

## 最短経路2目標問題

成蹊大学 北原 拓 KITAHARA Taku  
(現在、川田テクノシステム)  
01001600 \*上田 徹 UEDA Tohru

### 1. 目的

報告者の一人は用事があり、よく箱根まで車で行くことがある。その際に考えられるルートがいくつもあり、日頃どのルートで行くのがもっともよいのかをやみくもに検討して自分なりのルートを見つけ通っていたのだが、本当にそれが最適ルートかどうかを 実際に測定して求めてみようと思ひ、最短経路を考えることにした。そこでその要素として、時間の他に費用も考慮する2目的最短経路を扱い、又、時間も費用も一定の値で考えるよりも、幅を取って考える方が自然であるので三角型ファジィ数を使った。区間は報告者の住む東中野から成蹊箱根寮のある元箱根までとした。

### 2. 設定

東中野から元箱根までの主要ルートを何度か走って測定し、その時どの程度車が流れているかを考えながらそれを参考に、所要時間を三角型ファジィ数で表し、費用については有料道路の利用料とガソリン代を取り上げ、有料道路での燃費は10-11-12km/l、一般道では7-8-9km/lと三角型ファジィ数\*で表し、ガソリン代は90円/lとした。

\*三角型ファジィ数a-b-c

a:下限値 b:モード値 c:上限値

ファジィ数a-b-cを代表通常数 $(a+2b+c)/4$ で表現する。その場合、有料道路での燃費は11km/l、一般道では8km/lであるが、所要時間については、表

1の区間1-2のように一般に左右対称でないため代表通常数は一般にモード値と一致しない。

表-1 入力例

区間	所要時間	距離	料金の有無	有料道路料金
1-2	30-33-40	15	0	
2-7	13-14-15	24	1	750

### 3. 方法

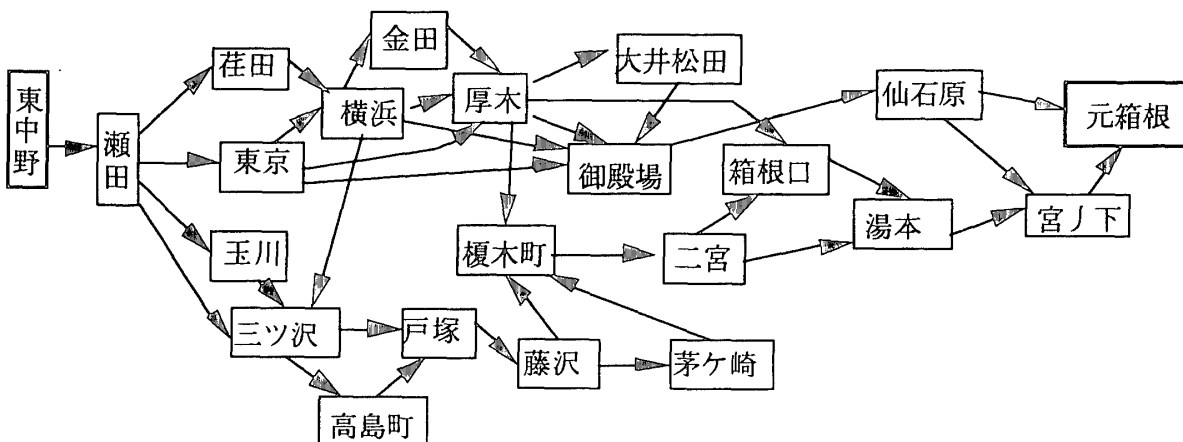
#### (1) 重みを変化させる

時間と費用を同時に取り扱うため、それぞれの値をそれぞれの標準偏差で割った値を扱い、時間と費用どちらかに重みを置いた時の経路を求めるため、 $a+b=1$  ( $0 \leq a \leq 1$ )となる重み  $a, b$ の値を考え、それぞれの値に乗じた。

#### (2) 目標ベクトル法を用いる

$a$ の値を決めるのは利用者だが、漠然としすぎているので、ここで目標ベクトル法[1]を用いて最短経路を求めてみる。これは「少なくともこれ以上は達成したい」という“必要レベル”と「これだけ達成できれば十分満足できるという“十分レベル”を意思決定者が決め、これらの2種の要求水準をもとにして間接的に多目標のトレードオフ関係を定式化するという方法である。

