

# ETC2.0を活用した首都圏3環状道路 ネットワーク整備による自動車走行経路・流動 の把握と予測

葛木 智之<sup>1</sup>・松實 崇博<sup>2</sup>・森山 祥文<sup>3</sup>・田中 啓介<sup>4</sup>・福田 大輔<sup>5</sup>

<sup>1</sup>非会員 国土交通省関東地方整備局（〒330-9724 埼玉県さいたま市中央区新都心2-1）  
E-mail: tsutaki-t8310@mlit.go.jp

<sup>2</sup>非会員 国土交通省関東地方整備局（〒330-9724 埼玉県さいたま市中央区新都心2-1）

<sup>3</sup>非会員 国土交通省関東地方整備局（〒330-9724 埼玉県さいたま市中央区新都心2-1）

<sup>4</sup>非会員 一般財団法人 計量計画研究所（〒162-0845 東京都新宿区市谷本村町2番9号）  
E-mail: ktnaka@ibs.or.jp

<sup>5</sup>正会員 東京工業大学准教授 環境・社会理工学院（〒152-8552 東京都目黒区大岡山2-12-1-M1-11）  
E-mail: fukuda@plan.cv.titech.ac.jp

首都圏3環状道路ネットワークを構成する一つである圏央道は、平成19年6月に初めて放射方向の高速道路である中央道と関越道間を接続した。以降、順次開通により、着々と高速道路と接続し、平成29年2月の境古河IC～つくば中央IC間の開通で、東名高速から東関東道までが都心を経由しないルートで結ばれた。本研究では、3環状道路ネットワークによる高速道路利用者の経路選択状況を、ETC2.0データ等より得られる交通流動情報を利用して包括的に把握すると共に、今後ネットワークが完成に向かうにあたって首都圏内における交通流動がどう変わりうるかについて分析するべく、ETC2.0データ等を用いて構築された経路選択モデルの適用結果を紹介する。

**Key Words** :ETC2.0 data,Route choice logit model, ringroad construction project,

## 1. はじめに

首都圏3環状道路（首都圏3環状）とは、東京都心を囲む首都高速中央環状線（中央環状）、東京外かく環状道路（外環道）、首都圏中央連絡自動車道（圏央道）の3路線からなる環状道路である。

首都圏3環状道路は、既に都心と各地方とを結んでいる放射方向の高速道路である東名高速、中央道、関越道、東北道、常磐道、東関東道などと接続することで、都心に用いないクルマを分散させ、それに伴う渋滞解消等を図る重要な路線である。

平成29年2月26日には、圏央道の茨城区間が新たに開通し、首都圏3環状道路の整備率は約79%となっている。この圏央道の茨城区間の開通により、並行する外環道や首都高の交通量が減少、外環道や首都高の平均旅行速度の上昇が高速トラカンのデータからも確認されている。

また、平成27年10月31日の圏央道（桶川北本IC～白岡菖蒲IC）の開通時には、開通した区間の周辺を発

着とする交通だけではなく、遠方で発着し開通した区間を通行する車両の経路も変化していることがETCログデータやETC2.0の経路情報からも確認されており、高速道路が密にネットワーク化されたことにより、一区間の影響が首都圏の高速道路全体の経路選択に大きく波及していることも確認されている。

したがって、現在計画されている外環道区間の整備等により、これまで以上に広い範囲における交通流動、特に、経路選択のパターンに影響することが予想される。

本研究では、首都圏における9放射道路間を相互に移動する自動車交通における首都圏3環状の経路分担率の把握を行う。また首都圏の放射状道路間の交通において、圏央道整備に伴って都心経由を選ぶのか圏央道経由を選ぶのかを記述する経路選択モデルをETC2.0プローブデータを用いて構築する。これにより、圏央道開通に伴う実際の経路変化の現況再現性について、圏央道（桶川北本IC～白岡菖蒲IC）（平成27年10月31日に開通）と圏央道（境古河IC～つくば中央IC）（平成29年2月26日に開通）を対象に検証する。

