

3 プローブ 情報システム (IPCar)プロジェクト

和田 光示 wada@jsk.or.jp / (財) 自動車走行電子技術協会

プローブ情報システムは、車を「プローブ」に見立てて情報を収集するシステム、または集めた情報を蓄積、加工して提供するシステムを指す。車に搭載されているセンサは約120種あり、これらのセンサのデータを走行に使うだけでなく、車の状態、挙動や、走行している道路、周辺の自然環境を示す情報として発信するというアイデアに基づき、プローブ情報システムのコンセプトが構築されている。プローブ情報システムを活用し、社会的価値ある情報を生み出そうとする取組みの概要、解決すべき課題、将来的な活用の可能性について述べる。

はじめに

プローブ情報システムは、車の持つセンサを利用して種々の情報を収集し、また集めた情報を蓄積、加工して利用、提供するシステムを指す。車に搭載されているセンサは約120種あり(表-1参照)、これらのセンサのデータを自らの走行に使うだけでなく、車の状態、挙動や、走行している道路、周辺の自然環境を示す情報として発信させ、外部で利用するというアイデアに基づき、プローブ情報システムのコンセプトが構築されている。

走行中の車の速度データを集めて、道路交通情報として提供することもできる。これにより道路に車両感知器等を設置して情報を収集する既存のシステムを補完すれば、精度が高く、広いエリアの道路交通情報提供が可能になると考える。

プローブ情報システムのプロジェクト(通称IPCarプロジェクト)は、1999年度から(財)自動車走行電子技術協会(以下自走協 www.jsk.or.jp)において開始された。2001年度は、ITS社会における新しいITS産業の創造に資することを目的として、経済産業省からの受託事業として、慶應義塾大学、NEC、デンソー、カルソニック等と協力して研究開発を進めた。この研究開発の目的は、車をインターネットに組み込み、車が持っている情報を集めることにより生まれるさまざまな情報サービスの可能性を追求すること、実証実験を通じて、技術開発の方向を検討することにある。取組みを紹介する。

プローブ情報システムとは

1999年度以来、プローブ情報システム研究開発を推進してきたが、基となる考えは自走協設立の端緒となっ

吸気燃料系 (11)	O ₂ 、水温、吸入空気量、排気温、吸気温、吸気圧、燃料残量、過給圧、燃温、油温、グローイングインジケータ
エンジン系 (14)	イグニッションキーSW、エンジン回転数、スロットルポジション、ロック信号、クランクポジション、他
制御駆動系 (16)	ブレーキSW、パーハンクブレーキSW、車輪回転、TCSスロットルモータ、ABSウォーニング、前後加速度信号、他
動力伝達系 (9)	オートトランスミッションSW、出力軸回転、キックダウンSW、パワーシフトSW、ニュートラルSW、リバースランプSW、他
走行系 (7)	車速、レーザークルーズ、操舵角、後輪操舵角、ヨーレート、クルーズコントロールSW、HiCASウォーニング
車体懸架系 (11)	前後加速度、横加速度、上下加速度、車高、ハイトコントロール、アクティブサスペンションウォーニング、油圧、他
室内系 (50)	ヘッドライトSW、フォグランプSW、ウインカーSW、ステアリングポジションSW、雨滴、ワイパーSW、日射量、他
ナビゲーション (1)	GPS
音声 (1)	音声認識
(120)	

