

早期の社会実装を見据えた  
スマートシティの実証調査（その11）  
報告書

令和4年3月

国土交通省 都市局  
羽田第1ゾーンスマートシティ推進協議会

## 目次

1. はじめに.....	3
(1) 大田区及び区域の課題.....	3
(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.....	6
(1) 目指す未来.....	6
(2) ロードマップ.....	8
(3) KPI.....	9
3. 実証実験の位置づけ.....	10
(1) PSM シェアリング実証.....	10
(2) ロボットデリバリーサービス実証.....	12
(3) エレベータ連携実証.....	14
(4) カメラを活用した人流把握実証.....	16
4. 実験計画.....	17
(1) PSM シェアリングサービス実証.....	17
(2) ロボットデリバリーサービス実証.....	20
(3) エレベータ連携実証.....	24
(4) カメラを活用した人流把握実証.....	27
5. 実証実験実施概要及び結果とりまとめ.....	30
(1) PSM シェアリングサービス実証.....	30
(2) ロボットデリバリーサービス実証.....	43
(3) エレベータ連携実証.....	64
(4) カメラを活用した人流把握実証.....	74
6. 横展開に向けて一般化した成果.....	88
(1) 得られた成果のポイント.....	88
(2) 横展開に向けて一般化した成果.....	93
(3) 大田区課題解決に向けた横展開への示唆.....	95
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.....	97

# 1. はじめに

## (1) 大田区及び区域の課題

大田区の上位計画等を整理した結果、現時点において、下表の通り、大田区が特に解決すべき課題は「交通」「健康」「生産性向上」「観光・地域活性化」の分野があり、すべての分野が「産業」の課題につながると整理される。

なお、大田区の課題は時間経過とともに変化していくことも想定されるため、大田区から協議会に大田区の課題を継続的に提出することで、必要に応じて取り組む課題を更新していくことを想定している。

分野	大田区の課題	活用する主な先進的技術
産業	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 全国有数の中小企業集積地で高い技術力の維持発展、国際化への対応</li> <li>✓ ベンチャー・創業者支援、技術革新の促進</li> </ul>	—
交通	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 木造密集地域等における交通弱者の移動手段の確保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 自動走行技術（自動運転バス等）</li> <li>✓ 複数モビリティの遠隔統合管制プラットフォーム</li> <li>✓ エレベータ制御システムと自動運転パーソナルモビリティ（PSM）の連携技術</li> </ul>
生産性向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 生産年齢人口の減少、担い手不足への対応</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 自律型ロボット</li> <li>✓ ロボット統合管制システム</li> <li>✓ 建物維持管理データ分析 AI</li> </ul>
観光・地域活性化	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 大田区の都市観光推進のための認知度向上</li> <li>✓ 「おおたのモノづくり」の観光資源化</li> <li>✓ 商店街活動等を通じた地域づくりの取組による賑わいの創出</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ アバターロボット</li> <li>✓ AR アプリ</li> <li>✓ 人流センサー・人流データ解析・可視化</li> </ul>
健康	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 高齢化が進む社会における健康寿命の延伸や未病の取組</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ICT を活用したインセンティブ付与アプリ（健康ポイント等）</li> </ul>

## (2) コンソーシアムについて

大田区の持続可能な成長・発展に向けて、対象区域において大田区が抱える多様な課題解決に向けた実証的取組が可能な事業実施体制の構築を図るため、「官＋民」が連携し、「羽田第1ゾーンスマートシティ推進協議会」を設立した。協議会はスマートシティの推進主体として位置付け、推進主体の機能として「全体会」「推進事務局」「ルール部会」「ビジネス開発・運営部会」「都市OS運営部会」を設置することとする。

協議会の運営にあたっては「全体会」を各種報告や重要事項の決定の場として全会員が参加してスマートシティ推進の承認や意思決定を行う。

「推進事務局」は会長輩出の羽田みらい開発及び副会長輩出の大田区、羽田みらい開発の代表企業である鹿島建設及び事務局機能を担う日本総合研究所を中心に、全体会の運営やスマートシティ実行計画等の計画検討及びモニタリングや情報発信等を行う。

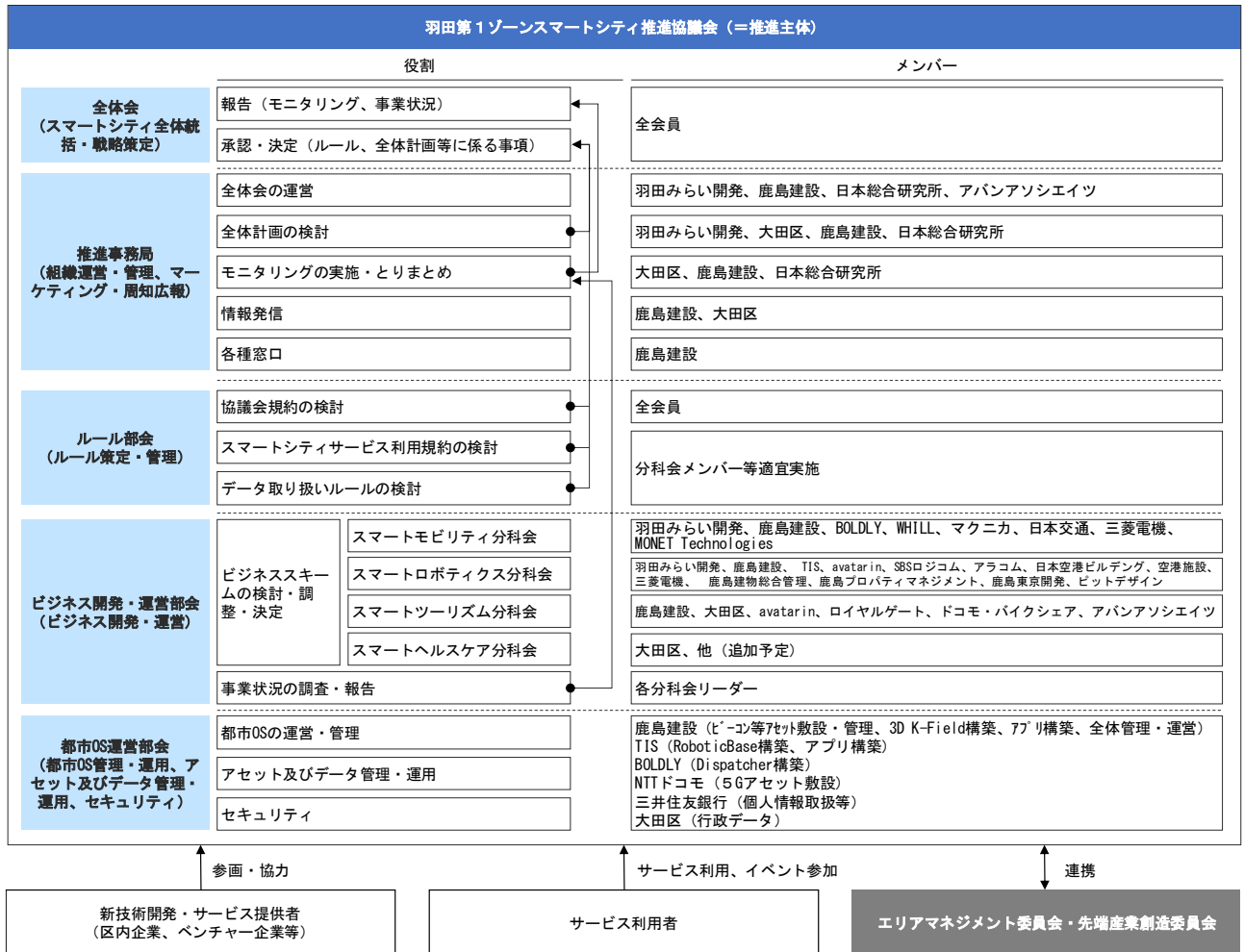
「ルール部会」においては、スマートシティサービス等の具体化を行うビジネス開発・運営部会においてデータ等の取り扱い等のルールについて検討が必要となった際に、当該ルールに係る会員にてルールの検討や全体会へのルール承認依頼等を行う。

「ビジネス開発・運営部会」では、本スマートシティにおいて特に取り組む4分野の分科会を設置して、各分野でのスマートシティサービスの検討や開発の具体化、実証実験の検討・実施等を担う。

「都市OS運営部会」においては、都市OS構築者である鹿島建設を中心として都市OSの整備及び運営や機能拡張の検討・実装を担う。また、必要に応じてアセットの整備や情報の取り扱いに適した会員が参加することを想定する。

また、全体の事業推進にあたっては協議会内でクローズすることなく、エリアマネジメント委員会や先端産業委員会との連携を図るとともに、スマート協議会外の区内企業やベンチャー企業などの実証参画・協力の推進を可能とする体制の構築を目指す。

■ コンソーシアムの体制

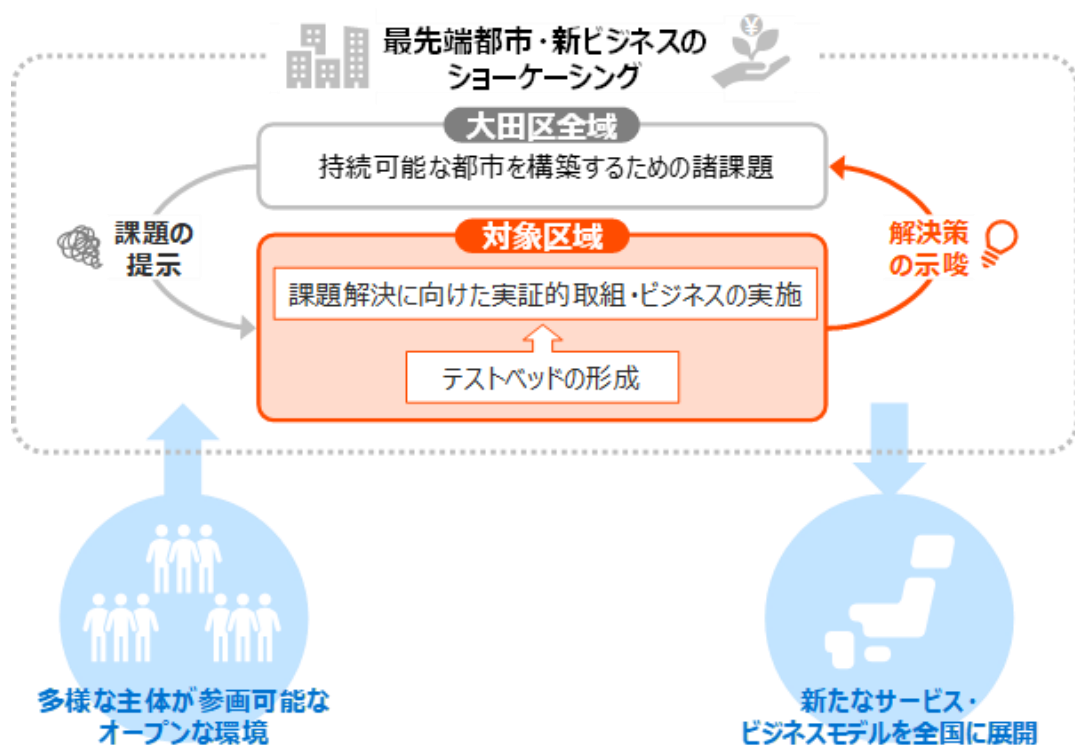


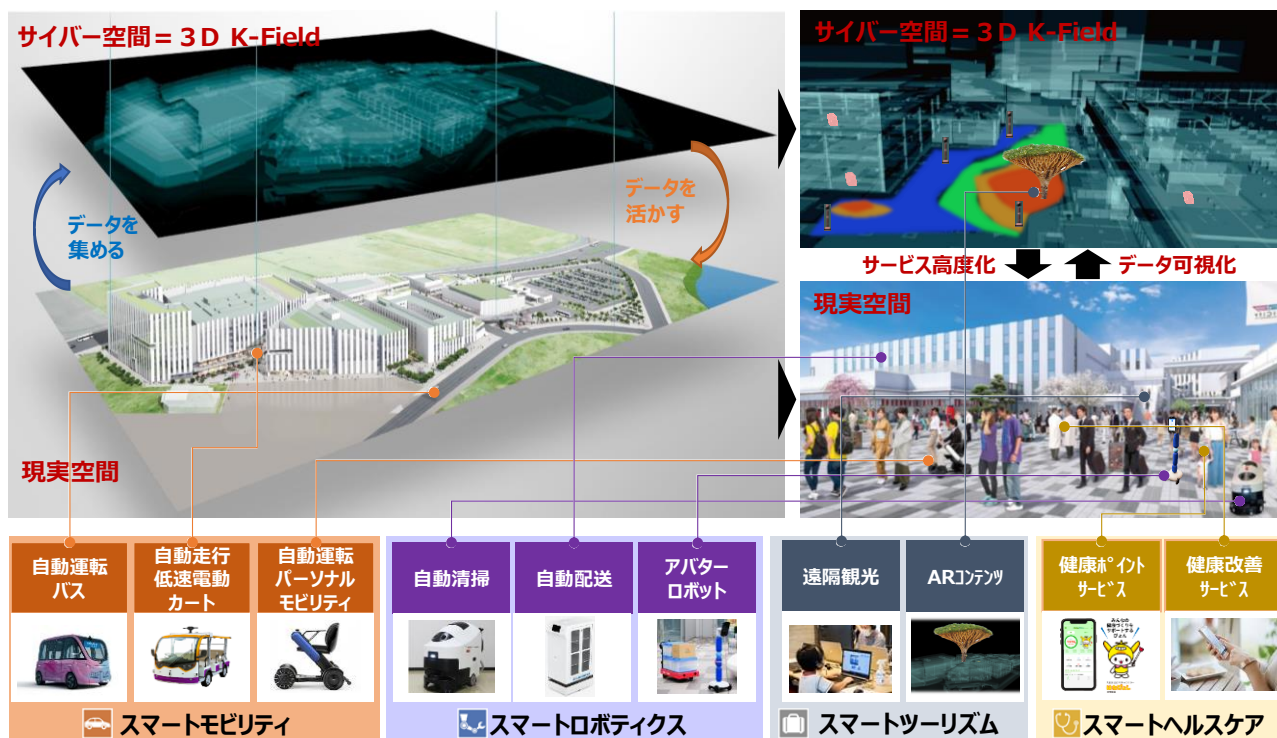
## 2. 目指すスマートシティとロードマップ

### (1) 目指す未来

「持続可能都市おおた」の形成を支えるテストベッドとしてのスマートシティ

- ✓ 都市の様々なデータを収集・分析可能なデータ連携基盤を構築し、実証的取組に適したテストベッドとしてのスマートシティを形成
- ✓ 形成したテストベッドにおいて多様な実証的取組を展開し、大田区の課題解決に貢献。大田区が取り組む課題解決アプローチを同様の課題を有する全国自治体に展開
- ✓ 協議会会員企業は HICity における実証的な取り組みをショーケースとして発信し、新たなサービス・ビジネスモデルを大田区全域を始めとし、全国に展開。協議会外のプレーヤーも HICity の活用や大田区課題への取り組みが可能なオープンな環境を構築





上記コンセプトを実現するため、以下の取り組みを実施することを目指す。

#### ■区内及び羽田第1ゾーンの課題解決に向けた取組の実証及び展開

区内課題に対応した先端的な実証的取組を羽田第1ゾーンで行い、その成果を区の多種多様な課題解決のための取組に還元することで、持続可能都市おたの形成を目指すとともに、羽田第1ゾーンへ実装することにより、新産業創造・発信拠点としての機能を高め、魅力的な空の玄関口としてのまちの形成を目指す。

#### ■空間情報データ連携基盤の構築

まち全体を対象としたBIM上に対象地における様々なデータを統合・可視化・分析することが可能な「空間情報データ連携基盤」を構築する。加えて、グリーンフィールド型のまちづくりであることから、まちづくり当初よりセンサー等の機器を導入することにより、多様なデータ収集を可能とする仕組みを構築する。

これにより、データ活用の推進に寄与すると共に、協調領域として空間情報や時間情報を活用可能とし、先端技術の実証・実装を行う環境を整える。

#### ■産業交流を促す実証的取組の誘発

構築した空間情報データ連携基盤や実証実験を実施可能なフィールドを提供することで、最先端技術の実証・実装を誘発し、先端産業創造発信拠点としてのプレゼンスを高める。また、収集したデータを一般に広く公開しユーザー自身がアプリケーションやサービスを追加・アップデートしていく成長型の区域を目指す。

## (2) ロードマップ

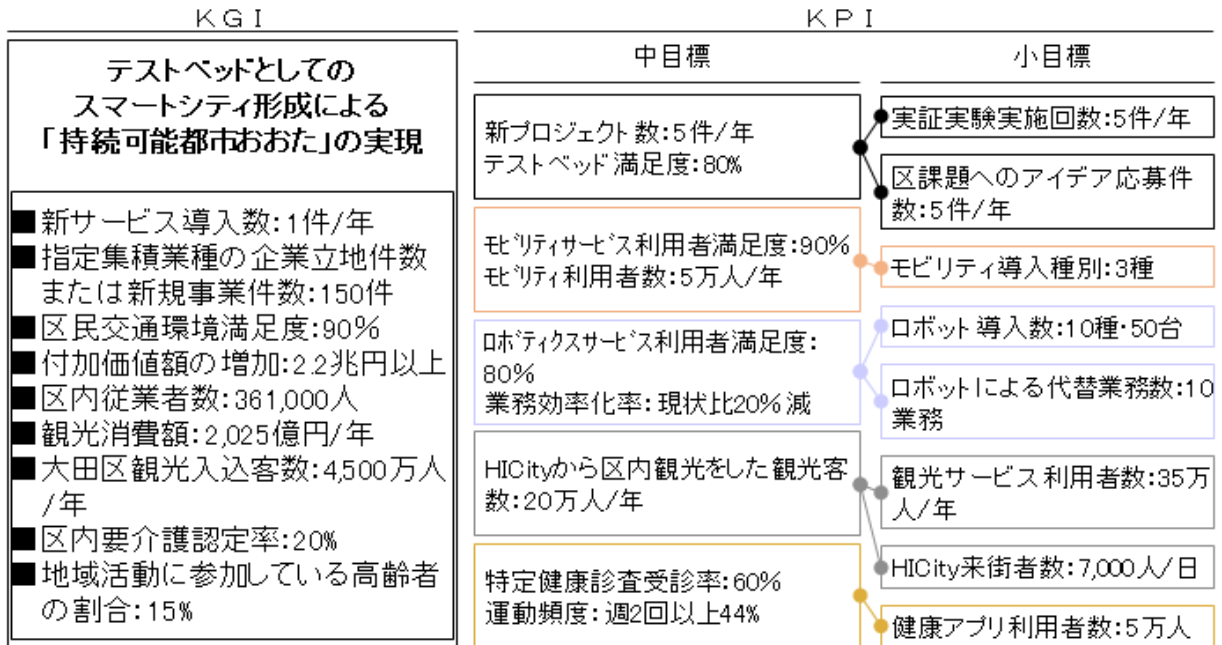
2020年7月のまちびらき以降、各分野での実証実験や実装を実施する。また、実証実験の結果を踏まえ、2023年度を目標として実装や実証実験のさらなる深度化を図る。

実施項目		2020年度				2021年度				2022年度				2023年度				
		10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40	
マイルストーン			▲まちびらき														グランドオープン	
多様な主体の参画体制の構築				■検討	■アイデア	■協議会外	■主体による実証実験		■実装									
横展開																	■区内横展開	
空間情報データ連携基盤構築	3D K-Fieldの構築		■構築															
	3D K-FieldとDispatcherのAPI接続			■API接続実装														
	3D K-FieldとRoboticBaseのAPI接続			■API接続実装														
スマートモビリティ	自動運転パーソナルモビリティの実装	自動運転パーソナルモビリティの導入		■自動運転パーソナルモビリティ実証						■自動運転パーソナルモビリティ実装								
		ロボット対応型エレベーターの導入			■実装													
		エレベーターシステムとRoboticBaseの接続			■実証					■実装								
	走行領域の拡大					■縦移動実証			■縦移動実装									
自動運転バスの拡張	大田区他地域展開 (HiCity⇔羽田空港間の運行)		■HiCity内実装				■HiCity⇔羽田空港の公道での保安員無実証		■HiCity⇔羽田空港の公道での保安員無実証				■HiCity⇔羽田空港の公道でのレベル4実証			■HiCity⇔羽田空港の公道でのレベル4実装		
	保安要員の削減					■HiCity内保安員無実証												
自動運転低速電動カートの実装			■実証			■実装検討												
スマートロボティクス	ロボットの導入	清掃ロボットの導入							■実装									
		警備ロボットの導入							■実装									
		物流ロボットの導入		■実装														
		配送ロボットの導入						■実証		■実装								
	ロボットと施設の連携	会議予約システムと連携						■検討		■実証				■実装				
	ロボットの統合管制	RoboticBaseの導入			■実証				■実装									
RoboticBaseとEVシステムの接続						■実証		■実装										
RoboticBaseによるロボット自動制御				■実証					■実装					■機能拡張				
RoboticBaseと鹿島スマートBMの接続						■実証			■実装									
スマートツールズ	アバター拠点機能	アバターロボット導入		■観光実証	■実装													
		アバタースポット整備		■大田区町工場エリアとの連携実証														
	ARコンテンツ開発・実証・実装	ARアプリの構築		■ARアプリ実証														
		ARアプリによる案内機能				■ビジネス実証				■実装								
		ARアプリによるエンタメ機能				■検討		■機能実証	■ビジネス実証	■実装								
	大田区はねびん健康ポイントスポットの設置			■実装														
データを活用したエリアマネジメント	人流データの可視化		■実証			■まちアプリによる実証			■実装、データ種類拡張									
	データ活用によるエリマネ施策		■検討				■実証		■実装									
スマートヘルスケア	大田区はねびん健康ポイントとの連携	ポイントの設置		■実装														
		イベントとの連携					■イベント実証	■実装										
	健康データの収集・活用を通じた健康改善サービス展開	サービス検討					■検討											
		個人情報の取り扱い検討					■検討											
		健康改善サービス								■サービス実証				■実装				



(3) KPI

課題解決に向けたスマートシティ戦略とその KGI・KPI 及び 2023 年度時点での目標値を以下のように設定する。KPI の有効性については毎年度確認を行い、必要に応じて見直しを行うことで成果の検証方法についても改善していくことを想定する。



2023年度時点での目標値

### 3. 実証実験の位置づけ

本事業の対象区域では、都市の様々なデータを収集・分析可能なデータ連携基盤を構築し、実証的取組に適したテストベッドとしてのスマートシティを形成することを目指している。また、形成したテストベッドにおいて多様な実証的取組を展開し、将来的に大田区内に横展開することで都市課題の解決に貢献することを目指している。

本年度は 2023 年度の対象区域のグランドオープン時に予定しているスマートシティの本格実装に向けた準備段階として位置付けており、本実証実験においては、実装段階において予定している導入技術やサービスを対象地において提供することで、実装に向けた課題を把握し、取り組み内容の精査を行う。

本年度は具体的に、①PSM シェアリングサービス、②ロボットデリバリーサービスといった将来的な実装を想定したサービス実証と、③エレベータ連携、④カメラを活用した人流把握といった各種サービスの拡充に必要となる技術実証を行う。

#### (1) PSM シェアリング実証

##### i. 実証実験のロードマップ上の位置づけ

	R2	R3	R4	R5
PSM サービスの実装				
限定空間における PSM の自動走行実証				
PSM の自動走行領域の拡大				
ロボット対応型エレベータ、制御システムの導入				
ロボット制御システムとエレベータ制御システムの連携				
エレベータと連携した PSM の自動縦移動実証				
PSM の利用環境構築実証				
PSM サービス実証				

- 令和2年度においては、限定空間において自動運転可能な PSM の利用及び PSM を活用した施設管理業務の代替可能性について調査を行った。
- 令和3年度に実施した実証実験は、令和2年度に実施した実証実験結果を踏まえ、令和4年度でのサービス実装に向けて残された技術的課題、サービス課題の解決策の効果を検証すると共に、課題を把握する。

##### ii. ロードマップ達成に向けた課題

###### ① PSM の自動運転による走行領域の拡大

- 令和2年度においては、非常に限定された空間での PSM の自動運転の実施にとどまっていた。
- 利用者ニーズを満たすサービスとするためには、より自動運転走行可能領域の拡大が求められる。

###### ② サービス提供の省力化

- PSM サービスは施設管理者による利用者補助業務等の業務効率化効果を想定しているものの、現状においては、PSM の利用に関して管理者が必要となり効率化の実現にはサービス提供の省

力化が必要。

**③ 利用者ニーズの把握・反映**

- ・ 利用者が活用可能なサービスとするため、PSM シェアリングサービスに対する利用者目線でのフィードバックを得て改善する取り組みが必要。

**④ 大田区課題解決への活用**

- ・ PSM サービスを区の抱える課題の解決に活用する取り組みへの横展開が必要。

**iii. 課題解決に向けた本実証実験の意義・位置づけ**

**① サービス提供の省力化への対応**

- ・ PSM シェアリングサービスの提供に当たって、施設管理者が直接的に管理を行わなくてもサービス提供可能なアプリケーションを実証することで、サービスに必要なコストの低減を図る。

**② 利用者ニーズの反映への対応**

- ・ 実装段階に近いサービス提供環境で PSM シェアリングサービスへの利用者からのフィードバックを得ることにより、サービス提供における具体的課題や改善点を把握し、令和4年度における実装に向けてサービスの改善を図る。

**③ 大田区課題解決への活用**

- ・ 大田区の課題解決を図るための横展開に向けた示唆を把握する。

## (2) ロボットデリバリーサービス実証

### i. ロードマップ上の位置づけ

	R2	R3	R4	R5
ロボットデリバリーサービスの実装				
配送ロボットの自動制御実証				
ロボット統合管制システムによる配送ロボット制御実証				
限定空間でのロボットデリバリーサービス実証				
ロボットデリバリーサービスのサービス提供空間の拡大				
拡大空間でのロボットデリバリーサービス実証				
ロボット種類の拡大				
複数種類・複数台のロボット同時制御実証				

- ・ 令和2年度においては、ロボット統合管制システムと配送ロボットの連携を行い、ロボット統合管制システムからの指示に応じてロボットによる配送を行う技術的実証を実施した。
- ・ 令和3年度に実施した実証実験は、令和2年度に実施した技術実証を踏まえ、実際の店舗とともに実証的にサービス提供することで、令和4年度でのサービス実装に向けてより具体的な技術的課題、サービス課題を把握する。

### ii. ロードマップ達成に向けた課題

#### ① ロボットデリバリーサービスの提供領域の拡大

- ・ 令和2年度においては、非常に限定された空間かつ短距離でのロボット制御の技術的実証にとどまっていた。
- ・ 利用者ニーズを満たすサービスとするためには、よりデリバリー可能な範囲の拡大が求められると考えられる。

#### ② デリバリーオペレーションの精緻化

- ・ デリバリーサービスを成立させるためには、利用者、店舗、ロボット管理者等の関係者のオペレーションの具体化をする必要がある。そのうえで、必要なオペレーション体制を構築する必要がある。

#### ③ 利用者ニーズの把握・反映

- ・ 利用者が活用可能なサービスとするため、ロボットサービスに対する利用者や店舗の目線でのフィードバックを得て改善する取り組みが必要。

#### ④ 大田区課題解決への活用

- ・ ロボットデリバリーサービスを区の抱える課題の解決に活用する取り組みへの横展開が必要。

### iii. 課題解決に向けた本実証実験の意義・位置づけ

#### ① ロボットデリバリーサービスの提供領域の拡大

- ・ 屋外に複数の受取地点を設け、店舗から受取地点への配送実証を実施。店舗から見て、人が往来する場所を抜けた先にある数十メートル先の場所にも受取地点を設ける。そのうえで、当該配送における技術的課題、配送距離が延長されることによるサービス性への影響等を把握する。

#### ② デリバリーオペレーションの精緻化

- ・ 利用者、店舗、ロボット管理者等の関係者に対してアンケート調査を実施し、サービス実装時に必要となる各関係者のオペレーションの具体化やオペレーション実施にあたっての課題を把握し、サービス実装に適正なオペレーション体制について検討を行う。

#### ③ 利用者ニーズの把握・反映

- ・ 利用者が活用可能なサービスとするため、利用者アンケートを実施のうえ、令和4年度における実装に向けてロボットデリバリーサービスに対する利用者や店舗の目線での改善点を把握する。

#### ④ 大田区課題解決への活用

- ・ 大田区の課題解決を図るための横展開に向けた示唆を把握する。

### (3) エレベータ連携実証

#### i. ロードマップ上の位置づけ

	R2	R3	R4	R5
ロボットデリバリーサービスの実装				
配送ロボット等の自動制御実証				
ロボット統合管制システムとエレベータ制御システムの連携				
ロボット統合管制システムと複数エレベータ制御システム連携				
統合管制対象ロボットの拡充（清掃、警備 等）				
ロボットデリバリーサービスのサービス提供空間の拡大				
拡大空間でのロボットデリバリーサービス実証				

- 令和2年度まではロボット制御システムとデリバリーサービスシステムの連携を行い、ロボット統合管制システムからの指示に応じて、1フロア上におけるロボットによる配送を行う技術的実証を実施した。
- 令和3年度に実施した実証実験は、令和2年度に実施した技術実証を踏まえ、エレベータ制御システムとの連携を図ることでエレベータを活用した自動垂直方向の実現、ロボット自動制御領域を1フロアから複数フロアへ拡張を目指すもので、令和4年度でのロボットデリバリーサービス実装並びに提供空間拡張や複数ロボット・エレベータ連携に向けてより具体的な技術的課題、課題解決能力を把握する。

#### ii. ロードマップ達成に向けた課題

##### ① ロボット自動走行領域の拡大

- 令和2年度においては、1フロア上の水平方向のみの非常に限定された空間でのロボット制御の技術的実証にとどまっていた。
- ロボットを活用したデリバリーサービスの利用者ニーズや、ロボットによる業務効率化が期待される配送、清掃、警備分野の業務代替性の向上のためには、垂直方向の自動移動を実現し、よりロボット自動走行領域の拡大が求められる。

