

高度道路交通システム(ITS: Intelligent Transport Systems)とは、通信技術や情報処理技術などの広範な最先端技術を利用して、交通の安全性・輸送効率・快適性を高め、更には交通の円滑化による大気汚染の軽減など、環境保全にも大きな効果をもたらすことが期待されている。そのため、内外において、国家的事業としての研究・開発が進められている。また、ITSは、新産業創出と経済活性化の牽引(けんいん)力としても期待されている。

As intelligent transport systems (ITS) provide an effective means to solve serious traffic problems, strenuous efforts to develop and deploy ITS are being made by major countries. The promotion of ITS improves the safety, efficiency, and comfort of transportation by advanced communication and information processing technologies, and the resultant smoother traffic flows significantly contribute to the reduction of air pollution. It is also anticipated that ITS will be a driving force for economic vitalization and lead to emergence of new industries.

This paper describes the efforts for realization of ITS in various countries, and discusses necessary tasks for the future development of ITS.

ITSは技術の集合体

ITSは、最先端の通信・情報処理技術などにより、交通事故、渋滞、大気汚染などの問題を解決し、安全で快適な交通を実現するものとして、各国でその導入に積極的に取り組んでいる。ITSは、様々な技術の集合体である(囲み記事参照)。

ここでは、まず、わが国及び世界各国のITSへの取組みの現状と動向について解説し、次に、ITSの将来の更なる発展に必要な技術課題について述べる。

わが国でのITSの動き

わが国では、交通事故による死者数は年間約1万人に達し、更に、高齢者の交通事故が急増している。また、交通渋滞による損失は年間12兆円に上る。これらの問題は、最新の通信・情報処理技術による適切な情報提供や操作支援などによって解決できる可能性が高く、ITSに対する期待は大きい。

わが国のITSの歴史は古く、図1のような形で進展してきた⁽¹⁾。1996年には5省庁^(注1)が“高度道路交通システム推進に関する全体構想”を策定し、日本のITS実用化のマスタープランとなっている。また、5省庁と道路・交通・車両インテリジェント化推進協議会(VERTIS)により、日本のITSアーキテクチャが策定された。これは、ITSを構成するサブシステム間の相互運用性の確保を目指している。

研究・開発としては、建設省の主導で、96年に民間21社によるAHS(Advanced cruise-assist Highway Systems)研究組合が結成され、走行支援道路システムの研究・開発を推進している。これは、自動車と道路との協調を図るものである。また、運輸省の指導の下に、ASV(Advanced Safety Vehicle)のプロジェクトが91年度から進められている。AHS研究組合とASVプロジェクトは、2000年に共同実験を計画している。

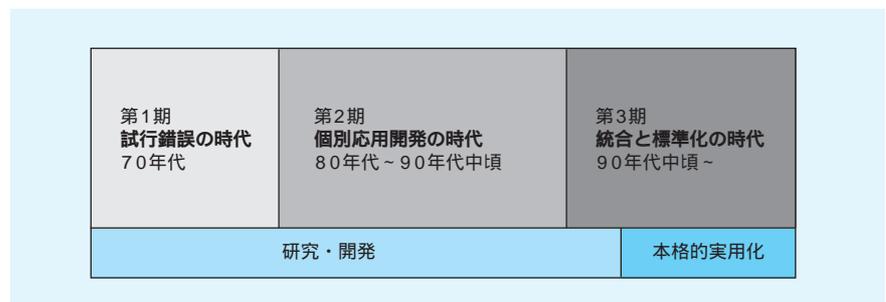


図1. 日本のITSの歴史 大きく分けて3期から成る。
History of ITS in Japan

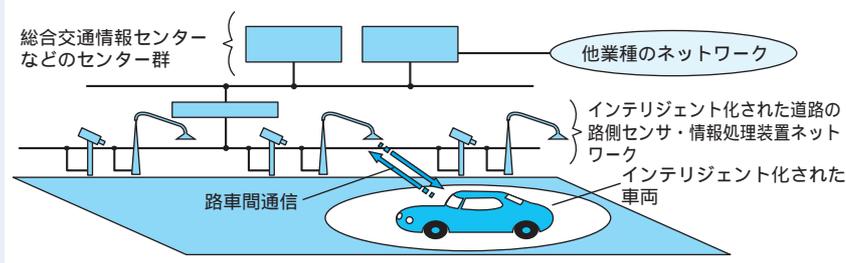
(注1) 警察庁, 通商産業省, 運輸省, 郵政省, 建設省の5省庁。

ITSの基本的構成要素

ITSは単一システムではなく、様々なサブシステム、例えば、ナビゲーションシステムの高度化、自動料金収受、安全運転の支援、交通管理の最適化、道路管理の効率化、公共交通の支援、商用車の効率化、歩行者の支援、緊急車両の運行支援などを行うシステム集合体である。

