

渋滞の減少に貢献する 道路交通情報の技術

鈴木信雄 トヨタ自動車(株)
林 康博 トヨタ自動車(株)

道路交通情報の現状

現在、日本国内においては約7,877万台もの車両が保有されており、2010年4月には、36万台の車両が新規に登録されている。このような大量の車両が存在する現在の自動車社会においては、交通渋滞の対策は国家的課題となっており、渋滞による損失は、年間12兆円にもなるという試算も行われている¹⁾。また、2010年5月11日にIT戦略本部にて決定された「新たな情報通信技術戦略」(IT戦略)

においても、「2020年までに、高度道路交通システム(ITS)等を用いて、全国の主要道における交通渋滞を2010年に比して半減させることを目指しつつ、自動車からのCO₂の排出削減を加速する」ということが明記された。このように深刻化する交通渋滞の有効な対策の1つとして、道路利用者に対する道路交通情報の提供が行われている。道路交通情報は、図-1に示すさまざまな形態で、表-1のようなサービスが提供されており、現在では、日々の生活に不可欠な情報として活用されている。

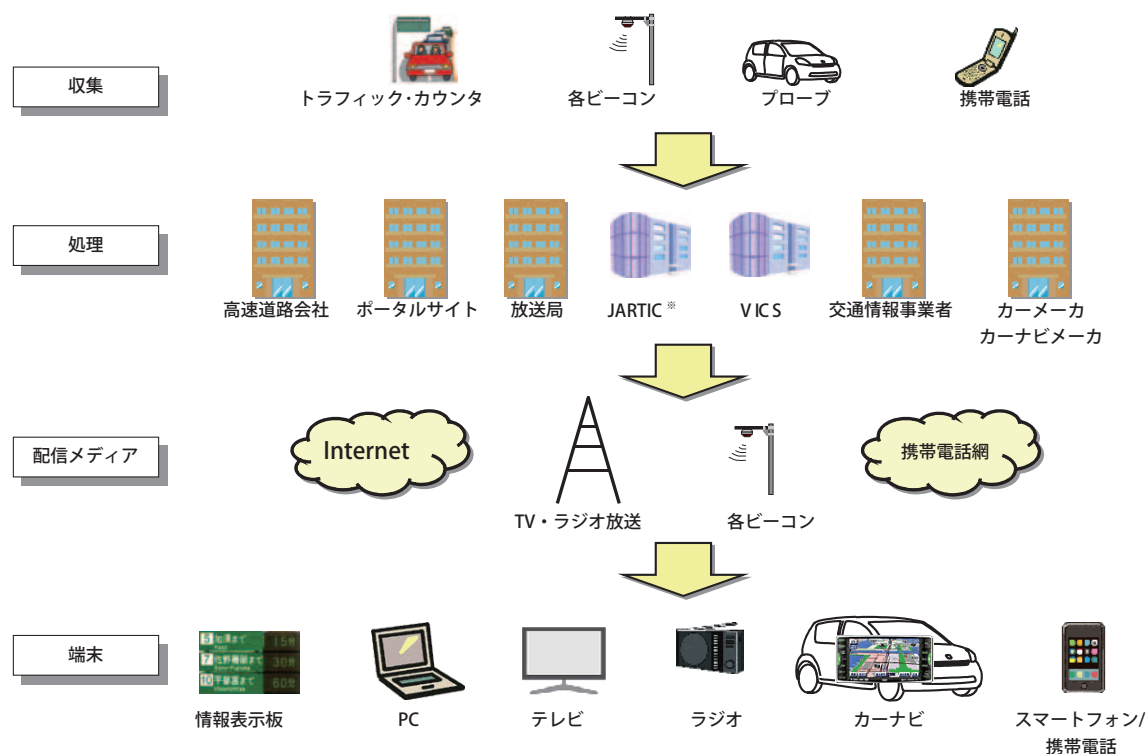


図-1 道路交通情報サービスの全体像

これらのサービスの中でも、VICS（Vehicle Information and Communication System）を用いた車載機器への情報配信が、広く一般に利用されている。これは、カーナビゲーション機器（以下、カーナビ）の普及に伴っており、2010年3月現在、累計で約2,678万台のVICS搭載カーナビが出荷されている。また、FM多重放送、光ビーコン、電波ビーコンの3つの配信メディアを使って1996年にサービスが開始されたVICSは、2009年にはDSRC（Dedicated Short Range Communication：スポット型5.8GHz帯狭域通信）による新しいサービスが始まるなど、配信メディアの増強を図りつつ、今も進化を続けている。本稿では、道路交通情報の中でも、VICSのような車載機器向けに整備されている道路交通情報の収集、配信、および、評価技術について概観するとともに、海外の動向や今後の展望について述べる。