##### ② 利用ニーズの把握・反映

- 自動制御ロボットが業務効率化が可能なソリューションとして実装されるために、ロボットによる業務代替などが期待される清掃業務や警備業務実施事業者の目線での利用意向などのフィードバックを得て改善する取り組みが必要。

##### ③ 大田区課題解決への活用

- 各種の自動制御ロボットの導入によりを区の抱える課題の解決に活用する取り組みへの横展開が必要。

### iii. 課題解決に向けた本実証実験の意義・位置づけ

#### ① ロボット自動走行領域の拡大

- ・ ロボット統合管制システムとエレベータ制御システムの接続を行い、配送ロボットのエレベータを活用した垂直方向の自動移動実証を実施。令和4年度に実装されるロボットデリバリーサービスへの適用、並びに提供空間拡張や複数ロボット・エレベータ連携に向けてより具体的な技術的課題を把握する。

#### ② 利用ニーズの把握・反映

- ・ 清掃業務並びに警備業務等の自動制御ロボットによる業務効率化・省人化が期待される業務を実施する事業者にはアヒアリングを行い、将来的な利用意向や導入に際する障壁などのサービス課題を把握する。

#### ③ 大田区課題解決への活用

- ・ 大田区の課題解決を図るための横展開に向けた示唆を把握する。

#### (4) カメラを活用した人流把握実証

##### i. ロードマップ上の位置づけ

	R2	R3	R4	R5
データを活用したエリアマネジメント実装				
人流データの取得実証				
ビーコンを活用した人流把握実証				
防犯カメラを活用した人流把握実証				
データ活用によるエリアマネ施策検討				
イベント効果把握検証				
店舗売上施策活用検討				

##### ii. ロードマップ達成に向けた課題

###### ① デバイスによらない人流把握方法の必要

- ・ ビーコンを活用した人流把握には、来街者が人流把握に対応したアプリをスマホにインストールしている必要があったことから、来街者の状況を全て把握することは困難であった。そのため、イベント施策効果の把握や既存の人流把握方法の代替のためには、デバイスによらず人流を把握することの可能な手法を確立することが必要。

###### ② データ活用方法の確立

- ・ 人流把握を持続可能な取組とするためには、既存の人流把握手法を代替・効率化すると共に、取得データを活用し付加価値を創出する方法の確立が必要。

###### ③ 大田区課題解決への活用

- ・ カメラを活用した人流把握を区の抱える課題解決の取り組みへの横展開が必要。

##### iii. 課題解決に向けた本実証実験の意義・位置づけ

###### ① 既存のカメラを活用した人流把握方法の活用可能性の検証

- ・ デバイスによらず、既存設備を活用する効率的な人流把握を実現する方法として、既存の監視カメラ映像から画像解析により人流をリアルタイムに把握する手法の有効性を実証する。
- ・ 有効性が確認された場合には、既存のビーコンによる人流把握方法に加え、効率的かつ網羅的な人流把握方法の実装を推進可能となる。

###### ② 人流データ活用ニーズ・ポテンシャルの把握

- ・ 把握した人流データを具体的に示したうえで、対象地で店舗運営を行う事業者のデータ活用可能性、ニーズを具体的に把握することで、人流データを活用した付加価値創出に係る検討材料を得る。

###### ③ 大田区課題解決への活用

大田区の課題解決を図るための横展開に向けた示唆を把握する。



## 4. 実験計画

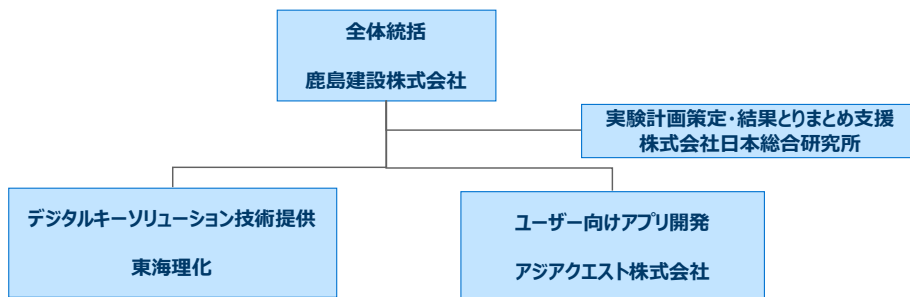
### (1) PSM シェアリングサービス実証

- ・ 来街者を対象に非接触デジタルキーアプリケーションと PSM を組み合わせることによる PSM シェアリングサービスのサービス実証を実施する。
- ・ 試用版アプリを通じて、PSM に設置されたデジタルキーモジュールの施錠・解錠等の実装サービスにおけるオペレーションの一部を提供し、フィードバックを得る。

#### i. 実験で実証したい仮説

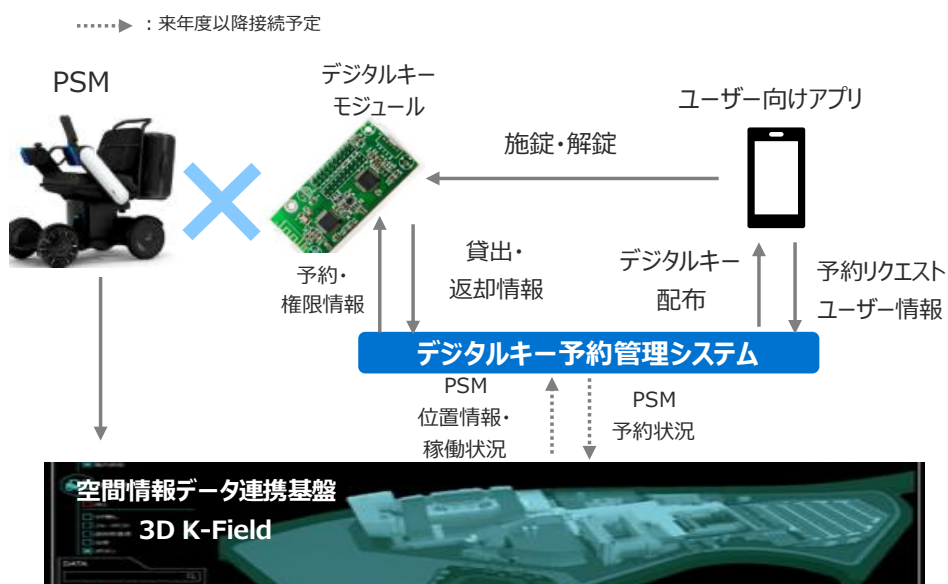
- ・ デジタルキーソリューションの活用による効率化等効果検証
  - シェアリングサービス導入による来街者などの利便性向上効果
  - シェアリングサービス導入による管理者側の負担軽減効果

#### ii. 実施体制



#### iii. 実験内容・方法

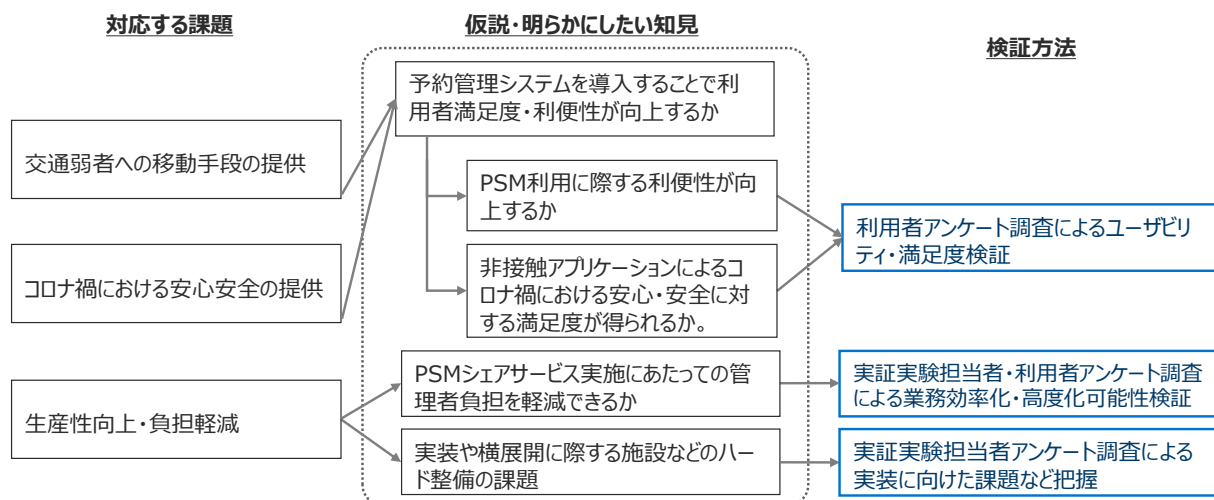
##### ① 実験概要



## ② 実施方法

- ・ 来街者のスマートフォン（Android 限定）に試用版アプリをインストール。
- ・ 試用版アプリを通じて PSM の予約時間を選択。
- ・ 予約時間になったら、試用版アプリにて解錠操作を実施し、PSM のデジタルキーを解錠のうえ、PSM に試乗。
- ・ 予約終了時間までに、試用版アプリにて施錠操作を実施のうえ、PSM を返却。

## iv. 仮説の検証に向けた調査方法



## ① 利用者アンケート

### 【概要】

対象者	実験参加者
使用ツール	Google フォームで作成のうえ、アプリケーションより回答
実施タイミング	実証実施時
回答方法	参加者自身のスマホ等から QR コードを読み取り、回答 回答完了前にオペレーション担当者に回答画面を提示し、きちんと回答しているか確認する

【アンケート項目】

属性	属性（年齢・性別・職業）
ユーザビリティ・満足度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ サービス全体に対する満足度※予約管理システムを導入しない場合のPSM シェアリングの利用シーンを想起させたうえで、当該ソリューションの有用性を引き出す質問項目とするなどの工夫が必要</li> <li>・ アプリの操作性</li> <li>・ サービスの快適性（予約～返却までスムーズに行えたか 等）</li> </ul>
利用意向	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 想定利用シーン（当該区へ商業目的で来街した場合、当該区内オフィスに出社する場合 等）における当該サービスの利用意向や有用性</li> <li>・ 有償の場合の利用意向、適正なサービス利用料金帯</li> </ul>
課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ サービスの課題・意見</li> </ul>

② 実証実験担当者アンケート

対象者	・ 各社（鹿島建設、アジアクエスト、東海理化）の実証実験担当者
実施タイミング	・ 実証実験期間中もしくは終了後

【アンケート項目】

課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 開発時における課題</li> <li>・ 実証時に発生した課題（システム、オペレーション、通信環境 等）</li> <li>・ トラブルとその対応</li> <li>・ 実装に向けて検討・改善が必要な事項</li> </ul>
----	--

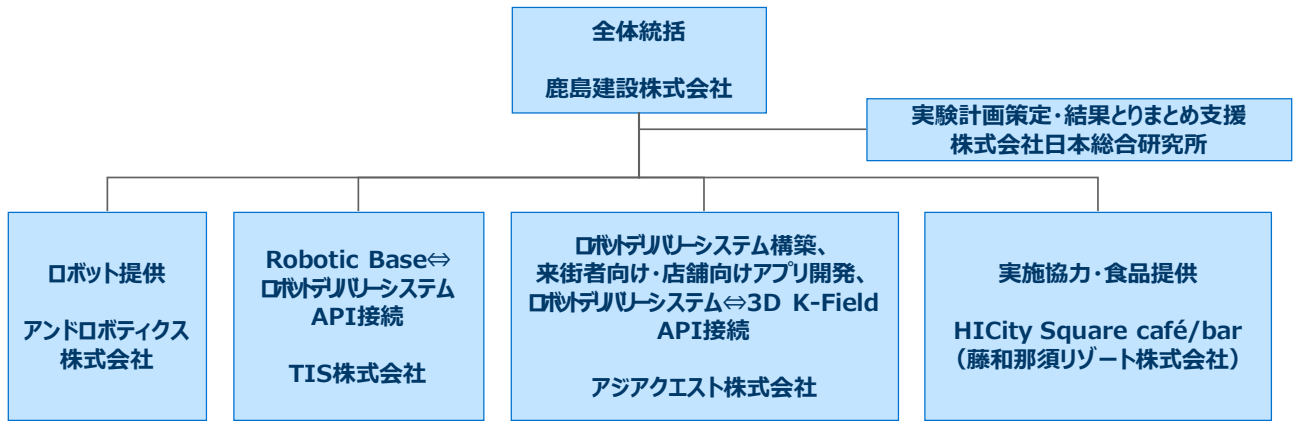
## (2) ロボットデリバリーサービス実証

- ・ ロボットデリバリーサービス実証に向け、アプリで注文された商品を、特定店舗から特定地点へロボットで商品を配達する技術実証及びサービス実証を実施する。
- ・ 来街者を対象に、試用版アプリを内蔵した実証用端末を用いて配送ロボットによるデリバリーサービスを提供し、フィードバックを得る。

### i. 実験で実証したい仮説

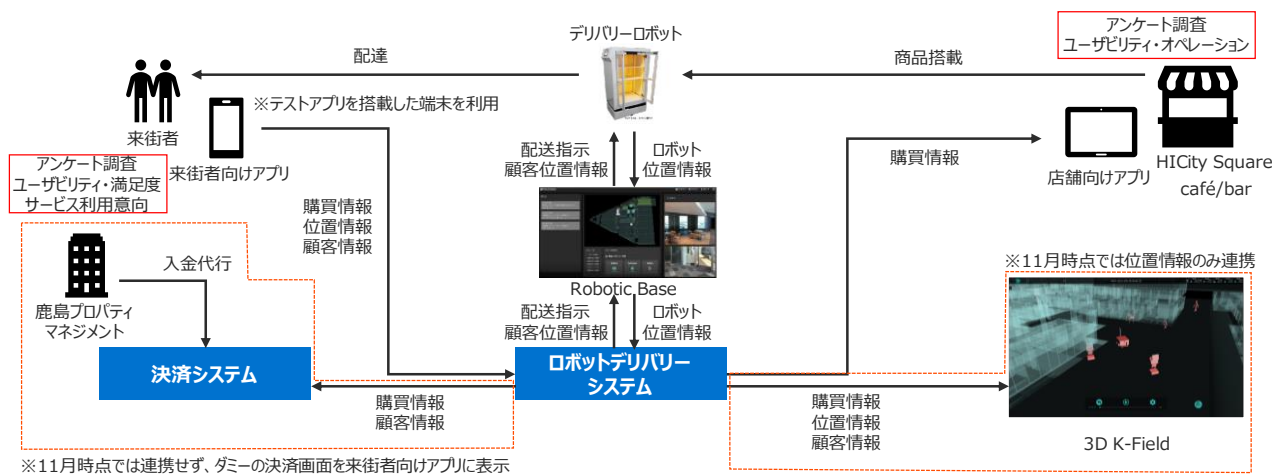
- ・ 実証実験の結果を踏まえサービス内容の詳細検討及び実証に際する課題の把握を図る。
  - ▶ サービスフローにおける課題の把握（利用者・店舗・実証担当者へのアンケート調査）
  - ▶ サービスのユーザビリティ・満足度・利用意向の把握（利用者・店舗へのアンケート調査）
  - ▶ サービスによる売上創出効果の試算（システム上で売上実績を把握）

### ii. 実施体制



### iii. 実験内容・方法

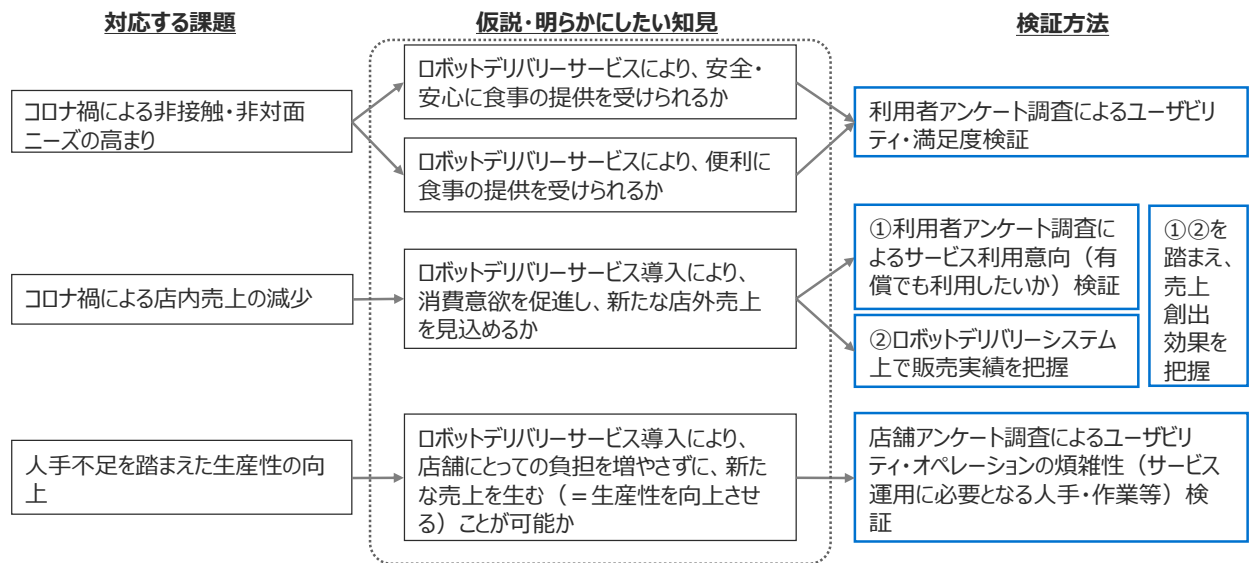
#### ① 実験概要



## ② 実施方法

- ・ 来街者が、実証用端末に搭載した試用版アプリから商品を注文する。
- ・ ロボットデリバリーシステムを経由して注文情報が伝達され、店舗向けアプリに表示される。
- ・ 店舗が注文情報を基に商品を準備し、デリバリーロボットに搭載する。
- ・ ロボットデリバリーシステムがデリバリーロボットに指示を出し、指定場所に商品を配送する。
- ・ 来街者が商品を受け取る。
- ・ なお、サービス実装時には商品注文後に決済システムの決済画面を表示する予定であるが、本実証実験では決済システムとの連携は行わず、ダミーの決済画面を表示した。

### iv. 仮説の検証に向けた調査方法



## ① 売上創出効果算定

指標	①1日あたりサービス利用者数	×	②1人・1注文あたり売上	=	1日あたり売上創出額
算出方法	1日あたり来街者数に、利用頻度、利用意向の回答結果を掛け合わせて算出		ロボットデリバリーシステム上の販売実績より抽出した1注文あたりの売上を1グループあたり想定人数で割って算出		
参照データ	1日当たり来街者数 ：イベント時の1日あたり来街者数 利用頻度、利用意向 ：利用者アンケート		1オーダーあたり売上 ：ロボットデリバリーシステム上の販売実績 1グループあたり想定人数 ：アンケート参加者の傾向より想定		

## ② 利用者アンケート

### 【概要】

対象者	・ 実験参加者（1グループ複数人で参加する場合は各人を対象とする）
使用ツール	・ Google フォーム
実施タイミング	・ 実証実施時
回答方法	・ 参加者自身のスマホ等から QR コードを読み取り、回答 ・ 回答完了前にオペレーション担当者に回答画面を提示し、きちんと回答しているか確認する

### 【アンケート項目】

属性	・ 属性（年齢・性別・来場目的・職業・居住地）
注文の基本情報	・ 注文 ID ・ 注文商品 ・ 受取場所
ユーザビリティ・満足度	・ サービス全体に対する満足度 ・ アプリの操作性 ・ 待ち時間に対する満足度
利用意向	・ 有償の場合の利用意向 ・ 大田区内で導入してほしい店舗 ・ 利用したい場面・理由 ・ ロボットデリバリーサービスによる店舗の利用機会の増加
課題	・ サービスの課題・意見

### ③ 店舗アンケート

#### 【概要】

対象者	・ ロボットデリバリーサービスのオペレーション担当者
実施タイミング	・ 実証実施前にアンケートを配付 ・ 実証実験期間中に回答 ・ 実証実施後に回収
使用ツール	・ 紙

#### 【アンケート項目】

オペレーション	・ 1注文あたりの所要時間・人数（飲み物、食べ物それぞれ等） ・ オペレーションにおける課題と対応策（注文受付時、商品準備時、配達準備時）
アプリ	・ アプリの操作性 ・ アプリの課題
利用意向	・ 実装された場合の利用意向 ・ 店舗にとってのメリット・デメリット

### ④ 実証実験担当者アンケート

#### 【概要】

対象者	・ 各社（TIS、アンドロボティクス、アジアクエスト）の実証実験担当者
実施タイミング	・ 実証実験期間中もしくは終了後に適宜記載
使用ツール	・ アンケート票をメール送付

#### 【アンケート項目】

課題	・ 実証実験実施時に発生したトラブルとその対応方法 ・ 実証実験を踏まえて認識している課題 ・ 実装に向けて改善が必要な事項
----	--

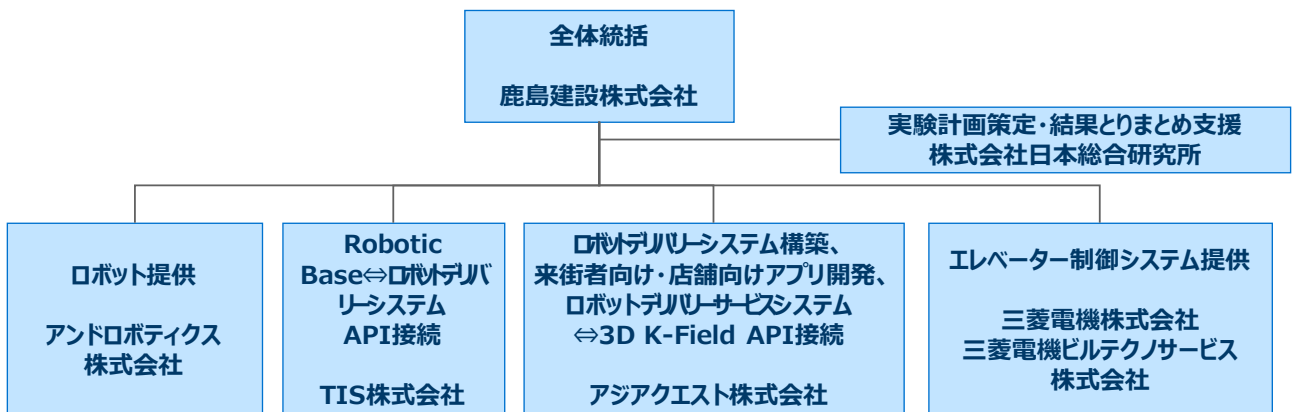
### (3) エレベータ連携実証

- エレベータとの連携による配送ロボットの自動垂直方向移動の技術検証を階移動を伴うデリバリーサービスシナリオを想定のうえ技術検証を行う。

#### i. 実験で実証したい仮説

- 実証実験の結果を踏まえサービス内容の詳細検討及び実装に際する課題の把握を図る。
  - エレベータ連携によるロボットの“垂直方向自動移動”の実現に際するハード・ソフトの課題
  - エレベータ連携によるサービス高度化効果可能性検証
    - 清掃ロボット、警備ロボットへの適用による業務効率化可能性、コスト削減可能性検証

#### ii. 実施体制



#### iii. 実験内容・方法

##### ① 実験概要

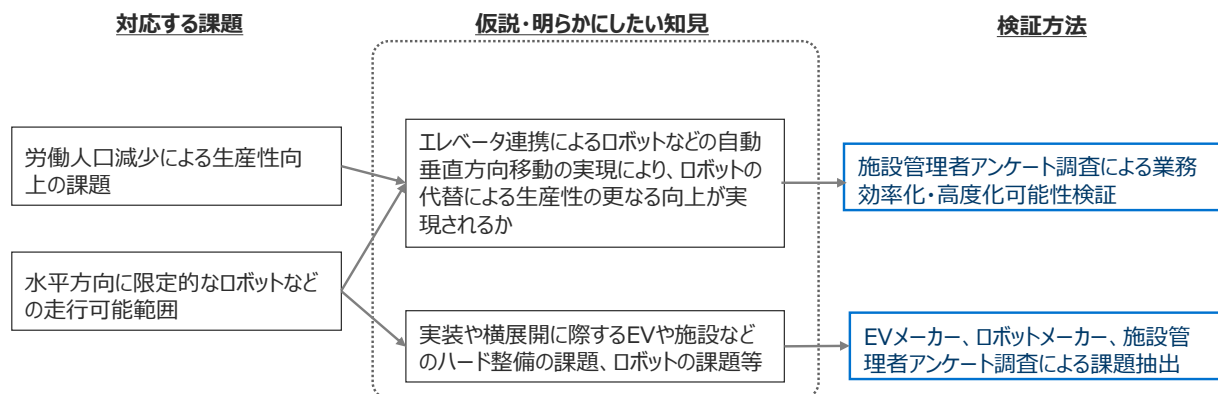




## ② 実施方法

- ロボットデリバリーサービスへの適用を想定したシナリオに基づくロボット統合管制システム、エレベータ制御システム、ロボットの三者間の情報・指示伝達が正しく行われ、階移動を伴うロボットの自動走行が可能か技術検証を行う。

### iv. 仮説の検証に向けた調査方法



## ① 施設管理者アンケート

### 【概要】

対象者	・ 配送ロボット、警備ロボット、清掃ロボット等を導入した際に管轄する施設管理者
実施タイミング	・ 実証実験期間中もしくは終了後

### 【アンケート項目】

利用意向	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ その他ロボットにエレベータ連携機能が実装された場合の利用意向</li> <li>・ 業務効率化可能性について</li> <li>・ 導入に際する課題について</li> </ul>
------	--

## ② 実証実験担当者アンケート

### 【概要】

対象者	・ 各社（三菱電機、三菱電機ビルテクノサービス、TIS、アンドロボティクス、アジアクエスト、鹿島建設）の実証実験担当者
実施タイミング	・ 実証実験期間中もしくは終了後

【アンケート項目】

課題	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 開発時における課題</li><li>・ 実証時に発生した課題（システム、オペレーション、通信環境 等）</li><li>・ トラブルとその対応</li><li>・ 実装に向けて検討・改善が必要な事項</li></ul>
----	---

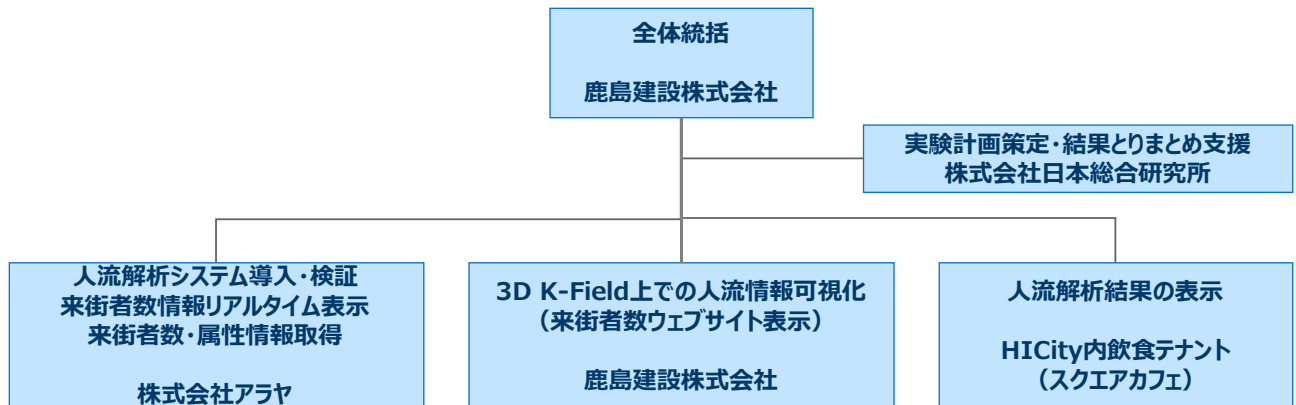
#### (4) カメラを活用した人流把握実証

- ・ カメラ映像を活用した人流解析システムと施設の入口に設置された複数の監視カメラを連携させることにより、施設への来場者の人数・属性情報の取得及びリアルタイム人流解析を行う。
- ・ 実証実験結果を踏まえサービス内容の詳細検討及び実装に際する課題の把握を図る。
  - エリアマネジメント施策の高度化に資する“デバイスに依らない人流把握システム”の導入（従来型の来街者カウントとの精度比較）
  - リアルタイム人流情報を活用したエリアマネジメント施策の効果検証

##### i. 実験で実証したい仮説

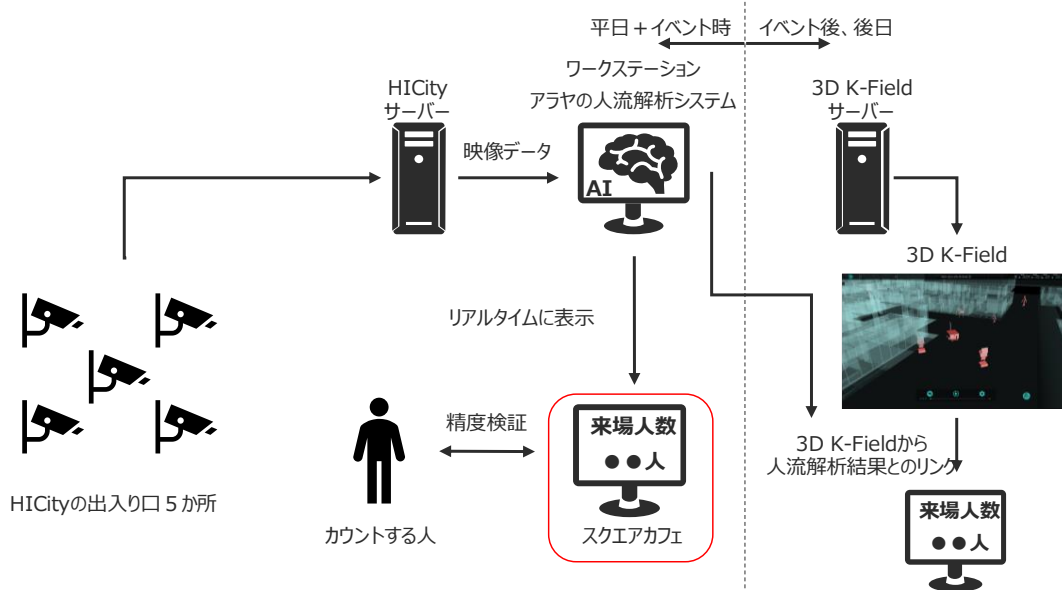
- ・ 実証実験の結果を踏まえサービス内容の詳細検討及び実装に際する課題の把握を図る。
  - 区域内監視カメラ映像を活用したリアルタイム人流情報の取得が可能か。
  - 3D K-Field上へのインプット・可視化が可能であるか。

