

時間帯別均衡配分における 高速転換率モデルに関する研究

水谷 和真¹・藤田 素弘²・原田 祐一³

1 学生会員 名古屋工業大学大学院 博士前期課程学生 (〒466-8555 愛知県名古屋市中区昭和区御器所町)

E-mail: cke13567@stn.nitech.ac.jp

2 正会員 名古屋工業大学大学院教授 工学研究科 (〒466-8555 愛知県名古屋市中区昭和区御器所町)

E-mail: fujita.motohiro@nitech.ac.jp

3 名古屋高速道路公社 (〒462-0844 愛知県名古屋市中区清水四丁目 17-30)

E-mail: Yuuichi.Harada@nagoya-expressway.or.jp

本研究では、時間帯別高速転換率を生内化した交通均衡配分モデルを実ネットワークに適用し、それら各データの特性の分析を行った。その結果、転換率パラメータの影響によると思われる朝ピーク時の過大推計、深夜時間帯の過小推計が見られた。そこでそれらを改善するための手法として、高速転換率式パラメータの推定手法を提案し検討を行った。また、推定した転換率式パラメータを用いて配分計算を行い、平成 22 年における交通量の再現性向上を図った。その結果、初期転換率と比較して深夜時間帯の過小推計が改善され、精度は向上した。

Key Words : user equilibrium assignment, Network flow, traffic distribution, motorway

1. はじめに

現在、愛知県の自動車保有台数は全国 1 位という状況にある。そのため、交通手段における自動車依存度が非常に高く、交通量の増加に伴う渋滞問題があらゆる地域で発生している。このような渋滞問題を解消するためには効率的かつ説明力の高い交通量予測手法の開発が必要である。

また、高速道路を含んだ道路ネットワークにおいて配分交通量を推定する際には、一般道路と高速道路の分担をそれぞれ適切に推定することが必要となる。そこで本研究では、高速道路利用の需要推定を行うことができる高速転換率内生型利用者均衡配分モデルについて、精度の向上を目的とし、高速転換率モデルについて比較分析を行い、転換率式中のパラメータ推定および適用性評価を行う。

ロジットモデルとして表される。

$$q_{rs}^2 = Q_{rs} \cdot \frac{1}{\exp\{-\theta_{rs} \cdot (C_{rs}^1 - C_{rs}^2) + \Psi_{rs}\} + 1} \quad (1)$$

ここで、

Q_{rs} : OD ペアrs間の全交通量

C_{rs}^m : OD ペアrs間のモードmの最小コスト

θ_{rs}, Ψ_{rs} : パラメータ

また、式中のパラメータ θ_{rs}, Ψ_{rs} の設定として、高速転換率は距離によって変化することが過去の研究より知られているため θ_{rs}, Ψ_{rs} を OD 間距離 L の関数として以下のように表す。

$$\theta_{rs}(L_{rs}) = a \cdot L^b \quad (2)$$

$$\Psi_{rs}(L_{rs}) = c \cdot \ln(L) + d \quad (3)$$

ここで、

L_{rs} : OD ペアrs間の距離

a, b, c, d : パラメータ

2. 転換率モデルの概要

高速転換率内生型利用者均衡配分では、一般道路のみの利用経路と高速道路利用経路をべつのモードとみなして、高速道路利用の交通量は高速転換率モデルで推定を行う。

OD ペアrs間のモードmを、 $m = 1$ は一般道路のみの利用、 $m = 2$ を高速道路利用とすると、 $m = 2$ (高速道路利用者) の OD ペアrs間の交通量は、次式の

3. 中京都市圏実ネットワークへの適用

(1) 使用データ

取り扱うモデルは、時間帯別自動車 OD 交通量(台

数)を既知とする需要固定モデルで、BPR 関数型のリンクパフォーマンス関数を使用したものである。

道路ネットワークデータは、中京 PT のネットワークを基に、平成 22 年道路交通センサス調査までに新設された道路を加えたものを使用する。ゾーン数 482 ゾーン、リンク数 6683、ノード数 4468 から構成される。ネットワーク全体図を図-1 に示す。



