

スマートシティの社会実装や新たなスマートシティの取組みの促進に向け、**モデルプロジェクトの実証実験で得られた知見等を総括する。**

【留意点】

実証実験を進める上でのキーポイントにおける関係者の問題意識とそれに対する取組みなどを整理

- (計画段階)
- ・まちの課題や将来ビジョンを踏まえた実証実験内容の決定、推進体制の構築 等
- (実施段階)
- ・技術面、運用面に関する取組・課題 等
- (検証段階)
- ・資金持続性や今後に向けた課題、住民参加 等

【対象事例】

分野、都市・地方部、行政主体・民間主体のバランスを考慮して、対象事例を選定
今回は赤字事例についてとりまとめ。その他事例については今後とりまとめ予定。

- ・つくば市 : 健康・医療/交通・モビリティ、地方部、行政主体
- ・柏市 : インフラ維持管理/健康・医療、都市部、民間主体
- ・**大田区 (羽田地区) : ロボット活用、都市部、民間主体**
- ・**加古川市 : 防災、地方部、行政主体**
- ・三次市 : 交通・モビリティ、地方部、行政主体
- ・**松山市 : 都市計画、地方部、行政主体**
- ・荒尾市 : 健康・医療、地方部、行政主体

自治体		コンソーシアム	テーマ	R2実証実験内容	
★	兵庫県	加古川市	加古川市スマートシティ検討協議会	防災	<ul style="list-style-type: none"> ・ 広域防災システム構築（河川の水位センサーデータの連携実証） ・ 環境センサーを活用した市内こども園の省エネルギー・室内環境改善効果検証実証
	広島県	三次市	中山間地・自立モデル検討コンソーシアム	交通モビリティ	<ul style="list-style-type: none"> ・ エネルギーの地産地消ビジネスの推進 ・ 交通事業者と連携したシームレスな乗り継ぎ等の移動サービス
	熊本県	荒尾市	あらおスマートシティ推進協議会	健康・医療	<ul style="list-style-type: none"> ・ センシングによる住民向けヘルスケアサービス（日常人間ドック） ・ 再生可能エネルギーの域内活用と蓄電池・EV等との連携、群制御による地域エネルギーマネジメントシステムの構築 ・ オンデマンド相乗りEVタクシー ・ 「パーソナルデータエコシステム」の仕組みをベースにした各種サービス
★	愛媛県	松山市	松山スマートシティ推進コンソーシアム	都市計画・整備	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「都市データプラットフォーム」の構築に向けた人流データの取得、導入可能性検討
	茨城県	つくば市	つくばスマートシティ協議会	健康・医療 交通モビリティ（安全）	<ul style="list-style-type: none"> ・ バイタルデータを活用した（交通移動弱者（高齢者や障がい者など）のための）安全なパーソナルモビリティの実証実験 ・ 歩行者信号情報発信システムの活用、搭乗者型小型モビリティの実証実験
	千葉県	柏市	柏の葉スマートシティコンソーシアム	インフラ維持管理 健康・医療	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自動運転サービス ・ 域内交通状況モニタリングツール ・ センサによる人流測定、環境センサによる屋外環境把握 ・ 路面データ、空洞化データ、下水管管理老朽化データの統合・可視化 ・ 柏の葉パスポート（健康に関するデータ集約、可視化、ストレージ蓄積）
★	東京都	大田区	羽田第1ゾーンスマートシティ推進協議会	その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自動運転パーソナルモビリティの導入、管制プラットフォーム導入 ・ 自律型ロボットの導入、統合管制システム導入

※ ★について今回とりまとめ。その他事例については、今後とりまとめ予定。

対象事業：国・県と連携した河川防災性向上に資する実証（河川分野のスマート化）

取組概要

検証したい事項：

1. 国・県の河川情報システムとの連携

- 国の河川カメラ画像、兵庫県の水位データ等、河川の氾濫危険度の把握に必要なデータを取得するため、姫路河川国道事務所、兵庫県のシステムと加古川市のFIWAREをAPI連携することで、当該データを格納し、活用できるかどうかについて検証した。

2. 行政情報ダッシュボードによる可視化

- 市民に一元化された河川情報を適切に提供するため、外部からのデータ閲覧・取り扱いが不可である状態にしたうえで行政情報ダッシュボード上にリアルタイムデータを統合・可視化することで、適切にリアルタイム情報が一元化・可視化できるかどうかを検証した。

本実証実験に要した費用：約1,000万円

※コンソーシアム負担費用含む ※コンソーシアムが関与した実証実験に限る

体制

株式会社 日建設計総合研究所 (NSRI)	・全体統括・実証計画策定
加古川市	・SIP4Dプロジェクトや姫路河川国道事務所との連携実証における関係者調整
株式会社 フューチャーリンク ネットワーク(FLN)	・加古川市の行政情報ダッシュボードでの可視化・情報一元化に係る検討・調査
総合警備保障株式会社 (ALSOK)	・内水氾濫等への備え・対応に係る検討・調査

