

7 ITSの応用事例

上田 敏

建設省大分工事事務所長
(前建設省土木研究所ITS研究室長)

はじめに

VICS (Vehicle Information & Communication System: 道路交通情報通信システム) が1996年4月にサービスを開始し、ETC (Electronic Toll Collection: 自動料金収受) システムがサービス開始に向けて準備が進められるなど、ITS (Intelligent Transport Systems: 高度道路交通システム) の一部のサービスが普及、実用化しつつある。1996年のアトランタオリンピック、1998年の長野オリンピックでは、ITSショーケースとしてさまざまなサービスが提供され、またITSモデル地区実験として、現在国内5地区で実験評価が進められている。

ITSは最先端の情報通信技術等の活用により、人と車と道路を一体のシステムとして構築することにより、道路利用の安全性、効率性、快適性の向上を

図り、また渋滞の軽減等により環境保全に貢献することを目的に、鋭意研究開発が進められている。

ここでは、具体的に導入あるいは研究開発が進むITSについて、建設省の取り組みを中心に紹介する。

オリンピックショーケースとITSモデル実験

1996年夏にアトランタオリンピック(米国)が開催され、200万人を超える観客がアトランタを訪れた。交通管理システム、公共交通管理システム、旅行者情報キオスク、旅行者情報システム(CATV、インターネット、道路情報ラジオ、道路情報板、車載ナビゲーションなどによる情報提供)が、ITSショーケースとして実施された。

また、1998年2月に長野オリンピック冬季競技大会が開催され、国内外から130万人の観客が長野地域を訪れた。長野オリンピックでは、積雪、路面凍結による交通障害、観客の輸送等による交通混雑等のさまざまな障害が予測され、これらの課題に対応する手段としてITS技術の導入が進められた。

長野のITSショーケースでは、道路交通情報板、路側放送、FAXサービス、テレホンサービス、インターネット等の既存の情報提供メディアの活用、充実に加え、VICS、情報ステーション、道路管理車両の位置情報管理、携帯端末利用による歩行者への情報提供、情報キオスクの設置などが行われた。オリンピック終了後に長野市内で行われたアンケート調査では、6割の方がこのショーケースに好感を持っており、8割の方が今後も利用していきたいと答えている(表-1、表-2)。

また、ITSの具体的な地域展開の施策として、地方行政と一体となったITSの推進により、研究開発

ITSの開発分野	プロジェクト内容
ナビゲーションシステムの高度化	【VICS】 ○高速道路、一般道路に設置されたビーコンおよびFM多重によるナビゲーションシステムの高度化 【情報ステーション、道の駅、SA・PA】 ○情報ステーション、道の駅、SA・PAにおける各種情報の一括提供
道路管理の効率化	【情報コンセプト・ITV・LED標識車】 ○光ファイバーを利用した動画の伝送による道路情報の収集、提供 【道路管理車両支援システム】 ○GPSを利用した道路管理車両の位置情報管理
歩行者等の支援	【PDA携帯端末】 ○PHSとPDA携帯端末を利用した歩行者への自己位置情報等の提供 【情報キオスク】 ○情報キオスクによる各種情報の提供

表-1 長野地域ITSショーケースでのプロジェクト



段階のITSに対して、実用化段階へ向けての新たなインパクトを与えることを目的に、1998年にITSモデル実験の候補地の募集が行われた。現在、選定された5地区（豊田市、高知県、警視庁、岐阜県、岡山県）で、道路交通情報システムの高度化、パーク&ライド、地域観光情報の発信、総合物流、情報キオスク、緊急車両への道路情報提供システムなど、幅広いITSの実験評価が行われている。

