

基幹的なバス分科会からの報告資料

国土交通省 都市局
令和3年3月18日

1. 今年度の検討

○令和元年度の検討結果の取りまとめと、令和2年度の検討方針は以下のとおり設定。

令和元年度のまとめ(実施内容と主な成果)

都心部において、混在交通下での実証実験を実施し、以下について確認

- ・自動走行を行うために必要となる技術
- ・現在の道路インフラ及び混在交通下における走行性、走行を阻害する要因
- ・混在する他交通へ自動運転車両が及ぼす影響

自動運転導入の機運醸成に向けた会議を実施

- ・多数の参加があり、自治体、事業者とも危機意識や関心度の高さを確認
- ・熟度の高い自治体、事業者間で、成功事例の共有、課題解決に向けた議論を実施

令和2年度 of 取組方針

◆**継続的な導入機運、社会受容性の醸成に向けた取り組み**

- ・これまでの実施結果を踏まえた継続的かつ効果的な機運醸成会議の実施
- ・国内外の最先端の取り組み状況に係る情報共有の促進
- ・その際、可能な限り幅広い情報を共有することに留意

◆**都市交通における走行環境・走行空間に関する検証および検討**

- ・引き続き、各都市で行われる実証実験から得られる知見を収集しつつ、都市交通に自動運転バスを導入する上で必要となる環境整備のあり方を検討
- ・5Gやセンサー等、通信技術や車両技術の動向に関する最新の事例を収集、整理

2. 講演会形式会議の開催結果

(1) 講演会形式会議の実施

○基幹的なバスへの自動運転等新たな技術導入を促進するための機運醸成会議を以下の内容で実施した。

【開催目的】

- 基幹的なバスへの自動運転技術等の新たな技術活用の有効性に関連する情報(開発状況、実験実施状況など)を広く共有し、基幹的なバスでの新技術を導入した運用を促進する。
- 自治体、交通事業者、メーカーなど、多様な立場の参加者から意見を伺い、基幹的なバスへの新たな技術の導入・普及に関する課題・問題と解決策の展望を示すとともに、参加者相互に技術情報を交換できる場を作る。

【会議概要】

会議名称	都市における基幹的なバス情報交流会	地方	参加者	地方	参加者
開催場所・日時	Web配信による講演形式 / 令和3年2月1日(月) 13:00~16:30	北海道	14	中国地方	13
参加者	139団体(自治体:94団体、バス事業者:4社、その他:3団体) 170名 (講演者:6名、自治体:111名、バス事業者:50名、その他:3名)	東北地方	11	四国地方	4
		関東地方	67	九州地方	2
		中部地方	21	沖縄県	5
		近畿地方	27		
講演内容	<ul style="list-style-type: none"> ●都市交通としての基幹的なバスの社会実装促進に向けた検討状況 (国土交通省) ①街づくりにおける基幹的交通システムの重要性と新技術活用の意義 (横浜国立大学 中村文彦教授) ②泉北ニュータウンにおける自動運転実証実験とスマートシティへの展開について (堺市) ③「運転席無人」自動運転バス実証実験の結果と今後について (相鉄バス株式会社) ④自動運転における高精度地図の活用について (ダイナミックマップ基盤株式会社) 				
パネルディスカッションのテーマ	テーマ1:自動運転などの新たな技術導入に期待する事項 テーマ2:新たな技術導入にあたっての課題や課題解消に向けた方向性 テーマ3:これからの公共交通のあり方について				

2. 講演会形式会議の開催結果

■ パネルディスカッションでの議論

① 自動運転などの新たな技術導入に期待する事項

- 人口減少、高齢化が進展する中で人材不足というのは深刻化していき移動に関する課題はさらに増していく。**行政としては便利で快適な移動環境のひとつとして自動運転が必須である**と考えている。
- 交通事業者にとっても**ドライバー不足や利用者の減少の問題がより深刻化**していくと思われるが、その**課題を解決するひとつが自動運転**であると思っている。今後も**技術、安全性等、それから社会への受容性、受け入れに期待**する。
- 自治体では、道路台帳やその他の用途で道路等の点群などをすでに取得している。これらを活用して低コストの地図を作ることができると思う。このようなかたちで**自治体や国が持っているデータなどを活用し、社会インフラとして低コストで利用できることを期待**している。

② 新たな技術導入にあたっての課題や課題解消に向けた方向性

- **自動運転の不安に対して払拭できるように安全性を周知していく必要がある**。
- 行政としては安全を確保しながらスピーディーに実証実験が実現できるよう、さらなる**規制緩和を国等への働きかけをしていかないといけない**と感じている。
- ラストワンマイルの移動に対して運賃を支払ってもらうのには限界があり、移動目的となる施設でのサービスの連携が必要ではないかと考える。**MaaSをはじめ、公共交通やパーソナルモビリティなど、いくつかのサービスが連携する仕組みも必要**ではないか。

2. 講演会形式会議の開催結果

③これからの公共交通のあり方について

- 公共交通は住民の移動を支える重要なものとして維持するが、一方で新型コロナウイルス感染拡大によってライフスタイルは大きく変化、多様化している。このような状況では、公共交通だけでなく、多様なモビリティを含め、移動手段をマルチモーダル化し、住民の多様なニーズに応えることが必要であり、そうでなければ持続的な都市経営もできない。
- 公共交通を軸としながら、移動手段とサービスをつないだMaaSを構築して、将来、地域の交通を広い意味での公共交通として捉えるというような考え方も必要である。行政、地域の公共交通事業者、その他の連携により、地域の交通のマネタイズを考えながら、ともに発展していくというようなことが必要である。
- 交通弱者がなく、誰でも、いつでも、どこでも、好きなときに、不自由なく移動して何らかの目的が達成できる社会の実現に役立つのが交通事業者の立場だと思う。
- どの場所で運行や実験が行いやすいか、という観点もあるが、必要と思っている場所で適切にまずやってみるということも非常に重要である。実験的にというよりは実用に向けていろんな形で話し合いを始めることが必要と思っている。新しい技術を使いながら、よりよい社会を実現していく、自由な移動を実現するということにつなげていくべきである。

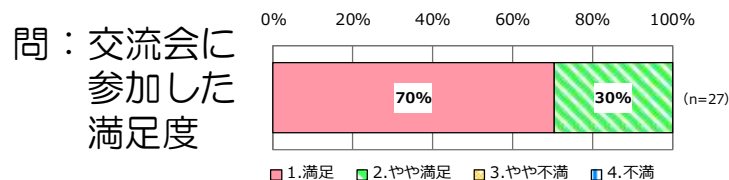
2. 講演会形式会議の開催結果

■ 会議で得られた意見

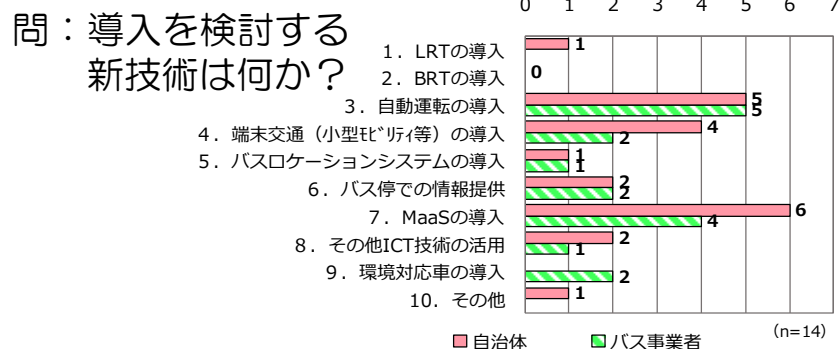
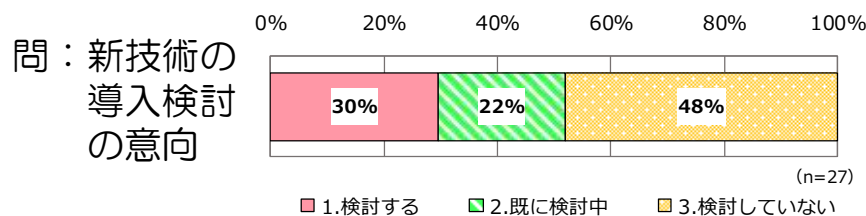
○ 交流会で得られた意見（事後アンケート）は以下のとおりである。

■ 交流会参加者の意見（事後アンケート結果より） 27名の方に回答を頂いた。

自治体	バス事業者
17人	10人



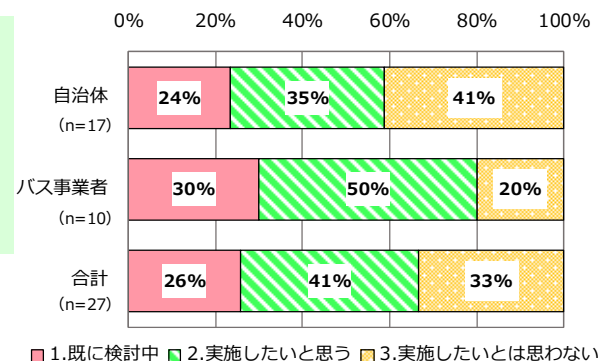
高い満足度を得る結果となった。



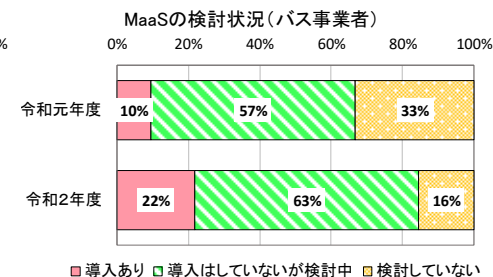
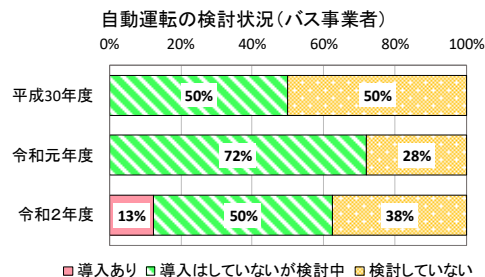
MaaS、自動運転導入の検討が多く、導入への関心に結びつける契機となった。

問：交流会を受けて自動運転の実証実験の実施を検討したいと思ったか？

自治体では約6割、バス事業者では8割が既に実施、実施したいと考えている。



過年度の回答結果と比較すると、バス事業者の自動運転検討状況では導入ありが増加、またMaaSに関しても導入ありが増加している。



3. セミナー形式会議の実施結果

(2) セミナー形式会議の実施

○各地における実証実験で明らかになった、社会実装に向けた課題を共有し、課題解消に向けて今後必要な都市の環境整備や技術、支援制度などについて議論することを目的に、本年度は2回の会議を実施した。

【第一回会議】

会議名称	都市交通における自動運転技術の導入に関する調査検討 第1回セミナー形式会議
開催場所・日時	AP虎ノ門 / 令和2年10月26日(月) 10:00~12:00
参加者	座長:名古屋大学 森川教授 参加者:前橋市、大津市、静岡県、東京都、日本中央バス、京阪バス、神奈川中央交通、名鉄バス
会議の論点	(1)国土交通省の検討内容の説明 (2)参加機関の自動運転に関する実証実験等の進捗状況の説明 ・昨年度からの進捗、変更事項 ・新型コロナウイルス拡散による取り組みへの影響 ・検討にあたっての課題事項 等



