

レベル4自動運転運行の実施に向けた取り組み

一般社団法人 モビリティ・イノベーション・アライアンス

2025年度 活動報告会



東京大学生産技術研究所
ハーモニック・モビリティ研究センター長
中野公彦



NEDOエネルギーITS事業：自動運転隊列走行

2008-2012年度



先進モビリティ株式会社*との連携を通じた 生産技術研究所での自動運転バスの研究開発



ITS実験フィールド
(柏キャンパス)
2017年

*
2014年設立の東京大学発
のスタートアップ企業

全国各地で実証実験(レベル2運用*)を行う

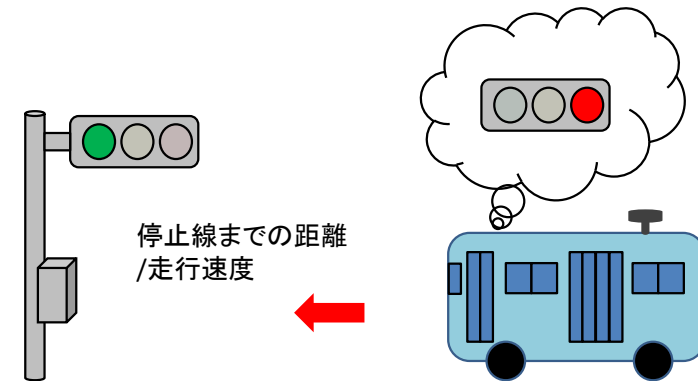
2017年3-4月

あざまサンサンビーチ(南城市、沖縄県)



2017年6-7月

石垣空港(当時:新石垣空港)から石垣市離島ターミナル間(石垣市、沖縄県) 信号連携(青信号残秒数)実施



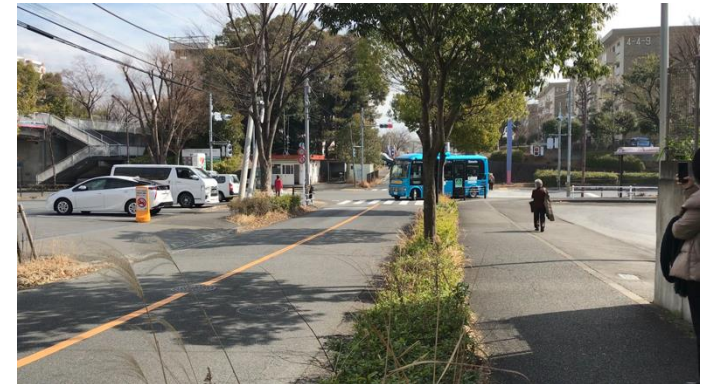
2017年12月 大樹町(北海道)

寒冷地での走行



2019年2月

多摩センター地区
(多摩市、東京都)



* 自動運行装置を運転支援装置として運用すること。手動運転と同様に、運転の責任を負う運転者が存在する。

BOLDLY株式会社所有の自動運転電動バス

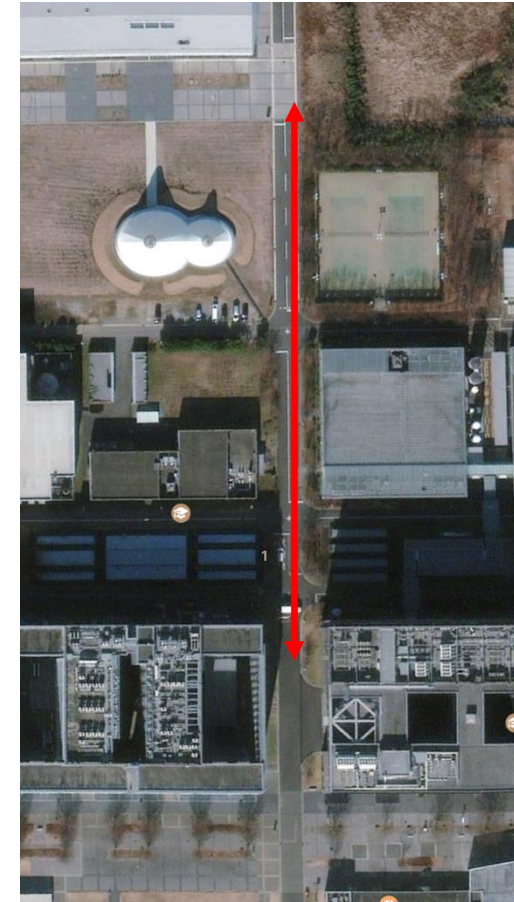


ARMA (NAVYA社製(当時))



MiCA (AuveTech社製)

柏キャンパス内での実証実験(2019年度)



ナンバープレート(自動車登録番号標)取得

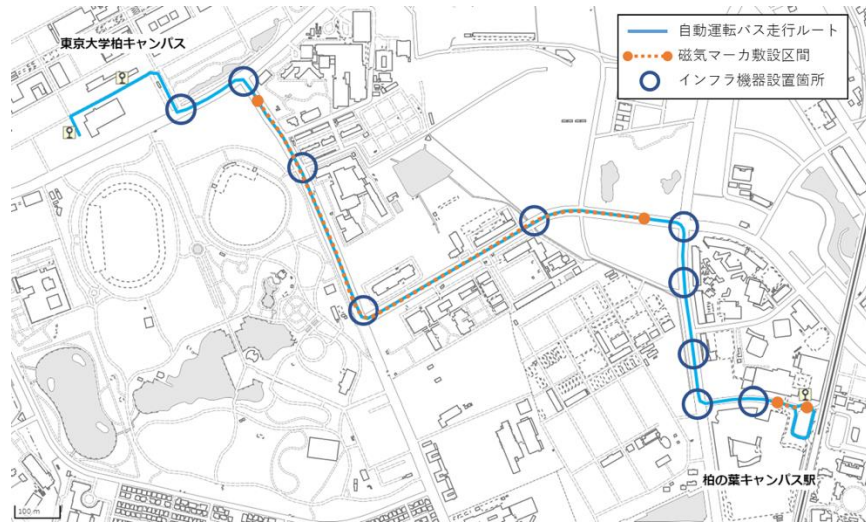


道路運送車両の保安基準第 55 条による基準緩和認定を受け2019年6月にナンバープレートが交付され(定員11名)、公道走行が可能なる.

ただし, 申請に基づいて許可された範囲と条件に基づいた走行に限られ, 当時は、オペレータと保安員の2名乗車が求められた(現在は1名).

柏の葉地区での自動運転バス(レベル2運用) 長期営業運行実証実験

2019年11月1日より、東京大学柏キャンパスと柏の葉キャンパス駅間で実証走行を行ってきた。平日毎日3-4往復運行(バス改造:先進モビリティ株式会社、運用:東武バスセントラル株式会社、実施主体:柏ITS推進協議会)を行い、東京大学の教職員や学生、当該キャンパスへの来訪者は乗ることができる。



国土地理院の地理院地図に自動運転実証実験のルートおよび関連情報を加筆

柏ITS推進協議会

自動運転バス導入検討会メンバー

東京大学 モビリティ・イノベーション連携研究機構

東京大学 生産技術研究所

東京大学 大学院新領域創成科学研究科

柏市

先進モビリティ株式会社

東武バスセントラル株式会社

三井不動産株式会社

BOLDLY株式会社

損害保険ジャパン株式会社

三菱オートリース株式会社

愛知製鋼株式会社

株式会社IHI

コイト電気株式会社

パシフィックコンサルタンツ株式会社

日本信号株式会社

柏の葉アーバンデザインセンター(UDCK)

(2025年4月時点)

レベル4自動運転に向けた法改正

■改正道路運送車両法(2019年改正、2020年施行)

保安基準対象装置への自動運行装置の追加

■改正道路交通法(2022年改正、2023年4月施行)

特定自動運行*許可制度を創設

* 運転者を必要としない自動運転車を用い、特定の条件下で自動運転運行を行うこと。SAE(米国自動車技術者協会)の運転の自動化レベル4に相当する。

本発表では、特定自動運行はレベル4自動運転運行と同じ意味で用いる。

経済産業省・国土交通省 自動運転レベル4等先進モビリティサービス研究開発・ 社会実装プロジェクト(RoAD to the L4)

2021-2025年度

テーマ1 遠隔監視のみ自動運転



2022年度に
終了 福井県
永平寺町で
の特定自動
運行実施に
寄与

テーマ2 専用道区間等における自動運転



バス専用道(ひた
ちBRT)での自動
運転の実現 乗務
員乗車型での特定
自動運行は実施
遠隔監視のみでの
走行を目指す

テーマ3 高速道路におけるトラック自動運転



2025年度以降に、
高速道路でのト
ラックのレベル4自
動運転を目指す

テーマ4 混在空間での協調型自動運転



一般道(混在交
通)での特定自
動運行を目指す。
協調型システム
の開発を含む

各地で進められてい
るレベル4自動運転
サービス実現に向
けた取り組みに貢
献することを目指す



テーマ4概要

- 2025年頃までに、柏市柏の葉地域において、混在空間で協調型レベル4自動運転を実現。
- 他地域の混在空間に展開可能な協調型システムの基本的な目標・要件を作る。

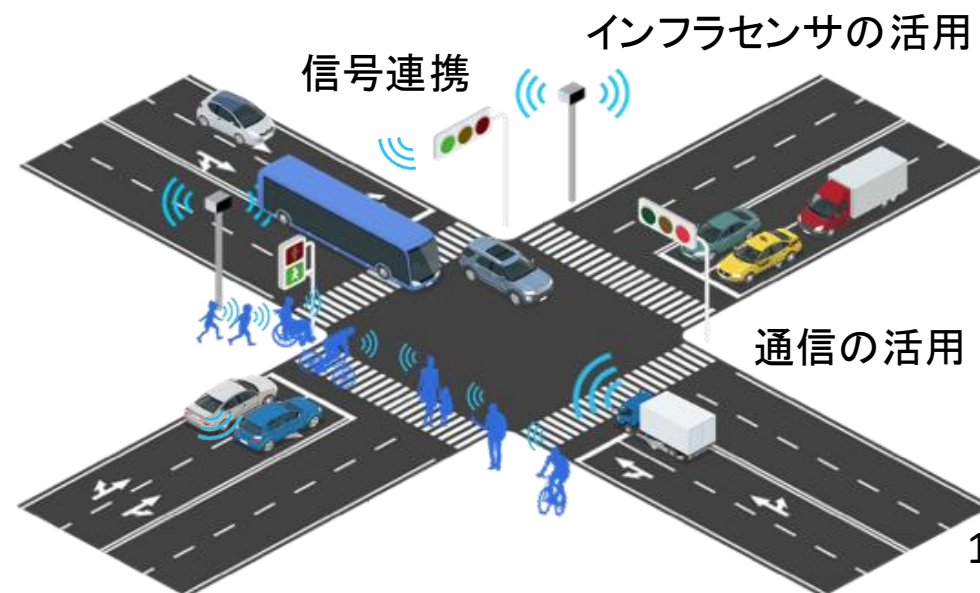
■ 取り組み方針

- 地域の特性別のユースケースを整理した上で、地域の特性に応じた協調型システムの導入を促進する。
- レベル4自動運転サービスだけでなく、運転・運行支援や他のサービスでの活用も視野に入れて、事業モデルやデータ連携スキームを検討する。
- 国内外での開発・導入状況を踏まえつつ、規格化・標準化の準備を進め、業界、国際的な協調が取れた形での開発・導入を促進する。



