

観光トリップ数の推定について

京都大学工学部 正員 佐佐木 紗
建設省 都市局 ○正員 住田 陸快

1. はじめに

近年わが国の著しい経済成長とともに国民の所得は増大し、消費水準も一段と向上しており、加えて労働時間の短縮あるいは国民の生活意識の向上などによって観光需要は飛躍的に増大している。またわが国における著しいモータリゼーションの浸透は観光旅行の形態を次第に変化させ、自動車のもう自由性と快適性を生かし個人的で自由な観光旅行が大衆の間に普及してきている。現在すでに自動車交通における観光トリップの比重は大きくなりつつあるが、特に休日においては大半が観光トリップであり、将来観光需要の増大にとって交通計画におけるその重要性はますます増加するものと考えられる。本研究では特に自家用乗用車について、比較的狭い地域を対象とした場合の観光交通量について吸收マルコフ連鎖の理論を応用して京都市にその適用を試みる。

2. 吸收マルコフ連鎖による交通量

いま交通量の発生するところを発生源、交通量の吸収されるところ（すなわちトリップの終了するところ）を吸収源、発生も吸収もしない過渡的な状態を過渡状態とよび、発生源から発生する車の数を発生交通量とよぶことにする。一般に吸収源が t 個、発生源が r 個、過渡状態が $s-t$ 個あるものとする。このとき遷移確率行列をつぎのように表わすことにする。

$$P = \begin{pmatrix} I & O \\ R_1 & O \\ R_2 & O \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} t \\ s-t \end{pmatrix}, \quad \text{ここで } R = \begin{pmatrix} R_1 \\ R_2 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} t \\ s-t \end{pmatrix}, \quad Q = \begin{pmatrix} O & Q_1 \\ O & Q_2 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} t \\ s-t \end{pmatrix}$$

とおく。ここに I は吸収状態を示すもので、 $r \times r$ の単位行列、 R は $s \times t$ の行列、 Q は $s \times s$ の正方行列で非吸収状態相互の遷移確率を表わしている。一般にこのようにして得られた Q に対して、

$$I + Q + Q^2 + \cdots = (I - Q)^{-1}$$

が成り立つ。右辺は $(I - Q)$ の逆行列であり、吸收マルコフ連鎖の基本行列とよばれ、この行列の各要素はある状態 i を出発または通過した 1 台の車がまわりまわって状態 j を通過する回数の期待値を表わす。そこでいま t 個の発生源からの発生交通量を U_1, U_2, \dots, U_t とおくと非吸収的状態を通過する交通量の期待値は V_1, V_2, \dots, V_s として、

$$(U_1, U_2, \dots, U_t, 0, 0, \dots, 0)(I - Q)^{-1} = (V_1, V_2, \dots, V_s) \quad (1)$$

となる。つぎに各状態間の交通量を求めるなどを考えるとこれは各状態の交通量の期待値に遷移確率を乗じて求められるので、上に示した P の小行列 $P' = (R, Q)$ を乗じてつぎのようになる。

$$\begin{pmatrix} U_1 & U_2 & & O \\ & O & & \\ & & O & \\ & & & U_s \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R_1 & O & Q_1 \\ R_2 & O & Q_2 \end{pmatrix} \quad (2)$$

3. 京都市への適用

つぎに2で考察したことと実際に京都市に適用してみる。ここで発生源として市内観光をするすべての自家用車の出発地としてひとつと考え、吸収源についてはやはり市内観光のトリップを終了するところとしてひとつと考えると便利である。そこで発生源をS、吸収源をS'とする。(したがって、Sはいすれも1となる) また道種状態として京都市の観光地をA, B, C, ..., Kの11のブロックに分けて考えることにする。(したがって $s-t=11$, $s=12$ となる)

したがって遷移確率行列Pは

$$P = \begin{pmatrix} S & S' & A, B, \dots, K \\ \begin{matrix} S' \\ 1 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} O \\ \vdots \\ Q_1 \end{matrix} & \begin{matrix} O \\ \vdots \\ Q_2 \end{matrix} \\ \begin{matrix} A \\ B \\ \vdots \\ K \end{matrix} & \begin{matrix} R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ 0 \end{matrix} & \end{pmatrix} \quad (3)$$

