



解説

自動車における情報通信技術の流れ（後編）

大江 準三

トヨタ自動車（株）第1電子技術部
ooe@junzo.tec.toyota.co.jp

最近の自動車開発においては、環境への適応、安全性能向上、さらには情報通信技術によるつながる機能の高性能化など、社会と高度に共存するための機能開発が進められている。本稿では、いつでも、どこへでも安全・安心・快適に移動できる自動車の魅力をさらに進化させた情報通信技術を中心とした最新技術について解説を行う。



はじめに

自動車の基本機能である「走る」「曲がる」「止まる」は、電子技術を中心とするさまざまな技術開発により高度な運動性能を実現してきた。

一方、昨今のIT（Information Technology）すなわち情報通信技術の進化は、新たな自動車の機能軸である「つながる」機能の形成を促してきた。この新しい機能により、図-1のように自動車の内部では基本性能の高度化が進み、一方でインフラとの接続による新たな価値の創生が可能になっている。つながる先を自動車内部と外部で層別した場合、以下のような新たな仕組みが下支えとして構築されており、自動車の性能・機能のインテリジェント化に貢献している¹⁾。

- (1) 車載電子部品が相互に制御情報を共有し、運転動作における認知・判断・操作を高度に支援
- (2) 移動体である自動車から主に無線通信によって社会インフラとの情報通信を行い、安全・安心・快適な運転を支援

これらの仕組みにより、自動車のインテリジェント化はもとより、環境対応や交通事故低減など社会と自動車が高度に共存する仕組み作りが可能となり、ITS（Intelligent Transport System）技術と称せられる産官学一体となった新たな枠組みでの技術研究や商品開発がさまざまな分野で進んでいる。

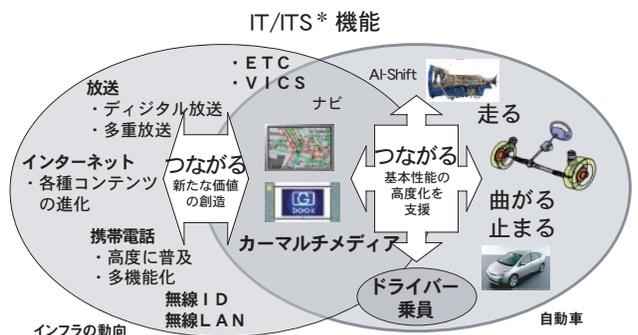
前編では、運転動作における認知・判断・操作支援の領域での情報通信技術に触れたが、今回の後編ではインフラとの情報通信や無線通信技術による安全・安心・快適支援の技術紹介を行うこととした。

安全・安心・快適支援技術

自動車におけるエレクトロニクス技術は、前編で紹介したように大量のデータを高速で処理するマイクロプロセッサの登場により、1980年代を境に高度化と大規模化へと発展してきた。その中でもカーナビゲーションシステム（以下「カーナビ」）の普及は目覚ましく、日本国内での総市場としても2003年度は優に250万台を超える市場規模となっている。また、機能も現在地表示の機能のみならず、モバイルネットワークと連携した情報収集・提供のハブ機能を備えるに至り、外部との接続による安全・安心・快適な運転を支える技術の中核をなしている。

モバイルネットワークの仕組みは、すでに携帯電話でのインターネット接続が実現しているように、図-2の

★自動車の基本性能 「走る・曲がる・止まる」
+ 情報通信技術による「つながる」機能 → 安全・安心・快適なクルマ社会の創造



*: Intelligent Transport System

図-1 自動車のIT/ITS

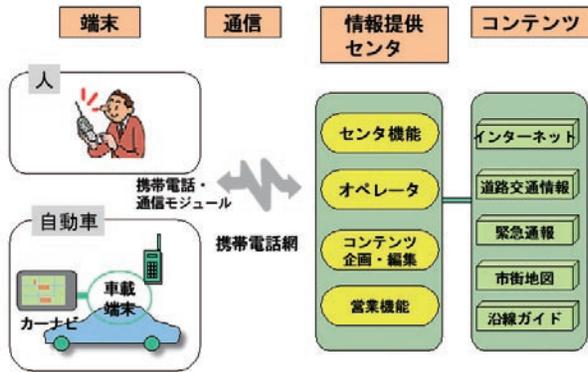


図-2 モバイルネットワーク

ような無線によるネットワークを核とし、移動体の端末と各種コンテンツ機能とをつなぐことにより相互の情報交換を成り立たせるものである。また、最近では携帯端末に接続する無線 LAN など無線ネットワークの狭域サービスを担う仕組みとして実用化されてきている。

