

## 退官記念講演

# 21 世紀の道路交通

## —情報化・知能化の新時代—

### Road Transport in the 21st Century

#### —New Era for Intelligence and Informatics—

高羽 禎 雄\*

Sadao TAKABA

## 1. はじめに

本日は標題にありますように、21世紀の道路交通を目指して、最近話題になっております高度道路交通システム、あるいはインテリジェント交通システム ITS についてお話致します。その前置きとして、わが国のこの分野における経緯と、私自身が行った研究に簡単に触れます。

昨年 (1995年) 12月に、最初の ITS 世界会議がパリで開催されました。この時に、わが国のこの分野における経緯と動向を私が紹介したビデオを見ていただきます。

『欧米先進国と異なり、今世紀の半ばまでは、道路交通はわが国の主要な交通輸送手段ではありませんでした。1960年代における経済と産業の発展、それに伴う急激なモータリゼーションは、事故・渋滞・公害等の社会問題を引き起こし、その対策として、警察の交通管制センターや高速道路の交通管制システムの整備、文字・図形情報板等による渋滞情報、さらには旅行時間情報の提供等が広く行われました。一方、車載装置を用いて自動車と地上のシステムとの間で情報交換を行うシステムも1970年代の CACS の実験に始まり、1980年代のカーナビゲーション装置の開発を基に、1990年代の VICS の実用に至りました。

わが国における道路交通の情報化・知能化の活動の特徴を考えると、

—官庁・企業・大学等の協力による多くの研究開発が継続的に行われたこと

—交通管制センターを始めとする実用システムの設置と普及が早期に行われたこと

が挙げられると思います。(ビデオ説明要約)』

私自身は、以上のような活動に参画するとともに、研究活動として次の事項を行ってきました。

—9交差点・12道路リンクの規模の交通流ハードウェアシミュレータの開発

—信号制御のシミュレーション及びフィールド実験システムとの比較検証

—機能分散・負荷分散による並列処理を取り入れた大規模なシミュレータの開発

—高速道路や街路で観測した交通現象によるシミュレーションの妥当性検証

—事故等のインシデントによる交通流事象の検出手法

—小ゾーン連続形自動車パケット通信システムの開発とシミュレーションによる評価

—交通流画像計測の手法とシステムの開発及び多車線交通流、歩行者等に関する計測

—固体イメージセンサ・レーザー光切断法等によるシステムの開発

—同一周波を用い複数の車両と同時に交信する自動車・地上間通信システム

\*東京大学名誉教授

## 2. 次世代の自動車交通システム ITS

インテリジェント交通システム (Intelligent Transport Systems, ITS) は、わが国では高度道路交通システムと名付けられています。これは、道路交通に通信と情報処理の技術を導入し、自動車と道路に知的な検出・判断・制御の機能を持たせることによって、自動車と道路を連携させた、より高度なシステムを実現しようとするものです。このような考え方は、1960年代から各国の有識者によって構想され、いま同様の多くの応用が提案されていました。

ITSの目標として、アメリカのIVHS (Intelligent Vehicle Highway Systems) 計画では、①安全性の改善・強化、②生産性の向上、③交通流の改善、④大気の浄化 の4つが掲げられ、事故による年間死者数の減少目標としては、45,600人(1989)から35,500人(2010)へと22%減が示されています。

また、わが国の道路・交通・車両インテリジェント化推進協議会 VERTIS (Vehicle, Road & Traffic Intelligence Society) では、①安全機能 (事故回避、災害軽減)、②円滑機能 (高速性、効率性)、③環境機能 (走行環境、周囲環境) の3つに分類し (渋滞は走行環境に包含される)、事故による年間死者数も1991年の10,547人から2021年の5,518人へと、30年間に半減することを目標に掲げています。

これまで安全は金にならないとされてきましたが、21世紀には社会の質を高めるという観点から、安全の向上に本格的な取り組むこと、そのために科学的・工学的な方法で対処することが必要とされています。

