Ⅳ－153　非集計のトリップチェインモデルを用いた交通行動の分析

名古屋大学工学部　正　員　河上　省吾
名古屋大学工学部　正　員　磯部　友彦
名古屋大学工学部　学生員○仙石　忠広

1　はじめに

交通計画を策定するにあたって人間の1日の行動パターンを把握しておくことは，非常に重要である。というのは，近年の交通計画において交通発生の基盤となっている社会経済システムや生活様式の変化，特に勤務時間の短縮，週休2日制度といった時間制限の変更による人間の行動パターンの変化を予測することが必要となってきているからである。このために1日の人の行動が連鎖した一連のトリップから成り，それが1日のタイムバジェットや個人属性により規定されると考えると，人間の行動パターンを予測するためにはトリップの連鎖性，時間と空間との相互関係を考慮することが非常に重要となってきている。

しかし，従来はトリップ単位で扱う方法が主流であり，これは本来同一の個人による連続したトリップが各トリップエンドで分断されてしまい，その結果一連のトリップの持っていた諸特性は無視され，分断されたトリップは単に量としての意味しか持ち得なくなってしまう。こうした不合理を除いたトリップの把握方法の1つがトリップチェインという概念で、一連のトリップからなる個人の1日の行動を示す。

本研究では，非集計モデルを用いてトリップチェインを記述する方法の開発を目的とする。集計モデルより細かなグループ分けをして，非集計モデルを使えば，各グループの行動をより詳細に表現できる。

2　非集計トリップチェイン記述モデルの作成

2－1　トリップチェインの分解　　本研究では非集計モデルをトリップチェイン記述に適用する。しかし，トリップチェインという単位で分析する場合には非常に多くの様々なパターンが存在し，その全てのパターンを単純なモデルで表現することは困難である。そこで，本研究ではトリップチェインが持っている連続性を崩すことなくトリップチェインを分解して考えることによりモデル化を容易にする。

個人が1日のうち行なう連続した行動は図1に示すように時間軸と都市空間とからなる3次元空間で表現できる。1→2，3→4，5→6はトリップを示し，時間の経過とともに場所が移動する。2→3，4→5は施設を示し，時間が経過するだけで場所の移動はない。本研究では2→3，4→5で示される施設での滞在部分に着目し，トリップの目的遷移とともに，前のトリップの到着時刻と後のトリップの発時刻をつなぐモデルの作成を試みる。つまり，前のトリップの到着時刻と目的などから次のトリップの目的と発時刻を選択するモデルである。

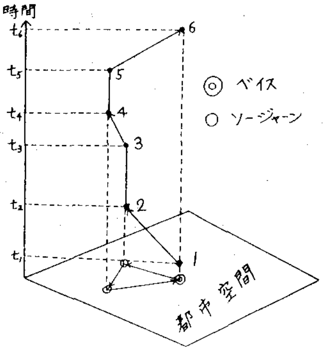

図1　トリップチェイン模式図

2－2　モデル化の仮定　　次に示す仮定を設定し，トリップチェインのモデル化を図る。①人はトリップ目的を選択した後，そのトリップの発時刻帯を選択する。②連続変数である時間を時刻帯という離散型にかえ選択肢にする。③ベイス（自宅）から次の状態への遷移を考えるモデルとソージャーンから次の状態への遷移を考えるモデルとに分離可能である。④すべての人は完全トリップパターンを行う。⑤遷移確率は時刻，トリップ番号により変化する。

2－3　モデルの定式化　　本研究で作成するモデルは次の4つである。

i) ベイス(自宅)におけるトリップ目的選択モデル
ii) ベイス(自宅)におけるトリップ発時刻帯選択モデル
iii) ソージャーン(立ち寄り先)におけるトリップ目的選択モデル
iv) ソージャーン(立ち寄り先)におけるトリップ発時刻帯選択モデル

各モデルの型式はいづれも次式に示す非集計ロジットモデルとする。

$$\text{選択確率} \quad P_n = exp(V_n) \Big/ \sum_{n' \in C_k} exp(V_{n'}) \quad \text{—— (1)}$$

$$\text{効用値} \quad V_n = \alpha_n + \sum a_{nij} X_{nij} \quad \text{—— (2)}$$

n; 選択肢で各モデルについては表1に示す通りである, X_{nij}; 選択肢nに対する要因i, カテゴリーjのダミー変数, a_{nij}; パラメータ, α_n; 定数項, C_k; 選択肢集合

各モデルの説明要因は表1に示す通りであるが、職業・性別は個人属性による影響を、トリップ番号と前トリップの到着時刻帯,目的はトリップチェインのつながりを見るために導入する。また、発時刻帯選択モデルでは目的選択モデルに用いた要因の他にトリップ発目的が加わりこれにより「この目的でトリップするとしたら」何時にトリップするかという条件付き確率$P_{t|m}$(m; トリップ発目的, t; トリップ発時刻帯)となる。そして、トリップ目的と発時刻帯の組み合せを選択する確率は次式で示される。