道路交通情報の収集技術

車載機器向け道路交通情報の収集技術は、表-2のように大きく2種類に分類することができる。道路に設置されたセンサ機器を利用して収集するものと、プローブと呼ばれる個々の車両から情報を収集するものである。

道路側機器を利用して道路交通情報を収集する技術としては、道路のセンサ機器を利用する方式とカメラ画像を利用する方式がある。

まず、道路のセンサ機器を利用する方式では、都道府県警が信号管制用に設置運営している光ビーコン、各高速道路会社などが設置運営しているトラフィック・カウンタがある。また、カメラ画像を利用する方式では、都道府県警や高速道路会社が設置運営している旅行時間測定システムがある。

提供形態	サービス例
情報表示板	NEXCOなど
PC	ドラぶら、高速日和、ATISS [※] on Net、Yahoo! 道路交通情報など
テレビ	テレビ放送番組、地デジ・データ放送の交通情報など
ラジオ	AM/FM放送番組、ハイウェイラジオなど
カーナビなどの車載機器	G-BOOK(トヨタ)、Internavi Premium Club(ホンダ)、CARWINGS(日産) など
携帯電話やスマートフォン	全力案内、いつも、NAVI、NAVITIME などのアプリサービス 道路交通情報ダイヤル、ハイウェイテレホンなどの音声サービス

※ ATIS：Advanced Traffic Information Service（交通情報サービス(株)）

表-1 道路交通情報サービスの提供形態とサービス例

分類	事例
道路側機器を利用	道路のセンサ機器を利用 光ビーコン、トラフィック・カウンタなど
	カメラ画像を利用 旅行時間測定システムなど
プローブ情報を利用	G-BOOK mX、Internavi Premium Club、CARWINGS、全力案内など

表-2 道路交通情報の収集技術の分類

次に、プローブ情報を利用する方式は、主要なカーメーカーが採用しており、図-2のように個々の車両に搭載したモバイル端末機器を使って、それぞれのカーメーカーが運営しているセンタへ車両の位置情報などを送信している。ここで、VICS情報は、センサが設置されている幹線道路の都市部を中心に情報を提供しているが、プローブ情報は、プローブ車両が走行した任意の道路の情報を収集することができる。そのため、提供される情報の量が格段に多くなるという利点がある。さらに、ブレーキの動作状況を使った危険地帯の予測や、ワイパーの稼働状況を使った気象予測などの付加的な情報提供を行うことも可能である。このようなプローブ情報システムは、実際には、主なカーメーカーが展開しているテレマティクス・サービスの一部として提供されており、車両からセンタへのプローブ情報の送信には、携帯電話網が主に使われている。また、国土交通省と各高速道路管理会社においても、DSRCを用いたプローブ情報の収集が行われている。このプローブ情報は、バス運行管理の研究や道路に関する調査・管理

