

ETCデータを用いたネットワークの 整備効果検証方法に関する考察

松下 剛¹・坪内 正記²・吉川 貴信³・石田 貴志⁴・野中 康弘⁵

¹非会員 西日本高速道路株式会社 関西支社 阪奈高速道路事務所 (〒583-0033 大阪府藤井寺市小山93-1)

E-mail: t.matsushita.ab@w-nexco.co.jp

²非会員 西日本高速道路株式会社 中国支社 (〒731-0103 広島市安佐南区緑井2-26-1)

E-mail: m.tsubouchi.aa@w-nexco.co.jp

³正会員 西日本高速道路株式会社 中国支社 (〒731-0103 広島市安佐南区緑井2-26-1)

E-mail: t.yoshikawa.ad@w-nexco.co.jp

⁴正会員 株式会社道路計画 技術部 (〒170-0013 東京都豊島区東池袋2-13-14 マルヤス機械ビル5F)

E-mail: t_ishida@doro.co.jp

⁵正会員 株式会社道路計画 (〒170-0013 東京都豊島区東池袋2-13-14 マルヤス機械ビル5F)

E-mail: y_nonaka@doro.co.jp

ETCデータは、高速道路会社の利用ICペア、利用時刻が記載されたデータであり、これを活用して高速道路会社内の交通流動を分析した事例は多くみられる。一方、新直轄方式で整備された道路をはじめ、高速道路会社が管理していない高規格道路を含むネットワークを対象とした研究は少ない。本研究は、新直轄方式で整備された松江道を例に、ETCデータよりこれらネットワークの整備効果検証方法を示すものである。まず、ETCデータより乗継車両を特定し、開通前後の交通流動の変化を分析した。次に、松江道を含む複数ルートに分担率と所要時間の変化を分析した。特に、開通前において所要時間と通行料金が優位である一般道ルートが利用されていないことを明らかにした。これは、所要時間や通行料金以外に高速道路の効用が存在することを示唆するものである。

Key Words : ETC data, evaluation method of road network, route share of traffic burden, travel time

1. はじめに

ETCデータは、高速道路会社の利用ICペア、利用時刻が記載されたデータであり、これを活用して高速道路会社内の交通流動を分析した事例は多くみられる。一方、新直轄方式で整備された道路をはじめ、高速道路会社が管理していない高規格道路を含むネットワークを対象とした研究は少ない。本研究は、新直轄方式で整備された松江道を例に、ETCデータよりこれらネットワークの整備効果検証方法を示すものである。

本研究では、ETCデータの概要と分析方法を示した上で、ETCデータより乗継車両（松江道通過車両）を特定し、開通前後の交通流動の変化を分析する。次に、松江道を含む複数ルートに分担率と所要時間の変化を分析する。最後に、これら分析結果より、経路選択に影響する要因や高速道路の効用について考察する。

2. ETCデータの概要

(1) 概要

ETCデータにはクレジットカードの仮IDが付記されているものと、車載器の仮IDが付記されているものがある。本研究で使用するETCデータはクレジットカードベースのものである。

ETCデータには利用した入口ICと出口IC、入口ICと出口ICを通過した時刻、クレジットカードに対応した仮ID、利用料金等が記載されている。そのため、仮IDをマッチングさせることで個人の行動・トリップを時空間的に分析することが可能である。一方、対距離料金区間では、フリーフローアンテナがない限り経路を特定できないことや、IC出入時刻の差分より算出できる旅行時間は休憩施設に立ち寄った時間も含まれており、これを区分できないという課題も有している。

(2) ETCデータを用いた分析事例

a) 分析事例

杉村ら¹⁾や杉江ら²⁾は、ETCデータを基に阪神高速における曜日別の利用者数や利用回数、頻度等を集計し、高速道路利用特性や料金割引の影響を分析している。平成17年(2005年)のデータを利用しており、ETC利用率は60%を下回る状況であった。当時はETCデータの活用方法を探る時期であった。

宇野ら³⁾、太田ら⁴⁾、山崎ら⁵⁾の研究グループや、福田ら⁶⁾は都市間高速道路のETCデータを基に、所要時間信頼性を分析している。ETCデータの入口IC通過時刻と出口IC通過時刻の差分は休憩施設に立ち寄った時間も含まれるため、統計的な処理を行いデータをクレンジングすることを試みている。

