

「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第2期/
自動運転(システムとサービスの拡張)のうち
ニュータウン地域における自動運転による移動サービス実用
化に向けた環境整備に係る調査」に係る委託業務
報告書概要版

-多摩ニュータウン(多摩市)-

2019年4月

株式会社日本総合研究所
京王電鉄バス株式会社

多摩ニュータウン諏訪・永山団地で調査実証実験を実施

■多摩ニュータウン(多摩NT)概要

- 八王子、町田、多摩及び稲城の4市にわたる総面積約2,900ha、東西14km、南北2-3kmの広大な地域。
- 人口22万人の我が国最大のニュータウン。
- 昭和40年に計画決定、昭和46年に入居開始。
- 丘陵地に団地が立地しており、団地内の移動手段がないため高齢者や子育て世代の外出困難等、移動に関わる課題が顕在化している。

■調査実証実験対象エリア(諏訪・永山団地)

- 京王永山駅・小田急永山駅の南方に位置する人口2.7万人を有するエリア。
- 多摩NT第一次入居地区であり高齢化・老朽化が進行。駅に近い地区は民間資本による建替えが行われたが、それ以外の地区は、高齢化・人口減少の更なる進行が予想される。
- 駅までの幹線道路に路線バスが運行しているが、通勤・通学需要の減少に伴い、バス路線の収益は悪化。運転手不足も深刻であり、収益回復と運転手不足対策が求められている。



実証実験結果① ルート・実験概要等

■ ルート概要

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



■ 実験概要

運行パターン ／走行延長	パターンA(端末) 合計1.4km
運行方式／乗降方式	定ルート方式。 呼び出しがあった時のみ指定された乗降ポイント間を運行。
実験期間	2019年2月18日～2月24日
利用者	団地内の主に高齢者
走行車両	トヨタアルファード
運行システム	NTTデータ提供の運行管理システム
自動運転Lv	群馬大学のレベル4の自動運転技術(走行時は運転手が乗車)
安全管理	運転手の常時乗車

実証実験結果② 実験の様子

■ 運行状況



■ 利用方法

① 予約の方式

- 乗車方式はデマンド方式を採用
- 電話及びWebで車両を呼び出し

② 時間の指定について

- 乗車時間の指定は不可
- オペレーターから到着時間の目安について伝達
- 自動運転車は到着後、しばらくの時間を置いても乗客が来ない場合は出発

③ 自動運転サービス以外

- 自動運転車内で域内商店街及び接続している既存バス路線の行き先に在るショッピングセンターのクーポンを配布

アプリ画面



実証実験結果③ 地区概況

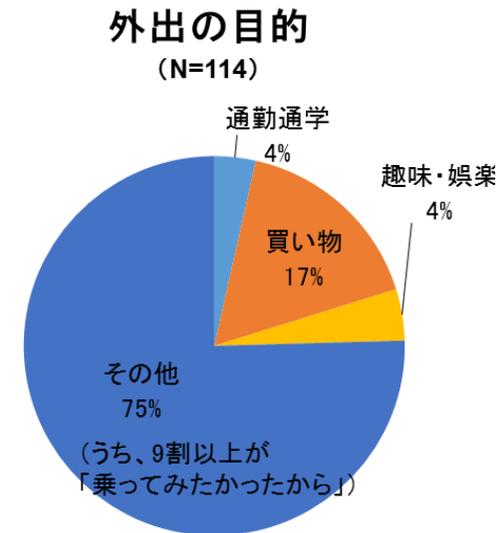
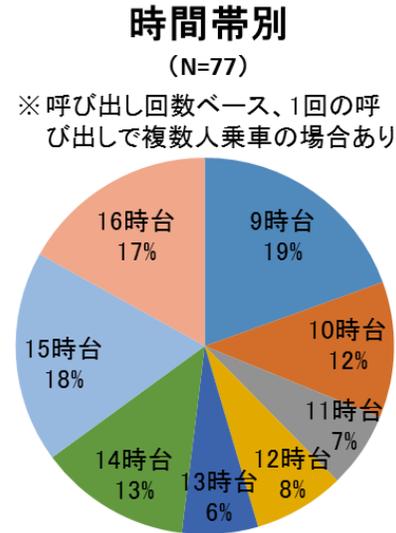
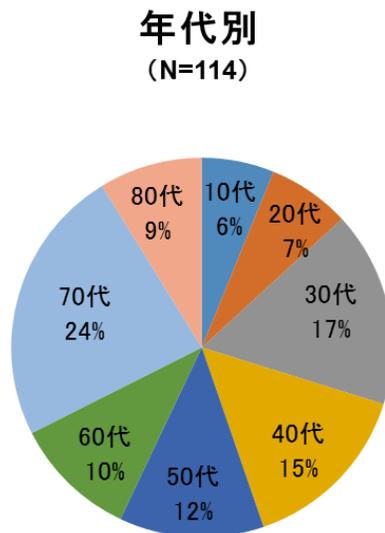
■ 走行中の様子



実証実験結果④ 実証時の利用者動向等

■利用者の動向

- 期間中(1週間)の乗車人数は総数211人、うち関係者を除いた利用者数は114人であった。
- 下図では、社会受容性醸成の状況や団地内の課題検討のため、関係者を除いた利用者数を用いて利用動向を示す。
 - 利用年代は、60代以上が4割以上を占めており、年齢が高い層からの一定以上の関心の高さが伺える。
 - 利用時間帯は、9時台及び15・16時台の呼び出し回数が多い。日常的に住民が移動する時間帯で多くの利用が見られたと言える。
 - 外出目的は、「買い物」を選択した利用者(17%)が最多であった。但し、その他が約8割を占めており、その内9割以上が自動運転車に「乗ってみたかったから」との趣旨で回答しており、自動運転への関心の高さが伺えた。
 - 呼び出しは、約8割が電話経由でありアプリ利用を大きく上回った。



実証実験結果⑤ 乗客アンケート

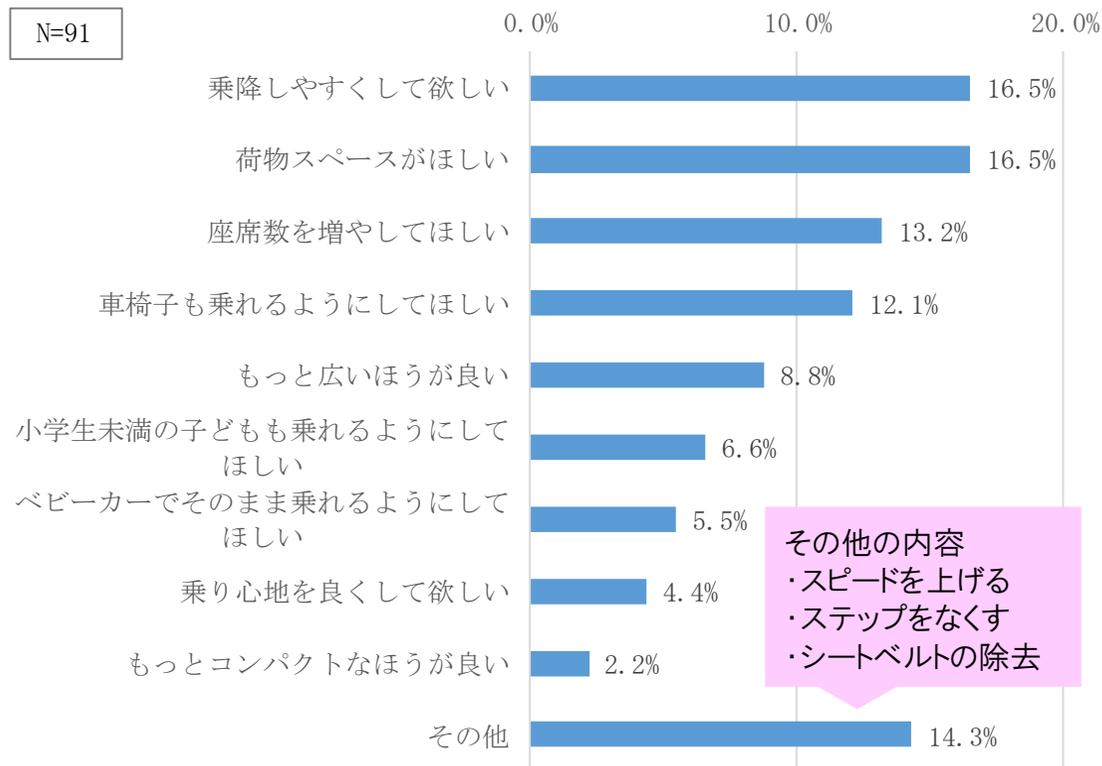
■実証実験に参加した乗客に対するアンケートの実施概要

乗客アンケート	
目的	<p>下記項目を把握するため、本アンケート調査を実施</p> <ul style="list-style-type: none"> • 自動運転サービスを利用した目的 • 社会実装に係る意向、移動に対する問題意識 等
対象	<ul style="list-style-type: none"> • 自動運転サービスの利用者全員
調査方法	<ul style="list-style-type: none"> • 添乗員が利用者全員にアンケート票を手渡しにて配布 • 利用者がアンケート票に回答を記載後、郵送
実施時期	<ul style="list-style-type: none"> • 配布時期:2019年2月18日～24日 • 回収及び集計期間:2019年3月～4月
回収数	<ul style="list-style-type: none"> • 114通配布中、56通を回収(関係者を除く)

