
目 次

第 3 章 高度化 PTPS の活用による ART 速達性向上の実証実験	3-1
3.1 PTPS 車載機の開発	3-2
3.1.1 PTPS 車載機の機能概要	3-2
3.1.2 PTPS 車載機ハードウェア構成	3-3
3.1.3 PTPS 車載機ソフトウェア構成	3-4
3.2 シミュレーションによる効果見積もり	3-28
3.2.1 シミュレーションの概要	3-28
3.2.2 シミュレーションの実施（湾岸警察署前）	3-30
3.2.3 シミュレーションの実施（市場前～国際展示場）	3-39
3.3 事前検証の実施準備	3-46
3.3.1 事前検証の概要	3-46
3.3.2 評価項目	3-47
3.3.3 検証方法	3-49
3.4 事前検証の実施	3-51
3.5 事前検証結果の評価	3-52
3.5.1 基本動作検証	3-52
3.5.2 優先権調停機能検証	3-58
3.5.3 画面表示機能の検証	3-60
3.6 平成 30 年度の実験計画案の具体化	3-63
3.7 他都市でのシミュレーションの候補地選定	3-65
3.7.1 BRT 導入検討の観点からの候補都市選定	3-65
3.7.2 道路構造・規制条件の整理	3-66
3.7.3 ヒアリング結果	3-68

第3章 高度化 PTPS の活用による ART 速達性向上の 実証実験

3.1 PTPS 車載機の開発

平成 28 年度「戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)・自動走行システム」自動走行システムの実現に向けた諸課題とその解決の方向性に関する調査・検討における次世代都市交通システムの速達性・安全性に係る調査」(以下、昨年度調査)において検討した機能要件・試設計の結果に基づいて、高度化 PTPS に対応した PTPS 車載機的设计・開発を行う。

3.1.1 PTPS 車載機の機能概要

PTPS 車載機は、バスの管理番号や運行時刻表、停留所の名称や位置情報などを、バスが運行開始する前に ART 情報センターから取得する (PTPS 車載機の付属画面上からの入力も可能)。バスが運行開始後は、バスの位置情報や遅延情報などの PTPS 車載機情報を PTPS 車載機から ART 情報センターへ定期的に通知する。ART 情報センターは、得られた PTPS 車載機情報からバスの混雑解消に向けた優先要求閾値や車内混雑度などのバス運行情報を生成し、PTPS 車載機へ情報展開する。PTPS 車載機は、バス停留所への到着/出発時に運行時刻表と現在時刻からバス遅延時間を演算し、ART 情報センターから得たバス運行情報に基づいて PTPS 優先要求の必要性を判断し、路側機へ PTPS 優先要求情報を通知する。

PTPS 優先要求情報を路側機へ通知する手段は、700MHz 帯高度道路交通システムで規定している車車間通信を使用し、車車間メッセージの自由領域に PTPS 優先要求情報を設定して 700MHz 帯 ITS 無線通信で送信する。また路側機の PTPS 制御に関する情報は、無線式 DSSS 用通信アプリケーション規格で規定されている路車間通信によって、メッセージ固有情報の PTPS サービス情報として路側機から 700MHz 帯 ITS 無線通信で送信される。

PTPS 車載機と ART 情報センターの通信は、3G/LTE によるデータ通信によって、その時々で各地を走行しているバスに搭載した PTPS 車載機との通信を可能とする。PTPS 車載機は、ART 情報センターから提供されるバス管理情報やバス運行情報を、HTTP プロトコルの Web API を使用してダウンロードする。また、PTPS 車載機は、PTPS 車載機情報を ART 情報センターへ HTTP プロトコルの Web API を使用してアップリンクする。

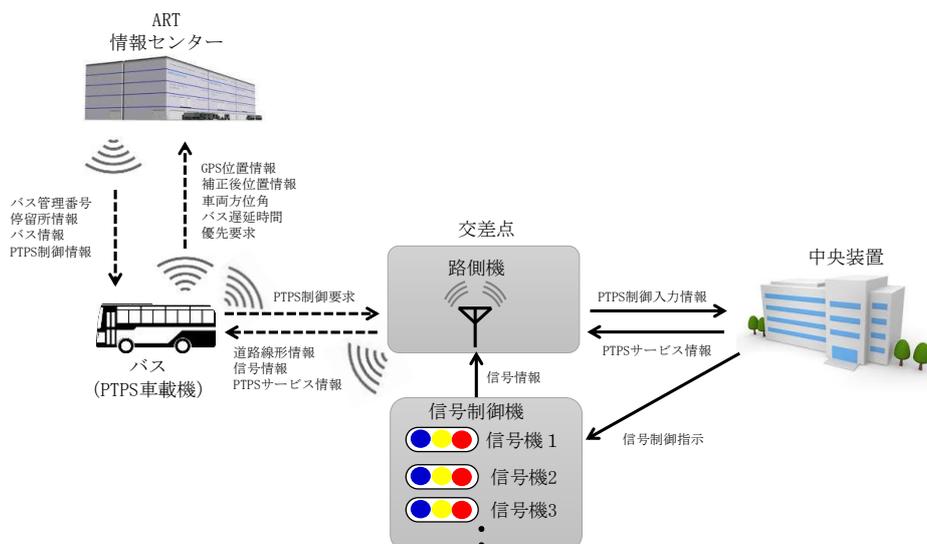


図 3-1 PTPS システム概要図

3.1.2 PTPS 車載機ハードウェア構成

実証実験向けの PTPS 車載機のハードウェアは、USB シリアル通信が可能で、カーナビゲーションソフトウェアが動作可能な車載用 PC、路側機と車車間／路車間通信を行うための 760MHz 無線機、GPS／ジャイロ／前後 G／車速のセンサユニット、ART 情報センターとの 3G/LTE 通信を行うための 3G USB ドングル、タッチパネルの HMI 機能を持つモニターで構成する。なお、車速は車両からカーナビ用の車速パルスをセンサユニットに入力して車載用 PC へ取り込む。

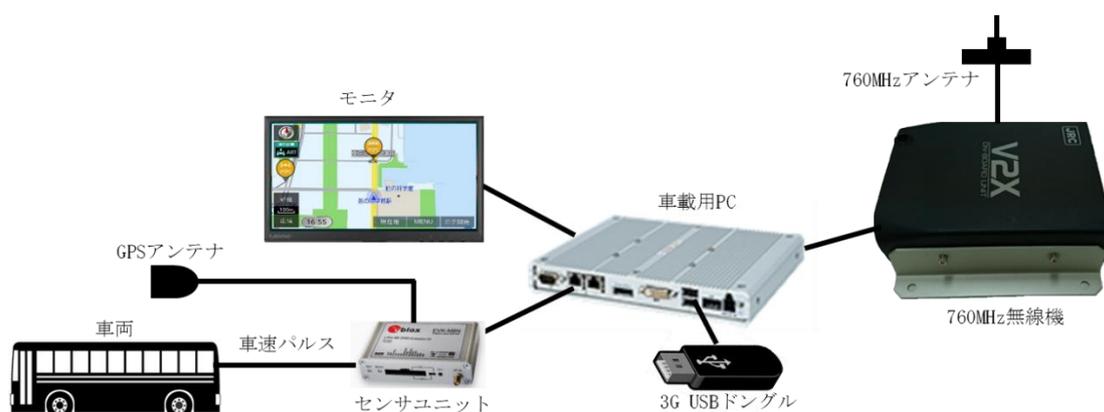


図 3-2 PTPS 車載機ハードウェア概要図

3.1.3 PTPS 車載機ソフトウェア構成

実証実験向けの PTPS 車載機ソフトウェアは、GPS 情報に対して地図データとのマッチング処理と、センサ情報を使用したデッドレコニング処理が可能で、精度を高めた自車位置情報を生成可能なカーナビゲーションソフトウェアをベースに構成する。これに 760MHz 無線機による ITS 無線通信機能、3G USB ドングルによる 3G/LTE 通信機能、PTPS 優先要求を生成する機能、タッチパネルによる各種設定機能、PTPS のサービス状態を示す表示機能を追加する。

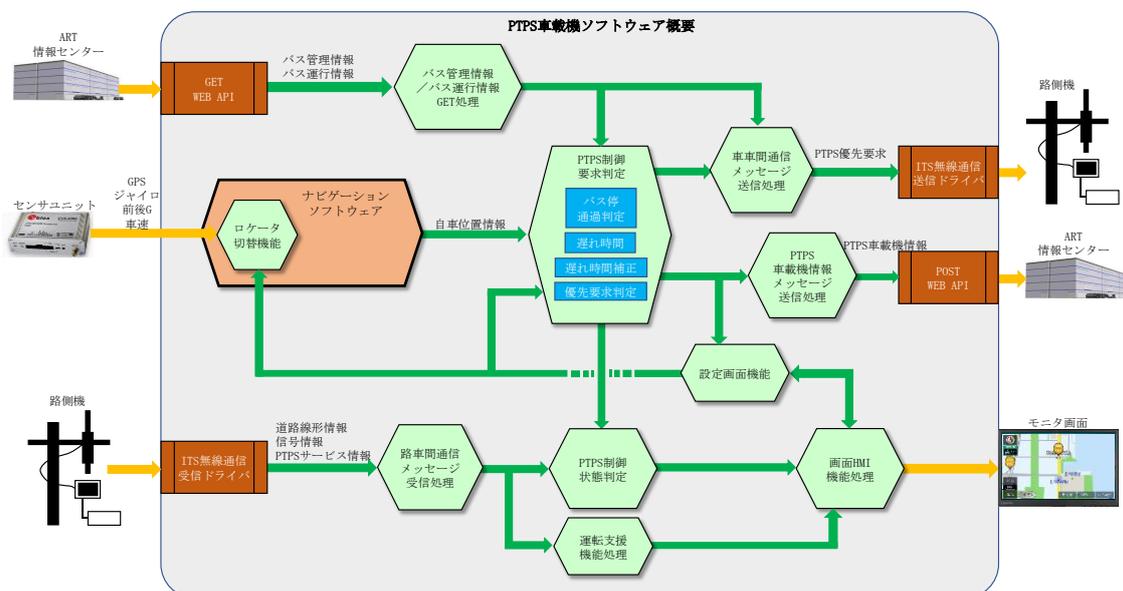


図 3-3 PTPS 車載機ソフトウェア概要図

(1) 700MHz 帯 ITS 無線通信

PTPS 車載機一路側機間の通信は、700MHz 帯 ITS 無線通信を活用し、路側機から PTPS 車載機へのメッセージ送信は無線式 DSSS 用通信アプリケーション規格で規定している路車間通信で行い、PTPS 車載機から路側機へのメッセージ送信は 700MHz 帯高度道路交通システムで規定している車車間通信で行う。



図 3-4 PTPS 車載機－路側機間通信イメージ図

1) 路車間通信 (路側機→PTPS 車載機)

路側機は、交差点とバスの距離に関係なく一定間隔で路車間通信メッセージを発信する。PTPS 車載機は、受信可能範囲に到達したら路車間通信メッセージを受信する。PTPS 車載機が PTPS サービス状態や運転支援機能の表示を行うために、路車間通信メッセージのうち、下表に示す 3 つのメッセージ固有情報を使用する。

表 3-1 路車間通信のメッセージ種類

メッセージ固有情報	区分	メッセージの概要
道路線形情報	共通	ノードの座標情報等、道路に関する情報
信号情報	個別	信号灯色や残秒数の情報
PTPS サービス情報	個別	PTPS のサービス状況を示す情報

路車間メッセージの道路線形情報と信号情報は、一般社団法人 UTMS 協会が規定している「5.8GHz 帯/700MHz 帯無線式 DSSS 用通信アプリケーション (光・電波実験) 規格 版 2」のメッセージフォーマットに従い、情報取得する。PTPS サービス情報は、路側機の PTPS 制御に関する情報を車載機へ送信する。PTPS 車載機は、受信した PTPS サービス情報によって、PTPS 対象交差点であることや、バス優先制御を実施する流入路を判定し、バスドライバへバス優先制御が実施可能か否かを知らせる。PTPS サービス情報のメッセージフォーマットは、一般社団法人 UTMS 協会が規定した「ITS 路側機 PTPS 用路車間通信アプリケーション (実験) 規格」に従う。

表 3-2 PTPS サービス情報の構成

構成 DF/DE	概要
DF_PTPS 制御管理情報	—
DF_対象流入路	PTPS 対象流入路
DE_対象流入路 (#1)	バス優先制御を実施する流入路をDSSS道路線形情報で定義される方路ID(1~8)を用いて示す。
DE_対象流入路 (#2)	
DE_対象流入路 (#3)	
DE_対象流入路 (#4)	
DF_制御時間帯 (開始)	PTPS 制御時間帯の開始時刻
DE_時刻 (時)	0~23
DE_時刻 (分)	0~59
DE_時刻 (秒)	0~59
DF_制御時間帯 (終了)	PTPS 制御時間帯の終了時刻
DE_時刻 (時)	0~23
DE_時刻 (分)	0~59
DE_時刻 (秒)	0~59
DE_制御方式種別	01 : バス優先制御 2 地点方式
DE_路側設定情報データ長	8~32
DF_路側設定情報	—
DF_流入路設定情報 : 1	流入路単位で以下の情報を格納する
DF_第 1 仮想ビーコン情報	—
DE_仮想ビーコン位置	0.0~6553.4m
DE_走行時間	0~255
DF_第 2 仮想ビーコン情報	—
DE_仮想ビーコン位置	0.0~6553.4m
DE_走行時間	0~255
DE_最大青延長時間	0~255
DE_最大赤短縮時間	0~255
...	—
DF_流入路設定情報 : 4	—

(出典：(一般社団法人) UTMS 協会 「ITS 路側機 PTPS 用路車間通信アプリケーション (実験) 規格」 (2016 年 5 月) より)

- ・ DE_対象流入路
 - ・・・バス優先制御を実施する流入路の方路 ID を、対象流入路 (#1) ~対象流入路 (#4) に前詰めで格納し、空きは無効値を設定する。
- ・ DE_時刻 (時)
 - ・・・時間を示す。BCD 形式で表現する。
- ・ DE_時刻 (分)
 - ・・・分を示す。BCD 形式で表現する。
- ・ DE_時刻 (秒)

- ・・・秒を示す。BCD 形式で表現する。
- ・ DE_制御方式種別
 - ・・・PTPS 制御方式種別を表す。将来の制御方式拡張用であり、現時点では 1 種類のみ。
- ・ DE_路側設定情報データ長
 - ・・・DF_路側設定情報のデータ長を格納する。
- ・ DE_仮想ビーコン位置
 - ・・・仮想ビーコンの位置を下流停止線までの道程距離 0.1m 単位で表す。
- ・ DE_走行時間
 - ・・・バス優先制御において、ビーコン位置通過時に停止到着予測時刻を推定する際に使用されるビーコン位置から停止線までの走行時間を表す。単位は秒。
- ・ DE_最大青延長時間
 - ・・・バス優先制御において、実施される最大の青延長時間を表す。単位は秒。
- ・ DE_最大赤短縮時間
 - ・・・バス優先制御において、実施される最大の赤短縮時間を表す。単位は秒。

2) 車車間通信 (PTPS 車載機→路側機)

PTPS 車載機は路側機との距離に関係なく、一定間隔で車車間通信メッセージを発信する。車車間通信メッセージは、ITS Connect 推進協議会が規定した「ITS Connect システム車車間通信メッセージ仕様 ITS Connect TD-001 1.0 版」に従い、メッセージ送信を行う。また、車車間通信メッセージの自由領域は、「ITS 無線路側機 PTPS 用路車間通信アプリケーション (実験) 規格 2017 年 8 月」で規定している PTPS 優先要求情報を設定する。

表 3-3 車車間通信メッセージの構成

領域種類	項目	定義
共通アプリ ヘッダ領域	DF_共通領域管理情報	共通領域に格納するデータの基本的な管理情報。
共通アプリ データ領域	DF_時刻情報	送信するメッセージの内容を確定したときの GPS 時刻情報。
	DF_位置情報	車両位置情報と取得情報。
	DF_車両状態情報	速度や方位角などの車両状態の情報。
	DF_車両属性情報	車両の種別やサイズなどの情報。
	DF_位置オプション情報	DF_位置情報に対する詳細情報や補足情報であり、格納は任意。
	DF_GPS オプション情報	DF_位置情報に対する詳細情報や補足情報であり、格納は任意。
	DF_位置取得オプション 情報	DF_位置情報に対する詳細情報や補足情報であり、格納は任意。
	DF_車両状態オプション 情報	DF_車両状態情報に対する追加情報であり、格納は任意。
	DF_交差点情報	前方の交差点に関する情報であり、格納は任意。
DF_拡張情報	緊急車両における緊急移動中や、道路維持作業用自動車における工事中などの作業状態等を示す情報。	
自由アプリ ヘッダ領域	DF_自由領域管理情報	自由領域に格納するデータの基本的な管理情報。
	DF_個別アプリデータ管 理情報セット	個別アプリデータ管理情報を集約したもの。
自由アプリ データ領域	PTPS 優先要求情報	UTMS 協会発行「ITS 無線路側機 PTPS 用路車間通信アプリケーション（実験）規格 2017 年 8 月」で規定。

（出典：ITS Connect 推進協議会 「ITS Connect システム車車間通信メッセージ仕様 ITS Connect TD-001 1.0 版」より）

表 3-4 自由アプリヘッダ領域の構成

構成 DF/DE	データ長	定義
DF_自由領域管理情報	—	—
DE_自由アプリヘッダ長	bin(5)	自由アプリヘッダ領域のデータサイズ情報。
DE_個別アプリデータ数	bin(3)	自由領域に格納される個別アプリデータ数情報。
DF_個別アプリ管理情報	—	—
DE_個別サービス規格 ID	bin(8)	UTMS 協会規格を示す 02 を格納。
DE_個別アプリデータ先頭アドレス	bin(8)	自由アプリデータ領域の先頭を 0 とした、個別アプリデータの格納開始位置。
DE_個別アプリデータ長	bin(8)	個別アプリデータのデータサイズ情報。

