

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9）  
報告書

令和4年3月

国土交通省 都市局

大手町・丸の内・有楽町地区スマートシティコンソーシアム 大丸有リ・デザイン実証事業共同提案体



団体名	大手町・丸の内・有楽町地区スマートシティコンソーシアム 大丸有り・デザイン実証事業共同提案体		
対象区域 (該当に○を付す)	<input checked="" type="radio"/> a 地区単位（数ha～数十ha程度） <input type="radio"/> b 複数地区をまたぐ区域（例：ニュータウン） <input type="radio"/> c 市町村全域 <input type="radio"/> d その他（複数市町村をまたぐ区域、鉄道沿線等）		
地方公共団体	市町村等名	東京都	
	代表者役職及び氏名	スマートシティ推進担当課長 松永 武志	
	連絡先	部署名	デジタルサービス局デジタルサービス推進部 デジタルサービス推進課
		担当者名	松下 謙太
		住所	東京都新宿区西新宿2-8-1
		電話番号	03-6273-5233
		FAX番号	
		メールアドレス	Kenta_Matsushita@member.metro.tokyo.jp
	市町村等名	千代田区	
	代表者役職及び氏名	麹町地域まちづくり担当課長 早川 秀樹	
	連絡先	部署名	環境まちづくり部
		担当者名	川村 員永
		住所	東京都千代田区九段南1-2-1
		電話番号	03-5211-3619
FAX番号		03-3264-4792	
メールアドレス		chiiki-machi@city.chiyoda.lg.jp	
民間事業者等※ (代表)	事業者名	一般社団法人大手町・丸の内・有楽町地区 まちづくり協議会	
	代表者役職及び氏名	理事長 谷澤 淳一	
	連絡先	部署名	スマートシティ推進委員会
		担当者名	川合 健太
		住所	東京都千代田区大手町1-1-1 大手町パークビル
		電話番号	03-3287-7186
		FAX番号	03-3287-3275
メールアドレス	<a href="mailto:kt_kawai@mec.co.jp">kt_kawai@mec.co.jp</a>		

【目次】

第1章	はじめに	・・・P 3
第2章	目指すスマートシティとロードマップ	・・・P 5
第3章	実証実験の位置付け	・・・P 9
第4章	実験計画	・・・P 13
第5章	実験実施結果	・・・P 34
第6章	横展開に向けた一般化した結果	・・・P 52
第7章	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	・・・P 54

## 第1章 はじめに

### ■ 対象区域について

大手町・丸の内・有楽町地区（以後、本地区）は、日本経済を牽引する東京都心のビジネスエリアであり、日本の国際競争力を牽引していくためにも、先進的なスマートシティ化を推進している区域である。区域面積は約120haあるが、超高層ビルが軒を連ねるため建物延床面積は約800ha（建設予定含む）、建物棟数は101棟（建設予定含む）となっている。世界でも有数の業務地区（CBD）であり、就業人口は約28万人、約4,300社が拠点を構えている。

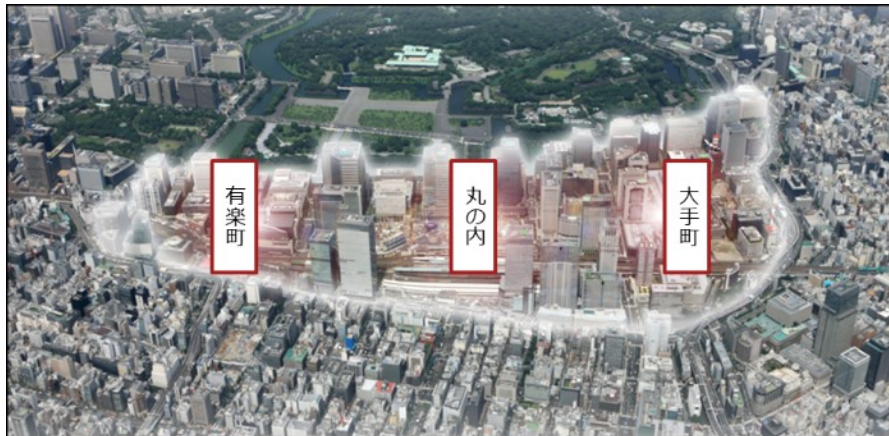


図1 対象区域のイメージ図

### ■ 都市の課題について

本地区ではまちづくりの目標として『まちづくりガイドライン』を策定しており、このまちづくりの目標をよりよく達成するために、ビジョンオリエンテッドによるスマートシティ化を推進している。エリアの創造性・快適性・効率性の向上・街のリ・デザインを目指し、区域の発展的課題を解決していく。本地区では日常・非日常における、ポテンシャルの拡大・レジリエンスの増強という観点で「区域の発展的課題」を提示。本課題の解決に向けてWGを組成しプロジェクトを推進していく。また基盤となる都市OSやデータライブラリー・エリマネソリューションの構築、インフラ設備の導入にも着手する。

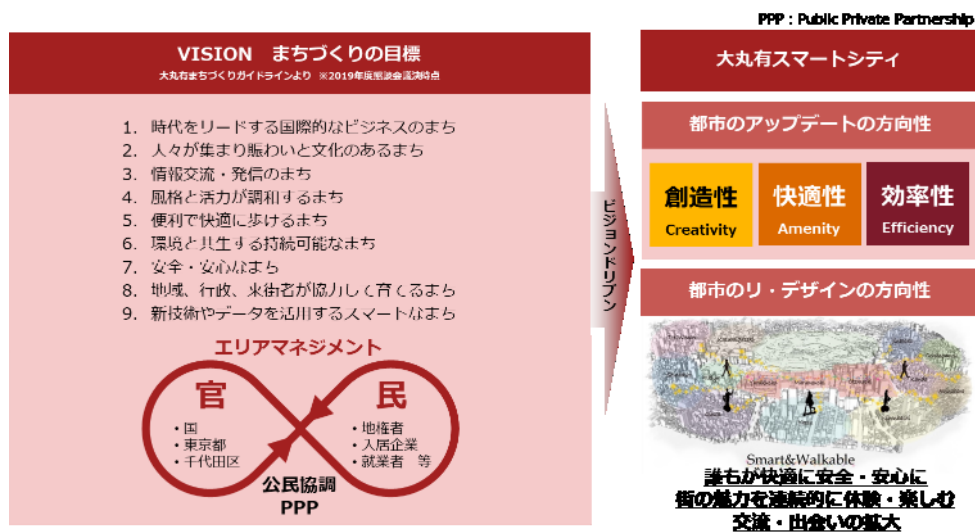


図2 ビジョンオリエンテッドによるスマートシティ

■ コンソーシアムについて

本地区では1988年に地権者の団体である「一般社団法人大手町・丸の内・有楽町地区まちづくり協議会（以後、協議会）」を発足以来、地権者、所在企業、行政も参加する公民協調のもと、まちづくり活動を進めてきた。政府が唱える「Society 5.0」構想に対応し、本地区のさらなる国際的な競争力と魅力の維持・向上、及び我が国における既成市街地のスマートシティ化のモデルとなるべく、2020年度に千代田区・東京都・協議会の3者で大手町・丸の内・有楽町地区 スマートシティ推進コンソーシアムを組成し、大丸有スマートシティビジョン・実行計画を策定以来、公民協調でスマートシティに取り組んでいる。本年度は本地区の都市のり・デザイン像実現に向けた新技術活用によるデータ利活用型エリアマネジメントモデルの検討を行うために、千代田区・東京都・協議会・アイサンテクノロジー株式会社、BOLDY株式会社の5者で大手町・丸の内・有楽町地区スマートシティコンソーシアム 大丸有り・デザイン実証事業共同提案体を組成の上、取り組みを推進している。

## 第2章 目指すスマートシティ

### ■ 取組の全体像

前述したとおり、スマートシティで飛躍的に高まる区域の価値「創造性」「快適性」「効率性」を高めるために、本地区の特徴である公民協調のエリアマネジメントは「データ利活用型エリアマネジメントモデル」を確立させ、全国に展開することを目指す。都市とデジタルを融合させ、今後はデータに基づいたエリアマネジメントを実行する。

### ■ エリマネDX

活発に実証等を実施するリビングラボとしての実際の物理的な大丸有地区と、データにより仮想空間上に都市活動が可視化された大丸有デジタルツインが、OMO (Online Merges with Offline) として融合する。それは、言い換えるならば「エリアマネジメントのデジタルトランスフォーメーション (DX)」の実現である。今後、地区内では、パブリック系、プロフィット系問わず、多様なサービス・アプリケーションが創造される。それらを通じて、様々な静的・動的データが収集される。それらデータを収集し、新たに都市にインストールされるデジタル基盤を通じて、シミュレーションを重ね最適解を素早く見つけることで、都市のリ・デザイン計画が推進され、実際の物理的な都市空間に対してリ・デザインが実行される。

就業者や来街者が、より「創造性」「快適性」「効率性」が高まった街で過ごすことができるために、データ利活用により、人の行動変容を促し、街側も変化を受容れる性質を高めることを実現する。それらを実現するために都市OSにあたるITプラットフォームやデータ利活用を推進するライブラリ機能等、システムとエリアマネジメントによる運用の体制を整備していく。

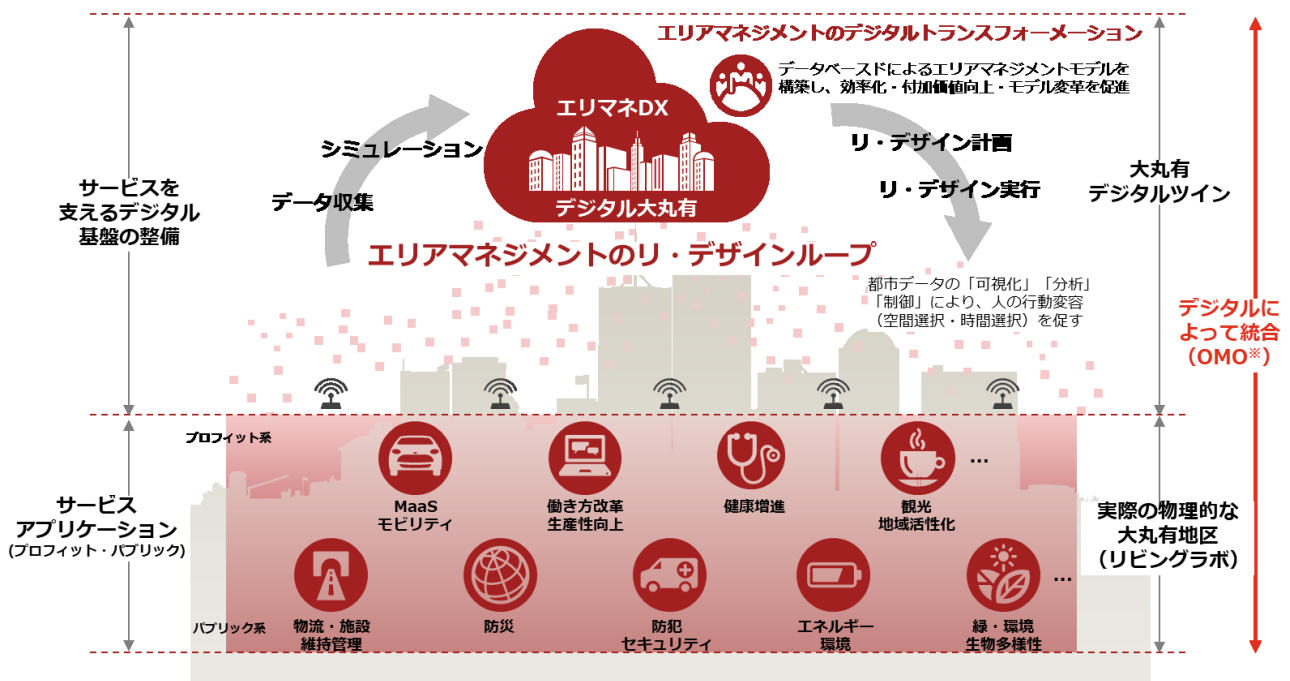


図3 エリアマネジメントのデジタルトランスフォーメーション

■ スマートシティの実現に向けて推進する3領域

- スマートシティ・アイテム  
スマートシティを支えるデジタルアイテムの拡充
- ベースメントプラン  
都市がデジタルを活用していくための戦略・ルール・整備プラン
- エリアマネジメント・コアバリュー（エリマネ・コアバリュー）  
エリアマネジメントの担い手自身のバリューアップ

**スマートシティ・アイテム**

スマートシティを支える  
デジタルアイテム拡充

**ベースメントプラン**

都市がデジタルを活用していくための  
戦略・ルール・整備プラン

**エリアマネジメント・コアバリュー  
(エリマネ・コアバリュー)**

エリアマネジメントの担い手自身の  
バリューアップ



**※3領域の設定の背景**  
2020年度に、ユースケースベースの実証とそれに伴うスマートシティ・アイテムの構築を進めた経験に基づき、スマートシティ・アイテム、ベースメントプラン、エリマネ・コアバリューという3領域を総合的に取組む必要性を把握した。

達成目標にあるイノベーションとテクノロジーによる仕組みの再編・構築を支えるためには、アイテムがあるだけでなく、それらを皆が活用出来るルールがあり、街のバリューアップに活かすための取組を推進する人材が肝要である。

図4 推進する3領域

3領域の概要と対象項目は以下の通りである。




概要	対象項目
 <b>スマートシティ・アイテム</b> エリアコンシャスに整備する、街のアップデート/リ・デザインを推進するデジタル領域	アプリ エリアマネジメント・運営ツール ビジュアルコミュニケーション
<ul style="list-style-type: none"> <li>街のアップデートを推進するアプリやサービス開発を行うときに利用する大丸有スマートシティを支えるIT群の整備</li> <li>エリアマネジメントの課題である活動や効果の可視化と運営の高度化</li> </ul>	データライブラリ 統合データ基盤
 <b>ベースメントプラン</b> スマートシティ・アイテムを活用していくためのルール・ガイドラインの整備と、リアル空間のデータ収集・デジタルツイン環境整備・空間のリ・デザインへ向けたプランニング領域	スマートシティ・アイテム ルール・ガイドライン センサーマネジメント方針 3Dマスタープラン リ・デザインロードマップ
<ul style="list-style-type: none"> <li>スマートシティ・アイテムのルール・ガイドライン策定</li> <li>エリア全体の最適なデータ収集のためのセンサー・IoT環境、デジタルツイン環境の整備のためのマスタープラン策定</li> <li>新モビリティなどに対応するエリアの空間リ・デザインロードマップの策定</li> </ul>	次なるエリアマネジメントの担い手 KPI・評価・PDCA 政策提案/地域間連携
 <b>エリアマネジメント・コアバリュー</b> エリアマネジメントの担い手が培ってきた、企業 行政 学術機関 ワーカー・来街者等との連携調整・エリアをプロデュースする職能を活かした新領域	
<ul style="list-style-type: none"> <li>街のアップデート/リ・デザインを推進するために必要な、デジタルツールの整備方針・計画策定の実施、実装</li> <li>データ利活用型エリアマネジメントモデルを実現する、テック系企業等との協働時のデータ利活用を推進するコンサル機能</li> <li>まちづくりの評価となるスマートシティのKPI設定とPDCAの実現</li> <li>スマートシティ化を通じた他地域との連携強化、モデルの横展開</li> </ul>	

図5 3領域の概要と対象項目



なお、スマートシティ・アイテムを活かすためには、デジタル面の整備だけでなく、ベースメントプランも整備していくことが不可欠である。各々のアイテムを活かすために、各レイヤーにあったベースメントプランを整備していく。

