



3D都市モデルのユースケース 開発マニュアル（公共活用編）

Manual for Applications of 3D City Models (in the Public Sector)

series
No. **04**

はじめに

- Project PLATEAUでは、2020年度に「3D 都市モデルを活用した都市活動モニタリング等の実証に関するコーディネート等実施業務」を実施した。本実証調査では、今後の3D都市モデルの公共活用の先駆けとなるユースケースの創出を図るため、主に地方公共団体における政策への活用を念頭に、全国で30件以上に及ぶユースケース開発の実証実験を行った。
- 3D都市モデルを活用したユースケース開発は世界的にも確立した知見が存在しないフロンティアである。このため、本実証調査においても、直ちに地方公共団体の政策へ実装できる活用事例から、多くの課題が明らかになり引き続きの検討が必要な活用事例まで、様々な知見を得ることができた。
- 本マニュアルは、上記の実証調査で得られた成果をもとに、主に公共政策の領域において3D都市モデルを活用したユースケースを開発するための基本的考え方や課題・対応策をとりまとめ、地方公共団体等の参考に供することを目的とするものである。
- 上記の実証調査の内容と成果に関しては、本マニュアルにおいて事例として詳細を掲載した。具体的な先行事例としてユースケース開発の際の参考にして頂きたい。
- さらに、今日の新型コロナ禍やスマートシティの潮流を踏まえ、特に地方公共団体にとって需要があると見込まれるセンシング技術を用いた都市活動モニタリングについては、その技術的検証結果等の知見を第5章において詳述している。
- 本マニュアルが官民の幅広い分野における3D都市モデル活用の端緒となり、Project PLATEAUのキーコンセプトである“Map the New World（新しい世界を創る）”に貢献できれば幸甚である。

■ 目次

1章 公共領域におけるユースケース開発	5
1.1 本マニュアルの目的・構成	6
1.2 公共領域におけるユースケース開発の基本的な考え方	8
2章 公共領域における3D都市モデル活用のポイント	10
2.1 公共領域における3D都市モデル活用のポイント	11
2.2 公共領域における3D都市モデル活用の課題	11
2.3 各分野における3D都市モデル活用の方向性	12
3章 3D都市モデルを活用した公共領域におけるユースケース実証調査の概要	16
3.1 実証調査の目的／ユースケースの分類	17
3.2 ユースケース実証事例	21
4章 3D都市モデル活用のロードマップ	74
4.1 ロードマップにおけるユースケースの分類	75
4.2 ユースケースへの活用	75
4.3 ケーススタディの検討	76
5章 都市活動モニタリング	89
5.1 データの分類	90
5.2 データの取得方法	91
5.3 モニタリング技術の導入手順	92
5.4 モニタリング技術の導入事例	94
参考資料（都市活動モニタリング事例の概要）	95

ユースケース実証事例（3.2）目次

分類		都道府県	市区町村	ユースケース名	頁
まちづくり	計画策定	愛知県	名古屋市	都市計画基礎調査情報を活用した都市構造の可視化	22P
		大阪府	大阪市		
	公共空間・インフラ整備	東京都	千代田区	センサー配置シミュレーション	24P
		神奈川県	横須賀市	沿道状況センシングシステムの開発	26P
		新潟県	新潟市	新潟駅周辺整備事業等データの重ね合わせによる将来都市計画の可視化	28P
		静岡県	沼津市	ブローパーソン調査を活用したスマート・プランニング	30P
		愛知県	安城市	既設カメラ画像のAI解析による人流・交通流モニタリング	32P
		岐阜県	岐阜市	Wi-Fiパケットセンサーによる地点間移動のモニタリング	34P
		大阪府	高槻市		
		沖縄県	那覇市	異なるモニタリング技術の併用による人流解析	36P
	計画運用	石川県	金沢市	土地の高度利用の状況を踏まえた都市計画情報の可視化	38P
		長野県	茅野市	都市空間に関する情報の集約による行政事務の効率化	40P
防災	防災計画	福島県	郡山市	垂直避難の可能性を有する建築物の可視化等を踏まえた防災計画検討	42P
		兵庫県	加古川市	時系列浸水シミュレーションデータの3D可視化による見守りカメラの災害時の活用方法検討	44P
	防災意識啓発	鳥取県	鳥取市	時系列浸水シミュレーションデータの3D可視化による防災計画立案・防災意識啓発	46P
		熊本県	玉名市		
		東京都	港区	屋内外をシームレスに繋ぐ避難訓練シミュレーション	48P
	リスク早期把握	愛知県	岡崎市	近隣河川水位の可視化による水害発生リスクの早期把握	50P
地域活性化・観光	賑わい創出	東京都	江東区	レーザーセンサーによる高精度でリアルタイムな人流計測	52P
		愛媛県	松山市		
		神奈川県	横浜市	大規模複合施設における人流カウントと建物屋内モデルを用いた可視化	54P
		大阪府	大阪市	ウォーカブルな拠点整備を目指した都市開発に伴う歩行者量変化の可視化	56P
		長野県	松本市	GPSデータに基づく地域内人流の解析による賑わい創出・回遊性向上	58P
		広島県	呉市		
		福岡県	飯塚市		
	混雑回避	北海道	札幌市	屋内センサーによる人流モニタリング	60P
		東京都	新宿区	カメラ映像の解析による混雑状況の可視化	62P
		東京都	渋谷区	GPS由来の人流データに基づく都市の混雑状況の把握	64P
		愛知県	名古屋市		
		栃木県	宇都宮市	ソーシャルディスタンス判定技術	66P
		福岡県	北九州市	スマートフォンなどが発する電波(Wi-Fiと4G/LTE)を活用した混雑状況モニタリング	68P
	観光振興	福島県	いわき市	湯本地区温泉街における景観シミュレーション（VR）との連携を通じた将来景観計画の可視化	70P
		神奈川県	箱根町	GPS由来の人流データを活用した地域内拠点間の人流可視化	72P

第1章 公共領域におけるユースケース開発

1.1 本マニュアルの目的・構成

(目的)

現在、政府では、サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムを構築することにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会「Society5.0」を実現を目指しており、国土交通省都市局が2020年度からスタートさせたProject PLATEAU（プラトー）における3D都市モデルを基盤とした「まちづくりのデジタルトランスフォーメーション（UDX）」の取組は、この潮流に位置づけられるものである。

3D都市モデルの最大の特徴は、都市の幾何形状（ジオメトリ）モデルに対して様々な“都市の意味”（セマンティクス）に関するデータが統合されていることである（参照：「3D都市モデル標準製品仕様書」）。この特徴を有効に活用することで、図1-1に示す通り「可視化（ビジュアライズ）」と「再現性（シミュレーション）」、「双方向性（インタラクティブ）」といった3D都市モデルの提供価値を導くことが出来る。

まちづくりをはじめとする公共政策の領域において、これらの3D都市モデルの提供価値を取り入れることにより、各種の政策を高度化し、都市に新たな価値をもたらすことが期待される。例えば、3D都市モデルに様々なデータを重ね合わせることで都市の課題やビジョンを可視化したり、3D都市モデルを基盤として都市の将来像や政策効果をシミュレートするなど、3D都市モデルの有するポテンシャルは広く、大きい。

本マニュアルは、このようなポテンシャルを有する3D都市モデルをまちづくり等の政策に活用しようとする地方公共団体が、その企画・検討を行う際に参考とするための知見を提供することを目的とするものである。このため、3D都市モデルを活用する際の基本的考え方、その活用手法、活用にあたって必要となるデータについて実証調査をもとに整理している。

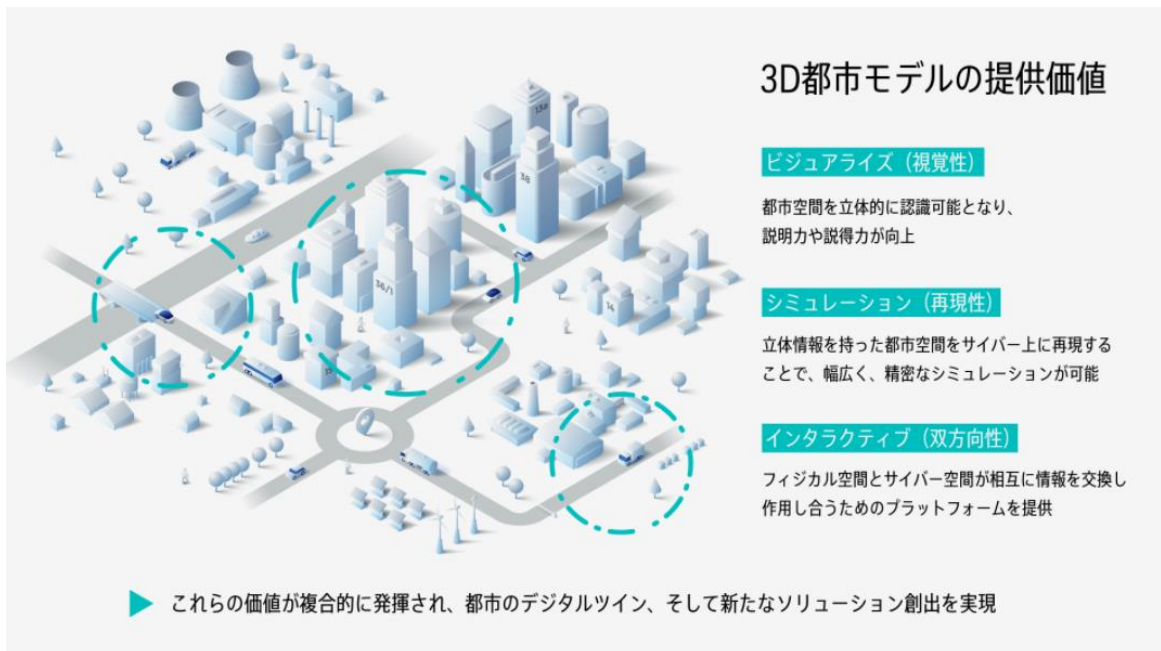


図1-1 3D都市モデルの提供価値

（構成・内容）

本ガイドラインは、本章を含み、全5章で構成される。第2章では、地方公共団体が政策に3D都市モデルを活用する場合のポイントや課題について整理している。第3章では、第2章を踏まえた3D都市モデルのユースケースについて、その分類と事例について整理している。第4章では、将来的な3D都市モデル活用のロードマップを策定するため、その分類、具体的なユースケース開発のための方法、事例について整理している。第5章では、特に地方公共団体にとってニーズが高いと想定される、都市活動モニタリング技術の導入手順及び事例について整理している。

1章 公共領域におけるユースケース開発

本マニュアルの構成・地方公共団体のユースケース開発の基本的な考え方を整理する。

- ✓ 本マニュアルの目的・構成
- ✓ ユースケース開発の基本的な考え方

2章 公共領域における3D都市モデル活用のポイント

地方公共団体が政策に3D都市モデルを活用する場合のポイントや課題について整理する。具体的には、下記の3点について整理する。

- ✓ 公共領域における3D都市モデル活用のポイント
- ✓ 各分野における3D都市モデル活用の方向性
- ✓ 公共領域における3D都市モデル活用の課題

3章 3D都市モデルを活用した公共領域におけるユースケース実証調査の概要

3D都市モデルの地方公共団体の業務へのユースケース実証成果について整理する。具体的には、下記の2点について整理する。

- ✓ 実証調査の目的／ユースケースの分類
- ✓ ユースケース実証事例

4章 3D都市モデル活用のロードマップ

3D都市モデルの地方公共団体への導入に向けたロードマップについて整理する。具体的には、下記の3点について整理する。

- ✓ ロードマップにおけるユースケースの分類
- ✓ ケーススタディの検討
- ✓ ユースケースへの活用

5章 ユースケースに活用するデータ

3章で整理したユースケースについて、それぞれのユースケースに活用するデータ、およびデータ取得のためのモニタリング技術等について整理する。具体的には、下記の4点について整理する。

- ✓ データの分類
- ✓ モニタリング技術の導入手順
- ✓ データの取得方法
- ✓ モニタリング技術の導入事例

1.2 公共領域におけるユースケース開発の基本的な考え方

まちづくり等の領域において3D都市モデルを活用したユースケース開発を実現するためには、3D都市モデルの提供価値を生かしたソリューションを志向することが重要である。

「可視化（ビジュアライズ）」についてみると、将来の開発計画を現状の都市と重ね合わせて可視化することで計画検討や住民説明に役立てたり、過去からの土地利用や建物用途、人口分布の変遷を重ね合わせることで都市構造を通時的に可視化してコンパクト・プラス・ネットワークをはじめとする都市政策の効果検証等を行うことができる。

また、「再現性（シミュレーション）」に着目すると、3D都市モデルには、建物の「屋根」、「床面」といった地物や、「用途」、「構造」といった属性を拡張していくことで、限りなく精緻に現実の都市空間を再現可能なポテンシャルがある。このポテンシャルを活用して、災害リスクに対する都市の強靱性や、都市インフラの整備による交通量や歩行者の回遊性向上などをシミュレートし、防災政策やまちづくりの高度化に役立てることができる。

さらに、3D都市モデルを用いてサイバー空間上に再現した都市と、フィジカル空間における実際の都市を繋ぐ「双方向性（インタラクティブ）」を活用すれば、都市インフラの恒常的なモニタリングとオペレーションを一体化するプラットフォームを構築することや、道路空間における車道と歩道の分配の影響をバーチャル空間上でシミュレートし、実際の車線規制にフィードバックするといった次世代型の都市マネジメントが可能となる。

このような3D都市モデルの提供価値を生かしたユースケース開発を具体的な地方公共団体における政策領域に落とし込むと、表1-1のように整理できる。この図は、数ある地方公共団体の業務の中から、一般的な事務分掌や組織構成をもとに7つの活用分野を選定し、想定されるユースケースを整理したものである。

このうち、本マニュアルでは、2020年度のProject PLATEAUにおいて実証調査を行った「まちづくり」、「防災・減災」、「地域活性化・観光」のテーマにフォーカスし、ユースケース開発のポイントをまとめている。また、それ以外の分野については、本実証調査で得られた知見も活用しつつ、今後のユースケース開発に向けた課題や方法論等を「ロードマップ」として整理している。

表 1-1 地方公共団体業務7分野の3D都市モデルを活用した主たる想定ユースケース

活用分野	ユースケース
まちづくり	・ 土地利用計画や都市マスタープラン等の広域計画における活用 ・ 駅・駅前広場や道路整備計画の策定過程における活用 ・ 開発許可などの行政事務の効率化 など
防災	・ 被災リスクの可視化 ・ 防災計画、避難計画の策定 ・ 水害発生リスクの早期把握 など
地域活性化・観光	・ 観光客の移動・回遊状況を踏まえた観光ビジョンの策定 ・ 混雑状況の可視化、流動の最適化 ・ 景観資源などの可視化、シティプロモーションへの活用 など
交通・物流	・ 新たな地域公共交通の検討や運行支援 ・ 公共交通の混雑状況の可視化、人口流動の最適化 ・ ドローン・自動運転などの新技術の運行支援 など
インフラ維持管理	・ インフラ整備計画の最適化 ・ インフラ維持・管理業務の効率化・最適化 など
健康・福祉	・ バリアフリー対応状況（施設配置・バリアフリールート）の可視化 ・ 人口や開発動向を踏まえた適切な医療圏の検討 ・ 介護・福祉施設の最適配置の検討 など
環境・エネルギー	・ 日照・風環境シミュレーションによる環境評価 ・ 環境負荷を低減したまちづくりの推進の検討 ・ エネルギーマネジメントシステムによるエネルギー需給最適化 など

青：ユースケース実証対象

緑：ロードマップ作成対象

第2章 公共領域における3D都市モデル 活用のポイント

—Summary—

本章では、3D都市モデルを活用した公共領域におけるユースケース開発のポイントについて述べる。
ユースケース開発に共通の課題を整理した上で、テーマ別の課題についても検証する。

2.1 公共領域における3D都市モデル活用のポイント

地方公共団体の業務・事業といった公共領域においては、これまで二次元の地図や各種台帳等が政策の企画立案や効果分析に利用されてきた。地図や台帳等は当初は紙での作成・管理が主だったが、昨今ではGIS（地理情報システム）やデータベースの活用など、電子化も進展しつつある。これにより閲覧性も向上し、集計・分析も可能となってきた。

ただし、二次元の地図や台帳等では、都市に関する多岐に渡る情報を一覧・集約して可視化することや、立体的な都市構造を直観的に理解することには限界がある。二次元的な情報把握の手段によって、現実の都市の三次元的な広がりを考慮した施策（土地利用の高度化や災害時の避難等）を検討するには困難な面があった。

3D都市モデルを活用して都市空間における多様な情報を集約し、あるいはこれらを重ね合わせることで、これまでの二次元的な手法では十分に行えなかった都市に関する情報の一覧化や都市構造の立体的把握が可能になる。これにより、地方公共団体の業務の効率化・高度化が期待される。

公共領域におけるユースケース開発を企画する際には、このような3D都市モデルの持つプラットフォームとしての機能を活かす観点が重要である。

2.2 公共領域における3D都市モデル活用の課題

公共領域において3D都市モデルを活用する際には、以下のような課題に留意しつつ、取組を進めていくことが重要である。

■ 3D都市モデルの整備・更新

取組のベースとなる3D都市モデルデータの初期整備および更新を的確に行うことが必要となる。初期データについては、活用する分野も考慮しつつ、都市計画基本図や航空写真等の既存データを活用して、LOD1～4のデータを整備することが考えられる。また、整備したデータを適切に更新していくことが望ましい。

■ 地図・台帳等の情報の集約・電子化

3D都市モデルに付与・重ね合わせるさまざまな情報の集約・整理を行うことで、そのポテンシャルを最大限に発揮することが出来る。このため、従来業務で利用してきた地図・台帳等について、位置情報や土地・建物のID情報等をもとにGIS化し、3D都市モデルに紐づけて活用することが有効である。

■ 3D都市モデルを活かした事業・業務等の改善・高度化

3D都市モデルを活用したユースケース開発にあたっては、単にこれまでの情報を3Dで可視化するだけでなく、3D都市モデルを活用することで可能となる高度な可視化・集約・分析・シミュレーション等の機能を活かした政策立案や業務の効率化・高度化を志向することが重要である。

■ 3D都市モデルを活かした住民参加・官民連携

3D都市モデルを活用することで、視覚的・直観的に都市の課題や将来の姿を把握可能となる。この特性を活かして、まちづくり施策等を住民に説明することに加え、住民や民間企業からアイデアを引き出す討議の材料とする発想が重要である。

2.3 各分野における3D都市モデル活用の方向性

本項では、3D都市モデル活用のポイントを踏まえつつ、公共領域の各分野における3D都市モデル活用の方向性について述べる。

地方公共団体や事業者、住民等は都市を取り巻く様々な課題に直面しており、これらに対して3D都市モデルの提供価値を踏まえたソリューションを創出することにより、都市の課題解決と新たな価値創造に貢献していくことが期待される。

まちづくり 分野

■ 地域・行政における課題

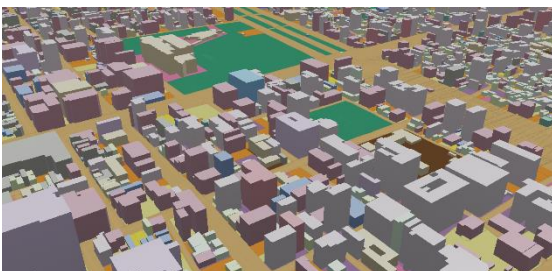
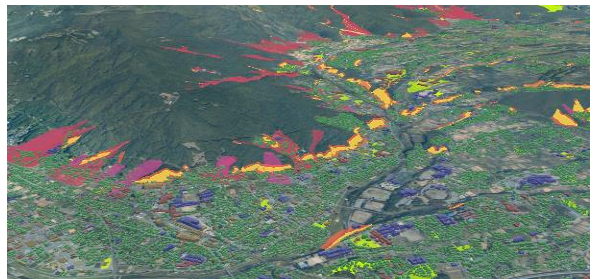
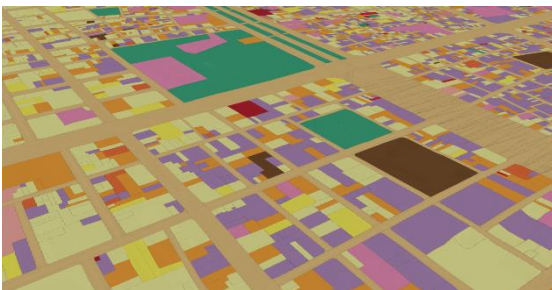
都市計画マスタープランや土地利用の方針等を検討する際には、都市・地域に関する様々な情報を集約して総合的に検討を行う必要があるが、都市を取り巻く情報は多岐にわたり、全体を俯瞰的に把握することや総合的に分析することは簡単ではない。また、土地利用や人口分布等の静的な情報に加え、都市における人や車の動きなどの動的なデータを考慮することも重要である。

また、開発コントロールの局面においても、このような総合的な情報の把握は重要である。開発事業者による開発許可申請等を審査する際にも、様々な情報を総合的に考慮し、都市・地域の現状と新たな計画とを照らし合わせた判断が必要となる。

さらに、新たなまちづくり計画や開発計画を推進する局面では、地域住民を含めたステークホルダーへの的確な説明と合意形成が求められるが、誰もが都市の複雑な構造や課題を理解・共有することは容易ではなく、円滑な合意形成の課題となっている。

■ 3D都市モデル活用の方法

3D都市モデルは、都市・地域に関する複雑かつ多岐にわたる静的・動的な情報を集約し、あるいは重ね合わせて可視化する都市空間情報のプラットフォームとして活用可能である。土地利用の規制情報や建物の用途、構造、災害リスク等の情報を3D都市モデルに集約し、各種の統計情報や人流データ等を重ね合わせることで、都市構造を俯瞰的、一覽的、直感的に理解できる。さらに、これらを情報を用いた精緻なまちづくりシミュレーションも可能となる。このような3D都市モデルの視覚化や再現性という提供価値を活かすことで、まちづくりの課題を解決し、その高度化を図ることが期待される。



土地利用現況や建物利用現況の可視化例
(愛知県名古屋市)

建物データと都市空間データ、立地適正化計画情報の
重ね合わせによる都市の現状把握や都市機能の誘導政策検討例
(長野県茅野市)

(出典：PLATEAU VIEW)

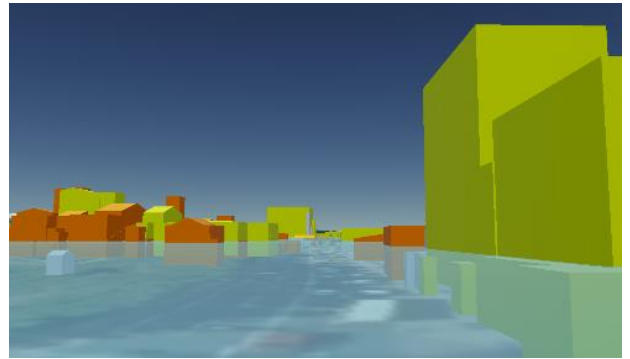
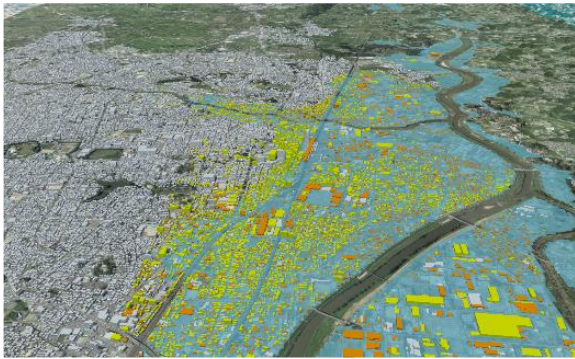
防災 分野

■ 地域・行政における課題

近年、ますます自然災害が激甚化・頻発化・広域化する中で、災害リスクを把握し、事前に社会全体で災害に備える必要性がますます高まっている。また、流域全体で災害に備える「流域治水」の考えの広がりに伴い、防災まちづくり等の各種施策や計画を検討するに当たっての関係部署や関係者が多方面に渡っている。さらに、防災意識の向上や事前の避難計画の取り決めが重要であることから、高齢者や障がい者、外国人などを含めたあらゆる属性の人々に災害や避難に関する情報をわかりやすく的確に伝える必要がある。

■ 3D都市モデル活用の方法

災害に関するさまざまな情報を3D都市モデルに重ね合わせ、災害リスクを三次元かつ時系列で可視化すること等により、災害リスクをわかりやすく直感的に理解でき、住民等の防災意識の向上や避難計画の立案に繋げることができる。さらに、地域の災害リスクに加え、土地利用や建物用途等の都市の多様な情報を重ね合わせることで、より効果的な防災まちづくりを推進することが期待される。



垂直避難建物の可視化(着色)検討例
(福島県郡山市)



破堤20分後



破堤60分後



破堤120分後

時系列での浸水シミュレーション可視化例
(鳥取県鳥取市)

(出典：PLATEAU VIEW)

地域活性化・観光 分野

■地域・行政における課題

地域活性化・観光の分野においては、新型コロナ禍の影響も踏まえ、アフターコロナを見据えたまちの賑わい創出や、地域の観光資源の発掘、磨き上げが必要である。このため、居心地が良く人々が安全に憩うことができる空間づくりを目指し、地域の移動・回遊性分析を踏まえ、地域の賑わいを維持しつつも混雑や渋滞の回避・平準化を図る空間設計等が必要である。また、観光資源を効果的に情報発信するシティプロモーション等の取組も有効である。

■3D都市モデル活用の方法

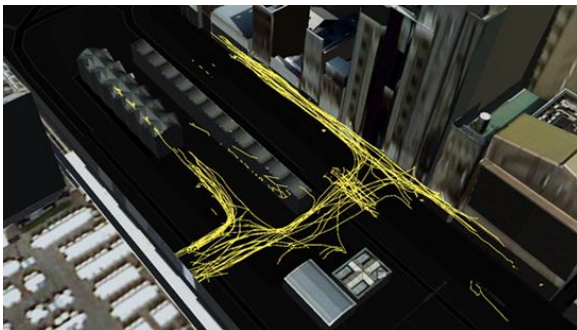
3D都市モデルに住民や来街者の移動・滞在状況等の人流データを重ね合わせることで、都市スケールでの空間の利用状況を可視化することができる。これを踏まえたシミュレーション等を行うことで、観光客や買物客等も含め、地域に賑わいをもたらす空間設計を科学的に検討することが可能となるほか、3D都市モデルを活用して地域の景観やビジョンをVR空間上に再現し、今後のまちづくりの検討資料として用いたり、地域の魅力を発信したりすることも期待される。



湯本駅周辺 景観パターン検討例
(福島県いわき市)



(出典：Panasonic VR)



移動軌跡の表示例
(愛媛県松山市駅前広場)



人流データの表示例
(東京都渋谷)

(出典：PLATEAU VIEW)

インフラ維持管理 分野

■ 地域・行政における課題

道路・橋梁、上下水道、公共施設等の都市インフラの老朽化への対応は各地域に共通する重大な課題である。地域の安全・安心を確保するため、効率的な維持管理や施設更新等を進めていくことが必要であるが、予算、人員等の制約が課題となっている。

■ 3D都市モデル活用の方法

3D都市モデルを活用し、各種インフラに関する情報を集約し、重ね合わせることで、エリア内のインフラの情報を立地や周辺状況も含めて一元的に把握・管理することが可能である。これを用いて、維持管理計画や更新計画等の立案に役立てることが期待される。

交通・物流 分野

■ 地域・行政における課題

人口減少・少子高齢化が進展する中、都市の集積のメリットを維持・発揮させるため、コンパクト・プラス・ネットワークによる都市機能の一定エリアへの誘導と公共交通ネットワークの形成が重要となる。公共交通や物流ネットワーク等の効率化・最適化も重要であり、人々の賑わいや往来を維持しつつ、混雑や渋滞を避けた移動を実現することや、自動運転・ドローン等の新技術の活用を進めることが必要である。

■ 3D都市モデル活用の方法

都市機能を提供する施設の立地状況や人口分布・人口動態等を把握し、3D都市モデルを活用したシミュレーション等を行うことで、交通ネットワークの課題を洗い出すとともに、都市構造の再構築と一体となった公共交通ネットワークの供給を検討することが可能となる。また、3D都市モデルをプラットフォームとして、ラストワンマイルの解消を図る自動運転モビリティやドローン等の運行を支援することも期待される。

健康・福祉 分野

■ 地域・行政における課題

人口減少・少子高齢化が進む中で、高齢者等の要配慮者の居住エリア等を考慮した医療・介護・福祉施設等の安全を確保することや、各種施設及び移動ルートのバリアフリー化を推進すること等の必要性が高まっている。

■ 3D都市モデル活用の方法

医療・福祉・介護施設等の立地状況やバリアフリー化された施設、移動ルート等を3D都市モデル上で可視化することにより、エリアの住み心地の良さ等を可視化し、課題を洗い出すことができる。また、施設や街路等の詳細な3D都市モデルを整備することで、バリアフリー化されたルートの可視化、情報発信等のツールとして活用することも期待される。

環境・エネルギー 分野

■ 地域・行政における課題

地球温暖化対策やカーボンニュートラル社会の実現へ向け、都市スケールでの環境負荷を低減したまちづくりの推進や、都市開発による環境影響の評価等を的確に行うことが求められている。

■ 3D都市モデル活用の方法

CO2排出量抑制に資する緑地の形成や太陽光発電の活用を検討する際には、3D都市モデルを用いた都市スケールでの分析が有効である。例えば、緑地形成や太陽光パネル設置に適したビルの屋上面積を都市全体で割り出すことで、低炭素のまちづくりを実現するための検討材料とすることができる。また、建物の用途や面積、人口分布等の各種情報を3D都市モデル上で分析・シミュレートすることで、都市全体でのCO2排出量やその抑制ポテンシャルを算出することが期待される。

第3章 3D都市モデルを活用した公共領域におけるユースケース実証調査の概要

—Summary—

本章では、3D都市モデルの地方公共団体の業務へのユースケースの活用について述べる。具体的には、ユースケースの分類について整理したうえで、2020年度のProject PLATEAUにおいて整備された建物モデルデータを活用したユースケース実証事例を紹介する。

3.1 実証調査の目的／ユースケースの分類

2020年度のProject PLATEAUでは、地方公共団体やエリアマネジメント団体等のまちづくりに関わる公的主体をパートナーとして、3D都市モデルを活用した公共領域におけるユースケース開発の実証調査を行った。

具体的なユースケース開発の設計を行うにあたっては、各地域の課題や創造したい価値についてヒアリングを行い、3D都市モデルのポテンシャルを発揮することでこれらの課題解決や価値創造に寄与し得る政策領域を絞り込んでいった。さらに、利用可能なデータや都市アセット等を考慮した上で、ユースケースを具体化していった。

これらの作業を経た結果、33件の実証調査を下図のとおり3つの大きな活用分野に大別することができる。3つの活用分野については、とくに3D都市モデルがその価値を発揮し得る領域であるといえる。

さらに、これらの活用分野を更に細かく分類し、下図のとおり9つのユースケースに分類した。この分類により、各領域において3D都市モデルをどのように活用できるのか、より具体的に考察することが可能となる。

(活用分野)	(分類)
まちづくり	①都市計画策定 ②公共空間・インフラ整備 ③計画運用
防災	①防災計画 ②意識啓発 ③リスク早期把握
地域活性化・観光	①賑わい創出 ②混雑回避（感染症対策）③観光振興

図3-1 ユースケースの分類

以上の整理をした上で、全国31都市を舞台としてユースケース開発の実証調査を行い、これによって得られた知見及び課題について本マニュアルでとりまとめた。その内容のサマリーは次頁より示す通りである。

■活用分野1：まちづくり

まちづくり分野では①都市計画策定、②公共空間・インフラ整備、③計画運用（開発許可等）の3分類について実証を行った。①都市計画策定では土地利用計画や都市計画マスタープラン等の広域計画における活用を、②公共空間・インフラ整備では駅・駅前広場や道路整備計画の策定業務における活用を、③計画運用では開発許可に関わる業務の効率化・負担軽減に向けた3D都市モデルの活用可能性をそれぞれ検証し、課題等を考察した。実証の成果及び課題、今後の展望は以下のとおりである。

①都市計画策定

実証の成果

- CityGMLの「建物単位で構造化された建物データと図形データが紐づく」セマンティクスの特徴を生かし、都市計画に係る複数の情報を重ね合わせ・クロス表示することで、データの掛け合わせによる高度な分析を行うことが可能となる。
- 都市計画基礎調査情報を活用して都市構造の変遷と都市機能の集約状況を可視化することで、まちづくりの検討に必要な基礎情報を把握することが可能となる。

課題と展望

- 都市計画に係る属性情報を複数年度で効率的に比較分析するためには、属性情報のコーディングの統一が必要である。
- 3D都市モデルで活用可能な情報を充実させ、客観的・定量的なデータに基づく都市計画の運用の高度化を図るためには、都市計画情報のオープン化と活用の促進が重要である。

②公共空間・インフラ整備

実証の成果

- 歩行者等の人流データや、路面状況等の道路インフラに関するデータを3D都市モデル上に可視化することで、移動傾向や交通量を踏まえた空間計画や交通施策の検討が可能となる。
- 3D都市モデル上での可視化によってペDESTリアンデッキ等の立体的な移動についても分析することができるほか、歩行者が滞留しやすい箇所をデータに基づき把握することが可能となる。

課題と展望

- 都市活動データを取得するためのモニタリング技術には、例えば電源設備や通信環境の確保など、導入のための要件や制約が存在する。対象とする空間の状態に見合った技術選定や、複数のデータやモニタリング技術を組み合わせるなどの工夫が必要である。
- 3D都市モデルに重ね合わせるデータを充実させることで、データに基づく計画策定（スマートプランニング）やまちづくりに関わる多様な主体間での合意形成に活用していくことが期待される。

③計画運用（開発許可等）

実証の成果

- 都市空間に関する様々な情報を集約し3D都市モデルと併せて可視化することで、ディベロッパーや建設事業者等の民間事業者にとっても、より直感的に都市構造や都市計画との整合性を分かりやすく把握することが可能となる。
- 開発初期の計画・相談段階での現地確認の省略による負担軽減、都市空間情報の一覧的な把握による問い合わせの減少などの行政事務の効率化に寄与することが期待できる。

課題と展望

- 開発許可などの行政業務での活用を進めていくためには、3D都市モデルが実際の都市の現況と乖離しないようなデータ更新の担保、3D都市モデル上に表示される都市計画関連情報の境界線の精度向上等が必要となる。
- 建物が持つセマンティクスと人の流れや経済活動などのデータを掛け合わせて分析することで、これまでの二次元データの重ね合わせだけでは見えてこなかった都市構造の実態把握、コンパクト・プラス・ネットワークなどの目指すべき都市の姿の検討につながることを期待される。

