

交通状態の不確実性を考慮した 時差出勤策について*

柳沢 吉保**・飯田 恭敬***・内田 敬****

The Stagger Working Hours Considering the Uncertainty of Peak-Hour Travel Demand

By Yoshiyasu YANAGISAWA, Yasunori IIDA, Takashi UCHIDA

This paper examines the problem of peak-hours traffic congestion and the analysis of alternatives congestion relief methods. It presents a estimation model of the departure time and route choice, and system performance function considering the uncertainty of travel time and commuter's utility. The model consists of the estimated travel time and schedule delay. Numerical example were performed in order to clear the effect of the stagger and the flexibility of work start time.

1. はじめに

(1) 研究の背景

都市内交通における自動車の利用率は増大傾向にある。特に通勤時に起こる道路混雑は社会・経済活動に重大な影響を及ぼしている。そこで、道路混雑を緩和するための何らかの方法が講じられなければならない。その渋滞解消策の一つとして、交通施設の整備が考えられるが、財源上の制約も大きく、また短期間にその効果を期待することはできない。そこで道路上の交通量ピークを低くし混雑を緩和する方法¹⁾を考えることとする。

朝の通勤交通について考えると、各通勤者の勤務する会社には始業時刻が決められているため、通勤者はこれに間に合うように居住地を出発する。そのため各会社の始業時刻が同一の時間帯に集中している場合、企業立地の集中している都心付近の道路では通勤による交通量が集中し、渋滞を引き起こすことになる。このことを考慮し、本研究では時差出勤政策により会社の始業時刻を変更し、通勤者の出発時刻分布をずらすことにより、道路上の発生量ピークを低くし、混雑を緩和するための方法論の提案を行う。

(2) 従来の研究と本研究の位置付け

時差出勤政策による渋滞緩和効果を具体的に分析した研究は少ない。時差出勤に関する従来の研究について①定井, 新矢²⁾らは、時差出勤の実施状況、時差出勤への対応理由、また

* 平成4年11月第15回土木計画学研究講演会にて発表

** 土木工学科 助手

*** 京都大学工学部 教授

**** 京都大学工学部 助手

時差出勤推進策について、アンケート調査を行い、実施可能な事業所が実際に実施した場合のピーク交通量の削減の程度を試算している。②加藤、門田、高田⁹⁾らは、始業時刻と通勤者の出勤行動との関連性について実態調査を行い、始業時刻と準備時間、始業所要時間および交通手段選択との関連性を明らかにし、時差出勤を行った場合の出発時刻のピークの大きさについて計算を行っている。しかし、政策によって始業時刻を変えた通勤者の通勤行動と、そのほかの通勤者の通勤行動とが互いに影響を与えながら通勤者全体の出発時刻、経路選択は決まってくると考えられるが、①、②ではこのような通勤挙動については考慮されていない。③ BEN-AKIVA^{4)~6)}は1 OD 多経路での経路選択、出発時刻選択の推定モデルを通勤効用関数をもとに構築し、交通条件を変えた場合の通勤者のランジェントな通勤挙動などを分析している。よって時差出勤政策などの効果の計測について、このモデルを用いることができるが、この研究では、時差出勤政策の効果の計測するための評価関数については示されておらず、混雑緩和のための具体的な計算は行われていない。

また、実際の通勤では毎日の所要時間の変動が考えられるが、従来の研究ではこれらのことが考慮されていない。そこで、ある通勤者の始業時刻を変えた場合の通勤者全体の通勤挙動変化も説明できるモデルであること、毎日の交通状態の変動も考慮できること、また実際の道路網への適用を考え、1つのリンクに複数のOD交通が流れている多経路多ODに適用できるモデルに拡張することが、交通運用へ適用する場合、重要なこととなる。

本研究で提案するモデルは、上で述べた点を考慮し、

- (1) 経路、出発時刻選択などの通勤行動は、個人の通勤効用をもとに動的な扱いを行う。
- (2) 多経路多ODにも適用できるような、動的な交通流モデルを用いる。
- (3) 道路上の交通状態は日々変動していることから、所要時間の不確実性を考慮した通勤行動モデルと、時差出勤政策などの効果を評価するための評価関数を構築する。
- (4) 時差出勤策やフレックスタイム策の効果を数値計算により確かめ、それぞれの政策の有効性について考察を行う。