##### ii. 実施体制



##### iii. 実験内容・方法

###### ① 実験概要



## ② 実施方法

### ■ 実験実施に際する各社の役割

主体	役割
アラヤ	(当日) 防災センターへのワークステーションの設置、スクエアカフェに設置するモニターへのデータダッシュボードの表示 (後日) データアウトプット、3D K-Fieldへのデータダッシュボードのリンク提供
鹿島	(当日) 全体統括、スクエアカフェへのモニター設置、従来型の来街者のカウント (後日) 3D K-Fieldへのアラヤのデータダッシュボードのリンク接続
防災センター	アラヤのワークステーションへのカメラ映像の接続協力
JRI	カメラ画像による来街者カウントの精度検証、アンケート作成・集計

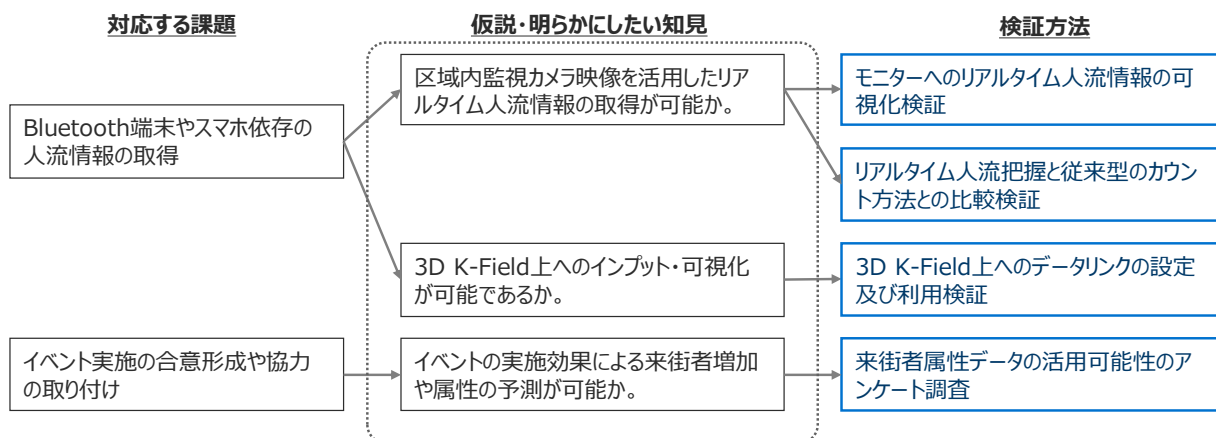
### ■ 実験実施概要

項目	概要
実施期間	・ 11月5日(金)、6日(土)、7日(日)
実施時間	・ 各日10時～17時頃
実施場所	・ 監視カメラ出入口5か所 ・ 防災センター(ワークステーション設置) ・ スクエアカフェ(来街者データリアルタイム表示)

### ■ 実験実施フロー

	監視カメラ	アラヤシステム	モニター	会場スタッフ
①画像データ取得	出入口5か所で映像取得			
②画像データ分析		映像データ取得・分析		
③人流データ表示		ダッシュボードにデータ表示	ダッシュボードを表示	
④人流カウント				出入口で来街者数をカウント

## iv. 仮説の検証に向けた調査方法



### ① 運営者アンケート

#### 【概要】

対象者	・ 鹿島建設、アラヤ
実施タイミング	・ 実証実施後に配布・回収
回答方法	・ 紙アンケートフォーム

#### 【アンケート項目】

人流把握・表示の実施における課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 防犯カメラからの映像データ取得における課題</li> <li>・ 取得した映像データの解析における課題</li> <li>・ 人流カウントデータのリアルタイムデータ表示における課題</li> <li>・ 個人情報の取り扱いに係る課題</li> <li>・ その他</li> </ul>
実装に向けた課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 人流解析に係る技術的な課題</li> <li>・ 建物側で備えるべき機能など、人流解析技術以外の課題</li> <li>・ 本実証実験の実施に要したコスト</li> <li>・ 実装段階の想定コスト</li> </ul>

### ② 店舗アンケート

#### 【概要】

対象者	・ HICity 内店舗テナント
実施タイミング	・ 実証実施後に配布・回収
回答方法	・ 紙アンケートフォーム

#### 【アンケート項目】

活用可能性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 来街者データの活用意向（活用可能性あり、活用可能性なし）</li> <li>・ 来街者データを活用した施策の検討可能性（仕入れ、販促施策検討、人員配置、その他）</li> </ul>
データに関する要望	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ あったら利用したい来街者データ</li> <li>・ データが必要となるタイミング（事前、リアルタイム、その他）</li> </ul>

### ③ リアルタイム人流把握と従来型のカウント方法との比較検証

概要	内容
精度検証	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ カメラデータから取得した人流カウント結果と従来型の結果を比較</li> <li>・ 出入り口ごとの比較等によりばらつきを修正</li> <li>・ カメラデータから取得した人流カウント結果に対する修正係数等を検討</li> </ul>
コスト比較検証	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ カメラデータからの人流把握コストと従来型のカウント手法のコストを比較検証</li> <li>・ 担当各社へのヒアリング調査を実施</li> </ul>

## 5. 実証実験実施概要及び結果とりまとめ

### (1) PSM シェアリングサービス実証

#### i. 実験結果

##### ① 実施概要

実施期間	・ 1月27日(木)～2月1日(火)6日間
実施時間	・ 各日10～17時頃
実施場所	・ 2階スクエアカフェ近辺にPSM試乗ブース並びに実証勧誘の看板を設置。 ・ シェアリングしたPSMの走行可能領域については当該街区全域を対象とした。

##### ② 実証実験実施の様子

○実証実験で活用したPSM並びにデジタルキーソリューション



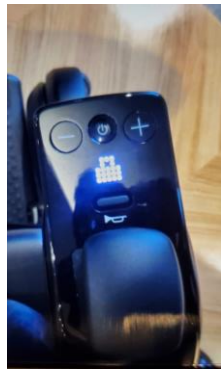
実証実験に用いたPSM



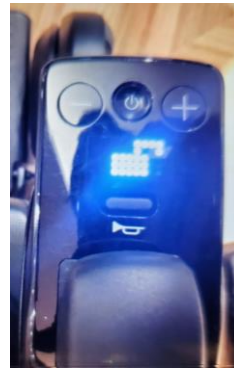
PSMにデジタルキーモジュールを格納したケースを設置



デジタルキーモジュール



デジタルキー施錠状態



デジタルキー解錠状態  
スマホ端末からの通信により  
デジタルキー遠隔解錠

○実証実験で活用した試用版アプリの画面

今回開発した利用者向けアプリの画面変遷は下記の通り。実験参加のインセンティブとしてアンケート回答者へのドリンクプレゼントを実施した。



① トップ画面



② 空き状況確認画面



③ 予約時間選択画面



④ 予約完了後トップ画面



⑤ 予約詳細画面



⑥ 鍵操作画面



⑦ 返却確認画面



⑧ アンケート誘導

### ③ 実験結果

#### ア 来街者アンケート調査結果

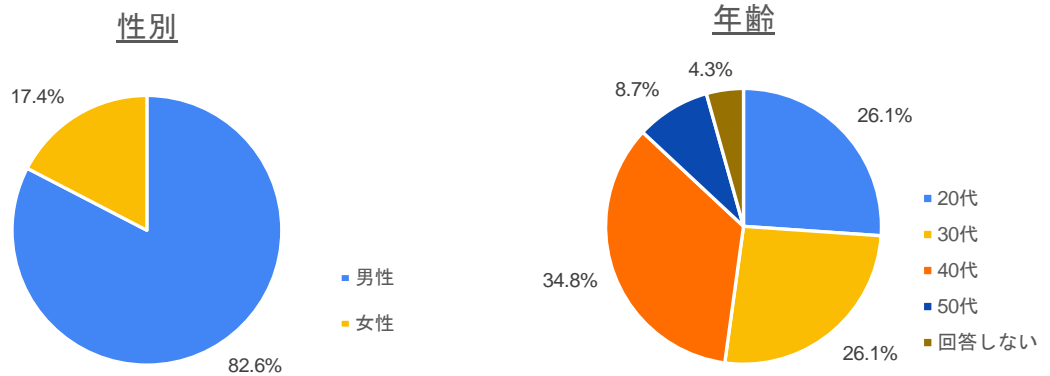
##### ●アンケート回答者

###### 【回答者数】

- ・ 23名

###### 【回答者属性】

- ・ 男性が82.6%、女性が17.4%
- ・ 年齢は40代が34.8%で最も多く、次いで20代・30代がそれぞれ26.1%であった。

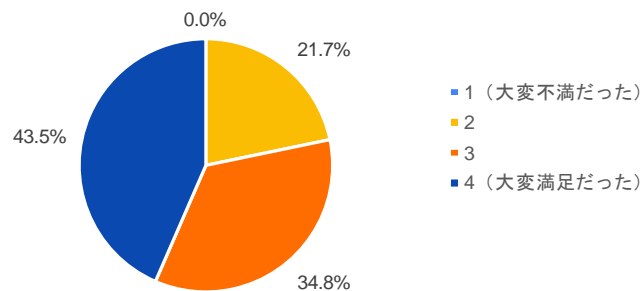


##### ●参加者アンケート結果

###### 【サービス全体に対する満足度 (N=23)】

- ・ 「大変満足だった」(4)～「大変不満だった」(1)の4尺度を設定
- ・ 3,4を選択した回答者が計88.3%、全回答者の満足度の平均点は3.22点(4点満点)であり、満足度は高い
- ・ 2を選択した回答者が不満に感じた点としては、「アプリの操作がわかりづらい」「PSMの使い方のガイドがあるとよい」等が挙げられた

#### Q.サービス全体に対する満足度はいかがでしたか。

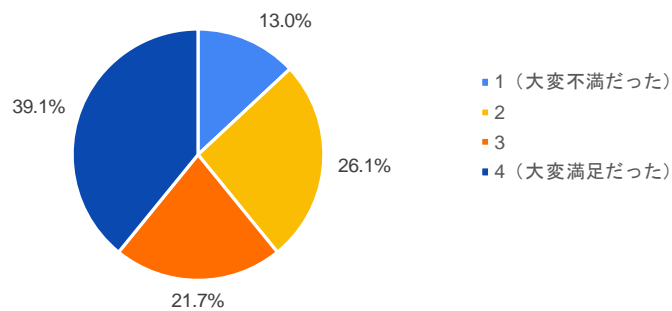




### 【アプリの操作性 (N=23)】

- ・ 「とても操作しやすかった」(4) ～ 「とても操作しにくかった」(1) の4尺度を設定
- ・ 3,4 を選択した回答者が計 60.8%、全回答者の評価の平均点は 2.87 点 (4 点満点) であり、操作性に対する評価は 2 分された。
- ・ 1,2 を選択した回答者のうち、モビリティの予約に関する操作で分かりづらかったと感じた点としては、「ポップアップが早くて読めなかった」「予約の流れがわかりづらかった」「返却方法の説明も出してほしい」が挙げられた。
- ・ また、デジタルキーの施錠・解錠に関する操作で分かりづらかったと感じた点としては、「デジタルキーの解錠と PSM の電源が連動していない」、「PSM の操作方法もアプリ上で確認できるようにしてほしい」、「予約時間を過ぎると施錠、返却ができない」が挙げられた。

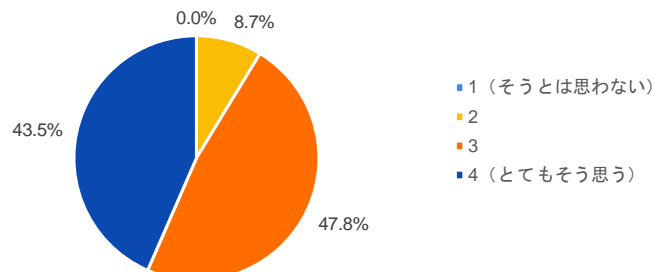
#### Q.アプリでの一連の操作はわかりやすかったですか。



### 【利用意向 (HICity 内) について】

- ・ 「とてもそう思う」(4) ～ 「そうとは思わない」(1) の4尺度を設定
- ・ 3,4 を選択した回答者が計 91.3%、全回答者の評価の平均点は 3.35 点 (4 点満点) であり、利用意向は高い。
- ・ 2 を選択した回答者が不満に感じた点としては、「パーソナルモビリティをそもそも利用しようと思わない」、「アプリが使いづらいため」が挙げられた。

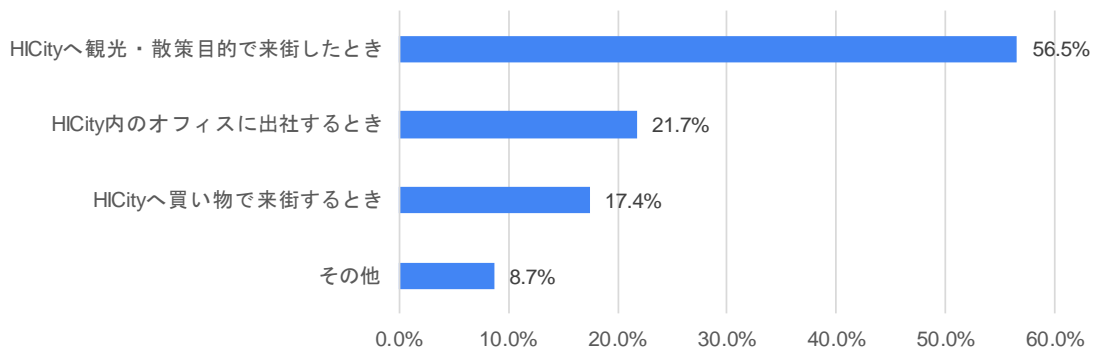
#### Q.HICity内で実装された場合、 本サービスを活用してみたいと思いますか。



【活用シーン（HICity内）について】

- ・ HICity内で実装された
- ・ 際に利用意向のある活用シーンとしては、観光・散策目的で来街したときが最も多かった。
- ・ 次いでオフィスへの出社やオフィス間移動での活用意向が高く、当該区域における就業者の利用ニーズも確認された。
- ・ その他としては、祖父母などの高齢者と一緒に来街した際の同行する高齢者の利用が挙げられた。

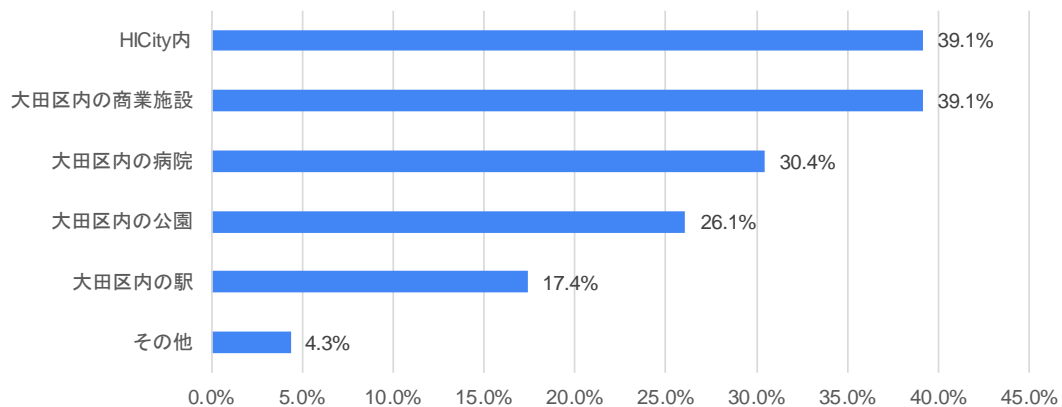
Q.HICity内で実装された場合、  
どの様な場面でシェアリングサービスを利用してみたいですか。（複数選択可）



【導入場所（大田区内）に関する意向について】

- ・ 同サービスの導入場所に関する意向については、HICity内と商業施設への導入意向が最も高く、次いで、病院、公園、駅が挙げられた。
- ・ その他としては、大田区全域への導入を求める意見が挙げられた。

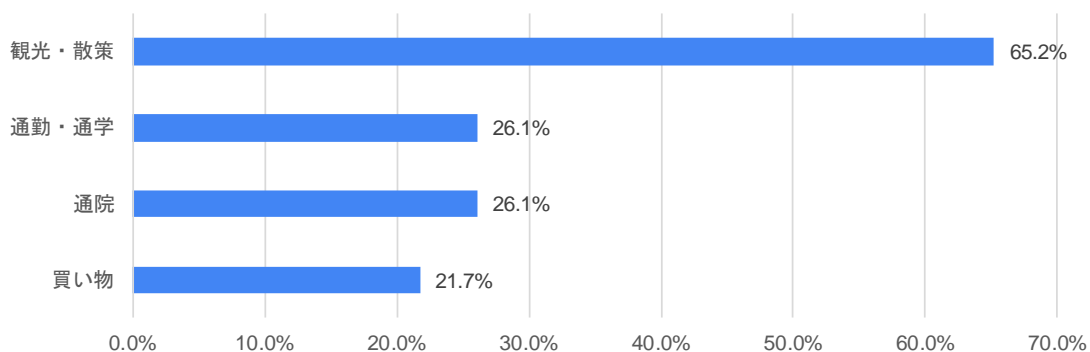
Q.大田区内で導入される場合、  
どの様な場所でシェアリングサービスを利用してみたいですか。（複数選択可）



【活用シーン（大田区内）について】

- ・ 同サービスが大田区内で導入された場合における、利用意向の高い活用シーンとしては観光・散策が最も高く、次いで通勤・通学や通院、買い物が挙げられた。

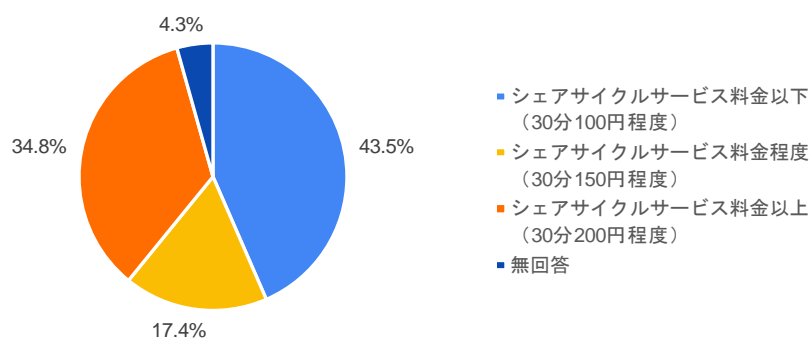
Q.大田区内で導入された場合、  
どの様な場面でシェアリングサービスを利用してみたいですか。（複数選択可）



【サービス料金について】

- ・ 同サービスが実装された場合におけるサービス料金の妥当性について、シェアサイクルサービスの利用料金（30分150円）を基準に、ユーザーの意向についてアンケートを実施。
- ・ シェアサイクル利用料金以下という評価は43.5%、シェアサイクル料金以上という評価は34.8%で意見は2分となっているものの、シェアサイクル利用料金以下の方が妥当であるという意見が多かった。

Q.サービス利用料金として、どの程度が妥当だと思いますか。



イ 実験担当者アンケート調査結果

【実証実験実施時に発生したトラブルとその対応方法】

トラブルの内容（発生イベント）	原因・対応方法
鍵を操作した際、アプリ側には鍵の操作が成功した旨が通知される一方で、鍵が正しく解錠されなかった。	PSM に設置したキーモジュールが正しく PSM の鍵を起動しなかったものと考えられる。

【実証実験を踏まえて認識した実装に向けた課題並びに解決の方向性】

観点	課題並びに解決の方向性
PSM について	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自動走行が行えないことにより、ユーザーが利用終了後に貸し出し場所へ手動で戻す運用になっている。貸し出し場所へ自動で帰還ができるとよい。</li> <li>・ 体の不自由な方が使う場合、電池切れや故障となったときのユーザー対応、緊急信号ボタンが必要。</li> <li>・ 盗難対策に向けて PSM へ GPS 設置するなど位置情報を把握するための仕組みが必要。</li> <li>・ 充電%表示はありますが、どれくらいの利用ができるかがわかると良い。(例えば 3%で連続運転 10 分間)</li> <li>・ デジタルキー自体は非接触である一方で、PSM 車両自体のコロナ感染予防対応が必要</li> </ul>
デジタルキーソリューションについて	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ キーモジュールが PSM の鍵を正しく操作できないことがあったため、キーモジュールと PSM をシームレスに接続し、キーモジュールを介さずに PSM の施錠・解錠を行う仕組みが求められる。</li> <li>・ 権限を保持しているスマホ端末が近くにない場合、鍵の操作ができないため、アプリユーザーが利用終了時に鍵を閉める操作を行わない場合などにおいて、システム側で監視・処理を行う等の盗難リスクを抑える仕組みが必要。</li> <li>・ 今回使用した機器は大きさが一定以上あったため、置き場所が必要となった。他のモビリティを導入する際は連携できない場合が考えられる。</li> </ul>
予約管理システムについて	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 予約時間の終了が近づいてきたタイミングでユーザーに通知を行う機能を付与し、通知をもってユーザーを返却場所へ誘導させることが必要。</li> <li>・ 利用時間いっぱいには運転した人が、所定位置に戻すのに時間がかかったり、何かトラブルがあった際に、次回利用時間までに返却が完了しない可能性がある。予約終了時間と次回利用時間までの間にシステムであらかじめインターバルを設けるなどの工夫が必要。</li> <li>・ 移動範囲を決めて警告の通知を出すことや、大きく移動範囲を超えた場合は遠隔で鍵を閉めてモビリティを操作できなくすることなどの制御が必要。</li> </ul>
アプリについて	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ モビリティがどこにあるのか、モビリティの移動範囲を把握できる仕組みを設けることが望ましい。</li> <li>・ 年齢の高い人の利用も想定したインターフェースの設計が必要。</li> </ul>
サービス運用面について	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 手動車椅子で来場し、電動車椅子で施設内を散策したい人がいた場合の介助が必要。</li> </ul>

観点	課題並びに解決の方向性
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 予約したものの、現地に来たら車椅子がない場合や急な故障による不動時の対応に向けて予備機を予め用意しておくことが必要。</li> <li>・ 利用者からのクレーム、事故などが起きた場合や利用方法問い合わせ対応のためにインフォメーションセンターの有人化、専用コールセンターなどの設置が必要。</li> </ul>
施設構造に関して（通路幅、死角、自動ドア等）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 施設の廊下は狭いため、周囲にいる歩行者の通行を妨げる恐れがある。</li> <li>・</li> </ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ デジタルキーの解錠後、別途車両本体の電源を入れなければ利用できないため、その説明をアプリ上で通達するか、デジタルキーソリューションの操作とPSMの起動をシームレスに実施する仕組みが必要。</li> </ul>

**【将来的なサービス拡充に向けた意見等】**

今回実証実験で実証したPSMシェアリングサービス並びに本サービス実証に活用した技術について、モビリティシェアリングにとどまることなく、来街者や管理者に対する更なる付加価値の提供に資するサービスの拡充や新サービスの開発を目指している。将来的な実装に際するアイデア等については下記の通り。

<ul style="list-style-type: none"> <li>・ HICity で実装するサービスについては、来街者のセグメントやターゲットを明確に絞り込むことで他にはない独自性が生むことができると考える。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ PSMシェアリングサービスの技術をZeppのライブの開催を待つ20代の男女が暇を潰せるアトラクション等に転用することができればサービスを利用してもらえる確度が高まり、Loopといった既存の競合との差別化にもつながることが予想できる。</li> </ul> </li> <li>・ 将来的な横展開を考慮した場合、有効な導入先として病院が想定される。電動車いすを遠隔で運転できれば、患者の移動に看護師の付添が不要となるため、医療サービスの本質的な部分に人的リソースを充てることが可能となることが期待される。</li> </ul>
---

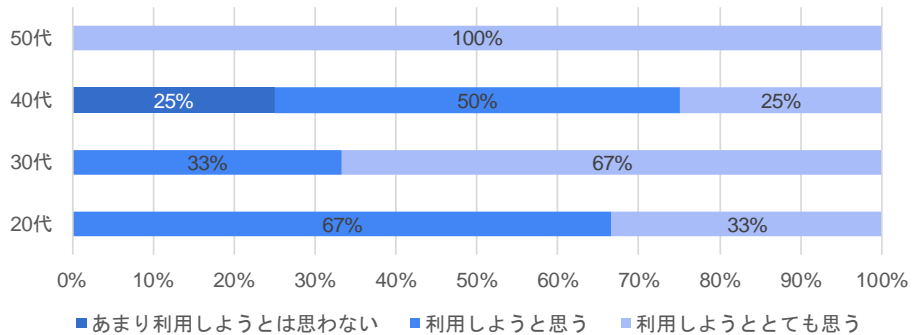
## ii. 分析

### ① 属性別サービス利用意向等分析

#### 【サービス利用意向】

- ・ HICity 内に PSM シェアリングサービスが導入された際の利用意向について年代別に分析。
- ・ 20～50 代のいずれの年代についても、「利用しようと思う」「利用しようともとも思う」の回答が多く、全年代を通じてサービスの利用意向が高いことが確認された。

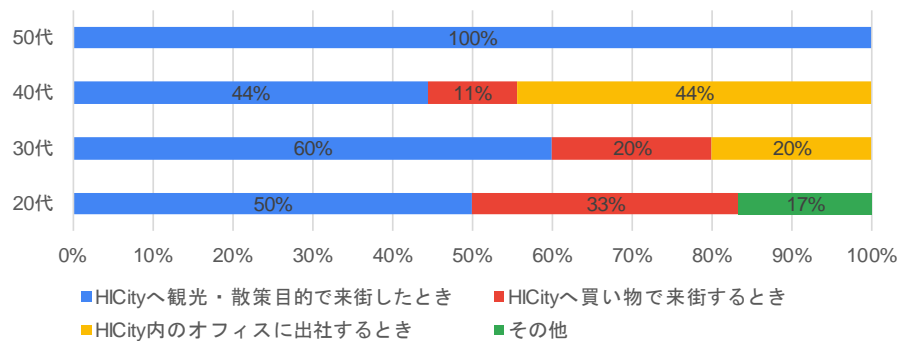
年代別サービス利用意向



#### 【利用意向シーン（HICity内）】

- ・ HICity 内に PSM シェアリングサービスが導入された際の利用シーンの意向について分析。
- ・ 全年代を通じて観光・散策目的での利用意向が確認された。
- ・ 30代、40代についてはオフィス出社時の利用意向が他の年代と比較して高く、特に40代については観光・散策目的と同率で最も高い利用意向シーンとなっている。
- ・ 買い物での利用意向は20代が最も高く年代が上がるにつれて減少する傾向にあった。
- ・ その他については、高齢者である祖父母と来街したときの利用を想定している回答が確認された。

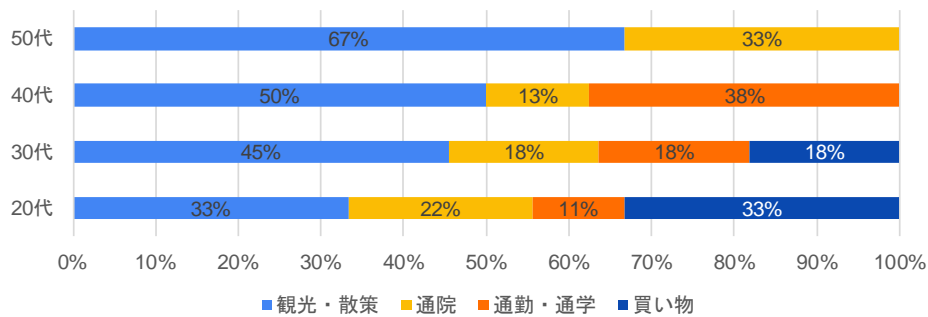
年代別利用意向シーン（HICity内）



### 【利用意向シーン（大田区内）】

- ・ 大田区内に PSM シェアリングサービスが横展開された際の利用シーンの意向について分析。
- ・ 全年代を通じて観光・散策目的での利用意向が確認された。
- ・ 買い物での利用意向は 20 代が最も高く年代が上がるにつれて減少する傾向にあった。
- ・ 通勤・通学での利用意向は 20 代から 40 代にかけて年代が上がるにつれて増加する傾向にあった。
- ・ 通院での利用意向は全年代を通じて確認されたが、50 代が最も利用意向が高かった。

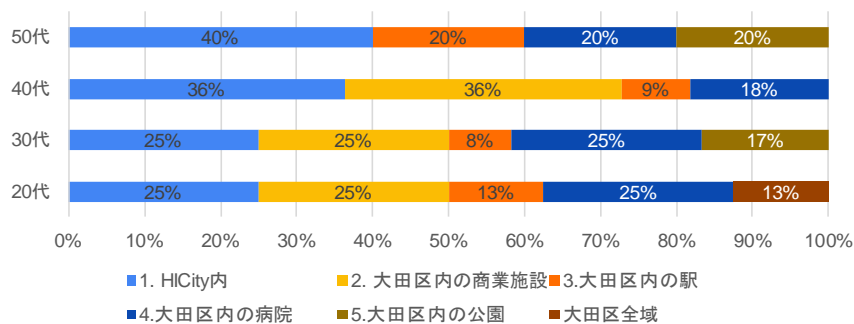
年代別利用意向シーン（大田区内）



### 【導入意向場所（大田区内）】

- ・ 大田区内に PSM シェアリングサービスが横展開される際の導入場所の意向について分析。
- ・ 全年代を通じて意向を確認された導入場所は HICity、駅、病院であった。
- ・ 20～40 代については商業施設への導入意向が他の導入場所と同率 1 位で最も高かった。