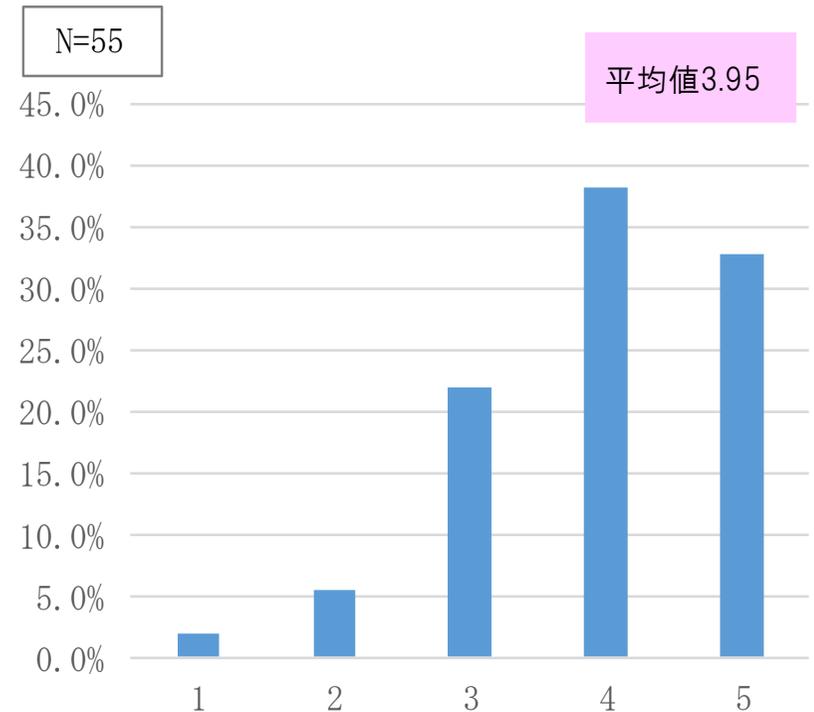
実証実験結果⑤ 乗客アンケート集計結果：適切な車両

乗り心地に関しては5段階評価中、平均3.95の評価を得た。また、乗降にかかる負担の軽減、車内スペースの増加等の改善点が明確になった。

今回の自動運転車両について、どのような改善要望をお持ちですか？
(複数回答可)



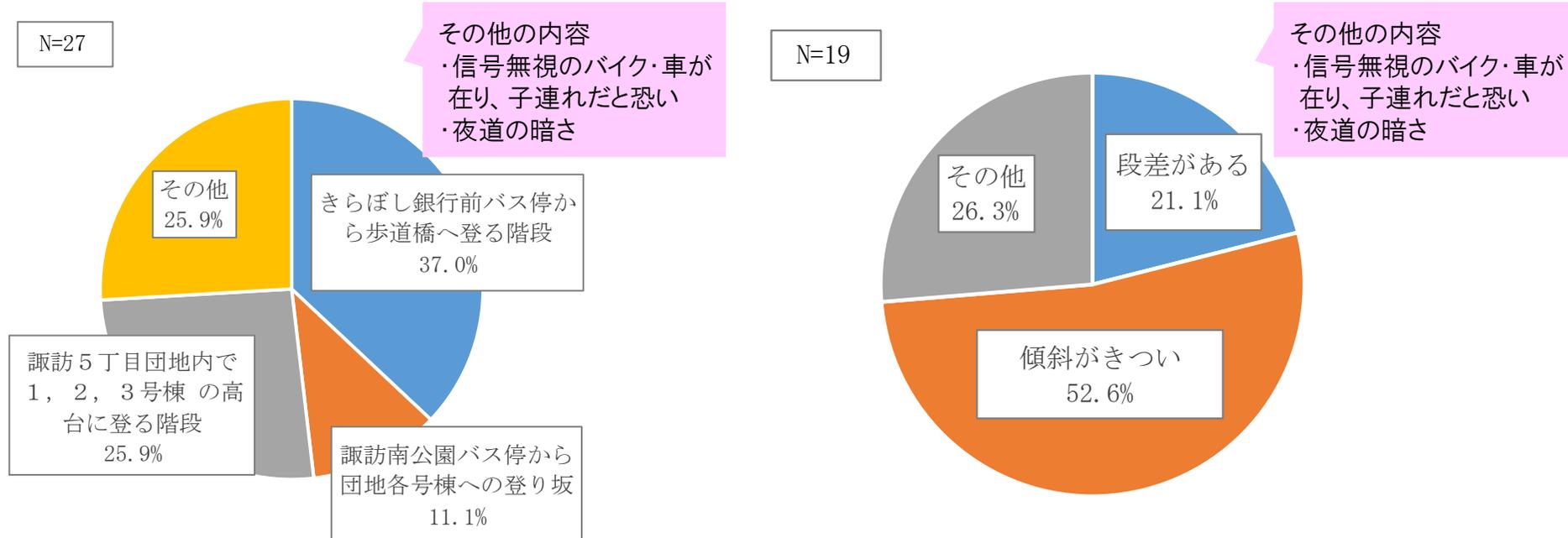
今回の実験の自動運転車両の乗り心地はいかがでしたか？



実証実験結果⑤ 乗客アンケート集計結果：NT内の危険・移動障害箇所

住民が移動が困難であると感じている場所は、「段差がある」及び「傾斜がきつい」の合計が73.6%であった。具体的な場所については特定の3箇所が74.0%を占めた。

地区内で徒歩での移動が困難だと感じる場所がありますか？ある場合は、その場所と理由を教えてください。

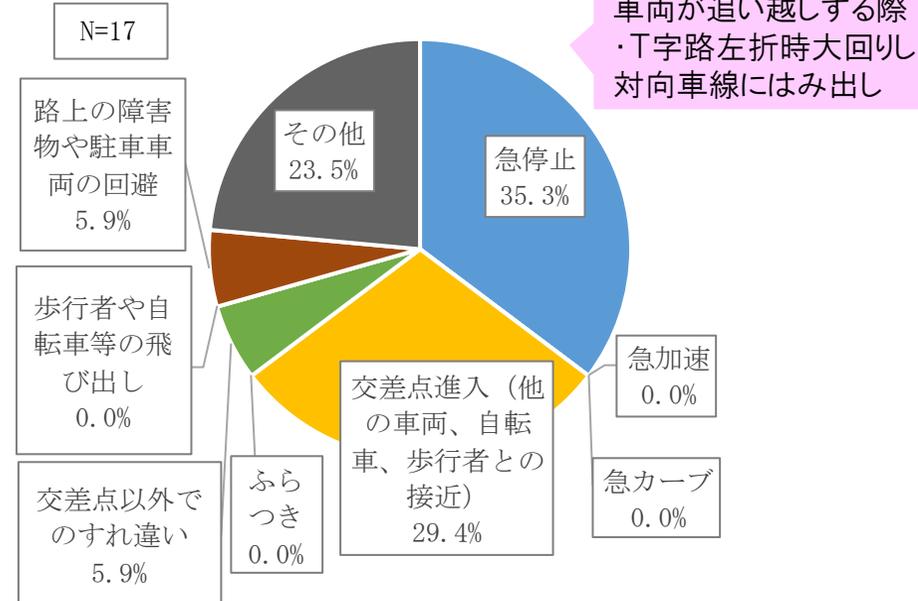
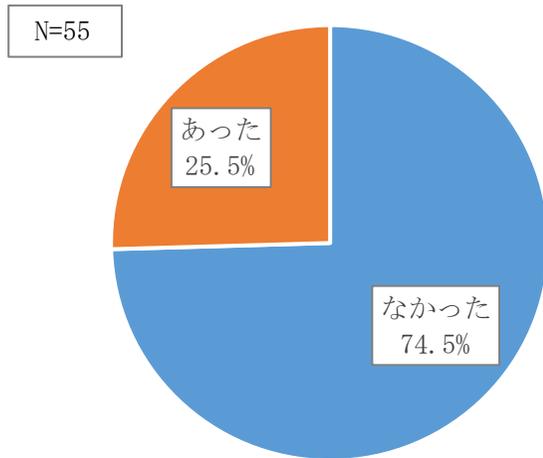


実証実験結果⑤ 乗客アンケート集計結果：既存の公共交通との干渉

乗客が危険を感じた割合は25.5%だった。具体的な場面として、スピードが遅いことによる車両の追い越し、路上駐車の回避、交差点での他車両との接近等、既存の交通との干渉によるものが挙げられた。

乗車中にヒヤリと感じた場面はありましたか？

(左問で2を選択された方のみにおうかがいします。)
ヒヤリとしたのはどのような場面でしたか？

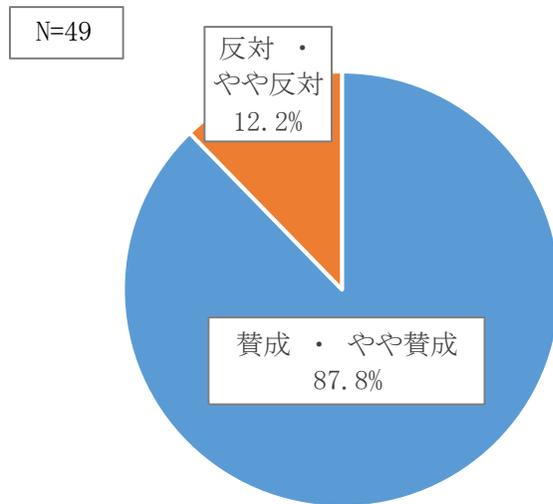


実証実験結果⑤ 乗客アンケート集計結果：自動運転技術や自動運転移動サービス導入に対する住民意見

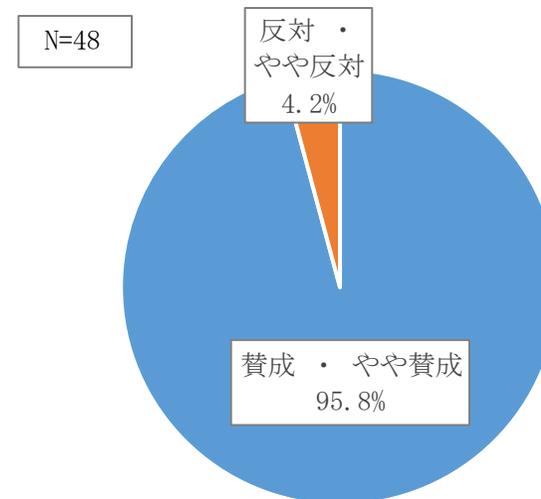
自動運転の実証実験参加後において、参加前と参加後を比較すると、7.7ポイント向上したため、地域の社会受容性は一定程度向上したと言える。

