

実装に向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9）

（うめきた2期地区等スマートシティ形成協議会）

報告書

令和3年3月

国土交通省 都市局

R2 年度スマートシティ実証報告書

令和3年 3月 19日作成

うめきた2期地区等スマートシティ形成協議会

目次

1.	はじめに.....	4
1.1.	都市の課題について.....	4
1.2.	コンソーシアムについて.....	5
2.	目指すスマートシティとロードマップ.....	6
2.1.	目指す未来.....	6
2.2.	ロードマップ.....	7
2.3.	KPI.....	8
3.	令和2年度の実証実験の全体像.....	9
4.	画像解析実証（実証①）.....	10
4.1.	実証実験の位置づけ.....	10
4.2.	実証①の全体像.....	12
4.3.	実証計画 - 実証①-1 管理上検知することが望ましい特定の行動情報の検知および施設管理への活用.....	14
4.4.	実証計画 - 実証①-2 混雑情報及び属性情報の検知および施設運営への活用.....	16
4.5.	実験実施結果.....	18
4.6.	横展開に向けた一般化した成果.....	33
5.	スマートグラスを活用した植栽管理実証（実証②）.....	34
5.1.	実証実験の位置づけ.....	34
5.2.	実証②の全体像.....	36
5.3.	実証計画 - 実証②-1 植栽管理作業報告書の自動作成実証.....	38
5.4.	実証計画 - 実証②-2 植栽管理の遠隔支援実証.....	44
5.5.	実証計画 - 実証②-3 スマートグラスのデバイス検証.....	47
5.6.	実験実施結果.....	50
5.7.	横展開に向けた一般化した成果.....	63
6.	パーソナルモビリティ実証（実証③）.....	64
6.1.	実証実験の位置づけ.....	64
6.2.	実証計画.....	64

6.3.	実験実施結果	68
6.4.	横展開に向けた一般化した成果	73
7.	遠隔操作ロボット実証（実証④）	74
7.1.	実証実験の位置づけ	74
7.2.	実証①の全体像	76
7.3.	実証計画 - 実証④-1 非対面案内による公園運営効率化	78
7.4.	実証計画 - 実証④-2 遠隔地イベント・施設の体験・見学	79
7.5.	アンケート実施方法・項目	80
7.6.	実験実施結果	82
7.7.	横展開に向けた一般化した成果	96
8.	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	97

1. はじめに

1.1. 都市の課題について

- ・ うめきた2期地区並びに夢洲地区（以下「提案地区」）においては、下記の課題を想定している。

(1) 高齢化社会に対応したきめ細かな都市内モビリティの確保

- ・ 高齢化社会およびアフターコロナにおいて、ラストワンマイルの移動快適性や街の回遊性の向上に寄与し、移動時の安全性も担保した都市内モビリティの確保が課題である。また、都市活動を支えるバスは、サービスの高度化が求められる一方で、採算性やドライバー不足により、路線拡大や運行の高頻度化等の対応が難しい状況にある。
- ・ 提案地区内および提案地区周辺道路においては、自動運転バスやパーソナルモビリティ等の導入・実用化を検討し、今後の高齢社会における交通弱者やインバウンドへの対応等の社会的課題の解消を目指す。

(2) 施設の長寿命化、維持管理人材の不足

- ・ 進行する人手不足を見据え、ICTを活用した、建物・公園の維持管理・運營業務の効率化の実現が課題である。特に、緑地管理業務についてはICT化が遅延している傾向があり、口頭による作業報告や、紙ベースでの情報蓄積、情報のPCへの手入力等、業務効率に課題が存在している。
- ・ 提案地区では、従来、人が行っていた業務をロボット・ドローンによって代替することや、カメラ・センサー等による提案地区内の各種データを取得・収集しAIで分析することによる、維持管理業務の省人化や業務計画の適正化を目指す。
- ・ さらに、都市公園においては、ウェアラブルデバイス等ICTツールを活用した緑地管理の効率化を目指す。

(3) 地球温暖化対策に係る社会的要請、南海トラフ巨大地震やパンデミック発生時の対応

- ・ 提案地区における環境負荷低減と、発災時における帰宅困難者等の安全性確保が課題である。また、ポストコロナの観点で、感染症等によるパンデミックの予防が必要となる。
- ・ 提案地区においては、AEMSによるエネルギー管理とともに、再生可能・未利用エネルギーを活用し、温室効果ガスの排出量の抑制を図る。また、発災時の迅速な対応のため、災害情報の収集・共有・伝達を一元的に行う仕組みを構築し、迅速な情報提供・避難誘導を促す。
- ・ さらに、アフターコロナを見据え、ロボットを活用した非接触型管理・運營業務等の検討を進める。

(4) 市民のQOL向上による「関わり続けたい」まちづくり、イノベーション活性化による関西経済の浮揚

- ・ 来街者・就業者・住民等のQOL向上や、市民のイノベーション活動・まちづくり活動への積極参画によるロイヤルティ向上、企業の事業創造活動が活発に展開されている状態の実現が課題である。
- ・ 提案地区においては、市民によるまちの運営や新産業創出への主体的な参画を促進する仕組みや、人の関係するデータ「ヒューマンデータ」の利活用を通じた事業創出を促す仕組みの構築を検討し、研究者・企業によるイノベーション活動の活性化を目指す。

1.2. コンソーシアムについて

1.2.1. 基本事項

事業の名称	うめきた 2 期地区等スマートシティモデル事業
事業主体の名称	うめきた 2 期地区等スマートシティ形成協議会
事業主体の構成員	地方公共団体代表：大阪市
	民間事業者等代表：三菱地所
	その他構成員：三菱地所株式会社を代表とするグループ（三菱地所、大阪ガス都市開発、オリックス不動産、関電不動産開発、積水ハウス、竹中工務店、阪急電鉄、三菱地所レジデンス、うめきた開発特定目的会社）、大阪府、独立行政法人都市再生機構、Osaka Metro、JR 西日本
実行計画の対象期間	2020 年～2025 年

1.2.2. 対象区域について

	うめきた 2 期地区	夢洲地区
所在	大阪市北区大深町	大阪市此花区
面積	約 17ha	約 225ha（万博予定地区など）
施設	オフィス、商業施設、中核施設（プラットフォーム施設・イノベーション施設）、ホテル、住居、都市公園	-
人口	約 1,200 戸	-
開業時期	2024 年夏頃：先行まちびらき （一部民間宅地および一部都市公園） 2027 年度：うめきた 2 期地区全体開業	万博：2025 年 IR：未定
開発事業者	うめきた 2 期開発事業者（三菱地所、大阪ガス都市開発、オリックス不動産、関電不動産開発、積水ハウス、竹中工務店、阪急電鉄、三菱地所レジデンス、うめきた開発特定目的会社）	未定

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

- ・ ターミナル立地の広大な都市公園を有するうめきた 2 期地区や、国際集客拠点を目指す夢洲地区において、**最先端技術の導入・実証実験の実施を行いやすいグリーンフィールドとしての特性**を活かし、**豊富なデータの利活用の実現**を目指し、“**事業創出**”・“**市民の QOL 向上**”・“**マネジメントの高度化**”に資する施策に官民の枠を超えて取り組む。
- ・ 区域の課題を解決し、エリア価値の向上と高効率な維持管理・運営を実現するため、提案地区では、「都市内モビリティ」「先進的な維持管理・運営」「環境・防災対策」「ヒューマンデータの利活用」「まちの貢献ポイントの導入」の 5 つの施策に取り組む。
- ・ さらに、提案地区における平時の経済活動及び非常時の災害対策等の各種サービス実施を支える、屋内・外の 5G 通信基盤を整備する。

課題	施策	目指す姿
高齢化社会に対応した、きめ細かな都市内モビリティ確保	都市内モビリティ <ul style="list-style-type: none"> ・ ラストワンマイルの移動快適性やまちの回遊性の向上に向け、パーソナルモビリティ・自動運転バス等の導入を図る 	将来的に公道等も含めた運用も見据えつつ、市民のストレスフリーな都市移動と、渋滞緩和・人材確保等の課題解決の実現を目指す。
施設の長寿命化、人材不足	先進的な維持管理・運営 <ul style="list-style-type: none"> ・ AI・ロボット等の最先端技術を導入し、まちの維持管理・運営の効率化を図る 	先進技術や収集データをもとに効率化・最適化され、利用者の声も積極的に取り込むことで高度化された、新しい維持管理・運営モデルの構築を目指す。
地球温暖化対策に係る社会的要請、巨大地震、パンデミック等有事への対応	環境・防災対策 <ul style="list-style-type: none"> ・ 帯水層蓄熱等の先端技術を活用した、効率的なエネルギーマネジメントを目指す ・ 行政と連携した防災情報発信を実現する 	新しい低炭素モデルのショーケースを目指す。防災公園として、行政との情報連携により、災害時の安心・安全の確保を目指す。
市民のQOL向上による「関わり続けたい」まちづくり、イノベーションによる関西経済の浮揚	ヒューマンデータの利活用 <ul style="list-style-type: none"> ・ ヒューマンデータを収集し、市民のQOL向上や事業創出につなげる仕組の構築を図る 	市民からの消費者としての声やヒューマンデータの提供を通じ、生活者視点に基づく事業創出、市民のQOL向上の促進を目指す。また、市民が新製品・サービス開発に積極参画するまちの実現を目指す。
	まちの貢献ポイントの導入 <ul style="list-style-type: none"> ・ 市民のQOL向上と地域活性化に向けて、「まちの貢献ポイント」の導入を図ることにより、市民のまちの活動への積極参画を促進する 	
施策横断的な取組方針 <ul style="list-style-type: none"> ● まちのマネジメントデータ・ヒューマンデータの活用を検討し、スマートシティの深度化を目指す ● データ取得に際し、実証実験フィールドとしての特性を活かす ● 提案地区における平時の経済活動及び非常時の災害対策等の各種サービス実施を支える、屋内・外の5G通信基盤を整備する 		

2.2. ロードマップ

- 提案地区における各取組みのロードマップは、下記の通りである。

実装に向けたロードマップ

	2021 年度	2022 年度	2023 年度	2024 年度	2025 年度	～
				▲ うめきた 2 期 一部先行街開き	▲ 大阪・関西 万博	
都市内モビリティ	取組み内容の具体化	公道実証・技術開発 ・ポート設置検討等		運営 検討	実装	
運営 先進的な維持管理・	取組み内容の具体化	技術検証 実現方法検討 (システム・設備等)	管理・運営計画への反映 システム開発	運営 検討	地区間連携の検討 近隣エリアへの展開	
環境・防災対策	取組み内容の具体化	技術検証 実現方法検討 (システム・設備等)	管理・運営計画への反映 システム開発	運営 検討	広域化・高度化の検討 他都市への横展開	
の活用 ヒューマンデータ	取組み内容の具体化	事業スキーム 検討 実現方法検討	事業スキーム構築 システム開発	運営 検討		
の導入 まちの貢献ポイント	取組み内容の具体化	事業スキーム 検討 実現方法検討	事業スキーム構築 システム開発	運営 検討		
その他取組み	各種サービスの実現内容検討 基盤システム検討	システム開発		事前運用		

2.3. KPI

- ・ 提案地区においては、「事業創出」「QOL 向上」「マネジメント高度化」の3つを大きな目的とし、それぞれについて、下記の KPI について、検討を実施する予定である。

(1)事業創出

- 街区で取得したデータの利活用を通して生まれるプロジェクト数 など

(2)QOL 向上

- 提案地区で構築予定の会員プログラムの登録者数
- 市民主導・参加型プログラムの実施数
- 就業者の交流促進サービス数
- 都市内モビリティによる移動快適性 など

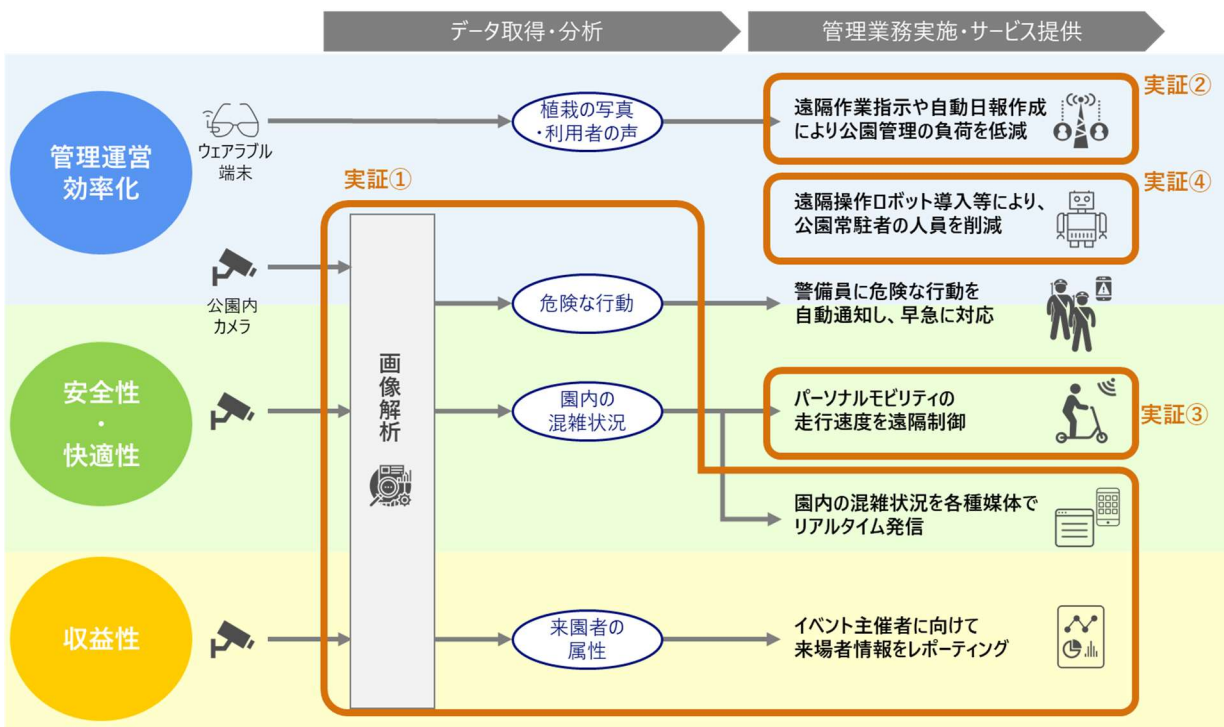
(3)マネジメント高度化

- AEMS、ZEB、空調・熱源運転効率化等によるエネルギー利用削減率
- 画像解析等を活用したスマート管理による、建物・公園の維持管理に必要なコスト・人員の削減率
- ICT 活用による駐車場管理業務のコスト・人員削減率
- 植栽管理業務のコスト・人員削減率 など

3. 令和2年度の実証実験の全体像

- 各施策・目指す姿・導入技術の妥当性や方法の検証、および導入判断に向け、令和2年度は、5つの施策のうち、うめきた2期地区開発事業者の検討進捗状況に応じて、設計への影響がある項目やコストインパクトが大きい項目、規制緩和が必要な項目として「都市内モビリティ」「先進的な維持管理・運営」の施策に係る取組みについて、実証実験を実施し、先進技術の有用性の検証、及び、実装にあたっての課題の抽出を行った。
- 令和2年度においては、画像解析を用いた維持管理業務を行うにあたり、管理効率化に有用なデータを収集するためのカメラの必要設置条件やコストを検証し、うめきた2期地区における設計及び事業計画への影響を把握した。また、スマートグラスを用いた植栽管理業務の遠隔支援や、遠隔操作ロボットによる遠隔観光体験を滞りなく行うにあたって、必要な通信環境の条件も検証した。

うめきた2期において都市公園運営の目指す姿と令和2年度実証の位置づけ



4. 画像解析実証（実証①）

実証テーマ	<p>実証① AIカメラを用いた屋外環境における人流・属性・特定行動情報の把握 （公募資料では「来街者数・属性分析」と記載）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 実証①-1 管理上検知することが望ましい特定の行動情報の検知及び施設管理への活用 ・ 実証①-2 混雑情報及び属性情報の検知及び施設運営への活用
パートナー	ニューラルポケット(株)
実施場所	大阪市北区中津5丁目2番1号および1番4号 うめきた外庭スクエア（以下、「7街区」という。）
実証日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2020年10月30日～2021年1月31日 通常カメラ実証 （人流：混雑度分析、行動：特定エリア立ち入り検知、メール送信機能） ・ 2020年11月15日～2021年1月31日 <ul style="list-style-type: none"> ① 赤外線・高精細カメラ実証 （人流：混雑度分析、行動：特定エリア立ち入り検知、メール送信機能） ② 通常・赤外・高精細カメラ実証 （人流：HP連携機能、行動：自転車・バイクの乗り入れ・駐輪検知） ・ 2020年12月15日～2021年1月31日 通常・赤外線・高精細カメラ実証 （行動：転倒・しゃがみ込み・喫煙行為検知、属性分析）

4.1. 実証実験の位置づけ

4.1.1. 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

- ・ うめきた2期地区内都市公園等においては、管理業務効率化、及び、屋外空間の利用促進を目指し、AIカメラによる画像解析技術を活用した先進的な都市公園の管理運営の可能性について検討中である。
- ・ 2024年夏頃を予定するうめきた2期地区の先行開業時には、画像解析による公園内の人物の行動等の自動検知結果を、管理者の所持するデバイスにリアルタイムで通知し迅速な対応を促す等の、取得データを踏まえた効率的な管理業務の実現を検討している。また、アフターコロナを踏まえ、園内の混雑状況を可視化し、更には、園内のイベント主催者に対してはスペースの貸出だけでなく、来園者の属性情報のレポートを行う等による運営内容の改善等を促す付加的サービスに関する有用性の検証が検討されている。またうめきた2期地区内都市公園等においては、近年注目されている公共空間の付加価値を高めるプレイスメイキングについて注目しており、アクティビティツールの貸出により来園者のリフレッシュを促進し、また交流機会を育むような仕掛けについても検討されている。

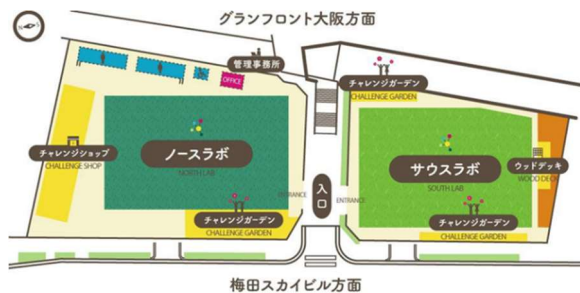
- 令和2年度実証においては、エッジ AI 画像解析による公園利用者の位置・属性・行動情報の分析・検知技術について、うめきた2期地区内都市公園等の管理・運営を効率化させ、また安心安全の観点も含めたエリア付加価値を向上させることを目的とし、そのトライアルとして上記技術導入の有用性の検証、および、導入する場合に必要な屋外設備環境の知見の習得、並びに画像解析により得られた統計情報の有用性検証を目的とする。

4.1.2. ロードマップの達成に向けた課題

- 屋内空間よりも天候や時間帯等によって撮影環境が左右される屋外空間において、来園者の特定の行動や属性データを、管理・運営上で有用性のある精度で取得するために必要な設備の種類や配置等の設置条件の把握及び設計への反映が課題である。
- また実際の導入にあたっては、イニシャル及びランニングのコストが課題である。
- 更には個人を特定可能な映像データについては個人情報に該当し、当該情報取得の在り方については今後の法改正や社会受容性に対し十分な理解・動向注視が必要である他、特に公共空間における情報取得に関しては民間企業のみならず公共も含めたステークホルダーにおいてその適切な在り方やリスクに係る共通理解を形成し、取得利用主体の調整を含めた体制構築が課題である。

4.1.3. 課題解決に向けた本実証実験の意義・位置づけ

- 本実証では、うめきた2期地区に隣接する7街区（独立行政法人都市再生機構の所有地であり、うめきた2期地区開発事業者がパートナー事業者として公募により選定され、暫定利用（各種トライアル）を行う屋外施設。下図参照）を実証場所とし、日中及び夜間において一般的な監視カメラ（以下、「通常カメラ」という。赤外線機能あり）及び高精細カメラを用いて来園者の映像データを取得し、AI解析技術を用いて行動情報、混雑情報、属性情報を自動検知し、時間帯・環境条件に応じた検知精度・解析結果を比較し、またこれらの統計情報の施設管理・運営への活用に係る有用性を評価することにより、うめきた2期地区都市公園等への実装是非について考察し、また実装する場合に必要な屋外設備環境や求められる付帯機能等の与件について把握することを目的とする。



(左上地図) 7街区所在地
 (右上図) 7街区施設計画
 (左下写真) 現地写真

4.2. 実証①の全体像

- ・ 7街区に、通常カメラ（可視・赤外線）、高精細カメラを下記写真の位置(各 2 箇所)に設置する。加えて、拡張性・柔軟性が高く、かつ、低消費電力・低遅延・低コストでの画像解析が可能なエッジ AI 機器を接続する。
- ・ カメラで撮影された映像に基づき画角内をエリア分けし、映像を AI で解析し、エリア内の混雑度、行動、属性の解析を行う。
- ・ クラウド上にアップロードされた解析済みデータをもとに実証①-1 の検証や、実証①-2 のホームページへの情報表示や統計情報の抽出を行った。

カメラ・関連機器設置位置



カメラ設置箇所・画角イメージ



- ・ なお、個人情報の取扱い体制について以下のように整理を行い、個人情報保護法および「カメラ画像利活用ガイドブック」（平成 30 年 3 月 ver2.0 IOT 推進コンソーシアム 総務省・経済産業省）に基づき、次頁の通り現地に告知を行った上で、実証実験を行う。

<個人情報取り扱い体制>

- ① 実証実験実施主体：うめきた 2 期地区等スマートシティ形成協議会 うめきた 2 期地区分科会
- ② 取得・利用：うめきた 2 期地区賃貸等事業者 8 社（三菱地所(株)・オリックス不動産(株)・阪急電鉄(株)・(株)竹中工務店・積水ハウス(株)・関電不動産開発(株)・大阪ガス都市開発(株)・うめきた開発特定目的会社)
- ③ 保持（保管）・管理：分科会パートナー ニューラルポケット(株)
- ④ 共同利用：西日本旅客鉄道(株)
- ⑤ 第三者提供：なし

- ・ また、本実証ではうめきた 2 期地区公園等のカメラ計画の妥当性を確認する目的も含むため、本実証で使用するカメラと、2 期公園基本設計図面（作成主体：独立行政法人都市再生機構）におけるカメラのスペック等については、画素数等の撮影能力について概ね同等のスペックのものとした。（次頁参照）

(現地掲載告知文)

『より良いサービスにつなげるための分析を行っています』

うめきた2期地区等スマートシティ形成協議会 うめきた2期地区分科会（構成員：大阪府・大阪市（代表事務局）・独立行政法人都市再生機構・西日本旅客鉄道㈱・うめきた2期地区開発事業 賃貸等事業者JV（三菱地所㈱（代表）・オリックス不動産㈱・阪急電鉄㈱・㈱竹中工務店・積水ハウス㈱・関西電力不動産開発㈱・大阪ガス都市開発㈱・うめきた開発特定目的会社。以下、8社をまとめて「うめきた2期地区事業者JV」といい、本実証実験代表とする）」は、うめきた外庭SQUAREノースラホ内に新規設置するカメラにて、協議会パートナーであるニューラルポケット㈱が提供する映像解析技術（以下、「AI解析」という）を用い、屋外空間を安心・安全にご利用いただけるためのモニタリングサービスを提供しております。

カメラで撮影された映像は、AI解析による混雑データの取得・うめきた外庭SQUAREホームページ（<http://sotoniwa-uk.com/>）上への提示、施設管理上検知することが望ましい特定行動の検知、属性データの抽出を目的に使用されます。

映像データは本紙に記載の目的以外には使用されず、ニューラルポケット㈱に個人情報の取り扱いを委託し、委託先において適切な安全管理措置が実施されるよう、監督を行います。

なお、録画・取得した映像データは、本紙記載の目的の範囲内において、協議会構成員である西日本旅客鉄道㈱と共同利用します。その場合の個人情報の項目はAIカメラにより撮影した映像データ、AI解析により取得された混雑データ、AI解析により検知された特定行動データ、AI解析により抽出された属性データで、管理責任の所在はうめきた2期地区事業者JV（本実証実験代表）となります。尚、当該個人情報は、本実証実験が終了した後速やかに破壊され、第三者へ提供されることはありません。

また個人を特定する情報を含まない形で加工した計測結果についてHP上での一般公開、施設管理者およびイベント主催者への提供を予定致しますが、個人を特定する情報について第三者へ提供されることはありません。

■取得する情報：
 ①AIカメラにより撮影した映像データ、②AI解析により取得された混雑データ、
 ③AI解析により検知された特定行動データ、④AI解析により抽出された属性データ

■実施期間：2020年10月30日～2021年1月31日

■本実証実験実施主体：うめきた2期地区等スマートシティ形成協議会 うめきた2期地区分科会

■個人情報取得・利用主体：うめきた2期地区事業者JV
 【連絡先】三菱地所㈱ 関西支店（うめきた2期地区事業者JV代表）06-6881-5158

※個人情報の開示等の請求にかかる手続きに関しては、以下のプライバシーポリシーをご確認ください。
 【プライバシーポリシー】 <https://www.mec.co.jp/privacy/index.html>

■カメラの設置位置及び撮影範囲

(カメラスペック比較)



カメラスペック・設置条件比較

カメラスペック	実証エリア（7街区）			2期公園	
	通常カメラ・赤外線(暗視)カメラ		高精細カメラ	通常カメラ	赤外線カメラ
	可視光	赤外線(暗視)	可視光		
画素数 (画像サイズ)	207万画素 (1,920×1,080)	可視光と 一体型のため スペックは 左記に準ずる	1,240万画素 (4,000×3,000)	213万画素 (1,920×1,080)	213万画素 (1,920×1,080)
フレームレート	最大30fps		最大30fps (※12MP時は 最大15fps)	最大30fps	最大30fps
水平画角	115°		101°～17°	回転式	113°～34°
垂直画角	64°		76°～9.4°		59°～19°
単焦点/バリアフォーカル レンズ	固定焦点		電動バリアフォーカル レンズ	電動バリアフォーカル レンズ	電動バリアフォーカル レンズ
焦点距離	f=2.8mm		f=4.2～25.2mm	f=4.3～129mm	??
赤外線照射距離	15m		30m	×	30m
パンチルトズーム機能	デジタルPTZ		光学ズーム可能 デジタルPTZ	回転：360° 垂直：+5°～-185°	×
設置条件	1台あたりカバー面積 ※1	674㎡	654㎡ (267㎡～1,300㎡)		
	最長被写体距離 (想定)	約25m※2	約50m(推定) ※3		