西内ら⁷⁾はETCデータの入口ランプと出口ランプ情報よりランプ間OD交通量の分布形状を、上田ら⁸⁾はランプ間OD交通量と所要時間の関係を分析している。また、稲富ら⁹⁾や割田ら¹⁰⁾はETCデータより得られるETC車のランプ間OD表から全利用者のランプ間OD表を作成するため、ETC車と非ETC車のODパターンを比較分析している。倉内ら¹¹⁾や廣川ら¹²⁾はETCデータより時間帯別ランプ間OD交通量を推定し、中山ら¹³⁾や萩原ら¹⁴⁾はETCデータより推定したランプ間OD交通量を交通流シミュレーションに適用している。ETCデータは細かい時間分解能をもったランプ間OD交通量を推定することが可能であり、都市高速を中心に多く研究されている。

秋元ら¹⁵⁾、¹⁶⁾や小根山ら¹⁷⁾は首都高速道路を対象に入口ランプの選択行動を分析している。また、永井ら¹⁸⁾や遠藤ら¹⁹⁾、²⁰⁾は首都高速道路を対象に、松下ら²¹⁾や柳沼ら²²⁾、石田ら²³⁾は都市間高速道路を対象に経路選択行動を分析している。経路の特定は経路上に設置されたフリーフローアンテナ通過履歴を基にしているものが多いが、料金体系が異なる2路線間を跨ぐ場合に2つのETCデータをマッピングすることで特定している研究もある。

乗継ぎに着目した研究として、嶋田ら²⁴⁾は阪神高速を対象に、情報提供と乗継経路選択行動の関係を分析している。また、多原ら²⁵⁾は東名高速道路の主要ボトルネック前後のICを対象に乗継行動を分析し、渋滞対策の可能性を検証している。これらは比較的短い距離の一般道を経由することを前提としている。

整備効果の事例として、山崎ら²⁶⁾は都市間高速道路のETCデータを基に多頻度利用者のIC選択状況の変化を分析し、足立ら²⁷⁾、²⁸⁾は特定ICペアに関する日々の出発時刻と到着時刻の変化を分析している。

b) 本研究の位置付け

ETCデータを活用した研究は、所要時間、OD交通量、経路選択行動、乗継行動に関するものに大別される。その中でも、乗継行動に着目した研究は少なく、乗継行動

を分析した事例であっても比較的距離が短い並行一般道を経由するものである。また、ETCデータを活用してNEXCOや首都高速道路、阪神高速道路以外の高規格道路の整備効果を分析した事例は見当たらない。

本研究は高速道路会社が管理していない61kmの高規格道路を対象に、高速道路会社のETCデータより乗継分析を行うことで、整備効果の分析手法を示すものである。

3. 分析方法

(1) 概要

本研究は、松江道(宍道JCT~三次東JCT)が接続され、中国道と山陰道間に自動車専用道路の複数経路が形成されたことによる整備効果を分析する。

松江道は、平成25年3月30日(土)に三次東JCT~吉田掛合ICの約49kmが供用したことにより全通した(図-1)。既供用区間とあわせた三次東JCT~三刀屋木次ICの約61kmが新直轄区間でありNEXCOの管理外となっている。無料区間であるため、当該区間を通行したETC車両のETCデータがない。また、残りの三刀屋木次IC~宍道JCTはNEXCO管理である。

松江道は新直轄区間を含んでいるため、各ETC車両についてNEXCO管理道路のIC出口情報とIC入口情報をマッピングすることで、乗継車両を特定することができる。これにより、各車両のルートを特定し、分担率や所要時間の変化を分析する。

