

ITSスポットにより取得したプローブ情報の現状による分析例と今後の活用方法

澤田 泰征¹・金澤 文彦²・若月 健³・岩崎 健⁴

¹非会員 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番地）
E-mail:sawada-y92tb@nilim.go.jp

²正会員 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番地）
E-mail:kanazawa-f87bh@nilim.go.jp

³非会員 関東地方整備局 常陸河川国道事務所 計画課（〒310-0851 茨城県水戸市千波町1962-2）
E-mail:wakatsuki-t92gx@ktr.mlit.go.jp

⁴正会員 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番地）
E-mail:iwasaki-k924b@nilim.go.jp

国土交通省では、ITSスポットによるプローブ情報（道路プローブ情報）の収集システムを開発し、2011年度から収集を開始している。

道路プローブ情報は、無線通信技術を用いて収集するため、ITSスポット対応カーナビが普及すれば大量のデータを低コストで収集することが可能となる。また、ITSスポット対応カーナビにそれまで蓄積された履歴データを収集することができるので、これまでは、断面での走行速度しか計測できなかった固定的な装置と比較して、区間単位で実績の旅行速度データを収集することができたり、広範囲に道路管理に関わる情報を収集することができるため、低コストに道路管理業務の効率化・高度化等を実現することが可能となる。

本論文では、はじめに道路プローブ情報及び道路プローブ情報を収集するシステムの概要を説明する。次に道路プローブ情報による分析例を示すとともに、民間プローブとの当面の統合方法について説明する。さらに、今後の活用方法について考察する。

Key Words : probe data, ITS spot, Traffic analysis

1. はじめに

2009年秋より、民間各社からITSスポット対応カーナビの市場投入が始まり、ITSスポット（カーナビ・ETCを進化させオールインワンで多様なサービスを実現できるよう一体化させた「ITSスポット対応カーナビ」との間で、高速・大容量通信を行う道路に設置された通信アンテナ。）による道路交通情報提供や安全運転支援情報提供サービスなど（ITSスポットサービス）が高速道路を中心に約1,600か所で2011年から開始されている。

ITSスポットに用いられている通信技術は、双方向の高速・大容量通信が可能という特徴があり、これまでのように道路側から一方的に道路交通情報等を提供（ダウンリンク）するだけではなく、車両側から道路側に情報を送信（アップリンク）することが可能である。このため、ITSスポットは車両の走行履歴情報等を収集するプ

ローブシステムとしての活用が期待されている。

これまで、自動車に設置して走行速度や加速度（異常な挙動）を取得するドライビングレコーダ等のシステムは存在していたが、一般にはメモリカード等に取得したデータを蓄積するものであり、メモリカード等から手作業でデータをパソコン等に移動しなければならず、作業に手間がかかっていた。また、民間各社からテレマティクスを用いてプローブ情報をアップリンクするシステムも普及してきたが、一般にはその通信料をユーザーが負担する必要がある。

ITSスポットによりプローブ情報を収集するシステム（以下、プローブシステム）は、無線通信技術を用いてプローブ情報を収集するため、ITSスポット対応カーナビが普及すれば大量のデータを低コストで収集することが可能となる。またこれまで、断面での走行速度しか計測できなかった固定的な装置と比較して、区間単位で実

績の旅行速度データを収集することができたり、広範囲に道路管理に関わる情報を収集することができるため、高精度な道路交通情報の把握・提供や、低コストに道路管理業務の効率化・高度化を実現することが可能となる。

