

「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）自動走行システム/大規模実証実験」のうち
「次世代都市交通」

ART 運行関連情報のデータ集約・蓄積と
ART 利用者等への情報提供の仕組み構築 及び大規模実証実験の実施・管理

2018年度末成果報告（概要）

日立製作所、パシフィックコンサルタンツ、計量計画研究所

1. 背景・目的とねらい

【目的】「次世代都市交通」

ART（次世代都市交通システム）の速達性を向上させる高度化PTPS（公共交通優先交通システム）及び歩行者移動支援システム等の実証実験を通じた仮説の検証を行い有効性を訴求することにより、以下を実現する。

- Next step ART技術の社会実装に向けた社会受容性の醸成
- 高齢者、障がい者を含む幅広い利用者にとって便利で使いやすい公共交通の実現へ向けた利便性やアクセス性（物理的、情動的）の向上及びこれらによる利用転換の促進

【実施項目】

「a. ART運行関連情報のデータ集約・蓄積とART利用者等への情報提供の仕組み構築」

- ① ART情報センター機能の開発及び実証検証
- ② 高度化PTPS の活用によるART速達性向上の実証実験
- ③ 混雑予測及び混雑回避誘導手法の検討及び実証実験
- ④ ART利用者歩行アクセシビリティ支援

「c.大規模実証実験の実施・管理」

- ① 大規模実証実験実施の全体取りまとめ
- ② ステークホルダーに対する成果体験会実施の全体取りまとめ
- ③ ART情報センター機能の開発及び実証検証
- ④ 高度化PTPSの活用によるART速達性向上の実証検証
- ⑤ ART利用者歩行アクセシビリティ支援

2. 中間目標・最終目標

「a. ART運行関連情報のデータ集約・蓄積とART利用者等への情報提供の仕組み構築」

項目	目標
①ART情報センター機能の開発及び実証検証	<p>＜中間目標＞ ART情報センターからPTPS車載機へ渡す優先権調停情報の最適化（優先権調停パラメータの調整）を完了する。大規模実証実験（平成30年度実施）に提供するサービス機能（API及びアプリケーション）の動作検証を完了する。</p> <p>＜最終目標＞ 大規模実証実験で提供するPTPS優先権調停支援機能、サービス機能（API及びアプリケーション）に関し、以下の効果評価を実施し、ART情報センター機能が収集・提供するデータの利活用についての有用性を示す。</p> <ul style="list-style-type: none">・高度化PTPSによるART速達性向上（優先権調停支援）・乗り継ぎ案内サービスを提供することによる、バス（ART）の利用促進・バス車内混雑、乗降通知などの利用者情報提供
②高度化PTPSの活用によるART速達性向上の実証実験	<p>＜中間目標＞ 700MHz帯無線通信を利用したPTPS車載機の開発を完了し、事前検証によって技術的な観点から車載機の性能を確認する。大規模実証実験の計画立案を完了する。</p> <p>＜最終目標＞ 高度化PTPSの技術的な成立性や有用性を実証実験を通じて確認する。特に、高度化PTPSの実用化を見据え、高度化PTPSを実導入し、ARTの優先制御の実現性や有用性等を示すとともに、実路線に高度化PTPSを導入するうえでの技術面、運用面での課題を抽出することを目指す。</p>

2. 中間目標・最終目標

「a. ART運行関連情報のデータ集約・蓄積とART利用者等への情報提供の仕組み構築」

項目	目標
③混雑予測 及び混雑回 避誘導手法 の検討及び実 証実験	<p>＜中間目標＞</p> <ul style="list-style-type: none">・東京オリ・パラを見据え、個人属性や移動目的等に応じた「情報提供による混雑回避・混雑緩和のための手法」を提案する。具体的には、混雑予測の精緻化に基づく誘導と情報提供やインセンティブの工夫による混雑回避誘導方法を5案程度提案する。・混雑回避誘導手法と個人属性との組合せにより20ケース程度を設定してシミュレーションを実施し、イベント時の移動需要および情報提供による影響（混雑緩和効果）の大小を明確化する。・上記の検討を踏まえ、大規模実証実験の方針と具体案を2～3案作成する。 <p>＜最終目標＞</p> <p>東京オリ・パラのみならず、都市部の日常的な交通混雑緩和に貢献すべく、実証実験及びその評価から、効果の大きい混雑回避誘導手法の実用化を目指す。</p>
④ART利用 者歩行アクセ シビリティ支援	<p>＜中間目標＞</p> <p>大規模実証実験に向けて、歩行経路収集アプリ及び情報投稿アプリの試作・統合を行い、実証実験によりGPS移動軌跡情報とバリア・バリアフリー情報を収集する。これらの情報と現地調査情報をもとに属性に応じた歩行ネットワークデータを構築する。</p> <p>＜最終目標＞</p> <p>大規模実証実験を通し歩行者移動支援システムの有効性及び受容性（利用者のスマホへの配信方法と情報提示のわかりやすさ等）を評価する。</p>

2. 中間目標・最終目標

「c.大規模実証実験の実施・管理」

目 標

<中間目標>

- ・中間目標として、平成30年度の大規模実証実験、ならびに成果体験会の実施に向け、実証実験の技術的実験環境（機器調達含む）の整備、大規模実証実験および成果体験会の計画策定、関係者調整を含めた環境整備を行うことを中間目標とする。

<最終目標>

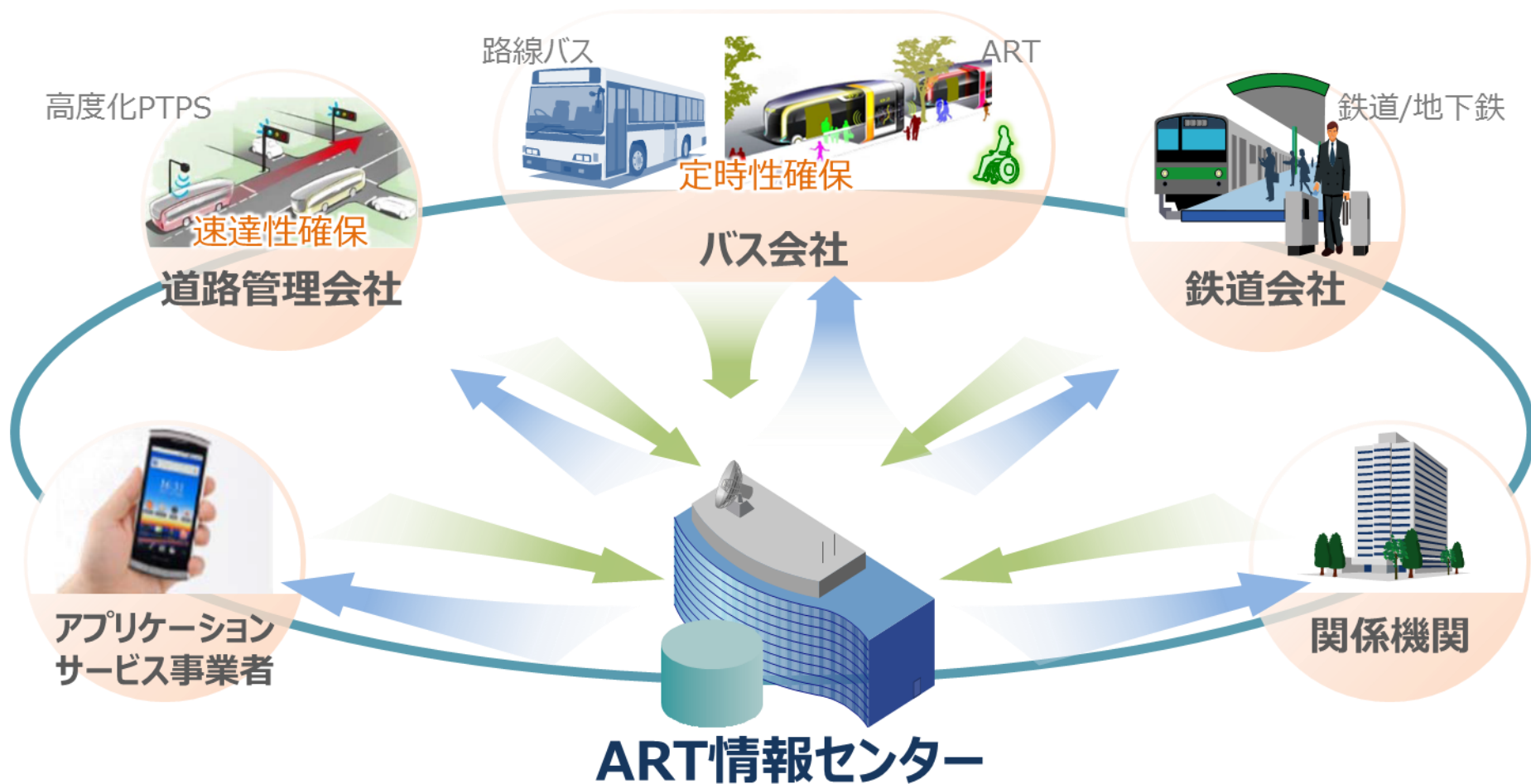
- ・東京臨海部において大規模実証実験、および成果体験会を、事故等を起こすことなく完遂する。
- ・大規模実証実験、および成果体験会を通じて、市民の次世代都市交通に対する認知度、理解度を向上し、社会的受容性の醸成を図るとともに、開発されるARTの各種技術の実用化に向けて、次世代都市交通の一連のサービスの中での技術の実現性や有効性の確認、課題抽出を実施し、実用化への見極めを行うことを最終目標とする。