2. 動的な交通流モデル^{9),11)}

(1) モデルネットワーク

1章で述べた1つのリンクを複数のOD交通が利用する場合の最も簡単な例として、図-1のようなモデルネットワークを考える。

OD1はノード1~3間、OD2はノード2~3間とし、各ノードから発生したトリップはノード3(CBD)に向かって流れている。

(2) 動的な交通流モデルの考え方

通勤者は、時々刻々と変化する所要時間をもとに、目的地までの経路や出発時刻の選択行動を行う。そこでここでは、ある時刻に出発し、ある経路を利用したフローの目的地までの平均所要時間を求めるための動的な交通流モデルを示す。

本研究で用いる動的な交通流モデルの、リンク内フローの基本的な考え方について次に示す。

図-2のようなリンクを自由走行の箱と自由

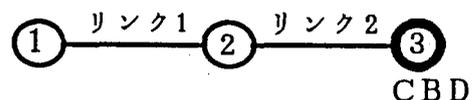


図-1 モデルネットワーク

走行時間からの遅れ待ち行列箱により構成する。

前リンクからのフローはこのリンクを流出するまでに少なくとも自由走行時間は要するので、自由走行箱の最も後端である第K番目の箱以降の空いている部分にフローを埋めていく。箱の中のフローは1単位時間ごとに進行方向側の箱に1つだけ移動するので、リンク所要時間は通過した箱の数を数えることによって求めることができる。1つの箱の大きさは、そのリンクの単位時間当りの流出容量となる。ただし、同じOD、経路、出発時刻に出発した交通量でも目的地に到着するまでに拡散しているため、所要時間が異なってくる。

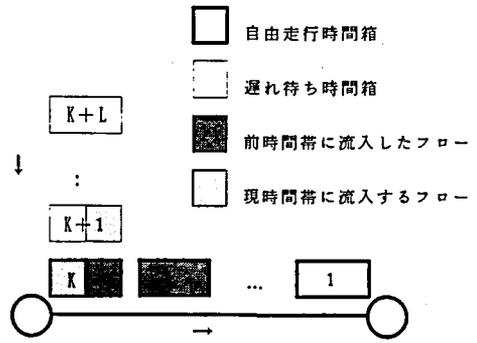


図-2 リンク内の走行状態の箱

そこでその平均所要時間については次式より求める。

$$\bar{t}_i(t_s) = \frac{\sum_{t_a} x_i(t_s, t_a) \cdot (t_a - t_s)}{x_i(t_s)} \quad (1)$$

$\bar{t}_i(t_s)$: OD_i, 出発時刻 t_s のフローの所要時間の平均値

$x_i(t_s, t_a)$: OD_i, 出発時刻 t_s , 到着時刻 t_a の交通量

$x_i(t_s)$: OD_i, 出発時刻 t_s の交通量

(1)式で得られた平均所要時間を出発時刻、経路選択行動モデルの中で用いる。

3. 通勤交通行動のモデル化^{8),10),11)}

通勤者は、日々変動している所要時間と遅刻ペナルティーを考慮して、出発時刻や経路の選択行動を行っている。ところで、短い時間間隔で選択行動を分析する場合、勤務地に到着してから始業時刻までの到着余裕時間の項も選択行動に大きな影響を与える場合がある。そこで本研究では、

- a) 所要時間の評価については、日々の変動も考慮にいれ表現する。
- b) 経路や出発時刻の選択行動は評価された所要時間（見積所要時間）をもとに、到着余裕時間や遅刻時間も考慮して行われると考える。

という2項目を考慮し、以下に示す2段構成で通勤選択行動モデルの定式化を行った。

(1) 通勤者の見積所要時間の決定法

通勤者は所要時間の変動を考慮し、通勤前にある特定の経路、出発時刻における所要時間の見積を行う。すなわち見積った所要時間による損失費用と見積値を上回る場合の遅刻などの損失とのトレードオフにより所要時間の見積りを行う。

そこで所要時間が正規分布に従うとすると、所要時間の見積りは(2)式のLを最小にするように行うと考えられる。

$$\min L = \beta \hat{t}(t_s) + \gamma F\{\hat{t}(t_s)\} \quad (2)$$

β : 時間価値 (円/分)

