
基幹的なバスにおける自動運転導入に関する検討

中間とりまとめ

令和4年3月

国土交通省 都市局



はじめに

都市交通としての基幹的なバスは、新交通システム・都市モノレールや路面電車（LRT）等に準じて、コンパクト＋ネットワークを形成する都市の軸となる交通機関であり、インクルーシブな社会を実現する観点からバリアフリーへの対応や、都市内移動における輸送容量の増強や高質化を実現できる可能性がある路面の交通機関として、期待がさらに高まってきています。

一方で、バス交通を取り巻く環境を見た場合、利用者の需要が漸減する中、運転手など担い手の確保が難しくなるなど運営上の課題を抱える路線も多く見受けられます。

国土交通省都市局では、平成 29 年に将来的な自動運転の活用に向け、都市交通における自動運転技術の活用方策に関する検討会を設置しました。その中で、基幹的なバスが抱える課題を解決するため、基幹的なバス分科会を設置し、自動運転技術の効果の検証やバスの自動運転化を進めるための社会的環境整備の必要性などについて検討を進めてきました。

この中で、基幹的なバス交通での自動運転技術の開発状況や各地で行われている社会実験の現状課題について整理するとともに、専用走行路や専用車線などの走行環境を整備することによって自動運転技術をより早期に社会実装できる可能性があることを明らかにしました。その上で、今後基幹的なバス交通に自動運転技術を実装する場合に想定される課題について、短期・中期・長期の視点で整理いたしました。

現状では、まだ完全に無人による運行が行われる段階にはありません。しかし、自動運転を取り巻く技術は着実に向上してきており、近い将来、完全に自動運転により運行される基幹的なバスが実装された社会が到来することが期待されています。

本報告書は、全国で基幹的なバスの運行を担っているバス事業者の方々、道路空間などのインフラの整備・管理を担うの方々、さらには都市計画を担当する方々を念頭において、これまでの議論の内容を中間的に取りまとめたものです。この内容が、全国で行われている持続可能なまちづくりの一助になれば幸甚です。

第1章 自動運転技術の動向と公共交通分野における取組	1-1
第2章 基幹的なバス交通への自動運転技術の導入の目的	2-3
2.1 基幹的なバスの状況	2-3
2.1.1 基幹的なバスとは	2-3
2.1.2 基幹的なバスにおける課題	2-4
2.2 基幹的なバスにおける自動運転導入検討の意義	2-5
第3章 基幹的なバス交通での自動運転技術の開発状況および現状課題	3-8
3.1 自動運転技術について	3-8
3.1.1 自動運転レベル	3-8
3.1.2 必要な技術の概要	3-9
3.2 基幹的なバスによる実証実験の内容	3-12
3.3 これまでの検討から得られた成果と課題	3-15
3.3.1 走行環境について	3-15
3.3.2 バス停について	3-23
3.3.3 バスターミナル・駅前広場等について	3-28
3.3.4 遠隔操作による運転・運行管理	3-29
3.3.5 地域理解の醸成について	3-31
3.3.6 車内での対応について	3-34
3.3.7 運行管理・メンテナンス	3-39
3.4 早期社会実装が想定される条件のまとめ	3-40
第4章 基幹的なバス交通における自動運転技術の社会実装のあり方	4-41
4.1 基幹的なバスにおける自動運転技術の社会実装時のあり方	4-42
4.2 短期での社会実装のあり方	4-43
4.3 中期での社会実装のあり方	4-45
4.4 長期での社会実装のあり方	4-48
参考資料	参考-1
① 基幹的なバス分科会について	参考-1
② 車両の特徴	参考-2
③ 実証実験の事例紹介	参考-4
④ 関連する法律の紹介	参考-16

第1章 自動運転技術の動向と公共交通分野における取組

自動運転は交通事故の削減や地域公共交通の活性化、渋滞の緩和、国際競争力の強化等の諸課題の解決に大きな効果が期待される新技術であり、社会実装に向けた検討や取組が急速に進められています。

官民 ITS 構想・ロードマップ 2020 では、以下のロードマップを提示し、官民での取り組みを行っています。移動サービスでは、限定地域での無人自動運転の実現、高速道路でのバスの運転支援などを掲げており、物流サービスとともに自家用車（オーナー・カー）と比べて、制限を設けることで早期に高い自動運転レベルでの走行を実現していくことを掲げています。

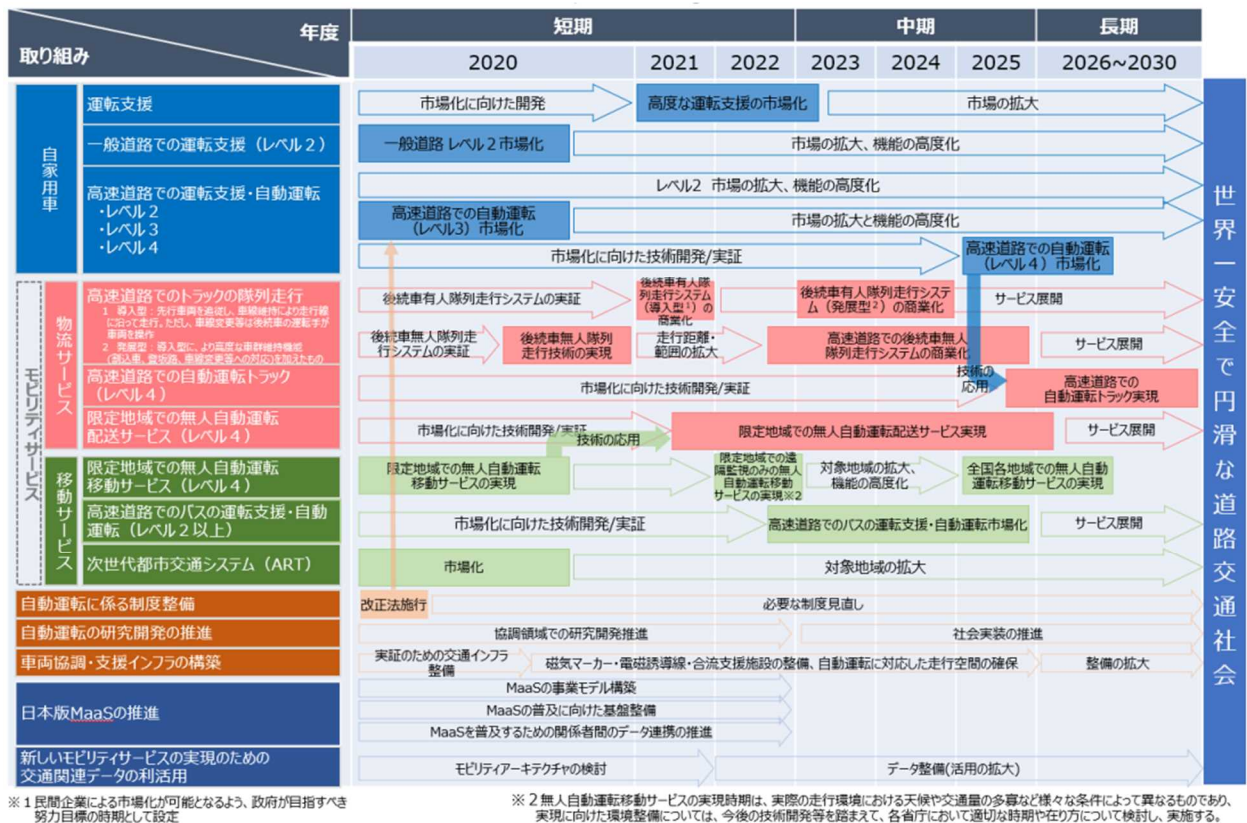
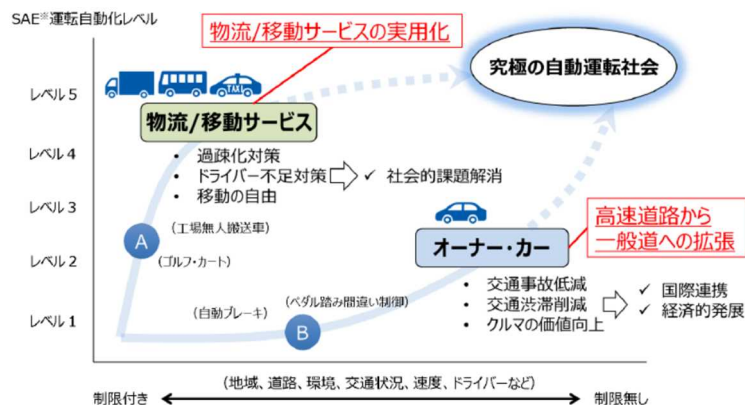


図 官民 ITS 構想・ロードマップ 2020(ロードマップ全体像)

出典：官民 ITS 構想・ロードマップ 2020 2020年7月15日 IT 総合戦略本部決定資料



※SAE (Society of Automotive Engineers)：米国の標準化団体

図 究極の自動運転社会実現へのシナリオ

出典：官民 ITS 構想・ロードマップ 2020 2020年7月15日 IT 総合戦略本部決定資料

他方、移動サービスのなかでも、地域の足を担う公共交通の維持は、近年の人口減少の本格化、高齢者の運転免許の返納の増加、運転士不足の深刻化、公共交通を確保・維持するための公的負担の増加等により、容易ではなくなってきています。

このような課題の解決に向け、地方公共団体やバス事業者等において、自動運転技術に着目した実証実験等が行われています。これらの実証実験等の目的や取組の成果を通じて、自動運転技術による現状の課題解決および新たな価値の創出に向けたまちづくり・都市施設のあり方について中間とりまとめを行います。

第2章 基幹的なバス交通への自動運転技術の導入の目的

2.1 基幹的なバスの状況

2.1.1 基幹的なバスとは

都市政策では、都市が抱える課題の解決に向けて、コンパクトシティを目指し生活サービス機能と居住を集約・誘導し、人口を集積すること、中心拠点や生活拠点を利便性の高い公共交通で繋ぐネットワークを構築することを掲げています。

基幹的なバスは、前に示したネットワーク機能を担う交通機関と位置付けており、需要が集中する都心拠点へのアクセスとなる軸の強化や都心の回遊性を向上させるために、高い需要密度や多様な利用者に対応する高い輸送力や高度なサービスの実現が求められる路線と考えています。

基幹的なバスにおいて、速達性や定時性、輸送容量を確保することにより、都市内での移動の軸が形成されることで、コンパクトプラスネットワークの都市構造形成に資するほか、過度な自動車依存の解消による環境負荷の軽減も期待されます。都市がコンパクト化されることにより、インフラ投資の効率化や防災リスクの軽減なども期待されます。

都心拠点内と周辺の拠点から都心を高頻度・高密度・高サービスで繋ぐ路線を中間とりまとめの対象とする

ラストマイルの提供は基幹的なバスに付随して必要となる

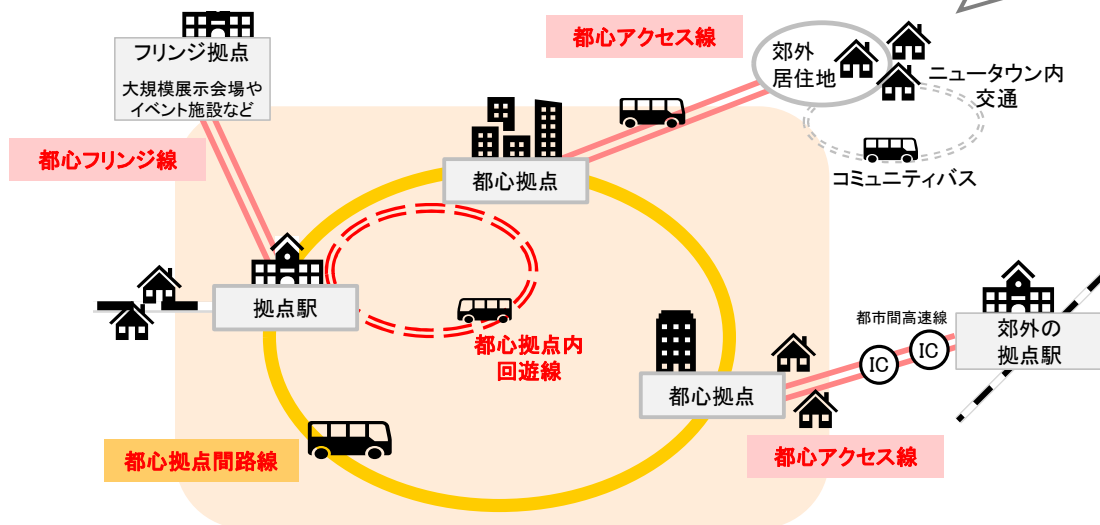


図 基幹的なバス交通

種類	想定する路線	路線の特徴	求める機能		
			速達性	定時性	輸送量
都市の軸となる路線 (都心アクセス線／ 都心フリンジ線)	名古屋ガイドウェイバス 日立 BRT 等	コンパクト+ネットワークを形成する都市の軸となる交通機関として、定時性、速達性、高い輸送力が求められる路線	◎	◎	◎
都心拠点間路線	福岡 BRT 前橋シャトル いまざとライナー 等	都市の生産性向上や競争力強化を支える交通機関として、都市内の複数の拠点を効率的に結ぶことが求められる路線	○	○	◎
都心拠点内回遊線	IKEBUS うめぐるバス 等	都心拠点の賑わいの創出に寄与する交通機関として、徒歩等を補完し、拠点内の回遊性を高めることが求められる路線	▲	○	○

2.1.2 基幹的なバスにおける課題

基幹的なバスをはじめとする公共交通では、人口減少や自動車での移動増加による利用者の減少によって事業性が低下しているほか、運転士の高齢化及びなり手の不足が課題となっています。

一方で、高齢者の免許返納は増加しており、返納後の移動手段の確保や利用環境のバリアフリー化が求められています。また、運行の安全性確保も大きな課題です。

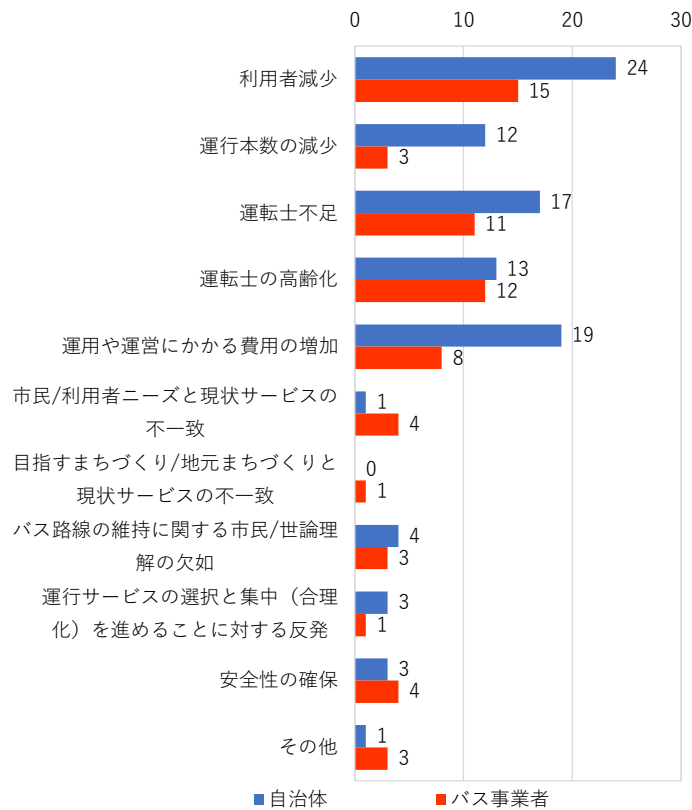


図 バス交通における課題

資料：令和3年度 都市における基幹的バス情報交流会アンケート調査

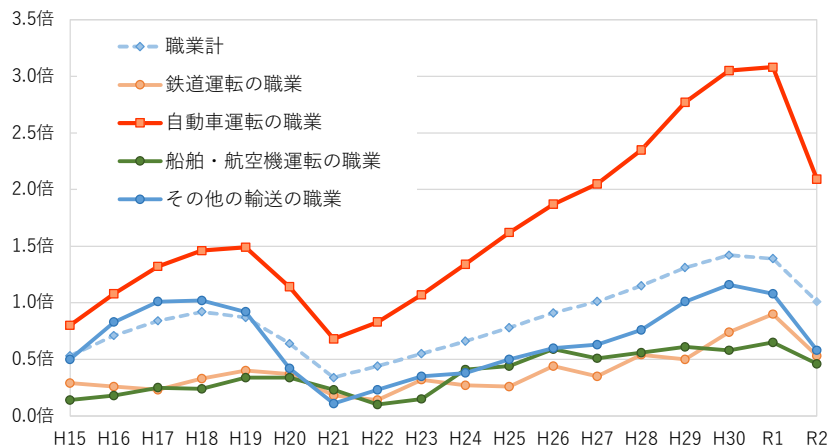


図 有効求人倍率(常用パート含む)の推移

出典：厚生労働省 一般職業紹介状況

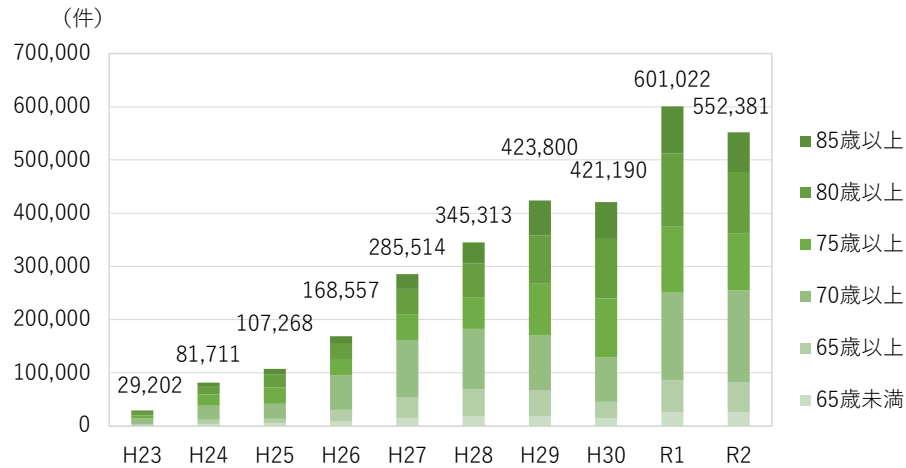


図 運転経歴証明書交付件数

出典：警察庁 運転免許統計

2.2 基幹的なバスにおける自動運転導入検討の意義

自動運転技術は、上述のような運転士の負担を軽減や運転士の確保に関する課題の解決や加速する高齢化とそれに伴う免許返納の増加に対する公共交通の充実などの期待がされています。

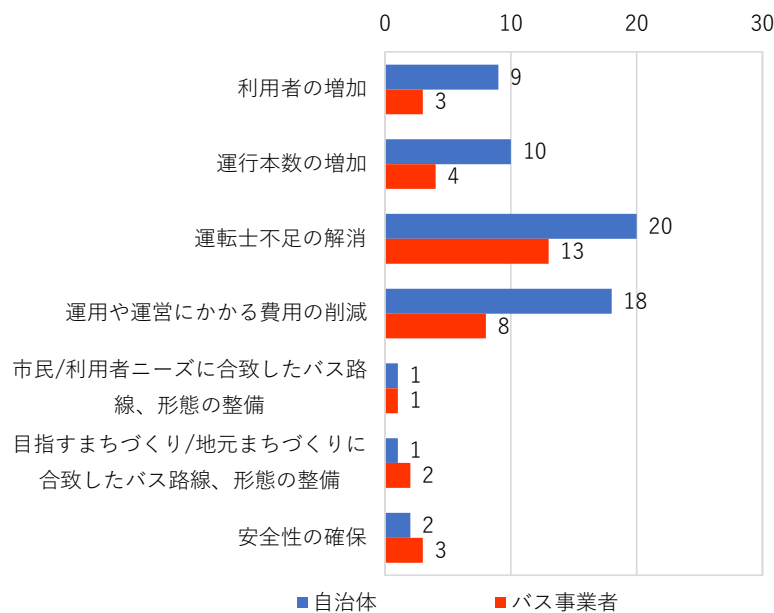


図 自動運転に期待する事項

資料：令和3年度 都市における基幹的バス情報交流会アンケート調査

都市の骨格を担う基幹的なバスに、できるだけ早期に自動運転技術を導入することを想定し、走行における課題やそれに対する求められる条件を整理するとともに、早期実装が考えられる環境を整理します。

