

ETC2.0 プローブ情報を活用した環状道路ネットワーク交通状態把握手法によるケーススタディ Case Study of the Traffic Monitoring Method for Ring Road Network utilizing ETC2.0 Probe Data

後藤 梓¹, 松田 奈緒子², 山田 康右³, 堀口 良太⁴, 吉田 秀範⁵, 榎 真⁶

Azusa GOTO¹, Naoko MATSUDA², Kosuke YAMADA³, Ryota HORIGUCHI⁴, Hidenori YOSHIDA⁵ and Shin SAKAKI⁶

三環状の概成によって、道路ネットワークを「賢く使う」ための運用施策の重要性が高まっている。道路ネットワーク運用施策の実施にあたっては、事前事後の交通状態を適切に把握した評価が求められる。そこで、国土技術政策総合研究所では、ETC2.0 プローブ情報を活用したシミュレータによる交通状態把握手法に関する研究開発を行っている。本稿では、これまでに開発したシミュレータのプロトタイプを用いて、首都圏環状高速道路の交通状態を推定し、再現性の検証およびケーススタディを行った。これにより、交通運用施策前後の交通状態を推定することで、一部 OD の都心通過を回避した環状道路への経路転換効果や、渋滞損失時間の減少効果などが評価できる可能性が示された。

Keywords: 環状道路ネットワーク, 交通シミュレーション, ETC2.0 プローブ情報

1. はじめに

首都圏の高速道路は、三環状の概成により複数経路が選択可能なネットワーク構造を有することになり、これを有効活用するための交通運用施策の重要性が高まっている。2015年7月の社会資本整備審議会¹⁾では、渋滞や事故等の社会的損失に財政的・空間的制約下で対応するために、運用改善等により道路ネットワーク全体としての機能を最大限に発揮させる「賢く使う取組」の推進が必要であると指摘されている。交通円滑化を実現するための「賢く使う取組」としては、例えば、情報提供や料金設定等により利用者の経路選択を促し需要の分散を図る施策や、動的な車線運用、速度規制、メータリングなどによるボトルネック対策などが挙げられる²⁾。

このような運用施策を実施するにあたっては、交通状態を日常的にモニタリングすることにより、渋滞等の問題箇所をピンポイントで把握したり、施策前後を比較して効果を定量的に評価したりすることが重要である。交通状態のモニタリングに対して、従来用いられてきた車両感知器(以降、トラカン)情報では、設置断面に限られることから、近年、ETC2.0プローブ情報の活用が注目されている。しかしながら、ETC2.0プローブ車両は普及台数が限られるため、全数を把握できないのが現状である。

そこで、国土技術政策総合研究所(以降、国総研)では、ETC2.0プローブ情報やトラカン情報を活用した交通状態把握手法の開発を目的として、首都圏三環状をモデル

とした環状高速道路の交通状態を推定可能なシミュレータプロトタイプ(以降、プロトタイプ)の開発および評価指標の検討を行ってきた³⁾。これらの成果を受け、本稿では、このプロトタイプを用いて、首都圏三環状道路の交通状態を推定し、再現性の検証とケーススタディを行う。具体的には、2016年4月に開始された高速道路料金体系の変更前後の首都圏三環状道路の交通状態を推定することで、本研究が開発する交通状態把握手法の適用可能性や今後の課題について検討する。

このため、本稿では、まず2章において、これまでに開発したプロトタイプの概要を説明する。続いて、3章でケーススタディの概要を述べ、4章で再現性の検証を行った後、5章においてケーススタディの結果を分析する。なお、本稿が示す結果は、本手法の妥当性・適用可能性を検証するための試算であり、後述する再現性等の課題から、現実の交通状態を正確に表すものとはなっていない。そのため、ケーススタディが対象とする料金体系の変更自体の評価を行うものではない点に留意が必要である。

2. ETC2.0 プローブ情報を活用した交通状況把握手法 (交通シミュレータのプロトタイプ)の概要

本研究における「交通状態把握手法」とは、ETC2.0プローブ情報やトラカン情報を交通シミュレータに融合させることにより、サンプリングデータである ETC2.0

1 正会員, 博士 (工学), 国土交通省国土技術政策総合研究所 高度道路交通システム研究室

〒305-0804 茨城県つくば市旭1 e-mail: goto-a92uj@mlit.go.jp Phone: 029-864-4496

2 非会員, 国土交通省国土技術政策総合研究所 道路研究室

3 正会員, 修士 (工学), パシフィックコンサルタンツ株式会社

4 正会員, 博士 (工学)・TOE, 株式会社アイ・トランスポート・ラボ

5 正会員, 国土交通省国土技術政策総合研究所 高度道路交通システム研究室

6 非会員, 国土交通省国土技術政策総合研究所 高度道路交通システム研究室

プローブ情報から、非プローブ車両も含めた全車の交通量・旅行速度等の交通流動状況を推定する手法である。国総研ではこれまで³⁾に、まずはETC2.0プローブ情報を交通シミュレータに融合させることで、渋滞発生状況などを概括的に再現可能なプロトタイプを開発している。

このプロトタイプは、既存の商用交通シミュレータSOUND⁴⁾に、ETC2.0プローブ情報を取り込み、シミュレーション上でプローブ車両と特定された車両(以降、プローブ該当車両と呼ぶ)の軌跡を観測値に合うように制御するものである。すなわち、図1に示すように、①観測されたETC2.0プローブ車両と、時刻・位置が概ね一致する車両を、シミュレーション上で探索しプローブ該当車両とみなす、②プローブ該当車両については、ETC2.0プローブ車両の観測軌跡の通りにシミュレーション上を走行させる、さらにその③後続車両(非プローブ車両)の走行軌跡は、追従走行のシミュレーションモデルであるKinematic Wave理論⁵⁾に則り推計するという仕組みとなっている。

