

出・退勤時刻を考慮した公共交通機関選択モデルに関する研究

九州大学工学部 地球環境工学科 学生会員 ○柳原 守  
 九州大学大学院 工 学 府 学生会員 樋口 尚弘  
 九州大学大学院 工 学 研 究 院 正 会 員 李 強  
 九州大学大学院 工 学 研 究 院 正 会 員 角 知憲

1. はじめに

通勤においては、出勤のみならず退勤も考慮して交通機関選択を行うと考えられる。

そこで本研究では、指定された始業時刻と終業時刻という時間的拘束を受ける通勤交通に対して、出勤と退勤を一体化して考え、出・退勤時刻決定モデルを構築し、さらに、出・退勤時における様々な非効用に基いて、交通機関選択モデルの構築を試みる。

2. 出・退勤時における時刻決定のモデル化

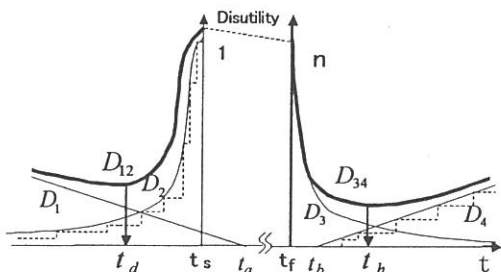


図-1 出・退勤時における時刻決定モデル

図-1は通勤者の出・退勤時における時刻決定モデルを示しており、横軸に時刻、縦軸に非効用を表す。出勤行動と退勤行動を一体化して考え、通勤における非効用を次のように仮定した。

1)  $D_1$  : 自宅出発時刻が早くなることの非効用  
 $D_1 = -A_1(t_d - t_a)$  . . . . . (1)

$t_d$  : 自宅出発時刻,  $t_a$  :  $D_1$  の閾値

2)  $D_2$  : 遅刻による非効用  
 $D_2 = F(\alpha)$  . . . . . (2)

$\alpha$  : 遅刻確率

3)  $D_3$  : 職場からの退出を急ぐことによる非効用  
 $D_3 = \exp(-B_2 \cdot t_{out})$  . . . . . (3)

$t_{out}$  : 退出時刻

4)  $D_4$  : 帰宅時刻が遅くなることの非効用  
 $D_4 = A_2(t_h - t_b)$  . . . . . (4)

$t_h$  : 帰宅時刻,  $t_b$  :  $D_4$  の閾値

また、 $A_1, A_2, B_2$  : 正のパラメータを示す。

出勤時には  $D_1$  と  $D_2$  の和  $D_{12}$  が、退勤時には  $D_3$  と  $D_4$  の和  $D_{34}$  が最小となるように通勤者は出・退勤時刻を決定すると考えられる。また、定時運行性のある公共交通機関(鉄道)利用者にとって、ある便に乗り遅れると次の便まで待たされることになるため、 $D_2$  と  $D_4$  の非効用は離散的な値となり、図-1の破線のように階段状に上昇していくことになる。更に、人の選択行動の個人差を考慮し、 $D_1$  と  $D_4$  の閾値  $t_a$  と  $t_b$  に正規分布を導入した。

3. 交通機関選択モデル

以上のモデルの基ついて、ある交通機関  $i(i=1,2,\dots,N)$  利用したときの出勤・退勤の非効用をそれぞれ  $D_{i12}, D_{i34}$  とし、他の交通機関に対する相対的な選好性  $\beta_i$  を考慮すると総非効用  $D_i$  は次式で表される。

$$D_i = D_{i12} + nD_{i34} + \beta_i \dots \dots \dots (5)$$

$n$  : 出勤時に対する退勤時の重み

$\beta_i$  : 他の交通機関に対する相対的な負の選好性

通勤者は利用できる交通機関が  $N$  個存在するとき、総非効用  $D_i$  が最も小さいものを選択すると考えられ、以下の式によってある交通機関  $i$  の選択確率を求める。

$$\begin{cases} p_i = 1 & (i, j \in N, j \neq i) [\min(D_i, D_j, \dots, D_i) = D_i] \\ p_j = 0 & \dots \dots \dots (6) \end{cases}$$

4. 出・退勤時刻決定モデル及び交通機関選択モデルの適用

本研究では2つの公共交通機関(鉄道とバス)を考慮して出・退勤時刻決定モデルと交通機関選択モデルを北九州市役所職員の通勤行動に適用した。

適用に当たり、平成13年10月に市役所職員の出・退勤時刻の観測及びアンケート調査を行った。また、バス通勤者に対して、平成14年10月に主要通勤経路の数地点において、通勤時間帯(7:00~8:30)

