

都市内における交通機関別OD交通量の推定に関する研究

京都大学 正員 佐佐木 綱
 京都大学 正員 岡本 利章
 京都大学 正員 ○近藤 勝直

1. まえがき

本研究は、パーソントリップ法における機関分担プロセスについて、トリップ・エンドモデルの立場に立って、とくに、Chain of trip の吸収マルコフ連鎖的取扱いという基本的な骨組みの中に、あらたに交通機関という1要素を組み込んで、交通機関別のOD交通量を、各パーソンのトリップ・パターンを崩すことなく追跡・記述しようとするものである。

2. 追跡プロセス

図-1に、トリップ追跡の概念図を示す。吸収マルコフ連鎖の基本的な骨組みは、目的間遷移確率行列 $Y = \{y_{mm'}\}$ (m, m' …「帰着」以外の非吸収的目的地) によって規定される。

Change Mode 現象(連鎖的トリップにおけるモードの変化)は、目的連関に依存すると仮定する。

$$Q = \begin{matrix} & \begin{matrix} \cdots m' \cdots M \end{matrix} \\ \begin{matrix} \vdots \\ m \end{matrix} & \begin{pmatrix} \cdots & \cdots \\ \vdots & Q_{mm'}^{mm'} \\ \cdots & \cdots \end{pmatrix} \end{matrix}, \quad Q = \begin{matrix} & \begin{matrix} \cdots k' \cdots K \end{matrix} \\ \begin{matrix} \vdots \\ k \end{matrix} & \begin{pmatrix} \cdots & \cdots \\ \vdots & Q_{kk'}^{mm'} \\ \cdots & \cdots \end{pmatrix} \end{matrix}, \quad \sum_k \sum_{k'} Q_{kk'}^{mm'} = 1$$

目的 m モード k → 目的 m' モード k' ここに $Q_{kk'}^{mm'}$ は 目的連関 $m \rightarrow m'$ 及びモード連関 $k \rightarrow k'$ の遷移確率

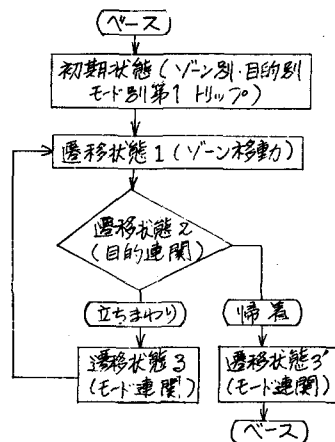


図-1

一方、 Y をモードの個数だけ dimension を拡大したもの

を、 $\hat{Y}$ とし、 $\hat{Q} = \hat{Y} \odot Q$ なる行列を定義する。ここに $\odot$ なる演算記号は、 $\hat{Y}$ と Q の対応する目的連関ペアの小行列とおしの積を意味する。 $\hat{Q}$ の $[(m, k), (m', k')]$ 要素は $y_{mm'} Q_{kk'}^{mm'}$ となっており、目的 m ・モード k のトリップを行ったものが、次のトリップで目的 m' ・モード k' に遷移する確率を表わしている。この $\hat{Q}$ を用いると、モードを含んだ形でトリップを追跡することができる。すなわち、初期状態を

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} \cdots m \cdots M \end{matrix} \\ \begin{matrix} \vdots \\ m \end{matrix} & \begin{pmatrix} \cdots & \cdots \\ \vdots & A_{mm}^m \\ \cdots & \cdots \end{pmatrix} \end{matrix}, \quad A = \begin{matrix} & \begin{matrix} \cdots k \cdots K \end{matrix} \\ \begin{matrix} \vdots \\ k \end{matrix} & \begin{pmatrix} \cdots & \cdots \\ \vdots & A_{kk}^m \\ \cdots & \cdots \end{pmatrix} \end{matrix}, \quad A_{kk}^m \cdots \text{目的 } m \text{ モード } k \text{ 第1トリップ生成量}$$

なる diagonal な行列で表示すると、立ちまわりトリップは、第2トリップ $A\hat{A}$ 、第3トリップ $A\hat{A}^2$ …として、初期状態を保存したままトリップを追跡できる。

