

今年度実証の成果と 次年度実証について

平成31年 3月26日

内閣府
経済産業省
国土交通省

**【ラストマイル自動走行】
経済産業省 提出資料**

ラストマイル自動走行実証実験

目的

- 2020年度にラストマイル自動走行による移動サービスを実現するため、車両技術の開発及びモデル地域での事業性検討を実施。

2018年度の ポイント

- **1：2の遠隔型自動運転**：遠隔にいる1人の運転車の監視・操作の元で、2台の車両を運行する自動運転技術の検証を開始。
- **運行事業者による長期（一カ月）実証**：地域の運行事業者(担い手となるバス事業者等)が自動走行システムを導入して事業化できるかを見極めていく長期（一カ月）の実証実験に移行。

大方針

車両の**技術面**での実証

事業の**成立性・ビジネスモデル**の検証

2017年度は短期間の技術的な検証がメイン

2018年度

【1：1実証】

昨年度は輪島市、北谷町で実証を開始
4月から永平寺町でも実証を開始

【1：2実証】

永平寺町で11月19日に実証を開始



1人で2台を遠隔監視・操作

【運行事業者による実証】

- 地元運行事業者が実証に参加
- ・10月19日～10月28日 日立市
日立電鉄交通サービス、みちのりHD
- ・10月29日～11月30日 永平寺町
えい坊くんのまちづくり、京福バス
- ・1月15日～2月12日 北谷町
街づくりコンサル、那覇ハイヤー
- ・2月12日～2月17日 輪島市
まちづくり輪島



日立市

永平寺町



2019年度の 高度化 ポイント

- **地域事業者によるサービス実証**：6カ月程度の長期の移動サービス実証を実施し、評価検証を実施
- **レベル4での運用に向けた開発と実証**：車両構築と環境等の難易度や制約条件を変化させた検証を実施
- **中型自動運転バスの実証評価**：中型自動運転バスの開発、実証コーディネーターの企画選定、実証事業者の公募・選定、小型バスを用いたプレ実証を実施

実験概要

- 実施期間： 平成30年11月19日から
- 実施場所： 福井県永平寺町の京福電気鉄道永平寺線の廃線跡地の一部路線（永平寺参ロード 自転車歩行者専用道の南側一部区間（約2km）の往復）
- 実施者： 産業技術総合研究所、ヤマハ発動機（株）、（株）日立製作所、慶應義塾大学SFC研究所、豊田通商（株） 等
- 実施内容：
 - 遠隔ドライバー1名による2台の車両の遠隔型自動運転の技術検証
 - 自動運転電動カートによる移動サービスの実現に向けた遠隔監視：操作、管制技術の検証 等

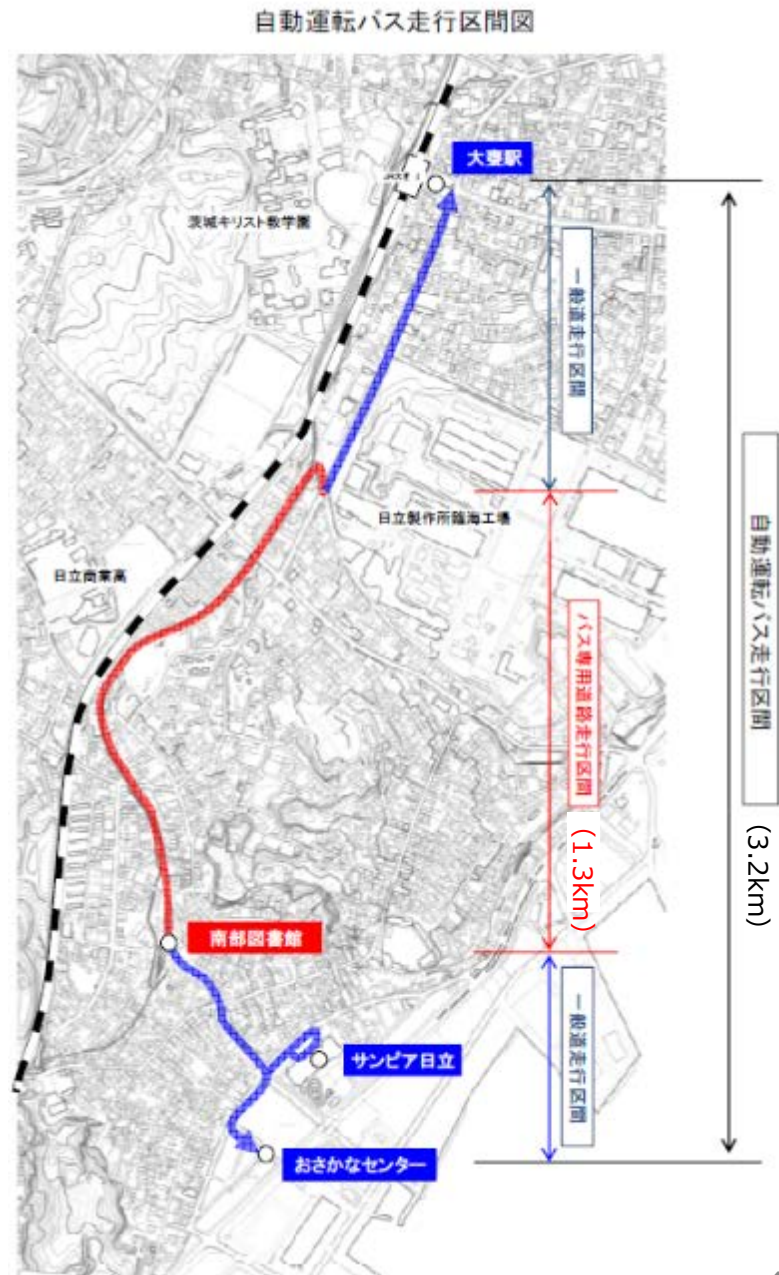


1人で2台を遠隔監視・操作



実験概要

- 実施期間：平成30年10月19日から10月28日まで
- 実施場所：茨城県日立市の「ひたちBRT」の一部路線（JR大甕駅^{おおみか}～おさかなセンター間（3.2km）の往復で、途中の乗降は行わない。一部手動区間あり）
- 実施者：産業技術総合研究所、S Bドライブ（株）、先進モビリティ(株)、(株)みちのりホールディング、日立電鉄交通サービス(株)、(株)日本総合研究所 等
- 実施内容：
 - ・利用者（地域住民等）を乗せて走行し、遠隔運行管理システムによる運行状態把握と車両内外の安全性確保
 - ・信号機や路側センサと自動運転バスの連携による安全で効率の良い運行
 - ・自動運転バスへの乗降を考慮した新しい決済システムの実証 等

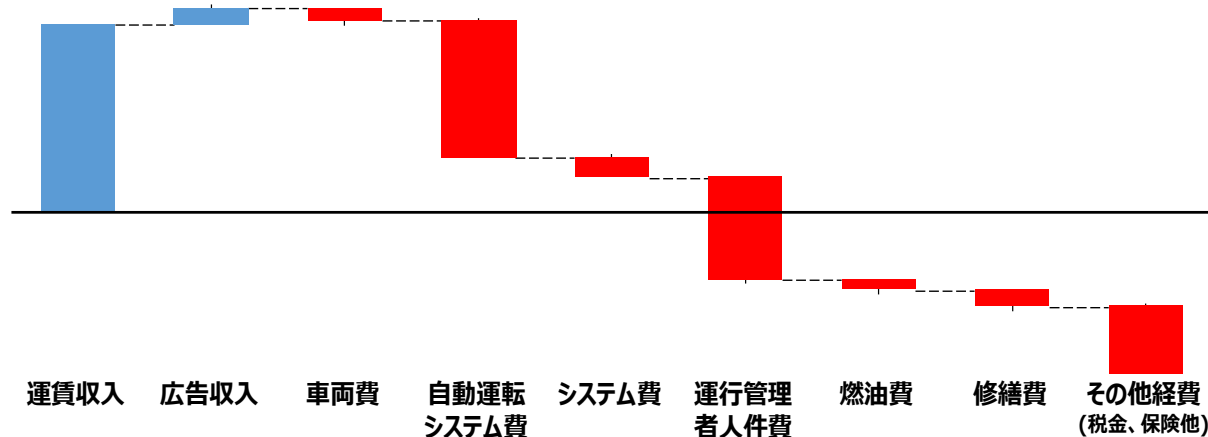


実証路線での採算性の分析・検証

■ 日立市「ひたちBRT」の既存バス路線への自動運転システムの導入

・前提：繁忙期の専用道区間の完全無人化の想定（遠隔監視）、運行ダイヤに編入しコスト試算(車20年、他5年)

自動運転バス1台の収益性の内訳例（システム、人件費等は仮定）

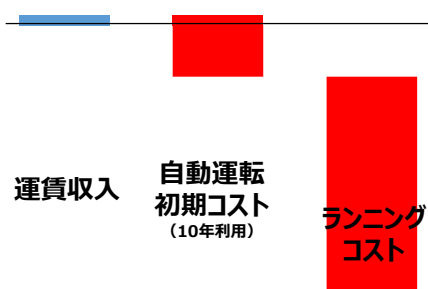


- 収入／運行経費：0.55（赤字）
- 自動運転システム費／運行経費：0.37
- 運行管理者人件費／運行経費：0.27
- 採算性成立
 - ・自動運転システムと運行管理者の費用を削減できるかが課題
 - ⇒ 量産化、機能見直し
 - ⇒ 複数台の運行管理（遠隔監視）
 - ⇒ 初期導入や人件費の補助金補填等

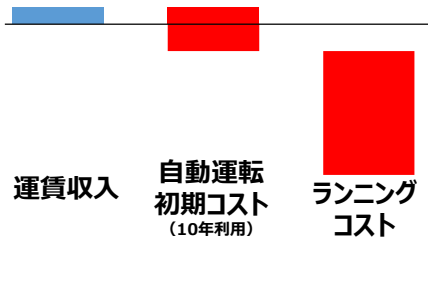
■ 新規路線としての小型自動運転カートの導入（永平寺町、北谷町例）

・前提：量産車両の完全無人化の想定（ただし遠隔監視）、利用数は実証に基づき算出

永平寺町での収支例（4台導入）
過疎地モデル

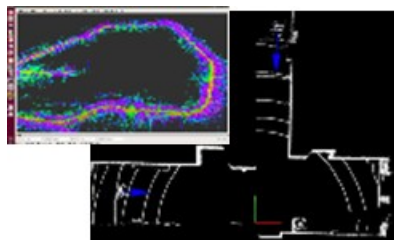


北谷町での収支例（2台導入）
観光地モデル



- 各地域において収支が赤字
- 採算性成立
 - ・利用者数を増やす工夫、付加価値(広告、案内、警備、貨客混載、イベント等)
 - ・自治体による補助金や支援金
 - ・ホテル、商業施設と連携した費用負担の体制構築

- **移動サービスとしてのレベル4 実現への取組**
 - ラストマイル自動走行における**低速自動運転カート**の**高度化**：車内安全を含めた**完全無人自動化**



