

第12回 日本ITS推進フォーラム

自動走行システム

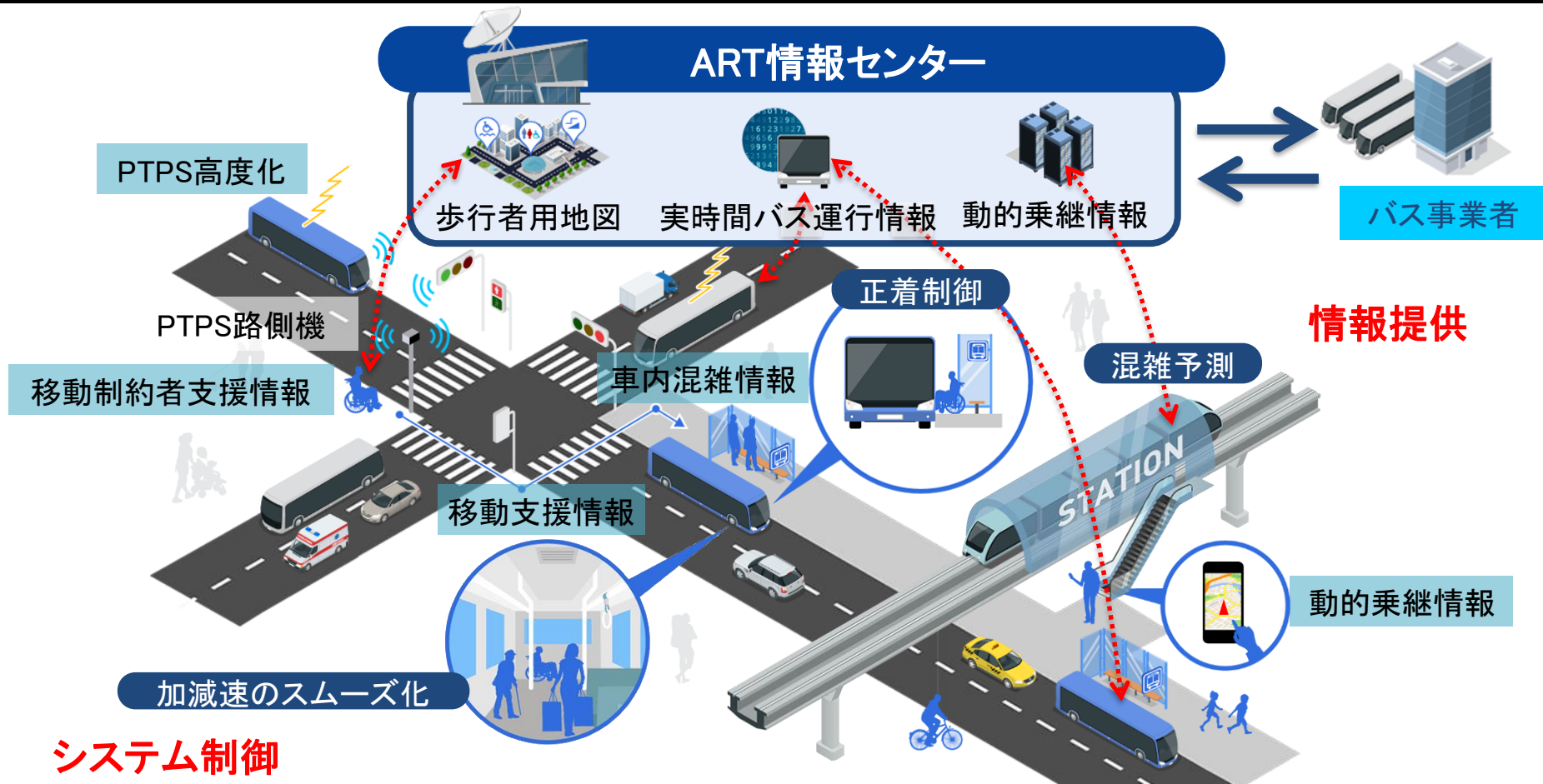


Next Generation Transport

川本 雅之

SIP-adus次世代都市交通WG副主査／筑波大学



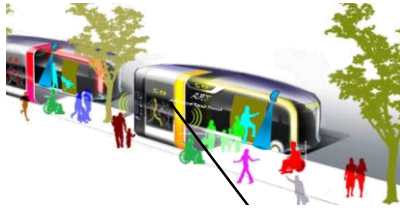


歩行者移動支援システム (歩行支援)



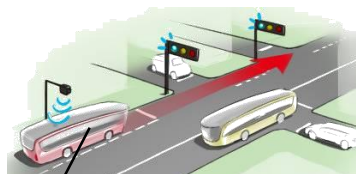
歩行者横断支援システム
PICS

乗降アクセシビリティ向上 (停車時間短縮)



正着、スムーズ加減

ストレスフリーな公共交通移動 (走行中の速達性確保)



