

車々間通信実用化に向けた 大規模実証実験への取り組み

浜口 雅春 筒井 英夫
徳田 清仁

交通事故低減を目的とした安全運転支援システムの実現に向けて、車と車が直接通信する車々間通信の開発が加速している。OKIは、車々間通信システムの技術開発を他社に先駆けて推進してきた。特にコア技術となるメディアアクセス制御方式、誤り訂正方式、ダイバーシチ方式などの、無線通信方式の研究開発を行ってきた。本稿では、この車々間通信システムを構成する無線アドホックネットワーク技術の紹介、2008年度に実施された大規模実証実験ITS-Safety2010におけるOKIの取り組みとその成果を報告する。

大規模実証実験 ITS-Safety2010

近年、交通事故死者数は減少傾向にあるものの、依然として交通事故発生件数は高い状態で推移している。このため、政府として取りまとめた「IT新改革戦略」にある通り、2008年度までに官民連携した安全運転支援システムの大規模な実証実験を行うことが計画され、効果的なサービス・システムのあり方について検証を行うとともに、事故削減への寄与度について定量的評価が開始された。2010年度からは、安全運転支援システムの事故多発地点を中心とした全国展開を図ることを目的として、

ITS-Safety2010がスタートした。

その中で国土交通省と車両メーカーが推進しているASV（先進安全自動車：Advanced Safety Vehicle）プロジェクトは、車と車が直接通信する車々間通信システムを用いた安全運転支援の検証を実施した（図1）。

ITS-Safety2010で実施された大規模実証実験では、通信実験とアプリケーション評価実験を実施し、その結果から、無線通信方式の安全運転支援システムへの適応性評価およびアプリケーションの安全運転支援への効果検証を行なった。実験は、実際の道路環境を想定し構築されたテストコース内の模擬市外路、およびITS-Safety2010の公開デモンストレーション会場となった東京お台場地区の公道において実施された。

車々間通信システム

車々間通信システムは、車と車がDSRC（Dedicated Short Range Communication:専用狭域通信。国内では5.8GHz帯の路車間通信を規定）などの通信システムを用いて直接通信し、お互いの位置情報や車両情報、運転情報などを交換することで、危険な状況などを事前に把握

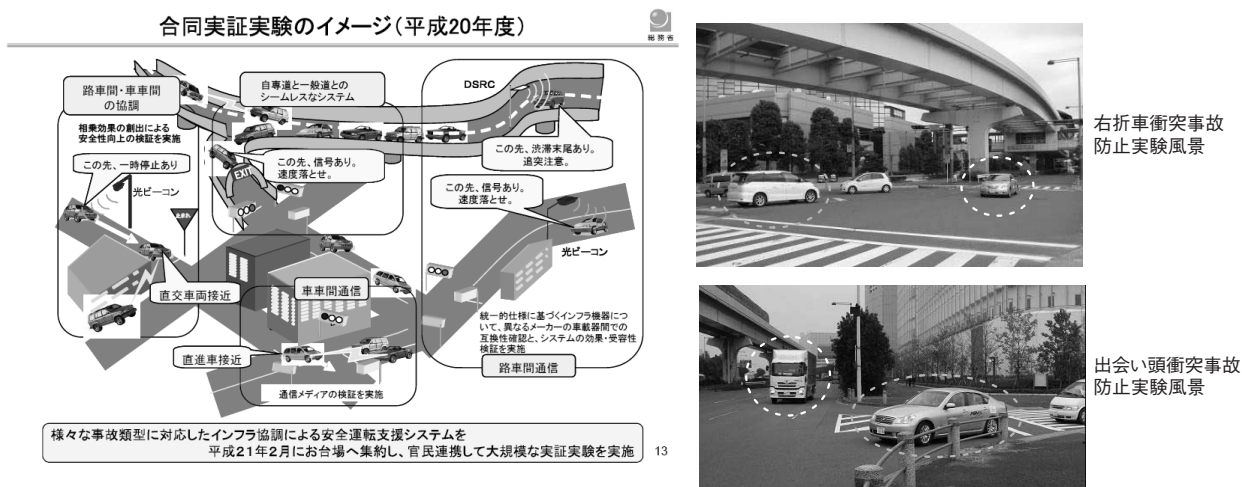


図1 大規模実証実験のイメージと実験風景

し、ドライバーへ音やメッセージなどで警告を与えるシステムである。5.8GHzを用いた車々間通信の実験用ガイドラインITS FORUM RC-005 1.0版に規定されている通信方式の諸元を表1に示す。

表1 通信方式の諸元

周波数	5.8GHz帯
送信電力	10mW
変調方式	$\pi/4$ shiftQPSK
占有帯域幅	4.4MHz
伝送速度	4.096Mbps
アクセス制御	CSMA
誤り訂正	Turbo符号
連送	無/有

