

トリップチェーンに着目した交通行動分析

福山大学 工学部 正 員 三輪利英
 福山大学 工学部 正 員 近藤勝直
 全日本コンサルタント 正 員 ○賀康夫

1. まえがき

トリップチェーンに関する研究は、4段階推定法を補完する目的で進められてきており、そのモデル化に主力が注がれてきた。そこで本研究は、備後都市圏総合交通体系調査(1979-81)のP.T.データを基に考察を行い、また、ストップ数分布についてマルコフモデルから理論的分布の導出を行い、実証的に検討を加えた。

2. トリップパターンの概要

表-1に、トリップ数別人数、ホームベース(Home Base:以後H.B.とする)完全パターン人数、完全パターン比率を示す。完全パターンとは、1日の第1トリップの出発地と最終トリップの到着地が同一であるトリップパターンである。完全パターン比率は97.2%と高く、特に、偶数トリップはほぼ1に近い。よって、以後の分析はH.B.完全パターンに限定してよいと思われる。

表-1 完全パターン比率

Number of Trips	Number of Persons (A)	Number of Complete Patterns (B)	(B)/(A)・100
1	6,102	0	0
2	329,536	326,559	99.1
3	32,969	30,999	94.0
4	104,558	103,116	98.6
5	17,232	16,492	95.7
6	23,460	22,736	96.9
7	8,974	7,789	86.8
8	8,228	8,889	106.9
9+	6,232	5,960	95.6
Total	537,391	522,534	97.2

3. ストップ数分布に関する理論的考察

いまN人のトリップメーカーがH.B.を出発し目的を遂行しており、一つの目的が終了した時点でH.B.に戻らずに次の目的に移る確率、すなわちトリップ継続確率をaとすれば、その時点でH.B.に帰着する確率は1-aで表せる。第一サイクルに着目した様子を図-1に示す。このサイクルで生じたトリップ数は

$$T_1 = N(1 + a + a^2 + \dots) = N / (1 - a)$$

なる等比級数形で表現できる。また、H.B.への帰着トリップ数も同様に、

$$N(1 - a)(1 + a + a^2 + \dots) = N$$

となり、出発人数Nに等しいことが確かめられる。

次に、いったんH.B.に帰着したトリップメーカーが再出発する確率をサイクル再起確率cで表す。よって、いったんH.B.に帰着した後再びトリップを行わない確率は1-cとなる。この連続的な様子を図-2に示す。第1サイクルを行う人数はN、第2サイクルを行う人数はNc、・・・というように求められることになる。したがって、N人のトリップメーカーが行った総サイクル数Cは、

$$C = N(1 + c + c^2 + \dots) = N / (1 - c) \quad (1)$$

と表現できる。順次H.B.へ帰着していく人数についても同様に、

$$N(1 - c)(1 + c + c^2 + \dots) = N$$

となり、出発人数Nに等しいことが確かめられる。結局、N人のトリップメ

ーカーが全サイクルを通じて行った総トリップ数は、第1サイクルでN/(1-a)トリップ、第2サイクルでNc/(1-a)トリップ、第3サイクルでNc^2/(1-a)、・・・であるから、これらを合計して

$$T = N(1 + c + c^2 + \dots) / (1 - a) \\ = N / \{(1 - c)(1 - a)\} \quad (2)$$

と求められることになる。(1)式より、1人当たり平均サイクル数は1/(1-c)、(2)式より、1人当たり平均トリップ数は1/[(1-c)(1-a)]となる。

以上では、トリップ継続確率aとサイクル再起確率cがそれぞれ定常的であることを仮定しており、このモデルを用いてストップ数分布とサイクル数分布を導く。

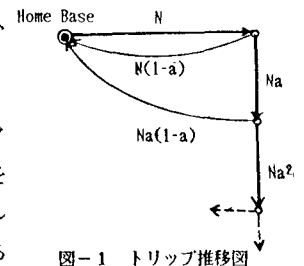


図-1 トリップ推移図

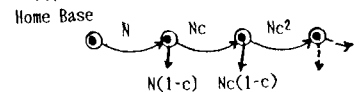


図-2 サイクル再起状態

まず、ストップ数が s となるトリップメーカーの割合 $P(s)$ を求めよう。すなわち、 $P(s)$ はストップ数分布の確率密度関数である。 $s=1$ となる確率はビストン型パターンの生起確率であるから、第1番目のトリップ目的遂行後次の目的を行わず H.B. に帰着する確率として表せるので

