

スマートシティ実装化支援事業報告書

【つくばスマートシティ協議会】

令和5年3月

国土交通省 都市局

目次

1. はじめに.....	1
(1) 都市の課題について.....	1
(2) コンソーシアムについて.....	3
2. 目指すスマートシティとロードマップ.....	5
(1) 目指す未来.....	5
(2) ロードマップ.....	9
(3) KPI.....	10
3. 実証実験の位置づけ.....	11
(1) 実証実験を行う技術・サービスのロードマップ内の位置づけ	11
(2) ロードマップの達成に向けた課題.....	11
(3) 課題解決に向けた本実証実験の意義・位置づけ	13
4. 実証計画.....	14
(1) 交通弱者に対する新たなモビリティの確保.....	14
(2) 顔認証による事前受付から会計までの手ぶらワンストップ手続き	21
5. 実証実験結果.....	26
(1) 交通弱者に対する新たなモビリティの確保.....	26
(2) 顔認証による事前受付から会計までの手ぶらワンストップ手続き	42
6. 横展開に向けた一般化した成果.....	50
7. まちづくりとし連携して整備することが効果的な施設・設備の提案	53
(1) スマートシティの取組と併せて整備することで効果的、効率的に整備できる施設・設備.....	53
(2) 施設・設備の設置、管理、運用にかかる留意点	53
(3) 地域特性に合わせた提案（つくば市の社会実装について）	54

1. はじめに

(1) 都市の課題について

茨城県は、平野部が多く可住地面積は県土の2/3(40万ha)を占め全国第4位、道路実延長は北海道に次いで全国第2位である。自家用乗用車の保有台数の割合は全国4位(0.695台/人、2019年)である。一方、人口1万人あたりの鉄道総延長は全国41位(1.5km)であり、日常の移動における自動車依存度が高く、中心市街地における渋滞の緩和や過疎地域における公共交通の維持、移動手段の確保等、自動車事故対策などが喫緊の課題となっている。

つくば市においては、自動車の交通分担率が約6割(2018年実施東京都市圏パーソントリップ調査より)と自家用車への依存度が高く、先に述べたような渋滞緩和や自動車事故対策に加え、中心市街地の賑わいや回遊性の低下も課題となっている。また、つくばエクスプレス(TX)沿線では人口が増加しているものの、周辺地域では人口減少や少子高齢化が進んでいることに伴い、高齢者の身体機能の低下等による移動の制約や危険、過疎地域の公共交通の維持についての問題が生じるなど、つくば市は、茨城県が抱える構造的課題の多くを内包している。

このため、つくばスマートシティ協議会では、令和元年度につくばスマートシティ実行計画を策定し、筑波大学をはじめ29の国の研究機関と約2万人の研究者が集積する「筑波研究学園都市」を実証フィールドとし、AIやIoT等の先端技術の社会実装にいち早く取り組むことで、自動車依存度が高い地方都市における、モビリティを中心とした課題解決方策を「つくばモデル」として構築し、つくば市をはじめ、茨城県の各地域が抱える課題解決を目指すこととした。

つくばスマートシティ実行計画において、問題解決に向けて取り組む課題は、「中心部の交通渋滞防止」「持続可能な地域公共交通網の構築」「高齢者等の交通弱者の移動手段確保と外出促進」の3項目である。

課題① 中心部の交通渋滞防止

つくば市は、市内総面積の85%が可住地であり、また、集落や商業施設が分散していること、公共交通網が未発達であることなどから、車依存率が高く、自動車の交通分担率は6割にのぼる(図1)。

そのため、中心市街地やTX沿線新興市街地では渋滞が慢性化している。また、渋滞や交通事故の多発地点についての対策は発生後の事後対応に留まっており、渋滞や交通事故の根本的な要因は把握できていない。そのため、交通事故や渋滞の発生要因を解明し、渋滞・事故防止策を講じることが課題となっている。

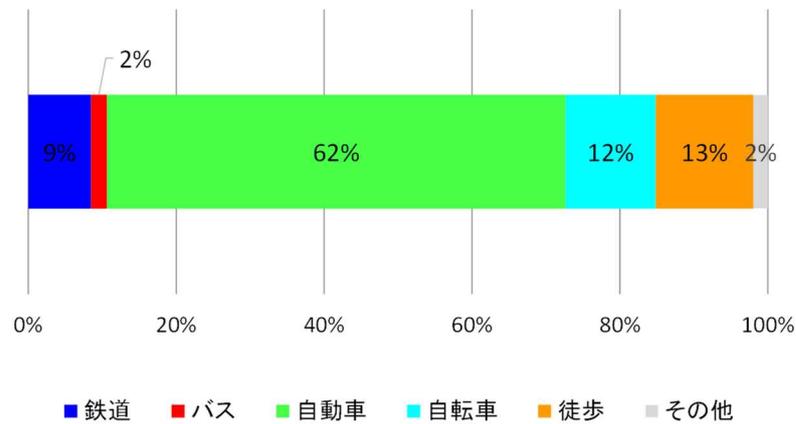


図1 つくば市の交通分担率

課題② 持続可能な地域公共交通網の構築

つくば市民に対するアンケート調査（2019年度つくば市民意識調査）によると、「公共交通が便利で、自動車がなくても生活できるまち」を望む人が約6割である。一方で、現状の地域公共交通の満足度は2割程度にとどまっている。そこで、つくば市では民間路線バスの補完として、「つくバス」・「つくタク」の運行を行い、バス停圏域300mにおいて高齢者人口の58%をカバーする取組を行っている（図2）。しかしながら、「つくバス」については、運行時間帯、運行本数に対する満足度が低く利用促進につながらない、「つくタク」については、収支率割合が6.8%と低く、公共交通としての事業継続性が低いという問題がある。そのため、「つくバス」・「つくタク」について、公共交通としての最適化と事業継続性の向上を図る必要がある。

課題③ 高齢者等の交通弱者の移動手段確保と外出促進

つくば市における高齢化率は19.2%であり、現在も増加傾向にある。このような中であっても、高齢者の8割は元気な高齢者であり、半数以上の高齢者が健康づくり活動や趣味のグループ活動の機会があれば参加したいと考えている。一方で、年齢が高くなるほど外出を控える傾向にあり、後期高齢者では22%の方が外出を控えているという調査結果がある。

また、住宅団地等においては、コミュニティの希薄化も進んでおり、外出意欲の低下につながっていることから、高齢者の社会参画、生きがいの支援が求められている。そこで、高齢者等交通弱者の移動手段を確保し、外出促進に繋げていく必要がある。

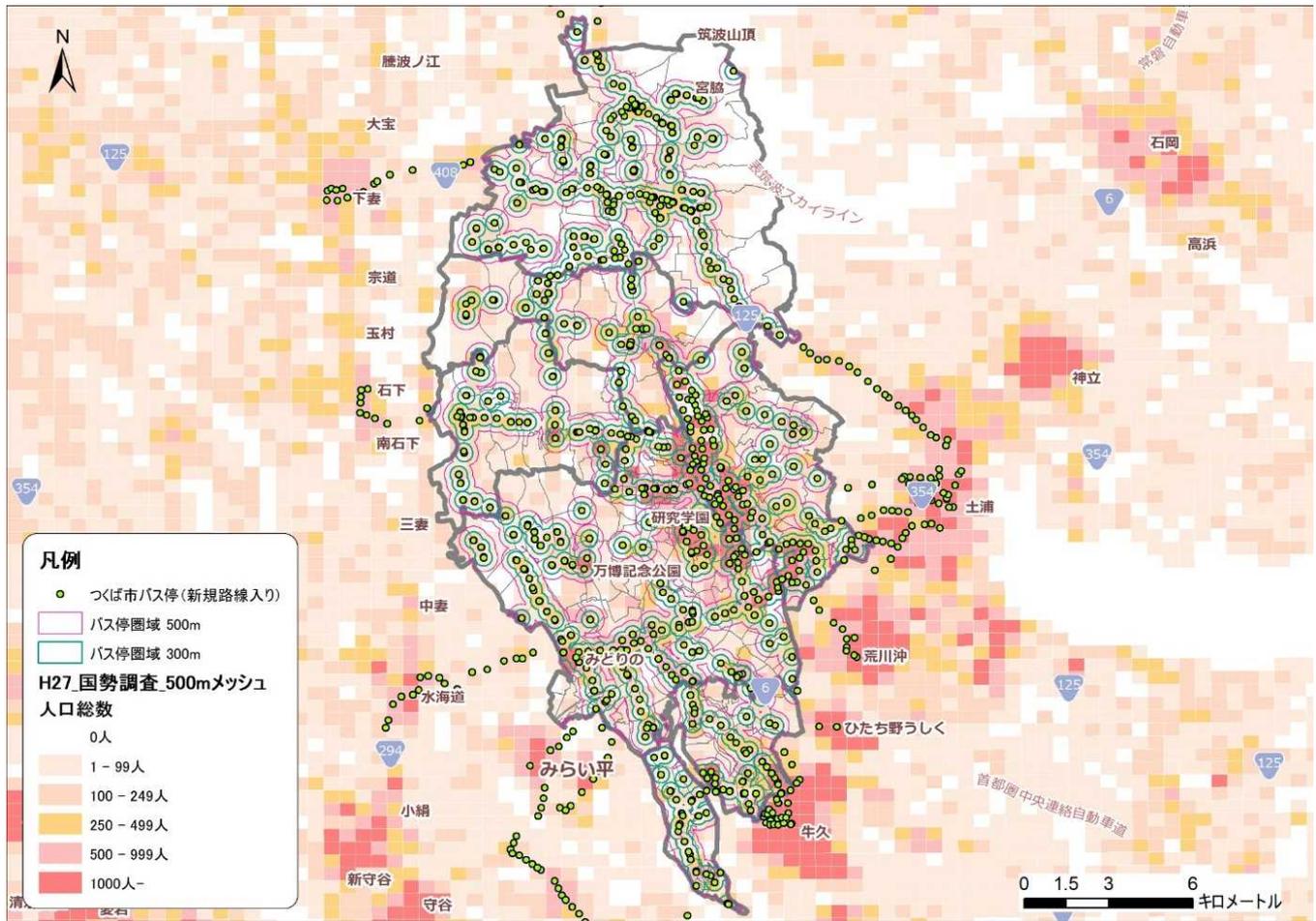


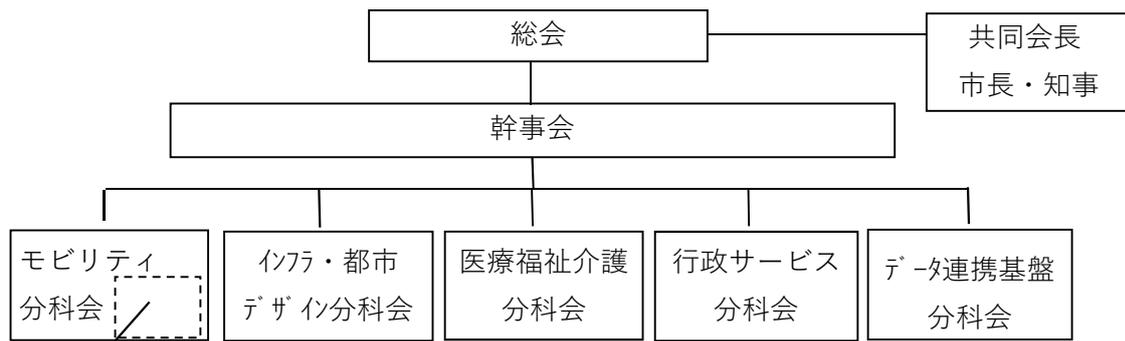
図2 つくば市のバス停圏域カバー率

(2) コンソーシアムについて

AI や IoT 等の先端技術を活用した次世代モビリティを社会実装し、自動車依存度が高い地方都市におけるモビリティを中心とした課題解決策「つくばモデル」を構築することを目的に、令和元年6月に、筑波大学、茨城県、つくば市、関係企業等から構成されるつくばスマートシティ協議会を設立した。

設立当初、会長には茨城県知事が就任し、計11機関で発足したが、令和2年度には、会長を茨城県知事とつくば市長の共同代表体制にするとともに、モビリティ分野に限らず、地域が抱える様々な分野の地域課題の解決に先端技術を活用していくため、協議会内に、モビリティ、インフラ・都市デザイン、医療福祉介護、行政サービス、データ連携基盤の分科会を設置し、自治体はもとより、企業や大学も含めて、地域課題やターゲット、課題解決の方策、都市機能向上の方策等の掘り起こし、企業からの技術提案等を行い、つくばスマートシティで実装する技術やサービスの検討を行っている。

なお、本調査においては、モビリティ分科会に属する会員により体制を構築し、実証実験を実施した。



会員：計 75 機関（令和 5 年 3 月末時点）
 企業 64、大学・研究機関 5、社団・財団 4、自治体 2

	構成員	主な役割	
つくば医療 MaaS	茨城県、つくば市、筑波大学	全体の企画調整、進捗管理 全体評価、取りまとめ	
	(1) 交通弱者に対する新たなモビリティの確保	三菱電機（株）	・カメラ映像解析による人流解析技術の活用 ・パーソナルモビリティ走行（自動運転）
		アイサンテクノロジー（株）	・ODD 設定及び小型モビリティ走行（自動運転）
	(2) 顔認証による事前受付から会計までの手ぶらワンストップ手続き	日本電気（株）	・病院へ向かうバス内で顔認証による事前受付 ・顔認証システムと後払い会計の連携

実証実験協力

筑波学園病院・関東鉄道（株）・つくばみらい市

図 3 つくば医療 MaaS 実証実験実施体制

2. 目指すスマートシティとロードマップ

(1) 目指す未来

「高齢者や障がい者など誰もが安心・安全・快適に移動できるまち」



図4 将来イメージ図

課題解決のため、以下の方向性で取組を推進する。

課題	課題解決に活用する主なデータ・技術	取組の方向性
中心部の交通渋滞防止	【活用データ】 ・交通流データ 【活用技術】 ・交通流予測技術	交通流の最適化による渋滞等の事前予防
持続可能な地域公共交通網の構築	【活用データ】 ・人流データ 【活用技術】 ・スマートフォンアプリ、カメラ映像からの人流情報の計測技術 ・人流情報から待ち時間コストを最小化する運行計画の算出技術	公共交通の利用促進に向けた運行サービスの実践
高齢者等の交通弱者の移動手段確保と外出促進	【活用データ】 ・顔画像データ 【活用技術】 ・顔認証技術 ・顔認証とバス乗降、医療機関の受付・決済、各種施設の入館などとの連動技術	公共交通の利便性向上による高齢者等の外出促進
高齢者等の交通弱者の移動手段確保と外出促進	【活用データ】 ・屋内外環境情報（地形データ・気象データ） ・脳神経、身体、生理系情報 ・行動、動作、移動系情報 【活用技術】 ・歩行者信号情報発信システム ・「人」+「サイバー・フィジカル空間」を一体的に扱う革新的サイバニクス技術	ラストワンマイルの安心・安全な移動手段の提供

図5 課題解決に活用する主なデータ・技術と取り組みの方向性

課題解決に活用する技術と取組の方向性の全体像は以下のとおり。



図6 取組の全体像

【取組の概要】

取組① 交通流の最適化による渋滞等の事前予防

- ・交通流のデータを取得する。
- ・交通渋滞の要因を分析し、解決につながる交通制御を図り、交通渋滞の解消を目指す。
- ・集めたデータの分析結果に基づき、自動車交通量の予測手法を開発し、今後のデータ取得エリアの拡大によりその精度を高める。
- ・自動車交通量の予測に基づき、最適な交通制御のあり方を検討する。

取組② 公共交通の利用促進に向けた運行サービスの充実

- ・交通流データ、人流データの取得
 - 交通流データ：交通系 IC カードの利用者データや、つくバスのロケーションシステムなどを活用し取得する。
 - 人流データ：携帯電話会社が持つ移動データの利用や GIS データを取得できるアプリを開発・普及させることで取得する。
- ・筑波大学サイバニクス研究センターのスーパーコンピュータ等を活用して集めたデータを分析する。
- ・分析結果から、自動車からの乗り換えを含めた公共交通需要を推計し、ダイヤの最適化に生かす。
- ・交通需要の少ない地域においては、地域と連携した運行や市民主体で運行する交通サービスなど、地域特性を踏まえ、ニーズに細やかに対応できる新たな交通サービスの検討に生かす。

取組③ 公共交通の利便性向上による高齢者等の外出促進

- ・顔認証技術を用いて、高齢者等が気軽に手ぶらで外出できる仕組みを構築する。（バス乗降、施設受付、決済など）
- ・高齢者の通院にかかる実態（移動手段、時間、頻度、滞在時間など）、IT リテラシーの実態（スマホ利用、顔認証の受容性など）を調査し、そのニーズを探るとともに、実証実験により顔認証の認識率等の技術検証を進める。
- ・実証実験を踏まえて顔認証技術を用いた新たなサービス展開を模索する。
- ・とりわけ、顔認証と見守り機能（顔認証をした際に指定の登録先に位置情報等を通知する機能）を結び付けたサービスの提供や、医療機関における顔認証の活用可能性を検討する。
- ・なお、医療機関での活用については、個人情報の保護ならびに誤認証を排除できる仕組みの構築が必要であり、公共交通機関や他機関において、実装に向けた信頼性の検証を進めつつ検討する。

取組④ ラストワンマイルの安心・安全な移動手段の提供

- ・公共交通を補完する移動手段（パーソナルモビリティのシェアリング等）の実装を図り、交通弱者のためのラストワンマイルの充実を目指す。
- ・具体的には、生体情報異常検知システム等を備えた安全なパーソナルモビリティ、歩行者信号情報システムと連動した小型モビリティの実装を図る。