■活用分野2：防災

防災分野では、①防災計画、②防災意識啓発、③リスク早期把握の3分類について実証を行った。①防災計画では垂直避難や浸水シミュレーションによる防災対策の高度化の可能性を、②防災意識啓発では浸水シミュレーションの可視化による地域での防災意識向上の可能性を、③リスク早期把握では水位計データの可視化による浸水リスクの把握手法をそれぞれ検証し、今後の課題や対策について検討を行った。実証の成果及び課題、今後の展望は以下のとおりである。

①防災計画

実証の成果

- セマンティクスの特徴を生かし、3D都市モデル上で水害発生時に垂直避難可能建物を可視化することで、垂直避難を取り入れたより高度な防災対策の立案・実施が可能となる。
- また、地域内で見守りを目的に導入されたカメラの設置情報と浸水シミュレーションを重ね合わせることで、浸水発生時のリアルタイムでの浸水状況把握や迅速な情報提供・避難誘導を行うことが可能になる。

課題と展望

- 防災計画の高度化をさらに進める場合には、3D都市モデル上に建物内にいる人の主な属性などの質的な情報を付加・集積させることも有効である。ただし、個人情報保護・プライバシーの観点と地域の防災力強化とのバランスが重要なため、地域内での継続的な議論が求められる。
- 今後は要配慮者利用施設や避難場所・避難所などを中心に、3D都市モデルを活用した防災・避難計画の高度化が図られることが期待される。

②防災意識啓発

実証の成果

- 3D都市モデルに時系列の浸水シミュレーション結果を重ねることにより、破堤から何分後に自宅や勤務先に洪水が押し寄せる可能性があるのか、いつまでに避難しなければならないのか、浸水深がどのように変化していくのか、避難が間に合わない場合は垂直避難でも対応可能なかなどをよりビジュアルに検討することが可能となる。

課題と展望

- 3D都市モデルを活用して地域の防災意識を高めるためには、社会福祉協議会等との連携を通じて3D都市モデルの属性情報に「要配慮者の居住情報」を付加させるなど、さらなる情報の収集・集積が必要となる。
- 高齢化や防災の担い手不足などが顕在化する地方部において、3D都市モデルを用いた事前防災の取組を持続的に続けていくための体制をいかに確保するのか、地域社会における継続的な議論が期待される。

③リスク早期把握

実証の成果

- 地域における過去の水害の際の水位計の時系列データを可視化することで、早めの避難喚起や適切な避難行動につながる情報提供を実施することが可能となる。
- 3D都市モデルを活用することで、比較的標高の低い箇所における被災リスクや堤防が決壊した場合の被災の程度など、ニーズに応じたシミュレーションを実施することも可能となる。

課題と展望

- 地方公共団体が保有する水位計や危機管理型水位計などのリアルタイム水位データと連携することにより、出水期におけるリアルタイムでの被災リスクの可視化を実現できる可能性がある。可視化された被災リスクは電気設備などのライフラインの耐水化検討への活用も期待される。
- 今回の実証結果を踏まえ、リアルタイムでの被災リスクの可視化、リスクの早期把握に係る取組が進展することが期待される。

■活用分野3：地域活性化・観光

地域活性化・観光分野では、①賑わい創出、②混雑回避、③観光振興の3分類について実証を行った。①賑わい創出では3D都市モデルを用いたVRの作成・活用、②混雑回避では感染症対策も念頭に混雑状況のモニタリングと混雑回避に向けた情報提供のあり方などを検証した。③観光振興では温泉地における景観シミュレーションや人流データの重ね合わせによる観光地の回遊状況を検証した。実証の成果及び課題、今後の展望は以下のとおりである。

①賑わい創出

実証の成果

- ・3D都市モデル上に人流データを重ね合わせ、都市内の移動状況や回遊状況を可視化することで、地域の賑わい創出に向けた拠点整備などの施策を効果的に検討することが可能となる。
- ・景観シミュレーションの結果は3D都市モデル上で三次元で可視化することができる。これにより、公共施設整備に伴って地方公共団体などが業務発注により作成する景観シミュレーション画像などを3D都市モデル上でいつでも取得することが可能となる。

課題と展望

- ・3D都市モデル上で個別の建物外観や建物内部を詳細に再現したい場合には、CAD図面などの既存データや現地で撮影したテクスチャなどの追加的なデータを用意することが必要となる。
- ・センサーやGPSにより取得した人流データは公的統計等に比べてデータの鮮度が高く、リアルタイムの移動状況を反映した賑わい創出政策への活用が期待される。今後、空間設計や合意形成など多様な分野での活用が期待される。

②混雑回避（感染症対策）

実証の成果

- ・カメラ画像の解析、Wi-Fiパケットセンサー、GPSデータなどから取得したデータを解析することで、特定のエリア内での滞留人員や歩行者数を捕捉したり、ソーシャルディスタンスの判定結果を確認することができる。
- ・混雑情報を3D都市モデル上に可視化することで、二次元と比較してより直感的に混雑状況を把握することができるため、市民に対してもよりわかりやすい情報提供が可能となる。

課題と展望

- ・モニタリングにどの機器を用いるかによって、取得可能なデータ項目、機器等を導入するための条件、捕捉可能な範囲などの条件が異なるため、目的や空間の特性に照らし合わせて最適な機器の導入を検討する必要がある。
- ・センサーなどから取得された人流データに年齢や性別などの属性情報を重ね合わせたり、継続的なモニタリングにより経年的にデータを蓄積することによって、施策の効果検証や傾向に基づく将来予測などに応用することが期待される。

③観光振興

実証の成果

- ・3D都市モデル上で複数の景観シミュレーションの結果を可視化することで、それぞれの施策のメリット・デメリットを明確にすることが可能となる。
- ・観光振興には行政、地元関係者、DMO、民間事業者など多数のステークホルダーが関わることから、景観シミュレーションの結果を共有することによって効率的に地域内での合意形成や意思決定を進めることが可能となる。

課題と展望

- ・作成したシミュレーションの結果は、観光振興施策の検討のほかにシティプロモーション関連の取組に活用することも期待される。
- ・景観シミュレーションに人流データを重ね合わせることができれば、景観まちづくりの推進を通じたにぎわいの創出、そのために必要となる拠点施設の最適配置を検討することも可能となる。
- ・3D都市モデルがデータの可視化・共有の基盤となることで、賑わい創出に向けて多様な主体のデータ相互活用が促進されることが期待できる。

3.2 ユースケース実証事例

(一覧)

分類		都道府県	市区町村	ユースケース名
まちづくり	計画策定	愛知県	名古屋市	都市計画基礎調査情報を活用した都市構造の可視化
		大阪府	大阪市	
	公共空間・インフラ整備	東京都	千代田区	センサー配置シミュレーション
		神奈川県	横須賀市	沿道状況センシングシステムの開発
		新潟県	新潟市	新潟駅周辺整備事業等データの重ね合わせによる将来都市計画の可視化
		静岡県	沼津市	プローブパーソン調査を活用したスマート・プランニング
		愛知県	安城市	既設カメラ画像のAI解析による人流・交通流モニタリング
		岐阜県	岐阜市	Wi-Fiパケットセンサーによる地点間移動のモニタリング
		大阪府	高槻市	
		沖縄県	那覇市	異なるモニタリング技術の併用による人流解析
	計画運用	石川県	金沢市	土地の高度利用の状況を踏まえた都市計画情報の可視化
		長野県	茅野市	都市空間に関する情報の集約による行政事務の効率化
防災	防災計画	福島県	郡山市	垂直避難の可能性を有する建築物の可視化等を踏まえた防災計画検討
		兵庫県	加古川市	時系列浸水シミュレーションデータの3D可視化による見守りカメラの災害時の活用方法検討
	防災意識啓発	鳥取県	鳥取市	時系列浸水シミュレーションデータの3D可視化による防災計画立案・防災意識啓発
		熊本県	玉名市	
	リスク早期把握	東京都	港区	屋内外をシームレスに繋ぐ避難訓練シミュレーション
地域活性化・観光	賑わい創出	東京都	江東区	レーザーセンサーによる高精度でリアルタイムな人流計測
		愛媛県	松山市	
		神奈川県	横浜市	大規模複合施設における人流カウントと建物屋内モデルを用いた可視化
		大阪府	大阪市	ウォークアブルな拠点整備を目指した都市開発に伴う歩行者量変化の可視化
		長野県	松本市	GPSデータに基づく地域内人流の解析による賑わい創出・回遊性向上
		広島県	呉市	
		福岡県	飯塚市	
	混雑回避	北海道	札幌市	屋内センサーによる人流モニタリング
		東京都	新宿区	カメラ映像の解析による混雑状況の可視化
		東京都	渋谷区	GPS由来の人流データに基づく都市の混雑状況の把握
		愛知県	名古屋市	
		栃木県	宇都宮市	ソーシャルディスタンス判定技術
		福岡県	北九州市	スマートフォンなどが発する電波(Wi-Fiと4G/LTE)を活用した混雑状況モニタリング
	観光振興	福島県	いわき市	湯本地区温泉街における景観シミュレーション（VR）との連携を通じた将来景観計画の可視化
		神奈川県	箱根町	GPS由来の人流データを活用した地域内拠点間の人流可視化

3.2 ユースケース実証事例

まちづくり：計画策定① [1/2]

ユースケース名		都市計画基礎調査情報を活用した都市構造の可視化
実証都市名		愛知県 名古屋市 / 大阪府 大阪市
ユースケース開発担当名		株式会社日立製作所、パナソニック株式会社、アジア航測株式会社
ユースケースの内容		定期的に調査・蓄積されている都市計画基礎調査情報を活用し、Webブラウザ上で過去からの都市構造の変遷を可視化した。
3D都市モデルの活用により期待される効果		地方公共団体においてコンパクトなまちづくり(都市機能の立地適正化、土地の高度利用促進、スプロールの抑制等)や公共交通網の分析・検討(都市間比較)への活用や、再開発等のまちづくりに対する合意形成が図られるなど民間投資の促進が期待される。
ユースケースに必要なデータ	3D都市モデル	セマンティクス拡張(都市計画基礎調査情報(建物利用現況、土地利用現況)を属性情報として追加したLOD1都市モデル)
	静的データ	-
	動的データ	-
ユースケースの検証方法		- 都市計画基礎調査の調査結果から、「建物利用現況」と「土地利用現況」のデータをCityGML形式の建物と土地のモデルへ変換し、建物利用現況・土地利用現況の属性情報に応じて建物・土地を色で塗り分けることで、建物・土地利用の変遷を可視化した。 - 建物利用現況・土地利用現況それぞれ5時点分以上の3D都市モデルを切り替えることで、過去から現在までの約20年間にわたる都市構造の変遷を可視化した。



愛知県 名古屋市中区
(出典：PLATEAU VIEW)

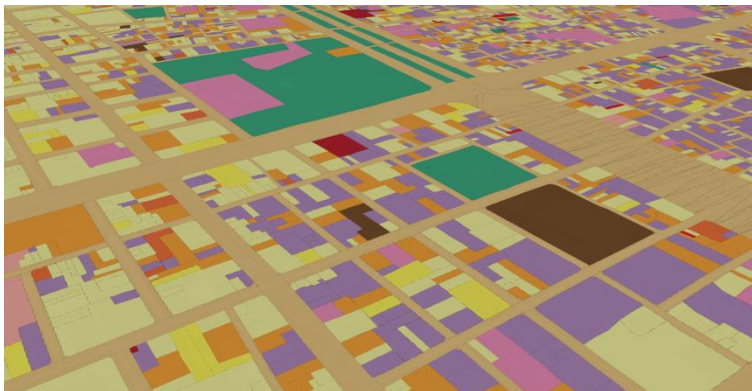


大阪府 大阪市淀川区
(出典：PLATEAU VIEW)

3.2 ユースケース実証事例

まちづくり：計画策定①【2/2】

検証成果	- CityGMLの「構造化データと図形データが紐づく」特徴を活かすことで、都市計画基礎調査情報を活用した都市構造の可視化を効率的に実施した。具体的には、建物利用現況等の情報をデータ変換後の建物モデルの属性情報として引き継ぐことで、建物利用現況等の三次元データ化を試みた。 - データ変換にあたっては、二次元地図（都市計画基本図等）の建物外形線に一律の高さを与えることでLOD1相当の建物モデルを立ち上げることとし、簡易かつ効率的に建物モデルを作成する手法の可能性を検証した。 - 具体的には、階高（3m）×階数を一律の高さとして設定することで、都市計画基礎調査の情報を活用して簡易に3D都市モデルが作成できることが明らかになった。
課題	都市計画基礎調査情報を活用する上での課題として、同一の地方公共団体において実施された都市計画基礎調査であっても、調査時点ごとに属性情報のコーディングが異なる点や、複数時点のデータを比較可能な形で可視化するには各時点のコーディングごとに共通のコードリストとの対照表を整備することが必要である点などが挙げられる。
今後の展望	- 建物現況調査による建物用途の変遷や、土地利用現況による土地用途の変遷などを可視化することで、地域特性を経時的に捉えるとともに、都市計画規制・誘導の効果など、まちづくりの取組に必要となる基礎情報を把握することが可能となる。 - 今回の実証実験のように、都市計画基礎調査情報を有効活用する事例を確立することで、都市計画基礎調査のオープン化の機運を加速させることを通じて、客観的・定量的なデータに基づいた都市計画の運用をより高度化させることが期待できる。



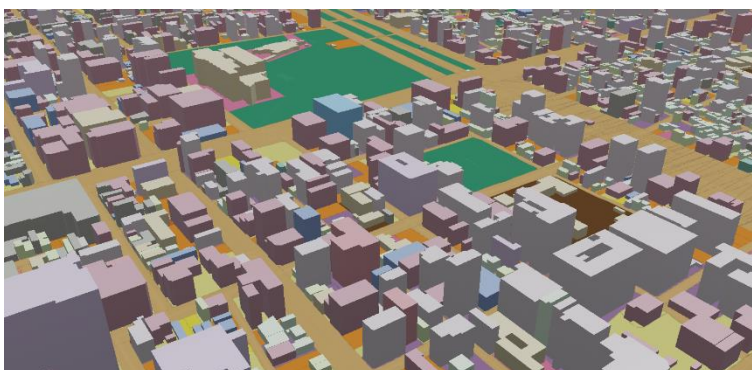
土地利用現況の塗分け

土地利用現況のデータは、従来から二次元の土地利用現況図として作成・活用されることも多い。

この土地利用現況図を3D都市モデルを用いて活用する場合、例えば、属性情報を付与した建物モデルと重ね合わせることで、クロス表示による高度な可視化が可能である。

（下図参照）

（出典：PLATEAU VIEW）



土地利用現況と建物利用現況のクロス表示

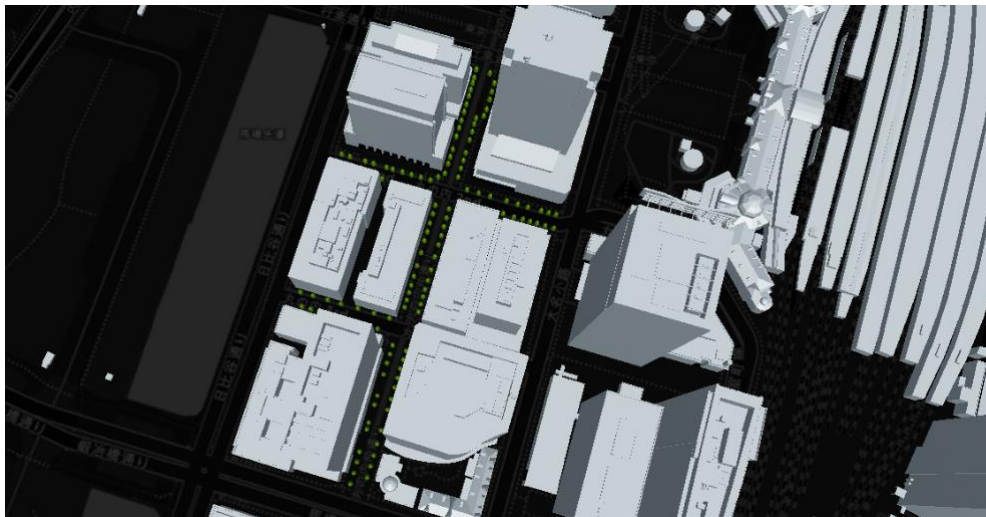
都市計画基礎調査の「建物利用現況」と「土地利用現況」の情報を重ね合わせて表示することで、属性情報の切り替えにより、都市構造を立体的に把握することが可能となる。

（出典：PLATEAU VIEW）

3.2 ユースケース実証事例

まちづくり：公共空間・インフラ整備① [1/2]

ユースケース名		センサー配置シミュレーション
実証都市名		東京都 千代田区（大丸有エリア）
ユースケース開発担当名		株式会社三菱総合研究所 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
ユースケースの内容		都市空間へのセンシング機器の設置計画の検討に向けて、エリアを訪れた人の動きを漏れなく計測するためのセンサーの個数や設置場所、設置高さに応じた設置角度をシミュレーションし、複数パターンの配置計画を検討した。
3D都市モデルの活用により期待される効果		センサーの計測距離(平面)及び照射範囲(高さ方向)をセンシング機器の製品仕様(センサースペック)に基づいて3D都市モデル上に重ね合わせることで、高さ方向を加味したより実現性の高いセンサー設置計画の策定が期待される。
ユースケースに必要なデータ	3D都市モデル	LOD1
	静的データ	シミュレーションデータ（センサーの計測距離・照射範囲）
	動的データ	-
ユースケースの検証方法		2020年に大丸有エリアで実施した「Marunouchi Street Park 2020」の人流データ計測実験で用いられた3D-LiDARセンサーの仕様をベースに、エリアを訪れた人の動きを漏れなく計測するためのセンサーの個数や設置場所、設置高さに応じた設置角度を検討し、3D都市モデル上に重ね合わせ、センサーの計測距離や照射範囲を表現した。



東京都 千代田区
丸の内仲通り周辺
(出典：PLATEAU VIEW)

3.2 ユースケース実証事例

まちづくり：公共空間・インフラ整備① [2/2]

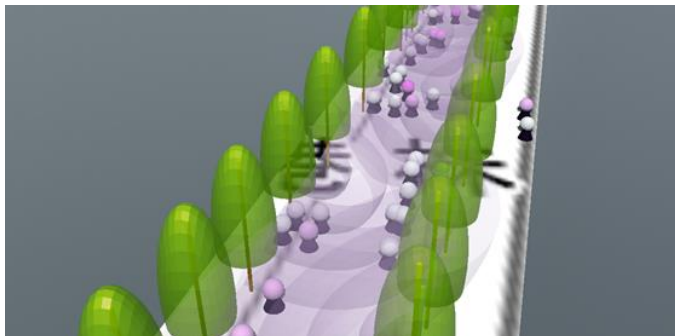
検証成果	「Marunouchi Street Park 2020」の人流データ計測時は樹木へセンサーを設置したが、今回のシミュレーションにあたっては建物壁面や歩道上のフラッグポール（街路灯）などの工作物にセンサーを設置するケースを想定し、3D都市モデルを用いて最適な配置計画のシミュレーションを行った。 - 従来はこうした作業には実際にセンサーを設置して計測範囲等を検証する必要があったが、3D都市モデル上でシミュレーション結果を可視化する環境を開発することにより、センサーの仕様や設置角度による計測範囲の確認を簡易に行えるようになった。
課題	- 今回の実証では、期間の関係上、別のシミュレーターで検討したセンサーの配置パターンを3D都市モデル上に再現しており、センサーの仕様や設置箇所を変化させた場合に計測範囲がどう変化するのかなど、細かな設置条件の調整を行うことはできなかった。 - より効率的に実空間の状況に即したセンサー設置計画を検討するためには、シミュレーション機能を備えたアプリケーションとの連携が求められる。
今後の展望	- パブリックスペースにおけるセンシング機器の設置には、地権者や来街者、行政、警察などの多数のステークホルダーに対して、センシングの必要性や安全性など、「どこに、なぜ設置しなければならないか」を合理的にわかりやすく説明することが求められる。3D都市モデルは多岐にわたる情報を一覧的に可視化することができるため、多様なステークホルダーとの合意形成にあたって有効に機能すると考えられる。 3D都市モデル上でのセンサースペックシミュレーションと実測値との差分比較やシミュレーション条件の見直し・実測を繰り返すことで、パブリックスペースの類型に応じた、より精度の高い配置パターンや設置方針の検討が可能となり、これらをもとにエリア全体での最適なセンサー設置計画の策定に寄与することが期待される。



**シミュレーションによる
センサー配置パターンでの
計測範囲の確認**

3D都市モデル上にセンサー配置パターンをプロットし、対象エリアの車道・歩道に対して、漏れなくカバーできることを確認できた。

(出典：PLATEAU VIEW)



**計測対象（歩行者）の
計測可否の確認**

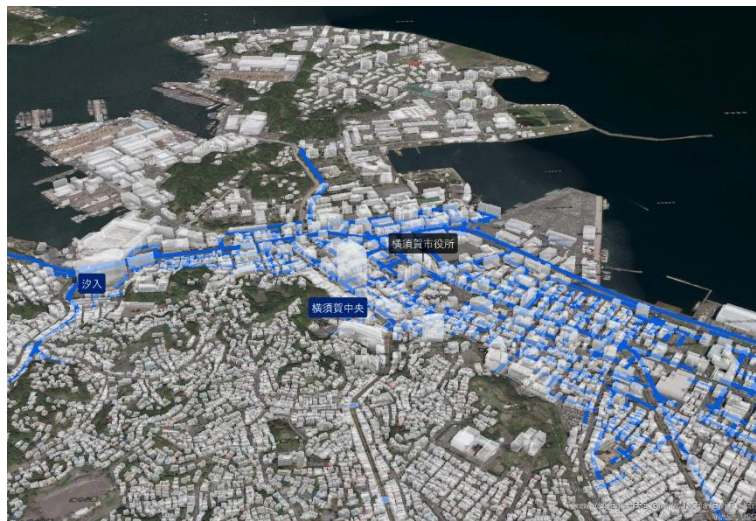
内向きに設置したセンサーにより、通りを歩行する歩行者の人流が漏れなく計測できることを確認した。

(出典：PLATEAU VIEW)

3.2 ユースケース実証事例

まちづくり：公共空間・インフラ整備② [1/2]

ユースケース名		沿道状況センシングシステムの開発
実証都市名		神奈川県 横須賀市
ユースケース開発担当名		国立大学法人横浜国立大学、LocaliST 株式会社、横須賀市、Mobileye Vision Technologies Ltd.、丸紅株式会社、ESRI ジャパン株式会社
ユースケースの内容		車載センサによって、路面状況等の道路に関するデータと、歩行者や自転車の位置・量に関するデータを収集する。これを他の既存データと重ね合わせ、道路の通行安全性を多角的に評価することにより、より人間中心で安心・安全な歩行環境・自転車走行環境の実現を目指す。
3D都市モデルの活用により期待される効果		・ 取得したデータを用いることで、道路上の不具合箇所の把握や、事故リスクの高いエリアにおける車両交通量や速度のコントロールなどの実施が期待される。 ・ 例えば、道路インフラ資産に関するインベントリ調査の効率化や、路面性状のモニタリングの高度化、道路維持修繕業務の省力化等につながる事が期待される。 ・ また、歩行者や自転車のボリュームデータと車両の挙動データ、3D表現による沿道建築物データを重ね合わせて可視化することで、「ヒヤリハット」をはじめとした交通事故リスクの多角的な評価や因果関係の考察を深めることができ、都市内道路の安全性向上のための施策立案に寄与すると考えられる。 ・ 成果を産学官連携による実践的な研究につなげることにより、時代の要請に応じた安心・安全で賑わいのあるウォークアブルなまちづくりにつなげていくことが期待される。
ユースケースに必要なデータ	3D都市モデル	LOD1
	静的データ	-
	動的データ	センシングデータ（車両に搭載したセンサを用いて計測）
ユースケースの検証方法		横須賀市内の延べ約100kmの道路区間を対象に、道路インフラの状態、歩行者の通行量、自転車の通行量、自動車の運転挙動を取得した。



神奈川県 横須賀市
(データ計測範囲)

(出典：横須賀市内における沿道状況センシングシステムの共同開発参加各者)

3.2 ユースケース実証事例

まちづくり：公共空間・インフラ整備② [2/2]

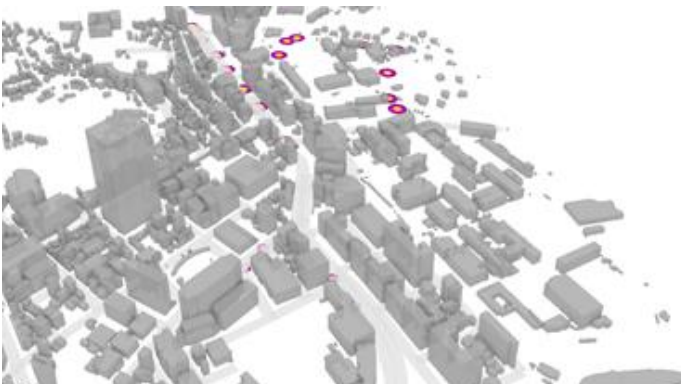
検証成果	・ モービルアイ製 Mobileye 8 Connect は、最先端のビジュアルコンピューティングと AI を搭載した後付け型の安全運転支援システムであり、事故防止とドライバーのパフォーマンス向上に役立つ機能を備えている。このシステムが持つデータ収集機能により、各種道路インフラの状況や他の車両・歩行者のデータをリアルタイムで収集した。 ・ 標識や信号などの沿道物件の位置及び形状データと、横断歩道やポットホールなどの路面状況データを取得した。歩行者と自転車については、車道又は歩道における平均検出数データを収集した。また、端末搭載車両の走行速度や急加減速、ニアミスデータなど、車両側の挙動データもあわせて収集した。
課題	・ データ収集対象道路の空間的な拡大と、時間軸方向のデータ取得密度の向上であり、そのために様々な主体と連携体制を構築し、車載端末搭載車種の多様化と台数増加を進めていく予定である。
今後の展望	・ 従来、道路インフラの路面状況や道路上の車両・歩行者情報等を収集・可視化するためには、カメラによって撮影された画像をサーバーに都度送信し、サーバー上で分析・可視化する必要があったが、個人情報の管理とデータ量の肥大化が大きな課題となっていた。本技術では、取得したデータを車載センサの端末上で AI によってエッジ処理してサーバーに送信するため、個人情報の即時の破棄とデータ量の圧縮が可能である。 ・ データ量圧縮は通信コストの抑制にも繋げることができ、導入のハードルを下げることによって、端末を搭載する車両数の増加も期待できる。 ・ 本技術によって収集される精緻で高鮮度なデータを用いることで、ウィズ／アフターコロナ社会におけるスマートな道路維持管理や、まちづくりのための基礎知見としていくことを目指していく。



時間帯別沿道状況データ (歩行者＋自転車)の 2D、3Dによる2画面表示

車道又は歩道における歩行者及び自転車の平均検出数データを収集し、2D及び3Dで可視化した。

(出典：横須賀市内における沿道状況センシングシステムの共同開発参加各者)



沿道状況データ可視化 (急ブレーキ発生位置)

端末搭載車両の走行速度や急加減速、ニアミスデータなど、車両側の挙動データを収集し、急ブレーキ発生位置を可視化した。

(出典：横須賀市内における沿道状況センシングシステムの共同開発参加各者)

3.2 ユースケース実証事例

まちづくり：公共空間・インフラ整備③【1/2】

ユースケース名		新潟駅周辺整備事業等データの重ね合わせによる将来都市計画の可視化
実証都市名		新潟県 新潟市
ユースケース開発担当名		株式会社三菱総合研究所
ユースケースの内容		・ 現在、新潟市では、新潟駅周辺で連続立体交差事業及び万代広場の整備が実施されている。連続立体交差事業は、新潟駅を含む約2.5キロメートルの区間の鉄道を高架化するものであるが、これにあわせて、駅前広場である万代広場の再整備が進められている。 ・ 今回の実証では、新潟駅万代広場の整備イメージを3D都市モデルに重ね合わせ、市民向け広報などへの活用のほか、地域における将来ビジョンの策定、道路空間等の再編計画、ストリートデザイン等の作成などへの活用を検討する。 ・ また、新潟市景観審議会において議論がなされている、「信濃川沿岸地区の景観形成」の検討において、広がり感があり開放的な印象を与える高さ(信濃川の場合75m上限)の建物を3D都市モデルに仮想的に重ね合わせ、誘導すべき姿を疑似的に表現することで景観検討に活用する。
3D都市モデルの活用により期待される効果		・ 新潟駅万代広場の整備イメージを3D都市モデルに重ね合わせ、将来の都市像を可視化することにより、市民向け広報などへ活用する他、特定地域における将来ビジョンの策定、道路空間等の再編計画、ストリートデザインなどの作成に活用することが期待される。 ・ さらに景観審議会における信濃川沿岸の景観形成検討への活用により、将来の景観をわかりやすく表現し、パブリックコメントへの活用などをを目指す。
ユースケースに必要なデータ	3D都市モデル	LOD1
	静的データ	シミュレーションデータ（新潟駅万代広場の整備イメージ、信濃川河口部 仮想建物）
	動的データ	-
ユースケースの検証方法		新潟駅万代広場の整備イメージを3D都市モデルに重ね合わせ将来都市計画を可視化した。



新潟県 新潟市
(出典：PLATEAU VIEW)

3.2 ユースケース実証事例

まちづくり：公共空間・インフラ整備③ [2/2]

検証成果	- 新潟駅万代広場の整備イメージ等を3D都市モデルに重ね合わせ、可視化することによって、様々な角度から新潟駅周辺の将来像を確認することが可能となった。 - また、信濃川沿岸の新たな景観ルールの検討において、3D都市モデル上に仮想の建物を設置することで、実際にどの程度の幅・高さで建物を整備していくことが望ましいのか、具体的には「（川の中からの視点で）広がり感のある開放的な印象」が実現できているか検証を深めることができた。
課題	- 万代広場の整備イメージの重畳による駅周辺の将来像の可視化を行った結果、3D都市モデルは、公共空間の活用シーンの検討において有用であることがわかった。例えば、駅前空間の賑わい創出のために、カフェ等の移動式店舗の季節ごとの設置場所の検討などに活用することが期待される。 - 信濃川沿岸の景観検討については、川幅（D）に対する建物高さ（H）が4倍以上（$H/D \geq 4$）である場合、開放感のある景観形成につながる点を確認できたが、より景観イメージを具体化するためには、建物テクスチャを複数パターン用意した上で可視化を試みる必要がある。
今後の展望	- 今後、新潟駅万代広場の整備イメージ・賑わいイメージを重ね合わせた実証成果について、市民向け広報などへ活用する他、特定地域における将来ビジョンの策定、道路空間等の再編計画、ストリートデザイン等の作成などへも活用していく。 - さらに、事業完了後もプロンプト調査を実施し、その結果を重ね合わせることで、人が滞留しやすいエリアなどを把握し、賑わい施設や道路空間の活用方法等の高度化に活用することも考えられる。 - 信濃川沿岸建物の景観検討成果においては、仮想建物を重ね合わせた3D都市モデルを活用し、将来の都市計画を具体的にイメージした上で、地域住民等との合意形成へ活用することも考えられる。 - 本実証で得られた3D都市モデルへの仮想建物の重ね合わせによる景観検討の知見は、全国の地方公共団体においても十分に活用可能であるため、今後、本実証成果を積極的に全国展開していく。



**新潟駅周辺整備事業
重ね合わせ結果**

新潟駅万代広場の整備イメージ・賑わいイメージを3D都市モデル上へ重ね合わせることで可視化した。3D都市モデルとの重畳により、周辺の街並みとの関係性なども把握することができる。

（出典：PLATEAU VIEW）



**新潟駅周辺整備事業
重ね合わせ結果（拡大）**

新潟駅万代広場の整備イメージ・賑わいイメージを3D可視化した。PLATEAU VIEW上で任意に視点を動かすことで、歩行者のアイレベルからの景観を確認できる。

（出典：PLATEAU VIEW）

3.2 ユースケース実証事例

まちづくり：公共空間・インフラ整備④ [1/2]

ユースケース名		プローブパーソン調査を活用したスマート・プランニング
実証都市名		静岡県 沼津市
ユースケース開発担当名		株式会社三菱総合研究所
ユースケースの内容		沼津駅周辺で整備した3D都市モデルにプローブパーソン調査の結果を重ね合わせることで駅周辺の人の流れを俯瞰し、回遊行動を明らかにした。
3D都市モデルの活用により期待される効果		- 今後、歩行者目線を重視した駅前空間の再編により、人々の回遊行動にどのような影響がもたれられるのか、継続的なデータ収集と重量により可視化することができる。 - 将来的には歩行者の回遊行動シミュレーションモデルと連携した駅周辺の公共空間再編へ活用が期待される。
ユースケースに必要なデータ	3D都市モデル	LOD1
	静的データ	-
	動的データ	移動データ（プローブパーソン調査結果による移動の軌跡）
ユースケースの検証方法		沼津駅周辺（駅まち環状エリア）で実施したプローブパーソン調査（スマートフォンアプリを活用した人や車の移動状況調査）の結果を移動手段別（徒歩、自転車、自動車、鉄道、その他）に分類し、調査データを3D都市モデル上に重ね合わせることで、駅周辺の人の流れを可視化した。



静岡県 沼津市
沼津駅周辺（赤枠:実証対象エリア）
（出典：PLATEAU VIEW）

3.2 ユースケース実証事例

まちづくり：公共空間・インフラ整備④ [2/2]

