

IV-56 経路走行時間の標準偏差を考慮した配分交通量推計法に関する研究

○北海道開発局 正員 柴田哲史

北海道大学 正員 佐藤馨一

北海道大学 正員 五十嵐日出夫

1. 本研究の目的

従来の配分交通量推計法においては経路選択要因として経路走行時間が取り上げられており、それによって経路配分率を推計しているものが一般的であった。しかし、従来の研究で経路抵抗としているのは経路走行時間の期待値のみであり、経路走行の不確実性、つまり経路走行時間の遅れ時間を表現すると考えられる経路走行時間の標準偏差をまったく考慮していなかった。そこで本研究では、経路抵抗として経路走行時間の期待値のみならず標準偏差をも考慮し、さらにこの経路抵抗を経路選択における負効用として把握することによって『期待負効用最小原則』による配分交通量推計法を確立することを目的としたものである。

2. 経路抵抗と負効用

経路走行時間の標準偏差が経路の遅れ時間という経路抵抗として意識されているとすると、経路 i の経路抵抗 t_i は次式のようなものと考えられる。

$$t_i = \mu_i + \beta \cdot \sigma_i \quad \cdots(1)$$

ここで、 β は経路走行時間の期待値 μ_i に対する標準偏差 σ_i の重み付け係数である。つまり、経路抵抗は経路走行時間の平均と遅れ時間の和として意識されるとするものである。経路抵抗は負効用として考えられるので、交通量配分は期待負効用を最小にするように行う。期待負効用 T は経路 i の配分率を P_i とすると

$$T = \sum P_i \cdot t_i \quad \cdots(2)$$

であり、これを最小にするように P_i を求める。この『期待負効用最小原則』に基づく交通量配分は、道路網全体としての負効用である経路抵抗を最小にすることによって道路網利用の効用最大化をもたらす配分状態を表現するものである。この配分交通量推計法を定式化すると次のようにまとめられる。

目的関数: $T = \mu_t + \beta \cdot \sigma_t \rightarrow \min$
 制約条件: $\mu_t = \sum P_i \cdot \mu_i$
 $\sigma_t^2 = \sum P_i^2 \cdot \sigma_i^2$
 $1 = \sum P_i$
 $P_i \geq 0 \quad (\therefore i=1, 2, \dots, n)$

これは2次計画問題となり、クリティカル・ライン法で最適解を求めることができる。一般に、運転者は経路走行時間の期待値が等しければ遅れ時間が小さい方の経路を選択する危険回避者として行動するので、ある経路走行時間については標準偏差が最小になるものを選択する。従って制約条件によって定められる実行可能領域でも、ある μ_t を与えるうちで最小の σ_t となるところが有効な領域となる。この有効領域は

$$a = \sum \frac{1}{\sigma_i^2} \quad b = \sum \frac{\mu_i}{\sigma_i^2} \quad c = \sum \frac{\mu_i^2}{\sigma_i^2}$$

とすると

$$(a \cdot c - b^2) \cdot \sigma_t^2 - a \cdot \mu_t^2 + 2b \cdot \mu_t - c = 0 \quad \cdots(3)$$

なる双曲線となる。解が求まった状態は図1のようになり、目的関数である無差別曲線と制約条件によって定まる実行可能領域との接点Eが期待負効用最小状態を示すものとして求められている。

以上の考えに基づいて経路選択と経路走行時間の期待値および標準偏差の関係について自動車運転者を被験者として意識調査を行ったところ、 $\beta = 0.9$ となり運転者の意識構造が危険回避者であることが確かめられた。また、この配分交通量推計法により解を求めると、経路抵抗の小さい何本かの経路しか配分対象として選択

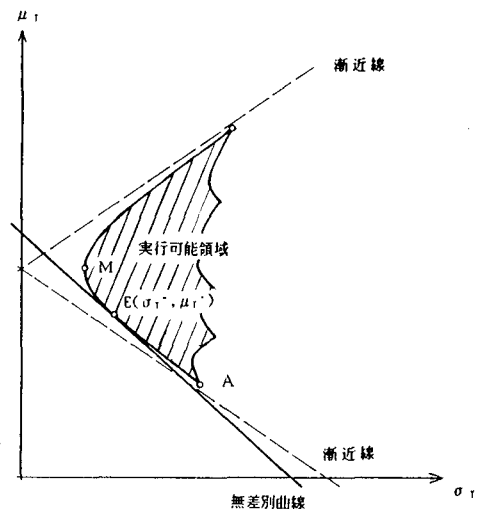


図-1 実行可能領域と無差別曲線

されず、配分対象経路選択と配分交通量推計を同時に行う方法となっている。したがって、この期待負効用最小原則により求められる配分対象経路を、配分交通量推計の前段階である配分対象経路推定法として応用することが可能である。