3. 実施内容

項目a① ART情報センター機能の開発及び実証検証

- 移動に関わる情報を提供することで、公共交通機関を含む移動を安全・安心・快適に

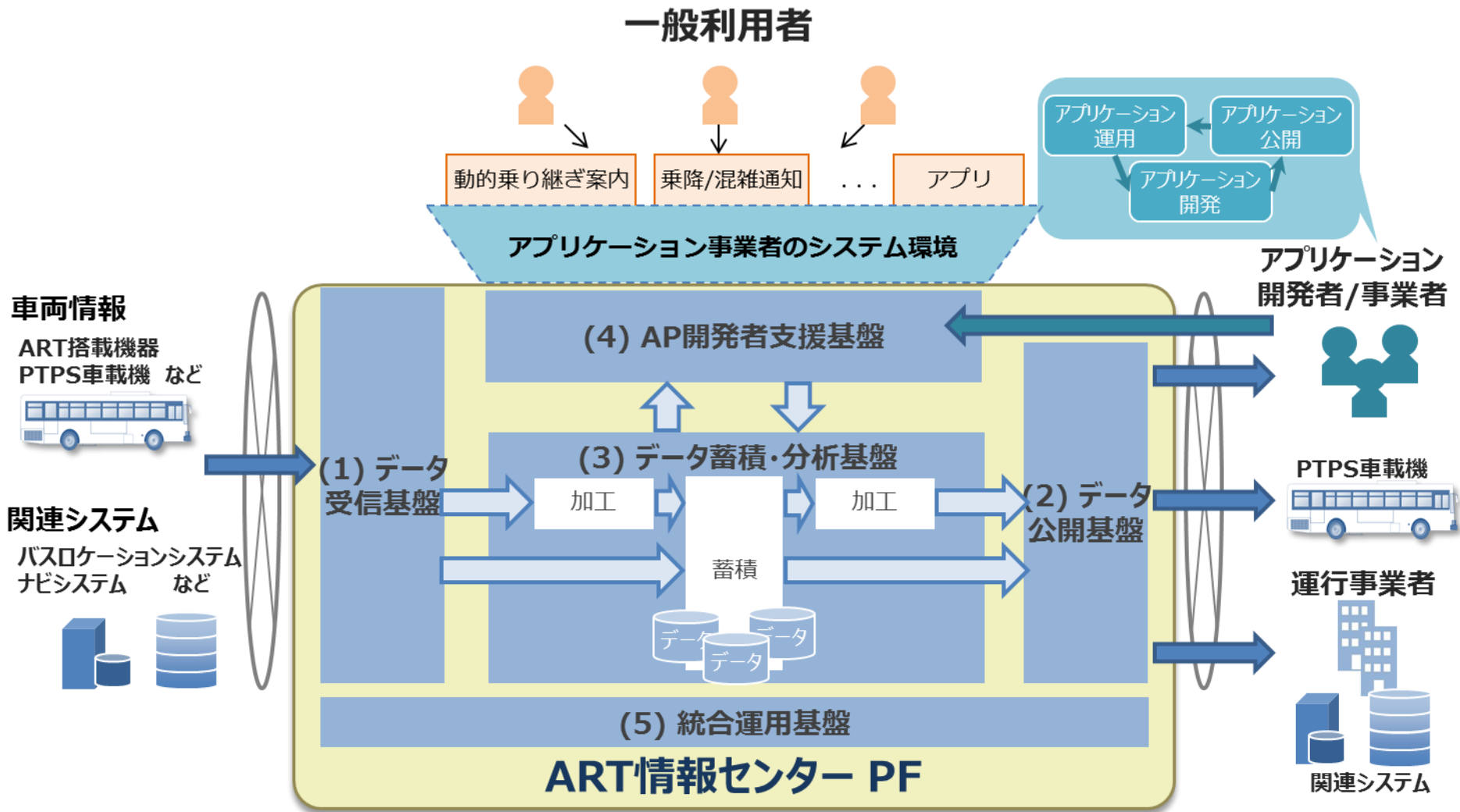
安全・安心・快適な移動の実現



3. 実施内容

項目a① ART情報センター機能の開発及び実証検証

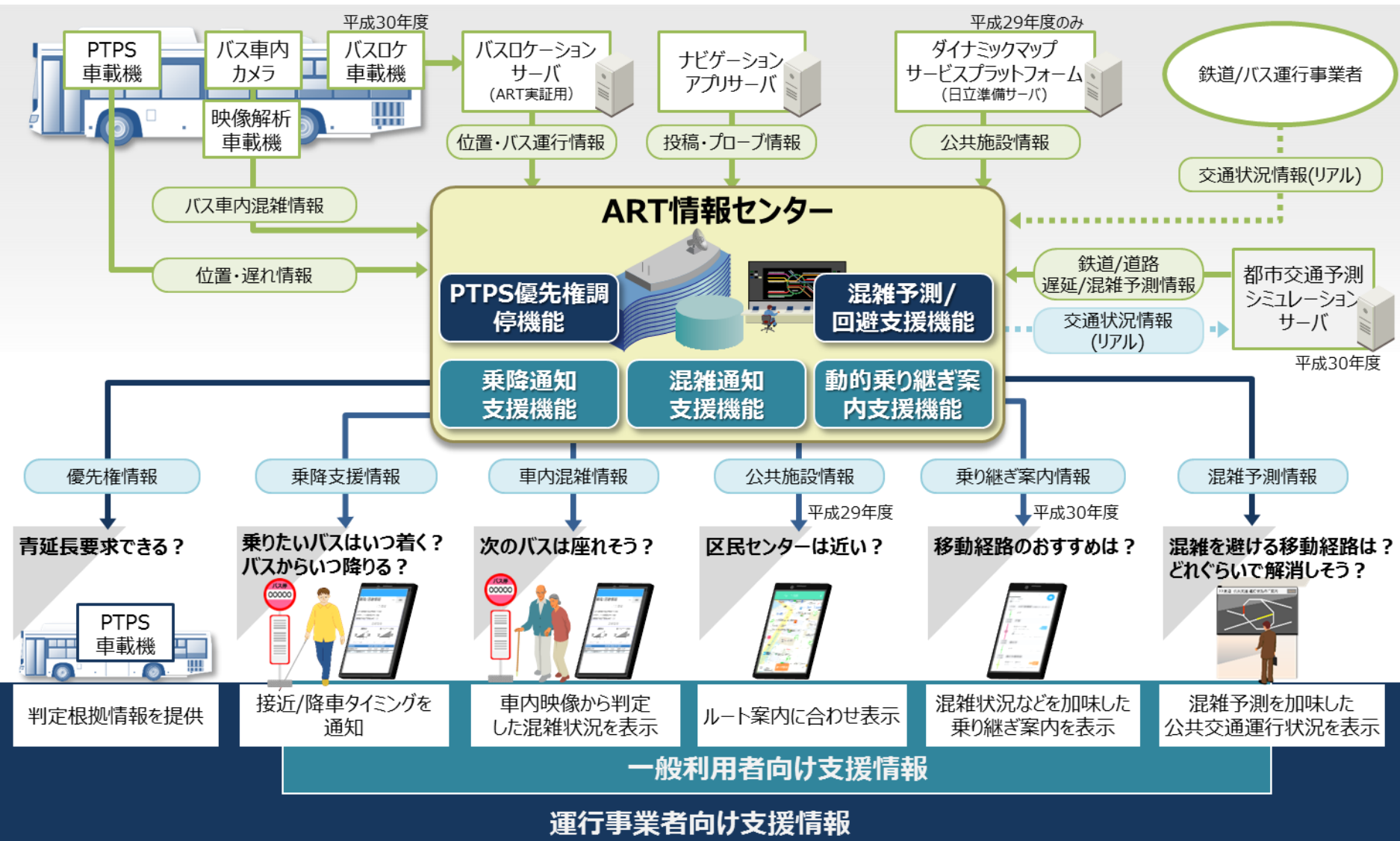
- 取り扱う情報量の確保や情報の鮮度を保ち使いやすい仕組み
(移動に関する情報を扱う5つの基盤)



3. 実施内容

項目a① ART情報センター機能の開発及び実証検証

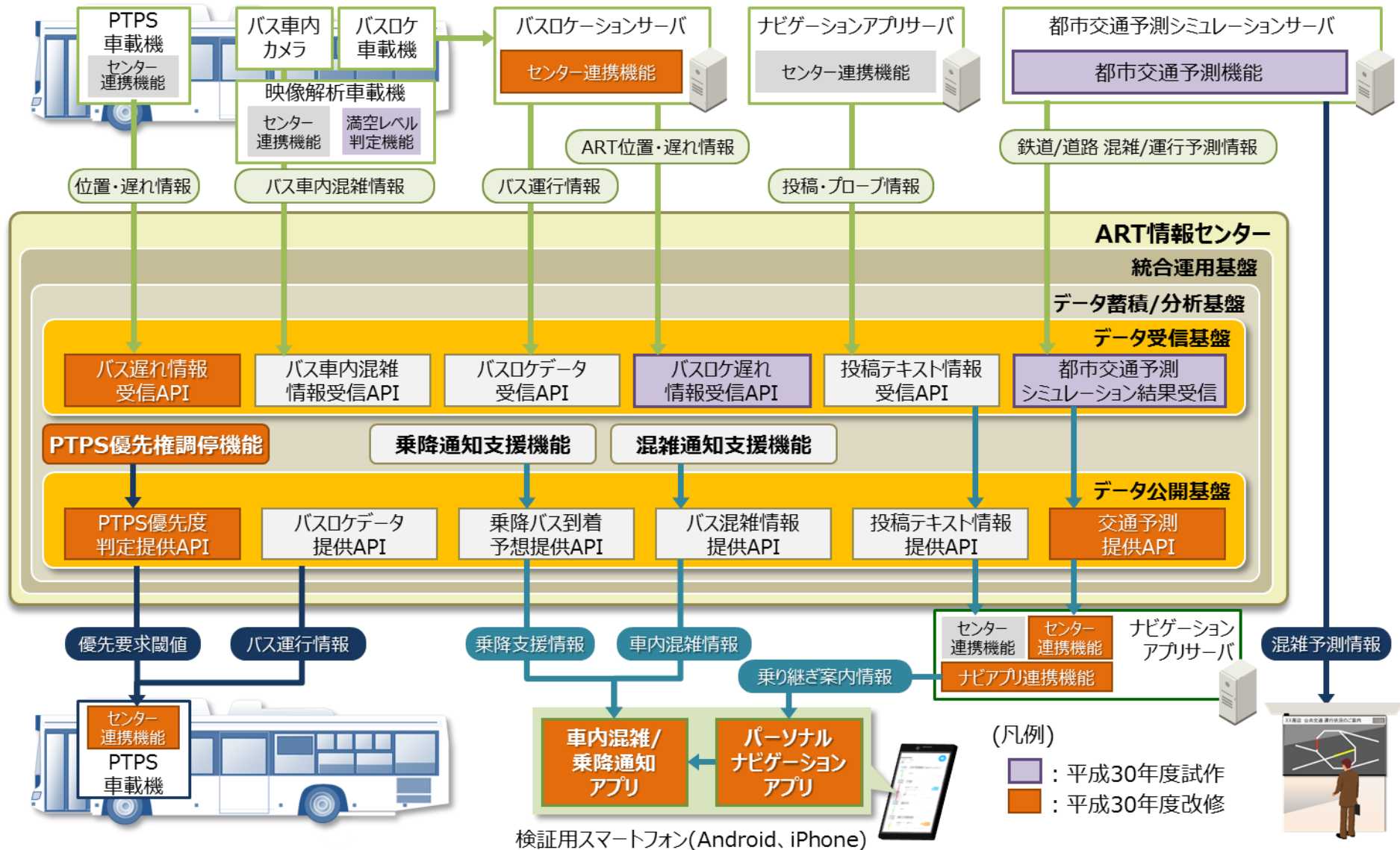
➤ ART情報センターはバス車載機情報などを受信/蓄積し、必要な情報の形にして提供する



3. 実施内容

項目a① ART情報センター機能の開発及び実証検証

機能および情報連携イメージ



3. 実施内容

項目a① ART情報センター機能の開発及び実証検証

➤ 試作API一覧

種別	試作API	情報	対象機器/システム
データ受信	バスロケデータ受信API	バスマスタ情報 (ダイヤ、バス停情報、車両情報など)	バスロケーションサーバ
	バスロケ遅れ情報受信API	バス位置、遅れ情報	バスロケーションサーバ
	バス遅れ情報受信API	バス位置、遅れ情報	PTPS車載機
	バス車内混雑情報受信API	車内混雑情報 (車内満空レベルなど)	バス車内カメラ映像解析車載機
	投稿テキスト情報受信API	データ収集アプリ投稿情報	ナビゲーションアプリサーバ
	都市交通予測Sim結果受信	鉄道/道路の遅延/混雑情報予測結果	都市交通予測Simサーバ
データ公開	バスロケデータ提供API	管理情報、バス停情報、ダイヤ情報	PTPS車載機
	PTPS優先度判定提供API	車内混雑情報 (車内満空レベル) PTPS制御情報 (優先要求閾値、指示情報など)	PTPS車載機
	乗降バス到着予想提供API	乗降支援情報 (バス停情報、遅れ情報など)	乗降/混雑通知アプリ(サンプル)
	バス混雑状況提供API	車内混雑情報 (車内満空レベルなど)	乗降/混雑通知アプリ(サンプル)
	交通予測提供API	都市交通シミュレーション予測結果情報	ナビゲーションアプリサーバ
	投稿テキスト情報提供API	情報収集アプリ投稿情報	ナビゲーションアプリサーバ

3. 実施内容

項目a① ART情報センター機能の開発及び実証検証

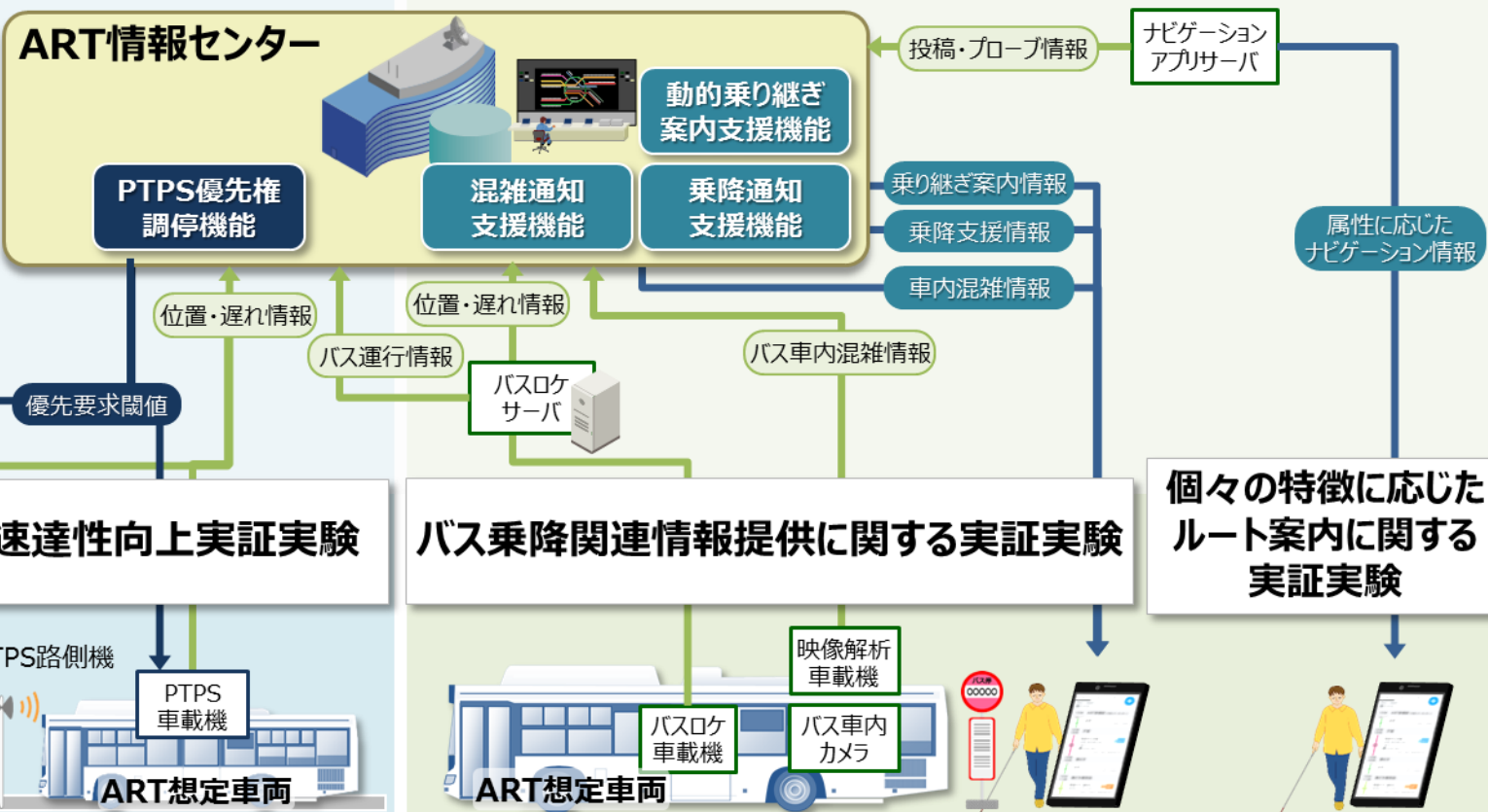
➤ 「高度化PTPS」「歩行者移動支援」大規模実証実験イメージ

高度化PTPS

歩行者移動支援システム

○環状二号線(豊洲市場口～有明駅前周辺)