公共交通優先信号システム
高度化PTPS

端末交通システム



交通制約者移動支援情報提供



ARTおよび周辺利用情報提供のための
オープンプラットフォーム

ART情報センター



- ・混雑予測
- ・動的接続案内



ART情報センターによる情報の有機的結合

バス停端とバスステップの距離や段差は
車椅子利用者の自立した行動を阻害する



視覚障害者にとって
バス停端とバスステップの距離は深さも高さも見えない谷間



正着への想いは世界共通

米国オハイオ州
グリーブランド



米国ミシガン州
グランドラピッド

1. 正着誘導線の法令適合化と一般道路利用者への影響検証
2. 磁気マーカーによる正着誘導
3. 既存地物を活用したセンサフュージョンによる正着誘導
狭いバス停等の悪条件下での正着性能向上



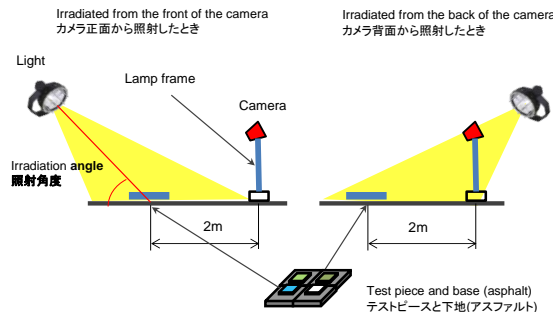


2018 2.13日本自動車研究所(つくば市)での実験風景

- 誘導線に使用する線の色、光などの条件を変更した場合に、カメラを通じて認識されるコントラスト比を計測
- 実験結果から「システムの認識性」を確認し、誘導線に使用する色等を選定

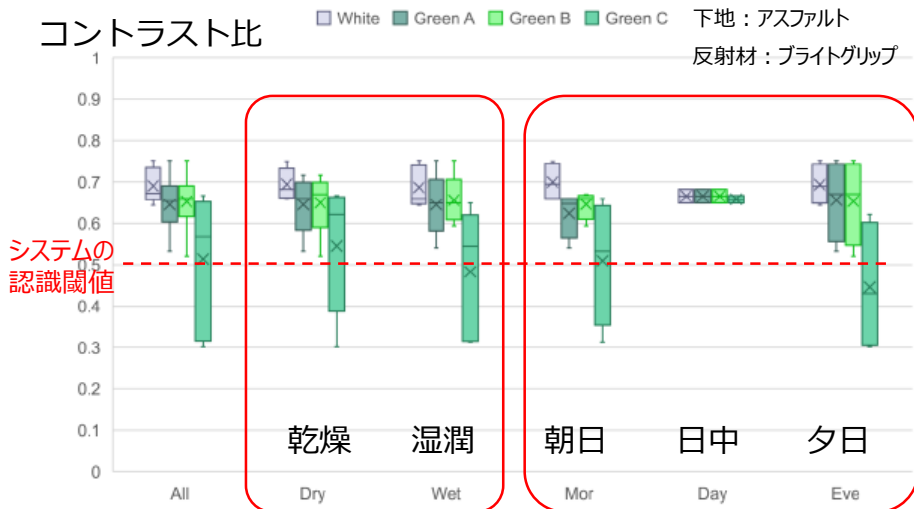
■ ラボでの実験条件の組み合わせ

テストピース		色	白、グリーンA、グリーンB、グリーンC、オレンジ、ピンク、紫、青
		反射材	ガラスビーズ、AWT、ブライトグリップ
		下地	アスファルト、ベンガラ、遮熱性舗装
計測条件	日中	太陽光	朝日、日中、夕日（をライトで再現）
		照射方向	前方、後方照射、角度
		湿潤	乾燥、湿潤
	夜間	街路灯	街路灯あり、なし