## 3. IVHS から ITS へーアメリカの挙国的取り組み

アメリカでは、1966年にゼネラルモーターズ社が DAIR (Drivers Aid Information and Routing) と名付けた運転者情報システムの開発を手がけ、引き続いて連邦運輸省 DOT (Department of Transportation) が車載装置を用いる経路誘導システム ERGS (Electronic Route Guidance System) の研究開発に着手しましたが、方針の変更により1970年に中断され、宇宙開発の推進等の影響を受けて十数年のブランクを生じました。日本や欧州等の進歩を見てこの状況を憂えた有識者が、1987年に MOBILITY2000 と名付けた会合によってこの分野の振興を提唱し、1990年に連邦運輸省の諮問機関である IVHS AMERICA という組織が発足しました。1991年9月には、1997年までを第1期とする総合陸上交通効率化法 ISTEА が成立し、年間約200億円の連邦予算を投じて、連邦政府と地方自治体、産・官・学の連携と複数グループの競争により研究開発と実用化の事業を推進する体制が成立しました。1994年には、IVHS AMERICA は ITS AMERICA (ITS は Intelligent Transportation Society の略) と改称し、1997年以降へ向けた活動を引続き展開しています。

IVHS/ITS の対象分野としては、次の6つが掲げられています。

- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| ① ATMS (先進交通管理システム) | ④ CVO (業務車両運用システム)  |
| ② ATIS (先進旅行情報システム) | ⑤ APTS (先進公共輸送システム) |
| ③ AVCS (先進車両制御システム) | ⑥ ARTS (先進地域交通システム) |

計画の当初から全米の各地で数十に及ぶプロジェクトが推進されました。2, 3の例を挙げますと、フロリダ州オーランド市の TRAVTEK では、州の高速道路管理センター、市の交通管理センターと連携して情報サービスセンターを設け、自動車と無線のリンクで結びます。車載ディスプレイにより、地図上の現在位置、目的地への経路誘導、ホテルやレストラン等の案内を行います。現在地に不案内な利用者がワンタッチで救援を求めることもできます。シカゴの ADVANCE で

は、カメラによるセンサや、車両との双方向通信によりカープローブと呼ばれる車両をセンサとする計測等を用いる交通管制システムが実験されました。

このようなアメリカの ITS 計画の特徴としては、

- 1) 従来に無い産・官・学連携の体制、国際的にオープンな組織
- 2) ナショナル・システム・アーキテクチャの開発
- 3) 関係者間でのコンセンサス形成と地域社会による評価
- 4) 3つの大学のセンター・オブ・エクセレンスへの選定など、主要大学のプロジェクト参加
- 5) ITS世界会議、ITSアメリカ年次大会等の大規模な会議の開催や国際標準の制定の推進等が挙げられます。

システム・アーキテクチャの開発では、1992年に完結した州間ハイウェイの整備に引き続き、全米での ITS の配備を効果的に行うことを念頭に、15の開発チームを2段階で2つに絞る競争によって推進し、成果を挙げました。

国際標準については、国際標準機構 ISO の技術委員会 TC204において、交通情報制御システム TICS (Transport Information and Control System) の審議が幅広く行われています。

#### 4. ヨーロッパの国際的産・官・学共同計画

ヨーロッパでは、1980年代に各国が共同で先端的科学技術の推進を図る計画が進められましたが、その一環として自動車交通の分野ではプロメテウス計画 (PROMETHEUS, 1986-1994) が遂行されました。これは、ヨーロッパの11の自動車メーカーによって開始され、日本やアメリカに較べてややもすると遅れがちであった自動車の情報化・ハイテク化を目指したもので、AI・マイクロエレクトロニクス・路車間通信・車々間通信など7つのサブプログラムに分類され、多くのプロジェクトとヨーロッパ共通のデモンストレーションが推進されました。さらにその成果はプロモート計画 (PROMOTE, 1995-1998) に引き継がれています。

一方、これと連携する形でドライブ (DRIVE) 計画が次のように遂行されました。これは、ヨーロッパ連合EUの主導する交通インフラ整備の研究開発であり、

- 1989-1991 (第1期) : 研究・技術開発
- 1992-1994 (第2期) : 12のパイロット実験を含む55のプロジェクト
- 1994-1998 (第3期) : 複合輸送モードによる交通の体系化

という内容です。

第2期に実施されたプロジェクトの実例を2, 3挙げますと、交通・旅行情報の提供では、リヨン、アムステルダム等5カ国の5都市で各種のシステムを並行的に実験する LLAMD、統合的都市間交通管理では、ロンドン、パリ、ブラッセルを結ぶ幹線道路と海峡トンネルを対象とする PLEIADS 等があります。交通管制センターや通信ネットワーク等のシステム構成、車載/路上装置による情報提供機能等はアメリカやわが国のものと同様ですが、わが国では既に広く実用されている可変情報板等も含まれています。

