

高蔵寺ニュータウンにおける 地区内自動運転サービスの利用意識分析

長嶋 陽子¹・金森 亮²・赤木 康宏³・森川 高行⁴

¹ 非会員 名古屋大学未来社会創造機構 (〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町)
E-mail: yoko.nagashima@mirai.nagoya-u.ac.jp

² 正会員 名古屋大学未来社会創造機構 (〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町)
E-mail: kanamori.ryo@nagoya-u.ac.jp

³ 非会員 名古屋大学未来社会創造機構 (〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町)
E-mail: akagi-y@coi.nagoya-u.ac.jp

⁴ 正会員 名古屋大学未来社会創造機構 (〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町)
E-mail: morikawa@nagoya-u.jp

名古屋大学と春日井市が連携して社会実装を目指す地区内自動運転サービスの実証実験について、高蔵寺ニュータウン石尾台地区でのこれまでの実験経緯や実験結果、社会実装に向けた現状の取り組み内容を紹介する。小学校区内に限定して徒歩・自転車での移動の補完を目的とした、Door to Door のオンデマンド型移動サービスである。実証実験から得た利用直後のヒアリング調査から、ゆっくりカートによって一定数の外出促進が図られていることが明確になった。また利用者とイベント参加者の利用意識の比較から、地区内移動サービスへの利用意識がともに高いことを確認した。石尾台の一般居住者と利用者の利用意向や免許返納意向の比較から、運転免許非保有者、80代の高齢者の需要が最も高く、80歳付近が普段の移動が変わりやすい変化点であることが示唆された。

Key Words: *automated vehicles, on-demand mobility, experimental study, user acceptance*

1. はじめに

愛知県春日井市の高蔵寺ニュータウンにおいて、2017年度より名古屋大学と春日井市が連携し、自動運転によるラストマイル交通の実証実験を行っている。高齢化の進むニュータウンで、「低速度(20km/h未満)・地域限定の自動運転移動サービス」であり、自宅から地区内のスーパー、病院、バス停等までのラストマイル交通を担うことを想定している。

自動運転による実証実験は各地で長期間実施されるようになっており、利用意識や受容性を分析した論文は、岩田ら¹⁾、Pei Nen Esther Cheeら²⁾、Ralf Martin Socら³⁾がある。日本では茨城県境町、福井県永平寺町⁴⁾、沖縄県北谷町⁴⁾で社会実装が始まっている。社会実装しているサービス内容としては、定時定路線のバスやカートが自動運転で運行している例が多く、オンデマンド型を自動運転で運行している例はない。また社会実装といっても、従来のようなバス運賃のように料金収受をしている例は福井県永平寺町のみであり、境町は行政の補助金での運

営のため無料であり、北谷町でも運営費用は車内広告の収入で賄っており、運賃は無料で運行している。

昨今、従来の路線バスの廃線、再編が必要となる地域は多く、利用人数が十分に確保できない地域にとって、標準的な価格の運賃収入のみでは運営は厳しい。高蔵寺ニュータウンの自動運転サービスも社会実装を目指して実証実験を重ねており、地域住民がNPO法人を設立し、有料運賃でのサービス開始に向けた準備が進んでいる。本件も標準的な価格の運賃のみの収入では運営ができず、ボランティア、周辺商店や企業からの協賛金、町内会費、行政補助で運営していく方針となっている。

本論文では、高蔵寺ニュータウン(石尾台地区)での自動運転サービスの実証実験について、これまでの実験内容や結果、社会実装に向けた現状の取り組み状況を紹介する。また、実証実験の利用者とイベント体験者の利用意識や自動運転への受容性、一般居住者と利用者の利用意向や免許返納意向の比較分析により、石尾台での地区内移動サービスの需要について考察する。

2. これまでの石尾台の取り組み

実証実験の対象地域である、石尾台地区（図-1 右上、約 700ha）は人口 4,614 人、高齢化率 47.2%（2022.4.1 時点）⁵⁾ である。高齢化率は高蔵寺ニュータウンのなかで最も高く、全国の高齢化率 28.4%（2019.10.1 時点）⁶⁾ と比較しても高齢化が顕著に進んでいる地区である。居住者の移動手段は自家用車に大きく依存しており、高齢者にとって運転への不安や免許返納を含めた今後の移動への不安の声が多くある。