VICS（道路交通情報通信システム）

VICS（Vehicle Information & Communication System）は、路側に設置されたビーコンやFM多重放送により、車載のナビゲーションシステムにリアルタイムで、渋滞情報、所要時間情報、工事・規制情報、駐車場情報等を提供するシステムであり、1996年4月にサービスを開始した。提供する情報は、各都道府県警察や道路管理者の情報をリアルタイムで日本道路交通情報センターに集め、これに駐車場の満空情報等を加えて、VICSセンターで5分ごとの処理・編集を行っている。車内での表示方法には、文字表示、簡易図形表示、地図表示の3タイプがある。

ドライバーの経路選択行動を支援することで交通流を分散し、交通の円滑化が期待できるが、たとえば、首都高速道路でVICSが20%普及したと仮定して計算した例では、朝のピーク時間帯（7:00～10:00）の渋滞量（走行速度が20km/h以下となる時間×km）が約10%削減されるという結果が得られている（東大生産技術研究所のモデルを用い道路新産業開発機構が推計）。これは年間で約300億円の経済損失の軽減に相当する。

全国的高速道路および東京圏、大阪、愛知、京都、長野、兵庫、広島、福岡、北海道、宮城県などでサービスが始まっており、これまで約120万台のVICS機器が車載されている。デジタル道路地図を搭載したカーナビゲーションシステムの普及が、VICS普及の背景ともなっている。そのカーナビゲーションシステムは、累計出荷台数で440万台に及んでいる。

また、ナビゲーションシステム自身もDVDナビ、ボイスナビが登場し多様な展開になっているほか、ナビ協調シフト制御やふらつき運転検知など、ナビと車両制御との協調機能を装備した車が開発されている（図-1、図-2）。

