

道路プローブ情報の道路管理への 活用に関する検討

田中 良寛¹・金澤 文彦²・澤田 泰征³・佐治 秀剛⁴

¹非会員 国土交通省 國土技術政策総合研究所 道路交通研究部 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: tsukiji-t92ta@nilim.go.jp

²正会員 国土交通省 北陸地方整備局 金沢河川国道事務所 (〒920-8648 石川県金沢市西念4-23-5)
E-mail: kanazawa-f87bh@hrr.mlit.go.jp

³正会員 中日本高速道路株式会社 東京支社 建設事業部 企画統括チーム
(〒105-6011東京都港区虎ノ門4-3-1 城山トラストタワー)
E-mail: y.sawada.aa@c-nexco.co.jp

⁴非会員 国土交通省 國土技術政策総合研究所 道路交通研究部 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: saji-h924a@nilim.go.jp

現在、高速道路を中心に約1,600箇所でITSスポットサービスが展開されている。ITSスポットでは、ITSスポット対応カーナビ等から送信される走行履歴や挙動履歴（以下、「道路プローブ情報」という。）の取得が可能である。國土技術政策総合研究所（以下、「国総研」という。）では、道路管理者のニーズに対応して、道路交通状況を簡便に、タイムリーに把握可能な「プローブ情報利活用システム」を開発するとともに、道路プローブ情報の道路管理への活用方法について検討を実施している。本稿では、プローブ情報利活用システムの機能及び道路プローブ情報を用いた分析事例を紹介し、今後の課題を考察する。

Key Words :probe data, ITS spot, Traffic analysis

1. はじめに

国土交通省では、2010年度より全国の高速道路本線上を中心とした約1,600箇所にITSスポット（路車間通信用の無線アンテナ）を設置している。ITSスポットでは、市販のITSスポット対応カーナビへの道路交通情報等の提供のみならず、走行履歴等のプローブ情報の収集が可能である。この、ITSスポットで収集されたプローブ情報を道路プローブ情報と称する。

ITSスポット対応カーナビが普及すれば、大量のプローブ情報を低コストで収集することが可能になる。これにより、区間単位旅行速度や広範囲な道路管理に関わる情報などを高頻度に収集し、道路管理業務の効率化・高度化等を実現できる。

国総研では、プローブ情報の道路管理への活用を目的として、2011年度にプローブ情報利活用システムのプロトタイプを開発し、2012年度には地方整備局等での試用意見を踏まえて、プローブ情報利活用システムを構築し、

2013年度より道路管理者にイントラ等で提供するとともに、ユーザ意見を反映した機能追加を実施している。

本稿では、プローブ情報利活用システムの機能及び道路プローブ情報を用いた分析事例を紹介し、今後の課題を考察する。

2. 既往の研究・取り組み

既往研究では、首都高速道路上のITSスポットから得られたデータを収集・集計・保管するサーバ装置を用いて道路プローブ情報の収集実験を行い、ITSスポットにより道路プローブ情報が取得できる事を確認した¹⁾。また、道路プローブ情報に含まれる挙動履歴（前後加速度・左右加速度・ヨー角速度等の情報）と事故多発地点情報との比較^{1),2)}や、走行履歴データ（一定距離走行する毎の時刻・緯度・経度）をもとにしたCO₂排出量の算出^{2),3)}において、道路プローブ情報活用の可能性、有用

性を示してきた。プローブ情報利活用システムの開発過程については、金澤らが既報⁴⁾のとおりである。

3. 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。これらのデータから、プローブサーバで旅行時間や旅行速度の算出・蓄積を行っている（図-1）。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。

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（製造メーカー、型番等）、カーナビゲーションに関する情報（製造メーカー、型番等））、車両に関する情報からなる。

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（又は100m）走行した時点、進行方位が前回蓄積した時点から45度（又は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）

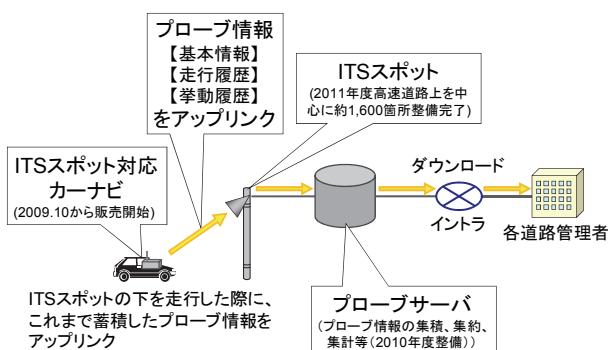


図-1 システムの構成（略図）

表-1 挙動履歴の閾値

	前後加速度	左右加速度	ヨ一角速度
閾値	-0.25G	±0.25G	±8.5deg/sec

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、ヨ一角速度等のデータで、前後加速度、左右加速度、ヨ一角速度のいずれかが表-1に示す閾値を超えた時のピーク値が蓄積される。

