



3

ITS

ITS 情報通信 システム技術

福井 良太郎

沖電気工業（株）交通システム事業部

ITSは道路と走行する自動車の協調によって高度な道路交通システムを実現することが目的であり、協調のための情報通信技術が果たす役割は非常に大きい。ITSの要求する機能を実現するために現在研究開発が進められている情報通信技術には、走行中の車両が利用するITS専用の移動体通信技術・放送技術などがあり、道路の情報を収集・提供する有線通信ネットワークや自動車内の情報ネットワークなどもある。これらについて総合的に紹介し、今後取り組むべき課題について解説する。

情報通信システムの役割

ITSは「交通（人と物の移動）」の抱えるさまざまな問題に対する総合的なソリューション・エンジニアリングと考えることができるが、特に道路交通がITSの中心的な対象として取り上げられている理由は道路交通の特性にある。自動車はドア・ツー・ドアの移動手段であり、その運行（運転）も利用者が直接行うことができる。この自由度が、道路交通の最大の特性であり、魅力ある移動手段

である一方、多くの社会的な問題（渋滞、事故、環境破壊など）を発生させている原因にもなっている。こうした社会問題をインテリジェントな仕組みで解決しようとするのがITSであるとする、情報通信システム技術（スマート技術）の役割の重要性が理解できる。鉄道や航空交通などの交通システムではすでに情報通信システムが安全な運行を支えているが、自動車交通は一般のドライバーが運行責任を持っており、運転支援専用の情報通信システムは確立していない。郵政省は1999年2月に電気通信技術審議会から「高度道路交通システム（ITS）における情報通信システムの在り方」について答申を受けた¹⁾。その中でスマートウェイとスマートカーの間の情報通信を円滑に行うための“スマートゲートウェイ”技術の実現に関する必要性が述べられている（図-1）。なお、スマートウェイやスマートカーは日本的な用語の使い方であるため、英語で説明するときには図中に示したようなSmart HighwayおよびSmart Vehicleを用いることを推奨したい。

スマートウェイ（Smart Highway）

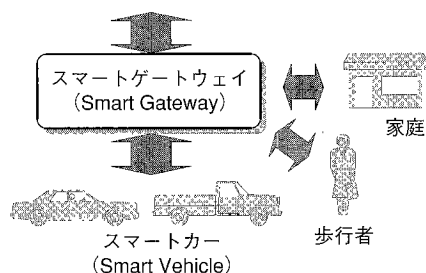


図-1 情報通信システムの役割

情報通信システムの分類

ITSでは用途に応じて各種の通信システムの利用が考えられる。道路交通情報の提供などのアプリケーションの場合には、既存のすべてのメディアが利用できる。こうした一般的な通信手段を除いて、ITSの専用通信手段を考えると次のように分類できる。

- ①道路交通インフラと走行中の車両の協調を実現する移動体通信システム（路車間通信）
- ②車両同士の協調走行を実現するための車両間の移動体

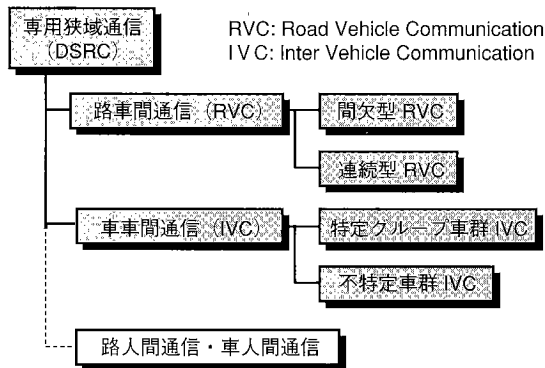


図-2 DSRCの分類

通信システム (車車間通信)

- ③ 道路交通情報の収集・提供や道路交通管理のためのITS用通信ネットワーク
- ④ 情報化に対応した車両内情報ネットワーク
- ⑤ その他 (旅行者・歩行者のための通信手段など)

専用狭域通信 (DSRC) 技術

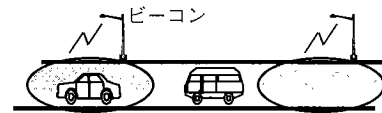
ITS 通信技術の中で、現在研究開発や国際標準化などが進められている専用狭域通信は国際的に DSRC (Dedicated Short Range Communication) と呼ばれており、路車間通信や車車間通信に用いられる技術である。筆者は DSRC の技術体系を図-2 のように整理している。破線で示した路人間通信・車人間通信は筆者の造語であり、まだ固まった概念ではないが、日本の9つのITS開発分野の中の「歩行者等の支援」を実現するために今後取り組むべき課題と考えている。

