

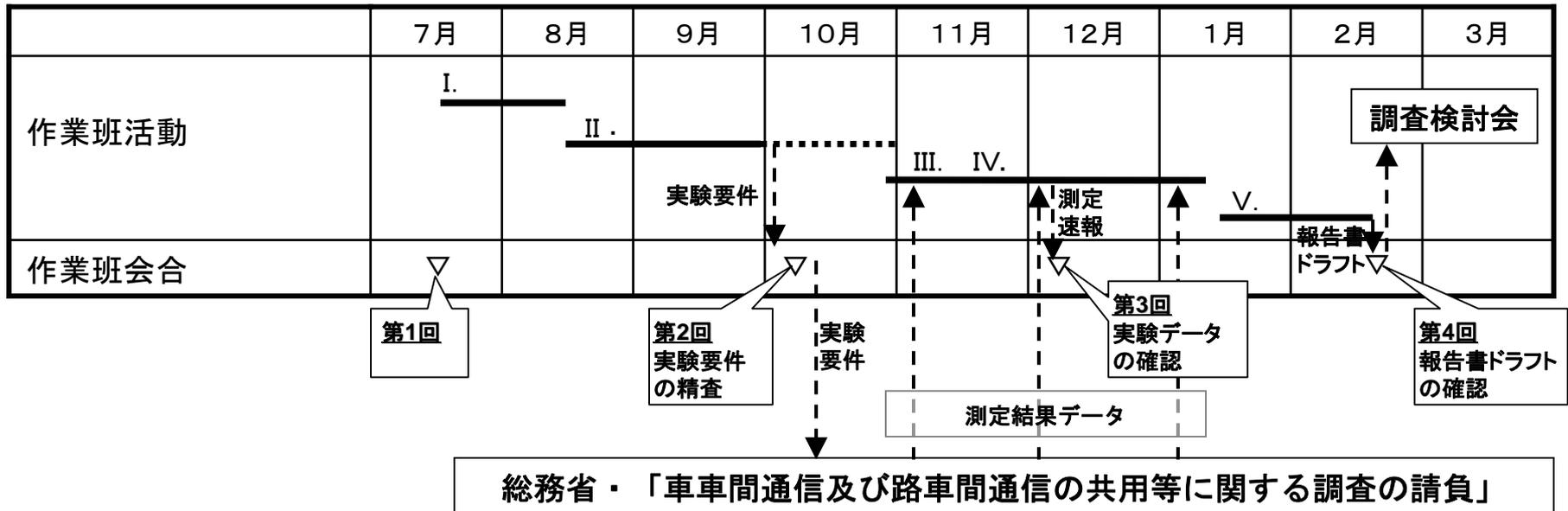
車車・路車共用方式の検討内容 について

車車・路車作業班の進め方

車車・路車作業班の役割と作業内容

I. 車車間通信・路車間通信の共用検討	700MHz帯における車車間通信・路車間通信に関する技術動向を調査することにより、車車・路車共用方式についての検討を行う。
II. 車車・路車測定実験要件検討	I. で検討した方式を実機による実証実験を目的とした具体的な実験要件の検討を行う。
III. 車車・路車測定データの結果分析	総務省・「車車間通信及び路車間通信の共用等に関する調査の請負」で測定されたデータを用いて、700MHz帯を用いた路車間通信の基本特性、複数の路側機が存在する状況下での路車間通信、車車間通信及び路車間通信の同時成立性について分析する。
IV. シャドウイング等の技術課題検討	総務省・「車車間通信及び路車間通信の共用等に関する調査の請負」で測定されたデータを用いて、大型車等によるシャドウイングの影響等の技術課題の検討を行う。
V. 報告書作成	I. ～IV. において検討した結果を報告書としてまとめる。

