

ユビキタスITSの研究開発と実証実験

2008年2月27日
ユビキタスITSシンポジウム

KDDI研究所開発センター
ITS・ワイヤレスグループ
野原 光夫



発表の構成

1) ユビキタスITSの研究開発

2) 研究開発の位置づけ

3) 研究開発の内容

4) ユビキタスITSの実証実験

5) まとめ

1) ユビキタスITSの研究開発 研究期間とメンバー

□独立行政法人 情報通信研究機構(NICT)殿からの受託研究

□2005年度から3カ年の研究

□メンバー 6社

株式会社KDDI研究所(*)

日本放送協会

富士通株式会社

株式会社 デンソー

株式会社 トヨタIT開発センター

株式会社 国際電気通信基礎技術研究所

(*)当初2年間のKDDI株式会社の課題の担当部門が、平成19年度に組織変更によりKDDI研究所に移行

1) ユビキタスITSの研究開発 研究開発の課題と分担

研究課題	担当会社
1) 車車間・路車間通信の研究開発	
課題 ア 安全運転支援車車間通信技術	
ア-1 シングルキャリアを用いた車車間通信	富士通株式会社
ア-2 OFDMを用いた車車間通信	株式会社デンソー
課題 イ 安全運転支援路車間通信技術	株式会社トヨタIT開発センター
課題 ウ マルチホップ通信クロスレイヤ制御技術	株式会社国際電気通信基礎技術研究所
2) テレマティクス高度化の研究開発	
課題 エ テレマティクスネットワーク高機能連携技術	株式会社KDDI研究所
課題 オ テレマティクス交通情報配信技術	株式会社KDDI研究所
3) 地上デジタル放送による道路交通情報配信の研究開発	
課題 カ ITS地上デジタル放送連携技術	日本放送協会
課題 キ 道路交通情報の効率的配信技術	株式会社KDDI研究所
4) 実証実験および全体管理	
課題 ク 総合的実証実験の実施	各社/取りまとめ 株式会社KDDI研究所
課題 ケ 研究テーマ全体管理	株式会社KDDI研究所

1) ユビキタスITSの研究開発 研究スケジュール

	17年度	18年度	19年度
ア 安全運転支援車車間通信	<p>17年度: シミュレーション・評価・1次試作 基礎伝播実験 方式設計。基礎測定 環境整備・プロトタイプ試作</p> <p>18年度: 2次試作・評価 通信機器開発・評価 方式選定・実証評価 走行試験</p> <p>19年度: フィールド評価 機器試作 方式統合 動作検証</p>	<p>2次試作・評価 通信機器開発・評価 方式選定・実証評価 走行試験</p>	<p>フィールド評価 機器試作 方式統合 動作検証</p>
イ 安全運転支援路車間通信			
ウ マルチホップ通信クロスレイヤ制御技術			
エ テレマティクスネットワーク高機能連携技術			
オ テレマティクス交通情報配信技術			
カ ITS地上デジタル放送連携技術			
キ 道路交通情報の効率的配信技術			
ク 総合的実証実験の実施	条件・シナリオ検討・コース検討	シナリオ検討・会場・機材手配	詳細決定、NW構築

総合的実証実験(2月25-26日)

シンポジウム
2008.2.27

発表の構成

1) ユビキタスITSの研究開発

2) 研究開発の位置づけ

3) 研究開発の内容

4) ユビキタスITSの実証実験

5) まとめ

2) 研究開発の位置づけ **目的**

「いつでも、どこでも、誰でも、何でも、特別な操作なく」情報をやり取りできる

ユビキタスITSの実現のための要素技術の研究開発

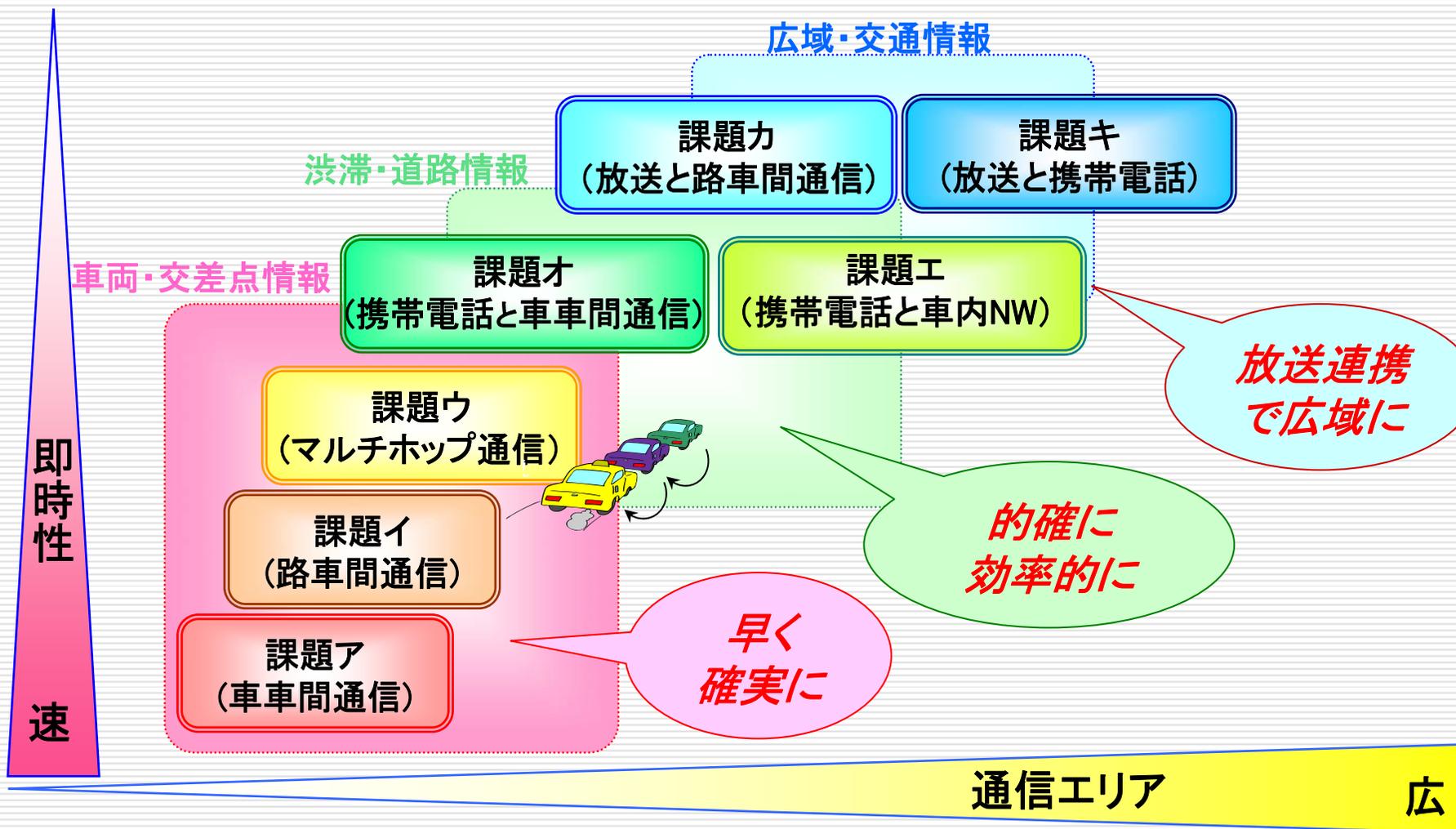
本研究開発では

「電波メディア」という切り口で研究開発を実施

- ① 車車間・路車間通信
- ② テレマティクスの高度化
- ③ 地上デジタル放送による道路交通情報配信

ITS分野におけるユビキタス環境構築への貢献を目指す

2) 研究開発の位置づけ 各課題



「いつでも、どこでも、誰でも、何でも、特別な操作なく」情報をやり取りできる
ユビキタスITS実現のための研究開発

2) 研究開発の位置づけ サービスと技術要素(1/3)