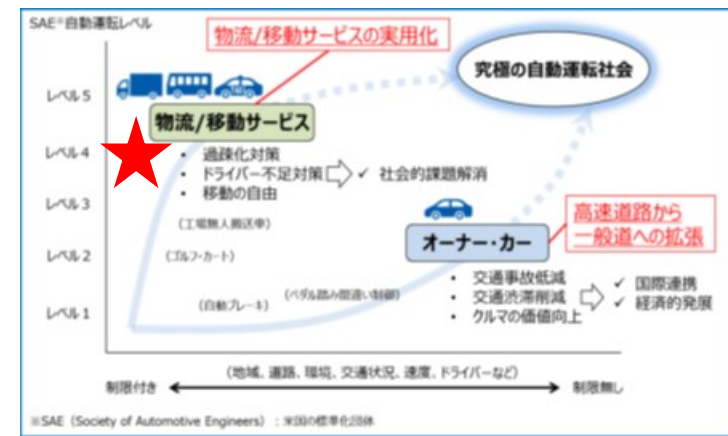
高精度地図を用いた周辺認識と経路計画



緊急車両接近検知と対応



乗降状態、着座等の判定、自動発進判断、車内安全の確保



乗客、周辺者、ドライバー等の安心感、受容性、理解の計測

● AI技術等を用いた知能化、高度化

- 遠隔型自動走行システムでの遠隔監視化と無人回送の実証：安全性検証
- 自動運転レベル4の車両構築と実証：環境等の難易度増加検証や制約条件変化対応



最少リスク条件に移行する技術を備えたレベル4の自動運転システムの実現

これまでの実証実験

自動運転による移動サービスの実現に向けたバス車両による実証実験は、自動走行機能を搭載したバス車両の制約から、小型バスに限定して実施されている。

交通（路線バス）事業者には、大型・中型バスについても実証実験を行いたいというニーズ有り

今後の方針

**バス事業者の要望の多い中型路線バスの自動運転化開発、
地域実証に取り組む**



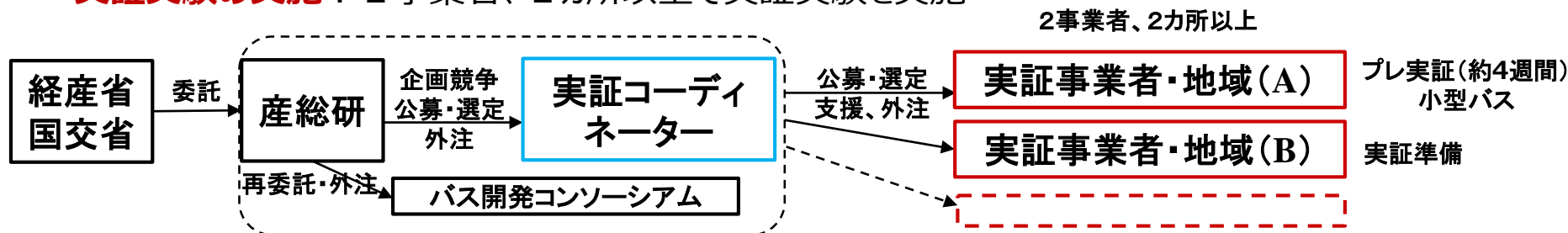
2019年度

中型自動運転バスの開発：中型バス製造、制御系の改修、ブレーキ認証、ナンバー取得、自動運転化改造、試走検証

中型自動運転バスによる実証評価準備：実証コーディネーターの企画選定、実証事業者の公募・選定、小型バスを用いたプレ実証

2020年度

実証実験の実施：2事業者、2カ所以上で実証実験を実施



**【トラックの隊列走行】
経済産業省 提出資料**

高速道路におけるトラックの隊列走行

目的

- 2020年度に高速道路での後続無人隊列走行を実現するため、車両技術の開発及び事業として成立・継続するために必要な要件・枠組みについて検討を実施。

2018年度の ポイント

- **後続車有人システムの高度化**：2018年12月より、世界初となるマルチブランドによるより高度な後続車有人システム(CACC+LKA)の実証を開始。
- **後続車無人システムの実証実験**：2019年1月より、後続車無人システム(車両内有人状態)の実証を開始。今年度は各車両に運転者が乗車して実証実験を実施。

大方針

技術開発に加え、商業化に向けて
コスト低減、インフラ整備
などの取組が必要

2021年までの商業化
後続車**有人**システム

早ければ2022年の商業化
後続車**無人**システム

2017年度には、世界初のマルチブランドでの後続車有人公道実証を実施（2018年1月 新東名）

2018年度

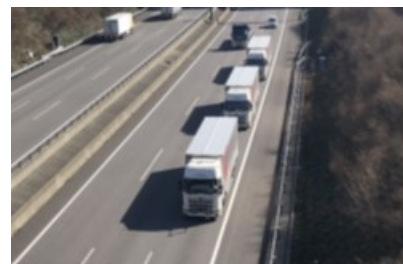
【有人①】 11月6日～11月22日
〔上信越自動車道 藤岡JCT～更埴JCT〕
→ 起伏・トンネルのある区間において、
積載条件を変えて、マルチブランドの
トラック4台でのCACC走行



【有人②】 12月4日～12月6日
〔新東名高速 浜松SA～遠州森町PA〕
→ CACCに加え、LKAを搭載した
世界初となるマルチブランドの
トラック4台での走行



【無人】 1月22日～2月26日
〔新東名高速 浜松SA～遠州森町PA〕
→ 技術開発、テストコース検証等を経て、後続車無人
システムの実証実験開始



2019年度の 高度化 ポイント

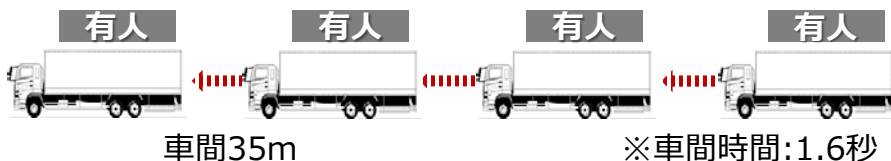
- **後続車有人システムの高度化（制御精度向上、車間距離の短縮）**：マルチブランドによる隊列走行の制御精度向上のため、車車間通信、車両システムを改良。車間距離の短縮化(車間距離1.6秒から1.0秒)を目指す。
- **後続車無人システムの実証実験**：2019年1月より、後続車無人システム(車両内有人状態)の実証を開始。来年度は引き続き後続車無人システムの開発を進め、各車両に運転者が乗車して実証実験を実施。

2018年度 後続車有人システム実証実験（上信越自動車道）

- 上信越自動車道藤岡JCT～更埴JCT間で、異なる事業者により製造されたトラック4台による後続車有人システムの公道実証実験を実施。2018年1月実施の実証実験に対して走行条件(トンネル、勾配、積載)を変更し、さらなる技術検証を行った。
- 走行区間全域でCACCCが正常に動作したことを確認。
- 一方、各社の制御の違いや応答遅れ等から、空車・積車の条件ともに後続車の車速が低下するという課題が見られた。
- 実証期間において割り込みが多数発生しており、また合流部にて一般車(乗用車・バス)とのお見合いが3件発生した。

■ 目的・検証事項

- 異なるメーカーの車両間で、CACCCシステムを用いて走行条件を変更してさらなる技術検証を行う。
- トンネル、カーブ、勾配(登坂・降坂)におけるCACCC接続性及び車両積載条件を変更した車間維持性能検証。
- 周辺車両からの見え方(被視認性、印象等)の確認。



■ 実施区間：上信越自動車 藤岡JCT～更埴JCT区間
(約120km、IC10か所、SA・PA6か所、JCT1か所)

■ 実施期間：2018年11月6日～11月22日
(総走行距離 約2,980km) ※車線規制区間除く

日程	積載条件	走行距離(km)
①11/6～8	空車	1,004
②11/13～15	空車・積車Mix	976
③11/20～22	積車	1,000

CACCC(Cooperative Adaptive Cruise Control):協調型車間距離維持支援システム
通信で先行車の制御情報を受信し、加減速を自動で行い、車間距離を一定に保つ機能

■ 結果

① CACCCの動作状況：

- 実証区間の全ての勾配、カーブ、トンネルにおいて基本的にCACCCの動作を維持することができた。

② 積載条件違いの影響：

- 空車条件でも、車両間のACC制御と動力性能の差により登坂路で車間距離が拡大するケースが見られた。
- 積車条件では、登坂路における車間距離の拡大、降坂路における車間距離の縮小が、空車条件以上に顕著。
- 各社の制御の違いや応答遅れ等からショックウェーブにより、後続車の車速が低下する場面が見られた。
- 合流部にて一般車(乗用車・バス)とのお見合い3件発生。

トンネル



登坂車線



車線規制による車線変更



高速バスとのお見合い

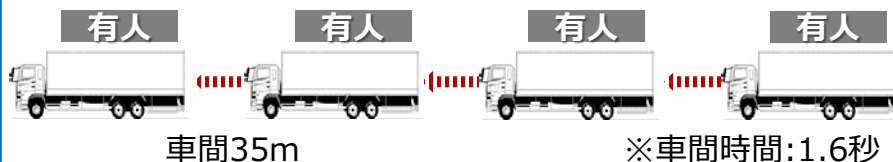


2018年度 後続車有人システム実証実験 (新東名高速道路)

- 新東名高速道路浜松SA～遠州森町PA間で異なる事業者により製造されたトラックのCACCに加えて新たな技術としてLKAを活用した世界初の後続車有人システムの公道実証実験を行った。
- 実証区間においてCACC+LKAが正常に動作し、隊列走行を維持することが出来た。一方で、白線が掠れていたり側線が連続しないところなどは検知しにくい課題が存在。

■ 目的・検証事項

- 隊列走行が将来の導入に向け開発等が進められている事を広く周知する。
- 2018年1月実施の実証実験に加えて新たな技術としてLKAを活用した技術検証を行う。
- 車外HMIを改良の上、夜間時の周辺車両からの見え方(被視認性、印象等)の確認。



■ 実施区間：新東名高速道路 遠州森町PA～浜松SA

■ 実施期間：2018年12月4日～6日

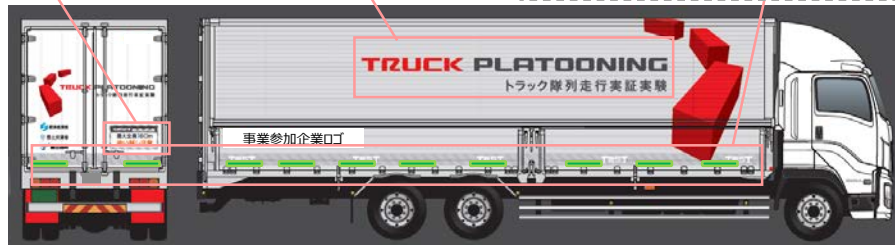
(約15km区間、IC1か所、総走行距離数：225km)

■ 積載条件：全車空車 (積荷無し)

リア部に隊列全長

日本語表記を昨年より拡大

車外HMI(LED)は光のラインとして一体感を表現。昼夜で明るさを可変。



LKA(Lane Keeping Assist)：車線維持支援システム
白線を検知して車線内での走行を維持できるようステアリングを調整する機能

■ 補足

- 短車間時間1.0秒について：一定速走行時は問題なしも
加速時：各車間の加速性能に差があり車間が広がるケース有
減速時：通常の減速度でも車間が詰まるケース有(最小10m以下)

■ 結果

① CACC+LKAの動作状況

- 実証区間においてCACC+LKAでの隊列走行を維持することが出来た
- 白線が掠れていたり側線が連続しないところなどは検知しにくい課題

② 車外HMIの視認性

- 緑色LEDは隊列の認知に有効に作用(特に後方)
- ボデー側面ランプは配光の改良が必要)斜め後方からの視認性向上)

車線の掠れ

見え方調査結果：LEDについて目立つように更なる工夫が必要とのコメントあり



2018年度 後続車無人システム実証実験（新東名高速道路）

- 2020年の後続車無人システムの後続車無人状態での実証実験を見据えて2018年度以降ステップバイステップで実証。
- 新東名高速道路浜松SA～遠州森町PA間で後続車有人状態で実証実験実施。
- 制御システムの性能、安全性の検証を行う。(対自然環境、道路環境)
- トラック隊列が周辺走行車両の乗員からどのように認識されるか、トラック隊列が周辺走行車両の追い越しなどに及ぼす影響を確認。

■ 目的・検証事項

- 後続車無人システムの実証実験を後続車有人状態で開始
- 制御システムの性能、安全性の検証を行う。(対自然環境、道路環境)
- 周辺車両からの見え方(被視認性、印象等)の確認。



車間10m ※車間時間:0.5秒 (70km/h)

- 実施区間：新東名高速道路 遠州森町PA～浜松SA
- 実施期間：2019年1月22日～2月26日(平日のみ)
(約15km区間、IC1か所)※72.5回往復
- 積載条件：全車空車（積荷無し）

リア部に隊列全長
表記(60m)

「隊列走行中 割り込み危険・注意」
注意喚起表記

後続車有人システムと同じ
デザイン



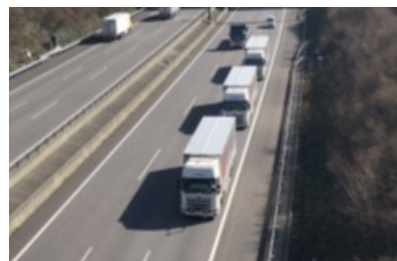
■ 結果

① 後続車無人システムの動作状況：

- 直線走行及び車線変更は安全に行われ、SA/PAエリア内のクランク部も後続車は先行車を追従できた。
- 多重系が組み込まれているトラッキング制御の切替直後や横風の影響により多少蛇行する場面が見られ、今後更なるシステムの改良が必要。
- 合流部での他車両の割り込みに伴う急制動は発生無し。

② 一般モニターの評価

- 観測車両より走行中のトラック隊列を観測した一般モニターからは、車間距離並びに速度が一定であったことを安全に感じられ、想像よりも小さく3台まとまって走っていたことから走りやすそうとの意見があった。
- 車外HMIについては、隊列走行していることの明示、隊列している台数の明示等の情報提供の要望があった。



国際連携の取組み及び海外動向

国際連携の取組

トラック隊列走行の取組みについて、日本・欧州・米国の三極間で情報共有を行う取組みが加速。各国の実証実験等の取組みに関する文書の共同作成を進めるほか、ITS・自動走行関連の国際会議の場を用いて、三極での情報共有を実施している。

※三極…日本：経済産業省、豊田通商

欧州：欧州委員会研究総局（DG RTD）、オランダ応用科学研究機構（TNO）

米国：アメリカ合衆国運輸省（DOT）

①情報共有

各国のトラック隊列走行への取組みの目的、プロジェクト進捗状況、標準化等の方向性について整理し、定期的にアップデートを行うための文書を三極で共同作成中。

②国際会議の場を用いた三極での情報共有

1月にワシントンで開催されたTRB（Transportation Research Board）において、日欧米の隊列走行の取組みについて、各国代表者が講演。

【登壇者】日本：経済産業省・ITS・自動走行推進室長、米国：DOT・Automation Program Manager・Federal Highway Administration, 欧州：TNO・Sr.Project manage Transport and Mobility、SCANIA・Head of Pre-development.

