

交差点における安全運転支援システムの動向とNECの取り組み

板垣克・野田雄一・田中俊明

要旨

道路に設置された通信機器やセンサーなどの設備と、走行する車両が相互に必要な情報をやりとりし、安全性や利便性を向上させるシステムをインフラ協調システムと呼びます。現在、このようなシステムの実用化に向けた取り組みが世界的に進められています。本稿では、インフラ協調システムの具体的なアプリケーションとして、交差点における安全運転支援に焦点を当てます。各地域の具体的な取り組み事例として、米国のVII、欧州のPReVENT、日本のDSSSの動向を紹介し、さらに、DSSSに対するNECの取り組みについて紹介します。

キーワード

●インフラ協調システム ●DSSS ●VII ●CICAS ●PReVENT ●INTERSAFE

1. はじめに

道路交通の発達した社会において、交通事故死者数の削減は大変重要な課題です。日本では2005年に内閣府が発表した「IT新改革戦略」のなかで、現在年間6,000人程度の事故死者数を2012年までに5,000人以下に減らすという目標を掲げ、これを達成する具体的な手段として「インフラ協調による安全運転支援システム」を取り上げています。

一方米国や欧州においても、それぞれ年間40,000人を超える交通事故死者数を削減するための具体的施策として、米国ではUSDOT（米国運輸省）がVII（Vehicle Infrastructure Integration）と呼ばれるプロジェクトを、また欧州ではEU（欧州連合）がPReVENTと呼ばれるプロジェクトを立ち上げ検討を進めています。

インフラ協調システムとは、道路に設置された通信機器やセンサーなどの設備（路側インフラ）と車両が相互に必要な情報をやりとりし、交通事故を未然に防ぐシステムです。日本では具体的な取り組みとして、警察庁の推進する安全運転支援システム(DSSS：Driving Safety Support Systems)や、国土交通省の推進する走行支援道路システム(AHS：Advanced cruise-assist Highway System)などがあります。DSSSは主に一般道路の交差点に、AHSは主に高速道路や主要国道の単路部に展開されています。

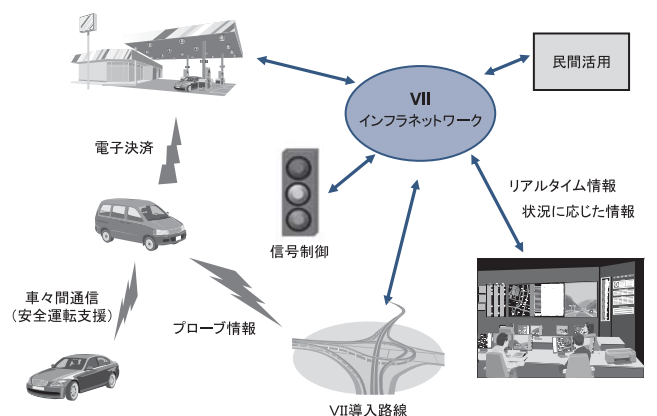
本稿では、このようなインフラ協調システムに関する動向の具体的な例として、米国のVII、欧州のPReVENT、日本の

DSSSについて、概要を紹介します。また、赤外線カメラや狭域無線通信(DSRC：Dedicated Short Range Communication)等の技術を活用した、NECの取り組み状況についても紹介します。

2. 米国VIIの概要

VIIとは、米国の運輸省に相当するDOT（Department of Transportation）が推進するプロジェクトで、安全運転支援をはじめとする様々なサービスの基盤となるインフラ協調システムを検討しています（図1）。

VIIの推進体制はUSDOT、州レベルのDOT（State DOT）、関



(USDOT 公開資料を元に作成)

図1 VIIのイメージ

係団体、自動車メーカーなどによって構成され、技術面、制度面、ビジネスモデルの受容性等についての検討が行われています。2007年現在はカリフォルニア州、ミシガン州、バージニア州との連携により構築された実験環境を用いて、POC (Proof of Concept) と呼ばれる技術面の受容性を判断するための実証実験が行われています。その後FOT (Field Operational Test) と呼ばれるより実際のシステムに近いアプリケーションを含む受容性の評価に移行し、2009年までに検討結果が整理される予定となっています。

VIIの中軸となる技術が5.9GHz DSRCです(表1)。VIIではDSRCが路側インフラと車両の通信手段だけでなく、車両どうしの通信手段としても用いられます。

VIIの想定するアプリケーションは多岐にわたりますが、本稿では交差点向けに検討されているCICAS (Cooperative Intersection Collision Avoidance System)について簡単に紹介します。CICASは当初VIIとは別のプロジェクトとして設立されましたが、現在はUSDOTの方針によりVIIとの連携を図っています。以下に具体的なシステムを紹介します。