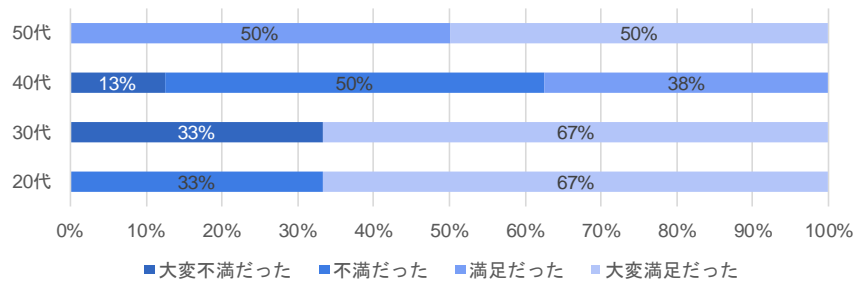
年代別サービス導入場所意向



## ② 属性別アプリ操作満足度分析

- ・ 実証実験で使用したスマホアプリの操作性に関する満足度について年代別に分析
- ・ 「大変不満だった」、「不満だった」といったネガティブな意見が20代、30代については33%、40代については63%と半数以上が操作性に不満を感じていたことが確認された。

年代別アプリ操作満足度





### iii. 考察

#### ① 来街者利便性向上効果

- ・ 本街区における来街者向けの PSM 利用サービスの提供方法として、将来的な管理者側の負担軽減を目指し、スタッフなどの配置を要しない方法として、予約管理及びデジタルキー施錠・解錠機能を搭載したスマホアプリを活用したシェアリングサービスを想定し、当該提供方法に対するユーザビリティ検証を行った。
- ・ サービス全体の満足度は高く、PSM の提供手法としては来街者の利便性向上に資するものであると考えられる。
- ・ 一方でスマホアプリの操作性については 40%の参加者が不満を感じており、サービス実装に向けては、様々な属性（年齢等）を想定の上、よりユーザーインターフェースを意識した作りこみが求められる。
- ・ PSM の利用に際して現状は、デジタルキーの解錠まではスマホアプリ側の操作で実施する一方で、その後は利用者による PSM の電源オンの操作が求められる。より利用者の利便性を勘案すると、デジタルキーの解錠から PSM の電源オンまでの一連の動作をスマホアプリ側の操作で制御するなどの仕組みが望ましいと考えられる。
- ・ PSM シェアリングサービスの一環として PSM の操作方法を利用者が確認できることが望ましく、PSM の操作方法を示す仕組みもスマホアプリに搭載することが望ましいと考えられる。

#### ② 管理者側負担軽減効果

- ・ 予約管理や PSM の施錠・解錠をスマホアプリで行う方式であることから、PSM の貸し出しに際しては管理者による予約管理や鍵の貸し出し・返却に係る業務は発生せず、シェアリングサービス提供時における管理者側の負担軽減効果が期待されることが分かった。
- ・ PSM の返却方法について、指定の返却場所への返却ではなく、利用者が任意の場所に自由に乗り捨てることを想定した場合、乗り捨てられた PSM を次の予約時間までに貸出場所まで移動させる必要が発生する。PSM の返却に際する管理者の負担を軽減させるには、返却場所を貸出場所と同一の場所に指定した利用方法とすることが考えられるが、利用者側の利便性も勘案のうえ方針を検討することが求められる。また、将来的に PSM に自動走行機能を付与した際には、利用者による乗り捨て後に、自動で貸出場所まで自動走行で帰還する仕組みを導入する等の対応も考えられる。
- ・ 一定時間の利用が続くと充電を行う必要があるが、管理者による充電作業の負担を軽減するために、貸出・返却場所が充電スポットを兼ねる等の設備配置などの工夫や、将来的には PSM 側で自動で充電スポットへの移動、充電の開始などを行う仕組みの構築が求められる。

#### ③ 同サービスの横展開

- ・ 利用者アンケートから、HiCity 内にとどまらず、大田区内のあらゆる施設への同サービスの横展開ニーズが確認された。
- ・ 同サービスの区内への横展開にあたっては、PSM の導入者と想定される施設管理者側へのメリットの訴求を行うとともに、それぞれの施設に応じた適切なサービスの提供方法等のビジネスモデルの検討が求められるものと考えられる。

#### iv. 技術の実装可能な時期、実装に向けて残された課題

##### ① ユーザーインターフェースの検討並びにアプリの改修

- ・ スマホアプリの操作性について、40%の参加者が不満を感じており、アプリの改修が求められる。特にユーザーインターフェースの改良にあたっては、ポップアップの速さ、予約フローの簡潔化等が求められる。
- ・ また予約管理、施錠・解錠のみならず、PSM の操作方法や返却方法についても来街者が確認できる仕組みを設けることが求められる。

##### ② デジタルキーソリューションと PSM のシームレスな連携

- ・ スマホアプリの操作がわかりづらかった点として、PSM の電源とデジタルキーの施錠解錠が連動していないことが挙げられた。より利用者の利便性を向上させるために、デジタルキーの解錠から PSM の電源オンまでの一連の動作をスマホアプリ側の操作で制御するなどの仕組みが望ましく、PSM メーカーと連携した機能改善や新規開発が求められる。

##### ③ 業務効率化に向けた自動運転技術の導入

- ・ 返却や PSM 貸出準備に際する管理者の更なる負担軽減に向けて、利用者により捨てられた PSM の自動走行による返却場所などへの自動帰還機能の付与が望まれる。
- ・ また PSM の充電に関する負担軽減に向けて、貸出・返却場所が充電スポットを兼ねる等の設備配置や、自動走行で充電スポットへ移動し、自律的に充電を行うなど行うなどの機能付与が求められる。
- ・ 現状、PSM の自動走行は屋内の限定空間のみを対象としていることから、将来的な管理者負担軽減に向けては屋内の走行可能領域の拡大や屋外自動走行への対応に向けた開発が必要となる。

## (2) ロボットデリバリーサービス実証

### i. 実験結果

#### ① 実施概要

実施期間	・ 11月5日(金)、6日(土)、7日(日)
実施時間	・ 各日10～17時頃(5日は14～17時)
実施場所	・ 2階スクエアカフェに勧誘用のブース等を設置 ・ 食事・受取場所を2階イノベーションコリドー上に2箇所設置(テーブル・椅子を配置しておき、A、Bと名前を付けておく)
使用ロボット	・ 1台(アンドロボティクス FRUTERA)
提供メニュー	・ 食べ物、飲み物の両方を含み、3～5種程度を想定
目標サンプル数(来街者)	・ 本実証実験は統計的な分析を行うものではないことに鑑み、可能な範囲でデータを取得する ・ 同時に複数グループからの注文を受けることはせず、1回あたり1注文とする ・ 1注文あたり、注文～配達まで20分程度と見込み、3日間で50グループ程度(1時間あたり3グループ×延べ17時間)を目安とする ・ グループ内で複数の参加者がいる場合には、各参加者にアンケートを配付

#### 受取場所



## ② 実証実験実施の様子

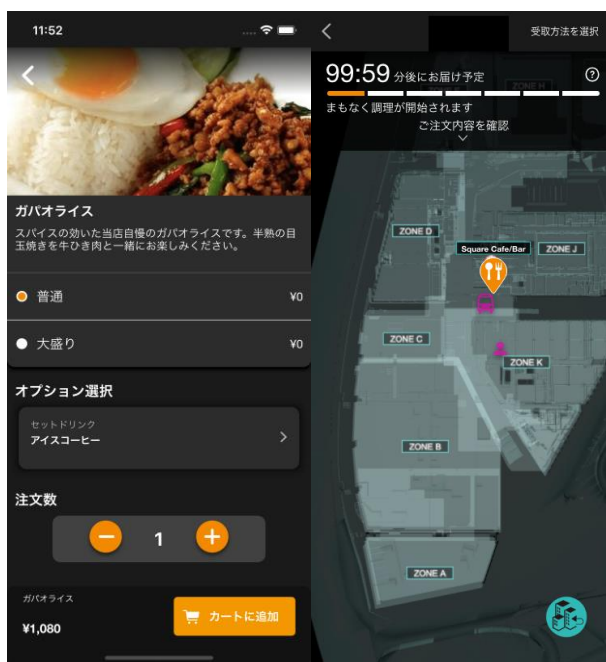


(左：ポスター、中：運搬の様子、右：受取の様子)

## ●アプリ画面

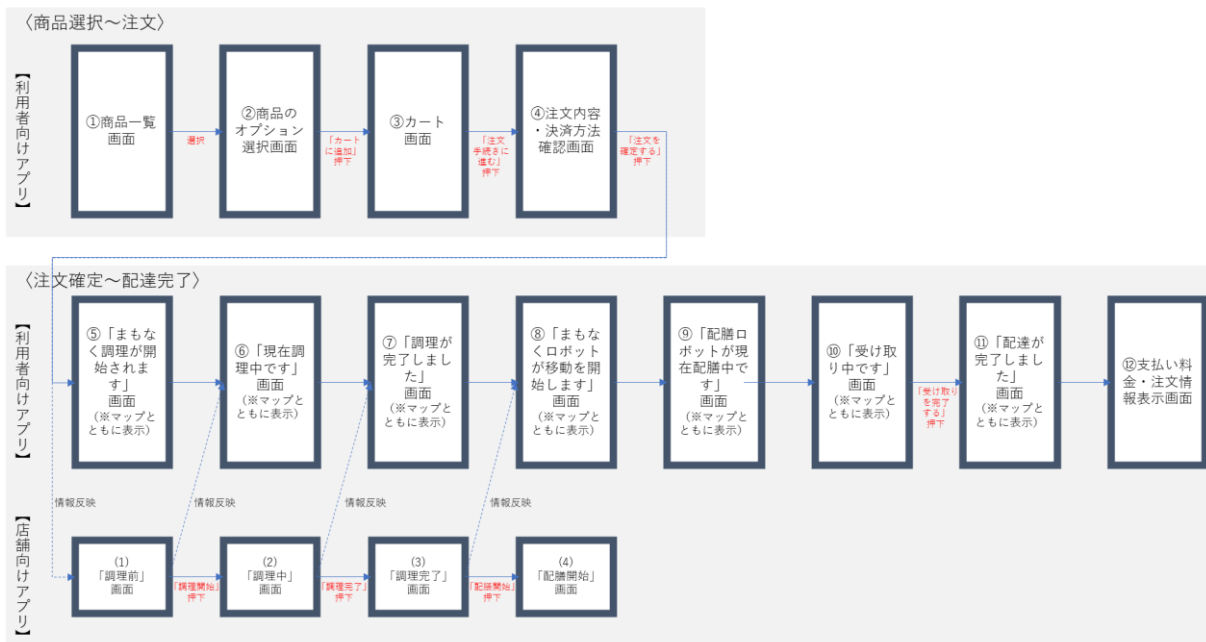
### 【利用者向けアプリの画面イメージ】

- ・ スマートフォン向けアプリより商品を注文 (左図)
- ・ 注文すると、店舗・ロボット・受取者の位置がマップ上に表示される (右図)



### 【利用者向けアプリ・店舗向けアプリの画面遷移イメージ】

- ・ 利用者向けアプリにて注文を行うと、店舗向けアプリに注文情報が反映される。
- ・ 注文確定後は、店舗での作業進捗にしたがって店舗側でステータス変更を行う。ステータス変更を行うと、利用者向けアプリにもステータス情報が反映される。



### ③ 実施結果

#### ア 注文の状況

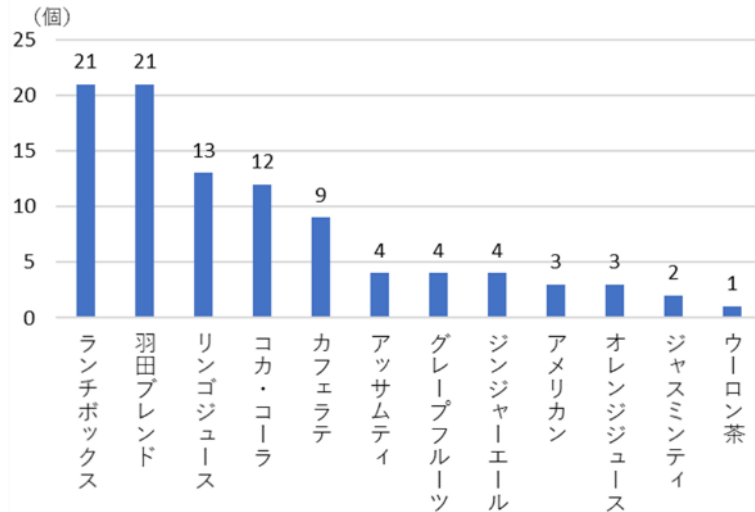
##### 【注文件数・金額】

- ・ 3日間で計 36 件、142,987 円相当の注文があった
- ・ 1件当たりの注文金額は、3日間平均で 3,972 円

	11月5日 (金)	11月6日 (土)	11月7日 (日)	計
注文件数 (件)	8	13	15	36
注文金額 (税抜) (円)	17,603	51,597	73,787	142,987
1件あたり注文金額 (税抜) (円)	2,200	3,969	4,919	3,972

### 【注文内容】

- ・ 注文商品は計 97 個
- ・ うち、21 個が食べ物（ランチボックス）、76 個が飲み物
- ・ 飲み物の中で多くの注文があったのは、羽田ブレンド（コーヒー）、リンゴジュース、コカ・コーラなど



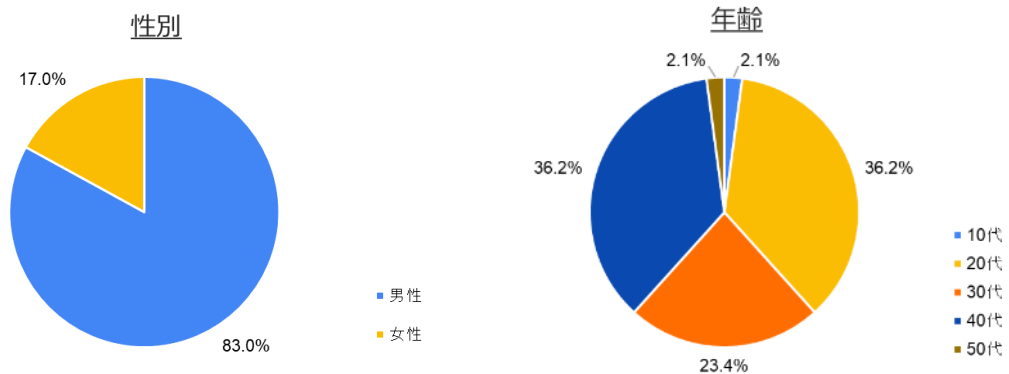
### イ アンケート回答者

#### 【回答者数】

- ・ 47 名（同一グループ内で複数人が回答しているため、注文件数と一致しない）

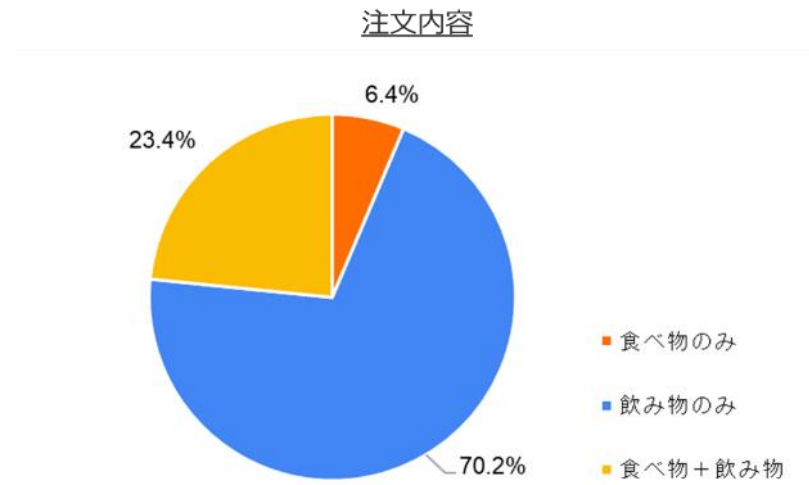
#### 【回答者属性】

- ・ 男性が 83.0%、女性が 17.0%
- ・ 年齢は 40 代・20 代が 36.2% で最も多く、次いで 30 代（23.4%）



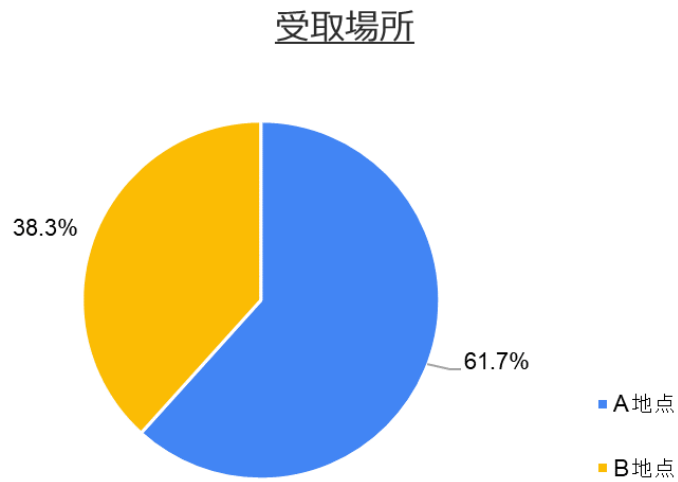
### 【注文商品】

- ・ 食べ物のみを注文した回答者が 6.4%、飲み物のみを注文した回答者が 70.2%、食べ物+飲み物を注文した回答者が 23.4%



### 【受取場所】

- ・ A 地点（スクエアカフェ付近）で商品を受け取った回答者が 61.7%、B 地点で受け取った回答者が 38.3%

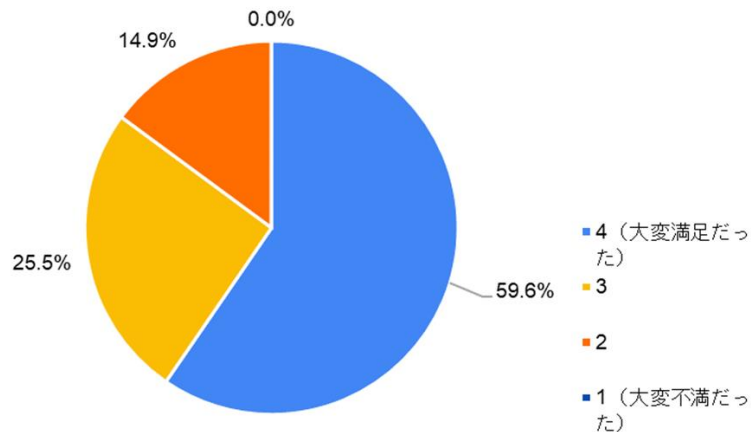


## ウ 参加者アンケート調査結果

### 【サービス全体に対する満足度 (N=47)】

- ・ 「大変満足だった」(4) ~ 「大変不満だった」(1) の4尺度を設定
- ・ 3,4 を選択した回答者が計 85.1%、全回答者の満足度の平均点は 3.45 点 (4 点満点) であり、満足度は高い
- ・ 2 を選択した回答者が不満に感じた点としては、「飲み物がこぼれていた」「ロボットのスピードが遅い」「ロボットの停止位置が席から若干遠かった」「ゴミ箱が欲しい」等が挙げられた

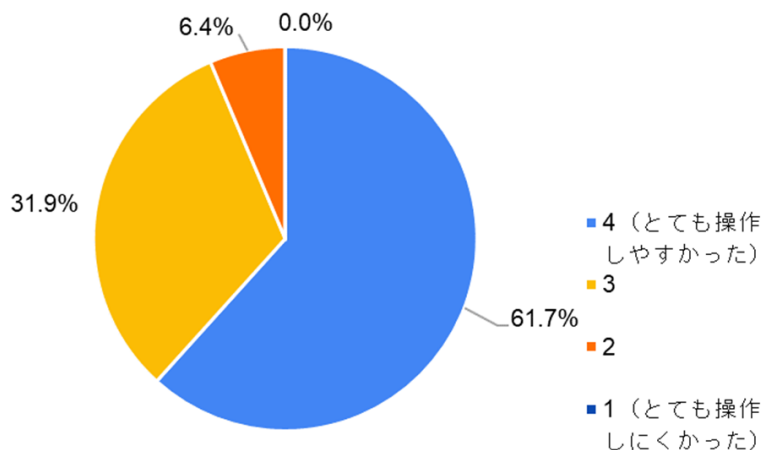
#### Q.サービス全体に対する満足度はいかがでしたか。



### 【アプリの操作性 (N=47)】

- ・ 「とても操作しやすかった」(4) ~ 「とても操作しにくかった」(1) の4尺度を設定
- ・ 3,4 を選択した回答者が計 93.6%、全回答者の評価の平均点は 3.55 点 (4 点満点) であり、操作性に対する評価は高い
- ・ 2 を選択した回答者が、操作しにくいと感じた点としては、「カートに入れた商品の削除方法が分からず迷った」「3D マップの読み込みが遅いと感じた」が挙げられた

#### Q.アプリは操作しやすかったですか。

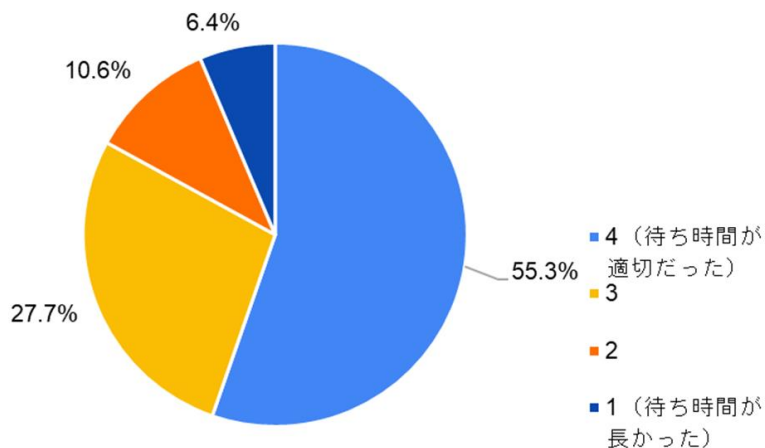




【待ち時間 (N=47)】

- ・ 「満足できる待ち時間だった (待ち時間が適切だった)」 (4) ～ 「我慢できない待ち時間だった (待ち時間が長かった)」 (1) の 4 尺度を設定
- ・ 3, 4 を選択した回答者が計 83.0%、全回答者の評価の平均点は 3.32 点 (4 点満点) であり、待ち時間に対する評価は高い

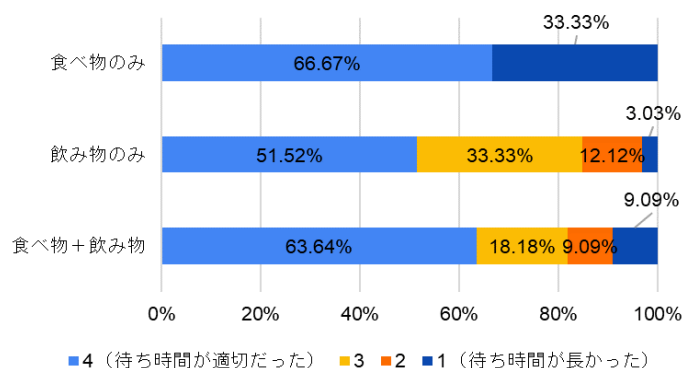
Q.商品が届くまでの待ち時間はいかがでしたか。



【待ち時間 (注文商品別) (N=47)】

- ・ 注文商品別に回答結果を集計すると、食べ物のみを注文した回答者の評価平均点は 3.00 点で、他に比べて低い (ただし、該当する回答者は 3 名であり、個人の回答が平均点に大きく影響を与えている)
- ・ 飲み物のみを注文した回答者と食べ物+飲み物を注文した回答者の間では、平均点に大きな差異は見られない。

Q.商品が届くまでの待ち時間はいかがでしたか。(注文内容別)

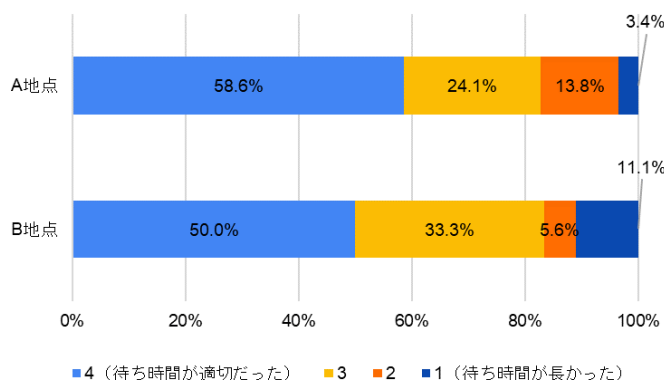


	評価平均点
食べ物のみ	3.00
飲み物のみ	3.33
食べ物+飲み物	3.36

【待ち時間（受取場所別）（N=47）】

- ・ 受取場所別に回答結果を集計すると、A 地点で商品を受け取った回答者の評価平均点は 3.38 点、B 地点で商品を受け取った回答者の評価平均点は 3.22 点
- ・ 配達距離が短い A 地点の場合の方が待ち時間に対する評価が高い

Q.商品が届くまでの待ち時間はいかがでしたか。（配達場所別）

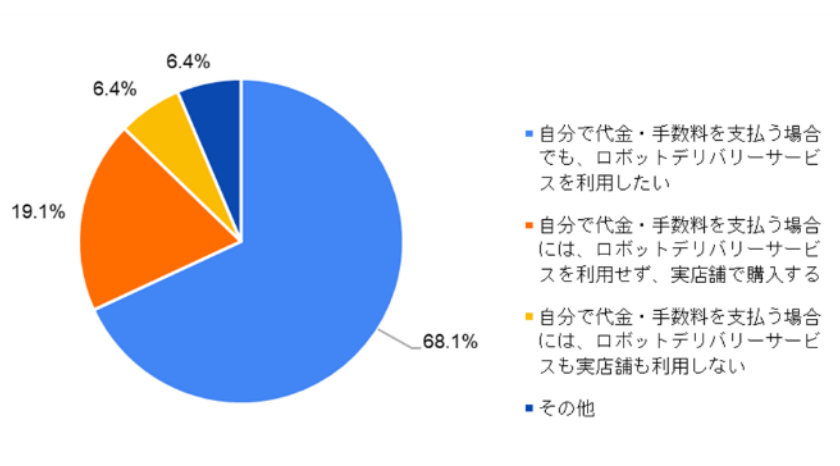


	評価平均点
A地点	3.38
B地点	3.22

【自身の利用意向（N=47）】

- ・ 「自分で代金・手数料を支払う場合でも、ロボットデリバリーサービスを利用したい」と回答した人が 68.1%
- ・ 「自分で代金・手数料を支払う場合には、ロボットデリバリーサービスを利用せず、実店舗で購入する」と回答した人が 19.1%

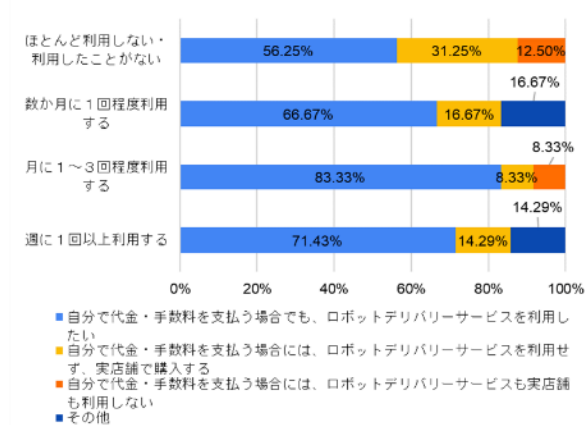
Q.ご自身で商品の代金・手数料を支払う場合の、利用のご意向についてお聞かせください。



【自身の利用意向（フードデリバリーサービス利用頻度別）（N=47）】

- ・ フードデリバリーサービス（Uber Eats、出前館等）の利用頻度別に利用意向を集計した
- ・ 「ほとんど利用しない・利用したことがない」という回答者に比べて、数か月に1回程度以上利用する回答者の方が、利用意向が高い

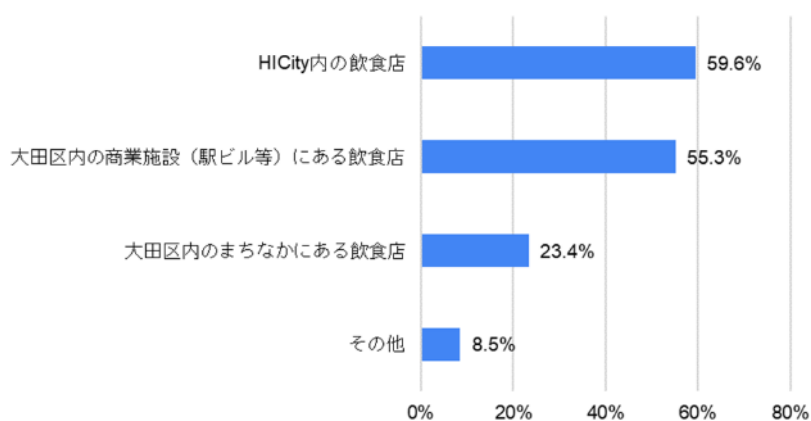
Q. ご自身で商品の代金・手数料を支払う場合の、利用のご意向についてお聞かせください。  
（フードデリバリーサービス利用頻度別）