石尾台地区は戸建て住宅が大部分を占め、小中学校や公園、スーパーやドラッグストア、クリニック等の生活に必要なサービスは提供されている。また、地区の周囲を走る路線バスは頻度高く運行しており、商業施設が集約するセンター地区（図-1 赤塗部）や最寄り駅の JR 高蔵寺駅へもこの路線バスで行くことができる。しかし、地区内の移動手段は徒歩・自転車、家族・友人の送迎が主となり、運転免許を持っていない人や高齢者にとって急勾配の坂道が多い石尾台地区での移動は大変である。

こういった住民に対して、石尾台地区在住の住民ボランティアは買物や病院等の送迎支援を目的とし、無償送迎サービスを運営してきた。しかし現在は運営者やドライバーが高齢となり、サービスを存続するのが難しくなっている。

これまでの石尾台地区での実証実験は、表-1 のとおり、2018 年 3 月の自動運転カートの走行実験からはじまり、2019 年 11 月の住民体験乗車、2020 年 2 月から一般住民

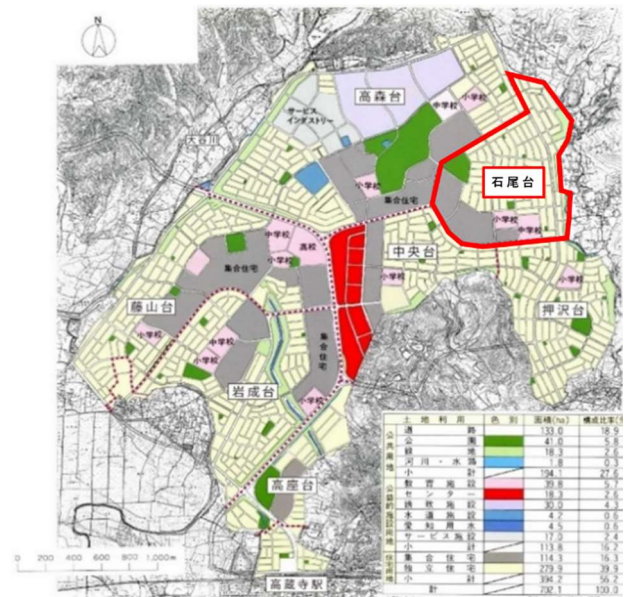


図-1 高蔵寺ニュータウン、石尾台の位置

向けのオンデマンド型移動サービスへと、約 4 年かけて自動運転の技術検証とともに実証実験を行ってきた。

現行の送迎サービスを存続するために、現在の送迎サービス運営者や有志が集まった石尾台地区の住民、春日井市、名古屋大学の関係者（計 21 名）が、石尾台住民検討会として議論の場を設け、今後の送迎サービスについて話し合いを行っている。石尾台住民検討会は 2021 年 12 月に第 1 回目を行い、これまで月 2 回の頻度で計 20 回（2022.8 時点）行ってきた。話し合いの結果、自動運転を現行の無償送迎サービス運営に活用し、行政も大学

表-1 これまでの石尾台地区での実証実験

実施時期	期間	実験内容	利用人数 (人)	利用回数 (回)
2018年3月	1日	公道での自動運転カートの走行実験		
2019年11月	2週間	オンデマンド型手動運転カートの住民体験乗車		
2020年2月	2週間	オンデマンド型自動運転カートの一般住民乗車 ※地区内に33の乗降箇所を設置し、 毎時00分発の電話予約制で無料乗車	37	39
2020年10~11月	約1ヵ月	オンデマンド型自動運転カートの一般住民乗車 ※地区内に128の乗降箇所を設置し、 15分間隔程度の電話予約制で無料乗車	50	70
2021年2~3月	約1ヵ月	オンデマンド型自動運転カートの技術検証 定時定路線の自動運転バスの技術検証 ※カート、バスともにコロナ渦のため一般住民利用できず		
2021年6~8月	約2ヵ月	Door to Doorのオンデマンド型自動運転カートの一般住民乗車 定時定路線の自動運転バスの一般住民乗車 ※これまでは乗降箇所間のための乗車であったが、自宅前でも乗降 できるように手動運転区間と自動運転区間を組み合わせた走行に	33	114
2022年1~3月	約2ヵ月	Door to Doorのオンデマンド型自動運転カートの一般住民乗車 商品配達機能を追加し貨客混載サービスに	30	83

