

DSRC車々間通信システムの開発

2008年12月5日

沖電気工業株式会社

官公システム事業部 無線技術研究開発部

目次

■ OKIのITSへの取組み

- 路車間通信
 - ▶ ETC、ETC民間応用
 - ▶ スマートウェイ、DSSS
- 車々間通信

■ 車々間通信技術開発状況

- DSRC車々間通信技術が支える未来
- 車々間通信システムの技術開発ロードマップ
- DSRC (5.8GHz帯)車々間通信の開発
 - ▶ DSRC(ETC)車載器向けLSIの開発と車々間通信への適用
 - ▶ 世界標準用DSRCモジュールの開発検討
 - ▶ RC-005準拠の車々間通信装置開発
 - ▶ 5.8GHz帯車々間通信(RC-005)による実験例
 - ▶ 安全携帯端末
 - ▶ 車々間通信を考慮したDSRCチャンネル配置の検討
- 総務省委託研究 ーマルチバンド(5.8GHz+700MHz)車々間通信の開発ー
- 沖縄ユビキタス特区における快適系車々間通信の開発

■ 今後の展開

- ITS無線システムの高度化に関する研究会作業班への提言
- 標準化に向けた検討
- 車々間通信開発ロードマップ

OKIのITSへの取組み(1) 一路車間通信:ETC/ETC民間応用

ETCシステム

当社のETCシステムは、関東甲信越地域及び四国地域等の料金所、予告アンテナ、スマートICに採用されています。



ETC料金所



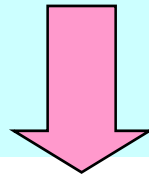
ETC車載器検知用アンテナ

ETC予告アンテナ



スマートIC

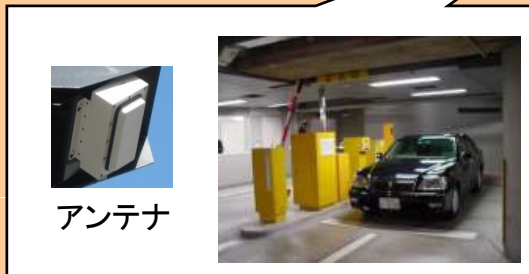
※国土交通省ホームページより



ETC民間応用システム

ETCに使われているDSRC技術を用い、駐車場やロードサイド(コンビニエンスストア、ガソリンスタンド等)の決済処理など多様なITSアプリケーションで民間市場に展開。

ETC民間応用のさらなる普及に向けた各種検討が必要



アンテナ

ETC民間応用(例)



CRM来店管理



GS・ドライブスルー



工場・物流ゲート



駐車場ゲート

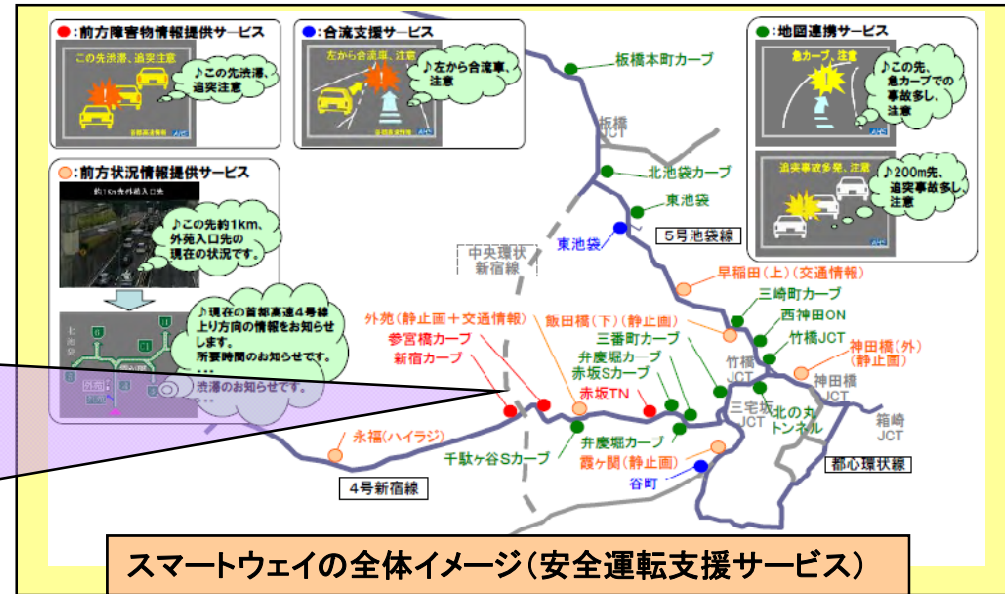
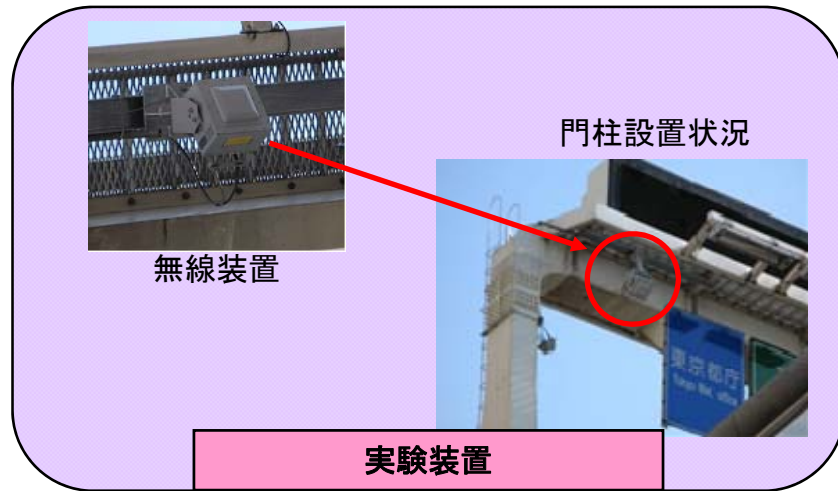