γ : 見積った値を上回った場合の損失 (円)

$F(\cdot)$: 所要時間が \hat{t} よりも大きくなってしまふ確率
 所要時間が正規分布 $N[\bar{t}, \sigma_T]$ に従うと仮定すると, (2)式を \hat{t} で微分し $dL/d\hat{t} = 0$ とし,

$$\hat{t}(t_s) = \bar{t}(t_s) + \sigma_T(t_s) \times \phi^{-1}\left(\frac{\beta\sigma_T(t_s)}{\gamma}\right) \quad (3)$$

$\phi(\cdot)$: 標準正規確率密度関数

$\bar{t}(t_s)$: 所要時間の平均値. (1)式より求める

である. ただし, $(\beta/\gamma)\sigma_T \leq 0.399$, $\beta, \gamma > 0$

(3)式より右辺第2項は通勤者が出発前に見積る安全余裕時間である. また β, γ については(3)式より (β/γ) として用いられているため, γ の単位を時間にし, β を1としてもさしつかえない¹⁰⁾.

(2) 道路利用者の効用関数⁴⁾⁻⁷⁾

一般道路利用者が通勤行動を起こす前に見積る出発から仕事開始までに消費するコストについては, 毎日の通勤により出発から通勤先までに見積もる所要時間, 遅刻してしまった場合の損失からなるが, それ以外にも到着から始業時刻 t_d までの到着余裕時間も通勤効用に影響を与えていると考えられる. そこで次のような効用関数が考えられる.

$$V_1(\hat{t}|t_s, t_d) = -a\hat{t}(t_s) - C_p(t_s) \quad (4)$$

$V_1(\hat{t}|t_s, t_d)$: 時刻 t_s に出発した, ODiの通勤者の見積効用関数値

$\hat{t}(t_s)$: 居住地から勤務先までにかかる通勤者の見積所要時間

$C_p(t_s, t_d)$: 到着余裕時間, または遅刻時間に関する消費コストで以下のように定義する.

$$C_p(t_s, t_d) = \begin{cases} b(t_d - t_a(t_s)) : t_d \geq t_a(t_s) \\ c(t_a(t_s) - t_d) : t_d < t_a(t_s) \end{cases}$$

a, b, c : 所要時間, 到着余裕時間, 遅刻時間に関する不効用パラメータ

$$t_a(t_s) = t_s + \hat{t}(t_s)$$

なお, $t_d \geq t_a(t_s)$ は遅刻しない場合であり, $t_d < t_a(t_s)$ は遅刻した場合を表している.

(3) 通勤効用関数による通勤行動モデル³⁾

通勤者は(4)式で表される効用が最大となる出発時刻と経路を選択するが, 個人の知覚の違いなどにより常に合理的な選択行動を厳密に行うとは限らない. そこで通勤時の選択行動は, 通勤行動により得られる効用関数をランダム効用関数とし, 効用最大化理論によるロジットモデルを適用することによって説明することができる.

ここで出発時刻に関するスケールパラメータを, μ_{11} とすると, 出発時刻 t_s の選択確率は以下のように表すことができる.

$$p_i(t_s | t_d) = \frac{\exp[\mu_{11} V_1(\hat{t}|t_s, t_d)]}{\exp[\mu_{11} V_1(\hat{t}|*, t_d)]} \quad (5)$$

$$V_1(\hat{t}|*, t_d) = \frac{1}{\mu_{11}} \ln \sum_u \exp[\mu_{11} V_1(\hat{t}|u, t_d)]$$

こうして(5)式より出発時刻の選択確率が得られると, 始業時刻 t_d の場合の時刻 t_s を選択

する通勤者の発生量 $X_i(t_s, t_d)$ は、対象とする通勤時間帯の各始業時刻の総発生量を $X(t_d)$ とすると次式で求められる。

$$X_i(t_s, t_d) = X(t_d) \cdot P_i(t_s | t_d) \quad (6)$$

4. 所要時間の不確実性と時差出勤政策問題の設定

朝の通勤交通では、通勤者は始業時刻に間に合うように居住地を出発するため、各会社の始業時刻がある時間帯に集中している場合、通勤による交通量が集中し、渋滞を引き起こすことになる。そこで時差出勤により企業の始業時刻をずらすと、集中していた発生交通量が分散し、通勤時の所要時間と到着余裕時間が短くなることから、通勤者の所要時間や不効用を低くすることが期待できる。

