

R5年度実証実験 ～下野市～

栃木県無人自動運転移動サービス推進協議会

0. 実験概要 (1) 実験場所等

(1) 実験場所

本実験は、JR自治医大駅から自治医大附属病院で実施。



(2) 地域課題

- ① 下野市は、市内北部の石橋駅から宇都宮市内への路線バスは一定の運行便数があるものの、鉄道駅から市内へ接続するバスネットワークの整備が進んでいない。
- ② バス利用者の大半が駅から主要目的地である自治医大病院や獨協医大病院への移動だが、鉄道との接続時間がない時間帯もあり、ラストワンマイルの交通手段の確保が必要である。

(3) 特記事項

- ① 国土交通省 物流・自動車局「地域公共交通確保維持改善事業費補助金（自動運転実証調査事業）」に採択
- ② 国土交通省 道路局「（上記補助金と連携した）路車協調システム構築に向けた取組実施箇所」に採択

(4) 実験目的

下野市内の既存バス路線（自治医大駅⇄自治医大附属病院前）のサービスの向上と市内の交通ネットワークの維持・発展を目的に営業運行路線の一部を自動運転バスに置き換えた実証を行う。一般車両が行き交う混在空間において自動運転バスの導入に向けた個別具体的な課題整理、検討ノウハウを蓄積するとともに、社会実装を見据えた地域の検討体制を構築する。

(5) 実験車両



- ① ベース車両：いすゞ エルガミオ
（先進モビリティ(株)製システムを搭載）
- ② 乗車人数：55人（座席：28席）
- ③ 動力源：ガソリン
- ④ 走行速度：最高35km/h
- ⑤ 自動運転：レベル2
- ⑥ その他：緊急時は同乗の運転士が介入

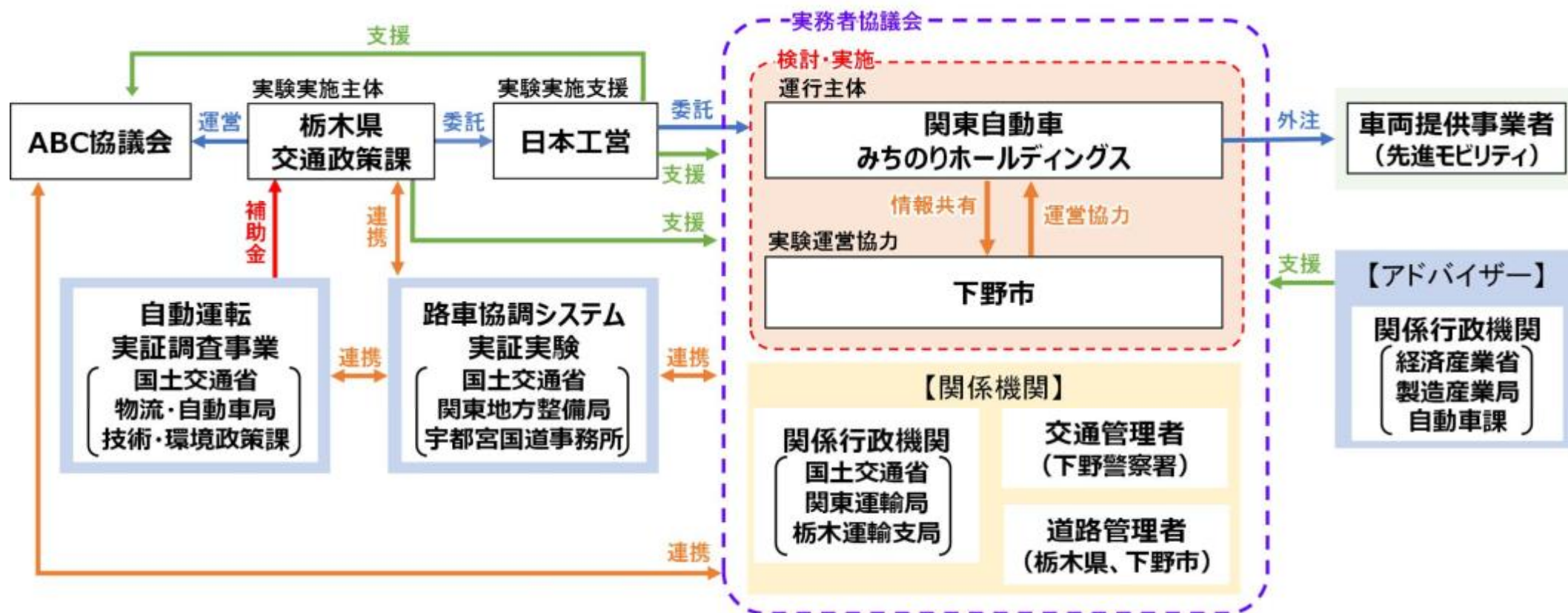
(6) 実験期間

R6（2024）年1月16日（火）～2月19日（月）

0. 実験概要 (2) 実施体制と役割分担

2

- 今後の実装に向けて、検討ノウハウが県・地元自治体に残ることが肝要であることから、地元自治体(下野市)やバス事業者(関東自動車)が主体となった実務者協議会を設立し、実装を見据えて実証実験の計画段階から地域主導での実施体制を構築



0. 実験概要 (2) 実施体制と役割分担

区分	担当	内容
実験主体	栃木県	<ul style="list-style-type: none">実験全体統括
実験実施支援	日本工営(株)	<ul style="list-style-type: none">実験準備/実施の支援（検証）
実験運営協力	下野市	<ul style="list-style-type: none">実験準備・運営の協力実験の周知 等地元との調整 （公共交通会議等との調整）
運行主体	関東自動車(株) (株)みちのりホールディングス	<ul style="list-style-type: none">実証実験期間中の営業運行営業運行に向けた許認可申請事業性検討補助
実験車両提供	先進モビリティ(株)	<ul style="list-style-type: none">実験車両の準備・点検保守走行に必要なデータ取得・セットアップ技術的資料・取得データの提供実験車両の走行 等

0. 実験概要 (2) 実施体制と役割分担

- 8月3日(木)に第1回、12月12日(火)に第2回、3月15日(金)に第3回実務者協議会を実施

下野市自動運転バス実務者協議会 構成員名簿

(1) 委員

R6.3.13時点

No.	区分	所属	役職	氏名
1	交通事業者	関東自動車(株) 路線バス部	部長	福島 崇文
2		(株)みちのりホールディングス	グループディレクター	浅井 康太
3	関係行政機関	国土交通省 関東運輸局栃木運輸支局	主席陸運技術専門官	高山 康則
4		下野市 市民生活部安全安心課	課長	上野 和芳
5	交通管理者	栃木県下野警察署 交通課	課長	中田 洋介
6	道路管理者	栃木県栃木土木事務所	次長	牛久 益雄
7		下野市 建設水道部建設課	課長	倉持 吉男

(2) アドバイザー

No.	区分	所属	役職	氏名
1	国	経済産業省 製造産業局自動車課	課長補佐	京藤 雄太
2	県	栃木県 県土整備部交通政策課	課長補佐(総括)	原田 和彦

(3) 事務局

No.	区分	所属
1	県	栃木県 県土整備部交通政策課
2	市	下野市 市民生活部安全安心課

1. 実験結果(概要)

5

- 大きなトラブルもなく、概ね予定通りに運行
- 実験期間中には、延べ2,404人(乗車率7.0%)が乗車
- アンケート調査(無料乗車券申込者・実験参加者・通常利用客・周辺住民)及びヒアリング調査(運行事業者)、手動介入発生状況調査より、実験結果を検証

栃木県ABCプロジェクト @下野市 自治医科大学 附属病院

自動運転バスに乗ろう

自治医大駅 自動運転バス いすゞ エルガミオ

運賃(片道) 大人190円 小児100円 ※詳細は乗車券に記載

運行期間 1月16日(火)～2月19日(月)

上記期間中、下記バス路線の一部の便において自動運転バスの実証実験を実施します!!

運行区間 自治医大駅 自治医大駅 自治医大駅 自治医大駅 自治医大駅 自治医大駅 自治医大駅 自治医大駅 自治医大駅 自治医大駅

下野市に自動運転バスがやって来る!

お問い合わせ先 栃木県 県土整備部 交通政策課 公共交通担当 ☎ 028-623-2447(4時～17時) 下野市 市民生活部 安全安心課 ☎ 0285-32-8894(9時～17時)

栃木県誕生150年 みんなで育てる、未来のとき 栃木県ABCプロジェクト <http://www.abc-project.tochigi.jp/>

■乗車実績

項目		人数
乗車定員		34,238人
延べ乗車人数(乗車率)		2,404人(7.0%)
乗車人数 内訳	ICカード・現金支払い	1,907人
	無料乗車券利用 ※出発式を除く土曜・日曜・祝日	497人

■実験結果の検証概要

区分	対象者	調査方法	回答者数
アンケート調査	無料乗車券申込者	無料乗車券の配布条件としてWEBアンケート・アンケート用紙への回答を依頼	214人
	実験参加者	自動運転バス乗車時に、アンケート用紙・WEBアンケート用QRコードを配布し回答を依頼	410人
	通常利用客	自動運転バス車内にQRコードを掲示、WEBアンケートの回答を依頼	118人
	周辺住民	自治医大線周辺の住民にアンケート用紙・WEBアンケート用QRコードを郵送し回答を依頼	560人
手動介入発生状況調査	-	手動介入発生状況を乗務員で記録	-

2. 実験概要 (1) 運行ルート

6

- JR自治医大駅と自治医科大学附属病院をつなぐルートを実行(片道約0.9km)
- 現在、関東自動車(株)が営業運行する路線であり、バス停は3か所

走行ルート



2. 実験概要 (2) 今回の自動運転技術

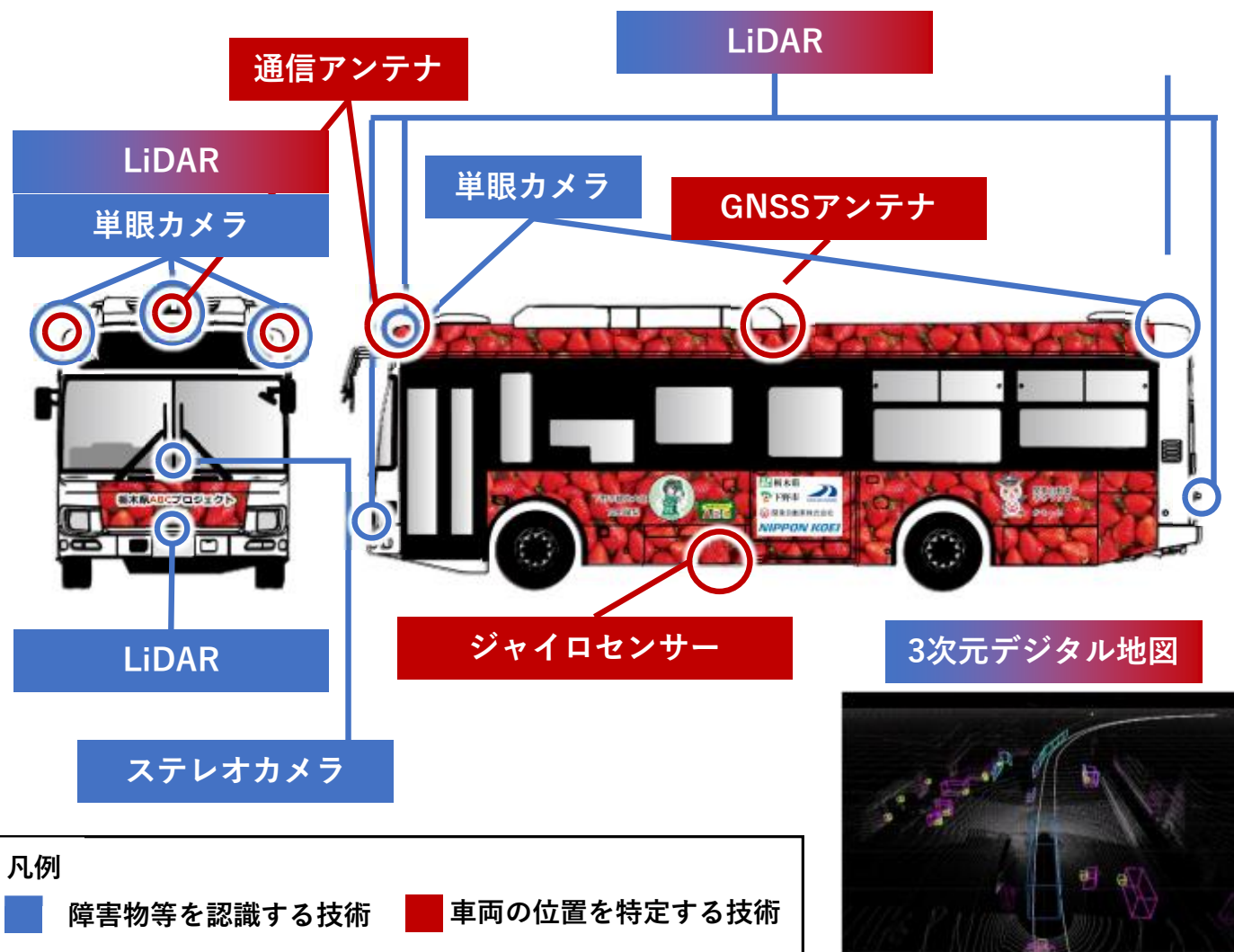
7

- 実験車両には、LiDAR(2D・3D)、GNSS、SLAM等を搭載し、運転士が同乗
- 自動運転時には、高精度3次元点群とLiDAR、単眼カメラ(物標・信号認識)、ステレオカメラ、GNSSアンテナ等を使用して走行し、緊急時には、同乗の運転士が手動介入(自動運転レベル2)

車両諸元

	車両諸元
車両名	いすゞ エルガミオ
乗車人数	55人 (ドライバー：1人、保安員：1人)
サイズ等	全長 : 8,990mm 全高 : 3,040mm 全幅 : 2,300mm 空車重量 : 8,300kg 総重量 : 11,380kg
性能	最高速度 : 60km/h (実験では最高速度 35km/h程度で走行) 搭載機能:LiDAR (3D・ 2D)、単眼カメラ(物 標・信号認識)、ステレオ カメラ、GNSS、SLAM等
自動運転 レベル	レベル2
使用台数	1台

車両技術



2. 実験概要 (3) 車両制御方法の設定

運行シーン		制御方法
基本		<ul style="list-style-type: none">原則として自動運転で自治医大駅東停留所に停車しない走行ルートを行走（自治医大駅東停留所に停車する走行ルートは本実証実験では利用しない）走行ルート上で路上駐車など障害物を検知した場合には、自動でブレーキが作動、手動運転で障害物を回避。周囲の安全性を確認した後、運転士の判断で発進（自動運転再開）歩行者等の急な飛び出し、右折時の対向車等があった場合、運転士の判断で手動介入し、周囲の安全性を確認した後、運転士の判断で発進（自動運転再開）運転士のアクセル・ブレーキ操作により車両が加減速する場合、手動介入操作が優先されるが、自動運転モードは維持され、操作を停止すると自動運転が再開ハンドル操作による手動介入の場合には、走行ルート上に戻り、運転士の判断によりボタンを押すと自動運転が再開車両が停止している場合には、運転士が走行ルート上でボタンを長押しすると、音声流れ自動運転が開始し、ブレーキを離すと発進
交差点	信号機あり	<ul style="list-style-type: none">基本的に信号灯色が黄または赤の時は、停止線の手前に自動で車両が停止（停止線より手前に一般車がいる場合、一般車の手前で停止。停止線より奥に一般車がいる場合、停止線で停止）、次の青信号になった後自動で発車信号灯色が青の場合、自動で発車もしくは通過、前方に一般車がいる場合、車間を維持して走行右左折時の横断歩道に歩行者がいる場合は自動で停止、横断歩道から歩行者が離れた自動で発進右折時に対向車がいる場合、自動で停止、対向車がなくなったら自動で発進上記機能が正しく機能しないあるいは交差点進入直前の灯色変化等があった場合、運転士の判断で手動介入
	信号機なし	<ul style="list-style-type: none">基本的に停止せず通過するが、道路交通法上停止が義務付けられている交差点においては停止停止した場合、システムが安全確認、歩行者や車両等が走行経路にいないと判定後自動で発車上記機能が正しく機能しない場合、運転士の判断で手動介入
停留所		<ul style="list-style-type: none">自治医大駅停留所および自治医大附属病院前停留所は自動で停止、運転士が周囲の安全性を確認した後、運転士の判断で自動運転開始ボタンを長押しすると自動運転再開自治医大駅東停留所は基本的に通過、乗降客がいる場合、手動運転に切り替え停留所に停止
ロータリー	駅	<ul style="list-style-type: none">ロータリー内は10～15km/hで走行、タクシー停止位置を避けるよう走行ルートを設定タクシー等他車両が自動運転バスの走行ルート上にいる場合、自動で停止
	病院	<ul style="list-style-type: none">ロータリー内は10km/hで走行一時停止が4か所あることから、一時停止したのちシステムで安全確認後、自動で自動運転が再開
その他		<ul style="list-style-type: none">大雨や降雪等の悪天候時は、自動運転運行中止（手動での営業運行は実施）

2. 実験概要 (4) 安全対策

9

- 一般車両及び歩行者等に対して自動運転バス走行に関する注意喚起看板、実験周知看板を設置



凡例



注意喚起看板



実験周知看板

注意喚起看板・実験周知看板の設置

走行ルート内外の計16カ所に注意喚起看板、実験周知看板を設置

▼注意喚起看板(左)・実験周知看板(右)の表示内容

▼注意喚起看板(上)・実験周知看板(下)の設置時の様子



走行ルート上



走行ルート周辺



実験周知ポスターの掲示



病院ロータリー内横断歩道前の柱に実験周知ポスターを掲示

土曜・日曜・祝日	自治医大駅 発 → 自治医大附属医院前 行						自治医大附属医院前 発 → 自治医大駅 行				
	11	36	47★				11	41★	56		
	12	03	16★	35★	57★		12	10	21★	40★	
	13	19★	41★	56			13	02★	24★	50	
	14	07	17★	41	55★		14	02	12★	36	49★
	15	15★	40	56★			15	10★	34	48	
	16	15	36	57			16	01★	21	42	
17						17	03				

2. 実験概要 (6) 地域連携 地域イベントでのPR活動

11

- 令和5年10月29日(日)に開催された第12回下野市産業祭において、下野市実証実験のPRや実験車両ラッピングのデザイン投票、バスの自動運転に関するアンケート等を実施

下野市産業祭でのPR等



▲展示ブース（下野市安全安心課）



▲PRチラシ配布



▲実験車両ラッピングデザインアンケート



▲路線バス展示（関東自動車）



▲栃木県ABCプロジェクト
オリジナル缶バッジ作成

問9 運転手の高齢化や担い手不足等の課題解決を目指した、バスの自動運転技術の導入に向けた取組（栃木県 ABC プロジェクト：自動運転バスの実証実験）を知っていますか。
※どの媒体を通して、知ったか教えてください。

1. 知っている	2. 知らない
1. 特設サイト（栃木県 ABC プロジェクト） 3. 県 HP 4. ニュースサイト 5. テレビのニュース・新聞 6. 親族・知人から 7. 仕事関係者から 8. その他（ ）	2. X(旧 Twitter) 5. テレビのニュース・新聞 7. 仕事関係者から

問10 バスの自動運転技術について、どのような印象を持っていますか。（複数可）

1. 期待できる未来の技術	2. 聞いたことはあるが未知の世界
3. 機械が運転することの安全性に不安がある	4. 全く知らないのわからない

問11 2024年1月～2月に「自治医大駅～自治医大附属病院前」のバス路線で、自動運転バスの実証実験が予定されています。乗ってみたいと思いますか。

1. 乗ってみたい	2. どちらかというに乗りたい	3. どちらともいえない
4. どちらかというに乗たくない	5. 乗たくない	

▲バスの自動運転に関するアンケート
（下野市公共交通アンケートの中で実施）

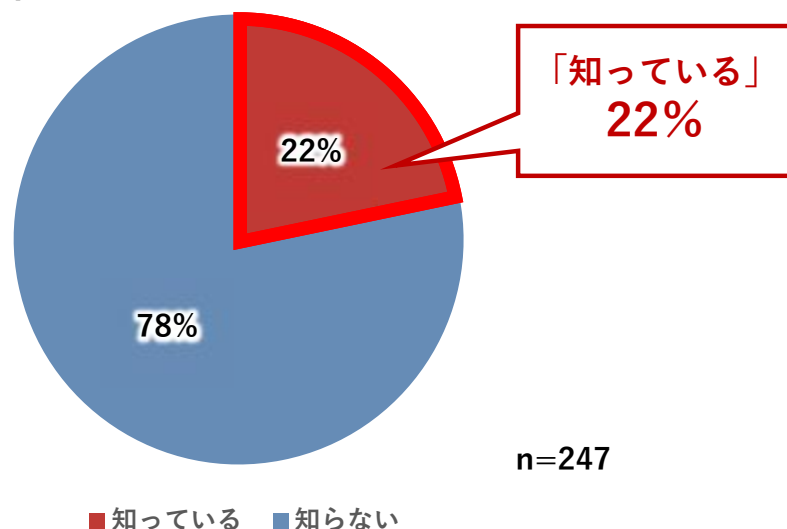
2. 実験概要 (6) 地域連携 地域イベントでのPR活動

12

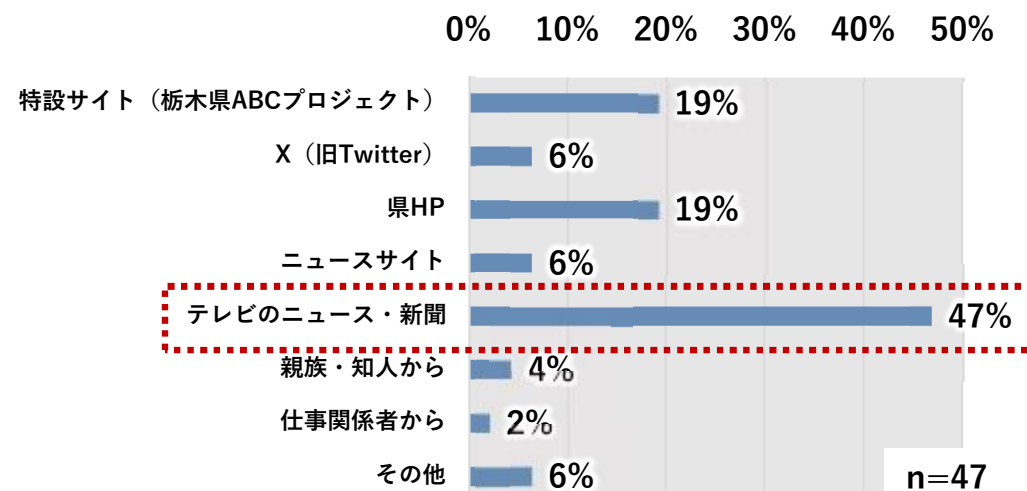
- 令和5年10月29日(日)に開催された第12回下野市産業祭において、下野市実証実験のPRや実験車両ラッピングのデザイン投票、バスの自動運転に関するアンケート等を実施

自動運転に関するアンケートの結果 (下野市公共交通アンケートの中で実施)

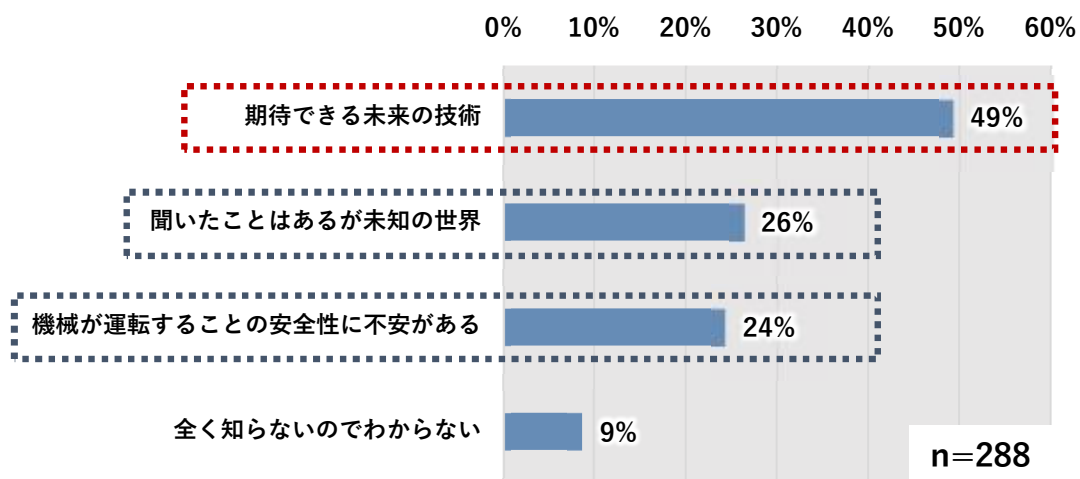
問9 栃木県ABCプロジェクトを知っていますか



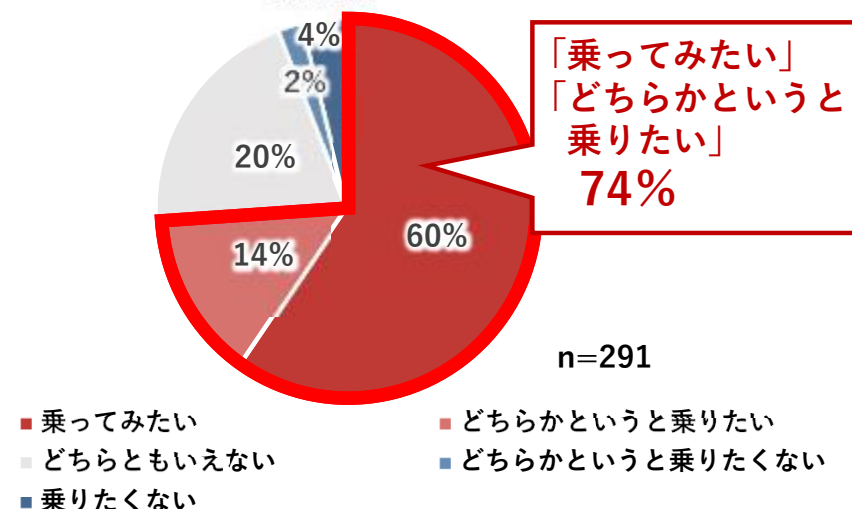
問9-1 知った媒体



問10 バスの自動運転技術に関する印象



問11 下野市自動運転バス実証実験への乗車希望



3. 実験結果の検証 (1) 検証項目

- 実験参加者、通常利用客、周辺住民、運行事業者へのアンケートやヒアリングを実施し、自動運転バスの受容性を調査し、今後の実装に向けた課題や必要な対策を検討
- 手動介入が発生した状況を記録し、発生した道路、交通、自動運転技術等の条件を分析

