


平成 27 年度科学技術イノベーション創造推進費  
「SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）・  
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・交通分担率の変革に係る調査

～次世代 PTPS（公共交通優先システム）と連携する  
サイバーフィジカルシステムの取組み～

報告書

平成 28 年 3 月

 パシフィックコンサルタンツ株式会社

本報告書は、内閣府の平成 27 年度科学技術イノベーション創造推進費委託費による委託業務として、パシフィックコンサルタンツ株式会社が実施した平成 27 年度「**SIP**（戦略的イノベーション創造プログラム）・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・交通分担率の変革に係る調査～次世代 PTPS（公共交通優先システム）と連携するサイバーフィジカルシステムの取組み～」の成果を取りまとめたものです。

従って、本報告書の著作権は、内閣府に帰属しており、本報告書の全部又は一部の無断複製等の行為は、法律で認められたときを除き、著作権の侵害にあたるので、これらの利用行為を行うときは、内閣府の承認手続きが必要です。

# 目次

1.	はじめに .....	1
1.1	調査目的.....	1
1.2	調査概要.....	4
1.3	調査フロー .....	5
1.4	調査スケジュール .....	6
2.	基礎調査、システム構成検討.....	7
2.1	PTPS およびバスロケーションシステムに関する事例調査.....	7
2.1.1	PTPS の概略.....	7
2.1.2	事例調査の目的.....	7
2.1.3	事例調査の概要.....	7
2.1.4	調査対象とする文献 .....	8
2.1.5	国内の PTPS 導入事例 .....	10
2.1.6	国外の PTPS 導入事例 .....	18
2.1.7	PTPS に関する近年の研究事例 .....	42
2.1.8	バスロケーションシステムの現状に関する調査.....	43
2.2	車載機の概要.....	46
2.2.1	PTPS 高度化検討の背景 .....	46
2.2.2	車載システムの概要 .....	47
2.2.3	車車間通信メッセージの概要.....	48
2.2.4	路車間通信メッセージの概要.....	49
2.3	警察庁施策の検討・実施状況.....	51
2.3.1	PTPS 高度化の取組み概要.....	51
2.3.2	PTPS サービスイメージ .....	51
2.3.3	通信アプリケーション規格（ダウンリンク情報） .....	54
2.4	車載機側に必要な要件整理.....	56
2.4.1	車載機の処理フロー .....	56
2.4.2	通信アプリケーション規格（アップリンク情報） .....	59
2.4.3	他のサービスとの共存.....	60
3.	車載機側での優先順位付与の可能性も踏まえた公共交通優先道路と PTPS に関する 検討 62	
3.1	公共交通優先道路と PTPS に関する検討 .....	62
3.2	車載機側での優先順位付与の可能性検討.....	68
3.3	シミュレーションを用いた有効性検証 .....	70

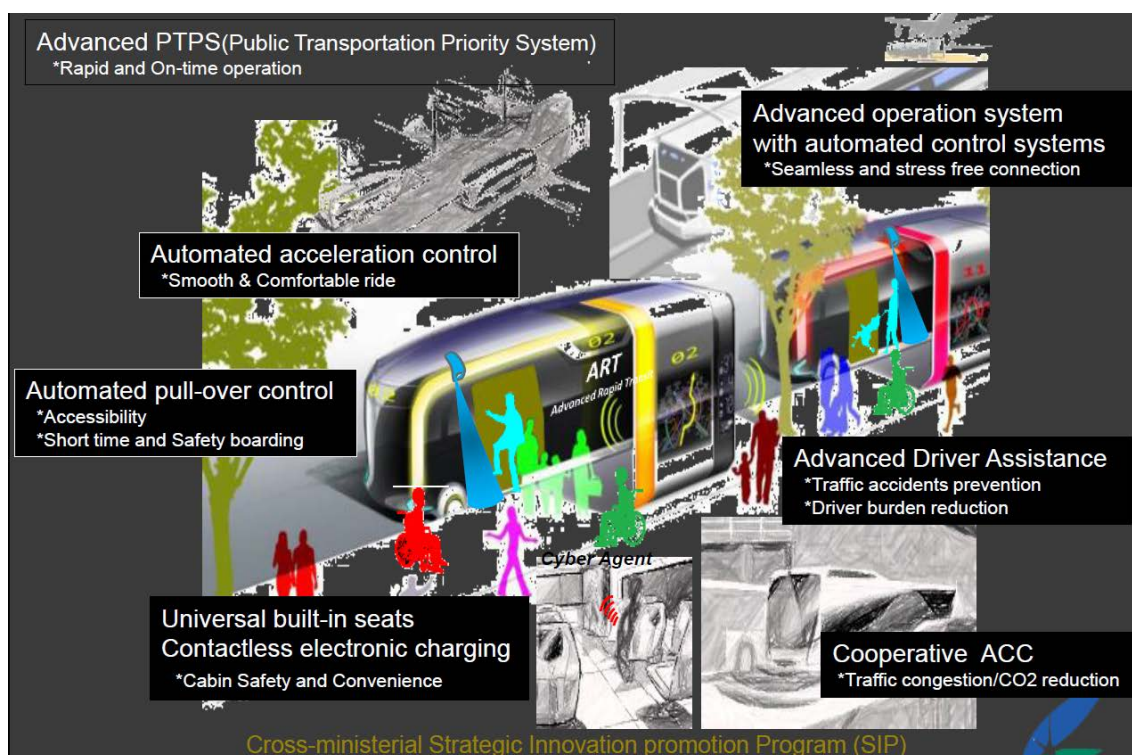
3.3.1	シミュレーションの目的.....	70
3.3.2	シミュレーションの実施概要.....	70
3.3.3	シミュレーションの条件設定.....	72
3.3.4	シミュレーション実施ケースの整理.....	78
3.3.5	PTPS 条件の整理.....	86
3.3.6	シミュレーションの実施.....	89
3.3.7	シミュレーション結果.....	91
3.3.8	シミュレーション結果のまとめ.....	124
3.4	テストコースでの実機検証.....	125
3.4.1	実施概要.....	125
3.4.2	実施環境.....	125
3.4.3	実験に使用した機材.....	126
3.4.4	実験条件.....	133
3.4.5	実験結果.....	134
3.4.6	まとめ.....	145
4.	実証実験計画の立案.....	146
4.1	実証実験の実施に向けた関係者調整会議の開催.....	146
4.2	関係者調整会議を踏まえた実証実験の見通し.....	148
5.	まとめ.....	149
5.1	調査結果のまとめ.....	149
5.2	今後の課題.....	151

# 1. はじめに

## 1.1 調査目的

SIP 自動走行システム（SIP-adus）では、平成 25 年に閣議決定された「世界最先端 IT 国家創造宣言」に示された「2018 年を目途に交通事故死者数を 2500 人以下とし、2020 年までに世界で最も安全な道路交通社会を実現する」そして、このために「車の自律系システムと車と車、道路と車との情報交換等を組み合わせ、2020 年代中には自動走行システムの試用を開始する」とされた国家目標の達成に向けて研究開発が進められている。

SIP-adus の中では、次世代都市交通システムとして ART（Advanced Rapid Transit）が検討されており、2020 年までに東京臨海部への導入を目指している。ART の概要を図 1.1-1 に示す。ART は、自動走行システムによるスムーズな加減速やバス停での正着制御、乗客の条項時間の短縮、シームレスな乗り継ぎ等によって利用者の利便性向上を図り、誰もが利用しやすい新たな交通システムを実現することが掲げられている。



(出典：2nd SIP-adus WORKSHOP Web サイトより)

図 1.1-1 ART の概要

ART の利用者の利便性向上の観点からは、公共交通の速達性・定時性を確保することも非常に重要な要素として挙げられるが、一般の交通流の中を走行する路線バスにおいて定

時性・速達性を確保することは、極めて困難な課題である。また、交通状況等に起因して起こる急ブレーキによる車内での転倒事故の防止といった安全性の確保も重要な課題の一つである。

ここで、一般の交通流の中を走行する路線バスの速達性・定時性を向上させる手段として、公共交通優先システム (PTPS) があり、全国各地で導入実績がある。しかし、現状の PTPS には下記のような課題があり、特に都市部のようなネットワークが複雑かつ高密度に信号交差点が設置されていて、交通需要も多い地域においては、その効果が十分に発揮されていない場合もあると考えられる。

- 現状の PTPS は、信号交差点の上流 1 箇所に設置された光ビーコンのみで PTPS 対応車載機を搭載したバスの通過を検知し、固定された想定走行速度から交差点到着タイミングを算出して信号時間の延長または短縮を行っている。  
→ビーコンから交差点までの間の交通渋滞、車両の流入、横断歩行者、路上駐停車等の影響で想定走行速度での走行が実現できない場合に有効に機能しない恐れがある。
- 光ビーコンは双方向通信機能を有するが、バスからビーコンへは情報の送信のみであり、交通管制センター側から光ビーコンを介したバスへの情報提供は実施されていない。  
→バス側では、自車両が PTPS の対象となっていて、対象交差点を青で通過できるか、赤信号待ちが生じるか等を把握することができない。
- PTPS が設定されていても、バス専用車線がないために一般の交通が混在し、想定走行速度で通行できない区間が多数存在する。
- 道路両端で運用されるバス専用車線に一般の左折車両が流入することで、左折車の影響を受けて交差点通過タイミングに遅れが生じる場合がある。
- バス通行方向の全て車両にバスと同様に青現示が延長して提供される一方、交差側の一般車両はその分赤時間が長くなるため余分な待ち時間が生まれ、一般車両の渋滞を起こしたり悪化させたりする恐れもある。
- 同一方向に走行する前後のバスや、対向車線ならびに交差方向を走行するバスを含めた複数のバスの状況を検知して、優先制御すべきバスの順序を決定する機能は有していない。

現状の PTPS には上記のような課題があると考えられるが、PTPS の高度化に寄与する新たな技術動向として、地上テレビ放送がアナログ放送からデジタル放送に移行したことで、従来アナログテレビ放送として使用されていた帯域の一部 (700MHz 帯 (755.5MHz～764.5MHz)) が新たに ITS (高度道路交通システム) に割り当てられており、この帯域を活用した路車間通信の方法を用いることで、交差点の各流入路において交差点の 200m 程度手前から交差点に近づいてくる車両の状態を検知し続けることが可能となる。この方法を

PTPS の信号制御に利用することで、信号交差点周辺の公共交通の走行状況を逐次把握し、走行状況を踏まえた信号制御の切り替えに適用できる可能性があると考えられる。また、同様にこの帯域を利用した車車間通信による車両間での情報伝達も可能となる。

上記を踏まえて本調査では、次世代都市交通システムの速達性・定時性の向上、および安全性の確保に向けて、交通信号等のインフラと連携する公共交通優先システム（PTPS）の高度化に必要となる、PTPS 車載機が具備すべき基本要件ならびにシステム構成を検討し、シミュレーション検証によってその有効性を確認するとともに、テストコースでの実機検証を実施する。更に、将来の一般道実環境下において、本調査で検討したシステムを用いた実証実験の実施に向けた検討を行うことを目的とする。

## 1.2 調査概要

1.1 に記載した調査目的のもと、以下に示す調査を実施した。

### ① 基礎調査、システム構成検討

SIP 自動走行システムで実施している PTPS の高度化に関連する警察庁の施策と連携するために、その検討の方向性を共有したうえで、PTPS の高度化に必要な車載機に求められる基本要件を整理する。ここでは、既存のバスロケシステムについて調査を行ったうえで、バスロケシステムとの連携動作が可能なシステム構成を検討する。

### ② 車載機側での優先順位付与の可能性検討

700MHz 帯電波を利用することで制御対象交差点の複数台のバスを同時に認識して、PTPS 信号制御等を実施する仕組みの実現可能性を検討する。

### ③ 公共交通優先道路と PTPS に関する検討

公共交通優先道路の設置形態（交差点周辺を含んで設置、交差点周辺を除いて設置、交差点周辺のみ設置）に応じて、②の優先順位付与の検討結果も踏まえつつ、PTPS の高度化の有効性の検討を行う。

なお、②、③の検討にあたっては、シミュレーションおよびテストコースでの実機検証によって、その有効性や実現性を確認する。

### ④ 実証実験計画の立案

上記の検討結果を踏まえて、次年度以降に一般道実環境下で実証実験を実施するための検討を行う。



### 1.3 調査フロー

図 1.3-1 に、本調査のフローを示す。

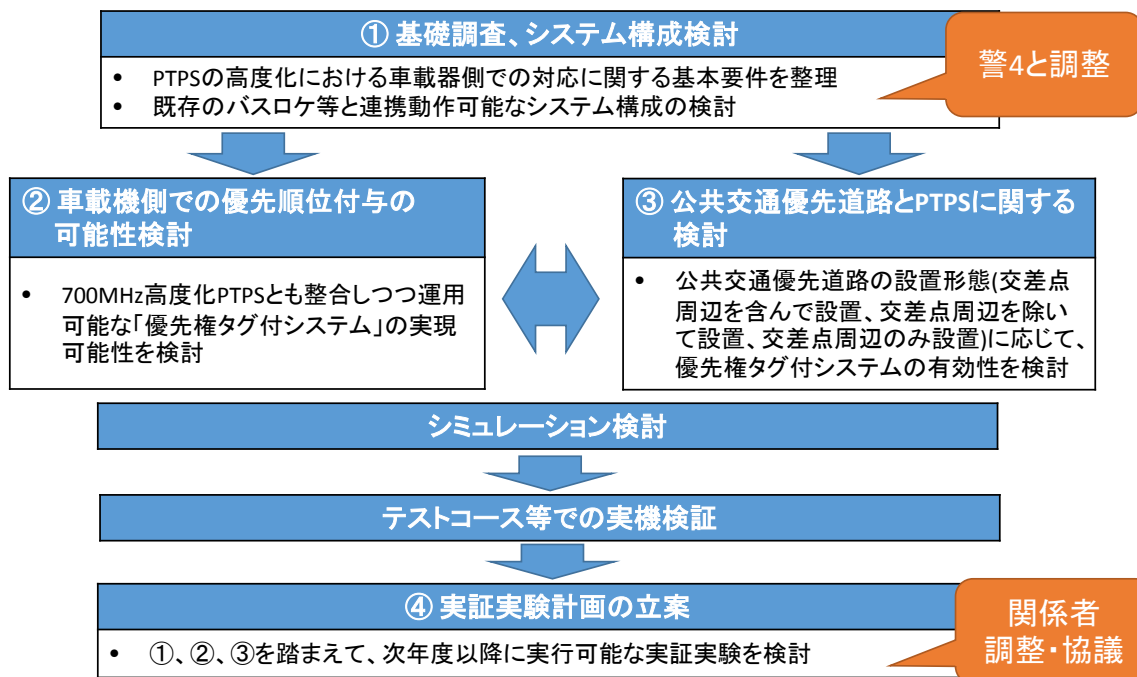


図 1.3-1 調査のフロー

## 1.4 調査スケジュール

図 1.4-1 に、本調査のスケジュールを示す。

業務項目	実施日程					
	10月	11月	12月	1月	2月	3月
①基礎調査、システム構成検討 文献調査 ヒアリング調査 基本要件、システム構成の検討		→				
					→	
						→
②車載機側での優先順位付与の 可能性検討、③公共交通優先 道路とPTPSに関する検討 システム検討 シミュレーション検討 テストコース実機検証		→				
			→			
				→		
					→	
④実証実験計画の立案 計画の検討 関係者調整会議の開催				→		
			→			

図 1.4-1 調査のスケジュール

## 2. 基礎調査、システム構成検討

### 2.1 PTPS およびバスロケーションシステムに関する事例調査

#### 2.1.1 PTPS の概略

PTPS とは、バス専用・優先レーンの設置や、専用・優先レーンの違法走行車両への警告、バス優先信号制御などを導入して、公共交通が道路を優先的に通行できるよう支援するシステムを指す。UTMS 協会によると、PTPS の効果として例えば以下が挙げられている。

- 利用者の利便性向上
- 大量公共輸送機関の利用促進
- バス運行の定時性確保
- バスの信号停止時間の短縮
- バス専用車線の違法走行の減少
- バスの安全性の確保（右折車線への車線変更時、バスベイから本線への合流時）

#### 2.1.2 事例調査の目的

既往の PTPS やバスロケーションシステムの導入状況について、国内外の各都市を対象に広範囲に調査することで、各都市、各運行事業者が導入しているシステムについて網羅的に把握することを目的とする。

#### 2.1.3 事例調査の概要

事例調査については、内閣府により収集・提示された関係省庁および公的研究機関の情報、および類似分野の技術動向調査を実施している民間企業、大学などによる既存のレポート、文献などを活用して実施した。また、バス事業者（2社）を対象に運用中のバスロケーションシステム、PTPS の状況等についてヒアリングによる情報収集を行った。

## 2.1.4 調査対象とする文献

事例調査については、内閣府により収集・提示された関係省庁および公的研究機関の情報、および類似分野の技術動向調査を実施している民間企業、大学などによる既存のレポート、文献などを活用し実施した。具体的には、関係省庁および公的研究機関の情報として、警察庁の関連施策の報告書や、国土交通省のバス事業に関する各種資料、PTPS 導入都市の Web サイト、UTMS 協会が保有する各種通信規格等に関して調査を行った。民間企業、大学等の既存レポート、文献として ITS World Congress、Transport for London、台湾国立交通大学、サウサンプトン大学がとりまとめた各種論文、レポート類を調査対象とした。

表 2.1-1 事例調査に用いた主な情報収集対象

No.	種類	調査対象 (学会名/企業名)	調査対象の詳細
1	関係省庁および公的研究機関の情報	警察庁	次世代公共道路交通システムの開発に向けた基本設計に係る調査研究報告書(2015年3月)
2		国土交通省	バス事業に関連する各種公開資料
3		新潟市	バス事業に関する Web サイト
4		名古屋市	バス事業に関する Web サイト
5		JR 東日本	バス事業に関する Web サイト
6		北海道バス協会	Web サイト
7		UTMS 協会	光学式車両感知器近赤外線式 PTPS 用通信アプリケーション規格 等 UTMS 協会 Web サイト 等
8	民間企業、大学等の既存レポート、文献	ITS World Congress	2015 ボルドー大会
9		Transport for London	Review of Bus Priority at Traffic Signals around the World
10		台湾国立交通大学	Review of transit signal priority(TSP) Polices and strategies
11		サウサンプトン大学	The Way Ahead for London's Bus Priority at Traffic Signals

また、バス事業者（2社）を対象に、現在運用中のバスロケーションシステムや、PTPSの導入状況等について、ヒアリングによる情報収集を行った。

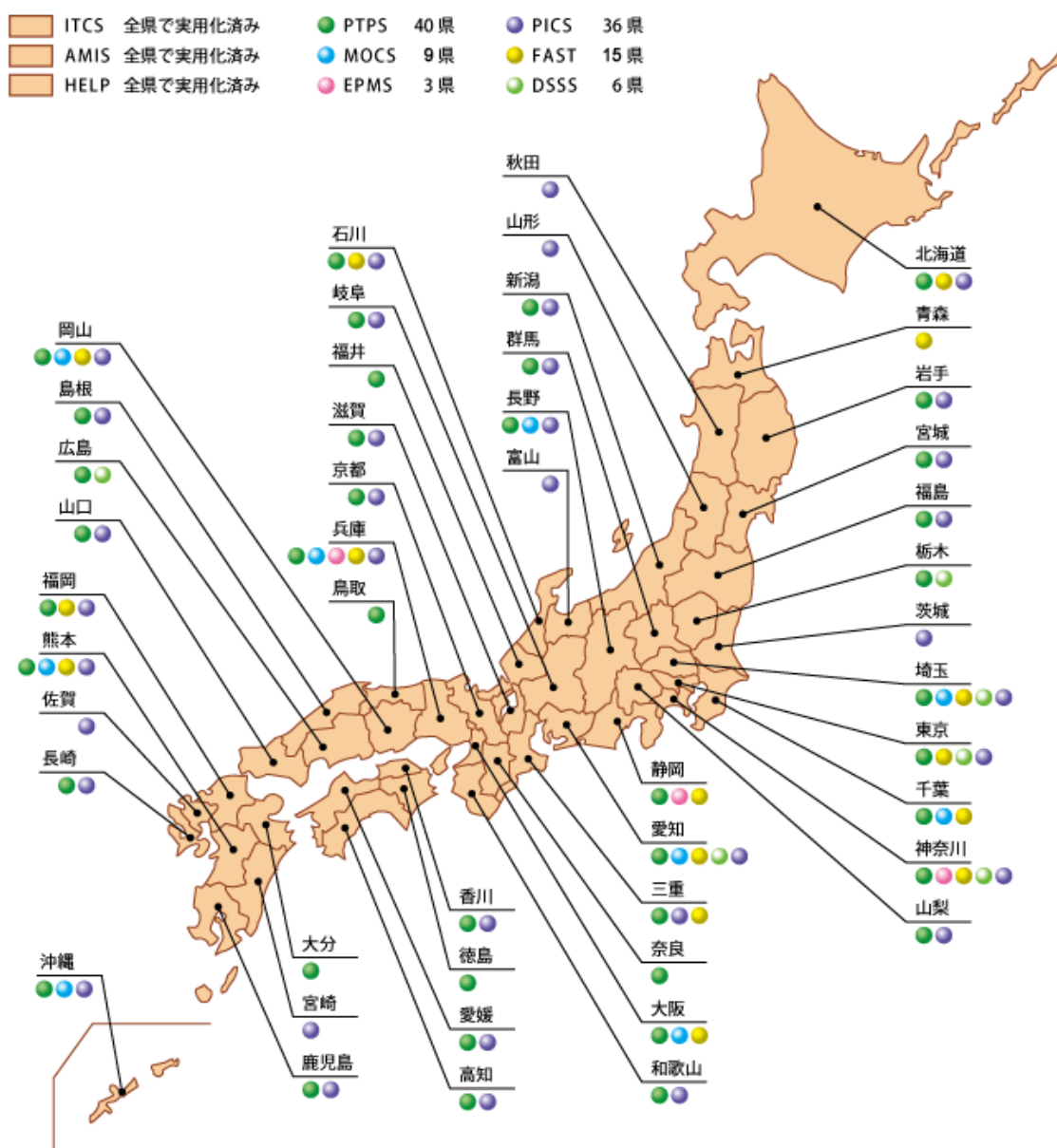
表 2.1-2 ヒアリング調査の対象

No.	ヒアリング対象	日付	ヒアリング項目
1	西鉄情報システム(株)	2016/1/28	・現在導入されているバス優先信号制御、バス優先レーン、バスロケーションシステムについて ・公共交通施策(PTPS)全般について
2	新潟交通(株)	2016/2/29	

## 2.1.5 国内の PTPS 導入事例

### (1) 国内の PTPS 導入都市

2013 年 3 月現在、下記の 40 都道府県で PTPS が導入されている。



出所：UTMS 協会 Web サイト

図 2.1-1 全国の PTPS 導入都市 (2013 年 3 月現在)

## (2) PTPS 導入都市の事例

PTPS が導入されている都市のうち、BRT が導入されている新潟市および気仙沼市、基幹バスシステムが導入されている名古屋市、全国で初めて PTPS が導入された札幌市の概要を以下に整理した。

表 2.1-3 国内の PTPS 導入事例の概要

都市	概要	導入の狙い・目的	課題
①新潟市	<ul style="list-style-type: none"> <li>多くの都市機能が集中している都心部において、平成 26 年度より <u>新たな交通システム「BRT」を導入。</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><u>環境負荷が少なく超高齢社会に対応できる持続可能な都市を目指すこととし、都心部において BRT を導入。</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>直行運転が維持された路線では、1 便当たりの平均利用者数が増えた半面、定時性の目標達成率は低下。</li> <li>新設路線は平均利用者数が他路線より低く、知名度向上が課題。</li> </ul>
②気仙沼市	<ul style="list-style-type: none"> <li>東日本大震災で甚大な被害を受けた <u>気仙沼線、大船渡線復旧の検討と並行して、スピーディに安全で便利な高速輸送サービスを提供できるよう、「BRT」による仮復旧の実施。</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><u>地震・津波発生時の容易な避難、柔軟なルート設定、速達性・定時性の確保、利便性向上等。</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>アンケートによると、鉄道の支持が BRT の支持の約 5 倍。</li> <li>同アンケートによる要望として多いのは「運行本数や定時運行、アクセス性の改善」「停留所の増設」。</li> </ul>
③名古屋市	<ul style="list-style-type: none"> <li>高速運行と定時性確保のため、カラー舗装によって <u>一般車線と区分されたバスレーンを走行。</u></li> <li>バス停にはバス接近表示器、シェルターを設置。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>違反車両の混入や駐停車車両による妨害が多いバスや、建設費が多額である地下鉄とのギャップを埋めるために導入。</li> <li>従来のバスレーンよりもさらに強制力の高い <u>バス専用通行帯を道路中央部に確保することにより、一般車両の渋滞に阻まれることなく運行可能。</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><u>幅員 30m 以上の道路でないと設置が困難。</u></li> <li>日本の他都市では未導入。</li> </ul>

都市	概要	導入の狙い・目的	課題
④札幌市	<ul style="list-style-type: none"> <li>・平成 8 年 4 月に全国初の公共車両優先システム (PTPS) が札幌市内の国道 36 号線の既設バス専用レーン区間 5.7km に導入。さらに翌 9 年 4 月、4.6km が延長され、システム拡大。</li> <li>・導入前と比べて所要時間が約 4 分短縮し、バスの定時運行確保に大きな効果。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「定時性の確保、利便性の向上、自家用車から大量公共輸送機関等への利用転換、交通総量の抑制」により都市部の渋滞緩和を図ることのできる、PTPS の実用化に向けた試験運用を実施。</li> </ul>	



## ① 新潟市

新潟市の Web サイトや国土交通省資料等を参照し、新潟市の BRT について以下の情報を整理した。

### 【概要】

マイカーに依存しない交通環境の実現に向けた取組みとして、都心部において新たな交通システム「BRT(Bus Rapid Transit)」の導入が進められている。

### 【導入の狙い・目的】

新潟市は、代表交通手段分担率で約 70%が自動車という自動車依存度の高い都市であり、低炭素都市づくり等の観点から対策が望まれている。そこで新潟市は、公共交通を中心とした都市交通戦略を策定し、環境負荷が少なく高齢社会に対応できる持続可能な都市づくりの一環として、都心部において 2015 年に BRT が導入された。

### 【現状の課題】

新潟交通が公表した BRT 開業後のバス利用者数や定時性率などの運行データ（2015 年 9 月 5～30 日分）によると、BRT 開業後も直行運転が維持された西小針線や鳥屋野線などでは、1 便当たりの平均利用者数が増えた一方で、定時性の目標達成率は低下する結果となった。この要因として新潟交通では、開業当初にダイヤが大きく乱れた BRT 区間（万代橋ライン）を利用者の一部が避け、JR 新潟駅前～市役所前間などの移動にこれら路線が選ばれた影響と分析している。

BRT 導入については、今後以下のような取り組みを進めるとされている。

- 郊外からの幹線路線バスについて、専用走行路への一部乗り入れ
- 時刻表を気にしなくてすむ運行頻度や現行より利用しやすい料金制度の設定
- 乗り換えの定着を図るため、乗り換え利用者に対するインセンティブの導入
- 円滑な乗り継ぎが可能となるような交通結節点の整備
- BRT 導入を契機として、路線バス全体のサービスのあり方について既存交通事業者とともに見直す



※写真は筆者撮影

図 2.1-2 新潟市の BRT の概況

## ② 気仙沼市

JR 東日本の Web サイト等を参照し、気仙沼市の BRT について以下の情報を整理した。

### 【概要】

東日本大震災で甚大な被害を受けた気仙沼線、大船渡線は、被害が広範に及んでおり、復旧にあたり多くの課題があったため、鉄道路線の復旧の検討と平行して、極力速達性が高く、安全で便利な高速輸送サービスとして、「BRT」が導入されている。

### 【導入の狙い・目的】

現在運行されている BRT は、鉄道復旧までの仮の公共交通機関として導入されたものであるが、以下の特徴を有していると整理されている。

- 地震・津波発生時も可能なところまで自力走行することで乗客がより避難しやすくなる
- まちづくりの各段階に合わせたルート設定、駅の増設等の柔軟な対応が行える
- 鉄道敷を活用することにより速達性・定時性が確保できる
- フリークエンシー（運行頻度）を高め、利便性を向上させる
- 一般道路を活用すれば、早期の運行開始が可能である

### 【現状の課題】

民間企業が行ったアンケート調査によると、鉄道の支持率が 48.9%と半数近いのに対して、BRT の支持率は約 10%に留まっている。BRT 運行の改善要望として、「運行本数や定時運行、アクセス性の改善」「停留所の増設」等が挙げられている。そこで、震災前の 1.5～3 倍の運行頻度を確保すると共に、専用道の延伸工事を進めることによって速達性・定時性の向上に取り組んでいる。



※写真は筆者撮影

図 2.1-3 気仙沼市の BRT の概況

### ③ 名古屋市

名古屋市の Web サイトや国土交通省資料等を参照し、名古屋の基幹バスについて以下の情報を整理した。

#### 【概要】

名古屋市の基幹バスは、①道路中央の専用バスレーン、②専用優先信号、③地下鉄並みの停留所間隔と表定速度 25km/h、④大型、低床、多扉で快適性の高いバス車両、⑤乗り換え抵抗の少ない施設・料金体系等を理念として導入されたシステムである。バス停にはバス接近表示器とシェルターが設置されている。

#### 【導入の狙い・目的】

通常のバスレーンは道路の路側にあり、物理的な区分が行われていないことから違反車両の混入や駐停車車両による影響を受ける。一方、地下鉄は建設費が 1km あたり 100～300 億円と非常に高額となる。このような両者のギャップを埋める公共交通手段として導入されたのが「基幹バス」システムであり、従来のバスレーンよりもさらに強制力の高いバス専用通行帯を道路中央部に確保することで、バスが一般車両の影響を受けることなく運行できるようにしている。

#### 【現状の課題】

基幹バスシステムの課題としては、以下が挙げられている。

- 幅員 30m 以上の道路でなければ設置が困難であり、名古屋市内でも他の路線に導入が広がるには至っていない
- 日本の他の都市への導入はなされていない



※写真は筆者撮影

図 2.1-4 名古屋市の基幹バスの概況

#### ④ 札幌市

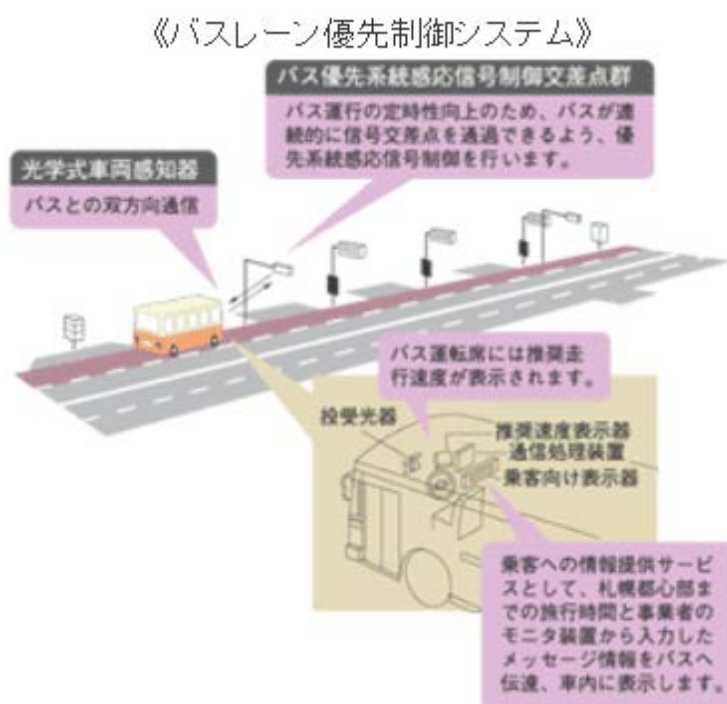
国土交通省資料、北海道バス協会 Web サイト、北海道道路管理技術センターWeb サイト等を参照し、札幌市の PTPS に関して以下の情報を整理した。

##### 【概要】

平成 8 年 4 月に全国で初めて PTPS が札幌市内の国道 36 号線の既設バス専用レーン区間 5.7km に導入された。翌 9 年 4 月には区間が 4.6km 延長され、システムが拡大された。PTPS の導入によって、導入前と比べて所要時間が約 4 分短縮したと報告されている。

##### 【導入の狙い・目的】

交通渋滞や違法駐車などは、バスなどの公共交通の運行に支障を及ぼすため、朝夕のラッシュ時にバス専用・優先レーンの導入が図られてきたが、路線においては交通が飽和状態に近く、交通量の削減が望まれていた。そこで、北海道警察、警察庁、北海道バス協会等の協力の下、交通量が最も多い国道 36 号のバス専用レーン規制の 5.7km 区間において、平成 8 年 4 月より PTPS の実用化に向けた試験運用が実施された。



出所：国土交通省 Web サイト

図 2.1-5 札幌市のバスレーン優先制御システムの概要

## 2.1.6 国外の PTPS 導入事例

PTPS が導入された国外の都市の事例について、文献より情報を収集整理した（表 2.1-4 参照）。整理の観点として、都市別に導入されたシステムを明らかにし、システムの情報処理のアルゴリズムを中心に整理した。整理した結果、バスのリアルタイムな位置情報については把握しているシステムが多く、また把握方法としては GPS または路側のセンサ、およびその両方を用いるケースがほとんどであった。

バスへの優先権の付与方法（優先権を付与するときの判断指標）に関して調査を行ったところ、バスに搭載された車載機で把握された遅延時間を判断指標として、遅延しているバスに対し優先権を付与するシステムが最も多かった。一部のシステムでは、バスの運行時間帯や進行方路に重み付けを行い、優先権付与のアルゴリズムを組んでいるシステムも見られた。他にも、バスの乗車人数や下流の交通状況といった動的な指標を用いて時々刻々と変化する交通状況に応じてダイナミックな運用を行っているシステムもあった。

バス専用レーンの設置有無についても整理した。表中の“交差点のみ”は、交差点内（交差点部に流入する位置～交差点部から流出する位置）付近にのみバス優先レーンが設置されていることを示す。“交差点周辺のみ”は、交差点内を除く区間のみバス優先レーンが設置されていることを示す。

バス専用レーンの設置位置（道路中央、道路両端）については、専用レーンを導入する区間の道路形状等を考慮し、道路中央、道路両端ともに設置実績がある都市が多く見られた。表中の“中央”とは、道路の上下線の中央に寄せた位置にバス優先レーンが設置されていることを示し、“両端”とは、道路の歩道寄りにバス優先レーンが設置されていることを示す。

なお、バス専用レーンの設置有無およびバス専用レーンの設置位置については、限られた文献および航空写真等を用いて確認した結果であり、今回の調査では情報を網羅するには至っていない。

これら整理した事例のうち、主要な都市の導入システムの概要および制御の処理フローを P. 20 以降に示す。

表 2.1-4 海外都市における事例整理（バス優先レーンの設置都市および設置形態）

No.	国名	都市名	システム名称	優先権付与のアルゴリズム	バス優先権付与時の判断指標	専用レーンの有無	専用レーンの位置
1	UK	Brighton and Hove	SCOOT	・中央装置は遅延したバスにのみ優先権を付与 ・優先パターンは青延長と赤短縮	・遅延時間	・交差点のみ ・交差点周辺のみ	道路の中央 道路の両端
2	UK	Cardiff	SCOOT	・中央装置がGPSベースのバスリアルタイム位置情報とリアルタイムの乗客情報を把握 ・中央装置は遅延したバスに優先権を付与 ・複数バスが遅延した場合、遅延度合や乗客人数に基づき、優先権を付与	・遅延時間 ・乗車人数	・交差点+交差点周辺 ・交差点のみ	道路の中央 道路の両端
3	Italy	Genoa	PRISCILLA	・中央装置は30秒の測定間隔でGPSを装備したすべてのバスの位置情報を把握 ・交差点の300m手前から優先権の付与を開始	・遅延時間 ・バスルートの重要性 ・時間帯 ・バスの進行方向	・交差点のみ ・交差点周辺のみ	道路の両端
4	Denmark	Aalborg	-	・中央装置はバスのリアルタイム位置情報を把握 ・中央装置は遅延したバスのルート上の次の信号に対し優先権(青延長または赤短縮)付与を要請 ・複数のバスに対する優先要請を同時に行う場合、中央装置は路線の重要度や交通量に基づき、最も効果的な優先方向を決定 ・現示状態と交通量に応じて信号側が優先要請を拒否する権利を保持	・遅延時間 ・バスルートの重要性 ・交通量	交差点周辺のみ	道路の中央 道路の両端
5	Denmark	Copenhagen	-	・中央装置では、サービスインしたバスが時刻表情報との比較により遅延有無を判定し、優先制御の実施を決定 ・優先制御の要求と取消しメッセージは信号制御機に送信 ・優先制御の要求と取消しに基づき、青延長と赤短縮(4~15秒)を実行	遅延時間	交差点+交差点周辺	道路の両端
6	Finland	Helsinki	HeLMi	・中央装置は各ルートのバスの位置情報を10秒おきに把握・サービスインの後、交差点の150-250メートル手前で優先権付与を判断 ・中央装置は信号制御機に青時間延長を要請 ・交差点通過後、停止線通過直後に青時間の打ち切り要請をバスから信号に送信	遅延時間	交差点+交差点周辺	道路の両端
7	Australia	Sydney	PTIPS	・バスの位置情報は予め定められた地点でのみ中央装置に送信することで通信コストを低減 ・複数バスからの優先要求があった場合、進行方向下流側に渋滞がある方は、優先しない	・遅延時間 ・下流の交通状況	・交差点のみ ・交差点周辺のみ	道路の中央 道路の両端
8	USA	Tampa	HART	・中央装置はGPSで取得したバスのリアルタイム位置情報と時刻表情報をもとに、優先制御の必要有無を判定 ・優先制御が必要な場合は、バスから信号制御機に要請 ・信号制御機は、要求情報に基づきバスの到着タイミングを算出し、必要に応じて青延長、赤短縮の信号制御を実施	・遅延時間 ・バスの進行方向	不明	
9	Switzerland	Geneva	TPG	車両と次の停留所の距離を元に優先権を付与(距離の遠近等程度は不明)	次の停留所までの距離	交差点+交差点周辺	道路の両端
10	UK	Glasgow	・BIAS ・SCOOT	・中央装置は、GPS、沿道のセンサーおよび双方無線システムを用いたネットワークにより、バスの位置情報をリアルタイムで把握し、遅延有無を判定 ・車内コンピュータは時刻表情報との比較により遅延有無を判定 ・中央装置はバスが遅延すると、バスに優先権を与えるために信号制御機を実施	遅延時間	・交差点のみ ・交差点周辺のみ	道路の中央 道路の両端
11	UK	London	・SCOOT ・AVLシステム (BUSシステム)	・中央装置はバスの位置情報を毎秒監視し、バスは中央装置に到着時間をバス停で送る ・中央装置はバスの位置情報を使い、各々のバスの位置を更新し、前走バスに関する車頭時間を計算。計算された車頭時間は遅れを計算するために予定車頭時間と比較。計算された遅れはバスに送信される。 ・バスは優先要請を送るとき、遅れを信号制御機に送信。信号制御機は遅れの情報を受け取り、優先レベルを決定。	遅延時間	・交差点のみ ・交差点周辺のみ	道路の中央 道路の両端
12	UK	Southampton	・SCOOT ・AVL	・走行中に車載器が沿道のビーコンから信号を拾う ・車載器は、ルートに沿って走行するバスの正確な位置を把握するために、走行距離計からの情報と結合 ・中央装置は、バスが交通情報センターへ15秒おきに送信した位置情報に基づく優先要請を受け、信号に接近しているバスに優先権を与える	遅延時間	バス停の前後のみ	バス停の前後
13	France	Toulouse	・CAPITOU ・SITERE	・バス専用車線の規定ポイントを通り過ぎると、時間が記録されて、AVLシステムに送られる ・中央装置は、20秒おきに蓄積された情報で、遅れ/進みを計算 ・バスが遅れると思われると、信号へ優先要請 ・中央装置は、(遅れると思われ)バスがレーンに進入するとき送られた特定の情報を管理し、優先要請を交通信号を制御しているCAPITOUシステムに送る	遅延時間	交差点のみ	道路の両端
14	Switzerland	Zurich	AVL UTC	・完全に中央制御された信号制御システムを実行 ・バス優先は、市内のあらゆる信号で実行されている ・『アクセス制御』が信号を使って実行される。渋滞を引き起こす市内の交通量を計測し、乗客の待ち時間短縮や公共交通への移行へ導く。	交通量	交差点周辺のみ	道路の中央
15	Australia	Brisbane	BLISS	・車両が検知器を通過すると、識別レーンバーは車両のタグからメッセージを解釈して信号制御機に送る ・バスが検知されると、BLISS(最適な信号設定・自動交通量カウント・優先権の付与システム)は、以前の走行と比較した程度の遅れが決定 ・バスが遅れ、優先資格を得ると、メッセージを受け取った信号制御装置は、どのバスを優先させるか決定	遅延時間	交差点周辺のみ	道路の中央
16	USA	Portland	AVL	・バスが遅れるとき、次の交通信号において優先を要請 ・交差点は優先呼出を受け、青延長と赤短縮を実行	遅延時間	不明	不明

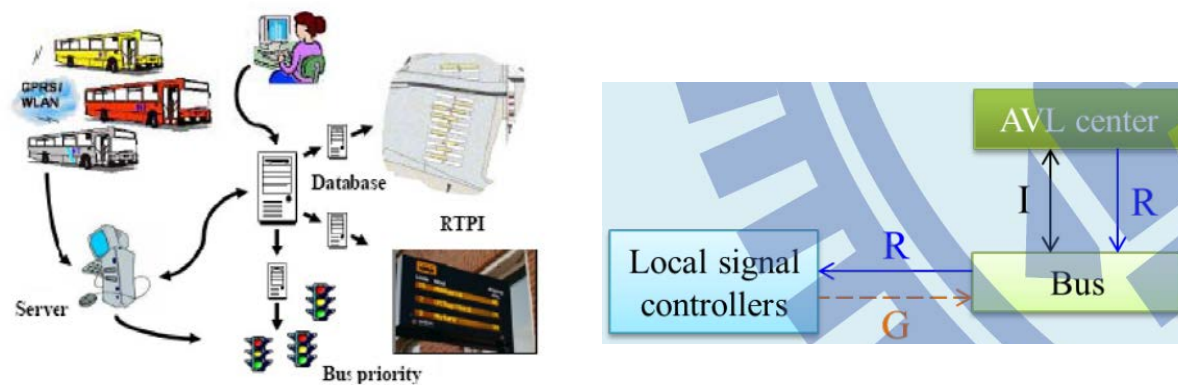
(1) Aalborg-Denmark

国名	Denmark
都市名	Aalborg
PTPS システム名	・ TSP ・ AVL
概要	<p>バスに設置された Automatic Vehicle Location (AVL) システムからのリアルタイム位置情報をもとに、優先権付与を判断する。通信方式としては、交通信号優先 (TSP) システムにより、無線 GPRS (汎用パケット無線システム) を通して、GPS の位置情報と時間情報を AVL サーバーに送る仕組みとなっている。</p> <p>AVL センターはルート上のすべてのバスがスケジュール通りに運行しているかを包括的に把握し、遅延したバスにのみ優先権を付与する。バスが遅れると、更なる遅れを避けるか、遅れを回復するために、ルート上の次の信号にバス優先権を要請することができる。</p>
バス優先レーンの設置状況	交差点周辺のみ
バス優先レーンの写真	 <p>左折用バス専用レーン 終点</p> <p>左折用バス専用レーン</p> <p>地図データ ©2015 Google 利用規約</p> <p>※Google Maps より引用した画像に加筆</p>



### ① システム構成

バスに対する優先権付与の判断のため AVL を使用し、優先権の付与が必要となった場合、各交通信号制御装置へ信号が送られてバス優先が実現する。



TS in public transport in Aalborg.