今回の実験に参加する前後で、自動運転車両を用いた公共交通を地域に導入することについての考えに変化はありましたか？参加前と参加後それぞれについて教えてください。

【参加前】



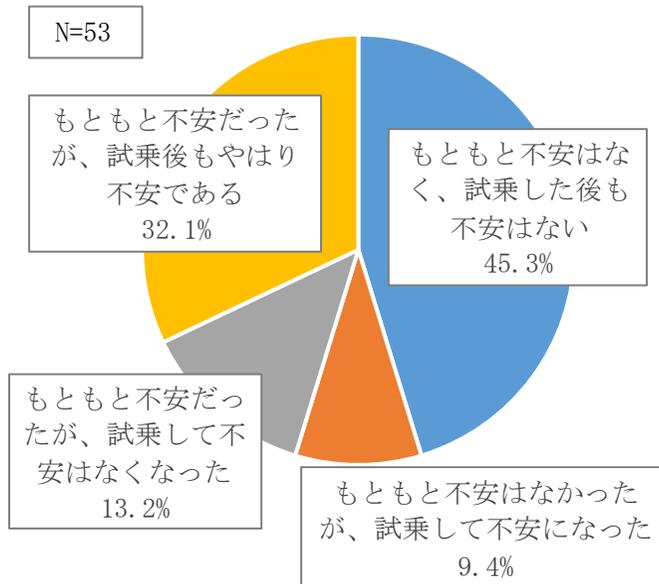
【参加後】



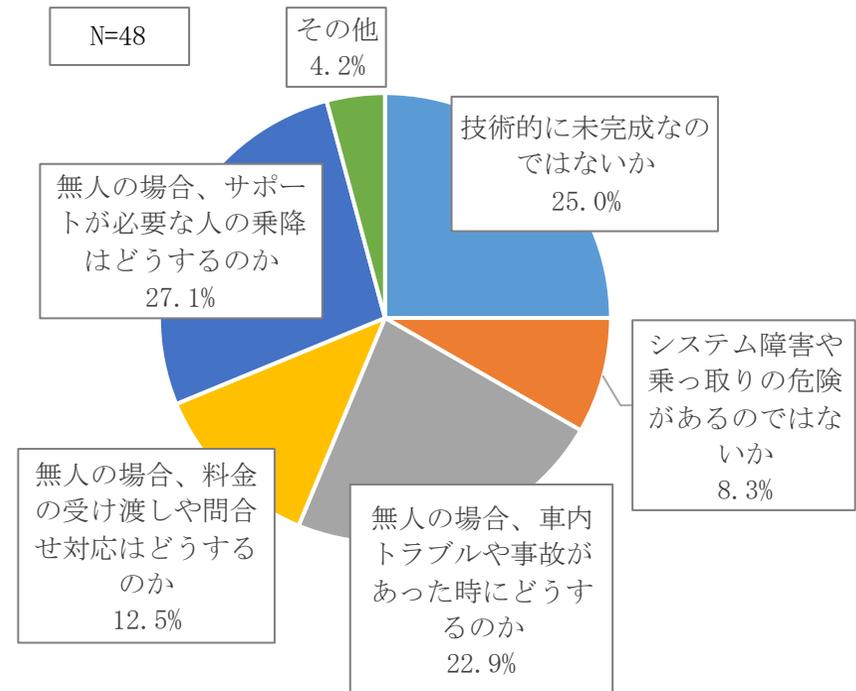
実証実験結果⑤ 乗客アンケート集計結果：自動運転技術や自動運転移動サービス導入に対する住民意見

乗車した後に安全性に関して不安のある人は41.5%であり、うち62.5%が無人であることへの不安を感じている。本点は、自動運転サービス実施上考慮しなければならない点の一つであると言える。

今回の実験に参加する前後で、自動運転車両乗車中の安全性についての不安に変化はありましたか？



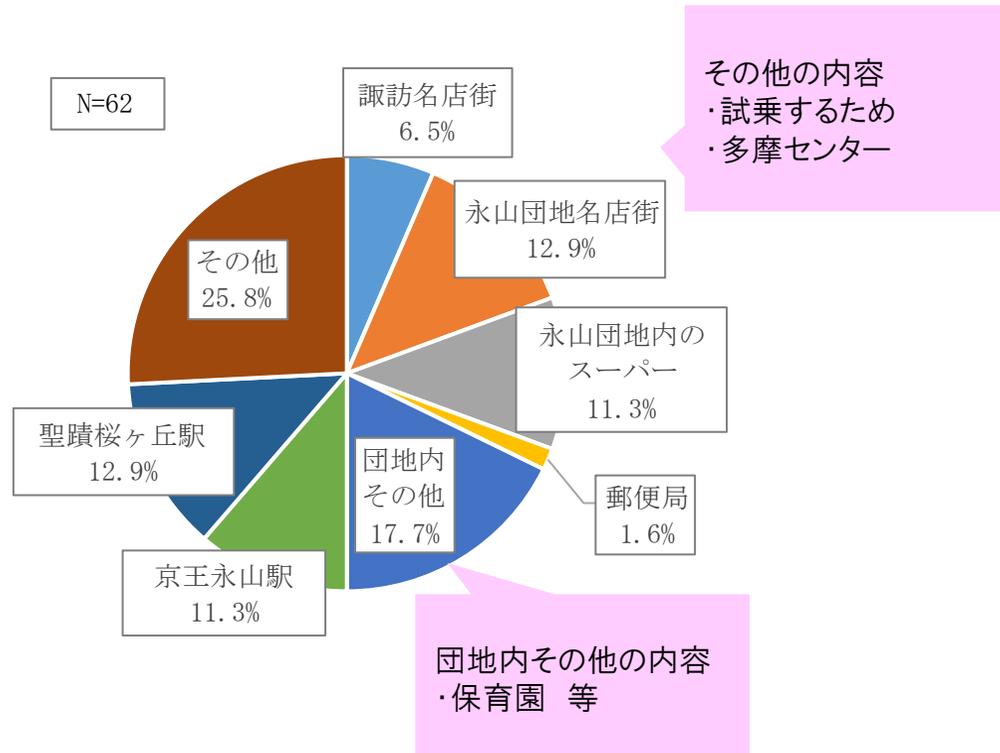
(左の質問で試乗後も不安と回答した方のみ回答)
どのような点が不安ですか？



実証実験結果⑤ 乗客アンケート集計結果：移動目的

自動運転サービスにおける移動の目的施設を集計の結果、30.7%を占めた団地内の商業施設(団地内の商店街及びスーパー)の他、多様な施設を目的地とした移動に用いられることが確認できた。

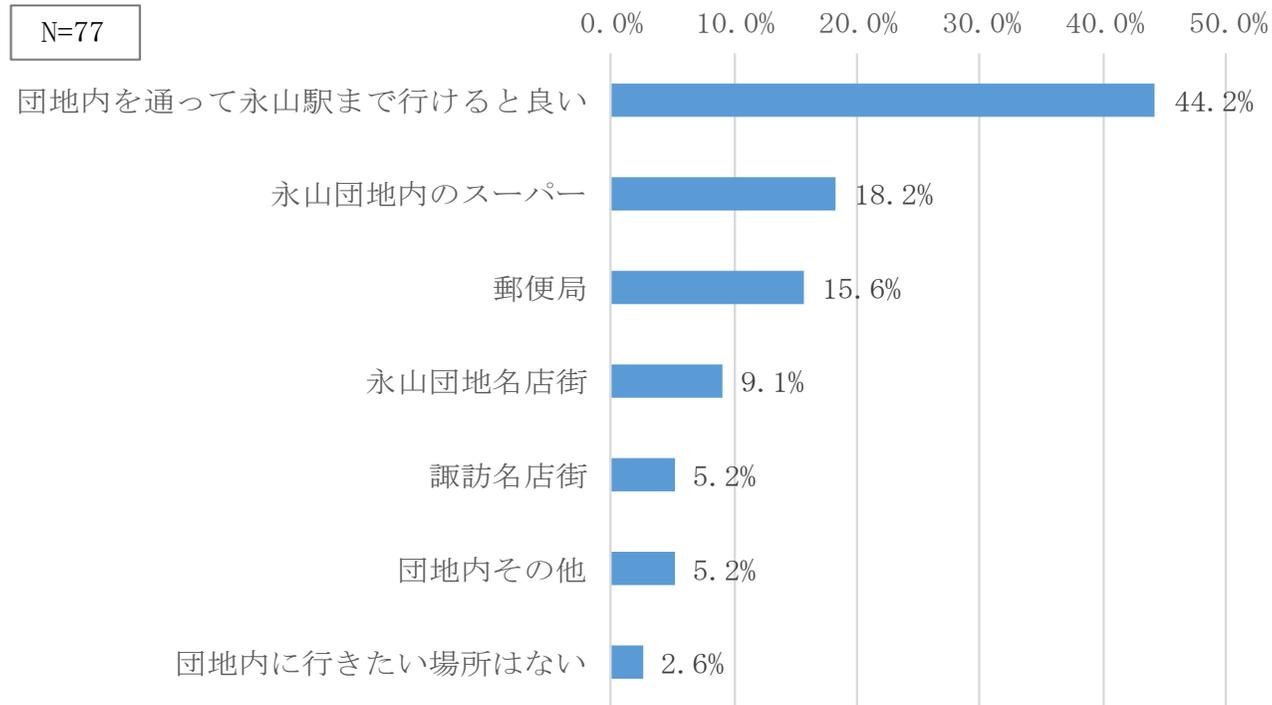
今回の移動における目的施設を教えてください。



実証実験結果⑤ 乗客アンケート集計結果：移動ルート

希望の目的地については、永山駅が44.2%、団地内のスーパーが18.2%、郵便局が15.6%を占めており、団地から駅、スーパー及び郵便局等までの移動ニーズが明らかになった。