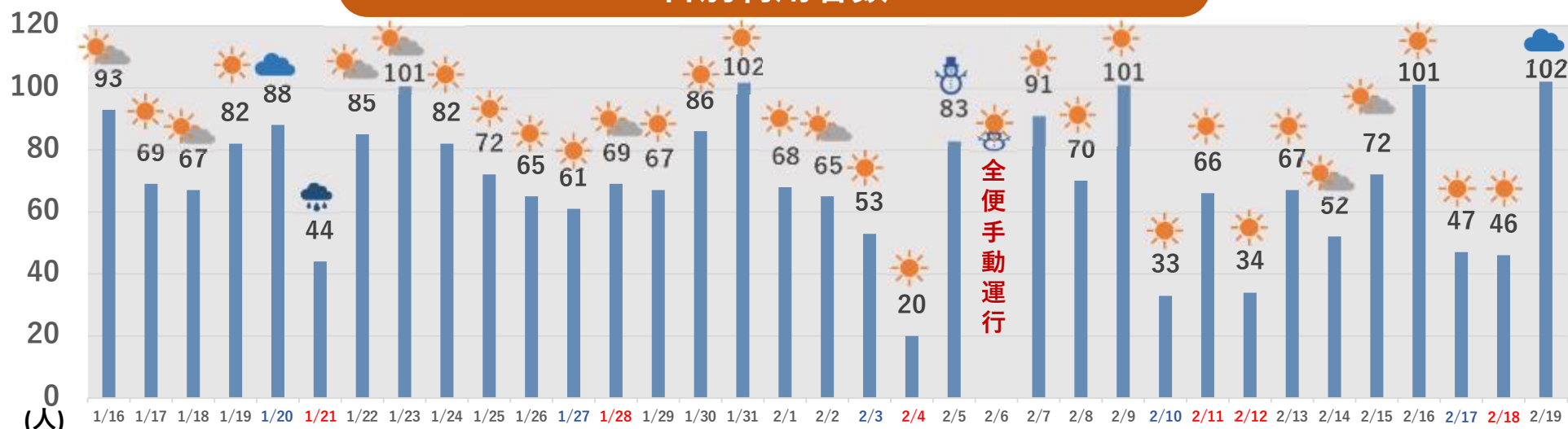
検証項目	調査対象	調査方法			主な調査内容
		アンケート	ヒアリング	その他	
実験参加者の受容性	・実験参加者	●	—	—	<ul style="list-style-type: none"> ・実験参加者の属性 ・自動運転バスに対する印象 ・実験車両の挙動、速度等に対する印象 ・自動運転バス乗車に対する満足度 ・自動運転バスの利用意向 等
通常利用客の受容性	・通常利用客	●	—	—	<ul style="list-style-type: none"> ・通常利用客の属性 ・自動運転バスに対する印象 ・本実証実験の認知度 ・自動運転バスに対する理解度 等
周辺住民の受容性	・既存営業バス 路線沿線住民	●	—	—	<ul style="list-style-type: none"> ・周辺住民の属性 ・自動運転バスに対する印象 ・自動運転バスサービスに対する考え 等
運行事業者の受容性	・運行管理者 ・運転士 ・保安員	—	●	—	<ul style="list-style-type: none"> ・自動運転バスに対する印象 ・自動運転バスの導入・普及に対する課題や必要な対策 等
手動介入の発生状況	—	—	—	● 保安員による記録	<ul style="list-style-type: none"> ・自動運転時において手動介入が発生する道路、交通、自動運転技術等の条件 等

3. 実験結果の検証 (2) 社会受容性 ①本実験での利用状況について

14

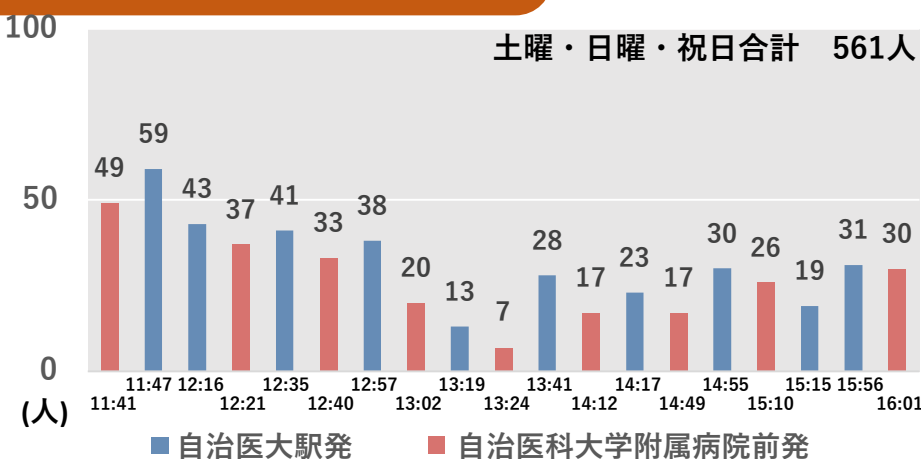
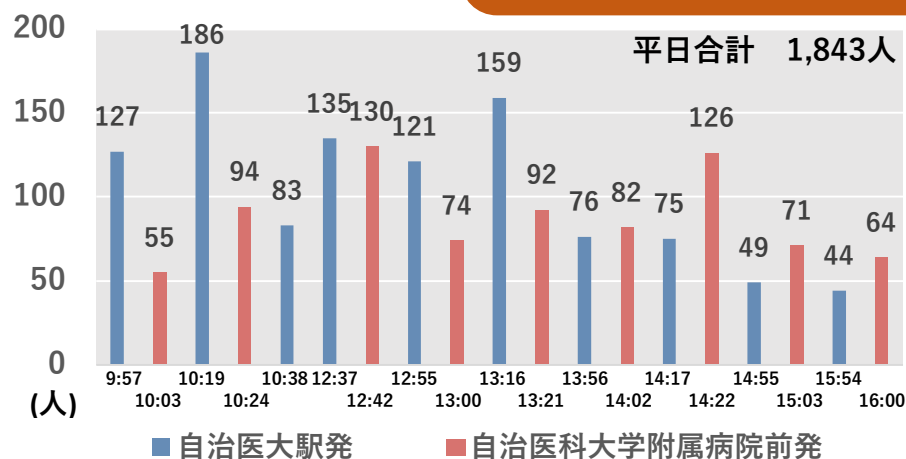
- 平日と土曜・日曜・祝日の運行時間帯が異なることや土曜・日曜・祝日は自治医科大学附属病院が休診日であることから、平日の利用者数の方が土曜・日曜・祝日の利用者数よりも多いことを確認
- 実験期間中は晴天が多く天候ごとの利用者数の傾向の差異は未確認
- 平日において、13時頃までは自治医大駅発の利用者が多く、14時以降は自治医科大学附属病院発の利用者が多い傾向を確認

日別利用者数



合計 2,404人

便別利用者数



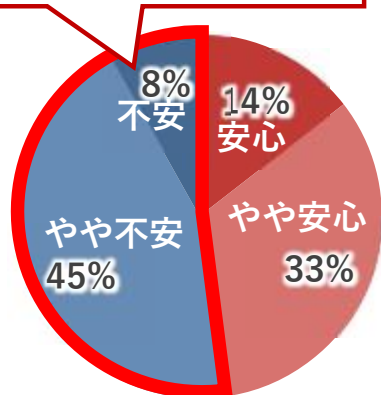
3. 実験結果の検証 (2) 社会受容性 ②自動運転バスに対する印象

15

- 実際に乗車することで、自動運転バスに対する「不安」「やや不安」が53%から30%に減少。「不安」「やや不安」に感じた理由として、「急停止」が多く、走行安全性の向上が課題
- 自動運転バスに対する満足度については、14%が「満足できなかった」と回答した。理由として、「不安になる走行だった」が最も多く、自動運転バスの乗り心地や快適性向上に関する検討が課題

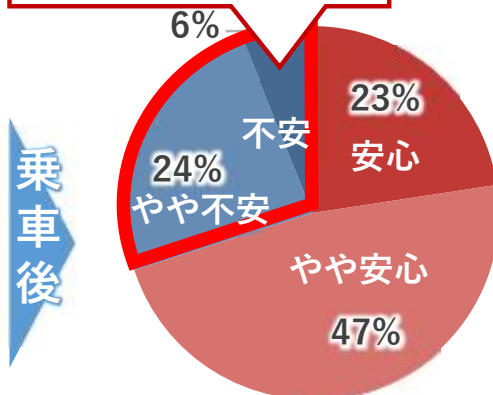
自動運転バスに対する安心感

「不安・やや不安」53%



n=394(無回答16)

「不安・やや不安」30%

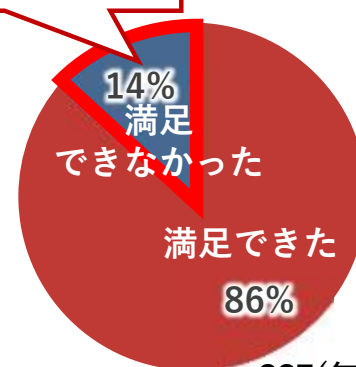


n=394(無回答16)

乗車後

自動運転バスに対する満足度

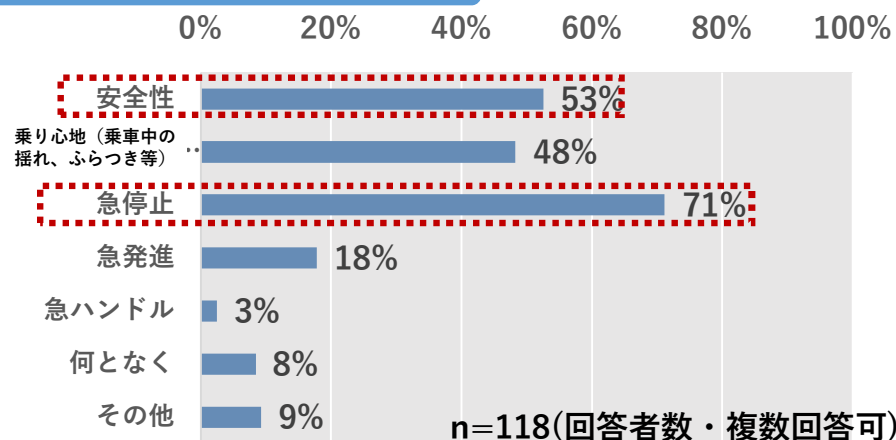
「満足できなかった」14%



n=387(無回答23)

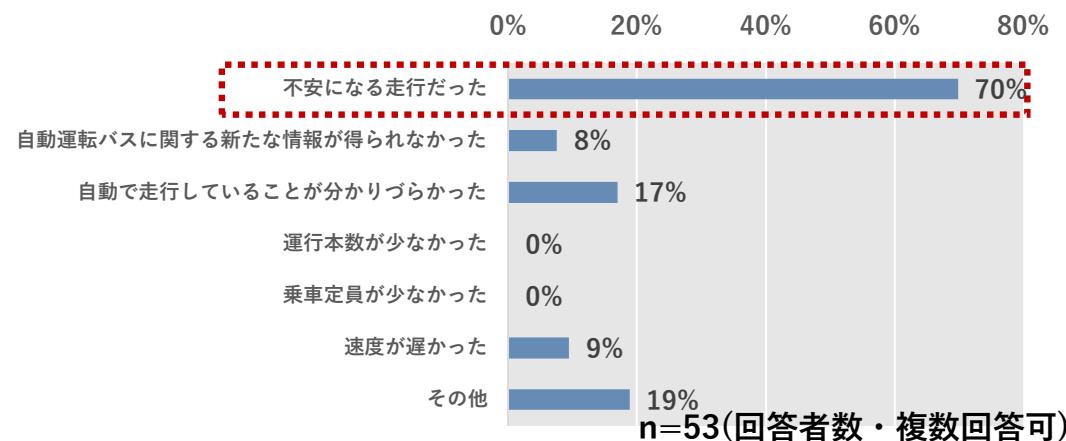
■ 満足できた ■ 満足できなかった

不安・やや不安に感じた理由



n=118(回答者数・複数回答可)

満足できなかった理由



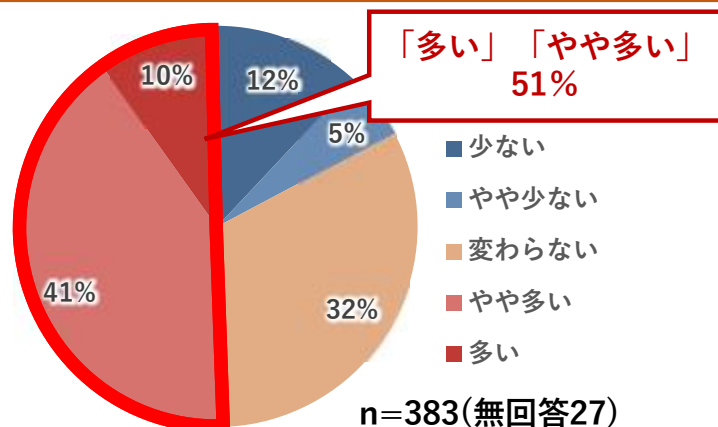
n=53(回答者数・複数回答可)

3. 実験結果の検証 (2) 社会受容性 ③自動運転バスの受容性

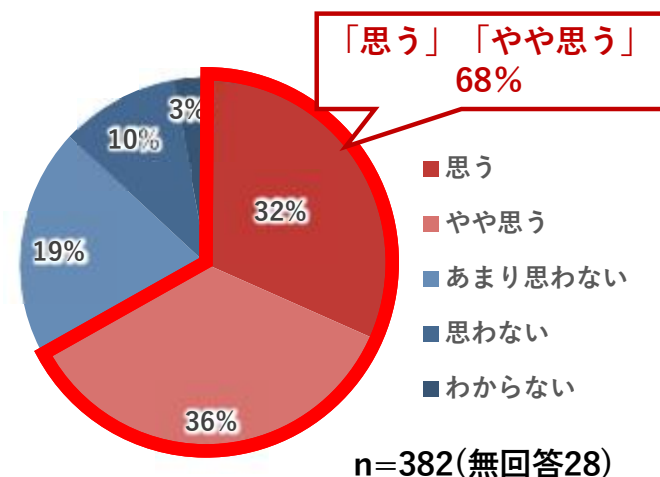
16

- 手動運転の路線バスと比較した急ブレーキ等の回数の印象について、回答者の51%が「多い」「やや多い」と回答。一般車両が行き交う中での自動走行やバス停での停止はスムーズだったかとの設問に、68%が「思う」「やや思う」と回答
- 自動運転バス本格導入による路線バスの利便性・安全性が向上することへの期待を確認

走行の安定性について

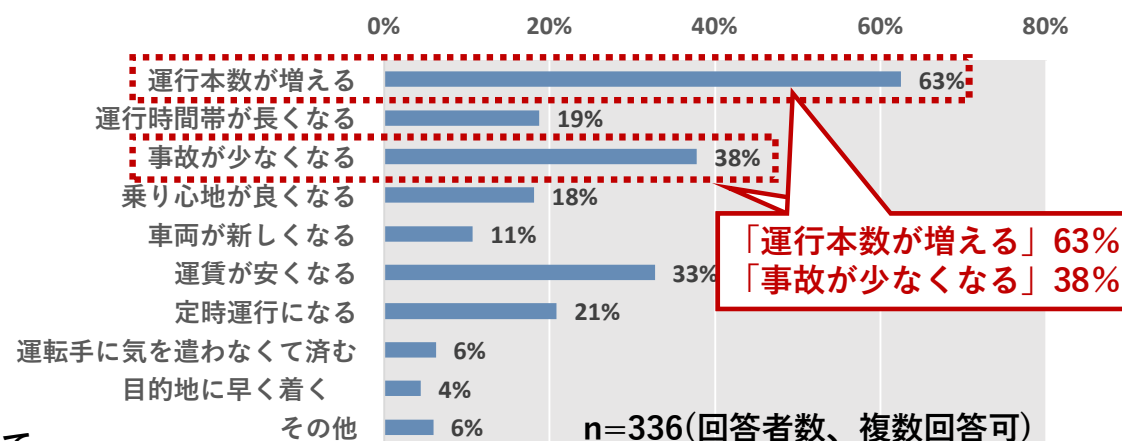


▲一般的な路線バスと比べた急ブレーキ等の回数の印象について



▲今回走行環境の中での自動走行・停止はスムーズであったか

自動運転バス実現時に期待すること



参加者から得られた意見

好意的な意見

- 普段乗っているバスよりも滑らかな運行だった
- バス停への停車もスムーズで、車や人を検知できるとで事故の防止につながると感じた
- 本格導入されることが楽しみ

改善点

- 車いす利用者や長い路線での乗客対応に対応できるか
- 車内安全の観点から保安員は必要であり、今後悪天候時の安全な走行も実現することも課題

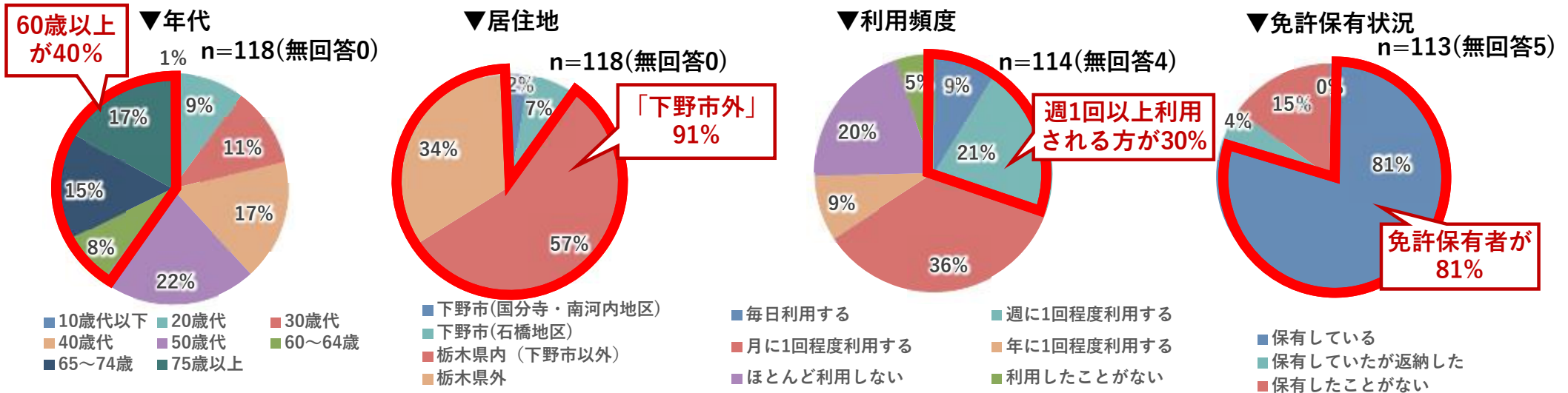
出典：実験参加者アンケートでの自由回答意見（一部表現を改めています）

3. 実験結果の検証 (2) 社会受容性 ④通常利用客へのアンケート

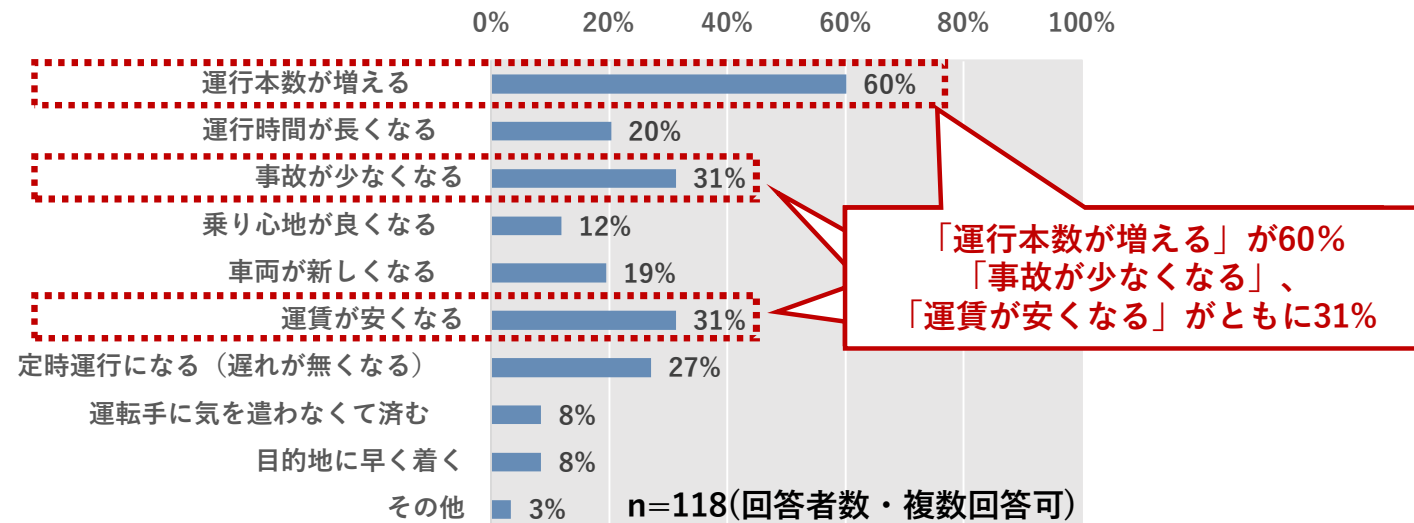
17

- 現在のバス利用者の多くは、下野市外からの高齢者であり、週1回以上利用する人が30%
- アンケート結果から、自動運転バスによる利便性、安全性向上に期待の声

利用者属性



自動運転バス実現時に期待すること



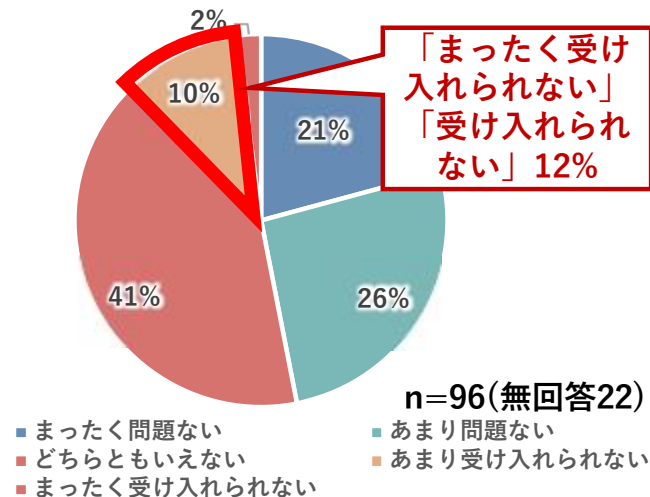
3. 実験結果の検証 (2) 社会受容性 ④通常利用客へのアンケート

18

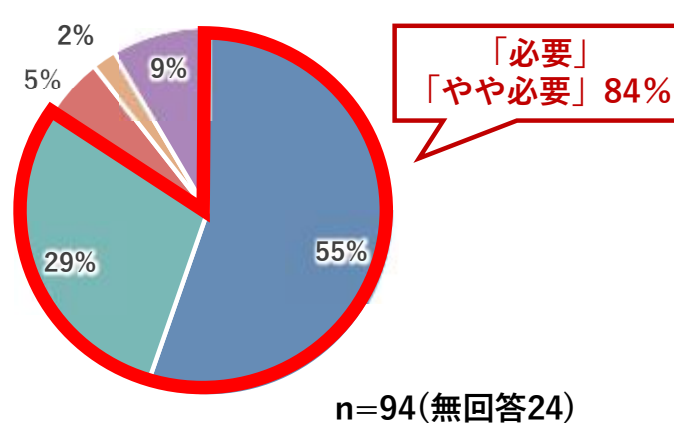
- 自動運転バスが緊急的に手動運行することへの拒否感は少ない
- 車内の監視員・保安員を求める声も多い
- 自動運転バスであっても人が乗車することによる安全性・安心感を求める声が多い
- これまでと変わらないサービス水準を求める声あり

自動運転バスの本格導入に必要なサービス

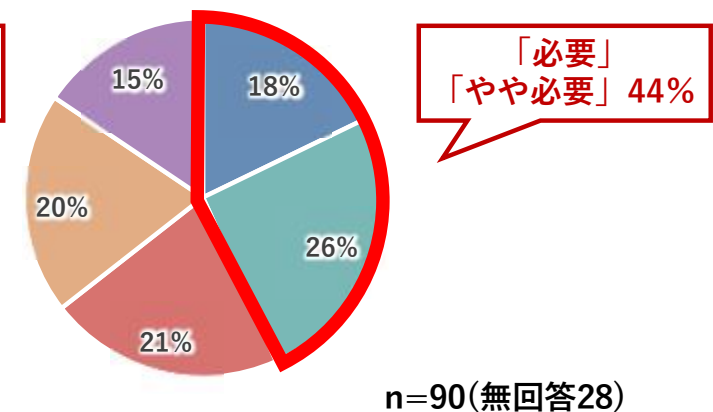
▼悪天候等の手動運行について



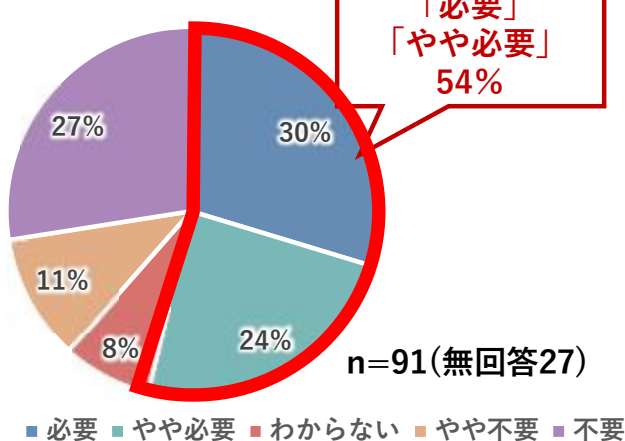
▼運転席の監視員（緊急時の対応員）の有無



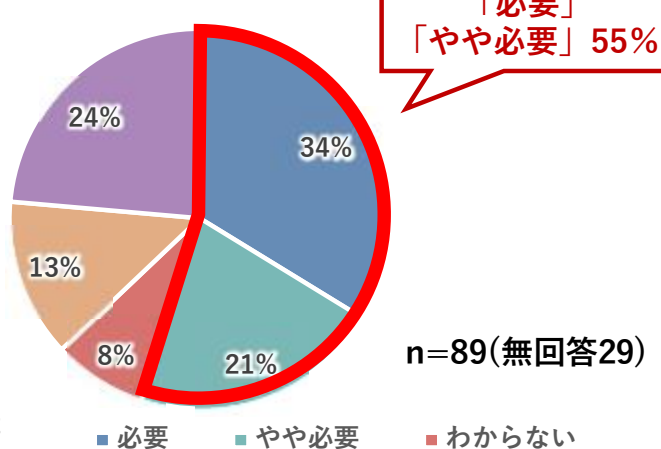
▼車内の係員（運転はしない保安員・車掌）の有無



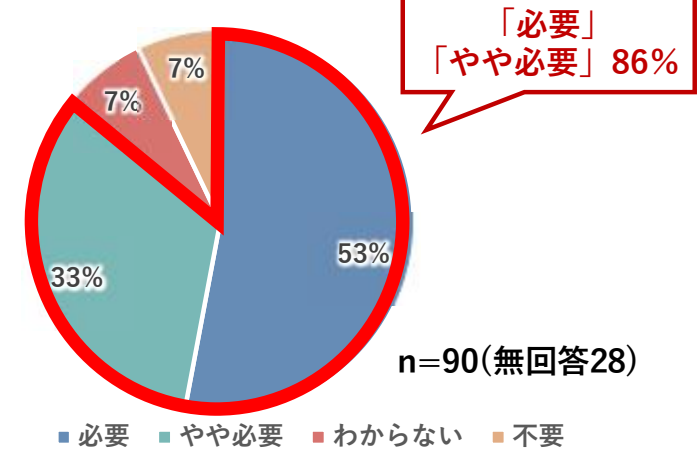
▼現金支払いの有無



▼紙の時刻表の有無



▼車内アナウンスの有無

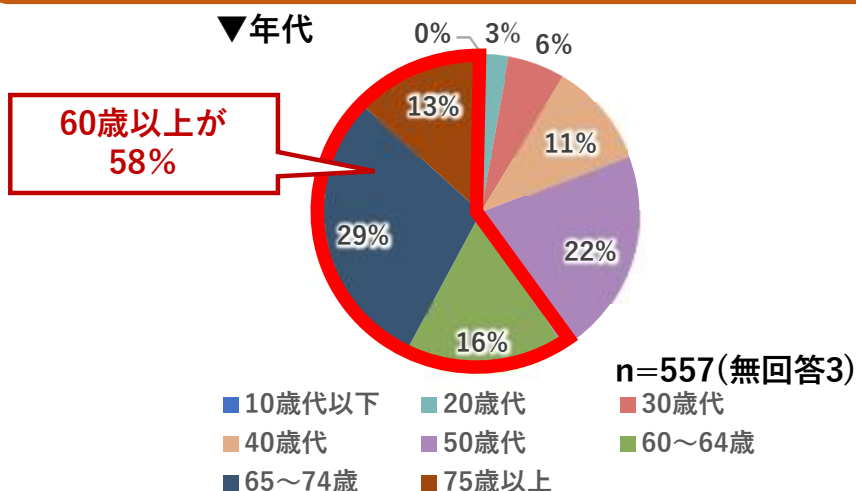


3. 実験結果の検証 (2) 社会受容性 ⑤周辺住民へのアンケート

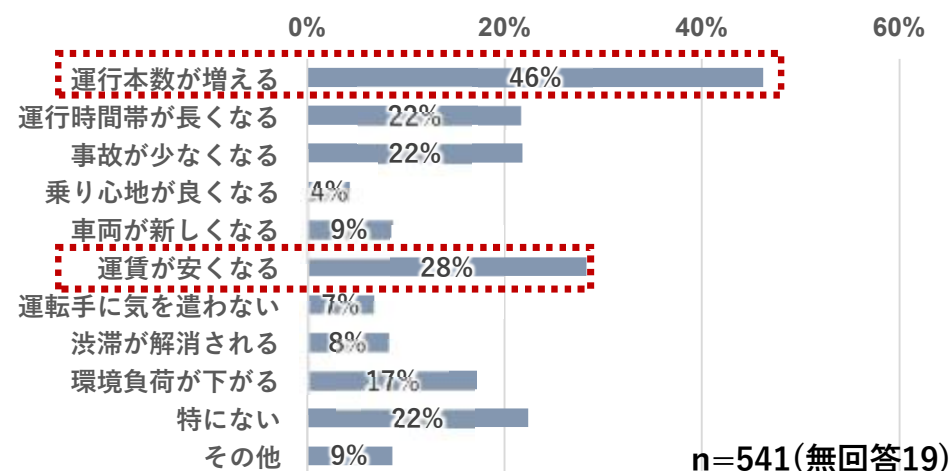
19

- 既存営業バス路線の沿線住民を対象にアンケートを実施
- 周辺住民の当該路線の利用はほぼないが、自動運転バス本格運行による利便性向上に期待の声
- 自動運転バス実現時において、システムトラブルによる事故を心配する回答が70%以上であることから、自動運転バスに対する正しい理解の促進が必要

