

＜周波数ひっ迫対策のための技術試験事務＞

狭域通信システム(DSRC) 高度化技術に関する調査検討

平成26年3月26日

沖電気工業株式会社

目的・成果目標・実施項目

■ 目的

現在、ETCやITSスポット等で利用されているDSRC(5.8GHz帯)において、これらの既存サービスと共用可能な新しい通信方式の導入に必要な技術の検討を行い、将来のサービスの拡張性を確保しつつ、既存システムとの周波数共用による周波数の有効利用を図る。

■ 成果目標

導入から10年以上が経過した狭域通信システム(DSRC)について、国際的な協調を考慮するとともに、将来のサービス拡張性を確保する観点から、既存のDSRC(5.8GHz帯)へ影響を与えずに共用可能な新しい通信方式の導入に必要な技術を検討し、路側機の設備更新時期等を考慮しつつ実用化に向けて技術基準の策定を目指すことで、周波数の共同利用に資する。

■ 実施項目と目指す成果

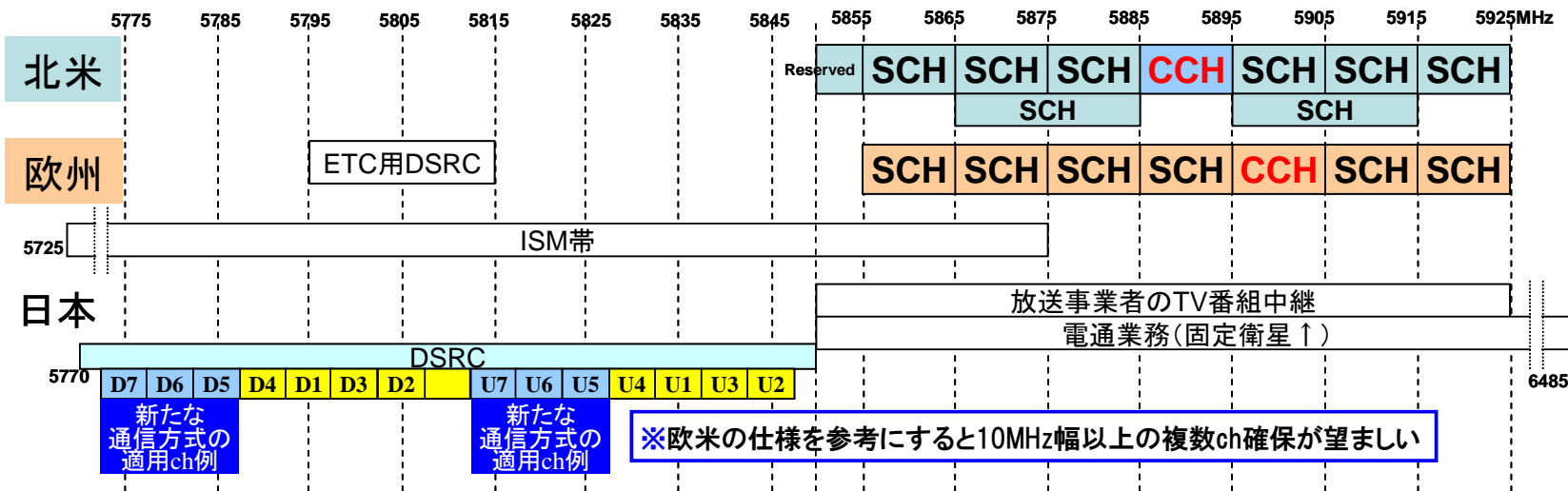
	H25(2013)年度	H26(2014)年度	H27(2015)年度
実施項目	1. 新たな通信方式による 新たなサービスの概要検討と 通信性能評価 2. 新たな通信方式による新たな サービスと既存システム/ サービスの干渉評価	3. 新たな通信方式による 新たなサービスと 既存システム/サービスを 共存するために必要な 周波数共用技術の検討	3. (継続) 実環境を想定したシステム 性能検証 4. 新たな通信方式による路車/ 車車等の協調システム 性能検証と新たなサービスの 実現性検証
成果	<ul style="list-style-type: none"> ・ 新たな通信方式の仕様検討 ・ 新たなサービスの実現性検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 周波数共用の 技術的条件検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 新たなサービスの共存検討 ・ 技術基準検討

