【本記事は、（社）目黒会主催の第５２回移動体通信研究会の講演をまとめたもので、出典は、「目黒会 CHOFU Network, vol. 21-2, pp.11-13, 2009.11.」】

ITS 車車間通信の研究開発動向と課題

～安全運転を支援する電波カーブミラー～

電気通信大学 電子工学科 教授　唐沢好男

１．車車間通信とは

自動車社会の発展と共に、交通事故による悲劇が後を絶たない。2008 年統計で事故による死傷者数は 95 万人（内死亡者数 5 千人強）になっている。交通事故件数および死傷者数を削減し、安心・安全社会を実現するという ITS（高度道路交通システム）への官民挙げた取り組みは、わが国の基本方針（内閣府の施策）となっている（図１参照 [1]）。

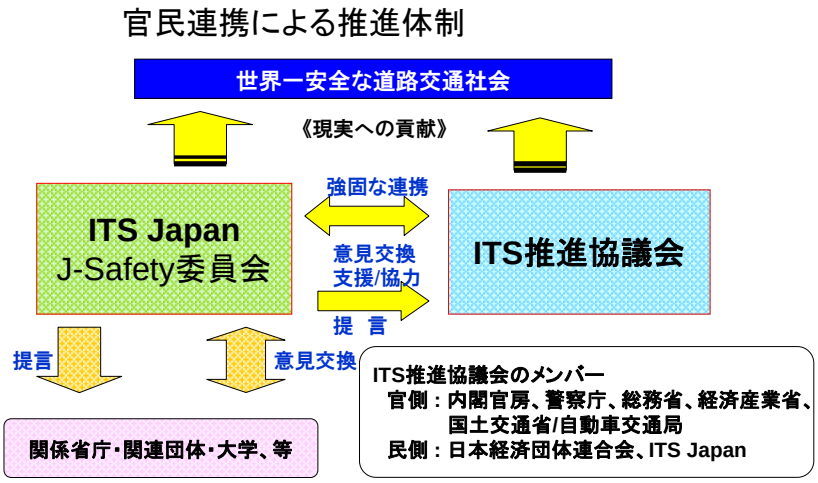

図1　ITSに対する官民連携による取り組み
（総務省ITS研究会報告書骨子案[1]より）

事故原因の大部分（約 70%）は、発見の遅れと言われ、図２に示す場面がその典型である。このうち、追突事故などの見通しがある環境での気付きの遅れは、実用化されている車載レーダによって回避できるが、出会い頭の事故のように、見えないところから不意に現われる自動車に対しては、この手段が役立たない。そこで、おのおのの車が、通信機能を利用して、自車の位置情報を周囲の車に知らせあう、また、おのおのの車はその電波を受信して周囲の車の位置を認識する「車車間通信」が求められる。

