

都心部における道路プローブの適用に関する 課題と解決法に関する一考察

内田 佳希

近畿地方整備局 福知山河川国道事務所 防災課 (〒620-0875 京都府福知山市字堀小字今岡2459-14)

実際に道路上を走行する車両の車載器やセンサーから収集される車両挙動や移動軌跡といった「プローブデータ」は、道路行政分野における有用性が高い。国土交通省においては2011年度から「ETC2.0プローブデータ」の収集を開始し、2013年度から活用に向けた取り組みが積極的に行われ始めたところであり、その活用方法に関する知見が蓄積されつつある。本稿では、特に都心部に着目した「ETC2.0プローブデータ」の適用課題とその解決の方向性について、事例分析に基づく検討結果を報告する。

キーワード ETC2.0プローブデータ、質的データ、都心部交通解析

1. はじめに

本格的な人口減少の局面を迎え、また財政状況が厳しさを増す状況下では、既存の道路ストックの有効かつ効率的な利用が求められる。そのためには、現在の「道路の使われ方」を把握しておかなければならない。

道路の使われ方に関するデータは、交通量といった「量的データ」から、利用経路といった交通量の内訳に関するデータ、いわゆる「質的データ」まで存在する。既存の道路ストックの有効利用を図る上では、特に質的データが重要となるが、量的データに比べて質的データは観測が容易ではないため、その収集には多くの労力とコストを要し、調査も限定的とならざるを得なかった。

一方で、近年のICT技術の進歩により、質的データを従来よりも安価かつ精緻に収集することが可能となっている。その中でも、実際に道路上を走行する車両の車載器やセンサーから収集される車両挙動や移動軌跡といった「プローブデータ」については、道路行政分野における有用性が高まりつつある。時々刻々の個々の車両の移動や挙動に関するプローブデータを用いれば、理論上は従来のように特定の観測箇所や観測時間に捉われず、必要な時間や場所における交通量や旅行速度を把握できる。さらに、急制動データをもとに交通安全に課題を抱える箇所を把握したり、移動軌跡情報データをもとに利用経路やODを把握したりすることも可能となる。

プローブデータに関しては、官民においてそのデータ取得方法や利活用に関する技術開発が積極的に行われてきており、国土交通省においては2011年度から「ETC2.0プローブデータ」の収集を開始し、2013年度から活用

に向けた取り組みが行われ始めたところである。それに合わせて道路プローブデータを活用した検討も行われつつあるが^{1,2)}、ETC2.0プローブデータの新たな価値を見出し、その有用性をさらに高めるためには、ETC2.0プローブデータの適用可能性に関する知見を十分に蓄積しておくことが重要である。

この要請を受けて、2014年度に都心部の交差点を対象に、ETC2.0プローブデータを用いた「交差点方向別流動」と「利用経路」に関する集計を試みた。都心部の交差点は、交通事故や渋滞などの交通課題を併せ持つ一方で、道路整備における制約が大きいために、既存ストックの有効活用が求められることから、交通の質的分析を可能とするETC2.0プローブデータの有用性は高いと言える。本稿は、その際に直面した課題とその解決法についてとりまとめたものである。

以下では、2.においてETC2.0プローブデータの概要について整理したあと、3.で都心部でのETC2.0プローブデータの適用可能性について事例分析をもとに考察し、4.で本稿で得られた知見と今後の課題について述べる。

2. ETC2.0プローブデータの概要

(1) データの特徴

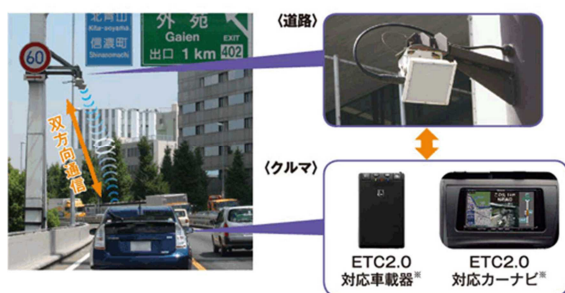
ETC2.0とは、従来のETCの高速道路利用料金収受だけではなく、道路側のアンテナであるITSスポットとの高速・大容量、双方向通信で、世界初の路車協調システムによる運転支援サービスを受けることを可能とするサービスであり、2011年から国土交通省により運用が開始さ

