

【未来プロデューサー7】

1

クルマをネットワーク化する

～安全、快適で環境にやさしいクルマ社会を目指して～

小花貞夫¹ 屋代智之² ¹(株)国際電気通信基礎技術研究所
²千葉工業大学

これまでのクルマの進化

■ ITS の目的と経緯

1886年にKarl F. Benzによりガソリン自動車が発明されて100年以上が経過した今日、自動車は日常生活になくてはならないものになっている。しかしながら、交通事故による死傷、渋滞による時間の損失や環境汚染などといった問題は根本的な解決方法を見出せないまま現在に至っている。これに対して、コンピュータの小型化、高性能化、省電力化、GPSによるナビゲーションシステムや3G携帯電話、無線LANなどの新しい無線通信メディアの普及に見られるように、近年その発展が著しい情報通信技術(ICT)を活用した総合的なアプローチで現在の自動車交通におけるさまざまな問題を解決するとともに、新たなビジネスの創出を目指すITS(Intelligent Transport Systems, 我が国では「高度道路交通システム」と訳している)が世界的な規模で取り組まれている。

我が国では、1995年2月に「高度情報通信社会推進本部(本部長:内閣総理大臣)」が決定した「高度情報通信社会推進に向けた基本方針」に基づいて、1996年7月には、当時の5省庁(現在の警察庁、総務省、経済産業省、国土交通省の4省庁)が連携して「高度道路交通システム推進に関する全体構想」を策定し、以来、国家的なプロジェクトとして産学官が一丸となってITSに取り組んでいる。

■ これまでに実現されたもの

我が国でこれまでに実現されたITSの具体事例としてまず挙げられるのは、VICS(道路交通情報通信システム)とETC(ノンストップ自動料金支払いシステム)である。VICSは、渋滞や交通規制などの道路交通情報や駐車場情報を通信や放送によりリアルタイムに送信し、カーナビなどの車載器に文字

や図形で表示する情報通信システムである。1996年にサービスが開始され、2010年6月にはVICS対応のカーナビ出荷台数は約2,760万台に達している。また、2001年のサービス開始後しばらくは普及が低迷していたETCも2010年9月にはセットアップ台数が4,000万台を超え、高速道路を走行する車の80%以上が利用するに至っている。

さらに、携帯電話網等とカーナビを連携させて、渋滞予測情報や交通情報をネットワーク経由で入手し、目的地への最適なルート案内を実現するほか、目的地の天気をチェックしたり、防災情報などを利用可能にするテレマティクスサービスが、自動車会社を中心に提供されている。テレマティクスでは、位置情報や区間速度などの情報を車両からセンタにアップロードし、それをを用いてセンタがタイムリな渋滞状況を把握しそれを車両に配信する、いわゆるプローブシステムサービスを提供している例もある。同様に、携帯電話網を利用して、輸送トラックなどの安全運行や配送管理などを行うロジスティクスも開始されている。

また、種々の事故防止システムも導入されている。たとえば、前方車両との距離をレーダやカメラ映像等によって計測し、急激に距離が縮まった場合に自律的に制動をかけて追突を防止するシステムが一部の車種に搭載されている。また、交通事故死亡者の3分の1以上の割合を占める歩行者を巻き込んだ事故の防止に向けて、昼夜問わず赤外線カメラ映像等により歩行者を検出し、カーナビの画面等にその存在を映し出すなどのシステムも実用化されている。

■ モバイル通信とITSのかかわり

近年、通信や放送のメディアが多様化、ブロードバンド化し、携帯電話網、無線LAN、WiMAX、Bluetooth、UWB(Ultra Wide Band)、ZigBee、赤外

線、DSRC（専用狭域通信）などの多様な通信メディアや地上デジタルなどの放送メディアを容易に利用できるモバイル通信環境が整ってきた。ITSは、ICTを使って“クルマのネットワーク化”を図ることにより、1) 安全・安心で、2) 環境に優しく効率的な、しかも、3) 利便性が高く快適な、クルマ社会を実現しようとするもので、その実現にはモバイル通信がきわめて重要な役割を担う。

図-1は、ITSにおけるクルマとモバイル通信メディアとのかかわりを示す。VICSは、光ビーコン、電波ビーコンやFM多重放送を利用している。また、ETCは、5.8GHz帯のDSRCを利用しており、駐車場やドライブスルー店舗などでの料金決済も今後可能となる。テレマティクスやロジスティクスでは、3G携帯電話網に加えて、無線LANやWiMAXなどを利用したサービスの提供も検討されている。地上デジタルなどの放送メディアは、現在、TV放送の視聴が主流であるが、地図情報や地域情報の配信などの検討も開始されている。