(2) ロードマップ

つくばスマートシティ実行計画で掲げている全体のロードマップは以下のとおり。

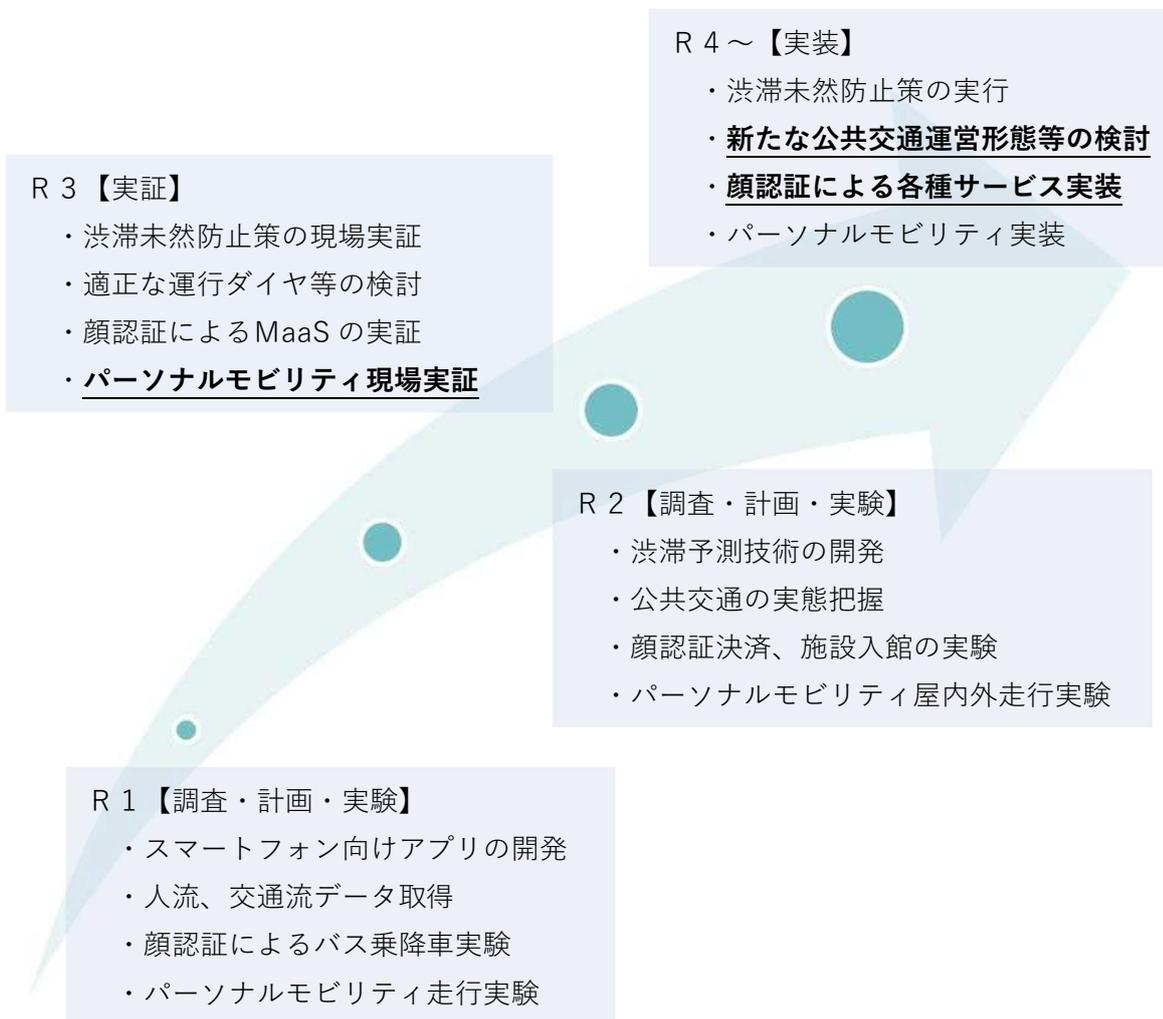


図7 つくばスマートシティ実行計画のロードマップ

(3) KPI

(1) に示した3つの課題「中心部の交通渋滞防止」「持続可能な地域公共交通網の構築」「高齢者等の交通弱者の移動手段確保と外出促進」の解決に向けて取り組む事業の成果を測る指標として、つくばスマートシティ実行計画では、以下3つのKPIを設定している(表1)。

目標の達成年度は、実行計画の策定から5年後の2024年度とし、いずれのKPIも「つくば市民意識調査」において数値を把握する。

表1 つくばスマートシティ実行計画のKPI

KPI項目	現状値 (2019年度)	目標値 (2024年度)
日常利用する交通手段が自家用車である人の割合	85.8% (2019年度)	83.5% (2024年度)
高齢者が安心して住み続けられる環境が整っていると感じる人の割合	31.4% (2019年度)	34.4% (2024年度)
スマートシティの推進に係るプロジェクトの利用者満足度	- % (2019年度)	47.2% (2024年度)

KPI① 日常利用する交通手段が自家用車である人の割合

公共交通の利便性向上(MaaS等)や小型モビリティの実装など、交通弱者が利用できる自家用車以外の移動手段の整備状況を評価する指標。本指標が2011年度と2019年度の8か年で2.3%減少したが、2021年度は89.1%となり3.3%増加しているが、2024年度調査の83.5%を目指す。

KPI② 高齢者が安心して住み続けられる環境が整っていると感じる人の割合

本事業の主要なターゲットである高齢者のまちづくりに対する評価の指標。2015、2017、2019年に実施した市民意識調査において、「そう思う」「どちらかといえばそう思う」の回答割合が30%前後であった。2021年に実施した市民意識調査では、35.1%に増加し、目標値を達成したので、さらなる増加を目指す。

KPI③ スマートシティの推進に係るプロジェクトの利用者満足度

人流・交通流データ等の活用、顔認証技術や小型モビリティ等の先端技術の社会実装などスマートシティの全体の取組を住民目線で評価する指標。2017、2019、2021年に実施した市民意識調査における『「科学のまち」であることの恩恵を感じている』かとの問いに対し「ある」「どちらかといえばある」の回答割合は35.0%前後であり、2024年度には、10.0%以上増加させる。

3. 実証実験の位置づけ

(1) 実証実験を行う技術・サービスのロードマップ内の位置づけ

つくば市は、市内総面積の85%が可住地であり、また、周辺市街地が分散していることから、自動車の交通分担率が6割と、自家用車への依存度が高い状況である。中心市街地やつくばエクスプレス（TX）沿線新興市街地では、渋滞が慢性化しており、渋滞の緩和、自動車事故、特に高齢ドライバーの自動車事故対策等が課題となっている。また、過疎地域における公共交通機関の減少に伴い、高齢者や障がい者等の交通弱者を含む住民の移動手段の確保が課題となっている。

このため、スマートシティ実行計画では、「高齢者や障がい者など誰もが安心・安全・快適に移動できるまち」の実現を目標に掲げ、「持続可能な地域公共交通網の形成」に向け、「公共交通サービスの充実」を図ってきた。また、バス乗降、医療機関の受付、各種施設の入館などの場面において、高齢者等が利用しやすい新たなサービスを導入することで、気軽に外出できる環境を構築するとともに、公共交通を補完する移動手段を確保することで、交通弱者のラストワンマイルの充実を図ってきた。

このような中、当協議会においては、昨年度より、新技術のサービスとしての実装に向け、つくば市の特性や市民からのニーズ、事業の継続性等を考慮し、病院への通院というユースケース「つくば医療 MaaS」について、医療機関やバス・タクシー会社等との連携により、高齢者等の交通弱者が自家用車を使用せず、家族の付き添いがなくても、一人で通院できる環境の整備を進めてきた。

今年度実証実験を行う技術・サービスは、以下の4項目であり、「つくばスマートシティ実行計画のロードマップ」（p10、図7参照）に令和4年度以降の取組内容として掲げているもの（一部令和3年度の内容を含む）のうち、「新たな公共交通運営形態等の検討」、「顔認証による各種サービス実装」及び「パーソナルモビリティ現場実証」に関連するものとして実施する。

- ①病院行きバス内での顔認証による病院事前受付
- ②顔認証技術と医療機関内の情報システム（医療情報システム）の連動を強化し、総合受付、各科窓口等での受付を省略
- ③顔認証を活用した後払い会計システムの導入
- ④ペDESTリアンデッキ上の小型モビリティ等による自動運転走行

(2) ロードマップの達成に向けた課題

ア 新たな公共交通運営形態等の検討

公共交通機関の少ない地域の交通サービスとして、つくば市ではデマンドタクシーサービス（「つくタク」）及びコミュニティバス「つくバス」に取り組んできた。しかし、「つくタク」については、収支率割合が6.8%と低く、公共交通としての事業継続性が低いという問題があり、「つくバス」については、運行時間帯及び運行本数に対する満足度が低く利用促進に繋がらないという問題があることから、これらについての検討を進め、乗客の利便性を向上させる必要がある。

そこで、昨年度は、比較的高齢者が多く住むエリアにおいて、医療送迎アプリを用いて、

自宅から病院までの相乗り型 AI デマンド型タクシーの実証実験を実施した。相乗り型 AI デマンド型タクシーの利用はアプリによる予約のみを対象としたが、60 歳以上の利用者が全体の 47%を占め、高齢者にも受容性があることが確認できた。しかし、短期間の実証実験であったこともあるが、農村部では、利用者が少なく、乗合率は 11.5%と低い結果となった。採算性の確保に課題が残り、つくば市公共交通活性化協議会で、地域特性に合った運行形態の検討が進められている。

また、2022 年 10 月に同協議会が実施した公共交通の潜在的なニーズを明らかにするアンケート調査で、目的特化型のバス（特定の病院や商業施設利用者送迎用の専用バス）のニーズも高く、通院に関しては、病院予約と連動するオンデマンドバスにニーズも寄せられ、検討が進められている。

イ パーソナルモビリティの現場実証

公共交通を補完する移動手段（パーソナルモビリティのシェアリング等）の実装を目指し、交通弱者のためのラストワンマイルの充実を図るために、高齢者等の近距離や屋内外における有効な移動手段として、パーソナルモビリティの屋内外における走行実験を進めてきた。

さらなる移動支援のためには、施設内外において、目的地への自動走行が有効であると考えられ、自動走行については、施設内外における自動走行の技術的な面及び、利用者、実装者の受容性を検討することが課題である。

そこで、一昨年は、ペDESTリアンデッキ上を走行するパーソナルモビリティとすれ違う歩行者の動作を計測する実証実験を実施し、歩行者は概ね 1 名もしくは 2 名のグループに対する検証であったため、より多様な住民に対する検証をすること望まれる結果となった。

また、昨年度は、屋内での検証として、院内での自動運転パーソナルモビリティによる患者搬送の実証実験を実施し、医療従事者によるプッシュサービス（車いすを押すサービス）の負担を軽減するとともに、患者の施設利用満足度の向上に繋げることができた。しかし、使用したモビリティについては、障害物に対して停止するものの回避行動が不十分であったり、単一フロアの移動しかできないといった課題があり、現在、メーカーによる技術開発が進められている。

一方、屋外においては、交通弱者のためのラストワンマイルの充実は不可欠な要素であり、公共交通を補完する手段として、自動運転パーソナルモビリティの安全性や利用者の受容性、さらには、価格面での納得度等について検証を進める必要がある。

ウ 顔認証による各種サービス実装

公共交通の利用促進に向けた運行サービスの充実を図るため、顔認証技術を用いたバスの乗降における技術的な検証や利用者の受容性等に関する検証を行い、企業においては、実装に向けた課題解決等に取り組んできた。

このような中、昨年度は、医療機関における顔認証の活用の可能性を検討することとし、相乗り型 AI デマンド型タクシー車内で、顔認証による病院事前受付を実施し、高齢者でも顔認証への抵抗感がないことなどを把握できた。しかし、新型コロナウイルス感染症の影響等もあり利用者が少なく、認証エラー等を検証する十分なデータが得られなかったこと、医療

情報システムへの接続を診療費の決済など、受付以降の院内サービスとの連動に繋がれなかったことから、医療現場における実装に向けて、医療情報システムと連携し、実患者のデータを使用しながら、利用者の受容性や利便性、医療従事者の事務労力の軽減度合等について、検証を進めていく必要がある。

(3) 課題解決に向けた本実証実験の意義・位置づけ

本事業においては、以下の実証を行うことで、市内中心部におけるラストワンマイルの移動手段の確保に繋がるとともに、公共交通機関上での顔認証と医療情報システムを連動させることで、受付から診察、検査、会計までをシームレスに結ぶ院内システムの実装に繋げることで、つくばスマートシティ実行計画の実現を図る。

ア 交通弱者に対する新たなモビリティの確保

(ロードマップ：パーソナルモビリティ現場実証)

つくばエクスプレス (TX) のつくば駅周辺においては、2021 年 12 月のダイヤ改正で、同駅と筑波大学付属病院を結ぶバスが減便にされ、患者の移動に不便が生じるといった事例が発生しており、公共交通機関を補完し、交通弱者のラストワンマイルをカバーする手段の必要性が増している。このため、筑波大学附属病院への通院を想定し、つくば駅周辺の「ペDESTリアンデッキ」において、人や自転車が通行している中で、自動運転対応のカート（ゴルフカート型）及びパーソナルモビリティによる走行実証を行うことで、ラストワンマイルの安心・安全な移動手段の実装に向けた法的・技術的な課題の洗い出しを行う。

イ 顔認証による事前受付から会計までの手ぶらのワンストップ手続

(ロードマップ：新たな公共交通運営形態等の検討、顔認証による各種サービスの実装)

公共交通と医療情報システムの連携による通院患者の利便性向上に向け、昨年度は、タクシー乗車時に顔認証による病院受付を行い、院内での滞留時間の削減とシステムでの確実な本人確認による医療安全の向上、職員負担軽減について検証したが、新型コロナウイルス感染症の影響等もあり、十分なデータを得ることができなかった。

そこで、今年度は、多様な公共交通機関における顔認証受付の導入実現と、顔認証システムにおける十分な検証データ取得を目指し、一定の乗降者数が見込まれる病院行きバス内での実証を行うと共に、顔認証の受付データを更に後払い会計システムと連動させることで、患者の院内での滞留時間の削減による負担軽減や病院職員の業務効率化といった効果について検証する。

これにより、公共交通機関である病院までのバス内での顔認証の実施と、顔認証をキーとして、病院受付から会計までシームレスにつなぐ病院システムの来年度からの実装を目指す。更に、来年度以降は、AI 配車技術を活用したオンデマンドバスやタクシー、パーソナルモビリティ等、多様な公共交通機関に顔認証システムを導入し、病院を始めとして、多様な機関で顔認証による手続きが可能になることを目指す。

ア 交通弱者に対する新たなモビリティの確保

イ 顔認証による病院事前受付から会計までの手ぶらのワンストップ手続き



項目	課題	内容	効果	実施主体
実証ア	・中心市街地における渋滞緩和及び自動車事故対策	ペDESTリアンデッキ上の小型モビリティによる自動運転走行（つくば駅周辺）	・安心・安全なラストワンマイルの移動手段の確保	三菱電機、アイサテクノロジー、
実証イ	・過疎地域における公共交通機関の減少に伴う交通弱者に対する移動手段の確保	病院行きバス車内での顔認証による病院事前受付（つくばみらい市内～筑波学園病院間） 顔認証技術と医療情報システムを連動させ、総合受付、各科窓口等での受付を省略 顔認証受付データと後払い会計システムの連動	・公共交通機関利用者の利便性向上 ・患者の院内滞留時間の削減及び病院職員の負担軽減	筑波学園病院、NEC 【協力機関】つくばみらい市、関東鉄道(株)

図8 実証内容

4. 実証計画

(1) 交通弱者に対する新たなモビリティの確保

ア 実験で実証したい仮説

ペDESTリアンデッキにおいて、自動運転のオンデマンドモビリティサービスを提供することにより、交通弱者の移動の支援が可能であることを実証する。具体的には、一般市民を含めてペDESTリアンデッキを徒歩で移動する人を対象にサービスを展開し、オンデマンドによるモビリティの利便性が高いことを確認するとともに、自動運転モビリティにより歩行者や自転車が往来する環境下においても物理的・心理的に安全に移動サービスが提供できることを確認する。

また、本サービスが、つくば医療 MaaS において対象とする高齢者等の交通弱者が通院の際の移動手段の確保に資するサービスであることを確認するとともに、継続的なサービスとするために通院以外を目的とした市民にも需要があることを確認する。さらに、走行ルート上に設置した見守りカメラより得られる混雑などの情報を提供することにより、自動運転利用者の不安解消における有効性を確認する。

イ 実験内容・方法

ペDESTリアンデッキにおいて、一般市民を対象に自動運転モビリティを走行させる。走行する範囲は図9に示す。車道を横断せずに走行できる範囲を設定した。走行する自動運転モビリティは、一人乗りの電動車いすに該当するパーソナルモビリティ (PMV) 2台と、複数人が搭乗可能なゴルフカート1台の二種類(計3台)を用意した。パーソナルモビリティは、長距離の歩行が困難な高齢者や交通弱者が利用することを想定している。ゴルフカートは、病院への通院に補助が必要な方の利用に加え、子ども連れや荷物の搬送が必要な方など、幅広い利用ニーズに対応するために用意した。