スケジュール

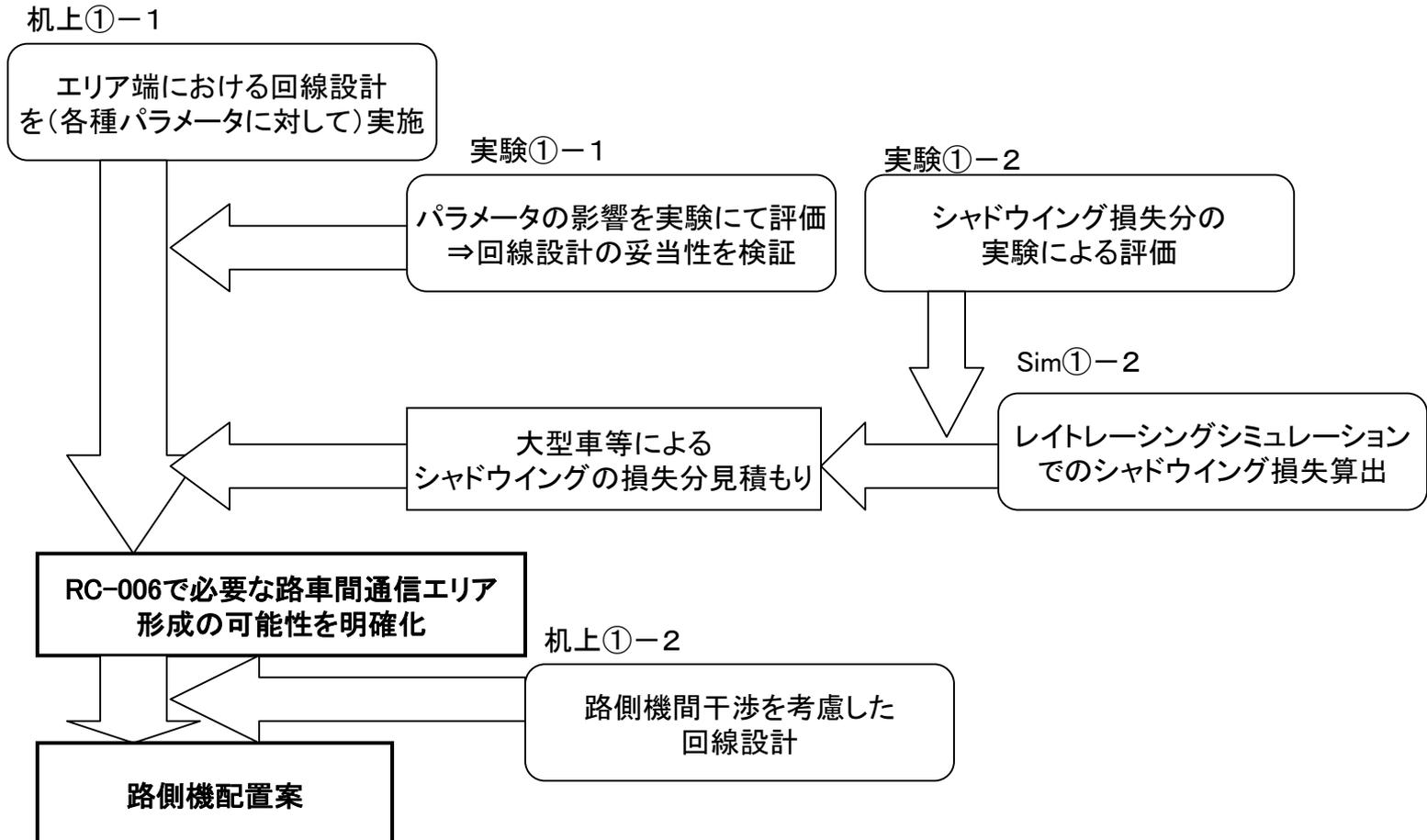


- 目的
 - ITS情報通信システム推進会議で検討されている実験ガイドラインRC-006方式を用いた場合の、路車間通信の基本通信特性、複数路側機が存在する状況下での通信特性、及び車車間通信と路車間通信の同時成立性などについて調査検討し結果を取りまとめる。
- 実施項目
 - ①700MHz帯を用いた路車間通信の基本特性の検証 **【①路車間基本特性】**
 - 路車間通信エリア形成のためのビーム幅, 送信電力
 - 大型車等によるシャドウイングの影響
 - ②複数の路側機が存在する状況下での路車間通信の成立性の検証 **【②複数路側機対応】**
 - 路側機のエリアオーバーラップ時の動作
 - 路側機間における同期・非同期の影響
 - ③車車間通信及び路車間通信の同時成立性の検証 **【③車車・路車共用】**
 - 通信トラフィック増加による影響
 - 隠れ端末の影響
 - 車車間・路車間共用通信方式