ところで実際の通勤では日々の交通状態は変動しているため、同じ経路を同じ時刻に出発しても日によってその所要時間は異なる。そこで所要時間の平均値をもとにした平均的な効用だけの評価による政策では、実際の通勤での所要時間の変動による予想外の損失を受けた場合の評価を行うことはできない。

そこで政策の評価関数としては、通勤者の効用を用い、交通状態の不確実性、すなわち所要時間の変動による損失も考慮した評価関数の構築を行う。

(1) 所要時間の不確実性

所要時間については上述の通り、同一の経路と出発時刻を選択しても交通状態の毎日の変動により一定となっていない。所要時間の不確実性については渋滞、非渋滞の2つの事象に分けて考える方法がある¹⁰⁾。ここで所要時間の不確実性について、次に示す状態を考慮する。状態1：同じ経路、時刻から出発した車群でも、信号や他のODからの車群と混合し拡散することによって、到着時刻に差が出てくる。このように、対象道路網の各リンクの流出容量の平均的な交通量処理能力によって所要時間がばらつくような交通状態を状態1と定義する。この状態1の所要時間は $N[\bar{t}, \sigma_t]$ の正規分布に従うものとする。

(2) 評価関数と政策の評価方法

ここでは時差出勤政策による始業時刻の設定や交通量が交通状態に与える影響も考慮する。そこで政策の評価関数としては、通勤者の走行時間と効用を用い、交通状態の不確実性、すなわち所要時間の変動による損失も考慮して(7)、(8)式のような期待総走行時間、見積総不効用を用いる。ただし、始業時刻を変えることによって生じる各企業の損失については考えず、始業時刻の設定範囲については企業より与えられているものとする。

$$ET(X) = \sum_{t_d} \sum_{t_s} \sum_r X(t_d) \cdot p(t_s | t_d) \cdot \left\{ \int_0^{\infty} t(t_s, t_d) p(t | t_s, t_d) dt \right\} \quad (7)$$

$$EV(X) = \sum_{t_d} \sum_{t_s} \sum_r X(t_d) \cdot p(t_s | t_d) \cdot V(\hat{t} | t_s, t_d) \quad (8)$$

$t(\cdot)$: 条件・のもとでの所要時間

$p(t | \cdot)$: 条件・のもとで、所要時間が t となる確率

$V(\hat{t} | \cdot)$: 条件・のもとでの見積効用関数値であり、(4)式より求めることができる。

$p(t_s | t_d)$: 出発時刻の選択確率であり、(5)式より求めることができる。

ところで出発時刻の選択行動の収束状態においては、見積った所要時間よりも短い値が得られても安全マージンを含めた見積値の決定を行っているので、そのことによる効用の増分は考えない。そこで、(7)式の確率変動である所要時間については次のように表す。

$$t = \begin{cases} \hat{t} & (t \leq \hat{t}) \\ t & (t > \hat{t}) \end{cases} \quad (9)$$

よって(7)式で示した評価関数は通勤者の見積所要時間と、その見積値を上回った場合の損失も考慮にいれていることになる。

政策の評価については、政策変動を時差出勤の始業時刻やそのときの時差出勤量とし、この政策変動を操作し、その変動に対する通勤者の出発時刻分布を第3章で述べた通勤行動により求める。そしてそのときの評価値を(7)、(8)式より求める。

5. 仮想モデルによる数値計算例と考察

本研究では、(7)、(8)式で示した評価関数を用い、時差出勤、フレックスタイム策の効果の評価を仮想的な道路網を用いて行う。

(1) モデルの設定

図-1で示した仮想道路網で計算を行う。

<通勤時間帯> 7:00から9:20までのラッシュアワーを対象とし、時間間隔は5分を単位とする。また政策前のCBDの企業の始業時刻は9:00とする。

<総発生量> OD1, 2とも500台とする。

<動的交通流モデルの諸条件> リンク1, 2の流出容量と自由走行時間はそれぞれ95, 105台と15分, 25分とする。

<パラメータの設定> 見積所要時間に関する(3)式の β , γ については、 γ の単位を時間とし $\beta = 1$, $\gamma = 35$ とおく。効用関数のパラメータについては、所要時間と到着余裕時間のウェイト a , b を等しく、遅刻による損失をこれらより大きくした場合で、 $a = 0.08$, $b = 0.08$, $c = 0.5$ とした。また、(5)式のスケールパラメータ μ_1 については、簡単のため1とした。以上のデータは操作性を考慮し仮想的に与えたものである。