図-1 道路ネットワーク全体図

道路特性データは、中京 PT の現況（平成 13 年）と将来（平成 27 年）の BPR コード表に基づき、ネットワークに合致するよう調整したものを使用する。

料金時間換算パラメータ（時間価値）は、現在の配分計算には費用便益分析マニュアル（H20/11）の車種別時間価値の算出方法に準拠し、H17 センサスの東海 3 県走行台キロで加重平均した「48.1 円/分」（中京値）に、今回は消費税（5%）を加算した「50.5 円/分」を用いている。しかし、今回推定を行う転換率パラメータを用いた配分計算には、上記の時間価値に加えて松井・藤田らの論文⁶⁾に使用されている平成 8 年に行われた第 7 回名古屋高速道路自動車起終点調査より得られた「65 円/分」の 2 種類を用いる。

初期転換率パラメータには平成 23 年の最新の名古屋高速利用者台数データを基に補正を行ったもの（表-1）が使用されている。都市圏域外に関わる移動の場合の θ_{rs} 、 ψ_{rs} を定数と想定し、都市圏内々の移動とそれ以外の 2 種類の転換率式を設定する。時間帯別均衡配分には 24 時間一律で同じ転換率式が使用されている。

表-1 転換率パラメータ初期値

	$\theta : a$	$\theta : b$	$\psi : c$	$\psi : d$
都市圏内々	0.231	-0.356	-1.55	5.984
域外関連	0.048	0	0	2.876

本研究では、日 OD 交通量に平成 22 年道路交通センサス調査データを使用する。車種は乗用車、普通貨物の 2 種類があり、OD 台数は車種ごとにそれぞれ集計されている。時間帯別 OD 交通量についても、平成 22 年道路交通センサス調査データを使用する。

(2) 時間帯別均衡配分と精度検証

これまでに使用されていた転換率式パラメータ（表-1）を配分計算に使用して精度の検証を行ったところ、朝のピーク時間帯のリンク交通量がやや過大推計となっており、その他の時間帯、特に夜 23 時から早朝の 4 時頃にかけて過小推計が見られた。また、深夜時間帯の高速道路が過小推計になる原因として、高速転換率が適切でないことが考えられる。

4. 転換率パラメータの推定

(1) 推定に使用するデータ

本研究では新たな転換率モデルのパラメータを推定するにあたって、平成 21 年 6 月に行われた第 13 回名古屋高速道路自動車起終点調査の結果から、配分計算に使用している道路ネットワークに該当する部分をさまざまな手法で使用する。また、配分計算に使用する高速転換率パラメータは都市圏内々、域外と別のパラメータを設定できるが、本研究では都市圏内々のネットワークにおけるパラメータのみを推定する。

(2) 推定方法

転換率式中のパラメータ a, b, c, d を推定するにあたって最小二乗法の非線形回帰分析を用いた。また、分析を行う際、第 13 回名古屋高速道路自動車起終点調査における『高速利用の有無』の結果をそのままの状態で使用する非集計分析と、結果を各距離帯別、各所要時間別に集計したものを推定に使用する集計分析の 2 通りで行っている。転換率パラメータの推定を行う際に使用する初期値は平成 23 年の最新の名古屋高速利用者台数データを基に補正を行ったもの（表-1）とする。

5. 時間帯別均衡配分における転換率パラメータの推定

(1) 時間帯の設定

時間帯別の転換率パラメータを推定する際に、第 13 回名古屋高速道路自動車起終点調査の結果から『出発時刻』のデータを利用するが、時間帯の区切り方として以下の方法とした。

- 朝ピーク時間帯の 7～9 時
- 昼間時間帯の 9～17 時
- 帰宅時間帯の 17～20 時
- 深夜時間帯を含む 20～朝 7 時

(2) 非集計型モデル

本研究で推定を行った非集計型モデルの時間帯別転換率パラメータは、第 13 回名古屋高速道路自動車起終点調査の『出発時刻』の項目を時間帯の区切り

ごとにデータを分配してから転換率パラメータの推定を行ったものである。非集計型モデルの各設定時間帯の転換率パラメータの推定結果を表-2に示す。

表-2 非集計分析による各時間帯別転換率パラメータ

	$\theta : a$	$\theta : b$	$\Psi : c$	$\Psi : d$	データ数
7~8時	0.868	-0.575	-1.435	6.840	6008
9~16時	0.877	-0.615	-0.871	4.608	13753
17~19時	0.456	-0.441	-1.335	6.805	6068
20~6時	0.172	-0.173	-1.403	7.252	1774

(3) 集計型モデル

本研究における集計型モデルとは、第13回名古屋高速道路自動車起終点調査の結果を距離帯や各所要時間帯、時間帯ごとに条件付きの集計を行い、集計後のデータを転換率パラメータの推定に用いたモデルである。

