

関西大学大学院工学研究科 学生員 ○荻田 美幸

関西大学大学院工学研究科 フェロー 河上 省吾

関西大学大学院工学研究科 正会員 井ノ口 弘昭

1. はじめに

現在、我が国では利用者均衡配分の効率的な開発・実用化が進められている。このうち、大都市圏内の広域道路網を対象とする交通量配分にあたっては、道路網の一部に高速道路を含んでおり、道路の計画や整備効果の検討において環境分析を行うため、車種を考慮することが必要不可欠となってきた。そこで本研究では、有料道路を考慮する方法として料金抵抗法・転換率法を用い、車種を考慮する配分手法として車種別確率的利用者均衡配分を用い、それぞれの配分精度を比較検討し、その適用性を検討することを目的としている。

2. 車種別の考え方

本研究では図-1 のようにセントロイドを車種別に別ける。また、起点別リンク交通量を未知変数とした部分線形法および逐次平均法を用いてアルゴリズムの構築を行った。基本的には、単車種の部分線形化アルゴリズムと変わらないが、Dial のアルゴリズムを車種の数だけ繰り返す必要がある。車種の分類と時間価値を表-1 に示し、車種別確率的利用者均衡配分のフローチャートを図-2 に示す。

表-1 車種の分類と時間評価値

車種	構成	時間価値
乗用車類	軽乗用車、乗用車、バス	72.45
小型貨物類	軽貨物、小型貨物、貨客車	56.81
大型貨物類	普通貨物、特種車	87.44

3. 料金抵抗法

料金抵抗法は、時間価値を用いて有料道路料金を所要時間に換算し、リンクコスト関数に加えることによって料金を考慮する手法である。リンク変数を用いた料金抵抗法の車種別確率的利用者均衡配分モデルの等価最適化問題を以下の式に示す。

$$\min Z(x) = \sum_y \int_0^\infty t_y(\omega) d\omega - \frac{1}{\theta} \sum_c \sum_r \{HL(x^{c,r}) - HN(x^{c,r})\}$$

$$\text{s.t.} \quad x_{ij} = \sum_c \sum_r E_c \cdot x_{ij}^{c,r}, \quad x_{ij}^{c,r} \geq 0$$

ここで、 c は車種、 r は起点、 E_c は車種 c の乗用車換算係数、 HL, HN は以下で示されるエントロピー関数である。

$$HN(x^{c,r}) = -\sum_j \left(\sum_i E_c \cdot x_{ij}^{c,r} \right) \ln \left(\sum_i E_c \cdot x_{ij}^{c,r} \right), \quad HL(x^{c,r}) = -\sum_j E_c \cdot x_{ij}^{c,r} \ln(E_c \cdot x_{ij}^{c,r})$$

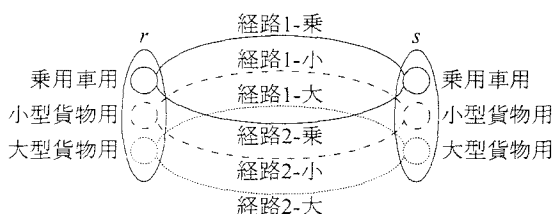


図-1 車種別配分の考え方

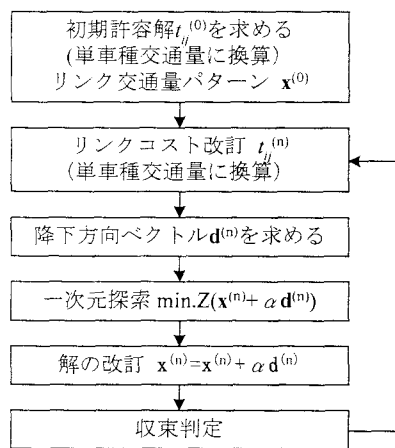


図-2 車種別確率配分フローチャート

4. 転換率法

転換率法は、各 OD 交通量を転換率を用いてあらかじめ高速道路利用と一般道路利用に分離し、その後にそれぞれに配分結果を行う方法であり、車種別確率的利用者均衡配分モデルの等価最適化問題を以下に示す。

$$\min Z = \sum_y \int_0^{q_y} t_y(\omega) d\omega + \sum_n \int_0^{q_n^e} \frac{1}{\mu} \left(\ln \frac{w}{Q_n^e - w} + \psi_n^e \right) dw - \frac{1}{\theta} \sum_r \{HL(x^{c,r}) - HN(x^{c,r})\} - \frac{1}{\theta^e} \sum_r \{HL(x^{c,e,r}) - HN(x^{c,e,r})\}$$

s.t. $x_{ij} = \sum_c \sum_r E_c x_{ij}^{c,r} + \sum_c \sum_r E_c x_{ij}^{c,e,r}, \quad q_n^e + q_n^{c,e} = Q_n^e, \quad x_{ij}^{c,r} \geq 0, \quad x_{ij}^{c,e,r} \geq 0, \quad q_n^e \geq 0, \quad q_n^{c,e} \geq 0$