これにより、ETC2.0プローブ車両の情報のみからでは、図1の青矢印(↑)の範囲までしか渋滞を把握できないのに対して、シミュレータを用いると赤矢印(↑)の範囲まで推定可能となり、橙色ハッチで示される速度低下領域全体を把握することができる。

3. ケーススタディの概要

3.1 対象ネットワーク

本稿では、首都圏三環状道路ネットワークを対象としたケーススタディを行う。図2に、本研究で用いるプロトタイプが使用する道路ネットワーク図を示す。これは、ETC2.0プローブデータが参照している日本デジタル道路地図(J-DRM)Ver.2603(2014年3月版)と同じものである。

3.2 検証シナリオ

(1)交通運用施策の概要

本稿では交通運用施策の例として、2016年4月に行われた首都圏高速道路ネットワークの料金体系の変更による影響をケーススタディの対象とする。料金体系の変更とは、具体的には、これまで図3⁶⁾に示すように経路別に設定されていた料金を、「同一発着同一料金」の原則に則り、出発地から目的地までどの経路を利用しても起終点間の最短距離の料金とするものである。ただし、この変更は、ETC車に限定される。また、首都高速道路(以降、首都高)経由の方が高額となる場合には、首都高経由で走行しても料金は下がらない等の例外措置が存在する。

この料金体系変更のねらいとして、これまで都心を通っていた通過交通を環状道路へ迂回させることによる、交通分散・渋滞解消などが挙げられる。

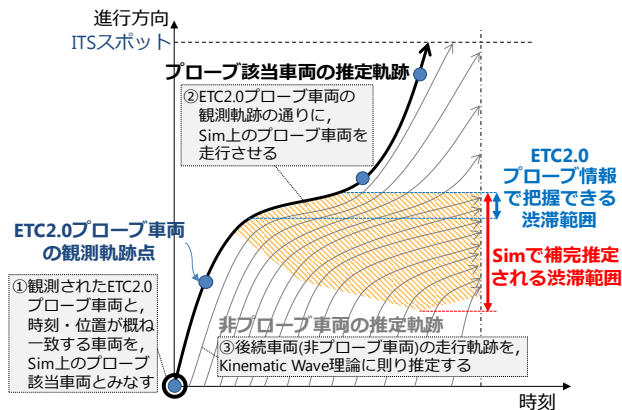


図1 ETC2.0プローブ情報を活用した交通シミュレーションのイメージ

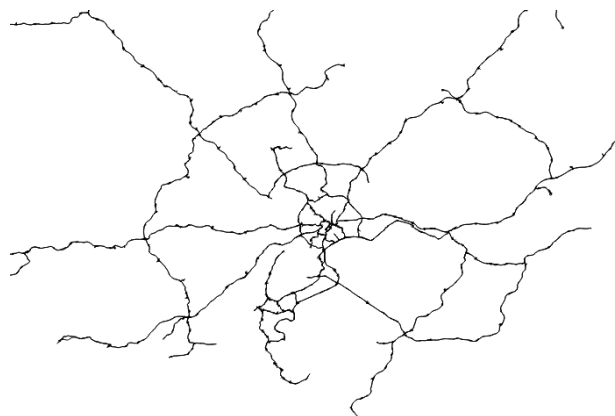


図2 対象となる首都圏三環状道路ネットワーク

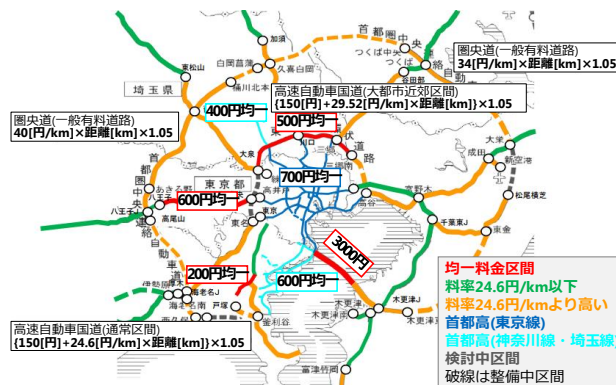


図3 首都圏の料金体系図⁶⁾

(2)シナリオ設定

この料金体系変更による交通状態の変化を分析するため、本稿では、下記に示す変更前後の各1週間の交通状態をプロトタイプにより推定する。

- ・変更前：2015年11月8日(日)~14(土)
- ・変更後：2016年6月5日(日)~11(土)

ただし、上記二期間では交通需要が異なることを踏まえた上で、料金体系変更による影響を分析する必要がある。このため、表2に示す通り、分析対象期間の実際の交通需要・料金体系による2つのシナリオ(A1, B2)に加えて、交通需要を固定して料金体系だけを変更前・後に変化させた2つの仮想シナリオ(A2, B1)の合計4つのシナ

表2 ケーススタディで比較する4つのシナリオ

料金体系 交通需要	変更前	変更後
2015年11月	A1(実在)	A2(仮想)
2016年6月	B1(仮想)	B2(実在)

リオを想定した。これにより、表2の行方向(A1とA2, B1とB2)を比較することで、交通需要同一の条件下で、料金体系変更による影響をみる事ができる。

3.3 入力データとパラメータ設定

(1)交通需要データ(OD表)