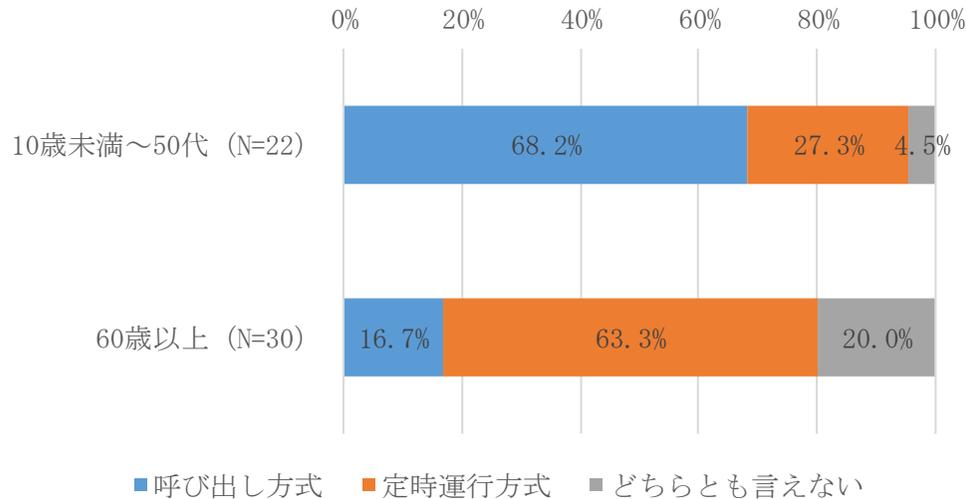
自動運転車両は歩道も含め団地内の近距離移動用を想定しています。団地内ではどこに行けたら良かったと思いますか？(複数回答可)



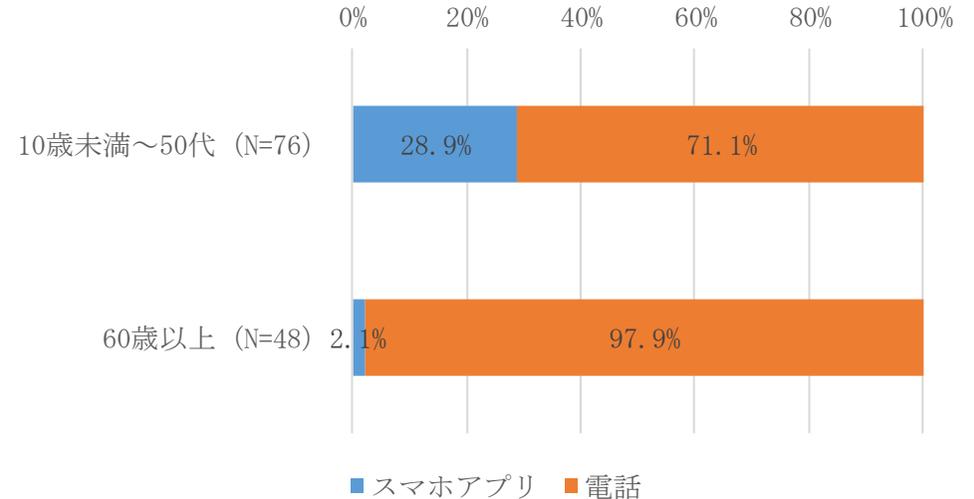
実証実験結果⑤ 乗客アンケート集計結果：住民が利用する予約・配車システム・運行管理システム

60歳以上の利用者については、定時運行方式の希望者が63.3%であり、97.9%が電話での予約であった。今後の60歳以上の利用促進の方策については、運行方式の検討も必要であると考ええる。

年代別希望の運行方式



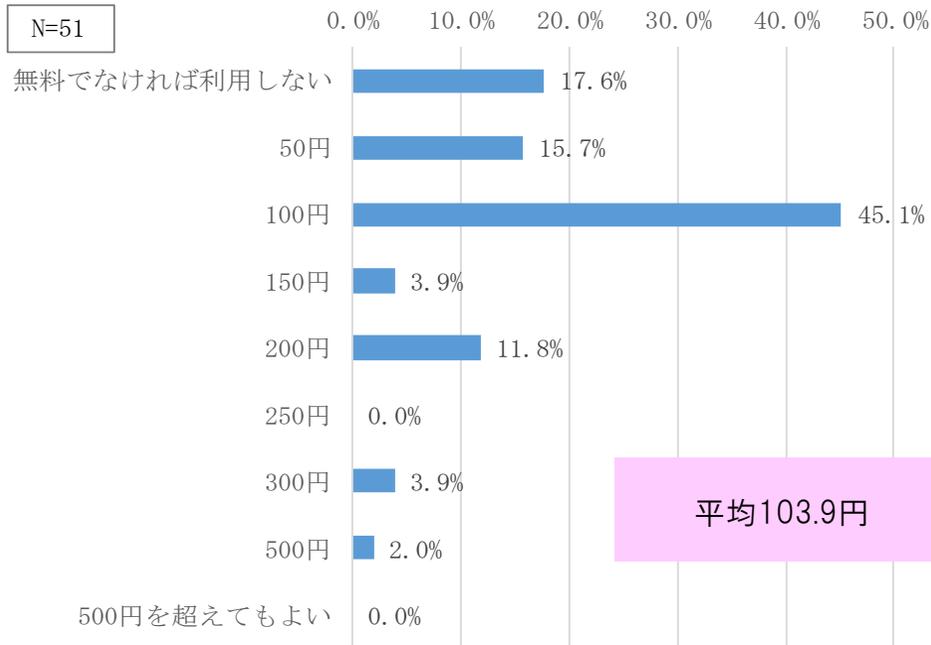
年代別予約実施方式



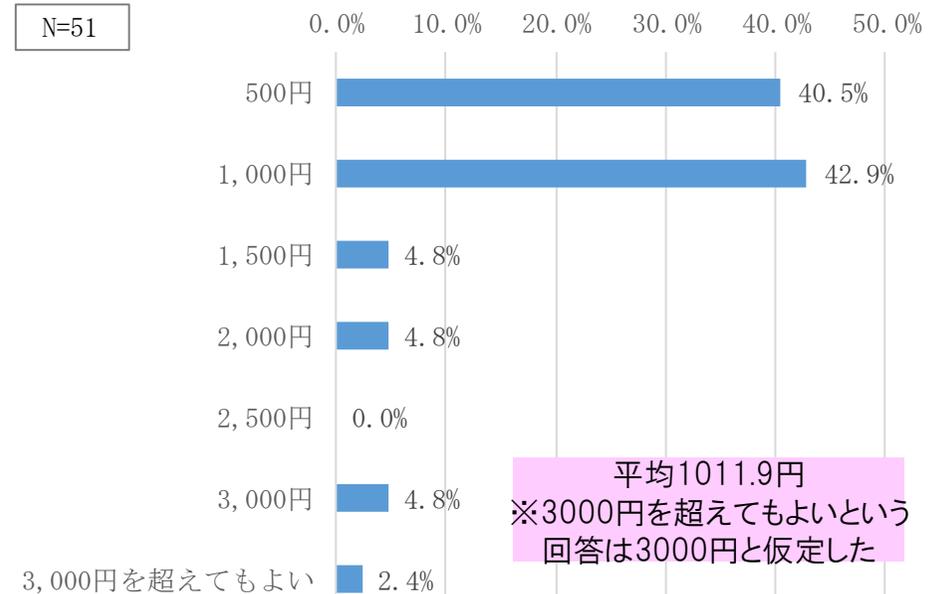
実証実験結果⑤ 乗客アンケート集計結果：サービス利用料金

1回あたりの料金については「100円」が最頻値であり、平均値も103.9円であった。また、月額については「1000円」が最頻値であり、仮定有りの平均値は1011.9円であった。本結果及びコスト等を踏まえて今後検討することが望ましい。

自動運転による団地内近距離移動サービスが実運用化された場合、1回あたりの料金がいくらまでであれば支払ってもよいと思いますか？



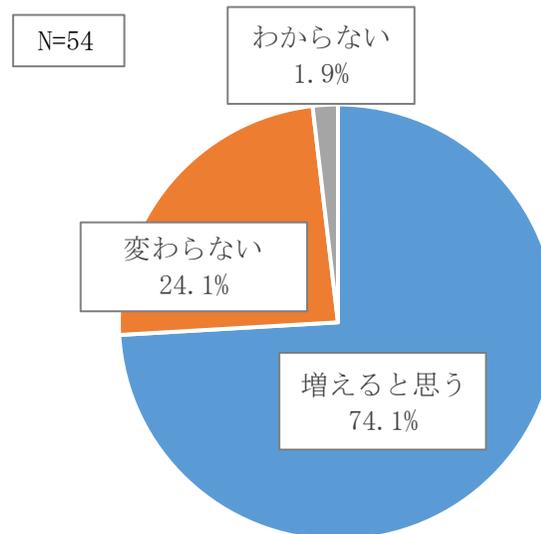
自動運転による近距離移動サービスを月額定額で乗り放題にした場合、いくらまでなら支払ってもよいと思いますか？