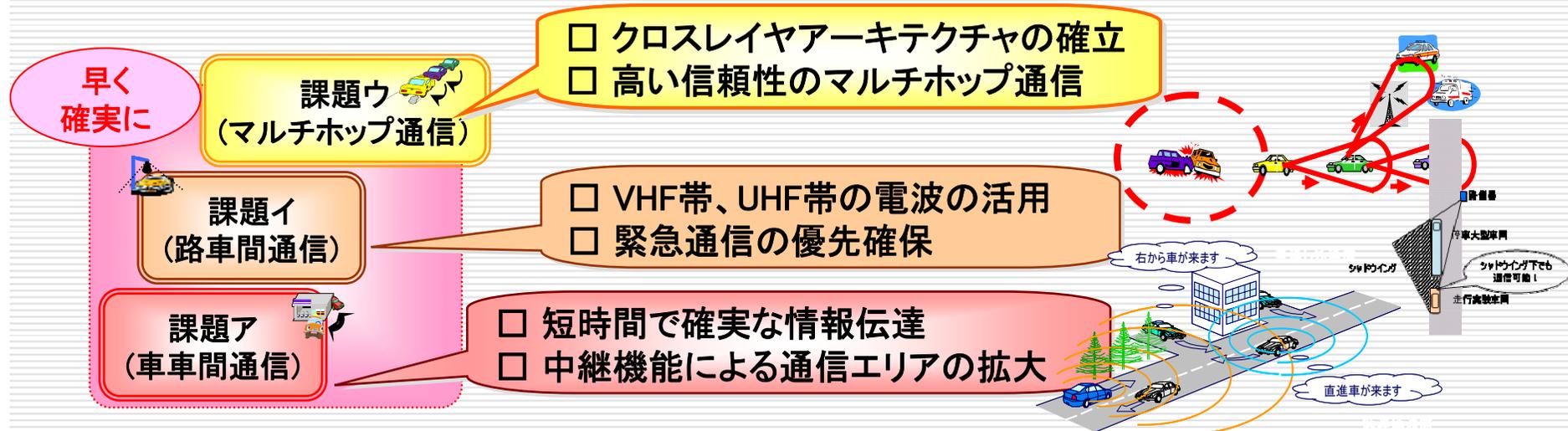
車車間・路車間通信 「安全の情報」を「早く」、「確実に」

富士通株式会社
株式会社デンソー
株式会社トヨタIT開発センター
株式会社国際電気通信基礎技術研究所

実現が期待されるサービス例

- 死角情報の提供(課題ア・イ・ウ)
- 接近車両情報の提供(課題ア・イ)
- 緊急車両の優先通行(課題イ・ウ)
- 停止・低速車両情報の提供(課題ウ)

研究開発する要素技術



2) 研究開発の位置づけ サービスと技術要素(2/3)

テレマティクス高度化
「欲しい情報」を「的確で」、「効率的に」

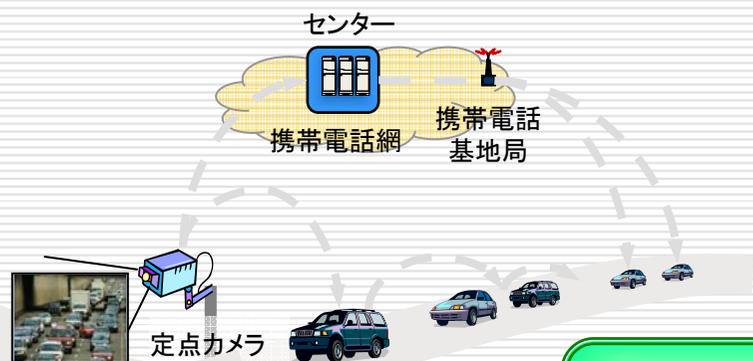
株式会社KDDI研究所

実現が期待されるサービス例

□人と車のシームレスな環境の提供(課題工)

□交差点動画情報の提供(課題才)

研究開発する要素技術



**的確で
効率的に**

課題才
(携帯電話と車車間通信)

課題工
(携帯電話と車内NW)

- 携帯通信と車車間通信の連携
- ネットワーク輻輳の回避

- ユーザ端末、車内ネットワークの動的構成
- サービス・コンテンツマイグレーション



2) 研究開発の位置づけ サービスと技術要素(3/3)

地上デジタル放送との連携
「送るべき情報」を放送連携で「広域に」

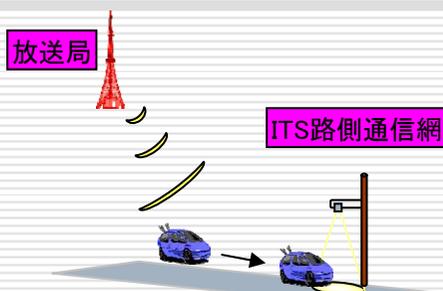
日本放送協会
株式会社KDDI研究所

実現が期待されるサービス例

□ ITS通信による緊急の通知(課題力)

□ 汎用性の高い道路交通情報の符号化技術による確実な交通情報の配信(課題キ)

研究開発する要素技術



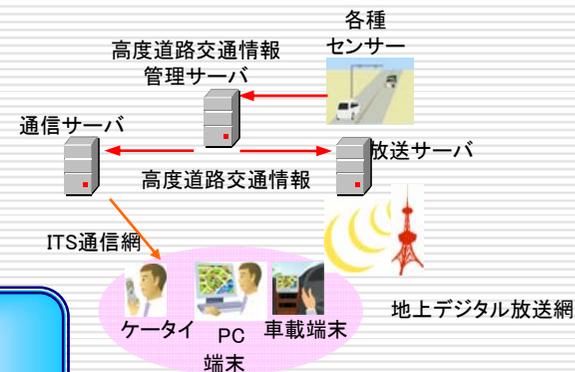
放送連携で
広域に

課題力
(放送と路車間通信)

課題キ
(放送と携帯電話)

- 緊急警報放送通知
- ITS情報補完

- 道路交通情報符号化方式
- 通信放送融合型交通情報の配信



2) 研究開発の位置づけ 目標 (1/2)

1) 車車間・路車間通信の研究開発

課題ア 安全運転支援車車間通信技術

ア-1 シングルキャリアを用いた車車間通信【富士通】

⇒安全運転支援に必要とされるリアルタイム性を満たす車車間通信技術

ア-2 OFDMを用いた車車間通信【デンソー】

⇒安全運転支援に必要とされるリアルタイム性を満たす車車間通信技術

課題イ 安全運転支援路車間通信技術【トヨタIT開発センター】

⇒V/U帯を利用した緊急通信の条件・特性

課題ウ マルチホップ通信クロスレイヤ制御技術【ATR】

⇒信頼性の高い通信環境を実現する車車間通信技術

2) 研究開発の位置づけ 目標 (2/2)