4. プローブ情報利活用システムの概要

プローブ情報利活用システムは、「プローブサーバ」からDRMリンク単位に集計された旅行速度データや挙動履歴データをオンラインで収集し、アプリケーションで集計・加工し閲覧できるようにしている。道路管理者は、プローブ情報利活用システムのポータルサイトにアクセスし、インターネットを通じてアプリケーションを操作し、必要な集計結果を閲覧、利用することができる。

プローブ情報利活用システムでは、表-2に示すとおり、次の5つの機能を開発している。時空間速度図作成機能は、指定した任意の経路におけるDRMリンク別・時間帯別に時空間速度図を作成する機能である。図-2に時空間速度図作成機能の出力例を示す。所要時間帳票作成機能は、指定した任意の経路におけるDRMリンク別・時間帯別の平均旅行時間の集計結果を帳票形式に表示する機能である。図-3に所要時間帳票の出力例を示す。急加速度発生箇所マップ作成機能とは、急加速度の発生箇所を地図上に表示するもので、急減速多発箇所の抽出や交通安全対策実施前後比較を可能とするなど交通安全対策業務に活用できる。図-4、図-5に急加速度発生箇所マップ作成機能の出力例を示す。旅行速度地図表示機能とは、指定した都道府県のDRMリンク別の時間帯平均旅行速度を地図上で表示し俯瞰的に状況を把握できるようにした機能である。図-6に旅行速度地図表示機能の出力例を示す。災害時のリアルタイム処理機能は、震度5弱以上の地震を観測した都道府県のDRMリンク別平均旅行速度をリアルタイムに自動集計する機能である。図-7に画面表示例を示す。

表-2 利活用システム機能一覧

機能	概要	供用
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	2013
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	2013
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	2013
旅行速度地図表示機能	指定したエリアの区間別（DRMリンク），時間帯別平均旅行速度を、地図表示する機能	2014
災害時のリアルタイム処理機能	震度5弱以上（対象震度は変更可）の地震を観測した都道府県の区間別（DRMリンク）平均旅行速度をリアルタイムに自動集計する機能	2014



図-2 時空間速度図の出力例（東名高速道路）

[集計期間] DRW保険		[集計区間] ドクターベッドCD		[ノードID]		[地点名]							
<起点>		523504		1552									
<終点>		523504		1402									
[経路延長] 0.4 km													
[集計期間] 2013年08月01日～2013年08月31日													
[集計単位] 全日													
[集計対象データ] 総合コープを含む													
路線	交通規制 基本区間	DRW保険	経路延長 (km)	経路(総距離均値) 平均速度(分)	時間平均 旅行速度(km/h)	上段: 表示時間部分/下段: 旅行速度(km/h)							
				7時台 8時台 9時台 10時台 11時台 12時台 13時台 14時台 15時台 16時台 17時台 18時台	7時台 8時台 9時台 10時台 11時台 12時台 13時台 14時台 15時台 16時台 17時台 18時台								
25号	273020250390	001552	0.056	0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2	0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2								
		001835	0.051	1.5 1.7 2.0 1.5 1.8 1.3 1.7 1.8 1.8 1.4 1.7 1.5	1.5 1.7 2.0 1.5 1.8 1.3 1.7 1.8 1.8 1.4 1.7 1.5								
		001119	0.051	0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.3	0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.3								
		001481	0.107	0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4	0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4								
		001428	0.106	0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3	0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3								
		000849	0.034	2.0 2.1 2.2 2.2 2.2 2.2 2.2 2.2 2.2 2.2 2.2 2.2	2.0 2.1 2.2 2.2 2.2 2.2 2.2 2.2 2.2 2.2 2.2 2.2								
		001402	0.051	0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1	0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1								
		蛇行区間	0.405	2.4 2.5 2.6 2.6 2.6 2.6 2.6 2.6 2.6 2.6 2.6 2.6	2.4 2.5 2.6 2.6 2.6 2.6 2.6 2.6 2.6 2.6 2.6 2.6								
				1.4 1.3 1.3 1.2 1.2 1.2 1.4 1.4 1.4 1.4 1.4 1.4	1.4 1.3 1.3 1.2 1.2 1.2 1.4 1.4 1.4 1.4 1.4 1.4								
				1.7 1.6 1.6 1.5 1.5 1.5 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6	1.7 1.6 1.6 1.5 1.5 1.5 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6 1.6								