プロトタイプには、交通需要データとして、インターチェンジ(以降、IC)間のOD表を入力する必要がある。今回、OD表は、東日本・中日本高速道路(以降、NEXCO)と首都高がそれぞれ所有するETCトリップデータを統合したETC-OD表を作成し、さらにそれをETC普及率で割り戻すことによって得た。具体的な作成手順は以下の通りである。

i) NEXCO のETC-OD 表の作成

NEXCOでは、毎日、15分毎の車種別(小型・大型)のIC間OD表が得られている。このうち、首都圏部分を切り出すことで、ETC-OD表とした。ただし、図3に赤線で示す均一料金区間内のICは、元のOD表において区別されていないため、同一料金となる流入IC・流出ICに対して、流入交通量・流出交通量を均等に配分することで、個別ICごとのOD表とした。

ii) 首都高のETC-OD 表の作成

首都高では、平日・土曜・日曜休日の三分類に対して、月平均1時間毎の車種別(小型・大型)ランプ間OD表が得られており、これを15分交通量に換算して使用した。換算においては、1時間OD交通量を4分割し、剰余分は乱数を振ってランダムに割り当てた。

iii) ETC-OD 表の統合

ODがNEXCOあるいは首都高のどちらか一方のみに存在する場合、i), ii)のETC-OD表をそのまま使用可能である。一方、ODがNEXCOと首都高にまたがる場合には、発IC(O)からジャンクション(以降、JCT)までと、JCTから着IC(D)を結合する必要がある。これについては、基本的には、両路線が接続するJCTにおいて、JCTから流出先路線の各ICまでのOD比率に従い、交通量を分配した。ただし、JCTがNEXCO均一料金区間の場合は、図4に例示するように、各方面への流出台数に基づいて当該JCTでの分岐率を近似的に求め、ODを分配した。このとき図4の例に示す通り、一般道との出入りや流出路線間の出入りによる影響が考慮されない点は留意が必要である。

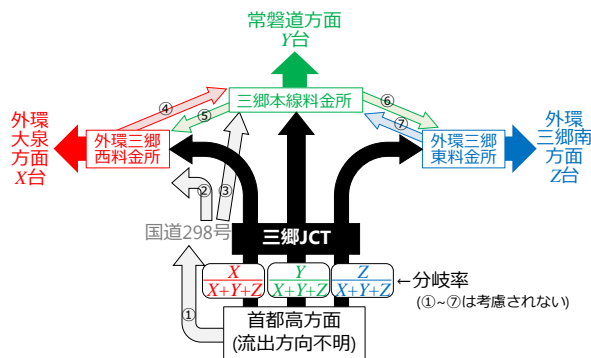


図4 首都高からNEXCOへの接続JCTにおける分岐率の仮定を表す例

表1 ETC-OD表の拡大に用いたETC利用率⁷⁾

月	平休	NEXCO 東日本	NEXCO 中日本	NEXCO 西日本	首都高
2015/11	平日	89.1	91.5	89.1	93.4
	土休日	88.9	91.0	87.7	92.5
2016/6	平日	89.6	91.8	89.9	94.7
	土休日	89.0	91.4	88.2	93.5

iv) ETC利用率による全車OD表の推計

ETC-OD表はETC利用車のトリップのみによるOD交通量を示すものであるため、これを利用率で割り戻すことにより、全車のOD交通量を推計する。今回、ETC利用率には、表1に示す月別・平休別、道路会社別の利用率⁷⁾を用いた。道路会社については、流出側ICに基づくものとした。

(2)プローブ車両データ

プローブ車両データは、対象日時において対象ネットワーク上のリンクで観測されたETC2.0プローブ車両の走行距離情報を使用した。首都圏高速道路ネットワークにおけるETC2.0プローブ車両の台数は、全車の約2~3%程度である。例えば、東名上り・横浜町田IC手前区間における2016/6/5(日)の交通量ピーク時間帯16:00~16:15のETC2.0プローブ混入率は、ETC2.0プローブ台数40台/トラカン交通量1221台 \approx 3.3%であった。

ただし、表2のA2, B1については、実在しない仮想シナリオのため、ETC2.0プローブ車両の観測データが得られていない。そこで、これら仮想シナリオのシミュレーションを行うにあたっては、交通需要が同一のシナリオ(A2であればA1, B1であればB2)のETC2.0プローブ情報を用いることとした。これは、料金体系の異なるシナリオであっても交通需要が同じであれば、ETC2.0プローブ車両の走行特性(速度や経路選択)が変わらないことを仮定している。実際には料金の影響で交通状況が変化するとETC2.0プローブ車両の走行速度が変化したり、ETC2.0プローブ車両自身の経路選択行動に変化が生じたりする可能性があるが、この点について考慮していない点に留

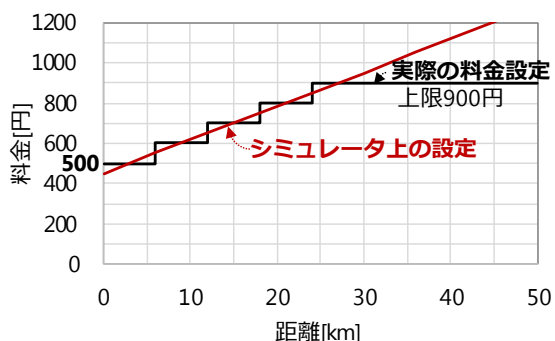


図5 首都高の料金設定(変更前)