となる。さて発生源からの発生交通量をTとおくとS, A, B, ..., Kを通じる交通量の期待値は式(1)にならって ($U_1 = T, U_2 = U_3 = \dots U_{11} = 0$ とおけばよい)、

$$(T, 0, 0, \dots, 0)(I-Q)^{-1} = T(1, x_A, x_B, \dots, x_K)$$

となる。ここで行ベクトル $(1, x_A, x_B, \dots, x_K)$ は $(I-Q)^{-1}$ の第1行を表わす。

したがって各状態間の交通量は式(2)にならって、

$$T \cdot \begin{pmatrix} 1 & x_A & x_B & \cdots & x_K \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R_1 & O & Q_1 \\ R_2 & O & Q_2 \end{pmatrix} \quad (4)$$

となる。昨年夏実施された京都市の観光路調査から得られた8月の休日の遷移確率行列Pは下のようになる。このPから得られたQを用いて $(I-Q)^{-1}$ を計算しその第1行をとり出し要素 x_A, x_B, \dots, x_K を書くと、

$$x_A = 0.20089, x_B = 0.18972, x_C = 0.42535$$

$$x_D = 0.17150, x_E = 0.12084, x_F = 0.12337$$

$$x_G = 0.39236, x_H = 0.29722, x_I = 0.00576$$

$$x_J = 0.00960, x_K = 0.00278$$

また発生交通量Tとして別に推計した値、T=7,875台を与えると各ブロック間の交通量は式(4)によって計算されるがPの形からわかるように発生源Sへの交通量はすべて0であるのでこれを省略して書くと表-1のようになる。

なお昨年秋の航空写真によるPと各ブロック間交通量および昭和55年の推定についてとは当日発表させていただく。

	S'	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	T
S	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A	0	0	0.126	0.463	0.336	0.62	0.60	0.57	0.54	0.58	0.005	0.007	0.02
B	0	0	0.028	0.122	0.20	0.16	0	0.98	0.73	0	0	0	0
C	0	0.059	0	0.134	0.163	0.093	0.087	0.242	0.26	0.004	0.009	0	0
D	0	0.061	0	0.053	0.215	0.033	0	0.144	0.62	0.44	0.003	0	0
E	0	0.053	0	0.075	0.061	0.252	0	0.02	0.16	0.018	0	0	0
F	0	0.046	0	0.020	0.060	0.023	0.109	1.00	0	0.07	0.07	0	0
G	0	0.061	0	0.105	0.031	0.052	0.057	0.087	0	0.261	0	0	0.002
H	0	0.552	0	0.019	0.025	0.022	0.028	0.028	0.021	0.282	0	0	0.003
I	0	0	0	0	0	0	0.286	0	0.571	0	0.182	0	0
J	0	0.191	0	0.182	0	0.091	0	0.182	0.091	0.091	0	0	0
K	0	0	0	0.333	0	0.223	0	0	0	0	0	0	0

表-1 京都市ブロック内観光交通量 (41年8月・休日)

	S'	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	T
S	0	992	4496	2666	4288	315	402	1213	1213	39	55	16	2875
A	1.024	0	38	193	32	25	0	155	115	0	0	0	1.582
B	0.621	0.3	103	0	200	214	44	92	362	39	6	13	0
C	0.294	108	131	0	27	0	33	90	40	0	0	0	0.3349
D	0.413	92	290	85	0	198	84	194	58	0	0	0	1.350
E	0.177	26	90	58	280	0	97	110	13	0	0	0	0.951
F	0.239	39	58	32	104	92	0	298	104	0	0	0	0.971
G	0.223	188	324	117	161	176	148	0	784	0	0	0	6.3087
H	0.292	66	59	51	66	66	96	660	0	0	7	0	0.2341
I	0	0	0	0	13	0	26	0	6	0	0	0	0.45
J	0.14	14	0	2	0	14	14	7	7	0	0	0	0.97
K	0	0	7	0	7	0	0	0	0	0	0	0	2.1
T	1.874	1582	1493	3349	1352	95	972	2.089	2339	45	75	22	23.143