検証成果	- 今回の実証実験では、プローブパーソンデータを3D都市モデルに重ね合わせることで、エリアの特性を踏まえた市民の移動傾向を分析することができた。 - 例えば、歩行者移動に着目すると、駅南側で南北方向の移動が強い傾向にある一方、東西方向の移動は少ない傾向が見られた。また、駅を挟んだ南北間の移動に関しては、駅の東西にある鉄道ガードを通るために歩行者が大きく迂回している現状も確認することができた。 - 今後、連続立体交差事業をはじめとする沼津駅周辺総合整備事業により、南北市街地の分断を解消するとともに、沼津駅周辺の公共空間を車中心からヒト中心の空間に再編することなどにより、東西方向の移動を誘発し回遊性を高める対応策が有効であることを検証することができた。
課題	- 今後の課題としては、移動手段だけでなく、移動目的（買物、飲食、通勤・通学等）も含めて可視化するようなユースケースの立案が求められる。 - 移動の目的によって人々の回遊行動は異なる傾向を示すと考えられるため、これらを可視化することで、ニーズに応じたよりきめ細やかなまちづくりの検討への活用が期待できる。
今後の展望	- 今回の実証実験により、駅南北間の分断状況が明らかになるとともに、エリア内の歩行者の回遊行動の実態が明らかになった。この結果を踏まえ、今後、沼津駅周辺の魅力向上策の具体化への活用や、回遊性向上に資する施策の検討、回遊行動シミュレーションモデルと連携した公共空間再編への活用が期待される。 - また、今回得られた知見を他都市へ展開していくことにより、プローブパーソン調査を活用したスマート・プランニングの一手法として、3D都市モデルの活用を全国に広げていくことが期待される。



沼津駅周辺 プローブパーソン調査重ね合わせ結果 (自転車軌跡)

プローブパーソン調査の結果を移動手段別に分類し、調査データを3D都市モデル上に重ね合わせることで、沼津駅周辺の人の流れを可視化した。
この結果、駅南北間を移動する歩行者・自転車は、線路により大きく迂回を強いられていることがわかる。

(出典：PLATEAU VIEW)



沼津駅周辺 プローブパーソン調査重ね合わせ結果 (歩行者軌跡)

駅南側でトリップのある歩行者は、南北方向の移動傾向が強いことが観測できた。今後、南北のメインストリートを軸として、東西の通りへの回遊性向上が課題であることが推察される。

(出典：PLATEAU VIEW)

3.2 ユースケース実証事例

まちづくり：公共空間・インフラ整備⑤【1/2】

ユースケース名		既設カメラ画像のAI解析による人流・交通流モニタリング
実証都市名		愛知県 安城市
ユースケース開発担当名		ニューラルポケット株式会社
ユースケースの内容		人流計測以外の用途のために設置された街中の既設カメラの映像について、AIによる映像解析技術を活用することで、個人情報保護に配慮しながらエリアの人流を測定した。
3D都市モデルの活用により期待される効果		安城市では、第三次安城市都市計画マスタープランにおいて、市民とともにつくり・つかう協創のまちづくりを掲げている。そのような取組に3D都市モデルを活用し、様々なデータを3D都市モデルに重ね合わせることで、まちの課題の共有や合意形成、必要な都市機能のアップデート、まち全体のデザイン検討など、「まちをつかってつくる」取組の実現に寄与することが期待される。
ユースケースに必要なデータ	3D都市モデル	LOD1
	静的データ	-
	動的データ	センシングデータ（カメラ画像解析による人・自動車の移動）
ユースケースの検証方法		既設カメラ映像をAIにより解析することで、データ収集のコストを抑えながら、人流・交通流データを取得・3D都市モデル上に可視化し、交通上の支障等の課題抽出を実施した。



愛知県 安城市
(出典：PLATEAU VIEW)

3.2 ユースケース実証事例

まちづくり：公共空間・インフラ整備⑤【2/2】

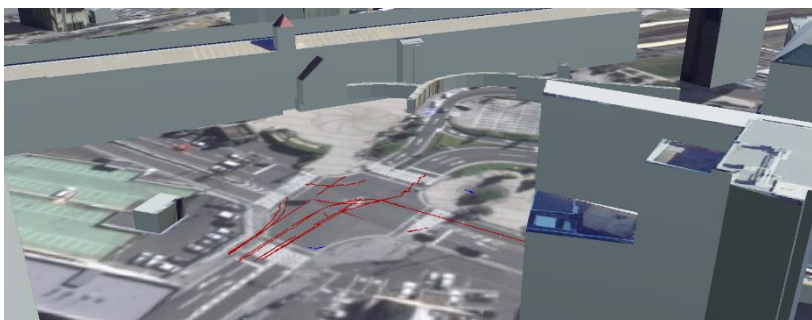
検証成果	- 今回の実証実験では、1つのカメラ映像から2種類のデータを抽出した。一つは、特定の地点を通過した人及び車両の向きと量のデータである。各カメラの画角内に通行量カウント用の仮想の線（ライン）をコンピュータに認識させ、人や車両がどちら向きにそのラインを超えたかを測定した。 - もう一つは、人・車両の軌跡を推定したデータである。このデータは、カメラの画面内での人・車両の出現位置から座標を計算・推定することで得られたデータを加工し、軌跡として表現している。 - 三河安城駅周辺は、昼間の交通量が少ないため、時間を限定して交通規制を行い、駅前広場と道路空間を活用したイベント等を開催するなど、都市アセットの柔軟な活用を図ることが考えられる。 - 三河安城駅から大規模公園（三河安城ツインパーク）にかけての4車線道路は比較的交通量が少ないため、車線を減線し、活用するスペースを創出するなどウォークアブルな歩行者空間を創出することも考えられる。
課題	技術的な課題として、既設のカメラを用いた解析では、カメラ画角内のエリアの分析に限定されるため、まち全体を網羅的に俯瞰するためには、今後活用できるカメラの台数を増やしたり、他の人流データを組み合わせることが必要となる。
今後の展望	- 本技術の特徴は、特定のカメラによらず一般的なカメラを用いて映像を解析できる点である。本技術を街中の既設カメラ映像に活用することで、新たな投資を行わずにまち全体の活動をモニタリングし、データの収集・分析ができる。 - とくに、3D都市モデル上でまちの活動を可視化することにより、二次元のモデルと比較して人や交通の流れがイメージしやすくなるため、多様な主体間におけるまちの課題の共有や合意形成に寄与することが期待される。 - 今後、自動車流に速度情報を持たせる、信号情報と紐づける等といった精緻なデータ収集・分析を行うことが考えられる。



車両交通量を示すアロー

三河安城駅から三河安城ツインパークにかけての4車線道路は比較的交通量が少ないため、車線を減線し、活用するスペースを創出するなどウォークアブルな歩行者空間を創出することも考えられる。

（出典：PLATEAU VIEW）



三河安城駅交差点における車両及び人の軌跡

画面内での人・車両の出現位置から3D都市モデル上の座標を計算・推定し、軌跡として重ね合わせた。

（出典：PLATEAU VIEW）

3.2 ユースケース実証事例

まちづくり：公共空間・インフラ整備⑥【1/2】

ユースケース名		Wi-Fiパケットセンサーによる地点間移動のモニタリング
実証都市名		岐阜県 岐阜市・大阪府 高槻市
ユースケース開発担当名		株式会社社会システム総合研究所
ユースケースの内容		まちなかに、端末が発信する信号（パケット）を受信・解析することで人の移動・滞留などを推定できるWi-Fiパケットセンサーを設置し、取得される人流データを3D都市モデル上に重畳することで、中心市街地の回遊、流動状況を把握した。
3D都市モデルの活用により期待される効果		・ 駅のペDESTリアンデッキと地上間の移動などを、3D都市モデル上で立体的に分かりやすく表示し、都市空間における複雑な人の流れを把握する。 ・ 人流解析によって得られたデータを今後のまちづくり（再開発や道路整備等）の検討や住民説明に加えて、産業振興、観光分野など、他の施策の検討に活用することができる。 ・ 具体的には、商業施設のイルミネーションや商店街のイベント開催時期に、歩行者の滞留時間や滞留人口がどのように変化するかを可視化することによって、イベントの効果計測などが可能となる。
ユースケースに必要なデータ	3D都市モデル	LOD拡張(ペDESTリアンデッキを追加)
	静的データ	-
	動的データ	移動データ（人流を表現したアーク状のデータ、人流を表現したライン状のデータ）
ユースケースの検証方法		Wi-Fiパケットセンサーを岐阜市及び高槻市の中心駅やペDESTリアンデッキ、観光施設などに設置し、センサーから取得した地点間の移動を3D都市モデル上で可視化した。



岐阜県 岐阜市
(出典：PLATEAU VIEW)

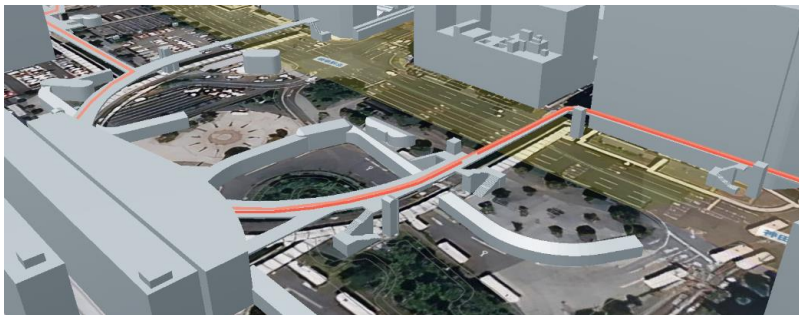


大阪府 高槻市
(出典：PLATEAU VIEW)

3.2 ユースケース実証事例

まちづくり：公共空間・インフラ整備⑥ [2/2]

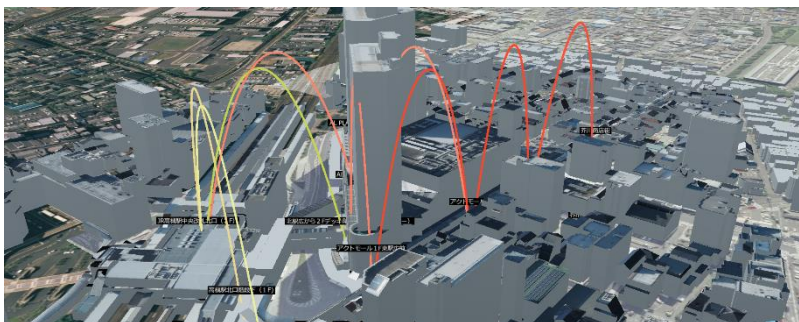
検証成果	・ 岐阜市では、中心部全域をカバーするスケールの地点間の移動については弧（アーク）で、JR岐阜駅のデッキから名鉄岐阜駅及びバスターミナルなどへの移動については主要な経路に沿った線（ライン）で表すことで、3D都市モデル上でJR岐阜駅からデッキを通して乗り換える様子を立体的に分かりやすく表示した。 ・ この結果、JR岐阜駅からデッキを通り、岐阜バスターミナルや名鉄岐阜駅に乗り換える人流について、朝夕の通勤時間帯に顕著に増加している様子が確認できた。 ・ 高槻市では、地点間の移動をアークで示すことで、駅前のデッキから商業施設（アクトモール）を経由して芥川商店街へ向かう人流が、時期でみるとクリスマスに多く、1日の時間でみると日中に増加している様子が確認できた。
課題	・ Wi-Fiパケットセンサーのセンシング範囲はおおよそ見通し距離で30m程度と狭いため、人数や移動経路を漏れなく計測するためには、施設の出入り口等を網羅するように複数センサを設置することが望ましいが、電源の有無などで設置場所が限定されることが制約条件として挙げられる。
今後の展望	・ ペデストリアンデッキと地上の移動などを3D都市モデル上で立体的に分かりやすく表示すれば、まちづくりの計画立案や合意形成に活用することができる。 ・ Wi-Fiパケットセンサーは、低コストかつ電源がある場所であれば比較的どこでも設置が可能である。センサーを複数設置することで、広い範囲の人流の計測が可能となり、イベント時などの滞留時間、滞留人口の可視化による効果計測を行うことも可能である。 ・ また、Wi-Fiパケットセンサーはスマートフォン等の信号を受信することでおおよその移動ルートを追跡可能であるため、例えば、駅から観光集客施設までの経由地を把握することで、観光客向けの観光周遊ルートを提案することも可能となる。 ・ なお、自動車交通流を把握・分析するためには、Wi-Fiだけではなく、車両が発するBluetoothパケットを受信する方式もあり、今後そのようなデータを収集し、まちづくりを行っていくことも期待される。



**JR岐阜駅周辺における
乗り換え移動の可視化**

JR岐阜駅のデッキから名鉄岐阜駅及びバスターミナルなどへの移動については主要な経路に沿った線（ライン）で表した。

（出典：PLATEAU VIEW）



**JR高槻駅北側周辺における
アークによる人流表現**

建物駅前のデッキから商業施設（アクトモール）を経由して、芥川商店街へ向かう人流が日中に増加している様子が確認された。

（出典：PLATEAU VIEW）

3.2 ユースケース実証事例

まちづくり：公共空間・インフラ整備⑦ [1/2]

ユースケース名		異なるモニタリング技術の併用による人流解析
実証都市名		沖縄県 那覇市
ユースケース開発担当名		日本電気株式会社
ユースケースの内容		既設カメラ画像を用いた画像解析技術を活用して取得した人流データを広域スケールのWi-Fiパケットセンサーデータ（Wi-Fi人口統計データ）を用いて拡大推計し、そのデータを3D都市モデル上に重ね合わせることで、計測範囲が狭い人流データ（属性情報付きで実測値に近いデータ）※から、広範囲の人流を推定することを試みた。 （※技術の詳細は参考資料「異なるモニタリング技術の併用による人流解析（沖縄県那覇市）」を参照）
3D都市モデルの活用により期待される効果		・ 通行者数および通行者属性を定量的に捉えた人流解析結果を都市の賑わいを捉えるデータとして活用することで、中心市街地の商店街や市場（マチグー）が賑わうまちづくりの検討が期待される。 ・ 中心市街地の再整備等による魅力的なまちづくりなど、那覇市のまちづくり等の施策の検討や効果測定への活用が期待される。
ユースケースに必要なデータ	3D都市モデル	LOD1
	静的データ	-
	動的データ	センシングデータ（カメラ映像解析により取得した人流データ、Wi-Fiセンサーデータを用いた拡大推計データ）
ユースケースの検証方法		実証対象範囲(国際通り) に対して人流カウントデータを紐づけ、人流カウントの量を色及びポリゴンの高さで表現した3Dヒートマップを描画した。

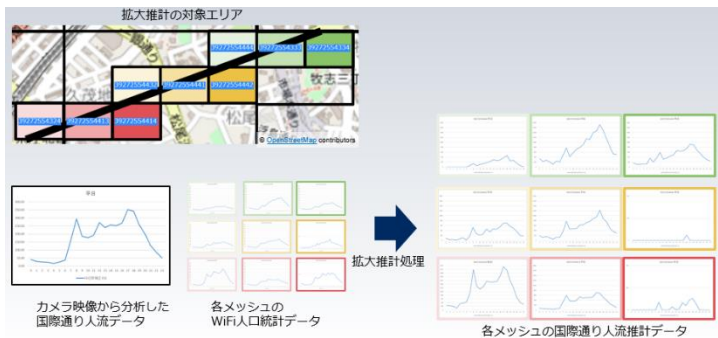


沖縄県 那覇市
国際通り周辺
(出典：PLATEAU VIEW)

3.2 ユースケース実証事例

まちづくり：公共空間・インフラ整備⑦ [2/2]

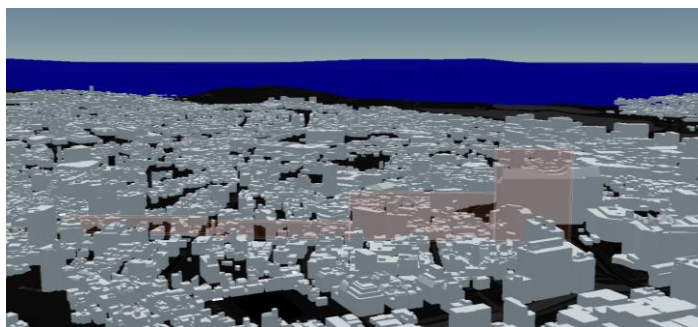
検証成果	- カメラ画像解析による人流データと拡大推計データに大きな乖離はなかったことから、今回のモニタリング技術は一定程度的確に人流を捉えられる技術であると評価することができる。 - 人流分析の結果からは、平日・休日で歩行者通行量のピーク時間帯の傾向が異なることや、歩行者の属性（性別・年齢等）の傾向も時間帯によって異なることが観測された。 - 立方体モデル（立体ヒートマップ）を用いて対象エリアである国際通りに沿って立体的に混雑状況を可視化することで、国際通りの混雑状況をわかりやすく可視化することが可能となった。
課題	- モニタリング技術によって取得したデータにセンシング範囲に関する情報が付与されていない場合、データ可視化の段階において、機器設置個所周辺の住所文字列やメッシュ番号を参考にて、描画範囲の3Dポリゴンを個別に定義する必要があることが明らかになった。 - モニタリング時に属性付きで人流データを取得しているにもかかわらず、データ可視化時にはわかりやすさの観点から表示する属性情報を絞り込む必要があったため、データ加工方法や可視化手法に工夫が必要である。
今後の展望	- 人流モニタリング結果は、まちなかの回遊性向上や地域活性化などの施策検討に活用可能である。例えば、属性付きの人流データから時間帯別・男女別の通行者の傾向を把握し、来街者向けのイベントの開催時間帯などを検討することが可能である。 - また平日の通勤時間帯の通行量を踏まえ、特定の時間帯に絞った分散通勤の呼びかけなど、計測結果を都市の混雑回避に向けた施策検討などにも活用することができる。



拡大推計の対象エリア

1台のカメラ画像解析データから得られた国際通りの歩行者通行量等のデータをカメラ画像範囲外に拡大するため、125mメッシュ単位で取得されるWi-Fi人口統計データに一定の係数を掛けた拡大推計を行ったデータを3D都市モデル上に重ね合わせた。

(出典：日本電気株式会社)



国際通り全体に描画した3Dヒートマップ

拡大推計したデータを用いて立体的なヒートマップを作成し、国際通りの時間帯ごとの混雑状況を可視化した。

(出典：PLATEAU VIEW)

3.2 ユースケース実証事例

まちづくり：計画運用① [1/2]

ユースケース名		土地の高度利用の状況を踏まえた都市計画情報の可視化
実証都市名		石川県 金沢市
ユースケース開発担当名		株式会社三菱総合研究所
ユースケースの内容		3D都市モデル上で用途地域、防火・準防火地域、景観形成区域をベースマップとして表示し、あわせて建物を建物高さにより色分けすることで、都市計画と建物高さの関係の可視化を行う手法を実証した。
3D都市モデルの活用により期待される効果		・ 建物高さや容積率の現状と都市計画情報との関係を視覚的に把握でき、集約都市形成の実現に向けた検討の効率化が期待される。 ・ 都市計画情報と建物高さを組み合わせた可視化による、市民への情報提供の円滑化が期待される。 ・ データに基づいた都市計画や都市開発の検討や住民説明の実現が期待される。
ユースケースに必要なデータ	3D都市モデル	LOD1
	静的データ	地方公共団体が所有する都市計画データ（用途地域・容積率・防火地域・準防火地域、景観形成区域）
	動的データ	-
ユースケースの検証方法		用途地域、防火・準防火地域、景観形成区域及び各建物の建物高さを3D都市モデル上で一元的に表示できるようにすることで、都市計画と建物高さの関係を視覚的に把握できる環境を整備した。



石川県 金沢市
(出典：PLATEAU VIEW)

3.2 ユースケース実証事例

まちづくり：計画運用① [2/2]

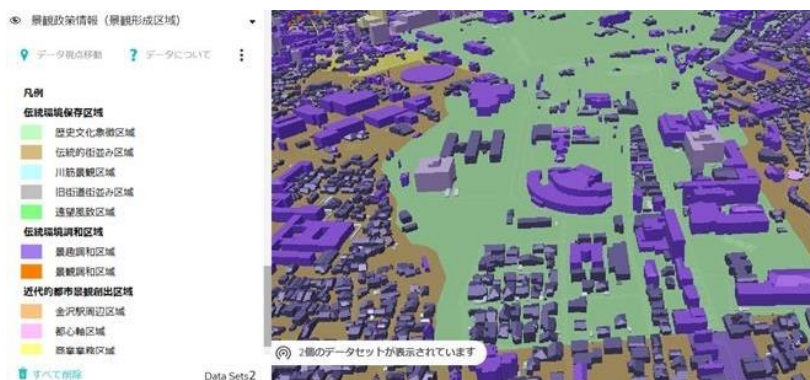
検証成果	3D都市モデルに都市計画情報を表示することで、「建物高さ」とそれぞれの都市計画のゾーニングの関係性をわかりやすく把握することが可能となった。 - 例えば、建物高さと用途地域を着色して重ね合わせて表示することにより、同じ商業地域においても、エリアによっては土地の高度利用に差があるなど、エリアごとの地域特性を把握することができる。
課題	3D都市モデルを用いた都市計画情報の可視化は、建物モデルに格納された属性情報を活用することでベースマップとのクロス表示が可能となるため、付与できる属性情報に限りがある場合は、その分可視化のバリエーションも狭まることになる。
今後の展望	3D都市モデルのビューア上で、建物の位置や高さ、エリアの地域特性を確認できるようにすることで、データに基づいた都市計画検討やわかりやすい住民説明への活用が期待される。 - また、建物高さだけではなく、使用容積率や築年数など、建物に付与する属性情報をさらに増やすことで、都市の現況に対する考察を深化させる余地がある。



建物データ×用途地域の重ね合わせによる建物高さと用途地域との関係の把握

建物高さを建物の着色により、用途地域を地面の着色により表現。建物高さと都市計画情報との関係を俯瞰的に確認することができる。

(出典：PLATEAU VIEW)



建物データ×景観形成区域の重ね合わせによる建物高さと景観形成区域との関係の把握

建物高さを建物の着色により、景観形成区域を地面の着色により表現。「歴史文化象徴区域」の建物高さが低く抑えられていることが確認できる。このように、建物高さと都市計画情報との関係を俯瞰的に確認することができる。

(出典：PLATEAU VIEW)

3.2 ユースケース実証事例

まちづくり：計画運用②【1/2】

ユースケース名		都市空間に関する情報の集約による行政事務の効率化
実証都市名		長野県 茅野市
ユースケース開発担当名		株式会社三菱総合研究所・アジア航測株式会社
ユースケースの内容		3D都市モデル上に都市空間に関する様々な情報を集約し、WEBブラウザ上で一覧性をもって確認できるようにすることで、3D都市モデルを活用した行政事務の効率化や立地適正化計画などの都市機能の誘導施策への貢献を検証した。
3D都市モデルの活用により期待される効果		3D都市モデル上に都市空間に関する様々な情報を集約することで、住民や民間事業者に対して、都市計画や災害など分野をまたがる情報を一元的に周知することができる。 - 例えば、開発許可に関する情報をWebブラウザ上でワンストップで確認できることで、開発許可申請を行う事業者や審査を担う行政双方の負担低減が図られる。 - 多様なデータの組み合わせにより都市構造の実態を把握し、適切な都市機能誘導などの都市施策の高度化が期待される。
ユースケースに必要なデータ	3D都市モデル	LOD1
	静的データ	地方公共団体が保有する都市計画データ（用途地域・土地利用など）・災害リスクデータ
	動的データ	-
ユースケースの検証方法		- 都市計画規制に関する情報、過去に開発を許可したエリアの情報、災害リスク情報、立地適正化計画に関する情報（都市機能誘導区域、居住誘導区域）などを3D都市モデル上で一元的に可視化した。 - 開発許可の申請者と審査事務を担当する行政職員の双方が閲覧可能な環境を提供することで、手続きに係る負担軽減効果などを検証した。

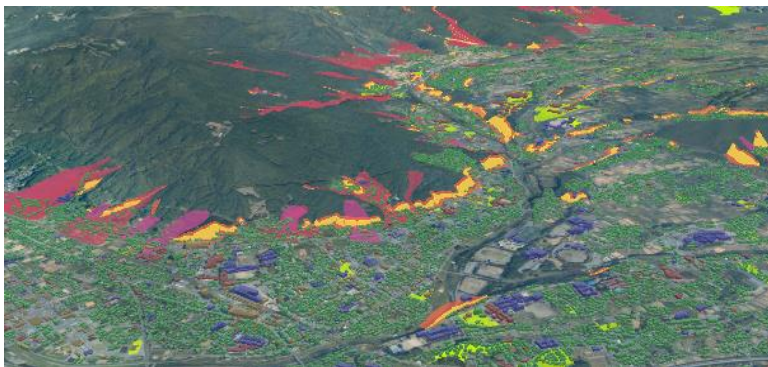


長野県 茅野市
(出典：PLATEAU VIEW)

3.2 ユースケース実証事例

まちづくり：計画運用②【2/2】

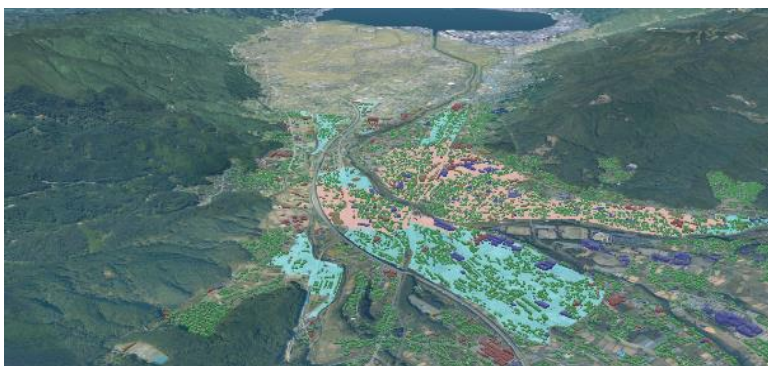
検証成果	• WEBブラウザベースの3D都市モデルビューアの利点は、GISソフト等の特別な環境を必要とせず、一般のPCで情報を一覧的に確認できることにある。 • 今回の実証実験では、行政職員と事業者の双方に対して、開発したWEBアプリを体験してもらい、業務効率化の効果をヒアリングした。 • ヒアリングの結果、開発初期の計画・相談段階での現地確認の省略による負担軽減、都市空間情報の一覧的な把握による問い合わせの減少、コンパクト・プラス・ネットワークや防災まちづくり等のまちづくり施策と開発計画との整合性の確認のしやすさなどのメリットが挙げられた。
課題	• 今回の実証内容を実務へ実用化するためには、参照する情報が最新の状態となるような更新のあり方や、3D都市モデル上に表示される都市計画関連情報の境界線の精度などが課題となる。 • 開発許可以外にも建築確認申請や景観まちづくりなど様々な分野で応用できる可能性があり、多方面での活用に向けて、わかりやすく使いやすいユーザインターフェースの設計も重要となる。
今後の展望	• 今回の実証により、事業者だけではなく、審査する行政側が開発対象エリアを把握するために、3D都市モデルは建物の形状や現地の風景がわかりやすい等の点から有用であることが明らかになった。 • 今後、建物が持つセマンティクス(用途や建設年などの属性情報)と人の流れや経済活動などのデータを掛け合わせて分析することで、これまでの二次元データの重ね合わせだけでは見えてこなかった都市構造の実態把握や新たな都市施策の提案・検討につながることが期待される。



建物データ×都市空間データの重ね合わせによる都市の現状把握

建物データが持つ属性情報のうち、用途別に着色し、災害リスクデータ（土砂災害特別警戒区域/土砂災害警戒区域）及び開発許可エリアをビューア上に重ね合わせることで、開発動向や居住エリアの災害リスクを俯瞰的に確認することができる。

（出典：PLATEAU VIEW）



建物データ×立地適正化計画情報の重ね合わせによる都市機能の誘導政策の把握

建物データを用途別に着色し、都市機能誘導区域(ピンク色)及び居住誘導区域(青色)を重ね合わせることで、立地適正化の現状を把握した。今後、人流データや経済統計データなどを重ね合わせることで、新たな都市施策の提案・検討に活用することが期待される。

（出典：PLATEAU VIEW）

3.2 ユースケース実証事例

防災：防災計画①【1/2】

ユースケース名		垂直避難の可能性を有する建築物の可視化等を踏まえた防災計画検討
実証都市名		福島県 郡山市
ユースケース開発担当名		株式会社三菱総合研究所
ユースケースの内容		地域住民の防災意識の向上や地域の強靱化を図るため、洪水浸水想定区域図を三次元化した上で、建物モデルの高さ情報を用いて「緊急的な垂直避難の可能性を有する建物」（以下「垂直避難可能建物」）を抽出し、3D都市モデル上で可視化した。
3D都市モデルの活用により期待される効果		- 避難経路の安全性が確保できない場合などに備え、洪水による災害リスクを三次元で可視化し、垂直避難可能建物を示すことにより、自宅等が垂直避難可能であるか否か、また周辺に垂直避難可能建物があるか否かなど、避難に必要な事前情報の把握が可能となる。 - 垂直避難を取り入れた防災政策の高度化、立地適正化計画に位置付ける防災指針の具体的な取組への活用や、地域住民の適切な避難行動を促すための普及啓発、住民の防災意識の向上や避難訓練等への活用が期待される。
ユースケースに必要なデータ	3D都市モデル	セマンティクス拡張（「建物高さ」、「地上階数」、「浸水深」、「構造種別」、「家屋倒壊等氾濫想定区域内木造建物」を追加）
	静的データ	地方公共団体が保有する災害リスクデータ・避難施設
	動的データ	-
ユースケースの検証方法		L2浸水想定浸水深等を踏まえ、垂直避難の可能性を有するか否かについて建物の色で表示した。



福島県 郡山市
郡山駅周辺実証対象エリア（赤枠）
（出典：PLATEAU VIEW）

3.2 ユースケース実証事例

防災：防災計画①【2/2】

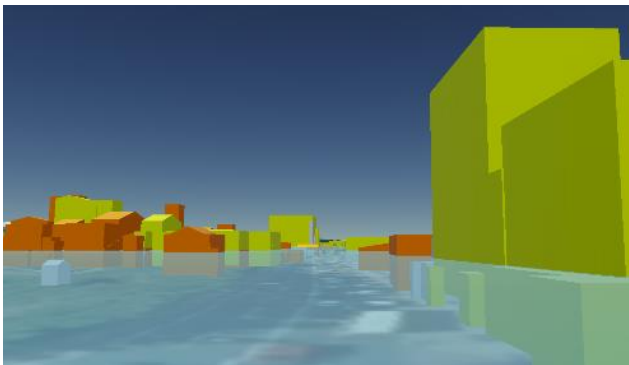
検証成果	・ 洪水による災害リスクを三次元で可視化するだけでなく、3D都市モデル上で「垂直避難可能建物」を示すことにより、自宅や勤務先の周辺などに避難できる建物があるか否かを事前に把握することが可能となった。 ・ 単なる災害リスクの3D表示だけでなく、「建物高さ」や「地上階数」、「浸水深」、「構造種別」といった属性情報を建物ごとに持たせることで、より分析的で高度な防災政策の立案・実施が可能となる。 ・ さらに避難所・避難場所の位置情報もあわせて表示することで、周辺に「垂直避難可能建物」が少ない地域の住民等に対しても、早めに適切な避難行動を促すきっかけづくりとなることが期待される。
課題	・ 住民説明等で活用する際に、「垂直避難可能」と判定されたことが逆に安心材料となってしまう、原則である避難所等への適切な避難行動が取られない可能性がある。 ・ そのため、従来通り、災害想定はあくまで想定に過ぎないことや、また近年の頻発化・激甚化する災害被害の状況などを丁寧に住民へ説明し、地域の防災意識の向上を図っていくことが重要である。
今後の展望	・ 今回の実証結果を踏まえ、垂直避難を取り入れた防災政策の高度化が期待でき、例えば、地方公共団体においては、「垂直避難可能建物」が少なく災害リスクの高い地区の抽出と当該地区ごとの避難に関する対応方針の検討が必要である。 ・ また事業者においては、地方公共団体等と垂直避難に関わる防災協定の締結を図ることが望ましい。 ・ さらに住民による取組としては、実際の垂直避難可能建物への避難手法の検討やマイタイムライン作成にあたっての活用などが挙げられる。



**郡山駅周辺
垂直避難建物可視化結果**

「垂直避難可能建物」は黄色、それ以外の建物は橙色に塗り分けている。
地域の洪水による災害リスクを3Dで可視化するだけでなく、「垂直避難可能建物」を示すことにより、自宅等がどの程度安全であるか、簡易的に把握することを可能とした。

(出典：PLATEAU VIEW)



**郡山駅周辺（拡大）
垂直避難建物可視化結果**

「垂直避難可能建物」は黄色、それ以外の建物は橙色に塗り分けている。洪水浸水想定に対する建物高さの関係を視覚的に把握することができる。

(出典：PLATEAU VIEW)

3.2 ユースケース実証事例

防災：防災計画②【2/2】

ユースケース名		時系列浸水シミュレーションデータの3D可視化による見守りカメラの災害時の活用方法検討
実証都市名		兵庫県 加古川市
ユースケース開発担当名		株式会社三菱総合研究所
ユースケースの内容		市内広域に設置されている見守りカメラについて、災害時に被災状況の確認用として臨時活用する場合に、いつの時点でどの場所のカメラを用いて被災状況を確認することが望ましいか、時系列の洪水浸水シミュレーションを用いて実証実験を実施した。
3D都市モデルの活用により期待される効果		見守りカメラを用いたリアルタイム浸水状況の把握を通じた、災害時の住民への早期避難誘導の実現や、わかりやすいシミュレーションによる災害時の見守りカメラの利用に関する地域住民等の理解向上、マイタイムライン作成講習会等の説明資料としての活用が期待される。
ユースケースに必要なデータ	3D都市モデル	LOD1
	静的データ	地方公共団体が保有する見守りカメラ位置データ、時系列浸水シミュレーションデータ
	動的データ	-
ユースケースの検証方法		見守りカメラによる撮影可能範囲と時系列の浸水シミュレーションを可視化することにより、見守りカメラ画像データの確認の順番を整理した。



兵庫県 加古川市
加古川駅周辺実証対象エリア (赤枠)
(出典：PLATEAU VIEW)

3.2 ユースケース実証事例

防災：防災計画② [2/2]