- ・ AVL (automatic vehicle location)：自動車両位置確認システム、自動車両追尾システム
- ・ UTC(Urban Traffic Control)：中央装置に予め組込まれたタイミング(条件)を呼び出し、交通信号をネットワーク単位で調整
- ・ Local signal controllers:ローカル信号コントローラ
- ・ I(information transmission):情報送信
- ・ R(priority request):優先要請
- ・ G(priority grant):優先許可

### ② 処理フロー

①車載機から AVL センターへ位置情報を送信し、②AVL センターから路側機へ優先権を送信する。③路側機は車載機へ優先許可する。

表 2.1-5 処理フロー

	車載機 (バス)	路側機 (信号)	AVL センター
①	位置送信		→
②			← 優先権付与
③	←	優先許可	

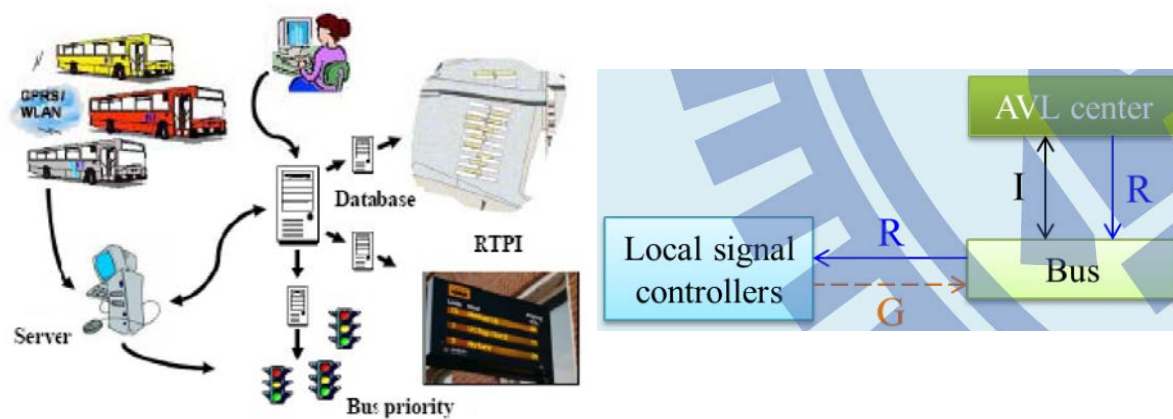
## (2) Brighton and Hove-UK

国名	UK
都市名	Brighton and Hove
PTPS システム名	SCOOT UTC
概要	GPS 測位情報にもとづくバス優先とリアルタイム乗客情報システムがある。中央装置は 8 つの SCOOT でコントロールされた信号交差点でバスに優先を与える。中央装置は現在の青時間を延長させるか、速やかに青時間にするにより優先を与える。優先権の付与は、遅れているバスに限定される。
バス優先レーンの設置状況	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 交差点のみ</li><li>・ 交差点周辺のみ</li></ul>
バス優先レーンの写真	 <p>バス停留所</p> <p>バス停を含むバス専用レーン</p> <p>地図データ ©2015 Google 利用規約</p>

※Google Maps より引用した画像に加筆

① システム構成 (2.1.6(1)①と同様)

バスに対する優先権付与の判断のため AVL を使用し、優先権の付与が必要となった場合、各交通信号制御装置へ信号が送られる。



TS in public transport in Aalborg.

- ・ AVL (automatic vehicle location): 自動車両位置確認システム、自動車両追尾システム
- ・ UTC(Urban Traffic Control): 中央装置に予め組込まれたタイミング(条件)を呼び出し、交通信号をネットワーク単位で調整
- ・ Local signal controllers: ローカル信号コントローラ
- ・ I(information transmission): 情報送信
- ・ R(priority request): 優先要請
- ・ G(priority grant): 優先許可

② 処理フロー (2.1.6(1)②と同様)

①車載機から AVL センターへ位置情報を送信し、②AVL センターから車載機へ優先レベルを送信する。③車載機は優先レベルの確認を行ない、④路側機は車載機へ優先許可を送信する。

表 2.1-6 処理フロー

	車載機 (バス)	路側機 (信号)	AVL センター
①	位置送信	→	→
②	←	←	優先レベル
③	優先レベル	→	
④	←	←	優先許可

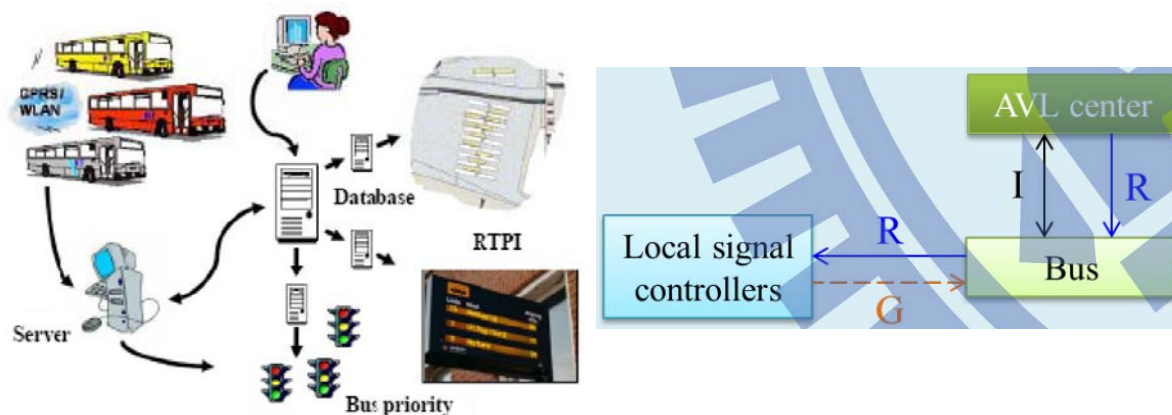
### (3) Helsinki-Finland

国名	Finland
都市名	Helsinki
PTPS システム名	HeLMi
概要	<p>HeLMi (Helsinki Public Transport Signal Priority and Passenger Information) と呼ばれている公共輸送機関テレマティックスシステムを使用。</p> <p>システムは、リアルタイム乗客情報、交通信号でのバスと路面電車優先、スケジュール監視などの公共輸送機関テレマティックス機能を提供している。各機能は無線通信によって情報の授受を実施。</p>
バス優先レーンの設置状況	交差点+交差点周辺
バス優先レーンの写真	 <p>バスのほかにタクシーも走行可能な専用レーン</p> <p>バス専用レーン始点</p> <p>地図データ ©2015 Google 利用規約</p>

※Google Maps より引用した画像に加筆

① システム構成 (2.1.6(1)①と同様)

バスに対する優先権付与の判断のため AVL を使用し、優先権の付与が必要となった場合、各交通信号制御装置へ信号が送られる。



TS in public transport in Aalborg.

- ・ AVL (automatic vehicle location)：自動車両位置確認システム、自動車両追尾システム
- ・ UTC(Urban Traffic Control)：中央装置に予め組込まれたタイミング(条件)を呼び出し、交通信号をネットワーク単位で調整
- ・ Local signal controllers:ローカル信号コントローラ
- ・ I(information transmission):情報送信
- ・ R(priority request):優先要請
- ・ G(priority grant):優先許可

② 処理フロー (2.1.6(1)②と同様)

①車載機から AVL センターへ位置情報を送信し、②AVL センターから車載機へ優先レベルを送信する。③車載機は優先レベルを路側機へ送り、④路側機は車載機へ優先許可を送信する。

表 2.1-7 処理フロー

	車載機 (バス)	路側機 (信号)	AVL センター
①	位置送信		→
②	←		優先レベル
③	優先レベル	→	
④	←	優先許可	

(4) Cardiff-UK

国名	UK
都市名	Cardiff
PTPS システム名	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ SCOOT UTC</li> <li>・ AVL</li> </ul>
概要	<p>交差点は SCOOT UTC システムの下で制御される。</p> <p>GPS に基づく AVL システムにより、5m 以内の空間精度でバスを検出する。このシステムでは、オンボード・コンピュータにあらかじめ定義されている仮想検知器帯の中でバスが検知されると、バス優先制御が起動する。さらにシステムは、バスの遅れを考慮して予め定められた優先レベルにより優先権を与える。</p> <p>コントロール・センターは、予め設定された時間情報に基づき、全てのバスの測位情報より得られるバスの位置情報に基づき遅れの計算を行い、バスの遅延や乗客の搭乗度合いに基づいて優先度を変化させる。</p>
バス優先レーンの設置状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 交差点+交差点周辺</li> <li>・ 交差点のみ</li> </ul>
バス優先レーンの写真	<p>バス専用レーン始点</p> <p>バス停、交差点箇所にバスレーンあり 専用レーンのみ道路が色分け(緑)されている。</p> <p>地図データ ©2015 Google 利用規約</p> <p>※Google Maps より引用した画像に加筆</p>

## ① システム構成

AVL センターから UTC センターにバスの位置情報と優先要求が送信される。そのため、AVL の位置情報に基づいてセンターより直接優先要求が送信されるため、他の AVL アプリケーションよりも高度な空間情報精度（例えば 5～10m 以内等）が要求される。

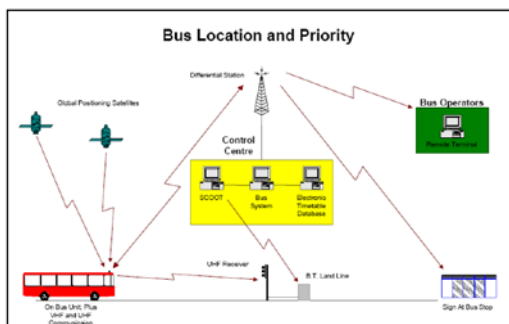
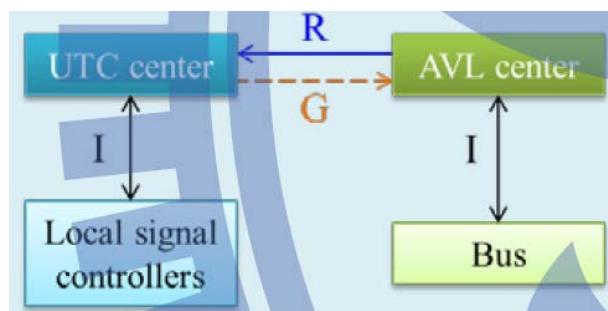


Figure 5.3: Bus location and priority system in Cardiff (from [18])



- ・ AVL (automatic vehicle location): 自動車両位置確認システム、自動車両追尾システム
- ・ UTC(Urban Traffic Control): 中央装置に予め組み込まれたタイミング(条件)を呼び出し、交通信号をネットワーク単位で調整
- ・ Local signal controllers: ローカル信号コントローラ
- ・ I(information transmission): 情報送信
- ・ R(priority request): 優先要請
- ・ G(priority grant): 優先許可

## ② 処理フロー

①車載機は AVL センターへ位置情報を送信し、②AVL センターは SCOOT UTC へ優先要請をする。③SCOOT UTC はその要請を路側機へ送り、④路側機は SCOOT UTC へ優先情報を送信する。⑤その後 SCOOT UTC は AVL センターへ優先許可を与え、⑥AVL センターは車載機へ優先許可を送信する。

表 2.1-8 処理フロー

	車載機 (バス)	路側機 (信号)	AVL センター	SCOOT UTC
①	位置送信		→	
②			優先要請	→
③		←		要請送信
④		優先情報送信	→	
⑤			←	優先許可
⑥	←		許可送信	

(5) Genoa- Italy

国名	Italy
都市名	Genoa
PTPS システム名	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ UTC (SIGMA)</li> <li>・ AVM</li> </ul>
概要	<p>システムは、AVM(Automatic Vehicle Monitoring)と、SIGMA で知られる UTC システムとデータ伝送から成る。</p> <p>AVM システムは、30 秒間隔で GPS を装備したすべてのバスを監視するとともに、フィールドからの情報に基づいて、バスに優先を割り当てる必要があるかを判断して UTC へ情報を送る。バスが信号に到着すると、送られた情報に基づいて優先が付与される。中央装置はバス路線の重要度、時間帯、バスの進行方向等を考慮して優先権を与える。</p>
バス優先レーンの設置状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 交差点のみ</li> <li>・ 交差点周辺のみ</li> </ul>
バス優先レーンの写真	<p>※Google Maps より引用した画像に加筆</p>



## ① システム構成

バスは AVL センターより優先レベルを割り当てられ、それを交通信号装置に送信する。交通信号装置は受け取った情報を UTC センターに送信し、UTC センター側で判定された結果として優先制御が実行される。

また、一部の重要なデータは、AVL センターと UTC センターの間で直接転送される。

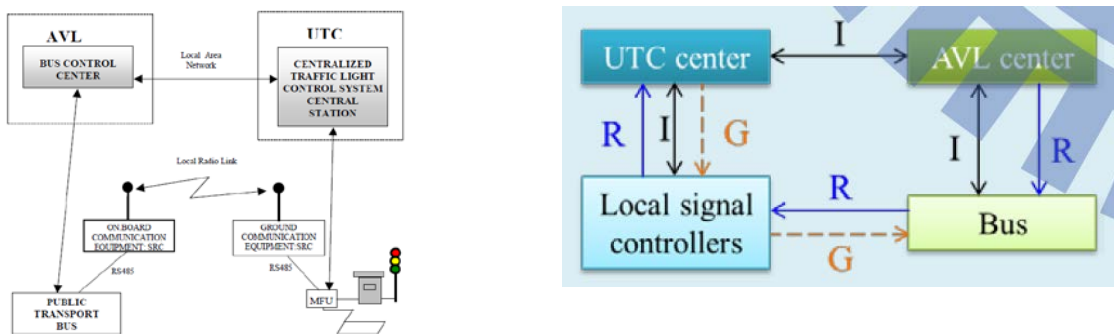


Figure 5.4: The PRISCILLA system in Genoa (from [29])

- AVL (automatic vehicle location): 自動車両位置確認システム、自動車両追尾システム
- UTC(Urban Traffic Control): 中央装置に予め組込まれたタイミング(条件)を呼び出し、交通信号をネットワーク単位で調整
- Local signal controllers: ローカル信号コントローラ
- I(information transmission): 情報送信
- R(priority request): 優先要請
- G(priority grant): 優先許可

## ② 処理フロー

①車載機は AVL センターへ位置情報を送信し、②AVL センターは車載機へ優先レベルを割り当てる。③車載機は優先レベルを路側機へ送り、④路側機は UTC センターへ優先要請をする。⑤優先要請を受けた UTC センターは路側機へ優先許可を与え、⑥路側機は車載機へ優先許可を送信する。

表 2.1-9 処理フロー

	車載機 (バス)	路側機 (信号)	AVL センター	UTC センター
①	位置送信		→	
②	←		優先レベル割当	
③	優先レベル	→		
④		優先要請		→
⑤		←		優先許可
⑥	←	優先許可		

(6) Geneva- Switzerland

国名	Switzerland
都市名	Geneva
PTPS システム名	TPG
概要	交通信号優先管理システム（TPG）を使用。 交通信号優先は分散されて管理される（車両は、直接交通信号受信機と通信する）。
バス優先レーンの設置状況	交差点+交差点周辺
バス優先レーンの写真	 <p>バス専用レーン終点</p> <p>専用レーンのみ黄色で囲われた車線となっている。</p> <p>地図データ ©2015 Google 利用規約</p>

※Google Maps より引用した画像に加筆

## ① システム構成

AVL センターや UTC センターを使わずに、交差点とバスの間での独立した優先制御を行うシステムである。

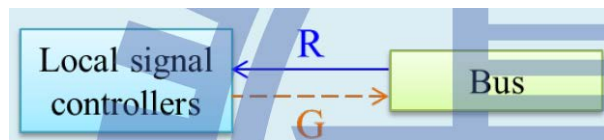
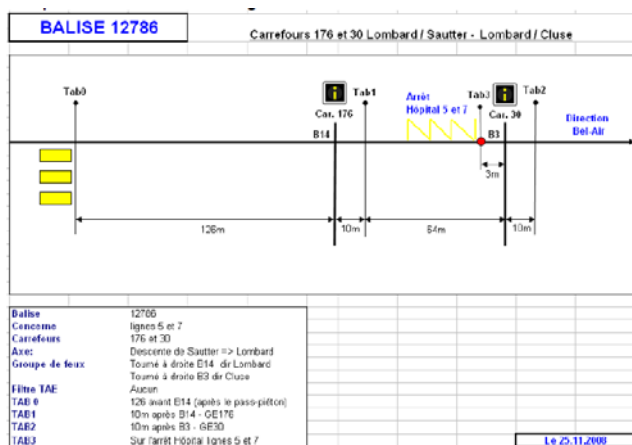


Figure 5.5: An example of bus priority process in Geneva

- AVL (automatic vehicle location): 自動車両位置確認システム、自動車両追尾システム
- UTC(Urban Traffic Control): 中央装置に予め組込まれたタイミング(条件)を呼び出し、交通信号をネットワーク単位で調整
- Local signal controllers: ローカル信号コントローラ
- I(information transmission): 情報送信
- R(priority request): 優先要請
- G(priority grant): 優先許可

## ② 処理フロー

①車載機は路側機へ優先要請を送信し、②路側機は車載機へ優先許可を送信する。

表 2.1-10 処理フロー

	車載機 (バス)	路側機 (信号)
①	優先要請 →	→
②	←	優先許可 →

(7) Glasgow- UK

国名	UK
都市名	Glasgow
PTPS システム名	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ BIAS</li> <li>・ SCOOT</li> </ul>
概要	BIAS システム (Bus Information and Signalling System) に基づき、バスを検知するための全地球位置測定システム (GPS) と、信号によりバスに優先を提供する Urban Traffic Control (SCOOT) システムにより優先を付与する。
バス優先レーンの設置状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 交差点のみ</li> <li>・ 交差点周辺のみ</li> </ul>
バス優先レーンの写真	 <p style="text-align: center;">バス専用レーン終点</p> <p style="text-align: center;">バス右折専用レーン 専用レーンのみ道路が色分け(茶)されている。</p> <p style="text-align: right; font-size: small;">地図データ ©2015 Google 利用規約</p> <p style="text-align: right;">※Google Maps より引用した画像に加筆</p>

## ① システム構成

バスより交通信号機に送信された優先要求が UTC センターに送られ、UTC センターでの優先判定を受けて、優先制御が実行される。

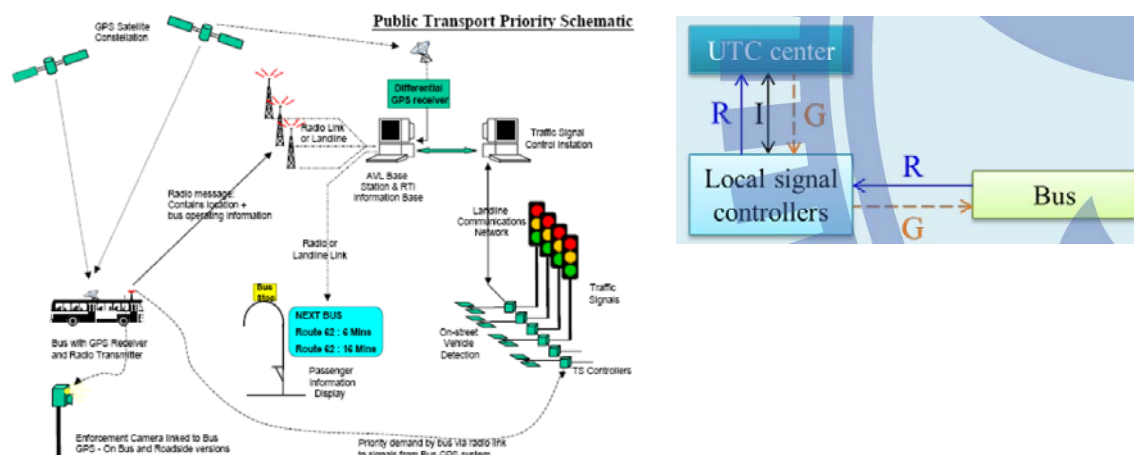


Figure 5.6: Glasgow's Bus Information and Signalling System (BIAS) (from [31])

- ・ AVL (automatic vehicle location): 自動車両位置確認システム、自動車両追尾システム
- ・ UTC(Urban Traffic Control): 中央装置に予め組込まれたタイミング(条件)を呼び出し、交通信号をネットワーク単位で調整
- ・ Local signal controllers: ローカル信号コントローラ
- ・ I(information transmission): 情報送信
- ・ R(priority request): 優先要請
- ・ G(priority grant): 優先許可


## ② 処理フロー

①車載機は路側機へ優先要請し、②路側機は SCOOT UTC へ優先要請をする。③SCOOT UTC は路側機へ優先許可を送り、④路側機は車載機へ優先許可を送信する。

表 2.1-11 処理フロー

	車載機 (バス)	路側機 (信号)	SCOOT UTC
①	優先要請	→	
②		優先要請	→
③		←	優先許可
④	←	優先許可	

(8) London- UK

国名	UK
都市名	London
PTPS システム名	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ SCOOT UTC</li> <li>・ AVL (iBUS)</li> </ul>
概要	バス隊列管理、リアルタイム乗客情報、信号でのバス優先のために、GPSに基づく AVL (Automatic Vehicle Location) システムを使用しており、このシステムは iBus として知られている。
バス優先レーンの設置状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 交差点のみ</li> <li>・ 交差点周辺のみ</li> </ul>
バス優先レーンの写真	 <p>バス専用レーン</p> <p>バス停付近から始まり、次の交差点まで専用レーンがあり、専用レーン部分のみ路面が茶色に色分けされている。</p> <p>地図データ © 2015 Google 利用規約</p>

※Google Maps より引用した画像に加筆

## ① システム構成

バスは搭載した GPS ユニットによって、AVL センターで 30-60 秒の間隔でモニターされる。また、バスは AVL センターに対してバス停での到着時刻を送る。これらの情報を使って AVL センターでは、システムで各々のバスの位置情報を更新し、前走バスとの車頭時間を計算する。次に、計算された車頭時間と予定車頭時間を比較することで、車頭時間逸脱(遅れ)が計算され、バスに送信される。バスは受け取った遅れ情報に基づき、優先要請を信号コントローラに送信する。

このシステムでは、AVL センターと UTC センター間の通信がないため、バス優先要請は、バスと交通信号コントローラを経由して、AVL センターから UTC センターまで送信される。

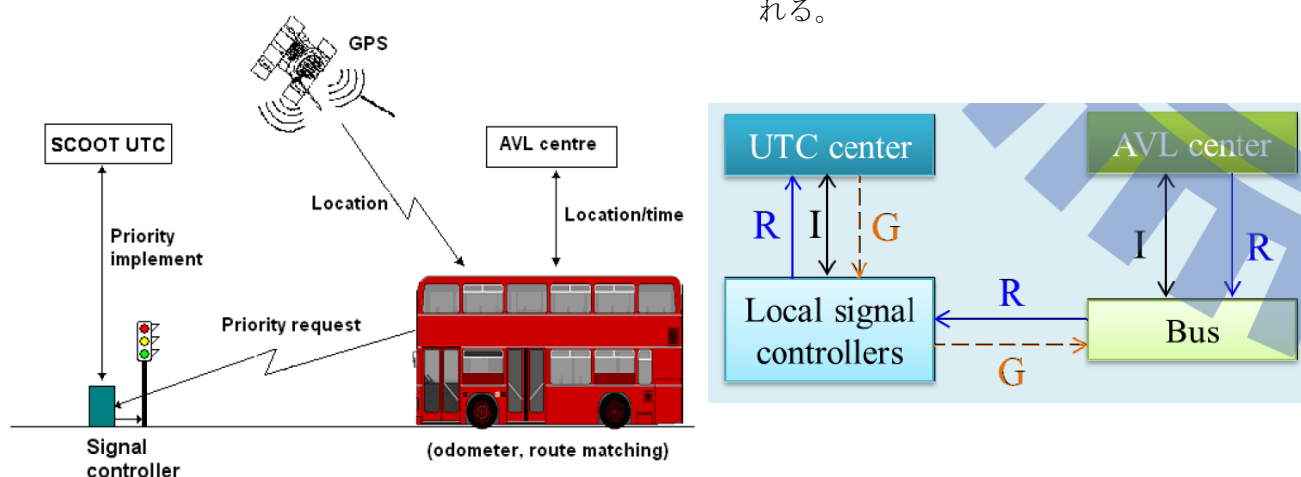
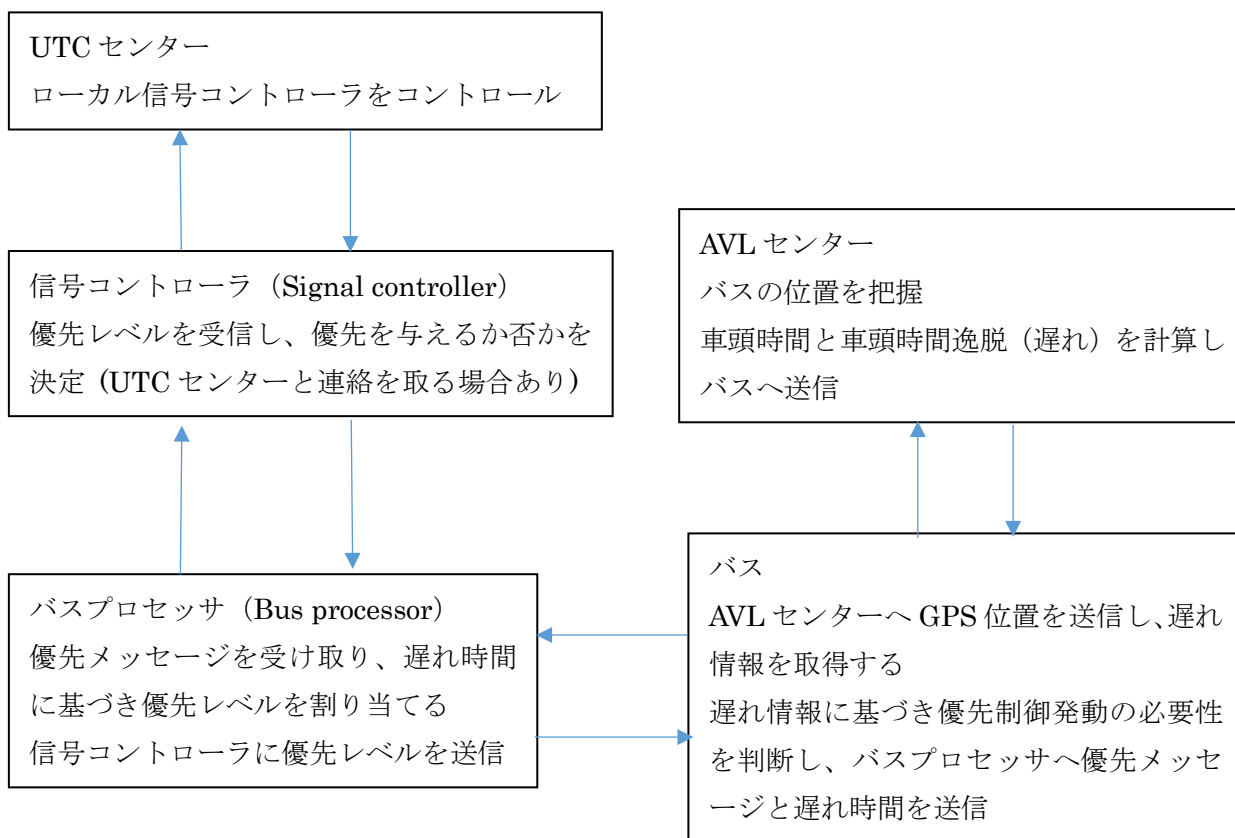


Figure 5.8: Simple representation of bus priority at traffic signals using iBus


- ・ AVL (automatic vehicle location): 自動車両位置確認システム、自動車両追尾システム
- ・ UTC(Urban Traffic Control): 中央装置に予め組込まれたタイミング(条件)を呼び出し、交通信号をネットワーク単位で調整
- ・ Local signal controllers: ローカル信号コントローラ
- ・ I(information transmission): 情報送信
- ・ R(priority request): 優先要請
- ・ G(priority grant): 優先許可

## ② 処理フロー



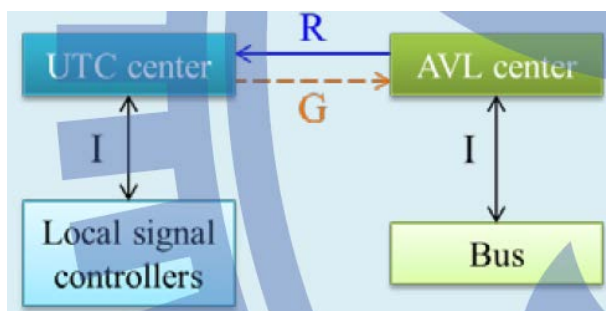
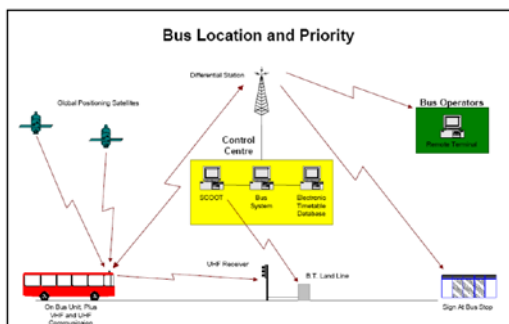


(9) Toulouse-France

国名	France
都市名	Toulouse
PTPS システム名	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ CAPITOUL</li> <li>・ SITERE</li> </ul>
概要	<p>信号交差点をコントロールする都市交通管制システム CAPITOUL と、SITERE と呼ばれる Bus Fleet Management System を使用。</p> <p>中央に集約されたシステムを実装し、このシステムでは、バスは優先付与を直接信号コントローラに要請せず、必要時に優先要請を CAPITOUL システムに送る SITERE システムと通信する。バス優先処置は中央集約システムによって管理され、バスは各々のバス専用車線の戦略的に定められた 5 から 8 つの規定ポイントで監視される。バスが規定ポイントを通り過ぎると、時間が記録され、無線により AVL システムに送られる。バスと SITERE システムの間の通信は、20 秒おきにメッセージを保存している無線プロトコルに頼る。この情報は、中央に集約された SITERE システムのレベルで、遅れ/進みを計算するのに用いられ、バスが遅れると思われると、信号レベルでバス優先を要請する。</p>
バス優先レーンの設置状況	交差点のみ
バス優先レーンの写真	 <p style="text-align: center;">※Google Maps より引用した画像に加筆</p>

### ① システム構成 (2.1.6(4)①に同じ)

AVL センターから直接 UTC にバスの位置情報と優先要求が送信される。そのため、AVL は信号交差点の上流で優先要求を出すためのバスの位置情報の主要なものとなり、他の AVL アプリケーションよりも高度な空間情報精度 (例えば 5~10m 以内等) が要求される。



- ・ AVL (automatic vehicle location): 自動車両位置確認システム、自動車両追尾システム
- ・ UTC(Urban Traffic Control): 中央装置に予め組込まれたタイミング(条件)を呼び出し、交通信号をネットワーク単位で調整
- ・ Local signal controllers: ローカル信号コントローラ
- ・ I(information transmission): 情報送信
- ・ R(priority request): 優先要請
- ・ G(priority grant): 優先許可

(10) Zurich-Switzerland

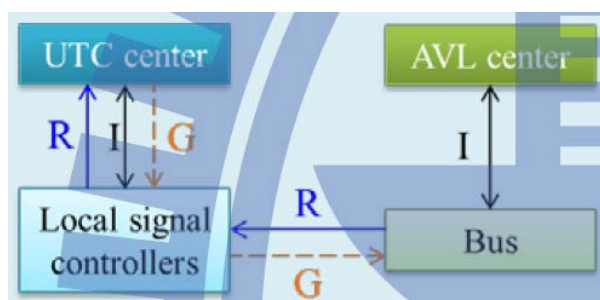
国名	Switzerland
都市名	Zurich
PTPS システム名	AVL、UTC
概要	<p>7つの地域を制御する完全に中央集約化された信号制御システムを実装。信号制御システムは約14台の制御コンピュータと2台の中心調整コンピュータを含み、3000台以上の路面検知器により信号プログラムの切り替えを行う。</p> <p>交通管理者は、オペレーション制御システムにより、停留所でもバス内でもドライバーや乗客と話すことが可能である。</p>
バス優先レーンの設置状況	交差点周辺のみ
バス優先レーンの写真	 <p>専用レーンのみ黄色で囲われた車線となっている。</p> <p>バス専用レーン</p> <p>地図データ ©2015 Google 利用規約</p>

※Google Maps より引用した画像に加筆

## ① システム構成

AVL センターは、主に車両の全車管理のために使われる。

バスと路面電車は、ループ検知を用いた『絶対的な』優先権を与えられ、必要に応じて公共交通の分離を含むオペレーションの効率化と、交通需要マネジメント方策の適用を通して運行スケジュールを維持する。このケースでは、バスと路面電車がほとんど常に予定通り運行できるようになるため、『固定の』タイムテーブルだけが必要とされる。



- ・ AVL (automatic vehicle location): 自動車両位置確認システム、自動車両追尾システム
- ・ UTC(Urban Traffic Control): 中央装置に予め組込まれたタイミング(条件)を呼び出し、交通信号をネットワーク単位で調整
- ・ Local signal controllers: ローカル信号コントローラ
- ・ I(information transmission): 情報送信
- ・ R(priority request): 優先要請
- ・ G(priority grant): 優先許可

## ② 処理フロー

①車載機は AVL センターへ位置情報を送信し、②AVL センターは車載機へ位置情報を送信する。③車載機は路側機へ優先要請を送り、④路側機は SCOOT UTC へ優先要請する。⑤優先要請を受けた SCOOT UTC は路側機へ優先許可を与え、⑥許可を受けた路側機は車載機へ優先許可を送信する。

表 2.1-12 処理フロー

	車載機 (バス)	路側機 (信号)	AVL センター	SCOOT UTC
①	位置送信		→	
②	←		位置情報送信	
③	優先要請	→		
④		優先要請	→	→
⑤		←		優先許可
⑥	←	優先許可		

## 参考文献

1. Review of Bus Priority at Traffic Signals around the World  
(<http://content.tfl.gov.uk/interaction-of-buses-and-signals-at-road-crossings.pdf>)
2. Review of transit signal priority(TSP) Policies and strategies  
(<http://ocw.nctu.edu.tw/course/sc011/2012-08-17-1.pdf>)
3. ITS activities in the City of Aalborg  
([http://i2tern.plan.aau.dk/doks/pp/presentations/Session\\_2-2/NielsUlrichClausen.pdf](http://i2tern.plan.aau.dk/doks/pp/presentations/Session_2-2/NielsUlrichClausen.pdf))
4. The Way Ahead for London' s Bus Priority at Traffic Signals  
([http://eprints.soton.ac.uk/52818/1/WayAhead\\_London\\_IET2008.pdf](http://eprints.soton.ac.uk/52818/1/WayAhead_London_IET2008.pdf))
5. NEW STRATEGY OPTIONS FOR BUS PRIORITY AT TRAFFIC SIGNALS IN LONDON  
(<http://infoscience.epfl.ch/record/158662/files/New%20strategy%20options%20for.pdf>)

## 2.1.7 PTPS に関する近年の研究事例

PTPS に関する近年の研究事例としては、警察庁の「次世代公共道路交通システムの開発に向けた基本設計に係る調査研究報告書 (2015 年 3 月)」において、ITS 関連の文献が毎年多数投稿される ITS 世界会議 2014 までの発表文献が整理されている。そこで、上記報告書の作成以降に開催された ITS 世界会議 2015 での発表文献を対象に、PTPS に関連する文献を調査した結果、下記 2 件の文献が発表されていた。

### (1) Application of the system using Radio Frequency Identification detection for various ITS, Tatsuya Higuchi (Mitsubishi Heavy Industries, LTD.), ITS World Congress 2015 Proceedings

RFID タグを用いたバス優先システムの正確性と信頼性を検証する目的で、RFID タグを用いたバス優先システムを構築し、試験運用を実施してその効果が検証されている。なお、構築したバス優先システムは、RFID タグを装着したバスより中央装置へ優先要請シグナルが送信され、中央装置に送られた優先要請シグナルに基づき、路側信号制御装置は信号現示サイクルを変えるものである。

### (2) Analysis on bus travel time through traffic light intersection, Riitta Kerminen (Tampere University of Technology), ITS World Congress 2015 Proceedings

バス優先システムの導入効果を検証した研究である。対象とするバス優先システムは、車載機の GPS 位置情報が中央装置に送信され、中央装置は受信した位置情報をもとにバスの遅れ状況を把握し、バス優先を要請するものである。この優先要請によって青時間延長が実行され、これによる時短効果、停止回数、待ち時間が分析されている。

研究の結果、バス優先システムが導入された場合の交差点における時間短縮効果は平均 9.5 秒となり、バス優先システムを導入することで、停止回数、待ち時間を減少させることができる結論付けられている。

## 2.1.8 バスロケーションシステムの現状に関する調査

### (1) 調査概要

バスロケーションシステムに関する調査として、バスロケーションシステムを導入しているバス事業者へのヒアリング調査を実施した。ヒアリング調査の概要は以下の通りである。

表 2.1-13 バス事業者 A へのヒアリング概要

ヒアリング日時	2016年1月28日
ヒアリング先	バス事業者 A
ヒアリング項目	<ul style="list-style-type: none"><li>・ バス事業者 A で現在導入されているバスロケーションシステムについて</li><li>・ バス事業者 A の営業区間内に現在導入されている公共交通優先施策 (PTPS) 全般について</li></ul>

表 2.1-14 バス事業者 B へのヒアリング概要

ヒアリング日時	2016年2月29日
ヒアリング先	バス事業者 B
ヒアリング項目	<ul style="list-style-type: none"><li>・ バス事業者 B で現在導入されているバスロケーションシステムについて</li><li>・ バス事業者 B の営業区間内に現在導入されている公共交通優先施策 (PTPS) 全般について</li></ul>

## (2) ヒアリングの主な結果

### ① バス事業者 A

設問 No.	大項目	小項目	回答
1	現在導入されているバスロケーションシステムについて	バスロケーションシステムの導入状況をお教え下さい。	・ドラレコ装置(データ蓄積型)を導入しており、定期的に GPS 情報を取得し、バスの接近等の情報提供を行っている。
2		バス車両のドライバに対して提供される情報があればお教え下さい。	・バスの系統番号を車載機に入力すると、その系統の時刻表を車載機にダウンロードする仕組みを導入しており、運転手に対して次のバス停への本来の到着時刻等の情報を提供している。
2	公共交通優先施策 (PTPS) 全般について	PTPS 導入による効果評価を実施されたことがあれば、その内容についてお教え下さい。	・事業者側としては、PTPS の導入効果はわかっていないのが現状である。車載機からアップリンクした情報が事業者に対してどうフィードバックされるかも見えていない。
3		現在導入されている PTPS について、ご意見や改良・改善へのご提案、または課題等があればお教え下さい。	・渋滞時は一般車両の影響を受けるため、PTPS の効果が発揮されない場面も多い。 ・交差点によっては、左折、直進、右折の各車線にバスが並ぶことがあり、その場合にどのバス車両が優先されているかわからない。
4		バスの定時性および速達性の向上に向けた進行中の取組みや、今後の計画、また交通管理者や道路管理者などへのご要望や、独自の取組み事例などがありましたらお教え下さい。	・バスの乗降客数が増加するため、バス停での停車時間が増大し、必ずしも速達性が向上するとは言い難い傾向がある。 ・バス事業者の大半は既に独自のプローブ情報を蓄積していることを前提に検討した方が良い。民間のビッグデータと行政のビッグデータを融合することで効率性が向上し、車載機の導入コストをペイできる仕組みであれば、交通事業者としてはシステムを導入すると思われる。



② バス事業者 B

設問 No.	大項目	小項目	回答
1	現在導入されているバスロケーションシステムについて	バスロケーションシステムの導入状況をお教え下さい。	バスロケを導入しており、バス停の通過時刻や遅延状況等を把握している。
2		優先信号制御の発動中に、バス車両のドライバーに対して提供される情報があればお教え下さい。	・バスの系統番号、車号を車載機に入力すると、その系統の時刻表が車載機にセットされる仕組みを導入しており、運転手に対して次のバス停への本来の到着時刻や遅れ情報等を提供している。
3	公共交通優先施策（PTPS）全般について	現在導入されているPTPSについて、ご意見や改良・改善へのご提案、または課題等があればお教え下さい。	・バス優先レーンは一部区間に設置されているが、一般車両が優先レーンを認識していない等もあり、厳格に運用されていないと感じている。
4		バスの定時性および速達性の向上に向けた進行中の取組みや、今後の計画、また交通管理者や道路管理者などへのご要望や、独自の取組み事例などがありましたらお教え下さい。	・専用レーンや、時間調整のためのバスの待機場所確保等のハードの整備が進めば、より効率的なダイヤへの改正の検討につながると考えられる。 ・但し、専用レーンの設置は一般車両への影響等も含めて検討すべき課題があると思われる。

## 2.2 車載機の概要

本節では、前節の PTPS の事例調査結果も踏まえながら、まずは PTPS 高度化検討の背景について述べ、これに対応する車載システムの構成、車載機の基本的な機能、準拠する規格を示す。

### 2.2.1 PTPS 高度化検討の背景

PTPS は、既に光ビーコンで実用化された事例がある。これは、信号交差点の上流 1 箇所  
に設置された光ビーコンで PTPS 対応車両（バス）の通過を検知し、想定走行速度から交  
差点到着タイミングを予測して、信号現示時間の延長または短縮を行うものである。しかし  
ながら、ビーコン設置地点から交差点までの間の交通量、他車両の流入、横断歩行者や路上  
駐停車車両の存在など、バスをとりまく交通状況の影響で想定走行速度どおりの走行がで  
きない場合も多く、信号現示時間の制御が有効に機能しない場合がある。また、ビーコン設  
置に関しても、PTPS が必要となる環境の多くは市街地であり、信号の設置間隔が近いこと  
やバス停の位置が信号交差点に近いといったことから、PTPS 制御に適した地点に設置する  
ことが困難な場合がある。また、適切な位置が高架や橋上など支柱の設置が難しい状況もあ  
る。

一方、700MHz 帯 ITS は、車車間・路車間通信を利用した安全運転支援サービスが実用  
化され、今後さらなる普及が期待されている技術である。700MHz 帯 ITS 無線通信は、見  
通しがある環境で数 100m～1km 程度離れた相手との通信が可能であることに加え、ビル  
などの遮蔽物に対して回り込みやすい特性を持ち、見通しがいい環境でも優れた通信性能  
が得られることが知られている。これに対応した無線機を活用することで、新たに専用の設  
備を導入することなしに PTPS の高度化を実現することができる。上記の光ビーコンを利  
用した PTPS の設置に関する課題に対し、700MHz 帯 ITS 無線通信を導入した場合は、  
700MHz 帯路側機を交差点付近の 1 箇所に設置することで全流入路のバス（700MHz 帯無  
線機）と通信することができ、流入路ごとに通信機を設置する必要がなくなる。また、路側  
機の設置位置に関する制約も少なくなるため、流入路に高架や橋が含まれる環境において  
も、システム設計が容易になるなどのメリットもある。