自動車の場合では、通信モジュールを備えた車載端末を用いて携帯電話網などの接続を行うことでシステムを成立させている。コンテンツ提供においては、自動車の運転や運行において必要とされるさまざまな情報に対応するため、用途に応じたコンテンツ企画や管理を行う情報提供センターが設定されている。このようなサービス技術の仕組みは、Telecommunication（通信）と Informatics（情報科学）とを組み合わせた造語であるテレマティクス技術と呼ばれ、世界各国でさまざまな試みがなされている。ここで、安全・安心・快適なカーライフに必要な情報通信の目的を整理してみると、(a) 知らせる・提供する、(b) 知る・確認する、(c) 交換する・連携する、(d) 蓄積情報を充足する、などに大まかに分けられる。これらと関連付けて、インフラと連携したコミュニケーション技術と、セキュリティ技術の実例を紹介してみたい。

コミュニケーション技術

移動体である自動車において外部と接続する必要性が生じる場合を層別してみると、①事故や故障などの場合に救助要請あるいは自車の状況を通報する、②運転・行動計画を組む際に関連する最新情報を取得する、③運転中の負荷を軽減して円滑な運行を促すための関連情報を送受信する、④車から離れた後の自車の状態を確認・監

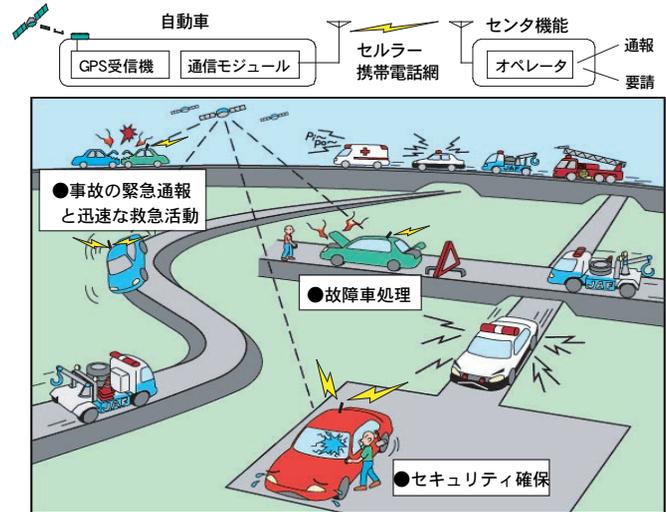


図-3 事故通報・救助要請システム

視するなどに分けられ、これを実現する手段の1つがコミュニケーション技術である。そこで、テレマティクス技術のサービス例や、その他のコミュニケーション技術について触れたい。

《事故通報・救助要請；知らせる》

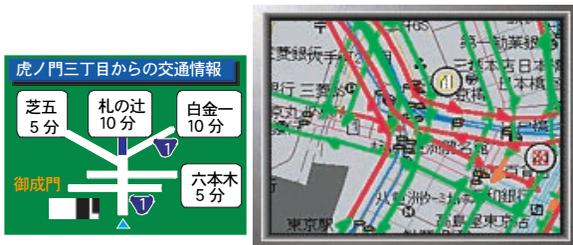
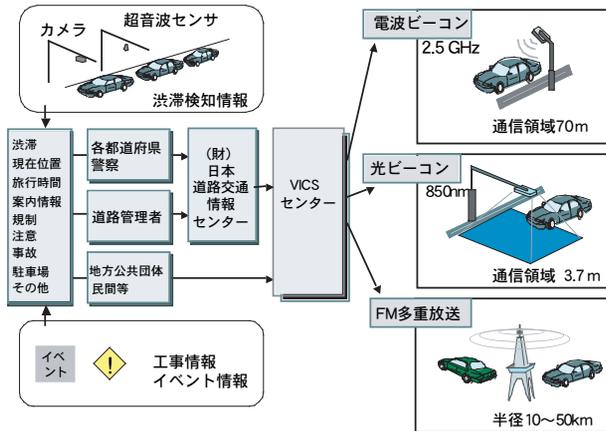
図-3 は前編で紹介したメーデーシステムあるいはヘルプネットシステムと呼ばれる事故や故障などでの救助要請あるいは通報をするサービス事例である。