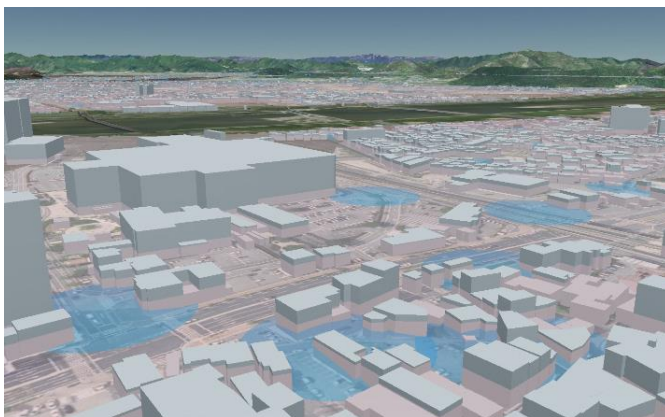
検証成果	・ 見守りカメラによる撮影可能範囲と時系列の浸水シミュレーションを重ね合わせることで、カメラの設置場所それぞれの浸水開始時間帯を把握することができる。 ・ またこの結果を踏まえて、発災時における見守りカメラ画像データの提供の順番を検討することが可能となる。 ・ 発災時におけるリアルタイムでの浸水状況の把握や迅速な情報提供を行うための手段として、見守りカメラの活用可能性を検証することができた。
課題	・ 見守りカメラによって浸水状況が把握できる地区において、カメラ映像を用いて、地域住民等に対してどのように避難を呼びかけるのかなど、具体的なオペレーション手法について検討する必要がある。
今後の展望	・ 課題への対応方針として、見守りカメラ映像の死角や撮影困難な範囲について、ハード・ソフト両面でのフォロー体制を検討し、市民・企業等に対する防災対策上の公平性を担保しておく必要がある。 ・ カメラ設置場所の住民・企業等の関係各所との調整にあたっては、3D都市モデルを用いた説明材料を作成することも有効であると考えられる。 ・ 3D都市モデルを活用して、実際に地域の避難誘導を高度化するためには、地縁団体やまちづくり団体との連携を通じて、要配慮者（個人）に係る情報などを建物の属性情報として付与することも有効であると考えられる。 ・ 一方で、個人情報保護やデータ更新の課題も多いことから、地域の防災力強化に向けて、地域住民との継続的な議論を行っていくことが重要である。



**加古川駅周辺
カメラ撮影範囲可視化結果**

見守りカメラの位置と撮影可能範囲を3D都市モデル上にプロットして表現した。

(出典：PLATEAU VIEW)



**加古川駅周辺
浸水深とカメラ撮影範囲の重ね合わせの結果**

見守りカメラの位置情報と時系列の浸水シミュレーションを重ね合わせることで、いつの時点でどの場所が浸水するのかシミュレーションを実施し、カメラの確認の順番を検証した。

(出典：PLATEAU VIEW)

3.2 ユースケース実証事例

防災：防災意識啓発① [1/2]

ユースケース名		時系列浸水シミュレーションデータの3D可視化による 防災計画立案・防災意識啓発
実証都市名		鳥取県 鳥取市/熊本県 玉名市
ユースケース開発担当名		株式会社三菱総合研究所
ユースケースの内容		時系列の浸水シミュレーションデータを活用し、3D都市モデル上に洪水浸水想定可視化を試みた。可視化したデータを用い、鳥取大学の有識者や学生、地域住民等との意見交換を実施し防災意識啓発に活用するほか、避難経路の検討などの防災まちづくりに活用した。
3D都市モデルの活用により期待される効果		- 洪水による災害リスクを三次元で可視化した結果を用いて、防災ワークショップの場を通じた住民などへの防災意識の啓発活動や防災まちづくりの検討への活用が期待される。 - 将来的には、災害リスクの可視化による立地適正化計画に基づく防災指針の検討への活用や庁内の連携を図り、地域防災計画を充実するなどの展開が期待される。
ユースケースに必要なデータ	3D都市モデル	LOD1
	静的データ	シミュレーションデータ（時系列浸水シミュレーションデータ、津波浸水想定データ）
	動的データ	-
ユースケースの検証方法		国土地理院の「浸水ナビ」（地点別浸水シミュレーション検索システム）で提供されている、破堤点別に時系列で洪水浸水範囲が拡大していくシミュレーションデータを3D都市モデル上に重ね合わせ、洪水による浸水の広がりにあわせて道路等が徐々に使えなくなっていく様子を可視化した。



鳥取県 鳥取市
鳥取市街地（実証対象エリア）（赤枠）
（出典：PLATEAU VIEW）



熊本県 玉名市
玉名駅周辺
（出典：PLATEAU VIEW）

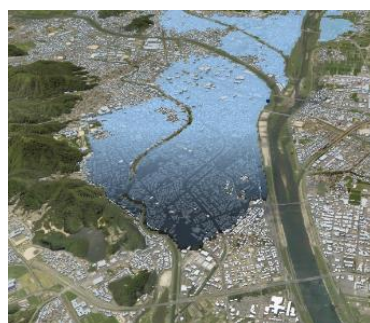
3.2 ユースケース実証事例

防災：防災意識啓発①【2/2】

検証成果	・ 実証実験では、時系列の洪水浸水シミュレーションを3D都市モデルに重ね合わせるだけでなく、地域防災や合意形成の専門家である鳥取大学の有識者と協力し、地域住民、市役所等を巻き込んだ3D都市モデル活用セミナーを開催し、より多様な立場から3D都市モデルの活用方法について議論した。 ・ セミナーでは、有識者から、「3D都市モデルの建物属性として要配慮者情報や空き家等の情報を付加することを通じた、自治会による効果的な住民の避難誘導」、「破堤の何時間前であれば避難場所へ避難する、避難できない場合は垂直避難を検討するといった（時系列×三次元）を考慮した多彩な避難行動選択」、「多様な研究機関の連携による包括的な防災施策研究のプラットフォーム化」など3D都市モデルの様々な活用方法が提示された。 ・ また、地域住民からは「より具体的に危機感を感じることができるため、地域の防災意識の向上に活用できる」などの感想が寄せられた。
課題	・ 3D都市モデルを活用して実際に地域における避難誘導を高度化させるためには、社会福祉協議会等との連携を通じて3D都市モデルの属性情報に「要配慮者の居住情報」など住民（個人）に係る情報を付加させるなど、更に必要な情報を集積する必要がある。 ・ こうした3D都市モデルの積極的な活用には、個人情報保護等の観点を踏まえつつ、地域の防災力強化とのバランスを図る必要があり、地域社会において継続的な議論を行っていくことが重要である。
今後の展望	・ 鳥取市千代川流域においては、近年大規模出水が生じておらず、地域住民等の防災意識が低下しているとも言われている。 ・ セミナーにおける地域住民との対話では、高齢化や防災の担い手不足といった、地域が直面している現状が改めて浮き彫りになった。まずは、このような地域の現状と、3D可視化技術のような最新技術を活用できる地域になることとの「間」を、どう埋めていくかの検討が急務である。 ・ これらも踏まえ、鳥取市・玉名市では、今後、避難経路の検討や防災まちづくり、出水期前の防災講習会での啓発に3D都市モデルを活用することを想定している。特に、近年被災していない防災意識が比較的低い地域において、鳥取市や玉名市と同様の取組を展開することにより、全国的な防災意識の向上が図られることが期待される。



破堤20分後



破堤60分後



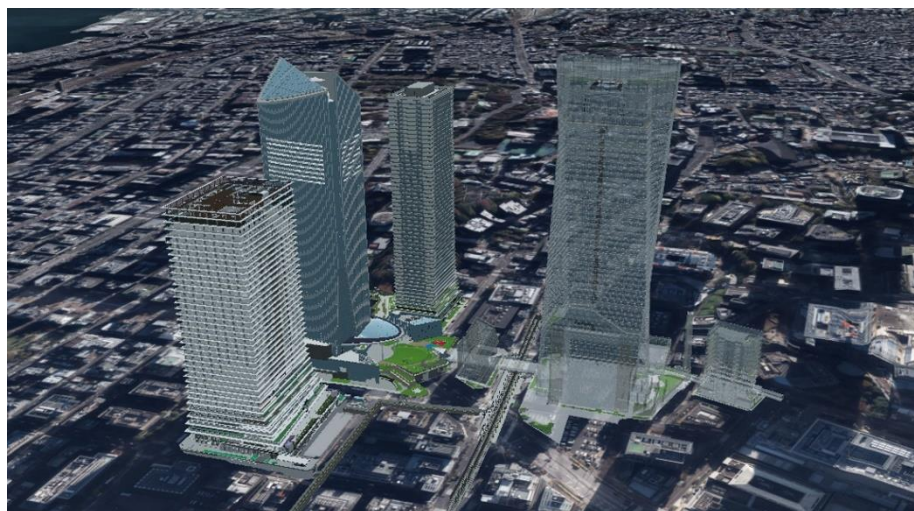
破堤120分後

鳥取県 鳥取市
鳥取市城北地区が最大浸水深となる場合の浸水シミュレーションの可視化
(出典：PLATEAU VIEW)

3.2 ユースケース実証事例

防災：防災意識啓発③【1/2】

ユースケース名		屋内外をシームレスに繋ぐ避難訓練シミュレーション
実証都市名		東京都 港区 虎ノ門ヒルズ周辺
ユースケース開発担当名		森ビル株式会社
ユースケースの内容		BIMデータから作成した建物屋内モデルと3D都市モデルをシームレスに繋ぐVR空間を構築し、建物内から建物外への避難の動きを再現・検証できる避難シミュレーションツールと、徒歩出退社訓練を支援するツールの2種類の避難シミュレーションツールを構築した。
3D都市モデルの活用により期待される効果		・ 屋内と屋外をシームレスに繋ぐVR空間を構築し、オフィスや商業施設を擁する複合施設における複数の避難計画でシミュレーションを行い、人の滞留状況を可視化することで、適切な避難方法の学習ツールとしての活用を目指した。 ・ また、平時から実施されている徒歩出退社訓練を支援するツールを構築し、VR上で築年数等の建物属性情報を可視化することで事前に危険箇所を判断しながら、安全な避難経路の検討に役立てることを試みた。 ・ これらのツールをコロナ禍における新しい生活様式に対応した避難訓練ツールとして活用することで、ビル等の施設における安全・安心を確保する効果が期待される。
ユースケースに必要なデータ	3D都市モデル	LOD拡張（BIMベースのLOD4相当の建物モデル）
	静的データ	シミュレーションデータ（群衆シミュレーションによる人流データ）
	動的データ	-
ユースケースの検証方法		・ 虎ノ門ヒルズ ビジネスタワーの避難シミュレーションでは、地権者を含む管理組合の協力を得て、BIMデータを活用した細密な建物屋内モデルをCityGML形式で作成し、災害時の屋内避難を想定した群衆シミュレーションにおける人滞留状況を可視化した。 ・ 徒歩出退社訓練支援ツールの構築では、広域スケールの3D都市モデル（CityGML）が持つ属性情報のうち築年数を参考データとして利用し、築年数別に建物を色分けして可視化することで、各自が避難経路の安全度を検討する際の情報を提示した。

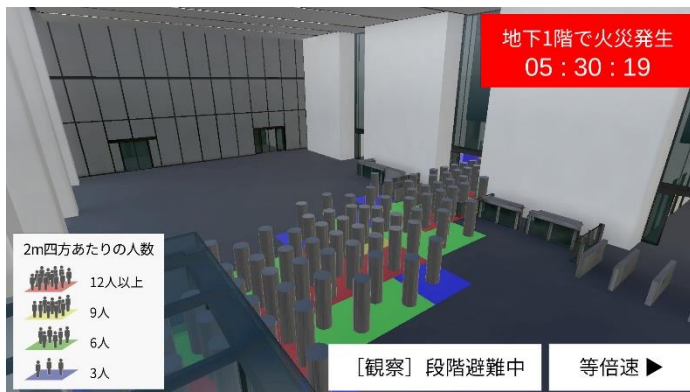


東京都 港区虎ノ門ヒルズ周辺
(出典：PLATEAU VIEW)

3.2 ユースケース実証事例

防災：防災意識啓発③ [2/2]

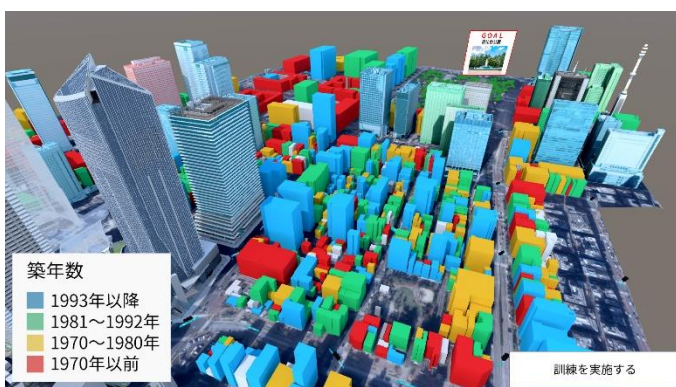
検証成果	- サイバー空間上で避難シミュレーションを再現する避難訓練支援ツールがフィジカル空間における避難訓練の役割の一部を果たし得る可能性を検証した。 - 具体的には、実際の避難訓練では実施できない「一斉避難」と「段階避難」を比較することで、リアルな避難訓練よりも防災学習効果を高め得るとの示唆が得られた。 - また、屋内モデルと屋外モデルをシームレスに繋いだVR空間の構築により、ユーザーは都市の状況をアイレベルから俯瞰・鳥瞰レベルまで任意に動かしながら把握することが可能となった。
課題	- 建物屋内モデルを作成するために利用するBIM等のデータについて、データ入手に煩雑な手間が多いことが課題として浮かび上がった。 - とくに再開発事業においては、事業主・設計者・地権者等の関係者が多数に上るため、権利関係の整理・調整やセキュリティの担保等、データ入手・利用の合意に至るまでに多くの調整が必要であり、今後の取組の展開において留意が必要である。
今後の展望	- 大人数が一堂に会する避難訓練の一部をVRで代替することで、コロナ禍においても「三密」を避けながら訓練を実施することが可能となる。 - またオンラインであれば、時間や場所の制約を受けずに多くの人が参加できるため、より多くの人が災害を自分事として考えるきっかけとなり、防災意識を高めることに繋がる可能性がある。 - 今後は、IoT技術を用いて建物内外のリアルタイム情報を収集し、建物スケールと都市スケールを統合した3D都市モデルに蓄積することで、災害時の情報発信やモニタリングに活用していくことも期待される。



虎ノ門ヒルズ ビジネスタワー における避難シミュレーション

人の滞留状況をヒートマップで可視化、適切な避難方法を学習する。

(出典：森ビル株式会社)



徒歩出退社訓練支援ツール

築年数で色分けされた建物情報を踏まえ、安全な避難経路の確保に役立てる。

(出典：森ビル株式会社)

3.2 ユースケース実証事例

防災：早期リスク発見① [1/2]

ユースケース名		近隣河川水位の可視化による水害発生リスクの早期把握
実証都市名		愛知県 岡崎市
ユースケース開発担当名		株式会社三菱総合研究所
ユースケースの内容		過去の水害における水位計の時系列データを活用し、3D都市モデル上での可視化を試みた。
3D都市モデルの活用により期待される効果		- 過去の実災害の発生時の事象を3D都市モデル上に表現し、これを疑似体験することで、水害に対する防災意識の向上が期待される。 - 警戒時や災害時の事象を3D都市モデル上にリアルタイムで表現することにより、適切な避難行動を促すことが期待される。(例：実際に川を見に行く人を減らすなど)
ユースケースに必要なデータ	3D都市モデル	LOD1
	静的データ	地方公共団体の保有する避難施設、水位計データ
	動的データ	-
ユースケースの検証方法		ユーザーが、建物の外壁や地面・道路等との比較によって浸水深を実感できるように、水位計の水位を示す拡張水面を着色・透過した。



愛知県 岡崎市
(出典：PLATEAU VIEW)

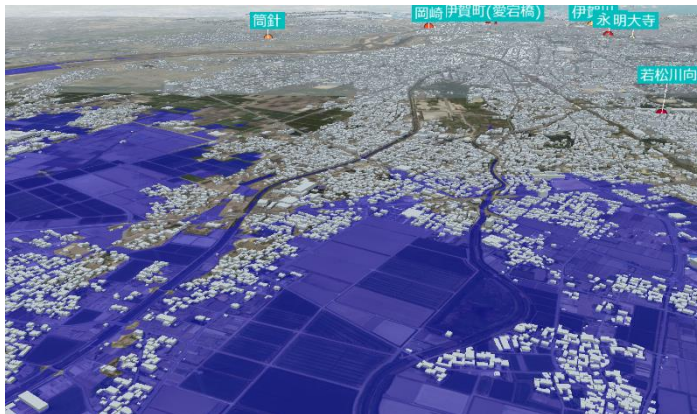


岡崎市街地実証対象エリア (赤枠)
(出典：PLATEAU VIEW)

3.2 ユースケース実証事例

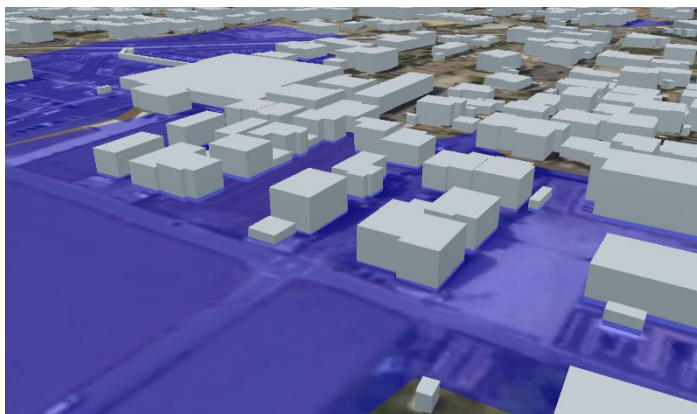
防災：早期リスク発見① [2/2]

検証成果	・ 実証実験では、豪雨時・夜間等に河川の様子を実際に見に行ってしまう地域住民の行動を抑制し、早期かつ適切な避難行動につながるような情報提供を実現するため、岡崎市の中心市街地を対象に過去の水害における水位計の時系列データを3D都市モデル上へ可視化することを試みた。 ・ 3D都市モデルに河川水位を重ね合わせることで、自宅周辺などでの浸水リスクの早期把握が可能となり、地域住民の適切な避難行動を促すことにつながる事が確認できた。
課題	・ 矢作川本川水位計（岩津、岡崎）、乙川水位計（明大寺）それぞれについて、平成20年8月豪雨時の水位データを重ね合わせたところ、比較的標高の低い箇所における被災リスクの可視化や堤防が決壊していた場合の被災程度のシミュレーションが可能となった。 ・ 今後、岡崎市の保有する水位計や危機管理型水位計も含めたリアルタイム水位データと連携することにより、出水期におけるリアルタイムでの被災リスクの可視化を実現できる可能性がある。 ・ また水害リスクが高いにも関わらず、水位計が近隣河川に設置されていない地域における「被災リスクの可視化」が課題である。今後、危機管理型水位計等の設置促進による、よりきめ細やかな水害リスクの可視化が期待される。
今後の展望	・ 可視化された被災リスクを参考に、電気設備等ライフラインの耐水化の検討などにも活用されることも期待できる。 ・ また、今回の実証実験の結果を踏まえて、頻繁に内水による浸水被害を受けている地域など、全国的にリアルタイムの被災リスクの可視化の進展に寄与することも期待される。 ・ 今後、河川水位の3Dリアルタイム把握技術が全国の内水被害常襲箇所などに普及していくことが望まれる。



岡崎市街地
水位データ重ね合わせ結果
上図：鳥瞰
下図：拡大

過去のの水害における水位計の時系列データを3D都市モデル上への可視化した。これにより周囲と比較して浸水による被災リスクの高い箇所の把握が可能となる。

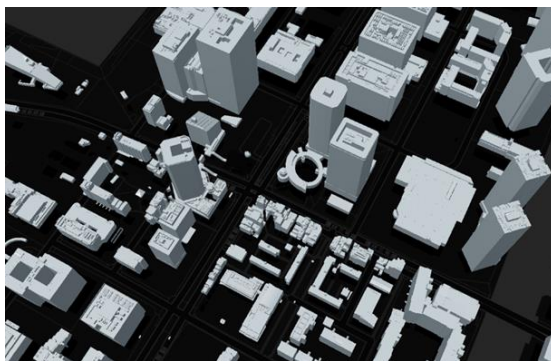


(出典：PLATEAU VIEW)

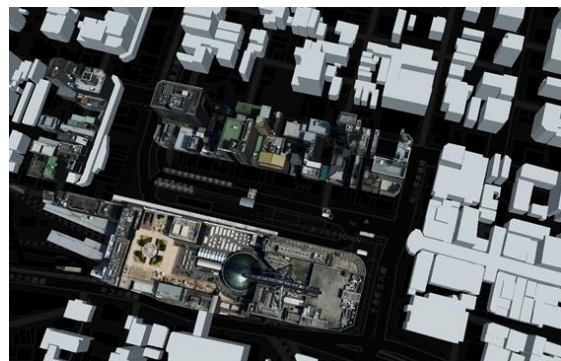
3.2 ユースケース実証事例

地域活性化・観光：賑わい創出① [1/2]

ユースケース名		レーザーセンサーによる高精度でリアルタイムな人流計測
実証都市名		東京都 江東区 / 愛媛県 松山市
ユースケース開発担当名		株式会社日立製作所・株式会社日立情報通信エンジニアリング共同提案体
ユースケースの内容		- レーザー光を用いて対象となる人との距離を計測し、人の動き、流れ、滞留状況などを把握する技術※であるレーザーセンサー（3D LiDAR）を用いた人流解析技術は、写真や映像を取得せず正確な人の位置情報を計測可能であるため、プライバシーを考慮しつつ高精度かつリアルタイムに都市活動を把握可能な技術である。 - 市街地で面的に人流計測を行うため、地方都市の中心エリア（愛媛県松山市駅前広場）と23区内の複合市街地（東京都江東区豊洲エリア）の2か所で3D LiDARを用いた人流計測を実施した。 （※モニタリング技術の詳細は参考資料「レーザーセンサーによる高精度でリアルタイムな人流計測（東京都江東区・愛媛県松山市）」を参照）
3D都市モデルの活用により期待される効果		- 歩行者の移動を軌跡を可視化することで、対象エリアの正確な混雑情報を視覚的に把握可能になる。 - 市民や観光客が安心・快適に利用し、回遊/滞留できる交通結節点・広場のレイアウト、歩いて暮らせるまちづくり、交通機関混雑の平準化、地域商業活性化などの各種施策に活用できる。
ユースケースに必要なデータ	3D都市モデル	LOD1
	静的データ	—
	動的データ	センシングデータ（レーザーセンサーにより取得した人流データ）
ユースケースの検証方法		レーザーセンサーで取得したデータを用いて移動軌跡を3D都市モデル上で可視化することで、人の移動状況を時系列順に表示した。



東京都 江東区
(出典：PLATEAU VIEW)

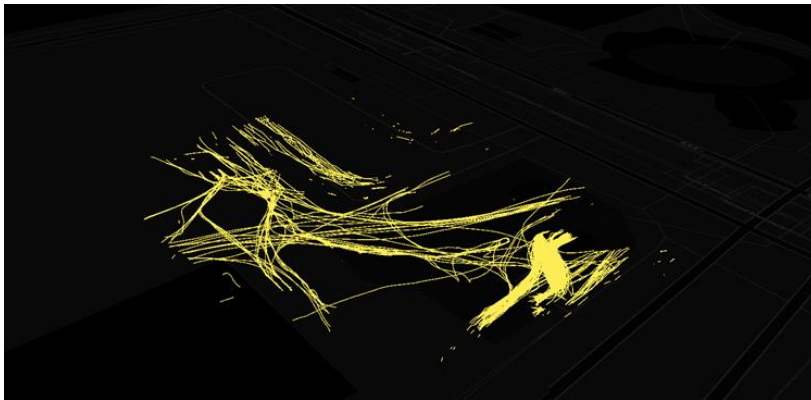


愛媛県 松山市
(出典：PLATEAU VIEW)

3.2 ユースケース実証事例

地域活性化・観光：賑わい創出① [2/2]

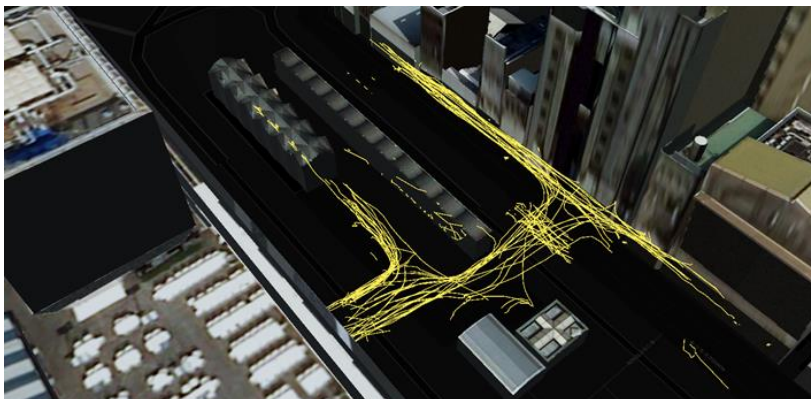
検証成果	・ レーザーセンサーにより取得した移動軌跡を3D都市モデル上に重ね合わせて可視化することで、駅周辺の建物と人の流れの関係性を時間帯別に把握することができた。 ・ 江東区豊洲エリアの実証実験では、江東区や豊洲スマートシティ推進協議会と連携し、「適度なにぎわい創生」をテーマに、計測データから人流軌跡や滞留状況の可視化を実施した。 ・ 松山市駅前広場の実証実験では、松山市や松山アーバンデザインセンター(UDCM)と連携し、市民およびまちづくり関係者にヒアリングを行った。「データを見る前よりも紹介後のほうが駅前広場整備の必要性に関する参加者の意見が具体的になり、よい議論ができた」との意見が出るなど、データに基づく議論により、より精緻なまちづくりのプランニングの実現を期待できる結果が得られた。
課題	・ 3D LiDARの取得データからは、人数カウントのみならず移動速度や滞留状況などを可視化できる一方で、データ容量や描画する軌跡数が膨大にわたるため、今回の実証では人数カウントのみを3D都市モデルと重ね合わせて可視化した。 ・ 3D LiDARによる取得データの1日分をビューア上で動かして可視化することは、一般的なPCスペックでは困難であることから、今回は描画可能な範囲として時間帯別のデータセットとして可視化したため、今後は可視化手法をより改善することが望ましい。
今後の展望	・ 滞留状況や速度等の推計・加工データなど、今回は可視化の対象としなかったデータも3D都市モデル上で可視化することで、まちづくり施策の合意形成・計画策定等を加速させるツールとして3D都市モデルを引き続き活用するが期待される。 ・ また、センシング機器を利用して取得した実際の人流のみならず、たとえば検討中の施設等の整備完了後の人流シミュレーション結果など、仮想状況下での人流を表現するツールとして3D都市モデルを活用することも期待される。



**移動軌跡の描画イメージ
(豊洲エリア)**

レーザーセンサーにより取得した移動軌跡を3D都市モデルに表示可能なデータに変換し、時間帯ごとの軌跡を連続表示した。

(出典：PLATEAU VIEW)



**移動軌跡と建物モデルの
同時表示イメージ
(松山市駅前広場)**

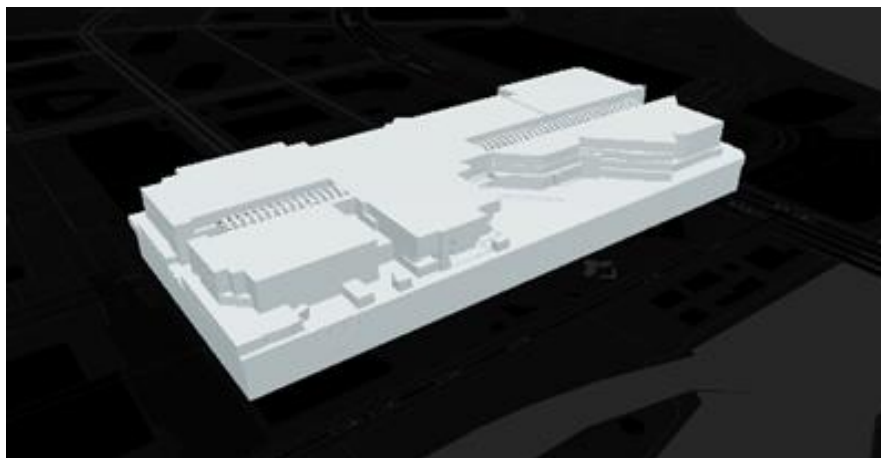
移動軌跡と建物モデルを同時に表示することで、軌跡の進行方向と建物出入口等の関係が明らかになり、駅前広場の現況を適切に把握できる。

(出典：PLATEAU VIEW)

3.2 ユースケース実証事例

地域活性化・観光：賑わい創出② [1/2]

ユースケース名		大規模複合施設における人流カウントと建物屋内モデルを用いた可視化
実証都市名		神奈川県 横浜市
ユースケース開発担当名		株式会社日建設計総合研究所 / 株式会社日建設計
ユースケースの内容		大型複合施設であるクイーンズスクエア横浜において、みなとみらい駅からまちへの人流の縦動線・横動線を把握するため、フロアごとに複数の赤外線センサーを設置し、解析データを組み合わせることで、時間帯、場所ごとの人流、混雑情報をリアルタイムに把握した。 (※モニタリング技術の詳細は参考資料「大規模複合施設における人流カウントと建物屋内モデルを用いた可視化（神奈川県横浜市）を参照）
3D都市モデルの活用により期待される効果		- 新型コロナウイルス感染症の影響下での「3密を避けた行動」を促すことを目的としたエリアの混雑状況の低コストかつ効率的な把握が期待される。 - リアルタイムデータの提供・混雑状況の可視化による市民の行動変容を促すことが期待される。
ユースケースに必要なデータ	3D都市モデル	LOD拡張（「クイーンズスクエア横浜」（みなとみらい駅～地上階の共用部分）をモデリングしたLOD4相当の建物モデル）
	静的データ	-
	動的データ	センシングデータ（赤外線センサにより取得した人流データ）
ユースケースの検証方法		- 地下部分を含む建物内部をCADベースのデータから建物屋内モデル(CityGML形式)としてモデリングし、リアルタイムの人流を建物屋内モデル上で可視化した。 3D都市モデル上では、受信したデータを用いて、建物屋内の場所ごとの人流量をリアルタイム配信し、通行方向および人流量に応じたアロー(矢印)で表現した。



神奈川県 横浜市
クイーンズスクエア横浜
(出典：PLATEAU VIEW)

3.2 ユースケース実証事例

地域活性化・観光：賑わい創出② [2/2]

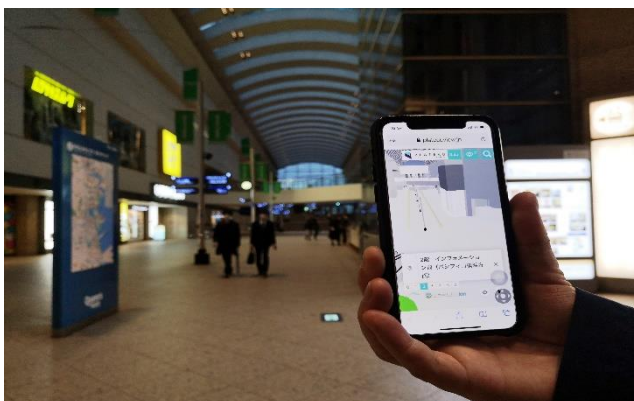
検証成果	- 計測した人流データをリアルタイムに取得し、実証箇所に設置したモニタや情報発信用の特設Webサイトにおいて表示するシステムを構築し、3D都市モデルへ重ね合わせるデータのリアルタイム配信を実現することができた。計測したデータをその場で人数の実数値のみにエッジ処理して配信するなど、データ構造を簡素化することで、高頻度(約5分間隔)でタイムラグの小さいデータ配信が可能となった。 - 建物内部を再現した3D都市モデル上にリアルタイム人流を重ね合わせることで、平面図や地点別の人流グラフに加えて、建物屋内における時間帯別の混雑箇所をわかりやすく情報発信できることが確かめられた。 - フロアが複層的に重なる大規模施設では、従来の平面図による可視化よりも、ポイントごとの混雑状況を3Dマップ上に重ね合わせる手法のほうが直観的にわかりやすくデータを可視化することができると考えられる。
課題	3D都市モデル上でのスムーズなリアルタイム情報配信を行うためには、実証箇所である施設管理者との事前調整(データ取得時間帯、混雑度の表現方法等)、送受信するデータモデルのフォーマット策定や3D都市モデル上の可視化箇所(アローの配置位置)と現場におけるセンサ位置の整合性担保などが確認された。
今後の展望	3D都市モデル上でのリアルタイム人流データ配信は、平面図や地点別の人流グラフなど既存の表現方法とは異なり、地下部分を含む建物内部の縦動線・横動線上の混雑状況を立体的に把握可能とするものであり、新型コロナウイルスを踏まえたエリアマネジメントや都市政策への活用、災害時の避難誘導、施設の維持管理、事業者向けのマーケティング等への活用が期待される。



方向別のリアルタイム
人流データの重ね合わせ

エスカレーターの上り・下りなどを区別可能な制度で方向別の人流カウントデータ取得し、建物内部を再現した3D都市モデル上にリアルタイム人流を重ね合わせた。

(出典：PLATEAU VIEW)



CADベースのデータから作成した
建物屋内モデルを活用

地下部分を含む建物内部をCADベースのデータから建物屋内をモデリング。現地写真そのままの構図がビューア内で表示される。

(出典：日建設計総合研究所)

3.2 ユースケース実証事例

地域活性化・観光：賑わい創出③ [1/2]

ユースケース名		ウォーカブルな拠点整備を目指した都市開発に伴う歩行者量変化の可視化
実証都市名		大阪府 大阪市
ユースケース開発担当名		パナソニック株式会社
ユースケースの内容		3D都市モデルを活用した現況及び将来の都市空間のウォークスルーを再現したVRと3D都市モデルの表示インターフェース (PLATEAU VIEW)を連携した。
3D都市モデルの活用により期待される効果		・ 駅の整備方針や歩行者の動きを可視化し、周辺を含む駅施設のあるべき姿を議論するためのツールとしての活用が見込まれる。 ・ VRによる将来計画と組み合わせた空間検討・合意形成、ウォーカブルな拠点整備の実現や、将来の都市開発の提案の基礎資料としての活用が期待される。
ユースケースに必要なデータ	3D都市モデル	LOD2
	静的データ	シミュレーションデータ（VR連携：新大阪駅周辺地区・十三駅周辺地区・淡路駅周辺地区）
	動的データ	-
ユースケースの検証方法		・ LOD2の3D都市モデルの建物モデルを活用し、地区／街区スケールでの都市を再現した。駅などの屋内施設の内部空間のVR化に際しては、既存の3D CADデータを活用したモデリングにより新規測量を行わずにVR空間を作成した。 ・ 実際の都市空間の人の動きを再現するために、歩行者量のOD調査結果を活用して交通シミュレーションモデルを作成した。



大阪府 大阪市
JR新大阪駅周辺
(出典：PLATEAU VIEW)

3.2 ユースケース実証事例

地域活性化・観光：賑わい創出③ [2/2]