身障者専用駐車場



店舗有料駐車場

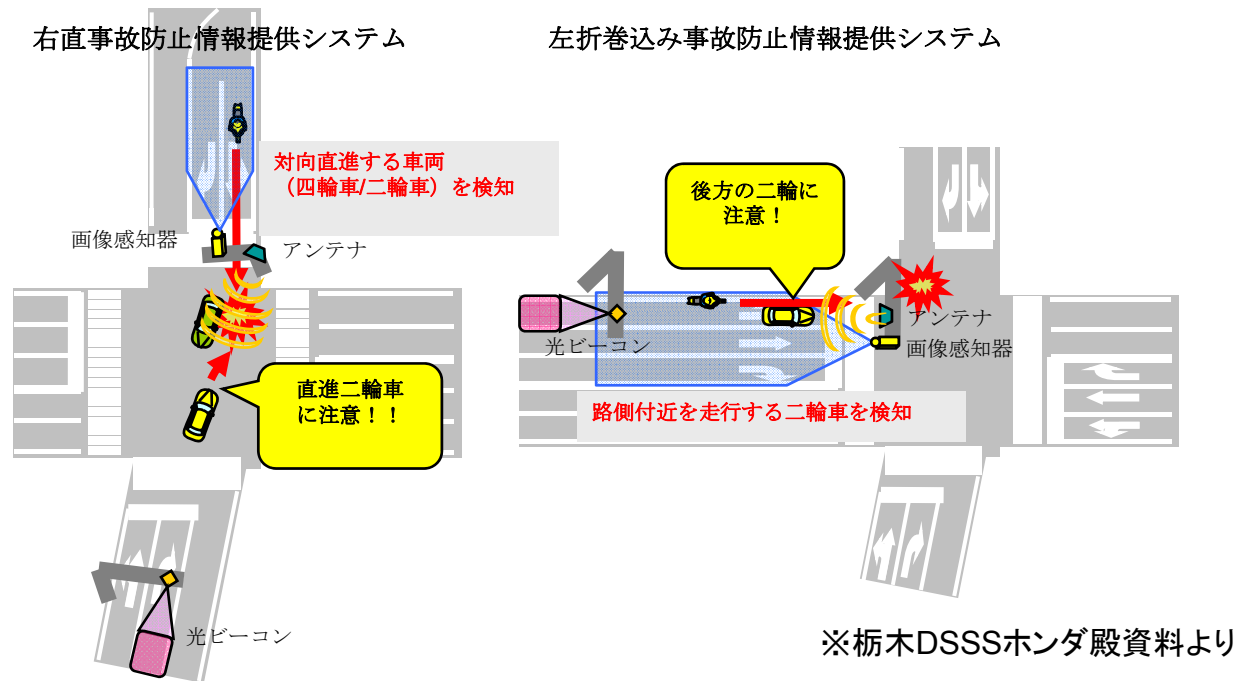
OKIのITSへの取組み(2) 一路車間通信:スマートウェイ実験



※ITS-Safety 2010公開資料より

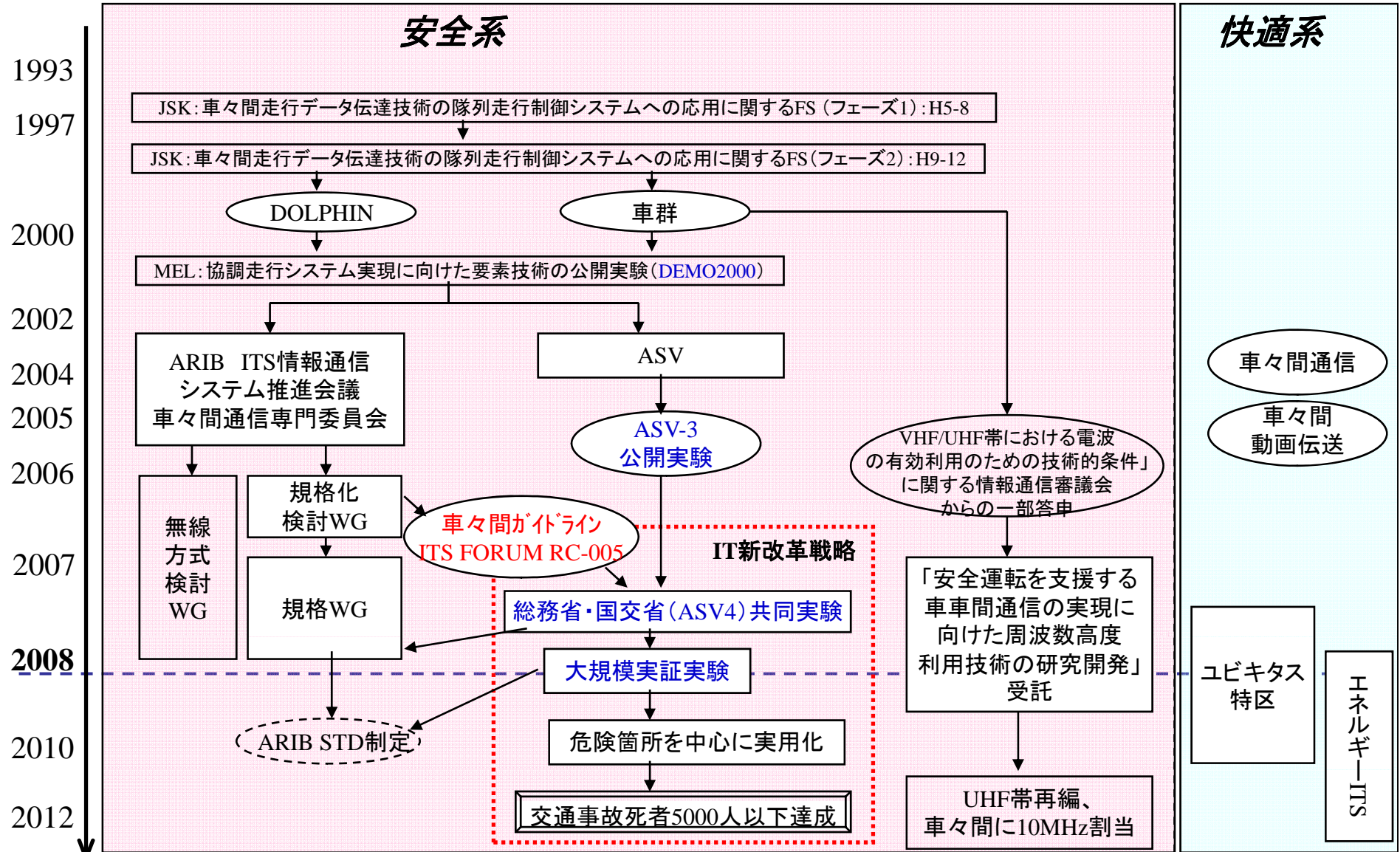
- 2007年度に首都高速道路において、公道実験実施
- OKIは、前方障害物情報提供サービス向け路側システム担当
 - 路側機の通信仕様 : ARIB STD-T75 QPSK方式、送信出力50mW
 - 使用DSRCチャンネル : 5chと7ch

OKIのITSへの取組み(3) 一路車間通信:DSSS実験一



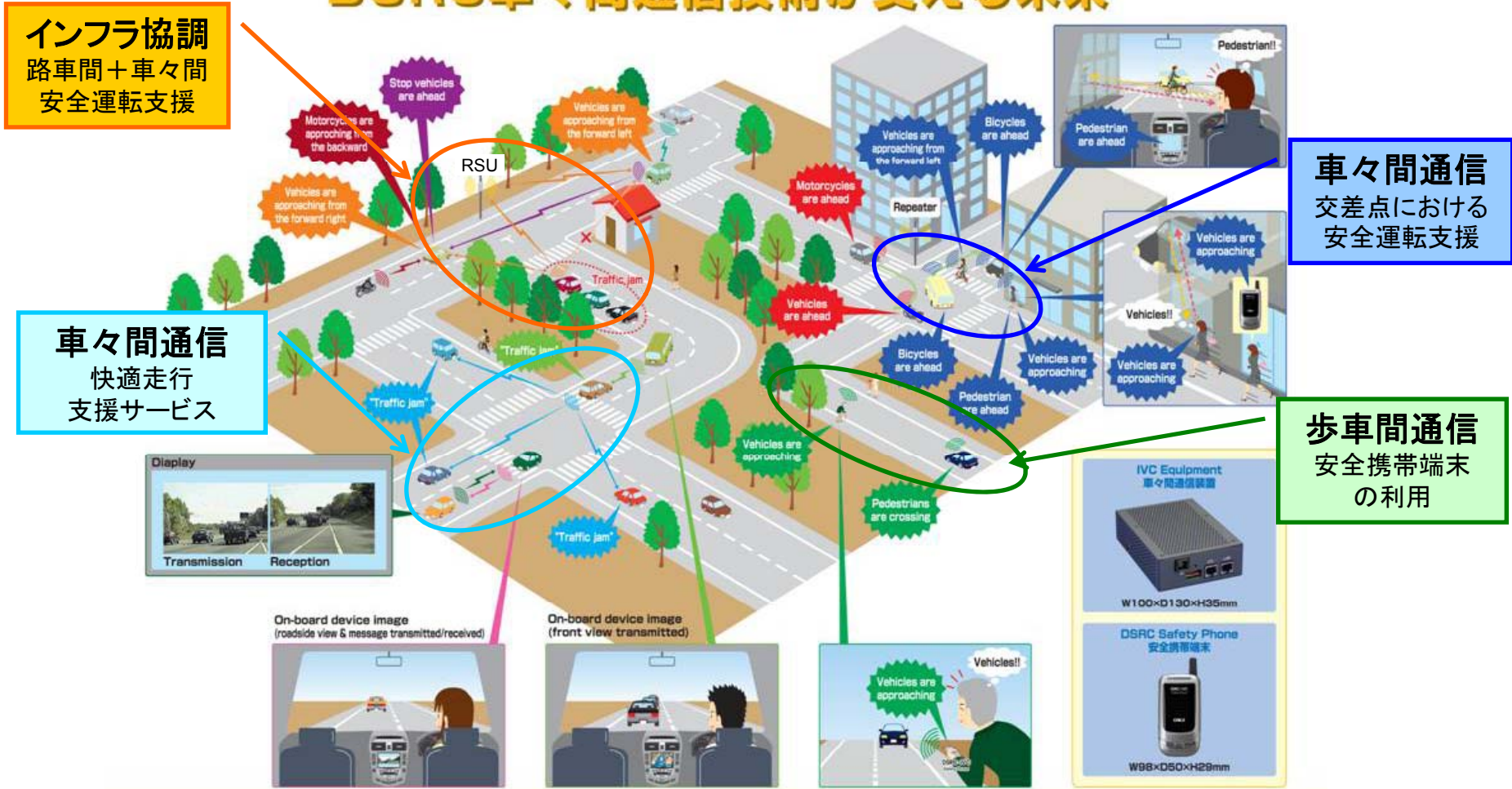
- 2006年度より宇都宮市内において公道実験実施。
- OKIは、右折事故防止情報提供システム、左折巻き込み事故防止情報提供システム向けIVCプロトコル対応路側実験システムを担当
 - 路側機の通信仕様 :RC-005の通信方式に準拠(インフラ協調:ひとつの車載器にて路車間と車々間両方の通信に対応)
 - 使用DSRCチャンネル :6ch(上り周波数のみ使用)