3. セミナー形式会議の実施結果

【第二回会議】

会議名称	都市交通における自動運転技術の導入に関する調査検討 第2回セミナー形式会議
開催場所・日時	Web配信による開催 / 令和3年3月8日(月) 10:00~12:00
参加者	座長:名古屋大学 森川教授 参加者:前橋市、静岡県、東京都、日本中央バス、京阪バス、神奈川中央交通、名鉄バス 欠席者:大津市
会議の論点	(参加者より実施した実験の概要等を説明いただいたうえで議論) ○論点1:各参加者の今年度の結果及び来年度の検討事項に対する質疑 ○論点2:次年度以降のセミナー会議に関する要望

3. セミナー形式会議の実施結果

■ 議論の内容

○セミナー形式会議の各論点において挙げた意見は以降のとおり。

【第一回会議】

● 求められる通信環境

- ・5G技術の活用について、遠隔監視における遅延のない映像の提供への活用が考えられる。(前橋市)
- ・必要な情報やその内容を精査しながら、5Gが必要なのか、4Gでもよいのかといった検討が必要である。(静岡県)
- ・情報通信において、クラウドやエッジの活用が考えられる。(京阪バス・森川座長)

● 安定的な走行に必要な事項

- ・GPSの感度不足や誤差などから、一部区間やバス停止着等の精度を求める箇所では磁気マーカも必要である。(大津市・森川座長)
- ・走行技術の誤差も考慮したルート設定等も必要かもしれない。(大津市)
- ・カメラでの灯色認識では100%の信号検知は難しい。他の技術や連携も必要ではないか。(森川座長)

● 今後の展開について

- ・実証実験を実施することに重きを置くのではなく、技術をどのように地域交通に活かしていくかを考えられるとよい。(街路交通施設課)
- ・長期実証実験を実施することは、オペレーションを考えたり、バス事業者の運転士を訓練したり等実装に近いものであり、重要である。(森川座長)

3. セミナー形式会議の実施結果

【第二回会議】

●インフラ連携について

- ・磁気マーカの設置について、設置に時間を要することはあまりないが、車両側のセンサでの読み取りでは相性などもあり課題がある。(名鉄バス)

●周辺状況の検知技術について

- ・交差点での対向車や歩行者検知及び判断について、自動運転側の技術的には可能になっているが、安全側をみて運転士が判断をして走行を行っている。センシング技術等の向上が望まれる。(前橋市・森川座長)
- ・現在の自動運転バスの技術では、先の検知や予測の精度から一般車線への合流や車線変更が大変難しい。(森川座長)
- ・駐停車を避ける技術について、走行軌跡はプログラミングで行っている。一方で、対向車線へのはみ出し等は運転士が判断している。(静岡県・森川座長)
- ・歩行者の検知技術について、現状では信号のない横断歩道において、横断しようとしている人がただ立っているかわからない状況である。AI等で判断ができるような検討を行っている。(静岡県・森川座長)

●今年度の取り組み進捗について

- ・新型コロナウイルス対策のため、受容性拡大のための乗車体験ができない反面、技術検証ができた。夜間走行や大雨の際の走行性の確認、立ち客も含めた満員時の走行などを実施した。(神奈川中央交通)

3. セミナー形式会議の実施結果

【次年度以降の検討に対する意見】

- ・車いすやベビーカーで利用する際にスロープが必要になるが、無人での自動走行を考えるとスロープの対応は難しい。縁石の高さ、構造などについて、検討事項に加えていただきたい。すでに検討がされているものがあれば情報提供をお願いしたい。(京阪バス)
- ・街路灯や電柱、バス停の上屋・支柱などの位置や規格が走行に影響を与えることがあった。規格の見直しや望ましい設置の方法について検討してもらいたい。(神奈川中央交通)
- ・実証実験による検証が進んでいる団体が集まる会議であり、現場での課題・技術認識を持ったうえで議論がなされている。情報共有や気づきの面で大変有意義な時間である。引き続き取り組みを進めてもらいたい。(森川座長)

4. 自動運転バス・シミュレーション結果

○シミュレーション検証を実施するにあたり、諸設定等の参考にした令和元年度池袋実証実験の概要は以下のとおりである。

参考：令和元年度池袋実証実験の概要

期 間：令和元年12月13日(金)～12月14日(土)

実施内容：乗客無しの走行と、試乗者を乗せた走行を実施

試乗時間帯：10:30～16:00

車 両：eCOM-10(自動運転車両)

走行延長(1周)：約1km

試乗便数：12便

試乗者数：112人

実験協力：群馬大学



4. 自動運転バス・シミュレーション結果

○今回の自動運転バス・シミュレーション検証では、基本の走行車線を以下のように設定する。

■参考：実験時簡略図



4. 自動運転バス・シミュレーション結果

- 仮想空間の単路部を想定してシミュレーションを行う。
- 実証実験で得た結果やデータを有効に活用するため、道路環境のデータなどは、池袋実証実験時に得たものを用いる。なお、実証実験区間の交通量は、都内の同規模の道路の交通量の半数程度である。

■道路側での設定条件

項目	使用データ	備考
道路構造	昨年度実証実験時を参考	・高速出入り口付近、区間途中の信号、横断歩道はないものとする
車道幅員	昨年度実証実験時を参考	・池袋実証実験での道路のとおりとした
接続する交差点の信号現時	昨年度実証実験時データ (朝昼夕の平均値)	・13日(土)9時台、12時台、15時台の平均値を用いる
制限速度	昨年度実証実験時を参考 (40km/h)	・池袋実証実験での道路のとおりとした
交通量	昨年度実証実験時データ (時間帯最大交通量)	・13日(土)15時台のデータを用いる
大型車混入率	同上	同上
停車車両数	昨年度実証実験時データ (全時間帯の平均値に近い値)	・全データの平均値に近い、 12日(金)14時台のデータを用いる
停車車両の停車時間	昨年度実証実験時データ (全時間帯の平均値に近い値)	同上
駐車車両数	昨年度実証実験時データ (全時間帯の平均値に近い値)	同上
駐車車両の駐車時間	昨年度実証実験時データ (全時間帯の平均値に近い値)	同上

4. 自動運転バス・シミュレーション結果

- 道路交通センサスで示されている方法を用いて設定した設計交通量は約1150台/時であり、実証実験時の交通量はピーク時でも405台/時であった。設計交通量の4割程度の交通量である。
- また、都内の同程度の規格の道路の昼間12時間時間交通量と比較しても7~5割程度であった。

■当該区間の交通量の状況

		昼間12時間自動車類交通量上下合計		
		小型	大型	合計
池袋	平均	—	—	7,824
	ピーク	—	—	9,720
飯田橋石神井新座線		13,020	2,067	15,087
王子千住南砂町線		12,597	2,691	15,288
王子金町江戸川線		14,155	3,123	17,278
言問大谷田線		10,003	2,139	12,142
杉並田無線		9,901	1,492	11,393
四谷角筈線		5,957	838	6,795
瀬田貫井線		4,280	1,055	5,335

4. 自動運転バス・シミュレーション結果

○今回の自動運転バス・シミュレーション検証は、早稲田大学森本研究室にご協力いただき実施した。

■シミュレーションの諸条件

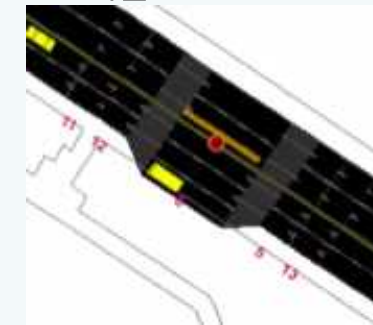
項目	使用データ
使用ソフト	マイクロシミュレーションソフト TransModeler (Caliper社)
実施期間	令和2年10月～令和3年3月
検証回数	1ケースあたりにつき 60分 × 10回 ※作業時間の都合から、一部のケースでは1ケースにつき 60分 × 4回 としている

シミュレーション空間の概要

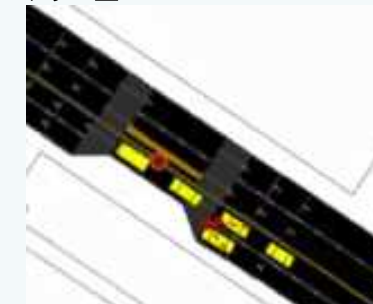
ストレート型



バスベイ型



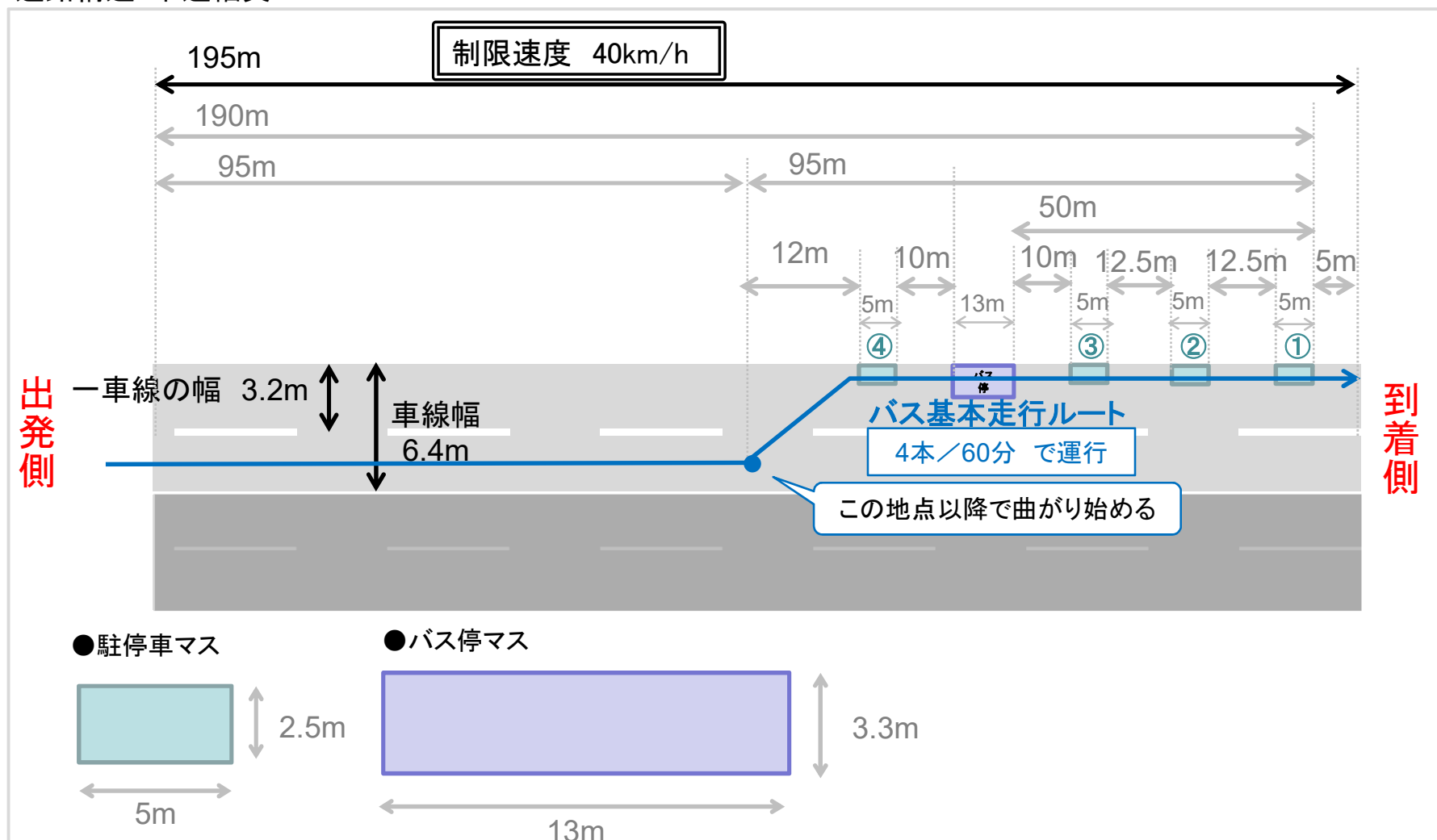
テラス型



4. 自動運転バス・シミュレーション結果

- 池袋実証実験時は交差点付近まで駐停車車両が存在したが、今回の検証では道路交通法に従い、交差点とその端から5mの駐停車禁止区間を再現するため、停止線から5mの区間には駐停車車両がない空間で検証を実施する。
- 自動運転バスは60分に4本走行するものとする。