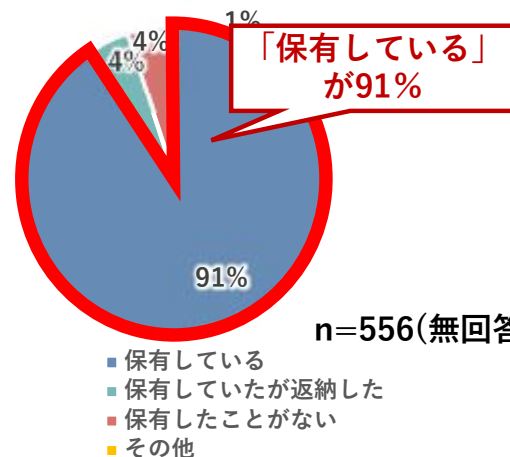
回答者属性



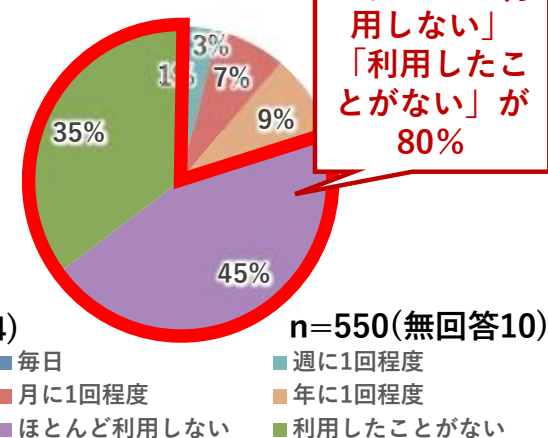
自動運転バス実現時に期待すること



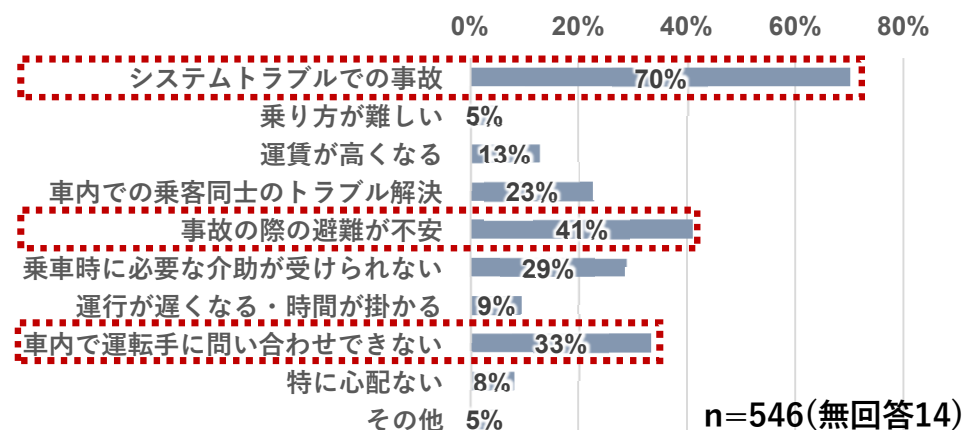
▼免許保有状況



▼利用頻度



自動運転バス実現時に不安/懸念すること



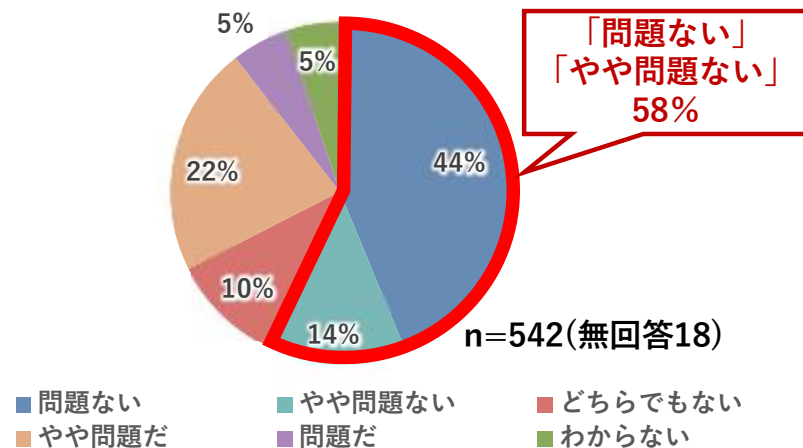
3. 実験結果の検証 (2) 社会受容性 ⑤周辺住民へのアンケート

20

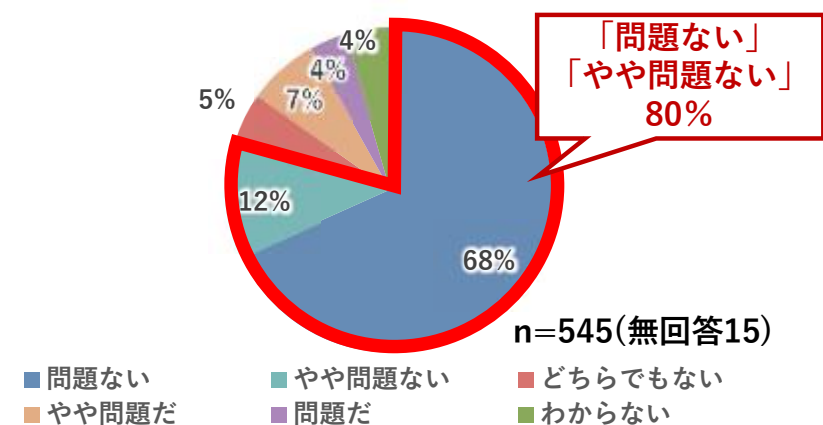
- 自動運転バス運行による道路利用環境の変化は許容できる
- サービス水準の低下には問題意識あり

既存営業バス路線における本格導入に必要なサービス

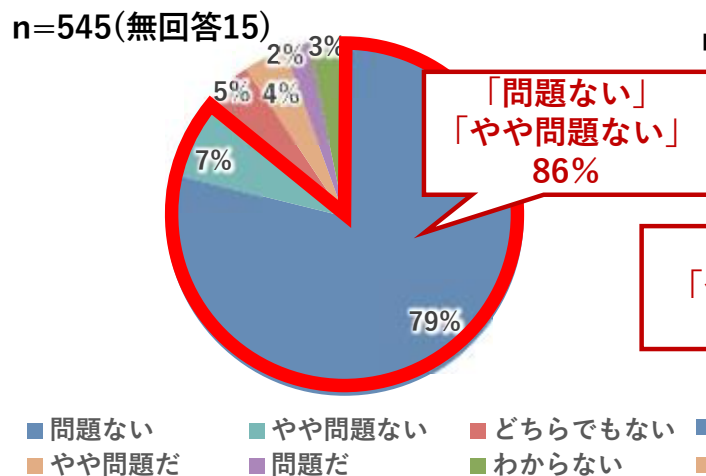
▼自動運転車両の走行速度が通常車両より遅いことに対する受容性



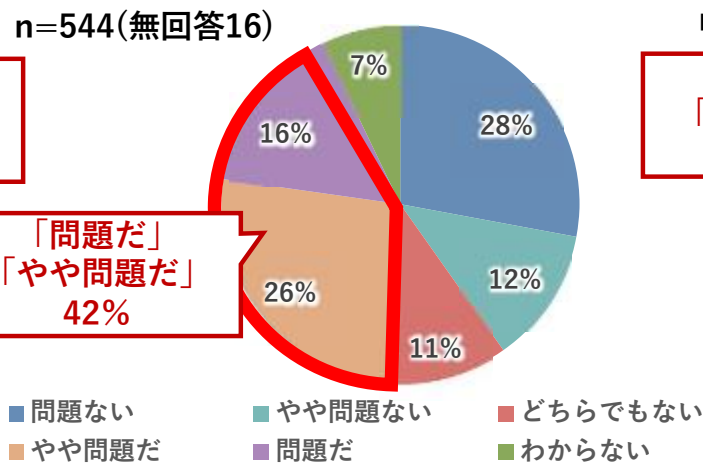
▼路上駐車を取り締まり強化に対する受容性



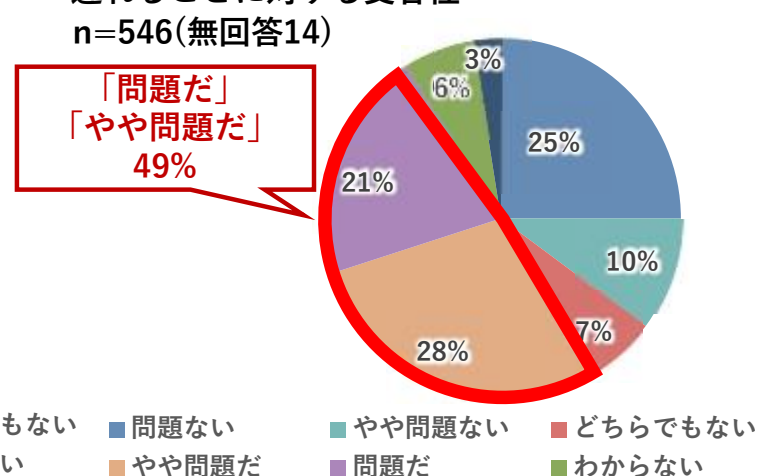
▼道路への走行支援機器の設置に対する受容性



▼悪天候等の影響による運行不可日数増加に対する受容性



▼緊急事態発生時の人が駆けつけるまで対応が遅れることに対する受容性



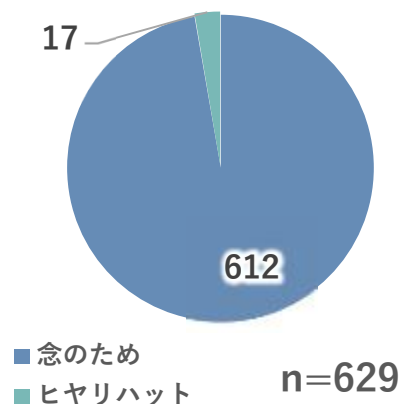
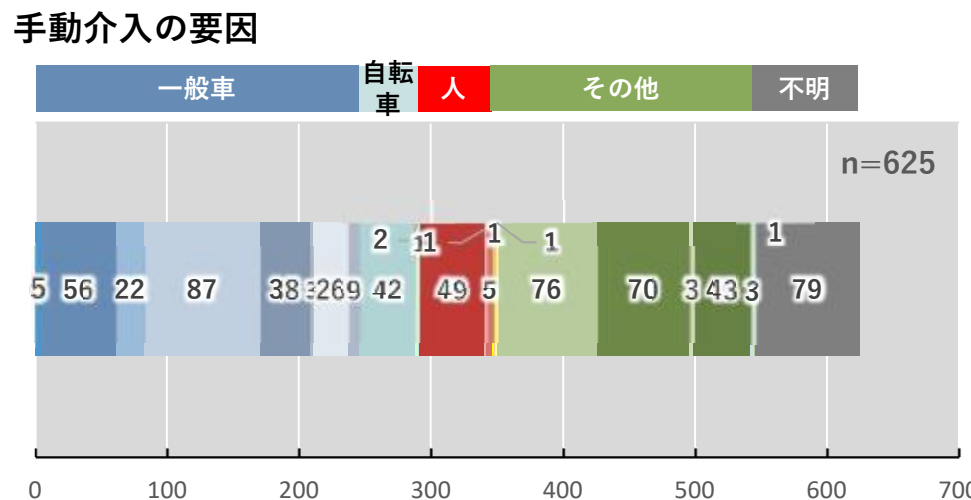
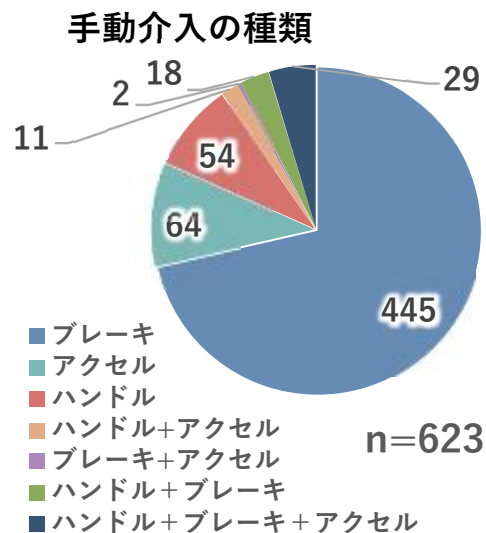
- 運行管理側からは無人自動運転バスの導入時における緊急時の体制構築や自動運転バスの運行に対する利用者の受容性の向上が必要という意見を確認
- 運転士からは自動運転バスと手動運転車両の挙動の違いがあること、車内スタッフからは路上駐停車車両に対する車両制御や周辺住民の受容性の醸成等に課題があることを確認

項目	主な意見	意見を踏まえた対応案
運行管理	◆ 無人自動運転バスを本格導入する場合、緊急時に車内乗務員がいないため救護活動等の遅れにつながることを懸念している。 <u>緊急時でも迅速に対応できる体制構築</u> が求められる。	・ 緊急時に対応可能な運行体制を構築するため、遠隔監視システムの導入可能性の検証
乗務員の負担軽減について	□ 実験開始初期は自動運転バスの挙動が普段運転している車両挙動と異なることに不安を感じていたが、 <u>運転回数を重ねることで自動運転バスの挙動に慣れ安心できた。</u>	・ 運転士や乗務員に対して、事前に自動運転バスの挙動に関する研修の実施や車両制御の設定等への参画
車両技術	● 路上駐停車車両の脇を通過する際、 <u>自動運転バスの走行速度が速く不安に感じたため、路上駐停車車両脇を通過する際の车速の調整</u> が必要。	・ 路上駐停車車両を検知した際に減速するなど乗客に対して不安を与えない車両制御が必要
走行環境	◆ 乗客の乗降時の負担軽減のため停留所への正着が求められるが、一般車用の乗降場を避けて <u>自治医大駅停留所に進入する必要があり、正着することが難しい。</u> □ 実証実験では交差点内において手動介入やブレーキが多く発生したため、 <u>スムーズに交差点を通過するためのインフラ整備</u> が必要と感じた。 ● 路上駐停車車両を回避するための手動介入が多く、今後スムーズな自動運転による運行を実現するため、 <u>路上駐停車を抑制</u> する必要がある。	・ 自動運転バスが自治医大駅停留所において正着できるような駅ロータリーの区画やレイアウトの変更 ・ 方向別信号の設置や完全歩車分離構造の交差点の検討と路車協調等によるインフラ側からの支援の検討 ・ 周辺住民の自動運転バスに対する受容性の醸成
サービス	◆ 自動運転バスは <u>通常のバスよりも所要時間がかかることを利用者に対して周知し、受け入れてもらう必要がある。</u> □ 無人自動運転バスを本格導入する場合、 <u>障害者等の乗降支援策</u> について検討する必要がある。	・ 自動運転バスの運行に対する受容性の向上 ・ 車両や停留所のバリアフリー・ユニバーサルデザインの検討

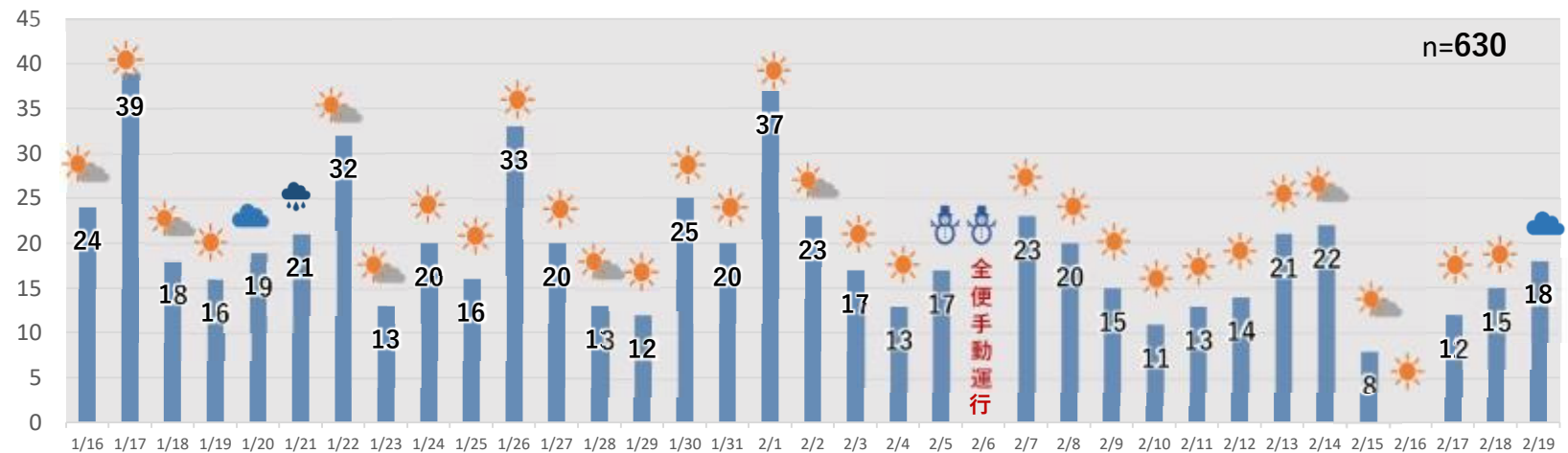
3. 実験結果の検証 (3) 走行安全性 ①手動介入の発生状況

22

- 実験期間中(646便・走行距離581.4km)630件(1便あたり0.98回)の手動介入が発生(うちヒヤリハット17件)
- 手動介入の種類は、ブレーキ操作:445件(約71%)、アクセル操作:64件(約10%)、ハンドル操作:54件(約9%)
- 手動介入の最も多い要因は、「対向車の接近」が87件(約14%)、次いで、「信号通過の判断違い」が76件(約12%)、「交差点右左折時の危険回避」が70件(約11%)



日別の手動介入回数



3. 実験結果の検証 (3) 走行安全性 ①手動介入の発生状況

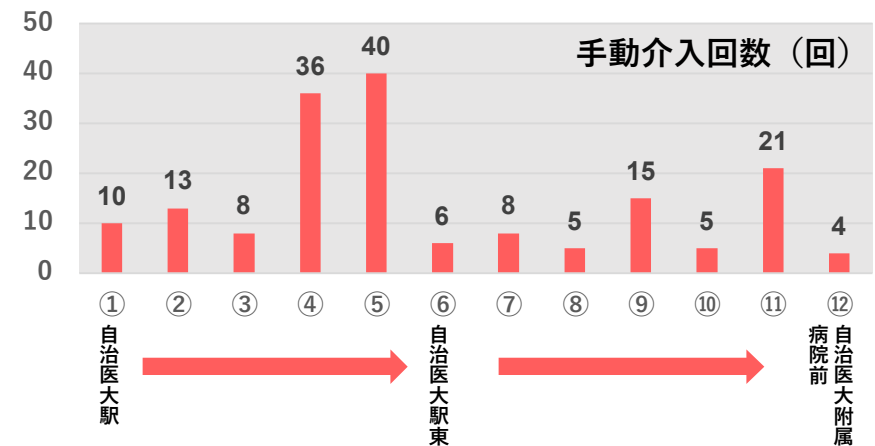
23

- 走行ルートを実験路、交差点、停留所で12区間に分割し、区間毎の手動介入回数を集計
- 手動介入は、信号機あり交差点で右左折を行う祇園交番前交差点が最多
(往路⑤:40回、復路②⑩:220回)
- 停留所付近の手動介入は、復路:自治医大病院内が80回と最も多く、次いで、往路:駅前ロータリー内が19回

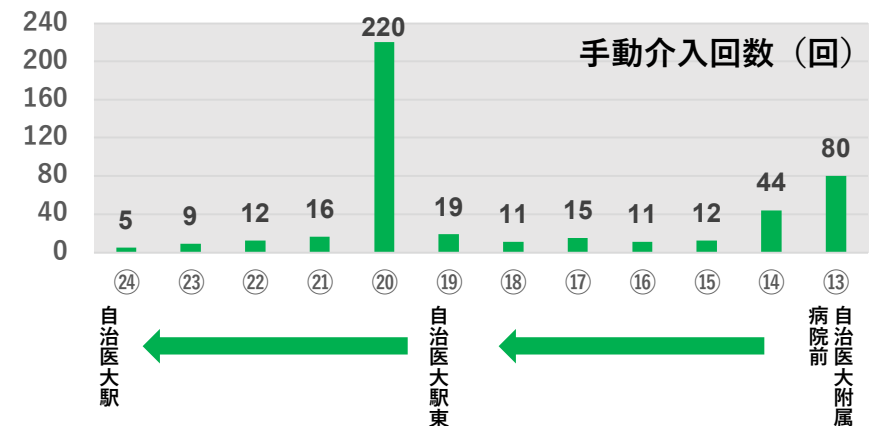
区間別手動介入回数



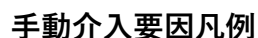
往路：自治医大駅→自治医大附属病院前



復路：自治医大附属病院前→自治医大駅



- 祇園交番前交差点における手動介入事例：右折時のブレーキ操作



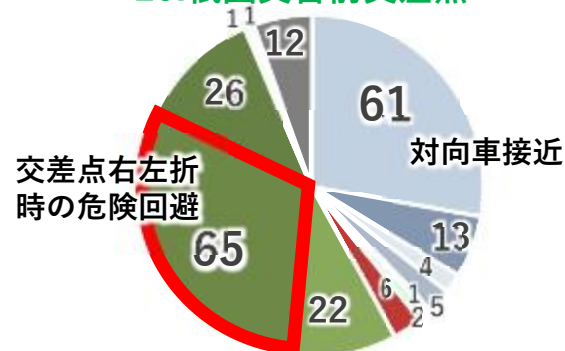
- | | |
|----------------------------|------------------|
| ■ バス・タクシーの追い越し | ■ 路上停車 |
| ■ 施設の入出力車両 | ■ 対向車接近 |
| ■ 隣接者接近 | ■ 後続車追越し |
| ■ 先行車に対する制動不十分 | ■ 交差点・ロータリー内の道譲り |
| ■ バイク 後続車の追い抜き | ■ バイク 追い抜き以外 |
| ■ 自転車の横断 | ■ 自転車の接近 |
| ■ 自転車への接近 | ■ 歩行者の横断 |
| ■ バス停で待つ人の検知 | ■ 横断歩道で待つ人の検知 |
| ■ 街路樹 | ■ 街路樹以外の障害物 |
| ■ 動物 | ■ 道路環境 |
| ■ 信号通過の判断違い | ■ 交差点右左折時の危険回避 |
| ■ バス停の停止位置のずれ | ■ 赤信号頭停車 |
| ■ GPSの感度低下 | ■ 地図の不具合 |
| ■ 車両センサの不具合 (LiDAR、車両カメラ等) | ■ システムエラー等 |
| ■ その他 | |

対向車が遠方にあり、センサ検知対象外のため、交差点到達前に通過可能と判断

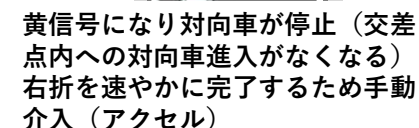
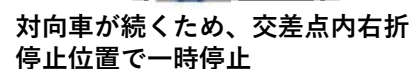
A diagram of a crosswalk intersection. A bus is shown in the center of the intersection, moving from the bottom towards the top. A red arrow points upwards from the bus, indicating its direction of travel. The intersection has four traffic lights. The traffic light on the left (facing the bus) is green. The traffic light on the right (facing the bus) is also green. The traffic light at the top (facing the bus) is red. The traffic light at the bottom (facing the bus) is red. The bus is positioned in the center of the intersection, between the two green traffic lights. The bus is a yellow and black vehicle. The intersection is marked with white dashed lines. The background is a light gray color.