図-3 所要時間帳票の出力例（国道25号御堂筋）

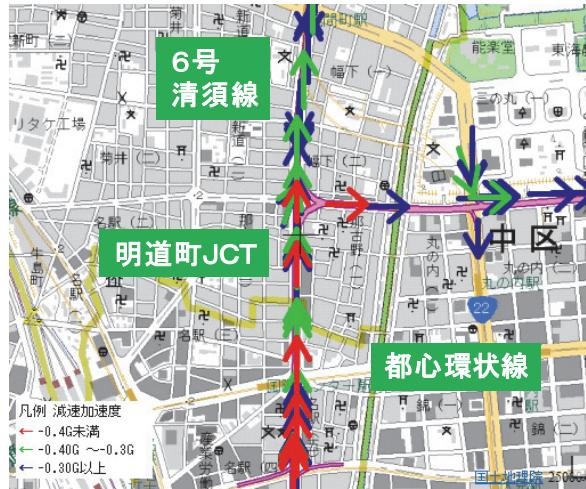


図-4 急加速度発生箇所マップの表示例
(名古屋高速道路明道町JCT)

NO.	測定機器番号	測定機器	測定地	GPS測定時間	エラーバンド	ノードID	経度	緯度	測定時間	測定速度	走行距離	走行時間	走行速度
1	13	3	20	203 200620202208	null	1814	1814	133000000010	2 139.8115 35.67233	5	-0.45	0	-0.5
2	13	3	20	203 200620202156	533044	1814	1816	133000000010	2 139.8115 35.67233	5	-0.45	0	-0.5
3	13	3	20	203 200620202052	533002	1810	1814	null	2 139.2641 35.67231	5	-0.42	0	-0.4
4	13	3	20	203 200620202053	533002	1810	1814	null	2 139.2641 35.67231	5	-0.42	0	-0.4
5	13	3	20	203 200620202156	533044	1814	1816	133000000010	2 139.8114 35.67233	5	-0.42	0	-0.5
6	13	3	20	203 200620202157	533045	1817	1816	133000000010	2 139.8547 35.67236	5	-0.35	-0.17	-0.2
7	13	3	20	203 200620212067	533045	2087	409	133000000010	2 139.8547 35.67236	12	-0.37	-0.17	-0.2
8	13	3	20	203 200620202171	533004	806	810	133000000010	2 139.5497 35.67236	13	-0.37	-0.08	-0.2
9	13	3	20	203 200620211511	533043	2120	2142	133000000010	2 139.446 35.67579	12	-0.38	-0.06	-0.2
10	13	3	20	203 200620211511	533043	2120	2142	133000000010	2 139.446 35.67579	12	-0.38	-0.06	-0.2
11	13	3	20	203 200620211511	533043	2120	2142	133000000010	2 139.446 35.67579	12	-0.38	-0.06	-0.2
12	13	3	20	203 200620213645	533043	52	58	133000000010	2 139.491 35.67247	12	-0.38	-0.02	-0.5
13	13	3	20	203 2006132950	533044	25	254	133000000010	2 139.5058 35.67098	4	-0.33	0	-0.1
14	13	3	20	203 2006132950	533044	25	254	133000000010	2 139.5058 35.67098	4	-0.33	0	-0.1
15	13	3	20	203 200620204501	533045	1401	4096	133000000010	2 139.9645 35.67356	11	-0.3	-0.07	-0.2
16	13	3	20	203 200620204517	533045	1401	4096	133000000010	2 139.9645 35.67356	11	-0.3	-0.06	0
17	13	3	20	203 200620204517	533045	1401	4096	133000000010	2 139.9645 35.67356	11	-0.3	-0.06	0

図-5 急加速度データCSV形式出力例

(国道20号甲州街道)



