

吸収マルコフ連鎖から見た交通目的連関に関する考察

京都大学工学部 正員 佐佐木綱
 京都大学工学部 正員 岡本利章
 京都大学工学部 学生員 ○木下栄蔵

1. まえがき

人間がトリップを行なう時、常に何かの目的を持って移動する。その各トリップ間の目的間推移確率が、名断面でどのようになっているか、またその定常性について吸収マルコフ連鎖を考慮して取り扱える。そしてベースの定義によって交通現象もある程度捉えらる。本研究は以上の事柄を京阪神都市圏パーソントリップ調査(S.45) から得られた資料に基づいて、考察・検討を試みるものである。

2. 吸収マルコフ連鎖の交通目的連関に関する適用

トリップ目的として通勤、通学、自由、業務、帰社の5種のものについて取り扱い、ベースを「対象地域内に第1歩を踏みだす地点もしくは施設」と定義する。トリップは、完全トリップのみを、また対象地域に流入するトリップを本研究では取り扱わないので、5種の目的のトリップをすべてホームベースとして考える。第一トリップを、今述べたようなある目的で発生した人(車)が第二トリップへ移る割合を y_{ab} と書けば、 y は次のような吸収マルコフ行列をつくる。ただし吸収マルコフ連鎖の吸収源としては、自宅がとらわれている。

この $\mathbf{Q}$ から $\mathbf{Y}$ を取り出し、
 $\mathbf{Y}$ を目的間推移行列、
 $\mathbf{R}$ を帰宅ベクトルと

$$\mathbf{Q} = \begin{matrix} & \begin{matrix} \text{ベース} & a & b & \dots & m \end{matrix} \\ \begin{matrix} \text{ベース} \\ a \\ b \\ \vdots \\ m \end{matrix} & \begin{bmatrix} I & & & \\ y_{ao} & y_{aa} & y_{ab} & \dots & y_{am} \\ y_{bo} & y_{ba} & y_{bb} & \dots & y_{bm} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{mo} & y_{ma} & y_{mb} & \dots & y_{mm} \end{bmatrix} \end{matrix}, \sum_{\ell} y_{\ell a} = 1$$

$$\mathbf{Y} = \begin{matrix} & \begin{matrix} a & b & \dots & m \end{matrix} \\ \begin{matrix} a \\ b \\ \vdots \\ m \end{matrix} & \begin{bmatrix} y_{aa} & y_{ab} & \dots & y_{am} \\ y_{ba} & y_{bb} & \dots & y_{bm} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{ma} & y_{mb} & \dots & y_{mm} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$\mathbf{R} = \begin{matrix} \text{ベース} \\ a \\ b \\ \vdots \\ m \end{matrix} \begin{bmatrix} y_{ao} \\ y_{bo} \\ \vdots \\ y_{mo} \end{bmatrix}$$

(ℓ , 行要素)

呼ぶ。

$\mathbf{Y}$ は現状データから連続したトリップのあらゆる目的を集計することによって得られる。

また、吸収マルコフ連鎖の基本行列 $(\mathbf{I} - \mathbf{Y})^{-1}$ から $\mathbf{Y}$ は求められる。

表-2(1) 2段推移確率 ($\mathbf{Y}^{(2)}$)

	通勤	通学	自由	業務
通勤	0.0030	0.0003	0.0197	0.0214
通学	0	0.0006	0.0089	0
自由	0.0013	0.0004	0.0339	0
業務	0.0051	0.0002	0.0182	0.0824

表-2(2) 3段推移確率 ($\mathbf{Y}^{(3)}$)

	通勤	通学	自由	業務
通勤	0.0003	0.0001	0.0086	0
通学	0	0.0001	0.0082	0
自由	0.0004	0.0001	0.0208	0.0017
業務	0.0027	0.0001	0.0140	0.0546

表-1(1) 目的間推移確率 $\mathbf{Y}$ (帰社を含む)

	通勤	通学	自由	業務
通勤	0	0.0050	0.1182	0.0253
通学	0.0009	0	0.0495	0
自由	0.0083	0.0031	0.1077	0.0030
業務	0.0361	0.0008	0.0420	0.1530

表-2(3) 4段推移確率 ($\mathbf{Y}^{(4)}$)

	通勤	通学	自由	業務
通勤	0.0005	0	0.0050	0.0155
通学	0	0	0.0024	0
自由	0.0002	0.0001	0.0069	0.0012
業務	0.0008	0.0001	0.0066	0.0375