※1：2期公園および7街区公園の面積を想定設置カメラ台数で除して試算（7街区は2か所に複数のカメラを設置する前提のため、2台として試算）
 ※2：図面よりカメラ間の対角線距離の半分と仮定して試算
 ※3：図面および想定カメラ設置位置より被写体との距離が最長になるとと思われる箇所での距離を仮置き

4.3. 実証計画 - 実証①-1 管理上検知することが望ましい特定の行動情報の検知および施設管理への活用

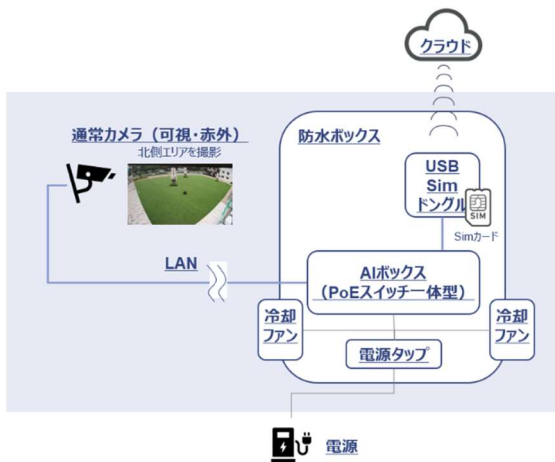
4.3.1. 実証実験で実証したい仮説

- ・ 2期公園で計画されているカメラと概ね同等のスペックを有する通常カメラ・赤外線カメラにエッジ AI 機器を付設し解析を行うことによって、安心安全の観点で管理上検知することが望ましい特定の行動の自動検知が可能であること。
- ・ また、検知結果をリアルタイムに管理者にメール通知することにより、安全性の向上及び管理業務効率化に繋がること。

4.3.2. 実証内容・方法

- ・ 通常カメラ（可視・赤外線、赤外線は夜間に活用）、及びエッジ AI 機器により、公園管理時に自動検知をすることで安心安全や快適性の向上に資する特定の行動パターンの検知を行う。通常カメラとして、赤外線での暗視カメラ機能有りの FHD カメラ 2 台を使用する。実験に使用する機器構成は下図の通りである。
- ・ 当該検知結果をリアルタイムに管理者に通知することによる管理業務効率化や安心安全の向上への有用性について検証する。
- ・ 本実証において検知する行動パターンは下記表の 5 種である。実験時は、7 街区にて、下記行動を日中及び夜間に試験的に複数回行い、上記カメラ及び AI 機器による検知精度の比較正確を行う。

実証①-1 機器構成図



実証①-1 使用機器概要

- ・ FHD カメラ（通常カメラ）2 台：北向き・南向き各 1 台、赤外線での暗視カメラ機能有
- ・ エッジ AI デバイス 2 台：1 台で通常カメラ・高精細カメラ各 1 台の映像を処理
(高さ 5.7 cm×幅 30cm×奥行 33 cm)
- ・ エッジ AI デバイス格納用防塵・防水ボックス 2 台
(高さ 50cm×幅 45 cm×奥行 20cm)

行動パターン	自動検知の目的
転倒	・ 安心安全の確保を行う
しゃがみこみ	・ 体調悪化者の早期検知を行う（例 熱中症対策等）
喫煙	・ 2期公園や周辺歩道においては喫煙が懸念されるため、これを回避する施策について検討する
不法駐輪	・ 2期公園や周辺歩道においては特にイベント時等において不法駐輪が懸念されるため、これを回避する施策について検討する

特定エリア立ち入り

- ・ 2期公園においては滝を含む水景エリアを計画しているが、小児等による立ち入り及び転倒等による危険発生が懸念されるためこれを回避する施策について検討する

4.3.3. 検証事項・調査方法

検証事項	<ul style="list-style-type: none">① 日中の屋外環境において特定行動の検出が可能なカメラスペック及び配置等の設置条件の把握（通常カメラによる特定行動の検出精度の比較等）② 夜間の屋外環境において特定行動の検出が可能な赤外線カメラのスペック及び配置等の設置条件の把握（夜間での赤外線カメラ（通常カメラ相当）での行動検知の検出精度の比較等）③ 通常カメラと高精細カメラのイニシャルコスト・ランニングコストの差異④ 管理者へのリアルタイム通知の効果および管理効率化の為に AI 検知結果と紐づけるべき設備・機能の検証⑤ 個人情報（映像データ）取得に係る社会受容性の確認
調査方法	<ul style="list-style-type: none">① 各行動パターンについて、AI 検知結果の精度を比較する② 同上③ カメラ及び AI 機器の流通に知見のあるパートナーの情報に基づき価格を比較する④ 7 街区常駐管理者に対し有用性や求められる付加機能についてヒアリングを行い、当該付加機能の導入内容及びイニシャル・ランニングコストを把握する⑤ 現地に掲載した個人情報取得に係る告知文に関し、問合せ先への問合せ・クレーム等の件数及び内容を取り纏める

4.4. 実証計画 - 実証①-2 混雑情報及び属性情報の検知および施設運営への活用

4.4.1. 実証実験で実証したい仮説

- ・ 2期公園で計画されているカメラと概ね同等のスペックを有する通常カメラによって、施設運営事務局にとって有用性のある混雑情報の取得・可視化が可能であること。
- ・ 2期公園で計画されているカメラと概ね同等のスペックを有する通常カメラによって、施設運営事務局にとって有用性のある属性情報の統計情報が得られること。またイベント実施者によって有用性のあるデータの取得が可能であること。

4.4.2. 実証内容・方法

- ・ 通常カメラ、及び、エッジ AI 機器により、実証実験エリア内の人数を解析することで、園内の混雑状況を把握する。そして、人数のカウント結果に基づいて混雑度を4段階に分類し、来園検討者に向け、7街区ホームページまたは7街区ホームページのリンク先 Web ページにてリアルタイム掲示を行うと共に、既定数以上の入場者の存在が認められた場合に管理者に通知し入場規制を図る。
- ・ 高精細カメラ、及び、エッジ AI 機器により、屋外空間である7街区において、イベントやアクティビティツール貸出時等における来園者の属性情報（年齢・性別等）を取得し、プレイスメイキングの企画に役立てると共に、イベント主催者に来園者統計情報のレポートを行うことによる有用性の確認を行う。
- ・ 通常カメラとして、赤外線での暗視カメラ機能有りの FHD カメラ 2 台、高精細カメラとして 4K カメラ 2 台を使用した。混雑情報検知、及び属性情報検知の実験の機器構成はそれぞれ下記図の通りである。

実証①-2 機器構成図	実証①-2 使用機器概要
	<ul style="list-style-type: none"> ・ FHD カメラ（通常カメラ）2 台：北向き・南向き各 1 台、赤外線での暗視カメラ機能有（実証①-1 行動検知と共用） ・ 4K カメラ（高精細カメラ）2 台：北向き・南向き各 1 台 ・ エッジ AI デバイス 2 台：1 台で通常カメラ・高精細カメラ各 1 台の映像を処理（実証①-1 行動検知と共用）（高さ 5.7 cm×幅 30cm×奥行 33 cm） ・ エッジ AI デバイス格納用防塵・防水ボックス 2 台（実証①-1 行動検知と共用）（高さ 50cm×幅 45 cm×奥行 20cm）



4.4.3. 検証事項・調査方法

<p>検証事項</p>	<ol style="list-style-type: none"> ① 日中の屋外環境において混雑情報の取得が可能なカメラスペック及び配置等の設置条件の把握（通常カメラによる、混雑情報解析結果の精度（人物の検知精度、時間帯と検知精度の関係） ② 日中および夜間の屋外空間において属性情報の取得が可能なカメラスペック及び配置等の設置条件の把握（高精細カメラによる、属性情報解析結果の精度（属性の検知精度、時間帯と検知精度の関係） ③ 施設運営上の混雑情報の有用性 ④ プレイスメイキングの企画にあたっての属性情報の有用性 ⑤ イベント運営にあたっての属性情報の有用性
<p>調査方法</p>	<ol style="list-style-type: none"> ① 通常カメラで取得した位置情報の精度を分析（精度が悪い場合、必要な離隔等の与件を確認する等の調整を行う） ② カメラ種別等×配置等を組み合わせた複数パターンで属性情報を取得し、屋外空間において必要十分な精度の属性情報取得における設置条件を把握する。 ③ 施設運営事務局に混雑情報の有用性に関するアンケートを実施する。 ④ 施設運営事務局にアクティビティツール貸出時等における属性情報の統計情報を取得し、プレイスメイキング企画上の有用性に関するアンケートを実施する。 ⑤ イベント主催者に対して、属性情報の有用性に関するアンケートを実施する。

4.5. 実験実施結果

4.5.1. 実験結果

<実証①-1 : 行動検知>

- 検知対象とした行動の映像を現地で撮影し、撮影した映像ファイルに対して行動の種類・カメラからの距離・映像の種類（可視/赤外）・時間帯（日中/夜間）のラベル付けを行った。また、それらの映像ファイルに対して実証エリアで利用した AI アルゴリズムを適用し、各行動の検出有無を出力し、ラベル付けの内容と比較を行うことで各パターンにおける特定行動の検出可否を整理した。

特定行動の検出率

日中・通常カメラ（可視）

	～5m	5m～7m	7m～10m	10m～15m	15m～20m
転倒	80.0%	80.0%	80.0%	36.0%	36.0%
しゃがみ込み	87.5%	75.0%	61.5%	44.4%	53.1%
自転車乗り入れ	90.9%	81.8%	100.0%	89.5%	63.9%
喫煙	100.0%	82.6%	82.6%	83.3%	46.3%
侵入検知	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	40.0%

日中・通常カメラ（赤外線）

	～5m	5m～7m	7m～10m	10m～15m	15m～20m
転倒	60.0%	60.0%	63.6%	33.3%	12.2%
しゃがみ込み	75.0%	75.0%	75.0%	36.4%	36.2%
自転車乗り入れ	100.0%	100.0%	85.7%	100.0%	77.8%
喫煙	100.0%	100.0%	75.0%	61.5%	8.8%
侵入検知	100.0%	100.0%	100.0%	80.7%	60.4%

夜間・通常カメラ（可視）

	～5m	5m～7m	7m～10m	10m～15m	15m～20m
転倒	75.0%	75.0%	33.3%	33.3%	14.3%
しゃがみ込み	90.9%	90.9%	90.9%	76.9%	50.0%
自転車乗り入れ	66.7%	66.7%	37.5%	16.7%	17.9%

喫煙	87.5%	87.5%	66.7%	57.1%	25.9%
侵入検知	100.0%	100.0%	80.1%	72.3%	35.1%

夜間・通常カメラ（赤外線）

	～5m	5m～7m	7m～10m	10m～15m	15m～20m
転倒	75.0%	75.0%	21.4%	21.4%	1.9%
しゃがみ込み	63.2%	63.2%	63.2%	63.2%	5.8%
自転車乗り入れ	88.9%	88.9%	88.9%	18.8%	10.5%
喫煙	87.5%	87.5%	87.5%	87.5%	8.6%
侵入検知	100.0%	100.0%	100.0%	92.1%	62.5%

解析イメージ画像：転倒検知の例



<実証①-2：混雑度・属性検知（混雑度解析）>

- 敷地内で撮影した映像から、人が映り込んでいる画像を無作為で抽出し、それらに対して、映り込んでいる人の数・時間帯（日中・夜間）のラベル付けを行った。また、それらの画像ファイルに対して実証エリアで利用した AI アルゴリズムを適用し、人数のカウント結果およびそのカウント結果に基づく混雑度のステータス（定義は後述）を出し、ラベル付けの内容と比較を行うことで、カウント人数の誤差およびステータスの正答率を整理した。

通常カメラ（可視）での混雑度検知精度

	混雑度正答率	平均誤差
日中	約 95%	±5 人程度
夜間	約 85%	±10 人程度

解析イメージ画像：混雑度解析



※敷地内の建物の中やキッチンカー/パラソルなどに隠れた部分は検知不可

<実証①-2：混雑度・属性検知（属性解析）>

- 敷地内で撮影した映像から、人の顔が映り込んでいる画像を無作為で抽出し、それらに対して、映り込んでいる人の性別・年齢・カメラからの距離・時間帯（日中・夜間）のラベル付けを行った。また、それらの画像ファイルに対して実証エリアで利用した AI アルゴリズムを適用し、顔画像に基づく性別・年齢の判定結果を出力し、ラベル付けの内容と比較することで性別・年齢層の正答率を整理した。

高精細カメラ（4K 可視カメラ）での属性検知精度

		12 倍ズーム (光学ズーム 6 倍×デジタルズーム 2 倍)			18 倍ズーム (光学ズーム 6 倍×デジタルズーム 3 倍)		
		エリア内 20～30m	入口近辺 30～40m	入口前 40m～	エリア内 20～30m	入口近辺 30～40m	入口前 40m～
		日中	性別	86.3%	85.3%	84.4%	85.2%
年齢	92.7%		87.8%	67.2%	約 81.5%	66.7%	76.6%
夜間	性別	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	年齢	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

※N/A: 夜間のため、判定不可（人間の目で判断する評価用のラベル設定・付与が難しく、精度評価自体が困難）

解析イメージ画像：属性解析



4.5.2. 分析

<実証①-1：行動検知>

- ・ 検証事項①：日中の屋外環境において特定行動の検出が可能なカメラスペック及び配置等の設置条件の把握
 - 各種行動の検知結果を踏まえると、15m 以上離れると全体的な行動の検知率が低下する傾向があるため、**1 台のカメラでカバー可能な範囲は、15m 先まで**と想定。
 - また、可視画像の方が、赤外画像よりも検知精度がよい傾向がある。

- ・ 検証事項②：夜間の屋外環境において特定行動の検出が可能な赤外線カメラのスペック及び配置等の設置条件の把握
 - 日中と同様に、15m 以上離れると全体的な行動の検出率が低下する傾向があるため、**1 台のカメラでカバー可能な範囲は、今後の精度向上も見込み 15m 先まで**と想定。
 - 行動の種類によって、赤外画像の方が検知精度がよいものと可視画像の方が検知精度がよいものが混在している。

- ・ 検証事項③：通常カメラと高精細カメラのイニシャルコスト・ランニングコストの差異
 - カメラの耐用年数を 5 年間で仮定した場合、イニシャルコスト・ランニングコストを合わせた合計の概算費用を検証。

- ・ 検証事項④：管理者へのリアルタイム通知の効果および管理効率化の為に AI 検知結果と紐づけるべき設備・機能の検証
 - 検知した行動の種類によっては、その場で利用者に通知・注意喚起を図ることが望ましいものもあると考えられるため、**照明/音声関連設備やロボットなどと連携**することでより効率的な管理が可能となる見込み。

- ・ 検証事項⑤：個人情報（映像データ）取得に係る社会受容性の確認
 - 今回の取り組みでは、現地に個人情報を含む映像を取得する旨掲示を行っていたが、問い合わせやクレームについては特段発生しておらず、**映像取得・解析を行うことに対する社会的受容性は従前に比して高まっていると想定**される。

<実証①-2：混雑度・属性検知>

- ・ 検証事項①：日中の屋外環境において混雑情報の取得が可能なカメラスペック及び配置等の設置条件の把握
 - **混雑情報の取得は、通常カメラ（FHD）品質でも問題なく取得が可能。**
 - ただし、設置条件として、遮蔽物が多く人が隠れてしまう場所が多い、設置物の配置が頻繁に変更されるなどがある場合、実際に敷地内に存在する人数と解析結果の人数の乖離は大きくなってしまう。
（今回の実証エリアでも、実際の敷地内の人の数との乖離が指摘されたが、**AIの精度検証結果自体には大きな問題はなく、パラソル・キッチンカー・テントなどが設置・配置変更されることによりカメラからの死角が増加したことによるものと想定される**）
 - また、設置条件によっては、夕方の時間帯や逆光環境において検知精度が低くなる場合があるが、カメラの画角・向きを極力順光条件にする、検知したいエリア以外が極力映り込まないようにする、等の対策を行うことで精度の低下は抑制可能。

- ・ 検証事項②：日中および夜間の屋外空間において属性情報の取得が可能なカメラスペック及び配置等の設置条件の把握
 - 今回利用した**高精細カメラの場合**、カメラに搭載された光学ズーム・デジタルズーム機能を利用することで、距離が相当離れていても年齢・性別情報を取得可能なことが確認できた。
 - ただし、距離が30mを超えると年齢の解析精度が少し低下する傾向があるため、今回利用した**1台のカメラでカバーできる範囲は30m先まで**と想定される。
 - また、デジタルズームはその性質上、倍率の違いによって距離別の解析精度に影響を与えることが想定されたが、大きな差は見られなかったため、光学ズームのみを利用してより広範囲を撮影することで解析範囲を広げられる可能性があるため、引き続き検証を進めたい。
 - 夜間については、照明の影響で顔画像が見えない、或いは、日中の見え方と大きく異なるため、現時点での**属性判定は難しい**。
 - また、日中は通常のFHDカメラでも顔画像を利用した属性情報解析は可能だが、今回の通常カメラは少ない台数で広範囲を撮影する設置条件（図「カメラ位置と画像検知範囲のイメージ」参照）となっているため、今回利用した顔画像に基づく属性判定を行うAIアルゴリズムでは十分な精度での判定を行うことは難しい。
 - これらの課題の解決の方向性としては、歩き方や全身画像から性別・年齢を解析するAIアルゴリズムを適応することが考えられる。

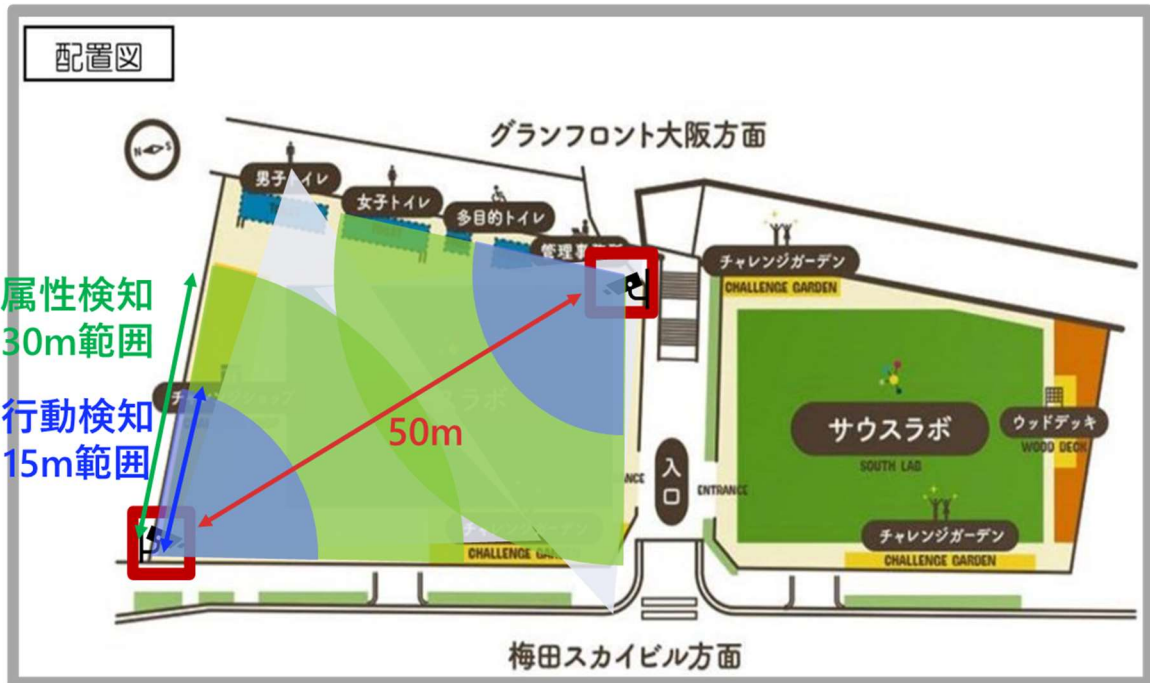
- ・ 検証事項③：施設運営上の混雑情報の有用性
 - 昨今のコロナ禍の状況下においては、過度な密集を避ける仕組みは需要も大きく、密集を避けるための入場規制などを実施するにあたり、指標の1つとして混雑情報を利活用することは有用性があると想定される。

- ・ 検証事項④：プレイスメイキングの企画にあたっての属性情報の有用性
 - コロナ感染拡大を受けて、イベントを中止したため、検証しなかった。

- ・ 検証事項⑤：イベント運営にあたっての属性情報の有用性

- コロナ感染拡大を受けて、イベントを中止したため、検証しなかった。

カメラ位置と画像検知範囲のイメージ



4.5.3. 考察

<検知結果とその影響要因について>

- ・ 今回の精度検証の結果より、AIによる検知精度に影響を及ぼす要因とその影響を回避・軽減する方策の例について整理を行った。
- ・ 特に影響が大きいと考えられるレイアウトの変更や環境条件については、施設の運用や設計段階から考慮することが必要と考えられる。

	実地にて発生した事象	想定される対応策
レイアウトの変更	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 実証エリアでのイベント実施や設備レイアウト変更により、事前に想定していた解析範囲が隠れて見えなくなったため、AI解析・検知が一部不可能となった。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ AIによる解析が優先できる場合は、設備の新設時に配慮が必要なエリアをあらかじめ定めておくことで調整を図る運用とする。 ✓ また、AIによる解析を優先できない場合は、AI解析結果を利用したサービス提供を一時的に停止する、バックアップ用機器の設置位置をあらかじめ定めておき、そちらに切り替えられるように準備しておく、等の対策も考えられる。
調整用データの不足	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 今回の実証では、既設のカメラの映像を事前調整に利用することができず、新規に設置したカメラで取得した映像を用いてAIを実環境に合わせて調整・実装する形となった。ただし、実証期間の制約もあり事前調整は新規カメラを設置後にスポットで取得したデータで行わざるを得ず、バリエーションが十分に確保できなかった。 ✓ そのような調整でもある程度精度の調整は可能だが、日照条件や天候などの環境条件は、年間を通じて変動するもののため、本来は事前調整用の映像データのバリエーションを十分に収集することが望ましい。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 当該エリアの実データ取得については、定期的なデータ収集・学習を行うことで、環境条件の影響の緩和や、さらなる精度向上を図ることは十分に可能。
環境光の影響	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 屋外では、カメラの角度や設置位置・環境光の影響を強く受けるため、AI機器の実装後にカメラごとにパラメータの調整が必要となった。 (実証エリア内でも付近の照明の明るさで見え方が異なる、カメラの向き、角度によって天候や日光の影響が異なる) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ AI処理のインプットとなる映像については、極力品質が一定となるよう、環境光の影響を極力受けたくないような機器の選定・設定および、画角の調整が必要。 ✓ また、実装前に十分な調整が図れるよう当該エリアの実環境での映像が入手することが望ましい。

		<p>✓ また、実環境での映像の入手が難しい新規開発エリアにおいては、BIM データなどを用いたシミュレーションや、AI 運用に望ましい条件を設備の計画段階から織り込んでおくことが効果的と考えられる。</p>
--	--	--

<運用体制・役割について>

- ・ 設置段階において必要となる主な役割は、①想定設置先の事前調査 ②設置機器・位置・画角の決定 ③機器の調達 ④カメラ・エッジ AI 機器の設置の 4 点である。
- ・ ①想定設置先の事前調査は、カメラの画角・設置位置などが AI 解析に適しているかどうか、設置の段階で確認しておくことが精度の担保には重要であるため、可能な限り日照条件や光量の事前把握、想定設置位置からの撮影イメージ映像の取得などを事前に行う、等の内容を想定している。この役割は、地域・施設の開発・運営事業者単独で行うことも可能であるが、その際は AI 技術の提供企業が示す確認ポイントを提示することが望ましい。事前にすり合わせが難しい場合は、極力現地視察を行う。
- ・ ②設置機器・位置・画角の決定については、開発・運営事業者の保有する実環境に関する情報提供を前提として、AI 技術の提供事業者にて素案を作成し、設置仕様として取りまとめの上、実際の設置事業者と連携を図ることが望ましい。
- ・ ③機器の調達については、機器を設置・購入する事業者が行うことになるが、実装したい AI 解析の項目や仕様によって必要なカメラ・エッジ AI 機器の構成が大きく変わるため、AI 技術の提供企業がハード面も合わせて提案することが望ましい。
- ・ ④カメラ・エッジ AI 機器の設置については、エッジ AI 機器を利用する場合、防犯カメラの設置にかかる電気工事・施工を行う際に必要な作業は大きく変わらないため、防犯カメラ設置とほぼ同様の仕様で設置が可能である。
- ・ 運用・メンテナンス段階において、必要となる役割は、①機器の稼働/解析処理の実行状況のモニタリング ②ソフト（アプリケーション）面での不具合対応・保守 ③ハード（デバイス）面での不具合対応・保守 ④システムを活用した施設・エリアマネジメントの 4 点である。
- ・ ①機器の稼働/解析処理の実行状況のモニタリングは、AI 技術・サービスの提供事業者が運用保守サービスとして提供するか、モニタリング用システムを構築・提供を受けて地域・施設の開発・運営事業者にて実施するケースのいずれかが考えられる。
- ・ ②ソフト（アプリケーション）面での不具合対応・保守は、エッジ AI デバイスの性質や機能について熟知していることや AI の技術仕様・秘匿性等の観点から、AI 技術・サービスの提供事業者が運用・保守サービスとして行う必要がある。
- ・ ③ハード（デバイス）面での不具合対応・保守は、機器によって問い合わせ先が異なる場合運用上の非効率となってしまうため、エッジ AI デバイスも含めて交換や初期設定の対応ができる事業者が一括で実施することが望ましい。
- ・ ④システム・データを活用した施設・エリアマネジメントは、地域・施設の開発・運営事業者にて実施することが基本となる。

<取得したデータの利活用について>

- 今回実証した技術により取得・蓄積可能となるデータの活用の方向性としては、①リアルタイムデータとしての活用
②時系列データとしての活用の2つがあるが、エッジ AI の特色である、リアルタイム性を用いることで効率的・効果的な施設運営が可能となると考えられる。