意が必要である。

(3)料金パラメータ

本研究が使用するシミュレータのプロトタイプでは、固定料金(端末課金)と対距離課金の2種類で、リンクに対して料金パラメータを設定可能である。これにより以下の方法で、今回扱う料金体系を近似的に表現する。

i) 料金体系変更前

NEXCOの料金設定については、対距離課金区間は図3に従って対距離料金を設定し、均一料金区間は対距離料金区間との接合部リンクに固定料金を設定することで表現する。

首都高の料金設定は、図5に黒線で示したように、下限500円・上限900円で、走行距離24kmまで6km毎に100円ずつ増える体系であった。これを図5の赤線に示す通り線形に近似し、オンランプのリンクに固定料金450円を設定し、さらに対距離課金で16.7円/kmずつ増える設定とした。この近似では、上限値が設定されないため、30km超のODペアでは料金が過大になってしまう。これに該当するODは少ないと考えられるが、注意が必要である。

ii) 料金体系変更後

料金体系変更後は、「同一発着同一料金」の原則を表現するため、全てのリンクで固定料金・対距離料金とも0とする。これにより、経路選択は料金によらないものとなる。ただし、この方法では、NEXCO利用経路より首都高利用経路の方が高額の場合料金を引き下げない等の例外措置については考慮されない。また、この料金体系は、実際にはETC車に限定されるが、シミュレータでは、全車両に適用されることとなる。

(4)リンク特性を表すパラメータ

本稿のケーススタディでは、リンクの交通容量・自由走行速度・臨界速度等を調整せず、ETC2.0プローブ情報のみによって速度低下を再現するプロトタイプを用いる。このため、交通容量、自由走行速度は、全リンクについて一律で2400[pcu/h/lane], 100[km/h]となっている。

4. 交通シミュレータの再現性検証

本章では、プロトタイプによる交通状況の再現性を検証する。今回は、交通渋滞の激しい休日夕方の再現性を

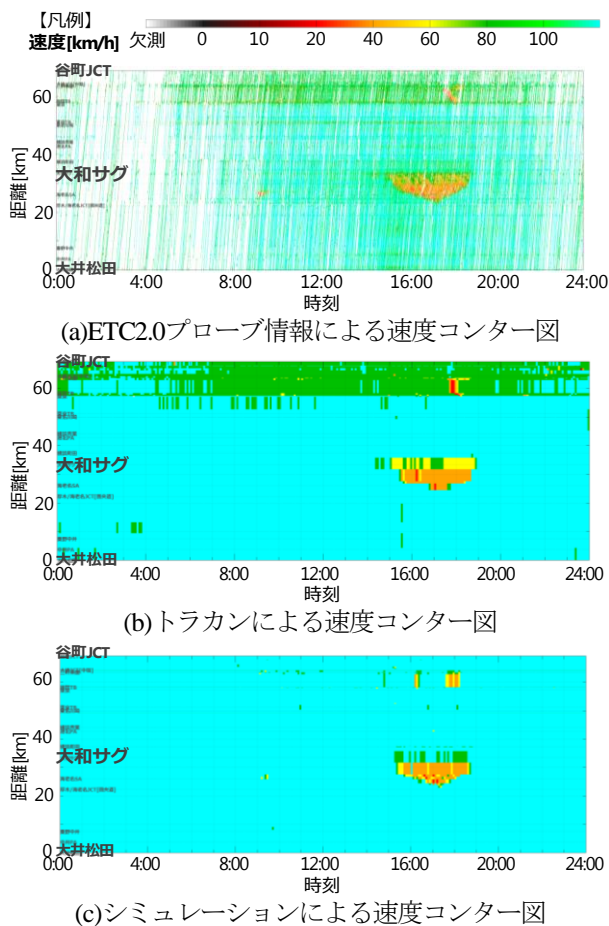


図6 速度コンター図の比較

考慮し、3.2(2)のうち2016/6/5(日)を対象として検証を行う。上記対象日に実際に観測されたETC2.0プローブ情報による各車両の旅行速度、およびトラカンにより計測された旅行速度・交通量と比較することによって再現性を確かめる。

4.1 旅行速度の再現性

まず、旅行速度の再現性をみるため、リンク旅行速度を時空間的に表示した速度コンター図を比較する。図6に、東名上り線・大井松田から首都高3号線・谷町JCTまでの区間の(a)ETC2.0プローブ情報、(b)トラカンおよび(c)シミュレーションによる速度コンター図をそれぞれ示す。なお、(a)ETC2.0プローブ情報については1台1台の車両の時空間軌跡を速度で色分けしたものの、(b)トラカンおよび(c)シミュレーションについては5分間毎のリンク旅行速度を色分けしたものである。

図6より、(a)ETC2.0プローブ情報や(b)トラカンによって観測された大和サグ周辺における夕方の渋滞等が、(c)シミュレーション上も再現されていることがわかる。ただし、シミュレーション上の渋滞は、プローブ該当車両の速度低下を切欠として再現されるものであるため、プローブ車両前方の非プローブ車両の速度低下が表現されず、トラカン旅行速度のコンター図と比較すると、渋滞

開始までに時間差が存在する。また、3.3(4)で述べた通り、リンク特性を考慮したパラメータ調整を行っていないため、リンクのももとの自由旅行速度が他より低いと考えられる図中の「距離60km~」周辺(首都高区間)では、全体的に速度が過大となっている。