課題の解決

■都市交通における課題

- ・高齢化の進展、免許返納後の移動手段確保
- ・渋滞、駐車等の都市交通課題
⇒公共交通の充実・利用促進

■環境問題・持続可能性における課題

- ・個別移動の増加による環境負荷
- ・誰もが利用でき持続可能な手段の確保
- ・交通の安全性向上
⇒負荷の少ない効率的な移動手段の提供

■運輸事業における課題

- ・運転士不足、運転士の高齢化
- ・運行経費の増加
- ・利用者減少による事業採算性の低下
⇒公共交通サービス維持が困難

まちづくりにおける基幹的なバスの役割強化

■都市経営における課題

- ・インフラ維持管理コストの増加
- ・まちを支える移動手段の確保
⇒コンパクト＋ネットワーク化による効率的な投資

■都市の活性化における課題

- ・交流人口の減少による賑わいの低下
- ・地域の特徴の低下
⇒賑わいのあるまちの形成

■まちの安全性・快適性における課題

- ・回遊に資する移動手段の確保
- ・秩序ある移動での安全性の確保
⇒移動空間の適切な配置

基幹的なバスへの自動運転技術活用への期待

第1章でも述べたとおり、官民 ITS 構想・ロードマップ 2020 にも、基幹的なバスを含む移動サービスは、制限付きの状態にて早期に自動運転レベルの高い導入を図っていくことが示されています。より早期の社会実装が可能となる制限の条件を整理したうえで、自動運転技術を順次に導入することを検討すべきと考えます。

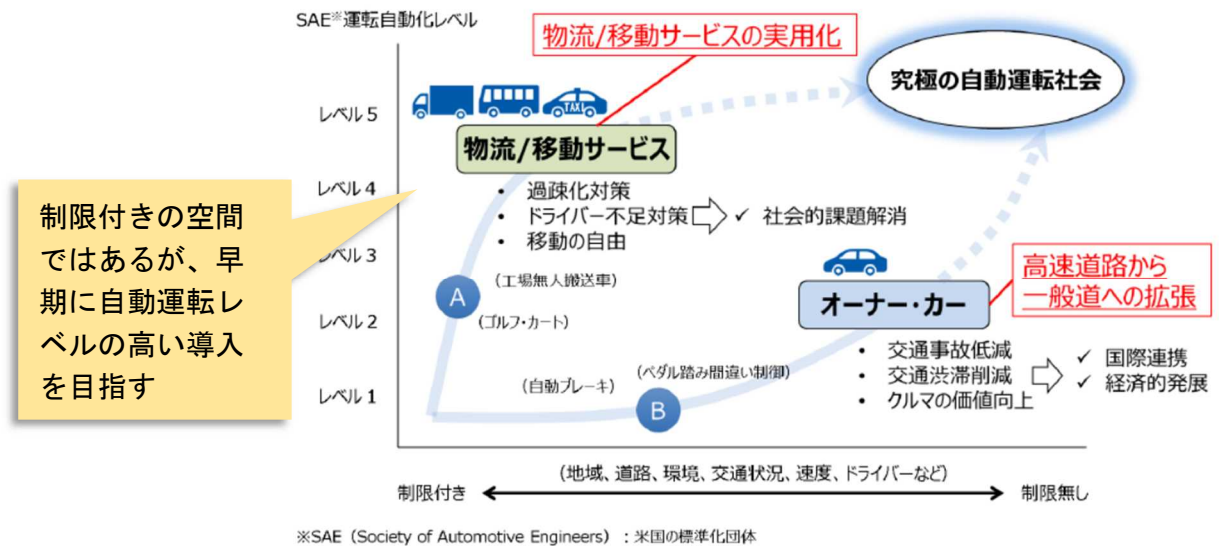


図 究極の自動運転社会実現へのシナリオ

出典：官民 ITS 構想・ロードマップ 2020 2020年7月15日 IT 総合戦略本部決定資料

第3章 基幹的なバス交通での自動運転技術の開発状況および現状課題

3.1 自動運転技術について

3.1.1 自動運転レベル

自動運転レベルは、主に運転操作（加速・操舵・制御）の状況と、運転に対する責任の所在により区分されています。

レベル2まではドライバー責任による運行であり、ドライバーに監視義務が生じます。一方で、レベル3以上では運転に対する責任はシステムが負います。レベル3とレベル4の違いは、レベル3ではシステムが要請した場合にはドライバーが対応を行う必要があるのに対して、レベル4ではドライバーが全く関与しない状況での運転となります。

表 自動運転レベル

分類		概要	責任関係等の区分	左記を実現するシステム	
情報提供型		ドライバーへの注意喚起等	ドライバー責任	安全運転支援システム	
自動制御活用型	レベル1 単独型	加速・操舵・制動のいずれかの操作をシステムが行う状態	ドライバー責任		
	レベル2 システムの複合化	加速・操舵・制動のうち複数の操作をシステムが行う状態	ドライバー責任 ※監視義務及びいつでも安全運転できる態勢	準自動走行システム	自動走行システム
	レベル3 システムの高度化	加速・操舵・制動を全てシステムが行い、システムが要請したときのみドライバーが対応する状態	システム責任（自動走行モード中） ※特定の交通環境下での自動走行（自動走行モード） ※監視義務なし（自動走行モード：システム要請前）		
	レベル4 完全自動走行	加速・操舵・制動を全てシステムが行い、ドライバーが全く関与しない状態（限定領域内）	システム責任 ※全ての行程での自動走行		
	レベル5 完全自動走行	加速・操舵・制動を全てシステムが行い、ドライバーが全く関与しない状態（無制限）	システム責任 ※全ての行程での自動走行		

注1) いずれのレベルにおいても、車両内ドライバーは、いつでもシステムの制御に介入することができる。

2) ここで「システム」とは、車両内ドライバーに対置する概念であり、単体としての自動車だけでなく、それを取り巻く当該自動車の制御にかかる周辺システムを含む概念である。

3) レベル3では、自動走行モード中においては車両内ドライバーには監視義務は発生しないことが想定されている。このため、レベル3の実現にあたっては、社会需要面の検討を含めて、その制度・体系について検討していくことになる。

4) レベル4においては、これまでの世界的に理解されている、車両内ドライバーを前提とした“自動車”の概念とは異なるものになり、自動車あるいは移動サービスに係る社会は大きく変化することが考えられる。このため、レベル4の導入を検討するにあたっては、このような自動車が道路を無人で走行する社会の在り方、社会受容面の検討を含めて、その制度・体系について検討していくことになる。

出典：官民 ITS 構想・ロードマップ 2020 をもとに作成

3.1.2 必要な技術の概要

自動運転車両が走行を行うにあたり求められる事項として、認知・判断・操作の3つの視点があります。操作に関しては、自動車自体の電子制御化が進んでおり判断を受けた対応を行うことができます。一方で、認知については、自己位置推定やカメラ・センサ等の技術向上が必要なほか、判断についても実証実験や開発を通じてデータを蓄積していくとともに、人工知能の精度向上が求められます。

項目	内容
認知	・ 自車及び自車の周りの状況について知ること ・ 自車のいる位置、自車の周りの環境（車、人、道路状況、標識など）、自車の挙動（加速中、減速中など）を把握することが必要
判断	・ 認知の結果を受けて、自車の挙動や周辺の環境の次の挙動について判断すること ・ データの蓄積を行うとともに人工知能等を用いて学習を行う必要
操作	・ 上の状況を踏まえて自車を動かす操作 ・ 自動車の電子制御化が進んでおり、自動運転システムの判断に応じて操作することが容易となっている

1) 認知に関する技術

自動運転車両に必要な技術のうち、特に認知に関しては様々な方法があり、各実証実験を通じて検証が行われています。

自動運転車両に主に用いられている技術の内容とその特徴、長所と課題とする事項は以下のとおりです。（なお、技術の状況等は令和3年12月末時点のもの）

(1) 自己位置推定に用いる技術

以下に示すような技術を用いて自己位置推定を行っています。現在は主に GNSS (GPS) が用いられており、感度が不足する場合に他の技術等で補完する場合が多い状況となっています。

技術	特徴	課題事項
GNSS (GPS)	- 人工衛星から送られてくる電波を利用して地上の位置を三次元的に求める測量システム。 - 天空が開けている箇所であれば車両以外への機器設置等は不要。	- 建物や植栽、トンネルなど天空が遮断される場合や、衛星の位置により自己位置特定が不十分な場合がある。 - 状況により誤差が生じる場合があり、それを踏まえた設定等が必要である。
センサ	- 周辺の状況や位置情報を補完するために使われる。LiDAR やミリ波レーダ、ジャイロセンサなど感知に用いシステムにより種類が異なる。 - LiDAR (ライダー) の場合、レーザー光を照射して対象物との距離や位置、形状までを正確に測定するもので、従来の電波による認識に比べて高精度で検出できるため、開発が加速している。	- 通常の道路の状況を示した地図と走行時の観測結果の差で自己位置や障害物を検知するため、ベースとなる地図の高精細さが求められる。 - 機器が比較的高価。
磁気・白線 マーカ	- AHS 等において必要となる車線を保持するための機器であり、通常は道路に埋め込まれる。 - 磁気や白線によるもの、電波によるもの等が開発されている。	- 設置後測量等が必要となる。車両によって検知漏れが発生する。 - 設置後、道路工事等を行い除去された場合、再設置が必要となる。 - 白線を用いる場合、既存の白線との区別が必要である。
高精度 地図 (ダイナミック マップ)	道路及びその周辺に係る自車両の位置が車線レベルで特定できる高精度三次元地理空間情報及び、その上に自動走行などをサポートするために必要な各種の付加的地図情報を載せたもの。	- 地図データの定期的な更新が必要であり、変化が多い場所では更新頻度が高くなる。 - 車両への格納を想定する場合にマップの精度・容量等を考慮する必要が生じる。
スラム	自動運転車が走行している際に、カメラやセンサを使って、周辺や障害物の環境地図を同時に作成する技術。	建物等が多い環境で有効である一方、周囲に建物等が無く同様の景色が続く箇所では適さない。

(2) 周辺の交通状況を確認するための技術

周辺の交通環境等を把握するための技術として以下に示すような技術が開発されています。

自動運転車両に搭載されたカメラやセンサのみでは検知できない範囲や誤検知が生じる事項を補完するものとして技術開発が進められています。

技術	特徴	課題事項
信号・踏切連携	信号機や踏切に設けられた発信器から、灯色情報と残秒数などのデータ取得し車両に発信する。	- 既存の機械への機器設置等が必要である。また、対応ができない機器も存在する。 - クラウドが混み合った場合に情報遅延が生じる可能性がある。
インフラカメラ・センサ	- 道路側に設置したカメラやセンサにより自動運転車両から死角になる位置の状況を確認する。 - 得られたデータをもとに、AI 画像処理装置が自動運転車の進路にある車、人などの移動方向と速度を検出する。	カメラやセンサの検知範囲により設置箇所が多くなり費用が掛かる可能性がある。
遠隔監視	遠隔にいる運転者が車内外の車載カメラ映像を確認し、運転指示や、乗客の見守りを行う。	4G/LTE では送信データ量が少なく遠くからの対向車や周辺の交通状況が把握できない。 - バス停での待ち乗客の認知を行う技術が必要である。

3.2 基幹的なバスによる実証実験の内容

基幹的なバスの課題を解決するため、国内外において、基幹的なバスへの自動運転技術の活用が検討されています。

基幹的なバスではないものも含めて、2017年～2021年に国内で乗合交通として実施された実証実験は約73件です。車両は、バス車両タイプを用いたものが多く45件（62%）、次いでNAVYA ARMAやヤマハ発動機のゴルフカートなど、5～10名程度の乗合車両を用いたものが28件（38%）となっています。このうち、基幹的なバスにおける実証実験は35件（48%）ありました。

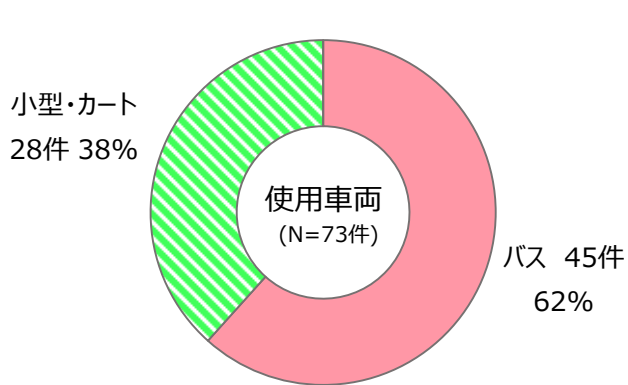


図 乗合交通の実証実験の使用車両

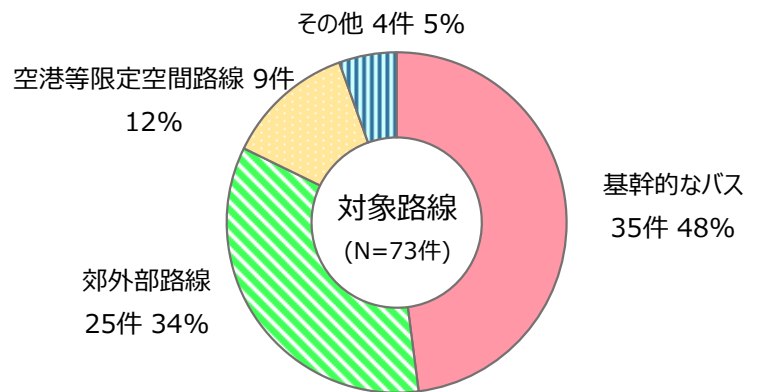


図 実証実験の対象路線

このうち、基幹的なバスに該当すると考えられる実証実験にて用いられている車両は、バスタイプが23件（66%）となっており、小型の車両やカート・グリーンスローモビリティタイプの車両も用いられています。

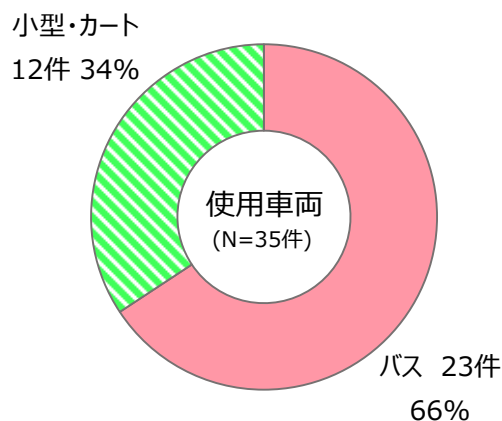


図 基幹的なバスの実証実験の使用車両

なお、令和3年12月末時点では、定常運行している事例は少なく、実証実験の位置付けで自動運転の要素技術や社会受容性の確認のための運行を実施しています。

実証実験での自動運転レベルとしては、レベル2・レベル3相当での運行が多くなっています。他の交通の影響を軽減できる専用走行空間での実証実験では、レベル3相当での対応を行う箇所も存在します。

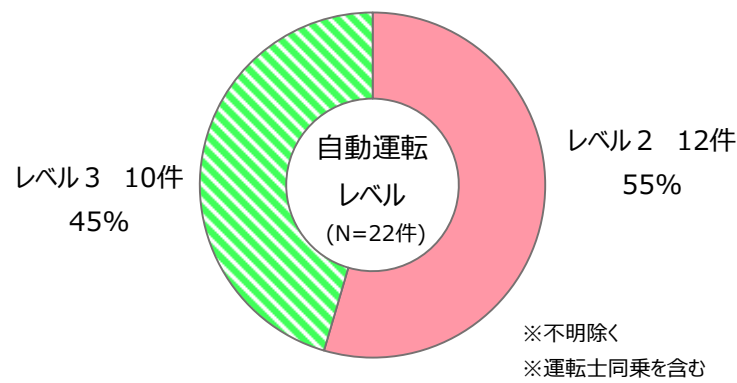


図 実証実験の自動運転レベル

分類	走行空間	主な実験箇所
レベル2	専用走行空間	－
	混在空間	群馬県前橋市、千葉県柏市
レベル3	専用走行空間	茨城県日立市、愛知県袋井市
	混在空間	神奈川県藤沢市（江の島）

実証実験の走行空間は、歩車分離された公道で実施されるものが多く、専用道で実施されている事例もあります。

自己位置推定の技術では、GNSS（GPS）機能を用いた走行が多くなっており、一部では高精度地図や磁気・白線マーカ等も用いられています。その他、技術的な検証事項として、正着制御や車内監視等の乗合交通特有の検証もされています。

走行空間の分類（基幹的なバスでの実証）

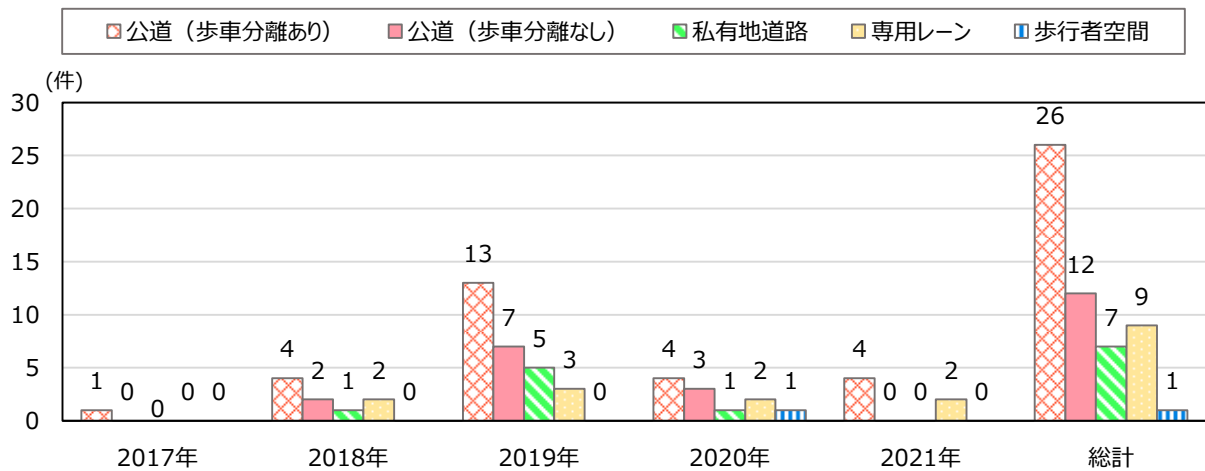


図 走行空間の分類

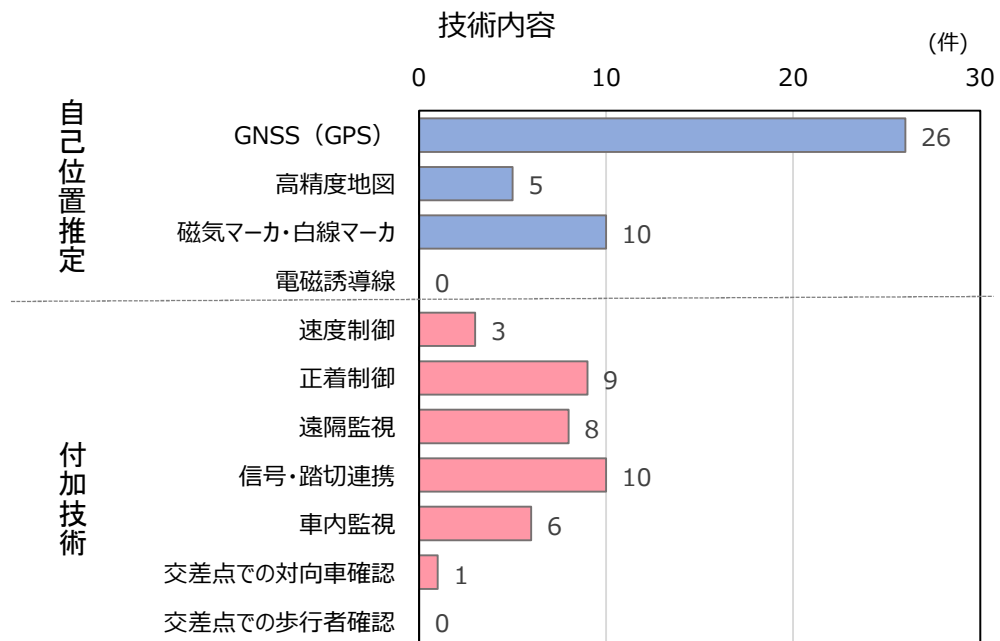


図 検証技術内容

3.3 これまでの検討から得られた成果と課題

これまでに収集してきた情報や実証実験実施団体から入手した情報等をもとに、基幹的なバスが走行する場所や遠隔での操作、地域理解の情勢や運行にあたり必要な車内対応、管理・メンテナンスに関する現在の技術の状況を整理しました。