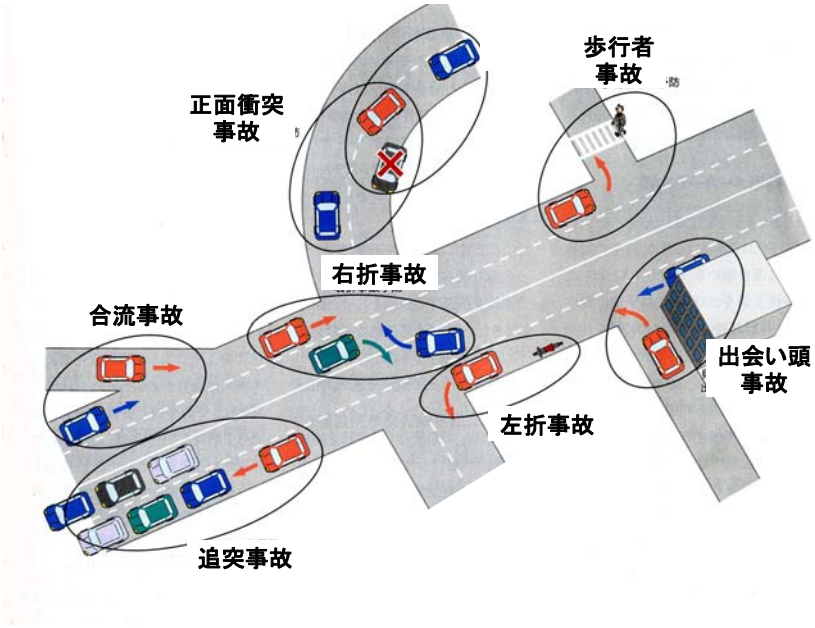

図2　事故が発生しやすい状況
（日経エレクトロニクス, 2006 5-8を下地に加筆）

車車間通信は、安全を目的として行われる通信であるので、車同士が自動的に情報を交換し、その結果が、運転者に「注意喚起情報」として伝えられる。図３はこの一つのイメージである。見えないところの危険も、カーブミラーがあれば知ることができるが、車車間通信は電波がそれを担う「電波カーブミラー」の働きになる。

図3　車車間通信による出会い頭衝突防止のイメージ図（電波カーブミラー）
（総務省ITS研究会報告書[1]より）

２．通信利用型安全運転支援へのわが国の取り組み

交通事故削減は、国民の悲願であるので、官民挙げた取り組みとなっている（図１参照）。特に、通信利用型の安全運転支援の代表である車車間通信については、国土交通省の ASV（先進安全自動車）第４期プロジェクトして、実用化を目指した検討が行われている（筆者も技術分科会メンバーとして議論に参加している）[2]。今年の初めには、東京お台場において車車間通信の大規模実証実験も行われている[3]。

ITS の通信システムとしては、5.8GHz 帯を用いる狭域無線通信（DSRC）があり、ETC（自動車料金収受システム）で実用化されている。この周波数帯の空き部分を用いて車車間通信を行うことも可能であるが、見通し外の位置にいる車への電波の到達度が弱い。このため、回り込みの性質が強い 700MHz 帯の電波（帯域 10MHz）も ITS 用に新たに割り当てられた。この周波数は、アナログ TV 放送のデジタル化に伴って空くものであるため、アナログ放送が終了する翌年、すなわち 2012 年に利用が可能となる。総務省では、この 700MHz 帯電波の車車間通信利用を推進する目的で「ITS 無線システムの高度化に関する研究会」を主催し、利用イメージ、技術課題、導入・普及方策をまとめた報告書を作成している[1]。筆者は、この研究会の親会座長代理・作業班主査として報告書の取りまとめに深く関わる機会を得た。（この研究会の親会、作業班会の会議資料、討議内容はホームページで全て公開されており、豊富な情報が提示されている）。

総務省では、この研究会に引き続き、情報通信審議会にて、車車間通信・路車間通信の 700MHz 帯利用の技術的条件の具体化について、次のステップを歩みだしている。また、官民を挙げた大規模実証実験や国土交通省の ASV-4 プロジェクトと連携し、2012 年、車車間通信導入に向け、着実に実用化への機運が盛り上がっている。