図-6 旅行速度地図表示の表示例（東京都心部）

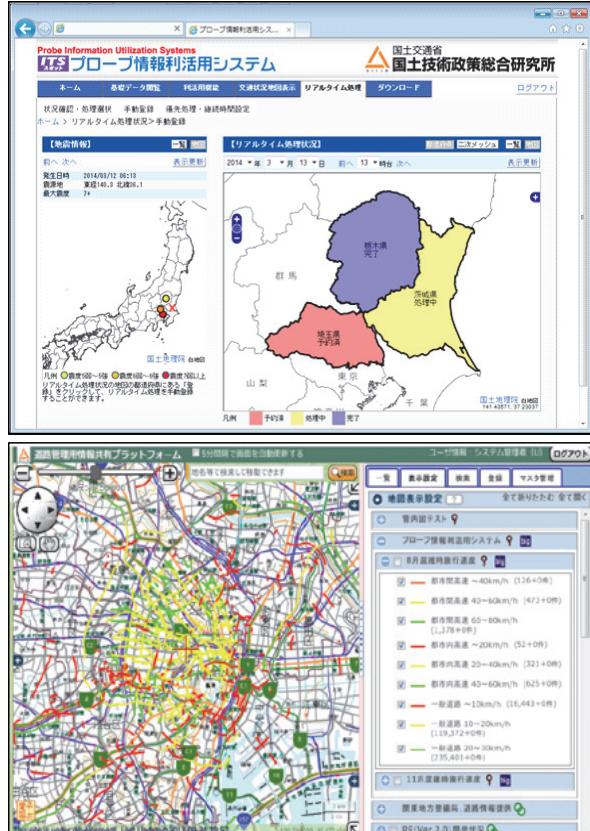


図-7 災害時リアルタイム処理の表示イメージ

5. 道路プローブ情報の分析例と考察

(1) 路上工事が交通に及ぼす影響の把握

中央道恵那山トンネルの天井板撤去工事⁵⁾に伴い、下り側のトンネル部を通行止めとし、上り側で対面通行を行った。これら工事に伴う交通状況を道路プローブを用いて把握した。

影響把握は、プローブ情報利活用システムから出力された時空間速度図（リンク別時間帯別の旅行速度）により混雑状況を確認するとともに、速度低下時間及び昼間12時間の平均速度を集計した。

■集計条件

<対象路線>

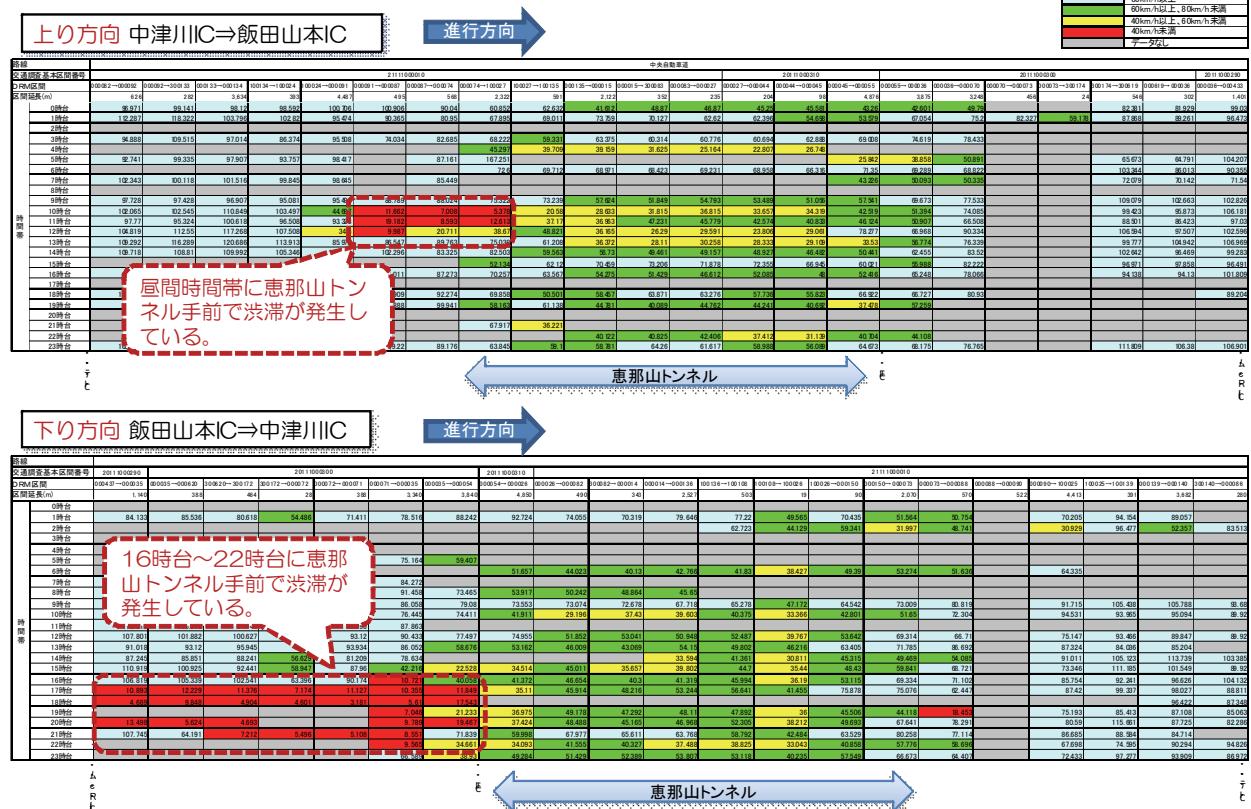
- ・中央道本線：飯田山本IC～中津川IC
- ・迂回路：飯田山本IC-R153-R256-R19-中津川IC