2. 道路プローブ情報及び道路プローブ情報を収集するシステムの概要

(1)道路プローブ情報の概要

道路プローブ情報は、基本情報、走行履歴、挙動履歴からなる。なお、カーナビユーザーはITSスポット対応カーナビの設定により、基本情報の一部、走行履歴、挙動履歴について、道路管理者への提供の可否を選択することができるようになっている。

a) 基本情報

基本情報は、ITSスポット対応カーナビに関する情報（無線機に関する情報（製造メーカ、型番等）、カーナビゲーションに関する情報（製造メーカ、型番等））、車両に関する情報からなる。なお、車両に関する情報は、ITSスポット対応カーナビのセットアップの際に、利用者から提供いただく車両情報の一部であるが、車台番号や、自動車登録番号又は車両番号の4桁の一連番号は含まれないため、車両又は個人を特定することはできない。

b) 走行履歴

走行履歴は、時刻、緯度・経度、道路種別（高速、都市高速、一般道、その他）等のデータで、前回蓄積した地点から200m(100m)走行した時点、進行方位が前回蓄積した時点から45度(22.5度)以上変化した時点で蓄積される。ただし、走行開始地点や走行終了地点などの個人情報に関わる情報は、収集されない。

（ ）内の数値は「電波ビーコン5.8GHz帯データ形式仕様書 アップリンク編 Rev.1.3」に準拠したITSスポット対応カーナビの場合）

c) 挙動履歴

挙動履歴は、時刻、緯度・経度、方位、道路種別、前後加速度、左右加速度、ヨー角速度等のデータで、前後加速度、左右加速度、ヨー角速度のいずれかが表-1に示す閾値を越えた時に蓄積される。

(2) 道路プローブ情報を収集するシステムの概要

表-1 挙動履歴の閾値

データ項目	閾値
前後加速度	-0.25 G
左右加速度	±0.25 G
ヨー角速度	±8.5 deg/sec

道路プローブ情報を収集するシステムは、図-1に示すとおり、自動車に搭載された「ITSスポット対応カーナビ」、道路に設置した「ITSスポット」、道路プローブ情報の収集・集計・保管等を行う「プローブサーバ」からなる。

「ITSスポット対応カーナビ」は、道路プローブ情報を収集するために特別な観測装置を実装しているのではなく、カーナビゲーションシステムに従来から搭載されているGPS受信機、加速度センサ、ジャイロセンサ等を活用して道路プローブ情報を収集する。

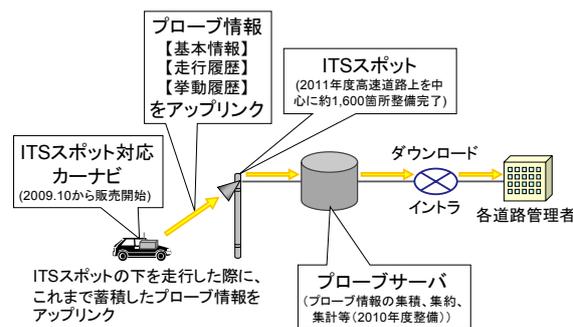


図-1 プローブシステムの構成(略図)

ITSスポット対応カーナビに蓄積された道路プローブ情報は、自動車がITSスポットの通信領域（ITSスポットの直下20m程度の範囲）を通過した際に、ITSスポットにアップリンクされる。この際、ITSスポット対応カーナビの最大蓄積容量を超えない限り、前回アップリンクされた以降に蓄積されたプローブ情報が全てアップリンクされる。「電波ビーコン5.8GHz帯データ形式仕様書 アップリンク編 Rev.1.3A（平成22年11月）」以降の仕様に準拠したITSスポット対応カーナビの場合は、高速道路のように直線的な走行では概ね80km程度の蓄積が可能であるが、一般道でカーブや右左折が多い場合は蓄積距離は短くなる。

ITSスポットにアップリンクされた道路プローブ情報は、ネットワーク上でファイル転送され、プローブサーバに集積される。

プローブサーバでは、道路プローブ情報の集積のほか、旅行時間等の集計を行う。集計はデジタル道路地図の基本道路（全国約39万km）のリンク（DRMリンク）単位と、道路交通情勢調査等で用いられる交通調査基本区間単位（都道府県道以上の道路等の幹線道路や市町村境等で分割される）で行っている。

