

車種を考慮した確率的利用者均衡配分モデルに関する研究

中央復建コンサルタンツ 正会員 金森 亮
名古屋大学大学院 フェロー 河上 省吾

1 はじめに

利用者均衡配分モデルは交通量配分手法として主要な方法となりつつあり，その中でも理論的に実際の利用者行動により近い確率的利用者均衡配分モデルが特に注目されている．一方で，これまでに多くの実用的な利用者均衡配分モデルが提案されてきたが，それらの多くは異なる車種を乗用車台数に換算した均一車種として考えているため，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という問題がある．本研究では車種別リンクパフォーマンス関数を設定し，車種を考慮した確率的利用者均衡配分モデルを名古屋都市圏道路ネットワークに適用し，現況再現性や実用性などについて検証する．

2 車種別均衡配分モデル

河上・徐・広嶋（1991）は多車種が混合しているリンクを車種の数だけの単車種リンクに分解し，同一リンクを走る車種間の相互干渉を単車種のリンク間の相互干渉とみなし，リンク間に相互干渉のある単車種均衡配分モデルを修正することによってモデルを定式化している．リンク間に相互干渉がある（リンクパフォーマンス関数のヤコビアンが非対称である）場合，等価な数理最適化問題を構築することができないため変分不等式問題として表現される．また変分不等式問題の解が唯一となる十分条件は，リンクパフォーマンス関数のヤコビアンが正定値であればよいことが知られている．

3 車種別リンクパフォーマンス関数

本研究では普通車と大型車との車種別リンクパフォーマンス関数を式（1）のように定義した．

$$t_j(x_C, x_T) = t_{j0} \left[1.0 + \alpha_j \left(\left(\frac{x_C}{C_j} \right)^{\beta_j} + \gamma_j \left(\frac{x_T}{C_j} \right)^{\beta_j} \right) \right] \quad (1)$$

$t_j()$ は車種 j の単位旅行時間（分/km）， x_j は車種 j のリンク交通量（台）， t_{j0} は車種 j の自由走行時間（分/km）， C_j は車種 j の時間可能交通容量（台/時間）， α_j, β_j は車種 j のパラメータ， γ_j は車種 j の影響度パラメータ， C は普通車， T は大型車を示す．

本研究では，汎用性の高い関数を推定するために，旅行速度データとして平成9年度道路交通センサスデータを用いた．ただし渋滞領域にあると考えられるものや，その他異常値を示すデータは除いている．ここで，大型車の旅行速度データに関しては，センサスデータからは得られないため，本研究では以下のような仮定のもと大型車の旅行速度データを作成した．

（仮定）混雑時の大型車の旅行速度は，都市間・都市高速道路，自動車専用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，それ以外の道路で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）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，自動車専用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．

未知パラメータの推定は，八木・溝上（2000）と同様に，「単位時間内に走行する車両のリンク所要時間は確率変数であり，その分布は時間帯ごとに独立である」という仮定のもと，単位距離リンクをある時間帯に走行する車両の旅行時間は，平均値がリンクパフォーマンス関数となる母数を持つ正規確率分布に従うとして，最尤推定法により行った．また，自由走行時間については，式（2）のような線形関数を仮定した．

$$t_0 = (\gamma_0 : \text{定数項(分/km)}) + \gamma_1 (\text{信号交差点密度(個所/km)}) + \gamma_2 (60.0 / \text{規制最高速度(分/km)}) \quad (2)$$

キーワード：交通量配分，リンクパフォーマンス関数，変分不等式問題

連絡先：〒464-8603 名古屋市千種区不老町 名古屋大学大学院工学研究科地圏環境工学専攻 Tel052-789-4636 Fax052-789-3738

車種別リンクパフォーマンス関数の推定結果を以下の表 1, 2 に示す。

表 1 普通車のリンクパフォーマンス関数のパラメータ推定結果 () 内は t 値を示す)