<今後の主な予定>

- ・2019年4月：EUROCAD【ベルギー】
- ・2019年7月：AVS(Automated Vehicle Symposium)【アメリカ】
- ・2019年10月：ITS世界会議【シンガポール】

隊列走行関係の海外動向

欧州

ENSEMBLE（Enabling Safe Multi-Brand platooning for Europe）プロジェクトにおいて、EU各国内でのマルチブランド隊列走行の実現を目指し、隊列走行技術開発・実証実験、標準化検討等を推進。2021年までの公道実証の実現を目指し、2023年までの商業化が目標。

米国

USDOT主導により、CACC（レベル1）を用いた隊列走行の実証事業を推進。民間では、Peloton Technology が高速道路でのCACC を活用した2台の有人隊列走行の商業運行を推進

**【道の駅】
国土交通省 提出資料**

○ 高齢化が進行する中山間地域において、人流・物流を確保するため、物販や診療所などの生活に必要なサービスが集積しつつある「道の駅」等を拠点とした自動運転サービスの実証実験を実施

実証実験

H
29
年度
(2017)

短期の実証実験(1週間程度)

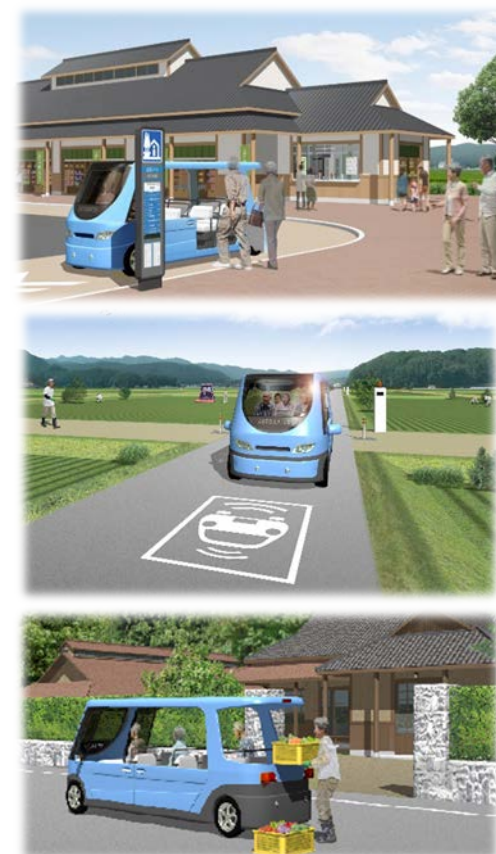
- 主に技術的検証やビジネスモデルの検討
- 全国13箇所で実施(総走行距離:約2,200km 参加者:約1,400人)

H
30
年度
(2018)
S

長期の実証実験(1~2か月程度)

- 主にビジネスモデルの構築
- 13箇所のうち、車両調達の見通しやビジネスモデルの検討状況等を踏まえて、準備が整った箇所から順次実施
- 翌年度以降の早期社会実装を目指す

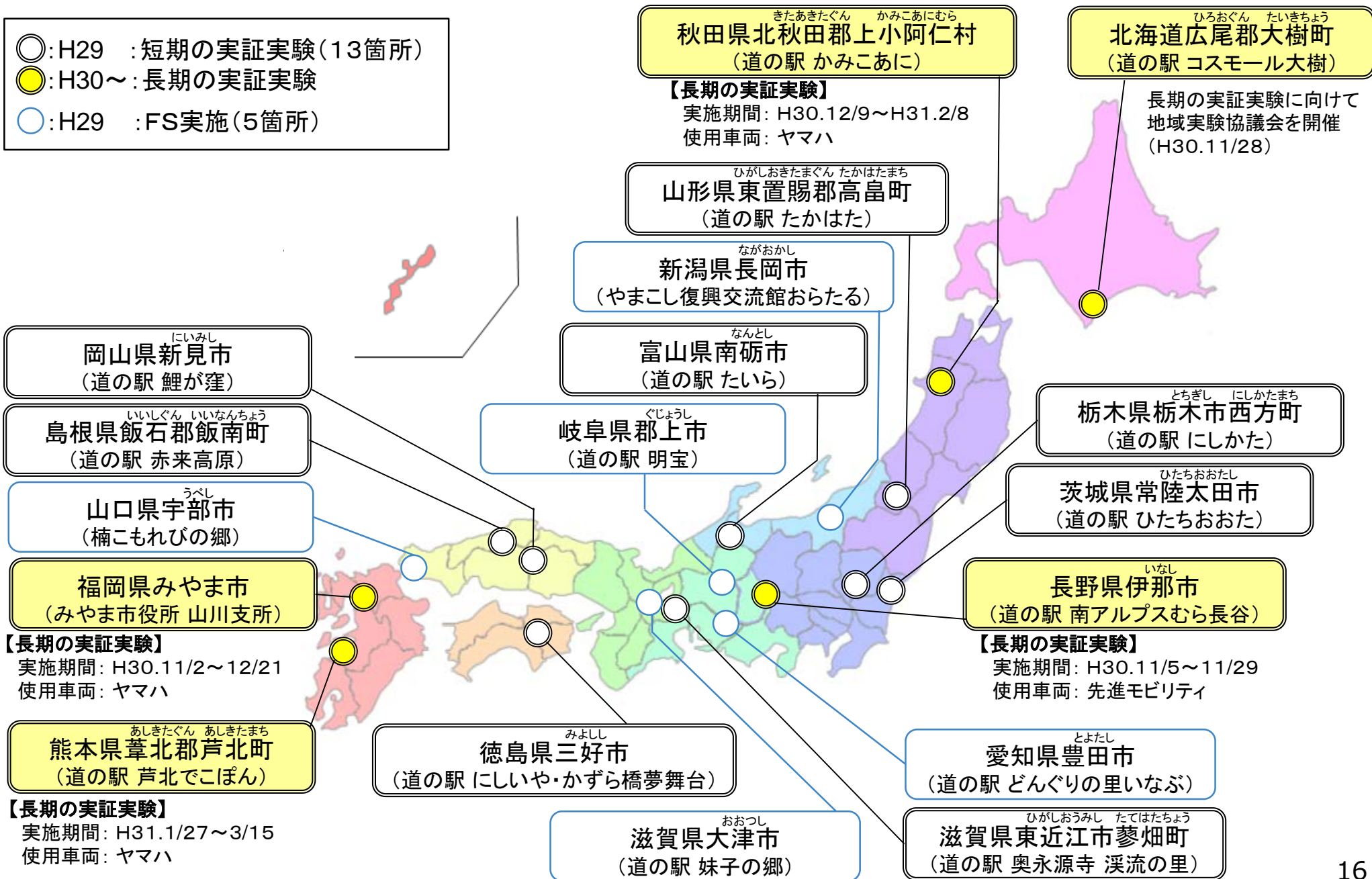
※この他、H29年度のフイージビリティスタディ(FS)箇所(5箇所)において、短期の実証実験を実施



将来イメージ

「道の駅」等を拠点とした自動運転サービスの2020年までの社会実装を目指す

- : H29 : 短期の実証実験 (13箇所)
- : H30~: 長期の実証実験
- : H29 : FS実施 (5箇所)



バスタイプ

①株式会社ディー・エヌ・エー



「車両自律型」技術
 (GPS、IMUにより自車位置を特定し、規定のルートを行
 走 (点群データを事前取得))

定員: 6人(着席)
 (立席含め10名程度)
 速度: 10km/h程度
 (最大:40km/h)

②先進モビリティ株式会社



「路車連携型」技術
 (GPSと磁気マーカ及びジャイロ
 センサにより自車位置を特定
 して、既定のルートを行
 走)

定員: 20人
 速度※: 35 km/h 程度
 (最大40 km/h)

乗用車タイプ

③ヤマハ発動機株式会社



「路車連携型」技術
 (埋設された電磁誘導線からの
 磁力を感知して、既定ルート
 を走行)

定員: 6人
 速度: 自動時 ~12km/h 程度
 手動時 20 km/h未滿

④アイサンテクノロジー株式会社



「車両自律型」技術
 (事前に作製した高精度3次元
 地図を用い、LiDAR(光を用い
 たレーダー)で周囲を検知しな
 がら規定ルートを行
 走)

定員: 4人(乗客2人)
 速度※: 40km/h 程度
 (最大50 km/h)

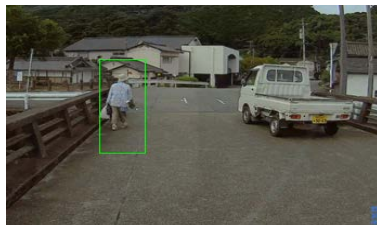
※速度は走行する道路に応じた制限速度に適応

GPS : Global Positioning System, 全地球測位システム IMU : Inertial Measurement Unit, 慣性計測装置

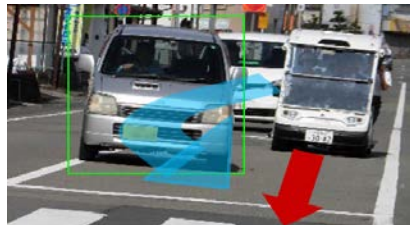
短期間の実験を通じた課題(平成29年度)

走行空間の確保

〈自動走行に支障のある事例〉



走行路上の歩行者



一般車両による追い越し・滞留



沿道の植栽を検知



積雪による幅員の減少

走行技術・運行管理

〈気象条件や地形によっては障害物の検知や自己位置の特定ができない〉



降雪をレーダーで検知



山間部でのGPS受信精度の低下

ビジネスモデルの構築

・貨客混載や福祉サービス・観光など地域の多様な取組みと連携した実験を実施



長期間の実験を通して検証(平成30年度～)



簡易信号の設置



路面標示の設置

○専用・優先の走行区間の確保

- ⇒自動運転に対応した道路空間の確保のための基準(時間帯による専用・優先の空間化含む)
- ⇒車両や地域特性に応じた管理水準のあり方検討

○道路利用者や地域への周知、理解の醸成



路車連携技術による円滑な走行

- 路車連携技術を必要とする地形・気象条件等の確認
- 提供するサービスに応じた車両機能の改善
- 事故への対応手順などの運行管理システムの構築

- コストや将来需要を踏まえた採算性の具体的検証
- 事業運営主体の構築(ボランティアの活用含む)
- 自動運転サービス導入ガイドラインの策定

安全で円滑な自動走行のための技術面の検証

豪雪地帯での実験を通じた走行空間の確保方策の検討
(秋田県の道の駅「かみこあに」で43日間実施)



自動運転車両の専用の走行空間のため、簡易信号を設置

運行管理システム構築に向けてリアルタイムで 運行状況をモニタリング

(道の駅「南アルプスむら長谷」)



道の駅に設置した
運行管理センター



走行位置や車内状況を
カメラ画像でモニタリング

地域の多様な取組みと連携したビジネスモデルの構築

農作物の輸送量増加のため初めて牽引車を活用
(みやま市役所山川支所)