幹事機関 国立大学法人東京大学
国立大学法人東海国立大学機構
(名古屋大学)

国立研究開発法人産業技術総合研究所
株式会社三菱総合研究所
一般財団法人日本自動車研究所
先進モビリティ株式会社



レベル4自動運転運行実装への道のり

2021-2022年度

2023年度

2024年度

2025年度

柏ITS推進協議会

東大シャトルバス技術実証(レベル2運用)

経産省・国交省

レベル4運行に向けたバス開発

公道走行試験(レベル2運用)

レベル4運用

柏ITS推進協議会

- ・レベル2自動運転中型バスを使用
- ・協調型路側機を公道に設置
- ・協調型システムの要素技術開発

- ・レベル4自動運転可能な中型バスを使用
- ・レベル4自動運転仕様の協調型路側機を公道に設置
- ・特定自動運行に向けたデータ取得

自動運行装置に対する
走行環境条件付与
(2025.8.29)

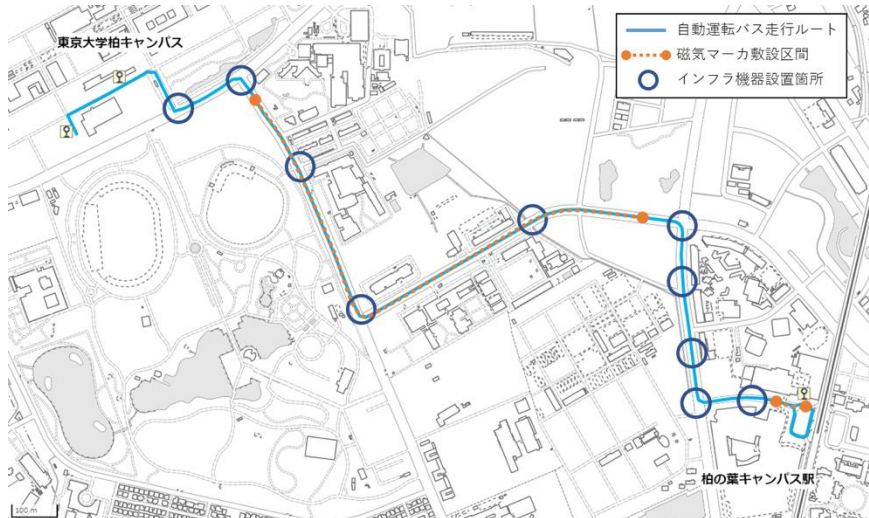
特定自動運行許可
(2025.11.12)

自動運行旅客運送(自動
運転による運行)認可
(2025.12.9)

レベル4自動運
転モビリティ
サービスとして
の運用
(2026.1.13～)

事業化

他地域
展開



柏の葉で自動運転を行う動機

- 柏の葉地域における交通事業者とも議論を行い、「運転手不足」が喫緊の課題である。
- 基幹路線からレベル4自動運転バスを導入することで、運転手のリソースを周縁部のサービス等に充当し、地域全体の移動サービスの最適化・サービスレベルの維持・向上に繋げるコンセプトを策定し、柏市やまちづくり組織とも共有し協議中。



出発式

【実施概要】

- 日時: 1月13日(火) 11:45～記者発表会、13:00～出発式・テープカット、13:55～特別試乗会(来賓)
- 主催: 国立大学法人 東京大学
- 来賓: 柏市長、柏市議会議長、副議長、建設経済環境委員会委員長、柏市交通政策審議会会長
東武バスセントラル取締役社長、東武バス株式会社取締役
- 出席者(計: 119名)
 - 柏市関係者(柏ITS推進協議会含む): 18名
 - 関係省庁: 14名
 - CooL4関係者(推進委員・分科会委員含む): 38名
 - 東大関係者: 21名
 - 報道関係者: 28名
- 特別試乗便(記者向け試乗含む): 4往復(約80名試乗)
- 出発式以降は、火曜日、水曜日、木曜日に特定自動運行を実施



レベル4自動運転運行(特定自動運行)実装地域



大型EVバス（大阪府大阪市（万博））



小型カート（福井県永平寺町）



ハンドルがない車両（北海道上士幌町）



小型EVバス（愛媛県松山市）



ハンドルがない車両（三重県多気町）



小型EVバス（長野県塩尻市）



ハンドルがない車両（東京都大田区（羽田））



中型バス（茨城県日立市）



中型バス（千葉県柏市）



10例目：

JR気仙沼線BRT専用道（宮城県登米市・南三陸町）での大型バスによる特定自動運行が許可された（2026年2月18日）

全国で9例目

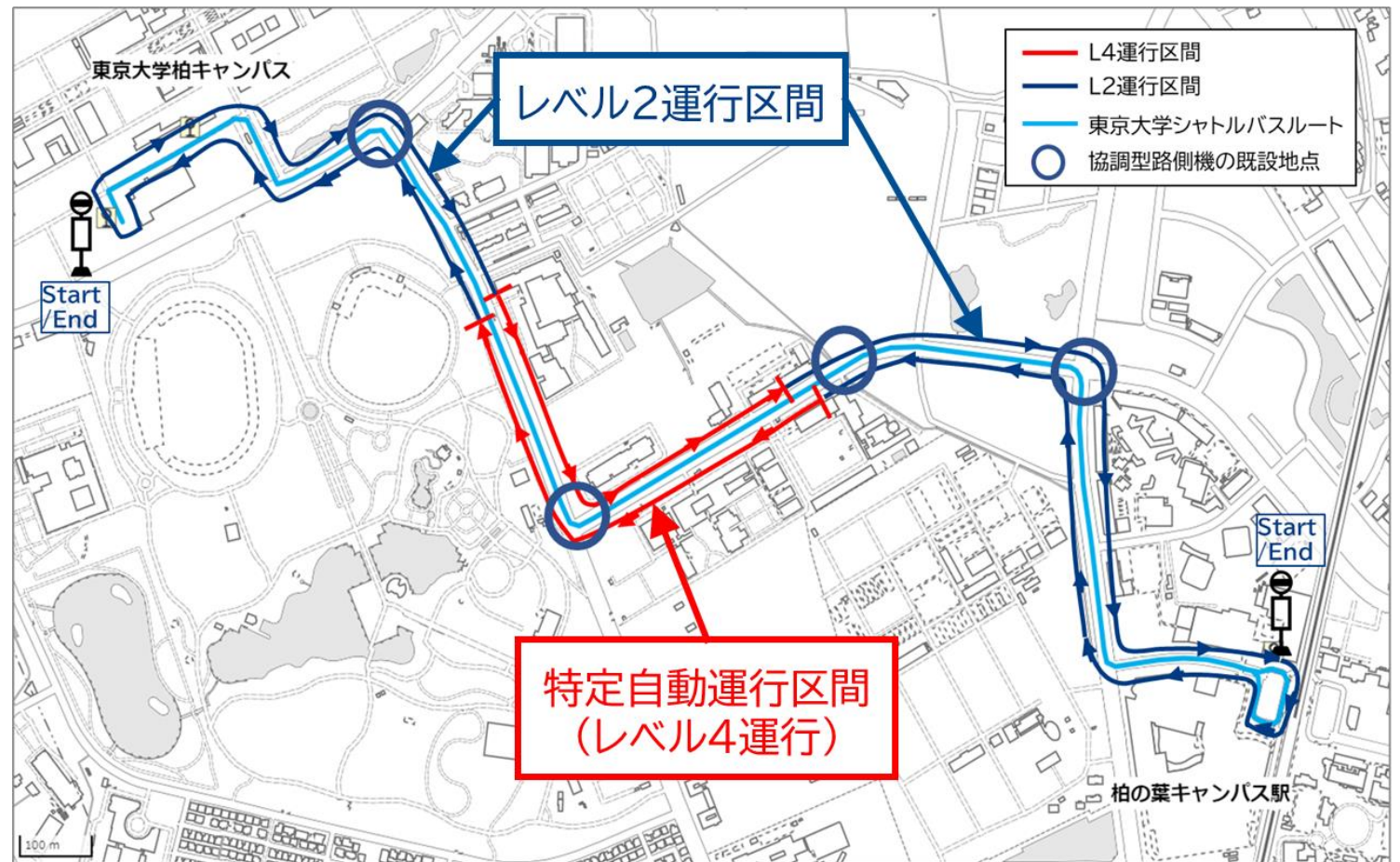
東京都市圏（東京、神奈川、千葉、埼玉）の公道（一般道）で初のレベル4自動運転運行

出典元：

https://www.soumu.go.jp/main_content/001043470.pdf

東大シャトルバスルートと特定自動運行区間

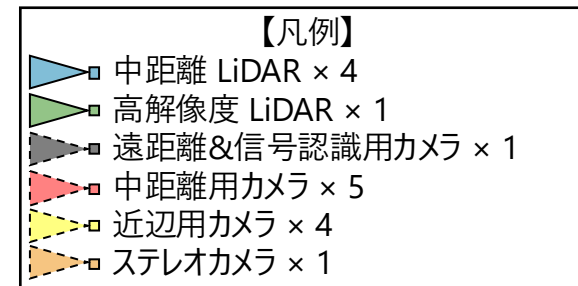
- L字区間(下図赤線)のレベル4運行の実現に取り組んだ。
- 他のルートはレベル2運行を行うが、技術開発を継続しレベル4運行区間の拡大を目指す。
- レベル2でスタートし途中でレベル4に切換える運行方法とする。
- 科警研西交差点で、車載カメラでの信号認識に加えて信号情報(青灯色残時間)を活用する。他の協調型システム(物標情報、対抗車方路側灯色情報)はレベル4運行には用いず、性能の測定を行い、将来の活用可能性を検討する。