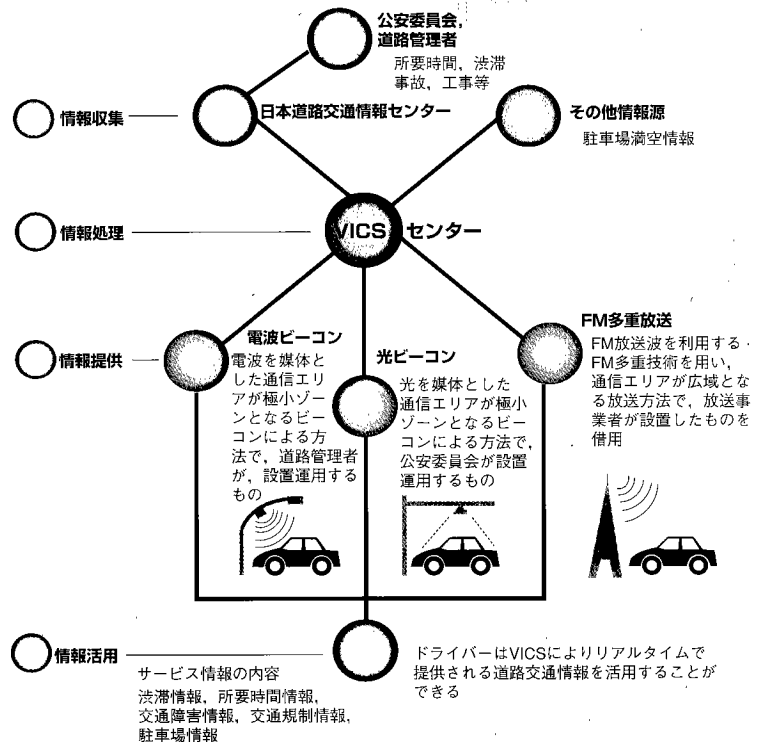
ETC（自動料金収受システム）

現在供用されている有料道路は全国で約9500kmに及んでいるが、ほとんどが有人により料金収受

情報項目	情報内容
高速道路情報	渋滞、旅行時間、規制、事故（大規模）
一般道路情報	気象、旅行時間、規制、情報板
交通情報	渋滞、旅行時間、規制、事故
歩行者情報	自己位置、経路、距離、所要時間、交通機関料金
オリンピック情報	予定スケジュール、中止、変更、競技場、周辺地図、協議結果
長野地域情報 （公共機関案内）	官公庁、救急病院、金融機関、他団体
観光案内	名所、名産品、イベント
シャトルバス情報	路線図、時刻表
公共交通機関情報	路線バス・高速バス路線図、路線バス・高速バス時刻表 JR路線図（北陸新幹線・長野地域需要在来線） JR列車満空情報 フライト情報（国内線・国際線発着時刻表） フライト情報（国内線・国際線運行状況）
臨時駐車場情報	所在地、満空情報
一般駐車場情報	所在地、満空情報、開閉情報
長野県の気象概況	天候、気温、注意報・警報、降水確率
競技場周辺況	天候、気温、注意報・警報、降水確率
オリンピック時の中・長期予報	天候、気温、注意報・警報、降水確率
長野県道管轄エリア詳細	雨量、積雪深、気温、路面温度・状態
気象情報	
建設省広報	プロジェクト説明、情報提供場所案内、広報

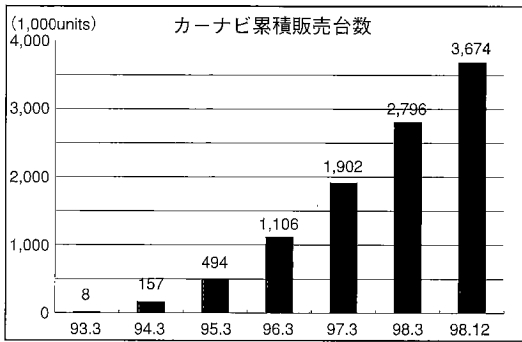
出典：「長野地域ITSショーケース」（建設省長野国道工事事務所、1998年10月）

表-2 長野地域プロジェクトでの情報キオスクの内容



出典：「財団法人道路交通情報通信システムセンター設立に向けて」（道路交通情報通信システム推進協議会）

図-1 VICSでの情報の流れ



- 機能高度化
 - ・CDからDVDへ
 - ・音声操作、音声案内
- 双方向通信
 - ・インターネット
 - ・電子メール
- 車両制御との協調
 - ・ナビ協調シフト
 - ・ふらつき運転検知

図-2 カーナビの普及と高度化

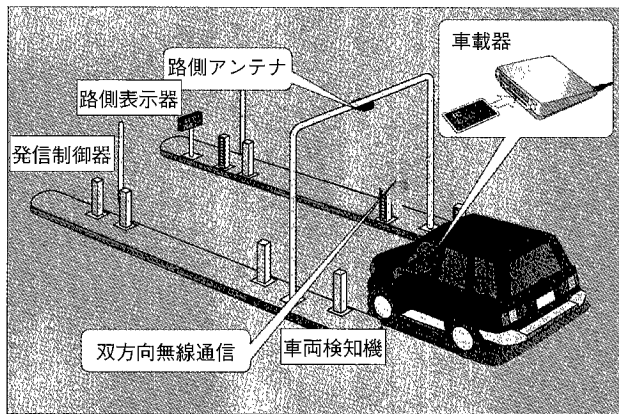


図-3 ETCシステムの仕組み

路側表示器	料金所を通過する車両に対して、車両通行時における通行の可否および料金等の文字情報を提供するための路側に設置される機器
発信制御器 (チェックバー)	異常ETC車両および不正車両通行捕捉のため路側に設置される機器
車両検知機	料金所を通過する車両に対して、各々の路側機器の動作タイミングをとるため、車両の任意の位置への進入および退出を検知するための機器
路側アンテナ	料金所に進入した車両に搭載された車載器と無線による通信を行い、車両情報等の読みとりや経路情報等の書き込みを行うために、料金所の天井等に設置される機器
料金所表示板	料金所に進入した車に対して、通行可能車線の案内等を行うために設置される車線案内板
車載器	料金所に設置された料金所アンテナとの通信により自動的に料金収受や経路情報等の記録を行う車両に搭載される機器