も協力しながら新たなボランティア送迎サービスを運営していく、という流れとなり、現在、2022 年 10 月から住民が NPO 法人を設立し自家有償旅客運送にて送迎サービスを行う方針で調整を進めている。2022 年 6 月には「特定非営利活動法人 石尾台おでかけサービス協議会」の設立総会を実施し、定款や事業計画の合意形成を行った（写真-1）。

費用面については、車両や車庫などの初期投資、車両管理費や保険、システム利用料に関する費用は春日井市が負担し、自動運転等に関する技術提供は当面は名古屋大学が行う。運営費は、地元商店や企業の協賛金と町内会費などの寄付金、利用者からの会員費と運賃にて賄う事業モデルである。なお運営に係る人件費の確保が難しく、NPO 法人の理事やドライバー、オペレータはボランティア（謝金）での運行となる。ボランティア人材の確保、協賛金や町内会費の収入源の確保、サービス内容の精査等の最終的な運営準備を進めている。

3. 実証実験について

3.1 概要

本論文では、2021 年度末の実証実験の結果を報告する。実験期間は 2022 年 1 月 24 日～3 月 18 日の 40 日間、石尾台地区内で一般居住者にオンデマンド型の自動運転サービスを無料で提供した。図-2 のチラシを実証実験前に石尾台地区内に全戸配布した。

自動運転は、ヤマハ発動機の電動ゴルフカートを使用し、誘導線方式ではなく SLAM による自車位置推定を用いる、名古屋大学 COI が開発した自動運転専用ソフトウェア (ADENU) を搭載する「ゆっくりカート」を使用した。走行の際は運転手と補助員の計 2 名が同乗し、手動運転区間有のレベル 3 相当で低速の走行である。また、



写真-1 石尾台おでかけサービス協議会の設営総会の様子

株式会社 KDDI 総合研究所が開発した予約・配車システムを自動運転のシステムと連携することで、オンデマンドの予約受付、経路検索、相乗りの対応も容易となっている。今回の実験の特徴として、電話での事前予約（当日予約も可）だけでなく、その場で手を挙げて乗れる、即時利用の対応も実施した。

また、人の乗車のみでなく、商品の配達をゆっくりカートで担う貨客混載サービスも並行して行った。重たいもの・嵩張るものの商品配達をゆっくりカートが代行することで、ゆっくりカートの稼働率アップを図った。商品の注文、受注、配達スマートフォン又はパソコンから専用の商品注文サイト（株式会社 KDDI 総合研究所が開発し、予約・配車システムと連携）を用い、配達はゆっくりカートの補助員が行った。結果、モニター 29 名、協力店舗 2 店舗、注文総数 40 回となり、人のみの乗車に比べ稼働率は 2.3 倍となった。モニターからの満足度は高かったが、今後、長期的に商品配達をゆっくりカートで行うには、システムの改良や店舗間の調整など課題が多く、既存のネットスーパーなどのシステムとの差別化が難しい、有料化に法規制の壁があることが課題とな

家の前まで来てほしい人は… **呼出・予約**

- 1 今すぐ乗りたい → 今すぐ電話！空きあればすぐ乗車！
- 2 日時を決めて乗りたい → 電話して予約！決めた日時で乗車！

乗りたい時に、もし見かけたら… **その場で乗車**

3 見かけた時に → カートに向かって手を上げるだけ！

「ゆっくりカート」の活用、問い合わせはここにお願い！
 予約がなくても路上で手を上げればすぐ乗れます！

090-5035-5230

石尾台地区内全戸配布

図-2 チラシ

った。以降の分析では、商品配達の利用回数は除外し、「人の乗車」のみの利用結果を報告する。

3.2 利用結果

実証実験 40 日間に得た配車予約データ、利用後のヒアリング調査結果を分析した。データ概要は表-2、表-3 に示す。ここでヒアリング調査は、同一人物であっても、利用の都度、調査を実施している。配車予約データはデータ取得率 100%、ヒアリング調査は回答率 57.8%であった。

