

移転した戸畑駅へ向かう自転車利用者の経路選択モデルについて

九州工業大学 学生会員 三股 沙織
 九州工業大学 非会員 徳永 光宏
 九州工業大学 正会員 寺町 賢一
 九州工業大学 正会員 渡辺 義則

1. 緒言

CO₂による地球温暖化防止策の一つが、都市の自動車利用者を自転車に転換することである。その為には、自転車専用道の都市内へのネットワーク化は必要である。ここでは、本研究で対象とした移転した戸畑駅周辺のネットワークの特徴について述べる。同ネットワークでは今までは駅に対して放射状に道路が伸びていたが、戸畑駅が移転したことにより競合する経路が多数存在するようになった。また、同ネットワークは極めて坂が少ないことと都市部であることより複数の信号制御により一時停止を余儀なくされることが特徴である。このような特徴を考慮し、男性の自転車利用者の経路選択特性を推定するモデルを構築する。

2. 自転車利用者の経路選択モデルの構造

1-1) 経路選択モデルの構造 本研究では自転車利用者は経路を選択する際、最短経路だけではなく、走行路状態と信号交差点での待ちの要因からなる非効用全体に従って経路を選択すると仮定する。流入口 m から目的地までの非効用 U_m を求める式は(1)~(2)で表す。なお、 N は構成されたリンク全体を表す。

$$U_m = \sum_N U_{Tk} \quad (1) \quad U_{Tk} = U_{Lk} + C_1 S_k \quad (2)$$

U_{Lk} はリンク k の自転車走行路に関する非効用、 C_1 は信号交差点での待ちに対して抱く重みを意味する。なお、個人差があると考える C_1 については、対数正規分布に従うとして14のタイプに分類して処理した。

1-2) 信号交差点での待ちを表す値 S_k

信号交差点を通過する際の赤信号による停止を非効用と考え、 S_k を以下に示す。

$$S_k = \frac{\text{信号交差点で信号制御を受けるパターン数}}{\text{信号交差点で取り得る全ての通行パターン数}}$$

図-1に十字信号交差点の例を示す。図-1における S_k の値は $S_k=3/4=0.75$ となる。

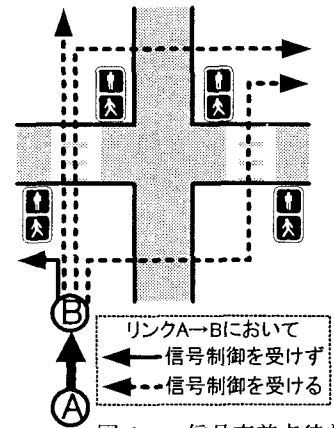


図-1 信号交差点待ち

2) 歩・車道の効用とその選択確率 自転車利用者の自歩道と車道の選択状況を推定するのに、次の非集計ロジットモデルを用いる。式中 V_1 、 V_2 は自歩道、車道の効用である。なお、使用した説明変数の係数 $a_0 \sim a_4$ 、 b_1 は表-1に示す。

$$V_1 = a_1 X_{11} + a_2 X_{21} + a_3 X_{31} + b_1 Y_1 \quad (3)$$

$$V_2 = a_0 + a_3 X_{32} + a_4 X_{42} \quad (4)$$

X_{11} は段差の強さを表すダミー変数、 X_{21} は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)、 Y_1 は性別である。また、自歩道・車道選択確率 P_1 、 P_2 は

$$P_1 = \frac{\exp(V_1)}{\exp(V_1) + \exp(V_2)} \quad (5) \quad P_2 = 1 - P_1 \quad (6)$$

3) リンクの歩道と車道の非効用 走行路に関する非効用 U_{Lk} は次式より求める。

表-1 説明変数の係数

説明変数の係数	推定値
定数項(a_0)	3.252
段差強さ(a_1)	-0.543
表面状態(a_2)	-0.480
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

$$U_{lk} = (P_{1k}U_{1k} + P_{2k}U_{2k})l_k + (P_{1k}U_{1c} + P_{2k}U_{2c}) \quad (7)$$