<対象期間>

- ・工事中：2013年6月22日（土）～7月2日（火）
- ・工事前：2012年7月（1ヶ月）

工事期間中は、恵那山トンネルの入口手前で渋滞が発生し、トンネル内で速度低下がみられた。（図-9,10）

■中央道恵那山トンネル工事における中央道の交通状況 (休日【2013年6月22日～7月2日[4日間]】)



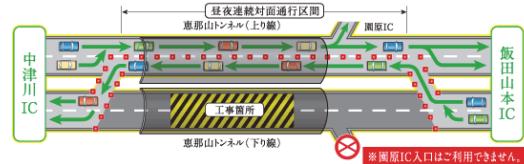
路上工事の影響を数量化することにより、今後の路上工事実施計画の改善等につながると考えられる。

中央道 恵那山トンネル 天井板撤去工事

中津川 IC ⇔ 飯田山本 IC

昼夜連続対面通行

6/21(金) 午前 6時 → 7/9(火) 午後 1時



上り線 [東京(長野)方面] 通行止

6/20(木) 午後 6時 → 6/21(金) 午前 7/9(火) 午後 1時 → 7/10(水) 午前 6時

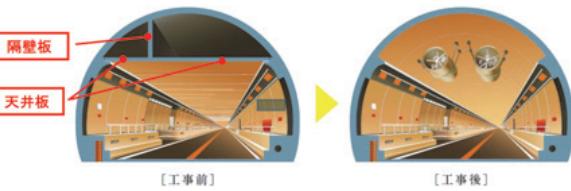


図-8 工事概要



■中央道恵那山トンネル工事における中央道の交通状況

(休日【2013年6月22日～7月2日[4日間]】)

