

ITS (高度道路交通システム) の国内外の動向

小塚一宏

The Present and Future of ITS in Japan, the U.S. and Europe

Kazuhiro Kozuka

要 旨

高度道路交通システム（以下ITSと呼ぶ）は人・道路・交通を一体のシステムとしてとらえ、最先端の情報通信技術やエレクトロニクスを活用して、交通の安全性向上、渋滞の改善などを指すもので、1990年代に入り、欧米日を中心として各国での取り組みが活発化してきた。

本報告では、第2章ではITSの社会的背景と欧米日での取り組みの概要について述べる。第3章では、海外のITSの動向について述べる。欧州については、欧州委員会（EC）および民間がそれぞれ

主導するプロジェクトについてまとめた。アメリカについては、1995年に策定されたITS戦略計画に基づいて進められている各種のプロジェクトについてまとめた。アジア太平洋地域の動向にも簡単に触れた。第4章では、日本について2015年頃までのITS開発・展開計画と開発中のシステム例について述べた後、トヨタグループの研究開発動向に言及した。第5章では、自国のITSシステムおよび新規産業育成の点から今後非常に重要となる国際標準化の動向についてまとめた。

Abstract

The Intelligent Transport Systems (hereafter called ITS) is a new transport system which is composed of an advanced information and telecommunication network for users, roads and vehicles. By utilizing advanced technologies, ITS contributes greatly to solving problems such as traffic accidents, congestions and efficiency.

In this article, the overview of ITS in the world was summarized in chapter 2, the trends of ITS in Europe, the U.S. and Asian-Pacific Region in chapter 3, the

trend of ITS in Japan and Toyota's approaches to ITS in chapter 4, the ITS-related international standardization activities in chapter 5, and the conclusion in chapter 6. Main items are the DRIVE, PROMETHEUS and T-TAP projects in Europe, the National ITS Program Plan in 1995 and many related field tests in the U.S., the ITS development and deployment program and current situations of ITS in Japan.

キーワード

高度道路交通システム（ITS）、安全性向上、渋滞低減、ITS開発・展開計画、車両インテリジェント化、情報通信技術、国際標準化

1. はじめに

近年のモータリゼーションの飛躍的な発展は、人々の生活に豊かさと便利さ、快適性をもたらした。その一方で、交通・運輸は日常的な事故や渋滞をもたらし、都市部を中心とした環境問題やエネルギー問題など解決すべき多くの課題を提起して

いる。

このような状況を解決するため、高度道路交通システム（Intelligent Transport Systems、以下ITSと呼ぶ）の研究開発が世界各国で進められている。ITSとは、人・道路・交通を一体としてとらえて、最先端の情報通信技術やエレクトロニクスなどを活用して、安全性の向上、渋滞の低減、環

境改善を目指すものである。

また、ITSは自動車のインテリジェント化を推進し、自動車と情報通信関連産業の市場の拡大と新たな市場の創出を担うことが期待されている。さらに、21世紀に花開くと予想される高度情報通信社会に向けた先導的役割も期待されている。

本報告ではITSの欧米日での動向について述べた後、トヨタグループにおけるITS関連技術の取り組み例、国際標準化の動向などについて述べる。

2. ITSとは

2.1 社会的背景

自動車は、「いつでも、だれでも、どこへでも」移動が可能な交通手段であり、今日の人々の活動の基本となっている。日本の車両保有台数、運転免許保有者数や自動車走行台キロなどは最近27年間は上昇の一途をたどっている¹⁾ (Fig. 1)。この状況は、自動車の安全性や排出ガス対策が非常に進歩してきたにもかかわらず交通事故、渋滞、大気汚染、騒音などが依然として大幅に改善されない主要因と考えられる。例えば、交通事故死者数は1996、97年は1万人を下回り減少傾向とはいえ依然として高水準であり、事故件数と負傷者数は最近20年間ではずっと増加傾向を示している。既存の対策では限界があることを示している。

一方、高度情報化社会の進展に伴い、最先端技術を交通分野の課題解決に活かそうとする大きな流れが出てきた。すなわち、情報通信やエレクトロニクスなどの新しい技術を活用して車と道路交通システムのインテリジェント化を図って安全・円滑・快適な道路交通環境を実現しようとするものである²⁾ (Fig. 2, 3)。

2.2 欧米日での取り組みの概要

欧米日のITS開発年表³⁾をTable 1に示す。第1期は、初期の段階で各国で散発的な開発が行われた。第2期は、1980年代から90年代の前半で個々のアプリケーションを中心として研究開発が進められた。例えば、欧州ではDRIVEプロジェクトやPROMETHEUS計画、アメリカではMOBILITY2000やIVHS、日本ではASVやVICSなどの展開があげられる。第3期は、統合(インテグレーション)の時代といわれ、ITSシステム間、

国際間/地域間、社会システム/マルチメディアとの間で種々の統合が進展しつつある時代と考えられる。

このような大きな流れの中で、1990年代前半に欧米日でそれぞれITSに取り組む組織が誕生した(Fig. 4)。欧州では1991年にERTICOが、アメリカでは1990年にITS Americaが、日本では1994年に道路・交通・車両インテリジェント化推進協議会(VERTIS)が設立された。それぞれ産官学の調

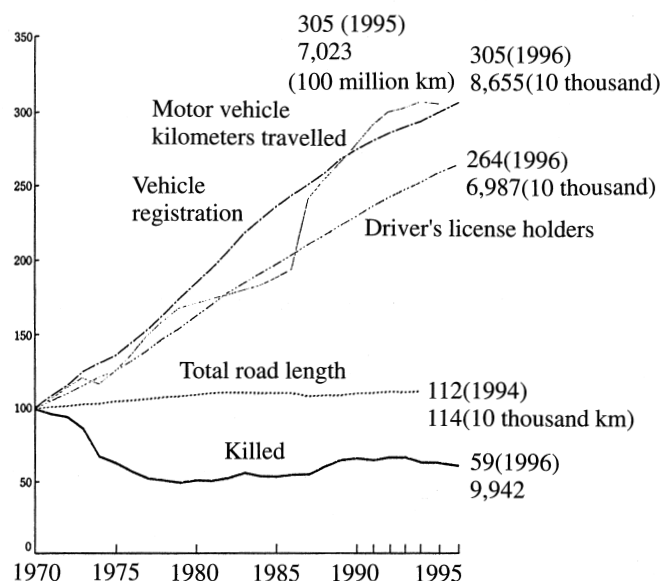


Fig. 1 Changes of various road and traffic characteristics in Japan¹⁾. (index : 1970 = 100)

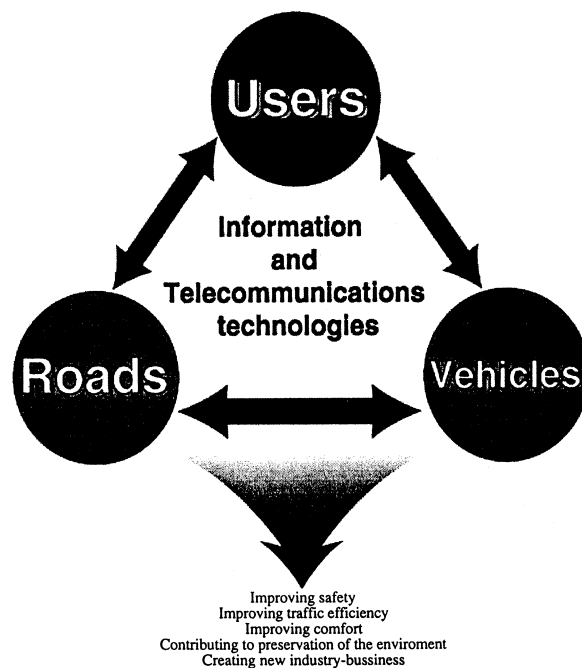


Fig. 2 ITS conceptual model²⁾.