(1) DSRCの必要性

道路を走行する車両が外部と情報の授受を行うためには無線通信技術を利用しなければならない。これまでの移動体通信技術は音声通信主体の自動車電話や業務用連絡無線として発達してきた。こうした通信手段と DSRC が異なる点は、伝達する情報の内容にある。車両内で必要とされる情報には、運転に直接必要な情報 (フロントシート情報) と直接関係しない情報 (リアシート情報) がある。前者はナビゲーションや安全運転支援などのための情報であり、後者はオフィス・家庭との連絡やエンターテインメントなどの情報である。従来の自動車電話などの通信手段は、どちらかというリアシート情報に関連するものであった。一方、DSRC は ITS に必要なフロントシート情報を伝達するための新たな手段と考えることができる。

(2) 路車間通信技術

路車間通信 (以下 RVC: Road Vehicle Communication) システムは道路インフラと走行中の車両の間の ITS



日本のETC用電波仕様	
無線周波数帯:	5.8GHz帯
キャリア周波数間隔:	10MHz
変調方式:	ASK
変調信号速度:	1,024kbps
送受信周波数間隔:	40MHz
空中線電力:	
路側器	300mW以下、ただし伝搬距離が10m以下のものについては10mW以下
車載器	10mW以下

図-3 間欠型 RVC

専用通信システムであるが、筆者はその形態で間欠型 RVC と連続型 RVC に分類している (連続型には部分的な連続形態も含まれる)。

VICS (Vehicle Information & Communication System) におけるビーコンと呼ばれる方式が、間欠型 RVC の具体的な実用例である。日本では赤外線や2.5GHz帯の準マイクロ波を伝送媒体としている。車両は、路上に間隔をおいて (間欠的に) 配置された非常に小さな無線ゾーンを通過する瞬間に、ビーコン局から送られてくる情報を受信することができる。ビーコンの通信方式を双方向にすれば、情報提供手段だけでなく情報収集手段や自動料金収受 (ETC: Electronic Toll Collection) システムなどの各種の機能を持たせることも可能である。VICS の電波ビーコンは情報提供のための片方向通信であるが、光ビーコンは双方向通信の機能を有していて、交通流の把握にも利用されている。有料道路における ETC システムで使用する電波ビーコンは、双方向通信のための新たな周波数が割り当てられており実用化段階にある。日本の ETC に利用する電波については、1997年9月に郵政省の省令として定められた。利用する周波数は5.8GHz帯であり、この周波数帯はITUやISOにおける国際標準化の場にも日本のITSの周波数帯として提案されている。双方向ビーコンの分野における研究開発は、すでに開発が完了したVICSやETCの技術をそれ以外の多目的なITSサービスに展開する段階に移っている。具体的な適用例としては、駐車場管理システム、業務用車両や特殊車両の運行管理などが考えられている (図-3)。

ビーコンのような間欠型の RVC は、事故防止のための危険警告や、協調走行・自動運転などの ITS の新しい機能には適していない。このような目的のための通信手段として求められる特性としては、連続通信が可能で通信処理の時間の遅れが車両走行の制御時間に比べ十分に小さいこと、走行場所に応じた局所的な情報の伝達が可能であることな

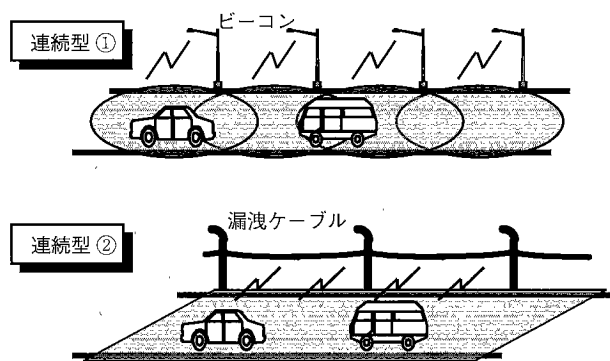
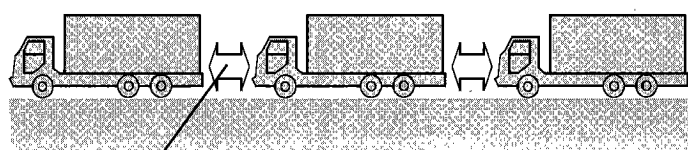


図-4 連続型 RVC



車車間通信 (車速, 加減速, ブレーキング etc.)