■道路構造・車道幅員



4. 自動運転バス・シミュレーション結果

○自動運転バスの車両諸元は下記の通りとする。

■バスの車両諸元

1.1 車両

eCOM-10・組立（群馬200さ2588）

所有者：国立大学法人群馬大学 使用者：国立大学法人群馬大学



レーザーセンサー
(位置測定等)

全方位カメラ
(信号認識等)

GNSS受信機
(位置測定等)

レーザーセンサー
(障害物認識等)

- ・乗車定員：16人
- ・寸法：500 cm (L) × 200 cm (W) × 300 cm (H)
- ・車両重量：1,590 kg ・車両総重量：2,470 kg

4. 自動運転バス・シミュレーション結果

○車両側での設定条件は、全車両共通で設定する必要があるものと、車種ごとに設定が可能なものがある。
 ○以下のとおり、希望速度と加速度・減速度を設定して実施した。


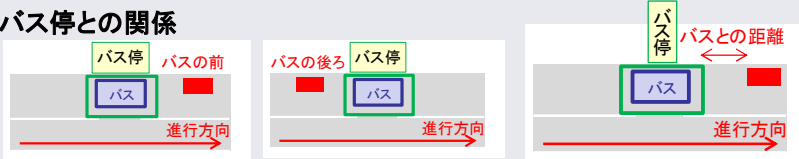
■車両側での設定条件

区分	項目	一般車	自動運転バス	項目概要
共通条件	車線変更時の 最小許容車間距離	1.0m		・車線変更時に、前方の車両と接近できる限界の距離
	反応時間の 平均値	1.0s		・前の車がブレーキをかけ始めてから、 後続車がブレーキをかけるまでの時間
	停止時の平均車間距離	前方車両が大型車以外るとき : 2.4m 前方車両が大型車るとき : 3.7m		・信号で停止するときに、前の車との車間距離
車種ごとに設定が可能	希望速度	20km/h~40km/h の範囲で 標準分布	20km/h	・走行時に到達を目指す速度
	加速度・減速度 (マニュアル基準で)	車両重量、走行速 度により設定	平均減速度 -1.4m/s ²	・基本の条件に比べて緩やかに加減速するか、 急に加減速するか
	最小車頭時間	1.0s		・前の車両が走行し始めてから、 後続車が走行し始めるまでの時間

4. 自動運転バス・シミュレーション結果

■ 検証事項

- 令和元年度に実施した実証実験の結果、駐停車車両が自動運転車両の走行やバス停への停車に影響を与えていたことがわかっている。
- 駐停車車両の変化や自動運転バスの精度（旅行速度・車間距離等）の違いにより走行性に与える変化を確認するため、以下の項目を検証する。

確認事項	内容
(1) 自動運転バスの走行が一般車両に与える影響	自動運転バスの走行がある場合・ない場合の違い (他の検討の前提として実施)
(2) 駐停車の影響	駐停車の条件を変化させた場合の違い (駐停車車両なし 駐車車両なし 池袋実験時)
(3) バス停形状による影響	バス停の形状を変化させた場合の違い ストレート型 バスベイ型 テラス型 
(3)-2 駐車車両位置による影響	各バス停形状にて、駐車車両の位置を変化させた場合の違い バス停との距離 バス停との関係 前・後 バス停との関係 バス停との距離 10m・15m 
(4) 自動運転車の走行車線による走行性の変化	第1車線・第2車線からのバス停へのアプローチによる違い
参考検証 自動運転車の速度増加による走行性の変化	自動運転バスの速度を規制速度の40km/hとした場合の違い

4. 自動運転バス・シミュレーション結果

■確認した事項

○各検討項目で確認を行った事項は以下のとおり。

●平均旅行速度

- ・シミュレーション区間を走行する車両の平均旅行速度
- ・自動運転バス、一般車ごとに確認
- ・一般車に関しては、自動運転バス停車時刻前後2分間を切り出した「自動運転バス走行時の平均旅行速度」も算出

●平均通過時間

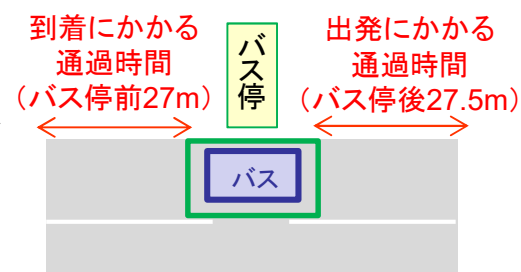
- ・シミュレーション区間を走行するのに要する総走行時間
- ・自動運転バス、一般車ごとに算出

●急減速回数

- ・前方車両や車線変更車両との衝突を避ける際の急停車の回数
- ・加速度-0.3G(-2.88m/ss・助手席に置いたカバンが落ちる程度)以上の発生回数を確認
- ・自動運転バス、一般車ごとに算出

●バス停到着・出発にかかる通過時間

- ・自動運転バスがバス停に到着するのに要する時間、バス停に到着後、出発の際に要する時間

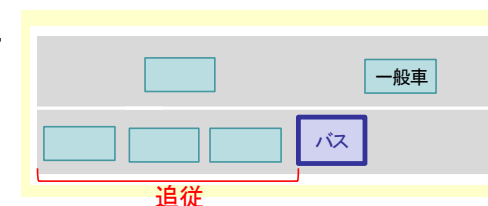


●車線変更の回数

- ・駐停車車両(停車している自動運転バス含む)をよける、進行方向の信号での進路変更のため行う車線変更回数
- ・自動運転バス、一般車ごとに算出

●追従挙動

- ・自動運転バスの後ろに一般車が1台以上連なる状況
- ・発生回数と発生時の追従台数を確認



4. 自動運転バス・シミュレーション結果

■ 検証結果：検証（3） バス停形状による影響

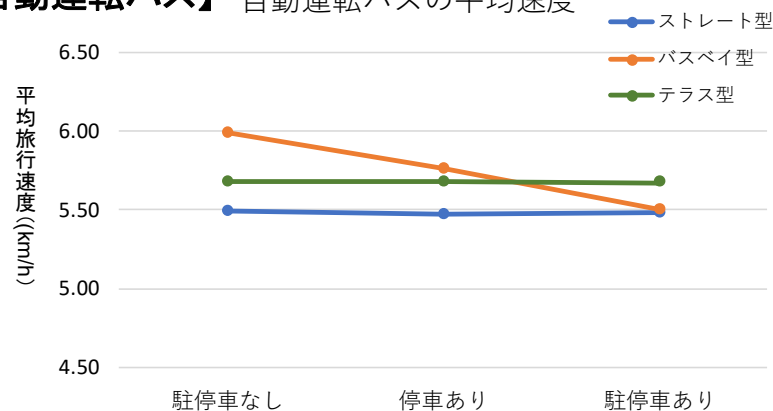
比較対象

ストレート 1	ストレート 2	ストレート 3	バスベイ 1	バスベイ 2	バスベイ 3	テラス 1	テラス 2	テラス 3
------------	------------	------------	-----------	-----------	-----------	----------	----------	----------

- 一般車では、バス停に係わらず、停車・駐停車が生じるのにあわせて旅行速度が減少し、平均通過時間が増加している。
- 自動運転バスでは、バスベイ型において、停車・駐車が生じるにつれて旅行速度が減少する。ただし、先に示したとおりバスベイ型での自動運転バスの挙動は検証中である。テラス型は速度が一定であり、駐停車の影響をあまり受けていない。