	想定ユースケース	利用するデータ
①リアルタイムデータの活用	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 不審な行動を検知した場合、即時に通知することで、見回りのコストの低減や対応時間の短縮につなげる 	<ul style="list-style-type: none"> ・行動検知データ
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ リアルタイムの状況を可視化・発信することで、来街者・施設利用者の自主的な行動変容を促す ✓ (例：大規模な公園や観光・商業施設、テーマパーク、イベント会場などにおいて、混雑情報を発信することで、人の動きが最適化され、混雑の抑制や待ち時間の最適化を実現) 	<ul style="list-style-type: none"> ・混雑度 ・人数データ
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 複数の公園・施設等に同様の仕組みを導入した場合、同じ基準で公園の運営状況や現状を可視化・統合管理を行うことが可能となり、管理・運営業務が効率化される 	<ul style="list-style-type: none"> ・複数拠点の各種検知データ
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 公園は災害時に避難先として利活用されることが想定されるため、その際に公園の混雑度や訪問者数、属性分布等を把握することで、災害発生時に行政側の対応方針・必要な物資種別・数の決定等初動対応をより円滑に進めることができるようになる 	<ul style="list-style-type: none"> ・混雑度 ・人数データ ・属性データ
②時系列データの活用	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 集客施策（例：集客イベントの企画、事業者の誘致など）を立案・実行する際に、ターゲット層の検討や、集客効果の試算・結果を把握することでエリア全体の付加価値・収益性を向上させることができる 	<ul style="list-style-type: none"> ・混雑度 ・人数データ ・行動検知データ ・属性データ

<取り組みの発展の方向性について>

- 属性・混雑度の取得結果や行動の検知結果に基づき情報を発信する際の相手は大きく、①施設管理者②現在の利用者の2つに分かれるが、特に行動検知については、①施設管理者に通知して対応させるのではなく、リアルタイムに②現在の利用者に警告・注意喚起を行うことでより効率的な管理が実現可能のものもあると想定される。
- 今回の実証対象となった行動について、検知結果の通知先の分類の考え方を以下に示す。

検知結果の通知先の分類

	通知相手	考え方
転倒	①施設管理者	✓ 左記のような行動を検知した場合は、何らかの助けを必要としている可能性が高いため、管理者に通知して対応を促す必要がある
しゃがみこみ		
自転車乗り入れ	②来街者	✓ 左記のような行動を検知した場合は、管理者が通知を受けて対応するまでに行為者が立ち去ってしまい、抑止・停止につなげられない可能性があり、また都度管理者が現地に向かって制止することは実運用上も難しいことから、その場で警告・注意喚起を行うことで制止を図ることが望ましい
喫煙		
不法侵入	①施設管理者 ②来街者	✓ 不法侵入については、場所によっては即座に制止する必要がある場合もあるため、自転車乗り入れや喫煙と同様に行為者に対して直接警告・注意喚起を行うことが望ましい ✓ ただし、上記によって制止できない可能性も十分あるため、同時に管理者に通知し、対応を促すことも必要となる

- また、各種行動を検知した場合の通知方法も、行動検知結果という情報を適切に活用するためには重要な要素であるため、望ましい通知方法についても以下の通り整理した。特に、②来街者向けの通知については、通知相手が多様な属性を持つことが想定されるため、様々な通知方法を組み合わせることで実効性を高めることが非常に重要。

通知方法の考え方

通知相手	通知方法（案）	考え方
①施設管理者	・管理事業者のシステムに情報を連携し、デバイスに通知	今回の実証ではメール通知機能を実装したが、本番では、メール以外の管理用システムやチャットツールなどに共有するなど、複数人で確認・対応するのにより適した形で実装することが望ましい。
②来街者	・光・音声の組み合わせによる警告 ・ロボット/ドローンなどによる物理的な接近を伴う警告	来街者に対する警告や危険通知などについては、多様な属性の来街者に対して同様に通知できることが重要であるため、聴覚・視覚などに障がいを持つ方や、日本語以外の言語を母国語とする居住者・観光客などを想定して通知方法を設計する必要がある。

	<p>また、外部の情報を取得する5感のうち、視覚・聴覚の占める割合が大きいと考えられているため、その両面にアプローチすることは通知の実効性という観点でも効果的と想定される。</p> <p>加えて、物理的な動きは目に入りやすいという点や、行動の種類によっては対応が必要（例：喫煙の場合、吸い殻の回収など）となるケースが想定されることを加味すると、光・音声による警告で抑止できない場合の対策としてロボット/ドローンなどを派遣するなど効果的と考えられる。</p> <p>音声の警告内容についても工夫の余地があり、同じ音声を繰り返し放送するだけでなく、AIカメラで取得した対象者の属性情報や服装情報を加えて警告音声に組み込む、といった工夫を行うことで警告の効果が変わる可能性もあるため、そのような実証も今後検討したい。</p>
--	---

- ・ また、そのような考え方を踏まえた、今後の取り組みの発展の方向性の一例を以下に示す。
 - ①音声認識技術と組み合わせることで、来場者・利用者への注意喚起や警告などを行い、安心・安全な管理を効率的・効果的に実現する。AIカメラやセンサーで検知した結果について音声による発信・誘導を行うことで施設運営の円滑化を加速させることができると思われる。
 - ②スマートフォンやスマートグラス(AR グラス等)などの組み合わせにより、管理者による対応が必要となる事象を、管理者の保有するスマートフォン等のデバイスで確認ができる仕組みを整えることで、事象がいつ、どこで発生したかが即座に把握できるようになり、利用者へのサービス品質や、施設内の安心・安全の向上を実現する。またその際に現場に向かう際の誘導をハンズフリーで指示ができるデバイス(スマートグラス等)を活用できるようにすることで、現場への移動が円滑化するとと思われる。

(例：どこで発生したかを調べなくてもスムーズに対応に移れるよう、向かうべき地点を通知・案内する一連の仕組み)
 - ③初期的な対応を人ではなくドローン・ロボットなどで行うようにすることで、サービス・施設管理の対応速度・品質向上を実現するとともに、省人化を進めることができるのではないかとと思われる。また、ドローン・ロボット等は、AIカメラ等デジタルの仕組みと円滑に連携がとれるため、対応の迅速性は大きく向上することが期待できる。

4.5.4. 技術の実装可能な時期、実装に向けて残された課題

<実装可能な時期>

- ・ 今回の実証実験の期間では混雑度・属性の解析結果や特定行動の検知結果データを別のシステムに連携する仕組みや、データをリアルタイムに可視化するためのダッシュボードなどの画面の実装は行っていないが、2期地区での実装・運用には必要であると想定されるため、それらの機能・システムの要件定義ならびに開発については半年～1年程度あれば可能と想定される。
- ・ また、システムとしての開発と並行して、継続的にデータを収集し AI の学習を進めることで、実環境に合わせたより高精度な検知・解析や検知項目の追加など、主となる機能面の拡充も可能となってくる。あわせて、上記発展の方向性にて記載をした他の仕組みとの連携についても、上記の開発期間の中で要件定義を行うことで、円滑に追加で連携・実装することができるようになると思われる。

<実装する場合の費用感>

- ・ エッジ AI デバイスは複数台カメラを1台の機器で処理が可能であるが、その場合**複数台カメラに跨る接続回線工事等が絡み、その工事費用は実際のカメラおよびエッジ AI デバイスの設置位置に依存するため、現時点での具体的な試算は難しい。実際の設計において必要となるエッジ AI デバイスの必要台数によって総費用は大きく変動することに留意いただきたい。**

＜うめきた 2 期地区での実装に向けた課題＞

- ・ うめきた 2 期地区での実装に向けては、以下に示すような課題の解決が必要と考えられる。

実装に向けた課題と解決の方向性

① まちづくり側の視点

	概要
導入コスト	✓ 本技術の導入にあたっては前述のインシャル・ランニングコストが発生し、費用対効果（行動検知の場合、警備費用等との兼ね合い）が最大の課題である。
データ取扱い	✓ 公共空間（当地区都市公園や歩道等）で導入の場合、データ取得主体や、第三者提供を含めた利用可能範囲等の官民区分が課題である。

② サービサー側（本実証パートナー）の視点

	概要	解決の方向性（案）
カメラの規格や設置仕様のばらつき	✓ AI で画像解析を行う場合、画角・設置位置・機器の仕様によって精度に影響するため、AI 解析を行う前提でカメラの選定や設置仕様を決定する必要がある	✓ AI 解析を行う際のカメラ設置標準・規格など（例：光量条件、日照条件、方位、高さ、角度など）を定めることで、AI 解析技術・サービスを事後的に導入する際のハードルが下がり、AI の社会実装を推進することが可能となる
通信環境	✓ AI 解析で検知した結果が、リアルタイムで必要な場合は、携帯回線等を通じて、リアルタイムで通信をして通知を管理者に連携する必要があるが、通信状況が必ずしも安定しない場合は、遅延や送信に不備が生じることがあり、運用に支障ができる可能性がある。	✓ 仕組みを導入する公園等の施設において、5G 等の通信設備をきちんと整備するとともに、必要に応じて施設側で有線の通信基盤を構築し、災害対策を含めたバックアップ体制を敷く必要がある
運用体制	✓ 先端技術に必ずしも慣れていない管理者が施設運営を行う場合、AI 解析システム等の仕組みを円滑に運用・保守できずに、利活用が進まない可能性がある。	✓ AI 解析システムを提供・実装する事業者と管理者が密に連携をし、管理者が利活用しやすい運用フロー・体制にあわせたシステム構成にするとともに、運用・保守時に円滑に管理者向けの支援ができる体制の構築や業務フロー・責任領域の切り分けを導入時に事前に明確化を行う必要がある
ユーザーの利用環境	✓ AI 解析結果を確認し利用する上で、結果表示画面・可視化ダッシュボードを閲覧できる環境を、パソコンないしスマートフォン等のデバイス側で、ユーザーとして確保する必要がある	✓ 特定の、不具合が出やすい旧式のインターネットブラウザ等から、最新式のブラウザへの更新を行うなど、一連のシステムを導入する際に、ユーザー側の利用環境まで要件を定

		義し、必要な更新作業を一気通貫で設計・実施する
背景・施設内 レイアウト の変動	<ul style="list-style-type: none"> ✓ AI 解析を行う画角が常に安定しているとは限らないため、イレギュラーな要因で解析処理が行えなくなってしまう場合がある 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ レイアウトの変動や障害物による画角の遮蔽などが起こらないようルール化を行う ✓ 画角の遮蔽が発生してしまう場合の対応・運用フローを策定しておく

4.2. 横展開に向けた一般化した成果

<実証①-1 : 行動検知>

- ・ 人間の骨格を推定して行動を検知する場合、行動と人の向き組み合わせによってはカメラから死角になってしまい、骨格推定が困難ないし不可能になってしまう場合があるため、特に侵入検知や転倒の検知等重大な事象につながる行動については、例えば骨格検知での行動推定と物体検知での行動検知を組み合わせで2重に検知する、或いは、カメラの設置確度・密度を増す等により、重大性の高い行動については検知率を極力向上させるための工夫が必要である。

<実証①-2 : 混雑度分析>

- ・ 時間帯によって光の条件が大きく変わる屋外環境では、あらかじめ混雑度を解析・判定する際のしきい値を時間帯や日照条件に応じて調整しておく必要がある。
- ・ AI で瞬時に解析した結果をそのまま表示・発信内容に反映させると、一時的に画角から外れる人が多かった場合などに、表示が頻繁に切り替わってしまい発信する情報にブレが生じてしまう可能性があるため、一定の時間単位で混雑度を推定することが望ましい。

<実証①-3 : 属性分析>

高精細カメラを利用する場合、人物の顔がカメラに対して正面に近い画角で映り込む場合、数十メートル離れていても属性の解析が可能。人が確実に通る場所にフォーカスすることで属性解析の取得比率を向上させることができる。ただし、動線がカメラ向きに設計されていない場合、人の顔の映り込みが極端に少なくなってしまうため、属性解析を遠距離から行う場合は、動線の設計にも配慮が必要。顔画像に基づく属性解析を行う場合、解析対象者の顔が正面に近い画角で映り込むことが望ましいため、カメラの高さを低く、地面に対する角度を並行に近づけることが望ましい。ただし、そうする場合、設置条件や施設レイアウトによっては、入り口とカメラの間を通行している人の顔だけが映り込んでしまう場合などもあり、可能な限り視線の高さでの映像を取得・解析できる機器（例：デジタルサイン付帯カメラ）を活用することも検討すべきと考えられる。

5. スマートグラスを活用した植栽管理実証（実証②）

実証テーマ	実証② スマートグラスを活用した植栽管理 (公募資料では「遠隔緑地管理システム」と記載) <ul style="list-style-type: none">・ 実証②-1 植栽管理作業報告書の自動作成実証・ 実証②-2 植栽管理の遠隔支援実証・ 実証②-3 スマートグラスのデバイス検証
実施パートナー	・ 日比谷アメニス
実施場所	・ 大阪市北区中津5丁目2番1号および1番4号 うめきた外庭スクエア（以下、「7街区」という。）
実証日	・ 2020年12月15日～2021年1月31日

5.1. 実証実験の位置づけ

5.1.1. 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

- ・ 造園業界は、建設業界等その他業界に比較し、業務のICT化が遅延している。従来の緑地管理運営は、その作業にICTツールが用いられているケースは少なく、管理を行った作業報告や利用者の声の収集は、口頭による伝達で行われたり、紙ベースで情報の蓄積が行われたり、またはその情報をPC上に改めて手入力を行う等、業務効率に課題がある。
- ・ うめきた2期地区内都市公園においては、ウェアラブルデバイスであるスマートグラス等のICTツールを用いた次世代の高効率な緑地運営の実現を目指している。
- ・ 本年度は、うめきた2期地区隣接の屋外エリアにて、造園業界初の試みとなるスマートグラス、及びスマートグラスに対応するアプリケーションを活用した植栽管理を試験的に実施し、アプリケーションの自動日報作成機能や遠隔支援機能を用いることによる業務効率化の効果を検証する。

5.1.2. ロードマップの達成に向けた課題

- ・ 現在、行われている植栽管理業務では、主に、作業報告書作成業務、及び、現場スタッフ・遠隔地の上司者間の情報共有の点で課題が存在する。

《作業報告書作成業務について》

- ・ 植栽管理作業の多くの現場では、作業内容を委託元等に報告するための作業報告書を作成する業務がある。一般的に、報告書は作業を実行し完了したことを委託元に説明するため、作業前・作業中・作業後の写真を撮影し報告書に添付し作業内容を記載する。なお、1件の作業毎に1枚の作業報告書を作成する。写真撮影は作業リーダー、報告書への写真添付や作業内容記載は作業管理責任者が担う。

- ・ 現状の業務フローでは、作業リーダーが撮影した写真は、1日の作業数が多いことや、良いアングルの写真を撮るために何度も撮り直すことにより、枚数が多くなる。また、アップの写真のため、撮影した場所の判別が難しい場合も存在する。これらの条件により、作業管理責任者が作業報告書を作成するにあたり、写真を整理する負担が重くなるケースが発生している。また、作業リーダーが作業写真を撮影することに慣れていない場合、作業管理責任者が意図しない、誤った写真を撮る場合がある。さらに、作業リーダーが写真データの入ったSDカードを作業管理責任者に渡すために、余計な移動時間が必要となっている。

《現場スタッフ・遠隔地の上司者間の情報共有について》

- ・ 現場でトラブルが発生した場合(例：害虫発生・樹木の損傷など)や、そのほか作業内容の情報を共有したい場合、現在は、作業管理責任者は遠隔地の本社・支店・事務所に居る上司者に電話、或は、画像送信によって状況を共有することで確認を行っている。また、作業スタッフが植栽管理作業の初心者である場合、現在は、その場に居合わせている熟練者の作業スタッフまたは作業リーダーの直接指導により作業の方法を指導している。
- ・ しかし、植栽管理トラブルの緊急性が高い場合、電話では上司者から作業管理責任者に正確に管理に関する指示を正確に伝えられない場合がある。上司者が現地に直接視察し指示・指導を方法も考えられるが、移動時間と交通費の経費が発生することになる。また、作業スタッフの熟練者について、高齢化も進行しており、その人数が減少傾向にあり、植栽作業の技術継承が課題となっている。さらに、コロナ禍の状況下では、緑地管理の現場に上司者が直接視察を行い、作業管理責任者・作業リーダー・作業スタッフに指導を行うことは、感染のリスクに繋がる。

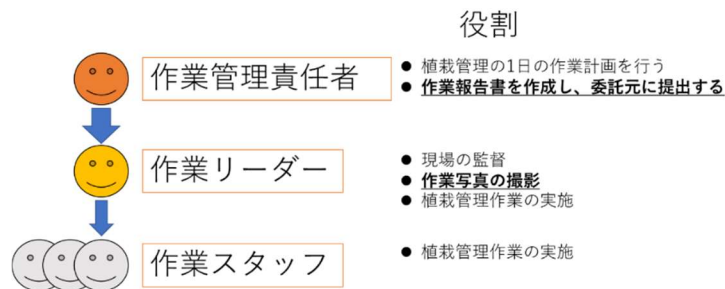
5.1.3. 課題解決に向けた本実証実験の意義・位置づけ

- ・ 上記課題を解決し、うめきた2期開発地区都市公園における植栽管理の効率化を実現するため、本実証実験では、スマートグラスに対応したアプリケーションにて、作業報告書を自動で作成する機能を開発する。そして、スマートグラス、及び、スマートグラスに対応したアプリケーションを活用した植栽管理の作業報告書の作成業務を実施し、従来の報告書作成の業務フローと、業務に要する時間を比較することで、技術の有用性を検証する。
- ・ また、スマートグラスに対応したアプリケーションに搭載されている遠隔支援機能（既存の機能）を用いて、現場の作業管理責任者や作業リーダーと、遠隔地の上司者や作業熟練者との間で情報共有を行う実証を実施し、情報伝達のスピード、及び、情報の正確性を検証する。
- ・ 加えて、上記課題解決のために活用するスマートグラスについて、複数種のデバイスを活用・比較することで、植栽管理に適したスマートグラスのデバイスを明らかにする。

5.2. 実証②の全体像

- ・ 本年度の、スマートグラスを活用した作業報告書の自動作成、植栽管理の遠隔支援の実証は、うめきた 2 期開発地区隣接地区の屋外空間である 7 街区で、試験的に業務を実施することで行う。植栽管理の作業スタッフの役割、及び、各役職の役割は下記を想定する。
- ・ 但し、7 街区における植栽管理作業を行う人数規模は少数であるため、作業リーダーと作業管理責任者の役割は、7 街区の植栽管理を担当する日比谷アメニス社員が兼任する。

実験における植栽管理作業の役割の仮定

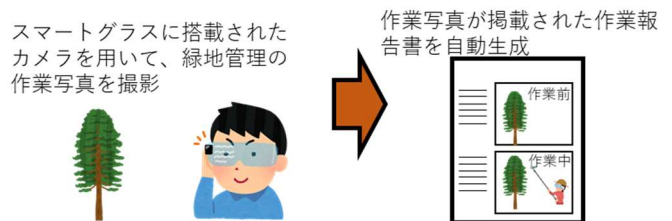


- ・ 実証には、3 種のスマートグラスのデバイス、及び、スマートグラスに対応したアプリケーション「UBimax」を使用する。UBimax は、「ワークフロー機能」と「遠隔支援機能」を搭載する。
- ・ スマートグラスと UBimax を併用することで、下記表記載①～③のメリットが期待される。

UBimax の搭載機能

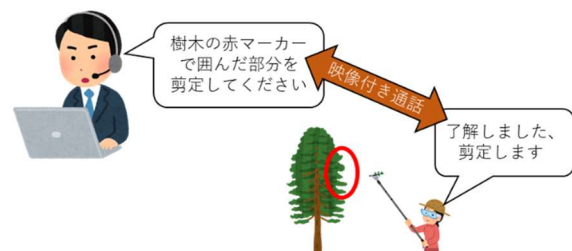
ワークフロー機能

- ・ スマートグラス上で音声・写真撮影による入力を行うことで、その情報を載せた報告書を出力する機能。
- ・ 開発によるカスタマイズが可能。



- ・ 遠隔地の PC やタブレット・スマートフォン(今後対応予定)からスマートグラスの前方に付いたカメラの映像を確認しながら双方向の通話ができる機能。PC 側から AR マーカーを引いてスマートグラス装着者に指示を出す機能、PC 側の画面・ファイルをスマートグラス画面に共有する機能付き。
- ・ 初期状態からアプリに搭載。

遠隔支援機能



UBimax とスマートグラスを併用するメリット

<p>① ハンズフリーで 操作が可能</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ スマートグラスは全て音声入力で作動できるため、手に植栽管理作業関係の道具を持っていても情報の即時共有・入力ができる。 ・ ICT デバイスに慣れていない人でも直感的に操作ができる。
<p>② 遠隔支援の効率化</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ スマートグラスのカメラは装着者の視線とほぼ一致しているため、遠隔地からスマートグラス装着者に作業指示を行う際に、効率よく指示を行いやすい。これを利用して、現場に上席者が不在でも、ベテランのノウハウを、空間を超えて利用できる。 ・ ベテランを現地に配置しなくてもよいので、人件費の削減が可能になる。 ・ また AR マーカー機能により、装着者に注目してほしい部分を映像で映すことができるため、装着者に分かりやすい形で指示ができる。
<p>③ 遠隔支援と ワークフロー機能の 併用が可能</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ ワークフロー機能で作業報告書の作成等を進めながら、同アプリ内で遠隔支援機能もそのまま利用できる。

UBimax とは

UBiMAX
wear IT at work

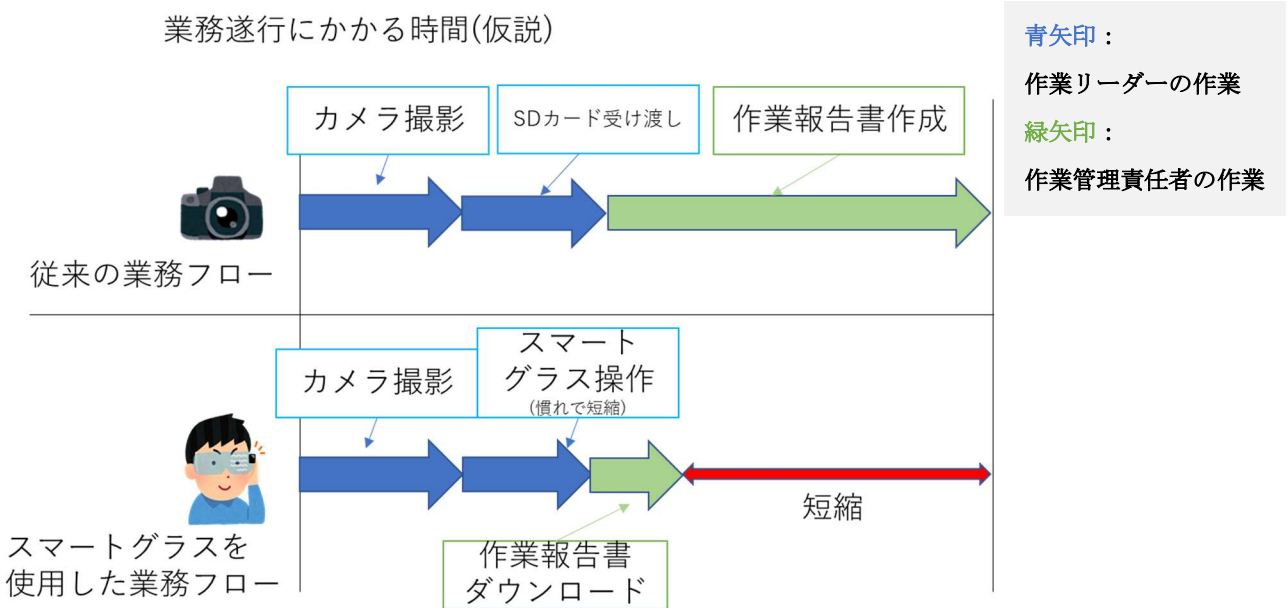
スマートグラスに対応したアプリケーション。

ドイツのベンチャー企業が開発。

5.3. 実証計画 - 実証②-1 植栽管理作業報告書の自動作成実証

5.3.1. 実証実験で実証したい仮説

- 作業報告書の作成をスマートグラスを使用して行うことで、作業管理責任者は、作業前・中・後の写真が報告書に貼り付けられたファイルをダウンロードするだけで報告書を用意することができ、かつ、SDカードの受け渡しも不要となるため、大幅に作業時間が短縮可能と考えられる。
- 一方、スマートグラスを使用した場合、スマートグラス装着者は音声操作により写真撮影を行い、作業内容を入力する必要があるため、従来の作業報告書作成の業務フローに比べ、作業リーダーによる写真撮影の作業時間は伸びる可能性がある。ただし、継続して使用することで操作の慣れにより作業時間は短縮可能と考えられる。



時間が短縮される作業

- 作業リーダーがSDカードを作業管理責任者に渡しに事務所へ行く時間
- 作業管理責任者が作業報告書を作成する時間
 - SDカードを読み込む時間
 - 写真を整理しながら作業毎に写真をピックアップする時間
 - 作業毎に作業内容、作業エリアを記入する時間

追加で実施される作業

- 作業リーダーがスマートグラスを操作して、作業内容・作業エリア等を入力する時間

5.3.2. 実証内容・方法

<実験方法>

- ・ スマートグラスと UBimax を、植栽管理の現場で作業リーダーが使用することで、作業報告書をスマートグラス上で簡単な操作を行って作成し、作業管理責任者の作業報告書作成時間の短縮を目指す。
- ・ デジタルカメラを用いて作業写真を撮影し、エクセルを用いて作業報告書を作成する方法を「従来の業務フロー」、スマートグラスを用いて作業写真の撮影・作業報告書の作成を行う方法を「スマートグラスを利用した業務フロー」として、それぞれ呼称する。実務にこれを適合した場合の業務フローを別ページ記載の(表 1)に示す。作業報告書はあらかじめ用意したテンプレート(図 1)を元に、必要な情報を入力して完成例(図 2)のようなエクセルファイルを作成する。
- ・ 植栽管理作業の作業報告書を作成する業務について、1日に8件の作業を7街区で実施すると仮定したうえで、従来の業務フローと、スマートグラスを使用した業務フローをそれぞれ3回実施し、作業リーダーと、作業管理責任者の作業時間が、スマートグラスを使用することによりどの程度短縮されるか検証を行う。なお、今回の実証実験を行う現場とする7街区の規模は小さく、少人数の従業員で植栽管理ができる環境であることから、作業リーダーと作業管理責任者が行う報告書作成業務は同一人物が兼務を行うことにした。実証実験の業務フローの流れについて、(表 2)に示す。