表-1 車に搭載されているセンサー一覧

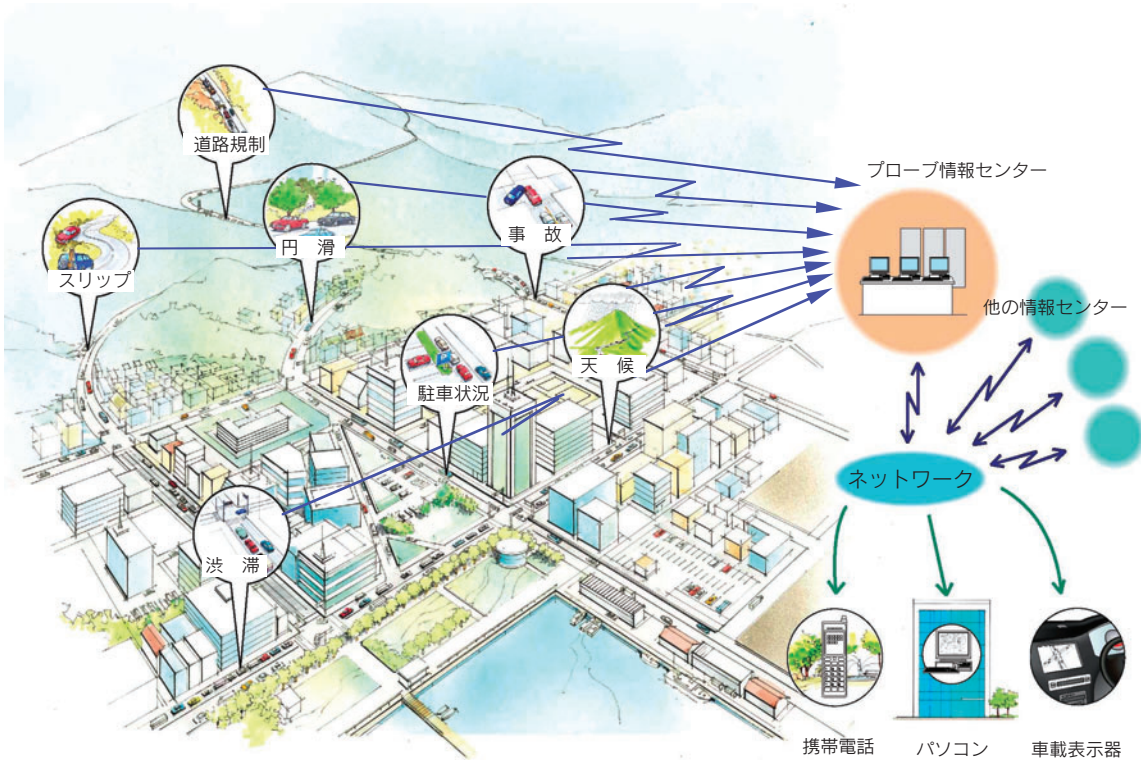


図-1 プローブ情報システム

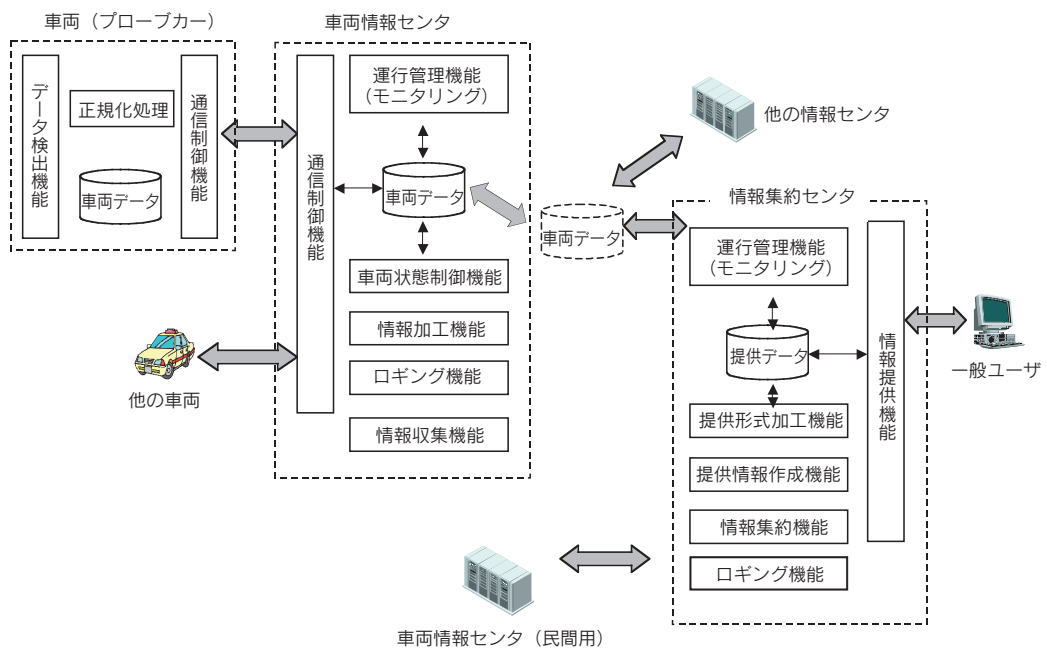


図-2 システム概要図

た「自動車総合管制システム (CACCS) (1973年) に遡る¹⁾。

自走協はプローブ情報システムを「あらゆる道路の交通情報をはじめ、地域の気候、自然、社会等に係る情報を利用者に提供するために、個別の車両 (移動体) を動くセンサとして、ネットワークによりセンサ (プローブ