整役的な存在であり、1994年以降ITS世界会議開催などITS分野の国際交流活動の推進役を果たしている。

3. 海外のITSの動向

3.1 ヨーロッパ

3.1.1 概要

ヨーロッパでは、15の加盟国からなる欧州連合 (EU) の執行機関である欧州委員会 (European Commission, EC) がさまざまな活動をコントロールしている。ITS分野での欧州の共同研究開発プログラムは、EC自身が実施しているもの、ECが支援するもの、その他のものに区分される⁴⁾。

欧州委員会は、欧州産業の技術基盤を強化し、国際競争力を高めるために、EC自身が実施するフレームワークプログラムを1984年に開始した。

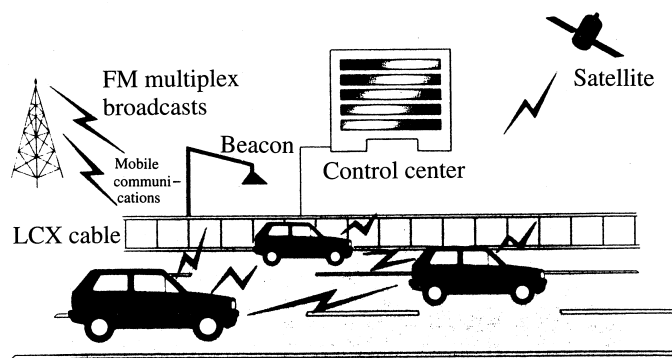


Fig. 3 Image of ITS²⁾.

Table 1 Changes of ITS development in Japan, the U.S. and Europe³⁾.

	1st Period	2nd Period	3rd Period
EU	ALI	PROMETHEUS DRIVE I DRIVE II	PROMOTE TELEMATICS
USA	ERG S	MOBILITY 2000 IVHS	ITS
JAPAN	CACS	RACS AITS ARTS SSVS ASV UTMS	ITS

欧州連合の加盟各国の企業、公的研究機関、大学などが実施する研究開発プロジェクトに欧州委員会が助成金を交付するもので対象は「市場競争前段階」的な研究開発に限られた。第2次のフレームワークプログラム (1987~1991年) には54億 ECU (1 ECU = 約125円) が、第3次フレームワーク (1991~1994年) には66億 ECU が、第4次フレームワーク (1994~1998年) には123億 ECU の予算が投入された。第5次フレームワークが1999年から開始される予定である。

交通分野でEC自身が実施しているものは、第2次フレームワークにDRIVE I、第3次フレームワークにDRIVE IIが、第4次フレームワークにはT-TAP (Transport Telematics Applications Programme)⁵⁾ が含まれている。なお、Telematicsは通信技術と情報技術を組み合わせた意味でヨーロッパでは多用される。

次にECが支援するものについて述べる。国際競争力強化を目的に、フレームワークプログラムより市場指向性が高いEUREKAプログラムが1985年より開始された。これは、バイオと医療技術、通信技術、エネルギー、運輸技術など9つの技術領域で構成される。参加者は、出身国の政府の資金

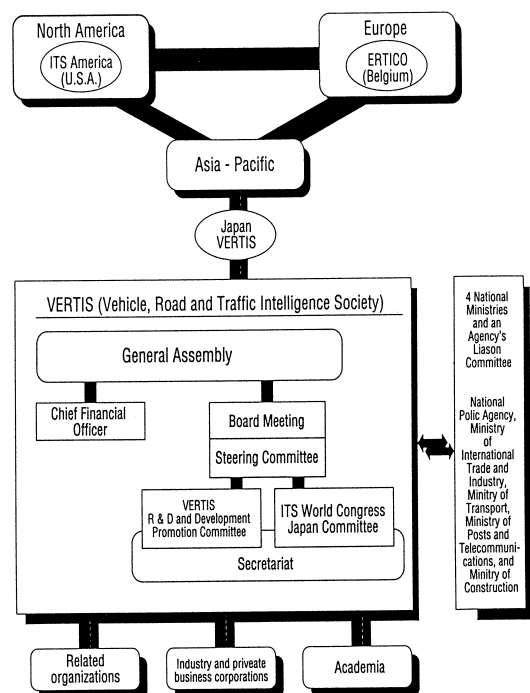


Fig. 4 World ITS organization²⁾.

援助を受けるだけであるが、参加者を支援するためのインフラや各種施策は用意される。1994年には、960件のプロジェクトに対して約144億ECUの資金が投入された。運輸技術には、PROMETHEUSが含まれており、その後継プログラムにはPROMOTEが予定されている。

3. 1. 2 DRIVEとPROMETHEUS

DRIVEとPROMETHEUSの概要を比較してTable 2に示す。

DRIVEは、欧州委員会が中心となって進めた道路インフラの研究開発を主体としたプロジェクトで、1989～1994年の6年間に総額4億ECU（約500億円）が投入された。このうち2分の1をECが、2分の1を参加団体が負担した。1989～1991年のDRIVE Iでは基本的な検討と技術開発が、1992～1994年のDRIVE IIでは欧州の各都市でフィールド実験主体で67のプロジェクトが行われた^{6, 7)}。

1987～1994年までの8年間にわたって実施されたPROMETHEUSは、民間主導型の車両中心の技術開発計画である。Daimler-Benzなど自動車メーカ14社が中心となって自動車の高度化に向けた取り組みが行われた。大学などの研究機関が担当する基礎技術研究4分野と自動車メーカが担当する応用研究3分野が設定された^{7, 8)}（Fig. 5）。8年間で合計7.2億ECU（約900億円）が投資され、3分の1は各国政府が、3分の2は参加企業が各々負担した。研究開発は、旅行・輸送管理、交通流の調和、安全運転を対象とした。また、技術の有効性の証明と交通に対する影響評価のために、9つの分野でCED（Common European Demonstration）が設定された。CEDでは具体的な研究開発やフィールドテストが行われた。例えば、安全運転分野の視覚支援CEDでは、雨の日や夜間走行時にドライバの視覚を補助するシステムとして、紫外線ヘッドライト、赤外線カメラ、液

晶を用いた防眩システムが研究開発された。1994年10月インテリジェントビークル94シンポジウムで公表し、大規模な実用試験（デモ）が成功裏に行われた（Table 3）。デモ車として出展されたPSA Peugeot Citroën 社開発のALTOは、衝突防止、レーンキープ、ナビシステムなど複数の機能を搭載した実験車である⁹⁾（Fig. 6）。

3. 1. 3 進行中のプロジェクト

欧州の最近の動向は次の通りである^{10～12)}。

1) EC主導のプロジェクト

Table 2 Summaris of DRIVE programme and PROMETHEUS project.

	DRIVE I, II	PROMETHEUS
Objectives	- Improving road safety - Environmental improvement	Maximising road transport efficiency
Organization	EC (Member States) initiative	- A part of EUREKA projects 14 car makers initiative
Orientation	Road infrastructure	Vehicle
Budget	Total 400 million ECUs	Total 720 million ECUs
Term	DRIVE I : 1989～1991 DRIVE II : 1992～1994	1987～1994
R&D areas	DRIVE I : 72 projects - General approach & modelling - Behavioural aspects & traffic safety - Traffic control - Services, telecommunications & databases DRIVE II : 57 projects - Demand management - Travel & traffic information systems - Integrated urban traffic management systems - Integrated inter-urban traffic management systems - Driver assistance & cooperative driving - Freight and fleet management - Public transport management	Safety driving - Vision enhancement - Friction monitoring & vehicle dynamics - Lane keeping support - Visibility range monitoring - Driver status monitoring - Collision avoidance Cooperative driving - Cooperative driving - Autonomous intelligent cruise control - Automatic emergency call Traffic management - Fleet management - Dual mode route guidance - Travel & traffic information systems

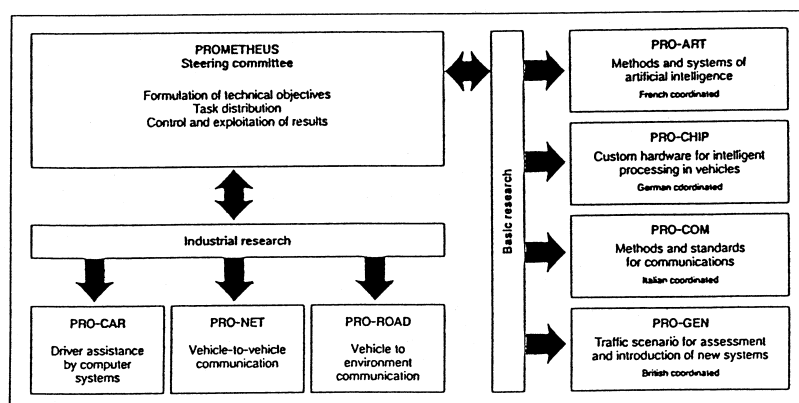


Fig. 5 PROMETHEUS organization⁸⁾.