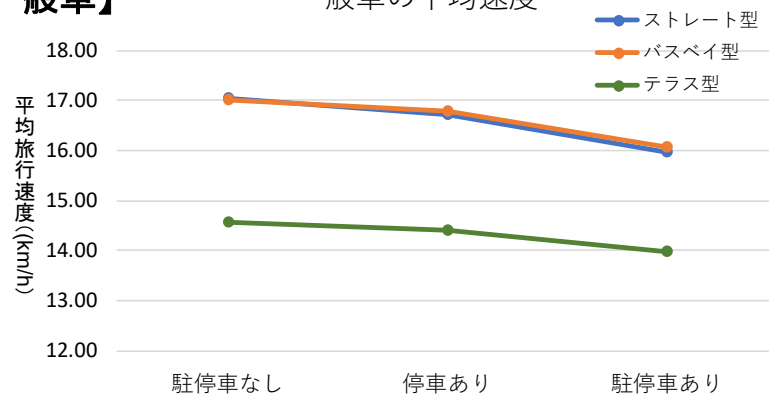
○平均旅行速度

【自動運転バス】 自動運転バスの平均速度



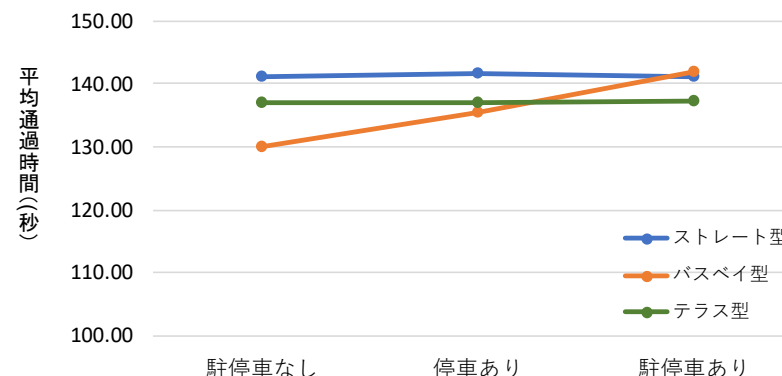
【一般車】

一般車の平均速度



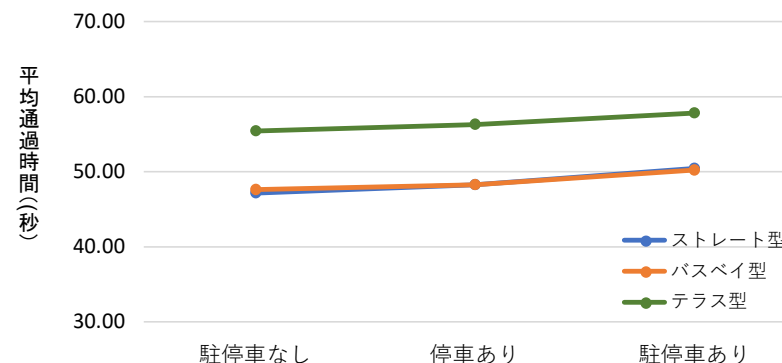
○平均通過時間

【自動運転バス】 自動運転バスの平均通過時間



【一般車】

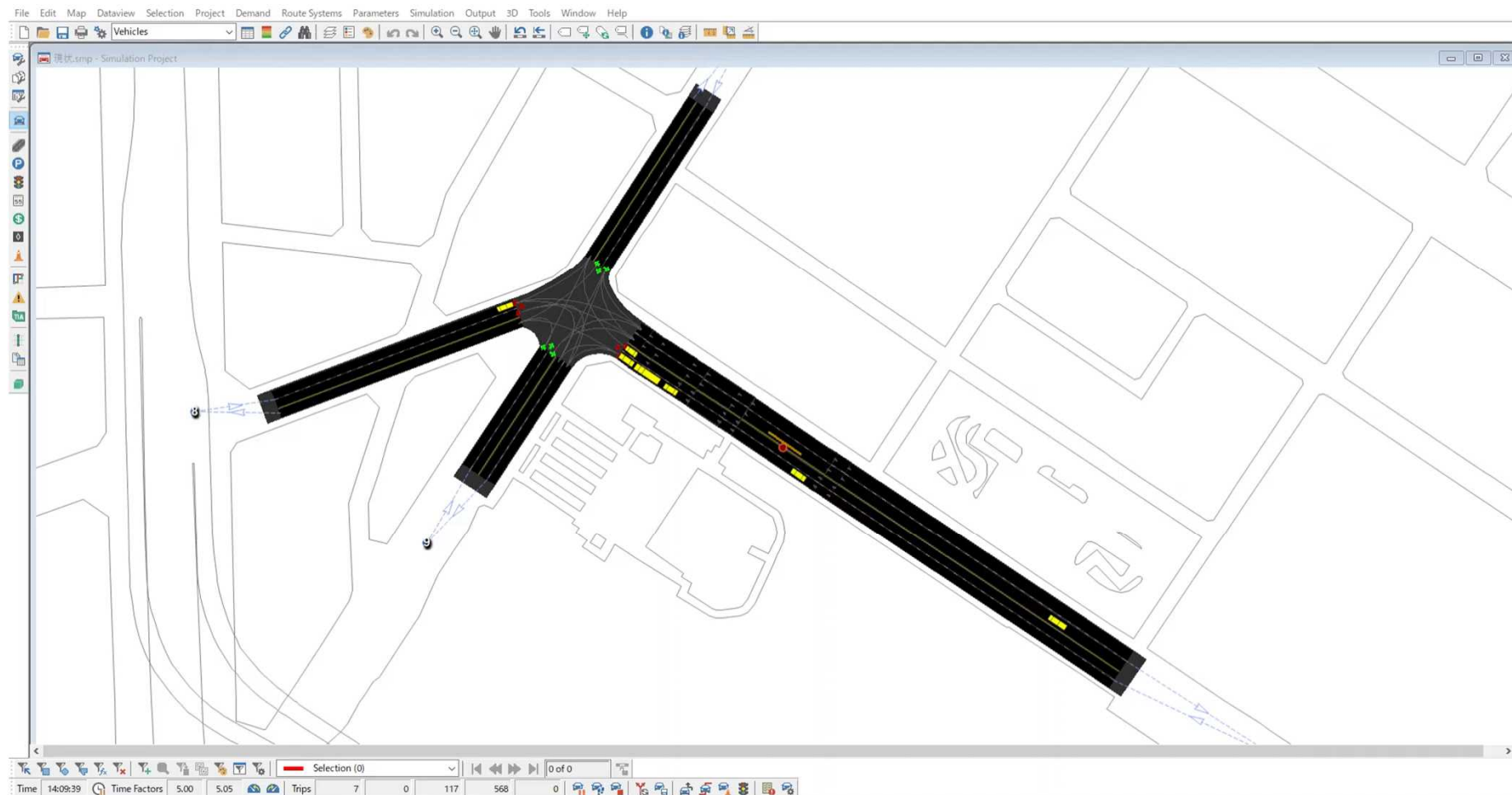
一般車の平均通過時間



4. 自動運転バス・シミュレーション結果

■検証結果：検証（3）バス停形状による影響

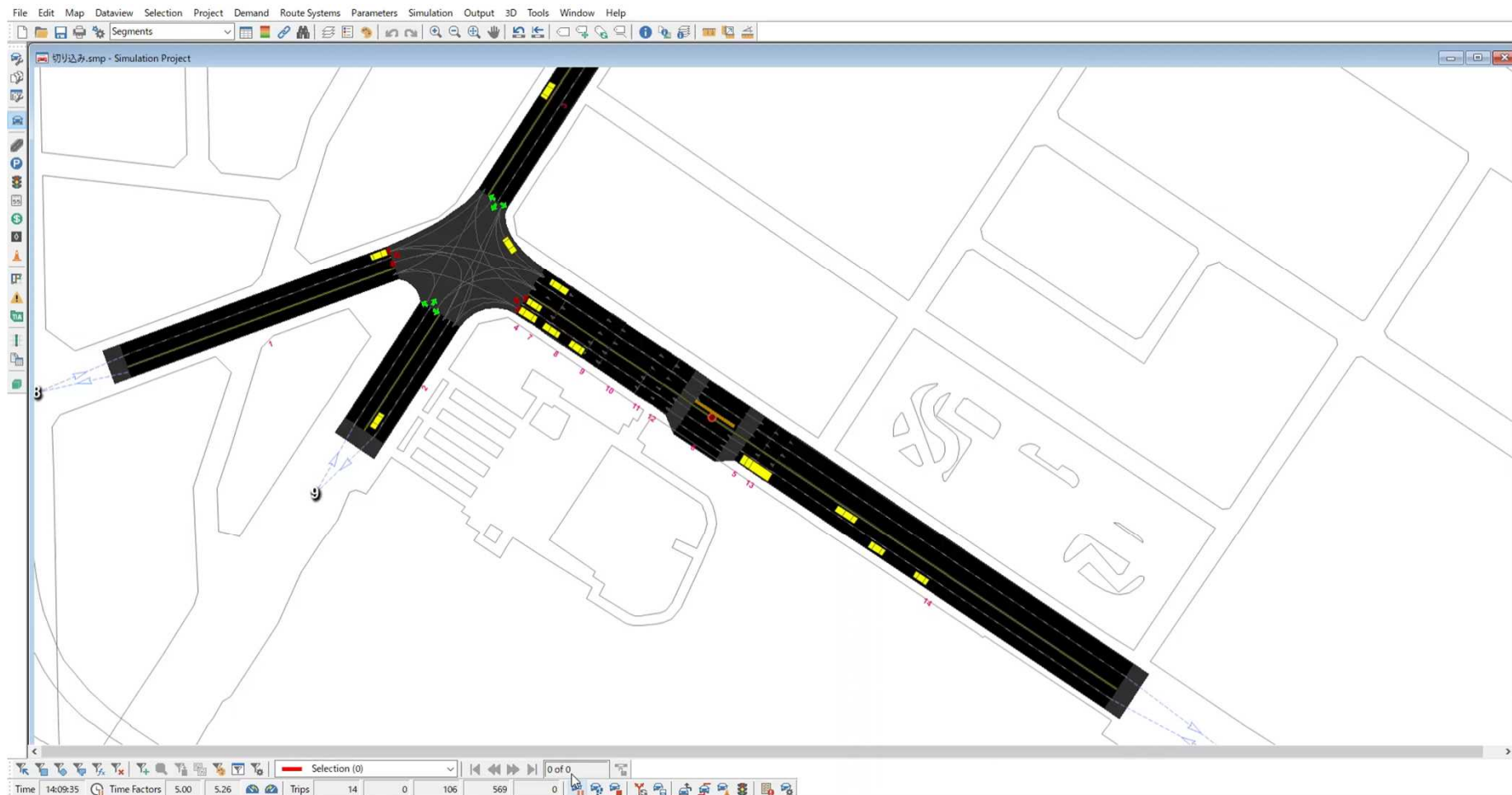
動画（ストレート型）



4. 自動運転バス・シミュレーション結果

■検証結果：検証（3）バス停形状による影響

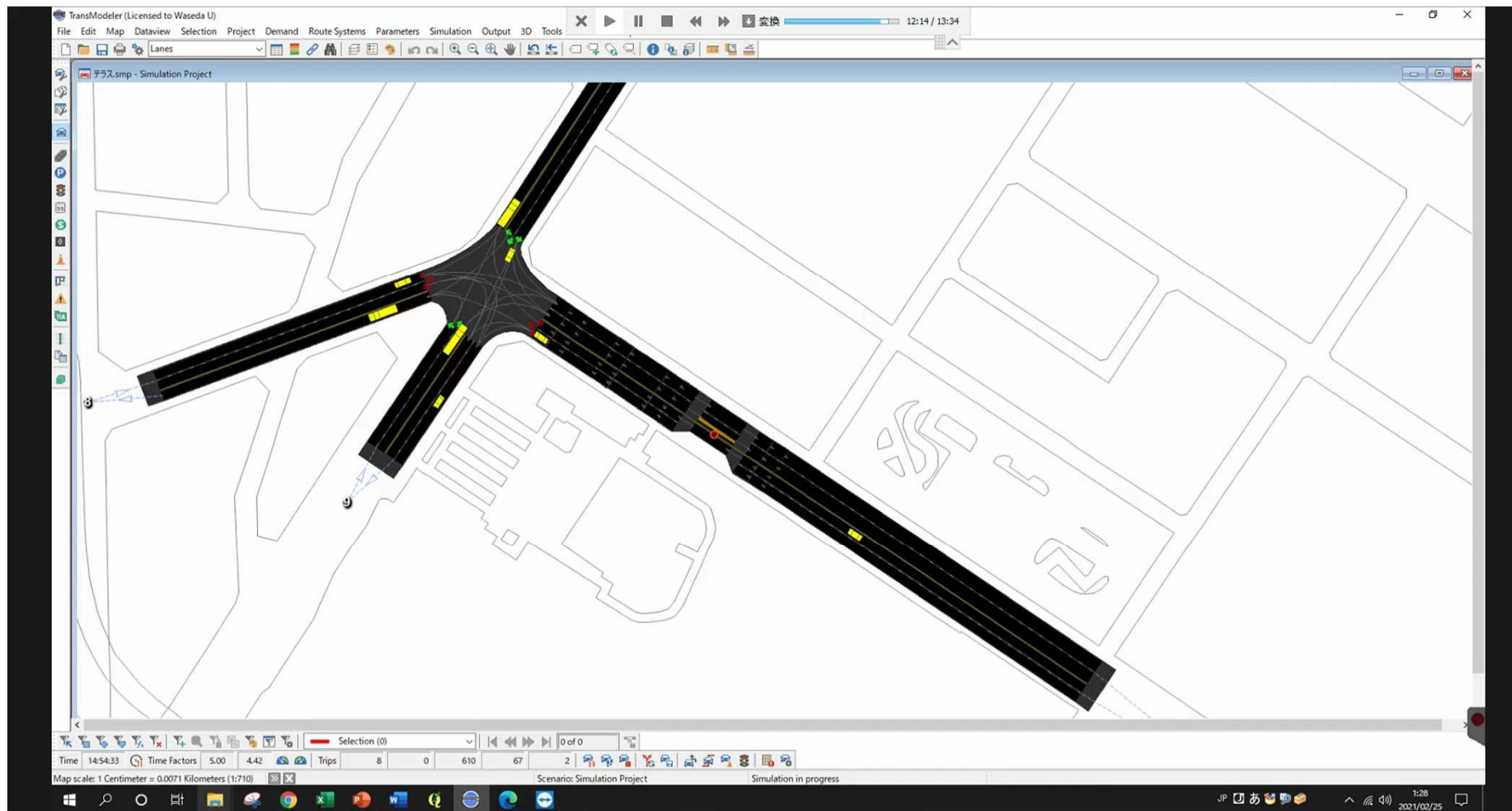
動画（バスベイ型）



4. 自動運転バス・シミュレーション結果

■検証結果：検証（3）バス停形状による影響

動画（テラス型）



4. 自動運転バス・シミュレーション結果

■ 検証結果のまとめ

- 昨年の実証実験時の交通量等の条件下でシミュレーションを行った結果、自動運転バスの走行により一般車の急減速や車線変更、追従等の事象が生じることが確認できた。
- また、駐停車の増加やバス停形状の変更によっては、一般車の走行への影響があることを確認した。
- 一方で、諸条件変更による自動運転バスの走行への大きな影響は見られなかったが、これは、池袋の実証実験の条件では交通量が少ないことや、一般車が規定に沿った走行を行っていることなどが要因と考えられる。
- また、自動運転車両の挙動も実証実験時に比べてスムーズであり、実証実験の状況を精度高く再現するには、自動運転車両の条件設定の見直しも必要と考える。
- バス停形状の違いやバス停付近での駐停車による自動運転バス走行への影響や効果の確認には、空間設定等を見直して再度検討を行うことも必要と考える。

確認事項	検証結果 (赤字: 課題事項)
(1) 自動運転バスの走行が一般車両に与える影響	・一般車の旅行速度や通過時間に影響はないが、 急減速回数や車線変更回数、追従の発生等の影響が生じる ことを確認した。
(2) 駐停車の影響	・自動運転バスの旅行速度等は大きな違いがないが、 一般車では旅行速度の低下が生じた 。 ・自動運転バス、一般車ともに車線変更が増加し、追従が生じる等のスムーズでない走行が生じている。
(3) バス停形状による影響	・テラス型では、 自動運転バスのスムーズな走行・停車に寄与している 。 ・ストレート型に比べ、 一般車では急減速回数が増加するなどスムーズでない走行がみられ、特にテラス型では影響が大きい 。 ・ バスベイ型ではストレート型に比べて自動運転バスの走行速度が向上しており、実際の実証実験時の状況と異なっている 。
(3)-2 駐車車両位置による影響	・設定等に課題はあるものの、 バス停前後に駐停車車両がないもしくは遠い状況になるとスムーズな発着に寄与する ことを確認できた。 ・ バス停到着時の挙動について、駐停車車両の位置により影響を受ける走行になっておらず、設定条件等を見直す必要がある 。
(4) 走行車線による走行性の変化	・テラス型では自動運転バス、一般車ともに第2車線を走行するほうがスムーズな走行であることを確認したが、ストレート型、バスベイ型では大きな差が見えない状況であった。 ・今回は駐停車車両がある第一車線を走行したが、 自動運転バスの専用走行レーンを設置する場合も比較対象として検討することが考えられる 。

4. 自動運転バス・シミュレーション結果

■分科会でのご意見