検討① 路車間基本特性

調査すべき課題

- ・700MHz帯を用いるRC-006メディアで路車間通信は可能なのか？⇒回線の成立性
- ・回線設計でキーとなる項目の一つシャドウイングロスはどのくらいなのか？⇒ロスの見積もり
- ・回線設計から導き出される路側機配置はどのようなものか？⇒路側機配置間隔の見積もり



検討② 複数路側機対応

調査すべき課題

- ・複数の路側機が配置されることにより生じるオーバーラップエリアの影響は？
⇒パケット衝突の確率, 衝突時の影響を明確化
- ・RC-006車車・路車共用方式の効果は？
⇒路側機間同期による上記影響の低減

Sim②-1

シミュレーションにより路側機が増加した場合の
パケット衝突の頻度を確率的に評価
(パラメータ: 路側機台数・路側からのデータ量)

路側機同士がCSできる

YES

NO

オーバーラップしても衝突確率が小

オーバーラップすると衝突確率が小

実験②-1

衝突した際の特性劣化を
実験により評価

実験②-2

車車・路車共用通信方式における路側機間同期機能の検証

車車・路車共用通信方式の適用

オーバーラップしても衝突確率が極小

複数路側機存在下での路車間通信の可能性を評価

検討③ 車車・路車共用 1/2

調査すべき課題

- ・限られた10MHzという帯域内で車車・路車を実現可能か？⇒路側機台数，車載機台数の容量
- ・路車間通信に対する隠れ端末問題の影響は？⇒車載機台数，配置の影響
- ・RC-006車車・路車共用方式の効果は？⇒上記，容量面，隠れ端末影響面ともに

通常のCSMA方式

通信トラフィック増加の影響

車両の増加
(台数)

Sim③-1-1

増加量に対する
パケット到達率
(PAR)をシミュレーション

実験③-1-1

車両増加
を模擬した
高負荷実験

ある条件においての
許容可能な
車両台数算出

隠れ端末の影響

Sim③-1-2

隠れ端末の存在確率と存在時の
特性をシミュレーション

実験③-1-2

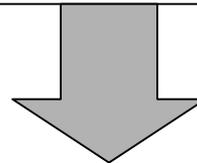
ある隠れ端末
発生シーンで
のPAR評価実験

ある条件においての
許容可能な
車両台数算出

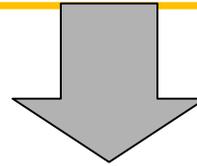
Sim③-1-3

道路環境を模擬した(隠れ端末が存在する), 車車・路車それぞれの品質と総容量のシミュレーション

通常のCSMA方式を用いた車車・路車共用時の総容量評価



検討③ 車車・路車共用 2/2



RC-006車車・路車共用方式

通信トラフィック増加の影響

隠れ端末の影響

机上③-2-1

車両の増加
(台数)

Sim③-2-2

必要となる
路側スロット数の算出

増加量に対する
パケット到達率
(PAR)をシミュレーション

隠れ端末存在時の
特性をシミュレーション

実験③-2-1

実験③-2-2

車両増加
を模擬した
高負荷実験

ある隠れ端末
発生シーンで
のPAR評価実験

ある条件においての
許容可能な
車両台数算出

機能検証

ある条件においての
許容可能な
車両台数算出

Sim③-2-3

道路環境を模擬した(隠れ端末が存在する), 車車・路車それぞれの品質と総容量のシミュレーション

RC-006車車・路車共用方式を用いることによる性能改善を明確化

本検討における基本パラメータ

■路側機

項目	諸元	備考
送信出力	10mW/MHz	RC006 1.5版 3.3節に記載
変調方式	16QAM	データ量の多いアプリケーションを想定し、帯域の有効活用から
符号化率	1/2	
パケット長	1000bytes	RC006 1.5版 付属資料E.2に記載
アンテナ高	6.0m	路側の車両感知器の設置標準をもとに信号灯器アームへの設置を想定
アンテナ位置	見通し内	
アンテナ指向性	無指向	1アンテナで多方路をカバーすることを想定
アンテナ角度	チルト無し	