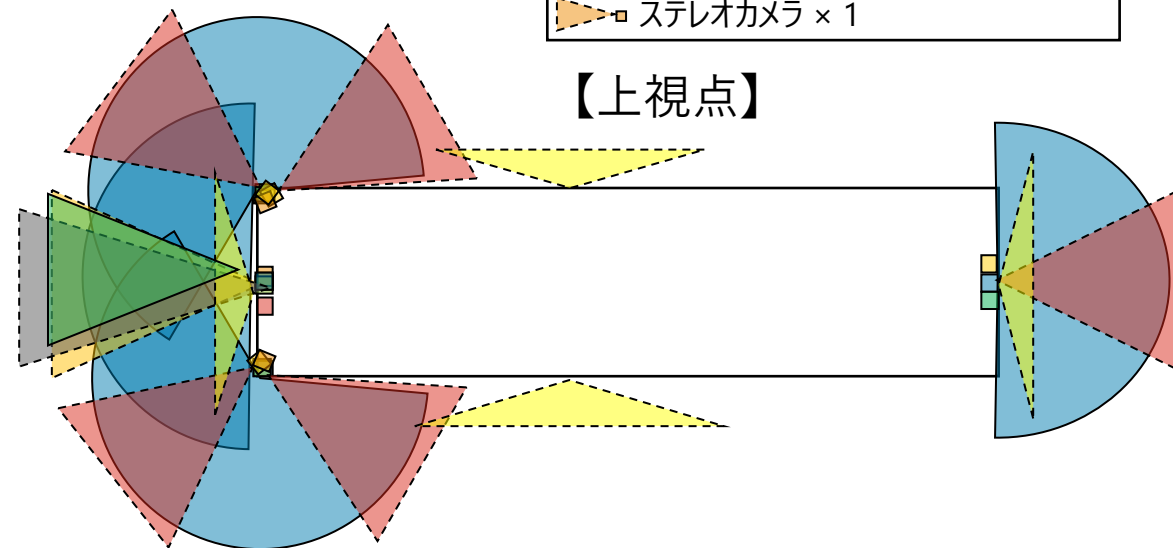
国土地理院の地理院地図に自動運転実証実験のルートおよび関連情報を加筆

レベル4自動走行バス概観

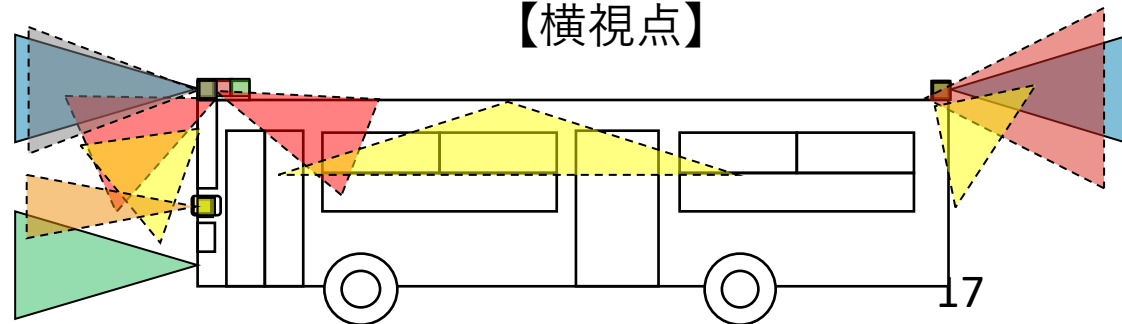
混走空間におけるレベル4自動運転制御を実装するため、左右後側方車両／歩行者等を検知するセンサー&認識ソフトウェアを開発



センサー取付位置



【横視点】





車外音検知用マイクロフォン
 後方中距離LiDAR
 後方中距離用カメラ
 後方近辺用カメラ



GNSS
 アンテナ



側方
 検知カメラ



複合気象計

LTEアンテナ
 (GNSS用)



