

早期実装にむけた
先進的技術やデータを活用した
スマートシティの実証調査（その2）
調査報告書

令和4年3月
つくばスマートシティ協議会

－ 目 次 －

1.	はじめに	1
1.1.	都市の課題について	1
1.2.	コンソーシアムについて	4
2.	目指すスマートシティとロードマップ	5
2.1.	目指す未来	5
2.2.	ロードマップ	10
2.3.	KPI	11
3.	実証実験の位置づけ	12
3.1.	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	12
3.2.	ロードマップの達成に向けた課題	13
3.3.	課題解決に向けた本実証実験の意義・位置づけ	14
4.	実験計画	16
4.1.	実験で実証したい仮説	16
4.2.	実験内容・方法	17
4.3.	使用する主な機器	20
4.4.	対象者	20
4.5.	仮説の検証に向けた調査方法	21
5.	実験実施結果	22
5.1.	実験結果	22
5.2.	分析・考察	29
5.3.	技術の実装可能な時期、実装に向けて残された課題	30
6.	横展開に向けた一般化した成果	32
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	33
7.1.	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	33
7.2.	施設・設備の設置、管理、運用にかかる留意点	34
7.3.	地域特性に合わせた提案	34
8.	添付資料	35
8.1.	施設管理者様向けアンケート	35
8.2.	搭乗者様向けアンケート	37

1. はじめに

1.1. 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）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）であることから、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。

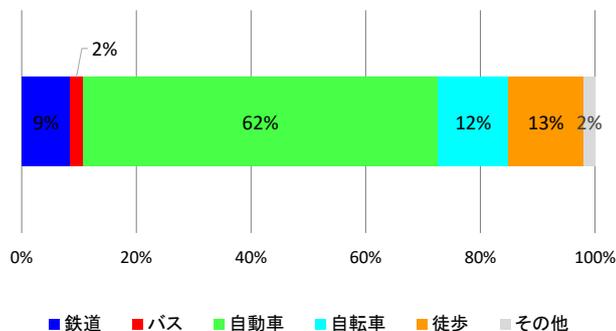
つくば市においては、自動車の交通分担率が約6割と自家用車への依存度が高く、先に述べたような渋滞緩和や自動車事故対策に加え、中心市街地の賑わいや回遊性の低下も課題となっている。また、つくばエクスプレス（TX）沿線では人口が増加しているものの、周辺地域では人口減少や少子高齢化が進んでいることに伴い、高齢者の身体機能の低下等による移動の制約や危険、過疎地域の公共交通の維持についての問題が生じるなど、つくば市は、茨城県が抱える構造的問題の多くを内包している。

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、鉄道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。

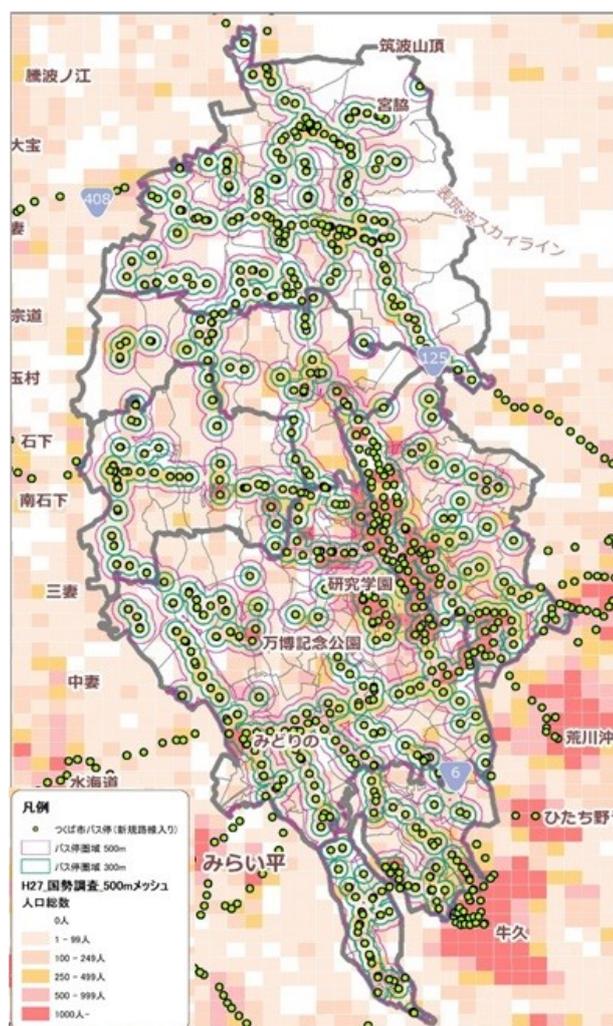


A) つくば市の交通分担率

そのため、中心市街地やT X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。

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8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。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。



B) つくば市のバス停圏域カバー率

課題③ 高齢者等の交通弱者の移動手段確保と外出促進

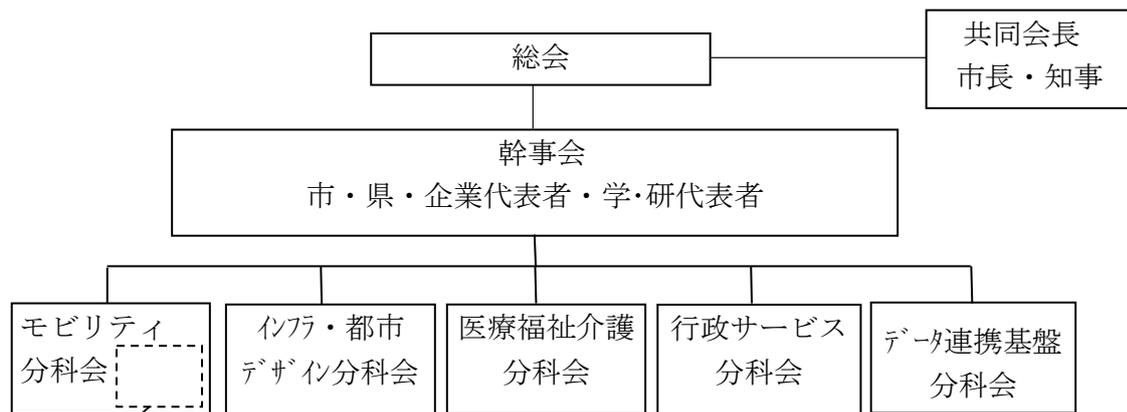
つくば市における高齢化率は19.2%であり、現在も増加傾向にある。このような中であっても、高齢者の8割は元気な高齢者であり、半数以上の高齢者が健康づくり活動や趣味のグループ活動の機会があれば参加したいと考えている。一方で、年齢が高くなるほど外出を控える傾向にあり、後期高齢者では22%の方が外出を控えているという調査結果がある。また、住宅団地等においては、コミュニティの希薄化も進んでおり、外出意欲の低下につながっていることから、高齢者の社会参画、生きがいつくりの支援が求められている。そこで、高齢者等交通弱者の移動手段を確保し、外出促進に繋げていく必要がある。

1.2. 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方策「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ゆくため、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 4 年 2 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
茨城県、つくば市		全体の企画調整、進捗管理、全体評価
実証実験	サイバーダイン（株） 筑波大学サイバニクス研究センター	実証実験の企画・運営、モビリティ技術の活用、関係者の調整、評価

2. 目指すスマートシティとロードマップ

2.1. 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」



将来イメージ図

課題解決のため、以下の方向性で取組みを推進する。

課題	課題解決に活用する主なデータ・技術	取組みの方向性
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充実
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
	▶ 【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

課題解決に活用する技術と取組みの方向性の全体像は以下のとおり。



取組みの全体像

【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 I C 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、ダイヤの最適化にいかす。
- ・ 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いかす。

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。

2.2. 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。

R3【実証】

- ・渋滞未然防止策の現場実証
- ・適正な運行ダイヤ等の検討
- ・顔認証によるMaaSの実証
- ・パーソナルモビリティ現場実証

R4～【実装】

- ・渋滞未然防止策の実行
- ・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
- ・パーソナルモビリティ実装

R2【調査・計画・実験】

- ・渋滞予測技術の開発
- ・公共交通の実態把握
- ・顔認証決済、施設入館の実験
- ・パーソナルモビリティ屋内外走行実験

R1【調査・計画・実験】

- ・スマートフォン向けアプリの開発
- ・人流、交通流データ取得
- ・顔認証によるバス乗降車実験
- ・パーソナルモビリティ走行実験

2.3. KPI

1.1 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。

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。

KPI項目	現状値	目標値(達成年度)
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%減少しているのに対し、2024 年度の 5 か年後には更に 2.3%減少させる。

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%前後であり、そこから 3%増加させる。

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みを住民目線で評価する指標。2017 年の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」「わからない」の回答割合を足しあげた割合を目指す。