OKIのITSへの取組み(4) ー車々間通信:システムのアドバンスー

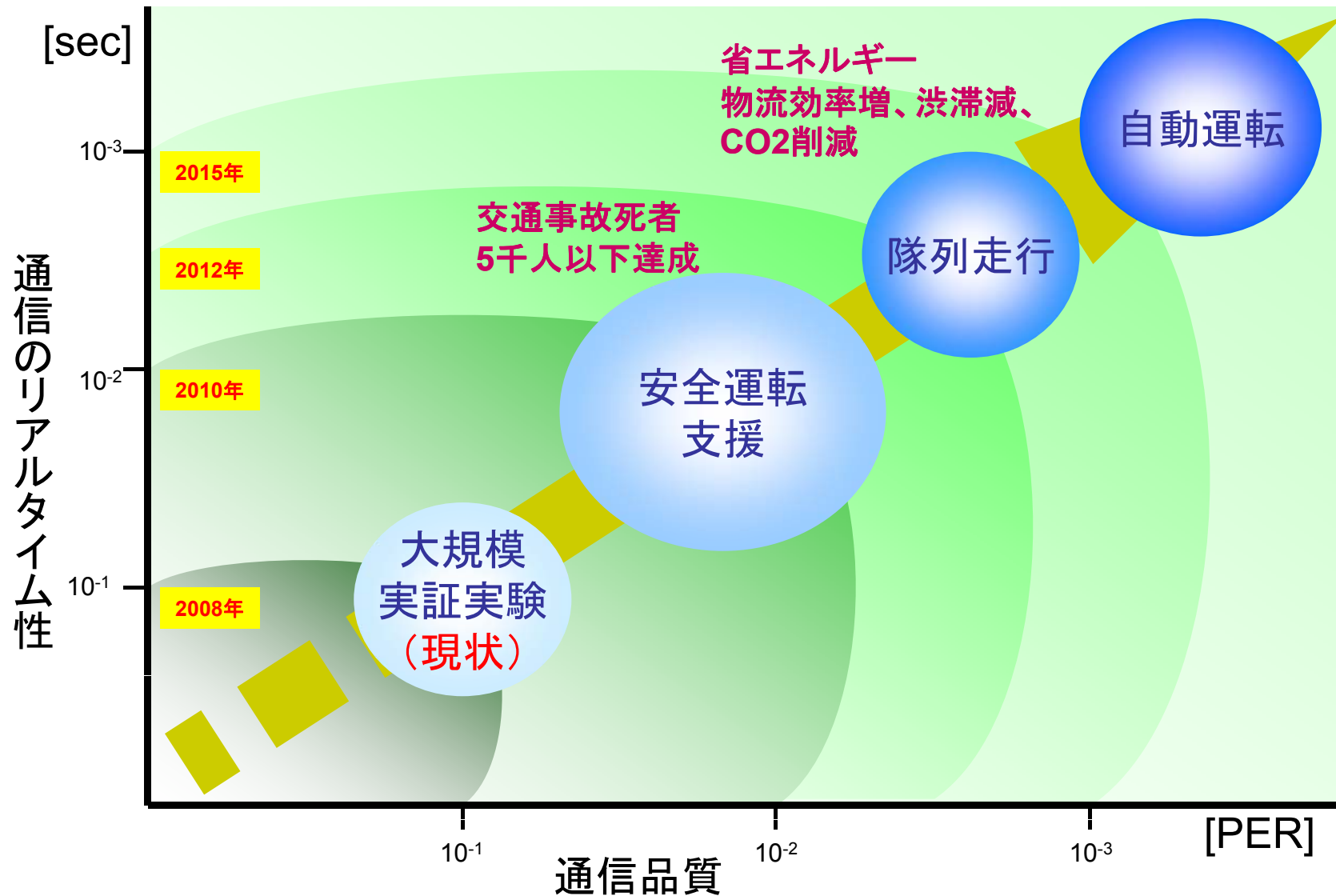


車々間通信技術開発状況 -DSRC車々間通信技術が支える未来-

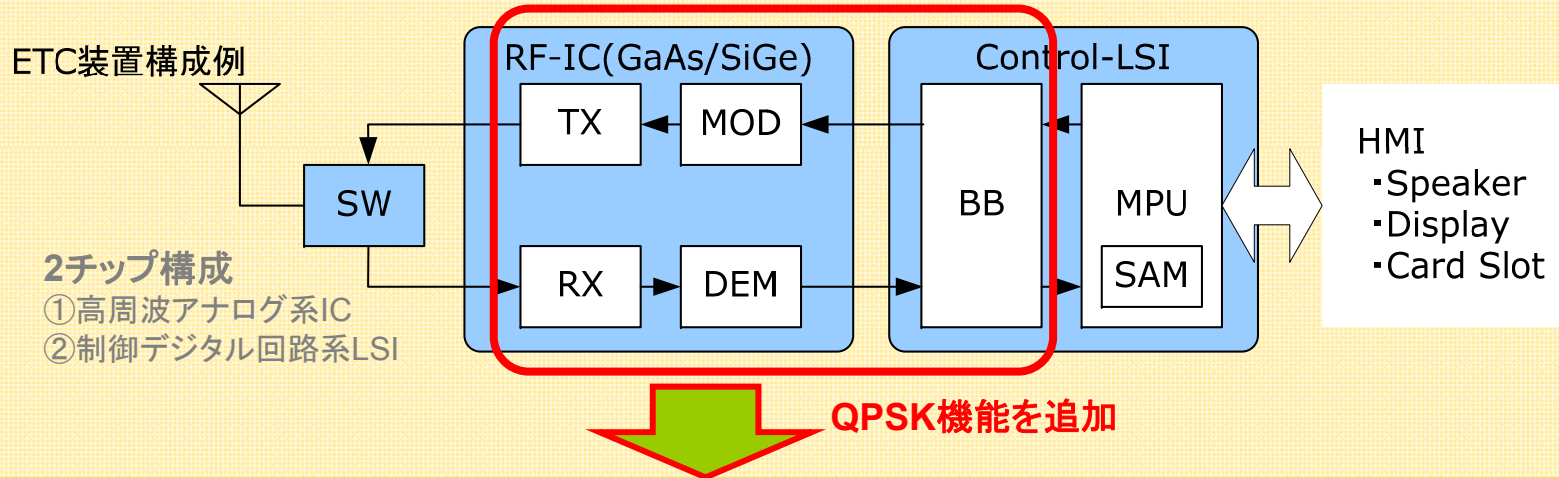
DSRC車々間通信技術が支える未来



車々間通信システムの技術開発ロードマップ

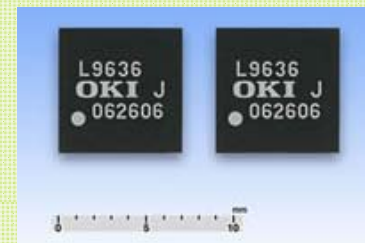


DSRC(ETC)車載器向けLSIの開発と車々間通信への適用



OKIセミコンダクタ製：DSRC向けRFIC (ML9636)

- ・ARIB STD-T75(狭域通信(DSRC)システム標準規格)1.3版に準拠
- ・ASK/QPSK変復調機能搭載
- ・ベースバンドLSIとのインターフェースはデジタル信号(DA/AD内蔵)
- ・業界初CMOSによるRF集積化を実現(小型パッケージ)