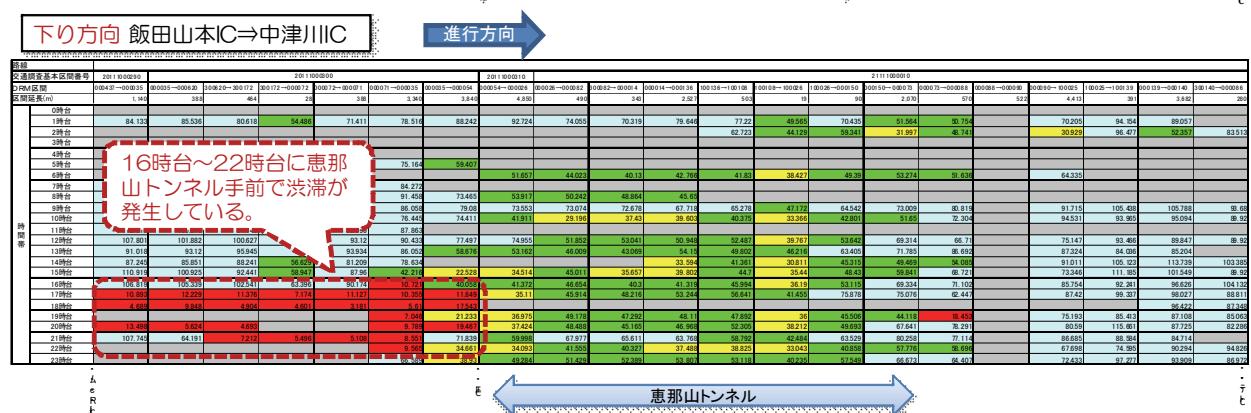
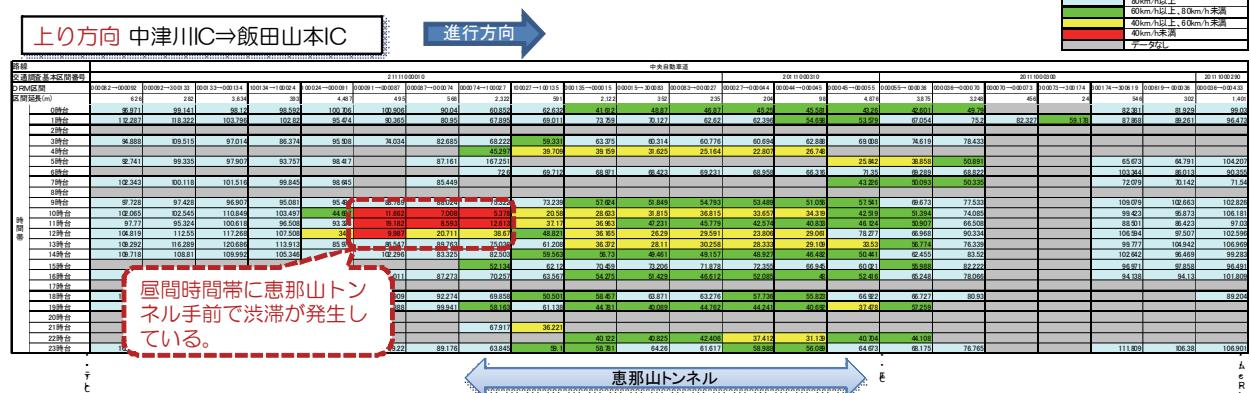
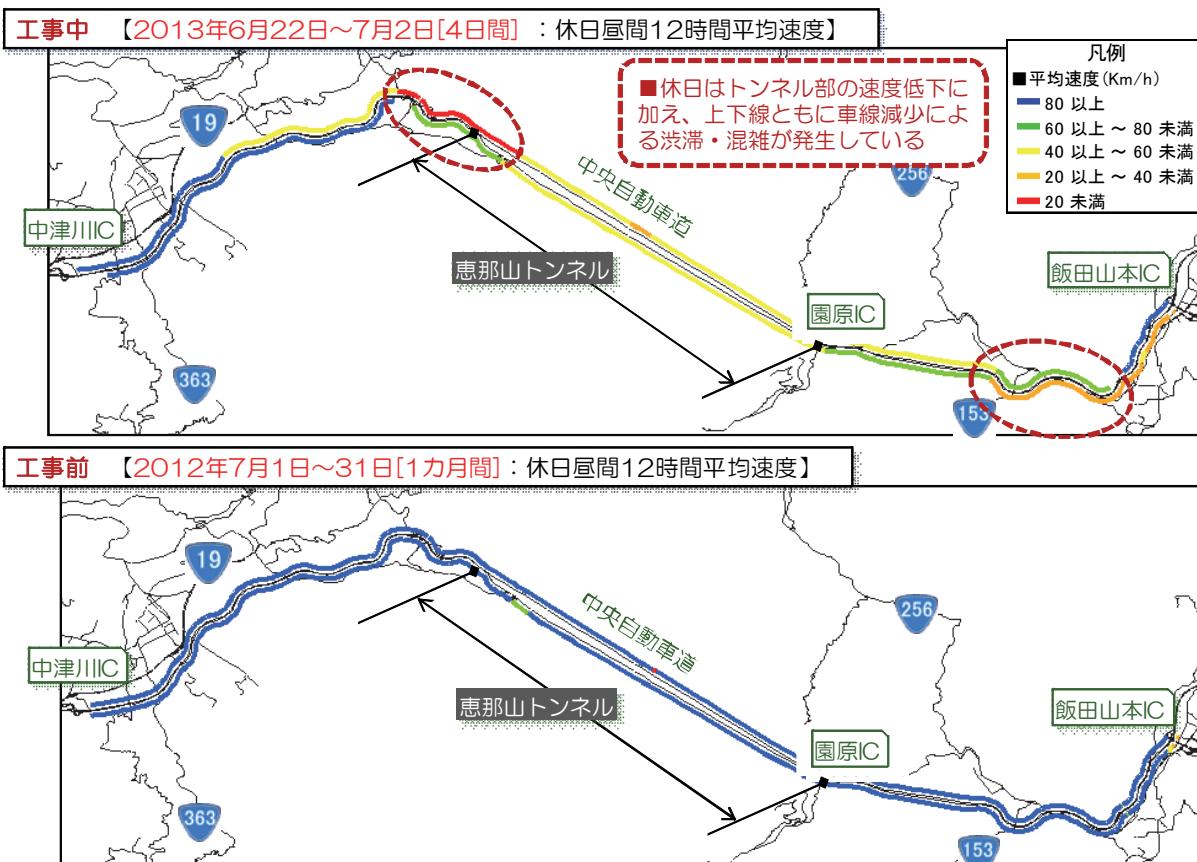


図-9 工事期間中の渋滞状況 (時空間速度図)

