

「信号情報の活用による運転支援の高度化
に向けた調査研究」 報告書

平成 28 年 3 月
一般社団法人 UTMS 協会

目次

1. はじめに	1
1.1 調査研究の目的.....	1
1.2 本年度調査研究の位置づけ.....	1
1.3 本年度の調査研究実施計画.....	1
1.3.1 実施内容.....	1
1.4 実施スケジュール.....	2
1.5 実施体制	3
2. 信号情報活用運転支援システム（TSPS）サービス要件.....	4
2.1 信号情報活用運転支援システム（TSPS）の概要.....	4
2.2 システムの課題.....	5
2.3 高度化光ビーコンのシステム適用課題.....	5
2.4 高度化光ビーコンの設置位置に関する課題.....	5
2.5 推進方針	6
2.6 サービス要件	6
2.6.1 現状の課題.....	6
2.6.2 課題の対策と効果.....	7
2.7 検証・検討項目の整理.....	12
3. 最適な路側システムの設置位置及び整備・コスト検討.....	13
3.1 高度化光ビーコンの最適な設置位置検討.....	13
3.2 管制エリア外における路線信号情報の提供.....	15
3.3 補完通信インフラ設置によるコスト削減に関する検討.....	16
3.4 道路線形情報関連.....	17
3.5 道路線形運用ツールの活用によるコスト削減.....	20

4. 各通信インフラの特徴.....	22
4.1 まとめ.....	23
5. 平成28年度以降の実証実験について.....	26
5.1 現状分析.....	26
5.2 実証実験（案）.....	26
5.2.1 管制エリア内.....	26
5.2.2 管制エリア外.....	26
5.3 今後の課題.....	27

別冊（I）

信号情報活用運転支援システム 実験仕様書(案)

1. 適用範囲	1
2. 仕様書名称.....	1
3. 用語の定義.....	1
4. 一般事項	2
5. 設置条件	2
5.1 一般条件.....	2
5.1.1 設置環境条件	2
5.1.2 電気的条件	2
6. 構成及び構造	2
6.1 構成	2
6.1.1 構成品一覧.....	2
6.1.2 指定項目	3
6.1.3 機能構成.....	3
6.2 構造	3
6.2.1 構造.....	3
7. インタフェース	3
8. 機能.....	4
9. 性能.....	4
10. 引用資料	4
11. I T S無線路側機配信路線信号情報.....	5
11.1 データフレームの定義	8
11.2 データ項目の定義データフレームの定義.....	9

別冊（Ⅱ）
各通信インフラ比較
（実験データ含）

1. Wi-Fi 関連	1
1.1 Wi-Fi 関連サービスイメージ	2
1.2 Wi-Fi 通信品質	3
2. DSRC 関連	5
2.1 DSRC プロトコルを用いた場合の各指標データ	5
2.2 DSRC 実証実験データ	7
3. FM 多重関連	12
4. 700MHz 帯無線	14
5. Bluetooth	17
5.1 Bluetooth と Wi-Fi 通信性能比較	20

第1章

はじめに

1. はじめに

1.1 調査研究の目的

安全運転支援・自動走行システムには、①交通事故の削減、②交通渋滞の緩和、③環境負荷の低減、④高齢者等の移動支援、⑤運転の快適性の向上という効果が期待され、特に超高齢化社会を迎える中「世界一安全」な道路交通社会を目指す我が国にとって安全運転支援・自動走行システムを早期に実用化し、普及させていくことは極めて重要である。

安全運転支援・自動走行システムの実現に当たっては、自動車が信号情報をリアルタイムに認識し、制御を行う仕組みが不可欠である。

そこで、信号情報を提供する路側システムと、自動車の自律系システムとの連携等の実現に向けて現状システムの高度化、路側システムの効率的な配置方法、提供情報の精度向上及び運用管理方法について調査研究を行う。

1.2 本年度調査研究の位置づけ

本調査研究は、平成 27 年度から 3 箇年で行う計画である。以下に全体計画を示す。

(1) 平成 27 年度

信号情報の活用による運転支援の高度化路側システムの検討・設計

(2) 平成 28 年度

信号情報の活用による運転支援の高度化路側システムの開発・整備

(3) 平成 29 年度

信号情報の活用による運転支援の高度化路側システムの整備・検証

1.3 本年度の調査研究実施計画

1.3.1 実施内容

本調査報告の実実施計画の概要を示す。

(1) 光ビーコンと光ビーコン以外の通信インフラとの組み合わせの検討

光ビーコンと光ビーコン以外の通信インフラとの組み合わせについて提供される情報の精度向上、整備コスト削減等の効果の見積もりや実現性の検討を行い、現行光ビーコンによるシステムの課題を明確化し、路側システムの高度化を図るため、光ビーコンに付加して光ビーコン以外の通信インフラを活用した場合のサービスモデルの選定、システム構成及びニーズ・シーズの整理を行った上で、実験システムの実現性・効果等を検討する。併せて次年度以降の作業項目(実証実験含)を抽出する。

(2) 最適な路側システム設置位置の検討及びガイドライン策定

(1)の検討を踏まえ、信号情報活用運転支援システムで活用される路側システムの設置位置について、交差点の入り口付近や出口付近に設置した場合の課題を抽出して、最適な設置位置のガイドラインを作成し、次年度以降の各県警の導入に役立てるものとする。

(3) 路側システムの整備・運用管理コスト削減の手法についての検討

従来版システムとコストパフォーマンスを考慮したシステムの機器構成等の比較検証を行い、工事を含めたシステム設置構成などについて検証する。また、コストパフォーマンスを意識したシステムを運用するための交通管制センターの機能について検討する。

- (4) 本調査研究内容を実現するために必要な仕様化検討提案書の作成
 本調査研究において抽出した通信インフラを既存インフラに融合させるシステム検討と車載装置に対する仕様化検討提案書を作成する。

1.4 実施スケジュール

今年度の実施スケジュールを示す。

	平成27年度		
	～11月	12～1月	2～3月
光ビーコン以外の通信インフラと組み合わせ検討	課題明確化 解決策検討	実現性・効果等検討	実験計画の策定
路側システム最適設置位置検討		ガイドライン等の検討	取りまとめ
システム・運用・保守のコストパフォーマンス検討		検討	取りまとめ
仕様化検討提案書の作成			作成

1.5 実施体制

一般社団法人UTMS協会は、高度情報通信技術を活用した新交通管理システム（UTMS：Universal Traffic Management Systems）に関する調査、研究及び開発により、道路交通のインテリジェント化を推進するとともに、UTMSに関する国内外における標準化を推進することにより、UTMSに関する事業の発展を図り、さらなる道路交通の安全と円滑の確保及び道路交通と環境の調和を図り、公共の福祉の増進に寄与することを目的としている。

当協会では、90年代末より、ITS技術を活用してドライバーの「認知」「判断」「操作」を支援し、ゆとりを持った運転ができる環境を創り出すことにより、交通事故の削減を図ることを目的として、信号情報活用運転支援システム（TSPS）の研究や標準化を進めてきた。

本調査研究は、TSPSの研究や標準化を推進してきた路車協調システム作業部会内に新たなSWG（TSPS高度化検討SWG）を設置して検討を行った。

当該SWGは、TSPSに知見のあるインフラメーカ、自動車メーカ等から構成される。

本報告書の構成は、次のとおりである。

第1章において、本調査研究の目的等について述べ、以下、第2章はサービス要件、第3章は最適な路側システムの設置位置及び整備・コスト検討、第4章は通信インフラの特徴、第5章は次年度以降の実証実験検討案について記載した。

別冊（Ⅰ）に本調査研究を実現するための仕様化検討案を、別冊（Ⅱ）には、第4章に関連した各通信インフラの比較結果を記載した。

第2章

信号情報活用運転支援システム (TSPS) サービス要件

2. 信号情報活用運転支援（TSPS）サービス要件

2.1 信号情報活用運転支援（TSPS）の概要

本調査における「信号情報活用運転支援システム」とは、路側システムから自動車に提供する路線信号情報(後述)の活用により、運転者に信号交差点への到着時における信号灯器(先の交差点の信号灯色が何秒後に何色になるか等)に関する情報を事前に提供することで、ゆとりある運転を促し、急停止・急発進に伴う事故の防止等を図るシステムのことであり、略称はTSPS (Traffic Signal Prediction Systems) である。

「信号通過支援」や「赤信号減速支援」や「発進遅れ防止支援」の各支援を行うものである。

図 2.1 に代表的な支援例を示す。

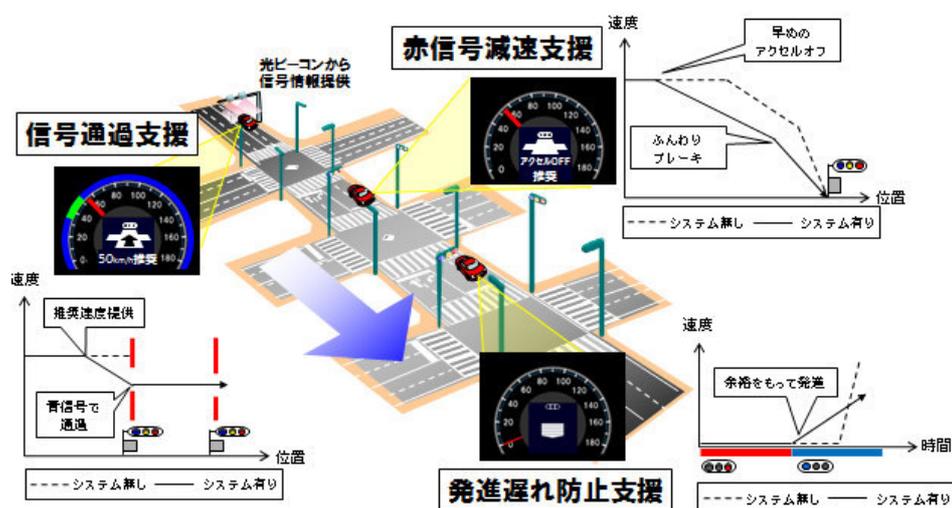


図 2.1 TSPSの代表的な支援例

また、現状において通信インフラは高度化光ビーコンを用いている。

TSPSは、高度化光ビーコンを活用して路線信号情報を車載装置に配信し、信号制御の高度化及び、交通の円滑化に活用されている。

なお、高度化光ビーコンの通信容量はアップリンク 944byte でダウンリンク 9840byte である。

2.2 システムの課題

国道1桁路線(国道1号線から国道4号線)において管制エリア内信号機(中央装置からの遠隔制御を行う)は約4000基あり管制エリア外信号制御機 約1500基の整備状況である。

また、管制エリア内信号機の内訳では重要交差点であるMODERATO制御(自動生成)や右折感応等による青信号時間の伸縮制御の交差点が約40%の割合を占めている。

重要交差点のサイクル情報は路線信号情報生成時の最初の1サイクルのみの情報しか提供されないため、2つ、3つ先が重要交差点である場合には到達する前に信号制御機のサイクルが終了してしまい、サービスが受けられないという課題がある。

また、感応式信号機では信号手前の交通量に従って、ローカル制御を行うため、路線信号情報に時間幅が生じる課題がある。

2.3 高度化光ビーコンのシステム適用課題

高度化光ビーコンは信号状態変化の少ない重要交差点の流入流出部にある一般交差点群へ路線信号情報を提供するのに適した機器である。

なぜなら、多数(最大16交差点)の一般交差点を対象とする路線信号情報を提供できる通信容量があるためである。

しかしながら、狭域通信であるため信号制御パラメータの秒数が動的に変化する感応交差点や重要交差点の信号情報提供では前項で記載したような理由で不向きである。

2.4 高度化光ビーコンの設置位置に関する課題

現在の高度化光ビーコンの設置位置や改善項目について以下記載する。

高度化光ビーコンの設置位置については以下の観点での考察・検証が必要である。

ケース1 AMIS (交通情報提供システム)

交通情報提供システムの場合には、情報提供対象車両の進行方向に応じた情報提供のため、重要交差点流出部に設置されていることが多い。

施設更新時に簡易図形等の情報提供を継承する場合には、設置位置も維持することが望ましい。

設置位置を変更する場合には、簡易図形等の定数変更やソフトウェア改修が発生することになる。

ケース2 TSPS (信号情報活用運転支援システム)

信号情報活用運転支援システムの場合には、2.2項及び2.3項のような課題があるため、高度化光ビーコンを補完する通信インフラとの組み合わせも考慮する必要があると同時に最適な設置位置の検討も必要である。

重要交差点周辺で系統制御が行われている場合に、重要交差点で停止した車両はTSPSの支援がなくても下流側交差点を円滑に通過できる可能性は高い。

一方、重要交差点流入側は混雑発生が予想され、流入側の混雑度合いに応じて高度

化光ビーコンの設置位置の考え方の基準を整理する必要がある。

ケース3 プローブ情報を活用した信号制御

プローブ情報による信号制御を実施する場合には、重要交差点の流入部または流出部(30m)に高度化光ビーコンの設置が必要。

ケース4 プローブ情報による旅行時間算出

プローブ情報による旅行時間算出を実施する場合には、VICSリンク端点の交差点流出側に高度化光ビーコンの設置が必要。

ケース5 定周期信号機対応

管制エリア外の定周期信号機については、現在はTSPSの対象外となっている。そのため、路線信号情報の提供ができない。

これは現行のTSPSは、管制エリア内を基本とするシステム構成のためである。

ただし、定周期信号機が電波時計で動いている場合には、基本的に時刻ずれが発生しないため、路線信号情報は信号機の設定値から予測でき、実運用に結びつける事が可能である。

信号灯器の直後に高度化光ビーコンの投受光器が設置されている場合、交通案内板の直後に設置されている場合、赤外線投光カメラの直近に設置された場合などには、ダウンリンク光が遮断等され現在の規格の6mのダウンリンク通信エリアを満足しない場合がある。

このような問題点をふまえ、路車間通信を阻害する可能性がある構造物の周辺には高度化光ビーコンの投受光器を配置しないように設置位置に関するガイドライン等を別途定める必要がある。

2.5 推進方針

前項までに記載した課題を解決するためのサービス要件を明確にする。

また、次年度以降の実証実験システムの構成や推進にあたっての課題を明確にする。

2.6 サービス要件

サービス要件としては、重要交差点及び感応式交差点において、TSPS支援率を向上させる（連続的なサービスを実現する）ことを目的とする。

2.6.1 現状の課題

再度課題について整理すると サービスを提供する路線に、リアルタイムに信号サイクルが変動する重要交差点および感応式交差点が存在する場合、信号情報の更新周期と高度化光ビーコンから提供するデータの更新周期が異なるため、車両が光ビーコンを通過したタイミングでは確定した路線信号情報を提供出来ない場合や、車両が対象交差点に到達する前に路線信号情報の有効期限が切れる場合がある。

その際、安定的かつ高精度なサービスを提供することができない。

図 2.2 のような路線の場合で具体的に考えてみることにする。

一点目は、交差点 3 が重要交差点の場合、重要交差点のサイクル情報は路線信号情報生成時の初めの 1 サイクルのみに限定された情報提供なので、高度化光ビーコンから交差点 3 のデータを提供した場合、車両がデータ受信後に交差点 3 に到達する前に信号サイクルが終了し、サービス提供を受けられなくなる可能性が大きいということである。

二点目は交差点 3 が感应式交差点の場合には、感应制御等により灯色時間が変動するため、路線信号情報は幅をもった情報として提供される。



図 2.2 現状サービスに関する課題

2.6.2 課題の対策と効果

2.6.1 の課題を解決するために、高度化光ビーコン以外の通信インフラを重要交差点及び感应式交差点に設置し、動的に変動する信号情報をリアルタイムに提供することを提案する。

車両は高度化光ビーコンから受信する路線信号情報と高度化光ビーコン以外の通信インフラから受信するリアルタイムの信号情報を組み合わせることにより安定的かつ高精度な信号情報の提供が可能となり、TSPS 支援率が向上すると考えられる。

また、高度化光ビーコン以外の通信インフラからも路線信号情報を提供することにより、車両が受信する路線信号情報をリフレッシュすることができ、サービスの精度が向上するとともに、高度化光ビーコンを通過せず、途中から路線に進入した車両に対してもサービスの提供が可能となる。

補足説明すると図 2.3 に記載するように高度化光ビーコンを補完する通信インフラを設置することにより課題を解決することが可能となる。

図 2.3 に記載の内容は、対象路線入口（および重要交差点の流出部）に設置された高度化光ビーコンから路線信号情報（各信号のサイクル情報）の提供は今までのとおりの運用にして、重要交差点および感应式交差点に通信インフラを設置し、自交差点の路線信号情報を提供するというシステム構成である。

