

有料道路を含む道路網への車種別確率的利用者均衡配分の適用法に関する研究*
 The Multi-Class Stochastic User Equilibrium Traffic Assignment including the Expressway*

荻田 美幸**・河上 省吾***・井ノ口 弘昭****

By Miyuki OGITA**・Shogo KAWAKAMI***・Hiroaki INOKUCHI****

1. はじめに

現在、我が国では利用者均衡配分法の効率的な開発・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。

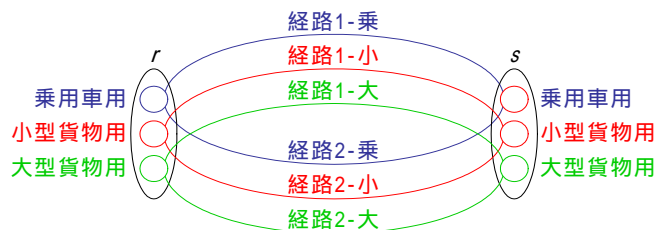


図-1 車種別配分の考え方

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分ける。また、起点別リンク交通量を未知変数とした部分線形化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

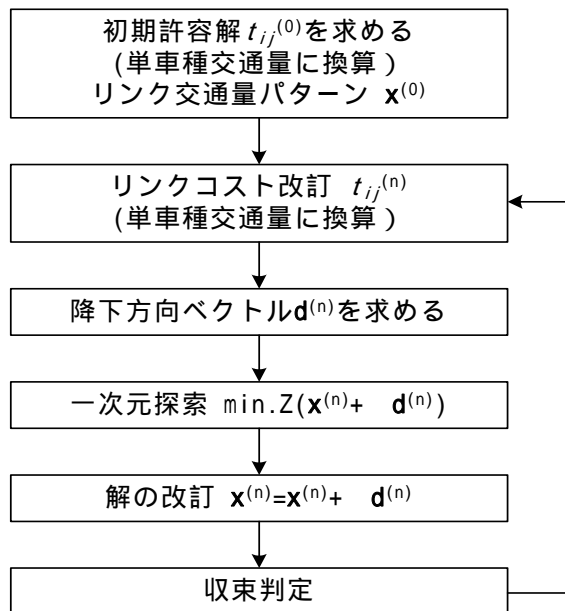


図-2 車種別確率配分フローチャート

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。

*キーワード：配分交通，ネットワーク交通流

**正会員，修士(工学)，TIS(株)

***フェロー，工博，関西大学工学部都市環境工学科

(吹田市山手町 3-3-35, TEL:06-6368-0783,

E-mail:kawaka@ipcku.kansai-u.ac.jp)

****正会員，博士(工学)，関西大学工学部都市環境工学科

(吹田市山手町 3-3-35, TEL:06-6368-0964,

E-mail:hiroaki@inokuchi.jp)

$$\min.Z(x) = \sum_{ij} \int_0^{x_{ij}} t_{ij}(\omega) d\omega - \frac{1}{\theta} \sum_c \sum_r \{HL(x^{c,r}) - HN(x^{c,r})\}$$

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

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。

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

$$HL(x^{c,r}) = - \sum_{ij} E_c \cdot x_{ij}^{c,r} \ln(E_c \cdot x_{ij}^{c,r})$$

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。

$$\min.Z = \sum_{ij} \int_0^{x_{ij}} t_{ij}(\omega) d\omega + \sum_{rs} \int_0^{q_{rs}^{c,e}} \frac{1}{\mu} \left(\ln \frac{w}{Q_{rs}^c - w} + \psi_{rs}^c \right) dw - \frac{1}{\theta} \sum_r \{HL(x^{c,r}) - HN(x^{c,r})\} - \frac{1}{\theta^e} \sum_r \{HL(x^{c,re}) - HN(x^{c,re})\}$$

$$\text{s.t. } x_{ij} = \sum_c \sum_r E_c x_{ij}^{c,r} + \sum_c \sum_r E_c x_{ij}^{c,re},$$

$$q_{rs}^c + q_{rs}^{c,e} = Q_{rs}^c,$$

$$x_{ij}^{c,r} \geq 0, \quad x_{ij}^{c,re} \geq 0, \quad q_{rs}^c \geq 0, \quad q_{rs}^{c,e} \geq 0$$