しかし、基本的な部分としては三つの構成要素から成るだろう。

- (1) インテリジェント化された道路と、路側センサ・情報処理装置ネットワーク
- (2) 総合交通情報センター群のネットワーク
- (3) インテリジェント化された車両



ITSの共通的なプラットフォームを形成するインテリジェント化された道路、車両及びセンター群

車両に関する情報は、道路に沿って設置されたセンサと通信装置から収集される。これらはネットワークを介してセンター群に運ばれる。逆に、あるセンターからの情報は、逆の経路で車両に提供される。(1)は現在の道路監視システムや施設管制システム、(2)は交

通管制システム、(3)はカーエレクトロニクスの延長線上にあり、それらの技術的蓄積や経験が極めて重要なものとなる。

ITSには、これらの基本的な構成要素に、更に衛星放送など多彩な構成要素が加わる。

建設省では、上記の路車協調のための共通的な道路インフラをITSの共通プラットフォームと位置づけ、これを“スマートウェイ”と呼んでいる。99年2月には、スマートウェイ推進協議会が設立され、この導入展開の構想作りを推進している。

既に実用化、あるいはそれに近いシステムもある。例えば、渋滞などの交通情報をカーナビゲーションシステム(以下、カーナビと略記)に提供する道路交通情報通信システム(VICS: Vehicle Information and Communication System)は、世界に先駆け96年4月に運用を開始して以来急速に普及している。また、料金所で停止せずに電子的に料金を支払えるノンストップ自動料金収受システム(ETC: Electronic Toll Collection)は、99年度に実用化予定で、既に、東京湾アクアラインや小田原厚木道路などで試験運用中である。

このような国家的な広がりを持つ活動のほかに、地域へのITSの導入も進められている。文献⁽²⁾には、代表的事例が述べられているが、最近

の事例としては、高知県でのデマンドバス(利用者に合わせてルート変更など、柔軟な運行が可能なバス)の実証実験計画、静岡県天城湯ヶ島町のヒューマンナビゲーションシステム(観光客に対する携帯情報端末によるナビゲーション)、愛知県ITS協議会を中心とした中部新国際空港と愛知万博におけるITS関連プロジェクト(財)自動車走行電子技術協会の電気自動車による都心レンタカーシステム(横浜市ほか)とセカンドカーシステム(東京都多摩市)などのプロジェクトが進行中である。

一方、民間でもITS関連商品が急速に普及している。特に、カーナビの普及は目覚しく、矢野経済研究所によれば、99年の国内出荷台数は前年比27.9%増、2000年には同22.9%増で2,000億円を超える市場になると予測されている。最近では、大容量DVD-ROMを生かした高機能DVDナビが人気を集めている。また、インターネットなどによる車両への情報提供サービスがいくつか始まっている。これらのITS関連の経

済効果は、電気通信技術審議会によれば、図2のように試算されている。

最近の例としては、トヨタ自動車(株)が、列車とバスの長所を融合した新交通システム(IMTS: Intelligent Multimode Transit System)を開発している。これは、専用道路では隊列走行(先頭バスだけ運転手が乗り、後ろの何台かのバスは自動追従走行する)をして、一般道路では通常の手動運転をする。当社は、全体の管制システムを担当している。また、矢崎総業(株)、東京大学及び当社では、駐車場へのガイド、駐車場内での運転支援をする駐車場ガイド運転支援システムを共同開発している。

■ 各国のITSへの取組み

■ 米国

米国では、連邦DOT(Department of Transportation: 運輸省)が中心となりITSを推進している。代表的な推進団体としては、90年に連邦DOTの公式諮問機関委員会として