(2) 分析方法

a) 対象期間

松江道開通前は平成23年と24年の5、8、10月の計6ヶ月、開通後は平成25年5、8、10月の3ヶ月を対象とする。



図-1 分析対象エリアの位置図

b) 乗継車両の特定方法

乗継車両の特定方法を図-2に示す。乗継車両の特定は、ETC車の仮IDを出口ICと入口ICでマッチングさせることで行う。例えば、同一IDの広島IC→三次東JCTと三刀屋木次IC→松江玉造ICという2つのETCデータがある場合、松江道を乗継いで広島IC→松江玉造ICを利用したことがわかる。ただし、乗継を行った車両は途中で他の施設に立ち寄っている可能性があることから、表-1に示す乗継条件を満たす車両を乗継車両と定義することで、施設への立寄り車両を排除する。

なお、ここでは松江バイパスと米子バイパスの乗継も考慮し、一連のトリップチェーンとする。

4. 乗継車両の変化

(1) 乗継台数

松江道開通前後の乗継台数を図-3に示す。なお、開通前は三次IC⇔三刀屋木次ICの乗継（国道54号経由と想定）、開通後は三次東JCT⇔三刀屋木次IC（松江道経由と想定）を対象とする。また、開通後の乗継は三次東JCT⇔三刀屋木次ICのみ利用した車両（NEXCOが管理する高速道路を利用していない車両）は含まれないことに注意していただきたい。

開通前の乗継台数は941台/日であったのに対し、開通後は3,061台/日となり、約3倍になった。無料の高規格道路が整備され、利用されるようになったことがわかる。

(2) ICペア

松江道開通後において松江道を乗継いだであろう車両のICペアを図-4に示す。松江道を利用するICペアは、松江玉造ICまたは米子西ICと、広島市にある広島西風新都IC・五日市IC・広島IC間が上位を占める。松江道は広島市と松江市・米子市近郊の移動に多く利用されている。

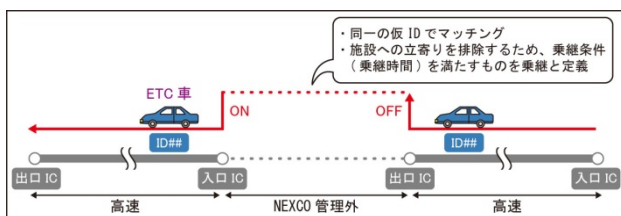


図-2 乗継車両の特定方法

表-1 乗継条件

No.	乗継区間	経由	距離	乗継条件
1	三次IC ⇔ 三刀屋木次IC	国道54号	77.8 km	8時間以内
2	三次東JCT ⇔ 三刀屋木次IC	松江道	61.0 km	2時間以内
3	松江玉造IC ⇔ 東出雲IC	松江BP	9.7 km	1時間以内
4	米子西IC ⇔ 米子IC	米子BP	7.1 km	1時間以内

また、山陰地方と広島市のやりとりは松江道乗継交通の57%を占めている。

なお、無料区間のみ利用する車両も多いことが想定されるが、これはETCデータから把握できない。

5. 分担率の変化

(1) 対象ルート

前述の松江道乗継ICペアは、「三次東JCT以西⇔松江玉造IC」と「三次東JCT以西⇔米子西IC」の2区間が多かった。本研究では、そのうち「三次東JCT以西⇔米子西IC」を対象に分担率の変化を分析する。

