

車種別時間帯別確率的利用者均衡配分に関する実証的研究

株式会社ニュージェック 正会員 伊藤 慎兵
関西大学工学部 フェロー 河上 省吾

1. はじめに

これまでに多くの利用者均衡配分モデルが提案されてきたが、それらの多くは走行特性、経路選択基準や有料道路の料金制度などが異なる普通車と大型車を均一車種と考えているため、車種別の交通量や旅行時間を正確に予測することができない。また、交通流をできるだけ忠実に再現するためには、日交通量を対象とした静的配分ではなく、時々刻々あるいは特定の時間帯を対象とした動的・準動的な交通量配分モデルの開発が必要であろう。そこで、本研究では大型車を明示的に考慮した時間帯別確率的利用者均衡配分モデルを構築し、名古屋都市圏道路ネットワークへの適用を通じて、現況再現性や実用性などについて検証を行う。

2. 車種別時間帯別確率的利用者均衡配分モデル

車種別交通量配分と時間帯別交通量配分を統合した研究として、吉田・原田（2001）はリンクパフォーマンス関数のヤコビアンが対称である場合の多種流確率的均衡による時間帯別（準動的）均衡配分モデルをテストネットワークに適用している。ここで、ヤコビアンが対称となるためには大型車の乗用車換算係数が1である必要があるが、これは明らかに非現実的である。一方、乗用車換算係数が1でない場合、リンクパフォーマンス関数のヤコビアンは非対称となるため等価な数理最適化問題に帰着できない。そこで、本研究では、近似的解法アルゴリズムである射影法を用いることにより乗用車換算係数が任意の値をとる場合でも等価な数理最適化問題に置き換えることができる利用者均衡配分モデルを構築した。式（1）にその定式化を示す。

$$\begin{aligned} \text{Min. } Z(\mathbf{x}, \mathbf{g}_1, \dots, \mathbf{g}_m) \\ = \sum_{j=1}^m \sum_{a \in A} \int_0^{x_{j,a}^{(n)}} t_a(w) dw + \sum_{j=1}^m \frac{1}{q_j} \sum_r \left\{ \sum_u \left(\sum_t x_{j,tu}^{r(n)} \right) \ln \left(\sum_t x_{j,tu}^{r(n)} \right) - \sum_{tu} x_{j,tu}^{r(n)} \ln x_{j,tu}^{r(n)} \right\} - \sum_{j=1}^m \sum_{rs} \int_0^{q_j^{rs(n)}} \frac{2T_w}{Q_j^{rs(n)}} (q_j^{rs(n-1)} + Q_j^{rs(n)} - z) dz \end{aligned} \quad (1)$$

ここに、 $\hat{t}_a$ ：線形近似されたリンクパフォーマンス関数、 $x_{j,tu}^{r(n)}$ ：起点を r とする車種 j の n 時間帯におけるノード t から u へのリンク交通量、 $x_{j,tu}^{(n)}$ ：車種 j の n 時間帯におけるノード t から u へのリンク交通量、 $Q_j^{rs(n)}$ ：車種 j の n 時間帯におけるODペア rs 間の交通量、 T_w ：時間帯幅、 $q_j^{r(n-1)}$ ：車種 j の $n-1$ 時間帯におけるODペア rs 間の残留交通量、 $g_j^{rs(n)}$ ：車種 j の n 時間帯におけるODペア rs 間の修正OD交通量、である。

3. 車種別リンクパフォーマンス関数

大型車の乗用車換算係数が任意の値 γ である場合の車種別リンクパフォーマンス関数を式（2）のように定義した。比較検討のために乗用車換算係数が1と固定した場合の車種別リンクパフォーマンス関数を式（3）に示す。

$$t_{CQ}(\mathbf{x}) = t_{CQ0} \left(1.0 + a_{CQ} \left(\frac{x_C + g_C x_T}{C} \right)^{b_{CQ}} \right), \quad t_{TQ}(\mathbf{x}) = t_{TQ0} \left(1.0 + a_{TQ} \left(\frac{x_C + g_T x_T}{C} \right)^{b_{TQ}} \right) \quad (2)$$

$$t_{C1}(\mathbf{x}) = t_{C10} \left(1.0 + a_{C1} \left(\frac{x_C + x_T}{C} \right)^{b_{C1}} \right), \quad t_{T1}(\mathbf{x}) = t_{T10} \left(1.0 + a_{T1} \left(\frac{x_C + x_T}{C} \right)^{b_{T1}} \right) \quad (3)$$

ここに、 $t_j()$ ：車種 j のリンクパフォーマンス関数（分/km）、 x_j ：車種 j のリンク交通量（台）、 t_{j0} ：車種 j の自由走行時間（分/km）、 C ：時間可能交通容量（台/時間）、 a_j, b_j ：車種 j のパラメータ、 g_j ：車種 j の乗用車換算係数、 C ：普通車、 T ：大型車、である。

大型車のリンクパフォーマンス関数の推定には、大型車の旅行速度データが必要であるが、道路交通センサスデータからは得ることができない。そこで本研究では、以下の仮定のもと大型車の旅行速度データを作成した。

キーワード：時間帯別交通量配分、車種別リンクパフォーマンス関数、確率的利用者均衡配分

連絡先：〒564-8680 吹田市山手町 3-3-35 関西大学工学部土木工学科 Tel/Fax 06-6368-0964

（仮定Ⅰ）混雑時の大型車の旅行速度は、都市間・都市高速道路と沿道条件が山地部以外の2車線道路では普通車と等しく、その他は普通車の旅行速度から10%減少した旅行速度とする。