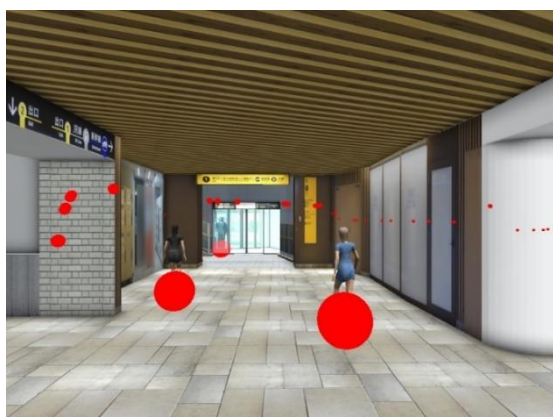
検証成果	- VRをまちづくりの検討などで用いるためには、屋内空間だけでなく、ある程度広域のスケールで、アイレベルからの視点でも違和感のない精度のビジュアライズを行う必要がある。そのためのデータ取得、写真撮影・測量、CGの作りこみ等にはコストを要することが一般的だが、LOD2の3D都市モデルや既存のCADデータを活用することでVRを効率的に作成できることが明らかとなった。 - VR空間上でOD調査の結果を用いて歩行者量を可視化することで、歩行者が滞留しやすい箇所を明確に把握可能になるため、駅周辺の再整備計画の検討といったまちづくりへの活用に加えて、駅空間の管理・運用への活用も想定される。
課題	今回のVR作成にあたって、駅施設の内観を再現するテクスチャ画像は現地で撮影を行っており、今後、ローコストで効率的なテクスチャの収集方法について検討を進めることが課題となる。
今後の展望	- 大規模な開発計画を立案する度にVRや景観画像などを作成しており、一定のコストとなっている。今後、都市空間の基盤データとして3D都市モデルの整備・更新を進めていくことで、これを活用した効率的な都市空間VRの作成が可能となる。 3D都市モデルは空間設計や合意形成など多様な分野で活用可能であり、地方公共団体のまちづくりにおける基盤となることが期待される。



3D都市モデルを活用した屋内施設内部のビジュアライズ

アイレベルからの視点でも違和感のない精度のビジュアライズを、3D都市モデル(LOD2)や既存のCADデータを活用することで効率的に実施できることが明らかとなった。

(出典：パナソニック株式会社)



人の動きをマーカーで再現

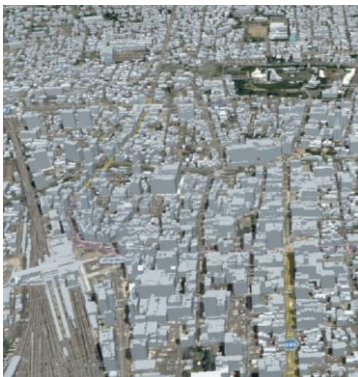
VR空間上でOD調査の結果を用いて歩行者量を可視化することで、歩行者が滞留しやすい箇所を明確に把握可能になるため、駅周辺の再整備計画の検討といったまちづくりへの活用に加えて、効果の高い広告計画やサイン計画など、駅空間の管理・運用にも活用できることが明らかになった。

(出典：パナソニック株式会社)

3.2 ユースケース実証事例

地域活性化・観光：賑わい創出④ [1/2]

ユースケース名		GPSデータに基づく地域内人流の解析による賑わい創出・回遊性向上
実証都市名		長野県 松本市/ 広島県 呉市/ 福岡県 飯塚市
ユースケース開発担当名		株式会社三菱総合研究所
ユースケースの内容		市販のGPS由来の人流データを活用し、3D都市モデルに重ね合わせて可視化することで、都市スケールでの立体的な人流可視化を行う手法を実証した。
3D都市モデルの活用により期待される効果		- 人流データを3D都市モデル上に重ね合わせることで、都市活動や都市機能の集積の観点から、地域の特性をわかりやすく可視化できる。 - 地域の特性を踏まえた施策の検討、都市機能の誘導や賑わい創出などの施策検討、可視化イメージを用いた住民合意形成の円滑化などに活用可能である。
ユースケースに必要なデータ	3D都市モデル	LOD1
	静的データ	-
	動的データ	移動データ（GPS由来の人流データ）
ユースケースの検証方法		人流データを3D都市モデルに重ね合わせて表示することで、都市内の混雑度合いや滞留の様子を視覚的にわかりやすく表現し、可視化の結果を踏まえた施策への活用可能性を考察、とりまとめを行った。

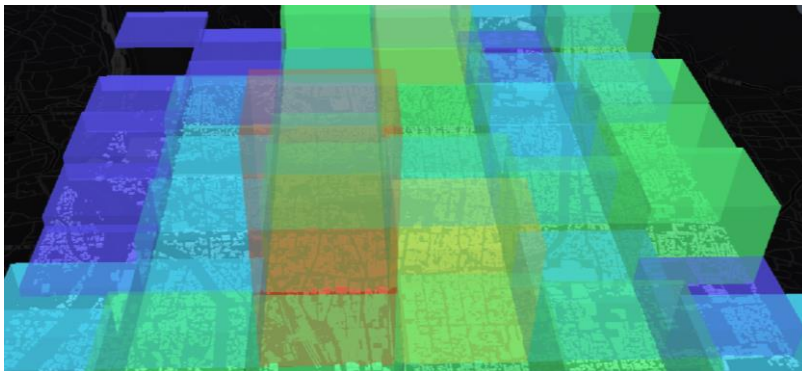


長野県 松本市 / 広島県 呉市 / 福岡県 飯塚市
(出典：PLATEAU VIEW)

3.2 ユースケース実証事例

地域活性化・観光：賑わい創出④ [2/2]

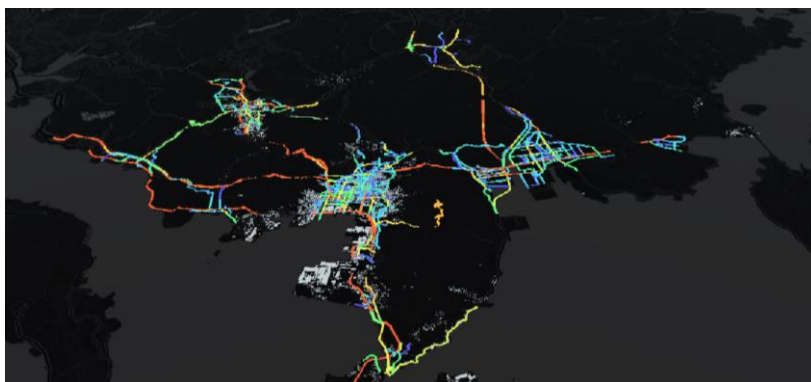
検証成果	- メッシュ滞留人口データを3D都市モデル上に重ね合わせることで、都市の機能集積の状況と、メッシュごとの滞留人口の多寡をあわせて確認することが可能となった。 - GPSデータを平日と休日に分けて分析することにより、メッシュ毎の滞留人口の特性に違いがあることが把握できる。 - 各都市で人が多く滞留している地域を可視化することにより、時間帯ごとに賑わいの中心となっている地域を抽出することができた。 - メッシュ間のOD量を可視化することにより、交通需要の大きいリンクを把握することができた。
課題	- 都市のにぎわい創出に当たってはターゲット層の検討が必要であるが、市販のGPS由来の人流データに年齢、性別等の属性情報の推定値を紐づける場合においては、推定に利用なサンプル数の確保のために集計単位（空間粒度や地域粒度）に制約が生じることが課題である。 - 人流・交通流のデータの内訳として、バスなどの公共交通を利用しているのか、自家用車を利用しているのかを区別できることが望ましい。
今後の展望	- 平日及び休日のそれぞれで人が集まる地域が可視化されるため、平日と休日を区別した賑わい創出重点地域の検討など、より細かい施策の検討に活用することが考えられる。 - 都市内におけるメッシュ間OD交通量が可視化されるため、公共交通の運行計画の検討材料として使用することが考えられる。



建物データ×メッシュ滞留データの重ね合わせによる人流の滞留度合いの把握（松本市）

統計処理されたメッシュ内の滞留人口を三次元メッシュの高さ及び着色により表現。人流の滞留状況を俯瞰的に確認することができる。

（出典：PLATEAU VIEW）



建物データ×DRMリンク人流データの重ね合わせによるネットワークの混雑状況の把握（呉市）

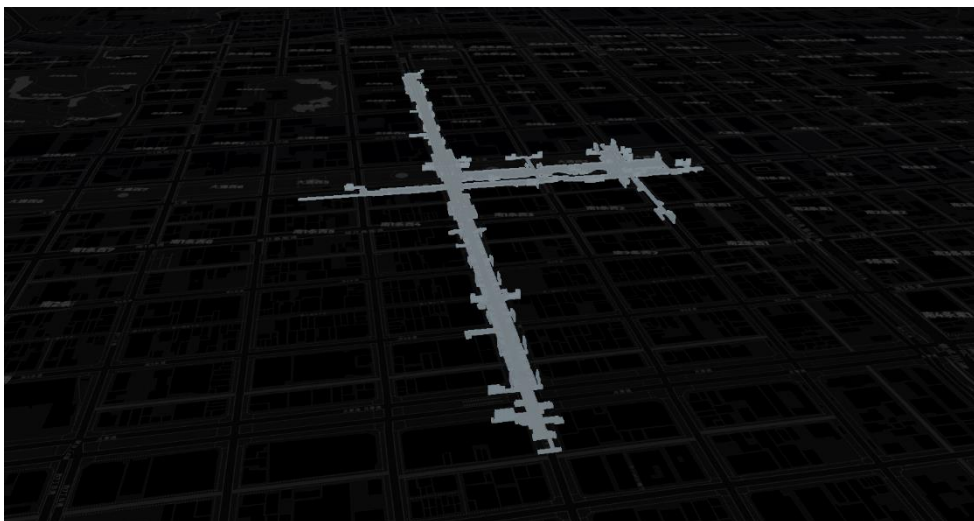
統計処理されたメッシュ内の滞留人口を道路ネットワークの流量として各リンクの着色により表現。エリア間の道路ネットワークの混雑状況を俯瞰的に確認することができる。

（出典：PLATEAU VIEW）

3.2 ユースケース実証事例

地域活性化・観光：混雑回避①【1/2】

ユースケース名		屋内センサーによる人流モニタリング
実証都市名		北海道 札幌市
ユースケース開発担当名		株式会社三菱総合研究所
ユースケースの内容		屋内の人流を解析することは、混雑回避・賑わい創出の観点から重要となるが、特に地下空間では、GPSデータの取得が難しい場合があるため、より正確に人流を計測するには別途センサーを設置する必要がある。チ・カ・ホ及びさっぽろ地下街の人流センサーから収集した人流データを3D都市モデル上で可視化することで、地上と地下、屋内と屋外の一体的なまちづくりへの活用方法を検討した。
3D都市モデルの活用により期待される効果		・ 市民に混雑状況をわかりやすく伝えるなど、密を回避するよう促す情報発信の一環としての活用が期待される。 ・ チ・カ・ホ及びさっぽろ地下街の出店者・広告事業者等への人流の情報提供を行うことで、混雑を避ける誘客の仕組みづくりなど新たな市民サービスが創出が期待される。 ・ 屋内外の空間から得られる様々なデータを活用することで、地上と地下、屋内と屋外を一体的に捉えるまちづくりへ活用が期待される。
ユースケースに必要なデータ	3D都市モデル	LOD拡張（地下街を追加した3D都市モデル）
	静的データ	-
	動的データ	センシングデータ（札幌駅前通地下歩行空間(チ・カ・ホ)の人流、さっぽろ地下街(ポールタウン・オーロラタウン)の人流)
ユースケースの検証方法		人の通過ポイント(合計9か所)にセンサーを設置し、人の移動の方向と量を、矢印の向きと色により表現した。

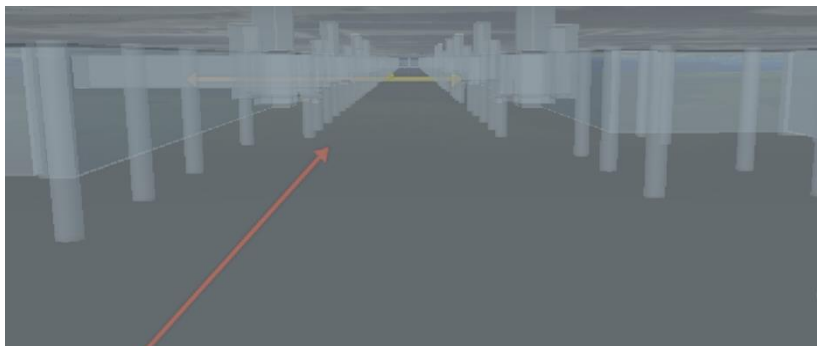


北海道 札幌市
札幌駅前通地下歩行空間(チ・カ・ホ)及びさっぽろ地下街(ポールタウン・オーロラタウン)
(出典：PLATEAU VIEW)

3.2 ユースケース実証事例

地域活性化・観光：混雑回避①【2/2】

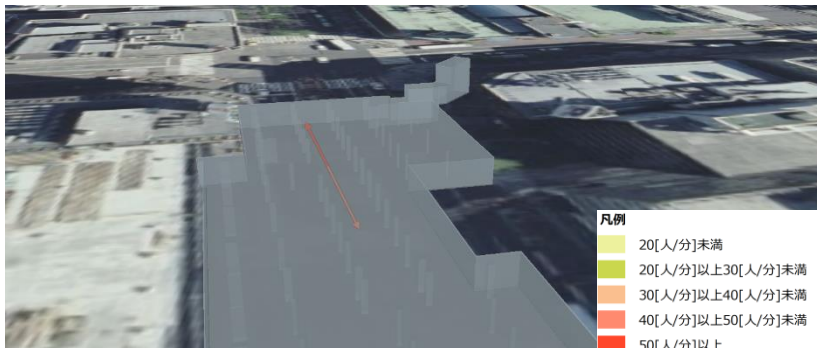
検証成果	3D都市モデル上に人流を可視化することで、2Dと比較してより視覚的に混雑状況を把握することができ、札幌駅に接続する出入口が他の場所と比較して混雑していることや、それらの混雑した人流がすすきの駅方面に向かい、チ・カ・ホやさっぽろ地下街を推移していく様子が確認できた。
課題	- 人流データと3D都市モデルを重ね合わせた可視化手法は、大まかな人流の傾向を把握することに向いているが、実際に出店者・広告事業者等へマーケティングのための情報提供を行うためには、年齢別/性別といった属性情報があることが望ましい。 - 人流の属性データを取得するためにはカメラ映像等の解析のための新たな計測機器の設置が必要となる。このような発展的なデータ取得を進めていくためには、その目的や実現したい価値、受益者と費用負担者の考え方等を整理することが重要である。 - さっぽろ地下街では壁面にセンサーを設置しているが、掃除や待ち合わせのために人がそのセンサーを塞いでしまうと計測が途切れてしまうなど、センサーの正確性も課題として浮かび上がっており、これに対応するため、センサーを組み合わせる手法の開発や断続的なデータから拡大推計処理を行うこと等も必要となる。
今後の展望	- 今回の実証実験では、2020年6月～11月の過去データを活用して重ね合わせを行ったが、今後リアルタイムデータを重ね合わせることができれば、混雑状況をリアルタイムに可視化し、市民に密を回避するよう促すことができる。常時リアルタイムデータを取得することで、事故や災害などの検知に活用することもできる。 - 来街者の属性情報を備えるデータや地上部分のデータと組み合わせることで、地上と地下を一体として捉えた空間整備・空間設計、エリアマネジメント活動の可視化、まちづくり団体等のマーケティング等に活用することが期待される。今後、地上と地下の3D都市モデルを充実、データ取得範囲や取得情報の拡大等を通じて、札幌市におけるスマートシティの取組を更に加速させることを目指していく。



**札幌駅前通地下歩行空間
(チ・カ・ホ) 内部の
人流可視化イメージ**

人の移動の方向と量を、矢印の向きと色により表現。2Dと比較してより視覚的に混雑状況を把握することができる。

(出典：PLATEAU VIEW)



**札幌駅前通地下歩行空間
(チ・カ・ホ) 内
混雑した札幌駅に接続する
出入口**

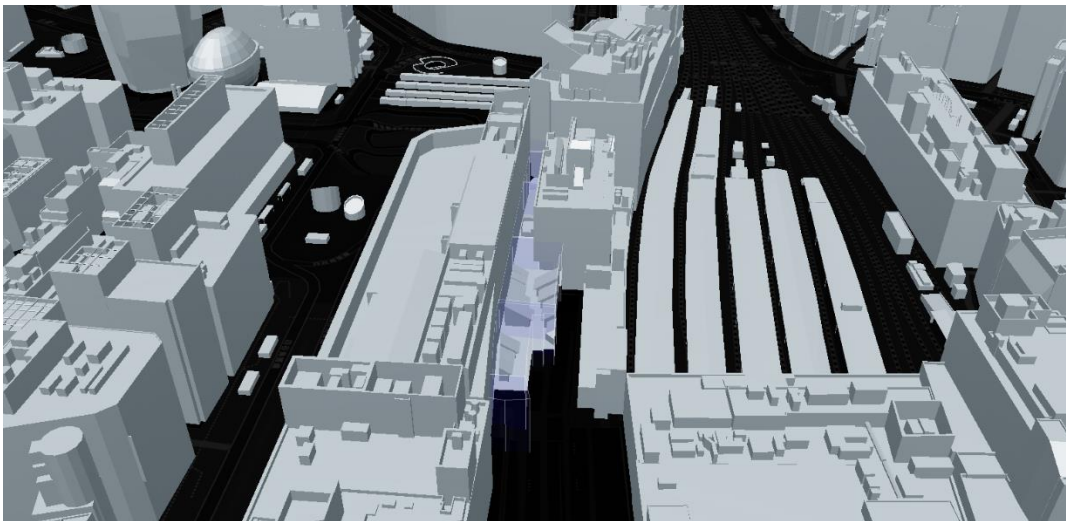
札幌駅に接続する出入口が他の場所と比較して混雑していることや、それらの混雑した人流がすすきの駅方面に向かい、チ・カ・ホやさっぽろ地下街を推移していく様子が確認できた。

(出典：PLATEAU VIEW)

3.2 ユースケース実証事例

地域活性化・観光：混雑回避②【1/2】

ユースケース名		カメラ映像の解析による混雑状況の可視化
実証都市名		東京都 新宿区
ユースケース開発担当名		パナソニックシステムソリューションズジャパン株式会社、 パナソニック株式会社、CNS社 イノベーションセンター
ユースケースの内容		利用者に混雑を避けたルート選定等を促すことを目的に、既設のカメラ画像を用いた画像解析技術※を活用し、3D都市モデル上で公共空間の混雑状況を可視化 (※技術の詳細は参考資料「カメラ映像の解析による混雑状況の可視化（東京都新宿区）」を参照)
3D都市モデルの活用により期待される効果		通行人の数を重ね合わせることで、対象エリアの正しい混雑情報を視覚的に把握することが期待される。
ユースケースに必要なデータ	3D都市モデル	LOD拡張（新宿モザイク通りの半屋内空間を追加した3D都市モデル）
	静的データ	-
	動的データ	センシングデータ（カメラ画像解析による人数計測データ）
ユースケースの検証方法		- 計測エリア(モザイク通り)をセンシング位置で分割した描画範囲を定義し、各描画範囲に人型オブジェクトを人流量に応じて配置するとともに、描画範囲を混雑度に応じて塗り分けした。 - ハンディレーザースキャナーを用いた個別の測量を実施し、半屋内の通り抜け通路、階段、坂道等の形状をモデリングし、3D都市モデルに統合した。

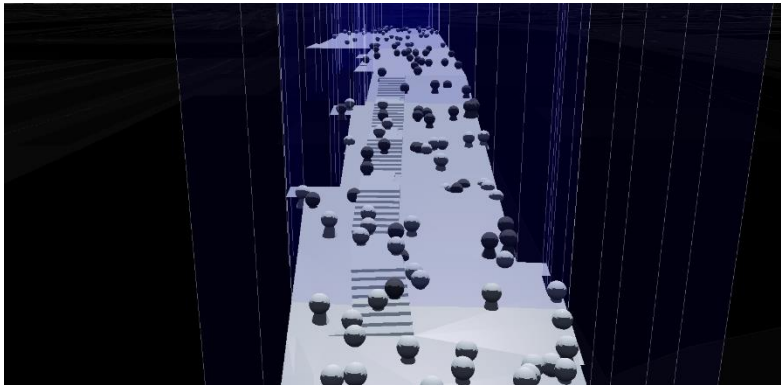


東京都 新宿区
モザイク通り
(出典：PLATEAU VIEW)

3.2 ユースケース実証事例

地域活性化・観光：混雑回避②【2/2】

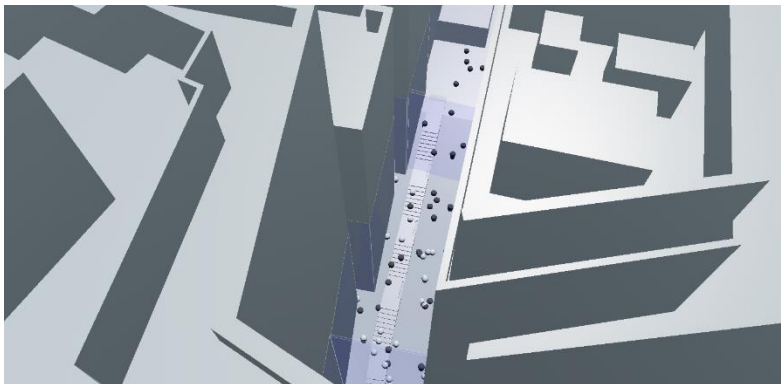
検証成果	3D都市モデル上で4台のカメラによる人流の計測範囲を立方体とし、その範囲内で取得した人の数については人型オブジェクトによって表現した。混雑度については色分けした表現とし、両者の組み合わせによって公共空間内の混雑状況を視覚的に分かりやすく表現した。
課題	階段や坂道等の複雑な地形の上で3Dオブジェクトを描画する場合、オブジェクトが壁面や地形にめり込むなど、利用者に違和感を与えうる表現となることを防ぐことが必要である。このため、データ取得時に高さ方向を含む精度の高い位置データを取得することや、データ加工時に3D都市モデル上の描画位置を微調整することなど、データ取得時および加工時の工夫が必要であることも明らかになった。
今後の展望	- 比較的安価で継続的にデータの取得が可能であるという既設カメラを用いた人流解析技術の特徴を生かし、施策の効果把握や検討に資する基礎データを恒常的に収集・活用していくことが考えられる。計測した人流データを常に蓄積していくことによって、都市活動を継続的にモニタリング可能となり、実態に即した細やかなまちづくり施策の立案や施策効果の評価が機動的に可能になることも期待される。 - 留意点として、今回の実証実験で実施した通り、個人情報に配慮した対応としてカメラ画像の取得時において画像の解析目的を掲げることが必要となる点が挙げられる。



**人型オブジェクトによる
人数カウント表現**

モザイク通りを通行する人数カウントデータから、人数に応じた人型オブジェクトを自動配置し、混雑度ランクに応じたヒートマップと組み合わせることで、公共空間内の混雑度をわかりやすく可視化した。

(出典：PLATEAU VIEW)



**半屋内をモデリングした空間への
人流解析結果の重ね合わせ**

半屋内の公共空間にてレーザー測量を実施し、通り抜け通路、階段、坂道等の形状をモデリング。傾斜面へのオブジェクトの重ね合わせにおいては、可視化結果の違和感をなくすため、高さ方向の位置情報の微調整が必要であることを明らかにした。

(出典：PLATEAU VIEW)

3.2 ユースケース実証事例

地域活性化・観光：混雑回避③【1/2】

ユースケース名		GPS由来の人流データに基づく都市の混雑状況の把握
実証都市名		東京都 渋谷区 / 愛知県 名古屋市
ユースケース開発担当名		株式会社三菱総合研究所
ユースケースの内容		市販のGPS由来の人流データを活用し、3D都市モデルに重ね合わせて可視化することで、都市スケールでの立体的な人流可視化を行う手法を実証した。
3D都市モデルの活用により期待される効果		ポイントデータや125mメッシュレベルの細かい空間単位で取得した人流データを都市モデル上に重ね合わせることで、高度に都市機能が集積する都心部においても、都市活動のホットスポットや来訪者による混雑の度合いを詳細に把握できる。
ユースケースに必要なデータ	3D都市モデル	LOD1
	静的データ	-
	動的データ	移動データ（GPS由来の人流データ）
ユースケースの検証方法		人流データを3D都市モデルに重ね合わせて表示することで、都市内の混雑度合いや滞留の様子を視覚的にわかりやすく表現し、可視化の結果を踏まえた施策への活用可能性を考察、とりまとめた。

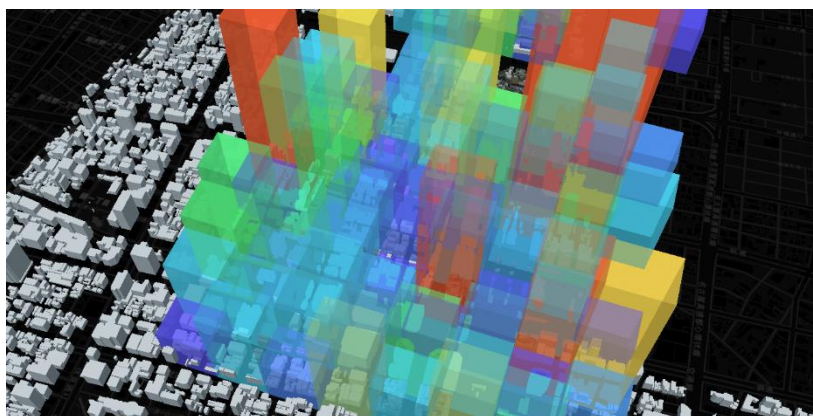


東京都 渋谷区 / 愛知県 名古屋市
(出典：PLATEAU VIEW)

3.2 ユースケース実証事例

地域活性化・観光：混雑回避③ [2/2]

検証成果	- GPSデータを活用することにより、地域内におけるメッシュ毎の滞留人数や、エリア外との人流の量など複数の側面から分析することが可能であることが分かった。 - メッシュ毎の滞留人数を可視化することにより、メッシュ単位での混雑状況を把握することができた。 - 人口密度の高い地域や来訪者数の多い地域においては、人流推定の統計的処理に必要なサンプル数を十分に確保できるため、詳細なメッシュ（125mメッシュ）単位の集計によって細かな地区計画の設定にも対応可能なデータを取得・可視化することができた。
課題	GPSデータから取得する情報は、集計単位内のサンプル数が寡少な場合は個人特定を回避するための秘匿処理が実施される。名古屋市など人口及び都市機能が高度に集積した都市であれば詳細な単位での人流把握が可能であるが、都市機能の集積の程度によっては集計単位の細分化には限界があるとの課題がある。このため、データの取得目的に応じた集計単位を設定する必要がある。
今後の展望	- 秘匿処理に係る課題に対しては、GPSデータとビーコン等から取得するデータを組み合わせることで、より精緻な混雑状況を把握することが可能である。 - 道路ネットワークの混雑状況が把握できることから、交通量の実績を踏まえた交通計画が策定できるとともに、混雑度を踏まえた将来的にはダイナミックプライシングへの応用も可能と考えられる。



**建物データ×メッシュ滞留
人口データの重ね合わせ
によるエリア内滞留人口
の詳細な可視化**

街区レベルの細かな地区計画が設定されたエリアを対象として、細かなメッシュ（125mメッシュ）単位で滞留人口を可視化することで、地区単位に合わせた詳細な都市計画の効果検証に対応した。

（出典：PLATEAU VIEW）



**建物データ×DRMリンク
人流データの重ね合わせ
によるネットワークの混雑
状況の把握**

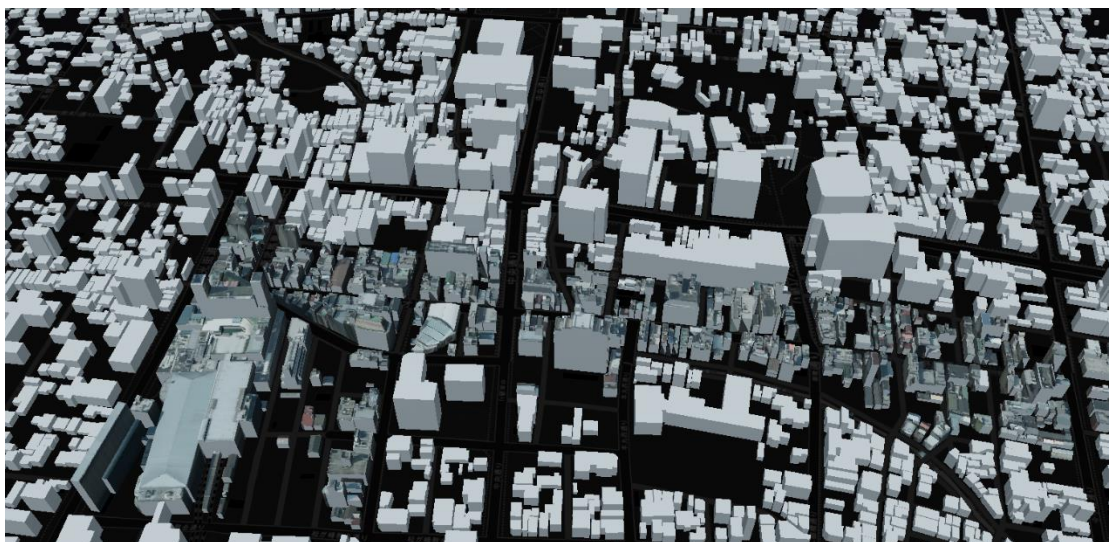
メッシュ内の滞留人口を用いて推計した道路ネットワークの流量に応じて着色により表現。都市内の道路ネットワークの混雑状況を俯瞰的に確認することができる。

（出典：PLATEAU VIEW）

3.2 ユースケース実証事例

地域活性化・観光：混雑回避④ [1/2]

ユースケース名		ソーシャルディスタンス判定技術
実証都市名		栃木県 宇都宮市
ユースケース開発担当名		日本電気株式会社
ユースケースの内容		既設カメラの映像から個人情報やプライバシーに配慮して解析した人流データを3D都市モデル上に重ね合わせ、対象エリアの混雑状況を分かりやすく可視化した。 (※モニタリング技術の詳細は参考資料「ソーシャルディスタンス判定技術（栃木県宇都宮市）」を参照)
3D都市モデルの活用により期待される効果		混雑状況の可視化によるイベント開催や都市内回遊性、感染拡大防止等の推進や将来的な人流と顧客ニーズの活用によるおもてなしの向上、中心市街地等の活性化、災害時の迅速な避難誘導など、複数分野の取組の推進が期待される。
ユースケースに必要なデータ	3D都市モデル	LOD1
	静的データ	-
	動的データ	センシングデータ（カメラ画像解析による人数カウントデータ、ソーシャルディスタンス判定データ）
ユースケースの検証方法		- 人数カウントデータ：実証箇所(宇都宮市オリオン通り商店街) に対して人流カウントデータを紐づけ、人流カウントの量を色及びポリゴンの高さで表現したヒートマップを描画した。 - ソーシャルディスタンス判定データ：カメラ位置に対応する実証箇所(オリオン通り)の道路上に、ソーシャルディスタンス判定(2m以上の距離を保てていない人数)に応じた色で表現したヒートマップを描画した。

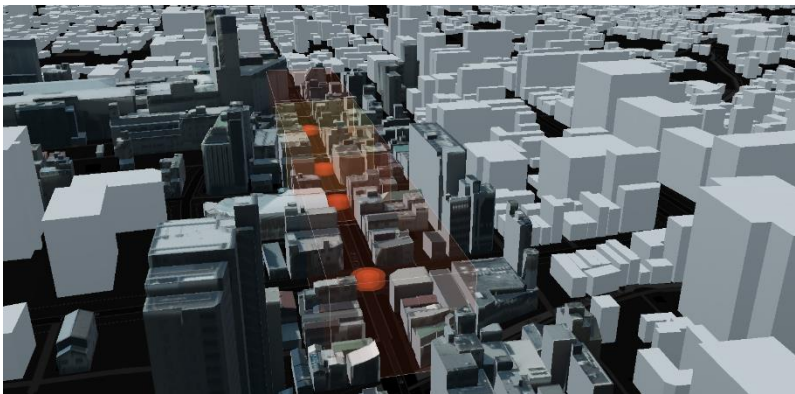


栃木県 宇都宮市
オリオン通り周辺
(出典：PLATEAU VIEW)

3.2 ユースケース実証事例

地域活性化・観光：混雑回避④ [2/2]

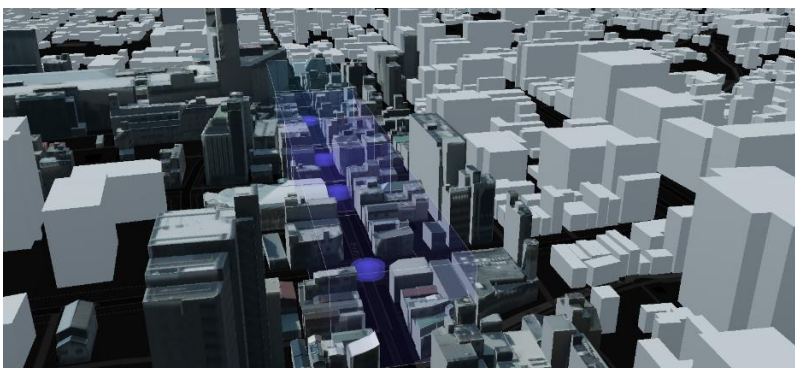
検証成果	- カメラ画像の解析により、歩行者カウント数とソーシャルディスタンス判定結果を把握した。判定結果のデータを一定期間収集することで、各日の時系列の推移から、各日の人数カウントだけでなく、平日と土日の比較も可能となった。 - 混雑度のヒートマップとソーシャルディスタンス判定結果を同時に表示することで、各データセットを単独で可視化した場合よりも、エリアの混雑状況をよりの確に把握できることが明らかになった。
課題	データに付随する位置情報は必ずしも分かりやすい可視化に使える位置情報とは限らない。例えばカメラ設置位置で定義されたデータは、そのままでは人流データの重ね合わせのための位置座標として用いることは困難であり、位置情報の加工または新規作成が必要である。このよう場合、カメラの画角範囲やカメラ画像解析で捕捉される人流の通行範囲など、可視化に適した位置情報をデータを重ね合わせる際に付与する必要がある。
今後の展望	- 人流モニタリング結果は、街中の回遊性向上や地域経済活性化への施策検討に活用可能である。例えば、街中におけるオープンカフェ等の施策実施と併せて人流モニタリングを導入することで、什器配置による通路への滞留や部分的な密の発生等の評価検証を実施するなど、施策前後による効果を的確に把握することが考えられる。 - 将来的にリアルタイムでのカメラ画像解析が実現した場合は、イベント会場等への人流モニタリングによって現場の状況を踏まえた適切な現場対応が実現することが期待される。