【大田区内でロボットデリバリーサービスを導入してほしい店舗（複数回答）（N=47）】

- ・ 「HICity内の飲食店」を選択した回答者が 59.6%で最も多く、次いで「大田区内の商業施設（駅ビル等）にある飲食店」（55.3%）、「大田区内のまちなかにある飲食店」（23.4%）となった
- ・ 施設内店舗での導入を求める意見が多い

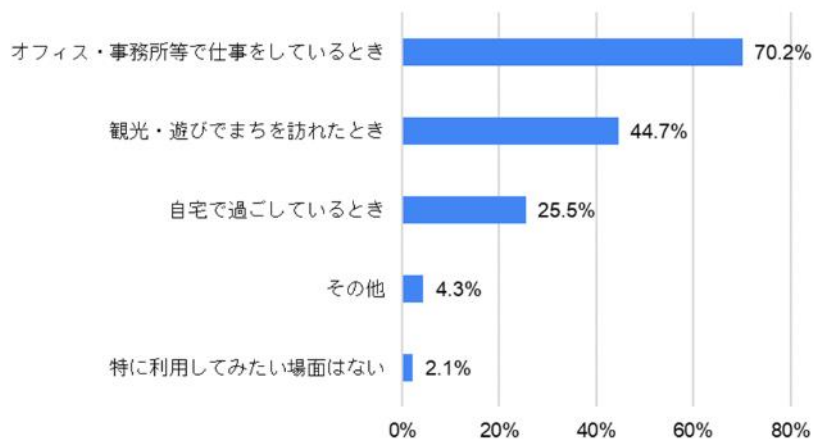
Q. 大田区内でロボットデリバリーサービスを導入する場合、  
どのような店舗でロボットデリバリーサービスを導入してほしいですか。（複数選択可）



【ロボットデリバリーサービスを利用してみたい場面（複数回答）（N=47）】

- ・ 「オフィス・事務所等で仕事をしているとき」を選択した回答者が70.2%で最も多く、次いで「観光・遊びでまちを訪れたとき」（44.7%）、「自宅で過ごしているとき」（25.5%）となった

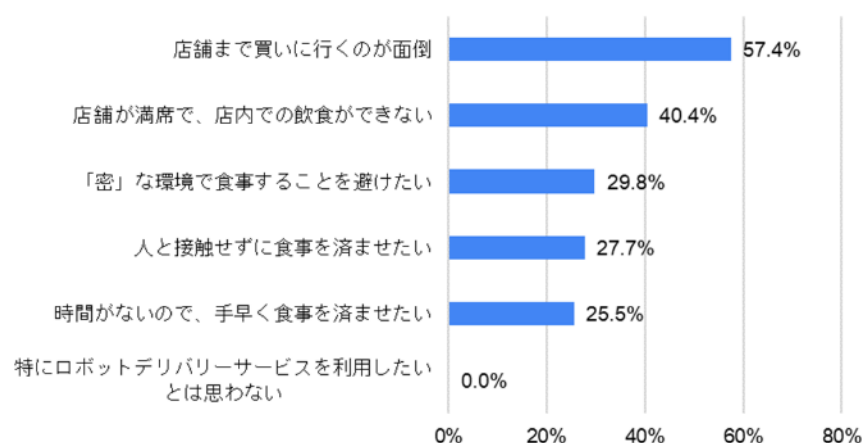
Q.どのような場面でロボットデリバリーサービスを利用してみたいですか。（複数選択可）



【ロボットデリバリーサービスを利用してみたい理由（複数回答）（N=47）】

- ・ 「店舗まで買いに行くのが面倒」を選択した回答者が57.4%で最も多く、次いで「店舗が満席で、店内での飲食ができない」（40.4%）、「「密」な環境で食事することを避けたい」（29.8%）となった
- ・ コロナ禍を踏まえたニーズ（「密」や接触を避けたい）よりもコロナ禍以前からあるニーズ（買うのが面倒、満席で店内を利用できない）の方が優位であることが読み取れる

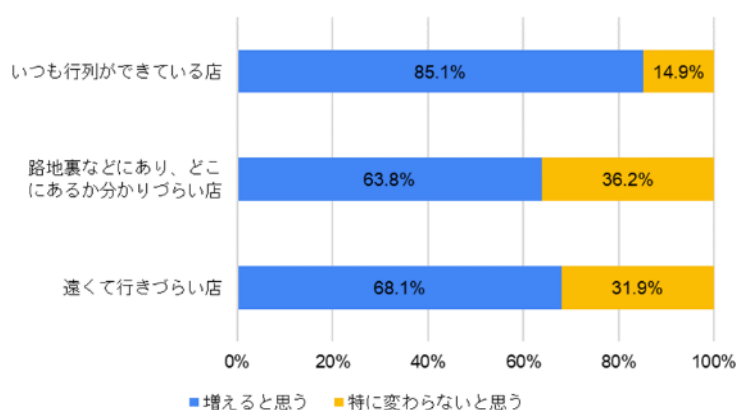
Q.どのような理由から、ロボットデリバリーサービスを利用してみたいと思いますか。（複数選択可）



【店舗の利用機会の増加 (N=47)】

- ・ 普段利用しづらい店舗として、「遠くて行きづらい店」「路地裏などにあり、どこにあるか分かりづらい店」「いつも行列ができている店」を設定した
- ・ 「ロボットデリバリーサービスが利用できる場合、次のような店舗のメニューを食べる機会は増えると思いますか。」とたずねたところ、いずれの店舗についても「増えると思う」との回答が多数となった
- ・ 特に「いつも行列ができている店」については、「増えると思う」と回答した人が 85.1% を占めた

Q.ロボットデリバリーサービスが利用できる場合、  
次のような店舗のメニューを食べる機会は増えると思いますか。(複数選択可)



【改善点 (自由回答)】

- ・ ロボットの動き方 (スピード、精度、振動等)、安全性の確保、到着時の動作等について意見があった。

ロボットの動き方	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ もう少しスピードが速いと嬉しい</li> <li>・ 移動スピード、転倒防止</li> <li>・ 精度があがることを望みます</li> <li>・ 人がデリバリーするより精度が低く、時間もかかる</li> <li>・ 振動を抑える何らかの施策が必要だと思います</li> <li>・ 段差などの物理的障害の対応</li> </ul>
安全性の確保	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 周囲の人がぶつからないような、存在感のアピールが必要だと思う</li> <li>・ 高速移動する人や物体からの回避</li> </ul>
到着時の動作	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 到着した際に、到着しました、又は注文内容確認アナウンスをしてもらいたいと思いました</li> <li>・ ロボットが停止したときにドアが開けられることが、教えてもらえるまでわからなかった。ロボットから音声アナウンスが聞こえると迷わないはず</li> <li>・ (到着時に) 自動で (扉が) 開くとより良いです</li> </ul>
その他 (機能の付加)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ マップ的に 3D で見せるのはかえってわかりづらい気がした</li> </ul>

等)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 利用することによる割引などであると良い。(人がデリバリーするより精度が低く、時間もかかるため。)</li> <li>・ 保温機能、ロボットとのコミュニケーション(店の人とでもよい)</li> <li>・ ロボットの外観が生々しいので親しみやすい外観だと意識的にも受け入れやすいと思いました</li> </ul>
----	--

## エ 店舗アンケート

### 【注文受付～ロボットへの商品搭載までにかかる時間と必要なスタッフの人数】

- ・ 今回の実証実験では、食べ物としては予め用意したランチボックスを提供していたため、食べ物のみ、飲み物のみ、食べ物・飲み物両方のいずれの場合でも所要時間、スタッフ人数は同様となった。

	所要時間	人数
食べ物みの注文があった場合	5分程度	1人程度
飲み物みの注文があった場合	5分程度	1人程度
食べ物・飲み物両方の注文があった場合	5分程度	1人程度

### 【オペレーションの各段階で発生したトラブルとその対応策】

- ・ 通知音がないため注文に気づきにくいこと、文字サイズや表示順が原因で注文内容を読み取りにくいこと等が課題として挙げられた。
- ・ 対応策としては、アプリの通知音や表示内容の改善が挙げられた。

	課題	対応策
注文受付時	注文に気づかない	通知音が必要。(注文から)10分以上経過したものは別の音で警告
	オーダーの表示順が分かりにくい	古いオーダーが1番上に表示されるようにしてほしい
	文字が小さい	文字の大きさや色の変更が必要
商品準備時	(意見なし)	(意見なし)
配達準備時	ロボットが商品を落としてしまう	(「ロボットしっかり!!」とのコメントあり)

【アプリについて】

- ・ アプリの操作性を4段階（「1. とても使いやすかった」「2. まあまあ操作しやすかった」「3. あまり操作しやすくなかった」「4. 操作しにくかった」）でたずねたところ、回答者2人のうち、2人ともが「2. まあまあ操作しやすかった」と回答した。
- ・ アプリに関する意見は以下のとおり。表示の見た目や操作性について指摘されている。

<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ぱっと見た感じ背景が黒くて少し見づらいとは思いました。</li> <li>・ 飲食店なので食べ物がよりおいしく見える様設定してくれたら良いと思います。</li> <li>・ UberEats をよくつかうのであの感じの操作性がほしい。</li> <li>・ 新しくステキだと思います。</li> </ul>
--

【店舗での導入意向、メリット・デメリット】

- ・ 実証実験協力店舗からは、「サービスが実装された場合、店舗として導入したい」との意見が得られた。
- ・ 導入によるメリット・デメリットとして挙げられたのは以下。配達スタッフを雇用せずに新たな売上を創出できることがメリットである一方、単価や品質の確保については課題が残る。

メリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 配達スタッフを雇用しなくてもよい。</li> <li>・ 客席以上の売上げがつかれる。</li> </ul>
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 商品単価が下がる（店内と同価格では売りにくい）。</li> <li>・ 店内飲食より確実に味が落ちる。</li> </ul>

オ 実証実験担当企業アンケート

【実証実験実施時に発生したトラブルとその対応方法】

- ・ 実証実験実施時に発生した主なトラブルは以下のとおり。
- ・ 混雑や通信環境の影響でロボットの自動走行が難しくなった場合には、手動で操作し、配達を実施した。

分類	トラブルの内容	対応方法
混雑による動作困難	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 来場者が多く、通路が阻まれ、ロボットが動けなくなり停止した</li> <li>・ 展示近くで他社が行っていた検証で子供たちが列を作りその列を壁として認識することがあった</li> <li>・ スタンプラリー受付前の人通りが多く自己位置推定がうまくいかなかった</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 手動操作で配達を実施した</li> </ul>
ロボットの動作	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ロボットのスピードを速く設定した状態で段差を乗り越えた際、飲み物がこぼれた</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ （今後の対応として）カップホルダーを用意する、ロボット側にサスペンションをつける等が考えられる</li> </ul>

分類	トラブルの内容	対応方法
通信環境	・通信が不安定になり、ロボットおよび端末からの接続ができなくなった。	・接続不可時は手動操作で配送を実施した ・当日はテザリングで対応した
店舗の対応	・店舗側が注文画面から注文内容を読み取って作業を行うが、商品数やオプションの内容を読み間違えることがあった	・（今後の対応として）表示の改善、ユーザー側が返品できる機能の付加等が考えられる

【実証実験を踏まえて認識している課題】

- ・システム間、システム・ロボット間の連携について、仕様のすり合わせや情報連携等の課題が挙げられた。
- ・ロボットについては、セットアップ作業に要する時間やバッテリーの容量について、課題が挙げられた。
- ・アプリについては、UIの改善や、トラブル対応の機能実装等について課題が挙げられた。
- ・その他、安全面、通信環境、施設構造等について課題が挙げられた。

分類	トラブルの内容
システム	・運用時の対応に必要な機能（異常時対応等）の実装が必要
システム間、システム・ロボット間の連携	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現地でシステム全体のモニタ機能が無いため、動作不良状態に陥った場合に何が障害になっているか把握できない。エラー情報等を表示する等の工夫が必要</li> <li>・ロボットデリバリーシステムとロボット統合管制システムと受け取り時の仕様のすり合わせがうまく行かず、当日停止して運用した</li> <li>・ロボットよりロボットデリバリーシステム側、ロボット統合管制システム側へ正しいステータスが送達されず、ロボットデリバリーシステム側でエラーとして処理される場合がある</li> <li>・ロボットとロボット統合管制システム間の通信接続状況がロボット統合管制システム側でしか確認できず、現場でロボットとロボット統合管制システムと無通信状態である事に気づかず実証実験を開始してしまった（＝ロボットが動かない状態となる）</li> <li>・ロボットからシステムに対して、ロボットの状況（ロボット統合管制システムに繋がっているかが判断できる情報）の連携が必要</li> </ul>
ロボット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ロボットを起動させてからロボット統合管制システムとの接続が完了するまでのセットアップ作業に時間がかかる</li> <li>・ロボット1台が1日稼働できるほどバッテリーがもたない</li> <li>・ロボットが配膳できない場所をロボット統合管制システムに指定されるとロボットがストップする</li> </ul>



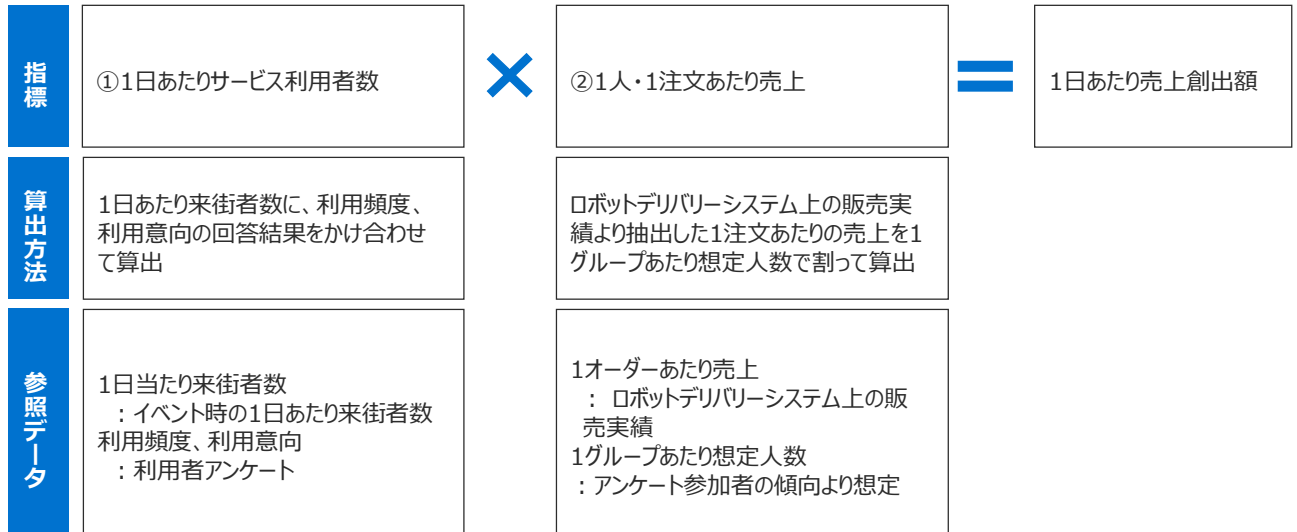
分類	トラブルの内容
アプリ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 商品を入れるカートの UI が使いづらい</li> <li>・ 3D K-Field の描画に時間がかかる</li> <li>・ 3D K-Field で配膳の様子を表示しているが、見づらい</li> <li>・ 注文の通知機能をまだ作っていないため、店舗のスタッフが通知に気が付かないことがある</li> <li>・ トラブル発生時の対応フローの整理と機能実装が必要（商品搭載ミスがあった際の注文のキャンセルへの対応、ロボットが動き出さない場合の対応 等）</li> </ul>
安全面	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ロボット走行時の揺れが大きいため、食品をこぼしてしまう懸念があり、低速で走行しなければならないが、配膳時間の遅延に繋がる</li> <li>・ 搬送物が段差で転倒することがあったことから、ドリンクホルダーなどの装備が必要</li> <li>・ 人通りが多いと、安全確保のためにロボットがよく止まってしまう。人とロボットの導線を分けた運用を考える必要がある</li> <li>・ 配達していることを周囲の人にアピールし、進路妨害を防ぐことが必要</li> </ul>
通信環境	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 施設の Wi-Fi への接続数が多いとき、通信が不安定になっている</li> <li>・ 施設の Wi-Fi の弱い場所がある</li> <li>・ 通信不良は想定内であり、少ない通信頻度で目的地まで自律移動する方法の方が安定性を向上させるのではないか</li> </ul>
施設構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 施設が広く、ロボットが自己位置を推定するには特徴物が少ないため、ロボットが自己位置を見失いやすくなっている</li> </ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ テーブルやロボットの中を清掃する運用、配膳した食品のゴミを廃棄する運用の検討が必要</li> </ul>

ii. 分析

① 売上創出効果の算出

ア 基本的な考え方

- ・利用者アンケート、ロボットデリバリーシステム上の販売実績等を基に、「①1日当たりサービス利用者数」「②1人・1注文あたり売上」を算出し、①②をかけ合わせることで「1日あたり売上創出額」を算出する。



イ 1日あたりサービス利用者数

【参照データ】

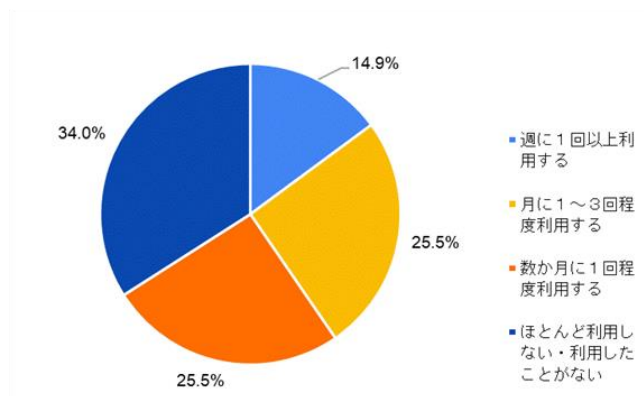
○ 1日あたり来街者数

- ・終日イベントを実施していた11月6日（土）、7日（日）の来街者数の平均を取り、5,855人とする。

○ 利用頻度

- ・ロボットデリバリーサービスが実装された場合の利用頻度は、フードデリバリーサービスの利用頻度と同等程度と仮定し、利用者アンケートの「普段の生活の中でフードデリバリーサービス（Uber Eats、出前館、各店舗の出前等）は利用されますか。」という設問に対する回答結果を参照する。

Q. 普段の生活の中でフードデリバリーサービス（Uber Eats、出前館、各店舗の出前等）は利用されますか。

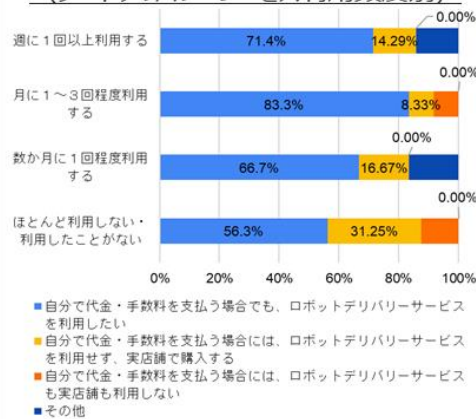


○利用意向

- ・利用者アンケートの「ご自身で商品の代金・手数料を支払う場合の、利用のご意向についてお聞かせください。」という設問で「1. 自分で代金・手数料を支払う場合でも、ロボットデリバリーサービスを利用したい」と回答した人の割合をフードデリバリーサービス利用頻度別に、集計し、参照する。

Q. ご自身で商品の代金・手数料を支払う場合の、利用のご意向についてお聞かせください。

(フードデリバリーサービス利用頻度別)



【算出】

○計算方法

- ・まず、「1日あたり来街者数」に「利用頻度別の人数割合」をかけ合わせる。
- ・さらに、各「利用頻度」別に、「利用意向」、「ある日に利用する人の割合」をかけ合わせ、合計することで、1日あたりサービス利用者数を算出。なお、「ある日に利用する人の割合」は以下のとおり仮定。

アンケートにおける利用頻度の回答	利用頻度の仮定	ある日に利用する人の割合
週に1回以上利用する	7日に1回	14.3%
月に1～3回程度利用する	15日に1回	6.7%
数か月に1回程度利用する	60日に1回	1.7%
ほとんど利用しない・利用したことがない	300日に1回	0.3%

○算出

・1日あたりサービス利用者数は191人と計算される。

1日あたり来街者数 5,855人	×	利用頻度別人数の割合		×	利用意向	×	ある日に利用する人の割合	=	1日あたりサービス利用者数
		週に1回以上利用する	14.9%		71.4%		13.3%		89人
		月に1〜3回程度利用する	25.5%		83.3%		6.7%		83人
		数か月に1回程度利用する	25.5%		66.7%		1.7%		17人
		ほとんど利用しない・利用したことがない	34.0%	56.3%	0.3%	4人			計：191人

ウ 1日あたりサービス利用者数

【参照データ】

○1注文あたり売上

・11月5日（金）～7日（日）の1件あたり注文金額（税抜き）の平均を取り、3,972円とする。

○1グループあたり人数

・今回のアンケートに参加した人は1グループあたり2〜4人程度で参加している人が多かったことから、1グループあたり人数を3人と想定する。

【算出】

○算出

・1人・1注文あたり売上は1,324円と計算される。

1注文あたり売上 3,972円	÷	グループあたり人数 3人	=	1人・1注文あたり売上 1,324円
--------------------	---	-----------------	---	-----------------------

ウ 1日あたり売上創出額の算出

・ロボットデリバリーサービスが実装された場合、1日あたり約25万円の売上創出が期待される。

①1日あたりサービス利用者数 191人	×	②1人・1注文あたり売上 1,324円	=	1日あたり売上創出額 253,472円
------------------------	---	------------------------	---	------------------------

※①②について図中では四捨五入した値を表示しているため、図中の値を掛け合わせても「1日あたり売上創出額」とは一致しない。

・上記の売上創出額を1日あたり来街者数の5,855人で割り戻すと、1人・1日あたり売上創出額は約43円となる。

## エ 将来的な売上額の予測

- ・利用者アンケートにて、オフィス等でのサービス利用ニーズが高かったことから、将来的な施設の年間延べ就業者数を基に、売上額を予測する。
- ・将来的な施設の年間延べ就業者数は約 175 万人を想定しており、1 日あたり平均約 4,795 人が就業することが想定される。
- ・ウで算出した 1 人・1 日あたり売上創出額をかけ合わせると、将来的な 1 日あたり売上創出額は約 21 万円となる（ただし、1 人・1 注文あたり売上創出額は食べ物の注文も含む金額として算出しており、注文内容によって売上創出額は変動する可能性がある）。

将来的な1日あたり 就業者数	×	1人・1注文あたり 売上創出額	=	将来的な1日あたり 売上創出額
4,795人		43円		207,562円

※「将来的な 1 日あたり就業者数」と「1 人・1 注文あたり売上創出額」について、図中では四捨五入した値を表示しているため、図中の値をかけ合わせても「将来的な 1 日あたり売上創出額」とは一致しない。

## iii. 考察

### ① 利用者ニーズへの対応

- ・当初、デリバリーサービスは立地環境の劣る店舗の需要喚起策（立地によらず注文可能、宣伝可能等）として、観光等を目的とした来街者への訴求を想定していたが、利用者アンケート結果からはオフィスでの利用ニーズが高く、より日常的な場面での利用が想定されることが把握された。
- ・オフィスへの配送を想定した際には、上層階への配送対応やセキュリティ施設（ゲート、扉、等）への対応が求められると考えられる。

### ② 利便性と安全性の両立

- ・利用者アンケートを踏まえると、デリバリーサービスとしては配送速度・待ち時間が重要な要素として意見が得られたところであるが、一方で、人の移動もある混在空間においてはより安全を確保した上で安定的にロボットが走行することが求められる。
- ・ロボットの走行においては安全な走行が不可欠であることから、走行時にロボットの走行を伝える音（音楽、音声メッセージ等）を発する機能やロボットと周辺通行者が双方向にコミュニケーションが可能となる機能が必要となると考えられる。

### ③ 実装に向けた持続可能性

- ・ロボットデリバリーサービスに対してより利用ニーズのある場面や一定程度の有償利用意向が確認されたことから、サービス実装に向けた可能性が示された。
- ・今後は、利用ニーズが高いオフィス勤務者の利便性を高めると共に、把握された利用意向割合を踏まえ、利用頻度を確保・向上するための取り組みを検討していくことが求められる。

#### iv. 技術の実装可能な時期、実装に向けて残された課題

##### ① オペレーション体制の構築

- ・ ロボットを安定的に配送可能な状態に保つため、特にバッテリーの維持・充電、配送後のロボットの清掃等についてのオペレーション方法・体制を構築する必要がある。
- ・ サービスの提供に問題が発生した際、何が要因でどこに連絡をする必要があるか、どのような行動を行うべきかを整理した上でサービスの運営体制を構築する必要がある。

##### ② ロボット性能の向上

- ・ 現状のロボットは、配送の安定性、配送スピード、配達時における利用者とのコミュニケーション機能、障害物への対応などの課題を有していることが明らかとなったことから、対応可能な機能更新や、機能を備えた新たなロボットがロボット制御システムを活用可能な環境を整備する必要がある。

##### ③ ロボットの移動可能範囲の拡大

- ・ アンケート調査より、最もデリバリーロボットサービスの利用ニーズが高いシーンはオフィス利用であることが明らかとなったが、現状では水平方向のみの移動に限定されている。高層階にあるオフィスへのデリバリーを可能にするため、ロボット制御システムとエレベータ制御システムを連携し、デリバリー可能範囲を拡大する必要がある。

##### ④ 各システム・ロボットの状況の連携強化

- ・ 実証実験においては、各システム(ロボット統合管制システム、デリバリーサービスシステム)、ロボットの状況を相互に把握できないために、運用が滞る場面が複数みられた。実証実験時に発生したトラブルを踏まえて、サービス提供にあたって各システム・ロボットからの開示が必要となる情報を整理し、円滑な運用に向けて連携を強化する必要がある。

##### ⑤ 通信環境の改善

- ・ 本施設では主に Wi-Fi 環境を構築することでデリバリーロボットとの通信を行っているが、Wi-Fi 範囲の境界や施設環境によっては通信が安定せずにスムーズな制御に支障を与えることがある。Wi-Fi に依存せず、また、施設側で大きな改修や整備を伴わずにロボットの通信環境を整える方策を検討する必要がある。

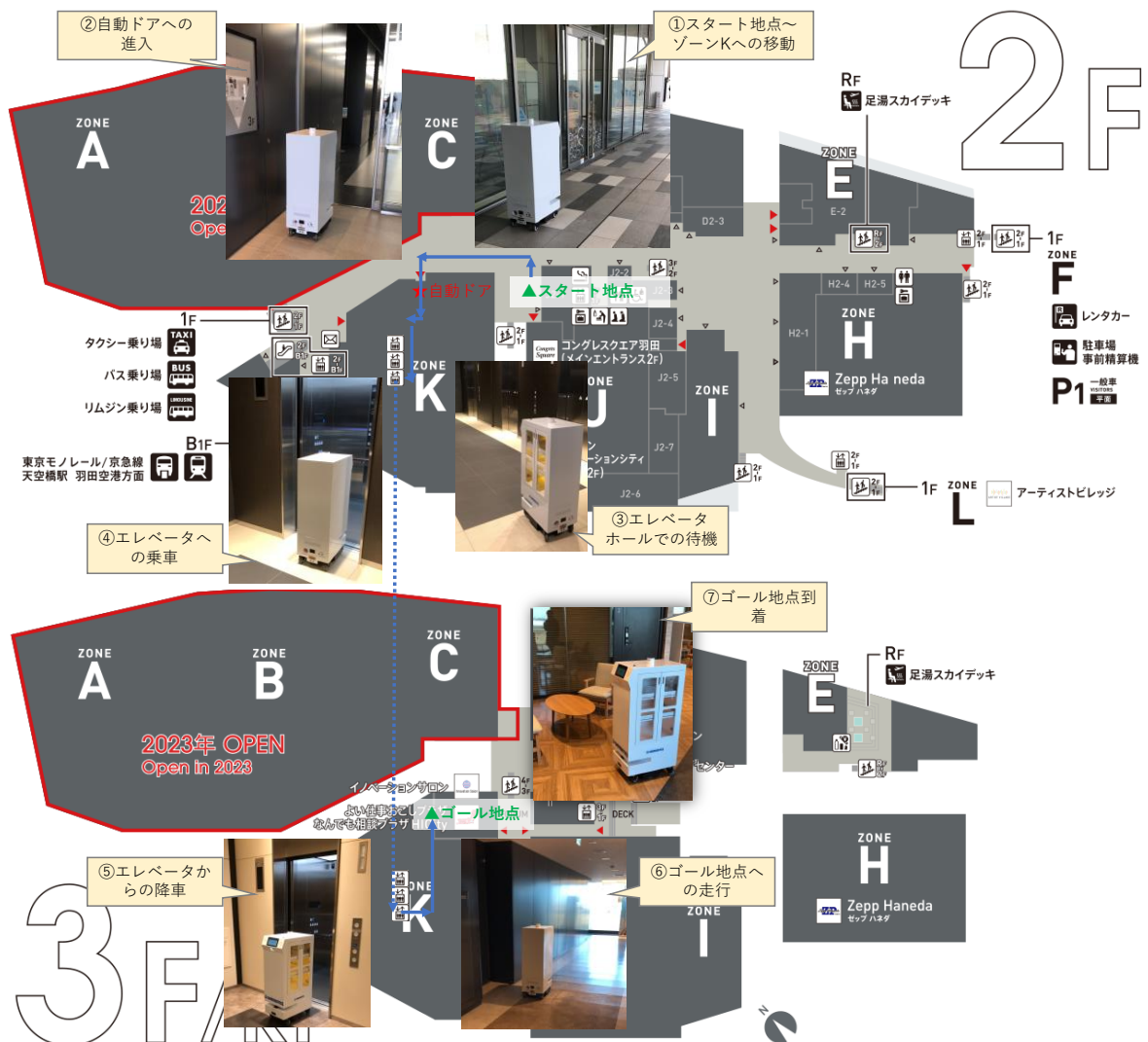
(3) エレベータ連携実証

i. 実験結果

① 実施概要

実施期間	・ 1月27日(木)
実施時間	・ 13～17時頃
実施場所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ デリバリロボットによる配送シーンを想定の上、2階スクエアカフェ～ゾーンK3階共用エリア間で実施。</li> <li>・ ゾーンKへは自動ドア(★)より進入。</li> <li>・ ゾーンK2階より3階へエレベータにより垂直移動。</li> </ul>

