

自動車センサ情報通信装置による道路状況観測システムに関する研究*

西川 孝二¹⁾ 長谷部 敏樹²⁾ 近藤 幹郎³⁾ 丸山 晃市⁴⁾

Roadway Aspect Observation through Wireless Communication of Car Sensor Information

Kouji Nishikawa Toshiki Hasebe Mikirou Kondo Kouichi Maruyama

Recently a lot of information sensors are provided for a car. Those sensors are dedicated to realization of safe and comfortable drive. If we collect the sensor data from party of cars, it would be a great benefit to others' mobile behaviors. Now, wireless communication technologies have been greatly developed, and we can transmit information even from cars in motion. This paper is aimed at the development of an information systems collecting various information from cars in motion and estimating roadway aspects from data collected. In this paper we prototype a system including a device to collect sensor data and integrate them for the estimation of roadway aspects.

Key Words: Car Sensor, Wireless Communication, Roadway Aspect Observation

1. はじめに

自動車がコンピュータ情報処理システムの塊であることは、いまや大衆車にも当てはまる常識となりつつある⁽¹⁾。これは、自動車の動力性能、運動性能、安全性能、環境性能を高める上で不可欠の技術である。

昨今、これに加えて、「自動車の情報性能」⁽²⁾が注目を集めている。情報性能は、車社会における情報処理システムすなわち ITS (高度道路交通システム) を、自動車の運転者がどの程度有効利用できるかを示す性能指標といえる。情報性能を高めるための技術として、運行経路上の天候、路面状況、渋滞状況などを知る必要があるが、これらは、自動車を終端ノードに持つグローバルネットワークを利用して収集する手法が現実的である。

そこで本研究では自動車そのものを道路状況センサ (情報プローブ) として利用する。ユビキタス社会を迎えつつある今、どんな自動車もネットワークに常時接続されるようになるのは想像に難くない。各自動車の走行データを統合することで大局的な道路状況をボトムアップに把握することができる。

2. 研究背景

2.1 札幌市の交通状況

北海道において、自動車は主要な移動手段の一つである。中でも札幌市は冬季間に多量の積雪が観測され、人口 100 万人以上の都市としては世界一の豪雪都市として知られている。一方、平成 2 年以降、スパイクタイヤが禁止されスタッ

ドレスタイヤが使用されるようになってからは、発進・停止時にタイヤが路面の雪を溶かす結果、特に交通量の多い市街地においてはミラーバーンと呼ばれる鏡面状の凍結路面が発生するようになった。このように、札幌市は世界的にも最も過酷な路面状況に窮する大都市である。

では、安全で円滑な交通のために路面状況を把握するにはどのようなシステムが必要であろうか。札幌市の道路は総延長約 5300km もあり、固定のセンサを道路にあまねく設置するのは不可能である。

2.2 自動車の機能的進化

近年まで自動車に要求されてきた性能は、走る、曲がる、止まるより早く、より遠くへといわれる動力性能と運動性能、運転手・搭乗者及び歩行者に対して、事故の衝撃を緩和させる装置に代表される安全性能、自動車が及ぼす環境影響を低減する環境性能である。これらの性能を向上させるため、自動車は、これまで様々な機能的進化を遂げてきた。すなわち、エンジン電子制御化、電子制御 AT、ABS、TCS、VSC 等の車両挙動安定化装置、車内空間の快適化のためのエアコン等の装置、カーナビゲーションシステム、車両盗難防止装置や車両位置検出装置である。これらの性能向上を支えるため、図 1 に示すように車載コンピュータは高性能・高機能化している⁽¹⁾。

2.3 自動車の情報化

さらに、自動車の運行に必要な環境インフラも整いつつある。一言で言えば、ITS であるが、自動車の情報性能の向上と言い換えることが出来る。現在、自動車の情報化を支える環境インフラとして、VICS と ETC が挙げられる。図 2 に、VICS センター発表している VICS 車載機出荷台数⁽³⁾を示し、図 3 には、国土交通省道路局が発表している ETC セット