また、短期・中長期の期間において、自動走行を実現するために求められる条件を示しています。

3.3.1 走行環境について

1) 自車の位置把握について

■現在の状況

現在の自動運転車両では、自己位置推定において GNSS (GPS) を基本として活用しているものが多くなっています。しかし、GNSS (GPS) は天空の衛星からの位置情報を受信するため、車両や衛星の位置や周辺の状況の影響を受けて感度不良を起こす場合があります。特に都市部においては、周辺の高層の建物や街路樹により自己位置推定ができない場合が生じます。

GNSS (GPS) を補完する技術として、高精度地図とセンサ類の組み合わせや、磁気マーカ・白線マーカ等の活用が考えられます。磁気マーカ・白線マーカを用いる場合、道路インフラでの対応が必要になります。一方で、高精度地図とセンサ類を用いた走行を行う場合、現状では高精度地図の整備や感度の高いセンサの設置に費用がかかる状況です。

■求められる条件

<短期>

- 走行経路の設定では、GNSS (GPS) の受信感度等を確認する必要があります。受信感度が不足する場合、その区間は手動走行にする、他の自己位置推定技術により補完するなどの対応が必要です。
- 補完技術によっては、道路インフラへの設置などが必要なものもあり、関係者と協議を行いながら対応を検討・実施する必要があります。

<中長期>

- GNSS (GPS) を主としつつも、高精度地図の整備等により周辺状況に左右されない環境を整備して行くことが望まれます。

a) これまでにいただいた意見

自動運転技術提供者から、現在の自己位置推定技術について、以下のような状況であると確認している。

- ・ 自己位置推定技術は、GNSS (GPS) での走行を主体として、感度が不足するような場合は磁気マーカのインフラへの設置を検討している。
- ・ 磁気マーカの設置は関係者との協議等が必要になることから、協議により設置が難しい場合は、他の自己位置推定技術の活用も含めて検討を行っている。

2) 走行空間について

■現在の状況

これまでの実証実験の結果をみると、専用空間ではスムーズに走行することができた事例が多くなっています。他の交通等の影響を受けない空間であれば、現在の技術において自動走行ができる可能性が高い状況です。

一方、手動運転の一般車との混在空間では、交通量や駐停車車両による影響を多く受けるため、一定の条件を満たした箇所であれば、自動での走行は難しい状況です。

また、手動運転の一般車との混在空間では、自動運転での走行可否に加えて、一般車の走行に影響を与えることもあるため、一般車が円滑に走行できるよう考慮する必要があります。

■求められる条件

<短期>

- 現在の技術では、可能であれば専用空間にて走行することが望めます。
- 手動運転の車両と混在する空間の場合、交通量が少なく、駐停車車両がなく、歩車分離がされているような道路であれば自動走行が行いやすい状況です。

<中長期>

- 手動運転の車両と混在する空間では、短期の条件に加え、複数車線があり他の交通の影響を回避できる環境等への整備を拡大することが望めます。
- 荷捌車両等を含めた駐停車車両との走行空間の区分や、走行空間上に過度に駐停車を行わないような案内なども有効と考えられます。
- 手動運転の車両と混在する空間の場合、自動運転車両が同一空間を走行することを他の交通に明示するなどの工夫があることが望ましい状況です。

(1) 専用走行空間での走行

a) これまでにいただいた意見

専用走行空間と一般車との混在空間両方にて実証実験を行った事例では、以下のような意見を確認している。

- ・ 専用空間であれば自動運転での走行も可能である。一般道との交差部での対応方法は検討が必要である。
- ・ 安定的な走行を行うためには、自動運転バスの走行を想定した専用・優先走行レーンや地域内での優先ルールなどが必要である。
- ・ 自動運転システム提供者の視点では、自動車のみの専用走行空間での走行が望ましい。そうでない場合、歩車分離がされている空間がよい。

(2) 混在空間での走行

a) これまでにいただいた意見

一般車との混在空間にて実証実験を行った事例では、以下のような意見を確認している。

- ・ 駐停車車両による影響が大きく、対向車線にはみ出す場合など手動への切り替えなどの対応が必要である。
- ・ 交通量が多くなく、駐停車車両がなく、歩車分離がされているのであれば混在空間においても自動での走行は可能である。
- ・ 駐停車車両が課題であるため、ドライバーの運転挙動を記録し、その結果を用いてドライバーの判断操作により駐停車車両を回避するような技術的な検討は行っている。
- ・ 自動運転車両用に専用道・優先道を設けるよりも、道路上に自動運転車両が走行することを明示しておくような対応が現実的ではないか。

b) 実証実験等での状況

i) 自動運転車両の走行への影響

国土交通省街路交通施設課が東京・池袋で行った実証実験と、国土交通省道路局が道の駅での実証実験を行った際の、自動運転車両の手動介入要因を確認した。

東京・池袋での実証実験では、走行空間上の障害物である駐車車両の回避のため手動介入を行った割合が高い状況であった。この割合は道の駅での実証実験に比べても高く、都市部での大きな課題と考えられる。

一方で、周辺状況の検知や歩行者・自転車の回避は道の駅での実証実験に比べて少ないなど、交通量や道路整備状況等により着目すべき課題が異なると考えられる。

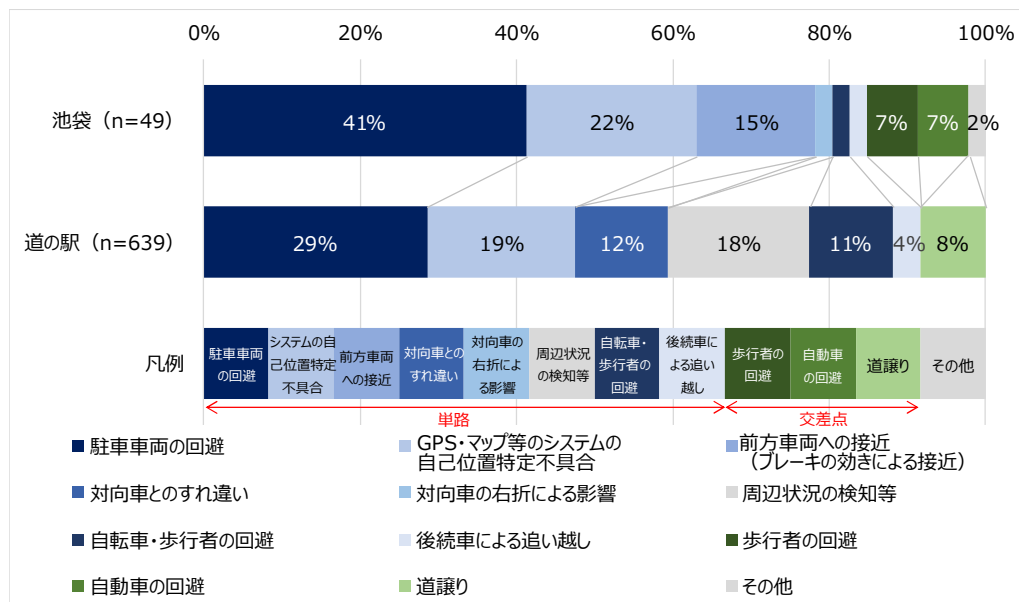


図 自動運転車両の手動介入要因

※道の駅での実験結果：国土交通省 自動運転に対応した道路空間に関する検討会第4回配布資料（2019年11月）

その他要因（チューニング・ドライバー慣れ）道の駅駐車場内での介入を除き比較

ii) 周辺交通への影響

東京都・池袋の実証実験では、自動運転車両が低速で走行しているため、他交通の追従が発生するという課題も生じた。自動運転車両を周囲の車両の速度に合わせて運行し車線変更させること、もしくは低速で移動する自動運転車両の走行を受け入れることが望まれる。

【追従が生じたが車線変更ができたため早く解消】



【追従が生じ車線変更ができなかったため隊列が増加】



図 他交通の追従の状況

3) 交差点について

(1) 交差点の形状について

■現在の状況

交差点などの他交通との交差点の通行時は、障害物検知等による急ブレーキで車内事故が発生しないよう、多くの事例で低速走行の設定を行っています。一方で、極端に低速で交差点内通行をすると、後続車にも影響を与えます。

また、特に都市部の交差点では、交差点形状が広いため横断歩道の脇から横断する歩行者などもあります。歩行者の横断の状況を見て横断歩道の通過が必要になりますが、歩行者がまばらに途切れない状態では、スムーズな通過が難しいといった課題もありました。

■求められる条件

<短期>

- 右左折信号等があり交通流が複雑でない交差点が求められます。
- 安全の確保及び周辺交通への影響を考慮し、交差点の状況に応じた通過時の速度設定が必要となります。

<中長期>

- 交差点内での走行経路の分離や歩行者の乱横断の抑制が可能な交差点形状が求められます。

b) これまでにいただいた意見

望ましい交差点の形状やそれによる走行性について、以下のような意見を確認している。

- ・ 自動運転車両は交差点通過時の速度設定が遅くなっているため、後続車が交差点内で追い抜きを行うことがあり危険である。

c) 実証実験等での状況

東京・池袋で行った実証実験では、検知範囲の外側である横断歩道の白線外からの歩行者の不規則な横断により、手動介入が生じた。



図 横断歩道の横断の状況

(2) 対向車や歩行者・自転車の確認について

■現在の状況

交差点の通過の際には、他の交通や横断歩道の横断者や自転車の挙動を把握・予測したうえで、自車の挙動を判断する必要があります。

これまでの実証実験では、見通しが悪い交差点などで対向車両等の確認を行うカメラやセンサを設置し、他交通の状況を確認して自動運転車両にその情報を送るなどの検証を行っています。

■求められる条件

<短期>

- 交差点部分のスムーズで安全な走行に向けて、交差点内における自動運転バスの安全な走行経路の設定や、歩行者の横断のタイミングと自動運転車両の右左折のタイミングを変えるような信号設定なども考えられます。

<中長期>

- 対向車の確認のため、カメラやセンサを用いた検知も望まれます。

b) これまでにいただいた意見

対向車や歩行者・自転車の検知、走行の予測について、以下の意見を確認している。

- ・ 対向車の検知を行う必要があることから、右折時は手動介入が生じている。一方、左折時は対向車の検知がないこと、走行軌跡が小さいことから自動走行が可能である。

c) 実証実験等での状況

西日本鉄道が行った実証実験では、見通しの悪い交差点において、AI センサを用いた車両・自転車・歩行者の検知を行っている。AI 処理によりセンサで検出した他交通との衝突リスクを予測し、自動運転バスへリアルタイムに通知することで、右左折時の事故を未然に防ぐ技術の検証をしている。

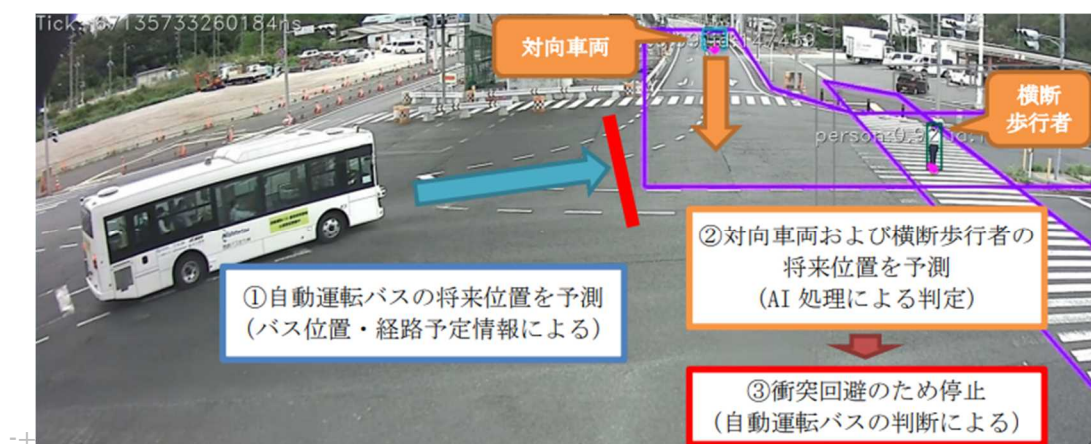


図 右左折時の技術の検証

出典：日本信号株式会社 プレスリリース

https://www.signal.co.jp/wordpress/wp-content/uploads/2021/04/9_20201022_jido.pdf

(3) 信号等の設置・信号検知について

■現在の状況

交差点部分では信号や対向車の検知・挙動の確認も大きな課題となります。自動運転車両に搭載しているカメラにて信号の色を確認することも可能ですが、この場合、信号の変化を確認してから停車挙動を行うため、急ブレーキとなる可能性があります。

信号の変化のタイミングを適切に捉えることが求められます。

また、専用走行空間と一般道との交差点でも、信号機による制御や一般車との交差を避けるような仕組みが必要となります。

■求められる条件

<短期>

- 専用走行空間と一般道の交差点における自動運転車とその他の交通の分離が望まれます。
- 対向車への対応と同様に、交差点部分のスムーズで安全な走行に向けて、交差点内における自動運転バスの安全な走行経路の設定や、歩行者の横断のタイミングと自動運転車両の右左折のタイミングを変えるような信号設定なども考えられます。

<中長期>

- 混在空間の主要交差点では、信号情報を把握する方法について、カメラによる確認だけでなく、信号情報を事前に受信する仕組みの普及が求められます。
- 手動運転車両の信号見落とし等の防止にも有効な技術であり、活用が望まれます。

a) これまでにいただいた意見

信号連携システムについて、以下のような意見を確認している。

- ・ カメラのみでの信号検知は西日や天候の状況により難しい場合がある。その際、信号連携のシステムは有効である。赤信号に変わるまでの時間も確認ができ、急停車を防ぐことができる。
- ・ 自動運転に限らず、走行の安全性向上のためのすべての車両に導入するのもよいと考える。

b) 実証実験等での状況

西日本鉄道株式会社・日本信号株式会社で行っている、信号連携システムの実証実験では、交差点へ接近・通過する自動運転バスに、信号の灯色や残り時間をリアルタイムに通知し、青信号から黄信号への切り替わりを予め把握できることで、急ブレーキによる信号停止を防止する。信号制御機に追加した無線装置により LTE (4G) 回線網を介した直接通信により実現している。

大津市、京阪バス（オムロンソーシアルソリューションズ株式会社と共同）での実証実験では、CT センサで信号機の灯色情報を検知して、進行方向の現在の灯色情報と残秒数を自動運転車両の車載器に提供する技術の検証を行っている。

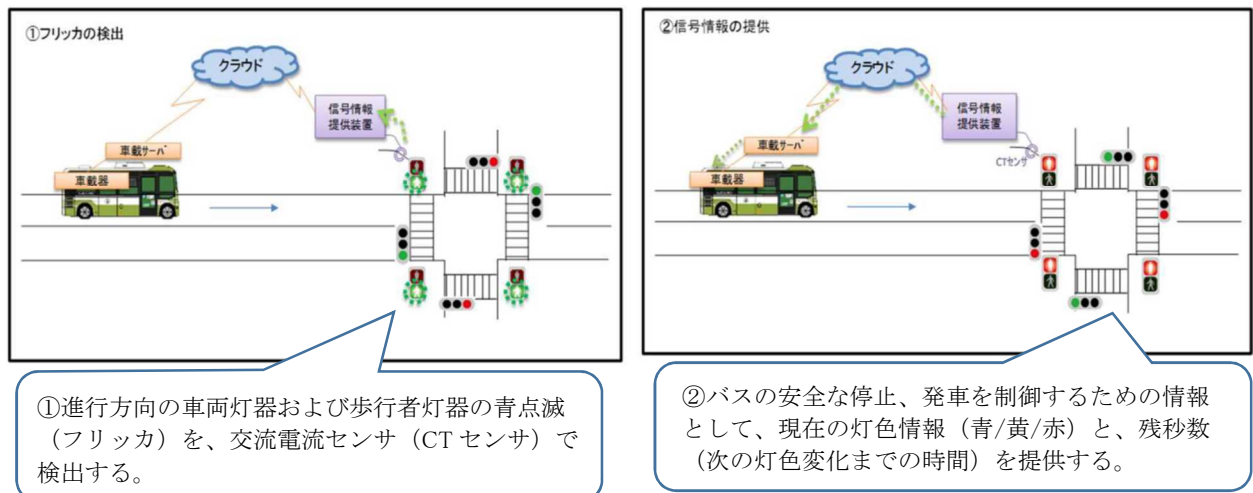


図 大津市での信号連携システム

出典：京阪バス株式会社資料 令和2年度

c) そのほかの関連する技術

i) 踏切連携システム

大津市・京阪バス（オムロンソーシアルソリューションズ株式会社と共同）での実証実験では、踏切の遮断機に監視装置を設置して、遮断機の情報、電車の到着情報を送信している。踏切遮断開始時の無理のない走行、停車を支援することが可能になる。

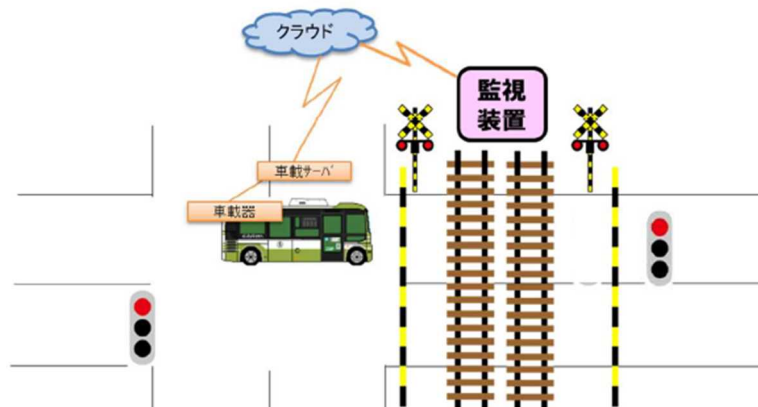


図 大津市での踏切連携システム

出典：京阪バス株式会社資料 令和2年度

ii) 専用走行空間と一般道路の交差部の踏切

専用走行空間と一般道の交差部では、一般車との交差を防ぐため踏切のようなシステムを設置することも考えられる。

日立 BRT では自動運転車両が走行する専用走行空間側にゲートが設置されており、一般車が専用走行空間に侵入できないよう工夫されている。



図 日立 BRT の専用走行空間ゲート

出典：産業技術総合研究所 <https://www.mlit.go.jp/common/001250441.pdf>

3.3.2 バス停について

1) バス停の形状について

■現在の状況

各地での実証実験の結果から、一定の条件が整ったバス停であれば、精度が高い正着が可能であることがわかっています。手動運転の場合、運転士の熟練度等により運転に差が生じますが、自動運転の場合はそのようなことがなく、適切な位置に停車することが可能です。