(図 1) 作業報告書のテンプレート

作業日	
作業内容	植栽エリア
	作業前
	作業中
	作業後

(図 2) 作業報告書の完成例

作業日	2020年8月24日	作業項目	日常作業
作業内容	落葉清掃	植栽エリア	W3
		作業前	
		作業中	
		作業後	






<作業時間の計測方法>

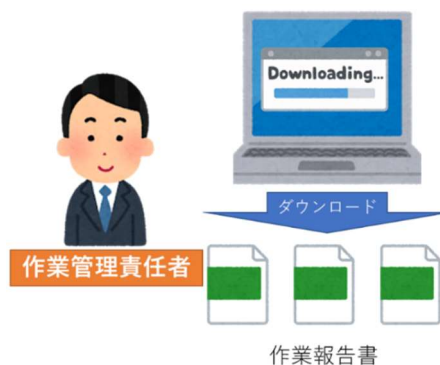
- 従来の業務フローとスマートグラスを使用した業務フロー、両者の時間の計測は、作業報告書作成に関わる作業(写真撮影・SDカード読み込み・写真整理)をすべて計測し、その合計時間を算出する。
- 従来の業務フローの場合、写真撮影のためにデジカメを起動している時間(以下、**撮影時間**と呼称)を計測する。加えて報告書作成のためにPCを立ち上げた状態からデジカメのSDカード内の写真を読み込み、作業報告書を計8枚、PC内の所定のフォルダ内に作成するまでの時間(以下、**報告書作成時間**と呼称)も計測し、撮影時間と報告書作成時間を合算した時間(以下、**合計時間**と呼称)を算出する。
- スマートグラスの場合は、写真撮影や必要情報の音声入力のためにスマートグラスを起動している時間(**撮影時間**)と、PCを立ち上げた状態から専用のクラウドサービスにアクセスし完成済の作業報告書を所定のフォルダにダウンロードするまでの時間(**報告書作成時間**)を合算した**合計時間**を算出する。なお、写真を撮影する場所の順番は指定した。また、撮影時間は、次の場所を撮影するために移動している時間は含めない。

作業時間の計測の前提

	従来の業務フロー	スマートグラスを利用した業務フロー
撮影時間	写真撮影のためにデジカメを起動している時間	写真撮影や必要情報の音声入力のためにスマートグラスを起動している時間
報告書作成時間	PCを立ち上げた状態からデジカメのSDカード内の写真を読み込み、作業報告書を計8枚、PC内の所定のフォルダ内に作成するまでの時間	PCを立ち上げた状態から専用のクラウドサービスにアクセスし完成済の作業報告書を所定のフォルダにダウンロードするまでの時間
合計時間	撮影時間と報告書作成時間の合計	

(表 1)作業報告書作成の業務フロー

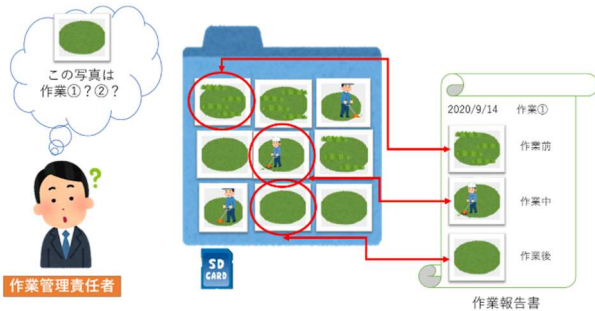
従来業務フロー	スマートグラスを利用した業務フロー
<p>① 1日の始業時に、当日の作業計画を作業管理責任者から作業員の作業リーダー・作業員に伝える。</p>  <p>現場の植栽エリア図</p> <p>作業スタッフ</p> <p>作業リーダー</p> <p>作業管理責任者</p>	<p>① 左記と同じ</p>
<p>② 作業時に、1件の作業毎に作業の前、中、後の写真を作業リーダーがデジタルカメラで撮影する。</p>  <p>作業リーダー</p>  <p>作業スタッフ</p>	<p>② 作業リーダーはスマートグラスを装着し、カメラ機能を用いて、1件の作業毎に前・中・後の写真を撮る。作業内容もアプリ上の選択肢から、この作業を行っている段階で入力する。エリアの情報と1件の作業の情報が紐付いているため、対象のエリアの写真を撮る前に、エリアに対応したQRコードを読み込ませる必要がある。</p>  <p>作業リーダー</p>  <p>作業スタッフ</p>
<p>③ 作業リーダーが作業管理責任者に、作業写真データの入ったSDカードを手渡しに行く。</p>	<p>③ 作業管理責任者は、「FlontlineConnector」と呼ばれるクラウドストレージのサービスにログインすると、スマートグラスで撮影した作業写真とその他必要な情報が添付された作業報告書のエクセルファイルが生成されているため、このサイトから完成した作業報告書をダウンロードする。</p> <p>《ポイント》</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 1件の作業につき作業前・中・後の写真が報告書に貼り付けられた状態でダウンロードできるため、写真整理が不要 ● 作業リーダー側が報告書に使用する写真を選択するため、(プレビュー機能付き)、作業管理責任者による写真の選別は不要



- ④ 作業終了後、作業管理責任者は、作業リーダーからSDカードを受け取り、写真データを取り出し、1件の作業毎に作業報告書を作成する。作業写真の前・中・後は、作業が同時進行で進んだ場合順不同で撮られるため、SDカードの中身の写真も順不同になっている。報告書には本日の日付、作業写真、作業内容、エリアの場所を記載する必要がある。

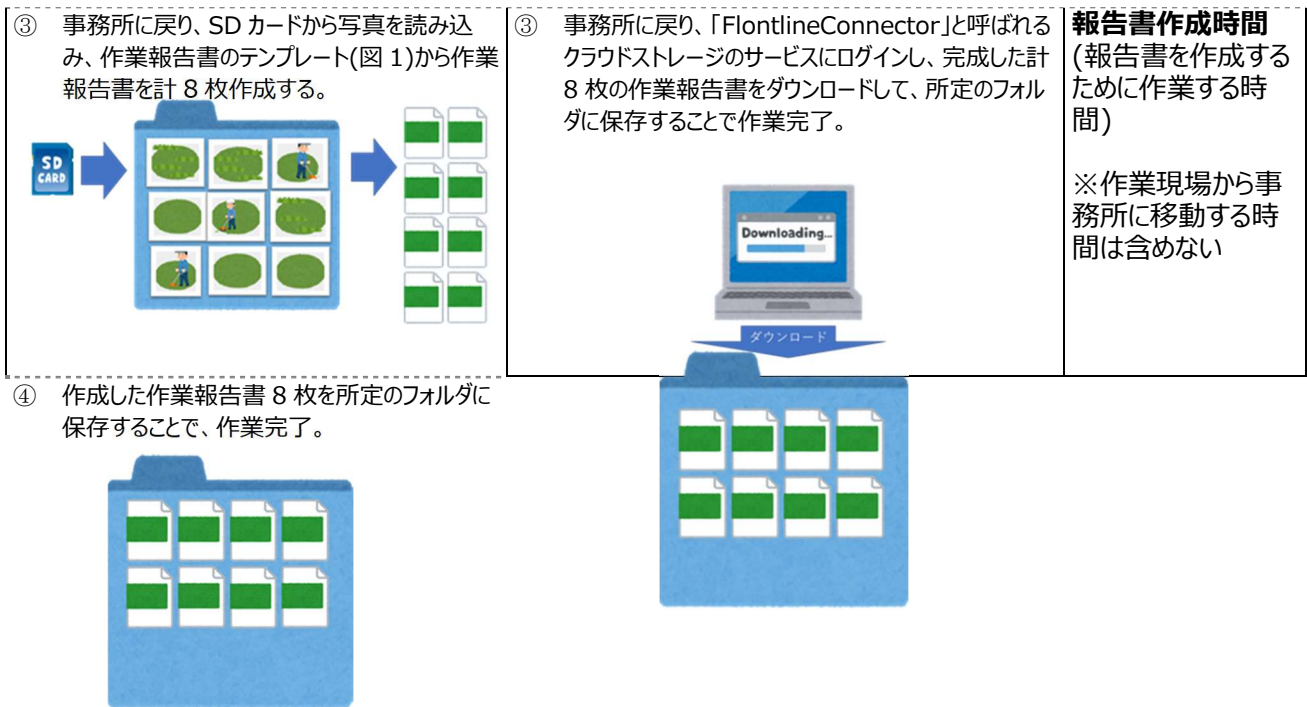
《ポイント》

- 作業前・中・後の写真を撮るタイミングが、作業ごとに揃っておらず、各作業の写真が順不同となっている
- 同じ箇所を何度も撮り直すことで、同種の写真が大量に残存していることがある



※現場の規模によっては、作業管理責任者と作業リーダーが業務を兼務する場合もある。

(表2) 今回の実証実験における業務フローの進め方		
従来の業務フロー	スマートグラスを利用した業務フロー	作業遂行の計測時間
<p>① 7街区の植栽管理を行う作業場所を8つに分け、それぞれの場所で1件ずつ作業を行う想定とする。合計8枚の作業報告書の作成を目指す。 作業写真を撮影する順番は指定する。</p> <p>★ = 撮影場所</p>		<p>撮影時間 (写真撮影・必要情報入力のためにデバイスを起動している時間)</p> <p>※撮影場所を変えるために移動する時間は含めない</p>
<p>② 作業時に、1件の作業毎に作業の前、中、後の写真を参加者がデジタルカメラで撮影する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> 作業リーダー </div> <div style="text-align: center;"> 作業スタッフ </div> </div>	<p>② 参加者はスマートグラスを装着し、カメラ機能を用いて、1件の作業毎に前・中・後の写真を撮る。作業内容もアプリ上の選択肢から、この作業を行っている段階で入力する。エリアの情報と1件の作業の情報が紐付いているため、対象のエリアの写真を撮る前に、エリアに対応したQRコードを読み込ませる必要がある。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> 作業リーダー </div> <div style="text-align: center;"> 作業スタッフ </div> </div>	



5.3.3. 検証事項・調査方法

検証事項	① スマートグラスを用いた自動日報作成システムによる、作業報告書作成時間の削減効果
調査方法	<ul style="list-style-type: none"> ・ スマートグラスを用いた作業報告書作成の業務フローと、従来型の作業報告書作成の業務フローで複数回業務を行い、報告書作成に関わる作業時間を計測し比較する

5.4. 実証計画 - 実証②-2 植栽管理の遠隔支援実証

5.4.1. 実証実験で実証したい仮説

- ・ スマートグラスの映像付き遠隔通話機能により、トラブル等発生時に、現場の作業管理責任者から遠隔地の熟練者に対し、情報共有を円滑かつ適切に行うことができる。
- ・ 同機能により、作業熟練者より現場の初級者スタッフに対し、円滑かつ適切に管理指示・作業指導を行うことができる。

5.4.2. 実証内容・方法

- ・ 7 街区周辺で、植栽管理の初級者が熟練者の助けを要する作業を実施するロールプレイングを仮定し、その様子を現地の作業管理責任者が遠隔地の事務所に居る熟練者(日比谷アメニス社員)に、**【スマホのチャットと画像送信のみを使用した場合】**、**【スマホのビデオ通話を使用した場合】**、**【スマートグラスを使用した場合】**の計 3 種類の状況について比較を行う。情報を伝達するスピードと情報の正確性を評価軸として設定し、スマートグラスによる映像付き通話によって、従来の方法に比べてこれが向上するか、検証を行う。スマホのチャット・画像送信・ビデオ通話を行うために使用するアプリとして、日比谷アメニスが一般的に利用している SNS である LINEWORKS を採用した。
- ・ 今回の試験では、7 街区周辺の樹木に対して樹木の「初期診断」を行うという想定で遠隔支援を受ける試験を行う。樹木の初期診断は一般的には倒木などの危険性の高い樹木を迅速に発見して適切な処置を早期に行うとともに、専門診断(外観診断)の必要な樹木を抽出するために行う。本来であれば樹木医の資格を持ったものが診断を行うが、今回は樹木の危険度診断に関する知識が浅い者が、樹木前でスマートグラスの映像付き通話を使用して、遠隔地の樹木医資格保有者の熟練者から診断のアドバイスを受けつつ診断を行うという方法を実施した。
- ・ 樹木の初期診断は、東京都建設局公園緑地部発行の「平成 26 年度 街路樹診断マニュアル」(URL : <https://www.kensetsu.metro.tokyo.lg.jp/content/000007448.pdf>)に準拠して実施した。ある樹木に対して、上記 PDF の 136 ページ目に記載された「初期診断表」の「診断項目」の各項目について実際に樹木を診断しながら埋めるという作業を行った。(図 3)は、樹木診断の初期診断表のテンプレートである。このテンプレートの赤枠部分を初級者は記入した。
- ・

(図 3) 樹木診断の初期診断表として使用した様式（実証実験では赤枠部分を埋める作業を実施）

初期診断表		様式1	
No.		事務所名	
路線名	診断者	診断日	年 月 日
樹木番号	樹種名	幹周	cm
診断項目	異常の有無	異常の位置・内容・程度	
樹皮枯死欠損・腐朽	<input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり		
開口空洞	<input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり		
キノコ	<input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり		
木槌打診(異常音)	<input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり		
傾斜	<input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり		
揺れ	<input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり		
枯枝	<input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり		
病虫害	<input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり		
建築限界超え	<input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり		
その他	<input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり		
特記事項			
初期診断の判定	<input type="checkbox"/> 異常なし	<input type="checkbox"/> 異常あり	
専門診断の必要性 <input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり	緊急対応の必要性 <input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり	剪定処置等の必要性 <input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり	
全景			
以下は管理者(都担当者)の記入欄			
専門診断の必要性 <input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり	緊急対応の必要性 <input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり	剪定処置等の必要性 <input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり	

- ・ 植栽管理の初級者が遠隔支援を受け始めてから、「初期診断表」の「診断項目」を全て埋めるまでの作業時間を、遠隔支援の各手法の効率の指標として計測した。
- ・ スマホやスマートグラスに接続する通信環境について、以前から続いている試験結果より、4G 回線では通話映像の画質が劣悪になってしまうという課題が判明していた。そこで、7 街区周辺は 5G 通信に対応していることから、5G 通信が可能であるモバイルルーターを使用して通話を行った。

- ・ (以下、実証実験計画段階に予定していた実験内容)
- ・ グループ通話機能を活用することで、複数人の上席者から現地の様子を確認する試験も行う。また、スマートグラスの映像付き遠隔通話機能を植栽に対して行う場合、画質や音質に問題が無いか確認を行う。さらに、7街区の普段の植栽管理作業の中で設備や植栽に大きな変化が実際に起きた場合、その変化を作業管理責任者がスマートグラスを用いて遠隔地の上席者に情報共有を問題なく行えるかを確認する。
- ・ また、7街区の植栽の中で、作業スタッフ・作業リーダーの初心者がスマートグラスによる映像付き通話を使用して、遠隔地に居る作業の熟練者から植栽作業の指導を受けるテストを行う。対面で指導を受けた場合と比べて、スマートグラスを使用した場合に指導内容を伝達するスピードと指導の質について変化が起こるかを検証する。

5.4.3. 検証事項・調査方法

検証事項	① スマートグラスの映像付き遠隔通話機能を用いることによる、遠隔地への情報伝達のスピード、及び、情報の正確性（画質・音質）
調査方法	<ul style="list-style-type: none"> ・ トラブル発生を仮定し、スマートグラスを用いる場合と、電話・画像送信を用いる場合で、遠隔地の上席者への情報伝達のスピード・正確性を比較する。 ・ 現場の初心者が、スマートグラスによって遠隔地の熟練者から指導を受けるテストを行い、対面で指導を受ける場合と、指導内容の伝達スピード・指導の質の差異の有無を比較する

5.5. 実証計画 - 実証②-3 スマートグラスのデバイス検証

5.5.1. 実証実験で実証したい仮説

- UBimax に対応するスマートグラスのデバイスのうち、植栽管理作業に適したデバイスが存在する。

5.5.2. 実証内容・方法

- UBimax は、対応するスマートグラスのデバイスが複数存在する。それぞれのデバイスにメリット・デメリットが存在するため、実験②-1、実験②-2 を実施する際に複数のデバイスを作業管理責任者(日比谷アメニスの社員)に試用してもらい、植栽管理作業に使用するにあたって最も使用感の良いデバイスが何か、インタビューとアンケートにより検証を行う。検証予定のデバイスは以下の 3 種類である。参考として、それぞれのデバイスの性能比較表を示す。

検証予定のデバイス

	RealWear HMT1	Vuzix M400	MOVERIO BT-350
製造会社	RealWear	Vuzix	EPSON
製品画像			
方式	単眼型	単眼型	双眼型
液晶パネル画素数	854 × 480ドット	640 × 360	横1280 × 縦720ドット
画角	20度	16.8度	23度(対角)
仮想画面サイズ	1m先にある7インチ	約17インチ(約43cm)先にある5インチ	80型相当(仮想視聴距離5m時) 320型相当(仮想視聴距離20m時)
内部メモリー	2GB	6GB	2GB
内蔵ストレージ	16GB	64GB	16GB + 内蔵SDカード(32GB/Class10)
動作温度	-20度～50度	0度～45度	5～35°C 湿度20～80%(結露しないこと)
駆動時間	遠隔作業指示を連続使用した場合4時間	最大利用時、約2時間	約6時間(25°C下でのビデオ再生のみ時) 約2時間(25°C下での遠隔映像。音声共有時)
防水防塵性能	IP66	IP67相当	生活防水IPx2 (コントローラーはオプションのケース使用時)
質量	380g	190g(ケーブル、バッテリー、メガネフレーム含)	ヘッドセット部 119g(シェード、ケーブル除く) コントローラー部 129g
カメラ	1600万画素 (ライト付き)	1280万画素(オートフォーカス対応)	500万画素
センサー	GPS/地磁気センサー/IMU	GPS / GLONASS/IMU(3軸ジャイロ、3軸加速度センサー、3軸地磁気センサー)	GPS/地磁気センサー/加速度センサー/ジャイロセンサー/照度センサー
入力方法	音声入力(95dB雑音環境で利用可能)	タッチパッド、ボタン、音声操作	コントローラー

- 3 種類のデバイスの外観の特徴はそれぞれ異なる。「Realwear HMT-1」(以下 Realwear) と、「Vuzix M400」(以下 Vuzix)は、片目で小型のモニターを覗くことによって操作を行う単眼型のデバイスである。双方とも製造業・建設業等、現場で活用するのを想定しているため耐久性が高い。Realwear はカメラの位置と画面の位

置が離れている一方で、Vuzix は画面の裏にカメラが付いている。一方で、「MOVERIO BT-350」（以下 MOVERIO）は、ガラスに透過されるモニターを現実の風景と重ねて見るシースルー型と呼ばれるデバイスである。通常のメガネと同じようにデバイスを掛けることが可能で、両目に映る画面を閲覧することによって操作を行う。

- ・ 操作方法も 3 種類のデバイスそれぞれ異なる。Realwear は音声のみで操作を行う。Vuzix は音声操作に加えて、画面側面にあるボタンとタッチパッドを使用した操作も可能である。MOVERIO は有線で接続されたコントローラに付いているボタンとタッチパッドを使用することによって操作が可能である。
- ・ 今回の実証実験では、被験者に 3 種類のデバイスをそれぞれ装着したうえで、UBimax の「自動日報作成機能」と「遠隔支援機能」を各デバイスで一通り試してもらった。そのうえでインタビューとアンケートを実施した。アンケートを通して、デバイスの「装着感」「操作性」「視認性」「デザイン」の観点についてそれぞれ被験者に評価を依頼した。それぞれのデバイスの評価の観点はさらに細かく分類すると以下の項目に分けられる。アンケートの内容は添付資料を参照。

装着感 → 締め付けの有無、重量感の有無、装着の安定感

操作性 → 音声操作(Realwear、Vuzix のみ)、
タッチパッドを使用した操作(Vuzix、MOVERIO のみ)

視認性 → 画面の文字の視認性、カメラの画質、画面酔いの有無、モニターの位置の安定度

デザイン → 自身の装着の抵抗の有無、慣れによる見た目の抵抗の改善の有無、
デバイスの見た目の印象（カッコいい、先進的、怪しい、恥ずかしい）

- ・ さらに、デバイスの装着感、操作性、視認性、デザイン、そしてこれらを全て合わせた総合点について、被験者の感覚で 0-10 点の点数(1 点刻み)をそれぞれ各デバイスに対し付けてもらった。今回のアンケートにおける各デバイスの総合点の、被験者の平均点を参考値とし、さらには被験者のインタビューの結果を踏まえて、業務利用に適したスマートグラスのデバイスが何か考察を行う。

5.5.3. 検証事項・調査方法

検証事項	① 植栽管理作業に適したスマートグラスのデバイスの種類
-------------	-----------------------------

調査方法

- ・ 複数種のスマートグラスを用いて実験②-1、②-2 を行い、その使用感を現場の作業管理責任者へのインタビューによって比較する

5.6. 実験実施結果

5.6.1. 実験結果・分析

<実証②-1：植栽管理作業報告書の自動作成実証>

◆ 実証実験の参加者

- 本実証実験は、合計 3 名の日比谷アメニスの社員が参加した。1 名は 50 代男性、2 名は 20 代男性である。それぞれ 50 代男性を参加者 A、20 代男性を参加者 B、参加者 C とする。
- 参加者 B、参加者 C は既にスマートグラスの作業報告書自動作成機能の操作方法は把握していたため、実証実験を通常通りの方法で開始したが、参加者 A は操作方法を詳しく知らない状態であったため、実験の前に 30 分ほど操作方法のレクチャーを実施した。

◆ 実験結果

- それぞれの実験参加者の、デジタルカメラ(従来の業務フロー)で作業報告書を作成した場合、またスマートグラスで作業報告書を作成した場合の「撮影時間」「報告書作成時間」「合計時間」、また前者に対して後者が時間短縮できた割合を以下に示す。
- スマートグラスで撮影した場合、写真がピンボケすることがあったため、ピントが合った写真を撮るように参加者に促した。

参加者 A (50 代男性)

※参加者 A は、2 回目と 3 回目のスマートグラスの撮影時に、撮影場所の情報の登録ミスに起因する作業写真の撮り忘れがそれぞれ 1 件ずつ発生した。そこで、その写真のミスを修正するために追加でデジカメを使用して写真を撮り、その写真を作業報告書に追加で載せる作業時間も追加した。

単位：(分.秒.ミリ秒)

試験結果	n 回目	撮影時間	撮影時間ミス	報告書作成時間	報告書作成ミス	合計時間	平均時間	結果
デジタル カメラ	1 回目	02:41.580		28:46.610		31:28.190	27:12.117	07:57.013 短縮できた 29.23 %減
	2 回目	02:05.950		25:12.690		27:18.640		
	3 回目	01:58.060		20:51.460		22:49.520		
スマート グラス	1 回目	16:34.780		02:49.280		19:24.060	19:15.103	
	2 回目	13:34.880	00:04.360	02:29.650	03:03.600	19:12.490		
	3 回目	16:10.170	00:06.490	01:55.040	00:57.060	19:08.760		

参加者 A (参考 : ミスを含めない場合)

単位 : (分.秒.ミリ秒)

試験結果	n 回目	撮影時間	報告書作成時間	合計時間	平均時間	結果
デジタル カメラ	1 回目	02:41.580	28:46.610	31:28.190	27:12.117	09:20.850 短縮できた
	2 回目	02:05.950	25:12.690	27:18.640		34.36 %減
	3 回目	01:58.060	20:51.460	22:49.520		
スマート グラス	1 回目	16:34.780	02:49.280	19:24.060	17:51.267	
	2 回目	13:34.880	02:29.650	16:04.530		
	3 回目	16:10.170	01:55.040	18:05.210		

- 参加者 A は普通の業務において作業報告書を作成する機会が無かったこともあり、従来の業務フローの 1 回目の試験の際はエクセルの操作方法を確認しながら作業を行っていたため、報告書作成時間は長くなった。その後は徐々に慣れていき時間が短縮された。スマートグラスの業務フローは、途中で操作ミス等があったため時間が他の参加者よりも長くなったが、操作方法は 1 回目から理解している様子だった。

参加者 B (20 代男性)

単位 : (分.秒.ミリ秒)

試験結果	n 回目	撮影時間	報告書作成時間	合計時間	平均時間	結果
デジタル カメラ	1 回目	03:04.052	16:09.981	19:14.033	16:48.703	05:17.301 短縮できた
	2 回目	02:30.080	13:15.967	15:46.047		31.46 %減
	3 回目	02:03.096	13:22.933	15:26.029		
スマート グラス	1 回目	10:51.066	01:30.008	12:21.074	11:31.402	
	2 回目	09:22.096	02:42.988	12:05.084		
	3 回目	08:29.057	01:38.990	10:08.047		

- 従来の業務フロー、スマートグラスの業務フロー共に 1 回目から慣れている様子だったが、回数を重ねるごとに時間が短縮した。

参加者 C (20 代男性)

単位 : (分.秒.ミリ秒)

試験結果	n 回目	撮影時間	報告書作成時間	合計時間	平均時間	結果
デジタル カメラ	1 回目	01:50.560	17:20.450	19:11.010	15:51.547	03:56.380 短縮できた
	2 回目	02:08.890	12:07.630	14:16.520		24.84 %減
	3 回目	02:11.260	11:55.850	14:07.110		
スマート グラス	1 回目	13:30.670	01:46.570	15:17.240	11:55.167	
	2 回目	07:52.210	01:39.300	09:31.510		
	3 回目	09:07.530	01:49.220	10:56.750		