3. 実証実験の位置づけ

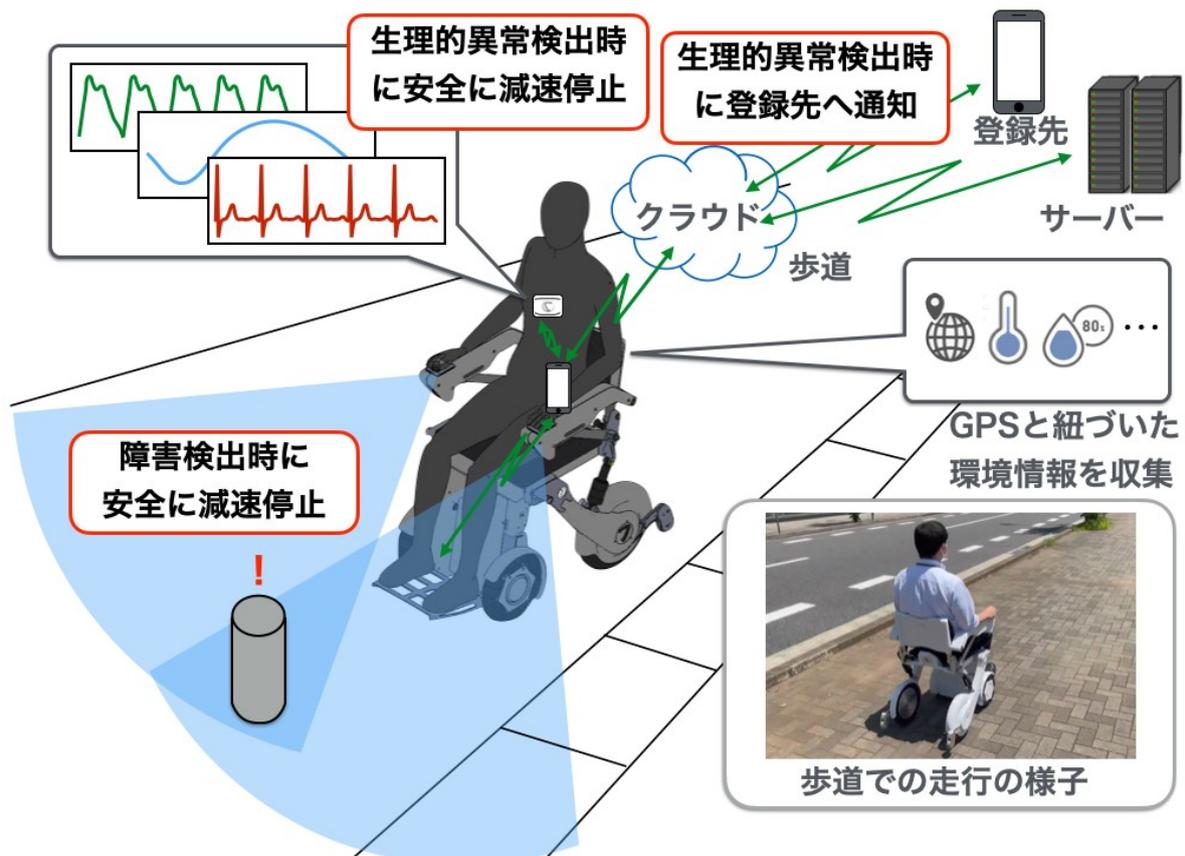
3.1. 実証実験を行う技術・サービスのロードマップ内の位置づけ

つくばスマートシティ協議会は、実行計画の中で、「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」を区域の目標として設定している。また、上記を達成するため、「高齢者等の交通弱者の移動手段確保と外出促進」を都市課題の一つとして設定し、課題解決のための「ラストワンマイルの安心・安全な移動手段の提供」に向けた取り組みを推進している。

歩行による移動が困難な高齢者や障害者などの交通移動弱者の方の移動手段確保のため、搭乗することでジョイスティック操作により自らの足を使わずに移動可能だけでなく、障害に対して自動的に減速停止したり、体調が急変した際に自動的に減速停止して登録先に通知したりできる革新的な安全機能を有するサイバニックモビリティを提案する。サイバニックモビリティとは、サイバニクス技術(人・ロボット・情報系の融合複合技術)により、人の生理系と一体化され、環境認知機能を有するモビリティで、安全な移動支援のための生理状態の異常検出及び通知機能、障害に対する減速停止機能、及び折り畳み機能を有する。折り畳み機能は、タクシー等を用いて遠隔地に移動する際に必要となる。以上の機能により、当該サイバニックモビリティはこれまでに無い安心・安全な移動支援を提供することが可能である。本報告書末尾に、当該サイバニックモビリティの安全機能についての資料を添付する。以上の機能により、当該サイバニックモビリティは、交通移動弱者が家族の方や介護者の付き添いがなくとも安全に外出することに資するものである。安心・安全な移動支援が可能なサイバニックモビリティにより、一人でも安全に外出可能な移動手段が確保されるため、交通移動弱者の外出促進実現にも繋がることを期待できる。

本実証実験は上記の取り組みの一つとして位置付けられ、障害者や高齢者などの交通移動弱者の生活空間における屋内外移動に関して、サイバニックモビリティによる安全かつスムーズな移動支援の実現可能性の実証と、実験実施場所の施設管理者等へのアンケートによる社会受容性の検証を行う。

2.2で示したロードマップにおいて、R3年度に「パーソナルモビリティ現場実証」を位置付けており、当該サイバニックモビリティはこの「パーソナルモビリティ」に対応するものとして位置付けられる。当該サイバニックモビリティの現場実証として、前述した屋内外生活空間における実証実験を行う。



サイバニックモビリティの概要

3.2. ロードマップの達成に向けた課題

2.2のロードマップを達成するためには、各年度の目標を一つずつ達成していく必要がある。令和3年度はパーソナルモビリティの現場実証を行う年度であり、本実証実験では、屋内外の実現場におけるサイバニックモビリティの実証実験を行う。ロードマップの達成に向けたR3年度の課題として、実現場に対応したサイバニックモビリティを構築し、当該サイバニックモビリティによる安全かつスムーズな移動支援の実現可能性を実証し、実験実施場所の施設管理者等へのアンケートによる社会受容性の検証を行うことが挙げられる。

サイバニックモビリティに関して、実証実験実施施設である行政施設や商業施設は、屋外の歩道等と比較して人が多いことが予想されたため、多数の歩行者が行き交う環境にも対応できるよう障害検出機能の向上が必要となる。また、社会実装を見据えたより正確な異常検出のため、搭乗者個人の普段の生理状態との差分を評価可能となるよう、生理的異常検出機能の向上が必要となる。そして、サイバニックモビリティを使用する交通移動弱者が自宅等から遠方に出かける際には、モビリティを伴ってタクシーやバスなどを利用する必要があるため、モビリティをスムーズに車載可能な折り畳み機能の実現が必要となる。以上は社会実装に当たって解決すべき技術的課題であるが、実証実験によって明らかになる新たな技術的課題、社会的課題についても適宜対応していく。

実証実験に関して、前述の機能を搭載したサイバニックモビリティに搭乗した健常者が、ショッピングセンター、市役所、歩道を利用し、その際に安全に移動支援できていたか確認する。そして、タクシー等を併用した遠隔地への移動への対応のため、サイバニックモビリティをスムーズに車載可能か確認する。令和2年度の取り組みでは、当該サイバニックモビリティによる屋内外生活空間における安全な移動支援の実現可能性を実証することができた。令和3年度ではその取り組みを発展させ、実際の市民生活で行われる行政手続きやショッピングセンターの利用に伴う屋内外の移動を、安全かつスムーズに移動支援できることの実現可能性を実証する。加えて、実証実験場所の施設管理者等に対し、サイバニックモビリティの利用を受け入れられるかアンケートを実施し、社会受容性を検証する。

以上の令和3年度の課題を達成することで、ロードマップで令和4年度以降に予定されているパーソナルモビリティの実装に繋げることが可能となる。

3.3. 課題解決に向けた本実証実験の意義・位置づけ

本事業では、都市課題である「高齢者等の移動手段の確保と外出促進」の解決に繋がる高齢者や障害者等の交通移動弱者の移動制限解消、自立度向上のため、生活空間における屋内外移動に関して、サイバニックモビリティによる安全かつスムーズな移動支援の実現可能性の実証と、商業施設の施設管理者等へのアンケートによる社会受容性の検証を行う。

本実証実験の意義は、上記ロードマップの達成に向けた課題を解決するための取り組みとして、実現場に対応したサイバニックモビリティを構築し、当該サイバニックモビリティによる安全かつスムーズな移動支援の実現可能性を実証することで、単なる移動ではなく、実際の市民生活に付随した屋内外の移動を、安全かつスムーズに移動支援できることを示す点にある。実験は、実際の市民生活の場となるショッピングセンターや市役所、歩道などであり、施設内においては人通りも多い。そのため、実現場における障害検出機能の正確性を確認できる上でも意義がある。また、実験において、つくば市で代表的な商業施設と行政施設の施設管理者、及びサイバニックモビリティの搭乗者に対するアンケート調査を小規模ながら実施する。これは、サイバニックモビリティを含むパーソナルモビリティに関して、その社会受容性に関する示唆を得られる点で意義がある。社会受容性は当該サイバニックモビリティを事業展開する上で非常に重要であり、交通移動弱者の移動手段としてのビジネスモデルが成り立つのか、その可能性を確認できる点でも意義がある。加えて、交通移動弱者の自立度向上の観点から、遠隔地への移動に関しても介助の方などを伴わずに行うことが望ましく、そのためにはモビリティを伴ってタクシー等の車両で移動できることが必要となる。従って、当該サイバニックモビリティの車載性検証は、実現場で想定される運用が可能か確認できる点で意義がある。本実証実験は、令和4年度以降に予定されているサイバニックモビリティの試験的社会実装、及びそれ以降の本格的社会実装に先立ち、サイバニックモビリティが交通移動弱者の実際の市民生活を安全かつスムーズに移動支援可能であることの実現可能性を、実現場において実証する調査として位置付けられる。

令和4年度の試験的社会実装では、つくば市在住の交通移動弱者の方にサイバニックモビリティを提供し、日常的な屋内外移動手段としての有効性を実証する。その際、サイバニックモビリティの使用感、外出への意欲、安全機能への安心感等に関するアンケートを実施する。

令和5年度の本格的社會実装では、多くの交通移動弱者の方が実際にサイバニックモビリティを利用できるよう社会実装を開始する。社会実装に際しては、本実証実験の実務担当組織が事業化を行い、個人や施設等に対する販売またはレンタル、及び必要に応じたシェアリング等の業態で都市課題の解決を実現していく。

4. 実験計画

4.1. 実験で実証したい仮説

本実証実験では、商業施設等を含む屋内外生活空間において、人の生理系と一体化され環境認知機能を有するサイバニックモビリティにより、交通移動弱者の市民生活に関わる移動の安全かつスムーズな支援を実現可能であることを仮説として設定する。