救助要請の場合に最も重要な情報は自車位置を知らせることであるが、GPS (Global Positioning System) 信号によって特定された車両の位置情報を伝送することで目的を達成させている。情報伝送には携帯電話の通信機能を組み込んだ通信モジュールなどを用い、位置情報の伝送のみならず救助要請の通話対応も可能にしている。

情報提供センターでは、各種のオペレータサービスを提供しており、事故や路上故障などにあつた場合の問合せや通知の確認と同時に、伝送された位置情報をもとに現場への緊急自動車の配備を要請するような体制がとられている。また、自動車の盗難抑止などのセキュリティ確保として、車載の警報装置と連動した通報サービスも行われている。

《道路情報の取得；知る・確認する》

自動車の運行計画の立案において必要となるのは、目的地までの最新の交通渋滞や交通事故などの道路情報である。関連する最新情報が入手できた場合には、迂回路の検索や時間調整が可能となり、渋滞回避のみならず自車が渋滞の新たな因子になることを避けることで、安



光ビーコンからの情報の表示例（レベル2）

地図データに重畳表示された渋滞情報（レベル3）
・矢印の向きで渋滞車線を表示
・色使いで渋滞の程度を表示

図-4 VICS

心で快適な走行が実現できる。そこで、道路交通情報の配信として実用化されている VICS (Vehicle Information & Communication System)²⁾ を取り上げて、その仕組みについて述べてみたい。

渋滞を検知する装置としては、図-4 のような路上でよく見かける超音波センサやカメラがある。超音波センサは道路の詰り具合を検知し、カメラは規定の区間を通過する車両の経過時間から所要時間を統計的に割り出すために用いられている。これらの信号は所轄の警察にて処理され、渋滞情報として情報管理センターに送られている。工事情報や事故情報も含めて VICS センターに集まった情報は、カーナビに表示するためのデータとして編集され、以下のような 3 種類の方法で広域と狭域での情報発信が行われている。

広域の情報提供としては、FM 放送に道路状況データを多重させて伝送する方式が用いられており、周辺道路の渋滞などの情報配信が行われている。一方、狭域での情報提供には、路上設置型のビーコンと呼ばれる装置から情報を配信している。2.4497GHz の周波数を用いる電波ビーコンは主に高速道路に設置され、850nm の波長の

近赤外光を用いる光ビーコンは主要幹線道路に設置されて、それぞれ近隣の道路状況を提供している。

受信された情報は車載受信機によって処理され、図-4 のように渋滞の方向とその程度をナビの地図画面に重畳表示させることで、即座に状況判断できるような工夫がなされている。

《運行情報の交換；連携する》

自動車とインフラが連携する技術の一例として、高速道路の通行料を電波による通信によって課金処理する ETC (Electronic Toll Collection System) の仕組みを取り上げてみる。登録情報および課金情報のやりとりを行うことで、出口ゲートでの支払いの煩わしさや、支払い待ちの渋滞によるイライラが解消できるなど、円滑な運行を支援する技術として普及し始めている。この技術は、狭域通信である DSRC (Dedicated Short Range Communication) 技術として位置付けられ、色々な応用技術が検討されている。

日本における ETC の通信には 5.8GHz の周波数のマイクロ波電波が用いられ³⁾、入り口ゲートでは ETC カードに登録された情報と通過データを送受信し、出口ゲートでは課金情報を送受信して通信を完結させている。通信結果としての課金情報は管理センターへ送られ、登録された口座から料金が引き落とされる。また、ETC 機能が作動できる状態にあることの確認と、ドライバーへの通知を行うために、ゲート手前の予告ゲートにて事前の通信も行っている。

一方、ETC での課金情報通信を確実にを行うためには、ゲートからの電波が該当するエリア内の車両に確実に送られ、かつ自動車の車載システムからは確実にゲートへ送り返す必要がある。これらを阻害する主な要因は、電波の反射による干渉や該当しないレーンへの漏洩電波であるため、電波吸収体をゲートなどの構造体に貼付したり路面にも敷設するなど、不要な電波干渉を抑制するための工夫がなされている。

