

名古屋大学工学部 正 員 河上省吾
学生員 ○住田公貴

1. はじめに

従来、交通需要予測は分布・分担・配分の各過程を独立のものとして扱ってきた。しかし、この過程を1つにまとめ、一体として取り扱うことができれば、予測結果はさらに良いものになると考えられる。本研究では同時生起確率最大という考え方を用い、分布・分担・配分の各過程を同時に取り扱うモデルの開発についての基礎的な研究をおこない、単純化した輸送網への適用を試みた。

2. モデルの定式化とその計算法

交通手段としては自動車と鉄道のみを考える。自動車、鉄道、その合計の*i-j*間のトリップ数をそれぞれ T_{ij}^a , T_{ij}^r とし、また自動車、鉄道を使用するトリップの生起する先駆確率をそれぞれ P_{ij}^a , P_{ij}^r とすると、全トリップ同時生起確率は次式(1)で表わされる。

$$W = \frac{T!}{\prod_i (T_{ij}^a)! (T_{ij}^r)!} \prod_{i,j} \{ (P_{ij}^a)^{T_{ij}^a} (P_{ij}^r)^{T_{ij}^r} \} \quad \text{--- (1)}$$

ここでTは全トリップ数を表わしている。またゾーン*i-j*間のトリップ数予測値 T_{ij}^c が

$$T_{ij}^c = k_{ij} K_{ij} \sqrt{G_i A_j} t_{ij}^\alpha \quad \text{--- (2)}$$

k_{ij} : ゾーン間調整係数 G_i, A_j : それぞれゾーン*i*の発生・集中交通量

t_{ij} : ゾーン間平均所要時間

で表わされる仮定し、またゾーン*i, j*間の鉄道分担率 y_{ij} を用いて T_{ij}^a, T_{ij}^r の予測値 $T_{ij}^{a'}, T_{ij}^{r'}$ を次式で表わす。

$$\left. \begin{aligned} T_{ij}^{a'} &= T_{ij}^c (1 - y_{ij}) \\ T_{ij}^{r'} &= T_{ij}^c y_{ij} \end{aligned} \right\} \quad \text{--- (3)}$$

ここで、 $P_{ij}^a = T_{ij}^{a'} / T$, $P_{ij}^r = T_{ij}^{r'} / T$ として式(1)の対数をとリ、Stirlingの公式を用いて変形し、定数項を省略すると次式が得られる。

$$F = \log W = \sum_{i,j} T_{ij} \log \{ K_{ij} / (T_{ij} \cdot t_{ij}) \} \quad \text{--- (4)}$$

また次式が条件式としてあげられる。

$$\sum_j T_{ij} = G_i, \quad \sum_i T_{ij} = A_j \quad \text{--- (5)}$$

ゾーン間所要時間を求めるために次の仮定をする。

- ・交通量配分には最短経路配分法を用いる。
- ・自動車による所要時間は道路を通る交通量の一次関数で表わされる。また鉄道の所要時間は一定とする。
- ・鉄道分担率は鉄道と道路の時間比の一次関数で定まるとする。

以上の仮定を考慮して各変数間の関係をまとめると次のようになる。

$$T_{ij}^a = T_{ij} (1 - y_{ij}) \quad \text{--- (6)}$$

$$T_{ij}^r = T_{ij} y_{ij} \quad \text{--- (7)}$$

$$P_{ij} = \sum_j (\delta_{k,ij} \cdot T_{ij}^a) \quad \text{--- (8)}$$

$$t_k = a_k P_k + b_k \quad \text{--- (9)}$$

$$t_{ij}^a = \sum_k (\delta_{k,ij} \cdot t_k) \quad \text{--- (10)}$$

$$y_{ij} = 1 - 0.5 (t_{ij}^a / t_{ij}) \quad \text{--- (11)}$$

$$t_{ij} = t_{ij}^a (1 - y_{ij}) + t_{ij}^r y_{ij} \quad \text{--- (12)}$$

上式のうち $\delta_{k,ij}$ はパス・マトリックスの成分、 P_k は道路交通量、 t_k は区間*k*の道路の所要時間、 t_{ij}^a, t_{ij}^r はそれ