３．技術課題

車車間通信の実現には、乗り越えるべき技術課題が多い。図４はその主要な技術課題をまとめている。

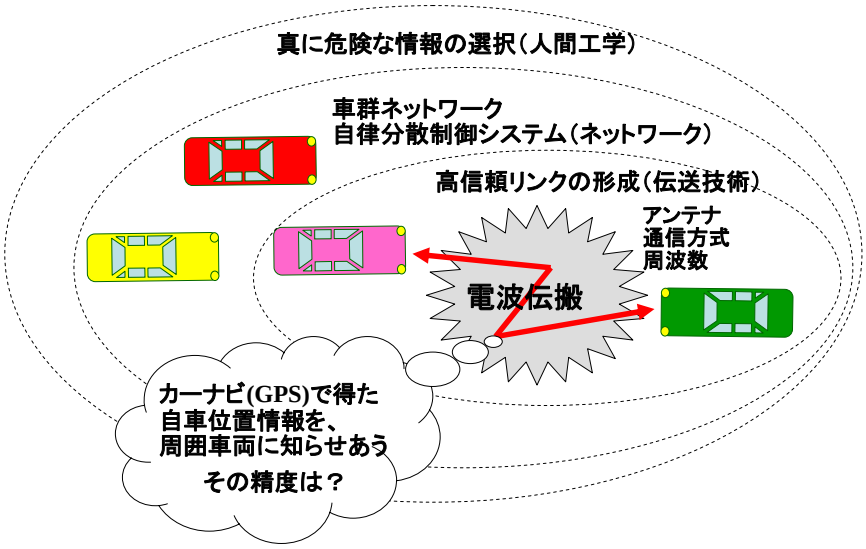

図4　車車間通信実用化のための技術課題

第一の課題は「電波伝搬・リンク形成技術」である。必要なエリアの車に情報が伝達できなくては、話にならないので、先ずはそこからである。交差点周囲の電波伝搬に関しては、700MHz帯と5.8GHz帯について、実測やシミュレーション解析（レイトレーシングなど）が進められ、ある程度の予測ができるようになっている。現時点では単一アンテナの対向、あるいは２素子アンテナでの受信（ダイバーシチ受信）に検討が留まっているが、送受信で複数のアンテナを用いるMIMO方式も提案されている[4]。

第２の課題は、たくさんの車の情報を混信なく送受信できる技術、「システム技術・ネットワーク技術」である。車同士の通信では、携帯電話のような通信システムと違い、基地局に相当する仕切り役がいない自律分散制御型システムなので、お互い勝手に情報を出し合うと、電波がぶつかり合って、情報交換効率が悪くなる。車車間通信の場合、一回のパケットで送る情報量は高々1kビット程度であるが、限られた周波数帯域（10MHz）で、走行距離10m毎には、すべての車両と情報を交換し終えねばいけない。実際、100台以上の車に対して0.1秒以内で情報交換完了をということになり、厳しい要求条件である。車車間通信では無線LANのアクセス方式を高速化したCSMA/CAベースの方式が暫定仕様(ITS Forum: RC-006)になっているが、変調方式やアクセス方式については、性能面での優劣評価に加えて国際標準を視野に入れた欧米の方式（IEEE 802.11p）との整合性も重視されている。

第３の課題は、ドライバーに与える「注意喚起情報の適切な選択方法」である。最初の２つに対する技術的隘路を切り開いてゆくのは、少し時間がかかるかもしれないが、できることと言えよう。最後の難関、「危険なものだけ選んで教えてくれる」はどうしたらよいだろうか。見通しの悪い交差点で、ビル影から現れる自動車に対して「右から車が近づいています」と教えてほしい。細い曲がりくねった道で「前方から車が来ます」と教えてほしい。しかし、見通しのよい対向車線から近づく車を、「前方から車がきます」といちいち言われれば、うるさいだけで、スイッチを切ってしまうだろう。知りたい情報（＝近づきつつある危険）だけを教えてくれるのが、求めるものであり、最も難しい「人間工学」の問題になる。

第４の課題は、「車車間通信のコンテンツ」である。やり取りされる情報は、各自の車の位置情報が中心になる。車の位置情報は、GPSの受信信号が用いられている。カーナビの情報としては、精度的にかなり満足される状況になっているが、車車間通信の自車位置情報としては、検証が必要である。特にマルチパス環境では、誤差が数十mになる例も報告されており、このような状況では、明らかに対策が必要になる。筆者らは、地上デジタル放送電波の解析に開発したパソコントータルレコーディングシステムをGPS受信用に作り変え、マルチパス下での位置推定誤差の詳細解析と劣化対策の研究を行っている（図５参照） [5]。

４．導入・普及に向けて

700MHz帯の電波を利用した車車間通信は、地上アナログTV放送終了の翌年、2012年に導入が可能になる。可能になると言っても、導入や普及には、国の政策に大きく依存する部分があり、現段階で普及の見通しを語ることは難しい。それは、３節で述べた技術の問題ではない。一番大きな理由は、車車間通信は相手も装置を持っていて初めて成立するシステムで、入れたその日から役立つレーダやETCとは本質的に違うためである。そのため、路車間通信と一体化されたシステムとして、当初は路車間通信の利用から入ってゆくというのが自然なシナリオである。