各主体のデータ収集、運用状況

国

- 国土交通省 近畿地方整備局 姫路河川国道事務所が加古川水域に7台設置した河川管理カメラや水位計により、河川データを収集。

兵庫県

- 県内163箇所に水位センサーの観測局より、10分毎のセンサーデータを内部システムに収集し、庁内防災担当部署での内部利用向けに活用。

加古川市

- オープンデータを公開するための基盤ソフトウェア（データプラットフォーム）を構築（FIWAREを採用）。
- 庁内用データ、公開データ（行政情報ダッシュボードでの表示）、オープンデータなどを仕分けして管理することが可能。

実証実験での取組み

システム連携の実証において行った取組み

- 国や兵庫県の水位センサーを対象とし、河川情報システムから得られるセンサーデータを加古川市の都市OS（FIWARE）に取込んだ。
- 「局番号」、「観測所名」、「河川水位（m）」、「河川水位フラグ」、10分（前回）水位変化量、「10分（前回）水位変化量フラグ」、「時間水位変化量」、「時間水位変化量フラグ（データ取得の正常 | 異常を判別するフラグ）」を取込み対象とした。

行政情報ダッシュボードの掲載する情報項目

- 災害に関する機微な情報を扱うため、実証実験段階では、データは一般向けには非公開として、加古川市の防災担当部署向けにのみ公開した。
- 可視化対象データは、「観測所名」、「内水氾濫地域」、「河川水位（m）」、「河川水位変化量（5分、10分、30分、1時間単位）」とし、オープンデータ化に向け、csv形式でのダウンロードを可能とした。

対象事業：国・県と連携した河川防災性向上に資する実証（河川分野のスマート化）

問題意識：地域課題の喫緊性と社会受容性を考慮した実証実験内容の設定

- 重点対応課題であることに加え、地域の社会受容性を得られる課題に対する実証事業であることが必要

取組み：市民、地域ニーズの高い災害対応を選定

- 同市内で過去に発生した水害や、激甚災害対応の必要性への高まりを踏まえ、「かこがわICTまちづくり協議会」では、「河川浸水情報の高度化」を実験対象として設定した。
- 地域住民に対する適時・的確な避難情報提供、避難指示を可能とするため、**国、兵庫県、加古川市それぞれが有する河川情報システムの連携を行い、行政ダッシュボードにおいて災害時に担当者が速やかに確認できるシステム計画を策定した。**

問題意識：主体的で推進力のある体制づくり

- スマートシティの実装、持続的な発展のためには推進力のあるパートナーとの連携が必要

取組み：市をよくしたいと考え、気概のある事業者の選定

- スマートシティの実装・持続的な発展のためには、「市の要望を伺うような事業者ではなく、**市をよくしたいと考え、根気強く、能動的に動いてくれる企業の存在が不可欠**」であると考えている。
- そのため、加古川市が主導役として、まちづくり協議会の代表企業である日建設計総合研究所が事務局機能を担いながら、自らビジネスモデルを持ち込んでくるような気概のあるプレイヤーとの連携を意識し、**実証実験の内容に応じて、主体性のある事業者からの提案に基づき選定した。**

問題意識：多様なステークホルダー連携に係る調整・合意形成

- 他行政機関との連携が必要な実証実験であり、国や県とのデータ提供に係る合意形成をはじめ、多様なステークホルダーとの調整・意思決定にかかる時間がかかり、迅速な対応が課題

取組み：コミットを促す体制構築と意思決定フローの明確化

- 他機関とのスムーズな連携には、加古川市の実務担当者の主体性が重要なため、**同市スマートシティ推進担当が実証実験の主導役として、同市防災対策課の実務担当者を計画段階から巻き込む**ことで、「縦割り行政」を打破し、スピーディな事業推進を可能とした。
- 2020年2月に設立した「かこがわICTまちづくり協議会」を中心とした**官民連携の枠組みの中で、実証実験の内容に応じた個別チーム体制を構築**した。本実証実験においては、全体統括として日建設計総合研究所、水位センサーやシステム構築として総合警備保障、国や県、市とのデータ連携を行うフューチャーリンクネットワークから構成される体制を構築した。
- これにより、地域と連携したまちづくり推進体制と、特定分野にコミットできる推進体制の両立が可能となった。
- 外部のステークホルダーを巻き込む実証実験となることから、加古川市のスマートシティ推進担当が各主体間との調整役を担うなど、**各主体の役割分担や、意思決定フローを明確にした。**更に、将来的な広域展開を目指し、近隣自治体へのフィードバックや協力に向けた方向性についても検討した。

対象事業：国・県と連携した河川防災性向上に資する実証（河川分野のスマート化）

問題意識：社会受容性に配慮したデータの取得や管理

- ・災害から地域住民・来訪者災害を守るためのソリューションと、地域住民のプライバシーの担保との両立が必要であった。

取組み：取得データに応じた公開原則

- ・河川の水位をはじめ、リアルタイムデータに基づく情報発信は不可欠であったが、災害に関する情報は、機微なものであり、情報公開に係るリスクを丁寧に想定した。**仮に誤った情報が可視化された際に混乱が生じる可能性を考慮し、実証実験データは一般向けには非公開**とした。具体的には、外部からのデータ閲覧・取り扱いが不可である状態にしたうえで加古川市の防災担当部署向けにのみが閲覧可能な行政情報ダッシュボード上にリアルタイムデータを統合・可視化した。
- ・また、プライバシーに配慮し、河川に設置したライブカメラ画像について、河川付近の歩行者など、個人特定につながる映像が映り込む可能性の高い場所にハッチを付けたうえで公開するなど、**適切にデータの一元管理・公開を実施した**。
- ・上記をはじめとする取組みについて、**地域の冊子や自治体HPへの掲載などの情報発信により、実験の必要性への理解を促した**。