さらに再現性を定量的に評価するため、交通状態の違いを考慮して旅行速度を三段階にランク分けし、トラカン観測旅行速度のランクに対してシミュレーション推定旅行速度のランクが合致しているかどうかを表す的中率 Ac (accuracy)および感度 Se_i (sensitivity / true positive rate)を計算する。ランク分けのための閾値は、NEXCO区間と首都高区間の特性の違いを考慮して、表3のように設定するものとする。的中率 Ac は、トラカンとシミュレーションの速度ランクが合致する割合であり、式(1)で求められる。感度 Se_i は、実際のトラカンで速度低下しているデータがシミュレーションでも速度低下しているかを表す割合で、式(2)で計算できる。トラカンの精度を考慮すると、トラカン観測値が必ずしも真値とは限らないが、基本的には的中率や感度が高いほど、再現性が高いと考えられる。

$$Ac = \frac{\sum_{i=1}^3 N_{ii}}{\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 N_{ij}} \quad (1)$$

$$Se_i = \frac{N_{ii}}{\sum_{j=1}^3 N_{ij}} \quad (2)$$

ここに、 i, j : 速度ランク(1~3; 表3参照), N_{ij} : トラカン観測旅行速度が i 、シミュレーション推定旅行速度が j にランク分けされる5分間データのサンプル数である。感度 Se_i については、観測旅行速度のランク毎に値を算出可能であるが、今回は速度低下を適切に表現できているかを評価するため、 $i=1$ の場合(Se_1)および $i=1$ または2の場合(Se_{1or2})を考慮する。

トラカン観測旅行速度の得られている全リンクを対象として、上記指標を算出した結果、的中率は $Ac=97.8\%$ と高いものの、感度は $Se_1=20.1\%$ 、 $Se_{1or2}=27.7\%$ にとどまることがわかった。これは、トラカン観測旅行速度が低い場合でも、シミュレーション上で再現されていない場合があることを示している。

より詳細に旅行速度の再現状況を確認するため、トラカン観測旅行速度を10km/h毎の速度帯に分け、それぞれにおけるシミュレーション推定旅行速度の分布(パーセントイル値)を調べた。この結果を図7に示す。これより、速度の低下傾向はつかめているものの、全体的に過大推計の傾向があることがわかる。

表3 旅行速度のランク分けの閾値

ランク	NEXCO	首都高
1	40km/h未満	20km/h未満
2	60km/h未満	40km/h未満
3	60km/h以上	40km/h以上

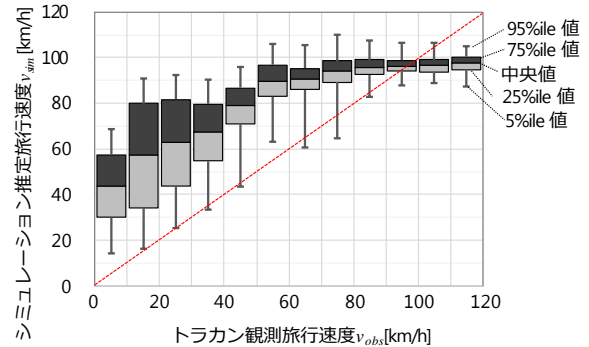


図7 トラカン観測旅行速度帯別のシミュレーション推定速度分布

全体的に速度が過大となっている原因としては、3.3(4)で述べた自由流速度が未調整であることによると考えられる。また、速度低下が充分表現しきれていない主な原因としては、前述の通り、プロトタイプではETC 2.0プローブ車両を先頭とした速度低下しか表現されないため、ETC2.0プローブ車両が渋滞車群中に存在しなかった場合や渋滞末尾に存在した場合には、非プローブの速度低下が十分に表現できない点が大きいとされる。また、今回、的中率や感度は5分間旅行速度によって算出しているため、図6で示したように渋滞発生が再現されるまでに時間差がある場合には、これらの指標に大きく影響することも考えられる。

4.2 交通量の再現性

交通量の検証は、トラカンおよびシミュレーションによる各リンクの5分間交通量を集計した1時間交通量により、図6の区間を対象に行う。図8(a)は、トラカン観測交通量とシミュレーション推定交通量の関係を散布図に表したものである。トラカン観測交通量 q_{obs} が大きい場合にシミュレーション推定交通量 q_{sim} が大きい傾向はあるものの、相関係数は $r=0.854$ でありバラツキが大きい。切片を0とした線形回帰直線を行うと、図中に黒線で示した $q_{obs}=0.885q_{sim}$ ($t=538, R^2=0.931$)となり、全体的にはやや過小推計にあるといえる。

図7の旅行速度同様に、トラカン観測交通量500台/時毎のシミュレーション推定交通量の分布を描くと、図8(b)のようになる。特に交通量が大きいほど、トラカンとシミュレーションの乖離が大きくなる傾向がみられる。