モビリティを利用する際はルート上の4箇所に設置された予約端末を操作し、搭乗するモビリティの種類と希望する行先を指定することで、モビリティが予約端末付近まで呼び出される。利用者がモビリティに搭乗した後は自動運転により指定した行先まで移動することが可能である。予約端末の設置場所には以下の4箇所を選定した。

① つくば駅の出口に近いペDESTリアンデッキ上

つくばエクスプレスを利用してつくば駅にきた人がペDESTリアンデッキを通過して目的地に向かう際に利用することを想定し、予約端末を設置した。予約端末上での表示は「BiVi/センター広場」である。

② 図書館付近

つくば医療 MaaS が対象とする病院施設の一つである筑波大学附属病院に、ペDESTリアンデッキを通過して向かう際に通過する位置にある。本実証においては、小型車両であるゴルフカートが横断歩道を通行しない範囲を走行ルートに設定したため、筑波大学附属病院まで到達することはできないが、将来的に病院の方向に向かう人の利用を想定して予約端末を設置した。予約端末上での表示は「図書館/美術館/公園」である。

③ 文化施設(つくばカピオ) 付近

つくば駅から南方に位置し、コンサート等のイベントが頻繁に実施されている。通院以外の目的で自動運転サービスを利用する人の需要を確認するために予約端末を設置した。予約端末上での表示は「カピオ/南3駐車場」である。

④ 商業施設付近

つくば駅の西方に位置し、利用者の多い施設である。3.と同様に自動運転サービスを利用する人の需要を確認するために予約端末を設置した。予約端末上での表示は「トナリエ/南1駐車場」である。



図9 モビリティ走行範囲

本実証にて利用したオンデマンド運行管制システムの全体像を図 10 に示す。利用者が停留所で目的地を指定すると、管制システムが最も短時間で乗車可能なモビリティを割り当て、出発予定時刻や乗車番号を予約端末に表示する。その後、管制システムから自動運転モビリティに運行指示を通知し、運行指示を受信したモビリティは指定された目的地に自動で運行する。モビリティの状態（ステータス、走行位置）は管制システムに集約し、運行管制画面で常時監視するとともに、障害発生の際には関係者に迅速な対応を指示することができる。



運行管制画面の例を図 11 に示す。今回使用した管制システムは、ダイヤ運行を基本としつつ、乗車予約状況に応じてダイヤ（運行時刻、運行ルート）をリアルタイムに最適変更することができるアルゴリズムを搭載したことで、乗車待ち時間の短縮・走行距離短縮に伴う運行電力削減によるコスト削減、CO2 削減に寄与できるものとなっている。

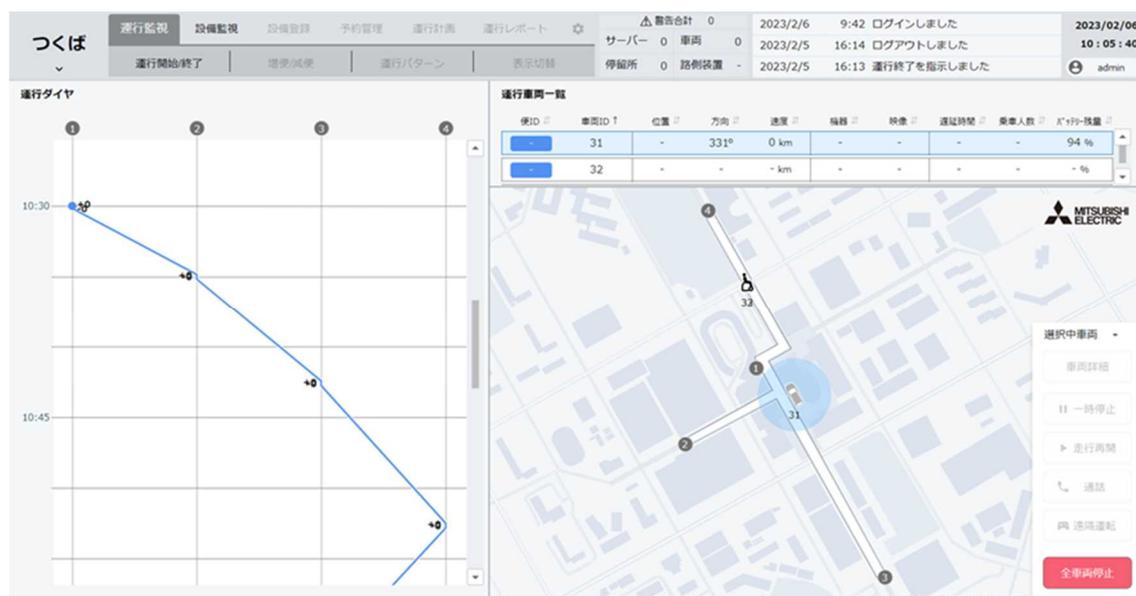


図 11 運行管制画面の例

今回の実証で利用した、ゴルフカートタイプの自動運転車の仕様を表 2 に示す。

ゴルフカートは、ヤマハ発動機（株）の車両をベースに、車両自動運転システム「Autoware（オートウェア）」や LiDAR、GNSS アンテナ等を搭載し、運転席無人かつ遠隔型自動運転等が可能となるように構築された車両である。ただし、本実証においては運転席有人で運用した。事前に作成した高精度 3 次元地図により走行し、自己位置推定や障害物認識（予測・停止）等の機能を実装している。また、後席からも視認性の高い大型モニターを装備しており、搭乗者への情報共有が可能となっている。本実証実験に用いた自動運転車載システムは、オープンソースソフトウェアの「Autoware」である。Autoware は、制御、支援、自動運転の 3 つの構成から成り、基本的には事前に計画した経路情報に基づき走行する。走行する際には、3 次元地図情報より、交差点、一時停止位置、速度制限等の情報を取得し、車両は横断歩道上を走行することが出来ない等の交通ルールに従う。

表 2 自動運転車両（ゴルフカート）の仕様

項目		内容
仕様	車両型式	電動ゴルフカート（ヤマハ発動機）改
	車両規格	全長 3,120mm、全幅 1,330mm、全高 2,240mm
	車両重量	約 710kg
	乗車定員	4 名（オペレータを含む、試乗者最大 2 名）
	最高速度	19km/h（ペDESTリアンデッキ内 最高速度 6km/h）
自動運転レベル		SAE レベル 2
車両		

実証で利用したパーソナルモビリティの仕様を表3に示す。パーソナルモビリティは、市販の電動車いすにLiDARを取り付け、事前に作成した高精度3次元点群地図を使用して設定された経路を自律走行することが可能である。進行方向に障害物を検知した場合は自動的に停止する。また、搭乗者の判断により手動で停止することも可能である。

表3 パーソナルモビリティの仕様

項目		内容
仕様	電動車いす型番	P327
	車両規格	全長 1,195mm、全幅 690mm、全高 880mm
	車両重量	約 143kg
	乗車定員	1名
	最高速度	6km/h
車両		

実証実験の区間を安全に走行するため、下記のガイドラインや法令を遵守して実証実験を実施した。

- ・自動運転システムに関する公道実証実験のためのガイドライン(平成28年5月 警察庁)
- ・自動運転車の安全技術ガイドライン(平成30年9月 国土交通省)
- ・自動運転の公道実証実験の安全かつ円滑な実施に向けた対応について(令和3年1月 警察庁)
- ・国土交通省 道路運送車両の保安基準
- ・その他関係する法令、制度の遵守

ペDESTリアンデッキは歩行者や自転車が頻繁に往来する場所であるため、モビリティサービスの利用にあたっては自動運転技術による安全性の確保とともに、モビリティの利用にあたっての心理的な安心の確保が必要である。そこで、モビリティの走行ルート上にカメラを設置し、利用者が搭乗するモビリティと、周囲の歩行者や自転車の状態の可視化を行う。走行ルート上の図12に示す8カ所にカメラを設置し、LTE通信を使って筑波大学AIラボ内

に設置した解析サーバに映像を集約する。

図 13 に示すように解析サーバ上の AI で分析した結果（混雑解析、自転車検知）は、都市 OS（FIWARE）を介してほぼリアルタイム（2～4 sec の遅延）で車載したタブレットに表示する仕組みである。車載したタブレットへの表示例を図 14 及び図 15 に示す。



図 12 見守りカメラ設置場所

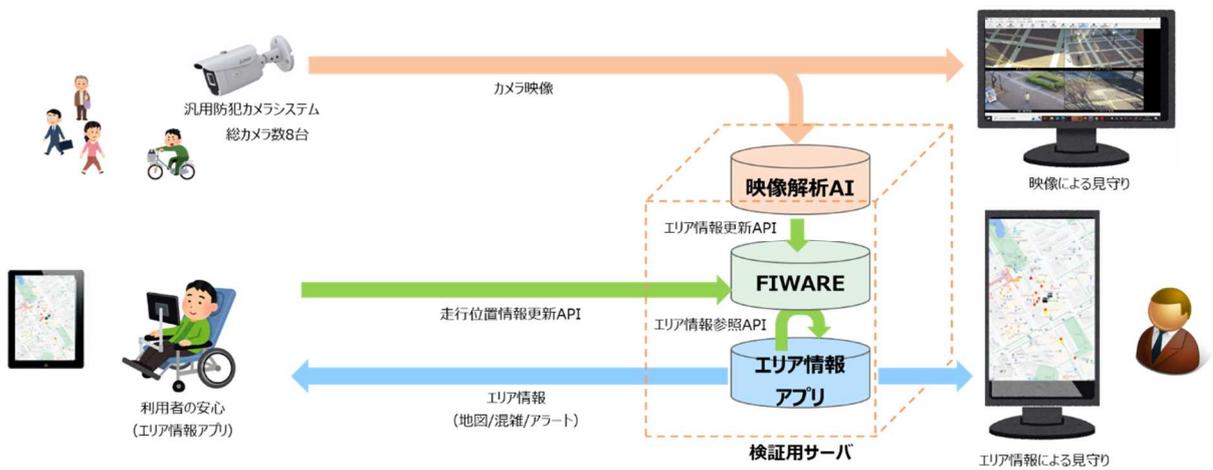


図 13 見守りカメラシステムの概要

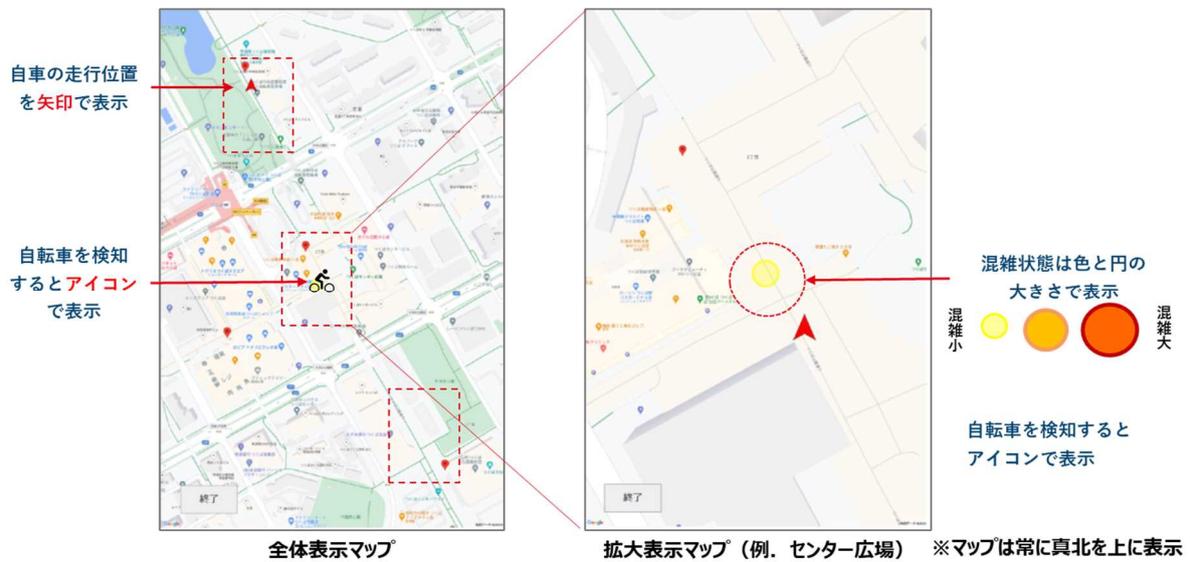


図 14 車載タブレット表示例（全体表示と拡大表示）

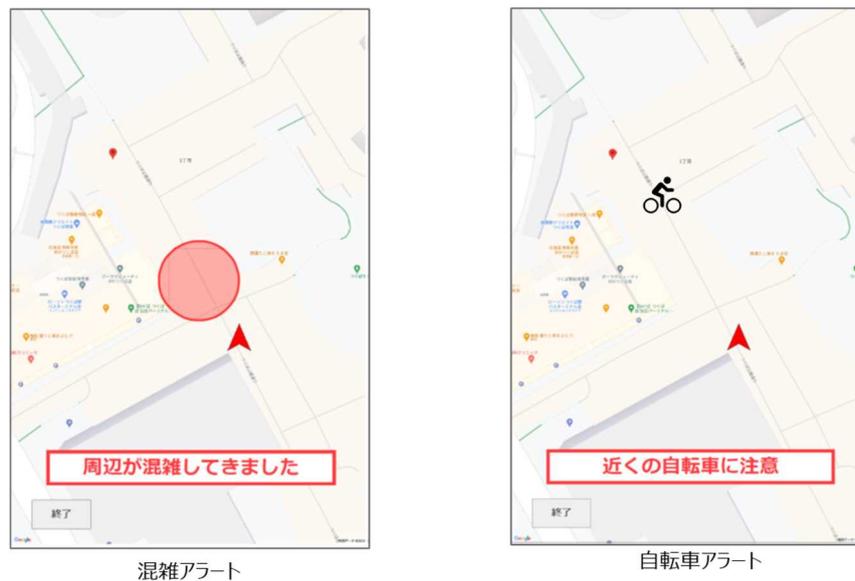


図 15 車載タブレット表示例（アラート）

モビリティの進行方向にある死角の先の状況をモビリティに搭載したタブレットで可視化して表示する。この際、個人情報に配慮してカメラ映像をそのまま流すのではなく、映像解析により混雑状況として表示することで、被撮影者のプライバシーに配慮する。

実証期間は2023年2月3日（金）から2月13日（月）までの11日間とし、運行時間は午前と午後に分け、午前は10時30分から13時、午後は14時から16時とする。

ウ 仮説の検証に向けた調査方法

本実証ではオンデマンドによりモビリティを利用する方式を採用しているため、管制システムおよびカメラの映像解析のログにより利用状況の把握を行う。システムのログで確認できる項目は以下のとおりである。

- ・モビリティを利用した時間帯
- ・利用者の多い停留所
- ・目的地に指定される停留所
- ・選択されたモビリティ
- ・カメラ毎の混雑状況（混雑度合、時刻）
- ・自転車検知、混雑によるアラート発生状況

これらのログデータからサービスの利用状況を把握する。また、歩行者と自転車が主に利用するペDESTリアンデッキにおいて、自動運転のモビリティが安全に走行可能かどうかを確認する。ゴルフカートは、走行中に歩行者や障害物を回避する必要がある場合、監視員が手動介入し、ハンドルを操作して回避走行を行い、再度自動運転走行を開始する。確認においては以下のデータ及び発生事象を元に分析を行う。

- ・手動介入箇所
- ・手動介入回数（介入率）

また、モビリティを利用したユーザーの感想や、サービスの社会実装に向けたニーズ調査のためにWEBアンケートを実施する。WEBアンケートにより以下の項目について調査を行う。

- ・利用者の属性（年齢層、運転免許の保有有無、外出頻度等）
- ・サービスの利用目的（通院、買い物等）
- ・モビリティを利用した感想（速度の感じ方、利用時の安心感等）
- ・有償利用に関する受容性
- ・安全対策としての映像解析の有効性（情報の表示等）

(2) 顔認証による事前受付から会計までの手ぶらのワンストップ手続き

ア 実験で実証したい仮説

「顔認証技術等の活用」により、2つの具体的目標「①病院来院から帰宅までの院内滞留時間の削減」と「②顔認証による患者本人確認の実現と認証情報連携による医療安全の向上と職員負荷軽減」の実現に向け、検証データを収集し、収集データを基に予め定義した設定値に照らし、施策の有効性を定量化して「顔認証を用いた医療 MaaS」事業モデルが上記2つの目標に対し有用であることを実証する。

イ 実験内容・方法

「病院来院から帰宅までの院内滞留時間の削減」と「顔認証による患者本人確認の実現と認証情報連携による医療安全の向上と職員負荷軽減」を実現するため、「顔認証を用いた医療 MaaS」事業モデル(図 16)を仮説と設定し、実証実験を通じデータを収集／分析することで検証を行う。

「顔認証を用いた医療 MaaS」事業化（図 16）は、以下の事業構造を基本とする。

- I 患者は登録された自身の顔情報等の個人情報を用いて、バス乗車時や病院の検査等での受付時に顔認証を実施し、後払い会計システムと連動することで、院内での滞留時間の削減やシステムでの確実な本人確認による安心感を得る。
- II 病院は患者の院内滞留時間の削減や本人確認のシステム化により、患者満足度の向上や職員の業務負荷の軽減を行う。
- III 事業者は顔認証のシステムと、医療情報システムの連携を実現することにより、今後新たな患者サービス、病院サービスの提供を促進する。

