

トリップチェーン概念を用いた非集計交通需要予測モデル

名古屋大学 正 河上省吾

名古屋大学 正 磯部友彦

名古屋大学 学 仙石忠広

1. はじめに

人の交通行動を解明し、これを予測するためには、人の活動そのもの、とくに活動内容の推移性、連続性や活動を行う場所の移動に着目しなければならない。このためのアプローチとして、1日間に行う複数の交通行動をトリップチェーンとして考え、トリップ相互間の関連性をモデル化することが従来より種々の方法で行われてきた。本研究は、交通目的、目的地の推移確率を非集計モデルで表現することを試みる。この非集計モデルの効用関数には、将来の交通行動の期待効用も含まれているので、個人のトリップチェーンが持つ交通目的等の推移性が表現できると考えられる。

2. トリップチェーンの現況

トリップチェーンを交通需要モデルに組み入れるための準備として実際の交通行動におけるトリップチェーンの現況について調べる。分析データとして昭和56年第2回中京PTSデータのうち、名古屋市居住者18517人のうち11トリップ以上の人を除いた78241人のデータを用いた。表1は、トリップを生起する人の割合を示したものである。トリップを生起する人は全体の84.7%を占め、その内、その日の最初のトリップを自宅から生起する人は全体に対して83.3%、トリップを生起する人に対して98.3%を占めている。また自宅から出発してその日の最後のトリップの目的地が自宅である「完全トリップパターン」はトリップする人の97.1%である。次に自宅をトリップチェーンのベースと考えた場合のサイクル数別トリップ数別人数を表2に示す。この表のこの行も列要素は、サイクル数が1個でその1個のサイクルに含まれているトリップ数の総数が1個である人数を表している。この表からはトリップチェーンのパターンの実態について様々なことが読み取れるが、その中で次節で説明する本研究のモデルの仮定に関係のある事項を取り上げる。それは、2サイクル以上行う人が20%もいることである。つまり、一度帰宅した後もかなりの人が再度外出していることを示している。

3. トリップチェーンを考慮した交通選択モデル

Kitamura (1984) は、目的地選択モデルにおける目的地の魅力度を表す指標として、目的地の属性による効用だけでなく、その目的地へ行った後、次に行う交通行動の期待効用をも用いて、その合計効用

表-1 トリップ生起状態

第1トリップが自宅から		第1トリップが自宅以外から	トリップしない	合計
最終トリップ自宅着	最終トリップ自宅以外着			
64382 (人) (82.3%)	783 (人) (1.0%)	1116 (人) (1.4%)	11960 (人) (15.3%)	78241 (人) (100%)

表-2 サイクル数別トリップ数別人数

サイクル数 トリップ数	1	2	3	4	5	計
2	40383					40383
3	3918					3918
4	3022	8388				11410
5	1254	1143				2397
6	1050	617	1381			3050
7	697	266	345			1308
8	797	219	221	295		1532
9	157	39	20	25		241
10	105	14	9	13	2	143
計	51383 (79.8)	10688 (16.6)	1976 (3.1)	333 (0.5)	2 (0.0)	64382 (100.0)

の大小比較により目的地選択を行うという仮定に基づいた非集計目的地選択モデルを提案している。

その式は次のようなロジットモデルとして定式化している。

$$U_j = \begin{cases} V_j + \sum_{k \in E} \gamma_{jk} (U_k - \theta_{djk}) & j \in A \\ 0 & j = R \end{cases} \quad (1)$$

$$P_{ij} = \exp(U_j - \theta_{dij}) / \sum_{k \in A} \exp(U_k - \theta_{dkj}) \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{ここに } U_j: \text{ゾーン} j \text{ の期待効用, } V_j: \text{ゾーン} j \text{ の属性により単独に決定される効用指標,} \\ P_{ij}: \text{ゾーン} i \text{ からゾーン} j \text{ へ行く客観的確率, } d_{ijk}: i, j \text{ 間の距離, } \theta: \text{単位距離} \\ \text{当りの非効用, } E: \text{ゾーン集合, } R: \text{家にいる状態, } A = E \cup \{R\}, \\ \gamma: \text{トリップ主体による将来トリップに対する効用の重み} \end{array} \right.$$

$$\forall i, j \in A, i \neq R \text{ or } j \neq R$$

さらに、次式のようにトリップ目的を細分化した場合も提案している。

$$U_{aj} = V_{aj} + \sum_{a \in C} \sum_{k \in A} p_{ajk} (U_{ak} - \theta_{adjk}) \quad (2) \quad \text{ここに } a: \text{トリップ目的, } C: \text{トリップ目的集合, } p_{ajk}: \text{ゾーン} i \text{ からゾーン} j \text{ へ目的} a \text{ で行く主観的確率}$$