（出典：ITS Connect 推進協議会 「ITS Connect システム車車間通信メッセージ仕様 ITS Connect TD-001 1.0 版」より）

表 3-5 PTPS 優先要求情報の構成

構成 DF/DE	データ長	定義
DE_アプリケーション ID	1byte	21 : PTPS 優先要求情報
DE_バージョン番号	1byte	1 を格納すること。
DF_キー情報	5byte	—
DE_特定車種情報	bin(8)	PTPS で識別必要な車種の情報を示す。
DF_ユーザ ID	2byte	—
DE_都道府県コード	bin(6)	1~47
DE_バス事業所番号	bin(10)	0~1023
DF_系統番号	2byte	—
DE_普通/急行識別コード	bin(3)	0 : 普通 1 : 急行 2~ : 未定義
DE_系統番号	bin(13)	0~8191
DF_固定車両 ID	5byte	—
DE_自動生成識別フラグ	bin(1)	0 : 車両 ID の提供依頼なし (固定)
DE_車両 ID 識別フラグ	bin(1)	1 : 固定 ID 車両 (固定)
DE_業種コード	bin(6)	15 : 公営バス、16 : 私営バス
DE_特殊	bin(1)	0 : 未使用 (固定)
DE_都道府県コード	bin(6)	1~47
DF_業種固有コード	bin(25)	—
DE_事業者コード	bin(5)	0~31
DE_営業所コード	bin(5)	0~31
DE_車両固定番号	bin(15)	0~32767
DE_運行状態	bin(1)	0 : 回送 1 : 営業中
DE_優先要求	bin(1)	0 : 優先要求なし 1 : 優先要求あり
DE_予備	bin(6)	予備領域。
DE_隊列長	bin(8)	0~255

(出典：(一般社団法人) UTMS 協会 「ITS 無線路側機 PTPS 用路車間通信アプリケーション (実験) 規格」(2017 年 8 月) より)

- ・ DE_アプリケーション ID
 - ・・・アップリンク情報のメッセージを識別するための ID。
- ・ DE_バージョン情報
 - ・・・PTPS 優先要求情報のメッセージフォーマットのバージョンを示す。
- ・ DE_特定車種情報
 - ・・・PTPS で識別必要な車種の情報を示す。該当するビットが 1 で有効な設定となる。
 - bit0 : 普通車 (又は未設定)
 - bit1 : 緊急車両
 - bit2 : 牽引車、大型特殊
 - bit3 : 路線バス、空港バス

bit4 : 通勤・通園・通学バス

bit5 : 長距離路線バス、送迎バス、観光バス

bit6 : タクシー実車

bit7 : HOV 車、特別許可車両

- DE_都道府県コード
 - ・・・ JIS 都道府県コードを表す。
- DE_バス事業所番号
 - ・・・ 都道府県内の事業所番号。
- DE_普通／急行識別コード
 - ・・・ 普通／急行識別。
- DE_系統番号
 - ・・・ バス事業者の利用する系統番号。
- DE_事業者コード
 - ・・・ 各都道府県内のバス事業者を一意に識別するために付与する番号。
- DE_営業所コード
 - ・・・ 各事業者内の営業所コード。バス事業者によって、営業所等を指定した方がよい場合には当該コードを規定し、必要のない場合は規定しない。
- DE_車両固定番号
 - ・・・ 各事業者が所有する固定車両 ID 対象車両を一意に識別するために付与する番号。
- DE_運行状態
 - ・・・ 営業中の車両を対象に優先を行う。
- DE_優先要求
 - ・・・ 優先の必要がないバスを優先しないために用いる。
- DE_隊列長
 - ・・・ 隊列走行の先頭車両のヘッドから最後尾車両のテールまでの距離を表す。単位 m。隊列走行の先頭車両に設定。

(2) 3G/LTE 通信

バス車内混雑度や運行情報などのバス会社が所有するバス固有の情報や、全バスを個別に識別できるようにした管理番号などの情報を ART 情報センターが一括管理し、PTPS 車載機は 3G/LTE 通信上で HTTP プロトコルの Web API を使用して ART 情報センターからダウンリンクする。さらに、ART 情報センターが全バスの遅延等の運行状況を考慮して PTPS 制御情報をデータサーバに用意しておき、PTPS 車載機が Web API を使用して一定周期でダウンリンクし、効率の良い PTPS 優先要求

を PTPS 車載機が判断できるようにする。また、運行中のバスの遅延時間や PTPS 車載機が判定した PTPS 優先要求の情報を、Web API を使用して ART 情報センターへアップリンクし、全バスの状態を一括管理できるようにする。

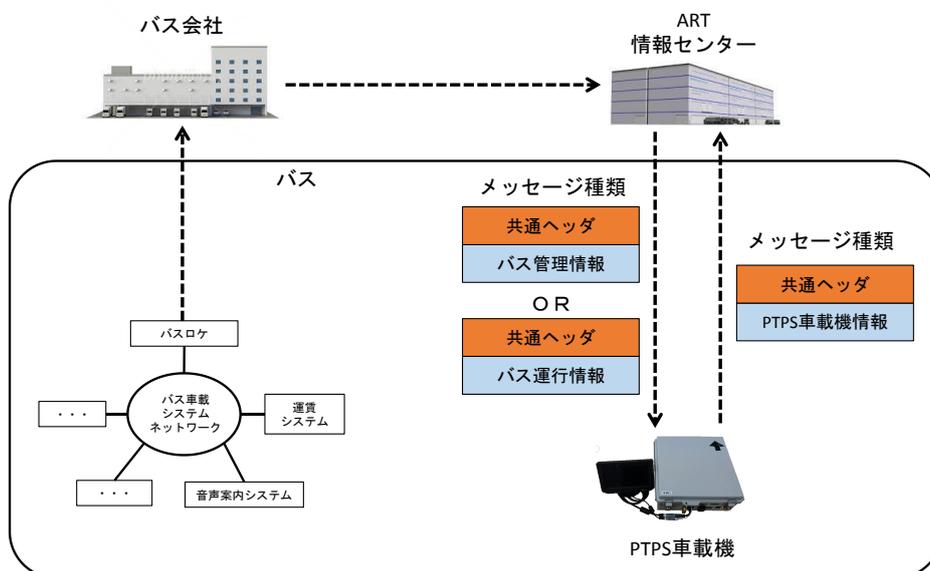


図 3-5 PTPS 車載機－ART 情報センター間通信イメージ図

PTPS 車載機が Web API を使用して ART 情報センターと通信を行う際、自機用の情報であることを識別するために PTPS 車載機毎にユニークな車両管理情報を設定する。車両管理情報はあらかじめ ART 情報センターが用意し、PTPS 車載機の設定画面で個別に手入力して設定する。

表 3-6 車両管理情報の構成

構成 DE	データ長	定義
DE_都道府県コード	bin(6)	1～47
DE_事業者 ID	bin(10)	0～1023
DE_車両識別 ID	2byte	0～65535

DE_都道府県コード

・・・ JIS 都道府県コードを表す。

DE_事業者 ID

・・・ 都道府県内でユニークな番号とする。

DE_車両識別 ID

・・・ 車両の管理番号で、事業者内でユニークな番号とする。

1) ART 情報センター→PTPS 車載機通信

バスが運行開始する前に、バスの管理番号と、時刻表やバス停留所位置などから構成される停留所情報をバス管理情報として、PTPS 車載機が Web API の GET リクエストを使用して ART 情報センターから 1 回だけ、あるいは運行計画が変更になるたびにダウンリンクする。

表 3-7 バス管理情報の構成

構成 DF/DE	データ長	定義
DF_バス管理番号	—	—
DE_都道府県コード	bin(6)	1~47
DE_バス事業所番号	bin(10)	1~1023
DE_事業者コード	bin(5)	1~31
DE_営業所コード	bin(5)	1~31
DE_業種コード	bin(6)	15: 公営バス、16: 私営バス
DE_普通/急行識別コード	bin(3)	0: 普通 1: 急行 2~: 未定義
DE_系統番号	bin(13)	1~8191
DE_車両固定番号	bin(15)	0~32767
DE_バス停留所情報数 (M)	1byte	0~100
DF_停留所情報: 1	—	—
DE_バス停名称	400byte	文字コードは UTF-8 で、最大 100 文字。
DF_バス停留所位置	—	—
DF_緯度	DE_緯度 (度)	bin(8) -90~90
	DE_緯度 (分)	bin(8) 0~59
	DE_緯度 (1/100 秒)	bin(16) 0~5999
DF_経度	DE_緯度 (度)	bin(9) -180~180
	DE_緯度 (分)	bin(7) 0~59
	DE_緯度 (1/100 秒)	bin(16) 0~5999
DF_出発時刻	—	対象バス停留所の出発時刻を表す。
DE_時刻 (時)	DE_時刻 (時)	bin(8) 0~23
	DE_時刻 (分)	bin(8) 0~59
DF_到着時刻	—	対象バス停留所の到着時刻を表す。
DE_時刻 (時)	DE_時刻 (時)	bin(8) 0~23
	DE_時刻 (分)	bin(8) 0~59
...	—	—
DF_停留所情報: M	—	—

- ・ DE_都道府県コード
 - ・・・ JIS 都道府県コードを表す。
- ・ DE_バス事業所番号
 - ・・・ 都道府県内の事業所番号。
- ・ DE_事業者コード

- ・・・各都道府県内のバス事業者を一意に識別するために付与する番号。
- ・ DE_営業所コード
 - ・・・各事業者内の営業所コード。バス事業者によって、営業所等を指定した方がよい場合には当該コードを規定し、必要のない場合は規定しない。
- ・ DE_普通／急行識別コード
 - ・・・普通／急行識別。
- ・ DE_系統番号
 - ・・・バス事業者の利用する系統番号。
- ・ DE_車両固定番号
 - ・・・各事業者が所有する固定車両 ID 対象車両を一意に識別するために付与する番号。
- ・ DE_バス停留所情報数
 - ・・・運行する路線にあるバス停留所の数を示す。
- ・ DE_バス停名称
 - ・・・バス停留所の名称を示す。UTF-8 の文字コードで表し、1 つのバス停名称につき 100 文字以内で示す。
- ・ DE_緯度（度）
 - ・・・緯度・度を示す。測地系は WGS84。プラスは北緯、マイナスは南緯を示す。
- ・ DE_緯度（分）
 - ・・・緯度・分を示す。
- ・ DE_緯度（1/100 秒）
 - ・・・緯度・1/100 秒を示す。
- ・ DE_経度（度）
 - ・・・経度・度を示す。測地系は WGS84。プラスは東経、マイナスは西経を示す。
- ・ DE_経度（分）
 - ・・・経度・分を示す。
- ・ DE_経度（1/100 秒）
 - ・・・経度・1/100 を示す。
- ・ DE_時刻（時）
 - ・・・時間を示す。BCD 形式で表現する。
- ・ DE_時刻（分）
 - ・・・分を示す。BCD 形式で表現する。

運行中のバスに対して、その時々全バスの運行状態によって動的に変化するバス情報と PTPS 制御情報をバス運行情報として、PTPS 車載機が Web API の GET リ

クエストを使用して一定周期で ART 情報センターからダウンリンクする。

表 3-8 バス運行情報の構成

構成 DF/DE	データ長	定義
DF_バス情報	—	—
DE_車内混雑度	1byte	0: 無効値 1: イス空きあり 2: イス満 3: 通路空あり 4: 混雑
DE_運行状態	bin(1)	0: 回送 1: 営業中
DE_隊列長	1byte	0~255
DF_PTPS 制御情報	—	—
DE_優先要求閾値	1byte	0~255
DE_優先要求閾値ステータス	bin(1)	0: 車内混雑度考慮無し 1: 車内混雑度考慮済み
DE_車内混雑度考慮指示	bin(1)	0: 車内混雑度を考慮しない 1: 車内混雑度を考慮する
DE_時間帯優先要求指示	bin(2)	0: 車載機判定優先 1: 優先要求無し 2: 優先要求有り 3: 未定義
DE_車内混雑度閾値	1byte	0: 混雑度判定無し 1: イス空あり 2: イス満 3: 通路空あり 4: 混雑

- DE_車内混雑度
 - ・・・バス車内の混雑度を示す。
- DE_運行状態
 - ・・・現在バスが営業中か回送かを表す。営業中の車両を対象に優先を行う。
- DE_隊列長
 - ・・・隊列走行の先頭車両のヘッドから最後尾車両のテールまでの距離を示す。
単位 m。隊列走行の先頭車両に設定。
- DE_優先要求閾値
 - ・・・バス遅延時間を元に PTPS 優先要求の有無を判定するための閾値を示す。
分解能は 10 秒とする。
- DE_優先要求閾値ステータス
 - ・・・DE_優先要求閾値が、車内混雑度を考慮した閾値かを示す。
- DE_車内混雑度考慮指示
 - ・・・PTPS 車載機で算出したバス遅延時間に対して、車内混雑度に応じた重み付けを行うかを示す。
- DE_時間帯優先要求指示
 - ・・・運行する時間帯によって PTPS 優先要求、または優先要求の決め方を示す。
- DE_車内混雑度閾値
 - ・・・車内混雑度で優先要求の有無を判定するための閾値を示す。

2) PTPS 車載機→ART 情報センター通信

PTPS 車載機が路側機に要求した PTPS 優先要求やバスの位置情報などの PTPS 車載機情報を、Web API の POST リクエストを使用して一定周期で ART 情報センターにアップリンクする。

表 3-9 PTPS 車載機情報の構成

構成 DF/DE		データ長	定義
DF_GPS 位置情報		—	GPS から取得した補正無しの位置情報。
DF_緯度	DE_緯度 (度)	bin(8)	-90~90
	DE_緯度 (分)	bin(8)	0~59
	DE_緯度 (1/100 秒)	bin(16)	0~5999
DF_経度	DE_経度 (度)	bin(9)	-180~180
	DE_経度 (分)	bin(7)	0~59
	DE_経度 (1/100 秒)	bin(16)	0~5999
DF_補正後位置情報		—	マップマッチング等の補正後の位置情報。
DF_緯度	DE_緯度 (度)	bin(8)	-90~90
	DE_緯度 (分)	bin(8)	0~59
	DE_緯度 (1/100 秒)	bin(16)	0~5999
DF_経度	DE_経度 (度)	bin(9)	-180~180
	DE_経度 (分)	bin(7)	0~59
	DE_経度 (1/100 秒)	bin(16)	0~5999
DE_車両方位角		2byte	0~359.9875
DE_バス遅延時間		2byte	0~65535
DE_PTPS 優先要求		bin(1)	0: 要求なし 1: 要求あり

- ・ DE_緯度 (度)
 - ・・・緯度・度を示す。測地系は WGS84。プラスは北緯、マイナスは南緯を示す。
- ・ DE_緯度 (分)
 - ・・・緯度・分を示す。
- ・ DE_緯度 (1/100 秒)
 - ・・・緯度・1/100 秒を示す。
- ・ DE_経度 (度)
 - ・・・経度・度を表す。測地系は WGS84。プラスは東経、マイナスは西経を示す。
- ・ DE_経度 (分)
 - ・・・経度・分を示す。
- ・ DE_経度 (1/100 秒)
 - ・・・経度・1/100 を示す。
- ・ DE_車両方位角
 - ・・・自車両の進行方位角を示す。分解能 0.0125 度で、北を 0 度として時計回り

の角度値 (0~359.9875) を示す。

・ DE_バス遅延時間

・・・PTPS 車載機がバス停留所情報の DF_出発時刻/DF_到着時刻を元に算出したバス遅延時間を示す。分解能は 1 秒。

・ DE_PTPS 優先要求

・・・PTPS 車載機が路側機に向けて送信した PTPS 優先要求を示す。

(3) PTPS 優先要求判定

PTPS 車載機から路側機へ送信する PTPS 優先要求は、以下の要素を元に決定する。

- a. バス遅延時間
- b. 車内混雑度
- c. バス遅延時間×車内混雑度
- d. 優先要求閾値
- e. 車内混雑度閾値
- f. 時間帯優先要求指示

a. バス遅延時間

ART 情報センターからダウンリンクした停留所情報のバス停留所位置と自車位置を比較し、バス停留所位置に到着、あるいは出発するときの PTPS 車載機の時刻と停留所情報の出発/到着時刻の差をバス遅延時間として算出する。時間帯優先要求指示が「0:車載機判定優先」で車内混雑度閾値が「0:混雑度判定無し」の場合に、バス遅延時間を優先要求閾値と比較して、バス遅延時間が優先要求閾値以上のときに PTPS 優先要求を有りと判定する。バス遅延時間が優先要求閾値未満のときは PTPS 優先要求を無しと判定する。

b. 車内混雑度

1つの交差点にバス遅延時間が同等の車両が複数台向かっている場合に、車内の混雑度が高いバスを優先するための指標。時間帯優先要求指示が「0:車載機判定優先」で車内混雑度閾値が「0:混雑度判定無し」以外の有効値の場合に、車内混雑度が車内混雑度閾値以上のときに PTPS 優先要求を有りと判定する。車内混雑度が車内混雑度閾値未満のときは PTPS 優先要求を無しと判定する。

c. バス遅延時間×車内混雑度

全バスの遅延時間が全体的に大きくなった場合、その中でも車内混雑度が高いバスを優先させるための指標。あるいは、全バスの車内混雑度が全体的に高い場合、遅延時間が大きいバスを優先させるための指標。時間帯優先要求指示が「0：車載機判定優先」のときに行い、優先要求閾値ステータスが「0：車内混雑度無し」で車内混雑度考慮指示が「1：車内混雑度を考慮する」の場合、あるいは、優先要求閾値ステータスが「1：車内混雑度考慮済み」の場合、車内混雑度に応じた重み付け係数でバス遅延時間に重み付けする。

表 3-10 車内混雑度による重み付け実施有無の真理値表

優先要求閾値ステータス	車内混雑度考慮指示	重み付け実施有無
0：車内混雑度無し	0：車内混雑度を考慮しない	重み付け無し
	1：車内混雑度を考慮する	重み付け実施
1：車内混雑度考慮済み	—	重み付け実施

重み付け実施のとき、あらかじめ PTPS 車載機のソフトウェア内に所持しておいた重み付け係数を、車内混雑度に応じて決定する。

表 3-11 車内混雑度による重み付け

車内混雑度	重み付け係数
1：イス空あり	0.7
2：イス満	0.8
3：通路空あり	0.9
4：混雑	1.0

上表で重み付け係数を決定後、バス遅延時間にかけて判定用遅延時間を算出する。

$$\text{判定用遅延時間} = \text{バス遅延時間} \times \text{重み付け係数}$$

算出した判定用遅延時間を優先要求閾値と比較して、判定用遅延時間が優先要求閾値以上のとき、PTPS 優先要求を有りと判定する。判定用遅延時間が優先要求閾値未満のときは、PTPS 優先要求を無しと判定する。

d. 優先要求閾値

全バスの中で遅延時間が大きくなったバスを優先的に通過させるための判定閾値。全バスの全体的な遅延状況を考慮して、相対的に遅延時間が大きいバスを優先的に

通過させるように、ART 情報センターが閾値を動的に設定する。

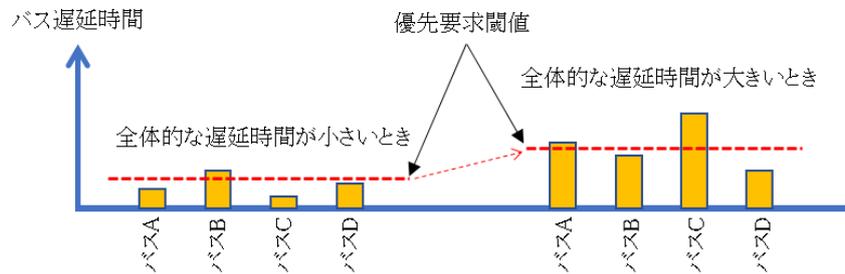


図 3-6 優先要求閾値のイメージ図

e. 車内混雑度閾値

1つの交差点にバスが複数台向かっている場合に、車内の混雑度が高いバスを優先させるための判定閾値。全バスの混雑度を考慮して、車内混雑度が高いバスを優先的に通過させるように、ART 情報センターが閾値を動的に設定する。