混雑度のヒートマップと
ソーシャルディスタンス
判定結果の同時表示
(上図：混雑大、
下図：混雑小)

実証エリア（宇都宮市オリオン通り商店街）の混雑状況を表現するため、混雑度のヒートマップを表示する3Dポリゴンを描画するとともに、ソーシャルディスタンス判定の可視化結果を配置する位置情報を円柱形のオブジェクトで表示した。データの同時表示を想定した可視化表現とすることで、エリアの混雑度を分かりやすく可視化できる。

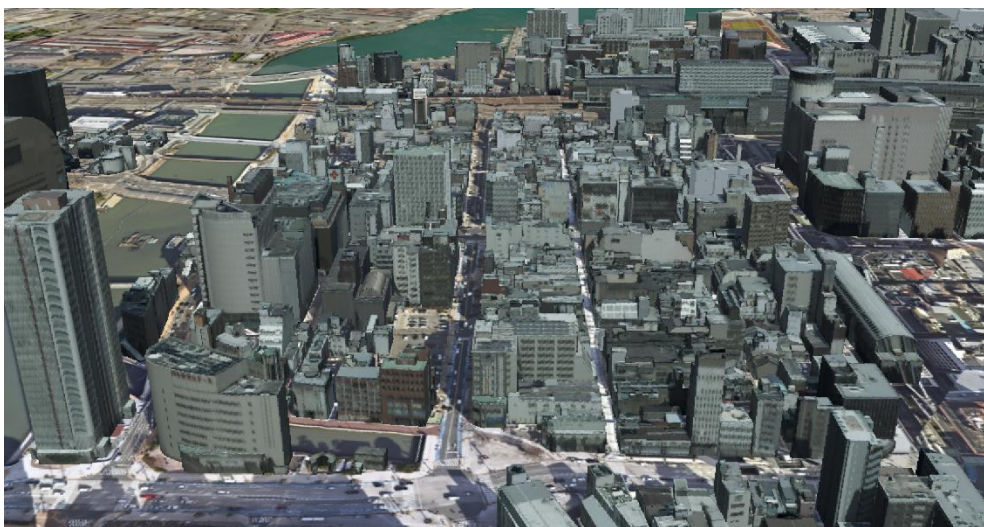
(出典：PLATEAU VIEW)



3.2 ユースケース実証事例

地域活性化・観光：混雑回避⑤【1/2】

ユースケース名		スマートフォンなどが発する電波(Wi-Fiと4G/LTE)を活用した混雑状況モニタリング
実証都市名		福岡県 北九州市
ユースケース開発担当名		国立大学法人九州工業大学 大学院工学研究院 IoTシステム基盤研究センター
ユースケースの内容		スマートフォン等の通信端末が発する異なる2種類の電波(Wi-Fiと4G/LTE)を解析※し、解析結果を3D都市モデル上で重ね合わせ、駅周辺の群衆度（混雑状況）を可視化した。 （※モニタリング技術の詳細は参考資料「スマートフォンなどが発する電波(Wi-Fiと4G/LTE)を活用した混雑状況モニタリング（福岡県北九州市）」を参照）
3D都市モデルの活用により期待される効果		フロア別の群衆度（混雑状況）の推定結果を立体的に把握
ユースケースに必要なデータ	3D都市モデル	LOD拡張（小倉駅前ペDESTロリアンデッキ、スペースワールド駅高架を追加した3D都市モデル）
	静的データ	-
	動的データ	センシングデータ（駅周辺の群衆度(4G/LTE電波より推定)、駅周辺の群衆度（Wi-Fi電波より推定））
ユースケースの検証方法		- 各センサの位置情報とセンサ有効範囲に基づいて描画したドームによる3Dヒートマップ表現した。 - Wi-Fiパケットセンサから取得した人数カウントデータ、4G/LTEセンサから取得した人数カウントデータを混雑度として5段階の色で表現した。

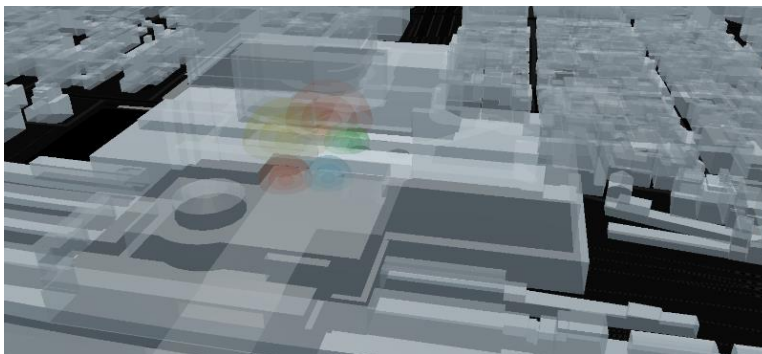


福岡県 北九州市
(出典：PLATEAU VIEW)

3.2 ユースケース実証事例

地域活性化・観光：混雑回避⑤【2/2】

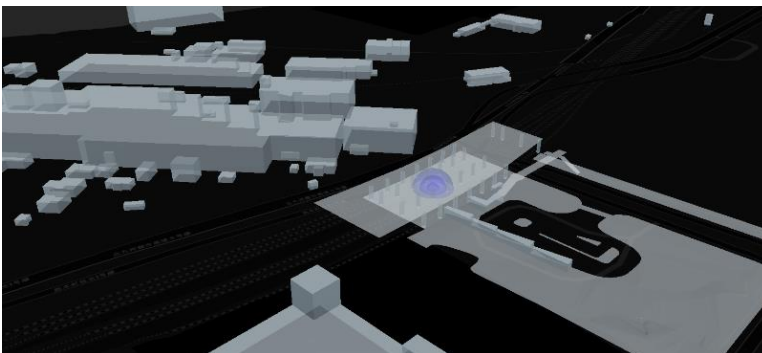
検証成果	- Wi-Fiパケットセンサによる人流モニタリングでは、床や天井による電波減衰を考慮した閾値を設定して人数カウントを行うことで、フロア別に滞留人数を推定できた。4G/LTEセンサによる人流モニタリングは、同時時間帯に同一フロアで計測したWi-Fiパケットセンサの人数カウントと同程度の精度で人数カウントできた。 - 高さ方向の表現にも利用できる3D都市モデルの特性を活かすことで、PLATEAU VIEW上でフロア別の滞留人数をわかりやすく可視化することができた。
課題	都市空間上の高さ位置を正確に把握することは難しく、特にペデストリアンデッキや駅複合施設など立体的な都市構造においては、階数などの指標による高さの区別は容易であるが、3D都市モデルへの重ね合わせに際しては正確な高さ情報が不可欠である。場合によっては、都市モデルから計測した高さ情報をデータに付すことも必要になる。
今後の展望	- 今回技術検証を行った4G/LTEセンサによる人流モニタリング技術は、電波強度の測定という匿名性の担保された計測手法である。今後、Wi-Fiパケットセンサと同等の人流モニタリングを実施可能な技術としての活用が期待できる。 - 大規模再開発が予定される地域において、継続的に人流モニタリングを実施することで、開発前後での人の滞留状況の変化を可視化するデータが取得可能である。また、これらのデータを可視化することで、再開発の効果を分かりやすく把握することが期待できる。



**駅周辺の群衆度
(Wi-Fiと4G/LTE)
の可視化 (小倉駅前)**

異なる2種類の電波(Wi-Fiと4G/LTE)による群衆度の解析結果を3D都市モデルに重ね合わせ。利用する電波の有効範囲の長さに応じてヒートマップのサイズを調整。

(出典：PLATEAU VIEW)



**駅周辺の群衆度(4G/LTE)
の可視化 (スペースワールド駅)**

高架下の駅であるスペースワールド駅の実証結果を重ね合わせるため、高架下および駅前広場の表現を個別作成。駅改札前において計測した群衆度を重ね合わせた。

(出典：PLATEAU VIEW)

3.2 ユースケース実証事例

地域活性化・観光：観光振興①〔1/2〕

ユースケース名		湯本地区温泉街における景観シミュレーション（VR）との連携を通じた将来景観の可視化
実証都市名		福島県 いわき市
ユースケース開発担当名		株式会社三菱総合研究所 ／パナソニック株式会社ライフソリューションズ社
ユースケースの内容		市街地の再生整備に向けた取組を進める常磐湯本地区において景観シミュレーションを実施した。
3D都市モデルの活用により期待される効果		本景観シミュレーションをシティプロモーション活動のツールとして活用し、観光需要増加や地域活性化を推進が期待される。
ユースケースに必要なデータ	3D都市モデル	LOD2
	静的データ	シミュレーションデータ（VR データ：いわき市湯本地区）
	動的データ	-
ユースケースの検証方法		「常磐湯本地区まちづくり計画」に基づき、2パターン（フラの要素を積極的に取り入れた明るいイメージ、温泉街らしい落ち着いたイメージ）の景観シミュレーションを実施した。



福島県 いわき市
湯本駅周辺 鳥瞰図
(出典：パナソニック株式会社)

3.2 ユースケース実証事例

地域活性化・観光：観光振興① [2/2]

検証成果	・ 昼間を想定した景観シミュレーションを2パターン（フラの要素を積極的に取り入れた明るいイメージ、温泉街らしい落ち着いたイメージ）実施し、建築物の色彩等の変化により、「常磐湯本地区まちづくり計画」に沿った形で、醸成される街並みの雰囲気が大きく変化することが確認できた。
課題	・ 今後、昼間を対象とした本実証結果にあわせて、夜間景観シミュレーションを行うことで、夜間も含めた湯本地区全体の賑わい創出策を検討する必要がある。また、検討結果をもとにした、今後の地域での効果的な施策展開が必要である。
今後の展望	・ 地域のまちづくり団体等と本実証結果を共有し、市街地整備の基本的な考え方の検討などの活用が期待できる。 ・ 夜間景観について、他の温泉街を参考に検討し、夜間においても街歩きが楽しめる温泉街の再構築を目指す。 ・ 観光需要増加や地域活性化の推進に向けて、本景観シミュレーションをプロモーション活動のツールとしての活用が期待できる。 ・ また、現状ではV Rに人流などを重ね合わせることは難しいが、3D都市モデルにおける人流データの重ね合わせ、可視化の知見を踏まえ、湯本地区の人の動きを可視化することで更なる賑わい施設の適切な配置検討などへの活用が期待できる。



湯本地区周辺 景観シミュレーション

上図：景観パターン1
（フラの要素を積極的に取り入れた明るいイメージ）

下図：景観パターン2
（温泉街らしい落ち着いたイメージ）



「常磐湯本地区まちづくり計画」に基づき、2パターン（フラの要素を積極的に取り入れた明るいイメージ、温泉街らしい落ち着いたイメージ）の景観シミュレーションを実施

（出典：パナソニック株式会社）

3.2 ユースケース実証事例

地域活性化・観光：観光振興②【1/2】

ユースケース名		GPS由来の人流データを活用した地域内拠点間の人流可視化
実証都市名		神奈川県 箱根町
ユースケース開発担当名		株式会社三菱総合研究所
ユースケースの内容		市販のGPS由来の人流データから、拠点間人流データを抽出し、3D都市モデルに重ね合わせて立体的に表示することで、都市スケールでの人流の可視化を行う手法を実証した。
3D都市モデルの活用により期待される効果		- 観光拠点相互の移動実態を詳細に把握することで、にぎわい創出に向けた、効果的な施策の検討が可能となる。 - 新型コロナウイルス感染症の拡大による移動手段や観光ルートの変化を考慮した交通渋滞の解消方法の検討が可能となる。
ユースケースに必要なデータ	3D都市モデル	LOD1
	静的データ	地方公共団体が保有する公的統計（観光施設観覧者数、温泉地別収容人数）、交通事業者が保有するバス乗降客数
	動的データ	移動データ（GPS由来の人流データ）
ユースケースの検証方法		人流データを3D都市モデルに重ね合わせて立体的に表示することで、都市内の混雑や滞留の様子を視覚的にわかりやすく可視化した。その可視化成果について施策検討での活用の可能性について考察した。



神奈川県 箱根町
(出典：PLATEAU VIEW)

3.2 ユースケース実証事例

地域活性化・観光：観光振興② [2/2]

検証成果	- 観光行動は通勤等の日常的な移動でないため、収集できる情報は限定的だが、市販のGPS由来の人流データを用いることにより、詳細な情報を集めることが可能であることが分かった。 - 観光周遊では広域的な移動が行われるが、エリア単位で分析を行うことにより、エリアを跨いで周遊する人流の多寡を分かりやすく表現することができることが分かった。
課題	GPS由来の人流データから取得する情報は、集計単位内のサンプル数が寡少な場合は個人特定を回避するための秘匿処理が実施されるため、都市活動を正確に把握することが難しくなる。このため、地方部の小地域単位など、人流が少ないと想定される単位で人流を把握することには課題がある。観光振興にGPS由来の人流データを活用する場合、例えば観光エリア別の滞留人口や拠点間移動での集計を行うなど、対象エリアの活動を的確に捉えつつ一定規模の集計単位を確保する工夫が必要である。
今後の展望	- 新型コロナウイルス感染症の影響により観光動向が大きく変化した観光地では、人々の訪問地がどのように変化したのかについて分析が可能と考えられる。 - 分析結果から得られる新たなトレンドの観光プロモーションへの活用や、人が少ない「密を避けた」地域への誘客に活用することが考えられる。 3D都市モデル上で地方公共団体が保有する統計情報を活用する事例をストックすることで、都市モデルの利用ケースの多様化と統計情報のオープン化の更なる促進が期待できる。



**エリア間ODデータによる
人流の多寡の把握**

各エリア間の往来（OD）の多寡をアークの太さ及び着色で表現。都市内のエリア間の人流を俯瞰的に確認することができる。

（出典：PLATEAU VIEW）



**建物データ×DRMリンク
人流データの重ね合わせ
によるネットワークの混雑
状況の把握**

メッシュ内の滞留人口から道路ネットワークの流量を推計し、流量に応じて着色した。エリア間の道路ネットワークの混雑状況を俯瞰的に確認することができる。

（出典：PLATEAU VIEW）

第4章 3D都市モデル活用のロードマップ^o

—Summary—

本章では、3D都市モデルの地方公共団体への導入に向けたロードマップについて述べる。

4.1では、本ガイドラインで対象とするロードマップの分類・対象都市について整理する。4.2では、各ロードマップについて3D都市モデルの活用法を整理した上で、活用にあたっての建物モデルの要件・データ・必要なデータ及び実現に向けてのステップを整理する。4.3では、4つの都市におけるケーススタディを検討する。

4. 3D都市モデル活用のロードマップ

本章では、第2章で述べた3D都市モデルの活用が期待される多様な分野のうち、2020年度のProject PLATEAUでは具体的な実証調査までは行わず、概念実証のみを行った4分野と、まちづくり、防災、地域活性化・観光等の複合分野にまたがるケースを対象に、3D都市モデルを活用したユースケース開発を実現するための課題や方法論等をロードマップとして述べる。

4.1 ロードマップにおけるユースケースの分類

「交通・物流」、「インフラ維持管理」、「健康・福祉」、「環境・エネルギー」の4つの活用分野を対象としてユースケース開発に向けたロードマップを検討した。下表のとおり、各分野についてそれぞれ1~2つのユースケースを想定した。

活用分野	本章で紹介するユースケース例	内容
交通・物流	駅前空間等における新たなモビリティの導入検討や運用	交通機関利用を含む人流を解析し、新たなモビリティの導入等により公共交通機関の利便性を向上させる検討材料として3D都市モデルを用いるとともに、将来のモビリティの運用に活用する。
	ドローンの飛行可能空域の検討や位置情報把握の精度向上	物流等におけるドローン活用の実装を目標に、飛行可能空域の検討や飛行位置把握の精度向上に3D都市モデルを活用する。
インフラ維持管理	インフラ設備（埋設物・電線等）の統合管理	インフラ設備（埋設物・電線等）の既存図面や老朽化状況を3D都市モデルに重ね合わせることで実態を把握するとともに、各インフラ管理会社が行っている図面の管理や施工後の情報共有の効率化を図る。
健康・福祉	バリアフリー対応状況を踏まえたルート案内	市街地において、ユニバーサルデザインの観点から対策が必要な箇所を3D都市モデル上で可視化し、市民に公開するとともに、バリアフリーに対応したルートの案内等に用いる。
環境・エネルギー	日照・風シミュレーションによる環境評価	建物が密集する市街地において日照・風等のシミュレーションを行うことにより、日照量・太陽光パネルの発電量・風量などを推計し、各建物の環境評価を行う。

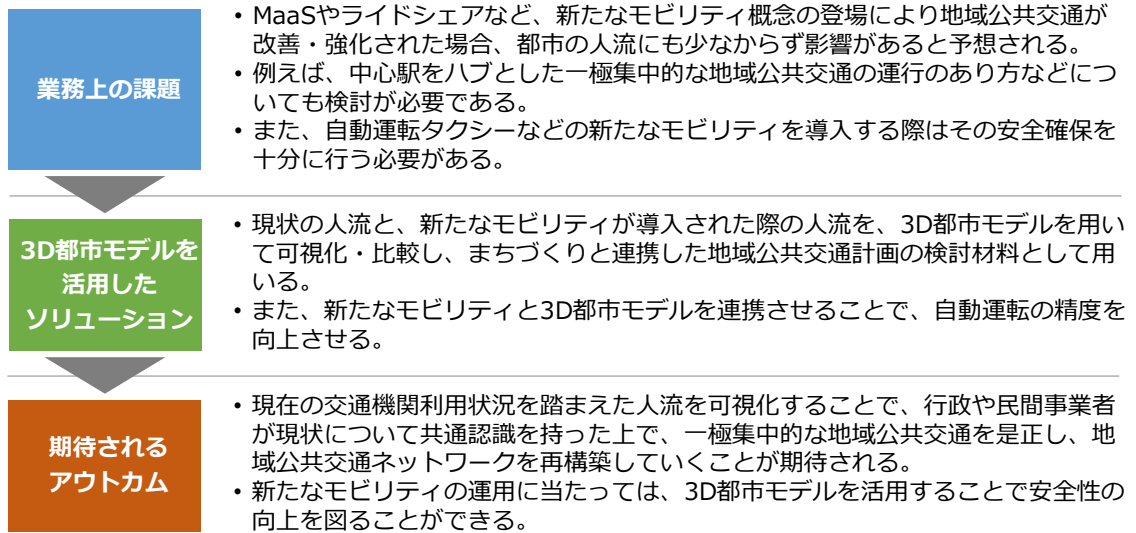
4.2 ユースケースへの活用

4.2では、4つの活用分野におけるユースケースそれぞれについて、ユースケースの概要、建物モデルの要件・必要なデータ及び必要な取組を整理する。最初に、業務上の課題に対してどのように3D都市モデルが貢献できるかを示す。次に、3D都市モデルを活用したソリューションに対し、どのようなモデルやデータが求められるのかを整理する。最後に、実際に3D都市モデルを活用していくに当たり、どのようなデータが必要か、どのような取組が必要か等を時系列で整理する。

■活用分野1：交通・物流

① 駅前空間等における新たなモビリティの導入検討や運用

交通・物流分野においては、自動運転やドローンなど新たな技術や交通・輸送手段が登場し、移動・輸送形態の高度化が進んでいる。本ユースケースは、とくに地域公共交通に3D都市モデルを活用することを想定した。



本ユースケースでは、新たなモビリティ導入に関するシミュレーション及び自動運転の自位置把握の支援を想定しており、自動運転車が建物の開口部を判別するようにLOD3が必要となる。また、地物として、モビリティの運行に関係する道路や信号・バス停等の道路上の工作物が必要となる。さらに、需要を踏まえたシミュレーションを行うため、交通機関の需要予測データ等が必要と考えられる。

建物モデルの要件と必要なデータ

		活用方法①	活用方法②
3D都市モデルの活用法		交通利用者を含む人の動きや、新たなモビリティの導入時の人の動きをシミュレーションする。	モビリティに搭載されたセンサーと道路周辺を詳細に再現した3D都市モデルにより、位置把握の支援を行う。
	建物モデルの要件	LOD3	
		道路、信号、バス停等	
必要なデータ		・ 現在の交通機関利用状況 ・ 人流・交通需要予測データ	—

4.2 ユースケースへの活用

■活用分野1：交通・物流

① 駅前空間等における新たなモビリティの導入検討や運用

駅前空間における交通の現状を把握した上で将来予測を行い、整備計画を立案、計画の実行後はオペレーションに活用していくことが考えられる。

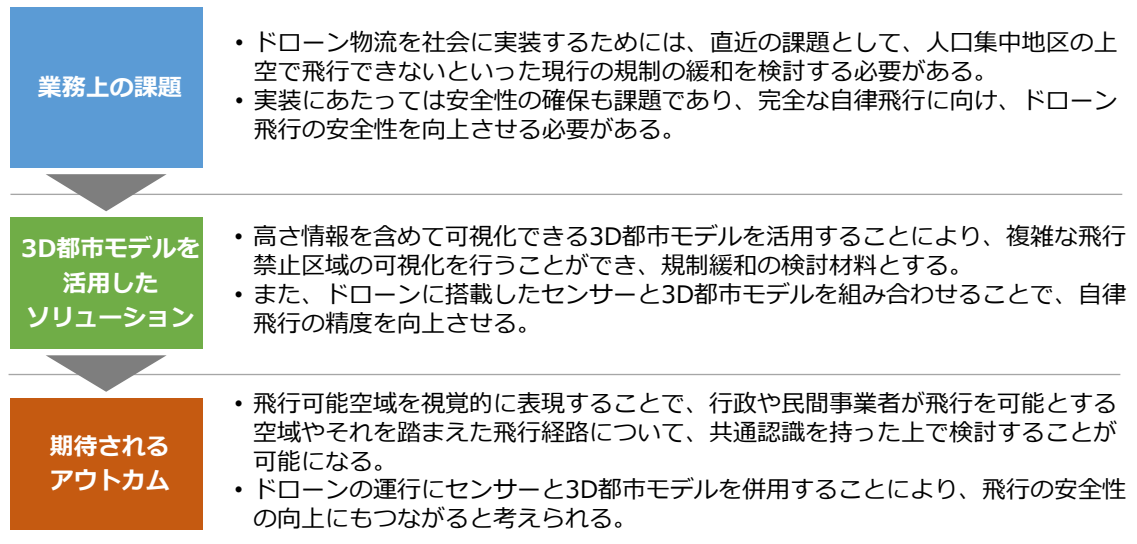
	実施ステップ	3D都市モデルの活用	必要な取組
ステップ1	公共交通利用・人流の現状把握	現在の交通機関利用状況及び人流の可視化	歩道及びバス車内にビーコンを設置するなど、交通機関利用と人流を組み合わせたデータを取得する。
ステップ2	公共交通利用・人流の将来予測	新たな交通路線・モビリティ導入時の交通・人流シミュレーション	新たなモビリティの実証運行を行い、既存のデータより詳細な交通利用実態データを取得する。
ステップ3	基盤再編プランの立案		新たなモビリティが導入された際の交通需要データ及び人流データを作成する。
ステップ4	基盤再編プランの立案	自動運転モビリティのオペレーション	自動運転モビリティに3D都市モデルを載せ、自律的に運行するシステムを整える。

4.2 ユースケースへの活用

■活用分野1：交通・物流

② ドローンの飛行可能空域の検討や位置情報把握の精度向上

本ユースケースは、新たなモビリティとして活用が期待されているドローンに着目し、ドローン物流の実現に向けて3D都市モデルを活用することを想定した。



本ユースケースでは、飛行禁止区域の検討に用いる場合は建物の立地を考慮するためにLOD1が、ドローンの位置情報把握を支援する場合は屋根との距離を判別するためにLOD2が必要となる。また、地物として、ドローンの飛行経路に関係する高圧線や鉄塔、飛行禁止区域に関係する空港が、データとして、現在の飛行禁止区域のデータが必要となる。

建物モデルの要件と必要なデータ

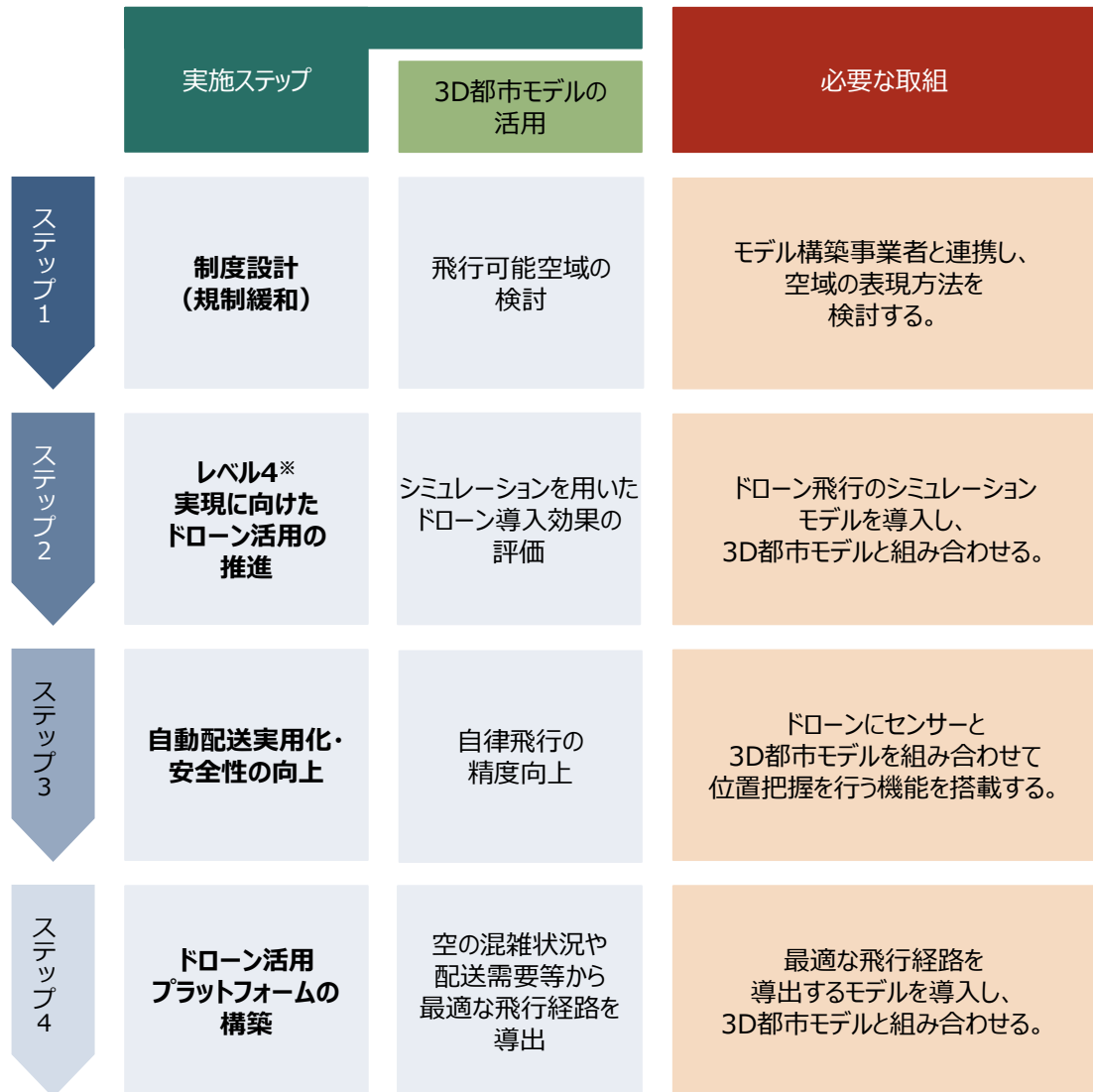
		活用方法①	活用方法②
3D都市モデルの活用法		ドローンの飛行禁止区域に関する規制緩和の検討に、空域を三次元的に表示できる3D都市モデルを活用する。	ドローンに搭載されたセンサーと道路周辺を詳細に再現した3D都市モデルにより、位置把握の支援を行う。
建物モデルの要件	LOD	LOD1	LOD2
	属性・地物	高圧線、鉄塔、空港	
必要なデータ		・現在の飛行禁止区域データ	—

4.2 ユースケースへの活用

■活用分野1：交通・物流

② ドローンの飛行可能空域の検討や位置情報把握の精度向上

ドローンの社会実装に向け、サンドボックス制度の活用に向けた検討を行い、ドローン活用の推進・安全性の向上を図った上で、ドローン飛行に関するプラットフォームを構築することが考えられる。



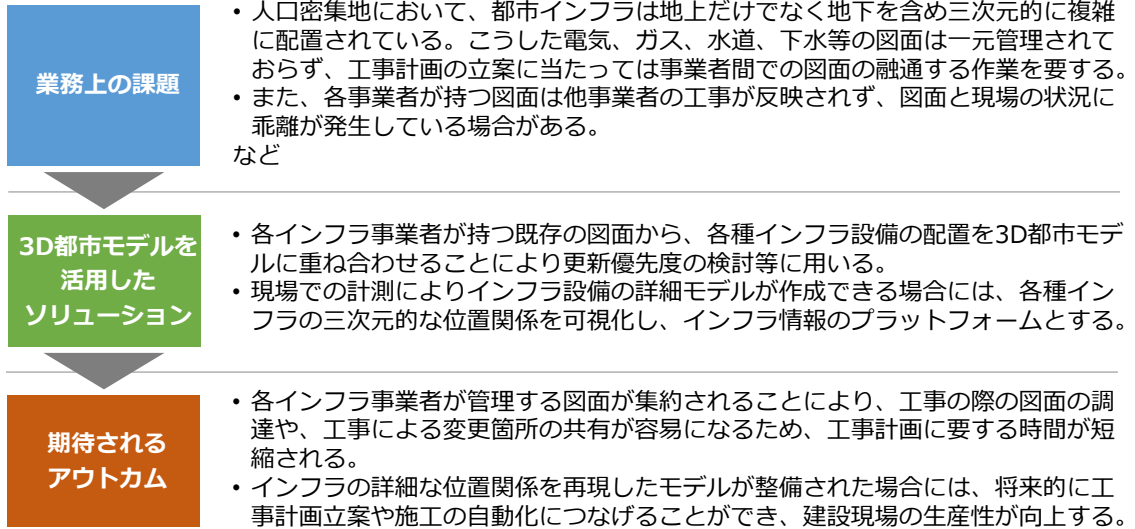
※ レベル4とは「無人航空機の有人地帯での目視外飛行」であり、政府は令和4年度の実現を目指している。

4.2 ユースケースへの活用

■活用分野2：インフラ維持管理

インフラ設備の統合管理

インフラ維持管理においては、i-Constructionの取組が進んでいる。本ユースケースにおいては管路・電線等のインフラを対象に、現状把握及び点検に3D都市モデルを活用することを想定した。



本ユースケースでは、既存のインフラ設備の図面等を集約する場合は詳細な建物形状は不要であるためLOD1が、詳細な位置関係を再現する場合はBIM/CIMデータを組み合わせるためLOD2以上が必要となる。また、地物として、インフラ設備の配置に関係する道路、データとして、道路台帳や工事完成図といった既存の図面、詳細モデルの再現のためにインフラ設備のBIM/CIMデータが必要となる。

建物モデルの要件と必要なデータ

		活用方法①	活用方法②
3D都市モデルの活用法		インフラ設備に関する既存の図面や老朽化状況を3D都市モデル上に集約し、更新優先度を可視化する。	BIM/CIMデータをによりインフラ設備の正確な三次元的な位置関係を再現し、修繕等による更新を逐次反映する。
建物モデルの要件	LOD	LOD1	LOD2以上
	属性・地物	道路	
必要なデータ		- 道路台帳 - 工事完成図等	インフラ設備のBIM/CIMデータ

4.2 ユースケースへの活用

■活用分野2：インフラ維持管理

インフラ設備の統合管理

インフラ設備に関する既存の情報を集約した上で、現状評価やモデルの精緻化を行い、インフラ設備の統合管理を目指すことが考えられる。

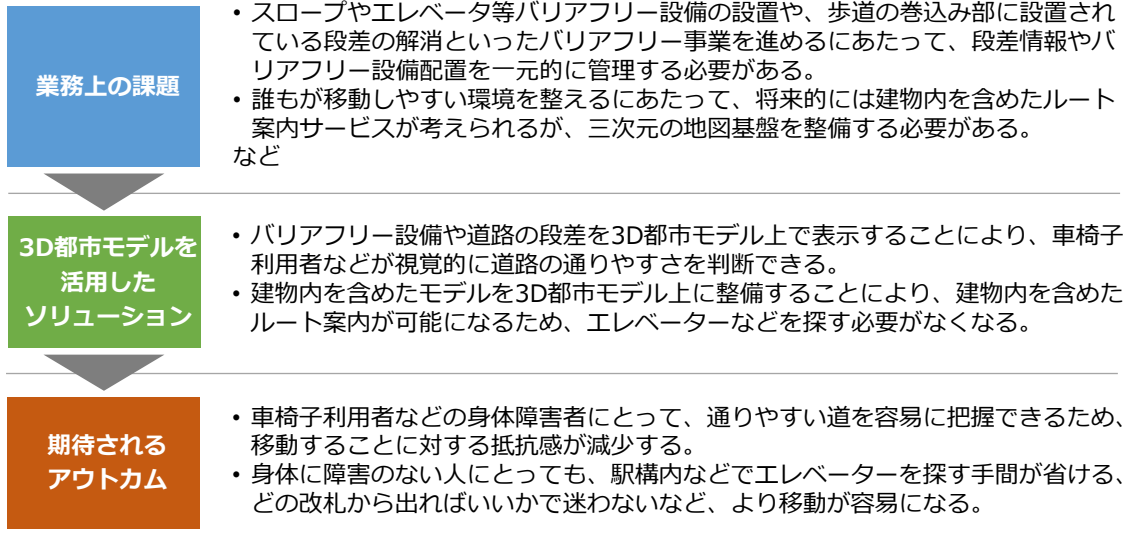
	実施ステップ	3D都市モデルの活用	必要な取組
ステップ1	インフラ設備に関する 既存の情報の集約	既存図面の集約による インフラ配置の可視化	電気・ガス・水道・下水など 各事業者が管理するインフラデータを 3D都市モデルに重ね合わせる。
ステップ2	インフラ設備の 更新優先評価	現在の劣化状況を 踏まえた インフラ更新優先度 の可視化	劣化状況データ等を整理、収集する とともに、更新優先度の表現方法 (モデル上の色彩表現とする等)を 検討する。
ステップ3	インフラ設備の 詳細モデリング (BIM/CIM)	インフラの 三次元的位置の 可視化	i-Constructionの取組により 蓄積されたインフラ設備の 点群データBIM/CIMデータを 入手する。
ステップ4	各種インフラ設備の 統合管理	インフラ情報 プラットフォームの 構築	電気・ガス・水道・下水など 各事業者と連携し 施工時などに逐次モデルを更新する。