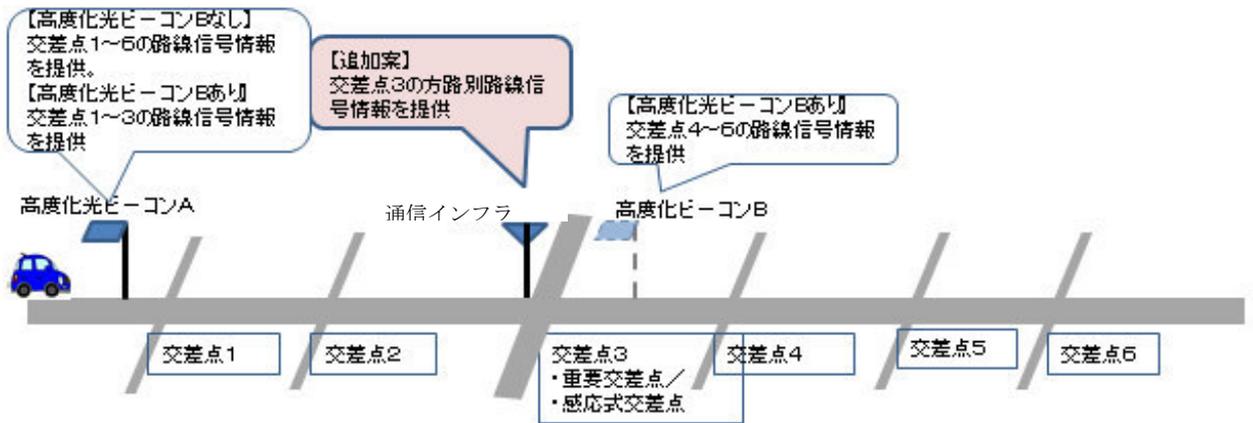


図 2.3 課題解決のためのシステム配置

上記解決のためのシステム配置による効果を以下列挙する。

一点目 重要交差点/感応式交差点でサービスを提供できる

重要交差点/感応式交差点に設置された通信インフラから、自交差点の信号情報を提供することによりサービスの高度化を図れることが可能となる。

図 2.4 に記載のように、本方式により、交差点 3 の信号情報を交差点 3 の通信インフラから受信できるので信号情報のリフレッシュが可能となる。

また、将来的ではあるが、重要交差点から複数交差点の路線信号情報を配信することで、さらなる情報補完が可能である。

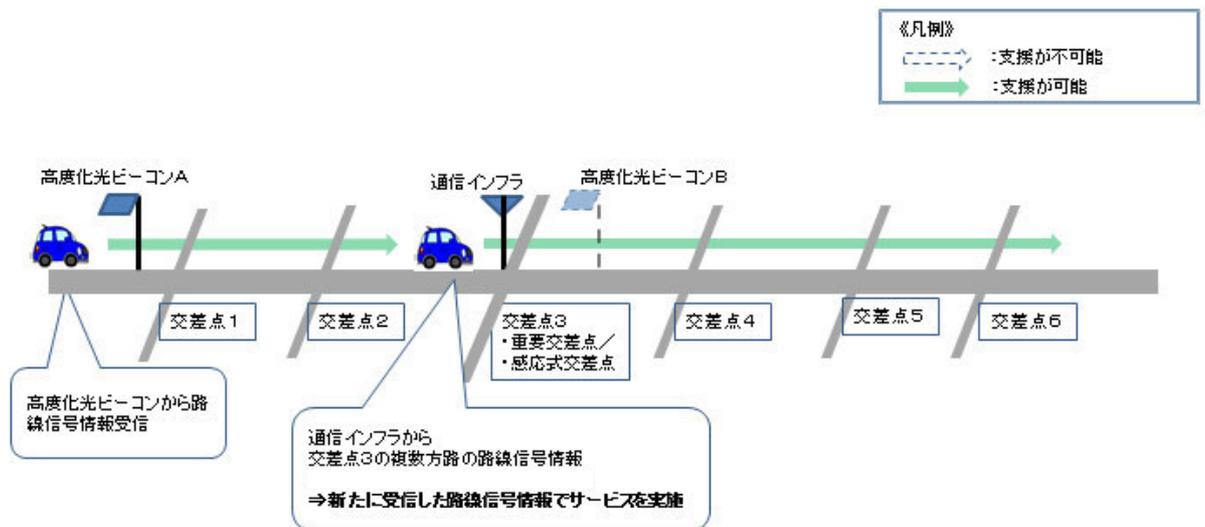


図 2.4 課題解決のためのシステム配置

二点目 情報の有効期限切れの問題を軽減

将来的に、重要交差点から複数交差点の路線信号情報を配信することとなった場合には、
図 2.5 に示したように有効期限切れの情報配信の範囲を軽減することが可能となる。

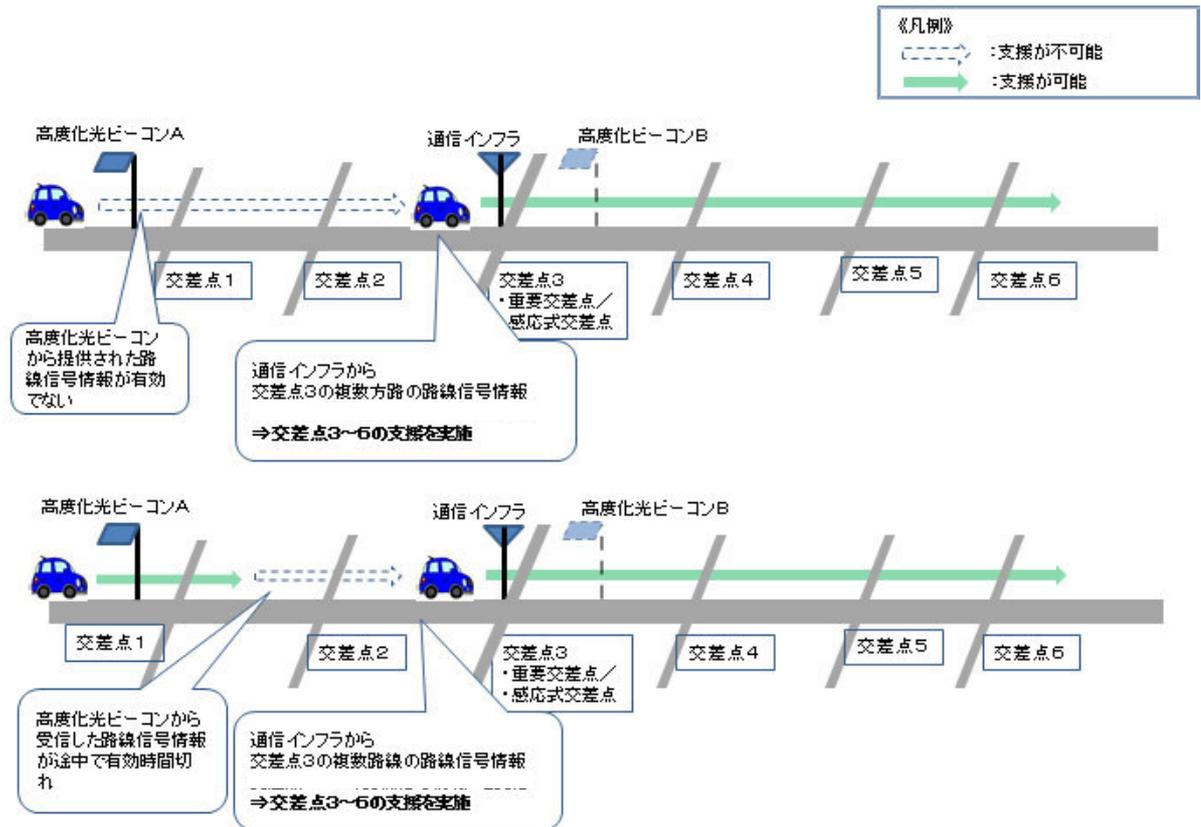


図 2.5 情報の有効期限切れに対する対応

三点目 途中交差点からの流入時にもサービス提供が可能

将来的に重要交差点から複数交差点の路線信号情報を配信することとなった場合には、
図 2.6 に示すように途中の交差点からの流入時にサービス提供が可能となる。

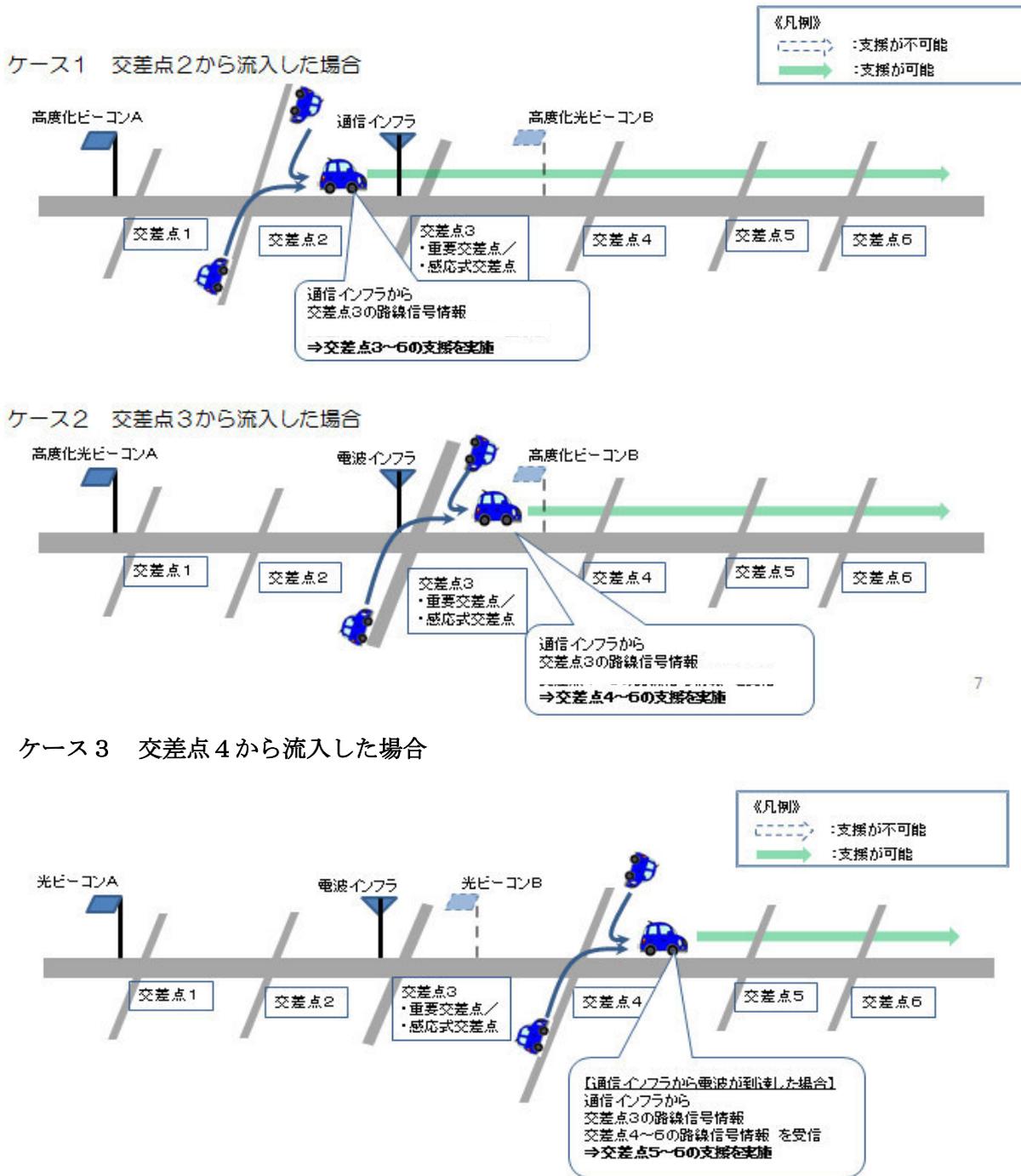


図 2.6 交差点 2, 3, 4 から進入した場合のサービス対応

図 2.7 に、まとめたが、通信インフラから複数の信号機の信号情報を提供することが可能となれば途中から路線に進入した場合にもサービスが可能となる。

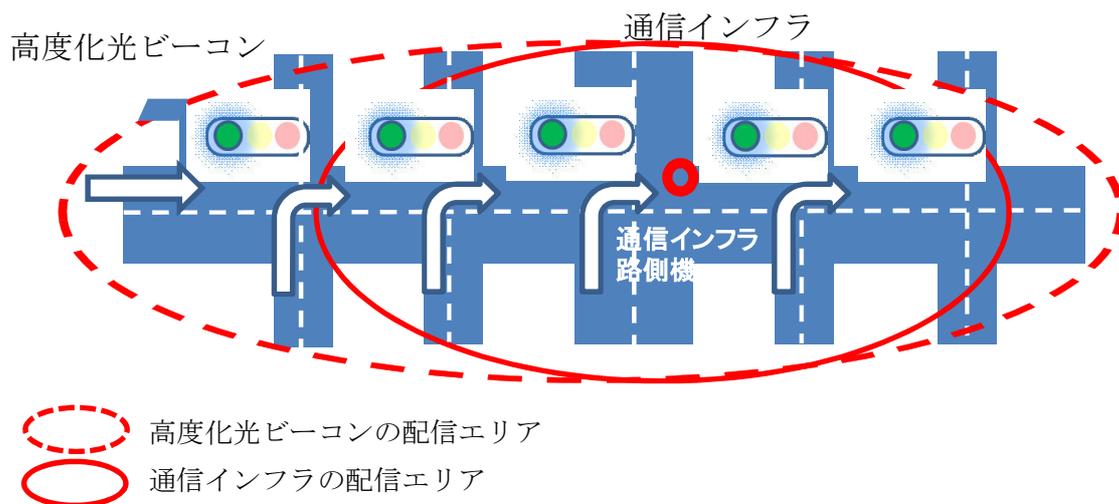


図 2.7 途中から路線に進出した場合にサービスが可能となる例

今後、このサービスの検証を行うためには、図 2.8 に記載したように高度化光ビーコンと新しい通信インフラを共用したハイブリッド車載機を試作開発しサービス効果などを検証していく必要がある。

なお、図 2.8 内の通信メディアアンテナは新しい通信インフラに対応した受信機である。

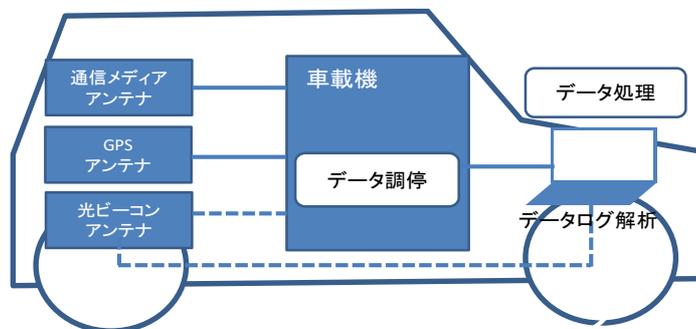


図 2.8 実走実験車載システム案

2.7 検証・検討項目の整理

今後、検証および検討が必要な事象は下記のとおりである。

- (1) 光ビーコン以外の通信インフラから提供する情報の内容と通信フォーマット
- (2) 光ビーコンから提供する路線信号情報と光ビーコン以外の通信インフラから提供する路線信号情報の差異
- (3) 光ビーコンから提供する路線信号情報と光ビーコン以外の通信インフラから提供する路線信号情報の車載機での調停方法

(1)については、別冊（I）として仕様化検討案を添付する。

第3章

最適な路側システムの設置位置 及び整備・コスト検討

3. 最適な路側システムの設置位置と整備・コスト検討

本章では、最適な路側システムの設置位置と整備・コスト低減取組みについて記載する。

まず、高度化光ビーコンの最適な設置位置に関する検討結果について述べ、次に、新通信インフラによって高度化光ビーコンを補完することで得られるコスト低減策の検討について、最後に道路形状情報などを作成する簡易ツールの導入によるコスト低減効果について記載する。

3.1 高度化光ビーコンの最適な設置位置検討

「信号情報活用運転支援システムシステム定義書（版2）」に記載されている高度化光ビーコンの設置位置を踏まえ、検討した結果を表3.1に示す。

表 3.1 高度化光ビーコン設置位置（1/2）

No	設置条件	推奨設置位置
1	AMIS併用時 サービス起点位置の重要交差点の 路線信号情報を提供しない場合	重要交差点の流出部（30m） ※1
2	サービス起点位置の重要交差点の 路線信号情報を提供する場合	重要交差点の流入路（300m）・・ 信号通過支援、赤信号減速支援を 考慮 ※1

表 3.1 高度化光ビーコン設置位置 (2 / 2)

No	設置条件	推奨設置位置
3	情報提供対象路線の距離が、式(3.1)より長い場合 (オフセット更新周期 / 2) × 速度 ・ ・ 式(3.1)	式(3.1)で算出される境界位置 位置※1
<p>※速度は、規制速度を基準とするが、交差点における停止等を考慮し設定すること。</p>		
4	オフセット更新タイミングが異なるサブエリアの場合 (中央装置の構成による場合、個別の制御方式による場合等)	サブエリア間の境界位置 ※1の範囲に設置

信号情報活用運転支援システムの支援に必要な道程距離の参考値を表 3.2 に示す。

表 3.2 支援に必要な道程距離(参考値)

サービス名	走行速度 (Km/h)	必要な距離 (m)	備考
信号通過支援	40	103.88	
	50	140.79	
	60	182.07	
赤信号減速支援	40	163.02	
	50	270.21	
	60	343.50	
発進遅れ防止支援／アイドリングストップ支援	—	64.00	

3.2 管制エリア外における路線信号情報の提供

現在の T S P S においては、管制エリア外の交差点は、2.4 のケース 5 で述べたように、システムの対象外となっており、管制エリア内に限定して実施することを前提としたシステム構成等が決められている。

しかしながら、システムの効果を向上させるには対象となる信号機の拡大を図る必要があることから、管制エリア外において高度化光ビーコンから路線信号情報を配信するモデルを提案する。