2) テレマティクス高度化の研究開発

課題エ テレマティクスネットワーク高機能連携技術【担当:KDDI研究所】

⇒端末間でサービスを継続・移動する技術

課題オ テレマティクス交通情報配信技術【担当:KDDI研究所】

⇒車車間通信と携帯電話網が連携して交通情報を提供する技術

3) 地上デジタル放送による道路交通情報配信の研究開発

課題カ ITS地上デジタル放送連携技術【NHK】

⇒地上デジタル放送とDSRCの連携技術

課題キ 道路交通情報の効率的配信技術【KDDI研究所】

⇒地上デジタル放送を用いた道路交通情報配信技術

発表の構成

1) ユビキタスITSの研究開発

2) 研究開発の位置づけ

3) 研究開発の内容

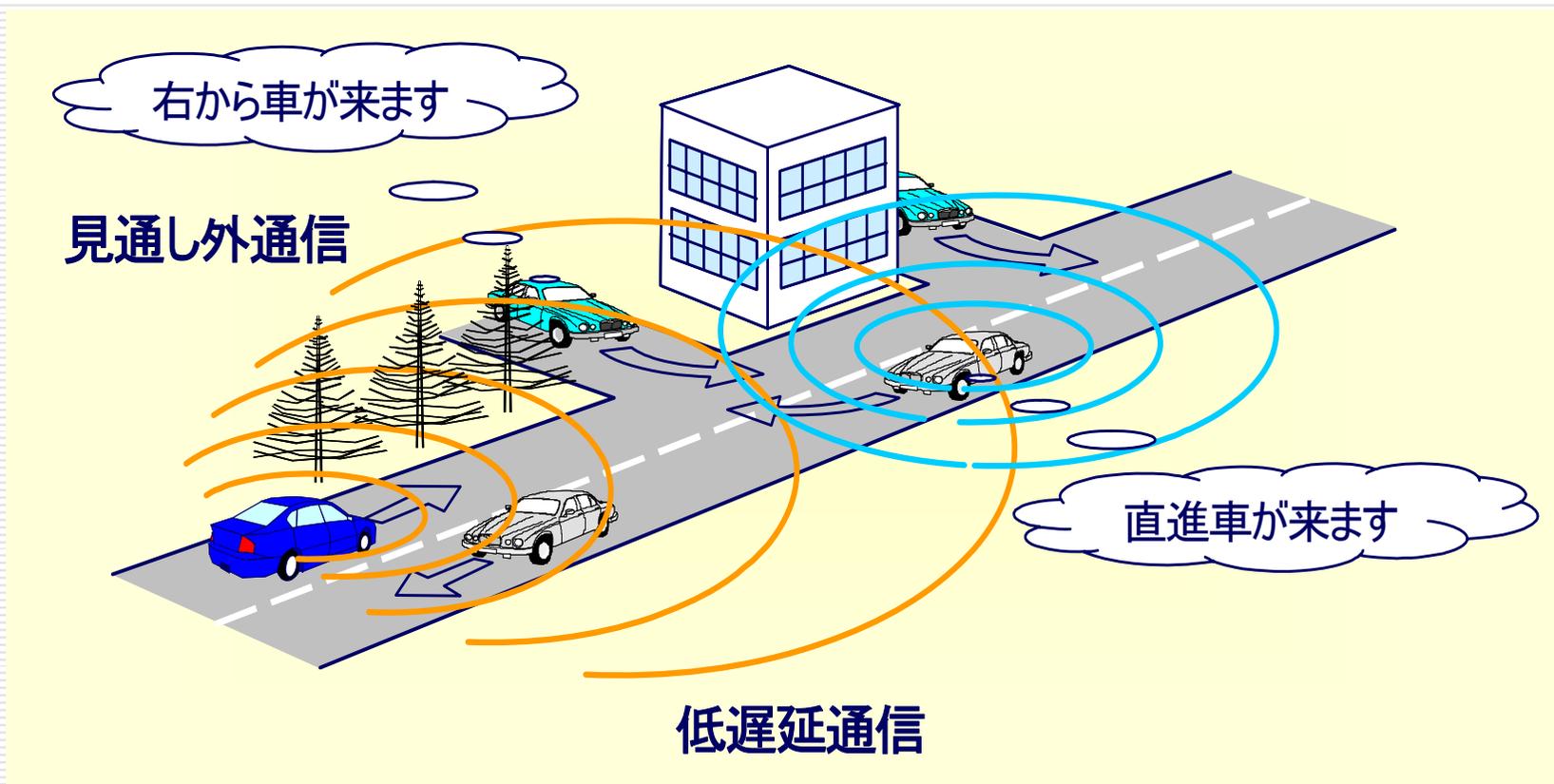
4) ユビキタスITSの実証実験

5) まとめ

3) 研究開発の内容 【課題ア 安全運転支援車車間通信技術】

シングルキャリアおよびOFDMを用いた車車間通信

- (1) 新たなアクセス方式を提案し低遅延性／リアルタイム性と通信ゾーン確保のための研究開発。
- (2) 見通し外通信における通信ゾーン拡大を目的に、データ中継のための通信制御技術の研究開発。

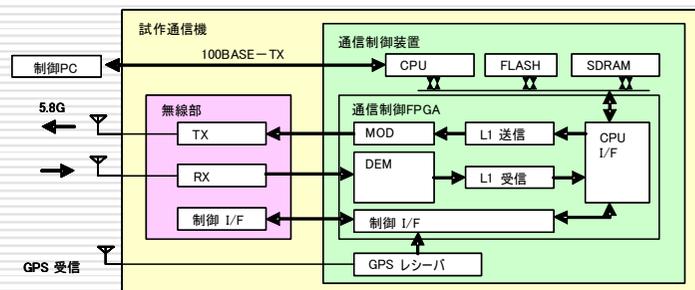


3) 研究開発の内容 【課題ア-1 シングルキャリアを用いた車車間通信】

5.8GHz帯シングルキャリア方式車車間通信機



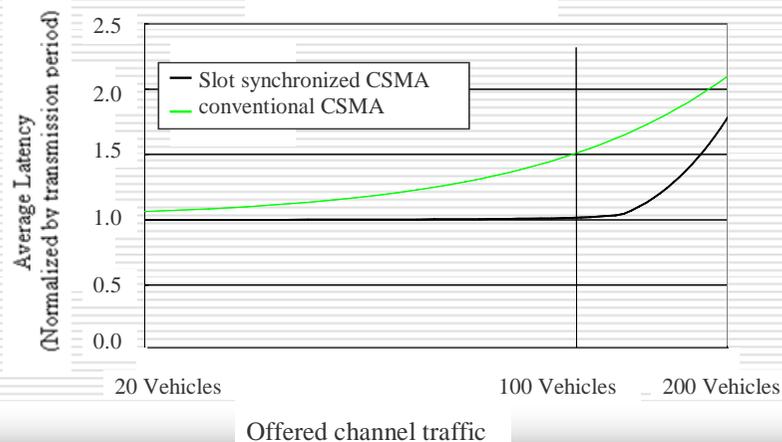
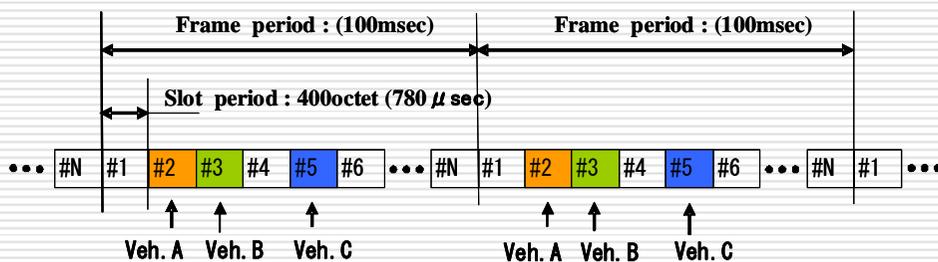
通信機の外観写真



通信機の系統図

低遅延アクセス制御技術 [タイミング同期式CSMA]

- ・ITS FORUM RC005 (5.8GHz帯を用いた車々間通信システムの実験用ガイドライン) に採用
- ・車両台数100台程度までのトラフィックで遅延無し



3) 研究開発の内容 【課題ア-2 OFDMを用いた車車間通信】



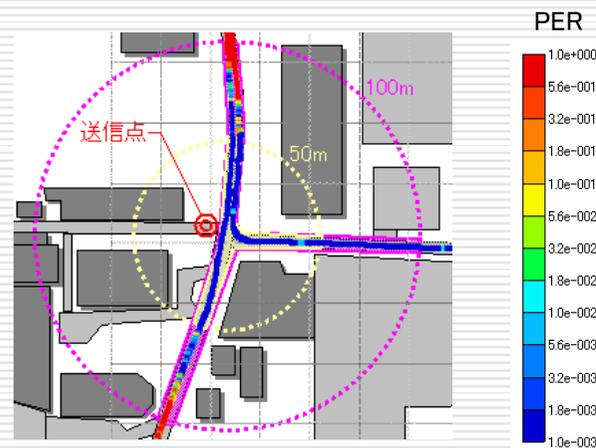
開発無線機

開発無線機仕様

周波数	5.8GHz帯
送信電力	100mW(最大)
物理レイヤ	IEEE802.11aおよび11p
MACレイヤ	IEEE802.11(CSMA)改
機能	RSSI測定 PER測定 受信ダイバーシチ方式切替 パケット遅延時間計測



