

ITSスポットにより得られる道路プローブ情報の道路管理での適用可能性

金澤文彦* 澤田泰征** 田中良寛*** 岩崎 健****

1. はじめに

2009年よりITSスポット対応カーナビの販売が開始され、2011年より全国の高速道路を中心に、約1,600箇所にてITSスポットサービスを展開している。ITSスポットとは、ITSスポット対応カーナビとの間で双方向の通信を行うために路側に設置された電波ビーコン（無線アンテナ）である。ITSスポットは道路側から車両に対し道路交通情報等を提供するだけでなく、車両側から送信されるプローブ情報（走行履歴等）を道路側で受信することが可能である。ITSスポット対応カーナビのユーザーには、ITSスポットサービスとして、3つの基本サービス（ダイナミックルートガイダンス、安全運転支援、ETC）に加えて、インターネット接続サービスが提供される。

ITSスポットで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トラフィックカウンタ等の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など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

2.1 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、走行履歴、挙動履歴の送信は任意であり、ITSスポット対応カーナビの操作により容易に停止・送信の設定が可能である。

2.1.1 基本情報

基本情報は、カーナビの製造メーカ・型番等や、車両に関する情報からなる。基本情報には車台番

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、車両や個人を特定できない。

2.1.2 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、蓄積タイミングは200m走行毎又は45度方向転換時点である。但し、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。

2.1.3 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。

2.2 道路プローブ情報を収集するシステムの概要

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では、カーナビゲーションシステムに由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利用して道路プローブ情報を生成する。

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

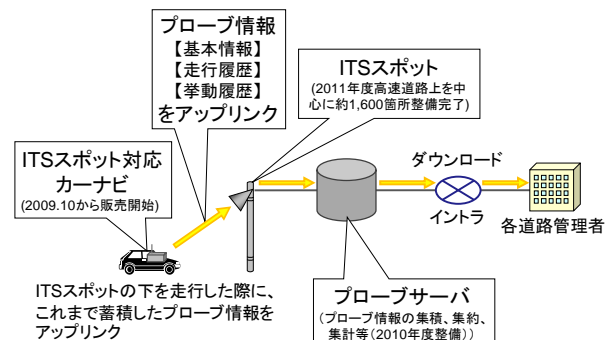


図-1 プローブシステムの構成(略図)

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、車両がITSスポットの通信領域（ITSスポット直下20m程度の範囲）を通過する際に送信され、送信された道路プローブ情報はITSスポット対応カーナビから消去される。蓄積された道路プローブ情報がITSスポット対応カーナビの容量を超過すると、データは送信未了であっても古いものから破棄される。現仕様のITSスポット対応カーナビでは、概ね80km程度の走行履歴を蓄積可能である。

ITSスポットに送信された道路プローブ情報は、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。

3.1 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が可能である。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）は東札幌2-6から札幌新道、札幌南ICを經由して道央道苫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～11月の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、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を通過するためのものである。

走行履歴については、データの蓄積状況と精度との関係やデータのクレンジング方法（異常値除去等）について引き続き研究を進める必要がある。

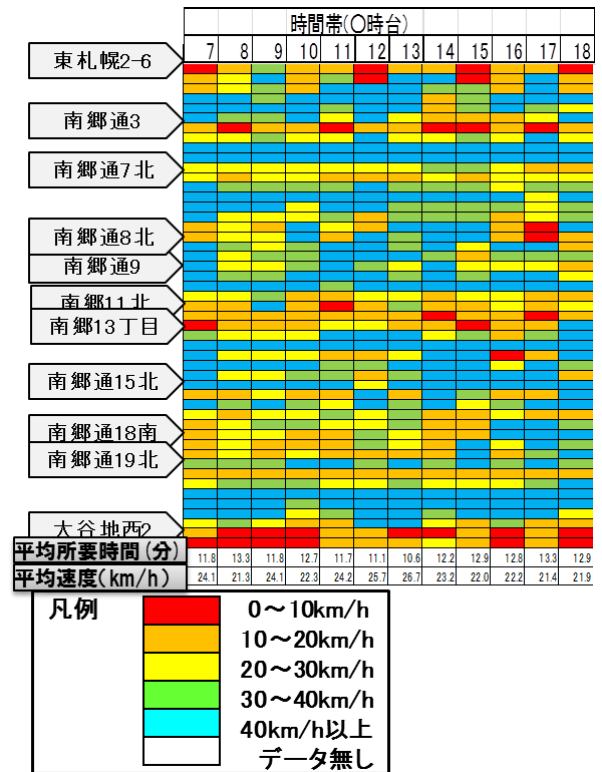


図-2 路線の旅行速度の把握(時間変動)

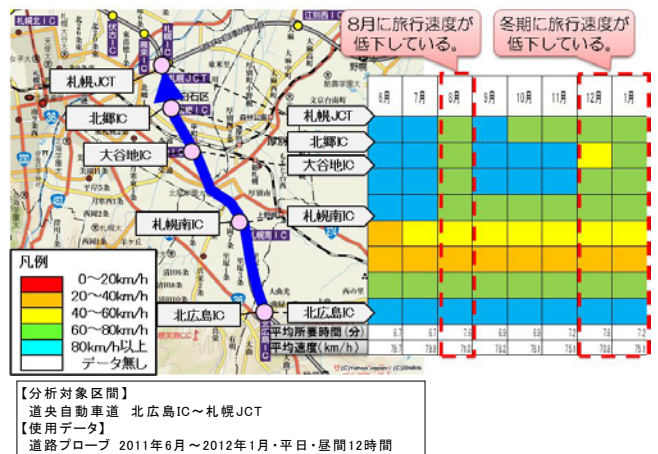


図-3 路線の旅行速度の把握(季節変動)