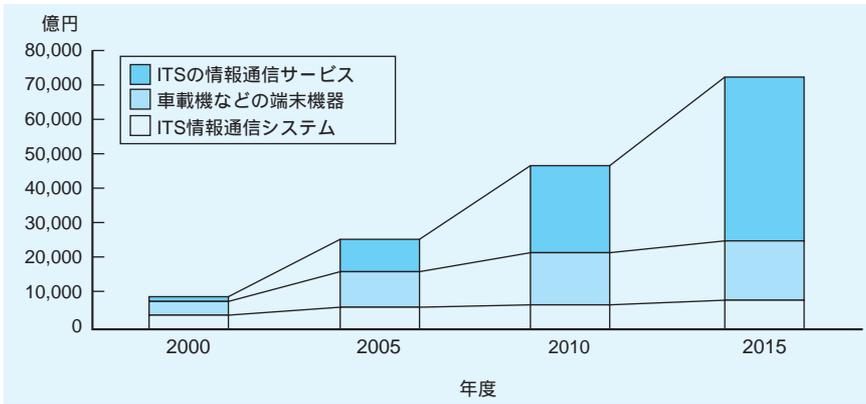


図2. ITSの情報通信関連分野の市場規模成長すると推定される。

Projected future scale of ITS market

2015年のサービス市場は、市場全体の65%に

発足した ITS Americaがある。ITS Americaは連邦DOTと、95年には“National ITS Program Plan”を、96年には“United States National ITS Architecture”を発表した。前者は、ITSサービスの体系化であり、後者は互換性と標準化を目的としたシステムの体系化と言えよう。

州のITSに対する取組みも盛んである。例えばカリフォルニア州では、加州道路局(CALTRANS)とカリフォルニア大学が中心となっているPATH(Partners for Advanced Transit and Highway)Programが86年から研究・開発を推進している。

連邦DOTのITS政策は、91年にISTEA(Intermodal Surface Transportation Efficiency Act)として法律化されたが、その最終後にTEA 21(Transportation Equity Act for the 21st Century)が発効した。この法律は、98年度から2003年度の6年間の全運輸予算を規定している。この法律では、上記のUnited States National ITS Architectureに従うことなどを条件として、従来は道路整備に使われていた一般的な予算をITSに利用することを可能にしている。

連邦DOTは、AHS研究も進めてきたが97年に終了し、その後、IVI(Intelligent Vehicle Initiative)構想を推進している。そのゴールは、

“ドライバー支援製品の開発、導入、商業化を加速することにより、衝突と事故を減らす”としている。IVIの活動例としては、連邦公共交通局(FTA: Federal Transit Administration)によるバスの事故傾向の分析や、優先的ユーザーサービスの作成などがある。ペンシルバニア州DOTでは、バスへの後部衝突防止と車線変更に関するデモンストレーションを実施している。

また、除雪車の運転支援についての研究・開発も盛んである。積雪時の低視界環境では、除雪車は道路逸脱の危険があり、その結果、主要道路が通行止めになる恐れもある。ミネソタ州DOTは、ミネソタ大学、3M社などと協力し、高精度位置同定と電子地図とによる横方向制御や、磁気テープによる横方向制御などの研究をしており、98年から2000年までの計画でフィールド試験を実施している。同様な研究は、カリフォルニア州やアイオワ大学でも実施している。

■ 欧州

欧州では、85年に設立された研究調整機関 EUREKA: European Research Coordination Agency)と欧州連合(EU: European Union)とが推進してきたが、91年にEUの資金

提供で設立されたERTICO(European Road Transport telematics Implementation Coordination Organization)が、米国におけるITS Americaのような位置づけで、全欧的取組みをしている。

プロジェクトとしては、PROMETHEUS(86-94)、DRIVE(89-91)とDRIVE(92-94)があったが、欧州委員会第13総局(DG)が組織するT-TAR(Transport Telematics Applications Programme)がDRIVEの後継として94年に開始されている。また、欧州委員会第7総局(DG)が、TEN-T(Trans-European Network for Transport)プロジェクトを95年から99年の予定で推進している。

■ その他の国々

アジアとオセアニアの国々でも、ITSに積極的に取り組んでいる。中国では、人口約12億人の30%近くが都市部に集中し、交通渋滞に悩んでいる。そのため、上海と北京への交通管制システムの導入、ETCと有料道路展開、商用車のGPS(Global Positioning System)導入を図っている。香港も、高い車両密度による渋滞が問題となっているが、93年にはETCをクロスハーバートンネルに導入するなど、ITS導入は早い。

オーストラリアは、交通管制技術としてSCATS(Sydney Coordinate Condition Adaptive Traffic System)を独自開発し、アジア、米国、南米などの多くの都市で採用されている。これは、道路の混雑状況に合わせて、信号や標識などを総合制御するものである。

南米のアルゼンチンは、90年代の交通需要の急増によって、都市部の大気汚染や交通事故が深刻化した。そのため、ITS導入に積極的であり、96年にはブエノスアイレス周辺の高速度道路でETCが導入され、同市には交通管制システムが導入された。