通信仕様の利点としては、光ビーコンのように設置地点のみの通信ではなく、交差点に接  
近する途上で継続的に通信を行うことができるため、周辺の交通状況に起因する走行速度  
の変化を逐一把握し、信号現示時間の延長または短縮を柔軟に設定することが可能となる。  
また、光ビーコン PTPS では車載機からビーコン路側機へのアップリンクのみが使用され  
ており、インフラ側から車載機への情報提供が実施されていないのに対し、700MHz 帯 ITS  
無線通信を導入すると、700MHz 帯路側機から配信される信号情報を監視しておき、現示  
灯色の残秒数変化から PTPS による当該流入路の優先状況をドライバに伝えるといったこ

とも可能となる。

## 2.2.2 車載システムの概要

700MHz帯無線機を活用した車載システムの構成例を図 2.2-1 に示す。700MHz帯無線機（車載機）は、700MHz帯アンテナを介して、その基本機能である700MHz帯ITS無線通信を実現する。車載機には、GPSアンテナを接続することで、車両の現在位置や進行方位角などの情報が取得できる。また、車両のCAN-BUSに接続することで、車両の速度、アクセル/ブレーキ状態、ウィンカー情報などを含むセンサ情報も取得できる。車載機は、これらの情報をもとに車車間メッセージを生成し、700MHz帯ITS無線通信により100ミリ秒周期で送信する。また、周囲に存在する他車（車載機）や700MHz帯路側機から車車間/路車間メッセージを受信し、他車の位置や状態などの情報や、当該路側機が設置された交差点に関する情報を把握することができる。車載機は、自車の情報と周囲から受信した情報を活用し、表示や音声のようなHMIを使用してさまざまな運転支援をドライバに提供する。さらには、既存の車載装置と連携させることで、より適切な制御が可能となる。例えば、行き先案内装置や料金表示装置等から、現在の運行状態（営業運転中であるか、回送中であるか）や運行中の路線に関する情報を取得することが考えられる。また、バスの運行状態を管理するバスロケーションシステムから、運行スケジュールや自車の遅延状況を取得することも考えられる。これらの情報を活用することで、車載機側で優先制御要求の要否を自動判定したり、インフラ側で状況に応じた信号制御を実施するといったことが可能となる。このような連携は、既存のシステムや装置の仕様を大きく変更することなく実現できるものである。

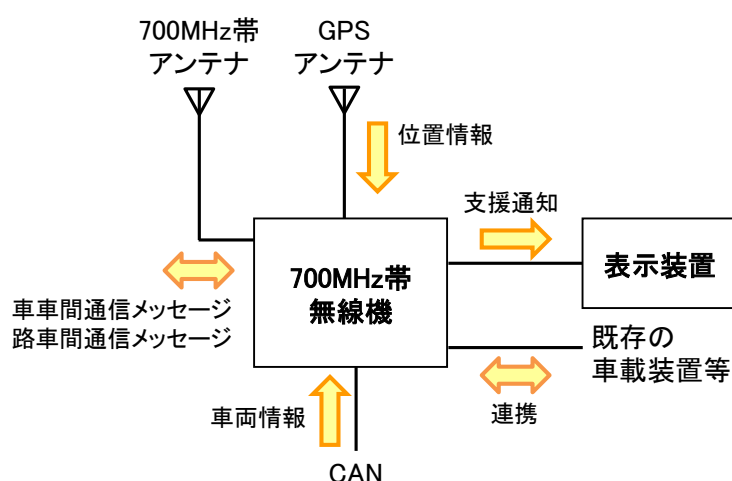


図 2.2-1 車載システムの構成例

700MHz 帯 ITS 無線通信に関して、700MHz 帯高度道路交通システムの概要、技術的条件、通信制御方式等の仕様が 700MHz 帯高度道路交通システム標準規格 (ARIB STD-T109) において規定されており、車載機 (移動局) の無線通信仕様はこれに準拠する。車載機の無線通信に関する主な諸元を表 2.2-1 に示す。

表 2.2-1 車載機の主な諸元

項目	仕様値
アクセス方式	CSMA/CA 方式
通信形態	ブロードキャスト
変調方式	OFDM
サブキャリア数	52 (4 pilot 含む)
FFT、IFFT サイズ	64
シンボル間隔	8 $\mu$ sec
ガードインターバル	1.6 $\mu$ sec
誤り訂正	畳込み FEC(R=1/2、3/4)
送受信周波数	760 MHz
最大出力電力	10 mW/MHz
占有周波数幅	9.0 MHz 以下

### 2.2.3 車車間通信メッセージの概要

車載機が生成する車車間通信メッセージは、700MHz 帯高度道路交通システム 実験用車車間通信メッセージガイドライン (ITS FORUM RC-013) に準拠したフォーマットで構成される。本ガイドラインでは、車車間通信用メッセージが 1 種類規定されており、これを基本メッセージと呼ぶ。基本メッセージは、全ての車載機が共通に送信するメッセージであり、安全運転支援を実現するための基本的な情報を含み、そのうち必須と定義された情報については必ずセットすることと規定されている。また、基本メッセージには、それ以外の情報 (個別のサービスなど) についてもデータサイズの上限を超えない範囲で併せてメッセージ内に含めることができる。

基本メッセージの構成を表 2.2-2 に示す。メッセージの構成は、先頭から共通領域、自由領域の 2 つに大きく分けられる。共通領域は、全ての車載機のメッセージに格納される情報領域であり、自由領域は任意に格納される情報領域を意味する。さらに、自由領域は自由アプリヘッダ領域と自由アプリデータ領域に分けられ、自由アプリデータ領域にはアプリケーションごとに独自のデータを設定することができる。PTPS のような特定のサービスの実現に必要なサービス固有の情報は、この自由領域を活用することが想定されている。

表 2.2-2 基本メッセージの構成 (ITS FORUM RC-013 1.0 版より抜粋)

領域	データ構造	格納する DF	サイズ [byte]	備考	
共通領域	共通アプリヘッダ領域	DF_共通領域管理情報	8	格納は必須。	
	共通アプリデータ領域	DF_時刻情報	4	28	格納は必須。正しい値をセットできない場合は不定値をセットする。
		DF_位置情報	11		
		DF_車両状態情報	9		
		DF_車両属性情報	4		
		DF_位置オプション情報 (*)	2	0~26	格納は任意。格納順序は変更不可。
		DF_GPS 状態オプション情報 (*)	4		
		DF_位置取得オプション情報 (*)	2		
		DF_車両状態オプション情報 (*)	7		
		DF_交差点情報 (*)	10		
	DF_拡張情報 (*)	1			
自由領域	自由アプリヘッダ領域	DF_自由領域管理情報	0~1	0~22	格納は任意。サイズは個別アプリデータ数により変化。
		DF_個別アプリデータ管理情報セット	0~21		
	自由アプリデータ領域	(規定しない)	0~60	格納は任意。格納順は DF_個別アプリデータ管理情報セットの格納順に従う。	
			計 36~100	(*) : オプション情報	

#### 2.2.4 路車間通信メッセージの概要

700MHz 帯路側機から配信される路車間通信メッセージは、対象サービスに応じてその内容が UTMS 協会で規定されている。例えば、路車間通信を利用した安全運転支援システム (DSSS : Driving Safety Support Systems) では以下のような情報が配信される。

- 道路線形情報 :  
各ポイントの座標情報等、道路の構造に関する情報。
- サービス支援情報 :  
提供サービスの内容や必要な道程距離等の情報。

- 信号情報：  
信号灯色変化のサイクルや残秒数等の情報。
- 信号オフセット情報：  
下流交差点の信号灯色変化のオフセット情報。
- 規制情報：  
規制内容や規制条件の情報。
- 車両検知情報：  
センサで検知した車両の位置や速度の情報。
- 横断歩行者検知情報：  
センサで検知した歩行者の存在情報。

## 2.3 警察庁施策の検討・実施状況

PTPS 高度化対応車載機の仕様を検討する上で、インフラ側を担当する警察庁および UTMS 協会と PTPS の制御や車載機への要望について確認を行った。本節では、特に通信アプリケーション規格に関して、そこで確認されたことを示す。

### 2.3.1 PTPS 高度化の取組み概要

UTMS 協会 PTPS 高度化検討作業部会において、700MHz 帯 ITS 無線通信の活用による PTPS の高度化が検討されている。本作業部会では、東京オリンピック、パラリンピックにおける交通の安全と円滑、および超高齢化社会における公共交通活用の課題に対して、利便性と経済性を兼ね備えた次世代公共交通システムの開発に向けた基本設計を行うことを本年度の目標として、次のような取組みが進められている。

- 現在運用されている PTPS を検討のベースとし、ART、オリンピックおよびバス事業者から高度化ニーズをヒアリング等により調査する。また、高密度運行時の課題を把握するため、実際に運用されているシステムを調査する。
- 昨年度検討した高度化案の実現性、導入効果を比較検討し、実現すべき機能を選択し、システム概説書、装置仕様書およびインターフェイス仕様書としてまとめる。
- 基本設計が妥当であることを来年度シミュレーションにより机上検証するため、本年度はシミュレーション評価仕様を作成する。

上記 2 点目の高度化案の検討において、段階的な信号現示時間の制御や、路車間通信で得られる情報を利用したドライバへの有効な情報提示によって、交差交通への影響を抑えつつ、無駄なく公共車両を優先通過させることを目指したサービスイメージがまとめられた。次項では、このサービスイメージについて、青信号現示の延長制御を例に説明する。

### 2.3.2 PTPS サービスイメージ

今年度 UTMS 協会で開催された案では、図 2.3-1 に示すように、バスが第 1 あるいは第 2 仮想ビーコン位置（PTPS 制御を判断するポイント）を通過するタイミングで、インフラ側が PTPS 優先制御の判定を行うこととしている。ポイントを 2 つ設けることで、第 1 仮想ビーコン位置にてインフラ側が青信号時間の延長を実施後に、速度低下等でバスが青時間内に交差点に到達することが困難となった場合でも、第 2 仮想ビーコン位置で青時間の再延長を実施することが可能となり、それまでの青時間延長が無駄にならないよう制御できる。700MHz 帯 ITS 無線通信を利用することで、インフラ側は無線通信範囲内にいるバ

スの状況を常時把握できるため、さらにきめ細かで柔軟な信号制御を行うことも可能ではあるが、路車間通信で提供される信号情報は安全運転支援等の他の目的でも使用されており、あまり頻繁に変化させることは好ましくない。そのため、現状はこのような2つのポイントのみでの制御となっている。

また、バスが交差点に接近する任意の地点において、路側機からサービス対象エリアや交差点形状を示す道路線形情報、信号灯色サイクルのスケジュールを示す信号情報を受信することができるため、信号制御の状態などをドライバーに知らせることも可能である。

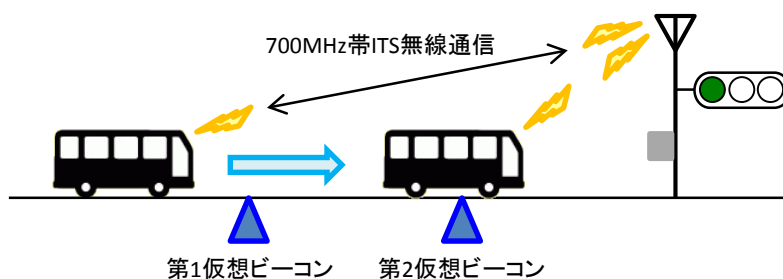


図 2.3-1 PTPS サービスイメージ

交差点に接近するバスの動きと、それに応じて PTPS 優先制御が行われる例を示す。図 2.3-2 は、青信号から赤信号に変わるタイミングでバスが交差点に到着するケースで、青信号時間を無駄なく適切に延長することで、バスが信号で停止することなく通過できる例である。

本例では、バスが 0m の地点、すなわち交差点から 300m 手前の位置を走行している時点では、青信号で通過することができない状態であることを示している。そこで、第 1 仮想ビーコン位置（交差点から 200m 手前）において、第 1 の予測に基づいた青時間延長制御が行われ、バスがちょうど青信号で通過できるように延長される。しかし、その後にバスの速度が低下したことにより、第 2 仮想ビーコン位置（交差点から 100m 手前）では青信号通過が困難という第 2 の予測が行われ、これに基づいて青信号時間の追加延長制御が行われる。このような段階的な制御により、バスが延長された青信号時間内に通過できるようになるとともに、交差道路の通行に悪影響を与える無駄な青信号延長を防ぐこともできる。



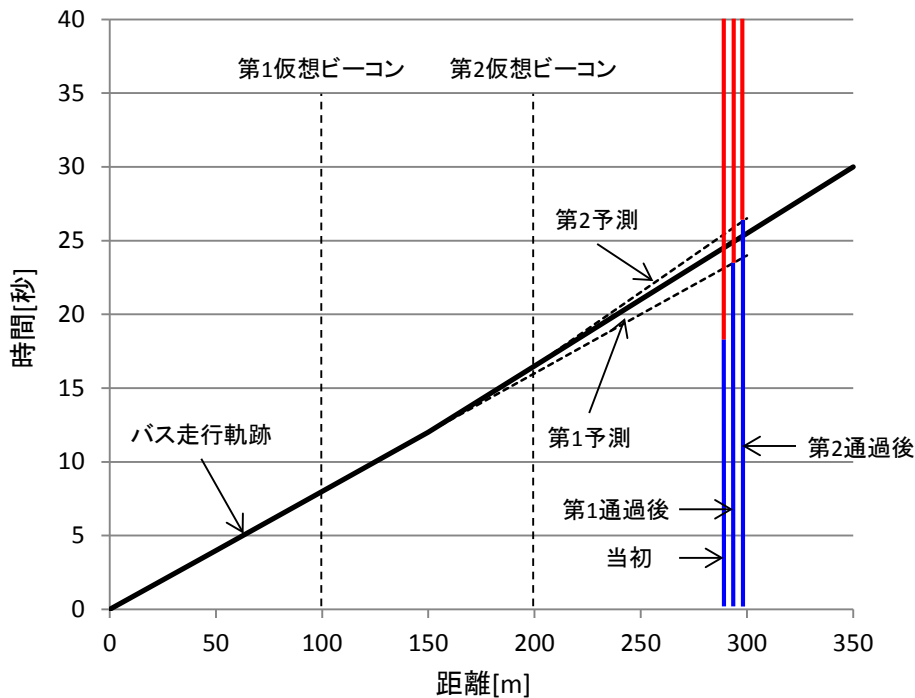


図 2.3-2 青信号延長の動作例

以下に、上記動作例における具体的な信号情報の様子を示す。残秒数の最小値は最短で信号が変わるまでの時間を示すもので、最大値は PTPS 等の制御により延長された場合の最長時間を示すものである。第 1 仮想ビーコン通過時に、信号制御機は方路固有の設計速度に基づき青信号の延長を行う。このときのバス走行に対する信号情報の変化例を表 2.3-1 に示す。青信号延長により、最小残秒数に予測結果を踏まえた値が加算され、時間経過に対して値が増加している。

表 2.3-1 第 1 仮想ビーコン付近の PTPS 優先制御と提供される信号情報例

距離 [m]	時間 [秒]	車両灯器：残秒数		備考
		最小[秒]	最大[秒]	
90	7.2	10.8	20.8	第 1 仮想ビーコンより上流
100	8.0	10.0	20.0	第 1 仮想ビーコン通過
110	8.8	15.2	19.2	青信号延長 (+6 秒)
120	9.6	14.4	18.4	

注 1) 距離および時間は、図 2.3-2 における距離と時間を表す。

注 2) 車両灯器情報は、DSSS の信号情報に含まれる。

注 3) バスの移動速度は 45km/h、第 1 予測の設計速度も 45km/h としている。

第 2 仮想ビーコン通過時に、信号制御機は第 1 仮想ビーコン通過時よりも少し余裕を持たせた設計速度に基づき青信号の延長を行う。このときのバス走行に対する信号情報の変化例を表 2.3-2 に示す。青信号延長により、最小残秒数の値がさらに増加している。

表 2.3-2 第 2 仮想ビーコン付近の PTPS 優先制御と提供される信号情報例

距離 [m]	時間 [秒]	車両灯器：残秒数		備考
		最小[秒]	最大[秒]	
190	15.7	8.3	14.3	第 2 仮想ビーコンより上流
200	16.6	7.4	13.4	第 2 仮想ビーコン通過
210	17.5	9.5	12.5	青信号延長 (+3 秒)
220	18.4	8.6	11.6	

注) バスの移動速度は、150m 地点で 45km/h から 40km/h に減速。  
第 2 予測の設計速度は 36km/h としている。

車両側は、このような信号情報の変化を常に確認できるため、時間経過に対して最小残秒数の値が増加した場合に青信号延長があったものと判定できる。車載機は、この判定結果と自車状態から、必要に応じてドライバーに対し、PTPS 優先制御が行われていることを通知することで、交差点の通過を促すことが可能となる。

本例で示した青信号延長の他に、優先対象のバスが赤信号から青信号に変化する直前に到着が予想されるケースで、赤信号の短縮により停止することなく通過できるように信号制御が行われるサービスもある。青信号延長では時間経過に対して車両灯器残秒数の最小値が増加するが、赤信号短縮においては時間経過に対して最大値が早く減少する。このケースについても青信号延長と同様に、車両側で信号情報の変化を常に確認することで PTPS 優先制御が行われていることが判定でき、円滑に交差点通過ができるようドライバーに対して適度な減速を促すことが可能となる。

### 2.3.3 通信アプリケーション規格（ダウンリンク情報）

前項で示したサービスイメージを満たすために路側機が送信すべき情報として検討されたものを表 2.3-3 に示す。これらのうち、道路線形情報、サービス支援情報、信号情報については、700MHz 帯 ITS 無線通信を使用した DSSS サービスの規格で規定されているものを共用する。PTPS サービス情報については、サービス固有の情報となるため、新たにメッセージフォーマットが規定された。

表 2.3-3 PTPS のダウンリンク情報

情報名	概要	備考
道路線形情報	交差点の構造に関する情報	DSSS と共用
サービス支援情報	提供サービスの内容や必要な道程距離等の情報	DSSS と共用
信号情報	前方信号の青残秒、赤残秒の提供	DSSS と共用
PTPS サービス情報	PTPS のサービス状況を示す情報	新規追加

バス走行中に車載機側で PTPS サービスの条件を認識し、ドライバへの支援に繋げるために、PTPS サービス情報として検討されている内容を表 2.3-4 に示す。

表 2.3-4 PTPS サービス情報とその構成

情報項目	概要
対象流入路	対象となる流入方路の方路 ID を示す。道路線形情報にて示された方路 ID に対応する。
制御時間帯	PTPS 制御が実施される時間帯を示す。複数の制御時間帯がある場合、現在実施中の時間または次時間帯を示す。
制御方式種別	PTPS 制御方式の ID を示す。現在は 1 種類のみであるが、今後さらなる高度化が検討される際は別途方式種別が規定される。
路側設定情報データ長	路側設定情報に含まれる総データ長を格納する
路側設定情報	流入路単位で以下の情報を格納する
第 1 仮想ビーコン位置	対象流入路において、バスが通過する際に最初に PTPS 制御の判定が行われる位置を、停止線からの距離で示す。
第 1 設計速度	第 1 仮想ビーコン通過時における停止線到着までに要する予測時間。実勢速度を参考に設定される。
第 2 仮想ビーコン位置	対象流入路において、バスが通過する際に 2 回目に PTPS 制御の判定が行われる位置を、停止線からの距離で示す。
第 2 設計速度	第 2 仮想ビーコン通過時における停止線到着までに要する予測時間。実勢速度にマージンを持たせた速度をもとに設定される。
最大青延長時間	当該流入路に対する最大青延長時間
最大赤短縮時間	当該流入路に対する最大赤短縮時間

以上の内容を踏まえて検討された PTPS サービス情報の詳細なフォーマット案が UTMS 協会の PTPS 高度化検討作業部会にて検討されているが、ここでは割愛する。

## 2.4 車載機側に必要な要件整理

本節では、PTPS 高度化検討にあたり、車載機と路側機間の通信および処理フローをもとに、車載機が持つべき機能要件について整理し、これまでの検討内容に基づいた PTPS 向け車車間メッセージ（アップリンク情報）のフォーマットを提案する。また、他のサービスとの共存時に留意すべき事項についても述べる。

### 2.4.1 車載機の処理フロー

PTPS サービスの青信号時間延長制御を想定した処理フロー例を図 2.4-1 に示す。車載機からは自車位置等の情報を含む車車間メッセージが、路側機からは道路線形情報、サービス支援情報、信号情報、PTPS サービス情報がそれぞれ 100ms ごとに送信されているが、ここではバス側およびインフラ側での処理に関わる代表的な情報の流れのみを記載している。以下、処理フローについて説明する。

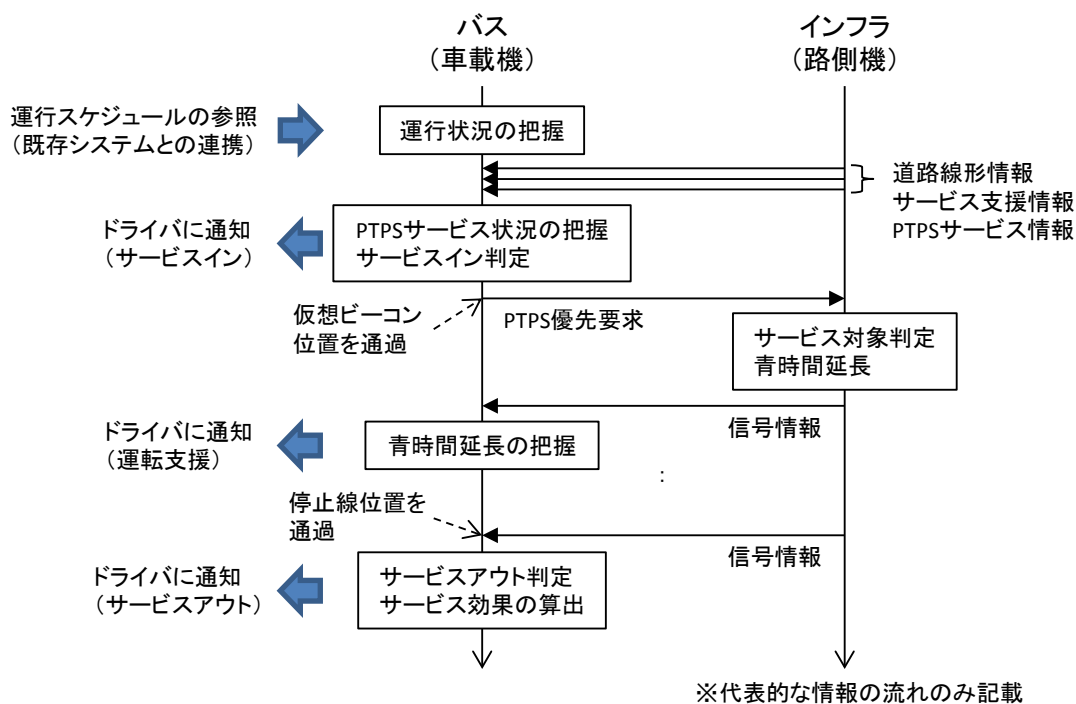


図 2.4-1 PTPS サービス（青信号延長時）の処理フロー例

前提として、バスはバスロケーションシステムなど事業者が運用する既存のシステムと連携し、運行スケジュールに対する遅延状況などを常に把握できているものとする。バスが PTPS サービスの対象流入路上にあり、対象交差点に接近すると、車載機は、路側機から

PTPS のダウンリンク情報を受信するようになる。このうち、道路線形情報、サービス支援情報、PTPS サービス情報から、交差点の形状や、PTPS 関連情報（制御時間帯、仮想ビーコン位置、設計速度など）を把握し、サービスインしたことを判定する。車載機は、この時点から PTPS 優先要求を車車間メッセージに設定して送信する。PTPS 優先要求には、バスの車両や系統を表す識別子や、営業中か回送かを表す運行状態の他、PTPS 制御の必要性を伝える優先要求情報が含まれ、運行スケジュールから遅延している場合のみ優先対象として扱われるようにする。このとき、ドライバーに対して PTPS サービスが提供されている交差点に接近していることを通知することが考えられる。

路側機は、バスが仮想ビーコン位置を通過する際に送信した車車間メッセージに着目し、それに含まれる PTPS 優先要求を参照する。仮想ビーコン位置にいるバスからの PTPS 優先要求と信号現示や残時間の状態から優先制御を実施するかどうかを決定し、その結果に従い青時間を延長する。なお、対象流入路を複数系統のバス路線が通っており、系統によって対象交差点からの流出方路が異なるケースも考えられるが、PTPS 優先要求に含まれる系統情報をインフラ側で解釈することにより、対象となる流出方路に関して優先制御を行うといった対応が可能である。

車載機は、インフラ側によって優先制御が行われた場合、信号情報の最大・最小残秒数の変化によってそれを把握することができる。青時間延長によってバスが停止せずに交差点を通過できることがわかった場合、ドライバーに PTPS 優先制御が行われている旨を通知する。このような通知を行う目的は、車両用信号のみ青時間を延長し、歩行者用信号の青時間は変化させないように制御が行われるケースがあり、この場合は歩行者用信号が赤になっても車両用信号の青時間が通常より長く続くことになるためである。特に、バスのような大型車両は制動に時間がかかることから、ドライバーは歩行者用信号の変化から車両用信号の変化タイミングを予測し、早めに減速する傾向にあるため、青時間延長が行われていることを積極的にドライバーに通知することで、通過を促す狙いがある。但し、自車の前方を進行するバスが仮想ビーコン位置を通過したことにより優先制御が行われた場合など、延長された青時間内に自車が交差点を通過できないケースも考えられるため、車載機では、青信号延長が行われたことを把握するだけでなく、自車の速度から青時間内に交差点を通過できることを確認した上でドライバーに通知するなどの注意が必要である。

車載機は、青時間延長によって、バスが停止することなく交差点を通過できた場合、停止線通過までの信号情報（最大・最小残秒数）の変化から PTPS 優先制御による効果を計算し、ログとして記録したり、既存の車載装置と連携してセンターに通知したりすることで、サービスの検証や信号制御時間の調整等に利用することも可能である。

以上、PTPS サービスが実施される状況における車載機の処理フローについて述べた。このことから車載機の要件をまとめた結果を表 2.4-1 に示す。

表 2.4-1 PTPS サービス処理時の車載機の要件

No.	分類	要件	内容	
1	通信	700MHz 帯 ITS 無線通信	対象交差点周辺で 700MHz 帯通信により常時通信を実施する。	
2		PTPS 優先要求の 送信・停止	サービスインからサービスアウトまでの間、PTPS 優先要求を送信する。	
3	状況把握・判定	サービス状況の 把握	ダウンリンク情報から PTPS サービス対象交差点の形状や仮想ビーコン位置を把握する。	
4		サービスイン 判定	交差点 150～200m 程度手前でサービスインを把握する。	
5		サービスアウト 判定	交差点通過でサービスアウトを把握する。	
6		運行遅延の 把握	既存の車載装置と連携してバスの運行スケジュールを参照し、運行状況（スケジュールに対する遅延）をリアルタイムで把握する。	
7		信号サイクルの 把握	信号情報から車両向けおよび歩行者向けの基本的な信号サイクルを把握する。	
8		青時間延長または 赤時間短縮の 状況把握	信号情報をもとに、インフラ側の優先制御により青時間延長や赤時間短縮が実施されているかどうかを把握する。	
9		青信号での 交差点通過可否 判定	青時間延長の有無を含め、停止せずに交差点を通過できるかどうかを判定する。	
10		目標速度の算出	赤時間短縮が実施されている場合、減速させる目標値を計算する。	
11		サービス効果の 算出	サービスアウト判定時にサービス効果を計算する。（必要に応じてインフラ側に通知）	
12		ドライバへの 通知	サービスイン 通知	サービスイン判定時にドライバに通知する。
13			サービスアウト 通知	サービスアウト判定時にドライバに通知する。
14	優先状態の 通知		青時間延長または赤時間短縮が行われていることをドライバに通知する。	
15	減速支援の 通知		赤時間短縮時を含め、青信号で交差点通過できない場合に減速支援を通知する。	

## 2.4.2 通信アプリケーション規格（アップリンク情報）

前項までに示した検討内容や要件をもとに、PTPS サービスを提供するために必要な車車間メッセージを提案する。

まず、車載機として送信すべき情報を表 2.4-2 に示す。インフラ側でバスの位置や状態を把握するために、時刻情報、位置情報、車両状態情報、位置取得オプション情報が必要と考えられるが、これらはいずれも車載機が送信する基本メッセージに含まれるものである。PTPS 優先要求については、サービス固有の情報となり、新たにフォーマットを規定して基本メッセージの自由アプリデータ領域に設定する。

表 2.4-2 PTPS のアップリンク情報

情報名	概要	区分
時刻情報	共通アプリデータを活用する基本情報	共通アプリデータ
位置情報	車両位置を特定する情報	共通アプリデータ
車両状態情報	車両速度、車両方位角など走行状態を特定する情報	共通アプリデータ
位置取得オプション情報	GNSS 測位精度に関する情報 (可能な場合のみ設定する)	共通アプリデータ
PTPS 優先要求	PTPS 優先要求に関する情報	自由アプリデータ

バスが対象交差点に接近した際にインフラ側が優先制御の要否を判定するためのパラメータとして、PTPS 優先要求を規定する。PTPS 優先要求の情報項目を表 2.4-3 に示す。

表 2.4-3 PTPS 優先要求とその構成

情報項目	概要
特定車種情報	PTPS で識別が必要な車種の情報
都道府県コード	バス事業所の存在する都道府県の番号
バス事業所番号	都道府県内の事業所番号
系統番号	バス事業者が利用する系統番号
固定車両 ID	バス事業者・営業所・車両を特定する番号
運行状態	バスの運行状態を示す。“営業中”または“回送”がセットされ、営業中の車両を対象にインフラ側で優先制御が行われる。
優先要求	優先制御の要求として“要求あり”または“要求なし”がセットされる。時刻表通りに運行しているバスについては“要求なし”となり、優先制御の対象外として扱われる。

以上の内容を踏まえて検討した PTPS 向け車車間メッセージ（アップリンク情報）の詳細なフォーマット案を UTMS 協会の PTPS 高度化検討作業部会に対して提案済であるが、ここでは割愛する。

### 2.4.3 他のサービスとの共存

本項では、PTPS が他のサービスと共存している場合に留意すべき事項について述べる。PTPS 優先制御は、バスの状況に応じて信号情報を変更するため、この変更が他の信号情報を参照するサービスに与える影響を考慮しておく必要がある。

信号情報を参照するサービスとして、信号情報活用運転支援システム（TSPTS : Traffic Signal Prediction Systems）が検討されている。TSPTS では、自車位置や速度などの自車状態情報と路側機から受信した信号情報から自車が対象交差点に到達する時点の信号灯色を推定し、ドライバーに対する支援通知を早めに行うことで、急な加減速を抑制し、エコ運転を実現する。

TSPTS の停止支援と PTPS が共存する例を図 2.4-2 に示す。PTPS 優先制御に対応した 2 台のバスが対象交差点に接近するシーンを表しており、時刻 A から B への時間経過とともに、両車両が交差点に近づく。前提条件として、2 台のバスの走行速度はともに 45km/h、車間距離（先頭位置の相対距離）は 50m 程度とする。また、前方のバスはスケジュール通りに運行しているが、後方のバスはスケジュールに対し遅延しているものとする。

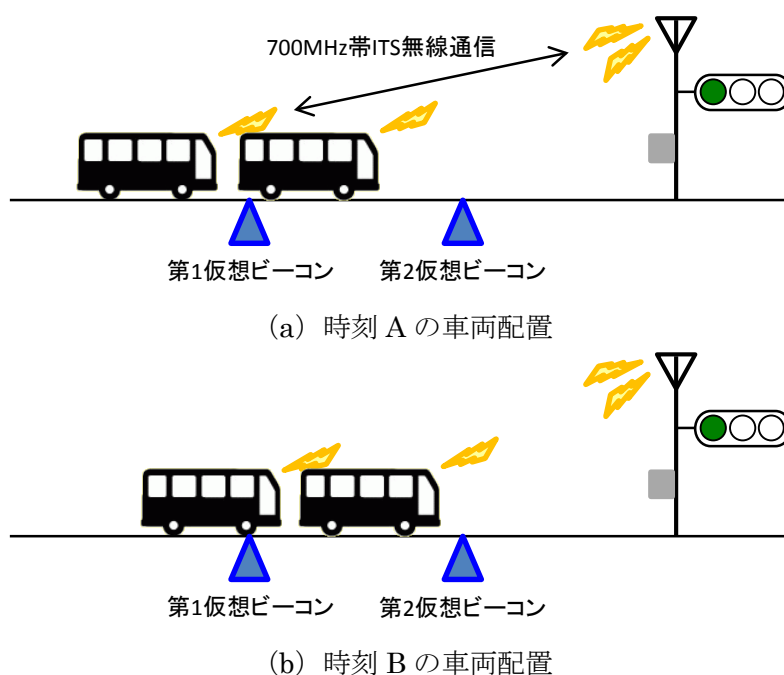


図 2.4-2 TSPTS 停止支援と PTPS の共存シーン



時刻 A から B への時間経過に対する信号情報を表 2.4-4 に示す。前方のバスは、時間が 20.0 秒になるタイミングで交差点に到達することが予測される。時刻 A (時間 7.2 秒) においては、最小残秒数が 10.8 秒となっており、早ければ時間 18.0 秒で青時間が終了する可能性があるが、前方のバスはスケジュール通りに運行しているため、第 1 仮想ビーコンを通過しても PTPS による青時間延長は行われぬ。これに対し、時刻 B (時間 8.8 秒) においては、後方のバスが第 1 仮想ビーコンを通過したことから青時間延長が行われ、少なくとも時間 24.0 秒までは青時間が続くことが確定する。

表 2.4-4 サービス共存シーンにおける信号情報

後方バス 距離[m]	前方バス 距離[m]	時間 [秒]	車両灯器：残秒数		備考
			最小[秒]	最大[秒]	
90	140	7.2	10.8	20.8	時刻 A
100	150	8.0	10.0	20.0	
110	160	8.8	15.2	19.2	時刻 B (青信号延長)
120	170	9.6	14.4	18.4	

注 1) バスの動きや信号灯色スケジュールなど、PTPS に関する環境条件は 2.3.2 項のサービスイメージと同じものを使用している。

注 2) 一般車両の移動速度も 45km/h としている。

前方のバスに搭載された車載機において、TSPS 停止支援のアプリケーションが最小残秒数を参照してドライバに支援通知を行うように設計されていた場合、時刻 A までに減速支援を発生させたものの、時刻 B では状況が変化して青信号で交差点を通過できることとなるため、支援に矛盾が発生してしまう。

このように、特に PTPS による優先制御の対象交差点においては、青時間延長により最小残秒数が変化(増加)する可能性があるため、信号情報を参照するアプリケーションでは最小・最大残秒数をともに参照し、注目する時刻における信号灯色が確定してから支援を発生させるなどの配慮が必要である。これは、バスに搭載された車載機に限らず、広く一般車両に搭載された車載機について同様のことが言える。信号情報に影響を与えるサービス、信号情報を参照するサービスともに、互いにどのような影響を及ぼす可能性があるのか十分に検証した上で導入する必要がある。

### 3. 車載機側での優先順位付与の可能性も踏まえた公共交通優先道路と PTPS に関する検討

#### 3.1 公共交通優先道路と PTPS に関する検討

前章で検討した公共交通の優先制御システムを導入することで、信号交差点において公共交通を優先的に通過させるための信号制御の実施が可能となるが、ART 車両が走行する車線が一般車両等の ART 以外の車両が走行する車線と併用になっている場合、信号交差点で左折する一般車両や、客の乗降や荷捌き等のために路上駐車しているタクシーやトラック等の影響を ART 車両が受け、優先信号制御の判定時に想定した時間で ART 車両が信号交差点に到達することができず、優先信号制御が有効に機能しないケースが起こり得る。この場合、ART 車両は信号交差点で停車しなければならないため、交差点の通過に必要な所要時間が増大して定時性・速達性が損なわれるのみではなく、ART を優先的に通行させるために変更した信号制御も無駄になってしまう。

このように、ART の定時性・速達性の向上を図るうえでは、信号制御側のみの対応では十分な効果を発現させることができず、優先信号制御に加えて ART 車両が専用で走行するための公共交通専用道路の導入といった道路空間の変更も併せて検討する必要がある。

ここで、ART の専用レーンの設置形態には、下記に示す通り様々な形態が考えられる。

- 1)交差点周辺を含み公共交通専用レーンがある場合（道路中央、道路の両端）
- 2)交差点周辺を除いて公共交通専用レーンがある場合（道路中央、道路の両端）
- 3)交差点周辺のみ公共交通専用レーンがある場合（道路中央、道路の両端）

上記の公共交通専用レーンの設置形態を踏まえて、前章で検討した優先信号制御システムと併せて導入する場合の方法を以下に検討した。

(1) 交差点周辺を含み公共交通専用レーンがある場合

① 道路の両端に交差点周辺を含み公共交通専用レーンがある場合

道路の両端に、交差点周辺を含んで公共交通専用レーンを設置する場合の例を、図 3.1-1 に示す。図中で道路の両端に薄く着色したレーンが公共交通専用レーンである。このパターンの場合、交差点部を含めて全区間に専用レーンが設置されており、ART 以外の一般車両と走行空間が分けられているため、全区間にわたって ART 以外の車両からの影響を受けることなく ART 車両は走行することができる。

また、信号交差点には、前章で検討した 700MHz の路側装置が設置されており、当該交差点に進入してくる各方向からの ART 車両を、交差点のおよそ 200m 上流より検知することが可能となり、交通管制センター等にその情報を集約することで、交差点周辺部での ART 車両の走行の状況を把握することができる。

但し、このケースの場合、交差点で左折する一般車両が公共交通専用レーンを跨いで車線変更しなければならないため、この箇所での安全性確保が課題として挙げられる。また、信号現示を進行方向別に分離することや、もしくは公共交通の専用信号を導入することで、左折車線よりも外側に公共交通専用レーンを設置する案も考えられる。その他にも、道路の両端を公共交通専用レーンにしてしまうため、トラックの荷捌き等の用途のためのスペースをどう確保するかも課題となる。

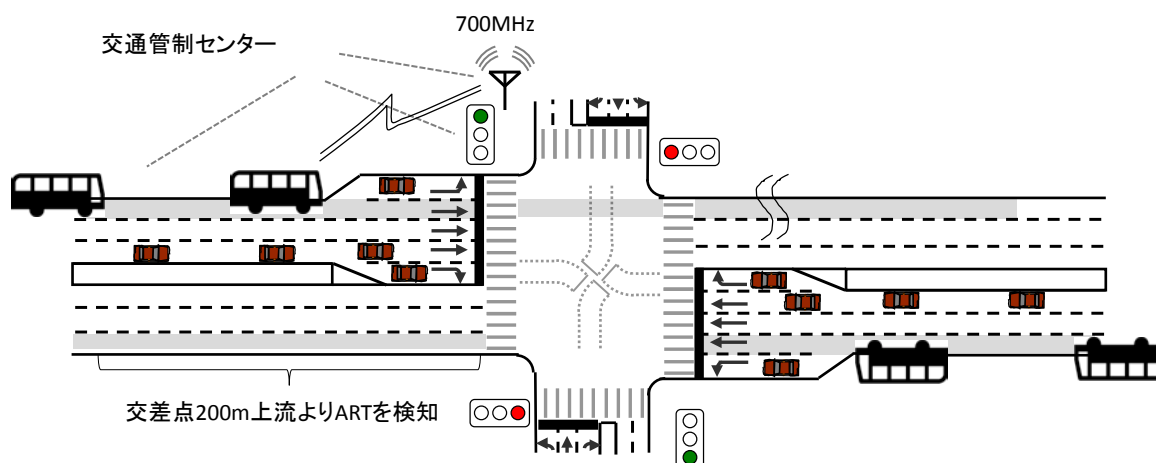


図 3.1-1 道路の両端に交差点周辺を含み公共交通専用レーンがある場合

## ② 道路の中央に交差点周辺を含み公共交通専用レーンがある場合

道路の中央側に、交差点周辺を含んで公共交通専用レーンを設置する場合の例を、図 3.1-2 に示す。このケースでは、公共交通の専用信号も併せて導入しており、右折車線の内側に専用レーンを設置している。

また、このケースにおいて、信号交差点の手前にバス停を設置することで、赤信号での停車時間中に乗客の乗降を行い、乗降が終わり発車できるようになったタイミングで公共交通の専用信号現示を青に切り替えることで、信号交差点での赤信号の待ち時間を有効に活用することができる。さらに、交差点の途中にバス停のための島が設置されることで、横断歩行者の二段階横断も可能となり、信号のサイクル長を調整するうえで大きな制約となる歩行者の横断時間の短縮化を図ることができる。

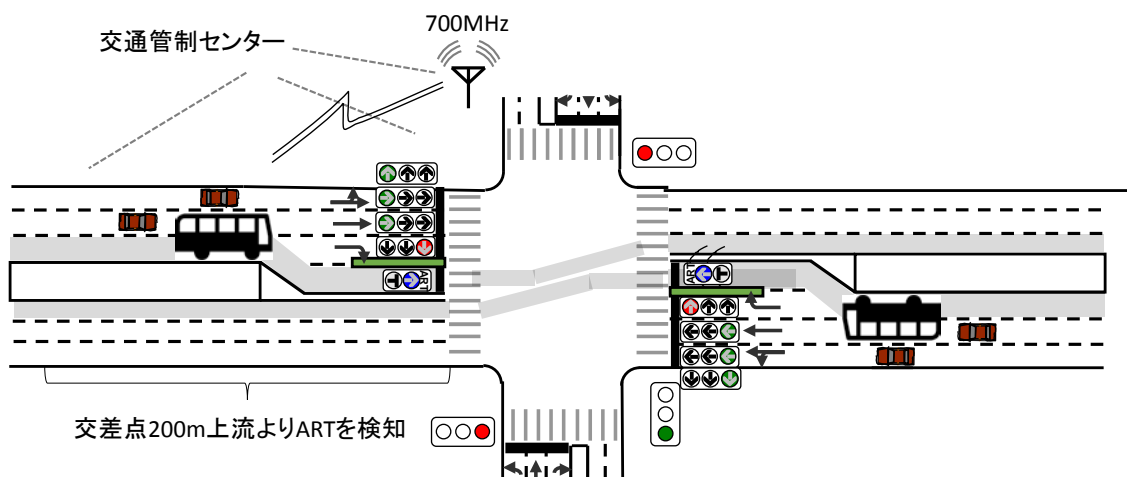


図 3.1-2 道路の中央に交差点周辺を含み公共交通専用レーンがある場合

## (2) 交差点周辺を除いて公共交通専用レーンがある場合

### ① 道路の両端に交差点周辺を除いて公共交通専用レーンがある場合

道路の両端に、交差点周辺を除いて公共交通専用レーンを設置する場合の例を、図 3.1-3 に示す。このケースでは、交差点周辺に専用レーンが設置されていないが、交差点を通過した先で再び道路の両端のレーンが公共交通の専用レーンになるため、信号交差点を直進する一般車両が両端のレーンを通行する可能性は低いと考えられる。

このケースの場合、信号交差点部の車線拡幅の必要がないというメリットがある一方で、交差点周辺では、交差点で左折する一般車と ART 車が混在するようになるため、左折交通需要が多い信号交差点の場合は、ART 車はその影響を受けてしまう場合がある。