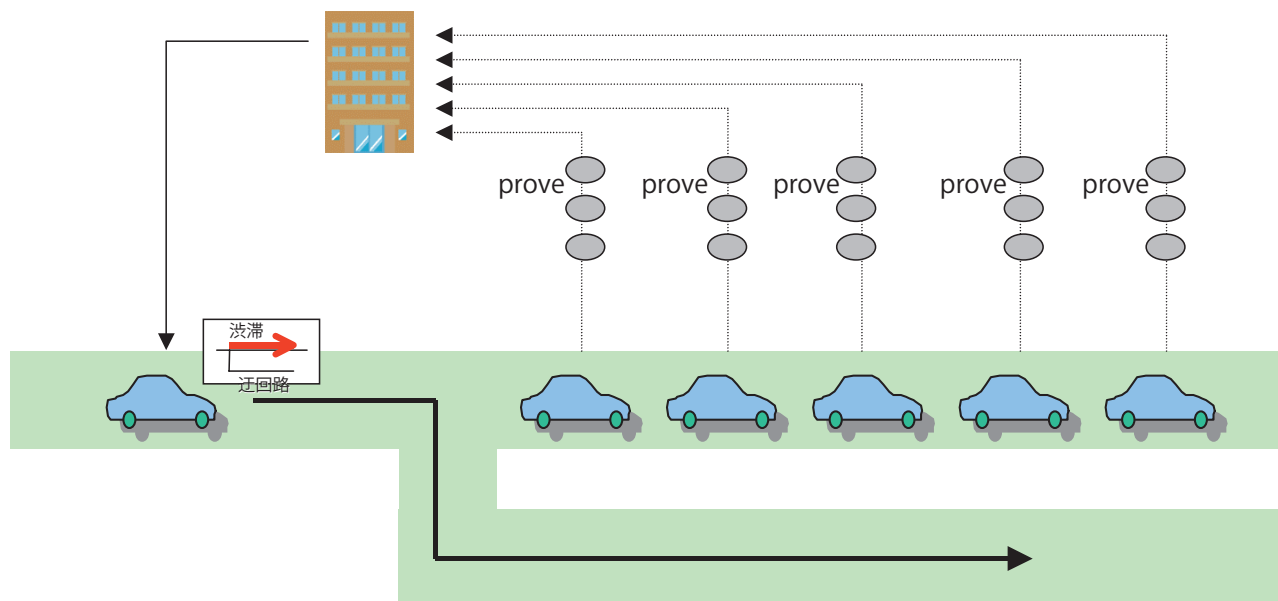


図-2 プローブ情報による交通情報の収集と配信のイメージ

を目的に活用されている。

道路交通情報の配信技術

車載機器向けの道路交通情報を配信するために、図-3に示すような5種類の技術が現在使われている。まず、VICS交通情報のためには、FM多重放送、光ビーコン、電波ビーコン、DSRCによる配信が行われており、専用の車載受信機の搭載が前提となっている。ここで、FM多重放送は、日本全国で受信可能なFMラジオ放送を使っており、伝送速度16kbpsの能力を有する。光ビーコンは、主要一般道路に設置された光ビーコン機器を用い、伝送速度1Mbpsの能力を有する。電波ビーコンは、主

に高速道路に設置された2.5GHzの電波ビーコン機器を用い、伝送速度64kbpsの能力を有する。さらに、2009年10月から伝送速度が4Mbpsを有するDSRCによる新しいサービスも始まっている。次に、プローブ情報を配信するためには、携帯電話網が主に用いられている。このプローブ情報の収集と配信を行うためには、利用者が車両内に持ち込む携帯端末や、カーメーカと電機メーカから販売されている車載の通信モジュールが主に使われている。

道路交通情報の評価技術

これまで述べてきたような技術を用いて生成された渋滞情報が、ドライバーに配信され表示される際、

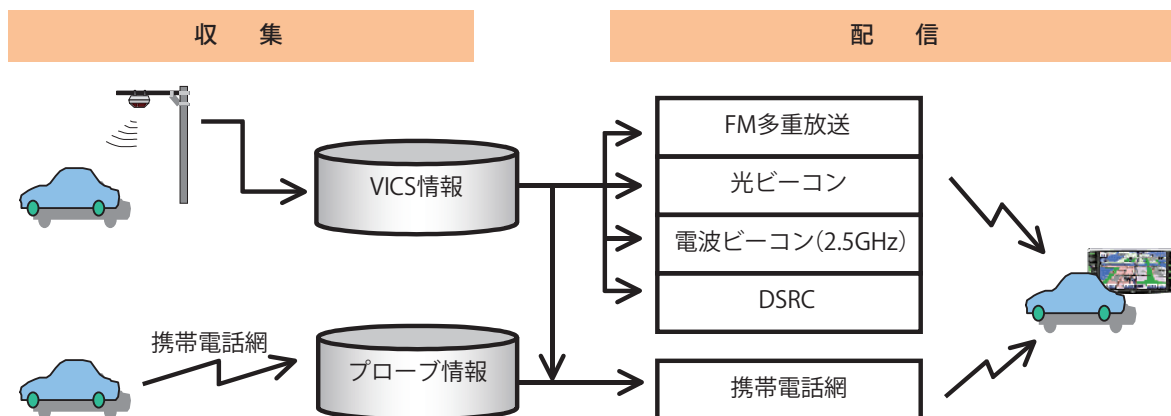


図-3 道路交通情報の配信技術

実際の渋滞状況と合っているかどうかは、利用者にとっても提供者にとっても非常に大きな問題である。このような評価を行うために、現状では、車両を実際に走行させて、実際の渋滞状況と表示された渋滞情報を比較することが一般的に行われており、その走行結果に対してさまざまな評価手法により解析が行われている。ここでは、評価手法の例として、米国にて多く使われている RMSE 法と QKZ 法について紹介する。