■これまでに分かったこと

ITSの進展は単に技術の確立のみでは達成できず、以下の課題と常に向き合って進める必要がある。

- 1) 法や制度と関係するサービス提供には時間がかかる。たとえば、アプリケーションによっては、新たな周波数帯の割り当てやそれに隣接する周波数帯を使用するシステムとの干渉回避、技術基準や安全基準の策定といった法や制度の整備が必要であり、長い期間を要することも少なくない。
- 2) アクセスポイント（路側器）などのインフラを前提とするサービスでは、誰がインフラを提供するかでなかなか実現が見えにくい。たとえば、ETCをさらに発展させ、ドライブスルー、ガソリンスタンドや駐車場等での料金決済にも適用しようとする場合、それを運営する民間の店舗や企業が路側器を設置・運用する費用を賄える状況に至らな

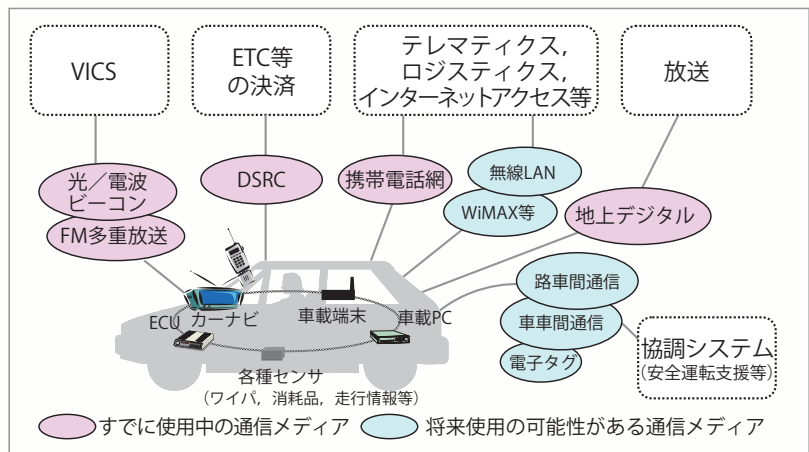


図-1 モバイル通信とITS（クルマと無線通信）

い場合も多い。また、国が道路情報、事故情報、道の駅情報などの公共情報を提供するために設置する場合でも、その配備に至るには時間がかかる。3) 携帯電話の普及やその高機能化により、そのコンテンツサービスで代替できるケースが多い。表示画面が大きく高機能なiPhoneをはじめとするスマートフォンの急激な普及は、カーナビにとって替わる可能性もある。携帯電話で、歩行者やクルマの助手席の人に対してナビゲーションを行うサービスもすでに提供されている。また、道路状況や交通規制などVICSが提供するような情報も携帯電話で取得できる。この傾向は、携帯電話が3Gからより高速な次世代方式のLTE（Long Term Evolution）に移行するにつれ、ますます顕著となってくると思われる。このため、今後、携帯電話サービスとのすみわけや効果的な連携が求められる。

ICTによりさらに進む クルマのネットワーク化

■安全運転支援のための車車間／路車間協調システム

自動車事故による死者の数は、シートベルト、エアバッグやABS^{☆1}等の普及に加えて、酒気帯び運転の取り締まり強化やドライバのマナー向上等によ

☆1 ABS（Anti lock Brake System）：雨や凍結などで滑りやすくなった路面で急ブレーキをかけたとき、車輪がロックしないように制動をかけたり、緩めたりする制御を行い、素早く安定して車両を停止させる機能。

