

高速転換率内生型時間帯別均衡配分モデルの高速ネットワーク変化への適用性 Application of Extended Time-of-Day User Equilibrium Assignment Model including Expressway

雲林院康宏*・藤田素弘**・鈴置隆***

By Yasuhiro Ujii*, Motohiro Fujita** and Takashi Suzuki***

1. はじめに

近年、名古屋市を中心とする名古屋圏道路ネットワークでは、高速道路の建設が次々と進み、図1の矢印で示している、楠JCT - 小牧IC間(11号小牧線)が2001年、四谷 - 高針JCT間(2号東山線)及び大高名古屋南JCT間(3号大高線)が2003年にそれぞれ開通し、全国的な大動脈である東名・名神高速道路、東名阪自動車道、伊勢湾岸自動車道へのアクセスが可能となった。また、2004年には通行料金の改正(普通車では650円から750円、大型車では1300円から1500円)が行われ、短期間に高速ネットワークが大きく変わりつつある。¹⁾

このような高速ネットワークの変化に対しては、1日単位の交通計画以外にも、特定時間帯(例えばピーク時間帯)を対象とした時間帯別の交通計画の必要性が高くなって来る。その手法として、道路ネットワークが小規模である場合には、マイクロシミュレーション等のミクロ的な手法が実用的であるが、高速道路を含む大都市圏のように、道路ネットワークが大規模である場合には、時間帯別均衡配分等のマクロ的な手法がより実用的であることが知られている。

そこで本研究では、既往研究²⁾で開発されており、高速道路の交通量を良好な精度で推計可能である、高速転換率内生型時間帯別均衡配分モデルを用いて、現在の高速ネットワークが完成した2003年時点、及び通行料金が改正された2004年時点の名古屋圏道路ネットワークに適用していく。適用計算による再現性等の検証を通して、時間帯別均衡配分モデルの高速道路ネットワーク変化への適用性について考察していく。

キーワード：配分交通、交通網計画

* 正会員, 工博, 名古屋市役所

** 正会員, 工博, 名古屋工業大学大学院都市循環システム工学専攻, Tel&Fax 052-735-5492

*** 正会員, 工修, 東浦町役場



図1 名古屋圏の高速ネットワーク

2. 時間帯別均衡配分のための諸条件

(1) リンクコスト関数と高速道路の通行料金

リンクコスト関数は式(1)を用いる。料金を含まない一般道路リンクでは式(1)右辺第2項の料金項は除かれる。

$$t_a = t_{a0} \left\{ 1 + \alpha \left(\frac{x_a}{C_a} \right)^\beta \right\} + tc_a / \gamma \quad (1)$$

ここに、

t_a : リンク a の単位距離当たり所要時間

t_{a0} : リンク a の単位距離当たりの自由走行時間

x_a : リンク a の時間交通量

C_a : リンク a の時間交通容量 γ : 時間価値
 tc_a : リンク a の通行料金 α, β : パラメータ

パラメータ α, β は、文献3)において、道路交通センサスを推計用データとして設定したものをを用いる。時間価値は名古屋高速道路公社の調査より得られた65円/分を使用する。

高速道路の通行料金の負荷方法として、都市高速道路は均一料金制であるため、料金はオンランプリンクにのみ負荷する。都市間高速道路の料金は近似的に各リンク毎の料金に分解できるものとする。すなわち区間距離 x と料金 y の一次関数として回帰された式(2)、(3)を利用してリンクごとに設定する。またここでの料金は、大型車混入率と車種別料金で平均した料金である。

$$\text{東名名神高速道路} : y = 32.85x + 144.04 \quad (2)$$

$$\text{東名阪自動車道} : y = 30.22x + 140.78 \quad (3)$$



図2 名古屋圏道路ネットワーク

(2) 道路ネットワーク

適用計算の対象としている道路ネットワークは図2に示すような名古屋圏の実規模道路ネットワークであり、リンク数は上下を別扱いにすると約4300、ノード数は約1300で構成されている。配分計算に用いるOD交通量は「中京都市圏パーソントリップ調査」を一部補正して各種実測データ（高速利用台数や転換率用データ）に推計したものをを用いる。車種別の考慮はしておらず、セントロイド数が約300、1時間帯別のデータが24時間分（1日分）の合計約20万ペアをOD交通量データとして取り扱う。

(3) 時間帯別均衡配分モデル

適用計算に用いる時間帯別均衡配分モデルは、高速道路転換率モデルを内生化したものであり、式(4)、(5)のような数理最適化問題の均衡解に特性を利用して定式化されている。

$$\begin{aligned} \min Z = & \sum_a \int_0^{x_a^n} t_a(\omega) d\omega + \frac{1}{\theta} \sum_r \sum_s \{ Q_{rs}^{en} (\ln Q_{rs}^{en} / g_{rs}^n) \\ & + \psi_{rs} \} + \frac{1}{\theta} \sum_r \sum_s Q_{rs}^{an} \ln(Q_{rs}^{an} / g_{rs}^n) \\ & - \frac{1}{b} \sum_r \sum_s \int_0^{g_{rs}^n} \frac{2T}{G_{rs}^n} (q_{rs}^{n-1} + G_{rs}^n - z - \frac{G_{rs}^n}{2T} a) dz \end{aligned} \quad (4)$$