T-TAP (DRIVEの後継) など

2) 民間主導でEC支援のプロジェクト

PROMOTE (PROMETHEUSの後継) はあまり推進されていない。

3) 各国および各企業のプロジェクト

独自に速いペースで開発が進んでいる。特にDaimler-Benzを中心としたドイツの動向が注目される。

ヨーロッパでは、EU統合により一大経済圏が出現し、さらに2000年以降は東ヨーロッパも巻き込んで交通輸送量が増大していくと考えられる。また、ヨーロッパには大きな港湾としてマルセイユ、アムステルダム、ハノーバーの3都市しかなく、これらと各国を結ぶ物流も大きな課題となってきた。そこで、航空・鉄道・船舶と道路交通を総合的に扱うプロジェクトとしてT-TAPが進められている。T-TAPは欧州委員会第13総局が担当し、

4分野9エリアで構成されている⁵⁾ (Table 4)。なお、Table 4には示していないが9エリアのもとに固有名称を付けた多くのプロジェクトが進められている。

T-TAPの中の一例として、エリア3.4車両制御の一つCHAUFFEUR計画を取りあげる。今後予想される欧州の交通輸送量と貨物輸送量の大幅増加に対応するため、既存技術とPROMETHEUSの技術成果を活用して、貨物輸送トラックの自律型運転補助システムの開発を目指したものである。Daimler-Benzが中心となり、自動車業界、部品業界、大学・研究機関などがコンソーシアムを組み、1996年に着手され、1999年にはデモ走行が予定されている。研究開発計画の概要をFig. 7¹²⁾に示す。カメラを使ったビジョンシステム、5.8GHzの車々間通信システムと車両システムで構成されるもので今後の動向が注目される。

Table 3 Functions by companies in CED⁹⁾.

Companies	Daimler Benz	Fiat	Jaguar	Matra	Opel	PSA	Renault
Functions							
Vision enhancement						1vehicle	1vehicle
Lane keeping support		1vehicle		1vehicle		1vehicle	1vehicle
Collision avoidance	2vehicles VITA II	1vehicle	2vehicles			1vehicle	2vehicles
Cooperative driving					1vehicle	2vehicles	1vehicle
Autonomous intelligent cruise control		1vehicle		1vehicle		2vehicles	2vehicles
Other intelligent vehicles	·Fhg copilot by IITB, ·Praxitele EVs(2) by INRIA ·VaMoRs-P by Univ. of Bw. Munchen ·REMI by SAGEM, ·AICC radar by Thomson-CSF						1vehicle ALTO

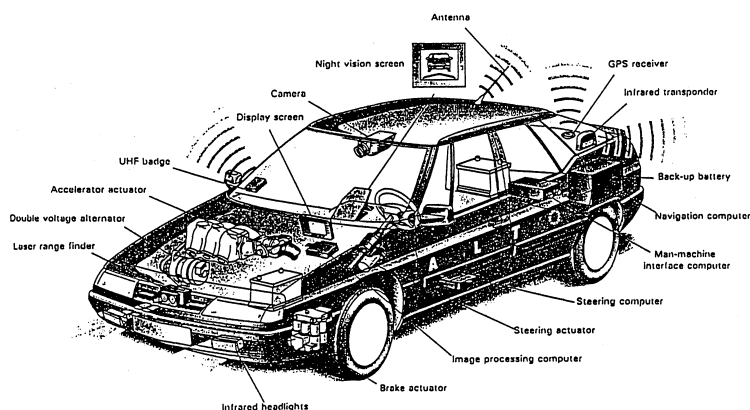


Fig. 6 Systems of PSA Peugeot Citröen ALTO presented at CED⁹⁾.

Table 4 Summary of T-TAP project⁵⁾.

Telematics applications & services	Area 1	Traveller intermodality & public transport
	Area 2	Freight operation
	Area 3	Road transport
	3.1	Driver information
	3.2	Automatic debiting and toll collection
	3.3	Network and traffic management
	3.4	Vehicle control
	Area 4	Air transport
	Area 5	Railway transport
	Area 6	Maritime and inland waterways transport
Horizontal Activities	Area 7	Horizontal activities
	7.1	User needs
	7.2	Evaluation
	7.3	Standardization
	7.4	Human machine interface
	7.5	Elderly and disabled needs
	7.6	Traffic safety
Telematic infrastructure and common services	Area 8	Telematics infrastructure and common services
	8.1	System architecture
	8.2	Communication technologies
	8.3	Data exchange
	8.4	Digital roadmaps
	8.5	Satellite navigation
	8.6	System safety
Contribution to Eu policies	Area 9	Contribution to EU policies
	9.1	Demand management
	9.2	Integrated demonstrations
	9.3	Deployment issues

3.2 アメリカ

3.2.1 経緯

アメリカでは、交通渋滞および事故の増加が著しく、都市部の渋滞による経済的損失は年間1,000億ドル、4万人を超える死者と350万人を超えるけが人による損失が年間1,000億ドルとされている。これに加え、次世代道路構築に関する日欧の動きに危機感を持ったアメリカでは、1988年に産官学の有識者による非公式のMOBILITY2000が組織され、研究すべき分野や技術の適用効果などが検討された。

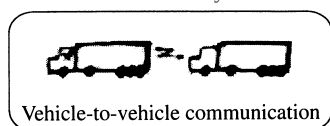
1990年には検討結果をもとにDOT（米国連邦運輸省）長官スキナーが議会でITS導入の必要性を訴え、ITSの技術開発が国家的プロジェクトと位置づけられた。1991年にはISTEA（総合陸上輸送効率化法）と呼ばれる法律が成立した。

ISTEAの目的は、1992年から1997年までの6年計画で環境面に配慮しつつ、エネルギー効率が高く、経済的かつ効率的な全国総合輸送システムを開発することである。具体的目標の一つであるITS技術の開発・導入では、1997年をめどに完全自動化のハイウェイシステム（プロトタイプ）のデモ実験が明記されていた。ISTEAの6年間の総予算は

Tow-Bar Concept

1. Tow-Bar

- ① Two trucks are connected with radio wave.
- ② Driver drives the first vehicle.
- ③ The second vehicle follows the first vehicle automatically.
(Driver is on the vehicle)



2. New System

- ① New modules utilizing video cameras
 - Obstacle detection and warning system
 - Platoon and lane keeping system
 - Driver condition monitoring system

② Vehicle constitution system

Hardware	Software
• Electronic controlled steering system • Electronic controlled brake system	Advanced control system
Electronic controlled multi multi stage transmission (12~16stage)	Integrated tranction control • New driver assistant control • New vehicle dynamics control

③ 5.8GHz vehicle-to-vehicle communication system

Fig. 7 Summary of CHAUFFEUR program in the T-TAP project¹²⁾.