3.2 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可視化して把握することが可能である。

図-4は阪神高速道路11号線中之島ランプ付近の挙動履歴発生状況である。合流・織り込み区間で減速加速度の挙動が発生している。左右加速度の挙動が分岐手前のみならず直線的な部分でも発生しているが、これは車線変更によると思われる。

ヨー角速度のデータは、主に交差点の右左折時や曲線半径の小さいカーブ区間など、ハンドルが短時間に大きく操作される場合に取得される。

表-2 式(1)の関係に示されるとおり、分母になる曲線半径が小さい場合は、走行速度が極めて低速であっても閾値を超えてしまう。ヨー角速度を蓄積する閾値は表-1に示すとおり、 $\pm 8.5 \text{deg/s}$ であり、表-2に示すとおり、交差点（隅角部の内側半径を $r=10\text{m}$ とした場合）では、走行速度が徒歩程度の 5.4km/h で閾値を超過してしまう。

但し、式(2)の関係から表-2に示されるとおり、その際の左右加速度は僅か $0.02G$ である。

また、図-4に示す中之島ランプ付近のカーブ区間（ $r=86\text{m}$ 、規制速度 50km/h ）では、走行速度 46km/h でヨー角速度の閾値（★）に達し、 52km/h で左右加速度の閾値（▲）を超過してしまう。

一方、都市間高速道路のように緩やかな曲線半径で設計されている道路では、閾値を超える挙動が発生することは少ない。表-2に示すとおり、設計速度 100km/h のカーブ区間（ $r=460\text{m}$ 、道路構造令における最小曲線半径とした場合）では、走行速度が 245km/h を超過してはじめて閾値を超過することになる。

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。

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、運転者の実感との整合など、今後の検討課題である。

3.3 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

情報とテレマティクスサービス事業者等により収集される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を開発することとした。

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



図-4 急減速等発生状況の把握(阪神高速道路)

表-2 挙動履歴の閾値超過と曲線半径の関係

	曲線半径 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
都市高速道路 (阪神高速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
都市間高速道路 (設計速度100km/h)	460	100	3.5	0.17
	460	120	4.2	0.25
	460	245	8.5	1.03

■: 閾値以上

$$\omega = 360 v / 2 \pi r \quad \dots \text{式(1)}$$

$$G = v^2 / gr \quad \dots \text{式(2)}$$

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, ITSスポット対応カーナビの取付の向き等による補正なし)

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

セスを参考に、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。

所要時間帳票作成機能は任意の起終点や経由地等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に出力例を示す。

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（ランク分けした色分け）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（対策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。

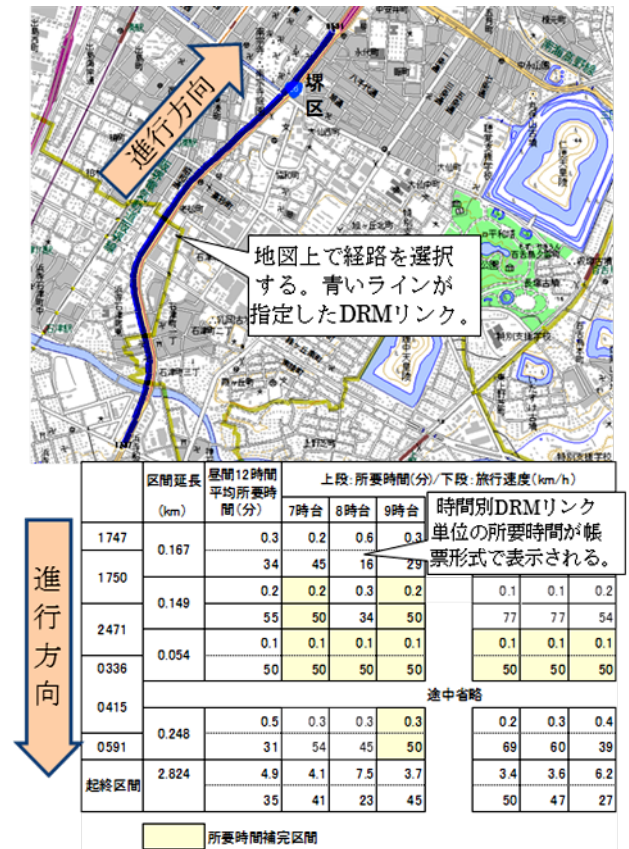


図-5 所要時間帳票作成機能の出力例

4. 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2年近く経過し、データ取得量も順調に増加している。平成24年度は本稿で報告した道路プローブ情報又は統合プローブ情報の利活用システムのプロトタイプを道路管理者に試用してもらい意見収集を実施した。今後は、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Web上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、pp.4～5
- 2) 澤田、金澤、若月、岩崎：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、第45回土木学会計画学研究発表会、2012
- 3) Fumihiko KANAZAWA・Yasuyuki SAWADA・Yoshihiro TANAKA・Ken IWASAKI、Applying Road Traffic Probe Data Obtained by ITS Spots to Road Management、19th ITS World Congress、2012
- 4) 一般社団法人日本デジタル道路地図協会Website：
<http://www.drm.jp/>

金澤文彦*



国土交通省国土技術政策総合研究所高度情報化研究センター高度道路交通システム研究室長
Fumihiko KANAZAWA

澤田泰征**



国土交通省国土技術政策総合研究所高度情報化研究センター高度道路交通システム研究室 主任研究官
Yasuyuki SAWADA

田中良寛***



国土交通省国土技術政策総合研究所高度情報化研究センター高度道路交通システム研究室 研究官
Yoshihiro TANAKA

岩崎 健****



国土交通省国土技術政策総合研究所高度情報化研究センター高度道路交通システム研究室 交流研究員
Ken IWASAKI