牽引車による農作物の出荷



「山川みかん」の出荷

ドローンへの積替えなど新技術とも連携

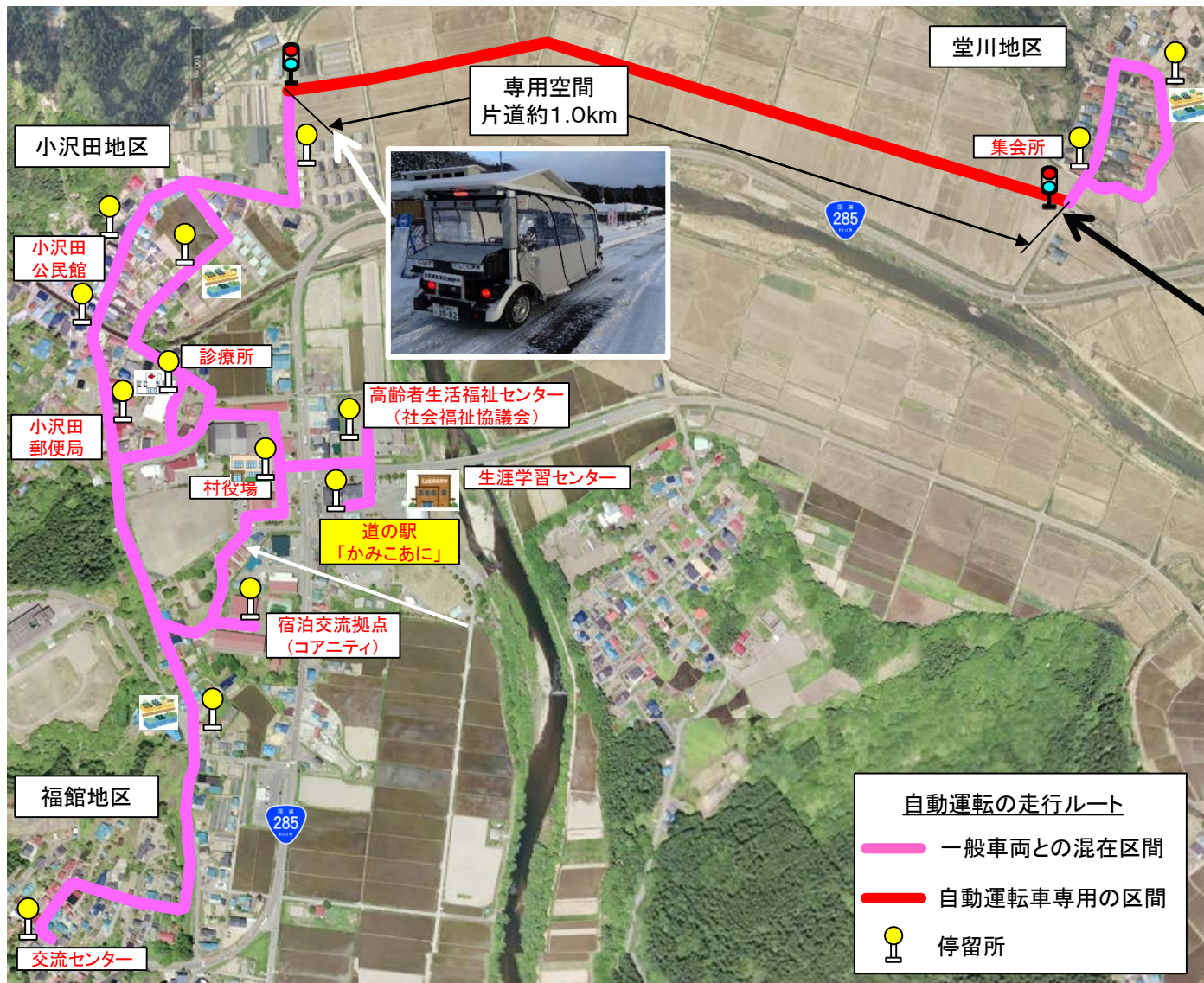
(道の駅「南アルプスむら長谷」)



ドローンとの連携による配送実験



ICカードによる燃料代の徴収



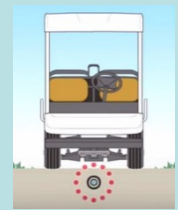
自動運転車両走行中に一般車両を進入させないため簡易信号を設置



【実験車両】

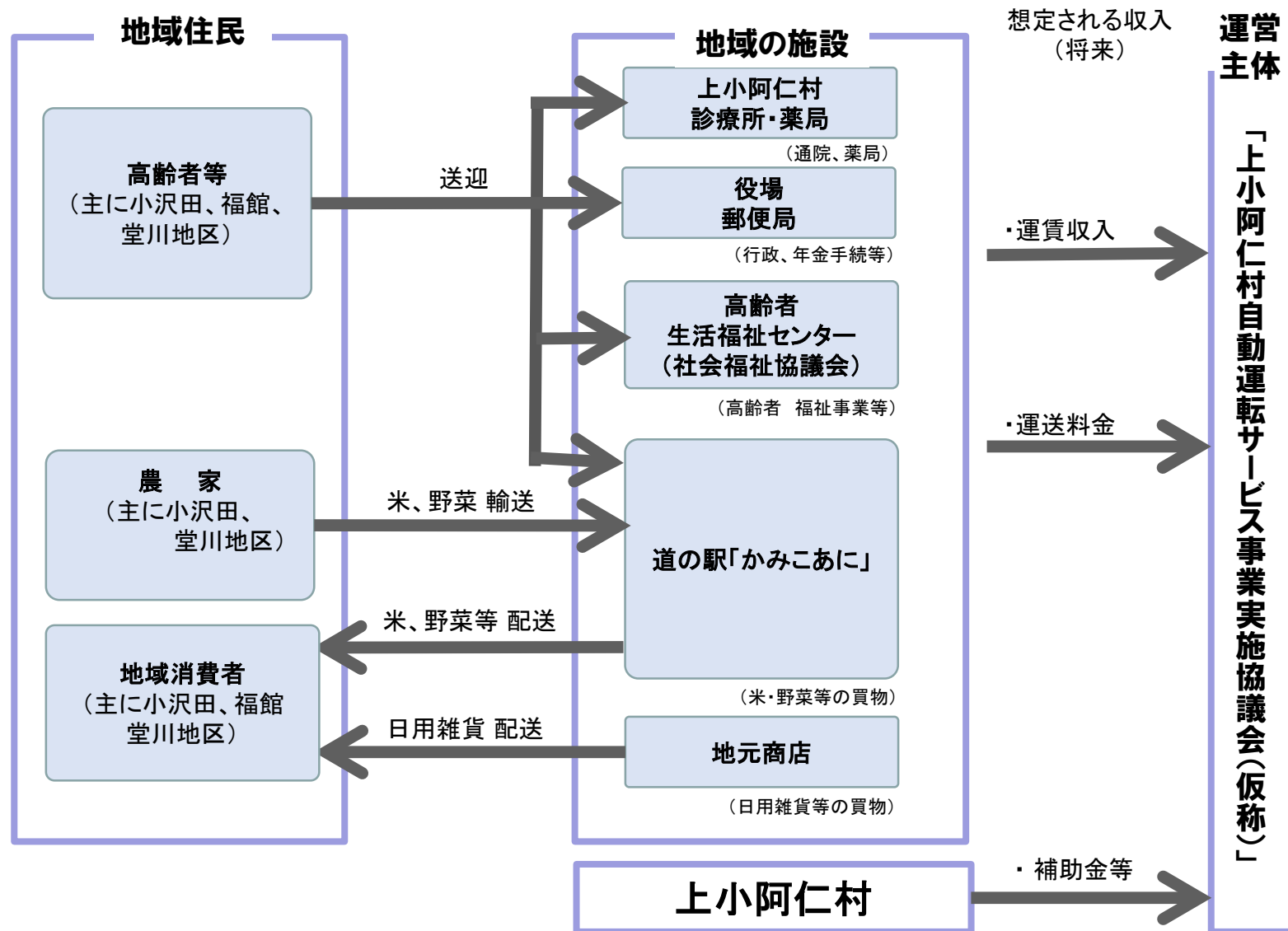


○ヤマハ製(7人乗り)
 【自動運転区間の構造】



○電磁誘導線を敷設、実験車両を誘導

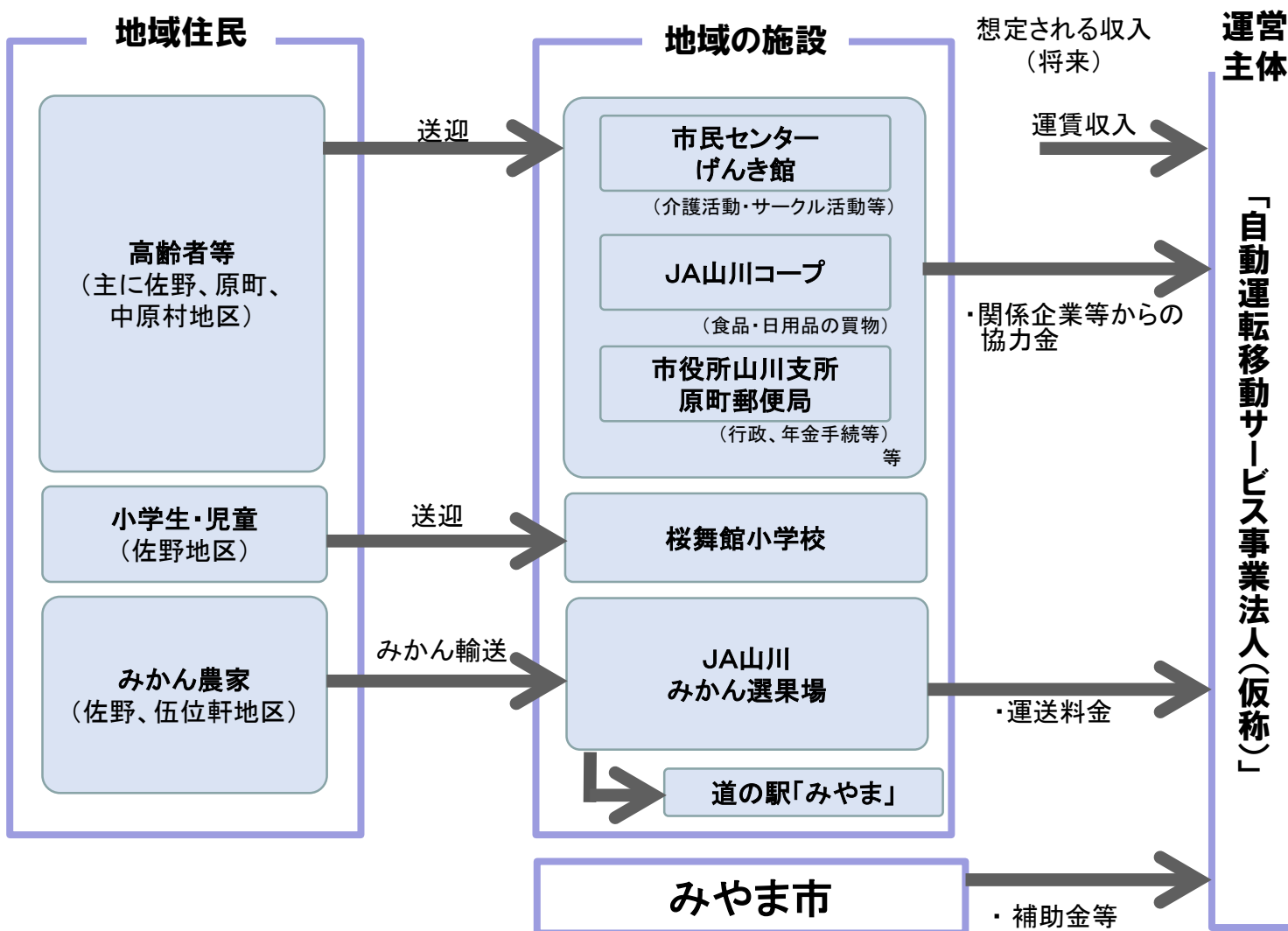
- 高齢者等を道の駅「かみこあに」や診療所等へ送迎し、高齢者の日常的な生活の足を支援
- 上小阿仁村や社会福祉協議会の実施する高齢者を対象とした社会福祉事業との連携
- 貨客混載により、道の駅への農産物輸送、道の駅や地元商店からの商品配送で利便性を確保



延長約6km(片道)



- 高齢者等の送迎による外出機会(買物等)の増加を通じた関係企業等からの協力金や、介護活動等の実施による自治体からの補助金等による支援
- 地元特産の「山川みかん」の輸送による輸送料金の徴収