目標空間上に必要条件と十分条件の二つの点  $G^0=(g_1^0, g_2^0), G^s=(g_1^s, g_2^s)$ を考えると、これらの2つの



点を結んだベクトル $\overline{GG^0}$ は多目標の実現値を一斉に改善しようとする場合の望ましい方向を示すもので目標ベクトルと呼ばれ、

$$\lambda_1 = g_1^s - g_1^0; \lambda_2 = g_2^s - g_2^0$$

の改善可能性がある。

ここで目標空間上の任意のリグレットをこの目標ベクトルと関係づけ、リグレット関数がつくれる。これは多種多様な関数を定義できるが、ここではシンプルな加重型モデルをつかう。

**加重型モデル**：目標間の十分な代替性仮定し各目標の不達成値 $d_i = g_i^s - g_i(x)$ に $\lambda_i$ で重みをつけ、リグレットの総和を最小にする。

(a)  $d_i^s$ に $\lambda_i$ を乗じて $\sum_{i=1}^m \lambda_i d_i^s$ の最小化を図る。

(b)  $d_i^s$ を $\lambda_i$ で除して $\sum_{i=1}^m d_i^s / \lambda_i$ の最小化を図る。

ここでは(b)を使用した。

#### 4. 結果と考察

結果を表-2に示す。

- (a)  $a=0$ のとき、費用のみの1目的での最短経路となる。
- (b)  $a=0.5$ のとき時間と費用を同等に扱ったものになる。
- (c)  $a=1$ のとき、時間のみの1目的での最短経路となる。

費用-時間のグラフにプロットすると左図のようになる。報告者の経路があまり効率的でないといえる。

必要レベルと十分レベルの2水準を報告者自身で決定した(150,2300)と(90,1000)としたとき(この目標ベクトルは下図に矢印で表記する)、結果は $a=0.24\sim 0.44$ のときと同じルートが求まった。これが報告者の目的にそった最短経路ということになるが、実際、満足できるものになったといえる。

<参考文献>

[1] 伏見ほか「経営の多目的計画」森北(1987)

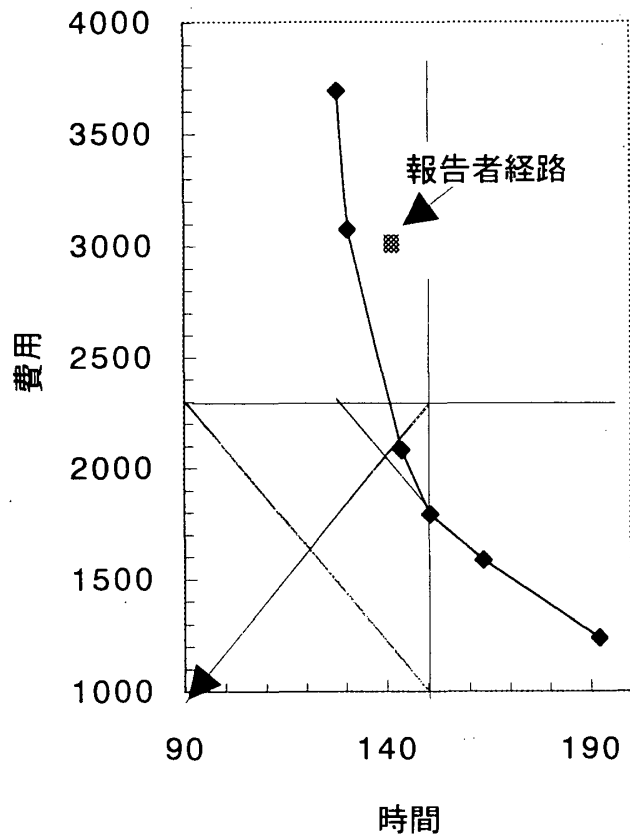


表-2

aの値	時間	費用	距離	通過点
0.00~0.18	192.25	1276.86	109	1 2 3 6 10 14 17 19 21 22
0.19~0.23	163.50	1618.97	107	1 2 4 7 11 12 14 17 19 21 22
0.24~0.43	150.75	1823.49	107	1 2 4 7 11 12 14 17 18 19 21 22
0.44~0.58	143.75	2112.47	108	1 2 4 7 11 12 13 14 17 18 19 21 22
0.59~0.82	130.50	3108.25	123	1 2 3 10 18 19 21 22
0.83~1.00	128.00	3726.56	128	1 2 3 16 20 22
報告者経路	141.75	3054.62	134	1 2 4 7 8 10 18 19 21 22