実証実験結果⑤ 乗客アンケート集計結果：商店でのクーポン利用意向

小売店のクーポン配布によって、聖蹟桜ヶ丘への移動が「増えると思う」という回答が74.1%であったことから、自動運転車内におけるクーポン配布による商店の利用が促進される可能性が示唆された。

今回のように聖蹟桜ヶ丘の小売店等のクーポン・割引券が車内で配られたら、聖蹟桜ヶ丘まで行く機会は増えると思いますか？



実証実験結果⑥ 住民アンケート

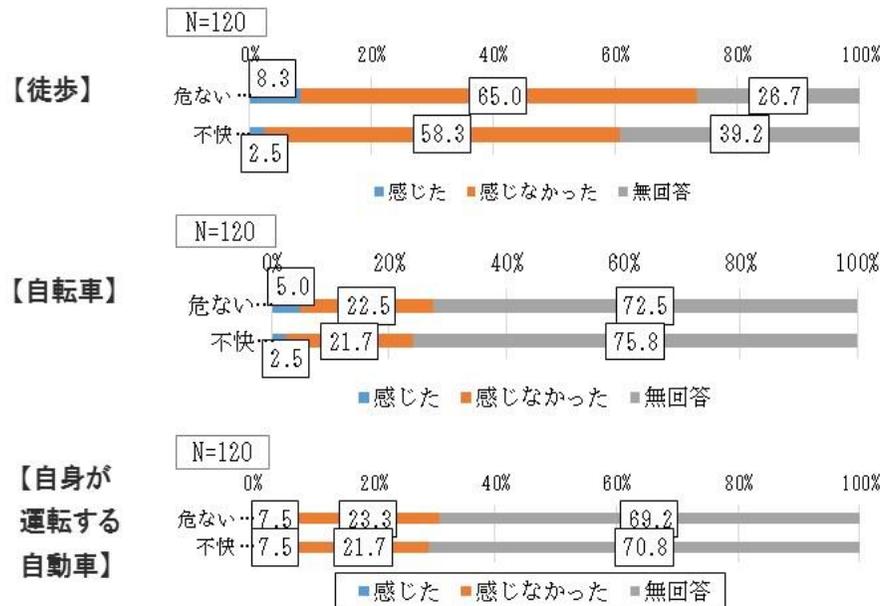
■ 諏訪・永山団地にお住まいの住民に対するアンケート実施概要

住民アンケート	
目的	<p>下記項目を把握するため、本アンケート調査を実施</p> <ul style="list-style-type: none"> • 実証実験における自動運転車の印象 • 交通に係る課題の調査 • 社会受容性の検証
対象	<ul style="list-style-type: none"> • 実験地域である諏訪5丁目、永山4丁目の全住戸
調査方法	<ul style="list-style-type: none"> • 実施主体が実験地域の住宅全戸にアンケート票をポストイン • 住民がアンケート票に回答を記載後、郵送する。
実施時期	<ul style="list-style-type: none"> • 配布時期:2019年3月12日 • 回収締切:2019年4月5日 • 集計期間:2019年3月～4月
回収数	<ul style="list-style-type: none"> • 2,000通配布中、404通を回収

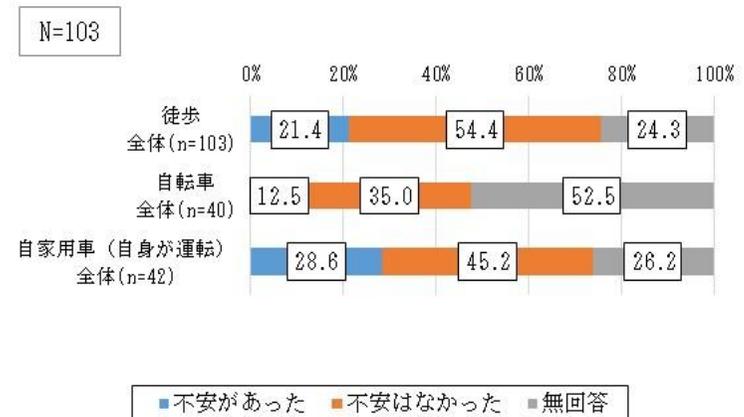
実証実験結果⑥ 住民アンケート:周囲の視点からの自動運転の安全性

自動運転車両に対する周囲の視点からの安全性について、2%~9%が自動運転を危ないと感じている。また、実験前から、自家用車の利用者は29%が自動運転の安全性に不安を感じており、移動サービスの実装には安全性の観点から、住民理解を得る施策を考える必要がある。

実験期間中、走行している自動運転車両と遭遇した時のあなたの交通手段を教えてください。また、その時、自動運転車両が同じ自動路空間を走行することに、危ないと感じたりしたかをお答えください。(下記は回答一例)



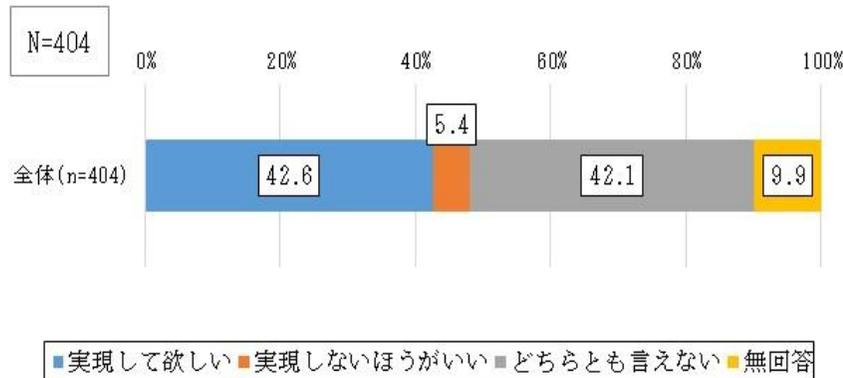
実験期間中に自動運転車両を見る前において、自動運転車両の安全性に対する不安はありましたか？自動運転車両の外から見た安全性についてお答えください。



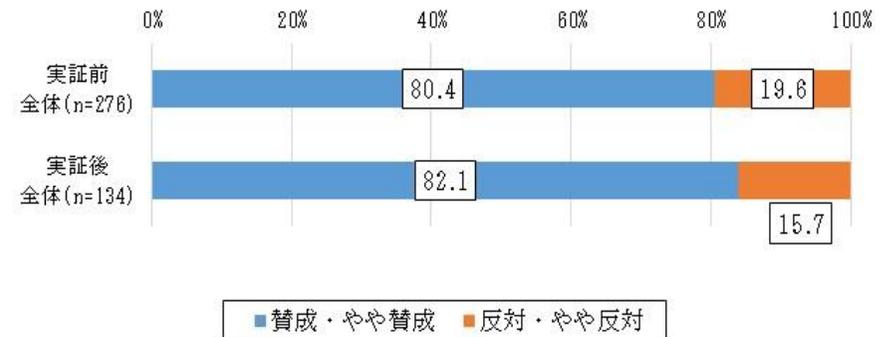
実証実験結果⑥ 住民アンケート:自動運転による移動サービスのニーズ

自動運転を活用した近距離移動サービスの実現を望む意見が42%あった。また、自動運転車両を見る前後での、自動運転の公共交通の導入を望む意見が80%から82%に増加しており、実証実験を通じて社会受容性が向上している。

自動運転が実現すれば、運転手の制約がなくなるため、団地内のような近距離移動でも移動サービスが提供できるようになると期待されています。自動運転を活用した近距離移動サービスがこの地域で実現して欲しいですか？

