

# 無線通信によるインフラ協調型安全運転支援システム

Vehicle-Infrastructure Cooperative Safe Driving Support System using Wireless Communications

畑山 佳紀\*  
Yoshinori Hatayama

中岡 謙\*  
Ken Nakaoka

インフラ協調型安全運転支援システムは、車車間通信（車と車との無線通信）や路車間通信（道路に設置された路側機と車との無線通信）を用いた情報伝達によって、センサなどでは検出できない見通しの悪い交差点などでの接近車両や歩行者などを認識し、ドライバーに情報提供することで、交通事故を防止するための運転支援システムである。

Vehicle-infrastructure cooperative safe driving support system provides a driver with warning information, such as the approach of vehicles and pedestrians that cannot be detected by vehicle-installed sensors. The aim is to prevent traffic accidents caused in low-visibility conditions by using vehicle-to-vehicle and/or vehicle-to-infrastructure wireless communications.

## 1. 無線通信による交通事故防止

インフラ協調型安全運転支援システムは、車車間通信や路車間通信などのITS（Intelligent Transportation System）無線通信による情報伝達によって、接近車両や障害物などを認識し、衝突の可能性などをドライバーに情報提供することで、交通事故を防止するための運転支援システムである（第1図）。日本では、700 MHz帯を用いたITS無線通信規格[1]が2012年に策定され、実用化に向けた官民共同の取り組みが推進されている。



第1図 インフラ協調型安全運転支援

Fig. 1 Vehicle-infrastructure cooperative safe driving support

無線通信による情報伝達手段を活用することで、車に搭載したカメラやレーダでは直接検出できない物体を認識できるため、見通しの悪い交差点での出会い頭衝突事故などを防ぐことが可能であり、交通事故の一層の削減に有効な安全運転支援システムとして期待されている。

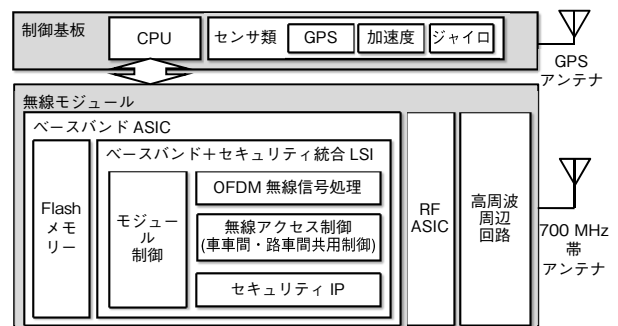
本システムの実用化に向けて、700MHz帯ITS無線通信に必要な機能を搭載した無線モジュールと、本モジュールを搭載した車載無線機を開発した。また、車への装着

性を考慮したアンテナとして、3つの周波数（700MHz帯ITS、地上デジタルTV、GNSS（Global Navigation Satellite System））に対応した透明フィルムアンテナを開発し、安全運転支援に必要な通信特性が得られることを確認した。

さらに、運転支援のためのドライバーへの情報提供として、300台程度の周辺車両のなかから事故などにつながる可能性のある車両を低遅延で選定し、重要な運転支援情報を的確なタイミングでドライバーに提供することを可能にした。

## 2. 車載無線機の構成

車載無線機は、ベースバンドASIC（Application Specific Integrated Circuit）とRF ASIC、高周波周辺回路が搭載された無線モジュールと、CPUやセンサ類などが搭載された制御基板で構成される（第2図）。



第2図 車載無線機の構成

Fig. 2 Block diagram of on-board unit

700MHz帯ITS無線通信規格[1]に対応したセキュリティIP（Intellectual Property）コアを開発し、ベースバンド機

\* オートモーティブ&インダストリアルシステムズ社  
車載エレクトロニクス事業部  
Automotive Electronics Systems Business Div.,  
Automotive & Industrial Systems Company