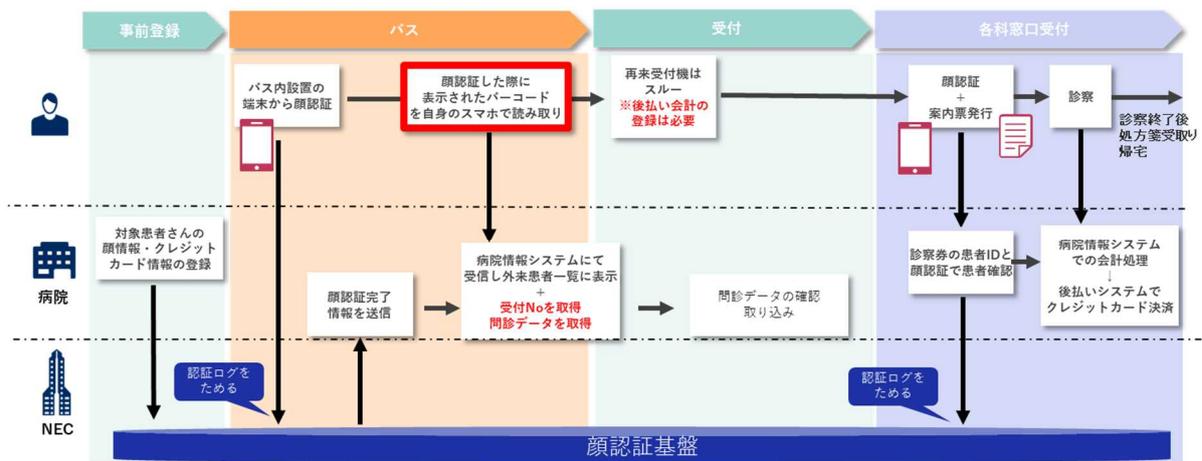


図 16 「顔認証を用いた医療 MaaS」事業モデル

ウ 仮説の検証に向けた調査方法

本実証実験においては、「病院来院から帰宅までの院内滞留時間の削減」と「顔認証による患者本人確認の実現と認証情報連携による医療安全の向上と職員負荷軽減」の2つの実証施策により、検証データを取得、分析することで事業化モデルの検証を行う。

(ア) 実証実験内容

○対象病院：筑波学園病院

○実証実験の期間：令和5年2月20日から2月24日（2月23日（木）祝）を除く

a 病院来院時の受付レス（*1）の実現による院内滞留時間の削減

事前に対象患者の氏名や顔情報の登録を受け、患者が通院時に病院行きバス（*2）内に設置するタブレット端末で、顔認証による本人確認を実施する。その際、タブレット上に表示されるQRコードを患者のスマホで読み取ることでWEB問診票が表示され、入力されたそれらの情報を医療情報システムと連携させることで、通常来院した際に有人の総合受付窓口または再来受付機に並んで受付行為を行う時間及び、待合室で問診票を記入する時間を削減する。

*1 受付レス：有人の総合受付窓口または再来受付機による受付手続きを省略すること。

*2 病院行きバス：つくばみらい市が市内各地と筑波学園病院間を無料で運行しているバス。2021年4月1日より運行を開始している。

b 顔認証情報と後払い会計システムの連携による診察後の院内滞留時間の削減と職員負荷軽減

各科窓口における受付において顔認証を行うとともに、顔認証情報と後払い会計システムを連携し、診察後、会計窓口での支払い処理をせずに帰宅することを可能にすることで、各科窓口における窓口職員の負担軽減に加え、診療後における院内滞留時間の削減と会計事務に係る職員の負荷軽減を図る。

(イ)システム構成

「病院来院から帰宅までの院内滞留時間の削減」と「顔認証による患者本人確認の実現と認証情報連携による医療安全の向上と職員負荷軽減」を実現するためのサービス提供は、以下に示すシステムを本実証用に準備をする。

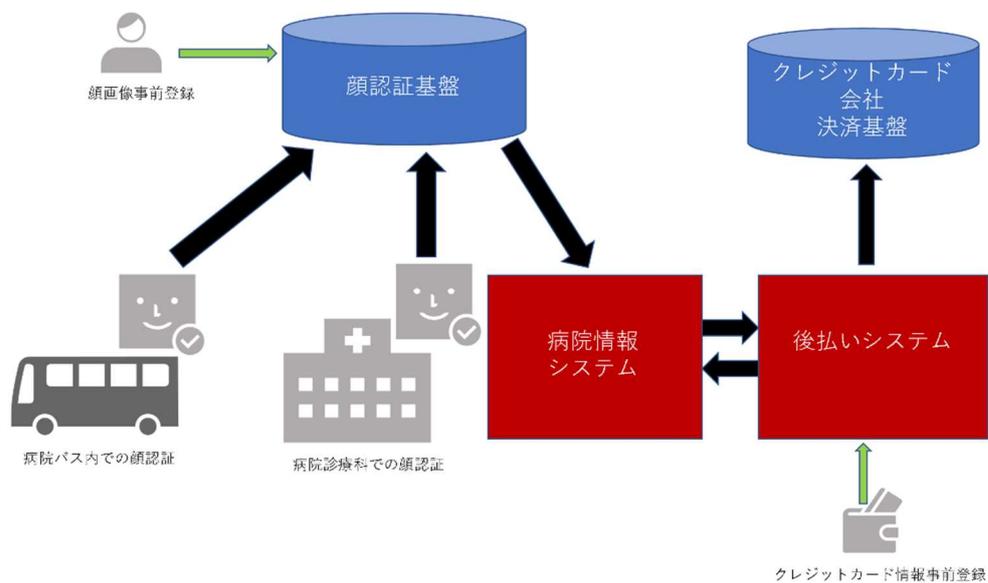


図 17 実証実験のシステム構成

(ウ)データ取得項目及び分析内容

a ユーザビリティ（*3）

利用者が抵抗なくシステムが利用できているかを測定（添乗員の目視判定）

調査項目は以下の通り

- ・顔認証システム認証画面（初期画面）の操作（5段階評価）
- ・顔認証システムの認証スピード（5段階評価）
- ・顔認証システムの認証精度（5段階評価）
- ・顔認証異常時の再認証操作（5段階評価）※異常があった場合
- ・WEB問診表QRコードの読み込み操作（5段階評価）
- ・WEB問診票の記入操作（5段階評価）

b ユーザー満足度

アンケートにより患者および医療従事者の満足度を調査

調査項目は以下の通り

○属性について（性別・年代）

○生体情報を用いた病院サービス（システム）についての満足度

- ・バス乗車時に受付できること（5段階評価）
- ・直接診療科に進めること（5段階評価）
- ・顔認証で本人確認できること（5段階評価）
- ・顔認証スピード（5段階評価）

○自身のスマートフォンを用いた問診サービス（システム）の満足度

- ・事前に問診記載できること（5段階評価）
- ・画面の見やすさ、操作性（5段階評価）
- ・自分のスマートフォン利用の抵抗感（5段階評価）

○後払い会計サービス（システム）の満足度

- ・会計せずに帰宅できること（5段階評価）
- ・クレジットカード事前登録への抵抗感（5段階評価）

c 院内滞留時間

来院時から診療終了までの時間と従来の会計終了時までの短縮時間を比較

d 事業モデルへの参加障壁およびニーズ調査

アンケートにより実証非参加者の本事業モデルへの参加障壁とニーズの調査

調査項目は以下の通り

・属性について（性別・年代）

・本実証実験に参加しなかった理由

（選択式：知らなかった・顔写真登録が面倒・クレジットカードを持っていない・クレジットカード登録に抵抗・個人情報流出が不安・その他）

・実証事業が実用化した場合、利用したいサービス

（選択式：顔認証と後払い会計・顔認証のみ・後払い会計のみ・利用しない・その他）

*3 ユーザビリティ：「使いやすさ」を示す言葉。国際規格の ISO 9241-11 では、「ある製品を、特定の利用者が、特定の目的を達成しようとするにあたって、特定の状況で、いかに効果的に、効率的に、満足できるように使えるかの度合い」と定義している。

(エ)実施内容に対する目標値

① ユーザビリティの確認（添乗員目視判定）

No	項目	目標値
1	病院バスでの顔認証	4以上評価 70%以上
2	WEB問診票	4以上評価 70%以上

② ユーザー満足度（患者アンケートより）

No	アンケート項目	目標値
1	顔受付の使い勝手 (5段階)	4以上評価 70%以上
2	Web問診票の使い勝手 (5段階)	4以上評価 70%以上
3	後払い会計サービスの使い勝手 (5段階)	4以上評価 70%以上

③ 病院側オペレーションの改善（筑波学園病院様聞き取り調査）

No	調査項目	目標値
1	事前受付による業務改善 (5段階)	4以上評価
2	後払い会計のシステム化による改善 (5段階)	4以上評価

④院内滞留時間

No	項目	目標値
1	院内滞留時間	削減時間 15分以上

⑤ 事業モデルへの参加障壁およびニーズ調査（患者アンケートより）

No	項目	目標値
1	実証へ参加しない理由	設定なし
2	実用化した場合利用したいサービス	サービス合計 60%

5. 実証実験結果

(1) 交通弱者に対する新たなモビリティの確保

ア 実験結果

実証期間は2023年2月3日(金)から2月13日(月)までの11日間としていたが、2月10日(金)及び2月13日(月)午後については悪天候のため運行中止となった。また、2月8日(水)は実証実験の運休日とした。

実証実験には延べ336名に参加頂いた。乗車されたモビリティの内訳は以下のとおりである。

- ・ パーソナルモビリティ利用者：156名
- ・ ゴルフカート利用者：180名(103組)

実証参加者にはWEBアンケートへの協力を依頼し、有効なアンケート結果として143件の回答を得ることができた。なお、モビリティの種類ごとの有効なアンケート件数は以下のとおりであり、ほぼ同数のアンケートを取得することができた。

- ・ パーソナルモビリティ利用者のアンケート数：72件
- ・ ゴルフカート利用者のアンケート数：71件

以降では、アンケート結果、管制システム及び見守りカメラの解析結果を基にした分析結果を示す。

イ 分析

(ア) 実証参加者の属性について

参加者の性別及び年代の分布は図18のとおりであった。アンケート回答者の年代としては30代~40代が多い結果となった。この結果は、実証実験への参加を促すために近隣施設等に告知を行ったために、期間限定のイベントとして実証に参加する家族連れが多く、アンケート回答者の年代として30代~40代が多かったものと推測する。

参加者の普段の交通手段について、複数回答可として集計した結果を図19に示す。つくばセンター付近で実証を行ったため、徒歩及び電車を利用する参加者は多いが、車の利用者も多く、つくば市の交通事情と合致した結果である。

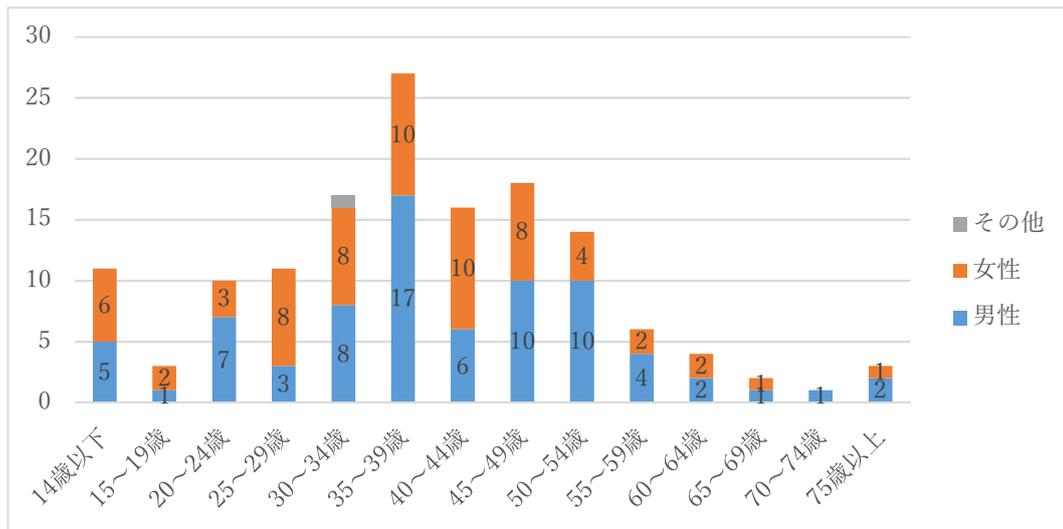


図 18 参加者の年代及び性別

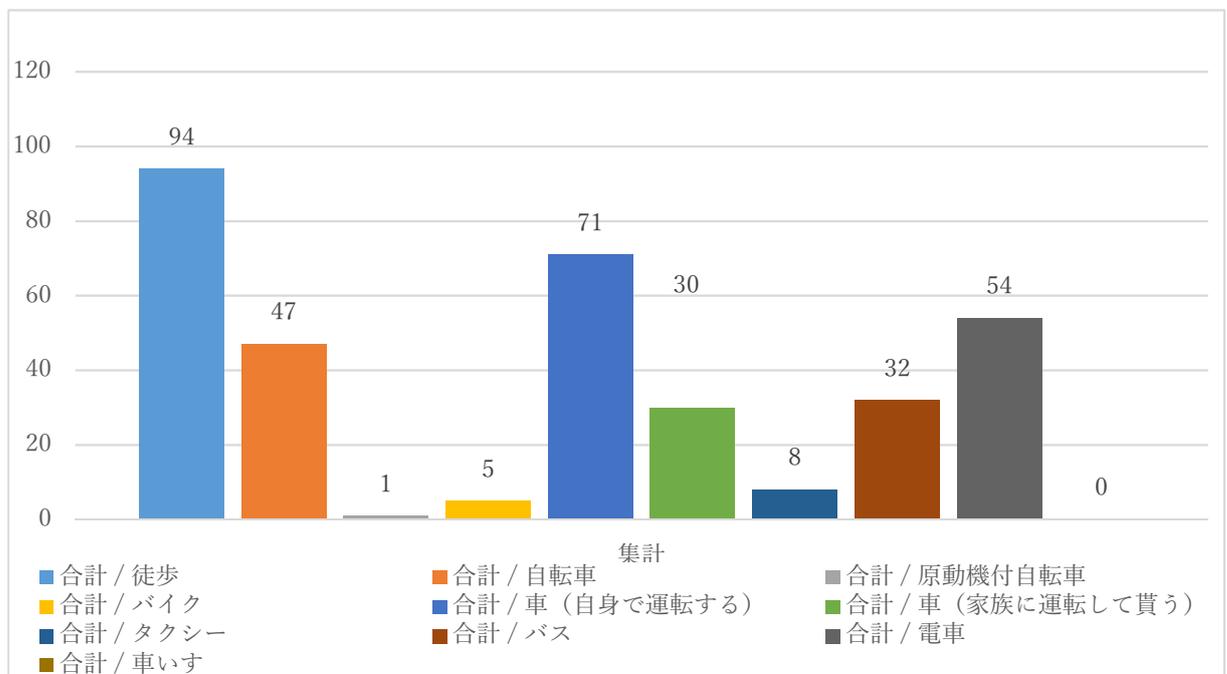


図 19 普段の交通手段（複数回答可）

(イ) パーソナルモビリティの分析

パーソナルモビリティを利用した参加者 72 名について、パーソナルモビリティを選択した理由を図 20 に示す。選択理由として「面白そうだったから」が最も多く、パーソナルモビリティの目新しさに興味を持ったものと考えられる。また、パーソナルモビリティは 2 台で運用していたため、配車される待ち時間がゴルフカートに比べて短い場合が多く、早く乗れることが選択理由となっている。

パーソナルモビリティ利用者の内、サービスを「今後も利用したい」と回答した参加者の割合は 89%であった。「今後も利用したい」と回答した利用者の属性（性別、年代、普段の交通手段）について、顕著な傾向は見られなく、幅広い年代、属性の参加者から

好意的な評価が得られた。また、パーソナルモビリティに対する自由意見として、以下を期待する意見があった。

- ・ 走行速度の向上（走行速度を選択式とする）
- ・ 高齢者が多い地域や観光地（筑波山等）での運行
- ・ 進路変更時のモビリティの挙動を搭乗者に通知することによる不安の解消
- ・ 雨天時の運行とモビリティの雨天対策

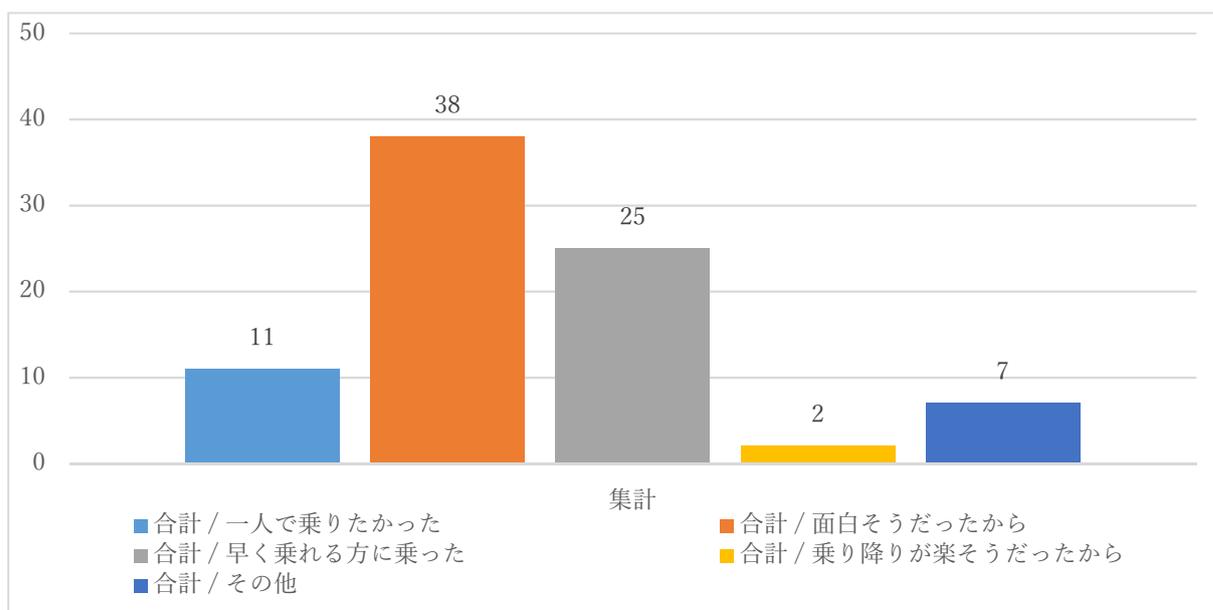


図 20 パーソナルモビリティ選択理由（複数回答可）

（ウ）ゴルフカートの分析

ゴルフカートを利用した参加者 71 名について、ゴルフカートを選択した理由を図 21 に示す。選択理由として「複数人で同乗したかったから」が最も多く、実証参加者に家族連れが多かったことに連動していると考えられる。