■中央道恵那山トンネル工事前後における交通状況比較



■中央道恵那山トンネル工事中における交通状況（休日）

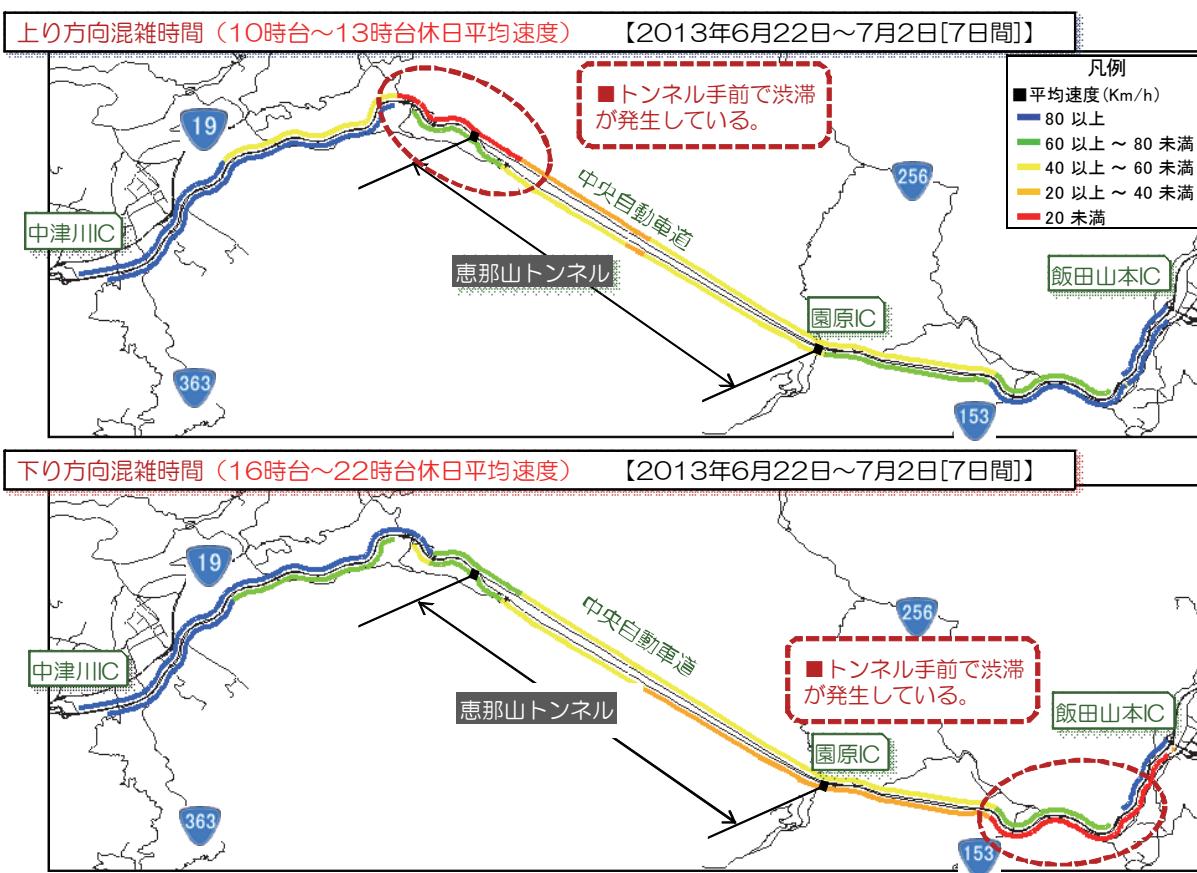


図-10 工事期間中の渋滞状況（旅行速度地図表示）

(2) 災害が交通に及ぼす影響の把握

2014年2月14日（金）夜から15日（土）にかけて、関東甲信越地方、東北地方の内陸部で記録的な大雪となり、山梨県内では河口湖 143cm、甲府 114cmなど、歴代一位の積雪を観測した。これに伴う通行止め（図-11）の影響を、道路プローブを用いて把握した。

