Ⅲ−23

有料道路における料金最適化に関する一考察

名古屋工業大学　正　員　松井　寛
名古屋工業大学　学生員　○伊豆原　浩二

1. まえがき

有料道路の通行料金の決定方法にはいろいろな考え方がある。いずれにせよこの通行料金が有料道路の利用交通量に影響を与えることは明らかである。そこで本研究では、道路網上の交通量配分手法を利用して、当該有料道路を含むある対象区域内の道路網全体で、収入料金最大化あるいは総走行時間最小化に基づいた最適料金の決定方法について検討を加え、その計算例を示す。

2. モデル式

利用する配分理論として、著者等が提案した確率最大化配分法を取り上げる。この配分理論は次のように定式化される。ある l 本のリンクから成る道路ネットワークが構成されていて、所定のOD交通量が与えられているとし、各OD間には経路が何本か指定されているものとすると、リンク h ($h=1,2,\cdots l$) 上の走行時間がそのリンク上の交通量の関数として、

$$T_h = f_h\left(\sum_r \sum_k {}_h\delta_r^k \cdot y_r^k\right)$$

と表わされる場合、目的関数 R は

$$R = \gamma \sum_h \sum_r \sum_k {}_h\delta_r^k \cdot y_r^k \cdot f_h\left(\sum_r \sum_k {}_h\delta_r^k \cdot y_r^k\right) + \sum_r \sum_k y_r^k \log y_r^k$$

と表わされ、$\sum_r y_r^k = S_k$ なる条件の下で R を最小化することにより、確率的に最も起りやすい交通量配分パターンが決定されることになる。ここで、γ は定数、y_r^k は k ($k=1,2,\cdots g$) なるODの経路 r ($r=1,2,\cdots n$) に配分される交通量、S_k は k なるOD交通量、${}_h\delta_r^k$ は k なるODの経路 r がリンク h を含むとき1、含まないとき0の値をとる定数である。

そこで、この理論を高速道路に適用してみる。高速道路と一般道路とを比較したときの走行時間差および便益に着目すれば次のようになる。高速道路とするリンク m ($m=1,2,\cdots l' < l$) の通行料金を C_m、そのときのリンク走行時間を T_m、高速道路としないときのリンク走行時間を T とすれば、単位時間あたりの時間便益を a_t、その他の便益を b_t とすると、

$$(a_t + b_t)(T - T_m) = {}_m\delta_r^k \cdot C_m$$

と成る。ここで、${}_m\delta_r^k$ は k なるODを持つ経路 r がリンク m を含むとき1、含まないとき0の値をとる定数である。(1)式より

$$T_m = f_m\left(\sum_r \sum_k {}_m\delta_r^k \cdot y_r^k\right)$$

(3)式、(4)式より

$$T = f_m\left(\sum_r \sum_k {}_m\delta_r^k y_r^k\right) + {}_m\delta_r^k \cdot C_m / (a_t + b_t)$$

よって、目的関数 R は次のようになる。

$$R = \gamma\left[\sum_h \sum_r \sum_k {}_h\delta_r^k \cdot y_r^k \cdot f_h\left(\sum_r \sum_k {}_h\delta_r^k \cdot y_r^k\right) + \sum_m \sum_r \sum_k {}_m\delta_r^k \cdot y_r^k \left\{f_m\left(\sum_r \sum_k {}_m\delta_r^k y_r^k\right) + {}_m\delta_r^k \cdot C_m / (a_t + b_t)\right\}\right] + \sum_r \sum_k y_r^k \log y_r^k$$

と成り、$\sum_r y_r^k = S_k$ なる条件の下で R を最小化することにより、求める配分パターンが決定でき、配

分交通量が計算されると同時に、その時の収入料金最大および総走行時間最小にする通行料金が求められる。

3. 計算例

図-1に示すような簡単なネットワークを考える。この道路ネットワーク上のOD交通量が表-1のように全体で6組あり、それぞれのリンク走行時間を図-2に示す（リンク5,6を有料道路とする）。また、リンク走行時間をリンク交通量の関数として、

$$T_k = a_k Q_k + b_k$$

ここに、T_k；リンクk（$k=1,2,\cdots,10$）の走行時間(分)

Q_k；リンクkの交通量(台/日)

a_k, b_k；リンクkの道路条件によって決まる定数（表-2にその値を示す）

とし、単位時間あたりの時間便益として11(円/分)、その他の便益は無視した。計算結果の例として、収入料金最大の場合の通行料金と収入の関係を図-3、γと通行料金の関係を図-4に、総走行時間最小の場合の通行料金と平均走行時間との関係を図-5にそれぞれ示す。

4. 考察

全体のOD交通量を1/2倍、3/2倍にして計算してみたが、ほぼ同様な結果を得た。これはリンク走行時間とリンク交通量の関係を線形と仮定したためと思われる。収入料金最大の場合、図-4からもわかるように、γと通行料金とは非常に密接な関係にあると思われる。総走行時間最小の場合は収入料金最大の場合ほど顕著ではないが、これは道路ネットワークの問題ではないかと思われるので、次には道路ネットワークを変化させた場合について研究してみる。

今回は仮想のネットワークについて考えたが、今後は実際の道路ネットワークを対象として研究する必要があろう。また、上記モデルにおいて走行時間の項を置換することによって、バイパス、観光有料道路などの場合についても適用できると考えられるので研究してみたいと思っている。

図-1

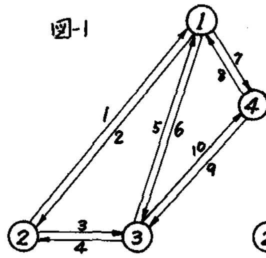

図-2

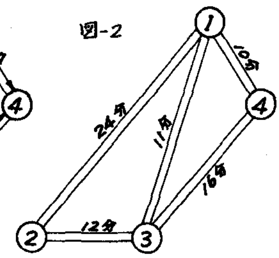

表-1

OD	方向		交通量
N_{12}	1	2	2600台/日
N_{13}	1	3	1700
N_{21}	2	1	2300
N_{24}	2	4	700
N_{31}	3	1	1500
N_{42}	4	2	1200

表-2

リンク	a_k	b_k
1, 2	0.0020	24
3, 4	0.0008	12
5, 6	0.0025	11
7, 8	0.0006	10
9, 10	0.0012	16

図-3

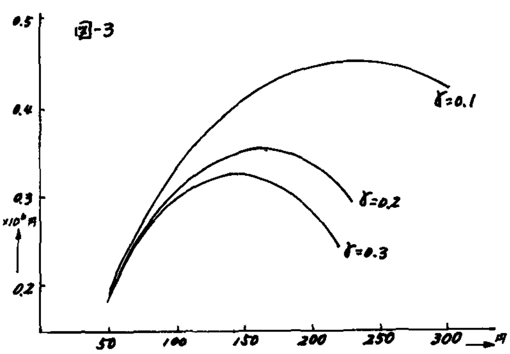

図-4

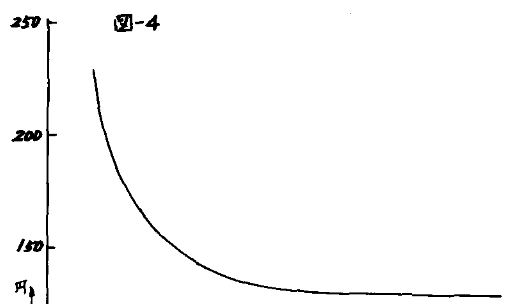

図-5