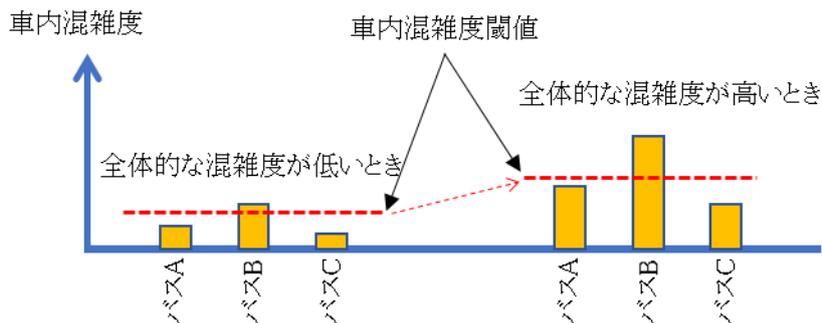


図 3-7 車内混雑度閾値のイメージ図

f. 時間帯優先要求指示

全バスの PTPS 車載機情報を集約している ART 情報センターは、複数バスと調停した PTPS 優先要求の決定が可能である。また、それぞれの地域の過去の運行結果から遅延が起りやすい、あるいは遅延が大きくなりやすい時間帯、地域、系統、向かう方向などの統計データをもとに、優先的に通過させるバスを選別することが可能である。例えば、朝の通勤時間帯で都心に向かう系統のバスのみ、遅延時間が発生していなくとも遅延抑止のため、常に PTPS 優先要求を行い、その他の系統バスは優先要求しない、などが考えられる。これを実現する方法として、時間帯優先要求指示を使用して、ART 情報センターが対象バスに対して直接 PTPS 優先要求を指示し、PTPS 車載機から路側機へ要求を送信させる。

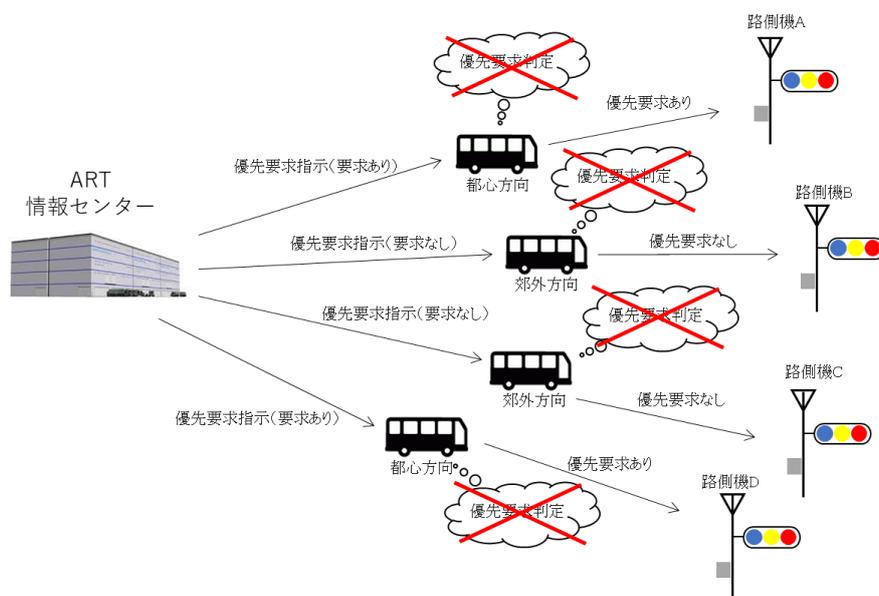


図 3-8 時間帯優先要求指示の作動イメージ図

(4) 画面表示・設定

現在実用化されている PTPS を利用しているバス事業者から、自バスが PTPS の優先対象になっているか知りたいとのニーズが多く、PTPS 制御状態について何らかの情報提供があると望ましい。そこで、平成 29 年度の事前検証と平成 30 年度の実証実験の際に PTPS 制御状態や運転支援に関する情報を PTPS 車載機で表示して、その効果や影響を調査し、実用化に向けての安全性や機能の有効性の検討に役立てる。

1) 「運行計画」表示

停留所情報のバス停留所位置、時刻情報(出発時刻または到着時刻)が設定済みで、PTPS 車載機がバス遅延時間を算出可能な状態であることを画面にアイコン表示する。これにより停留所情報の設定忘れの状態での運行開始するようなヒューマンエラーを防止する。

表 3-12 「運行計画」表示アイコン

運行計画	表示アイコン
バス遅延時間を算出可能な状態	
バス遅延時間を算出不可能な状態	

2) 「ART 情報センター通信状態」表示

ART 情報センターとアップリンク／ダウンリンクが可能な状態かを画面にアイコン表示する。これにより常に最新のバス情報と PTPS 制御情報を取得し、最適な PTPS 優先要求の判断が可能であることを表す。事前検証や実証実験で ART 情報センターからのダウンリンクを停止して、手入力で設定した PTPS 制御情報で実験を行うことを想定し、アップリンクとダウンリンクのいずれかが可能なときに通信正常を表示し、アップリンクとダウンリンクの両方が不可能なときに通信停止を表示する。

表 3-13 「ART 情報センター通信状態」表示アイコン

ART 情報センター通信状態	表示アイコン
通信正常	
通信停止	

3) 「PTPS 優先要求状態」表示

PTPS 車載機が路側機へ送信する DE_PTPS 優先要求を画面にアイコン表示する。要求有りのときはアイコン表示し、要求無しの場合はアイコンを表示しない。これにより、自バスが現在 PTPS 優先制御を要求中かどうか、ドライバが把握することができる。

表 3-14 「PTPS 優先要求状態」表示アイコン

PTPS 優先要求状態	表示アイコン
要求有り	
要求無し	表示無し

4) 「PTPS 対象交差点」表示

自バスの進行方位が交差点接続方路の方位といずれかひとつと同一方向で、且つその接続方路が PTPS 優先制御のサポート対象である場合、PTPS 対象交差点であることを示すアイコンを交差点位置に表示する。これにより、どこの交差点で自バスが

PTPS 優先制御される可能性があるか、ドライバが把握することができる。

表 3-15 「PTPS 優先要求状態」表示アイコン

「PTPS 対象交差点」状態	表示アイコン
直近の交差点が PTPS 対象交差点	
直近の交差点が PTPS 非対象交差点	表示無し

5) 「信号点灯状態」表示

自バス前方に他バスやトラック等の大型車両によって信号機が隠れてしまいバスドライバから信号機が見えないとき、青信号からすでに赤信号に変わっていることを認識できず、前の車両に続いて赤信号で交差点に進入してしまう場合や、交差点進入を避けるために急ブレーキ操作を行い乗客に危険を及ぼす場合がある。そこで、直近の交差点の信号点灯状態を表示して、バスドライバが停止線で停車すべきか、交差点を通過すべきか判断できるよう支援する。

信号の残り時間については、信号機の種類に定周期式と感应式があり、感应式については、現在の仕組みでは残り時間の情報を受け取ることができない場合がある。よって、定周期式信号機のみ残り時間をゲージで表示し、感应式信号機で残り時間を受け取れない場合はゲージ表示を行わない。

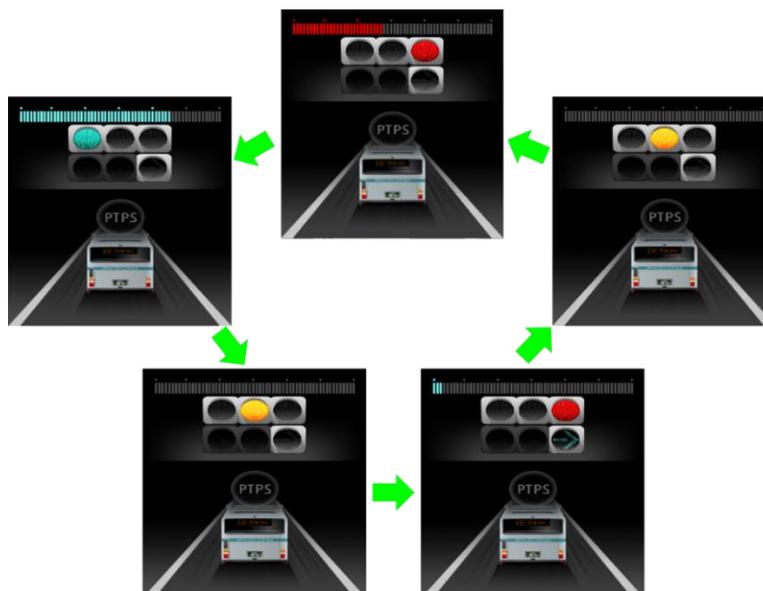


図 3-9 右折用青矢信号有りの信号表示例図

6) 「信号通過支援」表示

自車前方交差点の信号機が青で停止線通過前に赤信号に変わり急減速した場合、あるいは信号機が赤で停止線で停止するため大幅に減速したが、停止前に青信号に変わったため再度加速して減速した分を取り戻した場合など、不必要な加減速が交差点付近では起こりうる。その場合、事前にゆるやかな加減速を行ってれば大幅な加速／減速の必要がなく、エコな運転で交差点を通過できるケースがある。そこで、信号の残り時間と自車速度、自車位置と停止線までの距離から、緩やかな加減速操作で交差点を通過できる場合、ドライバーに加速／減速を促し、二酸化炭素排出量を抑制するエコを目的とした運転支援を行う。なお、本機能は信号の残り時間を使用するため、定周期式信号機でのみ実施し、感應式信号機で残り時間を受け取れない場合は実施しない。



図 3-10 緩やかな減速操作でちょうど青信号に変わり通過できる場合の表示図

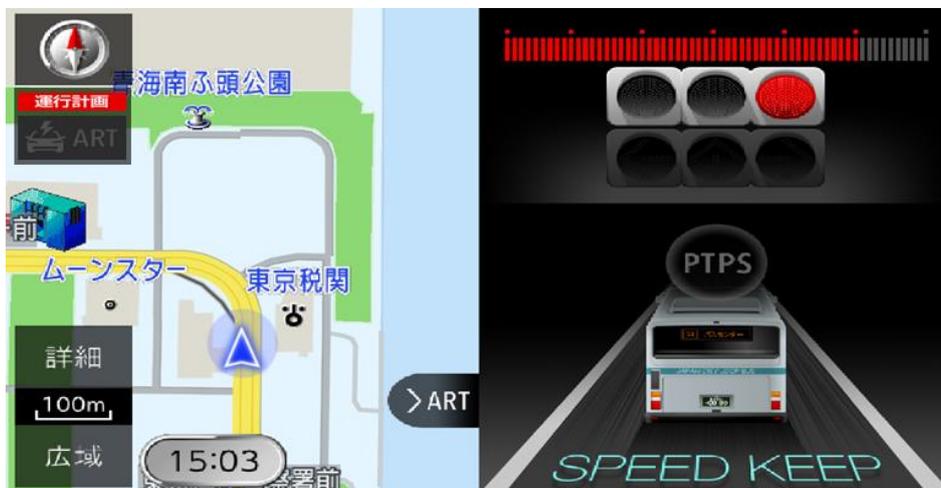


図 3-11 速度維持でちょうど青信号に変わり通過できる場合の表示図

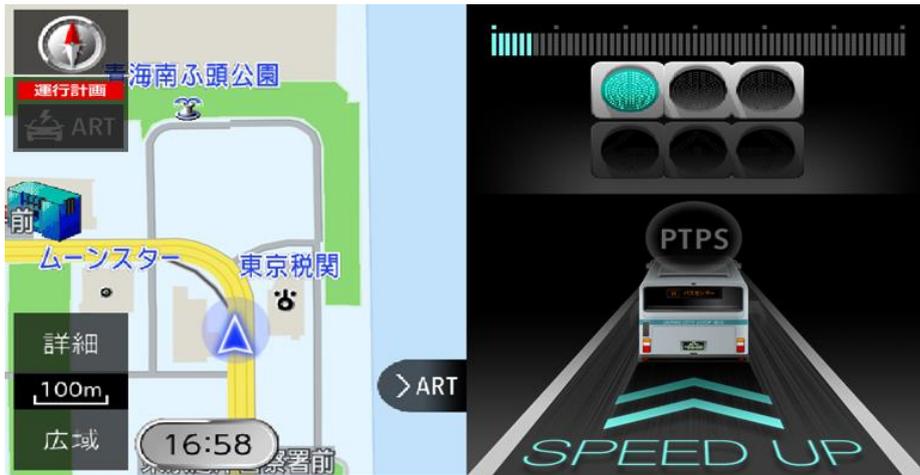


図 3-12 緩やかな加速で青信号の間に通過できる場合の表示図



図 3-13 速度維持で青信号の間に通過できる場合の表示図

7) PTPS 車載機の設定画面

PTPS 車載機は、ART 情報センターからバスの管理情報や運行情報を受信して車載機に設定できるが、ART 情報センターがない場合や、バスの管理情報や運行情報に急な変更が発生し、バスドライバが自ら設定変更しなければならないケースも考えられる。また、平成 29 年度事前検証、平成 30 年度実証実験において、実験計画に沿った設定変更や、実験計画の急な変更や問題解決のための設定変更など、フレキシブルな対応が求められることが予想される。

これらに対応するため、タッチパネル機能を利用して、PTPS 車載機のモニタ上で設定値の変更が可能ないように各種設定画面を設ける。

a. 「車両管理情報」設定画面

複数の PTPS 車載機が ART 情報センターと情報交換を行うため、車載機を個々に識別して専用の情報をアップリンク／ダウンリンクできるようにする必要がある。そのための識別情報として車両管理情報を PTPS 車載機に手入力で設定する。設定値はあらかじめ ART 情報センターが用意し、それぞれの車載機に割り振り、設定する。「車両管理情報」設定完了後、バス運行情報の一定周期のダウンリンクと、PTPS 車載機情報の一定周期のアップリンクを開始する。

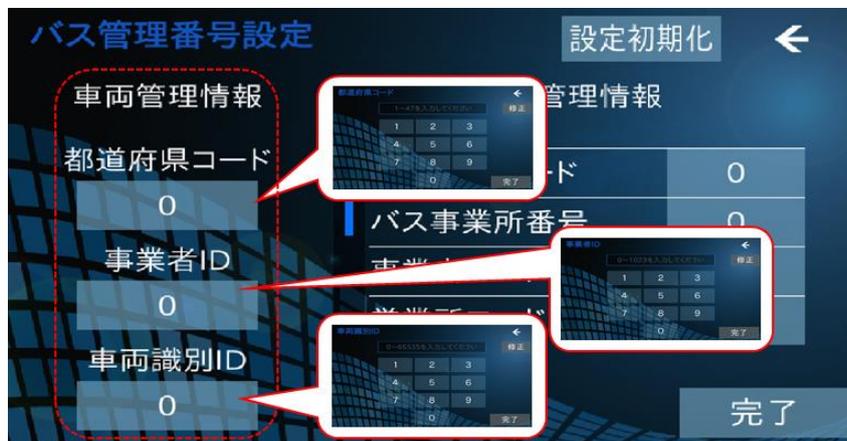


図 3-14 「車両管理情報」設定画面図

b. 「バス管理情報」設定画面

PTPS 車載機から路側機へ送信する PTPS 優先要求情報のうち、下表の設定項目に関して、「バス管理情報」設定画面で設定できるようにする。

表 3-16 バス管理情報設定項目一覧

設定項目一覧	
都道府県コード	普通／急行識別コード
バス事業所番号	系統番号
事業者コード	車両固定番号
営業所コード	特定車種情報
業種コード	—

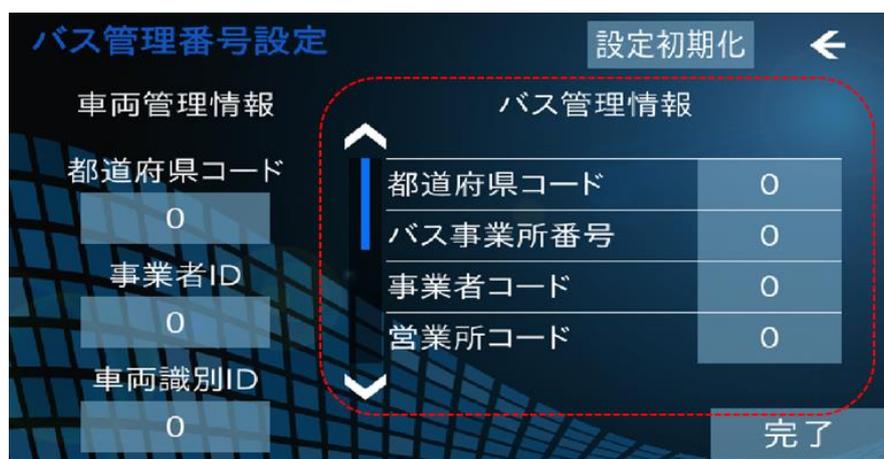


図 3-15 「バス管理情報」設定画面図

c. 「バス運行設定」設定画面

バスが運行開始する前に時刻表やバス停留所位置などの運行計画をバス管理情報として、PTPS 車載機が ART 情報センターから 1 回だけ、あるいは運行計画が変更になるたびにダウンリンクする必要がある。ダウンリンクするタイミングは運行開始する前の準備等で行われ、「バス運行設定」設定画面の「バス管理情報取得」ボタンを押下するとダウンリンクできる。また、ダウンリンク後の変更や、何らかの問題によりダウンリンクできないときのために、手入力でバス停留所情報を設定することもできる。



図 3-16 「バス運行設定」設定画面図

d. 「PTPS 優先要求設定」設定画面

PTPS 車載機が PTPS 優先要求を判定するために用いるバス運行情報は、ART 情報センターから一定周期でダウンリンクする。しかし、何らかの問題によりダウンリンクできないときや、手入力した設定値で実験を行いたいときなどに、「PTPS 優先要求設定」設定画面で各設定値を設定する。手入力した設定値で実験を行いたいときは、一定周期のダウンリンクを停止しないと上書きされてしまうため、「運行情報受信」項目で「受信停止」（ダウンリンク停止）に設定変更する。ダウンリンクを再開する場合は、「受信中」（一定周期でダウンリンク中）に設定変更する。