ここで、 e は高速道路、 ψ_{rs}^c 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_{rs}^c で偏微分すると、以下のロジックタイプの転換率モデルが得られる。このうち λ_{rs} は最短経路所要時間を表す。

$$q_{rs}^{c,e} = \frac{1}{\exp\left(-\mu(\lambda_{rs}^c - \lambda_{rs}^{c,e}) - \mu\left(\frac{1}{\theta} - \frac{1}{\theta^e}\right) + \psi_{rs}^c\right) + 1} Q_{rs}^c$$

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、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 -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、道路種

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 道路種別ごとの精度比較

道路種別	評価指標	料金抵抗法	転換率法
全体 (4328)	%RMS	0.76	0.74
	相関係数	0.73	0.74
都市間高速道路 (44)	%RMS	0.38	0.44
	相関係数	0.32	0.19
都市高速道路 (91)	%RMS	0.65	0.58
	相関係数	0.42	0.33
幹線多車線道 路 (696)	%RMS	0.52	0.50
	相関係数	0.55	0.54
幹線 2 車線道 路 (1600)	%RMS	0.70	0.69
	相関係数	0.61	0.61
準幹線多車線 道路 (231)	%RMS	0.52	0.52
	相関係数	0.52	0.50
準幹線 2 車線 道路 (1666)	%RMS	1.19	1.16
	相関係数	0.34	0.35