制約条件 :

$$\begin{aligned} \sum_k f_{rsk}^{en} - Q_{rs}^{en} &= 0 & \forall n, r, s \\ \sum_k f_{rsk}^{an} - Q_{rs}^{an} &= 0 & \forall n, r, s \\ x_a^n &= \sum_{k \in K} \sum_{rs \in \Omega} (\delta_{ak}^{enrs} f_{rsk}^{en} + \delta_{ak}^{anrs} f_{rsk}^{an}) & \forall n, a \\ g_{rs}^n - Q_{rs}^{en} - Q_{rs}^{an} &= 0 & \forall n, r, s \\ f_{rsk}^{en} \geq 0, f_{rsk}^{an} \geq 0, x_a^n \geq 0, Q_{rs}^{en} \geq 0, Q_{rs}^{an} \geq 0, g_{rs}^n \geq 0 \end{aligned} \quad (5)$$

ここで、 n 時間帯において

x_a^n : リンク a の時間交通量

$t_a(\cdot)$: リンク a のリンクコスト関数

g_{rs}^n : OD ペア rs 間での残留交通量修正後 OD 交通量

Q_{rs}^{en} : g_{rs}^n に対する高速利用 OD 交通量

Q_{rs}^{an} : g_{rs}^n に対する一般道利用 OD 交通量

θ_{rs}, ψ_{rs} : 高速道路転換率モデルのパラメータ(定数)

q_{rs}^{n-1} : 前時間帯の OD ペア rs 間での残留交通量(定数)

G_{rs}^n : OD ペア rs 間での OD 交通量(定数)

a, b : 平均所要時間パラメータ(定数)

f_{rsk}^{en} : Q_{rs}^{en} に対する経路 k の経路交通量

f_{rsk}^{an} : Q_{rs}^{an} に対する経路 k の経路交通量

δ_{ak}^{enrs} : (1: リンク a が高速道路を含む経路 k に含まれるとき, 0: そうでないとき)

δ_{ak}^{anrs} : (1: リンク a が一般道路のみの経路 k に含まれるとき, 0: そうでないとき)

3. 実規模道路ネットワークへの適用

(1) 2003年時点の道路ネットワークへの適用

2章(2)のOD交通量は、その所要時間の60分を超えるトリップが多く存在する。よって時間帯別配分の残留交通量の修正が適切に行えるように時間帯幅を120分とする。配分計算は開始時刻を午前5時として順次配分した。適合度比較では、時間帯幅60分の各配分リンク交通量を2時間帯で合計し、2時間交通量として、時間帯幅120分とした場合の配分交通量と比較する。実測交通量は、名古屋高速道路公社にて、2003年10月に毎日24時間計測された高速道路のオン・オフランプ(32箇所)の内、平日のデータを抽出し、平均化したものである。

図3では、現在の高速道路ネットワークが完成した2003年時点における適用計算の結果を示している。その結果、合計値の実測値32,388(台/2h)に対し推計値28,919(台/2h)、決定係数0.50(相関係数0.70)であり、比較的精度良く実測交通量を再現しているといえる。やや過少推計している理由として、高速道路の通行料金の設定が考えられる。本事例では、大型車混入率を考慮してはいるが、回数券などの割引利用者を考慮していないため、実際よりも通行料金の負荷が大きくなっている。今後、これらのデータを収集し通行料金に反映することで、更なる推計精度の向上が図られると考えられる。

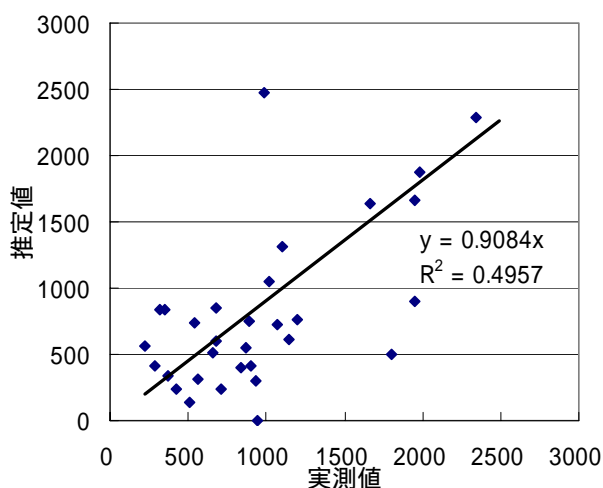


図3 2003年時点における適用計算の結果

(2) 2004年時点の道路ネットワークへの適用

図4では、通行料金が改正された2004年時点における適用計算の結果を示している。実測交通量は、

古屋高速道路公社にて、2004年10月に毎日24時間計測された高速道路のオン・オフランプ(32箇所)の内、平日のデータを抽出し、平均化したものである。

その結果、合計値の実測値31,010(台/2h)に対し推計値25,704(台/2h)、決定係数0.51(相関係数0.72)であり、比較的精度良く実測交通量を再現しているといえる。