ブカー) が発する情報 (プローブデータ) を収集、蓄積、加工、新たな価値を有する情報として提供するシステム (図-1 参照)」と定義し、「社会の共通情報基盤として、相互に利用することが可能なITS (Intelligent Transport Systems) 分野の次世代情報システム」と考えている。

欧州では車から収集するデータを、フォーローティン



ブカーデータと呼んでいる。ドイツではABS (Anti-lock Brake System) 作動情報を集めて路面の凍結状態を提供したり、パリでは既存の交通インフラに加え、タクシーをプローブカーとして活用することにより、渋滞情報提供エリアを拡大したサービスを実施しているが、こうした情報提供サービスもプローブ情報システムのスコープに含まれる。

研究の経過

研究開発の準備段階として、車に搭載されているセンサ等を使いどのようなサービスが提供できるか、また求められている情報提供について整理、分析し、プローブ情報システムのコンセプトを構築した。このコンセプトに沿った技術面の検討、全体的な機能を実現するためのシステム構築(図-2)、車載機器製作(図-3)、実証実験による検証などを進めてきた。2000年度は横浜市の中心部を実験エリアとして、プローブ情報システムを構築し、1カ月間の実証実験を行い、渋滞(図-4)、降雨、路面凍結状況(図-5)の情報を提供し、有効性を確認した^{2), 3)}。

プローブ情報は時空間上に描かれたコンテンツということが出来る。プローブ情報システムにより、空間上の状態や、時間とともに変化する状態変化を、コンテンツとして比較的容易に把握できる。実証実験で示された渋滞情報や、降雨情報以外にも、プローブデータ分析によりまとめられたGPSの不感知マップ(図-6)、プローブカーとしてのタクシーのトリップ分布(図-7)など興味深い情報が得られた。このようなプローブ情報システムの活用が今後拡大すると考える。

研究開発の概要

<取組み方針>

2001年はプローブ情報システムの実用化に向けた取組みとして、旅行時間(ある2地点間の移動に要した時間)をテーマに、道路交通情報の提供を研究している(社)新交通管理システム協会(UTMS協会、以下U協)と共同で研究開発を実施した。その背景には実用化に向けて、旅行時間の推計、提供は、(車の軌跡と車両速度を時空間上のコンテンツとして連続的に把握できる)プローブ情報システムの特徴を利用したカラーコンテンツであること、U協も道路交通情報や交通管

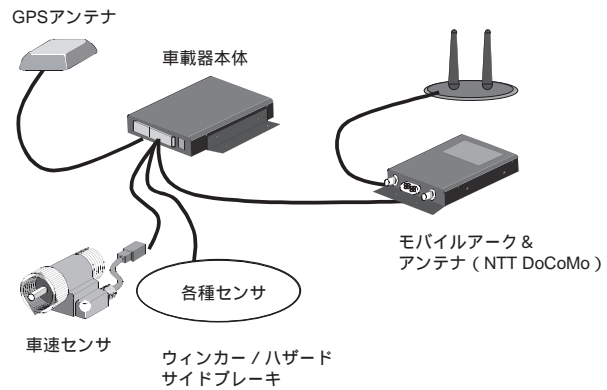
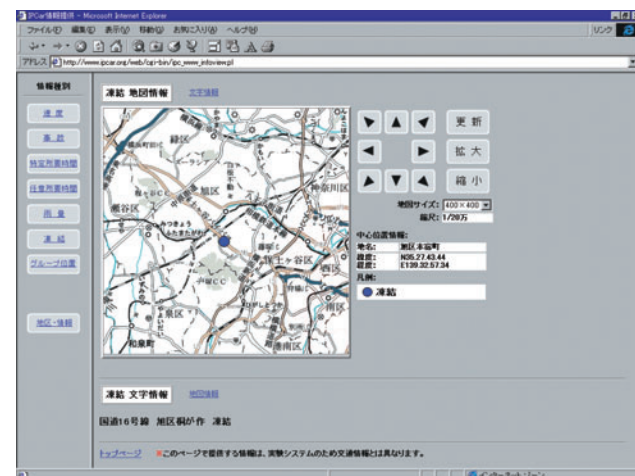