以上を通じて、将来整備される首都圏3環状の分担率の予測への適用可能性や、日々蓄積されるETC2.0データを活用した時間帯別・車種別の経路選択の予測精度の向上の可能性についての検証を行うものである。

## 2. ETCログデータを用いた分担率(実測値)の把握

### (1) 利用データ

9放射道路間を移動する際の首都圏3環状の経路分担率の集計をするためにETCログデータを利用する。

このETCログデータに記録情報のうち、首都高ETCログデータに記録されている車両を都心経由とみなすこととする。また、外環道均一料金適応のためのゲートの通過が記録されている車両を外環道経由とみなすこととする。さらに、特定のサービスエリア(SA)の存在する区間の通過情報やインターチェンジ(IC)間の経路別の所要時間より圏央道利用が見込まれる車両を圏央道経由とみなしたうえで、経路分担率の集計を行った。

### (2) 経路分担率

東名高速—東北道間の経路分担率を圏央道(桶川北本IC~白岡菫蒲IC)の開通前(平成27年4月-10月)と開通後(平成28年4月-10月)を利用し、集計を行った。

圏央道(桶川北本IC~白岡菫蒲IC)の開通により、圏央道の分担率が大きく増加している。(表1)

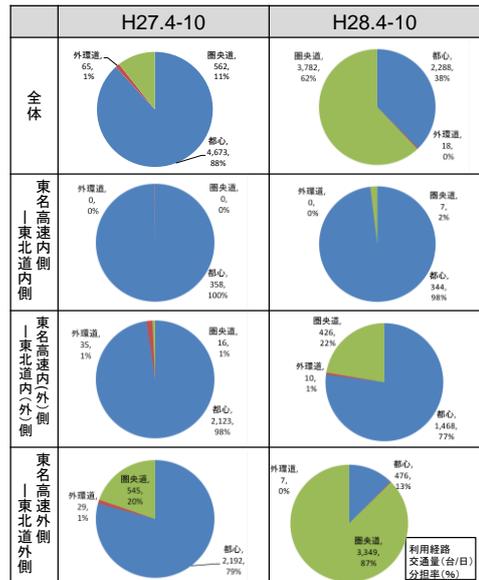
また、より詳細に経路分担率を把握するために東名高速の各IC—東北道間の経路分担率の集計も行った。

圏央道(桶川北本IC~白岡菫蒲IC)の開通により、圏央道の分担率が大きく増加している。(表2)



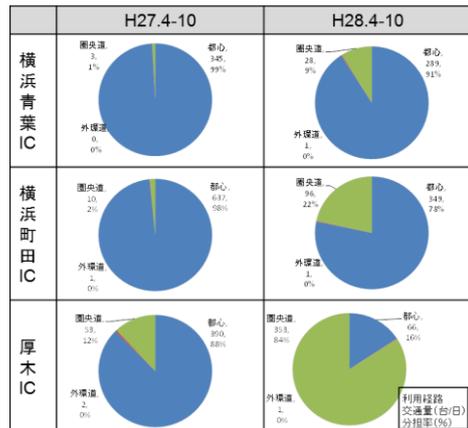
図1 分担率(実測値)の対象エリア

表1 東名高速—東北道(エリア間別)の経路分担率



※内側：東名高速，東北道の圏央道より内側のIC  
外側：東名高速，東北道の圏央道より外側のIC

表2 東名高速—東北道(IC間別)の経路分担率



## 3. 経路選択モデルの構築

### (1) モデルの設定

東北道のICから関越道のICなどの首都圏の放射状道路間の交通における、圏央道・外環道・首都高の環状道路の経路選択モデルを構築する。

経路選択モデルは一般に「経路選択肢集合を明示的にする方法」と「経路選択肢集合を明示的にしない方法」がある。本研究における経路選択肢は、圏央道、外環道、首都高などに限定されるため、前者の「経路選択肢集合を明示的にする方法」(いわゆる離散選択モデルによる方法)を用いる。具体的には、今回の分析対象における経路集合を交通量の多い首都高経由と圏央道経由の2つの経路に限定して経路選択モデルを構築する。なお、経