- 1) CICAS-V (Violation) : 信号や一時停止違反車に対し、表示板や車載端末で警告するシステム。
- 2) CICAS-SLTA (Signalized Left Turn Assistance) : 対向車両の存在を検知した上で、安全な左折が可能かどうかを表示板や車載端末で通知するシステム。
- 3) CICAS-TSA (Traffic Signal Adaptation) : 黄色信号時に車両が停止せず交差点に進入した場合など、交差点内での衝突が想定される場合に信号機のタイミングを制御し、衝突を回避するシステム。

表1 米国5.9GHz DSRCの特徴

	米国のDSRC	参考:日本のDSRC
周波数帯	5.850MHz~5.925MHz	5.775MHz~5.845MHz
チャンネル数	10MHz×7チャンネル (制御:1、サービス:6)	7チャンネル (ETC:2、他未定)
通信可能な最大車速	最大120マイル/時 (約190km/時)	定義はなし (サービス依存)
通信エリア	最大300m (特殊車両は1000m)	定義はなし (最大200m程度)
システム遅延	50ミリ秒以下	定義はなし
伝送容量	6メガビット/秒 ~27メガビット/秒	4メガビット/秒(QPSK)
車両一台あたりの伝送容量	最大20キロバイト/秒	最大500キロバイト/秒
最大出力	30W(路側アンテナ)、 2W(車載機)	0.3W(路側アンテナ)、 0.01W(車載機)

(USDOT/ARIB 公開資料を元に作成)

4) CICAS-SSA (Stop Sign Assist) : 一時停止を経て主要道路に進入する交差点において、主要道路の交通状況を把握し、安全な侵入が可能かどうかを表示板や車載端末で通知するシステム。

USDOTによるVII導入が決定した場合の計画として、DSRCの設置個所数が公表されています。主要都市部やフリーウェイなど、全米で合計20万基~25万基(初期導入時8万基~12万5千基)のDSRCが設置される見込みです。

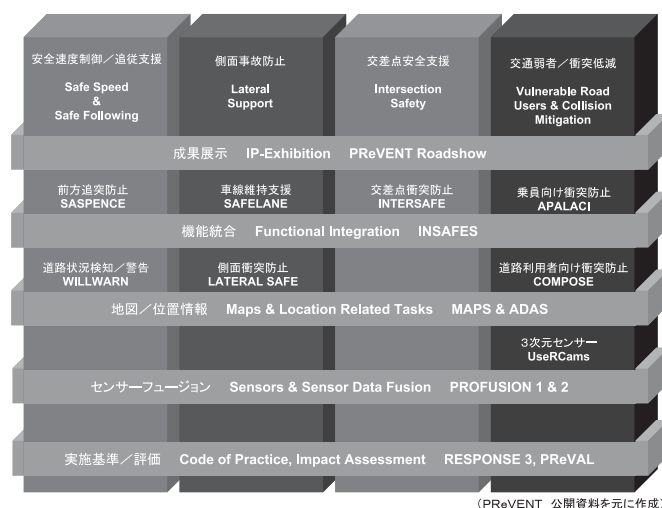
3. 欧州PReVENTの動向

PReVENTとは、EUが進めてきた安全運転支援システムに関するプロジェクトです。2003年に発足し、2007年度で活動が終了する予定です。

PReVENTでは2010年までに交通事故を50%削減するという目標を掲げるとともに、欧州全体としての安全運転支援に関する知見の集積、各国の連携強化、経済の活性化などをめざしてきました。

PReVENTは複数のサブプロジェクトで構成されており、技術面と制度面の両面で検討が進められてきました(図2)。特に交差点衝突防止システムについてはINTERSAFEと呼ばれるサブプロジェクトで詳細が検討されてきました。

INTERSAFEでは、主に要素技術の検証とドライビングシミュレータによる効果検証が行われてきました。要素技術に



(PReVENT 公開資料を元に作成)

図2 PReVENTの機能とサブプロジェクトの位置付け

については、2つのレーダーセンサと1つの可視カメラを車両に搭載し、他の車両や歩行者、道路付属物などの検知を行うとともに、地図情報との連携により自車位置の精度を向上させる仕組みの研究が行われました。一方効果検証では、リスクのないドライビングシミュレータにより様々な条件でシステムの検証が行われ、要素技術に対する要求条件が検討されてきました。

本プロジェクトが対象とするアプリケーションは、欧州の交差点における事故データを分析して得た事故発生率の高い状況を想定し、交差点に進入する車両に対し信号機の情報や停止線の情報を提供するとともに、望ましい速度の指示を行います。路側インフラと車両との通信に用いられる無線技術としてはIEEE802.11p（現在仕様が検討されている車々間通信等の用途を想定したITS向けの無線LAN）が想定されています。