当該モデルは管制エリア外であっても、系統制御用信号制御機を用いた信号機であれば路線信号情報を車側に配信できる。

提案内容及び適用エリアと実施する際の課題を表 3.3 に示す。

また、モデル構成を図 3.1 に示す。

表 3.3 高度化光ビーコン運用案

提案内容	適用エリア	課題
管制エリア外に高度化光ビーコンを新設し、固定データとして路線信号情報の配信を行う	管制エリア外で系統制御を実施している交差点	<ul style="list-style-type: none"> ・系統制御実施交差点の単独動作時限表に従った路線信号情報をどのように生成するか(特に追従動作等の扱いをどうするのか。) ・系統制御実施交差点と高度化光ビーコン間での時刻同期をどう行うか。 ・サービス対象交差点の異常状態を高度化光ビーコンへどのように通知するか。

管制エリア外において本システムを実現するためには、図 3.1 に示すように系統信号制御が行われている管制エリア外の交差点に高度化光ビーコンを設置して、固定データをインフラから配信するモデルの評価を行うとともに信号機の故障時や時刻合わせ問題など課題の抽出とその解決方法の検討等が必要である。

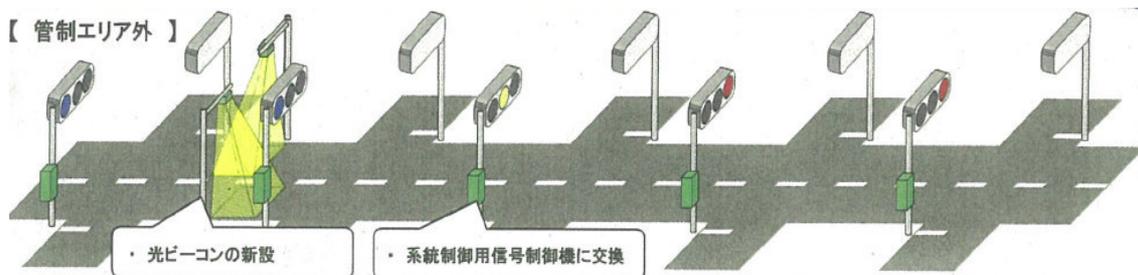


図 3.1 管制エリア外 高度化光ビーコン+系統信号制御機 設置構成図

3.3 補完通信インフラ設置によるコスト削減に関する検討

従来の高度化光ビーコンを補完する通信インフラについては、2.2 に記載した課題を解決し、かつ運用コスト(工事施工費)も許容できる通信インフラを検討する必要がある。

図 3.2 に示すように、高度化光ビーコンのみにより、MODERATO 制御信号制御機や感応制御信号機の信号情報を安定的かつ高精度に提供するには高度化光ビーコンを高密度(10m 間隔程度)で設置する必要があり、その場合の設備・運用費用は膨大なものとなる。そのため広域通信ができる補完用の通信インフラとの組み合わせが必要と考える。

第 4 章で記載するが、その候補としては 700MHz 帯無線が有力である。

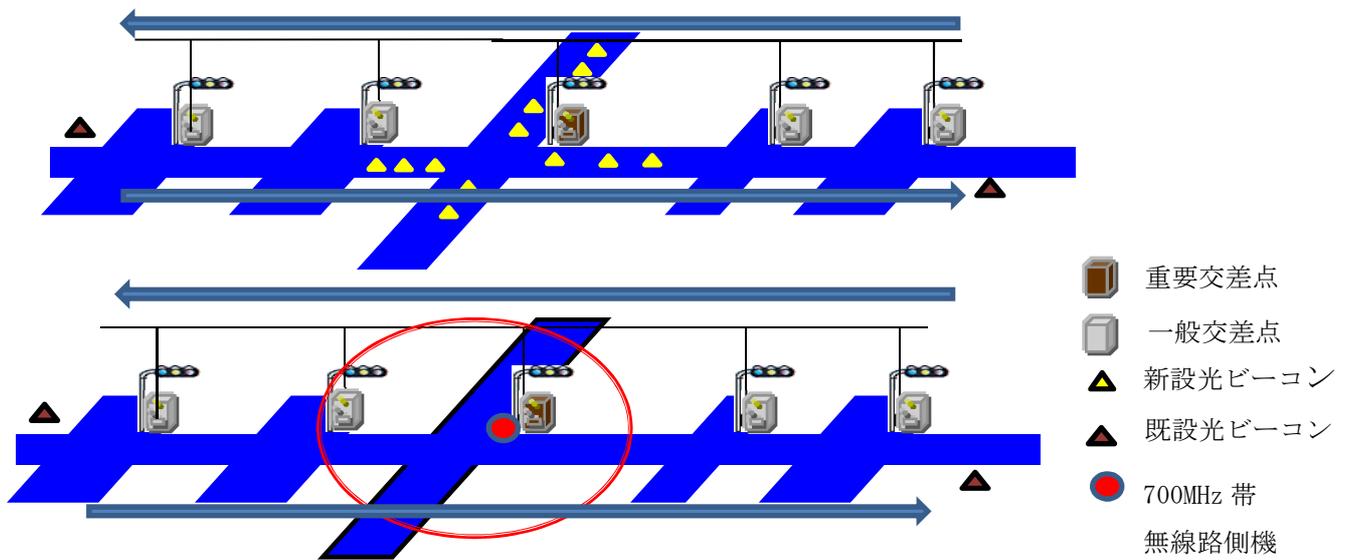


図 3.2 高度化光ビーコンのみによる実現の例（上図）及び 700MHz 帯無線との組み合わせた場合（下図）

3.4 道路線形情報関連

道路の経年変化や工事による変更にはどのような種別があるのかを表 3.4 に記載する。

また、備考欄に現状の高度化光ビーコンで影響をうけるものと、補完する新通信インフラが影響を受けるものについて記載した。

表 3.4 道路線形情報関連

情報の種類	項目			情報内容	備考（影響を受けるもの）
提供サービス関連	サービス方路			サービスが提供される方路	新通信インフラ
	センサID			サービスを提供するために設置されるセンサの管理番号	高度化光ビーコン 高度化光ビーコンが増設された場合に他パラメータとの影響に注意する。
	システム種別			サービス提供対象道路でのシステム種別	
	方路情報	交差点方路分	構造	交差点に接続される方路の数	新通信インフラ
			方位	交差点に接続される各方路の交差点への接続方位	新通信インフラ
		分	構造	起点～停止線間に存在する分	

道路構造によるもの	岐方路	岐方路	岐方路の位置、数	
		方位	分岐ノードから各分岐方路への接続方位	
	ノード情報	配置・ID	対象交差点の形状を定義するためのポイント群	道程距離に関わるパラメータなので 高度化光ビーコン 新通信インフラ
		座標	各ノードの位置定義座標	
		進行方位	各ノードから隣接する下流ノードに対する方位	
車線数	各ノードでの車線数			
道程距離	提供されるサービスに対する必要となる指定ノードまでの距離で起点位置から各ノードを直線で経由した合計距離		高度化光ビーコン 新通信インフラ	
道路管理内容によるもの	都道府県コード		JISで規定された都道府県コード	
	交差点ID		交差点の管理番号で都道府県単体にユニークな値	
	規制速度		サービスが提供される方路毎の規制速度	高度化光ビーコン 新通信インフラ
	方路進行方向 (流入・流出)	交差点方路	交差点に接続される各方路の車両通行可能方向 (流入出、流入専用、流出専用)	高度化光ビーコン 新通信インフラ
		分岐方路	起点～停止線間に存在する分岐方路の車両通行可能方向 (流入出、流入専用、流出専用)	

その中において、本報告資料の中で影響を受ける部分を網掛け表示する。

表 3.5 に道路線形情報関連で変更が必要となる事象を列举する。

表 3.5 道路線形関連変更情報とインフラに対する影響

大項目	中項目	小項目	変更発生代表例	備考
提供サービス変更時	サービス提供方路の変更	新しい方路にサービス追加	サービスの追加が必要な場合	新通信インフラ

		提供中方路の 全サービス削 除	サービス提供の必要がな くなった場合や道路の変 更などによりサービス提 供できなくなった場合	
道路構造変更 時	交差点方路の追加、削除		道路工事等により交差点 に接続された方路が新た に追加されたり削除され たりする場合	新通信インフラ (推奨速度の変更)
	車両走行車線 の変更時	車線数の変更	道路工事等により交差点 に接続される方路の車線 数が変更される場合(恒久 的・一時的)	高度化光ビーコン 新通信インフラ (道程距離)
		道路幅の変更	中央分離帯の変更の道路 工事や白線見直し等で交 差点に接続する方路の道 路幅が変更になる (恒久的・一時的)	高度化光ビーコン 新通信インフラ (道程距離)
		車線増減位置変更	道路工事等により交差点 に接続する方路の車線増 減位置が変更になる場合 (恒久的・一時的)	高度化光ビーコン 新通信インフラ (推奨速度の変更)
道路構造変更 時	分岐方路の追加削除		サービス提供方路の起点 位置から停止線間に分岐 道路が新たに追加されたり 削除されたりする場合	
	ノード位置変更	停止線位置変更	道路工事や路面の白線見 直しにより交差点に接続 される方路の停止線位置 が変更される場合	高度化光ビーコン 新通信インフラ 道程距離が長くなる 分には影響小
		交差点中心位置 変更	道路工事や路面の白線見 直しにより交差点中心位 置が変更される場合	
道路管理内容 変更時	規制速度変更		サービス提供方路の規制 速度が変更される場合	高度化光ビーコン 新通信インフラ 速くなる場合には影 響あり

			(安全サイドは道程距離との兼合有)
	交差点方路の進行方向変更	道路工事、規制等の変更により交差点に接続される方路の進行方向(流出入、流入のみ、流出のみ)が変更される場合	
	分岐方路進行方向の変更	道路工事、規制等の変更によりサービス提供方路の起点位置から停止線位置間の分岐方路の進行方向(流出入、流入のみ、流出のみ)が変更される場合	
	交差点IDの変更	県警が管理する交差点IDの管理体系、方法等が変更される場合出のみ)が変更される場合	

3.5 道路線形運用ツールの活用によるコスト削減

信号情報提供による安全運転支援や自動走行を機能させるためには、信号情報と併せて道路線形情報を提供する必要がある。

道路線形情報は道路改良等による道路形状変化に伴い更新する必要があるため、当該更新作業のコストを削減する方法について検討した。

道路の形状変化に伴う更新作業は、道路形状の数値化や符号化が非常に複雑であることが工数の増大の原因となっている。

表 3.6 に例を示すが、表の各項目に静的情報としてあらかじめ必要な値を設定する場合には、入力者の入力工数が短縮できるよう、わかりやすい入力方法と、それをデータとして自動生成できる仕組みを構築する。

また、構築されているデータも表 3.6 形式に逆変換することが可能になれば保守関係者のデータの新規入力時や修正時の入力誤りを防ぐとともに、データ作成期間も短縮が可能となる。

また、ある項目の値が決定した場合に自動的に算出できる項目があるのであれば、マクロなどを組みこんだ表計算シートを提供することで、さらに修正手順や作業時間を短縮できるとすることが可能となる。

表 3.6 入力簡易ツール

構成	DF/DE	表現形式	コード	備考	データ入力エクセル割		データ長	HEX	DEC	(16桁まで) BIN
DF	提供管理番号									
DE	提供管理番号	bin(8)	D-1				2	0100	256	10000000
DE	提供種別コード	bin(1)	D-2							
DE	提供種別コード	bin(15)	D-3				2	0100	256	10000000
DE	交差点ID/単独ID	bin(8)	C-8				1	32	50	
DE	予備8	bin(8)	E-1				1	28	40	
DE	システム状態	bin(16)	E-2				2	0800	2048	
DE	基準点更新カウンタ	bin(16)	E-3				2	0400	1024	
DE	基準点からの経過時間	bin(8)	C-8				1	28	42	
DE	予備8	bin(16)	E-4				2	01FF	511	
DF	情報有効時間									
	情報有効時間1	bin(16)	E-5		計算値		2	006E	110	10000000
	情報有効時間2	bin(16)	E-6		計算値		2	007F	127	10000000
DF	起点参照位置									
DF	緯度									
	度	bin(8)	A-1		35		1	23	35	
	分	bin(8)	A-2		37		1	25	37	
	秒	bin(16)	A-3	1/100	0610		2	0200	512	
DF	経度									
	度	bin(9)	A-4		139		2	C3B0	50096	1100001110110000
	分	bin(7)	A-5		48					
	秒	bin(18)	A-6	1/10	3750		2	0E88	3750	
DF	高度									
		bin(16)	A-7	オフ	3750		2	000F	15	

第4章

各通信インフラの特徴

4. 各通信インフラの特徴

本章では、信号情報の活用による運転支援の高度化に向け、高度化光ビーコンによる路車間通信を補完する通信インフラの検討を行う。

以下、システム構成を構築するうえでの通信インフラのサービス形態、特徴について列挙し、最後に比較表として記載した。

比較対象とする通信インフラは、近年のITSを取り巻く技術動向から次の5つの通信インフラとした。

- ① 700MHz 帯無線
- ② FM多重放送
- ③ Wi-Fi
- ④ Bluetooth
- ⑤ DSRC (5.8GHz 帯)

高度化光ビーコンによる路車間通信を補完する通信インフラは、路車間通信が必要とする範囲(空間)で、高い信頼性を持つことが要件の一つとなる。

実験等の詳細な内容については、別冊(Ⅱ)に記載したが、各通信インフラの特徴や実験を行った上での実測データを記載するとともに、文献に基づく調査を行って比較表を作成した。

4.1 まとめ

表 4.1 に今回比較した通信インフラについての比較結果を示す。

表 4.1 通信インフラ（路車間）の特徴比較

通信インフラ 種 別	概 要	特 徴	使用実績
高度化光ビーコン	・近赤外線通信	<ul style="list-style-type: none"> ・双方向通信 ・ダウンリンク 1,024kbit/s 3.1m×4.7m(地上高 1.5m) ・アップリンク 256kbit/s 3.1m×2.3m(地上高 1.5m) ・電波法上の免許不要 ・コスト：中 	<ul style="list-style-type: none"> ・交通安全施設の情報収集提供インフラとして整備。 ・2015年3月現在 約 56,000 基
①700MHz 帯無線（安全運転支援システム向け車車間及び路車間通信帯域）	・標準規格「ARIB STD-T109」において 700MHz 帯高度道路交通システム標準規格として規定。	<ul style="list-style-type: none"> ・双方向通信 ・利用周波数 700MHz 帯 ・電波回折量が多い。 ・ITS 特化した周波数割当て ・通信可能距離 250m ・コスト：中 	<ul style="list-style-type: none"> ・安全運転支援システム（DSSS）。
②FM 多重放送	・音声放送に多重化し、情報送信を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ・単方向通信 ・利用周波数 76.1MHz～89.9MHz ・通信速度 16kbit/s ・<u>秒オーダーの情報更新は困難。</u> ・<u>コスト：高(初期投資大)</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ・VICS 情報提供では、都道府県単位の交通情報を NHK-FM 放送に多重化して提供。 ・2015年4月より VICS WIDE サービス開始。
③Wi-Fi	<ul style="list-style-type: none"> ・IEEE 802.11 規格の無線 LAN 通信の内、Wi-Fi Alliance により異なるメーカー間の相互接続が確認されたもの。 ・Wi-Fi アクセスポイントから発信する電波強度を Wi-Fi 受信機で受け取り現在位置を測定する。 ・アクセスポイントか 	<ul style="list-style-type: none"> ・双方向通信 ・公称通信速度 11Mbps (802.11b) ~6.9Gbps (802.11ac) ・<u>通信距離 100m~200m</u> ・<u>利用周波数 2.4GHz 帯/5GHz 帯</u> ・<u>(2.4GHz 帯については、Bluetooth と同周波数帯)</u> ・<u>整備コスト：高(初期投資大)</u> ・維持コスト：低 	<ul style="list-style-type: none"> ・ホットスポット ・Google Location Server ・Place Engine

	らの電測情報を用いるため、屋内や地下街の・GPSが機能しない場所でも位置を求める事が可能。	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>マルチホップ必要</u> 	
④Bluetooth	<ul style="list-style-type: none"> ・Bluetooth SGI が仕様策定、普及を推進するデジタル機器用近距離無線通信規格。 ・Bluetooth 間の電波強度を Bluetooth 受信機で受け取り、現在位置を測定する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・双方向通信 ・<u>通信距離最大 100m(Class1)</u> ・通信速度 24Mbit/s ・IEEE802.15.1 ・<u>利用周波数 2.4GHz 帯 (Wi-Fi と同周波数帯)</u> ・コスト：低 (<u>初期投資大</u>) 	<ul style="list-style-type: none"> ・携帯電話 (iPhone に搭載 iBeacon や TAGCAST) ・PC マウス、キーボード ・BLE (Bluetooth Low Energy) : 屋内に設置された Bluetooth 発信機 (Beacon) からの情報を基に端末の位置を測定する。
⑤ D S R C (5.8GHz 帯)	<ul style="list-style-type: none"> ・標準規格「ARIB STD-T75」において狭域通信システム標準規格として規定。 	<ul style="list-style-type: none"> ・双方向通信 ・利用周波数 5.8GHz 帯 ・高速道路での運用 ・<u>通信距離 10~30m</u> ・電波回析量が少ない ・通信の回り込みがある。 ・コスト：低 	<ul style="list-style-type: none"> ・安全運転支援システム