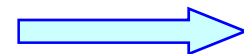


**DSRC向けLSIをRC-005対応IVC装置に適用することで、装置の小型化、安定化を実現
ETCとIVCの一体化装置構成も可能**



Ver1.0:ASV3 小牧実験装置
W 200 × H 35 × D 140 mm

- ・RFIC(ML9636)の採用
- ・通信品質の向上

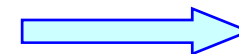


容積20%削減



Ver2.2:ASV4 大規模実験装置
W 100 × H 55 × D 140 mm

- ・小型ICパッケージ採用
- ・基板枚数削減

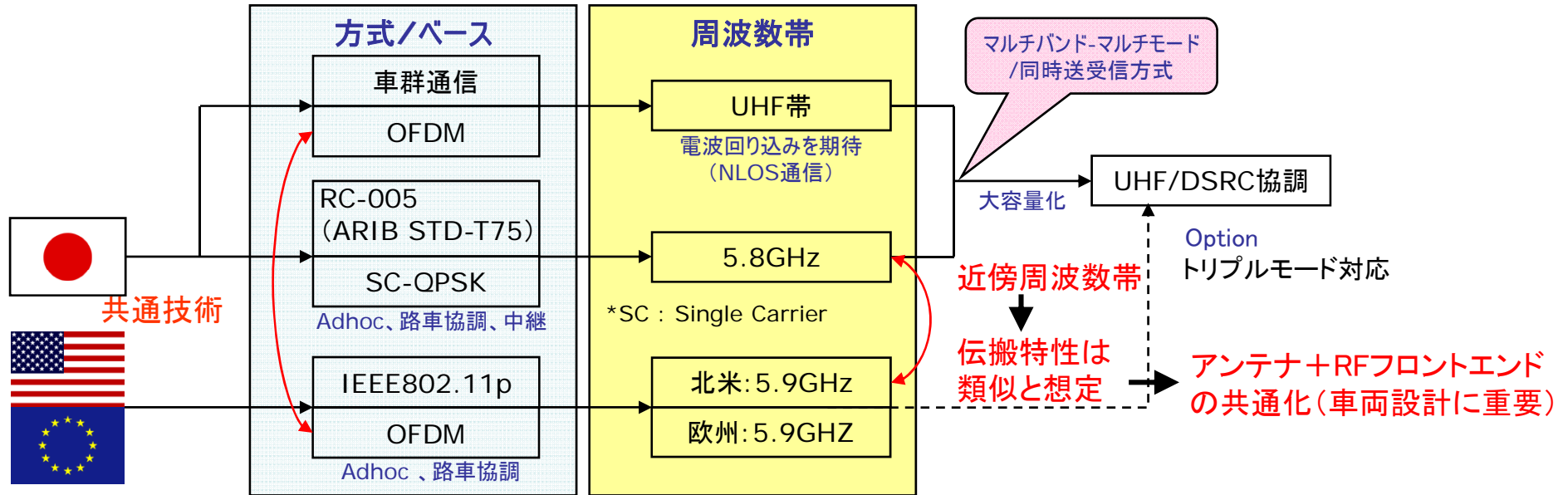


容積64%削減



Ver3.0:実用化 検討装置
W 76 × H 28 × D 131 mm

世界標準用DSRCモジュールの開発検討



無線諸元 比較

方式	5.8GHz DSRC (RC-005)	IEEE802.11p DSRC	⇒	デュアルモード/切替方式
周波数ch数	1 ch以上 (未定)	7 ch	⇒	アンテナ、RFフロントエンドの共通化可能
送信出力	10 dBm	10 / 28.8 dBm	⇒	バックオフ設定値を11pに併せる
OBW/Ch間隔	4.4 / 5 MHz	8.3 / 10 MHz (20MHz Op.あり)	⇒	下記、リコンフィギュラブルRF技術の検討 BB/IF帯フィルタ構成
伝送速度	4 Mbps	3~27 Mbps		AD/DAサンプル周波数設定
受信感度	-96 dBm	-85 dBm(@3Mbps) -68 dBm(@27Mbps)	⇒	位相雑音、周波数オフセットなど同期性能に依存するRFパラメータは11pに併せる

RF部対応

周波数帯、通信方式、アプリケーションの組合せを考慮したモジュール化の検討が重要

RC-005準拠の車々間通信装置開発

	車々間通信装置Ver1.0	車々間通信装置Ver2.2	備考
装置外観図及びサイズ	 <p>W 200 × H 35 × D 140 mm</p>	 <p>W 100 × H 55 × D 140 mm</p>	<p>準拠規格</p> <ul style="list-style-type: none"> ・Ver1.0 ARIB STD-T75 (ETC、DSRC路車間通信規格)を参考 ・Ver2.2 ITS FORUM RC-005 1.0版 (5.8GHz車々間通信ガイドライン)準拠
共通仕様	<p>周波数帯: 5.8 GHz帯、変調方式: $\pi/4$シフトQPSK、送信電力: 10mW 最大伝送速度: 4Mbps、MAC方式: CSMA、 通信形態: 1対N、1対1、Hopping、連送機能: 1~5連送設定</p>		
誤り訂正方式	BCH (63,51)符号	Turbo符号	Ver2.2はVer1.0に比し、受信感度12dB改善
ダイバーシチ	なし	選択ダイバーシチ方式	
通信想定エリア	見通し内: 200m程度 見通し外: 想定なし	見通し内: 400m程度 見通し外: 100m先の5m回折	国内車メーカー要件を参考に想定
採用実績	<ul style="list-style-type: none"> ・国交省: ASV-3実験及び公開デモにて国内全車メーカーに供給 ・総務省/ARIB/JARI等実験に採用 	<ul style="list-style-type: none"> ・国交省: ASV-4大規模実証実験にて国内全車メーカーに供給 ・警察庁: 栃木DSSS公道実験に採用 	ASV ^{※1} : 国交省自交局と国内車メーカー14社にて構成
その他	2003年度開発品。	OKIセミコンダクタ製ML9636(RF-LSI)使用により小型化実現	※1: Advanced Safety Vehicle

RC-005準拠の車々間通信システム車載例



乗用車のアンテナ取り付け例(アンテナサイズは約7cm)
ルーフ後方のアンテナ2本によるダイバーシチ受信



二輪車のアンテナ取り付け例(アンテナサイズは約7cm)
車体前後のアンテナ2本によるダイバーシチ受信



5.8GHzの特性を生かし、アンテナの小型化、取付け容易性を実現

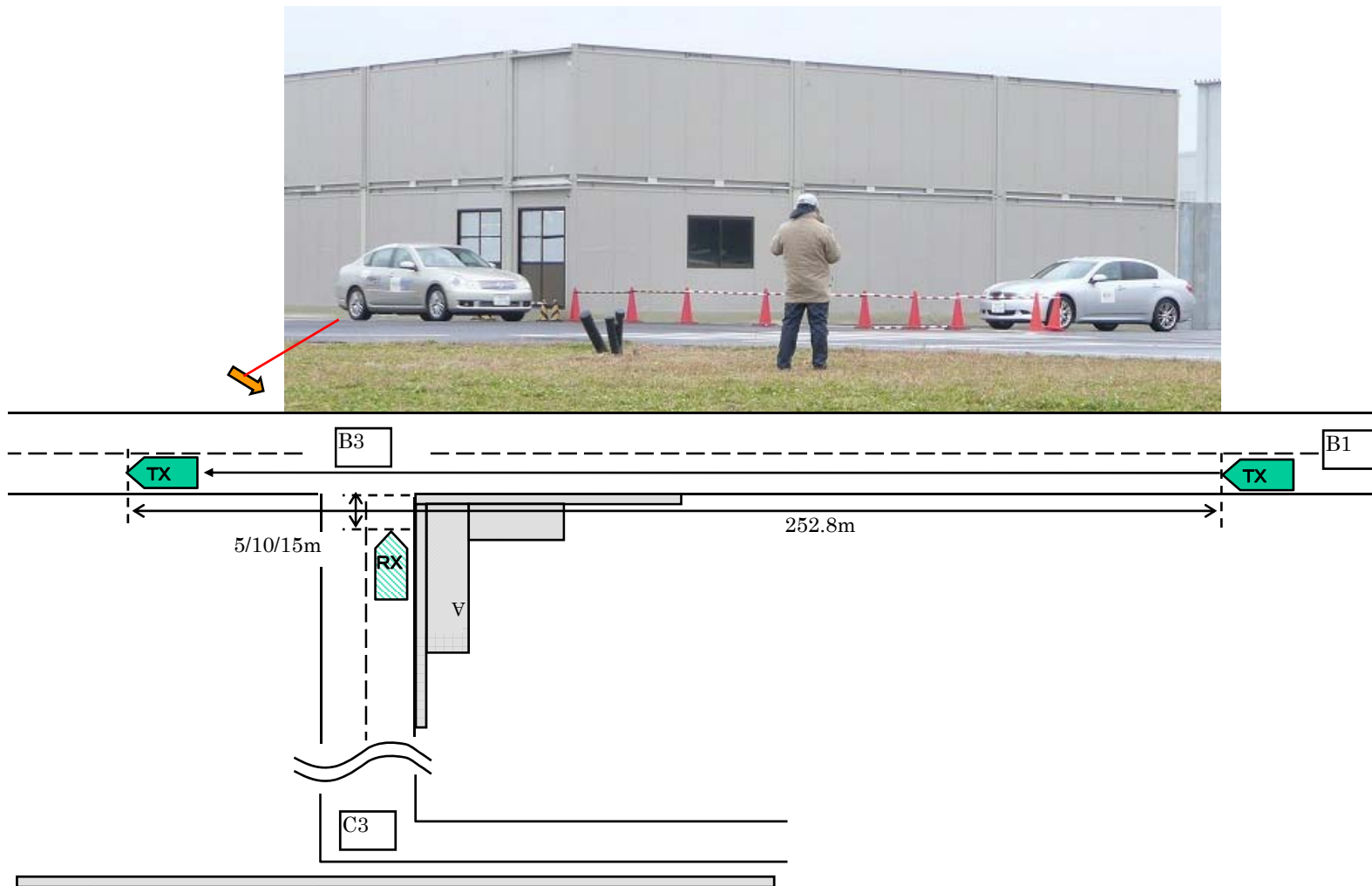
※ダイバーシチアンテナ設置間隔2.5cm

(総務省・国交省共同実験より)

5.8GHz帯車々間通信(RC-005)による実験例 (1)

07年度総務省・国交省共同実験より

交差点角に構造物が一つの場合の測定の走行図 (1つ角)

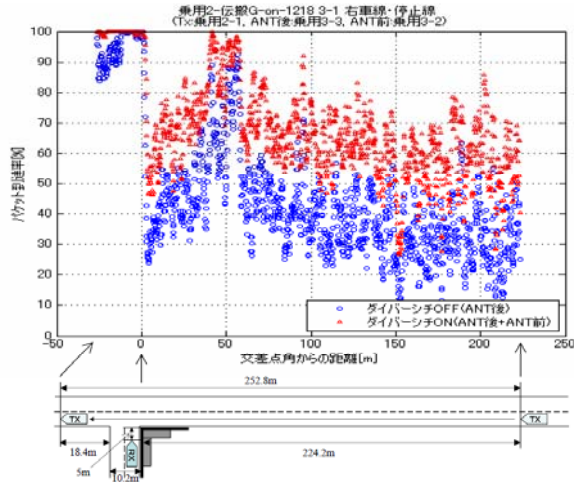


5.8GHz帯車々間通信(RC-005)による実験データ例 (1)