14日（金）夜からの大雪により、15日（土）には東京方面及び静岡方面からの交通が途絶し、一時的に山梨が陸の孤島化している様子がみられた。（図-12）

プローブ情報利活用システムでは、災害時にはほぼリアル

タイム（遅くとも3時間以内）に、指定した地域の道路プローブ情報を地図表示することが可能となっている。



図-11 降雪に伴う通行止めの状況（中央道、国道20号）

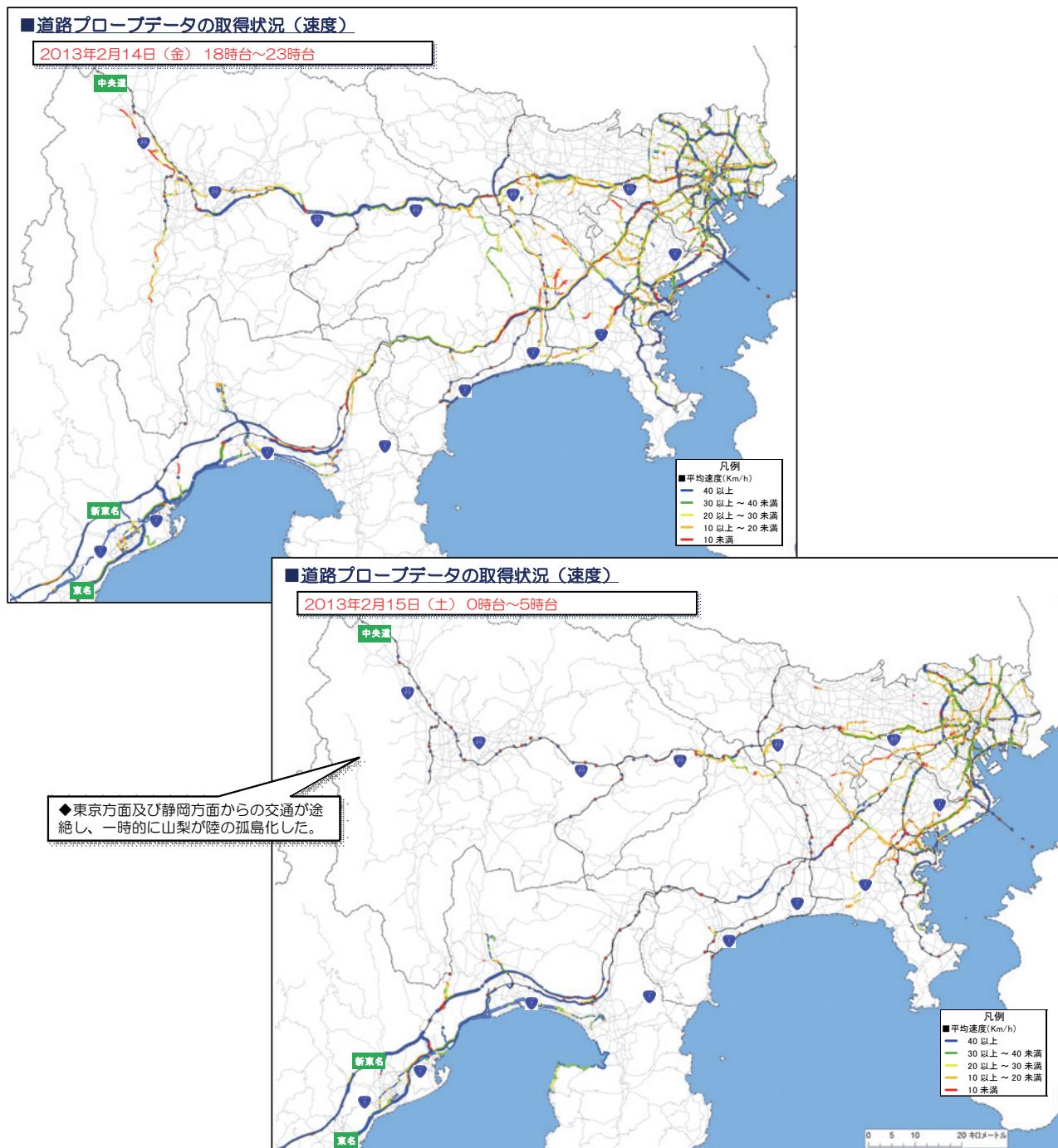


図-12 降雪に伴う交通状況（旅行速度地図）

プローブ情報をリアルタイムにモニタリングすることで、地震等の大規模災害や、気象災害等の発生時に、通行可能な道路を把握することが可能である。但し、把握できるのは通行実績のある「通れる」道路であり、「通れない」道路を把握するものではないことと、ITSスポットにデータがアップリンクされるのは、車両がITSスポットで通信を行うタイミングであり、車両が当該箇所を通過したタイミングとは異なりことに留意が必要である。

6. 今後の課題

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3年余りが経過し、データ取得量も順調に増加している。

今後、道路管理者とともに道路プローブ情報活用方法の検討をさらに進めるとともに、プローブ情報利活用システムで交通量閲覧機能の追加など必要な改良について検討を進める必要がある。

参考文献

- 1) Hatakenaka, H. et al : Study of the Practical Application of an Advanced Cruise-Assist Highway System Utilizing Probe Data, *Proc. of 15th ITS World Congress*, CD-ROM, 2008.
- 2) Hatakenaka, H. et al : A Practical Approach to Realize Next Generation Road Services Using DSRC Probe Data, *Proc. of 16th ITS World Congress*, 2009.
- 3) Kanazawa, F. et al, : Study of CO₂ Emission Estimation and Clarification of Congestion Length Using DSRC Probe Data, *Proc. of 17th ITS World Congress*, 2010.
- 4) 金澤他：道路プローブ情報利活用システムの開発，第38回土木情報学シンポジウム，CD-ROM, 2013.
- 5) 中日本高速道路株式会社：中央自動車道 恵那山トンネルの天井板を撤去します～工事規制中の安全運転にご協力をお願いします～，http://www.c-nexco.co.jp/corporate/pressroom/news_old/index.php?id=3212.

(2014.4.25受付)

A study on road management utilizing road traffic probe information

Yoshihiro TANAKA, Fumihiko KANAZAWA, Yasuyuki SAWADA and Hidetaka SAJI

In Japan, radio wave beacons called "ITS Spots" are installed at the roadside to collect probe information from car navigation systems supporting these ITS Spots (ITS Spot OBUs). In this article, we present an overview of the probe information utilization system established with the purpose of addressing efficiency and advancement in road management, together with examples of probe information utilization.