表-4 都市間高速道路 サンプル数：44

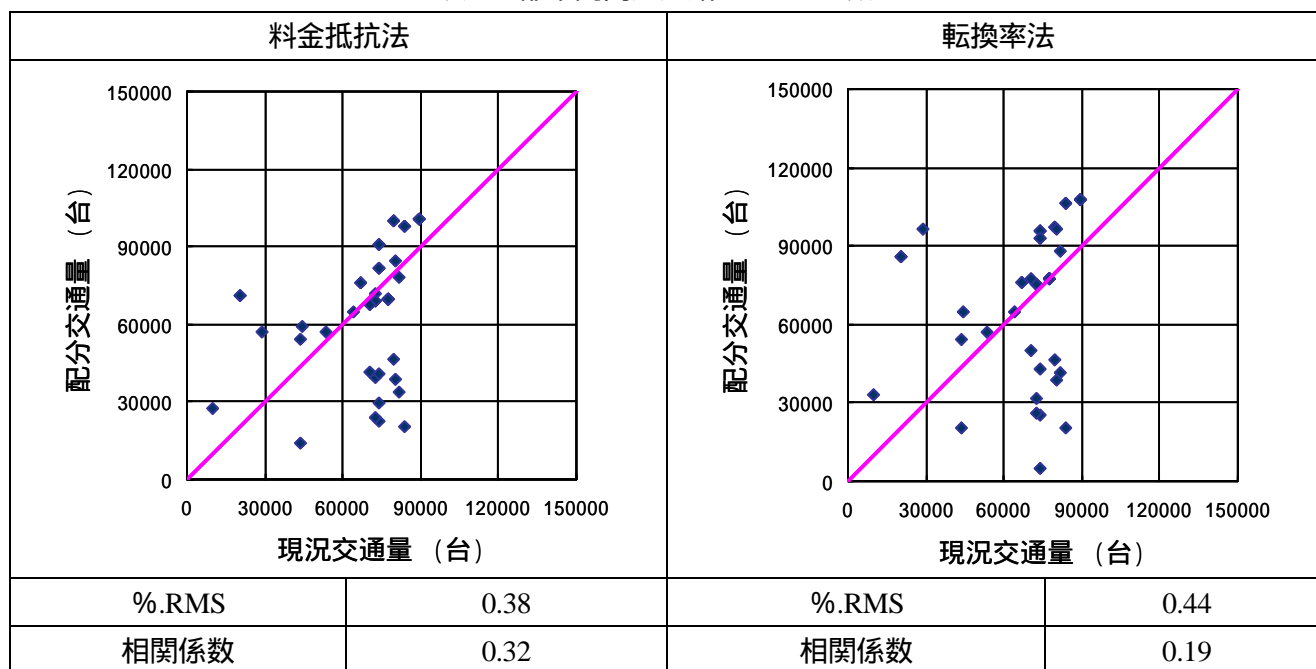


表-5 都市間高速道路 車種別精度

	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

別ごとの精度比較を表-3 に示す。また、都市間高速道の配分精度を表-4 に示し、表-5 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 回行っている。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。

次に、車種別の配分交通量が現況交通量に比べて都

市間高速道路上のどのリンクが乖離しているかを分析した。全ての車種において、現況交通量に比べ配分交通量が 50% 以上のリンクの大半はランプ、及びその周辺のリンクであり、50% 以下のリンクはランプであることが確認できた。また、本研究の配分結果でも料金抵抗法を用いた場合に比べ、高速道路転換率法を用いた場合の方が高速道路利用台数は増加した。これは、高速道路利用交通量を増加させることを目的とした高速道路転換率法の特徴と合致している。

6. まとめ

本研究の成果をまとめると、以下ようになる。

- i) 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。
- ii) 配分を行った結果、料金抵抗法と比較して、高速利用交通量を増加させるという高速道路転換率の特徴が顕著に表れた。
- iii) 車種別では、小型貨物車の配分精度に問題が残る。
- iv) 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。

参考文献

- 1)長澤英春・松井寛・藤田素弘：大都市圏道路ネットワークにおける確率的利用者均衡配分の適用研究，土木計画学研究・講演集，No.22(2)，pp.195-198，1999．
- 2)河上省吾・徐志敏・広島康裕：車種別均衡配分モデルに関する実証的な研究，土木学会論文集，No.431，-15，pp57-66，1991．
- 3)井ノ口弘昭・岡田良之：車種別確率的利用者均衡配分の計算効率性の検討，土木計画学研究・講演集，Vol.27，2003．
- 4)土木学会：交通ネットワークの均衡分析 - 最新の理論と解法 - ，丸善，1998．
- 5)土木学会：道路交通需要予測の理論と適用 第 編 利用者均衡配分の適用に向けて，丸善，2003．
- 6)松井寛・上田聡：有料道路を含む道路ネットワークにおける利用者均衡配分問題，京大土木 100 周年記念ワークショップ論文集，pp17-22，1997．
- 7)河上省吾・広島康裕・徐志敏：大型車と普通車を分離した車種別均衡交通量配分法に関する検討，土木計画学研究・論文集，No.7，pp.243-250，1989．
- 8)松井寛・山田周治：道路交通センサデータに基づく BPR 関数の設定，交通工学，Vol.33，No.6，pp9-16，1998．
- 9)桑原雅夫：交通量配分手法の実証的検討，交通工学，Vol.23，No.2，pp.17-25，1988．
- 10)松井寛・片桐充理：都市高速道路を対象とする転換率モデルの構築，第 18 回交通工学研究発表会論文報告集，pp.149-152，1998．
- 11)松井寛・藤田素弘：高速道路を含む都市圏道路網における利用者均衡配分モデルの実用化に関する研究，土木学会論文集，No.653，-48，pp.85-94，2000．
- 12)河上省吾・金森亮：高速道路を含む道路網におけるピーク時間帯配分交通量予測法の比較 - 料金抵抗法と高速転換率法の比較 - ，地域学研究，第 32 巻，第 1 号，pp.75-83，2002．