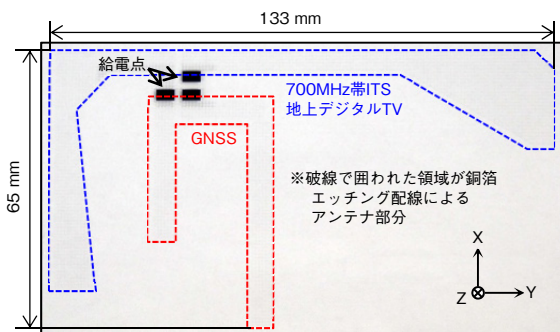
能と統合した1チップLSIとすることで低コスト化を実現している。また、1チップ化によって消費電力の多くを占めるチップ間のデータ通信が不要となるため、2チップ構成と比較して約20%の低消費電力化を実現している。さらに、この統合LSIと、暗号化されたセキュリティ情報を格納するFlashメモリを1パッケージ化することにより、外部からのセキュリティ情報へのアクセスを困難とし、耐タンパ性(セキュリティ機能の機密性)を向上している。

### 3. 3波統合型透明フィルムアンテナ

無線機と接続するRFケーブルの取り回しや、車のデザインとの親和性から、車載アンテナとしてフロントガラスに貼り付ける3波統合型透明フィルムアンテナを開発した。

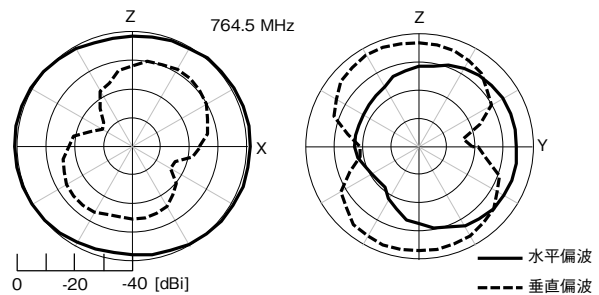
700MHz帯ITS (755.5 MHz~764.5 MHz)、地上デジタルTV (470 MHz~710 MHz)、GNSS (GPS: 1575.42 MHz ± 3 MHz, GLONASS (注1): 1598.06 MHz~1605.37 MHz)の3つの周波数帯に対応したアンテナ素子を1つのフィルムアンテナに統合した(第3図)。また、700MHz帯ITSの帯域端である764.5 MHz (700MHz帯ITSの帯域内で放射パターン特性が最も劣化する周波数)で測定したフィルムアンテナの放射パターンを第4図に示す。700MHz帯ITS単体のフィルムアンテナと同等のアンテナ特性を実現するとともに、個別のアンテナを使用する場合と比べてフロントガラスへの貼り付け面積を削減している。

また、フィルム上に微細な銅箔(はく)をエッチング配線した透明導電フィルムを形成することで、約87%の透過率を達成し、ドライバーの前方視界の妨げを低減し



第3図 3波統合型透明フィルムアンテナの外観  
Fig. 3 Appearance of transparent film antenna

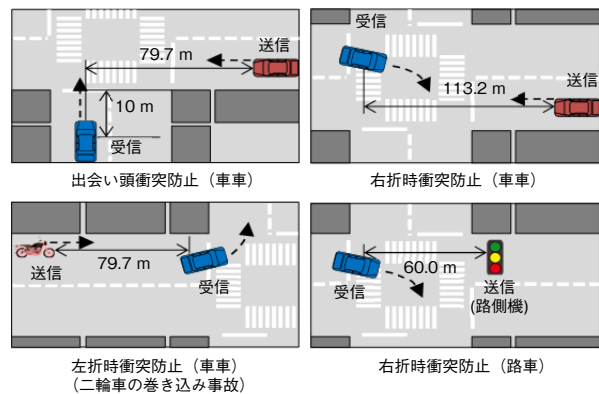
(注1) ロシア宇宙軍によりロシア政府のために運用されている衛星測位システム。(露) GLObal'naya NAVigatsionnaya Sputnikovaya Sistema, (英) Global Navigation Satellite System.