れている³⁾。ETC2.0プローブデータとは、このETC2.0に対応した車載器・カーナビを搭載した個々の車両から収集される走行履歴や挙動履歴等に関するデータである（表1参照）。ITSスポットの通信領域を通過した際に、電波（5.8GHz）により、上限を80km程度として、直前のITSスポットから当該ITSスポットまでに蓄積されたデータがITSスポットにアップリンクされる（図1参照）。ITSスポットは全国的高速道路上に約1,600箇所設置完了済みであり、今後、新しく開通する高速道路や有料道路にも設置される予定である⁴⁾。なお、データの蓄積可能量は概ね80kmとなっていることから、これまで一般道については、高速道路上で初めて通過するITSスポットから80km圏内のみ、ETC2.0プローブデータの取得が可能であった。

これに対し、2014年度から国土交通省では一般道におけるデータをより多く収集すべく、ETC2.0プローブデータをアップリンクさせるための「経路情報収集装置」の設置を進めている。これにより、普段高速道路を利用しない車両の走行データを含む幅広い走行データの収集体制が構築されつつある。収集されるETC2.0プローブデータのデータ数の充実とともに、危険箇所の把握や渋滞箇所の把握など、より正確な交通分析が可能となるほか、これらを活かしたまちづくりやITSスポットを利用した情報提供・ルート案内による事故防止、渋滞緩和、CO2の発生抑制など幅広い分野への活用が期待されているところである。

表-1 ETC2.0プローブデータの内容

項目	内容
走行履歴	時刻、位置情報（緯度経度）、道路種別
挙動履歴	時刻、位置情報（緯度経度）、道路種別、進行方向、速度、ヨー角速度、前後・左右加速度
基本情報	車載器の情報など固定情報



資料：国土交通省HP

図-1 ETC2.0プローブデータの収集方法

(2) 各種プローブデータとの比較

ETC2.0プローブデータの運用に先立ち、これまで大手自動車メーカー、地図サービス会社、ナビゲーションサ

ービス会社等によるプローブデータを用いたサービスが提供されてきている。これら民間によるサービスは、各々の登録会員や端末利用者からプローブデータを収集し、それを加工して会員向けに渋滞情報や運行管理情報等を提供することを基本としているが、一方で道路行政分野でも活用されている。

民間企業によるプローブサービスのうち、特に道路行政分野にかかわりの深いプローブサービスの概要について整理したものを表2に示す。表2で示されているように、プローブデータの位置情報取得周期や分析対象は、それぞれで異なっており、このうち国土交通省では、これまでに主として民間プローブデータ（HONDA）の旅行速度や急制動に関するデータを用いて円滑性や安全性に関する分析を行ってきている。しかし、移動軌跡に関する情報は提供されてこなかったため、利用経路に関する分析は行われてこなかった。こういった中で、ETC2.0プローブデータは各プローブデータの特性を兼ね備え持つデータであると言える。

表-2 各種プローブデータの比較

データ	位置情報取得周期	分析			活用場面
		速度	経路	対象	
民間プローブデータ【HONDA】	3秒	○	×	乗用車	面的な損失時間の変化 ヒヤリ・ハット分析 等
商用車プローブデータ【富士通】	1秒	○	○	トラック	物流経路の把握 等
混雑統計データ【ゼンリン】	5分	×	○	人	観光行動の変化 等
携帯カーナビプローブデータ【ナビタイム】	1秒	○	○	乗用車 トラック	交差点分析 等
ETC2.0プローブデータ【国土交通省】	基本的に200m毎	○	○	乗用車 トラック	面的な損失時間の変化 ヒヤリ・ハット分析 利用経路分析 等

(3) 都心部の交通状況把握におけるETC2.0プローブデータの有用性

ETC2.0プローブデータの大きな有用性の一つとして、利用経路やOD（出発地・目的地）などの交通の質的データを用いた分析が可能になったことが挙げられる。

一般に、都心部においては渋滞や事故などの交通課題を併せ持つものの、その解消に向けては用地取得等の様々な制約のある場合が多く、既存ストックを有効活用した対策が求められる。その一方で、交通の発着地が多く存在することや、とりうる利用経路が多様となることから、交通流動は複雑な形態をとる場合が多く、交通状況の質的把握には多くの労力と費用を要することとなる。一方、ETC2.0プローブデータを用いることで、従来の集計化された量的データによる分析では特定できなかった交通課題の原因となる交通の対象（例えばある利用経路を持つ交通）を特定し、それに直接的に作用する対策を講じられるようになることが期待できる。

ただし、一般道でのETC2.0プローブデータの収集機器である経路情報収集装置は2014年度から積極的な運用が始まったばかりであるため、ETC2.0プローブデータの利用価値をさらに高めるためには、その適用可能性につい