対象ルートは図-5に示すルート1（松江道経由）と、

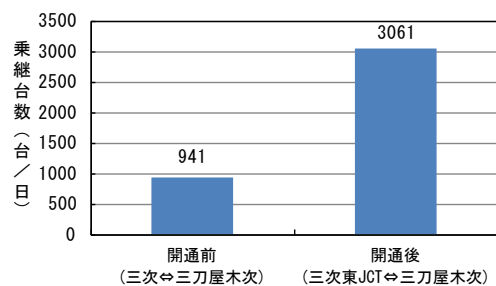


図-3 松江道開通前後の乗継台数

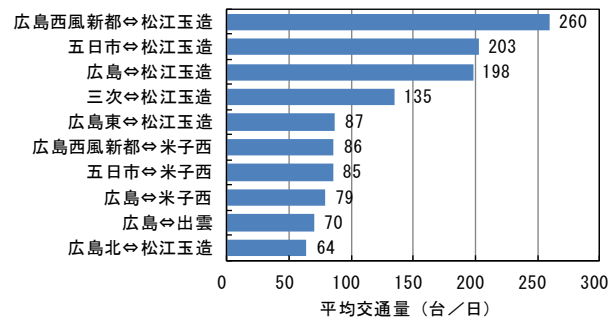


図-4 松江道開通後の松江道乗継ICペア

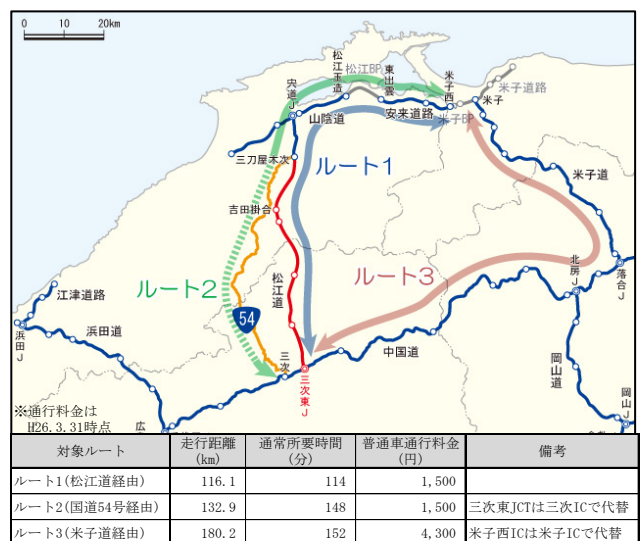


図-5 対象ルート（三次東JCT⇔米子西IC）

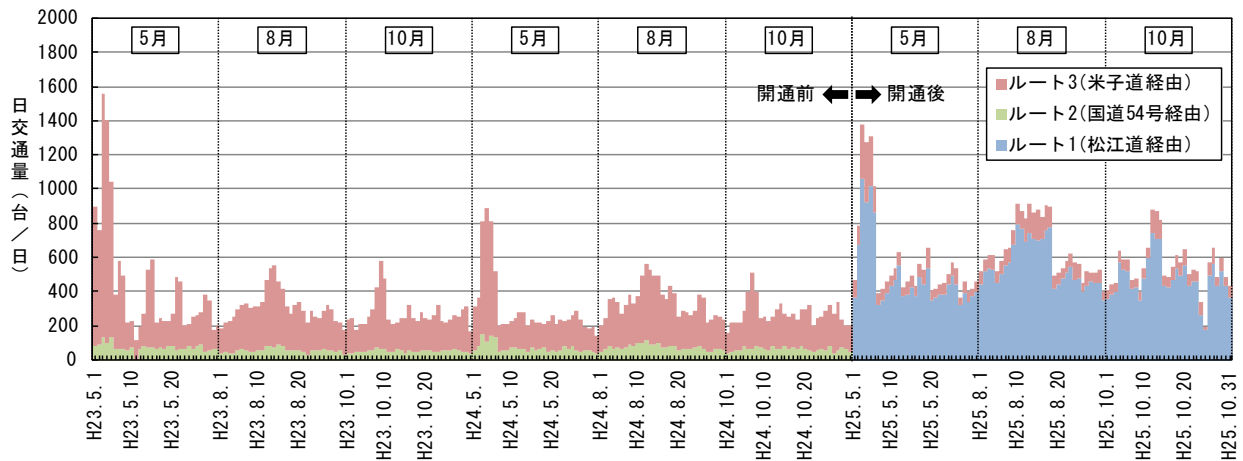


図-6 ルート別日交通量

ルート2（国道54号経由），ルート3（米子道経由）の3ルートとする。ルート1と2は乗継によって特定可能であり，ルート1は開通後のみ計上される。また，ルート3はルート1と2より距離が47～64km長く，通行料金が2,800円高いため，分担率が低いと想定されるルートである。なお，ルート3は米子西ICを利用できないため，米子ICで代替する。

(2) 日交通量

三次東JCT⇄米子西ICのルート別日交通量の変化を図-6に示す。開通前後の利用交通量（各ルートの合計）をみると，開通後に大幅に増加している。松江道開通前は，対象とした三次IC⇄三刀屋木次ICを乗継いでいない車両等捉えられていない経路があるものの，誘発があったであろうことがみてとれる。