フィールド実験風景

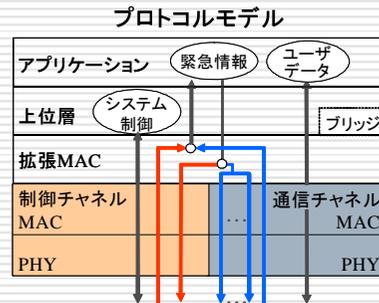


PER測定結果(送信電力10mW)

3) 研究開発の内容 【課題イ 安全運転支援路車間通信技術】

2周波チャネル併用路車間通信方式

- 2周波チャネルに同一の緊急情報を送信し、電波伝搬特性、通信負荷に応じて先に受信した情報を採用

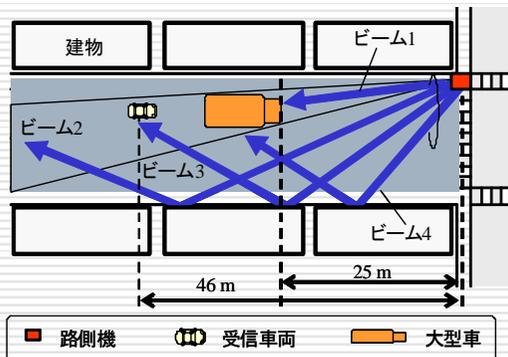


方式諸元

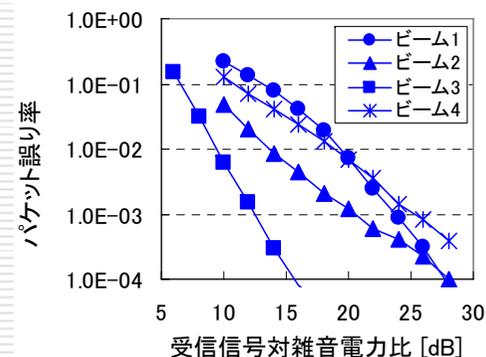
項目	制御チャネル	通信チャネル
周波数帯	UHF帯	5.8 GHz帯
帯域幅	2.2 MHz	9.0 MHz
通信方式	TDD/TDMA (独自プロトコル)	CSMA/CA (IEEE 802.11 a/pベース)
伝送速度	1 Mbit/s	6 Mbit/s
通信内容	<input type="checkbox"/> 緊急情報 <input type="checkbox"/> システム制御情報	<input type="checkbox"/> 緊急情報 <input type="checkbox"/> その他、ユーザーデータ <input type="checkbox"/> 狭アンテナビーム切替
備考		

狭アンテナビーム切替の伝送特性

- 狭ビーム化とビーム切替によるマルチパス低減と周辺地物の反射波利用
- ビーム切替により遮蔽領域でのPER改善をシミュレーションにより確認



シミュレーションモデル



アンテナビーム毎のPER特性

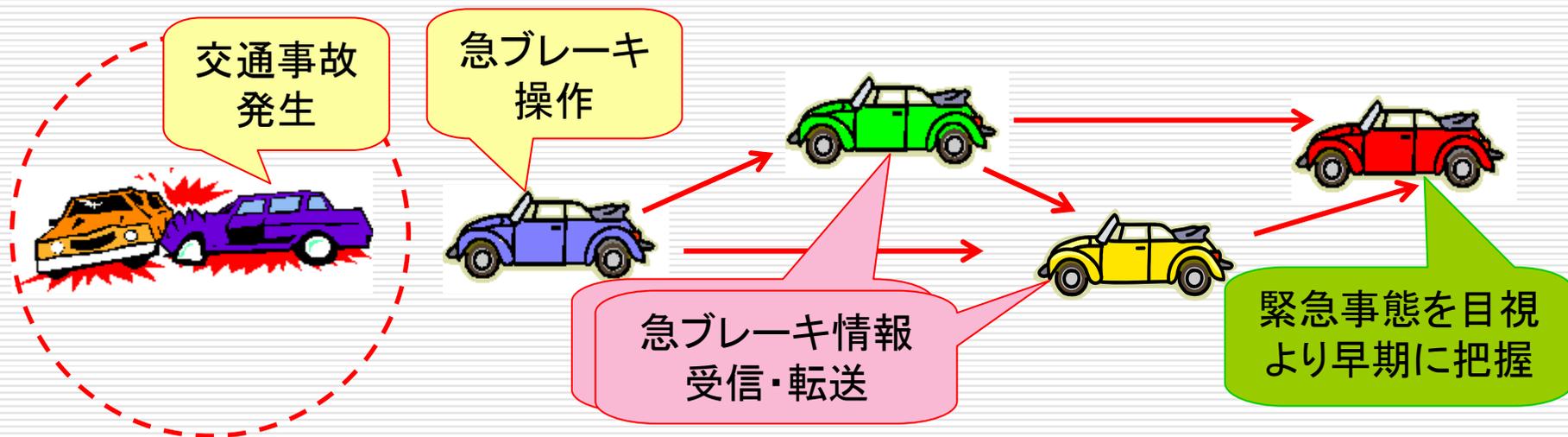
3) 研究開発の内容 【課題ウ マルチホップ通信クロスレイヤ制御技術】

●研究内容

クルマの安全運転支援を目的として、フラディング※を利用したクルマ間の情報共有と緊急情報の伝達を高信頼に行うシステムを開発。

●特長

- 重複パケットを転送しない制御によりフラディングによる情報共有を高信頼化。
- 急ブレーキなどの緊急情報を、最低限の転送処理により優先的に高速伝達。
- 緊急情報を送信したクルマのアイコンが地図上で赤く点滅するとともに、警告音でドライバーに通知。