まず、RMSE (Root Mean Square Error) 法は、実際の渋滞状況(真値)と提供された渋滞情報(測定値)の二乗平均誤差の平方根を用いる方法であり、誤差のばらつきを表す RMSE を使って評価を行うものである。 x_i を実際の車両の速度(真値)、 y_i を提供された渋滞情報(測定値)、 n をサンプル個数とすると、RMSE は式 (1) で計算される。これを使って、時間単位における RMSE やポジティブレート (提供された渋滞情報の中で実際に渋滞だった割合) を求め、評価を行う。

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}{n}} \dots (1)$$

次に、QKZ 法について説明する。これは、BMW 社によって提案された指標であり、図-4 に概念を示す²⁾。図中におけるグラフの縦軸と横軸は、それぞれ渋滞状況の検出位置と時刻を意味する。また、グラフの縦軸と地名は、グラフの右横にある地図内の経路に対応している。グラフの色は車速を示している。グラフ内の A 部分は交通情報事業者が渋滞と判断したエリアである。E 部分は車速が 50km/h 未満の渋滞が発生していることを表す。D 部分は、A と E の重複したエリア、すなわち、

交通情報事業者の渋滞をカバーしているエリア内で発生している渋滞領域であり、渋滞情報の提供対象エリアであることを意味する。また、指標 QKZ1 は、 $\frac{E}{D}$ で計算され、渋滞エリア内での情報提供可能な割合を示している。指標 QKZ2 は $1 - \frac{D}{A}$ で計算され、交通情報事業者が提供可能なエリア内で渋滞が発生していないエリアの割合を示す。この QKZ2 は、渋滞情報が提供されたにもかかわらず、実際は渋滞が発生しなかった確率を示している。QKZ1 が 1 で QKZ2 が 0 の場合に、交通情報事業者が渋滞エリアをすべてカバーすることが可能となり、誤りがないベストな状態を意味している。

海外の道路交通情報事情

海外においても道路交通情報のサービスが多く行われている。特に、欧米においては普及が進んでおり、ここでは、その中でも米国における最近の取り組み事例を紹介する。

●携帯電話を使ったプローブ情報の活用

米国は広大な国土を有するため、日本のように道路側センサ機器を張り巡らすことが難しい。そのため、個々の交通情報事業者が道路側センサ機器を設置するだけでなく、携帯電話を使ったプローブ情報による交通情報の作成が多く行われている。ここで

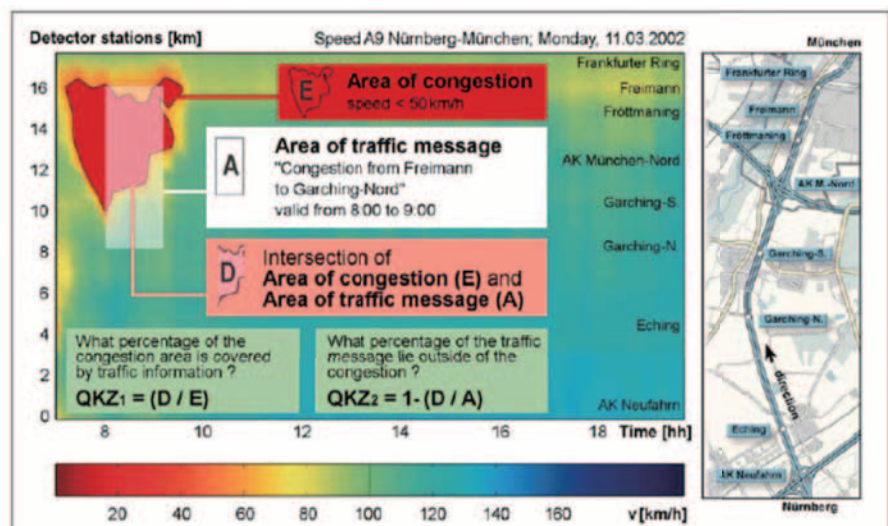


図-4 QKZ の概念図(文献 2)より引用)

