

路側通信システムの概要と 路路間通信のご提案

2016年10月7日

一般社団法人 UTMS協会

目次

0. UTMS協会のご紹介
1. 700MHz帯ITS通信利用イメージ
2. 技術的条件等の検討に向けて
3. 車車間通信、路車間通信の設計要件（現行規格）
4. UTMS協会で検討中の路路間通信の条件
5. 路路間通信方式の提案
6. 既存通信への影響調査にあたっての前提条件
7. 作業班でご検討いただきたい事項

安全・快適にして環境にやさしい

UTMS

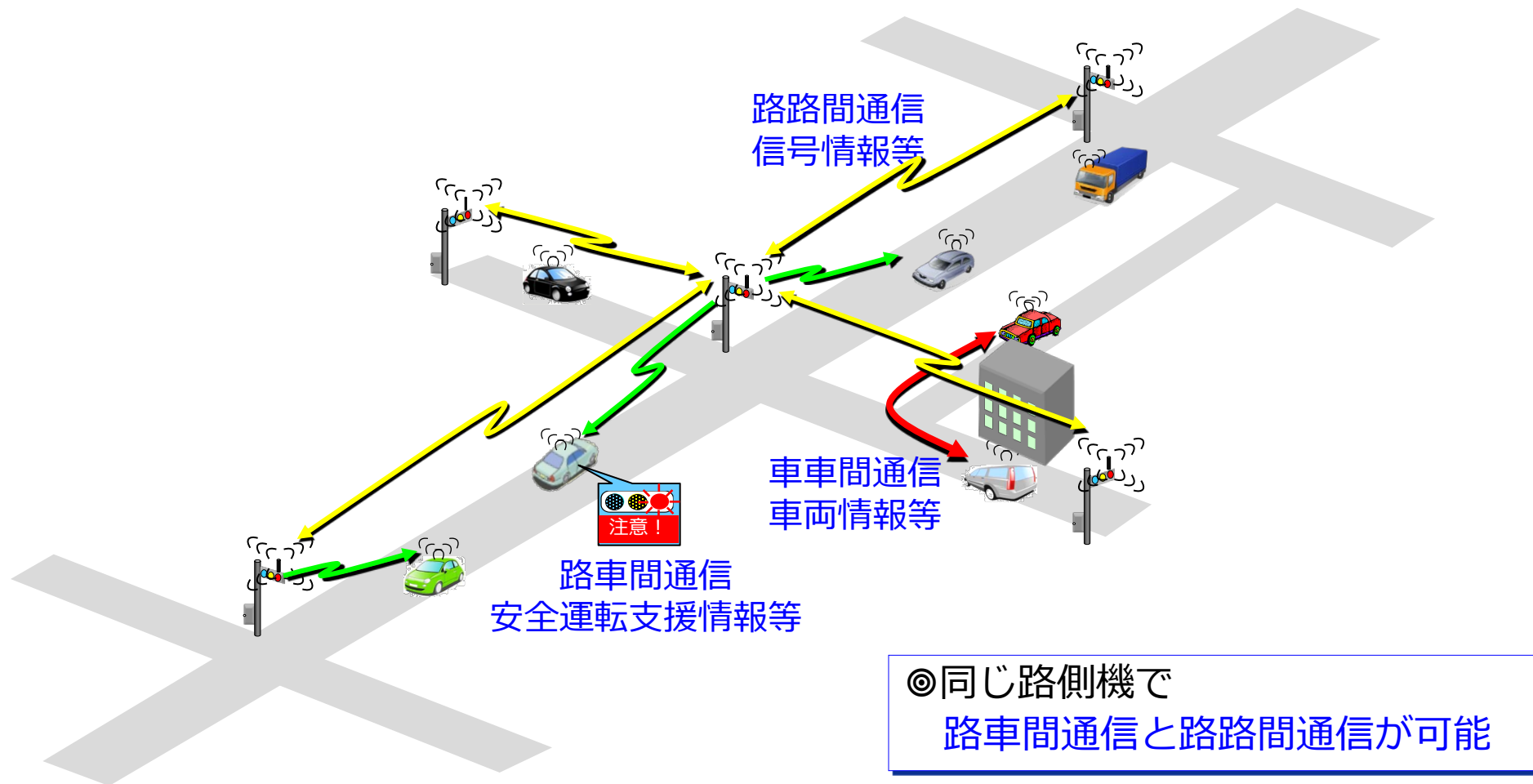
Universal Traffic Management Systems



UTMS(新交通管理システム)は、
日々進歩する情報通信技術をはじめとした科学技術の活用により、
安全・快適にして環境にやさしい交通社会を実現するためのシステムです。

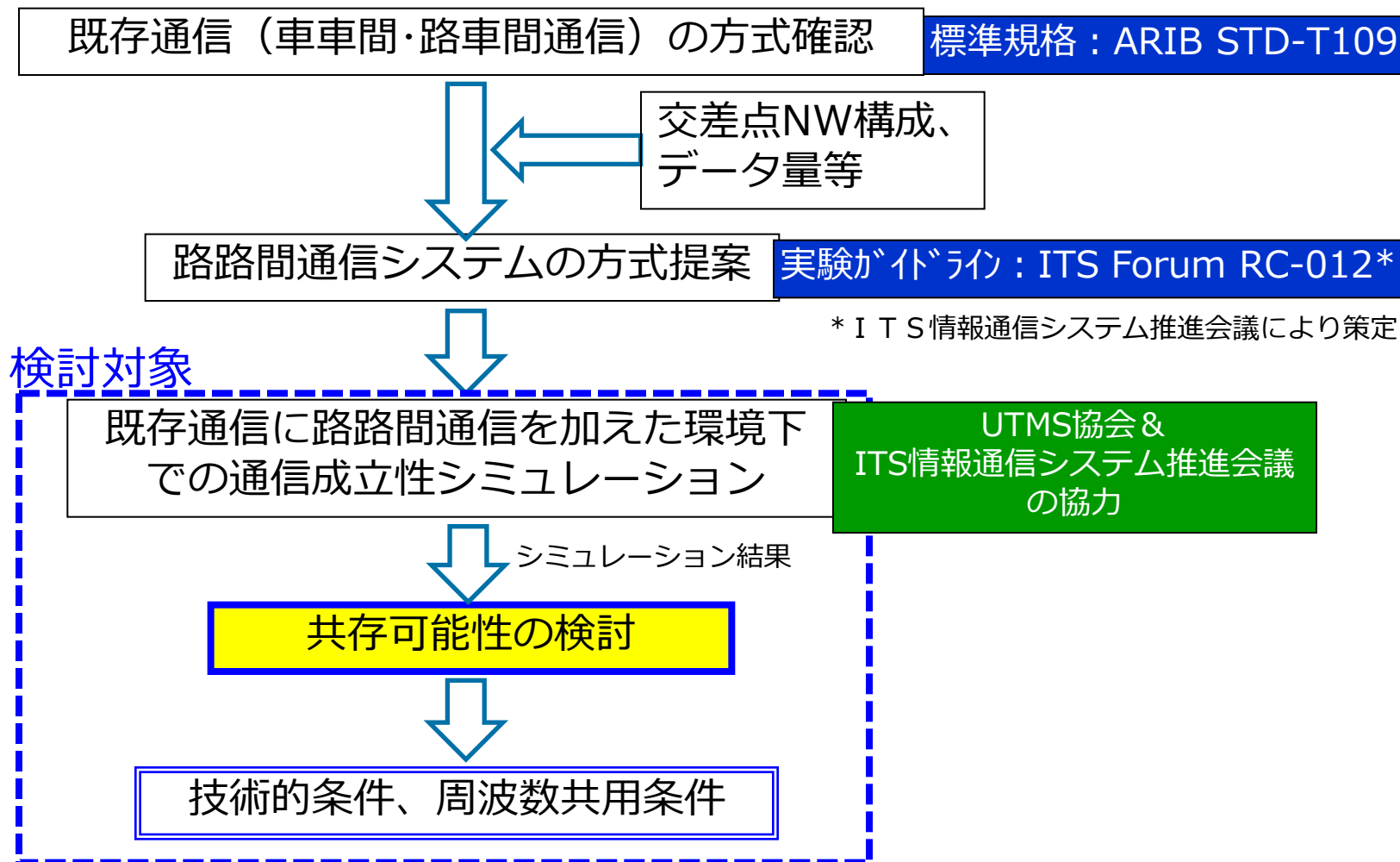
UTMS協会は、UTMSに関する調査、研究および開発と
その成果の普及を行っています。