て幅広い観点から知見の蓄積が求められているところである。

3. 都心部でのETC2.0プローブデータの適用可能性

(1) 事例分析の概要

ETC2.0プローブデータを用いた分析は、兵庫県における行政及び商業の中心地に位置する三宮交差点（神戸市）を対象として実施した。

三宮交差点は、東西および南北交通の要衝であり、周辺には大型商業施設や鉄道4路線が乗り入れする三ノ宮駅を有する。さらに、周辺には国道2号と阪神高速道路のランプが近接していることから日常的に交通が集中し、周辺には主要渋滞箇所や事故危険区間を抱えるなど、都心部によく見られる交通課題を有している。

集計項目は、一般に課題を抱える交差点や区間での対策を検討する際に必要となる「交差点方向別流動比率」と「利用経路」である。

交差点方向別流動比率とは、交差点の流入部交通量に対する各流出方向の台数の割合であり、例えば「交差点西側流入部からの右折車割合、直進車割合、左折車割合」といったものである。ETC2.0プローブデータは標本データであるため、ここでは比率に関する集計を行った。

利用経路とは、道路上の特定箇所を通過する交通が「どの道路を使ってどこからどこへ向かうのか」を知りたいときに必要となる情報である。

集計に際しては、ETC2.0プローブデータのうち、走行軌跡を走行履歴地点ごとに表示した点群データである「ID03データ」と、走行軌跡を車両ごとにDRMのリンク単位で表示した「ID12データ」を用いることとした。なお、いずれのデータもDRMリンクに対するマップマッチングは既に行われており、「ID03データ」には緯度・経度に関する情報に加えて、各々の点群データがマップマッチングするDRMリンク情報が付与されている。

これらデータを用いた集計を行っていくうちに、いくつかの都心部に特有の課題に直面することとなった。具体的には、「マップマッチングに関する課題」、「走行履歴データの取得間隔に関する課題」、「都心部の複雑な流動に関する課題」である。これら課題に関する内容と解決法について、次項以降で述べることとする。

なお、分析の根幹にかかわる課題として、2014年度以前のETC2.0プローブデータは高速道路上に設置されたITSスポットのみから収集されたものであるため、サンプルが高速道路を利用する車両に偏り、また一般道路上のサンプル数は高速道路の出入り口が近接しているかどうかによって依存するといったものがある。これについては、2015年度以降、一般道路上に設置が進められている経路情報収集装置からETC2.0プローブデータのアップリンク

が可能となっていることから、本稿では課題の解決が図られつつあるものと見做し、サンプル特性については取り扱わないものとする。

また、ETC2.0プローブデータは標本データであるため、「量」として扱う場合には拡大処理が求められることとなるが、本稿では拡大処理方法については扱わないものとする。

(2) 道路網密度が高い地域でのマップマッチングに関する課題とそれへの対応

特定車両の利用経路については、走行軌跡の生データである「ID03データ」の緯度・経度に関する情報を用いることで、車両単位で正確に捉えることができる。一方、利用経路については、各車両の利用経路の本数をDRMリンク単位で合計し、その数に応じて道路の太さを変えて表示することで、対象箇所を通過する交通が主として利用する経路と目的地を視覚的に示した図を用いる場合が多い。この場合、利用交通量が限られていれば「ID03データ」の緯度・経度に関する情報を用いて各車両の利用経路を点列で描画し、それをDRMリンク毎に目で見て積み上げる方法もとれるが、都心部のように利用交通量が多い場合は、このような方法は現実的ではない。

一方で、「ID12データ」は走行軌跡の全てを車両ごとにDRMのリンク単位で表示したものであることから、対象箇所を通過する車両を抽出したうえで、DRMリンク毎に当該リンクを利用経路として選択している車両の台数を合計すれば、利用台数に応じた利用経路図を図示することができる。

「ID12データ」を用いて三宮交差点の西側流入部を通過する交通の利用経路を集計した結果を図2に示す。都心部における多様な利用経路が示されているが、一方でやや不自然な経路が見られた（赤線囲み）。そこで、地図で道路状況を確認したところ、明らかに利用経路とはなりえない規格の街路であることが確認された。さらに、走行軌跡の生データである「ID03データ」の緯度・経度情報に基づいて走行軌跡を確認したところ、実際には青矢印の経路を利用していることが明らかとなった。

あくまでも想定であるが、都心部では道路ネットワークが並行して密に形成されているため、マップマッチング段階で本来とは異なるDRMリンクに走行履歴データが吸着されてしまったものと考えられる。