ゴルフカート利用者の内、サービスを「今後も利用したい」と回答した参加者の割合は 93%であった。「今後も利用したい」と回答した利用者の属性（性別、年代、普段の交通手段）について、顕著な傾向は見られなかった。また、ゴルフカートに対する自由意見として、以下を期待する意見があった。

- ・ 専用道路の設置
- ・ 走行速度の向上
- ・ 居住性の向上（乗車定員の増加）

ゴルフカートについては、自動運転の安全運行に関する分析として、実証実験の日ごとの手動介入回数、介入率を分析した。集計結果を表 4 に示す。ゴルフカートが、障害物等を検知した場合は自動で一時停止するが、安全のために自動での回避は行わない設定とし、状況に応じて手動介入を行った。手動介入を行うケースは、走行経路上の障害物を回避する場合及び自動運転では危険回避が難しいと思われる状況で減速・停止を行

う場合である。

集計結果のうち、介入率が一番高かった2月5日（日）のデータをもとに、介入が頻繁に発生した場所を図22に示す。

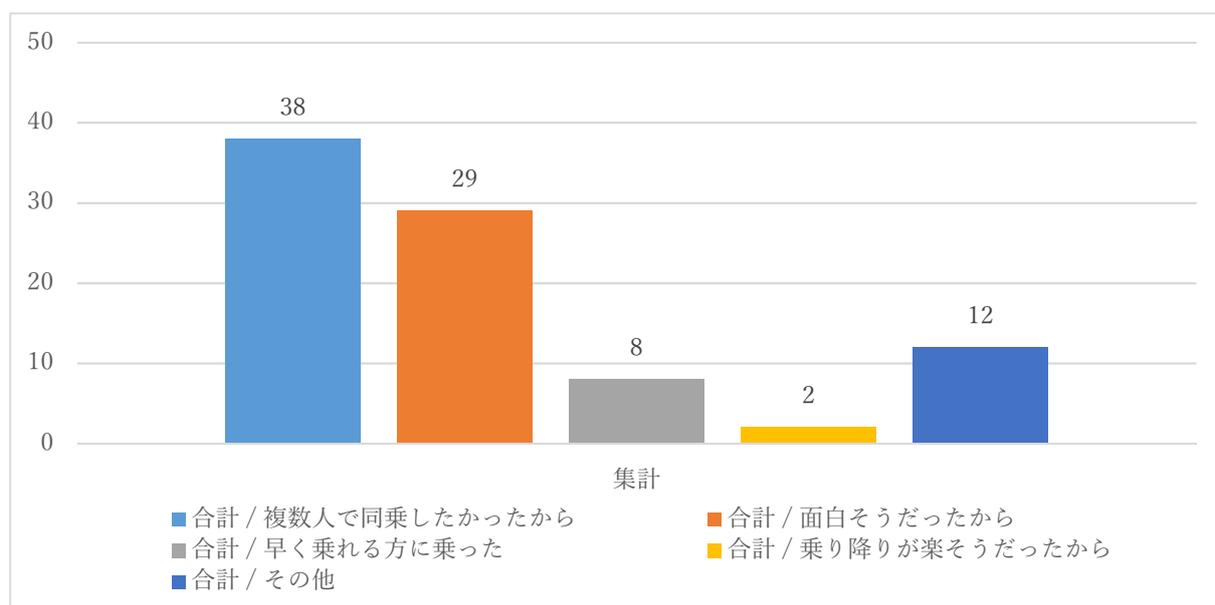


図21 ゴルフカート選択理由 (複数回答可)

表4 手動介入回数・介入率一覧

	自動運転 走行回数	介入回数	介入率	運行内容
2月3日 (金)	17	28	1.6	関係者試乗のため、BiVi/センター広場前⇄トナリエ前のみ走行
2月4日 (土)	19	43	2.3	一般者試乗 (デマンド走行)
2月5日 (日)	15	49	3.3	一般者試乗 (デマンド走行)
2月6日 (月)	13	21	1.6	関係者試乗のため、BiVi/センター広場前⇄トナリエ前のみ走行
2月7日 (火)	20	5	0.3	関係者試乗のため、BiVi/センター広場前⇄トナリエ前のみ走行
2月9日 (木)	23	24	1.0	一般者試乗 (デマンド走行)
2月11日 (土)	19	46	2.4	一般者試乗 (デマンド走行)
2月12日 (日)	25	61	2.4	一般者試乗 (デマンド走行)
2月13日 (月)	17	5	0.3	一般者試乗 (デマンド走行)、雨天のため午前のみ走行



図 22 手動介入発生箇所（青枠表示）

図 22 中の手動介入発生箇所について、主な手動介入の発生理由を以下のとおりとする。

①手動介入発生箇所 1（BiVi つくばとつくば市立中央図書館を結ぶ陸橋の上）

陸橋の中央を歩く歩行者が多く、自動運転車両が近づいても歩行者が気付かない場合にゴルフカート側で手動介入して歩行者を回避することが多い。



図 23 手動介入発生箇所 1

②手動介入発生箇所 2 (BiVi つくば近辺の右左折)

道路が交わる地点のため、自動運転車両の前に急な自転車の飛び出しが発生しやすく、手動介入により停車することが多い。



図 24 手動介入発生箇所 2

③手動介入発生箇所 3 (BiVi つくばからつくばカピオに向かう道路)

ペDESTリアンデッキ上にベンチが設置されており、休日はベンチに座って休んでいる人が多く、安全のために手動介入してベンチ付近を回避して走行することが多い。これは、ゴルフカートが車両扱いとなり、車両は道路上の対面通行の場合に左側を走行する原則に従い、事前に設定した走行ルートでは走行可能な範囲で左側に寄せたルートとしたことから、ベンチから通路側に大きく足を出された場合には、カートが接触する恐れがあったためである。



図 25 手動介入発生箇所 3

- ④手動介入発生箇所 4 (BiVi つくばからつくばカピオに向かう陸橋を渡り切った箇所)
陸橋を渡り切った箇所で道路が狭くなるため、歩行者や自転車がいる場合に手動介入して回避または停車することが多い。

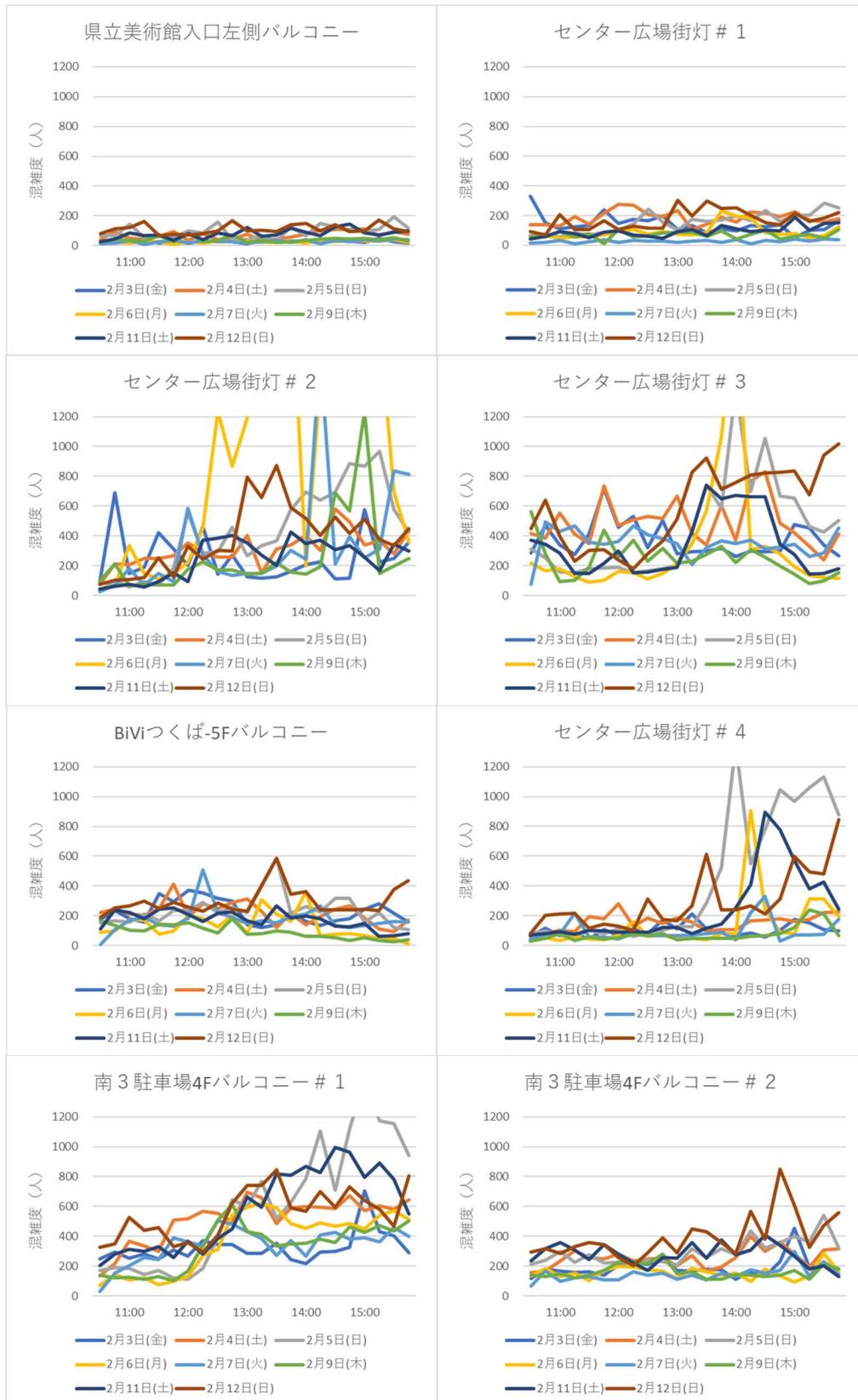


図 26 手動介入発生箇所 4

(エ) 見守りカメラに関する分析

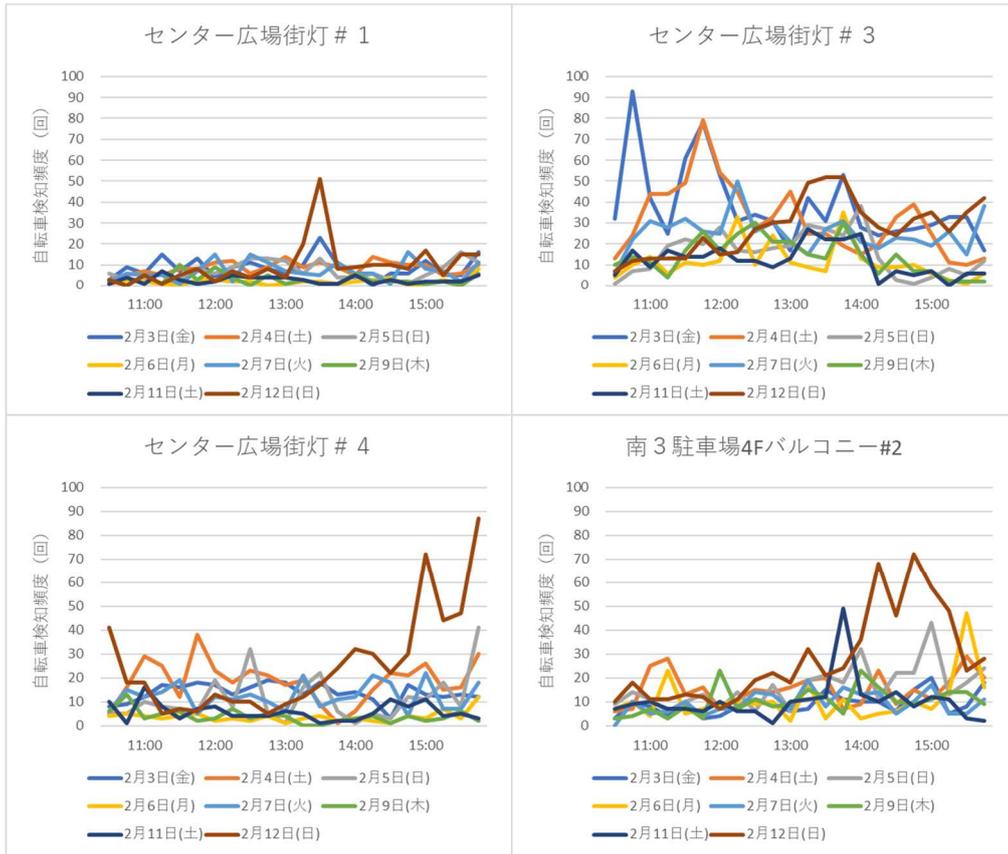
本実証では、モビリティの走行ルート上に 8 台の見守りカメラを設置し、モビリティ周辺の混雑状況と自転車の検知状況をモビリティ利用者にタブレットで表示を行った。

なお、自転車検知については処理性能の問題により半数の 4 台のカメラを対象とした。実証期間中に AI で分析した混雑状況を図 27 に、自転車の検知状況を図 28 に示す。このグラフからはセンター広場を中心に土日の午後の混雑状況が顕著である。これは同じセンター広場での出店による人の賑わいや、好天に恵まれて歩行者が増加したためと推定される。また、2 月 6 日 (月) の午後についてはメディア公開取材のために集まった関係者による混雑が特異点となって検出されている。



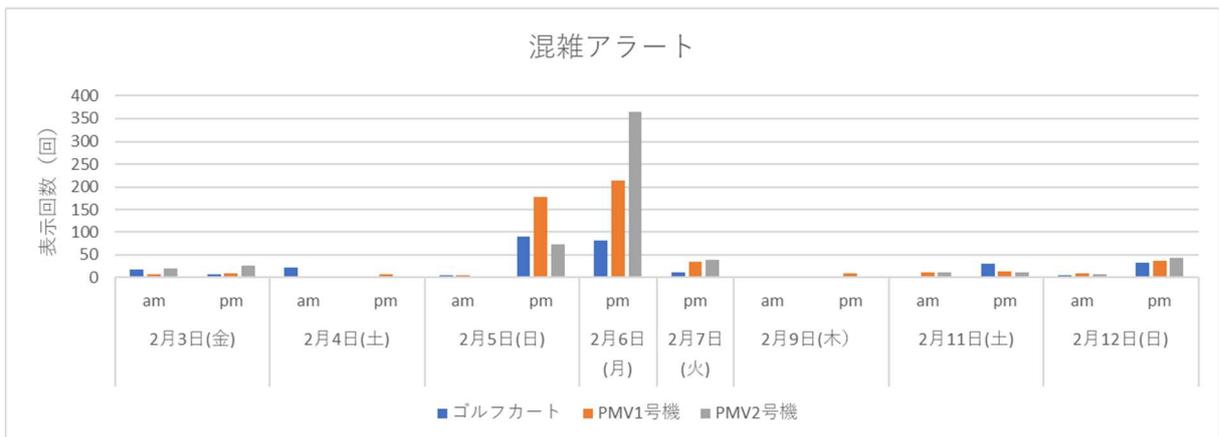
※縦軸説明：各カメラで15分間に計測された人数の総和(同一人物による重複あり)

図 27 実証期間中の走行ルート上の混雑の検知状況



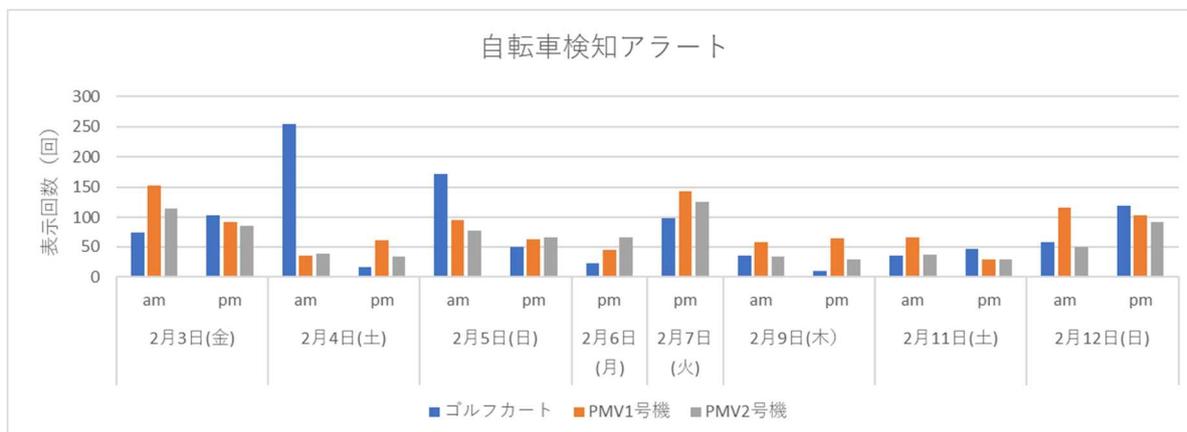
※縦軸説明：各カメラに15分間で検知した回数の総和（同一車両による重複あり。複数同時検知も1回でカウント）