(1) 総利用回数

配車予約データより、総利用回数は 83 回、利用者数は 30 名であった。一日当たりの平均利用回数は 2.1 回/日、一人当たりの平均利用回数は 2.8 回/人である。ここで往復利用は 2 回とカウントしている。

表-2 配車予約データの概要

データ取得日数	40日間 (2022.1.24~2022.3.18の運行日)
データ数	83回分の乗車データ
調査項目	デマンドID, ユーザID, 希望出発・到着時刻, 予約人数, 予約時刻, 出発・到着予定日時, 出発・到着実績日時, 出発地・目的地, 乗車人数

表-3 ヒアリング調査の概要

調査方法	利用者への聞き取り ゆっくりカート乗車後に調査員が口頭で質問
調査期間	40日間 (2022.1.24~2022.3.18の運行日)
回答数	48
回答者数	26人
回答率	57.8% (=48/83)
調査項目	(1)個人属性, 世帯属性 (2)外出頻度, 自動車運転頻度, 公共交通利用頻度 (3)石尾台地区内の移動手段, よく行く場所と頻度 (4)実証実験の乗車経験, 感想, 不安, 要望 (5)今回の移動目的, カートがない場合の移動手段 (6)利用意向, 利用目的, 想定利用頻度, 想定利用料金, 運営協力意向 (複数選択式, 穴埋め式) (7)石尾台地区内移動サービスについて 必要性, 家族や友人に勧めたい (8)自動運転について 期待, 歩行者として自動運転車両がこわい (9)ゆっくりカートについて 利用したい, 誇りに思う, 運行に賛成 (10)高蔵寺ニュータウンについて 住んでいることを誇りに思う, ずっと住み続けたい, 自分なりの社会貢献ができている (9)人生満足度 (5件法) (10)その他サービスに関する意見

(2) 個人属性

ヒアリング調査の回答(n=26)から、実証実験の利用者の特徴は、女性、高齢者(特に後期高齢者)、非労働者、運転免許の非保有者、普段運転していないか頻度が低い、であった。(具体的な数値は、表-4に示す。)

(3) 乗車経験, 安心感, 利用意向

「自動運転の乗車経験」のヒアリング調査の回答(n=26, 初回利用時)から、これまでの自動運転の乗車経験は平均 3.8 回/人であり、利用者の約 8 割が実証実験のリピーターであることが分かった。

乗車の反応として、「安心して乗車できた」は 100%(n=48, 全利用の回答を集計)であり、すべての利用で不安を感じた人はいなかった。ゆっくりカートには運転手が同乗しており、自動運転とはいえ緊急時には運転手が対応してくれる、という安心感が大きく作用していると考えられる。

サービスの利用意向は(n=26, 最終利用時)、「すぐ利用したい」77%、「将来的には利用したい」23%、「利用しない」0%であり、今後サービスを利用したい人は 100%である。以上のことから、実利用者の利用意向は非常に高く、自動運転サービスに対するマイナスの意識は感じられない。また「利用しない」がないことから、継続してゆっくりカートを利用していきたい、という高いレベルでの利用意向があることが分かる。

(4) ゆっくりカートがない場合の移動手段

図-3 より、「今回のカートがない場合の移動手段」は、「徒歩」が最も多く(33%)、次に「今回、カートが無ければ、おそらく移動自体をしない」が 27%と多かった。このことから、カートがあることで外出する人がいたことが確認でき、ゆっくりカートによって一定数の外出促進が図られていたことが明らかになった。