（仮定Ⅱ）自由走行速度は主に規制最高速度に影響されると考えられるため、大型車の規制最高速度を都市間・都市高速道路以外の道路では普通車の規制最高速度から20%減少した速度とする。

推定方法は八木・溝上（2000）と同様に最尤推定法により推定した。また自由走行時間は式（4）のように線形関数を仮定した。

$$t_0 = (k_0 : \text{定数項 (分/km)}) + k_1 \cdot (\text{信号交差点密度 (個所/km)}) + k_2 \cdot (60.0 / \text{規制最高速度 (分/km)}) \quad (4)$$

表1に大型車の乗用車換算係数を1と固定しない場合の普通車のリンクパフォーマンス関数の推定結果を示す。

表1 乗用車換算係数を1と固定しない場合の普通車のリンクパフォーマンス関数の推定結果（()内はt値）

道路種別	都市間高速	都市高速	2車線(平地)	2車線(山地)	4車線	6車線以上
サンプル数	219	342	7434	1124	2728	1129
α	0.363 (3.3)	0.464 (6.0)	0.359 (17.1)	0.306 (5.3)	0.651 (9.1)	0.955 (6.1)
β	3.320 (5.4)	2.955 (8.1)	1.651 (16.2)	1.532 (5.6)	1.106 (5.0)	1.152 (3.3)
γ	1.137 (2.4)	1.682 (4.2)	1.149 (4.2)	3.371 (3.9)	3.489 (4.6)	2.268 (2.5)
t_{C0}	k_0	0.518 (14.0)	0.819 (42.9)	0.108 (2.1)	0.381 (3.1)	0.542 (5.3)
	k_1	---	---	0.147 (25.7)	0.155 (11.2)	0.116 (15.5)
	k_2	0.208 (4.2)	---	1.027 (30.4)	0.792 (9.5)	0.731 (8.4)
分散	0.057 (20.9)	0.197 (26.2)	0.681 (121.9)	0.644 (47.4)	0.720 (73.9)	0.765 (47.5)

4. モデルの適用

配分対象地域は名古屋市を中心とした30km圏域であり、ネットワークはセントロイド数279、上下別リンク数4303、ノード数1304である。配分対象時間帯は5時から13時で、配分の時間帯幅は2時間である。

乗用車換算係数 γ のモデルによるそれぞれの時間帯における普通車の配分結果の散布図を図1に示す。また、それぞれの時間帯の相関係数を表2に示す。9-11、11-13時においては乗用車換算係数 γ のモデルの方が良い結果が得られた。大型車の配分結果はどちらのモデルも過小推定の傾向が見られた。この理由としては大型車のリンクパフォーマンス関数推定における仮定と大型車のOD交通量自体が過小であることが考えられる。

表2 各モデルの相関係数

時間帯	乗用車換算係数 γ のモデル		乗用車換算係数1のモデル	
	普通車	大型車	普通車	大型車
7-9時	0.12	0.53	0.12	0.53
9-11時	0.60	0.49	0.32	0.40
11-13時	0.54	0.40	0.32	0.38

5. おわりに

大型車の乗用車換算係数が γ のモデルの方が1と固定したモデルよりも良い結果が得られたことから、汎用性が高くかつ実現象をより精緻に説明可能なモデルが構築できたといえる。今後の課題としては、大型車の旅行速度の設定方法を再考するとともに適用事例を増やし、モデルの精度を向上させていく必要がある。

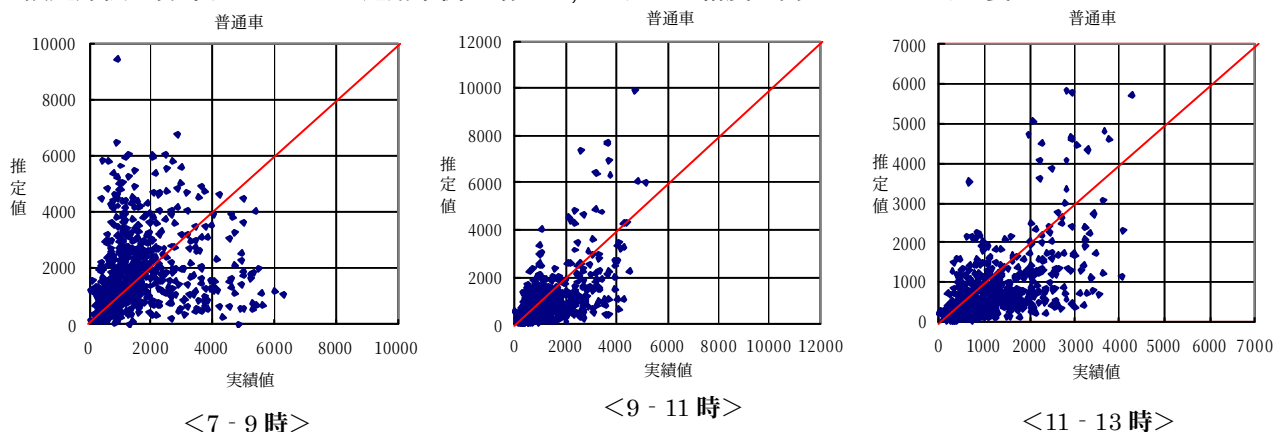


図1 普通車の配分結果の散布図

参考文献

吉田禎雄・原田昇（2001）：多種流確率均衡モデルによる準動的配分，土木計画学研究・論文集，Vol.24/講演番号318

八木勇司・溝上章志（2000）：時間帯別交通量配分に用いるリンクコスト関数の推定，土木学会第55回年次学術講演会，IV-364