前側方・後側方
 検知カメラ

ITS無線アンテナ

車外音検知用
 マイクロフォン

前方中距離LiDAR

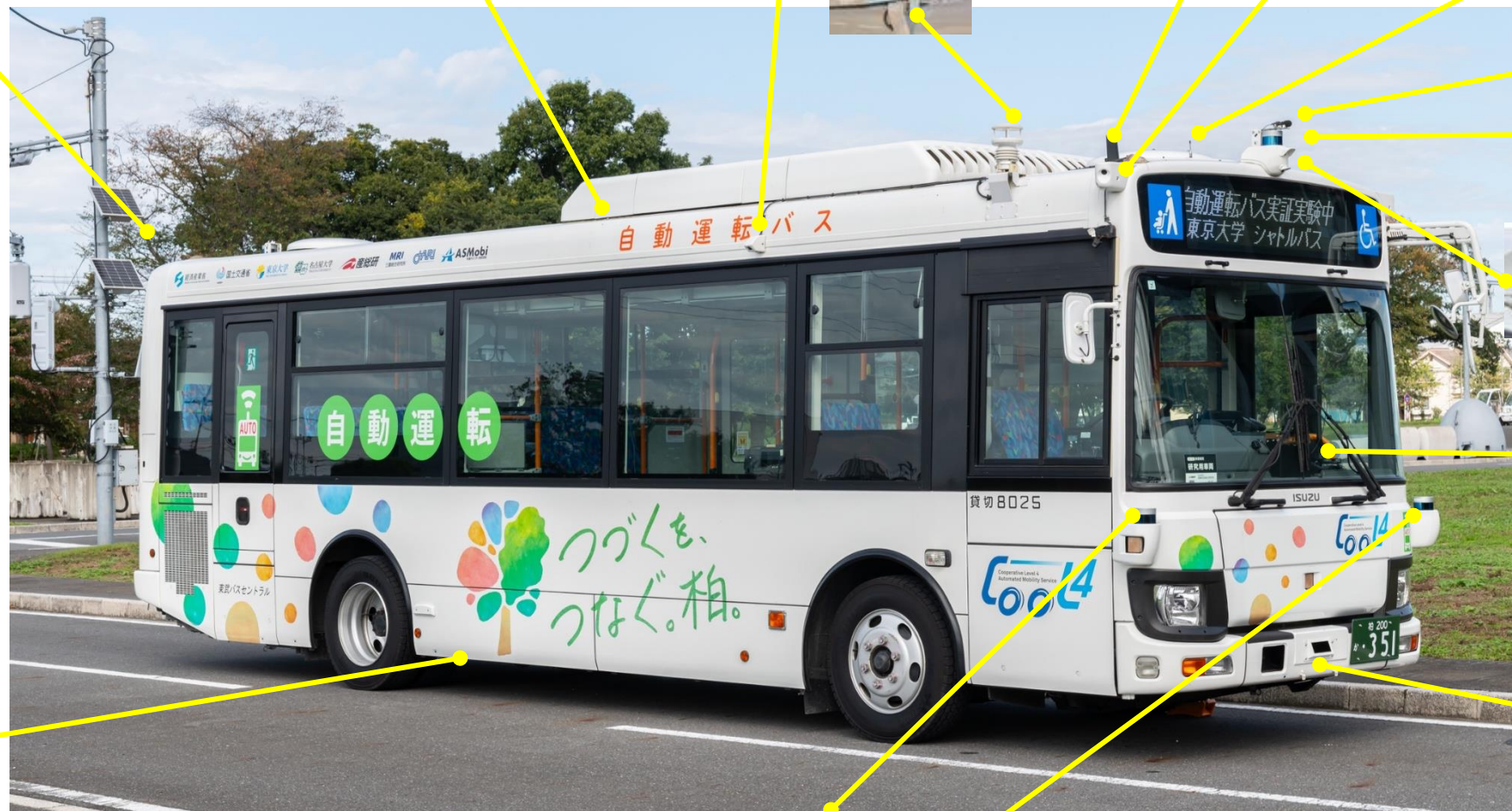
前方遠距離用
 カメラ

前方近辺用
 カメラ

ステレオカメラ



高解像度LiDAR

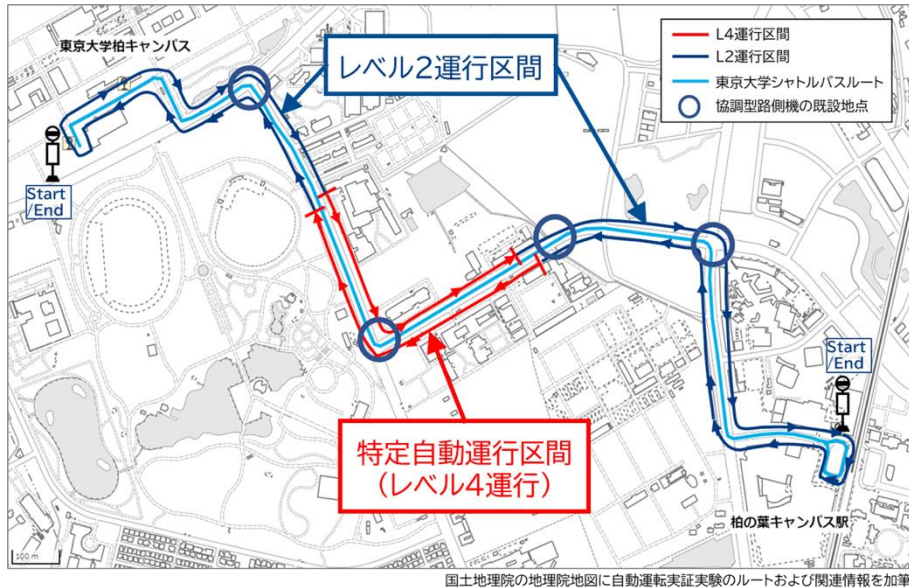


IMUセンサ

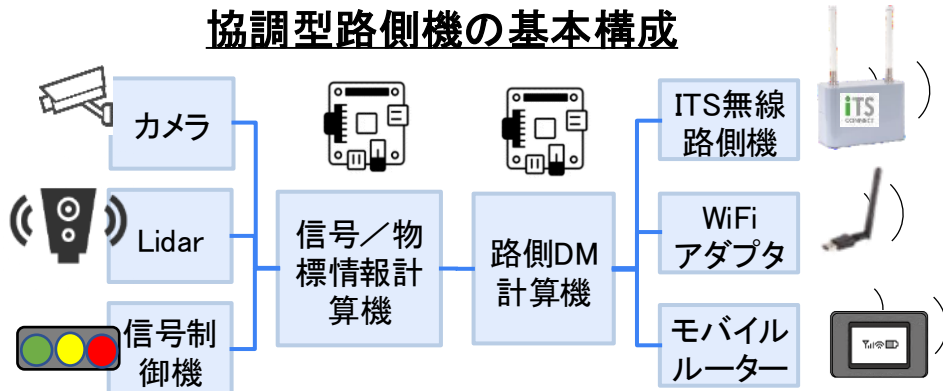
側方中距離LiDAR

協調型自動走行システム概観

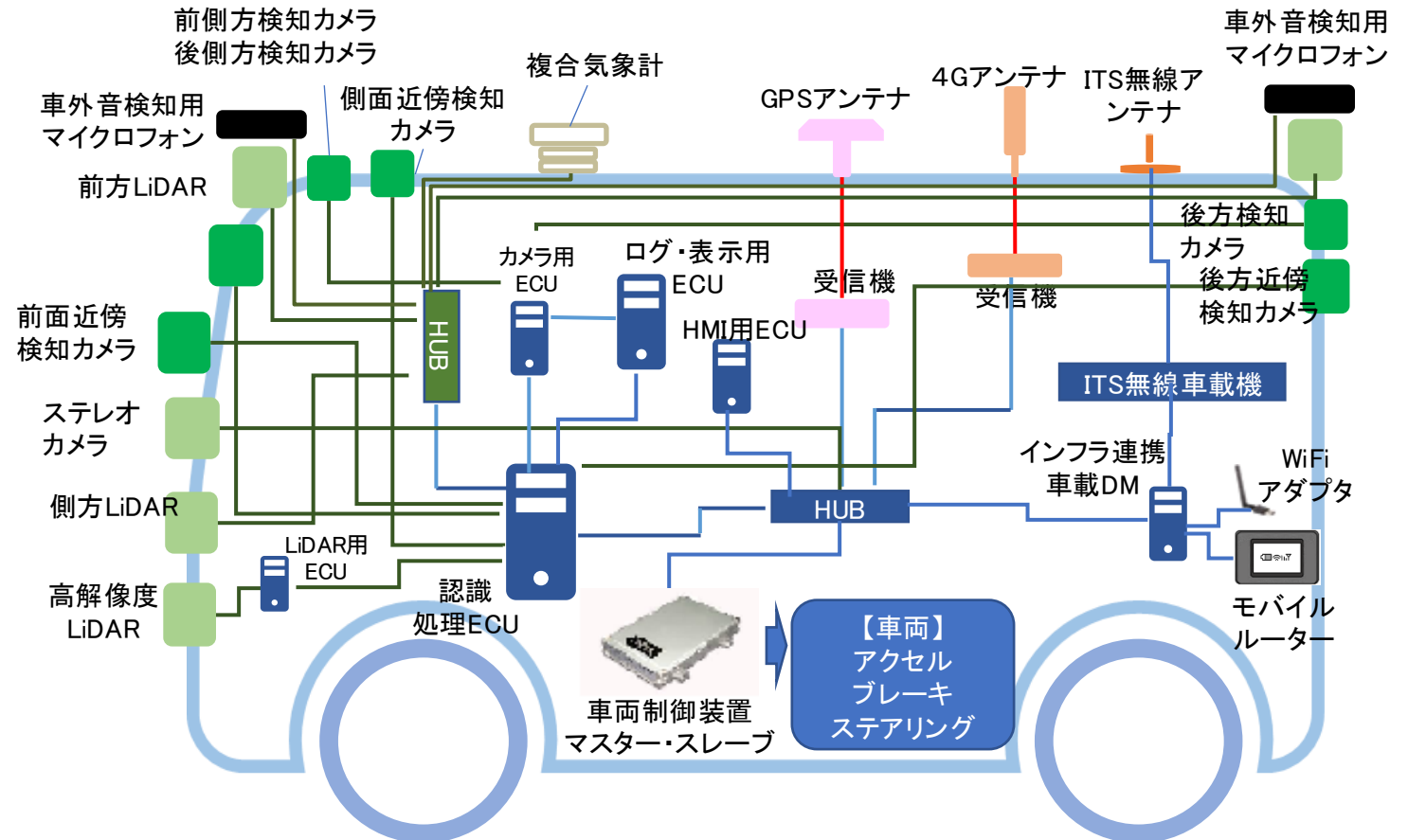
協調型路側機の設置箇所



協調型路側機の基本構成



自動運転車両の基本構成



柏の葉地区におけるインフラ情報活用方針

【狙い】

- **車載センサのみでは取得不可能な情報**を路側インフラから受信し活用することにより、**交通流の円滑性向上**を狙う。

【前提】

- バスは車内乗客安全の観点から急減速・急加速を避けることに加え、ジレンマゾーン回避や死角からの飛出し想定のために、自律センサのみによる走行制御では、より慎重な走行戦略が求められる。そのため、円滑性が損なわれる。

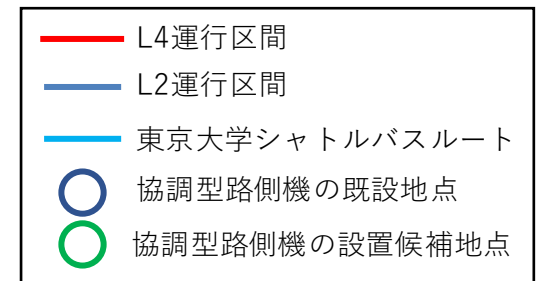
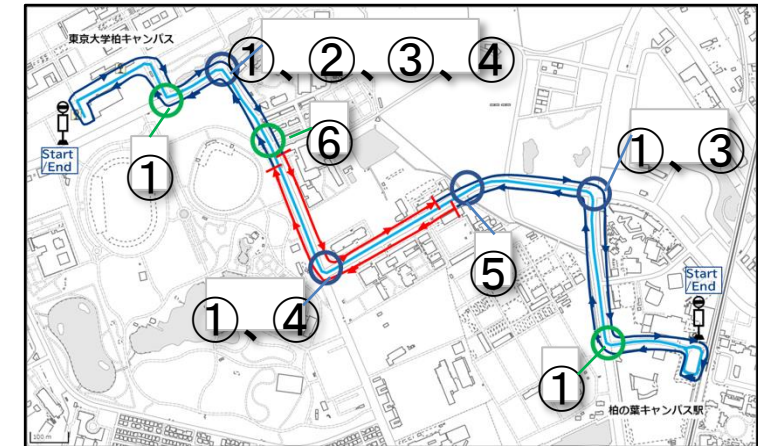
【効果例】

- インフラ情報活用により、状況に応じた減速・停止や発進・加速の制御を行うことで、次の効果を見込む。
 - ✓ **信号情報：信号灯色の残時間**
 - 信号灯色の変化を先読みした交差点進入判断による円滑な交差点走行
 - ✓ **物標情報：車載センサの死角に存在する物標情報**
 - 死角に物標が存在しない場合の通過時間の短縮

柏の葉地区におけるインフラ情報活用例

ユースケース例		自律センサのみによる課題	活用するインフラ情報	インフラ情報活用期待効果	右図#
信号情報活用	信号交差点への進入	ジレンマゾーンでの急加減速による車内事故のリスクが存在する	青色残時間	自律カメラの認識結果に加え、事前の交差点進入／停止判断が可能となり、円滑な交差点走行が期待できる	①
	時差式信号右折時の発進判断早期化	対向車が信号変化(青→黄/赤)により減速／停止しているか判断できず、自車側が赤になるまで待つ必要が有る	対向方路の灯色情報	対向方路側が赤、自車方路側が青の間に発進でき、右折待ちが短縮され、安全、円滑な発進判断が期待できる	②
物標情報活用	右折時の対向車判断支援	道路構造や対向右折車等による死角が存在する場合、交差可能性有る対向車が無くなるまで発進が困難	死角に存在する対向車の接近情報	既定範囲内に物標が存在しない場合には、交差点中央で停滞せずに発進でき、交差点通過時間の短縮が可能	③
	右／左折先の横断歩道通過支援	歩道上の歩行者・自転車が、植栽などによる死角から急に飛出すことを想定し極低速での走行が求められる	歩道上の歩行者・自転車情報	既定範囲内に物標が存在しない場合には、横断歩道の通過時間の短縮が可能	④
	非優先の側道からの進入検知支援	非優先道路の死角からの急な飛び出し、急制動が必要になり車内事故のリスクが増大	非優先道からの物標情報	非優先道交差点の適正な通過速度制御が可能	⑤
	無信号横断歩道通過支援	構造物や対向車による死角が横断歩道周辺に存在する場合、横断歩行者を想定し、低速での通過が求められる	横断歩道脇の歩行者・自転車情報	既定範囲内に歩行者が存在しない場合には、横断歩道の通過時間短縮が可能	⑥