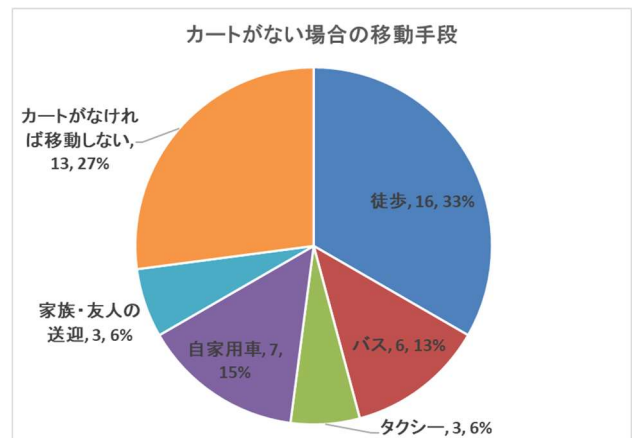


図-3 カートがない場合の移動手段(n=48)

(5) 移動目的

配車予約データ(n=83)の出発地・目的地から、往路か復路かの特定も含め移動目的を詳細に把握した。目的の分類は、「買物」、「通院」、「習い事・集会等」、「その他」である。往路は左記の表記のまま、復路は「帰宅」と各目的に記載し分類している。

図4のとおり、買物目的が最も多く6割を占め（買物+買物帰宅）、次いで通院（通院+通院帰宅）、習い事・集会等（習い事+習い事帰宅）の目的がともに2割程度を占めた。

また「帰宅」を目的としてまとめると、図4の赤枠部が帰宅目的となり、全利用の約半数を占めた。ゆっくりカートの利用は、往路・復路の移動で約半々で使われているが、必ず往復の移動に利用するというわけではなく、目的によって往復で使う場合と、片道のみで使う場合にわかれていることが分かる。「買物の帰宅」の際は、荷物があり、ゆっくりカートを利用すると便利だが、買物の後の予約がすぐにできないことが往路のみの利用の方が多く理由として考えられる。予約の即時性が確保できれば、買物利用者の往復の差11%の利用を獲得できる可能性がある。

また、「習い事の帰宅」が比較的多い理由として、習い事の場所となる「憩いの家（集会所）」と、ゆっくりカートと電話オペレータの待機場所が同じ場所であるため、その場で乗って帰るのに声がかかけやすく気軽に利用できたことがうかがえる。

(6) 予約行動

ゆっくりカートは、電話による「事前予約」か、その場で手を挙げて乗る「即時利用」にて乗車できる方法であった。配車予約データ(n=83)より、事前予約は8割(65/83=78%)、即時利用は2割(18/83=22%)の利用であった。

予約行動について、当日の予約が全体の5割(41/83=49%)であり(図-5)、出発前0~1時間の直前予約が全体の3割(28/83=34%) (図-6)であることが分かった。以上のことから、当日予約と即時予約を合わせると7割の利用実績があり、使いたいときに、すぐ利用できる需要は大きいことが分かった。

4. 利用者とイベント体験者の比較分析

本節では、実験の利用者と1日のイベント体験者で、地区内移動サービスの利用意識や自動運転の受容性に差異があるかどうかについて分析する。

今回の実験期間中には、石尾台小学校の全校生徒にゆっくりカートの乗車体験イベントを実施した。乗車経路

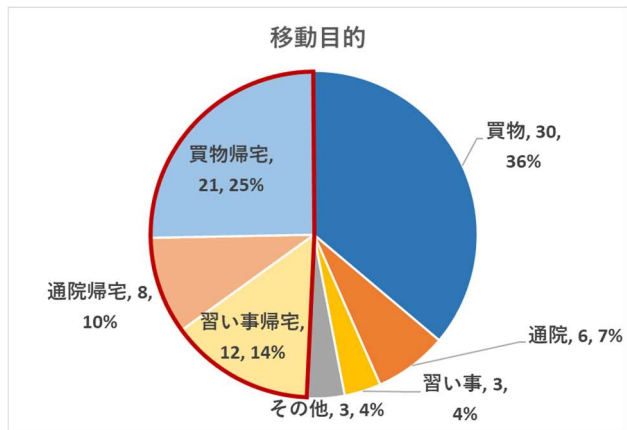


図4 移動目的(n=83)