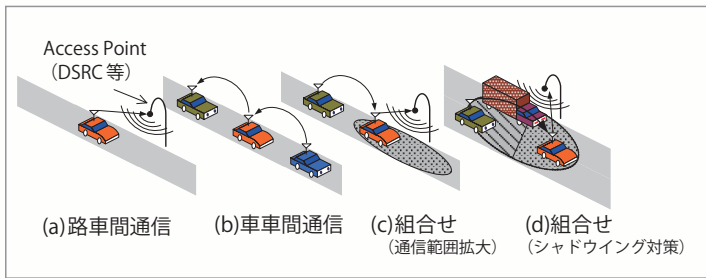


図-2 車車間通信と路車間通信の協調システム

り、この数年で、年間 10,000 人から 5,000 人程度に減ったとはいえ、まだ多くの抜本的な対策が必要な状況である。

また、前述の車載レーダによる衝突防止システムは、まだ、搭載が一部高級車に限られており、今後、低廉化し大衆車への普及が望まれる。

しかしながら、これらは、車両自身で講じられる対策であり、対応できる範囲には限界がある。これに対して、道路(路側)に設けられたアクセスポイント (AP) からその周辺あるいは前方の車両の情報や交通情報を配信(路車間通信)したり、車両どうしが位置、速度、方向などの情報を直接交換(車車間通信)してお互いの存在を認識することにより、交差点や見通しの悪いカーブでの衝突防止などに役立てようという協調システムが有望視されており、その研究開発が産学官で精力的に進められている。特に、AP のようなインフラがないところでは、車車間通信による情報交換は有効な手段となる。AP としては、ETC で採用されている通信方式(DSRC)や光ビーコンを使った路側器等がある。また、AP が設置された場所であっても、AP と車両との間にトラックやバスなどの別の大型車両が入ってしまうと電波が遮られる(シャドウイング)場合があり、大型車両あるいは他の車両が通信を中継してシャドウイングされた車両に配信することも有効である(図-2)。

折りしも、2006 年 1 月 19 日に内閣府の「高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部 (IT 戦略本部)」が、今後 5 年間で日本が取り組むべき 7 つの重点施策をまとめた「IT 新改革戦略」を発表している。7 つの重点施策の中には、「世界一安全な道路交通社会」を実現するため、ITS を活用して交通事故を未然に防止し、2012 年末の交通事故死亡者数を大

幅に削減する目標が掲げられており、これを実現すべく取り組みが産学官で精力的に行われている。ここでは、車車間通信や路車間通信による協調システムが期待されている。

■協調システム用無線通信の動向

車車間通信や路車間通信による協調システムのための無線通信方式として、米国を中心として検討されている 5.9GHz 帯の電波を用いた IEEE 802.11p (DSRC) や IEEE P1609 (WAVE) が IEEE で標準としてこのほど策定された。同様に欧州でも ETSI ES202 663 draft として標準が規格化されている。国内での標準としては、ITS 情報通信システム推進会議における実験用ガイドラインである RC-005 (5.8GHz 帯)、RC-006 (700MHz 帯)が策定され、実用化へ向けた検討が進められている。表-1 に日米欧の協調システム用無線方式の比較を示す。

以下に協調システム用無線通信に関する研究開発の動向について紹介する。

車車間通信においては、上に挙げたシャドウイング以外に、道路上で場所によって車の粗密が大きく異なることに対応する必要がある。特に渋滞など混雑している場所では、数多くの車両が電波を送信することが考えられる。このため、混雑した環境下でも効率的で確実な通信を行うために、他の車両が発した電波による干渉を制御する必要がある。また、送信車両と受信車両および他の端末の電波が届く範囲が異なることによって発生する隠れ端末問題^{☆2}への対応も必要となる。特に、車車間通信で主に用いられると想定されるブロードキャストにおいて、これらの干渉および隠れ端末問題に対応するための技術開発は重要な問題であり、数多くの研究が行われている段階である。安全な道路交通環境を実現するためには、これらを含めて、電波による通信の信頼性を高める必要があるとともに、国内で使える 700MHz 帯と 5.8GHz 帯の 2 つの帯域をどのように

☆2 隠れ端末問題：送信端末には電波が届かない場所にいる端末からの電波が受信端末に届いてしまい、衝突が発生する問題。CSMA などの通信方式で性能低下の原因となる。

	日本	北米	欧州
規格・委員会	ARIB RC-006	IEEE 802.11p/ 1609 draft	ETSI ES202 663 draft
使用周波数	715～ 725MHz	5.850～ 5.925GHz	5.875～ 5.905GHz
チャンネル数	10MHz × 1ch	10MHz × 7ch	10MHz × 3ch
変調方式	直交周波数分割多重方式 (OFDM)		
伝送速度	3～18Mbps	3～27Mbps	3～27Mbps
アクセス方式	CSMA/CA		
通信形態	同報	同報, 一対多, 一対一	