アップ数^④を示す。このように、自動車を取り巻く環境インフラは、拡大の一途をたどっている。

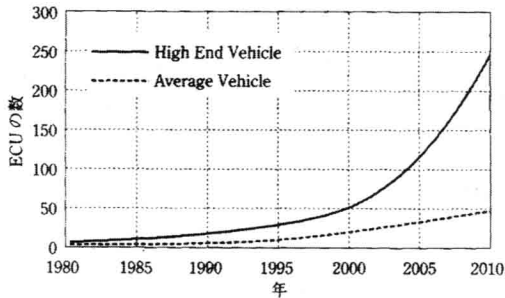


図1 車載 ECU の増加傾向

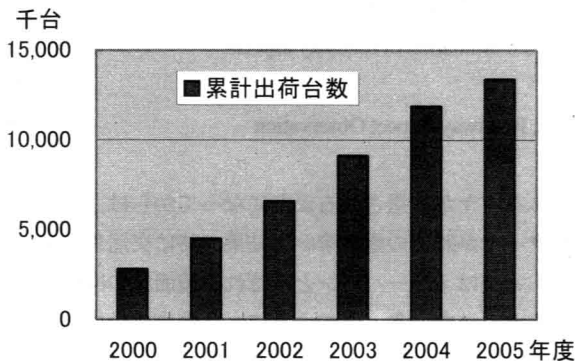


図2 VICS 車載機出荷台数

(平成18年7月10日現在)

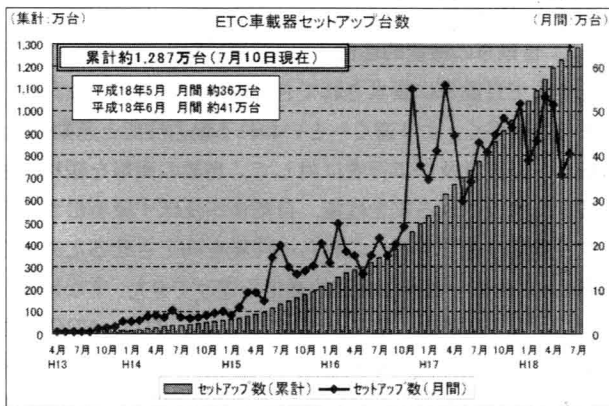


図3 ETCセットアップ数

一方、自動車を運行する際に、情報環境インフラを利用する際に使用する機器は、カーナビゲーションシステムが中心となっている。図4は、JEITA(社団法人 電子情報技術産業協会)の調べによるカーナビゲーションシステムの出荷台数を示しており、増加傾向が続いている。初期のカーナビゲーションシステムは、GPSで受信した現在位置を地図上に表示する機能のみを持っていた。現在では、目的地を設定し、目的地までのルートを探索できるようになり、渋滞予測や代

替ルート探索機能を持つものが標準機能となりつつある。ここで注目されるのが、フローティング情報という考え方である^⑤。従来、情報を利用する立場、すなわち、受動的な情報利用が主であったカーナビゲーションシステムにおいて、走行経路上の混雑状況を発信し、相互に利用しあうというのが、フローティング情報の考え方である。このフローティング情報によって、交通経路上の自動車相互が「つながる」ということを現実にした^⑥。

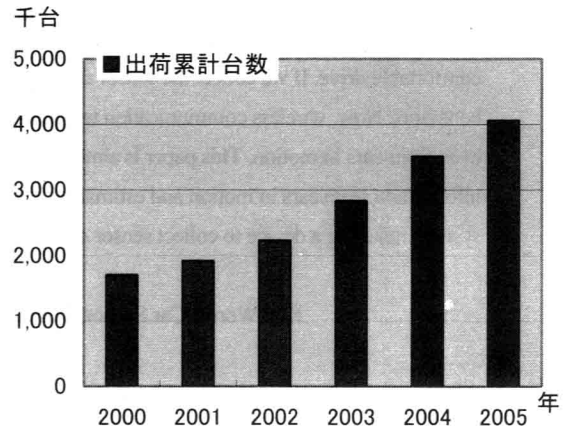


図4 カーナビ国内出荷統計

3. 道路状況観測システム

前章までの背景を基に、本論で提案する道路状況観測システムは、以下のようにまとめられる。すなわち、現在の自動車には、ドライバーに安全と快適性をもたらすために実に多種多様なセンサを備えている^⑦。しかし、見方を変えると、これらのセンサ情報は自動車が走行する経路上の天候状況、路面状況、渋滞状況などを逐次検出していると考えられることができる。例えば、エアコンの外気温センサは、ドライバーが設定した室内温度に対する外乱を予測するために用いられているが、すなわち、天候状況を観測していることになる。あるいは、車速センサは、ドライバーへ車両速度を提示することや、オートマチックトランスミッションのシフトタイミングを制御するため等に必要なセンサであるが、車速が低い状態で一定時間推移したとすれば、その走行経路において、渋滞が発生していることを類推することができる。本研究が提案する自動車用センサの活用は、これらの例のように、すでに一般の自動車に普及している自動車用センサ情報を二次的に利用することを指している。