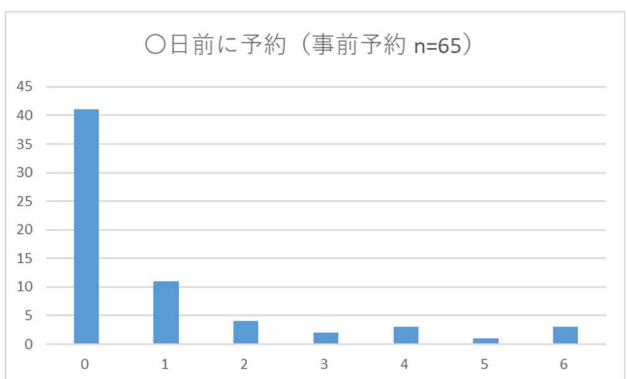


図5 ○日前に予約(n=65)

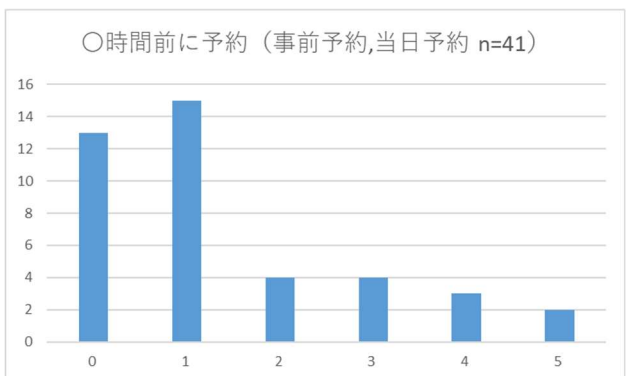


図6 ○時間前に予約(n=41)

は小学校周辺を周遊するルートで、1日の乗車体験イベントである。イベント前には小学3年生に向けた授業も行った。イベントは小学生14人、その保護者14人が参加し、保護者には乗車体験後に表3と同様のヒアリング調査を行ったため、この調査結果をイベント体験者として使用する。

比較分析には、表3のヒアリング調査(7)~(10)の5件法による質問を使用する。回答は1~5で数字が大きいほど当てはまる。比較項目は下記の通り、地区内移

能性も考えられる。

5. 一般居住者と利用者の比較分析

本節では、地区内移動サービスの需要を考察するため、石尾台地区在住の一般居住者と利用者の比較分析を行う。比較項目は、運転免許返納意向、利用意向とし、利用者のヒアリング調査は最終利用時 (n=26) を使用する。

石尾台地区の全世帯を対象とした調査は、今回の実証実験の1年前の2021年1月に実施している⁷⁾。配布数2,050世帯(1世帯あたり2部)、回収数916世帯・973人、回収率44.7%、回答者の平均年齢は72.2歳であり、事前調査はできるだけ高齢者に回答してもらう案内をしている。以下の集計は非回答のものは除く。

(1) 運転免許返納意向の比較

一般居住者と利用者の免許返納意向について、年代別に集計したものを図-7に示す。

一般居住者は、全体的に「返納予定なし」が目立つ。50代以降は、「免許は取っていない」、「返納済み」「数年後に返納したい」の割合が徐々に増える傾向にあ

り、90代になると、約9割が免許を持っていない。

一方、利用者の免許返納意向は全体的にばらついており、一般居住者と比べると「免許を取っていない」、「返納済み」の割合が高く、「数年後に返納したい」の割合が低い。80~90代の利用者は、80%以上が免許非保有者であり、他の利用者の年代と比較してもその割合が大きい。

(2) 利用意向の比較

一般居住者と利用者の利用意向について、年代別に集計したものを図-8に示す。

全体的に、一般居住者は「将来的には利用したい」という中間の回答が多くを占めている。年代別でみると、一般居住者10~30代は少ない回答数ではあるが、「利用しない」という人はおらず、利用意向が高い傾向にある。40~70代になると、回答数は大幅に増えるが、「すぐに利用したい」人の割合は数パーセントと低く、中間の回答が目立つ。しかし80~90代になると、「すぐに利用したい」は20%を超え、80代の「すぐに利用したい」の回答数は年代別で最も多い。