07年度総務省・国交省共同実験／交差点角に構造物が一つの場合の測定の実験結果

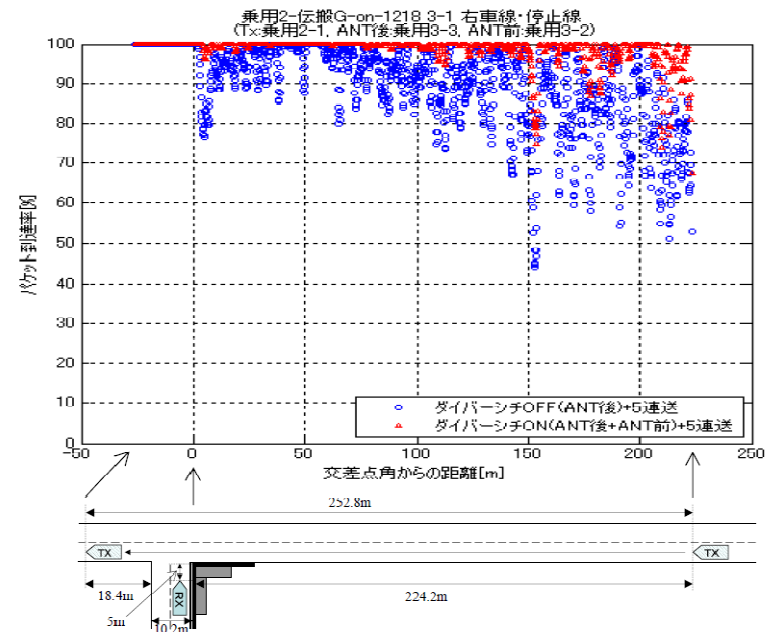
3-1) 交差点コーナーに構造物が一つの場合の回り込み: 出会い頭事故防止相当
 受信: 乗用車 右車線・停止線 送信: 乗用車(ANT後) 到達率 ダイバーシチ(ANT後+ANT前)

パケット
到達率
(連送なし)



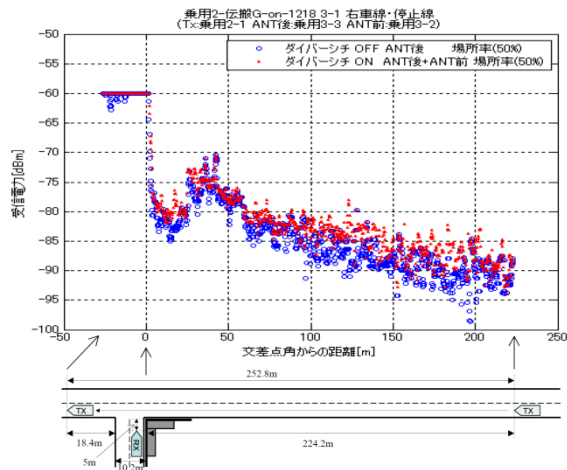
3-1) 交差点コーナーに構造物が一つの場合の回り込み: 出会い頭事故防止相当
 受信: 乗用車 右車線・停止線 送信: 乗用車(ANT後) 到達率 ダイバーシチ(ANT後+ANT前)+5連送

パケット
到達率
(5連送)



3-1) 交差点コーナーに構造物が一つの場合の回り込み: 出会い頭事故防止相当
 送信: 乗用車(ANT後) 受信: 乗用車 右車線・停止線 受信電力 ダイバーシチ(ANT後+ANT前)

受信電力



目標通信エリア内パケット到達率
 ・95%以上(ダイバーシチ、5連送)

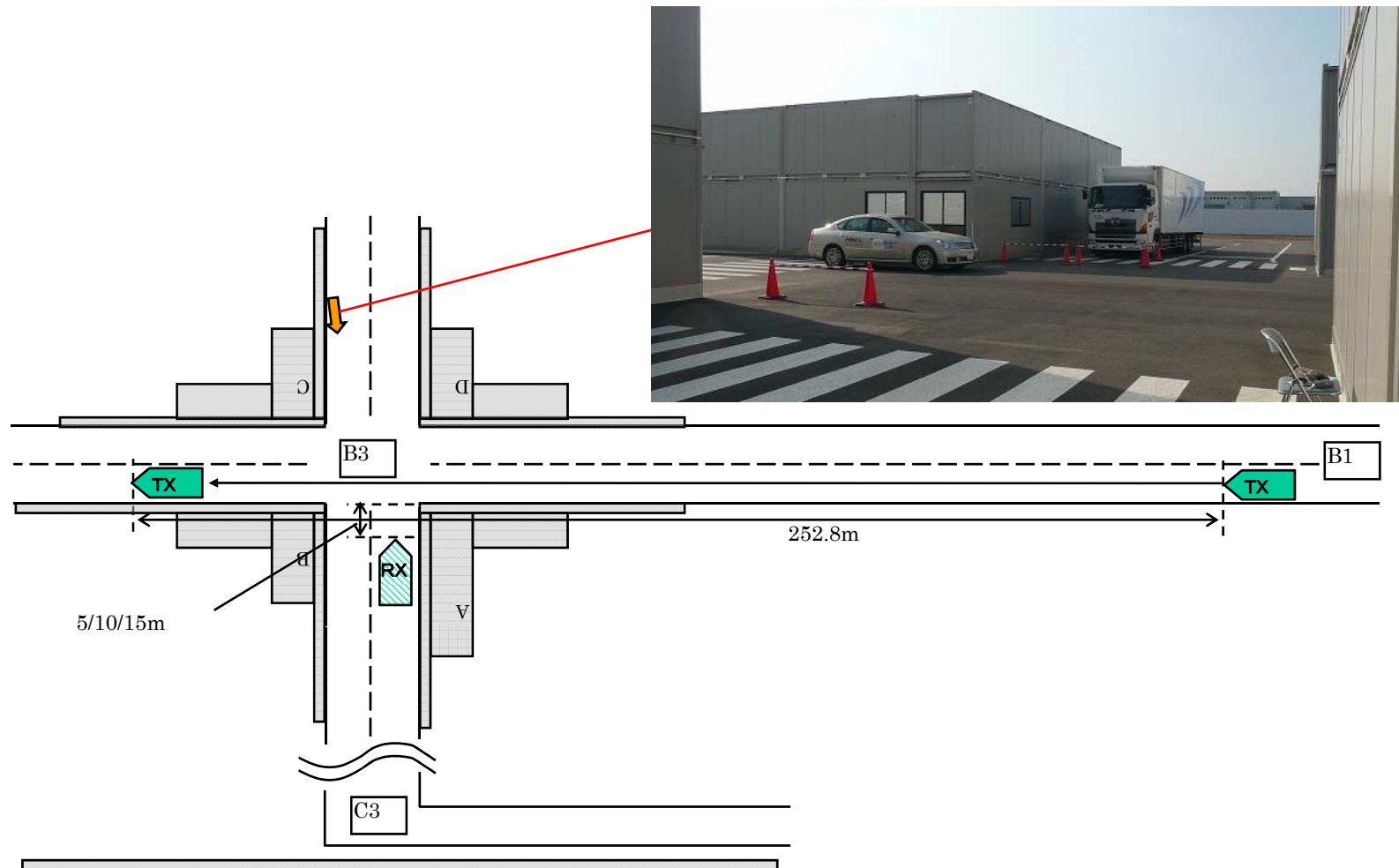
※連送なし、ダイバーシチ: 45%以上

ASV要求通信エリアを十分達成可能

5.8GHz帯車々間通信(RC-005)による実験例 (2)

07年度総務省・国交省共同実験より

交差点角全てに構造物がある場合の測定の走行図(四つ角)



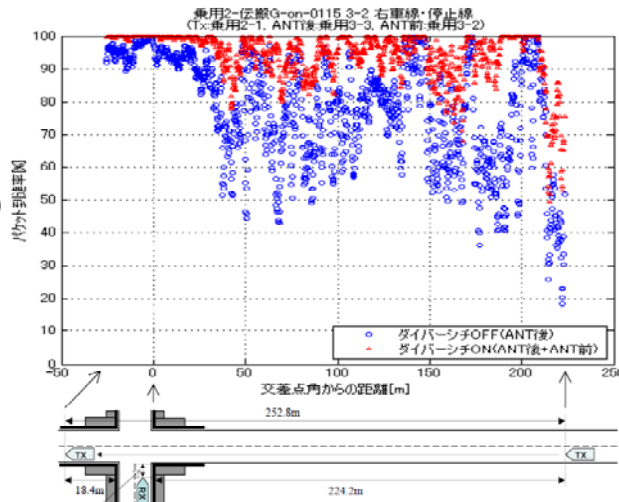
5.8GHz帯車々間通信(RC-005)による実験データ例 (2)

