

予防安全のための車両通信技術 動向と研究開発

Introduction of Technology of Inter-Vehicle Communication for Active Safety

林 正人 Masato Hayashi
長船 辰昭 Tatsuki Osafune

松井 進 Susumu Matsui
小山 敏 Satoshi Oyama

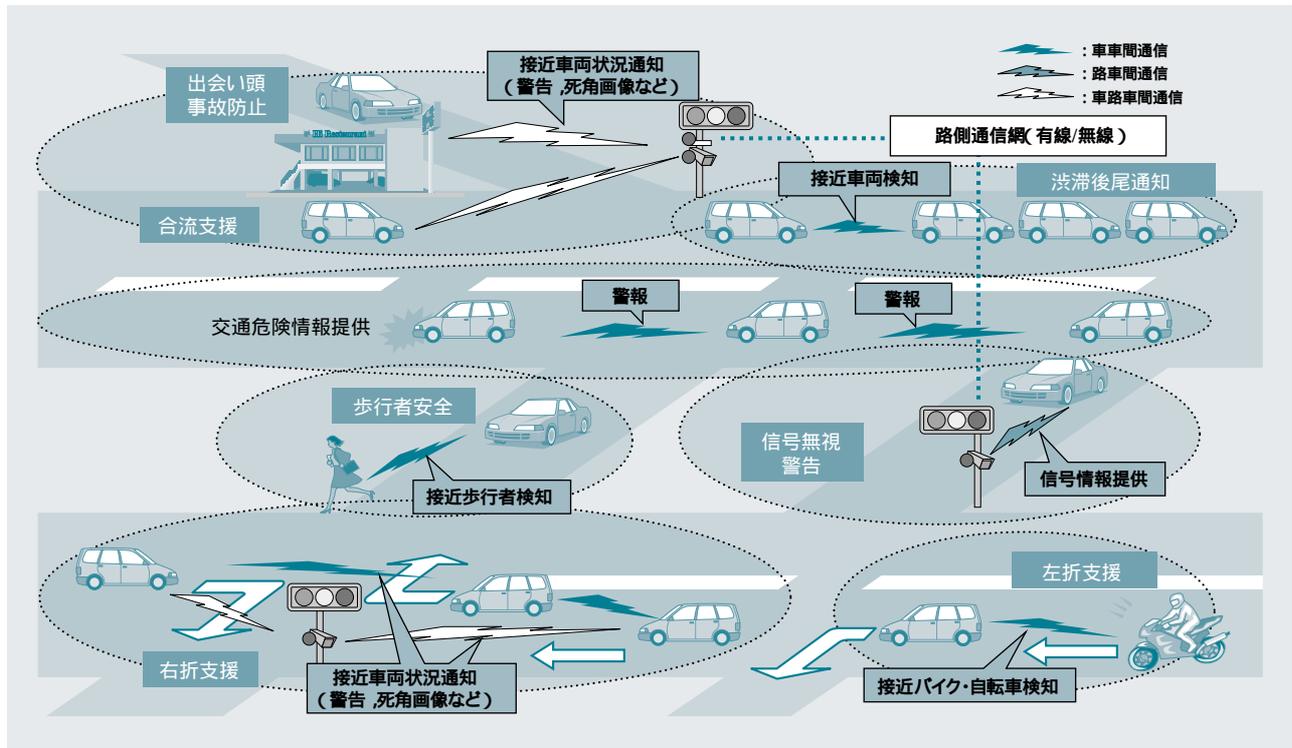


図1 車両向け通信技術を利用した予防安全支援のサービス

車両通信の形態には、主に車車間通信、路車間通信および車路車間通信がある。車両通信を用いた車車/路車協調による安全運転支援システムを実現することで、交通事故の6割を占める右折・左折時、出会い頭、対歩行者、追突による事故件数や死傷者数を大きく減少させることにより、「世界一安全な道路交通社会」を目指す。