一方、利用者は「すぐに利用したい」と「将来的には利用したい」の二つに分かれており、「すぐに利用した

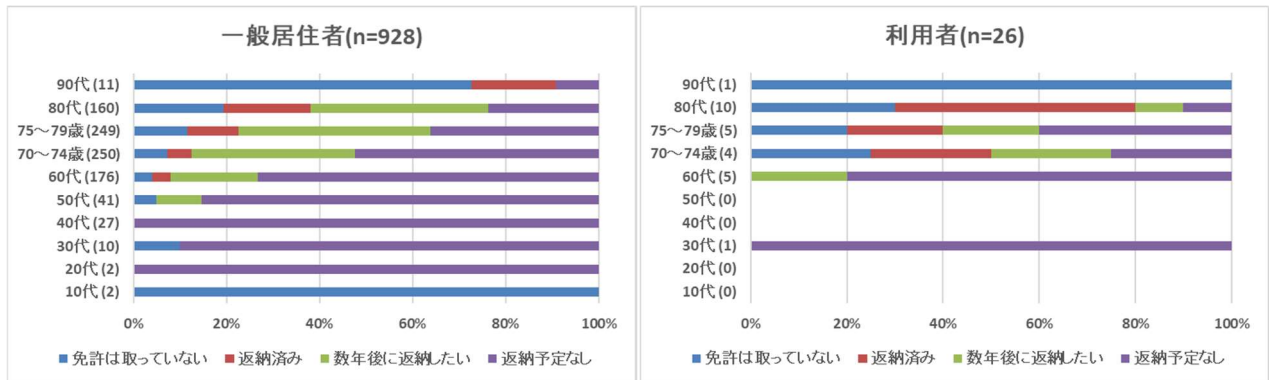


図-7 年代別_免許返納意向の一般居住者と利用者の比較 ※縦軸の () 内はデータ数を表す

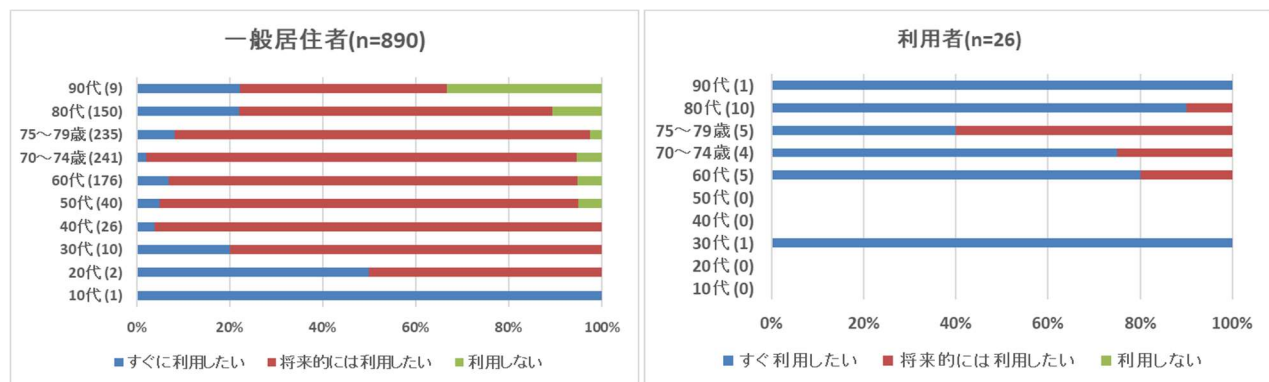


図-8 年代別_利用意向の一般居住者と利用者の比較 ※縦軸の () 内はデータ数を表す

い」の回答が目立つ。70 歳以上の「将来的には利用したい」の割合は、図-7の「免許返納なし」の分布と近く、75~79歳の「将来的に利用したい」は特に多い。70歳以降は 80 代を目前として免許の返納を考える、将来のための体験乗車として利用した可能性がある。

以上から、地区内移動サービスは免許非保有者、80 代の需要が最も高いと考えられる。免許非保有者は年代が上がるにつれ割合が高くなり、特に 80 代、90 代で地区内移動サービスの必要性が強くなる。また、80 歳付近が普段の移動が変わりやすい変化点であることが推測される。実証実験は必要性からくる利用と、体験乗車の利用があり、運転免許を持っている人にとっては地区内移動サービスの体験が免許返納への安心材料となりうることを示唆された。