問題意識：広域連携を見越したデータ連携の必要性

- ・汎用性の高いシステムを運用するためには、将来的に、加古川流域の他の市町や、国・県間でデータ連携を推進できるようなデータプラットフォームの構築が必要であった。

取組み：データ連携を容易とするオープンデータ化

- ・加古川市が取り組むテーマは、広域防災システムをはじめ、国や県、自治体間の連携必要性が高いことから、加古川市は**汎用性の高いデータプラットフォームの整備**を進めている。予算については**汎用性が高いことに追加費用がかかるシステムは市の予算でつれないため、国からの補助金を活用し、整備を進めた**。
- ・広域防災システムにおいては、国や兵庫県においてもデータ流通に配慮し、API連携が可能なオープンデータ・システム導入が既に行われていたことを受け、システムに新規データを取り込む必要がなく、**APIによるデータ連携を実施した**。
- ・ただし、国や県、他自治体等のデータレイアウトがそれぞれ異なることで、**それらを連携するシステムを開発と非効率**であるため、**データの取得項目・手法や、データレイアウト仕様を統一していく必要がある**。

兵庫県の水位センサーデータにおける取得項目とデータ（サンプル）

局番号	観測所名	観測時刻	河川水位 [m]	河川水位 フラグ	10分(前回)水位 変化量[m]	10分(前回)水位 変化量フラグ	時間水位 変化量[m]	時間水位 変化量フラグ
55	魚橋 (下流)	2021/2/15 0:00	0.26	0	0.01	0	0.04	0
55	魚橋 (下流)	2021/2/15 0:10	0.24	0	-0.02	0	0.0000	0
55	魚橋 (下流)	2021/2/15 0:20	0.26	0	0.02	0	-0.01	0
...

- ・兵庫県の水位センサーデータでは、局番号、観測所名、河川水位 (m)、10分(前回)水位変化量、時間水位変化量に加えて、データ取得の正常/異常を判別するためのフラグとして、河川水位フラグ、10分(前回)水位変化量フラグの項目が設定されている。

対象事業：国・県と連携した河川防災性向上に資する実証（河川分野のスマート化）

問題意識：実装化・持続的なサービス拡大に向けた課題抽出

- サービス展開範囲の拡大や、他地域への横展開を見据えると、**実証段階において、広域連携先（兵庫県や周辺自治体等）の関心を高める必要がある。**

取組み：他自治体等の意見の積極的な聴取

- 想定される費用負担スキームを検討し、実証実験の計画から検証段階にかけて、**他自治体や地域住民等の意見を積極的に聴取した。**
- 例えば、兵庫県に対して、地域住民の便益や、災害コスト等の行政負担低減といった具体的なメリットを訴求することで災害に関するリアルタイム情報発信の必要性を訴え、協力を仰いだ。
- 更に、今後のデータ連携の促進に向けて、加古川市での実証実験や社会実装の成果を用いて、**近隣市町村や、同様の地域課題を抱えている地域と議論しながら、データ連携・共同利用などの具体化にむけて検討を進めている。**
- また、行政ダッシュボードにおける情報発信については、市民に一元化した情報を提供するため、緊急性の高い情報をはじめ、掲載すべき情報についての検討を進めている。

行政ダッシュボードへ掲載を進めている項目例

- 加古川市や国のオープンデータ
- J/V/Lアラート
- 兵庫県の防災・防犯情報
- 気象・災害情報（台風、地震、水害等）

検証段階

問題意識：持続可能なサービス提供を可能とする資金継続性

- 加古川市以外の周辺自治体への負担を避け、地に足のついた実証実験を行ったが、地域住民の生活圏に即したサービス提供には、周辺自治体の協力が不可欠だと認識した。

取組み：自治体のコスト低減に資する費用負担スキーム検討

- サービス提供範囲を広域化するには、周辺自治体と連携した広域での避難指示等を可能とするような、統一されたシステム連携を図ることが必要であるが、システムの開発や運用に係るコスト増が見込まれる。そのため、**周辺の各自治体からの負担金徴収や、有償データの販売等も視野にいて、自治体当たりのコスト削減に資する費用負担スキーム仮説を検討した。**
- 他方で、自治体間のデータ連携のためには、加古川市だけでなく、双方においてデータ流通を可能とするシステムが構築されている必要がある。しかしながら、**規模の小さい自治体では、データ整備コストと便益が釣り合わない恐れがあることが課題として明らかになった。**

