

労働時間制度の違いを考慮した鉄道通勤者の出社行動の分析*

An Analysis of Commuting Behavior of Rail Users
considering the Effect of Working Time Systems

家田仁**・竹村宗能***・岡村敏之****・今泉航太*****

By Hitoshi IEDA, Muneyoshi TAKEMURA, Toshiyuki OKAMURA and Kota IMAIZUMI

1. はじめに

社会的に生活のゆとりが嗜好されるようになるにつれ、労働者が自分の生活スタイルで出社時刻を選択することができる「フレックスタイム制度（以下FT制度）」と呼ばれる勤務制度が大企業を中心として普及する傾向にある¹⁾。この制度は必ずしも通勤混雑の緩和を目的としたものではないが、未だ始業時刻固定者が大半を占める現在、通勤者の合理的な行動により自ずから通勤交通の需要分散をもたらすものと考えられている。

これまでも自動車通勤者の出社行動を分析した研究は国内外で数多く行われている。Hallら²⁾は始業時刻固定者を対象に、通勤所要時間が正規分布に従うと仮定して、通勤ドライバーの行動を実旅行時間と遅刻ペナルティのトレードオフによって説明した。加藤ら³⁾飯田ら⁴⁾はこの考えを基に通勤者の出社行動をセーフティマージンの決定という側面から捉えてそれぞれその決定要因を平均所要時間、業種と結論づけている。また角ら⁵⁾⁶⁾は出社行動を渋滞に伴う非効用と実質消費時間の最小化行動と捉え、路側観測からその非効用関数を推定している。FT制度下の通勤者を対象とした研究としては、松井ら⁷⁾⁸⁾⁹⁾による、非集計ロジットモデルを用いた通勤時刻選択モデルの構築があげられる。ここでは出社時刻選択要因の説明変数として労働時間、朝型/夜型ダミー、年齢など個人

の生活様式や嗜好特性の効果をとりいれた点は興味深い。通勤時刻の選択肢が1時間単位と荒く、朝型/夜型ダミーが被験者の自己申告に基づいているなどの問題がある。谷口ら¹⁰⁾¹¹⁾、築瀬ら¹²⁾はアンケート調査を通じてFT制度下での通勤状況や効果等を分析しているが、これらの研究は制度導入による事務所単位の出社時刻の変化については言及しているものの、個々の通勤者の出社行動をモデル化したものではない。

一方鉄道通勤の場合は、混雑ピーク時における所要時間の増大や、到着時刻の不確実性という現象が自動車通勤の場合ほど顕著ではなく、また我が国の大都市圏鉄道の場合、混雑ピーク時の通勤には著しい肉体的・精神的苦痛を伴う。そのため鉄道通勤者は、自動車通勤とは異なるメカニズムで時刻選択行動をとるものと考えられる。

これまでに筆者らは、鉄道利用者の列車選択行動モデルの構築¹³⁾¹⁴⁾と、通勤者の出社行動を説明する時刻選択モデルの構築¹⁵⁾¹⁶⁾という2つの側面から研究を行ってきた。本研究では後者のモデルをより一般化することを目指し、鉄道通勤者を対象に、FT制度適用者/始業時刻固定者の双方に適用可能な出社時刻選択モデルの構築を行うものである。本モデルでは通勤者の生活サイクルに応じた諸効用を設定し、各通勤者の出社行動を総効用の最大化行動と捉え、調査より得られたデータから各効用関数を推定した。

2. 出勤行動に関するアンケート調査の概要

各労働時間制度下での通勤者の行動を把握するため、通勤者の個人属性や一日の生活パターンなどを問う、「鉄道通勤者の出社行動に関する調査」を行った(表1)。

*キーワード：交通行動分析、公共交通需要

**正員、工博、東京大学大学院社会基盤工学専攻教授

(〒113 文京区本郷7-3-1, TEL03-3812-2111 ext.6118, FAX03-5800-6868 TRIP 交通研究室)

***正員、工修、(株)西日本旅客鉄道

****学生員、工修、東京大学大学院工学系研究科社会基盤工学専攻

*****学生員、東京大学大学院工学系研究科社会基盤工学専攻

【表1】調査の概要

	FT 制度	始業時刻固定制度
調査年月	1995 年 12 月	1996 年 10 月
調査方法	アンケート用紙郵送配布・回収	
調査項目	個人属性（年齢、性別、職種） 通勤行動（所要時間、乗降駅他） 生活時間（起床、到着、退社他）	
対象企業	都内 7 社	都内 6 社
有効回収数	559 人 (86%)	498 人 (83%)
調査主体	(財)運輸経済研究センター／交通研究室	東京大学 TRIP 交通研究室