3. 道路プローブ情報の分析例と考察

ここではプローブサーバに蓄積された道路プローブ情報の分析例と考察を示す。

(1) 走行履歴の分析例と考察

道路プローブ情報は交通状況を面でとらえて可視化することも可能であるが、ここでは路線に着目した分析例を示す。図-2に示す札幌市内の一般道(道道3号東行き)は大谷地から札幌新道、札幌南インターを経由して道央道苦小牧方面へ向かうことができるため、道路プローブ情報が比較的良く収集されている。

2011年6月から11月までの5か月間に蓄積されたデータを集計した結果、データが収集されない時間帯、区間はなく時間帯別の平均所要時間も算出できている。朝夕の速度低下や信号交差点付近での速度低下の傾向が視覚化されている。

図-3は道央自動車道の昼間12時間平均の旅行速度の季節変動を分析したものである。本事例では12月、1月において積雪の影響で旅行速度が低下していることが確認できる。また、8月にも速度低下がみられるが帰省、観光等の影響と考えられる。

なお、札幌南インター付近の速度低下は本線料金所によるものである。

走行履歴データは高速道路のIC周辺の一般道でも取得可能であるが、データの蓄積状況とデータ精度との関係について更に研究を進める必要がある。

(2) 挙動履歴の分析例と考察

挙動履歴の情報をGIS上に展開することにより急減速等が発生している箇所を把握することが可能である。図-4は阪神高速道路11号線中之島入口付近の挙動履歴発生状況である。

合流・織り込み区間等で減速加速度の挙動が発生している。

減速加速度は $-0.25G$ を閾値として記録しているが、これは1秒に約 9 km/h の割合で減速する状態である。

例えば 60 km/h で走行中に自車の前に合流車があり、1秒間ブレーキを踏んで 51 km/h まで減速すると減速加速度 $-0.25G$ となりデータが蓄積される。

左右加速度についてはプローブサーバでは絶対値 $0.25G$ 以上となったデータを記録しているが、今回は絶対値 $0.3G$ 以上のデータを表示している。主に分岐手前のみならず直線的な部分でも発生しているが、車線変更によるものが多いと思われる。

ヨー角速度については、絶対値 $8.5\sim 30\text{ (deg/s)}$ でデータが記録される。

ヨー角速度のデータは、主にカーブ区間で多く取得されており、曲率半径の小さい線形の部分で発生しやすい傾向がある。

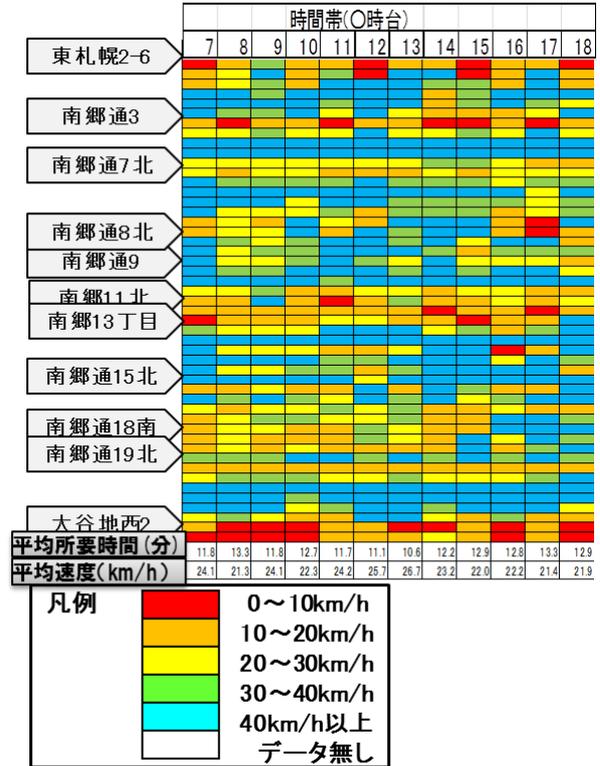


図-2 路線の旅行速度の把握(時間変動)

