

IV-26

時間制約を考慮した就業者交通パターン変化予測モデル

愛知県 正員 仙石 忠広
名古屋大学 正員 河上 省吾
名古屋大学 正員 磯部 友彦

1 はじめに

従来の研究では、交通それ自体分析対象として扱われ、交通が派生需要として扱われていない。また、活動やトリップは、トリップ回数、時間配分量としか扱われておらず、時間の連続性、場所の連鎖性は無視されている。そこで本研究では、効用関数内に各活動の開始時刻、各活動の消費時間という変数を取り入れることにより「交通が派生需要であること」、「時間の連続性」を考慮できるモデルを構築した。

2 行動理論とその適用

就業者は、「勤務時間」という、きりした時間制約をもっており、以後、就業者を対象にして話を進める。人は、次に示す効用関数を最大にするように行動するとする。

$$U(Y, T, S, X, \Pi, \delta, R_1, R_2, t_w, t_n) \quad (1)$$

ここに、 $Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_n)$: 活動 a_i に携わることによ、て得られる市場財、 $\Pi = (T_{a1}, \dots, T_{an})$: 各消費時間、 $S = (s_{a1}, \dots, s_{an})$: 各トリップ時間、 $X = (X_{a1}, \dots, X_{an})$: 各場所の魅力度、 $\Pi = (T_{a1}, \dots, T_{an})$: 各開始時刻、 $\delta = (\delta_{a1}, \dots, \delta_{an})$: 活動 a_i が行なわれれば1、それ以外0、 R_1 : 第1トリップを行う前の在宅時間、

R_2 : 最後のトリップ後の在宅時間、 t_w : 最後の帰宅トリップ時間

式(1)が従来の効用関数と異なる点は、「時刻」、「場所の魅力度」という変数が入っている点で、これにより従来無視されていた時間の連続性や場所の連鎖性は保証され、勤務の開始時刻、終了時刻、会社の場所といった時間軸上の1点、空間上の1点をモデル内に考慮することを可能にした。

さらに、(1)式の最大値を求めるためにモデルを次のように展開した。図1に示すように行なわれる活動と活動が行なわれる順序が決定しており、さらに、各活動の消費時間、各トリップ所要時間が決定すると、活動スケジュールは一意に決定される。そのとき、各活動の開始時刻は、(2)式のように表わされる。すべての活動スケジュールにおいて、この関係が成り立つ。すなわち、

各活動の開始時刻は、各活動が行なわれるかどうか δ

と各活動が行なわれる順序 k で示される活動パター

ンで各活動の消費時間、各トリップの所要時間で表わされる。

従って、(1)式で示された効用関数は次式のように書き直せる。

$$U(Y, \Pi, X, k, \delta, R_1, R_2, t_w, t_n) \quad (3)$$

ここに、 $k = (k_{a1}, \dots, k_{an})$: 活動 a_i が行なわれる順序

次に、(3)式の最大効用を求めることを考える。(3)式の効用関

数は、活動パターンを示す離散型の変数 k 、 δ とその他の連続変数からなる。次の手順で最大効用を求める。

- ① 各活動パターンごとに、 $U(Y, \Pi, X, k, \delta, R_1, R_2, t_w, t_n | P_i)$ を考え、それぞれ効用の最大値 U_i^* を求める。
- ② すべての可能な活動パターンについて効用最大値 U_i^* を求め、さらに、その中で最大の効用をもつものが(3)式の最大値であり、その時示される活動パターンと活動時間配分が、その個人の最適行動となる。

さらに、各活動パターンごとに場所を考える。各活動パターンの効用最大値 U_i^* は、①、②と同様な手順で求められ、結局、(3)式で示される効用関数の最大化問題は、図2のように場所パターン B と活動パターン P の2

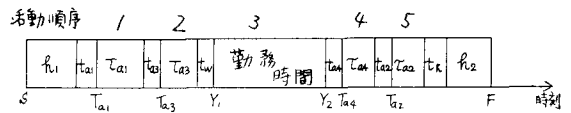


図1 活動スケジュール P_a の時間割

$$\left. \begin{aligned} TA_1 &= Y_1 - t_w - TA_3 - t_{A3} - TA_1 \\ TA_2 &= Y_2 + t_{A4} + t_{A5} + t_{A2} \\ TA_3 &= Y_1 - t_w - TA_3 \\ TA_4 &= Y_2 + t_{A4} \\ Y_1 &= S + t_{A1} + TA_1 + t_{A3} + TA_3 + t_w \\ F &= Y_2 + t_{A4} + t_{A5} + t_{A2} + TA_2 + t_E + R_2 \end{aligned} \right\} (2)$$

段階を通して求めることができる。

次に、この理論を用いた実証分析を行う。「勤務活動をもつ就業者が1自由活動を行う場合」図3の4つのパターンが考えられる。就業者が4つのパターンのうちのどのパターンを行うかどうかも予測するために、先ほどの理論を適用する。さらに、効用理論を適用するにあたり、効用のランダム性を考慮するために図2に示される各段階の U_i に効用の確率変動項を導入した。このことによりこの問題は、非集計選