基礎性能評価：朝日/日中/夕日 + 乾燥/湿潤

Image contrast of candidate colors, grouped

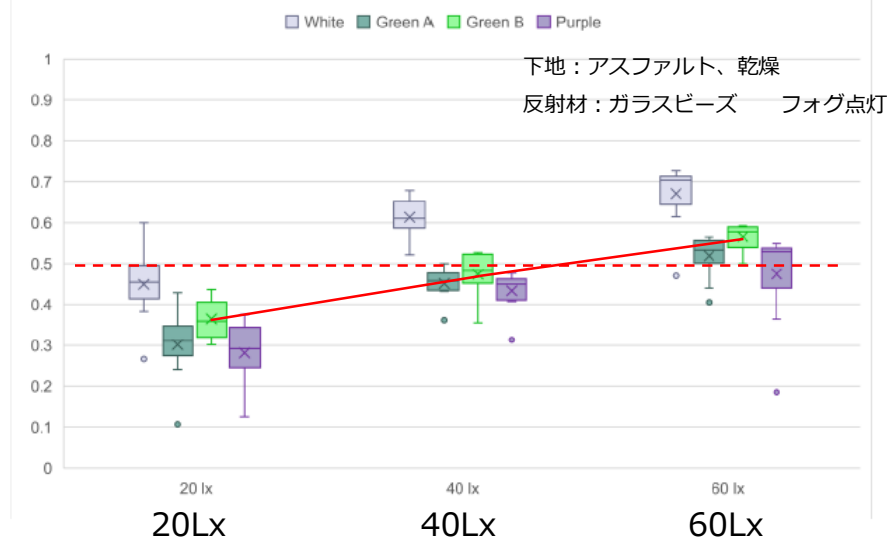


乾燥・湿潤での
差異は無し

朝日・夕日の場合、色に
依る性能差が生じる

夜間ヘッドライト評価：街路灯照度の効果確認

Contrast against asphalt, combined results



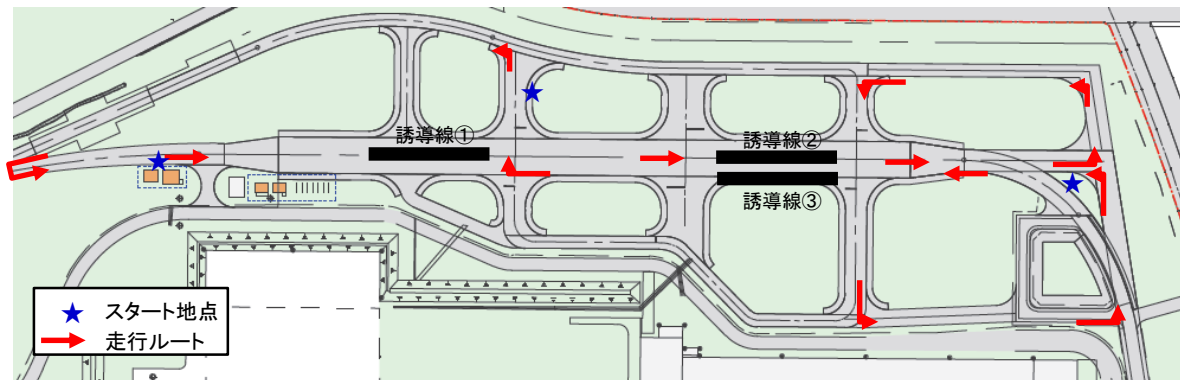
- ・照度に従いコントラスト比も向上
- ・照度によってはシステム認識不可となる可能性有り

事前検討結果を踏まえ、テストコースで実証を行う誘導線デザインは、
案1(リファレンス)、案2、案4とした

No	特徴	法令適合	システム認識性	施工性	誤認可能性 (予備調査)
1 リファレンス	白	×	◎	◎	
2	緑：グリーンB	○	○	○	△
3	緑：グリーンA	○	△	○	
4	注記：バス用	○	○	○	△
5	注記：対称線	○	○	△	
6	矢羽線	◎	×	△	×

検証の概要

- ・モニターを募集し、テストコースを単独で走行してもらうことで、誘導線が一般ドライバーの走行状況へ与える影響を検証。
- ・誘導線が走行状況へ与える影響は、運転の経験、身体的な能力などにより異なると考えられるため、幅広い属性を対象としてモニター募集。
 - 20歳代（男女別）、30～50歳代（男女別）、60歳～（男女別） 等
- ・一般ドライバーへ与える誘導線の影響は、慣れや事前情報により、大きく異なることが想定されたため、走行実験前に実証実験の本来の趣旨がモニターに伝わらないように配慮。
- ・総数30人のモニターを10人1組の3グループに分け、最初に出現する誘導線の種類を各グループごとに变化させた。



JARIのV2X市街地コース（つくば市）の概要と走行パターン

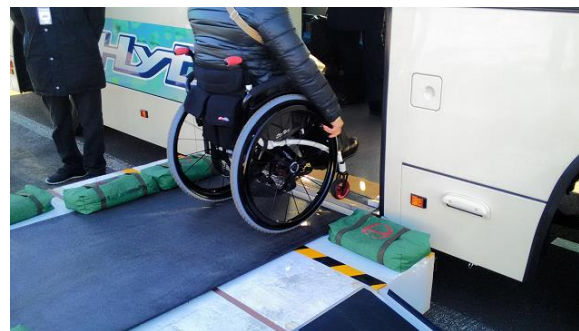
一般道路利用者目線
での評価



緑色(グリーンB)誘導線
にて実際に正着実験



正着時のギャップ(要求精度を満足)



車椅子での乗降性検証

1. 正着誘導線の法令適合化と一般道路利用者への影響検証
2. 磁気マーカによる正着誘導
3. 既存地物を活用したセンサフュージョンによる正着誘導
狭いバス停等の悪条件下での正着性能向上