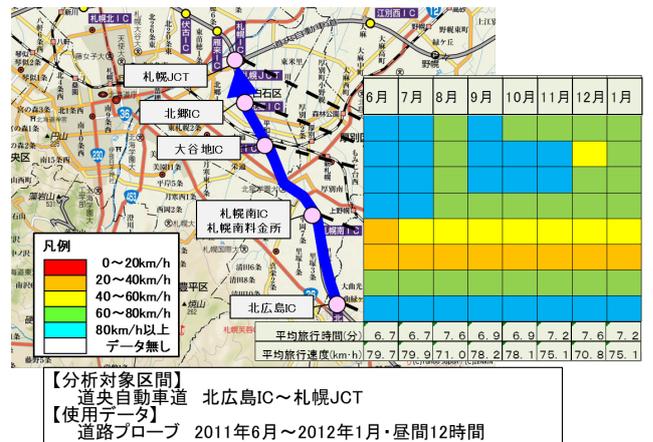


図-3 路線の旅行速度の把握(季節変動)

例えば、表-2 曲率半径とヨー角速度、左右加速度の関係に示すとおり、交差点（ $r=10m$ ）では歩く程度の速度でヨー角速度の閾値に $8.5deg/s$ に達し、その時の左右加速度はわずか $0.02G$ なのに対し、11号池田線下り中之島入路付近カーブ（ $r=86m$ ）¹⁾では時速 $46km/h$ でヨー角速度の閾値に達しその時の左右加速度は $0.19G$ となっている。設計速度 $100km/h$ の曲率半径の標準値（ $r=460m$ ）の場合は $100km/h$ で走行した場合のヨー角速度は $3.5deg/s$ でその時の左右加速度は 0.17 である。ヨー加速度は速度比例のため閾値の $8.5deg/s$ になる速度は $245km/h$ になってしまう。これは高速で走行している場合、スリップ等による車両の回転以外ではヨー角速度の挙動が発生することは少ないことを意味している。

挙動履歴のデータは道路管理者が潜在的な危険箇所を抽出するための基礎資料等としての活用が期待される。基本的には挙動履歴が多く発生している箇所の現場を見て判断することになると思われるが、作業の効率化のためには箇所の絞り込みを行うことが望まれる。

表-2 曲率半径とヨー角速度、左右加速度の関係

	曲率半径 r (m)	速度 v (km/h)	ヨー角速度 ω (deg/s)	左右加速度 G
交差点	10	5.4	8.6	0.02
	10	18	28.7	0.25
11号池田線下り中之島入路付近カーブ	86	46	8.5	0.19
	86	52	9.6	0.25
設計速度 $100km/h$ 曲率半径の標準値	460	100	3.5	0.17
	460	120	4.2	0.25
	460	245	8.5	1.03

□: 閾値以上

$$\omega = 360 v / 2 \pi r$$

$$G = v^2 / gr$$

g : 重力加速度 ($9.81m/s^2$)

計算条件: 平面線形のみを考慮
(横断勾配, 左右加速度により車両の傾き, IISスポット対応カーナビの取付の向き等による補正なし)



めには箇所の絞り込みを行うことが望まれる。

絞り込みを行うための閾値の設定方法等については定まったものがなく、今後の検討課題の一つである。

(3)道路プローブの利活用システム

道路管理者が道路状況等を把握するため、道路プローブ情報又は統合プローブ情報（道路プローブ情報と民間プローブ情報を統合したもの）を用いて簡単なデータ集計・表示を行う利活用システムのプロトタイプを作成し、道路管理者に試用してもらい意見収集する予定である。

利活用システムは取り扱うデータ量や速報性等の観点からはサーバ上で動作するオンライン版で作成すべき部分が多いと思われるが、プロトタイプは職員のPCベースで動作するスタンドアロン版（オフライン）で開発した。これは、オンライン版と比較して作成改良等を低コストで行うことができ、試用により必要な機能の確認や部分的なアルゴリズムの改良等を容易に行うことが可能となるからである。