実証実験箇所における年間支出入の試算

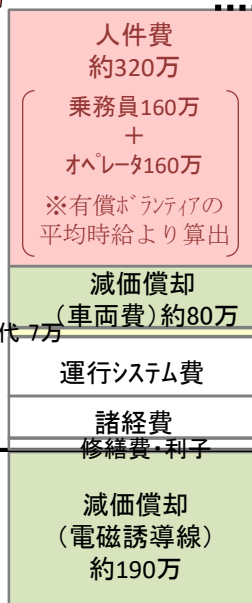
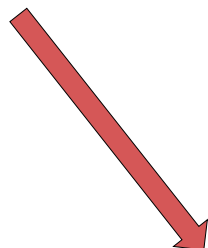
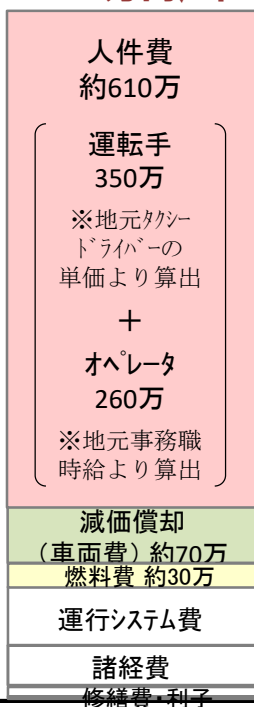
支出

収入

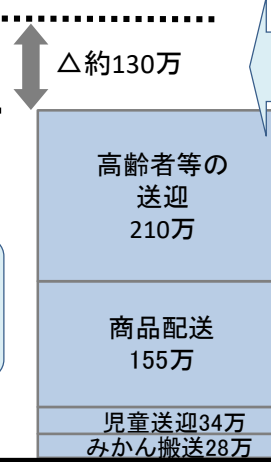
一般車両
による運行
870万円/年

自動運転車による運行
(有償ボランティア活用)
560万円/年

430万円/年



車両購入費
補助の活用



△約130万

- 道の駅等の地元企業・団体からの支援
- 自治体の支援
 - ・既存コミュニティバスへの補助の充当
〔運行路線の役割分担が必要〕
 - ・道の駅等における介護活動の実施による運行補助の活用等

(参考)試算の前提条件

○車 両:カートタイプ(6人乗り)及び牽引車両を1台購入

○インフラ:電磁誘導線を敷設 6km×上下線

○運行条件

- ・便数 : 10便/日(5往復)
- ・所要時間: 片道30~40分

○運行体制

- ・乗車して運行監視を行う乗務員 : 1名
- ・運行管理センターオペレータ(遠隔監視等) : 1名

○沿 線:沿線人口 約600人/430世帯(6km)



車両イメージ

	提供サービス	想定利用数	根拠	料金 (支払意思額より)
人流	高齢者等の送迎	約14,000人/年 (約4.8名/便)	・並行するコミュニティバスの年間利用者数	150円/回
	児童・小学生の送迎 通学日(約200日/年のみ)	約4,200人/年 (約5名/便)	・2便(1往復)/日で送迎可能な人数 (運行回数の制約)	80円/回
物流	農作物輸送 収穫期(9~12月)の 100日/年のみ	約20トン/年 (210キロ/便)	・1便/日で運搬可能な重量 (運行回数の制約)	400円/回
	WEB上の地域商店街の 注文商品輸送	約31,000回/年 (約85回/日)	・ヒアリングによる住民意向調査	50円/回

**【ニュータウン】
国土交通省 都市局 提出資料**

ニュータウンにおける自動運転移動サービス実証

目的

- 昭和40年代から50年代に大量に供給された郊外住宅団地（以下「ニュータウン」とする。）における公共交通ネットワークへの自動運転サービスの社会実装に向けて、実証調査等を行い、自動運転を活用した公共交通サービスの導入に向けた課題の整理を行う

ニュータウンの特徴・課題

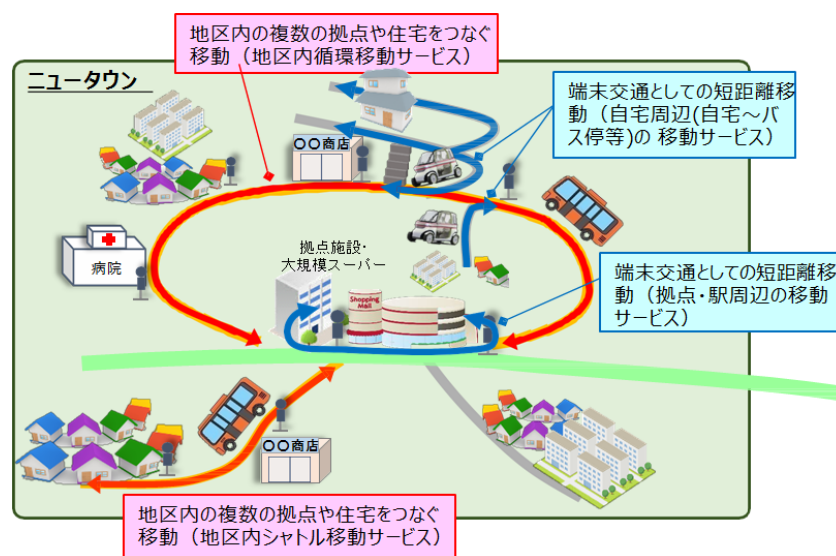
- ① 地域の高齢化が進展
 - ・限られた年齢構成の世代の人々が開発当初に一斉入居
 - ・平成に入ってから入居者の子供世代等の転出等により人口が減少
- ② 急勾配が多い丘陵地での立地や、立体的な歩車分離が実施されていることが多い。

高齢化に伴い、徒歩による上下移動や、自家用車運転の困難化等が進むため移動手段確保が大きな課題

実施内容

- (1) 自動運転を活用した公共交通サービスの導入に向けたビジネスモデル及び事業性の調査
- (2) 上記調査を踏まえ、ニュータウンにおける自動運転サービスの社会実装に向けた技術的制約及び技術的課題の検討と整理
- (3) 短期実証調査による技術的制約、技術的課題及び事業性などの検証

ニュータウンで求められる公共交通サービスイメージ



実験実施地区

- ① 東京都多摩市 諏訪・永山団地 (多摩ニュータウン)
- ② 兵庫県三木市 緑が丘・青山地区 (緑が丘ネオポリス・松が丘ネオポリス)

ニュータウンにおける自動運転移動サービス実証 主な検証項目

	項目	主な検証内容
運用面	交通利便性の向上	<ul style="list-style-type: none"> ○ニュータウンにおける交通利便性の向上効果 <ul style="list-style-type: none"> ・段差・勾配などの高低差の負荷の解消 ・運行ルート、停車箇所や目的施設に対する利用者の満足度 等
	交通安全の確保	<ul style="list-style-type: none"> ○走行時の安全性の確保 <ul style="list-style-type: none"> ・生活道路での歩行者、自転車との混在時の安全性 ○自動走行時における緊急停止・手動介入発生状況の把握 <ul style="list-style-type: none"> ・発生時の挙動及び発生要因の把握 ・発生時の対応状況、対応への乗客の満足度 等
	運行方式	<ul style="list-style-type: none"> ○デマンドシステムの利便性 <ul style="list-style-type: none"> ・予約システムの利便性 ・待ち時間の許容度
	他交通手段との連携	<ul style="list-style-type: none"> ○他交通手段（バス）との連携 <ul style="list-style-type: none"> ・乗換場所の適切性、乗換の利便性
事業採算面	持続可能な運営体制	<ul style="list-style-type: none"> ○使用する車両に求められる機能 <ul style="list-style-type: none"> ・利用者の視点から車両に求める機能・要件 ○サービス面で求められる事項 <ul style="list-style-type: none"> ・運行ルート、運行頻度、利用時間帯、乗換時間、待ち時間等の各種項目に対する満足度 ○公共交通として持続可能な運営体制のあり方
	持続可能なビジネスモデル	<ul style="list-style-type: none"> ○利用者の支払い意思額 ○運賃以外の収入源の確保方策 <ul style="list-style-type: none"> ・利用者や近隣住人が求めるサービスや支払い意向の確認 ○社会実装に必要な費目の把握
社会受容面	サービス利用者及び近隣住民の社会受容性	<ul style="list-style-type: none"> ○自動運転技術そのものへの受容性の変化 ○自動運転が地域に実装されることへの意向の変化 <ul style="list-style-type: none"> ・沿道での混在走行に対する受容性

【東京都 多摩市】 実験実施地区概要／地域の課題、目指す方向性

地区概要／地域の課題

【地区概要】

- 多摩ニュータウン（多摩NT）は総面積約2,900ha、東西14km、南北2～3kmの地域。
- 昭和46年に入居が開始された、人口22万人を擁する我が国最大のニュータウン。

【地域の課題】

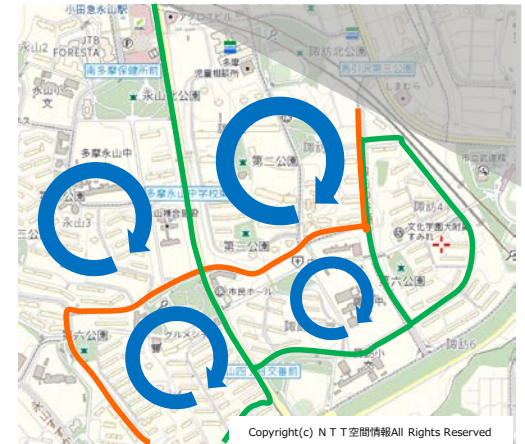
- 本実験のフィールドとなる諏訪・永山団地は多摩NTの第一次入居地区であり、高齢化・老朽化が進行。
- 駅までの幹線道路に路線バスが走っているが、通勤・通学需要の減少に伴い、バス路線の収益が悪化。運転手不足も深刻。
- 団地は丘陵地にあり、団地内の移動手段がなく、高齢者や子育て世代は外出に困難を感じている。



目指す方向性

【将来の自動運転サービス】

- 基幹路線の自動化（バス）
- 支線の自動化（ミニバス）
- フィーダーの自動化
- ※新設



【自動運転サービス導入により期待する効果】

- 1) 人手不足の解消により減便発生を回避
- 2) 人件費削減により損益分岐点低下・事業性向上
- 3) 補助金等の市の財政負担が減少
- 4) 新たな路線設定による、高齢者等の利便性向上
- 5) 乗継利用による基幹路線の強化

主に基幹
路線・支線
への導入

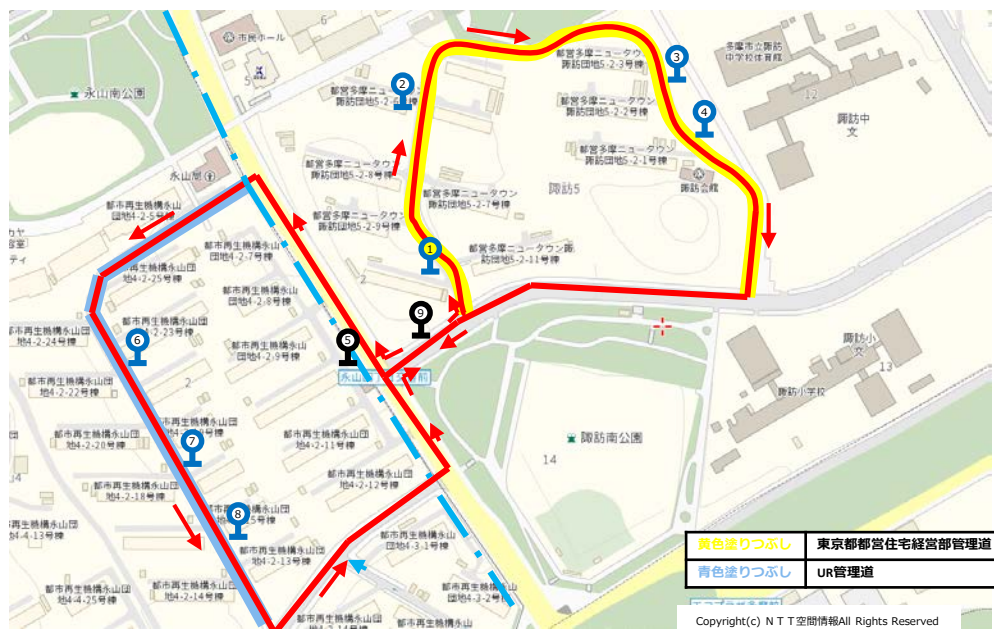
主に
フィーダー
への導入

【東京都 多摩市】 実験計画概要

計画概要

【ルート概要】

- 諏訪団地と永山団地のそれぞれの団地内にルートを設定。
(団地内道路はみなし公道)
- 幹線道路をまたいで、団地間の行き来も可能とする。



【実験の概要】

走行延長	合計1.4km
運行方式 ／乗降方式	定ルート方式 ただし呼び出し時のみ、指定された乗降ポイント間を運行
実験期間	2019年2月18日(月)～ 2月24日(日)(9:00～ 17:00)
想定利用者	団地内の高齢者、子育て世代
走行車両	トヨタアルファード
運行システム	電話およびWEBサイトを通じて予約を受付
走行方法	群馬大学のレベル2の自動運転技術 運転手が常時乗車し必要に応じ手動 運転に切り替える。
安全管理	運転手の常時乗車
その他	車内にて地域商店のクーポンを配布、 販促効果を測定
乗車人数	114人