しかし、その精度を生かすには他の交通への影響が少なく、また影響を受けることも少ない状況下のバス停が望まれます。これまでの実証実験の結果では、バス停への停車時に大きくハンドルを切るような動作が少ない、ストレート型のバス停の方が正着には適しているという意見がありました。一方で、ストレート型の場合、他の交通への影響が大きく、また追い越し等が発生してしまうため、バス停からの出発時に課題が生じています。

■求められる条件

<短期>

- 自動運転の正着精度を生かした活用が望まれます。
- 複数車線があり、車線幅が広い道路ではストレート型のバス停が望まれます。

<中長期>

- 車線数が少ない場合や車線幅が狭い箇所では、バスベイの設置が望まれます。
- バスベイの形状については、前後の空間に余裕をもち、舵角等を緩やかにすることが望まれます。
- 走行空間の検討とあわせて、適切なバス停の位置やバス停に求める規格などの検討が必要になります。

a) これまでにいただいた意見

自動運転技術を用いたバス停への停車について、以下のような意見を確認している。

- ・ GNSS（GPS）によるバス停停車でも、一度、走行位置の設定を行えば再現度は高く正着性の向上に寄与した。
- ・ 周辺の交通に影響を与えないのであれば、ストレート型のバス停が望ましい。
- ・ バスベイ型など進入時の舵角が大きいバス停などは、正着性が低下する可能性がある。
- ・ 周辺の交通に影響がある場合、バスベイ型のバス停で前後の余裕がある形状が良い。

2) バス停付近の障害物の排除

■現在の状況

自動運転車両に限らず、バス停周辺に障害物があると、安全性やバリアフリーの観点での適切な停車において課題が生じます。

特に駐停車車両について、現在の法制度でもバス停から 10m 範囲は駐停車禁止区間となっていますが、実際には駐停車車両が存在し、停車が行いにくい状況が生じています。

自動運転車両では、駐停車車両等を回避する走行が難しいこともあり、より精度が高い走行が求められるバス停付近では特に課題となります。

■求められる条件

<短期・中長期>

- バス停周辺の駐停車禁止の範囲を変えることや駐停車を発生させないための案内をするなど、駐停車を抑制するような対応が求められます。

a) 実証実験等での状況

東京・池袋で行った実証実験では、バス停周辺の駐停車車両の影響により、バス停停車のための車線変更ができない、バス停手前の駐停車によりバス停への摺り寄せができないといった状況が、実証実験での全体の停車回数のうち 54% と高い割合であった。

項目	回数	割合
手動停車 前後の駐車車両による影響	13	54%
手前での自己位置特定不具合	3	13%
その他	1	4%
	17	71%
自動停車	7	29%
総計	24	



図 バス停周辺の駐停車車両

東京・池袋で行った実証実験では、バスが停車する箇所周辺での駐停車車両を減らすため、自動運転車両が走行していることを示す電光看板を設置し注意を促した。

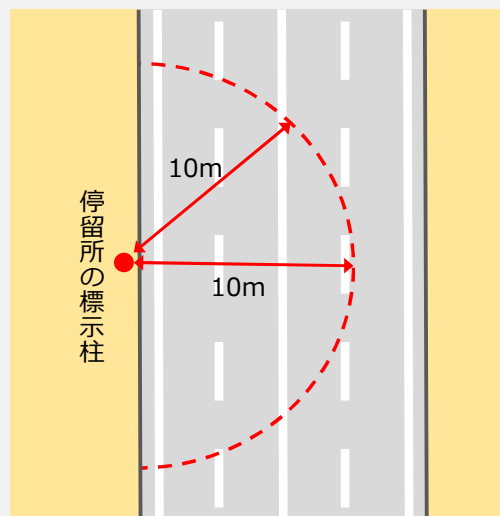


図 実証実験での自動運転の走行を伝える電光看板の設置

【法律の状況】

■バス停周辺における駐停車禁止の規定 (道路交通法第105号第44条5項)

乗合自動車の停留所又はトロリーバス若しくは路面電車の停留場を表示する標示柱又は標示板が設けられている位置から10メートル以内の部分は駐停車禁止。(運行時間中に限る)



3) バス停施設について

■現在の状況

中型バスなどは、タイヤの位置に対して車両の前方や後方部分まで距離があり、バス停形状によっては正着を行う際にその部分が歩道側に張り出す可能性があります。現在のバス停やバス停上屋は、歩道や歩行者への影響を考え支柱が車道側にあるものが多いですが、自動運転車両で歩道により近く正着する際に、車両の一部が接触してしまう可能性があります。

また、将来の無人での走行を想定する場合、バス停での乗車待ち客の確認、乗車終了の確認などを人の目で行うことができず課題となります。

出発時も周辺の交通の状況を確認するとともに、自動運転車両の挙動を他の交通に伝えて安全を確保することが求められます。

■求められる条件

<短期>

- バス停案内や上屋支柱は、極端に道路に近い場所を選ばないなどの配慮が求められます。

<中長期>

- 周辺の自動車交通の状況を確認できるようなシステム（車両・インフラ）が望まれます。
- 無人運転を想定した乗車待ち客等を判断するシステムが望まれます。

a) これまでにいただいた意見

自動運転技術にてバス停に停車する際に、バス停の施設に対して求める事項について、以下のような意見を確認している。

■バス停の施設について

- ・バス停上屋の基礎部分などが道路側から設置されていると接触の可能性がある。バス停が停車位置について、前方や後方など進入時に接触の危険が少ない箇所にすべきである。
- ・正確に同じ場所に停車する場合、舗装への負荷が大きいことからコンクリート舗装などが望ましい。
- ・正着のしやすさからバリアレス縁石の導入なども望ましい。

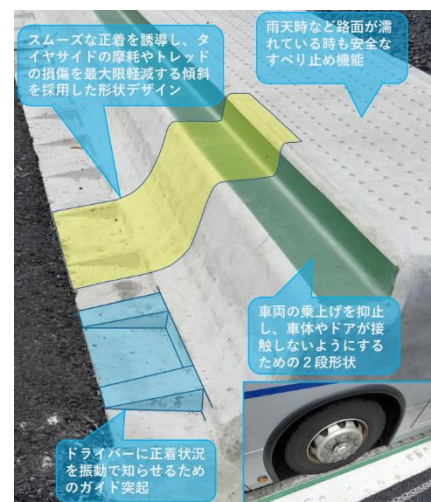


図 バリアレス縁石

出典：公益社団法人日本交通計画協会 PlusStop（プラスストップ）パンフレット

■乗車時の安全性について

- バス停での乗車待ちの方の確認や走ってくる方への対応など、車いすの方の乗車時の補助の方法、バスの乗り方を考え直す必要がある。駅の改札のような仕組みを設定することも考えられる。
- 再発進の際の安全確認は必要である。バス停周辺では車外のカメラやセンサー等で適切に検知し、遠隔で確認を行うなども考えられる。
- 車外に対して自車の挙動を伝える方法が必要と考える。

3.3.3 バスターミナル・駅前広場等について

■現在の状況

一般道と同様に、駅前広場においても自動運転車両とその他の車両が交差や混在を避ける空間整備が望まれます。特に歩行者の乱横断等を防止するための対応が求められます。

一方で、一般道に比べて、各車両の通行位置などが分かれており、交通ルールが明確である場合も多く、このような場合であれば自動運転車両の走行可能性が高まります。

■求められる条件

<短期>

- 自動運転車両専用に空間を新たに確保することが望まれます。
- 歩行者の乱横断や立ち位置を完全に排除することが必要です。

<中長期>

- 一般車や歩行者空間も含めた駅前広場等の空間の再配分の検討が必要です。
- 自動運転の特性を生かした空間の設計(バス停部分の形状など)が望まれます。

a) これまでにいただいた意見

バスターミナルや駅前広場での自動運転技術にてバス停に停車する際に、バス停の施設に対して求める事項について、以下のような意見を確認している。

- ・ 駅前広場での走行について、一般道等と比較すると、走行ルールが一定であるため自動走行しやすい状況にある。
- ・ 駅前広場のバス停は路上のバス停に比べて比較的舵角が大きい箇所が多い。GNSS（GPS）は舵角が大きい場合に誤差が生じる可能性があるため、GNSS（GPS）等による測位技術の向上や磁気マーカによる補完が必要ではないかと考える。
- ・ 駅前広場では手動運転での運行でも歩行者の乱横断が最も危ない事項である。歩行者の乱横断を防げるような形状や対応が必要である。

b) 実証実験等での状況

JR 前橋駅、中央前橋駅の駅前広場のバス停にて自動での停車を行っている。2019 年の検討時に収集したデータでは、両駅とも駅前広場内で自動走行が可能となった割合は 30%程度であった。駅前広場内を自動で走行できなかった主な要因は、駅前広場に入る前の時点で手動走行になったためであり、広場内での阻害要因は少ない。

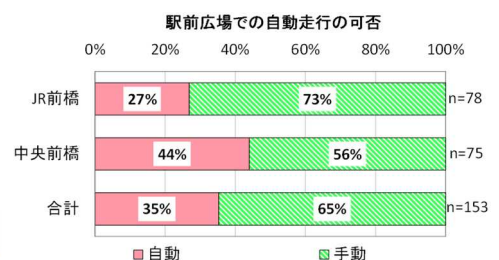
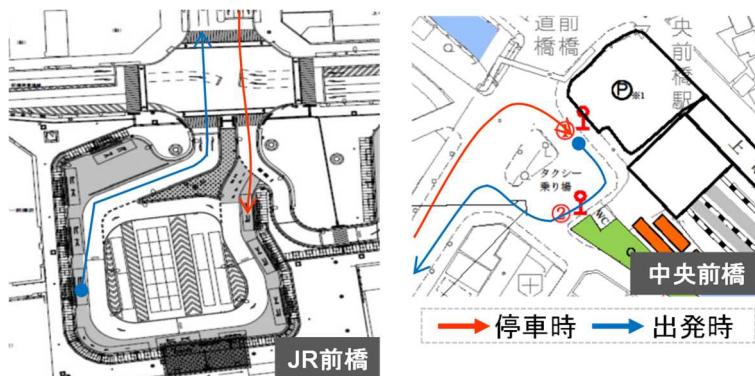


図 JR 前橋駅、中央前橋駅の駅前広場での実証実験

出典：前橋市資料 令和元年度

3.3.4 遠隔操作による運転・運行管理

■現在の状況

公共交通への自動運転導入の主たる目的として、運転士不足の解消が挙げられており、それに向けて、自動運転車両の遠隔での運行状況の監視や運転操作の技術が検討されています。また、それら遠隔での対応について、複数台を1人で確認することも考えられています。

現時点では、実証実験等により、遠隔監視や遠隔での運転操作技術の確立に向けて必要な設備（車両側・インフラ側）及び通信環境等の検討がなされています。

■求められる条件

<短期>

- 遠隔での運行状況の監視・運転操作を行うにあたり必要な技術や設備、求められる通信環境等の整理に向けた事例の蓄積が必要です。

<中長期>

- 実証実験等の結果をうけて、求める技術水準等の取りまとめが必要です。
- 遠隔での運行状況の監視・運転操作を行う方に求める技術や免許制度などの検討が必要です。

a) これまでにいただいた意見

遠隔操作による運転・運行管理について、以下のような意見を確認している。

- ・ 遠隔監視システムとして、周辺運行情報も含めて把握できる管制システムのようなものを作ることを目指している。車両の遠隔コントロールについて、運用面での検討を実施。
- ・ 現在も遠隔による運行管理を実施しており、2023年度には遠隔監視によるレベル4での走行を実現したいと検討を進めている。

b) 実証実験等での状況

前橋市・日本中央交通・群馬大学での実証実験では、遠隔監視に用いるシステムを4Gから5Gに変更。車載カメラでの確認距離を伸張している。また、運転士1人に対して2台の車両の状況を確認する実証を行っている。また、将来的には、道路側の情報を直接自動運転車両に情報を送ることを想定し、道路側へのカメラやセンサの設置を行った実験も行っている。

第1期 1対2オペレートにおける課題検証

令和4年1月31日(月)～2月18日(金)

ローカル5G敷設により、車両2台によりオペレーター1人が2台を同時に遠隔監視

※運転席にドライバーあり（レベル2）

※乗客は乗せずに運行

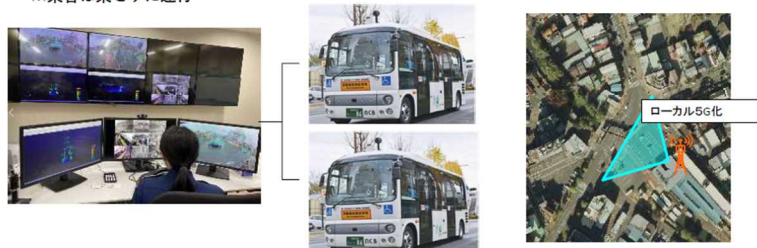


図 1 対 2 オペレートにおける課題検証

出典：前橋市資料 令和3年度

静岡県の実証実験では、将来の遠隔監視を目指して、遠隔での自動運転車両の運転操作を行っている。自動走行している際に、先方に駐車車両を感知した際、遠隔監視場所での運転操作によって車両の回避を行っている。

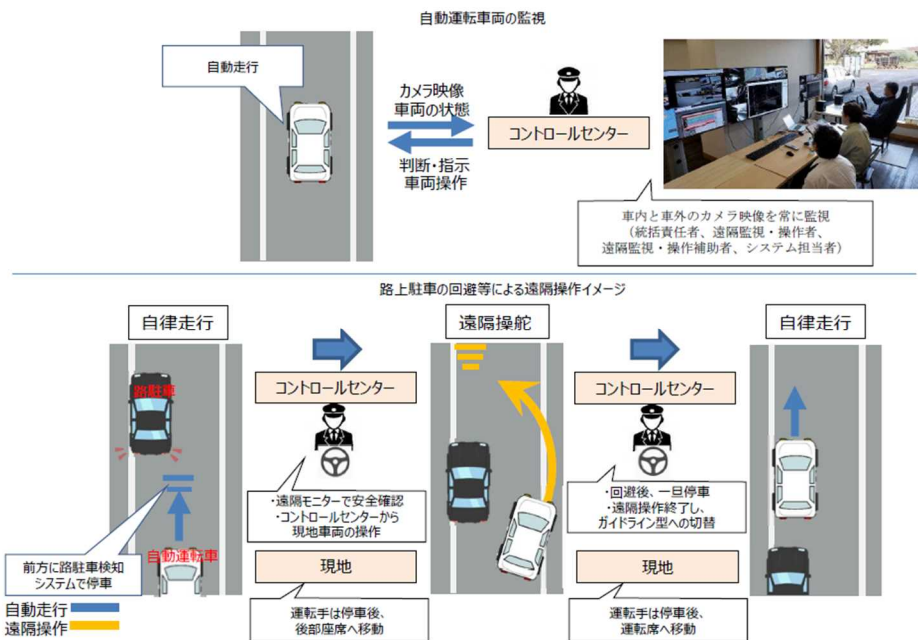


図 遠隔での運転操作の実証

出典：静岡県資料 令和3年度

3.3.5 地域理解の醸成について

1) 周辺交通・地域の理解

■現在の状況

これまでの実証実験等では、地域住民等から自動運転車両の運行に対して好意的な反応が示される事例が多くなっています。

周辺への事前周知を十分に行っていたことや運行開始後に周辺車両の理解が深まったことなどから、走行区間上の路上駐車等が減少するといった効果も生じています。

■求められる条件

<短期・中長期>

- 事前の協議や周知活動を十分に行い、地域から理解を得ながら運行を行うことが望まれます。
- その際、地域の移動手段として公共交通が必要であること、公共交通の維持に対する課題、その解決として自動運転車両の導入の有効性などもあわせて示すことで、地域公共交通への理解を深めることも必要です。

a) これまでにいただいた意見

自動運転での走行について、周辺交通や地域の理解の状況として、以下のような意見を確認している。

- 急ブレーキや相互通行時の安全面等に対して意見はあるが、全体として好意的なものが多い。
- 周辺の交通が自動運転車両が通行することを理解し、路上での駐停車等も減少した。

2) 試乗者の理解

■現在の状況

これまでに行っている実証実験等では、走行に関する安心感等に対して、利用者からも好意的な意見が多い状況となっています。一方で、走行ではなく、無人での運行サービスの提供（何かあった際に運転士等がいないこと）に対しては、不安感があるとの意見も挙がっています。

■求められる条件

<短期・中長期>

- 大型二種運転免許を保有した運転士が乗車しない場合にも、路線によっては安全確保、介助等を行うサービス要員が車内に必要となることが考えられます。

a) 実証実験等での状況

東京・池袋で行った試乗者アンケートの結果、乗車前に比べて乗車後のほうが安心と回答している割合が高くなっており、乗車前は25%程度であったのに対して乗車後は半数弱にまで増加している。「緊急時のための外部連絡機能」が最も必要な技術とされており、1位と回答した割合は他の項目の3倍以上であった。

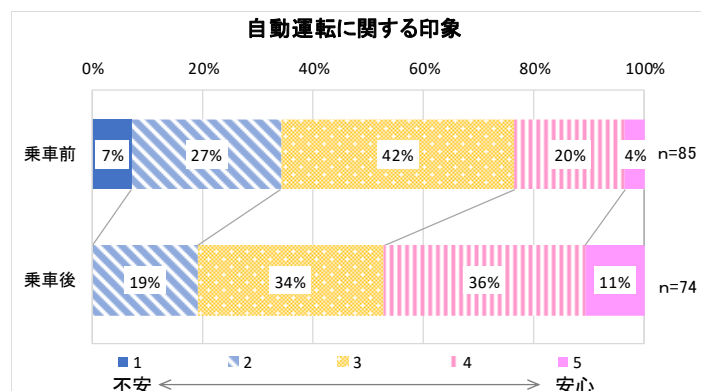


図 自動運転に関する印象

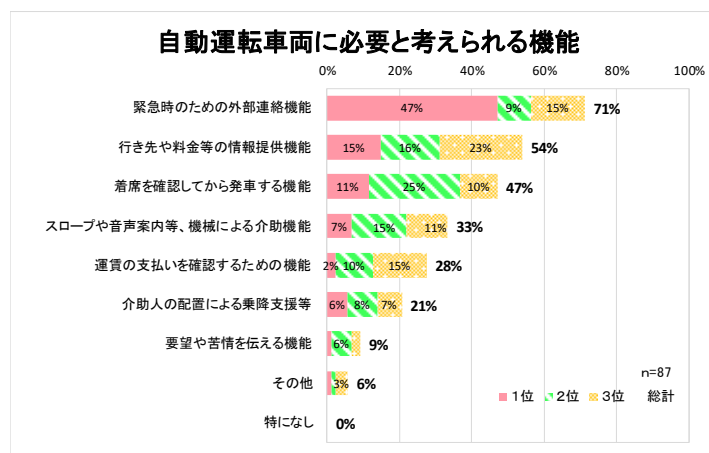


図 自動運転車両に必要と考えられる機能

大津市・京阪バスで行ったアンケート調査の結果では、実験参加者については、70.5%が普通のバスと同等、より安心と回答している。令和元年度に行った結果でも同様の傾向である。また、実用化された場合の利用意向も高い。