特徴の内、TSPSに用いるには望ましくないものを赤字及び下線で表示した。

表 4.2 に受信感度、通信距離、検知時間などに関する各通信インフラの比較を示す。

表 4.2 新通信インフラ選定のための比較表

通信インフラ 種 別	受信感度	通信距離	通信量	形態	検知時間	運用実績
① 700MHz 帯無線	-20dbm	250m	30kbyte/s (1 スロット)	シングル	1 秒以下	平成 26 年から実験による実績あり
② FM 多重放送	—	10～50km	0.8kbyte/s	—	1 秒以下	広域エリア実施
③ Wi-Fi	-90dbm	120m	75kbyte/s	マルチ ホップ	1.5 秒	交通インフラ無
④ Bluetooth	—	100m	128Kbyte/s	マルチ ホップ	10 秒	交通インフラ無
⑤ DSRC	-40dbm	30m 以下	217kbyte/s	シングル	1 秒以下	高速道路で活用

表 4.1 及び表 4.2 の観点から、ITS に特化して周波数割当てが行われた 700MHz 帯無線は、他の用途と競合することなく、信頼性の高い路車間通信の実現が期待でき、信号情報の活用による運転支援システム実用化においては最も有力な候補と考えられる。

第5章

平成28年度以降の実証実験について

5. 平成 28 年度以降の実証実験について

5.1 現状分析

現在、国道 1 桁路線(1 号から 4 号)の管制エリア内の信号機は約 3,700 基あり、その内訳は、リコール制御が約 21%、MODERATO 制御が約 30%、主従感知器設置によるパターン選択制御が約 40%、ギャップ感応制御が約 3%の割合である。

また、管制エリア外の信号機は約 1,500 基あり、その内訳は、リコール制御が約 50%、系統制御が約 20%の割合である。

5.2 実証実験 (案)

5.2.1 管制エリア内

管制エリア内においては、図 5.2.1 に示すように、重要交差点に前章までに議論した 700MHz 帯無線を活用する路側機 (以下、「ITS 無線路側機」という。)を設置し、その前後に高度化光ビーコンを配置して、システムの評価を実施する。

また、交差点の上流側と下流側に高度化光ビーコンを設置した場合のそれぞれの有効性についても検証を行う。

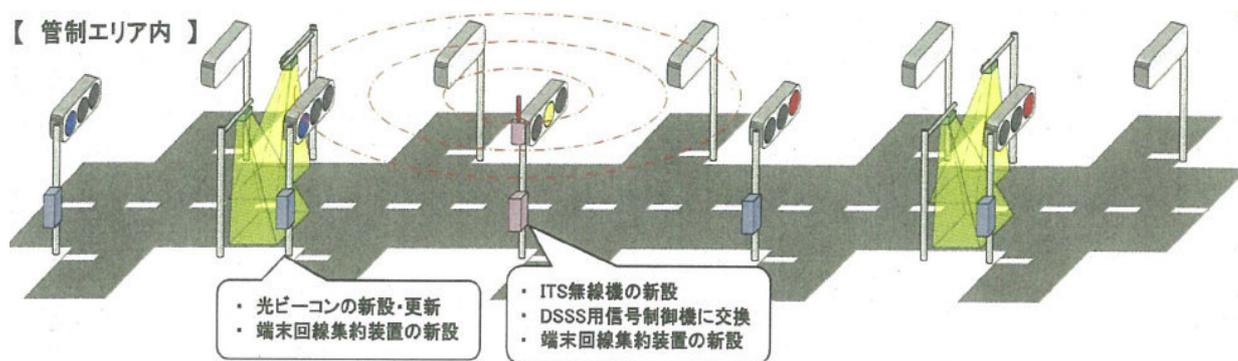


図 5.2.1 管制エリア内 高度化光ビーコン+ITS 無線路側機 設置構成図

なお、高度化光ビーコンの設置位置及び ITS 無線路側機の設置位置については、現場状況を踏まえた検討が必要である。

5.2.2 管制エリア外

管制エリア外においては、図 5.2.2 に示すように系統信号制御が行われている交差点に高度化光ビーコンを設置し、固定データをインフラから配信して、システムの評価を行い、信号機の故障時や時刻合わせ問題などの課題を洗い出すことを目的に実施する。

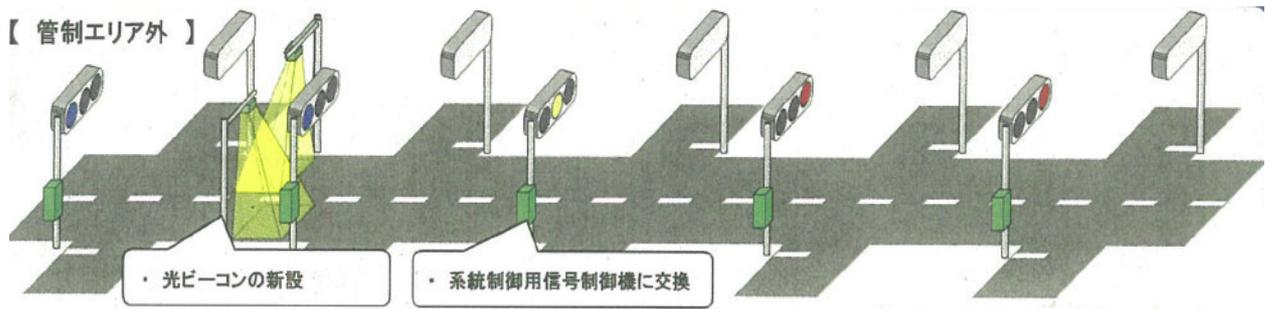


図 5.2.2 管制エリア外 高度化光ビーコン+系統制御用信号制御機 設置構成図

5.3 今後の課題

システム運用に向けての課題については次の3つがあげられる。

- 1 点目 ITS無線路側機は、通信距離の問題からTSPSにおける赤信号見落とし防止支援に適用可能か。
- 2 点目 現在の700MHz帯無線の帯域の中でTSPSをはじめとする各種サービスがどこまで可能か、及びITS無線路側機の最適配置。
- 3 点目 高度化光ビーコンと700MHz帯無線に対応したマルチメディア対応車載機の開発及び普及。

別冊（Ⅰ）

信号情報活用運転支援システム

実験仕様書(案)

平成 28 年 3 月

一般社団法人 UTMS 協会

目 次

1. 適用範囲	1
2. 仕様書名称.....	1
3. 用語の定義.....	1
4. 一般事項	2
5. 設置条件	2
5.1 一般条件.....	2
5.1.1 設置環境条件.....	2
5.1.2 電氣的条件	2
6. 構成及び構造	2
6.1 構成.....	2
6.1.1 構成品一覧	2
6.1.2 指定項目	3
6.1.3 機能構成	3
6.2 構造.....	3
6.2.1 構造	3
7. インタフェース	3
8. 機能.....	4
9. 性能.....	4
10. 引用資料	5
11. I T S無線路側機配信路線信号情報.....	6
11.1 データフレームの定義.....	9
11.2 データ項目の定義データフレームの定義.....	10

1. 適用範囲

本仕様書は、高度化光ビーコンと 700MHz 帯無線通信インフラ(以降名称を I T S 無線路側機とする)を活用して路線信号情報を車載端末に配信する路線信号情報活用装置(以下、「本装置」という。)に適用する。

本装置と高度化光ビーコンと I T S 無線路側機との関係を図 1.1 に示す。

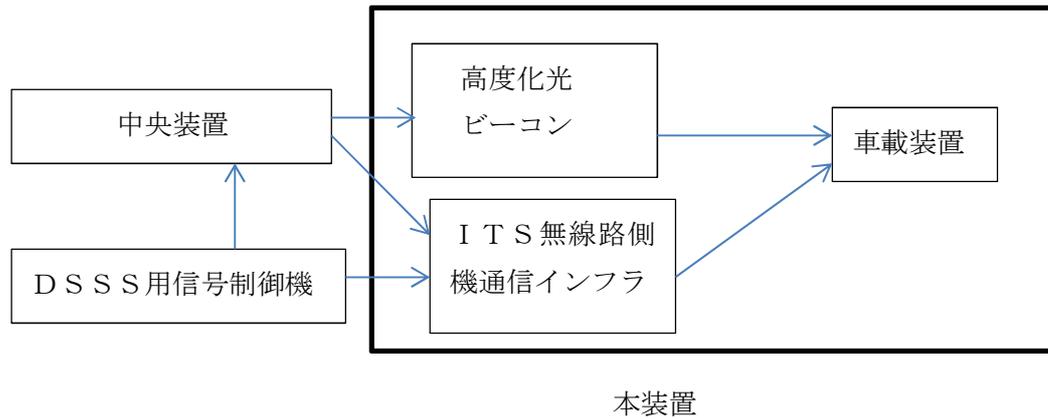


図 1.1 本装置の位置づけ

また実験に際しては重要交差点に I T S 無線路側機を 1 基設置してその前と後に高度化光ビーコンを一基設置することを前提とする。

2. 仕様書名称

本装置の仕様書名称は、以下のとおりとする。

「信号情報活用運転支援システム 実験仕様書」

3. 用語の定義

本仕様書で用いる主な用語の定義は次のとおりとする。

(1) 高度化光ビーコン

路線信号情報を最大 16 交差点分の情報配信する装置

(2) I T S 無線路側機

電波活用によりで高度化光ビーコンを補完するもので D S S S 用信号機からの信号情報を車載装置に配信する装置

4. 一般事項

本仕様書に適用される仕様書及び参照する規格等は、以下のとおりとする。

- 「高度化光ビーコン 近赤外線式AMIS用通信アプリケーション規格「版3」」
- 「高度化光ビーコン 近赤外線式インタフェース規格「版4」」
- 「路車協調型DSSS用交通信号制御機 通信アプリケーション規格「版2」」
- 「ITS無線路側機通信アプリケーション共通(実験)規格」B4-Z-028-3-0
- 「路車協調DSSS用路側無線装置 通信アプリケーション(光・電波実験)規格 「版2」」

5. 設置条件

5.1 一般条件

5.1.1 設置環境条件

- (1) 高度化光ビーコンやITS無線路側機を設置する場合に太陽光や、木々の葉や大型車のオクルージョンを考慮して設置すること
- (2) ITS無線路側機はMODERATO制御をしている重要交差点に設置すること。

5.1.2 電気的条件

- (1) 本装置は中央装置から光ビーコンに対して「S9形インタフェース規格」で接続できること。
- (2) 本装置はDSSS用信号制御機からITS無線路側機に対して通信規格に基づいて接続できること。
- (3) 本装置の車載装置は路線信号情報を受信できる高度化光ビーコン対応ユニットならびに700MHz帯の情報を受信できる機能を有していること。

6. 構成及び構造

6.1 構成

6.1.1 構成品一覧

表 6.1 構成品一覧表

区分	品目	数量	備考
本装置	高度化光ビーコン	2基	
	ITS無線路側機	1基	
	車載装置	1式	高度化光ビーコンの情報を受信できるものと700MHz帯を受信できるものは別筐体でも可

6.1.2 指定項目

発注時の指定項目は、以下のとおりとする。

- (1) 高度化光ビーコンの設置位置
- (2) I T S 無線路側機設置位置
- (3) 信号制御機の種類指定
- (4) 高度化光ビーコンの路線信号情報を受信できる車載装置
- (5) 700MHz 帯無線を受信できる車載装置

6.1.3 機能構成

本装置の機能構成は図 6.1 のとおりとする。

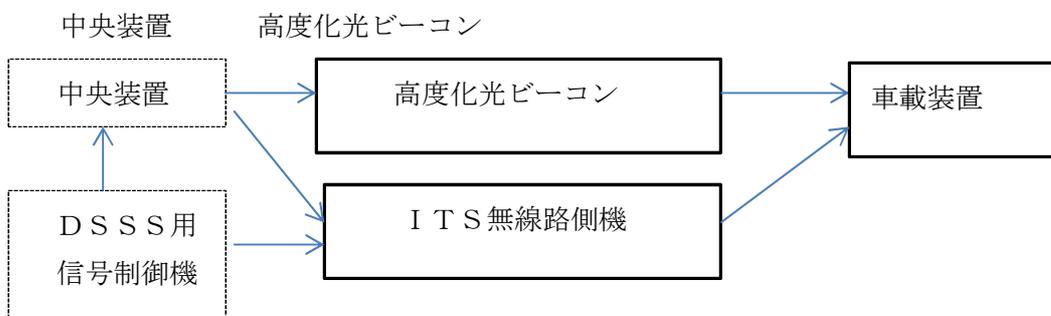


図 6.1 機能構成

6.2 構造

6.2.1 構造

- (1) 車載装置の形状は必検討とする。
- (2) 車載装置の外形寸法は要検討とする。
- (3) 車載装置の取付形式は要検討とする。
- (4) 高度化光ビーコンについては規格に基づいてこと

7. インタフェース

本装置と関連装置の接続は以下の規格に適合した接続が可能であること。

- (1) 中央装置から光ビーコンに対して「S9形インタフェース規格」に基づいて路線信号情報を配信すること。
- (2) DSSS用信号制御機からITS無線路側機に対して路車協調型DSSS用交通信号制御機 通信アプリケーション規格「版2」に基づいて接続できること。
- (3) 本装置の車載装置は路線信号情報を受信できる高度化光ビーコン対応ユニットを装備しITS無線路側機の情報を受信できる機能を有していること。

8. 機能

- (1) 車載装置は1分単位ならびに100ミリ秒単位での情報を受信できること。
- (2) 高度化光ビーコンは「高度化光ビーコン 近赤外線式AMIS用通信アプリケーション規格「版3」」の仕様に基づいた情報配信ができること。
- (3) ITS無線路側機ならびに車載装置は「ITS無線路側機 通信アプリケーション 共通(実験)規格案」に基づいた仕様をみたすこと。

9. 性能

- (1) ITS無線路側機から車載装置への情報配信サイクル秒数は要検討とする。
- (2) 高度化光ビーコンから配信する路線信号情報の最大交差点数(現状は16地点)については要検討とする。

10. 引用資料

本仕様書で引用している資料の一覧を表 10.1 に示す。

表 10.1 引用資料一覧

区分	名称	分類番号	適用
規格書	高度化光ビーコン 近赤外線式 AMIS用通信アプリケーション規格「版3」	B4-U-019-3-0	光ビーコンの高度化に伴う情報配信についての共通事項を記載
	S9形インタフェース規格	B3-A-082-*-0	中央装置と高度化光ビーコン間インタフェースを規定したもの
	路車協調型DSSS用交通信号制御機 通信アプリケーション規格「版2」	B5-U-001-2-0	DSSS信号機と路側間の接続についての記載
	路車協調DSSS用路側無線装置 通信アプリケーション(光・電波実験)規格 「版2」	B4-U-012-2-0	路側無線装置と他の接続装置との接続に関するインタフェースを規定したもの
	路車協調DSSS用路側無線装置 通信アプリケーション(光・電波実験)規格 「版2」	B4-U-009-1-0	路線信号等の記載がされているもの
規格(案)	ITS無線路側機 通信アプリケーション共通(実験)規格案	B4-Z-028-3-0	ITS無線路側機と車載装置間の無線通信にインタフェースを規定したもの
メッセージ(案)	ITS無線路側機から配信される路線信号情報	次章で記載	ITS無線路側機から配信する路線信号情報

11. I T S 無線路側機配信路線信号情報

複数の流出路線に対応した路線信号情報メッセージの構成を表 6.2.1 に示す。

共通ヘッダは「I T S 無線路側機 通信アプリケーション共通(実験)規格案」によること

表6.2.1 路線信号情報の構成

構成DF/DE	表現形式	コード	備考
DF_提供点管理番号			
DE_都道府県コード	bin(8)	D-1	
DE_提供点種別コード	bin(1)	D-2	
DE_交差点ID/単路ID	bin(15)	B-1	
DE_予備 8	bin(8)	C-8	
DE_システム状態	bin(8)	E-1	
DE_基準点更新カウンタ	bin(16)	E-2	
DE_基準点からの経過時間	bin(16)	E-3	
DE_予備 8	bin(8)	C-8	
DE_基準点とデータ生成時刻の差	bin(16)	E-4	
DF_情報有効時間			
情報有効時間 1	bin(16)	E-5	
情報有効時間 2	bin(16)	E-6	
DF_起点参照位置 (無線機設置交差点=D S S S 信号情報提供交差点の中心位置座標)			
DF_緯度			
DE_緯度 (度)	bin(8)	A-1	
DE_緯度 (分)	bin(8)	A-2	
DE_緯度 (1/100秒)	bin(16)	A-3	
DF_経度			
DE_経度 (度)	bin(9)	A-4	
DE_経度 (分)	bin(7)	A-5	
DE_経度 (1/100秒)	bin(16)	A-6	
DE_高度	bin(16)	A-7	オプション情報
DE_接続方路数 (I)	bin(8)	C-9	
DF_方路情報 : 1			
DE_方路ID	bin(8)	B-2	

DE_方路接続方位	bin(8)	E-7	
DE_流入／流出区分コード	bin(8)	D-3	
DE_流出路線信号情報提供状態	bin(8)	E-8	0 : 常時サービス対象外方路 1 : 現送信周期では情報非提供 2 : 現送信周期で情報提供中 各送信周期で「2 : 提供中」にする方路が順番に切り替えられる。
DE_流出路線信号情報格納ポイント	bin(16)	E-9	提供状態 = 0, 1 の場合は、無効値 (0xFFFF) を格納
:			
DF_方路情報 : I			

方路 (1) - DF_流出路線信号情報

DE_提供交差点数 (J)	bin(8)	C-10	
DF_信号制御予定情報 : 1 (交差点 1 の信号制御予定情報)			
DF_交差点参照位置 (交差点中心相当の絶対座標)			
DF_緯度			
DE_緯度 (度)	bin(8)	A-1	
DE_緯度 (分)	bin(8)	A-2	
DE_緯度 (1/100秒)	bin(16)	A-3	
DF_経度			
DE_経度 (度)	bin(9)	A-4	
DE_経度 (分)	bin(7)	A-5	
DE_経度 (1/100秒)	bin(16)	A-6	
DE_高度	bin(16)	A-7	オプション情報
DE_起点参照位置から当該交差点停止線までの道程距離	bin(16)	E-10	

