

鉄道駅への交通手段としての徒歩と自転車の選択特性

九州工業大学大学院 学生会員 秋吉 大輔
 九州工業大学大学院 学生会員 堀内 章司
 九州工業大学工学部 正会員 寺町 賢一
 九州工業大学工学部 正会員 渡辺 義則

1. はじめに

本研究では鉄道駅における端末交通手段として徒歩と自転車を取り上げる。そこで、徒歩または自転車による往復の到達時間差と、地形的な影響を考慮した往復のエネルギー消費量(以後、“消費量”という)の差を算定し、JR 戸畑駅に集中する徒歩と自転車の選択特性を検討する。

2. 各交通手段の到達時間

自転車駐輪場を中心とした座標軸を図-1のように設定すると、自宅(目的地)から鉄道駅への徒歩による到達時間は t_w 、自転車による到達時間 t_z は次式で表される。

$$t_z = t_{z1} + t_{z2} + t_{z3} \quad (1)$$

なお、 t_{z1} は自転車乗車時間、 t_{z2} は自転車駐輪場での所要時間、 t_{z3} は駐輪場から鉄道駅までの徒歩時間である。また、図-1中の t_w は自宅から鉄道駅までの歩行時間であり、往復の到達時間は t_w 、 t_z をそれぞれ2倍する。

戸畑区における各交通手段の実距離と直線距離の関係、所要時間と実距離の関係を回帰分析し得られた結果を表-1に示す。

3. 時間差と自転車選択率の関係

徒歩と自転車の選択特性(自転車選択率 P_z) を鉄道駅への往復の到達時間の差 $D (=2t_z - 2t_w)$ で表す。自転車選択率 P_z を次式に示す。

$$P_z = \frac{\text{自転車の利用者数}}{\text{徒歩の利用者数} + \text{自転車の利用者数}} \quad (2)$$

また、アンケート調査より得られたデータは、アンケートに回答した人のみが対象になっているため、1日当たりの利用者数の実態に拡大する。拡大した徒歩および自転車利用者数を用いて、時間差毎の自転車選択率を求める。その結果を図-2に示す。

4. 各交通手段とエネルギー代謝率(RMR)の関係

エネルギー代謝率(RMR)とは動作のみに消費されるエネルギーが基礎代謝の何倍にあたるかを示す指標で

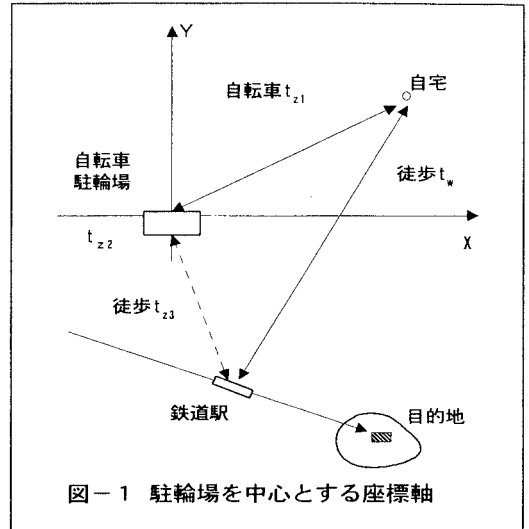


図-1 駐輪場を中心とする座標軸

表-1 戸畑区における所要時間の算定式

自転車	$L_z^* = 1.10438 L_z + 96.78$
	$T_z = 0.00477 L_z^*$
徒歩	$L_w^* = 1.20219 L_w + 48.23$
	$T_w = 0.01349 L_w^*$

(L: 直線距離、L*: 実距離、T: 所要時間)

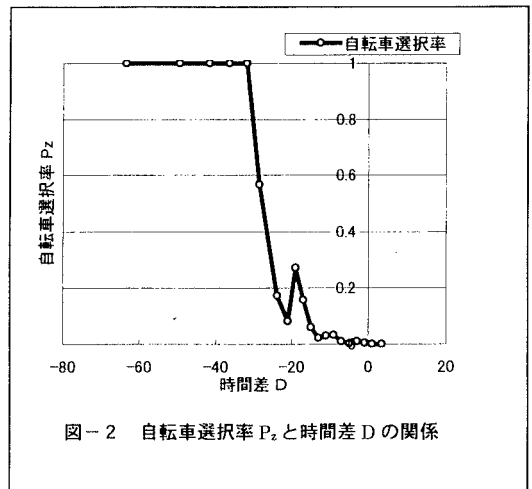


図-2 自転車選択率 P_z と時間差 D の関係

ある。歩行時のエネルギー代謝率を式(3)、(4)に示し、自転車走行時のエネルギー代謝率を式(5)に示す。式中の i は勾配 (%) であり、式(3)、(4)の算出条件は絶対速度 4.45 (km/h)、運搬荷重 10 (kg) である。なお、式(3)は $-1.7 < i \leq 12.3$ 、式(4)は $-12.3 < i \leq 1.7$ で成立する。式(5)の算出条件は絶対速度 12.6 (km/h)、運搬荷重 10 (kg) である。なお、下り勾配が過度に大きくなると自転車は惰性走行になる。このとき式(5)の値は負となるため、 $i = -0.76$ (%) 以下は、 $RMR_z = 0.4$ の一定値とする。