しかし、(1)式(2)式は、帰宅後再びトリップする場合を考慮に入れずに、家をベースとしたサイクルを1人で複数行うときは、これを別々のトリップチェーンと考えている。

そこで本研究では、(1)式、(2)式を拡張し、帰宅後再びトリップする場合も帰宅前から連なる1つのトリップチェーンとして表現し得るような交通目的と目的地の同時選択モデルを提案する。

$$U_{aj} = \begin{cases} V_{aj} + \sum_{a \in C} \sum_{k \in A} p_{ajk} \{ U_{ak} - \theta_{1djk} - \theta_{2dk}^* - \beta_a (T - d_{ij} - T_a - d_{jk}) \} & a \neq R, R' \text{ のとき} & (3-1) \\ V_{Rk}^* + \sum_{a \in C} \sum_{k \in A} p_{ak}^* \{ U_{ak} - \theta_{1dk}^* - \theta_{2dk}^* - \beta_a (T - d_{ik}^* - T_a' - d_{kR}^*) \} & a = R' \text{ のとき} & (3-2) \\ V_{Rk}^* & a = R \text{ のとき} & (3-3) \end{cases}$$

$$P_{aj} = \exp \{ U_{aj} - \theta_{1dij} - \theta_{2dj}^* + \beta_a (T - d_{ij}) \} / \sum_{a \in C} \sum_{k \in A} \exp \{ U_{ak} - \theta_{1dik} - \theta_{2dk}^* + \beta_a (T - d_{ik}) \} \quad (4)$$

ここに θ_1, θ_2 : 単位距離当りの非効用 (家へ向う場合は θ_2 以外は θ_1)、 β_a : 目的 a を行うときの自由裁量時間による効用を表す係数、 T : 自由裁量時間、 T_a : 目的 a の交通後の活動消費時間、添字 R^* は家の場所、 R' は交通目的「一時帰宅」、 R は交通目的「帰宅(再度以外ない)」をそれぞれ示す。

(3-1)式の第2項の $\{ \}$ 内の $-\theta_{1djk} - \theta_{2dk}^*$ は、次の目的地と最終的な目的地つまり家との位置関係が目的地選択に影響を及ぼすことを考慮している。同じく $\beta_a (T - d_{ij} - T_a - d_{jk})$ は、残りの自由裁量時間によって選ばれる交通目的の効用が変化することを示す。(3-2)式は一時帰宅の場合である。一時帰宅目的交通後の活動内容は具体的には食事、着換え等、様々である。おそらく一時帰宅目的の交通は、次に行く交通後の活動内容 a' 及び現在いる場所 i と家の位置 R^* と次の活動場所 k との空間的位置関係に強く関連しているだろう。(3-3)式は帰宅後に交通しないので第2項を含まない。

(4)式は、(3-1)~(3-3)式で定義された効用値を用いて現在 i に居る人が交通目的 a で目的地 j を選ぶ確率を表している。この場合、右辺の $\{ \}$ 内は i から j へ目的 a で交通する場合の効用値を示す。なお、 $a=R, a=R'$ の場合は $\{ \}$ 内はそれぞれ $\{ U_{Rk}^* - \theta_{2dik}^* + \beta_R (T - d_{ik}^*) \}$ 、 $\{ U_{Rk}^* - \theta_{2dik}^* + \beta_{R'} (T - d_{ik}^*) \}$ となる。

次に、(3-1)~(3-3)式と(4)式のパラメータ推定方法について述べる。まず(3-1)~(3-3)式内の P_{aj} に実績データより得られた集計値を代入する。こうすれば U_{aj} は $\theta_1, \theta_2, \beta_a, V_{aj}$ に対する線型式として展開できる。さらに $V_{aj} = \sum_m \alpha_m X_{maj}$ (ここに X_{maj} : 目的 a で j へ行く場合の m 番めのゾーン効用指標、 α_m : 係数) とおいて U_{aj} を(4)式に代入すれば、(4)式は未知パラメータ $\alpha_m, \theta_1, \theta_2, \beta_a$ を持つ線型効用関数のロジット式となる。これらのパラメータは最尤推定法により推定される。また、本研究で提案されたモデル式を用いた P_{aj} の求め方は、全ての a, i, j について、 U_{aj} と P_{aj} を未知数とし、これら未知数と同じ数だけの(3-1)~(3-3)式、(4)式 a 形式の連立方程式を解くことにより得られる。

(参考文献) R. KITAMURA: INCORPORATING TRIP CHAINING INTO ANALYSIS OF DESTINATION CHOICE, Transpn Res.-B Vol.18B No.1 pp.67-81 1984