07年度総務省・国交省共同実験／交差点角全てに構造物がある場合の測定の実験結果

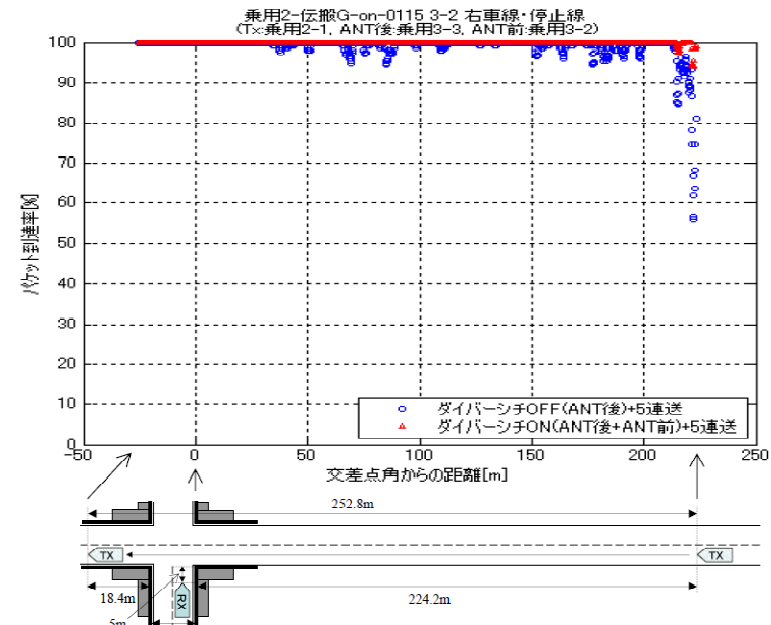
3-2) 交差点コーナーの全てに構造物がある場合の回り込み: 出会い頭事故防止相当
 受信: 乗用車 右車線・停止線 - 送信: 乗用車(ANT後) 到達率 ダイバーシチ(ANT後+ANT前)

3-2) 交差点コーナーの全てに構造物がある場合の回り込み: 出会い頭事故防止相当
 受信: 乗用車 右車線・停止線 - 送信: 乗用車(ANT後) 到達率 ダイバーシチ(ANT後+ANT前)+5連送

パケット
到達率
(連送なし)

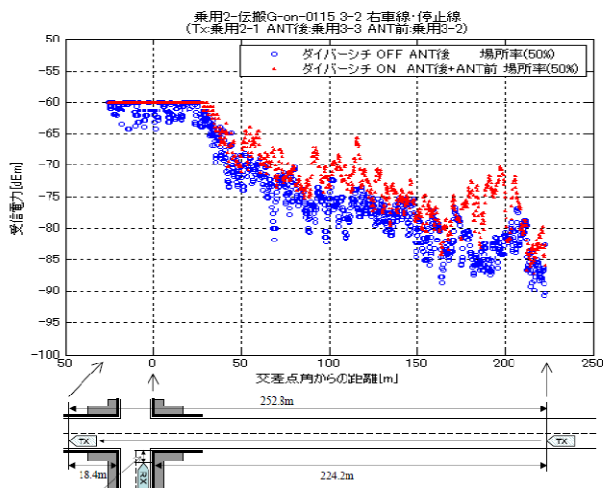


パケット
到達率
(5連送)



3-2) 交差点コーナーの全てに構造物がある場合の回り込み: 出会い頭事故防止相当
 送信: 乗用車(ANT後) - 受信: 乗用車 右車線・停止線 受信電力 ダイバーシチ(ANT後+ANT前)

受信電力



目標通信エリア内パケット到達率
 ・95%以上(ダイバーシチ、5連送)
 ※連送なし、ダイバーシチ: 75%以上

ASV要求通信エリアを十分達成可能

安全携帯端末

【適用システム(イメージ)】

車両 - 交通弱者(歩行者・二輪)間をDSRCを用いて通信する

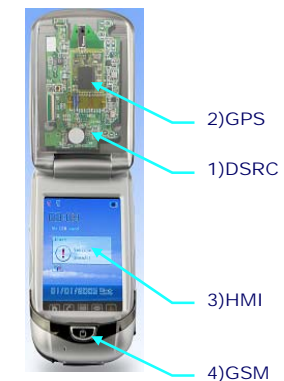


無線周波数	5.8 GHz帯	RC-005準拠
変調方式	$\pi/4$ シフトQPSK	
送信電力	10 mW	
最大伝送速度	4 Mbps	
通信エリア	~200 m程度	
誤り訂正方式	Turbo符号	RC-005準拠
MAC方式	CSMA方式	
ダイバーシチ	ネックストラップアンテナ	
その他機能	GPS搭載、GSM携帯電話に内蔵	



ネックストラップ
アンテナ
装着図

W 52 × H 92 × D23 mm



※OKIプレスリリース: 歩行者の安全支援を可能にする世界初の「安全携帯端末」を試作(2007.5.28)

総務省殿委託研究－安全運転を支援する車車間通信の実現に向けた周波数高度利用技術の研究開発－

■成果目標

システム容量の増大(*)を可能にする通信技術の確立
 *DSRC1波を用いた従来方式に対し4倍以上(台数換算で100台以上)

■実施期間

H19年度～H21年度(3年間) -H19, 20年度:基本技術の確立

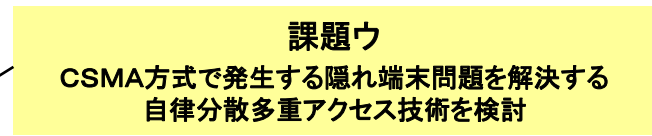
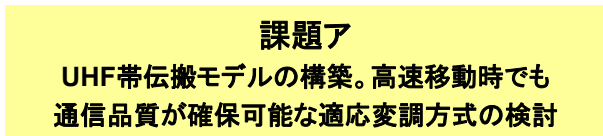
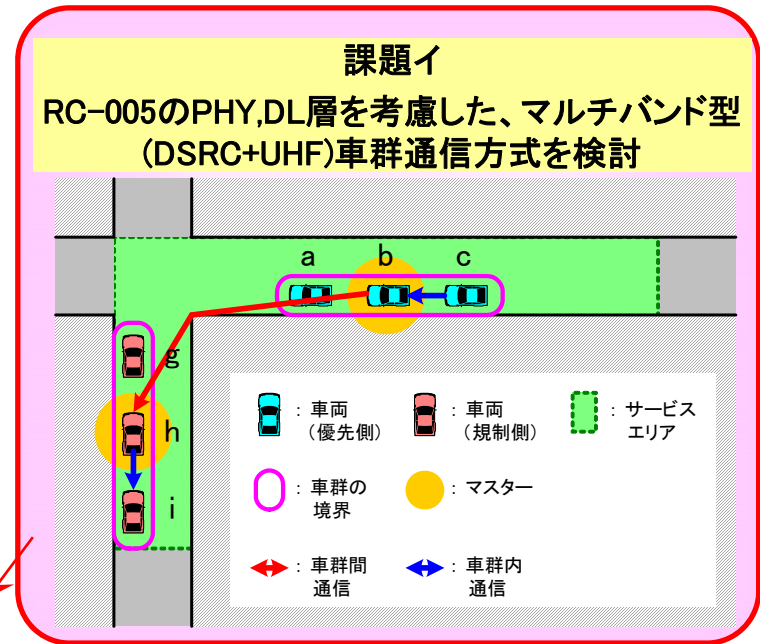
■研究課題と実施機関

-H21年度 :技術の仕上げと実証実験

課題ア)適応的的車車間通信技術に関する研究開発 : NICT

課題イ)車群通信技術に関する研究開発 : 沖電気工業

課題ウ)自律分散多重アクセス技術 : 豊田中央研究所



＜資料提供: 沖電気工業株式会社＞

総務省殿委託研究へのOKIの取り組み

マルチバンド車々間通信(5.8GHz帯+700MHz帯)

■概要

車群内通信にDSRC周波数帯を用い、車群間通信にUHF帯の周波数を用いた階層型車群通信技術を開発し、周波数の有効利用を図りつつ安全運転を支援する車車間通信を実現する