ヨーロッパではさらに、官・民を統合する実用化推進組織として ERTICO (European Road Transport Implementation Coordination Organization) が1991年11月に発足しました。ヨーロッパには国情の異なる多くの国々があり、各々の都市における自動車交通の形成には長い歴史的経緯があって、先進的な技術開発を進めただけでは実用化と普及には結びつかないので、その戦略的分析と計画立案の導入、標準化活動等を進めることとしたものです。ERTICO は、CORD 等研

究開発成果の評価と統合を行うプロジェクトを行うとともに、前述の ITS AMERICA や VERTIS と協力して、1994年11月に第1回 ITS 世界会議をパリで主催しました。プロメテウス、ドライブ両計画がいずれも区切りを迎えた時期であり、その成果が広く世界に公表されました。

### 5. わが国における経緯

前にも述べたように、わが国では1970年代から現在に至るまで、実用化と研究開発の両面で継続的に活動が行われたことが特徴であり、主な事項を開始年代順に挙げますと、

- 1971 交通安全施設等整備事業五箇年計画（10年間で交通事故死者数半減）
- 1973 自動車総合管制システム CACS の開発（通産省、1979まで）
- 1984 路車間情報システム RACS の開発（建設省、1989まで）
- 1986 同第四次五箇年計画：安全・円滑・快適の調和（交通情報化の施設を重点設置）
- 1987 新自動車交通情報通信システム AMTICS の開発（警察庁、1988まで）
- 1989 次世代道路交通システム ARTS（建設省、1995から ITS に統合）
- 1990 スーパースマートピークルシステム SSVS（通産省、1992まで）
- 1991 先進安全自動車 ASV（運輸省、1995まで）  
道路交通情報通信システム VICS（警察庁・郵政省・建設省）  
新交通管理システム UTMS（警察庁）
- 1993 第11次道路整備五箇年計画（1997まで）
- 1994 道路・交通・車両インテリジェント化推進協議会 VERTIS の設立（1月）
- 1995 政府の高度情報通信社会推進本部による基本方針の発表（2月）  
第2回 ITS 世界会議の開催（11月、横浜）
- 1996 第六次交通安全基本計画及び交通安全施設等整備事業五箇年計画（2000まで）  
VICS の実用サービス開始（4月、東京）

VICS は、1980年代における RACS、AMTICS 両システムの開発成果を踏まえて、交通管理者、道路管理者その他からの情報を道路交通情報センター等を経由して収集し、FM 多重放送、光ビーコン、電波ビーコンの3つの通信メディアを介して自動車に伝達し、車載ナビゲーション装置から渋滞・事故・工事等の道路交通情報、経路誘導情報その他のサービス情報をリアルタイムに提供するシステムです。1996年から実用サービスを開始し、7年間で主要都市圏と幹線、20年間で全国展開を図ります。

UTMS は、わが国の特徴である交通管制センターの充実を背景に、高度交通管制システム ITCS を中核として、交通情報提供システム AMIS、動的経路誘導システム DRGS、公共車両優先システム PTPS、交通公害低減システム EPMS を結合する構想です。1995年までの第5次交通安全施設等整備事業五箇年計画で ITCS、VICS の展開で AMIS の計画を固め、引続き PTPS の試行、DRGS の開発を行って、これらの早期実用化を図っています。

ASV は自動車の高知能化により安全性を高め、事故の予防や事故時の被害軽減をはかったもので、自動車メーカー9社により試作車に80余例を実装し成果を試験しました。システムの実例として居眠り運転警報システム、車間距離警報制御維持システム、事故自動通報システム等があります。

ARTS は RACS の路車間通信による道路の知能化・情報化を技術・応用の両面で発展させたもので、先進道路安全システム、先進輸送効率化システムに分類され、漏洩同軸ケーブル（LCX）

を用いるデータ伝送実験、導入と実現シナリオの検討等が行われていましたが、ITS に包含された後は、自動運転道路システム AHS、ノンストップ自動料金収受システム ETC の 2 つに的を絞って、実用化へ向けた共同研究が推進されています。