の携帯電話を使ったプローブ情報は、位置情報のみを収集の対象としており、収集方式には、大きく2つの方式が用いられている。1つ目は、携帯電話端末機のGPS機能から個々の車両の位置情報を取得し、各交通情報事業者のセンタへ送信される方式。2つ目は、携帯電話基地局が把握している携帯電話の制御信号を利用して個々の車両の位置情報を取得する方式である。これら2つの方式では、プローブ情報を受信したセンタにおいて、道路側センサ機器の情報や過去の統計情報などを融合させ、現時点でのリアルタイム渋滞情報はもとより、将来の渋滞予測情報も利用者へ提供している。

実例を挙げると、米国大手のInrix社では、このような道路側センサと携帯電話のプローブに加えて、メタデータと呼ぶイベントや工事情報などを融合させ、米国内100万マイルに対して、1時間から6カ月先までの渋滞予測情報を提供している。さらに、Navteq社では、全長2,500マイルに敷設された私設の道路側センサ網によって、60秒毎に、車両の台数・速度・タイプを収集しており、これに携帯電話のプローブ情報を融合させて、全米主要都市へ情報を配信している。

● Google Map との連携

新興の交通情報事業者の1つであるAirSage社では、2009年3月より、携帯電話のプローブ情報と

統計情報を用いて生成したリアルタイム渋滞情報と予測情報をGoogle Mapへ提供している。これにより、利用者は、Google Mapの画面内でリアルタイムに渋滞状況の確認を行うことができる(図-5)。

● SNS との連携

近年のSNS (Social Network Service)の普及に伴い、米国の道路交通情報においてもSNSを活用したサービスが増えている。まず、Trapster社では、ユーザの投稿による警察の取り締まり情報を生成・提供している。図-6にTrapster社によるライブ地図画像を示す。地図内のシンボルは、赤信号カメラの設置地点を示し、黄色、赤色、灰色による信頼度付きの警察の取り締まり地点を表している。取り締まり以外にも、道路工事、交通事故、水たまり、凍結道路地点等もユーザからの投稿により表示する。ユーザは、スマートフォン上でTrapster社の地図画面を表示させ、Web経由にて発見した情報を同社のサーバに投稿することができる。また、Waze社もSNSを用いた交通情報を提供するベンチャー企業である。ユーザは専用ソフトウェアをインストールしたスマートフォン上で、メニューから選択し、レポートボタンを押すことで、渋滞、交通事故、警察取り締まり等のレポートしたい情報を投稿することができる。