実施内容(1) 1.新たな通信方式による新たなサービスの概要検討と通信性能評価

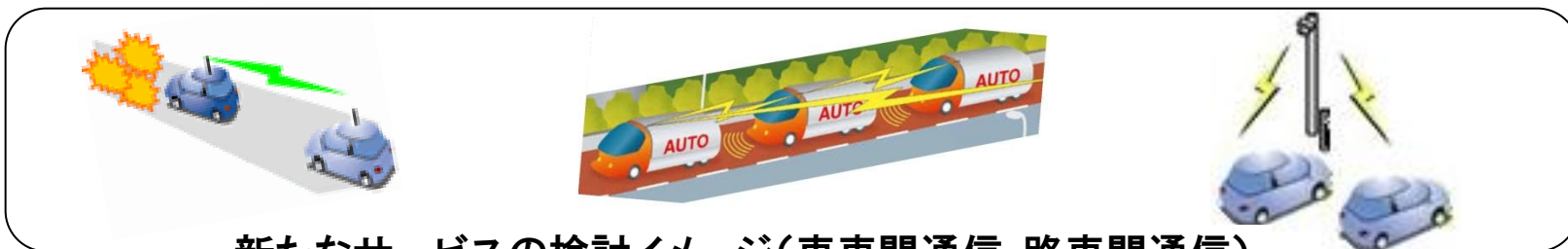
実現が期待されている新たなサービスと、既存システム (ARIB STD-T75、ARIB STD-T109等) を拡張したサービスを抽出し、その実現に必要な通信仕様を検討する。