高速道路の約10,000 kmは民営化され、コンセションと呼ばれる。国境通過手続きの効率化にもITSは期待され、ブラジル - チリ - アルゼンチン幹線道路でITS導入を進めている。ブラジルとチリも80～90%の人口が都市に集中し、ITSに対する同様の期待と動きがある。

■ ITSの発展のための技術課題

以上のようにITSの推進は世界的な趨勢(すうせい)であり、その研究・開発と実用化は着実に進んでいる。しかし、ITSの更なる高度化と統合を進めるには、解決すべき技術課題が多く残っている。以下では、それらについて述べる。

■ 情報通信ネットワーク技術

現在でも、専用狭域通信(DSRC: Dedicated Short Range Communications)などの無線通信技術やネットワーク技術はITSのキー技術となっており、当社でもETC用の無線通信システムや、道路監視などのための映像通信総合システム(VCTS: Visual Communication Total System)など、多くの実績がある。

将来のITSでは、これらの技術の高度化に加え、ネットワークコンピューティング技術など、現在盛んに研究されている技術の利用が重要となる。将来のITSはネットワーク化が更に進展すると考えられ、その場合には、広域に分散した情報処理装置に対する遠隔プログラムロードや遠隔診断などの運用・保守技術に加えて、情報処理装置群による協調分散方式やエージェント技術^(注2)が重要になる。また、上位の交通管制センター群は、物流センターやAHSセンターのほか、金融システム、鉄道や海運システムなどとのネットワーク化も考えられ、セキュリティ技術や

インターネット/イントラネット関連の技術が重要になる。当社では、電力システムへのイントラネット技術の適用などの研究をしており⁽³⁾、同様な検討がITSにおいても最重要課題の一つと考えられる。

■ 安全性・信頼性技術

従来でも、原子力、電力、宇宙、航空、金融、鉄道などに関するシステムでは、高度な安全性や信頼性が要求されてきたが、ITSの場合には、ドライバーや歩行者など、人間系を包含し、複雑で多様な交通状況を対象とする点で、これらの分野以上に安全性・信頼性設計に対する配慮が必要となる。また、国際的に見て、安全性・信頼性に対する要求は厳しくなりつつある。

現在、日本でも国際安全規格IEC 61508がJIS化される予定であり、強制力を持つようになると考えられる。この規格では、詳細なリスクアセスメントと安全設計が確実に実施されたことを文書化することが義務づけられており、設計支援技術に対する新しい要求となる。

また、設計時だけで安全性を確保することは難しく、大規模システム診断技術が必要になる。大規模システム診断技術としては、例えば、当社では、原子力プラントにおいて、様々な状態量の微小な変化パターンからその原因を早期に予測診断するシステムを既に実用化・納入しているが、ITSでも同様な目的のための新しい診断技術開発が必要になるだろう。

■ 車載情報処理技術

この技術も、現在のITSのキー技術であり、当社でも、車両中の高雑音環境での音声認識技術や、狭いスペースで高機能の情報機器を実現するシステムLSI技術などを提供して

いる。

この分野の技術は、この特集の別論文に記載されているが、将来のITSでは、これらの技術を更に発展させる必要がある。特に、安全性に関する技術が車載装置についても重要になる。車載装置を通しての情報提供や運転支援は、提供のしかたが適切でないと、むしろ短所となる。このような問題を解決していくには、ヒューマンファクタの研究が重要となる。

■ 交通解析アルゴリズム

既に述べたように、アジアや南米では交通管制に対する期待は大きく、今後の交通管制センターは広域化と高度化が進むと考えられる。また、物流管制センターとか、AHSセンターとか、新しい機能に対応した中央指令センターの出現も考えられる。

このような場合、これらの管制センターのためのアルゴリズム開発が重要になる。例えば、交通需要や交通流の予測、センサ情報の集約化、状態推定、施設監視、遠隔診断、物流制御、路車協調など、様々な分野において、アルゴリズムの高度化が求められると考えられる。

■ 画像情報処理技術

画像情報処理技術は最近の急激なコンピュータ性能向上により、急速に実用化されているが、限定された環境を除いては、人間の認識力に及ばない。これは、人間による認識が、単に信号処理だけに基づくのではなく、知識をも利用しているためと言われる。一方、交通管制の大規模化に伴い、監視画像の自動認識のニーズがますます高まると考えられる。車両についても、障害物や道路白線の自動認識に基づくサービスが導入されつつあり、知識なども併用した新しい認識方式の研究を基礎研究として地道に進める必要がある。