現状：単独事業

国などの支援を受けながら先導役となる自治体がデータプラットフォームを構築



将来：広域展開

PFを広域展開し、サービスの拡充を図るとともに、周辺の各自治体から負担金を徴収することで、自治体当たりのコストを削減（有償データの販売等も視野）



対象事業：「都市データプラットフォーム」の構築に向けた人流データの取得、導入可能性検討

取組概要

1. データ駆動型都市プランニング確立のための交通シミュレーション

- 人流、交通量、歩行環境等に関するデータを用いた都市計画を推進するため、収集データに基づく交通シミュレーションの結果をビジュアル化し、住民の合意形成において交通シミュレーションに基づくプランニング「データ駆動型都市プランニング」を推進するため、交通量等を可視化した都市計画のイメージが市民の計画への理解促進にどのような効果をもたらすかについて検証した。

本実証実験における費用：4,000万円

体制



従来

□ 都市計画における流動データの未活用

- 従来は、都市計画の策定において、交通関連データについては公共交通利用者の年度データ等の静的データしか活用できておらず、また、計画図においては、平面図やパース等の定性的なイメージで計画を示していた

□ 松山市における流動データの収集に係る取組み

- 松山市では、スマホアプリを活用し、GPSデータ取得の取組みを進めるなど、流動データの収集にむけた取組みが進められていた。

実証実験での取組み

□ 交通環境データのシミュレーション結果可視化による都市計画の試行

- 今後松山市が整備を予定している松山市駅前広場の整備に関して、都市データプラットフォームのプロトタイプを作成し、データやシミュレーション結果を可視化、これをワークショップで示し市民と対話することで、データ駆動型都市プランニングを試行。

<工夫した主な取組み>

□ 松山駅前広場等の交通の流動データを取得

- スマホアプリや、Wi-Fi センサー調査、ステレオカメラ調査、レーザーセンサー調査を組み合わせることで、取得データを補完しながら、人流・交通量・歩行環境に関するデータを取得。

□ 松山市駅前広場の交通シミュレーション結果を「ビジュアル化」

- 取得データに基づき、交通環境の現況再現及び将来の状況のシミュレーションを行ったうえで、シミュレーション結果を可視化。

□ 交通シミュレーション結果に対する市民の意見を聞くためのワークショップの実施

- 交通量データ（歩行者の移動軌跡や移動量等の動的データ等）を可視化したデータの効果を確認するため、当該データを示した場合と示さなかった場合の反応の変化をワークショップにて確認。

対象事業：「都市データプラットフォーム」の構築に向けた人流データの取得、導入可能性検討

問題意識：都市の再開発計画に対する市民の関心度の向上・理解促進

- 松山市駅前広場整備計画の実現に向けた機運を醸成するため、当該計画への住民の関心度を高めるとともに、地域に当該計画の効果を認識してもらえる手法を構築する必要があった。

取組み：地域住民に理解しやすい合意形成コンテンツ・手法の検証

- 地域住民に対して都市再開発の必要性や効果を理解してもらうには、**交通影響評価等の数値を示すだけでなく、視覚的に訴えることが効果的ではないか**と考えた。
- そこで交通影響評価等のシミュレーションを行うだけでなく、シミュレーション結果を可視化できるツールを活用する計画とした。

問題意識：多様な事業者との連携体制構築

- 交通影響評価に係るシミュレーション、結果の可視化ツールを用いた検証を行える体制を構築する必要があった。

取組み：公民学の有機的連携を促す体制づくり

- 松山市内の事業者だけでは計画の実現ができなかったことから、データ分析力を有する学術機関や、都市・交通計画に知見を有し、技術力・情報分析力を有する在京企業など、市街での知見や実績を有する事業者を募ることで、実施体制を構築した。
- 産官学の多様な主体が関与することから、それらの連携を促す推進主体として**UDCM（松山アーバンデザインセンター）が主導的役割を担い、各検討WGを取りまとめた。**

問題意識：持続可能なまちづくりの担い手不足

- 実装段階においては、交通シミュレーション、結果のビジュアル化、市民との合意形成といった複数のプロセスが生じるが、持続的に当該開発モデルを運用するためには、「事業の担い手」の育成が急務だった。

取組み：地域に根差した事業の担い手の誘致・養成

- 地域の担い手を誘致・養成するため、UDCMがアーバンデザイン・スマートシティスクールを開講した。
- 同スクールでは、松山市の**まちづくりに貢献したいという想いのある地場企業**（コンサルティング会社、鉄道会社、シンクタンク機能を有する金融機関等）の**若手社員をはじめとする社会人や、学生を主なターゲット**として位置づけている。
- カリキュラムとしては、スマートシティの実装に求められる専門的なICT技術だけでなく、経営や行政、土木・技術分野などの多様な分野をテーマとして扱っている。

アーバンデザイン・スマートシティスクールの機能

主催：UDCM
 目的：まちづくりの担い手育成、及びまちのファンづくり
 頻度：全20回連続講座（1年）、メンバー固定、無料、
 講座：まちづくりの担い手育成プログラム
 内容例：新たな公共空間の構想と計画を実践するための場として、専門家によるオンラインでの座学・討議と、まちづくりの実践活動（まちに貢献するプログラム開発や情報・数理データ分析など）を実施
 講師：大学教員、商店主、NPO、まちづくり組織、企業等