**スマートシティ・アイテムの役割**

エンドユーザー向けのサービスを作るときに、各レイヤーで活用するデジタルツール（データライブラリ・統合データ基盤）

**ベースメントプランの役割**

エンドユーザーから事業者・公共・地権者までステークホルダーが合意してアイテムを活用出来るベースを担う事

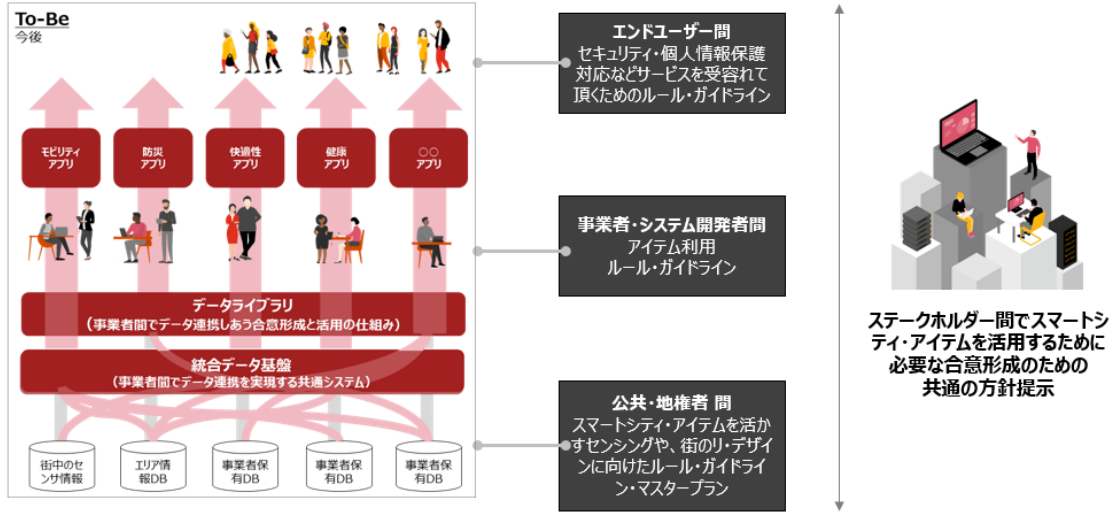


図6 スマートシティ・アイテムとベースメントプランの関係性

■ ロードマップ

データ利活用の基盤となる仕組みについては、早期構築を目指す。第1フェーズとして、2023年までの概ね実装に向け、スマートシティ・アイテム、ベースメントプラン、エリマネ・コアバリューの整備・方針整理を進める。初動期はエリマネ活動連携および複数主体の連携が必要な分野を対象に、自らサービス構築・連携しながら早期の基盤構築を目指す。基盤構築後はTMIP等との連携により各種サービスが創出されることを目指す。第2フェーズとして、2030年を目標に自走できる運営モデル構築を目指す。

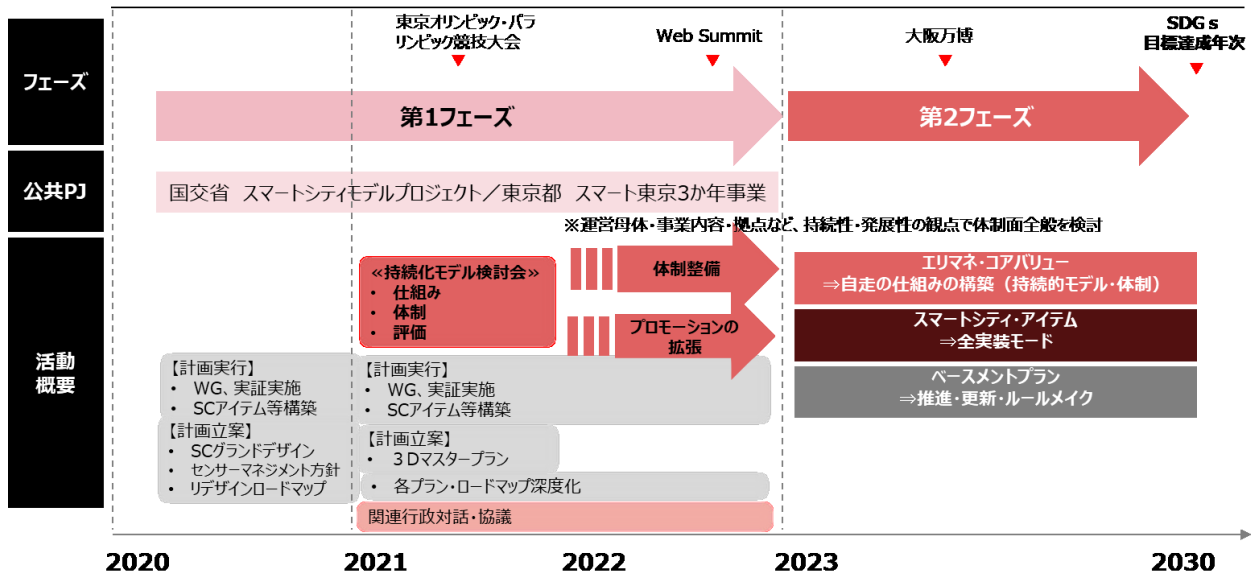


図7 2030年までのステップ

また都市のリ・デザインについては、再開発事業等都市空間の改変とセットで実現していく必要があると考えられ、2040年をマイルストーンとしてロードマップのイメージを作成している。

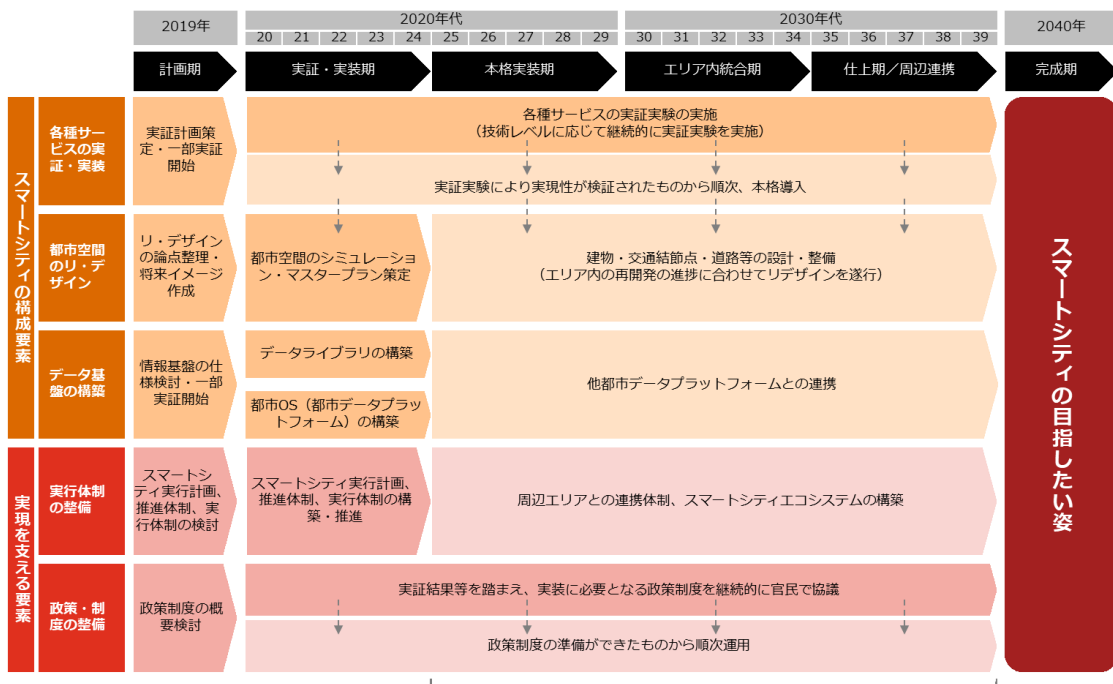


図8 2040年までのロードマップ

### 第3章 実証実験の位置付け

#### 《ロボット走行環境形成実証実験》

##### ■ 実証実験を行う技術・サービスのロードマップの位置付け

スマートシティ実行計画に記載の通り、当地区はスマートシティ化によって、街の『創造性』『快適性』『効率性』の価値向上を目指している。またそのための具体的な区域の発展的課題を4つのカテゴリーに分類し、取り組みを進めているが、これらの輻輳する様々なサービスやユースケースをつなげ、継続的に更新を続ける事でデジタルツインに向けた「データ収集のシミュレーション」「リ・デザインの計画実行」のエリアマネジメントリ・デザインループによりエリマネDXを推進する。

今回の実証では、人手によるサービスからロボットによるサービス提供への転換による人手の有効活用を目指した技術検証を目的とし、「屋内外を跨ぎ、移動するロボットの実装には適した走行環境が構築されていない点」と「各ロボットメーカーがオリジナルの3Dマップを作成し、走行させるのが一般的であり、マップの汎用性が低い点」の課題解決に向けたロボット走行環境形成の検証を行う。

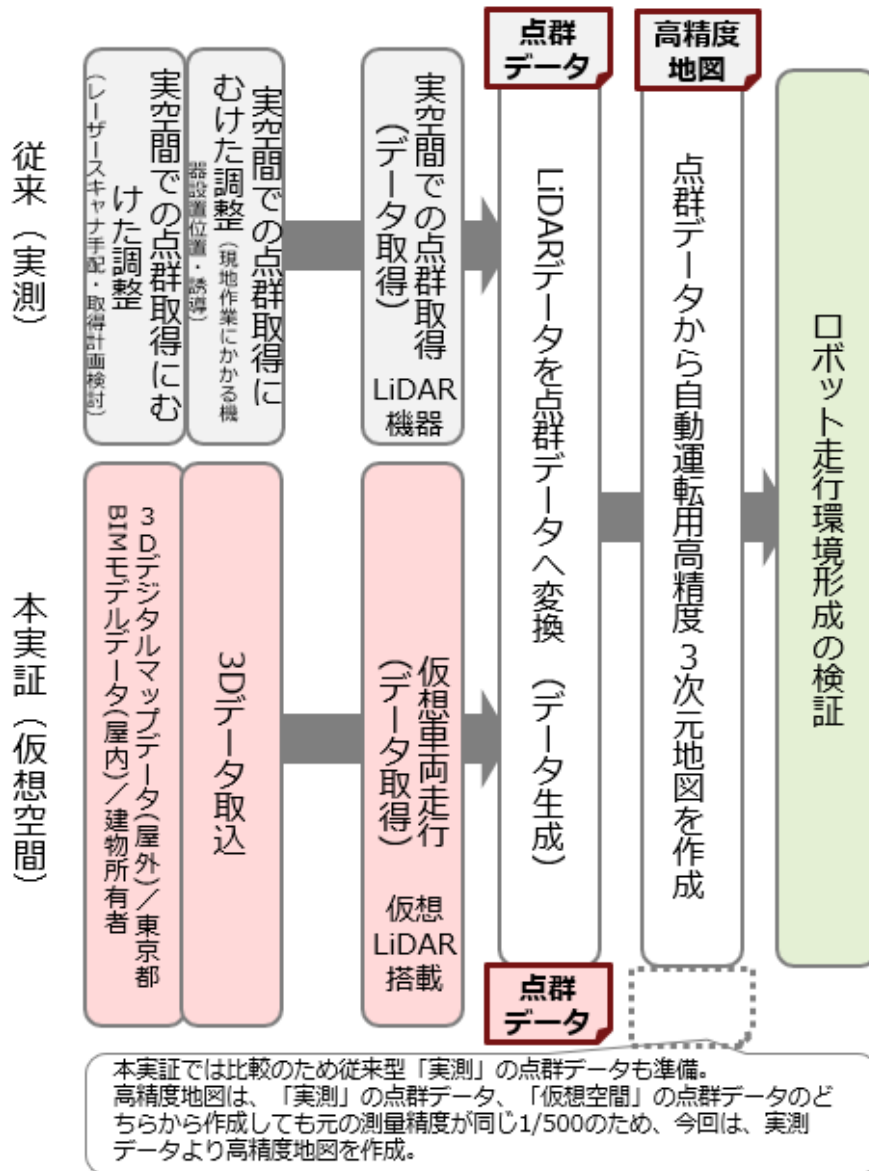


図9 3Dマップ生成～本番走行までの工程

### ■ 実証実験フィールド

机上によるロボット走行環境形成はシミュレーションに留まるため、道路上を実走行させリアルな空間においても走行できる事の検証を行う必要があり、屋内外のフィールドとして丸の内二丁目ビル・三菱ビルから、丸の内仲通りを選定した。また、都市のリ・デザイン像ではロボットフレンドリーな環境を目指している事もあり来街者との接点を持つユースケースとして飲食配送を採用した。

### ■ 実証実験の開催概要

- 実証名称：屋内外を統合した 3D デジタルマップの構築によるロボット走行環境形成実証
- 開催期間：2022 年 1 月 22 日～25 日（テスト走行：1 月 19 日～21 日）
- 走行日時：平日 11:30～14:30、土日 11:30～16:30
- 主催：一般社団法人大手町・丸の内・有楽町地区まちづくり協議会、アイサンテクノロジー