(注2) エージェント(代理人)と呼ばれるソフトウェアが、利用者の代理人となってネットワーク上の様々な作業を代行する技術。

画像情報処理を利用したシステムは、交通管制と道路監視、車載装置、いずれの分野でもしばらくは、最終的な判断は人間に頼る人間支援型のシステムにならざるを得ない。しかし、適用環境を限定したり、画像以外の他のセンサ信号とのデータフュージョンや、支援のためのインタフェース方式など、システムのなアプローチによって実用化は可能である。このようなアプローチには、知識工学、ファジー、ニューラルネットなどの知能情報処理技術も重要となる。

■ソフトウェア構築技術

現在の多くのシステムは、ソフトウェアに大きく依存しており、その品質はシステムの信頼性を左右する。そこで、高品質のソフトウェアを構築するための様々な方法が研究されている。例えば、CASE(Computer Aided System Engineering)と呼ばれる一群の研究があるが、機器の動きを図で表現し、そこからプログラムを自動生成するなど、ソフトウェア構築支援のための様々な技術が開発されている。また、オブジェクト指向^(注3)手法により、プログラム再利用性を高め、結果的に信頼

性を上げる研究もある。また、ひとまとまりのプログラムを分散オブジェクト^(注4)として定義し、それらを統合することによって大規模プログラムを実現するCORBA(Common Object Request Broker Architecture)と呼ばれる規約があり、それに基づくソフトウェア構築ツールも市販されている。更に、プログラムの動きの様々な可能性を効率良くチェックする方式の研究などもある。これらの技術ははまだ完全なものとは言えないが、今後、ソフトウェアの大規模化は必須なので、地道に研究を続ける必要がある。

ソフトウェア技術には、このような基礎的研究に加えて、経験の蓄積が重要であり、ITSのような新システムに対しては、ほかの多くの大規模システム構築のノウハウを有効利用することが重要になる。

以上の課題を表1にまとめる。

■たいせつな官民協力

以上、ITSの現状と、その更なる発展のための課題について述べた。ITSは世界各国で官民挙げて推進されており、着実に前進しているが、いっそうの高度化と統合のために

は、過去に実現された大規模システムでの技術的蓄積を有効利用すると同時に、新たな技術的課題の解決に挑戦していくことが必要となる。今までに挙げた技術課題については、それらだけで尽くされているわけではなく、いくつかの例を挙げたに過ぎない。しかし、それらの例においても、ITSの必要とする技術、知識、経験が極めて広範なことがわかる。これに対応することは、一つの会社や業種だけでは難しく、会社間や業種間の協力、官民の協力などが極めて重要になる。

文 献

- (1) Furuki, M. and Murata, M. "ITS in Japan". Proc. of First Latin America Regional Conference on ITS. Buenos Aires, Argentina, 1998, ITS America/IRF (International Road Federation). 1998, p.193-202.
- (2) HIDO. "ITS Handbook". 1999.
- (3) 河合三千代, 他. 電力システムシステムへのイントラネット技術適用. 東芝レビュー. 54, 6, 1999, p.25-50.

表1. ITSの今後の発展のための技術課題
Important technologies for future progress of ITS

重要技術領域	重点検討課題
情報通信ネットワーク技術	ネットワークコンピューティング技術など
安全性・信頼性技術	国際安全規格に基づく設計技術、大規模システム診断技術など
車載情報処理技術	ヒューマンインタフェース技術、システムLSI技術など
交通解析アルゴリズム	交通需要予測、交通シミュレーション技術の高度化など
画像情報処理技術	知識を併用した理解方式、データフュージョンなど
ソフトウェア構築技術	高品質ソフトウェア構築技術の高度化

(注3) 関連するデータと、そのデータを扱う手順を含んだソフトウェアの構成単位をオブジェクトと呼び、このように定義されたオブジェクトをベースに分析、設計、開発を進めていく、ソフトウェアの範例の一つをオブジェクト指向と呼ぶ。

(注4) オブジェクトをネットワーク上に分散して、効率良くシステムを運用できるシステムを分散オブジェクトと呼ぶ。



曾我部 正躬
SOGABE Masami

情報・社会システム社 ITS事業推進室室長。
ITS関連業務に従事。
Intelligent Transport Systems Planning Office



旭岡 勝義
ASAHIOKA Katsuyoshi

情報・社会システム社 ITS事業推進室 ITSシステム&サービス事業推進担当グループ長。
ITS関連業務に従事。
Intelligent Transport Systems Planning Office



西村 和夫
NISHIMURA Kazuo, D.Eng.

情報・社会システム社 ITS事業推進室 ITSシステム&サービス事業推進担当技術主幹、工博。
ITS関連業務に従事。電気学会、IEEE 会員。
Intelligent Transport Systems Planning Office