1. 700MHz帯ITS通信利用イメージ



	車車間通信	路車間通信	路路間通信
利用例	安全運転支援等	安全運転支援、円滑走行等	交通管制高度化/強靱化等

2. 技術的条件等の検討に向けて



3. 車車間・路車間通信の設計要件(現行規格)

700MHz帯高度道路交通システム標準規格
ARIB STD-T109より

主な項目	規格概要	
周波数	755.5MHz を超え764.5MHz以下	
通信方式	同報通信方式	
アクセス方式	CSMA/CA方式+TDMA方式	
変調方式	BPSK/OFDM、QPSK/OFDM、16QAM/OFDM	
サブキャリア数	52	
空中線電力	10mW以下/MHz	
占有周波数帯幅	9MHz以下	
送信時間制御	任意の100ms間における送信時間の総和は10.5ms以下	
空中線	利得13dBi以下*、設置高：4.7～7 m	
不要発射の強度の許容値	$F \leq 710\text{MHz}$	2.5 μ W/100kHz 以下
	$710\text{MHz} < F \leq 750\text{MHz}$	20nW/100kHz 以下
	$750\text{MHz} < F \leq 755\text{MHz}$	0.1mW/100kHz 以下
	$765\text{MHz} < F \leq 770\text{MHz}$	0.1mW/100kHz 以下
	$770\text{MHz} < F \leq 810\text{MHz}$	0.32nW/100kHz 以下
	$810\text{MHz} < F \leq 1\text{GHz}$	2.5 μ W/100kHz 以下
	$1\text{GHz} < F$	2.5 μ W/MHz 以下
副次的に発する電波等の限度	$F \leq 770\text{MHz}$	4nW/100kHz 以下
	$770\text{MHz} < F \leq 810\text{MHz}$	0.32n W/100kHz 以下
	$810\text{MHz} < F \leq 1\text{GHz}$	4nW/100kHz 以下
	$1\text{GHz} < F$	4nW/MHz 以下

*等価平方輻射電力が絶対利得0dBの送信空中線に空中線電力10mW/MHzを加えたときの値以下となる場合、その低下分を13dBまで補うことができる

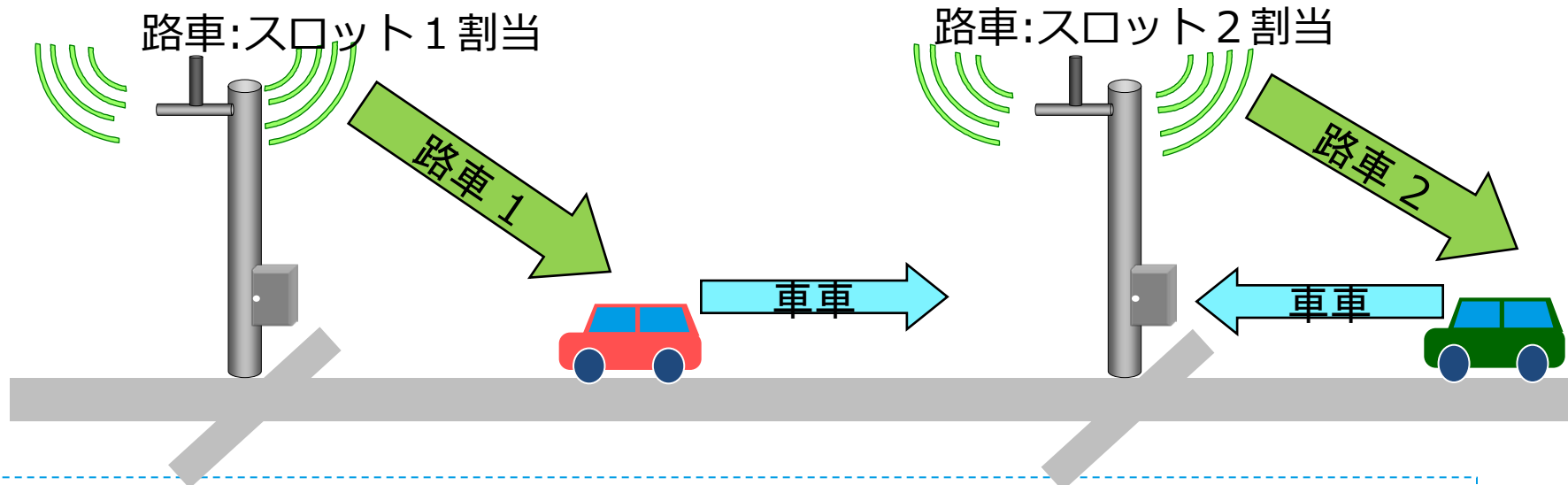
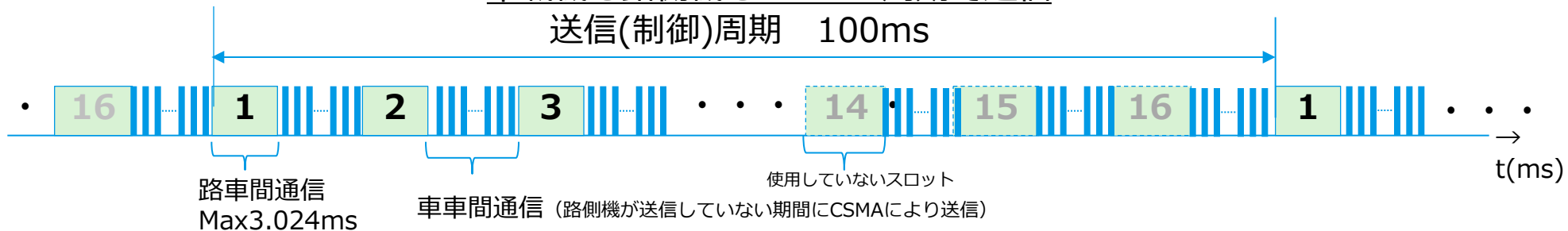
3.1 現行規格での車車間・路車間通信の共用方式

○車車間・路車間通信の共用方法（時分割とCSMA/CA）

ARIB STD-T109：路車間通信用として最大16スロット(*1) (*1 路車間通信期間)