柏の葉協調型自動運転サービス
運行ルート上のインフラ情報活用地点



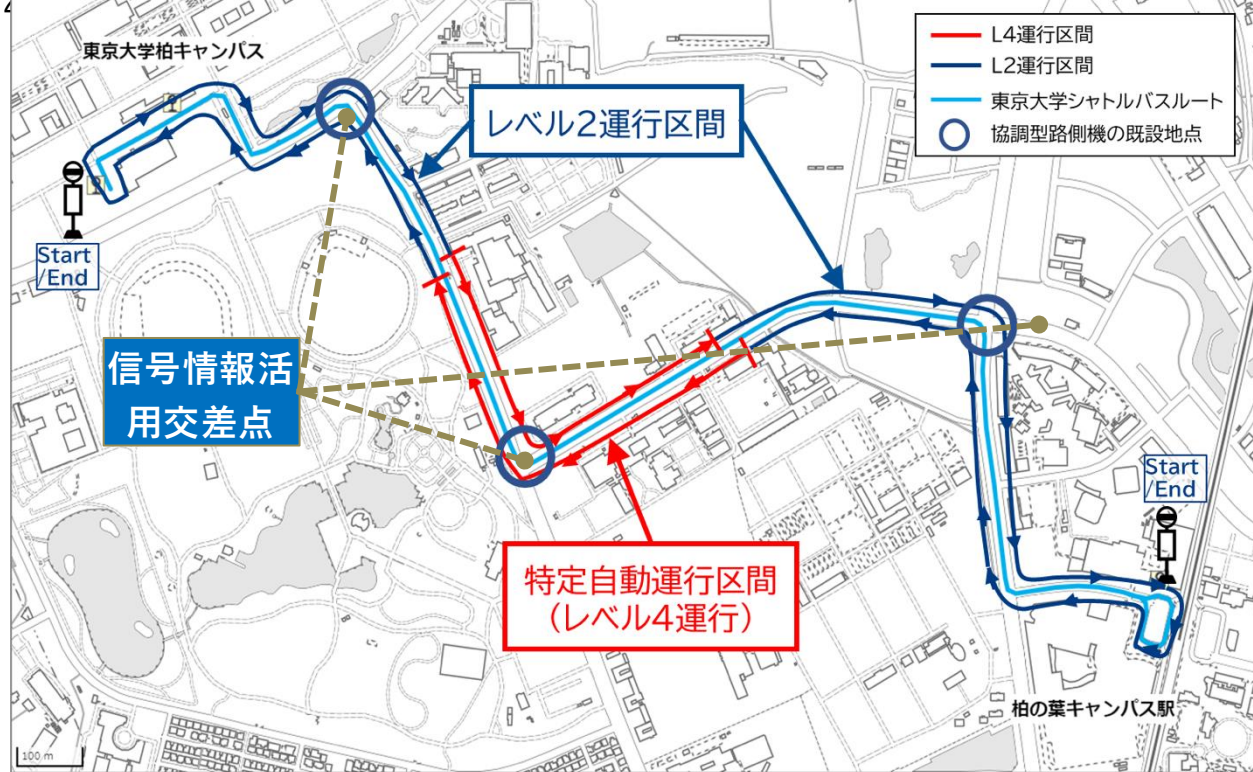
インフラからの信号情報（青信号残秒数）活用（レベル4運用）

■ 目的： 信号交差点接近時の青色残秒数活用による黄信号への切り替わり時における急減速回避

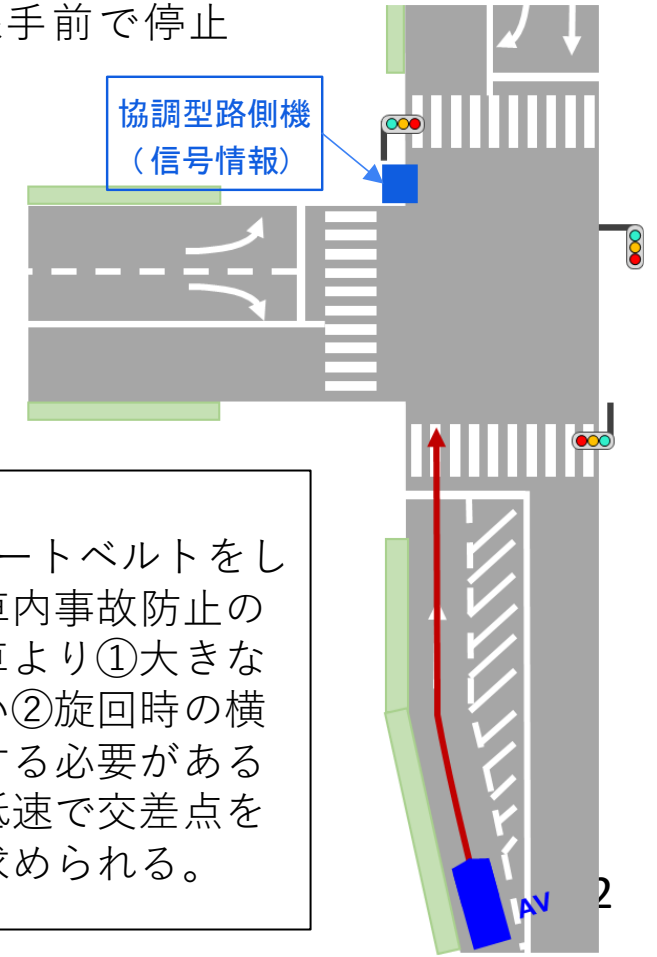
■ 走行方法：

1. **車載カメラの認識結果に加え、インフラからの信号灯火残秒数（青→黄）情報から、交差点進入時の信号灯色を推定**

2. 推定信号色が黄の場合にはそのホスト位置に近づき、黄信号となる場合は停止線手前で停止



国土地理院の地理院地図に自動運転実証実験のルートおよび関連情報を加筆

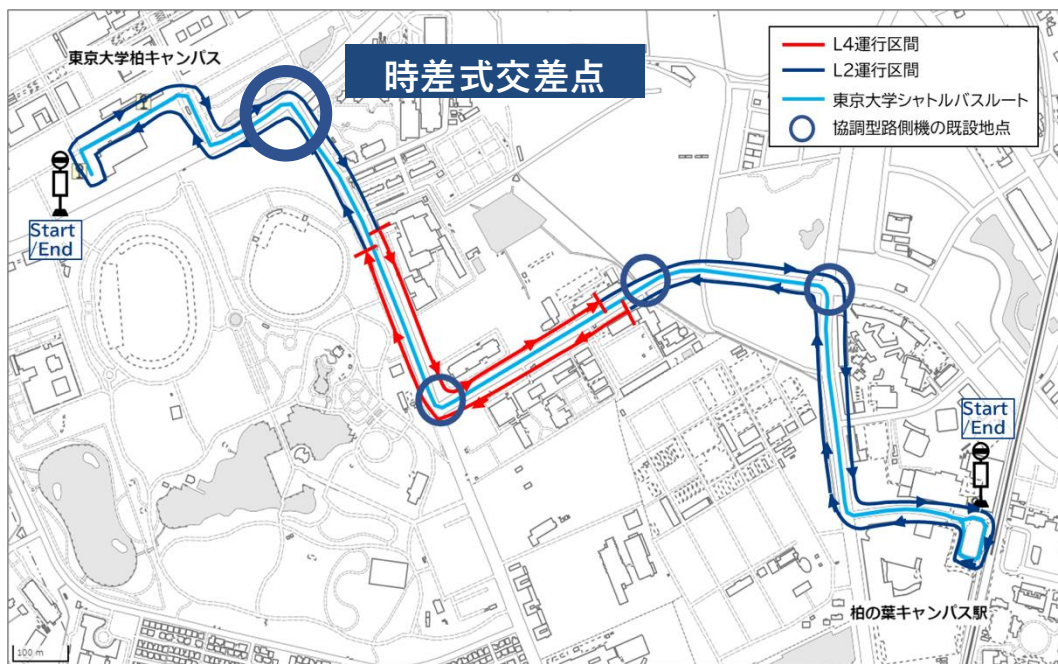


<前提条件>

バスは乗員がシートベルトをしていないので、車内事故防止の観点から、乗用車より①大きな減速度を出せない②旋回時の横加速度も小さくする必要があるため乗用車より低速で交差点を通過することが求められる。

インフラからの信号情報(対向車方路側灯色)活用(レベル2運用)

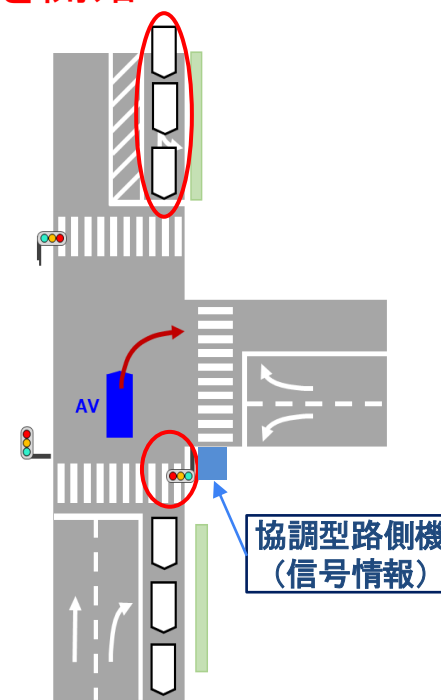
- 目的: 時差式信号交差点において、対向車方路側が赤現示、自車方路側が青現示時に、交差点中心からの安全・円滑な右折発進判断
- 走行方法:
 1. 対向直進車や右折先横断歩道横断者などがいる場合は右折待機場所で停止
 2. 対向直進車や右折先横断歩道横断者などがいないと判断した場合は右折を開始する。
 3. 対向直進車がいる場合でも、対向直進車が停止または減速し、かつ、インフラからの情報で対向方路側の信号灯色が赤に変化したことを確認した上で安全に右折できると判断した時は右折を開始