ここで、 e は高速道路、 ψ_n^e は OD ペア rs 間の通行料金を示す。ここで、目的関数及び制約条件から得られる Lagrangian 関数を高速道路利用の OD 交通量 q_n^e で偏微分すると、以下のロジットタイプの転換率モデルが得られる。このうち λ_n は最短経路所要時間を表す。

$$q_n^{c,e} = \frac{1}{\exp \left(-\mu(\lambda_n^c - \lambda_n^{c,e}) - \mu \left(\frac{1}{\theta} - \frac{1}{\theta^e} \right) + \psi_n^e \right) + 1} Q_n^e$$

5. 対象道路網・配分結果

本研究では、愛知県の幹線道路ネットワークを配分対象とする。OD データは平成 6 年道路交通センサスの OD 調査より作成したものを用い、平成 6 年度道路交通センサスデータより現況交通量を求めた。計算には、パーソナルコンピュータ (CPU : Pentium IV-3.06GHz, メモリ : 1.00GB, OS : Windows XP) を用いた。また、計算プログラムは C++ 言語を用いて作成した。表-2 に各配分方法での計算時間を示し、都市間高速道の配分精度を表-3 に示し、表-4 に都市間高速道路における車種別の配分精度を示す。転換率法の場合、各 OD 交通量を高速道路利用と一般道路利用に分離し、その後にそれぞれに配分を行うため、Dial のアルゴリズムによる確率的配分を各々行う必要がある。従って、本研究では車種を 3 車種に分類しているため、料金抵抗法では Dial の配分を 1 Step 当り 3 回、転換率法では 6 回繰り返している。仮に最短経路探索を 2 回繰り返す必要のないアルゴリズムを開発したとしても、料金抵抗法のアルゴリズムで必要となる 1 つの変数が、転換率法のアルゴリズムでは高速道路利用と一般道路利用、全体の 3 つの変数が必要となる。このため、転換率法のアルゴリズムに必要な記憶容量は、料金抵抗法のアルゴリズムよりも膨大な記憶容量が必要となり、計算時間の増加につながる。

表-2 に各配分方法での計算時間を示し、都市間高速道の配分精度を表-3 に示し、表-4 に都市間高速道路における車種別の配分精度を示す。転換率法の場合、各 OD 交通量を高速道路利用と一般道路利用に分離し、その後にそれぞれに配分を行うため、Dial のアルゴリズムによる確率的配分を各々行う必要がある。従って、本研究では車種を 3 車種に分類しているため、料金抵抗法では Dial の配分を 1 Step 当り 3 回、転換率法では 6 回繰り返している。仮に最短経路探索を 2 回繰り返す必要のないアルゴリズムを開発したとしても、料金抵抗法のアルゴリズムで必要となる 1 つの変数が、転換率法のアルゴリズムでは高速道路利用と一般道路利用、全体の 3 つの変数が必要となる。このため、転換率法のアルゴリズムに必要な記憶容量は、料金抵抗法のアルゴリズムよりも膨大な記憶容量が必要となり、計算時間の増加につながる。

6. まとめ

本研究では、有料道路を含む交通ネットワークに対して、料金抵抗法と転換率法を車種別確率的利用者均衡配分モデルに適用した。料金抵抗法・転換率法において、計算アルゴリズム、配分時間、及び配分精度を比較検討した結果、料金抵抗法の適用が望ましいと考えられる。

表-2 配分計算時間 サンプル数 : 4328

	料金抵抗法	転換率法
繰り返し回数	8	13
1 Step 計算時間(分)	3.08	7.50
全計算時間(分)	26	102
記憶容量(MB)	338	940
%.RMS	0.76	0.74
相関係数	0.73	0.74

表-3 都市間高速道路 サンプル数 : 44

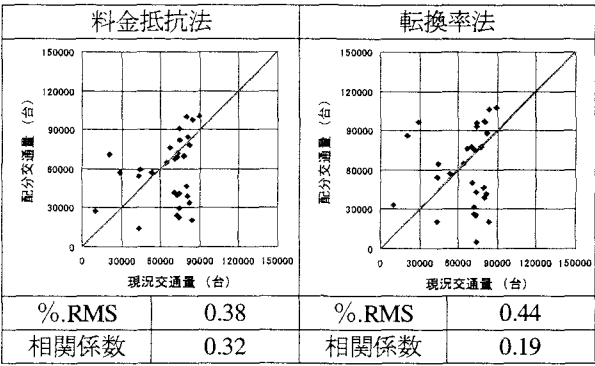


表-4 都市間高速道路 車種別精度

	料金抵抗法		転換率法	
	%.RMS	相関係数	%.RMS	相関係数
乗用車類	0.46	0.25	0.56	0.15
小型貨物類	0.44	0.22	0.48	0.09
大型貨物類	0.41	0.55	0.47	0.42