また、車載システムにおいては規定の通信性能を確実に得る性能設計が重要であり、最適なアンテナ設計や搭載設計および評価がなされている。ETC アンテナは、図-5 のようにシステム保護や車両意匠との整合性のために車室内に設置しているが、電波を反射する金属構造物である車体からの反射はもとより、ガラスなどの誘電体による影響も考慮した搭載設計がなされている。図-6 は、ゲート通過時の車載システムの通信電波強度を計測した例である。図のように、ゲート手前の限られた領域での通信強度が確保され、DSRC としての狭域通信が成立している。

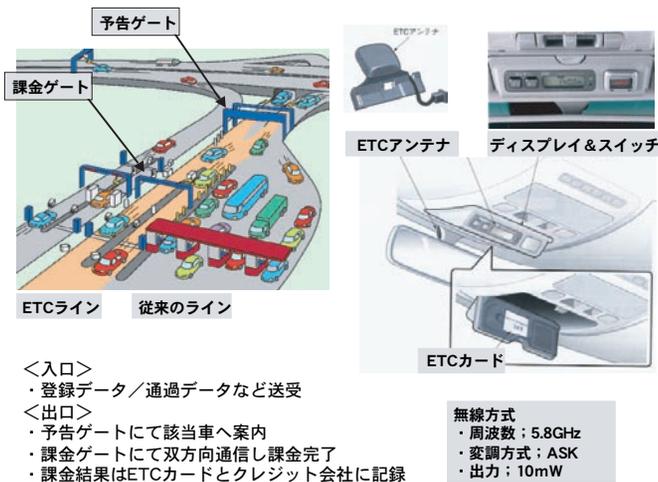


図-5 ETCと車載システムの例



図-7 テレマティクス技術：G-BOOKの例

- ・通信の確実性を確保するための通信回線設計と評価の例
- ・狭域通信 (Dedicate Short Range Communication) の仕組みとして発展中

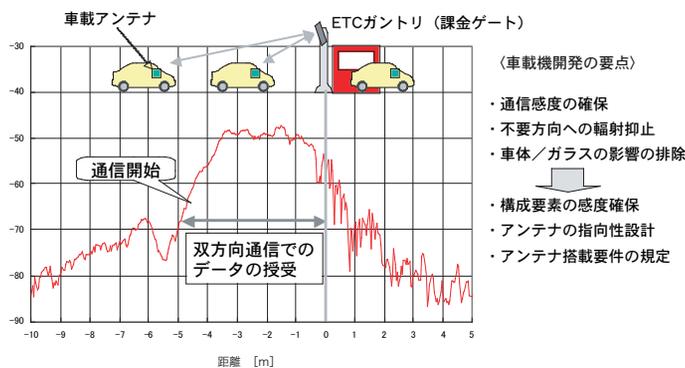


図-6 ETCの通信特性の例



図-8 サービスコンテンツの例

《情報サービスとの双方向通信》

自動車の運行計画の立案や管理において必要となる最新情報の取得や、データ蓄積などが可能な総合的な情報サービスを目的としたテレマティクス製品が開発されている。日本において製品化されたものとして、トヨタのG-BOOK、日産のカーウイングス、ホンダのインターナビなどがある。ここでは、トヨタのG-BOOKを題材にサービス内容を紹介してみたい。

図-7に示すようにシステム構成は前述のモバイルネットワークと同様な構成であるが、車載端末と情報管理センターとの連携により、独自サービスの提供のみならずインターネットとの接続による広範な情報取得や蓄積型情報の取り込みを可能にしている

車に取り付けられた車載端末は、通信によって得られ

た情報を表示するのみならず、コンテンツサービスにリンクした起動機能を持ち、双方向通信での情報取得を機能させている。図-8は車載端末に表示されたサービスコンテンツの例を示している。

たとえば、レストラン情報の機能においては、メニューやお勧めコースの情報提供のみならず、通信機能との連動による予約機能を備えているため、旅行途中などでの食事の予約が楽に行えるようにしている。また、レストランの位置情報も取得できるため、カーナビの地図上に該当アイコンを自動設定し、データとして蓄積することも可能になっている。このほかに、オイル交換などのメンテナンス情報のやりとりや、後述のセキュリティに関連したサービス提供も行え、色々な場面での安全・安心・快適を支援している。