今回用いたプロトタイプでは、ETC2.0プローブによる速度の情報のみを用いており、交通量の調整は行っていない。

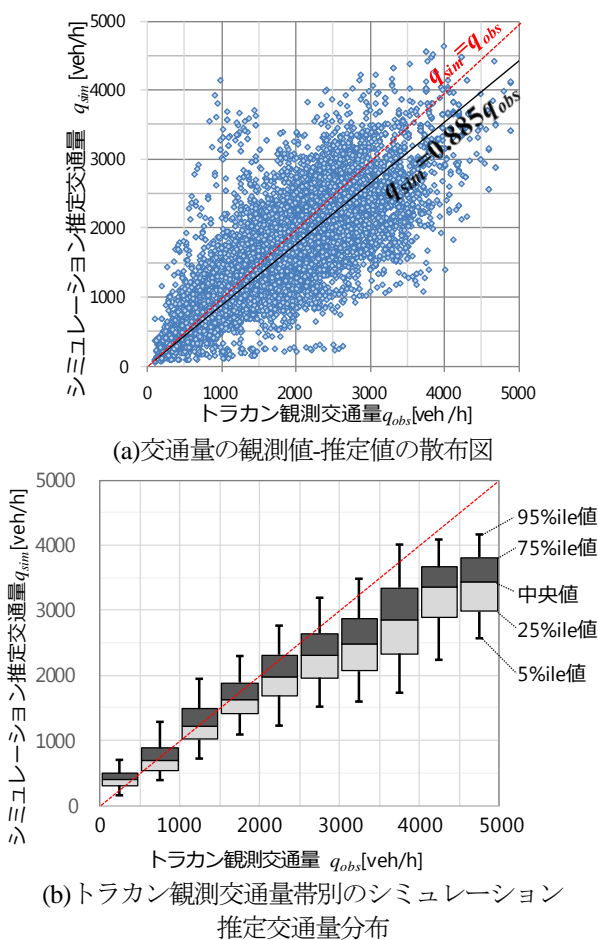


図8 交通量の再現性検証

ない。そのため、その再現性については、OD表の精度、経路選択の精度、リンクの交通容量の調整など、様々な原因と課題が考えられる。これらについて精査を行った上で、トラカンから得られる交通量情報をシミュレータ(プロトタイプ)に融合する手法を開発することにより、精度向上を図る必要がある。特に、リンクの交通容量を調整しボトルネックを表現することは、4.1で検証した旅行速度の再現性向上のためにも重要であると考えられる。

5. 交通運用施策評価のケーススタディ

前章より、プロトタイプでは、旅行速度・交通量ともに、トラカン観測値と比較した場合に、再現性に課題が残るといえるが、概括的な傾向は掴めている。そこで、本章では、これを用いて、3.2に示した4つのシナリオにおける交通状態を推定し、料金体系変更施策の影響を分析するケーススタディを行う。推定は3.2に示した対象日の全時間帯について行ったが、本稿では紙面の都合上、日曜日夕方の交通状況の比較を主として紹介する。なお、各時間帯のネットワーク交通量総台キロを2015/11と2016/06の需要条件で比較したところ、日曜日については、午前中~夕方にかけてはほぼ同等、夕方以降は2016/06の方が5~10%大きい結果となっている。

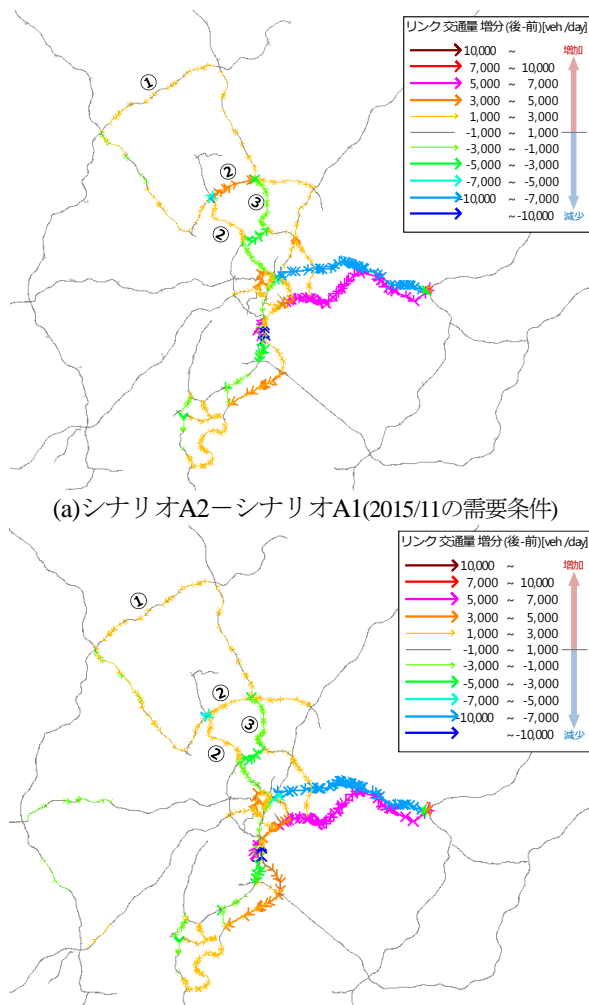


図9 料金体系変更後の交通量増分

5.1 交通量および旅行速度の変化

ここでは、料金体系を変更した場合の、首都圏三環状道路ネットワークの各リンクの交通量、旅行速度の推定結果を比較する。図9、図10は、料金体系変更後を変更前と比べた場合の日交通量、夕方ピーク(16:00台)の旅行速度の増分をそれぞれ示している。

図9より、(a)2015/11、(b)2016/06のどちらの需要条件とも、図中①で示すように、料金体系の変更後に圏央道の交通量が増加している。また、②に示すように外環~首都高5号池袋線の交通量が増加する一方、③に示す首都高川口線の交通量が減少していることがわかる。その他にも、並行する路線で交通量の増減がみられ、料金差がなくなったことによる代替経路への転換が表されていると考えられる。

旅行速度については、図10に示す通り、交通量の増加したリンクで低下し、減少したリンクで上昇する傾向がみられるものの、全体的に料金体系変更前後の差が顕著でない。これは、交通需要が複数経路にバランス良く分散されたためとも考えられるが、前章で示した通り、プ