ルートの内訳をみると，開通前は米子道を経由するルート3を利用する交通量が多く，国道54号を経由するルート2が少ない。一方，開通後は松江道を経由するルート1が多く，米子道を経由するルート3が少ない。松江道開通によって，一般道を経由するルート2や，米子道を経由する東回りのルート3から松江道を経由するルート1へ交通量の転換があったことが確認できる。

なお，開通後のルート2はデータを集計した結果，0台/日であった。

(3) 分担率

a) 全体傾向

三次東JCT⇄米子西ICのルート別分担率を図-7に示す。松江道開通に伴い，平均交通量は324台/日から594台/日～270台/日増加した。分担率をみると，開通前はルート2の国道54号経由が20%，ルート3の米子道経由が80%であったが，開通後はルート1の松江道経由が85%になり，ルート3が15%になった。松江道分担率が高く，整備効

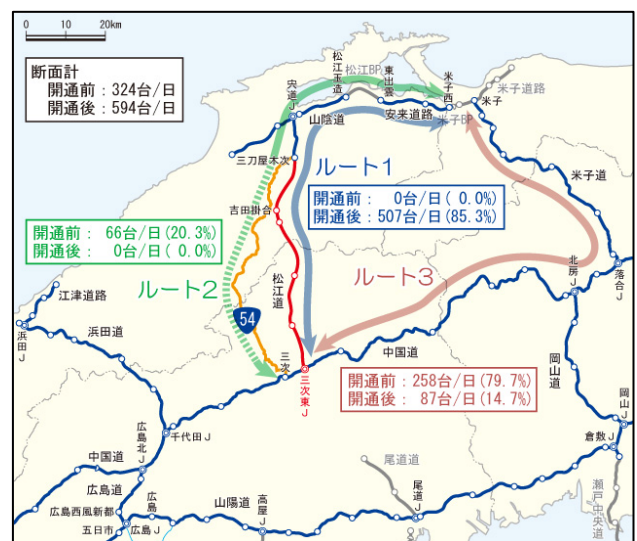


図-7 ルート別分担率

果がみてとれる。

ここで特筆すべきは，開通前においてルート2の国道54号経由が20%，ルート3の米子道経由が80%となっていることである。図-5に示すとおりルート2は133km/148分/1,500円，ルート3は180km/152分/4,300円であり，ルート2の方が走行距離が47km短く，通常所要時間は同程度であるが，普通車通行料金が2,800円安い。このようにルート3よりも優位であるにもかかわらず分担率が低くなっている。これは，山間部の国道を走行することの抵抗や，高速道路が持つ方向性の分かりやすさが影響しているものと考えられる。一般道に対する高速道路の効果が分担率に表われている。

ただし，開通前のルート2は分担率を算出するにあたって，三次IC⇄三刀屋木次ICを乗継いでいるETC車のみを対象にしている。本来は，乗継をしないで一般道のみ利用している車両も存在することから，ルート2の分担率は20%より高いことに留意していただきたい。

b) 車種別

車種別分担率を図-8に示す。開通前におけるルート2の国道54号経由に着目すると、小型車の分担率は18%であるのに対し、大型車は46%と高い。大型車は小型車に比べ、一般道経由の通行料金が安いルート2を選好する傾向にある。ただし、大型車でも半数以上は米子道経由のルート3を利用しており、高速道路の優位性がみてとれる。

また、開通後は小型車、大型車ともルート1の分担率が84~85%と高く、車種による差異はない。

c) 総高速道路利用距離別

総高速道路利用距離別のルート3(米子道経由)分担率を図-9に示す。松江道開通前後とも高速利用距離が長いほどルート3(米子道経由)の分担率が高い。ルート3に長トリップドライバーが多い理由は、料金の長距離通減を考慮していること、長距離ドライバーの松江道認知度が低いこと、ルート1に比べて暫定区間が短いこと、休憩施設の数が多いことが考えられる。

6. 所要時間

新直轄区間は車両感知器が密に設置されておらず、タイムスライス法によって所要時間を算出することが困難である。また、現時点ではITSスポットデータや民間プローブデータのサンプル数が少なく、長区間を対象とした所要時間分析が困難である。本研究ではETCデータよ