4.2 ユースケースへの活用

■活用分野3：健康・福祉

バリアフリー対応状況を踏まえたルート案内

健康・福祉分野においては、都市におけるバリアフリー対応の検討が進んでいる。本ユースケースにおいては、これらの中から道路のバリアフリー対応・ルート案内に3D都市モデルを活用することを想定した。



本ユースケースでは、バリアフリー対応状況の可視化及びバリアフリーに対応したルートの案内を行う。屋外空間のみを対象とする場合は詳細な建物形状が不要なためLOD1でよいが、室内を含む場合はLOD4が必要となる。また、地物として、ルート案内を行うために歩道や歩道橋が、データとして、バリアフリー対応状況を示すためにバリアフリー設備の整備状況や歩道の段差情報が必要となる。

建物モデルの要件と必要なデータ

		活用方法①	活用方法②
3D都市モデルの 活用法	建物モデルの 要件	エレベーターやスロープの整備状況や、歩道の隅切り部分の段差等を3D都市モデル上で可視化する。	バリアフリー化の状況を、車椅子利用者やベビーカー利用者が移動しやすいルートを導出、案内する。
	属性・地物	屋外空間のみ：LOD1、室内を含む：LOD4	
必要なデータ		歩道・歩道橋	
		・スロープ・エレベータ等バリアフリー設備の整備状況 ・歩道の隅切り部分等の段差情報	

4.2 ユースケースへの活用

■活用分野3：健康・福祉

バリアフリー対応状況を踏まえたルート案内

バリアフリー設備に関する既存の情報を集約した上で、道路勾配や段差の可視化を行い、将来的には建物内を含むバリアフリー対応ルートの案内を実装することが考えられる。

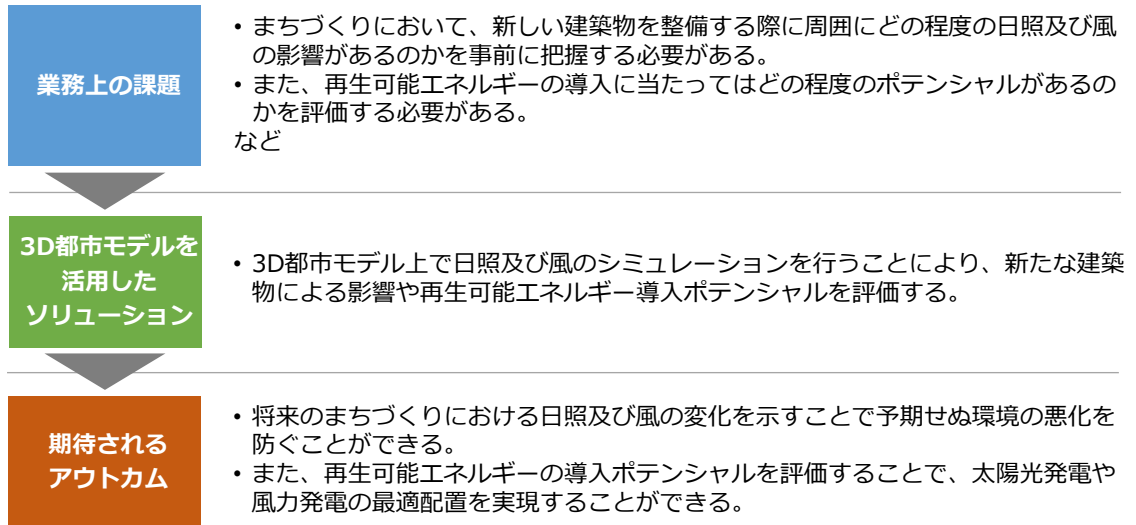
	実施ステップ	3D都市モデルの活用	必要な取組
ステップ1	歩行者の利便性に関する課題の抽出・情報の提供	バリアフリー設備配置の可視化	バリアフリー設備（スロープ・エレベーター等）に関する位置情報を作成する。
ステップ2		道路の勾配の可視化	道路の位置情報と標高情報を組み合わせ、道路の勾配情報を作成する。
ステップ3		道路や建物入口の段差情報の可視化	道路の隅切り部分などを簡易に測量する。
ステップ4	バリアフリールート案内サービスへの活用	建物内を含むバリアフリーに対応したルートの案内	公共施設のBIM/CIMモデルを整備する。

4.2 ユースケースへの活用

■活用分野4：環境・エネルギー

日照・風シミュレーションによる環境評価

本ユースケースにおいては、建造物における日照・風シミュレーションに3D都市モデルを活用することを想定した。



本ユースケースでは、日照・風環境のシミュレーション・評価及び太陽光・風力発電の発電可能量の推計を行うに当たり、屋根形状が大きく関係するため、LOD2が必要となる。地物については、日射や風を遮る構造物や樹木を再現する必要がある。また、日照・風環境のシミュレーションモデルや発電量のデータと組み合わせる必要がある。

建物モデルの要件と必要なデータ

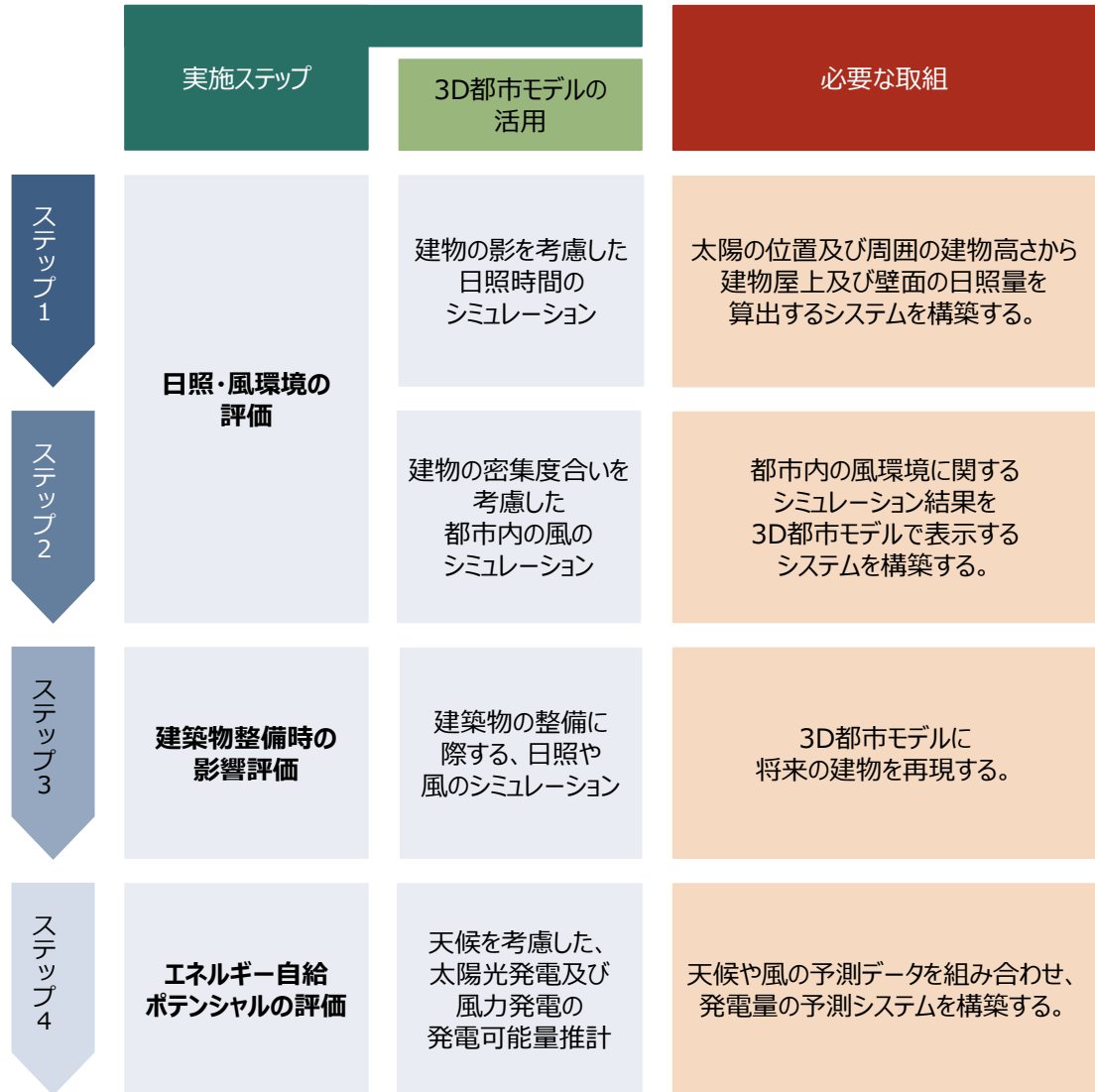
		活用方法①	活用方法②
3D都市モデルの活用方法		日照・風環境のシミュレーションを行い、新しい建物が建った際の周囲への影響を評価する	日照・風環境のシミュレーションから太陽光・風力発電の発電可能量を推計、エネルギー自給ポテンシャルを評価する。
建物モデルの要件	LOD	LOD2	
	属性 / 地物	建物壁面の素材 / 高架橋・樹木等	
必要なデータ		・日照・風環境のシミュレーションモデル	・太陽光発電の発電量推計データ ・風力発電の発電量推計データ

4.2 ユースケースへの活用

■活用分野4：環境・エネルギー

日照・風シミュレーションによる環境評価

都市内における日照及び風のシミュレーションシステムを構築し、新たに建築する際の影響評価や再生可能エネルギーの発電量ポテンシャルを推計することが考えられる。



4.3 ケーススタディの検討

3D都市モデルの活用が期待される分野のうち、「交通・物流」、「健康・福祉」及び「複合分野（まちづくり、防災、地域活性化・観光、等）」からケーススタディを検討した。ケーススタディは、都市における固有の課題や取組を踏まえ、具体的な活用イメージを想定し、4.1,4.2検討の参考とした。

ケーススタディ一覧

活用分野	ケーススタディ	内容	対象都市
交通・物流	買い物難民のための ドローン配送 シミュレーション	目視確認や飛行可能空域の可視化のため、3D都市モデルを活用したシミュレーションを行い、ドローン配送の実現を後押しする。	池田市
	ウォーカブルな まちづくり	公共交通利用の需要変化に対応したウォーカブルなまちづくりのために、3D都市モデル活用し、利用状況の可視化や人流シミュレーションを実施する	川崎市
健康・福祉	バリアフリールート 案内	道路を全ての人が利用しやすくするために、3D都市モデルを活用してバリアフリー対応箇所の視覚化やバリアフリーに対応したルートを案内する。	横須賀市
複合分野 (まちづくり、 防災、地域活 性化・観光 等)	3D都市モデルを 通じた宗像市の 移り変わりの学習	3D都市モデルを提示しながら、まちの様子の移り変わりについて、子どもたちが問題の追及・解決する学習を実施する。	宗像市

4.3 ケーススタディの検討

<交通・物流>

都市名・対象エリア	大阪府池田市 伏尾台エリア
ケーススタディ名	買い物難民のためのドローン配送シミュレーション
ケーススタディの背景・内容	池田市伏尾台エリアは住宅地となっているが、スーパーの数が少なく、特に高齢者を中心に買い物難民が課題となっている。それを解決する手段としては、ドローンによる日用品等の配送が考えられる。 ドローン配送には、規制緩和や動態飛行情報の管理が課題である。目視確認や飛行可能空域の可視化のため、3D都市モデルを活用したシミュレーションを行い、ドローン配送の実現を後押しすることが考えられる。
目標	池田市の都市計画マスタープランでは、住宅地の人口減少・高齢化に対応したまちづくりを掲げており、ドローン配送、ひいてはその実現のための3D都市モデル上のシミュレーションは、買い物難民解決に寄与するものと考えられる。 ドローン配送の実現のため、短期的には、3D都市モデル上でシミュレーションを実施した上で、旧伏尾台小学校等をドローンの拠点として配送の実証実験を行うことが考えられる。 長期的には、3D都市モデル上で空の混雑状況や配送需要等から最適な飛行経路を導出し、実際のドローン飛行がリアルタイムで重ね合わせる等が考えられる。

都市名・対象エリア	神奈川県川崎市 新百合ヶ丘エリア
ケーススタディ名	ウォーカブルなまちづくり
ケーススタディの背景・内容	川崎市新百合ヶ丘エリアにおいては、公共交通利用の促進に向けて、川崎市と小田急電鉄等が連携し、MaaSの取組やオンデマンド交通の実証運行が行われているほか、横浜市高速鉄道3号線の延伸を契機とした新たなまちづくりの検討が進められている。新たなまちづくりにおいては、公共交通による来街者と目的施設を結ぶ基盤配置や、ウォーカブルなまちづくりによる駅前のゆとりや賑わい空間の形成が必要ことから、3D都市モデル活用した、利用状況の可視化や人流シミュレーションを実施することが考えられる。
目標	川崎市の都市計画マスタープランでは、魅力ある都市づくり及び誰もが暮らしやすい都市・住まいづくりを掲げている。川崎市の広域拠点の一つである新百合ヶ丘駅周辺エリアは、鉄道による都心へ優れたアクセス性を有し、良好な住宅エリアを抱える一方、山坂もあり、高齢化等を背景として、公共交通の更なる充実が必要となっている。 短期的には、身近な地域公共交通の一層の利用促進を図るため、路線バスやタクシー、実証中のオンデマンド交通の詳細な利用状況を3D都市モデルを用いて可視化し、バス路線の効率化や新たなモビリティの導入を図ることとし、また、長期的には、3D都市モデル上で鉄道整備を踏まえた人流シミュレーションを実施し、活用することで、ゆとりと賑わいを備え持つ魅力ある次世代型のまちづくりを目指す。

4.3 ケーススタディの検討

<健康・福祉>

都市名・対象エリア	神奈川県横須賀市 市内中心部
ケーススタディ名	バリアフリールート案内
ケーススタディの背景・内容	横須賀市においては、歩道の巻込み部に設置されている段差の解消など、バリアフリー事業をかねてより行っている。近年はこうしたハード的な対策だけでなくソフト的な対策も検討しており、道路を全ての人が利用しやすくするために、3D都市モデルを活用してバリアフリー対応箇所の視覚化やバリアフリーに対応したルートを案内することが考えられる。
目標	横須賀市の都市計画マスタープランでは、ユニバーサルデザインに配慮した道路空間の整備を掲げている。障がいのある人や外国人でも安全・快適に回遊できる道路空間を実現するためには、3D都市モデルのようなオープンデータ化を前提としたプラットフォームの活用により、バリアフリーを考慮し、かつVRに近い視覚的なルート案内を行うなど、幅広い利用者の視点を考慮することが必要である。 そのような観点から、短期的には道路の段差等を考慮したルート案内を行うこと、また、長期的には公共施設のBIM/CIMモデルを組み合わせ、建物内を含めたルート案内を行うことにより、抜本的な施設整備を伴わずとも、ユニバーサルデザインに配慮した道路空間の実現に寄与することができるものとする。

<複合分野（まちづくり、防災、地域活性化・観光等）>

地域の学習や災害・事故の安全教育のために3D都市モデルを活用することも考えられる。下記では、福岡県宗像市を対象に、3D都市モデルを通じた都市の移り変わりの学習についてケーススタディを実施した。

都市名・対象エリア	福岡県宗像市 全域
ケーススタディ名	3D都市モデルを通じた宗像市の移り変わりの学習
ケーススタディの背景・内容	3D都市モデルを提示しながら、まちの様子の移り変わりについて、子どもたちが問題の追及・解決する学習を実施する。交通、公共施設、土地利用、人口生活の道具などの時期による違いに着目して、市や人々の生活の様子を捉え、それらの変化を考え、表現する力を育み、子どもたちが主体的に生きていくための「社会を見る目」を養う。
目標	宗像市における3D都市モデルを活用した学習は、「であう」「わかる」「かかわる」の3段階で進むことを想定する。 「であう」では、学習問題をつくり、学習の見通しについて話し合う。宗像市の土地利用や生活の様子を3D都市モデル上で把握し、社会的事象に関する資料を比較する。驚きや疑問を分類して学習問題をつくったり、解決の見通しを立てたりすることができることを目指す。 「わかる」では、3D都市モデル上で児童が自ら選んだテーマに関する主題図を作成することにより、社会的事象の特色や相互の関連、意味を考え、説明する力を養うことを目指す。 「かかわる」では、3D都市モデル上で児童が考える課題を共有し、宗像市がどのような市になってほしいかをまとめることにより、社会的事象に対する自分の考えやこれからの自分と社会との関わりをわかりやすく表すことを目指す。

第5章 都市活動モニタリング

—Summary—

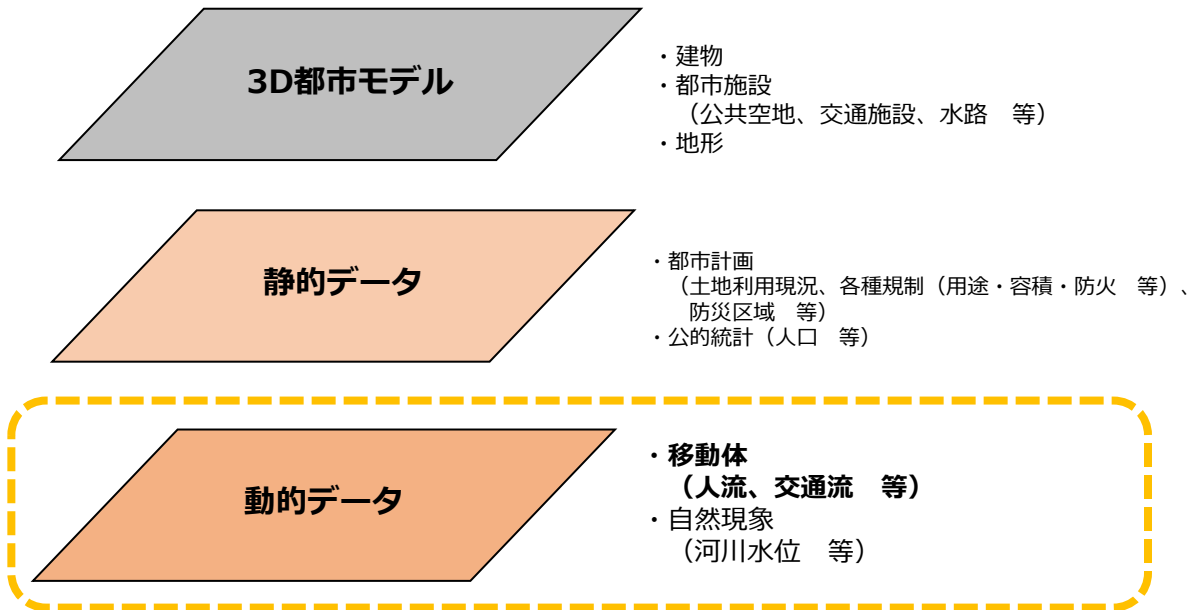
本章では、都市活動モニタリングとして、取得するデータの分類、取得方法、活用方法について述べる。
また、データを取得するためのモニタリング技術について述べる。

5.1 データの分類

ユースケースに活用するデータは、基盤となる3D都市モデルと、3D都市モデルに重ね合わせるデータの二つに分かれ、さらに重ね合わせするデータは静的データと動的データに分類することが出来る。

静的データとは、都市計画に関するデータや公的統計のデータなどである。動的データは、都市の変化する状況を捕捉するデータである。

都市活動モニタリング技術は、これらのユースケースに活用するデータのうち、動的データを取得・活用する技術である。したがって、都市活動モニタリング技術には、取得するデータの内容に加えて、データの取得方法によっても分類される。（⇒5.2 データの取得方法）



モニタリング技術によって取得される動的データは、移動体と自然現象に分類される。このうち、都市活動モニタリング技術が取得するデータは、主に移動体の実際の状況を実測することで作成されるデータである。

	モニタリング技術の取得対象
移動体	人の移動・滞留、交通流等 (人流データ、車両プローブデータ 等)
自然現象	海、河川の水位等 (河川水位計測データ、気候データ 等)

5.2 データの取得方法

都市活動モニタリング技術では動的データを取得することから、取得するデータの内容に加えて、データの取得方法によっても分類することができる。データの取得方法に着目すると、電波等の通信を活用する技術（通信系）、センサー類を活用する技術（センサー系）、カメラ等の画像を活用する技術（画像系）に分類できる。

各技術の概要、特徴、利用シーンは下表の通りである。想定する利用シーンに整合した内容及び手法によってデータを取得可能な技術を導入することが望ましい。

分類	技術		特徴*								利用シーン例
	技術名	内容	粒度	精度 (計測誤差)	範囲			取得 頻度	提供 頻度	調達 方法	
					距離	屋外	屋内				
通信系	基地局測位	通信事業者の基地局からモバイル端末までの距離を計算し、端末の位置を判別	メッシュ単位 (500m/都市部250m)	位置精度:10～50m以上 (推定人口のため、実人口とずれる可能性あり)	基地局カバー距離:都心部500m～山間部数十km	●	●	数十分単位	約1時間程度	データ提供事業者から入手	エリアの移動分析、時間ごとの推移分析、人口分布分析
	GPS測位 (GNSS測位)	スマートフォン等のGPS位置情報を基に判別	メッシュ単位 (125m/最小10m)	GPS位置精度:数m～50m (推定人口のため、実人口とずれる可能性あり)	-	●	-	1時間程度	1～2時間程度	データ提供事業者から入手	エリアの移動分析、時間ごとの推移分析、人口分布分析
			ポイントデータ	GPS位置精度:数m～50m	-	●	-	提供:数分後～数十分後	(今後評価)	データ提供事業者から入手	人々の移動軌跡/滞留のリアルタイム把握
	BLE測位 (ビーコン)	BLE通信を活用し、スマートフォンユーザーを検知	ポイントデータ (多点測位時)	1～数m	ビーコン周辺半径10m程度	●	●	ほぼリアルタイム把握	30秒程度 (エリア出入監視処理による遅延)	センシング機器を設置して取得	屋内等、GNSS受信不可エリアでの移動分析(詳細位置の把握)/滞留把握/スポット通過把握
	Wi-Fi測位	Wi-Fiオンにしているスマートフォンユーザーを検知	ポイントデータ (多点測位時)	数m～20m	半径 約30～100m	●	●	ほぼリアルタイム把握	(今後評価)	データ提供事業者から入手、センシング機器を設置して取得	屋内等、GNSS受信不可エリアでの移動分析(凡その位置把握)/滞留把握
	4G/LTEセンサ	携帯端末が発する4G/LTE機能利用時の電波強度から端末数を推定	ポイントデータ (多点測位時)	(今後評価)	10m程度	●	●	(今後評価)	(今後評価)	センシング機器を設置して取得	狭域での滞留把握
センサー系	3D-レーザーセンサー (3D-LiDAR)	センサーから発射されたレーザー光の反射時間より対象物の位置を計測	ポイントデータ	0.05～0.3m (天候/昼夜等の影響を受けにくい)	レーザー光が届く範囲のみ (半径20～40m)	●	●	ほぼリアルタイム把握	ほぼリアルタイム	センシング機器を設置して取得	狭域での人数把握、人の移動軌跡、滞留把握(仮設センサ設置による複数施設の屋内調査、駅前広場の調査 等)
	赤外線センサー	中～遠赤外線検知により方向別人数、移動時間、滞留時間等を計測	ポイントデータ (多点測位時)	材質等により変動 (今後評価)	～10m (機器サイズ、電源要否などによる)	●	●	ほぼリアルタイム把握	ほぼリアルタイム	センシング機器を設置して取得	狭域での人数把握、移動方向把握、滞留人数把握等(施設内部の通貨人数把握 等)
画像系	カメラ画像解析	カメラ画像解析により人流を解析	ポイントデータ	1～3m	撮影範囲のみ (駅改札附近等、10m程度と想定)	●	●	ほぼリアルタイム把握	(今後評価)	既設または仮設カメラから解析して取得	狭域での滞留把握 (既設カメラによる定点モニタリング 等)

*特徴のうち本調査で調査または評価の対象とならなかった項目は「今後評価」と表示している。

5.3 モニタリング技術の導入手順

選定したモニタリング技術を導入するまでの手順は、計画・事前調整、計測機器導入、計測、分析の4ステップから構成される。

- ✓ **事前調整**では、技術の導入目的を設定したうえで、エリアと技術の選定を行う。
- ✓ **実施計画策定・実施準備**では、実施計画の策定と調整を行ったうえで、導入エリアの実地調査を経て、計測環境の構築を行う。
- ✓ **モニタリング実施**では、実施計画に従ってモニタリングを行い、データを取得する。
- ✓ **分析・可視化**では、取得したデータを処理したうえで分析ならびに可視化を行う。

なお、各ステップの構成要素は導入する技術の内容や導入目的等に応じて順序変更や同時実施が考えられる。例えば、取得したデータをリアルタイムにモニタリングする場合は、モニタリングの実施、取得データ処理、データ分析・可視化、情報発信は全て同時に行われる。



モニタリング技術の導入事例を踏まえ、技術導入における留意事項を以下に示す。

導入ステップ	技術導入における留意事項
事前調整	・ 導入目的を明確に設定し、関係者と共有する （成果の利用者のニーズを把握し、必要な情報を得るための技術選定・可視化方法の選定を行う） ・ ステークホルダーを把握する （必要な許認可の取得や、成果の利用ニーズの把握。特に公共施設と商業施設や駅施設が連続する空間ではステークホルダーが多岐にわたる可能性がある） ・ 計測目的と計測エリアに適合した技術選定を行う （取得可能なデータの特徴（範囲や取得頻度等）を把握する）
実施計画の策定・実施準備	・ 計測目的に沿った計画策定を行う （イベント実施日や平日・休日を考慮したスケジュールとする、機器設置時の予備日を確保する） ・ 現地調査において技術の適用可能性を確実に把握する （機器設置場所、必要な制約・対策（雨天対策、電源確保等）の把握、既設機器への技術の適用可能性（例えばカメラ画像解析に必要な画質・画角の確保可否）を確認する） ・ 現地調査において必要な許認可の取得等を行う （設備使用許可、道路占用許可申請、施設管理者との調整 等）
モニタリング実施	・ 取得データの確認を行う （モニタリング範囲、取得したデータの値を確認する。リアルタイムデータ取得の場合は、ログの監視を行う）
分析	・ 取得したデータの検証・調整を行う （データクレンジング（エラー値の排除、異常値の補正）、データ抽出・補正に必要な閾値やパラメータの調整 等） ・ 3D都市モデルへの活用のために必要な加工を行う （高さ情報を含む位置情報の付与、データ形式の変換 等） ・ ステークホルダーと連携した情報発信を行う （発信する内容の共有にとどまらず、関係者による情報発信チャンネル（まちづくり協議会のワークショップやWebサイト 等）の活用を検討する）

5.4 モニタリング技術の導入事例

モニタリング技術の導入事例として実施した実証実験の概要として、各技術の導入エリア、導入したモニタリング機器、取得したデータの特徴を下表に示す。

なお、各導入事例の詳細（実施計画の概要、実施結果、技術を他都市に導入するための具体的な手順や留意点）は、参考資料（各事例の報告書）を参照されたい。

導入技術	導入エリア	導入したモニタリング機器	取得したデータの特徴
カメラ画像解析・Wi-Fiパケットセンサ（併用）	沖縄県那覇市（国際通り）	既設カメラ1台（+Wi-Fiパケットセンサデータを別途入手）	方向別・歩行者属性（年代、性別）別の歩行者カウントデータ ※拡大推計により、計測エリア周辺の属性別歩行者数を別途推計
カメラ画像解析（ソーシャルディスタンス判定）	栃木県宇都宮市（オリオン通り商店街）	仮設カメラ4台（FullHD以上、プログレッシブ方式、グローバルシャッターのIPカメラ）	カメラ別・時間帯別の歩行者数・ソーシャルディスタンス判定結果（歩行者間の重なり検知）を含むデータ ※位置情報はデータ処理時に追加
カメラ画像解析（既設カメラ活用）	東京都新宿区（モザイク通り（新宿駅西口～南口間））	既設カメラ5台（約135万画素、プログレッシブ方式、施設内既設のネットワークカメラ）	方向別・時間帯別の歩行者数推定結果 ※位置情報、混雑度ランクはデータ処理時に追加
3D LiDAR（軌跡）	東京都江東区（豊洲エリア）、愛媛県松山市（松山市駅前広場）	3DLiDAR 9台（豊洲）、7台（松山市） 取得頻度200ms、計測誤差約30cm	エリア内の歩行者を軌跡（連続する点列）で表現したMF-JSON形式データ ※複数台のセンサでエリアを面的にモニタリングし、歩行者の位置情報を連続して蓄積 ※高さ情報はデータ処理時に追加
赤外線センサ（リアルタイム）	神奈川県横浜市（クイーンズスクエア横浜（みなとみらい駅～地上階の共用部分））	方向・移動時間検知センサ（赤外線による一軸移動方向検知）計32台、方向・移動・滞留人数等検知センサ（指定領域内（画角70°×55°、距離10m以内））計2台	歩行者の人数カウント（検知断面を横切った歩行者を検出）をリアルタイムに送信（約15分間隔）したJSON形式データ
Wi-Fiパケットセンサ・4G/LTEセンサ（技術検証）	福岡県北九州市（小倉駅周辺・スペースワールド駅周辺）	Wi-Fiセンサ4か所・4G/LTEセンサ2か所（小倉駅）、各1か所（スペースワールド駅）	センサ別・時間帯別の推定人数カウント ※位置情報、混雑度ランクはデータ処理時に追加

参考資料

(都市活動モニタリング事例の概要)

—Summary—

参考資料では、都市活動モニタリング技術の各導入事例について、導入事例の概要、導入技術の概要、データの分析・可視化結果、今後の展望を紹介する。

異なるモニタリング技術の併用による 人流解析（沖縄県那覇市）

本資料は、日本電気株式会社が作成した「3D都市モデルを活用した都市活動モニタリング等の技術実装業務（エッジコンピューティングによるカメラ画像データ分析等の実施）」報告書の記載内容を抜粋し、「3D都市モデルの利活用ガイドライン」向けに体裁を調整した資料である。

1. 事例の概要

1.1 実証実験の概要

地域の概要	沖縄県那覇市 国際通り
実証の目的	中心市街地の商店街や市場（マチグー）が賑わうまちづくりの検討や、中心市街地の再整備等による魅力的なまちづくりなど、那覇市のまちづくり等の施策の検討や効果測定に資することを目的として、通行者数および通行者属性を定量的に補足する人流解析を実施する。
ユースケースの要点	那覇市の中心市街地である国際通りを対象エリアとして、既設のカメラ画像を用いた画像解析技術を活用し、個人情報保護に配慮した上で通行者数や年齢・性別等の通行者属性を把握した。 また、カメラ画像解析は局所的な分析であるため、対象エリアを含む広域スケールのWi-Fi人口統計データを用いてデータを補完し、取得した解像度の高い人流データ（属性情報付きで実測値に近いデータ）を、広範囲かつ高精度に都市の賑わいを把握するための技術検証を試みた。
実証の成果 （アウトカム）	国際通り約1kmにおいて、年齢、性別ごとの歩行者数を平日・休日別に推計することができた。歩行者数及び属性を広範囲かつ正確に低コストで推計するモニタリング技術は、地域振興やデジタルマーケティング、防災計画等への活用が期待できる。
まちづくり計画等との関係性	那覇市「第5次那覇市総合計画」基本計画施策39「商店街やマチグーなどが賑わうまちをつくる」において、中心市街地の事業者数・従業者数および小売販売額が減少・衰退傾向にあるという課題がある。中心市街地である国際通りの往来・属性を定量的に測定する人流分析データの活用により、まちづくりの基礎データとすることができる。 また、施策40「中心市街地の再整備などを行い魅力あるまちをつくる」においては、賑わいの創出および商業活動の活性化を目的に実施されている国際通りのトランジットモールの効果等が課題となっているが、人流分析データがその効果測定となりひいてはより効果的な施策立案に役立てることができる。

1.2 技術の概要

本実証では、カメラの映像内から精密な分析が可能な人物像分析システム「FieldAnalyst for Gate」を用いる。商業店舗前に設置済みのカメラを用い、大通りの歩道を歩行する人物を自動で計測する。さらに歩行者の性別、年齢層も分析、集計する。オンライン型のシステムを構築することでリアルタイムに集計することも可能（本実証ではオフラインで集計）である。また、オプション機能としてサングラス、眼鏡、帽子、マスクの装着推定も可能である。個人情報やプライバシーに配慮して撮影した画像は保存しないため、不特定多数の方が利用する場所でも利用が可能である。

集計したデータは3D都市モデルへ提供するため、指定のフォーマットに変換し送付する。オンライン型のシステムを構築し、API連携などによりリアルタイムにデータ提供することも可能である。