連邦政府の支出として1,553億ドルで、その内ITS技術の関連分野には6.6億ドルが投資された。ISTEAは1997年9月に期限を迎えたが、1998年4月まで延長され、その後継法案としてTEA 21が1998年5月末に成立した。この法案の全容はまだ明らかではないが、1998年～2003年の6年間に連邦政府のITS関連予算として12.8億ドルが認められた。研究開発予算はやや削減され、実展開・配備関連予算が増加傾向にあるようである。その他、STPなど数百億ドル規模の大型プログラムに参加することも認められた。

ITS計画の推進組織としては1990年にIVHS Americaが設立され、1991年のISTEAの成立とともにDOTの助言機関となった。その後、道路だけでなく、鉄道や航空、船などの交通機関全体を含むインターモーダルな交通システム構築が必要となり、IVHS Americaは1994年にITS Americaに名称変更された。官学民の450以上の団体が会員として加盟しており、欧州、日本など海外からもメンバーが参加する国際組織である（Fig. 4）。

3.2.2 ITS戦略計画

1995年にDOTとITS Americaが共同で戦略計画“National ITS Program Plan”を策定した。2005年までに基本的なITSのサービスを乗用車並びに貨物などの商用車について全米で配備を完了することを国家目標とするものである。すなわち、ITS全体の推進方法について、まず30項目のユーザーサービス^{13, 14)}（Table 5）を決め、それらを総合的にまとめたナショナルアーキテクチャーを構築し、それを基に標準化とモデル実配備を行うものである¹⁵⁾（Fig. 8）。1995年時点で官の指導のもと全米で約80のプロジェクトでフィールド

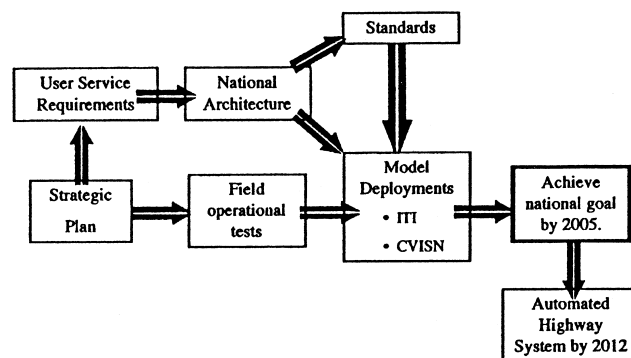


Fig. 8 National ITS Program Plan¹⁵⁾.

ある。IDタグを搭載したトラックのノンストップクリアランス（無停車審査システム）にも利用されている。今後、カナダやメキシコとの国境通過にも利用される見込みであり、さらに航空・海運でのコンテナ輸送にも用いられる提案も一部では検討されており、国際ITSタグとなる可能性もある¹⁷⁾。

4) AHSとIVI

既に述べたように、法案ISTEAの約束事項として、AHS Demo97が1997年8月にサンディエゴ近郊の実際の道路を使って行われた。自動運転の技術的実現可能性を証明するため、GM、カーネギーメロン大学（CMU）、カリフォルニア州PATH、DOTなどが中心の国家AHSコンソーシアムNAHSCが主導し、7チーム（日本からはトヨタとホンダ）が衝突回避、車線維持、合流、分流などをとりいれたデモ走行に参加した。PATHは、磁気マーカによる横制御とミリ波レーダによる縦制御などを組み合わせ、時速60マイル（96km）で8台の乗用車の自動運転によるプラトゥーニング（群走行）を行った^{16, 18, 19)}（Fig. 10）。CMUは、マシンビジョンを主体とした自律走行を行った。AHSの実証実験としては、成功であったと評価されている。開発／使用された技術は、次のようである。

・車両の横／縦制御

路面の磁気マーカ列、レーダ反射性テープ、ビジョンシステム など

・障害物検知

レーザレーダ、ビジョンシステム、ミリ波レーダ（77GHz帯、車間距離計測含む）など

これらは日欧でも開発されている技術が主体であるが、レーダ反射性テープは路面の湿潤状態によって反射周波数に変化して路面状態を知ることができ、テープに設けたレーダ電波の反射のためのスリットの間隔で反射周波数が異なることを利用して道路から車両に情報を送れるなど、興味ある特徴を有している¹⁸⁾。

連邦政府は1996～2002年までの7年間に2億ドルの予算をつけてAHSのプロトタイプ開発を計画していた。しかし、デモはAHS実証実験としては成功であったが、自動運転は実現までに時間がかかり、非現実的であるという意見が強くなってきた。そのため、車両インテリジェント化をメインとし、これにインフラ支援、インフラ補助を付与して進展させる戦略がとられることとなった。デモ直前の1997年6月に開催されたITS America 年次総会でIVI（Intelligent Vehicle Initiative、Table 6）¹⁶⁾という考え方が提案された。開発期間を1998～2005年とし、AHSへの発展段階をレベル1：警

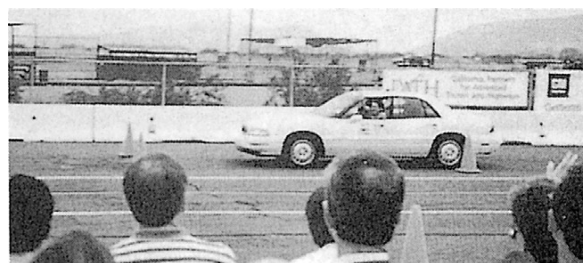


Fig. 10 PATH's vehicle at the opening ceremony of San Diego AHS Demo¹⁸⁾.

Table 6 Levels 1, 2 and 3 of IVI¹⁶⁾.

	Autonomous driving ability	Infrastructure cooperation ability	HMI ability
Level 1 Warning & information	(1)Collision warning system (CAWS) • Collision warning • Lane departure warning • Lane change warning (2)Navigation and route guidance (3)Pleasant/security • Cellular phone (4)Adaptive cruise control (ACC)	(1)Real-time traffic/travel information (2)Automatic collision notice (3)Automatic management • Electronic toll collection (4)Warning at special point (Road conditions)	(1)Display
Level 2 Driver control assistance	(1)Intersection hazard warning system. Advanced CAWS (2)Control assistance • Partial assistance of collision avoidance braking control • Steering control assistance (3)Drowsy driver monitor (4)Vision enhancement (lane detection)	(1)Intersection hazard/crossing warning system (2)Roadside cooperation factor • Sensor function	(1)Voice recognition
Level 3 Automated driving	(1)Advanced collision avoidance control • Longitudinal control • Lateral control	(1)Advanced collision avoidance • Vehicle-vehicle cooperation (intersection) (2)Lane keeping control (steering assistance) (3)Merging assistance (4)Autonomous cruise control (5)Hazard detection & warning	(1)Digital display

報と情報提供, レベル2: 簡単な運転者補助, レベル3: 高度な運転制御, 自動運転に分けることが示された。そして4万人を超す事故死者の削減など, 安全を最重要課題とし, 既存の技術を活用して短期間で成果の出るレベル1, 2を中心に実施する方針に変更された。ITS AmericaとDOTによって, Table 6をベースとしてIVIの内容と進め方が検討されてきた。その結果が1998年5月のITS America年次総会で発表された。IVIはDOTの研究開発予算を確保するための重要な計画と位置づけられている。

3. 2. 4 アメリカの市場動向

民間部門のサービス関連製品で早い段階で投資が行われるシステムには,

経路誘導, 旅行者情報, 緊急警報 (Maydayなど), 視覚支援, 衝突回避・衝突警告, 自動料金収受, Adaptive Cruise Control, Fleet Management (交通管制)

など車のインテリジェント化が中心であるが, これらの基礎となるITSのインフラ関連もある。今後は, 情報サービス提供, 有線・無線通信サービス提供, システムインテグレータなどの新規市場が拡大していくと考えられる。

3. 3 アジア太平洋地域

アメリカでは, カナダ, メキシコを含む経済圏NAFTAが形成され, ヨーロッパとともに経済のグローバル化が進んでいる。今後のITSは, これらの経済圏の例に見られるように広域的, 国際的な協調体制を組んで研究開発と実用化が進むと考えられる。

このような動きを背景として, 日本のVERTISの主催でアジア太平洋地域ITSセミナーの第1回が1996年9月に日本で²⁰⁾, 第2回が1997年7月にオーストラリアで開催された。ITSで開発されている高度交通信号制御, 交通情報提供, 自動料金収受システムなどの技術はこの地域にも有用と考えられる。

一方, 欧米先進国と違う, アジア太平洋地域に共通な課題として,

(1)経済成長とモータリゼーションが急激に起こり, インフラ建設や情報通信技術などの対応が追いつかない。

(2)道路交通は混合交通であり, 道路には歩行者, 自転車, バイク, 自動車が混在している。などがある。これらの課題は, 日本では十分考慮されていないのが現状である。日本は, この地域に最も有用なITSの実現のため, 地域の国々と協力体制を組むことが必要であり, このことが国際社会での日本の立場を強くすると考えられる。ただ, 1997年後半からアジア地域の経済不安が起きているため, ITS関連の研究開発への投資後退が懸念される。

4. 日本の動向

4. 1 推進体制と全体計画²¹⁾

日本では, 1990年前後から建設省のARTS, 運輸省のASVなど五省庁がそれぞれ独自のプロジェクトを推進してきた (Table 1)。しかし, 欧米の動向を踏まえて, 五省庁が連携して国として計画を立てていく必要性が生じてきた。