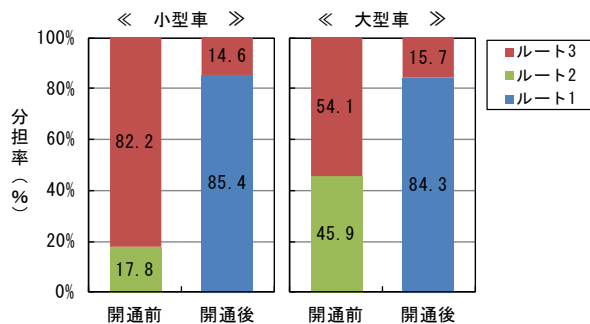


図-8 車種別分担率

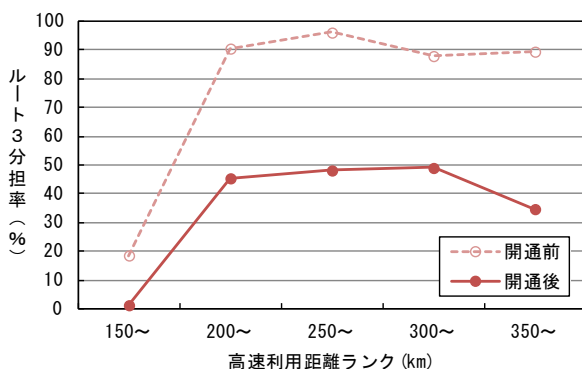


図-9 総高速道路利用距離別のルート3分担率

り所要時間を算出し、整備効果を把握することを試みる。

米子西IC→三次東JCTの所要時間分布を図-10に示す。また、所要時間の箱ひげ図を図-11に示す。いずれも7~19時を対象にしている。なお、前述の乗継条件において休憩施設への立ち寄りを考慮しているものの、NEXCO管理道路のみを通行するルート3に関しては、既往研究で示されているようなデータクレンジング(休憩施設への立ち寄り排除)は実施していない。

開通前におけるルート2(国道54号経由)の所要時間は平均150分、ルート3(米子道経由)は144分と同程度である。また、松江道開通後はルート3が143分であり開通前の144分から変化がなかった。一方、新規供用したルート1(松江道経由)は平均95分であり、開通前におけるルート2の150分より55分、ルート3の143~144分より48~49分短縮が図られた。さらに、15%タイル値と85%タイル値の幅も小さくなっており、所要時間信頼性の観点からみても効果があったことがわかる。

7. まとめと今後の課題

本研究は、新直轄方式で整備された松江道を例に、ETCデータよりこれらネットワークの整備効果検証方法を示すことを試みた。分析の視点は、高速道路会社が管理していない61kmに渡る高規格道路を対象に、高速道路会社のETCデータより乗継分析を行うことで、整備効果の分析手法を示すことである。

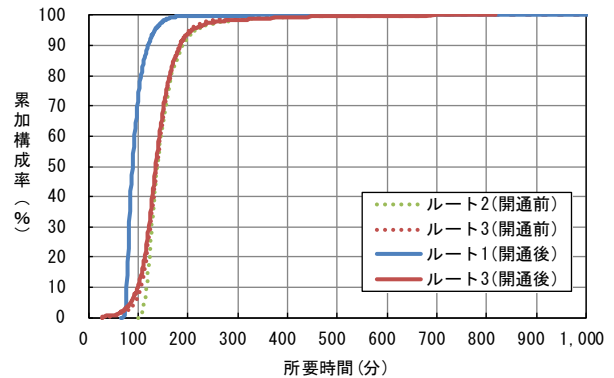


図-10 所要時間分布 (米子西IC→三次東JCT: 7~19時)

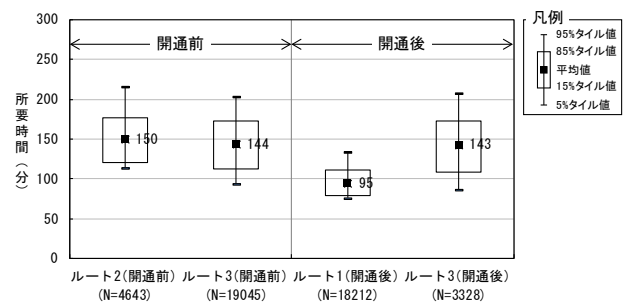


図-11 所要時間の箱ひげ図 (米子西IC→三次東JCT: 7~19時)