図-3 車載機器構成



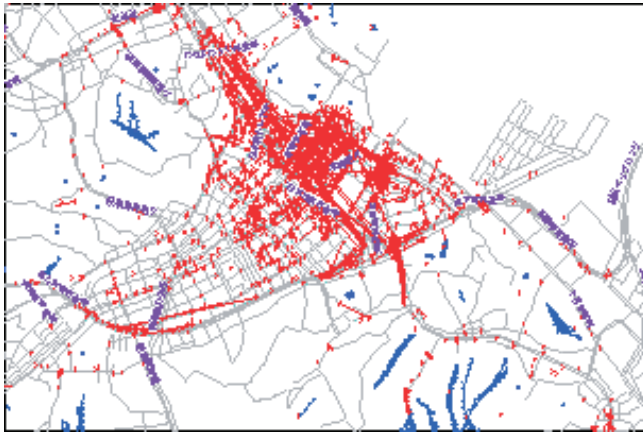
プローブカーより収集した速度情報を用いて、当該リンク(交差点と次の交差点間の道路区間)速度情報としてインターネットにより提供。速度情報は速度区分により色分けをして表示。情報更新間隔は5分。携帯電話によるアクセスには、文字情報で提供。

図-4 渋滞情報



制動時にABSが作動した場合、その信号をプローブ情報として収集、路面凍結情報として提供。図中の青丸がその個所を示す(なお、路面凍結情報提供は試行的なものであり、路面が凍結しているリンクから収集したプローブ情報についてのみ提供)。

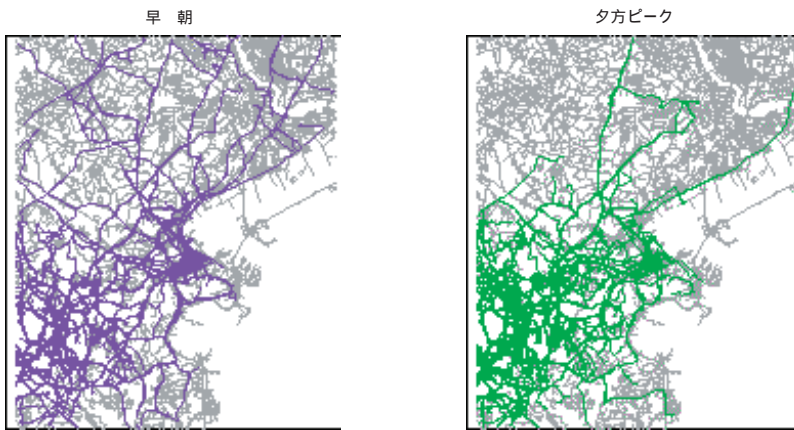
図-5 路面凍結情報



<凡例>
 赤：GPSによる位置情報異常区間
 青：マップ照合不可区間

横浜の桜木町駅周辺の1か月間のプローブ情報を集約表示。位置情報が上がってこなかった区間を前後データから導き出し、GPSによる位置情報異常区間として赤色で表示。マップ照合不可区間は、プローブ情報が示す位置に収集センター側のデジタル道路地図上に該当するリンクがない点を青色でプロット。

図-6 GPS不感知マップ



戸塚地区に営業拠点があるタクシーをプローブカーとして、1か月間のタクシーの走行軌跡を、早朝（2時 - 6時）、夕方ピーク（15時 - 19時）に層別してプロットしたもの。早朝に比べ夕方ピーク時はタクシーの走行が戸塚駅周辺にまとまっていることが分かる。