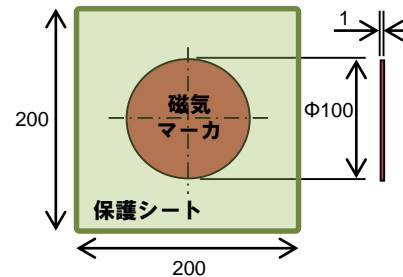


内閣府の沖縄自動走行バス実証実験のテーマのひとつとして実施

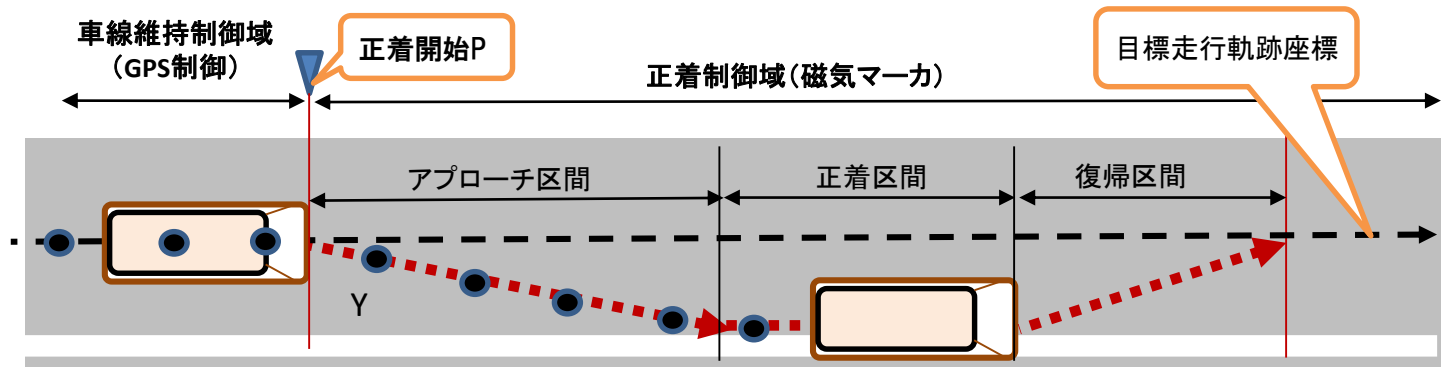


厚さ1mmの磁気マーカを路面に張り付けて実施(仮設)

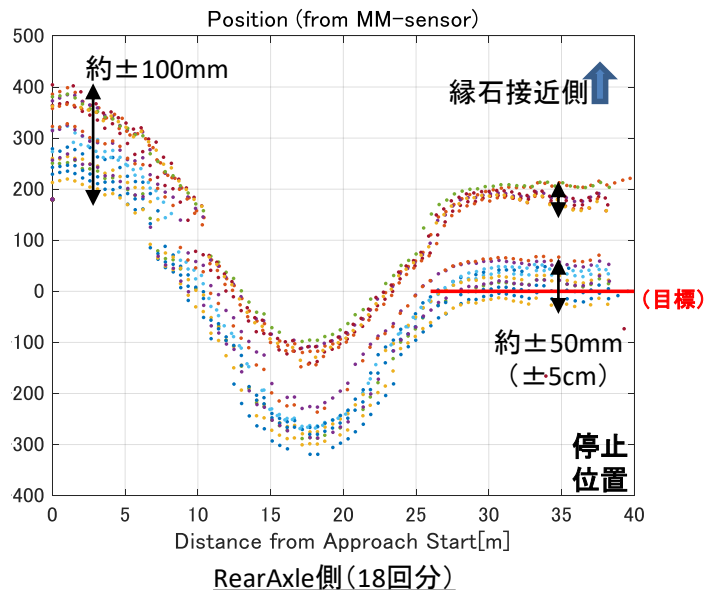
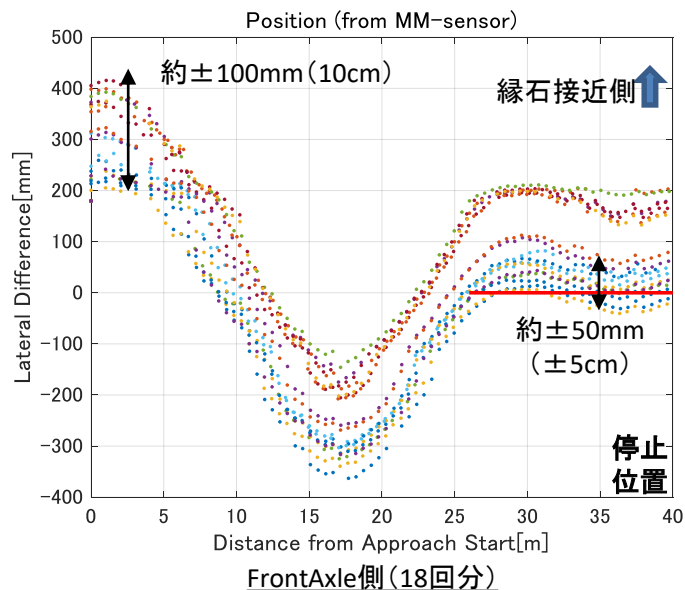
- 磁気マーカ：平板タイプマーカ
- 敷設方法：接着方式
- 敷設間隔：50cm



- **正着目標距離 (縁石~バス本体) は20cmとした。**
※ 縁石高さが比較的高く、またドアが外側に飛出る(10cm弱)タイプであったことから、接触するリスクを鑑み余裕を持たせた。