車載機も路側機も100ms 周期で送信

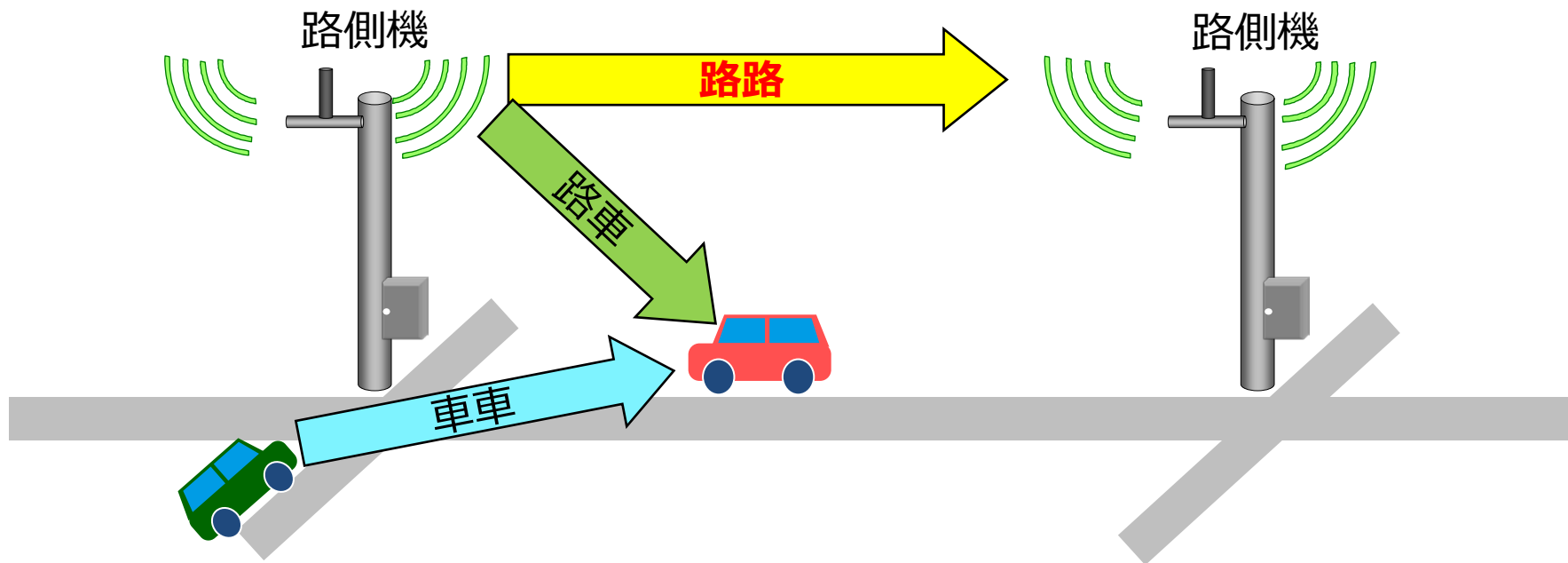
送信(制御)周期 100ms



・路路間通信も路車間通信と同じ方式で送信

➡実験用路路間通信ガイドライン (ITS FORUM RC-012) の検討

3.2 路路間通信方式提案の前提条件



交差点付近に設置した、路側機から路車間通信と同じ条件*の範囲内で路路間通信を行う

*700MHz帯安全運転支援通信システムの技術的条件(2011年)の検討での前提条件

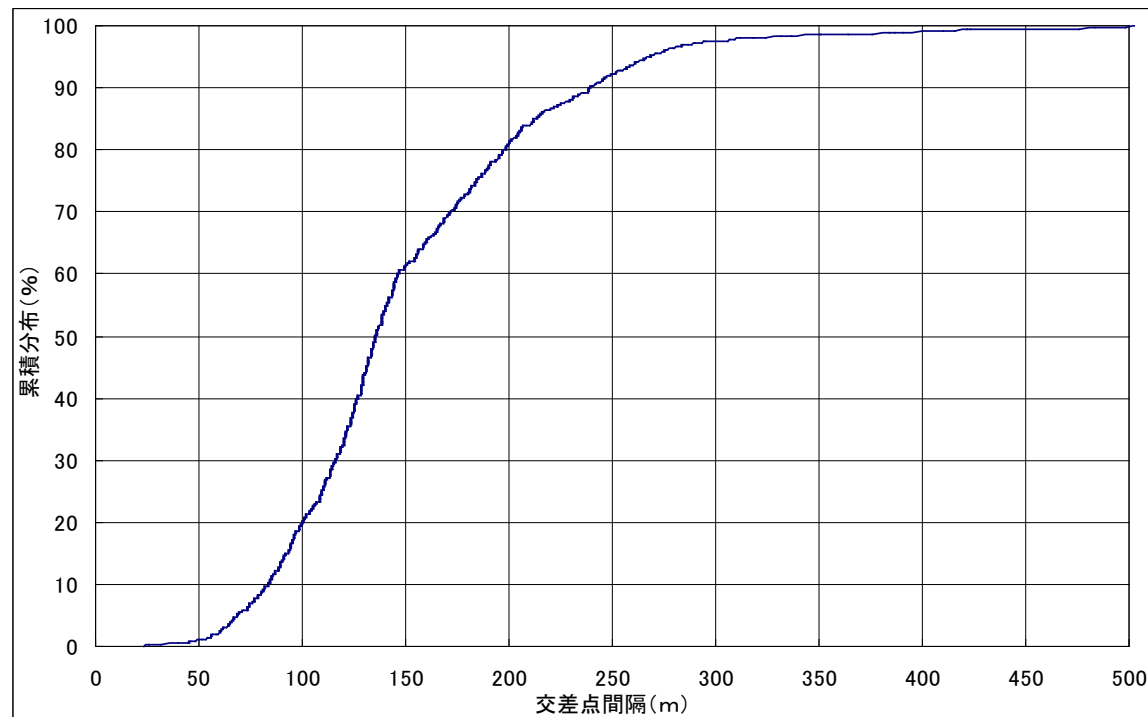
➡ 他システムへの与干渉は従来の路車間通信での検討の範囲内に収まるのではないかと。

4. UTMS協会で検討中の路路間通信の条件

項目			要件
1.構成			
-1	通信形態	相手特定	特定の路側無線装置との通信が行えること
	通信形態	中継伝送	中継局2台を用いた転送が可能であること
2.通信制御			
-1	情報量	データ長	平均 135byte程度
	情報量	データ送信周期	1.25~2.5s 但しデータ発生が集中して周期が密となる場合有
-2	通信品質	パケット到達率	アンテナ間が300m離れた地点において90%以上（見通し） 中継がある場合は、使用する無線伝送区間の両端において90%以上
	通信品質	伝送遅延許容時間	≦ 1895ms（中継なし）、 ≦ 807ms（中継局1台）、≦ 445ms（中継局2台）
3.アプリケーション、伝達情報など			
-1	通信内容	セキュリティ対策	暗号化、認証技術を利用した対策が講じられていること

□路路間通信の通信距離

都市部における交差点間隔の調査結果（累積分布）



地図による東京、大阪など都市部の交差点間隔のサンプル調査（900箇所）より

上記の結果では、典型的な交差点間隔は、97%程度が300m以下

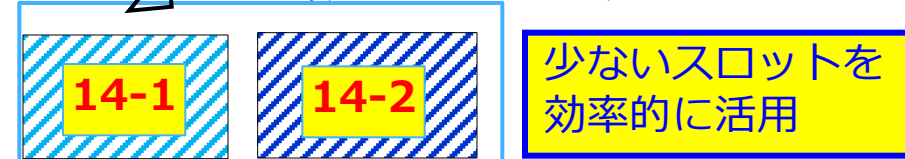
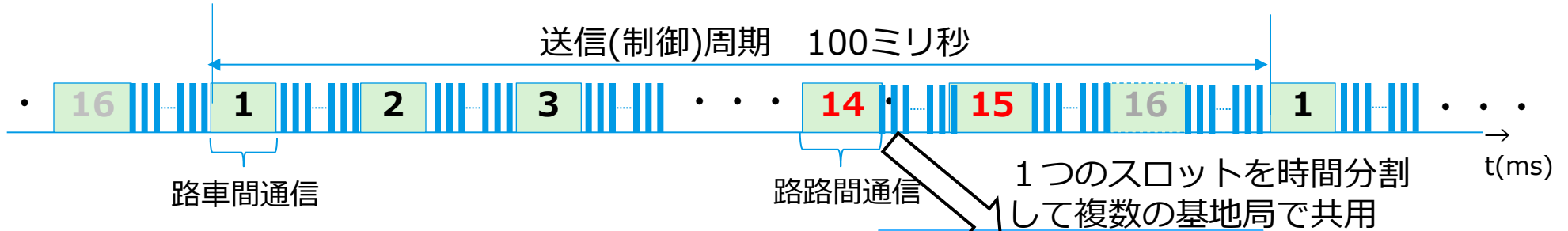
☞路路間通信は、路側機間300m以内で通信

5. 路路間通信方式の提案

(実験用ガイドラインITS-FORUM RC-012)

路路間通信データの特徴

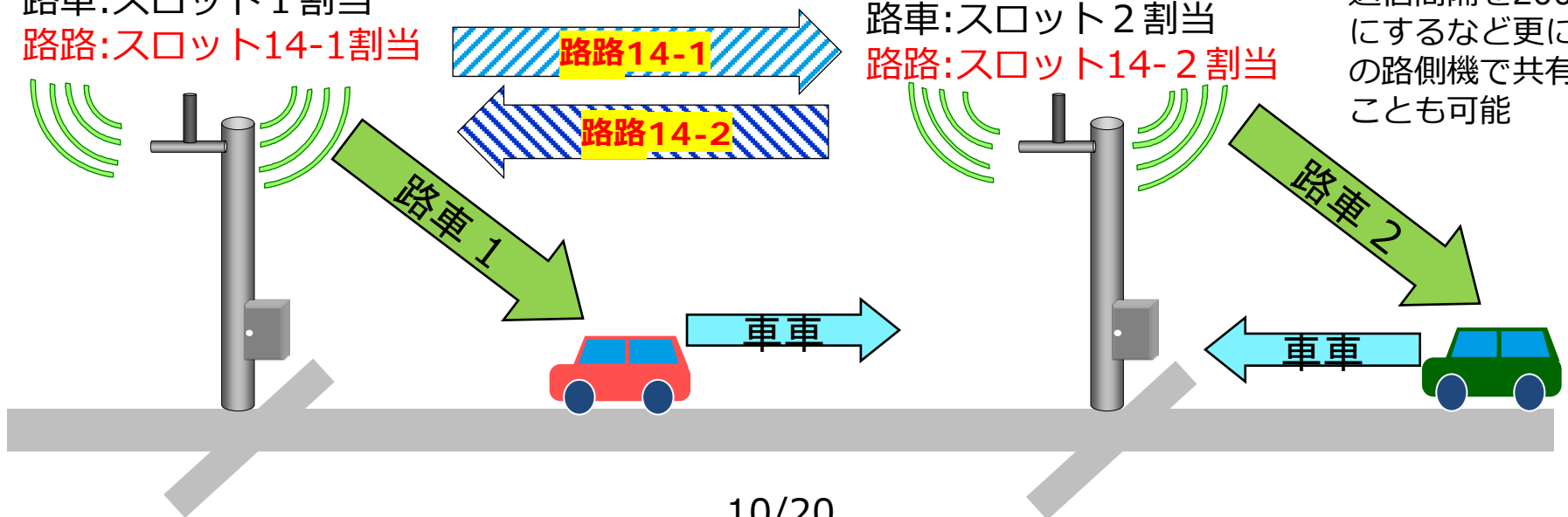
- ①路路間通信データ量は、路車間通信データ量より少ない
- ②路路間通信データ頻度は、路車間通信データ頻度より少ない