※ フラディング: 受信した情報をバケツリレー的にブロードキャスト転送していく通信方式

3) 研究開発の内容【課題エ テレマティクスネットワーク高機能連携技術】

動的ネットワーク融合／分離技術

車内にいるユーザに対してのみ車内 ネットワークリソースを提供

端末間サービス連携技術

融合された車内のネットワークリソースをユーザが柔軟に選択/切替え可能な技術



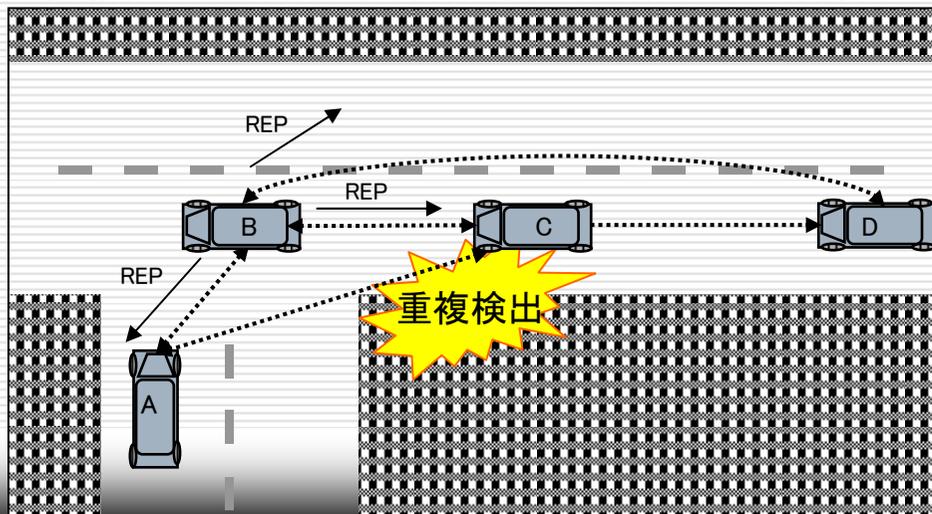
人と車のシームレスによる利便性向上を目指す

3) 研究開発の内容 【課題オ テレマティクス交通情報配信技術】

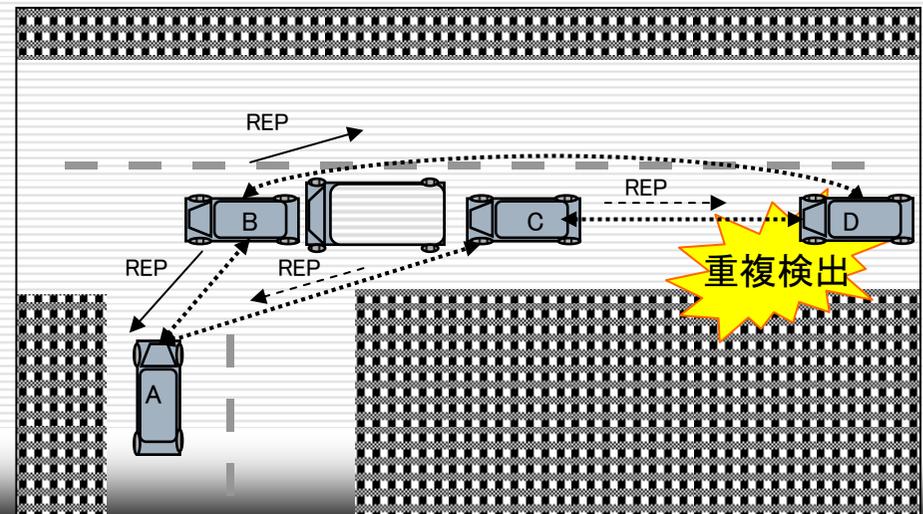
■ 開発した車車間通信プロトコルの主要機能

- 重複するパケット中継の検出と停止アルゴリズムの導入
 - 中継開始時に制御シグナル(REP)をパケットに付加
 - REP: どの車両のために、どのパケットを中継し始めるかという目的を提示
 - REPに含まれる情報: (要求元ID, 要求されたデータの送信元ID, 送信元ID, ホップ数など)
- 他の車両から受信したREPの検証により重複中継を検出
 - 自身が送信した/送信予定のREPと同じ目的のREPを受信→重複を検出
 - 同じ目的のREPを複数の車両から受信→重複を検出

(1) 直接パケットを受信できる関係にある場合の検出例



(2) 隠れ端末の関係にある場合の検出例



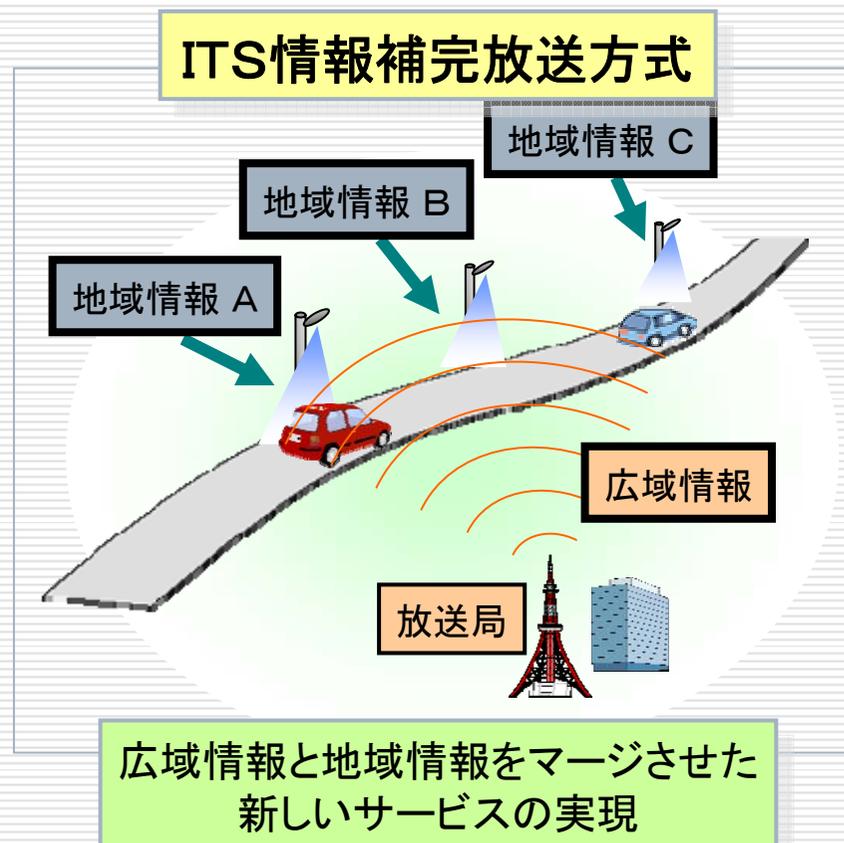
3) 研究開発の内容 【課題力 ITS地上デジタル放送連携技術】

乗車中の人に対して安全・安心にかかわる情報の提供や、きめ細かな情報提供の実現を目指した地上デジタル放送とDSRCの連携技術

緊急警報放送通知伝送技術



ITS情報補完放送方式



3) 研究開発の内容 【課題キ 道路交通情報の効率的配信技術】

道路交通情報データ仕様“LBR (Location Based Resource)”

汎用性を高めるため、世界標準仕様(SVG、RSS)をベースとして設計

SVG (Scalable Vector Graphics)

- ・リソースのプレゼンテーション用
- ・2次元ベクトルグラフィックスの世界標準

道路交通情報、地図、地点情報、公共交通機関、気象、災害などを表現

RSS (RDF Site Summary)

- ・リソースのメタデータ記述用
- ・メタデータ仕様の世界標準

リソース間の隣接関係、所属レイヤーなどのメタデータを記述

LBRデータの符号圧縮方式

- ① 高圧縮……gzipの約2倍
- ② 高速復号……従来約1/2
- ③ 低消費メモリ……従来約1/4

放送網と通信網を融合したデータ配信方式

- ① 放送のパケットロスを利用し通信網を利用して補完
- ② パケットロス環境下において、短時間で受信完了

発表の構成

1) ユビキタスITSの研究開発

2) 研究開発の位置づけ

3) 研究開発の内容

4) ユビキタスITSの実証実験

5) まとめ

4) ユビキタスITSの実証実験 目的、概要、参加者

【概要】

総務省施策「ユビキタスITS」の一環である、本研究開発と「電子タグを用いたITS応用技術の研究開発」(*)との共催、YRP研究開発推進協会の協賛により実施。

【目的】

車車間・路車間通信、地上デジタル放送、携帯電話網などさまざまな無線メディアをユビキタスITSに活用するシーンを想定、各研究開発の成果を持ち寄り、効率的にかつわかりやすい実証実験を実施。

【日時、場所】

日時:平成20年2月25日(月)、26日(火)

場所:横須賀リサーチパーク(YRP) 1番館 YRPホール、YRP周辺道路

【参加者】

ITS関係省庁、ITS情報通信システム推進会議の構成員、ITS関係団体、YRP地区企業の研究者など。

(*) NICTの拠点研究として、車両から視野外に位置する歩行者等の位置情報を電子タグにより危険予知情報として車両に通知する、交通弱者の交通事故削減に資するシステムの実現を目指し、平成17年度から3ヶ年で実施。

4) ユビキタスITSの実証実験 デモ概要(1/2)

【デモ概要】

(1) 安全運転支援車車・路車間通信

・車車間通信におけるリアルタイム通信を確保するための「低遅延アクセス制御技術」、および見通し外通信のエリアを拡大するための「データ中継技術」を、シングルキャリア方式とOFDM方式の2種類で実証。(富士通、デンソー)

・車車間通信において、複数台の車両間で高速かつ信頼性の高い通信を行うための「マルチホップ通信技術」について実証。(ATR)