3. 出勤時刻選択モデルの構築

(1) モデルの仮定

本モデルでは以下に示す仮定をおく。

仮定 1：各通勤者の、鉄道駅からのアクセス・イグレス時間は、出勤時刻 T によらず一定である。ここで出勤時刻 T とは各通勤者が勤務地へ到着する時刻とする。

仮定 2：鉄道乗車時間 t_R は、選択する出勤時刻 T によって変化する。

仮定 3：鉄道はダイヤ通りに運行され、出宅時刻が決まれば出勤時刻 T は一意に定まる。

仮定 4：FT 制度下では、出勤時刻から労働が開始したものとみなされる。

(2) 効用の設定

通勤者の効用として午前在宅効用、交通不効用、遅刻不効用、早着不効用、集団乖離不効用、余暇効用の 6 項目を考慮する。ここで不効用とは負値の効用を指す。通勤者はその総和である総効用 U_S が最大化するように、出勤時刻 T を各自決定するものとする。効用値の単位は時間（分）とする。

(3) 効用関数の定式化

それぞれの効用関数を、出勤時刻 T を変数とした関数で定式化した。各効用の概念図を図 1 に示す。

a) 午前在宅効用 U_H

この効用値は出社準備や家事など、出宅までに費やす時間的余裕から得られる効用を示す。従って効用関数は起床から出宅までの午前在宅時間 t_H の増加関数

である。ただし、限界効用は逓減するものとする。

$$U_H = f_H(t_H) = f_H(T - T_G - t_N)$$

T_G ：起床時刻 t_N ：通勤所要時間

b) 交通不効用 U_T

出社交通不効用は利用路線の混雑率 $c(T, \text{Line})$ と乗車時間 t_R に依存する関数とする。仮定 3 より、 t_R は T にも依存する関数である。関数形は家田ら¹³⁾の既存研究に従った。

$$U_T = f_T\{c(T, \text{Line}), t_R(T)\} \\ = -0.01 \times t_R \times \{\exp(1.97 \times c(T, \text{Line})) - 1\}$$

Line ：利用路線番号

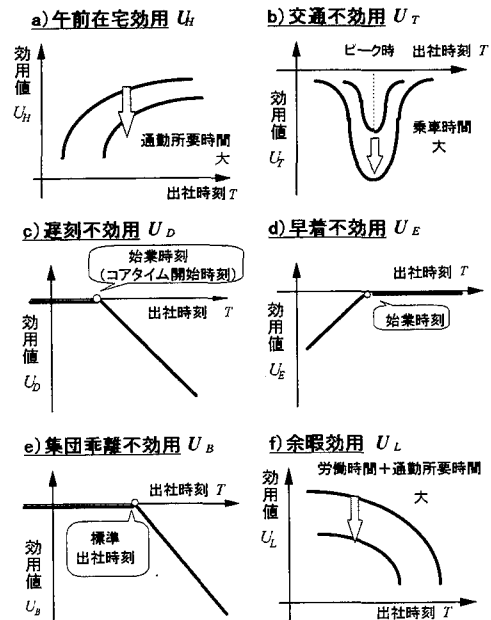
本研究では、簡単のため、路線ごとの混雑率は大都市交通センサスのデータをもとに乗車時の混雑率と降車時の混雑率の平均値を用いた。そのため、モデル推定に利用するサンプルは、乗車駅から最終降車駅までの混雑率が漸増する路線の利用者に限定した。

c) 遅刻不効用 U_D

U_D は遅刻時間 t_D の減少関数とする。非遅刻時、つまり $T \leq T_S$ には不効用は生じない。

$$U_D = f_D(t_D) = f_D(T - T_S)$$

T_S ：始業時刻（コアタイム開始時刻）



【図1】各効用の概念図

d) 早着不効用 U_E

給与の伴わない無駄な在社時間による不効用である。FT 制度適用者の場合は、仮定4よりコタイムまでの余裕時間 t_p も労働時間に算入されるため、この不効用は生じない。

$$U_E = f_E(t_p) = f_E(T_S - T)$$

e) 集団乖離不効用 U_B

各事業所における標準的な出社時刻（乖離開始時刻 T_{AVG} ）よりも遅く出社することによる周囲への気兼ねや連絡の悪化などを表現する不効用である。効用関数は乖離時間 t_s の減少関数とする。 T_{AVG} を実際に観測することは困難なため、モデル推定の際には企業ごとに外生的に与えた。

$$U_B = f_B(t_s) = f_B(T - T_{AVG})$$

f) 余暇効用 U_L

退社後の余暇時間の効用であり、退社から就寝までの時間から帰宅所要時間を差し引いた余暇時間 t_L の増加関数で表される。

$$\begin{aligned} U_L &= f_L(t_L) = f_L\{T_{SL} - T_L(T) - t_N\} \\ &= f_L\{T_{SL} - (T + t_p + t_w) - t_N\} \end{aligned}$$