路車:スロット1割当
路路:スロット14-1割当

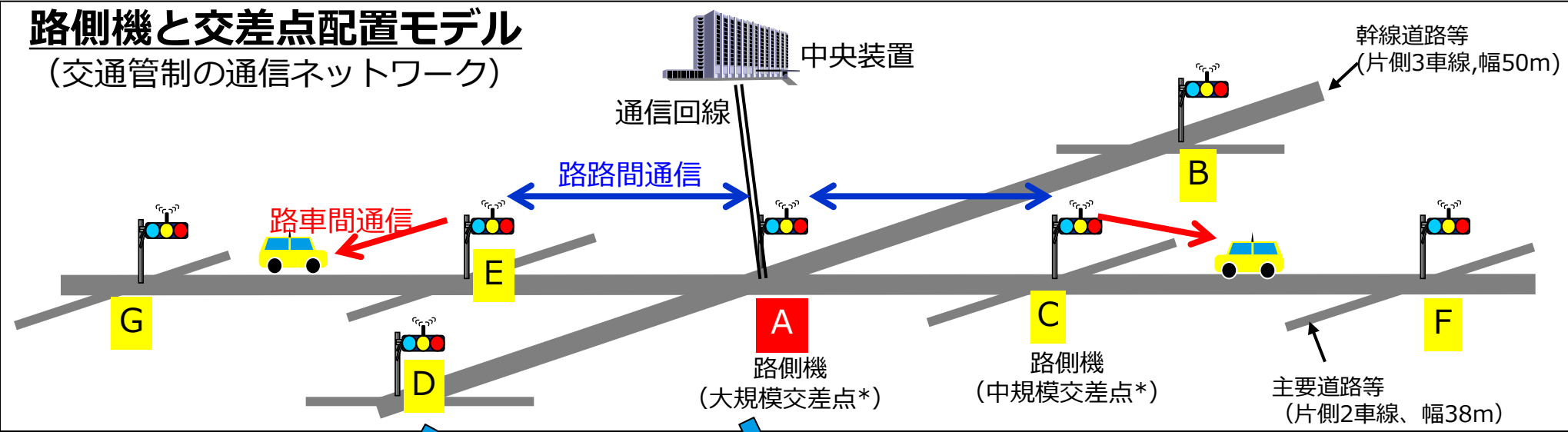
路車:スロット2割当
路路:スロット14-2割当

送信間隔を200msにするなど更に多くの路側機で共有することも可能



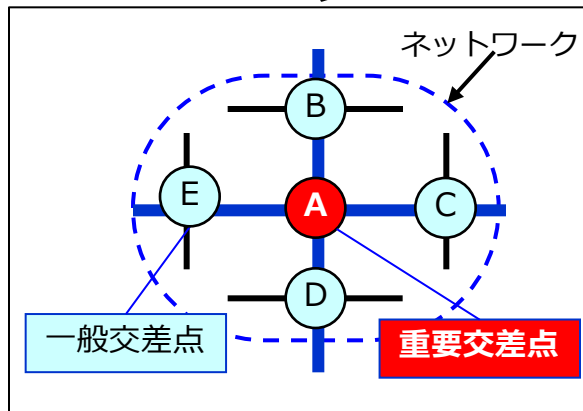
6. 既存通信への影響調査にあたっての前提条件

路側機と交差点配置モデル (交通管制の通信ネットワーク)

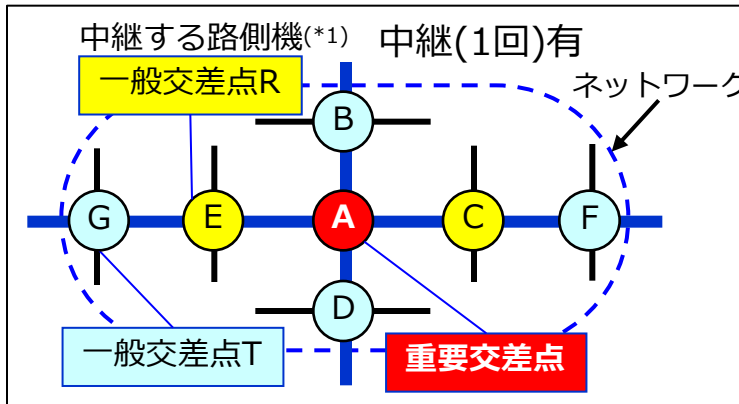


交差点配置モデル化

- *大規模な交差点：交差点NWの中心で送信情報量が多い交差点。中央装置との接続あり。幹線道路等土の交差点など(重要交差点)
- *中規模な交差点：送信情報量が平均的な交差点(一般交差点)



図内○の交差点に路側機が設置される



*1路路間通信のみの場合有り

シミュレーション調査に用いる交差点ネットワーク構成のモデル例

6.1 シミュレーションの前提条件（路側機と交差点ネットワーク構成 1）

□ 路側機各種条件

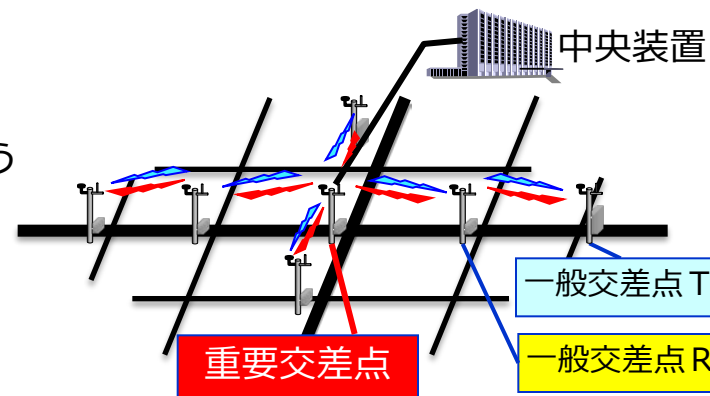
<基本条件>

- 各交差点に合わせたサービスのための路車・路路間通信を行う

<パラメータ条件>

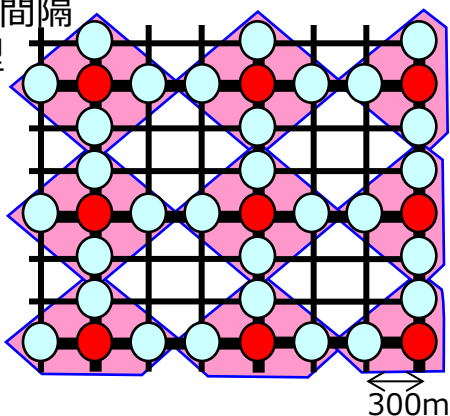
- 設置交差点間隔：300m、200m
- 中継伝送有無：2回中継まで
- 近接信号情報提供システム(*1)有無

(*1)近接交差点の信号情報を路車・路路間通信を活用し、まとめて送信するシステム(参考資料参照)