※文献 1) から抜粋

表-1 日米欧の協調システム用無線方式の比較

有効利用するのかという点と、国内と欧米の規格の違いをどう整合させていくのかという点を考えていく必要がある。また、地域や時間によって空いている周波数帯(いわゆるホワイトスペース)を効率的に利用するコグニティブ無線技術の活用も今後重要となってくる。

米国では、IntelliDriveSM という名前のイニシアティブにおいて、国家の戦略的な計画を発表しており、車車間通信や路車間通信、リアルタイムなデータ取得などの研究が行われることになっている。欧州では、2009年に ITS 行動計画が欧州議会で承認された。ここには、車両と交通インフラの統合や法的な整備などに関するアクションプランが示されている²⁾。また、これらの技術が実現した場合に、現在の道路交通にどのような影響を与えるのかを計算機シミュレーションによって評価するための手法などが日米欧において検討されている。

さらに、自動車交通が引き起こす環境問題に対する検討も行われている。車両単体でより燃費を向上させる技術とともに、自動あるいは半自動で車両が移動するための技術開発も行われている。米国の DARPA (国防高等研究計画局) が主催しているアーバンチャレンジや、Google が今後 8 年程度かけて実現すると発表した自動運転カープロジェクト²⁾ など、産学官問わず自動運転に向けた検討や技術開発も盛んに行われている。また、車車間通信やセンサを用いて、前を走る車両を自動追従する技術や、それをさらに進めて、トラックなどを想定したプラトーン走行^{☆3} などのための技術開発も行われて

いる。

また、これらに必要な技術として、前述の車載レーダにより歩行者検知などを実現するために、より精度の高い 79GHz 帯を用いる手法の標準化が検討されている。

本会においても、ITS 研究会を中心にさまざまな研究が行われている。海外の最新動向の紹介や、より高度な車車間通信方式や路車間通信方式に関する検討を始め、近年は環境への影響を含めたシミュレーション技術の検討、スマートフォンなどのデバイスの新しい活用方法の検討など、その検討範囲は多岐にわたる。

新しいクルマ社会の実現に向けて

■ 10 年後の展望

クルマのネットワーク化がさらに進み、現在検討されている安全運転支援やその他のアプリケーションのための車車間・路車間の協調システムが実用化され、併せて関連の法や制度が整備されて、普及が進んでいる。ここでは、さらに車両に搭載されるさまざまなセンサの情報とも密な連携が図られる。たとえば、1 台の車両がレーダ、カメラ映像ならびに歩車間通信等により検出した歩行者や障害物および道路形状(急カーブ、急勾配等)、路面状況(滑りやすい等)などの情報が周囲の車両で共有され、より安全な運転支援へと移行している。信号や道路・交通標識も電子タグ化され、車載器を通じてドライバーの見落とし防止に貢献する。また、現在ウインカーやヘッドライトのハイビーム点滅等により行っている運転者の意思表示(右折、車線変更など)も、無線により周囲の車両に確実に伝えられる。表-2 に協調システムにより提供されるアプリケーションの例を示す。

一方、クルマのハイブリッド化、EV (電気自動車) 化が進み、単にガソリンを使わないことによる CO₂ 削減が図られるのみでなく、電化製品とともにスマートグリッド(次世代送電網)の一構成要素と

☆3 プラトーン走行：隊列走行ともいう。複数の車両が狭い車間距離で自動的に前の車両に追従走行する技術。

アプリ種類	例
進行経路前方支援	追突防止, 危険個所走行, 路面状態情報提供, 走行規制個所走行などの支援
交差点等支援	交差点での衝突防止, 信号情報提供, 交通弱者衝突防止の支援
合分流時等支援	合流, 車線変更・追いつきの支援
緊急時支援	緊急通報, 緊急車両対応, 災害地震情報提供の支援
運転支援	交通情報提供, 電子標識, 経路案内, 駐車場・GS 情報提供, 運転診断, 遠隔保守, ロードアシストなど
予約決済支援	道路課金, 電子予約・決済
各種管理支援	施設入退場, ホーム機器連携, 盗難車情報提供, 車両データ収集など
情報提供	メッセージ交換, 地域情報提供, 広告・ニュース配信, インターネット接続など