車々間通信を用いた安全運転支援システムの構成図を図2に示す。各車両には、安全運転支援サービスの処理を行うカーナビゲーション端末（もしくはPC）、車両の位置情報や走行状態を把握するためのGPS受信機や車両センサ、および車々間通信装置が搭載されている。

車両では、GPS、車両センサ等より取得した自車位置情報および自車状態情報（速度、ブレーキ、ウインカー等の情報）を周囲の車両へブロードキャスト送信するとともに、車々間通信装置から受信した他車両位置および車両状態情報から、危険となる他車両の接近を検知するとディスプレイやスピーカなどを用いドライバーに注意を促す。データ送信周期は、車両移動速度から100ms程度が要求されるため、高リアルタイム通信、高速データ処理が必要となる。

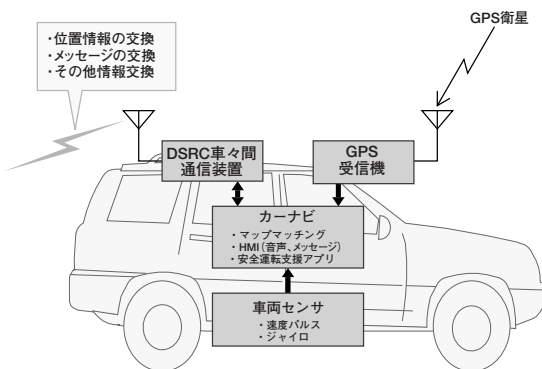


図2 安全運転支援システム搭載車両構成図

無線アドホックネットワーク

実際の道路交通環境における車々間通信は、専用の基地局を必要とせず不特定多数の車両が参入・離脱を繰り返す中でのネットワーク構築が必要となる。この状況

のもと複数の移動局間において短時間で情報交換を行うことが求められる。

そこで、現在検討されている車々間通信システムでは、アクセス方式に自律分散型ネットワークに適したCSMA方式（Carrier Sense Multiple Access：搬送波感知多重アクセス）を用いて、移動体無線アドホックネットワーク（ネットワークインフラを必要としない無線端末のみで構成されたネットワーク）を構築している。図3は、ITS FORUM RC-005に記載されているCSMA通信状態の例を示したものである。

移動局（OBE）は通信ゾーン内の複数の移動局に対して、割り当てられた単一の無線チャンネル（周波数）を用いて同報通信を行う。

各移動局は、送信要求があった場合、キャリアセンス機能（搬送波の受信電力レベルを検出する機能）により無線チャンネル使用状況を検出し、空いていると判断した場合、規定の手順に従ってデータを送信する。図3の例では、まずOBE Bが上記手順にて送信を行い、その間OBE Aはキャリアセンス結果により送信待機状態となっている。その後OBE Aは無線チャンネルの空きを検出した後に送信を行っている。当然ながら、通信ゾーン内の車両台数が増えると、複数の車両で送信タイミングが重なる可能性が高くなる。無線チャンネルの空きを同時に検出し、同時に送信すればパケットが衝突してしまう。そのため、キャリアセンスで無線チャンネルの空きを検出後、直ちに送信せず、ランダムな時間を待ってから再度キャリアセンスを実行する等の方法で送信タイミングを分散する仕組みを採用している。

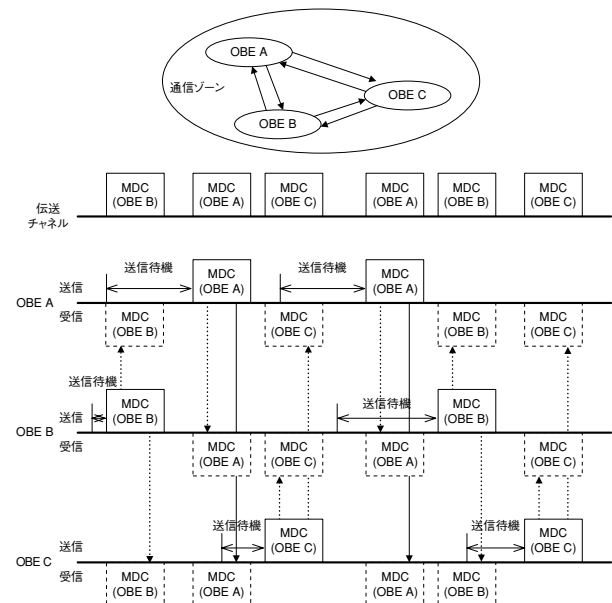


図3 車々間通信システムにおける通信状態の例

大規模実証実験における実験内容とその成果

大規模実証実験では、ITS FORUM RC-005で規定されている車々間通信仕様の安全運転支援システムへの適応性が評価された。OKIはこの実験に使用する車々間通信装置を、実験に参加した国内車メーカー全14社と海外車メーカー2社の全16社に独占供給した。