○豊洲・有明地区



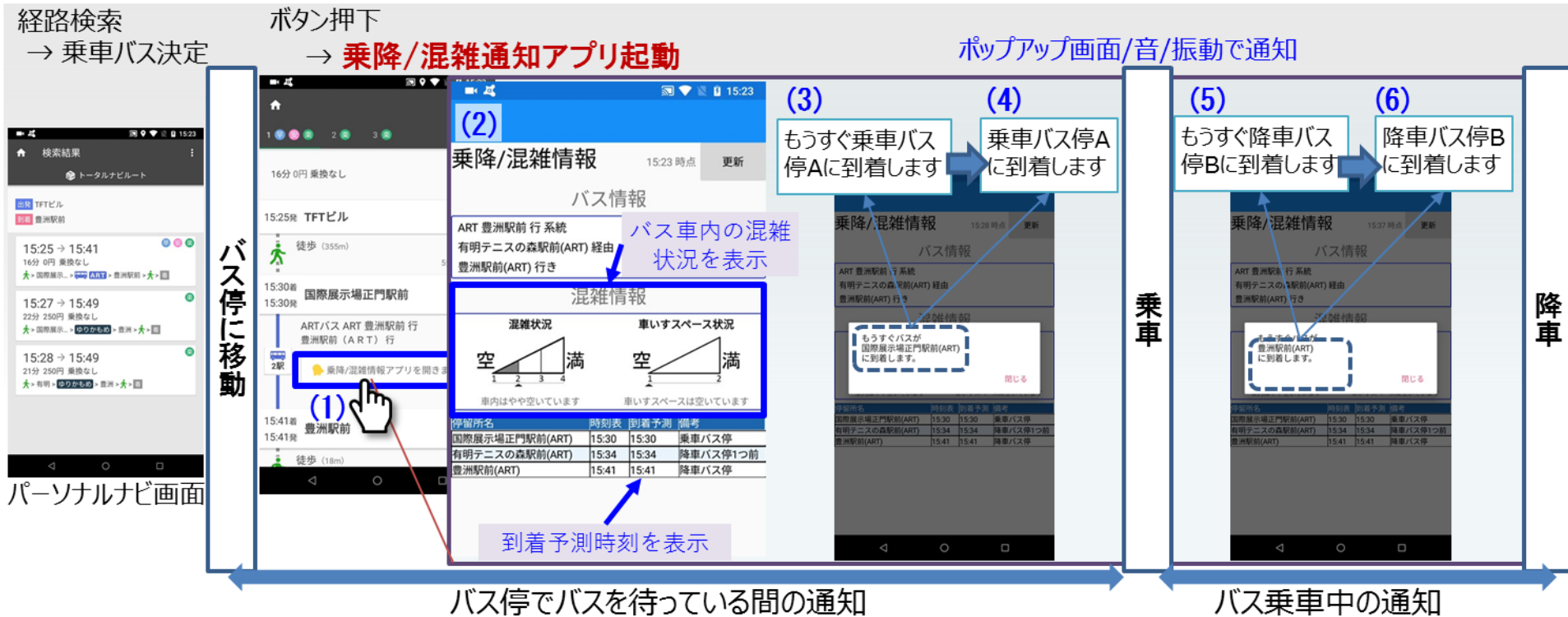
自治体/運行事業者向け技術・有用性検証

利用者向け有用性検証

3. 実施内容

項目a① ART情報センター機能の開発及び実証検証

➤ バス情報サービス提供イメージ



パーソナルナビ画面



3. 実施内容

項目a① ART情報センター機能の開発及び実証検証

■今年度の成果（まとめ）

- 高度化PTPSおよび歩行者移動支援システムの大規模実証実験にて、円滑に各情報を提供できるよう機能および環境を提供し、研究開発を支援
 - ART情報センター機能の改良、機能検証
 - 運行事業者向け支援情報：
高度化PTPSの優先権調停支援機能の改良、機能検証
 - 一般利用者向け支援情報：
乗降/混雑通知機能の改良、機能検証
乗り継ぎ案内支援機能の改良、事前予測に基づく機能検証

■本取組（技術）の社会実装に向けた課題

- 関連機関との連携（交通事業者等によるデータ提供など）と組織体制の構築
- 関連サービスとの連携、もしくはMaaSとの融合を見据えた検討

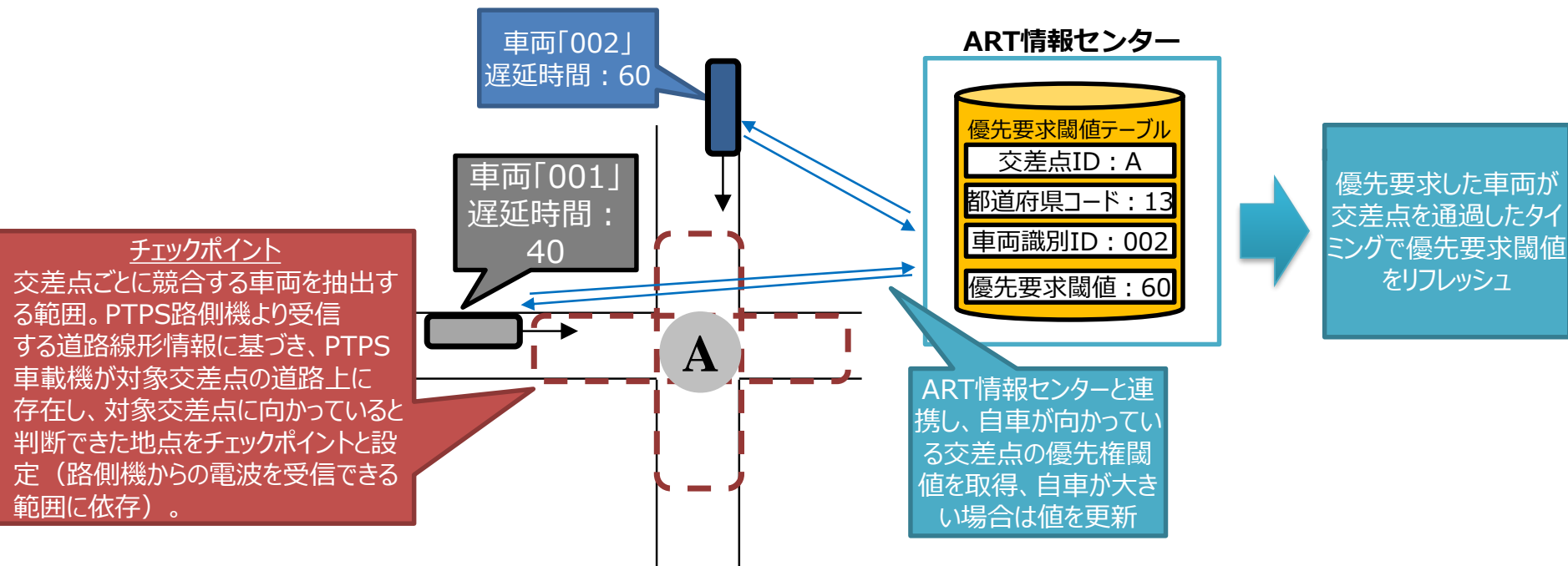
3. 実施内容

項目a② 高度化PTPS の活用によるART速達性向上の実証実験

➤ 優先権調停機能の改良

● 複数のバスが同時に交差点に接近した際の優先権調停の判定処理を以下の通り改良

- 昨年度までの調停方法：ネットワークに存在する全てのバスを対象に優先権を調停するための閾値を算出。そのため、実際には競合しないバスも含めて優先権調停してしまう可能性。
- 改良した調停方法：ITS無線路側機より受信する道路線形情報を活用し、760MHz帯の電波が届く範囲（チェックポイント）に存在するバスのみで優先要求閾値を算出し調停を実施。



▲改良した優先権調停機能の概略

3. 実施内容

項目a② 高度化PTPS の活用によるART速達性向上の実証実験

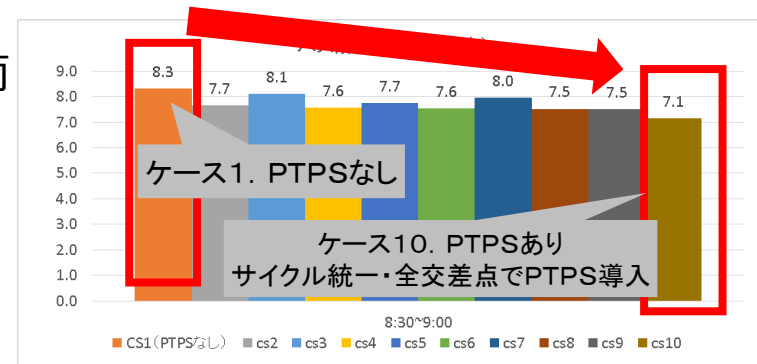
➤ 環状二号線における導入効果検証（シミュレーション）

● 環状二号線において、マイクロ交通シミュレーションソフト「Vissim」を用いて効果検証を実施

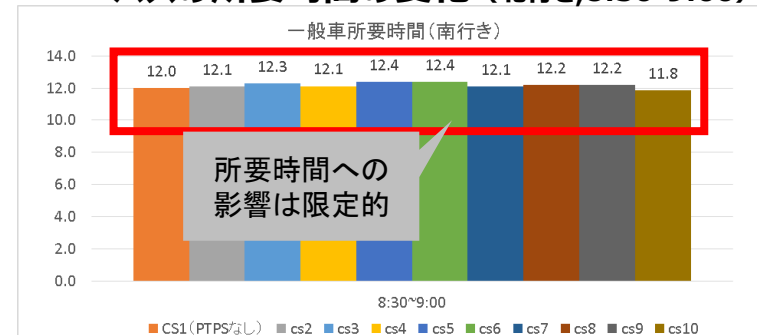
- 実証実験時のPTPS設定をベースとし、PTPS設定や信号サイクル長等の条件を変更した場合の効果評価を実施。
- 実証実験時のPTPS設定の場合より、PTPS設定の一部変更や各信号交差点のサイクル長の統一等、ネットワーク全体でバスの優先通行を実現するための条件設定を検討することにより、バスの所要時間短縮効果が向上（約15%程度）する可能性。
- 今回の条件設定の場合、環状二号線を通行する一般車両の所要時間の変化は限定的。但し、環状二号線以外の周辺ネットワークを含めた更なる検討が必要。

▼シミュレーション実施ケース

ケース	PTPS設定				信号サイクル
	ビーコン位置	青延長/赤短縮	PTPSロジック	優先指標	
1	PTPS制御なし				特に変更なし
2	実証実験時とほぼ同設定		従来性能	なし	
3			全車両が競合(昨年度相当)	遅れ時間	
4			優先権調停機能改良(交差点付近のバスのみ競合)	遅れ時間	
5	豊洲市場口の南北方向の仮想ビーコン位置を変更	豊洲市場前の赤短縮あり 有明中央橋北・南にPTPS制御を導入(青延長10秒)		遅れ時間	
6				混雑度	
7				遅れ時間×混雑度	
8	ケース4と同様	豊洲市場前の赤短縮あり	ケース4と同様		
9		ケース6, 7と同様			
10				信号サイクルを統一	



▲バスの所要時間の変化 (北行き, 8:30-9:00)



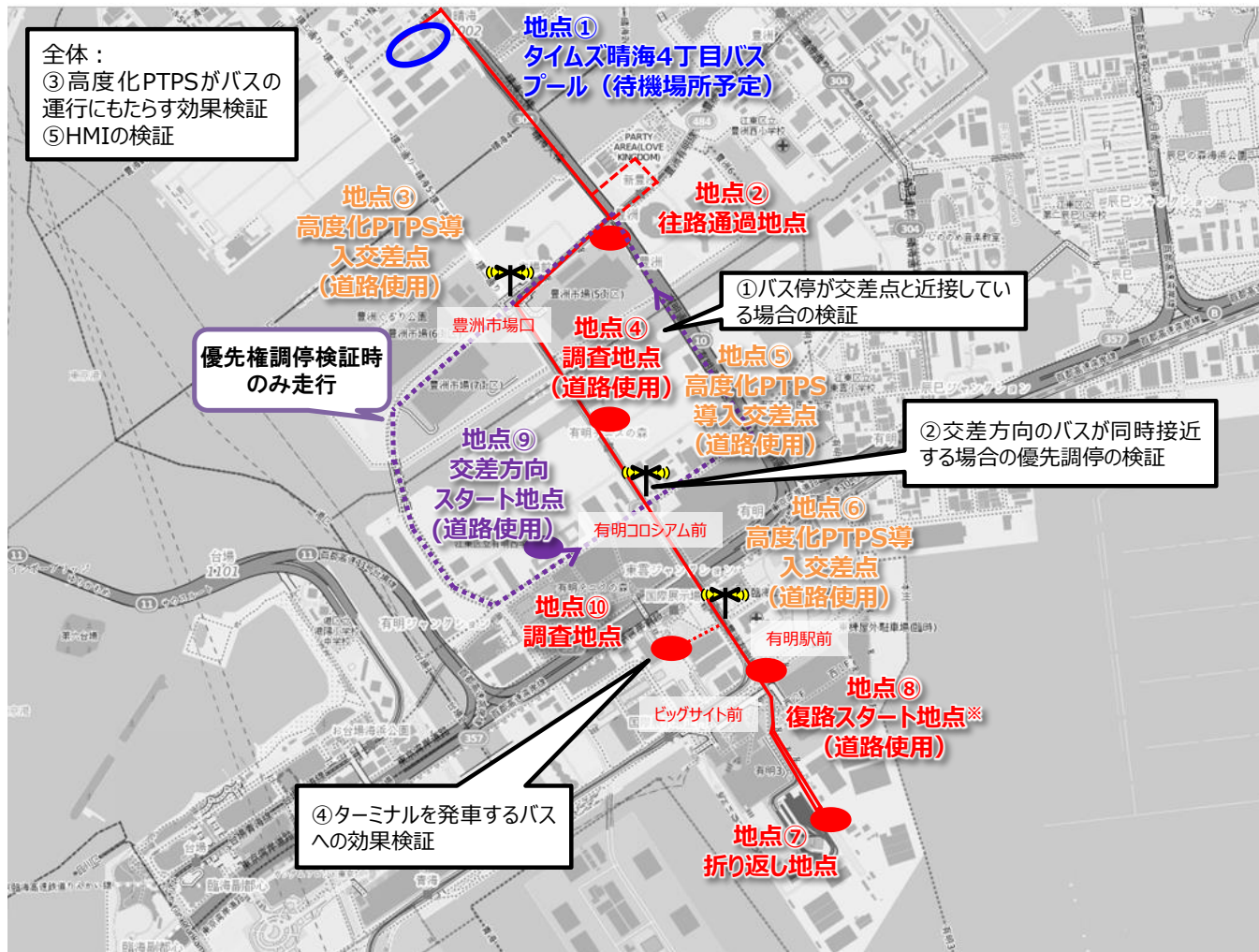
▲一般車両の所要時間の変化 (南行き, 8:30-9:00)