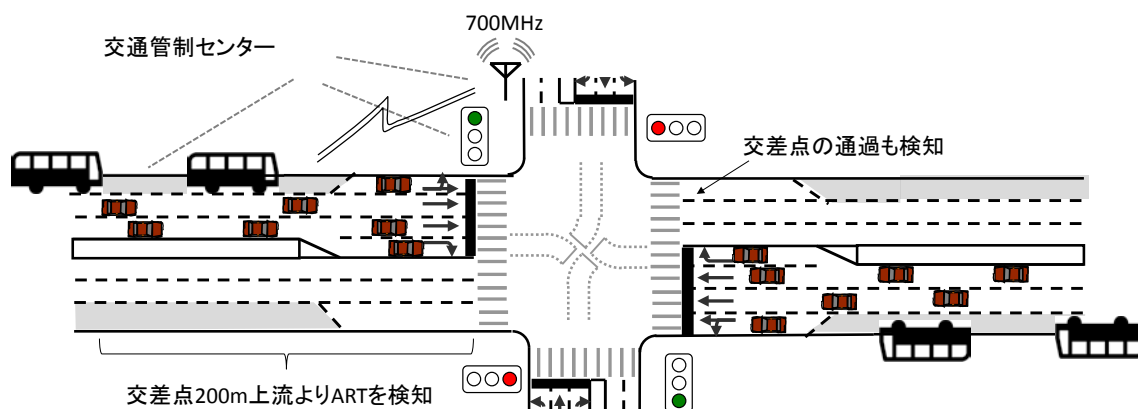


図 3.1-3 道路の両端に交差点周辺を除いて公共交通専用レーンがある場合

## ② 道路の中央に交差点周辺を除いて公共交通専用レーンがある場合

道路の中央に交差点周辺を除いて公共交通専用レーンがあるケースについては、交差点前後の道路の中央部にバス停を設置することができなくなるため、バス停は従来通り道路の両端に設置することが想定される。このような場合、ART 車両は道路中央部の専用レーンを走行後、バス停の手前で道路の端部に車線変更しながら移動し、バス停通過後には再び道路の中央側に車線変更して移動するといった運用をすることになり、安全面等の様々な観点から有効な車線運用とは言い難いと考えられる。

## (3) 交差点周辺のみ公共交通専用レーンがある場合

### ① 道路の両端に交差点周辺のみ公共交通専用レーンがある場合

道路の両端に、交差点周辺のみ公共交通専用レーンが設置する場合の例を、図 3.1-4 に示す。このケースでは、信号交差点に進入してきた ART 車両は、車線変更することなく直進して交差点周辺の専用レーンを通行する。一方、ART と同じレーンを走行していた信号交差点を直進または左折する一般車両は、外側のレーンに車線変更する必要がある。

この場合、例えば信号交差点で左折する車両が横断歩行者の影響を受けて滞留した場合も、一般車両の待ち行列が最も外側のレーンのみにおさまっていれば、ART は一般車両の影響を受けることなく交差点を通行できるため、定時性・速達性の向上に寄与すると考えられる。但し、そのような一般車両の待ち行列が公共交通専用レーンの入口部まで延伸した場合は、ART 車両が行列の影響を受けてしまうことになる。

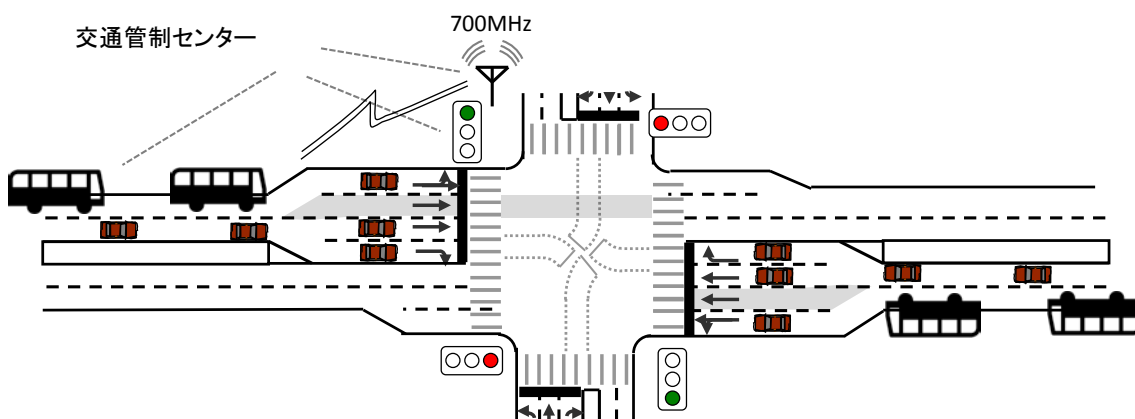


図 3.1-4 道路の両端に交差点周辺のみ公共交通専用レーンがある場合

## ② 道路の中央に交差点周辺のみ公共交通専用レーンがある場合

道路の中央に、交差点周辺のみ公共交通専用レーンを設置する場合の例を、図 3.1-5 に示す。このパターンでは、交差点周辺の道路の中央に、公共交通専用レーンと専用信号、バス停を設置している。この例では、交差点部のみ道路の拡幅が必要であるが、それ以外の区間では道路拡幅を必要としない。また、(1) ②のパターンと同様に、信号交差点での赤信号のための停車時間を、乗客の乗降時間として活用することができる点で有効であると考えられる。

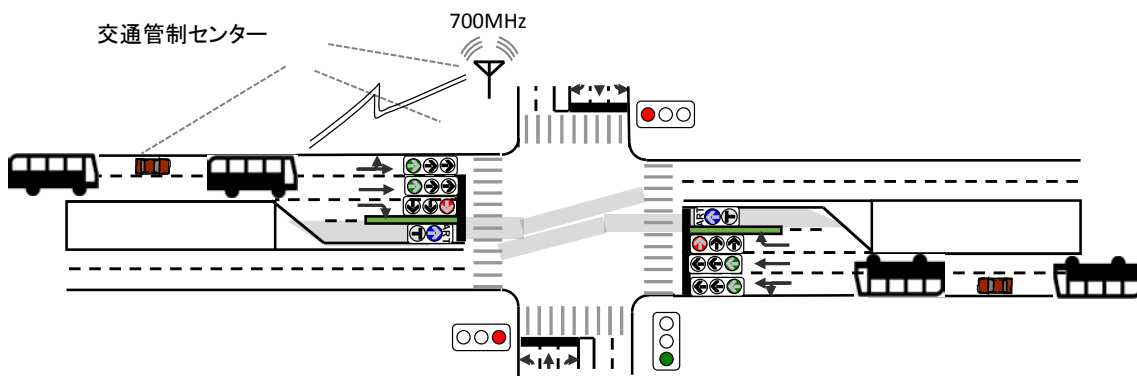


図 3.1-5 道路の中心に交差点周辺のみ公共交通専用レーンがある場合

## 3.2 車載機側での優先順位付与の可能性検討

PTPSの制御対象交差点において、様々な方向から複数のバスが同じタイミングで到達した場合に、どのバスを優先的に通行させるかを判断しなければならない場面が起りうると思われる。そのような場合に対処するための優先順位付与の可能性について検討する。

前章の事例調査により、多数の都市で導入されている優先順位付与の仕組みとして、バスに搭載された車載機で把握されたバスの遅延時間を判断指標として、遅延しているバスに対し優先権を付与している事例があることが把握された。ここで、遅延を把握する方法としては、車載機側でバスの時刻表情報を保有して、自車位置情報とそれを照合することで遅延を把握する方法と、管制センター側で運行している各バス車両の位置情報を取得して遅延を把握する方法の大きく二通りがあると考えられる。前者については、前章で行ったバスロケーションシステムに関する現状調査より、車載機側で遅延時間を判断することは可能との結果を得ており、遅延状況に応じて車載機側で優先要求を出す仕組みの実現可能性は高いと思われる。一方、後者については、国外では実施した事例が見られるものの、日本においてはこのような仕組みがこれまで導入された実績がなく、そのような体制や仕組みの構築可否についての十分な検討が今後必要であると考えられる。

また、一部の都市では、バスの運行時間帯や進行方路に重み付けを行い、優先権付与のアルゴリズムを組んでいるシステムも見られた。つまり、時間帯によって信号交差点で混雑する方路が変化し、それが定常的に発生するものであれば、路側機側に時間帯に応じて変化する優先制御アルゴリズムを設定しておくことで、この仕組み自体は容易に実現可能であると考えられるが、信号交差点の箇所毎に異なる交通状況を事前に把握し、優先制御アルゴリズムの検討が必要となる。

他にも、バスの乗車人数や、バスの進行方向の下流側道路の交通状況といった動的な指標を用いて、時々刻々と変化する交通状況に応じてダイナミックな優先信号制御運用を行っている事例もいくつか確認されている。例えばバスの乗車人数であれば、バスの乗降口に赤外線センサやビデオカメラを設置することで、リアルタイムに乗車人員を把握することは可能であると考えられる。従ってこの方法を導入することで、車載機より路側機に優先要求を送信する際に、併せて乗車状況に関する情報も送信することで、乗車率の高いバス車両に高い優先権を付与する仕組みの構築は実現可能であると考えられる。また、下流側道路の交通状況については、VICSやETC2.0等で配信されている交通情報を活用することで取得することはできると考えられるが、それらの収集情報を路側機側へ通信により伝達処理する仕組みや、取得された渋滞情報を踏まえてどのような優先制御判断を行うかといったロジック等の構築が必要であると考えられる。

上記の通り、PTPSの対象交差点に複数のバス車両が同時に到達した場合の優先順位付与の考え方としては様々な方法があるが、比較的短期間での実現が可能な方法としては、車載機でバスの遅延状況を把握し、その状況に応じて車載機側で優先要求の必要有無を判断し



たうえて、必要な場合のみ優先要求を送信する方法が考えられる。また、そのうえで、路側機側で複数の優先要求を受け取ったときの判断としては、遅延時間の大きい車両に高い優先権を付与するという考え方もあるが、一方で、優先信号制御の方式のうち、赤短縮の場合は短縮された時間分だけバスの赤信号での待ち時間が減少するのに対して、青延長の場合は、1サイクルの赤信号の時間分だけバスの待ち時間を減らすことができるため、ある特定のART車両を対象に両者を比較した場合は、青延長の方が待ち時間の短縮としては大きな効果をもたらすことができると見ることがもできる。そのため、青延長と赤短縮の優先要求を路側機が同時に受信した場合は、青延長側の優先要求を優先することも一つの方法として考えられる。

### 3.3 シミュレーションを用いた有効性検証

#### 3.3.1 シミュレーションの目的

・前節までに記載した、公共交通優先道路と PTPS に関する検討、ならびに車載機側での優先順位付与の検討結果を踏まえて、それらの有効性を検証するためにシミュレーションを実施した。

#### 3.3.2 シミュレーションの実施概要

##### (1) シミュレーションモデル

今回のシミュレーションには、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ものである。

##### (2) シミュレーションケース

シミュレーションによる評価実験の対象ケースは、PTPS を導入していないケースをベースケースとし、信号機側対応の有無別、および道路インフラ側の対応（ART 専用車線の設置形態）別に、以下のケースを設定した。

また、ケース 1：梅、およびケース 2：竹については、ART が一般車両の擾乱の影響を受けるケースとして、交差点の横断歩行者の交通量を増加させたケースを実施した。

さらに、ケース 1：梅については、交差方向側の道路からも同時に ART の優先要求が送信されるケースも実施した。

表 3.3-1 シミュレーションのケース設定

ケース	道路インフラ側対応	信号機側対応
0 通常：基本ケース	一般車との混用車線	優先信号制御ナシ
1 梅：最小限	(同上)	高度化 PTPS（通常信号）
2 竹：中庸	道路改築／ART 専用車線 設置アリ	(同上)
3 松：最大限	(同上)	ART 専用信号設置アリ

### (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・平均旅行速度（対象区間全域）
- 一般車両の平均旅行時間・平均旅行速度（対象区間全域）
- 各交差点の方向別捌け量
- 信号交差点付近での一般車両の待ち時間と停止回数（環状二号線）
- 信号交差点付近での一般車両の待ち時間と停止回数（各交差側道路）
- ART 車両の信号交差点付近での待ち時間（平均・最大・標準偏差）
- PTPS の作動状況

### (4) 対象ネットワーク

将来の高度化 PTPS や ART 導入の実現可能性等を踏まえて、環状二号線の勝どきー豊洲新市場間を対象に、シミュレーション検討を実施した。シミュレーション実行のための道路線形等の道路ネットワークデータ、交通需要予測データ等については、東京都より貸与を受けた。

なお、今回のシミュレーション検討においては、ART の交差点での進行方向は直進方向のみと仮定した。

また、晴海5丁目の交差点においては、環状二号線に交差する方向の ART 運行も想定し、複数の ART が交差点で同時に優先要求した場合の優先権付与の可能性も検証する。



出所：「環状第2号線事業概要」（東京都資料）に加筆

図 3.3-1 シミュレーション対象区間

### 3.3.3 シミュレーションの条件設定

2章で整理した高度化 PTPS のシステム概要、および 3.1 節、3.2 節で検討した公共交通優先道路の設置形態や、車載機側での優先順位付与の実現可能性を踏まえて、下記の通りシミュレーションの条件を整理した。

#### (1) 道路線形、車線構成について

環状二号線のシミュレーション対象区間内について、東京都より貸与(※)を受けた各交差点別の図面を用いて、道路線形や車線構成を設定した。

#### (2) 交通需要、信号現示について

東京都より貸与(※)を受けた、シミュレーション対象交差点のピーク時方向別車種別推計交通量データおよび信号現示データを用いて、シミュレーションの交通需要および信号現示を設定した。

※「環状第2号線交通量予測修正(その3)及びトンネル換気塔概略修正設計 報告書」(平成18年9月、東京都 第一建設事務所)を引用

### (3) その他条件について

#### ① 速度設定

現況、および東京都より貸与(※)を受けた図面内に記載された規制速度より、シミュレーションの速度を設定した（設定速度以下での混雑具合に応じた自由速度設定）。

#### ② 信号オフセット

東京都より貸与(※)を受けた資料には、交差点間での信号オフセットの設定は示されていないため、東京都より貸与を受けた資料に示された交通量データを確認した結果、北行き方向の交通量の方が南行き方向よりも多かったため、北行きを優先させるオフセットを設定した。

#### ③ 歩行者交通量

東京都より貸与(※)を受けた資料には、将来の歩行者交通量は示されていないため、シミュレーションでは基本的に各交差点では歩行者の通行を設定しないこととした。

但し、ART が一般交通の擾乱の影響を受けるケースとして、交差点で右左折する一般交通が歩行者交通の影響を受けて交差点の右左折方向の捌け量が低下し、発生した待ち行列が ART に影響を与えるケースについてもシミュレーションを行っており、その際には交差点の横断歩行者の交通量として下記の値を入力した。なお、この設定値は、歩行者の影響が十分に発現するケースを実行するために設定した値であり、対象交差点で現実にこの横断歩行者交通量が見込まれるというものではない。

各横断歩道の断面横断歩行者交通量（往復）＝1,000 人/時

※「環状第2号線交通量予測修正（その3）及びトンネル換気塔概略修正設計 報告書」（平成18年9月、東京都 第一建設事務所）を引用

#### ④ ART 停留所

ART の停留所は、「都心と臨海副都心とを結ぶBRTに関する基本計画（平成27年4月、東京都都市整備局）」より、勝どき交差点付近および、豊洲新市場前交差点付近に設定した（下図を参照）。

ART の停留所位置は、各交差点通過後約 30m に設定されている。但し、ART 専用レーンを道路中央側に配置するケースについては、交差点の停止線直前に設定した。

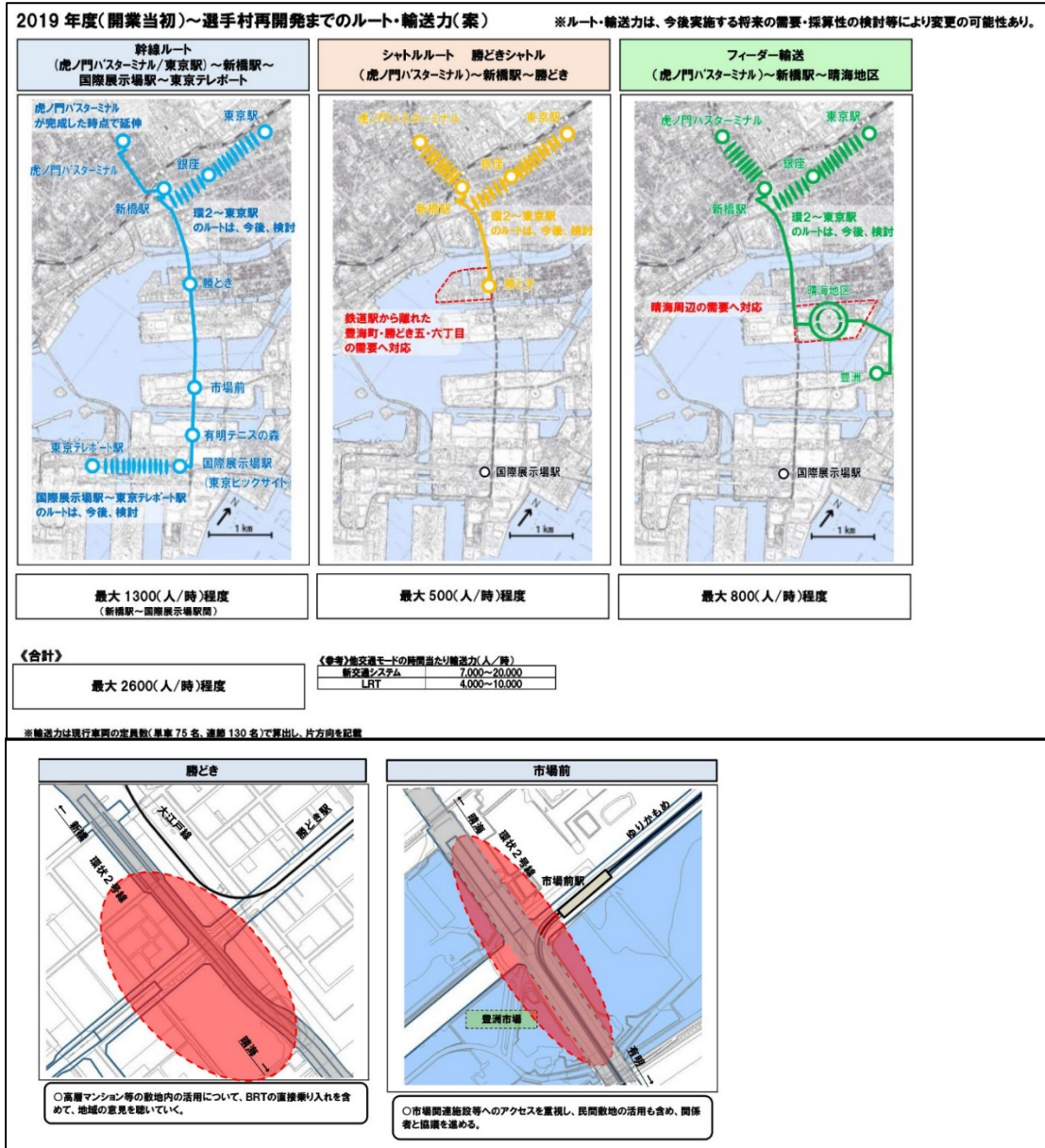


図 3.3-2 停留所設定交差点

出所：都心と臨海副都心とを結ぶBRTに関する基本計画(平成27年4月、東京都都市整備局)」

図 3.3-3 環状二号線の停留所の設置位置計画

### ⑤ ART 専用レーン

ART の専用レーンを設定するケースでは、シミュレーション対象区間の車線構成等を踏まえて、下図に示す区間に専用レーンを設置した。

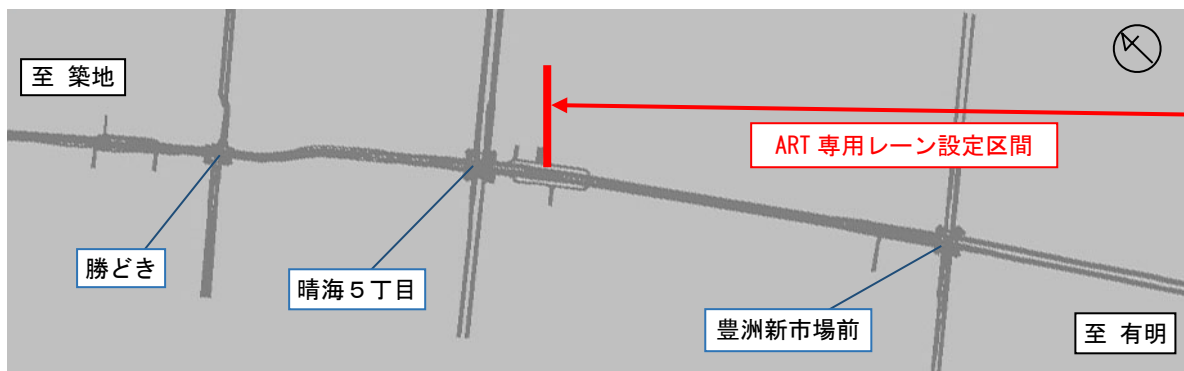


図 3.3-4 ART 専用レーン設定区間

## ⑥ ARTの運行間隔と停留所停車時間

ARTの運行間隔は、「都心と臨海副都心とを結ぶBRTに関する基本計画（平成27年4月、東京都都市整備局）」において、想定輸送人員が最大1,300（人/時）程度であり、車両の定員が接続バスで130名（いずれも片方向）と示されていたことから、6分間隔（10本/時：片方向）に設定した。

また、ARTの停留所での停車時間は、全便一律で15秒に設定した。

## ⑦ ARTの発生時刻

南行き、北行きの両方向ともに、シミュレーション対象区間端を表3.3-2に示す設定時分で発車させた。

表 3.3-2 ART車両の設定発車時分

便	発時分	間隔
1便	2	-
2便	8	6
3便	14	6
4便	20	6
5便	26	6
6便	32	6
7便	38	6
8便	44	6
9便	50	6
10便	56	6

また、ARTの運行間隔を一定間隔ではなくバラつきが生じたケース設定として、表3.3-3に示した運行間隔にバラつきを持たせた発車時分を設定したケースも実施した。

表 3.3-3 ART車両の設定発車時分（変動ケース）

便	発時分	間隔
1便	2	-
2便	12	10
3便	14	2
4便	23	9
5便	26	3
6便	32	6
7便	43	11
8便	44	1
9便	50	6
10便	56	6



### ⑧ 交差道路側の ART 設定

交差方向側からも同時に ART が接近するケース設定については、今回のシミュレーション対象とした 3 交差点のうち、「晴海 5 丁目交差点」、「豊洲新市場前交差点」については、PTPS が動作した際に信号の短縮・延長を行うための余裕秒数がほとんど取れない交差点設定となっているため、「勝どき交差点」を対象とした。

また、交差道路側にも ART の運行を設定するケースにおいては、表 3.3-4 の運行設定を用いた。なお、この発車時刻は、現況の交差方向側道路を運行する都営バス（都 04、門 33 系統）を参考に設定した。

表 3.3-4 ART 車両の設定発車時分（交差側道路 ART 設定ケース）

勝どき側			豊海側		
便	発時分	間隔	便	発時分	間隔
1便	(58)	-	1便	(59)	-
2便	03	4	2便	05	6
3便	14	11	3便	16	11
4便	15	1	4便	17	1
5便	26	11	5便	26	9
6便	30	4	6便	31	5
7便	37	7	7便	36	5
8便	46	9	8便	46	10
9便	48	2	9便	48	2
			10便	57	9

### 3.3.4 シミュレーション実施ケースの整理

シミュレーションで実施したケースを、下記の通り整理した。各ケースの詳細は、次頁以降に記載する。

表 3.3-5 シミュレーション実施ケース

	高度化 PTPS	専用 レーン	専用 レーン配置	専用 信号	歩行者設定 (阻害要因)	交差側 バスの 運行	ARTの 運行の バラつき
基本ケース	無	無	無	無	無	無	無
ケース 1	有	無	無	無	無	無	無
ケース 2	有	有	両端	無	無	無	無
ケース 3	有	有	両端 (交差点周辺 のみ)	無	無	無	無
ケース 4	有	有	両端 (交差点周辺 以外)	無	無	無	無
ケース 5	有	有	中央	有	無	無	無
ケース 6	有	無	無	無	無	有	無
ケース 1b	有	無	両端	無	有	無	無
ケース 2b	有	無	両端	無	有	無	無
ケース 1c	有	無	両端	無	無	無	有

(1) 基本ケース

基本ケースとして設定した、高度化 PTPS および ART 専用レーンともに設置しない場合の概要を以下に示す。

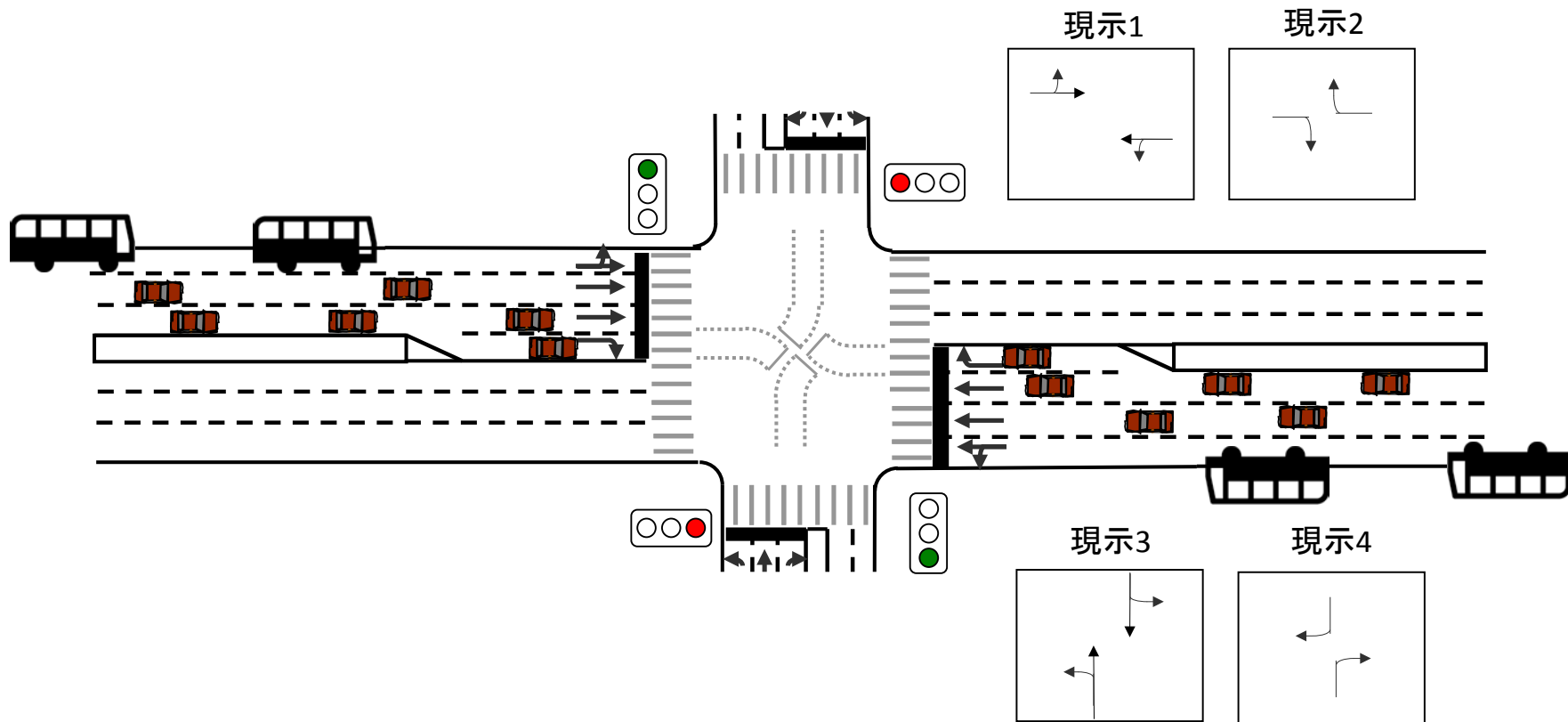


図 3.3-5 基本ケースの設定

(2) ケース 1

ケース 1 として設定した、高度化 PTPS のみ導入（ベースケースに高度化 PTPS（交差点 200m 上流より交差点通過まで継続して車両検知し、信号現示を調整））の概要を示す。

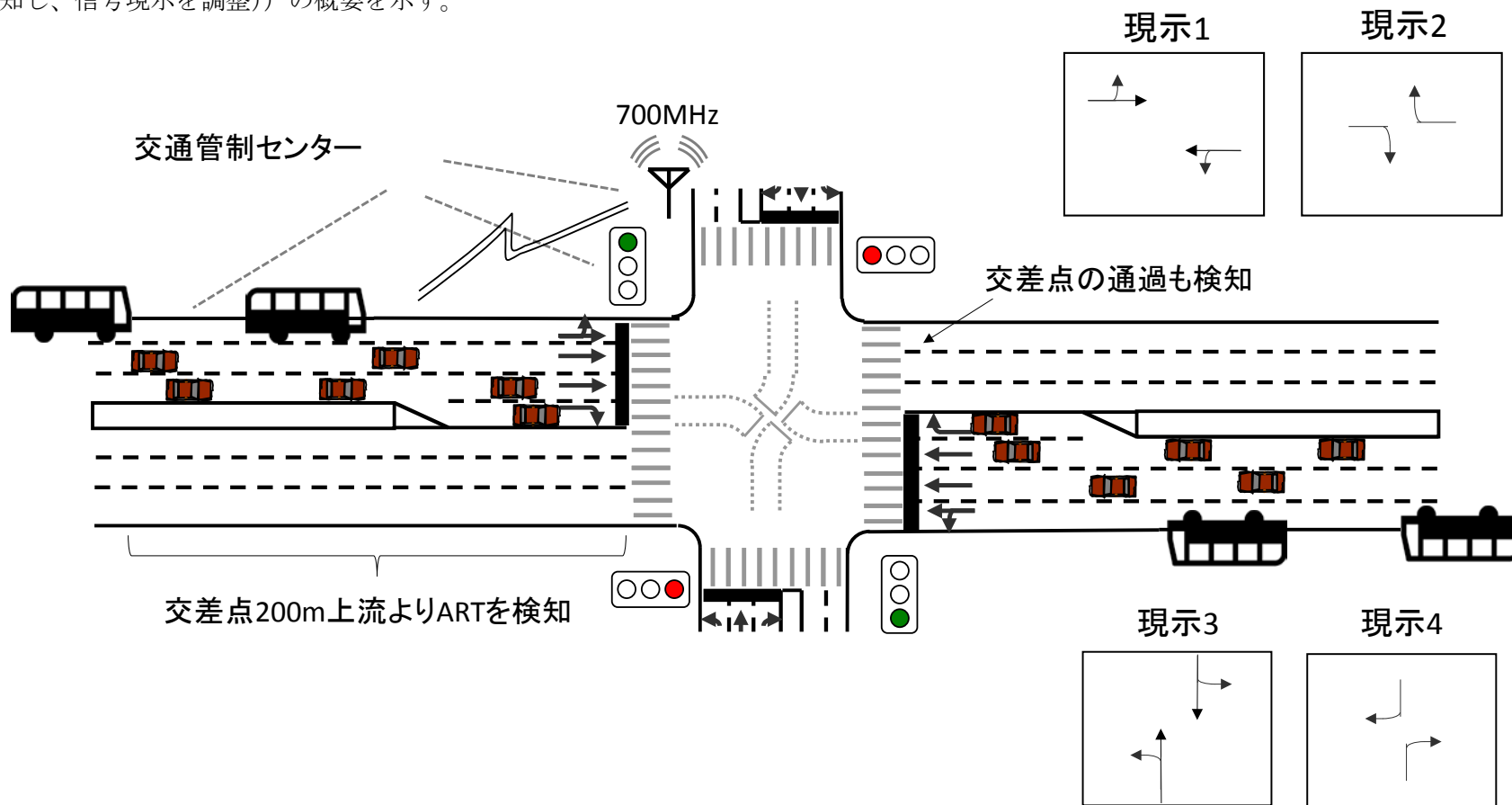


図 3.3-6 ケース 1 の設定

(3) ケース 2

ケース 2 として設定した、高度化 PTPS+専用レーン（交差点周辺を含み専用レーンがある場合・道路の両端）の概要を示す。

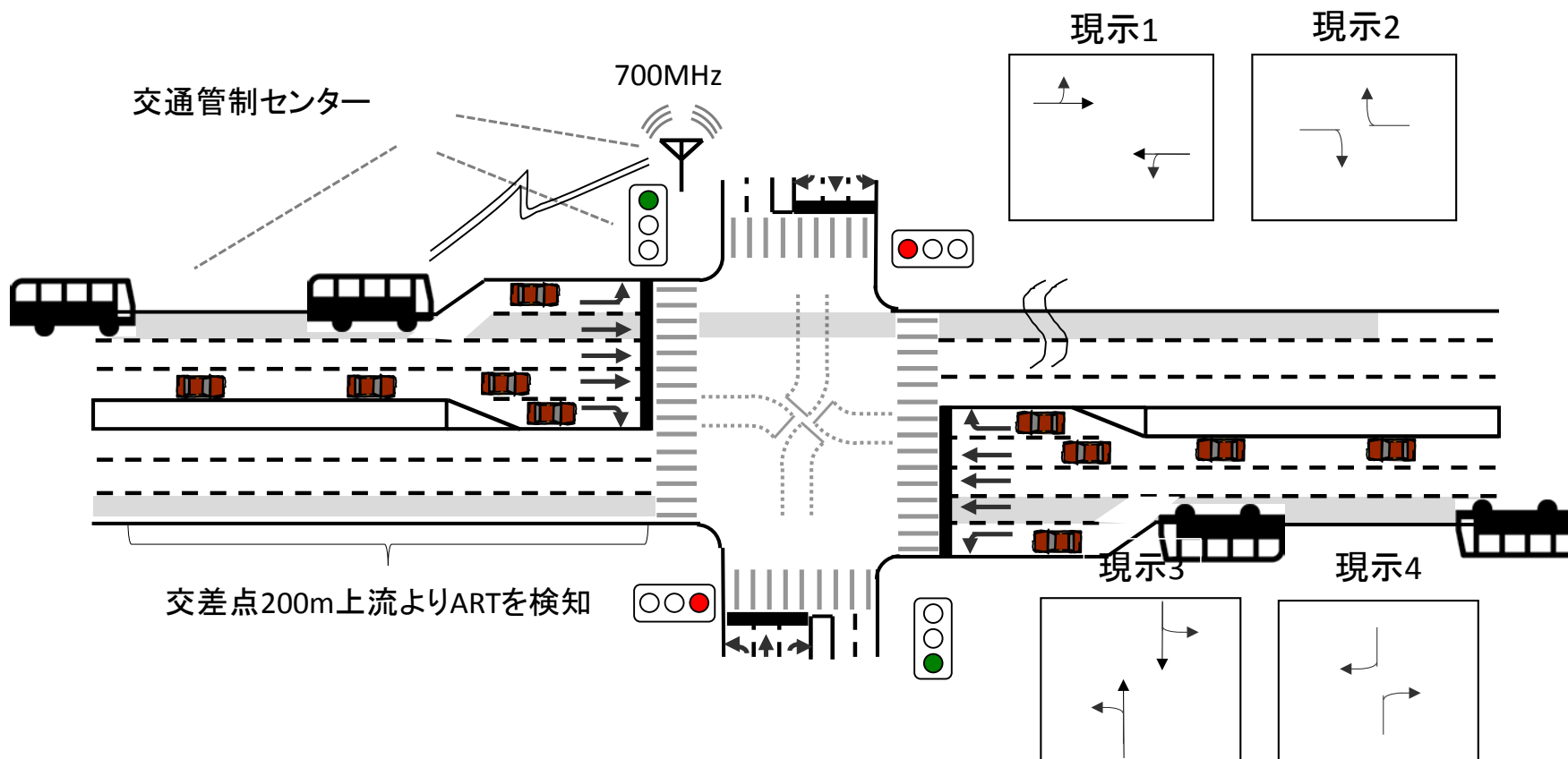


図 3.3-7 ケース 2 の設定

(4) ケース 3

ケース 3 として設定した、高度化 PTPS+専用レーン（交差点周辺のみ専用レーンがある場合・道路の両端）の概要を示す。

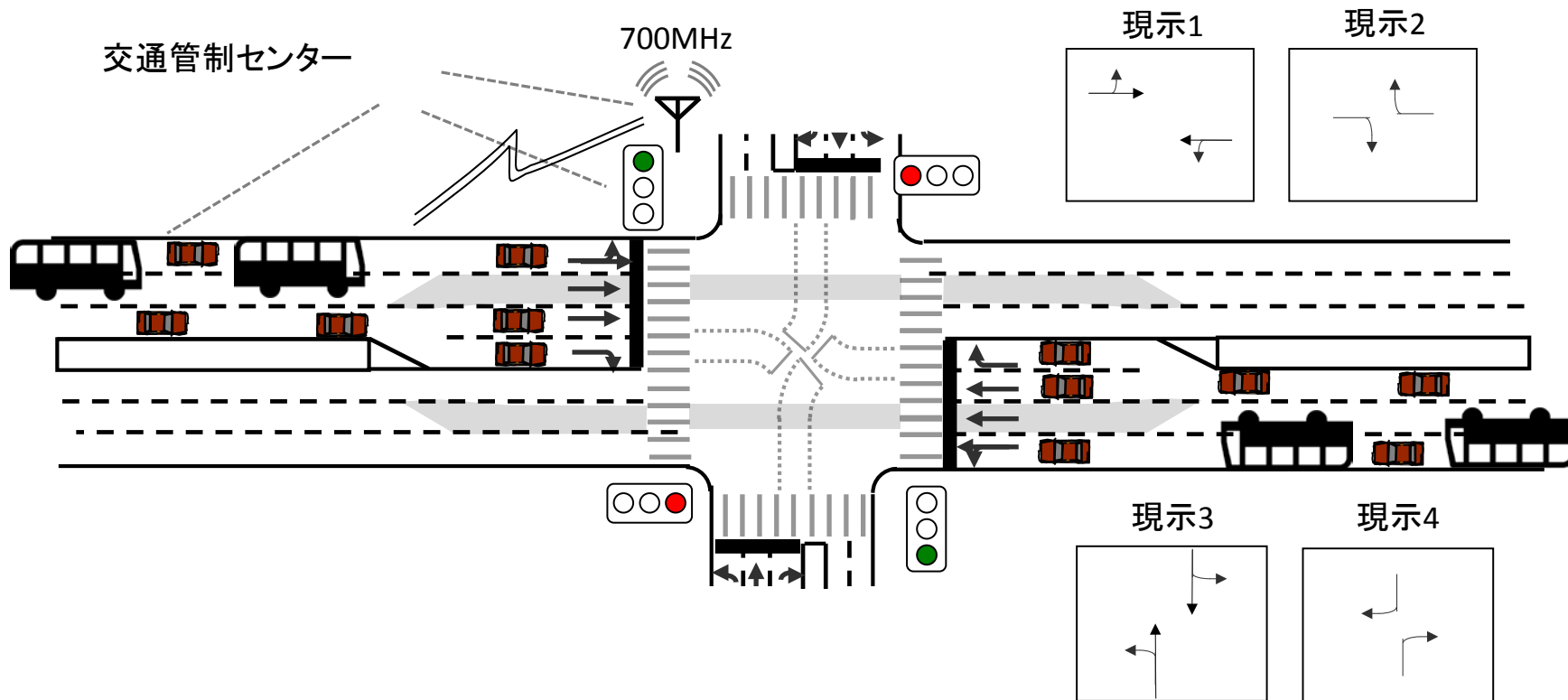


図 3.3-8 ケース 3 の設定

(5) ケース 4

ケース 4 として設定した、高度化 PTPS+専用レーン（交差点周辺を除いて専用レーンがある場合・道路の両端）の概要を示す。

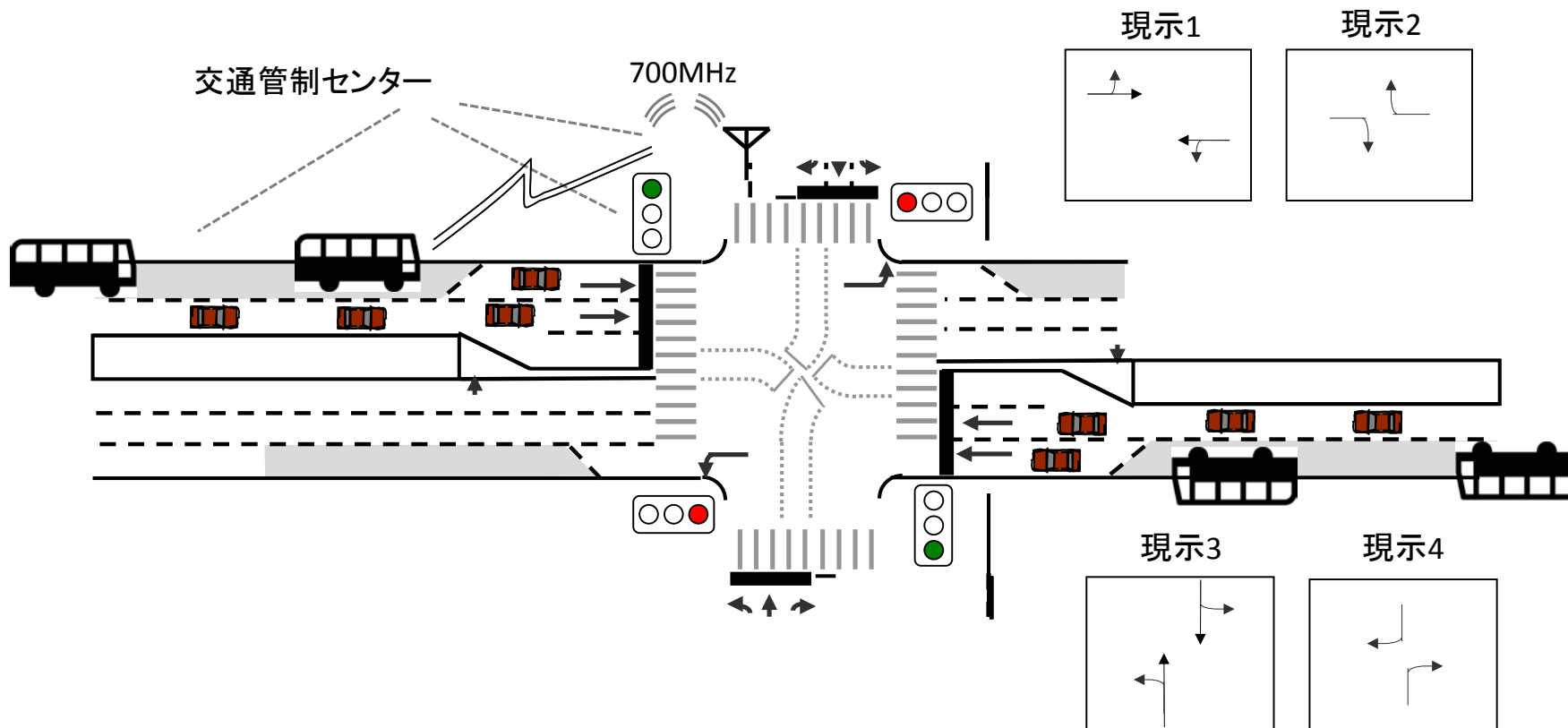


図 3.3-9 ケース 4 の設定

(6) ケース 5

ケース 5として設定した、高度化 PTPS+専用レーン（交差点周辺を含み専用レーンがある場合・道路中央）の概要を示す。

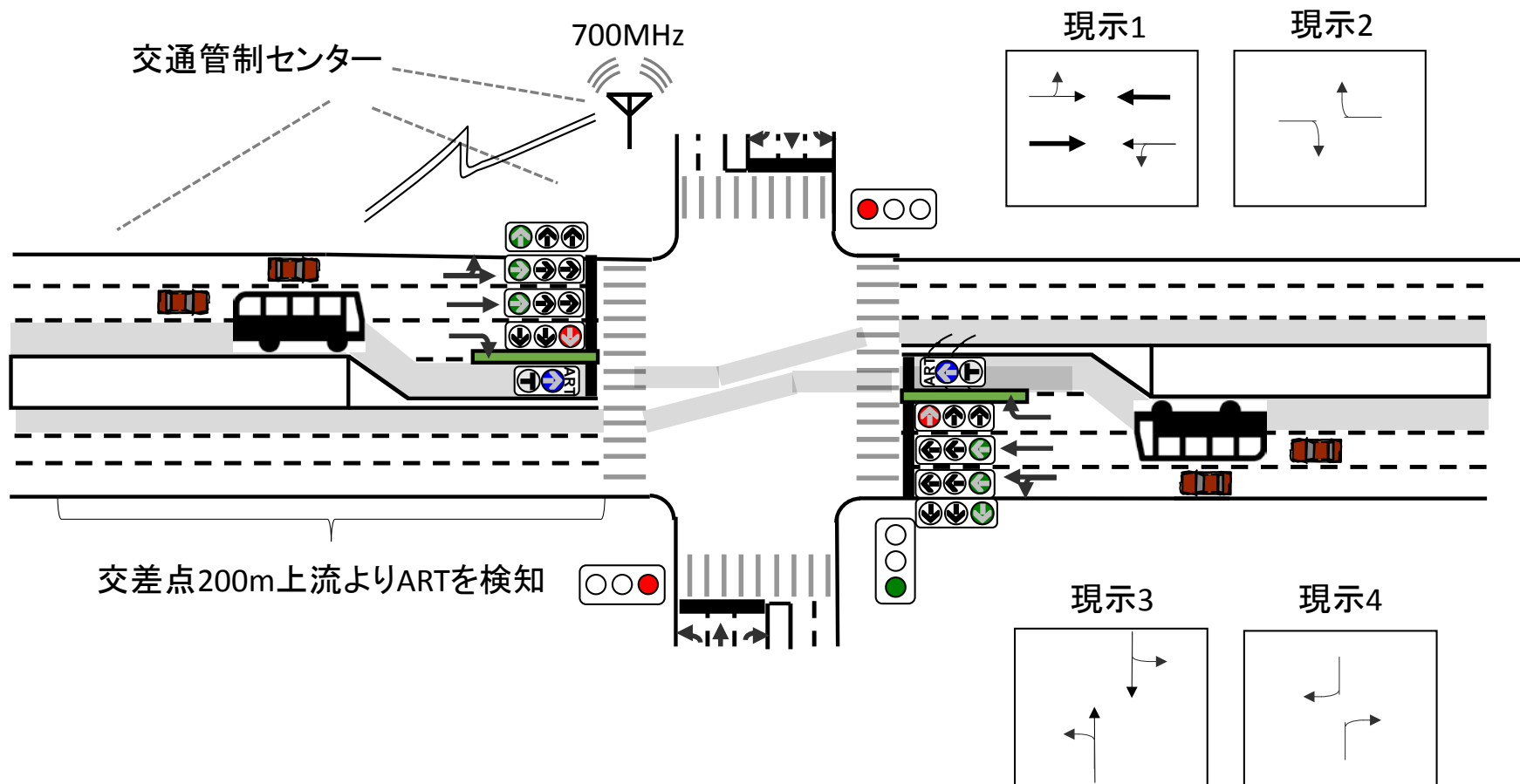


図 3.3-10 ケース 5 の設定



**(7) ケース 6**

ネットワークや信号現示等はケース 1 と同条件とし、3.3.3(3)⑧で設定した交差道路側にも ART を発生させたケースを、ケース 6 とする。

**(8) ケース 1b**

一般車両の擾乱を ART 車両が受けるケースとして、ケース 1 に対して横断歩行者を発生させてケースを、ケース 1b とする。なお、横断歩行者の発生交差点は、ART 専用レーンが交差点の両端に設定されている豊洲新市場前交差点のみとした。