図 28 実証期間中の走行ルート自転車検知の検知状況



※縦軸説明：アラート（7人以上検知）表示回数。回送運転時を含む走行中が対象。停留所待機中は含まれない。

図 29 走行中混雑アラートの車載タブレット表示件数



※縦軸説明：アラート（表示範囲内の自転車検知）の表示回数。回数運転時を含む走行中が対象。停留所待機中は含まれない。

図 30 走行中自転車アラートの車載タブレット表示件数

アンケートによりカメラによる見守りの必要性を確認した結果を図 31 及び図 32 に示す。アンケート全体では約 3/4 の 108 名が見守りの必要性を感じており、平日/休日についてはやや休日の利用者が多く、ゴルフカート/パーソナルモビリティについては大きな差はなかったものの男性/女性で比較すると女性の利用者の 9 割は、見守りカメラによる周囲の情報提示を必要と感じるという結果となった。特に土日は、混雑とともにお子様連れの利用者が多かったことが要因と推察される。

また、タブレットには歩行者及び自転車の混雑状況を表示していたが、参加者からの自由意見では犬や視覚障害者、ベビーカーなど、他の交通弱者の情報表示を求める意見があった。

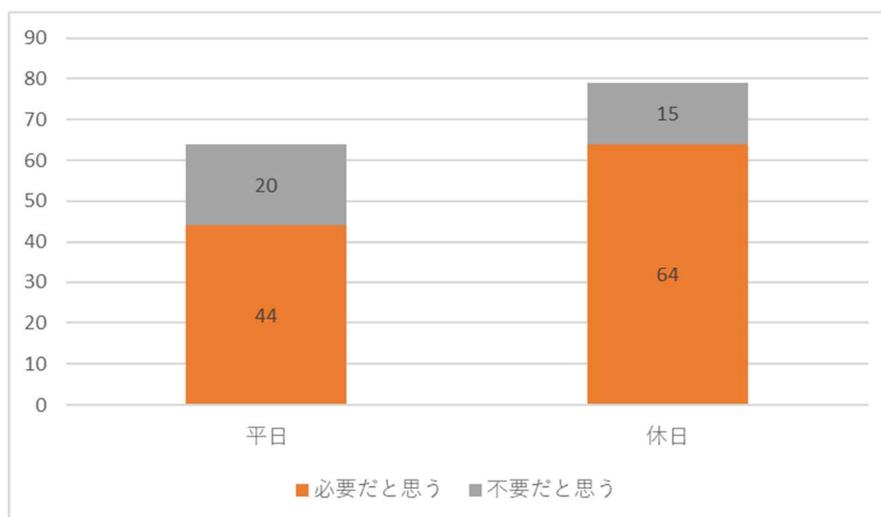


図 31 見守りカメラの必要性 (平日/休日利用者)

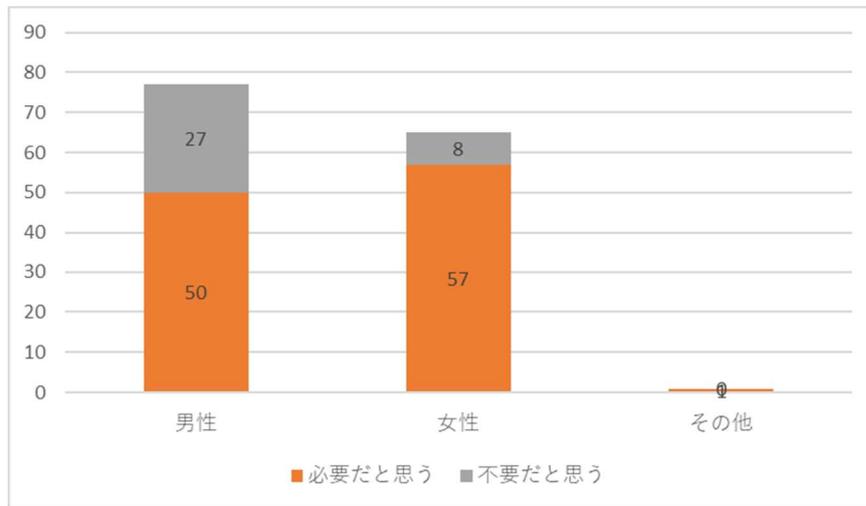


図 32 見守りカメラの必要性（利用者性別）

次にモビリティ乗車時に参加者が「ヒヤッとした」場面があったかを集計した結果を図 33 及び図 34 に示す。パーソナルモビリティ及びゴルフカートの双方において、歩行者とのすれ違い時に危険を感じる傾向があった。また、パーソナルモビリティについては自転車とのすれ違い時や追い抜き時にも危険を感じることもあり、電動車いすをベースとしたモビリティであることから、他の歩行者や自転車との関係性において危険を感じやすいと考えられる。また、ゴルフカートについては停車時に危険を感じたと回答した件数が多いが、自由意見において停車時のブレーキが強かったという意見があり、歩行者や自転車との接触の危険を回避する際のゴルフカートの制動について改善の余地がある。

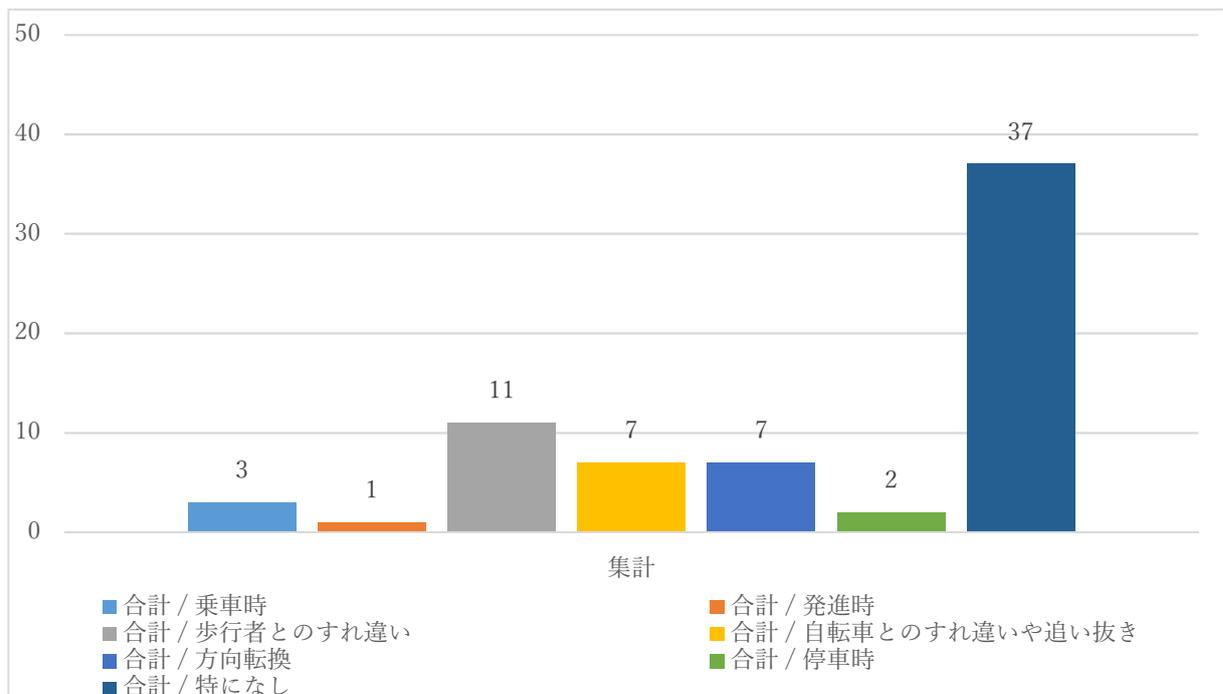


図 32 パーソナルモビリティ乗車時のヒヤッとした場面（複数回答可）

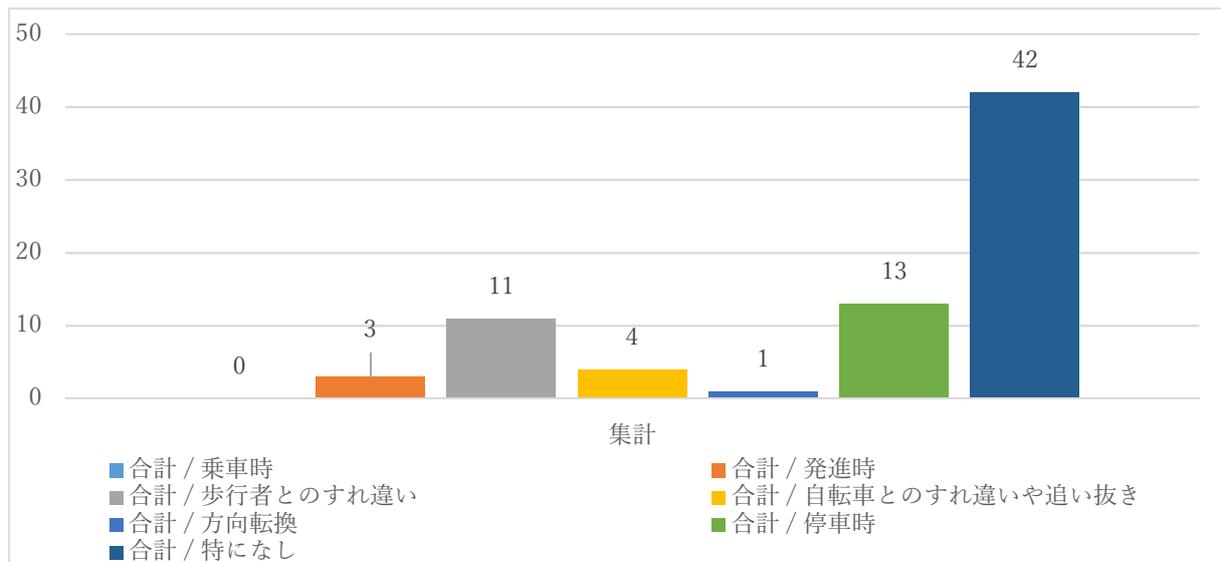


図 34 ゴルフカート乗車時のヒヤットとした場面（複数回答可）

今回の実証実験は、通常は歩行者と自転車が行き交う道路において、自動運転のモビリティを走行させており、よりモビリティと人・自転車との距離が近いことに不安を抱かれた方に対して見守りカメラによる情報提供が安心感につながる結果となった。

一方で、いずれのモビリティにおいても「特になし」の回答が最も多く、自動運転モビリティ利用時の安心感は高いと言える。

(オ) オンデマンド自動運転サービス全般に関する分析

オンデマンド自動運転サービス利用時の待ち時間及び移動速度についてのアンケート結果を図 35 及び図 36 に示す。待ち時間については評価が分かれているが、実証中の参加者の集まり度合いにより、他の参加者が乗車中に予約した場合に待ち時間が長くなる場面が多かったためと考えられる。実際の待ち時間については、数分～数十分と幅があるため、アンケート結果も幅があると考えられる。移動速度については、いずれのモビリティも最高速度を 6km/h 以下で走行しており、特に曲がり角などではさらに低速で走行していたため、速いと感じる参加者は少なかった。一方で、遅いと感じる参加者も少ない結果となっているが、本実証では走行範囲が最長でも 1km 未満であること、および、人通りの多い駅前の広場を中心に走行したことから、速度に関して「遅い」という評価が少なくなったものとする。ただし、自由意見においては速度向上を求める意見もあるため、今後、走行範囲を拡大する際には利用者の利便性向上のために走行速度の向上が求められる。

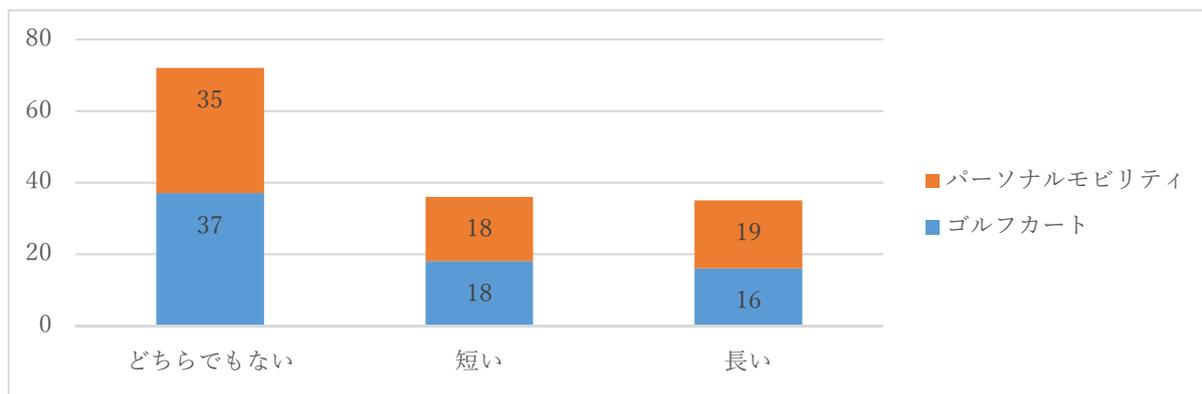


図 35 待ち時間について

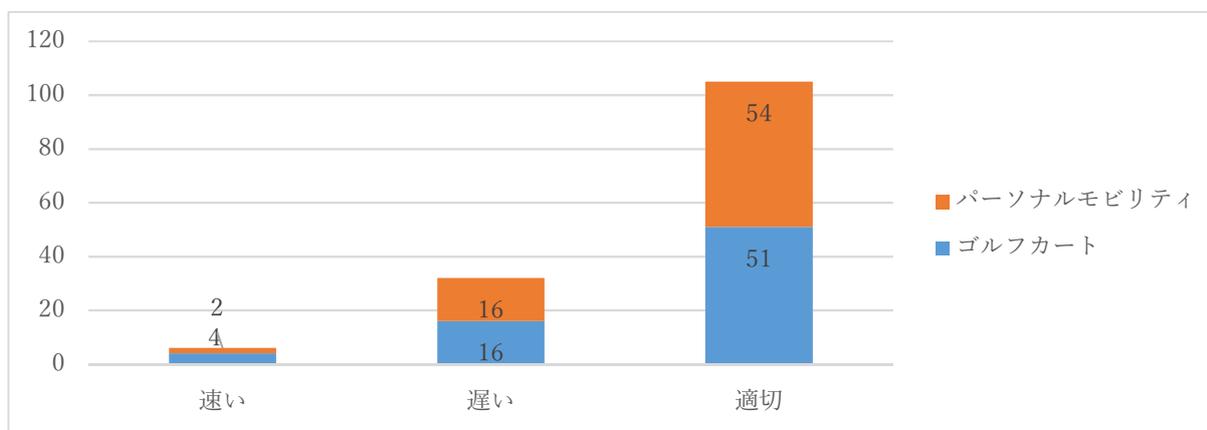


図 36 モビリティの移動速度について

オンデマンド自動運転サービスに関して「今後も利用したい」と回答した割合は 91% であり、性別や年代を問わず好意的な評価を得られた。オンデマンド自動運転サービスを社会実装するにあたり、利用目的の需要を集計した結果を図 37 に示す。最も多い回答はショッピングであったが、つくばセンター広場付近には商業施設があるため、公共交通機関と商業施設及び周辺駐車場と商業施設間を移動する場合の需要が高いと考えられる。また、通院目的の利用を希望する意見も多く、運行範囲を病院まで拡大した際に通院時の利用需要があるといえる。

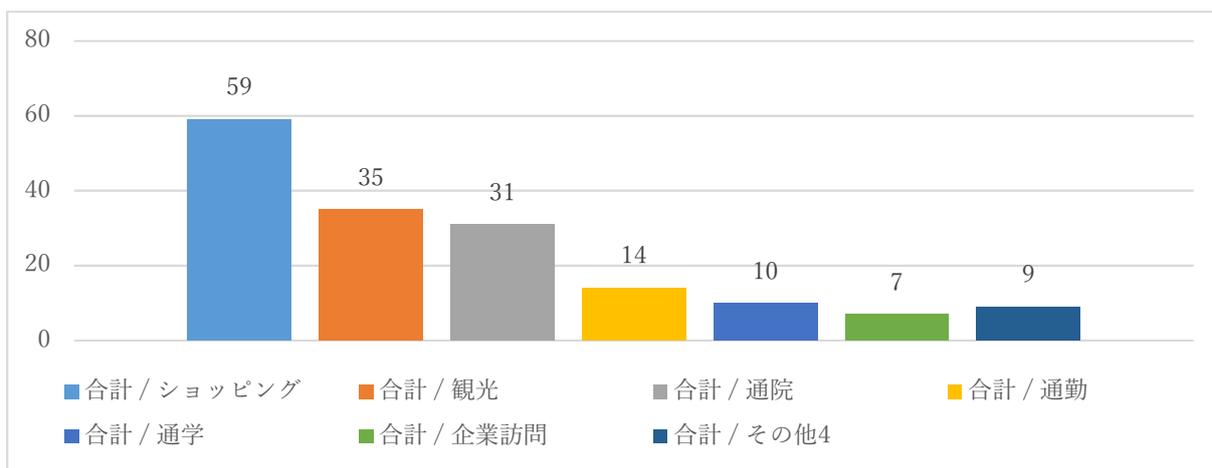


図 37 需要の高い利用目的（複数回答可）

サービスを有料化した場合の料金設定について、金額を自由記述として得られたアンケート結果を図 38 に示す。有償であれば利用しないとした回答が 30.8%となっている一方、有償でも利用したいとの回答が多数得られた。0 円を含めた料金の加算平均は 120.6 円であり、今回の実証範囲での運行サービスであっても、利便性を感じてサービスの利用料を徴収できると言える。