■車載器

項目	諸元	備考
送信出力	10mW/MHz	RC006 1.5版 3.3節に記載
変調方式	QPSK	データ量の少ないアプリケーションを想定し、通信品質の確保から
符号化率	1/2	
パケット長	100bytes	RC006 1.5版 付属資料A.1に記載
アンテナ高	1.5m	RC006 1.5版 付属資料B.3に記載
アンテナ指向性	無指向	RC006 1.5版 3.6節に記載

実験① 路車間基本特性

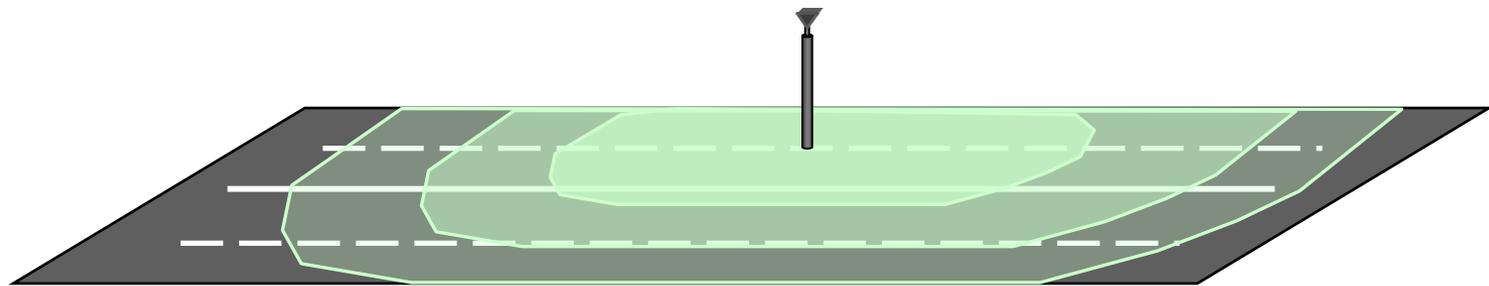
実験の目的

ITSフォーラム 実験ガイドラインRC-006(1.5版)に準拠した、路車間通信の基本性能把握

- ・通信エリア形成の検討(アンテナ位置、高さ、ビーム幅、送信電力の検討)
- ・シャドウイングの影響評価(大型車や建物による影響の把握)

実験内容

各条件において、車両を走行させ各位置にて車載機側と路側機側で受信レベルとパケット到達率を同時に測定する



受信レベル分布図

実験① 共通パラメータ 1/2

路側機

		基本条件	追加条件	設定理由
a	アンテナの高さ	6.0m	5.0m、7.0m	路側の車両感知器の標準的な設置をもとに、信号灯器アームへの設置を想定した
b	アンテナ位置	見通し内	セットバックあり(注1)	
c	アンテナ指向性	なし	水平指向性20度	片道3車線の道路をカバーする指向性を選定した
d	(アンテナ角度)	なし	垂直:下向き30度 水平:90度毎	干渉対策のエリア検討のために、指向性アンテナにおいて、アンテナ設置角度による到達距離の差を検証したい
e	送信出力 (EIRP)	80mW	30mW, 10mW	干渉対策、及び各アプリに対応したエリア検討のために、3種の送信出力にて基礎データを収集したい

使用する路側アンテナのビーム幅

	水平	垂直
無指向性	360°	80°
指向性	20°	60°

注1) 実験①Dに対応

実験① 共通パラメータ 2/2

11/21

路側機(続き)

注3) 誤り訂正ビットを除いたペイロード長

		基本条件	追加条件	設定理由
f	変調方式	16QAM	QPSK	<ul style="list-style-type: none"> ・データ量の多いアプリケーションを想定すると、帯域の有効活用のためには16QAMで長パケット(1000バイト)が有利 ・一方、データ量は方路数やアプリケーションにより可変であることが望まれるため、複数の変調方式とパケット長にて評価したい
g	符号化率	1/2	3/4 (16QAM)	
h	パケット長(注3)	1000bytes	500bytes, 100bytes	
i	送信周期	10ms		