<通勤者の所要時間と分散> ここでは、対象道路網の各リンクの流出容量の平均的な処理機能による所要時間のばらつきより生じる状態1を考慮する。

状態1の平均所要時間 t_1 は式(1)より求められる。また、各出発時刻に対する到着時刻分布がシミュレーションから得られるので、分散についても求めることができる。

(2) 数値計算の結果と考察

(a) 時差出勤策の効果について

数値計算については以下のケースで計算を行う。

ケース1: ノード1を出発する通勤者の始業時刻を9:30にするか、ノード2を出発する通勤者の始業時刻を8:30に早める場合。

ケース2: ノード1を出発する通勤者の始業時刻を8:30に早めるか、ノード2を出発する通勤者の始業時刻を9:30にする場合。

本数値計算では、固定されている始業時刻を1つにしているため、時差出勤策などで変更

される始業時刻が1通りの場合、各ケース中のそれぞれの時差出勤策は結果的に同じ効果があるので、ここではノード2から出発する通勤者の始業時刻を変更することを考える。各ケースにより得られた結果を表-1, 図-3, 4, 5に示す。

まず、時差出勤策を行う前の交通状態について見る。図-3, 4の中に描かれている時差出勤前の出発時刻分布をみてみると、OD1, 2の発生量ピークはそれぞれ8:05, 8:20に現れている。図-4より所要時間分布をみるとOD2の所要時間で40分以上あり、発生量が流出容量以内のときと比較し1.6倍以上かかっている。すなわち、ノード1から発生したピーク交通量がノード2を通過するとき、ノード2からの発生交通量と重なり、大きな渋滞を引き起こしていることになる。

そこで渋滞を緩和するため、ケース1, 2で示した時差出勤策を行うが、そのときの評価値を表-1に示す。まず総走行時間についてみると、ケース2による始業時刻設定の効果が大きいことがわかる。図-3より、このケース2の出発時刻分布をみるとOD2の始業時刻を30分遅らせたため、発生量ピークが政策前より35分ずれて8:55に現れている。またOD1, 2とも政策前よりも発生量ピークが始業時刻に対して5分短くなっている。これはOD2の始業時刻を後ろに大幅にずらしたため、OD1のノード1からの最後の発生交通が、