**(9) ケース 2b**

一般車両の擾乱を ART 車両が受けるケースとして、ケース 2 に対して横断歩行者を発生させてケースを、ケース 2b とする。歩行者の入力交差点は、上述のケース 1b と比較するため、ケース 1b と同様に、ART 専用レーンが交差点の両端に設定されている豊洲新市場前交差点のみとした。

**(10) ケース 1c**

ART 車両の運行間隔にバラつきが生じたケースとして、ケース 1 に対して 3.3.3(3)⑦に示した ART の発生間隔を不均一にしたケースを、ケース 1c とする。

### 3.3.5 PTPS 条件の整理

#### (1) PTPS の実施条件について

シミュレーションにおける PTPS の優先信号制御の判定条件は、2 章の検討結果を踏まえて下記の通り設定した。

- 実施する PTPS 施策としては大きく青延長と赤短縮の 2 種類を設定
- PTPS サービスイン (1 回目の PTPS 実施判断) は交差点の 200m 手前、2 回目の PTPS 実施判断は交差点の 100m 手前に設定 (それぞれ第一仮想ビーコン設置位置、第二仮想ビーコン設置位置とする)
- 各仮想ビーコンでは、ART が優先的に交差点を通行できるよう、予め設定された走行速度を用いて信号現示を調整
- 複数車両が交差点に同時に接近した場合は、青延長要求に最も高いプライオリティを付与

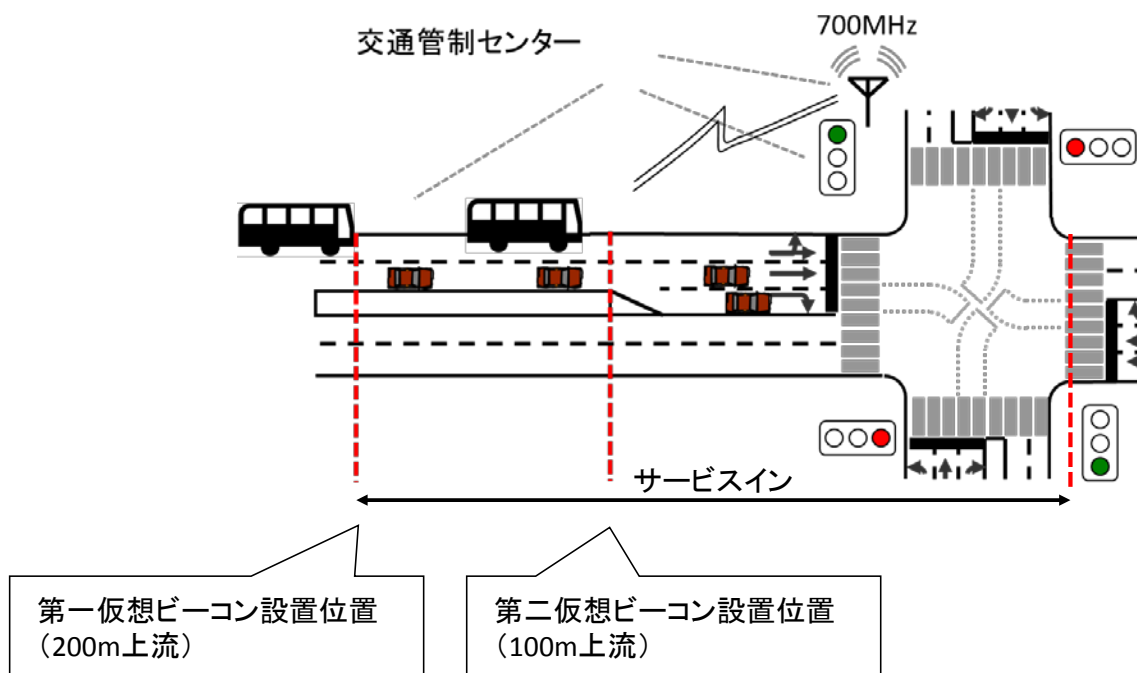


図 3.3-11 PTPS 実施条件

## (2) 青延長条件

青延長の判定条件を以下に示す。

### ① 青延長判定

#### ■判定条件

条件1：第一仮想ビーコン通過時に下流側交差点が青である

条件2：実勢速度で走行し続けた場合、交差点を青で通過できない

⇒条件1，2を満たした場合、青延長判定を行なう。

#### ■青延長時間の考え方

- ・第一仮想ビーコン位置から交差点位置まで実勢速度で走行し続けた場合に交差点を通過可能な時間分だけ延長する。
- ・青延長した時間の分だけ、次のサイクルでの青時間を短縮する。
- ・最大青延長時間の制約条件は、次のサイクルでの最大青短縮時間（＝進行方向の横断歩道を歩行者が安全に横断可能な時間を確保）となる。

### ② 青延長時間再判定

#### ■青延長時間再判定の考え方

- ・第二仮想ビーコン位置から交差点位置まで設計速度で走行し続けた場合に交差点を通過可能な時間分だけ延長するよう、①での延長時間を補正する。
- ・例えば、1回目に青延長を判断したのに2回目には非実施というように、1回目の判断が覆ることはない
- ・青延長時間を短縮することはその他交通に対する危険性が想定されるため、短縮側への修正は想定していない

## (3) 赤短縮条件

赤短縮の判定条件を以下に示す。

#### ■判定条件

条件1：第一仮想ビーコン通過時に下流側交差点が黄または赤である

条件2：実勢速度で走行し続けた場合、交差点を青で通過できない

⇒条件1，2を満たした場合、赤短縮判定を行なう。

#### ■赤短縮時間の考え方

- ・第一仮想ビーコン位置から交差点位置まで実勢速度で走行し続けた場合に交差点を通過可能な時間分だけ短縮する。
- ・最大赤短縮時間の制約条件は、同サイクルでの交差方向の最大青短縮時間（＝交差方向の横断歩道を歩行者が安全に横断可能な時間を確保）となる。

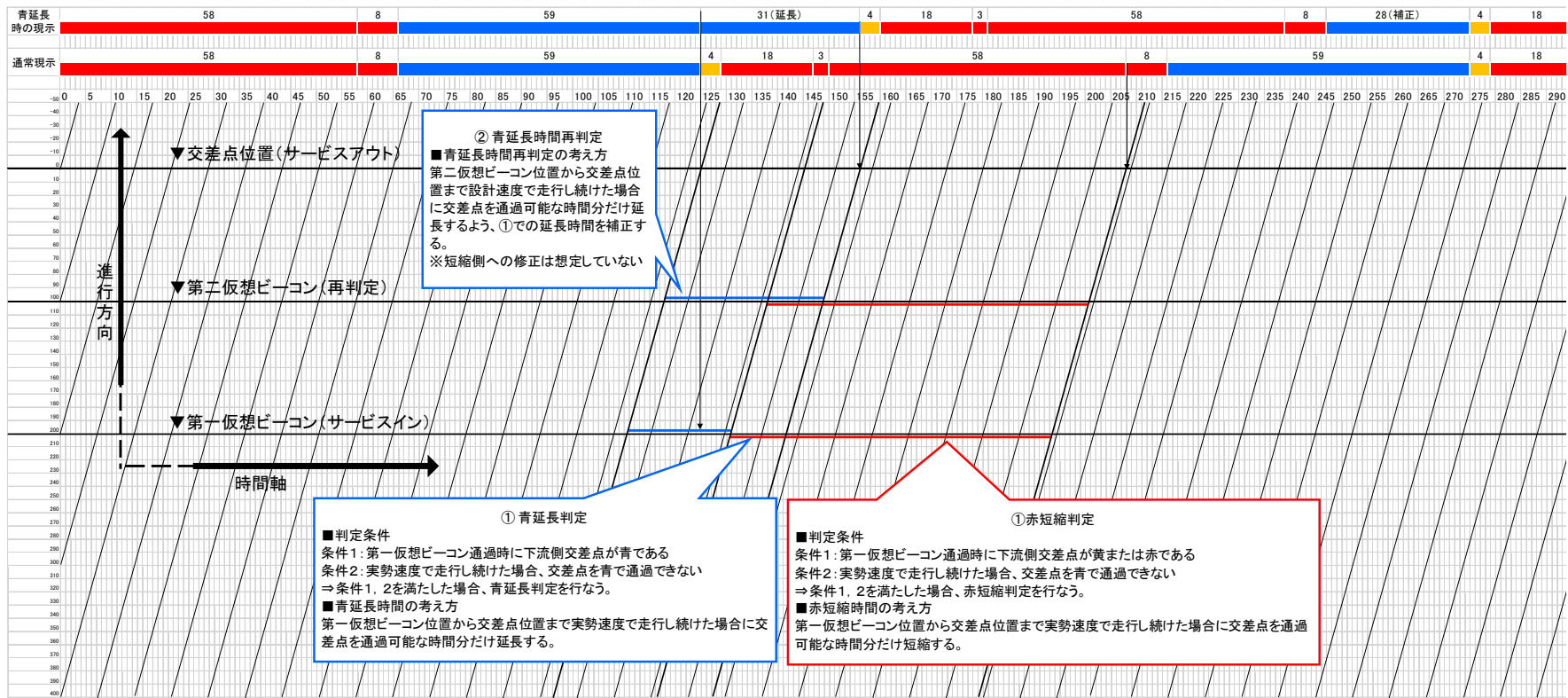


図 3.3-12 青延長時間と赤短縮時間の考え方

### 3.3.6 シミュレーションの実施

#### (1) モデルの構築

前節までに整理した条件を踏まえて、基本ケースのシミュレーション用モデルを構築した。ただし、交通量データのない細街路は対象外とした。

また、比較検討のための各ケースについても、各条件に見合ったモデルの構築を実施した。

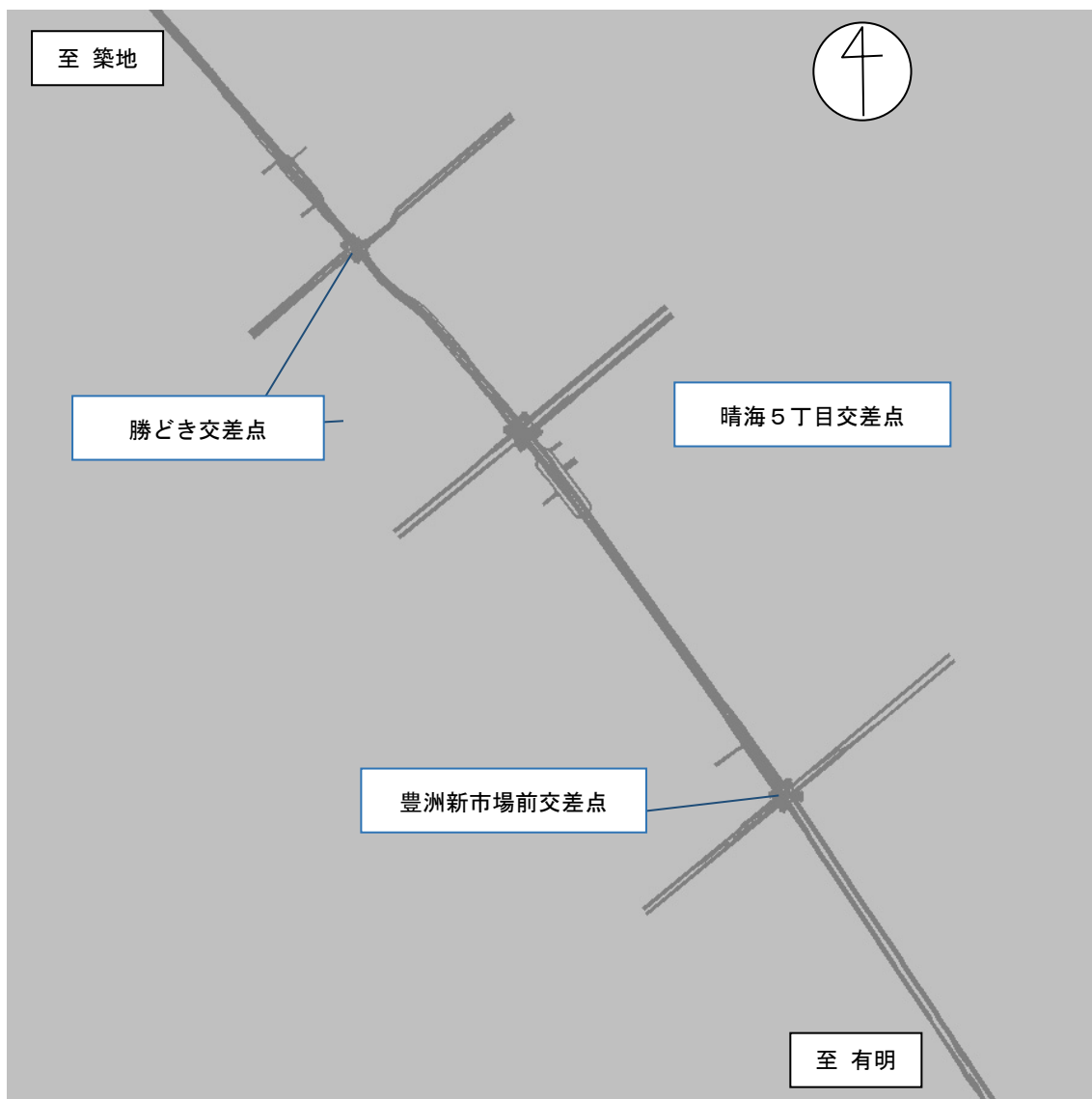


図 3.3-13 基本ケースのモデルとネットワーク（シミュレーションソフト画面）

## (2) 交通需要の入力

東京都より貸与を受けた資料に示されたピーク時交通量および大型車混入率より、普通車および大型車交通量を算出し、シミュレーションソフトへの交通需要の入力値とした。

### 3.3.7 シミュレーション結果

#### (1) シミュレーション各ケースの結果

##### ① ART 車両の旅行時間

対象区間（環状二号線・約 2.3km 区間）での ART 車両の平均旅行時間を計測した。

基本ケースについて、北行き方向に信号オフセットを設定しているが、ART 車両は停留所での停車時間によって信号通過のタイミングが一般車両よりも遅れるため、北行きよりも南行きの方が旅行時間は短くなる結果となった。

PTPS を考慮したケース 1 からは、ART 車両の通過タイミングを考慮できるようになるため、基本ケースよりも短い旅行時間、最大で約 80 秒の短縮という結果となった。ただし、ケース 5 については、交差点手前での停留所設置ケースのため、事前に車両を検知する効果あまり得られず、基本ケース程度の旅行時間となった。

南行きの旅行時間が長くなるケースが見られるが、南北双方向の交通量に大きな違いはみられないため、オフセットを南行き優先設定とすれば北行きのような結果が得られると思われる。

また、歩行者を考慮したケース（ケース 1b と 2b）では、極端な横断歩行者交通量を設定しているため、あまり現実的ではない時間と速度の結果となっているが、この 2 ケースのみでの比較を行うと、専用レーンを設けているケース 2b において大きな効果が出現していることがわかる。この結果より、このように横断歩行者交通量の多い路線では、高度化 PTPS 導入のみでは ART の安定した運行にはつながらず、高度化 PTPS と同時に ART 専用レーンを導入する必要性が高いことが示された。なお、北行きでの変化があまり見られないのは、左折車両がほとんどいない（豊洲新市場では南行きでは 180 台に対し、北行きでは 8 台のみ）ためである。

表 3.3-6 対象区間の ART 車両平均旅行時間

	南行		北行	
	平均旅行時間	平均旅行速度	平均旅行時間	平均旅行速度
	(秒)	(km/h)	(秒)	(km/h)
基本ケース	369.1	22.1	345.8	23.5
比較ケース1	333.5	24.4	296.6	27.4
比較ケース1c	377.0	21.6	306.3	26.6
比較ケース2	327.6	24.9	329.0	24.7
比較ケース3	332.2	24.5	284.9	28.6
比較ケース4	313.0	26.0	299.7	27.1
比較ケース5	311.2	26.2	339.9	23.9
比較ケース6	294.1	27.7	307.5	26.5
比較ケース1b	1205.2	6.8	325.3	25.0
比較ケース2b	335.3	24.3	315.3	25.8

○ART 平均旅行時間

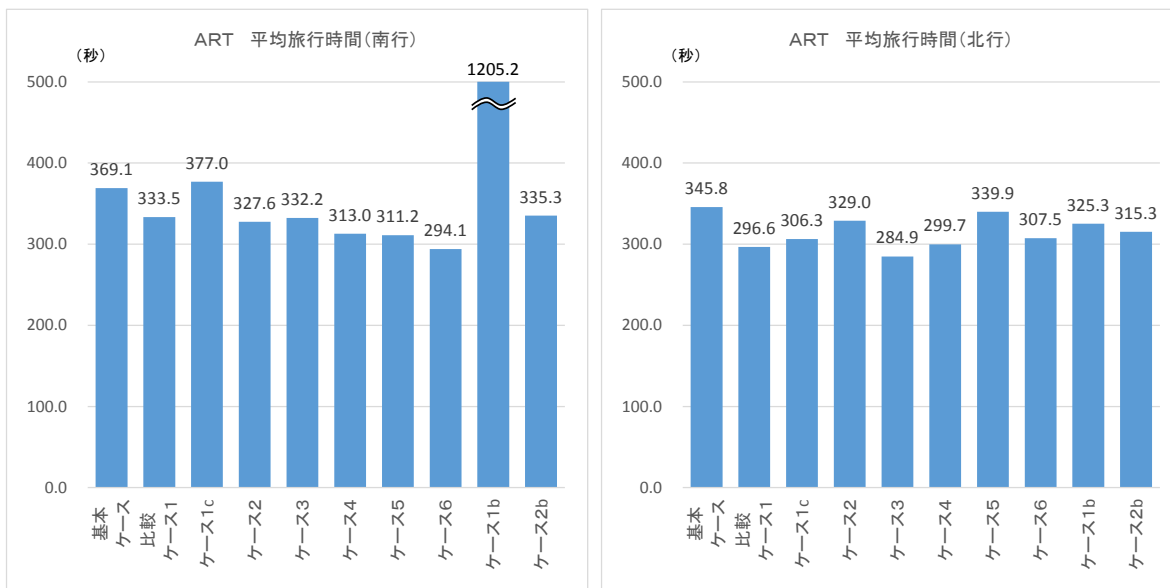


図 3.3-14 ART 平均旅行時間 (対象区間全域)

○ART 平均旅行速度

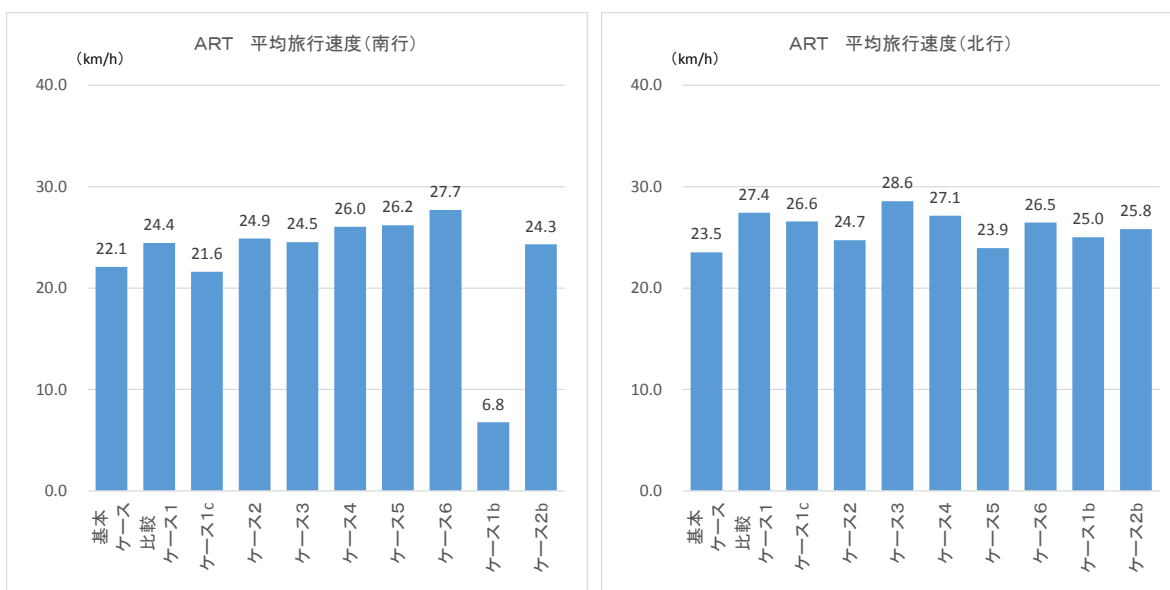


図 3.3-15 ART 平均旅行速度 (対象区間全域)



## ② 一般車両の旅行時間

ART 以外の一般車両については、ART 専用レーンを設定することによる交通容量の低下の影響を受けるため、若干の旅行時間の増加傾向が見られるが、概ね基本ケースとあまり変わらない旅行時間および旅行速度という結果となった。

また、横断歩行者を考慮したケース（ケース 1b と 2b）では、ART 車両と同様に大幅な旅行時間の増加が見られるが、一般車においては ART 車両の通行や専用レーンの影響を受ける車両、受けない車両が混在するため、平均化すると ART 車両よりもその影響は少ない。

表 3.3-7 対象区間の一般車両平均旅行時間

	南行		北行	
	平均旅行時間	平均旅行速度	平均旅行時間	平均旅行速度
	(秒)	(km/h)	(秒)	(km/h)
基本ケース	318.8	25.6	280.4	29.0
比較ケース1	309.7	26.3	267.2	30.4
比較ケース1c	336.3	24.2	281.5	28.9
比較ケース2	298.8	27.3	304.6	26.7
比較ケース3	331.5	24.6	273.4	29.8
比較ケース4	310.1	26.3	263.7	30.8
比較ケース5	344.2	23.7	320.7	25.4
比較ケース6	287.0	28.4	279.3	29.1
比較ケース1b	676.3	12.1	284.2	28.6
比較ケース2b	400.0	20.4	315.7	25.8

○平均旅行時間

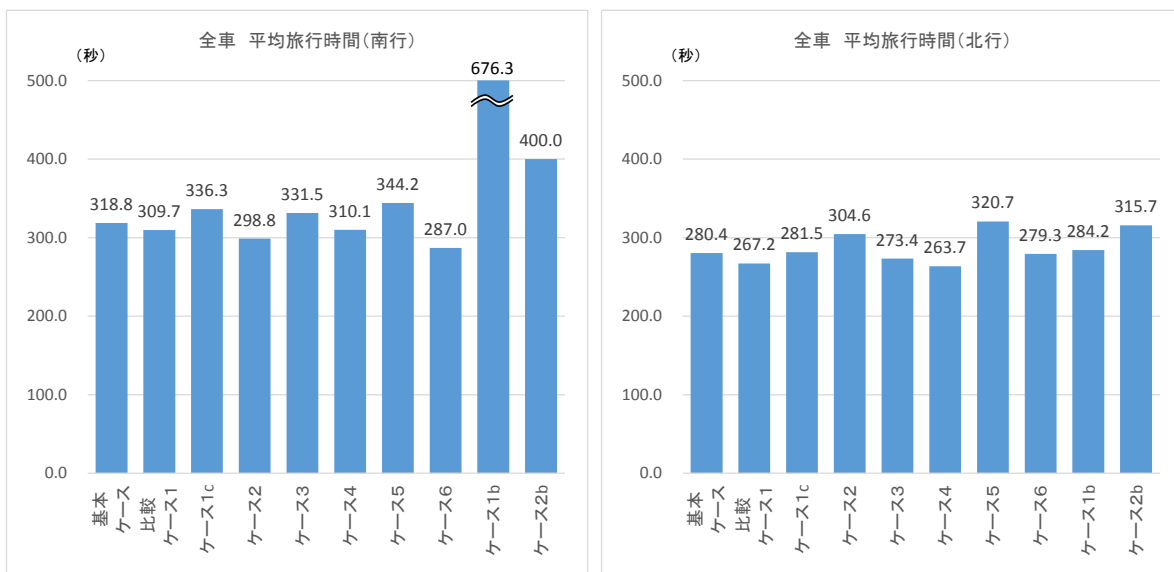


図 3.3-16 一般車両平均旅行時間 (対象区間全域)

○平均旅行速度

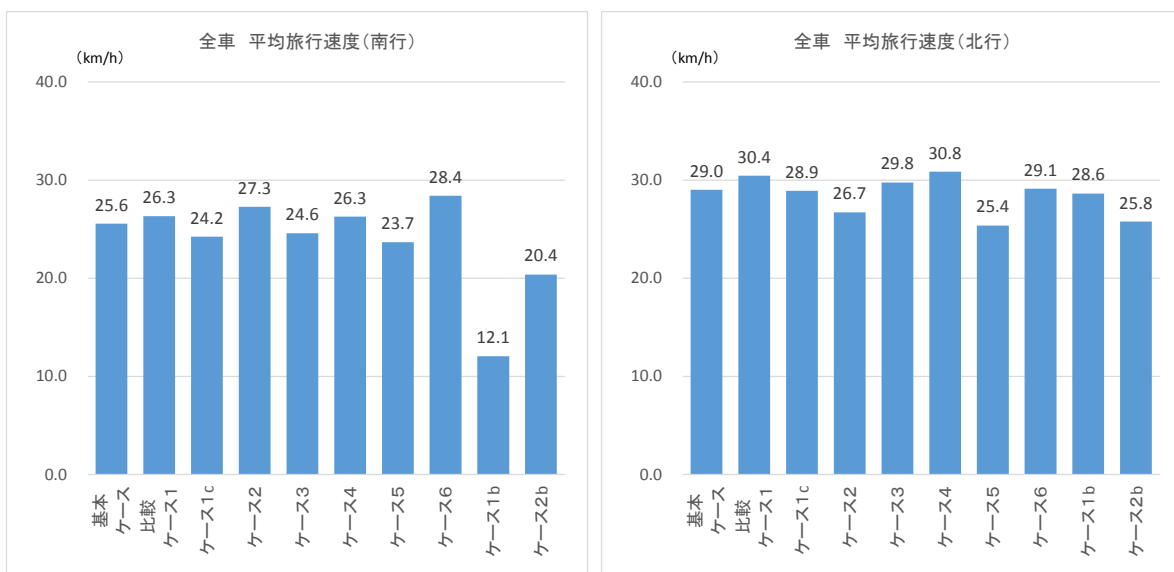


図 3.3-17 一般車両平均旅行速度 (対象区間全域)

### ③ 交差点の方向別捌け量

基本ケースと各ケースでの、交差点別方向別捌け量を比較する。

各交差点、各方向別での捌け量は、歩行者の影響をみたケース 1b・ケース 2b 以外での捌け量は、基本ケースと比較しても約 97%の捌け量を確保できる結果となった。

これは、PTPS の影響を受けた次のサイクルで交差方向側道路の青時間のカバーを行う制御を導入しているためであり、1 時間単位で比較すると、PTPS や専用レーンの導入による一般車両に対する影響はほとんどないと言える。

※方向（A、B、C、D）については、下図を参照。

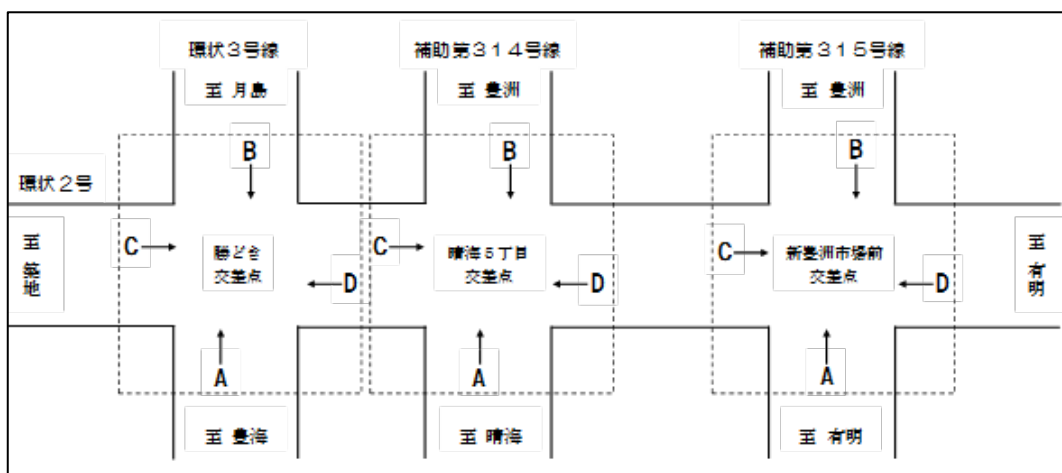


図 3.3-18 各交差点における方向について

○基本ケース（全車）（台／時）

表 3.3-8 方向別交通量（基本ケース）

交差点	A			B			C			D			総流入量
	左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	
勝どき交差点	121	229	57	166	249	247	237	260	112	82	297	170	2,227
晴海5丁目交差点	8	7	4	485	11	316	362	1,236	8	6	1,386	376	4,205
豊洲新市場前交差点	450	531	39	106	204	369	174	830	712	7	775	84	4,281

○ケース 1

表 3.3-9 方向別交通量 (ケース 1)

全車 (台/時)														
交差点	方向	A			B			C			D			総流入量
		左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	
勝どき交差点		110	238	66	180	230	258	258	278	110	72	310	151	2,262
晴海5丁目交差点		8	8	3	456	8	321	386	1,236	10	6	1,380	393	4,215
豊洲新市場前交差点		456	534	38	105	187	369	179	788	700	11	762	86	4,215

基本ケースとの差分 (台/時)														
交差点	方向	A			B			C			D			総流入量
		左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	
勝どき交差点		-11	9	9	14	-19	11	21	18	-2	-10	13	-19	35
晴海5丁目交差点		-1	1	-1	-29	-3	5	24	-1	2	0	-7	17	9
豊洲新市場前交差点		6	3	-1	-2	-17	0	5	-42	-12	4	-13	2	-66

基本ケースに対する割合 (%)														
交差点	方向	A			B			C			D			総流入割合
		左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	
勝どき交差点		90.9%	103.7%	116.5%	108.6%	92.3%	104.3%	108.7%	107.0%	98.6%	87.9%	104.5%	89.0%	101.6%
晴海5丁目交差点		93.8%	115.7%	65.0%	94.1%	71.8%	101.7%	106.7%	100.0%	126.3%	103.3%	99.5%	104.6%	100.2%
豊洲新市場前交差点		101.4%	100.6%	97.4%	98.6%	91.7%	100.1%	102.9%	94.9%	98.3%	161.4%	98.3%	102.6%	98.5%

○ケース 2

表 3.3-10 方向別交通量 (ケース 2)

全車 (台/時)														
交差点	方向	A			B			C			D			総流入量
		左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	
勝どき交差点		110	236	66	170	213	256	259	280	107	72	313	150	2,232
晴海5丁目交差点		8	8	3	453	8	320	384	1,232	10	6	1,387	382	4,201
豊洲新市場前交差点		456	531	37	106	191	369	179	785	701	13	764	82	4,214

基本ケースとの差分 (台/時)														
交差点	方向	A			B			C			D			総流入量
		左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	
勝どき交差点		-11	7	9	4	-36	9	22	20	-5	-10	16	-20	5
晴海5丁目交差点		0	1	-1	-32	-3	4	22	-4	2	0	1	6	-4
豊洲新市場前交差点		6	0	-2	0	-13	0	5	-45	-11	6	-11	-2	-67

基本ケースに対する割合 (%)														
交差点	方向	A			B			C			D			総流入割合
		左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	
勝どき交差点		90.7%	103.2%	114.9%	102.2%	85.5%	103.8%	109.3%	107.7%	95.4%	87.8%	105.4%	88.4%	100.2%
晴海5丁目交差点		93.8%	114.3%	65.0%	93.4%	71.8%	101.4%	106.2%	99.7%	123.8%	105.0%	100.1%	101.5%	99.9%
豊洲新市場前交差点		101.4%	100.0%	95.1%	99.9%	93.6%	99.9%	103.1%	94.6%	98.5%	187.1%	98.6%	97.7%	98.4%

○ケース 3

表 3.3-11 方向別交通量 (ケース 3)

全車 (台/時)														
交差点	方向	A			B			C			D			総流入量
		左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	
勝どき交差点		120	230	58	173	247	244	237	260	109	82	293	162	2,215
晴海5丁目交差点		8	7	4	482	10	317	368	1,233	8	5	1,381	369	4,192
豊洲新市場前交差点		450	532	39	111	204	368	173	812	722	6	755	90	4,262

基本ケースとの差分 (台/時)														
交差点	方向	A			B			C			D			総流入量
		左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	
勝どき交差点		-1	1	1	7	-2	-3	0	0	-3	0	-4	-8	-12
晴海5丁目交差点		0	0	0	-3	-1	1	6	-3	0	-1	-5	-7	-13
豊洲新市場前交差点		0	1	0	5	0	-1	-1	-18	10	-1	-20	6	-19

基本ケースに対する割合 (%)														
交差点	方向	A			B			C			D			総流入割合
		左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	
勝どき交差点		99.2%	100.4%	101.8%	104.2%	99.2%	98.8%	100.0%	100.0%	97.3%	100.0%	98.7%	95.3%	99.5%
晴海5丁目交差点		100.0%	100.0%	100.0%	99.4%	90.9%	100.3%	101.7%	99.8%	100.0%	83.3%	99.6%	98.1%	99.7%
豊洲新市場前交差点		100.0%	100.2%	100.0%	104.7%	100.0%	99.7%	99.4%	97.8%	101.4%	85.7%	97.4%	107.1%	99.6%

○ケース 4

表 3.3-12 方向別交通量 (ケース 4)

全車 (台/時)														
交差点	方向	A			B			C			D			総流入量
		左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	
勝どき交差点		110	238	66	179	227	258	258	280	110	73	313	151	2,262
晴海5丁目交差点		7	8	3	460	8	321	386	1,233	10	6	1,388	393	4,223
豊洲新市場前交差点		456	532	38	104	190	369	181	787	701	11	763	85	4,217

基本ケースとの差分 (台/時)														
交差点	方向	A			B			C			D			総流入量
		左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	
勝どき交差点		-11	9	9	13	-22	11	21	20	-3	-9	16	-19	35
晴海5丁目交差点		-1	1	-1	-25	-3	5	24	-3	2	0	2	17	18
豊洲新市場前交差点		6	1	-1	-2	-14	0	7	-43	-11	4	-12	1	-64

基本ケースに対する割合 (%)														
交差点	方向	A			B			C			D			総流入割合
		左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	
勝どき交差点		90.8%	103.7%	116.3%	107.8%	91.1%	104.3%	109.0%	107.6%	97.8%	89.0%	105.5%	88.8%	101.6%
晴海5丁目交差点		92.5%	114.3%	65.0%	94.8%	70.9%	101.6%	106.7%	99.8%	126.3%	98.3%	100.1%	104.5%	100.4%
豊洲新市場前交差点		101.4%	100.1%	96.7%	97.8%	93.0%	100.1%	103.9%	94.9%	98.5%	155.7%	98.4%	101.7%	98.5%

○ケース 5

表 3.3-13 方向別交通量 (ケース 5)

全車 (台/時)														
交差点	方向	A			B			C			D			総流入量
		左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	
勝どき交差点		121	229	58	166	239	254	237	261	110	79	287	158	2,199
晴海5丁目交差点		8	7	4	465	11	320	370	1,253	8	6	1,344	366	4,162
豊洲新市場前交差点		443	535	39	108	209	368	180	802	703	11	769	78	4,245

基本ケースとの差分 (台/時)														
交差点	方向	A			B			C			D			総流入量
		左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	
勝どき交差点		0	0	1	0	-10	7	0	1	-2	-3	-10	-12	-28
晴海5丁目交差点		0	0	0	-20	0	4	8	17	0	0	-42	-10	-43
豊洲新市場前交差点		-7	4	0	2	5	-1	6	-28	-9	4	-6	-6	-36

基本ケースに対する割合 (%)														
交差点	方向	A			B			C			D			総流入割合
		左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	
勝どき交差点		100.0%	100.0%	101.8%	100.0%	96.0%	102.8%	100.0%	100.4%	98.2%	96.3%	96.6%	92.9%	98.7%
晴海5丁目交差点		100.0%	100.0%	100.0%	95.9%	100.0%	101.3%	102.2%	101.4%	100.0%	100.0%	97.0%	97.3%	99.0%
豊洲新市場前交差点		98.4%	100.8%	100.0%	101.9%	102.5%	99.7%	103.4%	96.6%	98.7%	157.1%	99.2%	92.9%	99.2%

○ケース 6

表 3.3-14 方向別交通量 (ケース 6)

全車 (台/時)														
交差点	方向	A			B			C			D			総流入量
		左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	
勝どき交差点		118	225	67	157	206	251	267	308	98	58	303	160	2,218
晴海5丁目交差点		6	9	2	454	8	327	383	1,239	12	4	1,372	397	4,213
豊洲新市場前交差点		457	530	39	94	171	366	188	772	689	6	746	96	4,154

基本ケースとの差分 (台/時)														
交差点	方向	A			B			C			D			総流入量
		左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	
勝どき交差点		-3	-4	10	-9	-43	4	30	48	-14	-24	6	-10	-9
晴海5丁目交差点		-2	2	-2	-31	-3	11	21	3	4	-2	-14	21	8
豊洲新市場前交差点		7	-1	0	-12	-33	-3	14	-58	-23	-1	-29	12	-127

基本ケースに対する割合 (%)														
交差点	方向	A			B			C			D			総流入割合
		左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	
勝どき交差点		97.5%	98.3%	117.5%	94.6%	82.7%	101.6%	112.7%	118.5%	87.5%	70.7%	102.0%	94.1%	99.6%
晴海5丁目交差点		75.0%	128.6%	50.0%	93.6%	72.7%	103.5%	105.8%	100.2%	150.0%	66.7%	99.0%	105.6%	100.2%
豊洲新市場前交差点		101.6%	99.8%	100.0%	88.7%	83.8%	99.2%	108.0%	93.0%	96.8%	85.7%	96.3%	114.3%	97.0%

○ケース 1b

表 3.3-15 方向別交通量 (ケース 1b)

全車 (台/時)														
交差点	方向	A			B			C			D			総流入量
		左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	
勝どき交差点		120	230	56	134	220	230	224	223	106	81	286	168	2,078
晴海5丁目交差点		8	7	4	335	8	291	282	1,007	8	6	1,357	368	3,681
豊洲新市場前交差点		450	513	39	98	184	344	71	534	520	7	774	85	3,619

基本ケースとの差分 (台/時)														
交差点	方向	A			B			C			D			総流入量
		左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	
勝どき交差点		-1	1	-1	-32	-29	-17	-13	-37	-6	-1	-11	-2	-149
晴海5丁目交差点		0	0	0	-150	-3	-25	-80	-229	0	0	-29	-8	-524
豊洲新市場前交差点		0	-18	0	-8	-20	-25	-103	-296	-192	0	-1	1	-662

