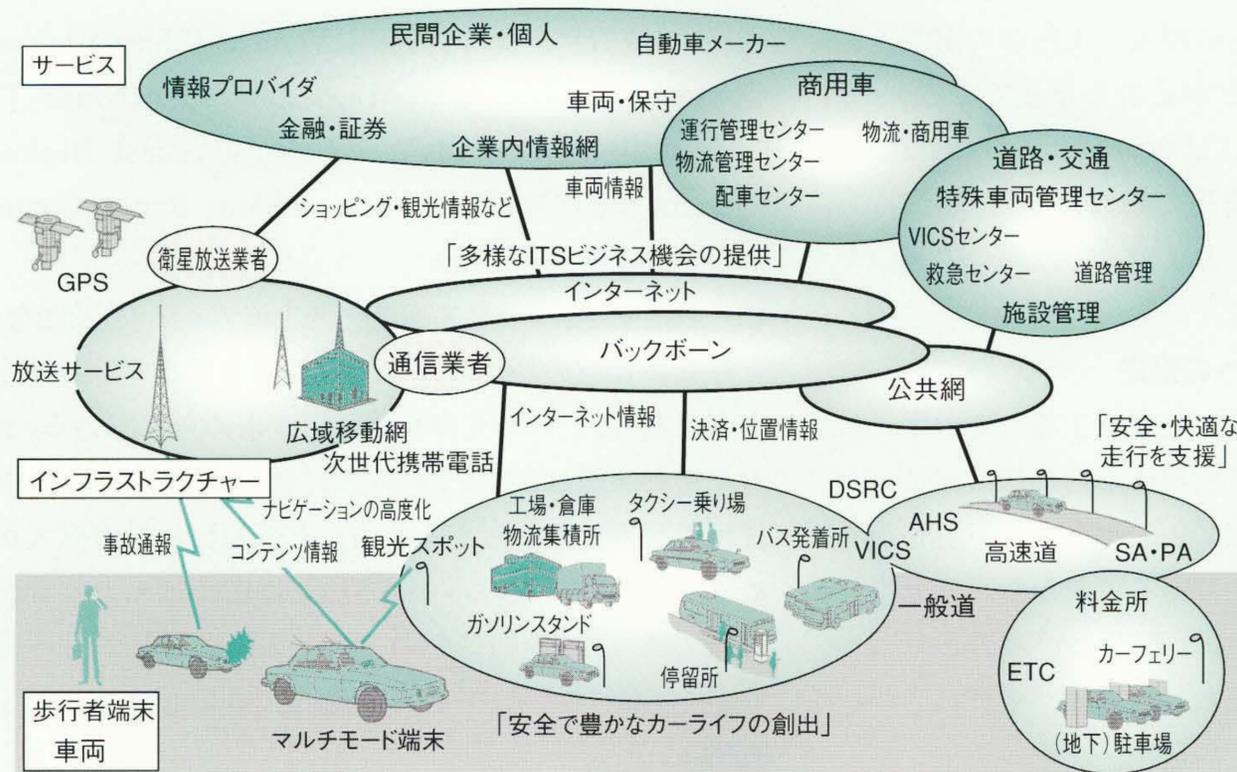


ITS用デジタル通信システム

—携帯電話・DSRC・放送通信の次世代技術が開くITS—

Digital Communication Systems for ITS

松島 整 Hitoshi Matsushima 山本善信 Yoshinobu Yamamoto
鈴木俊郎 Toshirô Suzuki



注：略語説明
 ITS (Intelligent Transport Systems)
 GPS (Global Positioning System)
 VICS (Vehicle Information and Communication System)
 AHS (Advanced Cruise-Assist Highway System)
 DSRC (Dedicated Short Range Communication)
 SA (Service Area)
 PA (Parking Area)
 ETC (Electronic Toll Collection)

ITS用デジタル通信システムの展開イメージ
 ITSの多様な発展には、サービスと利用者間を結ぶインフラストラクチャーとして通信システムが重要な役割を担う。

ITS (Intelligent Transport Systems)用デジタル通信システムは、ITSの要素システムとして重要な位置を占める。自動車との専用狭域通信による走行中の車両への情報提供・操作支援によって安全で快適な走行を支援するとともに、狭域通信も含む複数の通信メディアを受信するマルチモード通信端末や車両への通信アクセス網の確保により、さまざまなサービスと車両間のシームレスな情報・通信手段を提供し、ITSの新しい事業創造を実現するものと期待される。