② 実証実験実施の様子





### ③ アンケート調査結果

#### ア 実験担当者アンケート

##### 【システム等の開発・実証実験準備時に発生した課題】

課題	対応策
<ul style="list-style-type: none"> <li>エレベータが戸閉した際に、建物側のインターネット回線 (Wi-Fi) がエレベータかご内まで届かず、配送ロボット～ロボット統合管制システム間の通信が途絶、ロボット制御に支障をきたした。</li> <li>建築基準法の観点より、エレベータかご内への通信機器の設置および配線ができず、通信環境の補強ができなかった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>実証実験ではキャリア通信端末によるインターネット回線で配送ロボット～ロボット統合管制システム間の通信を行うとともに、エレベータへの乗車・降車については、ロボット統合管制システムによる制御ではなくロボットの自律走行で対応することとした。</li> </ul>

##### 【実証実験実施時に発生したトラブルとその対応方法】

発生フェーズ	トラブルの内容 (発生イベント)	原因・対応方法
注文受付～店舗前移動	円滑に店舗前移動、エレベータ前移動が開始されなかった。	ロボットデリバリーシステムとロボット統合管制システム間での階情報連携する際に変換誤りが起きていたことが原因。変換処理を修正することで対処。
商品受け取り～エレベータ前移動	ゾーンK入口、2枚目の自動扉への進入ができず立ち往生した。	ロボットが自動ドアの非稼働 (戸袋) 側に移動し、戸袋を障害物と認識したため。
エレベータ乗車	ロボットがエレベータホールに長時間待機し、乗車まで時間を要した	ロボットによる走行フロア切り替えに伴うマップ読込に時間がかかったため。
エレベータ移動	不具合事象は発生しなかった。	—
エレベータ降車	不具合事象は発生しなかった。	—
配送場所までの移動	エレベータ降車後、配送場所までの移動が行われなかった。	ロボットの自律降車コマンドとロボット統合管制システムからの指示が競合したことにより、後続の配送場所までの移動指示が正しく処理されなかった。

【実証実験を踏まえて認識した実装に向けた課題並びに解決の方向性】

観点	課題並びに解決の方向性
各システム並びにシステム間連携に関して	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 実証時は各システム個別にステータスの確認を行ったが、円滑な管制のためには、各システムのステータスやシステム間の情報連携の状況を統合的に管制する機能が必要。</li> <li>・ 通常系のシナリオに加えて、異常が発生した際に復旧するまでのシナリオを検討する必要がある。(例：ロボットが何かしらの理由で途中で止まってしまった場合の再配送処理 等)</li> </ul> <p>複数システムを連携させたシナリオの構築・精査は施設運営側で把握することは困難であり、連携を伴うシステム全体像の設計やシナリオ検討に際しては専門的な知見が求められる。</p>
ロボットに関して	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 階移動に伴うマップ切替の処理能力を向上が求められる。</li> <li>・ エレベータへの乗降に際する段差等に耐えうるタイヤを設置するなどの走行能力の改善が求められる。</li> <li>・ 障害物や通行人の回避機能に加えて、音声アナウンスなどの注意喚起の機能搭載が求められる。</li> </ul>
エレベータ及びエレベータ制御システムに関して	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 既設エレベータへの導入工事は入居テナントの業務時間を考慮する必要があったため、夜間工事にせざるを得ない状況だった。そのため、工事の際にトラブルや確認事項が発生した際は対応に時間を要した。</li> <li>・ ロボットがスムーズに乗降するために、出入り口の段差や隙間の解消が求められる。</li> <li>・ 来街者等がロボット専用運転エレベータと人の乗降が可能なエレベータを明確に判別できる仕組みが必要。実証時は音声アナウンスによる周知を図ったが、聴覚障害者向けに照明の照度をコントロールするなどの視覚的なアナウンスも求められる。</li> <li>・ エレベータかご内の通信環境改善のため、エレベータシャフトから通信機器への配線を行うための追加工事が必要となる場合もあることから、ロボット導入を想定する場合は施設整備時より要件などを考慮することが必要。</li> </ul>
安全面に関して	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ エレベータの乗降に係るシステム間の情報連携は複雑となるため、ロボットによる自律走行と比較して実装ハードルが高い可能性がある。</li> <li>・ 将来的な複数台ロボットの導入に際しては、ロボット同士の衝突回避や最適経路探索などの仕組みの検討が必要。</li> </ul>
通信環境に関して	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 施設設置の通信環境 (Wi-fi) 並びにキャリア通信環境 (LTE) のいずれを採用した場合においてもエレベータかご内での通信は途絶した。</li> <li>・ エレベータホールにおいても通信環境が弱いため、エレベータかご</li> </ul>

観点	課題並びに解決の方向性
	<p>内に限らず、ロボット稼働エリア全体を対象にネットワーク環境整備が必要。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・エレベータかご内の通信環境に向けた通信機器などの後付けが難しく、既存施設ではロボットによる自律走行機能と組み合わせるなどの、エレベータかご内の通信を前提としないシステムの設計が必要となる。</li> <li>・廉価で通信環境を補強する技術が求められる。</li> </ul>
施設構造に関して（通路幅、死角、自動ドア等）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ガラス素材の壁面の場合、LiDARのレーザー光を透過し、ロボットの自己位置推定が多く困難となるため、自己位置推定を補助するための特徴的な地物の設置や反射テープの貼り付け等の対処が求められる。</li> <li>・ロボットと通行人とのすれ違いを考慮した余裕のある通路幅等の施設設計が求められる。</li> <li>・自動ドアとロボットのシステム連携が必要であり、追加の機能実装等が求められる。</li> </ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ロボット革命・産業IoTイニシアティブ協議会（RRI）にて、ロボットとエレベータの通信連携の規格が策定されているが、エレベータかご内での通信が前提とされている点や、エレベータ会社によってサービス提供方法が異なるなど、標準規格の精緻化が求められる。</li> <li>・複数のサービスロボットが扱う多様な資産に対するセキュリティガイドラインの策定が求められる。</li> </ul>

## イ ロボットユーザーアンケート

当該区域におけるロボットの導入によって業務の効率化や代替可能性が期待される警備及び清掃業務実施事業者に対して、本実証の有用性や、ロボットによる代替の実装にあたっての課題などをヒアリング調査した。

### 【警備業務】

調査事項		回答
現状の実施業務について	代替可能性のある業務について	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ①立哨業務、②巡回業務（施設内の様子をカメラで撮影し、防災センターにて画像を確認）、③案内業務（ロボットに搭載されたインターフォンを通じて防災センターと通話可能）</li> </ul>
利用意向や導入に際する課題	利用意向、導入によって期待されること	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ エレベータ連携が実現されると、ロボット1台による各フロアの巡回業務に活用でき省人化につながるものと思料。</li> <li>・ 立哨業務にロボットを導入した事例では、従来2名で行っていた業務のうち1名分をロボットに代替し、1名分の人員削減を達成している。</li> <li>・ ロボットによる巡回の場合、人間の死角も確実に監視することが可能となる。</li> <li>・ 人が立ち入れないエリアを対象とした巡回も可能となることから、警備業務の高度化が見込まれる。</li> </ul>
	導入に際する課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ロボットを導入する場合においても、遠隔監視等のように一定程度は人による管理が必要であり、ある程度潤沢に人員が配置されている場所でなければ、導入は難しい。</li> <li>・ 消防法により、防災センターへの最低配置人数が定められており、ロボットを導入しても人員を減らせない場合もある。</li> <li>・ 一般の方向けの案内業務（場所が分からないときなどに防災センターと通話しながら案内、等）への活用にあたってはロボットの屋外走行への対応が求められる。</li> <li>・ 自律的な障害物検知・回避が可能なロボットでないと、人員削減効果は期待できない。</li> <li>・ ロボット導入にあたっては、施設運営者、警備事業者との適正な役割やリスク分担を行う必要がある。</li> </ul>

【清掃業務】

調査事項		回答
現状の実施業務について	代替可能性のある業務について	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ コリドーや通路などの広域な場面でのゴミの拾い掃き、床面清掃。【参考値：現状の業務実施状況】清掃時間：約26.5h/日、頻度：どこの箇所も基本は1日1回の実施、対応人数：6人/日、清掃エリア：ゾーンK2名/日・ゾーンIJ2名/日、ゾーンDEHL2名/日、1名が床面清掃、もう1名がトイレの清掃という分担で実施。</li> </ul>
利用意向や導入に際する課題	利用意向	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 清掃ロボット導入の最大のメリットは、清掃員の代替。</li> <li>・ 現状、比較的高齢の担当者が多く、将来的には代替の担い手としてロボットを導入することは考えられる。</li> <li>・ 建物内の廊下周り等の床面清掃にも対応できれば、同時並行でトイレ清掃等を行うことができ、1名分の省人化効率化が期待される。</li> <li>・ エレベータ連携による複数フロア間の移動、屋外走行対応などのロボットの走行可能領域が拡大されれば、清掃ロボット導入のメリットは向上する。</li> <li>・ 病院の場合は感染症の影響により人員の確保が難しく、ロボットによる業務の代替によるメリットは大きいものと考えられる。</li> <li>・ 感染症拡大の影響もあり、嘔吐物の処理を自動でできるロボットがあるとよい。飲食店等が入った施設内で、安全安心で、効率的に業務実施可能となる。</li> </ul>
	導入に際する課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 費用対効果が見込めなければ導入は難しい。ロボットの導入コストがアルバイトを1人雇用する場合の人件費に相当するコスト≒150万円以内に抑えられることが求められる。</li> <li>・ ロボット導入により、床面清掃に関して1人分の業務を代替できるのであれば導入の可能性はある一方で、床面清掃の業務代替には清掃ロボットの清掃能力や走行能力の性能向上が求められる。</li> <li>・ 来街者との接触を避けるために夜間での導入などが求められる一方で、ロボット導入したことのPRにつながりにくいことが課題。</li> <li>・ 将来的な業務効率化・高度化に向けては①清掃評価＝清掃前後でどれくらいきれいになったかを評価できる機能、②便器の清掃、シンクの清掃機能の実装も求められる。</li> <li>・ 導入にあたっては購入ではなく、メンテナンスなどのサ</li> </ul>

		<p>ービスも含まれるリース方式の方が導入者の負担軽減につながる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ロボット導入・運用にあたっての適切な体制構築や役割分担（トラブル発生時等）が求められる。</li> </ul>
--	--	---

## ii. 分析

### ① 不具合事象原因分析

実証実験当日はテスト走行を含め3回の走行試験を実施した。走行試験中は実証実験担当者アンケート結果の通り、主に下記の不具合が発生した。

#### 【不具合事象】

- ・ シナリオの起点であるスクウェアカフェからの移動が開始されない。
- ・ 自動ドアの前でロボットが立ち往生する。
- ・ エレベータホールでの待機時間が長い
- ・ エレベータから3階フロアに降車後、配達場所までの移動が開始されない。

それぞれの不具合事象の原因は下記のとおりと考えられる。

不具合事象	原因分析
シナリオの起点であるスクウェアカフェからの移動が開始されない。	【システム間連携】ロボットデリバリーシステムよりロボット統合管制システムへ送達する階情報の変換誤りによるエラー。
自動ドアの前でロボットが立ち往生する。	【ロボット】自動ドアを障害物と誤認識
エレベータホールでの待機時間が長い	【ロボット】階移動に際するマップの切り替え処理に時間を要した。
エレベータから3階フロアに降車後、配達場所までの移動が開始されない。	【システム間連携】ロボット自律走行とロボット統合管制システムからの指示の競合によるエラー

### iii. 考察

#### ① エレベータ連携等によるロボットの走行可能領域拡大の実現に際するハード・ソフトの課題

##### ●システム間連携について

- ・ 実証時はシステム間連携に関する不具合の発生が2件確認された。
- ・ 複数システムを連携させたシナリオの構築・精査は施設運営側で把握することは困難であり、連携を伴うシステム全体像の設計やシナリオ検討に際しては専門的な知見が求められる。
- ・ また、実証実験に向けては事前フィールドテストを複数回実施のうえ、机上検討では想定しなかったエラー事象が発生しないかの確認、エラー事象に対する処置を繰り返すことでシステムを完成させる進め方が求められる。
- ・ 実証時は各システムを担当する事業者ごとに個別に各システムのステータスやエラーの有無等の確認を行ったが、円滑な管制のためには、各システムのステータスやシステム間の情報連携の状況を統合的に管制する機能が必要となる。
- ・ 将来的な実装に向けては通常系のシナリオに加えて、異常が発生した際に復旧するまでのシナリオを検討する必要がある。

##### ●エレベータ連携について

- ・ 本来はロボット統管制システムとロボット間の通信が常時接続され、走行試験シナリオを通じたロボット統管制システムによるロボットの遠隔制御の実現を想定していたところ、施設側の通信環境の制約によりエレベータかご内の通信が途絶してしまうことから、ロボットの自律走行機能との組み合わせにより、エレベータを活用したロボットの自動垂直方向移動を実現した。
- ・ 一方で、ロボット自律走行機能とロボット統管制システムによる制御を組み合わせると、ロボットへの指示系統が2種類存在することとなる。よって、シナリオを通じてロボット統管制システムによる遠隔管制を行う場合と比較して、これら複数の指示系統の優先付けや切り替えタイミングなどの設計・検討が追加が必要となる。
- ・ 当該区域において発生したエレベータかご内の通信環境に起因する課題は、全国的に同様の事象が発生するものと想定される。将来的な知見の横展開に向けては、既設エレベータかご内の通信環境改善方策と併せてエレベータかご内の通信を前提としないロボットとエレベータ連携のシステム設計や標準化について検討を行うことが求められる。

##### ●施設構造について

- ・ ガラス素材の壁面の場合、LiDARのレーザー光を透過し、ロボットの自己位置推定が多く困難となるため、実証時に自動ドアを障害物とご認識するエラーが発生したものと推測される。
- ・ 課題解決に向けては、ロボットの自己位置推定を補助するための特徴的な地物の設置や自動ドアを正しく認識するための反射テープの貼り付け等の特徴物の設置が求められる。
- ・ また、円滑な自動ドアからの進入を実現するには、自動ドアとロボットのシステム連携が必要であり、追加の機能実装等が求められる。

## ② エレベータ連携によるサービス高度化可能性

- ・ 将来的なロボットユーザーと想定される警備業務実施事業者並びに清掃業務実施事業者に対して、既存業務へのロボットの導入や当該実証のもたらず効果についてヒアリングを実施。
- ・ ロボットに期待する点としては既存業務の代替可能性であり、代替業務実施領域の拡大に資するエレベータ連携は将来的なロボット導入に向けて有益なソリューションであることを確認した。
- ・ 各種業務への実装に向けては、エレベータ連携に加えて屋外走行対応化、障害物検知・回避能力、各種業務（警備、清掃）代替能力の向上が必要であり、引き続きロボットメーカーなどと連携した実装に向けた高度化実証が求められるものと考えられる。

## iv. 技術の実装可能な時期、実装に向けて残された課題

### ① 統合的なシステム管制

- ・ 円滑な複数ロボット管制の実現に向けて、エレベータ制御システム、ロボットデリバリーシステム、ロボット統合管制システムの各システムのステータスやシステム間の情報連携の状況を統合的に管制する機能の開発が求められる。
- ・ また、将来的な複数台ロボットの導入に際しては、ロボット同士の衝突回避や最適経路探索などの仕組みの検討が必要。

### ② ロボット性能の向上

- ・ デリバリーサービス等の円滑かつ迅速な移動が求められるサービスへのロボット導入を想定した場合、階移動に伴うマップ切替の処理に要する時間解消に向けたロボットの処理能力向上等の対応が必要となる。
- ・ エレベータへの乗降に際する段差等に耐えうるタイヤを設置するなどの走行能力の改善が求められる。
- ・ 人との混在空間におけるロボットによる円滑な代替業務の実施に向けては、障害物や通行人の回避機能に加えて、音声アナウンスなどの注意喚起の機能搭載が求められる。
- ・ 警備業務や清掃業務へのロボット導入に際しては、エレベータ連携による垂直方向の自動移動に加えて、今後は屋外走行対応等の走行領域拡大が求められる。

### ③ 自動ドア等の施設とロボットの連携

- ・ ロボットの自己位置推定を補助するための特徴的な地物の設置や自動ドアを正しく認識するための反射テープの貼り付け等の特徴物の設置が求められる。
- ・ また、円滑な自動ドアからの進入を実現するには、自動ドアとロボットのシステム連携が必要であり、追加の機能実装等が求められる。



#### ④ 通信環境の改善

- ・ 本施設では主に Wi-Fi 環境を構築することでロボットとの通信を行っているが、Wi-Fi 範囲の境界や施設環境によっては通信が安定せずにスムーズな制御に支障を与えることがある。Wi-Fi に依存せず、また、施設側で大きな改修や整備を伴わずにロボットの通信環境を整える方を検討する必要がある。

#### ⑤ 当該区域内への横展開

- ・ 本区域における縦横無尽なロボット自動走行領域の拡大に向けて、ロボット制御システムと複数メーカーのエレベータ制御システムを連携させることで、利用者ニーズに対応したサービスへのブラッシュアップを実現する。
- ・ 必要な配送量の確保と途切れのないサービス提供の実現に向けて、ロボット制御システムによる複数台ロボット制御の実現が必要。また、ロボット制御システムの制御対象にロボットを適宜追加し、同時制御が可能となることで新たなロボットを容易に導入できるようにする。

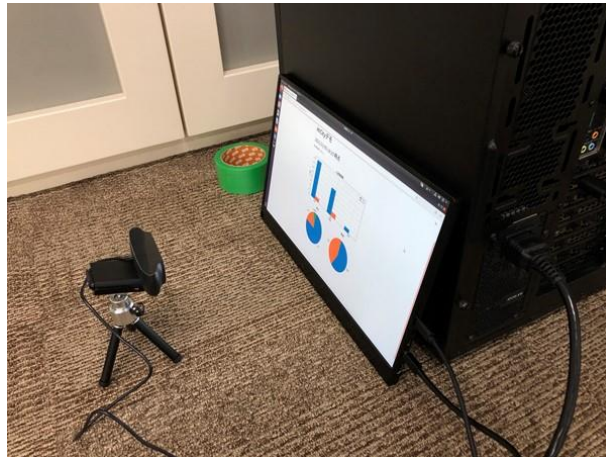
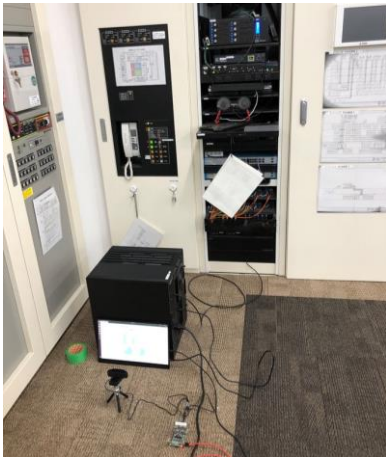
#### (4) カメラを活用した人流把握実証

##### i. 実験結果

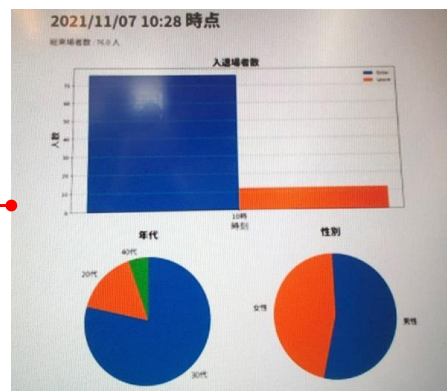
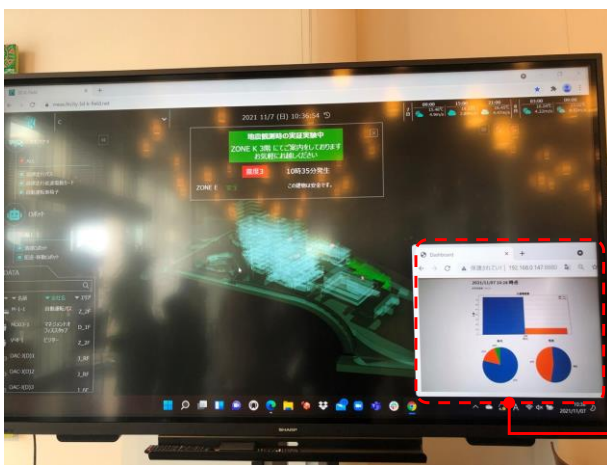
##### ① 実施概要

実施期間	・ 11月5日（金）、6日（土）、7日（日）
実施時間	・ 各日 10～17 時頃（5日は14～17時）
実施場所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 防災センターにワークステーションを設置し、直接防犯カメラの映像の解析を実施。</li> <li>・ 防災サービスセンターで取得したデータを外部接続して表示することができなかったため、防災センターで表示した人流カウントダッシュボードをカメラで撮影し、簡易的に 3D K-Field と並列表示を実施。</li> <li>・ 取得したデータは、時間帯別の入退場者数累計及び属性別人数（年代、性別）</li> <li>・ 実証実験後においては、3D K-Field 上に人流把握データの表示を実施。</li> </ul>

##### ② 実証実験実施の様子

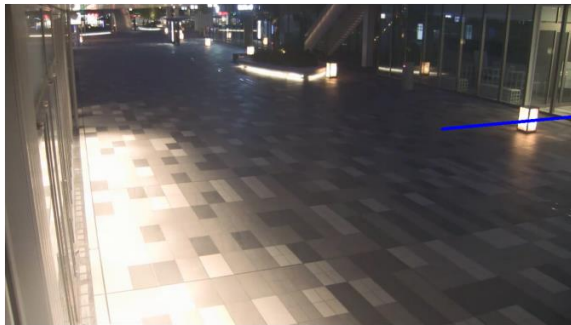
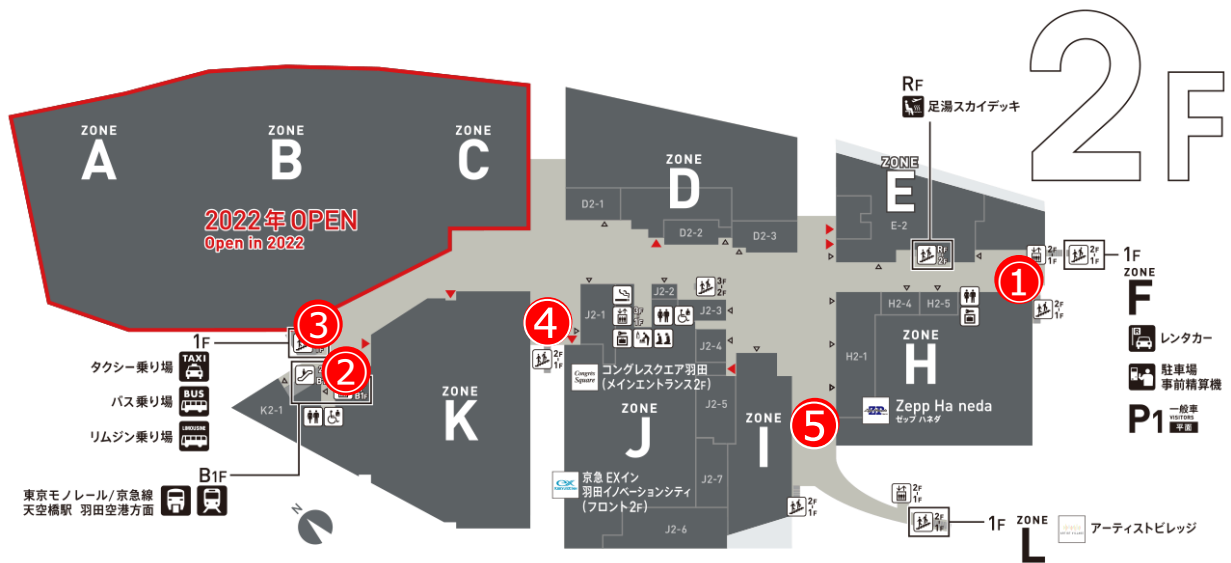


防災センターへのワークステーション設置



3D K-Field との簡易的な並列表示

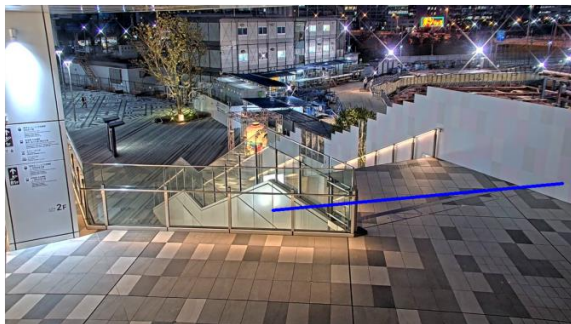
● 実証実験実施の様子



カメラ①



カメラ②



カメラ③



カメラ④



カメラ⑤

— : 入退場ライン

### ③ 実験結果

#### ア 入場者数把握結果

- ・カメラ①、③にて入退場のカウントができていなかった。カメラ②においては、入場はカウントができていたものの、退場のカウントが少なかった。また、2/7（日）においては11時台以降のデータ取得が取得できていなかった。カメラ④はデータ取得ができていた。

		カメラ①	カメラ②	カメラ③	カメラ④	カメラ⑤	合計
2/5 (金)	10:00	-	-	-	-	-	-
	11:00	-	-	-	-	-	-
	12:00	-	-	-	-	-	-
	13:00	-	-	-	-	-	-
	14:00	※	190	※	34	0	224
	15:00	※	141	※	35	0	176
	16:00	※	113	※	51	325	489
	合計	0	444	0	120	325	889
2/6 (土)	10:00	※	65	※	58	58	181
	11:00	※	141	※	115	90	346
	12:00	※	165	※	110	106	381
	13:00	※	137	※	4	160	301
	14:00	※	159	※	112	102	373
	15:00	※	119	※	112	72	303
	16:00	※	107	※	90	100	297
	合計	0	893	0	601	688	2,182
2/7 (日)	10:00	※	82	※	77	90	249
	11:00	※	※	※	150	121	271
	12:00	※	※	※	157	118	275
	13:00	※	※	※	127	133	260
	14:00	※	※	※	124	131	255
	15:00	※	※	※	122	222	344
	16:00	※	※	※	64	59	123
	合計	0	82	0	821	874	1,777

※不具合によりデータ取得できなかった箇所  
イベントを実施した日における人流把握結果

・従来型の手動カウントの結果は以下。

		カメラ①	カメラ②	カメラ③	カメラ④	カメラ⑤	合計
2/5 (金)	10:00	0	0	0	0	0	0
	11:00	0	0	0	0	0	0
	12:00	0	0	0	0	0	0
	13:00	0	0	0	0	0	0
	14:00	0	0	0	0	0	0
	15:00	66	292	15	48	421	
	16:00	61	201	16	63	341	
	17:00	57	180	17	58	312	
	合計	184	673	48	169	1,074	
2/6 (土)	10:00	0	0	0	0	0	0
	11:00	254	473	71	254	1,052	
	12:00	167	222	80	167	636	
	13:00	224	345	91	224	884	
	14:00	242	316	93	242	893	
	15:00	145	343	75	145	708	
	16:00	102	265	92	102	561	
	17:00	143	260	20	143	566	
	合計	1,277	2,224	522	1,277	5,300	
2/7 (日)	10:00	0	0	0	0	0	0
	11:00	187	494	88	305	1,074	
	12:00	128	424	184	325	1,061	
	13:00	186	342	146	257	931	
	14:00	150	372	142	190	854	
	15:00	125	425	149	218	917	
	16:00	145	565	136	200	1,046	
	17:00	81	303	52	91	527	
	合計	1,002	2,925	897	1,586	6,410	

人流把握と同時に実施した従来型来場者数カウント結果

・また、イベントを実施しなかった場合におけるカメラを活用した人流把握を実施した。

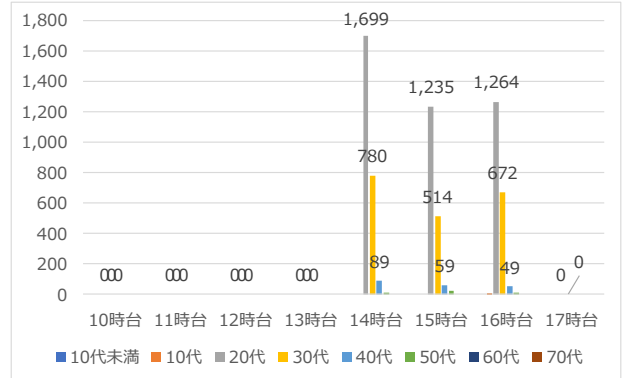
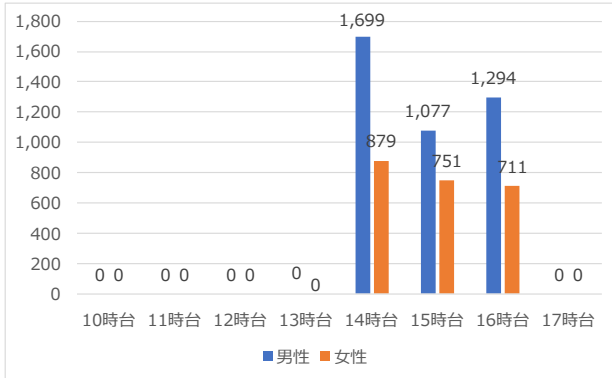
		カメラ①	カメラ②	カメラ③	カメラ④	カメラ⑤	合計
2/12 (金)	10:00	-	-	-	-	-	-
	11:00	-	-	-	-	-	-
	12:00	-	-	-	-	-	-
	13:00	-	-	-	-	-	-
	14:00	※	36	※	8	24	68
	15:00	※	34	※	13	25	72
	16:00	※	27	※	6	24	57
	合計	0	97	0	27	73	197
2/13 (土)	10:00	※	25	※	1	91	117
	11:00	※	48	※	15	103	166
	12:00	※	61	※	7	82	150
	13:00	※	37	※	25	53	115
	14:00	※	48	※	7	44	99
	15:00	※	46	※	5	22	73
	16:00	※	30	※	7	22	59
	合計	0	295	0	67	417	779
2/14 (日)	10:00	※	26	※	4	20	50
	11:00	※	65	※	12	24	101
	12:00	※	64	※	12	43	119
	13:00	※	82	※	8	19	109
	14:00	※	98	※	15	24	137
	15:00	※	93	※	6	17	116
	16:00	※	101	※	3	2	106
	合計	0	529	0	60	149	738