3. 実施内容

項目a② 高度化PTPS の活用によるART速達性向上の実証実験

▶ 効果検証の実施

- 2018年11月27日～11月29日の3日間で効果検証を実施。
- 環状二号線に設置された3機のITS無線路側機を通過する下図のルートを複数回走行しデータ取得。



▲効果検証の走行コース

3. 実施内容

項目a② 高度化PTPS の活用によるART速達性向上の実証実験

➤ 効果検証の結果

●バス停が交差点と近接している場合の検証：

- 検証には、GPS + マップマッチングのみの車載機と、GPS + マップマッチング + 車速情報によるデッドレコーディング機能を有する車載機の2種類のPTPS車載機を使用。同地点停車時の緯度経度情報が、前者は誤差半径6m程度の位置精度に対し、後者は2点間で最大30m以上のずれが発生。
- その結果、後者の車載機ではバス停停車中にバスが仮想ビーコン位置を通過と誤判定されるケースが発生。このようなケースでは、車載機の位置情報の精度も踏まえた仮想ビーコン位置の適切な設定が必要。

●交差方向のバスが同時接近する場合の優先権調停：

以下パターンで改良した優先権調停機能が正しく動作し、優先権の調停を適切に実施できることを確認。

パターン	結果
1. 優先権調停がない場合で、かつ、バスが近接している場合	2台とも優先要求し、先に第一仮想ビーコンを通過するバスを優先
2. 優先権調停がある場合で、かつ、バスが近接している場合	優先権調停の結果、より優先度が高い乗車人数が多く、遅延の大きいバスを優先
3. 優先権調停がある場合で、かつ、バスが近接していない場合 (今年度の改良により対応可能となったパターン)	2台が近接していないため、優先権調停の対象にならず、交差点に到達した順に優先

●バスの運行にもたらす効果検証

PTPSの導入により、1割程度の所要時間短縮効果を確認。

	走行回数	PTPS作動有無別走行回数		走行時間 (秒)		PTPS作動状況 平均青延長時間 (秒)
		PTPS作動なし	PTPS作動あり	PTPS作動なし	PTPS作動あり	
往路	36	18	18	566	519	5.6
復路	40	31	9	391	338	6.4

3. 実施内容

項目a② 高度化PTPS の活用によるART速達性向上の実証実験

➤ 効果検証の結果

●ターミナルで発着するバスへの支援運転手への交差点通過支援

- ターミナルで停車中のバスに対して、ターミナル出口の信号の灯色情報を提供することにより、バスがターミナル出口の信号で停車することなく通行できるよう出発タイミングの調整支援が可能であることを確認。



▲ターミナルを発車するバスへの支援

●HMI 検証

- ITS無線路側機から受信する信号情報を活用した信号通過支援等の表示機能が全て動作することを確認。



▲信号現示表示（黄色）



▲信号現示表示（赤）



▲信号現示表示（青）



▲速度維持により通過可能

3. 実施内容

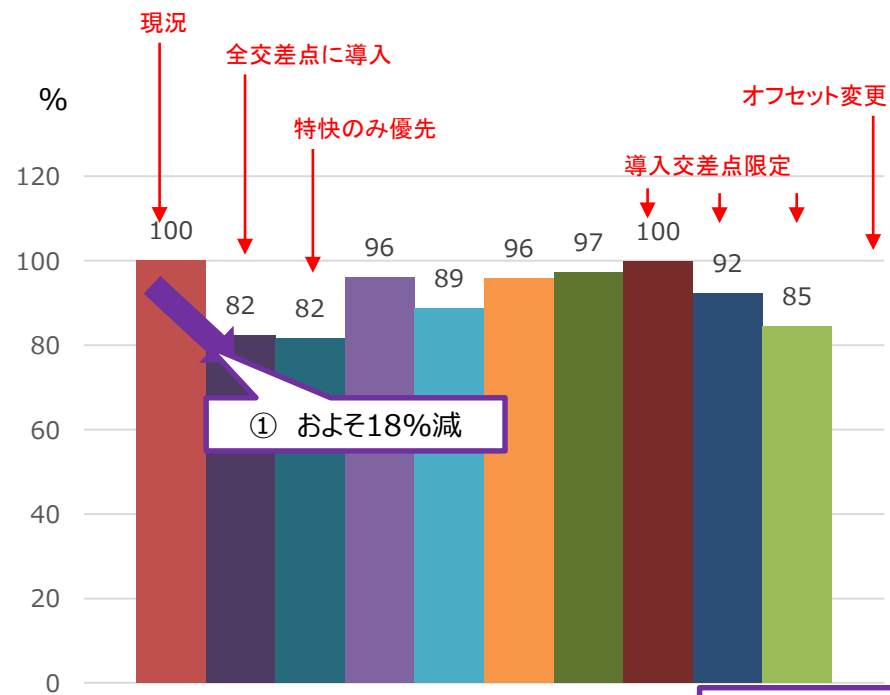
項目a② 高度化PTPS の活用によるART速達性向上の実証実験

➤ 他都市でのシミュレーション評価

- 過年度のヒアリング結果を踏まえて2都市を選定し、同都市のバス路線に高度化PTPSを導入した場合の効果のシミュレーション評価を実施。

バスの平均所要時間

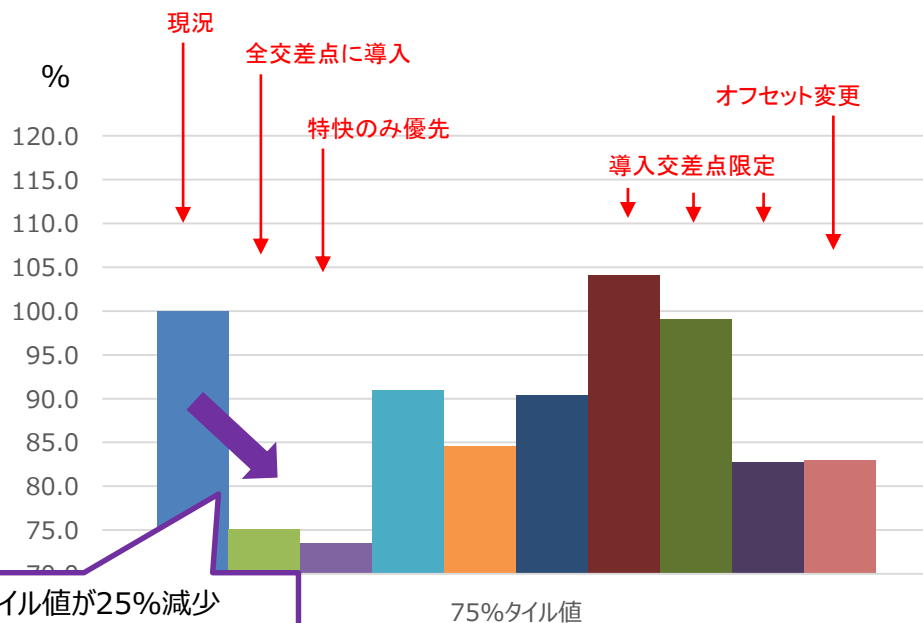
現況を100%としたときの所要時間 (%)



バスの所要時間の各タイル値の変化 (ケース1を100%とした場合)

(最大値、75%タイル値、中央値、25%タイル値、最小値)

大蔵～七条



① 75%タイル値が25%減少
⇒遅いバスに遭遇する頻度が減少

▲シミュレーション評価結果の例

3. 実施内容

項目a② 高度化PTPS の活用によるART速達性向上の実証実験

■今年度の成果（まとめ）

- 平成29年度の事前検証の結果を受けて、優先権調停等の開発したPTPS車載機の機能を改良
- 高度化PTPSの効果検証として、東京都の環状二号線に整備された3機の高度化PTPS路側機を利用してバスによる公道での走行実験を行い、高度化PTPSによるバスの所要時間の短縮効果や優先権調停機能等を検証
- シミュレーションを用いて、環状二号線や地方2都市のバス路線における高度化PTPSの導入効果や周辺交通への影響を評価した結果、バスの速達性及び定時性に一定の効果があることを確認
- 高度化PTPSの導入に向けて、導入可能性のある自治体のニーズや課題を適切に把握すると共に、検討を前に進めるうえで今回実施したシミュレーションを活用した導入効果や影響の事前の定量的評価が重要

■本取組（技術）の社会実装に向けた課題

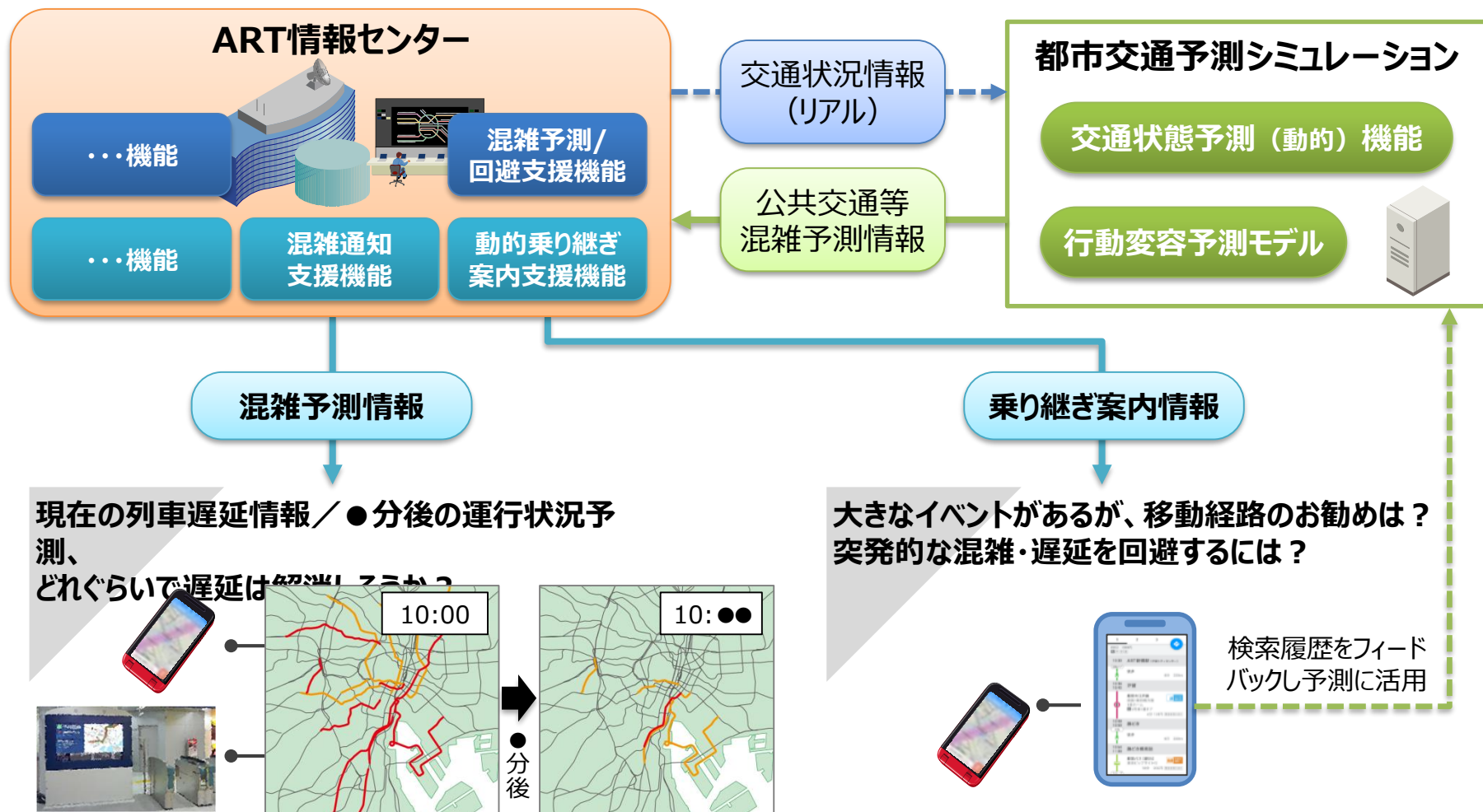
- 高度化PTPSの実装にあたっては、バスの走行空間や、バスの走行ルート上の信号のサイクル長やオフセットの設定など、高度化PTPSのみではなく他の条件と併せて総合的にバスの優先通行策を検討することが必要
- 高度化PTPS路側機や車載機の導入コストや物理的な導入条件等を整理し、サービスと価格の両面から既存の技術との優位性を示すことが必要

3. 実施内容

項目a③ 混雑予測及び混雑回避誘導手法の検討及び実証実験

■ 混雑予測・混雑回避誘導の概略

- ART情報センターと連携して動的な混雑予測を行うとともに、人の行動変容プロセスに基づき、個人属性や場面に応じた適切な情報提供により、混雑の回避誘導を図るものである