車載機

		基本条件	追加条件	設定理由
j	アンテナの高さ	1.5m	3.0m	
k	ダイバーシチ	OFF	ON	1アンテナでの実験を基本とするが、ダイバーシチの実験も併せて実施

その他

		基本条件	追加条件	設定理由
r	他車による遮蔽	なし	あり	シャドーイングによる影響を評価

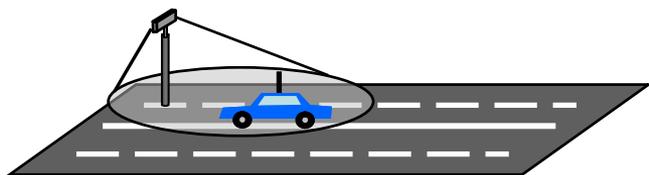
実験①ー1A 乗用車による受信実験

12/21

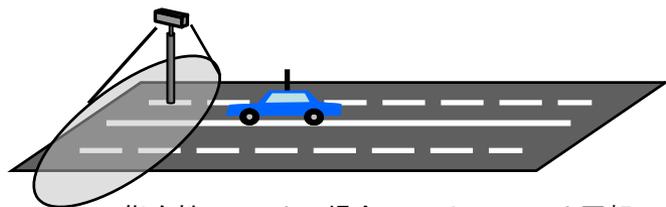
◆実験の目的

路車間通信エリアの形成の調査

- 路側アンテナの設置高さ、指向性、設置角度(垂直、水平)、送信出力の影響評価
- 変調方式及びパケット長の違いによる、影響の評価
- 車載アンテナのダイバーシチの有無の影響評価



ダイバーシチ: ルーフ後端後方 + ルーフ後端前方



指向性アンテナの場合、チルト、アンテナ回転



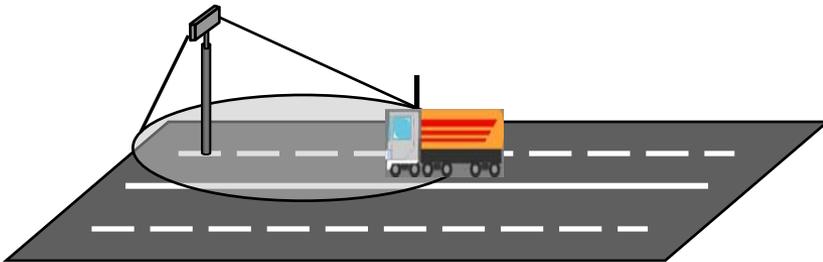
◆測定内容: RSU→OBEの受信レベル、パケット到達率

実験①-1B 大型車による受信実験

◆実験の目的

路車間通信エリアの形成の調査(大型車受信)