- スマートグラスの操作は参加者の中で最もスムーズであったが、1 回目は、特定の音声認識の単語が読み取るのが困難であったために時間を要した。

全参加者の結果

※参加者 A についてはミスによる追加作業の時間も含めて算出

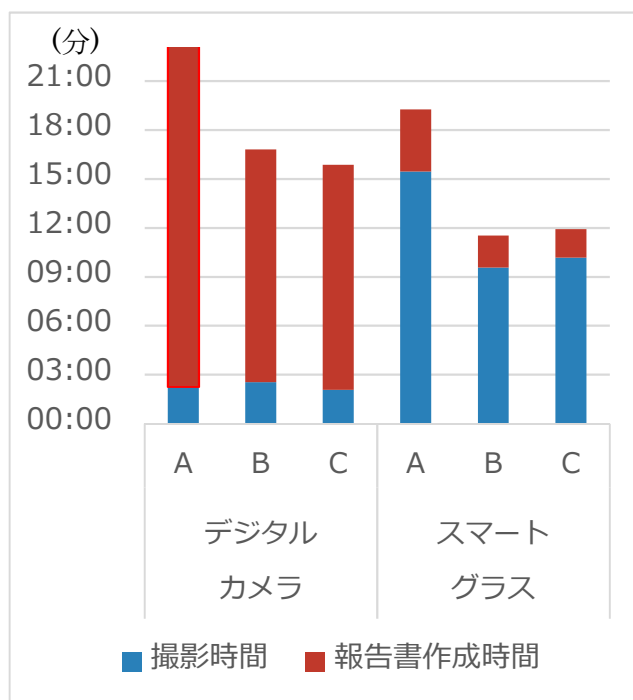
単位：(分.秒.ミリ秒)

試験結果	参加者	撮影時間	報告書作成時間	合計時間	平均時間	結果
デジタル カメラ	A	02:15.197	24:56.920	27:12.117	19:57.455	05:43.565 短縮できた 28.69 %減
	B	02:32.409	14:16.294	16:48.703		
	C	02:03.570	13:47.977	15:51.547		
スマート グラス	A	15:26.610	03:48.493	19:15.103	14:13.891	
	B	09:34.073	01:57.329	11:31.402		
	C	10:10.137	01:45.030	11:55.167		

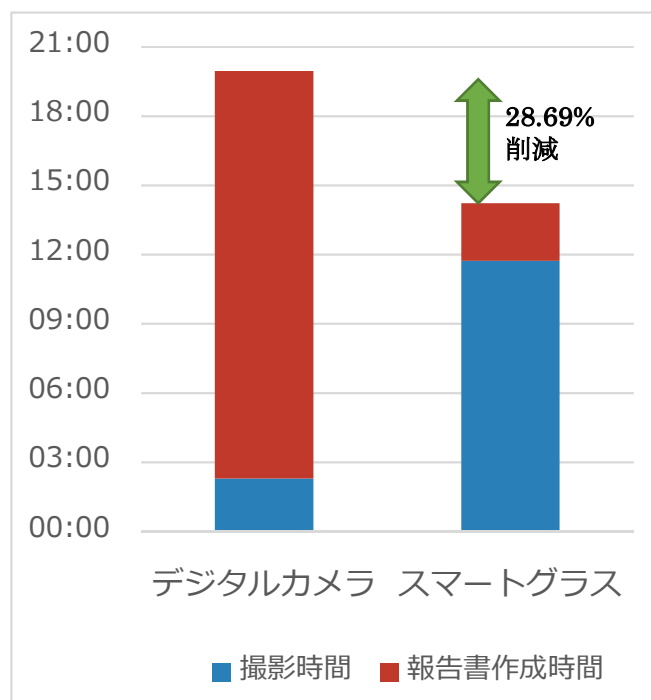
従来の業務フロー、スマートグラスの業務フローの計 3 回を平均した時間

	撮影時間	報告書作成時間	合計
デジタルカメラ	02:17.059	17:40.397	19:57.455
スマートグラス	11:43.607	02:30.284	14:13.891

全参加者の結果のグラフ



全参加者の計 3 回実施の結果を平均したグラフ



◆ 検証結果

- ・ 検証事項①：スマートグラスを用いた自動日報作成システムによる、作業報告書作成時間の削減効果
 - 参加者全員の時間を平均したところ、従来の業務フローに比べてスマートグラスを使用した業務フローは、**約28.7%、時間を削減できる**という結果になった。全参加者、スマートグラスを使用した方が時間を短縮しており、削減割合の最小値は約24.8%、最大値は約31.5%であった。

デジタルカメラによる作業写真の撮影



スマートグラスによる作業写真の撮影



<実証②-2：植栽管理の遠隔支援実証>

◆ 実証実験の参加者

- ・ 実証②-2 は日比谷アメニスの若手社員 3 名(20 代、樹木医の資格は未取得)と熟練者 1 名(樹木医の資格を取得済み)が参加した。若手社員 3 名は現地側から樹木の様子を映し、熟練者は PC でその様子を確認した。若手社員 3 名を実施順に参加者 A、参加者 B、参加者 C、熟練者を参加者 D とする。

◆ 実験結果・実証実験の進行方法の一部変更

- ・ 今回の実証実験では 3 名を対象に遠隔支援の試験を行ったが、最初の参加者 A に対して「2.3.2. 実証内容・方法」に記載した方法で試験を行ったところ、いくつか大きな課題が見つかった。

課題

- ・ 樹木を見る現地側は 5G 環境に接続しているにもかかわらず、LINEWORKS もスマートグラスも映像がモザイク状になってしまい、樹木初期診断の大半が実施できなかった。回線速度は、現地側(5G 環境)が、下り速度 45.32Mbps、上り速度 32.45Mbps、遠隔地の事務所側が下り速度 15.73Mbps、上り速度 16.51Mbps であった。以下、当環境下においてスマートグラスの映像を PC 側で閲覧した時の画像である。



- ・ いくつかの遠隔支援の手法のうち、LINEWORKS のチャットと画像送信のみで遠隔支援を受ける手法は、1 本の樹木に対し初期診断に要する時間が 40 分 7 秒と非常に長くなってしまった。
- ・ 遠隔支援を受けて「初期診断表」の「診断項目」を埋め終わるまでの時間について、試験を繰り返すことによる熟練者(参加者 D)の指示慣れ、現地側の作業慣れ、また画質が良いことにより追加の診断を行う等の要素が絡んで時間が伸びることが分かった。「作業効率」を各遠隔支援の手法間で比較する際、作業効率以外の要素が複数混在するために作業遂行時間を指標に用いるのは難しいと判断した。
- ・ 以上の課題を踏まえて、参加者 B、C に対しては、「2.3.2. 実証内容・方法」に記載した方法の一部を変更して実証実験を再実施した。

参加者 B、C に実施した実証実験の変更点

- ・ 熟練者(参加者 D)側の PC の接続環境を改善するために、熟練者も 7 街区の事務所に移動し、7 街区の樹木を初期診断する植栽管理の初級者、診断のアドバイスを行う熟練者(参加者 D)、双方のデバイスを同じ 5G 通信対応のモバイルルーターに接続した。7 街区の事務所と樹木の位置は 50-100m ほど離れていたため、樹木と事務所の間地点に 5G モバイルルーターを設置して両方のデバイスに接続した。この時の回線速度は下り速度 25.67Mbps、上り速度 33.93Mbps であった。
- ・ 遠隔支援の手法のうち、LINEWORKS のチャットと画像送信のみで遠隔支援を受ける手法は実施しないことにした。
- ・ 作業効率を測る、初期診断の作業遂行時間の計測は、参考値として考察には用いないことにした。**遠隔支援の手法の違いによる情報伝達量の違い、正確性については、実証実験終了後の参加者のインタビューから定性的に判断することにした。**
- ・ 参加者 B、C に対しては、実際の樹木の初期診断の作業に近づけるために、診断を行うその場でバインダーを使用して「初期診断表」を記入する作業を行ってもらった。以下、手法を変更した後の参加者 B、C の結果について示す。

◆ 検証事項①：スマートグラスの映像付き遠隔通話機能を用いることによる、遠隔地への情報伝達のスピード、及び、情報の正確性（画質・音質）（参加者 B、C へのインタビューより）

LINWORKS を使用したビデオ通話

優れていると感じた点

- ・ スマホを手にとって上に掲げながらカメラを撮影することができる為、樹木のうち枝葉の入り組んだ部分等、目元のカメラでは見にくい樹木の部分まで映すことが出来た。
- ・ 歩道で実施したが、周りの安全には配慮して遠隔支援を受けることが出来た。

課題に感じた点

- ・ 画質は、参加者 A が実施した時と変わらず、モザイク状であり、例えば樹皮の枯死や腐朽の判断が付かない場合があった。樹木の葉について、枝先まで葉が付いているかどうか判断が付かない程度の画質だった。
- ・ 熟練者から診断のアドバイスを受けて記入を行う際、スマホをバインダーに一度置くか、あるいは地面に置く必要がある。初期診断の診断項目のうち、樹木の揺れを確認する際に両手を使用するが、この作業を行いながら樹木の揺れの様子をスマホのカメラで映像に写すことは困難であった。

スマートグラスを使用した映像付き通話

優れていると感じた点

- ・ 画質は、参加者 A が実施したときに比べて向上した。LINWORKS では確認できなかった樹皮のコケや凹凸を確認することが出来た。以下、当通信環境でスマートグラスの映像付き通話を使用して樹木を映した画像である。



- ・ スマートグラスの通話には、ただ映像を共有するだけでなく遠隔支援に特化した追加機能がいくつか搭載されているが、それを活用することにより、さらに精密に樹木診断を行うことが出来た。例えば、映像の明暗調整機能を使うことにより、暗い位置の樹皮の色を確認することができた。また、ズーム機能を使用することにより、樹木の上部の葉に害虫であるカイガラムシの痕跡があることを診断することを可能にした。さらに、マーカー機能を使用することで、スマートグラス装着者に注目してほしい部分を効率よく指示することが出来ていた。
- ・ スマートグラスを使用した遠隔支援は手を使用しないため、スマートグラス装着者は診断のアドバイスを受けながら初期診断表に記入をすることができた。また、樹木の揺れを確認する際も両手で押しながら樹木を映すことが出来た。

課題に感じた点

- ・ スマートグラスの画面に集中していると、周りに注意を払うことが難しくなり、危険を感じた参加者が複数居た。映像を共有するために樹木の周りを回っていると、置いてある自転車に気付かず軽く体が当たってしまうこともあった。特に街路樹など公共の場で遠隔支援を受ける場合は安全面で注意を払う必要があると感じた。

LINWORKS、スマートグラス、双方に課題を感じた点

- ・ 映像の共有について、逆光に弱い。例えば根元から幹を見上げる場合、幹が黒くなってしまいよく分からない場合がある。
- ・ 触覚(幹肌を触った感覚)や、聴覚(幹を木槌で叩いた反響音)で判別する診断は、デバイスを介した遠隔支援では困難。

スマートグラスを用いて遠隔の熟練者から樹木診断のアドバイスを受けている様子(左)
スマートグラスによって写された樹木の樹皮の映像を確認している熟練者(右)



<実証②-3 : スマートグラスのデバイス検証>

- ・ 本実証実験には、20代男性2名、20代女性2名、50代男性1名、計5名が参加した。
- ・ 被験者がスマートグラスのデバイス3種類を操作したうえで回答したインタビュー・アンケート結果をまとめると、被験者の各デバイスの使用に対して感じた長所・短所は以下の表の通りである。

デバイス	長所	短所
①Realwear	<ul style="list-style-type: none"> ●ヘルメットがずれなければ、画面のズレは発生しない。 ●ヘルメットへの装着は②Vuzixに比べて簡単。 ●操作のレスポンスが速い。 	<ul style="list-style-type: none"> ●時間に比例して、長く装着するほど重さや不安定感を感じる。 ●特定の音声コマンドが認識しにくい。 ●画面の視認性について、画面が小さく他デバイスと比べると暗い感じがする。画面のフレームがぼやけているため鮮明さに欠ける。 ●画面を見るために下方向を見る為、景色と画面を繰り返し見ること、頭痛・画面酔いが発生したり、疲労感を感じる。特にコンタクトレンズを装着している人はこの行動により目の渇きやレンズのずれが発生する。
②Vuzix	<ul style="list-style-type: none"> ●デバイスの重さが適度に軽く感じる。 ●音声操作が①に比べてスムーズであり、読み取りにくい音声コマンドが無い。 ●ボタン操作が単純操作で覚えやすい。 ●画面が3種のデバイスの中で最も明るく、画面を見やすい。 ●対象物とカメラ画面のずれが少なく目が疲れにくい。 ●見た目のデザインが他デバイスに比べてシンプルで良い。 	<ul style="list-style-type: none"> ●ヘルメット装着用のクリップが取り付けのに強い力が必要。 ●アーム部分が場合によってはぐらつき安定せず、画面の位置が上下に揺れてしまうことがある。 ●①Realwearに比べると、音声操作のレスポンスがワンテンポ遅い。 ●ボタンが3つあるが、触覚に違いが無いのでデバイスを付けたままの操作だと間違いが発生しそう。
③MOVERIO	<ul style="list-style-type: none"> ●スマートフォンに慣れている人にとっては、タッチパッドを使用した操作が行いやすい。音声による操作は声の通らない人や聞き取りの相性が悪い人もいるため、タッチパッドによる操作の方が平等で確実性がある。 ●透過で見る画面が大きく明るいので、画面の情報が見やすい。 ●人によっては、片目で画面を見るより、③MOVERIOのように両目で見た方が画面を見るのに疲れない。 ●周りの風景を画面と合わせて確認することができる為、他2種のデバイスに比べると周囲の危険に気を配ることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ●グラスの幅が人によって広すぎて固定して装着できなかつたり、あるいは狭すぎて締め付けを感じるがあった。特に小顔の人は、手で支えないと鼻パッドが顔に合わず、グラスの画面を見る事が出来ない状態だった。 ●タッチパッド操作は、確実性はあるが人によっては時間が掛かる。 ●タッチパッド操作は片手が塞がるため、作業に支障が出る。 ●両目に画面が表示されるため、画面から目を離すことが出来ず、長期装着しているとストレスを感じる。 ●デバイスが大きく目立つため、装着していて恥ずかしい。
①②③共通		<ul style="list-style-type: none"> ●体質により大きな差異があるが、人によっては画面酔いを感じる。

- ・ 被験者による各デバイスの「装着感」「操作性」「視認性」「デザイン」そして「総合点」の平均の点数は以下の表の通りである。

	Realwear	Vuzix	MOVERIO
装着感	7.2	8.2	4.8
操作性	7.8	8.4	6.8
視認性	6.6	8.2	6.8
デザイン	7	8	5
総合点	7	8.2	5.4

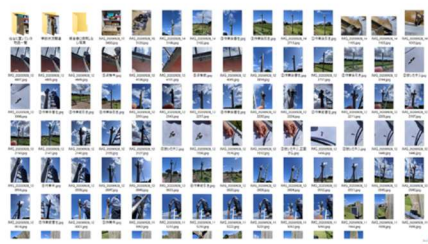
5.6.2. 考察

<実装時のビジネスモデル>

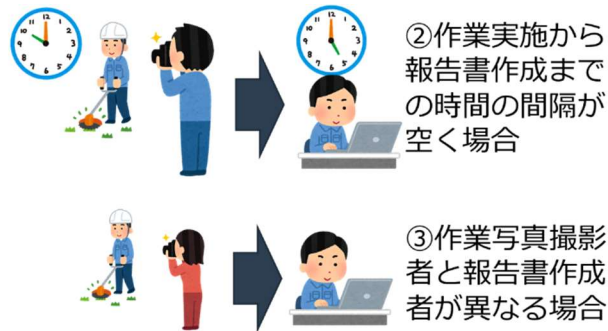
- ・ うめきた 2 期地区の都市公園は、UR 都市機構が施行する防災公園街区整備事業により整備され、2024 年夏の先行開業時に南公園及び北公園の一部が、2027 年に北公園の残部が完成する。
- ・ 大阪市所有となる都市公園（一般園地等）の管理運営スキームについては、うめきた 2 期地区開発事業者が組成を予定するエリアマネジメント・パークマネジメント組織（（仮称）MMO）が、緑地管理実績のある企業（本実証パートナーを想定）と協働して、指定管理者制度および BID 制度（大阪市エリアマネジメント活動促進制度等の活用を想定）の併用により実施する形を想定し、現在協議中である。（行政手続きは今後実施予定）
- ・ 公園の管理費用については、公園における施設賃料・利用料収入や、イベントスペース・広告等の販売収入、スポンサー・寄付金の外部収入などを中心に賄う予定であり、管理業務が効率化されることで、指定管理者による公園管理費用の低減に繋がるビジネスモデルにつながる。
- ・ うめきた 2 期地区の都市公園は、まちづくりの目標である、「みどりとイノベーションの融合拠点」の実現に向けた、ヒューマンデータの取得などの実証実験の場としても活用予定であり、公園の管理効率化（維持管理費用の圧縮）による低減分コストにより、エリア価値向上に向けたアクティビティやイベント等によるまちの活性化や賑わい創出に寄与する活動への財源配分も可能となるほか、市民の QOL 向上や事業創出なども見据えて、公園管理効率化に取り組むものである。

<実証②-1：植栽管理作業報告書の自動作成実証>

- ・ スマートグラスを利用することにより、作業報告書作成業務の 25-30%の時間短縮につながった。
 - 従来の業務フローでエクセルを用いて作業報告書を作成する場合、その作業手順数が多いことが伺えた。例えば、報告書 1 枚を作成するだけでも、写真を整理する、コマンドから画像を挿入する、画像の位置・サイズ調整、ファイルの保存・名前変更等の操作をする必要がある。
 - これがスマートグラスの場合、アプリの操作手順に従ってエリア情報の QR コードを読み取り、作業内容を音声で登録し、撮影すると作業報告書が発行される。操作手順がシンプルかつ固定されているため、一度操作方法を覚えると手早く操作することが可能である。
- ・ 参加者 A は、アプリの操作方法を事前に把握していなかったため、実験前に 30 分程度の操作方法のレクチャーを行ったが、他の参加者と同様にスマートグラスの業務フローの方が従来の業務フローに比べて時間を短縮できるという結果になった。
 - アプリの操作方法がそこまで複雑ではなく、初級者でも扱うことができることが伺える。
- ・ 作業報告書の作成にあたって、以下の 3 つの事象が起こる場合、さらにスマートグラス使用による時間短縮の割合が高くなると考えられる。



①作業数がさらに多い場合



- ①の場合は写真枚数が多いことにより、写真の整理に時間がかかる。
- また、実務では②のように、1日の作業が終わった後に事務所でPCを起動して報告書を作る場合が多いため、作業写真を撮ってから時間がたつ場合がある。このような場合、作業写真を撮った場所の記憶が薄れ、写真整理に時間が掛かることが考えられる。
- さらに、今回の実証実験では写真撮影者と作業報告書作成者が同一人物で実施したが、実務では別の社員が報告書を作る場合もある。こうした場合、写真撮影者の文面や口頭の伝達のみでは作業報告書の作成は困難であることも考えられる。

<実証②-2：植栽管理の遠隔支援実証>

- ・ スマートグラスを用いた遠隔支援は、アプリが遠隔支援に特化した機能を多く持っているため、スマートフォンで映像共有するよりも情報の質が向上することが伺えた。特に映像の明暗調節機能や、ズーム機能は植物の細かい部分・デバイス装着者から離れている部分を確認する上で有用であると考えられる。
- ・ スマートグラスはハンズフリーで操作が出来るが、これが植栽管理を遠隔で支援を受けるうえで有用である今回の試験で伺えた。デバイスを装着しながら道具を使用したり植物に手を触れることができる為、今回の実証実験の題材にした樹木診断だけでなく、例えば木の剪定や害虫駆除など、細かい作業も、作業初級者が熟練者から指導を受けることに適している可能性が考えられる。

<スマートグラスを用いることによる、業務コスト削減の考察>

- ・ スマートグラスの1台当たりのデバイスの費用と、スマートグラス対応アプリ(UBimax)の1か月あたりの1アカウントあたりのライセンス費、さらに5Gの通信環境に対応したデバイスの月額費用を踏まえて、(①)の業務遂行上のコストをスマートグラス使用により抑える必要がある。
- ・ また、今回のUBimaxのアプリ開発費用に要したコストと、アプリの目標獲得利用ユーザーを想定し、開発費用の回収を検討した。

- ・ 実証実験を踏まえて、スマートグラスの自動日報作成機能、遠隔支援機能を普段の植栽管理の業務で活用した場合、どの程度コストが抑えられるか仮定を行う。
- ・ 1日にかかる報告書作成業務を45分とし、今回の実証実験の結果から、スマートグラスの運用の慣れにより報告書作成時間を1/3削減できるとする。この仮定で計算すると、自動日報作成機能を使用して1日に削減できる業務の時間は15分、1か月あたりの営業日を20日とすると、 $15(\text{分}) \times 20(\text{日}) = 300(\text{分}) = 5(\text{時間})$ となる。報告書作成を行う作業管理責任者の時給 $\times 5(\text{時間})$ のコストを削減できる。
- ・ また、遠隔支援によるコスト削減も仮定から計算を行う。植栽管理の初級者が1週間に1回、遠方の公園に勤務している熟練者から直接訪問でアドバイスをしていたという状況から、スマートグラスによる映像付き通話で遠隔指導を行う方法に変えた場合を考える。この場合、交通費と移動時間の人件費の2種類のコストが削減できる。まず交通費については、月当たり4回移動していたコストが無くなる…⑧。また、熟練者の時給を仮定し、初級者に指導するために移動するための往復の時間を仮定すると、1か月あたりに削減できる熟練者の人件費が算出できる…⑨。
- ・ 上記のスマートグラスの自動日報作成機能を使用した人件費削減…⑧、そして、スマートグラスの映像付き遠隔通話機能を用いた交通費の削減…⑨、人件費の削減…⑩を全て足し、スマートグラスのデバイス費用について36か月で初期費用と継続費用を回収するために1か月あたりに削減すべきコストとの比較を行ったところ、3年以内のコスト回収を実現することができる。
- ・ 自動日報作成機能によるコスト削減(⑧)のみ、あるいは遠隔支援機能によるコスト削減(⑨ + ⑩)のみでは、スマートグラスのデバイス費用について36か月で減価償却をすることはできない。このことから、UBimaxは複数機能を同時に活用することではじめてコスト面で考慮すると有用なアプリになると考えられる。UBimaxは、開発によりさらに機能を追加することができるため、更なる効果が期待できる。

5.6.3. 技術の実装可能な時期、実装に向けて残された課題

<実証②-1：植栽管理作業報告書の自動作成実証>

- ・ 今回、参加者 A がスマートグラスの操作を 2 回ミスしてしまい、作業写真の撮影が一部抜けてしまう事象があった。
 - こうした課題の原因は、アプリの操作を終了する音声コマンド(「作業完了」と発言する)を実行すると直ちに報告書が作成されてしまう部分にあったと考えられる。報告書を自動作成するコマンドを実行する際に、まだ登録されていない作業写真があった場合、警告のダイアログを流してユーザーにミスを気付かせる機能をアプリに追加することで、ミスを回避できると考えられる。
- ・ 参加者 C について、ある特定の音声認識だけがうまくいかず、スマートグラスの操作に時間を要してしまうといった課題が発生した。
 - スマートグラスのデバイスが海外製であるため、音声認識が日本語に特化しておらず、どうしても特定の日本語が認識しにくい現象が起きてしまうと考えられる。
 - 回避策としては、あるコマンドに 2 通り以上の音声コマンドを設定するという方法がある。例えば植栽管理の作業内容について「除草」を登録する場合、音声コマンドに「じょそう」だけではなく、「いちをせんたく」(1 を選択) を登録するという方法である。
 - あるいは、音声認識が苦手なワードを回避して、類義語の音声コマンドを登録するという手法も考えられる。
- ・ 作業写真の撮影について、カメラがオートフォーカスであるため、写真がピンボケしてしまうことがあった。
 - デバイスの仕様上、光の反射や、カメラアングル内に物が少ない場合、ピントを合わせるのが困難である様子が伺えた。時間を置くことでピントが合う場合があるので、慎重に撮影するように注意する必要があると考えられる。

<実証②-2：植栽管理の遠隔支援実証>

- ・ スマートグラスの遠隔支援を行う回線速度について、スマートグラス側の回線速度を 5G 環境の整備等により向上させるだけでなく、事務所側の回線速度も良好でなければ映像が安定しないことが分かった。今回の実証実験から、回線速度が上り速度・下り速度、共に 25Mbps 程度あれば、比較的安定した映像を共有できる可能性が示唆された。
- ・ 今回、複数人がスマートグラスの遠隔支援を公共の場で試すことにより、安全面における課題が伺えた。デバイス使用に不慣れな状態で遠隔支援を受けると、どうしても画面に意識が集中してしまい、周りの危険物に気がつくにくくなっていく傾向がみられた。自転車等との接触事故等の事故のリスクが考えられるため、特に対策が必要とされる課題である。
- ・ スマートグラスの遠隔支援を実務で使用する場合、例えば基本的には遠隔支援を受けている間は移動しない、移動するときには必ず画面から目線を外して周りの様子を確認する、(片眼で画面を覗くタイプのデバイスの場合)スマートグラスのモニターを目線より下部に必ず固定する等、安全に使用するための手引きを設定する必要がある。また、スマートグラスの利用に不慣れである場合は、上記の手引きを学習したうえで一定の使用訓練を受けてから利用を開始することが必須であると感じた。

5.7. 横展開に向けた一般化した成果

【横展開の考え方】

- ・ 少子高齢化（労働力不足）という社会的背景の下、ICT 化の遅延する造園業界において先端的技術を活用した管理効率化に関するロールモデルとして、他の都市公園においても、公園管理を効率化することで、公園の維持管理に関する行政コストの削減や指定管理者制度、Park-PFI 制度等により民間事業者が管理運営を行う事業等への活用可能性が考えられる。

【本実証で得られた技術的成果】

- ・ スマートグラスを利用することにより、作業報告書作成業務の 25-30%の時間短縮効果が得られた。特に、①作業数多い場合、②作業実施から報告書作成までの時間の間隔が空く場合、③作業写真撮影者と報告書作成者が異なる場合、の3つの事象においては、スマートグラスの導入効果がより期待できると考えられる。
- ・ スマートグラスのアプリは遠隔支援に特化した機能（明暗調節機能・ズーム機能）が多く、スマートフォンで映像共有するよりも情報の質が向上すると考えられる。よって、初期情報共有には有効で、熟練者が複数現場を担当している場合や、管理事務所と現場間が離れている場合には、移動時間の削減効果が期待できる。但し、安定した情報共有を行うための通信環境の要件として、スマートグラス装着者側の 5G 通信環境整備、および、スマートグラス装着者側と熟練者側双方の回線速度が上り・下りともに 25Mbps 程度必要となる可能性がある。

6. パーソナルモビリティ実証（実証③）

実証テーマ	実証③ パーソナルモビリティ（電動キックボード）
実施パートナー	・ Luup
実施場所	・ 大阪市北区中津 5 丁目 2 番 1 号および 1 番 4 号 うめきた外庭スクエア（以下、「7 街区」という。）
実証日	・ 12 月 15 日～16 日