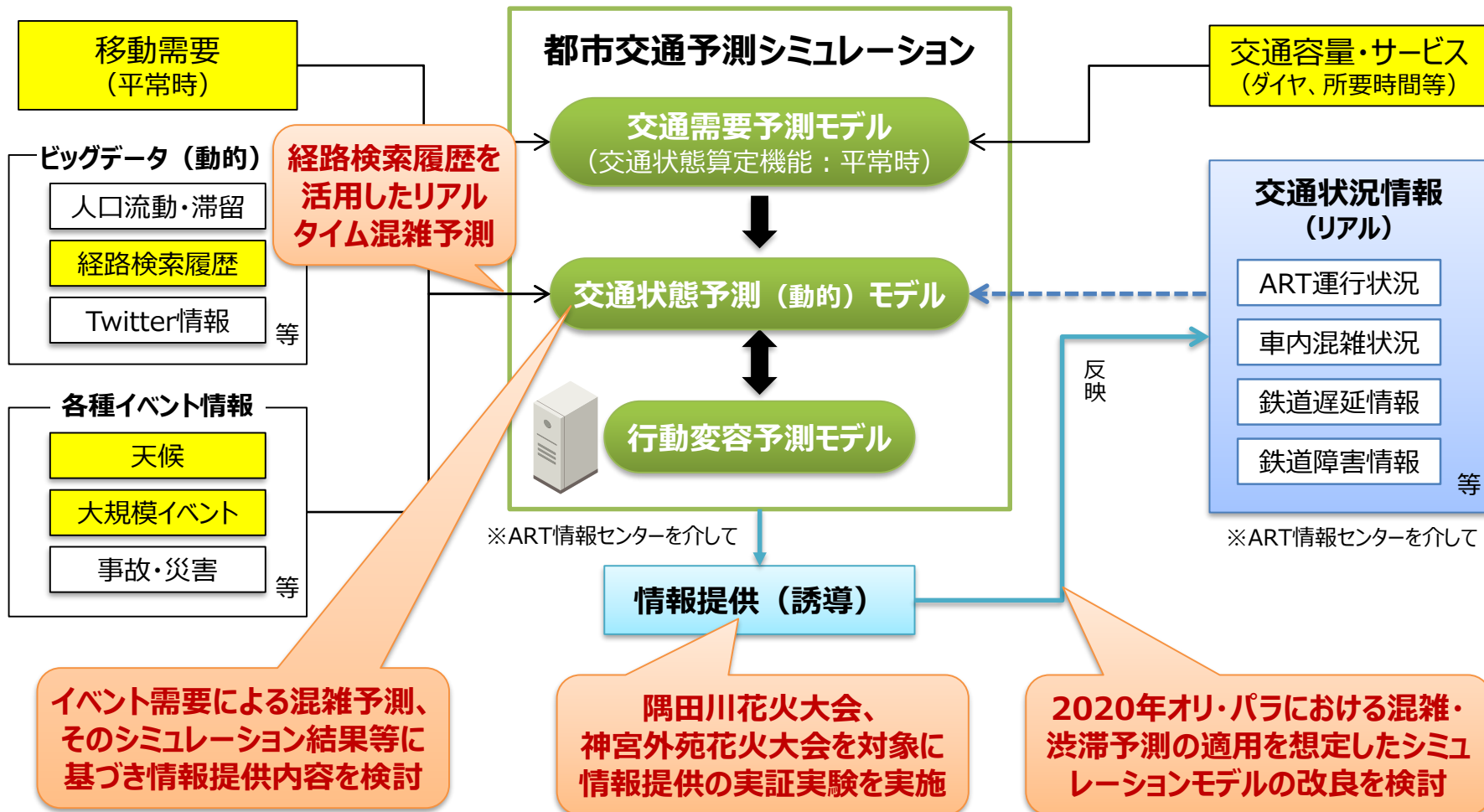


3. 実施内容

項目a③ 混雑予測及び混雑回避誘導手法の検討及び実証実験

■ 2018年度の検討内容

- 過年度の検討を踏まえた実証実験計画の詳細検討（隅田川花火大会、神宮外苑花火大会）
- 既存の経路検索サイトやアプリを活用し、来場者等に対して情報提供&行動変容に関する影響評価
- シミュレーションモデルの改良検討（リアルタイムにデータがインプットされることを前提としたモデル構等）



3. 実施内容

項目a③ 混雑予測及び混雑回避誘導手法の検討及び実証実験

■ 2018年度の実証実験の概要

- 今年度の実証実験は、隅田川花火大会と神宮外苑花火大会にて実施
 - ・ スマホアプリ等の利用者を対象としたアンケートによる検証
- 実証実験に際し、イベント時の需要を想定（設定）した上でシミュレーションにて主として鉄道の混雑を予測し、それらの情報を参考に実証実験における情報提供内容を検討、整理
 - ・ 隅田川花火大会では、情報提供のための事前のシミュレーションを実施
 - ・ 神宮外苑花火大会では、事後検証用のシミュレーションを実施

■ 実証実験の対象イベント

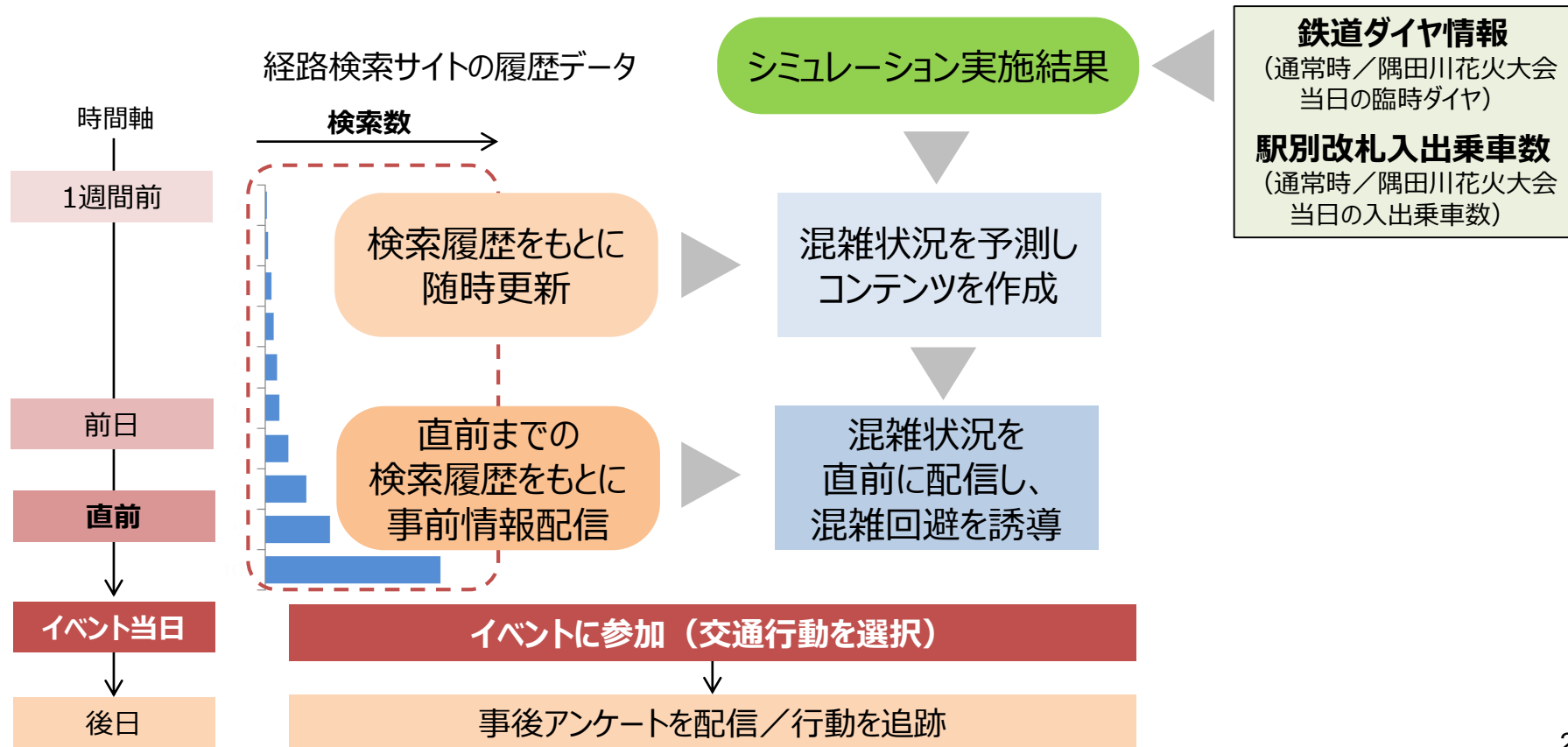
イベント	イベント日時	情報提供実施 協力企業
隅田川花火大会	2018年7月29日（日） 19:00～20:30 ※荒天のため翌日に延期	ナビタイム社 Yahoo社
神宮外苑花火大会	2018年8月11日（土） 19:30～20:30	Yahoo社

3. 実施内容

項目a③ 混雑予測及び混雑回避誘導手法の検討及び実証実験

■ 実証実験における情報提供

- シミュレーション結果をベースに、イベント直前までの経路検索サイトの履歴情報をもとに鉄道駅の混雑状況を予測し、観客（来訪が予想される方）に対して混雑を回避誘導するためのコンテンツを作成
- 来訪が予想される人にスマホ等で事前に情報提供（PUSH通知）し、混雑回避を誘導
⇒ 隅田川花火大会では、当日（7/29）に数千人を対象にPUSH通知（開封率は2~3割）
神宮外苑花火大会では、前日（8/10）に約500人を対象にPUSH通知



3. 実施内容

項目a③ 混雑予測及び混雑回避誘導手法の検討及び実証実験

■ 実証実験における情報提供（提供した情報）

- 混雑予測情報：イベントのため混雑が予想されるというメッセージと、リアルタイム性を有する混雑度情報（時間別駅別の混雑予報等）を提供
- 混雑回避推奨情報：「来場時間を早める」「鉄道下車（乗車）駅を会場最寄から変え、少し歩く」「最短ルートより空いている鉄道駅（路線）を選ぶ」等の混雑回避方法を示唆

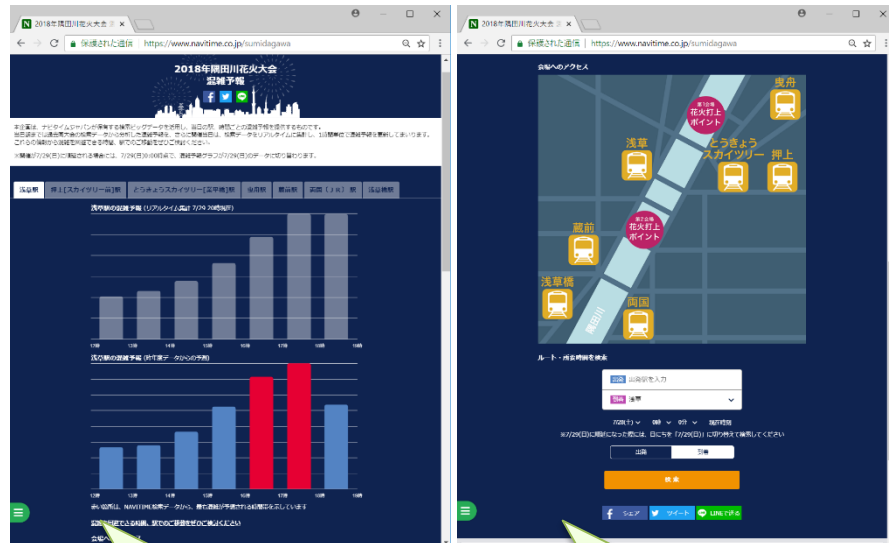
Yahoo版（隅田川花火大会の例）



混雑回避を推奨するブログ記事（混雑時間予報）

経路検索履歴に基づくリアルタイムな混雑予測情報

NAVITIME版（隅田川花火大会の例）



経路検索履歴に基づくリアルタイムな混雑予測情報

混雑回避を促すための利用経路の再検索フォーム

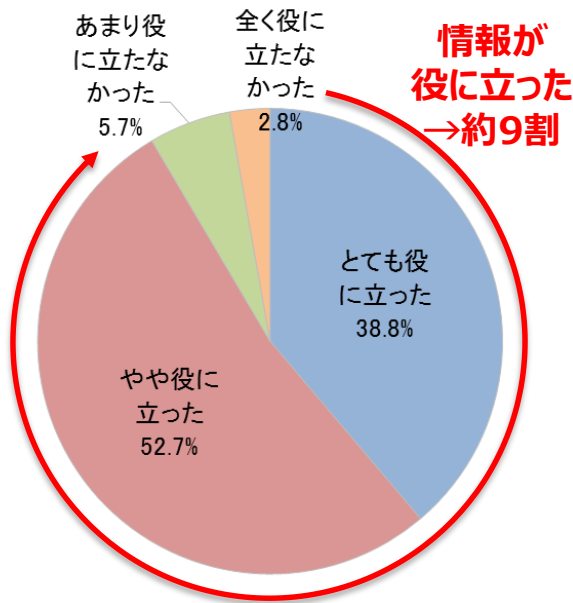
3. 実施内容

項目a③ 混雑予測及び混雑回避誘導手法の検討及び実証実験

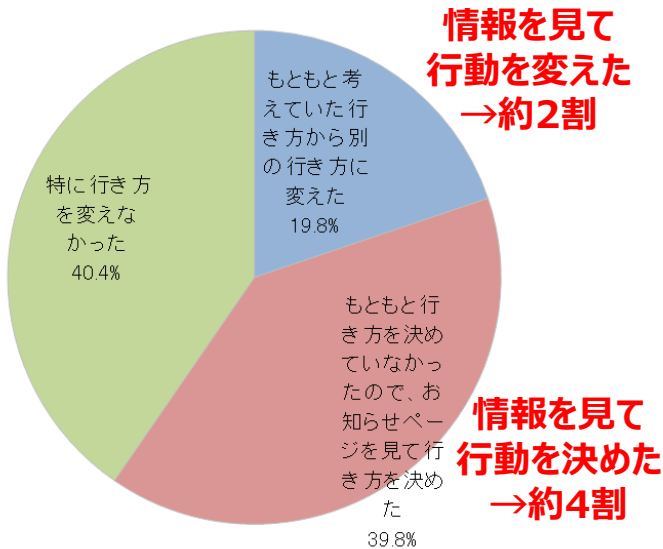
■ スマホアプリ等の利用者を対象としたアンケートによる検証

- 提供された情報（ブログ記事）を読んだ人のうち、およそ9割が「情報が役に立った」と回答
- 提供された情報（ブログ記事）を読んだ人の2割が、「もともと考えていたルートから別のルートに変えた」、4割は「行き方を記事を読んで行き方を決めた」と回答しており、情報提供の有用性を示唆
- 変更例として「早めに到着するようにした」「降りる駅を変えた」「路線を変えた」などの回答がみられた