路に未開通区間がある場合は、連続走行である場合に限り一般道を含めた経路も対象とする。（例：東名高速—圏央道—一般道（圏央道未開通区間）—圏央道—常磐道）  
経路選択モデルで分析対象とする放射道路間の OD ペアは、外環道よりも外側の IC 間を移動する経路を含むようなものとする。（図 2）

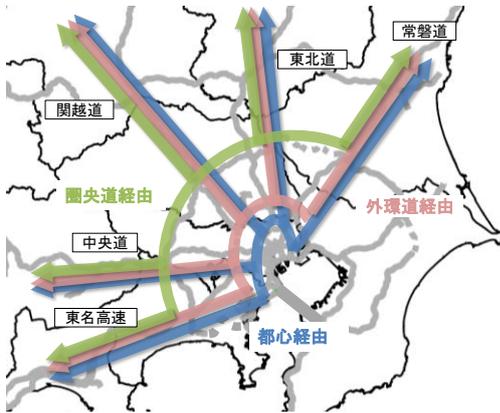


図 2 経路選択モデルで対象とする OD ペア範囲

(2) モデルの枠組み

経路の選択要因について、ロジットモデルではより高い効用の経路の選択確率が大きくなり、それを OD 交通量に乗じることで各経路交通量が求まる。経路  $r$  の効用関数  $V$  は下式で定義する。

$$V_{ij}^r = a \times time_{ij}^r + b \times dist_{ij}^r + c \times price_{ij}^r + d$$

$$Q_{ij}^r = \frac{\exp(V_{ij}^r)}{\sum_r \exp(V_{ij}^r)} \times Q_{ij}$$

ここで、 $r$  : 経路 ( $r=1$ :首都高経由,  $r=2$ :圏央道経由),  $i$  : 発 IC,  $j$  : 着 IC,  $V_{ij}^r$  : IC ペア  $ij$  交通の経路  $r$  の効用水準,  $time_{ij}^r$  : IC ペア  $ij$  間の経路  $r$  の所要時間,  $dist_{ij}^r$  : IC ペア  $ij$  間の経路  $r$  の距離,  $price_{ij}^r$  : IC ペア  $ij$  間の経路  $r$  の高速道路料金.  $a, b, c, d$  : パラメータ,  $Q_{ij}$  : IC ペア  $ij$  交通量,  $Q_{ij}^r$  : IC ペア  $ij$  の経路  $r$  の交通量.  $alc$  : 時間価値. また、時間帯別に経路選択モデルを構築することにより、交通状況別（昼間・夜間時間帯別）に時間価値に違いが生ずるか考察できる。

(3) 利用データ

モデル推計に必要な走行経路、走行時刻、所要時間の LOS（交通サービス水準）データは、車両一台一台の発着地、走行経路、走行時刻等の走行履歴が収録されている ETC2.0 の経路情報を利用する。しかし、ETC2.0 等のプローブデータには乗降 IC の情報が無いため、そのままでは LOS を作成することはできない。従って、以下

の方法で乗降 IC の判定を行った。

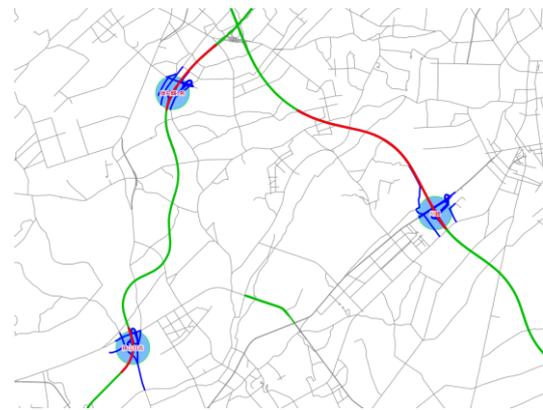


図 3 ETC2.0 乗降 IC 判定

- ① 各 IC を中心とする半径 500m（首都高 IC では半径 200m）のバッファを生成
- ② バッファと交差する DRM リンクを抽出
- ③ 抽出した DRM リンクを高速道路と一般道に分類
- ④ IC 毎に高速道路リンクと一般道路リンクを 5 分以内に通過した車両を IC・SIC で乗降した車両として判定。この時一般道から高速に通過したものを乗車、高速から一般道に通過したものを降車と判定する。（図 3）