次にその通信仕様を適用したコンピュータシミュレーションと実機を使ったフィールド試験にて基本性能検証を行い、技術条件を明らかにする。実施項目を以下に示す。

また国際的な協調の観点から、欧米で検討されている5.9GHz帯車車間・路車間通信を参考とする。



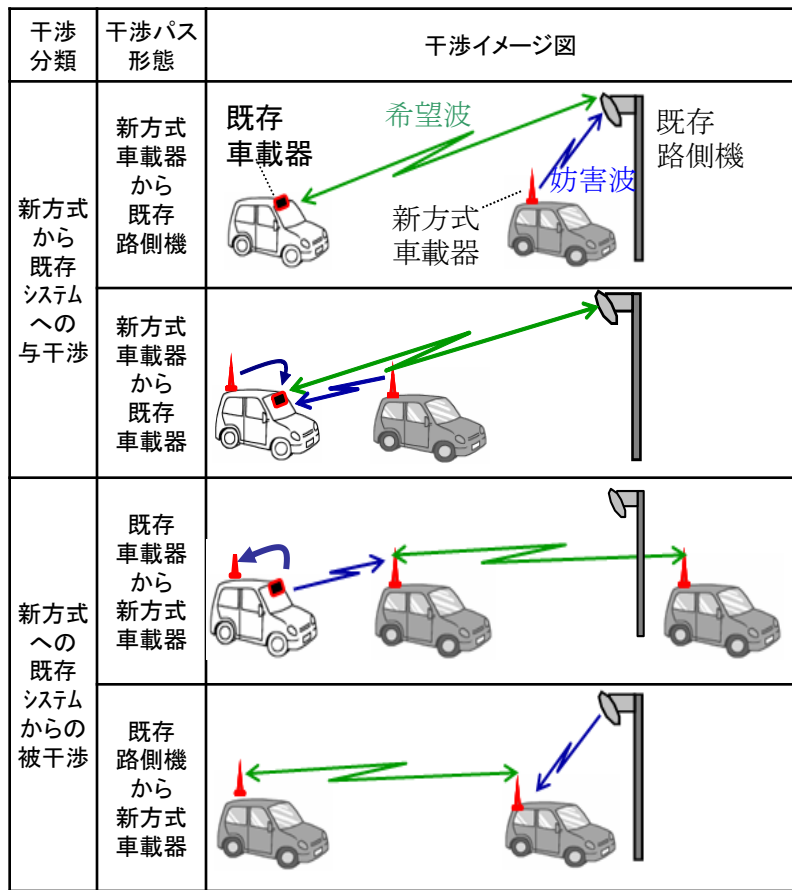
日・欧・米のDSRC周波数配置と新たな通信方式のCH割り当て検討例



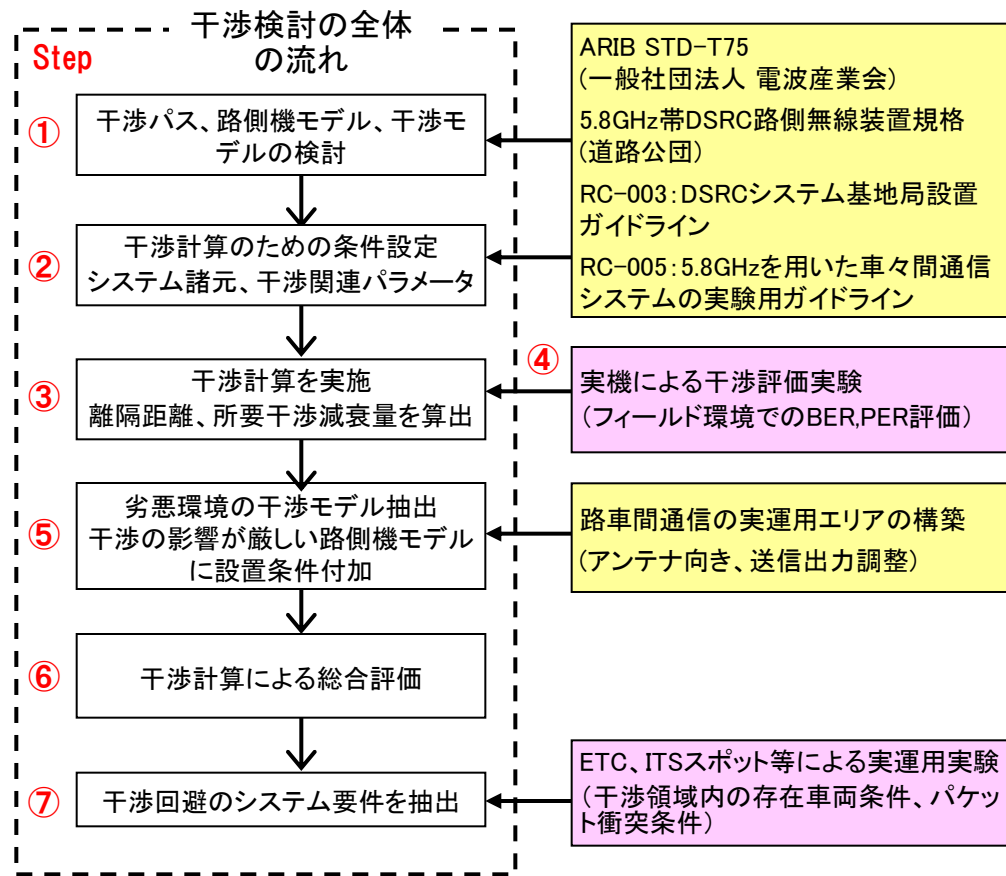
新たなサービスの検討イメージ(車車間通信・路車間通信)

実施内容(2) 2.新たな通信方式による新たなサービスと既存システム/サービスの干渉評価

DSRC(5.8GHz帯)に導入を想定している新たな通信方式について、既存システムとの干渉評価を実施する。今年度は、コンピュータシミュレーションにより机上評価と試験機による基本性能取得を行い、新たな通信方式の技術条件および想定するサービスの実現性とその条件を検討する。また実環境を模擬した実機検証により課題を明らかにする。



干渉性能評価のための検討モデル(例)



干渉評価の実施フロー

主な実施成果(1) — 通信要件の検討 —

1. 新たな通信方式による新たなサービスの概要検討と通信性能評価

国内外の開発動向を調査・分析し、新たなサービスとして実現が期待されるもの、および既存DSRCシステムおよび700MHz帯安全運転支援システムでは技術的に実現が難しいものを抽出。各アプリタイプの通信要件を、過去の検討事例、自動車メーカーの検討状況などを参考に設定。