日立製作所は、VICS、ETCのシステム・車載機の提供に加え、衛星放送、広域移動網、DSRCの次世代技術開発・システムの提供を通じ、ITS関連の通信インフラストラクチャーの充実への寄与を目指す。

1 はじめに

自動車内の情報化の進展により、「いつでも、どこでも」という通信のシームレスサービス化に向けて、自動車は、加入者電話や携帯電話に続く、将来の有望な通信端末になろうとしている。一方、インターネットの利用も爆発的な伸びを示しており、自動車内での利用も増加している。このような動向から、21世紀初頭からの発展が期待されるITS (Intelligent Transport Systems)の主要インフラストラクチャーとして、道路を利用する移動体への通信を実現する高度な通信システムが必要となる。

今後の自動車を巡る生活の流れとして、ITSの観点から、(1) 移動手段としての安全性・快適性の向上、(2) 安全で豊かなカーライフの創出、(3) 通信のシームレス化によるオフィス空間化などが考えられる。このような流れの中

で、郵政省や建設省などでは、ITSの一環として車両走行時の情報利用を可能にするための技術開発を進めている。日立製作所は、AHS実証実験用システム、ITSサービスを実現するスマートゲートウェイシステムなどの開発に参加するとともに、関連インフラストラクチャーとして長だ円衛星による放送や次世代携帯電話の展開を図っている。

ここでは、ITSでの利用が想定されるデジタル通信システムの動向と、特に、路上の走行車両との通信を確保するITS用デジタル通信システムの車両への有力なアクセス手段である路側通信システムを中心に、その課題と開発例について述べる。

2 ITS用デジタル通信システムの要件

2.1 高速走行への対応

通信技術の観点から、従来の移動体通信とITSが必要

とする通信技術の差は、車両が走行していることに起因する。車両とのデータ通信では、停止状態から180 km/h以上(通信可能速度)の走行時の通信の安定性、走行時・渋滞時の車両数の変化への対応、車両の陰による通信路の遮断の発生(シャドゥイング)への対策、走行中の電波環境の変化へのすばやい対応などが必要となってくる。また、継続的な通信を行うためにはハンドオーバ(電波の受け渡し)が必要となるが、高速であればあるほど、高速のハンドオーバと移動管理、およびその車両への通信ルートの継続確保が必要となる。

2.2 車内での情報利用の多様化への対応

カーライフを楽しむ目的や車内で仕事をするためのオフィス空間化など、車内で情報を利用するためには、目的に応じた通信端末機能を車内に設置する必要がある。しかし、車内は限られた空間であることから、できるだけ複数の通信モードで通信できる端末が求められる。一方で、技術や市場の移り変わりも速く、それに適した通信方式のアップグレードや高速化、モデルチェンジ時の対応の容易化などが要求される。

2.3 通信システムの構成

電気通信技術審議会ITS情報通信システム委員会は「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1999年2月に郵政省へ答申した。その内容によると、ITS情報通信システムの市場は、サービス、インフラストラクチャー、および車載機器の三つに大別されている。ITSの通信システムは、この中のインフラストラクチャーに位置する。また、通信システムは車載の通信端末との間のアクセス網と、外部のサービス情報を届ける基幹網などに分けることができる。すなわち、アクセス網を介して、サービス側と歩行者・車内または搭載物との通信が行われる。このアクセス網の位置づけを図1に示す。

アクセス網は無線通信であり、走行移動に対応できるサービスとして、以下のものが考えられる。

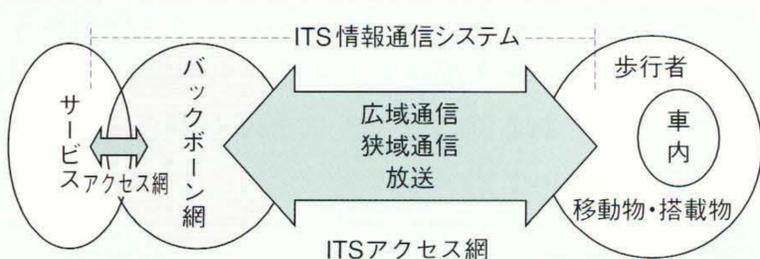


図1 ITS情報通信システムでのアクセス網の位置づけ

ITSアクセス網は道路を移動する人・物すべてが対象である。広域(公衆)通信、狭域通信、放送を目的に応じて活用する。

(1) 広域通信サービス：携帯電話〔IMT-2000(International Mobile Telecommunications-2000), PHS(Personal Handyphone System), PDC(Personal Digital Cellular)〕