対象事業：「都市データプラットフォーム」の構築に向けた人流データの取得、導入可能性検討

問題意識：データ取得対象範囲の拡大

- 松山市が有する既存の都市データだけでは、可視化に向けた情報群として十分な有効性を示せなかった。

取組み：多様なデータ取得方法の組み合わせ

- 松山市が実施している専用スマホアプリを用いたプローブパーソン調査では、スマホの未所有者や、高齢者等のアプリ操作が容易でない人のデータが収集できなかった。
- 属性・移動目的・移動手段の観点から、最適なデータ取得方法を検討した。** 各々の短所を補完可能な組み合わせとして、Wifiセンサーや、カメラ、レーザー等を採用し、データを収集した。

問題意識：可視化データの精度向上

- 歩行者や交通機関の移動量の大きさを、可能な限り具体的にシミュレーションモデルに反映するとともに、移動量の大きさをわかりやすく示す必要があった。

取組み：データ要素の拡充とヒートマップによる可視化

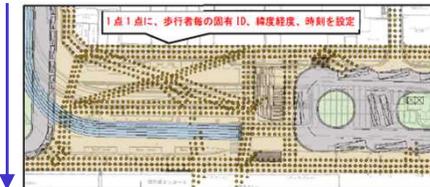
- 歩行者データに加え、信号現示やバス（路面電車を含む）などの交通ネットワークデータを要素として追加し、道路の交通影響評価を実現した。
- シミュレーション結果として歩行者の移動量の大きさをわかりやすく可視化するために、軌跡データの生成を行った。各OD間を一定間隔で出発、一定速度で移動した場合を設定し、歩行者毎の時刻と位置座標を生成し、ヒートマップを作成した。

実証実験実施にあたって活用した主な技術と工夫した取組み例

活用技術	概要	取組み例
City Probe 都市データ センシング	都市空間及びその利用状況に関するデータ取得	松山市で実施されている専用スマホアプリを用いたプローブパーソン調査に加えて、Wi-Fi センサー調査、ステレオカメラ調査、レーザーセンサー調査等により、従来手法では取得できなかった様々なデータを取得した
City Data-Spa 都市データ プラットフォーム	都市の様々なデータの集約	プラットフォームへの集約したい移動・都市インフラ関連データ（自動車/自転車/歩行者別の交通量データ、公共交通情報（時刻表等）、鉄道利用者数データ、松山駅前の人流データ等）について、「保有主体」「データ内容・形式」、「体系的取得の可否」「デジタル化の必要性」などを詳細に調査・分析した
City Sim シミュレーション	現況再現及び将来の状況のシミュレーション	歩行距離や歩道幅員等を考慮できる経路選択モデルを構築し、それをもとに軌跡データを生成した
City Scope データ可視化	都市データ、シミュレーション結果の可視化	ベースとなる地図情報の上に、静的なデータに加えて、歩行者の移動軌跡や移動量等の動的なデータ（時系列データ）を重ね合わせて、Web ブラウザ上で動画で表現した

軌跡データの生成

1点1点に、歩行者毎の固有ID、緯度経度、時刻を設定



ヒートマップの作成

歩行者毎の位置座標をもとに生成



対象事業：「都市データプラットフォーム」の構築に向けた人流データの取得、導入可能性検討

問題意識：データの効果的な提示手法の検討

- ・ビジュアル化したデータが、市民の合意形成促進にどの程度寄与するのかの検証が必要だった。

取組み：住民参加型まちづくり手法拡充に向けたプレ検討

- ・**住民参加型のワークショップを開催することで、市民の反応を確認する機会を設けた。**ワークショップの中では、変更後の駅前広場で、「よくなると思うこと、期待していること」、「悪くなると思うこと懸念していること」について、可視化したシミュレーション結果の提示前と提示後の参加者の反応の変化を確認し、ビジュアル化による結果提示の有用性を検証した。
- ・具体的には、市民に市民や観光客の回遊行動を比較したデモ展示を行い、意見交換を実施した。CityScope の表示画面を見ながら議論することにより、データ活用に関するイメージが具体的に共有されたことで、人の流れに関する気づきに関して複数の意見がでるなど、静的データだけでは得られなかった視点に関する議論が活性化した。
- ・他方で、ビジュアル化には相応の費用が発生することから、可視化するデータを見極める必要があることが確認できた。

ワークショップの概要

目的

- ・データ駆動型都市プランニングの有用性の客観的検証
- ・データを見せることの議論内容の変化の検証
- ・駅前広場の設計への活用可能性の検証

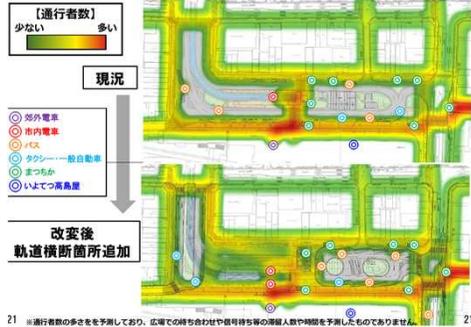
参加者

- ・まちづくり関係者、学生等の一般市民

データを用いない議論の資料例



データを用いた議論の資料例（通行者量）



ワークショップの流れ

1. データを用いない議論
 - ① 市駅前整備案（パース）を見ながら、期待と懸念点を議論
 - ② 各班で出た意見を、班の代表者が発表
2. データを用いた議論
 - ① 市駅利用者の人流データ取得結果紹介
 - ② 現状の市駅前の人の流れを見た感想と気づき
 - ③ シミュレーション結果の可視化（変更前、変更後）
 - ④ シミュレーション結果を見て、改めて期待と懸念を議論
 - ⑤ データを見た感想
 - ⑥ 各班で出た意見を、班の代表者が発表