SSVS は自動車の高知能化により、危険予知・回避、運転支援、交通運輸制御等の技術を総合的に発展させるもので 2010 年～2020 年に実現を想定しています。具体的な研究の推進よりは、総合的な研究開発計画の立案を主眼としたもので、学民約 140 名のメンバーによる調査研究が行われました。

道路・交通・車両インテリジェント化推進協議会 VERTIS は、豊田章一郎氏（経団連会長）を会長として、1994 年 1 月に設立されました。民間企業、協会等の団体、大学・研究所の個人が参加し、ITS 世界会議の運営に参画し、第 2 回 ITS 世界会議（横浜）を主催する一方、インテリジェント交通システムの研究開発基本計画を構想しました。

1995 年 4 月に公表された「VERTIS グランドデザイン」は、対象約 300 システムから

- 1) 日本の社会に適している。
- 2) インテリジェント化によって達成可能である。
- 3) 30 年後までに実用化が予測される。

との基準で 23 のシステムを選定し、30 年後の実現を想定して、ITS の成果により、①死亡事故の半減、②渋滞の解消、③都市部 NOX 排出の 30% 減、④全国 CO<sub>2</sub> 排出の 13% 減 が可能であることを推定しました。

1995 年 11 月の第 2 回 ITS 世界会議では、約 500 編の論文、約 3400 名の参加者を集め、第 1 回パリ世界会議を上回る規模で会議を成功に導き、オーランド（1996）、ベルリン（1997）、ソウル（1998）、トロント（1999）と予定される ITS 世界会議の確立に寄与しました。

## 6. 政府の方針と活動

わが国の政府は、21 世紀における高度情報通信社会実現のために首相を本部長とする推進本部を設け、1995 年 2 月に基本方針を発表しました。このなかで、道路・交通・車両の情報化が公共の情報化 6 分野のひとつとして取り上げられ、担当である警察庁・通商産業省・運輸省・郵政省・建設省の 5 省庁によって、同年 8 月に「道路・交通・車両分野における情報化実施指針」が発表されました。

ここでは、高度道路交通システム ITS の開発、実用化等に積極的に取り組み、21 世紀初頭に概成するという方針を示し、施策の内容として次の 11 項目が挙げられました。

- |              |                    |
|--------------|--------------------|
| 1) 全体構想の策定   | 7) 法制度等への配慮        |
| 2) 推進体制の整備   | 8) 標準化             |
| 3) 研究開発      | 9) システムの接続性        |
| 4) フィールドテスト  | 10) 国際協力           |
| 5) インフラの整備   | 11) 高度道路交通システム世界会議 |
| 6) 実用化に向けた展開 |                    |

また、ここで取り上げる開発分野として、つぎの 9 分野が示されました。

- |                   |             |
|-------------------|-------------|
| ① ナビゲーションシステムの高度化 | ⑥ 公共交通の支援   |
| ② 自動料金収受システム      | ⑦ 商用車の効率化   |
| ③ 安全運転の支援         | ⑧ 歩行者等の支援   |
| ④ 交通管理の最適化        | ⑨ 緊急車両の運行支援 |
| ⑤ 道路管理の効率化        |             |

わが国では、これまで多くの関係省庁が各々の担当範囲で活動してきましたが、これら省庁が

協力して、政府としての統一的な方針を定めるとともに、関連する多くの活動を整合を取って進めることとなり、今後その成果が期待されます。

### 7. 今後の重点施策と取り組み方

高度道路交通システム ITS における今後の重点施策の第1は、各分野の中でももっとも取り組みが進捗している旅行者情報システムの実現と普及です。なかでも、1996年4月にサービス開始が予定される VICS は、世界で初めての本格的な先進旅行者情報システムの実現例です。その特徴は、情報源に依存しない共有のデータベースと、利用者に委ねられたメディアの選択にあります。わが国では既に交通情報放送、路側ラジオ、可変情報板等のシステムがかなり高度の情報提供サービスを実現しており、これらのサービスとの協調と役割分担を配慮することが、VICS の今後の展開と普及に当たっての課題です。また、実用化の進展がみられる動的経路誘導システムを、普及しつつあるナビゲーションシステムへどのように導入して行くかを考えねばなりません。