手動介入発生回数と要因

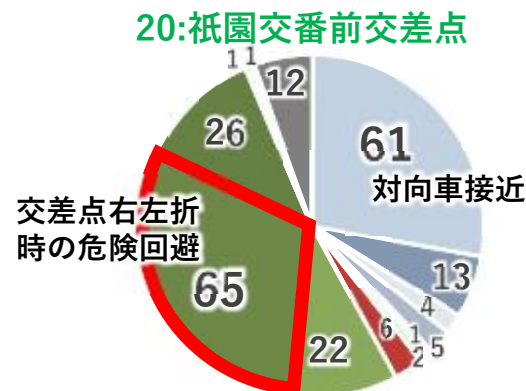
20: 祇園交番前交差点



- ## 祇園交番前交差点における手動介入事例：右折時のアクセル操作



手動介入発生回数と要因



3. 実験結果の検証 (3) 走行安全性 ①手動介入の発生状況

26

- 自治医大病院前交差点南進時において自動運転バスの走行ルート上に右折車が進入したため、避けるための手動介入(ハンドル操作)が多い
- 交差点内の一時停止位置や誘導線による明示が不十分で、対向右折車が自動運転バスの走行経路を妨害していることが課題

自治医大病院前交差点における手動介入事例：南進時のアクセル操作①



手動介入要因凡例

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> バス・タクシーの追い越し 施設の出入り車両 隣接者接近 先行車に対する制動不十分 バイク 後続車の追い抜き 自転車の横断 自転車への接近 バス停で待つ人の検知 街路樹 動物 信号通過の判断違い バス停の停止位置のずれ GPSの感度低下 車両センサの不具合 (LiDAR、車両カメラ等) その他 | <ul style="list-style-type: none"> 路上停車車 対向車接近 後続車追越し 交差点・ロータリー内の道譲り バイク 追い抜き以外 自転車の接近 歩行者の横断 横断歩道で待つ人の検知 街路樹以外の障害物 道路環境 交差点有左折時の危険回避 赤信先頭停車 地図の不具合 システムエラー等 |
|--|--|

南進時のハンドル操作事例



手動介入発生回数と要因 14:自治医大病院前交差点



3. 実験結果の検証 (3) 走行安全性 ①手動介入の発生状況

27

- 自治医大病院前交差点南進時において、自動運転バスが交差点進入した際に、右折開始した対向車より先に交差点を通過するための手動介入(アクセル操作)が多い
- 交差点進入前における信号灯色情報の検知精度の向上と交通参加者の交通ルール遵守(社会受容性の醸成)が課題

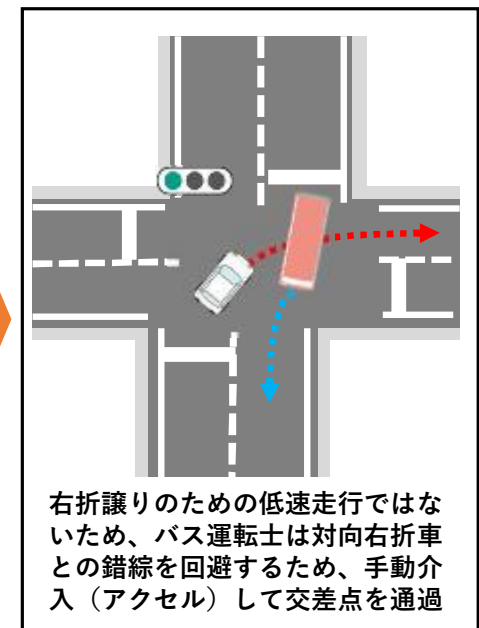
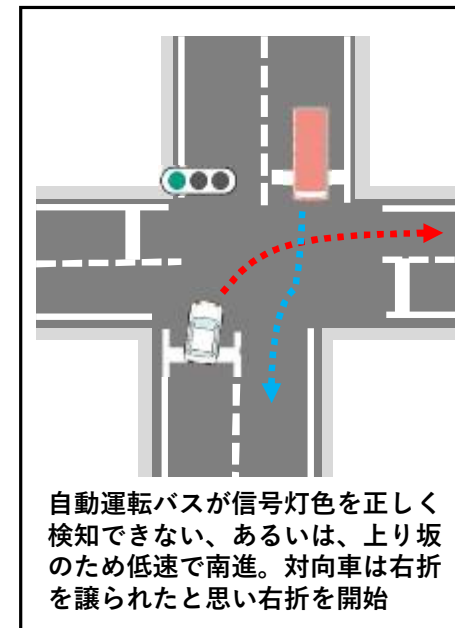
自治医大病院前交差点における手動介入事例：南進時のアクセル操作②



手動介入要因凡例

- バス・タクシーの追い越し
- 施設の出入り車両
- 隣接者接近
- 先行車に対する制動不十分
- バイク 後続車の追い抜き
- 自転車の横断
- 自転車への接近
- バス停で待つ人の検知
- 街路樹
- 動物
- 信号通過の判断違い
- バス停の停止位置のずれ
- GPSの感度低下
- 車両センサの不具合 (LiDAR、車両カメラ等)
- その他
- 路上停車
- 対向車接近
- 後続車追越し
- 交差点・ロータリー内の道譲り
- バイク 追い抜き以外
- 自転車の接近
- 歩行者の横断
- 横断歩道で待つ人の検知
- 街路樹以外の障害物
- 道路環境
- 交差点有左折時の危険回避
- 赤信先頭停車
- 地図の不具合
- システムエラー等

南進時のアクセル操作事例



手動介入発生回数と要因



3. 実験結果の検証 (3) 走行安全性 ②課題と今後の対応案

28

- 祇園交番前交差点の右折時において、対向車接近情報や信号灯色の切り替わりタイミングを情報伝達する路車協調が必要
- 自治医大病院前交差点の南進時において、自動運転バスの走行経路を確保するため交差点内に対向右折車の一時停止位置等のインフラ整備や交通ルール遵守等の社会受容性の醸成が必要

走行ルート上の問題点	実証実験で得られた課題	今後の対応策
・ 祇園交番前交差点右折時において対向車接近による危険回避の手動介入（ブレーキ操作）が多い	・ 対向車接近情報（インフラからの情報）の入手	● 路側センサー設置等の路車協調による支援
	・ 自動運転バスの交差点内における円滑な通過（スムーズな加速：車両性能）	◆ スムーズな加速を可能とする車両性能の向上
・ 祇園交番前交差点右折時において、自動運転バスが交差点内で一時停止し、信号灯色の切り替わりのタイミングで交差点を通過する（抜け切る）ための手動介入（アクセル操作）が多い	・ 自動運転バスの交差点内における円滑な通過（スムーズな加速：車両性能）	◆ スムーズな加速を可能とする車両性能の向上
	・ 信号灯色が切り替わるタイミングの入手（インフラからの情報）	● 路車協調による信号現示（灯色情報・残秒数）情報の提供
・ 自治医大病院前交差点南進時において自動運転バスの走行ルート上に右折車が進入したため、避けるための手動介入（ハンドル操作）が多い	・ 交差点内の車両動線の錯綜	● 対向右折車の一時停止位置や誘導線の明示等のインフラ整備
	・ 対向右折車が自動運転バスの走行経路を阻害していることが課題	◆ 対向右折車の一時停止位置を踏まえた走行ルートの設定
・ 自治医大病院前交差点南進時において、自動運転バスが交差点進入した際に、右折開始した対向車より先に交差点を通過するための手動介入（アクセル操作）が多い	・ 交差点進入前における信号灯色情報の検知精度の向上	● 路車協調による信号灯色情報の提供 ◆ 搭載センサの検知精度の向上
	・ 交通参加者の交通ルール遵守（社会受容性の醸成）	■ 交通参加者への交通ルールの講習実施

【凡例】

◆：自動運転技術による対応

●：ハード整備が必要な対応

■：その他の対応

3. 実験結果の検証 (5) 自動運転バスの定時性に関する検証

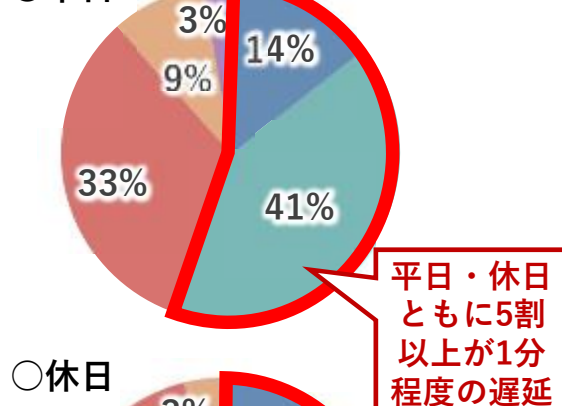
29

- 今回の実証実験では、自動運転での運行による遅延の可能性を考慮し、折り返し時間に余裕のあるダイヤを中心に自動運転バスによる運行を実施
- 1便あたりの想定所要時間4分に対して、平日・休日ともに1分程度の遅延で概ね運行
- 次年度以降の実証実験において、自動運転で運行するダイヤの増便検討が可能と推察

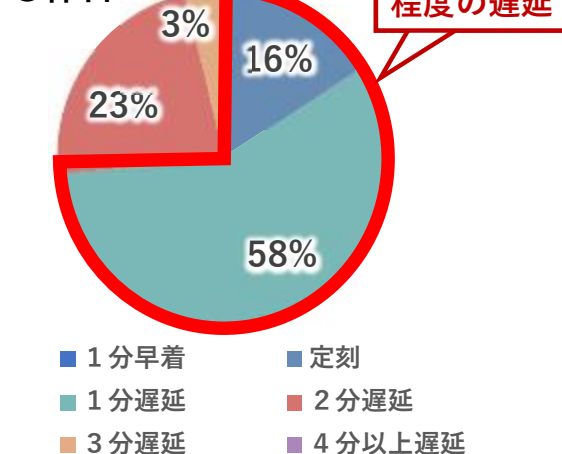
自治医大駅～自治医大病院間の所要時間

◆停留所間の所要時間に対する定時性

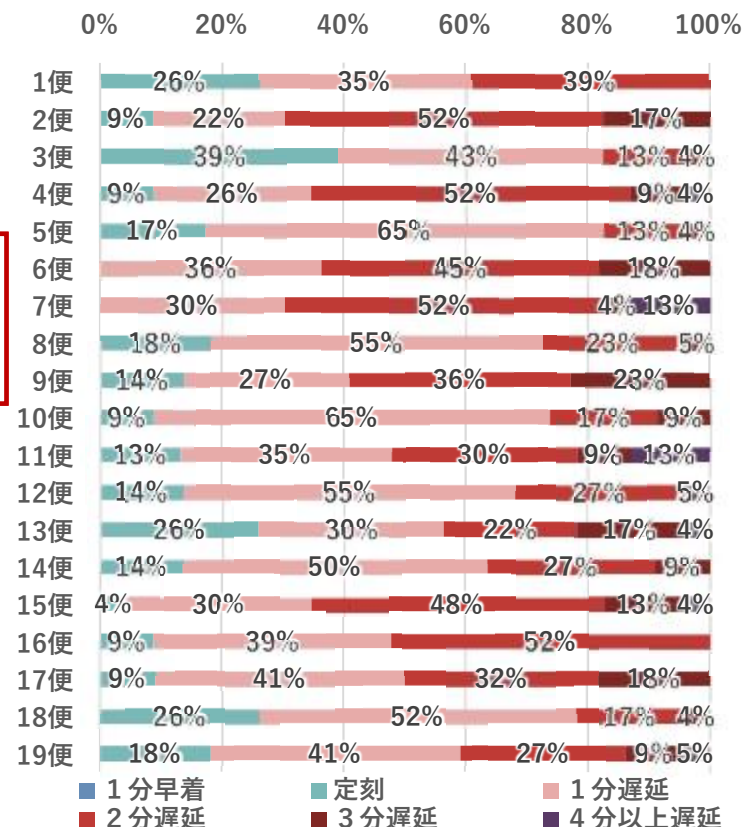
○平日



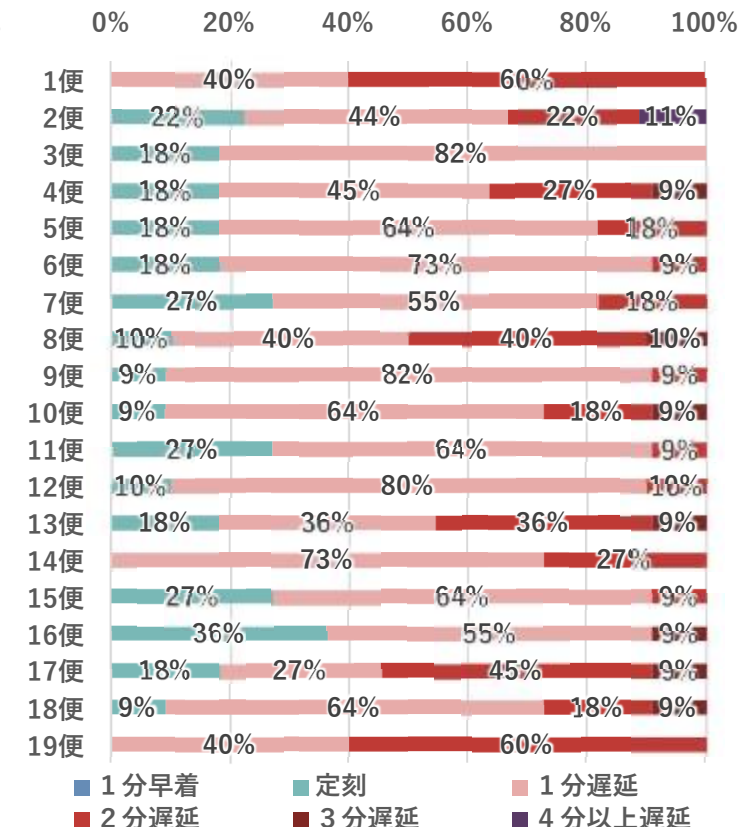
○休日



◆平日/便ごとの所要時間



◆土日祝/便ごとの所要時間



4. 自治医大線での自動運転バス実装に向けて

- バス運転士の人手不足に対応するため、自動運転レベル4の実現による省人化・負担軽減に向けた、自動運転技術向上やインフラ連携による走行安全性、快適性の向上、周辺住民の自動運転バスに対する理解醸成が課題
- 既存営業バスと同様のサービスレベルを確保するためには、緊急事態が発生した際の迅速な対応や障害者等の乗降支援策が必要

達成すべき目標	必要な対応	実装に向けた課題と今後の対応案
自動運転レベル4の実現による省人化・負担軽減	自動運転技術の向上	<ul style="list-style-type: none">・ロータリー内は歩行者や自転車の横断、他車両の影響による急な加減速や手動介入を減少させるため、LiDARや単眼カメラ等の検知エリアの拡大・商業施設前の路上駐停車車両等を回避するため、自動による回避機能の導入・自動運転バスの快適性を向上させるため、加減速等の設定やブレーキの滑らかさといった車両制御の改善
	インフラ連携	<ul style="list-style-type: none">・自動運転バスの交差点通過の円滑性を確保するため、右折信号の設置や完全歩車分離式の交差点設計等の検討・信号機あり交差点右左折時における対向車情報や信号現示情報を入手するための路車協調支援
	運転士の育成	<ul style="list-style-type: none">・自動運転バスの操作方法や走行ルート上における車両制御について、初心者の運転士に対しても分かりやすい教育、十分な研修期間の確保
	交通参加者の自動運転バスに関する理解醸成	<ul style="list-style-type: none">・自動運転バスに対する不安の低減のため自動運転バスに関する講習会や班回覧等を用いた情報発信・自動運転バスが走行しやすい走行環境を実現するための交通参加者の交通ルール遵守
既存営業バスと同様のサービスレベルの確保	緊急事態発生時の体制構築	<ul style="list-style-type: none">・自動運転バスが導入した場合、事故等の緊急時の迅速な対応が必要であり、遠隔監視システム導入の検討や緊急時の駆けつけ時間の検証
	障害者等の乗降支援策の確保	<ul style="list-style-type: none">・車いすやベビーカーを持った乗客に対する乗降支援が自動運転バス導入時に必要であり、車両や停留所のバリアフリー・ユニバーサルデザインの検討
	定時性の確保	<ul style="list-style-type: none">・自動運転バスでも遅延なく運行できるよう運行ダイヤの見直し

参考資料

■ 市道区間の単路部の手動介入は要因「施設への出入り」や「路上駐停車」が多い

単路部の手動介入要因



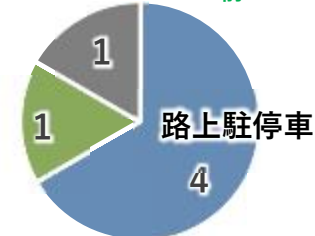
手動介入要因の例

- バス・タクシーの追い越し
- 施設の出入り車両
- 隣接者接近
- 先行車に対する制動不十分
- バイク 後続車の追い抜き
- 自転車の横断
- 自転車への接近
- バス停で待つ人の検知
- 街路樹
- 動物
- 信号通過の判断違い
- バス停の停止位置のずれ
- GPSの感度低下
- 車両センサの不具合 (LIDAR、車両カメラ等)
- その他
- 路上駐停車
- 対向車接近
- 後続車追越し
- 交差点・ロータリー内の通過
- バイク 追い抜き以外
- 自転車の接近
- 歩行者の横断
- 横断歩道で待つ人の検知
- 街路樹以外の障害物
- 道路環境
- 交差点右左折時の危険回避
- 赤信号停車
- 地図の不具合
- システムエラー等

2: TSUTAYA前



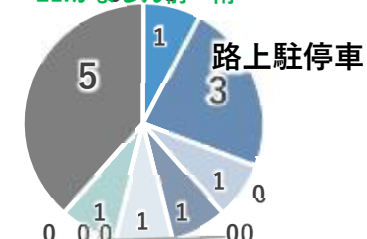
23: TSUTAYA前



4: かましん前 南



21: かましん前 南



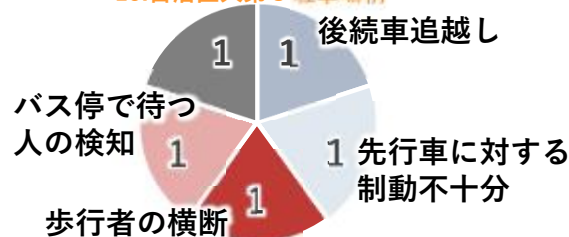
8: セブンイレブン・ビノオ薬局前



17: セブンイレブン・ビノオ薬局前



10: 自治医大病院第3駐車場前



15: 自治医大病院第4駐車場前



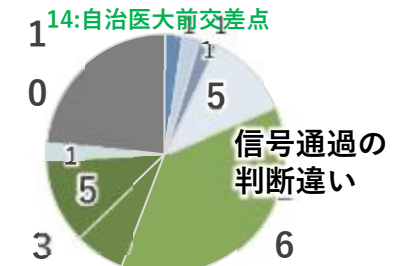
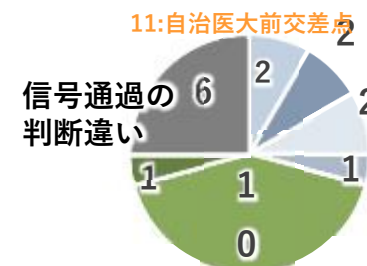
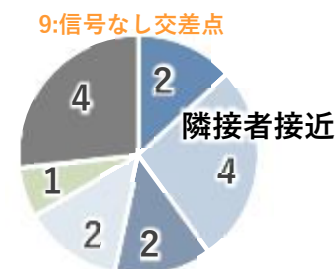
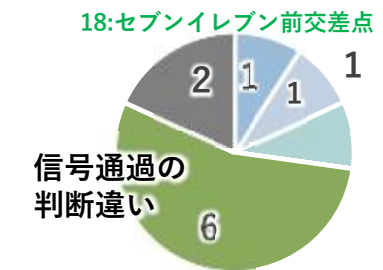
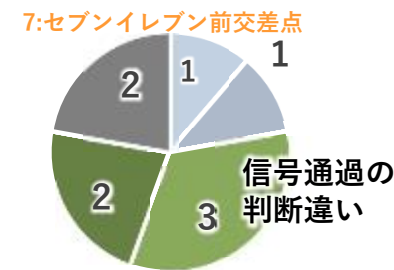
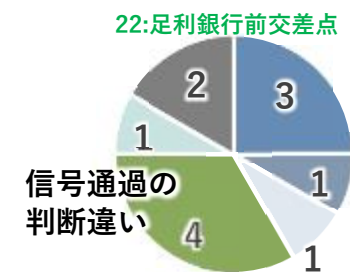
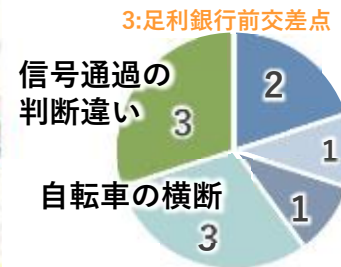
■ 交差点付近の手動介入は要因「信号通過の判断違い」が多い

交差点付近での手動介入要因



手動介入要因凡例

- バス・タクシーの追い越し
- 施設の出入り車両
- 隣接者接近
- 先行車に対する制動不十分
- バイク 後続車の追い抜き
- 自転車の横断
- 自転車への接近
- バス停で待つ人の検知
- 街路樹
- 動物
- 信号通過の判断違い
- バス停の停止位置のずれ
- GPSの感度低下
- 車両センサの不具合 (LIDAR、車両カメラ等)
- その他
- 路上停車
- 対向車接近
- 後続車追越し
- 交差点・ロータリー内の道譲り
- バイク 追い抜き以外
- 自転車の接近
- 歩行者の横断
- 横断歩道で待つ人の検知
- 街路樹以外の障害物
- 道路環境
- 交差点右左折時の危険回避
- 赤信号頭停車
- 地図の不具合
- システムエラー等



- 祇園交差点左折時における手動介入は要因「自転車の横断」や「歩行者の横断」、右折時における手動介入は要因「対向車接近」や「交差点右左折時の危険回避」が多い

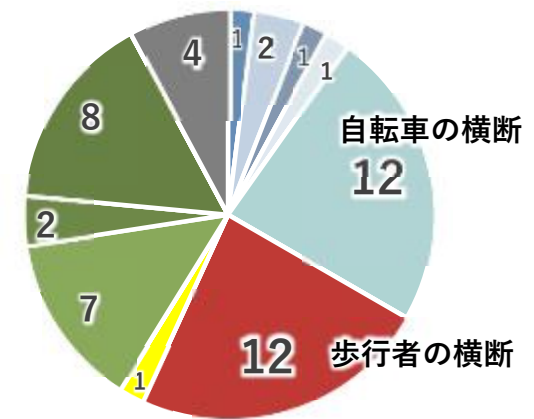
祇園交差点右左折時の手動介入要因



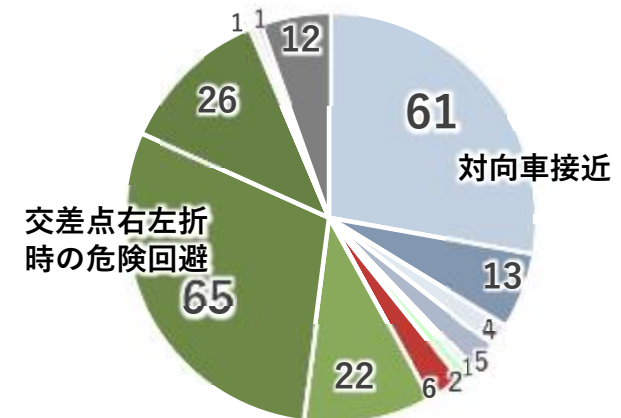
手動介入要因凡例

- バス・タクシーの追い越し
- 施設の出入り車両
- 隣接者接近
- 先行車に対する制動不十分
- バイク 後続車の追い抜き
- 自転車の横断
- 自転車への接近
- バス停で待つ人の検知
- 街路樹
- 動物
- 信号通過の判断違い
- バス停の停止位置のずれ
- GPSの感度低下
- 車両センサの不具合 (LiDAR、車両カメラ等)
- その他
- 路上停車
- 対向車接近
- 後続車追越し
- 交差点・ロータリー内の道譲り
- バイク 追い抜き以外
- 自転車の接近
- 歩行者の横断
- 横断歩道で待つ人の検知
- 街路樹以外の障害物
- 道路環境
- 交差点右左折時の危険回避
- 赤信先頭停車
- 地図の不具合
- システムエラー等

5:祇園交番前交差点



20:祇園交番前交差点

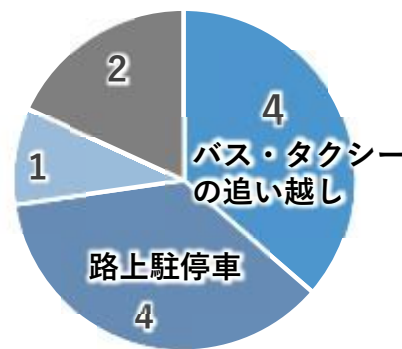


- 停留所付近では「バス・タクシーの追い越し」や「路上駐停車」、「自転車の横断」や「歩行者の横断」が多く、停留所ごとに手動介入要因の傾向に差異を確認

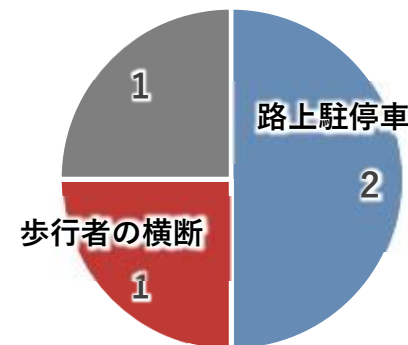
停留所付近での手動介入要因



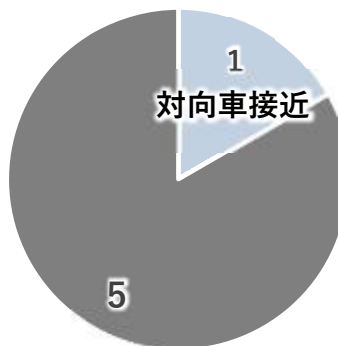
1:駅ロータリー



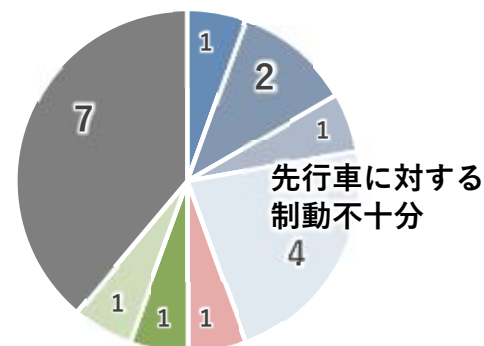
24:駅ロータリー



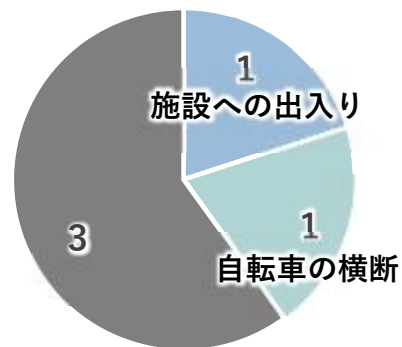
6:かましん前 東



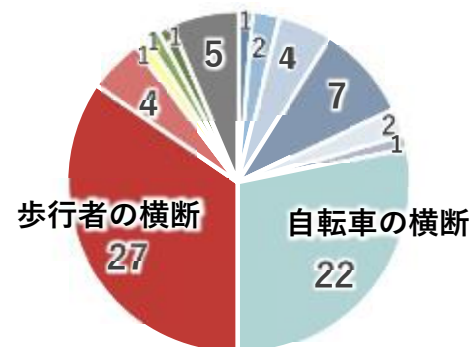
19:かましん前 東



12:自治医大病院内



13:自治医大病院内



- バス・タクシーの追い越し
- 施設の出入り車両
- 隣接者接近
- 先行車に対する制動不十分
- バイク 後続車の追い抜き
- 自転車の横断
- 自転車への接近
- バス停で待つ人の検知
- 街路樹
- 動物
- 信号通過の判断違い
- バス停の停止位置のずれ
- GPSの感度低下
- 車両センサの不具合 (LiDAR、車両カメラ等)
- その他
- 路上駐停車
- 対向車接近
- 後続車追越し
- 交差点・ロータリー内の道譲り
- バイク 追い抜き以外
- 自転車の接近
- 歩行者の横断
- 横断歩道で待つ人の検知
- 街路樹以外の障害物
- 道路環境
- 交差点右左折時の危険回避
- 赤信先頭停車
- 地図の不具合
- システムエラー等