本プロジェクトの成果は2007年9月にフランスで実施されたPREVENTのデモとして紹介されました。今後は2006年度より新たに発足した以下のプロジェクトのなかで、インフラ協調システムおよび交差点衝突防止システムについての検討が継続される予定です。

- 1) SAFESPOT：路車間通信と車々間通信により各車両が安全な距離を保ち事故を未然に防ぐ（Safety Margin Assistant）安全運転支援システムを検討。交差点衝突防止システムも視野。
- 2) COOPERS (Co-operative Systems for Intelligent Road Safety)：路車間通信による経路誘導や、プローブ情報を活用した交通管理等について検討。
- 3) CVIS (Cooperative Vehicle-Infrastructure Systems)：路車間通信技術の標準化や車両位置算出方法など、技術的な内容を検討。

4. 日本のDSSSの概要

DSSSとは、ドライバーの不注意による交通事故の防止を目的とし、路側インフラから得た周辺の交通状況をドライバーに提供することで注意を促し、安全運転を支援するインフラ協調システムです。

国内の交通事故発生状況を分析すると、追突事故と出会い頭衝突事故が大半を占めており、それらの多数は安全不確認や漫然/脇見運転などのドライバーのミスに起因しています。そこで社団法人 新交通管理システム協会（以下、UTMS協

表2 DSSSのサブシステム

サービス類型	サブシステム	サービスレベル
1 追突防止	1-1 追突防止情報提供システム	情報提供型
	1-2 右折待ち追突防止情報提供システム	情報提供型
	1-3 停止・低速車両情報提供システム	判断型/介入型
2 出会い頭衝突防止	2-1 出会い頭衝突防止情報提供システム (優先道路→非優先道路)	判断型/介入型
	2-2 出会い頭衝突防止情報提供システム (非優先道路→優先道路)	判断型
	2-3 死角画像提供システム	情報提供型
3 右折時衝突防止	3-1 右直事故防止情報提供システム	情報提供型
	3-2 右直事故防止画像提供システム	情報提供型
	3-3 二輪車情報提供システム	情報提供型
4 左折時衝突防止	4-1 左折巻き込み情報提供システム	情報提供型
	4-2 歩行者横断情報提供システム	情報提供型
5 正面衝突防止	5-1 対向車接近情報提供システム	情報提供型
6 合流支援	6-1 本線合流支援情報提供システム	情報提供型
7 規制情報提供	7-1 速度情報提供システム	判断型
	7-2 一時停止規制情報提供システム	情報提供型/判断型
	7-3 規制情報利用システム	判断型/介入型
8 信号情報提供	8-1 信号情報提供システム	判断型
	8-2 信号情報提供システム	判断型/介入型
9 事故態様情報提供	9-1 事故態様情報提供システム	情報提供型

(社団法人新交通管理システム協会紹介資料およびホームページを参照し作成)

会)では、それら事故類型などに対応した19種のDSSSサブシステム、および以下に示す3種のサービスレベルを考案し、表2に示すそれらの組合せを定義しています。

・ **レベルⅠ：情報提供型サービス**

路側機での判断に基づき情報提供/注意喚起を実施。

・ **レベルⅡ：判断型サービス**

路側機に加えて車両側でも判断を行い、必要に応じた情報提供/注意喚起を実施。

・ **レベルⅢ：介入型サービス**

車両側での判断の際、危険回避の必要性に応じて介入制御までを実施。

2007年度現在、DSSSは複数の検討作業部会が運用されており、特に栃木、神奈川、愛知、広島の4地区で進められている検討作業部会では、警察庁、各県警察、UTMS協会、民間企業などにより、実用化に向け具体的な検討および実証実験が行われています。また、2008年に予定されている「大規模実証実験」と呼ばれるインフラ協調システムを含むITSの実験実施に向け、自動車メーカーが推進するASV (Advanced Safety Vehicle)との連携も視野に入れた検討も行われています。

5. NECの取り組み

NECでは、実績のある赤外線カメラ（図3）やDSRCの技術を活用した安全運転支援システムをDSSS検討作業部会に提案し、実験を行っています。NECでは表2のうち、以下3項のサブシステムに着目しており、1-3項は広島県DSSS検討作業部会、3-1および8-1項は愛知県DSSS検討作業部会にて実験準備を進めています。