さらに、GPSから得られる測位データをこれらのセンサ情報に関連付け、複数の自動車から情報発信を受け取ることによって、道路地図上に天候、路面状況、渋滞状況を時発展的に展開することが可能となる。すなわち、道路を運行する自動車は、観測する移動体であり、その局所的情報を束ねて有効活用できれば安全・円滑な交通システムの構築に寄与できることとなる。

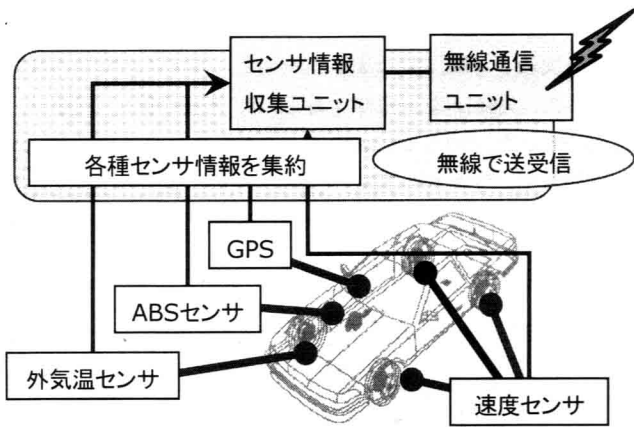


図5 自動車用センサ情報収集装置

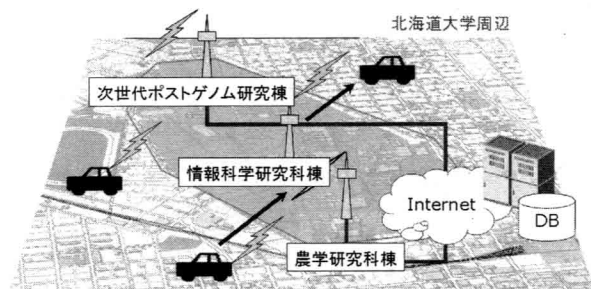


図6 情報送信装置

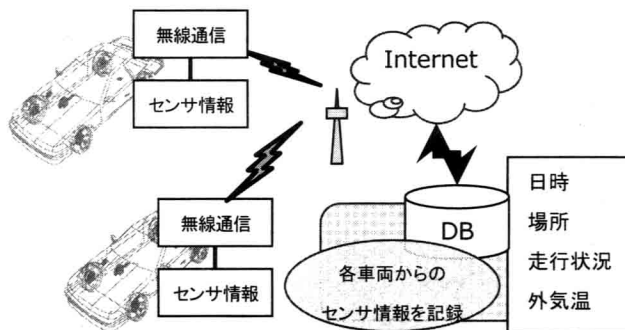


図7 データベースシステム

4. システムの構成

4.1 自動車用センサ情報収集装置

図5に車載センサ情報収集装置の概要図を示す。本研究では特に、札幌市という雪国での路面状況観測に焦点を当てていることから、自動車に搭載された様々なセンサのうち、外気温センサ、ABSセンサからの情報を取得する。具体的には、ABSはポンプモータの作動電流値をクランプ電流計で計測する。また、外気温はエアコンコンローラの外気温センサコネクタから取得し、車速についてはエンジンコンローラユニットの車速端子から車速パルス計測する。

また、車両の位置情報を示すGPS情報については、別途、GPSレシーバを取り付け、これらの情報を統合するセンサ情報収集ユニットを開発した。

4.2 無線技術による情報送信装置

ソフトバンクBB株式会社との共同研究により北大構内に設置された第3世代移動通信方式の通信設備を使って情報を送受信する。当方式は、時分割多重の技術として上り/下りの非対称性を実現し周波数の有効利用が可能であり、常時接続型の無線ブロードバンド技術として注目が集まっている。これを用いて車両からの送受信データがインターネットに接続される(図6)。

4.3 データベースシステム

当データベースは、各車両からインターネットを経由して送信されてきたデータを格納する。GPSによる位置情報と車載センサの各種ステータスから路面状況などを分析し、他の車両へ情報を発信する(図7)。表1にデータベーススキームを示す。

表1 データベーススキーム

カラム	変数型	備考
UTC	テキスト	GPS時計の値
ABS電流	実数	ABS電流を計測
車速	実数	車速パルスを車速に変換
外気温	実数	サーミスタ端子電圧を計測
北緯	テキスト	東京測地系
東経	テキスト	東京測地系