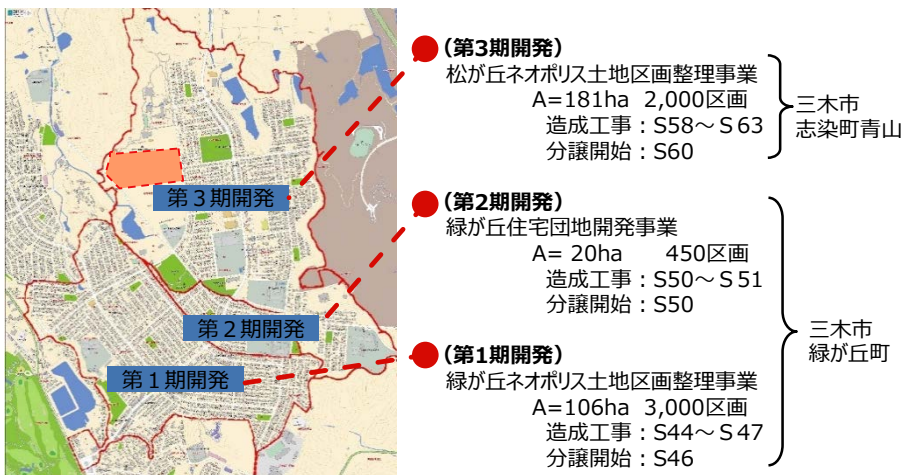


【兵庫県 三木市】 実験実施地区概要／地域の課題、目指す方向性

地区概要／地域の課題

【地区概要】

- 兵庫県三木市は神戸市三宮から車で約50分、電車で約60分の位置。
- 緑が丘・青山地区の緑が丘ネオポリス・松が丘ネオポリスは、神戸市や大阪市のベッドタウンとして開発された郊外型戸建住宅団地。



【地域の課題】

- 高齢化の進展（緑が丘地区は三木市でも高齢化の進行している地区。高齢化率 約40%）
- 起伏のある地形（高低差は最大約50m）
- 地区内循環バスの不振（乗客1人/便未満）

目指す方向性

【将来の自動運転サービス】

（仮称）団地再生推進母体が運営する

自動運転車両シェアリングサービス

- マイカーやタクシーより安価で、バスより利便性が高い移動手段を検討し、住民が外出の機会を減らすことなく、地域に住み続けられるまちを目指す。
- 交通サービスの運営は、団地再生を推進する組織である三木市生涯活躍のまち推進機構が担う。

【自動運転サービス導入により期待する効果】

- 1) 地区内の効率的な移動手段の創出
- 2) 地区コミュニティの活性化
住民の外出機会の増加による健康増進
地区内拠点を交通拠点としても活用することで、住民が集う場を創出

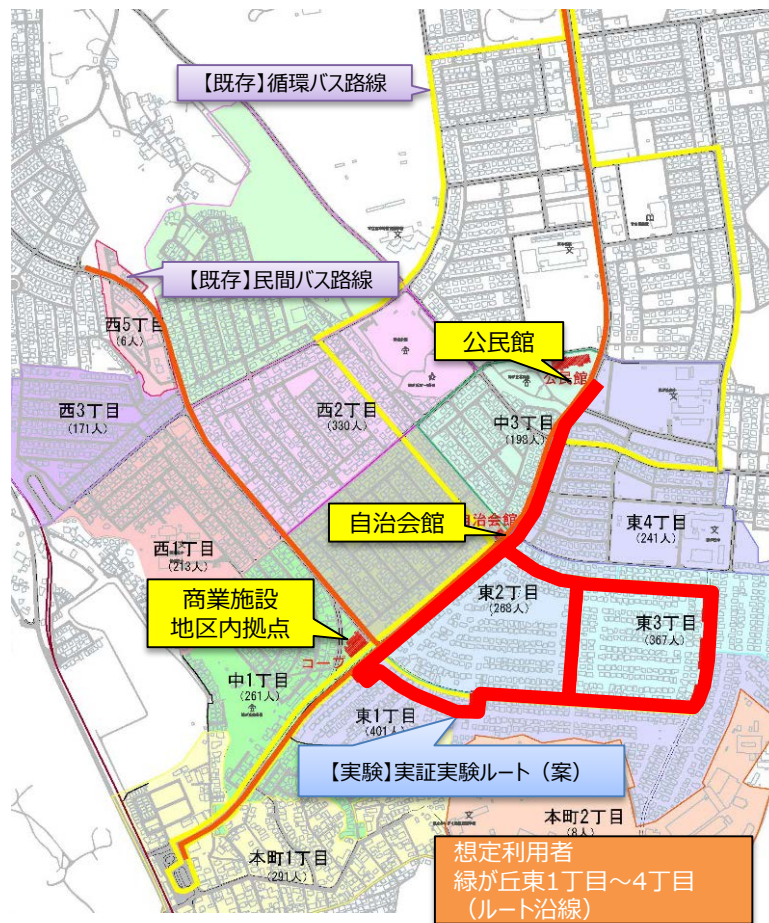
【兵庫県 三木市】 実験計画概要

計画概要

- 予め設定された自動運転走行区間（約2.6kmの範囲内）の沿線住民を対象者にした市街地公道での自動運転による送迎サービス。
- モニターとなる利用者は、電話またはWEBアプリで事前にサービスを利用したい日時・出発地・目的地を入力・予約し、自宅から約1km～2km程度（ワンマイル）の短距離にある公民館・自治会館・スーパーを行き来できるサービス。



運行車両：トヨタエスティマをベースとした自動運転車両1台（定員2名：ドライバーとモニターが乗車）



走行延長	約2.6km
運行方式 ／乗降方式	予約型運行 乗降場所を自宅、地区内拠点、商業施設、自治会館、公民館等に設定
実験期間	2019年2月16日（土） ～2月22日（金）（9:00～17:00）
利用者	実験ルート沿線の居住者に限定、事前登録を実施
走行車両	ミニバンタイプ 1台定員2名
運行システム	デマンドバス導入実績のある予約システムを使用 電話およびWEBサイトを通じて予約を受付
走行方法	自動走行レベル2で走行 自動走行車両の前方には先導車両を走行 ルート周辺のモニターの自宅へのアプローチや緊急時にはドライバーが運転
安全管理	歩道横断部での誘導員配置 ドライバーへの教育徹底
特記事項	シナリオに即した体験乗車を実施予定
乗車人数	31名（モニター制）／110件

**【空港制限区域内における自動
走行に係る実証実験】
国土交通省 航空局 提出資料**

空港における自動走行実証実験について

- インバウンドの拡大等による更なる航空需要の拡大が見込まれる中、労働力不足など供給面での制約が懸念。これに対応するため、航空局では、先端技術を活用した“航空イノベーション”を官民一丸となって推進。
- その取組の一環として、空港制限区域内において国内初となる“人”の輸送を想定した自動走行(レベル3)の実証実験を2018年12月から仙台、羽田、成田、中部の4空港において実施中。
- 2019年度は、引き続き実証実験を行う。合わせて“手荷物・貨物”の輸送を想定したトーイングトラクターの自動走行(レベル3)の実証実験も実施予定。

仙台空港

A 豊田通商(株)

車両：2getthere・GRT (定員24人)
 時期：2018年12月10日～12日
 技術：路車連携型
 ルート：ターミナル国際線側から国際線側I7ゾーン付近



中部空港

B アイテクノロジー(株) タイミックマップ基盤(株)

車両：トヨタ・イステア (定員5人)
 時期：未定 (2019年度実施予定)
 技術：車両自律型
 ルート：未定



C アイテクノロジー(株) タイミックマップ基盤(株)



(写真はイメージ)

車両：トヨタ・ハイエース (定員10人)
 時期：未定 (2019年度実施予定)
 技術：車両自律型
 ルート：未定

H AIRO(株)



車両：ANKAI (定員12人)
 時期：2019年3月18日～20日
 技術：車両自律型
 ルート：国際線バスラウンジから17番スポット付近

羽田空港

D SBドライブ(株)



車両：NAVYA・ARMA (定員15人)
 時期：2019年2月20日～22日
 技術：車両自律型
 ルート：第1ビルから西側貨物地区I7ゾーン付近

成田空港

※ 今後変更の可能性があります。

F 鴻池運輸(株) ZMP(株)

車両：トヨタ・イステア (定員7人)
 時期：2018年12月17日～19日
 技術：車両自律型
 ルート：第1ビルから第2ビル間



G AIRO(株)

車両：トヨタ・イステア (定員7人)
 時期：2019年1月28日～30日
 技術：車両自律型
 ルート：第2ビルから南部貨物エリア間



E 愛知製鋼(株) (株)NIPPO SBドライブ(株) 日本電気(株) 先進モビリティ(株)



車両：日野・ポンチョ (定員28人)
 時期：2019年1月15日～25日(平日)
 技術：車両自律型・路車連携型
 ルート：第2ビルからサテライトターミナル間

**【沖縄・大規模実証】
内閣府 提出資料**

目的

- 自動運転技術公共交通システムに適用することにより、高齢者やその他の交通制約者にも利用しやすく、定時性、速達性、安全・快適性等に優れた次世代都市交通システムの地方への展開

昨年からの
高度化
ポイント

- 国内で初となる大型路線バスによる自動運転技術(高度な正着、加減速最適制御等)の公道実証
- 交通量の多い幹線道路、路線バスとして求められる速度での走行等、現地の交通環境下における安定性・信頼性等の検証(技術実証)
- 一般利用者の試乗等による自動運転バスの受容性評価(社会実証)

【実証実験ルート】



実証実験期間（一般試乗）

- 2019年2月18日（月）～3月7日（木）※土日除く

1日5～6便（往復）、片道約18kmのルートを実行

※一般試乗前に技術検証等を2018年11月3日～16日、2019年1月8日～2月15日に実施（土日、一部期間を除く）

主な技術実証項目

- ハンドル、ブレーキの自動制御（一部手動運転）
- 法定速度上限（時速50km/h）での車線維持制御
- 正着制御（バス停との隙間を最小限かつ正確に停止）

受容性評価

- 延べ乗車人数は1,200名超（国内最大規模）
- 平均乗車率 41.6%

現地の交通環境下における安定性・信頼性等の検証例



法定速度上限からの
減速・幅寄せ・正着(バスベイ)



狭隘空間での旋回、正着
(商業施設駐車場内)



法定速度上限での車線維持制御
(S字、強風、勾配等)

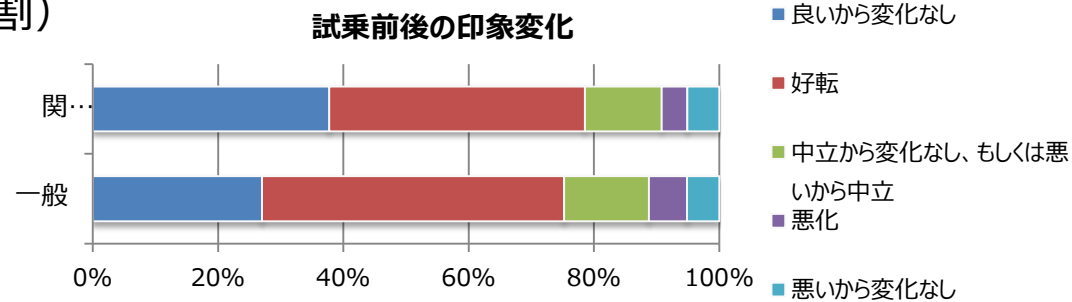
- ✓ 多様な交通環境下において、概ね安定した走行に成功
- ✓ 詳細評価は現在実施中