本ワークショップの感想についての自由回答例
 「人の流れを可視化すると、整備に印象がつきやすくなった」
 「広場整備の効果が明確化された」
 「日常的に使っている方の具体的な不安がわかりやすくなった」
 「広場内の通行が、増えることもあれば減るところもあること」

21 ※通行者数の多さを予測しており、広場での待ち合わせや荷物持替等の滞在人数や時間を予測したものではありません。

対象事業：ロボット導入による警備業務・構内物流業務の効率化・データを活用したエリアマネジメント実証

取組概要

1. 警備・物流ロボットのオペレーション検証

- 警備業務、物流業務等のオペレーションにおいて、複数のロボットを同時に管制するため、ロボットが館内外の円滑な移動ができるか、業務効率化に寄与できるのかを検証した。

2. ロボットによる業務代替に向けた社会受容性の検証

- 警備・物流ロボットによる業務代替の社会受容性を把握するため、来街者や事業者アンケートやコストデータ分析により、導入により期待される効果、効果を阻害する要因、持続可能性を検証した。

現状

□ ロボットによって異なる管制

- メーカーごとに管制システムが異なり、複数ロボットを運用するには、各々のシステム使う必要があり煩雑で運用負担が大きい。
- また、ロボットごとに蓄積されるデータが分散してしまい、データ連携ができていなかった。

□ ロボット実用化にむけた動き

- ロボットの実用化に向けた動きが進んでいる。他方で、業務の代替が技術的に可能かどうか、警備や物流等の実務を担う事業者にとってどの程度メリットがあるのか、利用者にとってどの程度ベネフィットがあるのかが不明確であり、ロボットの本格的な導入が進められていない。

体制

提供機能・設備		主体
統括		鹿島建設
プラットフォーム構築		TIS、鹿島建設
プラットフォームの運用		TIS、鹿島建設
ロボットの導入	自動清掃ロボット	鹿島建物総合管理
	警備ロボット	羽田みらい開発、鹿島建物総合管理、アラコム
	自動配送ロボット	SBSロジコム
	アバターロボット	羽田みらい開発、avatarin
	自動運転パーソナルモビリティ	羽田みらい開発、WHILL
	ロボットの運用自動清掃ロボット	鹿島建物総合管理

実証実験での取組み

□ 複数ロボットの統合管制を試行

- 異なる種別のロボットを同時に管理、操作を可能とするロボット統合管制システム「RoboticBase」(TIS)を活用した。
- また、ロボットの位置情報だけでなく、ビルマネジメント情報も統合できる空間情報データ連携基盤「3D K-Field」(鹿島建設)を活用した。
- 上記を踏まえ、RoboticBaseにより収集される複数のロボットの位置情報等のデータをもとに、3D K-Fieldへの統合表示実証、位置情報を活用した維持管理業務の実証を実施した。
- これらの実証により、ロボットオペレーションの効率化・省力化の可能性、システム、オペレーション及び施設・設備に関する課題、運用コストを定量的に把握することを試みた。

□ 各ステークホルダーからの意見聴取

- ロボットにおける業務代替を実現するには、警備事業者や物流事業者といったサービス利用者、当該地区を訪れる利用者から必要とされるサービスを実装する必要があることから、実証実験の検証において、データに基づく定量評価だけでなく、各ステークホルダーからの意見をアンケートやヒアリングにより聴取し、課題の明確化を図った。