6.1. 実証実験の位置づけ

6.1.1. 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

- ・ 提案地区においては、ラストワンマイルの移動快適性や街の回遊性の向上に向けて、自動運転バスやパーソナルモビリティの導入・実用化を検討している。そして、将来的には、公道を中心とした今後の我が国における規制緩和の動向（電動キックボードについては東京丸の内・新宿における新事業特例制度を活用した自転車専用通行帯における実証が今年度行われている）も踏まえつつ、現時点においてはうめきた 2 期地区内周辺車道の自動車専用レーンや周辺駅と接続する車道及び都市公園内での走行を想定し、高齢化社会およびアフターコロナにも対応した市民の QOL 向上に繋がる安心安全かつストレスフリーな都市移動の実現を MaaS 事業者と連携の上で目指していく。
- ・ 本年度は、直近での大阪コロナ情勢も踏まえ、うめきた 2 期地区に隣接する屋外エリア「7 街区」にて、関係者を中心にパーソナルモビリティの一つである電動キックボードを試乗していただき、今後の MaaS 事業者と連携した公道実証の可能性も見据えつつ、技術検証および安全性・利便性の検証を行う。

6.1.2. ロードマップの達成に向けた課題

- ・ パーソナルモビリティによる移動時の安全性を確保した上での、ラストワンマイルの移動快適性向上が課題である。特に、うめきた 2 期地区内の都市公園等、人の密集が想定されるエリアや危険が想定されるエリアにおける、パーソナルモビリティの走行方法（速度制限や走行停止等）について、安全性を確保する仕組みの開発と検証が必要である。

6.1.3. 課題解決に向けた本実証実験の意義・位置づけ

- ・ 上記課題の解決に向け、本年度は、7 街区において、電動二輪キックボード、及び、電動四輪キックボードを直近での大阪コロナ情勢も踏まえ関係者を中心に試乗いただき、電動二輪キックボードの走行速度制限を遠隔で行うシステムの安全性を検証する。また、電動四輪キックボードについても安全性・快適性を検証する（情勢踏まえ高齢者を試乗対象と想定しない方針変更する）。

6.2. 実証計画

6.2.1. 実証実験で実証したい仮説

- ・ 電動キックボードについて、試乗者が自転車よりも安全性・利便性の観点で優れていると評価する。
- ・ 速度制御システムにより、滞りなく電動キックボードの速度制御が可能となり、試乗者の安全性を確保することができる。
- ・ 四輪キックボードの安全性を評価する。

6.2.2. 実証内容・方法

- ・ 7 街区では、来園者に電動二輪キックボードと電動四輪キックボードを試乗いただき、安全性・快適性の検証をする。
- ・ 直近コロナ状況も踏まえ、当初想定していた高齢者を対象から外し、関係者に試乗をしていただく。
- ・ 電動二輪キックボードについては、速度制御の実証を実施する。電動二輪キックボード本体に付随するコントローラーと PC デバイスにより、一定の速度に達した際に、電動二輪キックボードの速度を時速 6km まで遠隔制御することが技術上可能であり、本実証では、試乗者が手動ブレーキを使うことなく、安全に遠隔で速度制御をすることができるかを検証する。実証時に、現場に滞在する実証パートナースタッフが、試乗者の試乗する電動二輪キックボードが速度低減されたかを確認するとともに、取得した各試乗者の速度データを分析することで、遠隔速度制御の有用性を検証する。
- ・ 尚 GPS による速度制御に関しては、一定以上の広域な面積が必要な為上記の方法での遠隔制御での実証実験とする。
- ・ 電動二輪キックボードと電動四輪キックボードの安全性・快適性については、7 街区における試乗者に、試乗後にご協力いただくアンケートをもとに検証する。
- ・ なお、7 街区における試乗希望者の方には、試乗前に、「事故等有事に備えた LUUP 加入の保険」及び「国交省への実証データの提供」についての同意書に署名を頂く。

機体台数	・電動二輪キックボード×2 台（1 台は予備）※写真 A 参照 ・電動四輪キックボード×1 台 ※写真 B 参照
スタッフ	3 名
試乗対象者	30 名程度

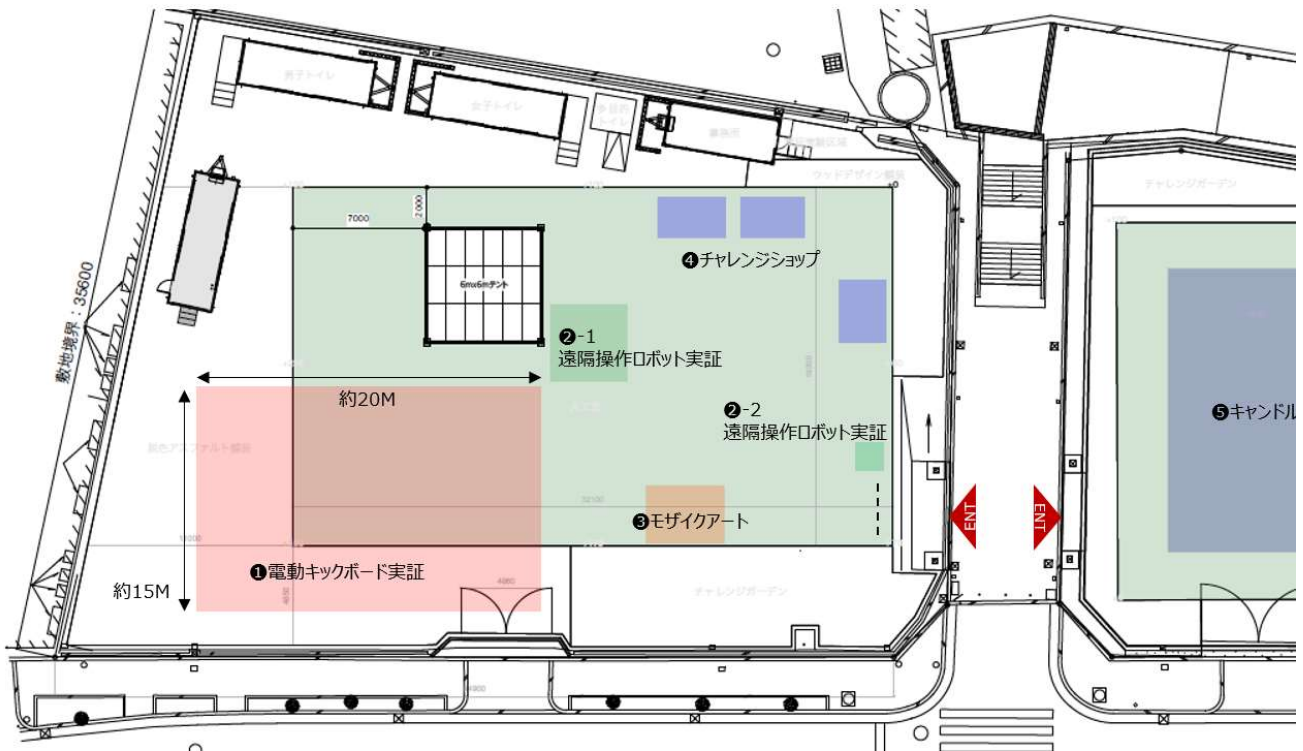
【写真 A】



【写真 B】



実証現場の全体図



※赤枠部分参照。

6.2.3. 検証事項・調査方法

検証事項	<ul style="list-style-type: none"> ⑥ 電動キックボードが自転車よりも快適且つ安全だと納得していただけるか ⑦ 遠隔システムの有用性、並びに、将来的な遠隔制御システムに繋がらうのか、及び安全性が担保されるのか ⑧ 四輪キックボードは安全だと評価していただけるか
調査方法	<ul style="list-style-type: none"> ・ 電動二輪キックボードと電動四輪キックボードの安全性・快適性については、30人以上の方に試乗していただき、試乗後アンケートを実施することで検証する ・ 速度制御システムの有用性については、現場に滞在する実証パートナースタッフが、速度制御が成功したか否かを確認するとともに、取得した速度データを分析することで、検証する

【同意書内容】※Luup 宛同意内容（参考）

- ① 故意、悪意によって損害を発生しないこと。
- ② 競技・曲技等に使用しないこと。
- ③ 年齢制限である 14 歳以上であること。且つ、身長が 120cm 以上であること。
- ④ 酒気を帯びた状態、麻薬等の影響で正常な運転ができないおそれがある状態で運転しないこと。

- ⑤ 管理者の承諾を得ないで使用しないこと。
- ⑥ 闘争行為・自殺行為・犯罪行為を行わないこと。
- ⑦ 身体・健康面に関して不安事項がないこと。
- ⑧ 片手運転など、危険運転をしないこと。（特に、ケータイを使用しながらの走行などはお控えください）
- ⑨ 万が一怪我をした場合、保険適用外の治療費、補償等の要求は一切しないこと。
- ⑩ 誓約内容に虚偽があった場合は、実費弁済請求に応じること。
- ⑪ 試乗シーンを撮影し、今後の広報活動のために活用する可能性があることにご了承いただけること。
- ⑫ その他主催者の示すイベント規約に同意していること。
- ⑬ 国交省スマートシティ実証実験に係るアンケートの回答に協力し、情報開示の旨を許可すること。

【アンケート項目一覧】

- ① 性別／年齢／身長／職業（選択式）、居住地（自由記載）
- ② 自動車免許の有無（選択式）
- ③ 電動キックボード試乗が初めてか（選択式）
- ④ 自転車に普段乗るか（選択式）
- ⑤ 自転車と比較して電動キックボードが安全だと感じるか（選択式）
- ⑥ 歩道と車道どちらを走行するべきか（選択式）
- ⑦ 遠隔での速度制御は必要か（選択式）
- ⑧ 遠隔での速度制御は安全と感じたか（選択式）
- ⑨ うめきたエリア内に電動キックボードがあった際に使いたいか（選択式）
- ⑩ 大阪駅周辺で使う場合どこからどこまでで使いたいか（選択式）

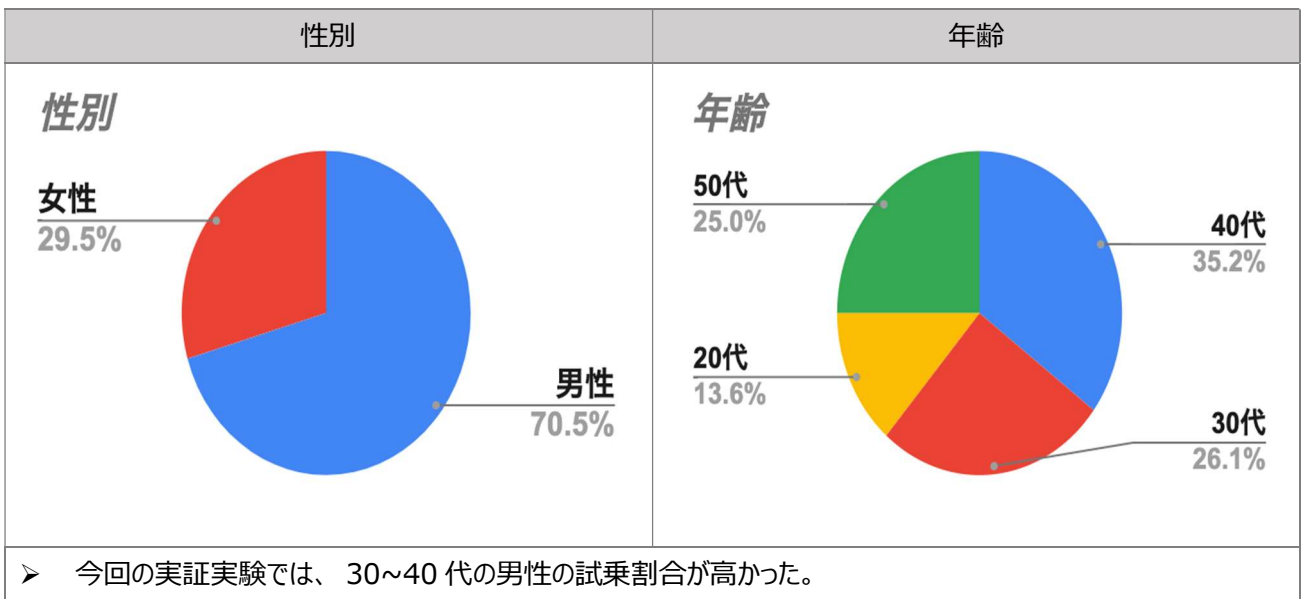
6.3. 実験実施結果

6.3.1. 実験結果

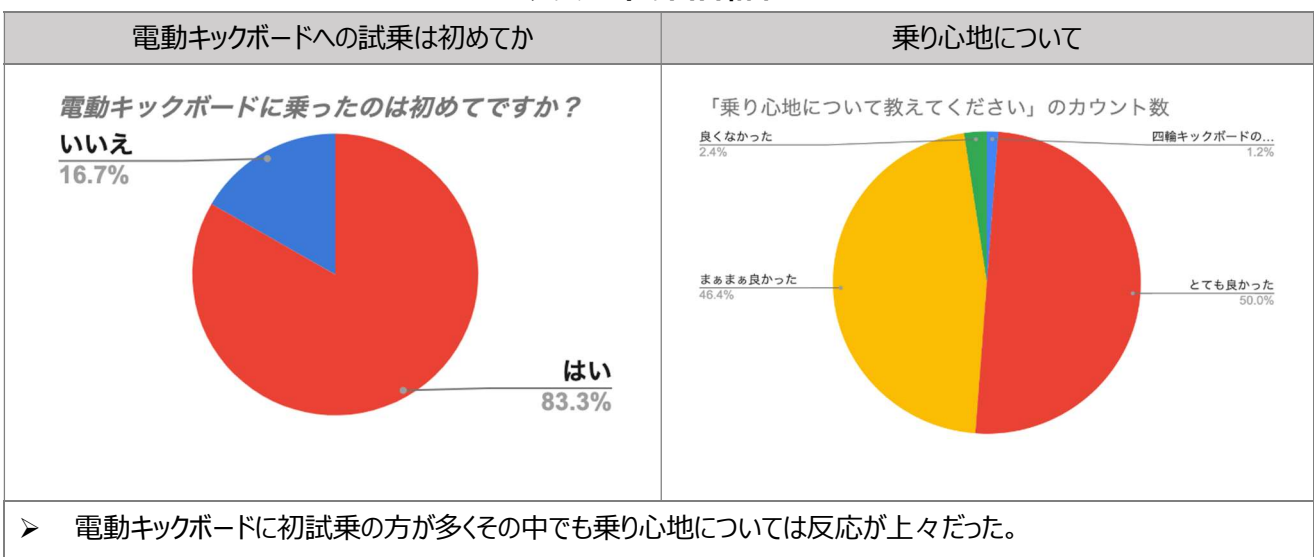
- ・ 電動二輪キックボード、電動四輪キックボードを用意し関係者を含む 30 名以上の方に試乗いただき、試乗後、アンケートを実施した。

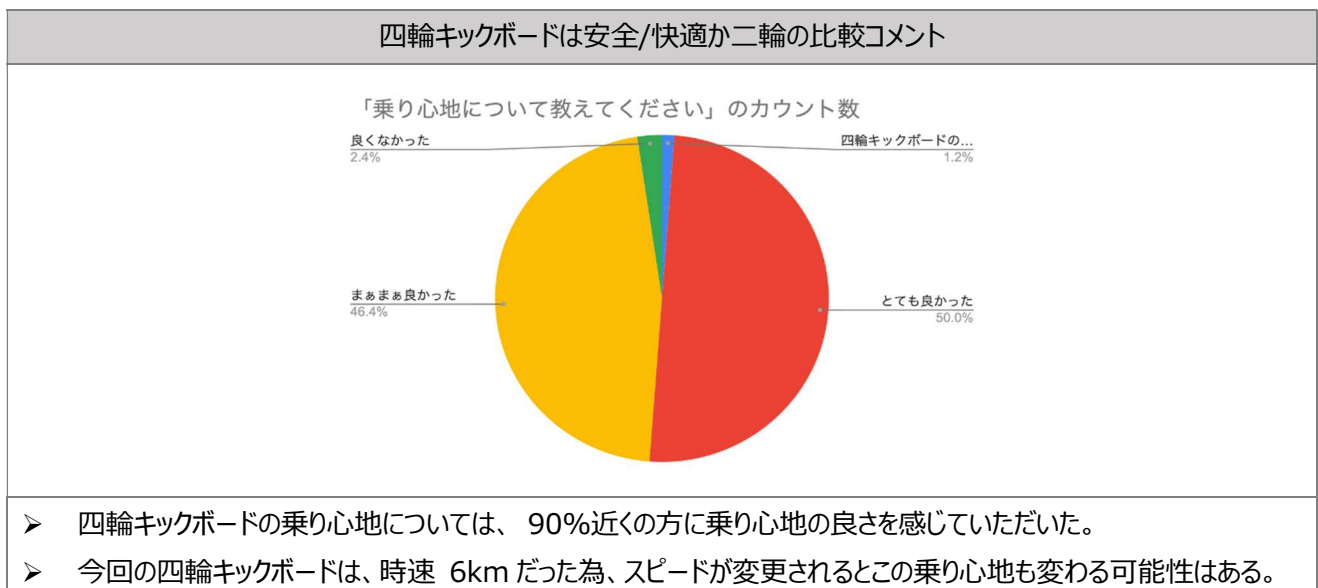
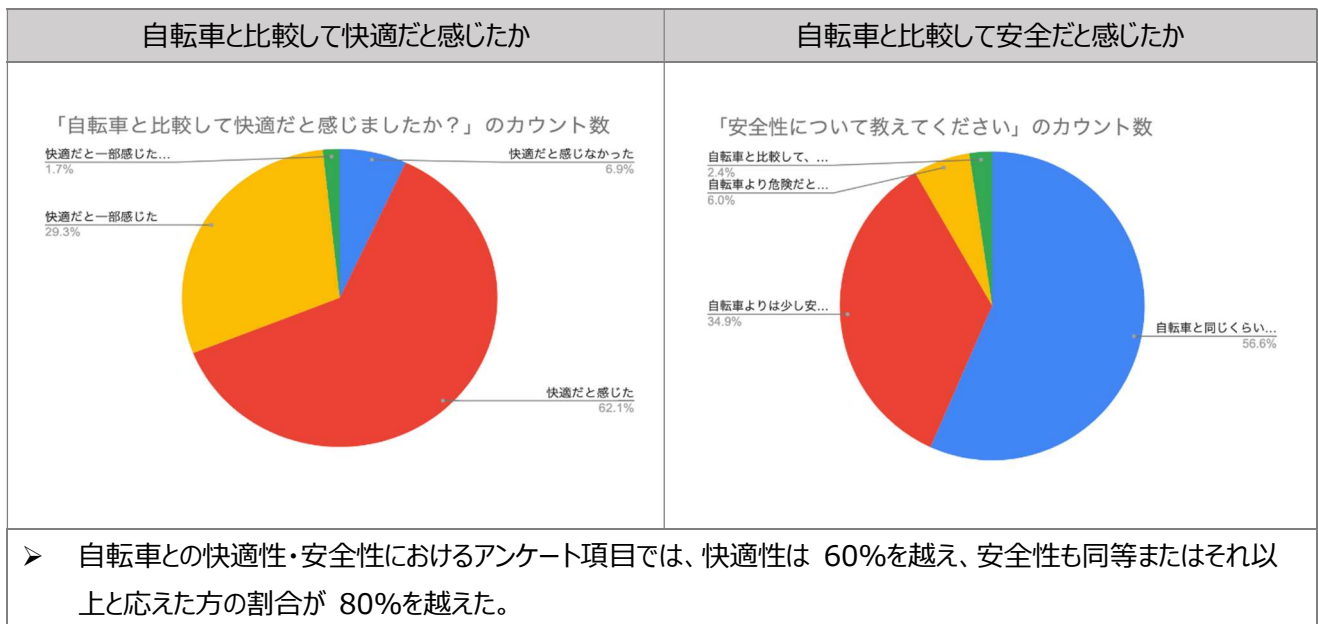
※Luup 社のうめきた実証アンケート回収数 (N=91)

試乗者の基本情報



アンケートの回答結果





遠隔制御は安全だと感じたか

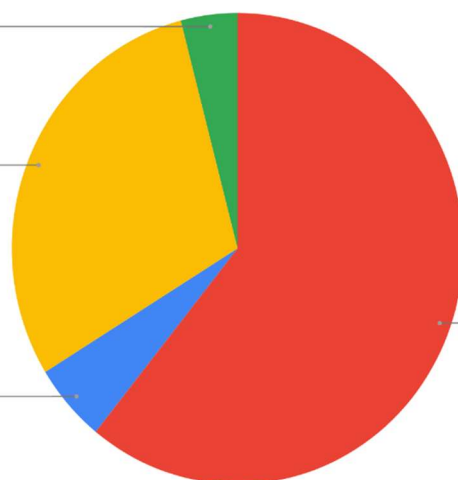
遠隔での速度制御技術について教えてください

遠隔での速度制御をとても危険に感じた
4.1%

遠隔での速度制御を少し不安に感じた
29.7%

遠隔での速度制御を少し危険に感じた
5.4%

遠隔での速度制御を安全だと感じた
60.8%



- 遠隔での速度制御に関するアンケート項目では、約 60%の方が安全と答えそれ以外の約 40%近くの方から改善余地が見られるアンケート結果をいただいた。

電動キックボードのシェアリングサービスが「うめきたエリア」で開始したら、しようしてみたいと思うか

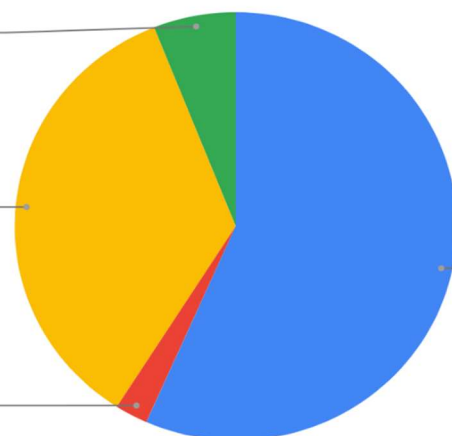
「電動キックボードのシェアリングサービスが「うめきたエリア」で開始したら、しようしてみたいと思いますか？」の力...

あまり使用したくない
6.0%

使用する機会があれば...
34.9%

検討する
2.4%

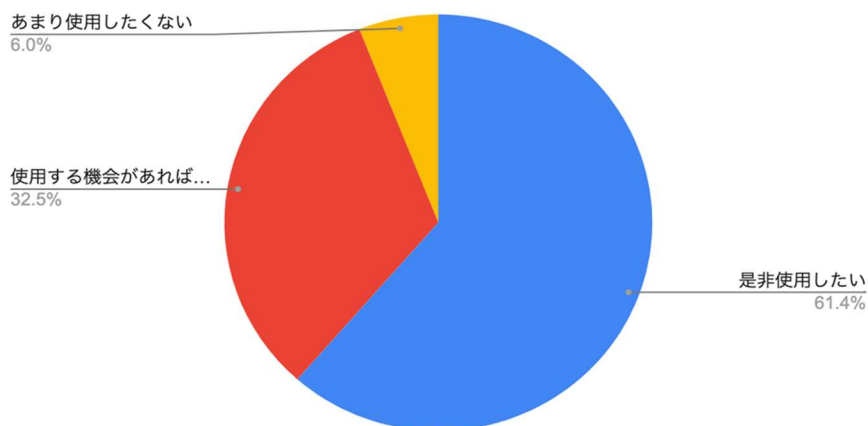
是非使用したい
56.6%



- うめきたエリアでの電動キックボードシェアリングに関するアンケート項目では、使用に前向きな回答が約 90%の方から得られた。

電動キックボードのシェアリングサービスが「大阪市内」で開始したら、使用してみたいと思うか

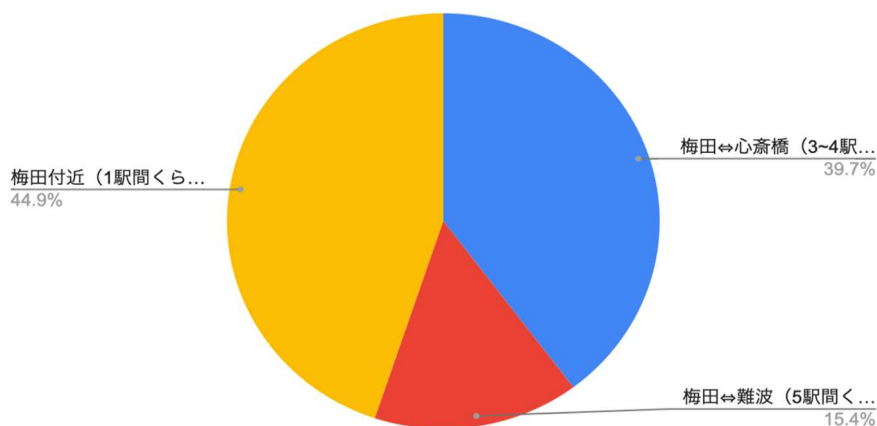
「電動キックボードのシェアリングサービスが「大阪市内」で開始したら、使用してみたいと思いますか？」のカウント数



- 大阪市内での電動キックボードシェアリングに関するアンケート項目では、使用に前向きな回答が約 94%の方から得られた。

電動キックボードのシェアリングサービスが「大阪市内」で開始したら、どの駅間の距離で使用してみたいと思うか

「電動キックボードのシェアリングサービスが「大阪市内」で開始したら、どの駅間の距離で使用してみたいと思いますか...