5. 走行実験

5.1 走行実験概要

本稿で報告する走行実験は、予備実験を含む3種類である。表2に概要を記す。

表2 走行実験概要

予備実験	札幌市郊外峠道において開発装置の動作テスト
走行実験1	ABS作動状況をもとに路面凍結状況の推定
走行実験2	車速パルス情報をもとに渋滞の状況推測

5.2 予備実験

本報告で対象とするセンサは、外気温センサ、車速センサ及びABSの作動情報とした。各センサにより、収集が期待される道路状況は、表3の通りである。

表3 収集が期待される道路状況

センサの名称	期待される道路状況
外気温センサ	気温
車速センサ	渋滞状況
ABSの作動	路面の摩擦係数

図8は、2005年11月25日に札幌市西区から南区への峠越え走行軌跡を示し、走行中に、各センサから自動車用センサ情報収集装置に集められたデータを図9、10に示す。

図9において、横軸は走行時間(s)、縦軸は、外気温センサの出力電圧(V)を示している。外気温センサには、不特性

サーミスタが用いられており、コントローラ内部の固定抵抗と直列接続され、定電圧が印加されているため、気温の低下に伴って電圧が上昇する。しかし、車両が停車すると、ラジエータの廃熱の影響により、電圧が低下している。したがって、当該センサによる外気温測定においては、車両が走行中か停車中かにより実際の外気温と際が発生することに注意が必要である。

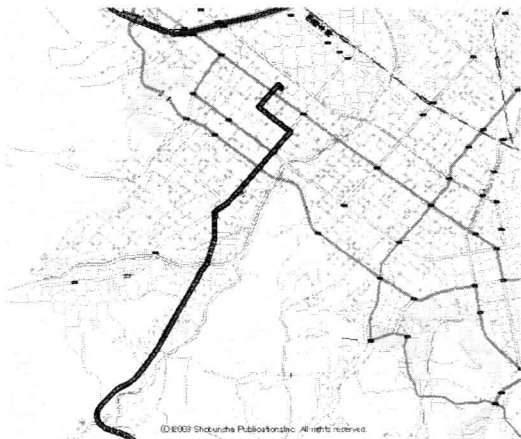


図8 実験車両の走行軌跡(2005/11/25)

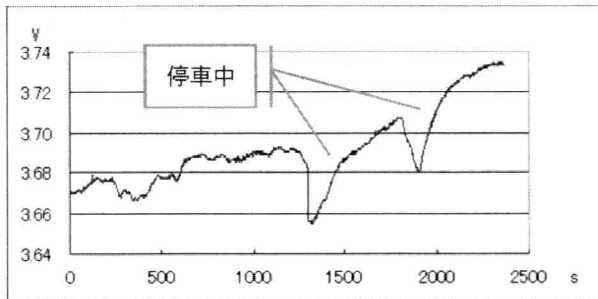


図9 外気温の推移 (4°Cから2°C)

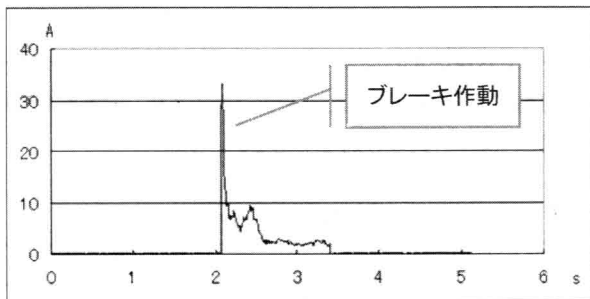


図10 ABS作動時のモータ端子電流

図10は、ABS作動時のポンプモータの作動電流を示している。但し、実験時期は、気温がまだ氷点下になっておらず、路面摩擦係数が低下していなかったため、台上でABSを作動させたときのデータをしめす。横軸は時間(s)、縦軸は、ポンプモータの作動電流。ブレーキの踏み込みと同時にモータが回転し始めていることが分かる。

5.3 走行実験1

走行実験1では、ABS作動状況をもとに路面凍結状況の推定を試みた。実験日は2006年1月13日、天候は曇り、気温は、 -5°C であった。図11に実験により得られた路面凍結状況マップを示す。交差点の手前、信号の手前でABSが作動直進路では、ブレーキを作動させないため路面状況は、把握できない。