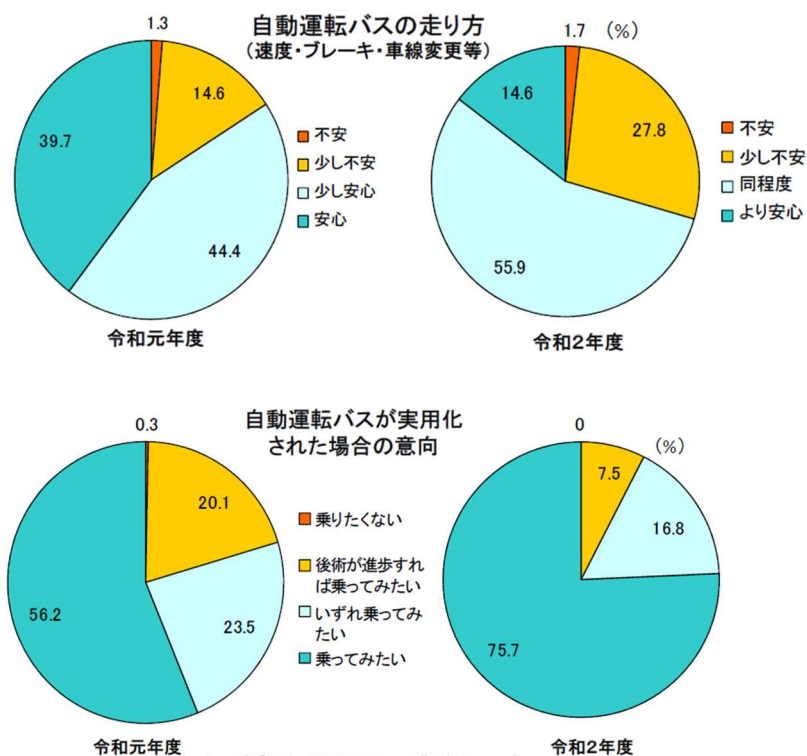


図 大津市での自動運転バスの走行性に対する意見・自動運転バスが実用化された場合の意向

出典：京阪バス株式会社資料 令和2年度

3.3.6 車内での対応について

1) 車内の安全確認・介助

■現在の状況

自動運転の導入にあたり、運転技術そのものの自動化に加えて、無人化による車内での安全確保、サービス提供に関する課題に対応する必要があります。実証実験に参加した乗客からも、サービス面での不安に対する意見が多く、走行技術の向上とともに、現在運転士が行っている車内サービスの代替方法の検討も求められます。

■求められる条件

<短期>

- 開発中の車内確認システムを活用しつつ、介助、安全確認等の対応を行う必要があります。

<中長期>

- 大型二種運転免許を保有した運転士が乗車しない場合にも、路線によっては安全確保、介助等を行うサービス要員が車内に必要となることが考えられます。

a) これまでにいただいた意見

社会での安全確認や介助の必要性、課題について、以下のとおり意見を確認している。

- ・ 道路運送法上で示されている、車内業務などにおいて検討すべき項目がある。
- ・ バスの乗り方を抜本的に変える必要がある。
- ・ 自動走行が導入されても当面の間、運転席は必要であり、そこにサービス要員が乗車することが必要と考える。
- ・ 車内の安全管理を行うことができるシステムは有効に活用されている。自動運転の時のみならず活用が考えられる。

b) 実証実験等での状況

大津市・京阪バスが行ったアンケート調査では、自動運転に関連する技術が進んだら利用したい、と回答した方のうち、約 20%が乗り方や車内トラブルに対する不安を挙げている。走行時の安全性確保に向けた技術のほか、車内での対応も求められている。

このような状況もあり、車内カメラを設置し、車両内監視者による乗客の見守り支援として、乗客特性情報（転倒しやすい乗客かどうか）の通知システムの有効性検証を行っている。

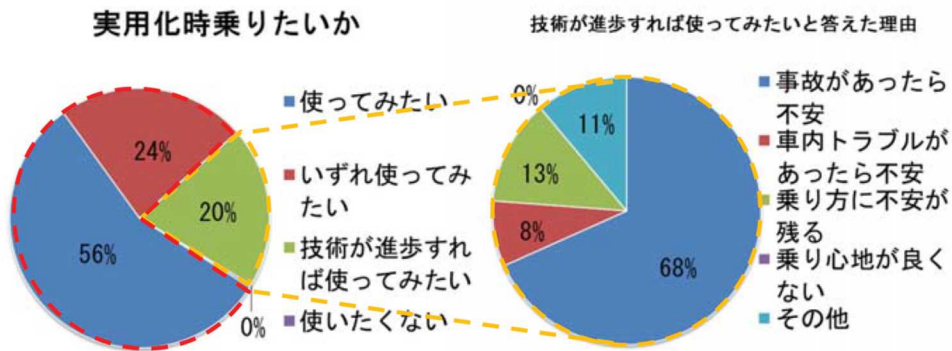


図 自動運転実用化に対する意見



貸切バスにて計測した画像 アイシン精機株式会社倫理審査（No.0066）

図 車内カメラによる車両内監視

出典：京阪バス株式会社資料 令和2年度

BOLDLY が開発をしているディスパッチャでは、車内の状況や走行状態の確認が可能なことに加えて、走行時の車内の安全管理が可能である。走行中に席を立つ乗客がいた場合に、乗客に対して注意を促すシステムを提供している。



図 BOLDLY の AI による車内監視システム

出典：BOLDLY 株式会社 ホームページ

<https://www.softbank.jp/drive/service/dispatcher/>

【法律の状況】

■現行法による運転士の責務

(道路運送法第27条)

現在の道路運送法では、運転者が車内にいることを前提として、輸送の安全及び旅客の利便性*を確保することとしているが、新たに運転者が車内に不在となる自動運転車で旅客運送を行う場合においても同等の安全性及び利便性が確保されるために必要な措置を検討する。

※運転者の乗車を前提とした輸送の安全及び旅客の利便の確保のための遵守事項の例

● バス・タクシー事業者が実施すべき事項

- ・ 安全に関する措置を講ずるため運転者と電話等により対話し、指示できる体制整備
- ・ 運転者から道路及び運行の状況について確認
- ・ 運転者に対する指導監督（運行する路線等に対処する運転技術、地理及び公衆に対する応接）

● 運転者が実施すべき事項

- ・ 旅客が死傷したときの旅客の保護等
- ・ 旅客が公の秩序に反する行為をするときの制止等
- ・ 天災等により安全運転ができない場合の報告

2) 運賃の収受

■現在の状況

現在の運賃収受に関する制度では、現金を含む収受方法を設定する必要があります。

一方で、無人での運行を考える場合、お釣りの受け渡しや運賃額の確認などを行う必要がある現金では、運賃の支払いに人の目による確認や時間を要する場合があります、効率的ではありません。

実証実験でも、運賃収受方法の効率化に向けてアプリ決済や顔認証などの方法が試行されています。

■求められる条件

<短期>

- 開発中のシステムを活用しつつ、運転士の車内業務負荷の軽減のため、運賃収受方法拡大を進める必要があります。

<中長期>

- 将来の MaaS システムの導入等も含めて、恒常的なサービス提供に向けた制度整備が必要になります。

a) これまでにいただいた意見

運賃収受に関して、以下のような意見を確認している。

- ・ 自動運転での料金収受について、完全 IC 化等、確実な料金収受に向けた工夫、検討が必要である。また、一度に大量の乗降が発生するバス停では鉄道駅の改札機のような仕組みが望ましい。
- ・ キャッシュレス化や顔認証などの技術の進展により、運賃収受に関する課題は解決できると考える。

b) 実証実験等の状況

BOLDLY 株式会社が茨城県境町で行っている自動運転バスの運行では、乗降客数の分析を行うため顔認証カメラを設置している。将来的にはキャッシュレス決済への活用を検討している。



図 顔認証カメラ

出典：BOLDLY 株式会社 第 76 回基本政策部会配付資料

<https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001447856.pdf>

前橋市の実証実験では、マイナンバーカードと顔写真を事前登録し、子供運賃や障害者割引などの情報を紐づけ。乗車時は顔認証にて乗車を行う実証実験を実施。将来的には、事前登録においてクレジットカード情報等を紐づけ、顔認証による決済を行うことを想定。



図 顔認証にて乗車を行う実証実験

出典：前橋市資料 令和2年度

【法律の状況】

■運賃収受に関する制度の状況

(道路運送法第13条)

- ・一般旅客自動車運送事業者は、運送の引受けを拒絶してはならない規定があり、現金を所持しているにも関わらず、支払い方法が対応していないため乗車の拒否ができない。
- ・支払い方法を限定した運行に対する許可が必要。

■パッケージ料金での支払い

(旅行業法)

- ・MaaSのようなパッケージ運賃を設定する場合、事業者は旅行業登録を行う必要がある。
- ・旅客自動車運送事業者が事業を行うことが難しい。

3.3.7 運行管理・メンテナンス

■現在の状況

現時点では実証実験として行われている事例がほとんどであり、車両や自動運転システムも開発途上のものを適用していることが多いため、バス車両自体のメンテナンス等は、運行管理は運行を担う交通事業者が行っていても、自動運転システムやそれに関連する機器の点検、不具合時の対応は自動運転システムの提供者が行っています。

■求められる条件

<短期>

- 実証実験であるという位置づけのもと、役割分担を行って実施することが考えられます。

<中長期>

- 恒常的なサービスの提供に向けて、役割分担の明確化や制度整理を行う必要があります。
- 自動運転での運行に対する保険等への加入・保険商品に対する責任分岐点の設定も必要となります。

a) これまでにいただいた意見

走行時の状況把握などの運行管理や、自動運転車両のメンテナンスについて、以下のような意見を確認している。

- ・ 自動運転システムのメンテナンス等を運行主体が行うのは難しく、保守サービス付きのリースのような形態も選択肢の1つである。
- ・ 今後、社会実装を行うのであれば、バス事業者にも自動運転システムに関しても専門知識を持った従業員や一定の規模に対して必要になる。
- ・ 車両の点検に加え、自動運転システム部分の点検体制構築や、磁気マーカ等のインフラに設置する機器の保守も検討が必要である。
- ・ 交通事業者でも、自動運転システムに関するノウハウも蓄積していき、点検・保守等の分担、それによるビジネスモデルを検討していくことが考えられる。

3.4 早期社会実装が想定される条件のまとめ

これまでに整理した内容をもとに、基幹的なバスへの自動運転の早期社会実装に向けた、短期・中長期での対応について、以下のとおりまとめます。

現在の技術開発の状況や走行環境の課題を考慮すると、基幹的なバスへの自動運転導入環境として、短期的には、専用空間での走行が望ましいと考えます。専用空間であっても一般道との交差が生じる場合、自動運転での運行が可能となるように、車線や交差点形状等を考慮する必要があります。

中長期的には、自動運転技術の進展とあわせて、適切な道路形状・交通量の空間にてインフラ側からの連携技術も整備したうえで、一般車との混在空間での運行も可能になると考えます。その際、運行管理や運行責任に係る制度の見直しも必要と考えます。

	短期	中長期
位置把握の技術	・GNSS(GPS)を主とし、他のインフラ連携等により補完	・GNSS(GPS)を主としつつ、高精度地図の整備等により周辺状況に左右されない環境
走行空間(単路部)	・専用走行空間 ・混在空間の場合、歩車分離がされ、交通量が少ない特定の路線	・複数車線があり他交通の影響や駐停車車両の影響を回避できる環境
走行空間(交差点)	・専用走行空間と一般道の交差点における自動運転車とその他の交通の分離 ・信号現示の調整 ・右左折信号等があり交通流が複雑でない交差点	・混在空間の主要交差点では信号連携技術やカメラ・センサ等に対向車等の検知を実施 ・交差点内での走行経路の分離や歩行者の乱横断の抑制
バス停	・専用走行空間や専用車線での正着性の高いストレート型のバス停 ・複数車線、広幅員道路でのストレート型のバス停 ・周辺での駐停車抑制	・1車線の場合、バスベイ型のバス停 ・周辺の自動車交通の状況を確認できるようなシステム(車両・インフラ) ・無人運転を想定した乗車待ち客等を判断するシステム
ターミナル・駅前広場	・自動運転専用の空間を別途確保 ・歩行者等の立入が完全に排除された空間	・一般車や歩行者空間も含めた駅前広場等の空間の再配分 ・自動運転の特性を生かした空間の設計(バス停部分の形状の変更可能性)
遠隔操作	・必要な技術や設備、求められる通信環境等の整理に向けた事例の蓄積	・求める技術水準等の取りまとめ ・遠隔での運行状況の監視・運転操作に求める技術や免許制度などの検討
運行管理や運行責任	・あくまで実証実験であるという位置づけのもとで実施 ・開発中のシステムを活用しつつ、介助、安全確認、運賃収受等を試行	・恒常的なサービス提供に向けた制度整備 ・運転責任を負う運転士以外の補助要員が必要等の意見も

走行に求める条件	○主に専用走行空間 ○交差点・バス停等での走行は条件を満たす場所のみ ○実証実験等の枠組みを活かしたテスト的な運行・サービスの提供	○交通量や道路形状等の条件を満たす空間での手動運転との混在走行 ○インフラとの連携による安全性の確保 ○自動運転や無人化等の一般的な普及を支える制度整備
-----------------	---	--

第4章 基幹的なバス交通における自動運転技術の社会実装のあり方

第3章までに整理した自動運転での走行を可能とする条件をもとに、基幹的なバスへの自動運転技術の導入・社会実装を行う際の導入イメージ等を整理します。

4.1 基幹的なバスにおける自動運転技術の社会実装時のあり方

これまでの整理をもとに、基幹的なバスにおける自動運転技術の社会実装は条件により以下のように段階を追って進むと考えられます。基幹的なバス交通への自動運転導入において、それぞれ段階で想定される活用・導入イメージと効果及びその実現に向けた都市施設での対応事項・あり方を以下のとおり整理します。

	現在～短期	中 期	長 期
社会実装の条件	①限定空間内での活用（特定の空間内/専用走行空間等） ②運転アシスト機能として活用（特定の空間内/特定の交通施設等）	①限定空間内外での連続的な活用（専用走行空間と条件を満たす混在空間） ②走行条件の良い混在空間での活用（交通量・道路形状等の条件を満たす）	①完全自動運転（自動運転関連サービスの提供範囲内）
活用のイメージ	①限定空間内での活用 ・高架道路や鉄道廃線敷等の専用走行空間のみを活用した自動運転バス ②運転アシスト機能として活用 ・運行が多いバス停での正着、信号連携技術等の活用	①限定空間内外での連続的な活用 ・一般道と専用走行空間を連続して走行するBRT（専用走行空間のみ自動運転） ②走行条件の良い混在空間での活用 ・一部路線バスにおける交通量が少ない場所、時間での走行（空港島内、夜間等） ・拠点周辺のラストワンマイルの低速移動手段	①完全自動運転 ・路線バス、BRT ・デマンド交通
波及効果	・自動運転によるサービスの効率化により、運行頻度（フリーケンシー）向上や、運行時間帯拡大が可能 ・バリアフリー性や安全性の向上	・運転士の労働改善（長時間、長距離、深夜の走行からの解放）	・需要に応じた柔軟な運行 ・デマンド・ライドシェアなどの新たな移動形態のサービス提供
都市施設のあり方	・専用走行空間の確保 ・一般道との交差箇所の処理（ゲート（踏切状のもの）をつける、PTPSの導入など）	・専用走行空間の確保 ・自動運転と手動運転の接続機能の整備 ・走行しやすい一般道の条件整理（歩行者横断が少ない、歩車分離されている、自転車等軽車両などの通行帯と物理分離されている、路上駐車が無い、右折車が少ない等）	・自動運転車と手動運転車の混在時の円滑な走行空間確保に向けた街路空間の整備（カーブサイドの活用、デマンドやライドシェアの乗降場所の指定・確保等） ・自動運転車両のトランジットモール等のウォークアブルな空間の整備

4.2 短期での社会実装のあり方

1) 限定空間内での活用

(1) 社会実装のイメージ

専用走行空間（高架道路・鉄道の廃線敷等）を活用することで、早期に自動運転技術の実装が可能になることが考えられます。

また、混在空間においても手動運転の車両と混在する箇所が少なく、安定した走行が可能となる専用走行レーンなどの専用走行空間に近い環境においては、早期に自動運転技術の実装が可能になることが考えられます。

限定空間内での活用のイメージ

○気仙沼線 BRT

現在は専用走行空間の一部のみを自動走行実験しているが、全区間で運行を行っていくような展開

○名古屋市基幹バス

混在空間の中央にバスレーンを確保しており、このような路線にて導入を促進するような展開



図 気仙沼線 BRT

図 名古屋市基幹バス

出典：東日本旅客鉄道株式会社 https://www.jreast.co.jp/press/2021/20210625_ho03.pdf

出典：国土交通省 https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/transport/pdf/057_nagoya.pdf

(2) 都市施設のあり方

社会実装に向けて、都市施設では以下のような対応を行うことが考えられます。

【専用走行空間での導入】

- ・ 既に専用走行空間で運行を行っている路線への自動運転技術の導入。
- ・ 鉄道の廃線など専用空間化が容易な空間にてバス交通の運行を行う可能性の検討。

【専用走行空間の確保】

- ・ 都市内幹線交通として路線の維持を目標としている箇所にて、将来の自動化も目指して専用走行空間やそれに近い空間（専用レーン等）の確保の可能性を検討。
- ・ 鉄道路線の廃線敷など、線的に確保された専用空間化が容易な空間の確保。

【交差点でのゲートや PTPS の設置】

- ・ 専用走行空間での運行にて、一般道と交差する箇所等において自動運転車両とその他の車両や歩行者などを分離するための対策として、踏切状のゲート等を設置することや PTPS 等を導入することでスムーズな運行の支援を検討。

2) 運転アシスト機能としての活用

(1) 社会実装のイメージ

自動運転に向けて開発されている技術（信号連携・正着等）の一部を運転アシスト機能として手動運転のバスに導入することで安全性や利便性を向上することが考えられます。

運転士の運行に対する負荷を軽減するとともに、自動運転やそれに関連する技術の検証を図ることができ、将来の自動運転技術の普及にも貢献することが考えられます。

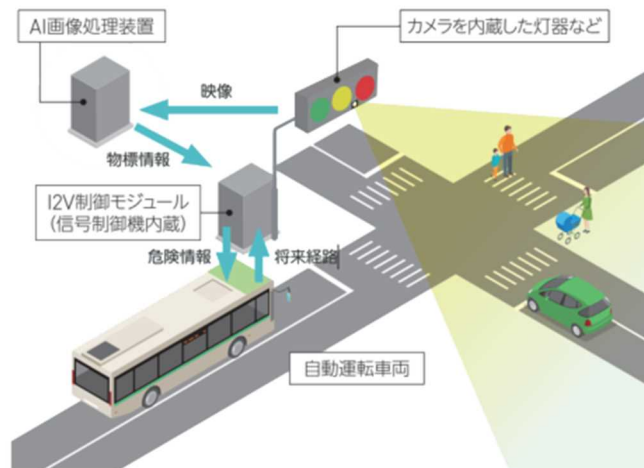


図 信号連携技術

出典：日本信号株式会社 <https://www.signal.co.jp/evolution100/smartcity/>

自動運転技術例

③ 正着制御

～バリアフリーを考慮した駅(停車場)での正着制御～



図 バス停での正着システム

出典：西日本旅客鉄道株式会社 自動運転・隊列走行 BRT 説明会資料

(2) 都市施設のあり方

【信号連携システムの導入】

- ・ 交通量が多く形状が大きい交差点等において、信号連携システムや対向車検知システム（カメラ・センサ）を設置。

【正着システムを導入】

- ・ バス優先レーン上や駅前広場などの他の交通の影響を受けにくいバス停にて正着システムを導入。
- ・ 合わせて、バス車両の床面とバス停の路面高さを合わせることで、バス停のバリアフリー化を実現。