表-3 主なETC構成機器

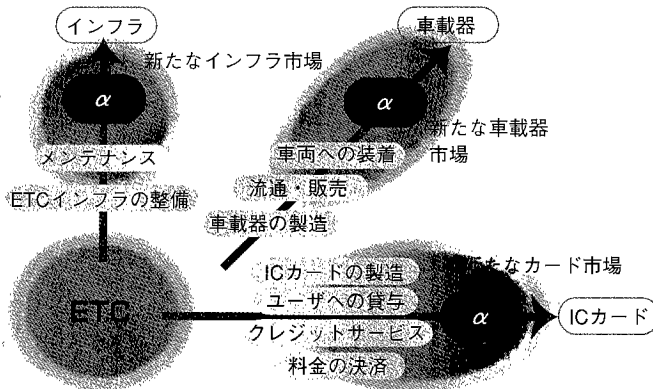


図-4 ETCから始まる多様な展開

が行われている。日本道路公団の道路構造別渋滞発生状況を見ると、料金部が渋滞発生時間の35%を占めており、最も発生頻度が高い。このため、料金所渋滞の解消、キャッシュレス化に対応した利用者サービスの向上、道路管理コストの低減を目的にETC (Electronic Toll Collection) システムの研究開発を進め、2000年初めには一部の有料道路でサービスが開始される計画である。なお、2000年度末には、すべての料金所においてICカードリーダーを設置し、ETCが整備されていない料金所においてもICカードを用いた決済が可能となる計画である。

ETCは料金所において、通行車に装着した車載機器と料金所ゲートに設置した路側システムとの間で、車の通行や料金に関する情報を無線通信により交信 (使用周波数帯5.8GHz、伝送速度1Mbps) し、自動的に料金の収受を可能にするシステムである。

海外において導入されているETCは、道路事業者ごとに独立に運用されており、規格も異なっていることから、相互の利用ができないなど利便性に課題がある。日本の有料道路は、各道路管理者により、対距離料金制と均一料金制、料金の前納・後納方式、車種区分の相違などによる複雑な料金体系となっているが、すべての有料道路で共通に利用可能なシステムとして開発を進めている。その他、高い通信精度、セキュリティ、プライバシーの確保なども開発の目標となっている。

建設省、関係道路公団、民間との共同研究により技術開発を進め、1996年に土木研究所テストコースで検証実験を行ったほか、1997年には小田原厚木道路 (1998年3月まで実施) および東京湾アクアライン (試験継続中) で試験運用を実施している。

なお、現在の料金所の処理能力は、約230台/レーン・時間であるが、土木研究所テストコースでの実験結果等により、ETCに置き換わると約1000台の処理能力があることが確認された。これは現状の料金所構造を基本に走行実験したものであり、将来料金所ブースがないフリーフロー化が実用化すれば、さらに効率を高めることが可能である。

また、ETC車載器とカーナビの一体化で、付加価値を付けたさまざまな新製品の開発が考えられるとともに、汎用的なICカードの利用により、駐車場、ガソリンスタンドなどでのショッピングも可能となり、新たなカード市場の創出へと発展が期待できる (図-3、表-3、図-4)。



AHS (走行支援システム)

● AHSのコンセプト

走行支援システム (AHS: Advanced Cruise - Assist Highway Systems) は、道路・車両の各種センサーにより自車周辺の走行環境を把握し、状況によってドライバーへの危険警告や車両制御等の運転支援を行い、安全運転の支援、道路利用の効率化を図ろうとする新しい道路交通システムのコンセプトである。

土木研究所では、これまでに1995年の土木研究所テストコース、1996年の開通前の上信越自動車道での走行実験を通じて、以下に示す3つのレベルのAHSについて、技術的フィージビリティを検討してきた。今後は各サービスのニーズや費用対効果分析、事業化、商品化等の検討を経て、実用化のステップを進んでいくこととなる。

