

IV-356 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

名古屋工業大学大学院 学生員 ○長澤 英春

名古屋工業大学 正会員 藤田 素弘

名古屋工業大学 フェロー 松井 寛

1. はじめに

道路網を対象とした交通量配分モデルとして利用者均衡配分モデルが注目されており、その効率的な解法の開発とあいまってその実用化が進められている段階である。特に、大都市圏の道路網には都市内高速道路が含まれているため、高速道路の転換率も同時に求めなければならない。その解決法として高速道路を含む道路ネットワークにおいて、高速道路転換率を内性化した利用者均衡配分モデルの有効性がすでに示されている¹⁾。しかし実際には、利用者は最短経路について完全な情報を持っておらず、しかも確定的利用者均衡配分では経路選択行動のバラツキが考慮されていない。そこで今回転換率モデルを内性化した確率的利用者均衡配分を定式化し、その適用計算を通してモデルの実用化を検証することにした。

本研究では、著者らがすでに定式化している確率的利用者均衡配分モデル²⁾を arc-node 形式³⁾に置き換えたモデルを、実際に名古屋圏の大規模ネットワークに適用し、実証面からの検討を行うものである。本研究で使用するデータは平成8年度の名古屋高速道路利用 OD データである。ネットワークはノード数 1241、セントロイド数 279、往復別リンク数 4209 である。

2. 高速転換率を内性化した確率的利用者均衡配分モデル

高速転換率を内性化した確率的利用者均衡モデルは、以下のような arc-node 形式の数理最適化問題として定式化できる。

$$\begin{aligned} \min Z = & \sum_{ij} \int_0^{x_{ij}^r} t_{ij}(y) dy + \sum_{rs} \int_0^{g_{rs}^e} \left(\frac{1}{\theta(L)} \ln \frac{w}{G_{rs} - w} + \psi(L) \right) dw \\ & + \frac{1}{\mu} \sum_r \{ HL(x^r) - HN(x^r) \} + \frac{1}{\mu^e} \sum_r \{ HL(x^{r,e}) - HN(x^{r,e}) \} \\ \text{ただし、} HL(x_{ij}^r) = & \sum_r \sum_{(i,j) \in L} x_{ij}^r \ln x_{ij}^r, HN(x_{ij}^r) = \sum_r \sum_{j \in N} \left(\sum_{i \in I_j} x_{ij}^r \right) \ln \left(\sum_{i \in I_j} x_{ij}^r \right) \end{aligned}$$

Subject to

$$\sum_i x_{ik}^r - \sum_j x_{kj}^r + \sum_s g_{rs}^r \delta_{rk} - g_{rs}^r \delta_{sk} = 0, \sum_i x_{ik}^{r,e} - \sum_j x_{kj}^{r,e} + \sum_s g_{rs}^{r,e} \delta_{rk} - g_{rs}^{r,e} \delta_{sk} = 0$$

$$x_{ij} = \sum_r x_{ij}^r + \sum_r x_{ij}^{r,e}, g_e + g_i^e = G_i, x_{ij}^r \geq 0, x_{ij}^{r,e} \geq 0, g_{rs} \geq 0, g_{rs}^e \geq 0, \forall (i,j) \in A$$

x_{ij} : リンク ij のリンク交通量、 x_{ij}^r : リンク ij の一般道路のみ利用する経路によるリンク交通量、 $x_{ij}^{r,e}$: リンク ij の高速道路を利用する経路によるリンク交通量、 $t_{ij}(y)$: リンク ij のリンクコスト関数、 g_{rs} : OD ペア rs 間の一般道路のみを利用する交通量、 g_{rs}^e : OD ペア rs 間の有料道路を利用する交通量、 G_{rs} : OD ペア rs 間の全交通量、 $\theta(L), \psi(L)$: OD 間距離 L で定式化されたパラメータ、 μ, μ^e : 経路選択のバラツキを表すパラメータ