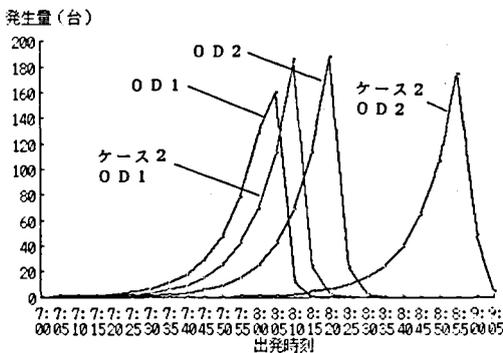


図-3 ケース2の発生交通の時刻分布

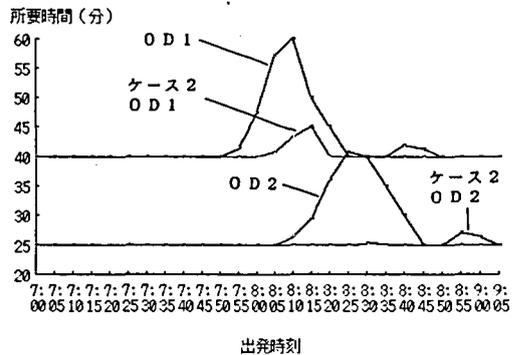


図-4 ケース2の実所要時間分布

表-1 ケース1, 2の評価関数値

	ケース1	ケース2
期待総走行時間	41557.1	41245.5
見積総不効用	5093.15	5099.03

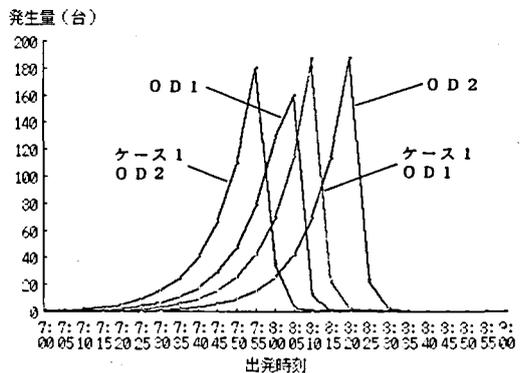


図-5 ケース1の発生交通の時刻分布

ノード2を通過し終えるまでOD2からの発生交通量は小さい。したがってOD1と2の発生交通がお互いに重なり合う量が少なく、通勤時間帯全体で所要時間が短くなったためである。

所要時間分布をみても、OD1, 2とも政策前と比較して、ピーク時で25~30%改善されている。

ケース1についてみると、図-5より、OD2の始業時刻を8:30に早めたため発生量ピークが7:55に現れている。このOD2のピーク発生量がノード2を通過するOD1の発生交通に影響を与えている。すなわちトリップ長の長いOD1の所要時間分布はOD1自身の発生量ピークによる所要時間ピークとOD2の発生量ピークにより生じる所要時間ピークの2つのピークを持つことになる。よって、総走行時間も大きくなる。

このことより、トリップ長の短いODの始業時刻を早い時刻に変更する場合、長いトリップ長に影響を与えないように、かなり早めの始業時刻に設定する必要があることがわかる。

総不効用については、ケース1の方が小さい。これは前述のようにケース2と比較し、ケース1の方が所要時間が長くなる出発時刻が多く、しかも不効用の大きい選択肢があるため、ピーク発生時刻などのように不効用の小さい選択肢に、より多くの通勤者が集まる可能性がある。すなわち小さい不効用を受ける通勤者が多くなり、見積総不効用が小さくなっている。

(b) フレックスタイム政策の効果について

フレックスタイム策として、以下の始業時刻範囲を設定する。ただし、通勤者の到着時刻が始業時刻範囲内では所要時間のみが不効用となり、通勤者は所要時間が短くなる出発時刻を選択すると仮定する。

OD1の通勤者について始業時刻を8:30-9:00, 9:00-9:30, 8:30-9:30に設定した場合をそれぞれケース3, 4, 5とする。

OD2の通勤者について始業時刻を8:30-9:00, 9:00-9:30, 8:30-9:30に設定した場合をそれぞれケース6, 7, 8とする。

各ケースにより得られた結果を図-6, 7, 8, 9, 表-2に示す。

まず、始業時刻範囲を30分に設定した場合の交通状態について考察を行う。図-6より、ケース3の発生時刻分布についてみる。始業時刻が30分広がったため、この範囲内では到着余裕・遅刻時間による損失がなくなり所要時間による損失のみが不効用となる。したがって