AHSは、システムの段階的な導入および進化を視野に入れ、また、システムの介入度合い、車両を制御する責任という観点から、以下の3つのレベルを基本コンセプトとしている。

- ①情報提供レベル (AHS-i) : 情報収集の一部をシステムがサポートする。
- ②車両制御支援レベル (AHS-c) : 情報収集に加え運転操作の一部をシステムがサポートする。
- ③自動走行レベル (AHS-a) : 情報収集と運転操作を100%システムが行い、安全走行の責任をシステムが負う。

情報提供レベルにおいては、ドライバーの視覚支援、注意の喚起などを行うことにより、安全性の向上が期待できる。車両制御支援レベルにおいては、ドライバーの操作ミスをカバーできるため安全面への効果はさらに広がり、また、すでに実用化されているアダプティブクルーズ (先行車との適切な車間距離を維持して追従するシステム) では、ドライバーの制御遅れが原因の渋滞を低減させる可能性もある。自動走行レベルでは、システムがドライバーの運転負荷を軽減させることができるようになり、快適性に貢献でき、また、理想的な車両の運行を可能にし、輸送効率面、環境面において効果があると考えられる (図-5、図-6)。

● AHSの基本ユーザサービス

AHSの研究開発の方向性を示すことを目的に、ニーズ側の視点からAHSの基本ユーザサービスを体系化したのが図-7である。走行支援は、事故や渋滞などの事象に直接、実際に関係する時間の範囲 (リアルタイム) での車の挙動の改善による

	現状	AHS - i	AHS - c	AHS - a
情報				
操作				
責任				

図-5 AHSにおける情報・操作・責任の所在

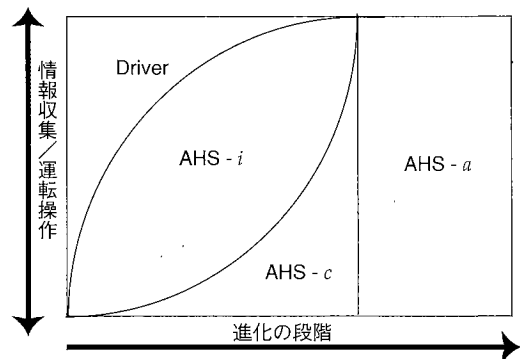


図-6 AHSの進化の段階

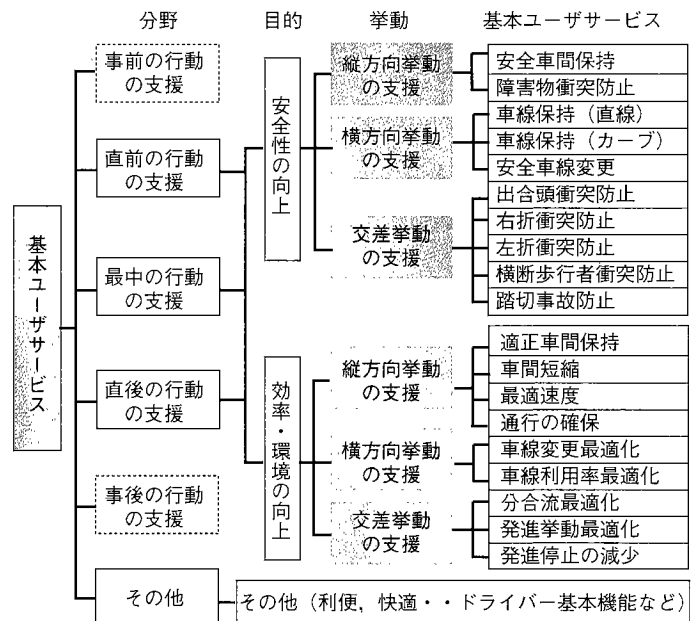


図-7 AHS基本ユーザサービスの体系

「安全性の向上」と「効率・環境の向上」を主な目的としている。また、「縦方向の挙動」は車の前後方向の挙動で、速度や車間の調整、減速・停止による衝突防止など、「横方向の挙動」は車の左右方向の挙動で、車線保持、車線変更など、「交差挙動」は他車両、歩行者、電車などの動線と交差する挙動で、交差点での右左折、衝突防止、分合流などを含む。