実証実験の実施方針として、仮説の検証のため、実現場に対応したサイバニックモビリティを準備し、交通移動弱者を模擬した健常者によるつくば市都市部における屋内外生活空間走行実験を行い、市民生活に伴う移動を安全に支援可能か検証する。これにより、単なる移動ではなく、実際の市民生活に付随した屋内外の移動を、安全かつスムーズに移動支援できることを示す。合わせてサイバニックモビリティの社会受容性の検証ためのアンケート調査と、タクシー等も利用したスムーズな移動が可能か確認するための車載性検証実験を行う。

仮説検証の目標達成の観点からは、都市課題解決に繋がる交通移動弱者の移動制限解消と自立度向上に資するサイバニックモビリティの実現可能性について、サイバニックモビリティによって市民生活を安全な移動支援可能か検証することで確認する方針とする。

当該取り組みの持続可能性の観点からは、サイバニックモビリティによる市民生活に伴う移動の安全な支援の実現可能性を確認することで、取り組みを持続する上で必要な事業化の可能性を確認する方針とする。

社会実装における役割、体制の観点からは、事業化可能なサイバニックモビリティを構築できることを確認することで、実験の実務を担当する企業が、サイバニックモビリティを社会実装し、当該取り組みを持続して行う組織として妥当か確認する方針とする。

取得したデータ利活用の観点からは、商業施設を含む屋内生活空間 IoH/IoT (Internet of Humans/Internet of Things) データを収集し、得られたデータからスマートな街づくりに資する知見が得られることを確認する方針とする。

取り組みの発展の方向性の観点からは、当該サイバニックモビリティは交通移動弱者のいる地域であれば特殊な設備などを必要とすることなく導入可能であるため、本実証実験によって市民生活に伴う移動の安全な支援の実現可能性を確認した後、国内外の同様の課題を抱える都市における移動支援手段として発展させていく方針とする。

4.2. 実験内容・方法

(1) つくば市都市部における屋内外生活空間走行実験

本実験では、人の生理系と一体化され環境認知機能を有するサイバニックモビリティにより、交通移動弱者の市民生活に関わる移動の安全かつスムーズな支援を実現可能であることを仮説として設定し、つくば市都市部における屋内外生活空間の走行実験により仮説を検証することを目的とする。

実験の実施フィールドは、つくば市役所の庁舎内、北関東最大級のショッピングセンターであるイーアスつくばの店舗内、そして、つくば市役所とイーアスつくば間の歩道といった、行政及び商業施設を含む屋内外の市民生活空間を対象とする。

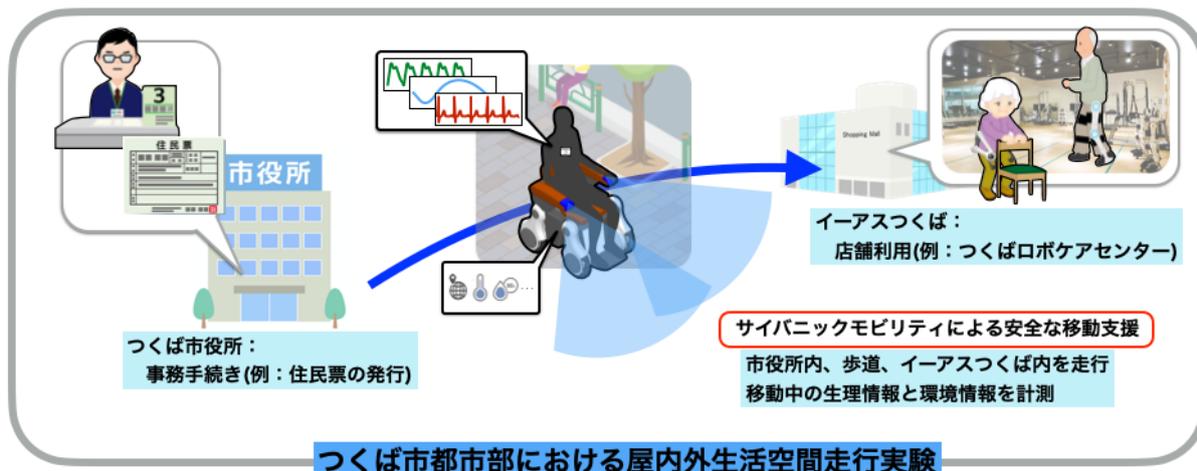
実験では、交通移動弱者を模擬した健常者がサイバニックモビリティに搭乗し、市民生活にともなう移動を行う。はじめに、行政施設における市民生活活動の例として、つくば市役所に入り、申請書に必要事項を記入し、発券機から番号札を受け取り、住民票発行を行う。次に、つくば市役所からイーアスつくばまでは、歩道を走行して移動する。屋外を走行する都合上、本実験は雨天時には予備日に延期するものとする。最後に、商業施設における市民生活活動の例として、イーアスつくばに入り、エレベーターを用いて2階に移動し、CYBERDYNE STUDIOにおいてリハビリテーショントレーニングサポートツールの体験と展示エリアの見学を行う

上記の実験の最中、IoH/IoT(Internet of Humans/Internet of Things)データとして、搭乗者の生体情報、周辺環境情報（屋外においてはGPS情報も収集する）を集取する。また、実験終了後に社会受容性に関するアンケート調査を行う。対象はサイバニックモビリティの搭乗者と、つくば市役所及びイーアスつくばの施設管理者とし、それぞれサイバニックモビリティの利用者側と受け入れ施設側の観点に基づく異なるアンケート調査を行う。本計画書末尾に、アンケートを添付する。

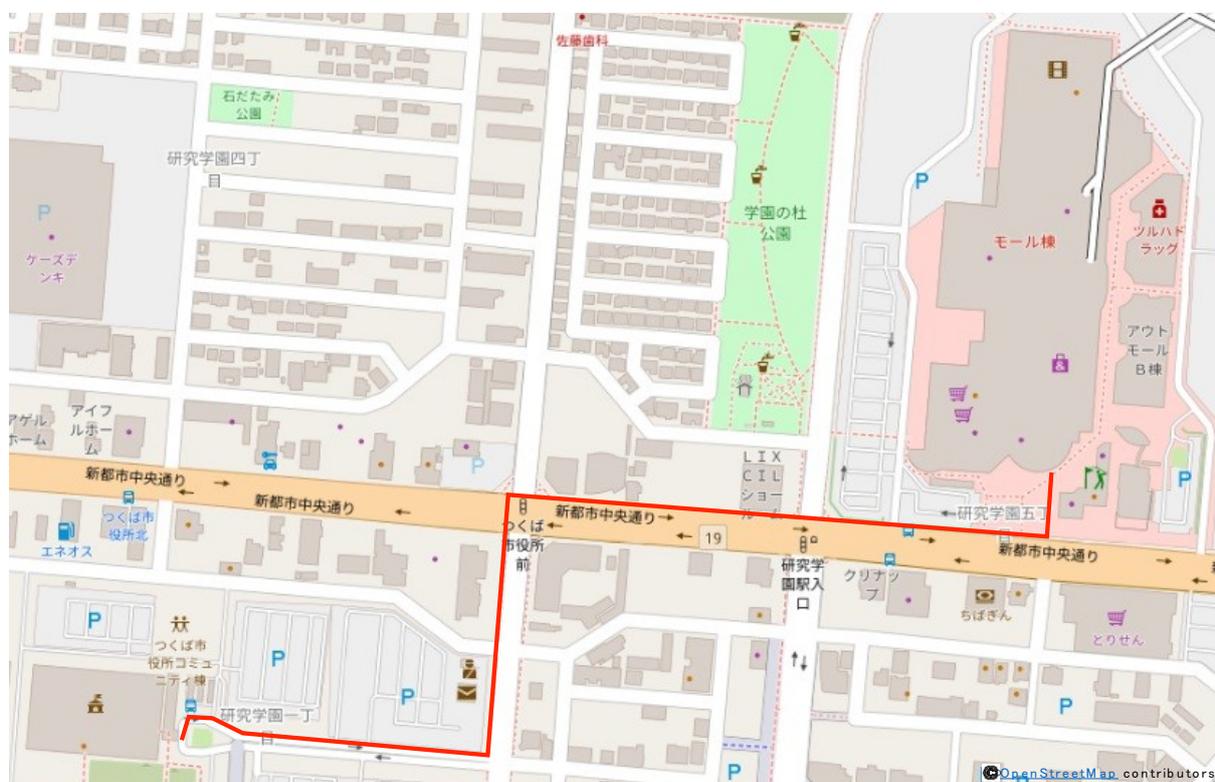
(2) 車両への車載性の検証実験

交通移動弱者が当該サイバニックモビリティで遠隔地に移動する場合、バスやタクシーなどの交通機関を使用する必要がある。タクシーを使用する場合は、タクシードライバーの方が、サイバニックモビリティをスムーズに折り畳み、トランク等に積み込める必要がある。本実験では、交通移動弱者のスムーズな移動支援のため、サイバニックモビリティの車載性を確認することを目的とする。