■要素技術

①車群形成技術: マスター決定方法, 参入/離脱管理, マスター間通信制御

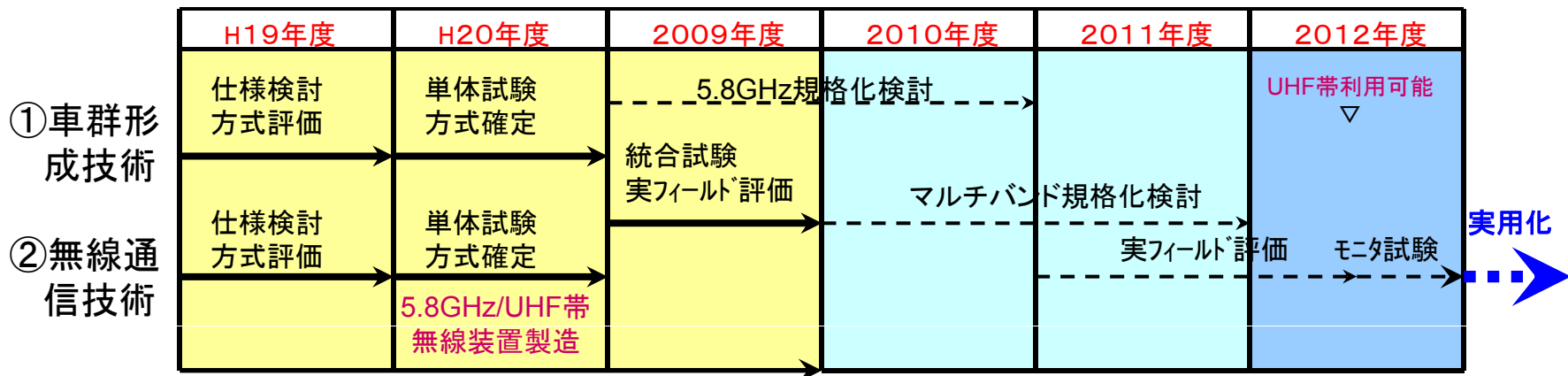
車群の形成に当たり、自車が車群のマスターまたはスレーブのいずれに成るべきかを自律的に決定する制御方式。マスターの参入/離脱管理により、車群構成が変更する場合においてもリアルタイムに車群の形成を制御する。車群間での通信をマスター間でのみ実施することにより、システム容量の増大を目指す。

②無線通信技術: 車群内 5.8GHz帯(4波), $\pi/4$ -shift QPSK, 10mW, 4Mbps(1波あたり)

車群間 720MHz帯, OFDM, 100mW, 12Mbps

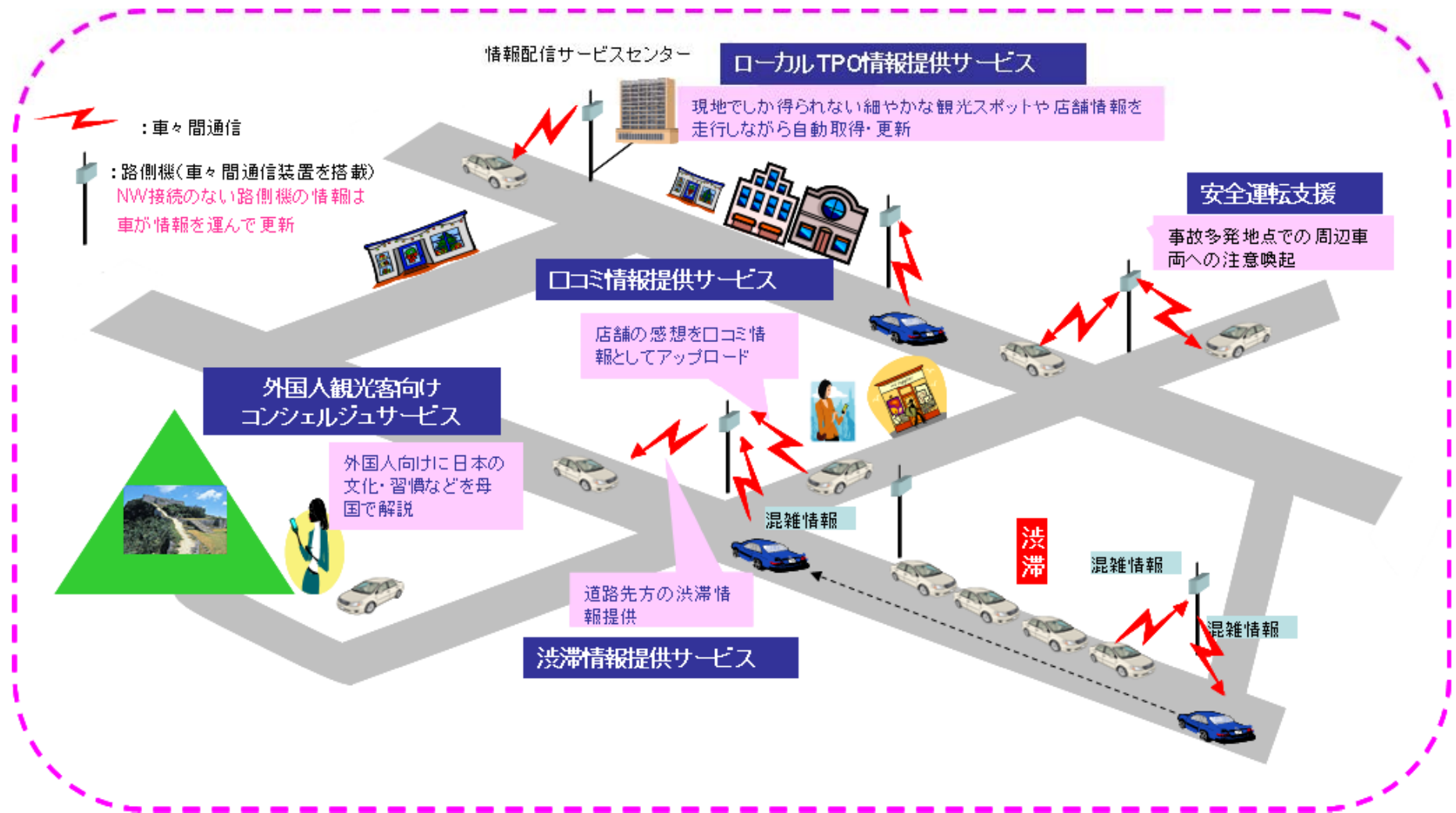
自車群内にて5.8GHz帯を用いて通信する車両情報を、UHF帯を用いて他車群内へと転送するための無線通信方式。車群内通信と車群間通信との併用により、周波数利用効率の向上を目指す。