参考1. 実験結果の検証 (3) 走行安全性 ①手動介入の発生状況

36

- 祇園交番前交差点付近では、自動走行割合が低下する傾向
- 天候別で比較すると、今回の実証実験においては晴天時と雨天時の自動走行割合に大きな差が見られなかった

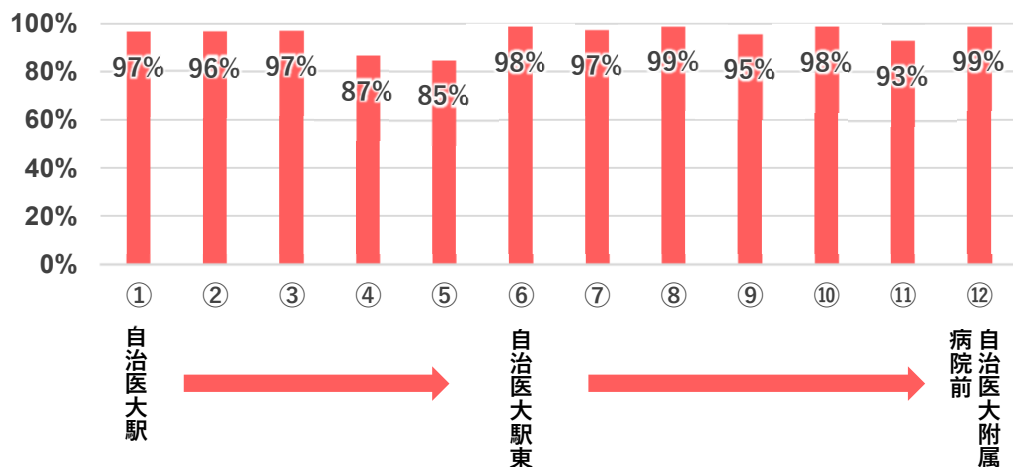
区間毎・天候別の自動走行割合

往路：自治医大駅→自治医大附属病院前

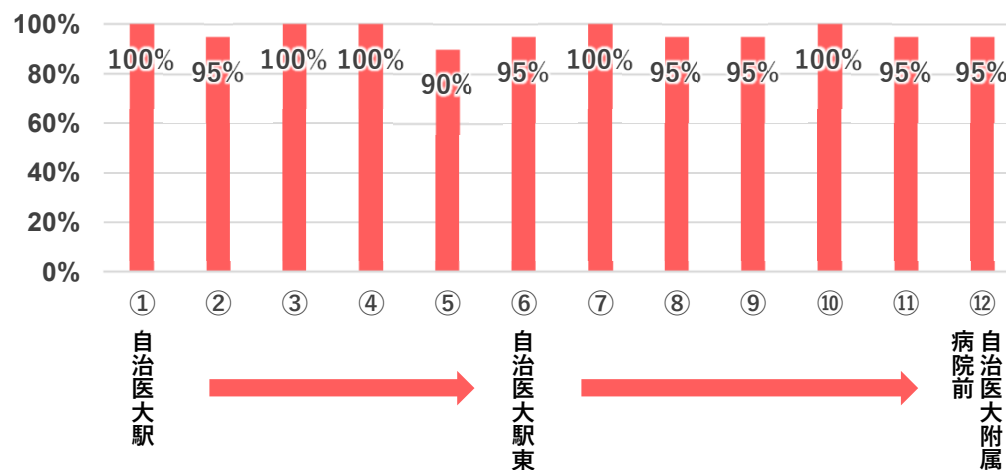
復路：自治医大附属病院前→自治医大駅

自動走行割合

晴れ・曇り：320回

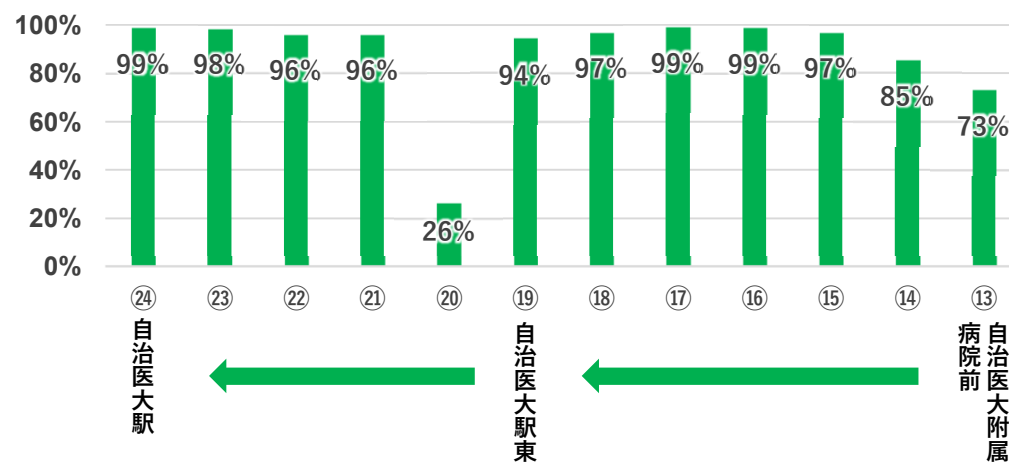


雨・雪：20回

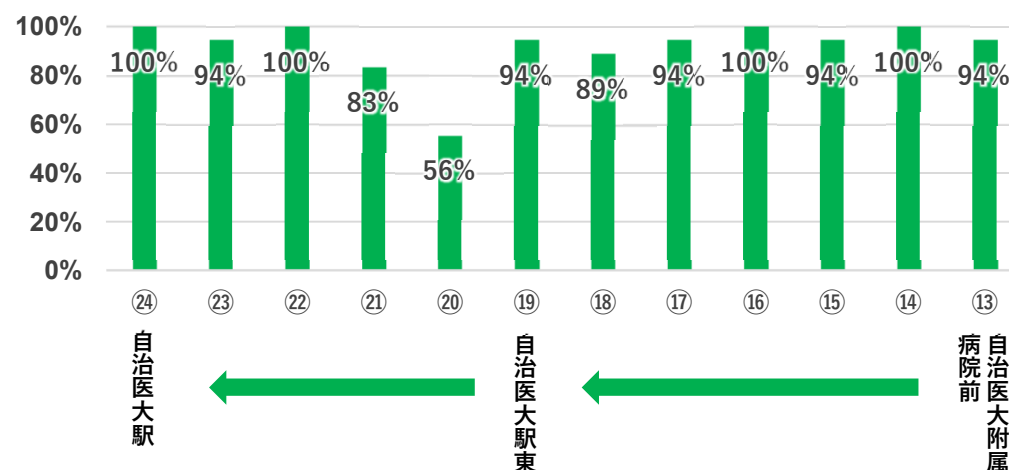


自動走行割合

晴れ・曇り：288回



雨・雪：18回



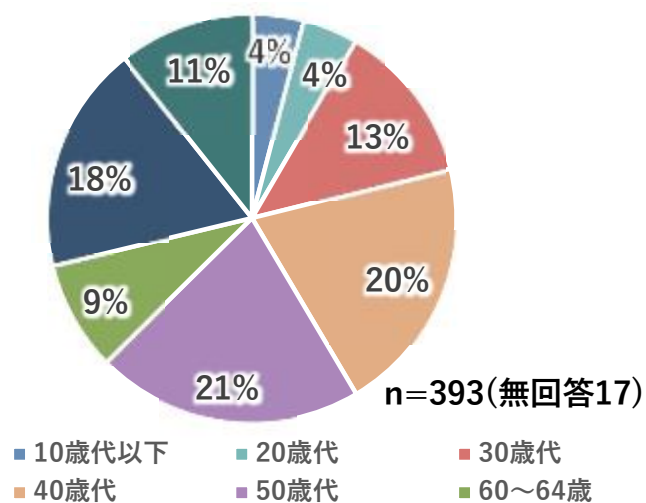
ヒヤリハット事象

手動介入の種類	発生箇所	発生要因	備考
ブレーキ操作 (11件)	往路：祇園交差点、病院前交差点② 自治医大病院内 復路：セブンイレブン前交差点、セブンー薬局区間、祇園交差点③、病院前交差点、足銀前交差点	【往路】 信号通過の判断違い 信号通過の判断違い その他② 【復路】 信号通過の判断違い② 施設の出入り車両 交差点右左折時の危険回避 路上駐停車 その他②	【往路】 ・交差点内での無理な右折車への対応のため ・左車線からの急な割込み対応 【復路】 ・対向車の無理な右折に対応 ・路上駐停車車両のドア開閉 ・対向車が接近しているが検知がうまくいかず危険回避
ハンドル+ブレーキ操作 (2件)	往路：かましん前 (2件)	隣接車接近	路上駐停車車両追い抜き時、車両運転手が突然ドアを開けたため
		施設の出入り車両	商業施設入口において、入庫待ち車両の一部が走行ルート上に入っていたため。
アクセル操作 (1件)	復路：TSUTAYA前	信号通過の判断違い	
ハンドル操作 (1件)	復路：セブンイレブン前交差点	施設の出入り車両	
ハンドル+アクセル操作 (1件)	復路：駐車場あと信号なし交差点	対向車接近	トラックがゼブラゾーンから急に進入してきたため
ハンドル+ブレーキ+アクセル操作 (1件軒)	往路：自治医大病院前交差点	先行車に対する制動不十分	右折レーンの乗用車が急に直進レーンへ車線変更してきたため

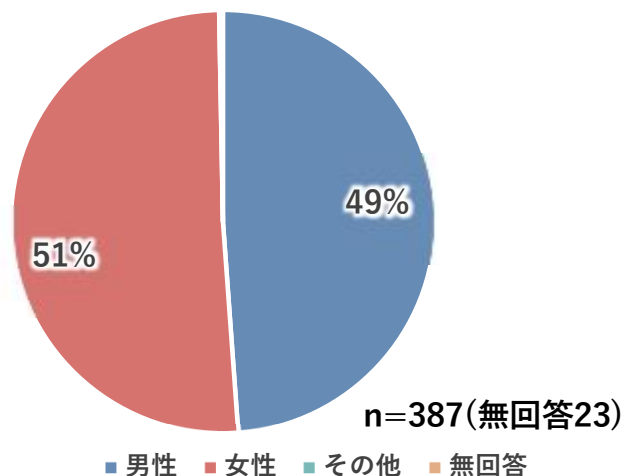
参考1. アンケート調査 (1) 実験参加者 ①回答者属性

38

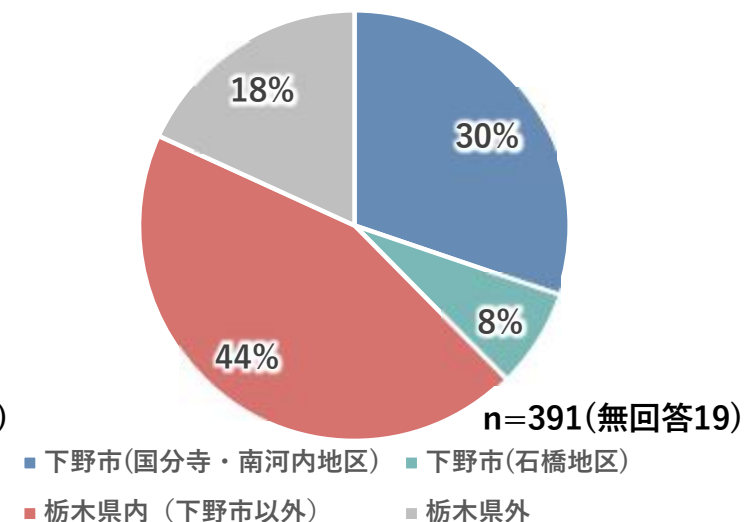
【年齢】



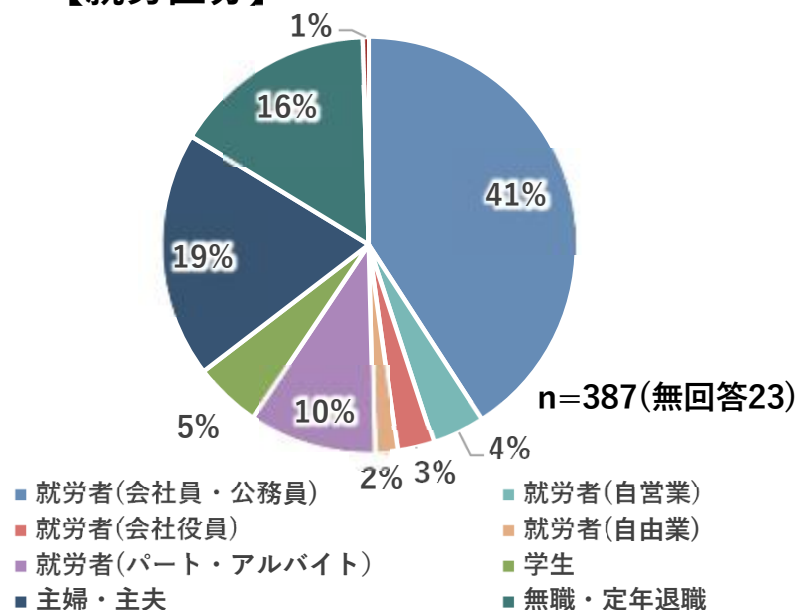
【性別】



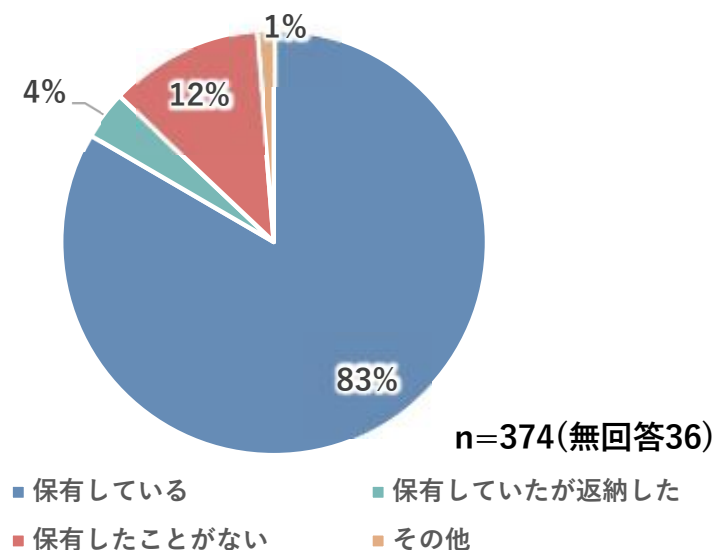
【居住地】



【就労区分】



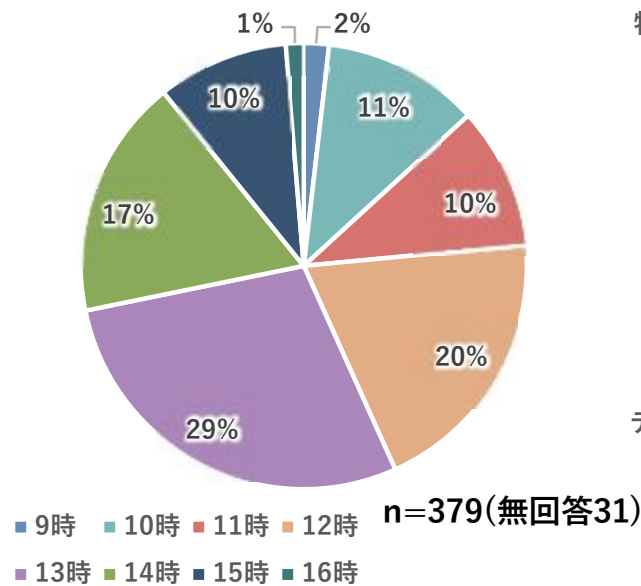
【運転免許証保有】



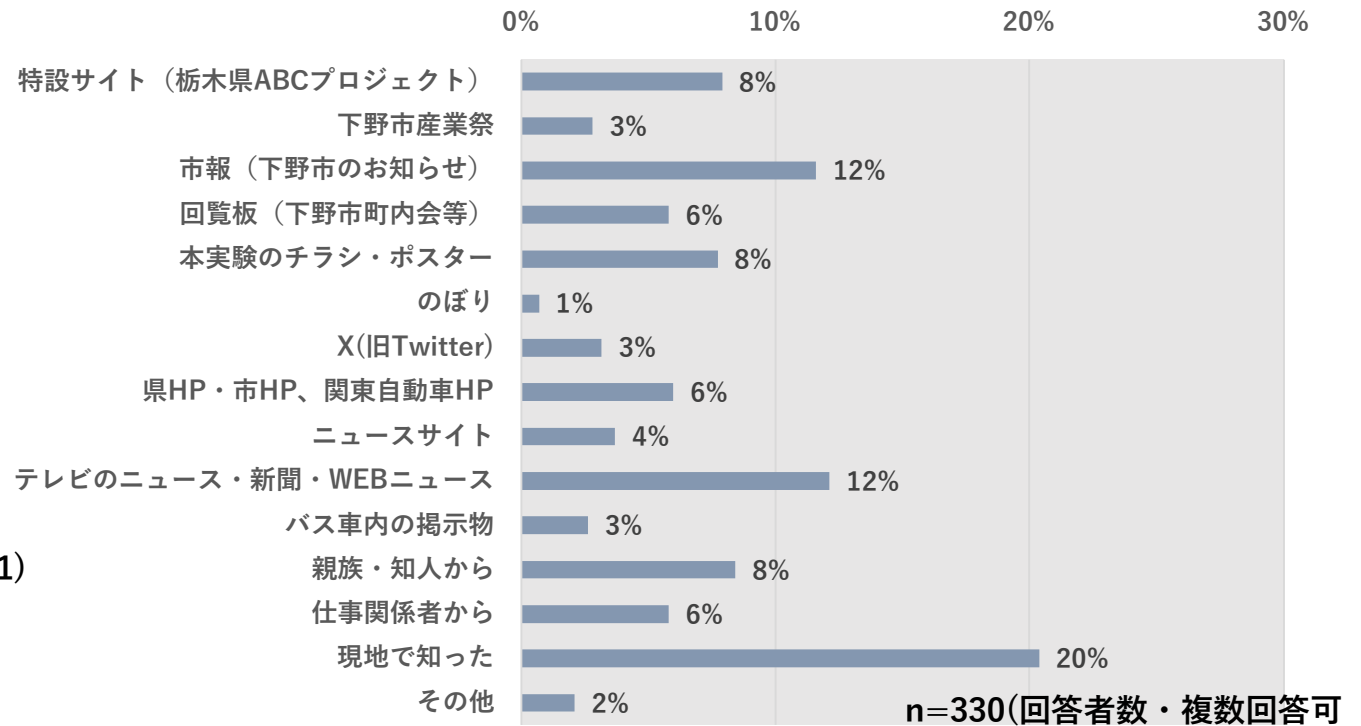
参考2. アンケート調査 (1) 実験参加者 ②乗車日時・利用実態

39

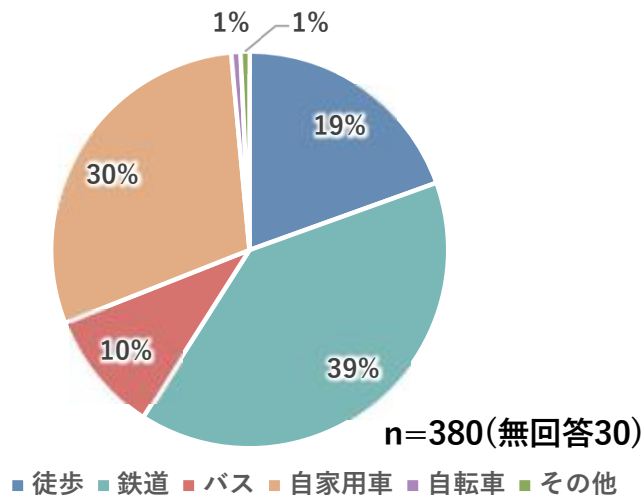
【乗車時間帯】



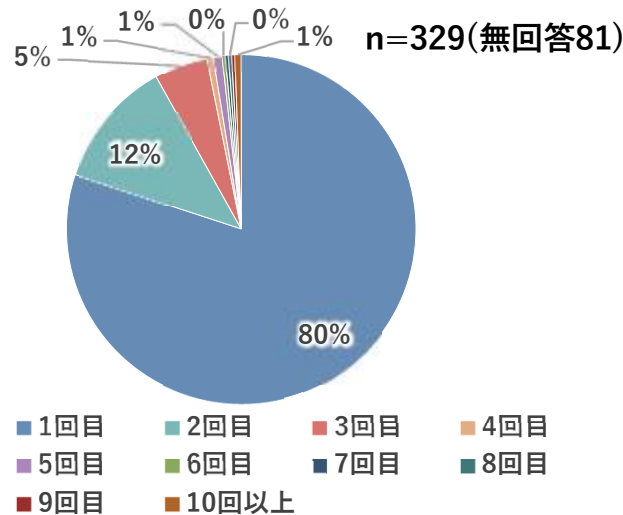
【実験を知ったきっかけ（複数回答可）】



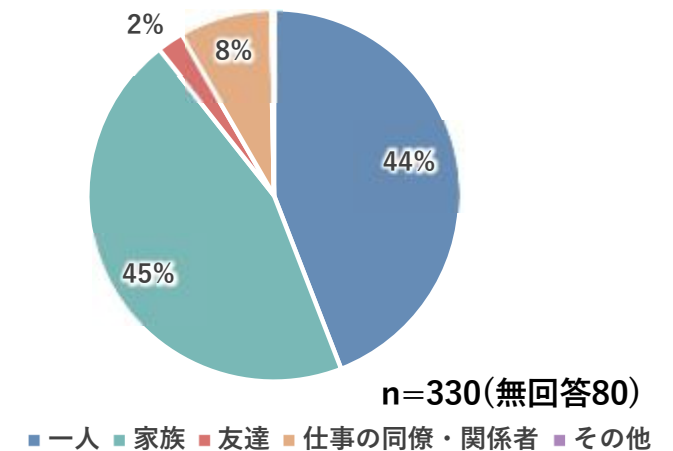
【乗車にあたってのアクセス手段】



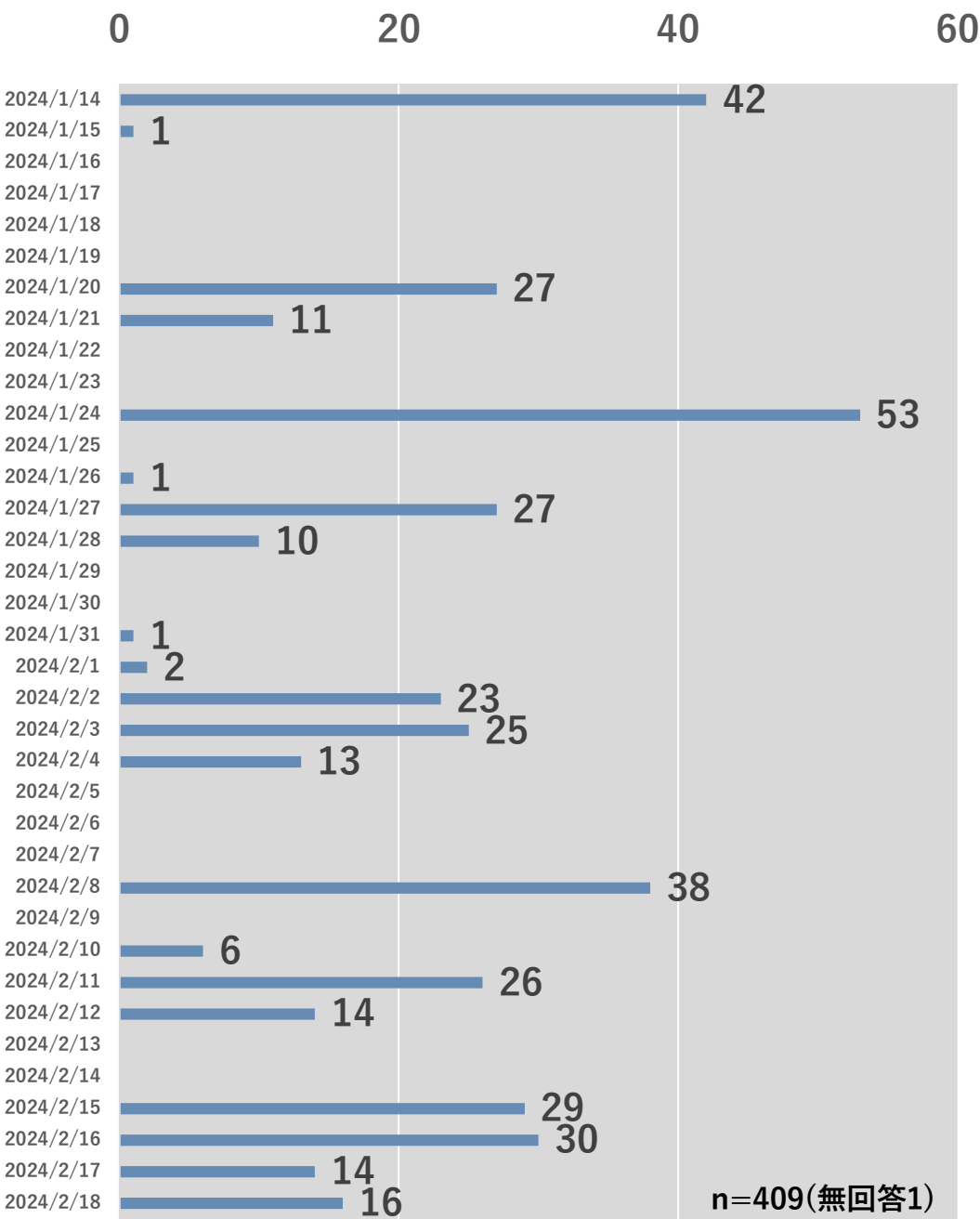
【乗車回数】



【同伴者】

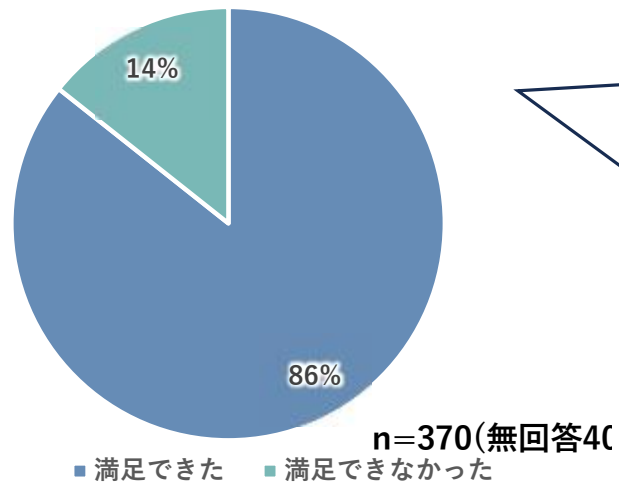


【実験を知ったきっかけ（複数回答可）】

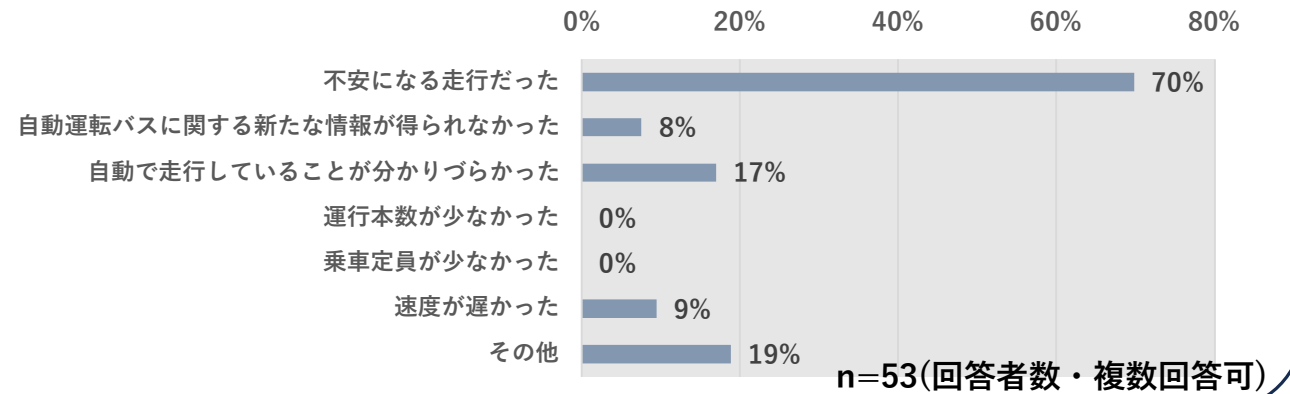


※本実証実験では、紙・WEBアンケートを実施。
紙アンケートの回収数の方が、WEBアンケート回収数より多い
ため、乗車日付に偏りが見られる。
【紙アンケート回収日】
1/14、20、21、24、27、28
2/3、4、10、11、12、17、18