- 走行する車両の設定が、実際の運転よりも上手なものになっている可能性がある。そのため、自動運転バスや駐停車車両があっても旅行速度等が大きく変化しなかった可能性がある。
現在の設定条件において、評価できるもの、できないものを分けて整理する必要がある。
- 現在のバス交通では、走行速度や定時制の向上が求められてるが、自動運転バスが社会実装される将来を考えた際に、バスに求められる速度や走行の仕方を考えていくという議論が、この検討の先にあると考える。現在のバス交通のあり方が、将来でも適切なものとは限らない。まちづくりの中で、どのような走行を自動運転バスに求めるのか、現状にとらわれない議論が必要である。
- セミナー形式会議で参加者から提示された課題も含めて、引き続き検討を行うべき。

5. 今後の検討方針について

令和2年度のまとめ(実施内容と主な成果)

自動運転導入の機運醸成に向けた会議を実施

- ・WEBでの開催により全国各地から例年より多数の参加があった
- ・自動運転やMaaS等への関心の高まりを確認できた
- ・熟度の高い自治体、事業者間で実証実験の内容や技術面・インフラ面・制度面での課題を共有、相互での意見交換が実施できた

池袋の実証実験条件でのシミュレーションを実施

- ・駐停車による、自動運転車両や一般車への影響、バス停の形状による一般車への影響を確認

次年度以降の取組方針(案)

◆継続的な導入機運、社会受容性の醸成に向けた取り組み

- ・講演会形式会議について、会議形式の工夫により参加者相互の意見交換の場を検討
- ・セミナー形式会議について、先進的に実証実験に取り組んでいる関係者相互で有意義な議論ができており継続的に実施

◆関連する技術の検討

- ・自動運転バスと親和性の高いウォークブル空間の構築に向けた検討
- ・自動運転バスの走行に影響を与えにくい、バス停周辺施設や街路施設(街灯・植栽・通信施設等)の検討
- ・正着等が行いやすいバス停環境の検討

参考資料

4. 自動運転バス・シミュレーション結果

○インプットデータは下記の通りとする。一般車は、車両割合に従いランダムで流入する設定とする。

■信号現時

パターン	青時間	黄時間	赤時間	総時間	備考
3日間平均値	41.5秒	3秒	53秒	97.5秒	3日間の平均値

■交通量・大型車混入率

パターン	時間あたり 交通量	大型車 混入率	左折率	直進率	右折率	備考
最大値	405台	12.8%	28.4%	44.4%	27.2%	13日(土)15時台のデータ

■駐停車台数・駐停車時間

パターン	駐車		停車		備考
	駐車台数	平均駐車時間	停車台数	平均停車時間	
3日間平均値	3.2台	28分51秒	6.5台	1分43秒	3日間の平均値
12日14時台	3台	10分33秒	7台	1分45秒	

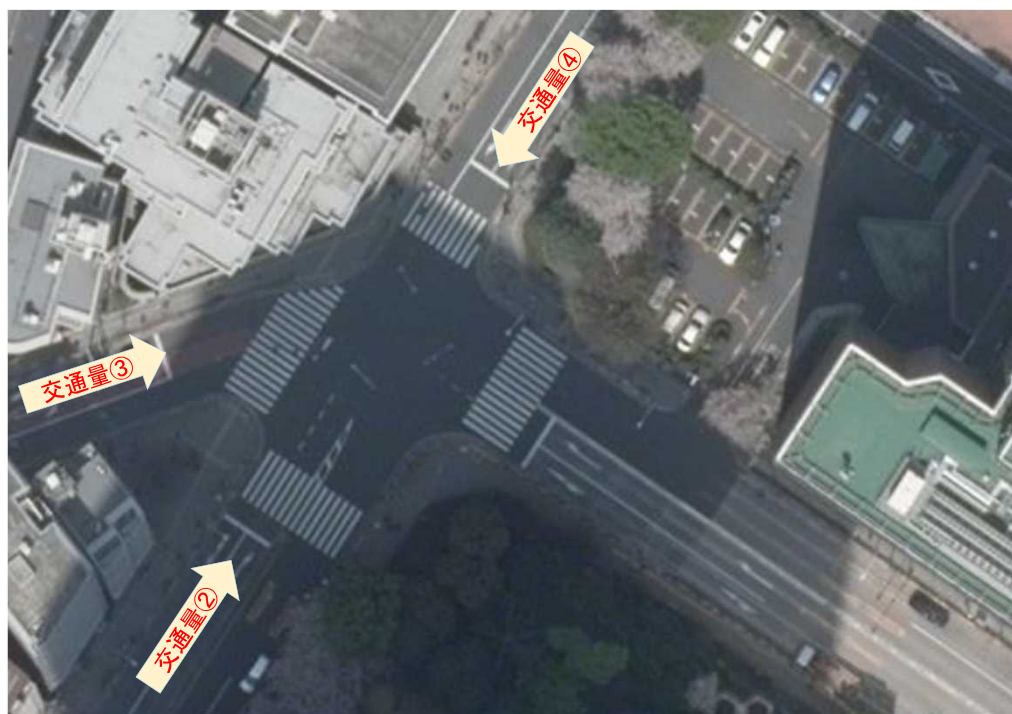
※12日14時台が平均値に近いので、この時間帯を再現する形でダイヤを組んで検証する

4. 自動運転バス・シミュレーション結果

○接続する道路の交通量の設定は下記の通りとする。

■接続する道路の交通量

パターン	時間あたり交通量	大型車混入率	左折率	直進率	右折率	備考
交通量②	52台	5.8%	0.0%	38.7%	61.3%	13日の9時台、12時台、15時台の平均値
交通量③	92台	0.4%	19.6%	80.4%	0.0%	
交通量④	126台	1.6%	57.0%	26.1%	16.9%	

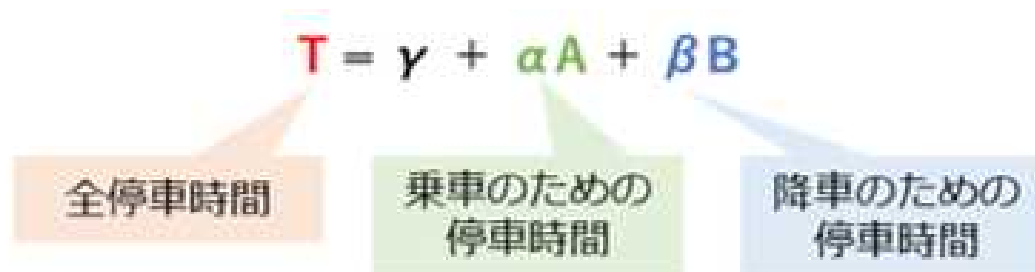


出典：NTTインフラネット,DigitalGlobe Inc.より作成

4. 自動運転バス・シミュレーション結果

○自動運転バスの停車時間の設定は下記の通りとする。

■自動運転バスの停車時間



T = Total dwell time at the stop (sec)