(2) 狭域通信サービス：VICS(Vehicle Information and Communication System), ETC(Electronic Toll Collection), AHS(Advanced Cruise-Assist Highway System)などのDSRC(Dedicated Short Range Communication:専用狭域通信)

(3) 放送型通信サービス(衛星・地上波デジタル放送など)

移動体通信の増加によって電波はますますひびく方向にあり、いっそうの有効利用が求められている。上記のアクセス網は、それぞれ特徴に合わせて、可能なかぎり併用されるものとする。一方、有線通信は量の拡大が望める。基幹網などのバックボーンは広帯域・大容量化が可能であり、技術的にどのアクセス網に対しても各種サービスプロバイダとのパイプを確保できるものとする。

3 アクセス網

3.1 広域通信サービス

利用者はユーザーメリットでサービス網を選択する。ユーザーメリットはインフラストラクチャーの整備が前提であり、その整備もまた、車載機器が普及していくという見通しがあってこそ実現される。すなわち、サービス提供、インフラストラクチャー整備、および車載機の普及の三つは、互いに補完せざるをえない。しかし、ITS以外の需要でインフラストラクチャーの整備が進む通信メディアが出現すれば、他のメディアよりも先に利用拡大の好循環サイクルに入る可能性が高い。

広域通信サービスの中で、携帯電話はすでに音声通信・インターネット通信で需要が拡大し、次世代のIMT-2000のインフラストラクチャー整備が必要となっている。また、その前段として現行CDMA(Code Division Multiple Access)方式を改良した高速データ通信技術“HDR(High Data Rate)”も提案されている。この方式では、平均600 kビット/s、最高2.4 Mビット/s、さらに80 km/h程度の走行でも良好な通信が確認されている。高速移動時にも通信が可能なこれらの広域通信サービスは、ITS通信インフラストラクチャーとしても重要な役割を担うものと予想する。

3.2 狭域通信サービス

DSRCシステムの特徴は、以下のとおりである。

(1) 小ゾーン構成による周波数有効利用の促進と、利用

表1 ITS通信アクセスの主な仕様
代表的なアクセス手段の諸元を示す。

	広域通信	狭域通信	放送通信
代表例	PDC, IMT-2000	DSRC	長だ円軌道衛星放送, 地上波デジタル放送
通信ゾーン	数キロメートル～数十キロメートル	3～100 m程度	数百キロメートル程度以上
移動性	0～40 km/h	0～180 km/h*2	高速移動
伝送レート	64 k～144 kビット/s*1	1～数メガビット/s	256 kビット/s程度
周波数	800 MHz～2 GHz	2.5～5.8 GHz	2.6 GHz, VHF帯

注：*1 高速移動時, *2 通信可能速度

者の所在位置に密着したサービスの提供が可能

- (2) 移動する車両に対して情報の大容量, 高速伝送が可能
- (3) 物流拠点や駐車場など車の集まる場所での局所的情報提供・収集システムの構築が可能(特定アプリケーション対応が組みやすい。)など

車両の移動が道路上に限られるという点から, 進行方向の道路の状況など安全に関する情報の提供には, 現在国際的に自動車通信の周波数に割り当てられている, ETCで利用する5.8 GHz帯域のDSRCが利用されていくものと考えられる。この利用を広げる方向として, 車両や荷物の通過を確認したり, その情報に基づいて課金を行うなどの利用に進展する可能性が高い。DSRCに対しては, 公共目的での投資か, あるいは民間企業による民需投資が必要となり, 前者については必要性のコンセンサス, 後者では魅力的なアプリケーション創出の仕組み作りがそれぞれ重要となる。

3.3 放送型通信サービス

放送型通信サービスでは, 衛星デジタル放送や, 地上波デジタル放送などのデジタル放送時代に入りつつある。この動きの延長上で車載機器での放送受信が進むものと考えられる。また, 衛星からの放送通信として, ビルの多い都市空間でも放送を受信できるように, 複数のHEO(長だ円軌道)衛星が交替で日本全土を高緯度から覆う衛星通信の計画も進行している。