■ あなたがご覧になった情報は役に立ちましたか (n=577)



■ 情報を見て、花火大会への行き方に影響がありましたか。あてはまるものを1つ選択ください (n=344)



■ 時間やルートの変更方の例

- 早めに到着するようにした (17名)
 - ・混んでいることがよく分かったので、時間は決めず、とにかく早く家を出た。余裕が持てた。 (千葉県・男性・17歳)
- 降りる駅を変えた (10名)
 - ・混雑状況を考慮し、東武スカイツリーラインのとうきょうスカイツリー駅で降車しました。(東京都・男性・29歳)
 - ・浅草駅下車を予定していたが曳舟駅で降りた。あまり混んでなかったのが穴場スポットだった。 (東京都・女性・21歳)
- 路線を変えた (5名)
 - ・都営地下鉄を使わずJRにした。(東京都・男性・50歳)

【サンプル】

隅田川花火大会後にYahoo!乗換案内アプリトップページからリンクを張り、調査回答した人 (N=9,998) のうち、お知らせページ (ブログ記事) を見た人 (N=577※花火に行かなかった人を含む)、花火に行き、かつお知らせページを見た人 (N=344) を対象に集計

3. 実施内容

項目a③ 混雑予測及び混雑回避誘導手法の検討及び実証実験

■ 混雑予測・混雑回避誘導に関するシミュレーションの実施結果（例：神宮外苑花火大会）

- 渋谷駅方面行きは、花火大会開始時刻の約3時間前の16時台に外苑前駅、および花火大会終了後の20時台に渋谷駅にてピークとなる
- 情報提供ありケース（20時半～21時半に出発する観客の3割を1時間遅く出発）では、20時台の混雑が約7%減少し、21時台の混雑が2%増加、22時台の混雑が13%増加。

⇒ 3割程度の観客が時間を変更すると、ピーク時の乗客1割程度の減（混雑緩和）に寄与

【基本ケース】花火大会観客需要あり、情報提供なしの場合（例：銀座線 渋谷駅方面行き）

渋谷駅方面行き		Time [hour]																			
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
銀座線	溜池山王	16%	14%	15%	20%	39%	47%	57%	69%	73%	80%	95%	114%	94%	75%	58%	67%	50%	42%	30%	20%
	赤坂見附	16%	12%	12%	16%	30%	38%	48%	58%	65%	71%	88%	110%	90%	74%	55%	65%	50%	42%	30%	20%
	青山一丁目	17%	12%	10%	14%	24%	33%	43%	52%	60%	69%	91%	114%	96%	81%	55%	65%	50%	42%	30%	20%
	外苑前	17%	11%	10%	14%	23%	35%	45%	54%	63%	71%	94%	125%	102%	83%	57%	70%	64%	54%	46%	3%
	表参道	17%	10%	8%	12%	21%	32%	43%	56%	63%	70%	80%	94%	67%	56%	55%	119%	98%	71%	57%	4%
	渋谷	16%	12%	8%	15%	25%	35%	43%	60%	68%	76%	91%	114%	96%	78%	74%	147%	134%	86%	84%	12%

花火大会の終了直後がピーク

花火大会の開始3時間前(開場時刻)がピーク

【情報提供ありケース】観客の3割に帰宅時間を変更してもらった場合（例：銀座線 渋谷駅方面行き）

渋谷駅方面行き		Time [hour]																			
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
銀座線	溜池山王	16%	14%	15%	20%	39%	47%	57%	69%	73%	80%	95%	114%	94%	75%	58%	67%	50%	42%	30%	20%
	赤坂見附	16%	12%	12%	16%	30%	38%	48%	58%	65%	71%	88%	110%	90%	74%	55%	65%	50%	42%	30%	20%
	青山一丁目	17%	12%	10%	14%	24%	33%	43%	52%	60%	69%	91%	114%	96%	81%	55%	65%	50%	42%	30%	20%
	外苑前	17%	11%	10%	14%	23%	35%	45%	54%	63%	71%	94%	125%	102%	83%	57%	69%	61%	55%	46%	3%
	表参道	17%	10%	8%	12%	21%	32%	43%	56%	63%	70%	80%	94%	67%	56%	55%	109%	103%	78%	57%	4%
	渋谷	16%	12%	8%	15%	25%	35%	43%	60%	68%	76%	91%	114%	96%	78%	74%	136%	136%	97%	84%	12%

3割の観客をずらすことでピーク時の乗客を1割減

3. 実施内容

項目a③ 混雑予測及び混雑回避誘導手法の検討及び実証実験

■ 今年度の成果（まとめ）

- 大規模イベント等における混雑予測と混雑回避誘導をめざして、シミュレーション結果をベースに、イベント直前までの経路検索サイトの履歴情報をもとに鉄道駅の混雑状況を予測し、観客（来訪が予想される方）に対して混雑を回避誘導するためのコンテンツを作成するとともに、その効果をアンケート調査やシミュレーションにより検証

■ オリ・パラ大会時における本取組（技術）の社会実装に向けて

- 大会組織委員会が運営する輸送センターが全体を統括し、東京メトロ等の交通事業者よりデータ提供を受けて交通予測シミュレーションの実施によりヒートマップの作成、測地的な混雑予測を実施
- 上記の情報を踏まえ、既存のアプリサービスを活用して情報提供を担う等の枠組みを想定

■ 本取組（技術）の社会実装に向けた課題

- シミュレーションモデルの改良（モデル構造、パラメータの見直し等）により、駅改札の外における流入規制や交通行動をより適切に評価
- 関係機関との連携（交通事業者等によるデータ提供等）と情報提供の前提となる組織体制の構築
- オリ・パラ大会終了後のレガシーとして、日常的な交通混雑等への適用とより良い交通環境の創造に向けた検討

3. 実施内容

項目a④ ART利用者歩行アクセシビリティ支援

➤ 各年度における実施概要

平成27年度

基礎調査・検討 (2ヶ月間)



- 個々の特徴に応じたルート案内に必要な情報 (必要情報) の基礎調査 (鉄道/バス/徒歩、屋内/屋外/施設内)
- ITリテラシーの高いリードユーザを対象としてルート案内の現地検証 (基礎検討)
- 個々の特徴に応じたルート案内の課題・要件を抽出
- 翌年度の現地検証に向けた企画

平成28年度

必要情報の調査及び活用方法の検討・評価



- 必要情報検討とデータ収集方法 (データ収集アプリ) の基礎検討
 - 個々の特性に応じたルート案内検討 (現地検証)
 - PICS連携による交差点横断
 - 屋内外シームレス案内※※ 平成29年度よりSIPでは屋外に注力
 - バス乗降/混雑通知案内の有用性基礎検討
- 大規模実証実験に向けた必要情報収集/歩行ネットワーク構築へ

平成29年度

データ収集アプリを活用した歩行ネットワーク構築実証実験



- データ収集アプリによる必要情報収集実証実験
 - バリア・バリアフリー情報の投稿
 - GPS軌跡情報収集による属性ごとの推奨ルートの検討
- ⇒歩行ネットワーク構築、推奨ルート検討

構築した歩行ネットワークを、平成30年度の個々の特徴に応じたルート案内実証実験に活用

3. 実施内容

項目a④ ART利用者歩行アクセシビリティ支援

➤ 歩行ネットワークデータやリンクコストパラメータを活用したパーソルナビの作成

平成29年度実施

**歩行ネットワークデータ
(通れたマップ)**



**歩行ネットワーク
内のデータ**

通行不可	通行可
重いず通行不可	通行可
重いず通行困難	通行困難
視覚障害者通行不可	通行可
視覚障害者通行困難	通行困難でない
誘導状態	誘導道路
誘導ブロック	なし
手すり	なし
横断勾配	なし
信号機	あり
押ボタン信号	なし
音響信号	なし
歩車分離信号	なし
音延長信号	なし
道路幅員	0.未調査
横断勾配率	7[%]
段差サイズ	3[cm]

終点ノード情報
日時規制リンク情報
ユザ定義

平成30年度実施

**リンクコストパラメータ
& 投稿データの精査**



**上り坂が
少しい**

バリア情報

**道幅広い、
通りやすい**

バリアフリー情報

★ : 歩行経路軌跡
☆ : 投稿データ

平成30年度実施

**パーソルナビの試作と
特徴に応じたルート案内 (イメージ)**

身体属性を設定しよう



歩行ネットワークデータ
+ リンクコストパラメータ
で通りやすいルートを案内

特徴を設定

**上り坂が
少しい**

**バリア・バリアフリー情報を表示
(投稿データ利用)**



Z18LE第1267号

3. 実施内容

項目a④ ART利用者歩行アクセシビリティ支援

➤ パーソナルナビの試作

身体属性の設定とルート検索

身体属性の設定



- ベビーカー
- 手動車いす
- 電動車いす
- 全盲
- 弱視
- 足腰弱い

ルート検索



出発地、到着地を
指定して検索



ART想定バスを含む
検索結果を表示

3. 実施内容

項目a④ ART利用者歩行アクセシビリティ支援

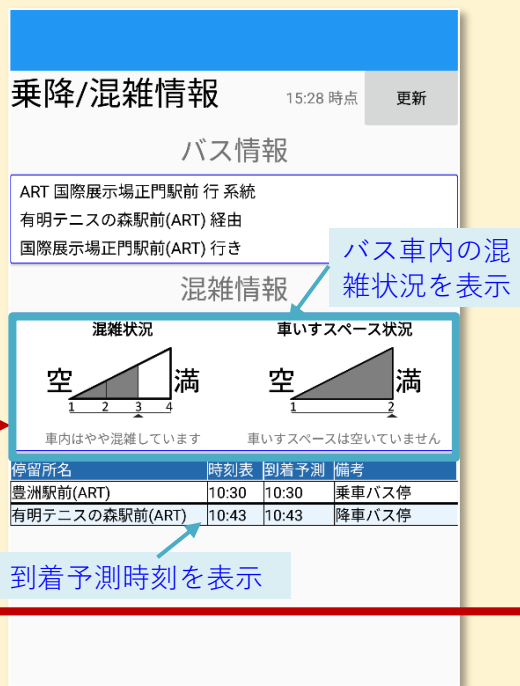
➤ パーソナルナビの試作

乗降／混雑情報の通知と特徴に応じたルート案内

乗り継ぎ案内情報



乗降／混雑情報



特徴に応じたルート案内



- ART想定バスの接近情報、降車情報と混雑情報を通知
- ART想定バスの運行実績情報を加味した到着予測時刻を動的に通知

設定された身体属性を考慮した徒歩ルート案内を表示

3. 実施内容

項目a④ ART利用者歩行アクセシビリティ支援

➤ パーソナルナビの試作

リンクコストパラメータを反映した特徴ごとの徒歩ルート

従来ナビの徒歩ルート



以下を“リンクコスト”として反映

- バリア・バリアフリー情報によるリンクの重み付け
(バリアのあるリンクを回避し、バリアフリーのあるリンクを優先するような重み付け)
- 特徴ごとで、通行プローブの多いリンク（高頻度経路）を優先するような重み付け

パーソナルナビによる特徴ごとの徒歩ルート



- 段差（バリア）を避けるルート
- 通行プローブの多いルート

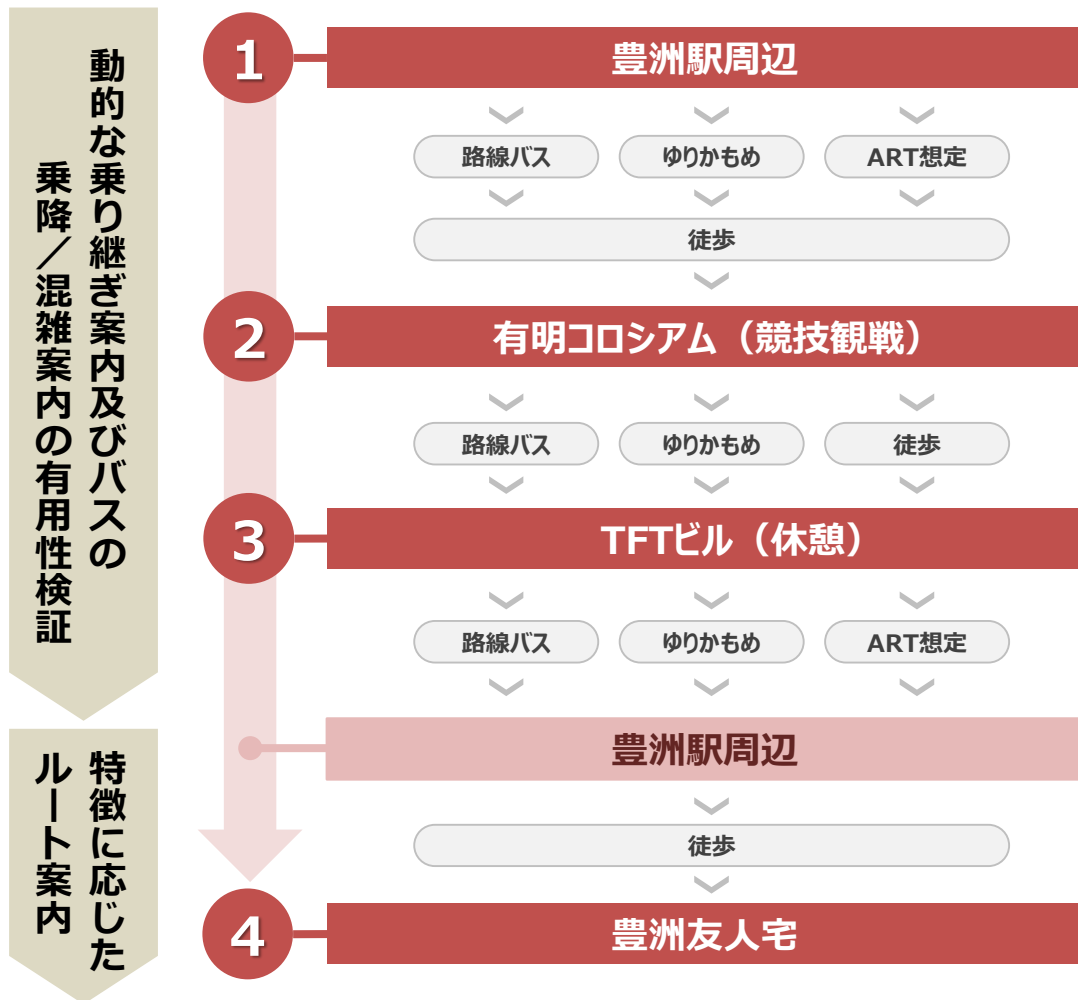


- 音響式信号とエスコートゾーン（バリアフリー）のある交差点を優先
- 点字ブロックがあり、直線的なルート(方向を誤りにくい)