さらに、乗車降車の組み合わせが正しいものを IC 間 OD ペアとして判定を行い、すべての判定を満たすデータを利用した。（表 3）

表 3 ETC2.0 IC 間 OD ペア判定

O(出発)	D(到着)	対象
通過JCT	通過JCT	○
	乗車IC	×
	降車IC	○
乗車IC	通過JCT	○
	乗車IC	×
	降車IC	○
降車IC	通過JCT	×
	乗車IC	×
	降車IC	×

また、各 IC ペアに対応する経路別の高速道路料金は、ネクスコ東日本の所要時間検索サイト「ドラぷら」に提示されるデータと高速料金の計算式を利用し算出したものを利用する。

さらに、圏央道まわりの交通に着目し分析を行うため、圏央道より外側の IC を発着とする交通は、各放射道路と圏央道との JCT で集約し分析を行った。

(4) 経路選択モデルの推定結果

上記で設定した LOS を用いたパラメータ推定結果を表 4 に示す。

所要時間と料金だけのモデル 1, 所要時間の変数に休日ダミーを設定することで, 平日・休日別の時間価値を算定できるモデル 2, 平休別・時間帯別 (深夜 0~3 時台・ピーク: 平日 6~8 時, 17~19 時) の時間価値を考慮するモデル 3 のいずれでも符号条件及び, t 値は妥当な結果となっている。時間価値は, 休日において高く, 同様にピーク時間帯において高くなる一方, 深夜は低くなる結果となった。

表 4 パラメータ推定結果

係数	モデル1		モデル2		モデル3	
	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値
所用時間	-50.20	-9.54	-43.20	-34.05	-39.10	-30.16
料金	-0.44	-39.90	-0.84	-15.70	-0.97	-17.02
休日×所要時間			-18.50	-19.18	-20.10	-20.57
深夜×所要時間					7.09	3.26
ピーク×所要時間					-24.40	-12.42
サンプル数	9184		9184		9184	
adjusted Rho-square	0.497		0.531		0.549	
時間価値 (円/分)	113.06		51.37		40.35	
時間価値(休日) (円/分)			73.37		61.09	
時間価値(深夜) (円/分)					33.03	
時間価値(ピーク) (円/分)					65.53	

\*深夜: 0-3時台 ピーク: 平日朝6-8時台・夜17-19時台

4. モデルによる流動推計結果と実測値の比較

(1) 比較対象

以下では, 詳細な状況設定が可能なモデル 3 を用いて推計値と実測値との比較検証を行う。検証路線は, 平成 27 年 10 月 31 日に開通した圏央道 (桶川北本 IC~白岡菫蒲 IC) と平成 29 年 2 月 26 日に開通した圏央道(境古河 IC~つくば中央 IC) とする。

(2) LOS設定

検証のための LOS として, ネクスコ東日本の所要時間検索サイト「ドラぶら」より収集した圏央道 (桶川北本 IC~白岡菫蒲 IC) と圏央道 (境古河 IC~つくば中央 IC) 開通後の所要時間と料金のデータを設定し, 圏央道の各区間の開通後の分担率の推計を行う。(表 5)

圏央道各区分開通後の分担率の実績値として, 圏央道 (桶川北本 IC~白岡菫蒲 IC) は ETC ログデータを利用し, 圏央道 (境古河 IC~つくば中央 IC) は ETC2.0 のデータを用いて集計を行った。

表 5 圏央道 (桶川北本 IC~白岡菫蒲 IC) 開通による変化

年	区間 厚木IC-久喜IC	開通前 (H27年)	開通後 (H28年)
距離	都心経由	99.5km	
	外環道・一般道経由	96.8km	
	圏央道・一般道経由	114km	98.9km
料金	都心経由	3,180円	3,550円
	外環道・一般道経由	2,760円	2,760円
	圏央道・一般道経由	2,980円	3,260円