また、「出発時刻」と「到着時刻」のどちらと比較してバス停留所通過時のバス遅延時間を求めるかは、「時刻設定」項目で「出発時刻」か「到着時刻」のどちらかを選択して決める。

「優先要求閾値」項目は分解能 1 秒で表示するが、ART 情報センターからダウンリンクして取得する DE_優先要求閾値は分解能 10 秒のため、設定は 10 秒単位で行う。



図 3-17 「バス運行設定」設定画面図

e. 「自転車位置情報選択」設定画面

自転車位置情報の精度が PTPS 制御に及ぼす影響を検証するために、自転車位置情報の構成を「GPS 生値」、「GPS+自律航法」、「GPS+マップマッチング」、「ナビ相当」、「高精度 GPS」の 5 種類に切り替える設定画面を用意する。

GPS 生値とは、GPS から受信した位置情報に一切の補正を加えず、素の情報をそのまま自転車位置情報として使用する。自律航法（デッドレコニング）とは車速や加速度、ヨーレートなどの車両情報で位置情報を補正する手法で、マップマッチングとは地図データで位置情報を補正する手法である。ナビ相当とは、GPS 生値に自律航法とマップマッチングの両方の補正を行った、カーナビゲーションシステムで用いられる位置情報相当を示す。高精度 GPS は、準天頂衛星による測位システムでセンチメートル級測位補強サービスにより誤差数 cm の高精度な位置情報である。しかし、正式サービスの開始が 2018 年 11 月 1 日のため、平成 29 年度段階では機能しない。



図 3-18 「自転車位置情報選択」設定画面図

3.2 シミュレーションによる効果見積もり

3.2.1 シミュレーションの概要

(1) シミュレーションの目的

昨年度に検討した高度化 PTPS の機能要件の結果等に基づき、その導入効果を見積もるにあたり、そのためのシミュレーション評価を行う。

(2) シミュレーションモデル

シミュレーション検証では、PTV 社のマイクロ交通シミュレータである VISSIM を用いた。VISSIM は、車両の追従モデルに基づき交通状況を再現するマルチエージェント型のマイクロ交通シミュレータであり、交差点の信号制御や交通規制といった交通対策評価等に世界数十ヶ国で利用されている。

(3) 評価項目

シミュレーションで出力された結果を、以下の観点で評価した。

- ART車両の平均旅行時間（対象区間全域）
- ART車両の平均遅延時間（各停留所）
- ART車両の時間信頼性指標
- ART車両の信号交差点付近での停止回数・停止時間
- 一般車両の捌け台数

(4) 対象ネットワーク

評価対象箇所は、台場の東京湾岸警察署前および東京都の環状二号線の一部区間（市場前－国際展示場間）とする。シミュレーション対象区間およびシミュレーションで構築したネットワークを図 3-19 に示す。

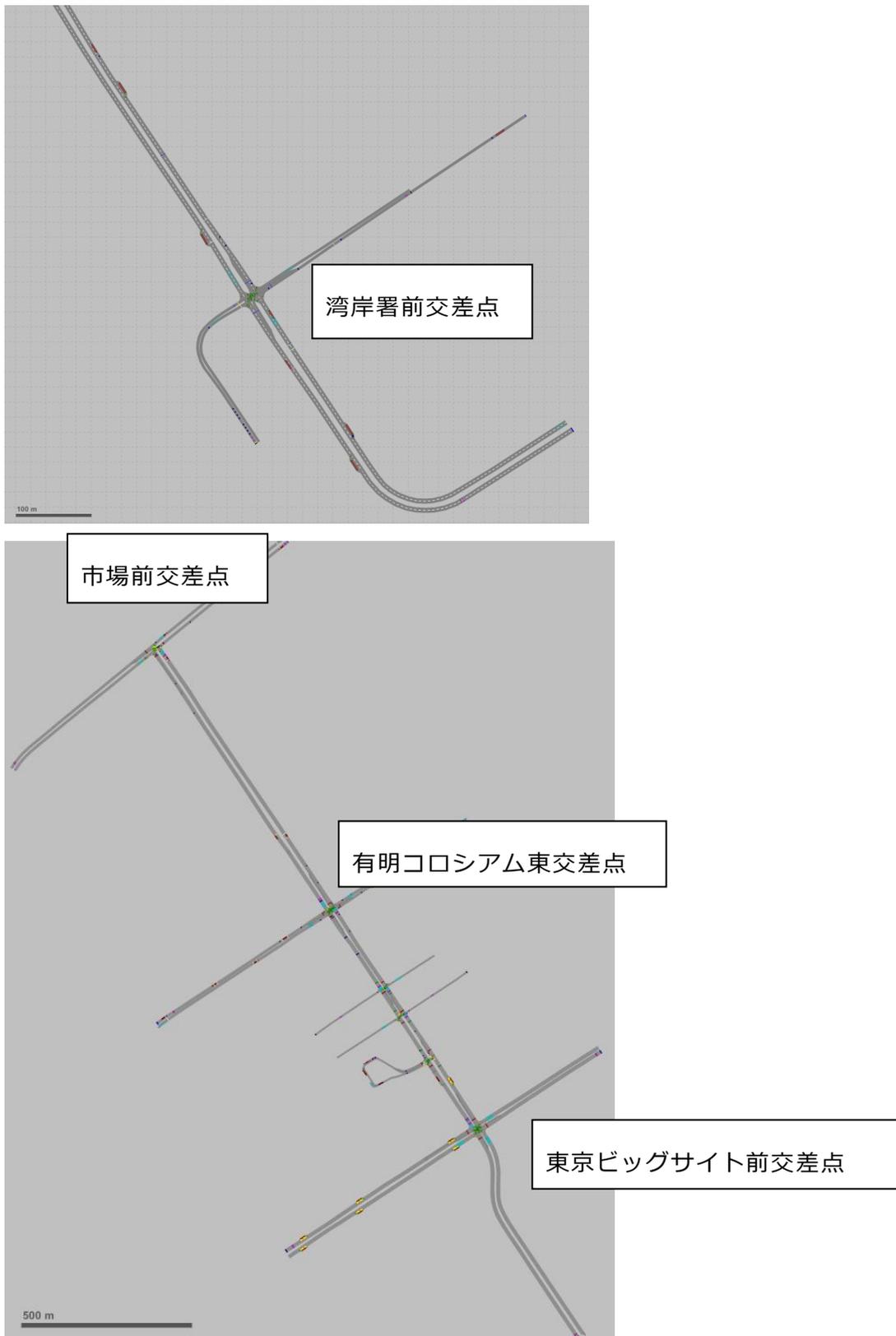


図 3-19 シミュレーション対象区間

3.2.2 シミュレーションの実施（湾岸警察署前）

(1) 現況再現性の確認

交通量調査を実施した上で、シミュレーションのネットワーク上で交通量調査に基づいた一般交通を設定し、現況再現性を確認した。図 3-20、図 3-21 に現況再現の結果を示す。

（湾岸警察署前）交差点方向別交通量（図 3-20）については、以下に示す通り比例係数が 1.003、相関係数 0.983 となっており十分な再現性を確保できている。

また、（湾岸警察署前）交差点流入部別の滞留長（図 3-21）について、以下に示す通り比例係数が 0.707、相関係数 0.909 となっており、概ね再現性は確保できている。

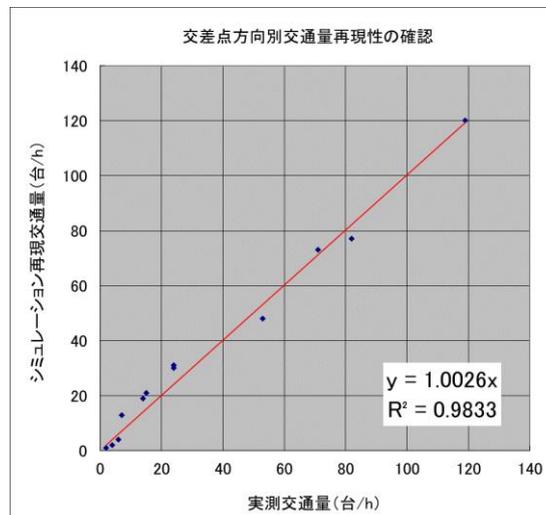


図 3-20 交差点方向別交通量

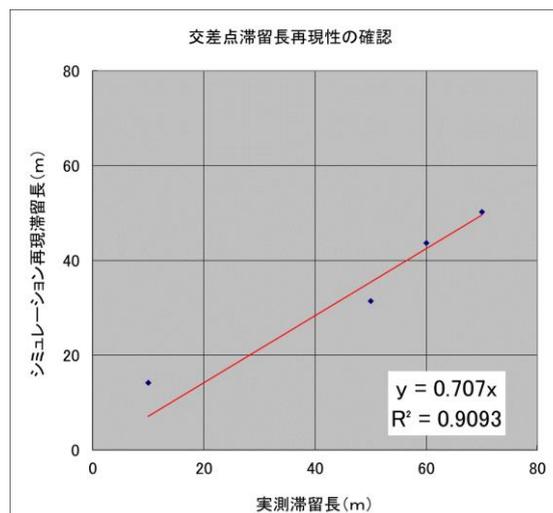


図 3-21 流入部別の滞留長

(2) シミュレーションの設定

1) ケース設定

シミュレーションで実施するケースは以下の通り設定した。なお、東京湾岸警察署前の実験では、シミュレーションで設定する高度化 PTPS が想定通り動作するかどうかに主眼を置いて設定した。

表 3-17 実施ケースと想定される優先要求・優先状況

設定内容			想定結果		
ケース	内容	優先指標		優先要求	優先
		A 方向	B 方向	優先	優先
1	一方向の ART のみ対象	-	-	A 方向	-
2	二方向からの ART を対象 (優先権調停なし)	-	-	A,B 方向	-
3	位置精度が低下した場合 (一方向)	-	-	A	-
4	ART 車両検知位置を変更した場合 (一方向)	-	-	A	-
5	二方向からの ART を対象 (優先権調停あり、優先指標は遅延時間、固定 閾値 5 分)	10 分	7 分	A、B 方向 (先着)	B 方向 (先着)
6	二方向からの ART を対象 (優先権調停あり、優先指標は遅延時間、固定 閾値 8 分)	10 分	7 分	A 方向	A 方向
7	二方向からの ART を対象 (優先権調停あり、優先指標は混雑度、動的閾 値)	60 人	25 人	A 方向	A 方向
8	二方向からの ART を対象 (優先権調停あり、優先指標は混雑度×遅延時 間、動的閾値)	10 分 60 人	7 分 25 人	A 方向	A 方向
9	二方向からの ART を対象 (優先権調停あり、特定方向の ART のみ優先)	特定	-	A 方向	A 方向

2) バス停・検知位置の設定

バスは、既存のバス運行と、実験用のバス運行と 2 種類想定した。なお、既存のバス運行のバス停は、当該道路上の実際のバス停留所の位置に設定した。また、PTPS 実験車両用のバス停 (A 方向、B 方向) は以下に示すとおり設置した。

ただし、本シミュレーションはシミュレーションで設定する高度化 PTPS が想定通り動作するかという検証であり、3.3 から 3.5 で実施した事前検証の結果と比較するため、PTPS の挙動については PTPS 実験車両のみで確認した。

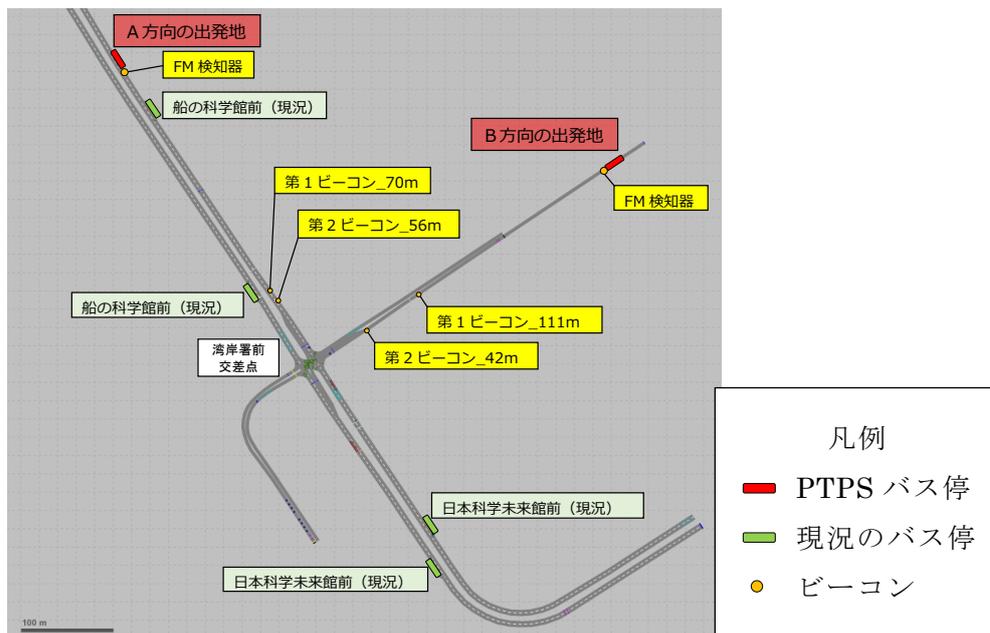


図 3-22 バス停・検知位置の設定

3) バスの出発時刻の設定

既存の路線バスは、現況のバス交通に対する影響を確認するため、現況の時刻表に合わせて以下に示すとおり設定した。

表 3-18 路線バスの時刻設定

船の科学館駅前→東京テレポート駅前行き			テレコムセンター駅前→門前仲町行き			船の科学館駅前→中央防波堤行き		
発車時刻	sim時間(秒)	系統	発車時刻	sim時間(秒)	系統	発車時刻	sim時間(秒)	系統
8:50	0	海01	8:52	120	海01	8:55	300	波01
8:54	240		8:59	540		9:10	1,200	
8:59	540		9:06	960		9:25	2,100	
9:05	900		9:13	1,380		9:40	3,000	
9:11	1,260		9:20	1,800		9:55	3,900	
9:17	1,620		9:27	2,220				
9:23	1,980		9:34	2,640				
9:29	2,340		9:41	3,060				
9:35	2,700		9:48	3,480				
9:41	3,060		9:56	3,960				
9:47	3,420							
9:53	3,780							

テレコムセンター駅前→東京テレポート駅前行き			テレコムセンター駅前→品川駅港南口行き		
発車時刻	sim時間(秒)	系統	発車時刻	sim時間(秒)	系統
9:02	720	波01	9:58	4,080	波01出入
9:14	1,440				
9:29	2,340				
9:44	3,240				
9:59	4,140				

加えて、実験車両として、A・B 各方向からも下表の通り出発時刻を設定した。

表 3-19 実験車両の時刻設定

路線	設定方針
A 方向	優先された場合の青延長が確認できるように、直進方向の青時間終了 5 秒前に停止線に到着するように発車
B 方向	優先された場合に赤短縮が確認できるように、A 方向出発後かつ第 2 ビーコンを通過する前に出発 優先調停の無い先着順の場合は、A 方向より前に第 1 ビーコンを通過できるように出発

(3) 結果の概要

シミュレーション結果の概要を表 3-20 に示す。

表 3-20 結果の概要

ケース	結果の概要
cs1	一方向に PTPS を設置した状態を検証したところ、設置した側が優先されるように青延長又は赤短縮が実施されることを確認した。
cs2	優先権調停が無い状態を検証したところ、先着した方向の青延長が実現されることを確認した。
cs3	検知器の位置制度が低下した場合の影響を確認するため、検知器の位置を 10m だけ手前にずらしたが、今回の検証条件では影響は確認できなかった。
cs4	検知位置を変更した場合の影響を確認するため、検知位置を交差点手前 70m から手前 200m に変更したが、今回の検証条件では変化は見られなかった。
cs5	遅延時間が固定閾値 5 分を超えるバスを優先する制度を検証したところ、両方向で遅延時間が閾値 5 分を越えていたため、先着方向が優先される結果となることを確認した。
cs6	遅延時間が固定閾値 8 分を超えるバスを優先する制御を検証したところ、固定閾値 8 分を下回る遅延時間である B 方向は優先されず、後に到着した固定閾値 8 分を上回る遅延時間である A 方向が優先される結果となることを確認した。
cs7	混雑度が上位 50%以上のバスを優先する制御を検証したところ、混雑度が上位 50%以下である B 方向は優先されず、乗客数が多く混雑度が上位 50%以上である A 方向が優先される結果となることを確認した。
cs8	混雑度×遅延時間が上位 70%以上のバスを優先する制御を検証したところ、同指標を下回る B 方向は優先されず、同指標を上回る A 方向が優先される結果となることを確認した。
cs9	特定方向の路線が優先される制御を検証したところ、特定方向指定をした A 方向のバスが優先される結果を確認した。

(4) 結果の詳細

シミュレーションの結果を、各評価指標に沿って示す。各集計は、既存の路線バスと実験車両の両者を含めた結果である。

1) バス 1 台あたりの平均旅行時間

二方向の検証ケース（cs2 及び cs5 以降）では、A 方向と B 方向の ART バスが同時に到着するようにして検証を行っているため、優先権調停が反映された結果、B 方向の旅行時間が増加し全方向の平均旅行時間も長くなっている。

cs1-3、cs2-2、cs5 では、B 方向の赤短縮が掛かるタイミングで B 方向の実験車両が出発していることから、A 方向（南東行き）及び北西行きは青時間が短縮されることで通過に時間が掛かるようになっている。

表 3-21 平均旅行時間

ケース	概要	バス 1 台当り平均旅行時間(秒/台)				
		直進： 南東行 A 方向	直進： 北西行	交差： 南西行 B 方向	交差： 北東行	全方向
cs0	PTPS なし	28.5	13.0	41.5	—	27.7
cs1-1	一方向(A 方向青延長)	26.1	13.0	45.5	—	28.2
cs1-2	一方向(B 方向青延長)	26.4	13.0	22.3	—	20.6
cs1-3	一方向(B 方向赤短縮)	27.8	18.9	33.3	—	26.6
cs2-1	優先無し(A 方向先着)	26.2	13.0	45.5	—	28.2
cs2-2	優先無し(B 方向先着)	29.6	18.9	32.9	—	27.1
cs3	位置精度低下(10m 手前):A 方向	26.1	13.0	45.5	—	28.2
cs4	検知位置変更(70→200m):A 方向	26.1	13.0	45.5	—	28.2
cs5	遅延時間(固定閾値 5 分):B 先着	29.6	18.9	32.9	—	27.1
cs6	遅延時間(固定閾値 8 分)	26.1	13.0	45.5	—	28.2
cs7	混雑度(上位 50%)	26.1	13.0	45.5	—	28.2
cs8	混雑度×遅延時間(上位 70%)	26.1	13.0	45.5	—	28.2
cs9	特定方向(A 方向)	26.1	13.0	45.5	—	28.2