T_{SL} : 就寝時刻 T_L : 退社時刻 t_w : 労働時間

(4) パラメターの推定方法

通勤者は出社時刻を7時から11時までの間に選択するものとし、以下のように最小二乗法により、効用関数のパラメターを推定した。

$$\min_X F(\mathbf{X}) = \sum_{i=1}^n (T_{est,i} - T_{obj,i})^2$$

$T_{obs,i}$: 個人 i の出社時刻実測値 n : サンプル数

ただし、95%以上のサンプルが5分単位で出社時刻を記述していたことを考慮し、 $|T_{est,i} - T_{obj,i}| \leq 5$ のときは、 $T_{est,i} - T_{obj,i} = 0$ とした。

(5) 推定結果および考察

推定の結果、表2に示す効用関数を得た。相関係数はフレックスタイム制度適用者で0.87、始業時刻固定制度適用者で0.80、全体では0.84となり、現状を再現するには十分な結果と思われる。また χ^2 検定を行ったところ、有意水準5%で有意と判定された。

両モデルのパラメターの比較により、以下の事項が明らかになった。

- ① FT 制度適用者は午前在宅効用を始業時刻固定者よりも重視している。
- ② 始業時刻固定者の早着による不効用は、列車混雑などの不効用に比べて相対的に小さい。
- ③ 始業時刻固定者の集団乖離不効用は、遅刻不効用と同程度に大きい。
- ④ FT 制度適用者の出社時刻選択は、集団乖離よりもコタイム設定時刻による影響が強い。

以上より、FT 制度適用通勤者の出社行動は交通混雑状況のみならず、コタイム設定時刻や標準労働時間帯の変化に伴って大きく変化すると思われる。

4. モデルの適用例

(1) FT 制度適用者の出社行動

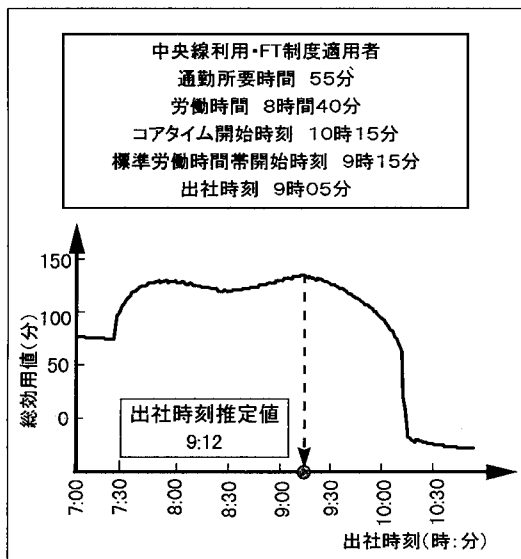
標準的な属性を持っていると思われるサンプルに対して、3章で得られた効用関数に従い、モデルの適用を行った。このサンプルの属性と総効用の関数形を図2に示す。実際の出社時刻9:05に対し、推定値は9:12であった。総効用の時間変化をみると、この通勤者は混雑を避け、混雑ピークの前または後のいずれかに出社するインセンティブを持っていることがわかる。

【表2】推定結果

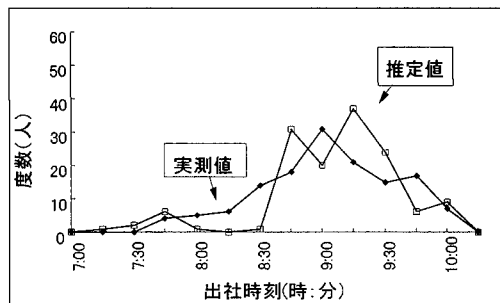
効用アイテム	FT 制度適用者 ($n = 138$)	始業時刻固定者 ($n = 127$)
U_H : 午前在宅効用	$20.22 \times \ln(\text{午前在宅時間} + 1)$	$11.37 \times \ln(\text{午前在宅時間} + 1)$
U_D : 遅刻不効用	$-7.50 \times \ln(\text{遅刻時間} + 1)$	$-3.84 \times \ln(\text{遅刻時間} + 1)$
U_E : 早着不効用	なし	$-0.01 \times (\text{無給在社時間})$
U_B : 集団乖離不効用	$-0.66 \times (\text{乖離時間})$	$-3.92 \times (\text{乖離時間})$
U_L : 余暇効用	$19.75 \times \ln(\text{余暇時間} + 1)$	$21.48 \times \ln(\text{余暇時間} + 1)$
相関係数	0.87	0.80