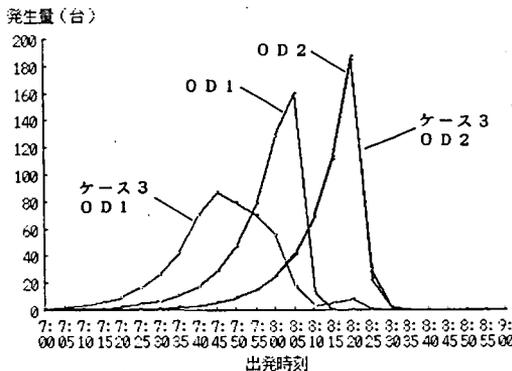


図-6 ケース3の発生交通の時刻分布

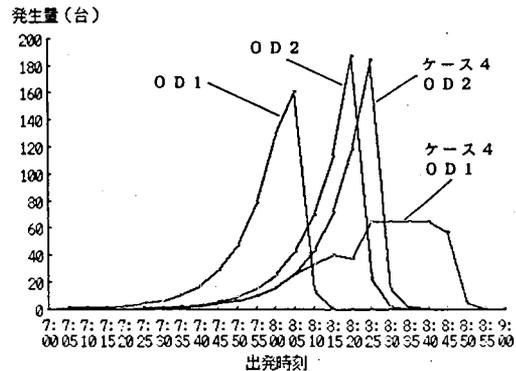


図-7 ケース4の発生交通の時刻分布

政策前と比較し、到着時刻の選択肢が多くなったのでOD1の発生量ピークは低くなり、全体的になだらかな分布となる。ただし、このケースのフレックスタイム設定では7:40以降の大部分の発生交通はOD2の発生交通と重なっているため、OD1からの発生交通は政策前の分布と比較すると、OD2の発生量ピークを避けるような出発時刻選択が行われている。ただし、OD2の所要時間については大きな改善がないため、OD2の発生交通は政策前と比較し、大きな変化はない。

ところが図-7のケース4の場合には、ケース3と比較し、OD2のピークが終わった後、OD1のピークが現れているので、OD1と2の発生交通が重なる部分が少なく、全体的に所要時間が小さい。このためOD1の発生量ピークは低くなり、一定の交通量を発生する時刻も存在する。またOD2のピークは5分後ろにずれている。

図-8より、ケース7の交通状態もケース4の場合と似ている。表-2より、期待総走行時間は最も小さく、見積総不効用についてはケース4の次に小さいが、この現象は時差出勤策の項で行ったケース1と2の比較の考察を当てはめることができる。

表-1と2を比較すると、総不効用については一般的にフレックスタイム制の方が小さい値を示すが、これは始業時刻の範囲内に到着した場合に、到着余裕、遅刻時間による不効用がなくなるためである。しかし、総走行時間については時差出勤策の方が小さい値を示す。これはフレックスタイム策の場合、始業時刻範囲内に到着できれば、所要時間の短い出発時刻を選択する。そのため、フレックスタイムにおける出発時刻が、他のOD交通の効用の高い、すなわち所要時間の短い出発時刻と重なると、混雑状態の解消に対する効果が少なくなる場合があることを示している。通勤者全体への効果を考えると時差出勤により強制的に制御した方が効果が大きい場合がある。

次に、始業時刻範囲を1時間に広げた場合について考察を行う。図-9より、

表-2 ケース3~8の評価関数値

	ケース3	ケース4	ケース5
期待総走行時間	43345.9	41767.6	41060.9
見積総不効用	5052.10	4645.13	4585.09

	ケース6	ケース7	ケース8
期待総走行時間	44219.1	41425.6	41023.3
見積総不効用	5046.74	4709.84	4635.88

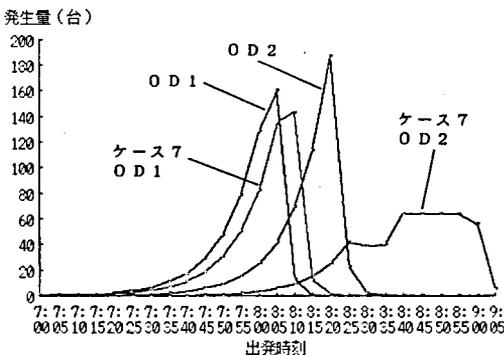


図-8 ケース7の発生交通の時刻分布

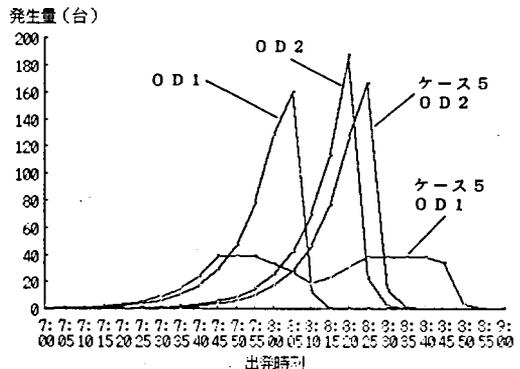


図-9 ケース5の発生交通の時刻分布

ケース5のようにフレックスの幅を広げると、始業時刻の選択の幅も広がり、通勤者はOD2の需要の影響を十分避けるように通勤できる。よってOD1の需要ピークもさらに低くなっていることがわかる。表-2より、総走行時間、総不効用ともに時差出勤策よりも効果が高くなっている。