・路車間通信において、大型車両などにより路側機との見通しが無い状況においても通信を可能とする「2周波を利用した路車間伝送技術」および、「緊急通信優先技術」について実証。(トヨタITC)

4) ユビキタスITSの実証実験 デモ概要(2/2)

【デモ概要】

(2) テレマティクスの高度化

・テレマティクスにおいて、ユーザ周辺のネットワーク環境の変化に対応するため「動的ネットワーク融合技術」、「端末間サービス連携技術」について実証。(KDDI研究所)

・車車間通信における効率的なパケット中継制御方式や車車間通信・携帯電話網連携方式について実証。(KDDI研究所)

(3) 地上デジタル放送による道路交通情報配信

・地上デジタル放送の情報に、DSRCを經由して送られる情報をマージする「放送と路車間通信の連携技術」について実証。(NHK)

・道路交通情報配信を効率的に行うため、放送の受信エラーを通信で補完する「放送と携帯電話の連携技術」について実証。(KDDI研究所)

4) ユビキタスITSの実証実験 各デモ実施場所

受託会社	内容	車両/屋内	実験場所
トヨタITC	路車間通信	1号車	#1
富士通	車車間通信	1号車	#2
デンソー			
KDDI研究所	携帯電話と車車間通信	1号車	#3
ATR	マルチホップ通信	2号車	#4
KDDI研究所	放送と携帯電話	2号車	#5
NHK	放送と路車間通信	2号車	#6
KDDI研究所	携帯電話と車内NW	屋内	#7

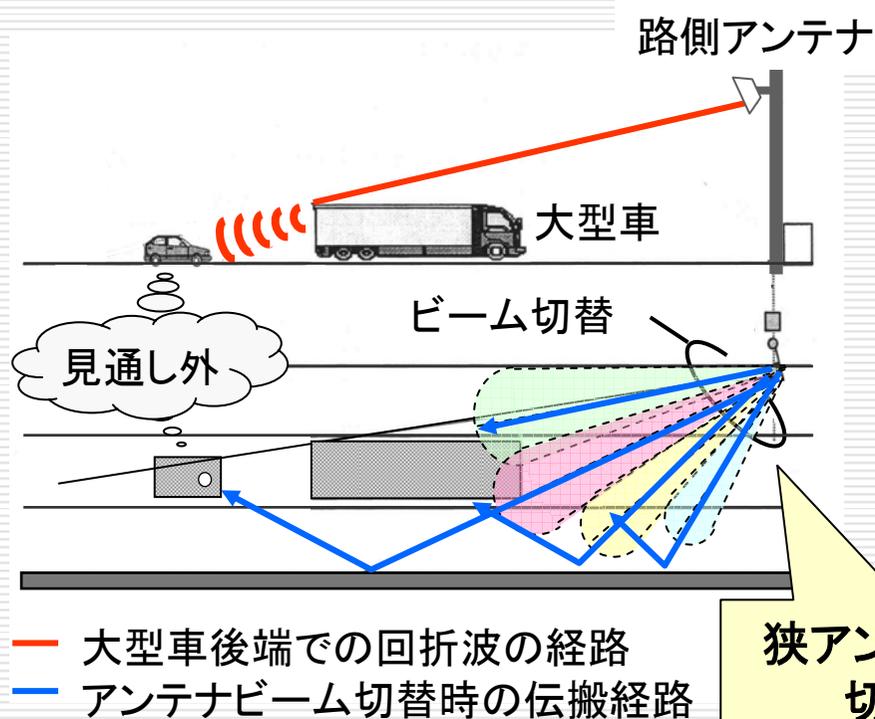
4) ユビキタスITSの実証実験 全体レイアウト



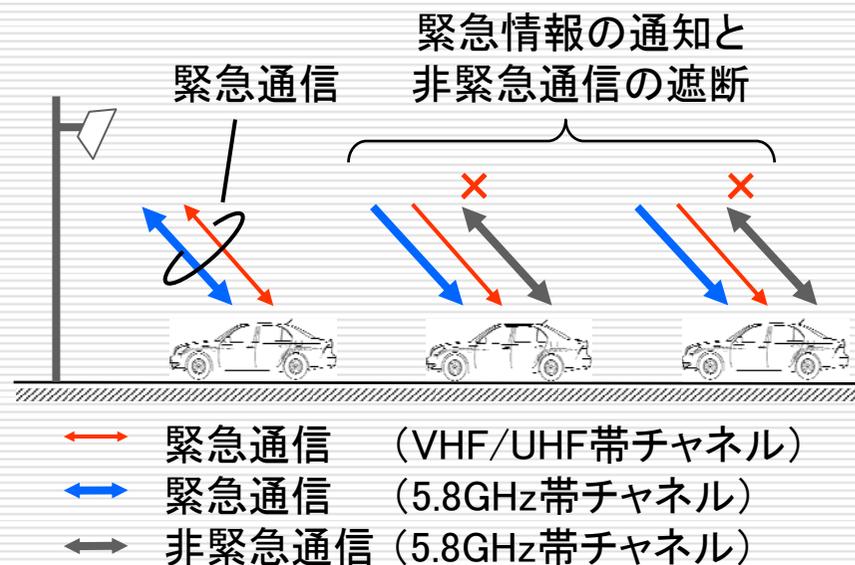
4) ユビキタスITSの実証実験 各デモ内容(#1)

【1号車】路車間通信 (トヨタITC)