- ・ 1-3 停止・低速車両情報提供システム
- ・ 3-1 右直事故防止情報提供システム
- ・ 8-1 信号情報提供システム

5.1 愛知県DSSS検討作業部会

豊田市内の事故多発地点である、国道153号と市道大洞筋違橋線の交差点において、NECは各関係方面のご協力を得て2006年度より赤外線カメラ（図3）を設置し、実交通流の画像データを取得しています。これらの取得データから車両の検出処理を行うことにより、各種天候などの条件下における検知性能の評価を行っています。2007年度にはさらに車両位置同定用のリファレンスカメラを増設することにより、車両の位置や速度の測定精度について、詳細な評価を行う予定です。また、同年度にはDSRCによる交差点内外での電波伝搬特性に関する基礎実験も予定しています。さらに、翌2008年度には、これら赤外線カメラとDSRCとを組み合わせ、右直事故防止情報提供システム、および信号情報提供システムとしてのサービスの検証も行う予定です。このように、画像処理や通信の基礎的な検証を十分に行った上で、最終的には完成された交差点部でのインフラ協調システムとして提案していきたいと考えています（図4）。

5.2 広島県DSSS検討作業部会

国道2号西広島バイパスの観音高架橋では、バイパス終端部の交差点を基点とする渋滞が恒常的に発生しています。高架橋上には見通しの悪い複合カーブがあり、カーブ先にある渋滞末尾への追突事故が頻発しています。2008年度、NECは各関係方面のご協力を得てこの区間に渋滞末尾検出用の赤外線カメラと、DSRC/光ビーコンを併用した路車間通信装置を設置することにより、停止・低速車両情報提供システムを構築



図3 赤外線カメラ（可視/赤外ハイブリッド）

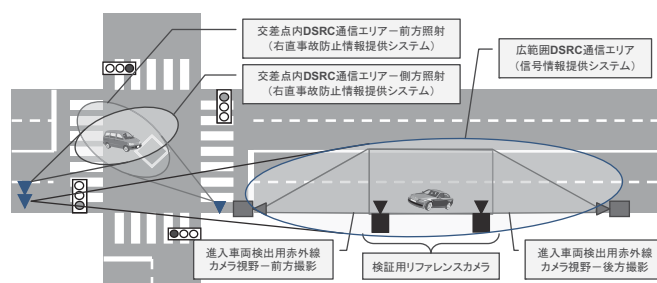


図4 豊田市小坂町でのシステム構成

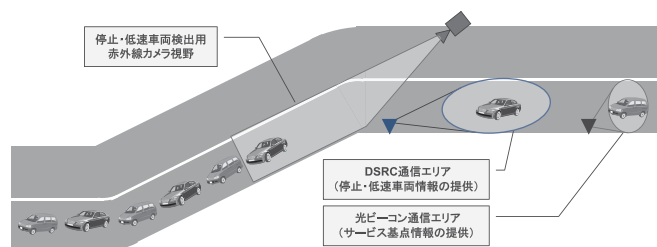


図5 国道2号西広島バイパス 観音高架橋でのシステム構成

すべく、現在各種検討や準備を進めています。広島県DSSSでは、愛知県DSSSで得た画像処理や通信の基礎検証結果をシステムに反映させるとともに、ドライバーによる受容性など、サービスの評価を主体とした実験を行う予定です。最終的には完成された単路部でのインフラ協調システムとして提案していきたいと考えています（図5）。

6. おわりに

本稿では、ITS市場において現在最も注目されているインフラ協調システムの概要とその具体的な取り組み例として、米国、欧州、国内の動向を紹介しました。また、DSSSへのNECの取り組みについて紹介しました。

NECは赤外線カメラによる道路状況把握装置をAHSにいち早く導入し、先進的な安全運転支援システムの実績を保有しています。検出性能や設置コストなどの優位性を生かし、インフラ協調システムの市場に貢献できる製品開発や販売推進を続けていきたいと考えています。

文末となりましたが、DSSSでの活動にあたり、ご指導、ご支援を賜りました警察庁、UTMS協会、他各関係機関の皆様に対し、厚く御礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 米国運輸省 ホームページ
<http://www.its.dot.gov/vii>
- 2) PReVENT ホームページ
<http://www.prevent-ip.org/>
- 3) 社団法人新交通管理システム協会 ホームページ
<http://www.utms.or.jp/>
- 4) H18年度安全運転支援システム分科会報告書（概要編）

執筆者プロフィール

板垣 克

放送・制御事業本部
ITS事業推進センター
(社)新交通管理システム協会所属

野田 雄一

放送・制御事業本部
交通・公共ネットワーク事業部
基本開発部
(社)新交通管理システム協会所属

田中 俊明

放送・制御事業本部
交通・公共ネットワーク事業部
基本開発部
日本海洋音響学会所属
(社)新交通管理システム協会所属