2) バス 1 台あたりの平均遅れ時間

二方向の検証ケース（cs2 及び cs5 以降）では、A 方向と B 方向の ART バスが同時に到着するようにして検証を行っているため、優先権調停が反映された結果、B 方向の遅れ時間が増加している。

表 3-22 平均遅れ時間

ケース	概要	バス 1 台当り平均遅れ時間(秒/台)				
		直進: 南東行 A 方向	直進: 北西行	交差: 南西行 B 方向	交差: 北東行	全方向
cs0	PTPS なし	14.1	0.6	20.5	—	8.8
cs1-1	一方向(A 方向青延長)	11.5	0.6	24.1	—	12.1
cs1-2	一方向(B 方向青延長)	12.0	0.6	0.9	—	4.5
cs1-3	一方向(B 方向赤短縮)	13.3	6.4	11.9	—	10.5
cs2-1	優先無し(A 方向先着)	11.6	0.6	0.9	—	4.3
cs2-2	優先無し(B 方向先着)	14.9	6.4	11.5	—	10.9
cs3	位置精度低下(10m 手前):A 方向	11.5	0.6	24.1	—	12.1
cs4	検知位置変更(70→200m):A 方向	11.4	0.6	24.1	—	12.1
cs5	遅延時間(固定閾値 5 分):B 先着	14.9	6.4	11.5	—	10.9
cs6	遅延時間(固定閾値 8 分)	11.5	0.6	24.1	—	12.1
cs7	混雑度(上位 50%)	11.5	0.6	24.1	—	12.1
cs8	混雑度×遅延時間(上位 70%)	11.5	0.6	24.1	—	12.1
cs9	特定方向(A 方向)	11.5	0.6	24.1	—	12.1

3) 信号交差点でのバス 1 台当りの平均停止回数

二方向の検証ケース（cs2 及び cs5 以降）では、A 方向と B 方向の ART バスが同時に到着するようにして検証を行っているため、優先権調停が反映された結果、B 方向で信号停止が発生している。

表 3-23 平均停止回数

ケース	概要	信号交差点付近での バス 1 台当り平均停止回数(回)				
		直進: 南東行 A 方向	直進: 北西行	交差: 南西行 B 方向	交差: 北東行	全方向
cs0	PTPS なし	1.0	1.0	1.0	—	1.0
cs1-1	一方向(A 方向青延長)	0.0	1.0	1.0	—	0.7
cs1-2	一方向(B 方向青延長)	1.3	1.0	0.0	—	0.8
cs1-3	一方向(B 方向赤短縮)	1.0	1.0	1.0	—	1.0
cs2-1	優先無し(A 方向先着)	0.0	1.0	1.0	—	0.7
cs2-2	優先無し(B 方向先着)	1.0	1.0	0.0	—	0.7
cs3	位置精度低下(10m 手前):A 方向	0.0	1.0	1.0	—	0.7
cs4	検知位置変更(70→200m):A 方向	0.0	1.0	1.0	—	0.7
cs5	遅延時間(固定閾値 5 分):B 先着	1.3	1.0	0.0	—	0.8
cs6	遅延時間(固定閾値 8 分)	0.0	1.0	1.0	—	0.7
cs7	混雑度(上位 50%)	0.0	1.0	1.0	—	0.7
cs8	混雑度×遅延時間(上位 70%)	0.0	1.0	1.0	—	0.7
cs9	特定方向(A 方向)	0.0	1.0	1.0	—	0.7

4) 信号交差点でのバス 1 台あたりの平均停止時間

二方向の検証ケース（cs2 及び cs5 以降）では、A 方向と B 方向の ART バスが同時に到着するようにして検証を行っているため、優先権調停が反映された結果、B 方向で信号停止時間が発生している。

表 3-24 平均停止時間

ケース	概要	信号交差点付近での バス 1 台当り平均停止時間(秒/台)				
		直進： 南東行 A 方向	直進： 北西行	交差： 南西行 B 方向	交差： 北東行	全方向
cs0	PTPS なし	5.0	21.5	8.0	—	11.5
cs1-1	一方向(A 方向青延長)	0.0	21.5	12.5	—	11.3
cs1-2	一方向(B 方向青延長)	10.0	21.5	0.0	—	10.5
cs1-3	一方向(B 方向赤短縮)	5.0	21.5	2.5	—	13.0
cs2-1	優先無し(A 方向先着)	0.0	21.5	12.5	—	11.3
cs2-2	優先無し(B 方向先着)	10.0	21.5	0.0	—	10.5
cs3	位置精度低下(10m 手前):A 方向	0.0	21.5	12.5	—	11.3
cs4	検知位置変更(70→200m):A 方向	0.0	21.5	12.5	—	11.3
cs5	遅延時間(固定閾値 5 分):B 先着	10.0	21.5	0.0	—	10.5
cs6	遅延時間(固定閾値 8 分)	0.0	21.5	12.5	—	11.3
cs7	混雑度(上位 50%)	0.0	21.5	12.5	—	11.3
cs8	混雑度×遅延時間(上位 70%)	0.0	21.5	12.5	—	11.3
cs9	特定方向(A 方向)	0.0	21.5	12.5	—	11.3

5) 一般交通の捌け交通量

どのケースも一般交通を含めた捌け交通量にほぼ変化はない。

表 3-25 捌け交通量

ケース	概要	捌け交通量(台/10分)				
		湾岸署前交差点				
		直進: 南東行 A方向	直進: 北西行	交差: 南西行 B方向	交差: 北東行	全方向
cs0	PTPSなし	45	16	4	18	83
cs1-1	一方向(A方向青延長)	45	16	4	18	83
cs1-2	一方向(B方向青延長)	45	16	5	18	84
cs1-3	一方向(B方向赤短縮)	45	16	5	18	84
cs2-1	優先無し(A方向先着)	45	16	5	18	84
cs2-2	優先無し(B方向先着)	45	16	5	18	84
cs3	位置精度低下(10m手前):A方向	45	16	4	18	83
cs4	検知位置変更(70→200m):A方向	45	16	4	18	83
cs5	遅延時間(固定閾値5分):B先着	45	16	5	18	84
cs6	遅延時間(固定閾値8分)	45	16	5	18	84
cs7	混雑度(上位50%)	45	16	5	18	84
cs8	混雑度×遅延時間(上位70%)	45	16	5	18	84
cs9	特定方向(A方向)	45	16	5	18	84

3.2.3 シミュレーションの実施（市場前～国際展示場）

(1) 現況再現性の確認

交通量調査を実施した上で、シミュレーションのネットワーク上で交通量調査に基づいた一般交通を設定し、現況再現性を確認した。

交差点方向別交通量については、図 3-23、図 3-24 に示す通り比例係数が 1.020、相関係数 0.987 となっており十分な再現性を確保できている。

また、流入部別の滞留長について、以下に示す通り比例係数が 1.035、相関係数 0.678 となっており再現性向上の余地はあるもの、概ねの精度は確保できている。

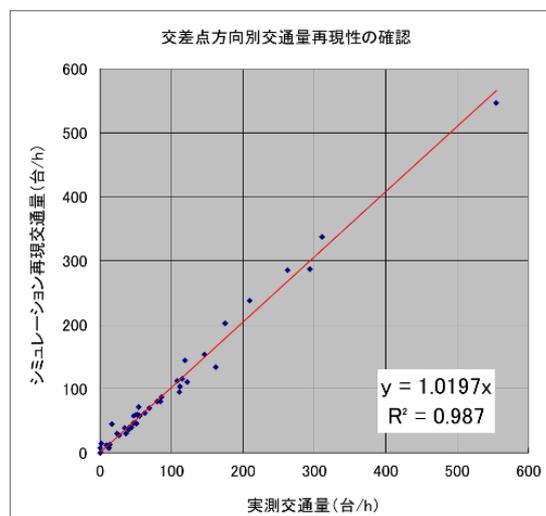


図 3-23 交差点方向別交通量

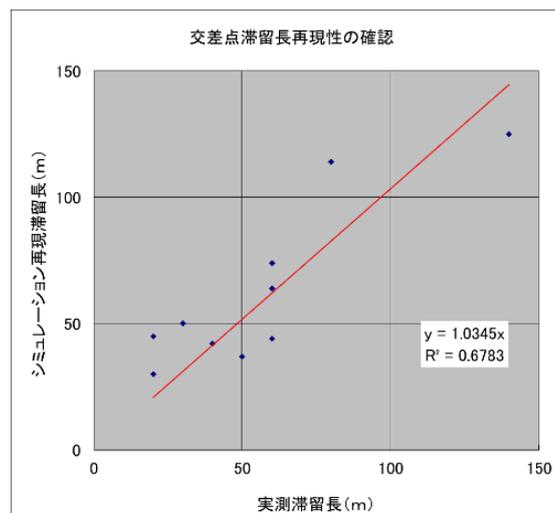


図 3-24 流入部別の滞留長

(2) シミュレーションの設定

1) ケース設定

シミュレーションで実施するケースは以下の通り設定した。

表 3-26 実施ケース

ケース	内容
cs1	一方向のARTのみ対象
cs2	二方向からのARTを対象（優先権調停なし）
cs3	四方向からのARTを対象（優先権調停なし）
cs4	ART車両検知位置を変更した場合（一方向）
cs5	2方向からのARTを対象（優先権調停あり、優先指標は遅延時間、固定閾値1）
cs6	2方向からのARTを対象（優先権調停あり、特定方向のARTのみ優先）
cs7	2方向からのARTを対象（優先権調停あり、優先指標は遅延時間、動的閾値）
cs8	2方向からのARTを対象（優先権調停あり、優先指標は混雑度、動的閾値）
cs9	2方向からのARTを対象（優先権調停あり、優先指標は混雑度×遅延時間、動的閾値）

2) バス停・検知器の配置

バス停は、現況のバス停留所に加え、PTPS 実験車両用として各方向のバス停を以下に示すとおり設置した。

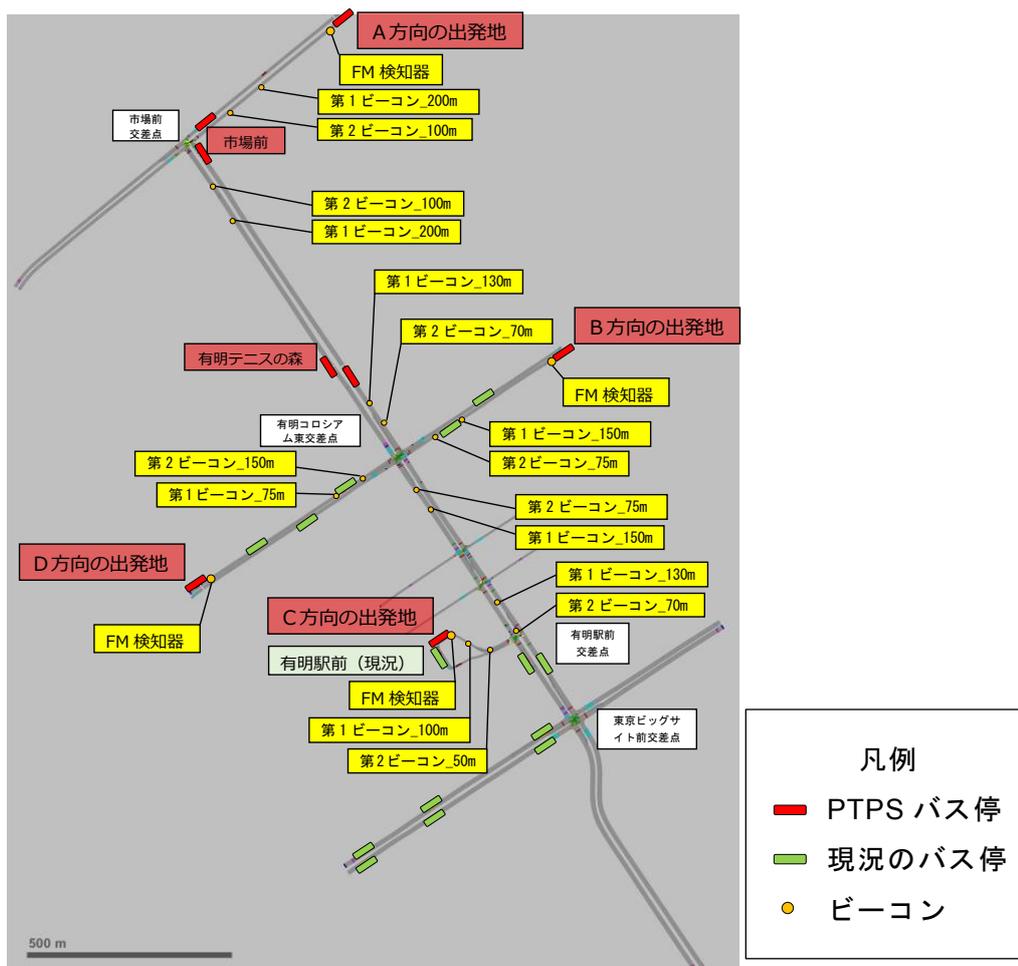


図 3-25 バス停・検知位置の設定

3) バスの出発時刻の設定

実験車両（ART バス）の出発時刻について、A 方向・C 方向については 6 分に 1 台と設定した。

また、B 方向・D 方向については、既存の路線バスの一部を PTPS 車両として以下に示すとおり設定した。

表 3-27 B 方向・D 方向の路線バスの出発時刻

有明二丁目→東京レポート駅前行			有明一丁目→門前仲町行			
発車時刻	sim時間(秒)	系統	発車時刻	sim時間(秒)	系統	
16:55	300	海01	16:53	180	海01	
17:03	780		16:59	540		
17:10	1,200		17:05	900		
17:17	1,620		17:11	1,260		
17:24	2,040		17:17	1,620		
17:31	2,460		17:23	1,980		
17:38	2,880		17:29	2,340		
17:45	3,300		17:36	2,760		
17:52	3,720		17:42	3,120		
17:58	4,080		17:49	3,540		
				17:56		3,960

【海 01】
門前仲町～
東京レポート間
※ルートは下図の通り

そのほか、既存の路線バスは、PTPS 以外の路線への影響を確認するため、現況の時刻表に合せて以下に示す通り設定した。

表 3-28 既存の路線バスの出発時刻

発車時刻	sim時間(秒)	系統	発車時刻	sim時間(秒)	系統
16:50	0	門19	16:57	420	門19
17:23	1,980		17:20	1,800	
17:55	3,900				
発車時刻	sim時間(秒)	系統	発車時刻	sim時間(秒)	系統
16:58	480	都 05-2	17:09	1,140	都 05-2
17:10	1,200		17:22	1,920	
17:24	2,040		17:37	2,820	
17:36	2,760		17:50	3,600	
17:50	3,600				
発車時刻	sim時間(秒)	系統	発車時刻	sim時間(秒)	系統
16:52	120	東16	16:53	180	東16
16:59	540		16:59	540	
17:09	1,140		17:05	900	
17:25	2,100		17:12	1,320	
17:32	2,520		17:18	1,680	
17:46	3,360		17:31	2,460	
17:54	3,840		17:36	2,760	
			17:41	3,060	
		17:54	3,840		



4) 路線別の乗客数

乗客数は路線別に以下の通り設定した。

表 3-29 路線別乗客数

路線	乗客数	便数	備考
A 方向 PTPS	平均 80 人	10 本	計画頻度に基づく本数
B 方向 PTPS	20 人	9 本	現況本数
C 方向 PTPS	60 人	10 本	計画頻度に基づく本数
D 方向 PTPS	20 人	9 本	現況本数
その他	—	30 本	現況本数（集計対象外）

(3) 結果の概要

検証区間は、現状で交通混雑がほとんど発生しない路線であることから、所要時間に大きな変化は見られなかった。

シミュレーション結果の概要を以下に示す。

表 3-30 結果の概要

ケース	結果の概要
cs1	一方向にPTPSを設置した状態を検証したところ、設置した市場前→国際展示場の所要時間が短縮されることを確認した。
cs2	優先権調停が無い状態を検証したところ、先着した方向の青延長が実現され、結果として早くなる方向もあれば遅くなる方向もあることを確認した。
cs3	4方向に優先調停の無いPTPSを導入した状態を検証したところ、各方向の先着バスに優先制御が適用されるが、結果として全方向でみた所要時間にほとんど変化が無いことを確認した。
cs4	検知位置を変更した場合の影響を確認するため、検知位置を交差点手前130mから手前200mに変更したが、今回の検証条件ではほとんど変化が見られなかった。
cs5	遅延時間が固定閾値5分を超えるバスを優先する制御を検証したところ、両方向で5分を超えるバスが優先されることを確認した。
cs6	特定方向の路線が優先される制御を検証したところ、市場前→国際展示場のバスが優先される結果を確認した。
cs7	遅延時間が上位70%以上のバスを優先する制御を検証したところ、遅延の多い方向が優先される結果を確認した。
cs8	混雑度が上位70%以上のバスを優先する制御を検証したところ、乗客数の多い方向が優先される結果を確認した。
cs9	混雑度×混雑度が上位70%以上のバスを優先する制御を検証したところ、遅延が多かつ乗客数の多い方向が優先される結果を確認した。

(4) 結果の詳細

1) バス 1 台あたりの平均旅行時間

一方向のみ走行 (cs1、cs4) もしくは特定方向優先 (cs6) では、有明コロシム東交差点の A 方向で旅行時間が短くなっている。

二方向以上の検証ケース (cs2、cs3 及び cs5 以降) では、各方向とも現況のバス時刻表や計画上のバス発生頻度をそのまま用いた検証を行っているため、結果にばらつきが生じている。PTPS の動作するタイミング等を踏まえてシミュレーションの設定を変更する等により、効果をより明確に比較できるよう更なる調整が必要である。

表 3-31 平均旅行時間

ケース	概要	バス 1 台あたり平均旅行時間 (秒/台)								全方向
		有明コロシム東				市場前		有明駅前		
		直進: 南東行 A	直進: 北西行 C	交差: 南西行 B	交差: 北東行 D	直進: 南西行 A	交差: 北西行 C	直進: 南東行 A	交差: 北東行 C	
cs0	PTPS なし	41.0	45.8	52.1	49.5	53.2	49.8	21.5	46.0	44.9
cs1	一方向 (市場前→国際展示場)	40.5	45.5	52.1	49.5	53.2	49.8	21.5	46.0	44.8
cs2	優先無し(二方向)	45.3	47.4	52.6	47.8	53.2	48.5	21.5	46.0	45.3
cs3	優先無し(四方向)	40.2	45.8	54.4	52.0	53.2	47.4	18.6	46.0	44.7
cs4	検知位置変更	40.5	45.5	52.1	49.5	53.2	49.8	21.5	46.0	44.8
cs5	遅延時間(固定閾値)	45.3	47.4	52.6	47.8	53.2	48.5	21.5	46.0	45.3
cs6	特定方向 (市場前→国際展示場)	40.5	45.5	52.1	49.5	53.2	49.8	21.5	46.0	44.8
cs7	遅延時間(上位 70%)	45.3	47.4	52.6	47.8	53.2	48.5	21.5	46.0	45.3
cs8	混雑度(上位 70%)	45.3	47.4	52.6	47.8	53.2	48.5	21.5	46.0	45.3
cs9	遅延時間×混雑度(上位 70%)	45.3	47.4	52.6	47.8	53.2	48.5	21.5	46.0	45.3