対象事業：ロボット導入による警備業務・構内物流業務の効率化・データを活用したエリアマネジメント実証

問題意識：識数のロボットを同時に管制することの煩雑さ

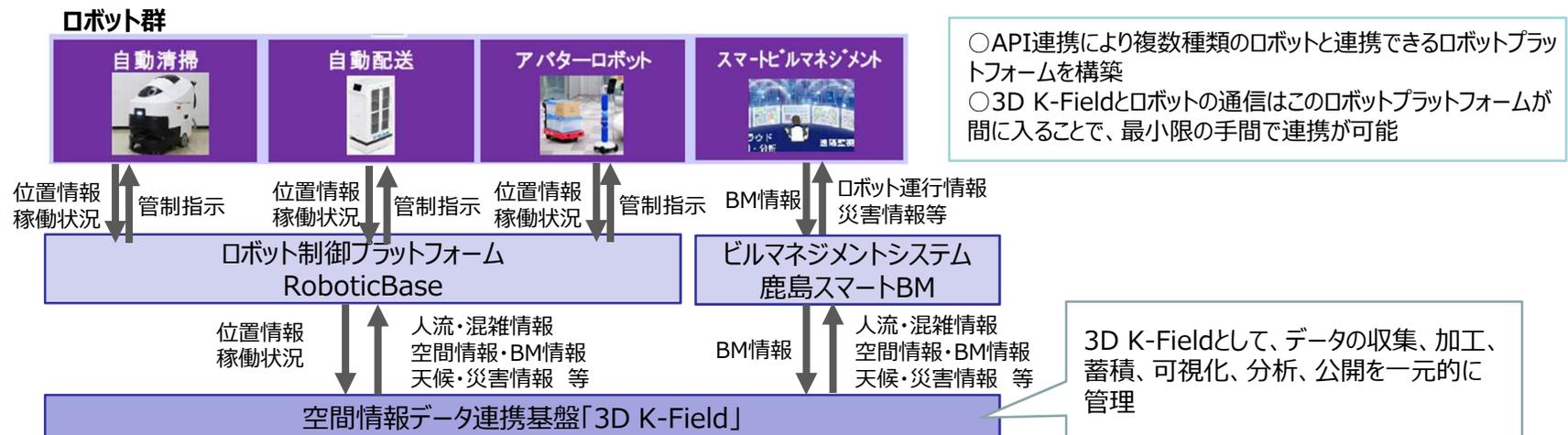
- 敷地内に複数のロボットを導入するに際して、効率的な管制システム構築が必要だった。

取組み：複数ロボットの同時制御を可能とする仕組みの構築

- 将来的に、同一敷地・施設内で業務を担う複数のロボット導入や、効率的なビルマネジメントの実現を目指し、本実証においては、**複数台・複数種類の自律型ロボットを適切に管制できるかどうかの検証**すべく、①複数ロボット制御プラットフォーム「RoboticBase」、②空間情報データに基づく遠隔監視を可能とする「3D K-Field」を活用した。
- 通常、複数ロボット導入する際には、複数の管制システムを導入する必要があり、多額の開発及び運用コストがかかることが課題となっているため、**異なる種類のロボットの統合管制やデータ連携が可能なロボット制御プラットフォーム「RoboticBase」(TIS)を活用し**、当該プラットフォーム等との連携を行った。
- また、複数ロボットの遠隔管理を行いながら、ビルマネジメント業務を行うことが求められるため、ロボットの位置情報等だけでなく、ビルマネジメント情報も統合できる空間情報データ連携基盤「3D K-Field」(鹿島建設)をデータハブとして活用し、**空間情報データと敷地・施設に関するデータとの連携**を行った。
- 現状では属性ごとの位置情報の把握には、事前にデータを突合しておく必要があり手間がかかった。また、来場者データは、位置情報を発信するデバイスを配布することで把握する必要があり、分析や管理にコストがかかることから、簡易にデータ把握・分析ができる仕組みを構築する必要があることを認識した。

計画段階

データ収集・統合に向けた3D K-Fieldの活用イメージ



対象事業：ロボット導入による警備業務・構内物流業務の効率化・データを活用したエリアマネジメント実証

実施段階

問題意識：ロボットオペレーションの実用性の把握

- ロボットオペレーションの実用性を把握するには、リアルタイムの運用状況が確認できるデータが必要だった。

取組み：ロボットオペレーション等の取組内容の可視化

- ロボットオペレーションの効率化・省力化の可能性、システム、オペレーション及び施設・設備に関する課題、運用コストを定量的に把握する必要があることから、複数のロボットや作業員の位置情報を、「3D K-Field」への統合表示実証、位置情報を活用した維持管理業務実証を実施した。
- これにより、位置情報測定デバイスを持った来街者、スタッフ、ロボットの位置情報をリアルタイムで3D K-Fieldで可視化でき、定量的な効果検証を可能とした。リアルタイムの移動情報や移動履歴を3Dで直感的に把握できる効果を確認できた一方、位置情報等のデータ突合に時間がかかる点や「3D K-Field」上にロボットが向いている方向を表示したほうが管制が行いやすくなる点などの課題を確認することができた。