表-3に利活用システムプロトタイプの機能一覧を示す。これらの機能は、道路管理者の業務プロセスを参考に、



図-4 急減速等発生状況の把握(阪神高速道路)

表-3 利活用システムプロトタイプ機能一覧

機能名	機能の内容
時空間速度図作成機能	指定した路線の区間別(DRMリンク), 時間帯別の平均旅行速度の集計結果を帳票形式に出力するとともに、模式図に表示する機能
所要時間帳票作成機能	最短経路もしくは指定した経路の区間別(DRMリンク), 時間帯別の平均所要時間の集計結果を帳票形式に出力する機能
急加速度発生箇所マップ作成機能	指定地域の急加速度(前後加速度)の発生箇所を地図上に表示する機能

道路管理者のニーズ、実現可能性、蓄積されたデータ量からみた試用時の実用性等を考慮してシステム開発の初年度として選択したものであり、今後順次必要な機能の追加・改良を行う予定としている。

時空間速度図作成機能は図-3と同様に指定した路線の区間別（DRMリンク別）時間帯別の平均旅行速度の集計結果を帳票形式で出力するとともに模式図に表示する機能である。事業効果評価（事業実施前後の旅行速度の比較等）などでの活用が考えられる。

なお、集計範囲の指定方法は、路線と区間を指定し区間内の両方向を集計対象とする方法と、指定した交差点とその交差点に接続している全路線（交差点に向かう方向のみを対象として指定した延長分を集計）を集計対象とする方法のいずれかである。

所要時間帳票作成機能は任意の起終点を指定し、最短経路もしくは経由地を指定することにより指定した経路の区間別（DRMリンク）時間帯別の平均所要時間の集計結果を帳票形式に出力する機能である。

図-5に所要時間帳票作成機能の出力例を示す。

所要時間を算出するためデータの欠測があった場合（着色部分）は表4に示す自由旅行速度で補完することとした。²⁾ 補完方法には他に規制速度による方法や、前後の区間や時間帯の数値を用いる方法があり、より正



図-5 所要時間帳票作成機能の出力例

表-4 自由旅行速度による補完

(単位: km/h)

	DID内	DID外
高速道路	80	80
都市高速	60	60
一般国道	35	50
主要地方道	30	45
一般都道府県道	30	45

確な補完方法を検討する必要がある。

急加速度発生箇所マップ作成機能は、指定地域において、挙動履歴のうち急加速度(前後加速度)について発生箇所と進行方向、大きさ(ランク分けして色分け)を示すものである。交通安全要対策箇所(急減速多発箇所)の抽出、交通安全対策効果(実施前後の急減速回数比較)の把握等における活用が考えられる。

4. 道路プローブ情報と民間プローブ情報の統合方法

(1) 統合の基本的な考え方

道路プローブ情報は高速道路を中心に収集されておりITSスポット対応カーナビも普及途上のため、一般道等では各種分析に十分なデータ量の確保が難しい場合が多い。そこでデータを補完するため民間プローブ情報との統合を実施した。

道路プローブ情報と民間プローブ情報は「旅行速度調査実施要綱(案) Ver1.0(平成23年6月)」に記載された方法に基づき、統合するそれぞれのデータのデータ項目、測地系、DRMバージョンの整合を図ったうえでデータを統合することが可能となる。

道路プローブ情報は現在DRM2212版(H22年12月版)世界測地系で作成されている。H23年度に用いた民間プローブ情報はDRM2203版日本測地系である。また、データの集計はDRM単位毎の他、交通調査基本区間(DRM2203版日本測地系ベース)でも行う必要があためDRM2203版日本測地系に整合を図ることとした。