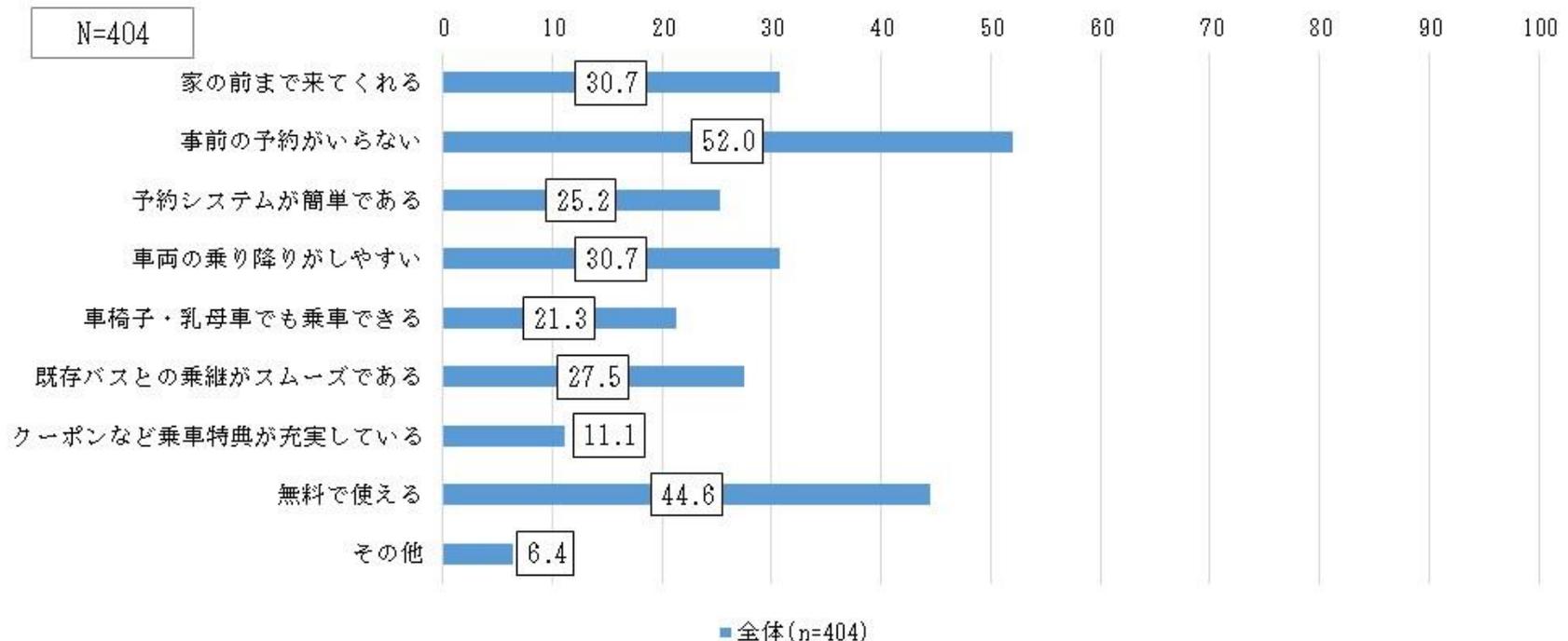


自動運転車両を用いた公共交通を地域に導入することについて賛成ですか？反対ですか？あなたが乗車するかどうかに関わらず、地域に導入されることへの意向を教えてください。実験中に自動運転車両を見た方は、見る前後それぞれについて回答してください。実験中に自動運転車両を見ていない方は、【自動運転車両を見る前】についてのみ回答してください。



実証実験結果⑥ 住民アンケート:自動運転による団地内近距離移動サービスに求める要素

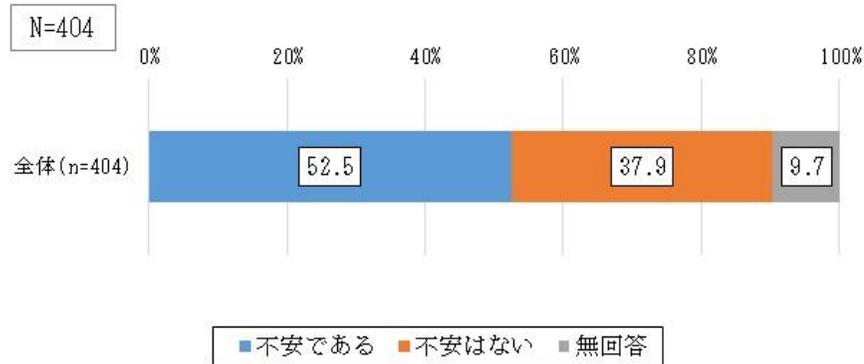
自動運転による団地内近距離移動サービスを使いたくなるために必要な要素として、「事前の予約がいらぬ(52%)」、「無料で使える(45%)」、「車両の乗り降りがしやすい(31%)」といった、サービス利用における利便性と費用についての意見が多くみられる。



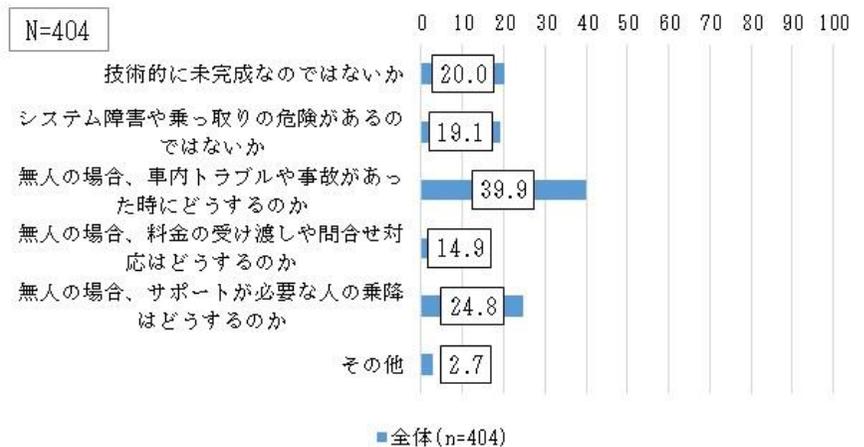
実証実験結果⑥ 住民アンケート:自動運転車両への乗車に対する不安

自動運転車両への乗車を過半数以上の人不安に感じている。不安を感じる点としては無人であるゆえに、車内トラブルやサポートが必要な人の乗降等、移動サービスとしての移動の安全性等ではなく、サービスそのものに対する不安が多い。

自動運転車両に乗ることについて不安はありますか？



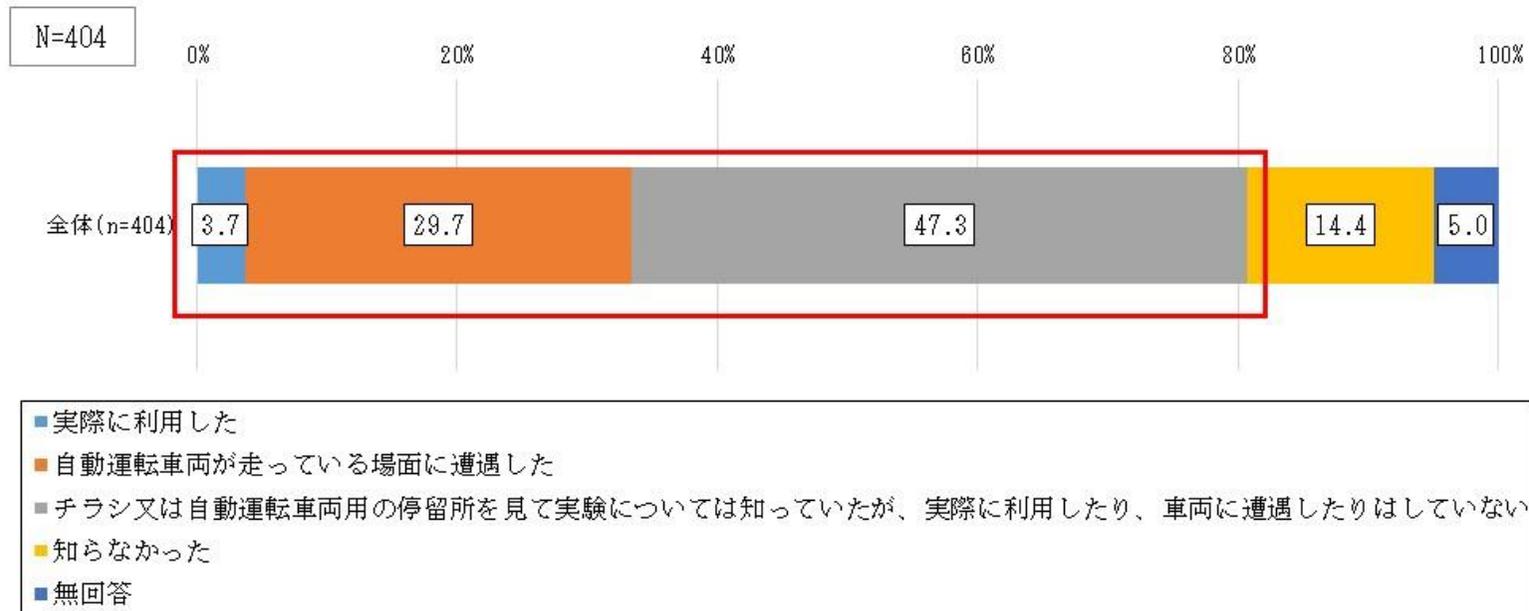
どのような点が不安ですか？



実証実験結果⑥ 住民アンケート:住民説明会/報告会を通じた住民への周知

実証地域において、本実証実験を認知していたという回答(赤枠参照)は80%以上であり、住民説明会、報告会等の告知活動による、住民への周知の効果があった。一方で課題点として、実証実験を認知はしていたが、利用しなかったという回答が47%も存在し、周知とともに利用促進を図る施策を検討する必要がある。

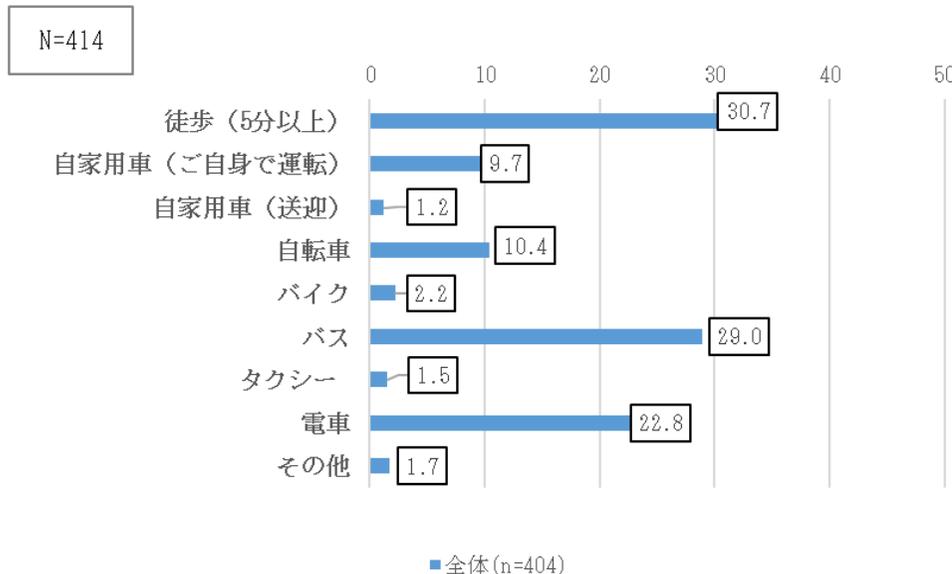
2月18日～24日の期間に、諏訪・永山団地にて、自動運転車両による団地内近距離移動サービスの
実証実験が実施されていたことは知っていますか？