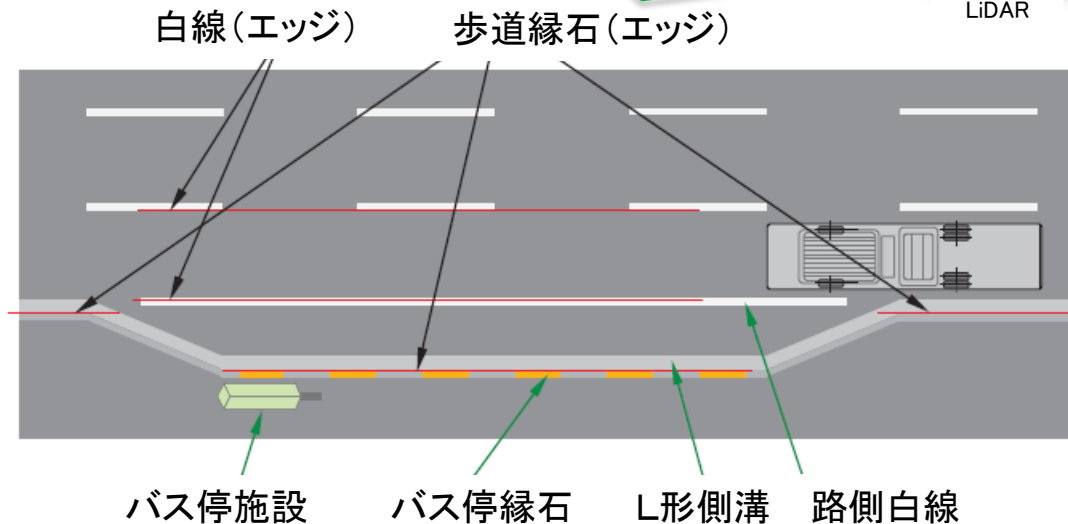
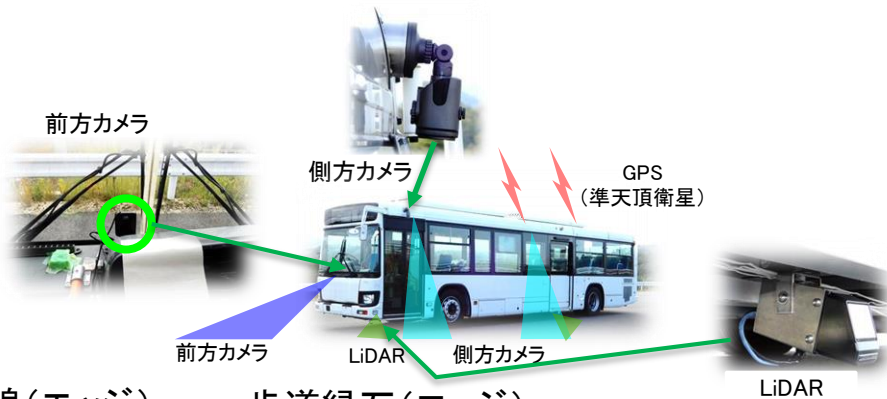
- ・今回の実験では、磁気マーカーをRTK-GPS測位の位置補正として利用
- ・次世代都市交通WGで設定した目標値(40±20mm)には整合せずさらなる検討が必要



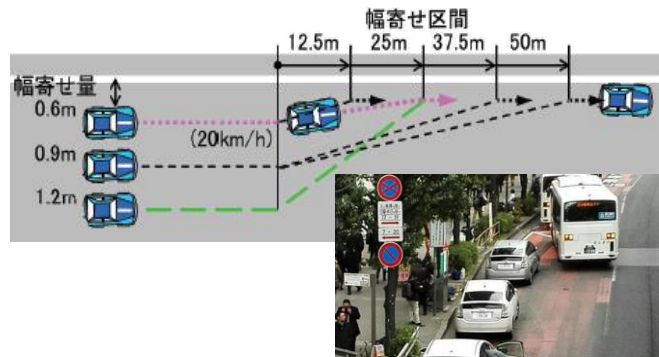
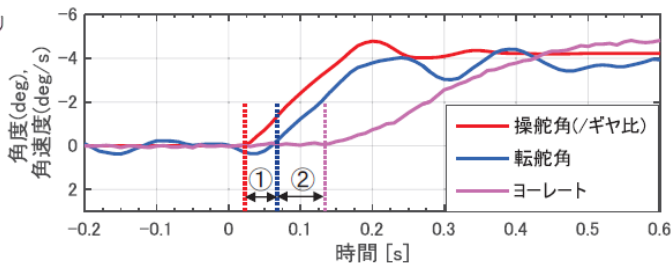
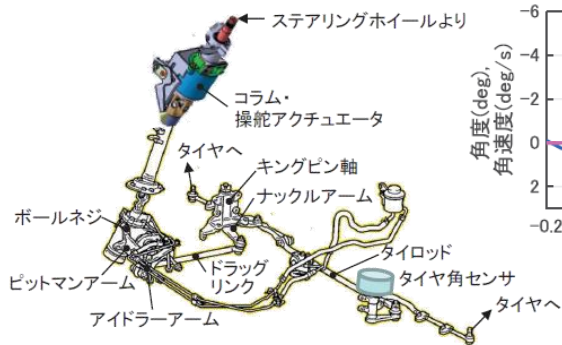
1. 正着誘導線の法令適合化と一般道路利用者への影響検証
2. 磁気マーカーによる正着誘導
3. 既存地物を活用したセンサフュージョンによる正着誘導
狭いバス停等の悪条件下での正着性能向上