※不具合によりデータ取得できなかった箇所  
イベントを実施していない日における人流把握結果

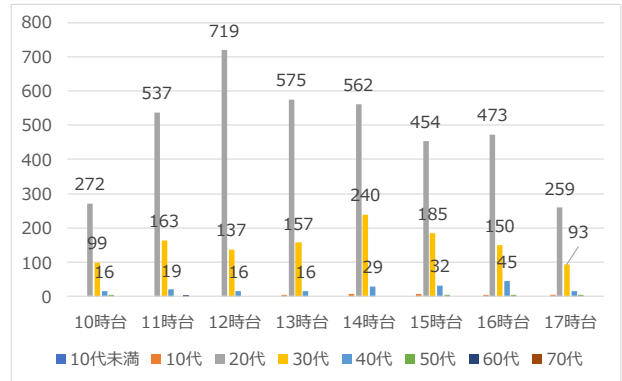
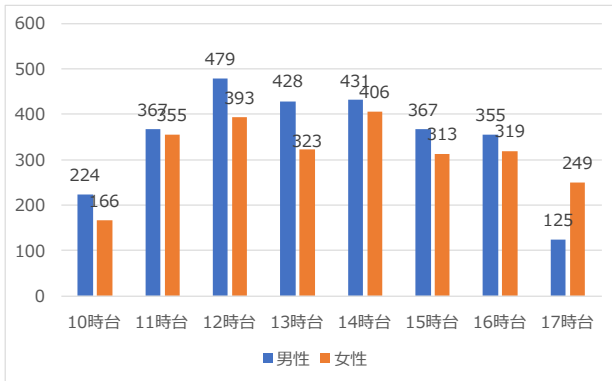
## イ 属性データ把握結果

- ・ 下記に示すデータは、カメラを活用した人流把握結果の合計値を従来型の手動カウントの合計値と等しくなるように各データに係数をかけて補正を行ったデータである。
- ・ 10代以下、50代以上の年代がほとんど予測できていなかった。
- ・ 原因としては、監視カメラの画質では年代の判別に必要な画質に至っていなかった可能性がある。

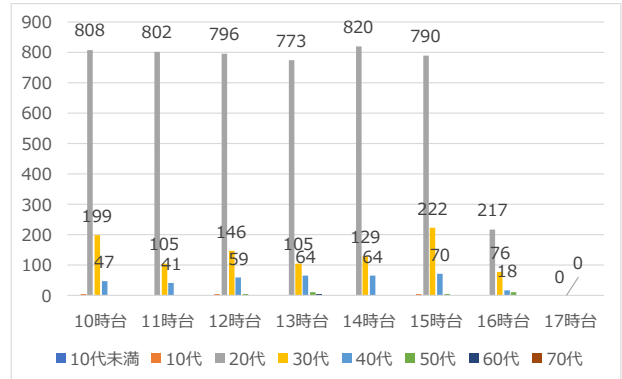
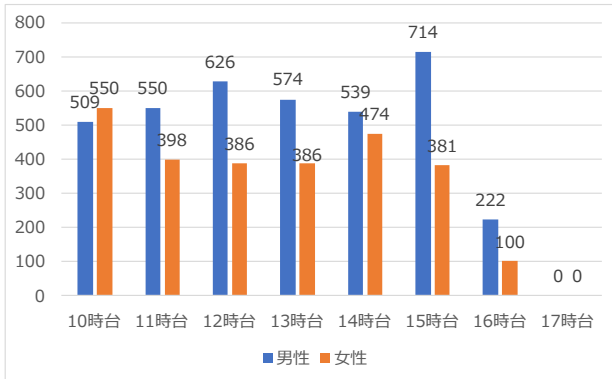
11月5日（金）における属性データ



11月6日（土）における属性データ



11月7日（日）における属性データ



## ウ アンケート調査結果

### ■運営者アンケート調査結果

調査大項目	調査小項目	結果概要
人流把握・表示の実施における課題	防犯カメラからの映像データ取得における課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>防犯カメラ-ワークステーション間の接続は出来たものの、データ取得が安定的に出来ていない状況があった。十分な実証期間を設け、技術検証を行っていく必要がある。</li> <li>現地（今回は防災センター）で映像取得・解析を行う場合のPCの設置場所や電源の確保。</li> <li>適切な画角を映すカメラの把握（該当するカメラの有無、接続方法、IPアドレスなど）</li> <li>既設カメラが適切な画角ではないための分析結果への影響がある。</li> <li>入退場を定義する適切な線を把握する必要がある。</li> </ul>
	取得した映像データの解析における課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存ソリューションでは対応しづらいカメラ画角があり、十分な検出精度を得られない状況があった。要件に合わせ、AIモデル側のチューニングやカメラ設置を検討していく必要がある。</li> </ul>
	人流カウントデータのリアルタイムデータ表示における課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>外部ネットワークとの接続などセキュリティポリシーに則った対応が必要。</li> <li>表示UI（データダッシュボード）へのアクセス方法の構築。</li> <li>PCスペックの限界による同時に分析可能な映像の数の制限</li> </ul>
	個人情報の取り扱いに係る課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>実証実験当日においては個人情報の取り扱いはしていないため、個人情報取り扱いについての課題はなし。</li> <li>後日分析する場合はプライバシーポリシーの設定が必要。</li> </ul>
実装に向けた課題	人流解析に係る技術的な課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存監視カメラの画角に対して、汎用的にAIソリューションを適用していくには難易度高い印象。カメラ活用の際には要件定義をしていきながら、新規設置も見据えて検討していく必要がある。</li> </ul>
	建物側で備えるべき機能など、人流解析技術以外の課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>AI解析部、データ可視化部を含めたシステムにおけるセキュリティポリシーの設定。防犯カメラの映像共有を施設内に限り共有できるシステムがあるとスムーズ。</li> <li>解析に適した画角を持つカメラの設置。</li> </ul>
	本実証実験の実施に要したコスト	<ul style="list-style-type: none"> <li>人流把握システムについては、実証実験のため100万円以下。ただし、作業工数ベースでは150~200万円程度。</li> <li>従来手法のカウントコストは、約21.6万円（=約12,000円/人・日×6人×3日）</li> </ul>
	実装段階の想定コスト	<ul style="list-style-type: none"> <li>年間数百万円程度のランニングコストを想定</li> </ul>



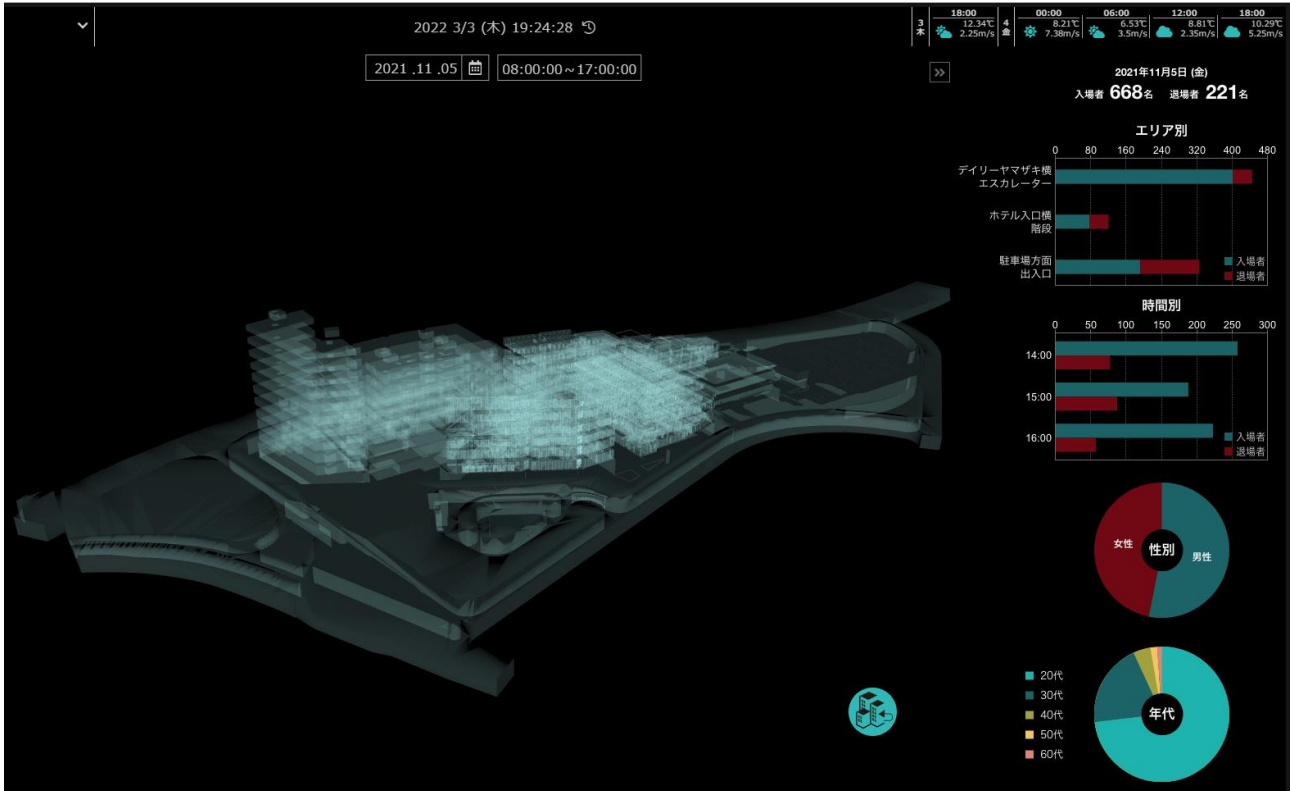
## ■店舗アンケート調査結果

- ・対象地において営業している、A社、B社、C社の3店舗に対してヒアリング調査を実施した。

質問	回答
店舗運営における来街者人数データの活用可能性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・来街者データの活用可能性はある。(A, B, C)</li> </ul>
来街者人数データの活用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現在も宣伝のアプローチ方法を属性に応じて変更しているため、リアルタイムでの人流データ、属性データがあれば効果的な販促活動、宣伝活動ができると思う。(A)</li> <li>・本社に店舗状況を報告する。その際に施設全体の来街者数実績を説明に活用したい。可能であれば日次データがあるとありがたいが、月次でもよい。(B)</li> <li>・イベント時の来街者数があらかじめ予測できれば仕入れ量の調整に活用可能。フードロスの課題への対応につながる可能性がある。(B, C)</li> </ul>
今回把握したデータ以外に、来街者数に関連して利用したいデータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・属性データを販促活動等に活用可能。(B)</li> <li>・来街者の客層によって売れる商品が変わるため、来街者の属性があらかじめわかると人員配置や情報発信に活用できる。年代別、家族連れかどうか、などがわかると良い。(C)</li> </ul>
データが必要となるタイミング	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事前：来街者数、属性データの予測があれば告知等の情報発信が可能。人員配置や仕入れ量調整の参考に活用可能。(A, C)</li> <li>・リアルタイム：リアルタイムの来街者属性に応じた看板の設置が可能。(C)</li> <li>・事後：店舗状況の把握・分析に活用したい。(B) 施策の効果検証のために事後データも欲しい。(C)</li> </ul>
データの有償利用の可能性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・可能性はあるが、自分たちで分析が難しいため、分析したデータを提供してもらえると良い。(A, B)</li> <li>・コロナ渦では人流の予測はつきやすいが、より複雑な環境ではデータの活用価値が上がる。(A)</li> <li>・現在は来街者属性についても、来街者属性を踏まえた施策についても経験を踏まえた感覚で検討しているため、データを活用して精度を高められるのであれば有償利用の可能性もある。(C)</li> </ul>
その他来街者数データの活用等に関するご意見	<ul style="list-style-type: none"> <li>・施設の人流の実績等が事前にわかれば出店の際の判断材料として活用できる。(B, C)</li> <li>・データの提供や分析をサービスとして提供してくれる施設は魅力を感じる。入居のインセンティブになる可能性がある。(A, B, C)</li> </ul>

## エ 空間情報データ連携基盤「3D K-Field」への人流データ表示

- ・リアルタイムでは実施ができなかったが、3D K-Field 上に人流データを表示可能なシステム改修を行った。
- ・これにより、施設管理者や店舗テナントが空間情報データ連携基盤から人流データを取得し、施設の管理や店舗運営に活用が可能となった。



空間情報データ連携基盤「3D K-Field」への人流データ統合表示結果

ii. 分析

① 人流解析の精度検証

ア 精度検証結果

- ・「A カメラを活用した人流把握」「B 従来型来場者数カウント」とした場合に、従来型来場者数カウントに対する比率 (A/B) を算出して人流解析の精度を確認した。(下表)
- ・人流のカウントができていないカメラが存在しており、カメラの画角、映像内容によって制度に差が出ている。
- ・従来型来場者数カウントと比較した場合には、カメラを活用した人流把握のカウント数が少なくなる傾向にあったが、その比率にはばらつきがあった。概ね、従来型来場者数カウント結果に対して合計で0.3~0.8程度のカウント数になっている。





		カメラ①	カメラ②	カメラ③	カメラ④	カメラ⑤	合計
2/5 (金)	10:00	-	-	-	-	-	-
	11:00	-	-	-	-	-	-
	12:00	-	-	-	-	-	-
	13:00	-	-	-	-	-	-
	14:00	※	0.65	2.27	0.00	0.53	0.53
	15:00	※	0.70	2.19	0.00	0.52	0.52
	16:00	※	0.63	3.00	5.60	1.57	1.57
	合計	※	0.66	2.50	1.92	0.83	0.83
2/6 (土)	10:00	※	0.14	0.82	0.23	1.18	1.18
	11:00	※	0.64	1.44	0.54	2.61	2.61
	12:00	※	0.48	1.21	0.47	2.16	2.16
	13:00	※	0.43	0.04	0.66	1.14	1.14
	14:00	※	0.46	1.49	0.70	2.66	2.66
	15:00	※	0.45	1.22	0.71	2.37	2.37
	16:00	※	0.41	4.50	0.70	5.61	5.61
	合計	※	0.40	1.15	0.54	0.41	0.41
2/7 (日)	10:00	※	0.17	0.88	0.30	1.34	1.34
	11:00	※	※	0.82	0.37	1.19	1.19
	12:00	※	※	1.08	0.46	1.53	1.53
	13:00	※	※	0.89	0.70	1.59	1.59
	14:00	※	※	0.83	0.60	1.43	1.43
	15:00	※	※	0.90	1.11	2.01	2.01
	16:00	※	※	1.23	0.65	1.88	1.88
	合計	※	0.03	0.92	0.55	0.28	0.28

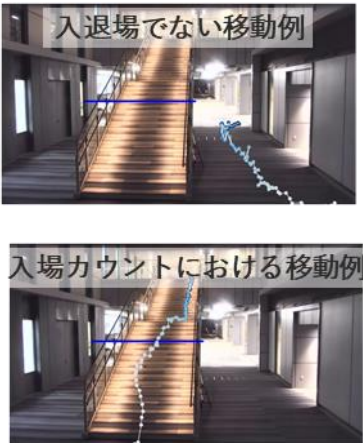

※不具合によりデータ取得できなかった箇所

## イ 属性データ把握検証

- ・10代以下、50代以上の年代がほとんど予測できていなかった。
- ・原因としては、監視カメラの画質では年代の判別が難しかった可能性がある。

## ウ データを適正に取得できなかった要因分析

	要因分析	データ出力例
カメラ①	<p>入退場データが一件も取れていなかった。出力結果を確認すると、入退場ラインと離れたところで移動経路のログが取れていたケースが存在。</p> <p>➤ 出力ログを可視化すると、殆どのデータで入退場ラインと関係ない点での移動経路を取得していた。これより、入退場ラインの設定位置に対してカメラ設置位置が遠く、手前の人物に隠れて奥側の人物移動が取れていない可能性が考えられる。</p>	
カメラ②	<p>入場データは取得できているものの、一方で退場データの取得は不十分であった。</p> <p>➤ 退場ラインの近くに死角となる柱があるため、退場データが適切に取得できなかったことが想定される。</p>	<p>入場カウントにおける移動例</p>  <p>退場カウントにおける移動例</p> 
カメラ③	<p>入退場データが一件も取れていなかった。出力結果を確認すると、人の移動経路が画像上の通路と一致していないデータが確認された。</p> <p>➤ カメラ設定ミス：カメラ設定情報が何らかの理由で間違っしまい、当初の想定と違うカメラ映像(解像度等)を取得してしまった。</p> <p>➤ 人物検出ミス：カメラから人物が遠く、AIが間違っ人物検出結果を出力してしまった。</p>	

	要因分析	データ出力例
カメラ④	<p>ログを確認する限りでは入退場ともに概ね問題なく取得できていた。</p> <p>➤ カメラで入退場ラインをまたぐ際の人物像が見やすいことが理由と思われる。</p>	
カメラ⑤	<p>入退場データが取得できていなかった。出力結果を確認すると、人物の動線データは一部取れていたものの入退場ラインと一致していなかった。</p> <p>➤ カメラ設定ミス：カメラ設定情報が何らかの理由で間違っしまい、当初の想定と違うカメラ映像(解像度等)を取得してしまった。</p> <p>➤ 人物検出ミス：カメラから人物が遠く、AIが間違っ人物検出結果を出力してしまった。</p>	

## ② 店舗テナントによる人流データ活用可能性分析

### ア 来街者数データの活用可能性

- ・ヒアリングを実施したテナント3店舗から来街者データの活用意向や関心の回答を得られた。本実証実験で得られたデータの将来的な活用の可能性があることが確認された。

### イ 人流データの活用方法

- ・人流データで活用可能性があるデータとしては、来街者の人数や属性（年代、性別、家族連れ等のグループタイプ）のデータが求められており、特にイベント予定日における事前の来街者予測データのニーズが高い。
- ・来街者予測データは、事前の情報発信方法検討への活用、食材等の仕入れ量調整、店舗スタッフの人員配置（シフト）検討への活用が考えられる。
- ・来街者の実績値等の過去データについては、情報発信等の施策の効果検証・評価や店舗状況の分析等への活用が考えられる。

### ウ 人流データの有償利用の可能性

- ・人流データの活用可能性はあるものの、本実証実験でした単純データのみでは個別の店舗運営者では分析、活用の難易度は高い。そのため、有償利用のためにはサービス提供者側でデータの加工・分析まで行い、スマートフォンのアプリケーション等の形式で簡易に利用可能な環境が必要となる。

### エ 人流データ提供環境による不動産価値向上

- ・データの提供や分析をサービスとして提供可能な施設であることが入居のインセンティブとなることから、人流データの提供可能な施設は不動産価値向上につながると想定される。
- ・また、人流データの実績値等を示すこと出店検討材料を提供するなど、テナントリーシングの際にも有効性があることが想定される。

## iii. 考察

### ① 区域内監視カメラ映像を活用したリアルタイム人流情報の可取得性

#### ●人流カウントについて

- ・区域内監視カメラ映像を活用した人流情報の取得精度は従来型の来場者数カウント方式との乖離が大きく表れた。また、カメラごとに乖離率にばらつきがあったことから、数値補正にも限界があると考えられ、現時点においては従来手法に代替可能な精度を有しているとは言えない。
- ・カメラの画角や映像範囲内にある障害物の影響を大きく受けることから、人流カウントに適したカメラ映像を取得することが求められる。そのため、既設カメラを活用する場合には、改修等の対応を要する場合がある。
- ・効率的に監視カメラ映像を活用して人流を把握する場合には、施設整備段階から人流把握に適した設置場所やカメラ画角に留意した設計・計画を行うことが必要となると考えられる。

#### ●属性情報取得について

- ・属性情報を取得するためには一定程度のカメラ映像の画質が求められるが、監視カメラ映像では当該画質を満たさない可能性があることが示された。
- ・人数カウントに加え、属性情報の活用が高付加価値を創出する施設であれば、高画質なカメラの設置の検討可能性はあるものの、必ずしも属性情報までは必要としない施設の場合には過剰投資とならないような判断が必要と考えられる。

### ② 3D K-Field 上へのインプット・可視化の実現性

- ・人流のカウント状況については、15分間隔で表示をすることができていたため、3D K-Field 上へのインプットやリアルタイムでの可視化も可能であると考えられる。
- ・一方で、解析対象の監視カメラ映像の範囲内での人数カウントとなるため、映像範囲内での人の密度や施設全体での把握には適しておらず、その点においてはビーコンによる位置情報把握手法がより適しているといえる。

### ③ 実装に向けた持続可能性

- ・ 現状においては、人流解析は従来手法のカウントコストを大きく上回る。一方で、イベント回数が増えるほど従来手法のコストは比例的に増加するため、コストが均衡する可能性がある。
- ・ 具体的には、監視カメラ映像を活用した人流把握ではインシャルで200万円程度、運用にて500万円/年前後のコストが想定される一方で、従来手法のコストは約7.2万円/日であったことから、年間49日以上イベントが実施される施設においては導入可能性がある。
- ・ より大規模な施設等の従来手法ではより多くの人を配置する必要がある施設においてはより少ない使用日でもコスト均衡する可能性がある。
- ・ 来街者予測データを算出・活用可能である場合は、予測データの有償利用やデータ提供サービスを付加することによる不動産価値向上により持続可能性の確保の可能性がある。

## iv. 技術の実装可能な時期、実装に向けて残された課題

### ① 人流カウントに適した監視カメラ画角の設定

- ・ カメラを活用した人流把握の制度を向上させるため、解析が容易となるカメラ画角やカウントの設定方法を明らかにしたうえで、既設カメラの位置や画角調整を行う必要がある。

### ② 効率的な画像解析環境の構築

- ・ 監視カメラ映像は個人情報の取扱いの観点から、クラウド上にデータを格納して解析を行うことができなかった。そのため、監視カメラ映像を管理している防災センターにより高性能なワークステーションを設置するか、防犯カメラにてデータをエッジ処理することでクラウド上での解析を可能とすることが求められる。
- ・ また、現状においては個人情報を排除した解析結果についても、映像を管理している警備会社からデータを外部にアウトプットすることができない状況であることから、適切な管理・処理を行う場合には解析結果を3D K-Fieldに接続可能な方法を検討・調整する必要がある。

### ③ 人流データの活用機会の創出

- ・ カメラを活用した人流把握手法が実装に向けて持続可能であるためには、年間49日以上で人流カウントを行うイベントが開催される必要がある。
- ・ 既存の人流カウントを行っているイベントに加え、人流データを活用してイベントに対する付加価値を創出することで、これまで人流カウントを行っていないイベントにおける利用機会を創出し、運営コストを回収可能となる利用ニーズを確保する必要がある。

### ④ 来街者予測手法の構築

- ・ 有償利用も含めた活用ニーズが確認された、事前の来街者人数、属性情報の予測手法を確立する必要がある。
- ・ 予測手法の確立のためには、過去人流データに加え、イベント情報、天候、曜日、公共交通利用社データ等の幅広い情報把握が必要であると考えられることから、取得可能なデータを確保する必要がある。

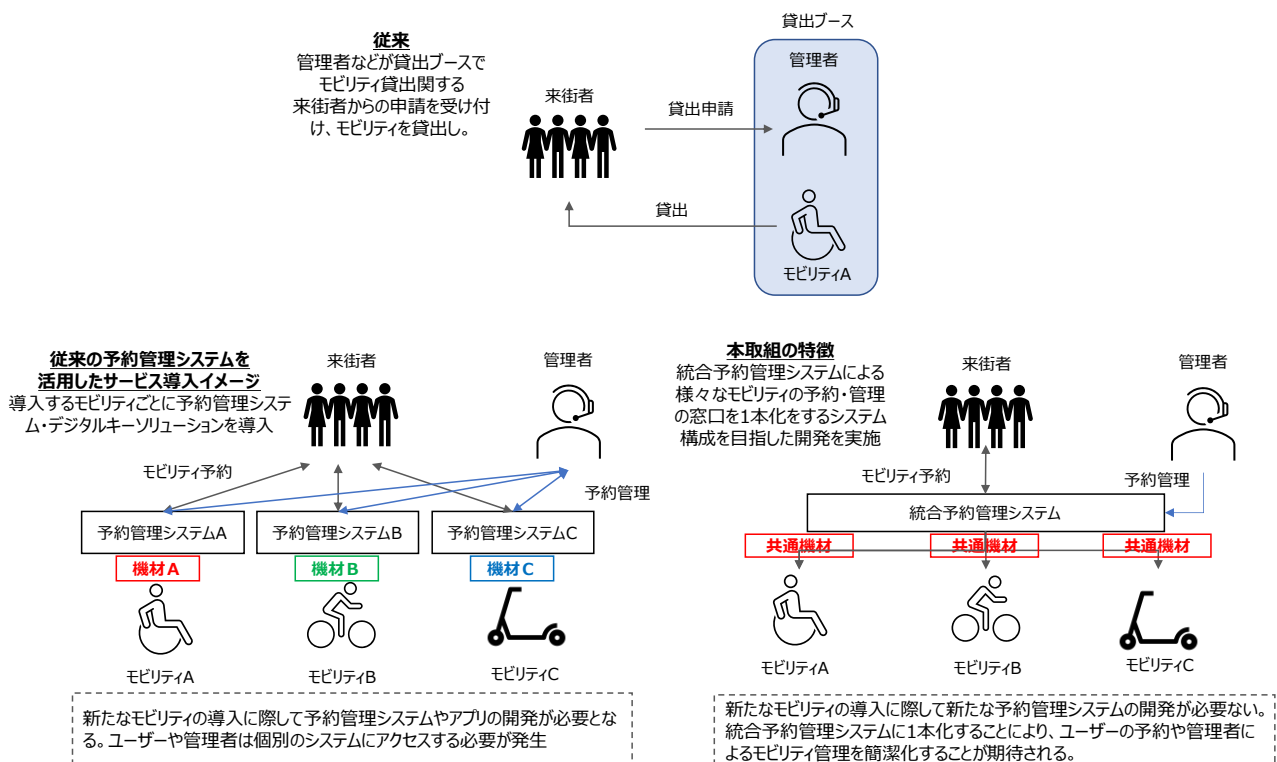
## 6. 横展開に向けて一般化した成果

### (1) 得られた成果のポイント

#### i. PSM シェアリングサービス実証

##### ① 取り組みの特徴

- ・ モビリティの予約管理システムやユーザー向けアプリケーションを導入し、モビリティ貸し出し管理者の負担軽減を実現した。
- ・ 鍵の施錠・開錠をシステムで行うのではなく、物理鍵を遠隔操作するシステムを採用することにより、将来的に様々なモビリティを導入した際にも、各種モビリティの予約管理を一本化することのできる拡張性のある統合予約管理システムを構築した。



##### ② 実証実験のプロセスにより明らかとなった特徴的な成果

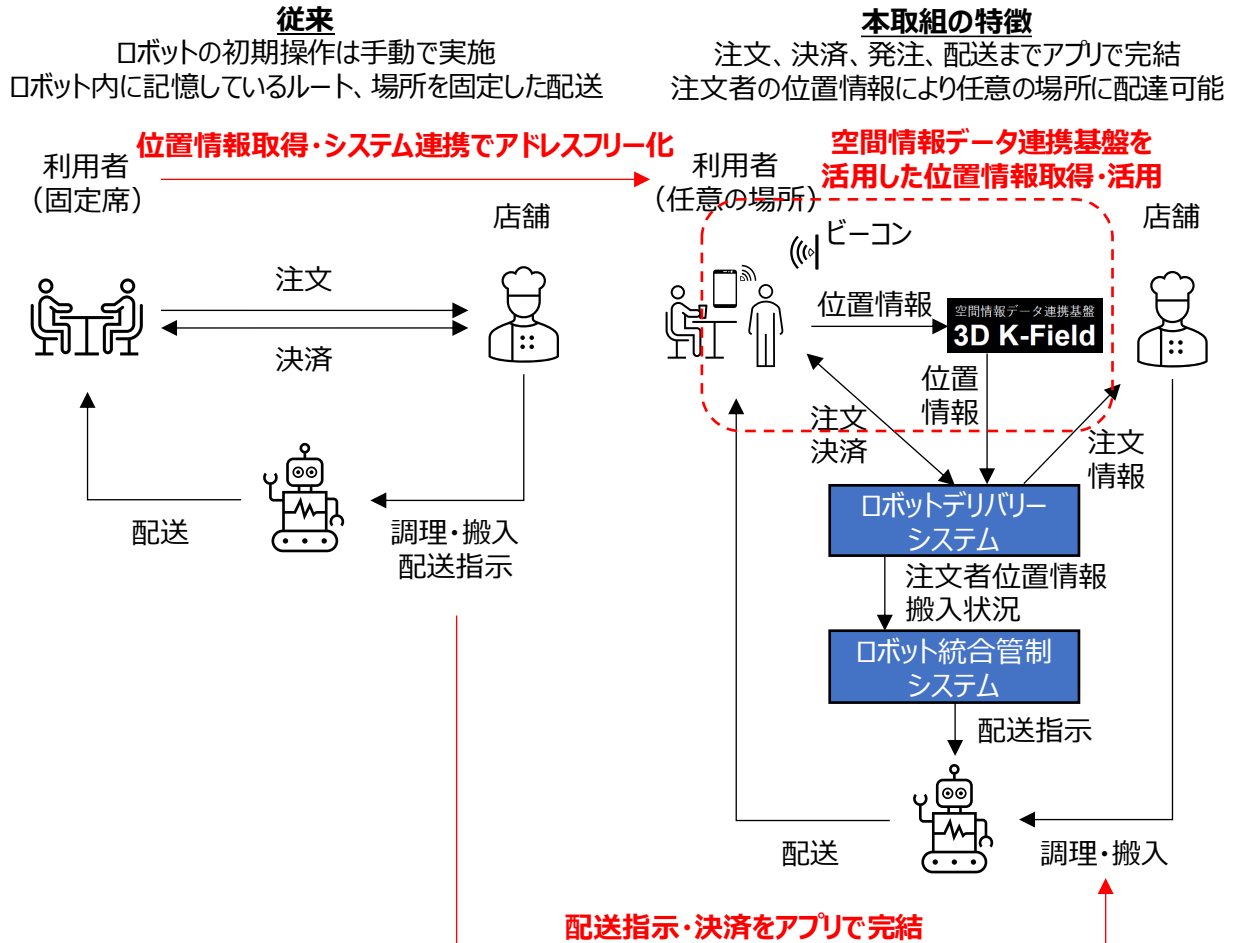
- ・ 管理者が不在の状況下においても、システムを活用した予約管理～貸出について、ユーザーより高い満足度を得たことがわかった。
- ・ 今回は既に商品化している施錠機器を用いて実証実験を行ったため、モビリティへの改造が不要であり、メーカーとの調整が省略された点が実験を進めるうえで大きく有利に働いた。
- ・ この施錠機器が外付け可能な統一された規格で作成可能となれば多様なモビリティに対応させることは容易になると思われる。
- ・ 一方、機材の盗難防止対策を施すために追加で施錠可能な外箱を作成する必要が発生した。上述の通り統一規格で柔軟な対応が可能となるが、外付けであるため盗難防止策は必須になると考えられる。