※計測区間は、信号制御による変化を確認し易いように、各方向とも停止線手前 200m から停止線を通過するまでの区間

※有明駅前の A 方向旅行時間が短いのは、信号の連動性により、手前の有明中央橋交差点を通過した車両が有明駅前で右折できる機会が多いため

2) バス 1 台あたりの平均遅れ時間

二方向以上の検証ケース (cs2、cs3 及び cs5 以降) では、各方向とも現況のバス時刻表や計画上のバス発生頻度をそのまま用いた検証を行っているため、結果にばらつきが生じている。PTPS の動作するタイミング等を踏まえてシミュレーションの設定を変更する等により、効果をより明確に比較できるよう更なる調整が必要である。

表 3-32 平均遅れ時間

ケース	概要	バス 1 台あたり平均旅行時間 (秒/台)								全方向
		有明コロシアム東				市場前		有明駅前		
		直進: 南東行 A	直進: 北西行 C	交差: 南西行 B	交差: 北東行 D	直進: 南西行 A	交差: 北西行 C	直進: 南東行 A	交差: 北東行 C	
cs0	PTPS なし	24.2	28.8	34.0	31.6	39.1	32.9	3.9	31.9	28.3
cs1	一方向 (市場前→国際展示場)	23.7	28.4	34.0	31.6	39.1	32.9	3.9	31.9	28.2
cs2	優先無し(二方向)	28.6	30.3	34.4	30.0	39.1	31.5	3.9	31.9	28.7
cs3	優先無し(四方向)	23.5	28.7	36.2	34.3	39.1	30.4	1.1	31.9	28.1
cs4	検知位置変更	23.7	28.4	34.0	31.6	39.1	32.9	3.9	31.9	28.2
cs5	遅延時間(固定閾値)	28.6	30.3	34.4	30.0	39.1	31.5	3.9	31.9	28.7
cs6	特定方向(市場前→国際展示場)	23.7	28.4	34.0	31.6	39.1	32.9	3.9	31.9	28.2
cs7	遅延時間(上位 70%)	28.6	30.3	34.4	30.0	39.1	31.5	3.9	31.9	28.7
cs8	混雑度(上位 70%)	28.6	30.3	34.4	30.0	39.1	31.5	3.9	31.9	28.7
cs9	遅延時間×混雑度 (上位 70%)	28.6	30.3	34.4	30.0	39.1	31.5	3.9	31.9	28.7

3) 一般交通の捌け交通量

どのケースも一般交通を含めた捌け交通量にほとんど変化はない。

表 3-33 捌け交通量

ケース	概要	捌け交通量 (台/時)									
		有明コロシアム東交差点					有明駅前交差点				
		直進: 南東行 A	直進: 北西行 C	交差: 南西行 B	交差: 北東行 D	全方向	直進: 南東行 A	直進: 北西行 C	交差: 南西行 B	交差: 北東行 C	全方向
cs0	PTPS なし	224	258	234	444	1160	160	276	—	172	608
cs1	一方向(市場前→国際展示場)	224	258	234	445	1161	160	276	—	172	608
cs2	優先無し(二方向)	223	257	235	445	1160	159	276	—	172	607
cs3	優先無し(四方向)	223	257	235	444	1159	159	276	—	172	607
cs4	検知位置変更	224	258	234	445	1161	160	276	—	172	608
cs5	遅延時間(固定閾値)	223	257	235	445	1160	159	276	—	172	607
cs6	特定方向(市場前→国際展示場)	224	258	234	445	1161	160	276	—	172	608
cs7	遅延時間(上位 70%)	221	257	235	446	1159	158	276	—	172	606
cs8	混雑度(上位 70%)	221	257	235	446	1159	158	276	—	172	606
cs9	遅延時間×混雑度 (上位 70%)	221	257	235	446	1159	158	276	—	172	606

4) 時間信頼性指標

時間信頼性指標として、乗客一人あたりの所要時間累積頻度を示す。この指標では、ある所要時間で輸送できた人数の累積を示したものであり、表中に黄色で示したのは、乗客一人あたりの最も大きい所要時間を示している。

この結果から、高度化 PTPS により、所要時間が大きく掛かった乗客の数が低下している。

表 3-34 乗客一人あたりの所要時間累積頻度表

乗客一人あたりの所要時間累積頻度										
所要時間	cs0	cs1	cs2	cs3	cs4	cs5	cs6	cs7	cs8	cs9
0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0
1.0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0
1.5	180	120	120	60	120	120	120	120	120	120
2.0	280	260	320	160	260	320	260	300	300	300
2.5	400	360	380	280	360	380	360	340	340	340
3.0	400	464	380	340	464	444	464	400	400	400
3.5	523	523	464	444	523	464	523	523	523	523
4.0	715	715	536	536	715	656	715	715	715	715
4.5	959	899	716	780	899	895	899	895	895	895
5.0	1,148	1,019	895	1,019	1,019	1,015	1,019	1,015	1,015	1,015
5.5	1,361	1,301	1,237	1,301	1,301	1,297	1,301	1,361	1,361	1,361
6.0	1,481	1,421	1,481	1,481	1,421	1,481	1,421	1,481	1,481	1,481
6.5	1,481	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,481	1,481	1,481
7.0	1,481	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,481	1,481	1,481
7.5	1,481	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527
8.0	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527
8.5	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527
9.0	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527
9.5	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527
10.0	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527	1,527

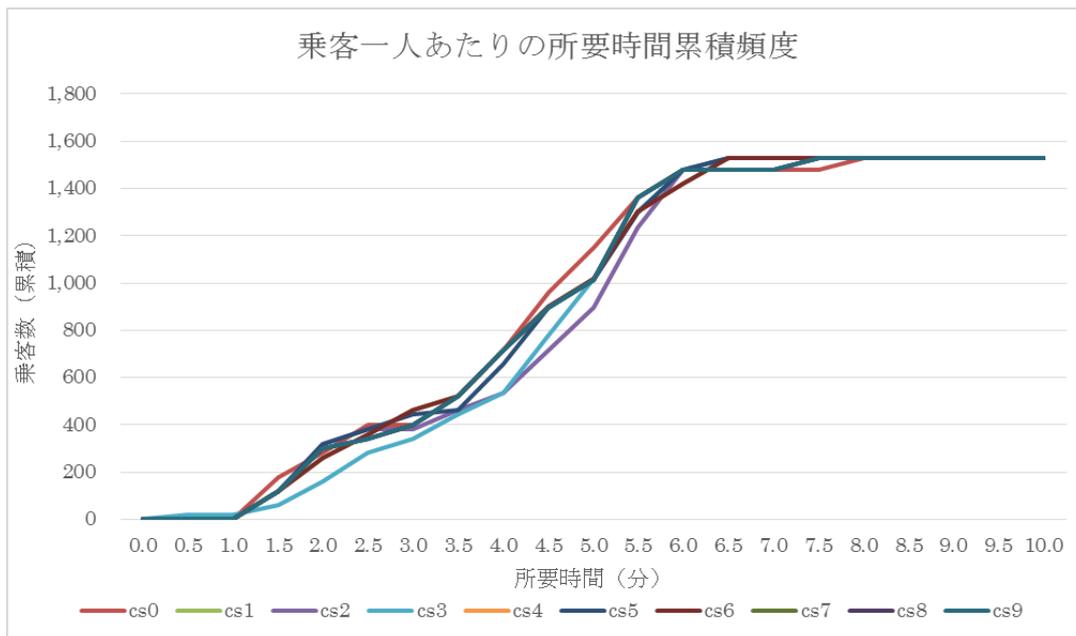


図 3-26 乗客一人あたりの所要時間累積頻度グラフ

3.3 事前検証の実施準備

3.3.1 事前検証の概要

(1) 目的

昨年度調査による、PTPS 車載機の機能要件・試設計等を踏まえ、実際に設計・開発した車載機を用いて、平成 28 年度に警視庁により整備された東京湾岸警察署前交差点の PTPS 路側機を利用し、機能検証のための実験を行う。具体的には、実環境の様々な条件下においても車載機が動作すること、GPS 精度等、実環境の諸要因がサービスに与える影響評価等を検証し、平成 30 年度に予定している実証実験・成果体験会やその後の他地域への展開に向けた課題の抽出や効果に関する知見を得ることを目的とする。

(2) 検証項目概要

1) 基本動作検証

基本動作検証では、湾岸署前の PTPS 路側機を利用し、開発した車載機が基本設計内容を実環境において実現できていることの検証を実施する。

- 車車間、路車間通信での情報伝達の正確性
- 通信エラーの発生有無等の安定性の確認と通信エラー時の処理状況
- GPSに基づく自車位置特定の精度とGPS精度の誤差が与える影響

2) 優先権調停機能検証

PTPS 車載機を搭載した複数の車両が同時に交差点に接近した場合を再現し、開発した車載機の優先権調停機能について、基本設計内容を実環境において実現できていることの検証を実施する。

- 複数の車両が同時に接近した場合の車車間、路車間通信での情報伝達の正確性
- ART情報センターと接続しない場合の、複数の車両が同時に接近した場合の車車間通信での情報伝達の正確性
- ART情報センターと接続した場合の、複数の車両が同時に接近した場合のART情報センターと車載機、ならびに車車間通信での情報伝達の正確性

3) 優先状況表示機能の検証

車両の優先状況をドライバに伝達する車載機側の HMI について、開発した車載機が基本設計内容を実環境において実現できていることの検証を実施する。

3.3.2 評価項目

(1) 基本動作検証

1) 車車間・路車間通信での情報伝達の正確性

路側機から車載機へのデータ送受信（路車間通信）と、車載機から路側機へのデータ送受信（車車間通信）、及び路側機・中央装置側でのデータ処理状況の確認を実施する。

2) 通信エラーの発生有無等の安定性の確認と通信エラー時の処理状況

路側機から車載機へのデータ送受信、又は車載機から路側機へのデータ送受信の際に、通信エラーが発生するかどうか、また通信エラーが発生した際の処理状況を確認する。

3) GPS に基づく自車位置特定の精度と GPS 精度の誤差が与える影響

車両の仮想ビーコンの通過や、バス停の通過判定には、車載機の車両位置情報が用いられる。そのため、車載機側で取得する車両位置情報の精度が悪い場合には、仮想ビーコンの通過判定や、バス停での遅れ時間算出にズレを生じさせるなど、高度化 PTPS のサービスにも大きく影響を与え得る。そのため、GPS に基づく自車位置特定の精度を確認する。

なお、車載機の自車位置特定に用いられる方法としては、GPS 単体による特定を含む下記の4パターンが考えられ、それぞれの精度を確認する。

- GPS+デッドレコニング+マップマッチング
- GPS+デッドレコニング
- GPS+マップマッチング
- GPSのみ

(2) 優先権調停機能検証

1) 複数の車両が同時に接近した場合の車車間・路車間通信での情報伝達の正確性

車載機を搭載した複数の車両が同時に交差点に接近した場合に、車車間、路車間通信の情報伝達が正確に行われるかについて、それぞれの車両で確認する。

2) ART 情報センターと接続しない場合の、複数の車両が同時に接近した場合の車車間通信での情報伝達の正確性

ART 情報センターとの接続が無い場合として、車載機に予め設定する優先要求判定閾値を超えている車両と、超えていない車両を用意し、それらの車両が同時に交差点に接近した時に、車載機で優先要求の有無判断が正しく行われ、車車間通信での情報伝達が成されるかについて確認する。

3) ART 情報センターと接続した場合の、複数の車両が同時に接近した場合の ART 情報センターと車載機、車車間通信での情報伝達の正確性

運行状況の異なる車両（例えば遅延時間の大きい車両と小さい車両）を用意し、車載機と ART 情報センター間の接続により優先要求判定のための閾値が動的に設定され、それに基づき判断された優先要求の有無が、車車間通信で正しく情報伝達されるかについて確認する。

(3) 優先状況表示機能の検証

HMI の動作や表示内容の正確性について、実験を通じて以下の点を確認する。なお、優先状況表示機能での表示項目としては以下が挙げられる。

- 自車両の PTPS 優先要求の有無
- PTPS 制御対象の交差点の位置
- ART 情報センターとの通信状態

3.3.3 検証方法

検証にあたっては、A、B の 2 つの流入路を設定する。



図 3-27 流入路とスタート地点の設定
(出典：地理院地図を加工して作成)

優先権調停の検証では、複数の車両が同時に走行し、1 車両目が流入路 B から、2 車両目が流入路 A から交差点に進入するパターンを実施する。

優先権調停で検証するパターンを、ART 情報センターとの接続有無別に、表 3-35、表 3-36 に示す。

表 3-35 優先権調停のパターン(ART 情報センターと連携なし)

優先権調停 パターン	流入 パターン	優先要求 判定指標	固定閾値	車両 1 指標値	車両 2 指標値	優先要求
優先権調停 1	流入 2	遅延時間	5 分以上	7 分	10 分	車両 1、2 が優 先要求
優先権調停 2	流入 2	遅延時間	8 分以上	7 分	10 分	車両 2 のみ優 先要求

表 3-36 優先権調停のパターン（ART 情報センターと連携）

優先権調停 パターン	流入 パターン	優先要求 判定指標	動的閾値	車両 1 指標値	車両 2 指標値	優先要 求
優先権調停 3	流入 2	混雑度	混雑度上 位 50%	2	4	車両 2 のみ優 先要求
優先権調停 4	流入 2	混雑度× 遅延時間	（混雑度 ×遅延時 間）最大 値×70%	7分× 混雑度 4 （係数 1.0）	10分× 混雑度 4 （係数 1.0）	車両 1、 2 が優 先要求
優先権調停 5	流入 2	混雑度× 遅延時間	（混雑度 ×遅延時 間）最大 値×70%	7分× 混雑度 2 （係数 0.8）	10分× 混雑度 4 （係数 1.0）	車両 2 のみ優 先要求
優先権調停 6	流入 2	特定系統	系統指定	非指定	指定	車両 2 のみ優 先要求
優先権調停 7	流入 2	競合無し	-	-	10分	車両 2 のみ優 先要求

3.4 事前検証の実施

以下の日程、場所、車両で、事前検証を実施した。

(1) 実験日程

2018/1/31(水)~2018/2/2(金)の3日間

(2) 実験場所

東京湾岸警察署前交差点付近



図 3-28 実験場所の概要

(図中地図出典：地理院地図を加工して作成)

(3) 使用車両

ハイエースバン 2 台を使用した。



図 3-29 ハイエースバン

3.5 事前検証結果の評価

3.5.1 基本動作検証

(1) 車車間通信での情報伝達の正確性

1月31日～2月2日に、車車間通信による車載機から路側機への情報伝達での正確性について、路側機の通信ログから結果を確認した。確認結果を表 3-37、表 3-38、表 3-39 に示す。

結果より、開発した3台の車載機から路側機に、車載機 ID、自車位置、時刻、優先要求等の情報が問題なく伝達されており、それをもとに路側機側で仮想ビーコンの通過判定等を実施できたことを確認した。

表 3-37 路車間での情報伝達の正確性の確認結果 (1/31)

検証項目	実施日	方路	走行No.	車両	第1ビーコン通過	第2ビーコン通過	停止線通過 (推定初回)	信号現示の調整	PTPS優先要求	時間帯
1	1月31日	B	1	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	青延長	あり	15:40～15:41
1	1月31日	B	2	車両1	通信確認	通信確認	通信確認	青延長	あり	15:54～15:55
1	1月31日	B	3	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	青延長	あり	15:58～15:59
1	1月31日	B	4	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	延長/短縮なし	あり	16:13～16:14
1	1月31日	B	5	車両1	通信確認	通信確認	通信確認	青延長	あり	16:16～16:17
1	1月31日	B	6	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	延長/短縮なし	あり	16:24～16:25
1	1月31日	B	7	車両1	通信確認	通信確認	通信確認	青延長	あり	16:27～16:28
1	1月31日	A	8	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	青延長	あり	16:31～16:33
1	1月31日	A	9	車両1	通信確認	通信確認	通信確認	青延長	あり	16:35～16:36
1	1月31日	A	10	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	青延長	あり	16:38～16:40
1	1月31日	B	11	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	延長/短縮なし	あり	16:46～16:47
1	1月31日	A	12	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	赤短縮	あり	16:49～16:50
1	1月31日	A	13	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	赤短縮	あり	16:53～16:54
1	1月31日	A	14	車両1	通信確認	通信確認	通信確認	青延長	あり	16:55～16:57
1	1月31日	A	15	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	赤短縮	あり	16:58～16:59
1	1月31日	A	16	車両1	通信確認	通信確認	通信確認	赤短縮	あり	17:2～17:3

表 3-38 情報伝達での正確性の確認結果 (2/1)

検証項目	実施日	方路	走行No.	車両	第1ピーク ン通過	第2ピーク ン通過	停止線通 過 (推定 初回)	信号現示の調整	PTPS優先 要求	時間帯
2	2月1日	B	17	車両1	通信確認	通信確認	通信確認	延長/短縮なし	あり	9:56~9:56
2	2月1日	A	18	車両1	通信確認	通信確認	通信確認	赤短縮	あり	10:3~10:4
2	2月1日	B	18	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	延長/短縮なし	あり	10:3~10:4
2	2月1日	A	19	車両1	通信確認	通信確認	通信確認	赤短縮	あり	10:12~10:13
2	2月1日	B	19	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	延長/短縮なし	あり	10:12~10:13
2	2月1日	A	20	車両1	通信確認	通信確認	通信確認	青延長	あり	10:16~10:18
2	2月1日	A	21	車両1	通信確認	通信確認	通信確認	赤短縮	あり	10:21~10:22
2	2月1日	B	21	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	延長/短縮なし	あり	10:21~10:22
2	2月1日	B	22	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	延長/短縮なし	あり	10:49~10:50
2	2月1日	B	23	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	延長/短縮なし	あり	10:56~10:57
2	2月1日	B	24	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	延長/短縮なし	あり	11:40~11:41
2	2月1日	B	25	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	延長/短縮なし	あり	11:55~11:56
2	2月1日	B	26	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	青延長	あり	12:0~12:1
2	2月1日	A	27	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	赤短縮	あり	12:4~12:4
2	2月1日	B	28	車両1	通信確認	通信確認	通信確認	延長/短縮なし	あり	13:21~13:22
2	2月1日	A	29	車両1	通信確認	通信確認	通信確認	赤短縮	あり	13:28~13:29
2	2月1日	B	29	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	延長/短縮なし	あり	13:28~13:29
2	2月1日	B	30	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	延長/短縮なし	あり	13:41~13:42
2	2月1日	B	31	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	青延長	あり	13:56~13:57
2	2月1日	B	32	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	青延長	あり	14:3~14:4
2	2月1日	B	33	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	青延長	あり	14:10~14:11
2	2月1日	B	34	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	青延長	あり	14:53~14:54
2	2月1日	B	35	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	延長/短縮なし	あり	15:2~15:3
2	2月1日	B	36	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	青延長	あり	15:15~15:16
2	2月1日	A	37	車両1	通信確認	通信確認	通信確認	赤短縮	あり	15:22~15:23
2	2月1日	B	37	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	延長/短縮なし	あり	15:22~15:23
2	2月1日	B	38	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	青延長	あり	15:33~15:34
2	2月1日	B	39	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	青延長	あり	15:40~15:41
2	2月1日	B	40	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	延長/短縮なし	あり	15:48~15:49
2	2月1日	A	41	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	青延長	あり	16:6~16:8
2	2月1日	A	42	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	赤短縮	あり	16:10~16:11
2	2月1日	A	43	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	青延長	あり	16:15~16:17