と退勤時間帯 (17:00~18:00) に、15 分毎のバス走行速度を観測した。

①出・退勤時刻決定モデルの適用

提案したモデルに基づいてバス走行速度の時間帯変化を考慮して、バス利用者の最適な出・退勤時刻を以下のように算出する。

$$t_{in} = t_d + t_j + t_w + \sum t_i + t_s \quad \dots\dots (6)$$

$$t_{out} = t_h - t_s - t_w - \sum t_i - t_j \quad \dots\dots (7)$$

$t_{in}$ : 出勤時刻,  $t_j$ : 自宅~バス停間の所要時間,

$t_{out}$ : 退勤時刻,  $t_w$ : バス停でのバス待ち時間,

$t_i$ : 各区間の所要時間,

$t_s$ : 職場~バス停間の所要時間

次式を用いて自宅出発時刻, 帰宅時刻を時刻表によって得られる駅到着時刻, 出発時刻に換算する。

$$t_d = t_{in} - t_n = t'_{in} + t'_n - t_n \quad \dots\dots (8)$$

$$t_h = t_{out} + t_n = t'_{out} - t'_n + t_n \quad \dots\dots (9)$$

$t_{in}$ : 出勤時刻,  $t_n$ : 自宅~市役所間の所要時間,

$t_{out}$ : 退勤時刻,  $t'_n$ : 職場~駅間の所要時間,

$t'_{in}$ ,  $t'_{out}$ : 職場の最寄り駅到着, 出発時刻

駅から市役所までの所要時間の算出には観測した通勤者の歩行速度, 出勤時が平均 1.39 m/s と退勤時が平均 1.30 m/s を用いた。

パラメータは、鉄道利用者とバス利用者の各々について、実測値との二乗誤差が最小となるように推定した。推定結果は表-1のとおりである。また例として、バス利用者にモデルを適用した場合の出勤時刻分布と出勤時刻分布の理論値と実測値の比較を図-2, 図-3に示す。

表-1 パラメータの推定結果

	$A_1$	$A_2$	$B_2$	$\mu_{ta}$	$\mu_{tb}$	$\sigma_{ta}$	$\sigma_{tb}$
バス	0.57	0.80	0.90	7.55	6.30	0.14	0.50
鉄道	0.47	0.79	0.81	7.58	5.99	0.22	1.25

②交通機関選択モデルの適用

①で推定した交通機関別のパラメータを(5)式に代入することで、バスと鉄道を利用する通勤者のことによる非効用  $D_{バス}$  と  $D_{鉄道}$  を算出できる。 $n$  と  $\beta_i$  は未知パラメータである。 $n$  と  $\beta_i$  の推定は出・退勤時刻モデルと同様に、実測値との二乗誤差が最小となるように最適値を求める。推定の結果  $n = 0.94$  で、 $\beta_{鉄道} = 0$  としたとき  $\beta_{バス} = 0.33$  であった。バスと鉄道の選択人数の理論値と実測値の比較を表-2に示す。

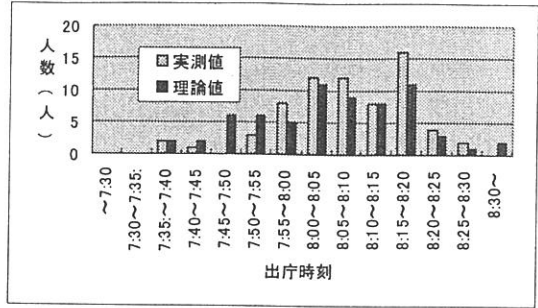


図-2 出勤時刻分布

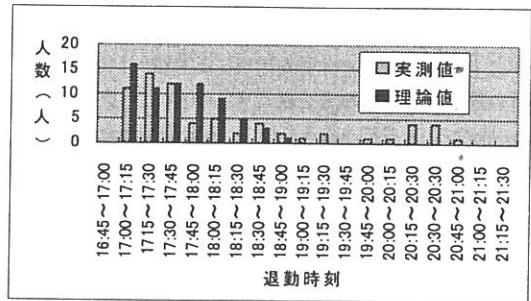


図-3 退勤時刻分布

表-2 バスと鉄道の選択人数の比較

	実測値(人)	理論値(人)
バス	68	69
鉄道	86	85

4. 考察および今後の課題

本研究では、公共交通機関(バス, 鉄道)利用者の通勤交通の時間領域での行動を記述するモデルを北九州市域において適用した。分析の結果、公共交通機関を利用する通勤目的の人々の出勤・退勤行動を概ね表現することができた。また、このモデルに基づいて、バスと鉄道の選択率を推定したことで通勤者の機関選択行動も概ね表現することができた。今後の課題としては、 $\beta$  を数式化して、自動車通勤などを踏まえた交通機関選択モデルへの拡張が必要であると考えられる。

<参考文献>

- 1) 樋口尚弘・李強・大枝良直・角知憲: 通勤交通における出・退勤時刻の同時決定モデルに関する研究, 土木西部支部研究発表会/IV-30, 2002.3
- 2) 角 知徳・宮木康幸・村尾光弘・松本嘉司: 任意の運行特性を持つ公共交通機関利用者の一般化出発時刻, 土木学会論文集 第347号/IV-1, 1984.7