DF_推奨速度情報			
規制速度変動有無	bin(1)	E-11	
区間の最小規制速度	bin(7)	E-12	
DE_信号制御補足情報	bin(8)	E-13	
DE_交差点識別フラグ	bin(3)	E-14	
DE_感応許可状態	bin(13)	E-15	
DE_サイクル情報(1)開始までの経過時間	bin(16)	E-16	
DE_サイクル情報数(K)	bin(8)	C-11	
DF_サイクル情報 : 1			
DF_サイクル情報ヘッダ			
DE_最終サイクル情報の利用区分	bin(2)	E-17	
DE_適用サイクル数	bin(6)	E-18	
DE_サイクル長(最小)	bin(12)	E-19	
DE_サイクル長(最大)	bin(12)	E-20	
DE_青開始時間(最小)	bin(12)	E-21	
DE_青開始時間(最大)	bin(12)	E-22	
DE_青終了時間(最小)	bin(12)	E-23	
DE_青終了時間(最大)	bin(12)	E-24	
DE_指令サイクル長	bin(8)	E-25	
DE_黄時間	bin(4)	E-26	
DE_赤開始時間(最大)	bin(12)	E-27	
:			
DF_サイクル情報 : K			
:			
DF_信号制御予定情報 : J			

:
方路 (I) - DF_流出路線情報

11.1 データフレームの定義

(1) DF_提供点管理番号

提供点の種別と提供点を識別するための管理番号を格納する。

(2) DF_情報有効時間

路線信号情報が更新されるまでの時間として、今回の更新時間及び次回の更新時間までの時間を格納する。

(3) DF_起点参照位置

無線機が設置される交差点（D S S S 信号情報提供交差点）の中心位置相当の座標（緯度、経度）を格納する。

(4) DF_緯度

世界測地系の絶対座標（緯度）を格納する。

(5) DF_経度

世界測地系の絶対座標（経度）を格納する。

(6) DF_方路情報

無線機が設置される交差点に接続する方路の情報を格納する。

(7) DF_流出路線信号情報

各流出方路における路線信号情報を格納する。

(8) DF_信号制御予定情報

対象交差点の現サイクルから情報有効時間までの複数サイクルにおける信号制御予定情報を格納する。

(9) DF_推奨速度情報

対象交差点の流入路区間における推奨速度の情報を格納する。

(10) DF_サイクル情報

対象交差点の対象サイクルにおける信号制御予定情報を格納する。

11.2 データ項目のデータフレームの定義

各データ項目の定義を表11.1～表11.4に示す。

表11.1 位置表現用データ項目

コード	DE名称	定義
A-1	DE_緯度 (度)	緯度・度 (−90~90) を表す。正 (0~+90) を北緯、負 (−1~−90) を南緯とする。 なお、負値は2の補数で表し、不明、無効時は正の最大値を格納する。
A-2	DE_緯度 (分)	緯度・分 (0~59) を表す。 不明、無効時はフルビットを格納する。
A-3	DE_緯度 (1/100秒)	緯度・1/100秒 (0~5999) を表す。 不明、無効時はフルビットを格納する。
A-4	DE_経度 (度)	経度・度 (−180~180) を表す。正 (0~ +180) を東経、負 (−1~−180) を西経とする。 なお、負値は2の補数で表し、不明、無効時は正の最大値を格納する。
A-5	DE_経度 (分)	経度・分 (0~59分) を表す。 不明、無効時はフルビットを格納する。
A-6	DE_経度 (1/100秒)	経度・1/100秒 (0~5999) を表す。 不明、無効時はフルビットを格納する。
A-7	DE_高度	m単位の距離 (−32768~32766m) を表す。 なお、負値は2の補数で表し、不明、無効時は正の最大値を格納する。

備考 緯度・経度は、世界測地系による地域メッシュコードを適用する。

表11.2 管理番号表現用データ項目

コード	DE名称	定義
B-1	DE_交差点ID/単路ID	<p>提供点の管理番号（1～32767）を表す。</p> <p>交差点IDを表す場合は、都道府県単位でユニークな番号とする。ただし、道路線形情報に格納される各下流路線情報における終端の下流交差点においては、交差点ID=0として、その流入方路情報には終点ノードのみが格納される。</p> <p>単路IDを表す場合は、無線機単位でユニークな番号とする。</p>
B-2	DE_方路ID	<p>提供点に接続する方路の管理番号（1～8）を表す。</p> <p>なお、道路線形情報における方路接続方位の値が最も小さい方路（北方向）を方路ID=1として、時計回りに順番に番号を付与する。</p>

表11.3 数値表現用データ項目

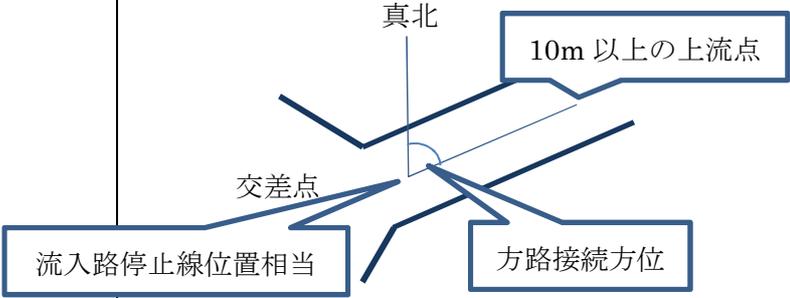
コード	DE名称	定義
C-1	DE_予備 1	1ビット予備領域
C-2	DE_予備 2	2ビット予備領域
C-3	DE_予備 3	3ビット予備領域
C-4	DE_予備 4	4ビット予備領域
C-5	DE_予備 5	5ビット予備領域
C-6	DE_予備 6	6ビット予備領域
C-7	DE_予備 7	7ビット予備領域
C-8	DE_予備 8	8ビット予備領域
C-9	DE_接続方路数	提供点における物理的な接続方路数（1～8）を表す。 なお、単路は1方路扱いとする。
C-10	DE_提供交差点数	対象の流出路線において、信号情報の提供対象となる交差点数（0～16）を表す。
C-11	DE_サイクル情報数	対象の交差点において、提供するサイクル情報数（0～8）を表す。

表11.4 コード／フラグ表現用データ項目

コード	DE名称	定義
D-1	DE_都道府県コード	<p>J I S 都道府県コードを表す。</p> <p>01:北海道 02:青森県 03:岩手県 04:宮城県 05:秋田県 06:山形県 07:福島県 08:茨城県 09:栃木県 10:群馬県 11:埼玉県 12:千葉県 13:東京都 14:神奈川県 15:新潟県 16:富山県 17:石川県 18:福井県 19:山梨県 20:長野県 21:岐阜県 22:静岡県 23:愛知県 24:三重県 25:滋賀県 26:京都府 27:大阪府 28:兵庫県 29:奈良県 30:和歌山県 31:鳥取県 32:島根県 33:岡山県 34:広島県 35:山口県 36:徳島県 37:香川県 38:愛媛県 39:高知県 40:福岡県 41:佐賀県 42:長崎県 43:熊本県 44:大分県 45:宮崎県 46:鹿児島県 47:沖縄県</p>
D-2	DE_提供点種別コード	<p>提供点の種別を表す。</p> <p>「0 : 交差点」「1 : 単路」</p>
D-3	DE_流入／流出区分コード	<p>対象方路の種別として、一方通行、対面通行の区分を表す。</p> <p>「0 : 流出専用」「1 : 流入専用」「2 : 流出入」</p>

表11.5 路線信号情報用データ項目

コード	DE名称	定義
E-1	DE_システム状態	<p>路線信号情報の状態を表す。</p> <p>「0：無効」「1：有効」</p> <p>なお、「0：無効」が設定された場合は、メッセージのデータプロファイルを切り替え、本データ項目以降の全データ項目が格納されない。</p>
E-2	DE_基準点更新カウンタ	<p>ループカウンタ値（0～65535）を表す。</p> <p>路線信号情報の基準点が更新された場合（中央から登録情報が更新された場合に相当）にカウントアップする。</p>
E-3	DE_基準点からの経過時間	<p>現在時刻と基準点との時刻ずれ幅（-32768～32766）を表し、100m秒毎にカウントアップされる。</p> <p>（現在時刻－基準点の時刻）</p> <p>なお、負値は2の補数で表すものとする。</p>
E-4	DE_基準点とデータ生成時刻の差	<p>路線信号情報生成時刻と基準点との時刻ずれ幅（100ms単位：-32768～32767）を表す。（路線信号情報生成時刻－基準点の時刻）</p> <p>なお、負値は2の補数で表すものとする。</p>
E-5	DE_情報有効時間1	<p>現在時刻と路線信号情報生成時点における前回のオフセット更新予定時刻とのずれ幅（-32768～32767）を表し、100m秒毎にカウントダウンされる。なお、負値は2の補数で表すものとする。</p> <p>（オフセット更新予定時刻－現在の時刻）</p> <p>※オフセット乗り換えタイミングがサイクル開始時点の場合、オフセット更新時点で実行中のサイクルは前回のオフセットで制御される。</p>
E-6	DE_情報有効時間2	<p>現在時刻と路線信号情報生成時点における次回のオフセット更新予定時刻とのずれ幅（-32768～32767）を表し、100m秒毎にカウントダウンされる。なお、負値は2の補数で表すものとする。</p> <p>（オフセット更新予定時刻－現在の時刻）</p> <p>※オフセット乗り換えタイミングがサイクル開始時点の場合、オフセット更新時点で実行中のサイクルは現在のオフセットで制御される。</p>

E-7	DE_方路接続方位	<p>提供点（交差点）へ接続する方路の接続角度として、真北を0度とした絶対方位（1.5度単位：0～240）を表す。方路接続部の流入路停止線位置相当から10m以上の上流に遡った任意の点を結んだ直線の角度とする。</p> 
E-8	DE_流出路線情報提供状態	<p>当該送信周期において、本メッセージで提供される対象の流出方路を示す。</p> <p>0：常時サービス対象外方路 1：現送信周期では情報非提供 2：現送信周期で情報提供中</p> <p>各送信周期で「2：提供中」にする方路が順番に切り替えられる。</p>
E-9	DE_流出路線情報格納ポイント	<p>対象流出方路の路線信号情報を格納する位置として、配信制御情報及び共通ヘッダ部を除いた、本メッセージの先頭位置から、指定データまでのバイト数（0～4000）を表す。</p> <p>なお、DE_流出路線情報提供状態における提供状態＝0，1の場合は、無効値（0xFFFF）を格納する。</p>
E-10	DE_起点参照位置から当該交差点停止線までの道程距離	<p>DE_起点参照位置から当該交差点停止線までの道程に沿った距離（m）</p> <p>縮尺1/2500よりも高い分解能の地図情報等を用いて、カーブ等では線分を50m以内の折れ線に近似して、道程距離を計測すること。</p>
E-11	DE_規制速度変動有無	<p>上流信号交差点から当該信号交差点区間内における規制速度の変動有無を表す。</p> <p>0：変動無し 1：区間途中で変動有り</p>
E-12	DE_区間の最小規制速度	<p>上流信号交差点から当該信号交差点区間内における、最小の規制速度相当（km/h）</p>

E-13	DE_信号制御補足情報	<p>Bit0：オフセット乗り換えタイミング (0：サイクル開始時点 1：随時)</p> <p>Bit1：スプリット制御実施状況 (0：非実施交差点は 1：実施交差点)</p> <p>Bit2～Bit7：予備</p> <p>オフセット乗換タイミングは、中央装置で生成された新しい「オフセット値」が実際に信号制御に反映されるタイミングを示す。サイクル開始時に新しい「オフセット値」が反映される標準的なシステムの場合は、「0：サイクル開始時点」とする。サイクルの途中であっても新しい「オフセット値」が随時に反映される標準仕様外の運用を行っているシステムの場合は、「1：随時」とする。</p> <p>重要交差点等で、情報有効時間2に至るまでに基準スプリット更新が予定される交差点は「1：スプリット制御実施交差点」とする。一般交差点等で、情報有効時間2まで基準スプリットが固定の場合、「0：スプリット制御非実施交差点」とする。ただし、スプリット制御非実施交差点であっても、予定されていない介入制御等の実行により、スプリットが更新される場合がある。</p>
E-14	DE_交差点識別フラグ	<p>交差点を識別するフラグを表す。</p> <p>Bit15：路線信号情報提供対象 (0：非対象交差点 1：対象交差点)</p> <p>Bit14：提供状態 (0：停止中 1：提供中)</p> <p>Bit13：予備</p> <p>サイクル跨ぎをのぞき青時間が非連続に分断されている場合、分周期制御交差点、単独制御交差点、リコール制御終日実施等、路線信号情報が常時で生成できない信号交差点の場合は、「非対象」とすること。</p> <p>なお、非対象交差点、異常発生時、閃光動作時、リコール制御中等、提供状態が「停止中」の場合、サイクル情報数を0とすること。</p>
E-15	DE_感応許可状態	<p>中央装置で管理している感応許可の状態を表す。テーブル制御方式の場合は、信号制御指令における感応許可状態を格納する。</p>

		<p>なお、端末装置単独実施等により、実行対象交差点であっても、その実行状態や実行時間帯を中央装置で管理していない感応種別については、常時で「1：許可」を格納する。</p> <p>Bit12： F A S T感応 (0：不許可 1：許可) Bit11： 歩行者感応 (0：不許可 1：許可) Bit10： リコール制御 (0：不許可 1：許可) Bit9： ジレンマ感応 (0：不許可 1：許可) Bit8： 高速感応 (0：不許可 1：許可) Bit7： バス感応 (0：不許可 1：許可) Bit6： 高齢者等感応 (0：不許可 1：許可) Bit5： ギャップ感応 (0：不許可 1：許可) Bit4： 標準仕様外の感応制御 (0：不許可 1：許可) Bit3-0： 予備</p> <p>なお、F A S T感応の、感応短縮幅／感応延長幅は、サイクル情報に反映しないこと。</p>
E-16	DE_サイクル情報(1)開始までの経過時間	<p>路線信号情報生成時刻からサイクル情報(1)開始までの経過時間(100ms単位：-32768~32766)を表す。</p> <p>なお、負値は2の補数として表すものとする。</p> <p>32767はデータ無効を表す。</p> <p>(サイクル情報(1)開始時刻-路線信号情報生成時刻)</p>
E-17	DE_最終サイクル情報の利用区分	<p>当該サイクル情報が提供する最終のサイクルか否かを示すとともに、最終サイクル以降の扱いを示す。</p> <p>0：最終サイクル情報以外 1：最終サイクル情報 本サイクル以降のサイクル情報は当該情報を利用 2：最終サイクル情報 本サイクル以降のサイクル情報は不定</p>
E-18	DE_適用サイクル数	<p>当該サイクル情報が継続して適用されるサイクル数(1~63)</p> <p>最終サイクル情報の場合は、「1」を格納する。</p>
E-19	DE_サイクル長(最小)	<p>当該サイクルにおける、サイクル長の最小値(秒)を表す。4095はデータ無効を表す。</p> <p>中央指令による「指令サイクル長」より、「一方向追従量」、全スプリットの「感応短縮幅」の合計値及び「前</p>

		回サイクル感応補正短縮秒数」を減算した値とする。
E-20	DE_サイクル長（最大）	当該サイクルにおける、サイクル長の最大値（秒）を表す。4095はデータ無効を表す。 中央指令による「指令サイクル長」に、「+方向追従量」、全スプリットの「感応延長幅」の合計値及び「前回サイクル感応補正延長秒数」を合算した値とする。
E-21	DE_青開始時間（最小）	当該サイクルにおける、サイクル開始からサービス対象流出方向の青開始までの最小値（秒）を表す。 無効時は4095とする。 中央指令によるサイクル開始から青開始手前階梯までの「基準秒数」の合計値より、当該階梯までの「感応短縮幅」の合計値、「-方向追従量」及び「前回サイクル感応補正短縮秒数」を減算した値とする。 なお、算出結果が、中央装置が保持する下限設定値を割り込む場合は、下限設定値とする。
E-22	DE_青開始時間（最大）	当該サイクルにおける、サイクル開始からサービス対象流出方向の青開始までの最大値（秒）を表す。 無効時は4095とする。 中央指令によるサイクル開始から青開始手前階梯までの「基準秒数」の合計値と、当該階梯までの「感応延長幅」の合計値、「+方向追従量」及び「前回サイクル感応補正延長秒数」を合算した値とする。 なお、算出結果が、中央装置が保持する上限設定値を越える場合は、上限設定値とする。
E-23	DE_青終了時間（最小）	該サイクルにおける、サイクル開始から青終了までの最小値（秒）を表す。無効時は4095とする。 対象階梯は、サービス対象流出方向の青玉時間、青矢時間及び両者に挟まれて表示される黄時間の階梯とする。 中央指令によるサイクル開始から青開始手前階梯までの「基準秒数」の合計値より、当該階梯までの「感応短縮幅」の合計値を減算した値と、中央指令による対象階梯の「基準秒数」の合計値より、対象階梯の「感応短縮幅」の合計値、「-方向追従量」及び「前回サイクル感応補正短縮秒数」減算した値の合計値とする。