1.はじめに

2006年1月の内閣府の「世界一安全な道路交通社会」を目指す宣言を受け、2012年の交通事故死者数5,000人以下を目標に、官民共同で安全運転支援システムの実用化を目指す活動が本格的に開始された。2008年には大規模実証実験、2010年にはサービスの全国展開を図る。

この目的を達成するために、現状の自動車単体の自律型システムだけでなく、路側および他車と協調する車車/路車協調型システムが注目されてきており、早期実用化が切望されている。

日立グループは、これに対応し、予防安全のための車両通信技術の研究開発を進めている。

ここでは、車車/路車協調型システム実現に向けた国内外

の技術動向、およびシステム開発研究所と海外ラボラトリーである日立ヨーロッパ社ソフィアアンティボリス研究所(HSAL)における研究開発の取り組みについて述べる。

2.車両通信の必要性

エアバッグなどの衝突安全装置やABS(Anti-Lock Brake System)などの車両単体での予防安全装置の普及、および医療技術の向上により、交通事故死者数は徐々にではあるが確実に減少してきている。しかし、事故件数や負傷者数は必ずしも減っておらず、車両単体での工夫による安全には限界があることを示している。統計によると、交通事故の6割は出会い頭、右折・左折時、対歩行者などの「認知ミス」、「判断ミス」および「交通ルール違反」と分析されており、こうした原因

近年、車両通信を用いた予防安全運転支援の技術が注目されており、日本、北米、欧州で2001年ごろから研究開発活動が本格化し、各地域で車両通信専用の無線通信周波数帯割当を進めているが、地域ごとの通信インフラ整備状況などに依存しており、それぞれの車両通信規格に違いが見られる。また、無線通信を用いて予防安全を実現するためには、各車両が危険性を報知し合うなど、路車間/車車間を問わず情報交換が行われることが重要となる。そのためには無線通信規格統一だけでなく、その無線規格上で動作するネットワークの機能が必要であることから、日立グループはネットワーク機能の研究開発に取り組んでいる。

による事故を減らすための予防安全には、他車および歩行者との連携が重要となる。この連携基盤技術として無線通信による車両通信がある。互いが無線通信によってその場で一時的につながり、位置・速度などの情報を短時間で交換する車車間通信を利用することで、場所を選ばない情報交換が可能となる。これらにより、必要なときに速やかに関係車両、歩行者などに警告、注意喚起や介入制御を実現することができる(図1参照)。

3. 車両通信技術

車両通信技術の車車間通信で実現される予防安全の一例を図2に示す。これは、高速道路上での霧などの悪天候による視界不良時の例である。視界不良によって前方100 m先が視認できない場合、前方の車両(図2:先行A)がブレーキペダルを踏んでも後続車両がそのブレーキランプを確認することができず、衝突するおそれがある。このような場合に車両通信器が搭載されていれば、ブレーキを掛けたという情報と車両の位置情報を送信することで、後続車両(図2:後続B、C)のドライバーに緩やかな減速を促すことができ、その車両に合わせて、通信機器を搭載していない車両も緩やかに減速するこ

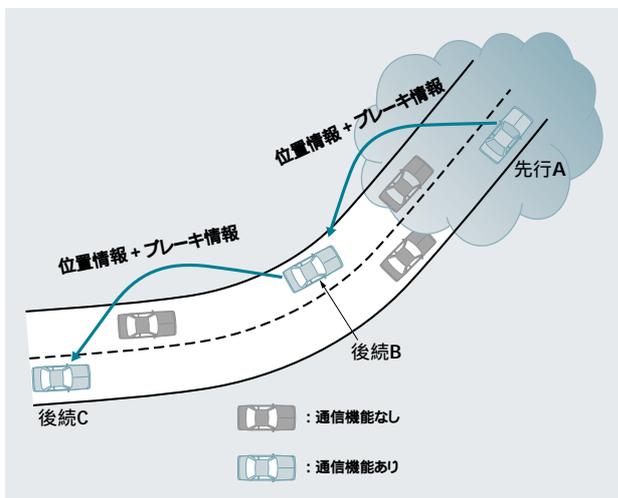


図2 予防安全のための車両通信の例
高速道路上で視界が不良であった場合、先行車Aのブレーキ情報(場所、時刻)を後続車BとCに送信することで事前に衝突危険を減らすことができる。