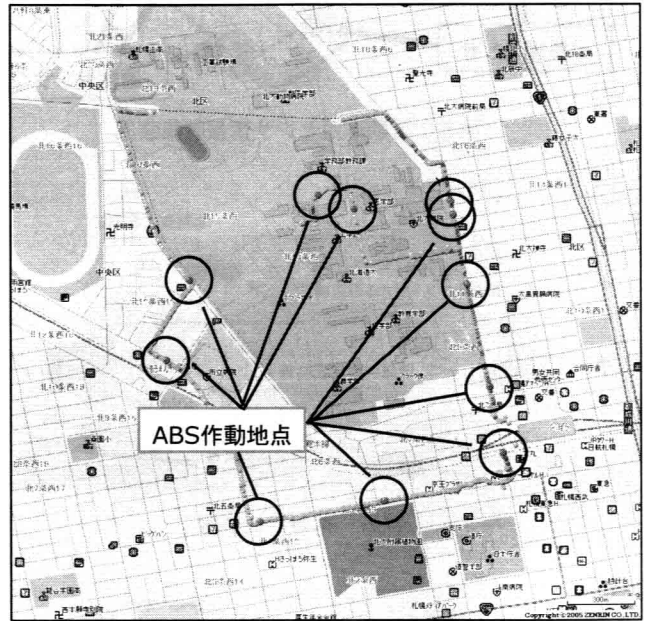


図11 路面凍結状況マップ

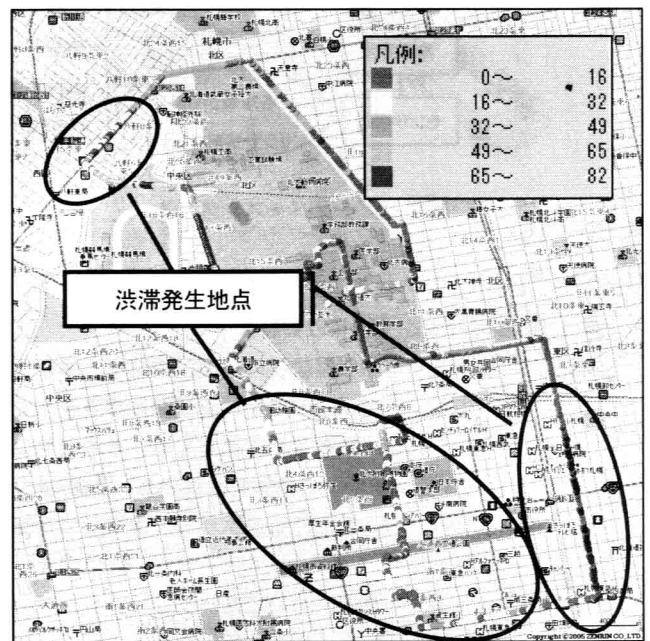


図12 渋滞状況マップ

5.4 走行実験2

走行実験2では、車速パルス情報をもとに渋滞の状況推測を試みた。実験日は、2006年1月27日、天候は曇り、気温は-3℃であった。図12に実験により得られた渋滞状況マップを示す。マップは、札幌市内中心部での渋滞発生状況を補足している。

6. おわりに

本報告では、自動車に搭載されているセンサの中で外気温、車速、ABSの作動に注目し、センサ情報を収集して、道路状況観測システムの開発に向けた予備実験を行い、提案手法の有効性を検証する基礎データを収集した。

本アプローチのメリットは、札幌市の道路事情、すなわち、人口100万人以上の都市としては世界一の豪雪地帯（昨年度の除雪費用170億円）でありながら、道路の総延長は、5300kmに達するため、「点」では無く「線」の情報収集が必要であり、これを既存の自動車用センサを利用することで、容易に情報収集可能であることである。

今後の課題としては、適応的カーナビゲーション等のアプリケーション開発と車両複数台によるリアルタイムな走行実験を行うことが挙げられる。

参 考 文 献

- (1) 天野雅彦他、「電機・電子技術の自動車への応用」自動車技術, vol. 59, 2005年5月.
- (2) 植村宏, 「ITS(高度交通システム)」, 自動車技術, vol. 59, 2005年8月.
- (3) <http://www.vics.or.jp/navi/shipment.html>
- (4) <http://www.mlit.go.jp/road/yuryo/index2.html>
- (5) 神尾寿, 「自動車ITS革命」, ダイヤモンド社, 2004年.
- (6) 清水和夫, 「ITSの思想」, 日本放送出版協会, 2005年.
- (7) 太田実監修, 自動車センサ研究会編, 「自動車用センサ」山海堂, 2000年.

謝 辞

本研究は、財団法人東京自動車技術普及協会の助成を受けたものであり、記して謝意を表します。