		<p>なお、算出結果が、中央装置が保持する下限設定値を割り込む場合は、下限設定値とする。</p>
E-24	DE_青終了時間（最大）	<p>当該サイクルにおける、サイクル開始から青終了までの最大値（秒）を表す。無効時は4095とする。</p> <p>対象階梯は、サービス対象流出方向の青玉時間、青矢時間及び両者に挟まれて表示される黄時間の階梯とする。</p> <p>中央指令によるサイクル開始から青開始手前階梯までの「基準秒数」の合計値と、当該階梯までの「感応延長幅」の合計値を合算した値と、中央指令による対象階梯の「基準秒数」の合計値に対象階梯の「感応延長幅」の合計値、「+方向追従量」及び「前回サイクル感応補正延長秒数」を合算した値とする。</p> <p>なお、算出結果が、中央装置が保持する上限設定値を越える場合は、上限設定値とする。</p>
E-25	DE_指令サイクル長	<p>実行中サイクルに適用されている信号制御指令におけるサイクル長（秒）を表す。（40～240秒）</p> <p>不明時はフルビットを格納する。</p>
E-26	DE_黄時間	<p>サービス対象流出方向における黄時間（秒）を表す。（0～10秒）</p> <p>なお、青玉と青矢に挟まれる黄時間は青時間に含め、青と赤に挟まれる黄時間を対象とする。不明時はフルビットを格納する。</p>
E-27	DE_赤開始時間（最大）	<p>当該サイクルにおけるサイクル開始から、青時間終了後に全流出方向が赤になる時間の最大値（秒）を表す。無効時は4095とする。</p> <p>中央指令によるサイクル開始から赤開始手前階梯までの「基準秒数」の合計値と、当該階梯までの「感応延長幅秒数」(11)の合計値、「+方向追従量」(10)及び「前回サイクル感応補正延長秒数」(12)を合算した値とする。</p> <p>なお、算出結果が、中央装置が保持する上限設定値を越える場合は、上限設定値とする。</p>

>

別冊（Ⅱ）
各通信インフラ比較
（実験データ含）

平成 28 年 3 月
一般社団法人 UTMS 協会

目 次

1. Wi-Fi 関連	1
1.1 Wi-Fi 関連サービスイメージ	2
1.2 Wi-Fi 通信品質	3
2. DSRC 関連	5
2.1 DSRC プロトコルを用いた場合の各指標データ	5
2.2 DSRC 実証実験データ	7
3. FM 多重関連	12
4. 700MHz 帯無線	14
5. Bluetooth	17
5.1 Bluetooth、Wi-Fi 及び 700MHz 帯無線の通信性能比較	19

1. Wi-Fi 関連

市場で普及している Wi-Fi 通信インフラ形態を図 1.1 に示す。

Wi-Fi は 2.4GHz タイプと 5GHz タイプまたはハイブリッド形式がある。

ハイブリッド型からダブル型そして各単体モデルの構成になっていることが多い。

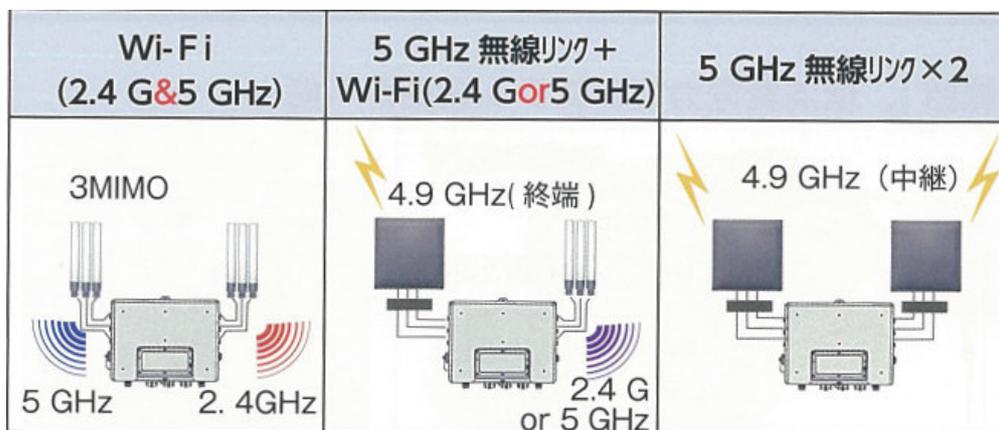


図 1.1 Wi-Fi 関連通信インフラ

また、図 1.2 に一般的な上記通信インフラを実現するハードウェアの寸法図を示す。



IEEE802.11n
3x3,3stream (450Mbps)
2.4/5GHzデュアルバンド
PoEのみ

図 1.2 通信実寸イメージ (340mm×256mm×760mm)

また、表 1.1 に Wi-Fi における各規格について記載する。

表 1.1 各規格の紹介

	IEEE802.11n	IEEE802.11ac(wave1)	IEEE802.11ac(wave2)
対象周波数	2.4GHz/5GHz	5GHzのみ	5GHzのみ
最大周波数帯域	40MHz	80MHz	160MHz
変調モード	BPSK/QPSK/ 16QAM/64QAM	BPSK/QPSK/ 16QAM/64QAM/256QAM	BPSK/QPSK/ 16QAM/64QAM/256QAM
最大MIMOストリーム数	4	3	8
最大スループット	600Mbps	1.3Gbps	6.9Gbps
【参考】 スマートフォン	150Mbps (1ストリーム40MHz)	433M~867Mbps (80MHz帯域、1~2ストリーム)	
MIMO	SU-MIMO	SU-MIMO	MU-MIMO

図 1.3 に 802.11n と 802.11ac (wave2) の比較を示す。

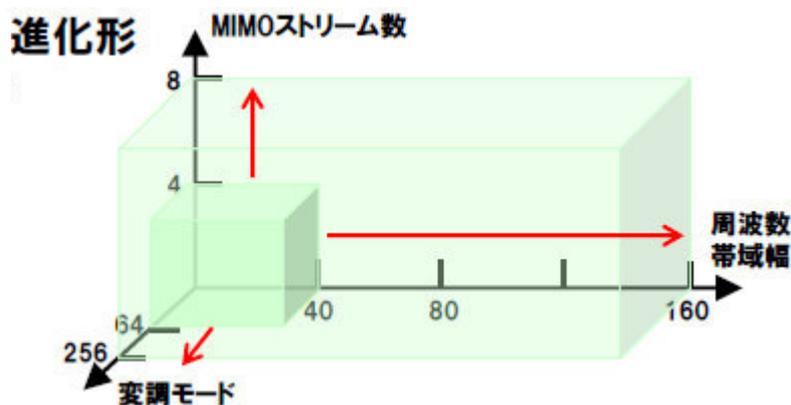


図 1.3 表 1.1 補足事項

1.1 Wi-Fi 関連サービスイメージ

現在、市場で展開されている Wi-Fi を用いたサービス例を以下に示す。

屋外でのサービスの観点では駅前広場のショッピングモールでの面展開や商店街ストリーでの使用などがある。

以下の図 1.4 に例を示す。

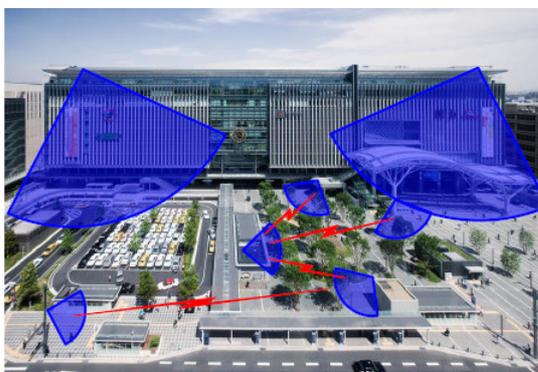


図 1.4 Wi-Fi サービスイメージ(駅前広場)

1.2 項に記載するが、Wi-Fi の通信距離は 120m 程度であるが、無線局がバケツリレー式にデータの中継するマルチホップ機能により、有線回線の整備・運用コストを増大させることなく、通信エリアを拡大することができる。

1.2 Wi-Fi 通信品質

Wi-Fi の通信品質について以下示す。

本通信品質については、土手沿いでの試験を実施した。

内容については図 1.6 に示すが、高さ 2m から 5m の位置に Wi-Fi アンテナを設置した場合に通信限界は 200m であることがわかる。

また、水平面の角度は 110 度から 130 度で垂直面での角度は 40 度から 60 度である。

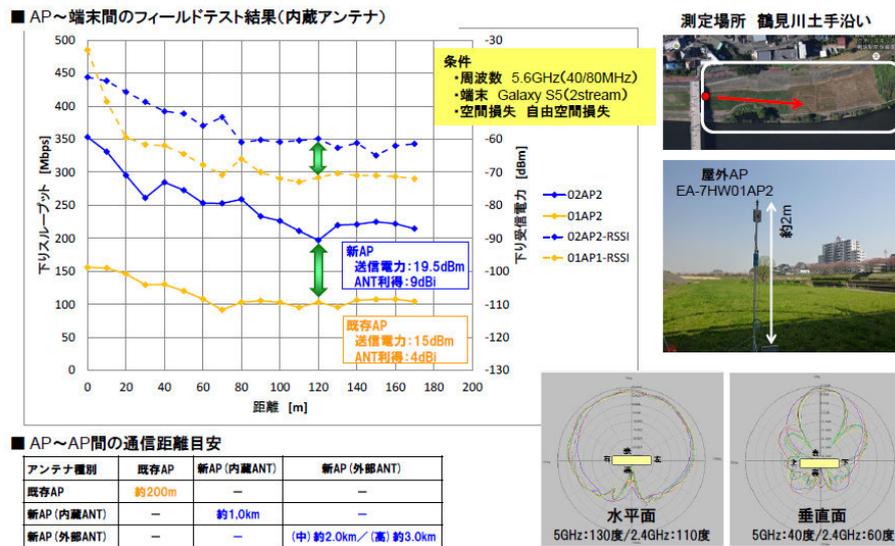


図 1.6 通信品質と分解能

また、図 1.7 には Wi-Fi と 920MHz 通信インフラとの組み合わせ例について記載する。

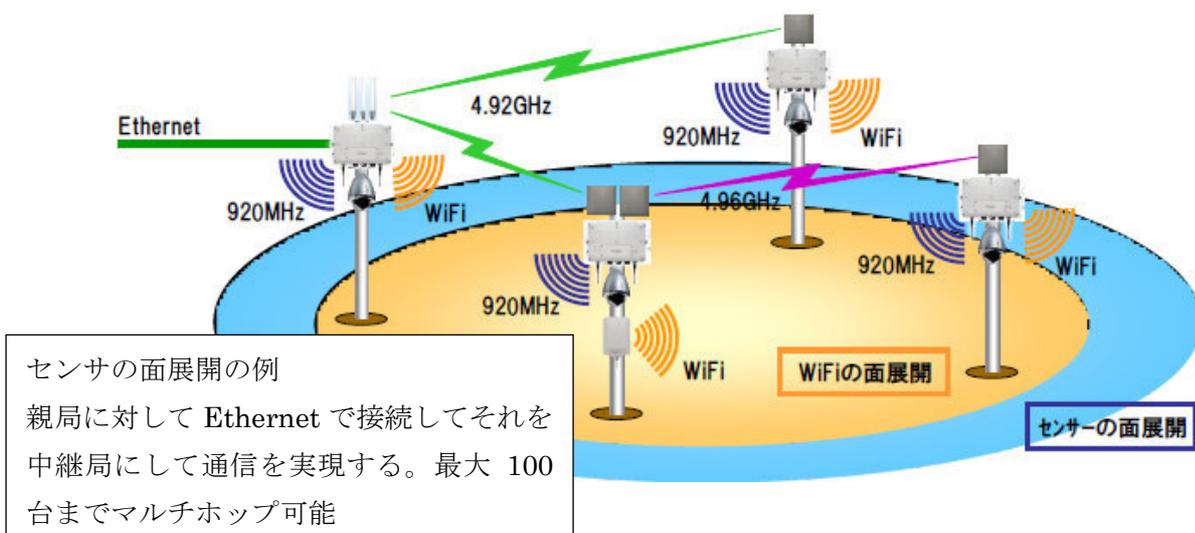


図 1.7 Wi-Fi と他の通信インフラ含めたマルチホップ例

図 1.8 に Wi-Fi 通信モジュールを用いた場合の路上での設置状況ならびに課題を記す。

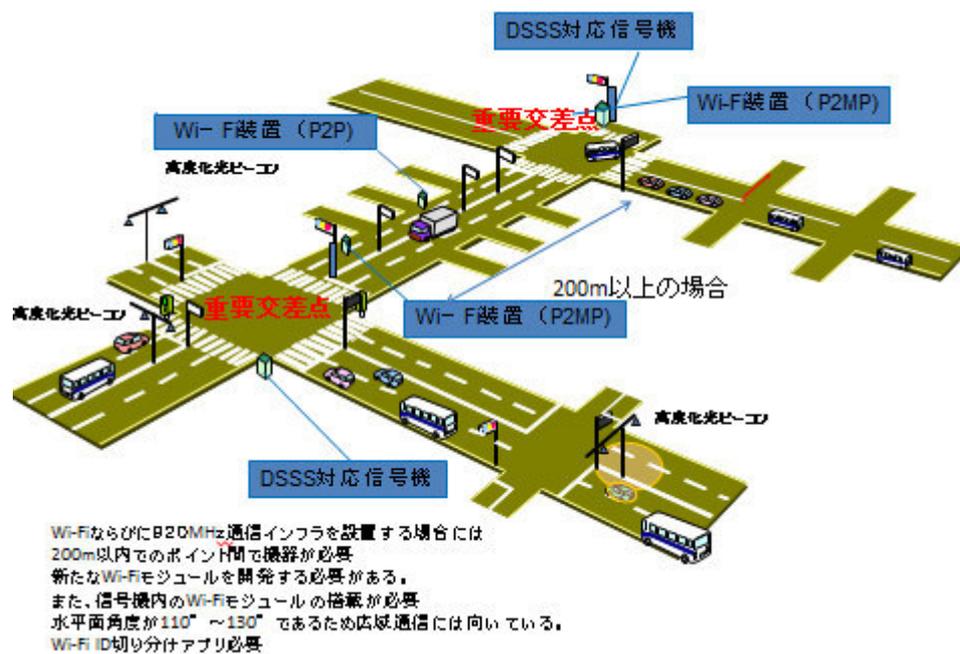


図 1.8 路上構成 (Wi-Fi)

2. DSRC関連

DSRCを通信インフラとした場合の特徴について以下記載する。

DSRCは路車間通信において、長さが長い場合、例えば、100mのエリアになる場合は直接波は確保されるが、路面反射波と建造物等による反射波が存在する場合に路面反射波による減衰性フェージングと建造物等による周波数選択性フェージングが発生する。

そのため本通信インフラの通信エリアは30m以内に限定されるが、当該エリア内においては、安定した伝送路を確保できるメリットがある。

図2.1に路側アンテナからの距離と受信電界の関係を示す。

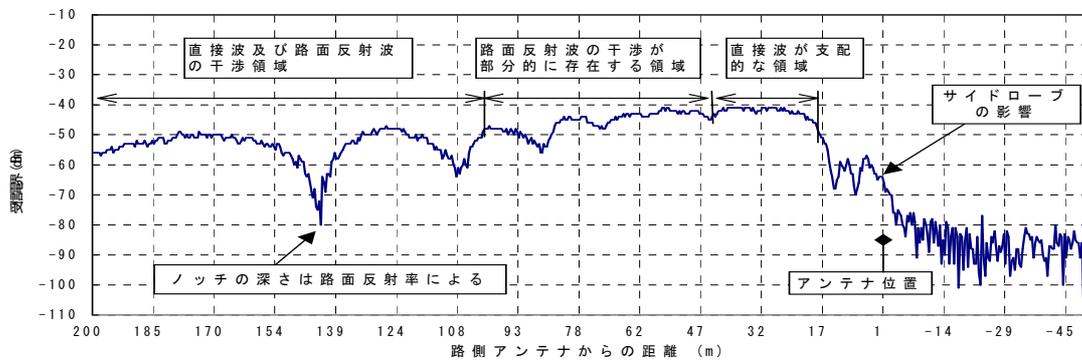


図 2.1 路側アンテナからの距離と通信品質比較表

DSRC通信の各指標に基づいた特徴を以下に記載する。

2.1 DSRCプロトコルを用いた場合の各指標データ

DSRC通信プロトコルの同報情報通信量の伝送レートは、約 1.65Mbps（フレームクラスCにおける同報通信想定）となっている。

また、情報通信量は、「同報2連送」、「速度 60km/h」、「通信エリア 20m」を想定した場合、通信エリア内の通信車両台数に拠らず、約 123.8kBになる。

個別情報通信量の伝送レートは、約 1.45Mbps（フレームクラスCにおける個別通信想定）また、情報通信量は、「速度 60km/h」、「通信エリア 20m」想定時に約 217.0 kB/台になる。