1995年2月に政府は「高度情報通信社会推進に向けた基本方針」を策定し, この中でITS推進を国の方針とした。同年8月には「道路・交通・車両分野における情報化実施指針」の中でITSの9つの開発分野が決められた。1996年7月には五省庁共同で「ITS推進に関する全体構想」が策定され, 日本のITSマスタープランとして国内外に示された。そこでは9つの開発分野と20の利用者サービス (Table 7) および2015年までの20年間の開発・展開計画が提示されている^{21), 22)}。

1994年1月に, ITSに関する学識経験者, 企業, 関係団体で構成される民間組織VERTIS (Fig. 4)が発足した。現在, 200を超す企業と20名余の個人が参加し, ITS関係五省庁との連携や, ITS分野の国際交流活動 (ITS世界会議, アジア太平洋地域セミナーなど) を推進している。企業においては, 新たな産業創出への期待も加わってITS関連の専属部署を発足・充実する動きが目立ってきた。

国のITS関連予算は, 欧米にくらべて少額であったが, 1996年度から急増してきた。1995年度から97年度のITS関連省庁予算 (実用化とインフラストラクチャの構築予算および研究開発予算) ならびに96年度予算の内訳をTable 8に示す。

1997年度から五省庁の連携により, ITSのモデ

ル地区実験構想の調査研究が始まった。豊田市も候補の一つに入っており、今後は地方自治体や企業も巻き込んで実用化に向けた実験活動が活発化するものと予想される。ITSの実用化に向けた新しい動きとして注目される。

4. 2 ITSの開発・展開計画

9つの開発分野におけるITS開発・展開計画をFig. 11に示す^{2 1)}。2000年頃の第1フェーズはITSの創生期で、ナビゲーションシステムの高度化、自動料金収受システムの実用化導入、歩行者の支援などの利用者サービスが展開していく。2005年頃の第2フェーズでは、各種の利用者サービスが開始され、交通システムの大きな転換期となると考えられる。すなわち、安全運転の支援、各種交通情報の提供、緊急車両の運行支援、公共交通の利便性の向上、輸送事業の効率化など9つの分野で多くの利用者サービスの実用展開が進んでいくと考えられる。2010年頃の第3フェーズでは、インフラの整備と車載機の普及によりITSが高度化するとともに社会システムとして定着していくと予想される。車内は安全で快適な空間となる。2010年頃以降の第4フェーズでは、ITSの全てのシステムが熟成するとともに、高度情報通信社会

の本格的到来とあいまって社会システムの革新が進むと思われる。ITSの目的である交通事故死者の大幅な減少、渋滞の緩和、沿道環境の改善が進むと予想される。

わが国では、今後急速に高齢化が進むので高齢者のモビリティ確保や運転支援システムが、また欧米にくらべて交通事故死者に占める歩行者割合が大きいのでその対策など、欧米とは異なる日本に適した高度交通社会システムの確立が必要である。

4. 2. 1 実用化が近い開発システム

ナビゲーションの高度化では、道路交通情報通信システム (VICS, Fig. 12) ^{2 3)} が挙げられる。東京、大阪、名古屋各都市圏でサービスが始まっており、2000年頃の全国展開を目指している。カーナビゲーションの普及はすでに約280万台に達しており、うちVICSユニットは約44万台 (ともに1998年3月) となっている。今後VICS対応機種の一層の普及が見込まれる。一方、渋滞対策として動的経路誘導システム (DRGS) の実用化も急がれている。

自動料金収受システムは、料金所での渋滞解消を目指すもので、全体構成図をFig. 13に示す。車

Table 7 ITS development areas and user services in Japan ^{2 1)} .

Development areas	User services
1. Advances in navigation systems	1) Provision of route guidance traffic information
	2) Provision of destination-related information
2. Electronic toll collection systems	3) Electronic toll collection
3. Assistance for safe driving	4) Provision of driving and road conditions information
	5) Danger warning
	6) Assistance for driving
	7) Automated highway systems
4. Optimization of traffic management	8) Optimization of traffic flow
	9) Provision of traffic restriction information on incident management
5. Increasing efficiency in road management	10) Improvement of maintenance operations
	11) Management of special permitted commercial vehicles
	12) Provision of roadway hazard information
6. Support for public transport	13) provision of public transport information
	14) Assistance for public transport operations and operations management
7. Increasing efficiency in commercial vehicle operations	15) Assistance for commercial vehicle operations management
	16) Automated platooning of commercial vehicles
8. Support for pedestrians	17) Pedestrian route guidance
	18) Vehicle-pedestrian accident avoidance
9. Support for emergency vehicle operations	19) Automatic emergency notification
	20) Route guidance for emergency vehicles and support for relief activities

両通過時に、路側アンテナと車載機との間で5.8GHzの無線通信を利用して情報を送受し、自動的に料金の支払を可能とする。1999年度の実用化導入開始を目指して、1997年から小田原厚木道路で試験運用が開始された (Fig. 14)。

先進安全自動車ASVの研究開発は、1991～95年に第1期が行われた。1995年にはトヨタ、日産等自動車メーカー9社が各種機能を取り入れた試作車を発表し、デモ走行を行った^{2,4)} (Fig. 15)。1996年から第2期がスタートし、ヒューマンインターフェース、ITS関連のインフラとの協調などが課題にあげられている。ここで開発された技術のうち、性能とコストが見合う技術から徐々に実用化が進むと考えられる。

ASVに用いられる技術の一つとして、衝突防止のために前方車、側方車、後方車との車間距離計測に用いる小電力ミリ波レーダがある。その周波数として76GHz帯が標準化された。

4. 2. 2 中・長期的な開発システム

安全運転支援分野では、建設省と自動車メーカーが中心となって、1996年9月に供用前の上信越自動車道を利用して自動運転 (AHS) の公開実験を行った。磁気ネイルや画像処理による車線 (白線) 認識などの技術を組み合わせて、11台の自動運転

Table 8 ITS-related ministries and agencies budget^{2,2)}. (billion yen)

	1995FY	1996FY	1997FY
Practical use ^(*)	44.0	59.6	69.0
R&D ⁽⁺⁾	0.8	7.4	8.7
Total	44.8	67.0	77.7

* : Practical use of ITS and establishment of infrastructure
+ : R&D of ITS and others (standardization activities etc.)

GRAND TOTAL = 67-billion yen (1996FY)

ITEM	NPA	MITI	MOC	MOT	MPT
ITS Total Design					0.68 0.18
Advances in Navigation Systems	3.4		34.2	0.02	
Electronic Toll Collection Systems			0.5		
Assistance for Safety Driving				0.02	
Optimization of Traffic Management	20.8	0.05			
Increasing Efficiency in Road Management					
Support for Public Transport				0.02	
Increasing Efficiency in Commercial Vehicle Operations					
Support for Pedestrians, etc.		0.02			
Support for Emergency Vehicle Operations					
TOTAL (billions of yen)	24.2	0.07	34.7	7.13*	0.06 0.68 0.18

■ Practical Use of ITS and Establishment of Infrastructure
□ R&D of ITS and Others
* Total Spread Across All Ten Categories