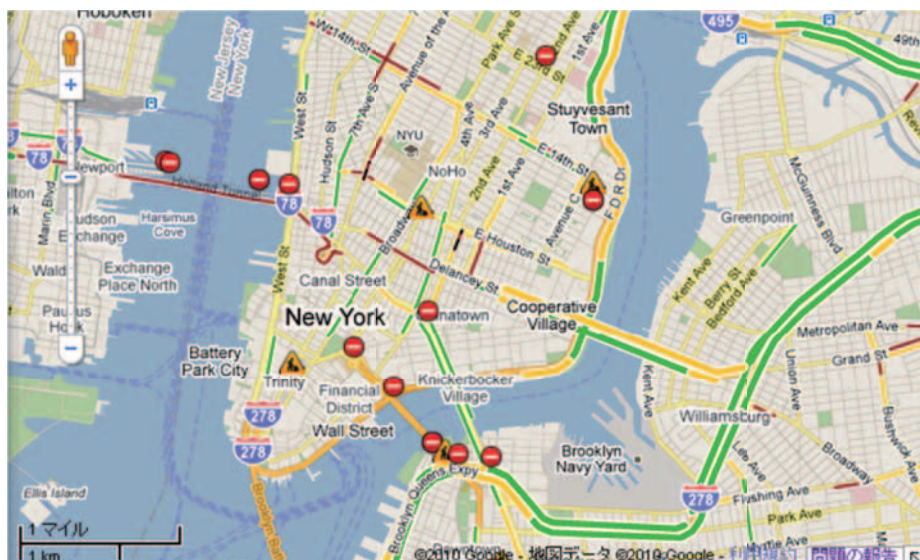


図-5 Google Map における道路交通情報表示の例

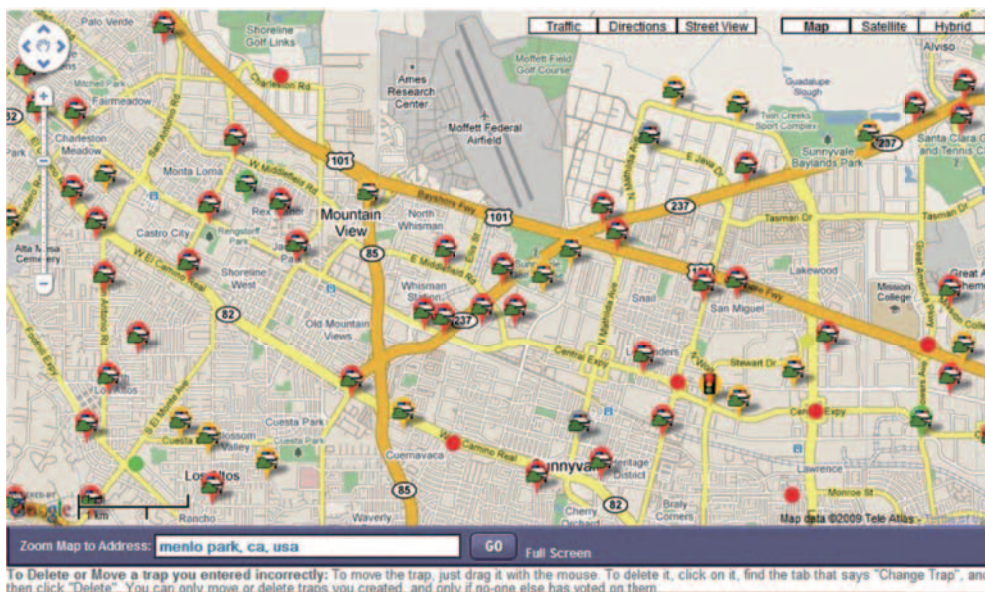


図-6 Trapster 社のライブ地図画像(Trapster のホームページより)

今後の展開

現在の道路交通情報には、いくつかの課題が指摘されている。まず、収集においては、高速道路や主要幹線道路を主な収集対象としているが、利用者からは、より生活に密着した道路に対する渋滞情報への要望も根強い。また、現在の道路センサのみに頼る方式では、センサの設置密度によって、渋滞情報の密度も影響を受けてしまう。そのため、現在でも行われている各車両をセンサとしたプローブ情報に対して、さらなる期待が集まっている。具体的には、国の総合科学技術会議における「社会還元加速プロジェクト」の一環として、プローブ情報のデータ・フォーマット標準化やデータへのアクセス・ルール確立など、情報の共有と相互利用にかかわる検討が進められている。また、VICS センターにおいても「次世代 VICS」と呼ぶプロジェクトが進行しており、その中で、プローブ情報の収集が検討されている³⁾。さらに、2010 年 6 月 18 日に閣議決定された「新成長戦略」においては、プローブ情報の活用が交通渋滞の大幅削減の方策として挙げられている。このように、プローブ情報の活用については、各方面で活発な検討が行われており、近い将来に多くの車両にて詳細な道路交通情報が利用できることも考えられる。

また、プローブに関する新しい技術としては、従来のセンタにデータを送信するような集中型のプローブではなく、車両同士が通信を行うことで、近距離の渋滞情報を収集配信するセンタレス・プローブが検討されている⁴⁾。センタレス・プローブの概念を図-7 に示す。

道路交通情報の配信に関する課題としては、伝送容量の問題がある。具体的には、現在の配信メディアでは、大容量のプローブ情報データを車両に送信することは難しいとの指摘がある。また、渋滞情報以外にも、交差点画像、観光地情報、高速道路料金情報などの付加価値の高い情報を提供すべきとの意見もあるが、この場合にも、現在の配信メディアでは伝送容量が不足してしまう。この課題に対しては、デジタル放送を用いた大容量情報の配信が検討されている⁵⁾。2011 年のアナログテレビ放送の停波に伴う周波数再編に伴い、携帯端末向けマルチメディア放送が検討されているが、このような放送メディアを使った大容量の道路交通情報配信にも期待が寄せられている。