この課題への対応としては、道路ネットワークが密に形成されている都心部における集計では、「ID12データ」を用いた集計結果に対して、その利用経路で不自然な流動がないかどうかを調べ、必要に応じて「ID03データ」の緯度・経度情報から真の利用経路を確認し、利用経路を補正するといった方法が考えられる。もしくは、走行履歴データの蓄積間隔を短くし、マップマッチング精度の向上を図るといった方法も考えられる（走行履歴データの蓄積間隔の課題については次項(3)参照）。



図2 ID12データを用いた利用経路集計結果

(3) 道路網密度が高い地域での走行履歴データの取得間隔に関する課題とそれへの対応

交差点方向別流動比率の集計において、「ID03データ」の点群データに記載されているマッチング対象のDRMリンク情報の活用を試みた。具体的には、まず交差点流入部直近のDRMリンクに走行履歴データがマッチングされている車両を当該流入部の利用交通として抽出し、次に各車両について交差点を通過した後の座標から利用方向（左折、直進、右折）を特定し、最後にそれを集計化して各交差点流入部の方向別交通量を求めるといったものである。

しかし、走行履歴データは、前回のデータ蓄積時から200m走行後、もしくは進行方向が45度以上変化した際に蓄積される。一方で、都心部では道路ネットワークが密に形成されているため、交差点間隔が200m未満となる場合が多い。仮に、交差点流入部の直近リンクの延長が90mの場合、実際には当リンク上を走行していても走行履歴地点が吸着しない車両が出現することとなるため、機械的に交差点流入部直近のDRMリンクを通過する全車両を特定するだけでは、本来の対象車両すべてを特定できない可能性がある（図3参照）。

この課題への対応としては、走行軌跡を車両ごとにDRMのリンク単位で表示した「ID12データ」を用いる方法がある。「ID12データ」では、車両ごとの走行軌跡の全てがDRMリンクで示されているため、ID03データのように交差点間隔が200m以上かどうかにとらわれる必要はない。もう一つの解決法は、利用経路上の1つのDRMに対して少なくとも1つ以上走行履歴データが吸着するくらいまで走行履歴データの蓄積間隔を短くするといったものである。ただし、これについてはデータ蓄積量とのバランスが重要となる。

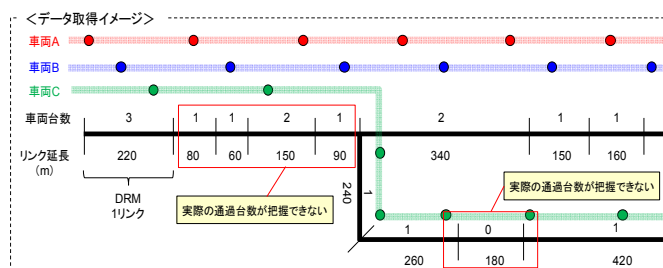


図3 点群データによる車両台数の把握

(4) 都心部の複雑な流動に関する課題とそれへの対応

都心部においては、同じ車両が同じ交差点を異なる方向から利用するといった周遊交通の存在が想定される。図4は、三宮交差点を東から西に向かって直進後下流側の交差点で右折し、今度は三宮交差点の北から南へ直進する車両の動きを模式的に示したものである。商業施設や主要駅を抱える都心部では、このような周遊交通は少なからず存在すると考えられる。この場合、東側流入部からの車両の交差点の通過方法は、「東から西への直進」のみであるが、「ID03データ」を用いて機械的に同一車両IDの走行履歴地点の組み合わせで処理を行う場合、「東から西への直進」、「東から南への左折」、「東から北への右折」の3つとして誤って集計されてしまう可能性がある。

この課題への対応としては、交差点通過直前の走行履歴地点の時刻（交差点の流入時刻）と交差点通過直後の各走行履歴地点の時刻（交差点の流出時刻）を比較し、交差点の流出時刻は交差点の流入時刻の後となるという条件を満たしたうえで、最も時間差が最小となる組み合わせを抽出することで、誤って「東から南への左折」として集計されることを機械的に回避することができる。

交差点の流入時刻に基づく補正前後の三宮交差点における交差点方向別流動比率をそれぞれ図5と図6に示す。方向別比率およびサンプル交通量ともに補正前後で数値が変化しており、都心部では少なからず複雑な動きをとる車両が存在していることがうかがえる。