図-7 タクシーのトリップ分布

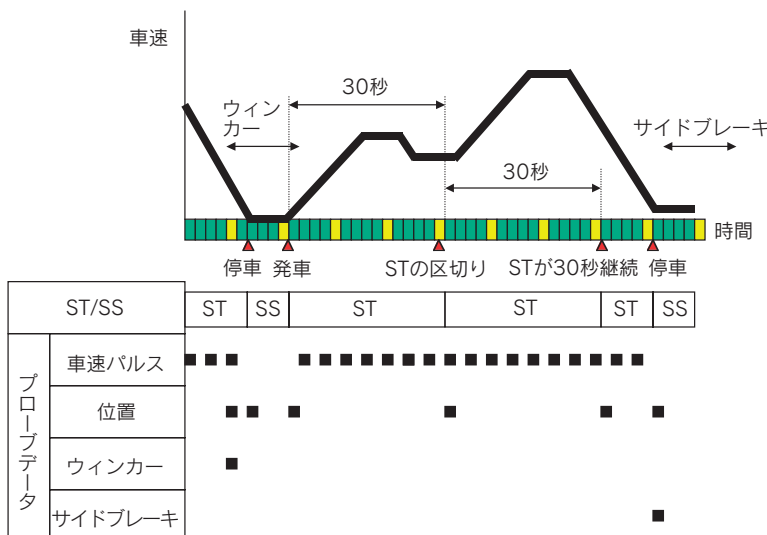


図-8 走行のST/SS分割とプローブデータの発信

制へのプローブ情報の適用による付加価値を研究していたこと、現段階ではプローブカーの台数に制約があり、既存のシステムとの連携によりプローブ情報システム活用のメリットが得られやすいこと、などが挙げられる。

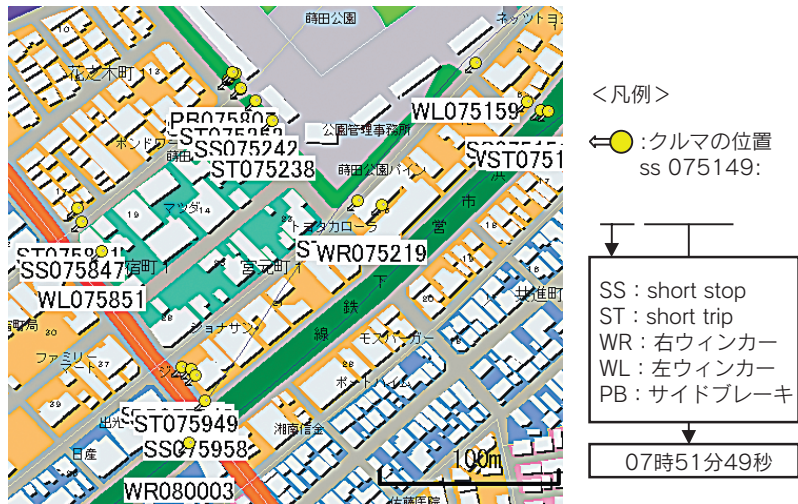
U協が主に既存の道路交通情報と比べたときの精度比較を、自走協が既存の道路交通情報に対する新規の情報追加や精度向上の可能性、情報収集に必要なプローブカーの設定台数検討を担当した。

<旅行時間の推計方法>

プローブデータは、車両感知器のデータのように、その下を通過した全車両を連続して計測したのではなく、散発的、不連続なデータである。2000年度の旅行時間は、30秒ごとの瞬間速度による、すなわち「点」情報として推計しており、必ずしも実際の交通状況を反映したものとはなっていない。

プローブ情報をトリップ軌跡、すなわち「線」情報として扱うため、車の走行を連続的に把握し、旅行時間を推計しなければならない。それを少ないデータで行うため、トリップをST (Short Trip) とSS (Short Stop) に分割して把握する方式をとった。交通工学の分野でトリップは、「ある1つの目的のために行われる1つの交通であり、起点から最初の目的地までの交通が1つのトリップとなる」と定義されている。STとSSはトリップをさらに細かく区切り、車の走行状態が同質なものを1つのまとまりとして捕捉することを意図している(図-8参照)。