この他にも、システムの支援レベル (AHS-i, c, a)、車と道路インフラの機能分担、対象とする道

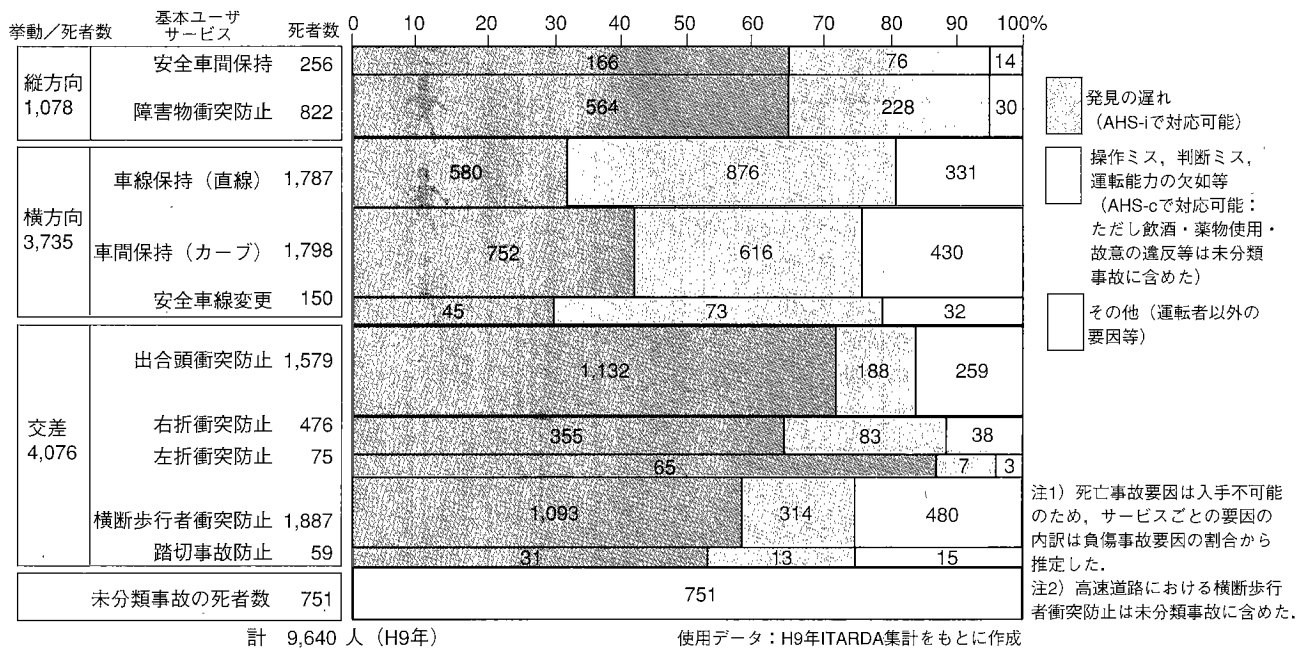


図-8 AHS基本ユーザサービスによる事故削減効果イメージ (死者数全体)

路種別、車種など複数の考慮すべき分類があるが、これらはシステムの作り方に属するものであり、副次的な分類項目として扱うこととしている。たとえば、AHS-i, c, aはサービスを行う方法や支援のレベルを表すものであり、車と道路インフラの機能分担はサービスを実現する方法の選択の問題であるが、これらはシステム開発の中で技術水準やコストなどに応じて適切に選択していく必要がある。