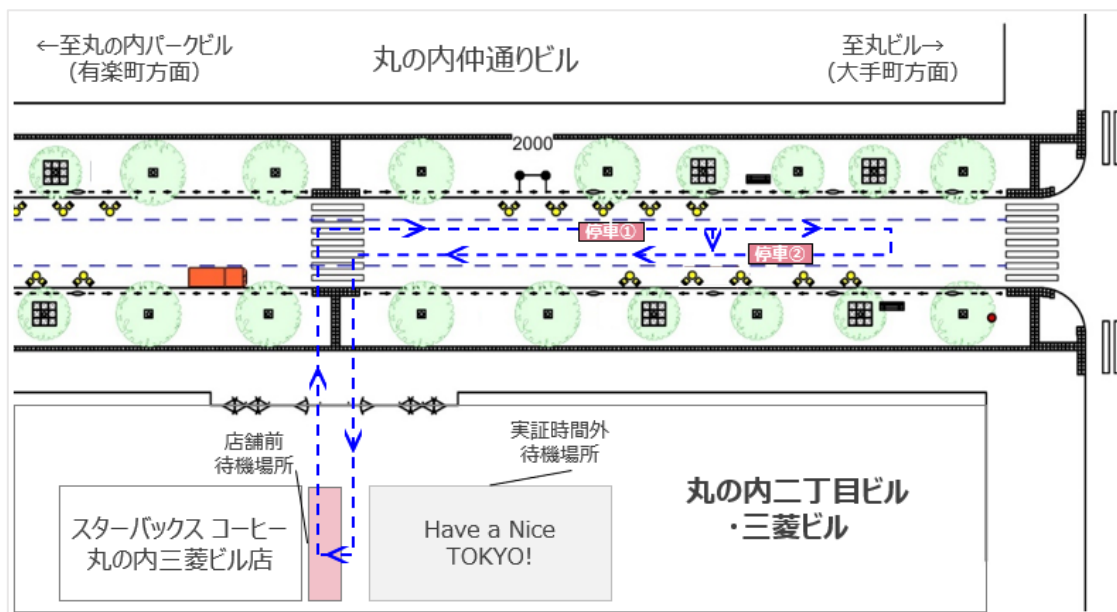


図 1 0 ロボット飲食配送の位置図

### ■ 大丸有エリアのオフィスワーカー及び来街者の実証体験

丸の内仲通りアーバンテラスにテーブルを配置しロボット配送用の飲食（コーヒー、軽食）をテーブル注文可能な WEB システムを提供する。

実証体験者はご自身のスマートフォンから QR で注文ページへアクセスし、商品を購入しロボットによる商品配送を体験する。

《自動運転モビリティ走行実証実験》

■ 歩車混在のウォーカブルな道路空間形成に向けた検証

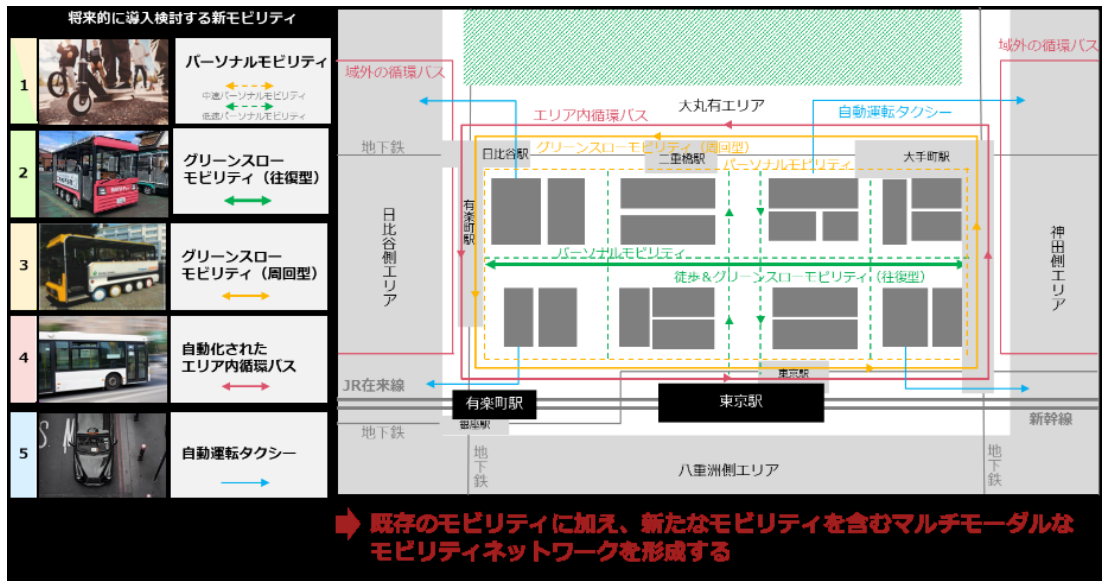


図 1 1 大丸有エリアのモビリティネットワーク（概念図）

本エリアの目指すモビリティネットワーク（図 1 1）において、グリーンスローモビリティの走行は歩行者の回遊を補佐するためにエリア内を移動するモビリティと位置付けている。徒歩移動や人々の活動の場所となるウォーカブル空間を支える位置づけであり、歩行者とグリーンスローモビリティの共存が求められる。また、図 1 2 に示すリ・デザイン像のように、歩行者と親近性が高く、安全性も担保された歩車共存の自動運転モビリティが同一の道路空間を共有し、ウォーカブルな空間として多様な活動の場となることを目指している。



図 1 2 大丸有版 MaaS を踏まえた都市のリ・デザイン像（ウォーカブル空間）

2020 年度に丸の内仲通りで実施した自動運転モビリティ走行実証実験では、歩行者専用通行帯として歩行者に開放される道路空間において片道約 350m を自動運転モビリティが往復走行し、アンケートの結果、一定の社会受容性を確認した。

一方、徒歩移動をサポートするモビリティとしての位置づけを検証するにあたっては走行距離が短く、正確な移動ニーズの把握には至らなかった。エリア内の回遊性を高めるモビリティとしての移動需要の検証を継続し、都市のリ・デザイン像実現に向けた取り組みを前進させる。



また、自動運転モビリティの安全性に関する検証は事例の蓄積がされてきているが、公道上において歩行者と同一の空間を走行する事例は少なく、図12のような空間の社会受容性を向上させるためにも継続した実証実験が重要である。

#### ■ 無信号交差点における機械的な交通処理方法の検討

信号機のない交差点（以下、無信号交差点）において自動運転車両と一般車両が混在する場合、安全に交通処理をするためには交通誘導員による処理が必要である点については2020年度実証の成果として報告した。信号機付きの交差点であれば、信号機と自動運転車両による路車間通信で、機械的な交通処理も可能であるが、無信号交差点においては機械的な交通処理方法が確立されていない。今年度実証においても交通誘導員による処理を前提としているが、次年度以降の交通誘導體制の少人数化を見据え、機械的な交通処理方法の検討は重要であるといえる。



図13 2020年度実証時の無信号交差点通過時の様子

## 第4章 実験計画

### 《ロボット走行環境形成実証実験》

#### ■ 実験で実証したい仮説と検証の視点

前述に記載のとおり、机上シミュレーションと実空間での走行による実証を行う事による技術実証が主体のため、以下仮説を設定した。

検証項目	仮説	検証の視点	検証手法
(1) ロボットメーカーフリーな3Dデータによる机上での走行環境構築	異なる事業者が提供した3Dデジタルマップ（屋外）とBIMモデルデータ（屋内）を用いてロボット走行のシミュレーションを行えるか？	・ロボット走行には自己位置推定に点群データを必要とするケースが多いが実空間での点群ではなく、3DデジタルマップとBIMモデルデータから点群生成を行い、走行シミュレーションとして耐えられるか明らかにする	ソフトウェア上でのシミュレート
(2) 実空間でのロボット走行による実点群と仮想空間で取得した点群での比較走行	実空間での走行環境形成と比較し、仮想空間での走行環境がロボット走行できるか？	・実空間でのテスト走行として、事前取得した実点群と仮想空間の点群を比較し走行する事で走行シミュレーションとの品質比較を行う	実空間での実走行（正着性の確認）
(3) 飲食配送実施に伴うロボット配送の社会受容性	人手によるデリバリーではなく、ロボットのデリバリーでも利用者体験として受け入れられるか？	・丸の内仲通りのアメニティ向上や社会受容性をアンケート取得により検証する ・また、ロボット配送の運営視点で本番実証期間中の気付きをレポートする	利用者アンケート

#### ■ 検証項目と具体的な内容

##### (1) ロボットメーカーフリーな3Dデータによる机上での走行環境構築

今回のロボットでは自己位置推定の点群だけでなく、自動走行に高精度マップも必要としているため、各々のデータ生成工程を示しながら作業内容と実績、また、ロボット走行用シミュレーションでの検証項目を示す。また、点群データに関しては3DデジタルマップとBIMモデルデータを繋いだ仮想空間から取得しているため、異なる3Dモデルデータの結合(位置合わせ、座標系)の具体作業を示す。

以下のワークフローで行った。

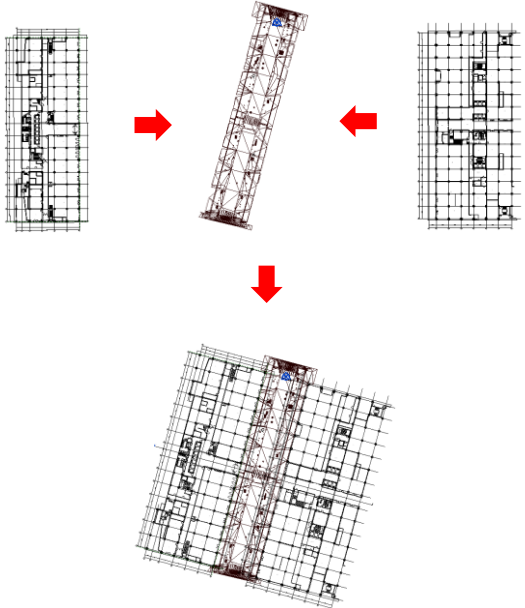
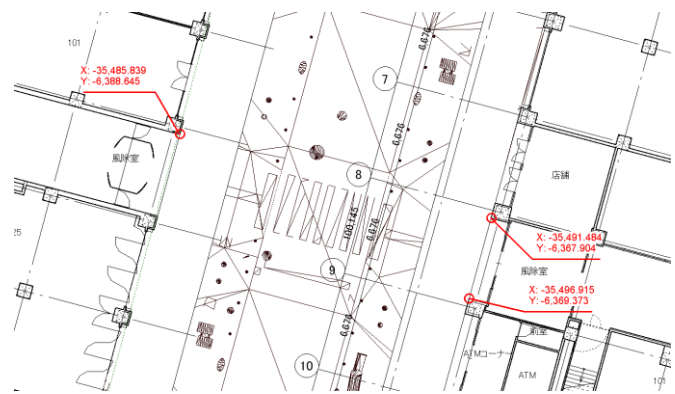
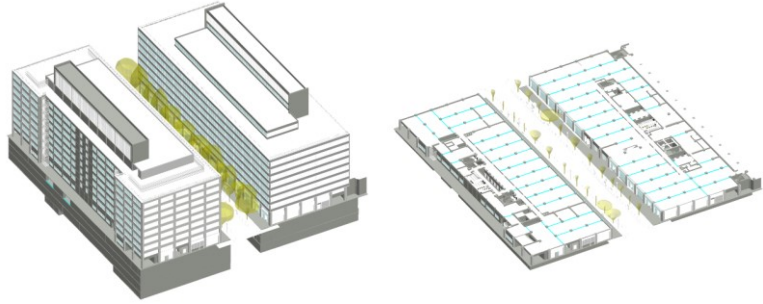
- 1 仮想モデルデータの作成
  - 1.1 3Dデジタルマップの取り込み
  - 1.2 3DデジタルマップとBIMモデルデータの統合
  - 1.3 受け渡しデータの作成
- 2 仮想モデルデータから点群データを生成
  - 2.1 仮想モデルデータからLiDARデータを取得・点群化

- 2.2 点群データの座標変換
- 3 高精度地図の生成
  - 3.1 自動運転用高精度3次元地図の素図を作成
  - 3.2 素図を自動運転用高精度3次元地図に変換
- 4 自動走行シミュレーション
  - 4.1 自動運転用高精度3次元地図とモデルデータから作成した点群データの読み込み
  - 4.2 シミュレーター内にて走行の可否を検証

表1 (1)検証項目

検証項目	検証方法
1. 仮想モデルデータの作成 1.1 3D デジタルマップの取り込み	① 東京都から提供された本検証範囲（丸の内仲通り）の座標を取得  ※ 基準点が含まれていなかったため、北側マンホールの中点の座標を取得
	② BIM アプリケーション(Autodesk Revit)に 3D デジタルマップを読み込む  ※ 先に取得した北側マンホールの中点の座標を BIM モデル側に設定



<p>1.2 3D デジタルマップと BIM モデルデータの統合</p>	<p>③ 仲通りビル、丸の内二丁目ビルを 3D デジタルマップに位置合わせ</p>  <p>④ 仮想 LiDAR データ取得ソフトウェアと位置合わせするための基準となる 3 点の座標を取得</p>  <p>※ X, Y だけでなく高さ (Z) もそれぞれ取得</p>
<p>1.3 受け渡し用データの作成</p>	<p>⑤ 3D デジタルマップと BIM モデルデータの統合完了</p>  <p>※ データの受け渡しのために建物全体では、データ量 (ポリゴン数) が膨大になるため今回検証対象範囲の 1 階部分のみとした</p>
<p>1.3 受け渡し用データの作成</p>	<p>⑥ 仮想 LiDAR データ取得ソフトウェアで読み込むために FBX 形式で書き出し</p>

2. 仮想モデルデータから点群データを生成	2.1 仮想モデルデータからLiDARデータを取得・点群化	<p>①仮想 LiDAR データ取得ソフトウェアにてモデルデータ入力</p> <p>②仮想 LiDAR データ取得ソフトウェアにて LiDAR データ取得</p> <p>③MAPIVEngine(※1)を用いて LiDAR データを点群化</p> <p>上記①～③の手法にて点群生成を行う。</p> <p>※1：MAPIVEngine：SLAM を用いて LiDAR データから点群を生成するソフトウェア</p>
	2.2 点群データの座標変換	<p>アイサンテクノロジー社製「WingEarth(※2)」にて任意座標系での点群データを平面直角座標系に変換を行う。</p> <p>建物（モデルデータ）の角の座標値を3点用いて点群データを平面直角座標系に変換する。</p> <p>※2 WingEarth：i-construction 対応 測量・土木向け3次元点群編集ソフトウェア</p>
3. 高精度地図の生成	3.1 自動運転用高精度3次元地図の素図を作成	<p>&lt;高精度地図作成手法&gt;</p> <p>①アイサンテクノロジー社製「3DWING(※3)」にて自動運転用高精度3次元地図の素図(※4)を作成する</p> <p>※3 3DWING：自動運転用高精度3次元地図データ作成ソフトウェア</p> <p>※4 素図：走行エリア、停止線のデジタルマップ</p>
	3.2 素図を自動運転用高精度3次元地図に変換	<p>3.1にて作成した素図を自動運転用高精度3次元地図(※5)に変換する</p> <p>※5 自動運転用高精度3次元地図：3.1にて作成した素図に自動運転にて必要となる情報を付与及び自動運転用にフォーマット変換したもの</p>
4. 自動走行シミュレーション	4.1 自動運転用高精度3次元地図とモデルデータから作成した点群データの読み込み	<p>モデルデータから作成した点群と自動運転用高精度3次元地図を用いてシミュレーター内で自動走行を行う。</p>
	4.2 シミュレーター内にて走行の可否を検証	<p>シミュレーターは自己位置及び経路計画シミュレーターするものを利用し机上検証を行う。</p>

（2） 実空間でのロボット走行による実点群と仮想空間で取得した点群での比較走行

机上の走行シミュレーションと実空間では地面の凹凸など分かりやすく差があるため、実走行チューニング箇所判定のための検証項目／机上の走行シミュレーションでは抽出し切れない項目を下記に示す。

表2 (2)検証項目

検証項目		検証方法
自己位置評価	実測の点群データを用いた自己位置検証	実車にて NDT マッチングが外れる箇所があるか確認
		現地地物との位置関係を確認 (再現性。クリアランス。安全性)
	モデルデータから生成した点群を用いた自己位置検証	実車にて NDT マッチングが外れる箇所があるか確認
		現地地物との位置関係を確認 (再現性。クリアランス。安全性)

(3) 飲食配送実施に伴うロボット配送の社会受容性

人手によるデリバリーとロボットによるデリバリーで待ち時間や無機質性の体験・体感をアンケートにより取得する。店舗オペレーションやロボット配送との連動性に一定の人的リソースを用いるため、配送運用上の懸念は小さいものの、自動化を目指す視点では運用時に発生した課題やアンケートの回答からサービス性向上の意見が多いと想定される。

●アンケート項目

ロボット配送実証について、実証体験者及びロボット走行を目にされた丸の内仲通りアーバンテラスを通行される方に、それぞれアンケートを実施した。回答数 体験者：45人、体験者を含む回答全数：59