通信アクセス手段として有望な方式の主な仕様を表1に示す。

広域網の携帯電話や放送型サービスはITS以外の目的でも十分発展すると考えられるのに対して, DSRCは, ITSを主目的に構築されようとしている。

4 開発システム例

4.1 広帯域CDMA方式による実験例

広域通信網を用いた走行中の車両への通信方式開発の



図2 実験周回コース
1周3.2 kmの高速移動区間を含むコースから基地局が見え隠れする。

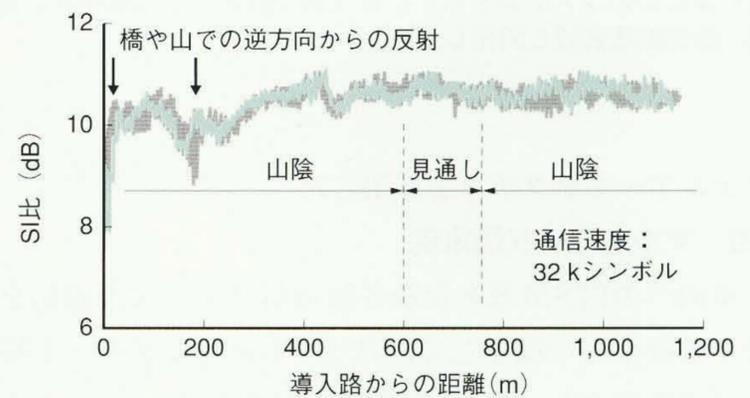


図3 広帯域CDMA方式による受信特性の実験結果

高速移動区間で反射や山陰によっても安定した信号レベルが維持されている。

一環として, IMT-2000標準に準拠した伝送実験局を開設し, 高速移動通信実験を行った。この実験では, 一周約3.2 kmの周回コースを使用した(図2参照)。コースは, 10 dB以上の瞬間変動が観測でき, 自動車専用道路, および一般国道を想定したものである。実験の結果, 見通しが悪い地点や山陰地混在状態でも, 安定した受信特性が確認できた(図3参照)。このように, CDMA方式は, ITS通信として有効な通信メディアとなる可能性がある。

4.2 AHS実証実験用DSRCの開発例

建設省土木研究所は, 走行支援サービスを研究開発している(図4参照)。日立製作所は, 出会い頭での衝突防止の実証実験用に, 路車間通信が可能な施設を開発し, 建設省土木研究所に納入した^{*)}。この実験システムでは, ETCと同じ周波数帯域である5.8 GHz帯電波を用いており, 変調方式に $\pi/4$ シフトDQPSK(Differential Quadrature Phase-Shift Keying)を採用し, 伝送速度512 kビット/sを実現した。また, 基地局と基地制御局は光ファイバケーブルを通したTCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)で接続されており, IP(Internet Protocol)ネットワークとの親和性がよいシ

*) この研究は, 技術研究組合走行支援道路システム開発機構の委託研究の一環として実施された。

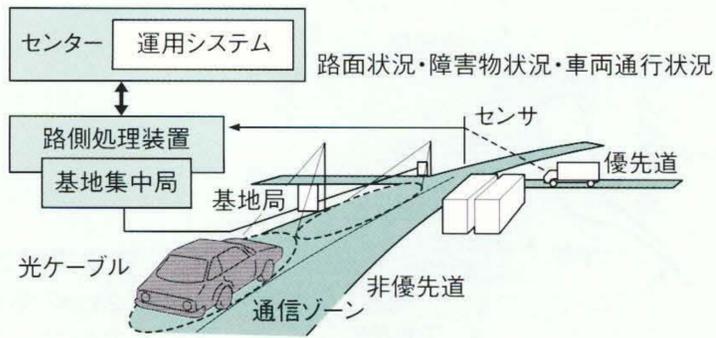


図4 走行支援のための実験用路側通信システム例

信号のない交差点での出会い頭の衝突を防止するサービスを実証するためのシステムを示す。日立製作所は、基地集中局、基地局、路側処理装置を開発した。

システムアーキテクチャを採用した。

4.3 マルチモード端末例

車両へのITS情報を含む各種通信メディアの通信を確保する技術の一環として、ワイヤレスマルチモード端末モデルを開発し、通信・放送機構に納入した²⁾。この端末モデルでは、複数の変復調方式をソフトウェア処理で切り替えることができる。

