

自動車利用者における出・退勤時刻決定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	○中村 隼
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

都心部における通勤時間帯の混雑解消のため、交通需要管理施策が検討されているが、その効果を的確に予測するためには通勤行動を把握する必要がある。公共交通機関利用者に適用される出・退勤時刻決定モデルは既に提案したが¹⁾、自動車利用者は交通混雑に巻き込まれることで様々な不利益を被るという点で、公共交通機関利用者とは大きく相違した条件下にある。本研究は、自動車利用者を対象として扱い、交通混雑による非効用を考慮した出・退勤時刻決定モデルを構築しようとするものである。

2. 出・退勤時刻決定行動のモデル化

1) 非効用関数の仮定

通勤交通では、始業時刻と終業時刻が指定され、時間的拘束を受けおり、人はその指定に応ずることを主な動機として行動する。自動車利用者は混雑する交通を通行せざるをえない場合、交通混雑による疲労、焦燥感などの非効用を感じており、その非効用を減少させるため、交通混雑を避けるよう行動すると考えられる。出・退勤時において次のような非効用を仮定した。

$$D_1 = -A_1 (t_d - t_a) \quad \dots (1)$$

$$D_2 = F(\alpha) \quad \dots (2)$$

$$D_3 = \sum A_2 (v_i/v_0)^{-\beta} \cdot l_n \quad \dots (3)$$

$$D_4 = \exp(-B_2 \cdot t_{out}) \quad \dots (4)$$

$$D_5 = A_3 (t_h - t_b) \quad \dots (5)$$

- D_1 : 自宅を早く出発することによる非効用,
- D_2 : 遅刻による非効用, D_3 : 交通混雑による非効用
- D_4 : 職場からの退出を急ぐことによる非効用,
- D_5 : 帰宅時刻が遅くなることによる非効用,
- t_s : 始業時刻, t_r : 終業時刻, t_a : 自宅出発時刻,
- t_h : 帰宅時刻, t_{out} : 退勤時刻, α : 遅刻確率
- $A_1, A_2, A_3, B_2, \beta$: 正のパラメータ,
- v_i : 区間平均速度, v_0 : 速度の下限,
- l_n : 区間距離, t_a : D_1 の弁別閾に対応する時刻,
- t_b : D_4 の弁別閾に対応する時刻,

ここで D_3 は交通混雑による非効用であり、 v_0 を速度の下限とし、 v_0 を超える速度で走行すると非効用は減少し、 v_0 を下回る速度で走行すると非効用は増大するような関数を上記のように仮定した。

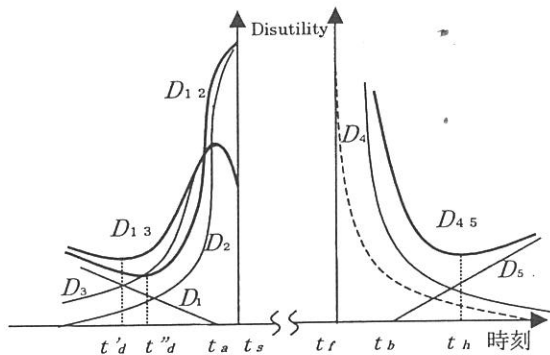


図-1 出・退勤時における時刻決定モデル

2) 出・退勤時刻決定モデル

図-1は、人の出・退勤時刻の決定行動を示すものである。横軸に時刻、縦軸に非効用を表す。軸の左側が出勤時、右側が退勤時を表現している。モデルにおいて人は、出・退勤時におけるそれぞれの非効用の和が最小となるよう行動すると仮定する。出勤時において、混雑が著しい道路を通行する場合は、渋滞による非効用を減少させようということが支配的であり、 D_1 と D_3 の和 D_{13} が最小になるよう行動する。また、混雑が顕著ではない道路を通行する場合は、時間的な拘束が支配的であり、 D_1 と D_2 の和 D_{12} が最小になるよう行動する。この判断として図-1における $t'd$ と $t''d$ のどちらか時間が早い方の値を最適な自宅出発時刻 t_a として採用する。退勤時においては、 D_4 と D_5 の和が最小となるような時刻 t_h を最適な帰宅時刻とする。また、閾値 t_a, t_b には、個人によって感じ方が異なり、ばらつきが生じるという個人差を導入し、そのパラメータを正規分布と仮定した。

3. 北九州市域におけるモデルの適用

1) 調査概要

モデルを北九州市役所に通勤する自動車利用者に対して適用する。適用にあたり、交通混雑による非効用 D_3 と遅刻による非効用 D_2 を求めるため、自動車の走行速度を観測する必要がある。昨年行ったアンケート調査をもとに、自動車利用者の主な3つの通勤経路を割り出し、14区間の観測区間を設け調査を行った。調査内容は、朝・夕のラッシュ時