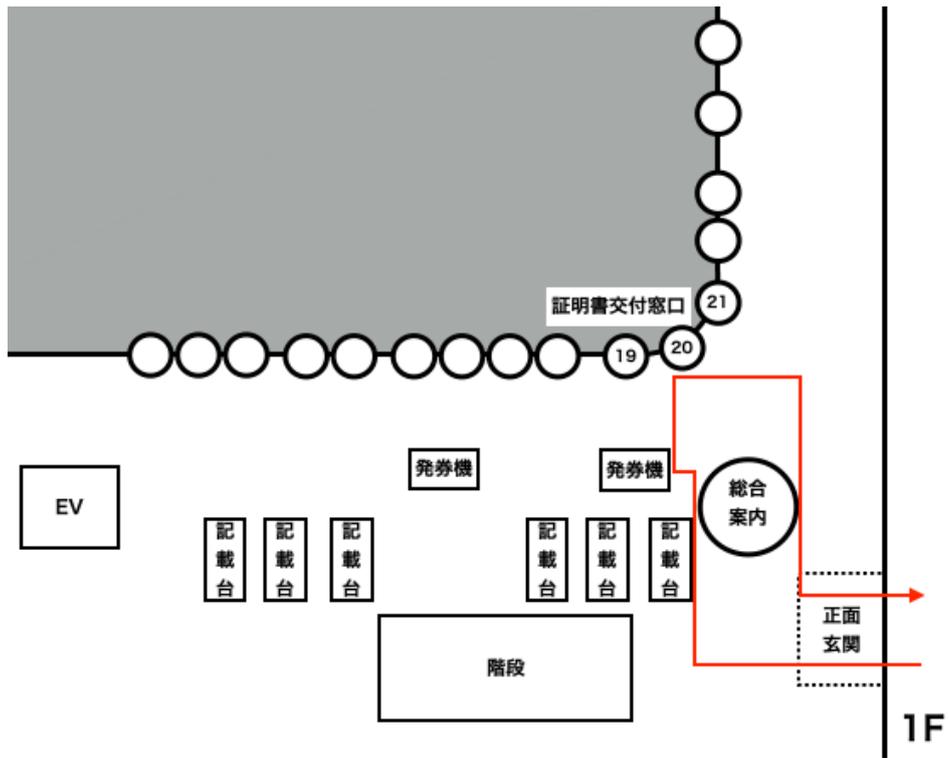
実験では、サイバニックモビリティを折り畳み、タクシー等に使用される車両のトランクに積み込め、その後積み下ろして展開可能であることを確認する。サイバニックモビリティの積み込みを行うのは健常者とする。積み込みを行う健常者は、実験前にモビリティの折り畳み方法に関する口頭及び実演での簡易なレクチャーを受けるものとする。



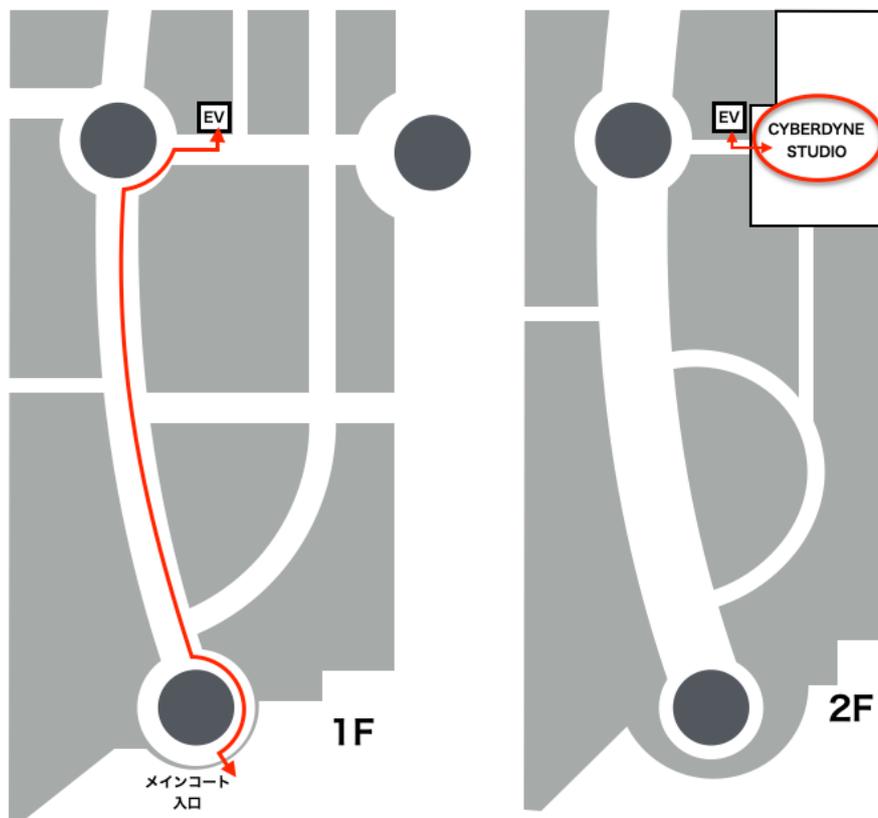
実証実験の概要



屋内外生活空間走行実験における屋外走行経路



屋内外生活空間走行実験におけるつくば市役所内走行経路



屋内外生活空間走行実験におけるイーアスつくば内走行経路

4.3. 使用する主な機器

・サイバニックモビリティ

開発元：CYBERDYNE 株式会社

型番等：-

当該実験における用途：障害者や高齢者などの交通移動弱者の安全な移動支援

機器概要：サイバニクス技術(人・ロボット・情報系の融合複合技術)により、人の生理系と一体化され、環境認知機能を有するモビリティで、安全な移動支援のための生理状態の異常検出や障害に対する減速停止機能、及び折り畳み機能を有する。

・バイタルセンサ

開発元：CYBERDYNE 株式会社

型番等：-

当該実験における用途：装着者の心電図等の生体電位信号の計測

概要：様々な生体情報を計測可能な小型生体情報測定デバイスで、胸骨付近に電極を用いて貼り付けることで、ECG を計測可能。

・スマートフォン

製造元：Apple Inc.

型番等：iPhone 12 mini 64GB

当該実験における用途：デバイス間のデータ連携とインターネット接続、及び動画撮影

概要：下記のメーカーHP を参照のこと

<https://www.apple.com/jp/iphone-12/key-features/>

・乗用車

製造元：トヨタ自動車株式会社

型番等：プリウス

当該実験における用途：車載性の検証実験に使用

概要：下記のメーカーHP を参照のこと

<https://toyota.jp/prius/>

4.4. 対象者

つくば市都市部における屋内外生活空間走行実験に関しては、サイバニックモビリティへの搭乗者は、交通移動弱者を模擬した健常な成人男性3名とする。社会受容性等に関するアンケートの対象者は、上記の搭乗者に加え、実験実施施設であるイーアスつくば、及びつくば市役所の施設管理者1名ずつとする。

車両への車載性の検証実験に関しては、健常な成人男性3名とする。

4.5. 仮説の検証に向けた調査方法

上記の実証実験を行い、サイバニックモビリティにより、交通移動弱者の市民生活に関わる移動の安全かつスムーズな支援を実現可能であることを確認することで、仮説の検証を行う。その方法として、移動中に計測された搭乗者の生理状態と周辺環境情報から、生理状態に異常がなかったか、障害が検出された際に減速または停止が行われていることを調査、確認する。また、サイバニックモビリティをスムーズに車載可能であること、及び口頭及び実演でのレクチャーが適切であったかを確認し、必要に応じて改善を行う。

加えて、屋外走行時に収集した地理情報と紐づいた環境情報から、スマートな街づくりに資する知見が得られるよう調査を行う。具体的には、地図と環境情報を重畳したことによって得られる知見、複数の環境情報を組み合わせることによって得られる知見から、安全かつスマートな移動が可能なまちづくりにつながる知見の創出を目指す。例として、音圧情報と地理情報を組み合わせることで、事故などによって大きな音が観測された場所を回避したり、そのような大きな音が頻繁に観測される場所を特定したりすることで、より安全かつスマートなまちづくりに貢献することなどが期待できる。

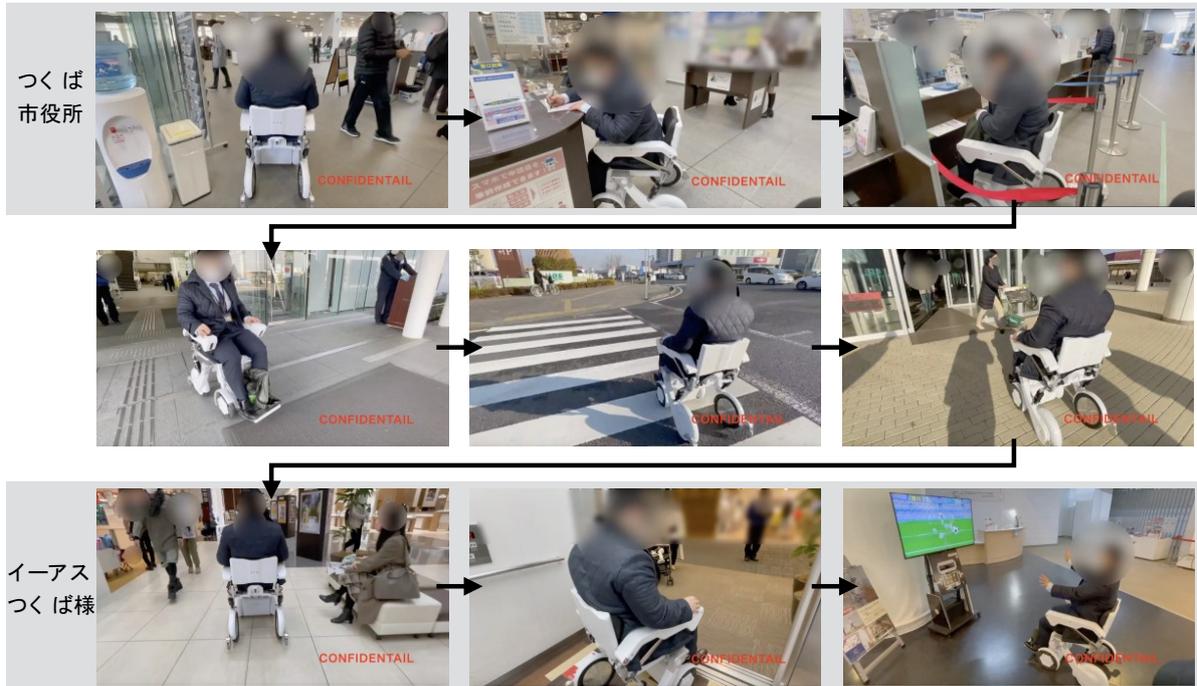
そして、施設管理者と搭乗者に対して、サイバニックモビリティの利用を受け入れられるカリキュート尺度のアンケート調査を実施し、アンケート結果からサイバニックモビリティの社会受容性を検証する。