乗継車両のICペアを分析した結果、交通流動に大きな変化があり、地域間（山陰地方と広島市内）の繋がりが強化されたことがわかった。ICペアを限定した後、日交通量や分担率の変化を分析した結果、誘発交通があったこと、他ルートから新規供用した松江道経由のルートに転換があったことを明らかにした。

また、ルート2の国道54号経由は133km/148分/1,500円で、ルート3の米子道経由の180km/152分/4,300円より優位である。それにもかかわらず、開通前においてはルート2の分担率が20%、ルート3が80%となっている。これは、山間部の国道を走行することの抵抗や、高速道路が持つ方向性の分かりやすさが影響しているものと考えられる。一般道に対する高速道路の効果が分担率に表われており、今後このような事例を蓄積することで、高速道路のもつインパクトが定量的に明らかになるものとする。また、高速道路が選択される要因、いわゆる高速道路の効果について、意識調査を通して分析することが望まれる。

所要時間を分析したところ、新規供用したルート1（松江道経由）は、開通前や開通後のその他ルートより所要時間が短く、時間短縮が図られた。通行料金も安いいため、ルート1の分担率が高くなっていることを裏付ける結果となった。

本研究ではETCデータを用いて乗継交通に着目した分析を行い、松江道の整備効果を把握した。しかし、乗継を行っていない車両（例えば、三次東JCT～三刀屋木次ICのみ利用した車両）について把握できていない。さらに精緻な整備効果分析を行うためには、一般道のデータを取得し、活用することが考えられる。また、プローブデータを活用してリンク別速度の変化を分析することも考えられる。いずれにせよ、ETCデータのみで整備効果分析が完結するものではなく、ETCデータも活用しながら様々な指標で整備効果を分析することが重要である。

参考文献

- 1) 杉村泰一郎, 杉江功, 山本昌孝, 神野裕昭, 吉岡正樹: ETC データからみた阪神高速道路の利用特性について, 土木計画学研究・講演集, Vol.33, 2006.
- 2) 杉江功, 山本昌孝, 神野裕昭, 吉岡正樹: ETC データを用いた有料道路の料金体系にかかる社会実験の効果分析, 第 26 回交通工学研究発表会論文報告集, pp.149-152, 2006.
- 3) 宇野伸宏, 倉内文孝, 嶋本寛, 山崎浩気, 小笹浩司, 成田博: ETC データを用いた都市間高速道路の旅行時間信頼性分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.35, 2007.
- 4) 太田修平, 山崎浩気, 宇野伸宏, 塩見康博: ETC データを用いた所要時間信頼性に基づく新規高速道路供用効果分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.39, 2009.
- 5) 山崎浩気, 宇野伸宏, 倉内文孝, 嶋本寛, 小笹浩司, 成田博: ETC データを用いた都市間高速道路の旅行時間信頼性評価に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.25, No.4, 2012.