6. まとめと考察

6.1 まとめ

本論文では、高蔵寺ニュータウンでの自動運転の実証実験について、これまでの実験経緯や実験結果、社会実装に向けた現状の取り組み内容を紹介した。また、実証実験の利用者とイベント体験者の利用意識、自動運転への受容性の差異や、一般居住者と利用者の利用意向や免許返納意向の比較分析により、石尾台地区での地区内移動サービスの需要を把握した。得られた知見は以下のとおりである。

- ・ゆっくりカートによって一定数の外出促進が図られていた（カートがなかったら移動自体をしない人が存在した）。
- ・ゆっくりカートの移動目的は買物が最も多く、目的によって往復で使う場合と、片道のみで使う場合に分かれおり、買物の復路の予約利便性向上は、利用者増加につながる可能性が高い。
- ・当日予約と即時予約を合わせると 7 割の利用実績があり、使いたいときに、すぐ利用できる需要は大きい。
- ・利用者とイベント体験者の利用意向はともに高く、自動運転に対する不安感イベント体験者の方が高い。
- ・地区内移動サービスは運転免許非保有者、80 代の高齢者の需要が最も高く、80 歳付近が普段の移動が変わりやすい変化点である。

6.2 考察

実証実験から、ゆっくりカートによって一定数の外出促進が図られ、実験参加者の地区移動サービスと自動運

転への受容性は高いことが確認できた。しかし現状の利用人数は 30 人で石尾台地区人口の 0.65%と非常に少ない値となっている。サービスの利用者特性が本論文で特定でき、石尾台地区にまだ潜在需要があることが期待できる。社会実装に際し、利用者増は今後 NPO 団体として運営する住民ボランティアの負担になりかねないが、地区内移動サービスの存在価値を高めるには、利便性の向上と利用者の増加は必須である。

設立された NPO 法人は、公共性の高い交通サービスを提供することを目的としたものであり、春日井市、名古屋大学が設立支援をして始まったものである。今後運営のために発生するドライバーなどの人件費の補助の予定はなく、低報酬での運営は持続性が脆弱である。

NPO 法人設立後も、石尾台地区での自動運転の技術検証等は継続する予定である。今後の利用人数に注視していきながら、ラストマイル交通を有料サービスとして運営していくこと自体への評価や、自動運転等のシステムの必要性について適切に評価する必要がある。またサービス連携や協賛金・寄付金による運営を支える仕組みの定着化を含めた継続的なサービス改善が現在の NPO 存続には必要となる。

参考文献

- 1) 岩田剛弥, 谷口綾子, 中野公彦, 松山桃世: 柏の葉市民を対象とした自動運転フォーラムの概要と参加者の行動変容, 第 64 回土木計画学研究発表会・講演集, 2021.
- 2) Pei Nen Esther Chee, Yusak O.Susilo, Yiik Diew Wong : Longitudinal interactions between experienced users' service valuations and willingness-to-use a first-/last-mile automated bus service, *Travel Behaviour and Society*, Vol22, January 2021, Pages 252-261.
- 3) Ralf-Martin Soe, Jaanus Müür: *Mobility Acceptance Factors of an Automated Shuttle Bus Last-Mile Service*: MDPI, *Sustainability* 2020, 12, 5469.
- 4) 加藤 晋: 住宅地等での低速モビリティとの共存, *国際交通安全学会誌*, Vol. 45, No. 3, 2021.
- 5) 春日井市: 高蔵寺ニュータウンの状況 (人口) https://www.city.kasugai.lg.jp/shisei/machi/new_town/100895_0.html
- 6) 内閣府: 高齢化の現状と将来像 https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2020/html/zenbun/s1_1_1.html#:~:text=%EF%BC%881%EF%BC%89%EF%AB%98%EF%BD%A2%E5%8C%96%E7%8E%87%E3%81%AF.28.4%EF%BC%85%E3%81%A8%E3%81%AA%E3%81%A3%E3%81%9F%E3%80%82
- 7) 長嶋 陽子, 金森 亮, 森川 高行: 高蔵寺ニュータウンにおける地区内自動運転サービスの利用意向分析, 第 64 回土木計画学研究発表会・講演集, 2021.

(2022.9.16 受付)