表 3-39 情報伝達での正確性の確認結果 (2/2)

検証項目	実施日	方路	走行No.	車両	第1ピーク ン通過	第2ピーク ン通過	停止線通 過 (推定 初回)	信号現示の調整	PTPS優先 要求	時間帯
1	2月2日	B	44	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	延長/短縮なし	あり	12:38~12:38
1	2月2日	B	45	車両1	通信確認	通信確認	通信確認	青延長	あり	12:47~12:48
1	2月2日	B	46	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	延長/短縮なし	あり	12:49~12:50
1	2月2日	B	47	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	青延長	あり	13:0~13:1
1	2月2日	B	48	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	延長/短縮なし	あり	13:9~13:10
1	2月2日	B	49	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	青延長	あり	13:18~13:19
1	2月2日	A	50	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	赤短縮	あり	13:23~13:24
1	2月2日	A	51	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	青延長	あり	13:29~13:31
1	2月2日	A	52	車両1	通信確認	通信確認	通信確認	青延長	あり	13:36~13:38
1	2月2日	A	53	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	青延長	あり	13:42~13:44
1	2月2日	A	54	車両1	通信確認	通信確認	通信確認	青延長	あり	13:45~13:47
1	2月2日	A	55	車両2	通信確認	通信確認	通信確認	青延長	あり	13:49~13:51
1	2月2日	A	56	車両1	通信確認	通信確認	通信確認	青延長	あり	13:53~13:55

また、信号現示の調整についても、流入路 A、B それぞれを単独で走行して、PTPS 車載機からの車車間通信による PTPS 優先要求を路側機が受信して青延長が作動することを確認した。青延長ありの車両は赤信号で停車することなく交差点を通過でき、青延長なしの場合と比較すると、流入路 A では 46 秒、流入路 B では 62 秒の時間短縮効果が確認できた。

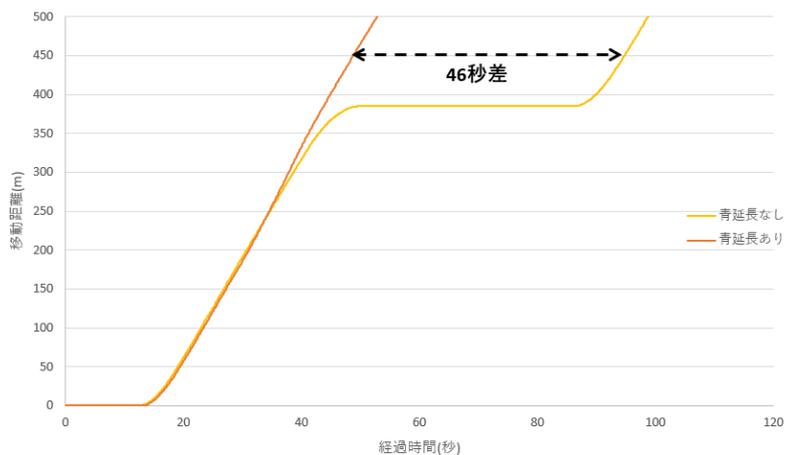


図 3-30 流入路 A 青延長有無の時空間軌跡図

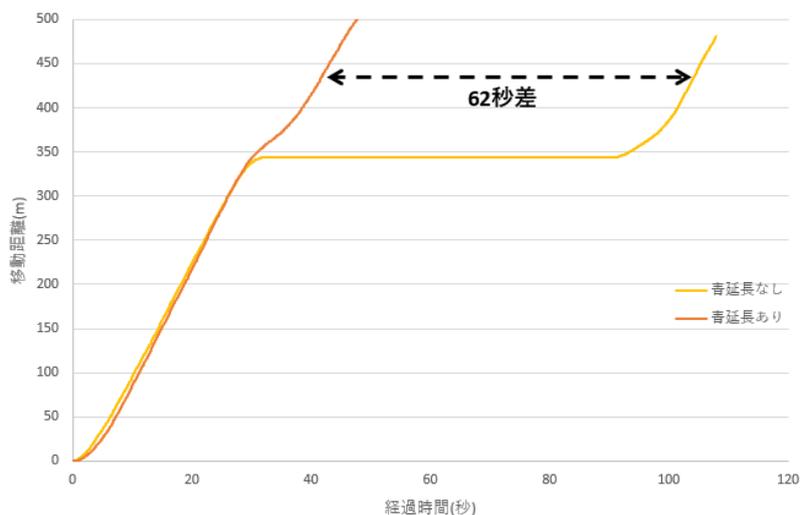


図 3-31 流入路 B 青延長有無の時空間軌跡図

(2) 路車間通信での情報伝達の正確性

路側機から路車間通信で送信される PTPS サービス情報を PTPS 車載機が受信して、メッセージの内容から PTPS の対象流入路を判定し、車載機のディスプレイに PTPS 対象交差点を表示できることを確認した。表示位置は、同じく路車間通信で路側機から送信される道路線形情報に含まれる DF_提供点座標情報の DF_緯度/DF_経度とした。



図 3-32 路車間情報による流入路 A での PTPS 対象交差点表示



図 3-33 路車間情報による流入路 B での PTPS 対象交差点表示

(3) 通信エラー発生～通信復帰時の安定性と通信エラー時の処理状況

PTPS 車載機－路側機間の 700MHz 帯 ITS 無線通信はすでに実用化されている技術であるため、電波～プロトコルレベルでの通信エラー検証は省略し、通信途絶などの通信エラー発生時と通信正常復帰時の PTPS 車載機、路側機のソフトウェアアプリケーションの安定性と処理状況を確認した。

通信途絶による通信エラーを疑似的に発生させるために、PTPS 車載機と路側機が通信している状態で PTPS 車載機の 760MHz 無線通信機の電源を OFF にして、700MHz 帯 ITS 無線通信の送受信ができないようにした。その際、路側機は PTPS 車載機からの PTPS 優先要求情報が途絶えたことを確認し、PTPS 車載機は路側機からの路車間情報が途絶えたことを確認した。その後、PTPS 車載機の 760MHz 無線通信機の電源を ON にしたところ、路側機は PTPS 車載機からの PTPS 優先要求情報を受信再開したことを確認し、PTPS 車載機は路側機からの路車間情報を受信再開したことを確認した。これにより通信エラー発生から通信正常復帰の間、PTPS 車載機のアプリケーションに異常な動作は認められず、安定していることを確認した。

(4) GPS に基づく自車位置精度検証

高度化 PTPS は、PTPS 車載機が生成する自車位置情報を元にバス停留所の通過判定を行い、バス遅延時間を算出して PTPS 優先要求を決定する。また、その自車位置情報を路側機へ送信し、路側機は受信した位置情報をもとに第 1/第 2 仮想ビーコン通過を判定し、それに基づき青延長/赤短縮時間が決定される。

そこで、PTPS 車載機の自車位置情報の精度が、PTPS 制御性能に影響を及ぼすことが予想されるため、以下の代表的な測位方法の精度を比較検証した。

GPS 生値

一般的な GPS 測位情報を補正処理など行わずに使用する。

GPS+マップマッチング

カーナビゲーションシステムなどで使用される地図データで GPS 測位情報を補正する方法。

GPS+自律航法（デッドレコニング）

車速、加速度、ヨーレートなどの車両情報によって GPS 測位情報を補正する方法。

GPS+マップマッチング+自律航法

マップマッチングと自律航法の 2 つの方法で GPS 測位情報を補正し、カーナビゲーションシステムで活用されている方法。

GPS 生値は、オープンスカイの環境では精度の良い値になるが、GPS 測位間隔が

1 秒周期のため、例えば 50km/h で走行しているときは最大約 14m の誤差が周期的に発生することを確認した。また、マルチパスの環境では数百 m 単位での誤差が発生するため、PTPS 制御に影響を及ぼす恐れがある。

GPS+マップマッチングは、マルチパス環境でも道路上に補正するため自車の横方向には誤差が生じにくくなったが、GPS 測位間隔の影響を受けるため進行方向は GPS 生値と同様の誤差が生じた。

GPS+自律航法は、加速度センサやヨーレートセンサの取付位置や角度、センサバラツキなどによるゲイン/オフセット補正性能に影響されるが、マルチパスによる大きな測位ずれや GPS 測位間隔によるずれも補正できたため、誤差が生じる可能性を小さくできる。

GPS+マップマッチング+自律航法は、最もマルチパスにも強く、GPS 測位間隔によるずれも補正できるため、誤差の発生を最小化できたと考えられる。ただし、マップマッチングのために地図データの使用料やロジックの複雑性、処理負荷の増加などの問題がある。

以上のことから、センサのゲイン/オフセット補正能力の課題はあるが、GPS+自律航法の測位方法は最も安価で、誤差の発生を少なくできると考えられる。また、コスト面や処理負荷などの課題はあるが、GPS+マップマッチング+自律航法は最も高い位置情報の精度を得ることができる。

3.5.2 優先権調停機能検証

まずは、ART 情報センターと接続しない場合に、PTPS 車載機に予め設定した閾値に基づき、車載機が自車両の優先要求の有無を判断し、路側機に情報伝達できることを実験で確認した。

次に、ART 情報センターと接続した場合の情報伝達について確認した。情報伝達は主に PTPS 優先度判定、バス遅れ情報、バスロケデータ提供の3種類存在し、PTPS 優先度判定・バス遅れ情報については常時通信を行うことができた。また、バスロケデータ提供については、車載機から情報提供を要求した際に、適切に通信が実施されていることを確認した。情報伝達についての確認結果を表 3-40 に示す。表 3-40 で、ART 情報センターと接続しての優先権調停は、2月1日の13:00以降に実施した。

表 3-40 ART 情報センターとの情報伝達の確認結果

検証項目	実施日	方路	走行No.	車両	信号現示の調整	PTPS優先 要求	ART情報センターとの通信			時間帯
							PTPS優先 度判定	バス遅れ情 報	バスロケ データ提供	
2	2月1日	B	走行前	車両1	—	—	—	—	通信確認	(9:11:06)
2	2月1日	A	走行前	車両2	—	—	—	—	通信確認	(9:36:08)
2	2月1日	B	17	車両1	延長/短縮なし	あり	—	—	—	9:56~9:56
2	2月1日	A	18	車両1	赤短縮	あり	—	—	—	10:3~10:4
2	2月1日	B	18	車両2	延長/短縮なし	あり	—	—	—	10:3~10:4
2	2月1日	A	19	車両1	赤短縮	あり	—	—	—	10:12~10:13
2	2月1日	B	19	車両2	延長/短縮なし	あり	—	—	—	10:12~10:13
2	2月1日	A	20	車両1	青延長	あり	—	—	—	10:16~10:18
2	2月1日	A	21	車両1	赤短縮	あり	—	—	—	10:21~10:22
2	2月1日	B	21	車両2	延長/短縮なし	あり	—	—	—	10:21~10:22
2	2月1日	B	22	車両2	延長/短縮なし	あり	—	—	—	10:49~10:50
2	2月1日	B	23	車両2	延長/短縮なし	あり	—	—	—	10:56~10:57
2	2月1日	A	走行前	車両2	—	—	—	—	通信確認	(11:36:08)
2	2月1日	B	24	車両2	延長/短縮なし	あり	—	—	—	11:40~11:41
2	2月1日	B	25	車両2	延長/短縮なし	あり	—	—	—	11:55~11:56
2	2月1日	B	26	車両2	青延長	あり	—	—	—	12:0~12:1
2	2月1日	A	27	車両2	赤短縮	あり	—	—	—	12:4~12:4
2	2月1日	B	28	車両1	延長/短縮なし	あり	通信確認	通信確認	—	13:21~13:22
2	2月1日	A	29	車両1	赤短縮	あり	通信確認	通信確認	—	13:28~13:29
2	2月1日	B	29	車両2	延長/短縮なし	あり	通信確認	通信確認	—	13:28~13:29
2	2月1日	B	30	車両2	延長/短縮なし	あり	通信確認	通信確認	—	13:41~13:42
2	2月1日	B	31	車両2	青延長	あり	通信確認	通信確認	—	13:56~13:57
2	2月1日	B	32	車両2	青延長	あり	通信確認	通信確認	—	14:3~14:4
2	2月1日	B	33	車両2	青延長	あり	通信確認	通信確認	—	14:10~14:11
2	2月1日	B	34	車両2	青延長	あり	通信確認	通信確認	—	14:53~14:54
2	2月1日	B	35	車両2	延長/短縮なし	あり	通信確認	通信確認	—	15:2~15:3
2	2月1日	B	36	車両2	青延長	あり	通信確認	通信確認	—	15:15~15:16
2	2月1日	A	37	車両1	赤短縮	あり	通信確認	通信確認	—	15:22~15:23
2	2月1日	B	37	車両2	延長/短縮なし	あり	通信確認	通信確認	—	15:22~15:23
2	2月1日	B	38	車両2	青延長	あり	通信確認	通信確認	—	15:33~15:34
2	2月1日	B	39	車両2	青延長	あり	通信確認	通信確認	—	15:40~15:41
2	2月1日	B	40	車両2	延長/短縮なし	あり	通信確認	通信確認	—	15:48~15:49
2	2月1日	A	41	車両2	青延長	あり	通信確認	通信確認	—	16:6~16:8
2	2月1日	A	42	車両2	赤短縮	あり	通信確認	通信確認	—	16:10~16:11
2	2月1日	A	43	車両2	青延長	あり	通信確認	通信確認	—	16:15~16:17

また、ART 情報センターと接続することで、各バスの状況（遅延時間、混雑度）を踏まえて閾値が動的に設定され、それに基づき車載機が優先要求の有無を判断できることを確認した。

優先権調停機能の検証として実施したパターンと、各パターンでの PTPS 車載機の優先要求有無の結果を、表 3-41 に示す。

表 3-41 優先権調停機能の検証結果

検証項目	走行ルート	優先要求判定指標	閾値	流入A		流入B		検証結果
				設定	要求	設定	要求	
2-1 優先権調停なし	流入A、流入Bで同時走行	-	-	-	○	-	○	2台とも設定情報を路車間で正確に伝達できることを確認
2-2 優先権調停あり / ART情報センターなし		遅延時間	5分以上	遅延時間10分	○	遅延時間7分	○	2台とも優先要求
		遅延時間	8分以上	遅延時間10分	○	遅延時間7分	×	流入Aのみ優先要求
2-3 優先権調停あり / ART情報センターあり		混雑度	最大の50%以上(4)	混雑度4	○	混雑度2	×	流入Aのみ優先要求
		混雑度×遅延時間	最大の70%以上(7分)	遅延時間10分、混雑度4(1.0)	○	遅延時間7分、混雑度4(1.0)	○	2台とも優先要求
	混雑度×遅延時間	最大の70%以上(7分)	遅延時間10分、混雑度4(1.0)	○	遅延時間7分、混雑度2(0.8)	×	流入Aのみ優先要求	
	系統指定		指定系統	○	非指定系統	×	流入Aのみ優先要求	
	流入Bで単独走行	-	-	-	-	-	○	競合がないため、流入Bのみ優先要求

ART 情報センターと接続した優先権調停の検証の一つとして、「遅延時間×混雑度」の指標を用い、二台とも優先要求するケースと、流入 A の車両のみ優先要求するケースを実施した。その際の、移動距離と経過時間を、図 3-34 に示す。

二台とも優先要求するケースでは、流入 B の車両が先に仮想ビーコン位置に到着し優先要求が受け付けられた結果、赤短縮が実施された。一方、流入 A の車両のみ優先要求する場合は、先に仮想ビーコン位置に到着した流入 B の車両は優先されず、後から仮想ビーコンに到着した流入 A の車両が優先され、青延長が実施された。

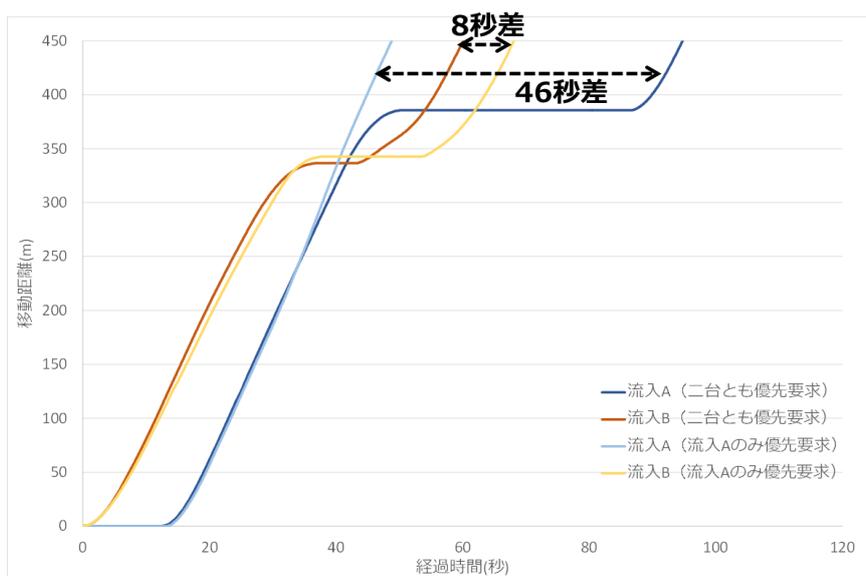


図 3-34 優先権調停有無による移動距離と経過時間の比較

3.5.3 画面表示機能の検証

1) 「運行計画」表示の検証

「運行計画」表示により、PTPS 車載機にバス停留所情報が正しく設定され、バス遅延時間を算出できる状態にあることが示されることを確認した。



図 3-35 バス停留所情報の設定状態表示結果

2) 「ART 情報センター通信状態」表示

PTPS 車載機を起動した直後は ART 情報センターとの通信は停止状態から始まり、「車両管理情報」設定画面で DE_都道府県コードと DE_事業者 ID と DE_車両識別 ID を設定した後、バス運行情報の一定周期のダウンリンクと PTPS 車載機情報の一定周期のアップリンクが開始して、「ART 情報センター通信状態」表示が「通信停止」から「通信正常」の表示に変化することを確認した。