5. 実験実施結果

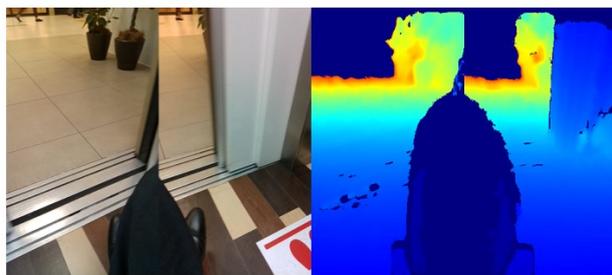
5.1. 実験結果

(1) つくば市都市部における屋内外生活空間走行実験

本実験では、交通移動弱者を模擬した健常な成人男性3名を搭乗者とし、サイバニックモビリティによるつくば市都市部における屋内外生活空間の走行実験を行った。結果として、つくば市役所、イーアスつくば、2施設間の横断歩道を含めた歩道などの屋内外生活空間を、問題なく走行することができた。また、市役所での住民票発行、及びCYBERDYNE STUDIOにおけるリハビリテーショントレーニングサポートツールの体験と展示エリアの見学も、問題なく行うことができた。そして、また、走行中に生体異常の誤検出は発生せず、減速停止機能の誤検出により走行できなくなる状況は生じず、走行中障害に衝突することもなかった。ただし、エレベーターのような狭い空間における低速旋回動作中、モビリティ後部の補助輪が壁面に触れてしまう事象が一度生じた。



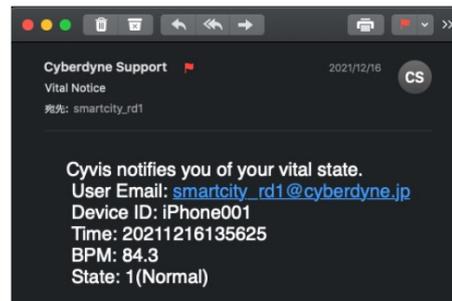
つくば市都市部における屋内外生活空間走行実験の様子



RGB画像

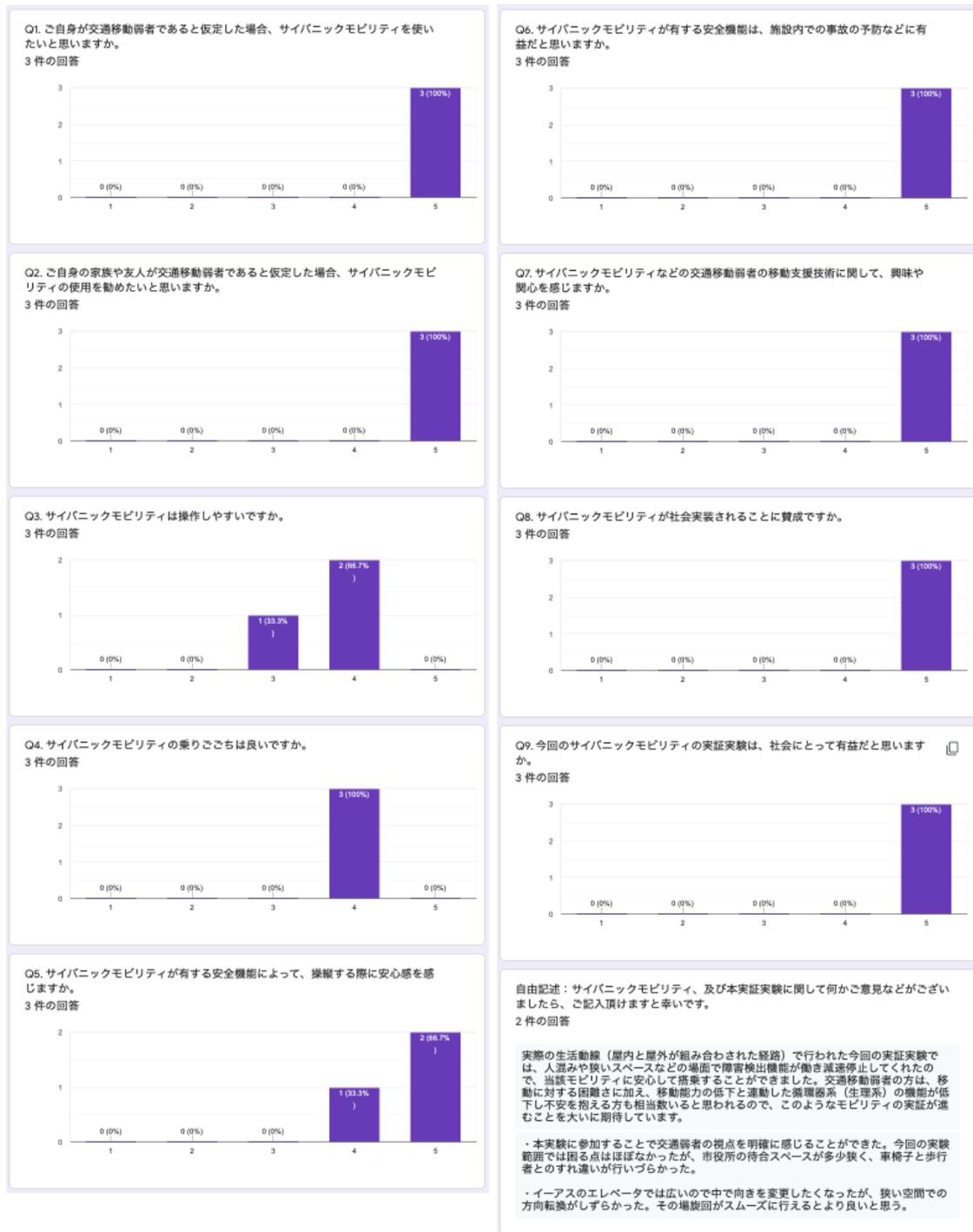
Depth画像

障害検出時のカメラ画像(エレベータ内)



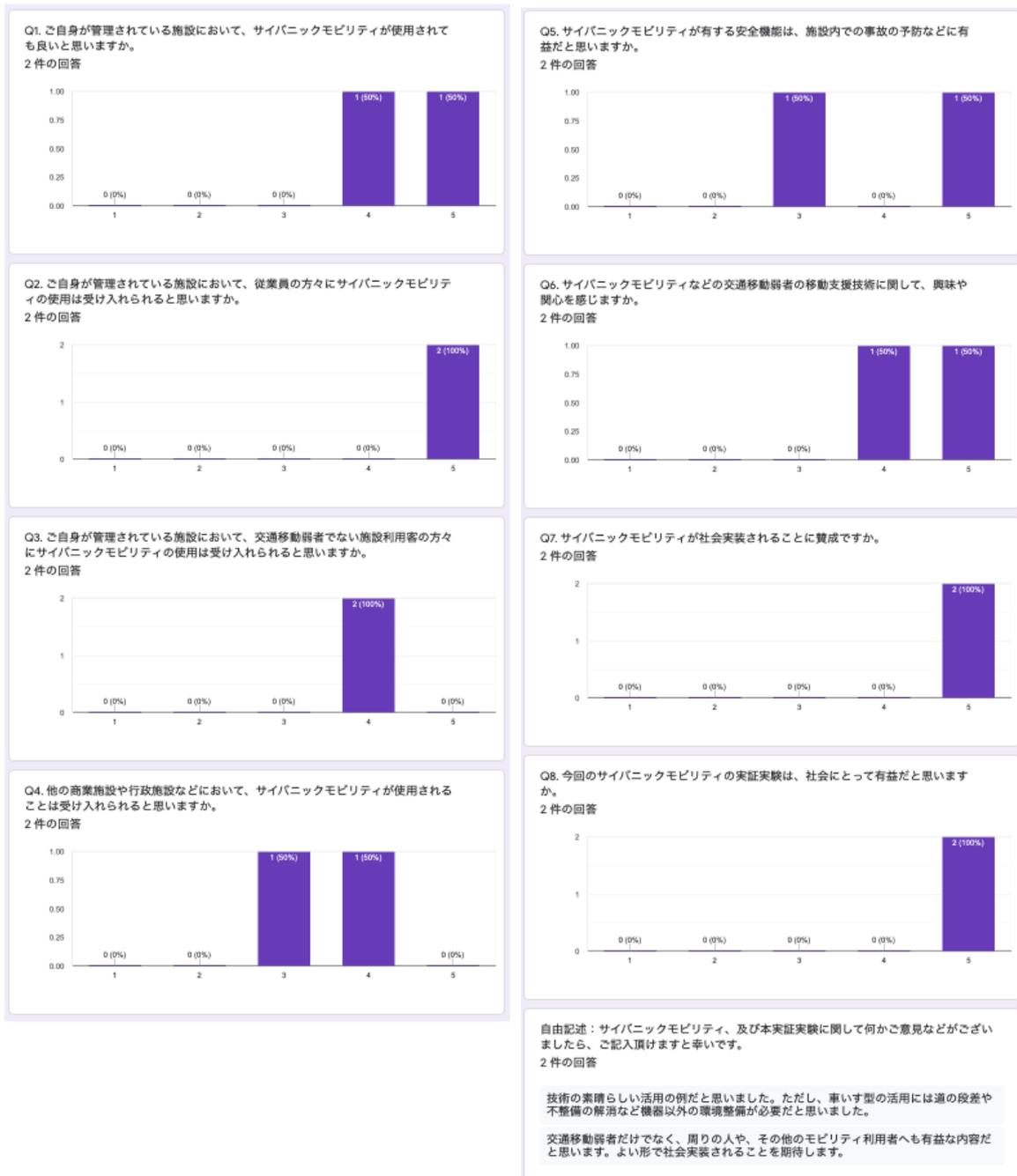
生理状態の通知メール(実験開始時)

搭乗者向けのアンケートでは、搭乗者目線での当該サイバニックモビリティに対する社会受容性や、操作性等に関する質問を行い、概ね好意的な結果が得られた。一点、操作性に関しては他の質問と比べて評価が少し低い傾向が見られた。また、自由記述では、当該サイバニックモビリティの社会実装を期待する声のほか、狭矮部での走行性能の向上を望む声もあった。