アプリケーションタイプ毎の通信要件一覧

項目	1	2	参考 車車間通信 ARIB STD-T109	3	4	参考 路車間通信 ARIB STD-T75
アプリタイプ	自動走行支援	自動走行支援	安全運転支援	伝送速度向上	通信エリア拡張	安全・快適走行支援
サービス例	隊列走行 (車両制御通信)	隊列走行 (IP通信)	交差点衝突 事故防止等	道路・観光情報等	車両情報収集 (プローブ)	ETC、ITSスポット、他
通信形態	車車間通信	車車間通信	車車間通信	路車間通信	路車間通信	路車間通信
通信品質	PER<1E-3	PER<1E-2	PER<1E-1@1000byte	PER<1E-1	PER<1E-1	BER<1E-5
通信範囲	50m	50m	200m程度	30m程度	50m程度	30m程度
通信台数	4台	4台	2~300台	路側:1台、車両:3台	路側:1台、車両:52台	最大8台
パケット データサイズ	50byte	最大 1500byte	100byte	路側、車両共に最大 1500byte	路側:最大1500byte 車両:100byte	ASK:64byte、QPSK:192byte
通信頻度	20msec	20msec	100msec	路側:6.67msec 車両:20msec	路側、車両共に 100msec	2.34~7.03msec
通信容量	80kbps	2.4Mbps	0.016~2.4Mbps	3.6Mbps	535kbps	ASK:73kbps、QPSK:213kbps
通信遅延	20msec	数百msec	100msec	通信頻度と同じ	100msec	通信頻度と同じ
道路環境	自専道	自専道、他	道路全般	郊外	都市部	自専道、他
伝搬環境	LOS	LOS	LOS、NLOS	LOS	LOS	LOS
対象車両	大型車	大型車	普通車、大型車、自動二輪	普通車	普通車	普通車、大型車、自動二輪
アンテナ 指向性	無指向性	無指向性	無指向性	路側:指向性、 車両:無指向性	無指向性	指向性

主な実施成果(2) ー通信仕様案の検討ー

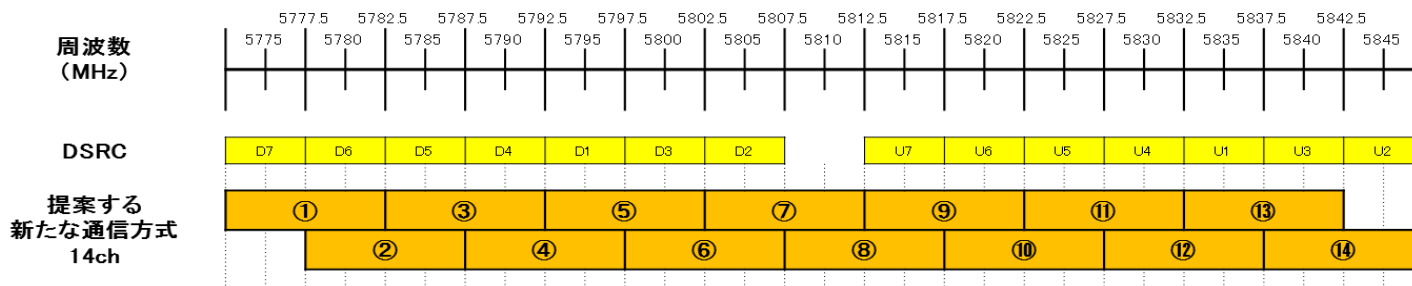
1. 新たな通信方式による新たなサービスの概要検討と通信性能評価

欧米の車車間・路車間通信として標準化が進められているIEEE802.11p方式を基本として、机上での回線設計、シミュレーション性能評価を行い、抽出した通信要件を満足する通信仕様案を策定。

新たな無線通信仕様案

項目		諸元	備考
物理層	使用無線周波数帯	5.8GHz帯	
	空中線電力	10mW/MHz以下	
	占有周波数帯域幅	9MHz以下	
	変調	BPSK、QPSK、16QAM、64QAM/OFDM	アプリ(パケット)タイプ に応じて変更可能
	誤り訂正	畳み込みFEC R=1/2、2/3、3/4	
	フレームフォーマット	ITS FORUM RC-005 2.0版[1]による	[1] 4.2.3.1の規定による
データリンク層	アクセス制御	CSMA/CA	ランダムバックオフ制御
	スロットタイム	13us	
	IFS時間	32us以上	アプリ(パケット)タイプ に応じて変更可能
	最大コンテンツンウィンドウ	15以上	
	プロトコルデータ単位	ITS FORUM RC-005 2.0版[1]による	[1] 4.3.2の規定による