本研究で推定を行った集計型モデルの時間帯別転換率パラメータは5パターンあるが、これは大きく2種類に分類することができる。1つ目は、時間帯の条件を加え集計を行った後のデータを設定時間帯別に転換率パラメータの推定を行うものである。そのため、配分計算には設定時間帯ごとの4つの転換率パラメータを使用する。2つ目は、集計後のデータをすべて同時に転換率パラメータの推定に用いるものである。そのため、配分計算には24時間一律で1つの転換率パラメータを使用する。

また、集計後の『高速利用の有無』の項目を高速転換率に見立てた場合の数値と推定を行う際の初期値による転換率モデルの数値の散布図を図-2に示す。

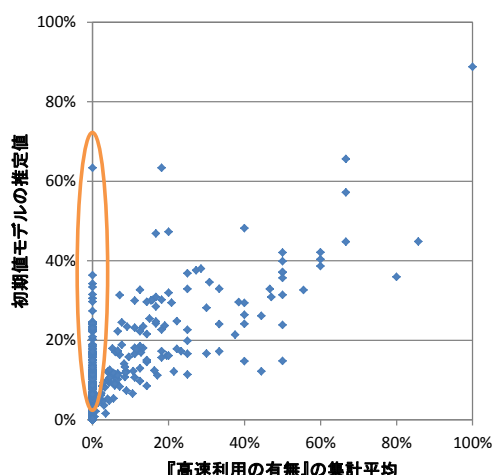


図-2 『高速利用の有無』の集計平均と初期値モデルの推定値の関係

図-2を見ると、『高速利用の有無』の集計平均が0の点で、初期値モデルでは高速利用があると推定し

てしまっているデータが多数あることがわかる。これは、集計前のアンケートデータの中の高速道路利用のデータが少なく、『高速利用の有無』の集計平均が0となるデータが多くなってしまうためだと考えられる。また、初期値の高速転換率モデルが高速道路を利用するはずのないデータを、利用する確率があると推定してしまうという点も原因として考えられる。そのために、時間帯集計を加えた転換率パラメータの推定では『高速利用の有無』の集計平均が0の点で推定値が5%以上または0.5%以上となるデータを除外して推定を行う。

今回は、上記のような方法で推定を行った時間帯別の転換率パラメータの中で最も精度が良好な結果となったモデルについて表-3に示す。

表-3 集計分析による各時間帯別転換率パラメータ

	$\theta : a$	$\theta : b$	$\Psi : c$	$\Psi : d$	データ数
都市圏内々	0.344	-0.340	-1.365	5.855	440

6. 配分計算と精度検証

初期転換率と、各モデルを使用して配分計算を行い、精度検証を行った朝ピーク時間帯の結果を表-4、深夜時間帯の結果を表-5、RMS誤差の時間帯別推移比較を図-3、合計RMS誤差の比較を図-4、深夜時間帯の散布図として26時の散布図比較を図-5に示す。

表-4 各転換率パラメータ別精度検証結果（朝時間帯）

普通車	7時	8時	9時	合計
初期転換率	906.34	527.19	395.84	1829.38
非集計	836.25	553.10	415.77	1805.13
集計	930.06	515.22	379.70	1824.98
大型車	7時	8時	9時	合計
初期転換率	159.41	261.61	257.18	678.20
非集計	159.34	252.50	256.45	668.29
集計	172.09	277.60	267.98	717.68

表-5 各転換率パラメータ別精度検証結果（深夜時間帯）

普通車	24時	25時	26時	合計
初期転換率	133.00	94.74	69.10	296.85
非集計	138.35	97.38	67.41	303.13
集計	134.18	94.90	64.37	293.45
大型車	24時	25時	26時	合計
初期転換率	244.82	226.34	229.87	701.03
非集計	179.63	169.12	161.27	510.02
集計	178.26	168.22	159.54	506.01