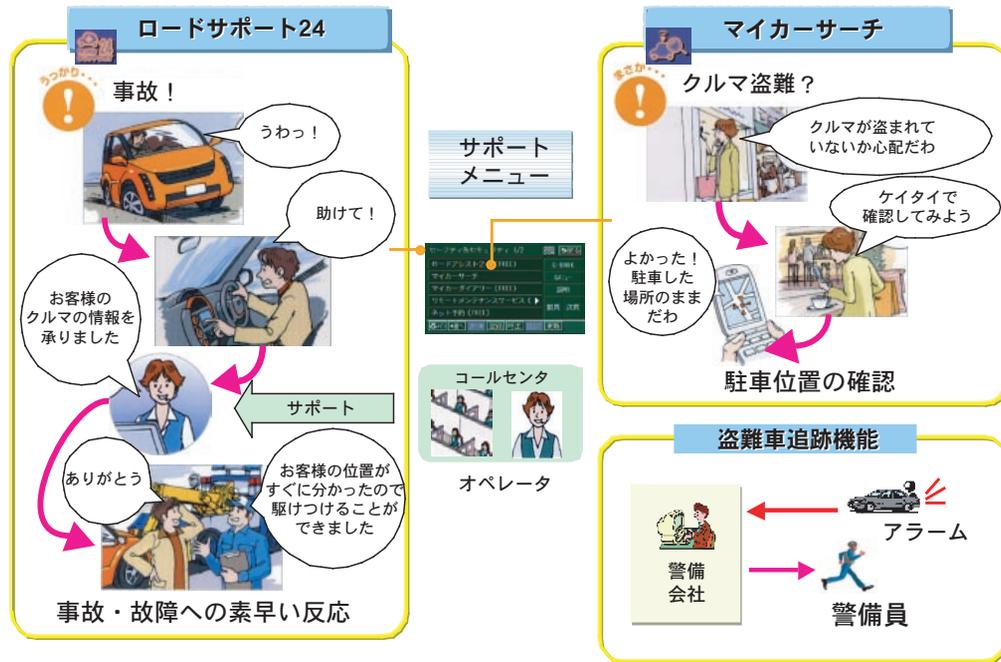


図-9 安心・セキュリティサービス

セキュリティ技術

セキュリティ機能による安心を提供するものには、インフラまたはセンタ機能と連携したものと、自律系で成立させる機能に分けられる。それぞれの機能と仕組みについて解説してみたい。

《センタ連携でのセキュリティ》

情報管理センタは、登録されたお客様の自動車のプロフィール管理と、オペレータによる問合せ対応や支援対応も行う体制をとっている。これにより、図-2や図-8に示したような事故や故障時の素早い対応や、駐車位置の確認、盗難時の車両追跡などのサービスを可能にしている。図-9はG-BOOKサービスにおけるその一例を図示したものである。

マイカーサーチと称するサービスは、何らかの理由で自分の車の位置が分からなくなった場合や、盗難に遭っていないか心配な場合の情報提供と支援要請に応えるものである。携帯電話からセンタにサービス要請すると、登録された車載通信モジュールとの通信をセンタ側で行い、車載のGPS受信機から得た位置情報を確認する。さらに、確認した情報をもとに携帯電話で確認しやすいような地図データに加工し、依頼者に送信することでサービスを成立させている。昨年、あるディーラの試乗車が盗難に遭い、この仕組みと警察との連携により車両の早期発見と犯人逮捕ができたとの事例もあり、大きな成果を挙げている。

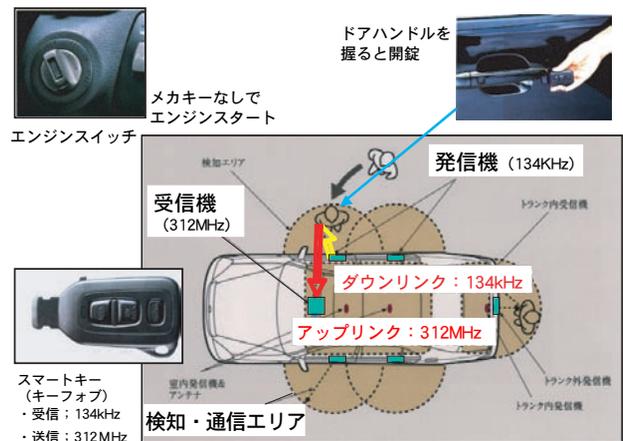


図-10 スマートエントリーシステム

《自律系通信システムでのセキュリティ》

インフラと連携しない通信技術を用いたセキュリティ技術の例として、スマートエントリーシステムを取り上げる。これは、ドア開閉錠とエンジンスタートにおいて、暗号化された登録データの送受信によって該当車の照合と判定を行う仕組みである。操作の利便性向上にも貢献しており、数社からキーレスゴー、キーフリーシステムなどの名称でも製品化されている。