また、AHSの実用化の第一段階としては、安全性の向上を優先すべき目的として捉えているが、安全サービスの提供に必要な機能に関する要求性能 (リクワイアメント) は、事故発生プロセスの解析を通して定量化し、その上で提案するAHSのコンセプトの費用便益評価や、システム開発、要素技術への要求仕様の提示を進めていくことになる。

●安全性の向上効果

AHS基本ユーザサービスごとに「AHSの支援レベル」と「事故要因」を関連づけて、AHSの交通事故低減効果の目安を求めた。事故要因は大きく「発見の遅れ」、「操作・判断ミス、運転能力の欠如」、「運転者以外の要因」の3種類に分類し、「発見の遅れ」は情報提供によって改善でき、また「操作・判断ミス、運転能力の欠如」は運転補助によって改善できると考え、それぞれがAHS-iレベル、AHS-cまたはaレベルで対応できる可能性があるものと仮定した。図-8は、交通事故死者数をベースにAHSの基本ユーザサービスと事故類型を対応させ、各基本ユーザサービスが死亡事故を低減する可能性を支援レベルごとに示したものである。

基本ユーザサービスの中で「車線保持 (直線)」

「車線保持 (カーブ)」、「出合頭衝突防止」、「横断歩行者衝突防止」の4つに関する交通事故死者数が大きな割合を占めており、全体の73%を占めている。また、原因別内訳を見ると、発見の遅れに起因するものが50%、操作・判断ミスによるものが27%を占めており、前者にはAHS-iが、後者にはAHS-cが有効と考えられる。

また同様に、死傷者全体の損失額で整理してみると、死者数に影響の大きい4つのサービスに加えて、「障害物衝突防止」、「右折衝突防止」が大きなウェイトを占めている。

発見の遅れによる死者の割合の高い障害物衝突防止や出合頭衝突防止には、情報提供レベルのAHS-iでもかなり有効であり、車線保持にはAHS-cがさらに有効であることが分かる (図-9)。

●技術開発の動向

リクワイアメントに基づいてシステムに要求される機能や性能を開発目標として、現在AHS研究組合と連携して、道路状況把握センサー、路面状況把握センサー、レーンマーカ、路車間通信、車両の制御方法等に関する要素技術の研究開発を実施している。今後はさらに、経済性、施工性、保守性、美観などの視点からも、実用性が高いと判断される技術に絞り込んだ研究開発へと進めていくこととしている。

また、土木研究所では、2000年度には実用化を目指したシステムの実証実験を実施する予定である。実証実験においては、予防安全性や衝突安全性の向上などを目的とした車両側のITS技術である先進安全自動車 (ASV: Advanced Safety Vehicle) の技



術を融合させ、道路インフラと車載システムの連携についても評価を実施する予定である。

AHSの定義や導入の考え方は国により違いはあるが、欧米ともITS研究開発の重点分野として取り組んでいる。米国のAHSは自動走行を目指してきた面が強く、その実用化には課題があったが、1998年に成立したTEA-21（21世紀交通最適化法）を契機に、IVI（Intelligent Vehicle Initiative）構想を打ち出した。IVIでは自動走行機能に、情報提供や運転制御機能を加えた計画案が示されている。

EUではITSの研究開発をテレマティクス（Telematics）計画のもとで進めているが、AHS関係のプロジェクトとしては、AC-ASSIST（衝突回避自動援助および安全車間距離保持システム）、CHAUFFER（トラックのプラトーン走行システム）、SAVE（緊急事態におけるドライバー状態の効率的なアセスメントおよび車両コントロールシステム）等が実施されているほか、オランダのAVG（Automated Vehicle Guidance）、スウェーデンのISA（Intelligent Speed Adaptation）、フランスのLa Route Automatisée（自動化された道路）など、欧州各国のAHSプロジェクトも鋭意取り組まれている。