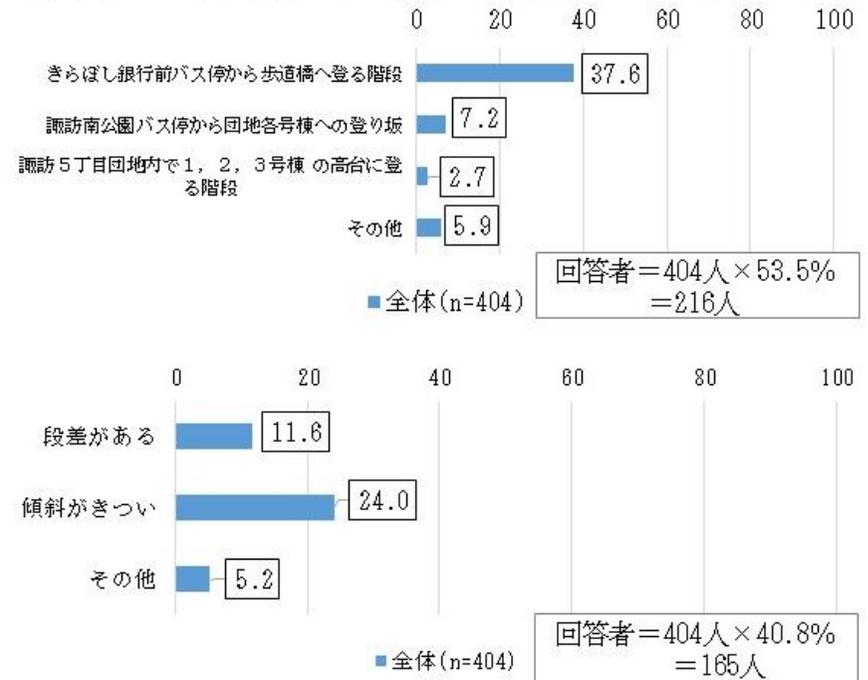
実証実験結果⑥ 住民アンケート:移動目的

現状、諏訪・永山地区では移動手段として徒歩が最も多く用いられ、次にバス、電車の順で多く利用されている。一方で、地区内では段差や傾斜等の理由により徒歩での移動が困難であるという意見も回答者の約半数(404人中53.5%の216人)存在する。地理的要因により、移動に困難を感じつつも、一定距離の徒歩移動を行っており、公共交通機関等によって移動手段を代替することに対する潜在的ニーズが存在する。

普段、家からの移動に最もよく利用する交通手段は何ですか？

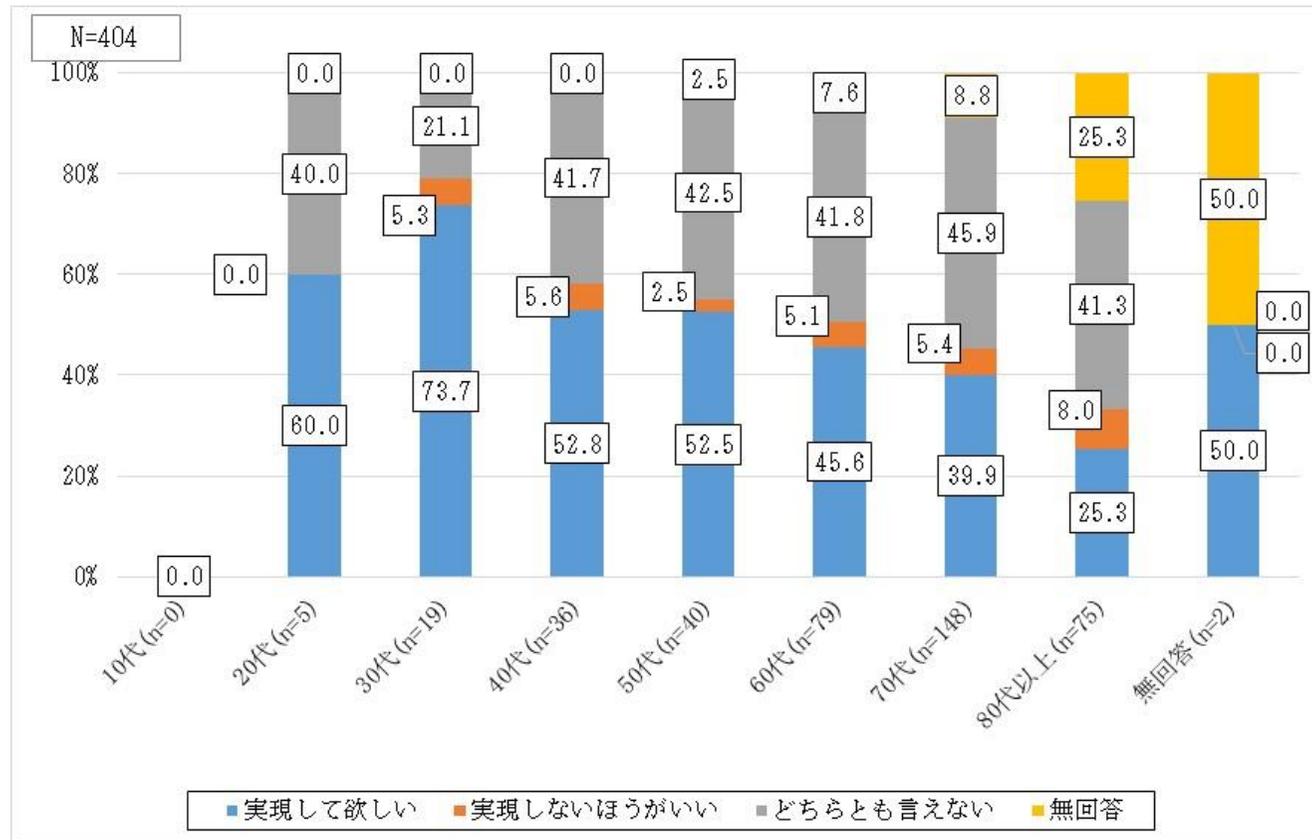


地区内で徒歩での移動が困難だと感じる場所がありますか？ある場合はその場所と理由を教えてください。



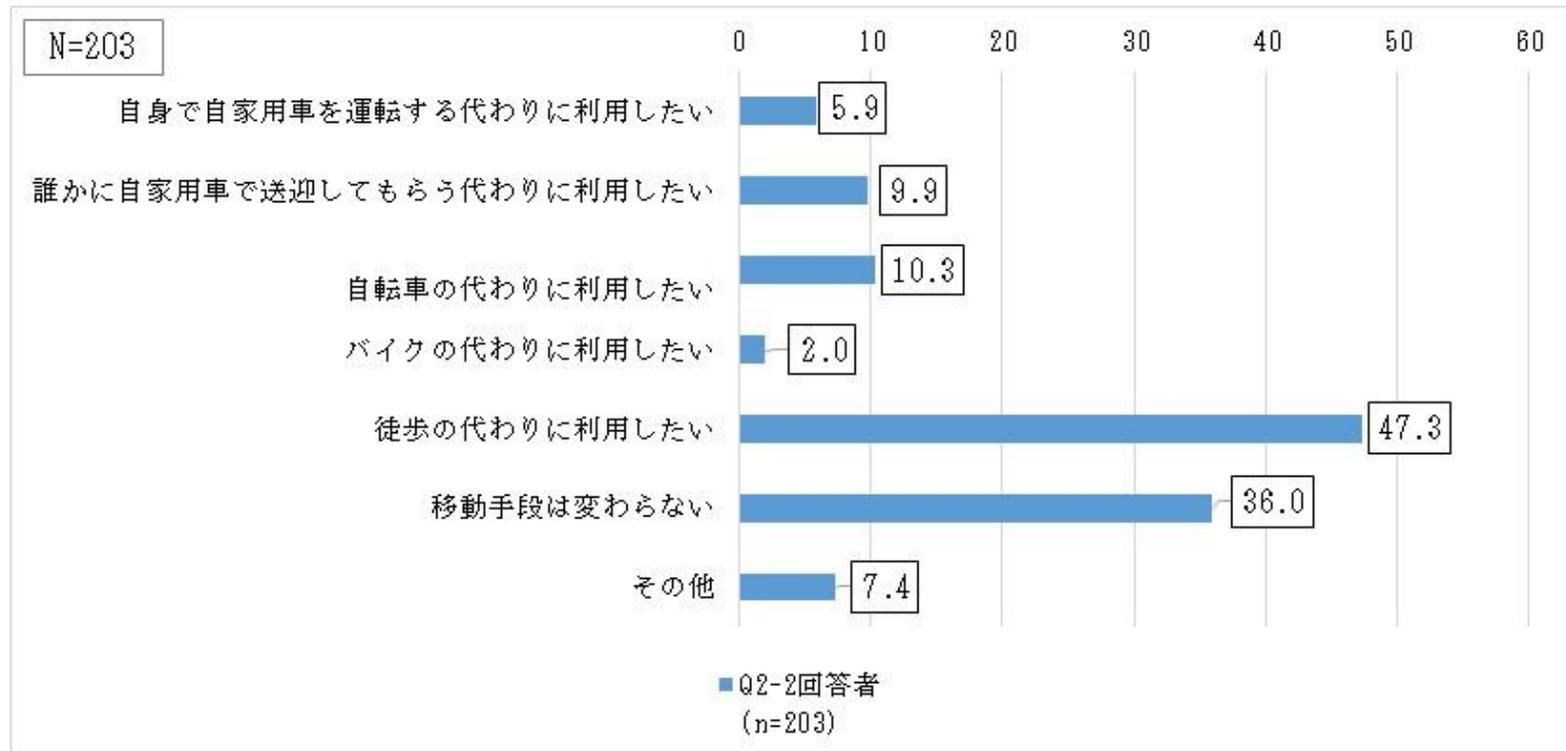
実証実験結果⑥ 住民アンケート:年齢別の自動運転による移動サービス実現に対する意識調査