- 大阪市内での電動キックボード利用に関してどの駅間で使用したいかというアンケート項目に対しての結果としては、1 駅間ほどの利用を望む方の回答が半数近くを占めた。

実証実験の様子



6.3.2. 分析

- ・ 検証ポイント①：自転車比較での快適性・安全性
 - 約 62%の回答者から自転車よりも快適、約 57%が自転車と同程度安全との回答を得た。
- ・ 検証ポイント②：遠隔制御の安心・安全性
 - 遠隔制御に関して安全と感じた方が 60%程度で弊社想定より少し低い割合の回答を得た。
- ・ 検証ポイント③：電動四輪キックボードの安全性
 - とても良かったが 50%、まあまあ良かったが 46%とかなり高評価の回答を得た。
 - 今回の四輪キックボードは、時速 6km だった為、スピードが変更されるとこの乗り心地も変わる可能性がある。
 - コロナの影響もあり、高齢者の方には試乗いただけなかったが関係者の方からは安全だという一定の評価を得られた。

6.3.3. 考察

- ・ 電動キックボードについては、規制緩和後であれば自転車同様に使用される可能性が高いと感じた。
- ・ Luup 社のアプリで遠隔制御の実装をしていく際には、より緩やかな傾斜をかけた遠隔での速度制御の検知や動作が必要である。現状段階では、遠隔制御の短期的な実装有無は断言出来ないが、中長期的な計画の中では今回の実証実験を参考データのの一つとして捉えつつ今後活かす予定である。
- ・ コロナ後のタイミングで高齢者の方にも試乗いただき同様の回答を得られた場合、サービスインにより近づく可能性がある。
- ・ 電動キックボードを実装する場合の運営体制は、モビリティ事業者がうめきた 2 期地区内、及び、周辺エリアにおいてモビリティサービス提供を実施することとなり、うめきた 2 期事業者とは、ポート設置等の設計調整において連携することとなる。なお、公道での電動キックボードの実装にあたっては、行政との連携による規制緩和も必要となる。

6.3.4. 技術の実装可能な時期、実装に向けて残された課題

- ・ 電動キックボードの遠隔速度制御技術については、現段階では、一定速度を検知した際に手動で制御をかける方式である。しかし、将来的に実装するにあたっては、危険スピードを検知した際に迅速に速度制御を行い、利用者の安全性を確保することが必要であり、自動制御技術の検証が今後の課題である。

6.4. 横展開に向けた一般化した成果

- ・ 電動キックボードについて、試乗者の半数以上が自転車と比較しても快適かつ安全と感じた。

7. 遠隔操作ロボット実証（実証④）

実証テーマ	実証④ 遠隔操作ロボット ・ 実証④-1 非対面案内による公園運営効率化 ・ 実証④-2 遠隔地イベント・施設の体験・見学
実施パートナー	・ Avatarin
実施場所	・ 大阪市北区中津 5 丁目 2 番 1 号および 1 番 4 号 うめきた外庭スクエア（以下、「7 街区」という。） ・ 東京丸の内 三菱一号館美術館歴史資料室 ・ 東京有楽町 会員交流施設 SAAI
実証日	・ 2020 年 12 月 15～16 日（準備：2020 年 12 月 14 日）

7.1. 実証実験の位置づけ

7.1.1. 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

- ・ アフターコロナを見据え、うめきた 2 期地区では、遠隔地からの都市観光やイベント体験、非対面接客等サービスの提供を行うことで、大阪エリアにおける高付加価値な体験の提供を目指す。また、非対面接客による公園常駐者の人員削減等、効率的な公園運営の実現を目指す。
- ・ 本年度は、上記目標に向けて、うめきた 2 期地区に隣接する屋外エリア「7 街区」やその他施設において、遠隔操作可能なアバターロボットを導入し、遠隔地のイベントへの参加や遠隔地とのコミュニケーションにおけるロボットの有用性を実証する。

7.1.2. ロードマップの達成に向けた課題

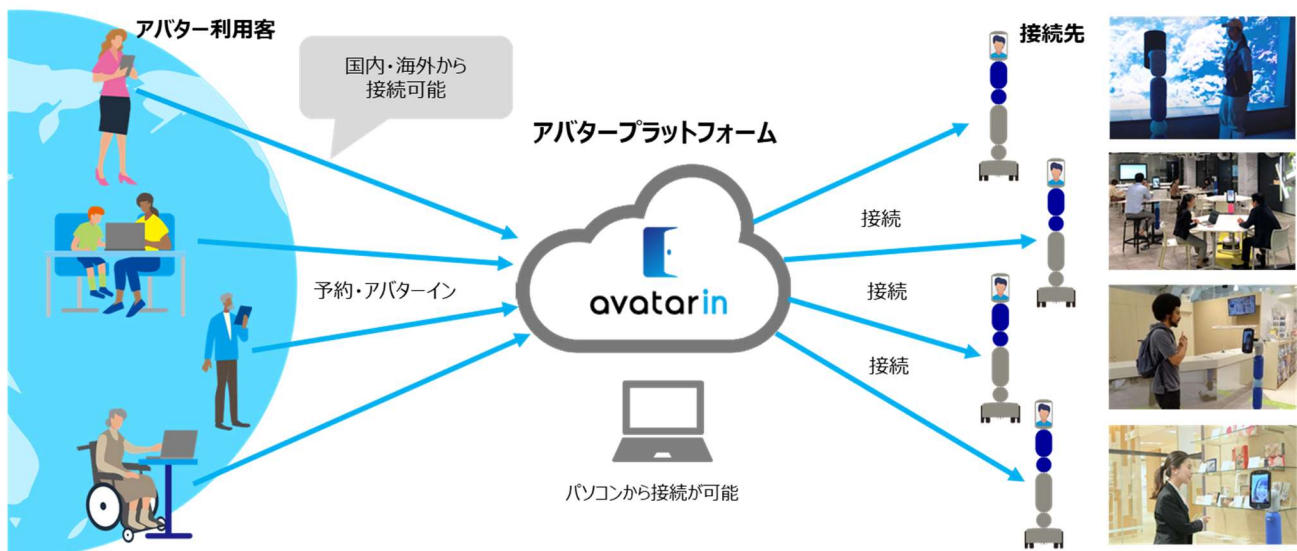
- ・ 一般客にとって、アバターロボットを介した遠隔地のイベントへの参加や遠隔地とのコミュニケーションが、使い易かつ満足に行えるのか、検証する必要がある。
- ・ また、常駐人員の削減等、公園運営効率化に向け、アバターロボットを導入することで非対面接客を円滑かつ適切に行うことができるのか、検証が必要である。

7.1.3. 課題解決に向けた本実証実験の意義・位置づけ

- ・ アフターコロナにおける非対面型サービスや遠隔観光サービス、常駐人員の削減による運営効率化の実現に向け、本実証では、遠隔操作可能なアバターロボット「new-me（ニューミー）」を 7 街区を含む複数箇所に設置し、アバタープラットフォーム「avatarin（アバターイン）」を介した、アバターロボットの遠隔操作等を行う。

- ・ ユーザーは、アバターロボット操作用 PC から遠隔地のアバターロボット「new-me」を操作することで、遠隔地のイベントを体験や、遠隔地とのコミュニケーションを行うことができる。

アバタープラットフォーム「avatarin（アバターイン）」の概要



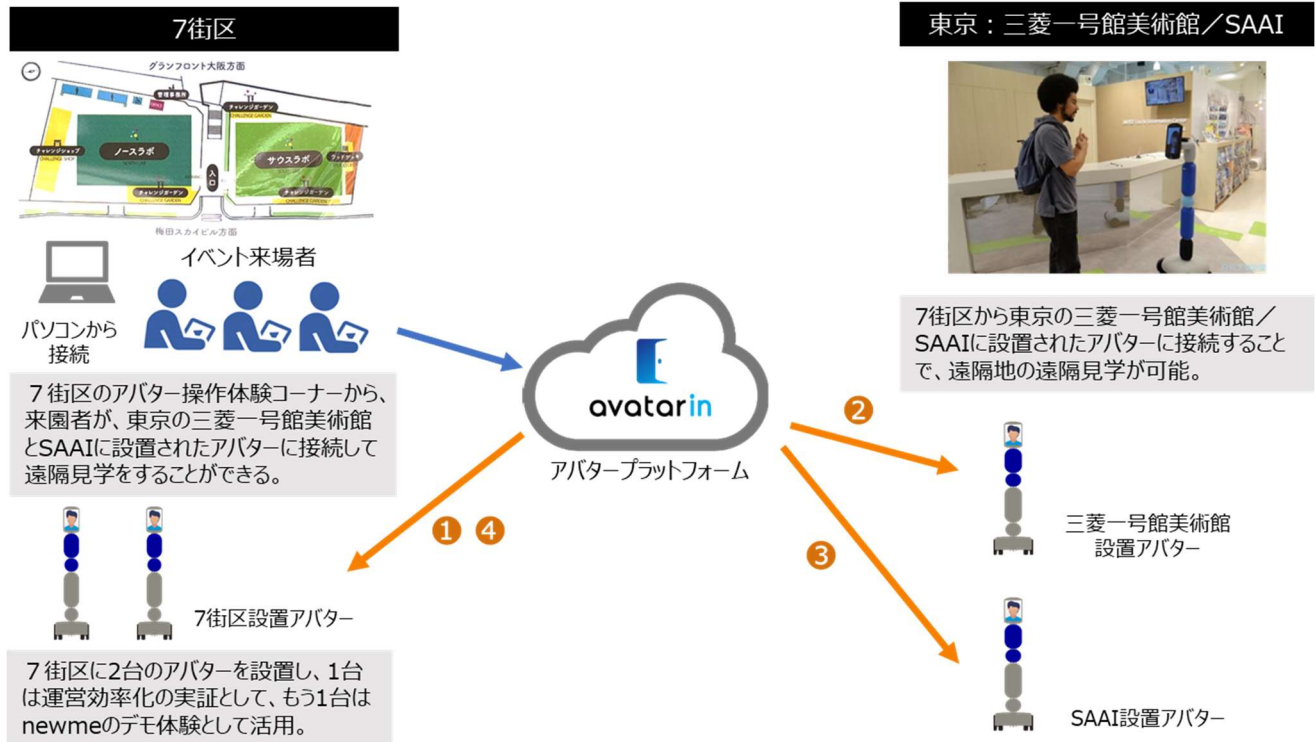
ポイント

- ・ **不可能な移動を無くす**
 どんな人もアバターで訪れることができる、究極のダイバーシティに対応
- ・ **不要な移動を無くす**
 通勤や出張などの移動によるストレスを無くし、効率的に行動することができる
- ・ **世界中の人と場所を繋ぐ**
 アバターを通じて、世界中の人々がビジネスやコミュニティで繋がることできる

7.2. 実証①の全体像

- ・ 7 街区を、(1)東京丸の内の三菱一号館美術館、(2)東京有楽町の会員交流施設 SAAI の 2 つの拠点と、計 5 台（予備を含む）のAvatarロボット「new-me」を用いることで遠隔接続する。
- ・ 常駐人員の削減効果による公園運営効率化を目的に、7 街区入り口設置の「new-me」を活用した、7 街区の案内を非対面で実施し、運営効率化に対するAvatarロボットの有用性を検証する。
- ・ また、遠隔観光ツールとしての活用を目的に、7 街区来園者に、7 街区内Avatar操作体験コーナーのAvatarロボット操作 PC を通じ、(1)(2)に導入した「new-me」を操作することで、イベント参加や会場内の移動・見学を体験してもらい、Avatarロボットの操作性等を検証する。

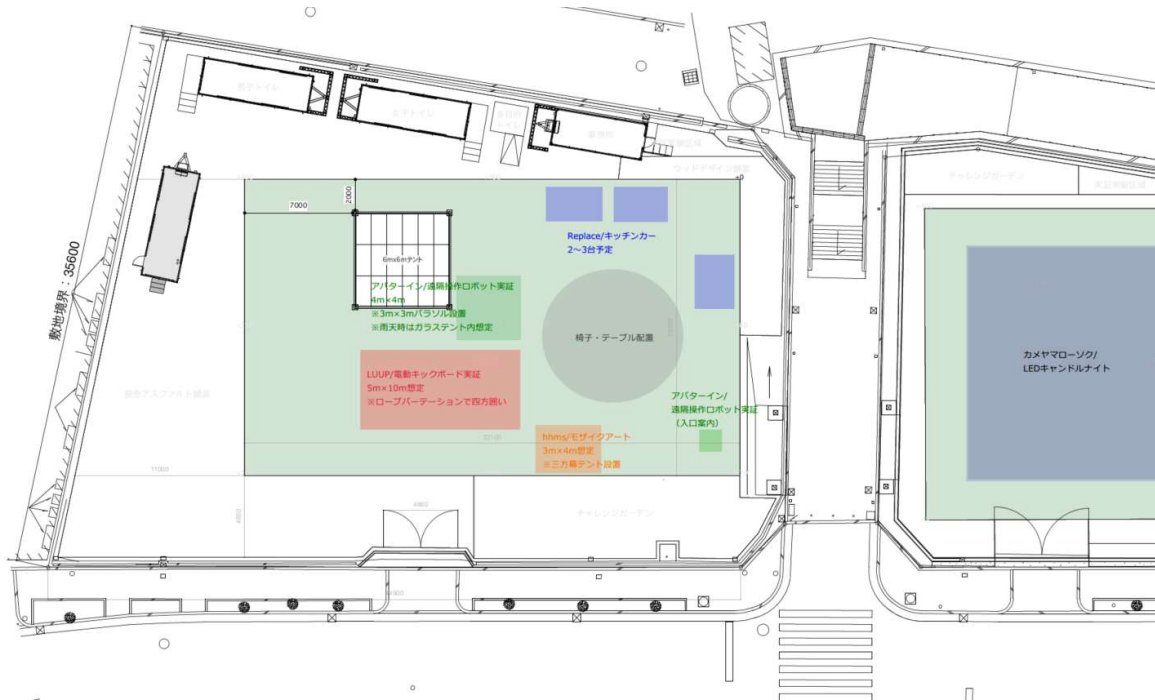
実証④の全体像



実証④の拠点間接続パターン

	実証目的	操作用 PC		アバターロボット		実証日程
		場所	数	場所	数	
①	公園運営 効率化	7 街区	1 台	7 街区 (入口・貸出 Box 付 近)	1 台 (+ 予備 1 台)	12/15~12/16
②	遠隔体験	7 街区	1 台	三菱一号館美術館 (東京丸の内)	1 台 (+ 予備 1 台)	12/15
③			1 台	会員施設 SAAI (東京有楽町)	1 台 (+ 予備 1 台)	12/16
④	賑わい 形成	7 街区	1 台	7 街区	台	12/15~12/16

実証現場の全体図



7.3. 実証計画 - 実証④-1 非対面案内による公園運営効率化

7.3.1. 実証実験で実証したい仮説

- 遠隔地から操作可能なアバターロボット「new-me」を活用することで、非対面接客・案内による公園運営効率化（常駐人員の削減等）が可能となる。

7.3.2. 実証内容・方法

- 7 街区入り口付近設置のアバターロボット「new-me」を用いて、7 街区内のコロナ感染対策、実施イベントの概要、貸出用具の使用方法等についての非対面案内を実施し、常駐人員の削減効果による公園運営効率化への有用性を検証する。
- アバターロボットは、7 街区内の別地点に設置した操作用 PC によって、下記表記載の日時で操作する。なお、PC の操作は、7 街区事務局担当者（うめきた 2 期開発事業者、及び、日比谷アメニス）が担当する。

案内内容、及び、PC 操作時間・体制

アバターロボットによる案内内容	PC 操作の日時・体制
<ul style="list-style-type: none"> コロナ感染対策案内 実証内容案内 貸出用具の使用方法的案内 モザイクアート投稿の呼びかけ (実証同日に、7 街区にてモザイクアートイベントを開催) アバターイン利用方法の説明 	<ul style="list-style-type: none"> 昼食時：12/15-16 11:30～13:30 1 人工×2h×2 日間 帰宅時：12/15-16 15:00～17:00 1 人工×2h×2 日間

7.3.3. 検証事項・調査方法

検証事項	<ul style="list-style-type: none"> ① アバターロボットによる非対面案内によって、実現可能／不可能な事項 ② アバターロボットによる非対面案内において、アバターロボットに求める機能 ③ アバターロボットによる非対面案内において、必要な通信環境
調査方法	<ul style="list-style-type: none"> ①②についてはアバターロボットによる非対面案内を担当する 7 街区事務局に対して、アンケート※1を実施する。 ③については、現地滞在の avatarin 担当者にて確認を実施する。 <p style="text-align: right;">※1：7 街区事務局向けアンケートは「2.4 アンケート方法・項目」にて整理</p>

7.4. 実証計画 - 実証④-2 遠隔地イベント・施設の体験・見学

7.4.1. 実証実験で実証したい仮説

- ・ アフターコロナにおける遠隔観光ツールとして、遠隔地からの操作と「顔を見ながらの」コミュニケーションが可能なアバターロボット「new-me」を活用することで、遠隔地のイベント・施設の体験・見学が可能となる。

7.4.2. 実証内容・方法

- ・ 7 街区を、(1)東京丸の内の三菱一号館美術館、(2)東京有楽町の会員交流施設 SAAI の 2 つの拠点を、(1)(2)それぞれに設置したアバターロボット「new-me」によって、遠隔接続する。
- ・ その上で、7 街区来園者は、7 街区内アバター操作体験コーナーのアバターロボット操作用 PC を通じ、(1)(2)に導入した「new-me」を操作することで、現地の映像・音声を視聴し、イベント参加や会場内の移動、見学を体験する。(1)(2)との接続時の体験内容は下記表の通りである。
- ・ 加えて、デモ体験用のアバターロボットを(3)7 街区内の専用スペースに設置する。7 街区来園者には、アバターロボット操作用 PC を介して、アバターロボットを操作していただく。
- ・ アバターロボット操作体験者（7 街区来園者）へのアンケート・ヒアリングによって、遠隔地の展示物の見えやすさ等を検証するとともに、各施設管理者へのアンケートによりアバターロボットの衝突防止機能等の有用性を調査する。

各拠点での体験内容

遠隔接続地	体験者	体験内容
(1)三菱一号館美術館 (東京丸の内)	7 街区 来園者	・ 三菱一号館美術館を学芸員案内付きで遠隔鑑賞
(2)会員施設 SAAI (東京有楽町)		・ 三菱地所有有楽町まちづくり（文化/技術/アート）、及び、SAAI の紹介を実施
(3)7 街区		・ アバターロボットのデモ操作を体験いただく

7.4.3. 検証事項・調査方法

検証事項	<ul style="list-style-type: none">① アバターロボット遠隔操作体験者（7 街区来園の一般利用者）にとっての、遠隔地の展示物の見えやすさ、聞こえやすさ等の観点での満足度② 遠隔操作時における、アバターロボットの衝突防止機能の精度（現状前方 30cm のみ検知）、及び、アバターロボットによる展示物鑑賞時に適切な移動速度③ 遠隔操作時に必要な通信環境
調査方法	<ul style="list-style-type: none">・ ①については、操作体験者（7 街区来園の一般利用者）向けのアンケート^{※2}、並びに、適宜、現地滞在の avatarin 担当者にて体験者に現場でのヒアリングを実施する。・ ②については、(1)東京丸の内の三菱一号館美術館、(2)東京有楽町の会員交流施設 SAAI の各施設を管理する事務局へのアンケート^{※3} を実施し、衝突防止機能の精度と適切なアバターロボットに移動速度を確認する。・ ③については、現地滞在の avatarin 担当者にて通信環境の状況を確認する。 <p style="text-align: right; margin-right: 20px;">※2・3：操作体験者・各施設管理者向けアンケートは「2.4 アンケート方法・項目」にて整理</p>

7.5. アンケート実施方法・項目

7.5.1. アンケート実施方法

- ・ アンケートの回答方法は、タブレットにて回答フォームに入力を予定する。但し、感染症対策のため、体験者自身のスマートフォンで QR コードから回答フォームにアクセスして入力する方法、及び、紙で記入する方法で補完する。

7.5.2. アンケート対象者

- ・ 操作体験者（7 街区一般来園者）
 - ✓ デモ体験者（うめきた外庭スクエア来場者）
 - ✓ PC 操作者（うめきた外庭スクエア⇒東京／三菱一号館美術館接続者）
 - ✓ PC 操作者（うめきた外庭スクエア⇒東京／有楽町 SAAI 接続者）
- ・ 施設事務局
 - ✓ 東京（三菱一号館美術館/有楽町 SAAI）事務局（三菱地所エリアマネジメント企画部）
 - ✓ 7 街区事務局（うめきた 2 期事業者＋日比谷アメニス）

7.5.3. アンケート項目

操作体験者（7 街区一般来園者）アンケート
1. 職業
2. 年代
3. 操作したアバターの設置拠点
4. アバターロボットでの遠隔コミュニケーションについてどのように感じたか
5. アバターロボットでの遠隔コミュニケーションについて、現在のコロナ禍やアフターコロナにおける利用について、直接の人との会話と比べてどのように感じたか
6. アバターロボットでの遠隔コミュニケーションについて、WEB 会議システムと比較してどのように感じたか
7. アバターロボットの下記①～⑥の機能について、どのように感じたか
① モニターサイズ
② 映像
③ 明るさ
④ スムーズさ
⑤ 音声
⑥ 移動速度
8. PC 操作はスムーズにできたか
9. 遠隔コミュニケーションを行う上で、追加した方が望ましいと感じたアバターの機能
10. アバターロボットを介した SAAI 案内について、関心を持った内容・入会の検討意向・満足度
11. その他、気が付いた点

東京（三菱一号館美術館/有楽町 SAAI）事務局 アンケート
1. 使用した印象
2. 物や人への接触有無
3. アバターの機能（音声・速度・照明）が十分か否か
4. 施設運營業務に活用できると感じたか
5. あれば施設運營業務に活用できると感じる機能
6. その他感想

7 街区事務局 アンケート
1. 使用した印象
2. 物や人への接触有無
3. 管理運營業務の効率化に役立ったか否か
4. 2 期管理運營業務に活用できると感じたか
5. あれば 2 期管理運營業務に活用できると感じる機能（例：屋外対応（防水/防塵/芝生上での利用）、ディスプレイ利用（資料投影/お知らせ文等の投影）、首振り機能等）

6. その他感想

7.6. 実験実施結果

7.6.1. 実験結果

- 施設管理者がアバターロボットを用いた公園案内・施設案内を行うとともに、外庭スクエア来場者に試験的にアバターロボットを操作いただいた。使用后、管理者、及び、操作体験者にアンケートを実施した。

◆アンケート回答状況

- 操作体験者：23 件
- 施設事務局-7 街区事務局：9 件
- 施設事務局-東京事務局：4 件

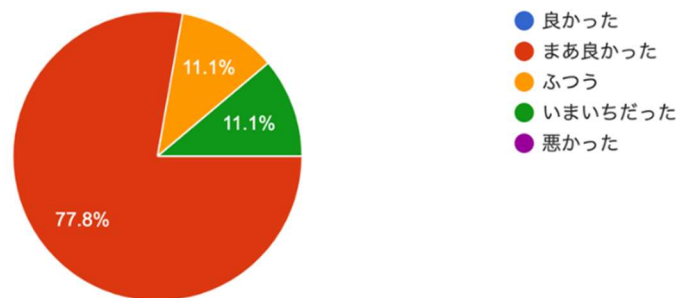
◆アンケート集計結果

<実証④-1：非対面案内による公園運営効率化>

アンケート回答者：施設事務局-7 街区事務局：9 件

1. 使った印象は？

9 件の回答



2. 物や人への接触はありませんでしたか？

9 件の回答

①	あった	0 件
②	なかった	8 件
③	その他コメント	1 件

(コメント)

- ✓ 芝生をスムーズに動かすことが出来なかった。

3. アバターの機能（音声・速度・照明）は十分でしたか？

9件の回答

①	十分だった	1件
②	不十分だった	3件
③	その他コメント	5件

(コメント)

- ✓ 屋外で使用するには照度が足りなかったのと、音声ボリュームがもう少し欲しかった。
また、通信環境に大きく左右されることを実感した。
- ✓ 時差があり、上下動作が上手くできなかった。
- ✓ 首振り機能が作動せず鉛直方向で見たい向きを調整できなかった点が不便であった
- ✓ どちらの施設が原因かわからないが、時折通信が遅延・切断されることがあった。
復旧に時間を要す時もあった点が気になる。
- ✓ 切断・遅延が多かった。特に12時～13時頃は切断が多く、使えない時間が長かった。

4. 管理運営業務の効率化に役立ちましたか？

9件の回答

①	役立った	5件
②	役立っていない	0件
③	その他コメント	4件

(コメント)

- ✓ ずっと操作 PC に張り付いていないといけないので、来場者からの問い合わせを受けた時だけ対応する等であれば効率化に繋がりそうと思った。
- ✓ 役立つ可能性はあると思った
- ✓ インフラ環境によって左右される。
- ✓ コロナ禍等においては有効だと感じた

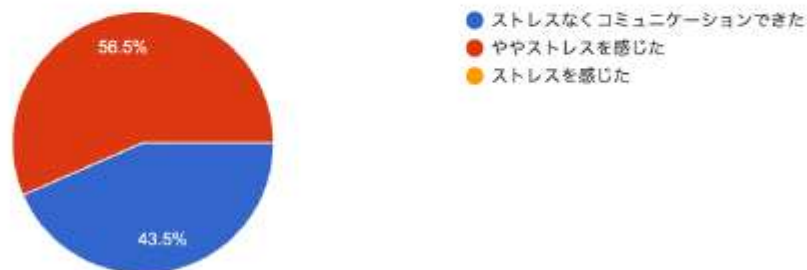
<実証④-2：遠隔地イベント・施設の体験・見学>

アンケート回答者：操作体験者：23件、施設事務局-東京事務局：4件

【操作体験者アンケート回答結果（23件）】

3. アバターロボットでの遠隔コミュニケーションについてどのように感じましたか
- ① ストレスなくとれた
 - ② ややストレスを感じた
 - ③ ストレスを感じた

23件の回答



4. (やや) ストレスを感じた方にお聞きます。どの辺がストレスを感じましたか？

【ネット環境】

- ・遅延がでてた
- ・ネット環境がスムーズではない
- ・画面の解像度が荒いところがあった。
- ・操作と実際の動きとのタイムラグ
- ・遅延があり、操作がシビアであるところ
- ・少し映像が止まることがあった
- ・Wi-Fi が遅い影響が出ていた
- ・時々映像が遅くなる、音声もタイムラグを感じる