4.3 中期での社会実装のあり方

1) 限定空間内外での連続的な活用

(1) 社会実装のイメージ

専用走行空間では自動走行し、その後連続して一般道を手動で走行することを想定します。

専用走行空間にて運転責任を伴う運転士がいない状況で運行する場合、手動運転との切り替えを行う箇所を準備することが考えられます。



図 気仙沼・大船渡 BRT



図 日立 BRT 専用道

出典：東日本旅客鉄道株式会社等 プレスリリース

https://www.jreast.co.jp/press/2021/20210625_ho03.pdf

産業技術総合研究所 <https://www.mlit.go.jp/common/001250441.pdf>

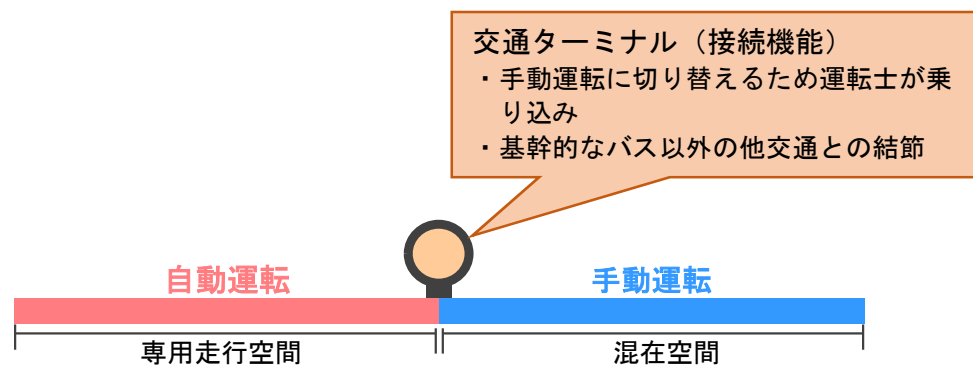
(2) 都市施設のあり方

【専用走行空間の確保】

- ・ 基幹的なバスとして路線の維持を目標としている箇所にて、将来の自動化も目指して専用空間確保の可能性を検討。

【自動運転・手動運転の切替場所の確保】

- ・ 運転責任のある運転士がいない状況での自動運転から手動運転に切り替える際の運転士等が乗り込む交通ターミナルの整備。



2) 走行条件の良い混在空間での活用

(1) 社会実装のイメージ

歩車道が分離され、車道の交通量が少なく複数車線があるなど、自動運転時のトラブルが発生しにくい走行空間にて導入を行うことを想定しています。特に空港への連絡バスなどがこれに該当し、導入の可能性があると考えます。

また、特に交通量が少ない深夜などから運行を開始し、徐々に運行時間や範囲を拡大することが考えられます。

オフィス街など狭い範囲を対象として低速でのラストワンマイルの移動手段を提供することが考えられます。



図 西日本鉄道での駅・空港シャトル運行

出典：西日本鉄道株式会社 プレスリリース https://www.nishitetsu.co.jp/release/2020/20_058.pdf

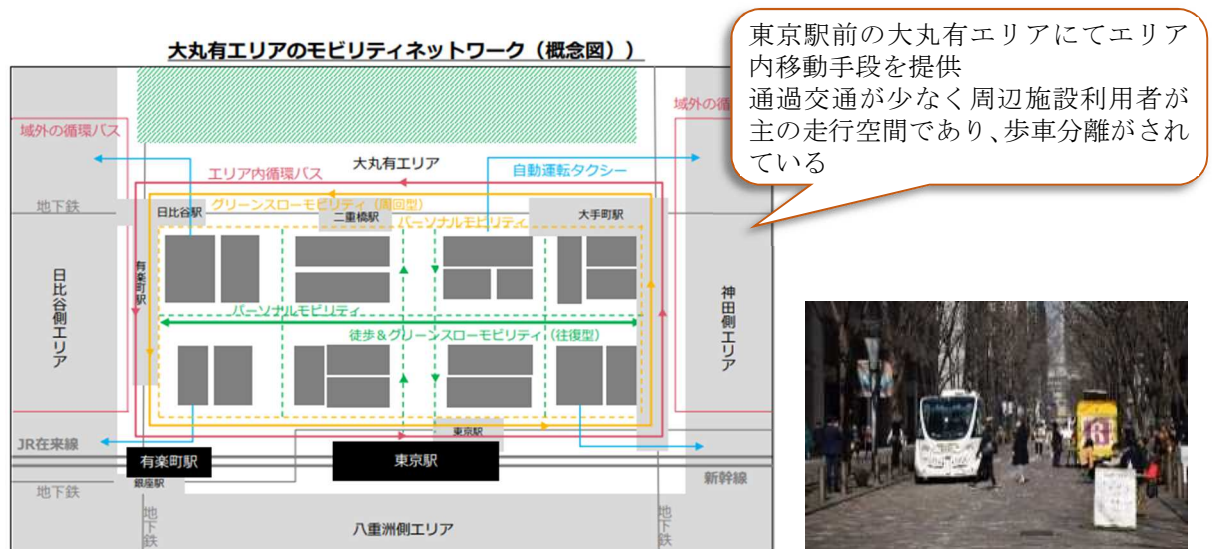


図 丸の内仲通りの歩行者空間

出典：国土交通省・経済産業省 スマートシティ実行計画 <https://www.mlit.go.jp/common/001341988.pdf>

(2) 都市施設のあり方

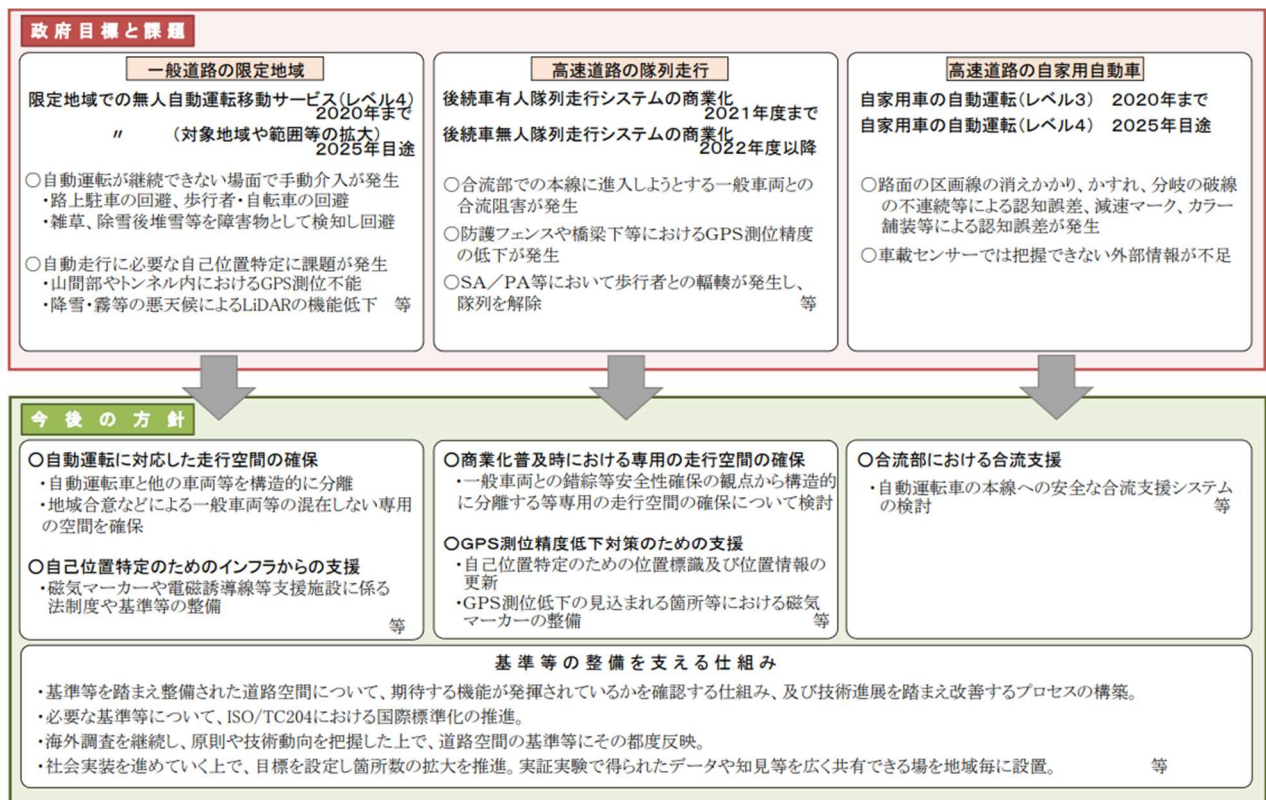
【運行しやすい道路条件の整理】

今後の技術開発の進捗も踏まえて、運行をしやすい道路の条件を整理する必要がある。(現状での認識：交通量や歩行者が少ない、歩車分離がされている、路上駐車がいない、方向別に複数車線が整備されている、交差点が少ない、右左折が少ない)

■国土交通省道路局：自動運転に対応した道路空間に関する検討会中間まとめ（2019年11月）

政府目標に対する課題と今後の方向性を整理している。

今後の方向性において、一般道では自動運転に対応した空間の確保（構造的な分離・専用の空間の確保）、自己位置特定のためのインフラからの支援（磁気マーカー等の法制度や基準の整備等（既に法改正済み））を行うこととしている。



出典：国土交通省道路局 自動運転に対応した道路空間に関する検討会 中間まとめ（2019年11月）

https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/road_space/pdf/chu-matome.pdf

4.4 長期での社会実装のあり方

1) 完全自動運転での走行

(1) 社会実装のイメージ

短期・中期の期間は、自動運転での走行が行いやすい箇所から導入を行うとともに、自動運転での運行に求められる空間や施設などの環境整備を行っていきます。

一方で、長期的には、自動運転の技術開発の進展により、空間の制限無く自動運転車両が走行可能となり、これまでの路線バス型の公共交通に限らず、小型車両を複数台用いて需要に応じた隊列走行の実施、デマンド・ライドシェア型での運行など、幹線・フィーダーの体系によらない柔軟な運行が導入されることが考えられます。

自動運転車両が普及した場合の運行形態等を想定しつつ、手動運転車両との混在時にも対応した走行空間の確保や、バス停に代わる乗降空間の確保、トランジットモール化等によるウォークアブルな空間確保を考える必要があると考えます。

【移動機能を主とした駅前広場の将来イメージ】

将来像のイメージ図

10のソリューション

- ① 分かりやすく円滑な移動経路の提供
- ② 官署に入手可能で分かりやすい情報の提供
- ③ ワンストップでシームレスな移動サービスの提供
- ④ 抵抗感の少ないユニバーサルな移動環境の提供
- ⑤ 多様な人・活動があふれる広場空間の創出
- ⑥ 交通結節点と周辺市街地の一体的な整備の推進
- ⑦ 災害時の拠点としての防災機能の提供
- ⑧ ダイナミックかつ柔軟な空間利用
- ⑨ 交通コントロールを通じたトラフィックのスマート化
- ⑩ 柔軟で効率的な利用が可能なカーブサイドマネジメント

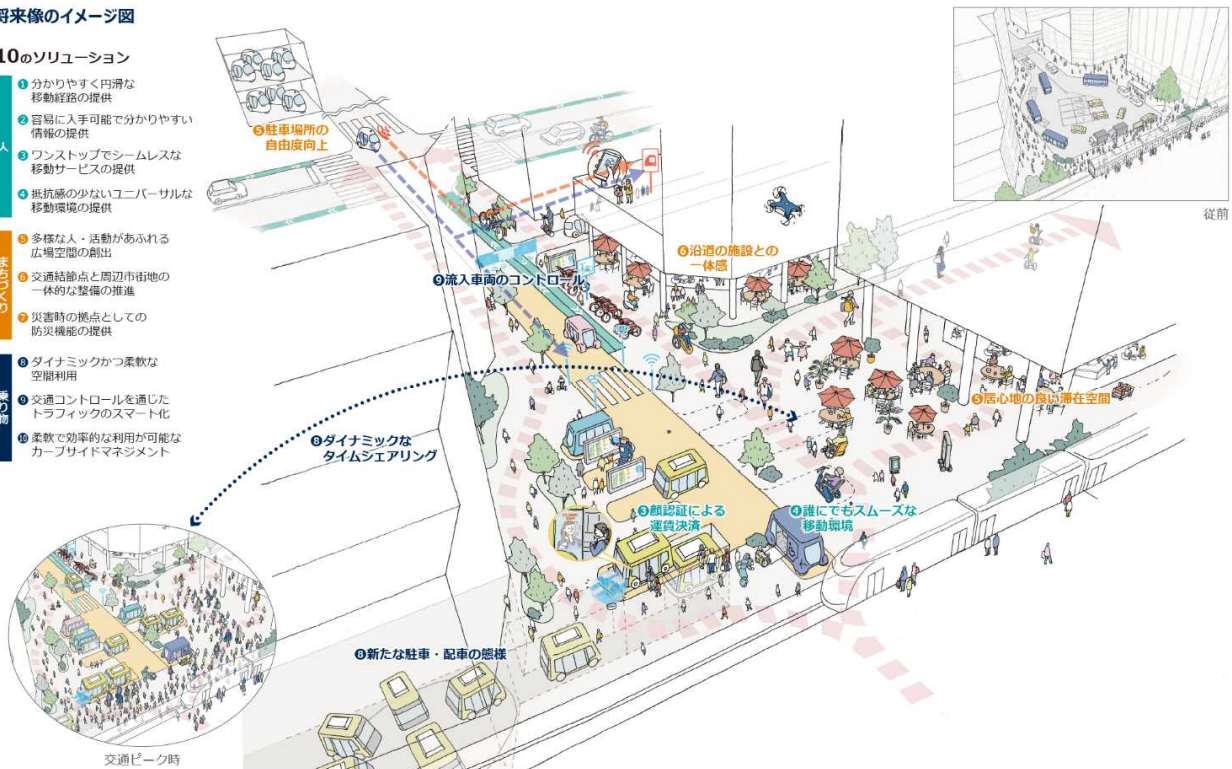


図 移動機能を主とした駅前広場の将来イメージ

出典：国土交通省 令和2年度 都市交通における自動運転技術の活用方策に関する検討会

<https://www.mlit.go.jp/toshi/content/001389994.pdf>

【滞在・賑わい機能を主とした駅前広場の将来イメージ】

将来像のイメージ図

10のソリューション

- ① 分かりやすく円滑な移動経路の提供
- ② 容易に入手可能で分かりやすい情報の提供
- ③ ワンストップでシームレスな移動サービスの提供
- ④ 抵抗感の少ないユニバーサルな移動環境の提供
- ⑤ 多様な人・活動があふれる広場空間の創出
- ⑥ 交通結節点と周辺市街地の一体的な整備の推進
- ⑦ 災害時の拠点としての防災機能の提供
- ⑧ ダイナミックかつ柔軟な空間利用
- ⑨ 交通コントロールを通じたトラフィックのスマート化
- ⑩ 柔軟で効率的な利用が可能なカーブサイドマネジメント

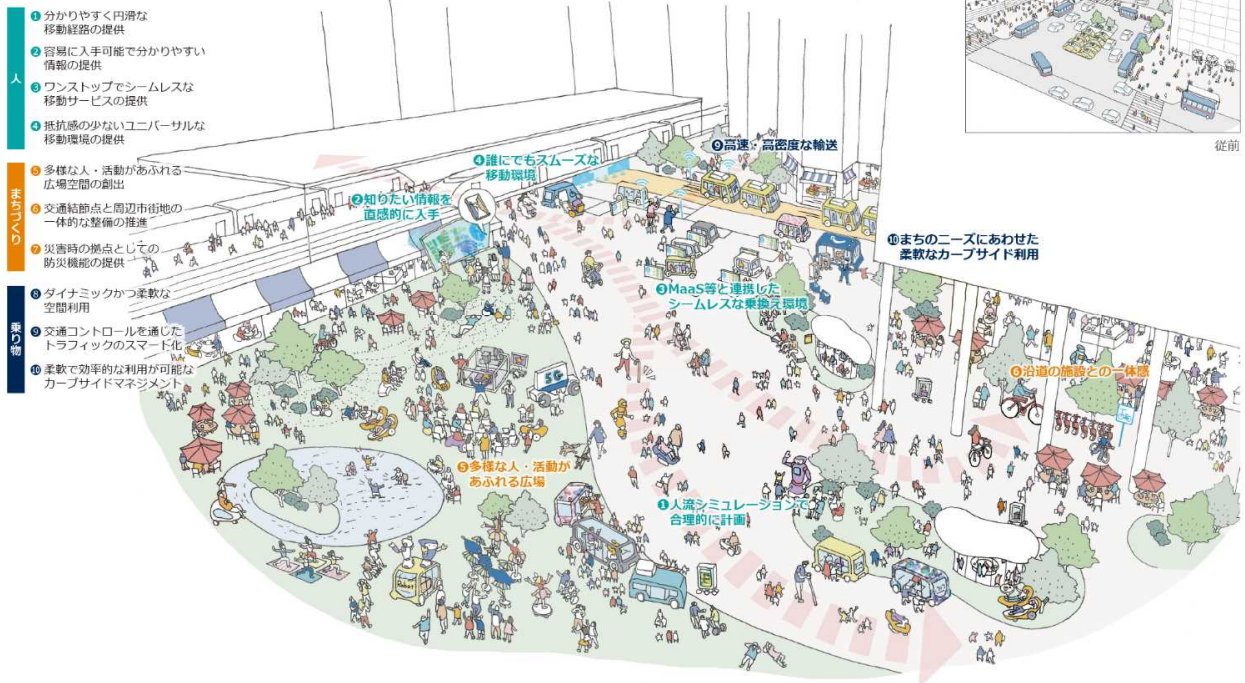
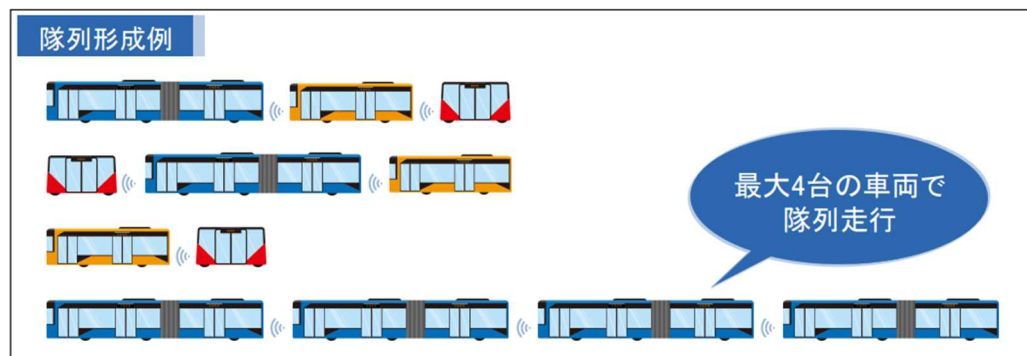