 <b>ロボット配送実証アンケート</b>	
基本情報について	
大丸有エリアとの関係について教えてください	複数回答可 <input type="checkbox"/> 大手町地区で働いている <input type="checkbox"/> 丸の内地区で働いている <input type="checkbox"/> 有楽町地区で働いている <input type="checkbox"/> 公用で来街している <input type="checkbox"/> 私用で来街している <input type="checkbox"/> 日常的な来街をしていない
来街の頻度について教えてください。 <b>必須</b>	<input type="radio"/> 週に一回以上 <input type="radio"/> 月に一回以上 <input type="radio"/> 年に一回以上 <input type="radio"/> 初めて
「私用で来街している」と答えた方にお聞きます。来街の目的を教えてください。	複数回答可 <input type="checkbox"/> 食事 <input type="checkbox"/> 買い物 <input type="checkbox"/> 施設利用 <input type="checkbox"/> 運動 <input type="checkbox"/> イベント <input type="checkbox"/> 街歩き <input type="checkbox"/> その他
「私用で来街している」と答えた方にお聞きます。どなたがこの街を訪れましたか。	<input type="radio"/> 一人 <input type="radio"/> 友人 <input type="radio"/> 家族 <input type="radio"/> その他
「職業」についてお聞かせください <b>必須</b>	<input type="radio"/> 会社員 <input type="radio"/> 学生 <input type="radio"/> 専業主婦 <input type="radio"/> その他
「職種」についてお聞かせください	複数回答可 <input type="checkbox"/> 営業 <input type="checkbox"/> 事務 <input type="checkbox"/> 専門職 <input type="checkbox"/> 販売 <input type="checkbox"/> 飲食 <input type="checkbox"/> サービス・警備・清掃 <input type="checkbox"/> 教育 <input type="checkbox"/> 医療 <input type="checkbox"/> ドライバー・配達 <input type="checkbox"/> IT系 <input type="checkbox"/> その他
「職階」についてお聞かせください	<input type="radio"/> 役員 <input type="radio"/> 管理職 <input type="radio"/> 一般社員
「年齢」についてお聞かせください <b>必須</b>	<input type="text" value="---"/>
「性別」についてお聞かせください <b>必須</b>	<input type="radio"/> 男性 <input type="radio"/> 女性 <input type="radio"/> その他 <input type="radio"/> 回答しない

**ロボットによる飲食配送について**

\*実証体験された方のみお答えください

今回のロボット配送実証を何で知りましたか？	<input type="radio"/> 関係者の案内 <input type="radio"/> 大丸有まちづくり協議会HP・丸の内ドットコム・SNSを見て <input type="radio"/> 歩行中に見かけたので参加した <input type="radio"/> アーバンテラス利用中に看板・サインを見て <input type="radio"/> その他
今回のアーバンテラスの利用の目的は何ですか	<input type="radio"/> ランチ <input type="radio"/> 休憩 <input type="radio"/> 歓談 <input type="radio"/> リモートワーク <input type="radio"/> ミーティング
今回のアーバンテラスのご利用人数を教えてください	<input type="text" value="---"/>
注文に関しての満足度を教えてください	<b>注文操作に関して</b> <input type="radio"/> 不満 <input type="radio"/> やや不満 <input type="radio"/> やや満足 <input type="radio"/> 満足
商品に関しての満足度を教えてください	<b>ドリンクに関して</b> <input type="radio"/> 不満 <input type="radio"/> やや不満 <input type="radio"/> やや満足 <input type="radio"/> 満足
商品に関しての満足度を教えてください	<b>個包装軽食に関して</b> <input type="radio"/> 不満 <input type="radio"/> やや不満 <input type="radio"/> やや満足 <input type="radio"/> 満足
配送に関しての満足度を教えてください	<b>待ち時間に関して</b> <input type="radio"/> 不満 <input type="radio"/> やや不満 <input type="radio"/> やや満足 <input type="radio"/> 満足
総合的な満足度を教えてください	<input type="radio"/> 不満 <input type="radio"/> やや不満 <input type="radio"/> やや満足 <input type="radio"/> 満足
どういった点が不満でしたでしょうか	複数回答可 <input type="checkbox"/> 配送できるメニュー(商品)が少ない <input type="checkbox"/> 配送が遅い <input type="checkbox"/> 注文操作がわかりづらい <input type="checkbox"/> 注文登録に手間がかかる <input type="checkbox"/> その他 <input type="checkbox"/> 不満な点はない
「その他」を選んだ方は、どういった点が不満でしたでしょうか	<input type="text"/>
どういった点が満足でしたでしょうか	複数回答可 <input type="checkbox"/> 屋外のフリー席なのに乖離せずご注文できる点 <input type="checkbox"/> 配送できるメニュー(商品)が良い <input type="checkbox"/> ニーズに合っている <input type="checkbox"/> ロボット体験が新しい感じがして楽しい <input type="checkbox"/> その他 <input type="checkbox"/> 満足な点はない
「その他」を選んだ方は、どういった点が満足でしたでしょうか	<input type="text"/>

**アーバンテラスの利用について**

アーバンテラスの利用について ※全員お答えください

丸の内仲通りは、平日11時～15時、土日祝11時～17時で道路を歩行者に開放する「丸の内仲通りアーバンテラス(以下、アーバンテラス)」を実施しております。

実証参加について教えてください <b>必須</b>	<input type="radio"/> 実証に参加した <input type="radio"/> 参加したかったが混んでいた <input type="radio"/> 参加予定はなかった
アーバンテラスのご利用頻度ほどのくらいですか <b>必須</b>	<input type="text" value="---"/>
アーバンテラスを利用される時のシーンは何ですか <b>必須</b>	<input type="radio"/> ランチ <input type="radio"/> 休憩 <input type="radio"/> リモートワーク <input type="radio"/> ミーティング <input type="radio"/> 利用しない
今後、アーバンテラスで配送ロボットを活用したいシーンほどのようなシーンですか <b>必須</b>	<input type="radio"/> ランチ <input type="radio"/> 休憩 <input type="radio"/> 歓談 <input type="radio"/> リモートワーク <input type="radio"/> ミーティング <input type="radio"/> イベント時 <input type="radio"/> その他
「その他」を選んだ方は、どういったシーンで活用したいでしょうか <b>必須</b>	<input type="text"/>
今後、アーバンテラスで配送ロボットが配送できるとして、期待する内容について教えてください。 <b>必須</b>	複数回答可 <input type="checkbox"/> アーバンテラス内の同じブロックのキッチンカー飲食メニュー <input type="checkbox"/> アーバンテラス内の他ブロックを含めたキッチンカー飲食メニュー <input type="checkbox"/> 周辺ビルの店舗(1階路面店舗)からの飲食メニュー <input type="checkbox"/> 周辺ビルの店舗(1階以外)からの飲食メニュー <input type="checkbox"/> 周辺ビルからの物販配送、書類などの郵便(周辺ビル勤務の場合の社内便等) <input type="checkbox"/> その他
「その他」を選んだ方は、どういった点を期待されますか <b>必須</b>	<input type="text"/>
ロボット用途として、配送以外に付加したい機能を教えてください <b>必須</b>	複数回答可 <input type="checkbox"/> 道案内が欲しい <input type="checkbox"/> 周辺イベントを知りたい <input type="checkbox"/> 情報を発信してほしい <input type="checkbox"/> その他
「その他」を選んだ方は、どういった機能を付加したいですか <b>必須</b>	<input type="text"/>

<p>歩行者中心のアーバンテラス内にロボットが共存することについてどのように思いましたか？ <b>必須</b></p>	<p> <input type="radio"/> 気に入らない(問題ない)    <input type="radio"/> 未来的・先進的で好ましい    <input type="radio"/> 楽しい雰囲気となり良い    <input type="radio"/> 利便性が高まる  <input type="radio"/> 空間の景観とロボットが合わない    <input type="radio"/> ぶつかりそうで危険な気がした    <input type="radio"/> その他         </p>
<p>「その他」を選んだ方はご意見をお聞かせください <b>必須</b></p>	<div style="border: 1px solid #ccc; height: 60px;"></div>
<p>屋外でのロボット走行の様子について感想を教えてください <b>必須</b></p>	<p> <input type="radio"/> スムーズに走行している    <input type="radio"/> 段差が不安定    <input type="radio"/> 傾斜が不安定    <input type="radio"/> 停車が不安定    <input type="radio"/> その他         </p>
<p>「その他」を選んだ方は、ご意見をお聞かせください <b>必須</b></p>	<div style="border: 1px solid #ccc; height: 60px;"></div>
<p>今後も、仲通りの空間活用の向上のため、ロボットを活用した様々な実証・実装が行われることを期待しますか？ <b>必須</b></p>	<p> <input type="radio"/> はい    <input type="radio"/> いいえ    <input type="radio"/> どちらでもない         </p>
<p>上記の理由をお聞かせください <b>必須</b></p>	<p><b>【記載例】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ロボットによる歩行者と共存した空間が日常的になる未来は来ると思う</li> <li>・仲通りでロボットを中心としたイベントがあったら立ち寄ってみたい</li> <li>・大丸有エリアでの活動(勤務や観光)にロボットが貢献する未来が来ると思う</li> <li>・災害など有事の際に、ロボットが監視／警備／避難所誘導してくれる未来が来ると思う</li> </ul> <div style="border: 1px solid #ccc; height: 60px;"></div>

《自動運転モビリティ走行実証実験》

■ 実験で実証したい仮説

① 歩車混在の社会受容性

交通安全の観点から現行の道路交通法においては、歩車分離が原則である。一方、技術の向上や車体の改善に伴い、安全性を十分に確保した上で、歩行者と親近性の高めたモビリティも誕生してきており、それらが一般に受け入れられながら社会にインストールされていく姿が望ましい。本実証では、自動運転モビリティが歩行者と道路空間を共有し走行することに対して、周囲の受容性があるのかを検証し、今後の普及に向けた視座を得ることを目的とする。

② エリア内の移動手段としての需要

多様なモビリティを組み合わせたネットワーク形成目指すに当たり、各モビリティに求められるニーズを適切に把握することは重要である。自動運転モビリティの位置づけとしては、エリア内の徒歩移動をサポートし、回遊性を高める手段としての利用を想定している。昨年度よりも延伸した走行区間において、就業者の移動や来街者の回遊性向上に寄与する移動手段としてのニーズを把握する。また、持続可能な移動手段として普及させるために利用料金の想定についても本実証にて調査する。

③ 周辺サービスとの連携について

本実証にて走行する自動運転モビリティに限らず、他のモビリティの利用や、移動の目的であるエリアサービスの利用までを一貫して提供するために、利用者にとってどのような情報に需要があるのかを検証する。

■ 実験内容・方法

下記の期間、区間において歩車混在の道路空間において、自動運転モビリティをスイッチバックで往復走行させ、試乗者や周辺の通行人等に対しアンケート調査を行い、効果検証を行った。

実施期間：2022年2月18日（金）～2月22日（火） ※平日：11時～15時、土日：11時～17時

運行本数：平日13便、土日20便

丸ビル/郵船ビル前バス停			丸の内パークビル/明治安田生命ビル前バス停			新国際ビル/国際ビル前バス停		
時間	平日	休日	時間	平日	休日	時間	平日	休日
11	15 45	15 45	11	20 40 50	20 40 50	11	30	30
12	20	20	12	10 30 50	10 30 50	12	0 40	0 40
13	10 40	10 40	13	15 35 45	15 35 45	13	25 55	25 55
14	10 40	10 40	14	5 15 35 45*	5 15 35 45	14	25	25 55
15		20 50	15		5 25 45 55	15		35
16		20	16		15 25 45*	16		5 35

図14 運行スケジュール





■ 実験車両

車両： NAVYA ARMA （以下、ARMA という） 製造： NAVYA（仏）

自動車登録番号： 柏 230 さ 30



図 1 7 車両情報



## ■ 実施に向けた警察協議と安全対策

今年度の実証実験については、昨年度同様に警察庁の定める「自動運転の公道実証実験に係る道路使用許可基準」に則り道路使用許可を取得した。その中において、一部道路交通法上の規定に反する箇所（歩車混在道路空間での走行、一方通行道路の逆走、逆走時の通行帯右側走行）を解釈として含む判断に至った。

継続して自動運転バスの実証実験を行うとともに、警視庁を交えて安全対策に関する協議を重ねた結果、無信号交差点の交通処理については、昨年度の3名体制から2名+指揮官1名の体制に少人数化を図り、下記配置で実証を行った。



図18 無信号交差点処理

無信号交差点処理での安全対策が評価された事により、信号機付きの交差点を走行路の一部とすることが許可され、歩行者専用となる全区間を走行ルートとした運行を実現。当該部分の通行時は下記交通誘導體制にて走行した。



図19 信号機付き交差点における交通誘導

■ 無信号交差点における交通処理方法の検討

安全対策については前述の通りであるが、無信号交差点における機械的な交通処理方法の検討、警備体制の簡素化に向けて、AIカメラを用いた交通流分析を実施した。分析の対象地は下図に示す、丸の内通りと丸の内2ndストリートの交差点とした。

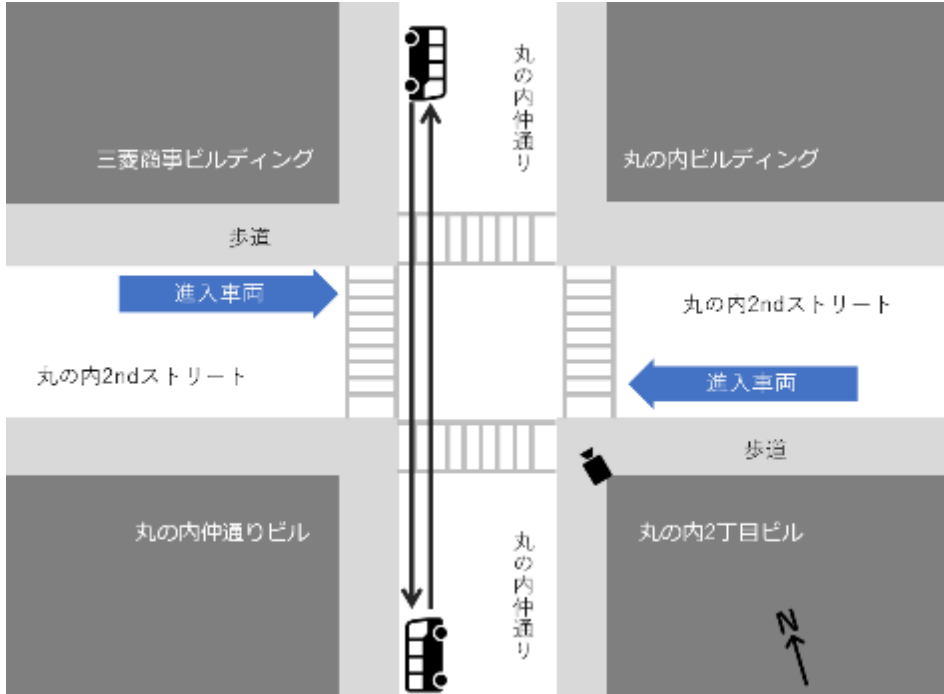


図 2 0 交通流分析対象箇所

カメラは下図に示す二丁目ビル北西角の既設のポール付近に設置した。カメラは、3mの高さから撮影するため、測量用スタッフの先端に3台固定した。また、風などで倒れないように、カメラを固定した測量用スタッフは、機材を搭載したキャリーに固定し、必要に応じて作業員が保持した状態で計測を行った。