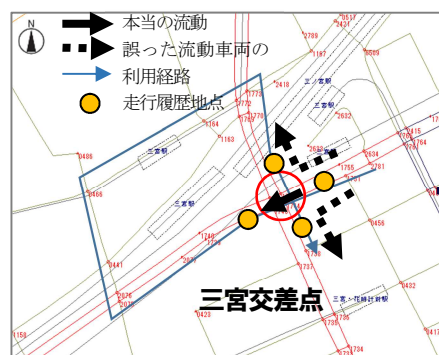
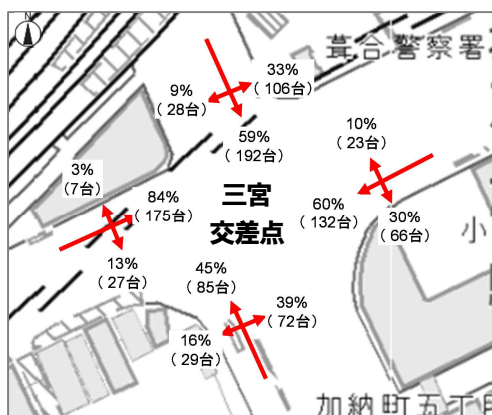
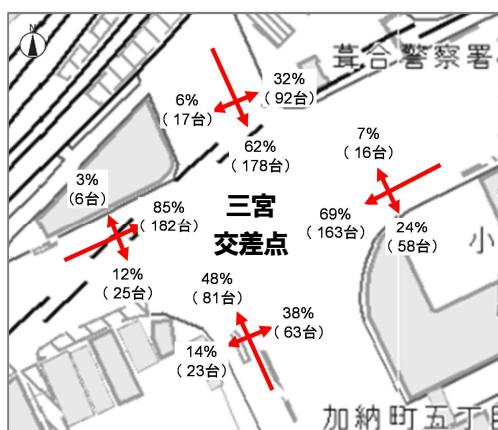


図4 方向別交通量の集計における課題



※2013.3～2014.9の平日6～19時における集計結果

図-5 交差点方向別流動比率（補正前）



※2013.3～2014.9の平日6～19時における集計結果

図-6 交差点方向別流動比率（補正後）

ングにおいて、本来とは異なるリンクに走行履歴データがマッチングされる場合のことが確認された。これについては、走行履歴データの蓄積間隔を200mよりも短くすることで、道路ネットワークが密に形成されている都心部におけるマップマッチングの精度向上を図ることが考えられる。データ蓄積量と蓄積間隔はトレード・オフの関係にあるが、一般道における経路情報収集装置の設置数の増加に伴い、データ蓄積量の制約は緩和されることを付け加えておく。

次に、都心部での交通流動分析では、都心部に特有の車両の複雑な流動が存在するため、集計に際してはこれら複雑な流動を考慮した処理を行う必要がある。

このように、本稿では、事例分析を通じて都心部におけるETC2.0プローブデータを用いた分析に関する適用課題とその解決法に関する1つの方向性を示したが、実績データとの比較による精度検証については実施できていない。今後、一般道での経路情報収集装置の整備が進み、ETC2.0プローブデータのサンプル数の偏りが改善されるのに合わせて、例えば交差点方向別流動であれば実績データの方向別比率との比較検証を行うなど、定量的な観点から適用可能性について確認する必要がある。

ETC2.0プローブデータは、これまで収集が困難であった質的データをはじめとする各種データの収集を可能とすることで、新たな分析を可能とすることが期待される。本稿の成果がETC2.0プローブデータの新たな価値をうみだす一助となれば幸いである。

謝辞：本稿の執筆にあたり、多大なるご協力をいただいた（株）長大の皆様に心より感謝申し上げます。

4. おわりに

本稿は、都心部の交差点を対象に、ETC2.0プローブデータを用いた「交差点方向別流動」と「利用経路」に関する集計を試みた際に直面した課題と解決法についてとりまとめたものである。その結果をまとめると、以下のとおりである。

まず、道路ネットワークが密に形成されている都心部では、走行履歴データのDRMリンクへのマップマッチ

参考文献

- 1) 田中良寛，金沢文彦，澤田泰征，佐治秀剛：道路プローブ情報の道路管理への活用に関する検討，第49回土木計画学研究発表会・講演集，2014
- 2) 渡辺大輔，佐治秀剛，田中良寛，鹿野島秀行，牧野浩志：道路プローブデータの分析による有効な活用方法の検討，第50回土木計画学研究発表会・講演集，2014
- 3) 国土交通省 HP: <http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/etc2/jyouhou.html>
- 4) 国土交通省 HP: <http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/etc2/panf.pdf>