① 路車間伝送路解析評価



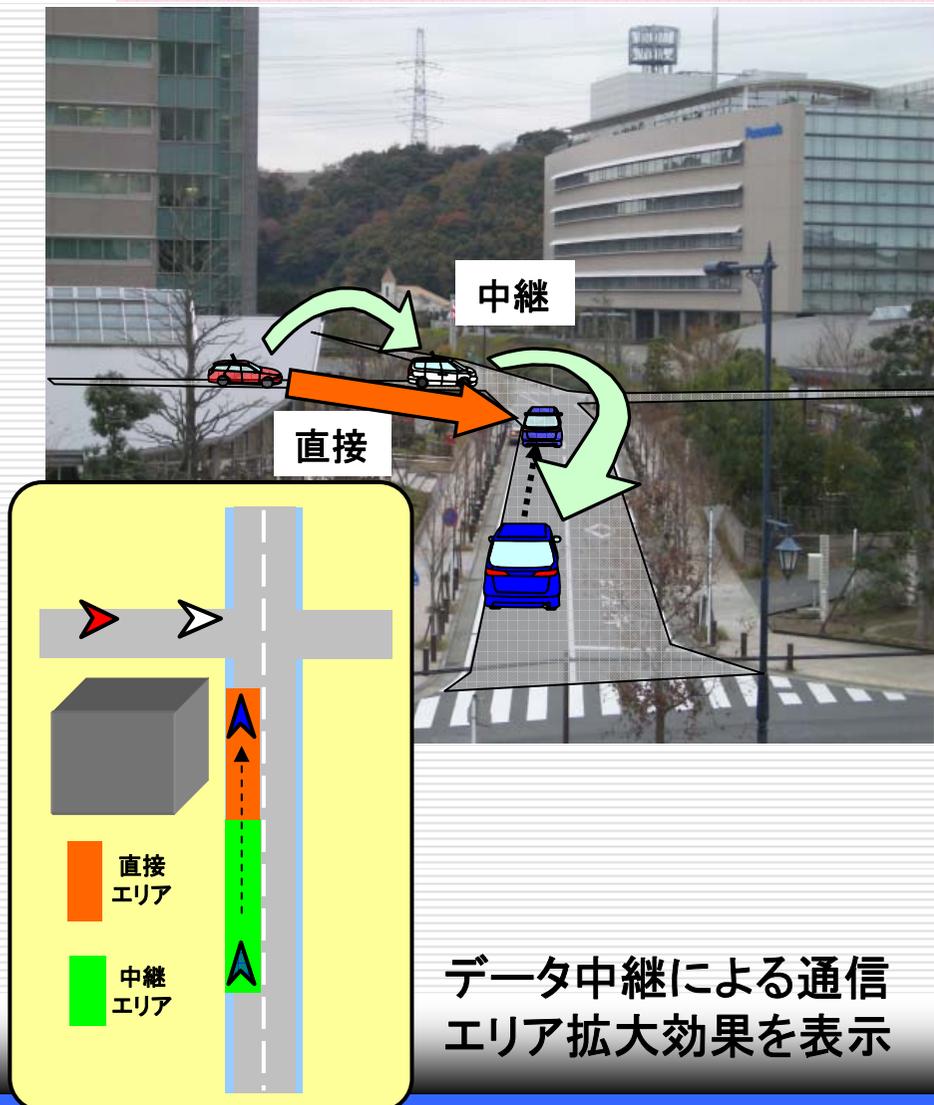
② 緊急通信優先技術



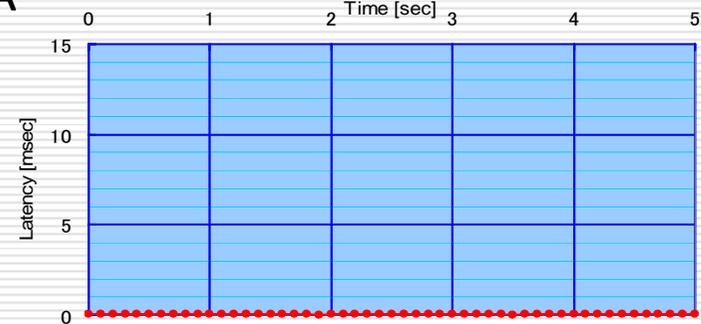
2周波併用通信

4) ユビキタスITSの実証実験 各デモ内容(#2)

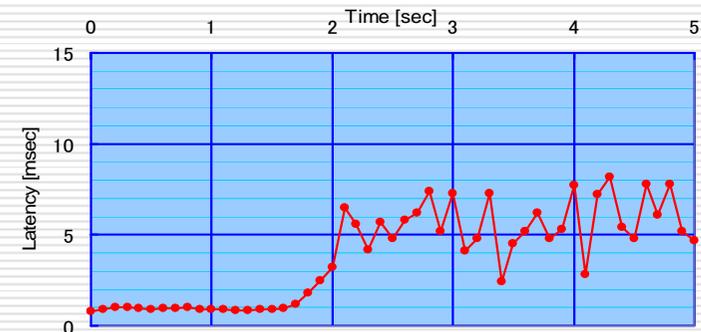
【1号車】車車間通信 (富士通、デンソー)



通信方式1: シングルキャリア/タイミング同期式 CSMA



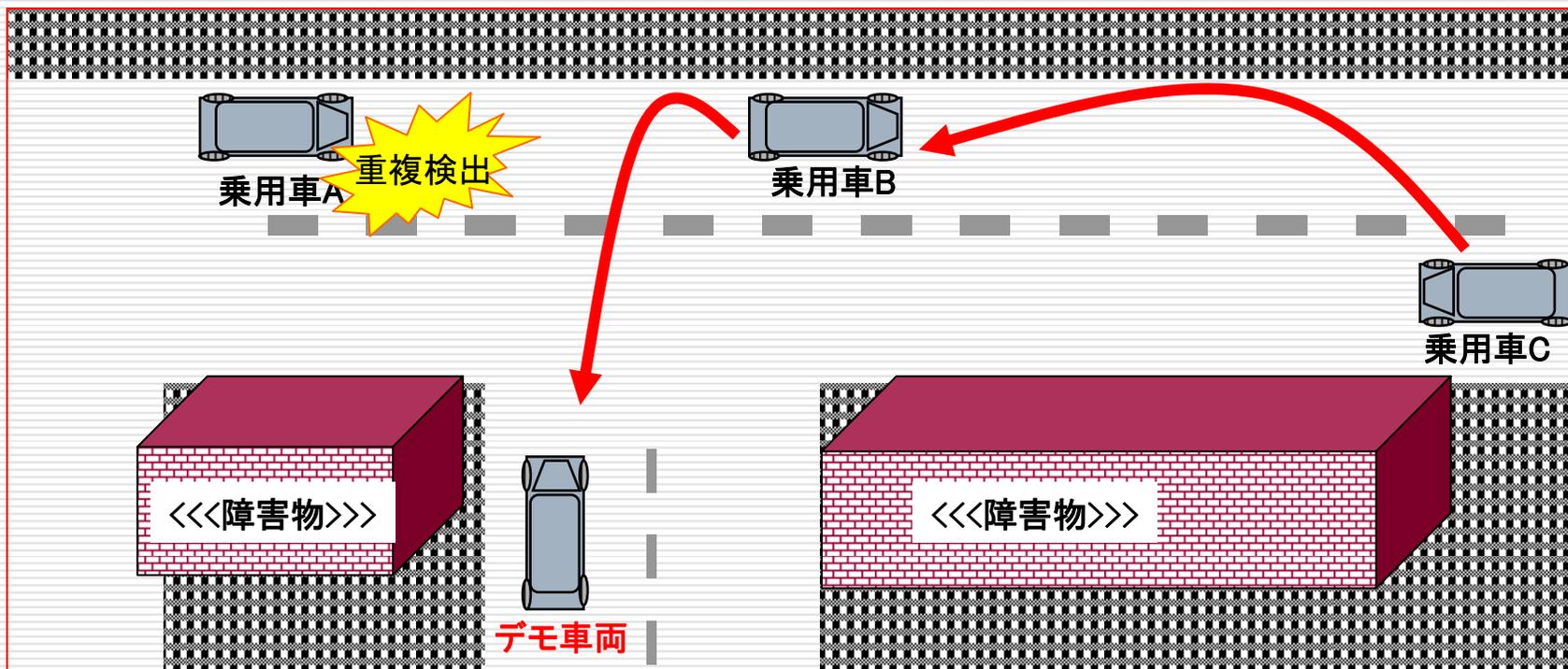
通信方式2: OFDM / CSMA



2つの通信方式における
高トラフィック時の通信遅延を計測表示

4) ユビキタスITSの実証実験 各デモ内容(#3)

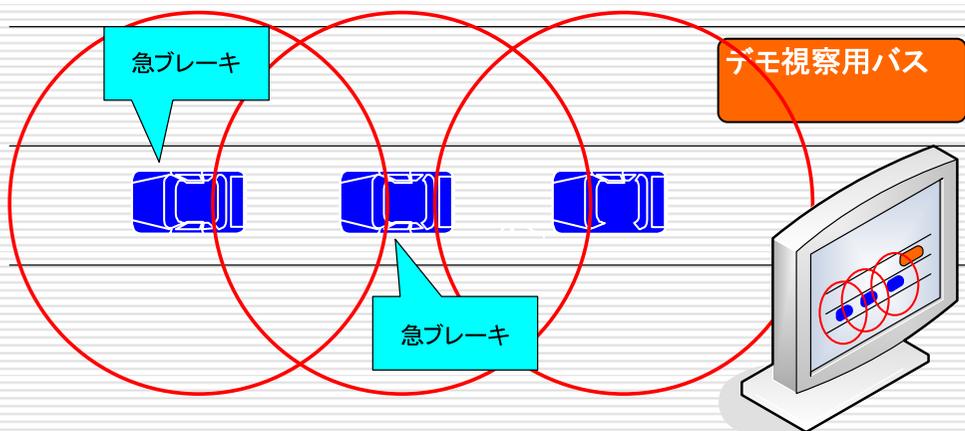
【1号車】車車間通信における中継制御(KDDI研究所)



冗長なパケット中継を迅速に検出・停止することで
通信トラフィックの増加を低減可能に

4) ユビキタスITSの実証実験 各デモ内容(#4)

【2号車】マルチホップ通信 (ATR)