図 2 1 カメラ設置状況

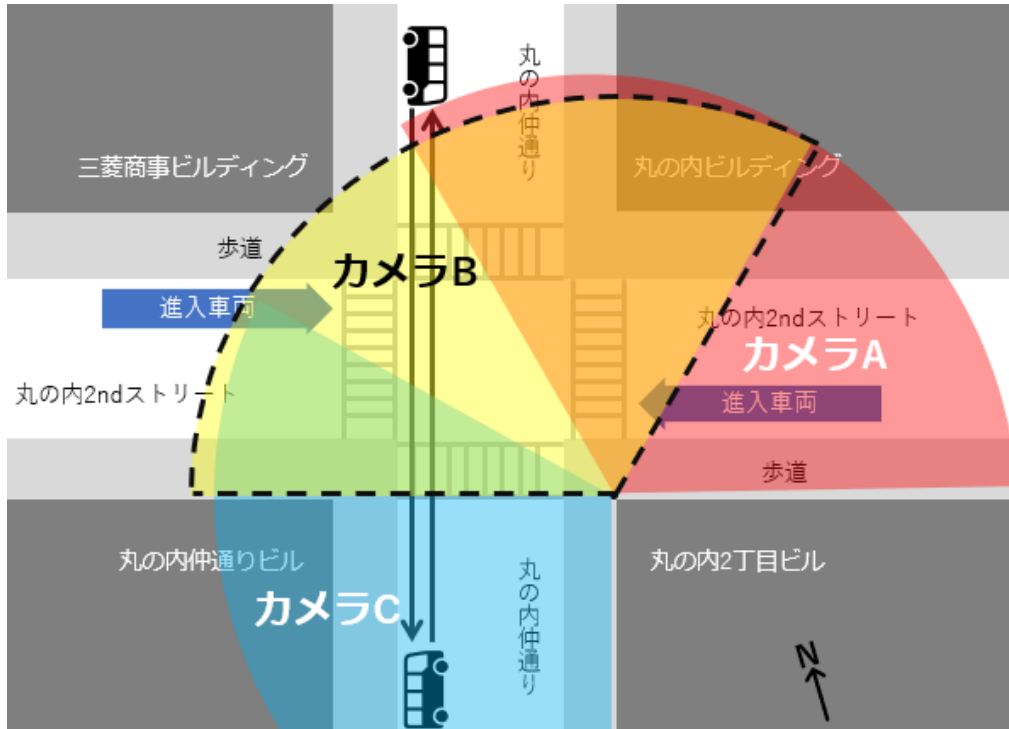


図 2 2 カメラ面角

計測中は個人情報取得に関連して、告知物を掲出した。告知については、調査実施2日前より実施主体の協議会（一般社団法人大手町・丸の内・有楽町地区まちづくり協議会）、委託先のウェブサイトに掲出した。本実証にて取得した動画については、分析後に削除している。

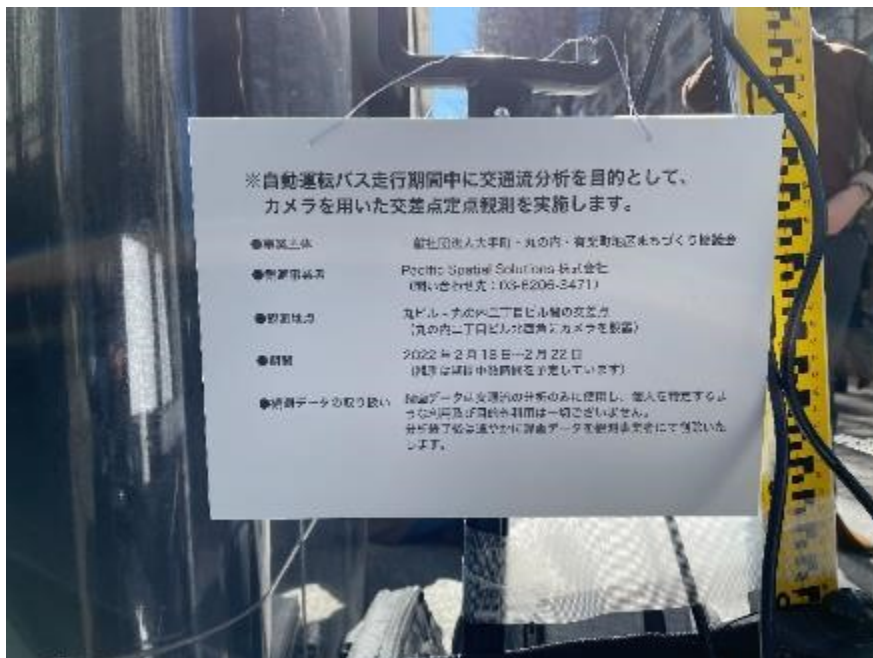


図 2 3 告知物の掲出状況

■ 仮説の検証に向けた調査方法

アンケート調査を実施し、下記回答数を得た。

- ・回答数 試乗者：134人、周辺の通行人等：333人

また、アンケート項目は下記の通り。

■ 自動運転試乗者用アンケート	
基本情報について	
回答者様の大丸有エリアとの関係について教えてください。 <b>必須</b>	<input type="radio"/> 大手町地区で働いている <input type="radio"/> 丸の内地区で働いている <input type="radio"/> 有楽町地区で働いている <input type="radio"/> 公用で来街している <input type="radio"/> 私用で来街している <input type="radio"/> 日常的な来街はしていない
「私用で来街している」と答えた方にお聞きします。来街の目的を教えてください。 <b>必須</b>	<input type="radio"/> 食事 <input type="radio"/> 買い物 <input type="radio"/> 施設利用 <input type="radio"/> 運動 <input type="radio"/> イベント <input type="radio"/> 街歩き <input type="radio"/> その他
「私用で来街している」と回答されたかたにお聞きします。どなたとこの街をおとずれましたか。 <b>必須</b>	<input type="radio"/> 一人 <input type="radio"/> 友人 <input type="radio"/> 家族 <input type="radio"/> その他
「職業」についてお聞かせください。 <b>必須</b>	<input type="radio"/> 会社員 <input type="radio"/> 学生 <input type="radio"/> 専業主婦 <input type="radio"/> その他
「職種」についてお聞かせください。 <b>必須</b>	<input type="radio"/> 営業 <input type="radio"/> 事務 <input type="radio"/> 専門職 <input type="radio"/> 販売 <input type="radio"/> 飲食 <input type="radio"/> サービス・警備・清掃 <input type="radio"/> 教育 <input type="radio"/> 医療 <input type="radio"/> ドライバー・配達 <input type="radio"/> IT <input type="radio"/> その他
「職階」についてお聞かせください。 <b>必須</b>	<input type="radio"/> 役員 <input type="radio"/> 管理職 <input type="radio"/> 一般社員
「年齢」についてお聞かせください。 <b>必須</b>	<input type="text" value="--"/>
「性別」についてお聞かせください。 <b>必須</b>	<input type="radio"/> 男性 <input type="radio"/> 女性 <input type="radio"/> その他 <input type="radio"/> 回答しない

自動運転バス実証実験について

<p>大丸有エリア内の移動において、自動運転バスがあれば移動手段として利用されますか？ <b>必須</b></p>	<p><input type="radio"/> はい <input type="radio"/> いいえ</p>
<p>「はい」と回答された方にお聞きします。具体的な利用シーンほどのような場面を想定されますか？</p>	<p>複数回答可  <input type="checkbox"/> 買い物、飲食時 <input type="checkbox"/> 仕事でエリア内を移動する時 <input type="checkbox"/> 外を歩く日は天候が望ましくない時 <input type="checkbox"/> その他</p>
<p>「いいえ」と回答された方にお聞きします。自動運転バスを利用しない理由をお聞かせください。</p>	<p><input type="radio"/> 速度が遅く、移動手段として適さないから <input type="radio"/> 走行ルートが短く、自身の移動経路とは重複しないから  <input type="radio"/> その他</p>
<p>実証を体験し、低速度のモビリティと歩行者が同じ道路空間上で安全に溶存することは可能だと思えましたか？ <b>必須</b></p>	<div data-bbox="491 622 1023 853" data-label="Image"> </div> <p><input type="radio"/> 思った <input type="radio"/> 思わなかった</p>
<p>「思わない」と回答された方にお聞きします。その理由を教えてください</p>	<p><input type="radio"/> 歩行者接近の都度停車し、モビリティの移動性が低下するため <input type="radio"/> 心理的に歩行者と車両の接近に対する警戒心がぬぐえないため <input type="radio"/> その他</p>
<p>バス停間の距離は適切でしたか <b>必須</b></p>	<p><input type="radio"/> 適切 <input type="radio"/> 狭い <input type="radio"/> 長い</p>
<p>大丸有地区リアルタイム回遊マップ『Oh MY Map!』はダウンロードしていますか？ <b>必須</b></p>	<p><input type="radio"/> ダウンロードしている <input type="radio"/> ダウンロードしてはいない <input type="radio"/> 一度ダウンロードしたが削除した</p>
<p>乗車前の工程として、どの程度であれば手間に感じないでしょうか？ <b>必須</b></p>	<p><input type="radio"/> 交通ICカードで乗車・自由乗降 <input type="radio"/> 事前予約制でも乗車する <input type="radio"/> 専用アプリを乗車時に掲示</p>
<p>乗車料金が発生する場合、適切な価格設定はいくらでしょうか？ <b>必須</b></p>	<p><input type="radio"/> 一回100～200円 <input type="radio"/> 月1000円(回数制限なし) <input type="radio"/> 料金がかかるなら乗らない</p>



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9）

自動運転バスの走り方について、試乗前までのような印象を持っていましたか？ <b>必須</b>	<input type="radio"/> 安心 <input type="radio"/> 少し安心 <input type="radio"/> 少し不安 <input type="radio"/> 不安
自動運転バスの走り方について、実際に試乗してみて、印象はどのように変わりましたか？ <b>必須</b>	<input type="radio"/> 安心 <input type="radio"/> 少し安心 <input type="radio"/> 少し不安 <input type="radio"/> 不安
自動運転バスでの止まり方について、試乗前までのような印象を持っていましたか？ <b>必須</b>	<input type="radio"/> 安心 <input type="radio"/> 少し安心 <input type="radio"/> 少し不安 <input type="radio"/> 不安
自動運転バスでの止まり方について、実際に試乗してみて、印象はどのように変わりましたか？ <b>必須</b>	<input type="radio"/> 安心 <input type="radio"/> 少し安心 <input type="radio"/> 少し不安 <input type="radio"/> 不安
自動運転バスの良かった点はありますか？	複数回答可 <input type="checkbox"/> 信号を検知して正確に止まった <input type="checkbox"/> バス停に正確に止まった <input type="checkbox"/> 走行がスムーズだった <input type="checkbox"/> 車内が広かった <input type="checkbox"/> 路上駐車車を回避した <input type="checkbox"/> 乗り心地が良かった <input type="checkbox"/> その他
「その他」を選ばれた方は、自動運転バスの良かった点をご記入ください。	<div style="border: 1px solid black; height: 50px; width: 100%;"></div>
今回の自動運転バスを、実際に生活で使ってみたいと思いませんか？ <b>必須</b>	<input type="radio"/> 使ってみたい <input type="radio"/> いずれ使ってみたい <input type="radio"/> まだ不安が残る <input type="radio"/> 使ってみたくない
「まだ不安が残る」「使いたくない」と答えた理由は？	<input type="radio"/> 車内トラブルがあったら不安 <input type="radio"/> 乗り方に不安がある <input type="radio"/> 事故があったら不安 <input type="radio"/> なんとなく <input type="radio"/> その他
「その他」と回答された方は理由をお聞かせください	<div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>
今回の実証実験の満足度をお聞かせください <b>必須</b>	<input type="radio"/> 満足 <input type="radio"/> やや満足 <input type="radio"/> やや不満足 <input type="radio"/> 不満足



<div style="background-color: #cccccc; padding: 2px;"> <span style="font-size: 1.2em;">■</span> 自動運転通行人用アンケート                 </div>	
基本情報について	
回答者様の大丸有エリアとの関係について教えてください。 <span style="color: red; font-weight: bold;">必須</span>	<input type="radio"/> 大手町地区で働いている <input type="radio"/> 丸の内地区で働いている <input type="radio"/> 有楽町地区で働いている <input type="radio"/> 公用で来街している <input type="radio"/> 私用で来街している <input type="radio"/> 日常的な来街していない
「私用で来街している」と回答された方にお聞きします。来街の目的を教えてください。 <span style="color: red; font-weight: bold;">必須</span>	<input type="radio"/> 食事 <input type="radio"/> 買い物 <input type="radio"/> 施設利用 <input type="radio"/> 運動 <input type="radio"/> イベント <input type="radio"/> 街歩き <input type="radio"/> その他
「私用で来街している」と回答された方にお聞きします。どなたとこの御に訪れましたか。 <span style="color: red; font-weight: bold;">必須</span>	<input type="radio"/> 一人 <input type="radio"/> 友人 <input type="radio"/> 家族 <input type="radio"/> その他
「職業」についてお聞かせください。 <span style="color: red; font-weight: bold;">必須</span>	<input type="radio"/> 会社員 <input type="radio"/> 学生 <input type="radio"/> 専業主婦 <input type="radio"/> その他
「職種」についてお聞かせください。 <span style="color: red; font-weight: bold;">必須</span>	<input type="radio"/> 営業 <input type="radio"/> 事務 <input type="radio"/> 専門職 <input type="radio"/> 販売 <input type="radio"/> 飲食 <input type="radio"/> サービス・警備・清掃 <input type="radio"/> 教育 <input type="radio"/> 医療 <input type="radio"/> ドライバー・配達 <input type="radio"/> IT <input type="radio"/> その他
「職階」についてお聞かせください。 <span style="color: red; font-weight: bold;">必須</span>	<input type="radio"/> 役員 <input type="radio"/> 管理職 <input type="radio"/> 一般社員
「年齢」についてお聞かせください。 <span style="color: red; font-weight: bold;">必須</span>	<input type="text" value="--"/>
「性別」についてお聞かせください。 <span style="color: red; font-weight: bold;">必須</span>	<input type="radio"/> 男性 <input type="radio"/> 女性 <input type="radio"/> その他 <input type="radio"/> 回答しない

自動運転バスについて	
丸の内仲通りアーバンテラス（歩行者専用時間帯のテラス席）のご利用頻度を教えてください。※テラス席に座る、キッチンカーで購入する等 <b>必須</b>	<input type="radio"/> 大変よく利用する（週3回以上） <input type="radio"/> よく利用する（週1回以上） <input type="radio"/> 時々利用する（月2回程度） <input type="radio"/> 利用したことはある <input type="radio"/> 利用したことはない
通常の丸の内アーバンテラスに比べ、低速の自動運転モビリティが走行することは、ご利用の妨げになるでしょうか？ <b>必須</b>	<input type="radio"/> 全く妨げにならない <input type="radio"/> 問題なく共存できていると思う <input type="radio"/> 問題はないが走行は気にしてしまう <input type="radio"/> 特に気にしてなかった
走行シーンをご覧になって、低速のモビリティと歩行者が同じ道路空間上で安全に共存することは可能だと思いますか？ <b>必須</b>	 <input type="radio"/> 思った <input type="radio"/> 思わなかった
モビリティと歩行者の共存に向けて、モビリティへの親近性を高める工夫として、どのようなものが効果的だとお考えですか？	複数回答可 <input type="checkbox"/> 走行ルートの明示 <input type="checkbox"/> 走行速度の低速化 <input type="checkbox"/> 車体サイズの縮小化 <input type="checkbox"/> 接近音の改善 <input type="checkbox"/> 車体ラッピングの変更（擬人化など） <input type="checkbox"/> その他
歩行者と共存可能なモビリティの速度はどの程度だと思いますか？	<input type="radio"/> 4km/h（歩行速度・電動車いす） <input type="radio"/> 6km/h（早歩き） <input type="radio"/> 10km/h（ジョギング） <input type="radio"/> ～20km/h（自転車） <input type="radio"/> 20km/h以上（自動車）
大丸有エリア内の移動において、自動運転バスがあれば移動手段として利用されますか？ <b>必須</b>	<input type="radio"/> はい <input type="radio"/> いいえ
「はい」と回答された方にお聞きします。具体的な利用シーンほどのような場面を想定されますか？	複数回答可 <input type="checkbox"/> 買い物、飲食時 <input type="checkbox"/> 仕事でエリア内を移動する時 <input type="checkbox"/> 外を歩く日は天候が望ましくない時 <input type="checkbox"/> その他
「いいえ」と回答された方にお聞きします。自動運転バスを利用しない理由をお聞かせください。	複数回答可 <input type="checkbox"/> 速度が遅く、移動手段として適さないから <input type="checkbox"/> 走行ルートが短く、自身の移動経路とは重複しないから

### ■ MaaSアプリによるクーポン連携

当地区内の施設やイベント情報、交通の運行情報やシェアリングサービスの空き情報などをリアルタイムで提供するアプリ「大手町・丸の内・有楽町地区リアルタイム回遊マップ『Oh MY Map!』」を活用し、自動運転モビリティが走行する沿道店舗とのクーポン連携を実施した。

『Oh MY Map!』をスマートフォン端末にダウンロードし、位置情報取得、プッシュ通知許可をしている方を対象に、バス停半径100m以内への進入を起因とした通知を發出し、クーポン情報を送った。

**自動運転バスの試乗体験をされた方へ  
ドリンククーポンをプレゼント!!**

**ご利用方法**

Oh MY Map!アプリをダウンロードして、自動運転バスの試乗体験で通知を受け取ると連携店舗で使用できるカフェドリンククーポンをプレゼント!