γ = Dead time (sec) ※

α = Alighting time (sec/passenger)

A = Total number of passengers alighting at the stop

β = Boarding time (sec/passenger)

B = Total number of passengers boarding at the stop

※ ドアを開じたまま、またはドアを開閉しながら停車している時間（乗降客に効果的にサービスを提供していない状態で停留所に滞在している時間）

初期設定値 $\gamma: 3.5$ $\alpha: 1.7$ $\beta: 2.6$

最大の停車時間を使用（16人が降車&16人乗車）

停車時間

$$\begin{aligned} T &= 3.5 + 1.7 \times 16 + 2.6 \times 16 \\ &= 72.3 \end{aligned}$$

4. 自動運転バス・シミュレーション結果

○駐停車車両の設定は下記の通りとする。

■駐停車台数・駐停車時間

パターン	駐車		停車		備考
	駐車台数	平均駐車時間	停車台数	平均停車時間	
3日間平均値	3.2台	28分51秒	6.5台	1分43秒	3日間の平均値
12日14時台	3台	10分33秒	7台	1分45秒	

※12日14時台が平均値に近いので、この時間帯を再現する形でダイヤを組んで検証する

日	停車/駐車開始時間	停車/駐車終了時間	大型	駐車停車区分		駐車時間	停車時間	駐停車マス
				駐車	停車			
12	14:00:00	14:07:33		1	0	0:07:33	0:00:00	①
12	14:00:00	14:06:41		1	0	0:06:41	0:00:00	②
12	14:00:00	14:00:48		0	1	0:00:00	0:00:48	③
12	14:17:59	14:18:09	1	0	1	0:00:00	0:00:10	④
12	14:18:10	14:29:35		1	0	0:11:25	0:00:00	①
12	14:23:11	14:29:13		1	0	0:06:02	0:00:00	②
12	14:26:00	14:29:30		0	1	0:00:00	0:03:30	③
12	14:26:00	14:28:20		0	1	0:00:00	0:02:20	④
12	14:37:03	14:38:19		0	1	0:00:00	0:01:16	①
12	14:37:45	14:51:58		1	0	0:14:13	0:00:00	②
12	14:38:50	14:39:51	1	0	1	0:00:00	0:01:01	③
12	14:49:39	14:50:01		0	1	0:00:00	0:00:22	④
12	14:54:06	14:57:42		0	1	0:00:00	0:03:36	①

4. 自動運転バス・シミュレーション結果

■ 検証結果：平均旅行速度一覧

○各ケースの平均旅行速度を一覧で示す。

上段：平均旅行速度[km/h]

下段：自動運転バス走行時の平均旅行速度[km/h]

	自動運転バスなし	ストレート1	ストレート2	ストレート3	ストレート4	バスベイ1	バスベイ2	バスベイ3	バスベイ4	テラス1	テラス2	テラス3	テラス4
自動運転バス	—	5.50	5.47	5.48	5.49	6.00	5.77	5.51	5.50	5.68	5.68	5.68	5.63
一般車	17.05 —	17.03 16.98	16.73 16.23	15.97 15.95	15.90 15.93	17.02 16.89	16.79 16.20	16.08 16.01	16.02 15.96	14.58 11.83	14.39 11.48	13.98 11.33	14.31 11.84
駐停車	駐停車なし	駐停車なし	停車あり	駐停車あり	駐停車あり	駐停車なし	停車あり	駐停車あり	駐停車あり	駐停車なし	停車あり	駐停車あり	駐停車あり
バス停形状	-	ストレート型	ストレート型	ストレート型	ストレート型	バスベイ型	バスベイ型	バスベイ型	バスベイ型	テラス型	テラス型	テラス型	テラス型
自動運転バススタート車線	-	第2車線	第2車線	第2車線	第1車線	第2車線	第2車線	第2車線	第1車線	第2車線	第2車線	第2車線	第1車線

4. 自動運転バス・シミュレーション結果

■ 検証結果：検証（1） 自動運転車の走行が一般車両に与える影響

比較対象

自動運転
バスなし

ストレート
1

○自動運転バスの走行による、一般車の平均旅行速度・平均通過時間は大きな違いがない。
○危険回避のための急減速の回数は自動運転車両の走行で増加し、1台あたりでの発生確率が17%から19%に増える。
⇒平均旅行速度の変化等はないが急減速回数や車線変更回数の増加などスムーズな走行の阻害要因となる。

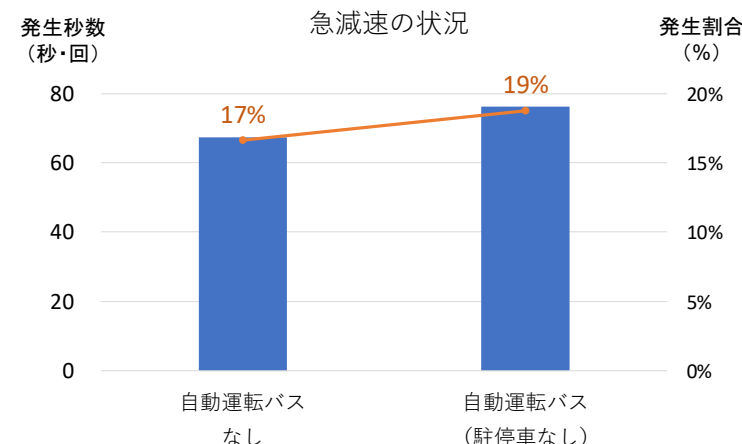
○一般車の挙動変化

	一般車の 平均旅行速度 (km/h)	一般車の 平均通過時間 (秒)
自動運転 バスなし	17.05	47.23
自動運転 バスあり	16.98 (-0.07)	47.21 (-0.02)

※黒字: 全体の平均
紫時: 自動運転バス走行時の平均

○急減速の回数

	1時間あたり 発生回数 (秒・回)
自動運転 バスなし	67.40
自動運転 バスあり	76.10 (+8.7)



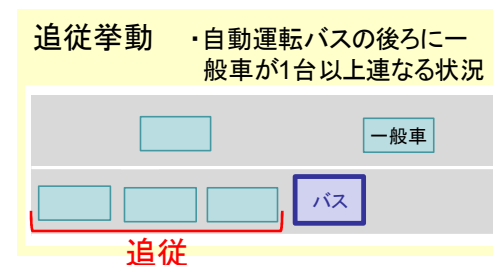
※加速度-0.3G(-2.88m/ss)以下の発生

○車線変更回数の変化

	一般車の 平均車線変更 回数(回)	一般車の 最大車線変更 回数(回)
自動運転 バスなし	0.00	2
自動運転 バスあり	0.13 (+0.13)	3 (+1)

○追従挙動の回数

	1時間あたり 追従回数 (回)	最大 追従台数 (台)
自動運転 バスなし	—	—
自動運転 バスあり	1	2



4. 自動運転バス・シミュレーション結果

■検証結果：検証（2）駐停車の影響

比較対象

 ストレート
1

 ストレート
2

 ストレート
3

- 駐停車車両による自動運転バスの平均旅行速度や平均通過時間に大きな変化はない。
- 一般車では、平均旅行速度の低下、平均通過時間の増加がみられる。

○自動運転バスの挙動変化

	自動運転バスの 平均旅行速度 (km/h)	平均 通過時間 (秒)
駐停車なし	5.50	141.03
停車あり	5.47 (-0.03)	141.68 (+0.65)
駐停車あり	5.48 (-0.02)	141.10 (+0.07)

○一般車の挙動変化

	一般車の 平均旅行速度 (全体) (km/h)	一般車の 平均旅行速度 (自動運転バス 走行時) (km/h)	平均 通過時間 (全体) (秒)
駐停車なし	17.03	16.98	47.21
停車あり	16.73 (-0.3)	16.23 (-0.75)	48.11 (+0.9)
駐停車あり	15.97 (-1.06)	15.95 (-1.03)	50.33 (+3.12)

※黒字:全体の平均

紫時:自動運転バス走行時の平均

4. 自動運転バス・シミュレーション結果

■ 検証結果：検証（2） 駐停車の影響

比較対象	ストレート 1	ストレート 2	ストレート 3
------	------------	------------	------------

○車線変更回数は、駐停車車両の発生に応じて一般車・自動運転バスともに増加している。
 ○自動運転バスを先頭とした一般車の追従挙動が増加している。
 ○危険な事象にあたる急減速の回数や発生割合は、一般車・自動運転バスともに違いは見られない。
 ⇒自動運転バスは旅行速度等で大きな影響を受けていないが、通行台数の多い一般車では影響がある。
 ⇒一方で自動運転バスを含めて車線変更が増加し、追従が生じる等のスムーズでない走行が生じている。

○車線変更回数の変化

【自動運転バス】

	平均車線変更回数(回/台)	最大車線変更回数(回)
駐停車なし	0.1	2
停車あり	1 (+0.9)	2 (±0)
駐停車あり	1.6 (+1.5)	2 (±0)

○追従挙動の回数

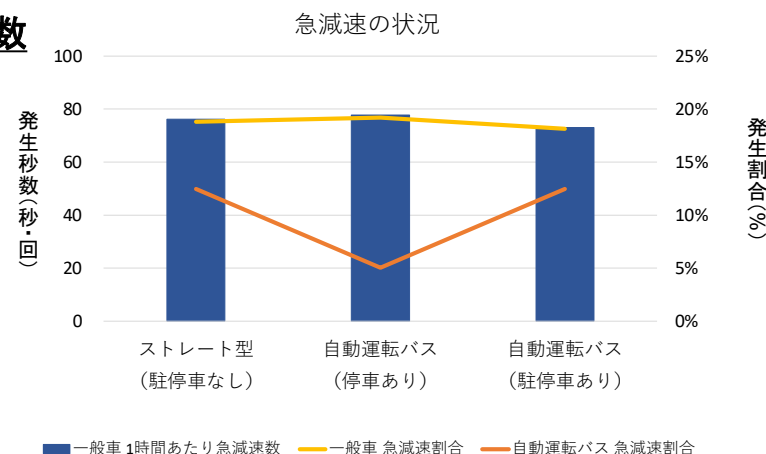
	1時間あたり追従回数(回)	最大追従台数(台)
駐停車なし	1	2
停車あり	3 (+2)	1 (-1)
駐停車あり	3 (+2)	3 (+1)

※バス停停車のための第二車線⇒第一車線への移動は除く

【一般車】

	平均車線変更回数(回/台)	最大車線変更回数(回)
駐停車なし	0.13	3
停車あり	0.25 (+0.12)	3 (±0)
駐停車あり	0.51 (+0.38)	3 (±0)

○急減速の回数



4. 自動運転バス・シミュレーション結果

■ 検証結果：検証（3）バス停形状による影響

比較対象

 ストレート
1

 バスベイ
1

 テラス
1

- バスベイ型、テラス型ともにストレート型に比べると、自動運転バスの平均旅行速度が向上し、平均通過時間は減少している。一方で、一般車の平均旅行速度は減少し平均通過時間も増加している。
- バスベイ型では、自動運転バスの車線変更回数は減少するのに対し、一般車では少し増加している。
- テラス型では、自動運転バスの車線変更回数は増加するのに対し、一般車では減少している。