※文献 3) から抜粋

表-2 協調システムのアプリケーション例

なる (図-3)。太陽光発電や電化製品の電力使用量, クルマのバッテリー残量などが常時把握され, 家庭の電気使用量が最小限になるよう, 時間帯, 天候や生活パターンなどの状況に応じて最適に電力の流れが制御される。ここでは, クルマのバッテリー充電を夜間電力で行うか, 家庭用電池を使うかが制御されたり, また, 停電時には, 逆にクルマのバッテリーの電力が家庭の電力消費に使われる。これらの制御は情報通信により制御され, また, これらの状況やクルマのバッテリー残量は携帯電話などで常に把握され, カーエアコンの作動も遠隔から指示できる。クルマ内の各種センサ情報も取得でき, 整備または修理が必要かなども把握できる。

■それ以後の展望

安全やエコのための自動運転の実現を目指した取り組みが進み, 一般道路で完全に自動運転できるのは遠い将来かもしれないが, まずは, 高速道路の特定の専用レーンを使用したトラックのプラトーン走行など一部が実用化される。さらに, 高齢者向けの個人自動車(パーソナルビークル)が走行場所やレーンを限定して, 半自動運転で走行できるようになる。このような(半)自動運転を実現するには, ク

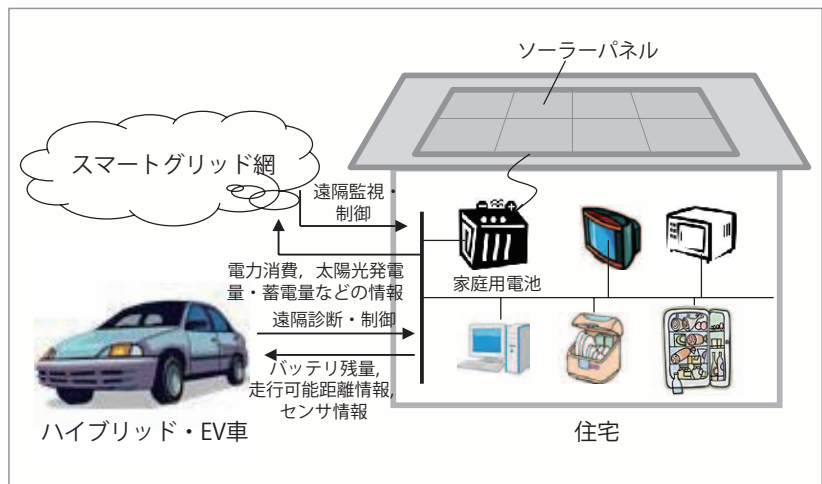


図-3 クルマ・住宅が連携した電力管理

ルマ自体におけるセンサを使った走行状態, 道路状態, 歩行者, 障害物などの検出とそれに応じた制御を行うだけでなく, 走行する周囲の車両や路側とはこれまで以上に高レスポンス, 高信頼に通信を行い連携することが必須となる。今後, 高齢化がますます進む中, 高齢者の社会・経済活動のための安全でしかもエコな移動を支援するクルマ環境の実現が期待される。

新しいクルマ社会を実現するためには, 国を挙げでの取り組みが必要となる。今後これらを実現すべく, 産学官が連携することはもちろんであるが, 筆者らも努力していきたい。

参考文献

- 1) 関 馨: 欧米の協調システムの動向, 自動車研究第 32 巻第 3 号, pp.8-14 (Mar. 2010).
- 2) Google Cars Drive Themselves, in Traffic, http://www.nytimes.com/2010/10/10/science/10google.html?_r=3&pagewanted=1&partner=rss&cmc=rss
- 3) 平成 21 年度産業技術研究開発—ITS の規格化事業 (第 2 フェーズ)—報告書, 日本自動車研究所編(2010). (平成 22 年 10 月 31 日受付)

小花貞夫 (正会員) obana@atr.jp

1978 年慶應義塾大学大学院修士課程修了, 同年国際電信電話(株)(現 KDDI(株))入社, 2004 年より(株)国際電気通信基礎技術研究所(ATR), 適応コミュニケーション研究所所長, 現在に至る。ITS, モバイルネットワーク, コグニティブ無線などの研究・開発に従事, 工学博士, 本会フェロー, 2004~07 年 ITS 研究会主査。

屋代智之 (正会員) yashiro@net.it-chiba.ac.jp

1998 年慶應義塾大学大学院博士課程了, 同年より千葉工業大学工学部情報ネットワーク学科専任講師, 現在, 同大情報科学部情報ネットワーク学科教授, ITS, モバイルコンピューティングなどの研究に従事, 博士(工学), 2010 年より ITS 研究会主査。