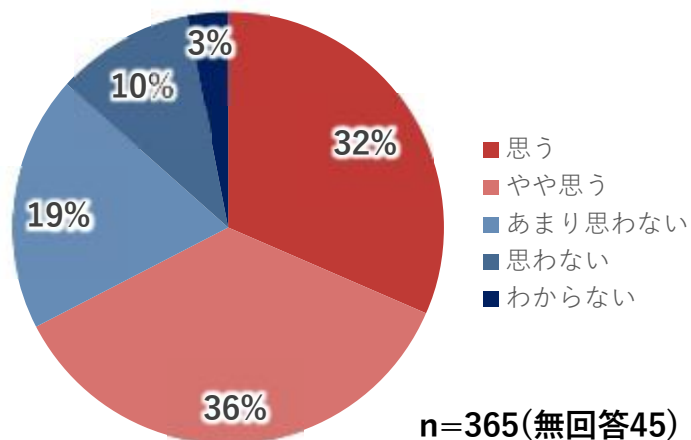
【乗車体験の満足度】



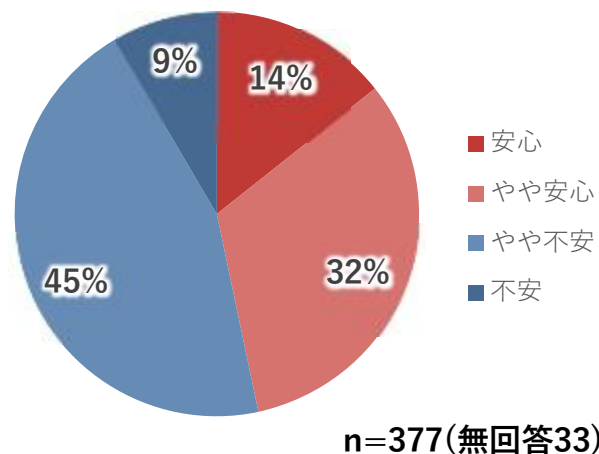
【満足できなかった理由(複数回答可)】



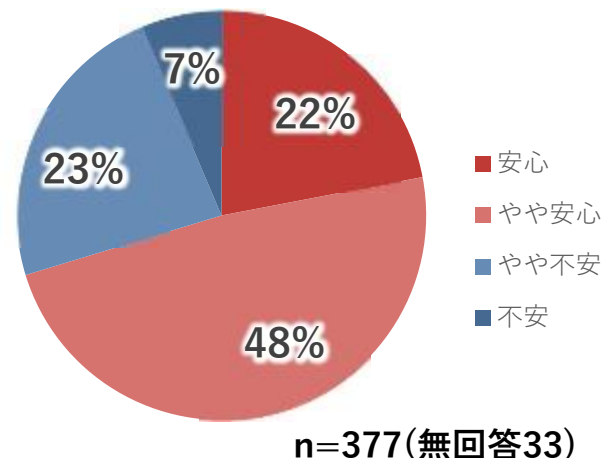
【一般的な路線バスと比べた急ブレーキや急ハンドルの回数】



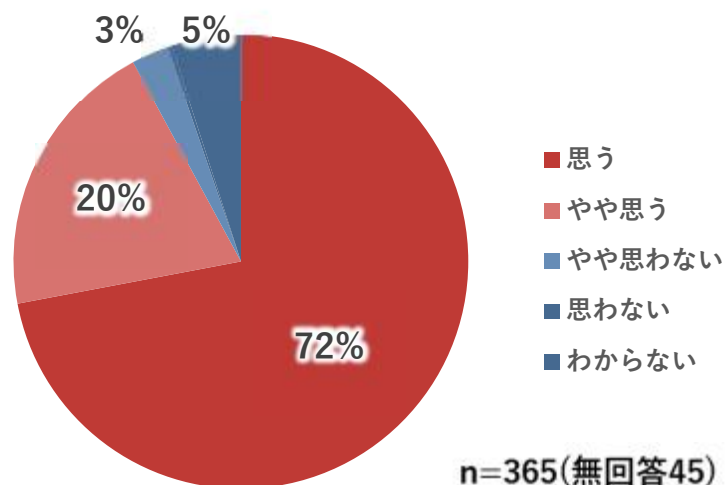
【自動運転バスへの 印象（乗車前）】



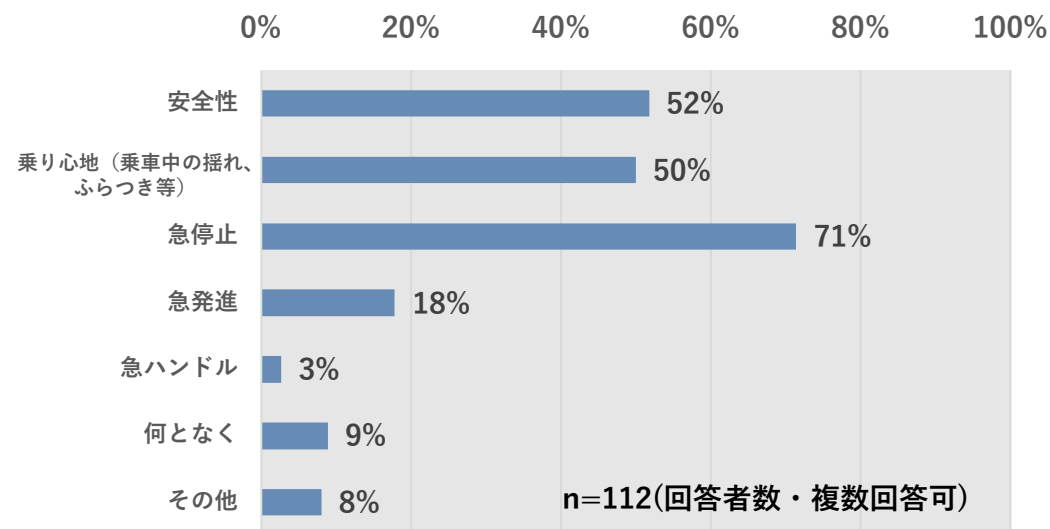
【自動運転バスへの 印象（乗車後）】



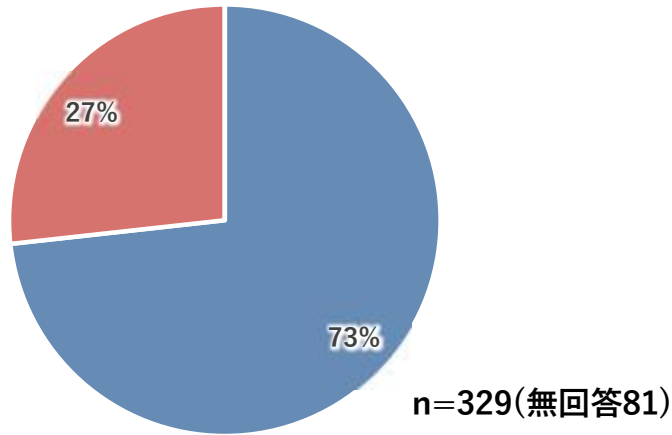
【市道区間内での自動走行・停止はスムーズであったか】



【「やや不安」「不安」と感じた点（複数回答可）】

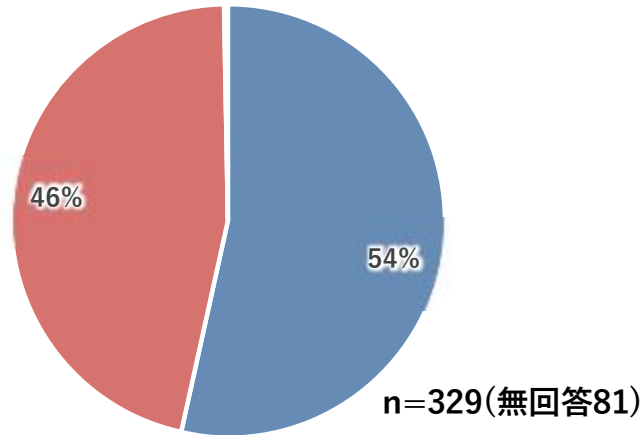


【緊急時対応のため運転手が運転席に乗っていることを知っているか】



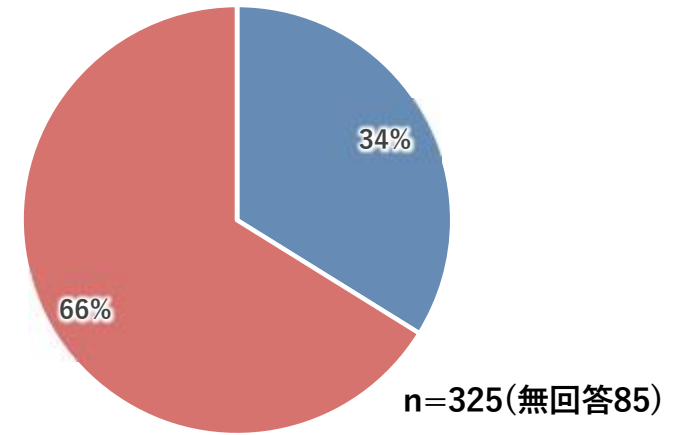
■ 知っている ■ 知らない ■ 質問がわからない

【安全のため保安要員が乗っていることを知っているか】



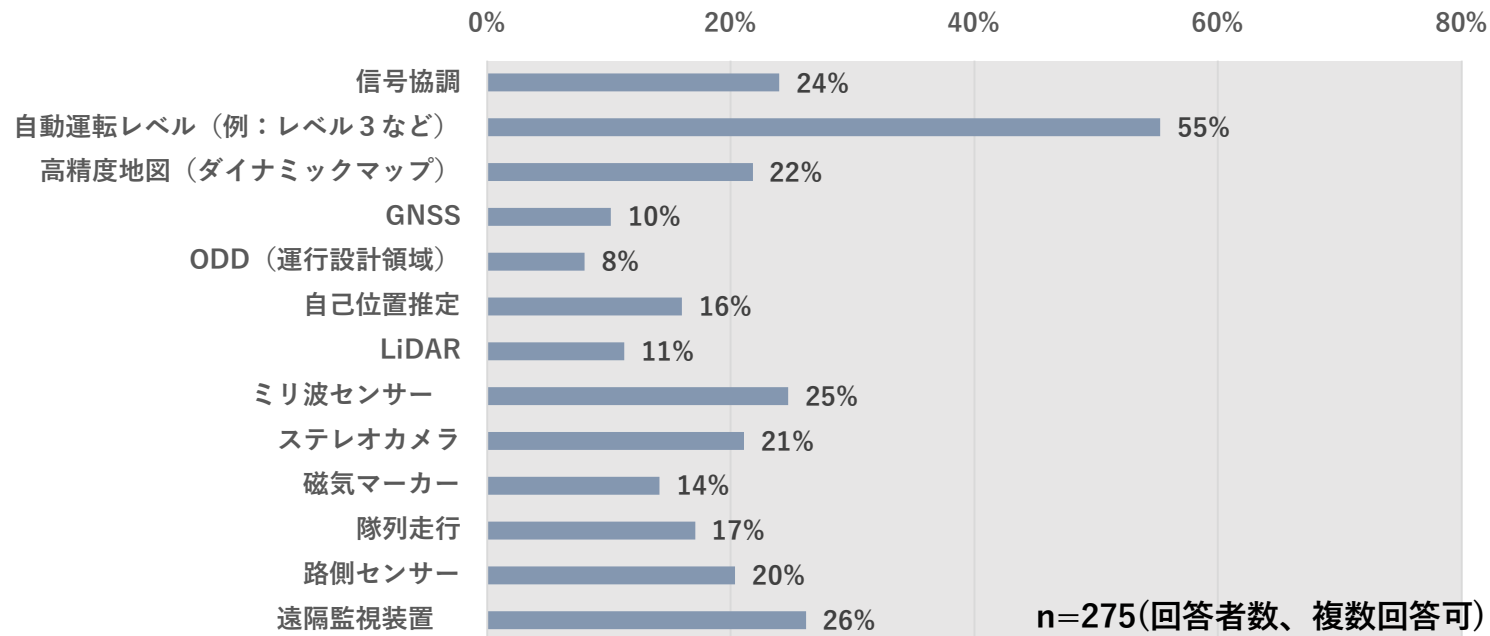
■ 知っている ■ 知らない ■ 質問がわからない

【一部区間やドア開閉が手動であることを知っているか】

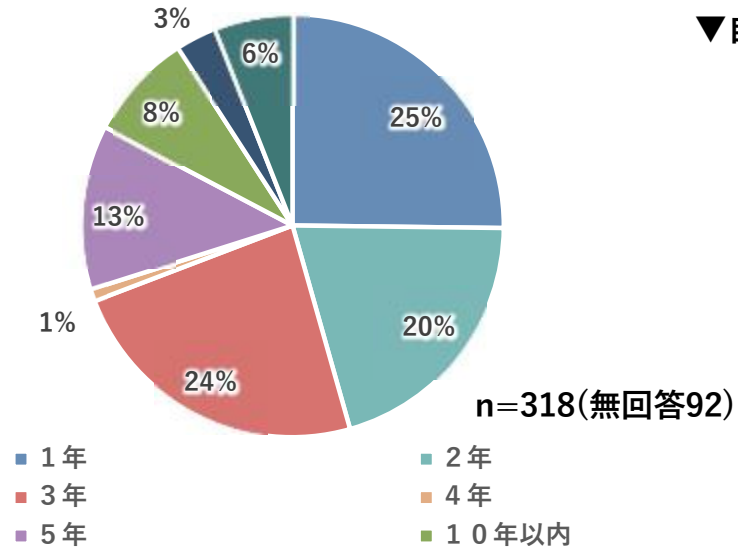


■ 知っている ■ 知らない ■ 質問がわからない

【自動運転で知っているキーワード】

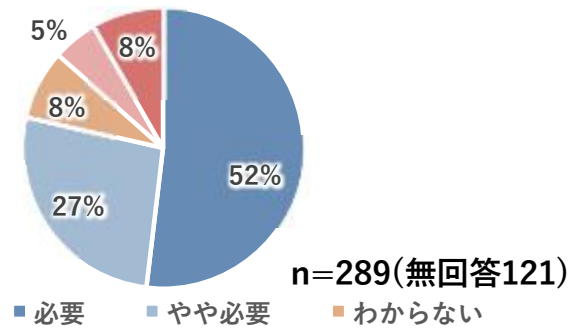


▼無人自動運転は何年以内に実現可能と考えるか

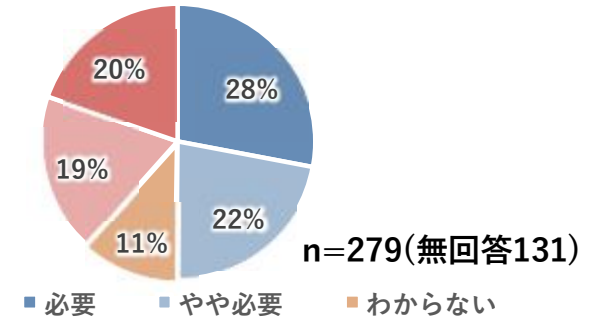


▼自動運転の際になくなる可能性のあるものについて

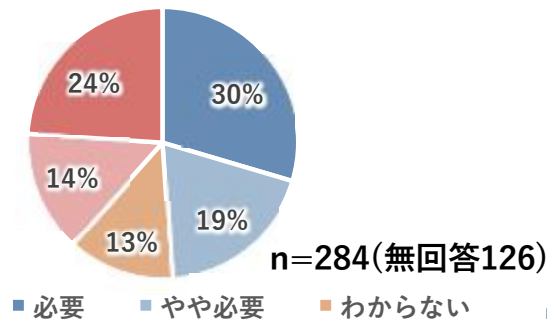
▼運転席の監視員



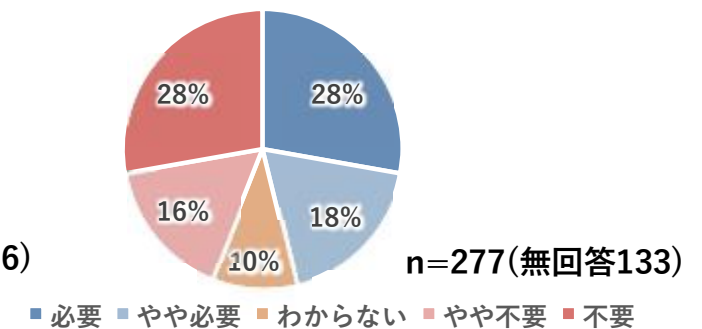
▼車内の係員



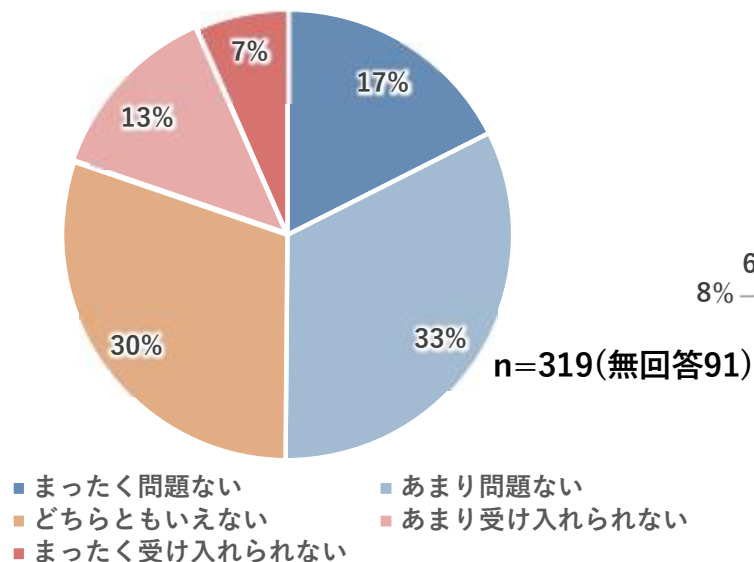
▼現金支払い



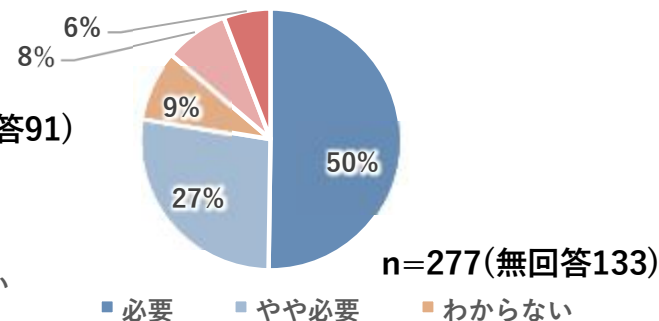
▼紙の時刻表



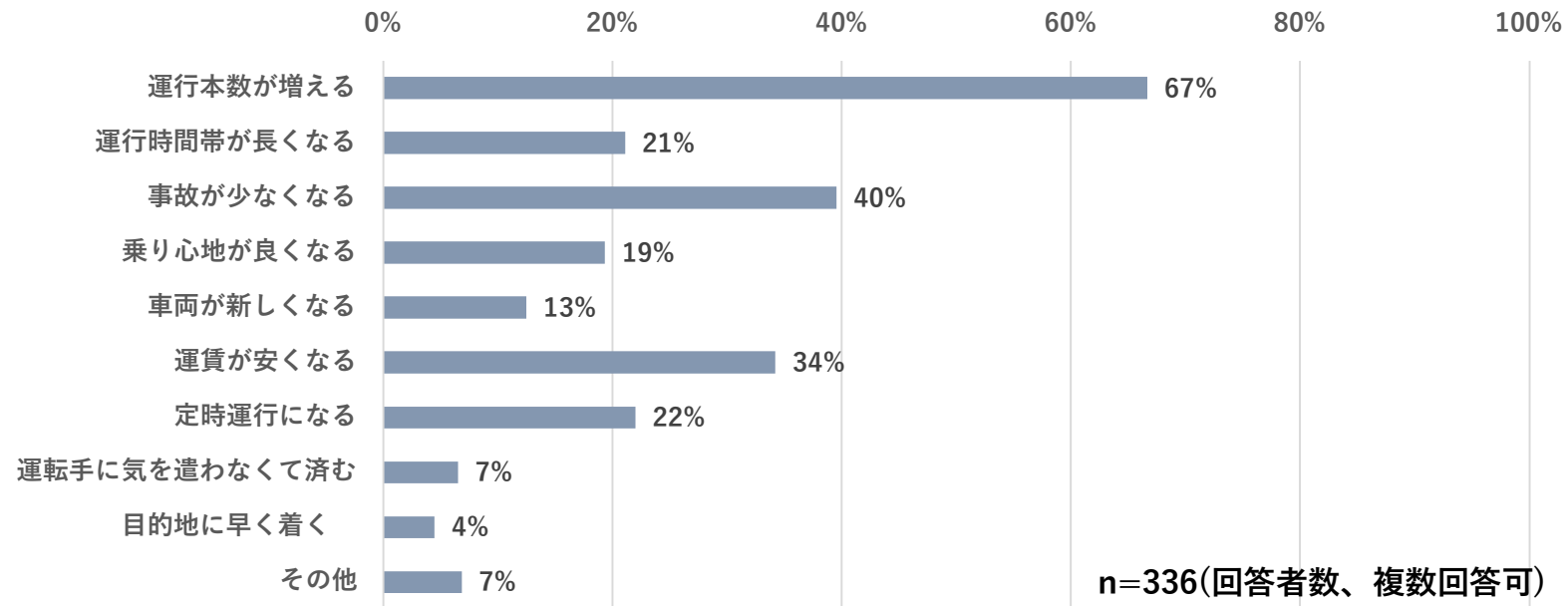
▼悪天候時、渋滞時に手動運転となることへの受容性



▼車内アナウンス



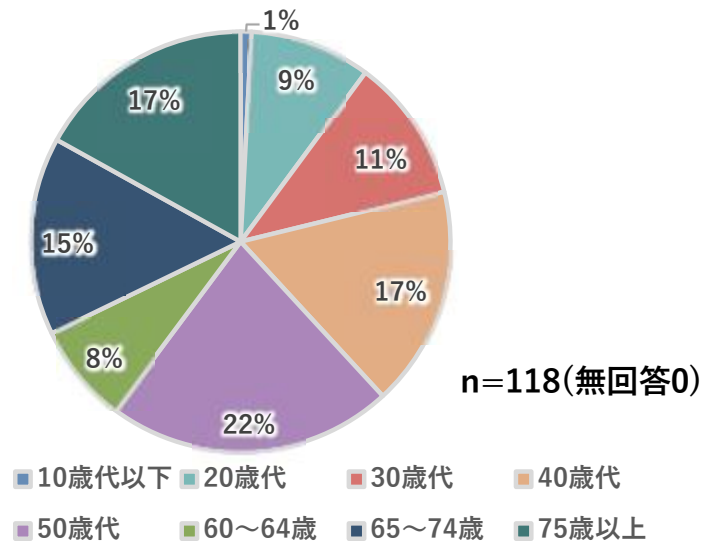
▼自動運転バスが実現した時に期待すること



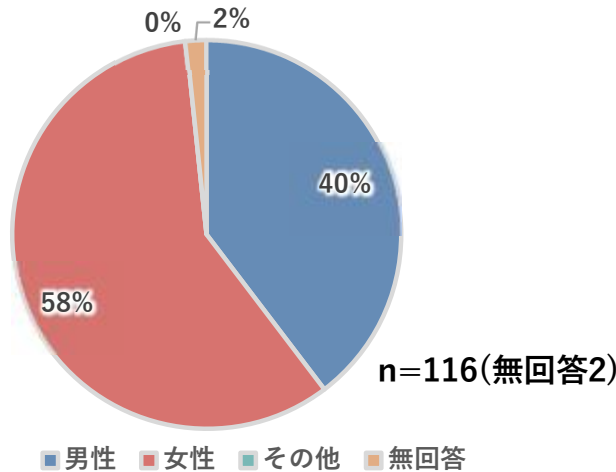
参考2. アンケート調査 (2) 通常利用者 ①回答者属性

46

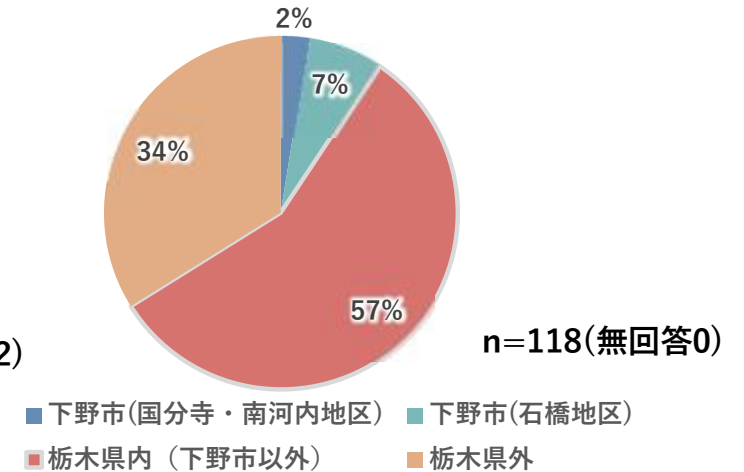
【年齢】



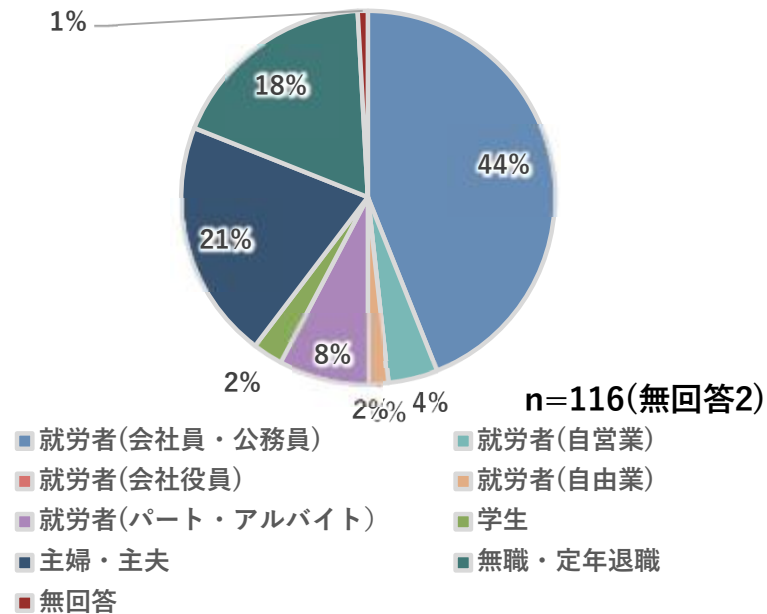
【性別】