3. 実施内容

項目a④ ART利用者歩行アクセシビリティ支援

- 大規模実証実験 日程：平成30年10月1日～11月7日（計25回） *リハーサル：10月1日
- 対象エリア：豊洲、有明
- 参加者：合計21名（視覚障がい者8名、車いす使用者6名、ベビーカー使用者4名、高齢者3名）
- スタッフ／視察者（延人数）：218名／26名



3. 実施内容

項目a④ ART利用者歩行アクセシビリティ支援

➤ 大規模実証実験の様子

※ 京成バス株式会社様、東京都交通局様にご支援・ご協力いただきました



実証実験前の説明・レクチャー風景



ART想定 車内風景



ART想定仮想停留所 (TFTビル付近)



車いす使用者



視覚障がい者

まち中でのアプリ操作



高齢者



ベビーカー使用者

3. 実施内容

項目a④ ART利用者歩行アクセシビリティ支援

➤ 参加者の声 大規模実証実験：動的な乗り継ぎ案内及びバスの乗降／混雑案内の有用性検証

視覚障がい者

- (バスの乗車通知に) これはあった方がいいでしょう。
- (乗車しようとするバスが) ぎゅうぎゅう詰めの満員状況かどうか分かるのなら、盲導犬が乗れるかどうかの判断に使える。
- (乗車中に) バスを降りるタイミングを教えてもらえるのはありがたい。「まもなく1つ前の停留所です」は、わかりやすい。
- 目当ての交通機関が運転を見合わせているときに、別な交通機関を提示されたとしても、すぐにそっちに変えよう、とはならない。 予め、念入りに下調べをしてから出掛ける。いくつか代替ルート の提案があるなら選べるかもしれない。

高齢者

- 座れないようだったら、少し歩いても別の路線に変更したいぐらいなので、車内混雑情報は有用。
- 電車に比べてバスは座席数が少ないため、座れるか否かは乗車の判断材料になる。
- 降車するバス停を1つ前で教えてくれると、そろそろ降りようかと準備ができる。

車いす使用者

- 油断していたり、眠かったりする時、降車のお知らせがあると、準備ができる。特に、降りる時にお知らせが必要。
- 混雑情報は、「次のバス」と「その次のバス」まで一度に見れると、どうしようか考えることができる。
- 混雑していて人が座って居ることが分かって、その情報をどう活用して良いか分からない。むしろ、バスの方に車いすで乗りたい人が次の停留所に居ることをお知らせ出来るようにしてもらった方が良い。
- 乗車したあとにどれくらい混雑するかも重要。後で混雑してきて、立っている乗客のリュックで顔を押しされたり、降りにくかったりすることもある。

ベビーカー使用者

- 初めての場所、不慣れの場所なら、降りるバス停を教えてくださいるのは安心。
- 混雑状況は、乗る前に知りたい。そのバスに乗るか、次のバスを待つかを判断できる。
- (乗り継ぎ案内は) 遅れが発生しているルートによる移動と迂回ルートを使った移動の比較が分かるようになっていれば有用だと思う。

3. 実施内容

項目a④ ART利用者歩行アクセシビリティ支援

➤ 参加者の声 大規模実証実験：特徴に応じたルート案内

視覚障がい者

- 特徴に応じたルート案内では、音響信号のある道を案内されるのが良かった。
- 特徴に応じたルート案内では、何か喋ってほしいな、と思うタイミングでナビがあった。
- 安全島の有無について案内してほしい。
- ナビを聞き逃した場合に備え聞き直せるようにしてほしい。
- タイミングが肝心。横断歩道も、渡り切ったところで次の行動の案内をしてくれないと忘れてしまう。
- 誘導用ブロックがあるかどうかは、教えてほしい。あるなら探したい。

高齢者

- 従来ナビと比較して、大きな変化や効果的な機能がルート上はなかったように感じたが、案内の音声の回数が多いので、利用者としては安心感がありそうに思う。
- 特徴に応じたルート案内の方では、自分にとってのリスクを事前に把握できるのは大きい。
- 時間がかかっても良いので、バリアのないルートも選択できると良い。

車いす使用者

- 特徴に応じたルート案内は、最短で、安全だったと思う。信号のある横断歩道、段差の小さい場所を案内してくれたのは良かった。とても役に立つ。
- このナビが改善されれば、初めての場所でも怖くない気がする。
- 横断歩道を渡りきったところの傾斜が手動車いすにとっては重要。その情報があると良かった。
- 「この先、狭くなる」といった音声案内がほしい。

ベビーカー使用者

- 特徴に応じたルート案内では、交通量の少ない歩道を選択してくれて、歩きやすと感じた。ベビーカーだけでなく、小さい子どもを連れているときにも役立ちそうと感じた。
- 人と自転車の多さが解消されていた。より安全な道を案内してくれる。ベビーカーで二人で歩くと場所をとる。人がより少ない道の案内は役立つ。
- ベビーカーユーザーに薦めたい。「段差があることをアナウンスしてくれる」という点をウリにして薦めると思う。

3. 実施内容

項目a④ ART利用者歩行アクセシビリティ支援

➤ 大規模実証実験での受容性・有用性の評価と考察

定性的評価

- 参加者からは、**情報提示が分かりやすく使いやすい**アプリであると、**概ね高評価**を得られた。
- 一方で、バリア・バリアフリー情報の捉え方には個人差があり、自身がバリア・バリアフリーと感じる情報の提示（パーソナライズ）が望ましいとの意見もあった。
- バスの情報に関しては、今回提示した情報を有益と感じる声が多かったが、**感じ方には、属性や個人によって多少のバラツキがあった**。

定量的評価

以下の評価観点を1～5の5段階で、参加者が点数評価（アンケート結果）

評価観点	平均評価点
乗降支援通知は役に立つか	4.2
車内混雑情報は役に立つか	4.0
パーソナルナビは従来ナビより役に立つか	4.2
パーソナルナビを今後使いたいか	4.7
パーソナルナビを他人に薦められるか	4.2
計	4.3

まとめと考察

- 交通制約者の特徴を考慮したルート案内の受容性・有用性については、定性的にも定量的にも一定の評価を得られた。
- 多種多様な意見やフィードバックがあり、情報提示やアプリのユーザビリティに関して考慮すべき点は多々あるが、今後、交通制約者を含む幅広いユーザへの、適切なルート案内（よりパーソナライズされたナビゲーション）を実現していく上で、大きな一歩を示せた。

3. 実施内容

項目a④ ART利用者歩行アクセシビリティ支援

➤ SIP研究成果の社会実装に向けた取り組み

「パーソナルナビゲーション」モニター配信 (http://corporate.navitime.co.jp/topics/pr/201811/13_4630.html)



- 交通制約者の特徴に応じた徒歩ルート案内を、豊洲・有明エリアを対象としてモニター配信（平成30年11月13日～平成31年1月31日）
- バリア、バリアフリー情報を考慮したルート提示や音声案内など、パーソナルナビとほぼ同等の機能を体験可能

データ収集アプリ「やさしいちず」一般公開 (http://corporate.navitime.co.jp/topics/pr/201811/30_4634.html)



- バリア・バリアフリー情報や歩道上の気付きを投稿可能なデータ収集アプリを一般公開（平成30年11月30日開始）
- シンプルなデザインで、視覚障がい者を含むさまざまなユーザが手軽に操作できるように操作性を追求

3. 実施内容

項目a④ ART利用者歩行アクセシビリティ支援

➤ 必要なデータの収集からルート案内の提供まで 持続可能な社会をめざして

安全・安心・快適な移動に必要な情報の不足



- ・個々の特徴を考慮したルート案内への期待
- ・歩行ネットワークが全国的に未整備

歩行ネットワーク整備に必要なデータを収集

投稿したい場所でスマホを振ろう



投稿の高さはどう感じる？

- 通行困難
- 通行可能だが要注意

まち中でバリア／バリアフリーと感ずるデータを投稿、歩行記録も収集

データ収集アプリ「やさしいちず」



投稿データと歩行記録の「見える化」と分析



“バリア／バリアフリーと感ずる場所は？”
“通れるところはどこ？”などを「見える化」して分析

パーソナルナビ

個々の特徴に応じたルート案内の実現



「通れたマップ」を活用することで、個々の特徴に応じたルート案内を提供

データ収集～ルート案内提供までのサステイナブルプロセスモデル案

収集データの分析結果から歩行ネットワークを作成



道幅広い、通りやすい

上り坂が少なきつい

分析結果から、個々の特徴に応じて、通りやすい／通りにくいを考慮した歩行NWである「通れたマップ」を作成

3. 実施内容

項目a④ ART利用者歩行アクセシビリティ支援

■今年度の成果（まとめ）

- バリア・バリアフリー情報及び、特徴ごとの通行プローブ量を加味したリンクコストパラメータを作成。
- 平成29年度作成の歩行ネットワークデータとリンクコストパラメータを活用したパーソナルナビを試作。
- バスの乗降／混雑案内と特徴に応じたルート案内に関する大規模実証実験を実施。

参加者からは、概ね高い評価を得られた。

日程：平成30年10月1日～11月7日（計25回） ＊リハーサル：10月1日

参加者：21名

スタッフ：218名（数字は延べ数）

視察者：26名（数字は延べ数）

- SIP研究成果の一環として、「パーソナルナビゲーション」をモニター配信、「やさしいちず」（データ収集アプリ）を一般公開。

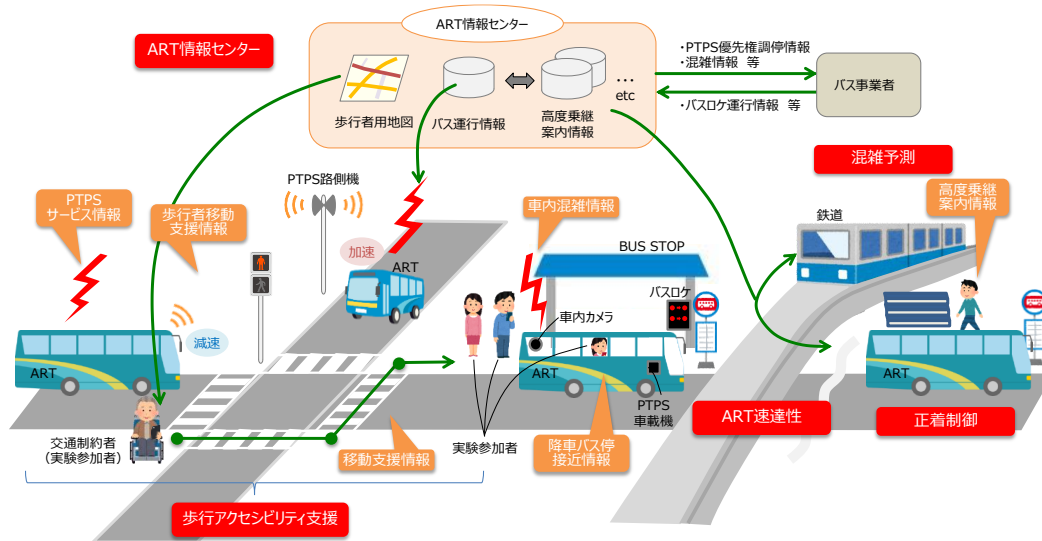
3. 実施内容

項目c 大規模実証実験の実施・管理

次世代バス技術体験会の実施概要

■位置づけ

- 次世代バス技術体験会は、個別に開発・検証される要素技術を参加者がワンストップで体験できる機会を創出



▲次世代バス技術体験会の全体イメージ

■実施日

- 2019年2月6日、7日（10:00 – 17:00）

■実施場所

- TFTビル西側G1臨時駐車場 – 豊洲駅および周辺エリア、ならびにTFTビル内ホール展示

■実施概要

- 参加者は仮想ART（バス）に乗車し、移動しながら開発した各技術を公道上で体験（具体は次頁を参照）
- ART情報センター、混雑予測については、TFTビル内でのパネル、動画等の展示により機能を紹介