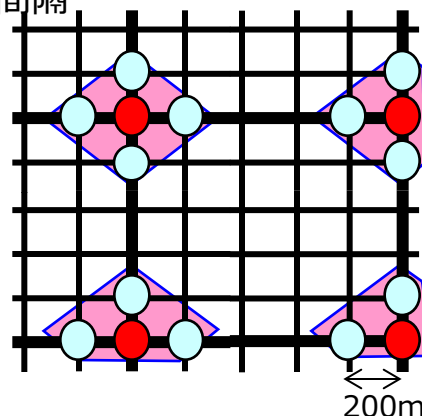


※路側機を設置する交差点間隔などの各種条件は、過去の検討条件*と同等

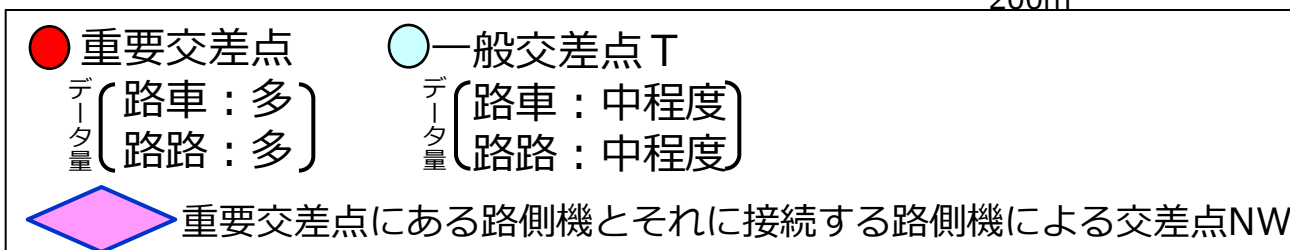
300m間隔
十字型



200m間隔
十字型



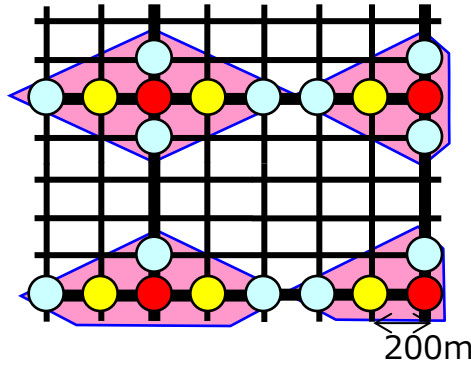
*700MHz帯安全運転支援通信システムの技術的条件の検討での前提条件



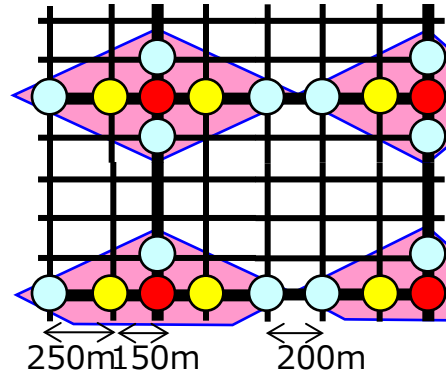
6.2 シミュレーションの前提条件（路側機と交差点ネットワーク構成 2）

(*1)近接信号情報提供システム

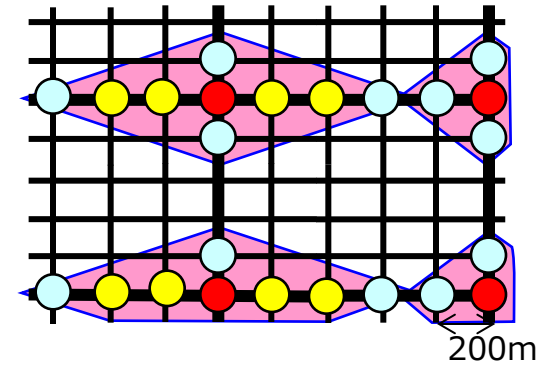
200m間隔1回中継型



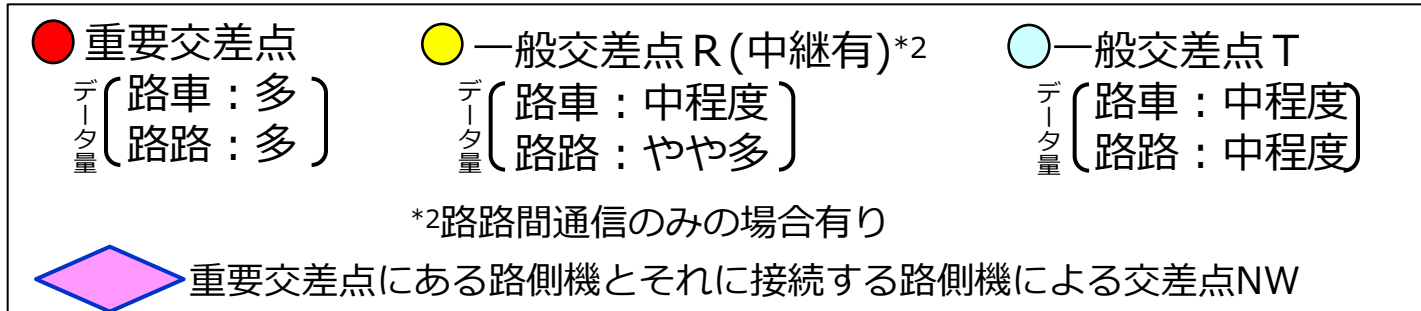
200m間隔1回中継型（近接(*1)有）



200m間隔2回中継型



●と●間を●が中継

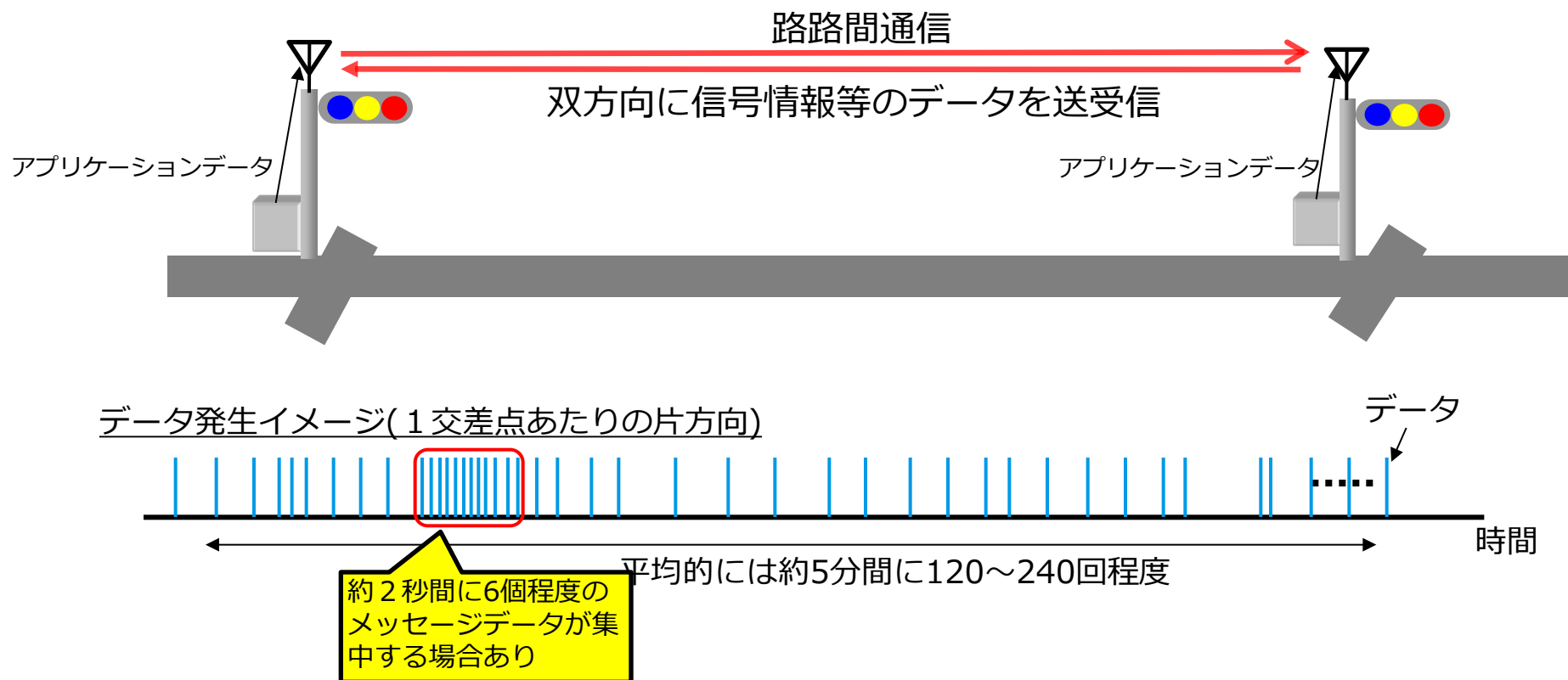


シミュレーションではこれらの例示した交差点ネットワーク構成例※にて、交差点に設置した路側機から路車間通信、路路間通信の各情報を送信する

※シミュレーション用の典型的な交差点ネットワーク構成の例示であり、実際の交差点ネットワーク構成の全てのパターンを示しているわけではない

6.3 シミュレーションの前提条件（路路間通信のデータ量の見積り）

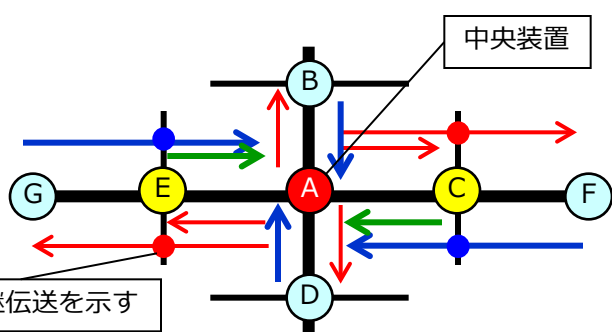
- 路路間通信のアプリデータは、1交差点あたり平均的には2.5秒に1～2回程度のデータ発生。ただし、アプリケーションの動作状況によってはデータが短時間に集中する場合がある。