重点施策の第2は、交通管理システムの高度化です。光通信や画像処理による車両固有の識別番号 (ID) の検知や異常事象の検出、旅行時間の推定予測等の技術開発には充分の実績があります。その実績を活用して、平常時のサービス向上をはかったシステムの普及に努めるばかりでなく、異常対策や災害対策等に関わる交通管理技術の向上や安全管理の高度化を図ることが望ましいと考えます。

重点施策の第3は、自動車の知能化と安全の向上です。自動車単体は高度に完成された走行機械であるとはいえ、非専門家である一般のドライバが少ない負担で安心して運転でき、その操作ミスをカバーする安全確実な自動車交通システムを実現するには、未だ長い期間を要します。システムの基盤形成には、路車間及び車々間における高速大容量のデータ通信技術の確立が必要で、さらに、長期的な目標に対してマイルストーンを設定し、短期的にも利用者に評価される成果を得たり、長期的目標への中間成果を評価することが望まれます。具体的には、これまでの SSVS, ASV, ARTS 等の複数プロジェクトの調和と融合を図り、わが国として一貫した方針を取る必要があります。

### 8. 課題と解決策

これまでの ITS の実現を目指した長い道程の中で、実現のために解決を要する課題が次第にあきらかになってきました。

その第1は社会の受容性です。長い年月をかけて社会に普及・定着した自動車交通に高度に情報化・知能化された手段を導入することは、大きなメリットとともに、利用者に機器操作負担、費用負担、行動習慣の変容を強いるだけでなく、社会にとっても活動形態の変化、職域の改変、雇用の変化等の問題をもたらすことになります。

その解決策としては、継続的な公開実験、部分的な実施と成果の調査、成功した場合の拡大普及への努力、優れた成果のキャンペーン、不具合への迅速な対応と改善、利用者の要求の高度化へのフォローアップ、長期的な計画の立案と公表等の多くの対策が必要となります。わが国の交通管制センター、ハイウェイラジオ、旅行時間情報提供システム、エアバッグシステム等の普及は、このような努力に支えられており、これらの成功例に学ぶことができます。

課題の第2は経済的評価です。新規設備の投資額を数カ月の運用による時間便益のみで回収が見込まれる交通信号制御システムの例に顕著のように、ITS の経済的効果はあきらかです。さらに、事故や災害の経済損失は実際には多大であり、今後はいっそう大きく見積られると思います。問題は投資金額の規模の大きさ、費用負担の配分等にあり、利用者負担を徹底し、小規模の投資での採算性を狙った英国の交通情報システム Traffic Master、インフラと車載機及び運用者と利用者の費用分担に工夫を凝らして大規模システムの実現を図ったわが国の道路交通情報通信システム VICS が、各々異なる方向で問題の解決を図った例として注目に値します。

課題の第3は制度・組織上の問題です。公共インフラと個人の自動車に装備した情報通信機器が緊密に協調するシステムを構成するのは、基本的に容易ではありません。道路交通情報提供システムは実現し易い例であり、道路と自動車のイメージを変えずに自動運転システムを実現するのが、最も難しい例です。また、いくつかの異なる機関、異なる業務や管轄に亘ってシステムを構築する際の問題があります。ITSの究極の目標を評価基準として普遍性の高いシステムを共通に構築することがその解決策であり、アメリカを中心として進められているシステム・アーキテクチャの開発も、そのための努力であるといえます。

## 9. おわりに

高度道路交通システムITSの研究開発と実用普及が進展し、安全・快適で環境保全に優れた交通社会という夢が21世紀において実現するには、ITSの活動をめぐる環境の整備をすすめる必要があります。

その第1は、研究開発と計画の策定のための体制の整備です。特に大学人や研究者の参画を促すために、研究のテーマ・費用・環境について関係者の認識を高め、支援体制を形成する必要があります。第2に、社会の要望を汲み上げ、受容性を獲得するためのPRと、社会の期待に応える人材の育成を促進しなければなりません。これらに関しては、大学人の関与が重要です。

さらに第3として、国際協調の推進、特にアジアの課題への取り組みが重要です。アジアでは年間10万人をはるかに越える交通事故の死者があり、経済と社会の発展に伴い事故や渋滞の問題はさらに深刻になります。さらに、エネルギーや環境の問題の比重も大きいのです。

今後、私としても努力を重ねますが、斯界の専門家として、社会において、また大学において活躍される皆様のご認識とご尽力に期待してやみません。(1996年3月21日講演, 1997年1月14日受理)