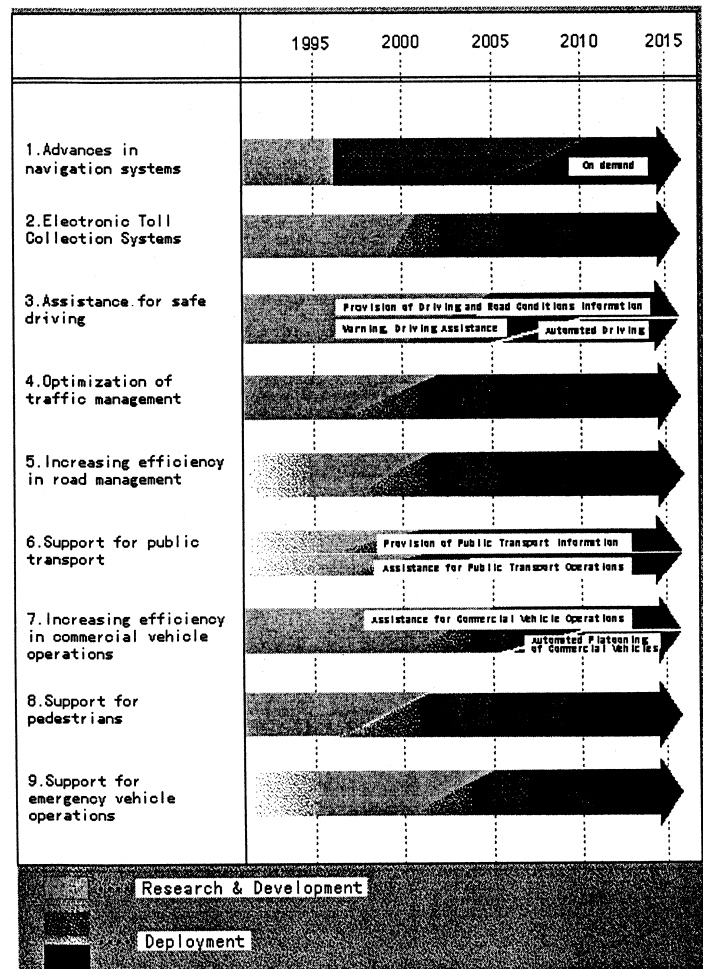


Fig. 11 Japan's ITS development and deployment milestones^{2,1)}.

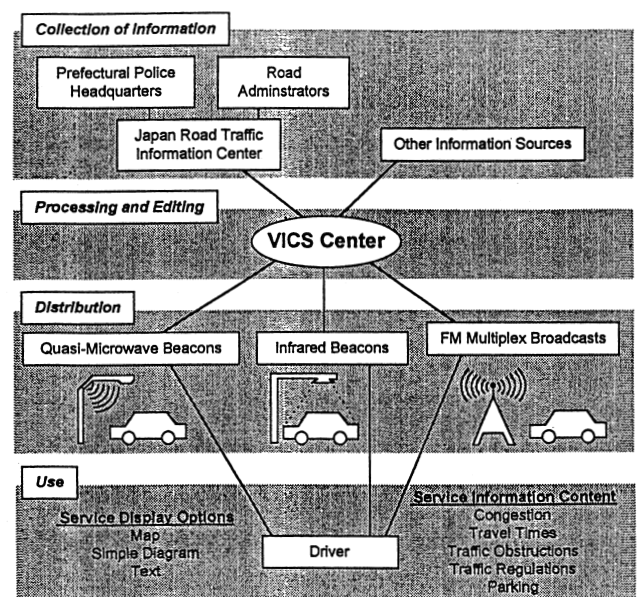


Fig. 12 Concept of VICS system^{2,3)}.

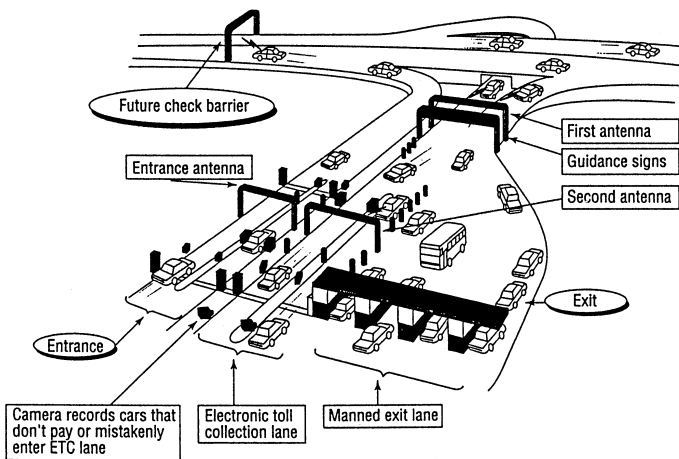


Fig. 13 Electronic toll collection system^{2 6)}.



Fig. 14 Trial application of ETC system to the Odawara tollbooth on the Odawara-Atsugi road (right bottom: on-board unit)^{2 2)}.

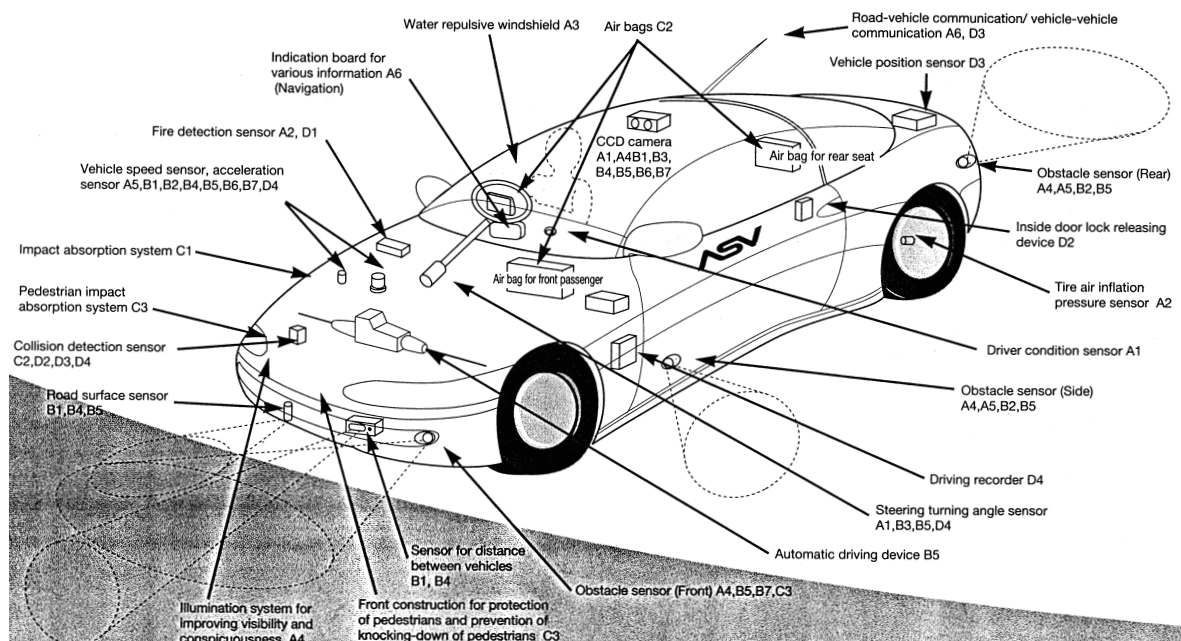


Fig. 15 Image of ASV^{2 4)}.

実験車を群走行させ^{2 2), 2 5)} (Fig. 16), 成功を収めた。しかし、自動運転の実現は遠い将来と考えられ、より実現可能性の高いシステムを目指して、AHSのサービス提供レベルを3段階に分けて進める計画となった^{2 5)} (1996年, Fig. 17)。アメリカでも日本より半年遅れてAHSの同様な方向転換があったことはすでに述べた。第1ステップAHS-iは安全支援のためのドライバへの情報提供レベル、第2ステップAHS-cはインフラからの情報をもとにドライバの運転支援、第3ステップAHS-aは自動運転レベルのサービス提供である。当面、iからcのレベルを目標とし、これに先進安全自動車ASVで開発される技術を組み合わせて、実用展開可能なシステムが導入されていくと考える。

4. 3 日米欧のITS進捗状況の比較

1996～97年時点における日米欧のITS進捗状況の比較がITS Americaから報告されている^{1 4)}。ITS評価には7種類の尺度、①財源と組織、②研究開発、③システム・アーキテクチャ、④標準化、⑤実用展開と効果、⑥制度上の問題、⑦市場動向と将来計画が用いられた。日本では、ナビゲーションシステムなど高度道路管理システム (ATMS) と高度旅行者情報システム (ATIS) で傑出した市場展開が見られるが、自動料金収受・道路交通管

理 (ETTM) や商用車運行管理システム (CVO) では欧米に遅れている。

今後、日米欧においては、車両のインテリジェント化を中心にインフラを補助とするシステム、すなわちATISや高度車両制御システム (AVCSS, メーデーシステムなど) の展開が見込まれる。

4.4 トヨタグループの研究開発

トヨタ自動車は、ITSを21世紀の新しい社会システム提案の場ととらえ、「クルマのインテリジェント化」を中軸として、「カーマルチメディア」、「ファシリティズ」など5分野を研究開発の対象としている²⁶⁾ (Fig. 18)。「クルマのインテリジェント化」ではAHSとASVプロジェクトへの参加やACC (Adaptive Cruise Control) の実用化が、「カーマルチメディア」ではカーナビゲーションの高度化、VICS推進、車載情報ネットワークMONET



Fig. 16 Public demonstration tests for AHS in the Joshinetsu Highway prior to service²²⁾.