基本ケースに対する割合 (%)														
交差点	方向	A			B			C			D			総流入割合
		左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	
勝どき交差点		99.2%	100.4%	98.2%	80.7%	88.4%	93.1%	94.5%	85.8%	94.6%	98.8%	96.3%	98.8%	93.3%
晴海5丁目交差点		100.0%	100.0%	100.0%	69.1%	72.7%	92.1%	77.9%	81.5%	100.0%	100.0%	97.9%	97.9%	87.5%
豊洲新市場前交差点		100.0%	96.6%	100.0%	92.5%	90.2%	93.2%	40.8%	64.3%	73.0%	100.0%	99.9%	101.2%	84.5%

○ケース 2b

表 3.3-16 方向別交通量 (ケース 2b)

全車 (台/時)														
交差点	方向	A			B			C			D			総流入量
		左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	
勝どき交差点		121	229	57	168	240	253	237	261	110	79	287	158	2,200
晴海5丁目交差点		8	7	4	384	10	316	347	1,168	8	6	1,336	358	3,952
豊洲新市場前交差点		450	535	39	74	156	275	66	714	650	11	757	83	3,810

基本ケースとの差分 (台/時)														
交差点	方向	A			B			C			D			総流入量
		左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	
勝どき交差点		1	-1	1	34	20	23	13	38	4	-2	1	-10	122
晴海5丁目交差点		0	0	0	49	2	25	65	161	0	0	-21	-10	271
豊洲新市場前交差点		0	22	0	-24	-28	-69	-5	180	130	4	-17	-2	191

基本ケースに対する割合 (%)														
交差点	方向	A			B			C			D			総流入割合
		左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	
勝どき交差点		100.8%	99.6%	101.8%	125.4%	109.1%	110.0%	105.8%	117.0%	103.8%	97.5%	100.3%	94.0%	105.9%
晴海5丁目交差点		100.0%	100.0%	100.0%	114.6%	125.0%	108.6%	123.0%	116.0%	100.0%	100.0%	98.5%	97.3%	107.4%
豊洲新市場前交差点		100.0%	104.3%	100.0%	75.5%	84.8%	79.9%	93.0%	133.7%	125.0%	157.1%	97.8%	97.6%	105.3%

○ケース 1c

表 3.3-17 方向別交通量 (ケース 1c)

全車 (台/時)														
交差点	方向	A			B			C			D			総流入量
		左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	
勝どき交差点		121	228	58	163	252	250	239	260	110	82	299	164	2,226
晴海5丁目交差点		8	7	4	484	11	317	362	1,231	8	6	1,389	373	4,200
豊洲新市場前交差点		453	527	39	106	199	369	172	831	712	7	774	86	4,275

基本ケースとの差分 (台/時)														
交差点	方向	A			B			C			D			総流入量
		左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	
勝どき交差点		0	-1	1	-3	3	3	2	0	-2	0	2	-6	-1
晴海5丁目交差点		0	0	0	-1	0	1	0	-5	0	0	3	-3	-5
豊洲新市場前交差点		3	-4	0	0	-5	0	-2	1	0	0	-1	2	-6

基本ケースに対する割合 (%)														
交差点	方向	A			B			C			D			総流入割合
		左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	左折	直進	右折	
勝どき交差点		100.0%	99.6%	101.8%	98.2%	101.2%	101.2%	100.8%	100.0%	98.2%	100.0%	100.7%	96.5%	100.0%
晴海5丁目交差点		100.0%	100.0%	100.0%	99.8%	100.0%	100.3%	100.0%	99.6%	100.0%	100.0%	100.2%	99.2%	99.9%
豊洲新市場前交差点		100.7%	99.2%	100.0%	100.0%	97.5%	100.0%	98.9%	100.1%	100.0%	100.0%	99.9%	102.4%	99.9%



#### ④ 待ち時間と停止回数（環状二号線）

ART 車両について、南行き北行きともに基本ケースでは約 90 秒の待ち時間が見られるが、比較ケースでは最大で約 60 秒の待ち時間短縮効果が見られるケースもある。

停止回数については、1.0 回を下回るケースは無いものの、各ケース減少傾向にある。

停止回数の変化以上に待ち時間の短縮が見られ、仮に停止してしまっても、その待ち時間が短縮されるという、PTPS の効果が表れている結果となった。

一般車両については、ケース 1 では ART と同じ進行方向のために同じく PTPS の影響を受けて、待ち時間および停止回数の減少効果がみられる。ケース 2 以降は、ART 専用レーンが設定されるため、一般車両用の車線減少に伴う交通容量の低下の影響の方が大きく、若干の増加傾向が見られる。しかしながら、基本ケースと比較すると、南行（オフセット方向）は停止回数は 0.1~0.2 回程度の増加、待ち時間は最大で 30 秒程度の増加となった。また、北行（非オフセット方向）は停止回数は 0.1~0.5 回程度の増加、待ち時間は最大で 25 秒程度の増加となった。南行、北行ともに信号 1 回・1 サイクル以上の増加は見られなかった。

一般車両への影響以上に、ART 車両への効果が大きい結果となったと言える。

表 3.3-18 信号付近での待ち時間と停止回数（環状二号線）

方向	ART				一般車両			
	南行		北行		南行		北行	
	平均停止時間 (秒)	平均停止回数 (回)	平均停止時間 (秒)	平均停止回数 (回)	平均停止時間 (秒)	平均停止回数 (回)	平均停止時間 (秒)	平均停止回数 (回)
基本ケース	92.0	2.5	84.6	1.6	69.1	1.7	37.2	1.0
比較ケース1	57.8	1.9	37.4	1.0	64.9	1.5	32.9	0.9
比較ケース1c	83.4	2.6	47.3	1.5	74.0	1.4	55.1	1.1
比較ケース2	58.9	1.9	65.6	1.9	68.1	1.5	50.3	1.3
比較ケース3	63.6	1.9	23.0	1.0	81.5	1.6	48.2	1.2
比較ケース4	72.5	2.1	24.5	1.0	90.2	1.9	47.2	1.2
比較ケース5	41.6	1.5	79.2	2.2	100.3	1.8	62.7	1.5
比較ケース6	33.8	1.4	48.0	1.3	53.3	1.2	46.8	1.0
比較ケース1b	694.9	16.5	50.1	1.4	189.9	5.3	46.1	1.0
比較ケース2b	50.2	1.6	52.6	1.7	101.5	2.7	56.3	1.2

※停留所での停止時間（15 秒×2 箇所）はカウントしていない

・平均停止時間（対象区間、約 2.3km における 1 台あたりの平均停止時間）（ART 車両）

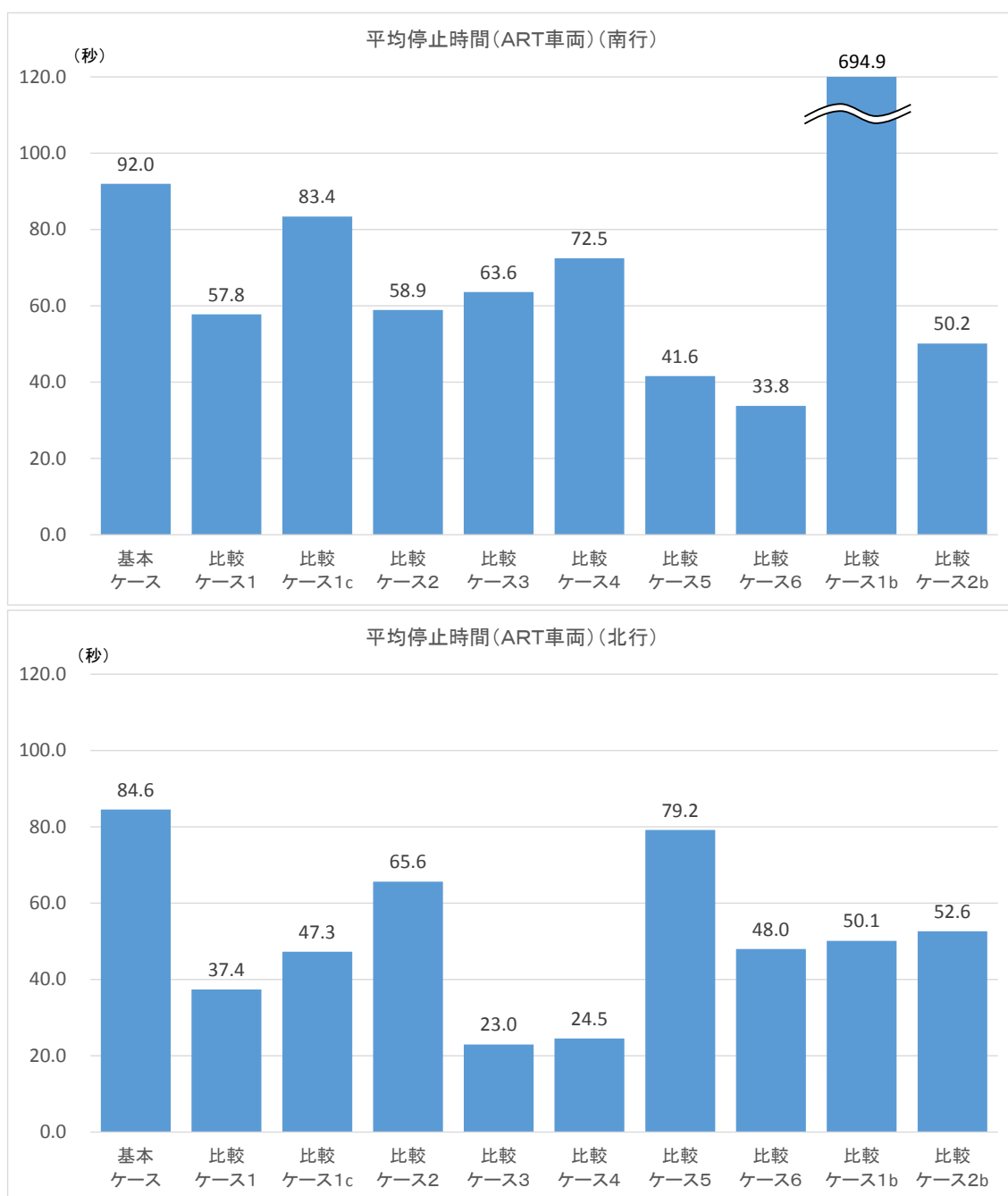


図 3.3-19 ART 車両の平均停止時間

・平均停止時間（対象区間、約 2.3km における 1 台あたりの平均停止時間）（一般車両）

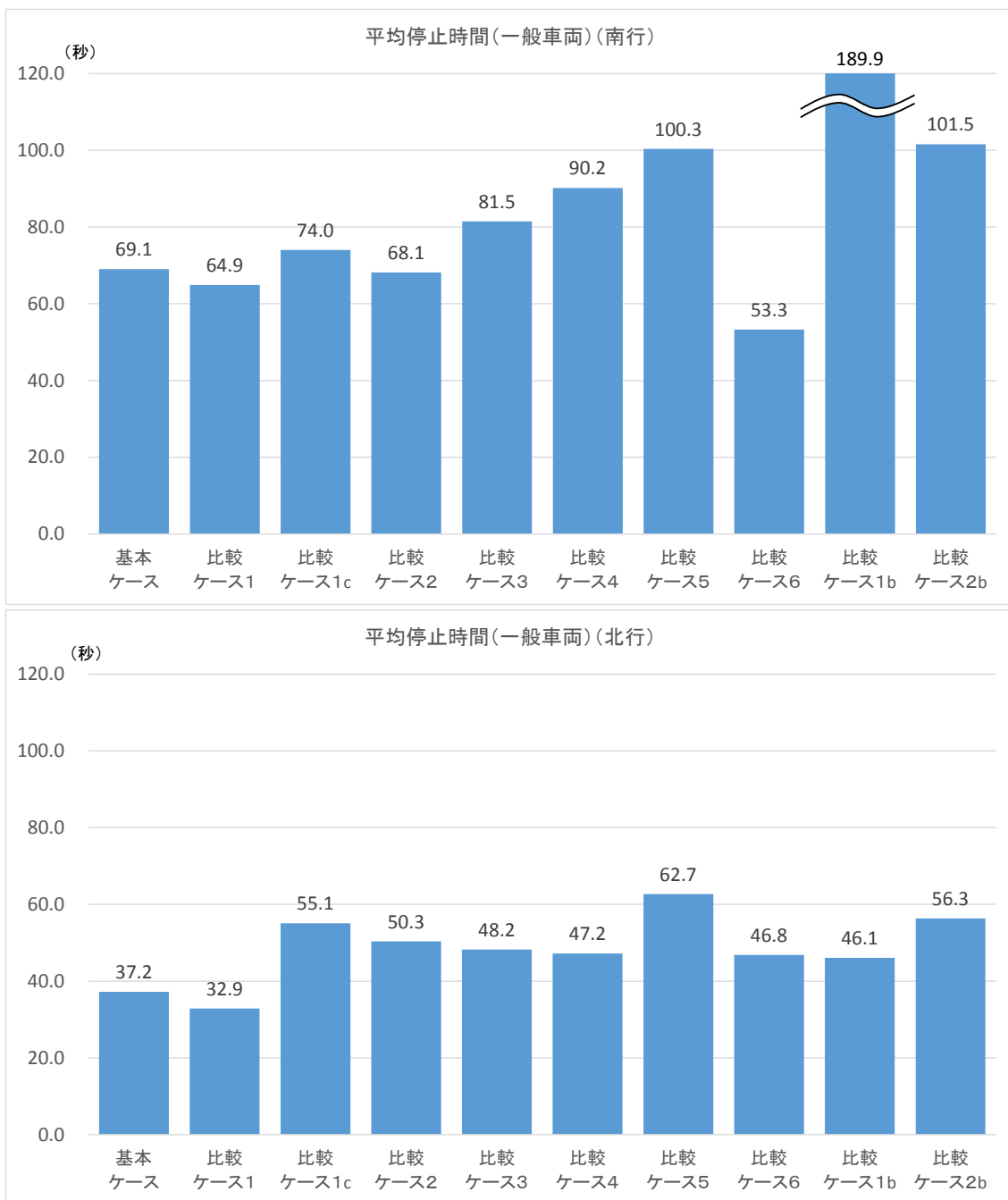


図 3.3-20 一般車両の平均停止時間

・平均停止回数（対象区間、約 2.3km における 1 台あたりの平均停止回数）（ART 車両）

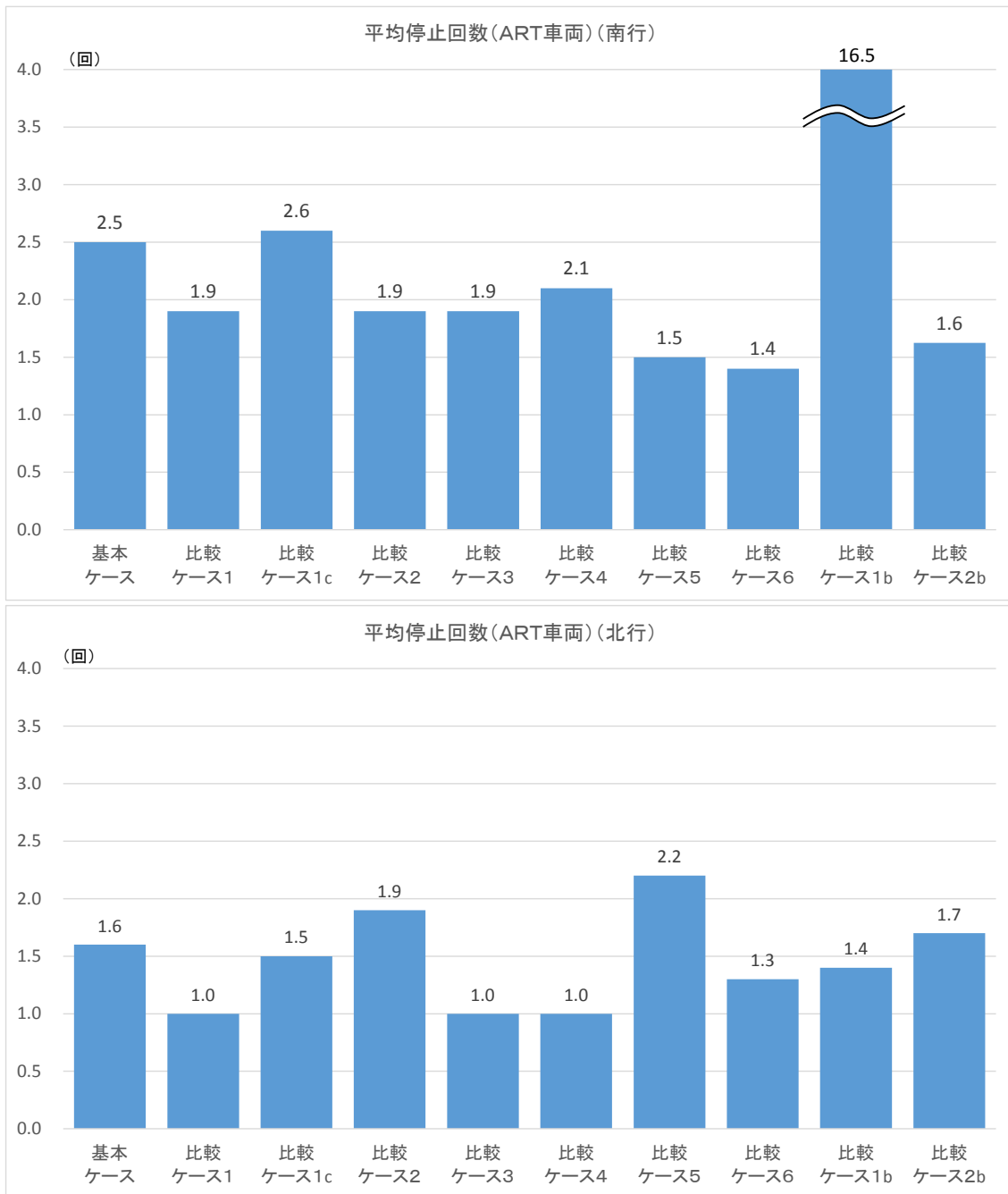


図 3.3-21 ART 車両の平均停止回数

・平均停止回数（対象区間、約 2.3km における 1 台あたりの平均停止回数）（一般車両）

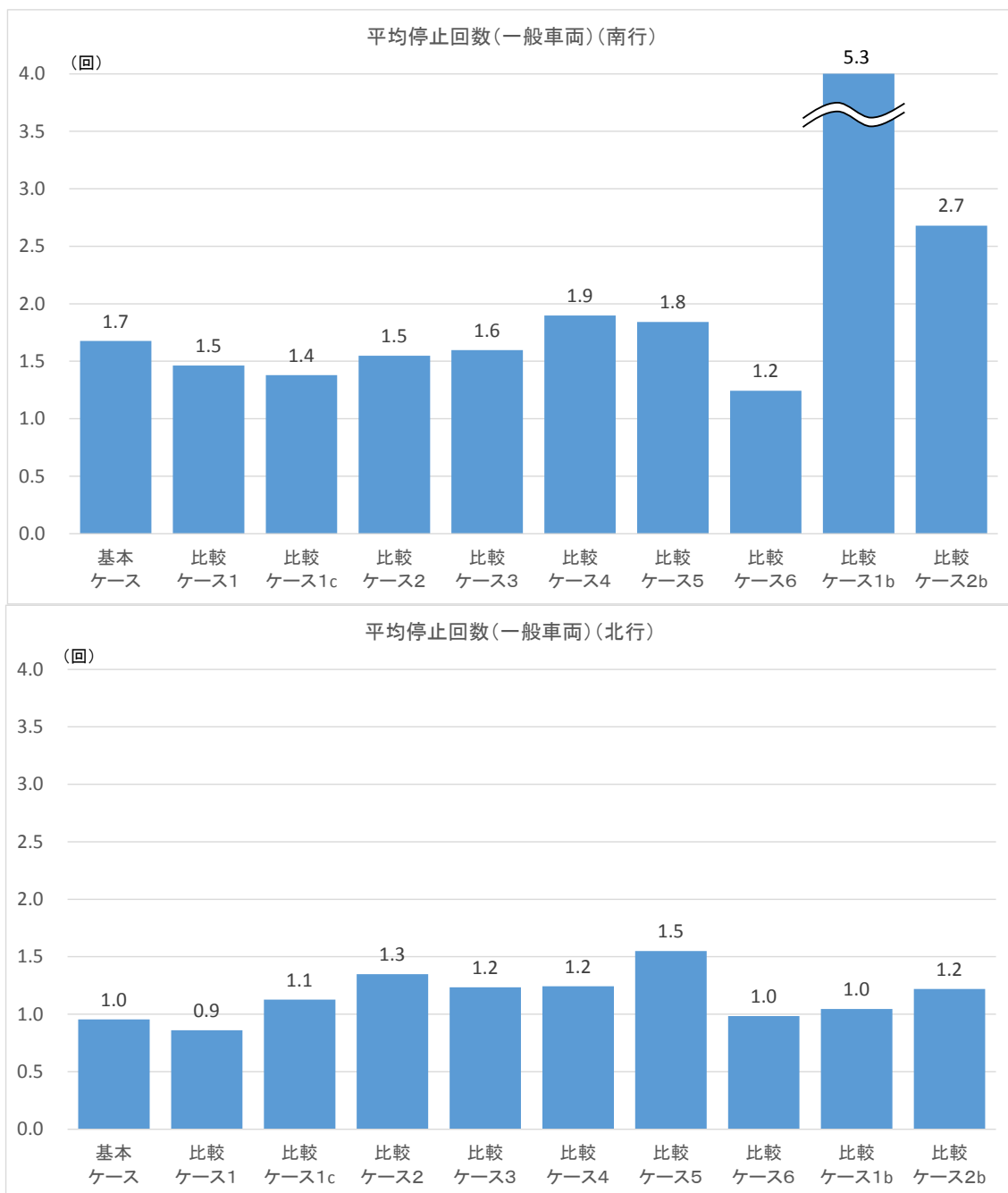


図 3.3-22 一般車両の平均停止回数

⑤ 交差側道路について

PTPS 設定による、交差道路側への影響をシミュレーションにて確認した。

比較対象ケースについては、歩行者の影響を考慮するために設定した比較ケース 1b と比較ケース 2b、交差道路側にも ART 車両を発生させた比較ケース 6 の 3 ケースを除く、比較ケース 1 から比較ケース 5 まで、および比較ケース 1c の計 6 ケースとした。

停止回数の比較結果については、勝どき交差点では 0.1 から 0.2 回程度の増加に留まり、豊洲新市場前交差点では、各ケースにおいてほぼ基本ケースと変わらない結果となった。

待ち時間については、減少するケースも見られるが、増加ケースにおいては数秒から 20 秒程度の増加という結果となった。

しかし、④に示す通り、環状二号線の一般車両への影響は、南行（オフセット方向）での停止回数は 0.1 回から 0.2 回の増加、待ち時間で数秒から 30 秒程度の増加となっており、交差道路側の方が環状二号線よりも受ける影響は限定的という結果となった。

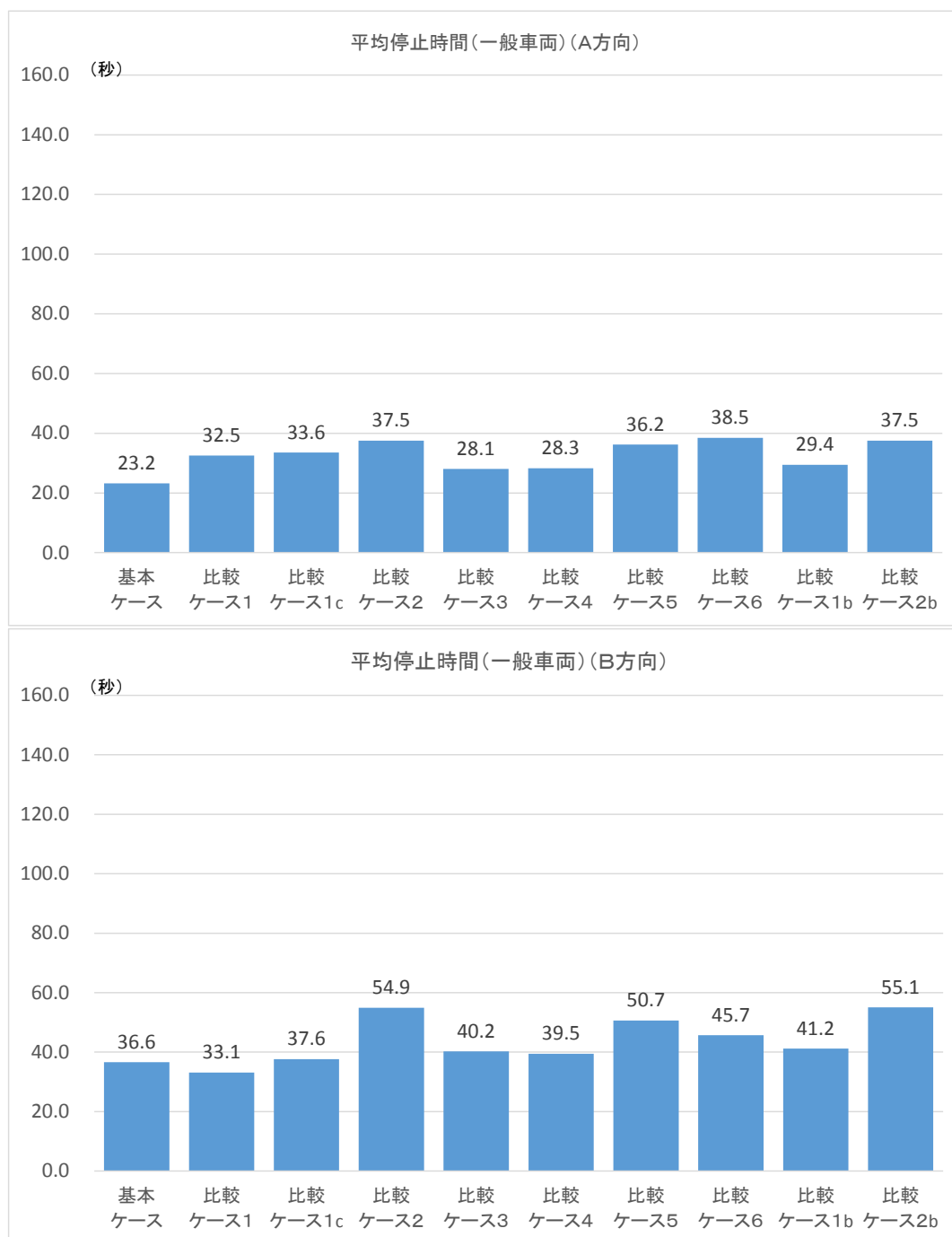
表 3.3-19 信号付近での待ち時間と停止回数（交差側道路）

方向	勝どき交差点				晴海5丁目交差点				豊洲新市場前交差点			
	平均停止時間(秒)	平均停止回数(回)	平均停止時間(秒)	平均停止回数(回)	平均停止時間(秒)	平均停止回数(回)	平均停止時間(秒)	平均停止回数(回)	平均停止時間(秒)	平均停止回数(回)	平均停止時間(秒)	平均停止回数(回)
基本ケース	23.2	0.6	36.6	0.8	40.4	0.8	33.6	0.6	32.5	0.6	32.5	0.7
比較ケース1	32.5	0.7	33.1	0.6	38.8	0.8	16.5	0.6	35.8	0.6	35.4	0.7
比較ケース1c	33.6	0.7	37.6	0.7	44.1	0.7	41.2	0.8	37.1	0.6	28.6	0.6
比較ケース2	37.5	0.8	54.9	1.0	33.3	0.7	28.4	0.6	41.4	0.6	35.6	0.7
比較ケース3	28.1	0.6	40.2	0.8	33.1	0.7	30.5	0.7	39.0	0.6	38.9	0.7
比較ケース4	28.3	0.7	39.5	0.8	38.4	0.7	54.3	0.7	42.5	0.6	39.1	0.7
比較ケース5	36.2	0.8	50.7	0.9	47.5	0.8	34.7	0.6	35.0	0.6	31.1	0.7
比較ケース6	38.5	0.8	45.7	0.6	34.1	0.7	36.6	0.8	35.0	0.6	27.1	0.6
比較ケース1b	29.4	0.7	41.2	0.7	34.4	0.6	24.7	0.6	43.3	0.6	152.0	3.1
比較ケース2b	37.5	0.8	55.1	1.0	43.4	0.7	36.8	1.0	42.0	0.6	249.2	4.6

表 3.3-20 信号付近での待ち時間と停止回数（比較対象ケースのみ抜粋）

方向	平均停止回数(回)						平均停止時間(秒)					
	勝どき交差点		晴海5丁目交差点		豊洲新市場前交差点		勝どき交差点		晴海5丁目交差点		豊洲新市場前交差点	
方向	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
基本ケース	0.6	0.8	0.8	0.6	0.6	0.7	23.2	36.6	40.4	33.6	32.5	32.5
比較ケース1	0.7	0.6	0.8	0.6	0.6	0.7	32.5	33.1	38.8	16.5	35.8	35.4
比較ケース1c	0.7	0.7	0.7	0.8	0.6	0.6	33.6	37.6	44.1	41.2	37.1	28.6
比較ケース2	0.8	1.0	0.7	0.6	0.6	0.7	37.5	54.9	33.3	28.4	41.4	35.6
比較ケース3	0.6	0.8	0.7	0.7	0.6	0.7	28.1	40.2	33.1	30.5	39.0	38.9
比較ケース4	0.7	0.8	0.7	0.7	0.6	0.7	28.3	39.5	38.4	54.3	42.5	39.1
比較ケース5	0.8	0.9	0.8	0.6	0.6	0.7	36.2	50.7	47.5	34.7	35.0	31.1

○勝どき交差点（平均停止時間）



○勝どき交差点（平均停止回数）

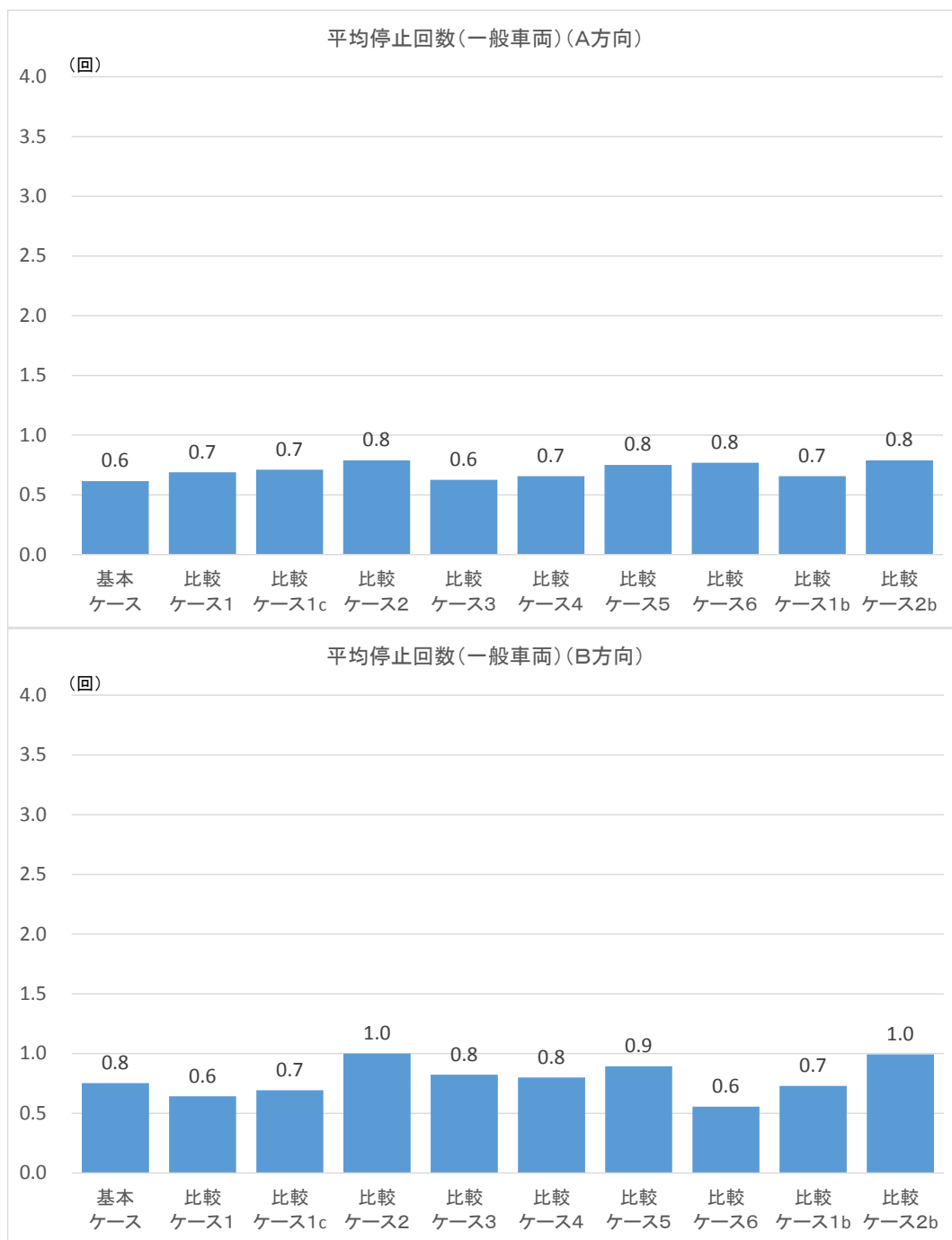


図 3.3-24 一般車両の平均停止回数（勝どき）



○晴海5丁目交差点（平均停止時間）

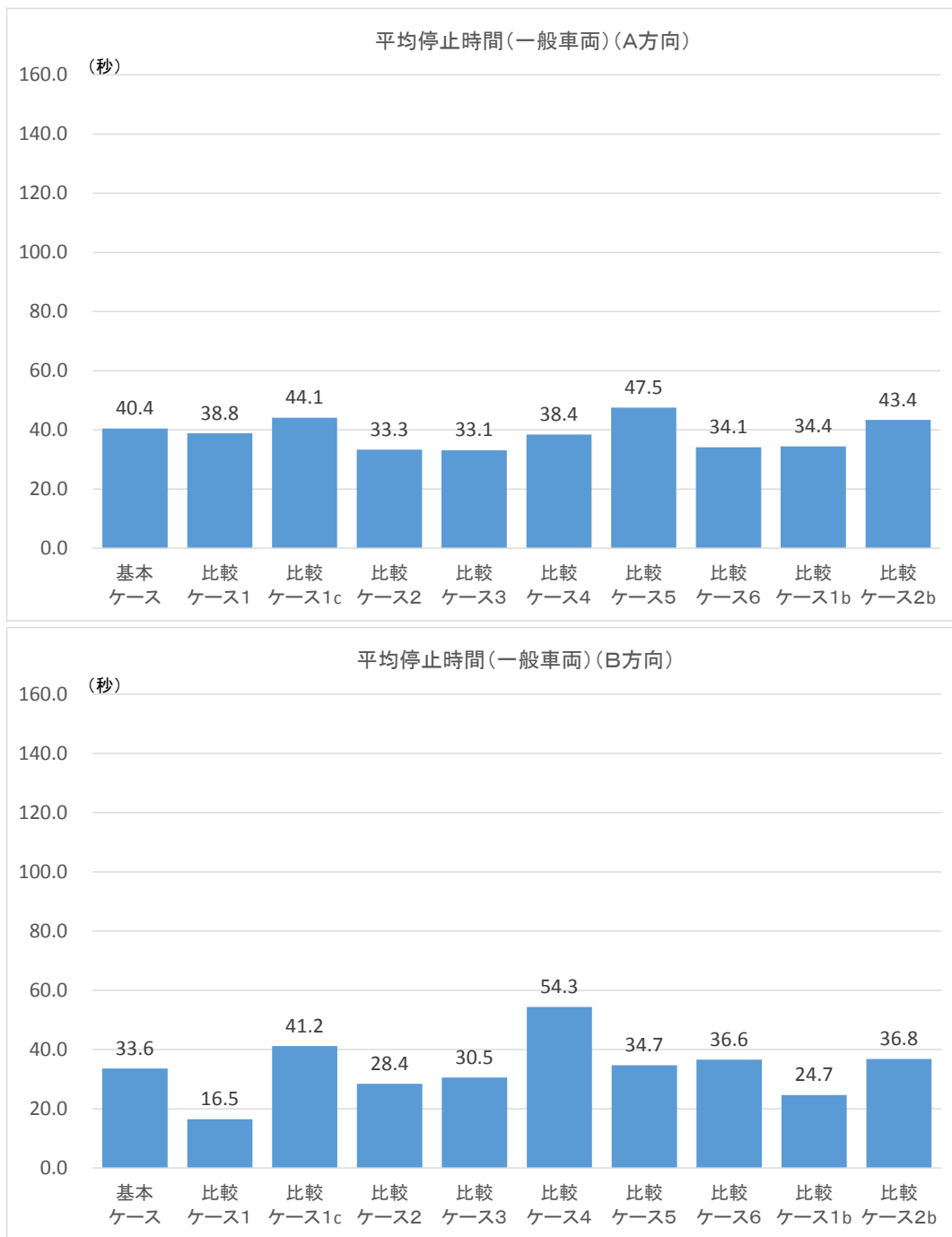


図 3.3-25 一般車両の平均停止時間（晴海5丁目）

○晴海5丁目交差点（平均停止回数）

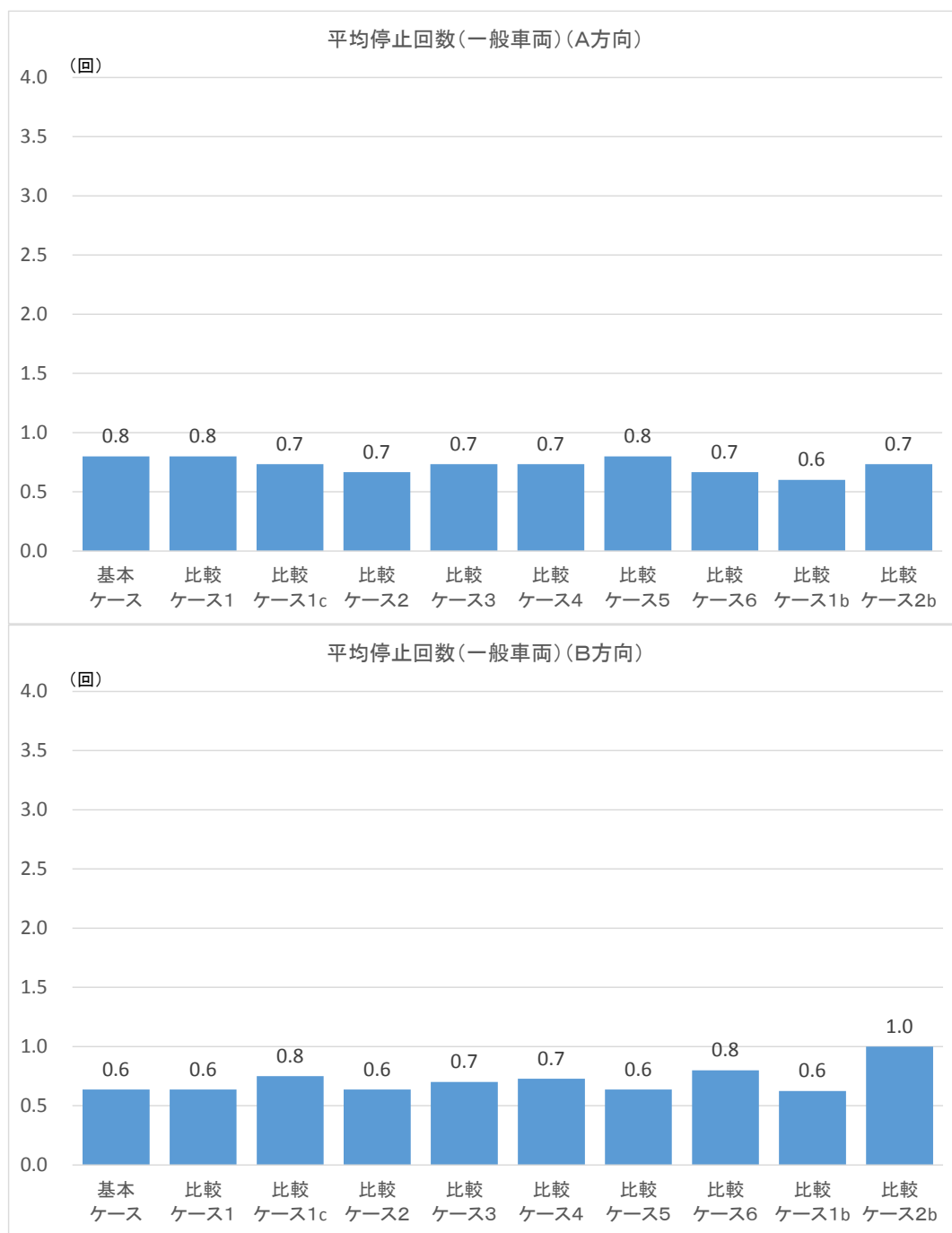


図 3.3-26 一般車両の平均停止回数（晴海5丁目）

○豊洲新市場前交差点（平均停止時間）

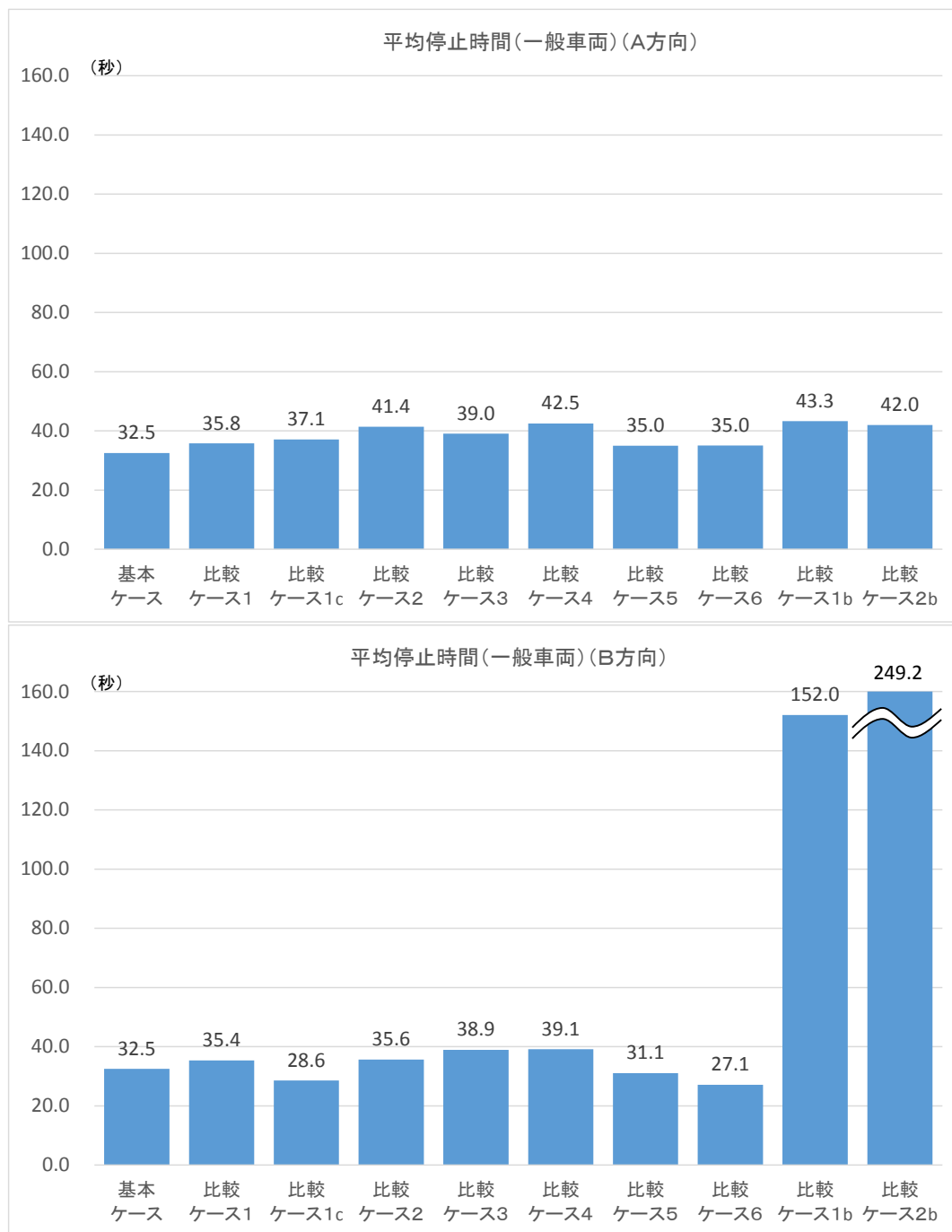


図 3.3-27 一般車両の平均停止時間（豊洲新市場前）

○豊洲新市場前交差点（平均停止時間）

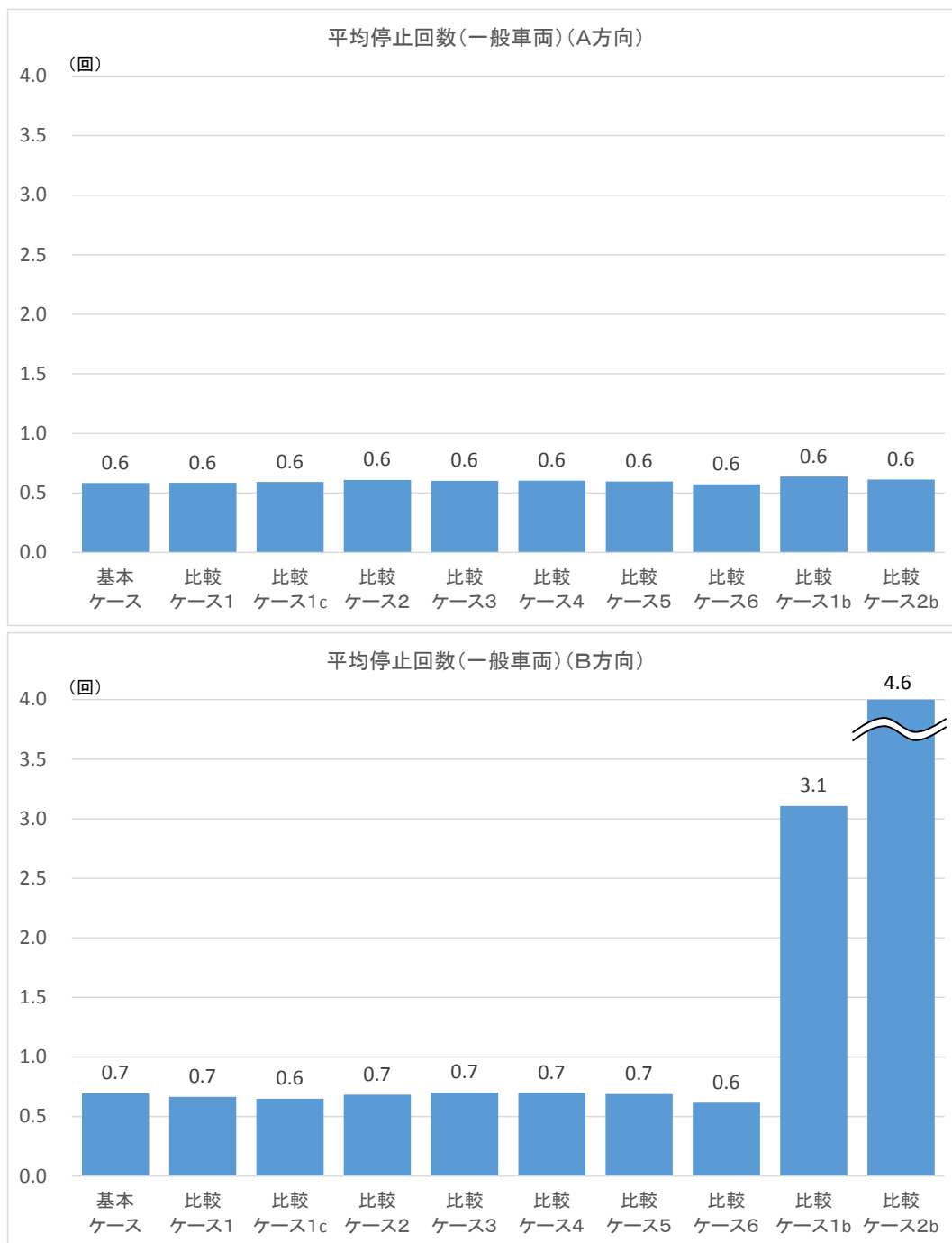


図 3.3-28 一般車両の平均停止回数（豊洲新市場前）

⑥ ART 車両の信号交差点付近での待ち時間（交差点 200m以内）

対象区間全域ではなく、交差点の手前 200m のみを対象にした信号待ち時間の結果を検証した。ここでは、ART の運行車両別に待ち時間を計測し、比較を行った。

他の指標と同様に、南行きでは効果のあるケース、効果があまり見られないケースといった結果のバラつきが生じているが、オフセットが設定されている北行きでは、基本ケースでは交差点で 100 秒以上の待ち時間が発生した便が 5 便あったのに対して、比較ケースでは 1~3 便と半減している。特に北行きでは、100 秒を越える便が無くなるケースもあった。