CH配置検討案



主な実施成果(3) — 通信性能検証 —

1. 新たな通信方式による新たなサービスの概要検討と通信性能評価

検討した通信仕様を搭載した実験機器を用意し、その性能評価実験を行った。

実験項目 : 通信エリア評価 [送信1台、受信1台(1対1)]、通信台数評価 [送信1台、受信N台(1対N)]

実験場所 : テストコース(つくば産総研)、公道(都市部:銀座、市街地:横須賀、郊外:お台場)

通信性能検証実験結果

アプリ タイプ	番号	1	2	3	4
	内容	自動走行支援 隊列走行 (車両制御通信)	自動走行支援 隊列走行 (IP通信)	伝送速度向上 (大容量道路情報)	通信エリア拡張 (プローブ)
	通信形態	車車間通信	車車間通信	路車間通信	路車間通信
	通信要件	通信エリア:50m 通信品質:PER<1E-3 収容台数:隊列≥4台	通信エリア:50m 通信品質:PER<1E-2 通信台数:隊列≥4台	通信エリア:30m 通信品質:PER<1E-1 通信台数:車両≥3台	通信エリア:50m 通信品質:PER<1E-1 通信台数:車両≥52台
1対1実験(通信エリア評価)					
場所	都市部	200m	通信品質未達	59m	路側送信:通信品質未達 車両送信:635m
	市街地	214m		95m	路側送信:通信品質未達 車両送信:388m
	郊外	121m		116m	路側送信:通信品質未達 車両送信:399m
	テストコース	201m	111m	347m	路側送信:340m 車両送信:345m
1対N実験(通信台数評価)					
場所	テストコース	隊列4台	隊列4台:通信品質未達	路側1台、車両3台	路側1台、車両52台

各アプリタイプの実現可否条件を確認。目標未達項目は、エラー要因分析より、パケットサイズの縮小(1500→500byte)により目標達成を確認。通信要件の見直しと通信仕様の再検討を進める。

主な実施成果(4) ー干渉評価と分析ー

2. 新たな通信方式による新たなサービスと既存システム/サービスの干渉評価

シミュレーションによる想定サービスの実現性を評価するために、ITSスポットの環境に即した実験環境にて離隔距離を測定し、シミュレーション結果の妥当性を確認し、本計測結果を用いた干渉回避を実現するため技術課題を検証した。

既存DSRCと新たな無線通信方式の干渉に関する実験結果 ー必要となるシステム間離隔距離(m)ー

*1 実験したテストコースの最大直線距離

新たな無線通信方式			既存DSRC													
チャンネル番号	中心周波数 [MHz]	検証データ	チャンネル番号と中心周波数 [MHz]													
			D7	D6	D5	D4	D1	D2	D3	U7	U6	U5	U4	U1	U2	U3
			5775	5780	5785	5790	5795	5800	5805	5815	5820	5825	5830	5835	5840	5845
D7,D6,D5	5780MHz	実機	-	290	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		シミュレーション	330	491	330	15	2	2	2	74	74	74	74	74	74	74
U7,U6,U5	5820MHz	実機	-	0	0	0	0	0	0	400	700(*1)	400	50	0	0	-
		シミュレーション	2	2	2	2	2	2	2	2406	2984	2406	205	75	74	74

実験とシミュレーション結果の差異は、通信仕様と装置性能の差である。今後この差分についての更なる分析とその妥当性の確認を行い、干渉評価のパラメータを技術条件に反映する検討を進める。

- ・必要な干渉波減衰量は、CH間隔10MHz以内で約30dB、10MHz以上では約10dB
- ・システム条件(干渉領域内の車両存在位置など)を考慮すると、干渉影響を10dB程度低減可能

これらの結果より、共用条件確立に向けた今後の検討へ一定の目処付けができた。

主な実施成果(5) ー 実験機器および実験風景 ー

実験使用機器一覧

新たな通信方式 (IEEE802.11p準拠)		既存通信方式(ETC/DSRC) ARIB STD-T75		【参考】ITS FORUM RC-005(1.0版)
LinkBird-MX	Dolphin-II	路側機	車載器	車車間装置
		 他に 2機種	 他に2機種	