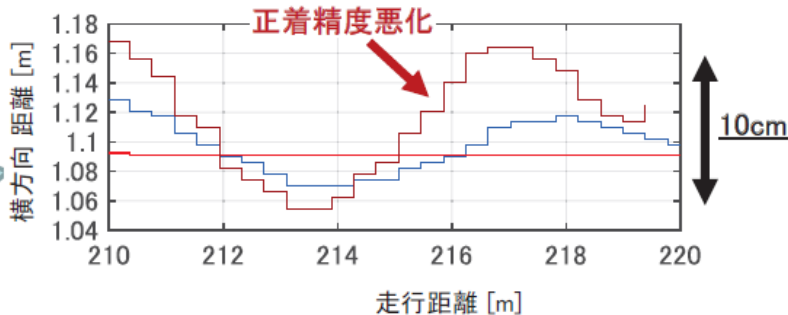
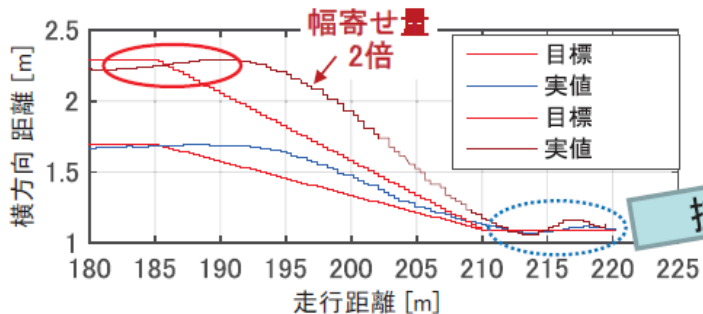
既存のバス停周辺インフラを活用し
バス側の複数のセンサによって
正着誘導を実施



大型バスの操舵系は複雑で機械的な伝達遅延が存在



正着時のバス停への進入角度が大きいと
正着に必要な精度(40±20mm)が出せない



⇒ 操舵進み制御等により機械系の遅延を補償

テストコースにて模擬プラットフォームへの正着実験にて基本性能を確認

- ・走行経路：直進 → 減速 → 幅寄せ → 停車
- ・走行速度：30km/h定速から減速、停車
- ・正着方法：路面の直線(下図では橙線)を車載カメラで検出 (縁石の検出を今後実施)
自動制御により操舵およびブレーキング

⇒ より多くの状況下で制御のロバスト性を確認していく



①直進

↑ 模擬プラットフォーム

②幅寄せ

③停車

技術開発フェーズ

- ・コンセプト実証
- ・精度検証

実用化検討フェーズ

- ・ロバスト性、コスト
- ・事業化シナリオ、供給体制

社会実装フェーズ

- ・量産、インフラ整備
- ・導入に向けた受容性醸成



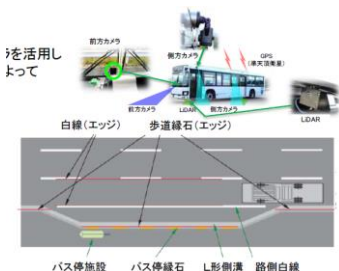
誘導線方式

オリパラ大会を契機として2020年までの社会実装を目指す
 (課題) 誘導線の色抜け(白化)や劣化を避けるための維持コスト



磁気マーカー方式

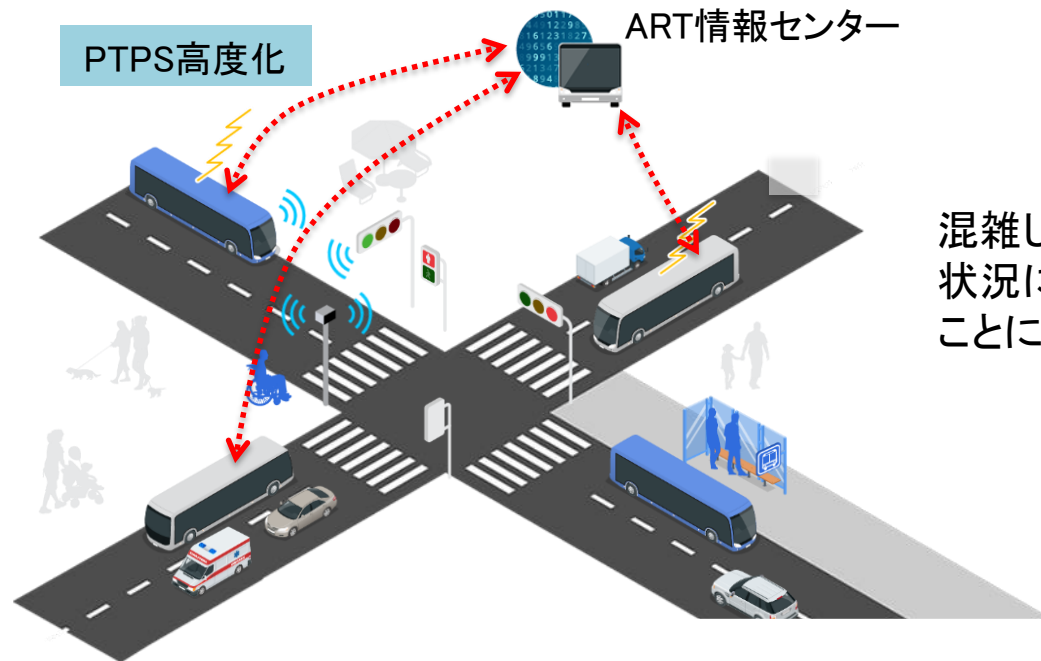
磁気センサー保護シートの色を道路表面色と一致させることで一般道路利用者への影響を払しょくできる
 (課題) GPS等による磁気マーカーとの相互補完が必要
 磁気マーカー設置/維持コスト