図-5 IVCによる隊列走行

どが挙げられる。こうした条件を満足する構成方法としてビーコンのような極小ゾーンを連続的に並べる方法、および道路に沿って敷設した漏洩ケーブルによる方法などが考えられている。現在、5.8GHz帯やミリ波帯を用いた連続型の DSRCの研究開発が進められている (図-4)²⁾。

(3) 車車間通信技術

車車間通信 (以下 IVC: Inter Vehicle Communication) は各車両が相互に情報を交換することにより秩序ある車群走行を実現したり、またトラックなどの隊列走行 (コンボイ)、あるいは将来の自動運転などに利用される自動車と自動車の間の情報通信手段である。筆者は IVC を、車群の特性が特定グループ車群であるか不特定車群かで2種類に区分している。不特定車群を対象とする場合には、通信制御の基準となる無線局が特定できないため従来の通信技術では対応が難しく、また無線機を装備していない車両が混在することも考えなくてはならない。一方、研究材料としては非常に魅力のある題材である。

特定のトラックなどが車群を形成し先頭車両に追従して走行するような場合には、通信相手が定まっているため不特定車群よりは技術的に容易である。概念的には、トレーラが通信媒体によるソフトな (仮想) 連結器で結合されているのと同じであり、物流の効率化などの目的で実用化が期待されている (図-5)。最近ドイツの “CHAUFFEUR” というプロジェクトでは、IVCを使用したトラックの追従走行実験が行われている。

不特定車群での通信に関するプロトコル開発は、日本では一部で赤外線などを通信媒体として進められており、走行実験なども行われた。一方、ス

ペクトル拡散方式を採用して通信機能と車両間の測距機能を統合した新しい車車間通信方式も提案されている。通信媒体としては車群間の干渉問題などから指向性を有する短距離の伝播に適したものが望まれるため、赤外光やミリ波などの利用が考えられている。

ITS 用放送技術

FM多重放送は、FMステレオ放送のベースバンド上にステレオ信号と並べてデジタル信号を多重化して放送局からデータを提供する仕組みであり、VICSにおける道路交通情報提供手段の1つにもなっている。FM放送のサービス範囲に存在する自動車に対して、同時に情報を提供することが可能である。ヨーロッパでは RDS (Radio Data System) と呼ばれる方式が実用化されているが、日本の DARC (DAta Radio Channel) 方式はデータ部分の変調レベルをコントロールすることによって RDS に比べて高速のデータ伝達を可能にしている。

一方、現在のアナログ放送は今後デジタル化される予定である。地上波のTV放送などがデジタル化されると、多チャンネル化が実現するとともに、多量のデータ放送としても利用可能である。ナビゲーション端末の地図をアップデートしたり、道路交通状況や災害時の道路状況などをリアルタイム画像で提供したりすることも可能となる。日本では放送のデジタル化を利用したモバイル専用の放送サービスを計画している動きもある。欧州では急速に普及が予想されるデジタル放送やインターネットといったマルチメディア型情報提供システムのためのメッセージ生成方式について、EBU (ヨーロッパ放送連合) を中心に標準化の作成作業が行われており、ISOの作業項目としても提案されている。

ITS 用通信ネットワーク技術

ITS推進のためには、道路交通管理や維持管理を迅速かつ正確に行う必要があり、情報通信ネットワークの充実が不可欠である。アクセス系を通して収集された情報はバックボーンネットワークを介して配信され、さらにアクセス系を介して車両に伝達される。ITS機能を充実するためには、道路沿いに光ファイバ網を敷設し、点在する情報収集機器や提供機器とセンター間を接続する必要がある。マルチメディア通信技術の適用によって、多地点の画像情報などがモニタでき、確実な道路状況の把握が可能となる。技術的な課題は、点在す