■研究開発のスケジュール

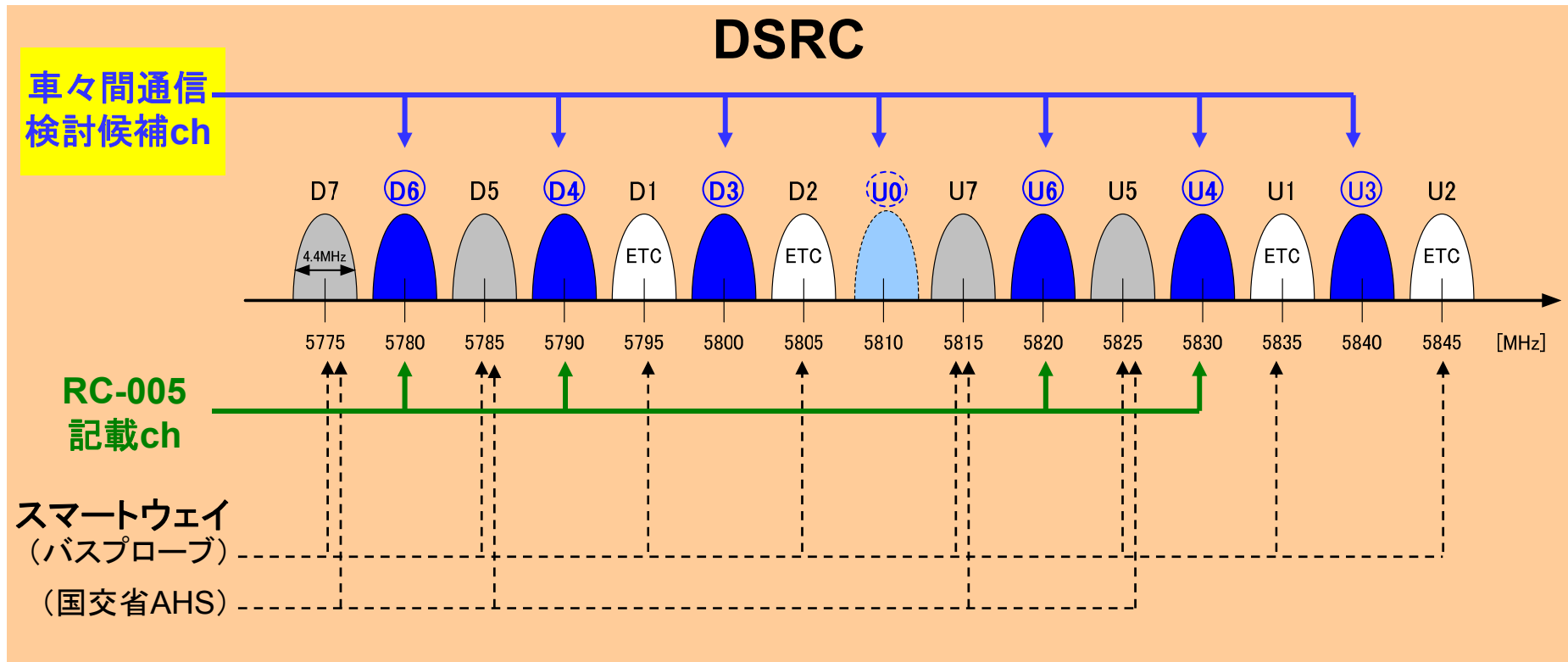


H19~21年度 研究開発

沖縄ユビキタス特区 ISLANDシステムを用いたサービスイメージ



車々間通信を考慮したDSRCチャンネル配置の検討

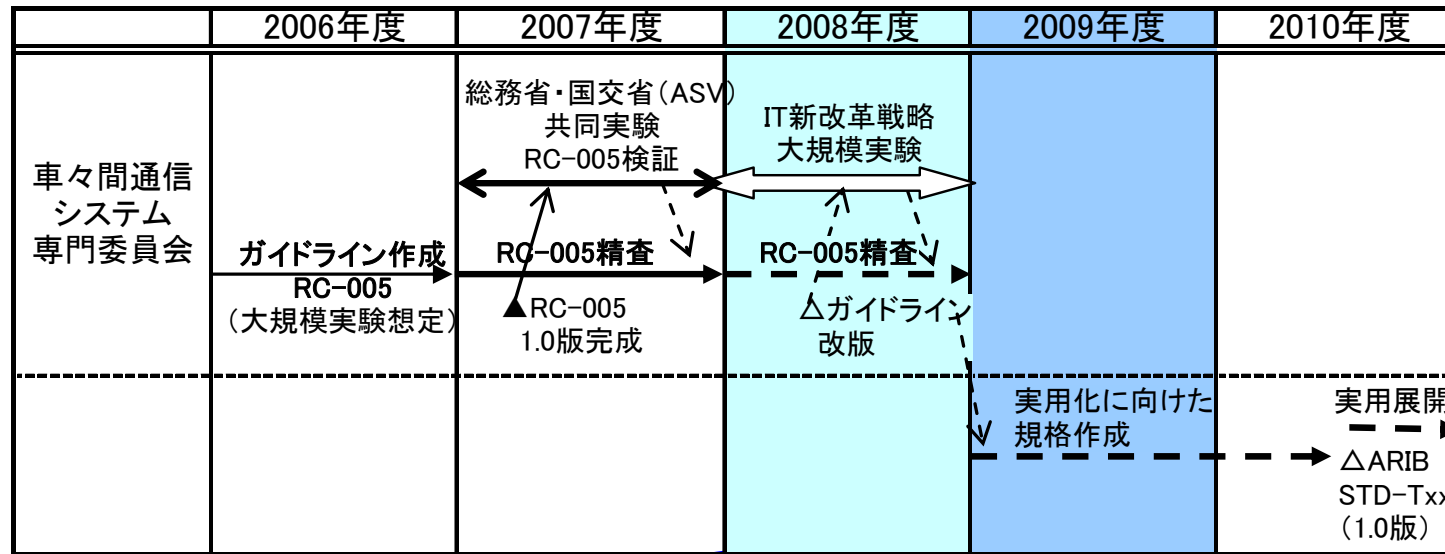


- ◆ IVC検討候補チャンネルは、U6、U4、U3、U0(D2とU7の間の仮称)、D6、D4、D3
- ◆ 車々間通信の耐干渉性能向上とキャリアセンス機能を利用して、路車間通信の隙間を効率的に有効利用する検討、検証を実施する必要がある。
 - －隣接ch干渉の影響を考慮すると、U6、U7、U0の15MHz幅の割当てが効率的
- ◆ 08年度より路車間一車々間干渉性能評価・検証を開始

ITS無線システムの高度化に関する研究会作業班への提言

- ◆ **5.8GHz**帯を用いた車々間通信 (**RC-005**) は、安全運転支援に適用可能なレベルまで技術開発が進捗
⇒ **標準化に向けたRC-005の技術試験**の実施が必要
- ◆ ITS無線システムの高度化に向けて、**5.8GHz**帯周波数の有効利用を図ることが重要
⇒ **5.8GHz**帯の電波に**車々間通信の専用チャネルの割当て**が必要
- ◆ 車々間通信システムは、将来のシステム拡張性を考慮する必要あり
⇒ **5.8GHz**帯と**700MHz**帯の**両方を効果的に使用する**システムの構築
- ◆ 「世界一安全な道路交通社会」の実現に向けて、歩行者・道路・車両による相互通信システムの構築を期待
⇒ **歩行者－車両間通信(歩車間通信)**の技術開発が必要
- ◆ ITSの発展の一策としてETC民間応用のさらなる普及拡大が重要
⇒ 無線従事者選任に関する民間事業者への負担軽減策、規定見直しが望ましい

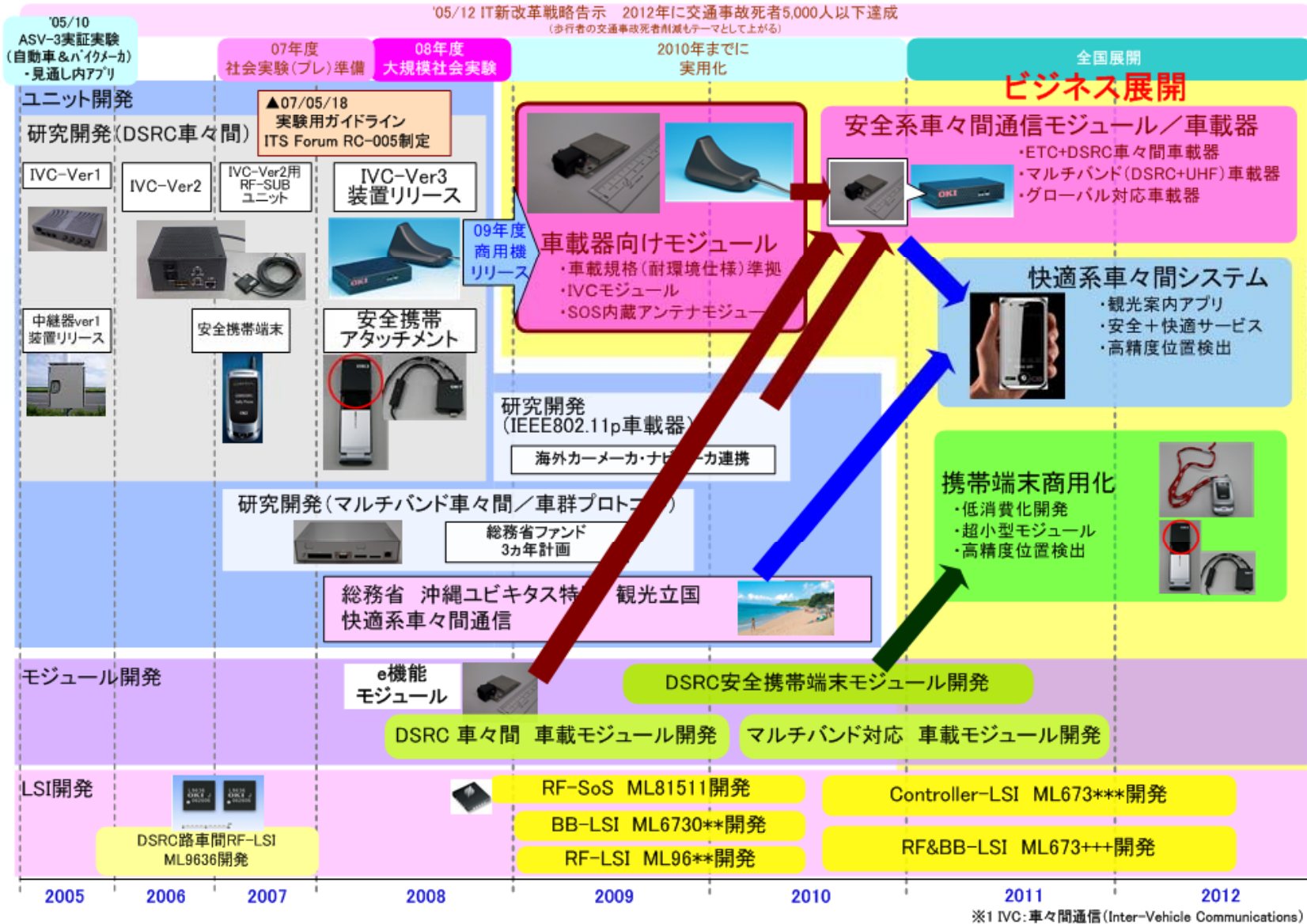
標準化に向けた検討



実施項目(案)

- 電波伝搬モデルの確立
- 電波到達台数・システム収容台数の検討
- DSRCシステム(5.8GHz帯路車間通信)との5.8GHz帯周波数共用化技術
- 車々間通信の通信帯域増を目的とした複数チャネル利用技術
- 1,000～10,000台規模による実用化実験(通信性能検証)

車々間通信開発ロードマップ



END