(7:00~8:30, 17:00~18:30) に、各観測点を通る自動車のナンバープレートと通過時刻をビデオテープに撮影するという手法をとった。後に、区間ごとにナンバープレートと通過時刻の照合を行い、3経路14区間における5分刻みの自動車の走行速度を算出した。

2) 調査データの利用

モデルにおける通勤者の最適自宅出発時刻 t_d 、最適帰宅時刻に t_h に対し、通勤にかかる諸々の所要時間を考慮し、それを最適出勤時刻と最適帰宅時刻とする。

$$t_{in} = t_d + \sum t_i + t_c + t_n \quad \dots (6)$$

$$t_{out} = t_h - t'_n - t_c - \sum t'_i \quad \dots (7)$$

t_{in} : 出勤時刻 t_{out} : 退勤時刻

t_i, t'_i : 各観測区間の所要時間

t_c : 駐車に要する時間

t_n, t'_n : 駐車場～市役所間のイクス、アクセスの所要時間

ここで t_i, t'_i については、調査により観測したそれぞれの区間平均速度を適用し、各人の自宅から駐車場までの所要時間を計算する。計算では観測した速度を用い区間ごとに所要時間を計算し足し合わせた。また速度の観測できなかった区間に対しては、隣接する区間の速度を適用する。 t_c について、今回は3分の所要時間を設けた。 t_n については観測した通勤者の平均歩行速度、出勤時 1.39m/s と退勤時 1.30m/s を用い、変動は無視した。

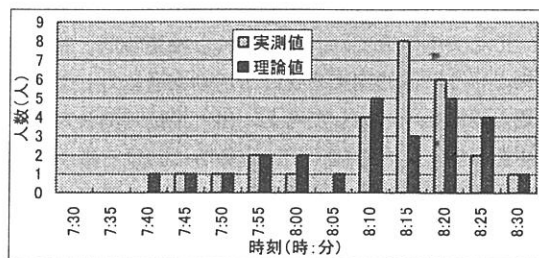
3) パラメータの推定

モデルに基づいて、閾値 t_a, t_b を導入した正規分布の平均と標準偏差を含めた、出勤時3個、退勤時4のパラメータに初期値を与えて、最適出勤・退勤時刻それぞれの理論値を計算し、観測値との二乗誤差が最小になるようにパラメータの値を変化させながら推定した。このとき、 D_1 と D_3 に関するパラメータ (A_1, t_a の平均と標準偏差) には、公共交通機関利用者の出・退勤時刻決定モデルによって推

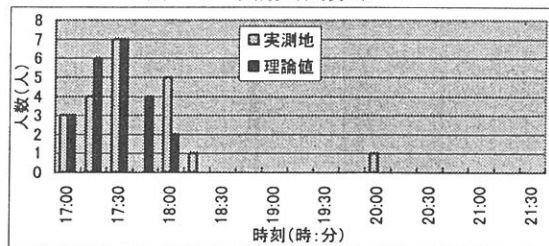
定した値を採用し¹⁾、これを定数とする。今回の推定結果を表一に示す。得られたパラメータを用いて算出した理論値と実測値の比較を図一2、図一3に示す。

表一 パラメータの推定結果

	A_1	t_a の平均	標準偏差	A_2	v_0	β
出勤	0.54	7.49	0.1	0.003	31	5.0
	A_3	t_b の平均	標準偏差	B_2		
退勤	0.5	6.35	0.1	0.55		



図一2 出勤時刻分布



4. 結論 図一3 退勤時刻分布

本研究では、通勤交通における自動車利用者の道路混雑の影響を考慮した通勤行動を記述するモデルを作成した。そのモデルを北九州市域に適用し、自動車利用者を利用する人々の出勤、退勤行動を再現できた。これにより、自動車通勤を抑制するための施策の効果を予測できると思われる。また、公共交通機関利用者のモデルを踏まえたことにより、公共交通機関利用者、自動車利用者の双方を包括的に記述するためのステップとなった。今後の課題としては、既に提案されている公共交通機関利用者のモデルと今回作成した自動車利用者のモデルを組み合わせ、通勤者の交通手段モデルを構築することが必要であると考えられる。

参考文献

- 樋口尚弘, 李強, 大枝良直, 角知憲: 通勤交通における出・退勤時刻の決定モデルに関する研究, 土木計画学研究・講演集, vol.26, CD-ROM 版, 2002