第4図 3波統合型透明フィルムアンテナの放射パターン  
Fig. 4 Radiation patterns of transparent film antenna

ている。

本フィルムアンテナを用いて、第5図に示す事故防止支援シーンを想定した車両走行時のフィールド通信実験を行い、700MHz帯ITSの通信特性を確認した。第5図に示す実験場所は、道路沿いや交差点周辺に5階建て以上の建物が並ぶ市街地環境である。アンテナ高は、車載機は1.5 m、路側機は5.0 mである。通信実験の結果、700 MHz帯を用いた安全運転支援システムの要件で定められている通信品質(車車間通信で95%以上、路車間通信で99%以上の積算パケット到達率(注2))を達成した。



第5図 事故防止支援シーン  
Fig. 5 Collision avoidance scenes

### 4. ドライバーへの情報提供方法

700MHz帯ITS無線通信を用いた運転支援システムでは、各車両は100 ms周期で車両情報などのメッセージを送信するため、都市部など交通量の多い環境(300台程度の周辺車両が存在する状況)では、周辺車両との間で多数のメッセージが送受信される。また、事故防止のため

(注2) 受信車両が10 m走行する間に送信車両から送信されるパケットを少なくとも1回受信できる確率。

の安全運転支援に加えて、緊急車両の優先通行支援や交通円滑化のための運転支援など、多種多様な運転支援アプリケーションの利用が想定されている。従って、ドライバーに対して的確に運転支援を行うためには、多数の周辺車両が存在する状況で、複数の運転支援アプリケーションのなかからドライバーにとって重要なアプリケーションを瞬時に判断し、適切なタイミングでわかりやすくドライバーに情報提供を行う必要がある。そこで、第2図に示すCPUでは、以下に述べるメッセージ処理や運転支援アプリケーション処理を実施している。

まず、多数の受信メッセージのなかから、運転支援の要否判定が必要となる可能性がある車両からの受信メッセージのみをフィルタリング処理によって抽出する。そして、抽出された受信メッセージに対して各アプリケーションが運転支援の要否判定を行うことで、各アプリケーションにおける処理遅延として100 ms以下を実現している。

また、運転支援の必要性や支援対象事象のリスクに基づいた優先度と、支援対象事象に遭遇するまでの予測時間、自車の状態などを総合的に判断し、適用すべき運転支援アプリケーションを選択することで、ドライバーにとってより重要な情報を、的確なタイミングで混乱なく提供できる。

---

## 5. 動向と展望

近年、緊急自動ブレーキに代表される先進運転支援システム（ADAS：Advanced Driver Assistance System）の普及が進んでいる。これらの多くは、カメラやレーダなどのセンサを用いてドライバーの視覚を補う自律型システムであるが、インフラ協調型システムを活用することで、ドライバーから見えない危険物の認識が可能となり、さらなる事故削減が期待される。したがって、自律型システムとインフラ協調型システムが連携機能することで、より安全な運転支援システムの早期実用化が可能となり、今後の自動運転システムの高度化にも寄与して行くと考えられる。

また、欧米ではインフラ協調型システムのITS無線通信に5.9 GHz帯の周波数が割り当てられ、システム検証のためのFOT（Field Operational Test）や法制度化の準備が進められている。欧米と日本の周波数帯域は異なるものの、インフラ協調型運転支援システムに求められる基本的な要件や機能は日米欧で共通である。したがって、第4章で述べたメッセージ処理やアプリケーション処理など、ドライバーへの情報提供に関わる処理や機能は、グローバル展開が可能である。

## 参考文献

- [1] 一般社団法人電波産業会, 700MHz帯高度道路交通システム 標準規格 ARIB STD-T109 1.2版, [http://www.arib.or.jp/english/html/overview/doc/1-STD-T109v1\\_2.pdf](http://www.arib.or.jp/english/html/overview/doc/1-STD-T109v1_2.pdf), 参照Apr. 15, 2015