○自動運転バスの挙動変化

	自動運転バスの 平均旅行速度 (km/h)	平均 通過時間 (秒)
ストレート型	5.50	141.03
バスベイ型	6.00 (+0.5)	130.03 (-11)
テラス型	5.68 (+0.18)	137.08 (-3.95)

○車線変更回数の変化

【自動運転バス】

	一般車の 平均車線変更回数(回)	一般車の 最大車線変更回数(回)
ストレート型	0.13	3
バスベイ型	0.00 (-0.13)	2 (-1)
テラス型	0.75 (+0.62)	5 (+2)

○一般車の挙動変化

※黒字: 全体の平均
紫時: 自動運転バス走行時の平均

	一般車の 平均旅行速度 (全体)	一般車の 平均旅行速度 (自動運転バス走行時)	平均 通過時間 (全体)
ストレート型	16.98	8.00	47.21
バスベイ型	16.89 (-0.09)	7.80 (-0.2)	47.51 (+0.3)
テラス型	11.83 (-5.15)	7.83 (-0.17)	55.48 (+1.73)

※バス停停車のための第二車線⇒第一車線への移動は除く

【一般車】

	自動運転バスの 平均車線変更回数(回)	自動運転バスの 最大車線変更回数(回)
ストレート型	0.1	2
バスベイ型	2 (+1.9)	2 (±0)
テラス型	0 (-0.1)	0 (-2)

4. 自動運転バス・シミュレーション結果

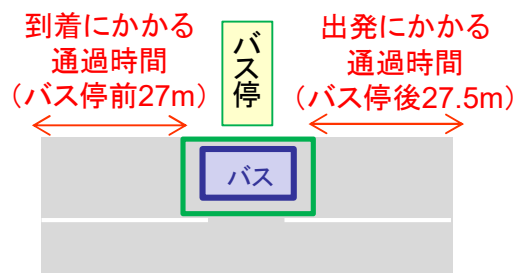
■検証結果：検証（3）バス停形状による影響

比較対象	ストレート 1	バスベイ 1	テラス 1
------	------------	-----------	----------

○バス停への到着・出発前後の通過時間をみると、いずれも少しではあるが短縮がみられる。
 ○急減速の回数では、テラス型の場合、自動運転バスでの発生回数が減少している。一方で、一般車ではバスベイ型、テラス型にするにつれて増加している。
 ○追従挙動について、バスベイ型では減少したのに対し、テラス型では大幅に増加している。
 ⇒テラス型では自動運転バスのスムーズな走行・停車に寄与するが、一般車のスムーズな走行を阻害している。バスベイ型でも同様の傾向がみられるが、実証実験等での状況と異なっており検証中である。

○バス停到着・出発にかかる通過時間

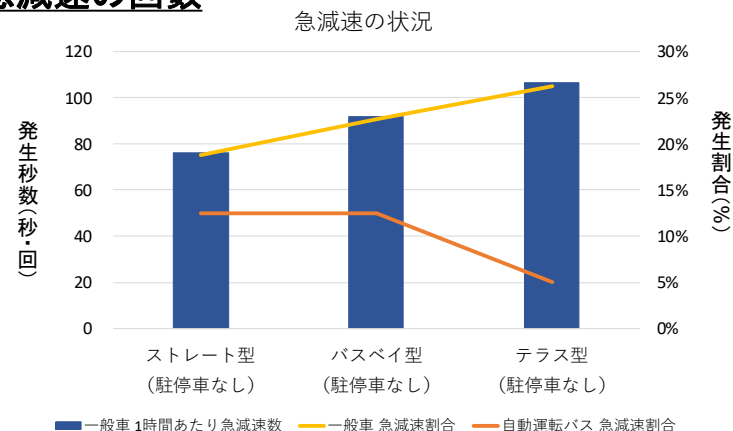
	バス停到着にかかる通過時間 (秒)	バス停出発にかかる通過時間 (秒)
ストレート型	10.03	8.93
バスベイ型	9.83 (-0.21)	8.83 (-0.10)
テラス型	9.95 (-0.08)	7.23 (-1.65)



○追従挙動の回数

	1時間あたり追従回数(回)	最大追従台数(台)
ストレート型	1	2
バスベイ型	0 (-1)	0 (-2)
テラス型	4 (+3)	12 (+10)

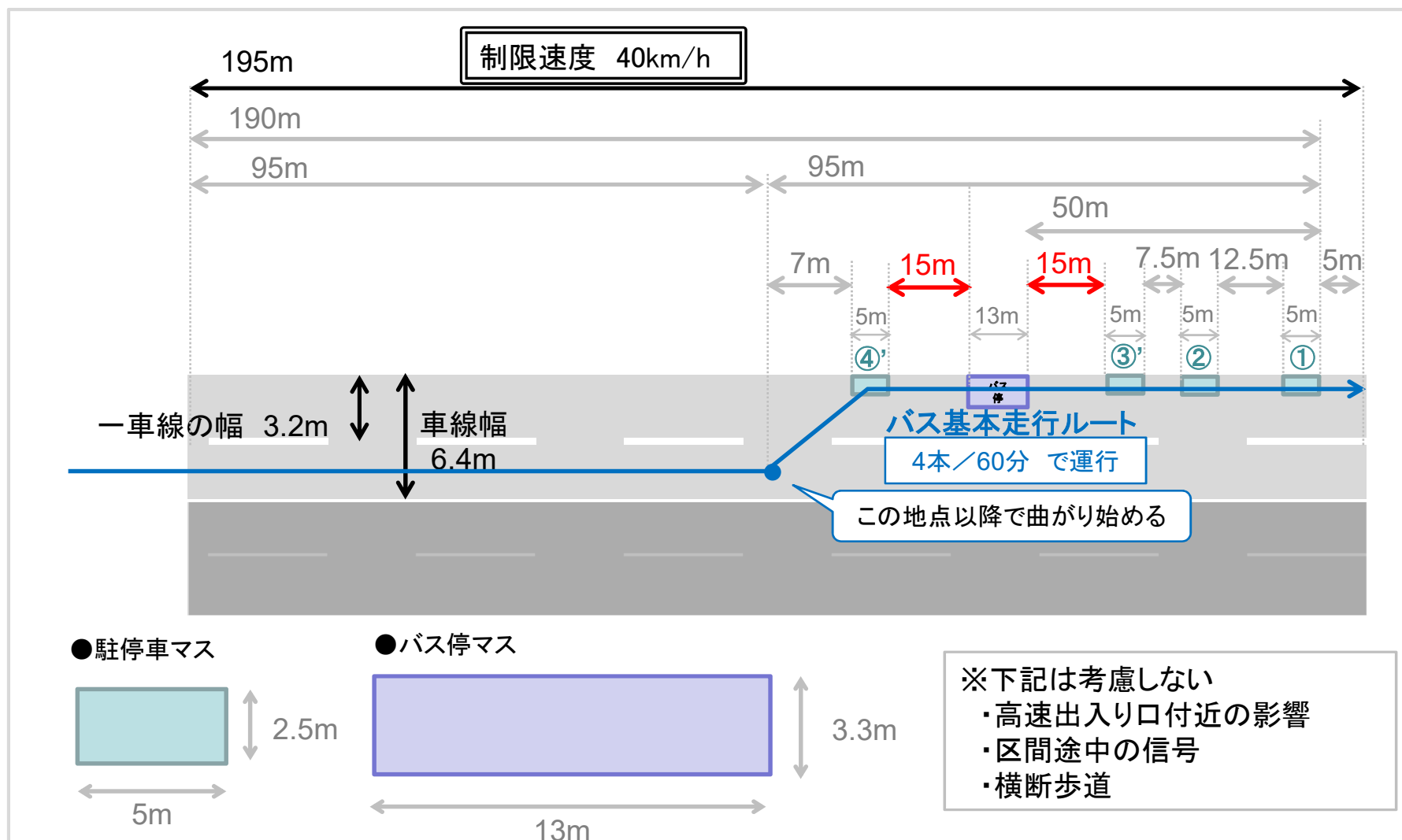
○急減速の回数



4. 自動運転バス・シミュレーション結果

■ 検証結果：検証（3）－2 駐停車位置による影響

○ 駐停車位置による影響を見るために、バス停前後の駐停車禁止区間をストレート型の10mから15mに変更した場合の検証を実施した。



4. 自動運転バス・シミュレーション結果

■ 検証結果：検証（3）－2 駐停車位置による影響

- バス停到着にかかる通過時間では駐停車位置の変化による影響が十分に確認できなかった。
- バス停出発にかかる通過時間では、ストレート型、バスベイ型では駐停車車両の位置が遠くなるほどスムーズな出発ができています。テラス型については、駐停車の位置がバス停に影響を与えないため変化がない。
- ⇒バス停前後の挙動に関して、今回の分析では自動運転バスの挙動設定に課題がある状況であった。
- ⇒一方で、バス停出発にかかる通過時間のみをみると、駐停車車両がない・もしくは位置が遠いほどスムーズな発車が可能になっている。

○バス停到着にかかる通過時間(秒)

	ストレート型	バスベイ型	テラス型
駐停車なし	10.03	9.83	9.95
バス停前10m	10.00 (-0.03)	10.00 (+0.17)	9.75 (-0.20)
バス停前15m	10.00 (-0.03)	9.75 (-0.08)	10.00 (+0.05)

比較対象

10m ストレート 3	15m ストレート 3	10m バスベイ 3	15m バスベイ 3	10m テラス 3	15m テラス 3
-------------------	-------------------	------------------	------------------	-----------------	-----------------

＜バス停到着にかかる通過時間に関する考察＞
 バス停前の自動運転バスの挙動をみると、駐停車車両がいる場合、それを避けて駐停車車両とバス停の間に車線変更を行っている。
 そのため、バス停到着にかかる通過時間は、駐停車車両の位置と関連しない状況になっていると考えられる。