年	2004	2006	2008	2010	2012
日本			IT新改革戦略		政府
		DSSS実験			警察庁
	ASV3		ASV4		国土交通省
米国		CICAS			
		VII	大規模実験		USDOT
欧州		eSafety Forum			EC
		PReVENT	SAFESPOT		
		(FleetNet) NoW			国家プロジェクト(ドイツ)
		C2C-CC			メーカーコンソーシアム

注:略語説明 DSSS(Driving Safety Support Systems)
ASV(Advanced Safety Vehicle)
CICAS(Cooperative Intersection Collision Avoidance System)
VII(Vehicle Infrastructure Integration)
USDOT(United States Department of Transportation:米国運輸省)
EC(European Commission), PReVENT(Preventive Safety)
NoW(Network on Wheels)
C2C-CC(Car-to-Car Communication Consortium)

図3 国内外の安全支援に向けたプロジェクト状況
2010年に欧州は事故死者数半減、米国は30%低減、そして日本は2012年死者数5,000人以下を目標としている。

とが期待できる。

車両通信は、路側に配備された通信機器と車両が通信する路車間通信、車両間で直接通信する車車間通信、さらに路側機器を介した車路車間通信の三つの通信形態に分類することができる¹⁾。上記の例は車車間通信による予防安全であるが、見通しの悪い交差点で細い道路から大通りに出るような場合には、大通りを走行する車両を確認するために車路車間通信を用いることが考えられる。

これらを実現する車両通信のための無線通信規格は各標準化団体によって議論されており、代表的なものが5.8/5.9 GHzの周波数帯を用いるDSRC(Dedicated Short Range Communication)であり、その代表的な規格としてARIB STD-T75とIEEE802.11pを挙げることができる。これらの通信規格を取り巻く状況は世界の地域ごとに異なる。

以下に予防安全のための車両通信への取り組みと、利用

表1 各地域の車車間/路車間通信技術

日本はARIB STD-T75ベース、欧米では802.11pが車両通信規格として有力である。

地域通信	日本	米国	欧州
車車間通信	●DSRC(ARIB STD-T75改良) 5.8 GHz帯	●DSRC/WAVE (802.11p) 5.9 GHz帯	●DSRC/WAVE (802.11p) 5.9 GHz帯
路車間通信	●DSRC(ARIB STD-T75) 5.8 GHz帯 ●光(近赤外線)ビーコン	●DSRC/WAVE (802.11p) 5.9 GHz帯	●DSRC/WAVE (802.11p) 5.9 GHz帯

注:略語説明 DSRC(Dedicated Short Range Communication)
WAVE(Wireless Access in Vehicular Environments)

が検討されている無線通信規格を日本、北米、欧州の各地域ごとに述べる(図3,表1参照)。

3.1 日本の動向

「IT新改革戦略」を踏まえ、政府は2006年4月に内閣府内にITS(Intelligent Transport Systems)推進協議会を発足し、主要自動車メーカーと共同で予防安全サービスの実用化に向け本格的活動を開始した。

警察庁は交差点付近の事故を減らすため、今後、自動車メーカーなどと共同で光ビーコンを使う路車協調システム(DSSS:Driving Safety Support Systems)の実験を3地域(愛知県、神奈川県、栃木県)で行い、2008年度の大規模実験を目指している。

国土交通省自動車交通局と自動車メーカーは、2005年に苫小牧で実施した官民共同実験ASV3(Advanced Safety Vehicle 3)を踏まえて、次期5年間のASV4では車車間通信技術を確認し、2008年に実証実験を実施、2010年の実用化開始を目指す。また国土交通省道路局は、2006年2月つくば市でのDSRCによる官民共同実験「スマートウェイ」の実施により、車両通信の安全支援への有効性を確認した。