- 路側アンテナの指向性、送信出力の影響評価
- 変調方式の違いによる、影響の評価
- 車載アンテナのダイバーシチの有無の影響評価



ダイバーシチ:アンテナ位置



ルーフ左右

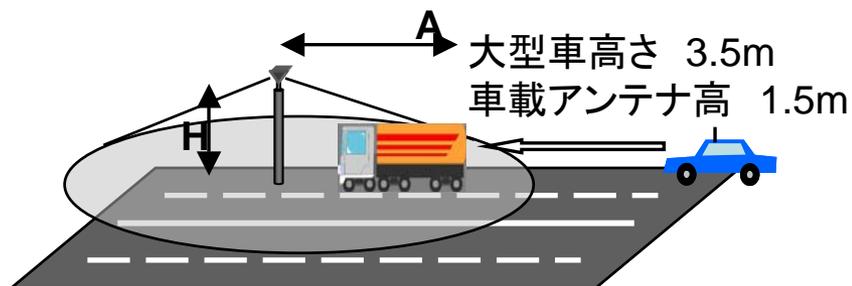
◆測定内容:RSU→OBEの受信レベル、パケット到達率

実験①-2A 大型車による遮蔽実験

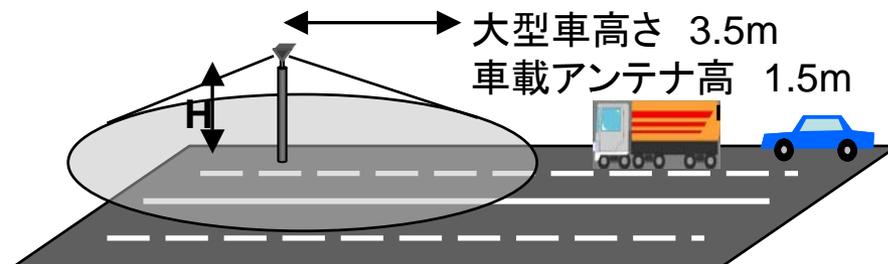
◆実験の目的

大型車によるシャドーイングの影響調査

- 路側アンテナの高さの影響評価
- 遮蔽車両との位置関係による影響評価
- 変調方式の違いによる、影響の評価
- 車載アンテナのダイバーシチの有無の影響評価



大型車の位置を固定し、乗用車で遠方から大型車の直後まで走行



大型車の後方を乗用車で追走

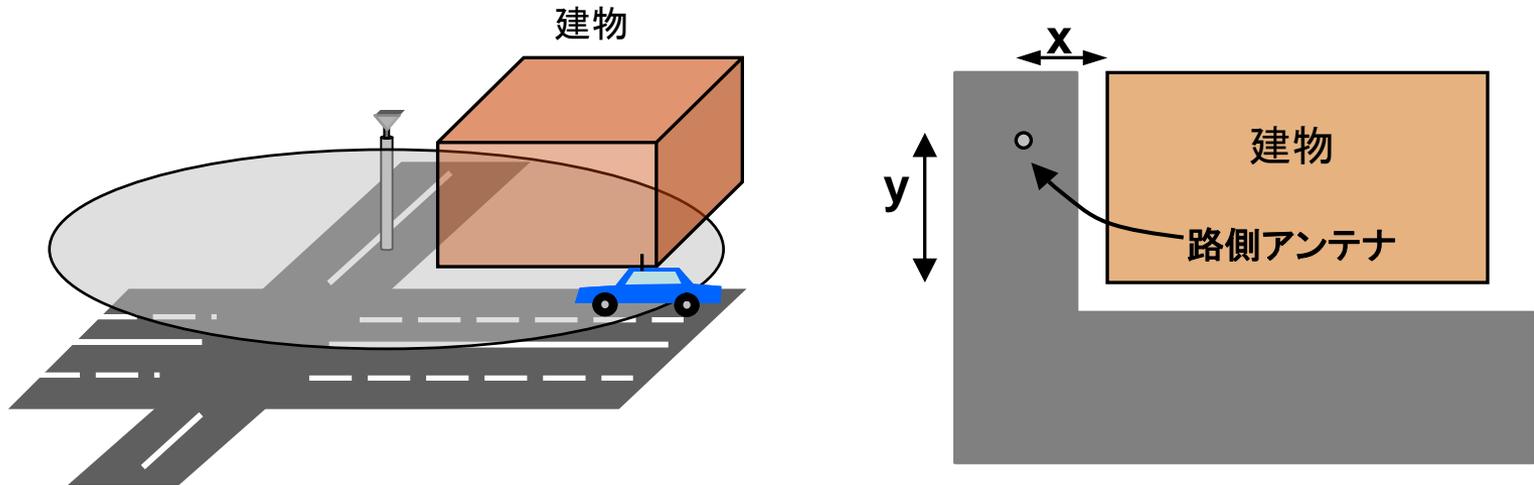
◆測定内容:RSU→OBEの受信レベル、パケット到達率

実験①D 建物による遮蔽がある場合の実験

◆実験の目的

建物による遮蔽がある場合の路車間通信エリアの形成の調査

- 路側アンテナと建物の位置関係の影響評価
- 変調方式の違いによる、影響の評価
- 車載アンテナのダイバーシティの有無の影響評価



◆測定内容:RSU→OBEの受信レベル、パケット到達率

実験の段取り

実験①－1Aの実験パラメータ の場合の例

路側機						車載機			走行数
指向性	設置角	高さ	出力	パケット長 (KB)	変調方式	アンテナ	ダイバ シチ	車線数	
無	正面	6	80mW	1, 0.5, 0.1	16QAM,QPSK	乗用車	OFF	2	12
無	正面	6	80mW	1, 0.5, 0.1	16QAM,QPSK	乗用車	ON	2	12
無	正面	6	30mW	1, 0.5, 0.1	16QAM,QPSK	乗用車	OFF	2	12