## ii. ロボットデリバリーサービス実証

### ① 取り組みの特徴

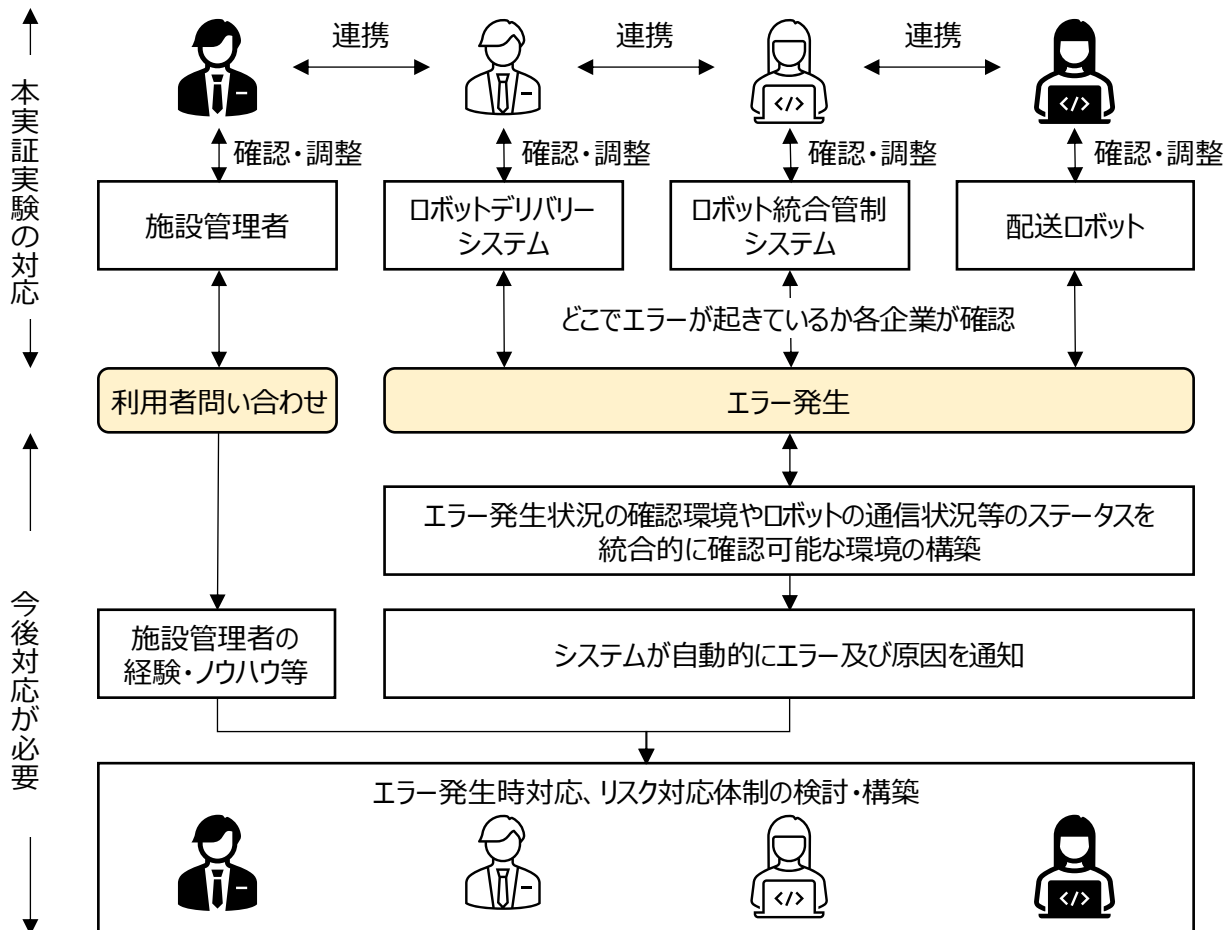
- ・ 配送ロボットとロボット制御システム及びロボットデリバリー管理システムを連携し、注文から配送までを全てオンラインで完結することが可能となった。
- ・ 空間情報データ連携基盤「3D K-Field」から注文者の位置情報を取得しロボットデリバリー管理システムにデータを連携することで、任意の場所にロボットによる配送が可能となった。



### ② 実証実験のプロセスにより明らかとなった特徴的な成果

- ・ ロボットデリバリーサービスにおいては、システムを多層的に連携しているため、関係各社が現地に張り付きトラブルがあった際にトラブルの発生個所や原因、ロボットの通信状況等のステータスを把握・対応したが時間を要した。
- ・ そのため、実装に向けてはより効率的な対応が必要であり、トラブル状況等を統合的に把握できる環境を構築することが望ましいことが分かった。
- ・ また、システム構築に当たっては、併せてトラブル発生時の対応体制（トラブル一次対応の方法など）やリスク分担についても検討し、運用を見据えたシステム構築に取り組むことが対応すべき事項として明らかとなった。
- ・ 普段は施設の通信環境が安定しているが、実証実験を行った日は来街者が多く、通信環境が断続的になる場面が多々あり、ロボットが応答不能になるケースが散見された。

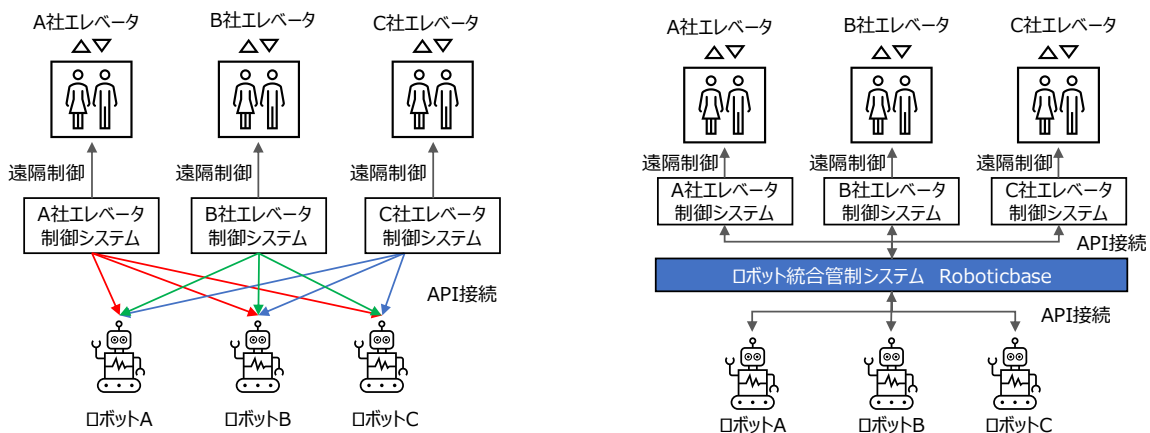
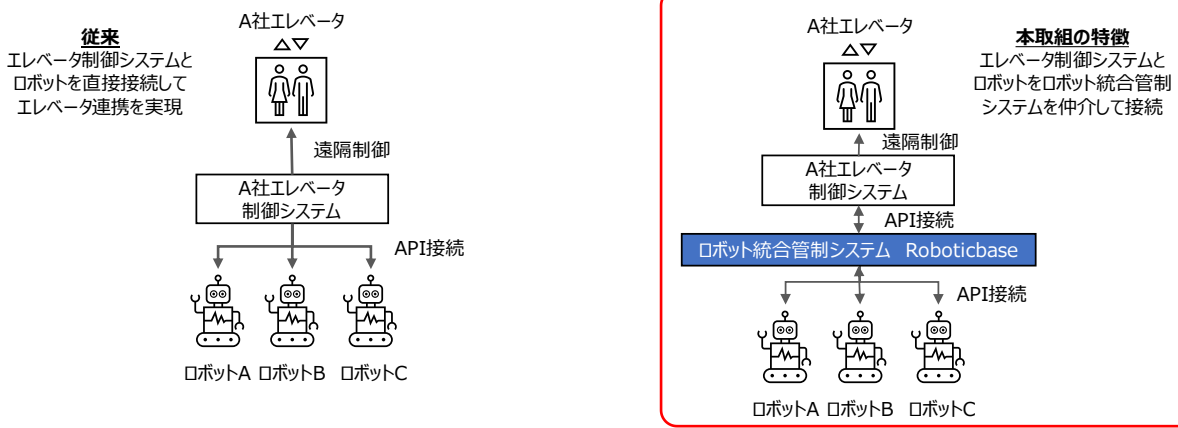
- ・ 応答不能と判断するまでの時間（タイムアウト）を長めに定義することでこの問題は回避できる一方で、サービスレベルの低下になる。
- ・ 普段の使用方法和ロボットに必要な通信環境は要件が異なると想定され、課題解決の検討が必要と考えられる。



### iii. エレベータ連携実証

#### ① 取り組みの特徴

- ・ 従来のロボットとエレベータの連携は個社のエレベータ制御システムと各ロボットが直接接続されることにより実現されていた。しかしながらこの方式の場合、新しくエレベータやロボットを導入した際に、各システムと各ロボット間で個別に API 接続に係る調整や開発が発生することから、エレベータ連携の実現にあたって導入工期・コストが積み重なることが予見される。
- ・ 本実証ではロボット統合管制システムをエレベータ制御システムとロボット間の情報伝達を仲介するハブとして組み込む形で新たなエレベータ連携のシステム系を構築した。この方式にすることで、将来的に連携対象に新たなエレベータやロボットを導入した際に発生する開発を、ハブとなるロボット統合管制システム間との接続に絞り込むことが可能となることから、従来方式と比較してより効率的にエレベータ連携を実現することが可能となる。



新たにエレベータ、ロボットが導入されるたびに各システム・各ロボット間の接続に向けた調整・開発が個別に発生し、導入工期・コストが積み重なる。

新たなエレベータ、ロボットの導入に際して必要となる調整・開発はロボット統合管制システムとの接続のみであり、右記と比較して実装工期・コストの削減を実現

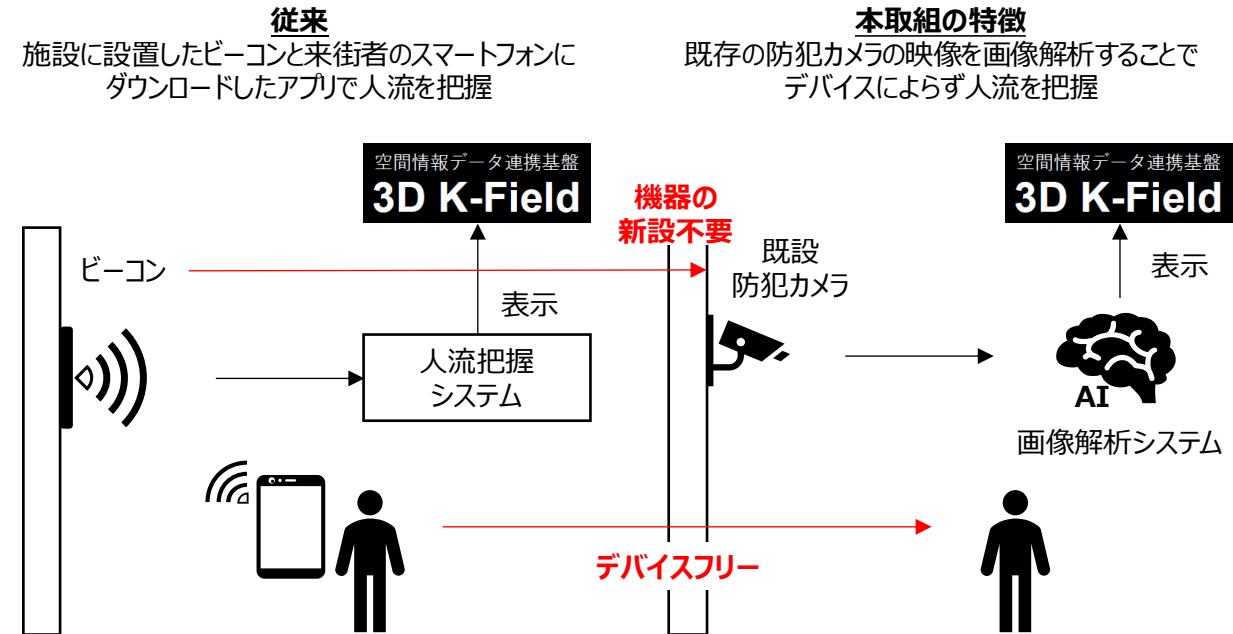
## ② 実証実験のプロセスにより明らかとなった特徴的な成果

- ・ 検討当初においては、エレベータかご内においてキャリア通信網を活用することによりロボット統合管制システムとロボットの遠隔通信を行った。しかし、連続的な通信接続を要するロボット制御においては、キャリア通信網による通信では不十分であることが分かった。
- ・ 一方で、安定的なエレベータかご内の通信環境の整備には、エレベータかご内への通信機器の設置及び配線も考えられるが、検討の過程においてエレベータの昇降路に対する工事は建築基準法第129条の7（エレベータの昇降路の構造）の観点で「国土交通大臣の定める措置が講じられていること」を満たした対応策・検討が求められていることが障壁となることが分かった。
- ・ エレベータかご内の通信環境確保が困難な場合における有効な対策としては、エレベータかご内ではロボットの自律走行、かご外でロボット統合管制システムに接続して遠隔制御を行う、といった走行方式の組み合わせを行うことが望ましいことが分かった。
- ・ エレベータ連携の実装に向けては、ロボット走行経路における通信環境を確保することを前提としながら、通信環境整備に係る障壁を勘案のうえ、ロボットの自律走行機能との組み合わせも選択肢として考慮することが望ましいものと考えられる。

iv. カメラを活用した人流把握実証

① 取り組みの特徴

- ・ 既存監視カメラの映像を活用してローカルでの画像処理機能を付加することでデバイスに依存しない人流を把握することができるようになる。



② 実証実験のプロセスにより明らかとなった特徴的な成果

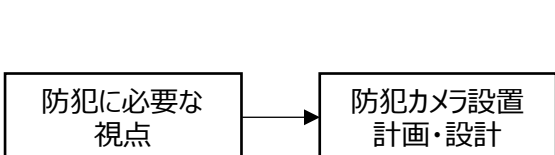
- ・ 複数の映像取得ポイントを設定して実験を行ったことで、既存防犯カメラの位置によって入退出を解析しやすい/しにくい位置や画角があることが分かった。
- ・ 人流把握における防犯カメラの効率的な活用には、施設の整備段階から防犯機能としてだけでなく人流把握への活用を想定した防犯カメラの設置個所や設置数の計画検討が必要となる。



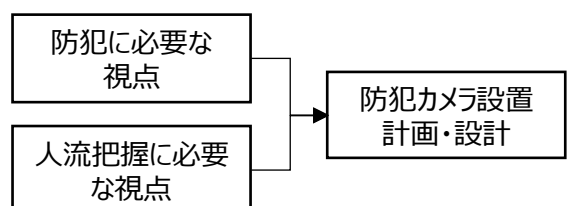
柱が邪魔となり、退場する人を解析しづらいカメラ位置・画角となっている。

入場する人を解析しやすいカメラ位置・画角となっている。

**従来**  
防犯カメラとしての必要最低限の設置数や場所を計画



**本取組を踏まえた考え方**  
防犯カメラとしての機能に加え、人流把握を想定した設置数や場所の計画を検討



## (2) 横展開に向けて一般化した成果

### i. PSM シェアリングサービス実証

#### ① 様々な利用シーンに応じたサービスの高度化の可能性あり

- ・ 活用シーンについては、観光・散策、買い物、通学・通勤など様々なシーンで活用したいという意向が確認された。
- ・ サービスの実装にあたっては、利用者とのインターフェースとなるアプリなどから利用者への更なる付加価値向上に資する情報発信（店舗情報、クーポンの配信 等）等のサービスの高度化の余地があるため、今後も継続したサービス内容の詳細化検討が求められる。

#### ② 利用シーンを想定した運用体制や更なる機能付与の必要性

- ・ 利用者による利用シーンを想定の上、貸出・返却、PSMの充電などの維持管理の効率化・省人化に向けた運用体制の構築や自動運転対応等の更なる機能付与が求められる。
- ・ サービス展開範囲外へのPSMの持ち出しや盗難を防止するための仕組みづくりが必要であり、位置情報などを活用した上記防止策などの検討が求められる。

#### ③ 施設独自で取り組む意義とサービスの多機能化

- ・ 単体の施設での導入は利用者の利便性向上につながる一方、固有のアプリ・ツールを開発するためのコストを勘案すると、事業としての持続性には疑義が残る。
- ・ 貸会議室システムや宿泊予約システム等、施設全体の機能を組み合わせたサービスとして提供し、施設独自となるような要素の検討が求められる。その際、持続性も考慮する必要がある。

### ii. ロボットデリバリーサービス実証

#### ① オフィスでの利用ニーズが高く、ニーズに合ったサービス検討が必要

- ・ ロボットデリバリーサービスはオフィスで仕事をしているとき等、日常的な場面での利用ニーズが高い。
- ・ オフィス利用を想定する場合、高層階にあるオフィスへの配達や、セキュリティゲート・自動ドア等の通過も可能となるよう、ロボット制御システムとエレベータ制御システム等の施設側のシステムを連携することが望ましい。

#### ② 各システム・ロボット間の情報連携が不可欠

- ・ サービス実装にあたっては、ロボット管制システム、デリバリーサービス管理システム、ロボット等、複数のシステム・ロボットを連携させる必要がある。
- ・ 各システム・ロボットから開示が必要となる情報（ステータスやエラーに関する情報等）を整理したうえで、情報を把握・共有するための連携システムに構築が必要となる。
- ・ 各システム・ロボットにて問題が発生した際の対処方法をシステムの機能として開発するか、対応可能な人材を配置するのか判断が必要。前者は開発費用が、後者は人件費が発生するため、サービス対象施設毎の運営体制や導入済みのその他システムの状況も勘案し体制構築や必要なツールの開発に取り組む必要がある。

### iii. エレベータ連携実証

#### ① 施設計画段階からロボットの走行を前提とした施設配置やエレベータの選定が必要

- ・ 将来的な街区内のロボットの縦横無尽な自動走行の実現に向けては、ロボット側の制御や走行能力強化では対応することが困難な場合もある事から、あらかじめロボットと協調した施設設計やエレベータの選定を行うことが求められる。
- ・ 特に LIDAR による自己位置推定を行うロボットについては、走行領域に特徴的な地物の設置やレーザー光を透過しない素材の壁の設置などが求められる。自動ドアやエレベータへのシームレスな進入に向け、あらかじめロボットとの連携機能を有する設備を採用することが望ましい。

#### ② 施設環境に応じたエレベータ連携システム設計が必要

- ・ 設置されたエレベータの種類やエレベータ内外の通信環境によっては、すべてシステム間並びにロボットの通信で完結した連携システムによるロボット制御の実現が困難な場合がある。
- ・ 既存施設への技術の導入にあたっては、ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会 (RRI) にて取りまとめられているロボットとエレベータの通信連携の規格等を参照しつつも、施設状況に応じたシステム設計や施設側の工事が追加が必要となる。

#### ③ 様々な用途におけるロボット代替業務の高度化に寄与

- ・ 本格的なロボットによる業務の代替にあたっては、ロボットの導入によって既存人件費の削減に資することが必須であり、ロボットの導入台数は抑えたい一方で、より多くの作業員の労働をカバーすることが理想となる。そのため、将来的なロボットの導入に際してはエレベータ連携や屋外走行対応等によりロボットの走行可能領域を確保することが必須となる。

#### ④ トラブルに対処可能な運営体制の構築が必要

- ・ ロボットデリバリーサービスと同様に問題が発生した際のシステムや体制の構築が必要。エレベータに係るトラブルへの対処も追加されるため、エレベータメーカーとも連携してトラブルへの対処方法や体制を検討する必要があるが、その際には起こり得る事象やリスクを勘案しながら役割分担を明確にし、過度な負担を関係各社に強いることのないよう注意する必要がある。
- ・ エレベータ連携の導入やサービス提供はエレベータを利用する人すべてに影響が及ぶため、導入前後でエレベータ利用者の利便性が低下しないよう、導入工事及び運営方針を検討することが必須となる。

#### iv. カメラを活用した人流把握実証

##### ① 施設計画段階から人流解析を前提としたカメラ配置計画が必要

- ・ 既設カメラを活用した人流データの把握は、カメラの初期投資が不要である点でメリットがあるが、有効な画像解析を行うためには、画像解析に適した映像を取得することが求められる。
- ・ 一方で、既設カメラは防犯カメラとしての設計がなされていることから、人流カウントに適した画角や映像範囲の設定がなされていない場合がある。そのため、既設カメラを活用する場合には、カメラ画角の修正やカメラの再配置等の対応を要する場合がある。
- ・ 新設する施設において監視カメラ映像を活用して人流データを把握する計画を行う場合には、施設整備段階から防犯カメラとしての設計だけでなく、人流把握に適した設置場所やカメラ画角に留意した設計・計画を行うことが望ましい。また、属性情報を取得するためには、監視カメラに必要な標準的な画質性能以上の性能を持つカメラを設置する必要がある点にも留意が必要となる。

##### ② 来街者予測データは有償利用の可能性あり

- ・ 有償利用の可能性のある人流データは、実績値のデータではなく、来街者予測データである。
- ・ また、来街者予測データ等のデータ提供サービスを付加することにより不動産価値が向上することが想定されるため、人流データを提供するビジネス単体だけでなく、不動産事業の一部としてとらえることにより持続可能性を確保できる可能性がある。

##### ③ 技術の成熟度や継続性の判断が困難

- ・ 現段階で映像分析に関する技術がどのようなレベルの機能を有しているのか情報不足より把握できず、実運用に向けた開発や調整がどの程度必要となるのか専門的な知見なしでは判断が非常に難しい。
- ・ データを有償でも利用する可能性がある一方、開発費に見合うような事業継続性を有するかは現段階では判断が困難であり、既存サービスの比較や技術開発の動向を考慮しながら継続的に検討を進める必要がある。

#### (3) 大田区課題解決に向けた横展開への示唆

##### i. サービス横展開の可能性

- ・ 本実証実験を踏まえ、PSM サービスやロボットデリバリーサービスを都市に実装するための課題解決の方策や新たな課題が整理された。
- ・ 大田区の課題解決に向けては、既存市街地、既存施設内にロボットデリバリーサービスを導入していくにあたって必要となるインフラとしてのエレベータの改修やシステム間連携等を横展開していくことが求められる。
- ・ 一方で、共通課題として明らかとなった、Wi-Fi等の通信環境改善については、多くの施設においても同様の課題となることが想定されるため、引き続きの課題解決方策の検討が必要となる。

## ii. 課題解決への示唆

- ・ 本実証実験によりスマートシティサービスの実装に向けた取り組みを進めたことにより、大田区の抱える課題の解決に向けた取り組みが推進された。
- ・ 特に、大田区の課題解決を図るための横展開に向けた示唆と本実証実験を踏まえてサービス実装が実現された際の効果として関連する KPI・KGI は下表の通りまとめられる。

大田区の課題解決への横展開への示唆		本取組の効果が期待される指標	
		KGI	KPI
PSM シェアリングサービス実証	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ PSM の活用シーンとして観光・散策、買い物、通学・通勤など様々な利用意向が確認された。</li> <li>・ 現在は自転車のシェアリングサービスが存在するが、PSM のシェアリングサービスが都市の中で提供されることで、より幅広い利用者層、利用シーンで個人のニーズに合ったモビリティサービスを使えるようになり、区民交通環境満足度の向上につながる事が期待される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 新サービス導入数</li> <li>・ 区民交通環境満足度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ モビリティ導入種別</li> <li>・ モビリティサービス利用者満足度</li> </ul>
ロボットデリバリーサービス実証	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ロボットデリバリーサービスの技術的な実装可能性が高くなった。また、特にオフィスなどの機能が集積している多層の施設での利用ニーズが高いことが確認された。</li> <li>・ 大田区においては、駅周辺の業務施設や大規模商業施設、ホテルでの導入の親和性が高いと考えられる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 付加価値額の増加</li> <li>・ 新サービス導入数</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ロボット導入数</li> <li>・ ロボットによる業務代替数</li> <li>・ ロボットティクスサービス利用者満足度</li> <li>・ 業務効率化率</li> </ul>
エレベータ連携実証	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ また、食品の配送だけでなく、業務に必要な備品等の配送への拡張や清掃業務、警備業務の代替などに機能が拡張されることで、病院、介護施設等の人手不足に直面しているエッセンシャルワーカーの業務効率化などに資する取り組みとなる事が期待される。</li> </ul>		
カメラを活用した人流把握実証	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 既存防犯カメラを活用することにより効率的な人流把握ソリューションが期待されたが、既存カメラの活用には一定の課題があることが明らかとなった。</li> <li>・ 一方で、本実証では有効活用可能なデータ取得は不十分であったが、飲食店を運営する事業者からは人流データ（通行人数、属性等）は仕入量調整や人員体制調整に有効であり利用意向があることが示された。</li> <li>・ また、属性情報の取得精度が向上されれば、来街者属性に合わせた情報発信やサービスの創出など観光客数増加に資するエリアマネジメント施策も可能になると考えられる。</li> <li>・ 本街区内も含め区内商業事業者も同様の考えである可能性があることから、人流データの取得・活用を区内商業事業者に横展開することで、店舗運営の効率化、売上向上や区内への来訪者の増加や観光消費額の増加に寄与する可能性がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 観光消費額</li> <li>・ 大田区観光入込客数</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ HICity から区内観光をした観光客数</li> </ul>



## 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

本実証実験で得られた知見より、スマートシティの取組を実施する場合には、以下に示すような施設・設備を整備することが望ましいと考えられる。

本実証実験で得られた知見		望ましい施設・設備のあり方
PSM シェアリングサービス	PSMの充電に関する負担軽減に向けて、貸出・返却場所が充電スポットを兼ねた設備の設置が求められる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・将来的な複数台導入した際のPSMを待機させる貸出・返却場所を管理の効率化のために充電スポットを兼ねた設備とできるように、電源設備の配置に留意が必要。</li> <li>・将来的にはワイヤレス充電スポットが有効となると考えられる。</li> </ul>
ロボットデリバリーサービス	ロボットが自己位置推定を行うための特徴物の配置間隔が広い場合、ロボットが自己位置を見失いやすくなる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・特に屋外等の広い空間においては、一定間隔での特徴物の配置等を行うことが必要。</li> </ul>
	継続的なサービス提供のために、ロボットが適切なタイミングで充電可能な充電スポットが必要。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ロボットの待機場所と充電スポットを兼ねた設備とできるように、電源設備の配置に留意が必要。</li> <li>・将来的にはワイヤレス充電スポットが有効となると考えられる。</li> </ul>
	ロボットの自動ドアからの進入を円滑にするためには、自動ドアとロボットのシステム連携が通信することでドアの開閉情報をロボットが取得することが望ましい。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自動ドアとロボット管制システムとの連携を可能とするために、ロボットに開閉情報を伝達可能な自動ドアを採用することが考えられる。</li> </ul>
エレベータ連携	エレベータ内でのロボットの遠隔制御のためには、既設エレベータかご内の通信環境改善方策が必要。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エレベータかご内でも外部との無線通信を実現するエレベータかご内の通信環境を構築することが必要。</li> </ul>
	ロボットの自己位置推定を補助するための特徴的な地物の設置や自動ドアを正しく認識するための反射テープの貼り付け等の特徴物の設置が求められる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・特に屋外等の広い空間においては、一定間隔での特徴物の配置等を行うことが必要。</li> <li>・壁面にレーザーを透過しない素材を採用する等の留意が必要。</li> </ul>
カメラを活用した人流把握	既存の防犯カメラを活用する場合、人流解析に適さない画角、画質であることがあり、適切な解析結果を得られない可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・施設計画段階から人流解析を前提とした画角、画質が得られるようなカメラ配置計画、性能検討が必要。</li> <li>・カメラ配置の観点からは、障害物が少ない画角や施設への入退場が判別しやすい通路等への設置が望ましい。</li> </ul>

早期の社会実装を見据えた  
スマートシティの実証調査（その11）  
報告書

令和4年3月  
国土交通省 都市局  
羽田第1ゾーンスマートシティ推進協議会