$$P(1) = (1-a)(1-c) \quad (3)$$

と記せる。ここで $k = (1-a)(1-c)$ と置くことにする。

次に、 $s=2$ 以上の確率を考えるために、ストップ間推移確率 b を定義する。この確率 b は、一つのストップを行ったトリップメーカーが二つ目のストップを行う確率である。ただし、二つ目のストップは必ずしも一つ目のストップが行われたと同じサイクル内で行われる必要はなく、新たなサイクル内で消化されてもよい。すると、 $s=2$ の場合の生起確率は

$$P(2) = b(1-a)(1-c) = bk$$

と書ける。ストップを2個行う確率が b 、 k は H.B. への帰着確率である。以下同様にして、 $s=n$ というパターンの生起確率は

$$P(n) = b^{n-1}k$$

と書ける。上記確率の無限和 $\sum P(s)$ は定義により1であるから

$$\sum P(s) = k(1+b+b^2+\cdots) = k/(1-b) = 1 \quad (4)$$

が成立しなければならない。ゆえに(4)式より $b = 1-k$ が導出される。したがって、一般にストップ数が s となる確率は

$$P(s) = k(1-k)^{s-1} \quad (5)$$

という歪分布(skew distribution)の形をとることが判明した。 k は先述した通り H.B. への帰着確率であり、 $(1-k)$ は H.B. から再出発しない確率であるから、(5)式の分布形は極めて常識に合致する形となっていることがわかる。

一方、サイクル数分布についてはその分布形を $Q(n)$ とすると、まず $n=1$ となる確率は、

$$Q(1) = 1-c$$

で与えられる。以後はサイクル再起確率 c を順次乗じて

$$Q(2) = c(1-c), \quad Q(3) = c^2(1-c) \cdots$$

で求められる。一般形はしたがって

$$Q(n) = c^{n-1}(1-c)$$

となる。

$$\sum Q(n) = (1+c+c^2+\cdots)(1-c) = 1$$

であるから、 $Q(n)$ は確率密度関数である。

以上の二つの確率分布を備後 P. T. の H.B. 完全パターンデータ(帰宅トリップ以外のトリップ目的は捨象)に適用した結果を表-2、表-3に示す。ただし、表-2では k の値として、 k の意味が先述したとおりビストン型パターンの生起確率であることから、 $k=0.6251$ (現況における $s=1$ の構成比)を用いている。また表-3では、 $1-c$ の値として現況における1サイクルの構成比0.775を用いている。

4. おわりに

両表からわかるように、本モデルから導かれた二つの理論分布とも割合うまく現況を説明し得ているものと思われる。ただし、前記モデルは本来、先に定義した諸確率(a , c)に定常性がみうけられるような事象に適用するのが望ましいことはいうまでもない。ただ将来の k 値(ビストン型パターンの構成比)や c 値(2サイクル以上の構成比)の予測がつく場合は、前記の理論分布は、ストップ数分布やサイクル数分布を知る簡便法として、その効用は高いと思われる。

表-2 ストップ数分布

Number of Stops s	Observed $P(s)$	Calculated $P(s)=k(1-k)^{s-1}$
1	0.6251	0.6251
2	.2095	.2343
3	.0893	.0878
4	.0315	.0329
5	.0184	.0123
6	.0112	.0046
7+	.0150	.0030
Total	1.0000	1.0000

表-3 サイクル数分布

Number of Stops n	Observed $Q(n)$	Calculated $Q(n)=c^{n-1}(1-c)$
1	0.775	0.775
2	.185	.175
3	.033	.039
4+	.007	.011
Total	1.000	1.000