無	正面	6	30mW	1, 0.5, 0.1	16QAM,QPSK	乗用車	ON	2	12
無	正面	6	10mW	1, 0.5, 0.1	16QAM,QPSK	乗用車	OFF	2	12
無	正面	6	10mW	1, 0.5, 0.1	16QAM,QPSK	乗用車	ON	2	12
無	正面	5	80mW	1	16QAM,QPSK	乗用車	OFF	2	4
無	正面	7	80mW	1	16QAM,QPSK	乗用車	OFF	2	4
無	正面	6	80mW	1	16QAM(3/4)	乗用車	OFF	2	2
無	正面	6	80mW	1	16QAM(3/4)	乗用車	ON	2	2
有	正面	6	80mW	1	16QAM,QPSK	乗用車	OFF	2	4
有	正面	6	30mW	1	16QAM,QPSK	乗用車	OFF	2	4
有	正面	6	10mW	1	16QAM,QPSK	乗用車	OFF	2	4
有	左	6	80mW	1	16QAM,QPSK	乗用車	OFF	2	4
有	右	6	80mW	1	16QAM,QPSK	乗用車	OFF	2	4
有	後	6	80mW	1	16QAM,QPSK	乗用車	OFF	2	4
有	下30	6	80mW	1	16QAM,QPSK	乗用車	OFF	2	4

計112回走行

実験② 複数路側機存在時の動作検証

◆目的

複数路側機が存在する場合のゾーンオーバーラップの影響を実験により検証する(実験②-1)。さらに、路側機間同期を用いた車車間・路車間共用通信方式を導入した際の方式の機能を検証するとともに改善効果を示す(実験②-2)。

◆項目

■路側機間の非同期による影響評価

- ②-1-1: 路側機同士が衝突した時の影響評価
- ②-1-2: 路側機3台にした場合の2-1

■路側機間の同期による影響評価

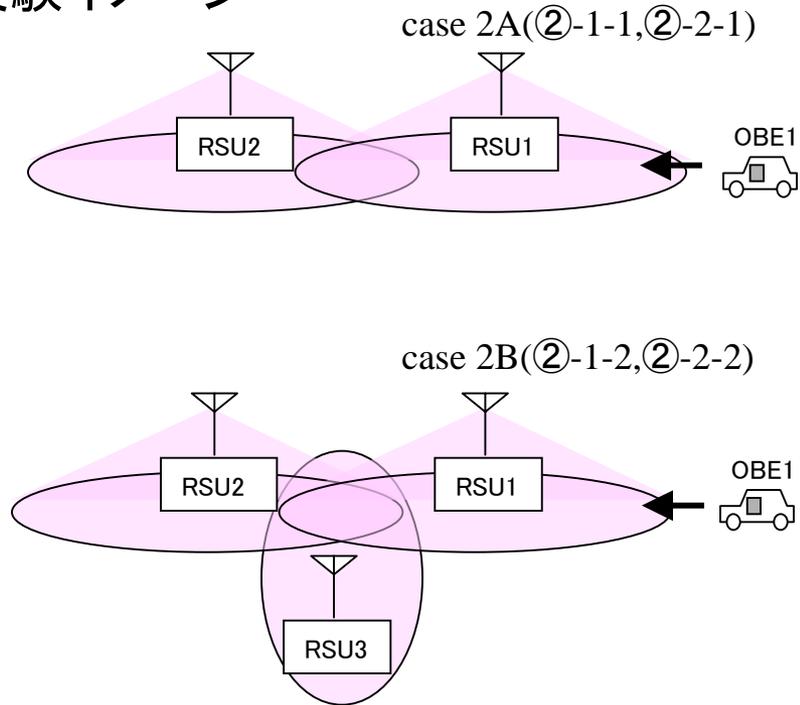
- ②-2-1: 時分割による衝突回避の検証
- ②-2-2: 路側機3台にした場合の2-2