- 1 Oh MY Map!アプリをダウンロードして自動運転バス試乗体験に参加
- 2 Oh MY Map!アプリにてバス停付近で通知を受け取る
- 3 通知から開いたwebページと試乗チケットを店舗にて提示
- 4 カフェドリンクをGET

Oh MY Map!  
ダウンロードはこちら

- \*ご利用にはPeatixの試乗体験予約ページが必要です。
- \*店舗スタッフの指示で利用ボタンをタップして下さい。
- \*クーポン受け取り当日限り有効です。
- \*お1人様1回まで。同伴の方への適用は出来ません。
- \*税込500円以下までのカフェドリンクと交換可能です。アルコール類への適用不可。
- \*税込500円未満の会計時もお釣りは出ません。

**実施期間**

Marunouchi **Happ.**  
Stand & Gallery

micro **FOOD&IDEA MARKET**

2022年2月18日（金）～2月22日（火）      2022年2月19日（土）～2月22日（火）

図24 クーポンチラシ

## 第5章 実験実施結果

### 《ロボット走行環境形成実証実験》

#### ■ 実験結果

仮想モデルデータから点群データを生成し、実測の点群データと相対精度5mm程度の結果が得られた。その後、自動走行シミュレーターによって事前検証を行い、実走行においても走行可能なことが検証できた。

#### (1) ロボットメーカーフリーな3Dデータによる机上での走行環境構築

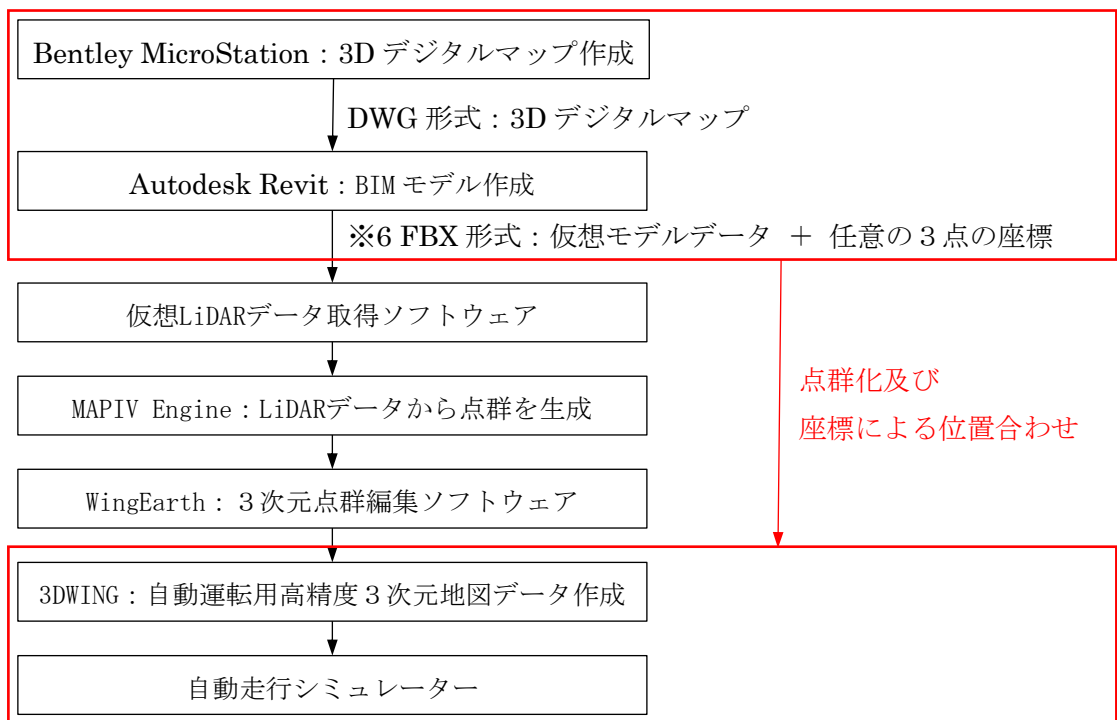


図25 詳細作業工程

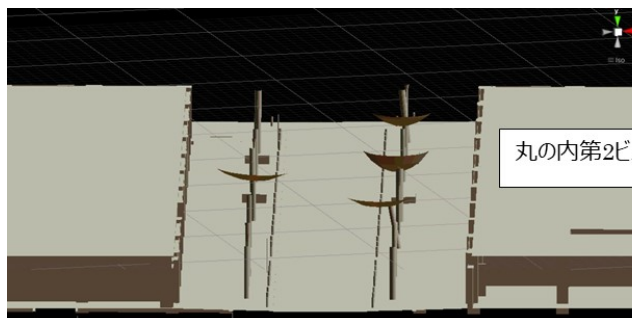
表3 検証結果

検証結果		
1. 1. 仮想モデルデータの作成	1. 13D デジタルマップの取り込み 1. 23D デジタルマップと BIM モデルデータの統合 1. 3 受け渡し用データの作成	今回、異なるアプリケーションでのデータ連携を行うために 3D（ジオメトリ）を含んだファイル形式を用いたがデータの欠落、精度の低下を起こすことなく、正しく連携ができた。また、世界測地系の座標を用いて位置情報も連携した。しかし、一部で仮想 LiDAR データ取得ソフトウェアが読み込める FBX 形式では世界測地系の座標が指定できないために、仮想モデル受け渡し時（※6）には、位置合わせを行うための任意の 3 点の座標をファイルとは別の情報として受け渡し、生成した点群の座標変換を行う必要があった。

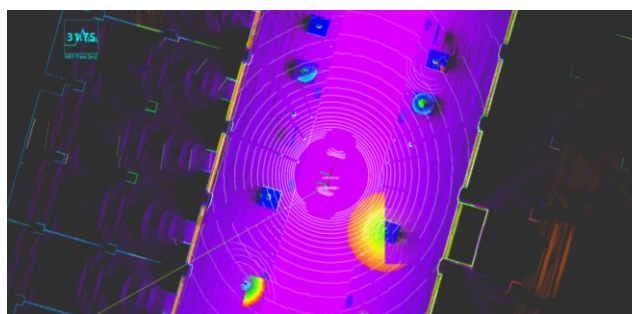
2. 仮想モデルデータから点群データを生成  
点群 座標変換

2.1 仮想モデルデータから  
LiDAR データを  
取得・点群化

①仮想 Lidar データ取得ソフトウェアにてモデルデータ入力  
(FBX 形式)

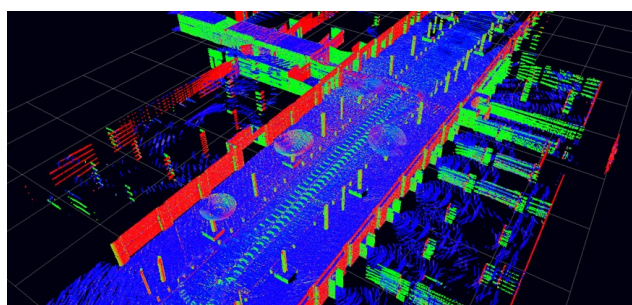


②仮想 Lidar データ取得ソフトウェアにて Lidar データ取得

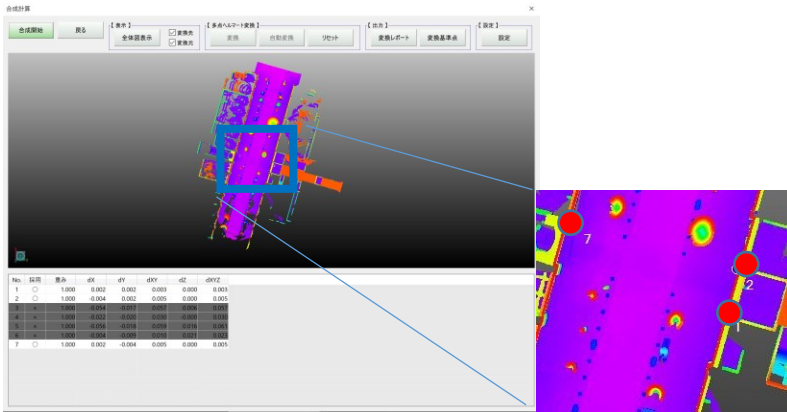
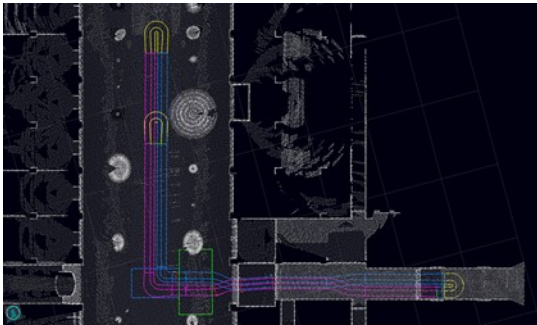
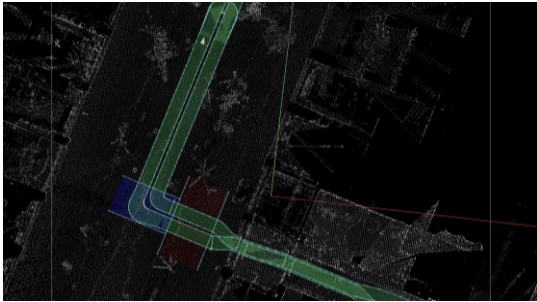


シミュレーター内で仮想車両を走行させ、Lidar データの取得を行った。

③MAPIV Engine を用いて Lidar データを点群化  
SLAM 技術を用いて取得した Lidar データの点群生成を行った。



上記の通り、モデルデータから点群生成することは可能であった。

	<p>2.2 点群データの座標変換</p>	<p>アイサンテクノロジー社製「WingEarth」にて実施した。</p>  <p>建物（モデルデータ）の角の座標値3点(上記図の赤丸箇所)を利用し、点群データを平面直角座標系に変換した。</p>
<p>3. 高精度地図の生成</p>	<p>3.1 自動運転用高精度3次元地図の素図を作成</p>	<p>今回はスケジュールの都合上、自動運転用高精度地図は実測した点群データから作成を行った。（実測での点群データとモデルデータからの点群データは同じ平面直角座標系のため問題ないと判断）</p> <p>アイサンテクノロジー社製「3DWING(※4)」にて自動運転用高精度3次元地図の素図を作成</p> 
	<p>3.2 素図を自動運転用高精度3次元地図に変換</p>	<p>3.1にて作成した素図を自動運転用高精度地図に変換</p>  <p>※自動運転用高精度3次元地図：3.1にて作成した素図に自動運転にて必要となる情報を付与及び自動運転用にフォーマット変換したもの</p>



<p>4. 自動走行シミュレーション</p>	<p>4.1 自動運転用高精度3次元地図とモデルデータから作成した点群データの読み込み</p> <p>4.2 シミュレーター内にて走行の可否を検証</p> <p>モデルデータから作成した点群と高精度地図を用いてシミュレーター内で自動走行を行った。シミュレーターは自己位置及び経路計画シミュレーターするものを利用した。</p> <p>① 自己位置検証</p>  <p>経路を外れることなく、自動走行が可能であった。</p> <p>② 自動走行車両の挙動検証</p>  <p>停止線で車両が停止すること及び旋回が可能であることを確認した。上記の通り、モデルデータから作成した点群データを用いて自動走行を行うことが可能であった。</p>
------------------------	--

(2) 実空間でのロボット走行による実点群と仮想空間で取得した点群での比較走行

実点群、仮想点群どちらの点群データを用いてもロボットの自己位置推定が外れることなく自動走行が可能であった。またテーブル1か所にて正着性の検証を実施した。



図 2 6 実点群での走行



図 2 7 仮想点群での走行

- 正着性検証

テーブル 1 箇所にて実点群でロボットが停止する位置と仮想点群でロボットが停止する位置検証を行った。実点群にて静止した位置を基準とし、この基準点からの差異を算出した。結果を下記に示す。



図 2 8 正着性検証風景



表4 正着性検証結果（単位 cm）

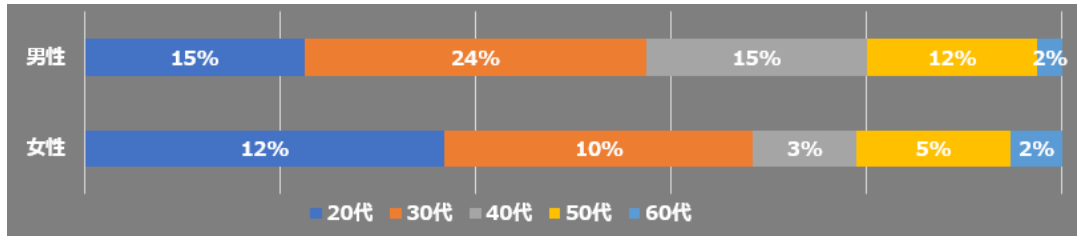
		1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均	最大	最小
実点群	進行方向	0.0	4.8	5.0	2.4	3.2	3.1	5.0	0.0
	横断方向	1.0	1.2	1.3	1.0	1.0	1.1	1.3	1.0
仮想点群	進行方向	4.0	1.0	4.0	5.2	2.5	3.3	5.2	1.0
	横断方向	1.0	3.3	0.8	1.5	1.0	1.5	3.3	0.8