SSは車の停止状態から始まり、動き出すまでの間を示す。SSの終了がSTの開始になり、SSのスタート、またはSTが開始してから、最大30秒の時点を1つのSTの区切りとして設定した。車両速度データとしては、1秒ごとの速度パルスを検出し、2秒ごとに平均速度パルスを算出し、2秒ごとの平均速度パルス、および30秒間の平均値をプローブデータとして車から収集した。また2秒ごとの平均速度パルスから移動距離を積算可



プローブ情報として位置情報が上がった地点を黄色い矢印(←●)で示す。車が図の右上から左下へ、右折、停止、左折、右折を繰り返している様子を捉えている。昨年度のように定期的にプローブデータを上げる方法ではこのような挙動を把握できない。

図9 プローブ情報システムによる走行軌跡の把握 (マップマッチング前)

能とした。

車の走行状態、挙動を把握するため、車両速度パルス以外に、ウィンカー／ハザード信号、サイドブレーキ信号を検出し、ST、SSの区切りや、ウィンカー／ハザード信号、サイドブレーキ信号を検出した都度、位置データを上げるようにした。これらにより、プローブカーの走行を捕捉した結果を図-9に示す。

<実証実験の概要>

横浜市の中心部、西区、南区、中区等、約150平方キロメートルの地域(図-10参照)を実験エリアとして、実走行実験を2001年12月から翌年1月の2カ月間、集中走行実験を12月18日に行った。プローブカーの車両構成は、バス80台、タクシー150台、運送業務車両と営業車両合わせて40台の総計270台とした。過去のデータからバス、タクシーは営業車両の走行距離の数倍を見込める、バスは幹線道路の情報収集、タクシーは数キロメートル四方の限定エリア内のほぼあらゆる道路の情報が収集可能など、車両の走行特性に留意し、前年度よりバス、特にタクシーの台数を増やした。

集中走行実験は、実験エリア内の通称鎌倉街道、上大岡駅前と吉野町三丁目交差点間の約3.5キロメートルの区間で行われた。当該区間は慢性的に渋滞が発生し、1日を通して交通量の変化が激しく、正確な渋滞情報提供が難しい区間である。用意した車両30台は同区間を繰り返し走行し(総通行車両の5~10%に相当)、同乗者

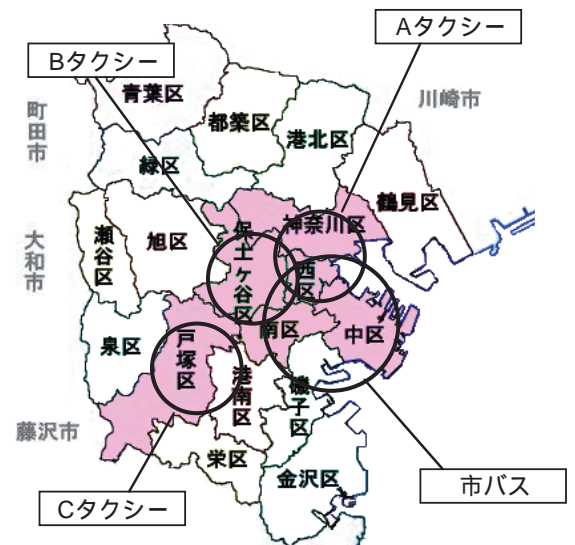


図-10 実証実験対象地域

が停止、右左折などの走行状態を記録した。また通行する総車両の旅行時間を計測し、プローブ情報システムで求められた旅行時間と比較、差異分析を行った。

集中走行実験、実走行実験で確認した項目を表-2に掲げる。

<期待される成果>

以下の成果が見込まれている。



- 1) 旅行時間の精度評価 (主に集中走行実験において)
 - ①STとSSへの分割の有効性, 位置, 車速など
プローブデータの品質評価
 - ②車両感知器など既存システムで推計した旅行時間と
プローブ旅行時間の比較
 - ③既存システムの情報とプローブ情報の融合
- 2) プローブ情報システム要件の明確化
 - ①プローブカーのトリップ分布特性の把握
 - ②プローブカー投入台数とリンクカバー率の相関
 - ③トリップ分布特性の地域別モデル検証
- 3) プローブ情報を活用した付加価値情報の抽出
 - ①蓄積情報活用の有効性評価
 - ②渋滞等の交通事象の抽出