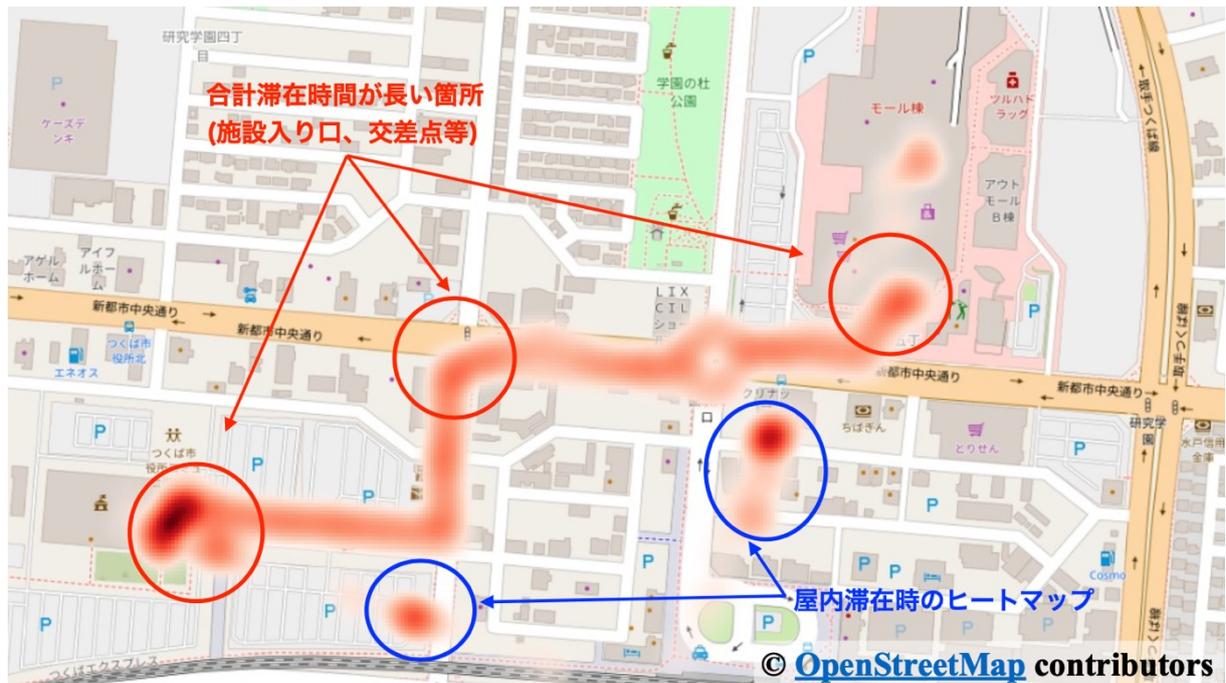
搭乗者向けアンケートの回答結果

施設管理者様向けのアンケートでは、施設管理者様目線での当該サイバニックモビリティに対する社会受容性に関する質問を行い、概ね好意的な結果が得られた。ただし、他施設における受容性と事故予防への期待感に関しては他の質問と比べて評価が少し低い傾向が見られた。また、自由記述では、当該サイバニックモビリティの社会実装を期待する声のほか、当該サイバニックモビリティだけでなく環境側の整備の必要性を指摘する声もあった。



施設管理者様向けアンケートの回答結果

当該サイバニックモビリティはGPSと紐づいた環境情報を収集可能であり、本実験の走行区間において音圧や湿度等の情報を収集した。GPS情報から、走行区間における滞留箇所をヒートマップにより示すマップが得られ、施設や交差点などの合計滞在時間が長い箇所を読み取れた。音圧情報から音圧のマップが得られ、大通りなど走行区間における音圧の高い区間を読み取れた。



走行区間における滞留箇所を示すマップ



音圧のマップ

温度情報から温度のマップが得られ、市役所を出てイーアスつくばに至るまでの区間でもセンサの温度が上昇している様子が見られた。また、UV Index 情報から UV Index のマップが得られ、市役所を出てイーアスつくばに至るまでの区間で高い値を示しており、屋内では低い値を示していることが見て取れた。



温度のマップ



UV Index のマップ

(2) 車両への車載性の検証実験

本実験では、健常な成人男性3名を対象者とし、当該サイバニックモビリティをスムーズに車両に積み込めるか、車載性を確認する実験を行った。実験の結果、全ての対象者がサイバニックモビリティの荷積みと荷降ろしを行うことができた。荷積みに関しては、車両の荷台を開けてから閉めるまでの全工程に要した時間は平均43.7秒、サイバニックモビリティの折り畳みに要した時間は平均16.7秒であった。また、荷降ろしに関しては、車両の荷台を開けてから閉めるまでの全工程に要した時間は平均41.7秒、サイバニックモビリティの折り畳みに要した時間は平均17秒であった。加えて、サイバニックモビリティの折り畳み/展開手順の各工程間において、対象者が次の工程を忘れていたりすることによって生じる無駄時間は確認されなかった。

サイバニックモビリティの折り畳み/展開手順に関して、モビリティの下部とバックレストに関する工程が分かれている。これは車両への荷積みと荷降ろしに際して、バックレストを起こした状態の方がモビリティを保持しやすいことがわかったため、工程を分けたためである。また、対象者によっては指定の折り畳み/展開手順に対して工程が前後することがあったが、車両への荷積みと荷降ろしは可能であったため、問題はないものと判断する。

サイバニックモビリティの荷積みには要した時間

	平均[s]	対象者A[s]	対象者B[s]	対象者C[s]
車両の荷台を開けてから閉めるまでの全工程	43.7	42	48	41
荷台を開ける	3.7	3	4	4
モビリティの下部を折り畳む	12.3	13	13	11
フットレストを上げる	2.3	3	1	3
片側のアームレストを上げる	2.0	3	2	1
前足と後足を畳む	5.3	4	7	5
片側のアームレストを下げる	2.7	3	3	2
モビリティを荷台に積み込む	24.3	22	28	23
持ち上げて荷台に積む	13.0	11	16	12
バックレストを倒す	4.3	3	7	3
位置を調整する	7.0	8	5	8
荷台を閉める	3.3	4	3	3
モビリティの折り畳み	16.7	16	20	14

サイバニックモビリティの荷降ろしに要した時間

	平均[s]	対象者A[s]	対象者B[s]	対象者C[s]
車両の荷台を開けてから閉めるまでの全工程	41.7	42	44	39
荷台を開ける	3.3	4	3	3
モビリティを荷台から降ろす	22.3	21	25	21
位置を調整する	6.7	6	7	7
バックレストを起こす	4.7	4	7	3
持ち上げて荷台から降ろす	11.0	11	11	11
モビリティの下部を展開する	12.3	13	13	11
片側のアームレストを上げる	2.7	2	3	3
前足と後足を展開する	5.7	6	7	4
片側のアームレストを下げる	2.3	3	2	2
フットレストを下げる	1.7	2	1	2
荷台を閉める	3.7	4	3	4
モビリティの展開	17.0	17	20	14

5.2. 分析・考察

当該取り組みでは、人の生理系と一体化され環境認知機能を有するサイバニックモビリティにより、交通移動弱者の市民生活に関わる移動の安全かつスムーズな支援を実現可能であることを仮説として設定し、つくば市都市部における屋内外生活空間の走行実験を行った。実験の結果、設定したタスクと経路の走破を問題なく完遂できた。また、移動中に計測された搭乗者の生理状態と周辺環境情報から、生理状態に異常がなく、障害が検出された際に減速または停止が行われていることも確認することができたため、交通移動弱者の市民生活に関わる移動の安全かつスムーズな支援を実現可能であることを確認することができた。

搭乗者向けのアンケートでは、搭乗者目線での当該サイバニックモビリティに対する社会受容性や、操作性等に関する質問を行い、概ね好意的な結果が得られた。また、施設管理者様向けのアンケートでは、施設管理者様目線での当該サイバニックモビリティに対する社会受容性に関する質問を行い、概ね好意的な結果が得られた。よって、当該サイバニックモビリティは、一定の社会受容性を有する可能性が示唆された。

当該サイバニックモビリティが収集した GPS と紐づいた環境情報からは、安全かつスマートなまちづくりに資する各種の環境情報マップを得ることができた。GPS 情報からは滞留箇所を示すヒートマップが得られ、このマップから人通りが多い区間、滞在時間が長い施設、交通流の滞留箇所、電動車椅子が走行可能な経路などの特定に繋げることが可能である。音圧のマップからは、大通りなどの車通りの多い箇所で高い値を示すことがわかったため、車通りや人通りの多い箇所の特定、大きな音を伴う事故などの発生場所の特定や事故が起きやすい場所の改善、散歩などに適した静かな経路の提案などに繋げることが可能である。温度のマップからは、冬季であるにもかかわらず、市役所を出てイーアスつくばに至るまでの区間でもセンサの温度が上昇している様子が見られた。原因として、日光の影響が考えられる。市役所を出てイーアスつくばに向かう際には、その方向に陽が指しており、当該サイバニックモビリティの背面に設置された環境センサに日光が直接当たる位置関係にあった。UV Index のマップからも、市役所を出てイーアスつくばに至るまでの区間で高い値を示しており、屋内、及びイーアスつくばから市役所に向かう区間で低い値を示していることが見て取れた。今回のマップからは屋内外で大きな温度変化は計測されなかったが、気象庁の気温の情報と当該サイバニックモビリティの温度センサ情報を連携させることで、屋内外で温度差が大きくヒートショックが懸念される場合にモビリティの搭乗者に注意を促すことなどに繋げることが可能となる。

もう一つの実験として、サイバニックモビリティの車載性を確認する実験を行い、車両への荷積み/荷降ろしの全工程に要した時間は平均 40 秒程度、サイバニックモビリティの折り畳み/展開に要した時間は平均 17 秒程度であり、各手順の工程間における無駄時間も確認されなかった、当該サイバニックモビリティをスムーズに車載可能であることを確認できた。交通移動弱者が当該サイバニックモビリティで遠隔地に移動する場合、バスやタクシーなどの交通機関を使用する必要があり、当該サイバニックモビリティのスムーズな