れ自動車・鉄道の所要時間である。ここで T_{ij} の値を定めれば式(6)~(12)を連立方程式として解くことにより θ が得られる。従ってこのモデルの計算の手順は決りようになる。

- i) 式(5)を満足する T_{ij} を仮定。
- ii) 式(6)~(12)を連立方程式として解き、 θ を算出。
- iii) 式(4)を計算して F の値を出す。
- iv) 非線型最適化計算法を用いてi)~iii)をくり返すことにより F を最大にする T_{ij} を求める。

以上の理論を用いて図-1、図-2、表-1で示す計算例を解いた。その結果は表-2、表-3に示すとおりである。なお、各ゾーン間にそれぞれ独立の道路がある場合については、数式がきわめて簡単になり、容易に解を求めることができるが、このような例題は割愛する。

3. 問題点および今後の課題

以上の理論の正当性は実際の交通状況にあてはめてみて始めて評価できるわけであるが、その際には次に示すようなことが問題点となってくる。

・交通計画の対象地域をゾーンに分割するとき、ゾーン数がかかなり多くなると、それに伴って未知数が増える。そのため収束性の高い最適化計算法を用いないと計算時間の点で問題がある。

・自動車による所要時間を交通量の一次関数と仮定することの妥当性の検討が必要。

・時間比一分担率曲線を式(11)に示すように直線に近似しているが、この近似には多少の無理があると考えられる。

・配分過程に用いた最短経路配分法でどの程度実際の交通量配分状況を説明できるかという問題点がある。

ここではまず単純化した輸送網にこのモデルを適用し、適切な解を得ることが実際の交通状況にあてはめるための必要条件と考えてこれをおこなった。今後、上記の問題点を検討して実際の交通状況にあてはめるためのモデルの改良をおこなっていきたい。

なお、計算には名古屋大学大型計算機センターのFACOM 230-60を使用した。

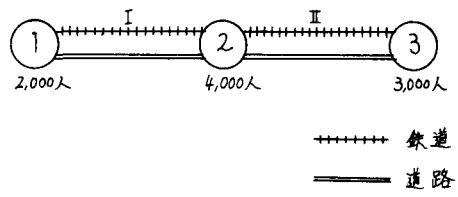


図-1 ゾーン配置とその発生集中交通量

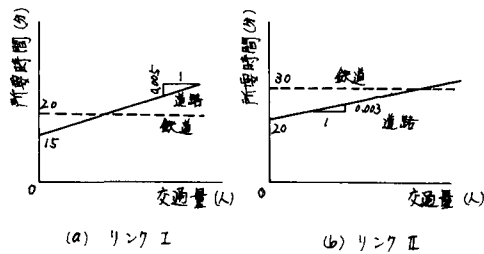


図-2 鉄道と道路の交通量-所要時間曲線

表-1 ゾーン間調整係数 K_{ij}

$\begin{matrix} 0 \\ B \end{matrix}$	1	2	3
1	1.0	1.0	1.0
2		0.9	1.1
3			1.0

表-2 交通機関別O-D交通量 (単位:人)

$\begin{matrix} 0 \\ D \end{matrix}$	1	2	3	合計
1 自動車	590	300	40	
1 鉄道	680	360	30	
1 小計	1,270	660	70	2,000
2 自動車	300	720	410	
2 鉄道	360	1,720	290	
2 小計	660	2,440	700	4,000
3 自動車	40	410	1,300	
3 鉄道	30	290	930	
3 小計	70	700	2,230	3,000
合計	2,000	4,000	3,000	9,000

表-3 交通機関別所要時間 (単位:分)

$\begin{matrix} 0 \\ D \end{matrix}$	1	2	3
1 自動車	10.8	21.7	47.4
1 鉄道	10.0	20.0	50.0
1 平均	10.4	20.8	48.6
2 自動車	21.7	23.7	25.7
2 鉄道	20.0	13.0	30.0
2 平均	20.8	15.9	27.5
3 自動車	47.4	25.7	12.9
3 鉄道	50.0	30.0	15.0
3 平均	48.6	27.5	13.8