センサーフュージョン方式

既存インフラが活用でき、バス停周辺の障害物等に対しても安定な正着が可能な将来技術
 (課題) コンセプト実証段階であり、社会実装までには、継続検討が必要

700MHz帯電波による高度化PTPS(Public Transportation Priority System: 公共車両優先システム)を活用し、バス等から発信される優先通行要求信号の出し方をART情報センターで調整



混雑しているバスや遅れているバス等を状況に応じて柔軟に判断して優先することによって全体の速達性向上を目指す

東京湾岸警察署前交差点に設置された路側機を利用して、2つの流入路で実験

▼実験の走行コース



東京湾岸警察署前交差点



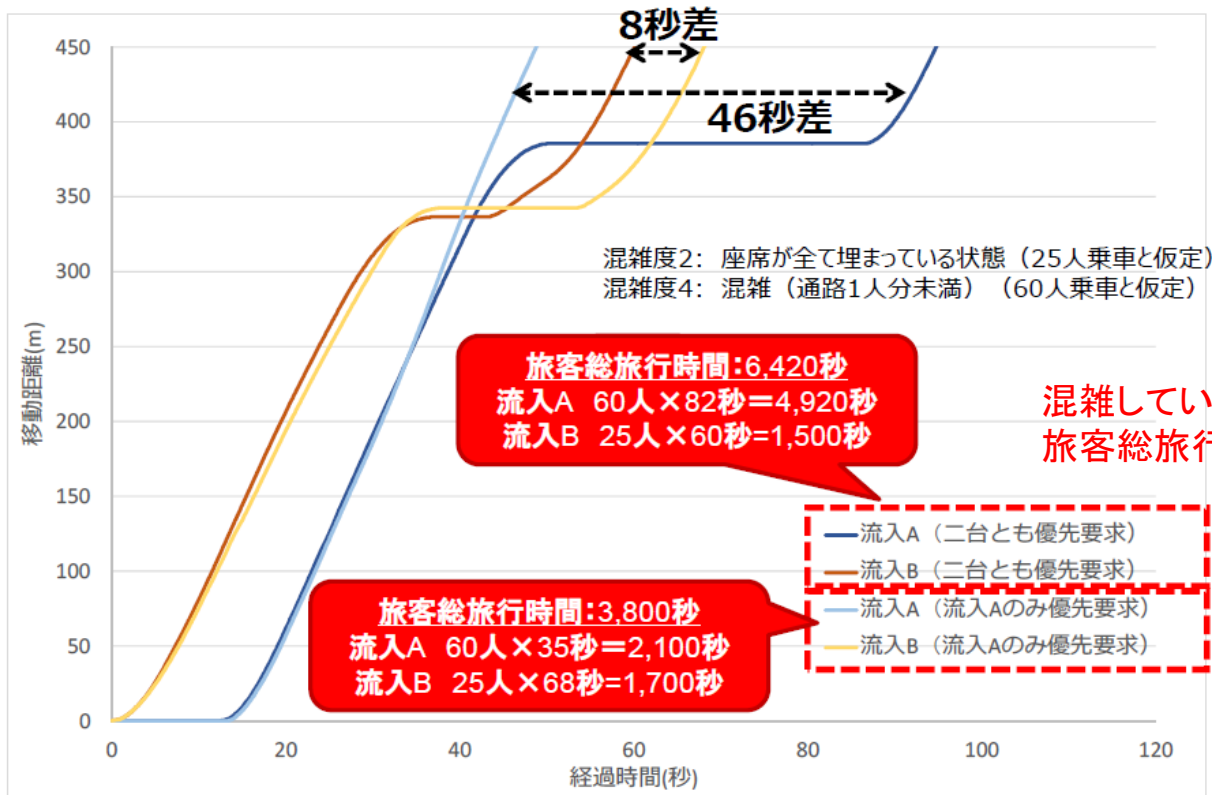
▼流入Aからみた東京湾岸警察署前交差点の様子



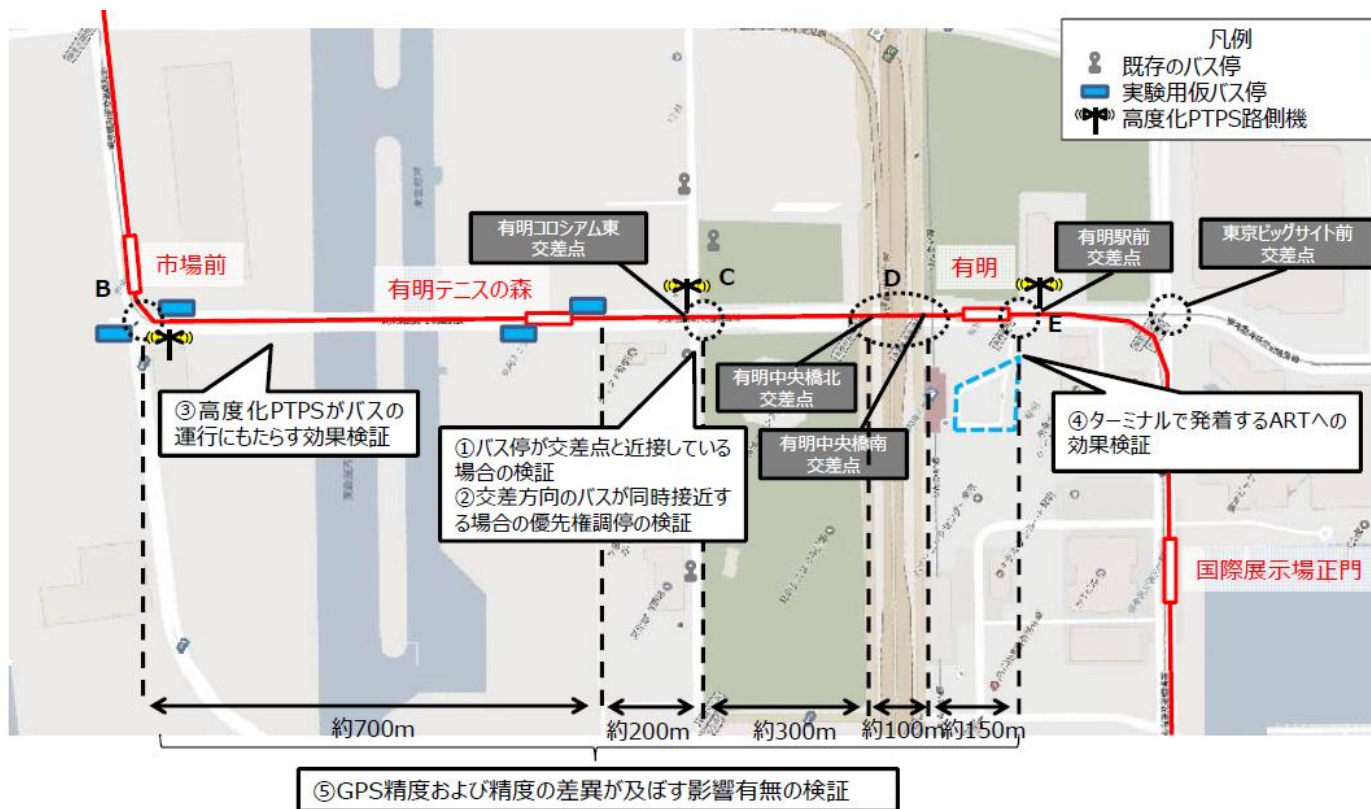
▼流入Bからみた東京湾岸警察署前交差点の様子



「混雑している(乗客が多い)バスを優先する」という前提で実験
優先権調整の結果、交差点通過までの所要時間が、流入路Aは46秒短縮、流入路Bは8秒延長



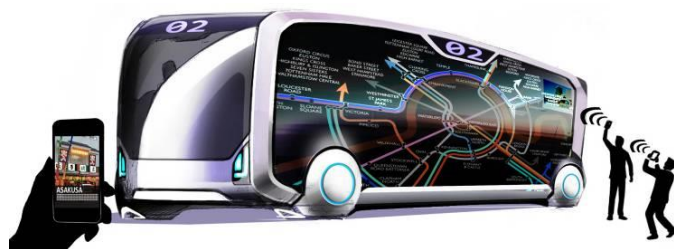
お台場環二通りに設置される高度化PTPS路側機(下図B,C,E交差点)を利用して検証



次世代の公共交通への取組みは、二極化していると考えられる

1. 大型バス:大量輸送化、運転支援(LRT, BRT)
2. 小型シャトル:自動運行(自動走行+自律運行管理)化

最近はとくに小型シャトルの自動運行化に向けた取組みが世界各地で行われている



欧州



フランス ナンシー LRT



オランダ アムステルダム LRT



新潟 BRT

日本



フランス メス BRT



フランス ストラスブール LRT



オランダ アイントハーヘンBRT



富山 LRT



Future Busデモ
オランダ アムステルダム

世界各地で小型シャトルバスの自動走行実証が行われているが、実証内容に大きな差はない



スイス シオン市

Navya社Arma(フランス)



SB Drive社ホームページより



米国カリフォルニア州
ゴメンダムステーション

YouTubeより



スイス EPFL構内

EasyMile社ホームページより

EasyMile社EZ-10(フランス)



運行管理システム
BestMile社(スイス)



米国ミシガン州Mcity



LocalMotors社Olli(米国)



九州大学構内

Robot Shuttle社ホームページより

Accessibility for all
すべての人に優しい交通システムをめざして

Thank you

kawamoto.masayuki.gn@un.tsukuba.ac.jp