また、OD交通量を記述するには、初期状態をゾーンについてベクトル表示し、さらに

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} \cdots m \cdots M \end{matrix} \\ \begin{matrix} \vdots \\ m \end{matrix} & \begin{pmatrix} \cdots & \cdots \\ \vdots & A_{mm}^m \\ \cdots & \cdots \end{pmatrix} \end{matrix}, \quad A = \begin{matrix} & \begin{matrix} \cdots k \cdots K \end{matrix} \\ \begin{matrix} \vdots \\ k \end{matrix} & \begin{pmatrix} \cdots & \cdots \\ \vdots & A_{kk}^m \\ \cdots & \cdots \end{pmatrix} \end{matrix}, \quad A_{kk}^m = (A_{kk}^m \cdots A_{kk}^m \cdots A_{kk}^m), \quad A_{kk}^m \cdots \text{ゾーン } i \text{ の目的 } m \text{ モード } k \text{ 第1トリップ発生量}$$

目的別モード別ゾーン間遷移確率行列を P とすると、

$$\begin{bmatrix} \text{第1トリップOD表} \cdots (A)P \\ \text{第2トリップOD表} \cdots (A \oplus P)P \\ \vdots \end{bmatrix}$$

$$TP = \begin{pmatrix} P & & \\ & P^* & \\ & & \ddots & P^* \\ & & & & P^* \end{pmatrix}, P^* = \{P_{ij}^*\}, \sum_i P_{ij}^* = 1$$

と表わすことができる。ここに (A) は $A \in \text{diagonal}$ に並べかえた行列、 $\oplus$ は Q をゾーンの個数だけ dimension を拡大した行列である。

3. 京都市内2トリップによる検証(京阪神都市圏PT調査DATA)

吸収マルコフ連鎖の性質より $A(I-Y)^{-1} = V$ が成立し、理論的には DATA より A と V を得て、見かけの Y を計算することができるが、 Y が遷移確率としての条件を満足するか否かは偶然の領域に属するものであり、また今回は DATA 数も少なく定常性を云々することなどできなかったのので $Y_{1,2}$ $Y_{2,3}$... を用いた。一方、 Q としては 1st $\rightarrow$ 2nd のみ有効であった。

$$Y_{1,2} = S \begin{pmatrix} w & s & p \\ 0 & 0.0049 & 0.0862 \\ 0.0018 & 0 & 0.0425 \\ P & 0.0060 & 0.0023 & 0.0848 \end{pmatrix} \quad \text{立ちまわり DATA} \quad V-A = S \begin{pmatrix} w & s & p \\ 0 & 11 & 202 \\ 3 & 0 & 91 \\ P & 21 & 9 & 340 \end{pmatrix}, \quad \text{計算値} \quad S \begin{pmatrix} w & s & p \\ 1 & 11 & 220 \\ 3 & 0 & 88 \\ P & 20 & 9 & 323 \end{pmatrix} \quad \left. \begin{array}{l} w: \text{出勤} \\ s: \text{登校} \\ p: \text{私用} \end{array} \right\} \text{目的}$$

たので $Q_{1,2}$ で代用させた。結局 $Q_{n,n+1}^* = Y_{n,n+1} \oplus Q_{1,2}$ で追跡を行った。

立ちまわり DATA

計算値

	w	s	p
w	0	0.0049	0.0862
s	0.0018	0	0.0425
p	0.0060	0.0023	0.0848

	w	s	p
w	0	0.0049	0.0862
s	0.0018	0	0.0425
p	0.0060	0.0023	0.0848

1...車
2...バス
3...徒歩 } 代表モード

上の計算結果と DATA のくいちがいの主たる原因は $(w, s, p) \rightarrow p$ なる遷移確率がモード別に異なっていたことによる。たとえば 1st $\rightarrow$ 2nd の場合右のようであり、とくに第1トリップのモードが徒歩のものの Y_{ij} が他のモードに較べて小さい。この違いを抽象したために Y が徒歩のものにとつては大きめに、他のモードのものにとつては小さめに評価されたわけである。モード別に新たに Y^* を作成して追跡した結果は割合現状値に近いものとなった。

4. あとがき

モード別に Y が異なるという現象は、trip end model では Y をかえることにより、trip interchange model では立ちまわりトリップの分担率をかえることによって反映させることができる (change mode 遷移確率が変化するゆえ)。前者の場合は、第1トリップのモードによって以後のトリップのパターンが決定されるという面を強調していることになる。モード選択要因を「林の数量化理論Ⅱ類」によって解析した結果では、1st trip については個人属性、世帯属性が、change mode についてはトリップ特性 (目的連関、トリップ長) がその主要因であったことから、かつ、OD パターン P が割合安定していたことから都市内においては trip end model は十分使用に耐え得るし、むしろ $\oplus$ と OD パターンとの関連づけが残された課題であろう。

	w	s	p
w	0	0.0049	0.0862
s	0.0018	0	0.0425
p	0.0060	0.0023	0.0848