積み下ろしが必要となる。本実験により、当該サイバニックモビリティが実用に耐えうる車載性を有することを確認することができた。また、本実験に際し、対象者には口頭と実演のみの簡単なレクチャーのみを行ったが、このレクチャーにより無駄時間も生じず、十分に折り畳み機能を使用することも確認できた。社会実装に際しては、折り畳み/展開の手順をまとめた簡易な動画やマニュアルを提示することで、初めてサイバニックモビリティに触れる方でも折り畳み機能を使用することが期待できる。

以上のことから、目標達成の観点からは、サイバニックモビリティによって市民生活を安全に移動支援できたため、都市課題解決に繋がる交通移動弱者の移動制限解消と自立度向上に資するサイバニックモビリティの実現可能性を確認することができた。

当該取り組みの持続可能性の観点からは、サイバニックモビリティによる市民生活に伴う移動の安全な支援の実現可能性を確認することができ、一定の社会受容性も確認することができた。そのため、持続可能な取り組みとする上で必要な事業化への道筋が見えた。

社会実装における役割、体制の観点からは、事業化可能なサイバニックモビリティを構築できたため、実験の実務を担当する企業が、サイバニックモビリティを社会実装し、当該取り組みを持続して行う組織として妥当であることを確認できた。

取得したデータ利活用の観点からは、商業施設を含む屋内生活空間の IoH/IoT (Internet of Humans/Internet of Things) データから環境情報マップなどが得られ、それらが安全かつスマートな街づくりに資する知見として活用可能であることを確認できた。

取り組みの発展の方向性の観点からは、市民生活を模擬して設定したタスクと区間の走破を問題なく完遂できたため、当該サイバニックモビリティは交通移動弱者のいる地域であれば特殊な設備などを必要とすることなく導入可能であることが確認できた。これにより、国内外の同様の課題を抱える都市における移動支援手段として発展させていくことを見込むことができる。一方で、施設管理者のアンケート結果などから、施設側の配慮による、よりスムーズな移動支援の可能性も見えた。このことから、事業化を担当すると組織、行政、公共施設、商業施設間での連携を強化していくことで持続的な取り組みへと発展できると考えられる。

5.3. 技術の実装可能な時期、実装に向けて残された課題

当該技術の社会実装可能な時期としては、令和4年度に試験的社会実装として、つくば市在住の交通移動弱者の方にサイバニックモビリティを貸与し、日常的な屋内外移動支援手段としての有効性の実証を行う予定である。そして令和5年度に、交通移動弱者の方が実際に当該成果物であるサイバニックモビリティを利用できるよう本格的社會実装を開始する予定である。

社会実装に向けて残された課題として、技術的には、搭乗者の安全をさらに向上させるため、センシングシステムの信頼性を向上させることが挙げられる。本実験では、前方における障害検出機能が働かずに障害に衝突する事象は生じなかったが、障害を誤検出してしまい、障害が無い場所で減速してしまう事象が生じた。誤検出によって走行できなくなるような致命的な状況には陥らなかったが、スムーズな移動支援のため誤検出率を下げる

必要がある。そのため、屋内外の外乱光に対して頑健性が高いと考えられる 3D-LiDAR 等の適用の検討、センサ位置の再検討、検出プログラムの改善等が課題となる。また今回の実証で、エレベータ内といった狭矮部での障害検出機能と操作性の両立、背面部側にも安全機能が必要であること示唆されたため、それらへのソフト・ハード面の双方への対応も課題となる。また、交通移動弱者の方が他の交通機関を跨いでも利用しやすくするため、車載性の向上も重要となる。今回の実証では十分な車載性を有することが確認できたが、よりスムーズな移動支援のために機能を向上させてゆくことも課題となる。具体的には、初見の方でも口頭で指示すれば問題なく折りたたむよりユーザーフレンドリーな構造、車載の際に過度な負担とならないための軽量化、車両のトランク内で空間を占有しすぎないための小型化などが課題となる。上記の誤検出率や軽量化等に関しては、今後の初期社会実装、本格的な社会実装など、それぞれの段階における実現場からのフィードバックから、必要な水準をより明確化していく。

社会的な課題として、施設管理者側からのアンケート結果にあるように、施設側や歩道等にも介入することで、より当該サイバニックモビリティによる移動支援を効果的に行える可能性がある。実験で設定した経路は全て走破可能であったが、走破するのに慎重な操作が必要な狭矮な箇所もいくつかあったため、歩行者ではなく電動車椅子の利用を想定した施設づくりも課題となり得る。そして、つくば市の交通移動弱者をはじめとした多くの方が当該サイバニックモビリティを利用できるようにするため、個人所有やレンタルの他、必要に応じたシェアリングも視野に入れた持続可能な事業として仕上げていくことが課題となる。郊外在住の交通移動弱者の方に関しては、サイバニックモビリティを利用しやすいよう、介護保険制度を利用した個人レンタルの方法の整備や周知を行う必要がある。つくば駅や研究学園駅周辺などの都市部在住の交通移動弱者の方に対しては、郊外部同様に個人所有やレンタルの他、郊外部より移動支援の需要が集約されていると考えられるため、病院、介護施設やマンション単位でのレンタルや、シェアリング等のサービスへの展開が期待できる。公共交通機関としてのサイバニックモビリティのシェアリングに関しては、都市部において試験的にシェアリングサービスを展開し、技術的な課題、実際の需要、利用者が許容できる負担率、収益性などの観点から、サービス化の可能性を探る必要がある。

当該サイバニックモビリティは、環境情報を計測することで危険な状況などを回避し、より安全な移動支援を行うことが可能である。また、経路上の交通流や人通りの多さも推定することが可能となる。これらの知見は、危険な状況が起りやすい場所への介入や、感染症予防等の観点から人が多く混雑する場所や時間帯を市民に周知するといった、より安全かつスマートな都市空間を構築してための取り組みに繋がることを見込むことができる。以上のようなサイバニックモビリティが有する安全機能と、安全かつスマートなまちづくりに有用な知見をより有効に活用するため、行政側との連携や情報の解析体制の強化が課題となる。

6. 横展開に向けた一般化した成果

当該サイバニックモビリティは、対象となる高齢者や障害者などの交通移動弱者がいる地域であれば、特殊な設備などを必要とすることなく導入可能である。本実証実験により、サイバニックモビリティが市民生活を安全に移動支援でき、都市課題解決に繋がる交通移動弱者の移動制限解消と自立度向上に資する可能性を有することが確認できたため、つくば市に限らず、国内外の同様の課題を抱える都市における移動支援手段として横展開可能である。

当該サイバニックモビリティは、サイバニクス技術より、人の生理系と一体化され、環境認知機能を有するモビリティであり、生理状態の異常検出や障害に対する減速停止機能を有する。交通移動弱のための安全な移動手段として導入することで、都市のフィジカル空間における走行経路の環境情報をサイバー空間に落とし込むことが可能となる。本実証実験で得られたような環境情報マップを充実させてゆくことで、都市のサイバー空間とフィジカル空間が高度に融合されるため、Society5.0の実現を加速させることも期待できる。さらに、その環境下における搭乗者の生体情報も同時に収集可能であり、ある環境下において短期的、または長期的に人の生理状態がどのように変化するか把握することも可能となる。ある都市空間において、その都市の住民が安心して生活できているか、特定の場所や時間帯で生理状態が乱れていなかといった見守りにも活用可能である。このように、サイバー空間とフィジカル空間の融合に止まらず、人+サイバーフィジカル空間を融合複合させる次の社会における基盤技術としても横展開可能である。

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

7.1. 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

当該サイバニックモビリティは既存の都市空間にそのまま適用可能であるが、必要に応じて、屋内外での安全ガイドラインや環境の整備などを行うことで、より安全に、効果的に、効率的に運用することが可能となる。例えば、屋外に関しては、既存の歩道空間に比較的大きな段差がある場合にはスムーズな歩道となるよう環境を整えてもらったり、環境に QR コードや太陽電池駆動型センサや RFID を配置してモビリティへの情報伝達ができるようにしてもらったりすることで、より安全かつ効率的な移動支援が可能となる。また、多くの交通移動弱者が利用するショッピングセンターや駅近傍のバス停に簡易型スロープを設置することで、バスへのスムーズな乗降車を見込むことができる。屋内に関しては、市民生活に不可欠な公共施設などにおいて、床面や壁面等に現在地情報や適宜必要とされる関連情報を示す QR コード等を配備することで、屋内における移動支援をより効果的に行うことが可能となる。また、歩行者ではなく電動車椅子等が通行、利用する想定での通路幅や受付スペースの構築も効果的である。街づくりと連携して以上のような工夫をすることで、交通移動弱者の移動支援のためのサイバニックモビリティをより効果的に運用することが可能となる。

また、当該サイバニックモビリティは、GPS 及びセンサから GPS と紐づいた環境情報（音圧、温度等）を取得していることから、これらのデータを蓄積・分析することで EBPM による施策の検討が可能となり、収集・解析・活用体制を構築することでまちづくりに活かすことができる。例えば、GPS 情報からはサイバニックモビリティの利用者が目的地まで普段どのようなルートを通っているか又はどのようなルートが避けられているか、どこで滞留が発生しているか等がわかり、音圧マップからは通行時の自動車等の交通状況や人通りがわかる。それらを可視化することで選択されやすい道路状況や交通状況の共通点が整理でき、そこから得られた特徴をユニバーサルデザインとして横展開を図ることができる。施設内については GPS 情報が使えないが、サイバニックモビリティ又は関係機器に Wi-Fi 測位等の屋内 GPS 機能を具備することで、施設等の屋内においても位置を特定することができることから選択されたルート等の特定ができ、屋外と同様に横展開を図ることができると考えられる。なお、加速度センサの情報や生体情報を活用することができれば、段差や人流データではわからないすれちがいによるヒヤリハットなどがわかるため、異常とはいえないまでも通常とは異なるデータの検出があった場合には、市民レポートのような利用者からのフィードバックを蓄積することで、EBPM による安全・安心なハード・ソフト対策を実施することができる。