○3 交差点合計の結果

表 3.3-21 信号付近での車両別待ち時間（南行）

	3交差点計									
	南行									
	基本 ケース	比較 ケース1	比較 ケース1c	比較 ケース2	比較 ケース3	比較 ケース4	比較 ケース5	比較 ケース6	比較 ケース1b	比較 ケース2b
1便	157.0	125.2	52.8	118.4	104.2	114.4	88.4	47.4	246.8	118.4
2便	23.2	102.0	70.2	31.0	19.8	23.0	103.6	19.2	385.8	31.0
3便	178.4	82.0	99.0	62.8	82.0	161.6	15.4	0.0	457.6	62.8
4便	35.8	22.0	108.4	49.4	28.2	33.8	55.8	59.6	378.0	55.6
5便	9.4	93.8	86.0	38.6	10.6	14.8	66.6	16.2	492.2	59.4
6便	136.6	79.2	127.6	0.0	130.4	107.0	0.0	80.0	87.6	0.0
7便	123.2	19.0	59.2	24.8	94.2	76.2	41.2	43.2	318.0	31.2
8便	166.6	0.0	148.8	108.2	62.4	70.4	43.6	5.0	88.2	122.4
9便	36.6	50.2	75.2	77.6	54.6	61.8	0.0	67.4	357.0	85.6
10便	2.8	22.6	154.0	67.8	51.0	60.0	20.0	27.0	0.0	0.0
計	869.6	596.0	981.2	578.6	637.4	723.0	434.6	365.0	2811.2	566.4
平均	87.0	59.6	98.1	57.9	63.7	72.3	43.5	36.5	383.3	56.6
最大	178.4	125.2	154.0	118.4	130.4	161.6	103.6	80.0	492.2	122.4
標準偏差	67.6	40.3	34.2	35.1	36.9	43.0	33.8	25.8	160.6	40.9

表 3.3-22 信号付近での車両別待ち時間（北行）

	3交差点計									
	北行									
	基本 ケース	比較 ケース1	比較 ケース1c	比較 ケース2	比較 ケース3	比較 ケース4	比較 ケース5	比較 ケース6	比較 ケース1b	比較 ケース2b
1便	138.0	25.2	43.4	75.6	92.4	81.2	79.0	94.0	38.4	74.8
2便	11.4	0.0	78.0	0.0	0.0	0.0	103.0	21.6	6.8	46.8
3便	144.6	73.2	50.6	63.8	123.6	47.0	80.8	62.8	40.6	47.2
4便	35.2	19.4	27.4	11.4	10.6	16.8	49.4	35.4	10.6	8.0
5便	84.8	0.0	46.6	0.0	0.0	0.0	90.8	10.2	76.8	87.4
6便	139.0	61.0	35.4	16.0	70.0	27.8	0.0	119.6	46.2	100.8
7便	27.2	94.4	48.2	0.0	2.6	0.0	122.0	49.4	116.2	65.2
8便	157.4	55.0	64.4	52.0	92.0	61.8	49.6	0.0	57.8	45.6
9便	99.8	43.2	78.6	5.2	0.0	10.4	0.0	86.8	103.2	33.0
10便	0.0	0.4	75.0	70.6	62.2	78.2	83.8	15.6	50.4	93.0
計	837.4	371.8	547.6	294.6	453.4	323.2	658.4	495.4	547.0	601.8
平均	83.7	37.2	54.8	29.5	45.3	32.3	65.8	49.5	54.7	60.2
最大	157.4	94.4	78.6	75.6	123.6	81.2	122.0	119.6	116.2	100.8
標準偏差	57.6	31.7	17.3	30.3	45.4	30.7	38.8	38.2	33.8	27.8

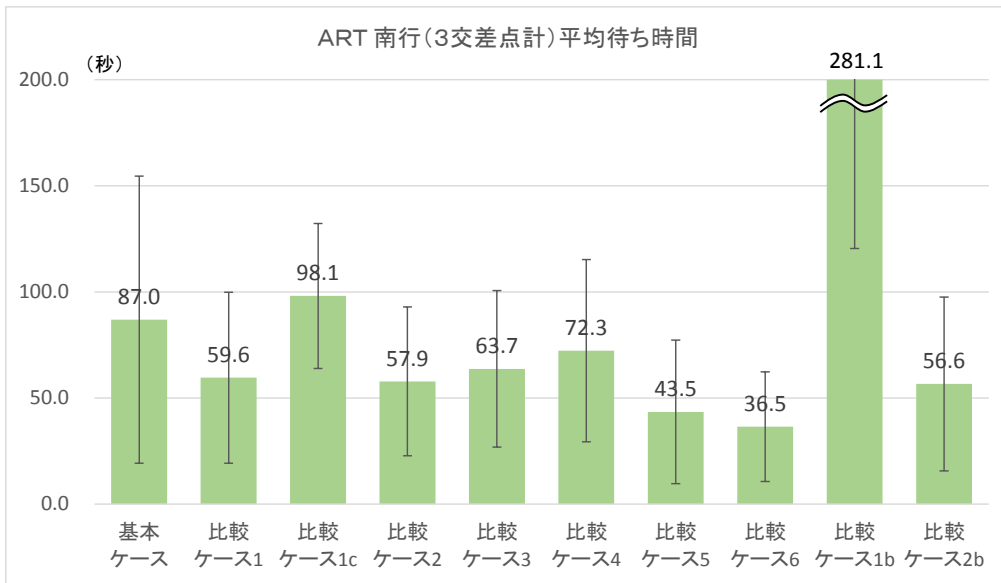


図 3.3-29 交差点付近での平均待ち時間 (南行き・3交差点計)

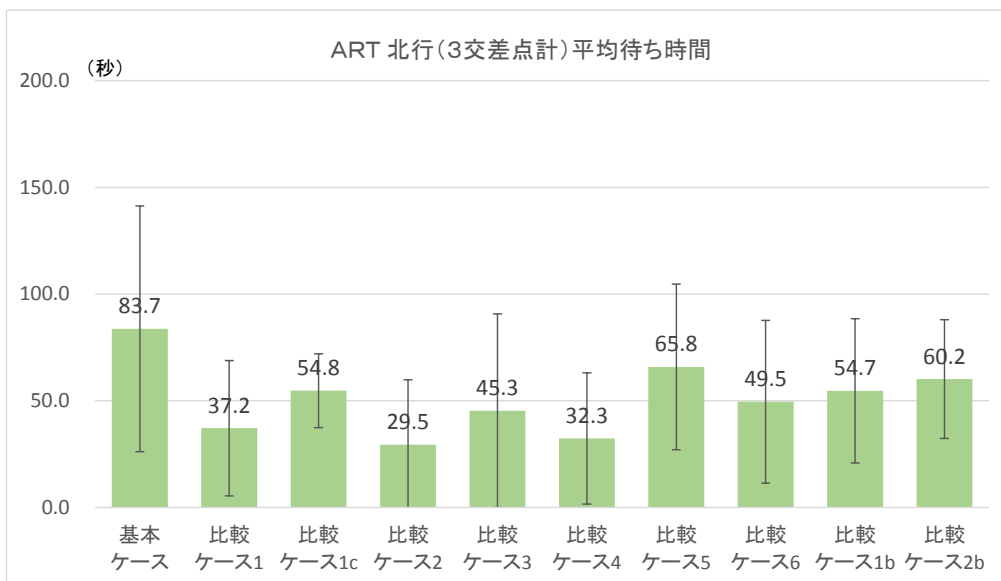


図 3.3-30 交差点付近での平均待ち時間 (北行き・3交差点計)

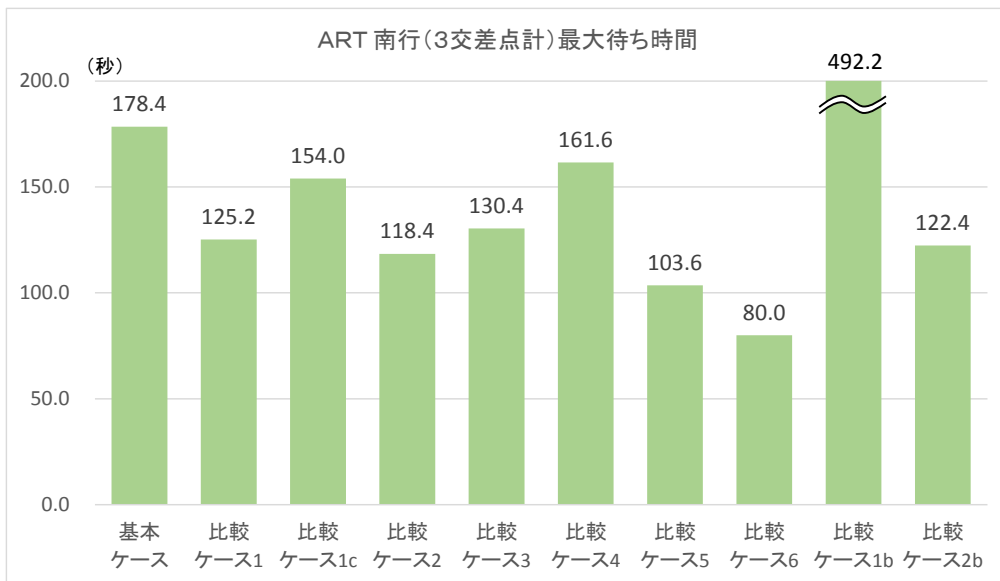


図 3.3-31 交差点付近での最大待ち時間 (南行き・3交差点計)

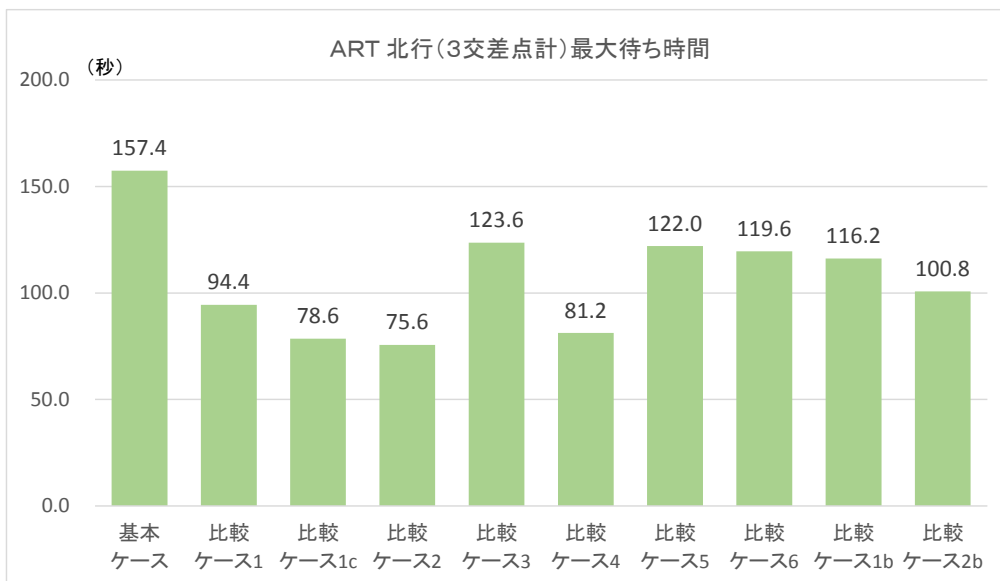


図 3.3-32 交差点付近での最大待ち時間 (北行き・3交差点計)

○交差点別結果

表 3.3-23 信号付近での車両別待ち時間（南行・勝どき）

	勝どき交差点									
	南行									
	基本 ケース	比較 ケース1	比較 ケース1c	比較 ケース2	比較 ケース3	比較 ケース4	比較 ケース5	比較 ケース6	比較 ケース1b	比較 ケース2b
1便	33.6	14.6	23.8	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	14.6	0.0
2便	0.0	0.0	31.8	31.0	0.0	0.0	31.0	0.0	0.0	31.0
3便	63.8	55.6	37.0	0.0	39.8	41.8	0.0	0.0	55.6	0.0
4便	8.0	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	0.0
5便	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.0	0.0	0.0	0.0
6便	36.8	46.8	15.0	0.0	26.0	28.8	0.0	4.6	38.8	0.0
7便	0.0	0.0	0.0	8.8	0.0	0.0	0.0	39.6	0.0	8.8
8便	64.0	0.0	60.6	44.4	0.0	0.0	30.4	0.0	0.0	44.4
9便	12.4	10.2	5.0	0.0	12.8	14.8	0.0	0.0	357.0	0.0
10便	0.0	0.0	48.6	0.0	0.0	0.0	2.4	6.6		0.0
計	218.6	131.4	221.8	84.2	78.6	85.4	97.8	57.6	470.2	84.2
平均	21.9	13.1	22.2	8.4	7.9	8.5	9.8	5.8	52.2	8.4
最大	64.0	55.6	60.6	44.4	39.8	41.8	34.0	39.6	357.0	44.4
標準偏差	24.7	19.7	20.8	15.2	13.4	14.4	14.5	11.6	109.4	15.2

表 3.3-24 信号付近での車両別待ち時間（北行・勝どき）

	勝どき交差点									
	北行									
	基本 ケース	比較 ケース1	比較 ケース1c	比較 ケース2	比較 ケース3	比較 ケース4	比較 ケース5	比較 ケース6	比較 ケース1b	比較 ケース2b
1便	0.0	0.0	0.0	53.8	54.2	56.0	43.2	50.6	0.0	52.8
2便	0.0	0.0	55.6	0.0	0.0	0.0	19.8	0.0	0.0	46.8
3便	55.8	0.0	0.0	0.0	53.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4
4便	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5便	84.8	0.0	46.0	0.0	0.0	0.0	25.8	5.4	0.0	0.0
6便	73.0	0.0	0.0	0.0	47.0	0.0	0.0	47.2	0.0	50.0
7便	0.0	4.2	44.6	0.0	0.0	0.0	0.0	24.0	0.0	1.0
8便	0.0	0.0	0.0	0.0	53.8	0.0	26.6	0.0	0.0	34.8
9便	70.0	0.0	50.4	0.0	0.0	0.0	0.0	27.8	48.0	0.0
10便	0.0	0.0	0.0	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	50.4	17.4
計	283.6	4.2	196.6	59.4	208.2	56.0	115.4	155.0	98.4	204.2
平均	28.4	0.4	19.7	5.9	20.8	5.6	11.5	15.5	9.8	20.4
最大	84.8	4.2	55.6	53.8	54.2	56.0	43.2	50.6	50.4	52.8
標準偏差	35.3	1.3	24.2	16.0	25.6	16.8	15.2	19.4	19.7	22.0



表 3.3-25 信号付近での車両別待ち時間（南行・晴海5丁目）

晴海5丁目交差点		南行									
	基本 ケース	比較 ケース1	比較 ケース1c	比較 ケース2	比較 ケース3	比較 ケース4	比較 ケース5	比較 ケース6	比較 ケース1b	比較 ケース2b	
1便	30.4	35.0	29.0	51.6	49.0	49.0	56.6	40.6	36.0	51.6	
2便	23.2	21.2	31.8	0.0	19.8	23.0	0.0	19.2	21.2	0.0	
3便	34.2	26.4	45.6	0.0	42.2	43.8	0.0	0.0	26.4	0.0	
4便	27.8	17.8	27.0	31.8	28.2	33.8	51.8	52.0	21.6	38.0	
5便	9.4	5.2	25.0	8.4	10.6	14.8	0.0	16.2	8.2	10.6	
6便	36.2	32.4	44.2	0.0	35.6	34.2	0.0	60.6	48.8	0.0	
7便	25.6	19.0	32.6	16.0	26.0	17.6	41.2	3.6	318.0	22.4	
8便	33.8	0.0	40.0	53.0	0.0	0.0	0.0	5.0	88.2	78.0	
9便	24.2	40.0	32.2	49.0	23.8	23.2	0.0	52.2		75.2	
10便	2.8	19.2	66.0	15.2	5.8	7.6	17.6	20.4		0.0	
計	247.6	216.2	373.4	225.0	241.0	247.0	167.2	269.8	568.4	275.8	
平均	24.8	21.6	37.3	22.5	24.1	24.7	16.7	27.0	71.1	27.6	
最大	36.2	40.0	66.0	53.0	49.0	49.0	56.6	60.6	318.0	78.0	
標準偏差	10.3	11.9	11.6	20.9	14.9	14.8	22.6	21.3	96.1	29.8	

表 3.3-26 信号付近での車両別待ち時間（北行・晴海5丁目）

晴海5丁目交差点		北行									
	基本 ケース	比較 ケース1	比較 ケース1c	比較 ケース2	比較 ケース3	比較 ケース4	比較 ケース5	比較 ケース6	比較 ケース1b	比較 ケース2b	
1便	81.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.6	0.0	0.0	0.0	
2便	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3便	0.0	0.0	50.6	0.0	0.0	0.8	48.6	62.8	3.4	8.8	
4便	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	49.4	0.0	10.6	8.0	
5便	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.4	0.0	56.8	54.0	
6便	0.0	0.0	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	46.2	50.8	
7便	0.0	63.2	3.6	0.0	0.0	0.0	55.6	0.0	54.2	0.0	
8便	69.0	55.0	5.2	21.4	0.8	23.6	0.0	0.0	57.8	0.0	
9便	0.0	0.0	28.2	5.2	0.0	10.4	0.0	0.0	0.0	33.0	
10便	0.0	0.0	38.4	41.2	14.4	48.4	50.8	0.0	0.0	44.8	
計	150.0	118.2	135.4	67.8	15.2	83.2	238.4	62.8	229.0	199.4	
平均	15.0	11.8	13.5	6.8	1.5	8.3	23.8	6.3	22.9	19.9	
最大	81.0	63.2	50.6	41.2	14.4	48.4	55.6	62.8	57.8	54.0	
標準偏差	30.1	23.7	17.7	13.1	4.3	15.2	23.3	18.8	25.5	21.8	

表 3.3-27 信号付近での車両別待ち時間（南行・豊洲新市場前）

	豊洲新市場前交差点									
	南行									
	基本 ケース	比較 ケース1	比較 ケース1c	比較 ケース2	比較 ケース3	比較 ケース4	比較 ケース5	比較 ケース6	比較 ケース1b	比較 ケース2b
1便	93.0	75.6	0.0	66.8	55.2	65.4	31.8	0.0	196.2	66.8
2便	0.0	80.8	6.6	0.0	0.0	0.0	72.6	0.0	364.6	0.0
3便	80.4	0.0	16.4	62.8	0.0	76.0	15.4	0.0	375.6	62.8
4便	0.0	0.0	81.4	17.6	0.0	0.0	4.0	7.6	352.2	17.6
5便	0.0	88.6	61.0	30.2	0.0	0.0	32.6	0.0	484.0	48.8
6便	63.6	0.0	68.4	0.0	68.8	44.0	0.0	14.8		0.0
7便	97.6	0.0	26.6	0.0	68.2	58.6	0.0	0.0		0.0
8便	68.8	0.0	48.2	10.8	62.4	70.4	13.2	0.0		0.0
9便	0.0	0.0	38.0	28.6	18.0	23.8	0.0	15.2		10.4
10便	0.0	3.4	39.4	52.6	45.2	52.4	0.0	0.0		0.0
計	403.4	248.4	386.0	269.4	317.8	390.6	169.6	37.6	1772.6	206.4
平均	40.3	24.8	38.6	26.9	31.8	39.1	17.0	3.8	354.5	20.6
最大	97.6	88.6	81.4	66.8	68.8	76.0	72.6	15.2	484.0	66.8
標準偏差	41.4	37.3	25.4	24.6	29.3	29.0	22.1	6.1	92.1	26.4

表 3.3-28 信号付近での車両別待ち時間（北行・豊洲新市場前）

	豊洲新市場前交差点									
	北行									
	基本 ケース	比較 ケース1	比較 ケース1c	比較 ケース2	比較 ケース3	比較 ケース4	比較 ケース5	比較 ケース6	比較 ケース1b	比較 ケース2b
1便	57.0	25.2	43.4	21.8	38.2	25.2	24.2	43.4	38.4	22.0
2便	11.4	0.0	22.4	0.0	0.0	0.0	83.2	21.6	6.8	0.0
3便	88.8	73.2	0.0	63.8	70.4	46.2	32.2	0.0	37.2	37.0
4便	35.2	19.4	27.4	11.4	10.6	16.8	0.0	35.4	0.0	0.0
5便	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	42.6	4.8	20.0	33.4
6便	66.0	61.0	26.0	16.0	23.0	27.8	0.0	72.4	0.0	0.0
7便	27.2	27.0	0.0	0.0	2.6	0.0	66.4	25.4	62.0	64.2
8便	88.4	0.0	59.2	30.6	37.4	38.2	23.0	0.0	0.0	10.8
9便	29.8	43.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	59.0	55.2	0.0
10便	0.0	0.4	36.6	23.8	47.8	29.8	33.0	15.6	0.0	30.8
計	403.8	249.4	215.6	167.4	230.0	184.0	304.6	277.6	219.6	198.2
平均	40.4	24.9	21.6	16.7	23.0	18.4	30.5	27.8	22.0	19.8
最大	88.8	73.2	59.2	63.8	70.4	46.2	83.2	72.4	62.0	64.2
標準偏差	31.6	25.4	20.0	19.1	23.4	16.7	26.7	23.5	23.2	20.6

## ⑦ PTPS の作動状況

PTPS によって「青延長」と判定されるタイミングは、青時間の終わり間際の数秒間に限られるため、シミュレーションを実行した 1 時間内に発生した ART 全 10 便を見ても、「赤短縮」が作動した回数よりも少ない結果となっている。しかし、青延長が作動した場合は、本来は次サイクルでの通過だった ART 車両が、1 サイクル分の赤時間を待つ必要なく、先行して信号交差点を通過できるようになるため、1 便単位でみた場合の効果は、赤短縮よりも青延長の方が大きい。青延長では、特に 1 回で 100 秒以上の所要時間短縮効果が出現するケースもあった。

赤短縮の場合は、最大短縮時間が交差点によっては短い時間しか取れずに限定的な効果となってしまふものの、赤短縮が作動する回数は多いため、1 時間単位や対象区間全体で結果を見ると、やはり 100 秒程度の効果があるケースもあった。

### ○ケース 1

表 3.3-29 適用回数と効果時間（ケース 1）

勝どき交差点							晴海5丁目交差点						
	南行き			北行き				南行き			北行き		
	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたりの 最大短縮 効果(秒)	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたりの 最大短縮 効果(秒)		適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたりの 最大短縮 効果(秒)	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたりの 最大短縮 効果(秒)
青延長	1	7	84	1	6	85	青延長	0	0	0	2	20	80
赤短縮	6	112	19	2	38	19	赤短縮	5	41	9	3	27	9
通常サイクル	3	-	-	7	-	-	通常サイクル	5	-	-	5	-	-
計	10	-	-	10	-	-	計	10	-	-	10	-	-

豊洲新市場前交差点						
	南行き			北行き		
	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたりの 最大短縮 効果(秒)	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたりの 最大短縮 効果(秒)
青延長	4	37	107	1	7	104
赤短縮	3	51	17	6	94	17
通常サイクル	3	-	-	3	-	-
計	10	-	-	10	-	-

### ○ケース 2

表 3.3-30 適用回数と効果時間（ケース 2）

勝どき交差点							晴海5丁目交差点						
	南行き			北行き				南行き			北行き		
	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたりの 最大短縮 効果(秒)	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたりの 最大短縮 効果(秒)		適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたりの 最大短縮 効果(秒)	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたりの 最大短縮 効果(秒)
青延長	2	22	80	1	3	88	青延長	1	10	80	0	0	0
赤短縮	5	95	19	7	133	19	赤短縮	5	45	9	8	72	9
通常サイクル	3	-	-	2	-	-	通常サイクル	4	-	-	2	-	-
計	10	-	-	10	-	-	計	10	-	-	10	-	-

豊洲新市場前交差点						
	南行き			北行き		
	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたりの 最大短縮 効果(秒)	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたりの 最大短縮 効果(秒)
青延長	0	0	0	1	5	106
赤短縮	6	102	17	5	85	17
通常サイクル	4	-	-	4	-	-
計	10	-	-	10	-	-

○ケース 3

表 3.3-31 適用回数と効果時間 (ケース 3)

勝どき交差点

	南行き			北行き		
	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)
青延長	1	3	88	1	5	86
赤短縮	4	76	19	0	0	0
通常サイクル	5	-	-	9	-	-
計	10	-	-	10	-	-

晴海5丁目交差点

	南行き			北行き		
	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)
青延長	0	0	0	1	10	80
赤短縮	5	41	9	2	18	9
通常サイクル	5	-	-	7	-	-
計	10	-	-	10	-	-

豊洲新市場前交差点

	南行き			北行き		
	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)
青延長	1	10	101	0	0	0
赤短縮	6	102	17	6	95	17
通常サイクル	3	-	-	4	-	-
計	10	-	-	10	-	-

○ケース 4

表 3.3-32 適用回数と効果時間 (ケース 4)

勝どき交差点

	南行き			北行き		
	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)
青延長	0	0	0	1	13	78
赤短縮	5	88	19	1	19	19
通常サイクル	5	-	-	8	-	-
計	10	-	-	10	-	-

晴海5丁目交差点

	南行き			北行き		
	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)
青延長	0	0	0	1	10	80
赤短縮	7	59	9	6	54	9
通常サイクル	3	-	-	3	-	-
計	10	-	-	10	-	-

豊洲新市場前交差点

	南行き			北行き		
	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)
青延長	3	22	106	2	6	108
赤短縮	6	102	17	5	68	17
通常サイクル	1	-	-	3	-	-
計	10	-	-	10	-	-

○ケース 5

表 3.3-33 適用回数と効果時間 (ケース 5)

勝どき交差点

	南行き			北行き		
	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)
青延長	3	21	87	0	0	0
赤短縮	6	85	19	5	95	19
通常サイクル	1	-	-	5	-	-
計	10	-	-	10	-	-

晴海5丁目交差点

	南行き			北行き		
	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)
青延長	1	10	80	2	26	77
赤短縮	4	36	9	6	54	9
通常サイクル	5	-	-	2	-	-
計	10	-	-	10	-	-

新豊洲市場前交差点

	南行き			北行き		
	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)
青延長	0	0	0	0	0	0
赤短縮	3	39	17	5	75	17
通常サイクル	7	-	-	5	-	-
計	10	-	-	10	-	-

○ケース 6

表 3.3-34 適用回数と効果時間 (ケース 6)

勝どき交差点

	南行き			北行き		
	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)
青延長	1	15	76	0	0	0
赤短縮	3	39	19	2	38	19
通常サイクル	6	-	-	8	-	-
計	10	-	-	10	-	-

晴海5丁目交差点

	南行き			北行き		
	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)
青延長	0	0	0	5	53	80
赤短縮	5	37	9	1	9	9
通常サイクル	5	-	-	4	-	-
計	10	-	-	10	-	-

豊洲新市場前交差点

	南行き			北行き		
	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)
青延長	6	47	110	1	15	96
赤短縮	0	0	0	5	72	17
通常サイクル	4	-	-	4	-	-
計	10	-	-	10	-	-

○ケース 1b

表 3.3-35 適用回数と効果時間 (ケース 1b)

勝どき交差点

	南行き			北行き		
	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)
青延長	1	8	83	0	0	0
赤短縮	5	95	19	3	44	19
通常サイクル	4	-	-	7	-	-
計	10	-	-	10	-	-

晴海5丁目交差点

	南行き			北行き		
	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)
青延長	4	24	86	2	25	78
赤短縮	7	63	9	6	54	9
通常サイクル	-1	-	-	2	-	-
計	10	-	-	10	-	-

豊洲新市場前交差点

	南行き			北行き		
	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)
青延長	7	91	107	2	6	108
赤短縮	19	323	17	6	83	17
通常サイクル	-16	-	-	2	-	-
計	10	-	-	10	-	-

○ケース 2b

表 3.3-36 適用回数と効果時間 (ケース 2b)

勝どき交差点

	南行き			北行き		
	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)
青延長	0	0	0	3	29	88
赤短縮	4	72	19	4	76	19
通常サイクル	6	-	-	3	-	-
計	10	-	-	10	-	-

晴海5丁目交差点

	南行き			北行き		
	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)
青延長	0	0	0	2	21	80
赤短縮	9	81	9	5	45	9
通常サイクル	1	-	-	3	-	-
計	10	-	-	10	-	-

豊洲新市場前交差点

	南行き			北行き		
	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)
青延長	1	1	110	1	15	96
赤短縮	6	102	17	4	68	17
通常サイクル	3	-	-	5	-	-
計	10	-	-	10	-	-

○ケース 1c

表 3.3-37 適用回数と効果時間（ケース 1c）

勝どき交差点

	南行き			北行き		
	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)
青延長	2	22	83	1	3	88
赤短縮	6	114	19	8	152	19
通常サイクル	2	-	-	1	-	-
計	10	-	-	10	-	-

晴海5丁目交差点

	南行き			北行き		
	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)
青延長	0	0	0	2	31	75
赤短縮	8	72	9	6	54	9
通常サイクル	2	-	-	2	-	-
計	10	-	-	10	-	-

豊洲新市場前交差点

	南行き			北行き		
	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)	適用本数 (本)	総適用時間 (秒)	1便あたり の最大短縮 効果(秒)
青延長	0	0	0	0	0	0
赤短縮	4	68	17	6	95	17
通常サイクル	6	-	-	4	-	-
計	10	-	-	10	-	-

### 3.3.8 シミュレーション結果のまとめ

ARTの運行本数やART専用レーンの設置、停留所位置等のARTの条件設定のほかにも、ピーク時交通量やネットワーク対象範囲、信号現示等のART以外の様々な外的条件によっても異なる結果が予想されるため、今回のシミュレーションの設定条件によるケース数のみで実現に向けた方向性を検討することは困難と言える。

しかし、前述の結果から、交差点によっては、高度化PTPSを導入することにより、仮に信号の影響による停止回数を減らすことができなかつたとしても、その待ち時間を減らすことへの効果は期待できる結果が得られた。

また、ARTの運行便別にみた最大待ち時間の減少からも、今回設定したPTPSは、ARTの定時運行、さらには所要時間の短縮に寄与できるものと思われる結果となり、今回のシミュレーションの目的にも掲げた「PTPSによる信号制御のバスの速達性、定時性への有効性の検証」という点においては、一定の効果があるという結果が得られた。

今後の課題としては、今回の検討結果を踏まえて、異なるいくつかのシミュレーション条件設定の下で、高度化PTPSの有効性を検証し、より一般的な解としてPTPSの導入効果を整理する必要があると考えられる。また、そのためには、PTPSの高度化やART車両の運行形態の模索等、ARTが目指すべき方向性を十分に整理した上で、シミュレーションの条件を再度検討することも必要であると考えられる。

なお、実際のART路線へのPTPSの導入については、シミュレーションの結果に加えて、別途、各交差点の交通実態等を鑑みて導入の可否を検討する必要があると考えられる。



## 3.4 テストコースでの実機検証

### 3.4.1 実施概要

検討されている高度化 PTPS における無線通信と、優先付けアルゴリズムの効果を検討するため、東京大学生産技術研究所千葉実験所の実験用交差点を利用し、ART 車両を模擬した小型電気自動車(EV)を用いて実機による検証実験を平成 28 年 2 月 8 日から 10 日まで実施した。

### 3.4.2 実施環境

本実験では、図 3.4-1 に示す、実験用信号灯器が設置された交差点を利用した。この交差点の東西方向(図では紙面に対し奥行の方向)を方路 A、南北方向を方路 B(図では紙面の左右方向)として走行実験のコースを設定した。ART を模擬する小型 EV 車両をそれぞれの方路へ 1 台ずつ配置し、方路 A へ配置した車両を ART1、方路 B へ配置した車両を ART2 とした。車両の走行は構内走行の安全を考慮して時速 15 km(4.2m/s)から時速 20 km(5.6m/s)の範囲内と設定し、車両の初期位置は交差点へ到達する時間により決定され、方路 A は交差点より 10 秒手前、方路 B は 15 秒手前位置を初期位置とした。実験時、ART1 と ART2 は同時に出発し、どちらかが先に交差点を通過し、その後、もう片方の車両が交差点で一時停止したのち通過する。コース付近には ART を模擬する車両とは別に、路側の無線設備を模擬するため車載無線機を搭載した乗用車を配置した。この車両は実験中、交差点付近に停車しており PTPS によるサービス情報を含む信号情報を ART1 と ART2 に向けて発信する。走行コースの概要と、車両 3 台の配置を図 3.4-2 に示す。



図 3.4-1 実機検証で使用した実験所内の交差点

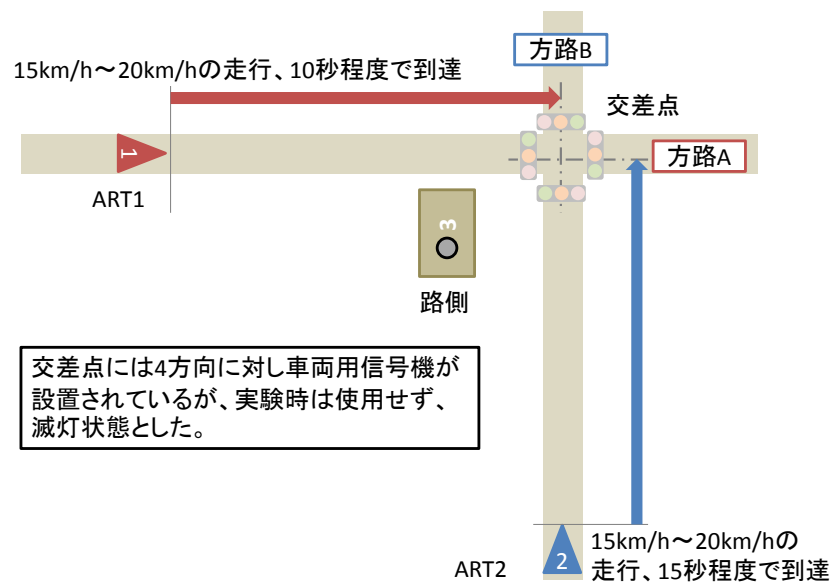


図 3.4-2 実験車両の配置と走行コースの概要

### 3.4.3 実験に使用した機材

ART と路側の通信を模擬するため、車載通信機を 3 台使用した。車載通信機は用意した車両 3 台のうち、ART を模擬する小型 EV 車両に 1 台ずつと、路側を模擬する車両に 1 台設置し、路側を模擬する車両と小型 EV 車両間の車車間通信によって路車間通信と同等の機能を模擬した。

通信規格は 760MHz 帯の無線を用い、無線機からは常に情報を発信し続ける放送型の通信を実施した。通信規格は 17 項目からなる本実験独自のものを設定し、車から路へ発信する仕様と、路から車へ発信する仕様の 2 つを用意した。表 3.4-1 は設定した通信仕様のうち、路と車から共通して発信される 12 項目で、車両/路の区別と、無線機ごとに割り当てた ID、GPS 測位による座標等を発信する。表 3.4-2 は 12 項目に続いて車両側から路側へ送信される 5 項目であり、PTPS の実施を判断するリクエスト情報と、走行している方路の情報を路側へ発信する。表 3.4-3 は共通する 12 項目に続き路側から車両へ送信される 5 項目であり、信号機情報として方路ごとの現示色と現示残り時間、PTPS の実施状況を発信する。

表 3.4-1 通信仕様のうち路・車が共通で発信するもの

項目	内容	仕様	備考
1	路側/車両の区別	0 : ART、1:路側&管制	
2	ID(実験で割り当てる番号)	1 :ART1、2:ART2 3:路側&管制	
3	交差点/車両の座標 北緯/南緯	車両または交差点の GPS 座標を送信	車両は GPS 受信機で得た値、 交差点中心は 固定値を使用
4	交差点/車両の座標 GPS 緯度(度)		
5	交差点/車両の座標 GPS 緯度(分)		
6	交差点/車両の座標 GPS 緯度(秒)		
7	交差点/車両の座標 東経/西経		
8	交差点/車両の座標 GPS 経度(度)		
9	交差点/車両の座標 GPS 経度(分)		
10	交差点/車両の座標 GPS 経度(秒)		
11	予備	固定値 0 を設定	

表 3.4-2 通信仕様のうち車から路へ発信される情報

項目	内容	仕様	備考
12	方位角(1)	GPS 受信機の値を送信 2バイトで表現	
13	方位角(2)		
14	方位に対する車速	GPS 受信機の値より算出	
15	交差点侵入方向	1:方路 A、 2:方路 B	
16	PTPS 制御リクエスト	0:要求なし、1:制御要求	
17	遅れ時間	今回の実験では設定せず	

表 3.4-3 通信仕様のうち路から車へ発信される情報

項目	内容	仕様	備考
12	方路 A の信号情報(現示色)	1:青、2:黄、3:赤	
13	方路 A 信号の待ち時間 [sec]	現在現示の残り時間	
14	方路 B の信号情報(現示色)	1:青、2:黄、3:赤	
15	方路 B 信号の待ち時間[sec]	現在現示の残り時間	
16	PTPS サービス距離[m]	交差点中心からの半径	
17	PTPS によって優先している 方路	0:制御なし、 1:方路 A、2:方路 B	



図 3.4-3 ART を模擬する小型 EV 車両

図 3.4-3 は本実験において ART1、ART2 を模擬した小型 EV 車両である。図 3.4-4 は車両に搭載した機材の取り付け状況である。図中の (a) は車両の上部に取り付けられたアンテナ類であり、図の左側から車載無線機のアンテナ、GPS 受信機である。(b)は車内への機器設置状況である。車載無線機の本体と、通信で得た情報を処理し運転席のディスプレイへ情報を表示するノートパソコン(PC)を設置した。図 3.4-5 は運転席内の機器設置状況であり、運転席の左側に配信された情報を提示する車内ディスプレイと、ART 側から情報発信をするためのテンキーパッドを設置した。実験時に、ドライバはテンキーパッドを操作して PTPS の実施リクエストを路側へ送信することができる。



(a) 車外の機器設置

(b) 車内の機器設置

図 3.4-4 車載機器類の取り付け状況



図 3.4-5 運転席付近の装備

本実験では通信によって ART1 と ART2 へ信号情報を配信し、各車両の車内ディスプレイへ表示することで交差点における信号を模擬した。配信された信号の設定を表 3.4-4 に示す。