※2-1では意図的に衝突するように同時送信させる
※路側機間同期の場合はFI有りとする
※2-2ではRSU1局時のPAR特性と同じことを確認する

◆測定内容

RSU1,2→OBE1の packets 到達率

◆実験イメージ



実験②のパラメータ

RSU1-3	BASE ↓		
変調方式	16QAM	QPSK	
符号化率	1/2		
パケット長	1000B	500B	100B
トラフィック:R	10ms		
アンテナ高	6m		
指向性	無		
送信制御	非同期	同期	

※トラフィックは実験①と同様とする

※指向性については配置検討により変更の可能性あり

OBE1	BASE ↓
変調方式	-
符号化率	-
ダイバーシチ	OFF
パケット長	-
トラフィック:O	-

※OBEは送信しない

実験③ 車車・路車共用検証

◆目的

車車間・路車間通信共用通信実験において、車両増加による影響及び隠れ端末の影響を実験により検証する。さらに、車車間・路車間共用通信方式を導入した際の、方式の機能を検証するとともに改善効果を示す。

◆項目

■通信トラフィック増加による影響評価

③-1-1: 全台CSMAの場合での車車間, 路車間通信評価

③-2-1: 車車間・路車間共用通信方式による効果検証

■路車エリア外からの隠れ端末の影響評価

③-1-2: 全台CSMAの場合での隠れ端末影響評価

③-2-2: 車車間・路車間共用通信方式による効果検証

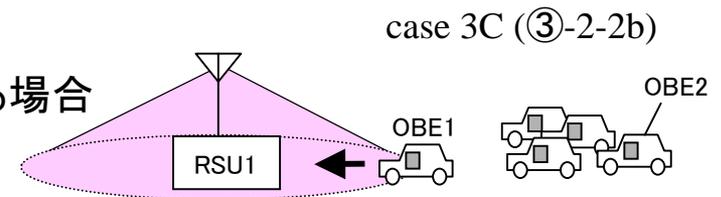
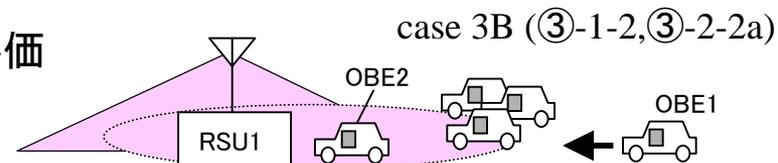
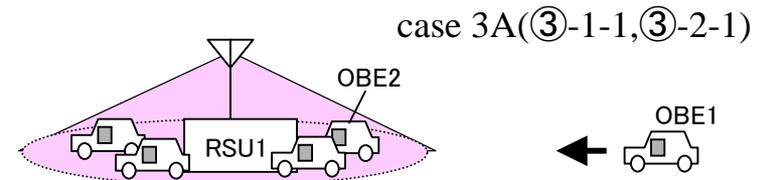
③-2-2a: 時間割当情報(FI)転送車が存在している場合

③-2-2b: FI転送車が不在の場合

◆測定内容

RSU1,2→OBE1, OBE2→OBE1の packets 到達率

◆実験イメージ



実験③のパラメータ

RSU	BASE ↓	
変調方式	16QAM	
符号化率	1/2	
パケット長	1000B	
トラフィック:R	100ms	
アンテナ高	6m	
指向性	無	
送信制御	非同期	同期

※RSUの送信方法は想定アプリに従い100msにMパケット連送することを検討中. ただし評価はパケット毎の到達率. 上記はRC006に従うものとする.

OBE3-5	BASE ↓		
変調方式	QPSK	16QAM	
符号化率	1/2		
ダイバーシチ	OFF		
パケット長	100B		
トラフィック:I	4ms	2ms	1ms
台数換算(3機)	75	150	300

※OBE1,2のトラフィックは100msとする