国土地理院の地理院地図に自動運転実証実験のルートおよび関連情報を加筆

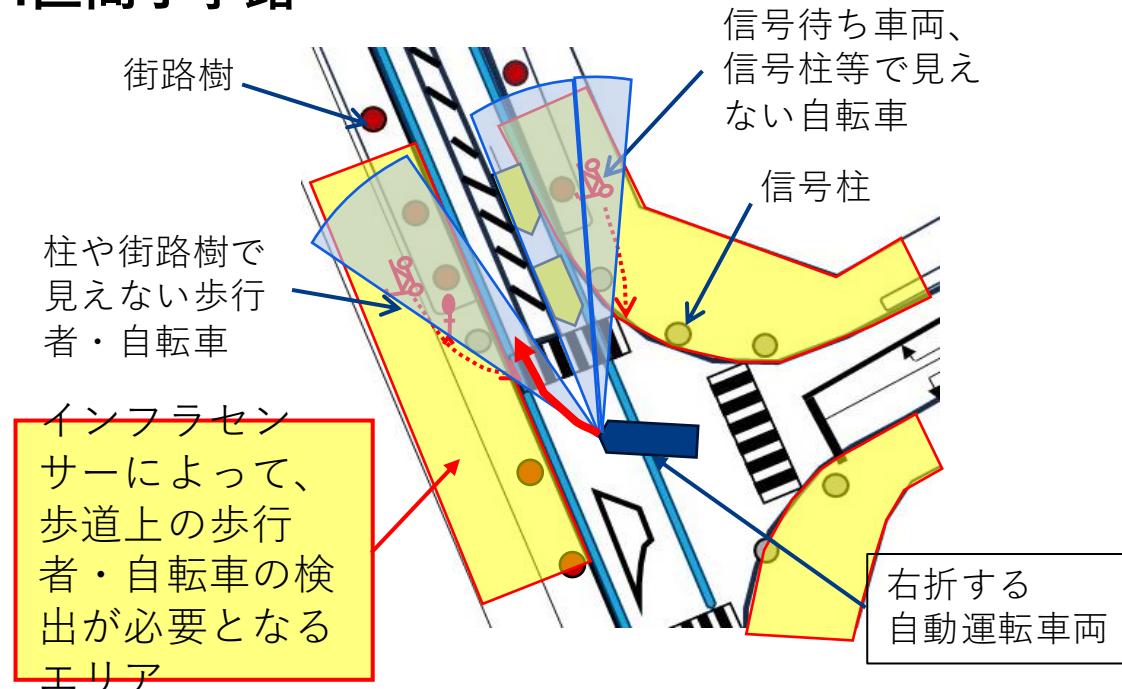
＜前提条件＞

自律センサのみで自車方路側の信号灯色を検出する場合、自車が交差点侵入後に、対向車が減速又は停止しても、対向車側信号灯色が青で、再加速又は再発進する可能性が有るため、自車方路側信号灯色が赤になるまで発進できない。



インフラからの物標情報活用事例（レベル4運用外）

L4区間丁字路



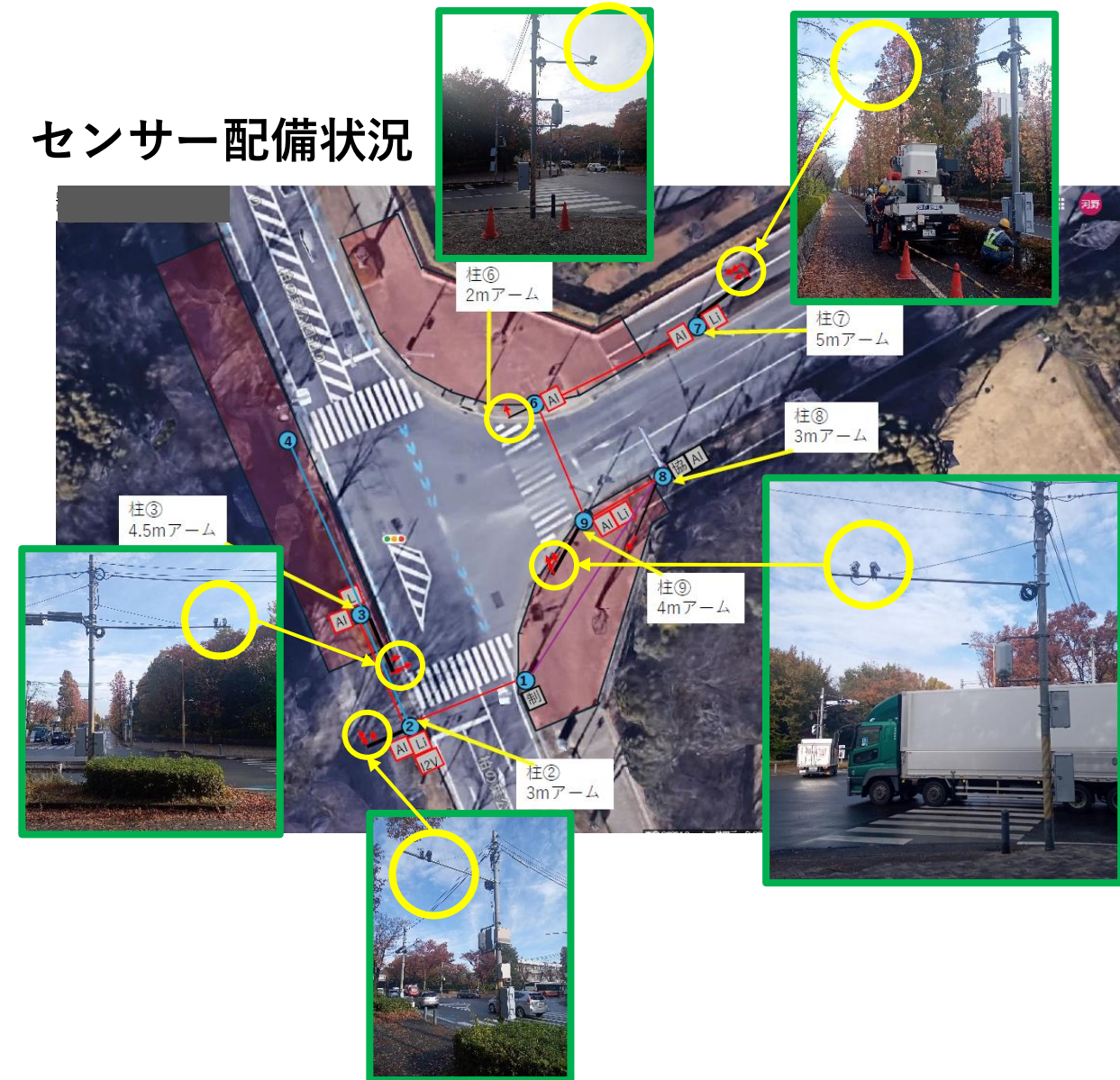
【車載センサのみの走行での課題】

信号待ち車両や、街路樹などの陰で見えない**死角の歩行者・自転車**が飛び出しても停止できる速度で走行。交通流に影響あり

【路側センサ活用の効果】

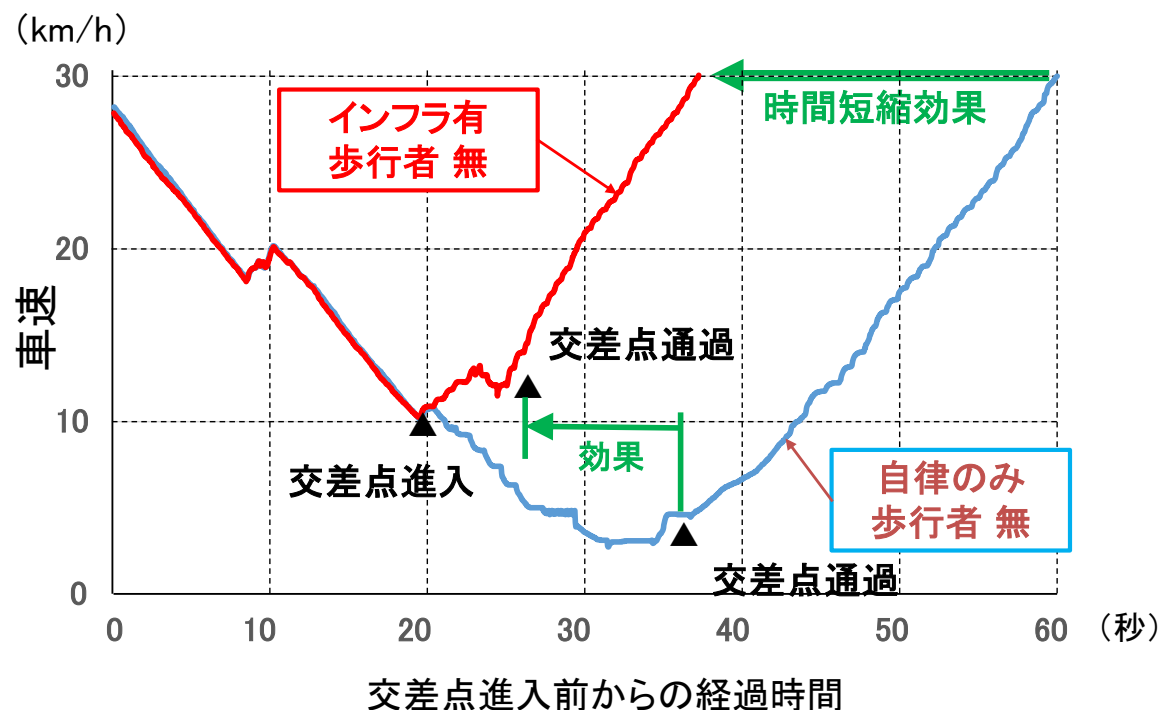
死角に歩行者・自転車がいないと判断された場合は、交差点通過時間を短縮することに繋がり、**円滑な走行が可能となる。**