通信基礎実験では、安全運転支援システムの要件である「通信品質」、「収容台数」を評価し、またアプリケーション評価実験では、通信基礎実験から得られたデータを基に、安全運転支援アプリケーションの効果検証を行った。実験場所は、つくばのJARI（財団法人日本自動車研究所）テストコース内に構築した模擬市街路と実際の公道が使用された。公道での実験は、ITS-Safety2010の公開デモンストレーション会場となったお台場地区を中心に実施した。実験内容を表2に、実験データ、実験環境の一例を図4～図7に示す。

本稿では、ASVで検討されている事故防止支援シーン（出会い頭衝突、右折時衝突、左折時衝突、追突）を想定した走行環境における通信品質特性を明らかにするために実施した、送信・受信それぞれ1台の車両を用いた1対1通信実験の中から、特に代表的な出会い頭衝突防止支援

シーンの結果を紹介する。出会い頭衝突防止支援サービスは、図4中の下部に示した実験環境概要図に記載の優先道路側走行車両（TX）が、見通し外5mの非優先道路にいる車両（RX）と交差点手前約100mからパケット到達率80%の通信品質を確保することがASVの目標値となっている。図4は、05年度にOKIが従来のDSRC（ETC）の通信技術をベースに試作した車々間通信装置Ver1.0による出会い頭衝突防止支援シーンでの通信性能である。交差点からの距離0mより遠い場所では、建物の影で見通し外となるため、パケット到達率が10%以下という結果であった。そこで無線通信の方式検討に注力し、誤り訂正方式にターボ符号、ダイバーシチ受信、連送方式を採用し、08年度に車々間通信Ver2.2装置を開発した。図5がその通信性能評価結果である。パケット到達率80%を交差点手前約150mから達成する結果が得られたことで、ASV要求の通信品質を満足する通信方式を実証できた。

また複数の車両に搭載した車々間通信装置が相互にブロードキャスト通信を行うN対N通信実験を行い、干渉車両、隠れ端末車両の影響や、高負荷発生時の影響について実験・解析を行い、同走行環境における通信制御特性を明らかにした。実験では、実際の道路環境が必要となる30台程度の車両を配置した30対30実験、お台場の公道における実環境走行試験を中心に検証を行い、安全運転

表2 実験内容

実施場所	内容	測定内容	想定事故シーン
模擬市外路	1対1実験	通信品質の基本特性	出会い頭衝突防止支援
	30対30実験	干渉車両、隠れ端末車両の影響	右折時衝突防止支援
	N対N実験	高負荷トラフィック（100台程度）発生時の影響	左折時衝突防止支援
公道（東京お台場）	30台実験	実環境におけるサービス効果検証	追突防止支援