表-2 実証実験確認項目

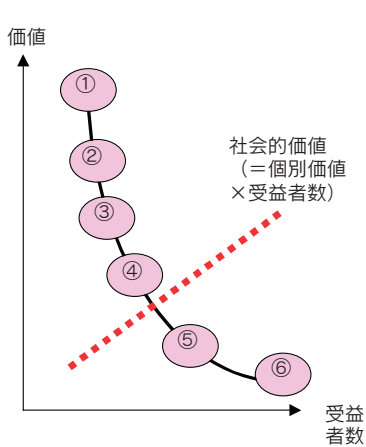


図-11 プローブ情報システムの活用を想定した事業

	事業の特徴	事例
①	特定, 不可欠なもの	VIP車両への経路情報提供
②	業務効率, 生産性など競争力の源泉	運行管理業務
③	アセスツールとして競争力を見出す	マーケティング情報
④	個人の購買意欲, 差別化を図る	ナビへのリンク別旅行時間提供
⑤	社会の安心, 快適を提供する	道路交通情報
⑥	社会生活水準のレベルアップを図る	交通流制御, 道路基盤評価整備, 省エネ・環境

- プローブ情報システムにより, 各車両の走行経歴(コース, 車両速度, 右左折, 停止など)が把握でき, 既存の旅行時間計測システムの改善に必要な情報の提供が可能となる. たとえばプローブ情報システムで求められた旅行時間と, 既存システムで求められた旅行時間に差異が発生する要因としては, 旅行区間内において停車や迂回路走行などの有無, 走行する車線や車両速度の違いなどがある. プローブ情報システムの活用は, こういった要因による違いを層別することができ, 既存システムで得られた旅行時間データの中から, 本来の目的, 趣旨に沿った旅行時間だけを抜き出すことを可能とする.
- 任意の2地点間の旅行時間を算出する場合, リンク(交差点と次の交差点間の道路区間をいう)に分割し, リンクごとの旅行時間を積算して求める. 同じリンクでも, 直進する場合と右折する場合では旅行時間が違い, 渋滞時ほどその差は開く傾向にある. 現状

は1つのリンクに1つの旅行時間しか設定されていない. プローブ情報を活用することで, 同じリンク旅行時間でも直進と右折を分けることができ, 任意の2地点間の旅行時間推計精度が高まる.

プローブ情報の発展的活用

いつでも自由に動き回ることが車の最大の利点であり, 車を情報源とするプローブ情報システムは, 場所に制約をされない情報の収集, 提供を可能とする. 車をセンサと見なすことで, 多種多様な情報を収集, 提供できるが, 研究が進めばドライバの行動, 性癖, 指向, 嗜好も推察することができる. 道路交通状況のモニタなど時空間コンテンツを把握するツールとしても優れている. こういった点を鑑みて, プローブ情報システムの活用を想定した新規事業分野を図-11に示す.

おわりに

2001年10月に開催された, 国際標準機関ISOのITS技術委員会TC 204 (Technical Committee)に, プローブ情報システムの標準化について提案(PWI: Preliminary Work Item proposal, ISO参照番号 PWI22837)を行い, 正式検討組織としてSWG16.3が発足した. 世界中で行われている研究開発の交流, 標準化推進の場であり, ここでの活動を通じてプローブ情報システムの実用化が促進されると期待している.

自走協はインターネットの普及により高度に情報化された社会において, 知能化, 情報化された車(スマートビークル)を新たな情報源として位置付けるべく努力している⁴⁾.

プローブ情報システムの研究開発もその一環であり, ネットワーク社会において幅広い支持を得るように努めていきたい.

参考文献

- 1) 松本俊哲他: 自動車総合管制システム, 電子通信学会誌, Vol.62, No.8, pp.870-887 (1979).
- 2) (財)機会システム振興協会: ITSプローブカーシステムの開発に関するフィジビリティスタディ報告書(2000).
- 3) (財)自動車走行電子技術協会: ITSの社会的有効性向上に係るシステム最適化研究開発(2001).
- 4) (財)自動車走行電子技術協会: SVN構想の方向(2001).

(平成14年2月20日受付)