車両アンテナ設置



ルーフ後方にアンテナを実装



実験系および実験環境

路側機搭載車両



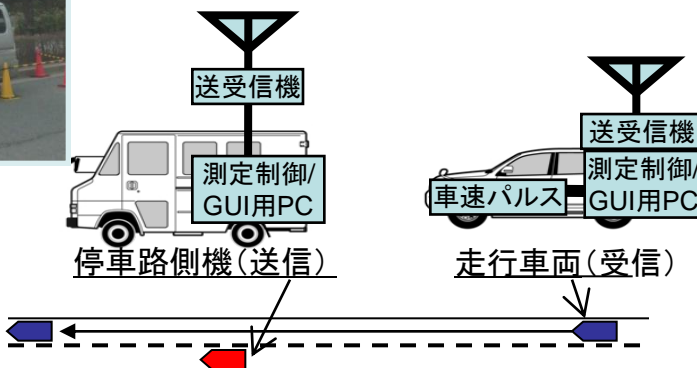
車載器搭載車両



干渉実験風景(ETC:OKIテストコース)



市街地実験風景(横須賀市内)



主な実施成果(6) — 調査検討会の運営 —

- 無線通信技術や運転支援に関する専門家、学識経験者等からなる検討会構成員と、請負者、総務省(主管課)による調査検討会を設置した。
- 会合3回、実験見学会1回を開催した。実施内容および結果の分析等に対して、活発な議論のもと、非常に有益な成果を得ることができた。

平成25年度 調査検討会体制

	委員名	会社・機関・団体名
主査	小花 貞夫	国立大学法人電気通信大学
副主査	岩井 誠人	同志社大学
委員	瀬川 倉三	一般社団法人電波産業会
	木津 雅文	トヨタ自動車株式会社
	藤本 浩	日産自動車株式会社
	坂田 正行	日本電気株式会社
	中岡 謙	パナソニック株式会社
	里村 昌史	株式会社本田技術研究所
	山本 雅史	マツダ株式会社
	若宮 正洋	三菱電機株式会社
オブザーバー		総務省
事務局(請負者)		沖電気工業株式会社

目標の達成状況(得られた成果等)

■全体目標(3カ年)

DSRC(5.8GHz帯)で運用中の既存サービスとの共用を確保しつつITSサービスの拡張性を確保するために必要となる新たな通信方式の検討を行い、設備更新時期も踏まえ、平成30年頃の実用化へ向けて技術基準の作成を目指す。

■今年度目標

- 5.8GHz帯を利用した新たな無線通信方式仕様案の策定
- 既存DSRCシステムとの干渉条件調査と課題のまとめ

■今年度目標の達成状況(事業全体総括)

- 新たな無線通信方式仕様案の策定については、国内外動向の調査検討結果から抽出した新たなサービス(アプリケーションタイプ)の通信要件を満足する通信仕様案の策定を実施し、シミュレーション、実験によりその性能を明らかにした。
- 既存DSRCシステムとの干渉条件調査については、実機による検証とシミュレーション結果より、干渉条件とその課題を明らかにした。

新たな通信方式の基礎検討の進捗と既存システムの共用条件に関する目処付けにより、1年目の目標を十分に達成できた。

またこれらの成果により、次年度実施計画への対応準備が整った。

今後の進め方

◆次年度の実施計画

実施項目3. 新たな通信方式による新たなサービスと既存システム／サービスを共存するために必要な周波数共用技術の検討

今年度の成果、課題より、DSRC(5.8GHz帯)における周波数共用技術の詳細検討を進める。さらにテストコース等の疑似環境におけるシステム検証とコンピュータシミュレーションによる評価・分析により、既存DSRCシステムとの共用のための条件をまとめる。

◆将来に向けた検討

既存DSRC(ARIB STD-T75)および700MHz帯ITS(ARIB STD-T109)では実施が困難な新たなシステムへの対応を目標に、5.8GHz帯の周波数有効利用を図り、将来の社会インフラに寄与するITS専用通信の確立を目指す。

《新たな技術》

- 既存DSRCと新方式の効果的な連携 : マルチプロトコル技術
- 新方式による効率的な車両ネットワーク構築 : マルチホップ技術

ご清聴ありがとうございました



Open up your dreams