ゲーム機器のソフトウェアダウンロードと同様に、車載端末へのコンテンツ(情報の内容)のダウンロード時代の到来が予想される。最終的にマルチモード端末は、無線方式が変わっても車載機を変えずに利用できるように

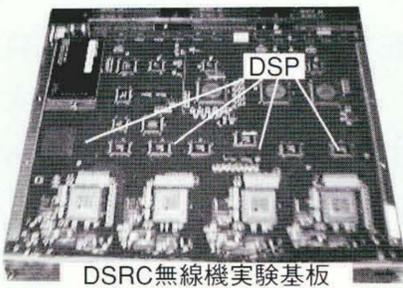
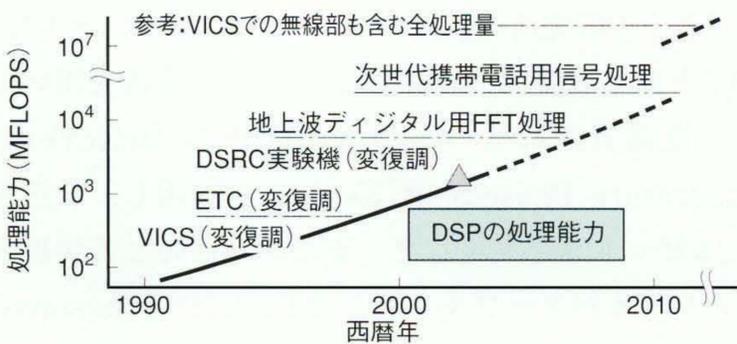


図5 DSRC実験基板
DSPソフトウェア処理で通信を実行する。DSRCの各種方式の同時搭載が期待できる。



注：略語説明 MFLOPS (Million Floating-Point Operations per Second)
FFT (Fast Fourier Transform)

図6 DSPによる通信処理能力

放送サービス、携帯電話サービスなどのDSRC外の通信処理も、将来、DSP処理能力域に入る。

する技術として期待されている。実験システムでは、DSRCの複数の変調処理をDSP(Digital Signal Processor)のソフトウェアで実行している。このDSPを搭載した実験基板を図5に示す。また、無線方式の違いによる処理量の見積もり値を図6に示す。DSPの処理性能の向上により、将来ITS通信メディアとして考えられている地上波デジタル放送などの各種方式もソフトウェアの切替によって実現できる段階まで発展するものと考えられる。

5 おわりに

ここでは、ITS用デジタル通信システムについて述べた。

ITS用情報・通信システムの実現に向けたデジタル通信システムが進むべき方向として、(1) 各種アクセス網の活用と整備によるサービスのシームレス化、(2) 高速走行時もサービスが可能な通信方式、および(3) 各種サービスに対応できる車載機の技術開発が重要である。

今後は、これらの課題解決の一環として行った実験成果も活用し、次世代CDMA方式でのITSサービスの創生、途切れのない通信を目指したDSRC路車間通信方式の追究、およびそれらの通信メディアを車両で受信するためのマルチモード端末を可能とするソフトウェア無線方式について、実用化開発を推進していく考えである。

参考文献

- 1) 楠本，外：広帯域CDMA方式を用いたフィールド実験，電子情報通信学会ソサイエティ大会(1999.9)
- 2) 梅本：通信メディア適応型モデムの要素技術開発，電子情報通信学会総合大会(2000.3)

執筆者紹介



松島 整

1971年日立製作所入社，通信・社会システムグループ 社会・ネットワークシステム事業部 ネットワークシステム本部 所属
現在，AHSなどのITSシステムの開発に従事
E-mail：hitoshi_matsushima@cm.tcd.hitachi.co.jp



鈴木俊郎

1972年日立製作所入社，通信・社会システムグループ 通信事業部 CDMAシステム本部 所属
現在，CDMA移動通信システムの開発に従事
E-mail：tsuzuki@cm.tcd.hitachi.co.jp



山本善信

1990年日立製作所入社，通信・社会システムグループ 社会・ネットワークシステム事業部 ネットワークシステム本部 ITSセンタ 所属
現在，PHSなど移動体通信，マルチモード端末などのITSシステムの開発に従事
E-mail：yoshinobu_yamamoto@cm.tcd.hitachi.co.jp