自動運転バスの受容性評価例

1. 自動運転バスに対する印象；

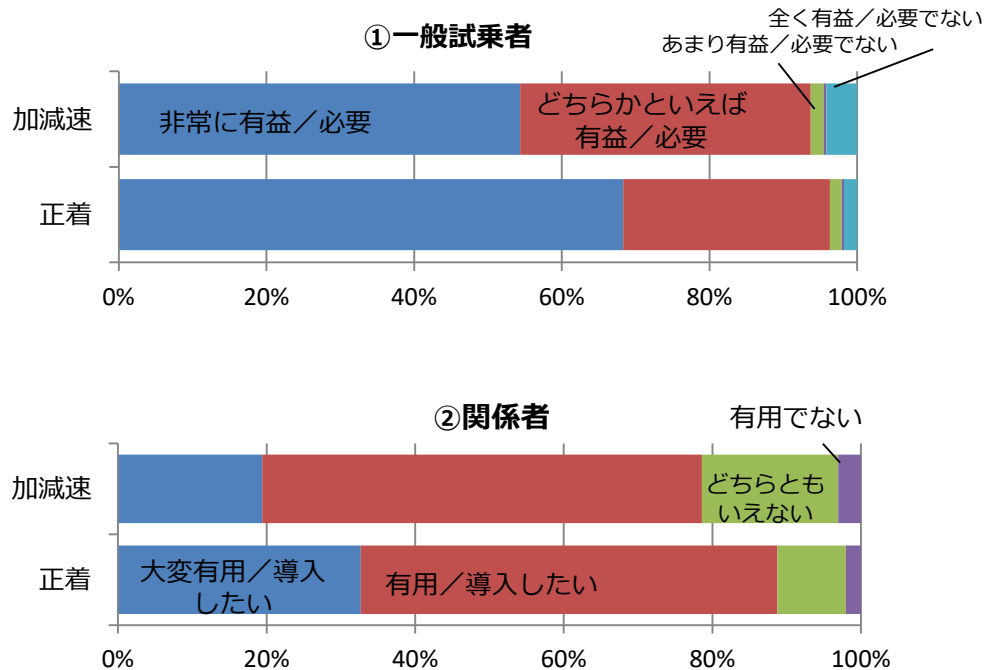
「中立・不安」⇒「安心」（一般、関係者とも約7割）

- 「どちらでもない」「やや不安」「不安」
⇒ 「安心」「やや安心」
- ・ 一般 300人/434人 = **69%**
- ・ 関係者 40/58人 = **69%**



2. 技術評価（加減速、正着制御）

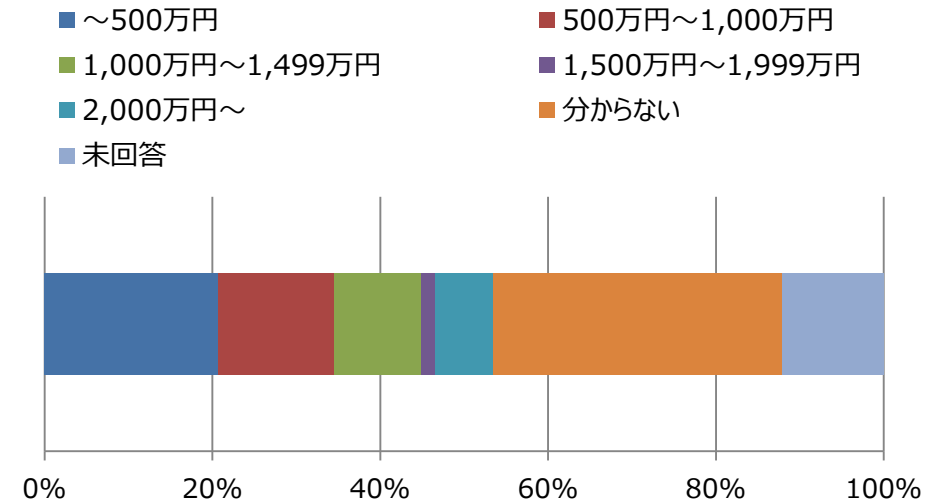
・一般、関係者とも、90%超が有益/必要と評価



3. 支払い意思額調査

分からない、未回答が50%弱

導入価格イメージ（バス事業者、自治体計）



目的

- 高度な自動走行システムの実現に向けた産学官共同で取り組むべき重要5課題(ダイナミックマップ、HMI、情報セキュリティ、歩行者事故低減、次世代都市交通)について技術的に検証し、実用性等の確認等を実施。

昨年からの 高度化 ポイント

- 高精度3次元地図の更新頻度等、動的な情報の紐付け方法、配信機能等の実用化に必要なレベルであることの検証
- 実車によるHMI、情報セキュリティのガイドライン等の有効性検証、歩車注意喚起システムの精度向上と有効性検証、実交通環境下における高度化PTPS等のバスシステムへの効果検証

【実証実験期間】

- 2017年10月～2018年12月末
(実施内容に応じ、断続的に実施)

【参加者】

国内外の自動車メーカー、部品メーカー、大学、ベンチャー等、23社が参加



【実施内容】

- 高精度3次元地図の地物の精度、範囲、更新頻度等、動的な情報(信号情報、渋滞情報、規制情報等)の紐付け方法、配信機能等が実用レベルであることを確認(ダイナミックマップ)
- 一般道を対象にした低速域での自動運転車と他の交通参加者とのコミュニケーション方法等の有効性を確認(HMI)
- 開発したガイドラインに基づき、サイバー攻撃に対する自動運転車の防御機能の評価が可能であることを確認(情報セキュリティ)
- 車と歩行者端末間の無線通信による歩車注意喚起システムの測位精度向上とシステムの有効性を確認(歩行者事故低減)
- 実交通環境下における高度化PTPS、正着・加減速制御等のバスの定時運行やバイアフリー化等の効果を確認(次世代都市交通)

ダイナミックマップ

◆ ダイナミックマップの仕様策定、標準化、ダイナミック基盤株式会社の設立

実証実験（静的情報）

- ◆ MMSを使った自専道・一般道・テストコース（計758km）の高精度3D地図作成



- ◆ 上下758km分の高精度3D地図を参加者に配布して実走評価
- ◆ 必要となる地物の精度・鮮度・網羅性などの課題を確認

（成果）

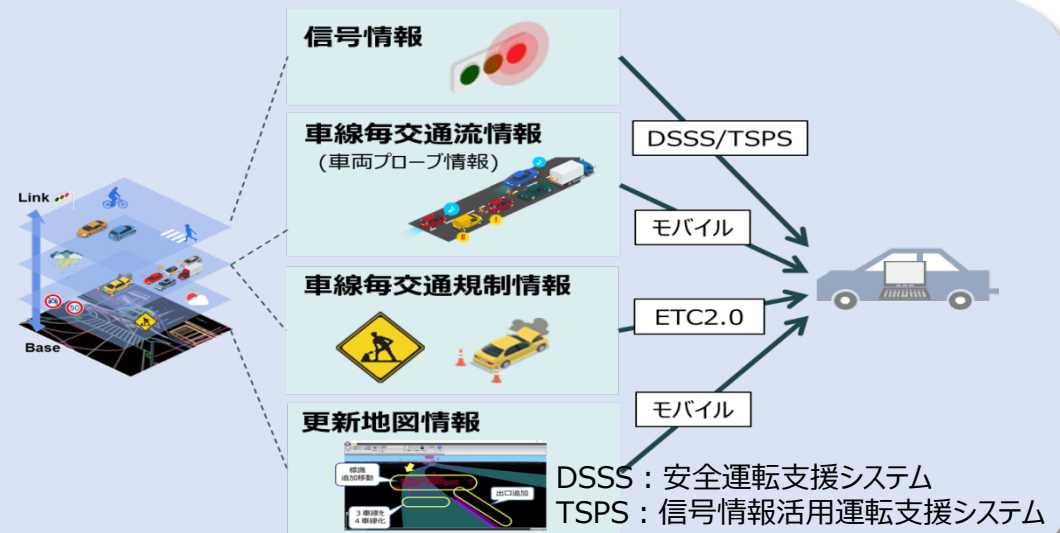
- ✓ 高精度3D地図の実用性の確認と仕様の合意形成
- ✓ 国際標準化提案（ISO/TC204/WG3）
- ✓ 地図整備ガイドラインの策定

実証実験（準動的・動的情報）

- ◆ 関係府省庁連携による交通情報の配信仕様・仕組みづくり
- ◆ 車両プローブ情報を生成し、業界標準仕様（案）での配信実施

（成果）

- ✓ ダイナミックマップデータの紐付け・配信機能の実現目途付け完了



ヒューマン・マシン・インターフェース (HMI)

◆ 自動運転レベル3 実現に向けたHMIの国際標準化及び業界ガイドラインへの反映

【課題A】

自動運転車からの**運転引継ぎを正しく行う**為に必要な**情報教示方法**



【課題B】

自動運転モードからの**運転引継ぎ準備状態の計測方法**および、**準備状態の指標定義**



【課題C】

自動走行中のクルマと周囲の交通参加者間の**コミュニケーション方法**



(成果)

- ✓ 業界ガイドライン「**自動運転HMI配慮事項**」(日本自動車工業会)に反映
- ✓ 国際標準への日本提案実施(**ISO/TC22/SC39/WG8***)

*TR21959 Human Performance and State in the Context of AD

TR23049 Ergonomic aspects of external visual communication from automated vehicles to other road users

情報セキュリティ

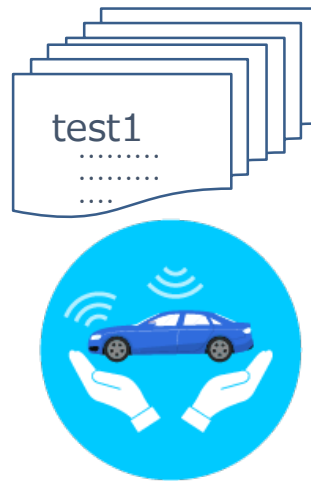
◆ 車両レベル・コンポレベルでの評価手法の確立と国際標準化、業界ガイドラインへの反映

脅威分析

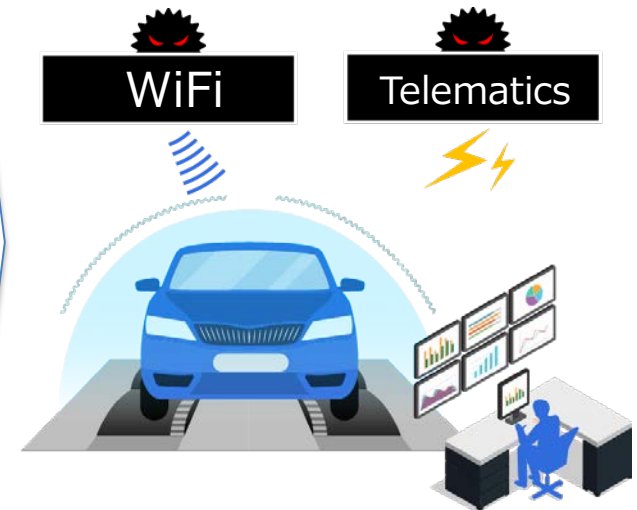
- ◆世界の自動運転実証等のシステム構成を調査
- ◆既知の脆弱性やインシデントを調査
- ◆リスク/インパクト分析



セキュリティ評価 ガイドライン策定



国内OEMとの 実証実験による検証



有力セキュリティベンダ3社で競争的にガイドライン策定

- ①デロイト・トーマツリスクサービス
- ②日本シノプシス
- ③PWCコンサルティング&サイバーディフェンス研究所

最も優れた
ガイドライン選定して実証
PWCコンサルティング&サイバーディフェンス研究所

(成果)

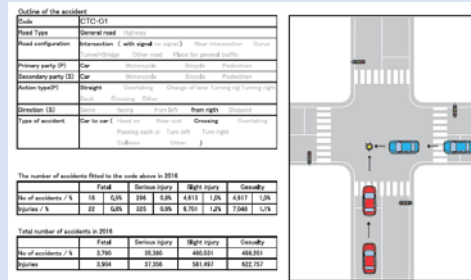
- ✓ 国際基準/国際標準共に具体的な評価手法の定義が不明瞭な中、いち早く具体的なガイドラインを策定。
- ✓ 業界ガイドラインへの反映 (JasPar*)

*(一社) Japan Automotive Software Platform and Architecture

歩行者事故低減

◆ 交通死亡事故の半数を占める歩行者事故低減に向けた分析～要素技術・システムの開発～システムの有効性検証・確認

交通事故の形態分析とデータベース化



- 5年間の事故データ分析と分類
- 歩行者事故パターンの明確化
- 国家データベースとして公開

(成果)

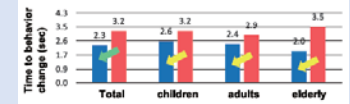
- ✓ 実証実験によりシステムの有効性確認、商品化に向けた技術の目途付け完了
- ⇒ 但し、コストなど実用化には課題あり

歩車間通信システムの開発 (V2P通信活用)