2003年時点と比較し、実測値は1,000台ほど減少しているが、推計値は3,000台ほど減少しており、減少率が異なる。これは、料金改正により高速道路利用者が減少することを表しているが、適用計算では実際の挙動よりこの効果が大きく出たと考えられ、本章(1)と同様に通行料金の設定を再考することで、更なる推計精度の向上が図られると考えられる。

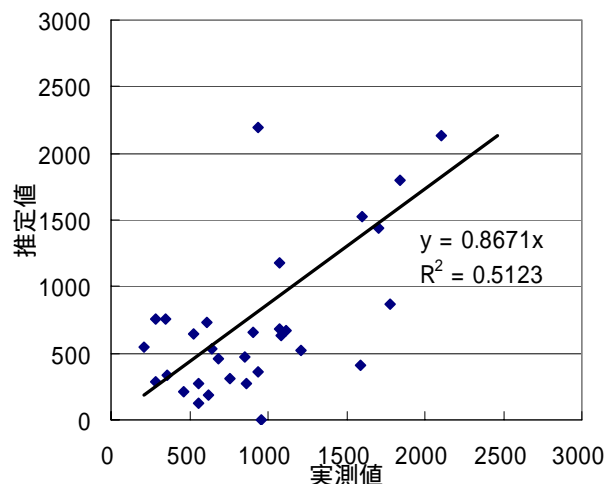


図4 2004年時点における適用計算の結果

4. 通行料金改正前後の感度分析

今後、高速道路ネットワークの整備が進捗していくにつれて、新規路線の開通や通行料金の改正が図られていくと考えられる。そこで、1つの事例として、3章で示した通行料金改正前の2003年時点、及び通行料金改正後である2004年時点の適用計算の結果を用いて、通行料金改正における時間帯別均衡配分の適用性について考察する。表1では、図1の1号楠線、3号大高線、5号万場線、11号小牧線及び都心環状線において、通行料金改正によるリンク交通量の減少率について、その実測値及び推計値の結果を示している。

5路線の中で、小牧線、万場線、大高線、環状線

の4路線においては、料金改正によるリンク交通量の減少率が、比較的良好な精度で推計されている。しかし、楠線においては、路線延長が短く、構成されるリンク数が少ないことから、リンク1本あたりの誤差が結果に大きく影響を及ぼしたと考えられる。

表1 通行料金改正前後のリンク交通量の減少率

	実測値		推定値	
	上り	下り	上り	下り
11号小牧	6.70%	7.25%	7.78%	4.10%
1号楠線	4.76%	8.38%	22.05%	9.98%
5号万場線	5.20%	5.29%	8.09%	5.61%
3号大高線	7.85%	4.01%	6.61%	7.35%
都心環状線	7.18%		8.33%	

5. まとめ

本論文では、高速転換率内生型時間帯別均衡配分モデルを用いて、現在の高速道路ネットワークが完成した2003年時点、及び通行料金が改正された2004年時点の名古屋圏道路ネットワークにそれぞれ適用した。

適用計算の結果を実測交通量と比較したところ、比較的良好な精度で推計可能であることが分かった。また、料金改正前後の交通量について実測値と推定値の感度分析を行ったところ、比較的良好な精度で推計可能であることが分かり、高速ネットワーク変化に対して、時間帯別均衡配分モデルの適用性を示すことができた。

今後の課題として、さらなる精度の向上を図るためには、通行料金の設定の再考や、信頼性を高めるために、他の都市圏でも本モデルを適用して実測再現性の検証を行う必要がある。

最後に、実測交通量のデータの入手等では名古屋高速道路公社、名古屋高速道路協会より多大な協力を得ました。ここに感謝の意を表します。

- 1) 中京都市圏総合都市交通計画協議会：第4回中京都市圏パーソントリップ調査「人の動きからみる中京都市圏のいま」、2003.
- 2) 藤田素弘，雲林院康宏，松井寛：高速道路を考慮した時間帯別均衡配分モデルの拡張に関する研究，土木計画学研究・論文集，PP563-572，2001.
- 3) 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
- 4) 財団法人 名古屋高速道路協会：平成 13 年度第 10 回名古屋高速道路自動車起終点調査報告書，2002.