P_{1k} は歩道選択確率、 P_{2k} は車道選択確率、 U_{1k} 、 U_{2k} はそれぞれ単位距離当りの歩道、車道の非効用、 U_{1c} 、 U_{2c} は距離に比例しない歩道、車道の非効用、 l_k はリンク k の距離(m)である。前項よりリンク k の自歩道と車道の効用を V_1 、 V_2 にサフィックス k をつけて、 V_{1k} 、 V_{2k} と表すと走行路に関する各非効用は式(8)~(11)で表わされる。また、 $l_0=198.4\text{m}$ 、 U_{1k} 、 U_{2k} を正の値とするために $d=10.0$ を仮定した。

$$U_{1k} = \frac{-(V_{1k} - b_1 Y_1) + d}{l_0} \quad (8) \quad U_{1c} = -b_1 Y_1 \quad (9) \quad U_{2k} = \frac{-V_{2k} + d}{l_0} \quad (10) \quad U_{2c} = 0 \quad (11)$$

4) 閾値による場合差の考慮 本研究では場合差について下式に示される簡便な方法により考慮する。これより、自転車利用者は非効用差がわずかな経路が複数存在する場合は同確率で選択するものとする。

$$\{U_{SLT}\} = \{U_m | U_m - U_{min} \leq DR\} \quad (12)$$

U_{min} は流入口 m と目的地を結ぶ経路で最小非効用の値、 U_{SLT} は同選択経路の非効用の値、閾値については DR で表す。

3. モデルのキャリブレーション

1) 都市部における住区街路への適用 図-1に調査対象とした NODE 数 46、LINK 数 75、流入口数 28、実測自転車通行台数が男性 74 名の戸畑駅周辺のネットワークを示す。

式(2)に含まれる係数 $C_j = (\mu, \sigma)$ 及び閾値 DR は次式で表される R (実測値 M_{Mj} と推定値 M_{Cj} の二乗誤差の総和) を最小にすることにより求める。

$$R = \sum_j (M_{Mj} - M_{Cj})^2 \quad (13)$$

男性利用者の各パラメータの最適値は、 $C_j = 0.009 \sim 47.703$ ($\mu = -0.398$, $\sigma = 2.147$)、 $DR = 6.185$ となった。この時、各リンクの通行台数の実測値、推定値の相関係数は 0.82 (データ数 75) となった。また、その相関図を図-2に示す。

2) 各要因の影響度評価 式(2)に含まれる各要因が自転車利用者の経路選択に与える影響をわかり易く表現するために、基本となる特定の条件を本研究では次のようにして想定する。平成 13 年の道路構造令改正に伴い、自転車走行空間の設置基準が変更になり、交通条件(自転車、自動車、歩行者の多少)によって、幅員 2m 以上の自転車道が必ず、あるいは、必要がある場合に設置されることとなった。よって、本研究では幅員条件を 2m とし、また自転車道の段差の強さ、表面状態が良好な条件(段差 1.5 cm 以下、レーザーセンサーの値 0.7 mm 以下を満たす)下にある自転車道の走行路に関する非効用値を基準とすることで、各要因の一単位を距離換算可能にするものとする。

これより、男性利用者の各要因の換算値は $C_j = 0.3 \sim 1623.6\text{m}$ (期待値 159.5m)、 $DR = 210.5\text{m}$ となった。

4. 結言

戸畑駅周辺のネットワークを対象とした走行路状態と信号交差点の待ちの非効用、閾値を取り入れた自転車利用者(男性)の経路選択モデルは、自転車利用者の経路選択特性を比較的よく表現できた。

今後、坂道による要因、交差点側方からの危険性による要因を導入するとともに、性別による違いとして女性についての自転車利用者の経路選択特性モデルの構築を考えている。

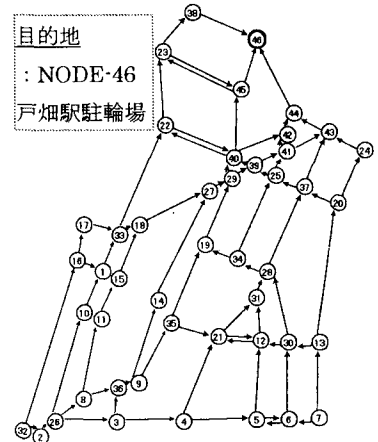


図-2 戸畑駅のネットワーク

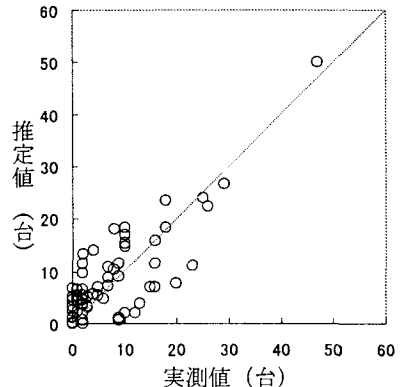


図-3 自転車利用者の相関図