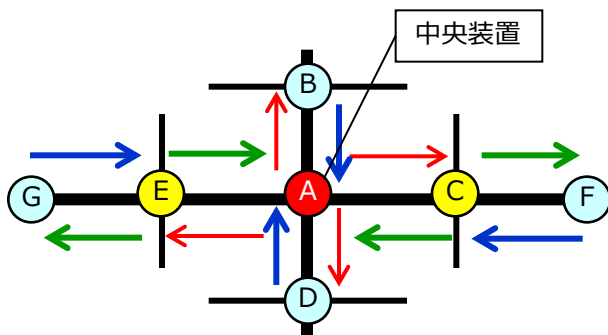
➡ データが集中した際にも、伝送遅延許容時間内にデータ伝送が必要

6.4 シミュレーションの前提条件 (路路間通信のデータ量のまとめ)

(例) 200m間隔 1回中継型



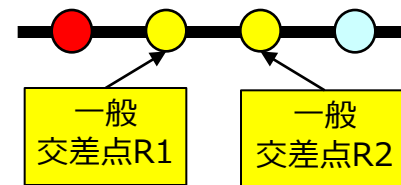
信号制御情報A
(各交差点と中央装置が通信)



信号制御情報B
(隣接交差点同士で通信)

- 重要交差点
- 一般交差点R
- 一般交差点T

2回中継型の場合



信号制御情報A、Bともに、データが短期間に集中する場合のデータ間隔は概ね300ms

路側機が300ms毎に送信するアプリケーションデータ量 (Byte)

* ×4等の数字はメッセージ数を示す

	200m、300m間隔 十字型		200m間隔1回中継型			200m間隔2回中継型			
	重要 交差点	一般 交差点 T	重要 交差点	一般 交差点 R	一般 交差点 T	重要 交差点	一般 交差点 R1	一般 交差点 R2	一般 交差点 T
信号制御 情報A	送信 100×4*	送信 100×1	送信 100×6	送信100×1 中継100×2	送信 100×1	送信 100×8	送信100×1 中継100×4	送信100×1 中継100×2	送信 100×1
信号制御 情報B	送信 170×4	送信 170×1	送信170×4	送信170×2	送信 170×1	送信 170×4	送信170×2	送信170×2	送信 170×1

6.5 シミュレーションの前提条件 (路車間通信データ量の見積り)

安全運転支援システム(右折時衝突防止支援システム等)の情報

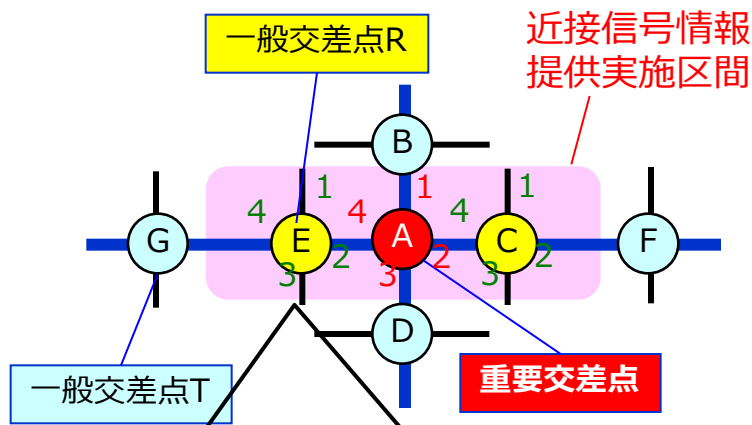
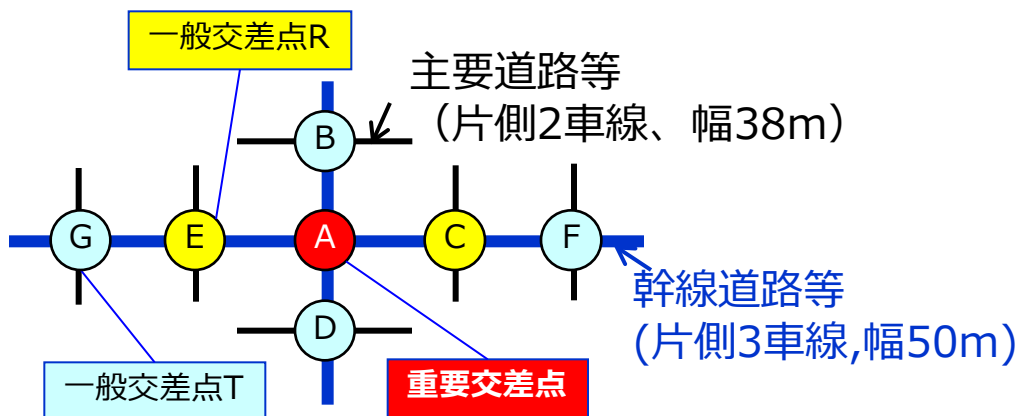
例：200m間隔1回中継型 (近接信号情報なし)

例：200m間隔1回中継型 (近接信号情報有り)

交差点タイプ	提供情報	方路数	備考
重要交差点	DSSS*情報	4方路	幹線道路の方路に対して提供
一般交差点 R	DSSS情報	2方路	
一般交差点 T	DSSS情報	2方路	

交差点タイプ	提供情報	方路数	備考
重要交差点	DSSS情報 近接信号情報含	4方路	幹線道路の方路に対して提供
一般交差点R	DSSS情報 近接信号情報含	2方路	
一般交差点T	DSSS情報	2方路	

*DSSS:安全運転支援システム



近接信号情報提供の考え方

- AはEの方路2、Cの方路4の信号情報を提供
- CはAの方路2の信号情報を提供
- EはAの方路4の信号情報を提供

その他、緊急車接近情報提供*あり (緊急車の緊急走行時)
 *緊急車の車車間情報を路車間/路路間通信により中継(参考資料参照)

6.6 シミュレーションの前提条件 (路車間通信のデータ量のまとめ)

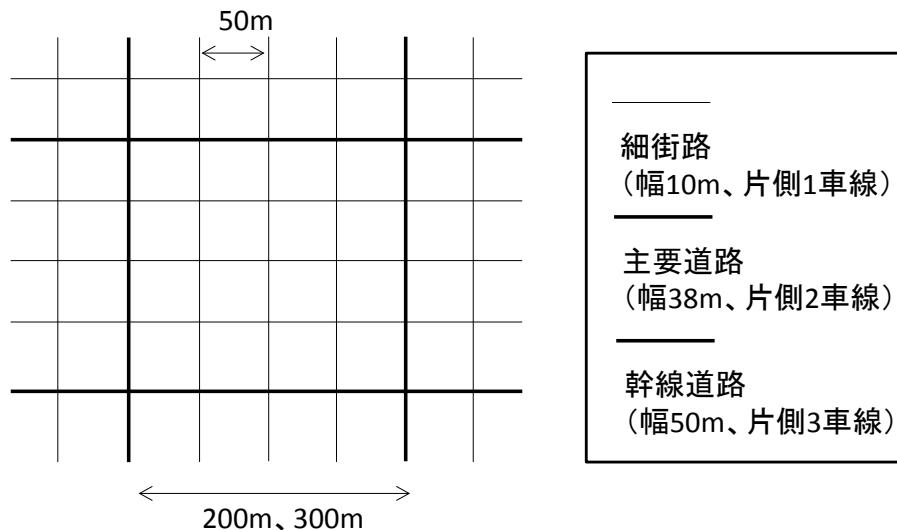
路側機が100ms毎に送信するアプリケーションデータ量 (Byte)