(2) FT 制度適用者の出社時刻分布

FT 制度適用者の行動を図3に示した。推定値分布をみると7:45、および9:00をはさむ2つの計3つの出社ピークが形成されている。前者は個人の総効用の時間変化からもわかるように、混雑ピークを避けて早朝の出社を選択する通勤者によるものである。推定値分布では混雑ピークの生じる8:00~8:30に出社する通勤者はほぼ0となり、また、出社時刻分布のピークは実測値よりもやや遅い時間帯に生じている。これは、本モデルで採用した、総効用 U_s が最大となる時刻を選択するという出社行動の仮定のため、各通勤者が交通不効用の変化に敏感に反応しているためと考えられる。



【図2】標準的サンプルの出社時刻別総効用変化



【図3】FT 制度適用者の出社時刻分布
(実測値および推定値)

参考文献

- 1) 労働行政研究所：賃金・労働時間制度等総合調査報告
- 2) Hall, R. W.: Travel Outcome and Performance the Effect of Uncertainty on Accessibility, Transpn. Res-B, pp275-290, 1983
- 3) 加藤文教・門田博知・浜田信二：道路の信頼性評価の簡便法, 土木計画学研究・論文集, No.4, pp181-188, 1986
- 4) 飯田恭敬・内田敬・松下晃：通勤ドライバーの出発時刻決定行動の分析, 土木計画学研究・論文集, No.10, pp39-46, 1992 (実効旅行時間を考慮した出発時刻決定行動の分析, 土木学会年次学術講演会, No.47, pp436-437, 1992)
- 5) 角知憲・岡田良司・杉野浩茂・大枝良重：交通渋滞に応答する自動車通勤者の出発時刻決定行動モデル, 土木計画学・講演集, No.13, pp351-358, 1990
- 6) 角知憲・岡田良司・杉野浩茂・宮木康幸：経路上の交通渋滞に応答する自動車通勤者の出発時刻決定行動モデル, 土木学会論文集, No.449, pp107-115, 1992
- 7) 松井寛・藤田素弘：フレックスタイム下における通勤時刻選択行動とその効果分析, 土木学会論文集, No.470, pp67-76, 1993
- 8) 松井寛・藤田素弘・田川浩二：フレックスタイム制導入による特性分析, 土木学会年次学術講演会, No.47, pp402-403, 1992
- 9) 松井寛・藤田素弘・土屋真司：フレックスタイム制導入に伴う通勤時刻選択行動のモデル化, 土木学会年次学術講演会, No.50, pp176-177, 1995
- 10) 谷口正明：欧米におけるフレックスタイム制導入状況, 土木計画学研究・講演集, No.7, pp71-78, 1985.
- 11) 谷口正明：フレックスタイム制導入下における通勤行動(英国地方中核都市の事例), 土木計画学研究・講演集, No.8, pp201-206, 1986
- 12) 築瀬和裕・古池弘隆：フレックスタイム制導入による通勤交通の変化, 土木計画学研究・講演集, No.13, pp585-590, 1990
- 13) 家田仁・島崎敏一・畠中秀人・高池勇人：通勤鉄道混雑緩和と政策としての需要制御政策の評価, 土木計画学研究・講演集, No.12, pp251-258, 1989
- 14) 家田仁・永井邦彦：運賃制度を用いた通勤鉄道ラッシュ標準化の可能性, 運輸と経済, No.52, pp68-73, 1992
- 15) 竹村宗能・家田仁・佐野可寸志：フレックスタイム制度下における鉄道通勤者の出社時刻の分析, 土木学会年次学術講演会, No50, pp180-181, 1995
- 16) 家田仁・竹村宗能：フレックスタイム制度下における鉄道通勤者の出勤時刻選択要因, 鉄道連合シンポジウム, No3, pp141-142, 1996