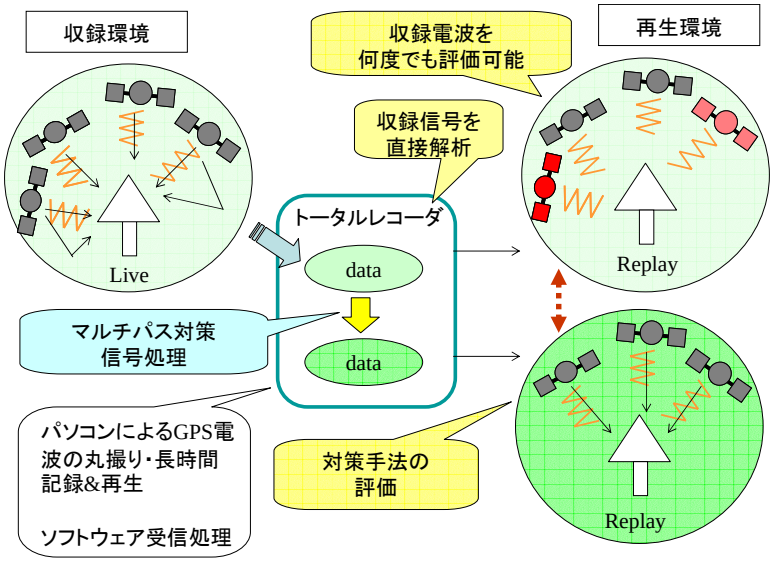

図5　研究事例紹介：パソコントータルレコーディングによるGPS誤差の系統的解析評価 [5]

車車間通信の普及は、インフラの充実と共に発展してきた ETC の普及の傾向に似るであろうと推測されているが[1]、その ETC においても、高速道路料金休日 1000 円の施策によって、普及が一気に加速した事実に見られるよう、極めて、国の政策に依存するところが大である。図 6 は総務省 ITS 研究会がまとめた推進方策である[1]。「あいて～えす」を浮かび上がらせたいという思いが込められている。

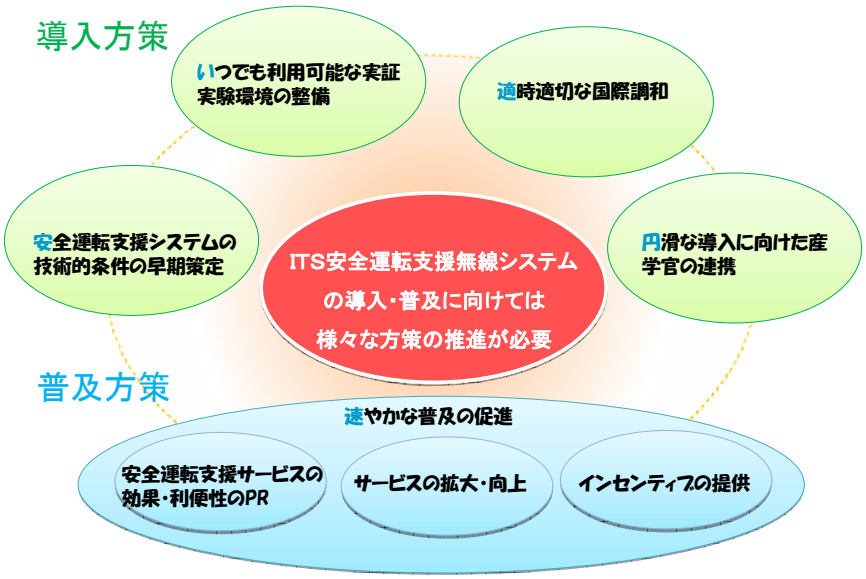

図6　ITS安全運転支援無線システムの推進方策（総務省ITS研究会報告書より[1]）

参考文献

[1]総務省 ITS 研究会：
http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/policyreports/chousa/its/index.html
総務省 ITS 研究会報告書
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/14422.html
[2] http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/01asv/index.html
[3] http://jafmate.jp/sp/asv2009demo/
[4] 伊藤健二、伊藤修朗、三田勝史、唐沢好男、"交差点付近の伝搬特性を対象とする判定帰還型チャネル推定法による MIMO-STBC 車車間通信方式," 信学論(B), vol.J89-B, no.9, pp.1776-1788, 2006.
[5] 小佐古昂, 土屋潤三, 高崎和之, 唐沢好男, 小松覚,"GPS トータルレコーディングの開発ーマルチパスによる位置推定精度劣化の評価手段としてー," 信学技報、ITS2009-1,pp1-6, 2009.05.