電波による登録データの通信には、アップリンクとダウンリンクと呼ばれる送受信機能が必要であり、図-10に示すような2つの周波数を用いて機能させている。ダウンリンク信号は、暗号化された照合信号を134kHzの電波に搬送させる方式をとり、ドアハンドルに

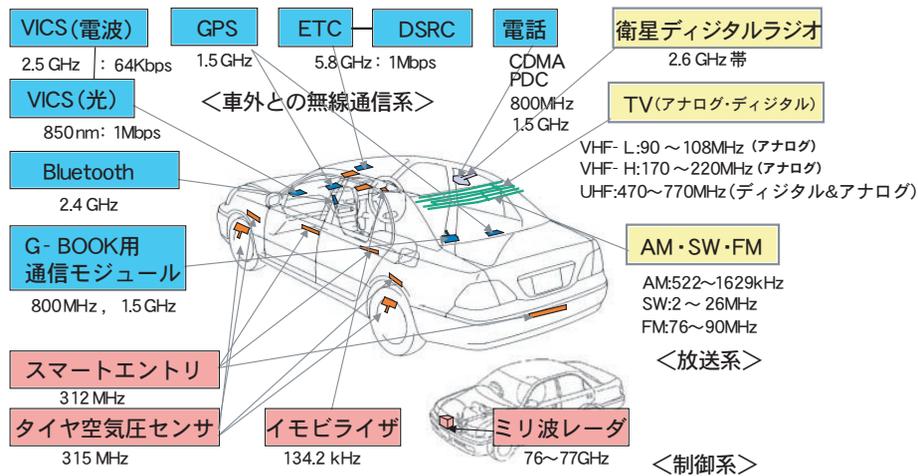


図-11 自動車の無線・電波応用機器の例

内蔵された発信機から定期的に発信される。一方、キーフォブと呼ばれる携帯送受信機には 134kHz の電波を受信するアンテナが内蔵されており、ダウンリンク信号が検知できる信号強度になった場合、すなわち規定エリアに入った場合に、受信信号の識別とデータの照合を行っている。登録されたデータとの一致を確認した場合には、アップリンク信号として 312MHz 帯の電波送信機能を用いて一連の登録データをキーフォブから送信する。アップリンク信号を車載受信機が検出し、登録されたデータとの照合が一致してセキュリティ照合が完結すると、目的とする機能動作の準備が整う。

最終的なドアの開閉錠およびエンジンスタート動作の主体はドライバーであるので、ドアハンドルを持つことやスイッチを押す動作にて目的を達成させるように設計されている。また、最近ではエンジンスタートスイッチを押しボタン方式にしたシステムなどが登場している。

自動車の情報通信を支える技術

前編、後編を通して紹介してきた技術を支えているのは主に無線と有線による通信技術である。

無線通信では図-11のように多くのメディアや周波数に対応したアンテナや無線機によって構成されており、それぞれが通信する目的や、通信する方向に応じたアンテナの指向性設計や搭載場所の選定などを工夫しながら設計・評価されている。また、メディアによっては周波数が近接したものがあため、相互干渉を排除する設計も行われている。

ここで、図中に記載されているタイヤ空気圧センサと Bluetooth を紹介する。タイヤ空気圧センサは、タイヤホ

ール内部に取り付けられたセンサで空気圧などを検出し、データを 315MHz 帯の電波で送信するもので、パンクや空気圧低下を知らせることで事故防止や燃費低下を未然に防ぐものである。一方の、Bluetooth は、最近情報家電などに応用されつつある無線 LAN 通信の 1 つであるが、自動車での応用例としては携帯電話のハンズフリー機能が挙げられる。