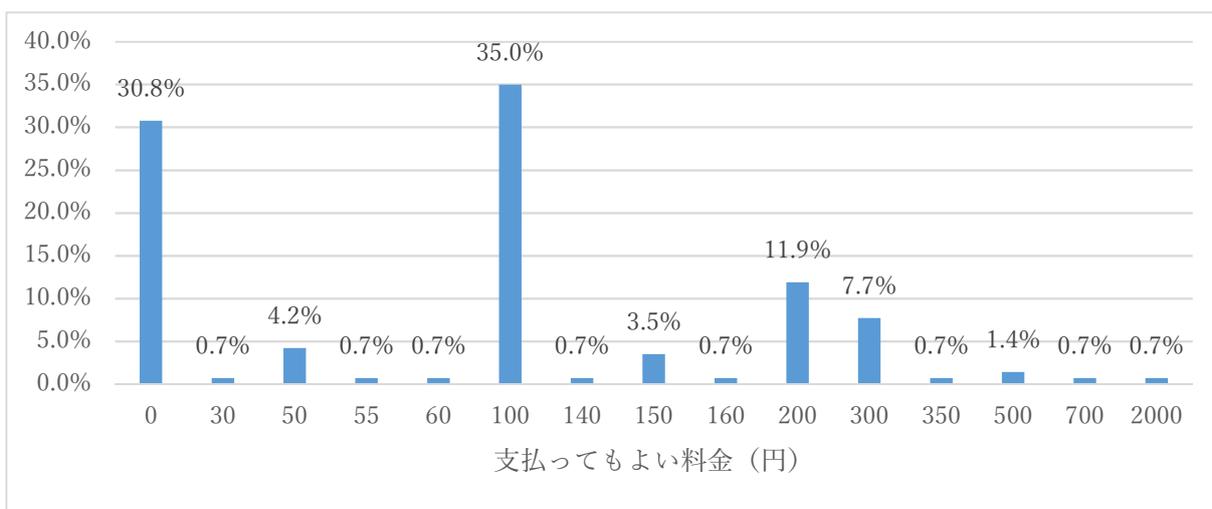


図 37 有料化した場合の料金

オンデマンド管制システムに対する自由意見として、以下を期待する意見があった。

- ・スマートフォンからのオンデマンドの仕組みの導入
- ・走行台数の増加と待ち時間の短縮
- ・運行範囲の拡大

ウ 考察

アンケート結果の分析から、オンデマンド自動運転サービスが幅広い属性の市民に受け入れられるサービスであることが確認できた。特に、歩行者や自転車が往来するペDESTリアンデッキにおいても、見守りカメラ等、搭乗者の安心感を高める仕組みを導入することにより、自動運転モビリティがより利用者に受け入れられやすくなることが確認できた。一方で、オンデマンド自動運転はまだ目新しいサービスであることや、実証期間が短かったことから、本実証実験がイベントとして利用者に認知されていたと考えられる。そのため、本サービスを社会実装した場合に同等の利用者数やサービスに対する評価が得られるかについては検討が必要である。

医療 MaaS の観点では、本実証に参加し、アンケートに回答頂いた高齢者（65 歳以上）は 6 名であった。現状では、高齢者が、つくばセンター周辺を往来する場面が少ないことや、実証において病院までモビリティが運行しておらず、通院目的での実証参加ができなかったためと考えられる。一方、サービスが社会実装された場合の利用目的についてのアンケート結果では、ショッピング：59 件、観光：35 件に次いで、通院：31 件と多く、医療 MaaS の実現のためにオンデマンド自動運転サービスの需要があると考えられる。

歩行者と自転車が往来する道路における自動運転モビリティの走行については、自動運転車両の経路上を進む歩行者や、自動運転車両の前を急に横切る自転車が散見されたため、社会実装を考えた場合は、自動運転走行レーンを道路に明記するなど、歩行者や自転車へ分かりやすくすることが望ましい。また、音などにより車両接近の通知を行うことで、より安全な走行が可能になると推測されるが、スマートフォンの操作やイヤホンを装着している歩行者が多かったため、通知方法を十分に検討すべきと考える。

また、休日になると人通りも極端に増え、BiVi/センター広場周辺のベンチに腰掛けている人も数多くいるので、自動運転車両の走行経路を設定する時には、曜日や時間帯ごとの道路状況を考慮した設定が必要と考えられる。

見守りカメラによる情報提示に関して、車載タブレットの表示については、アンケート回答の 85%にあたる 108 名の方は「画面を見ていた」と回答頂いたが、そのうち 21 名は内容がわからないという回答があった。社会実装に向けては音声によるガイドやより分かりやすい表示内容への改良が必要である。また、カメラ映像の解析については今回の実証環境では最大 4 秒の遅延があり、自転車検知のアラート表示などは、対象の自転車が通り過ぎてからアラートが通知されることもあり、リアルタイム性の確保は今後の課題であるが、将来的には見守りカメラの検知結果を使った自動運転モビリティの減速・停止・ルート変更などへの活用も想定される。

エ 技術の実装可能な時期、実装に向けて残された課題

オンデマンド自動運転サービスについて、社会実装に向けて取り組むべき課題は以下のとおりである。

(ア) サービス運営体制の構築

社会実装に向けて、継続的なサービスを提供するための運営体制の構築が必要である。運営体制の構築のためには地元の交通事業者がサービス運営を行うなどの体制が考え

られるが、前例のないサービスであるため、官民連携した体制構築が必要である。

(イ) 運行範囲・台数の増加

実証実験では、つくば駅周辺の狭い範囲を運行したが、社会実装に向けては、より需要のある施設や、今回の実証で到達できていない病院まで広げるとともに、待ち時間を短くして便利なサービスとするための車両台数の確保が課題となる。車両の導入には費用が掛かるため、需給バランスを考慮した運行設計が必要である。

(ウ) 適切なモビリティの導入

今回実証実験では、パーソナルモビリティとゴルフカートの2種類のモビリティを走行させたが、社会実装に向けては、より乗車人数の多い車両や、荷物の搬送も可能なモビリティなど、より便利なモビリティの検討が必要である。昨今は、自動車メーカーなどからも小型のモビリティが発表されており、つくばの場所に適したモビリティの検討が必要である。

(エ) 適切な走行ルート・環境の構築

歩行者と混在した空間での安全な走行を行うためには、走行レーンの明記や車両から音楽を鳴らす等の対策が必要である。

また、今回のゴルフカートの走行経路は、警察の助言の元、道路の左側と設定したが、ベンチ周辺やパーソナルモビリティとの共存を考慮すると、道路の中央を走行するように設定する方がより安全との考え方もあるため、現行法との兼ね合いも含め検討が必要である。また、植栽により道路幅が極端に狭くなる個所がありインフラ側に手を加える事も検討した方が望ましい。

(オ) カメラ画像の利活用に向けた市民への理解

公共スペースでのカメラ画像の利用においては、総務省/経産省/個人情報保護委員会の定める「カメラ画像利活用ガイドブック ver3」にもとづき、関係機関およびカメラを設置する施設への説明とポスターによる掲示、及びつくば市役所のHPへの掲示などを行い市民への周知を行った。また、見守りカメラで取得した映像はリアルタイムで解析を実施後、削除を行うなど個人情報の保護に留意した。実証実験を通して見守りカメラに対する一般市民からのクレーム等は出ていない。また、実証参加者からも見守りカメラに関して否定的な意見はなかった。

しかしながら、今後社会実装に向けては自動運転のために走行ルート上に多数のカメラを設置することはコスト面でも大きな壁となる。そのためには、既設の防犯カメラ映像の活用や多目的でのカメラ設置による効率的かつ安全な運用を検討していく必要がある。新しい街づくりを進めるにおいてカメラ画像の利活用の目的や安全性について市民への理解促進を継続的かつ分かりやすく進めていく必要がある。

(カ) 規制緩和の促進

パーソナルモビリティの実装に向けては雨天時の走行を考慮する必要があるが、現状、パーソナルモビリティをみなし歩行者として使用するには、高さを120cm以内に制限するか、取り外し式の一時的な屋根とする必要がある。雨天時に都度、取付け、取外しを要する運用では、普及の妨げになるため、パーソナルモビリティを見なし歩行者とする

際の高さ制限の規制緩和が必要であると考えます。

歩行者と自転車が往来する道路（ペDESTリアンデッキ等におけるモビリティの走行）について、車両は原則として道路の中央から左側の左端寄りを通行する必要があるが、ペDESTリアンデッキは歩行者や自転車が自由に通行していることが多いこと、及び植栽や街灯、看板などの車両にとっての障害物が多く配置されていることから、車両の走行ルートについて柔軟な通行を可能とする規制緩和が必要である。

今回、つくば駅から近隣への病院への通院を想定し、自動運転小型モビリティ等の現場実証を実施しようとしたところ、ペDESTリアンデッキ上で病院へ行くには、横断歩道を渡る必要があった。車両は横断歩道上を歩行者と同一方向に走行することが出来ないため、自動運転対応のカーブを活用するには、横断歩道上を走行可能になるような規制緩和が必要である。また、パーソナルモビリティは利用者が搭乗している場合にはみなし歩行者であるが、自動運転により無人で走行する場合にはみなし歩行者には該当しないため、無人の状態でも横断歩道上を走行するためにも規制緩和が必要となる。また、横断歩道の走行については、モビリティが横断歩道を自動で安全に渡るようにするには、横断歩道の横断可否を自動で判断する技術的な開発も必要であることが分かった。歩行者用信号が設置されている横断歩道であれば、信号の情報を使用することや、防犯カメラ等の映像を利用して一般車両の走行有無を検知する方法などが考えられるが、いずれも設備を管理する公的機関との連携が必要となる。

これらの課題解決に向けた取り組みを並行して実施することにより、オンデマンド自動運転サービスの社会実装を 2025 年度に実現可能と考える。

（2）顔認証による事前受付から会計までの手ぶらのワンストップ手続き

ア 実験結果

実証期間は、2023 年 2 月 20 日（月）から 2 月 24 日（金）までで、祝日を除く 4 日間とした。実証実験には、4 名の方に参加して頂いた。参加者の属性は以下の通りである。

- ・ 40 代 男性
- ・ 40 代 女性
- ・ 40 代 男性
- ・ 30 代 男性

また、実証実験非参加者にもアンケートへの協力を依頼し、有効なアンケート結果として 193 件の回答を得ることができた。回答者の属性は、図 39 及び図 40 に示す。

以降では、アンケート結果及び検証を基にした分析結果を示す。



図 39 回答者の性別

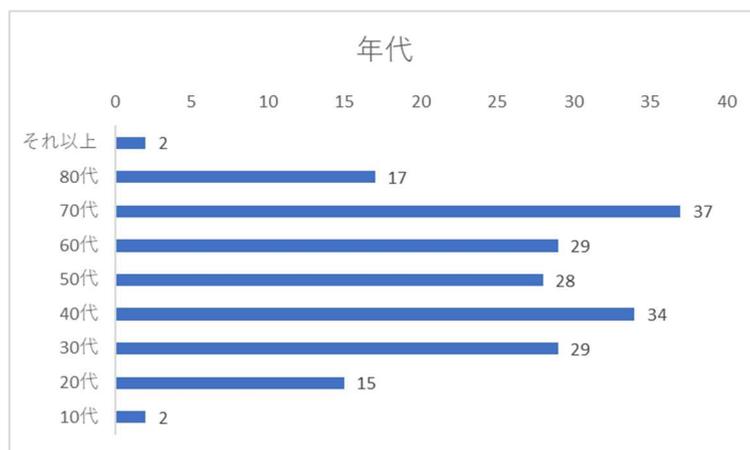


図 40 回答者の年代



写真：病院バスと病院診療科の顔認証タブレット設置の様子

イ 分析

実証実験の制約事項（実証期間内に通院予約がある、通院手段が病院バスである、事前に顔画像提供、クレジットカードの登録が必要）により限られた数の参加になったが、運用の中で利用してもらうことで目標値に対する検証を行うことができた。加えて、200名近くの実証実験には参加していない患者へのアンケートを行うことにより、顔認証や後払い登録への抵抗感の有無や、実用化後への期待についても把握することができた点は実用化にむけて大きな収穫だったと考える。

a ユーザビリティの確認

ユーザビリティの結果を表5に示す。顔認証についてはバス内、各科窓口での受付とも問題なく実施でき、認証エラーは発生しなかった。また、マスク着用の運用でも問題ないことも確認できた。

しかし、初期画面から顔認証画面に移る際や認証終了後、初期画面に戻る際のタッチパネルでのボタン操作において一度で画面遷移せず、何度も画面をタッチしなければならないケースが散見された。より操作しやすい画面構成や、患者による画面操作を極力少なくするシステムの検討が必要である。

Web 問診については顔認証後、画面に表示される QR コードを患者自身のスマートフォンで読み取る形をとった。対象患者がスマートフォンの操作に慣れた世代(30~40代)だったため、操作に迷う場面はなかった。ただし、高齢者はスマートフォンの操作に手間取る可能性があり、その場合、乗車に時間を要し、バス運行に支障をきたす可能性があることから、問診表 URL リンクの表示方法をプッシュ型にするなどの改善策を検討する余地がある。

表5 ユーザビリティについて

No	項目	目標値		結果	評価数/総数
1	病院バス及び診療科 受付での顔認証				
	顔認証画面の操作	4以上評価	70%以上	87%	7/8
	認証精度	4以上評価	70%以上	100%	8/8
	認証スピード	4以上評価	70%以上	87%	7/8
	認証異常時の操作	4以上評価	70%以上	該当なし	
2	WEB 問診票				4/4
	QRコード読取操作	4以上評価	70%以上	100%	4/4
	問診表記入操作	4以上評価	70%以上	75%	3/4

b ユーザー満足度

ユーザー満足度の結果を表6に示す。調査数は少ない中で、使い勝手については全般的に高い評価が得られた。その中で相対的にはあるが顔認証のスピードやWeb問診に自身のスマホを使用することへの抵抗感について若干低評価が見られた。顔認証のスピードについては、認証そのもののスピードではなく、aで記した画面タッチを何度か要したことなど、前後の操作を含めての評価であった。このことから、aでの分析結果と同様に操作等の流れなど、全体の効率性について、さらに向上させていく必要がある。Web問診については、Web問診の画面がパソコンやタブレットで利用する従来型の画面レイアウトを流用したものになっており、画面の見やすさや操作しやすさに難点を感じたことだった。これについては、スマートフォンで操作しやすいように、画面構成や操作ボタンの大きさなどを工夫していくことが求められる。

表 6 ユーザー満足

No	アンケート項目	目標値		結果	回答数
1	顔受付の使い勝手 (5段階)	4以上評価	70%以上		
	① バス乗車時に 受付完了できる			75%	3
	② 直接診療科に行 ける			100%	4
	③ 本人確認が顔認 証でできる			100%	4
	④ 顔認証のスピー ドの速さ		75%	3	
2	Web 問診票の使い勝 手 (5段階)	4以上評価	70%以上		
	① 事前に問診票記載 できる			100%	4
	② 画面の見やすさ・操 作性			100%	4
	③ 自分のスマートフ ォン使用への抵抗 感		75%	3	
3	後払い会計システム の使い勝手 (5段階)	4以上評価	70%以上		
	① 会計を待たずに 帰宅できる			100%	4
	② クレジットカー ドの事前登録の 抵抗感		100%	4	

c 病院側オペレーションの改善

筑波学園病院職員からの聞き取り調査結果を表7に示す。病院の主要メンバー2名について聞き取り調査を行った。病院側でのメリットとしては、顔認証受付・後払い会計とも対面業務が簡素化することによる職員の工数軽減を挙げており、当初想定した通りの効果が得られたことが分かった。それに加え、後払い会計については患者への請求額を算出するための医事会計システムを操作する時間を後ろ倒しにできることで、繁忙する時間帯の業務負荷を減らし、職員の事務負担を平準化する効果があることが判明した。さらに、今回の実証で検証はできなかったが、患者からの診察費用の未回収防止といった効果についても期待される意見があった。

一方で、今回のシステムは原則予約済み・再診の患者を対象としており、利用拡大のためには新患や当日予約の患者に対してシステム加入を促進していけるかが課題との意見もあった。

表7 聞き取り調査結果

No	調査項目	目標値		結果	回答数
1	事前受付による業務改善 (5段階) ① 対面業務の簡素化	4以上評価	同左	4	2
2	後払い会計のシステム化による改善 (5段階) ① 対面業務の簡素化 ② 会計入力事務の改善	4以上評価	同左	4	2
				5	2

d 院内滞留時間

来院時から診察終了までの院内滞留時間を計測した。これまでの来院時受付に要した時間と診察終了後、会計及び支払いに要した時間は、実証期間中の2月24日に来院した一般患者481名の来院時間から会計時間までの院内滞留時間を病院システムから採取し、平均値を算出した。