$$RMR_w = 3.597 \cdot \{0.187 \cdot \tan^{-1}(i/100) + 1.007\} \quad (3)$$

$$RMR_w = 3.597 \cdot \{0.032 \cdot \tan^{-1}(i/100) + 0.816\} \quad (4)$$

$$RMR_z = 2.848i + 2.571 \quad (5)$$

5. 各交通手段のエネルギー消費量

自宅(目的地)から鉄道駅への徒歩および自転車による往復の総消費量 $TRMR_w, TRMR_z$ は、次式で表される。

$$\Sigma TRMR_w = TRMR_w + TRMR_w' \quad (6)$$

$$\Sigma TRMR_z = TRMR_z + TRMR_z' \quad (7)$$

ここで、 $\Sigma TRMR$ は自宅から鉄道駅までの消費量 ($TRMR$) と、鉄道駅から自宅までの消費量 ($TRMR'$) の総和で表される。更に、 $TRMR_w, TRMR_w', TRMR_z, TRMR_z'$ を次式で求める。なお、式中の各項の消費量に対応する動作の説明を表-2に示す。

$$TRMR_w = RMR_w \cdot t_w \quad (8)$$

$$TRMR_w' = RMR_w' \cdot t_w' \quad (9)$$

$$TRMR_z = RMR_{z1} \cdot t_{z1} + RMR_{z2} \cdot t_{z2} + RMR_{z3} \cdot t_{z3} \quad (10)$$

$$TRMR_z' = RMR_{z1}' \cdot t_{z1}' + RMR_{z2}' \cdot t_{z2}' + RMR_{z3}' \cdot t_{z3}' \quad (11)$$

これを用いてアンケート調査における戸畑駅への徒歩および自転車による総エネルギー消費量を算出する。表-2の消費量は、所要時間とエネルギー代謝率 (RMR) とをかけたものである

表-2 式8, 9, 10, 11の各項で表される消費量の説明

$RMR_w \cdot t_w$ ($RMR_w' \cdot t_w'$)	歩行時
$RMR_{z1} \cdot t_{z1}$ ($RMR_{z1}' \cdot t_{z1}'$)	自転車乗車時
$RMR_{z2} \cdot t_{z2}$	自転車駐輪時
$RMR_{z3} \cdot t_{z3}$	駐輪場から鉄道駅間の歩行時

(括弧内は鉄道駅から自宅までの動作である。)

6. エネルギー消費量の差と自転車選択率の関係

アンケート調査より得られたデータは、アンケートに回答した人のみが対象になっているため、1日当たりの利用者数の実態に拡大する。拡大した徒歩および自転車利用者数をと式(2)を用いて、消費量差 $D (= \Sigma TRMR_z - \Sigma TRMR_w)$ 毎の自転車選択率を求める。その結果を図-3に示す。

図-2と図-3では同じような自転車選択率曲線になっているが、牧山3丁目・椎の木町・西大谷2丁目のような地形の起伏が大きな地域では、時間差が大きくても消費量の差がそれほど大きくなり、図-3の方が徒歩・自転車利用者の実態をより正確に表していると考えられる。

7. まとめ

①徒歩および自転車による往復の到達時間差と自転車選択率の関係において、自転車選択率は時間差に反比例して大きくなる。往復の時間差が約-28分の時に自転車選択率は0.5の値をとる。

②徒歩および自転車による総消費量の差と自転車選択率の関係において、自転車選択率は総消費量の差に反比例して大きくなる。総消費量の差が約-100の時に自転車選択率は0.5の値をとる。

到達時間や消費量が等しければ通勤・通学者の半数ずつが徒歩と自転車に分かれるとはいえない。このことから、徒歩と自転車の選択特性は時間差や消費量の差だけでなく、他の要因の影響を考慮する必要がある。それによって、より正確な徒歩と自転車の分担特性の予測が可能となる。

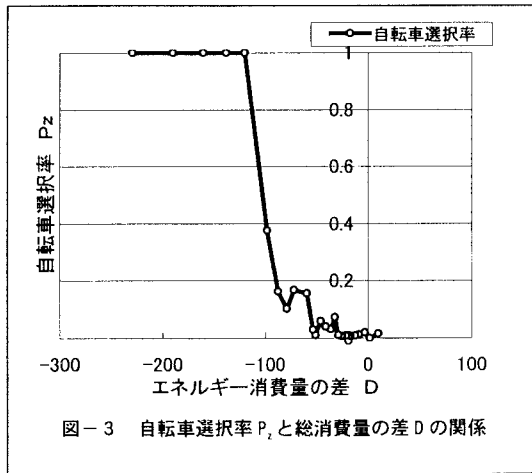


図-3 自転車選択率 P_z と総消費量の差 D の関係