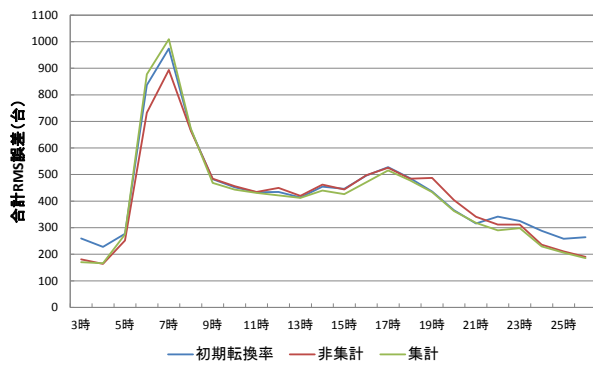


図-3 各ケースの時間帯別 RMS 誤差推移

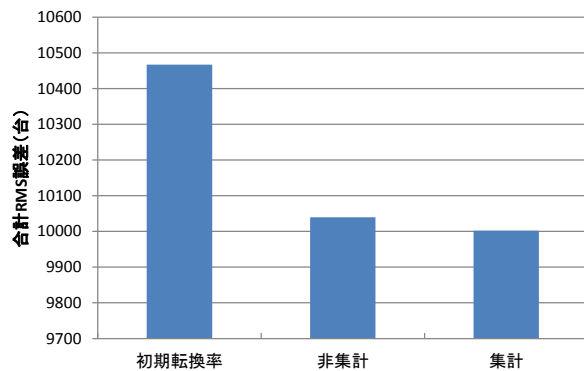


図-4 各ケースの合計 RMS 誤差比較

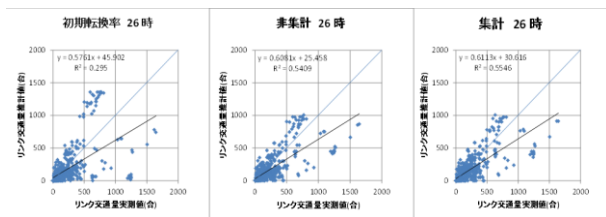


図-5 26 時の散布図比較

これらの結果から、初期転換率で問題となっていた夜 22 時から早朝 4 時にかけての過小推計は非集計型モデル、集計型モデル共に大きく改善され、散布図のばらつきも小さくなっている。また、全体の精度も向上した。一方、もう一つの問題であった朝ピーク時間帯の過大推計は、非集計型モデルで散布図

のばらつきは小さくなり若干の精度向上が見られたが、集計型モデルでは精度が悪化してしまい今後も改善が必要であることがわかった。全時間帯の合計 RMS 計誤差で比較すると集計型モデルの転換率パラメータが最も良いことがわかった。ただし、初期転換率と今回のモデルでは時間価値が異なることに注意が必要である。

7. まとめ

本研究では、平成 22 年道路交通センサス調査による日 OD 交通量や平成 21 年に行われた第 13 回名古屋高速道路自動車起終点調査によるアンケート結果を用いて、均衡配分における転換率パラメータの推定およびその方法を提案した。また、推定を行った転換率パラメータを用いて配分計算を行い、平成 22 年における交通量の再現性向上を図った。その結果、深夜時間帯の過小推計が大きく改善された。また、全体の誤差も減少し精度は向上した。一方で、もう一つの課題であった朝ピーク時間帯の過大推計は、非集計型モデルで若干の改善が見られたが、深夜時間帯ほどの精度向上は見られなかった。今後は第 13 回名古屋高速道路自動車起終点調査の結果がパラメータの推定に与える影響を考えると共に、時間帯の設定方法やモデルの構造を検証する必要があると考える。

参考文献

- 1) 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, No653/IV-48, pp.85-94, 2000
- 2) 荒巻景介, 山田貴久, 加藤昌樹, 井上紳一, 高橋勝美, 稲原宏:名古屋高速道路における高速転換率内生化利用者均衡配分モデルの適用検討, 土木計画学研究・講演集, No.40(CD-ROM), 2009
- 3) 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—, 1998.
- 4) 土木学会:道路交通需要予測の理論と適用 第 I 編 利用者均衡配分の適用に向けて, 社団法人 土木学会 (2003)

(2014. ? ? 受付)

Study of Expressway Conversion Ratio Model in Time-of-Day User Equilibrium Assignment

Kazuma MIZUTANI, Motohiro FUJITA and Yuuichi HARADA

We have proposed a time-of-day user equilibrium assignment model for an urban road network including expressways. In this paper, we examine the method that accurately estimates parameters of expressway diversion model. We calculate the new parameters by using several aggregation methods for interview survey data and improve the practical reproducibility. As a result, underestimation of midnight is improved. These new models are applied to the urban road network and the results showed good accuracy and practicability.