3. リンクコスト関数と転換率式

リンクコスト関数は平成6年道路交通センサスのデータを用いて道路種別ごとに設定された関数を使用

キーワード: 確率的利用者均衡配分、高速転換率

連絡先: 名古屋工業大学 大学院 社会開発工学

〒466-0061 名古屋市昭和区御器所町 Tel052-732-2111

した。ただし、本研究での配分対象区域が尾張地域であることを考慮して、混雑度以外のリンクコスト関数に用いる説明変数(信号交差点密度、DID 率、指定最高速度)には、愛知県(名古屋市を含む)のみのデータを代入しその平均値を自由走行時間とした。また、転換率式は平成 8 年度の名古屋高速データを用いて設定された回帰式₄₎を使用している。

$$\text{リンクコスト関数: } t_a = t_0 \left\{ 1 + A \left(\frac{Q_a}{C_a} \right)^B \right\}$$

$$\text{転換率式: } g_i^e = \frac{1}{e^{-\theta(L)(\lambda_i^e - (\lambda_i + C_i/\alpha)) + \psi_i} + 1}$$

t_a : リンク a の日平均所要時間、 t_0 : 自由走行速度、
 Q_a : リンク a の日交通量、 C_a : リンク a の日交通容量、 λ_i : 一般道路利用経路の所要時間、 λ_i^e : 高速道路利用経路の所用時間、 C_i : 料金、 α : 時間価値、
A、B: パラメータ

4. 計算方法

本研究では、Frank-Wolf 法に Dial 法にを組み合わせた手法を用いた。転換率モデルを利用するために、 λ_i 、 λ_i^e には各繰り返しごとに各 OD 間で一般道路のみ利用の最短経路所要時間、高速道路を含む最短経路所要時間を用いた。また、OD 間距離 L は繰り返し回数 1 回目の一般道路のみの最短経路上の距離を用いた。また、時間価値は 69.43(円/分・台)、パラメータ μ と μ^e の関係を $\mu^e = 1.5\mu$ とし、高速道路利用経路の方が一般道路のみ利用した経路よりも経路選択のバラツキが少ないと仮定した。

5. 配分結果

配分結果として、平成 6 年度道路交通センサス及び平成 8 年度名古屋高速道路自動車起終点調査の実績値と比較した。リンク数は名古屋高速道路リンクが 87 本、一般道路リンクが 39 本の合計 116 本のリンクである。配分結果を表-2($\mu=200$ 、 $\mu^e=300$)に示し、図-1 にリンク交通量の散布図($\mu=200$ 、 $\mu^e=300$)を示した。表-2 に示したように全リンクにおいておおむね良好な再現性が得られた。図-1 より一般道路ではほぼ実績値に近い値であったが、名古屋高速道路リンクでは、全体に交通量が実績値を下回っていた。また、 μ に対する μ^e の比率の影響はあまり表れなかった。

6. まとめと今後の課題

本研究では、高速転換率を内性化した確率的利用者均衡配分モデルを都市圏ネットワークで実証し、 $\mu=200$ で確定的利用者均衡配分の近似解($\mu=\infty$)の時よりも高い精度が得られた。しかし μ 、 μ^e が比較的大きな値を取っており、経路選択のバラツキの影響が比較的小さいと考えられる。今後の課題として、パラメータ μ 、 μ^e と合理的推定方法と挙げられる。

最後に、本研究の実施において名古屋高速道路公社および名古屋高速道路協会、(株)日建設計よりデータ等多大な協力を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

【参考文献】1) 松井・長棟、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の実用化、中部支部

2) 松井・上田、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、京大記念シンポ講演集

3) 赤松・松本、需要変動を考慮した交通ネットワーク確率的利用者均衡モデルとその解法、土木学会論文集

4) 松井・片桐、料金抵抗を考慮した高速道路転換率モデルの開発と料金設定の影響分析への応用

表-1 リンクコスト関数のパラメータ

道路種別	t_0	A	B
都市間高速道路	0.76	0.51	3.3
都市内高速道路	0.87	0.4	2.8
幹線道路(多車線)	1.86	0.54	2.4
幹線道路(2車線)	1.74	0.4	3.1
準幹線道路(多車線)	2.2	0.4	2.2
準幹線道路(2車線)	1.87	0.45	2.4

表-2 配分結果

	全リンク	名古屋高速道路リンク	一般道路リンク
決定係数	0.734	0.568	0.812
RMS誤差	10355	9814	11849