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	251	342	7488	1124	2803	1154
α_C	0.614 (2.1)	0.601 (4.3)	0.357 (20.7)	0.352 (7.3)	0.494 (4.5)	0.739 (1.4)
β_C	4.217 (9.3)	2.417 (5.4)	1.803 (9.0)	1.458 (2.1)	1.196 (2.0)	1.322 (2.6)
γ_C	51.121 (4.1)	12.169 (2.5)	5.615 (5.1)	9.375 (3.6)	4.904 (5.9)	6.401 (4.8)
t_{C0}	γ_0	0.509 (15.8)	0.811 (37.4)	0.092 (1.8)	0.385 (3.1)	0.455 (4.2)
	γ_1	---	---	0.153 (26.2)	0.154 (10.9)	0.132 (17.4)
	γ_2	0.240 (5.3)	---	1.058 (30.5)	0.783 (9.4)	0.868 (9.8)
分散	0.058 (15.0)	0.200 (30.1)	0.696 (54.2)	0.645 (24.4)	0.749 (28.1)	0.795 (15.3)

表 2 大型車のリンクパフォーマンス関数のパラメータ推定結果 () 内は t 値を示す)

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	254	329	7488	1114	2792	1154
α_T	2.430 (1.1)	5.667 (2.4)	0.574 (2.0)	0.606 (1.9)	1.766 (2.0)	1.983 (2.0)
β_T	4.777 (9.3)	3.398 (8.5)	1.803 (9.0)	1.616 (2.6)	1.601 (5.6)	1.331 (2.8)
γ_T	0.010 (4.1)	0.010 (4.4)	0.178 (5.1)	0.065 (4.1)	0.101 (7.5)	0.154 (5.0)
t_{T0}	γ_0	0.548 (17.1)	0.818 (56.6)	0.092 (1.8)	0.475 (3.6)	0.566 (4.6)
	γ_1	---	---	0.153 (26.2)	0.178 (11.7)	0.150 (17.3)
	γ_2	0.201 (4.3)	---	0.847 (30.5)	0.684 (9.5)	0.782 (9.6)
分散	0.058 (14.8)	0.162 (27.3)	0.696 (54.2)	0.683 (24.7)	0.827 (20.9)	0.881 (10.5)

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．昼間 12 時間合計交通量の一般道路，高速道路，大型車混入率の配分結果の散布図を図 1 に示す．相関係数はそれぞれ 0.64，0.71，0.51 であり，比較的現況再現性が高いといえる．高速道路は普通車，大型車ともに良好な適合度が得られた．一般道路の普通車については比較的再現性が高いものの，大型車については 6 車線以上のリンクにおいて特に過小評価されている．

5 おわりに

本研究では道路交通センサデータを用いて車種別リンクパフォーマンス関数を推定し，それに基づいて車種を考慮した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に適用した．現況再現性をみると普通車は良い適合度が得られたものの，大型車は幹線志向性等の要因を十分反映することができていなかった．今後，大型車旅行速度データ作成時の仮定を精査した上でリンクパフォーマンス関数を改良するとともに，適用事例を増やしていく必要がある．

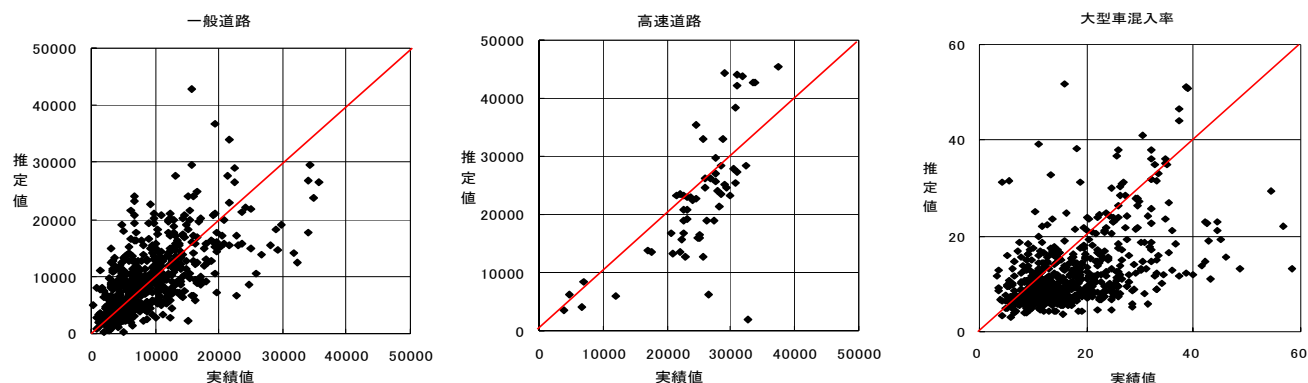


図 1 配分結果の散布図

参考文献

- 河上省吾・徐志敏・広島康裕 (1991): 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，pp.57～66．
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， -364．