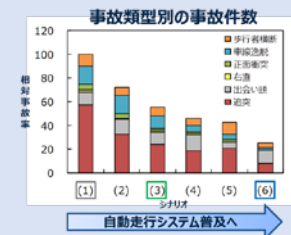


- 歩行者位置高精度測位、行動推定、通信技術を活用したシステムを開発
- 歩行者検知インフラレーダー (79GHz)システムの開発

実証実験を通じて歩車注意喚起システムの有効性検証



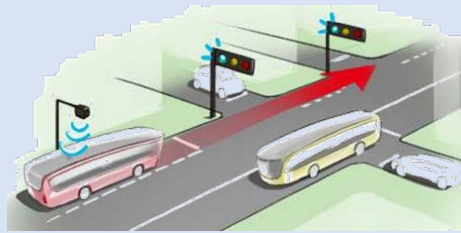
シミュレーションツール開発による事故低減効果検証



次世代都市交通

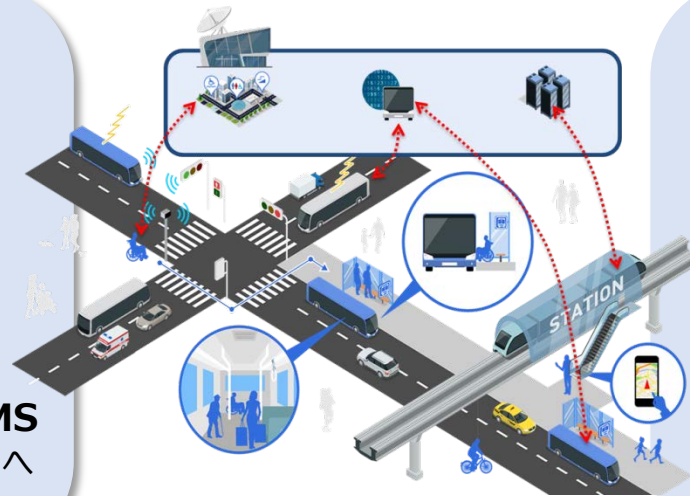
◆ 2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会及び、将来を見据えたNext step ART(Advanced Rapid Transit)の提案と実用化に向けた取組

高度化PTPSによるバスの定時運行



(成果)

- ✓ 警察庁・警視庁・(一社)UTMS協会との連携によりお台場・豊洲へのインフラ設置実現し、実証実験



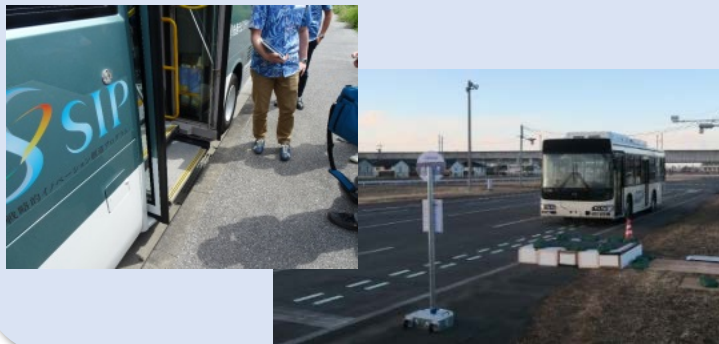
最適ルート案内による移動制約者支援



(成果)

- ✓ バリアフリー情報の収集アプリを開発完了し一般公開済
- ✓ ナビ事業者によりβ版公開と一般モニター募集等、サービス事業化準備中

自動運転技術を応用した正着・加減速制御により誰でも安全に利用



(成果)

- ✓ バス停のプラットフォームとバスのステップの間隔についての目標(4cm±2cm)を達成
- ✓ 警察庁・警視庁・東京都との連携により2020年オリパラ大会時期に合わせた社会実装目途付け(誘導線式)
- ✓ 加減速制御+正着制御の将来技術(センサーフュージョン式)についても実用化に目途付け完了

目的

- 交通環境が複雑な一般道においても車両に搭載されたセンサー、高精度三次元地図等により自動運転を実現することが望ましいが、現時点では信号認識などセンサー等のみでは実現が難しいケースがある状況
- 交通インフラからの信号情報や合流支援情報等の提供など、インフラ協調型の自動運転環境の実現に向けて、産学官共同で取り組むべき基盤技術について、一般道や首都高速道路といった公道等での実証実験による技術検証を実施
- 内外のメーカー、大学、ベンチャー企業等に参加を呼びかけ、国際的にオープンな実証実験と議論の場を提供し、国際的に調和したインフラ協調型システムの実現を目指す

【実施内容】

(1) 臨海副都心地域

○ 交差点のある一般道における混在交通環境下での移動サービスやオーナーカーによる自動運転の実証等を想定

- ・ 信号情報配信による交差点走行支援
- ・ 高精度3D地図情報に基づく走行
- ・ インフラ協調型自動運転の道路交通に対するインパクトアセスメント

(2) 羽田空港と臨海副都心等を結ぶ首都高速道路

○ 一般道から自動車専用道路に合流し、出口インターチェンジから一般道への分流等を想定

- ・ 自動車専用道における路車連携による走行支援
- ・ 自動車専用道における車線レベル交通環境情報配信
- ・ 高精度3D地図情報に基づく走行

(3) 羽田空港地域

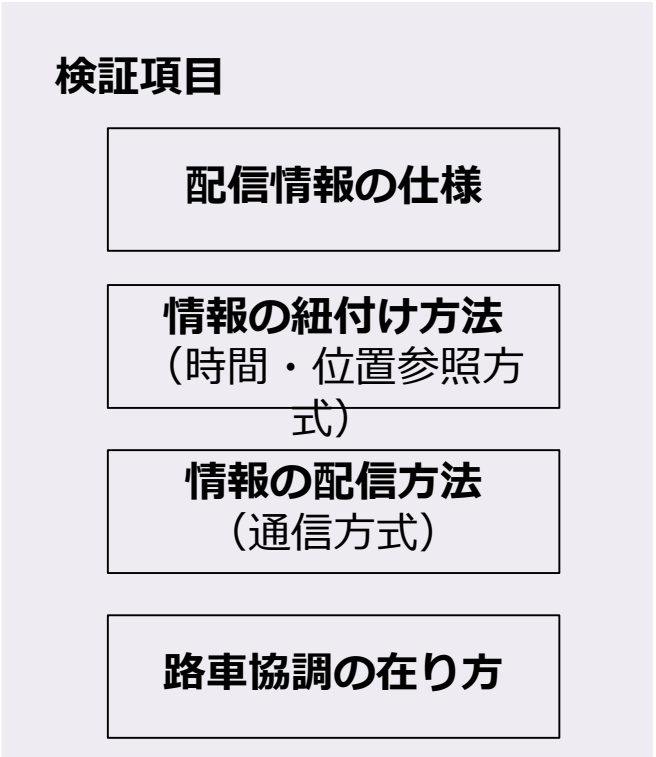
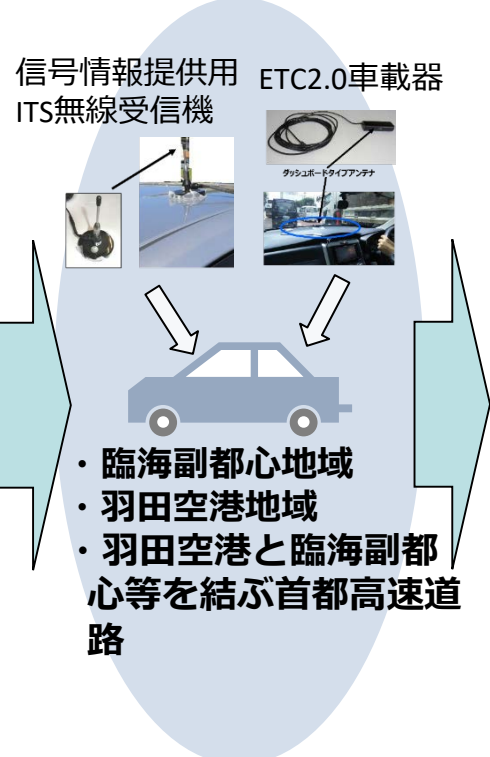
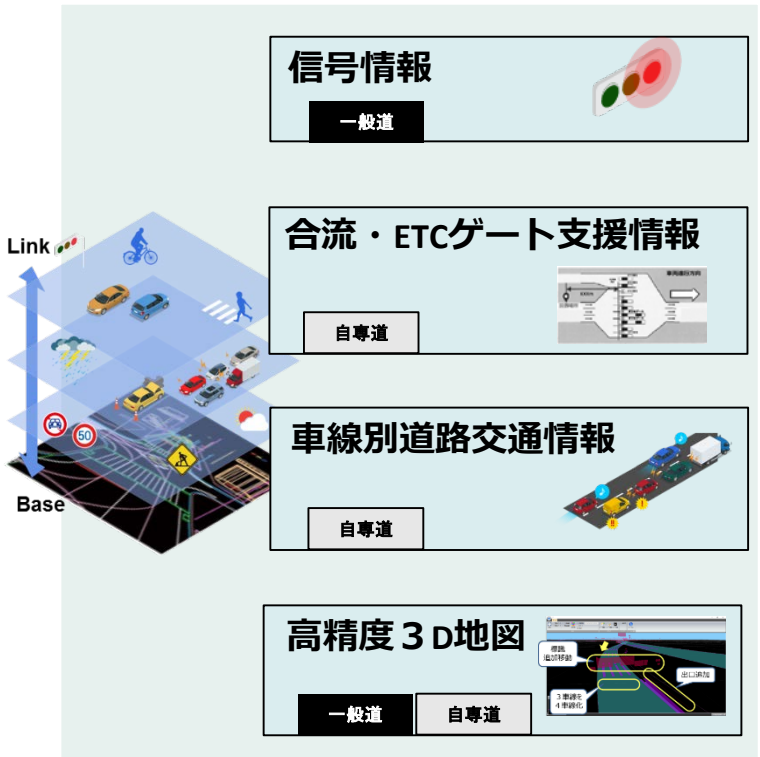
○ 空港等の限定地域において、公共交通機関であるバス・少人数輸送車等のインフラ協調型の自動運転制御による移動サービス等の実証を想定

- ・ 自動運転技術を活用したアクセシビリティと快適性実現
- ・ PTPS(Public Transportation Priority Systems)によるバスの速達、定時運行支援
- ・ 信号情報配信による交差点走行支援

- ・ 実交通環境下で実車両を使っての実走評価
- ・ データ収集と分析による実用化の見極め、標準仕様化に係る合意形成
- ・ 交通インフラ整備の考え方整理 等

インフラ協調型システムに係る実証実験の目標

- 交通環境情報が利用できる実証環境を構築、実証実験を通じて、配信情報の仕様、情報の紐付け方法、配信方法等の標準仕様化に向けた検証と合意形成、路車協調の在り方等について検討
- 国際的な連携の観点から、EU、独等との共同研究等を推進(日独首脳会談において自動運転等の分野で共同研究を強化することを確認等)



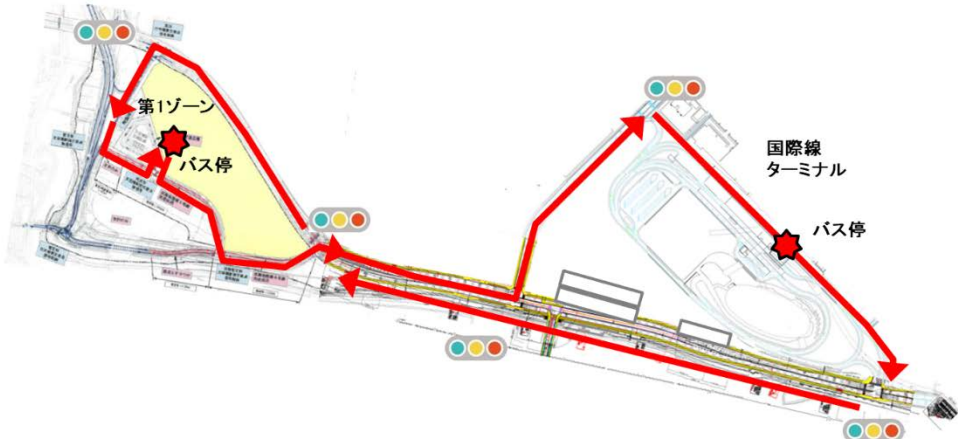
※研究開発の進捗に応じ技術テーマ増減の可能性がある

東京臨海部実証実験の実施工エリア、交通インフラ

【臨海副都心地域】（案）



【羽田空港地域】（案）



【羽田空港と臨海副都心等をつ結ぶ首都高速道路】（案）