表1 各モデルの選択肢, 説明要因

モデル名	選択肢n	説明要因
ベイス 目的選択モデル	m:「通勤」,「通学」,「日常」,「非日常」,「業務」,「トリップしない」	個人属性(性別・職業) トリップ番号, 前トリップ到着時刻帯
ベイス 発時刻帯選択モデル	t:「(~5)時台」「(6~8)」「(9~11)」「(12~14)」「(15~17)」「(18~21)」	個人属性, トリップ発目的 トリップ番号, 前トリップ到着時刻帯
ソージャーン 目的選択モデル	m:「通勤」「通学」「日常」「非日常」「業務」「帰宅」	個人属性 トリップ番号, 前トリップ目的・到着時刻帯
ソージャーン 発時刻帯選択モデル	t:「(6~8)時台」「(9~11)」「(12~14)」「(15~17)」「(18~20)」「(21~)」	個人属性, トリップ発目的 トリップ番号, 前トリップ目的・到着時刻帯

$$P_{mt} = P_m \times P_{t|m} \quad (m; \text{トリップ発目的}, \ t; \text{トリップ発時刻帯}) \quad \text{—— (3)}$$

さらに、ベイスのトリップ目的選択モデルには「トリップしない」, ソージャーンの目的選択モデルには「帰宅」という各固有の選択肢がある。各要因, カテゴリーについて絶対に選択することがない選択肢, あるいは、現実の集計値からほとんどあり得ないと判断される選択肢を選択肢集合C_kから除外する。例えば、発時刻帯は前のトリップの到着時刻帯より前になることはあり得ないので、それより前の時刻帯を発時刻帯選択肢から除外する。

2－4 モデルの推定結果　昭和56年中京都市圏P.T調査の名古屋居住者のデータを用いて前節で説明した各モデルについてキャリブレーションを行ないパラメータを推計した。その結果について一部を表2に記した。

表2 ベイス目的選択モデルの係数

( )内はt値

要因	カテゴリー＼選択肢	1 通勤	2 通学	3 日常	4 非日常	5 業務帰社	6 トリップしない
職業	就業者						
	主婦・無職			0.083 (0.398)	− 0.158 (0.650)	− 2.238 (6.621)	0
	学生		4.543 (11.97)	− 0.562 (1.977)	0.558 (2.257)	− 2.001 (4.768)	0
性別	男						
	女	− 0.106 (0.505)	− 0.246 (0.828)	0.700 (3.458)	0.144 (0.721)	− 0.437 (1.979)	0
トリップ番号＋前トリップ到着時刻帯	第1トリップ						
	第3トリップ以降 6~8時台	− 5.750 (1.327)	− 3.128 (0.511)	− 1.431 (1.314)	0.319 (0.440)	− 0.179 (0.204)	0
	第3トリップ以降 9~11時台	− 4.274 (4.677)	− 4.861 (3.860)	− 0.788 (2.673)	− 0.074 (2.277)	0.071 (0.200)	0
	第3トリップ以降 12~14時台	− 4.785 (4.733)	− 6.279 (6.871)	− 0.879 (3.415)	− 0.694 (2.476)	0.075 (0.241)	0
	第3トリップ以時 15~17時台	− 4.682 (10.370)	− 6.084 (13.620)	− 1.797 (7.592)	− 1.468 (6.745)	− 2.160 (5.860)	0
	第3トリップ以時 18~21時台	− 5.451 (12.580)	− 4.837 (10.660)	− 2.853 (7.675)	− 3.086 (6.859)	− 3.462 (7.634)	0
定数項		1.748 (11.430)	− 1.535 (4.649)	− 0.886 (4.260)	− 1.011 (4.609)	− 0.175 (0.866)	0

的中率 74.3%　　$\rho^2 = 0.577$

2－5 トリップチェインの記述方法　図2のトリップチェイン模式図に従ってトリップチェイン記述の手順について説明する。ただし今回の場合発・到着時刻帯の幅が大きいので、同一のトリップの発時刻帯と到着時刻帯は同じとする。①ベイスの目的選択モデル, 発時刻帯選択モデルよりそれぞれ第1トリップの目的選択確率$P^H_{m_1}$, 発時刻帯選択確率$P^H_{t_1|m_1}$を求める。(H;ホームベイス)②ソージャーンの目的選択モデル, 発時刻帯選択モデルよりそれぞれ第2トリップの目的選択確率$P^S_{m_2}$, 発時刻帯選択確率$P^S_{t_2|m_2}$を求める。(S;ソージャーン)③ベイスの目的選択モデルより第3トリップの目的選択確率$P^H_{m_3}$を求める。(m_3; この図の場合「トリップしない」)①,②,③より模式図に示されるピストン型のトリップパターンをする確率は次式で示される。

$$P^{\ell} = P^H_{m_1} \cdot P^H_{t_1|m_1} \cdot P^S_{m_2} \cdot P^S_{t_2|m_2} \cdot P^H_{m_3} \quad (\ell \text{はトリップパターン}) \text{—— (4)}$$

種々のトリップパターンについても同様の方法で示される。ここで実際に「男の就業者の(6~8)時台通勤→(18~20)時台帰宅」というトリップパターンについて今回作成された各モデルを用いて選択確率を推定し、集計結果の比率と比較すると相関係数は0.98と高い値を示し、各モデルは有効といえる。

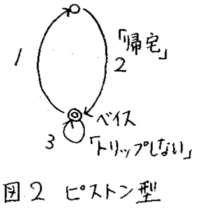

図2 ピストン型

3 今後の課題　①説明変数となる要因において第1トリップモード, 商店の営業時間等の要因の導入方法の検討が必要となる。②移動部を記述できるモデルの作成及び組み込みを考える必要がある。③今回の選択肢の設定では時刻帯の幅が広く、実情を表現しにくい面があるので今後、これを細分化してゆく必要がある。