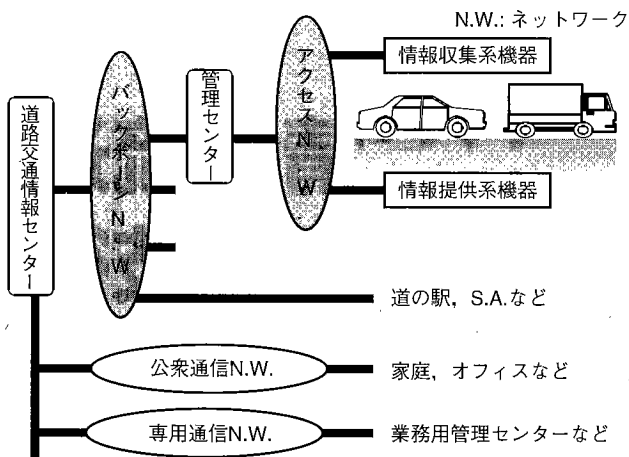


図-6 ITS用通信ネットワーク

る多数の路側機器をいかに効率よく収容するマルチメディア・アクセス網を構築するかである（図-6）。

道路交通情報は走行中の自動車のドライバーばかりでなく、旅行者や運送業者などに有用な情報である。高速道路のサービスエリアやパーキングエリアに道路交通情報を提供する情報機器の設置が進められている。最近では一般道の「道の駅」などにディスプレイや情報端末が設けられて、旅行者に情報を提供するサービスも開始された。また、出発前の旅行者や運送業者が家庭やオフィスで道路交通情報を利用するニーズも高く、ITS通信ネットワークと公衆網、インターネット、専用線などとの接続も進める必要がある。

車両内情報ネットワーク技術

カーエレクトロニクスの進歩で車両内に電装品が多量に使用され、ワイヤハーネスが複雑化してきたため信号の多重化技術やLAN技術の導入が進められてきた。さらにITSの時代になると自動車の外との情報交換が増加し、自動車内のデータ量は飛躍的に増加する。こうした変化に対して、車両内のネットワークをIDB（ITS Data Bus）と呼ばれる標準化されたバスで統合化する技術の開発や標準化の検討が始まっている。米国では中速データ用のIDBの標準化が進んでおり、国際的にはマルチメディアに対応するIDBの標準化の検討が開始された。

スマートカーにおける情報化はフロントシート（ドライバーズシート）情報とリアシート情報の2つの側面から促進される。リアルタイム性と確実性が要求されるフロントシート情報とモバイルオフィス機能やエンターテインメントなどマルチメディア化が進むリアシート情報をどのようにネットワーク化して外のネットワークと接続するかが技術的な課題である（図-7）。

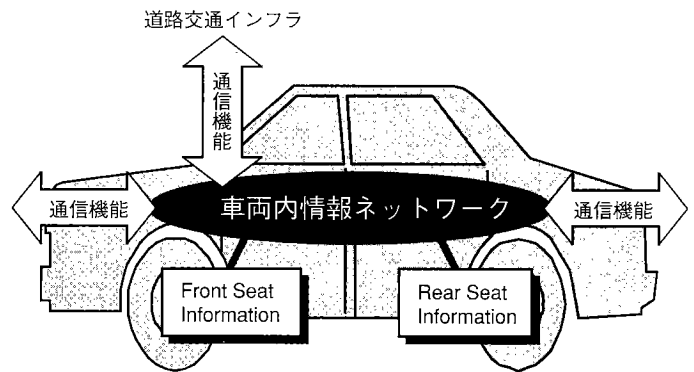


図-7 車両内情報ネットワーク

路人間通信・車人間通信技術

歩行者や自転車利用者などの交通弱者の事故は、日本の高齢化社会の到来でますます増加する可能性がある。こうした事故を減らすためには、歩行者や自転車の存在を道路インフラや走行車両が認知する必要がある。道路構造上で歩行者などを確認し難い場所ではセンサーや画像モニタなどを設置する方法が考えられるが、新しい手段として交通弱者と道路あるいは車両との間の通信手段を設け、位置を認知させたり歩行者の意志を伝える方法も考えられる。こうした分野についてはまだ十分な検討が進んでおらず、今後の研究課題である。

まとめ

最後にまとめとして、ITS情報通信技術に関する今後の取組み課題について以下に整理しておく。

- 路車間通信分野：間欠型RVCの応用技術および安全運転支援などに利用できる連続型RVCの開発
- 車車間通信分野：自律分散型の通信制御が可能なIVCの開発
- 放送分野：デジタル放送の利用方法、ITS情報の送り方などの標準化
- ITS用通信ネットワーク分野：道路交通情報の収集および提供のためのマルチメディア通信網の整備
- 車両内情報ネットワーク分野：マルチメディア対応の標準IDBの開発
- その他：歩行者の安全確保やナビゲーションなどのための通信手段の開発

参考文献

- 1) ITS情報通信システム研究会編：ITSテレコミュニケーションビジネス、クリエイト・クルーズ発行（1999）。
- 2) Fukui, R.: ASV/AHS in Japan, - Development of Radio Communication Systems -, 5th World Congress on ITS, Seoul（1998）。
- 3) 福井：ITS通信技術、電子情報通信学会ソサエティ大会予稿集（1998）。

（平成11年8月26日受付）