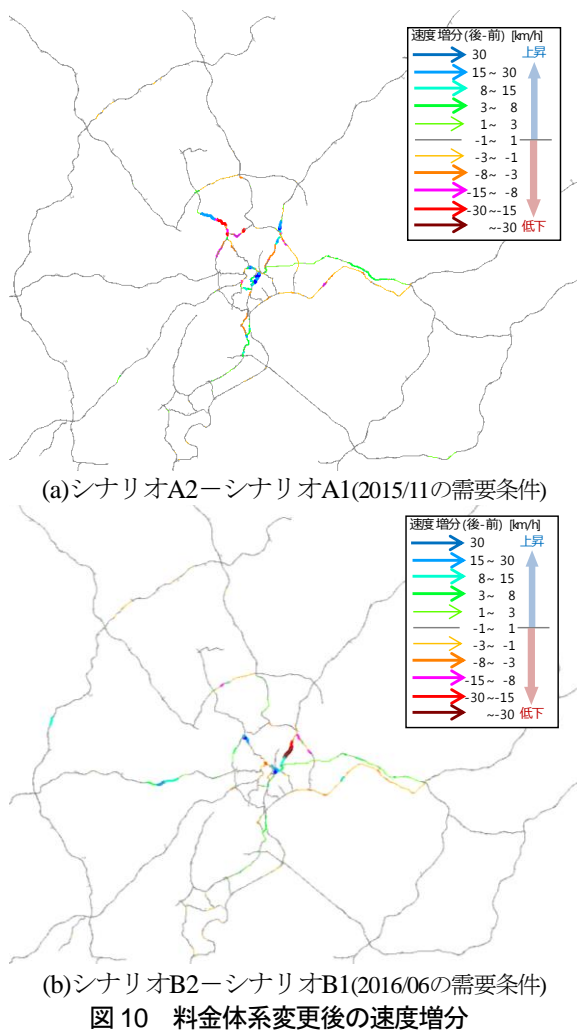


図10 料金体系変更後の速度増分

ロタイプでは、速度低下を十分に再現しきれていない可能性もあるため、今後精査が必要である。

以上のような、交通量、旅行速度の変化が把握可能となると、これらを用いて、路線単位やネットワーク単位で、渋滞損失時間や仕事率をはじめとする交通状態モニタリング指標³⁾の算出も可能となる。例として、今回、2015/11の需要条件において試算された曜日・時間帯別の渋滞損失時間増分(料金変更後ー料金変更前)を図11に示す。ここで、渋滞損失時間とは、各リンクの平均旅行時間が、臨界速度(NEXCO区間で70km/h、首都高区間で60km/hを仮定)で走った場合の基準旅行時間より長い場合にその差をとり、交通量を乗じたものである。今回の試算では、料金変更後において、殆どの曜日・時間帯で、渋滞損失時間が減少する結果となっている。今後、本手法の精度向上により、これらの指標をより高い信頼性のもと算出できるようにすることで、施策評価が可能となると期待される。

5.2 経路分担率の変化

交通量の変化(図9)で示唆された料金変更による代替経路への転換について、この影響が顕著と予想されるOD

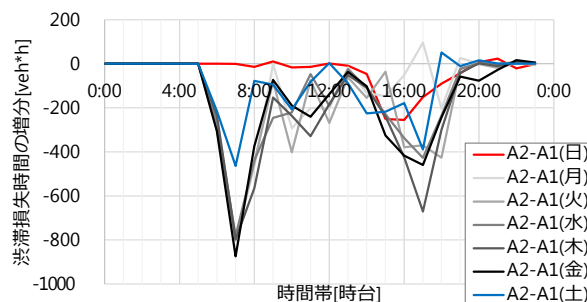


図11 曜日・時間帯別の渋滞損失時間増分の試算

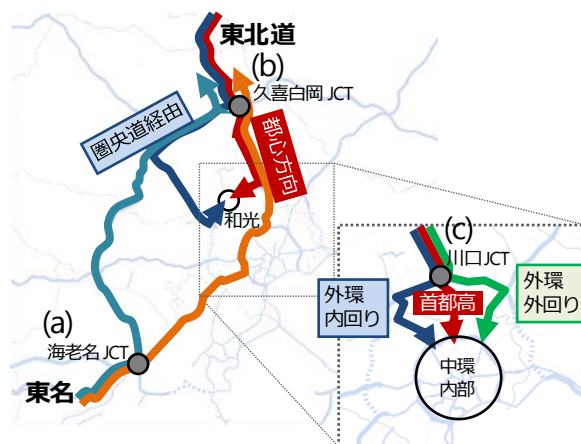


図12 経路分担率を調べるOD

表4 代替経路の変更前の料金および距離⁸⁾

想定IC	経路	変更前の料金[円]	距離[km]
(a)厚木IC→加須IC	都心方向	3060	107.4
	圏央道経由	2500	106.8
(b)加須IC→和光IC	都心方向	1220	47.7
	圏央道経由	1920	67.0
(c)岩槻IC→神田橋IC	首都高	1250	41.2
	外環外回り	1180	45.0
	外環内回り	1200	42.1

について、経路分担率を比較する。今回は、図12に示す(a)東名高速・海老名JCT以西~東北道・久喜白岡JCT以北、(b)東北道・久喜白岡JCT以北~外環・和光IC、(c)川口JCT以北~中環内部までの3種類のODを対象とし、分担率の計算に十分なサンプル数を得るため、日曜日15:00~18:00台のデータを集計した。参考に、各ODの一例として想定されるIC間の変更前の料金およびIC間距離を表4に示す。

各ODの経路分担率を図13に示す。これより、どのODについても、料金変更後(A2, B2)に、都心方向を通過する経路の分担率が下がり、圏央道や外環などの環状道路の分担率が上がる傾向がみられ、料金抵抗がなくなったことによる影響と推察される。しかしながら、プロタイプ上の経路選択については、料金、旅行時間、距離等のリンクコストに基づいて確率的に決定されるため、利用者のそれらに対する認識度・重み等について検証し、キャリブレーションする必要があるといえる。また、経