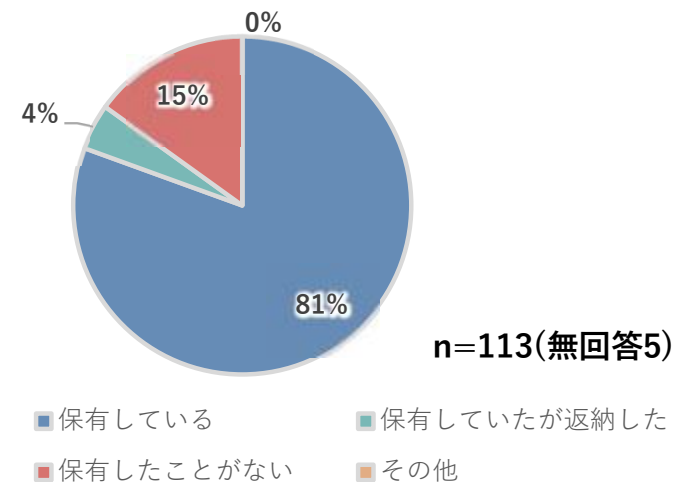
【居住地】



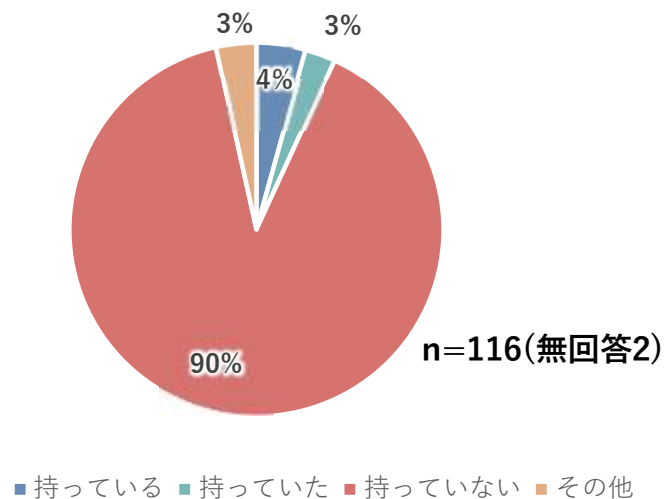
【就労区分】



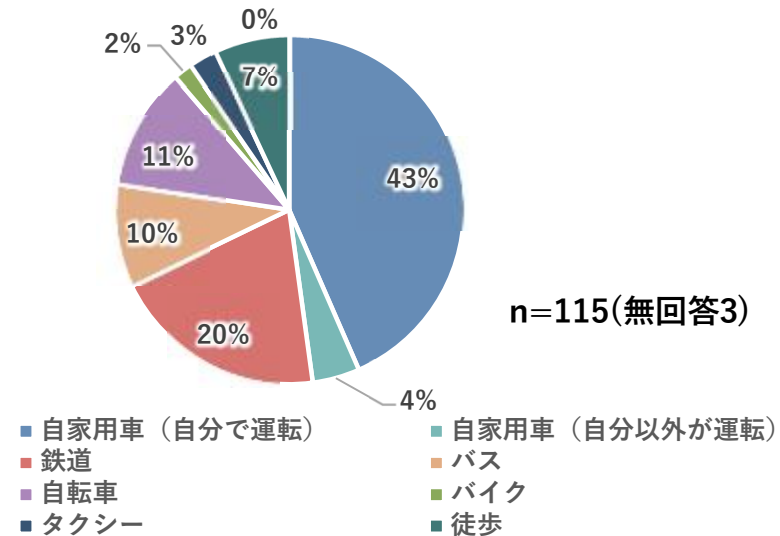
【運転免許証保有】



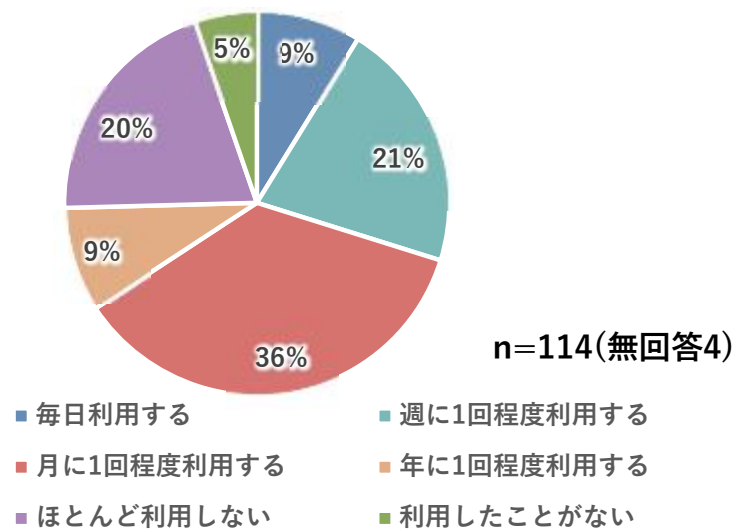
【定期券】



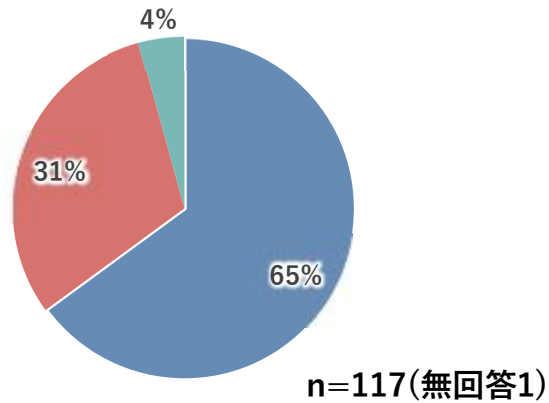
【移動手段】



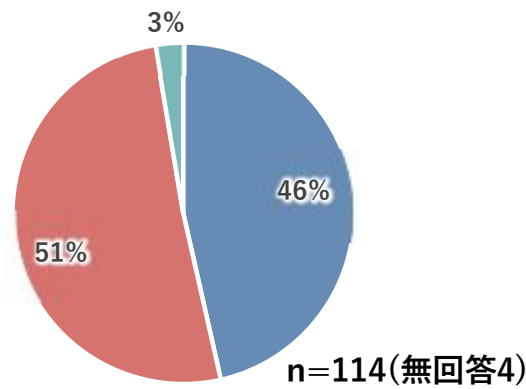
【利用頻度】



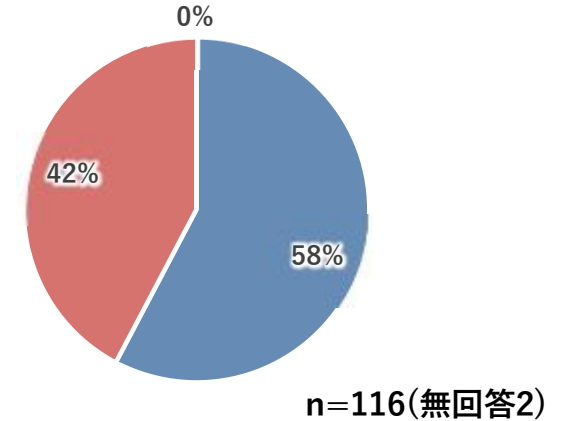
【緊急時対応のため運転手が運転席に乗っていることを知っているか】



【安全のため保安要員が乗っていることを知っているか】



【一部区間やドア開閉が手動であることを知っているか】

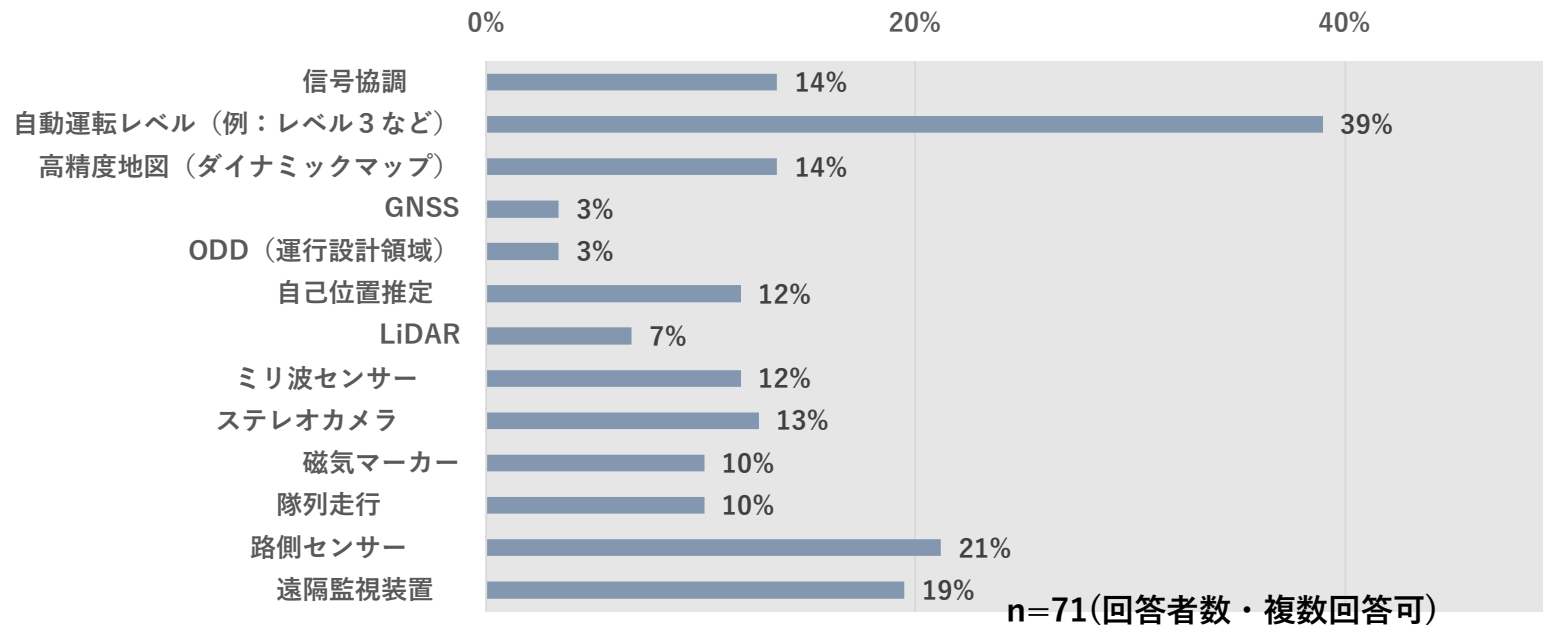


■ 知っている ■ 知らない ■ 質問が分からない

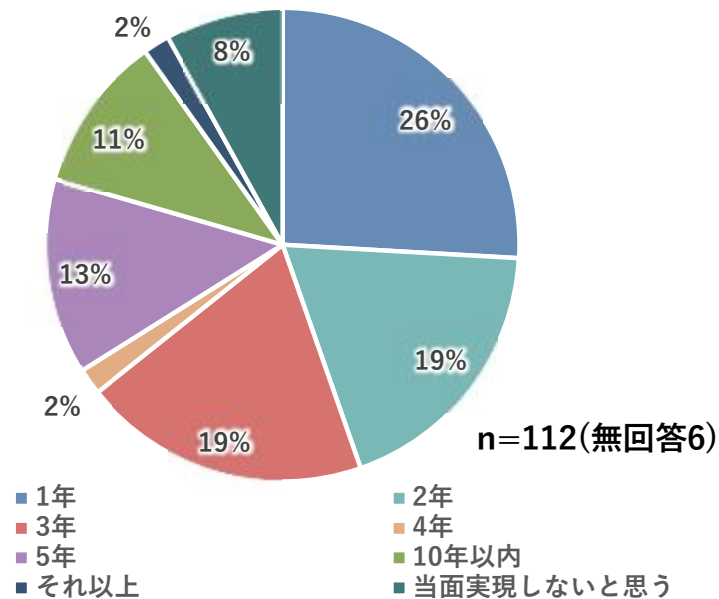
■ 知っている ■ 知らない ■ 質問が分からない

■ 知っている ■ 知らない ■ 質問が分からない

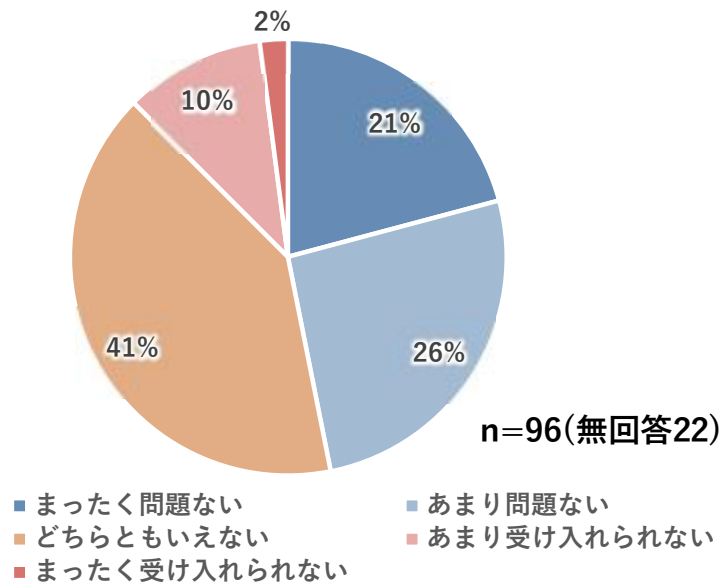
【自動運転で知っているキーワード】



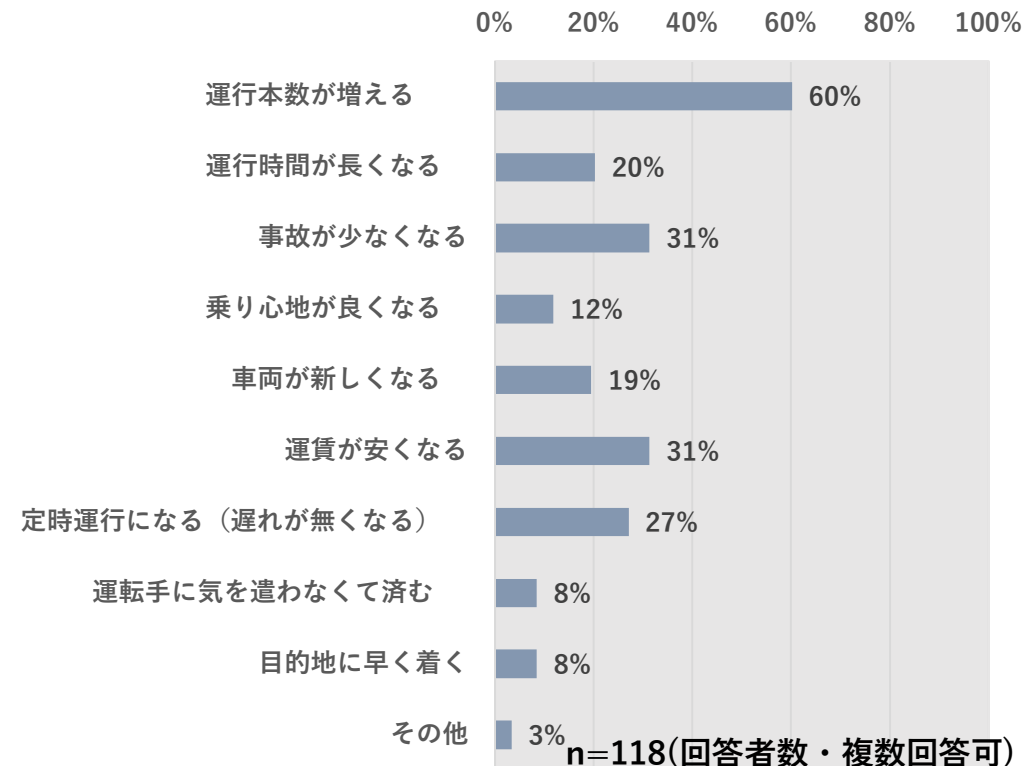
▼無人自動運転は何年以内に実現可能と考えるか



▼悪天候時、渋滞時に手動運転となることへの受容性

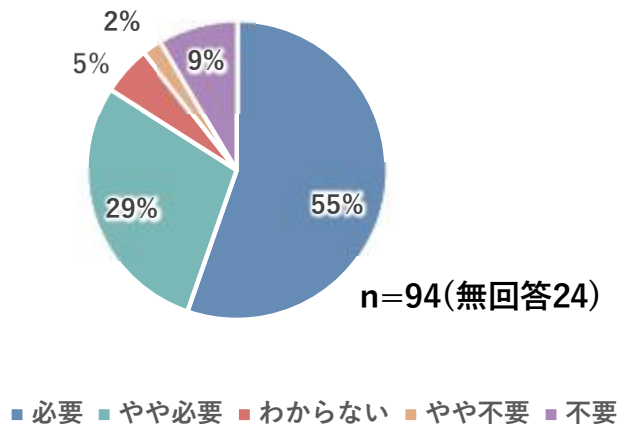


▼自動運転バス実現時に期待すること

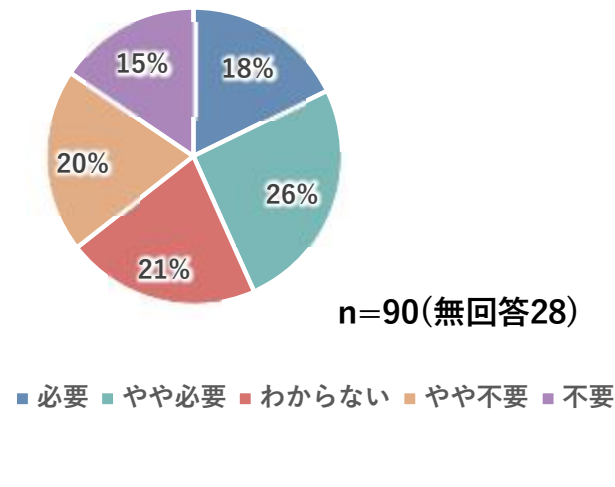


▼自動運転の際になくなる可能性のあるものについて

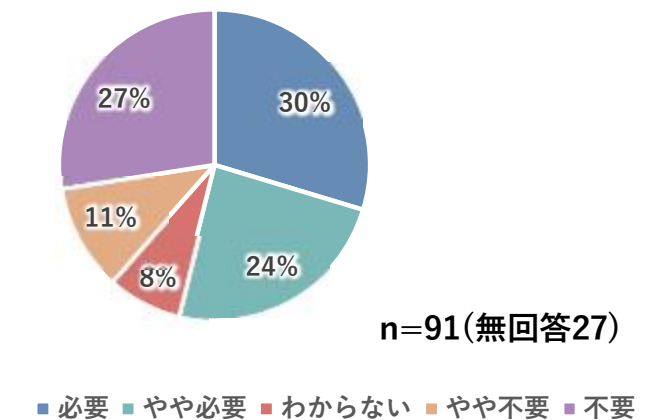
▼運転席の監視員



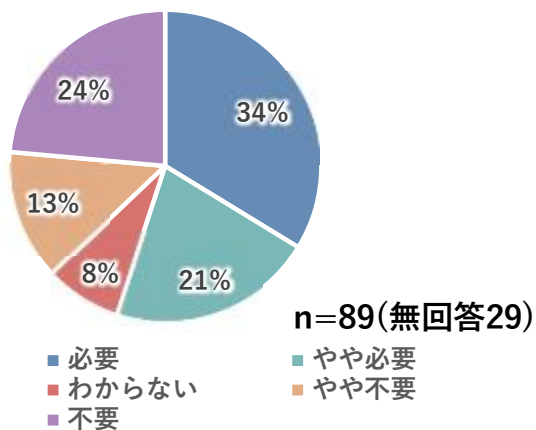
▼車内の係員



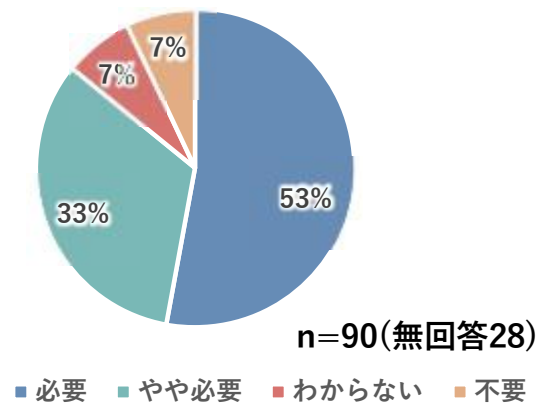
▼現金支払い



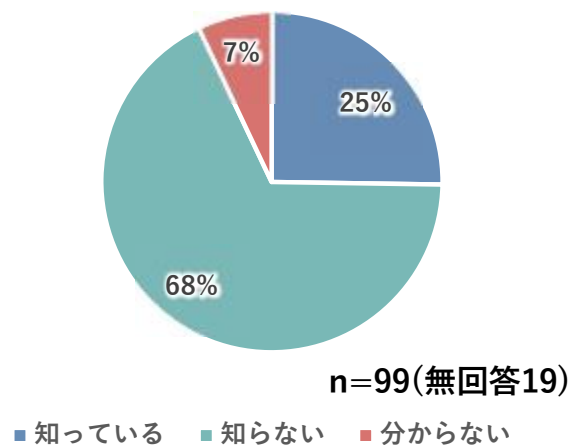
▼紙の時刻表



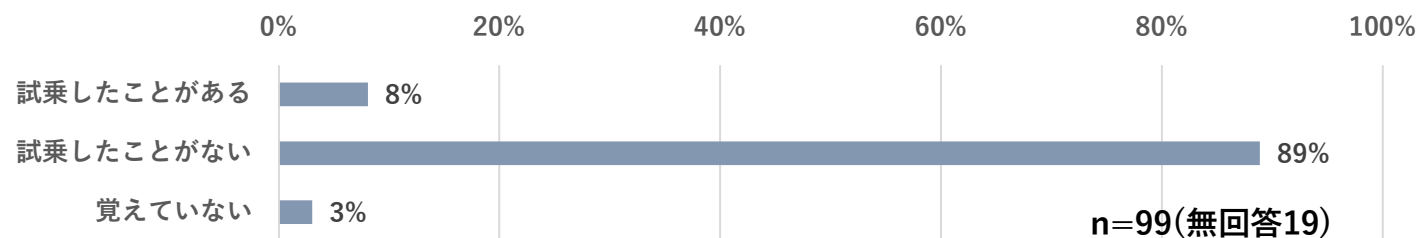
▼車内アナウンス



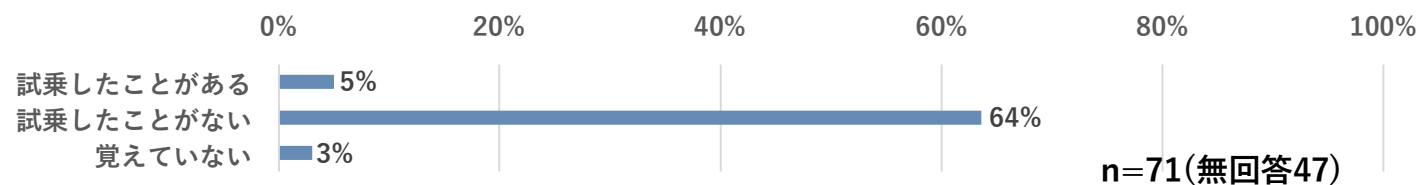
▼ABCプロジェクトについて



▼ABCプロジェクト他地域での試乗



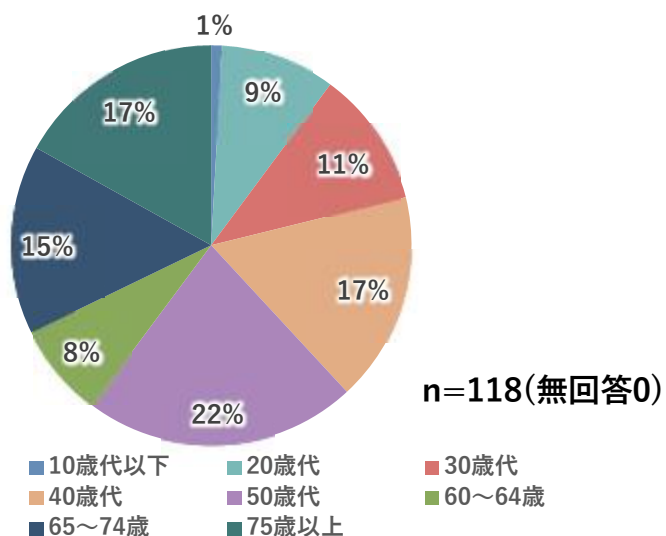
▼ABCプロジェクト以外の自動運転の試乗



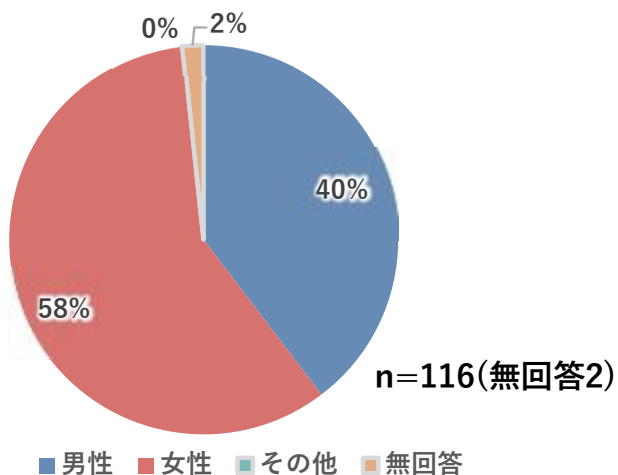
参考2. アンケート調査 (3) 周辺住民 ①回答者属性

52

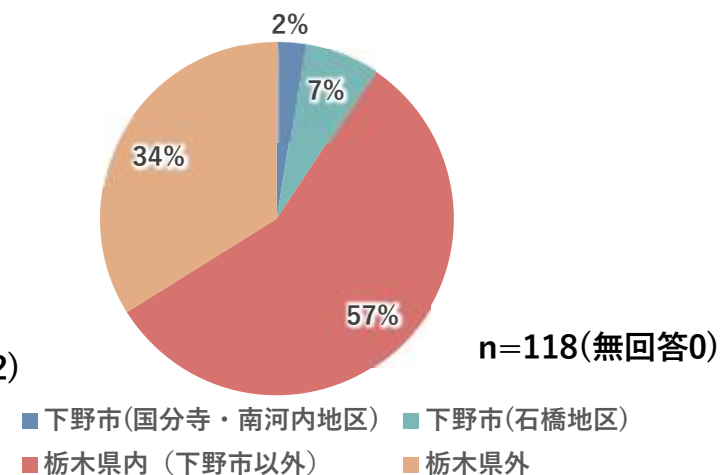
【年齢】



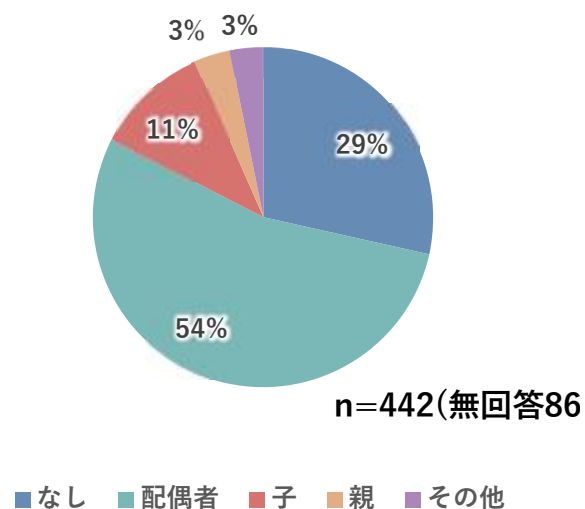