(3) 実際の分担率の集計

本研究で構築したモデルによる分担率の推計値との比較のため, 実測値を利用した分担率の集計を行う。本来であればモデルの構築に用いた ETC2.0 のデータを用いて集計を行うことが望ましいが, サンプル数が少なかつたため, ETC ログのデータを用いた分担率を利用した。

ETC2.0 と ETC ログについて, 分析対象エリアのうち, ETC2.0 のデータのサンプル数が比較的多かった東名高速外側一東北道外側間の分担率で比較を行うと, ETC2.0 を利用した分担率の方が圏央道利用の分担率がわずかに高くなる傾向はあるが, 分担率は概ね一致するため ETC ログによる分担率と比較, 検証を行う。(図 4)

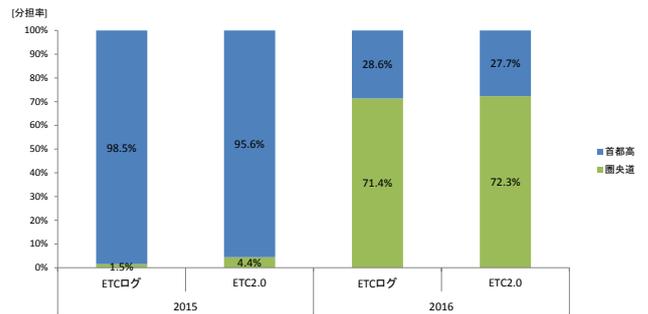


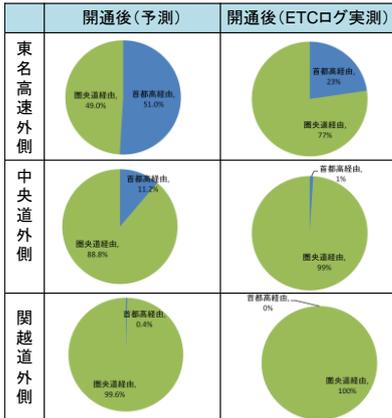
図 4 ETC2.0とETCログのデータによる分担率の比較

(4) 圏央道 (桶川北本IC~白岡菫蒲IC)

圏央道 (桶川北本IC~白岡菫蒲IC) の開通後の経路分担率の比較は, 東北道の圏央道より外側区間と東名高速外側・中央道外側・関越道外側 (外側: 圏央道より外側を発着とする車両) を発着する車両の経路分担率の比較を行った。(表 6)

本モデルの推計した経路分担率と実際の経路分担率を比較すると, 圏央道分担率の推計値が実際より低い値となっているが, 東北道に近い路線程圏央道の分担率が高くなるという, 実測値の傾向とは一致している。

表 6 圏央道(桶川北本 IC～白岡菖蒲 IC)開通後の分担率の比較



(5) 圏央道 (境古河IC～つくば中央IC)

圏央道 (境古河IC～つくば中央IC) の開通後の経路分担率の比較には、新空港ICと東名高速外側・中央道外側・関越道外側・東北道外側間 (外側：各路線の圏央道より外側を発着とする車両) を発着する車両の経路分担率の比較を行った。(図5, 表7)