【操作感】

- ・操作が少し難しかったため。特に距離感。
- ・説明の方や美術品に当たってしまわないか不安だった。

【音声】

- ・音声がききとりにくかった
- ・雑音が多い

5. アバターロボットでの遠隔コミュニケーションについて、現在のコロナ禍やアフターコロナにおける利用について、直接の人との会話と比べてどのように感じましたか

- ① コロナ踏まえたとしても実際の人とのコミュニケーションの方が良い
- ② コロナ踏まえ遠隔で問題ないと感じた
- ③ どちらでもない

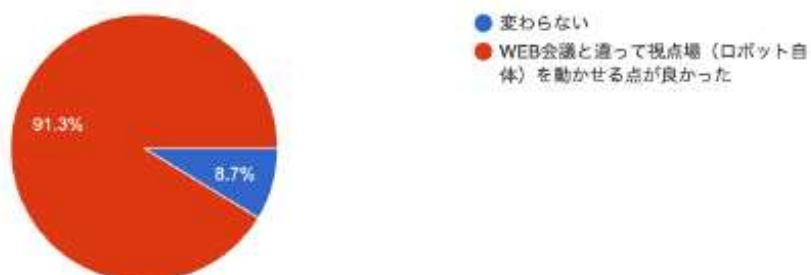
23件の回答



6. アバターロボットでの遠隔コミュニケーションについて、WEB 会議システムと比較してどのように感じましたか

- ① 変わらない
- ② WEB 会議と違って視点場（ロボット自体）を動かせる点が良かった

23件の回答



7. アバターロボットの機能について、どのように感じましたか

- ① モニターサイズ 大きすぎると感じた／丁度いいと感じた／小さいと感じた

7-1. モニターサイズ

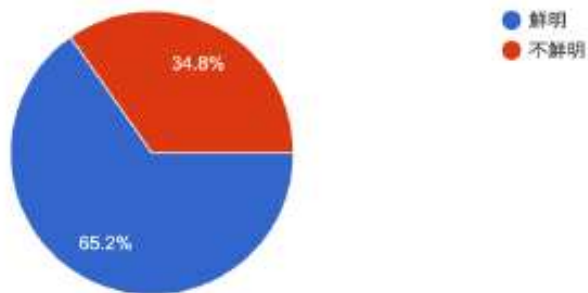
23件の回答



- ② 映像 鮮明／不鮮明

7-2. 映像

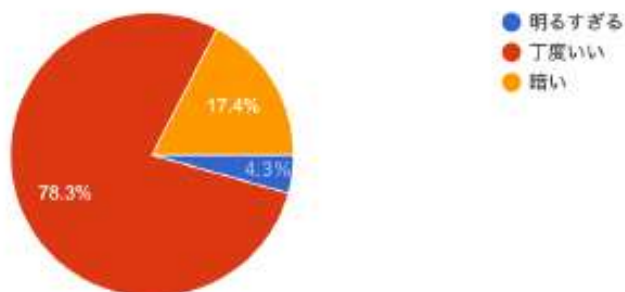
23件の回答



- ③ 明るさ 明るすぎる／丁度いい／暗い

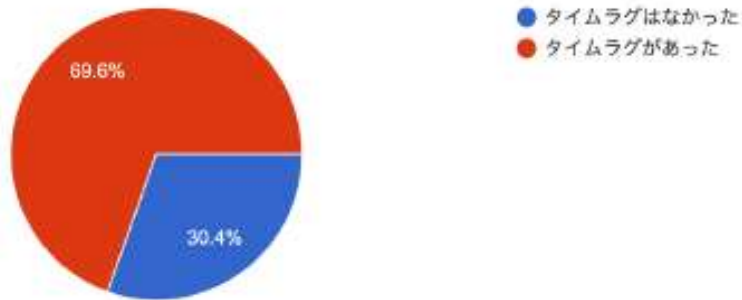
7-3. 明るさ

23件の回答



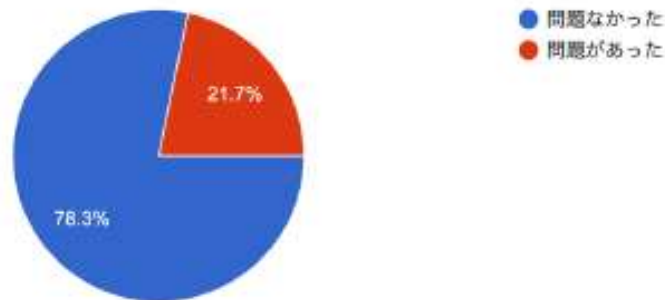
④ スムーズさ タイムラグはなかった／タイムラグがあった

7-4. スムーズさ
23件の回答



⑤ 音声 問題なかった／問題があった（理由）※例：途切れ、音量

7-4. 音声
23件の回答

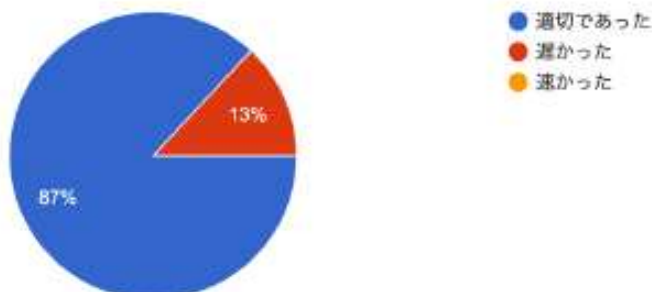


- ・コントラストが大きいときに少し見づらい
- ・聞き取りづらいときもあった
- ・タイムラグが不安。
- ・他のテレビ会議と同じくイヤホンを使わないと聞き取りにくい
- ・聞こえにくい
- ・外であったせいか、若干音声が聞き取りにくかった。

⑥ 移動速度 適切であった／遅かった／速かった

7-5. 移動速度

23 件の回答

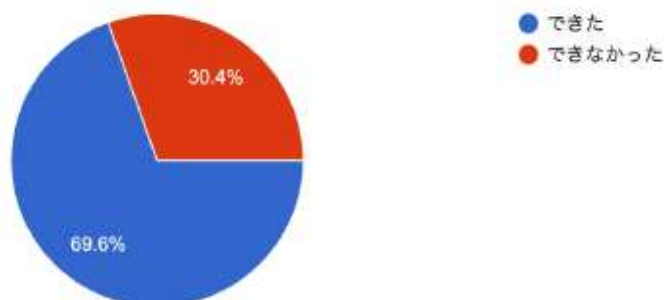


8. PC操作はスムーズにできましたか

- ① できた
- ② できなかった

8. PC操作はスムーズにできましたか？

23 件の回答



9. アバターの機能について、追加した方が遠隔コミュニケーションがとり易いと思われた内容があればお教えてください

- ① 資料/HP 等の画面投影
- ② お知らせ文等の画面投影

23 件の回答

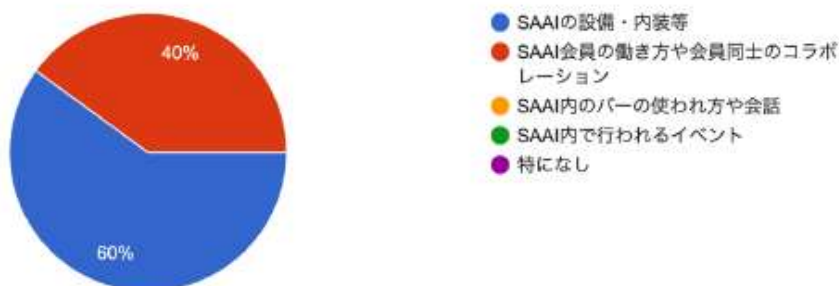


10. 【上記質問2. で③と回答した方の内、7 街区で SAAI 案内を受けた方にお伺いします】

10-1) SAAI での実験目的「アバターでも偶発的な出会いが体験できたか？」について、SAAI ツアーにおいて、どの点に興味がありましたか？

- ① SAAI の設備・内装等
- ② SAAI 会員の働き方や会員同士のコラボレーション
- ③ SAAI 内のバーの使われ方や会話
- ④ SAAI 内で行われるイベント
- ⑤ 特になし

10 件の回答



10-2) SAAI のような施設が近隣に合った場合、入会を検討したいと感じましたか？

10 件の回答



10-3) アバターロボットを使った案内に満足しましたか はい/いいえ/どちらともいえない

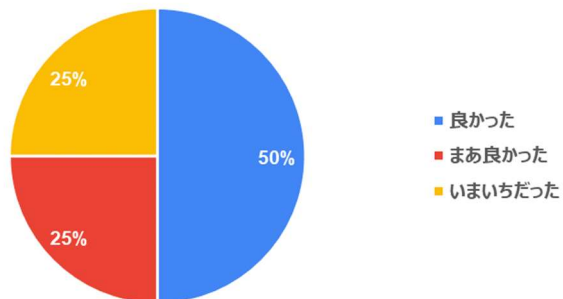
15 件の回答



【施設事務局-東京事務局アンケート回答結果（4件）】

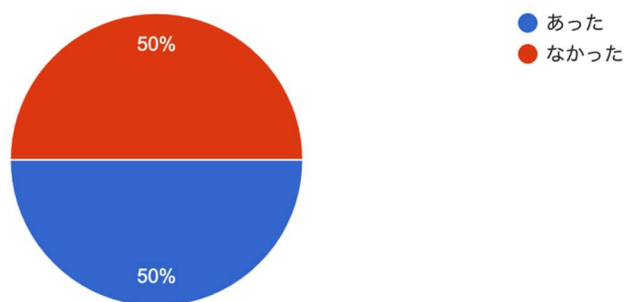
1. 使った印象は？

4件の回答



2. 物や人への接触はありませんでしたか？

4件の回答



2020/12/15 美術館	
① 衝突防止機能の精度	<ul style="list-style-type: none"> • 回転するときに、アバターの後方部分が壁や机にぶつかってしまうことがあった。後方にも衝突防止機能があったほうがよい。 • 前方であっても、下に5cm程度隙間があると、衝突防止センサーが働かなかった。幅広い範囲でセンサーが働くようになるとより安心。
② 鑑賞に適切なスピード	<ul style="list-style-type: none"> • 案内をしながら見て回るために、スピードは問題なかった。
③ 必要通信環境	<ul style="list-style-type: none"> • ポケットWi-Fiを使用したため、PC操作者から、画像が荒いという声があった。 • 案内の途中で、接続が2～3回途絶えた。実導入する場合には、施設としてのWi-Fi環境を整備する必要がある。
④ 暗めな場所での活用可能性（ライトの明るさは十分か）	<ul style="list-style-type: none"> • 天気がよく、窓から太陽光が十分に入る時間帯での実施であったため、明るさは十分であった。アバター自体のフットライト等は使用しなかった。 • ガラスケースに入っている展示物の場合、アバターの画面が反射して中が見えなくなるため、アバター画面の明るさを暗くする工夫をした。
⑤ 画面の首振り角度	<ul style="list-style-type: none"> • 階段など、斜め上を見るには十分な角度であった。 • 天井を見たい、という声があり、それに対応するには可動域が広くなるとよりよい。
⑥ カメラのズーム精度、画質、視野	<ul style="list-style-type: none"> • 画像が荒いという声があった。（通信環境の影響か）ただ、通信が安定しているタイミングではジオラマの細部まで確認できるようだった。
⑦ 音声の大きさは適切か	<ul style="list-style-type: none"> • 案内者と適切に会話できる音声の大きさであった。アバター本体でも音量の調整ができるため、その場に合った音量でのご案内ができた。
⑧ 施設運営業務に活用できそうか	<ul style="list-style-type: none"> • 展示室内で利用するには、衝突防止センサーの精度向上は必須。機能が向上されたうえで、施設側としても衝突防止対策（柵の設置等）は行う必要がある。 • 現地で鑑賞されているお客様の邪魔にならないよう、案内者との会話が大声にならないような配慮が必要。（音声ガイドの用意など）
⑨ その他	<ul style="list-style-type: none"> • あらかじめ音声ガイドを用意して、PCからアクセスできるようにしておくことで、PC操作者が音声ガイドを聞きながら美術館をみてまわることもできそう。

2020/12/16 SAAI	
① 衝突防止機能の精度	<ul style="list-style-type: none"> 回転するときに、アバターの後方部分が机や柱にぶつかってしまうことがあった。後方にも衝突防止機能があったほうがよい。
②鑑賞に適切なスピード	<ul style="list-style-type: none"> 案内をしながら見て回るために、スピードは問題なかった。
③必要通信環境	<ul style="list-style-type: none"> 施設側のWi-Fiは十分な速度が確保されており、スムーズであったが、案内の途中で接続が1回途絶えた。
④暗めな場所での活用可能性（ライトの明るさは十分か）	<ul style="list-style-type: none"> 施設内の照明が十分ある環境であったため、アバター自体のフットライト等は使用しなかった。
⑤画面の首振り角度	<ul style="list-style-type: none"> 照明などを紹介するとき、斜め上を見上げるには十分な角度であった。 首振りが上下で止まらなくなる事象が3回ほど発生した。通信を切らないとなおらず、この点は改善が必要だと感じた。
⑥カメラのズーム精度、画質、視野	<ul style="list-style-type: none"> 一時、画像が荒いという声があった。（通信状況の影響か） 大半の時間帯は通信が安定しており、画質は問題ない様子だった。
⑦音声の大きさは適切か	<ul style="list-style-type: none"> 案内者と適切に会話できる音声の大きさであった。アバター本体でも音量の調整ができるため、その場に応じた音量でのご案内ができた。
⑧施設運營業務に活用できそうか	<ul style="list-style-type: none"> 費用面でのハードルはあるものの、機能としては遠隔での施設内覧に活用できるように感じた。
⑨その他	<ul style="list-style-type: none"> アバターが動いている様子を見て、SAAI会員が寄ってきて、大阪側の方と会話したり、アバターの活用方法についてアイデアをくださった。好奇心が強い人がたくさんいる場所との親和性は高いと感じた。 SAAI会員の声として、zoom等WEB会議の浸透により、画面上の人と話すハードルが低くなっているため、アバター越しの会話でもあまり違和感がない、とのことだった。

外庭スクエアの実証実験の様子

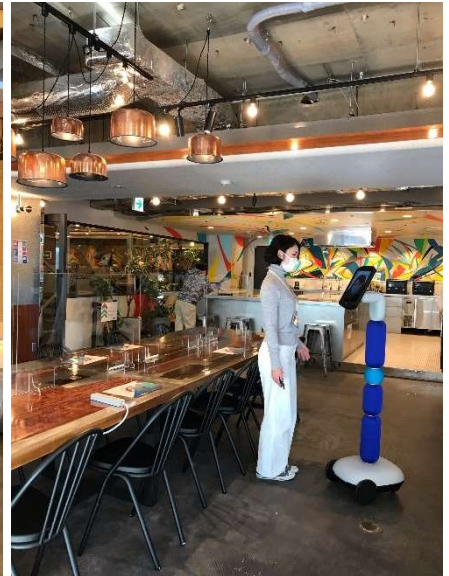


東京 三菱一号館美術館の実証実験の様子





東京 会員交流施設 SAAI の実証実験の様子



7.6.2. 分析

<実証④-1：非対面案内による公園運営効率化>

- ・ 検証事項①：アバターロボットによる非対面案内によって、実現可能／不可能な事項
 - アバターロボットを活用した非対面案内の有用性については、事業者側では有効だと回答がおよそ 8 割だったが、ネットワーク環境や機能が向上すればと言う条件付きものだった。
- ・ 検証事項②：運営上求める機能
 - 運営上求める機能としては、屋外対応、画面共有機能、自動充電機能、コミュニケーション機能（手を振る・握手・感情の表現等）が上げられた。
 - 屋外対応としては、芝生や段差など悪路での移動にも耐えうる機能が求められた。
 - またコミュニケーション機能として、通信環境が乱れた際のリアクションに備えて、ワンタッチでのアイコン表示機能の意見が挙がった。
- ・ 検証事項③：必要な通信環境
 - 後述

<実証④-2：遠隔地イベント・施設の体験・見学>

- ・ 検証事項①：アバターロボット遠隔操作体験者にとっての、遠隔地の展示物の見えやすさ、聞こえやすさ等の観点での満足度
 - 操作体験者の半数超が遠隔でのコミュニケーションにストレスを感じているが、それでも 6 割超の体験者がコロナ禍での遠隔コミュニケーションに対して問題ないと感じている。
 - 遠隔観光体験に対し、不満足と感じた要因は、画像が荒い、操作にタイムラグがあるといったネットワーク環境に起因するものと、操作の難しさや物にぶつかってしまう不安などロボットの機能に関するものであった。
 - また、コロナ禍におけるアバターを活用したコミュニケーションの方法について、およそ 6 割が問題とないと感じていた。
- ・ 検証事項②：遠隔操作時における、アバターロボットの衝突防止機能の精度、及び、アバターロボットによる展示物鑑賞時に適切な移動速度
 - 操作体験者はおよそ 9 割が移動速度は適切であり、7 割が操作はスムーズだったと回答した。また、接続先の施設（東京の美術館・SAAI）事務局も移動速度については問題がないと回答した。
 - 一方で、衝突防止機能については、回転時にアバター後方部が壁や柱にぶつかることがあったと回答があった。
- ・ 検証事項③：アバターロボットによる非対面案内や遠隔体験実施時の必要な通信環境
 - ネットワーク環境については操作する PC 側とアバターロボット側の双方に上り下りとも最低限 5Mbps が必要であり、20Mbps あると良質な体験が可能となる。
 - 本実証においては、うめきた外庭スクエアにおいて回線速度は確保されていたが、おそらく電波強度が弱かったのか接続が不安定であった。三菱一号館美術館では建物自体が堅固な造りのため、電波が弱かった。

7.6.3. 考察

- ・ 本実証において「施設運営管理」と「遠隔観光体験」を実施したが、どちらも環境整備やアバターロボット機能向上の必要はあるが、来園者や事業者からは好意的な意見をいただいており、十分なニーズはあると考えている。

- ・ また、avatarin 社として都市間でのアバターによるコミュニケーションは実証例が少ないため、貴重なものであった。ビジネスツール含め設備の整っている都市同士であっても、今回のように新技術に対するニーズを受け入れる土壌があったことは新たな発見である。また大阪という土地柄も他地域に比べてコミュニケーションに対して能動的で温かみを感じることができた。
- ・ なお、うめきた 2 期地区の都市公園等の管理・運営業務においてアバターロボットを実装する場合、指定管理者である MMO、及び、アバターロボット・アバタープラットフォームを提供するアバターロボット事業者による共同検討の上で、MMO がアバターロボットを活用した非接触型街区案内等を行うことを想定する。

7.6.4. 技術の実装可能な時期、実装に向けて残された課題

- ・ 本実証を受けて、今後のアバターロボット活用においては、アバターロボットを動かす環境整備とアバターロボットの機能向上が必要であると考ええる。
- ・ 環境準備に関しては、ネットワーク環境と準備段階で通信速度と電波強度の事前確認と、必要であれば通信環境の改善が必要であると考えられる。また、アバターロボットの走行エリアの床面状況にも制限があり、事前の確認およびアバターロボット側の機能向上が必要である。
- ・ 上記の他、アバターロボットの機能として、衝突防止機能の向上が上げられる。遠隔観光で美術館など展示品のあるエリアを動かすときには必須である。

7.7. 横展開に向けた一般化した成果

- ・ 「施設運営管理」と「遠隔観光体験」とともに、環境整備・アバターロボットの機能向上は必要ではあるが、ユーザーより好意的な意見があり、ニーズがあるということが検証できた。
- ・ また、次項に示す通り、アバターロボット操作において、必要な通信環境が、本実証より検証できた。

8. 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

【全体】まちづくり側の視点

- ・ 都市公園等の公共空間におけるサービス向上や管理効率化に向けて、サービス側における技術革新では無く、まち側での整備が効果的と思料される項目については、以下の通り考えられる。なお、これらの実装にあたっては、財源など 持続的な運用が課題となるため、引き続き、実証実験等を通じた課題整理が必要となる。また、協議会での活動など通じて、官民連携した取り組みの継続が必要である。
 - ① 日常のみならず災害時にも利用可能な 5G 通信インフラ（サービス実施場所と接続先の双方）
 - ② ロボット・モビリティ・各種デバイス利用に対応した充電設備
 - ③ ロボット等の走行にも適した空間設計（傾斜、段差、自動ドア、材質等の配慮）
 - ④ まちや災害時の情報を発信可能なデジタルサイネージ等
 - ⑤ 道路内や公園内等においてパーソナルモビリティが走行可能な専用レーン等
 - ⑥ モビリティの設置・貸出が可能なポート整備
 - ⑦ 混雑度等の人流の把握が可能なセンサー等の設備
 - ⑧ AI カメラの行動等の検知結果を管理者やロボット等に紐づけるシステム構築
- ・ また、施設・設備に関する内容以外に、法規制等についても柔軟な整備や規制緩和が望ましい。
 - ① 個人情報に係る社会受容性が確認される場合、公共空間において防犯目的で設置されるカメラの、行動検知・属性情報等、施設管理・マーケティング利用での併用が可能な仕組み（公共カメラの複数用途対応）
 - ② 電動キックボードや自動運転バスの道路走行に係る規制緩和

【個別】サービス側（本実証パートナー）による具体的な視点

画像解析実証（実証①）

<効果的な施設・設備の提案>

- ・ AI 解析を展開する上で、本実証においても、照明環境やカメラ設置時の電源確保において、準備に一定の工数がかかっている。また、AI 解析結果の送信にあたって、携帯の通信回線を用いている。これらの状況を鑑みると、今後は、こうした照明機能・電源・防犯カメラの搭載、および通信環境安定化のために 5G 等の基地局機能等を一気通貫で搭載し、設置ができる、いわゆるスマートポールを一体的に整備することで、AI 解析システムの円滑な導入・実装の実現に資すると思われる。
- ・ また、公園などの施設内の状況だけではなく、円滑な施設運営を行う上で、公園の付帯施設として整備がなされる場合も多い利用者向け駐車場についても、同様の AI 解析システム導入を検討する余地があるのではないかと考える。本実証では実施はしていないが原理として同種の物体検知技術を用いてリアルタイムの利用状況の可視化を行うことで、適切な施設運営や利用者の誘導を行うことができ、管理業務の効率化とともに、利用者の利便性向上にもつながると思われる。

- ・ あわせて、公園内において、AI 解析によってデータを取得し、管理業務に活用するだけでなく、利用者に対して逆方向に発信を行うことも施設運営の高度化・最適化に資すると思われるので、AI 解析によるデータをリアルタイムに連携して情報を発信・表示ができる IoT デジタルサイネージ(電子看板)といった設備の導入も検討できるのではないかと考える。

＜施設・設備の設置・管理・運用にかかる留意点＞

- ・ 上述のような一連の設備の設置にあたっては、平時と災害時の 2 側面での留意が必要だと考える。平時にあわせた各種要件の整理・システムの実装・機器設置を行うと同時に、災害時においても重要なインフラとして施設運営を支援することを考えると、災害時においても耐用する前提での設備の設置および要件定義が必要と思われる。具体的には AI 解析システムの実装の際に、平時に使用する電源だけではなく、災害時においても作動する非常用電源の準備や、災害時の携帯通信の混線に備えたバックアップの通信基盤の構築を前もって取り組む必要があると思われる。
- ・ 同時に上記のような仕組みにあわせて、管理者側の業務運用フローに関しても、平時と災害時それぞれにおいて整備をすることが求められると思われる。

スマートグラスを活用した植栽管理実証（実証②）

＜実証実験を踏まえた、うめきた 2 期におけるスマートグラス活用案＞

- ・ うめきた 2 期の都市公園は、南北間の距離は約 400m、面積は 4.5ha の広さを持つ。そのため、うめきた 2 期の植栽管理の作業管理責任者が現場の状況を確認しながら指示を作業スタッフに出す場合、その広大なエリアの移動に時間がかかる。
- ・ 作業スタッフがスマートグラスを装着した場合、作業管理責任者は事務所から、作業スタッフが居るうめきた 2 期の植栽の状況を常に確認することができるうえ、効率よく作業スタッフに指示を出すことができる。また作業スタッフに公園の利用者から質問・要望等の問い合わせがあった場合、その場で作業管理責任者から返答のアドバイスを受けることも可能となる。
- ・ スマートグラスの遠隔支援機能は、植栽管理の熟練者から初級者への遠隔指導を可能にすると考えられる。例えば引退済みの熟練者が事務所または家から、うめきた 2 期の都市公園で管理を行う初級者の作業スタッフに管理の手法を指導する、といったことを可能にする。現在、一般的に高齢化が進む造園業において、新規参入しやすい環境作りを図る。
- ・ 面積 4.5ha の広さの都市公園を持つうめきた 2 期は、一日の作業数も多大になると考えられる。今回開発したスマートグラスの自動日報作成機能を用いることで、効率よく報告書を管理・作成できる。
- ・ さらに今後は、報告書作成だけでなく、作業管理責任者から作業スタッフに行う作業指示もスマートグラスを通して情報伝達を行うことで効率化するとともに指示漏れを防ぐという展望も考えられる。また AR・MR 機能を駆使して、その日の作業エリアの区画や作業のアドバイス等を空間上に描くといったことも考えられる。
- ・ 今回の実証実験で、自動日報作成機能と遠隔支援機能を併用することで、スマートグラスデバイス購入費を上回るコスト削減が出来る可能性が示唆された。コスト削減の為だけでなく、例えば公園の利用者の意見をスマートグラス装着者がデバイスを通して収集し、運営に反映するなど、公園の価値を高めるような活用方法も今後は考えられる。

<うめきた 2 期においてスマートグラスを活用するために必要な要件>

- ・ 今回の実証②-2 植栽管理の遠隔支援実証の結果などから、映像付き通話において、植物の状態を把握できる程度の映像画質を実現するためには、スマートグラス側は 5G の通信環境が必要であることが判明した。
- ・ 現状では、KDDI の 5G 通信が可能なエリアはうめきた 2 期の敷地全てをカバーできていない。確実に 5G 通信をうめきた 2 期全域で使用するためには、敷地内にローカル 5G の設備の設置を行うことも有効であると考えられる。
- ・ また、スマートグラス側だけではなく、遠隔支援を行う PC 側の通信環境も良好である必要がある。少なくとも上りと下りの回線速度が 25Mbps 以上である光回線に接続することが要件となる。

遠隔操作ロボット実証（実証④）

- ・ アバターロボット newme の最低動作環境について、通信速度：5Mbps 以上、電波強度：| -60dBm | 以下であるため、newme 走行範囲についてはこの 2 つの条件を満たす必要がある。
- ・ wifi のアクセスポイント敷設については、newme 走行範囲がすべて電波強度 | -60dBm | 以下となるようにする必要がある。
- ・ 路面環境については、屋外は走行不可である。また屋内であっても平面かつ光の反射のない床材（例：大理石など光を反射する床は NG）のみ走行可能であり、傾斜や段差（点字タイルは NG）は走行不可である。
- ・ なお、屋外対応のアバターロボットも開発中である。newme についても屋内であれば傾斜や多少の段差（点字タイルレベル）の走行は可能となるアップデート版を開発しており 2021 年夏頃には使用可能となる。

うめきた2期地区等スマートシティ形成協議会

実装に向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9）
報告書

令和3年3月
国土交通省 都市局