また、統合を行うプローブ情報は例えばH23年10月の茨城県のデータというように時間的・空間的に同一のものとなるよう留意した。

(2) 統合方法

統合は測地系・DRMバージョン変換処理と統合・集計処理の2ステップに分けられる。

測地系・DRMバージョンの変換処理を行うため、あらかじめバージョン間対応データを作成した。

測地系変換には国土地理院から提供される地域パラメータが、DRMバージョンの変換には一般財団法人日本

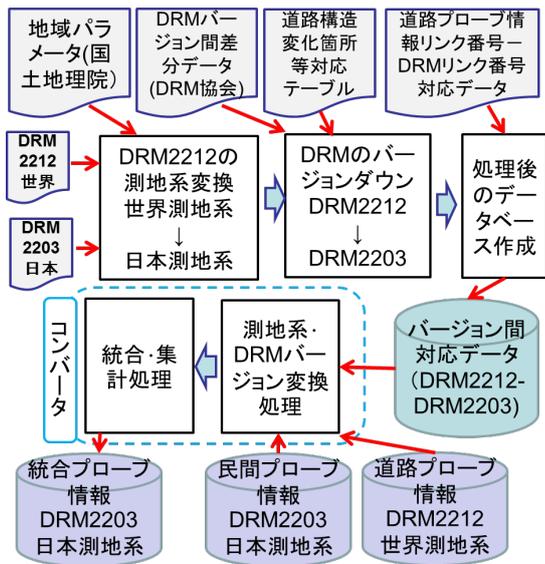


図-6 プローブ情報の統合処理の流れ

デジタル道路地図協会(DRM協会)から提供される差分データが必要となる。なお、道路構造が変化した箇所(平面交差から立体交差に変わった場合、一条道路が二条道路に変わった場合等)の一部は差分データに表現できていない箇所があったため、これらの部分を道路構造変化箇所等対応テーブルとしてデータ化し、バージョン変換後に対応するリンクがなくならないように処理することとした。

また、バージョン間対応データ、道路プローブ情報、

民間プローブ情報を入力すると統合プローブ情報を出力できるコンバータを作成し、統合処理を効率化している。これら一連の処理の流れを図-6に示す。

5. 道路プローブ情報の今後の活用方法

ITSスポットとITSスポット対応カーナビから収集される道路プローブ情報は収集開始から1年が経過し、データ取得量も順調に増加している。

本稿で報告したとおり、プローブサーバからダウンロード、加工した道路プローブ情報又は統合プローブ情報を用いた簡易な集計・分析を行う利活用システムのプロトタイプを作成し道路管理者に試用してもらい意見収集することとしている。

今後は、道路管理者向け利活用システムプロトタイプについて、道路管理者の意見を踏まえた機能の改良や追加、使い勝手の改良や、必要な機能をサーバ上で(オンラインで)利用できるよう検討をすすめていく。

参考文献

- 1) 阪神高速道路の交通安全対策アクションプログラム P4~P5
- 2) 国土交通省関東地方整備局東京国道事務所 HP,東京都道路移動性向上検討委員会における渋滞に関する指標の解説
http://www.ktr.mlit.go.jp/toukoku/09/about/jutai_kankyo/jyutai/mobility/sihyou.htm.

The current conditions and future usage perspectives of probe data collected via ITS Spot

Yasuyuki SAWADA, Fumihiko KANAZAWA, Takeshi WAKATSUKI, and Ken IWASAKI

In the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, the collection system of the probe information by an ITS spot was developed. We have started collecting data since Fy 2011.

Road probe information system collects probes with wireless-communications technology. Therefore, the system can collect a lot of data at low cost. The system can perform wide area data collection as compared with fixed equipment. It becomes possible to realize the increase in efficiency, advancement, etc. of a road administrative task using road probe information at lower cost.

At first the system which collects road probe information and road probe information are explained. Next, the example of analysis using road probe information is shown. Next, the present integrated method with a private sector probe is explained. Finally the future practical use method of a road probe is considered.