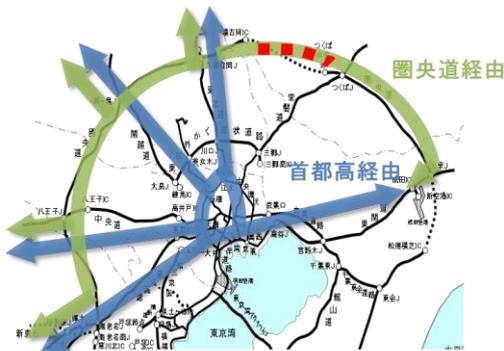


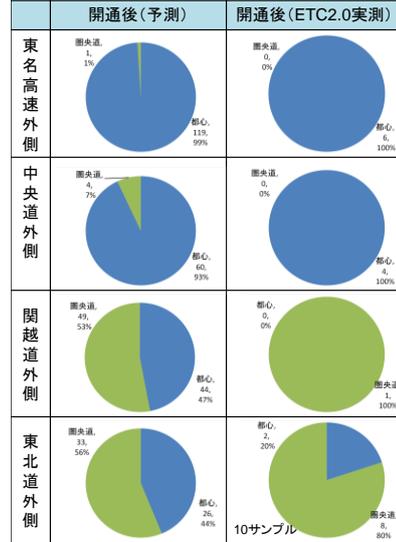
図5 経路選択モデルで対象とする交通OD

表 7 圏央道 (境古河 IC～つくば中央 IC) 開通による変化

年	区間	都心経由		圏央道.16号経由	
		開通前 (H27年)	開通後 (H28年)	開通前 (H27年)	開通後 (H28年)
所要時間	新空港—東名高速	91分	91分	186分	160分
	新空港—中央道	106分	106分	171分	145分
	新空港—関越道	106分	106分	135分	109分
	新空港—東北道	89分	89分	113分	87分
料金	新空港—東名高速	3,400円	3,400円	4,030円	3,400円
	新空港—中央道	3,560円	3,560円	3,540円	3,560円
	新空港—関越道	3,640円	3,640円	2,500円	2,960円
	新空港—東北道	3,180円	3,180円	1,880円	2,340円

圏央道 (境古河IC～つくば中央IC) の実測値の集計に平成29年2月27日～平成29年3月5日の1週間のETC2.0のデータを利用した分担率の算出を行った。しかし、ETC2.0データのサンプル数が少なく、今後データの蓄積が必要である。(表8)

表 8 圏央道(境古河 IC～つくば中央 IC)開通後の分担率の比較



5. 結論

(1) 本研究の成果

本研究では、ETC2.0 のデータを活用した経路選択モデルの構築を行い、構築したモデルを用いて圏央道 (桶川北本 IC～白岡菖蒲 IC) と圏央道(境古河 IC～つくば中央 IC)の開通後の分担率の推計と実際の実測率との比較検証を行った。検証の結果、圏央道 (桶川北本 IC～白岡菖蒲 IC) では、本研究で推計した分担率は実際の実測率と概ね同様の割合となることが確認できた。圏央道(境古河 IC～つくば中央 IC)では、ETC2.0 データのサンプル数が少なく、今後データの蓄積が必要である。

(2) 今後の展開

本研究で利用した ETC2.0 データは、開通直後でサンプル数が少ないという課題があったため、車種別時間帯別の分析を行うことができなかった。今後はデータの蓄積が進んでいくので、車種別、時間帯別といった分析が可能である。

謝辞：本研究は、ETC2.0 プローブ情報をはじめとするビッグデータを最大限に利活用し、道路を賢く使うための方策について検討することを目的とし設立した、「地域道路経済戦略研究会・関東地方研究会」の取組みの成果の一部である。

(参考文献)

1) Charles F. Manski and Steven R. Lerman : The Estimation of Choice Probabilities from Choice Based Samples. Econometrica Vol. 45, No. 8 (Nov., 1977), pp. 1977-1988 (2017. 4. 28 受付)

## UNDERSTANDING AND PREDICTING THE TRAFFIC ROUTE AND TRAFFIC FLOW IN RESPONSE TO THE 3 RING ROADS DEVELOPMENT IN TOKYO METROPOLITAN AREA WITH ETC2.0 DATA

Tomoyuki TSUTAKI, Takahiro MATSUMI, Yoshifumi MORIYAMA, Keisuke TANAKA, Daisuke FUKUDA

In June 2007, one of the three ring roads in the Capital Region, the Metropolitan Inter-City Expressway (“Ken-O Expressway”) was connected between the two radial shaped roads for the first time: Chuo Expressway and Kan-etsu Expressway. Since then, it has been connected to other expressways one after another. With the opening of the section between Sakai-Koga IC and Tsukuba Chuo IC in February 2017, the Ken-O Expressway linked Tomei and Higashi Kanto Expressways without going through the city center. In this study, we introduce situations of route choice by expressway users in the three ring road network that was examined with ETC2.0 data as well as the effort to establish this route choice model