図3.2にその根拠となる基本フレーム構造について示すとともに、図3.3で補足する。今後狭域通信プロトコルを検討するうえでの参考値になる。

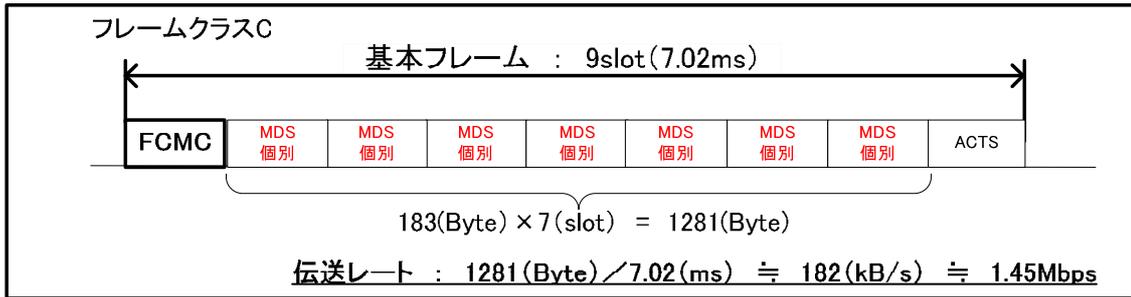


図 3.2 伝送レート基本フレーム

伝送レート【前提条件】

- ・速度想定 : 60 (km/h) \doteq 16.7 (m/s)
- ・通信エリア想定 : 20(m)
- ・その他 : 車載器の周波数選定時間 (周波数スキャン時間) は考慮せず。(最大 210ms)

【算出式】

- ・情報通信容量 : $20(\text{m}) / 16.7(\text{m/s}) \times 1.45 (\text{Mbps}) \doteq \underline{1.73 (\text{Mbit})} = \underline{217.0 (\text{kB/台})}$
 → (最大周波数選定時間 210ms を考慮した場合 : 約 179kB)

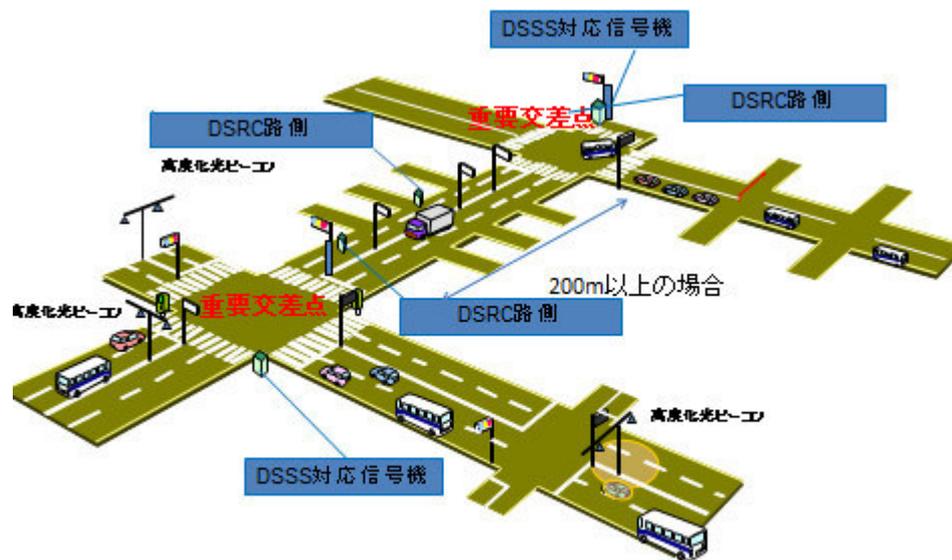
通信容量【前提条件】

- ・速度想定 : 60 (km/h) \doteq 16.7 (m/s)
- ・通信エリア想定 : 20(m)
- ・連送回数 : 通信信頼性を考慮し、同報通信は 2 連送を前提とする。
- ・その他 : 車載器の周波数選定時間 (周波数スキャン時間) は考慮せず。(最大 210ms)

【算出式】

- ・同報 MDS 通信容量 : $20(\text{m}) / 16.7(\text{m/s}) \times 1.65 (\text{Mbps}) \doteq \underline{1.98 (\text{Mbit})} = \underline{247.5(\text{kB})}$
- ・情報通信量 : $247.5(\text{kB}) / 2 (\text{連送}) \doteq \underline{123.8(\text{kB})}$ → (最大周波数選定時間 210ms を考慮した場合 : 約 102kB)

図 3.3 に DSRC を用いた場合の路上構成と課題について示す。



路側アンテナから数m~30mの通信エリアでの双方向通信を実現するものである。一般使用者の持つ携帯電話のWi-FiやBluetoothの干渉がある。広域通信には向いていないため各地点で超音波感知器のように設置が必要

図 3.3 DSRC を用いた場合の路上構成図

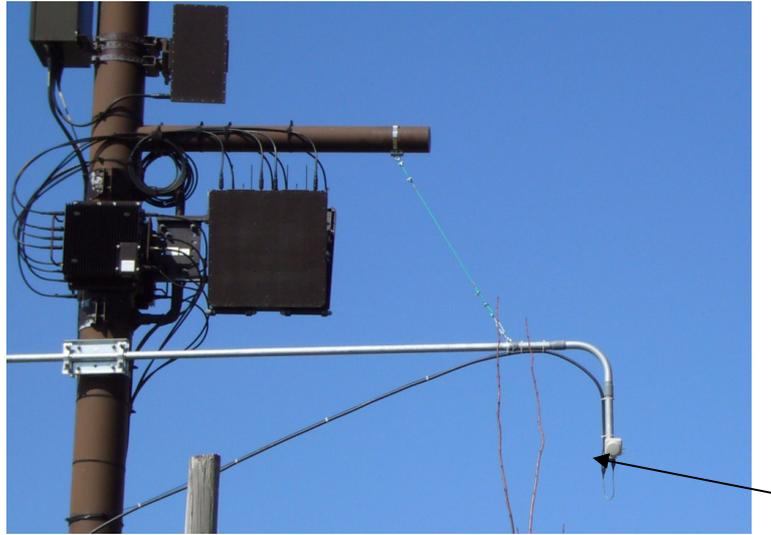
また、図 3.4 にはDSRC通信インフラを用いた場合の交差点内での検知エリアを示す。

狭域通信のため、高度化光ビーコンと同様に、MODERATO制御信号機や感応式信号制御機の信号情報を安定的かつ高精度に提供するには、高密度での路側システムの整備が必要となる。

2.2 DSRC実証実験データ

DSRC通信インフラを用いた公道実験を行ったので、その資料を以下記載する。

図 3.5 に公道に設置したDSRC通信インフラ外観図を示す。



使用アンテナ 高さ 6.0m

図 3.5 DSRC 通信インフラ 実験システム

図 3.6 に公道走行中の写真を示す。



図 3.6 走行実験

図 3.7 に通信エリア確認図を示す。

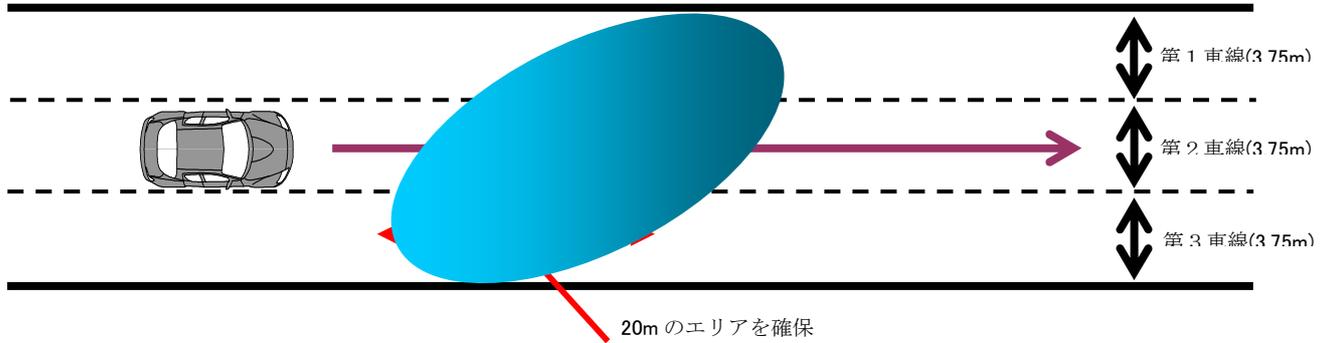


図 3.7 通信エリア確認試験

図 3.8 に電波伝搬計測状態を示す。最大でも 30m~40m の通信エリアしかないことが確認できる。

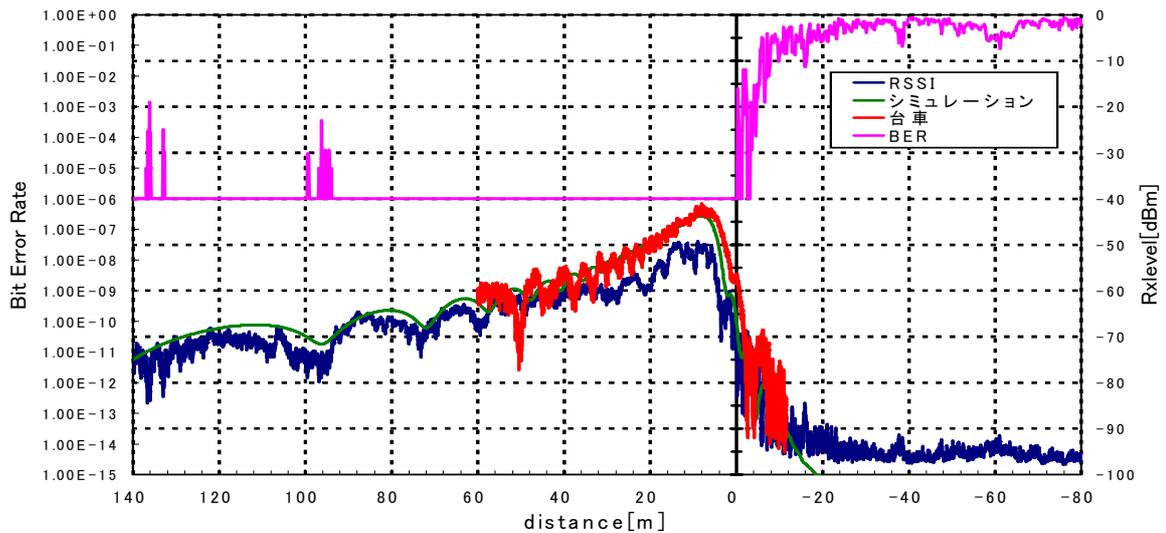


図 3.8 電波伝搬計測状態

また、同報データではACK無でのフレーム抜けが生じるため、上位アプリでのフレーム抜けの対応が必要不可欠になる。(図 3.9 参照)

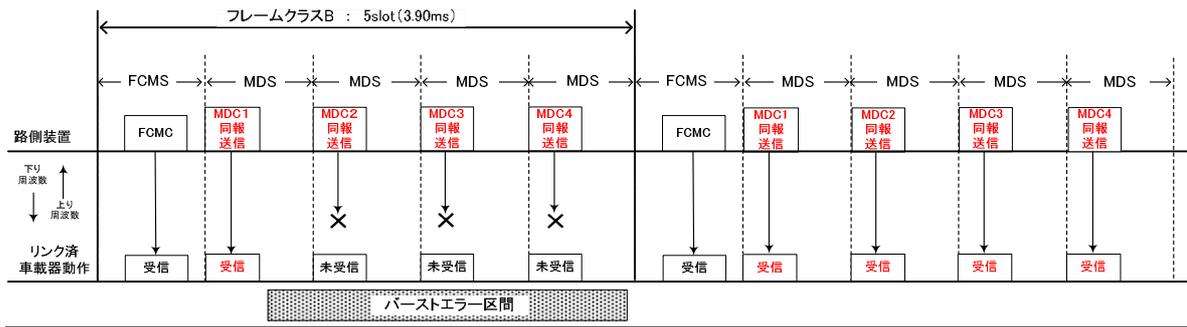
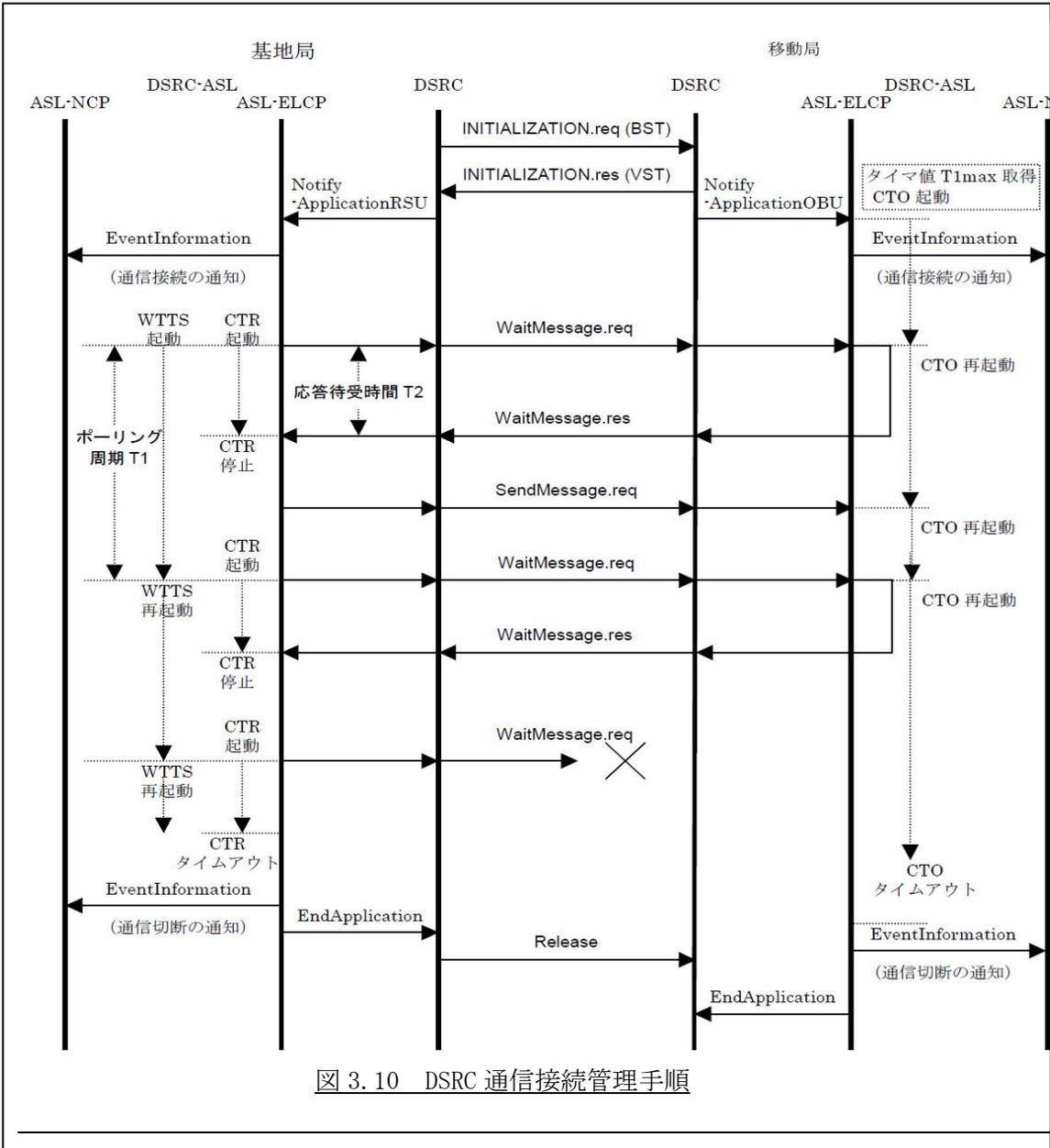


図 3.9 フレーム抜け現象

通信エリアに入った状態として個別通信（ACTS 割付有り）があるが、受信レベル一定値以上、且つ、FCMC 受信した場合、ACTC を送信することになる。また、同報通信のみ（ACTS 割付無し）の場合は受信レベル一定値以上、且つ、FCMC 受信した場合に同報 MDS 受信開始を行う。

また、通信エリアから外にでた判定処理としては、DSRC 路側装置からの MDC が途切れ、一定期間（CTO タイマ期間）受信が無い場合を通信エリア離脱とみなす。CTO タイマは、路側装置が車載器へ通知、設定する。設定可能時間範囲として（0ms～4095ms）である。

参考までに図 3.10 に DSRC の接続管理手順を示す。



3. FM多重関連

FM多重放送は都道府県単位の広域にわたる情報提供が可能であり、VICSセンターにおいて、広域の道路交通情報（渋滞情報、区間旅行時間情報、事象規制情報、駐車場情報等）等に利用されている。

VICSによるFM多重放送は、NHKのFM放送（音声放送）に重畳（多重化）して放送され、そのFM多重放送の周波数配置および伝送仕様は、図4.1に示すようになっている。

FM多重放送では、DARC*方式が採用されており、伝送媒体としてのデータ伝送速度は、16Kbpsであるが誤り訂正符号等の付加により、実質的な情報部分のデータ伝送速度は、約6.8Kbpsとなっている。