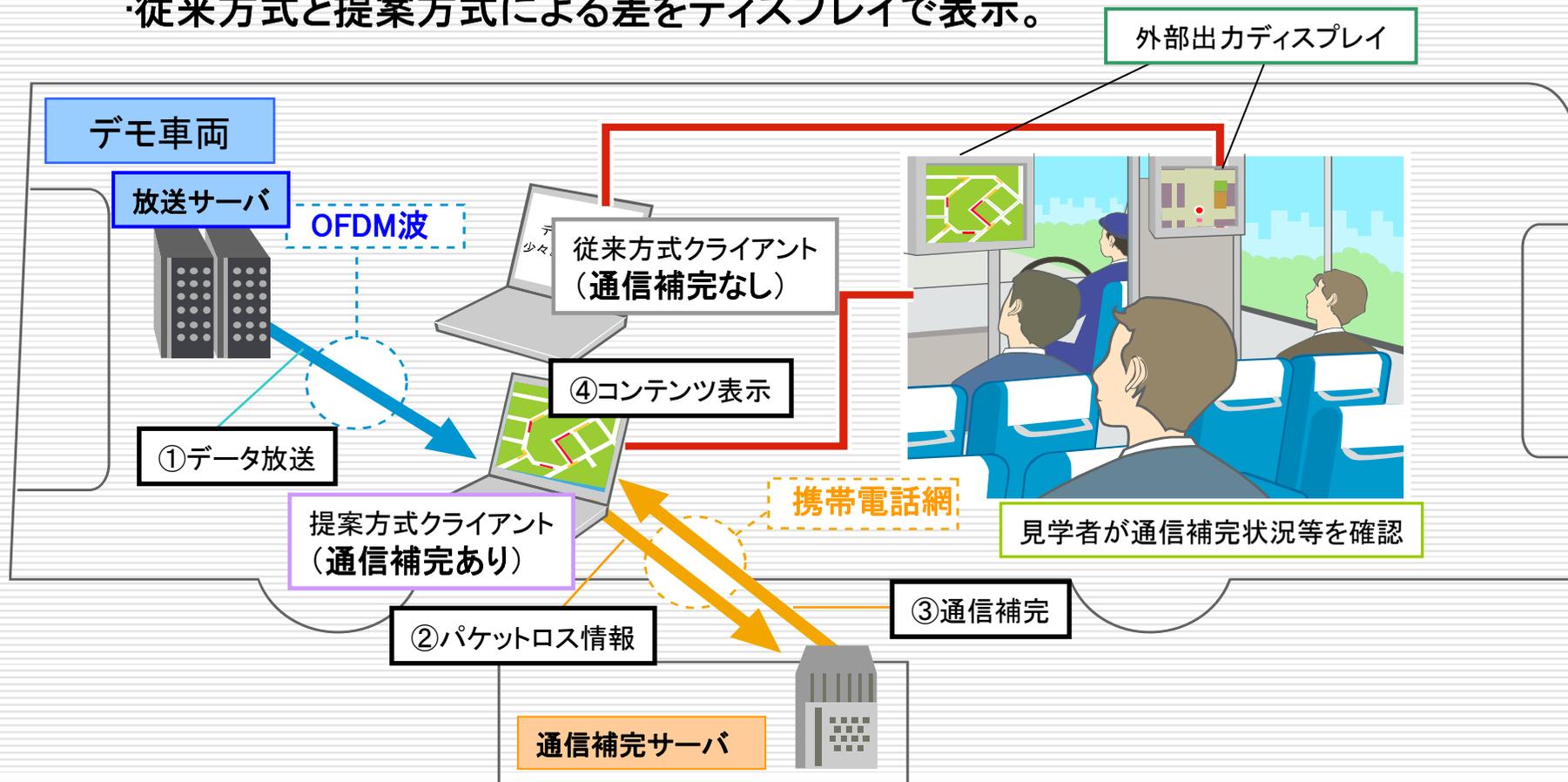
- ・GPSを用い車両間で定期的に位置情報を交換し、位置関係を把握する。
- ・前方車両の緊急信号(急ブレーキ情報等)は即座に後続車両にマルチホップ転送される。



4) ユビキタスITSの実証実験 各デモ内容(#5)

【2号車】放送と携帯電話（KDDI研究所）

- ・通信補完により、放送波の受信に失敗しても、道路交通情報を迅速に取得。
- ・従来方式と提案方式による差をディスプレイで表示。



4) ユビキタスITSの実証実験 各デモ内容(#6)

【2号車】放送と路車間通信 (NHK)

地上デジタル放送の情報にDSRC経由して送られる情報をマージし、車載用地上デジタル放送受信機の画面に表示

地上デジタル放送経由の情報

広域の交通情報

交通情報
広域情報

■通行止
■渋滞
■事故等
■工事規制
■その他規制
■調整中

横羽線 湾岸線
三ツ沢線 第三京浜
狩場線 横横道路

広域情報
上下ボタンで路線を選択し、決定ボタンを押してください。

DSRC経由の情報をマージ

より詳細な交通情報

交通情報
DSRC情報

久里浜駅
久里浜港

YRP 134 27 212

走行位置付近のイベント情報

ユビキタスITS実証実験

誰もが、快適に、意のままに移動できる安全・安心な道路交通社会の実現に向け、車・道路・人を有機的に結合し、いつでも・どこでも・誰でも・何でも・特別な操作なく情報を利用できるユビキタスITS（高度道路交通システム）の研究開発が実施されています。これまで、車車間通信技術、路車間通信技術、地上デジタル放送のITS応用、電子タグシステムのITS応用技術などが研究されてきました。本日は、その研究成果を公開するために、YRP（横須賀リサーチパーク）を中心にユビキタスITSの実証実験が行われています。

ITS地上デジタル放送連携技術

DSRCの通信領域毎に異なる情報が提供される様子を体験

4) ユビキタスITSの実証実験 各デモ内容(#7)

【屋内】携帯電話と車内NW(KDDI研究所)

- ① 携帯電話の利活用により、ユーザネットワークと車内ネットワークを動的に融合
- ② 車内の通信リソースを併せて用いて、状況に応じた適切なサービスを実行

① 動的ネットワーク融合技術(NW層の協調)

- ✓ 携帯カメラ、リアモニタの利用による「三角認証」により、車内のユーザのみに通信リソースを提供
- ✓ 端末死活監視により、下車後は自動的にネットワーク分離



② 端末間サービス連携技術(アプリ層の協調)

- ✓ 車内リソース情報を共有
- ✓ セッションを切断することなく、携帯の音声通話にリアモニタの映像フローを追加(テレビ電話)
- ✓ 携帯端末のブックマークから、リアモニタへの表示(遠隔ブラウジング)



人と車のシームレスによる利便性向上を目指す

発表の構成

1) ユビキタスITSの研究開発

2) 研究開発の位置づけ

3) 研究開発の内容

4) ユビキタスITSの実証実験

5) まとめ

5) まとめ

- ユビキタスITS環境構築に向けた寄与を目的とし、車車間・路車間通信、テレマティクス高度化、地上デジタル放送との連携など、広範な課題に3ヶ年にわたり取り組み。
- 交通情報等の「早く・確実な伝達」、「効率的な伝送」、「放送による広域への伝達」を実現するための課題にも取り組み。
- 本年度は昨年度に引き続き、シミュレーション、試作した実験機器を用いたフィールドでの伝搬実験、ならびに実験結果とシミュレーションとの比較等を実施。
- 2008年2月25、26日に横須賀リサーチパーク(YRP)にて実証実験を行い、報道関係者、ITS関係者(省庁、企業)、YRP地区研究員などに広くその成果をアピール。
- 成果の実用化に向けてのITS関係省庁、ITS関連企業の取り組みが必要。

謝辞

- 本研究はNiCT殿からの受託研究として実施してまいりました。
- 共同で研究開発・実証実験を行ってきた各社ご担当へ深謝いたします。

ご清聴ありがとうございました。