フレックスタイム策の場合ある程度、始業時刻範囲を広げないと全体的な混雑解消効果は現れないことを示している。

6. おわりに

本研究では、通勤交通の経路選択と出発時刻同時推定モデルを用いて、混雑緩和策の一つである時差出勤政策の効果の評価を行った。ここでは毎日の所要時間の変動の学習を通し、経路と出発時刻などの通勤行動が行われるとしてモデルの構築を行った。そして、同じ経路、時刻から出発した車群でも、信号や他のODからの車群と混合し拡散するため、到着時刻に差が出てくるので、そのことによる所要時間の分散も考慮した。

また、時差出勤の効果を測るための評価関数としては、通勤者の所要時間と効用を用い、交通状態の不確実性、すなわち所要時間の変動による損失も考慮した期待総走行時間と見積総不効用を提案した。そして時差出勤策やフレックスタイム策の効果について、いくつかの数値計算例を行い、以下のような結論が得られた。

- (1) 走行時間が小さくても、必ずしも不効用が小さいとは限らない。客観的な混雑緩和、すなわち所要時間を小さくすることに重点を置くならば(7)式による評価を重視し、所要時間だけでなく到着余裕・遅刻などの通勤者の価値観に重点を置くならば(8)式による評価を重視することになる。
- (2) 時差出勤策を行う場合、トリップ長の短いODの始業時刻を後ろにもっていった方が効果が大きい。また、トリップ長の短いODの始業時刻を早い時刻に変更する場合、長いトリップ長に影響を与えないように、かなり早めの始業時刻に設定する必要がある。
- (3) フレックスタイム策の場合、ある程度始業時刻範囲を広げないと全体的な効果は現れない。始業時刻設定範囲によっては、時差出勤により強制制御した方が効果が大きい場合がある。

今後の課題としては、

- (1) 所要時間の不確実性について、通勤者の気まぐれな経路・出発時刻の選択、事故・天候など予測不可能な事象により所要時間が増大する状態についても考慮した数値計算を行う。
- (2) OD、経路をもう少し混雑にし、始業時刻を複数与えた場合の時差出勤策などの効果について分析する。

参 考 文 献

- 1) 飯田恭敬：交通管理のハイテク化と都市交通計画，都市問題研究，Vol. 41, No. 12, pp. 3-15, 1989
- 2) 定井，新矢：地方中核都市における「時差出勤」と「相乗り通勤」のフィージビリティー研究，運輸と経済，第43巻，第11号，pp. 64-82, 1983
- 3) 加藤，門田，高田：時差出勤による交通需要の時間的分散政策に関する基礎的分析，土木計画

- 学研究・論文集, No. 6, pp. 185-192, 1988
- 4) BEN-AKIVA, CYNA, PALMA: DYNAMIC MODEL OF PEAKPERIOD CONGESTION, Transpn. Res. -B Vol. 18B, No. 4/5, pp. 339-355, 1984
 - 5) BEN-AKIVA, PALMA, KANAROGLOU: Effects of Capacity Constraints on Peak-Period Traffic Congestion, Transpn. Res. Record 1085, pp. 16-26
 - 6) BEN-AKIVA: Dynamic Model of Peak Period Traffic with Elastic Arrival Rates, Trans. Sci. Vol. 20, No. 2, pp. 164-181, 1986.
 - 7) C. HENDRICKSON, G. KOCUR: Schedule Delay and Departure Time Decision in a Deterministic Model, Transportation Science Vol. 15, No. 1, February, 1981
 - 8) Hall, R. W.: Travel outcome and performance: The effect of uncertainty on accessibility, Trans. Res. -B Vol. 17B, No. 4, pp. 275-290, 1983.
 - 9) 鷹尾和亨: 経路選択シミュレーションによる動的交通量配分, 土木学会第45回年次学術講演会 IV, 1990年10月
 - 10) 飯田恭敬, 内田 敬, 泉谷 透: 旅行時間変動による損失を考慮した適正経路分担交通量, 土木計画学研究・論文集 No. 8, pp. 177-184, 1990年11月
 - 11) 飯田恭敬, 柳沢吉保, 内田 敬: 通勤交通の経路選択と出発時刻分布の同時推定法, 土木計画学研究・論文集, No. 9, pp. 93-100, 1991年11月