【性別】



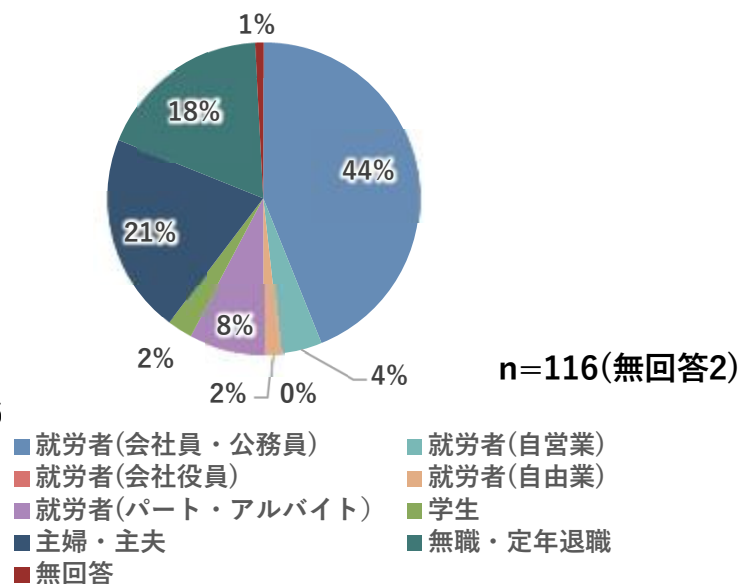
【居住地】



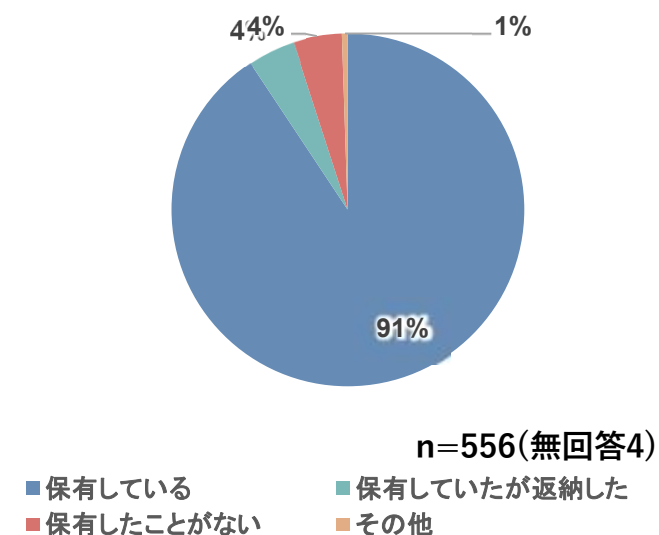
【世帯構成】



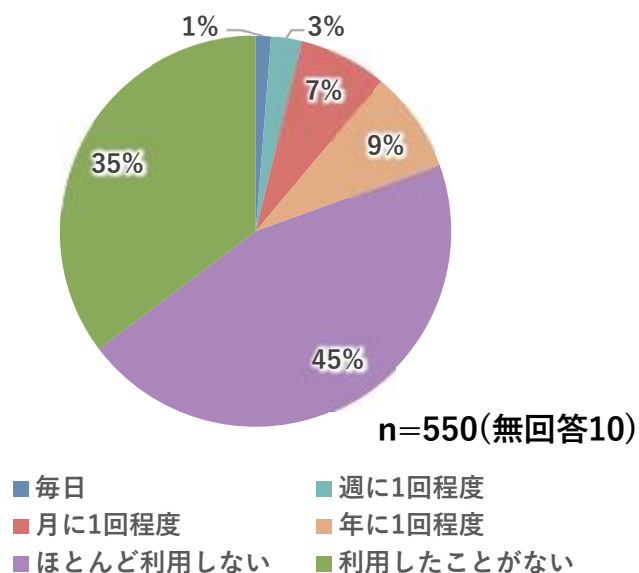
【就労区分】



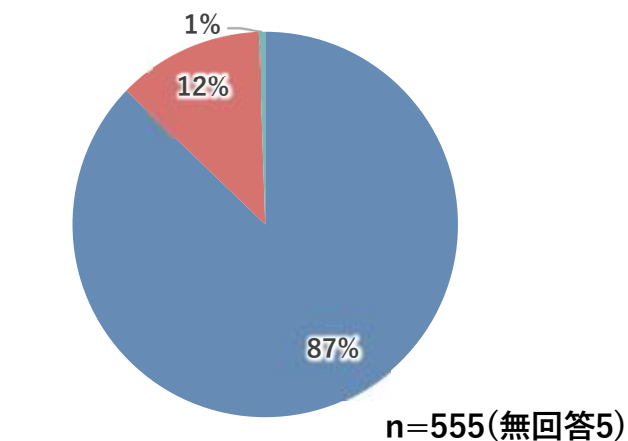
【運転免許証保有】



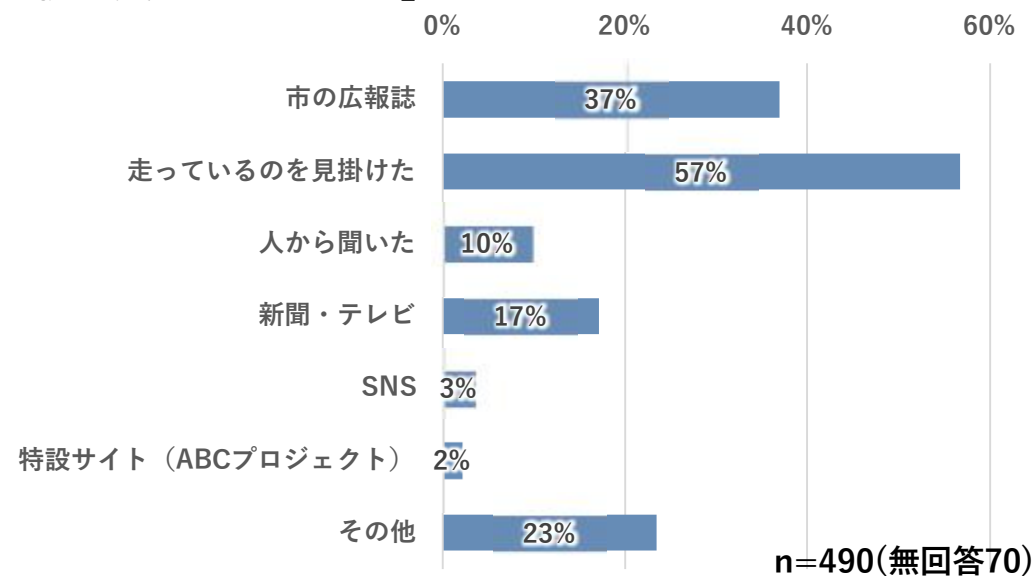
【路線バスの利用頻度】



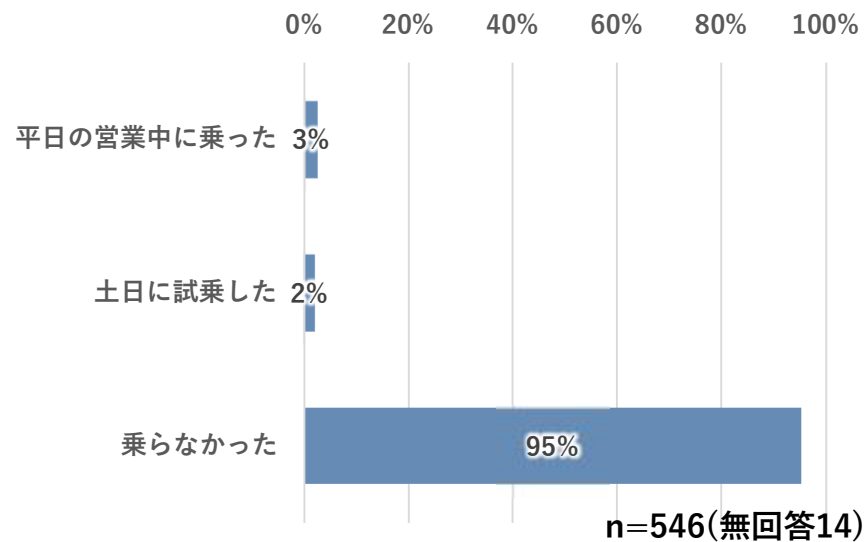
【実証実験の実施について知っていたか】



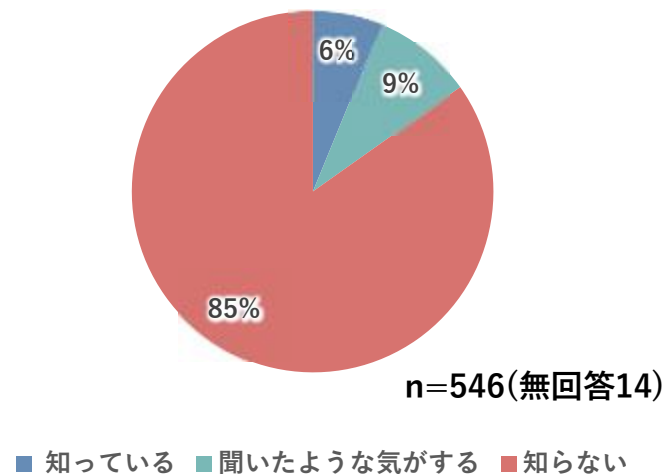
【実証実験の実施を知っていた方対象、どこで実証実験の実施を知ったか】



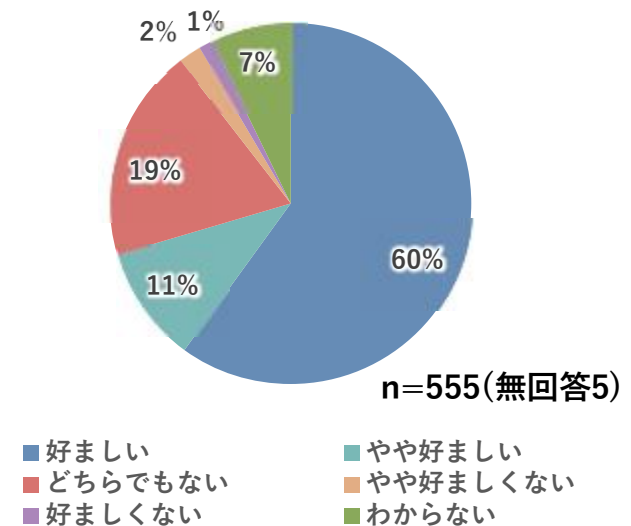
【自動運転バスに乗車したか】



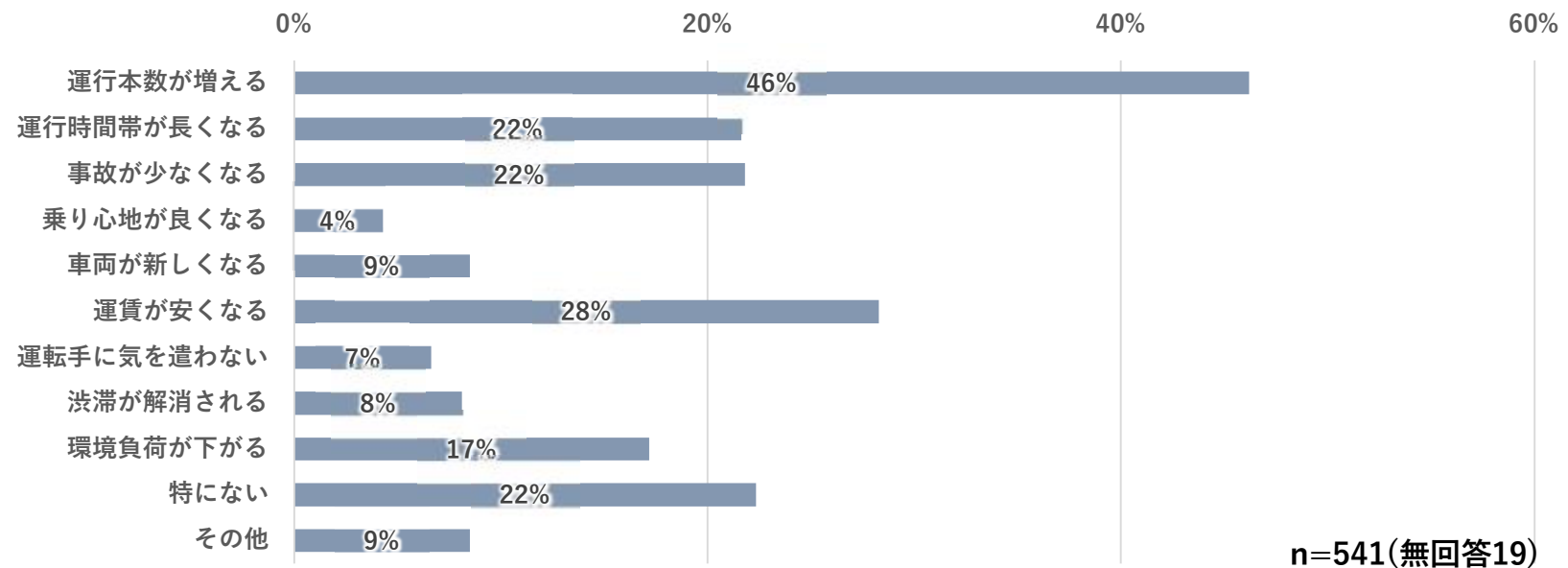
【栃木県ABCプロジェクトを知っているか】



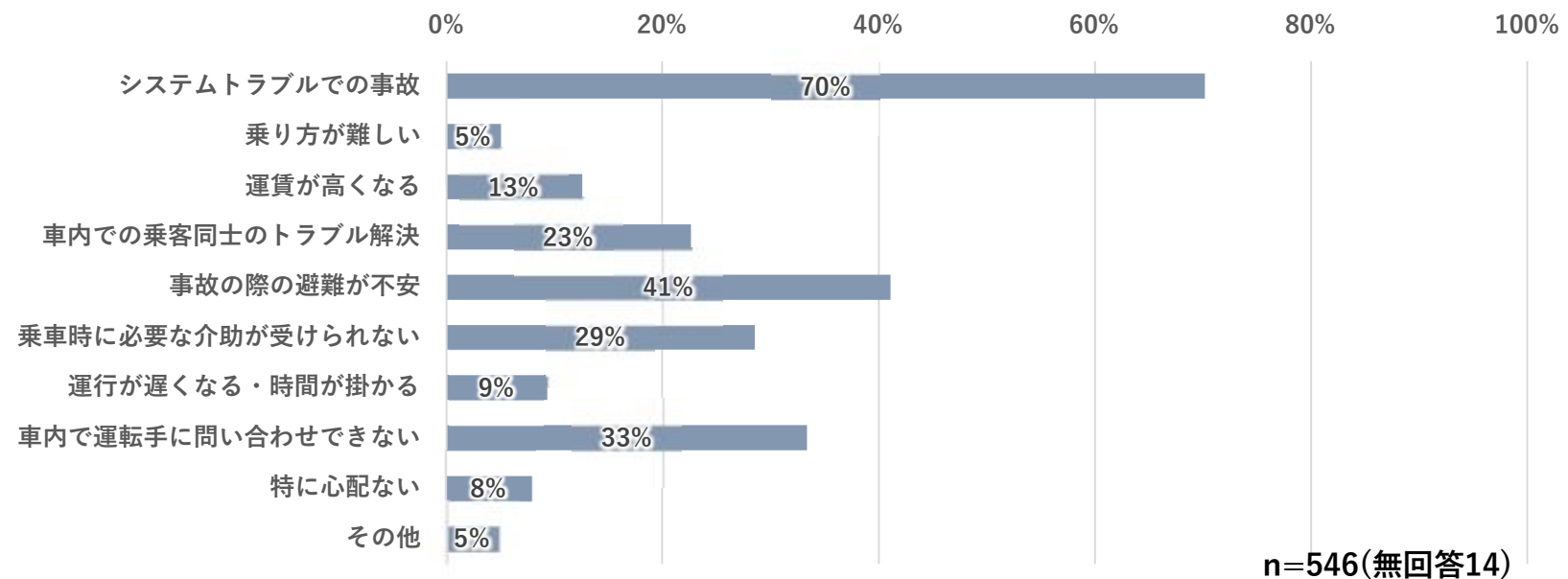
【お住まいの地域で実証実験が実施されることに対する印象】



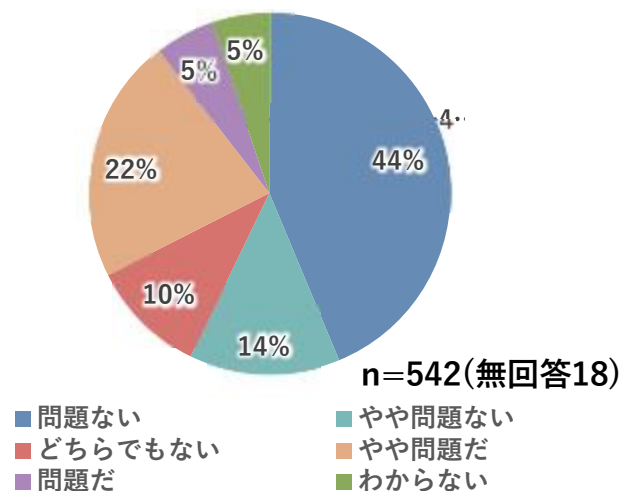
【自動運転バスに期待すること】



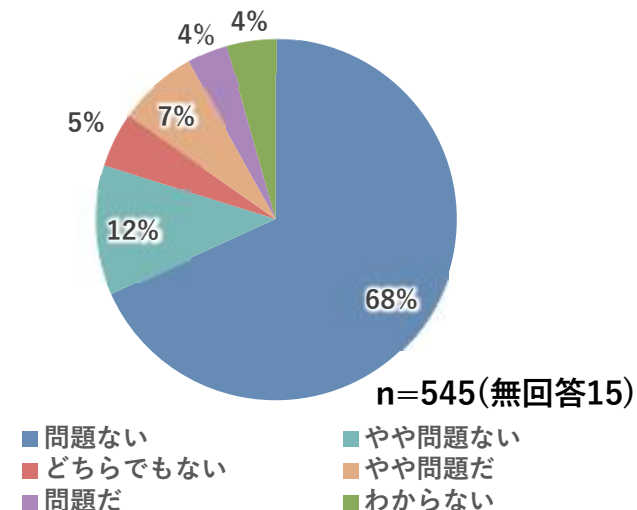
【自動運転バスにの不安なこと・懸念すること】



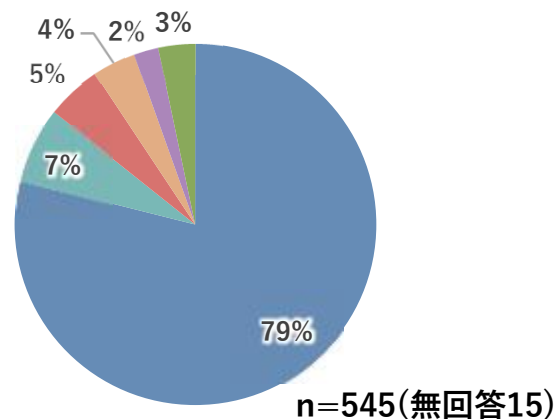
▼人の運転する他車両よりも自動運転バスが道路を遅くは知っていること



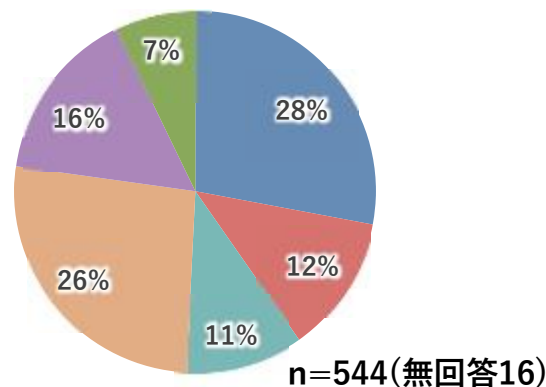
▼自動運転バスが円滑に走るため、路上駐車取締などを強化すること



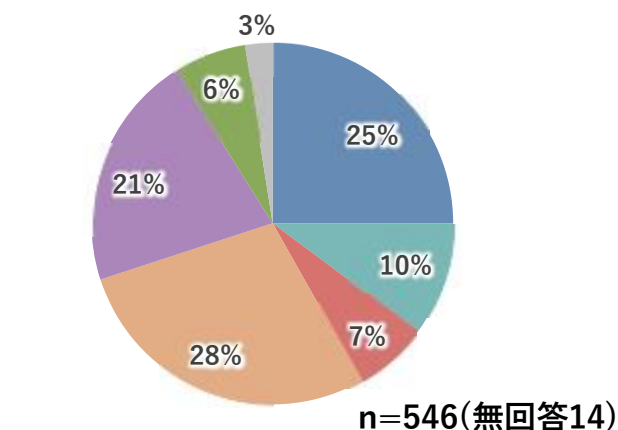
▼道路側にカメラなどを設置すること



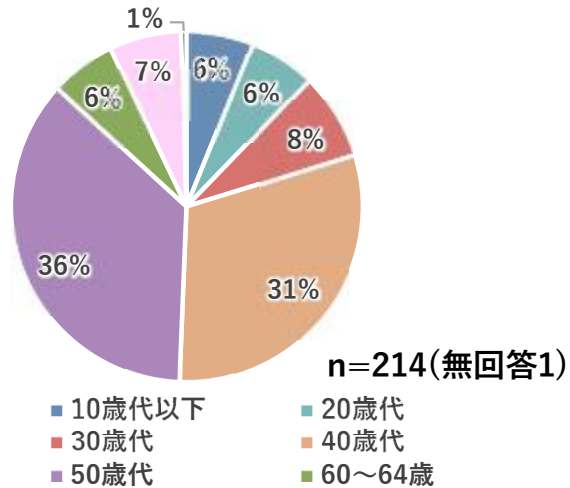
▼道路側にカメラなどを設置すること



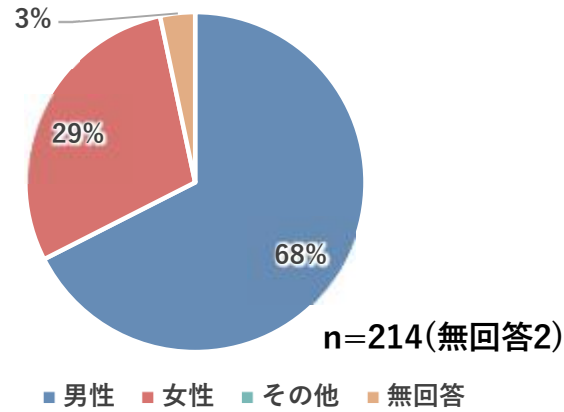
▼運行途中にトラブルで止まった場合、人が駆けつけて対応すること (解決までは車内で待機)



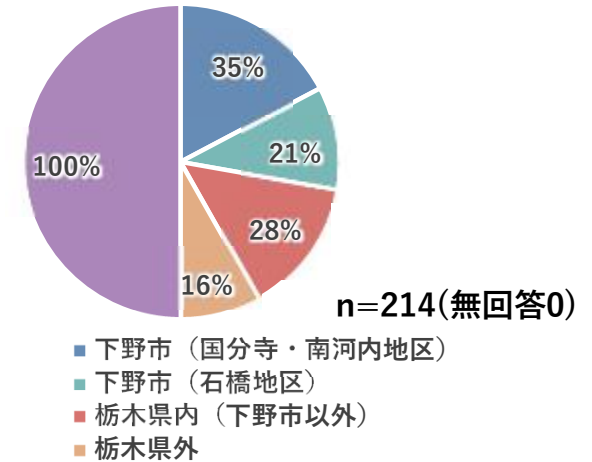
【年齢】



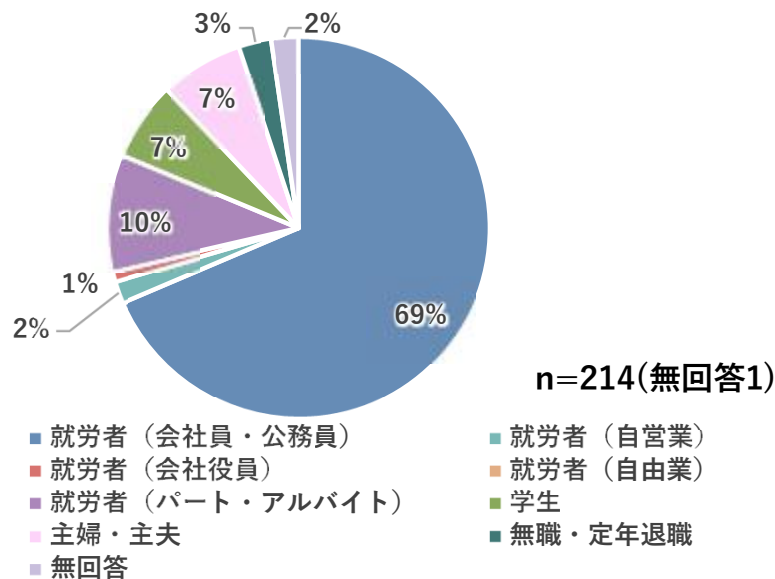
【性別】



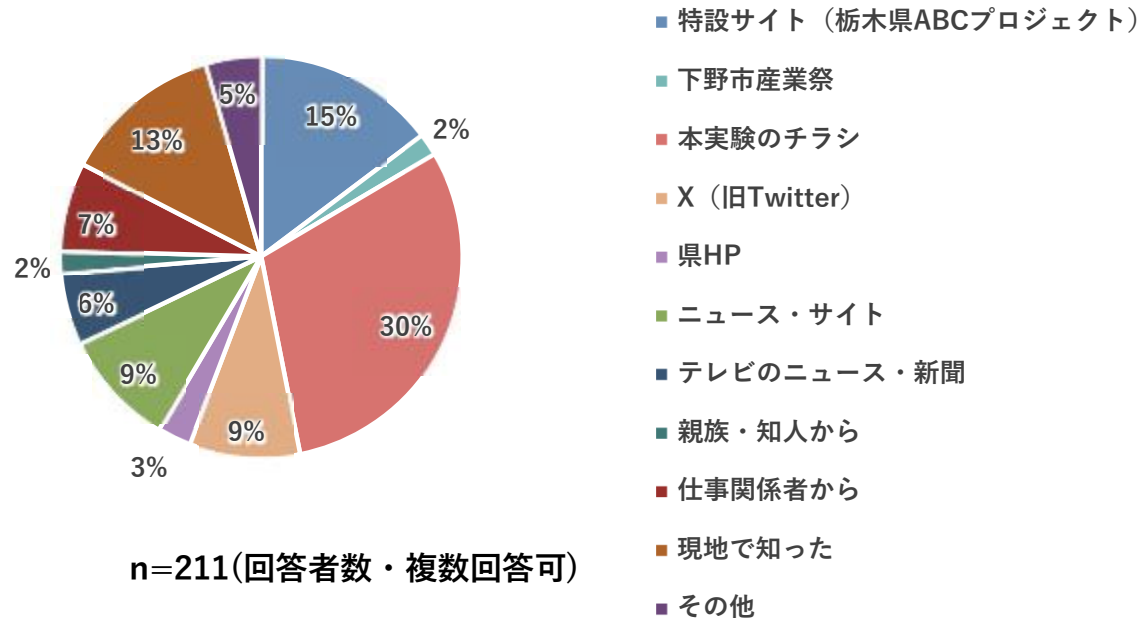
【居住地】



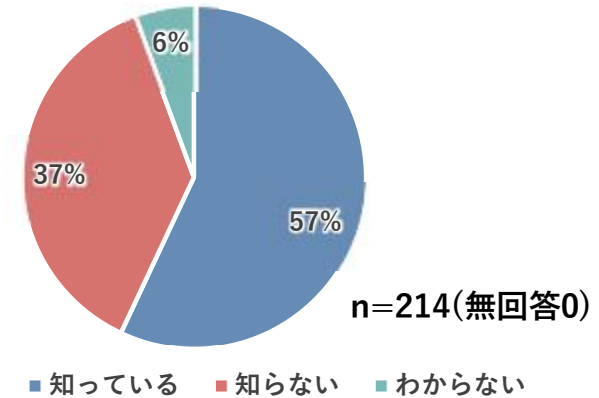
【就労区分】



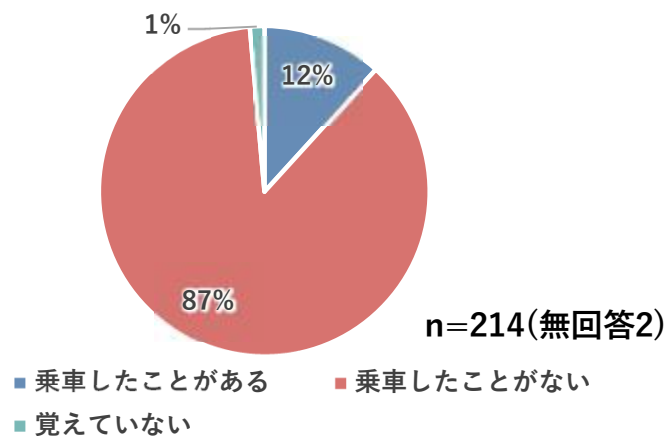
【実験を知ったきっかけ（複数回答可）】



【ABCプロジェクトについて】



▼ABCプロジェクト他地域での試乗



▼ABCプロジェクト以外の自動運転の試乗