Role sharing				
	Current conditions	AHS-i	AHS-c	AHS-a
Information				
Vehicle control				
Responsibility				

Fig. 17 Concept of AHS-i, c and a of Japan²⁵⁾.

(Fig. 19) のサービス開始が、「ファシリティズ」では自動料金収受システムの開発などがあげられる。なお、MONETは、デジタル携帯電話回線 (9.6kbps) を使って双方向通信により、リアルタイムな交通情報、ニュース、電子メール、ドライバーの行きたい場所の情報などを受信してカーナビで知らせるものである。

ITSのキーテクノロジーとして、トヨタ自動車を中心としたグループ会社はセンシング技術、情報処理・伝達技術、通信技術、表示・制御技術などの研究開発に取り組んでいる。一例として、筆者も関係した自動料金収受システムでは、10年前から2.45GHz帯のマイクロ波を使った車両自動識別技術開発を実施し²⁷⁾、最近5.8GHz帯のシステム開発が行われた²⁸⁾ (Fig. 20)。自動料金収受の他、駐車場管理、工場や物流センターのトラック通門管理など幅広い展開が図られつつある。

今後は、車両の走行環境認識技術、ドライバーへの情報提供や運転支援・補助などにおけるヒューマンインターフェース技術 (音声認識含む) が特に重要になると考えられる。

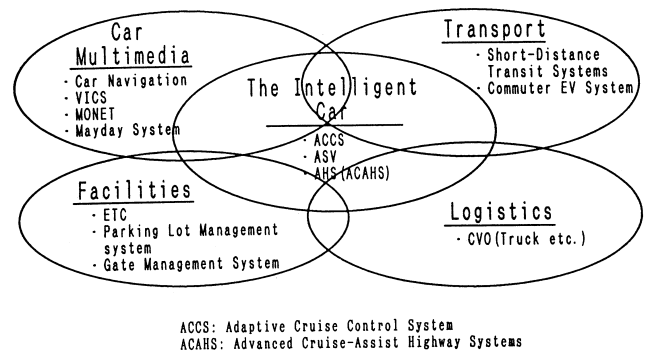


Fig. 18 ITS vision of Toyota²⁶⁾.

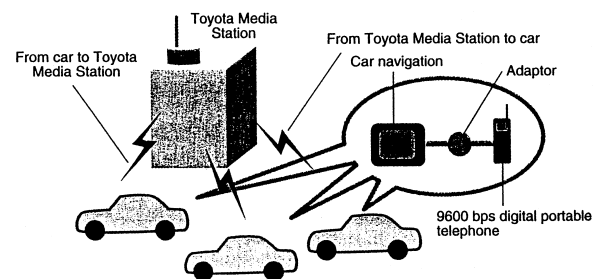


Fig. 19 Toyota Mobile Network - MONET²⁶⁾.

5. 国際標準化の動向

5.1 ISOおよび欧米の活動

1990年代に入り、ITSは国際的な広がりを持ってきたので、国際標準化が大きな課題になってきた。欧州や北米では多くの国が陸続きであるため、国家間、地域間で異なる仕様のシステムになるとユーザにとって使いにくく、早期のITSの普及が妨げられる。標準化されれば、かえって企業間の競争を生み、コスト低下を生じ、消費者が購入しやすくなる。そこで、ISO（国際標準化機構）に

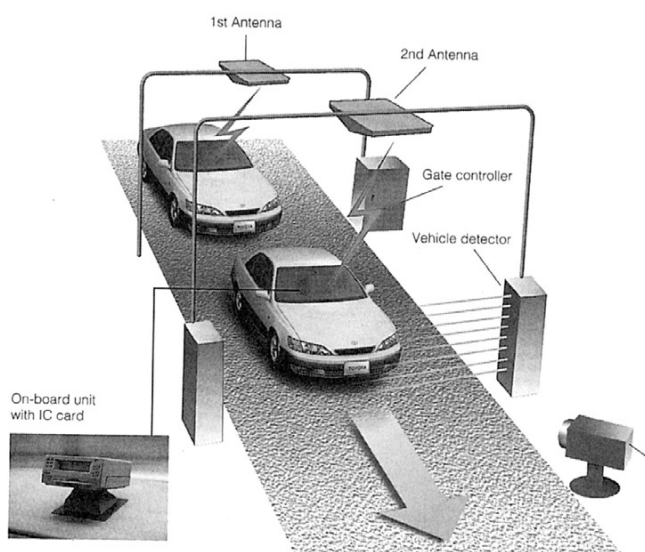


Fig. 20 An example of Toyota ETC systems²⁶⁾.

Table 9 ISO/TC204 working groups³⁰⁾.

WG	Title	Chair
WG1	Architecture	UK
(WG1.3)	Automatic vehicle and equipment identification	Norway
WG2	Quality and reliability requirements	USA
WG3	TICS database technology	Japan
WG5	Fee & toll collection/management and access control	Netherlands
WG6	General fleet management	USA
WG7	Commercial/freight	Canada
WG8	Public transport/emergency	USA
WG9	Integrated transport information, management, and control	Australia
WG10	Traveller information systems	UK
WG11	Route guidance and navigation systems	Germany
WG13	Human factors and man-machine interface	USA
WG14	Vehicle/roadway warning and control systems	Japan
WG15	Dedicated short range communications for TICS applications	Germany
WG16	Wide area communications/protocols and interface	USA

において、車両交通情報制御システムTICSに関する“TC204”専門委員会が1992年11月に設立された。ISO/TC204の概要^{29), 30)}をTable 9に示す。現在ITS全体に関わる14のWG（作業グループ）が設置されており、議長国を各国で分け合っている。標準化で主導権をとれば、自国のITSシステムさらには新規産業育成にも有利となるため、各国が競い合っている。

ヨーロッパでは、ITS分野の標準化は欧州統合を控え、域内の自由かつ安全で効率的なモビリティを確保するためにも重要な課題であり、CEN（欧州標準化委員会）の専門委員会とも連携して積極的に推進されている。

アメリカの主目的は、北米をカバーするNational Standard作り、すなわち巨大なアメリカを中心とする巨大な単一市場作りである。アメリカでは、州や自治体の発言力が強く、方針や仕様が不統一になる恐れが強い。そこで、DOT主導でJPO（Joint Program Office）というITS専門の実務部隊を組織し、予算も確保して標準化を進めている。JPOは計画の作成と実行に加え、ITS Americaや5つの標準化団体との連携などを使命とする。

国際標準化の例として、自動料金収受（ETC）および車々間や車両・インフラ間のデータ通信など多目的に用いられるDSRC（専用狭域通信）が挙げられる。この周波数としてはCEN主導で1980年代の終わりから5.8GHz帯の検討が進められ、日本も早い段階からCENに参画し、アメリカとも連携をとって、最近欧米日で標準化が成立した。なお、欧米ではすでに915MHzや2.45GHz帯のETCシステムが相当数稼働中であり、新しい周波数への移行が一つの課題と考えられる。日本では、これから普及し始める

段階であり、この種の課題はない。

5.2 日本の対応

日本では、TC204国内対策委員会および技術的課題を検討する小委員会が設置され、活動している。関係団体の委員の他、建設、運輸、郵政、通産、警察の五省庁の担当者もオブザーバーとして加わっている。実際の作業は、各WGごとに自動車技術会などが担当している。

6. まとめ

まず、欧米日におけるITSの最近の動向について概説し、次いで各国・地域の状況を述べた。

欧州では、2000年代の欧州経済圏をにらんで、航空・鉄道・船舶と道路交通を総合的に扱うT-TAPプロジェクト（欧州委員会主導）について述べた。民間主導のプロジェクトは各国や各企業において独自に速いペースで開発が進んでおり、特にDaimler-Benzを中心としたドイツの動向が注目される。