3. 目的間推移確率の特性と定常性

目的間推移確率 γ の各断面ごの特性と定常性を資料に基づいて考察する。必要とするデータとその結果は表-1～表-3に示すものである。

ここで用いる記号の定義は次のようになる。

- (2) $A^{(1)}$ -----目的別事前第一トリップ数, $A^{(n)}$ -----目的別事前第 n トリップ数
 $V^{(1)}$ -----目的別事後第一トリップ数, $V^{(n)}$ -----目的別事後第 n トリップ数

すなわち $V^{(n)} = A^{(n+1)}$, $\gamma^{(n)} = \gamma^{(1)} \cdot \gamma^{(2)} \cdots \gamma^{(n-1)}$ でありまた $A^{(1)}$, $A^{(n)}$, $V^{(1)}$, $V^{(n)}$ と γ の関係は,

$$(3) \quad A^{(1)} \cdot \gamma^{(1)} = V^{(1)}, \quad A^{(1)} \cdot \gamma^{(n)} = V^{(n)}, \quad A^{(n)} \cdot \gamma = V^{(n)}$$

(3)からあとの $\gamma^{(1)}$, $\gamma^{(2)}$, ----- $\gamma^{(n)}$, γ が求められ, このようにして n 段推移確率 $\gamma^{(n)}$ と目的間推移確率 γ が求まる。ただし, 基本確率行列のデータ値と第一トリップ目的別発生量を使って求めた吸収マルコフ連鎖の基本確率行列 $(E - \gamma)^{-1}$ は, 目的別総トリップ数 $\bar{A}$ の式

$$A^{(1)}(E - \gamma)^{-1} = \bar{A} \quad \text{を使って計算した。 (ただし } \bar{A} = \sum A)$$

この吸収マルコフ連鎖の基本確率行列 $(E - \gamma)^{-1}$ から得られた γ は定常性を仮定したうえで, 求まるものでみかけの γ と呼ぶことにする。ここで定常性というのは, 時間微分した結果0になると言うことである。つまり時間の推移に関係なく各断面ごに γ が一定であることを意味する。吸収マルコフ連鎖の基本確率行列 $(E - \gamma)^{-1}$ から求まった γ と各断面の γ を比較すればよいことになる。また n 段目的間推移確率と各断面の γ の相乗との比較 $\gamma^{(n)} \Rightarrow \gamma^2$, $\gamma^{(2)} \Rightarrow \gamma^3$, $\gamma^{(n)} \Rightarrow \gamma^n$ を行なっても同じことになりえる。次に本研究で目的間推移確率 γ に帰社を含む γ と含まない γ とに分けたのは, 事務所を中心何回も取り引きを回る異質のトリップパターンを除きたいためである。帰社を含まない γ は異質のトリップパターンを除いた γ であり, マルコフ連鎖から捉え易い γ であるといえる。さて人間がマルコフ連鎖のように目的を変えて行動しているとするとき γ , $(E - \gamma)^{-1}$ のそれぞれ一方から他方を計算すれば計算値とデータは一致するはずである。

4. あとがき

各断面ごの γ について定常性の吟味と定常化を考える必要がある。確率系列 $\gamma(x)$ の時点 x におけるある特性量を $\gamma_s(x)$ とするととき, これが x に無関係ならば, その特性量は定常であると呼べ, それ以外長期傾向を持つと呼ぶ。長期傾向の時, 時系列 $\gamma(x)$ のそれぞれの群の平均値, 分散および系列相関係数を求めて, それらに有意の差がなければ定常とみなされる。又平均値, 分散が定常とみなされない時, それらの平均値, 分散の定常化をすることができる。これらについては今後, 同資料用いて分析を進める所存である。

表-3(1) γ^2

	通勤	通学	自由	業務
通勤	0.0019	0.0004	0.0142	0.0040
通学	0.0004	0.0002	0.0053	0
自由	0.0010	0.0003	0.0118	0.0005
業務	0.0057	0.0001	0.0080	0.0234

表-3(2) γ^3

	通勤	通学	自由	業務
通勤	0	0	0.0002	0.0001
通学	0	0	0.0001	0
自由	0	0	0.0001	0
業務	0.0001	0	0.0002	0.0005

表-3(3) γ^4

	通勤	通学	自由	業務
通勤	0	0	0	0
通学	0	0	0	0
自由	0	0	0	0
業務	0	0	0	0

参考文献

1. 佐佐木綱「パーソン・トリップパターンの一分類法」交通工学16.4 昭和44年
2. 岡本利寿郎「パーソン・トリップの発生・集中に関する考察」昭和44年度関西支部第4次学術講演会 講演概要