自動車運転中の携帯電話操作の危険性が問題視されて久しく、発信・通話操作の際にハンドル操作が遅れたり前方の安全確認がおろそかになったりするため、安全運転義務違反としての罰則強化が検討されている。このような状況を支援するものとしてハンズフリー通話装置があるが、接続の簡便さを向上させた Bluetooth を利用したハンズフリー通話システムが開発されている。

従来のシステムでは、通話マイク信号と操作スイッチ信号を接続するために携帯電話のサービスプラグを開けて専用プラグを接続する必要があった。Bluetooth での無線通信を用いることで、毎回有線接続を必要とせずハンズフリー通話を成立させることができる。図-12はその仕組みを示したもので、音声信号と接続制御信号を、車載機内蔵のモジュールと車室内の Bluetooth 対応携帯電話とを 2.4GHz の電波を用いて双方向通信することで携帯電話の操作制御、通話信号の伝送を可能にしている。

以上の無線通信技術のほかに、前編で紹介したような車載コンピュータの相互連携の促進とワイヤーハーネスの回路数圧縮のために、有線での多重通信回路網が多用されてきている。その種類は図-13のように大きく 3 種類に分けられる。それぞれ通信の目的と、通信速度やデータ容量の違いにより区別されているが、業界全体での標準化活動や、高速通信デバイスの開発などの取り

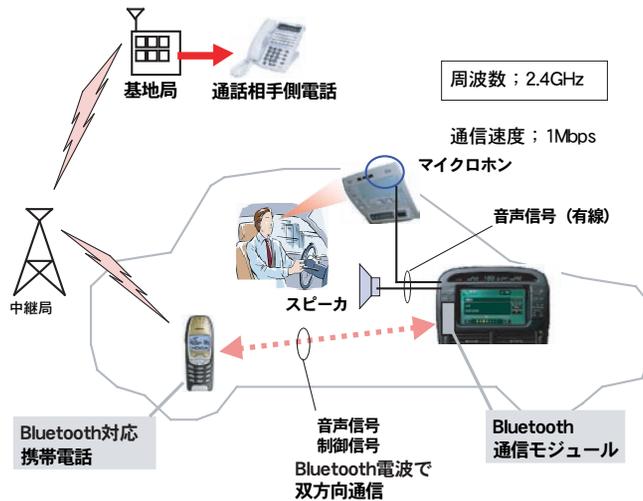
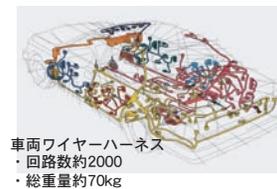


図-12 Bluetoothによるハンズフリー電話

- ・車内の2000回路にもおよぶワイヤーハーネスを省線化するために、有線での多重通信を採用
- ・車内通信には大きく分けて以下の3種類を構成
 - ・車両制御系
 - ・アミューズメント系
 - ・ボディ機器制御系



	名称 *: トヨタ名称	通信速度 (bps)	用途/その他
車両制御系	CAN	125k~1M	・シャシー制御, ブレーキ制御など ・UTP (非シールドツイストペア線) 伝送
アミューズメント系	AVC-LAN*	18k~7M	・オーディオ, ナビ制御, データ伝送 他 ・UTP (非シールドツイストペア線) 伝送
ボディ機器制御系	BEAN*	10k	・エアコン, シート制御など ・単線伝送

図-13 自動車の多重通信回路網の例

組みがなされ、現在も進化の途上にある。

おわりに

自動車における新たな機能軸である「つながる」技術は、自動車の電子装置の相互連携や社会インフラとの連携を促し、高度な運転支援の実現や安全・安心・快適なクルマ社会の実現に向けて進化してきている。今回、前編と後編に分けてその一例を解説してみたが、「いつでも・どこでも・だれとでも」のように情報通信技術は、自動車に限らず広範な領域での多様な目的を達成する手段として発展し続けている。

数々の技術の集合体である自動車においても、技術進展による商品性向上を促進させるためには自動車業界のみならず幅広い領域での研究開発が望まれている。多様な業界との連携を密にして「つながる」ことが、これからの自動車開発を行う上で肝要である。

参考文献

- 1) 大江準三：自動車における情報通信技術の流れ、(社)自動車技術会 中部支部 2003 年度技術講演会予稿集, pp.1-22 (2003)。
- 2) たとえば <http://www.vics.or.jp>
- 3) たとえば ARIB STD-T75。

(平成 16 年 9 月 6 日受付)