最後に、道路交通情報が果たす大きな役割として、渋滞の減少による CO₂ 削減効果を挙げることができる。国土交通省においては、運輸部門における CO₂ 排出量削減目標達成の一部として、カーナ

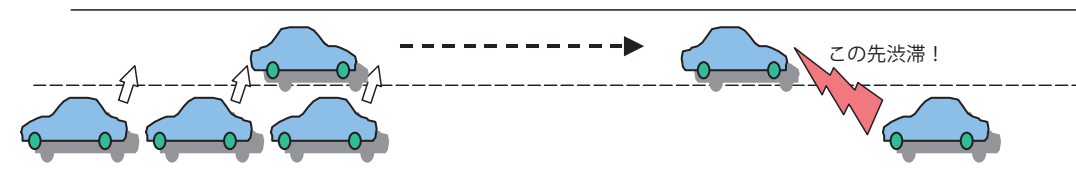


図-7 センタレス・プローブ

ビへの VICS 普及率の増加による CO₂ 削減効果の評価が行われている。また、ITS の業界団体である ITSJapan においても、プローブ情報を使った動的な目的地探索による名古屋地区の CO₂ 削減効果を確認している⁶⁾。このように、今後も、VICS 情報やプローブ情報の有効活用による、さらなる削減効果が期待されている。

時代とともに進化する道路交通情報技術

本稿では、交通渋滞を軽減し、合わせて CO₂ を削減するための道路交通情報技術に関する現在の状況と今後の展望について述べた。2010 年は、ハイブリッドカーの普及が進み、今後の自動車社会を変える大きな転換点と言える。そして、これから到来するプラグイン・ハイブリッドカーや電気自動車の普及の時代においても、その時代に合った形での道路交通情報が求められることは必至である。たとえば、電気自動車においては、充電容量によって走行できる距離が限られてしまうため、充電施設の位置や現在の充電容量で走行できる距離の情報提供によって、ドライバーの不安を軽減することが必要になると考えられる。このように、道路交通情報は、いつの時代にも自動車社会に普遍的に必要な情報であり、業界団体、カーメーカ、そして、車載機器メーカな

どで、日々研究開発が進められている。これからも、継続的な技術革新により、国家的課題である交通渋滞の軽減とともに、利用者に便利で安全・安心を提供できる道路交通情報技術の進展に期待したい。

参考文献

- 1) 国土交通省道路局：IR 基礎データ 渋滞状況(2001)。
- 2) Bogenberger, K.: The Quality of Traffic Information, 19th Dresden Conference on Traffic and Transportation Sciences-VWT19(Sep. 2003)。
- 3) 道路交通情報通信システムセンタ：VICS NEWS, Vol.168(Jun. 2010)。
- 4) 佐藤雅明, 石田剛朗, 堀口良太, 清水克正, 春田 仁, 和田光示, 植原啓介, 村井 純：実車両を用いたセンタレスプローブ情報システムによる道路交通情報生成アルゴリズムの提案と評価, 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.1, pp.253-264(Jan. 2008)。
- 5) 鈴木信雄, 金井英樹, 林 康博, 見並一明, 小林亜令：デジタル放送メディアに適した大容量交通情報配信手法の提案, 情報処理学会 ITS 研究会, ITS040-9(Mar. 2010)。
- 6) ITSJapan：環境 ITS プロジェクトに関する調査報告書(Mar. 2007)。

(平成 22 年 10 月 12 日受付)

鈴木信雄(正会員) nobuo_suzuki@mail.toyota.co.jp

2008 年よりトヨタ自動車(株) IT・ITS 企画部 次世代サービス企画グループ主任。次世代交通情報サービスおよびスマートグリッド関連サービスの企画、技術開発業務に従事。2011 年より(株) KDDI 研究所スマートワイヤレスグループ グループリーダー。博士(システムズ・マネジメント)。

林 康博 yhayashi@mail.toyota.co.jp

2005 年よりトヨタ自動車(株) IT・ITS 企画部 次世代サービス企画グループ主任。現在、次世代交通情報サービスの企画および技術開発業務に従事。