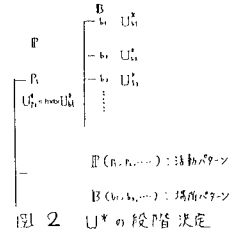


図2 U_i の段階決定

択モデルを用いて、活動パターン選択-目的地選択といった段階的な非集計ネステッドロジットモデルに置き換えられる。表1, 2は、各モデルの推定結果を示す。本研究で新しく導入した自由活動消費時間、一時帰省の在宅時間は、各活動の効用を示し、交通が派生需要である

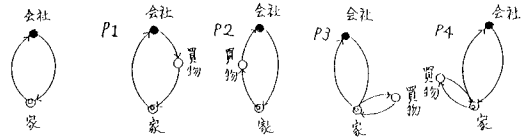


図3 1日の行動パターンの変化

ことを表現する。さらに、これらの時間が厳密な制約を満たした上で決ま、っていることを考えると、このモデルは、時間制約を考慮していると言える。自由活動の消費時間の尤値は、3.83と高く、さらに、 λ_2/λ_1 の値が、0.119で0と1の間に存在し、効用最大化学理論と整合性のある形になっている。

次に、「勤務時間短縮時」における就業者の活動パターンの変化を予測するために、上記のモデルを用いた。表3は、予測結果を示す。「勤務時間短縮」として、4つのケースを考えた。ケース1は、就業開始時刻を15分遅らせ、就業終了時刻を15分早くすることによって30分勤務時間を短縮した。ケース2, 3, 4は、それぞれ同様な方法で、60分, 90分, 120分勤務時間を短縮した。各ケースにおける各パターンの構成人数、構成百分率を見る。勤務時間の短縮が大きくなるに従って、勤務前の行動領域は広がり、勤務後に自由活動を行うP2, P4が増加し、さらに、勤務後の行動領域の拡大により、P3のように勤務後一旦帰宅してから自由活動を行うパターンも増加する。それらのパターンの増加に従い帰宅途中で自由活動を行うP2は減少する。ここで重要なのは、このようなパターンの変化が、結果的に、トリップ量の変化、トリップ時刻分布の変化につながることである。事実、全トリップ数は、勤務時間の短縮が大きくなるにつれて増加し、ケース4では、現状より1%のトリップが増加している。

表1 目的地選択モデルの推定結果

	MODEL-1	MODEL-2
説明変数	係数 (t値)	係数 (t値)
tripの所要時間	-0.906E-1 (62.22)	-0.912E-1 (61.73)
目的地的魅力度	0.127E-5 (13.82)	0.115E-5 (11.85)
自由目的消費時間		0.285E-2 (3.83)
一時帰宅の在宅時間		0.135E-2 (1.05)
名古屋市内ダミー	1.982 (12.57)	1.920 (12.09)
サンプル数	2899	2899
の中心	0.675	0.679
$\rho^2 < 0 >$	0.561	0.562
$\rho^2 < C >$	0.547	0.547

表2 パターン選択モデルの推定結果

	係数 (t値)
説明変数	
λ_2/λ_1	0.119 (15.91)
TRIPの所要時間	-0.232E-1 (9.70)
パターンP1の定数項	3.94 (21.80)
パターンP2の定数項	-0.238 (1.75)
パターンP3の定数項	4.29 (24.72)
サンプル数	2899
の中心	0.661
$\rho^2 < 0 >$	0.395
$\rho^2 < C >$	0.157

表3 ケース別 パターン構成・構成比率

	現状	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
就業開始時刻の変更(分)	0	+15	+30	+45	+60
就業終了時刻の変更(分)	0	-15	-30	-45	-60
パターンP1	1558 (53.73)	1526 (52.63)	1492 (51.48)	1458 (50.29)	1423 (49.08)
パターンP2	160 (5.53)	172 (5.95)	186 (6.39)	199 (6.87)	214 (7.38)
パターンP3	1084 (37.40)	1098 (37.86)	1110 (38.29)	1122 (38.69)	1133 (39.07)
パターンP4	97 (3.30)	103 (3.55)	111 (3.82)	120 (4.12)	129 (4.45)
全トリップ数	9878	9898	9818	9939	9959

○ 自宅 ● 勤務先 ○ 自由目的活動

3 今後の課題

今回は、就業者が「勤務」活動以外に1つの自由活動を行う場合のみを扱ったが、今後、2つ以上の自由活動を行なう場合と家-勤務先-家というピストン型の活動パターンを含めた上で、活動頻度選択まで発展させることが課題となる。

参考文献

- Adler, T. and Ben-Akiva, M.: A Theoretical and Empirical Model of Trip Chaining Behaviour, Transpn.Res.,13B(1979),pp.243-257.
- Damm & Lerman: A Theory of Activity Scheduling Behaviour, Environment and Planning A,13 (1981),pp.703-718.