センサー配備状況



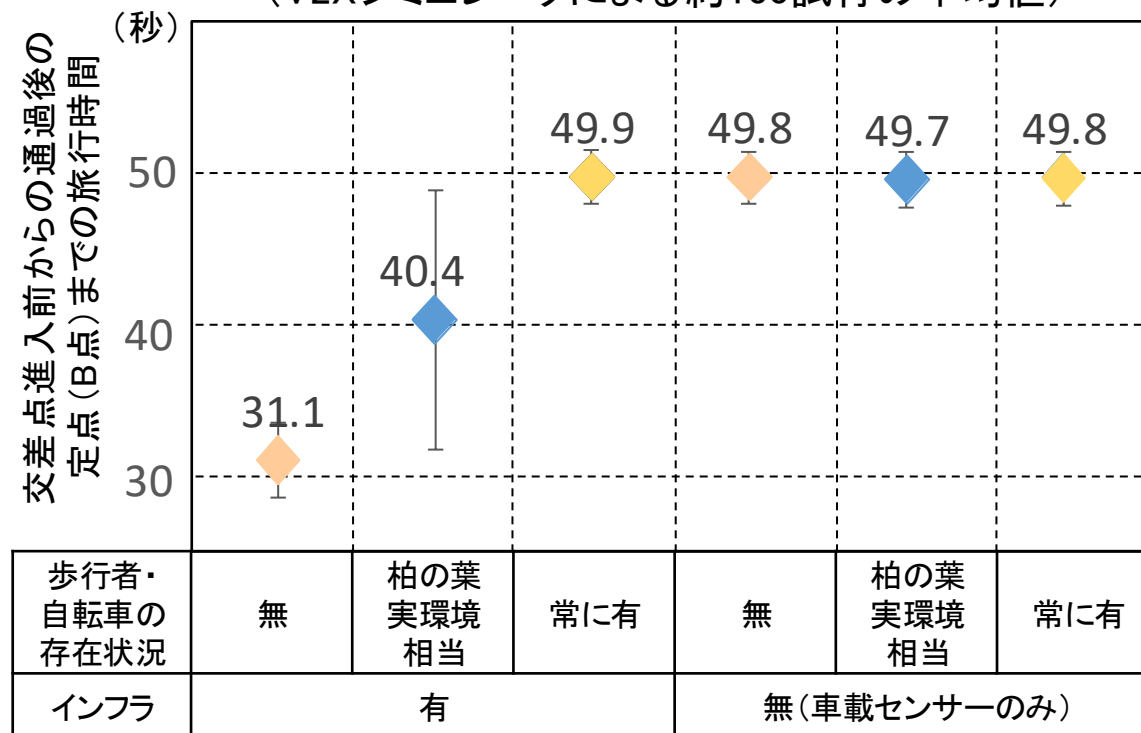
インフラからの物標情報活用と効果検証

- ・植栽や柱などによる歩道上の死角に存在し、横断歩道に進入可能性のある歩行者・自転車の情報を活用
- ・歩行者・自転車が検知エリアに存在しない場合、インフラ情報を活用する方が車載センサーのみよりも交差点の通過時間が短縮され、円滑な走行が可能となる
(車載センサーのみの走行の課題: 信号待ち車両や死角にいる歩行者・自転車が飛び出してきたとしても停止できる速度で走行するため、交通流に影響が生じる)
- ・実装による機能検証とともに、仮想空間(V2Xシミュレータ※)を活用し定量的な効果検証を実施
- ・実交通を模擬した確率で歩行者を出現させ、複数回の走行を通じて定点間の旅行時間を比較



交差点進入(A点)から定点(B点)まで旅行時間比較

(V2Xシミュレータによる約100試行の平均値)



歩行者・自転車の存在状況	無	柏の葉実環境相当	常に有	無	柏の葉実環境相当	常に有
インフラ	有			無(車載センサーのみ)		

V2Xシミュレータ(協調型システム評価プラットフォーム)

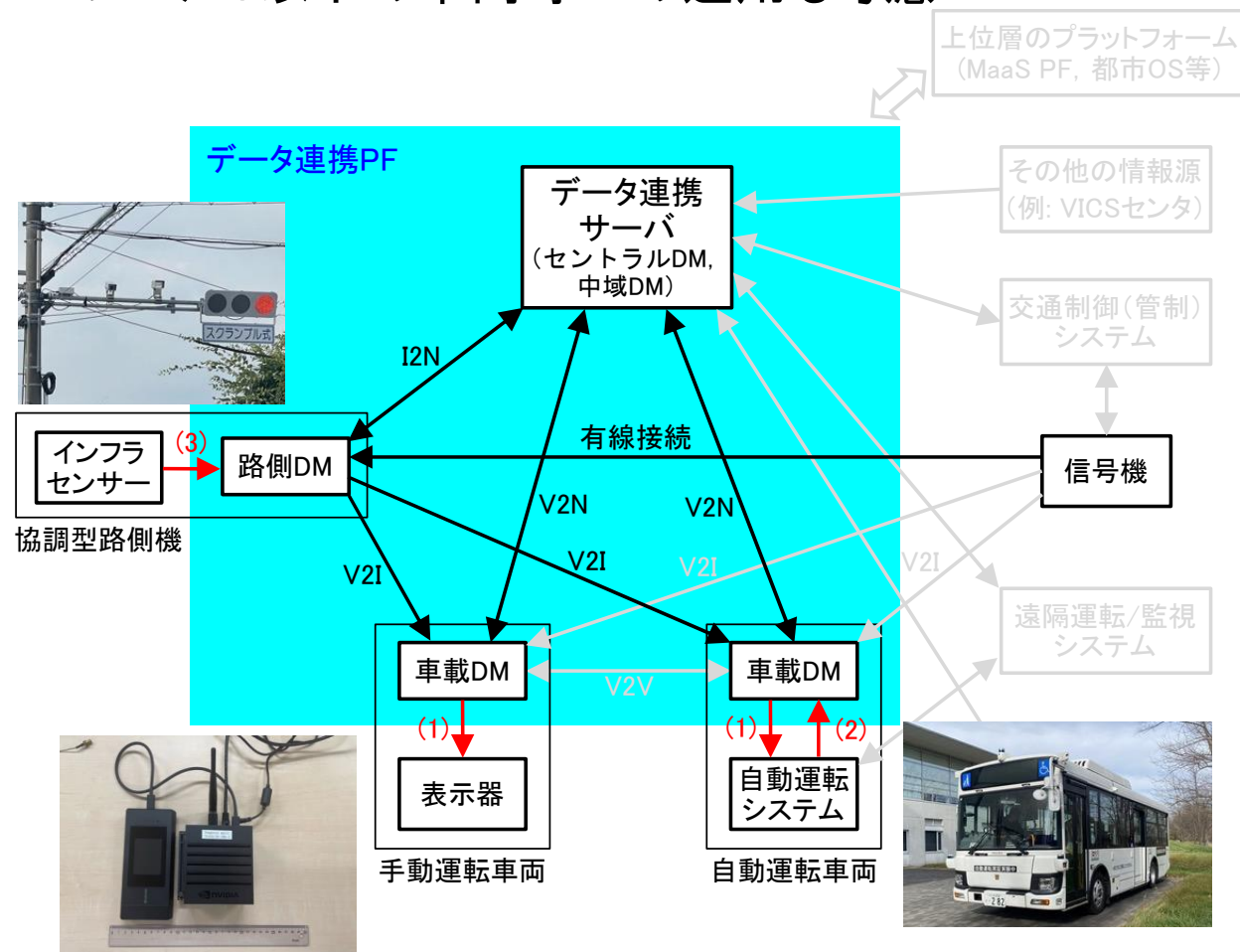
- 仮想環境で協調型自動運転システムの効果を事前に評価し、運行中に取得したデータを活用した継続的な評価を可能とする統合シミュレーション環境
- 通信プロトコル、車両挙動、交通流、無線伝搬特性の統合的なシミュレーション評価が可能
- オープンソースで公開済
【GitHub公開URL】
https://tlab-wide.github.io/V2X_E2E_Simulator/
- 公開後も開発した要素を逐次機能追加。OpenSDVなど他プロジェクトとも連携開始済



データ連携プラットフォームの開発と実装

データ連携アーキテクチャ

- 協調型レベル4自動運転の実現に向けて開発したデータ連携プラットフォームのアーキテクチャ
- レベル3以下の車両等への適用も考慮



スコープ

- **協調認識**: インフラ情報を収集・統合し車両へ
- **動的情報**を**リアルタイム**に扱うことにフォーカス

インタフェース仕様の策定

- データ連携PFと自動運転システム間 ... API仕様
- データ連携PFとインフラセンサー間 ... センサー部IF仕様

無線通信方式

- **複数の無線通信方式**を併用して通信品質を向上
- 通信遅延が安定する**760MHzITS無線**
- 通信帯域・通信範囲が広い**LTE/5G網行**

データ品質・信頼性の向上

- **複数のセンサーデータのフュージョン機能**

セキュリティ・プライバシー確保方法の検討と実現

- **公開鍵基盤(PKI)**に基づくセキュリティ管理
- **仮名ID**を用いたプライバシー保護機能

データ連携プラットフォームの開発成果の展開

CooL4データ連携PF API仕様

公開済み

- データ連携PFとアプリケーション(自動運転システム)との間のインタフェース仕様(図の(1)と(2))
- 4種類のデータの論理フォーマットを規定
 - 物標情報
 - フリースペース情報
 - センサー情報
 - 信号情報
- 静的地図情報の取得方法と必要な動的情報の指定方法を規定

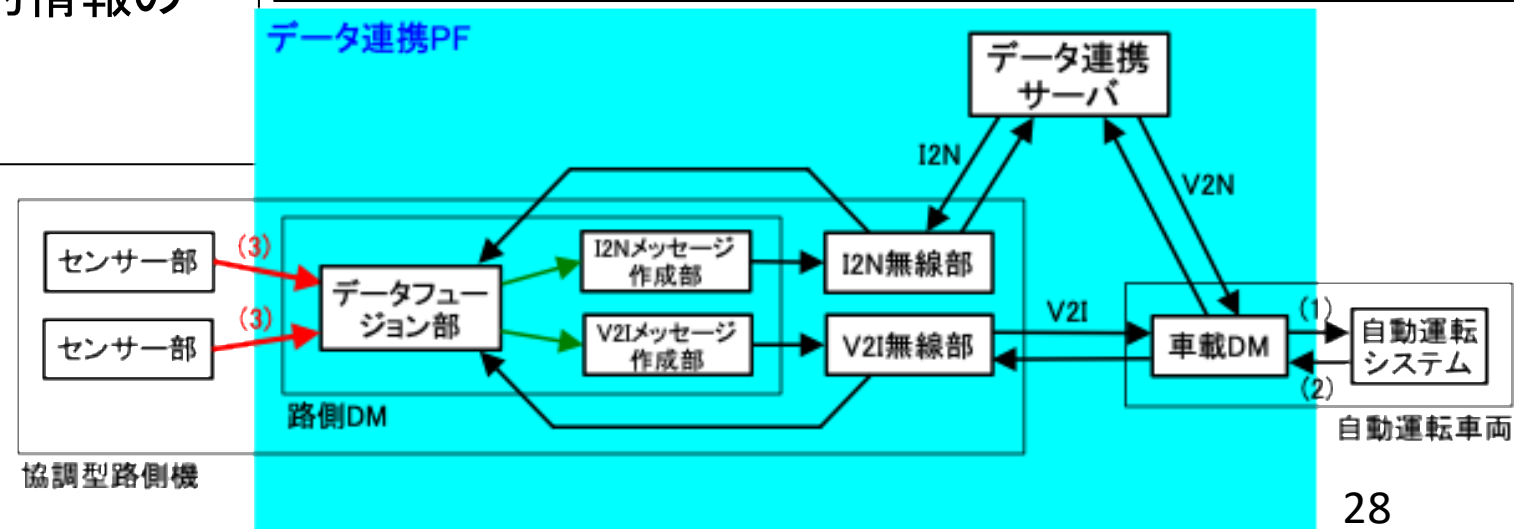
センサー部インタフェース仕様

公開済み

- データ連携PFとインフラセンサーとの間のインタフェース仕様(図の(3))
- **ITS Japan スマートポール仕様と共通化**
 - ITS Japan 自動運転研究会 CCAM検討チームが検討している「スマートポール仕様」との共通仕様として作成
 - 仕様書の執筆は、CooL4側(名古屋大学)のメンバが担当