結びにかえて — スマートウェイ（知能道路）計画

建設省では、先端的なITSを実現する21世紀の道路インフラの整備に向けて、「スマートウェイ（知能道路）」構想を推進している。スマートウェイでは、ITSサービスを実現する自動車「スマートカー」、通信技術「スマートゲートウェイ」との協調により、たとえば、ETCによる料金所渋滞の軽減効果、ドライバーへの情報提供や運転補助などの安全運転支援サービスによる交通事故の大幅な減少効果、サグ、トンネルなどでのドライバーの無意識な速度低下を防止する効率向上サービスによる渋滞の軽減効果、さらに渋滞の軽減による燃費の向上と環境保全などの道路交通の質的向上が期待される。

ITSはVICS、ETC、AHSをはじめ、21世紀にはITS全体構想にあるさまざまなサービスを提供していく計画である。しかし、システム同士が互換性を持ち連携して機能しなければ、サービスごとに異なる機器やインフラが必要となり、車の中も道路も機器が氾濫し、非常に非効率なシステムになることは容易に予想される。このため、ITSアプリケーションの間で機能や情報を共有化すべき部分を明確にし、各システムの統合化やシステム間の互換性、拡張性を確保するため、ITSのシステムアーキテクチャ（全体像）の構築を進めている。銀行

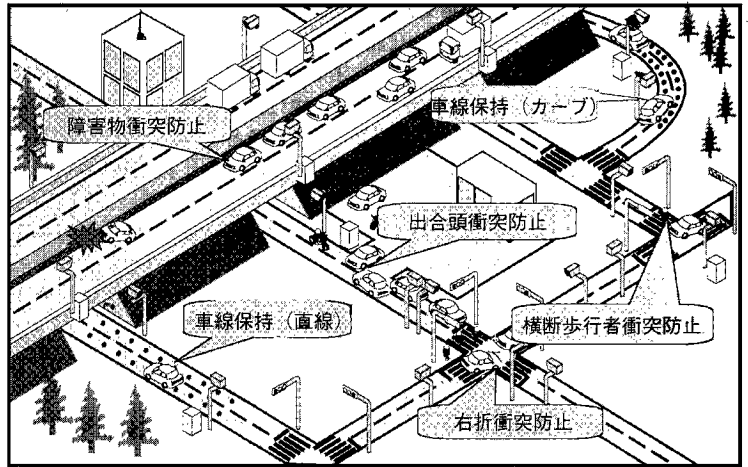


図9 優先的に開発する安全走行支援サービス

のオンラインシステムの統合化やISDN（サービス総合デジタル網）による通信ネットワークの構築などにもこのような考え方が適用されてきたが、ITSのシステムアーキテクチャは今後のITSの効率的な設計開発、事業展開や標準化活動の促進において重要な役割を果たし、ITSが標準装備されたスマートウェイのプラットフォーム（共通基盤）造りの基本になると考えている。

また、ITSの標準化については、自動車という国際商品が対象であることを踏まえて、路車間通信、ヒューマンインタフェースなど重点的に国際標準化を進めるべき項目を中心に、ISOなどの国際組織を通じて積極的に貢献していく必要がある。

さらに、スマートウェイは、高度情報通信社会を支えるインフラとしての役目も見逃せない。たとえば、いまのカーナビゲーション車載器は、モバイルメディアとしてインターネット、旅行観光ガイドシステムなどのマルチメディアとネットワークできるなど、新たなライフスタイルを生み出す可能性を持っている。VICSやETC、AHSといったITSアプリケーションのみならず、その他マルチメディア事業の多くのアプリケーションに利用される総合的なインフラとなることが予想され、高度情報通信社会を先導して行くことが期待されている。

国際的にも、OECD（経済協力開発機構）、PIARC（世界道路会議）でITSの展開について議論が進められているほか、1994年より毎年ITS世界会議が開催されるなど、各国の関心も高い。世界最高レベルの安全で円滑な走行環境を実現するために、そして21世紀の豊かな社会の創造に向けて、世界各国の研究者の英知が結集され、ITSの研究開発が実を結んでいけばと思う。

（平成11年9月1日受付）