上記表4の平均、最大、最小が示す通り実点群と仮想点群との正着性誤差はほとんど見受けられないことが分かった。

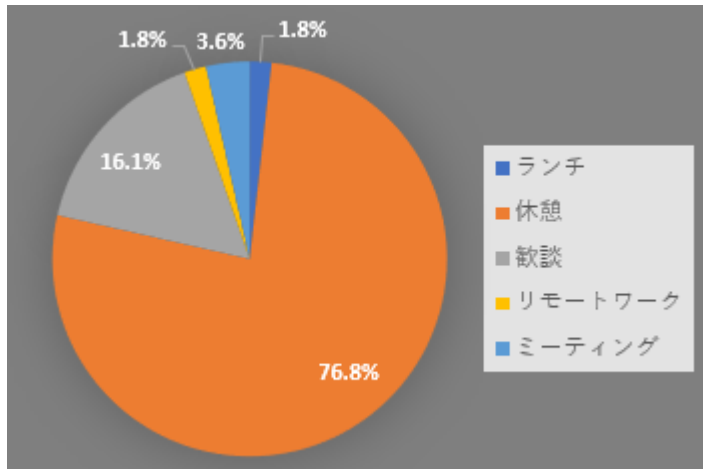
(3) 飲食配送実施に伴うロボット配送の社会受容性

主要アンケート結果（回答者N数=59）

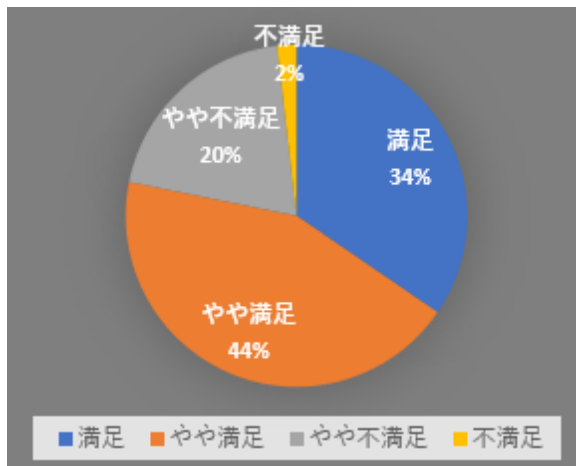
【回答者属性】 ※会社員が95%



【丸の内仲通り利用シーン】



【満足度】



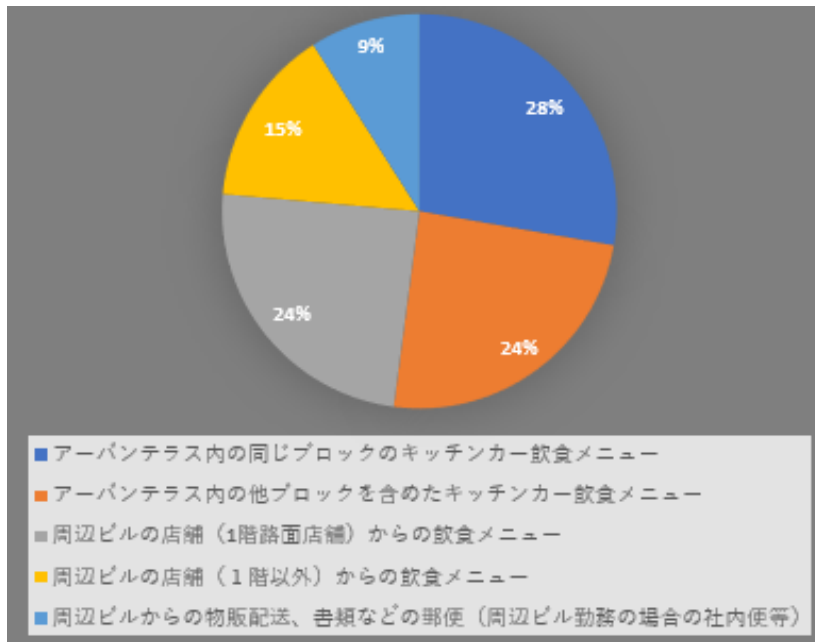
■ 主な満足理由

- ・ 零れない／衛生配慮でラップを掛けて頂けた事
- ・ 店外で仕事しながらドリンクを運んでもらえる事

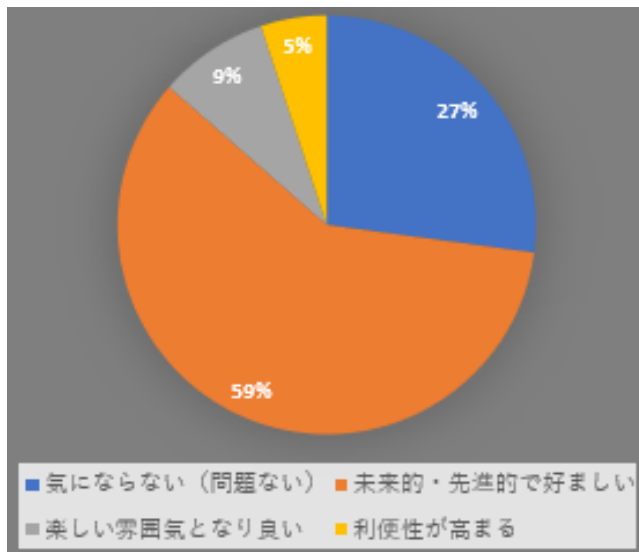
■ 主な不満足理由

- ・ 注文操作が分かりにくい上、待ち時間が長く寒かった事
- ・ ロボット誘導員がいて自動配送感が無かった事

【今後、丸の内アーバンテラスでのロボット配送に期待する内容】



【歩行者中心の丸の内仲通りにロボットが共存する事への感想】



■総括

注文操作や配送に関する待ち時間等での課題はあるものの、「今後も、仲通りの空間活用の向上のため、ロボットを活用した様々な実証・実装が行われることを期待」される方が100%（全59件）であった。アンケート内の声として、「日常でロボットが活躍するのが身近になる」「屋外の活用の仕方が広がる」「もっと便利になって欲しい」等、ロボットフレンドリーな環境形成を進めることについて、肯定的に受け止めてもらえることが確認できた。

## ■ 分析及び考察

既存の都市や建物に対して実測されたデータをもとにロボットの走行環境を構築するだけでなく、仮想モデルデータによるロボットの走行環境が構築できることが検証されたことは、都市や建物の計画段階や完成前にロボットの走行環境がシミュレーションできることになり、今後、スマートシティのマスタープランの検討への活用、実測の期間や費用の削減、および建物引き渡し後すぐに運用が開始できることが期待される。

### （1） ロボットメーカーフリーな3Dデータによる机上での走行環境構築

#### ● 仮想モデルデータを生成するためのデータ連携

東京都から提供された3Dデジタルマップは、現地でレーザー測量されたデータからモデル化されており、精度の良いものではあるが、レーザー測量の特性上、公道と建物の凹凸部分の境界にはレーザーが届きにくいためその部分のモデル精度があまく、3DデジタルマップとBIMモデルデータの境界（取り合い部分）にはわずかな空白部分ができる箇所が複数存在したが、今回の検証には影響がないと判断した。

今回の検証では、データ連携時にFBX形式のファイルを利用せざるを得なかったために位置関係を調整する必要があったが、今後は位置関係を保持できるデータ形式を用いた連携が望まれる。

また、今回の仮想モデルでは、3D(ジオメトリ)データでの受け渡しに限定されたが、専用レーン、スロープや段差などの高低差の情報がBIMモデルデータから受け渡せるようになることで、自動運転用高精度3次元地図で考慮すべき走行可能な範囲の自動走行ルートを生成することが期待できる。

#### ● 仮想モデルと自動運転用高精度地図データ間のトレランス

仮想モデルのBIMモデルデータは設計時のモデルであり、現況のモデルを忠実に再現しているわけではない。そのため、仮想モデルから生成された点群データと実測された点群データとの差異は必ず発生する。今回の検証では、仮想モデルから生成された点群データからでも自己位置推定が可能であり、ロボットの走行が可能ことが実証された。

また今回は、使用するアプリケーションやデータ形式などが限定されているが、今後は水平方向、および高さ方向のトレランスを明確にすることで、ロボットメーカーフリーな3Dデータの範囲を広げることが期待できる。

### （2） 実空間でのロボット走行による実点群と仮想空間で取得した点群での比較走行

5章（2）項で示した通り、仮想点群を用いてロボット走行を行うことは可能である。ただし、実際にロボットを走行させる際のロケーションと仮想点群のロケーションが大幅に異なる場合、ロボット走行は困難になる。したがって仮想点群を生成する元となるモデルデータの鮮度が重要である。

（3） 飲食配送実施に伴うロボット配送の社会受容性

● ロボット運行時の課題

1. システム面における自動運転時の課題

本実証実験において作成されている高精度三次元地図に対し、配送先情報を付与した形でサーバーから配車指示を行う運用としていたが、スタート位置になる丸の内二丁目ビル・三菱ビル内は通信状況が悪く、配車指示が思うように送受信できない場合があった。従って、自動運転システムを活用し、走行をはじめ配車指示や車両管理など行う際には、安定した通信環境の整備が必要である。

2. ハードウェア面における自動運転時の課題

丸の内二丁目ビル・三菱ビル前の歩道から丸の内仲通りへ出る際に存在する段差において、車体が乗上げる負担が発生しており、テスト走行初日の速度調整走行3回目においてケーブルが抜けるハプニングが発生。ケーブル自体は、車体が大きく傾いた際に衝撃通知を受けて警告音を鳴らすものであったため、自動走行事態に影響を及ぼすものではなかったものの、自動運転に影響する機能であった場合に事故トラブルにつながる可能性もあると想定する。従って自動運転ロボットが走行するコース側に対しハードウェアへの衝撃が少なくなる工夫を施す必要がある。

3. 運用面における自動運転時の課題

丸の内二丁目ビル・三菱ビル内及び歩道は実証時間帯、随時歩行者の往来が見られた。今回の実証実験においてはビル利用者の移動を最優先する運用であったため、適宜自動運転ロボを停車させ、付近から一般歩行者がいない状態にて走行することに努めた。しかし将来的に自動運転ロボットを常態化していく上では、自動運転ロボットと歩行者ともに配慮した動線の確保やルール付けを行い、お互いが円滑に走行できる空間づくりが必要である。

● 実証参加者のご意見や運営視点の気付きからの発展と課題

1. 【利用者視点】

注文操作と商品受渡に関して、既存の飲食配送サービスと同品質のユーザ体験を提供していかないと継続的に使われるサービスにならないため、ロボット自体の配送可能性への期待は高いがサービス性の向上（様々な事業者の機能連携によるユーザ体験の向上）を目指す必要がある。

2. 【店舗視点】

非接触による商品提供は昨今のコロナ情勢に適したケースで有意義であるし、店内での配膳ロボットはあっても、屋外に店舗から配送するロボットケースは少ないため技術革新が新たな商品提供形態の検討機会になる。

3. 【エリアマネジメント視点】

安全性のためには仕方がないが、補助者が後ろにいる事がロボット走行の姿として違和感を生む。というご意見があったため、エリア景観とマッチするような空間の改良や改善を道路法／道路交通法準拠の上、計画・実行していく必要がある。



### 《自動運転モビリティ走行実証実験》

#### ■ 実施概要



図 2 9 実証実験の様子

前章に記載した警察協議と安全対策を経て、歩車が混在する道路空間におけるARMAの走行が認められ、上図のようなフードトラック利用者やテラス席の利用者付近をARMAが走行する環境下で実証が実施できた。

停留所は歩道に設け、試乗体験者の乗降を行った。車両交通規制時間が設けられている丸の内仲通りは当該時間帯に歩行者専用道路となるが、走行区間において丸の内仲通りを東西に横断する道路は、一般車両の通過が継続される。ARMAの交差点通過時は横断歩道手前で一時停止し、配置された警備員が交差点を封鎖し、交差点の安全確認した上で発車する対応を実施した。

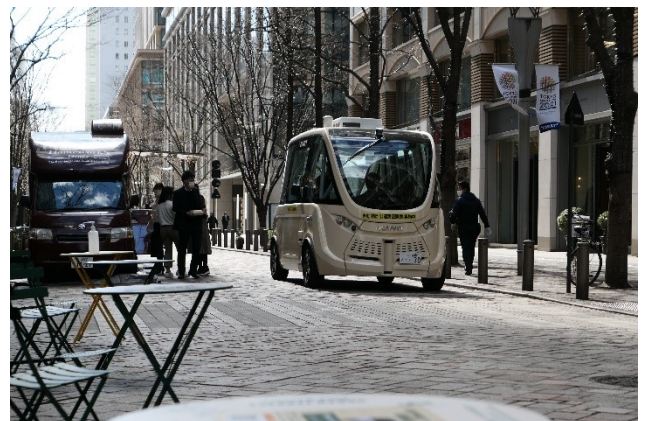


図 3 0 停留所と交差点における交通処理の様子

■ 実験結果

【走行実績】

表5 走行データ

日付	天気	最高気温	便数			試乗者数	走行距離 (km)	平均時速 (km/h)	停車回数	
			予定	実績	完走率				合計	平均
2022/2/18	晴れ	12	13	13	100%	62	7.40	4.80	20	1.54
2022/2/19	曇/雨	9	20	20	100%	92	11.50	4.80	17	0.85
2022/2/20	雨	10	20	20	100%	101	7.90	4.90	7	0.35
2022/2/21	晴れ	9	13	13	100%	62	7.40	4.80	30	2.31
2022/2/22	晴れ	10	13	13	100%	63	5.00	4.90	8	0.62
総計			79	79	100%	380	39.20	4.84	82	1.13
2020年度(7日間走行)			82	81	99%	452	28.35	3.27	43	0.52
差			-3	-2	1%	-72	10.85	1.57	39	0.61

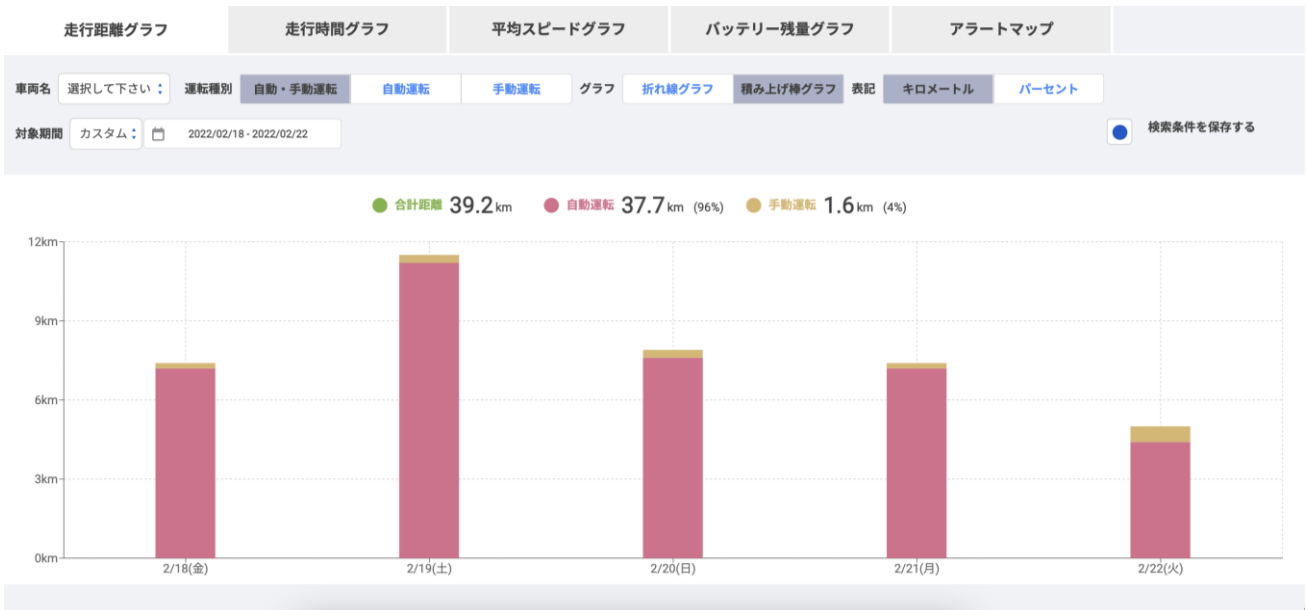


図3 1 期間中の自動運転率（距離ベース）データ





図 3 2 手動介入の発生エリア



図 3 3 障害物検知による減速/停止発生エリア

5日間の実証期間中、2月19日、20日は少量の降雨があったものの走行に影響はなく、欠便は発生せず予定本数の100%を達成した。

昨年度よりも距離を延伸したことで走行距離が増加した一方、便間の時間を効率化した事により、実証期間としては短くなったものの、同等の便数を走行させることが可能となった。

実証期間中は図31の距離別データでもある通り、平均で96%の区間での自動運転で走行しており、他の実証実験と比べても高い数値となった。残りの4%は図32である通り、横断歩道と交差点での手動介入であった。主な理由は歩行者を優先させるための停車であった。

期間を通じて1.13回/便の停車が発生し、昨年度より増加したように見受けられるが、延伸した事により通過する交差点と横断歩道が4箇所が増えた為（昨年度2箇所）、停車回数も52%増した。