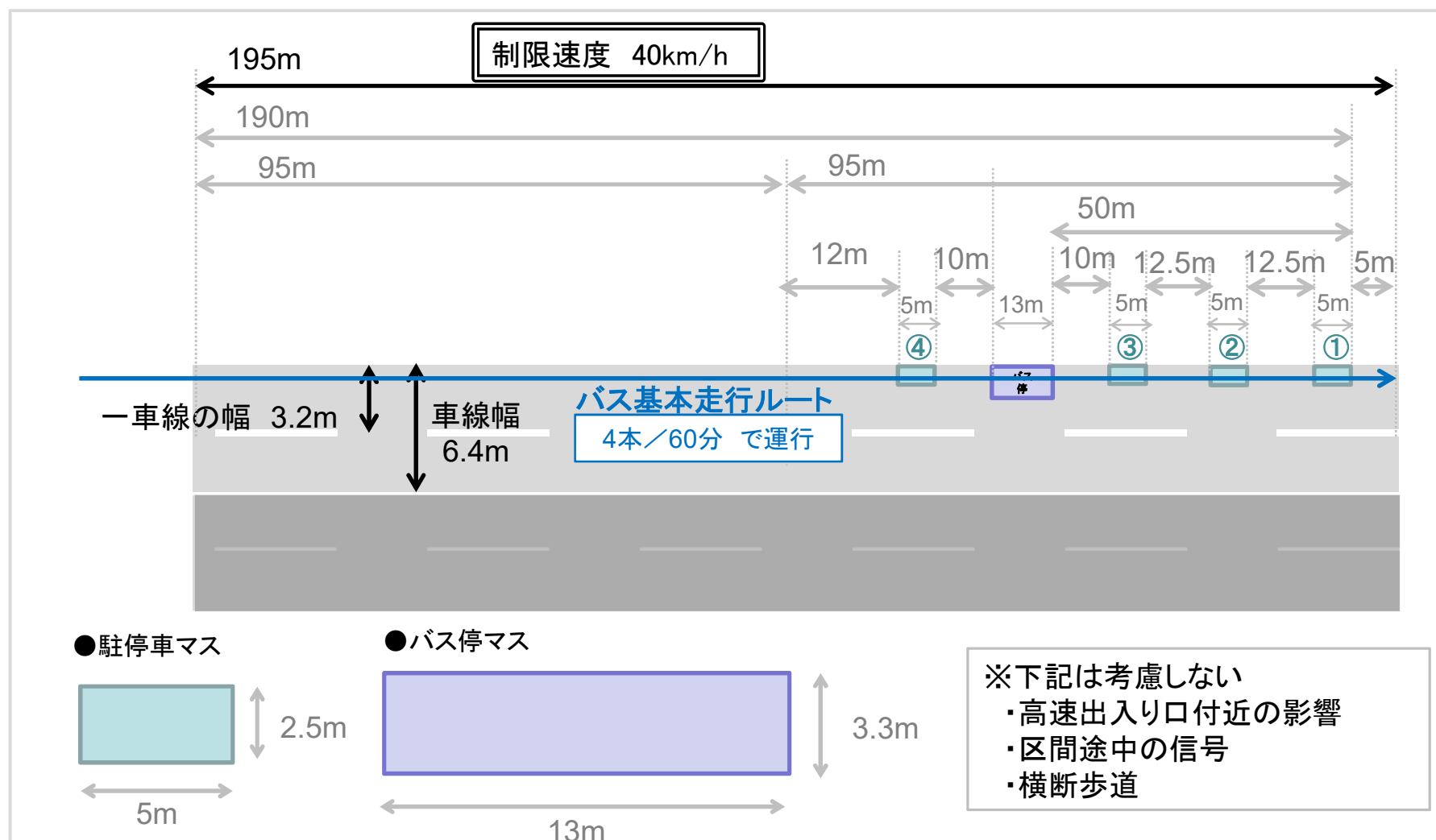
○バス停出発にかかる通過時間(秒)

	ストレート型	バスベイ型	テラス型
駐停車なし	6.80	6.30	6.90
バス停後10m	8.20 (+1.40)	7.80 (+1.50)	7.30 (+0.40)
バス停後15m	7.00 (+0.20)	7.10 (+0.80)	7.30 (+0.40)

4. 自動運転バス・シミュレーション結果

■ 検証結果：検証（４）自動運転車の走行車線による走行性の変化

○ 駐停車位置による影響を見るために、自動運転バスの走行開始車線を第1車線に変更した場合の検証を実施した。



4. 自動運転バス・シミュレーション結果

■ 検証結果：検証（4）自動運転車の走行車線による走行性の変化

- 自動運転バスの平均旅行速度や平均通過時間では、走行車線による大きな影響は確認できない。
- ストレート型では、自動運転バスの走行車線が第1車線になると、バス停到着にかかる通過時間の減少がみられた。
- バスベイ型、テラス型では、自動運転バスの走行車線が第1車線になると、バス停到着にかかる通過時間の増加がみられた。テラス型ではバス停がある第2車線への車線変更のためと想定される。

比較対象

ストレート 3	ストレート 4	バスベイ 3	バスベイ 4	テラス 3	テラス 4
------------	------------	-----------	-----------	----------	----------

○自動運転バスの挙動変化

【平均旅行速度】

	ストレート型	バスベイ型	テラス型
第2車線	5.48	5.51	5.68
第1車線	5.49 (+0.01)	5.50 (-0.01)	5.63 (-0.05)

【バス停出発にかかる通過時間(秒)】

	ストレート型	バスベイ型	テラス型
第2車線	10.03	9.85	10.03
第1車線	9.63 (-0.40)	9.95 (+0.10)	10.83 (+0.80)

【平均通過時間】

	ストレート型	バスベイ型	テラス型
第2車線	141.10	141.88	137.30
第1車線	140.90 (-0.2)	142.30 (+0.42)	138.65 (+1.35)

4. 自動運転バス・シミュレーション結果

■ 検証結果：検証（４）自動運転車の走行車線による走行性の変化

- 一般車では、ストレート型・バスベイ型では旅行速度・通過時間は大きな影響がないが、テラス型では一般車の旅行速度が増加し、通過時間が短縮した。
- 追従挙動回数には変化がないが、ストレート型・テラス型では最大追従台数の減少がみられた。
⇒ストレート型ではスムーズな停車に寄与するが、バスベイ型、テラス型では駐停車車両を避ける挙動等で遅れが生じている。また、テラス型では一般車のスムーズな走行に影響を与える。

比較対象

ストレート 3	ストレート 4	バスベイ 3	バスベイ 4	テラス 3	テラス 4
------------	------------	-----------	-----------	----------	----------

○一般車の挙動変化

【平均旅行速度(km/h)】

	ストレート型	バスベイ型	テラス型
第2車線	15.97	16.08	13.98
第1車線	15.90 (-0.07)	16.02 (-0.06)	14.31 (+0.33)

【平均通過時間(秒)】

	ストレート型	バスベイ型	テラス型
第2車線	50.33	50.23	57.80
第1車線	50.45 (+0.12)	50.40 (+0.17)	56.36 (-1.44)

○追従挙動の回数

【1時間あたりの追従回数(回)】

	ストレート型	バスベイ型	テラス型
第2車線	1	2	4
第1車線	2 (+1)	2 (±0)	4 (±0)

【最大追従台数(台)】

	ストレート型	バスベイ型	テラス型
第2車線	3	2	13
第1車線	1 (-2)	1 (-1)	18 (+5)

4. 自動運転バス・シミュレーション結果

■参考検証：自動運転車の走行速度増加による走行性の変化

比較対象

 20km/h
ストレート1

 40km/h
ストレート1

○自動運転バスの旅行速度を40km/hとすると、一般車の平均旅行速度や通過時間、車線変更回数には大きな影響がみられなかった。

○しかし、急減速の回数は半数程度に減少し、追従も発生しておらず、一般車のスムーズな走行に寄与している。

○一般車の挙動変化

【一般車】

	一般車の 平均旅行速度 (全体) (km/h)	平均 通過時間 (全体) (km/h)
20km/h走行時	17.03	47.21
40km/h走行時	17.07 (+0.04)	47.16 (-0.05)

○車線変更回数の変化

【一般車】

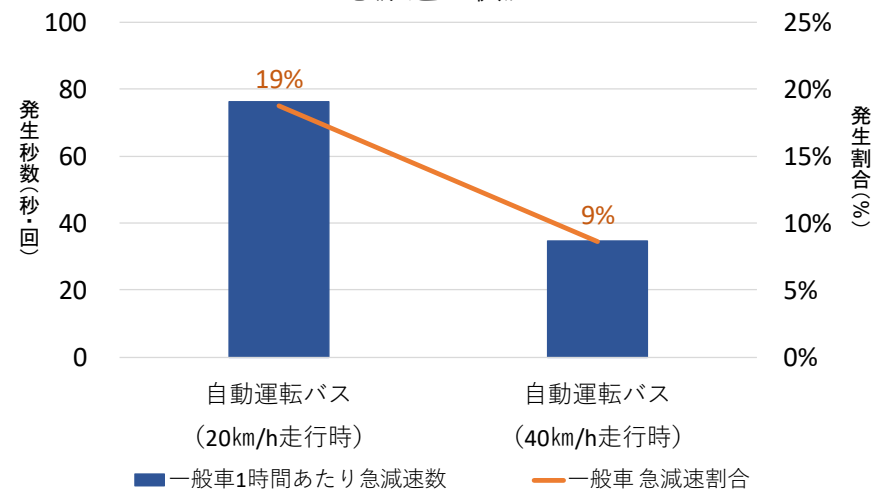
	一般車の 平均車線変更 回数(回/台)	一般車の 最大車線変更回 数(回)
20km/h走行時	0.13	3
40km/h走行時	0.13 (±0)	2 (-1)

○追従挙動の回数

	1時間あたり 追従回数(回)	最大 追従台数(台)
20km/h走行時	1	2
40km/h走行時	0 (-1)	0 (-2)

○急減速の回数

急減速の状況



「居心地が良く歩きたくなるまちなか」からはじまる都市の再生

(今後のまちづくりの方向性 (令和元年6月26日「都市の多様性とイノベーションの創出に関する懇談会」提言より))

- 官民のパブリック空間 (街路、公園、広場、民間空地等) をウォークブルな人中心の空間へ転換・先導し、民間投資と共鳴しながら「居心地が良く歩きたくなるまちなか」を形成
- これにより、多様な人々の出会い・交流を通じたイノベーションの創出や人間中心の豊かな生活を実現し、まちの魅力・磁気・国際競争力の向上が内外の多様な人材、関係人口を更に惹きつける好循環が確立された都市を構築

※地域特性に応じた取組を、歩ける範囲のエリアで集中的あるいは段階的に推進
 ※人口規模の大小等を問わず、その特性に応じた手法で実施可能



居心地が良く歩きたくなるまちなか (イメージ)

Walkable	歩きたくなる	居心地が良い、人中心の空間を創ると、まちに出かけたくなる、歩きたくなる。
Eye level	まちに開かれた1階	歩行者目線の1階部分等に店舗やラボがあり、ガラス張りで中が見えると、人は歩いて楽しくなる。
Diversity	多様な人の多様な用途、使い方	多様な人々の多様な交流は、空間の多様な用途、使い方の共存から生まれる。
Open	開かれた空間が心地良い	歩道や公園に、芝生やカフェ、椅子があると、そこに居たくなる、留まりたくなる。

都市構造の改変等

- 都市構造の改変 (通過交通をまちなか外へ誘導するための外周街路整備等)
- 都市機能や居住機能の戦略的誘導と地域公共交通ネットワークの形成
- 拠点と周辺エリアの有機的連携
- データ基盤の整備 (人流・交通流、都市活動等に係るデータプラットフォームの構築等) 等

1階をガラス張りの店舗にリノベーションし、アクティビティを可視化
民間敷地の一部を広場化 (宮崎県日南市)



駅前のトランジットモール化と広場創出 (兵庫県姫路市)



道路を占用了な夜間オープンカフェ (福岡県北九州市)

2つの開発の調整により一体整備された神社と森 (東京都中央区)