重要 交 差 点	条件No	情報内容	データ量 (Byte)	メッセージ数
	1	道路線形、信号情報、 センサ情報、緊急車情報等	2500	6
	2	道路線形、信号情報(近接信号情報含)、 センサ情報、緊急車情報等	2700	14
一 般 交 差 点 R	条件No	情報内容	データ量 (Byte)	メッセージ数
	1	道路線形、信号情報、 緊急車情報等	900	4
	2	道路線形、信号情報(近接信号情報含)、 緊急車情報等	1000	8
一 般 交 差 点 T		情報内容	データ量 (Byte)	メッセージ数
		道路線形、信号情報、 緊急車情報等	900	4

6.7 シミュレーションの前提条件 (車車間通信)

※700MHz帯安全運転支援通信システムの技術的条件の検討での前提条件と同等

□ 道路種類と配置条件



□ 車線毎の車両台数

車両密度条件	幹線道路	主要道路	細街路
低い	23台/km	23台/km	16台/km
高い	43台/km	43台/km	30台/km

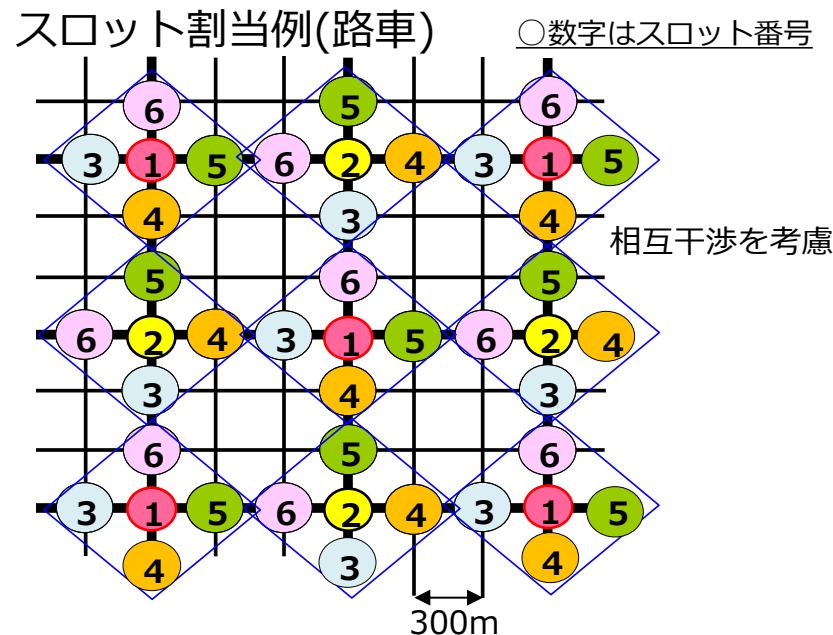
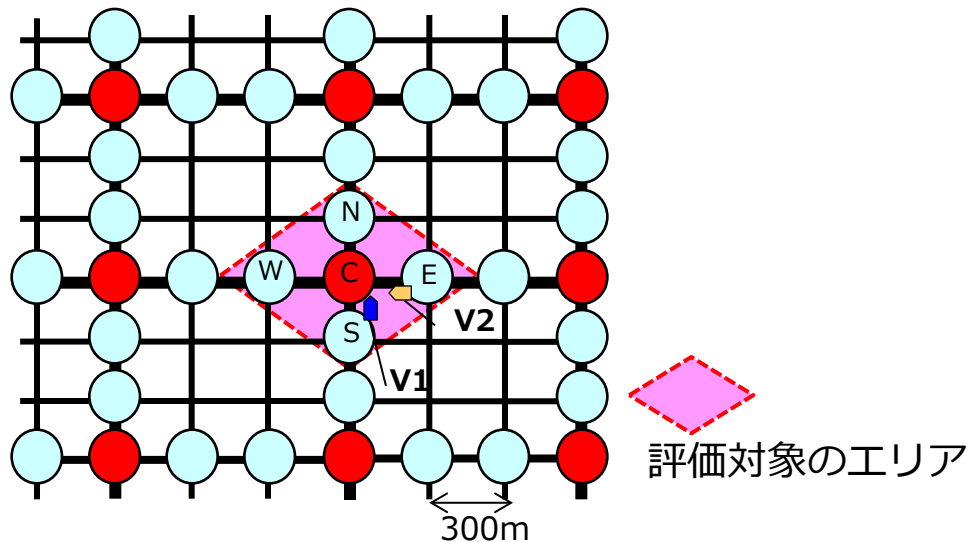
□ 車車間通信

- ・ アプリデータ量 : 100byte
- ・ 送信頻度 : 100ms

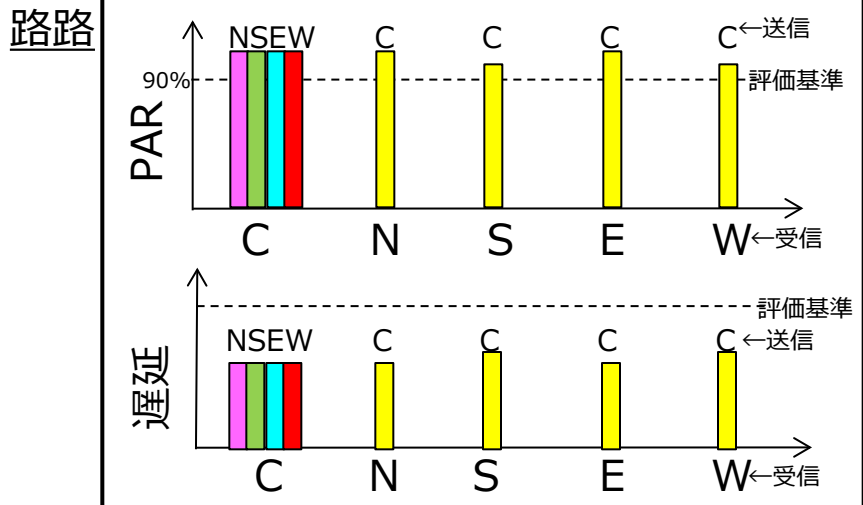
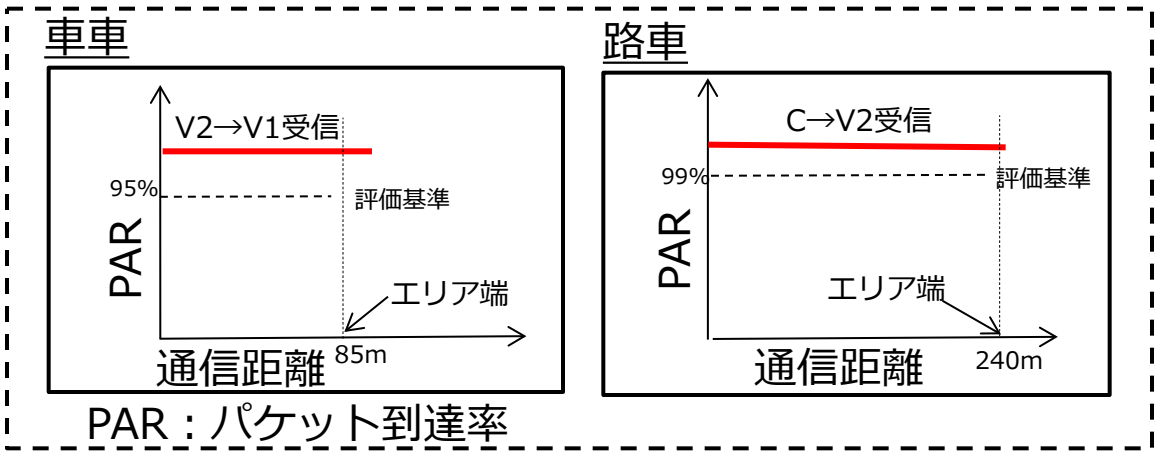
7. 作業班でご検討いただきたい事項