車両ごとに検出された位置（交差点中央からの距離）と速度が求められているので、検出された距離に基づいて、交差点に到達する時間を推定し、さらに一時停止（3秒）および検出の遅延（0.8秒）を加味して、自動運転バスが安全に交差点に進入できる時間（※6.25秒）に通知が可能かを検証した。結果は下表の通りである。

※カメラにて分析対象が検出可能な距離が交差点中央から約24mであるとして、停止線までは約13mあるので60km/hで走行の場合は、0.8秒で到達する。これは検出の遅延時間と同じであるので、信号を受け取ったタイミングで自動運転車両は発車している。設定速度である6km/hで走行した場合、横断歩道前から交差点に到達する（10m程度）には6.25秒必要となるため、3秒間の一時停止をしたとしても再度発車しており、リスク回避ができない。この前提に基づくならば、自動運転車両が出発から交差点に到達するために必要な6.25秒に検出の遅延0.8秒を加えた7.05秒前に車両を検出する必要があり、その距離は約117mとなるため、カメラによる検出では実現できない。車両の速度をこのエリアの平均的な走行速度である30km/hを前提とした場合には約59m手前での検出で間に合うため、カメラの設置位置を調整すれば実現可能な範囲である。

表6 AIカメラによる検出から交差点到達までの猶予

id	推定時速	交差点までの距離（m）	自動運転バスが得られる猶予（秒）
672	20.1	12.0	6.0
161	10.8	14.1	8.5
602	10.3	16.1	9.4
1322	10.1	17.9	10.1
260	7.2	13.1	10.4
270	8.0	16.8	11.4
199	6.4	15.9	12.7
751	9.6	23.9	12.8
293	6.8	18.8	13.8
223	5.3	17.2	15.5
823	4.5	16.4	16.9
1273	4.7	17.4	17.1
847	4.4	18.0	18.4
1294	4.2	17.7	19.0
300	3.7	18.0	21.4
212	3.8	19.1	22.0
182	3.6	18.8	22.8
1351	3.3	18.0	23.5
986	2.8	17.7	26.4
812	2.7	17.2	27.0
420	2.7	17.5	27.5
1237	2.5	17.2	28.0
1388	2.4	17.6	30.3

前提とした、自動運転バスが安全に交差点に進入できる時間（6.25秒）を残して通知ができないケースは1件（id=672）のみで、残りの22件については、余裕をもって通知ができることが示された。この期間に確認された車両の速度は最高でも20km/hであり、先のロジックの検討の前提よりも低速であった。また、ほぼすべての車両が徐行速度に近く、実際にはこの前後で速度が変化することも想定される。速度計算に使用する時間に幅を持たせて、平均的な速度を取得するなどすれば改善できるが、それは同時に計算時間の増加をもたらし、現在0.8秒の遅延が、より長くなることにつながるため、今後は最適な動画取得距離、計算量も含めた検討が必要となる。

### 【検証結果】

#### ① 歩車混在の社会受容性

実証期間中に対人対物を含め接触等は発生せず、事故なく安全に実施することができた。歩行者や屋外テラスの利用者付近を低速度の自動運転車両が走行することに対する懸念は少なく、利用者の心理的負担となることなく共存が出来ていたことが分かった。図12に掲げるウォークアブルな道路空間のリ・デザイン像に対しても、96%（昨年度93%）の回答者が実現可能であると答えており、歩車混在の道路空間形成に向けた一定の社会受容性があることが明らかとなった。実際に周辺の通行人並びに屋外テラス席を利用していた人に対するアンケートにおいても、モビリティの走行に関し平常時と比較して妨げとならず共存できていたと評価する回答が多かった。

本エリアの描くモビリティネットワーク像において、丸の内仲通りについては、歩行者とグリーンスローモビリティの共存可能性を位置づけており、前述の社会受容性の確認は、モビリティネットワーク形成につながる結果となった。

また、共存を目指す上で車両に対して施すべき工夫としては、走行ルートの明示を求める回答が多く、今後の検討項目としたい。

#### ② 移動手段としての需要

試乗体験者に対するアンケート結果から、93%（昨年度82%）の回答者が移動手段として利用を肯定しており、エリア内のハーフマイルを移動するモビリティとしてニーズが存在することが分かった。利用運賃については、鉄道やバスの初乗り運賃程度（100～200円）であれば、利用するとの回答が全体の62%（昨年度59%）であり、月額1000円という選択をした回答者も含めると全体の71%（昨年度74%）の人が有料でも利用する結果となった。

#### ③ 周辺サービス連携

全体乗車人数380人の約10%に当たる37人が近隣店舗にてクーポン特典を利用した。試乗者アンケートよりアプリダウンロード率は約62%であることから、アプリダウンロード者に限定すれば約16%の方にプッシュ通知による行動変容が行ったと分かる。

### ■ 分析及び考察

本実証では、車両の上限速度を時速6kmと設定していたが、実際の平均走行速度は時速4.8km（昨年度時速3.27km）であった。バス停間の距離を長く設定した事により、平均速度が上がる結果に繋がったと推測され、移動ニーズに沿った形のスムーズな運行に近づくことが可能となった。一方で信号付き交差点では車両速度が遅いことに起因して、信号が変わったときに出発しないと渡りきれない恐れがあるため、青信号に切り替わったタイミングのみに発車するようオペレーションを工夫した。

#### ① 歩車混在の社会受容性

前述した通り、走行ルートの明示の要望が多くあった通り、図33のデータでも障害物検知は横断歩道または走行ルート上の歩行者が車両に気づかずに検知範囲に進入するケースが見受けられた。一方でそれ以上に発生していたのが、横断歩道と交差点で歩行者を優先させるための手動介入であった。現状はオペレーターが乗車し、安全責任を負っているため、未然に事故を防げるように自動で減速を始める前に、手動介入でより前もって停止させている。将来的に歩行者専用道路での無人運行の実現を想定すると安全なルールの検討が必要であると考え。低速とはいえ進行方向上に人が出てくると



停車のためのブレーキを掛けなければならず、低速であるがゆえにリスクは限定的であるが車内での転倒のリスクも発生する。リスクの頻度を低減させるためには、人と車が交錯する頻度を下げることが有効であると考えられ、例えば低速のモビリティは路面電車のような公共交通の位置づけとして、歩行者であってもそのような車両は可能な限り優先させるというルールを作り、社会に浸透させることができれば、より安全な運行が実現することが考えられる。。

② 移動手段としての需要

93%（昨年度82%）の回答者が移動ニーズとして肯定しており、より移動ニーズに沿った走行であったことが分かる。昨年度、移動ニーズを測る同設問において16%の人が、走行距離の短さを理由にモビリティではなく徒歩移動を選択していたが、走行距離の延伸が同回答層に対しても移動ニーズを引き出したものと推察する。当エリアとしても、ゾーンを跨ぐような移動（丸の内→有楽町）への需要を見込んでいたため、よりエリア全体の回遊性を高めるようなモビリティネットワーク形成に向けて検証を重ねたい。

一定の試乗体験者がモビリティ乗車への対価として運賃支払いを肯定している結果であり、持続的な移動手段としてエリアに位置づける際のビジネスモデルの検討につながる結果となった。一方、当エリアを巡回する丸の内シャトルは、立地企業からの協賛により運行がなされている実績があり、③に記載するサービス連携を見据えながらスマートシティとして実現していく当エリアの将来像の中で、モビリティの適切な位置づけを行い、適切な運営モデルを築き、実装に向けた検討を継続していきたい。

③ 周辺サービス連携

今回の特典内容については、約16%の人が利用する結果であり、一定の回遊性向上に寄与する効果が確認された。より利用者の行動変容を促す、回遊性向上に資する情報発信につなげていきたい。

## 第6章 横展開に向けた一般化した成果

### 《ロボット走行環境形成実証実験》

#### ■ ロボット走行について

本実証実験で使用した移動配送ロボはみなし歩行者型に当てはまることを警察庁に確認いただき運行した。みなし歩行者型扱い（道路交通法第2条3項に基づき原動機付きで速度6km/h以下、車体長さ120cm以下、幅70cm以下かつ歩道・路側帯を運行する場合は歩行者と同等の扱い）になることで、歩車混在空間における屋内外での走行を可能とし、道路交通法第77条の道路使用許可の申請やナンバーの取得、走行審査などを実施することなく、評価走行に時間やコストを充てることができた。

なお、今回は許可基準対象外ではあるが、「特定自動配送ロボット等の公道実証実験に係る道路使用許可基準（2021年6月）」が整備される以前の実証実験においては、移動配送ロボを車両（自動車・原動機付自転車）とするか、ナンバーのない車両として施設内走行に限定する実証が主であったが、本基準が設置されたことで、自動走行実証における走行計画や実証期間など限定的な条件下ではなく、自由度をあげて長期的に且つ柔軟に実証評価ができるようになったと考える。また、屋内外での自由度の高い走行シーンをビル利用者や一般者に実演して見せることができたことは、移動配送ロボに対する社会的認知や理解度へ大きく繋がったと考える。

#### ■ 大手町エリアでの配送・清掃のロボット実証との関連性について

当実証の屋内外のロボット移動に対し、大手町フィナンシャルシティグランキューブで同時期に行われたロボットフレンドリーの環境構築実証においては、ビル設備（フラッパーゲート、自動扉、エレベーター）とロボットが連携する事で縦移動を行うロボットの運用効率化を目指している取組のため、今後は当実証との連携により平面と立体の移動がより発展的に進められる事を目指したい。

#### ■ ロボット走行環境形成の3Dモデル発展に向けて

PLATEAUのCityGMLの利用は平面的に範囲が拡大していく事で走行環境の面的展開に期待できる。また、LODレベルの上昇に伴いスペース用途情報や通行可能範囲も整備されていくと垂直方向への活用拡大も期待できる。

他方で、PLATEAUでは都市計画基本図と航空測量により3Dモデリングしてあるため、地形や建物形状が省略されている点、矩形であるべきコーナーが矩形(90度)ではない点、敷地と建物の配置関係が明示されていない点から今回実証では精度を担保できなかった。この点が改善される事でより一般化に近づくと想定される。

なお、3D都市モデルの精度も1/2500の地図情報より高精度な1/1000以上(今回は1/500)を求めるとともに微細な建物形状(柱や恒久的な設置地物含む)を表現されている事もロボット走行の自己位置推定に必要なため情報整備されていく必要がある。

### 《自動運転モビリティ走行実証実験》

#### ■歩行者と低速モビリティが共存する道路空間形成に向けて

低速モビリティと歩行者が道路空間を共有する将来像に対しては、周囲の通行人含め多くが賛同する。周囲でくつろぐ人々も懸念することは少なく、安心安全なモビリティとしての社会受容性が形成されれば問題なく道路空間上に共存することができるだろう。

#### ■移動ニーズに沿ったモビリティについて

歩行速度と大差ない低速モビリティであっても移動距離に応じて、移動ニーズに沿ったモビリティとしての位置づけを獲得することができることを示唆する結果を得た。歩行者中心の道路空間に街を楽しみながら移動する装置としての導入が検討される。

#### ■周辺施設とモビリティサービスの連携について

モビリティに閉じないエリアサービスとの連携についても一定のニーズを確認出来ており、回遊性向上の施策として当エリアに限らず各地でのサービス展開の中で検討できる成果となった。

## 第7章 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

### 《ロボット走行環境形成実証実験》

#### ■ ロボット走行について

本実証実験で使用した移動配送ロボについては、開発者と警察庁との度重なる協議の結果、安全性や信頼性の観点から近接監視者が移動配送ロボから離れた場合、（1m～2m内）自動停止する仕組みとして物理的に紐でそれぞれを繋ぐ手法となった。

Bluetoothの通信を用いた場合は、接続の可否に関し信頼性の担保が現時点では難しいことから、視覚的に見える紐を用いたことで、運用しやすい部分が多かった。また、急な接近者があった場合、紐を引けば停止でき、視覚的にわかる方法で運行できたことは近接監視者側においても安心感が大きかった。一方で、第三者への社会的需要や先進性のパフォーマンスにおいては、物理的な紐があることでマイナスであったと考える。また、紐と移動配送ロボの間に一般歩行者等が割り込んだ場合、紐が外れてしまう運用的懸念も存在した。

将来的にBluetooth等での通信手法により、視覚的にも技術的にも先進的な絵姿を見せることができれば、社会からの移動配送ロボへの期待値向上や、移動配送ロボを活用した新サービスの発想へ貢献できると考える。

### 《自動運転モビリティ走行実証実験》

#### 交差点等の交通処理に係る設備の構築

今回の実証実験においては、昨年度からは1名減ではあるが、交差点毎に警備員を2名配置し交通処理を行った。限られた期間、区間における実証であったため、当該安全対策を講じたが、実用的な運営モデルとは考え難い。ライジングボラードを設置するという案も考えられるが、重厚な設備でなくても、モビリティと連携した遮断器の導入等より安全性と経済効率性を両立させる交通処理の手法も幅広く検討していくことが望ましいのではないかと考える。

一定の交通環境下に置いて、AIカメラを用いた交通処理の検討については、簡易的な設備であっても機械的な処理が可能であることが分かった。通信インフラの改善等の技術的な進歩により、処理時間や車両への伝達時間が改善されることで、実用的なモデルとすることも検討できる。ただし、安全性判断の基準、車両への情報伝達方法についても標準化はされておらず走行車両ごと、交差点環境に応じて個別の設定が求められる状況である。標準的な規格を定め、実装に向けた検討を各地で進める必要があるだろう。また、本実証では仮設的にカメラ設置を行っており、既存の道路付属物等への機器設置については別途調整が発生する状況である。適した情報取得が可能となる位置（画角や高さ）への機器設置が認められると実用性が増すと考えられる。

日本国内でも併用軌道で軌道敷を自動車と共有する路面電車の走行を各都市で確認することができる。他、諸外国の都市においてもLRTが街中を自動車や歩行者と共存しながら走行する風景を目にすることができる。専用の交通ルールを全国的に整備することは難しいかもしれないが、自動運転車両優先道路といった特異ルールを自動運転車走行ルート上に適用し、路面電車の様に特別な装置を必要とせずとも道路上に共存できるようなモビリティと位置づけられると良いのではないかと考える。

#### 多様な車種、機器に対応した3D点群マップの構築



ロボット走行実証においては、第三者が作成した3Dマップを活用した走行が可能であることが示された。他方、自動運転車両の走行にはより精度の高い3Dマップが求められるため、同様の展開が容易ではない。屋外3Dマップの整備にあたり、必要とされる精度は用途により異なるのは自明であるが、高い精度での整備が自動運転技術の活用にも期待されることは可能性として示されるだろう。

#### 信号機との連携

当エリアも含め、モビリティの走行ルート拡大にあたっては、信号機付交差点を通過するルートが含まれるケースが多く、信号機と連動する実証実験も徐々に始まりつつある。当エリアにおいて今後定期的に運行に向けた検討として走行ルートを延伸するにあたっては、一方通行道路の逆走時における信号処理が必要となる可能性など固有の課題も存在するが、単に信号との連携のみならず、信号が変わるまでに渡り切ることを担保する取り組みも含め、一層の技術開発と法制度整備が期待される。

## Appendix

Bentley MicroStation: <https://www.bentley.com/ja/products/brands/microstation>

Autodesk Revit: <https://www.autodesk.co.jp/products/revit/overview>

MAPIVEngine: <https://www.map4.jp/technology>

WingEarth: <https://www.aisantec-geo.jp/service/wingearth/>

3DWING: <https://aisan-mobility.com/lineup/3dwing/>

Autoware: <https://tier4.jp/autoware/>



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9）  
報告書

令和4年3月

国土交通省 都市局

大手町・丸の内・有楽町地区スマートシティコンソーシアム

大丸有り・デザイン実証事業共同提案体