車両通信向けの無線周波数はDSRCが使用している5.8 GHz帯の一部を利用することを候補として挙げている。また車車間通信規格はDSRCをベースとした拡張仕様が有力であるが未定である。現状は、多くの路側機器が配備されていることから、DSRCなどの複数の無線を併用することが考えられる。

3.2 北米の動向

米国運輸省(USDOT)が2001年のITS研究開発に関する長期法案TEA21を成立させて、安全運転支援に向けた活動を開始した。米国政府は「ロードセーフティビジョン」の中で、2010年交通事故死者数について、2001年度比30%低減を目標とした。その後2005年8月に次期法案SAFETEA-LUが成立し、本格的取り組みを開始している²⁾。

図3に示すようにアクティブ・セーフティのためのプロジェクト

IV(Intelligent Vehicle Initiative),CAMP(Crash Avoidance Metrics Partnership)などにおいて車車間通信の有効性を確認し,CICAS(Cooperative Intersection Collision Avoidance System)およびVI(Vehicle Infrastructure Integration)において実用化を検討している。特にVIIでは,FCC(Federal Communications Commission)が2003年12月にITS専用に割り当てた無線周波数5.9 GHz帯(5.850 ~ 5.925 GHz ,75 MHz帯域)を利用して、車車間/路車間通信技術にDSRC/WAVEと呼ばれる802.11pを採用する。さらにVIIIは2010年に全国20万 ~ 30万か所の主たる交差点に路車協調システム導入のための検証実験を実施する予定である。

802.11pは2004年11月に発足した無線LAN通信標準の策定団体であるIEEE802.11のタスクグループ p 1)の中で進められている、車車間/路車間の通信標準規格であり、2008年3月に暫定規格が決まる予定である。802.11pは802.11aの技術をベースに、主にキャリア周波数、1チャンネル当たりの帯域幅、無線送信電力を変更したものである。

3.3 欧州の動向

欧州ではEC(European Commission)が2001年9月に白書を作成し、その中で2010年までに交通事故死者数を半減することを目標として掲げている³⁾。

そのため、欧州では多くのEC主導プロジェクトや民間主導プロジェクトが存在する。EC主導のプロジェクトとしては、WILLWARN, CVIS, SAFESPOT, COMeSAFETYなどがあり、また民間主導プロジェクトとしては欧州の主要自動車メーカーを中心としたC2C-CC(Car-to-Car Communication Consortium)がある。

これらの活動では車両通信規格として802.11pが有力である。しかし、周波数割当状況が米国における802.11pと異なる。北米では上記のようにすでに割り当てられているのに対して、欧州ではこれから割り当てられようとしており、この割り当て要求は2段階に分けられている。

第1段階のパート1(5.885 ~ 5.905 GHz)が、高優先車両間通信向け割り当て予定の周波数帯である。これは802.11pを使う米国との最低限の互換性のために802.11pの制御チャンネルを包含するように位置している。また、第2段階のパート2の周波数帯(5.855 ~ 5.885 GHz ,5.905 ~ 5.925 GHz)は802.11pとのいっそう高い互換性のためのもので、パート1と合わせて70 MHzを確保できるようにしている。なお、802.11pにおいて最初の5 MHzはリザーブとされている。

4 車両通信技術の研究開発

4.1 システム開発研究所の取り組み

車両通信技術の標準化は現在進行中である。こうした無

線区間の通信規格標準化のほか、アプリケーション要求を考慮したネットワーク機能（経路制御など）も策定しなければならない。システム開発研究所ではネットワーク機能の要素技術開発に取り組んでいる³⁾。

(1) 車両向けマルチホップ通信技術の開発

マルチホップ通信は隣接車両だけでなく、関係する車両や歩行者との連携を可能にする。マルチホップ通信に関しては、IETF⁶⁾ (Internet Engineering Task Force)におけるMANET(アドホックネットワーク技術)の標準化提案活動に参加し、提案方式の車両への適用検討を実施している。

また高速移動対応に、短時間のネットワークへの参加、マルチホップの高速ルート切替、無線ネットワーク安定化機能、高信頼化機能などを開発し、実証実験を実施してマルチホップ通信の有効性を確認している。