通信成立性シミュレーションのアウトプットのイメージ

各交差点に路側機、道路上一定間隔毎に車載機を配置
 →車車・路車・路路を送受信する環境を模擬



車車間・路車間通信への影響

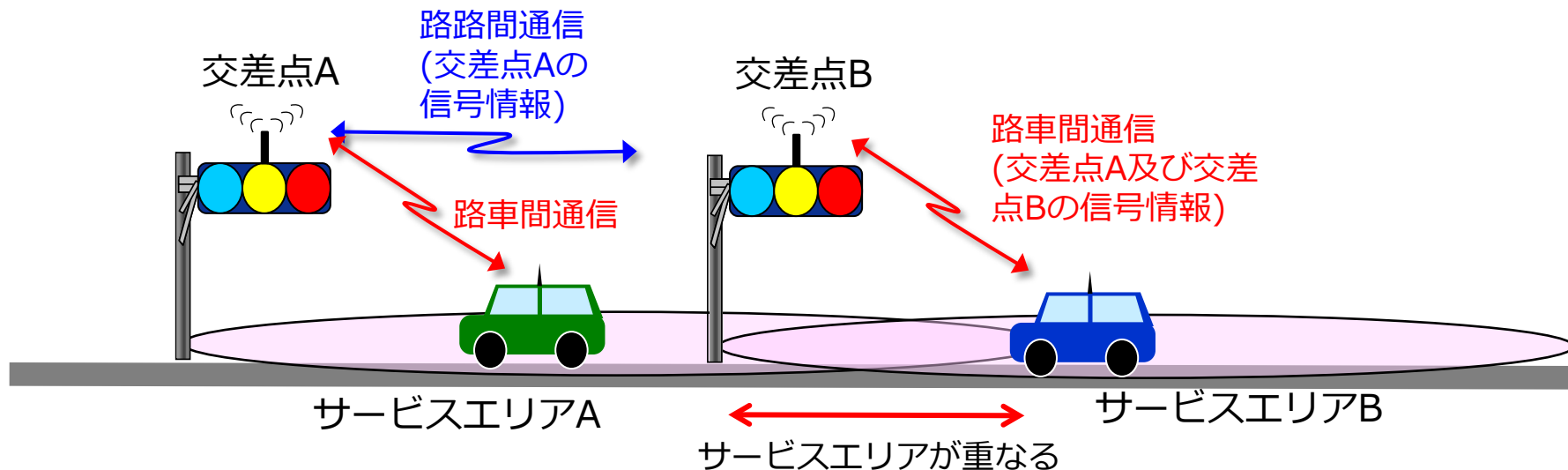


7.1 ご検討いただきたい事項

- ① 6.で示したシミュレーションの前提条件の妥当性
- ② 路車間通信、車車間通信との周波数共用条件の検討
→シミュレーション結果(車車間、路車間のパケット到達率)の
評価による通信成立性の確認
- ③ 路路間通信に用いられる無線システムの技術的条件の検討
→シミュレーション結果(路路間のパケット到達率、遅延時間)の
評価による通信方式の妥当性の確認

以下、参考資料

【参考】近接交差点信号見落とし防止支援システム (近接信号情報提供)

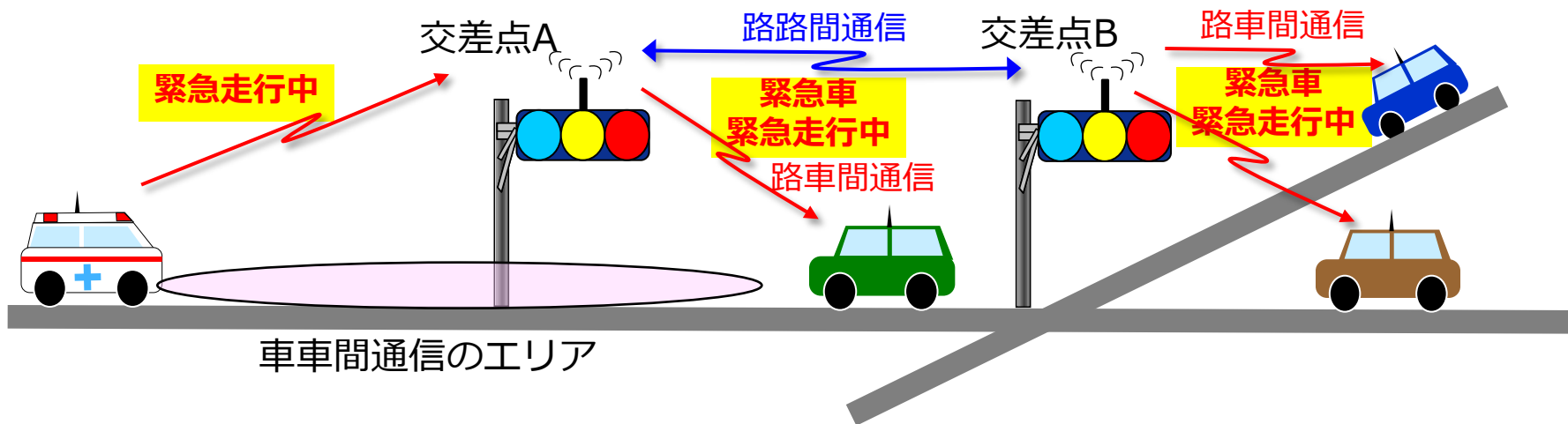


- ・交差点に設置した路側機間が近接している場合、交差点Aの信号情報を**路車間** / **路路間通信**を利用して交差点Bの路側機に伝送し、交差点Bの路側機が交差点Bと交差点Aの信号情報をまとめて路車間通信で伝送する。

交差点Aの信号情報の**提供エリアが拡大**する。

車両は連続した交差点の信号情報を用いて安全運転支援が行える。

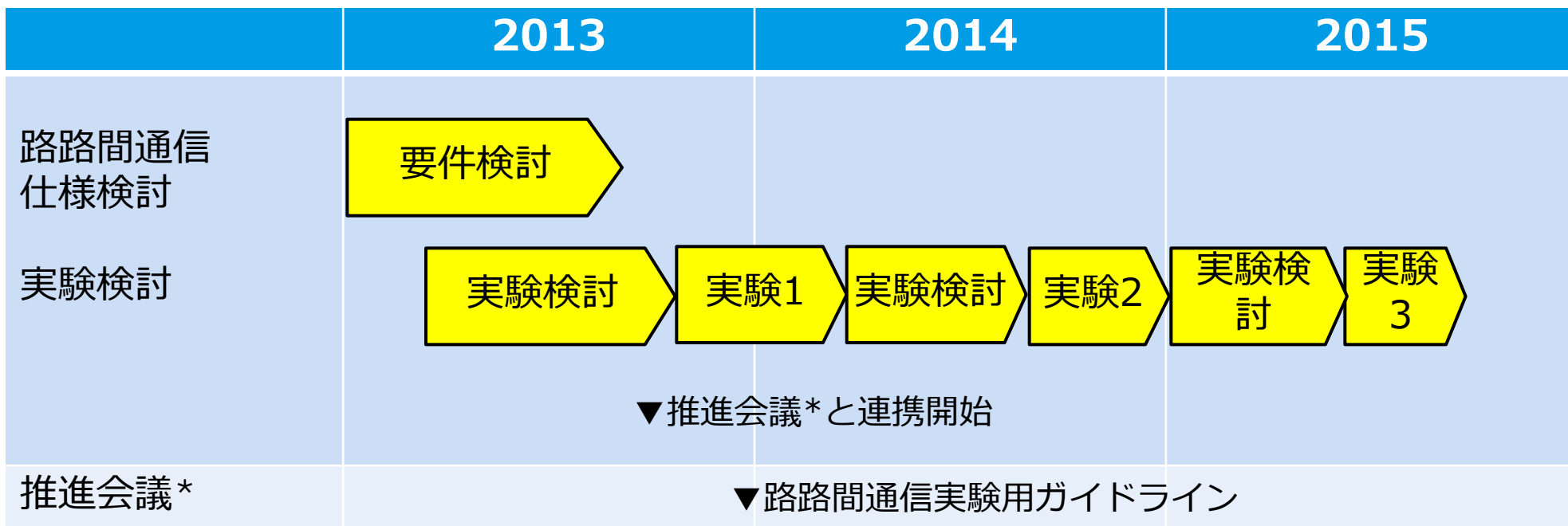
【参考】緊急車接近情報提供システム



・緊急自動車からの「緊急走行中」の車車間通信情報を路側機にて受信し、それを路側機が**路車間**／**路路間通信**を利用して、再送信することにより、路側機周辺車両に緊急車が緊急走行中であることを情報提供する。

(緊急車・緊急走行中を車車間通信よりも**広域に伝送**することが可能)

UTMS協会での路路間通信の実験検討経緯



*推進会議：ITS情報通信システム推進会議

	実験項目	結果
実験1	通信特性調査、信号制御情報伝送実験	伝搬特性確認、システム検証により機能確認
実験2	緊急車接近情報提供実験	システム検証により機能確認
実験3	近接交差点信号情報提供用通信実験	遅延時間等を測定

路路間通信実験システムの設置概要



本資料の地図データは、Open Database Licenseの下で使用しています。詳細は、www.openstreetmap.org/copyrightを参照ください。