表 3.4-4 設定した信号のサイクル

ステップ番号	1	2	3	4	5	6	
現示時間	6 秒	10 秒	4 秒	6 秒	15 秒	4 秒	
方路 A の灯色 (ART1 が走行)	赤	青	PTPS 青延長	黄	赤	赤	赤
方路 B の灯色 (ART2 が走行)	赤	赤	赤	赤	赤	青	PTPS 青延長

作成した信号サイクルには PTPS による青延長が組み込まれており、青現示をしている方路上の車両から PTPS 実施のリクエストがある場合に青延長を実施する。既定の信号サイクルでは 2 ステップ目と 5 ステップ目の青現示で現示時間を 10 秒と 15 秒としたが、PTPS 実施時には、サービス実施時から現示時間が 10 秒間延長され、青延長が実施される。実施された PTPS は 4 ステップ目または 1 ステップ目で解除され、既定の信号サイクルに戻る。図 3.4-6 は本実験で使用した PTPS のリクエストに対する動作イメージである。本実験では高度化 PTPS で議論されている PTPS 実施の優先付けとして、青現示されている方路を走行する車両を常に優先する仕組みとした。例えば、方路 A を走行する ART1 が青現示のとき PTPS のリクエスト発信した場合、方路 B を走行する ART2 の PTPS リクエスト有無に関係なく、方路 A の車両が優先して交差点を通過できるように PTPS サービスを実施し、2 ステップ目で青延長が実施される。

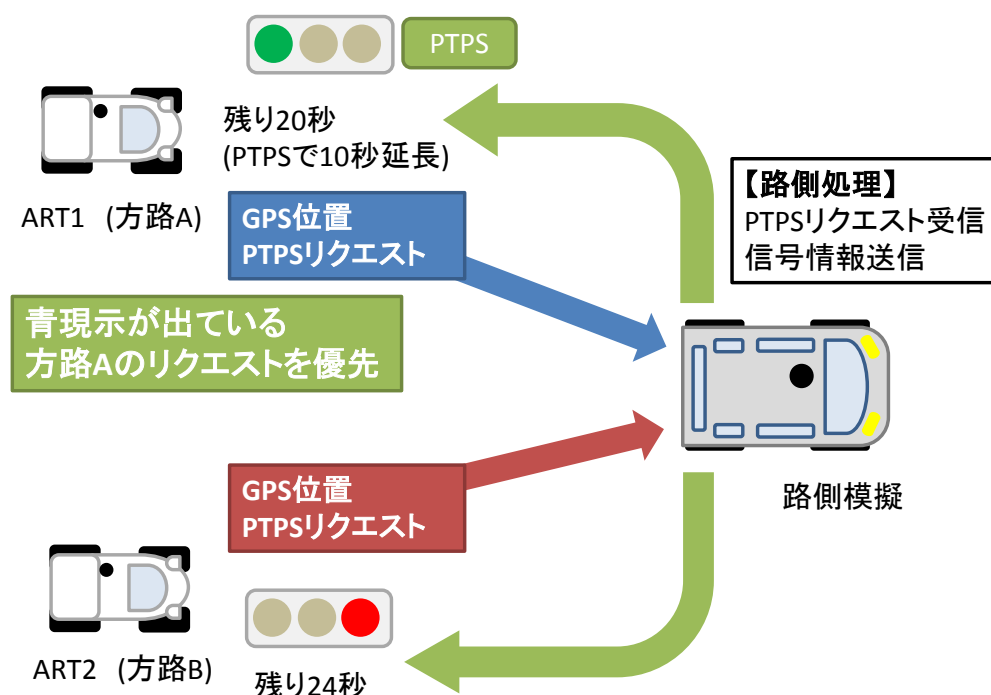


図 3.4-6 実験で使用した高度化 PTPS を模擬するシステムの動作イメージ

信号情報と合わせて、PTPS リクエストの送信状況と、路側からの PTPS 実施状況の提示も各車両の車内ディスプレイへ表示される。図 3.4-7 は車内ディスプレイへ信号情報を表示した例である。ディスプレイの画面上部には路側から配信される信号情報として信号機を模擬した図形、灯火色と現示の残り時間が表示される。ドライバーが PTPS 実施リクエストを発信した場合、図 3.4-8 に示す通り、画面に「Request」の文字が表示され、実施リクエストが送信されたことを提示する。PTPS サービスが実施された際には残り時間が延長され、時間数が増加する。この際、図 3.4-9 に示す通り、「PTPS」の文字を表示してサービス実施をドライバーへ提示する。一方、別の方路を走行する車両が赤現示の際に PTPS の実施リクエストをしても、その車両へは PTPS が実施されない。



図 3.4-7 車内ディスプレイの表示例(PTPS リクエストなし)



図 3.4-8 車内ディスプレイの表示例(PTPS リクエストあり)

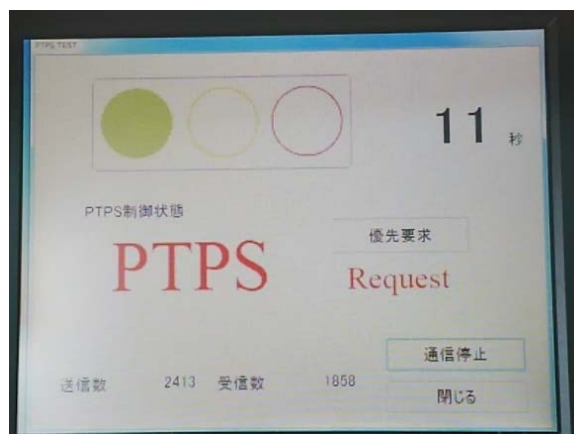


図 3.4-9 車内ディスプレイの表示例(PTPS サービス実施)



このほか、車内には車両前方の映像と車内ディスプレイ表示を記録するため、運転席に小型ビデオカメラを設置した。

以上の機材を利用して、模擬された高度化 PTPS を実験的に検証する環境を整備した。実験環境下で ART1、ART2 のドライバは、車内ディスプレイに表示された信号情報に従って方路を走行する。各車両の発車するタイミングは実験開始時に指示を行い、特定のタイミングで ART1 と ART2 が同時に発車するように設定することで、ART1、ART2 のいずれかは交差点到達時に赤現示に遭遇し、もう片方は青現示に遭遇する状況を実現した。実験時に指示がある場合には ART 車両から PTPS 実施のリクエストをテンキーパッドの操作により発信し、本実験で模擬した PTPS の機能を検討した。

#### 3.4.4 実験条件

実験では下記の 3 点を考慮して条件を設定した

- 交差点への進入時において ART 車両の片方は必ず青現示で通過し、別の車両は赤現示で停止すること。
- PTPS による青延長実施の効果を確認すること。
- 複数の PTPS リクエストがある場合、優先付けを行い、その動作を確認する。

1 点目は PTPS サービスがない場合の ART 車両の動きを計測するもので、本実験で PTPS の効果を比較する際の基準を設定するために必要である。2 点目は片方の方路にある車両のみ PTPS を実施する場合で、PTPS による青延長の効果を確認するために考慮すべきものである。3 点目は優先順位付けの機能を確認するために考慮すべきものである。以上を踏まえ、本実験では表 3.4-5 の通り、試番 1 から試番 6 までの 6 つの実験条件を設定し、各条件を 1 走行ずつ、合計 6 回の走行を実施した。各車両は実験中、交差点を 1 回ずつ通過し、その後停車する。1 回の走行は ART1 と ART2 が両方とも交差点を通過した後に終了とした。

表 3.4-5 設定された実験条件

試番	PTPS サービス提供の有無	ART1(方路 A)の動作	ART2(方路 B)の動作
1	なし	交差点で赤現示に当たる タイミングで発車	ART1 と同時に発車
2	なし	ART2 と同時に発車	交差点で赤現示に当たる タイミングで発車
3	PTPS あり	交差点で赤現示に当たる タイミングで発車 PTPS 実施リクエスト	ART1 と同時に発車
4	PTPS あり	ART2 と同時に発車	交差点で赤現示に当たる タイミングで発車 PTPS 実施リクエスト
5	PTPS あり	交差点で赤現示に当たる タイミングで発車 PTPS 実施リクエスト	ART1 と同時に発車 PTPS 実施リクエスト
6	PTPS あり	ART2 と同時に発車 PTPS 実施リクエスト	交差点で赤現示に当たる タイミングで発車 PTPS 実施リクエスト

### 3.4.5 実験結果

図 3.4-10 は試番 1 の走行時、図 3.4-11 は試番 2 の走行時に、路側設備を模擬した車両の PC が車載無線機を介し取得した ART1 と ART2 の車両速度である。縦軸は速度[m/s]であり、横軸は路側 PC がデータを受信した回数である。受信は 1 秒に 1 回実施されるが、ART1 からの受信回数と ART2 からの受信回数は一致していない。このことは、路側の無線機が ART1 または ART2 と通信できない場合が存在した可能性を示唆している。試番 1 と試番 2 は PTPS サービスの実施がない条件のため、ART1、ART2 からリクエストを送信していない。試番 1 では、走行開始後、ART1 は 4 m/s で走行したのち、赤現示に遭遇して停車している。ART2 は 4m/s で走行開始したのち、交差点で赤現示に遭遇するが、すぐに方路 B の信号が青現示に変化し、再び 4m/s で走行したことがわかる。試番 2 では ART2 が交差点到達時に赤現示で停止しているが、ART1 は交差点到達時に赤現示に遭遇した後すぐに方路 1 の信号が青現示へ変化したことで、再び走行していることがわかる。

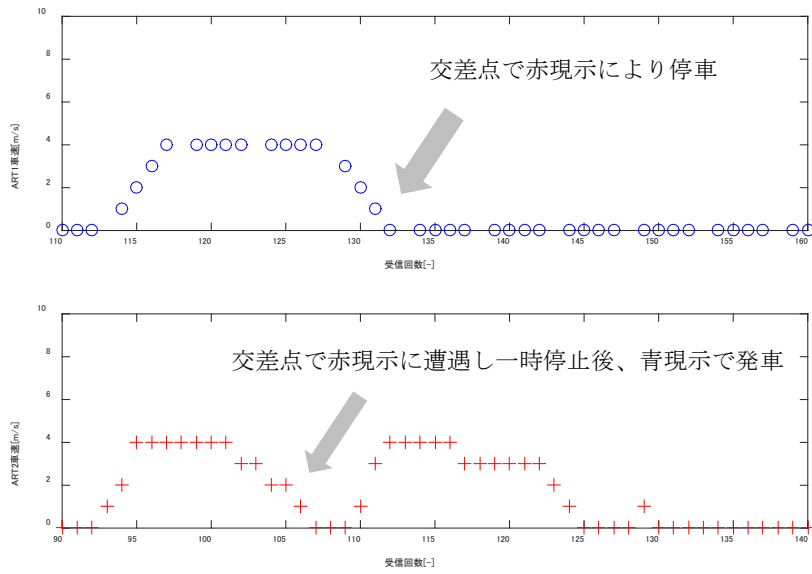


図 3.4-10 試番 1 で路側が通信により取得した ART 車両の速度

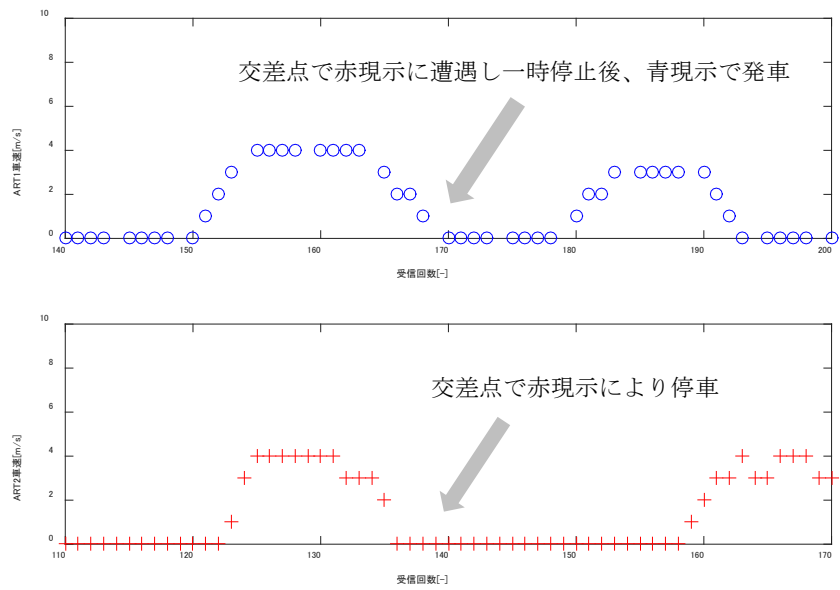


図 3.4-11 試番 2 で路側が通信により取得した ART 車両の速度



図 3.4-12 試番 1 における ART1 の車内ディスプレイ表示・前方映像

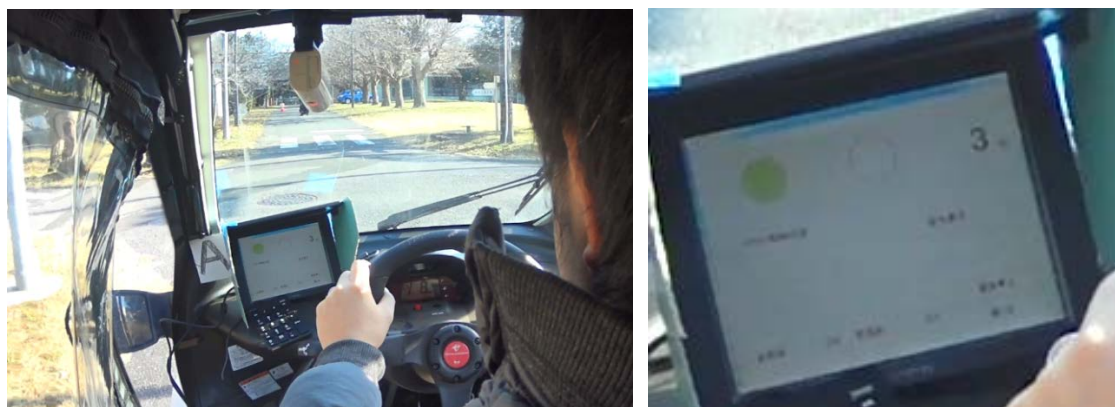


図 3.4-13 試番 1 における ART2 の車内ディスプレイ表示・前方映像

図 3.4-12 は試番 1 における ART1 に搭載したカメラの映像であり、図 3.4-13 は試番 1 において ART2 に搭載したカメラの映像である。図 3.4-12 に示す通り、ART1 は交差点手前の停止線付近で赤現示残り 28 秒となり、この交差点で停止する。一方、図 3.4-13 に示す ART2 では交差点進入時に赤現示であったが、すぐに青現示残り 10 秒の情報提供を受け、交差点を通過したことがわかる。

図 3.4-14 は試番 2 での ART1 の前方映像と車内ディスプレイの表示を拡大したものである。ART1 が交差点に進入する直前、方路 A の信号は青現示残り時間 3 秒であり、この後、ART1 は交差点を通過した。図 3.4-15 は試番 2 での ART2 の前方映像と車内ディスプレイの表示を拡大したものである。このとき、ART2 は交差点で赤現示に遭遇し停車している。前方映像には交差点を通過する ART1 が見える。

試番 1、2 の結果より、PTPS サービスがない信号機が設置された交差点において ART 車両が赤現示に遭遇する状況を制御して再現可能であることが確認された。



(a) 前方映像

(b) 車内ディスプレイ表示(拡大)

図 3.4-14 試番 2 における ART 1 の車内ディスプレイ表示と前方映像



(a) 前方映像

(b) 車内ディスプレイ表示(拡大)

図 3.4-15 試番 2 における ART 2 の車内ディスプレイ表示と前方映像

図 3.4-16 と図 3.4-17 は方路ごとに PTPS サービスを実施した場合の試番 3 と試番 4 の実験時に、路側設備を模擬した PC が通信により取得した ART1 と ART2 の速度である。試番 3 では ART1 による PTPS リクエストで方路 A のみに PTPS サービスを実施した結果、ART1 が 4m/s で交差点を停止せずに通過したことがわかり、試番 4 では ART2 による PTPS リクエストで方路 B のみに PTPS サービスを実施し、ART2 が 4m/s で交差点を通過したことがわかる。図 3.4-18 と図 3.4-19 は試番 3 における ART1 の前方映像と車内ディスプレイ表示である。PTPS 実施リクエストを受け、図 3.4-19 に示す通り、ART1 に対して PTPS サービスが実施され、表示されている方路 A の残り現示時間が既定の青現示時間よりも長い 13 秒以上に増加した。図 3.4-20 は試番 3 の実験状況を撮影したもので、ART1 が ART2 よりも先に通過している様子が見える。図 3.4-21 と図 3.4-22 は試番 4 における ART2 の前方映像と車内ディスプレイの表示である。PTPS サービスにより、方路 B の青現示時間が既定の現示時間よりも長い 17 秒以上に延長されている。図 3.4-23 は屋

外から撮影した試番 4 の実施状況で、ART2 が ART1 よりも先に交差点を通過したことがわかる。

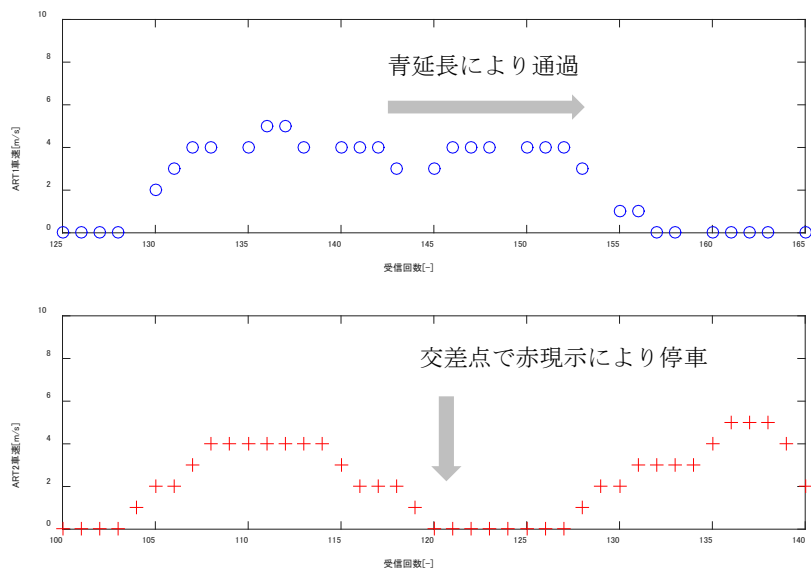


図 3.4-16 試番 3 で路側が通信により取得した ART 車両の速度

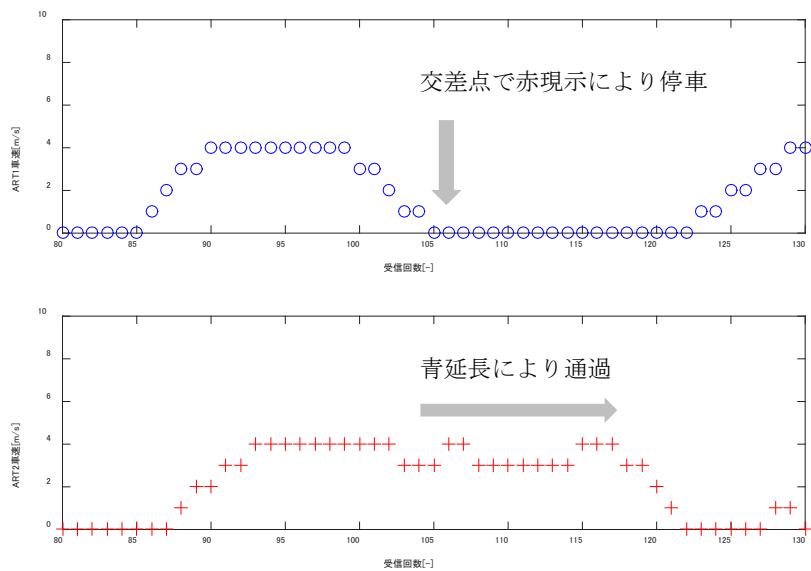


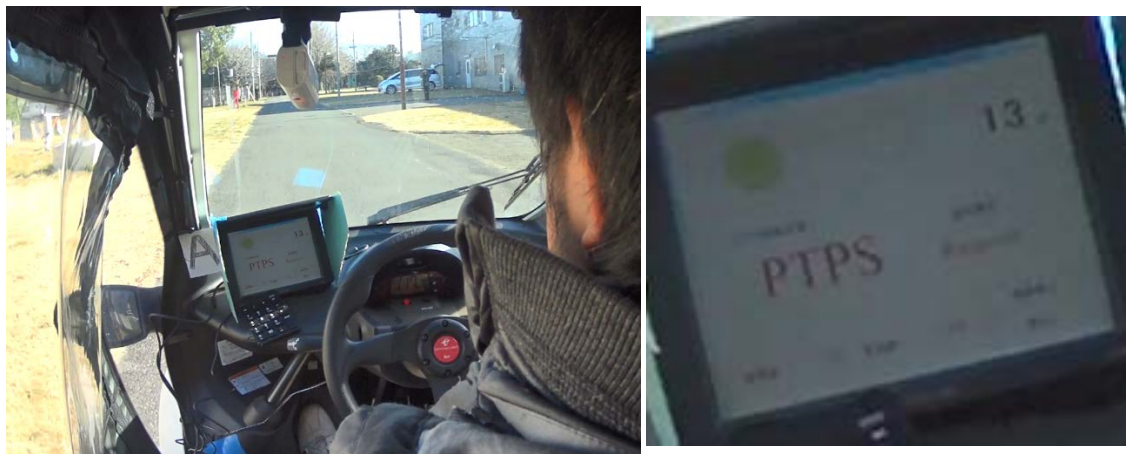
図 3.4-17 試番 4 で路側が通信により取得した ART 車両の速度



(a) 前方映像

(b) 車内ディスプレイ表示(拡大)

図 3.4-18 試番 3 の ART1 車内ディスプレイ表示および前方映像(PTPS リクエスト前)



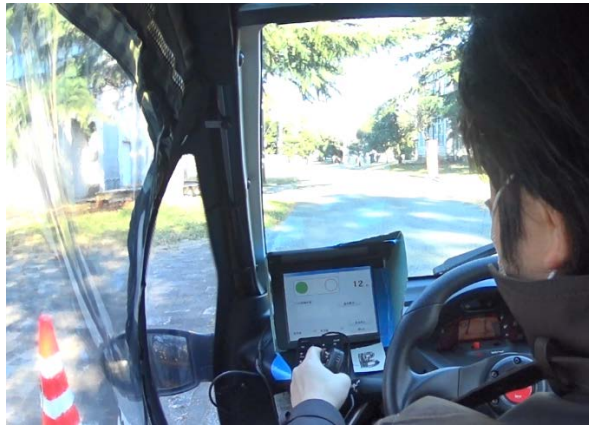
(a) 前方映像

(b) 車内ディスプレイ表示(拡大)

図 3.4-19 試番 3 で PTPS リクエスト後の ART1 車内ディスプレイ表示および前方映像



図 3.4-20 試番 3 の実施状況



(a) 前方映像



(b) 車内ディスプレイ表示(拡大)

図 3.4-21 試番 4 の ART2 車内ディスプレイ表示および前方映像 (PTPS リクエスト前)



(a) 前方映像



(b) 車内ディスプレイ表示(拡大)

図 3.4-22 試番 4 で PTPS リクエスト後の ART2 車内ディスプレイ表示と前方映像

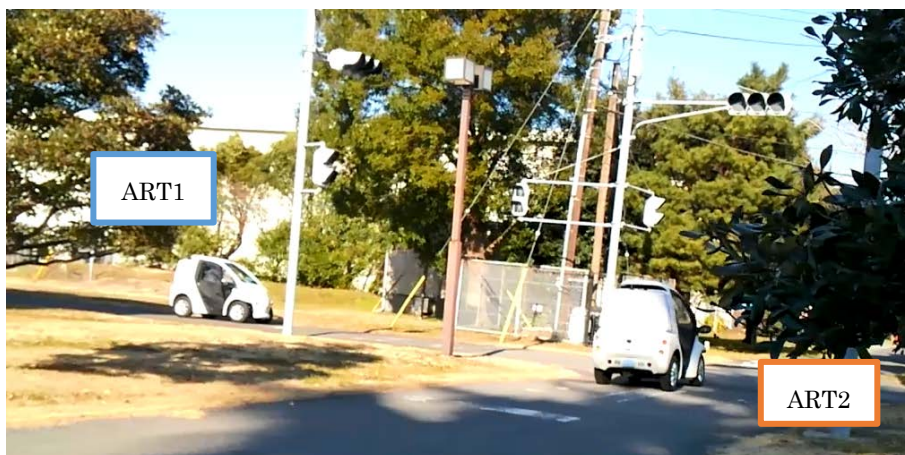


図 3.4-23 試番 4 の実施状況



試番 5、試番 6 は ART1、ART2 とともに PTPS の実施リクエストを送信する。リクエスト送信時、試番 5 では ART1 が走行する方路 A が青現示で方路 B が赤現示、試番 6 では ART2 が走行する方路 B が青現示で方路 A が赤現示である。図 3.4-24 と図 3.4-25 は試番 5、試番 6 で路側設備を模擬する PC が取得した車両速度である。速度波形の比較により、試番 5 では ART1 が PTPS サービスを受けて交差点を先に通過し、試番 6 では ART2 がサービスを受けて交差点を先に通過していることがわかる。これらの結果は青現示の方路を走行する車両へ優先して PTPS サービスを実施する優先付けが動作したことを示している。図 3.4-26 は試番 5 における ART1 の前方映像と車内ディスプレイの表示を拡大したものである。青現示のときに PTPS リクエストを送信したことで青延長のサービスを受けたことが、図 3.4-27 の残り現示時間が増加していることよりわかる。試番 5 では ART2 もリクエストを送信しているが、リクエスト送信時に方路 B が赤現示であったため PTPS サービスは実施されなかった。図 3.4-28 はこの時の前方映像と車内ディスプレイの表示である。前方映像には PTPS を優先的に実施された ART1 が交差点を通過している状況がみられる。試番 6 は方路 B が青現示のときに PTPS 実施をリクエストする条件である。図 3.4-29 は試番 6 における ART1 の前方映像と車内ディスプレイ表示である。前方映像には ART2 が PTPS を優先的に実施され、通過している状況がみられる。図 3.4-30 は試番 6 で ART2 が PTPS リクエストを送信した状況である。青現示のときに送信したリクエストにより優先的な PTPS サービスを受けて、図 3.4-31 に示される通り、PTPS による優先的な通行が実現された。

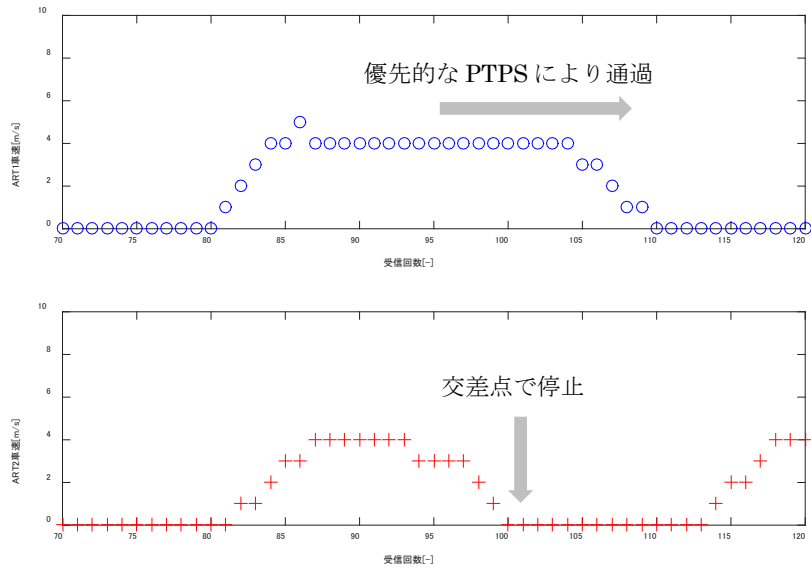


図 3.4-24 試番 5 で路側が通信により取得した車両位置座標

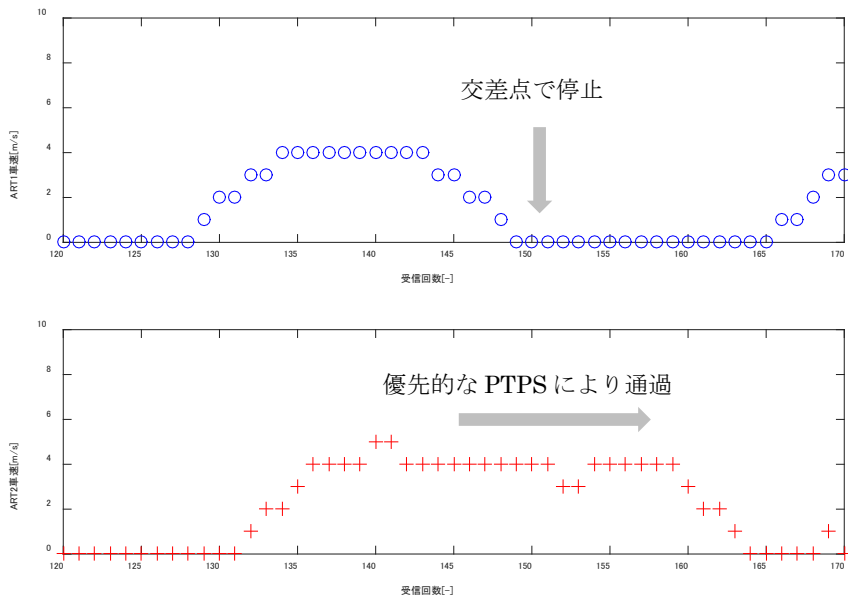


図 3.4-25 試番 6 で路側が通信により取得した車両位置座標

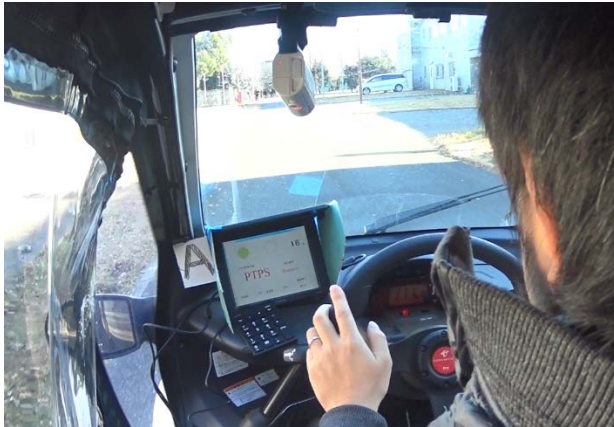


(a) 前方映像



(b) 車内ディスプレイ表示(拡大)

図 3.4-26 試番 5 の ART1 PTPS リクエストとサービス実施状況(リクエスト)



(a) 前方映像

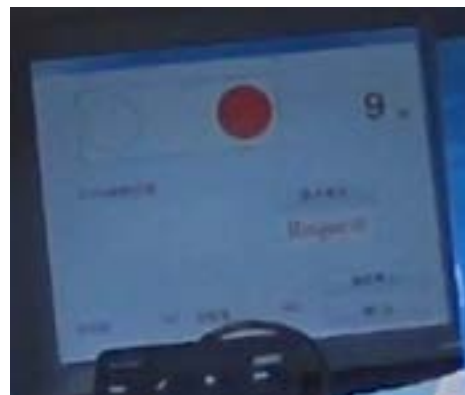


(b) 車内ディスプレイ表示(拡大)

図 3.4-27 試番 5 の ART1 PTPS リクエストとサービス実施状況  
(サービスによる優先的な通行を実現)

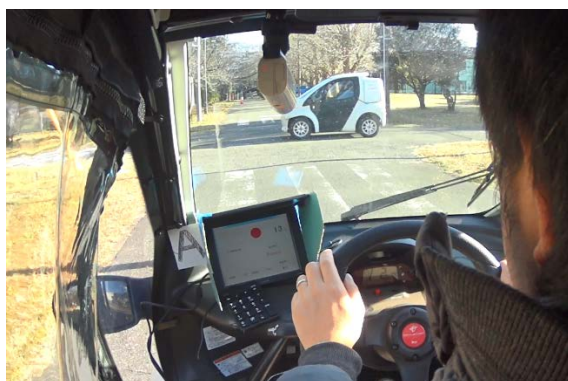


(a) 前方映像



(b) 車内ディスプレイ表示(拡大)

図 3.4-28 試番 6 の ART2 リクエスト後の車内ディスプレイ表示



(a) 前方映像



(b) 車内ディスプレイ表示(拡大)

図 3.4-29 試番 6 の ART1 PTPS リクエスト後の車内ディスプレイ表示



(a) 前方映像



(b) 車内ディスプレイ表示(拡大)

図 3.4-30 試番 6 の ART2 PTPS リクエストとサービス実施状況(リクエスト)



(a) 前方映像



(b) 車内ディスプレイ表示

図 3.4-31 試番 6 の ART2 PTPS リクエストとサービス実施状況

表 3.4-6 走行実験の結果

試番	PTPS サービスを受けた車両	ART1(方路 A)の動作	ART2(方路 B)の動作
1	なし	交差点で赤現示、停車	交差点を青現示で通過
2	なし	交差点を青現示で通過	交差点で赤現示、停車
3	方路 A ART1	PTPS により青延長 交差点を青現示で通過	交差点で赤現示、停車
4	方路 B ART2	交差点で赤現示	PTPS により青延長 交差点を青現示で通過
5	方路 A ART1	PTPS により青延長 交差点を青現示で通過 (優先的に通行)	PTPS リクエストしたが 交差点で赤現示、停車
6	方路 B ART2	PTPS リクエストしたが 交差点で赤現示、停車	PTPS により青延長 交差点を青現示で通過 (優先的に通行)

### 3.4.6 まとめ

6回の走行結果を表 3.4-6 に示す。通信に関する全般的な傾向として、路側設備を模擬した PC で受信したデータの個数から、ART1、ART2 の双方で受信が欠落していると思われる部分が存在した。今回の実験ではこれが原因となって実験に支障をきたすことはなかったが、受信の欠落については今後の検討が必要と思われる。PTPS 実施時の走行結果に着目すると、試番 1 と試番 3 の比較、試番 2 と試番 4 の比較より、PTPS を実施した結果、各方路において青延長が実施され、既定の信号のサイクルでは停車するはずだった車両の通過が実現されたことが示された。このことは、PTPS による優先的な通行が実験で再現できたことを示している。また、今回の検討項目として入れた優先付けについては、試番 5 と試番 6 の結果から効果的に動作したことが示され、実現の可能性を検証することができた。また、本実験で得られた、ART1 および ART2 と路側設備を模擬した PC でデータの送受信ができた結果は、路側設備として交差点に設置された 760MHz 帯の無線機 1 台によって複数台の車両へ情報配信を行うことが可能であることを示唆している。

さらなる検討のためには今回の実験結果を踏まえ、さらに規模の大きい交差点を模擬した環境下で、PTPS サービスを受ける ART 車両のほかに、他車両が存在する場合などを考慮した実験を実施することが望まれる。

## 4. 実証実験計画の立案

### 4.1 実証実験の実施に向けた関係者調整会議の開催

前章までの検討を踏まえて、平成 28 年度以降に一般道の実走行環境下で実証実験を行うことを計画検討するうえでは、SIP-adus の次世代都市交通 WG の計画や議論内容、関連する SIP-adus の他のプロジェクト、実証実験を実施する道路の建設者や道路管理者、車載機や路側機のメーカ、ART を運行するバス事業者等の複数の関係者の合意形成が必要不可欠である。

そこで、関係者間の情報共有や、合意形成を図るための場として、関係者調整会議を設置・開催し、関連するプロジェクト間の整合を図ると共に、実証実験の実施に向けた議論を行った。関係者調整会議の参加者は、表 4.1-1 に示す通りである。

表 4.1-1 関係者調整会議の参加者

内閣府
警察庁
東京都
警視庁
一般社団法人 UTMS 協会
川本雅之 教授 (筑波大学、SIP-adus 次世代都市交通 WG 副主査)
大口敬 教授 (東京大学)
オムロン株式会社
トヨタ自動車株式会社
パシフィックコンサルタンツ株式会社
パナソニック株式会社

上記の関係者調整会議を、本事業の中で計 3 回開催した。開催日を表 4.1-2 に示す。

表 4.1-2 関係者調整会議の開催日

回数	開催日
第 1 回	2015 年 12 月 15 日
第 2 回	2016 年 1 月 29 日
第 3 回	2016 年 1 月 23 日

関係者調整会議の各回の主な議題は下記の通りである。

① 第1回関係者調整会議

日時：2015年12月15日

場所：中央合同調査8号館

主な議題：

- 実証実験に向けたスケジュールについて
- 内閣府施策の概要について
- 警察庁施策の概要について
- 車両開発について

② 第2回関係者調整会議

日時：2016年1月29日

場所：中央合同調査8号館

主な議題：

- 内閣府施策の検討状況について
- 警察庁施策の検討状況について

③ 第3回関係者調整会議

日時：2016年2月23日

場所：中央合同調査8号館

主な議題：

- 内閣府施策の検討状況について
- 実証実験に向けたスケジュールについて

## 4.2 関係者調整会議を踏まえた実証実験の見通し

次年度以降の一般道実走行環境下での実証実験の実施に向けて、本調査での関係者調整会議での議論等を踏まると、実証実験の実施には、関係する様々な施策内容を統合したうえで、将来の本格導入に向けた実証実験の成果として何を得るべきかについて関係者間で十分に協議したうえで、一般道実環境下で実施すべき実証実験内容の選択を行う必要がある。そのためにも、関連する各施策の検討内容をより深め、知見を蓄積することが望まれる。

さらに、実証実験には複数のステークホルダーが関わるため、それらステークホルダーの合意形成に向けた関係者間の調整も引き続き必要である。この調整は容易ではないと想定され、かつ上記実験計画の具体化も併せて行う必要があることから、実証実験の実施までにはもう少し時間を要することが見込まれる。

また、実証実験の実施場所としては、SIP-adus の計画の中で、2020 年までの ART の導入先として挙げられている東京臨海部が有力な一つの候補であると思われるが、これについても具体の導入路線や、路線の中でどの区間を対象にするか等については、上述した実証実験の目的や、実証実験の実施内容をよく精査したうえで、今後調整していく必要があると考えられる。



## 5. まとめ

### 5.1 調査結果のまとめ

本調査では、700MHz帯 ITS 通信を利用した公共交通の優先制御システム (PTPS) の高度化について、SIP の他の関連する施策との整合を図りながら、車載機側に求められる要件を検討した。PTPS の高度化案として、700MHz帯 ITS 通信によって取得できる ART 車両の位置情報を用いて、PTPS による優先信号制御の判断を複数回実施することで交通状態に応じた信号制御を実現することや、路側機より受信したダウンリンク情報を活用したドライバへの情報提供等が検討されており、それらサービスを実現するために必要な車載機側の要件として、自車位置や速度等の自車の状態と優先要求のアップリンク情報の路側機への送信と、PTPS サービスの提供有無や信号情報等のダウンリンク情報の路側機からの受信といった「通信に関する要件」、PTPS のサービスイン/サービスアウトの判定や、バスロケーションシステム等と連携した定刻からの ART の遅れ等の運行状況の把握といった「状況把握・判定に関する要件」、ドライバへの PTPS 優先制御状態の通知や、減速支援の通知といった「運転者への通知に関する要件」を整理した。

ここで、一般の交通流の中を通行する ART を対象に速達性・定時性を図ろうとしても、ART が一般車両の様々な擾乱の影響を受けることで、優先信号制御のみでは期待した効果が十分に発現しない場合があり、道路インフラ側の対策も併せて講じることが求められる場合があると考えられる。そこで、700MHz帯 ITS 通信に加えて ART の専用車線を導入する場合について、その設置形態に関して、交差点周辺を含んで全区間に導入/交差点周辺のみを導入/交差点周辺を除いて導入の 3 パターンを対象に、専用車線を道路の両端に導入/道路の中央に導入する場合に分けて整理し、環状二号線の勝どき～新市場前の区間を対象にシミュレーションによって効果の検証を行った。その結果、PTPS が何も導入されていない場合と比較して、700MHz帯 ITS 通信を用いた優先信号制御を導入することで、ART の旅行時間を短縮できる効果や、信号交差点で極端に長い待ち時間が発生するケースを減らすことができること、ART 通過後のサイクル長の調整によって一般車両には大きな影響が及ばないこと等が確認された。また、駐車車両の存在や横断歩行者の増加等によって起こる一般車両の擾乱の影響を ART が受けるケースにおいては、優先信号制御のみの導入では効果が発現しないが、ART 専用レーンを併せて導入することで ART の優先通行が実現することも確認された。

更に、テストコースにおいて、700MHz帯 ITS 通信機器を用いた実機検証を行い、車両に設置した車載機が発するアップリンク情報から、車両の位置情報や PTPS 優先制御の要求情報を路側機側で取得し、取得した情報を用いて調整した信号制御情報や、PTPS サービスの稼働状況を路側機側から車載機へのダウンリンク情報として送信することで、それら情報を踏まえたドライバへの通知が実現可能であることを確認した。また、信号交差点の複

数の侵入方向から同時に ART 車両が接近してきた時にも同システムが機能することも確認した。

上記の検討を踏まえて、次年度以降に一般道の実走行環境下で高度化 PTPS に関する実証実験の実施計画を検討するにあたっては、複数の関係者の合意形成が必要不可欠であり、実証実験の実施に向けて関係者間の情報共有や意見交換を行うことを目的に関係者調整会議を開催し、実験の実施に向けた検討を行った。

## 5.2 今後の課題

本調査では、公共交通の運行の速達性・定時性の確保において、高度化した PTPS の有効性を、環状二号線を対象にある限定されたケースのみのシミュレーションによって検証したが、PTPS の導入効果は、公共交通の運行本数や公共交通専用レーンの設置形態、停留所位置等の公共交通の条件設定のほかにも、ピーク時交通量やネットワーク範囲、信号現示、交差点毎の交通実態等の様々な外的条件によっても異なる結果が得られると予想されるため、高度化 PTPS の導入に向けた方向性を検討するうえでは、交通需要や信号制御等の各種条件を変更しながら、更なる検証が必要であると考えられる。

また、本格導入に向けたステップとしては、次年度以降に一般道実環境下での実証実験を実施して、その有効性や課題を十分に検証することが必要であると考えられる。しかし、一般道での実証実験を行うためにも、テストコース等での実機検証によってシステムの基礎的な検証を十分に行ったうえで、一般道実環境下での実証実験として行うべき実験内容を選定すべきであると考えられ、本調査で実施したテストコースでの実機検証についても、より実道環境に近い条件下で、実験条件も変えながら更なる実験を実施し、知見を蓄積すべきであると思われる。そこでまずは、今回の検証結果をもとに、幅員が広い道路が交差する、より規模の大きい交差点を模擬した環境下で、複数台の車両と無線通信した場合に高度化された PTPS サービス提供が可能であるかの実験的な検討実施が望まれる。

更に、実証実験の実施に向けては、実証実験の目的や内容、対象路線等がまだ明確に決定されておらず、関連する他の施策との連携も含めて関係者間の合意形成に向けた調整を引き続き実施する必要がある。

加えて、今回検討した高度化 PTPS の導入を、日本全国の都市に拡大させるための方策についても検討を行うべきであると考えられる。