(2) 複数無線メディア利用の車両通信基盤技術開発

近い将来、車両には多様なサービスを提供するため複数の無線メディアが搭載されることになる。その際にはサービスに適した車両通信の制御が必要になると考え、携帯電話と無線LANを用いてモバイルIPv6 (Internet Protocol Version 6) とMANETを組み合わせてシームレスな通信切替技術を開発している。

4.2 ソフィアアンティボリス研究所の取り組み

南フランスにある日立ヨーロッパ社ソフィアアンティボリス研究所では、2002年から車両通信の実用化に向けた研究開発を行っており、2005年10月に欧州の車両通信標準化団体C2C-CC⁴⁾のメンバーとなって標準化活動に参画している。主な活動内容は、実際の車両を用いた実験や、欧州内標準化活動への参加、ネットワーク通信プロトコルの開発である。現在、DSRCや802.11p上で動作するネットワーク通信プロトコルとして、二つのプロトコルの設計・実装・評価を行っている。

一つは、複数車両間で互いの位置情報などの予防安全に必要な情報を共有するための通信プロトコルである。このプロトコルでは、限られた無線リソースを有効に活用するため、周りの交通状況を検出して、どのくらいの頻度で情報が伝達されるべきかを判断する。これにより、無線ネットワークの輻輳（ふくそう）を回避し、効率的な情報共有が可能である。

もう一つは、ある車両が他車両もしくは路側装置と1対1通信をするための、通信経路制御プロトコルである。例えば、走行中のある車両が路側に設置されたアクセスポイントと通信することを考えた場合、車両は常にホットスポット内にとどまっているとは限らないため、他の車両にパケットを再転送させることで通信が可能になる。このプロトコルはどの車両を用いるべきかを、車両の位置・速度情報から判断し、安定した通信を提供する。

5. おわりに

ここでは、車車/路車協調型システムの基盤となる車両通信技術の国内外の動向、および日立グループの取り組みについて述べた。

今後、802.11p規格の完成後には世界的な車両通信技術になる可能性もある。一方、国内では複数の無線通信技術が併用されることと考える。

日立グループは、車両通信の標準化とともに、実現する予防安全サービスの実用化要件の明確化、要件に対する通信の高品質化、高性能化などの要素技術およびそれを実現する通信プラットフォームの開発が、予防安全サービス実現の重要な基盤技術となると考える。

参考文献など

- 1) 日経エレクトロニクス:2006.5.8号,特集「クルマは無線で安全になる」(2006.5)
- 2) 財団法人日本自動車研究所:車車間通信の欧米の動向調査(2006.2)
- 3) ヨーロピアンコミッション,
http://europa.eu.int/comm/transport/road/roadsafety/index_en.htm
- 4) C2C-CC, <http://www.car-2-car.org/>
- 5) M.Hayashi, et al.: "Realization of Advanced Vehicle Systems using Adhoc Network Technology", 11th International ITS Congress, Nagoya, 2004, 10
- 6) IETF, <http://www.ietf.org/>

執筆者紹介



林 正人

1987年日立製作所入社,システム開発研究所 UMP部所属
現在,モバイル通信,アドホック通信,車両向け通信システムの研究開発に従事
電子情報通信学会会員,IEEE会員



長船 辰昭

1998年日立製作所入社,Hitachi Europe Ltd. ソフィアアンティボリス研究所 所属
現在,車両通信の通信プロトコルの開発に従事
IEEE会員



松井 進

1980年日立製作所入社,システム開発研究所 所属
現在,モバイル通信,アドホックネットワークの研究に従事
電子情報通信学会会員,情報処理学会会員,IEEE会員



小山 敏

1969年八木アンテナ株式会社入社,日立製作所トータルソリューション事業部 ITSソリューションセンタ 所属
現在,ITS無線通信方式の国際規格化活動に従事
電子情報通信学会会員,IEEE会員,技術士(電気・電子部門)