アメリカでは北米経済圏を視野に入れ、ITS戦略計画が策定された。これをベースとして、2005年までに基本サービスを乗用車や商用車に適用することを目標に、モデル実配備構想MDIや商用車の運行CVISNなどが進められている。1997年8月に実施されたAHSデモは成功したが、今後は車両インテリジェント化をメインにより短期間で成果が出るIVIへ方針転換された。

日本では、2015年までのITS開発・展開計画が1996年に策定された。国のITS関連予算はここ数年急増しており、ナビゲーションの高度化、自動料金収受システム、安全運転の支援などのシステムから展開が進みつつある。

今後は日米欧いずれにおいても、車両のインテリジェント化を中心として、これにインフラ支援、インフラ補助を組み合わせる方向で研究開発競争が激化すると考えられる。

トヨタグループにおける動向としては「クルマのインテリジェント化」を中軸としたITSへの取り組み、センシング、情報処理・伝達、通信、表示・制御などのキー技術に組み込みと、自動料金収受システムの開発例について述べた。

最後に、ISOを中心としたITSの国際標準化活

動について述べた。国際標準化は、今後の各国のITSシステムや新規産業育成の点から非常に重要であるため、各国が主導権を握ろうとしている。欧米に比べて日本は必ずしも得意でない分野であり、将来がやや懸念されている。

参 考 文 献

- 1) 総務庁編："交通安全白書", 平成9年版, 11
- 2) 道路・交通・車両インテリジェント化推進協議会 (VERTIS)の資料
- 3) 五省庁連絡会議："高度道路交通システム (ITS) 推進に関する全体構想", (1996), 5~8
- 4) 日本貿易振興会："欧州の産業技術開発政策の動向", JETRO技術情報344, (1994), 1~23
- 5) 佐藤一二利："欧州ITSの最新動向 (EC/DG-XIIIのT-TAPプロジェクト)", 車と情報, **17**(1997), 30~37
- 6) 佐藤一二利："欧州ITS計画 (DRIVE等) について", 車と情報, **13**(1995), 20~25
- 7) 日本経済新聞社："ITSのすべて", (1995)
- 8) 川嶋弘尚："欧州における自動車走行に関する研究開発プロジェクトの動向", 機械振興, **22-4**(1989), 23~28
- 9) (財)自動車走行電子技術協会："欧州の知能自動車の開発状況—PROMETHEUSの成果を中心に—", (1995)
- 10) Rowell, M.："European ITS Moves Towards the 4th World Congress in Berlin", VERTIS 第3回ITSシンポジウム開催報告書, (1997), 23~33
- 11) 佐藤一二利："欧州ITS関連の最新動向", 車と情報, **15**(1996), 22~27
- 12) 大川進："欧米のAHS研究開発動向—欧州", 技術研究組合走行支援道路システム開発機構のAHS研究報告会資料, (1997), 64~90
- 13) "米国ITSアーキテクチャフェーズIの概要", 道路・交通・車両インテリジェント化推進協議会 (VERTIS) の資料, (1995)
- 14) "ITS (高度道路交通システム) 日米欧3極比較レポート PARTII", 作成ITSアメリカ, 翻訳 (財)道路新産業開発機構, (1997)
- 15) Heft, R.："ITS Where We Stand in the US", VERTIS第3回ITSシンポジウム開催報告書, (1997), 9~20
- 16) 大川進："欧米のAHS研究開発動向—米国", 技術研究組合走行支援道路システム開発機構のAHS研究報告会資料, (1997), 22~63
- 17) 津田寛："ITS America からの報告", 車と情報, **18**(1997), 22~25
- 18) 津川定之："米国AHS計画の最新情報", 車と情報, **18**(1997), 13~16
- 19) 古川修："AHSに関連した車載技術の現状と将来", 自動車技術, **52-1**(1998), 42~46
- 20) 例えば, 道路・交通・車両インテリジェント化推進協議会："第1回アジア太平洋地域ITSセミナー 1996 東京",

開催報告書

- 21) "ITS全体構想"に関しては, 道路・交通・車両インテリジェント化推進協議会(VERTIS)の資料または建設省のホームページ(www.nihon.net/ITS/j-html/5Ministries/index.html)から入手できる
- 22) "ITS関係五省庁年次レポート平成9年度版", 五省庁連絡会議 (発行はVERTIS)
- 23) 道路交通情報通信システム(VICS)推進協議会: "VICS公開デモ実験シンポジウムテキスト", (1993)
- 24) 例えば, 運輸省先進安全自動車推進検討会ASVパンフレット, (1995)
- 25) 中垣光弘: "AHS研究組合の研究開発方針", AHS研究報告会資料 (技術研究組合走行支援道路システム開発機構), (1997), 91~114
- 26) 例えば, "トヨタのITSへの取り組み", "クルマ社会の進化をめざして トヨタのITSビジョン", トヨタ自動車(株)の広報資料, (1996,1997)
- 27) Kozuka, K., et al.: "Microwave ID-Tag System for Gate Access Control", The 3rd Int. Conf. on Vehicle Navigation & Information Systems, (1992), 507~512
- 28) 平松紀昌, ほか3名: "自動料金収受用無線通信システムの開発", 自動車技術, **52-2**(1998), 81~85
- 29) "ISOの現状と動向", 第3回VERTISシンポジウムの資料, (1997)
- 30) 藤井健, 川嶋弘尚: "ITSとISO/TC204の活動について", 自動車技術, **52-2**(1998), 4~8

略 語 表

ACC: Adaptive Cruise Control
 AHS: Automated Highway System
 ALI: Autofahrer Leit und Informations system
 AMTICS: Advanced Mobile Traffic Information and Communication Systems
 ARTS: Advanced Road Traffic Systems
 ASV: Advanced Safety Vehicle
 ATIS: Advanced Traveler Information Systems
 ATMS: Advanced Traffic Management Systems
 AVCSS: Advanced Vehicle Control and Safety Systems
 CACS: Comprehensive Automobile traffic Control System
 CEN: Comite Européen de Normalisation (European Standardization Organization)
 CVISN: Commercial Vehicle operation Information System Network
 CVO: Commercial Vehicle Operations
 DOT: Department Of Transportation
 DRGS: Dynamic Route Guidance System
 DRIVE: Dedicated Road Infrastructure for Vehicle safety in Europe
 DSRC: Dedicated Short Range Communications

EC: European Commission
 ERGS: Electronic Route Guidance System
 ERTICO: European Road Transport telematics Implementation Coordination Organization
 ETTM: Electronic Toll and Traffic Management
 EU: European Union
 EUREKA: European REsearch Coordination Agency
 ISO: International Standards Organization
 ISTE: Intermodal Surface Transportation Efficiency Act
 ITS: Intelligent Transport Systems
 ITS America: Intelligent Transportation Society of America
 IVHS: Intelligent Vehicle-Highway Systems
 IVI: Intelligent Vehicle Initiative
 MDI: Model Deployment Initiative
 MITI: Ministry of International Trade and Industry
 MOC: Ministry Of Construction
 MONET: MOBILE NETwork
 MOT: Ministry Of Transportation
 MPT: Ministry of Posts and Telecommunications
 NAFTA: North American Free Trade Agreement
 NAHSC: National Automated Highway System Consortium
 NPA: National Police Agency
 PATH: Partners for Advanced Transportation and Highways
 PROMETHEUS: PROgramme for a European Traffic system with Highest Efficiency and Unprecedented Safety
 PROMOTE: PROgramme for MObility in Transportation in Europe
 RACS: Road/Automobile Communication System
 SSVS: Super Smart Vehicle System
 STP: Surface Transportation Program
 TEA 21: Transportation Equity Act for the 21st century
 TICS: Transport Information and Control Systems
 T-TAP: Transport Telematics Applications Programme
 UTMS: Universal Traffic Management System
 VERTIS: VEHICLE, Road and Traffic Intelligence Society
 VISC: Vehicle Information and Communication System

著 者 紹 介



小塚一宏 Kazuhiro Kozuka

生年: 1945年。

所属: 企画調査課。

分野: 自動料金収受システムの研究開発を経て, 現在は情報通信, 交通分野および先端分野の技術調査・研究企画。

学会等: 電気学会, 自動車技術会会員。工学博士。