これを、5分間（VICS情報の更新は5分毎）で考えると、16Kbpsで600KB、6.8Kbpsで256KBのデータ量の伝送が可能であることがわかる。

さらに、FM多重放送のデータ伝送においては、パケットヘッダに相当する部分（プリフィックス）もあり、実質的に情報として伝送できるのは、約200KBとなる。

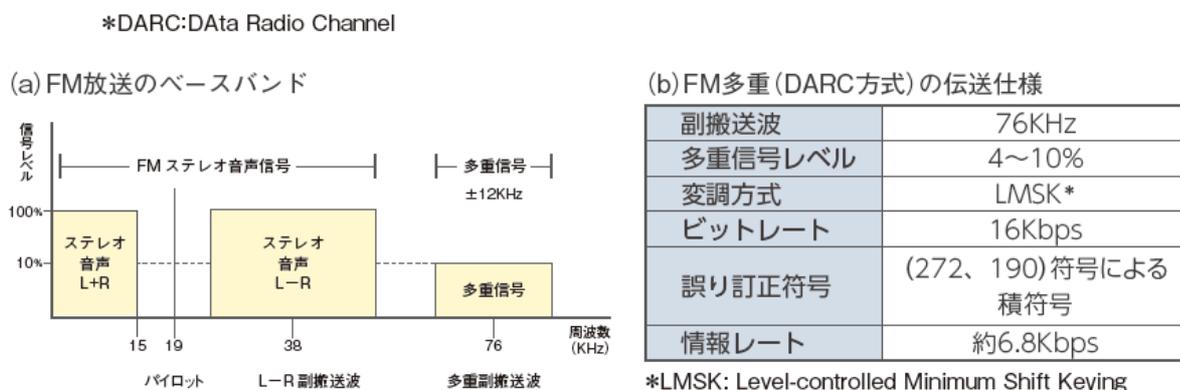


図 4.1 FM多重放送の周波数配置および伝送仕様

また、表 4.1 にはFM多重の階層構造を示す。

表 4.1 FM多重の階層構造

階 層			内 容	規 定 等		
番号	分類	名称		総務省	ARIB	VICSセンター
7	サービス情報の規格	情報の利用 (アプリケーション)	道路交通情報および付加情報の体系	告示	規格	運用
6		情報の交換・提示 (プレゼンテーション)	文字および図形の符号化体系			
5		情報の選択・構成 (セッション)	番組 (番組管理/ページ、番組索引、番組共通マクロのデータユニット) およびセグメントの構成			
4	データ伝送についての規格	データグループ識別	データグループ (番組およびセグメント・データグループ)の構成	告示	運用	
3		論理チャンネル識別 (データパケット)	データパケット (プリフィックス/データブロック)の構成			
2		論理的伝送単位 (フレーム、誤り訂正)	フレームの構成、誤り訂正			
1		物理的伝送 (変調方式、信号波形)	FM多重放送 (DARC方式)			

また、図 4.2 に全体をまとめた図を記載する。



図 4.2 FM多重全体構成図

FM多重放送は、5分間隔でデータ提供を行うVICS情報配信においては通信要件を満たしているが、TSPSのように数秒以内でのリアルタイム通信を行うシステムには向いていないと考える。

4. 700MHz 帯無線

700MHz 帯無線（755.5～764.5MHz）については、平成 23 年度に制度化され、平成 25 年度 4 月から車載機の利用が可能になった。

図 5.1 に周波数帯域を、図 5.2 に路車間通信システムの例を示す。

また、表 5.1 に車車間通信と路車間通信についての通信インフラとしての特徴を示す。

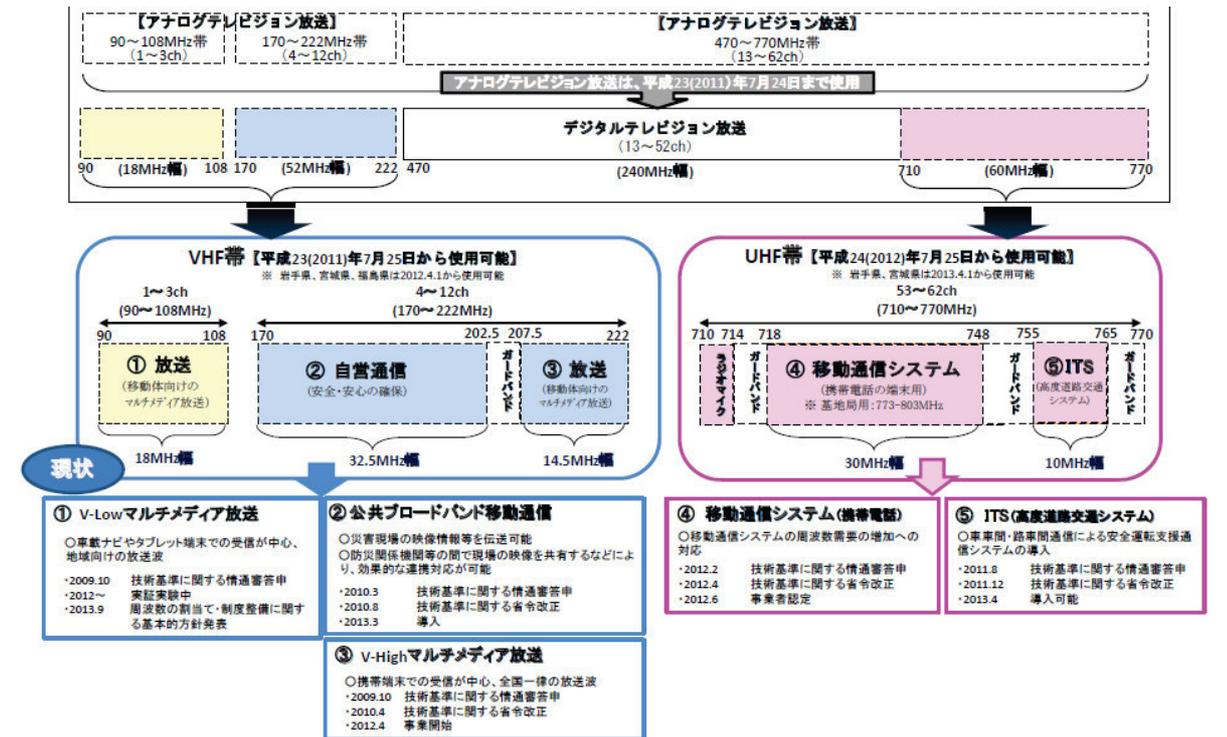


図 5.1 700MHz 周波数帯域



図 5.2 路車間通信例

表 5.1 700MHz 帯無線通信インフラ特徴(車車間通信と路車間通信)

		車車間通信	路車間通信
前提条件	支援レベル※	情報提供	注意喚起
	遅延時間	4.1s (= 3.7s+0.3s+0.1s) 運転者の反応時間: 3.7s (情報提供) システム遅延時間: 0.3s システム処理時間: 0.1s	3.6s (= 3.2s+0.3s+0.1s) 運転者の反応時間: 3.2s (注意喚起) システム遅延時間: 0.3s システム処理時間: 0.1s
	車両走行速度	70km/h (一般道の法定最高速度+10km/h)	70km/h (一般道の法定最高速度+10km/h)
	車両減速加速度	1.0m/s ² (大型)、2.0m/s ² (乗用・二輪)	1.8m/s ² (大型)、3.0m/s ² (乗用・二輪)
	アンテナ設置	1.5m (乗用)、3m (大型)、1m (二輪)	基地局: 4.7~7m
前提条件から求まる最大通信距離		見通し外: 95m+10m 見通し内: 300m	見通し内: 239m

※ 支援レベル **情報提供**: ドライバーが提供された情報により危険判断を行なうための客観的な情報を伝える。
注意喚起: 特定のタイミング・場所、ドライバーによる操作等が生じた時に情報を提供する。

要求要件	
使用周波数帯	700MHz帯
通信内容	車車間通信: 車両の位置、速度、進行方向等の情報 路車間通信: 路側センサ等で収集した車両・歩行者、道路規制、道路形状等の情報
通信品質	車車間通信: 提供情報受信区間を10m走行する間の積算パケット到達率95%以上 路車間通信: 提供情報受信区間を5m走行する間の積算パケット到達率99%以上
単位データ長	車車間通信: 100byte程度 路車間通信: 最大で7k byte程度
送信間隔	100ms以上
システム遅延時間	0.3s 以下
車両相対速度	最大140km/h (70km/hで走行する2台の車両がすれ違う場合を想定)

また、表 5.2 から表 5.4 に 700MHz 帯無線に求められる通信条件などを記載する。

表 5.2 インフラの技術的条件その 1

一般的条件	
通信方式	同報通信方式、単向通信方式又は単信方式であること。
通信の内容	デジタル化されたデータ信号、画像信号又は音声信号の伝送を行うものであること。
使用周波数帯	755.5MHzを超え764.5MHz以下であること。
セキュリティ対策	不正使用を防止するため、必要に応じて通信情報の保護対策を講ずることが望ましい。

無線設備の技術的条件 ① 送信装置	
空中線電力	任意の1MHzの帯域幅における平均電力が10mW以下であること。
空中線電力の許容偏差	基地局にあっては、上限20%、下限50%であり、移動局にあっては、上限50%、下限50%であること。
周波数の許容偏差	20×10^{-6} 以内であること。
変調方式	直交周波数分割多重方式であること。
占有周波数帯幅の許容値	9MHz以下であること。
送信速度	5Mbit/s以上であること。
等価等方輻射電力	任意の1MHzの帯域幅における等価等方輻射電力は 10mW以下であること。
不要発射の強度の許容値	抜粋・・・基地局: 0.32nW/100kHz、 移動局: 10nW/100kHz @770-810MHz

表 5.3 技術的条件その2

無線設備の技術的条件 ② 受信装置	
受信感度	抜粋・・・-85dBm (BPSK・1/2)、-82dBm (QPSK・1/2)、-77dBm (16QAM・1/2) とする。
最大受信入力電力	-20dBmとする。(データ長1000オクテットでPER10%未満)
ブロッキング性能	① 基地局：-7dBmの干渉波(データ長1000オクテットで PER10%未満@受信感度+3dBの希望波) ② 移動局：-21dBmの干渉波(データ長1000オクテットで PER10%未満@受信感度+3dBの希望波)
副次的に発する電波等の限度	抜粋・・・基地局：0.32nW/100kHz、移動局：4nW/100kHz @770-810MHz

無線設備の技術的条件 ③ 制御装置	
混信防止機能	移動局にあつては、総務大臣が別に告示する者が管理する識別符号(通信の相手方を識別するための符号)を自動的に送信し、又は受信すること。
キャリアセンス機能	移動局にあつては、受信装置の空中線端子における電力が-53dBm以上の値である場合には電波の発射を行わないものであること。
送信時間制御機能	基地局にあつては、任意の100msの時間内の送信時間の総和は10.5ms以下であること。移動局にあつては、任意の100msの時間内の送信時間の総和は0.66ms以下であり、かつ、送信バースト長は0.33ms以下であること。

表 5.4 技術的条件その3

無線設備の技術的条件 ④ 空中線	
空中線の構造	規定しない。
空中線の利得	送信空中線の絶対利得は、0dB以下であること。ただし、等価等方輻射電力が、絶対利得0dBの送信空中線に平均電力10mW(1MHzの帯域幅における平均電力が10mW)の空中線電力を加えたときの値以下となる場合は、その低下分を基地局にあつては13dBまで、移動局にあつては5dBまで送信空中線の利得で補うことができるものとする。

無線設備の技術的条件 ⑤ その他	
筐体	一の筐体に収められており、かつ、容易に開けることができないこと。ただし、電源設備及び空中線系については、この限りでない。
技術基準適合証明に係る表示	無線設備の見やすい箇所に規程された様式の技術基準適合証明に係る表示を行うこと。

電気通信回線と接続する場合の無線設備の技術的条件	
識別符号の符号長	識別符号の符号長は、48ビット以上であること。
使用する電波の空き状態判定	基地局にあつては、判定を要しない。移動局にあつては、受信機入力電力が-53dBm以上の値である場合に判定を行う。
端末機器の技術基準適合認定に係る表示	無線設備の見やすい箇所に規程された様式の端末機器の技術基準適合認定に係る表示を行うこと。

5. Bluetooth

Bluetooth について、Prof. Edward Chung など有識者へのヒアリング及び論文の調査を行った。

近年、自動車の輸送研究において、Bluetooth によるデータ配信・収集方法についての議論が活発に行われており、トラフィックデータベースを効率的に収集し、作成するための効率的な方法も 2010 年から研究が進められている。

Bluetooth 技術によるトラフィックデータ収集は、各自動車に有する固有の MAC（メディアアクセス制御）アドレスを路側に整備されたスキャナにより読み取ることで実現しており、収集した情報から旅行時間を算出することが可能となる。

図 5.1 に Bluetooth 通信を用いての走行軌跡の例を示す。



図 5.1 青●は BT による走行軌跡データをプロットとしたもの

スキャナが Bluetooth デバイスを含む車両を検出する通信距離については、Bluetooth の特性により定義された 3 つの Class があるが、Class3 は通信距離が短いので割愛する。Class1 の通信距離は約 100m、Class2 の通信距離は約 10m である。

このため通信エリアは、スキャナから、図 5.2 に記載のように約 100～150 メートルの半径になる。

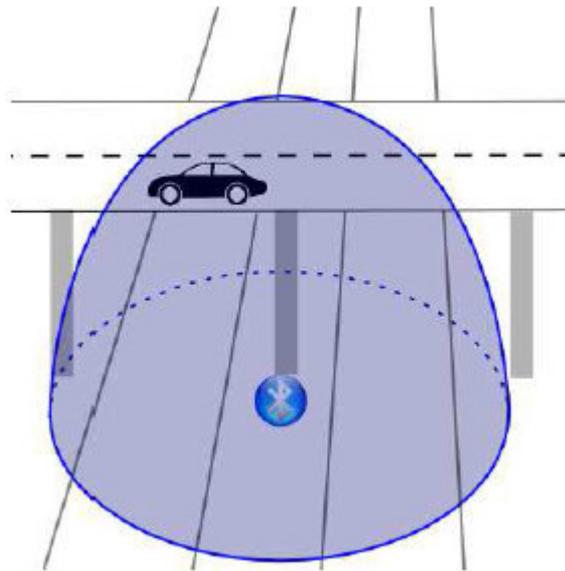


図 5.2 Bluetooth 通信エリア

表 5.1 に通信仕様を記載する。

表 5.1 Bluetooth 通信仕様

項目	内容	備考
規格	IEEE802.15.1	ISO 標準規格
周波数	2.4GHz	Wi-Fi との干渉問題あり
到達距離	10m～100m 程度 (Class1, Class2)	Class1=100m, Class2=10m
伝送速度	1Mbps	
消費電力	120mw 以下	Wi-Fi に比べて小さい
大きさ	小さい	
価格	安価	
接続数	7	MAC アドレスの数(管理)が課題

5.1 Bluetooth、Wi-Fi 及び 700MHz 帯無線の通信性能比較

高度化光ビーコンによる信号情報提供を補完する通信インフラとして Bluetooth、Wi-Fi 及び 700MHz 帯無線が比較的有効と考えられることから、この3つの通信インフラのさらなる調査を行った。

Bluetooth、Wi-Fi 及び 700MHz 帯無線の起動してから検知するまでの時間を示したものが図 5.3 である。

Bluetooth については、再起動が発生した場合に、検知可能となるまでの間に約 10 秒かかる。Wi-Fi に比べ Bluetooth の起動時間が長い、10 秒程度であれば問題ないと考えられるが、システムの要求条件による。

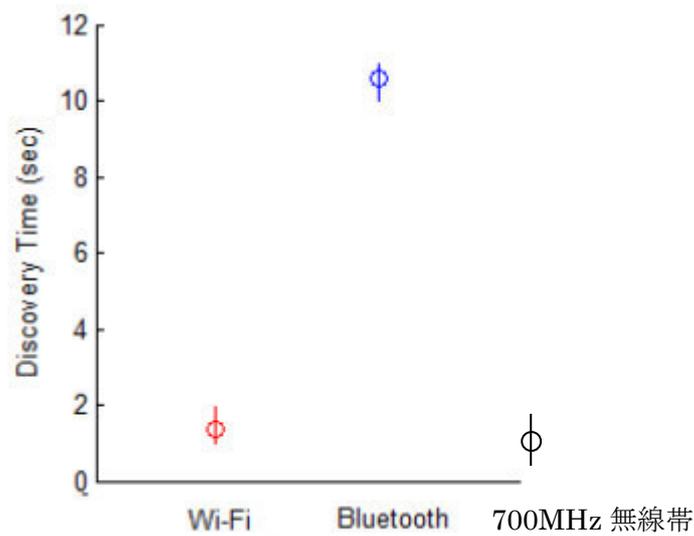


図 5.3 WiFi、Bluetooth 及び 700MHz 帯無線の起動してから検知するまでの時間

なお、付録(Ⅱ)に記載内容の参考文献を以下に記載する。

[参考文献]

- ・「第11回 DSSS 高度化検討 SWG 資料」
- ・「700MHz帯安全運転支援システムについて - 総務省」
- ・「一般社団法人電波産業会、700MHz帯高度道路交通システム標準規格 ARIB STD-T109 1.2版」
- ・「Australasian Transport Research Forum (ATRF) 2013
2-4 October 2013, Brisbane, Australia」
Travel time prediction on signalized urban arterials by
Applying SARIMA modelling on Bluetooth data
Amir Mohammad Khoeil, Dr.Ashish Bhaskar, Prof.Edward Chung
- ・「DSRC プロトコル (ARIB STD-T75、STD-T88)」
STD-T55：有料道路自動料金収受システム標準規格
STD-T75：狭域通信 (DSRC) システム標準規格
STD-T88：狭域通信 (DSRC) アプリケーションサブレイヤ
- ・「ARIB 自動車通信システムにおける周波数有効利用技術の調査検討」
- ・「DSRCシステム基地局設置のガイドライン」 ITS FORUM RC-003「雑音分配」
- ・「VICS 年次報告 仕組み編」 通信に関するもの抜粋
- ・「Bluetooth and Wi-Fi MAC Address Based Crowd Data
Collection and Monitoring: Benefits, Challenges and
Enhancement」 Naeim Abedi, Dr.Ashish Bhaskar, Prof.Edward Chung