3. 期待負効用最小原則による交通量配分例

仮想道路網を配分対象として期待負効用最小原則による交通量配分を行ってみた。仮想道路網を図2に、これに配分するOD交通量を表1に示す。

求められたOD交通量ごとの経路交通量の一部を図3に、また各経路交通量をリンクごとに和して求めた上下方向別の断面交通量を表2に示す。例えば、OD交通①→⑦をみると、経路としては6本の可到達経路が存在するが、配分結果により対象経路として選択されるのは2本のみであり、経路抵抗の大きな遠回りとなる経路は選択されていない。また、この2経路の経路走行時間の期待値はまったく等しいが、標準偏差の値が異なっているため経路交通量もそれに応じて異なった値をとっている。このように、

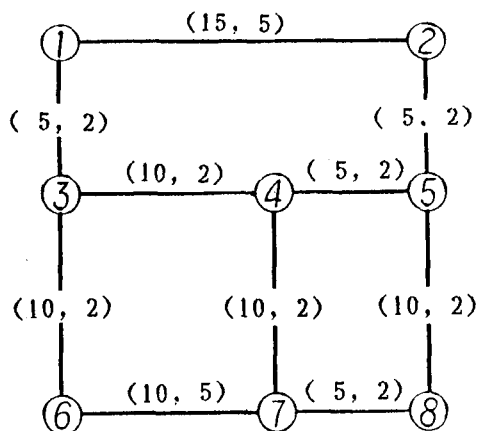


図-2 仮想道路網の各リンク走行時間の期待値 μ と標準偏差 σ 〔 (μ, σ) : 単位(分)〕

表-1 仮想道路網に配分するOD交通量(単位: 台/h)

O \ D	1	2	3	4	5	6	7	8
1	-	0	0	0	0	0	200	0
2	0	-	0	0	0	300	0	100
3	0	0	-	0	0	0	0	100
4	0	0	0	-	0	0	0	0
5	0	0	0	0	-	0	0	0
6	0	300	0	0	0	-	0	0
7	200	0	0	0	0	0	-	0
8	0	100	100	0	0	0	0	-

期待負効用最小原則による配分交通量推計法は経路走行時間の標準偏差をも含めて各経路の配分率が求められる推計法となっていることがわかる。

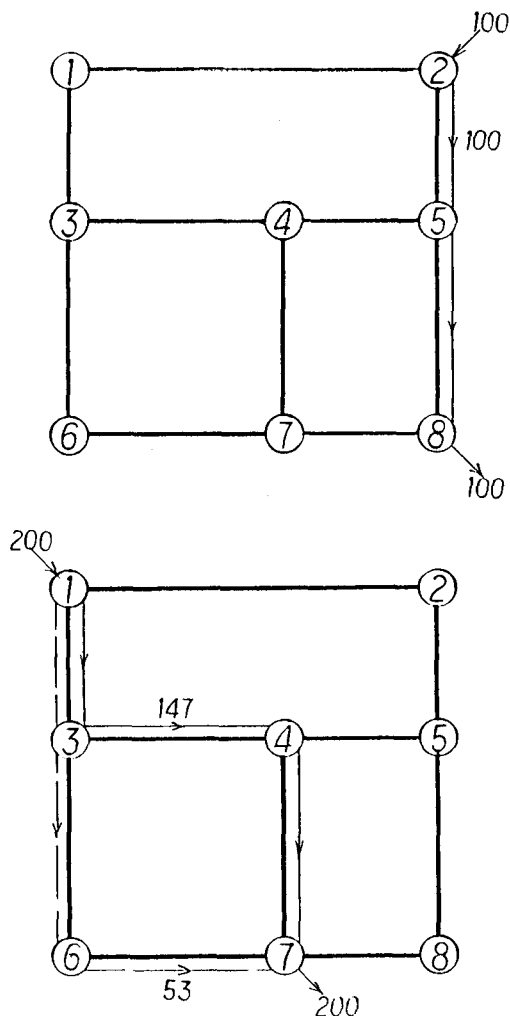


図-3 各OD交通による経路交通量(単位: 台/h)

表-2 上下方向別の断面交通量(単位: 台/h)

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	*	62	262	*	*	*	*	*
2	62	*	*	*	338	*	*	*
3	262	*	*	359	*	258	*	*
4	*	*	359	*	225	*	244	*
5	*	338	*	225	*	*	*	198
6	*	*	258	*	*	*	179	*
7	*	*	*	244	*	179	*	113
8	*	*	*	*	198	*	113	*