7.2. 施設・設備の設置、管理、運用にかかる留意点

歩行者とモビリティがよりスムーズに共存できるように、例えば、一定の幅を確保できない狭い歩道に関しては、モビリティと歩行者は並走しないこととし、路面に注意喚起のためのわかりやすいマークの表記を行う。これは、屋外の歩道だけでなく、屋内の公共施設や商業施設でも有効な方法であると考えられる。施設管理、運用上の留意点としては、利用方針の周知や、表記マークなどに摩耗が無いかな定期的に確認を行う必要があるが、この確認業務はサイバニックモビリティの環境認知機能によって補完することが可能である（モビリティ自体がこのようなQRコードなどが適切な状態かどうかをチェックして交換を促す情報とする）。多くの交通移動弱者が利用するショッピングセンターや駅近傍のバス停に設置する簡易型スロープに関しては、事前に交通移動弱者の施設利用状況等を調査し、効果的な場所に設置することが必要となる。屋内公共施設などにおける床面や壁面への現在地を示すQRコード等を設置に関しては、最適な設置位置や間隔に関して事前に検証や組織間での調整を行う必要がある。管理、運用上の留意点としては、屋外と同様である。

スマートなまちづくりに資する環境情報を活用したまちづくりへの適用の留意点として、収集・解析・活用体制の構築とともに、EBPMには多様な利用者による一定量以上のデータの蓄積が必要であるため、本格的な社会実装によってサイバニックモビリティが普及するまで一定の時間を要することが挙げられる。

7.3. 地域特性に合わせた提案

つくば市は、科学技術都市を標榜しており、多数の研究機関が存在し、新たな科学技術の社会実装に対する自治体サイドの意識が高い。令和3年度の発表では、世界最大のファウンドリであるTSMCがつくば市に研究開発拠点を設置予定あり、つくば市の研究開発拠点としての価値はさらに向上している。市民全体に対する博士号取得者率、研究者率は世界でもトップクラスであり、科学技術の導入などに対する市民の意識も高いため、新たな取り組みに対するコンセンサスが得やすい。また、事故や病気で歩行機能に障害を持った国内外の方が、歩行機能改善のための施設（HALFIT/つくばロボケアセンター）に通うため、一定期間滞在したり、引っ越してきたりしており、そういった多様な障害や疾患を抱える方々が車椅子で街を往来している。そして、都市部とその周辺の郊外部での、高齢化率、交通網、利便性などの地域差が極めて大きく、二極化が生じている。

上記のように、つくば市は新たな科学技術の研究開発、社会実装がされやすい状況にあり、さらに、多様な状況にある市民の方々から厳しく応援的で貴重な意見・フィードバックを得やすい状況にあるため、つくば市で厳しく揉まれた社会実装型技術は、スマートシティのロールモデルとして扱うことができる。そのため、このつくばの地域に、定常的に街を進化させるための様々な取り組みをインストールするために、企業・行政・政府等と連携した国際的な先進スマートシティ形成を目指していく。

8. 添付資料

8.1. 施設管理者様向けアンケート

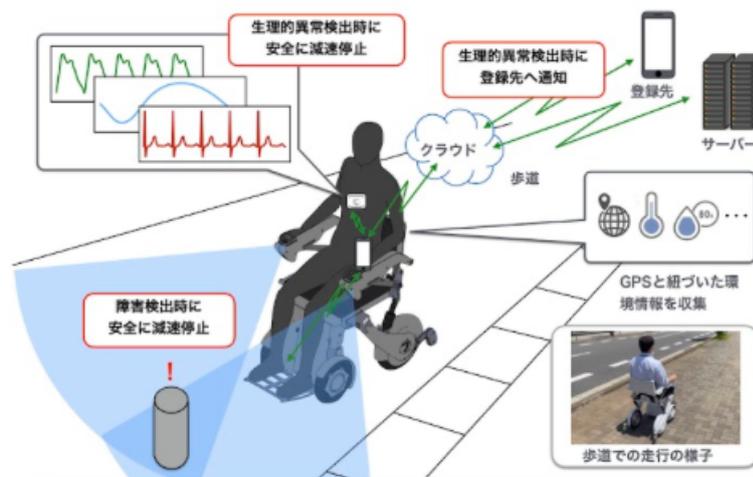
R3年度 サイバニックモビリティの実証実験に関するアンケート(施設管理者様向け)

このたびは、サイバニックモビリティの実証実験にご協力頂き、大変ありがとうございました。お手数をおかけいたしますが、下記のサイバニックモビリティの社会受容性に関するアンケートにお答え頂きますと幸いです。

サイバニックモビリティの特徴：

- ・ **障害検出機能**：進行方向に歩行者や超えられない段差がある時に、それらの手前で自動的に減速停止して転倒や事故を予防します
- ・ **生理的異常検出機能**：心電図に異常が生じた時に自動的に減速停止し、体調不良時に運転してしまうことを防ぎます
- ・ **生理的異常通知機能**：異常が生じた際に登録先に通知することで、早期の対応や治療に繋げることが可能です

サイバニックモビリティの概要



サイバニックモビリティ：

- ・ サイバニクス技術(人・ロボット・情報系の融合複合技術)により、人の生理系と一体化され、環境認知機能を有するパーソナルモビリティ
- ・ 各種安全機能により交通移動弱者の安全な移動支援を実現
- ・ 最高速度や各部の寸法等は電動車椅子の規格に準拠し、ジョイスティックで操縦可能

Q1. ご自身が管理されている施設において、サイバニックモビリティが使用されても良いと思いますか。*必須

1 2 3 4 5
全くそう思わない ○ ○ ○ ○ ○ 非常にそう思う

Q2. ご自身が管理されている施設において、従業員の方々にサイバニックモビリティの使用は受け入れられると思いますか。*必須

1 2 3 4 5
全くそう思わない 非常にそう思う

Q3. ご自身が管理されている施設において、交通移動弱者でない施設利用者の方々にサイバニックモビリティの使用は受け入れられると思いますか。*必須

1 2 3 4 5
全くそう思わない 非常にそう思う

Q4. 他の商業施設や行政施設などにおいて、サイバニックモビリティが使用されることは受け入れられると思いますか。*必須

1 2 3 4 5
全くそう思わない 非常にそう思う

Q5. サイバニックモビリティが有する安全機能は、施設内での事故の予防などに有益だと思いますか。*必須

1 2 3 4 5
全くそう思わない 非常にそう思う

Q6. サイバニックモビリティなどの交通移動弱者の移動支援技術に関して、興味や関心を感じますか。*必須

1 2 3 4 5
全くそう思わない 非常にそう思う

Q7. サイバニックモビリティが社会実装されることに賛成ですか。*必須

1 2 3 4 5
全くそう思わない 非常にそう思う

Q8. 今回のサイバニックモビリティの実証実験は、社会にとって有益だと思いますか。*必須

1 2 3 4 5
全くそう思わない 非常にそう思う

自由記述

サイバニックモビリティ、及び本実証実験に関して何かご意見などがございましたら、ご記入頂けますと幸いです。

回答を入力

送信

8.2. 搭乗者様向けアンケート

R3年度 サイバニックモビリティの実証実験に関するアンケート(搭乗者様向け)

このたびは、サイバニックモビリティの実証実験にご協力頂き、大変ありがとうございました。お手数をおかけいたしますが、下記のサイバニックモビリティの社会受容性に関するアンケートにお答え頂きますと幸いです。

サイバニックモビリティの特徴：

- ・ **障害検出機能**：進行方向に歩行者や超えられない段差がある時に、それらの手前で自動的に減速停止して転倒や事故を予防します
- ・ **生理的異常検出機能**：心電図に異常が生じた時に自動的に減速停止し、体調不良時に運転してしまうことを防ぎます
- ・ **生理的異常通知機能**：異常が生じた際に登録先に通知することで、早期の対応や治療に繋げることが可能です

サイバニックモビリティの概要



Q1. ご自身が交通移動弱者であると仮定した場合、サイバニックモビリティを使いたいと思いますか。

*必須

1 2 3 4 5
 全くそう思わない ○ ○ ○ ○ ○ 非常にそう思う

Q2. ご自身の家族や友人が交通移動弱者であると仮定した場合、サイバニックモビリティの使用を勧めたいと思いますか。*必須

1 2 3 4 5
全くそう思わない 非常にそう思う

Q3. サイバニックモビリティは操作しやすいですか。*必須

1 2 3 4 5
全くそう思わない 非常にそう思う

Q4. サイバニックモビリティの乗りごこちは良いですか。*必須

1 2 3 4 5
全くそう思わない 非常にそう思う

Q5. サイバニックモビリティが有する安全機能によって、操縦する際に安心感を感じますか。*必須

1 2 3 4 5
全くそう思わない 非常にそう思う

Q6. サイバニックモビリティが有する安全機能は、施設内での事故の予防などに有益だと思いますか。*必須

1 2 3 4 5
全くそう思わない 非常にそう思う

Q7. サイバニックモビリティなどの交通移動弱者の移動支援技術に関して、興味や関心を感じますか。*必須

1 2 3 4 5
全くそう思わない 非常にそう思う

Q8. サイバニックモビリティが社会実装されることに賛成ですか。*必須

1 2 3 4 5
全くそう思わない 非常にそう思う

Q9. 今回のサイバニックモビリティの実証実験は、社会にとって有益だと思いますか。*必須

1 2 3 4 5
全くそう思わない 非常にそう思う

自由記述

サイバニックモビリティ、及び本実証実験に関して何かご意見などがございましたら、ご記入頂けると幸いです。

回答を入力

送信

早期実装にむけた先進的技術やデータを活用したスマートシティの実証調査（その2）

調査報告書

【つくばスマートシティ協議会】

令和4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