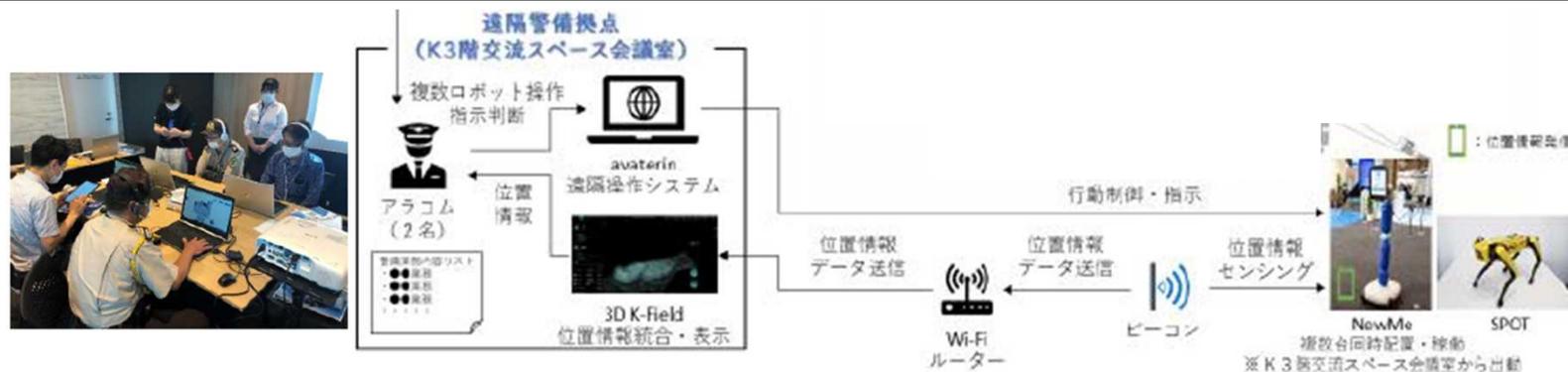
問題意識：技術的な課題の特定が困難

- 複数のロボットを同時に管理することで、どこでどのような障害ができるか分からなかった。

取組み：技術検証を実現するための多様なロボットの導入

- 屋内・外、短～長距離など、多様な移動シーンに対応した**多様なロボット（計38種類（スマートツールの実証を含む））**と、**建物内に設置した位置情報取得システムを連携**させることで、ロボットによる建物間移動をリアルタイム、かつ高い精度で把握することを可能とする実証フィールドとした。
- 実証実施中には、ロボットとシステム間での連携に際して、一時的に通信が断絶するなどの事象もされたが、復旧等の対応を行うサポートスタッフをロボットの行動範囲内に配備することで施設内に設置した遠隔管制拠点との迅速な連絡により対応を行った。
- 障害発状況を整理・集約したことで、**エレベーターによる上下移動**や、**通信の問題、ロボットのLiDARによる自己位置推定時、外壁がガラスだとレーザーが透過してしまう点や、広い敷地では特徴点が少なく位置推定できない**などの課題を把握。

警備ロボットの実証実験におけるロボット統合管理システムと位置情報との連携イメージ



対象事業：ロボット導入による警備業務・構内物流業務の効率化・データを活用したエリアマネジメント実証

検証段階

問題意識：利用ニーズの客観的な把握

- ロボット導入効果や課題を客観的に把握する必要があった。

取組み：需要サイド・供給サイド双方の「生の声」の確認

- 技術・サービスの都市課題に対する効果、阻害要因、持続可能性それぞれの観点から、サービスの需要サイド・供給サイド双方へのアンケートやヒアリング調査により、検証を行った。
- 例えば、警備ロボットでは、実証実験でのロボット業務内容を評価し、ロボット導入により想定される運営費用と現状の警備業務委託料と比較することなどにより、業務の代替可否の判断や、代替可能な業務規模、ビジネスモデル等を把握した。
- 実証段階で問題となった技術的な課題については、ソフト面（複数台の同時遠隔管制に係るオペレーション上の課題等）やハード面（通信環境、移動・運行に係るロボット設備、施設形状等）において、検討すべき要素をブレイクダウンし、検証を行った。

問題意識：持続可能な取組みとするための利益確保の必要性

- 実装に向けた諸取組みの必要費用は国等からの補助金のほか、企業の研究開発費が一部活用されており、資金持続性が課題である。

取組み：利益確保に向けたビジネスモデル検討

- 持続可能な取組みとするための利益確保の方針として、①管理コストの削減とともに、**中長期的な視点で、当該地区での取組みのマネタイズ**（②テナント収入の向上、③新規ビジネス収入の確保）**に向けたビジネスモデルを検討した。**
- 本実証の対象となったロボティクス分野においては、人の介在が必要であり、完全自律型ロボットの導入による管理コストの削減の目的がたつまでには至らなかった。現時点ではロボティクス分野単独での採算性確保の見通しが立ったとはいえ、収益確保は今後の課題として明らかになった。

検証に向けた調査方法

項目	手法	対象	実証結果に関する意見
技術・サービスの都市課題に対する効果	アンケート・ヒアリング	警備・物流事業者	<ul style="list-style-type: none"> • 警備員の代わりに遠隔操作のための人員を配置する必要があるため、ロボットを導入しても業務に必要な人員は変わらない（警備事業者） • 配達業務、集荷業務いずれにおいても、運搬についてはロボットによる代替が可能であった。物の授受については、受取人に授受方法を予め伝えておけば代替可能性がある。（物流事業者）
		サービス利用者	
技術・サービスの効果を妨げる要因	アンケート・ヒアリング	警備・物流事業者	<ul style="list-style-type: none"> • 警備員の代わりに遠隔操作のための人員を配置する必要があるため、ロボットを導入しても業務に必要な人員は変わらない（警備事業者） • 人間が実施することを前提としたデバイス（ハンディターミナル）を用いる業務については、現状ではロボットによる代替は難しい。（物流事業者）
		ロボット事業者	
		サービス利用者	
サービスの持続可能性	コストデータ取得、一部アンケート	警備・物流事業者	<ul style="list-style-type: none"> • 自律的に動作するロボットを導入した場合には業務量を削減できる可能性がある（警備事業者） • ロボット導入時のロボット維持管理費用と人件費等の諸経費の合計額が、ロボット非導入時の人件費等の諸経費を下回る場合には、ロボット導入によるコストメリットがある（ロボット事業者）
		ロボット事業者	