- 6) 福田大輔, 伊藤愛実: ETC データを用いた旅行時間信頼性の予測方法, 土木計画学研究・講演集, Vol.45, 2012.
- 7) 西内裕晶, MarcMISKA, 桑原雅夫, 割田博: 観測時間の集約と OD 交通量の分布形に関する基礎的研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.41, 2010.
- 8) 上田大樹, 井料隆雅, 朝倉康夫: ETC 統計データを用いた旅行時間がランプ間 OD 交通量に与える影響の実証分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.46, 2012.
- 9) 稲富貴久, 割田博, 桑原雅夫, 佐藤光: 首都高速道路における ETC データを用いたドライバーの行動特性分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.39, 2009
- 10) 割田博, 桑原雅夫, 佐藤光, 稲富貴久: 首都高速道路における ETC データを用いたランプ間 OD に関する実証分析, 第 29 回交通工学研究発表会論文報告集, pp.257-260, 2009.
- 11) 倉内文孝, 金進英, 宇野伸宏, 石橋照久: ETC 統計データによる時間帯別ランプ間 OD 交通量推計, 第 28 回交通工学研究発表会論文報告集, pp.205-208, 2008.
- 12) 廣川和希, 倉内文孝, 大藤武彦, 小澤友記子: ETC 統計データを用いた車種別時間帯別ランプ間 OD 交通量推定の改良, 第 32 回交通工学研究発表会論文報告集, pp.289-292, 2012.
- 13) 中山栄作, 宇野伸宏, 倉内文孝, 大藤武彦: 交通流シミュレーションにおける ETC 統計データに基づく OD 交通量の適用評価, 第 29 回交通工学研究発表会論文報告集, pp.253-256, 2009.
- 14) 萩原武司, 吉村敏志, 宇野伸宏, 倉内文孝, 小澤友記子: ETC データに基づく時間帯別ランプ間 OD 表の交通流シミュレーションへの適用-デイリーな交通マネジメント施策導入の事前評価-, 土木計画学研究・講演集, Vol.39, 2009.
- 15) 秋元健吾, 小根山裕之, 西内裕晶, 割田博: ETC データを用いた首都高速道路入口選択行動の分析, 第 27 回交通工学研究発表会論文報告集, pp.193-196, 2007.
- 16) 秋元健吾, 小根山裕之, 西内裕晶, 割田博, 桑原雅夫: ETC データを用いた首都高速道路のランプ入口・出口選択行動に関する実証分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.37, 2008.
- 17) 小根山裕之, 秋元健吾, 大口敬, 鹿田成則, 割田博: ETC データを用いた首都高速道路における事故発生時のランプ選択行動に関する実証分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.39, 2009.
- 18) 永井政伸, 日比野直彦, 森地茂: ETC-OD データを用いた都市内高速道路における経路選択行動に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.42, 2010.
- 19) 遠藤学史, 日比野直彦, 森地茂: 都市高速道路におけるフリーフローETC データを活用した経路選択行動分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.43, 2011.
- 20) 遠藤学史, 日比野直彦, 森地茂: フリーフローETC データを用いた都市高速道路, 土木計画学研究・講演集, Vol.44, 2011.
- 21) 松下剛, 山岡賢弘, 朝倉康夫: ETC フリーフローアンテナデータを活用した経路選択行動の分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.41, 2010.
- 22) 柳沼秀樹, 石田貴志, 足立智之, 朝倉康夫: 大規模データを用いた情報提供と経路選択行動の実証的分析, 第 32 回交通工学研究発表会論文報告集, pp.375-379, 2012.
- 23) 石田貴志, 深瀬正之, 石橋弘之, 清宮広和: 都市間高速

- 道路における経路選択行動に関する実態分析, 第 33 回交通工学研究発表会論文報告集, pp.329-334, 2013.
- 24) 嶋田真尚, 倉内文孝, 萩原武司, 宇野伸宏, 大藤武彦, 小澤友記子: ETC 統計データに基づく都市高速道路での情報提供に伴う乗継経路選択行動分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.44, 2011.
- 25) 多原裕二, 村重至康, JianXing, 小谷益男: 渋滞対策への ETC データ活用可能性検討, 第 33 回交通工学研究発表会論文報告集, pp.149-153, 2013.
- 26) 山崎浩気, 宇野伸宏, 塩見康博, 太田修平, 倉内文孝: ETC カード利用者の行動変化に着目した新規路線供用効果分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.39, 2009.
- 27) 足立智之, 藤川謙, 朝倉康夫: 所要時間信頼性の向上に伴う高速道路利用時刻変化の実証分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.39, 2009.
- 28) 足立智之, 松下剛, 藤川謙: 新名神高速道路供用に伴う所要時間信頼性向上の実証分析, 交通工学, Vol.45, No.2, pp.36-42, 2010.

(2014. 4. 25 受付)

A STUDY ON THE EVALUATION METHOD OF ROAD NETWORK BY ETC-DATA

Takeshi MATSUSHITA, Masaki TSUBOUCHI, Takanobu YOSHIKAWA,
Takashi ISHIDA and Yasuhiro NONAKA