データ連携PFのOSS公開

- 柏の葉で運用実績のあるCooL4データ連携PFのソフトウェアを、**オープンソースソフトウェアとして公開予定**



特定自動運行の乗車状況

【CooL4車両への乗車状況】 (1/13～3/26)

	L4運行	L2運行	全線手動	計
便数	185	70	5	260
関係者試乗	361	124	14	499
一般乗客	1,023	411	13	1,447
計	1,384	535	27	1,946

【市民意見交換会】

日時：令和8年2月3日（火）

11：00～13：30

参加者：12名



【市民試乗会】

参加者：市民・来訪者 計65名（応募者：324組（501名））

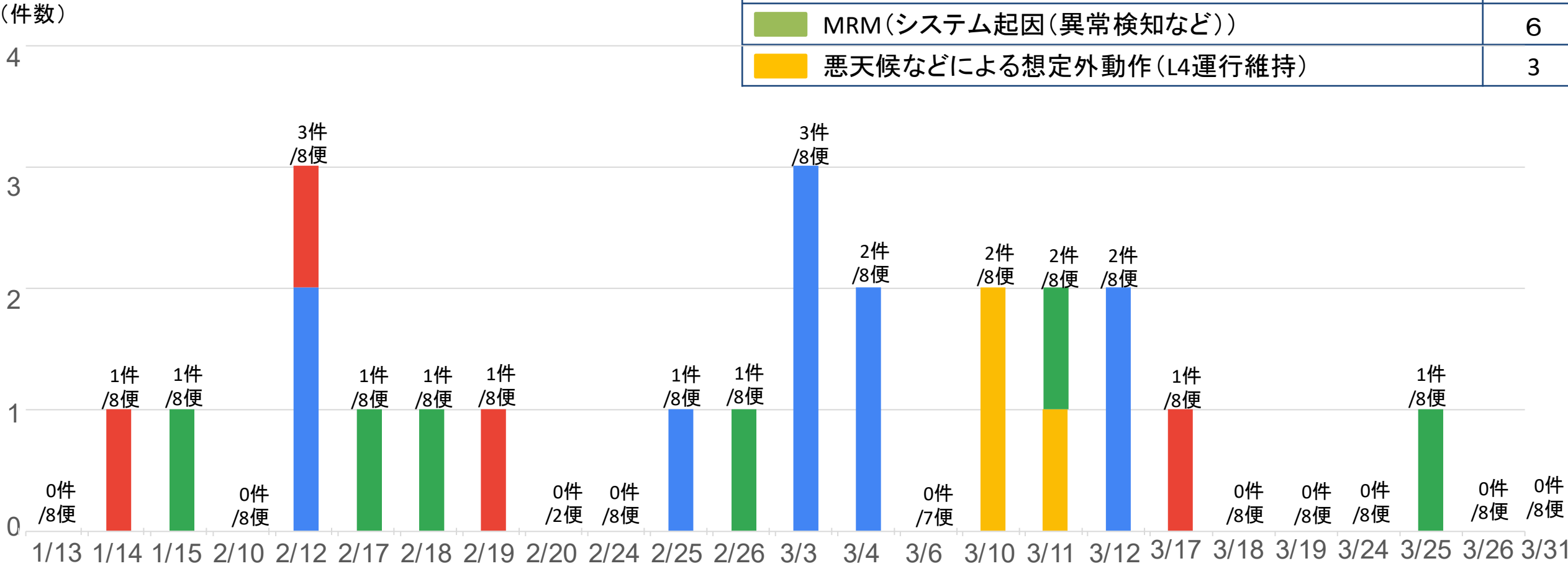
日程	当日参加者	日程	当日参加者
2月17日(火)	19人	2月18日(水)	19人
2月21日(土)	13人	2月24日(火)	14人



特定自動運行中の発生イベント

■ 特定自動運行: 全185便で計23件発生

イベント種別		件数
MRM（他交通・走行環境要因によるODD外）		10
MRM（手動操作）		4
MRM（システム起因（異常検知など））		6
悪天候などによる想定外動作（L4運行維持）		3



検討結果と今後に向けた示唆

事業性の検討

- 現状では、**自動運転移動サービスを民間ビジネスとして運賃収入のみで成立させることは難しい**。
- 一方、乗務員不足・「交通空白」等の社会課題解決を踏まえ、引き続き中長期的な視点から自動運転移動サービスの技術育成が求められる。
- ➔ 技術育成の必要性訴求・財源確保には、「**社会便益**」の提示が**一定程度有効**である。
- インフラ協調について、交通事業者にとって路側機は「純増」のコストとなるため、**交通事業者専用のインフラとしてビジネスモデル(費用負担・責任分界)を考えることは適切ではない**。
- インフラ協調の「車両から物理的に認識できない情報を取得できる」という特長は、自動運転車両の円滑性向上や、手動運転車を含めた幅広い運転支援に活用し得る。
- ➔ 公共交通の関係者のみならず、オーナーカーの関係者等、幅広い関係者を巻き込み、**インフラの活用手法とビジネスモデルを表裏一体で検討していくことが肝要**と言える。

国際・国内連携

- 欧州でも運転手不足を背景に自動運転への期待は高いが、**日本と同様開発途上**にあり、遠隔支援や協調型システムの活用を含め**段階的な実用化が見込まれる**。
- 専門家との議論を通じ、レベル4自動運転による社会課題解決にむけ、技術・制度・運用面の課題を共有し、**制度整備に向けた継続的連携が必要**である。

インフラ協調システム活用 得られた知見と今後の検討課題

インフラ協調システムについて得られた知見(5年間を通じたCooL4からの提言)

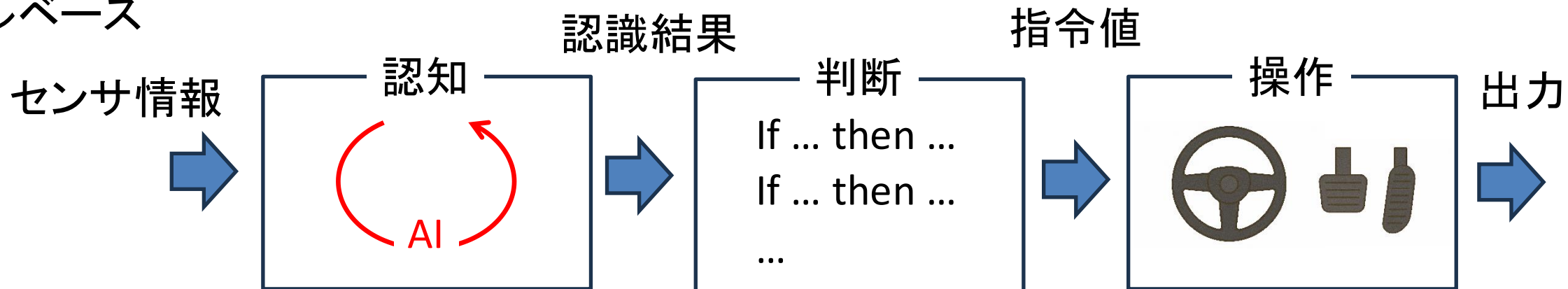
- インフラ協調は「**車両から(物理的には)認識できない情報を、取得できること**」が大きな価値。
- 車両から認識できない信号情報や物標情報を、先読み情報(交差点の信号残秒数、車両前方の死角範囲内における歩行者の有無等)として活用することで、**円滑性・安全性を向上**することができる。

今後の検討課題

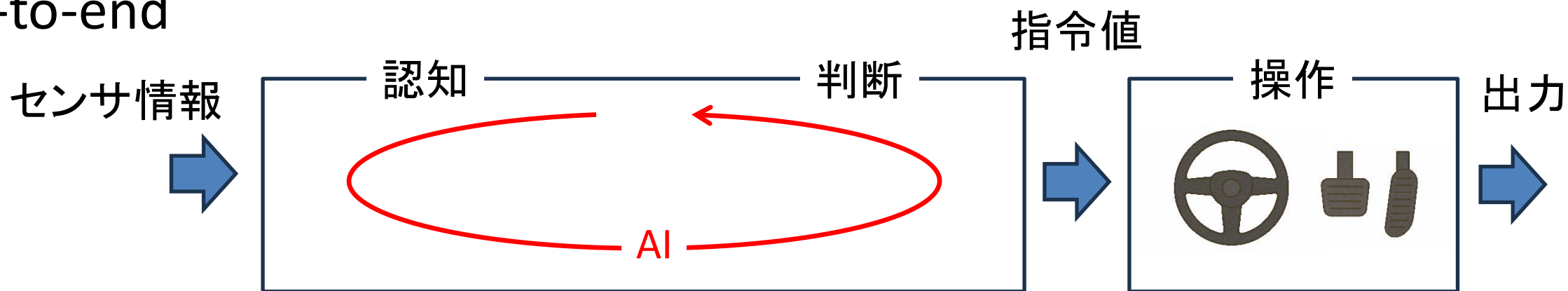
- レベル4自動運転走行に利用可能な**物標情報提供を行う協調型システムの性能要件・仕様**を定める。
- **物標情報提供を行うインフラ協調システムをレベル4自動運転走行に活用**する。
- **円滑な遠隔監視型自動運転を実現**するための協調型システムの活用可能性を検討する。

End to end AI自動運転への期待

ルールベース

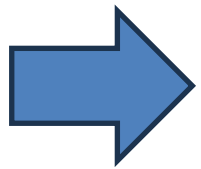


End-to-end



End-to-end AI 自動運転の課題

- ・AIは、道路交通法遵守するとは示せないし、事前に安全性を示すことはできない。
- ・運転者が法的責任をとることで、自動車の走行は認められている。ただし、現状では、AIが責任主体になることはできない。



自動運転車両の挙動，製造者の組織体制，市場での監視および情報収集で評価されるか。

島野徹，自動運転の安全基準に関する国際的な議論動向，自動車技術会春季大会，2026年

テーマ 4

混在空間でインフラ協調を活用した
レベル4自動運転サービスの実現に向けた取組

ご清聴ありがとうございました