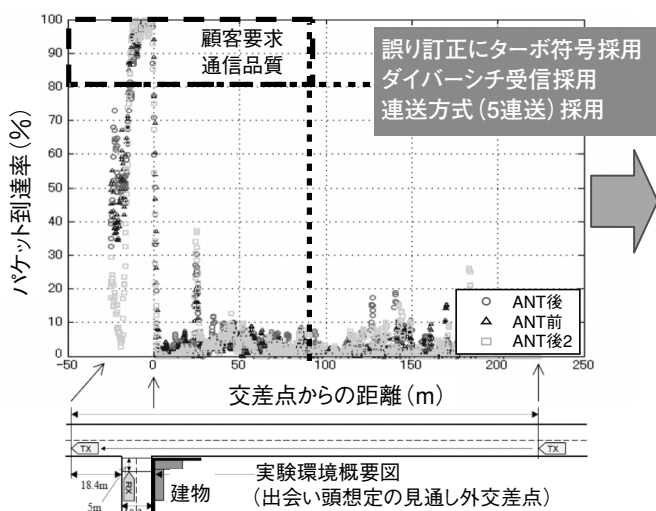


図4 OKI車々間通信Ver1.0装置によるパケット到達率結果

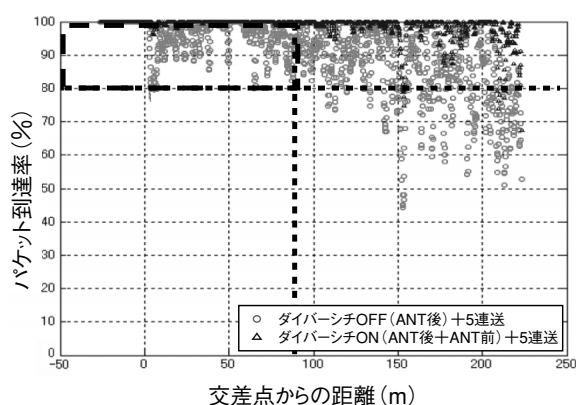


図5 OKI車々間通信Ver2.2装置によるパケット到達率結果

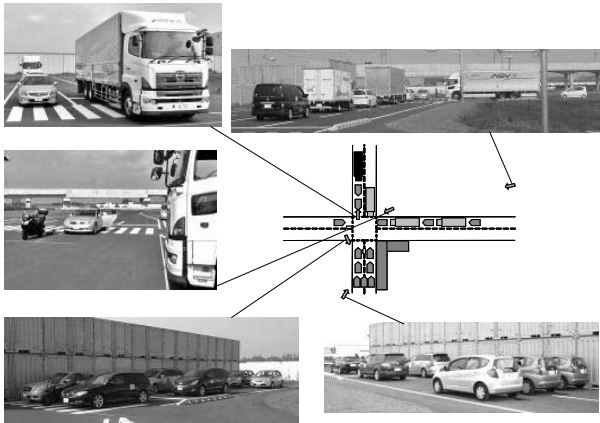


図6 模擬市外路コースの実験風景

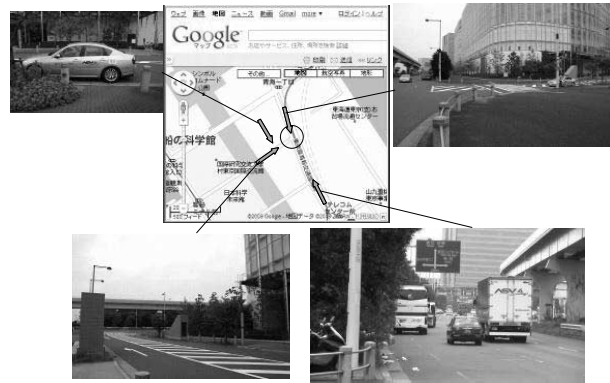


図7 公道（東京お台場）の実験風景

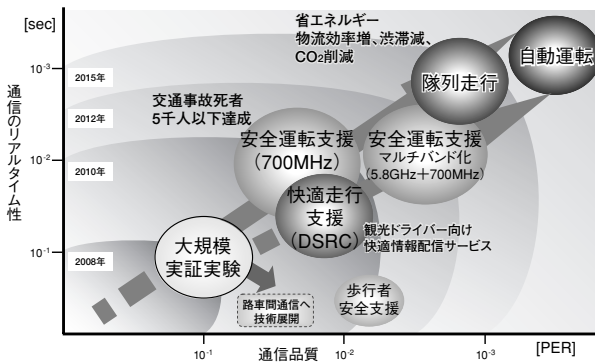


図8 車々間通信の開発ロードマップ

支援に要求される通信が成立することを確認した。また、ASVデモンストレーションでその効果を実証した。

今後の展開

図8に車々間通信の技術開発ロードマップを示す。安全運転支援以外にも情報提供サービス（快適走行支援）との連携や、路車間通信システムとの一体化、歩行者と車両の通信などへ展開するための端末の小型・低価格化、および複数の通信方式を用いたより高度なシステムの構築といった研究開発にも取り組んでいく。さらに、省エネルギー対策のための隊列走行や将来の自動運転まで視野に入れた、通信性能の向上も必要となる。

まとめ

車々間通信の実現に必要な移動体通信技術、アドホックネットワーク技術のアドバンスに向け、誤り訂正方式、ダイバーシチ方式、メディアアクセス制御方式などの研究開発成果を、2008年度の車々間通信システムの

実証実験に展開した。結果、OKIが提案した通信方式を搭載した車々間通信Ver2.2装置は、本実験環境において、ASVの通信性能要求を満足できることが確認できた。また、30台の車両が実際の道路を走行して実施したデモンストレーションにおいても、ASVが想定するサービスを実現できたことで、5.8GHz帯を用いた車々間通信システムが成立する見通しが得られた。

ITS-Safety2010における安全運転支援システムの大規模実証実験の成功により、車々間通信の有効性の確認と実用化に向けた技術的な目処付けができた。今後は商品化をターゲットに、通信仕様の国内標準化と国際展開を目的としたさらなるデータの蓄積、自動車メーカーによる商品開発テストに対応するための装置開発を実施していく計画である

参考文献

- 1) IT戦略本部
http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/060119honbu_n.pdf (2009年6月10日)
- 2) ASV
<http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/01asv/index.html> (2009年6月10日)
- 3) ITS情報通信システム推進会議
http://www.itsforum.gr.jp/Public/J7Database/p32/ITSFORUMRC005V1_0.pdf (2009年6月10日)

筆者紹介

浜口雅春：Masaharu Hamaguchi. 官公システム事業部 無線技術研究開発部 システム創出チーム チームマネージャ
筒井英夫：Hideo Tsutsui. 官公システム事業部 無線技術研究開発部 DSRCチーム チームリーダー
徳田清仁：Kiyohito Tokuda. 官公システム事業部 無線技術研究開発部 部長