若年層世代(20代、30代)においては、自動運転の移動サービス実現を望む意見が多くみられる一方で、以降の年代では実現を望む意見の割合が徐々に減少傾向にあり、高齢者世代(70代、80代)では、顕著に割合が低くなっている。今後、移動サービスの社会実装に向けては、高齢者世代を対象に自動運転技術等の新技術に対する理解を深めてもらうような施策が必要である。



実証実験結果⑥ 住民アンケート: 徒歩移動に困難を感じている個人における自動運転移動サービス実装時の交通機関選択行動の変容

諏訪・永山地区内における徒歩移動に対し、困難を感じているとした回答者について、自動運転移動サービスの社会実装時に交通機関選択行動がどのように変容するかを把握した結果、「徒歩の代わりに利用したい」という意見と「移動手段は変わらない」という意見が多かった。諏訪・永山地区では、移動サービスを実装した際には、現在、徒歩で移動する層において潜在的なニーズが有ると想定される。一方で当初想定していた、自動車交通を利用する層が、将来的な不安から、潜在的ニーズを保有している可能性があるという仮説は本分析結果からは立証できておらず、今後も追跡調査が必要である。



実証実験結果⑦ 収支シミュレーション

■収支シミュレーション実施概要

収支シミュレーション		
目的	本調査において実証した自動運転サービスの収益性を確認するとともに、今後の社会実装に向けた課題を洗い出し、打ち手の方向性を定性的に分析することを目的に実施	
収支項目	収益項目	サービス利用の対価である運賃収入に加えて、まちなかモデルにおける広告収入及び乗り継ぎモデルにおける既存のバスの利用量増加に伴う運賃増加を見込んだ。
	費用項目	運送費及び一般管理費を費用項目として採用。運送費については、実験実施主体である京王電鉄バスが、既存業務において一般的に用いる項目を採用した。
備考	<ul style="list-style-type: none"> サービス利用時に支払う料金については、乗客アンケート結果を元に算出するが、追加検討が必要なことが明らかであるため、複数のパターンを想定した。 自動運転サービスにおける本格的なコスト削減、人員削減が実現する自動運転レベル4を採用したケースについても、現状の収支構造を元として予測した。 	

実証実験結果⑦ 収支シミュレーション:結果

- 本調査において実証したサービスと同様のレベル3の自動運転車両を用いてサービス提供を行った場合、一年間で約4,000万円の赤字となる。
- また、レベル4の自動運転車両を用いた場合においても、約1,400万円～2,000万円の赤字となる。つまり、自動運転の技術が確立し、無人運転が可能になったとしても現状のサービス実施体制、方法では収益化は見込めない。

レベル3(運転席に乗務員を配置)

運転席に乗務員を配置するレベル3を想定し、運賃のパターン(100円若しくは200円)、乗客のパターン(1日30人、50人若しくは100人)ごとに1年間の収支を計算した。

図表 運賃100円の場合

	項目	1日30人乗車	1日50人乗車	1日100人乗車
収入	運賃収入	1,095,000	1,825,000	3,650,000
	広告収入	200,000	200,000	200,000
	乗継増収効果	164,579	274,298	548,595
	計	1,459,579	2,299,298	4,398,595
経費	人件費	27,665,005	27,665,005	27,665,005
	燃料油脂費	205,571	205,571	205,571
	車両修繕費	185,800	185,800	185,800
	車両関係費	10,040,934	10,040,934	10,040,934
	その他	376,272	376,272	376,272
	一般管理費	3,501,096	3,501,096	3,501,096
	計	41,974,678	41,974,678	41,974,678
収支		-40,515,099	-39,675,380	-37,576,083

図表 運賃200円の場合

	項目	1日30人乗車	1日50人乗車	1日100人乗車
収入	運賃収入	2,190,000	3,650,000	7,300,000
	広告収入	200,000	200,000	200,000
	乗継増収効果	164,579	274,298	548,595
	計	2,554,579	4,124,298	8,048,595
経費	人件費	27,665,005	27,665,005	27,665,005
	燃料油脂費	205,571	205,571	205,571
	車両修繕費	185,800	185,800	185,800
	車両関係費	10,040,934	10,040,934	10,040,934
	その他	376,272	376,272	376,272
	一般管理費	3,501,096	3,501,096	3,501,096
	計	41,974,678	41,974,678	41,974,678
収支		-39,420,099	-37,850,380	-33,926,083

レベル4(無人運転)

運転席は無人(運行管理者等の人員は必要)レベル4を想定し、運賃のパターン(100円若しくは200円)、乗客のパターン(1日30人、50人若しくは100人)ごとに1年間の収支を計算した。

図表 運賃100円の場合

	項目	1日30人乗車	1日50人乗車	1日100人乗車
収入	運賃収入	1,095,000	1,825,000	3,650,000
	広告収入	200,000	200,000	200,000
	乗継増収効果	164,579	274,298	548,595
	計	1,459,579	2,299,298	4,398,595
経費	人件費	9,472,349	9,472,349	9,472,349
	燃料油脂費	205,571	205,571	205,571
	車両修繕費	185,800	185,800	185,800
	車両関係費	10,040,934	10,040,934	10,040,934
	その他	376,272	376,272	376,272
	一般管理費	1,845,564	1,845,564	1,845,564
	計	22,126,490	22,126,490	22,126,490
収支		-20,666,911	-19,827,192	-17,727,895

図表 運賃200円の場合

	項目	1日30人乗車	1日50人乗車	1日100人乗車
収入	運賃収入	2,190,000	3,650,000	7,300,000
	広告収入	200,000	200,000	200,000
	乗継増収効果	164,579	274,298	548,595
	計	2,554,579	4,124,298	8,048,595
経費	人件費	9,472,349	9,472,349	9,472,349
	燃料油脂費	205,571	205,571	205,571
	車両修繕費	185,800	185,800	185,800
	車両関係費	10,040,934	10,040,934	10,040,934
	その他	376,272	376,272	376,272
	一般管理費	1,845,564	1,845,564	1,845,564
	計	22,126,490	22,126,490	22,126,490
収支		-19,571,911	-18,002,192	-14,077,895

実証実験結果⑦ 収支シミュレーション:収益性改善の視点・方針

- 収支シミュレーションを踏まえた、収益性改善の視点と今後の検討の方針

収益性改善の視点	今後の検討の方針
NTに適した自動運転車両の検討	<ul style="list-style-type: none"> • ゴルフカート大の小型モビリティの導入等、より低廉な価格かつNTに適した車両の調達・整備による収益性改善に検討余地がある。 • 耐久性が高い、減価償却期間が長い車両を利用する若しくは同一の車両を長く使用することによるコストダウンを図る。(人件費の割合が低いレベル4において、車両コストの減少のインパクトが大きい。)
人件費の削減	<ul style="list-style-type: none"> • 複数車両を一人で管理可能となる運行管理システムの整備等によって、固定費の比率が減少、コストダウンを図る。 • オペレーション効率化の詳細検討を通じて、人件費の削減余地を検討。
公的な支援等	<ul style="list-style-type: none"> • 自動運転サービスの社会実装に向けて、特に、2020年頃までの自動運転サービスの提供においては、補助金等の公的支援が事業成立に必要。 • 住民からの共助金など、自動運転サービスの構築に向けた地域からの協力についても検討が必要。

実証実験結果⑧ 社会実装に向けた示唆

■サービスの社会実装に向けては、今後、長期実証も活用した事業性検証、社会受容性の醸成等が必要。

実証実験結果

今後の取り組み、社会実装に向けた示唆

関係者調整

- 地域のステークホルダー、関係機関との事前調整・説明に相応の期間を要した。
- 短期の準備期間であったため、実験実施に必要な申請手続き等に負担があった。

- 地域協議会や自治会会合等の場を活用し、継続的にステークホルダー協議を推進する。
- 社会実装(事業化)時の諸手続きを念頭に、現時点からの課題・対応方針抽出を行う。

走行技術 都市空間整備

- 車両が待機場所に戻らなければ次の予約受付が出来ない等、一部に課題があった。
- 安全管理上走行速度を低速に抑えたが、乗客にはストレスを感じる方もいた。

- 都市空間の整備(NT内の安全な待機場所確保等)を進め、事業環境を整えていく。
- 安全確保を前提に、事業環境整備の状況を見ながら運行ルールの更新を進める。

社会受容性 (自動運転に対する 住民意見等)

- 外出負担の軽減、天候が悪い、保育園送迎などの目的による利用が一定数あった。
- 「自動運転車に乗ってみたかった」という意見は非常に多く、住民の関心が高かった。

- 長期間の実証等を通じて、より多くの住民や地域ステークホルダーの理解を得るようする。
- 住民アンケート結果も踏まえながら、住民説明等の機会を確保していく。

事業性確保等の 社会実装に向けた 要検討事項

- 短期間の実証のため、住民の移動需要把握、社会受容性の醸成等に制約もあった。
- 地域商店との連携は、一部でクーポン利用を実証したが対象店舗数等に限りがあった。

- 長期間の実証等を通じて、需要の高いルート設定、事業性向上策検討を進める。
- 乗客移動動向や地域商店の営業情報など、地域の生活データとの連携方策検討。