図 3-36 ART 情報センター通信状態表示結果

しかし、ダウンリンクを意図的に停止、あるいは通信異常により停止したときでもアップリンクが正常に通信可能な場合は、「通信正常」表示となってしまう。また、アップリンクが通信異常で停止したときも同様に、ダウンリンクが正常に通信可能な場合は、「通信正常」となってしまう。よって、アップリンクとダウンリンクの通信状態を個別に確認できるような表示方法へ、平成 30 年度実証実験に向けて改善が必要である。

3) 「PTPS 優先要求状態」表示

事前検証の各パターンに対して、PTPS 車載機が意図通りに PTPS 優先要求の有無を判定しているかを、優先要求状態の表示アイコンの有無によって確認した。



図 3-37 PTPS 優先要求状態アイコン表示結果

4) 「PTPS 対象交差点」表示

PTPS 車載機が受信した PTPS サービス情報と道路線形情報から、「PTPS 対象交差点」表示ができたことを確認した。これにより、ドライバーが PTPS 対象交差点の位置を把握できるため、自バスが PTPS 優先要求を要求中であれば優先制御される可能性があることを、ドライバーに情報提供することができる。



図 3-38 PTPS 対象交差点アイコン表示結果

しかし、事前検証向けには自バスの進行方位と交差点接続方路の方位を単純比較して、PTPS 優先制御のサポート対象の方路と一致するか判定したため、交差点から遠い位置でサポート対象外の接続方路に繋がる道路を走行していても、たまたま方位が一致してサポート対象と誤判定してしまい表示することがある。よって、自バスの位置情報と路側機から路車間送信される道路線形情報のマッチング処理を行い、自バスの進入方路を正しく判定して誤表示しない方法へ平成 30 年度実証実験に向けて改善する。



図 3-39 サポート対象外方路で PTPS 対象交差点アイコン誤表示例

3.6 平成 30 年度の実験計画案の具体化

事前検証の結果、開発した PTPS 車載機が問題なく動作することが確認された。事前検証では、PTPS 車載機の基本的な動作検証を目的に、東京湾岸警察署前の一箇所の交差点で実験を行った。平成 30 年度の実証実験では、複数の信号交差点を含むある程度の区間長のある実路線において、高度化 PTPS を活用した ART の優先制御を行った場合に、ART の速達性に与える影響、効果を検証することを目的とする。加えて、実路線での高度化 PTPS 導入にあたって、技術面、運用面での課題を抽出する。

(1) 目標

将来的に高度化 PTPS が実用化し、全国に展開されることを目指し、高度化 PTPS の技術的な成立性や有用性を、実証実験を通じて確認する。

(2) 目標達成に向けた実証実験での検証のポイント

上記目標の達成に向けた検証のポイントとして、次の 2 点が挙げられる。

- 実路線において高度化 PTPS を活用した ART の優先制御を行った場合、ART の速達性、定時性に与える影響、効果を検証する。
- 実路線での高度化 PTPS 導入にあたって、技術面、運用面での課題を抽出する。

(3) 検証方法

ART を想定したバスを運行し、実路線に設置された高度化 PTPS 路側機を活用して、以下を検証する。

- ART の優先制御有無による (a) 区間の通行に掛かる所要時間や (b) 所要時間のバラつきの変化、また交差方向の同時接近の場合の (c) ART 情報センターが設定する優先権調停通りに優先通行が実現するかを検証する。
- 優先調停の結果、旅客総旅行時間が短縮することを検証する。
- 実路線で ART の優先制御を実施するにあたり、例えば仮想ビーコン位置設定等の考慮すべき事項や課題の有無を整理する。

(4) 実証実験の実施内容案

以上を踏まえて、平成 30 年度の実証実験は、東京都臨海部のおよそ 1.5km 程度の区間において、実際のバス車両を用いた速達性に与える効果の検証実験を計画する。実用化に向けて実証実験で検証することが望ましいと考えられる項目の案を、表 3-42 に示す。

表 3-42 実証実験における検証項目

項目	検証内容
①バス停が交差点と近接している場合の検証	バス停を発車したタイミングでPTPS優先制御要求が路側に伝達され、バスの信号通過が支援されるかを検証
②交差方向のバスが同時接近する場合の優先調停の検証	複数のバスが交差点に同時接近する場合の優先権調停機能を検証
③高度化PTPSがバスの運行にもたらす効果検証	区間（約1.5km）全体を対象に3箇所のPTPSによるバスの速達性（所要時間等）の向上効果を検証
④ターミナルで発着するARTへの効果検証	ターミナルに停車中のバスへの信号情報提供による発車支援の可能性も含め、ターミナルから発車するバスへの効果を検証

実証実験は、2018年10月～11月頃に2～3日間程度で実施する計画とする。但し、事前検証を実施した経験から PTPS 車載機と路側機の接続確認を事前に実施することが望ましく、実証実験の前に乗用車を用いた事前走行確認も必要に応じて実施する。

実証実験では、路線バスサイズのバス車両を用いる計画とし、優先権調停の検証を行うために2台を想定する。

なお、これら計画は現時点の案であり、今後の関係者協議等を受けて変更の可能性がある。

3.7 他都市でのシミュレーションの候補地選定

高度化PTPSの実用化・全国への展開を目指し、東京以外の都市でのシミュレーションを実施するための候補地を2件選定する。選定にあたっては、ARTの市場導入に向けた昨年度調査(ARTの速達性・安全性に関する調査)において整理された、各都市の道路構造や規制条件、事業性や制度上の課題等を参考にする。また、関係者へのヒアリングを実施し、高度化PTPSの導入に有効な条件や導入に積極的となる要因を探る。

3.7.1 BRT導入検討の観点からの候補都市選定

昨年度調査において、ARTや高度化PTPSの適用の可能性があると考えられる自治体を以下の条件の下で抽出した。

- 1) 2016年10月現在の全国の中核市(47都市)と政令指定都市(20都市)を基本としつつ、公共交通政策に積極的な10都市を含む総計77都市を対象とした。
- 2) この77都市のうち、PTPSの導入実績がありかつBRT導入実績(計画も含む)がある都市を確認したところ、全国で11都市となった。

ここで、従来のPTPSを既に導入している都市(あるいは区間)は、そのための路側機や車載機等が整備されており、同じ路線に追加で高度化PTPSを導入することは容易ではない場合も多いと考えられる。また、平成29年度に新たにBRTの導入検討等を公表した都市もあり、以下の観点から候補となる都市を追加選定した。

- PTPSが未導入(あるいは導入計画の策定段階)であり、かつBRTの導入実績(あるいは導入予定)がある都市
- PTPSを導入している路線はあるが、それ以外の路線に対するバス交通の速達性、定時性の改善に意欲的な都市
- 平成29年度中に新たにBRTの導入検討を始めた都市

以上の観点から7都市を追加した。過年度調査都市に加えこれら8都市のPTPS導入状況およびBRT導入状況を整理した結果を表3-43に示す。

表 3-43 PTPS 導入状況、BRT 導入状況調査結果

No.	都市名	PTPS 導入状況※	BRT 導入状況※
1	千葉市	○	○
2	川崎市	○	●
3	横浜市	○	●
4	相模原市	○	●
5	厚木市	○	○
6	新潟市	○	○
7	金沢市	○	●
8	名古屋市	○	●
9	広島市	○	×
10	北九州市	● ⁱ	●
11	大分市	○ ⁱⁱ	● ⁱⁱⁱ
12	福岡市	○ ^{iv}	○ ^v
13	神戸市	●	● ^{vi}
14	大阪市	○ ^{vii}	● ^{viii}
15	草津市	○ ^{ix}	○ ^x
16	和歌山市	○	● ^{xi}
17	岐阜市	○ ^{xii}	○ ^{xiii}
18	高崎市	●	● ^{xiv}

※○：導入済み ●：導入予定または導入検討
 ×：計画・予定なし

3.7.2 道路構造・規制条件の整理

今年度追加した7都市について、PTPS導入路線を対象として、道路構造や規制条件について整理を行った。整理する情報項目としては、当該路線のPTPS導入区間、交通量といった基本的な事項に加え、道路幅員、車線数といった道路構造に関する情報、リバーシブルレーンの有無といった規制条件に関する情報とした。整理を行うための道路構造や規制条件を表 3-44に示す。また、調査対象とする都市についてこれらの整理を行った一例を表3-45に示す。

表 3-44 確認対象とする道路構造や規制条件の項目とその理由

確認項目（詳細）	確認理由
採用路線の交通量	定時性、速達性を確保する上で、当該路線の交通量の多寡は大きく影響すると考えられるため。
道路種別	道路種別（≒道路の格）であり、既存の PTPS が導入されている道路の格を確認することは重要との認識から。
道路幅員	道路幅員等に余裕がある路線は車線数の増加、専用レーンの導入、引込バス停の設置等、道路側への改良の余地の可能性があるため。
中央帯幅員	中央帯幅員等に余裕がある路線は、車線数の増加、専用レーンの導入等の可能性があるため。
バス停間隔(m)	バス停間隔の長短はバスの停車回数に影響するため、PTPS 実施の効果に影響すると考えられるため。
バス停形状	引込の有無により、後続の一般車両への影響が大きく変わるため。
車線数	車線数に余裕がある路線は、専用レーンの導入、バス停の設置等の可能性があるため。
路上駐停車有無	路上駐停車の有無により、バスの通過速度の低下をもたらす可能性があり、定時性、速達性を確保する上で、大きく影響すると考えられるため。
優先/専用レーン有無	優先/専用レーンの有無は、一般車両による影響を考慮すると、定時性、速達性を確保する上で、大きく影響すると考えられるため。
代表沿道状況	沿道に商業施設等が多いと、車両の出入りも多くなり、定時性、速達性を確保する上で、大きく影響すると考えられるため。
中央分離帯の設置状況	中央分離帯が設置されている路線は、中央帯の幅員により、車線数の増加、専用レーンの導入等の可能性があるため。
軌道の有無	軌道の有無は、既存の軌道との影響を考慮せねばならず、車線数の増加、専用レーンの導入等に大きく影響すると考えられるため。
リバーシブルレーン運用の有無	中央線の位置を時間帯によってずらし、交通量が特に多い方向の車線を特定の時間帯のみ増やすリバーシブルレーン運用の有無は、状況に応じた柔軟なレーン運用により、定時性、速達性を確保する上で、大きく影響すると考えられるため。
アクセスコントロール	走行の連続性を重視する道路の通行機能を高めるため、他の道路と立体交差、沿道からの出入制限を行うアクセスコントロールの有無は、一般車両による出入の影響を考慮すると、定時性、速達性を確保する上で、大きく影響すると考えられるため。
指定方向外通行禁止	指定方向外通行禁止の有無は、一般車両による影響を考慮すると、定時性、速達性を確保する上で、大きく影響すると考えられるため。

表 3-45 道路条件、規制条件等の整理結果（一例）

都市名	PTPS導入状況	BRT導入状況	PTPS		センサ情報				道路条件					規制条件			...			
			採用路線の名称	採用路線の12h交通量	採用路線の24h交通量	センサ上の区間(路線名称)	道路幅員	車道幅員	車道幅員	歩道幅員(上)	歩道幅員(下)	バス停間隔(m)	バス停形状	車線数	路上駐停車有無	優先/専用レーン有無		代表沿道状況		
岐阜市	○	○	忠節橋北交差点～千手堂交差点	14264	19057	一般国道157号	18.5	13.5	13	2.5	2.5	100～	両端	4	有	1	2	...		
				14264	19057	一般国道157号	18.5	13.5	13	2.5	2.5	500	(引込有)	4		1	2	...		
福岡市	○	●	国道385号線 (老司交差点～清水4つ角交差点)	22540	28851	一般国道385号	22	14	13	4	4	200～ 350	両端 (引込無)	有	4	4	1	1	...	
				23146	29858	一般国道385号	22	14	13	4	4				4	4	1	1	...	
				23146	29858	一般国道385号	22	14	13	4	4				4	4	1	1	...	
				23146	29858	一般国道385号	22	14	13	4	4				4	4	1	1	...	
				29948	38633	一般国道385号	32	21.5	19.5	5	5				6	6	1	1	...	
				29948	38633	一般国道385号	32	21.5	19.5	5	5				6	6	1	1	...	
			県道602号線 (清水四つ角交差点～渡辺通り1丁目交差点)	28046	35899	後野福岡線	32	22	21	9	5	300	両端	6	有	6	6	1	1	...
				28046	35899	後野福岡線	30	22	21.2	4	4	(引込無)	6	6	1	1	...			
				11409	14489	大濠東油山線	15.1	9.1	8.1	3	3	300～	両端	3	有	3	3	1	1	...
			県道557号線 (堤交差点～六本松西交差点)	11409	14489	大濠東油山線	15.1	9.25	8.25	2.9	2.95	450	(引込無)	3	有	3	3	1	1	...
				11409	14489	大濠東油山線	15.1	9.25	8.25	2.9	2.95	450	(引込無)	3	有	3	3	1	1	...
				7955	10908	東油山唐人町線	15	10	9	2.5	2.5	300～	両端	4	有	4	4	1	1	...
			長住三丁目交差点～清水町交差点	9108	11476	清水十間線	15	11	10	2	2	300～	両端	4	有	4	4	1	1	...
				9108	11476	清水十間線	15	11	10	2	2	450	(引込無)	4	有	4	4	1	1	...
				28046	35899	後野福岡線	25	15	14	5	5	450	(引込無)	4	有	4	4	1	1	...
早良平尾交差点～昭代1丁目交差点	11218	14135	西新井江線	15.25	9.4	8.4	2.9	2.95	300～	両端	3	有	3	3	1	1	...			
	14893	18914	一般国道263号	16	10	9	3	3	450	(引込無)	3	有	3	3	1	1	...			
	14893	18914	一般国道263号	16	10	9	3	3	450	(引込無)	3	有	3	3	1	1	...			
	15150	19241	一般国道263号	16	10	9	3	3	450	(引込無)	3	有	3	3	1	1	...			
15150	19241	一般国道263号	16	10	9	3	3	450	(引込無)	3	有	3	3	1	1	...				

3.7.3 ヒアリング結果

表 3-43に挙げた都市のうち6都市に対して実施したヒアリング結果を、表 3-46に示す。

表 3-46 ヒアリング結果

ヒアリング実施都市	PTPSの導入可能性	PTPS導入ならびにバス運行の現時点の課題	シミュレーション評価可能性
A市	<ul style="list-style-type: none"> ・BRT路線に光ビーコン式PTPSを導入済み ・BRT路線拡充の具体的な計画は現時点ではなし 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存の専用/優先レーン運用の遵守 	×
B市	<ul style="list-style-type: none"> ・BRT路線にPTPS未導入であり、PTPSの導入ニーズが高い 	<ul style="list-style-type: none"> ・BRT路線と交差方向の道路が主道路の区間あり ・BRTの走行区間は片側1車線が多く、専用/優先レーンの確保は困難 	△
C市	<ul style="list-style-type: none"> ・BRT導入要否を今後検討予定 ・BRT導入時には定時性・速達性確保も併せて検討 ・導入検討区間は片側3車線以上が多い 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存の専用/優先レーン運用の遵守 	○
D市	<ul style="list-style-type: none"> ・BRT導入要否を今後検討予定 ・BRT導入時には定時性・速達性確保も併せて検討 ・導入検討区間は片側2車線 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存の専用/優先レーン運用の遵守 	△
E市	<ul style="list-style-type: none"> ・BRT路線にPTPS未導入 	<ul style="list-style-type: none"> ・中心部は交通量が多く、PTPSの効果を得られるか不明 	×
F市	<ul style="list-style-type: none"> ・BRT導入に向けて調整中 ・BRT路線にPTPS未導入であり、PTPSの導入ニーズが高い 	<ul style="list-style-type: none"> ・バス乗降時間の短縮 	○

- i 北九州市「北九州市環境未来都市計画」平成 24 年 5 月策定、平成 26 年 7 月更新
- ii 国土交通省「通勤交通マネジメント等の推進による地球環境改善に関する調査報告書」平成 18 年 3 月. p.14
- iii 大分市「大分市地域公共交通網形成計画」平成 29 年 4 月
[<http://www.city.oita.oita.jp/o171/shisejoho/kekakuzaise/1492748544986.html>]
- iv PTPS 設置区間は BRT 試行運行区間を含んでいない（参考 福岡県警察本部 平成 22 年交通年鑑）
- v 西日本鉄道株式会社ニュースリリース「連節バス試行運行 6 月 10 日より次の STEP へ」（平成 29 年 5 月 18 日）
- vi 平成 29 年 7 月に連節バス運行の社会実験が実施された（神戸市「連節バス運行の社会実験を実施します」[<http://www.city.kobe.lg.jp/information/press/2017/07/20170704161301.html>]
- vii 大阪市「市バス安全報告書」平成 25 年 7 月. p.14
- viii 大阪市交通局 web サイト「BRT 社会実験の運行計画（案）の策定について」平成 29 年 12 月 15 日
[http://www.kotsu.city.osaka.lg.jp/general/announce/w_new_info/w_new/list_h29_all/BRT_unnkoukeikakuan_sakutei.html]
- ix 平成 27 年度第 1 回 大津・湖南地域新交通システム検討協議会
- x 南草津駅～立命館大学びわこ・くさつキャンパス間で連節バスが運行されている
- xi 和歌山市は LRT・BRT の導入に向けた検討を進めている（Yomiuri Online 2017 年 09 月 08 日[<http://www.yomiuri.co.jp/local/wakayama/feature/CO028571/20170907-OYTAT50014.html>]
- xii 長良橋通りの 4.5km の区間にのみ導入（「岐阜市の BRT の導入推進に向けた取り組み」, 第 25 回技術研究発表会. アーバンインフラ・テクノロジー推進会. 平成 25 年 11 月 15 日）
- xiii 平成 23 年 3 月に導入（岐阜市「『岐阜市型 B R T』の導入について」
[<http://www.city.gifu.lg.jp/12303.html>]
- xiv 上毛新聞「高崎一板倉にバス高速輸送「B R T」実現向け県が調査費計上へ」（平成 28 年 2 月 3 日）[<https://www.jomo-news.co.jp/news/gunma/politics/31209>]