図 滞在・賑わい機能を主とした駅前広場の将来イメージ

出典：国土交通省 令和2年度 都市交通における自動運転技術の活用方策に関する検討会

【自動運転による隊列走行の運行のイメージ】

複数の車種を組み合わせ・解除しながら、運行することで、様々な需要に対応した運行を行う。



出典：西日本旅客鉄道株式会社 自動運転・隊列走行 BRT 説明会資料

(2) 都市施設のあり方

【走行エリアの検討】

- ・自動運転車両が走行するには、インフラ連携技術等の一定の整備が必要である。都市構造の目指す姿とあわせて、整備の優先順位や整備すべき範囲などの検討が必要となる。

【自動運転車両の走行レーンの確保】

- ・基幹的なバスを含む公共交通だけでなく、一般車の自動運転車両も混在するような走行レーン等の導入も考えられる。

【乗降場所の確保・企画】

- ・新たな運行形態にも対応した乗降空間や多様な移動サービスのモビリティハブの構造及び配置計画の検討が必要と考えられる。
- ・その際、カーブサイド等の活用方法について検討が必要と考えられる。
- ・車両の大きさ、挙動等を考慮した施設の基準検討が必要と考えられる。

【空間の再配分】

- ・自動運転技術により効率的な車両運用、走行が可能となるため、駅前広場や街路空間の再配分により歩行者空間や環境空間を拡張するなどの検討が必要と考えられる。

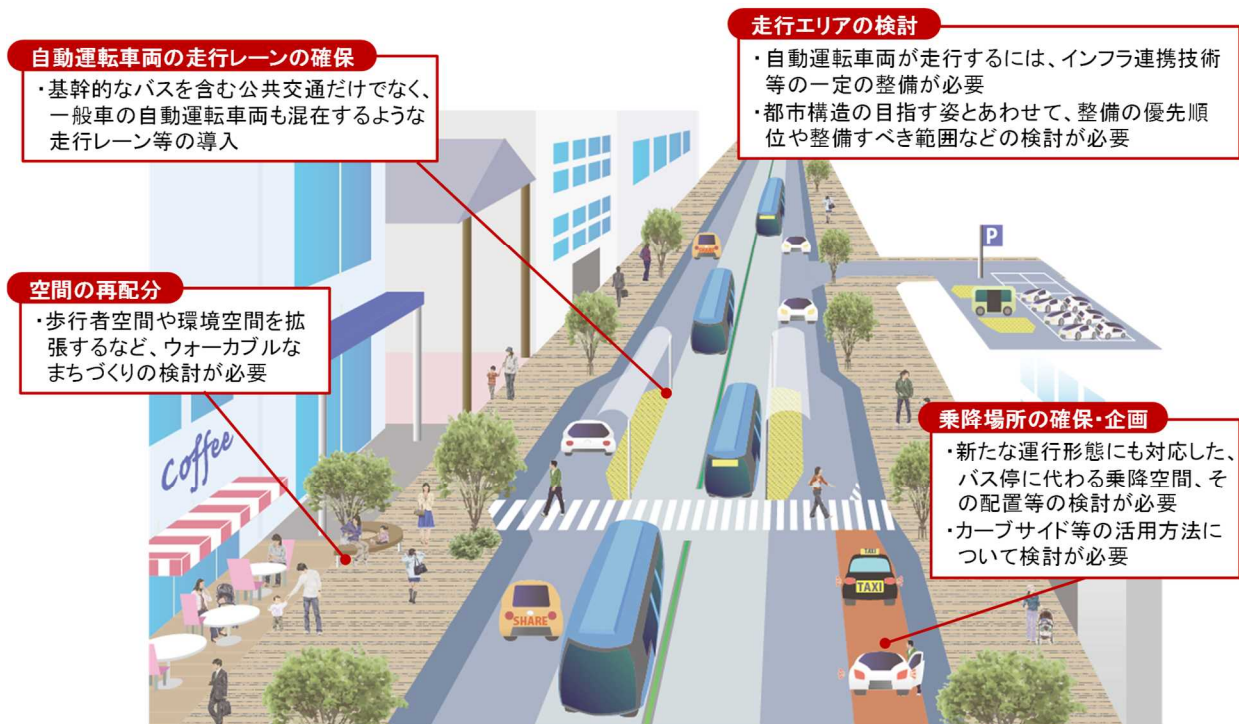


図 社会実装のイメージ

下図出典：国土交通省 平成30年度 第2回 都市交通における自動運転技術の活用方策に関する検討会資料

参考資料

① 基幹的なバス分科会について

設置の目的(平成 29 年 11 月)

(検討会の設置目的)

現在開発が進められている自動運転技術は、人口が集積する都市における拠点地区を中心とした、公共交通基軸のバランスのとれた都市交通サービスの向上に貢献することが期待されるところである。一方で、自動運転の普及が都市構造・都市交通や交通施設にどのような影響を及ぼすか抽出・整理し、都市にとって望ましい自動運転技術の活用のあり方を検討することが求められる。こうした課題に対して、将来的な自動運転の活用に向け、自動運転技術の都市への影響可能性の抽出・整理及び、自動運転技術の活用についての検討を行うため、「都市交通における自動運転技術の活用方策に関する検討会」を開催し、有識者による議論を行う。

(基幹的なバス分科会の設置目的)

実務的な見地から効率的に検討を行うため、検討会の下に「基幹的なバス分科会」を設置する。

委員 ○座長(敬称略 50 音順)

■都市交通における自動運転技術の活用方策に関する検討会

糸久 正人	法政大学社会学部 准教授
大串 葉子	相山女学園大学現代マネジメント学部 教授
小木津 武樹	群馬大学次世代モビリティ社会実装研究センター 副センター長 (平成 30 年度から委員就任)
金森 亮	名古屋大学未来社会創造機構 特任准教授
中村 英夫	日本大学理工学部 教授
中村 文彦	東京大学大学院新領域創成科学研究科 特任教授
藤原 章正	広島大学大学院先進理工系科学研究科 教授
三好 庸隆	武庫川女子大学生活環境学部 教授
森川 高行	名古屋大学未来社会創造機構 教授
○森本 章倫	早稲田大学理工学術院 教授

■都市交通における自動運転技術の活用方策に関する検討会 基幹的なバス分科会

小木津 武樹	群馬大学次世代モビリティ社会実装研究センター 副センター長 (平成 30 年度から委員就任)
中村 文彦	東京大学大学院新領域創成科学研究科 特任教授
○森川 高行	名古屋大学未来社会創造機構 教授
森本 章倫	早稲田大学理工学術院 教授

② 車両の特徴

これまでに基幹的なバスでの自動運転導入の社会実験に用いられてる主な車両とその特徴を示します。

バスタイプ車両	(車種) エルガミオ・ポンチョ・リエッセ等
	
これまでの実証実験実績	滋賀県大津市、神奈川県横浜市 大津市シャトルバス、名鉄バス実証実験 前橋市シャトルバスでの運行（公道での有償旅客輸送実証実験） 沖縄県南城市、北海道広尾郡
乗車定員	約 30～50 名
自動運転時の速度	最高速度 40～50km/h
走行空間の特徴	公道

カート・グリーンスローモビリティ車両	(車種) e-com10・NAVYA ARMA・ランドカー
	
これまでの実証実験実績	大津市シャトルバス、名鉄バス実証実験、前橋市シャトルバスでの運行（公道での有償旅客輸送実証実験） はままつフラワーパーク、SPRING-8、東京丸の内、北海道上士幌町、東京大学柏キャンパス、東京都立芝公園 磐田市、石川県、国プロジェクト等
乗車定員	約 4～16 名
自動運転時の速度	最高速度約 20km/h
走行空間の特徴	公道

カートタイプ車両 (公道走行不可)	(車種) Robot Shuttle・Milee
	
これまでの実証実験 実績	慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス、栃木市（公道）、大分市（公道の 歩道）、横浜市金沢動物園、九州大学伊都キャンパス、秋田県仙北市、 千葉市・イオンモール幕張新都心 愛知県長久手市「愛・地球博記念公園」、豊橋総合動植物公園
乗車定員	約 4～12 名
自動運転時の速度	最高速度 19～40km/h
走行空間の特徴	公道走行不可

③ 実証実験の事例紹介

これまでに行われている自動運転の実証実験のうち、基幹的なバスとしての運行を目指して行われているものについてその内容と自動運転の導入により目指す公共交通の将来像を紹介します。

事例	関係者	特徴的な取組
気仙沼線・大船渡線 BRT	東日本旅客鉄道株式会社	・ BRT 専用道での自動走行実験 ・ トンネルや積雪下で走行 ・ BRT 専用大型車両を開発
日立市	茨城県・日立市・株式会社みちのりホールディングス	・ BRT 専用道での自動走行実験 ・ MaaS 事業と連携
大津市	大津市、京阪バス株式会社、先進モビリティ株式会社	・ 都市の幹線交通として公道で実証 ・ 中型バス実証実験に参加しており、今後も継続検討が想定 ・ 信号及び踏切との連携の検証を実施
前橋市	前橋市、日本中央バス株式会社、群馬大学	・ 都市の幹線交通として公道で実証 ・ 駅前広場の走行、駐停車を実施
境町（茨城県）	境町、BOLDLY 株式会社、株式会社マクニカ	・ 自動運転バス「NAVYA ARMA」を 3 台導入 ・ 国内で初めて自治体が自動運転バスを公道で定常運行
横浜市栄区	神奈川中央交通株式会社	・ 信号連携や路側センサの設置などインフラ協調での実証

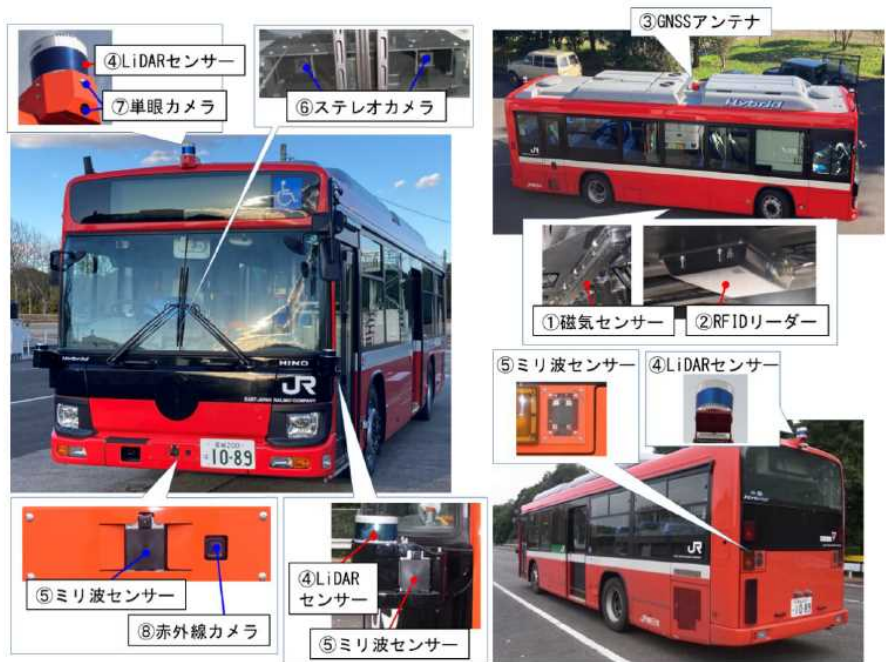
※丸数字は実験の回数

気仙沼線・大船渡線 BRT				
対象路線	都心 アクセス線	都市 フリンジ線	都心循環線	拠点内 回遊線 郊外 アクセス線
走行空間	公道 (歩車分離あり)	公道 (歩車分離なし)	私有地道路	専用レーン ^注 歩行者空間
検討目的	鉄道の代替手段として地域の骨格となる BRT 路線の自動運転運行を目指す			
実施者	東日本旅客鉄道株式会社 先進モビリティ株式会社、愛知製鋼株式会社、京セラ株式会社、京セラコミュニケーションシステム株式会社、株式会社ジェイテクト、ソフトバンク株式会社、日本信号株式会社、日本電気株式会社、BOLDLY 株式会社			
使用車両	①日野リエッセ ②日野ブルーリボンシティ ③BRT 専用大型自動運転バス		レベル	レベル 4 相当 (運転席にドライバー乗車)
最高速度	①40 km/h ②③60 km/h		区間距離	①447m(大船渡線 BRT 竹駒駅周辺) ②③4.8km(気仙沼線 BRT 柳津駅～陸前横山駅間)
実施期間	①2018 年 12 月 12 日～2019 年 3 月 8 日 ②2019 年 11 月 25 日～2020 年 2 月 14 日 ③2021 年 9 月 14 日～9 月 19 日		利用料金	①②乗客なし ③無料

注：道路運送法上の専用自動車道

	技術面	運用面
検証事項	- 自動運転車両の速度制御および駅への正着制御 - RFID タグ付き磁気マーカ（シートタイプ/埋設タイプ）を用いた自車位置特定 - 道路設計図面上の線形や勾配などの情報を数値化、フォーマット化 - 無線を使用した信号制御による交互通行 - マルチ GNSS 端末による車両位置計測（QZSS（みちびき）、GNSS（GPS）、GLONASS の信号を受信） - 地上側のインフラセンサによる車両制御	- 遠隔監視システムによる車内監視およびお客さまの動向検知の実験 - 自動運転レベル 3 認証取得に向けた車両機能の確認 ①ドライバーモニタ機能 ②作動状態記録機能 ③手動運転モードへの引継要求機能 ④システム不具合や ODD の範囲外の状態になった際にシステムが安全に停止する機能（MRM） ⑤走行状態やシステムの健全性など、自動運転システムの状態を常時ドライバーが確認できるモニタリング機能（HMI）
実験結果・課題	- 専用空間での走行性の確保は確認済み - 現在の運行は専用空間のみだが、将来的には一般道区間での走行を検証・実現する必要	—

■ BRT 専用大型自動運転バス



【BRT 専用大型自動運転バスに搭載された各種センサー】



図 4: 地上側インフラセンサのシステム構成および設置の様子

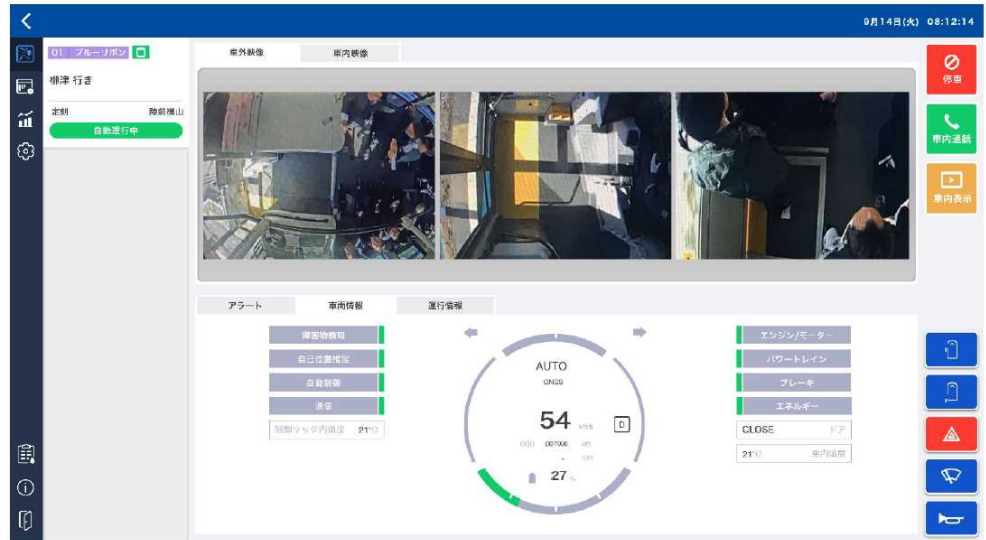


図 5: 遠隔監視システムのモニタ画像

関連資料

※丸数字は実験の回数

大津市				
対象路線	都心 アクセス線	都市 フリンジ線	都心循環線	拠点内 回遊線 郊外 アクセス線
走行空間	公道 (歩車分離あり)	公道 (歩車分離なし)	私有地道路	専用レーン 歩行者空間
検討目的	<背景> ・大津市では、鉄道（JR及び京阪電車）により、基幹的なネットワークは比較的充実している一方で、鉄道駅を拠点とするバス交通については、利用者数の低迷や運転士不足等のため減便が相次いでおり、駅勢圏外については、市街地においても交通課題地域が存在している状況 ・2018年6月に大津市と京阪バスで「次世代型モビリティ(自動運転技術)の研究に関する協定」を締結し、2020年度の自動運転実用化に向けて実証・検討を実施 <目的> ・大津市：高齢者の移動手段や観光客の二次交通等の確保 ・京阪バス株式会社：事故防止や運転士不足対策			
実施者	①②大津市、京阪バス株式会社（日本ユニシス株式会社） ③経済産業省、国土交通省、産業技術総合研究所（大津市、京阪バス株式会社）			
使用車両	①②日野ポンチョ ③エルガミオ		レベル	公道ではレベル2
最高速度	①20 km/h ②③40km/h		区間距離	①約 0.7km （琵琶湖畔～JR 大津駅） ②③約 3km （JR 大津駅～琵琶湖ホテル～びわ湖大津プリンスホテル）
実施期間	①2019年3月21日 ②2019年11月2日～8日 ③2020年7月12日～9月27日		利用料金	①②無料(モニター) ③大人 210 円 小児 100 円

	技術面	運用面
検証事項	・信号機の灯色情報提供 ・踏切での安全支援情報提供 ・GNSS (GPS) 受信不良区間での磁気マーカ連携	・非接触型モバイル乗車券 ・車内カメラ設置による車内見守り支援 ・運賃徴収による事業採算性検証
実験結果・課題	・設定ダイヤに対して慢性的に遅延、現時点では手動運転と同等の所要時間には達しない ・駐停車車両や沿道を利用する歩行者などへの対応として、一定の手動介入が必要 ・GNSS (GPS) と磁気マーカの切替時の乗り心地が不自然な場合がある ・接触（縁石・歩道柵）事案が2件発生、運転士のトレーニング及び車両の技術的進歩が必要	・経年的な実証実験の実施により地域住民の自動運転バスへの理解度は向上 ・運賃・バス停の設定は利用者ニーズとの整合を確認、運行間隔はニーズと乖離 ・非接触モバイル乗車券の利用方法などを丁寧に説明する環境整備や使用準備の簡素化が必要 ・運転士なし添乗員あり（大型二種免許無）、自動運転レベル4対応車両での運行で事業採算性を確保するためには需要の掘り起こしが必要

■ 運行範囲図



■ 使用車両



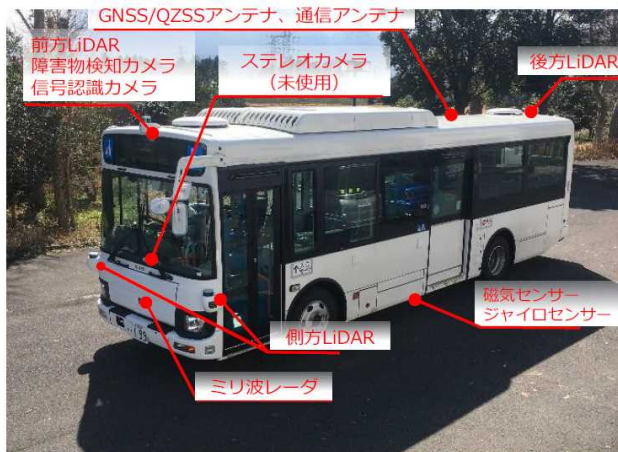
自動運転バス実験車両（日野ポンチョ型）



- 車線維持制御
 - ・ GNSS(GPS), QZSS
 - ・ 磁気マーカ
- 速度維持制御 (最高40km/h)
 - ・ 信号情報の活用、連携
 - ・ ACC, PCS機能
- 障害物回避制御
 - ・ AI・高精度地図の活用
- 車線変更制御
- バス停止着制御