3. 実施内容

項目c 大規模実証実験の実施・管理

次世代バス技術体験会の実施内容と走行コース

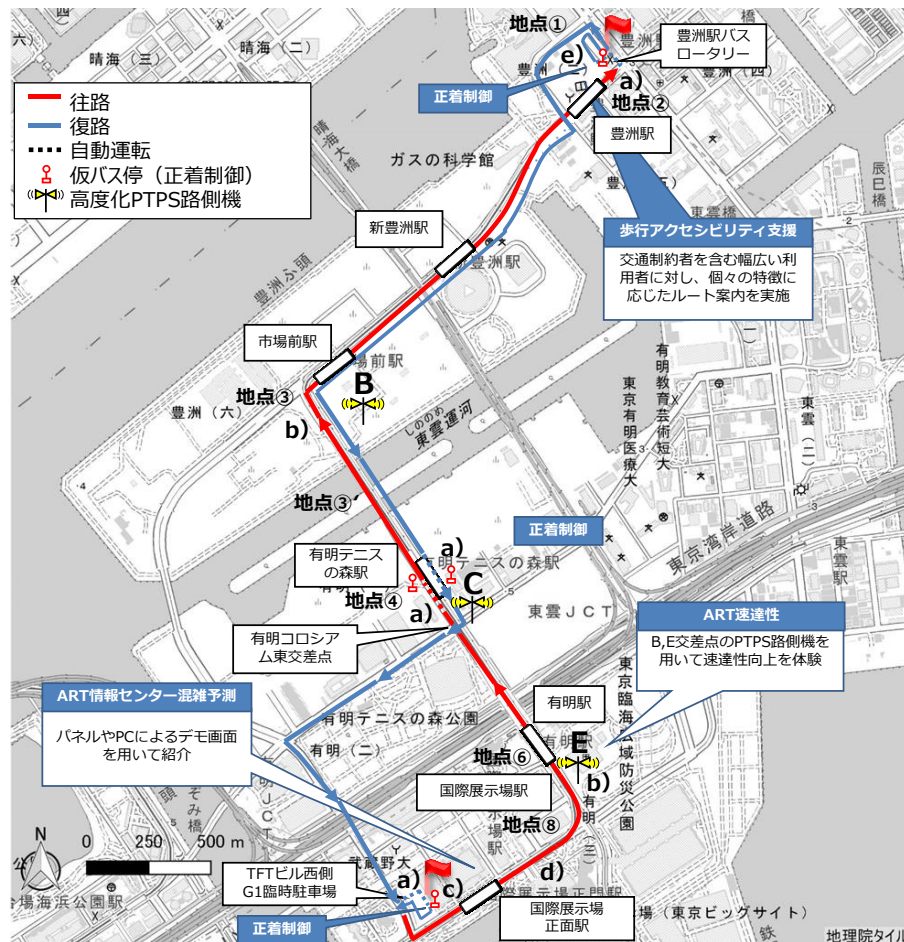
■実施内容

- a) 正着制御技術、ならびに自動走行技術の体験
- b) 高度化PTPSの体験
- c) バス内の車いすスペース満空情報提供の体験
- d) 車内ディスプレイによる各開発技術の解説
- e) パーソナルナビアプリによるルート案内の体験

■走行コース

以下2種類の走行コースを設定

- ① TFT西側G1臨時駐車場 – 豊洲駅間の往復走行コース（約10km）
 - ・ 豊洲駅ロータリー、有明テニスの森駅付近（北向き、南向き）、TFTビル西側G1臨時駐車場の計4箇所です上記a) を実施
 - ・ TFTビル西側G1臨時駐車場で上記c) を実施
 - ・ コース上で上記b) 、d) を実施
 - ・ 豊洲駅周辺でe) を実施
- ② TFTビル西側G1臨時駐車場内走行コース
 - ・ 駐車場で上記a) を実施



▲次世代バス技術体験会の走行コース

3. 実施内容

項目c 大規模実証実験の実施・管理

➤ 次世代バス技術体験会のバス運行規模

■ バスの運行台数

- ジェイテクト社のバス1台を使用
- ① TFT西側G1臨時駐車場 – 豊洲駅間の往復走行コース
 - 1日の運行本数は5便
(10:00、11:30、13:00、14:30、16:00)
 - 1走行50分程度
 - 2/6 10:00便はメディア用として運行
- ② TFT西側G1臨時駐車場内走行コース
 - 1日の運行本数は4便
(11:15、12:45、14:15、15:45)
 - 1走行10分程度



▲ 体験会に用いたジェイテクト社バス

■ 乗車可能人数

- ① TFT西側G1臨時駐車場 – 豊洲駅間の往復走行コース
 - 1便あたりの乗車可能人数は最大18名 (2日間で最大180名乗車可能)
- ② TFT西側G1臨時駐車場内走行コース
 - 1便あたりの乗車可能人数は最大18名 (2日間で最大144名乗車可能)

3. 実施内容

項目c 大規模実証実験の実施・管理

▶ 次世代バス技術体験会当日の様子

■ 参加人数

- 2日間で総勢282人（うち、駐車場内コース115人含む）参加。

■ 1日目（2019年2月6日）



▲TFTビル西側G1臨時駐車場内でのバス走行の様子

■ 2日目（2019年2月7日）



▲豊洲駅バスロータリーでの正着制御の様子



▲車いす使用者の乗降の様子



▲TFTビル西側G1臨時駐車場内での参加者の様子

3. 実施内容

項目c 大規模実証実験の実施・管理

アンケート実施概要

■ 目的

- 次世代バス技術体験会による技術の理解度や受容性、ならびに各技術の実用化に向けた課題の把握

■ 実施概要

▼ アンケート実施概要

概要	
実施対象	次世代バス技術体験会でのバス体験乗車者
実施方法	次世代バス技術体験会参加者に対して受付時にアンケートを配布し、バス車内で回答
取得サンプル	164サンプル

アンケート用紙

次世代バス技術体験会に関するアンケート	
1. 次世代バス技術体験会について	
1-1 次世代バス技術体験会では、どの運行コースを体験しましたか。	<input type="checkbox"/> F1 ビル・標準運行コース <input type="checkbox"/> 駐車場コース
1-2 次世代バス技術体験会は満足いただけましたか。	不満足 ←1・2・3・4・5→ 満足
2. 個別の要素評価及び ART について	
<高度化 PTPS>	
2-1 高度化 PTPS の機能を理解できましたか。	理解できなかった ←1・2・3・4・5→ 理解できた
2-2 実際に高度化 PTPS を体験していただき、満足し、定時性にもたらす効果を実感できましたか。	実感できなかった ←1・2・3・4・5→ 実感できた
2-3 高度化 PTPS の機能を有効に感じましたか。	有効に感じなかった ←1・2・3・4・5→ 有効に感じた
2-4 今後、高度化 PTPS の機能を導入したいと思いませんか、今の運行に比べてどのくらい期待しますか。	導入に期待 ←1・2・3・4・5→ 導入に期待しない
2-5 導入にあたって懸念される課題があればご記入ください。	
<正着制御>	
2-6 正着制御の機能を理解できましたか。	理解できなかった ←1・2・3・4・5→ 理解できた
2-7 実際に正着制御を体験していただき、その効果を実感できましたか。	実感できなかった ←1・2・3・4・5→ 実感できた
2-8 正着制御の機能を有効に感じましたか。	有効に感じなかった ←1・2・3・4・5→ 有効に感じた
2-9 今後、正着制御機能のバスを導入したいと思いませんか、今の運行に比べてどのくらい期待しますか。	導入に期待 ←1・2・3・4・5→ 導入に期待しない
2-10 導入にあたって懸念される課題があればご記入ください。	
<バス乗降サービス>	
2-11 バス乗降サービス（車内乗降、乗降支援）の機能を理解できましたか。	理解できなかった ←1・2・3・4・5→ 理解できた
2-12 バス乗降サービスの機能を有効に感じましたか。	有効に感じなかった ←1・2・3・4・5→ 有効に感じた
2-13 今後、バス乗降サービスを導入したいと思いませんか、今の運行に比べてどのくらい期待しますか。	導入に期待 ←1・2・3・4・5→ 導入に期待しない
2-14 導入にあたって懸念される課題があればご記入ください。	
<ART 全体>	
■ 「ART (Advanced Rapid Transit)」とは「すべての人に優しく、思いやりの移動手段を提供する」ことを基本理念とし、高度化 PTPS、正着制御、バス乗降サービス等の各種機能が集積した次世代都市交通システムです。	
2-16 ART 全体の機能を評価していただき、一連のサービスとして有効に感じましたか。	有効に感じなかった ←1・2・3・4・5→ 有効に感じた
2-17 今後、ART 実現のために必要と懸念される開発すべき技術があればご記入ください。	
3. 地域の公共交通の現状と課題について（自治体関係者、交通事業者の方のみ回答）	
3-1 地域の公共交通（特にバス）について、どのような課題があるかご記入ください。	
お寄せについて	
年齢	性別
10代・20代・30代・40代・50代・60代・70代・80代以上	<input type="checkbox"/> 男性 <input type="checkbox"/> 女性 <input type="checkbox"/> 回答しない
各項目の回答および ART にご興味をお持ちでしたらまた見えない範囲で、下記にご記入ください。	
お名前	
勤務先・所属組織等	
ご住所（勤務先でも結構です）	
電話番号	
Eメールアドレス	
アンケートは以上です。ご協力ありがとうございました。	

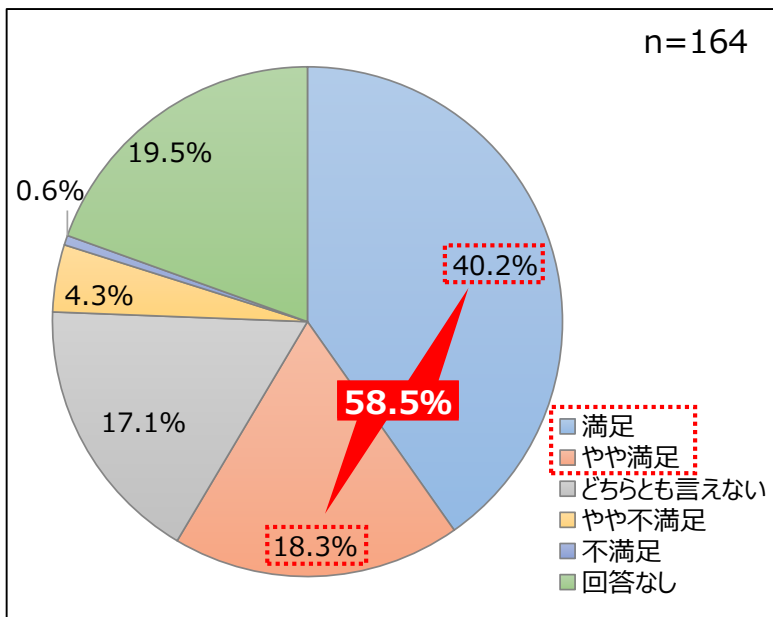
(裏面に続きます。)

3. 実施内容

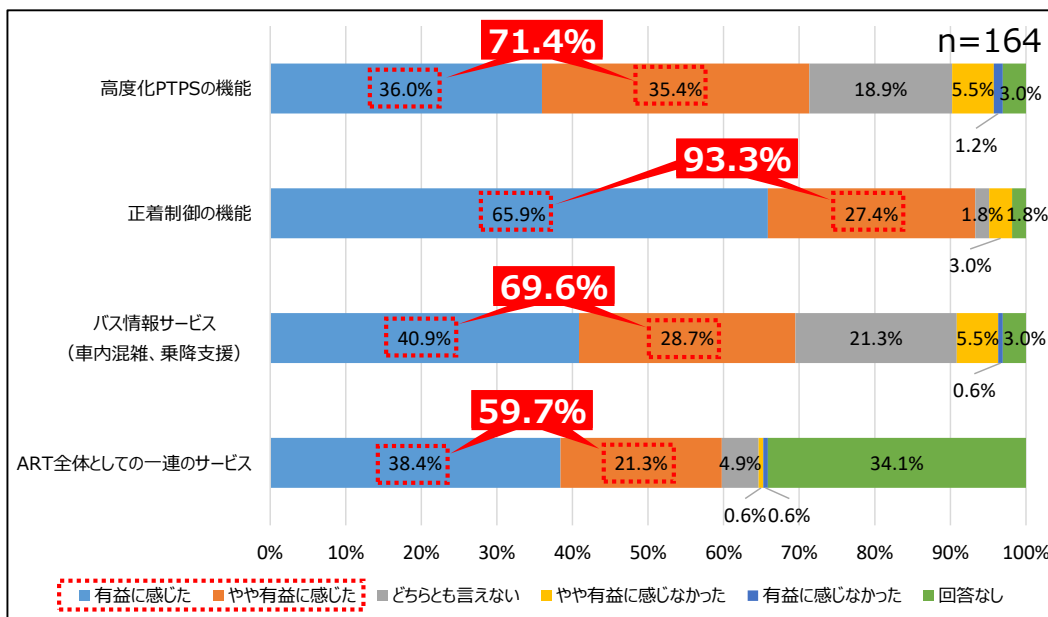
項目c 大規模実証実験の実施・管理

アンケート結果

結果



▲次世代バス技術体験会の満足度



▲各技術ならびにARTサービス全体の有益度

- 次世代バス技術体験会の満足度について、「満足」「やや満足」で全体の約6割を占めた。
- 高度化PTPSの機能の有益度について、「有益に感じた」「やや有益に感じた」で全体の約7割を占めた。
- 正着制御の機能の有益度について、「有益に感じた」「やや有益に感じた」で全体の約9割を占めた。
- バス情報（車内混雑、乗降支援）サービスの有益度について、「有益に感じた」「やや有益に感じた」で全体の約7割を占めた。
- ART全体としての一連のサービスにおける有益度について、「有益に感じた」「やや有益に感じた」で全体の約6割を占めた。

3. 実施内容

項目c 大規模実証実験の実施・管理

■今年度の成果（まとめ）

- 高度化PTPSの活用、正着制御に係るセンシング技術や制御技術、歩行者移動支援システム、混雑予測及び混雑回避誘導手法、ART情報センター機能の各技術について、大規模実証実験ならびに下記の次世代バス技術体験会の実施にあたり、全体の進捗管理や関係者との調整支援等の全体取りまとめを実施
- 2019年2月6、7日に、参加者がワンストップで各要素技術を体験できる機会を創出するため、次世代バス技術体験会を開催し、2日間で関係省庁、自治体、バス事業者等を含む総勢282人が参加
- 体験会参加者に対してアンケート調査を実施した結果、約6割程度の参加者がARTの一連のサービスについて「有益」、または「やや有益」に感じていると回答