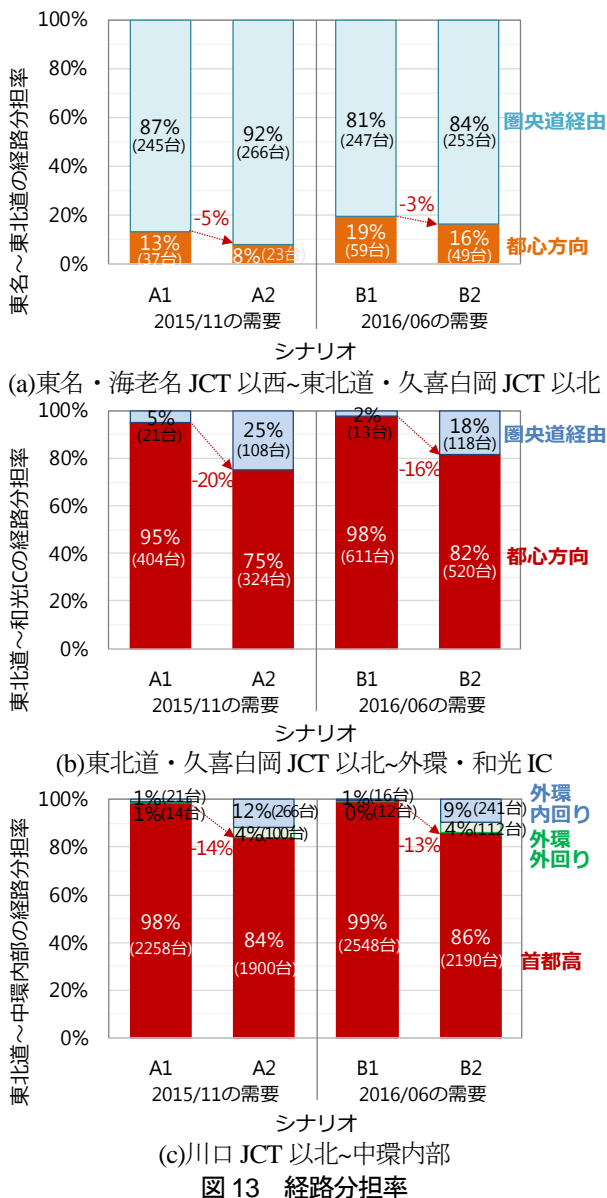


図 13 経路分担率

路分担率の変化は、料金変更前後で実在する2つのシナリオA1とB2を直接比較する場合には、必ずしも確認できない点に注意を要する。これは、ODパターン等の交通需要条件が異なるためであると考えられるが、一方で、本手法において、仮想シナリオのETC2.0プローブ情報を交通需要条件が同じシナリオと同一とおいた3.3(2)の仮定にも注意が必要である。今後、蓄積されるデータを分析することで、再現性の検証や精度向上を進めることが課題である。

6. おわりに

本稿では、ETC2.0プローブ情報を活用した交通シミュレータのプロトタイプを用いて、環状道路の交通状態を推定するケーススタディを行った。首都圏三環状道路を対象に、交通運用施策による交通状態の変化を推定した結果、施策により、一部ODが都心通過を回避して環状道路へ分散し、渋滞損失時間が減少する可能性があること

が示唆された。

ただし、現状のプロトタイプでは、ETC2.0プローブ情報のみを用いて交通状態の推定を行っているため、旅行速度、交通量ともに再現性に課題が残る。現状では全体の2~3%であるETC2.0プローブ車両の混入率が増えることにより、旅行速度の再現性はある程度向上すると期待されるが、さらに、非プローブ車両の挙動再現にあたっては、トラカンデータとの融合や、リンク交通容量・自由流速度・臨界速度のパラメータ調整などが求められる。また、特に交通量の再現性向上にあたっては、OD表作成に際して、料金均一区間の流入・流出交通量を均等配分したことや、NEXCOと首都高の接続JCTにおける分岐率の仮定等による影響を精査する必要がある。また、経路選択については、今後、蓄積されるETC2.0プローブ情報を用いて、経路選択モデルの検証も行う予定である。

謝辞

ETC-OD 表の作成にあたっては、東日本高速道路株式会社、中日本高速道路株式会社及び首都高速道路株式会社より、ETC トリップデータをご提供頂きました。また本研究に際して、東北大学大学院・桑原雅夫教授、東京大学生産技術研究所・大口敬教授から貴重なご助言を賜りました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 社会資本整備審議会 道路分科会 国土幹線道路部会：中間答申 高速道路を中心とした「道路を賢く使う取組」, <http://www.milit.go.jp/>, 2015.7.30.
- 2) 福山祥代, 松田奈緒子, 吉村仁志, 牧野浩志: 道路ネットワークの効果的な運用に向けた ITS 技術の活用方策, 土木技術資料, Vol.58, No.7, pp.56-59, 2016.
- 3) 松田奈緒子, 牧野浩志, 吉村仁志, 山田康右, 堀口良太: ETC2.0 プローブ情報を活用した環状高速道路の交通状態把握手法に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.54, 4pages (CD-ROM), 2016.
- 4) 株式会社アイ・トランスポート・ラボ: 広域道路網交通流シミュレーションシステム SOUND Ver.5, <http://www.i-transportlab.jp/products/sound/index.html>, (最終閲覧日 2017/5/8).
- 5) Mehran, B., Kuwahara, M., Naznin, F. : Implementing Kinematic Wave Theory to reconstruct vehicle trajectories from fixed and probe sensor data, Procedia Social and Behavioral Science, Vol. 17, pp. 247-268, 2011.
- 6) 国土交通省: 首都圏の料金体系[現行定価料金(普通車)], http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/hw_arikata/c hu_matome/m01_data04.pdf, (最終閲覧日2017/5/8).
- 7) 国土交通省: ETCの利用状況, <http://www.mlit.go.jp/road/yuryo/etc/riyou/index.html>, (最終閲覧日2017/5/8).
- 8) 東日本高速道路株式会社: ドラぶら, <http://www.drive plaza.com/>.