2017年10月より稼働
定員28名、着座8名

※ 安全上、試乗会は着座のみで実施



- 車線維持制御
 - ・ GNSS(GPS), QZSS
 - ・ 磁気センサー
- 速度維持制御
 - ・ アクセル、ブレーキ
 - ・ ACC機能
- 信号機連携 (一部)
- バス停止着制御

(定員56名、着座28名)

関連資料

※丸数字は実験の回数

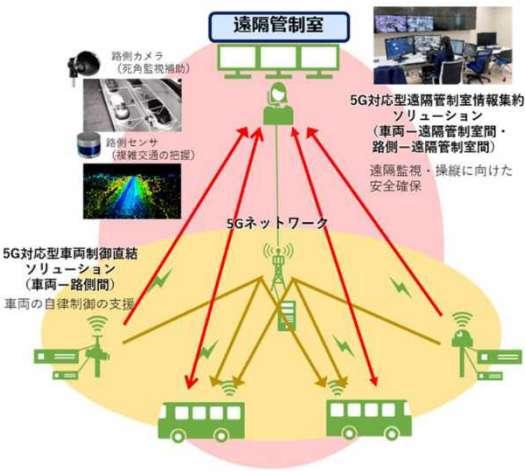
日立市					
対象路線	都心 アクセス線	都市 フリンジ線	都心循環線	拠点内 回遊線	郊外 アクセス線
走行空間	公道 (歩車分離あり)	公道 (歩車分離なし)	私有地道路	専用レーン ^注	歩行者空間
検討目的	<背景> ・日立市では、交通渋滞の緩和を図りつつ、自動車交通に過度に依存しない新たな交通体系の確立を目的として、2005 年 4 月に廃止となった日立電鉄線跡地を活用したバス高速輸送システム「ひたちBRT」を導入 ・2013 年 3 月には、第Ⅰ期区間として道の駅日立おさかなセンターからJR大甕駅間で運行を開始、JR常磐線に平行する市内幹線として、路線バス等との連携、周辺の歩行環境の充実等により、市街地内の移動に資する新たな公共交通として期待されている <目的> ・日立市：鉄道廃線区間の交通手段の確保、周辺バス路線の再編による路線効率化 ・交通事業者：自動運転技術の商用実装、運転士不足を背景とした省人化				
実施者	経済産業省、国土交通省、産業技術総合研究所 (日立市、株式会社みちのりホールディングス、茨城交通株式会社)				
使用車両	①日野ポンチョ ②エルガミオ		レベル	専用道（レベル3相当） 一般道（レベル2）	
最高速度	—		区間距離	①片道 3.7km （大甕駅～道の駅日立おさかなセンター） ②約 8.7km （常陸多賀駅～道の駅日立おさかなセンター）	
実施期間	①2018 年 10 月 19 日～28 日 ②2020 年 11 月 30 日～2021 年 3 月 5 日		利用料金	—	

注：道路法上の道路で、道路交通法に基づく進入禁止（指定車両を除く）規制を適用

	技術面	運用面
検証事項	- 高精度地図やGNSS（GPS）による正確な位置情報測位、搭載するカメラやLiDARで周囲の状況を把握 - 跨線橋などで位置情報の測位精度が落ちる場所には、道路上に磁気マーカを埋設 - 側道からの人の飛び出し検知と信号協調技術 - 交差点での自動車や人の検知 - 遠隔監視	- Hitachi MaaSによる乗車 - 音声で運行状況や車両の混雑状況を教えてくれるスマートバス停
実験結果 ・課題	- 遠隔監視システムは周辺運行情報も含めて把握できる管制システムの構築が目標 - 専用道でも一般道と交差する箇所には専用道側にバーをつけ、手動判断	—
関連資料	■周辺技術	

※丸数字は実験の回数

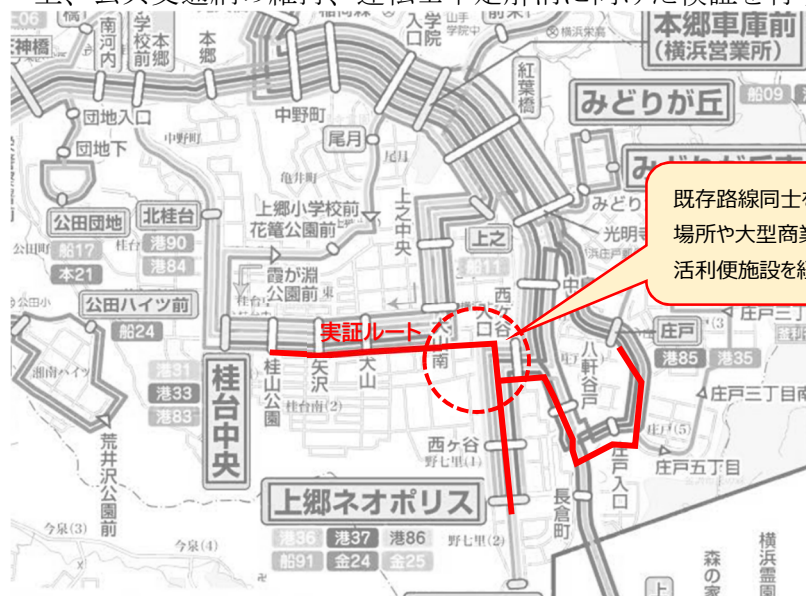
前橋市					
対象路線	都心 アクセス線	都市 フリンジ線	都心循環 線	拠点内 回遊線	郊外 アクセス線
走行空間	公道 (歩車分離あり)	公道 (歩車分離なし)	私有地 道路	専用レーン	歩行者空間
検討目的	<背景> ・ JR 前橋駅と上毛電鉄中央前橋駅の間はシャトルバスによって連絡されているが、直接の乗り入れが行われておらず、鉄道網がネットワーク化されていない ・ 前橋市中心部のバス路線網は前橋駅からの放射路線が主体となっており、中心部で複雑に輻輳 ・ 特に JR 前橋駅と上毛電鉄中央前橋駅間は 6 社の路線が重複して運行しており、全体としてダイヤが非効率 <目的> ・ 都心で輻輳する既存路線を都心幹線と位置付け、都心内の主要施設を一定の頻度で結ぶことにより、回遊性向上による中心市街地の活性化に寄与する路線を設定し、様々な移動目的を支える公共交通サービスを提供 ・ 前橋駅と中央前橋駅間にて JR 線と上毛線を接続しているシャトルバスについて、引き続き運行を継続し、自動運転バスによる高頻度運行などにより両鉄道を組み合わせた移動需要の喚起を図る				
	図 7-25 都心幹線形成に関連する事業				
実施者	前橋市、群馬大学、日本中央バス株式会社				
使用車両	日野ポンチョ		レベル	レベル 2	
最高速度	—		区間距離	①③片道 1.0m (中央前橋駅～前橋駅) ②片道約 2.3 km (中央前橋駅～前橋駅～けやきウォーク前橋)	
実施期間	①2018 年 12 月 14 日～2019 年 3 月 31 日 ②2020 年 1 月 11 日～3 月 1 日 ③2021 年 2 月 15 日～28 日		利用料金	①③大人 100 円 ②1 区間 100 円 中央前橋駅～けやきウォーク前橋 150 円	

	技術面	運用面
検証事項	■運行管制システム（5G 技術の活用） ・自動運転車載アプリケーションとのリアルタイム通信により車両の状態を把握 ・車両に走行ルートを示す ■遠隔監視・操作（複数台監視） ・ドア開閉の指示などを将来的に遠隔操作を可能とするための遠隔監視 ・ドア界限、車内客席状況他、運転状況などを遠隔監視 ■路車協調 LED 表示機の設置	■車内サービス ・コミュニケーションロボット（Sota）の設置（漠然とした不安感の解消・車内案内等） ・マイナンバーカードを活用した乗客管理 ■決済 ・MaaS アプリ上でのバスロケーション機能
実験結果・課題	・GNSS（GPS）を補完する技術（路車間協調等） ・駅ロータリーの改善 ・駐車車両、緊急車両、道路工事への対応	・車椅子対応、運賃支払いの確認 ・導入スキーム（遠隔監視・操作は誰がするのか） ・駐車車両をなくす環境づくり、工事を事前に把握する仕組み、緊急車両対応など
関連資料	■運行ルート 	■運行管理システムイメージ 

※丸数字は実験の回数

茨城県・境町における地域循環交通の提供					
対象路線	都心 アクセス線	都市 フリンジ線	都心循環線	拠点内 回遊線	郊外 アクセス線
走行空間	公道 (歩車分離あり)	公道 (歩車分離なし)	私有地道路	専用レーン	歩行者空間
検討目的	<背景> ・ 境町には鉄道駅が存在せず、町内の公共交通機関は路線バスのみの状況であり、路線も限定的で、利用者数が少ない ・ 圏央道を活用した高速バスの整備や、スポーツや観光、福祉、住居施設などの拠点整備を積極的に推進した結果、人口減少に歯止めがかかりつつある <目的> ・ これらの拠点を中心として町内の回遊性の向上を図り、さらなる人口の増加、地域活性化を促進するため、環境への不可を抑えて安全に移動できる移動手段として導入				
実施者	境町（BOLDLY 株式会社、株式会社マクニカ）				
使用車両	NAVYA ARMA		レベル		
最高速度			区間距離	①5km(境シンパシーホール NA・KA・MA～河岸の駅さかい) ②約 20 km（2 ルート）	
実施期間	2020 年 11 月 26 日から定常運行中		利用料金	無料	

検証事項	技術面	運用面
	・ GNSS (GPS) 、スラム ・ 信号連携	・ Dispatcher による自動運転バスの状態監視、緊急時の対応、走行前の車両点検、走行指示機能の支援 ・ LINE やバス停に設置されたタブレットを活用したオンデマンド運行
実験結果・課題	・ 周辺交通との速度差による車列の発生（郵便局敷地を活用して回避）	
関連資料	■ 運行ルート 	

横浜市栄区					
対象路線	都心 アクセス線	都市 フリンジ線	都心循環線	拠点内 回遊線	郊外 アクセス線
走行空間	公道 (歩車分離あり)	公道 (歩車分離なし)	私有地道路	専用レーン	歩行者空間
検討目的	<目的> ・大都市圏郊外部における高齢者等交通弱者の移動手段の確保、まちの回遊性向上、公共交通網の維持、運転士不足解消に向けた検証を行うこと				
					
実施者	神奈川中央交通株式会社				
使用車両	いすゞ自動車製「エルガミオ」		レベル	レベル 2	
最高速度			区間距離	約 6km (桂山公園～庄戸～上郷ネオポリス～桂山公園)	
実施期間	2021 年 2 月 9 日 (火) ～3 月 5 日 (金) の平日		利用料金	※緊急事態宣言延長により、一般客の試乗は中止 (関係者 100 名程度が試乗)	

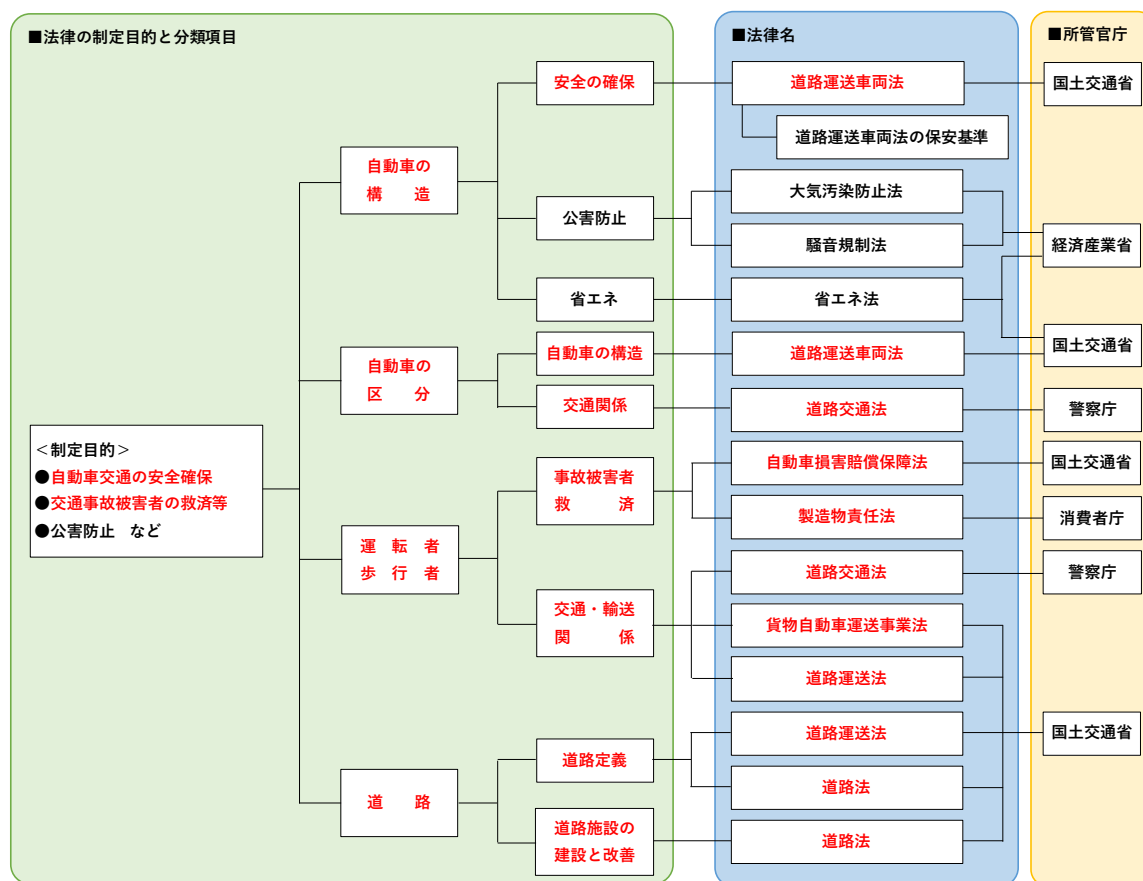
	技術面	運用面
検証事項	・自動走行割合 ・インフラ協調状況 (信号、路側センサ) 他交通への影響 (接近表示器)	・車内無人化を想定した旅客サービス (遠隔監視、問い合わせボタン、顔認証、旅客行動検知) ・自動運転バス利用者による自動運転の印象
実験結果・課題	・信号の確実な検知のため、信号情報送信とカメラによる信号検知との組み合わせによる予備システムの確保が必要 ・狭隘交差点における自動運転バスとの離合への注意を促すことに寄与	・複数台監視を見据え、旅客の動向をリアルタイムに把握するため、システムベンダーに対しバス事業者目線での改善要望を継続することが必要 ・「バス車内」は、逆光の影響等が大きく、認証精度に課題あり ・自動運転バス車内における着座および歩行検知一体化システムとしての効果を確認

④ 関連する法律の紹介

◆関連する法律

自動運転のベースとなる自動車に関する法律は、主に「自動車交通の安全確保」と「交通事故被害者の救済等」、「公害防止」を目的として制定されている。

自動車の構造や区分、運転者・歩行者、道路の観点で整理すると、下図に示す赤字の法律が、すでにもしくは今後変更となる可能性があり、実証実験や社会実装を行う際に確認が望まれる。



※主に自動運転に関連する法律などを赤字で示す。

図 モビリティに関連する主な法律

◆関連する法律の検討・整備状況

自動運転に関連する法律等の現在の検討状況は以下のとおりである。

現行の法律で実証実験を行えるように、ガイドラインやマニュアルが策定されており、法制度に基づいた実施に向けて申請や必要条件などを示している。

車両や機器に関する制度化が進み、道路法の改正により自動運転関連の設備は道路附属物として明確に位置付けられるようになった。

旅客輸送や貨物輸送での無人運転に関する事項や保険と製造者責任の関係性を明確にする必要が出ており、今後の検討となっている。

表 自動運転に関連する法律等

分野	関連する法律	内容	法律などの整備・検討状況
車両・機器	道路運送車両法	自動運行装置の定義	(改正済み) 2020 年の法改正（保安基準、施行規則含む）により法制化が進んでいる。
		分解整備以外のソフト整備の規定	
		プログラム改変等の許可	
		機能の定義	
		技術基準	
運転	道路交通法	自動運行装置による走行も運転と定義	(改正済み) 2020 年の法改正により法制化が進んでいる。
保険	自動車損害賠償保障法	事故などでの賠償責任	(検討中) 手動運転では運転主体はドライバーだったが、自動運転では「自動運転システム」がその役割を担うためドライバーの過失はシステムの過失となる。その際の責任が、自動車の所有者や運行責任者にあるかシステム開発企業にあるかなど検討し、法制度面で整備必要がある。
製造責任	製造物責任法		
貨物輸送	貨物自動車運送事業法	自動運転車を用いた貨物輸送を行うための法制度での明確化	(未検討)
旅客輸送	道路運送法	自動運転車を用いた旅客輸送を行うための法制度での明確化	今後の課題
施設設置	道路法	自動運転を補助する施設を道路附属物・占用物件として位置付け	(改正済み) 2020 年の法改正により法制化が進んでいる。

関連するガイドラインは以下のとおりである。

表 自動運転に関連するガイドライン

項目	時期・主体	内 容
自動走行システムに関する公道実証実験のためのガイドライン	2016年5月 警察庁	公道実証実験を行う条件や措置などについての指針が示されている。
遠隔型自動運転システムの公道実証実験に係る道路使用許可の申請に対する取扱いの基準	2016年5月 警察庁	遠隔に存在する運転者が自動車の運転操作を行う実証実験も道交法上の道路使用許可を受けて実施することができることを示している。公道実証実験に係る道路使用許可の申請に対する取扱いの基準が示されている。
自動運転の公道実証実験に係る道路使用許可基準	2020年9月 警察庁	公道実証実験に係る道路使用許可の申請に対する取扱いの基準を示している。
自動運転車の安全技術ガイドライン	2018年9月 国土交通省	安全性を考慮した自動運転車の開発や実用化を促す目的で策定されている。レベル3及びレベル4を対象としたもので、ODD（運行設計領域）の設定や自動運転システムの安全性などの基本的な考え方を示している。

◆自動運転により生じる法律上の違い

自動運転によって生じる、法令上の違いは以下のとおりである。

表 自動運転により生じる法律上の違い

手動運転⇒自動運転で生じる違い/項目と法律		運転形態	
		旅客輸送	旅客輸送以外
車両安全基準	道路運送車両法	自動運転に関する機器の安全性などについて規定が必要となる。	
事故での賠償・責任	自動車損害賠償保障法	自動運転での事故を想定した賠償支払いの基準を整備する必要がある。	
	製造物責任法	自動運転システムや機器の製造元の責任について規定が必要となる。	
運転・事故対応	道路交通法	自動走行する場合の運転条件が必要となる。	
旅客輸送・運行	道路運送法	無人運行での料金収受など運行や事業について新たな規定が必要となる。	適用なし (旅客輸送ではないため)
施設整備	道路法	磁気マーカなど自動運転を補助する設備を道路施設として設置する必要がある。	
走行空間	道路法	現行法適用	
	道路運送法	交通安全面などから専用自動車道での通行とする場合がある。	適用なし (旅客輸送ではないため)

【本中間とりまとめに関するお問い合わせ】

国土交通省都市局街路交通施設課

自動運転技術担当

直通：03-5253-8416