献

- 1) 清田 勝他：自転車利用者の歩・車道選択行動予測モデル（投稿中）。
- 2) 交通工学研究会：やさしい非集計分析，1993。
- 3) 渡部 力他：Fortran 77による数値計算ソフトウェア，丸善，1989。