院内滞留時間及び削減時間の結果を表8に示す。最も短い再診である、診療のみ(検査・処方せんなし)の場合で、平均値と比較すると削減時間は1時間44分、最も長い再診である、検査と検査結果を待ってからの診察という場合で、削減時間が27分という結果になった。診療内容や病院の混雑状況により個々のケースで異なるものの、1患者あたり30分～1時間40分程度の院内滞留時間の削減効果があることが分かった。

表 8 院内滞留時間及び削減時間

項番	性別	年代	来院時刻	診療終了時刻(※1)	病院内滞在時間	一般患者の平均病院内滞在時間(※2)	削減時間
1	男性	40代	11:30	12:11	0:41	1:54	1:13
2	女性	40代	10:50	11:05	0:15		1:39
3	男性	40代	11:00	11:10	0:10		1:44
4	男性	30代	10:45	12:12	1:27		0:27

※1:診療終了時刻:病院システム上に入力された時刻

※2:一般患者の平均病院内滞在時間

2023年2月24日に来院した一般患者(481名)の病院システムに記録された来院時間から会計終了時間までにかかった時間の平均値

e 事業モデルへの参加障壁およびニーズ調査

事業モデルへの参加障壁及びニーズ調査の結果を表9に示す。

実証に参加しなかった患者に対する不参加理由の回答としては、周知不足を除けば、クレジットカード登録への抵抗感と個人情報流出への懸念が多かった。上記回答は年齢層による偏りはなかった。本実証においても参加者による同意書への記名やセキュリティ対策を考慮したシステム構築を行ってきたが、実装にあたっては、不正使用防止等の情報セキュリティ対策や個人情報取り扱いに関する丁寧な説明を利用者に対し継続的に実施していくことの必要性が再確認された。

また、実用化した場合利用したいサービスとしては顔認証と後払い両方・顔認証のみ・後払いのみの合計が全体の70%以上となり、患者側からの利便性向上に関する強いニーズを裏付ける結果となった。しかしながら、ニーズありの内訳を見ると、顔認証のみ・後払いのみの導入ニーズが全体の半分以上になることから、手続きワンストップ化への期待がまだ十分でないことも分かった。

表9 事業モデルへの参加障壁およびニーズ調査

No	アンケート項目	目標値	結果	回答数
1	実証へ参加しない理由 (複数回答可)			総数278
	① 知らなかった		36.0%	100
	② 写真撮影が面倒		6.1%	17
	③ クレジットカード を持っていない		11.2%	31
	④ クレジットカード 登録に抵抗		23.0%	64
	⑤ 個人情報流出に 不安		21.6%	60
	⑥ その他		2.2%	6
2	実用化した場合利用 したいサービス			総数193
	① 顔認証受付と後払 い会計すべて利用	サービス合計	60%	62
	② 顔認証受付のみ利 用		32.1%	49
	③ 後払い会計のみ利 用		25.4%	26
	④ 利便性が感じられ ないので利用しな い		13.5%	43
	⑤ その他		22.3%	13
	6.7%			

ウ 考察

「病院来院から帰宅までの院内滞留時間の削減」について、ほぼ期待通りの院内滞留時間の削減効果を得ることができ、患者の利用満足度調査結果が概ね良好であったことから、患者に一定のメリットをもたらすことが分かった。一方で認証やWEB問診にかかる患者の操作手順を更に簡素化することや、クレジットカード登録や個人情報の取り扱いに関する患者の抵抗感を軽減していく取り組みが必要であることが明らかになった。

「顔認証による患者本人確認の実現と認証情報連携による医療安全の向上と職員負荷軽減」に関しても聞き取り調査から病院側での職員負荷軽減効果を確認することができた。一方でワンストップ手続きという観点で見ると、今回の実証は受付と会計の部分のみであり、患者のトータルの動態を視野に入れた検討をすべきという意見もあった。導入コストとメリットのバランスの観点から、よりメリットを感じられるトータルシステムを志向していく必要性も感じられた。

エ 技術の実装可能な時期、実装に向けて残された課題

後払いシステムについては技術的にも確立しており、該当ソリューションも市場に提供され始めていることから、現時点で実装可能なレベルに達している。筑波学園病院においても実証終了後に、今回構築し仕組みを基に、2023年3月中に後払い会計システム実装する方針となっている。

顔認証システム単体でも、より使い勝手を高めるための改善点はあるもの、技術的には実装可能なレベルに達していると言える。一方で運用を考慮した場合、初診患者は未登録のためサービス利用できない点、顔画像登録の手間について導入へのハードルが存在している。これらについては顔認証システム自体が病院単位での単独導入ではなく、他病院や他サービスでも利用できる共通サービスとして提供できるようになることで導入ハードルを下げる可以考虑。

また、顔認証を用いたワンストップサービスという観点で見ると実装にあたり以下の課題が残されている。

- ・サービスが病院だけでなく、モビリティ側にもメリットをもたらすものであること。
- ・顔画像登録・クレジットカード登録など、患者に対するサービス開始までの心理的・手続き上のハードルを下げること。
- ・新規患者でも利用できるようにするため、一ヶ所の病院に通院されている患者のみではなく、地域全体としてサービスを展開できる基盤を構築すること。
- ・サービスが受付や会計だけでなく、保険証確認や医薬品の処方など患者の動態の大部分をカバーできていること。
- ・オンライン資格システム（*4）や電子処方箋管理サービス（*5）との連携が必須であること。

これらの課題に対し、技術面（主にシステム連携の観点）、運用面、事業者間の連携面等で更なる検討を進めていく必要がある。

*4 オンライン資格確認システム：

患者が加入している医療保険等の資格情報をマイナンバーカードの IC チップまたは健康保険証の記号番号等により、オンラインで確認できるシステム

*5 電子処方箋管理サービス：

電子的に処方箋の運用を行うほか、複数の医療機関で直近に処方された情報及び薬局で調剤された情報の参照やそれらを活用した重複投薬チェックなどを行うことができるサービス

6. 横展開に向けた一般化した成果

病院への通院というユースケース「つくば医療 MaaS」について、交通弱者に対する新たなモビリティの確保として自動運転小型モビリティ等の現場実証及び公共交通機関と医療情報システムの連携による通院患者の利便性向上、病院職員の業務効率化に向け、顔認証と医療情報システムを連動させることにより、受付から会計までシームレスに結ぶ院内システムについて検証した。

【自動運転小型モビリティ等の現場実証】

自動運転モビリティの実証を実施するにあたり、システムの運用のためには少なくとも以下の人員が必要であった（アンケート依頼のためのスタッフを除く）。

- ・ゴルフカート運転支援：1名
- ・パーソナルモビリティ運行支援：2名（1名×2台）
- ・管制システム運用：2名
- ・カメラシステム監視：1名

ゴルフカートは自動運転のレベルではレベル2に相当するため、ドライバーによる監視が必須であった。また、パーソナルモビリティは安全監視のための人員が1台ごとに1名必要であった。オンデマンド管制システムは無人運用も可能であるが、不測の事態に備えるために2名の人員が常時監視を行っていた。また、見守りカメラについても、運行範囲全体の状況監視のために1名が常時監視を行う必要があった。オンデマンド自動運転サービスの社会実装に向けては、運用コストの低減が必要となる。モビリティの監視者については、自動運転技術の向上と道路交通法の改正により無人運行が可能となる可能性がある。一方、モビリティサービスの運用監視については、モビリティの台数や運行範囲を拡大する場合でも必要となる人員が増加しないよう、効率的な運用・監視が可能なシステムの構築が必要である。また、ペDESTリアンデッキのような歩行者や自転車が自由に往来する環境で自動運転モビリティを運行する際は、モビリティの速度を落としているため、致命的な事故は発生しにくいですが、自動運転の障害となる状況（歩行者との交差、人混みの増減等）が発生しやすいため、環境に合わせた運行経路設定や導入するモビリティの検討が必要である。今回の実証実験では管制室でカメラ映像を共有し停留所や走行中のモビリティの周辺の状態をモニターすることで、運転支援スタッフに迅速な指示や連絡が出来たことは大きな成果であり、管制室の効率化や遠隔でのお客様のサポートにも繋がると考える。

【公共交通機関と医療情報システムの連携】

顔認証に代表される簡易かつ精度の高い本人確認手段と医療情報システム・後払い会計システムを連携させることにより、患者の院内滞留時間の削減及び医療関係者の受付事務、会計入力事務の軽減効果が確認された。患者の院内滞留時間の削減は、特に診療に関わる時間が少ないにもかかわらず受付や会計等の事務的要素で待ち時間が多いケースや、高齢者等病院内での待機時間自体が身体的負担になるケースでの効果が期待できる。また、受付事務、会計入力事務負担の削減は、医事会計システムが導入されている病院においても業務フローはほぼ共通であると想定されるため、横展開効果が期待できるものである。

また、システムの使い勝手については、改善の余地があるが、各システム間の情報連携は問題なく実施できることは検証されたので、システム単体での導入について実装可能である。

システム間の情報連携について、患者の来院から帰宅まで一連のサービスの流れとして考えた場合、今回の実証で検証された内容について表 10 に示す。表 10 に示すフェーズにおいて、今回の実証実験でデータ連携を実現できたことから、これらは病院毎のインターフェイスの調整が必要ではあるが、技術的には他病院への展開が可能であると考えられる。

一方でより患者の利便性及び病院側の業務効率化を図るためのサービスのワンストップ化や、それを実現するためのマイナンバーカード情報をはじめとするデータ連携については、これからの検討課題になっていく。

表 10 来院から帰宅までをシームレスに行うために連携が必要と想定されるフェーズとデータ及び今回実証できた範囲

通院・診察フェーズ	利便性を向上させる項目	連携が必要なデータ
病院予約（初診時） モビリティ予約 （デマンドの場合）	病院予約に応じた 自動予約	マイナンバーカード情報 予約情報・受診科情報 顔情報
▼		
公共交通機関・ デマンドによる通院	モビリティ位置情報 乗車予想時刻	モビリティ位置情報
▼		
モビリティ内での受付	顔認証による事前受付	顔情報・患者 ID・予約情報 モビリティ乗車時間情報
▼		
モビリティによる移動	車内での問診表記入	患者 ID・モビリティ位置情報・問診情報・カルテ情報
▼		
保険証確認 （初診時等）	事前受付時に同時確認	顔情報・患者 ID・マイナンバーカード情報 ※マイナンバーカードによる保険証事前確認が行えれば不要 ※患者 ID の採番・診察券発行
診察		患者 ID・カルテ情報
▼		
電子処方箋の発行	処方箋発行コストの削減 重複投与の削減	患者 ID・カルテ情報・マイナンバーカード情報
▼		
次回来院に向けた予約	次回予約に応じた自動予約	患者 ID・予約情報
▼		
会計	後払い会計	患者 ID・診療費・マイナンバーカード情報
▼		
薬局で薬の受け取り	薬局での調剤待ち時間時間の削減	患者 ID・処方せん情報・マイナンバーカード情報
▼		

※実証できたフェーズは太字、連携できたデータは黄ラインで表示

7. まちづくりと連携して整備することが効果的な施設・設備の提案

(1) スマートシティの取組と併せて整備することで効果的、効率的に整備できる施設・設備

近年は電動キックボードや配送ロボットなど、新たなモビリティが登場し、サービス化を目指している。新たなモビリティは、バッテリーによるモータを動力源とする製品が多く、今回の実証において使用したゴルフカート及びパーソナルモビリティも同様である。これらのモビリティを定常的に運行するためには、バッテリーを充電可能な場所・設備を設ける必要がある。民間の施設内や敷地内に関しては、所有者の権限及び協力により充電可能な場所を確保することが可能であるが、公共交通の一部として小型自動運転モビリティを運用する場合には、公道における充電設備の設置と適切な電気使用量の徴収の仕組みの構築が望ましい。

また、スマートシティにおける都市 OS 機能の中核を担う情報連携基盤について、内閣府では、スマートシティ・リファレンスアーキテクチャー（※6）に基づいて整備を進めているところである。さらに、先般、デジタル庁からデータ連携基盤に関わる推奨モジュール（※7）が公開された。この推奨モジュールの中に「パーソナル（ブローカー）」があることから、今後スマートシティの都市 OS において、パーソナルデータ連携基盤の検討が本格化されることが予想される。これらのことから、前章で述べた安全性の高いデータ連携基盤については、スマートシティの取組において検討することで、機能面・コスト面・運用面等、様々な点で効果的・効率的な整備が期待できる。

※6 SIP サイバー/アーキテクチャ構築及び実証研究の成果公表

<https://www8.cao.go.jp/cstp/stmain/20200318siparchitecture.html>

※7 推奨モジュールに関しては一般社団法人データ社会推進協議会 (DSA) が普及促進を担うことになっており、以下の HP にその概要が示されている。

<https://data-society-alliance.org/area-data/module/>

(2) 施設・設備の設置、管理、運用にかかる留意点

小型自動運転モビリティの導入にあたっては、地域格差への配慮が必要となる。実証実験のアンケートで、つくば市内の別の地域へのサービス導入を希望するコメントがあったが、民間企業によるサービス導入の場合には、人口が集中している地域への展開に留まり、地域間での格差が発生する可能性がある。地域ごとの導入格差をなくし、公共性の高いモビリティサービスとするためには、官民連携したサービスの導入・運営が必要である。

また、個人情報やクレジットカード情報の取り扱い、情報流出に対する懸念が高いことが、実証実験の患者アンケート結果から分かった。懸念の解消のためには、サービスに対する個人情報の取り扱いやセキュリティ対策について丁寧に説明すること、説明を受けた本人がきちんとリスク及びそれに対する対策をしっかりと理解することが重要であると考えられる。これは、まちづくりにおいて、個人情報を取り扱うサービスを展開していく際にも必要になってくる。—したがって、市民の情報リテラシーを向上させる取り組み（例：高齢者等情報弱者についての地域単位での講習会等）に合わせて、本サービスの説明を行っていくことで、効果的にサービス

への参加を促すことができると考える。

(3) 地域特性に合わせた提案（つくば市の社会実装について）

つくばスマートシティ実行計画に掲げる「高齢者や障がい者など、誰もが安心安全に移動できるまち」を目指し、病院への通院を一つのユースケースとして、自動運転小型モビリティ等の導入可能性について、安全性や利用者の受容性、価格面での納得度などについて検証を行った。結果、オンデマンド自動運転サービスが幅広い属性に市民に受け入れられ、また、サービスが実装された場合には、病院を目的地とする希望者が多く、医療 MaaS 実現のためにオンデマンド自動運転サービスの需要があることが示唆された。有料でも使用したいという方が、約 8 割弱いたことから、サービスの利用料を徴収できることが示唆された。ただし、料金の加算平均は 120.6 円であった。民間企業がビジネスとして運営していくには、収益を上げなければならない。社会実装に向けて継続的なサービスを提供するためには、今後、運営体制の構築が必要になる。医療 MaaS や交通弱者を主なターゲットとしたサービスでは、民間企業がビジネスとして運営していくには、収益が上がりにくいという課題があるため、ターゲットを医療 MaaS や交通弱者以外にも広げ、市民全体の利益になるような、つくば市の街づくりと併せて、官民が連携して、企業広告収入やクーポンによる利用者数の向上施策を検討したり、自治体が負担したりなど、検討が必要である。

将来的には、つくば駅周辺の中心市街地においては、ペDESTリアンデッキでの自動運転パーソナルモビリティ等のシェアリングや学園東通り・筑波大学構内での自動運転循環バスの提供により、つくば駅周辺の主要目的地へのアクセス、回遊性の向上を目指す。一方、郊外においては、AI 配車技術を活用しオンデマンドバス・タクシーサービスの導入等により、交通弱者等の日常生活圏における目的地（病院、店舗、公共施設等）へのスムーズな移動の実現を目指す。

また、顔認証による各種サービスの医療現場における実装に向けて、医療情報システムと連携し、利用者の受容性や利便性、医療従事者の事務労力の軽減度合等について検証を行った。結果、患者の院内滞留時間の削減や医療関係者の会計入力事務や受付事務の軽減効果が確認された。また、実用化した場合利用したいサービスとしては顔認証と後払い両方・顔認証のみ・後払いのみの合計が全体の 70%以上となり、患者側からの利便性向上に関する強いニーズが示唆された。今後、実装にあたり持続的にサービスを提供していくためには本サービス以外にも活用可能な認証基盤・情報連携基盤を整備し運用していくことで認証にかかるコストを下げることと、複数の病院や多様なモビリティとの連携により市民に対する利便性を更に高めていくことが求められる。

本章（1）で述べた情報連携基盤の整備については、現状オープンデータを対象としたものが既につくばスマートシティ協議会で整備されており、協議会の中で継続的に利用範囲・利用対象・取り扱うデータ等について検討していくことが求められる。また、各病院との連携に関しては病院に特化した説明会を実施していくことも必要となってくる。

モビリティとの連携については、今回実証対象となった病院行きバスやパーソナルモビリティだけではなく、つくば市で運用している「つくバス」や「つくタク」等、利用者のニーズに応じた多様なモビリティに対応していくことで利便性を更に高めることができる。

また、つくば市にて住民へのタッチポイントとして整備しているスマートフォン用ポータルアプリ「つくスマ」と連携することで、利用者が他のサービスと同じ入口から本サービスを利用できるようになり、ユーザビリティ向上及び利用率アップが期待できる。

スマートシティ実装化支援事業
報告書

【つくばスマートシティ協議会】

令和5年3月
国土交通省 都市局

〒100-8918 東京都千代田区霞が関2-1-3
TEL：03-5253-8111（代表） FAX：029-5253-1589