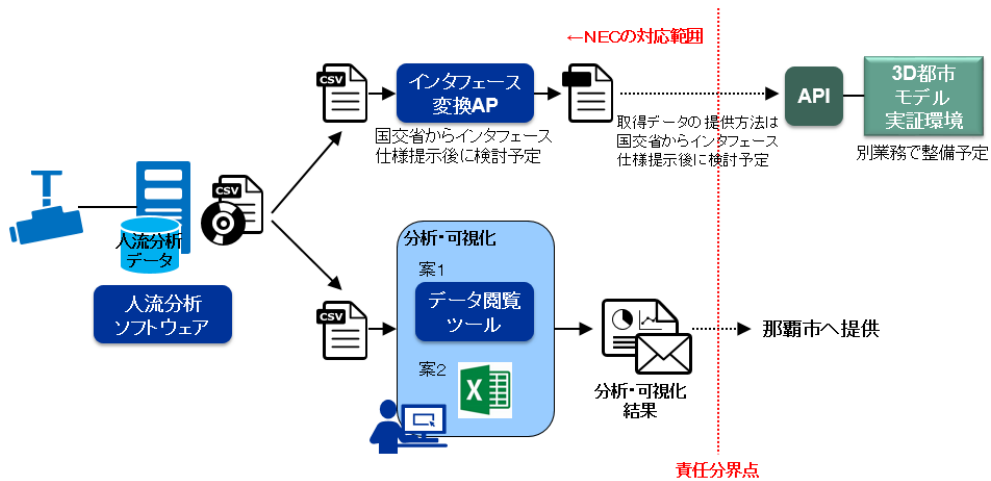


図 実証システムイメージ

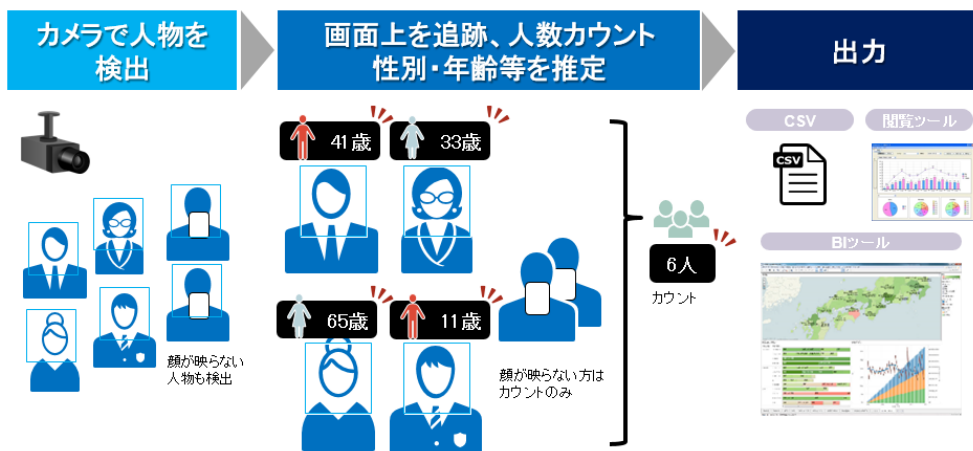
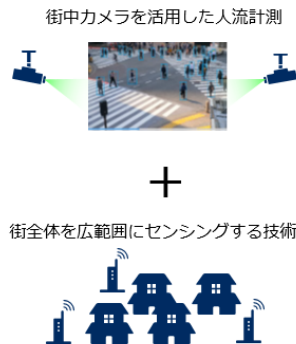


図 FieldAnalyst for Gateの分析手順

また、那覇市国際通りを対象に、広範囲のエリアの分析が可能なWi-Fi人口統計データも活用し、無料Wi-Fiにアクセスするための専用のスマートフォンアプリへのアクセスログから、アクセスした人物の年齢・性別を推定した。今回の実証では、この性質の違う2種類のデータを組み合わせ、お互いを補完することで広範囲に高精度な推定が可能になる拡大推計にも取り組んだ。

「都市活動モニタリング」のため街中をセンシング。街中カメラを活用した人流解析と、街全体をセンシングする技術を掛け合わせ、広範囲かつ精緻に市民・観光客の動態を分析。



背景

- 地域振興の施策評価の手法にEBPM※があるが、その評価指標に広域人流データを使用する場合には課題がある。
- 人流データはWi-Fiアクセスポイント等を利用して、広範囲に分析する手法や、監視カメラ等を活用して、映像データから分析する手法などある。
- より、安価かつ広範囲に分析し、まちづくりや都市計画に活用したい

※EBPM(Evidence based policy Making)

活用価値

- 混雑を把握し感染症対策や住民への情報提供
- 観光客の流れを把握しマーケティングや地域活性化に活用
- 災害時には避難所など集積地の運営支援に活用
- 都市計画のエビデンスとして活用

図 カメラ人流計測と広範囲センシングを掛け合わせた拡大推計イメージ

那覇市約1kmにおいて、歩行者人数および属性を125mメッシュ毎に推定することができた。歩行者数及び属性を広範囲かつ正確に低コストで推計するモニタリング技術は、地域振興やデジタルマーケティング、防災計画等への活用が期待できる。

F(t)ext-bbbb 大通り歩行者推計値[休日]（拡大推計）

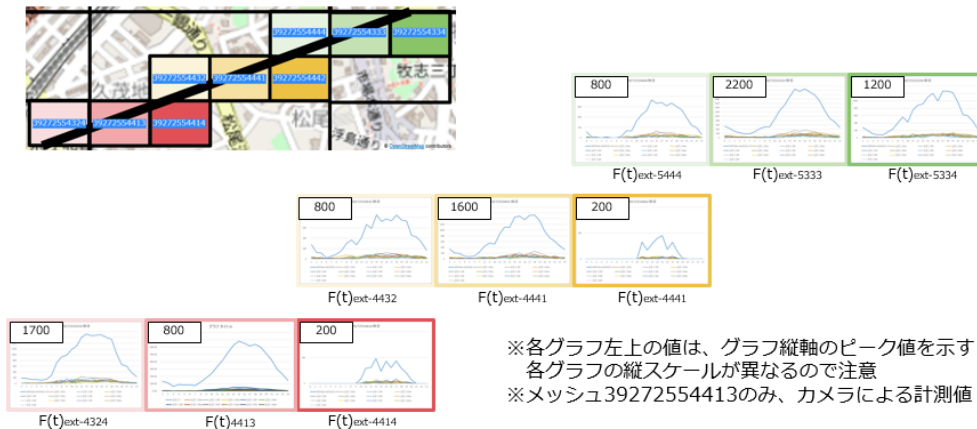


図 拡大推計分析結果の例 （※）

※ 掲載している地図はOpenStreetMapを使用した
(<https://www.openstreetmap.org/copyright>)

2. 導入技術の概要

2.1 計測環境の構築エリアおよび機器

実証地域における実施箇所は、沖縄県那覇市の国際通りにある沖縄ツーリスト様松尾本社ビル（沖縄県那覇市松尾1丁目2-3）で、当該箇所に設置された既設カメラを活用して実証実験を実施した。機器設置や人流データ取得にあたり、OTSサービス経営研究所と協議・連携を行った。



出典) ©OpenStreetMap

図 実証地域における実施箇所（カメラ設置箇所）（※）

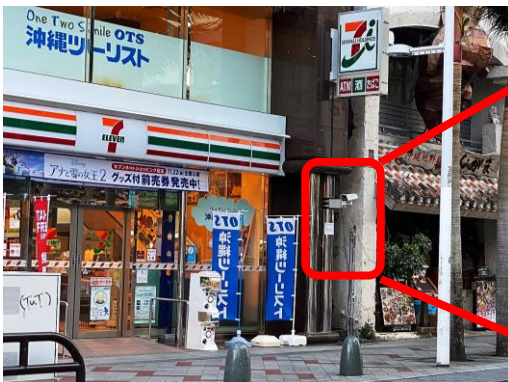


図 実証実験に利用した既設カメラ

※ 掲載している地図はOpenStreetMapを使用した

■ 利用する機器の特性や条件

本技術では、カメラで撮影した映像を入力情報として人流分析を行う。FieldAnalystでは、「アナログカメラ」、「ネットワークカメラ」の両方が利用できる。ただし、全てのカメラで利用できるわけではない。特に既設のカメラを流用する場合、事前に利用可能なカメラか調査する必要がある。

また、本技術における人流測定において、推奨条件を以下に示す。

- ・極力、外交の影響や明るさの変化を受けない場所であること
- ・撮影範囲の横幅は撮影サイズに応じて以下の通りとすること
VGA: 1.8m以内、HD: 3.6m以内、FullHD: 5.4m以内
- ・照度が500lx～2000lxであること
- ・撮影までの水平距離5m以上、カメラ高さ2.4m以上であること
- ・俯角は10度～15度（推奨は12度）、水平角度は±5度以内であること
- ・人の移動方向が上下直線であること
- ・人の動きを遮蔽する広告や展示物がないこと

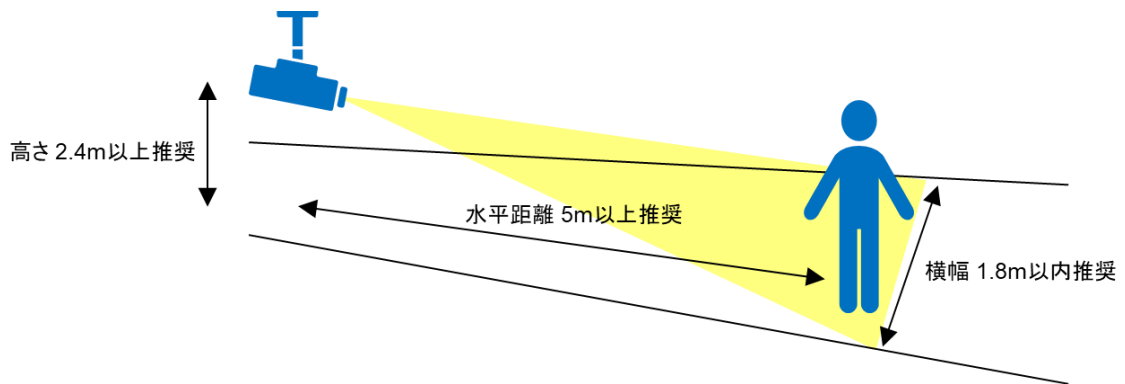


図 カメラの設置条件（推奨）

■ 機器の設置手順

機器を現地に設置する際、以下のフローに沿って設置する。

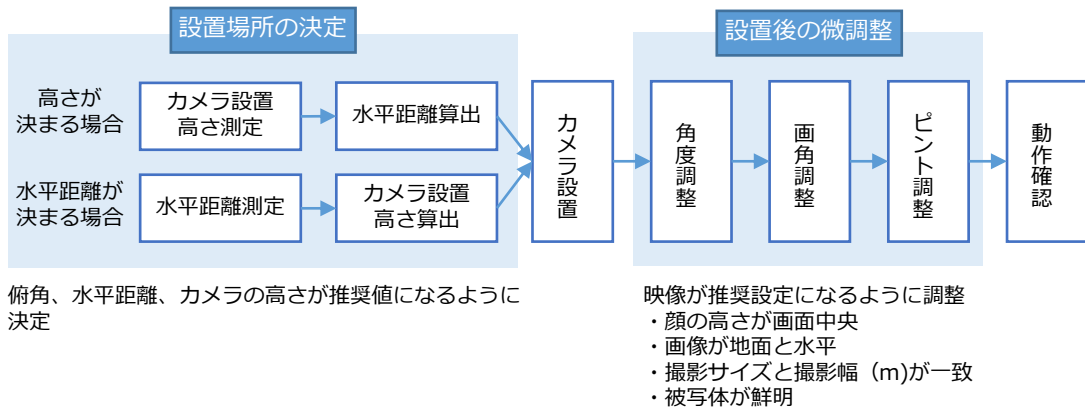


図 機器の設置手順

今回の実証実験を実行するにあたり調達が必要になる機器を以下に示す。

現地では、既設のIPカメラで録画した映像をサーバPCで画像処理して人物検出し、検出結果を人流データとして保存する構成で設置した。なお、IPカメラはPoE給電の仕様であったため、IPカメラとノートPCの間にPoE（Power over Ethernet）スイッチを設置した。24時間稼働で現場を撮影し、サーバPCに保存された人流データを外部記録媒体で記録し、社内へ持ち帰り、社内環境（データ分析・可視化作業用PC）にて人流データの分析・可視化を実施した。

なお、LANケーブルや治具などの設置機材は環境によるため省いて記載する。

表2-1. 機器名称および用途

分類	機器	用途	備考
ハードウェア	サーバPC	撮影した映像を画像処理し、人物検出を行う。また、検出結果を保存する。	OTSサービス経営研究所所有のものを借用
ハードウェア	IPカメラ	通行者を撮影する。	OTSサービス経営研究所所有の既存カメラを借用
ハードウェア	PoEハブ	IPカメラへ給電しつつ、サーバPCとのネットワークを形成する。	
ハードウェア	データ分析・可視化作業用PC	収集したデータを閲覧し、解析するために利用する。	
ソフトウェア	人物像分析ソフトウェア	撮影した映像を画像処理し、人数カウントを行う。	サーバPCにインストールする
ソフトウェア	データ閲覧ツール	収集したデータを閲覧、解析するために利用する。	データ分析・可視化作業用PCにインストールする。 今回は主に、MS-Excelを利用。

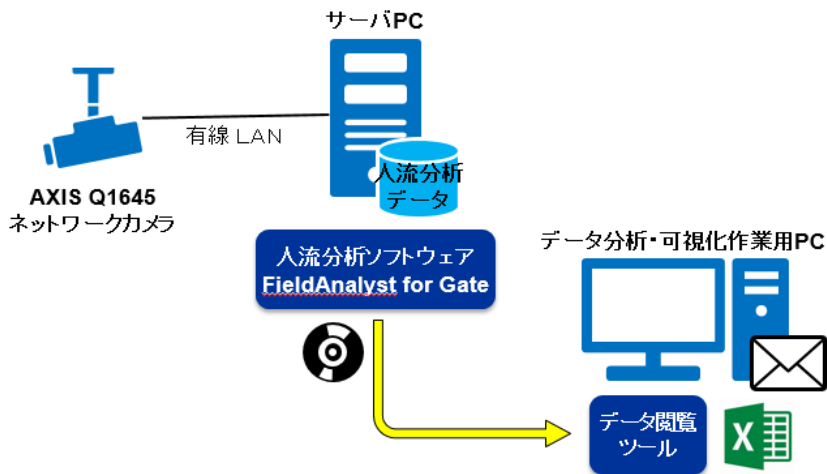


図 機器構成

2.2 データの取得方法

本実証では、カメラの映像内から精密な分析が可能な人物像分析システム「FieldAnalyst for Gate」を用いる。商業店舗前に設置済みのカメラを用い、大通りの歩道を歩行する人物を自動で計測する。さらに歩行者の性別、年齢層も分析、集計する。オンライン型のシステムを構築することでリアルタイムに集計することも可能（本実証ではオフラインで集計）である。また、オプション機能としてサングラス、眼鏡、帽子、マスクの装着推定も可能である。個人情報やプライバシーに配慮して撮影した画像は保存しないため、不特定多数の方が利用する場所でも利用が可能である。

集計したデータは3D都市モデルへ提供するため、指定のフォーマットに変換し送付する。オンライン型のシステムを構築し、API連携などによりリアルタイムにデータ提供することも可能である。

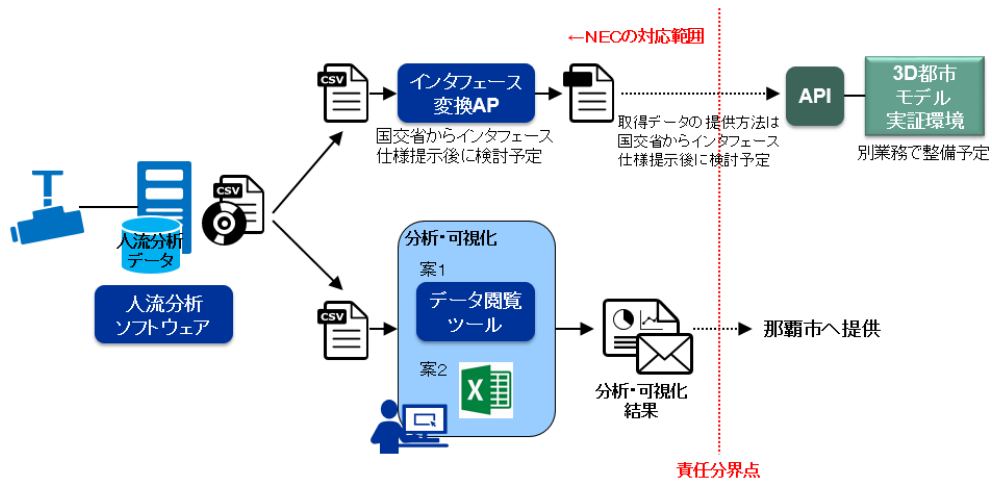


図 実証システムイメージ

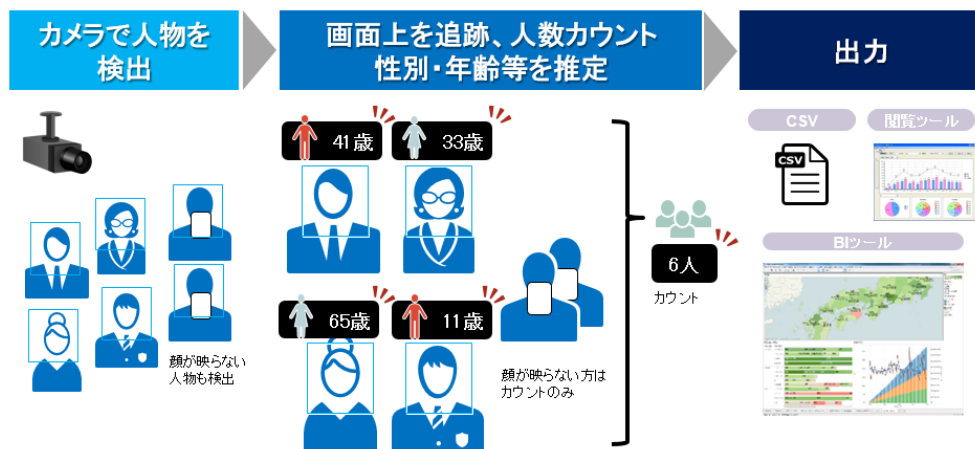


図 FieldAnalyst for Gateの分析手順

本実証では、カメラが設置されている地点付近の国際通りを含む9メッシュを対象として拡大推計を実施した結果、年齢、性別毎の歩行数を平日休日別に推計することができた。

将来的には、通行者数および通行者属性を定量的に捉えた人流解析結果を都市の賑わいを捉えるデータとして活用することで、中心市街地の商店街や市場（マチグー）が賑わうまちづくりの検討や、中心市街地の再整備等による魅力的なまちづくりなど、那覇市のまちづくり等の施策の検討や効果測定に役立てることを目指す。

下図のとおり、実証にて使用した監視カメラを含む6次メッシュおよびその周辺メッシュの9メッシュを対象として、カメラにて得られる人流計測値を拡大推計することを試みた。

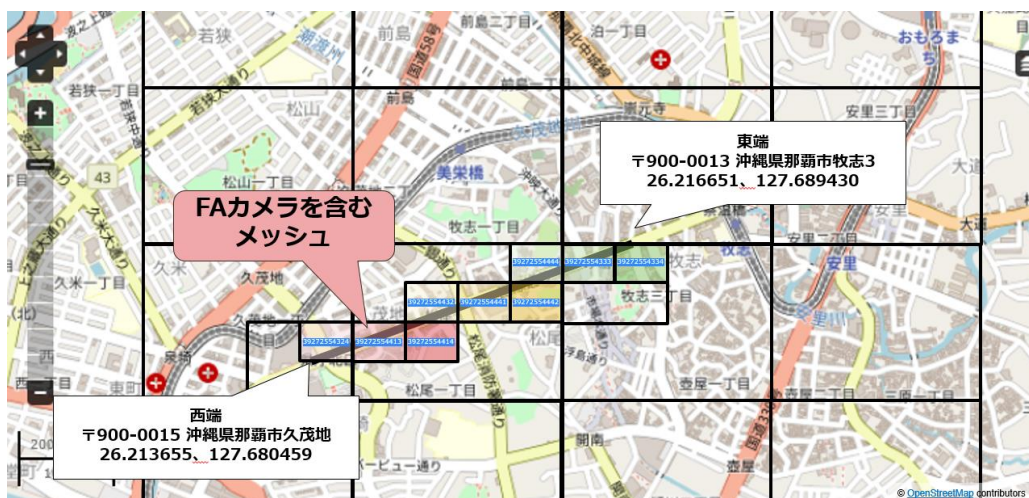


図 拡大推計の対象範囲 （※）

※ 掲載している地図はOpenStreetMapを使用した

拡大推計に用いたアルゴリズムは以下のとおりである。

拡大推計アルゴリズムご説明

歩道歩行者の人数/属性値を $F(t)$ とし、メッシュID(39272554413)においては街路をモデル化しカメラ映像を分析することで直接計測することが可能である。また、直接モニタリングした大通り南側歩道に対し、大通り北側歩道はモニタリングしていないが街路モデルよりその値は同数であるものとする。よって、大通り歩行者数は $F(t)$ を2倍した値とし、 $F(t)_{4413}$ とする。

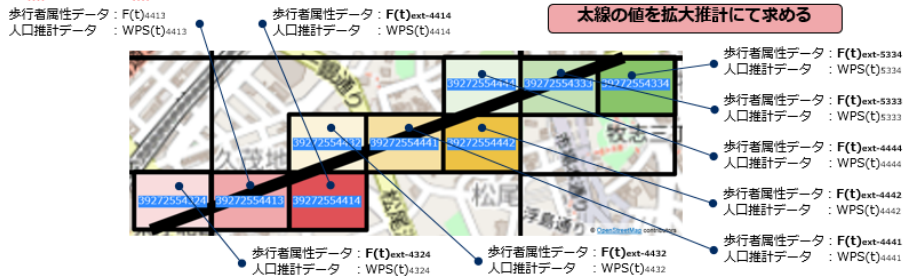
※便宜上メッシュIDは下4ケタで表現するものとする

※街路モデル化は別紙ご参照

WiFiパケットセンシングデータより得られる人口推計値を $WPS(t)$ とし、メッシュ4413における人口推計値を $WPS(t)_{4413}$ とする。

国際通りを含むその周辺メッシュの人口推計データについてもそれぞれ下図の通り、 $WPS(t)_{4324}$ 、 $WPS(t)_{4414}$ 、 $WPS(t)_{4432}$ 、 $WPS(t)_{4441}$ 、 $WPS(t)_{4442}$ 、 $WPS(t)_{4444}$ 、 $WPS(t)_{5333}$ 、 $WPS(t)_{5334}$ とする。

拡大推計により求める各メッシュの歩行者人数/属性データを、 $F(t)_{ext-4324}$ 、 $F(t)_{ext-4414}$ 、 $F(t)_{ext-4432}$ 、 $F(t)_{ext-4441}$ 、 $F(t)_{ext-4442}$ 、 $F(t)_{ext-4444}$ 、 $F(t)_{ext-5333}$ 、 $F(t)_{ext-5334}$ とする。



拡大推計アルゴリズムご説明

人口推計値 $WPS(t)$ は、居住者と往来者から構成されるものと仮定し、居住者を減算することで往来者値 $W(t)$ を算出する。

往来者 $W(t)$ = 人口推計値 - 居住者

居住者値は、2015年国勢調査の値を用いることとする。

カメラ映像から直接分析した $F(t)_{4413}$ と、人口推計値 $WPS(t)$ より求めた往来者 $W(t)$ との関係性は、

$F(t)_{4413} : W(t)_{4413} = F(t)_{bbbb} : W(t)_{bbbb}$

が成り立つものとし、求めるべきメッシュ $bbbb$ の歩行者属性推計値 $F(t)_{ext-bbbb}$ は、

$F(t)_{ext-bbbb} = F(t)_{4413} \times W(t)_{bbbb} / W(t)_{4413}$

にて導き出される。



拡大推計によって求める歩行者属性推計値： $F(t)_{ext-4414} = F(t)_{4413} \times W(t)_{4414} / W(t)_{4413}$

※ 掲載している地図はOpenStreetMapを使用した

2015年 国勢調査によるメッシュ別推定人口

5次メッシュ値の階級値より、4分割比例配分することで6次メッシュ値とした

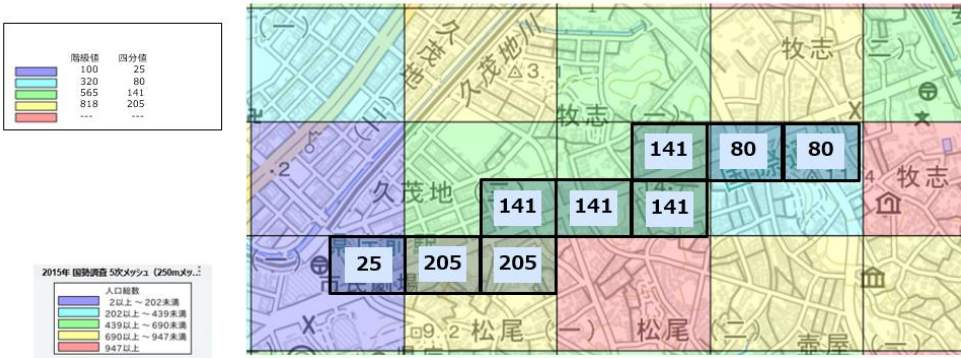


図 拡大推計アルゴリズム説明③ （※）

街路のモデル

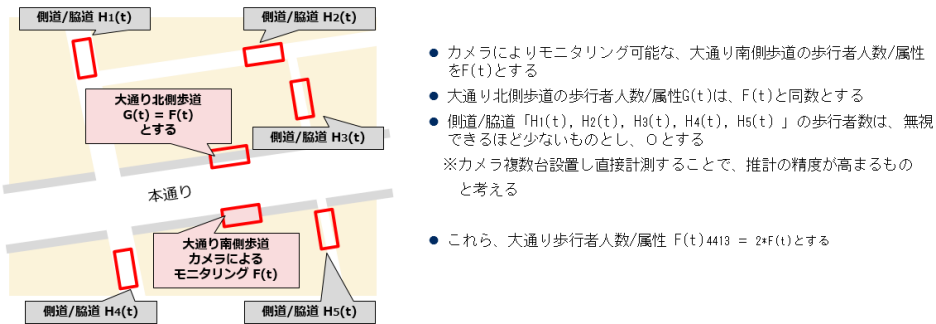


図 拡大推計アルゴリズム説明④

※「人口推計調査結果」（総務省統計局）
(<https://jstatmap.e-stat.go.jp/jstatmap/main/base.html>) を加工して作成

2.3 3D都市モデル実証環境へのデータ提供結果

<FieldAnalystによる人流データのデータ様式>

3D都市モデルへ提供する人流データはファイルにより受け渡しを行う。人流データファイルの様式を以下の通り定義する。

① データフォーマット

データフォーマットはCSVとする。また、その文字コードはUTF-8とする。

② 提供データファイルの詳細

3D都市モデルへ提供するファイルは以下の3種類とする。それぞれの概要、ファイル名、サンプルを示す。



Naha01_coordinate.csv

設置したカメラの座標情報を記述する。

撮影座標ファイル

データサンプル：

WGS84	座標形式
Camera_ID, cam_lat, cam_lon	ヘッダー
Naha01, 26.213888, 127.681309	座標データ（ID、緯度、経度）



Naha01_Cyyyyymmdd.csv

設置したカメラで認識した撮影人数を記載する。

人数カウントファイル

※ yyyy:西暦4桁、mm:月2桁、dd:日2桁

データサンプル：

[FieldAnalyst Ver. 7.0 data format]	データフォーマット形式
time, in, out, all	ヘッダー
13:15, 3, 3, 46	通行量データ (時刻、入場者数、退場者数、合計)
13:30, 1, 4, 28	
13:45, 6, 10, 41	



Naha01_Syyyyymmdd.csv

設置したカメラで認識した通行者の性別と年齢を記述する。

性別・年齢層ファイル

※ yyyy:西暦4桁、mm:月2桁、dd:日2桁

データサンプル：

[FieldAnalyst Ver. 7.0 data format]	データフォーマット形式
time, 0m, 0f, 10m, 10f, 20m, 20f, 30m, 30f, 40m, 40f, 50m, 50f, 60m, 60f	ヘッダー
13:15, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0	属性データ (時刻、9歳以下男性、9歳以下女性、10代男性、10代女性… 60歳以上男性、60歳以上女性)
13:30, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0	
13:45, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0	

3. データ分析・可視化の実施結果

本実証実験により得られたデータ、データを可視化および分析結果を、以下に示す。

■ 収集したデータの集計単位および分析に利用した外部ソース

取得データの集計条件および分析に利用した外部ソースを、以下に記載する。

● 収集したデータの集計単位（データ収集期間：2020年12月28日～2021年1月31日）

- ・ 通行人数： 撮影地点を通行した人物の数
- ・ 属性推定： 通行人のうち、顔認証によって性別・年代を推定できた人物の数



● 分析に利用した外部ソース

- ・ 気象情報
国土交通省気象庁 過去の気象データ
<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>
- ・ Wi-Fi人口統計データ（2021年1月分メッシュデータ）
国際航業株式会社 Wi-Fi人口統計データ

■ 通行者数の合計・平均、曜日別集計

那覇市国際通りのデータ取得期間中における通行者数の合計は148,700人で、1日平均に換算すると4,248人強程度の往来があり、コロナ禍前の国際通りの通行量（表2-4）と比較すると、平日9,740人、休日8,457人の約半数程度となっている。また、牧志方面へ移動する人に比べて県庁方面へ移動する人が100人程度多い。

曜日別にみると、最も多いのは月曜日で次いで水曜日がが多い。新型コロナの影響が休日と平日の人数差はほとんど見られない。

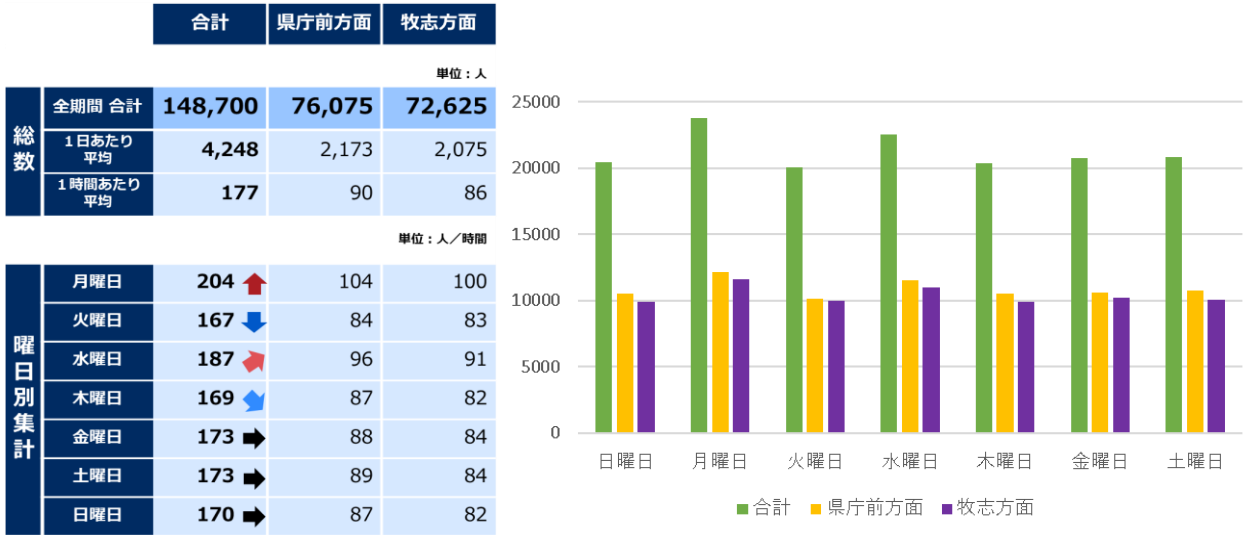


図 通行者数の合計・平均および曜日別集計

表 コロナ禍前の国際通り通行量

項目	内容
調査場所	国際通り県庁駅前 ホテルロコアナ八横
調査時間	平日： 2019年12月12日10時～19時 休日： 2019年12月15日10時～19時
通行量	平日： 9,740人 休日： 8,457人

出典：那覇市中心商店街通行量調査報告書（令和2年2月）（※）

※ <https://www.city.naha.okinawa.jp/admin/cityhall/sosiki/sosiki/bukyoku/keizaikankoubu/nahamati.files/2019tuukouryouhoukoku.pdf>

■ 通行者数の傾向

（１）時間による行動の変化

通行者数の人流の方向と時間帯を分析すると、県庁方面へ移動する人は出勤時間帯（8時前後）にピークがあり、バス利用者や国際通り付近の住民が県庁前方面へ向かって移動していることがわかる。

牧志方面へ移動する人で見ると、退勤時間帯（17～18時前後）にピークがあり、会社帰りのサラリーマン等の就業者が帰宅、以降国際通りから人が減っていることがわかる。

また、両方面とも20時以降は人の流れに減少傾向がみられ、これは新型コロナの影響と予想される。

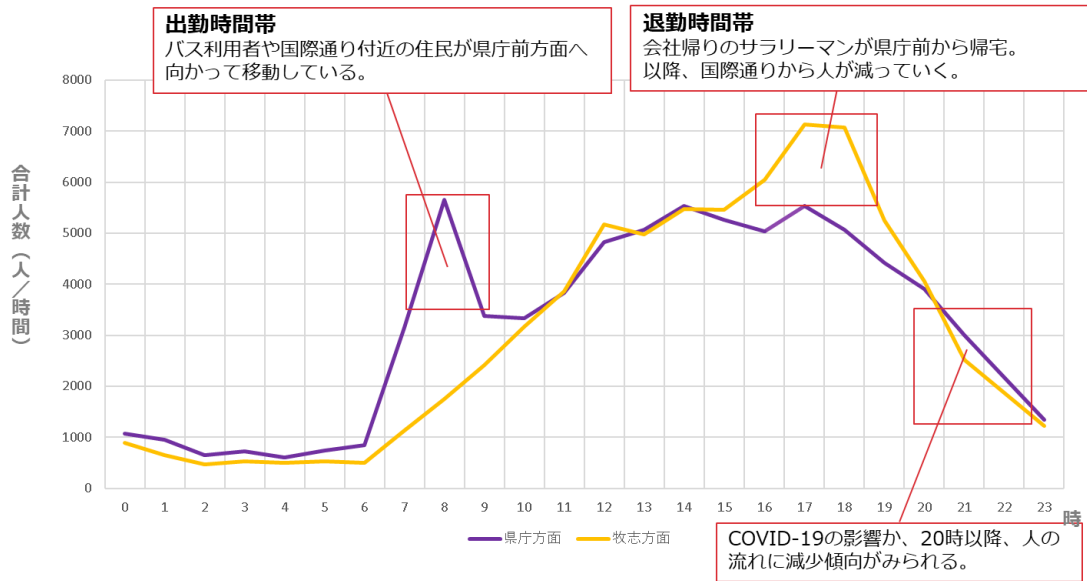


図 時間毎に見た方向別通行者数

（２）平日と休日の違い

平日と休日の時間毎の通行者数の推移をみると、一日の通行者数合計にはあまり差がないが、時間帯毎の人流には明らかな相違がわかる。

平日では出退勤時間帯の人の増加が顕著であり、これは全体の通行量が減少したことによって比較的減り幅の少ない就業者の割合が相対的に増加したことが影響したと推測される。

休日は平日と異なり、お昼から夕方頃の活動時間帯をピークとした放物線を描く人流となっており、人流の方向（県庁前方面、牧志方面）と時間帯の関連性は薄い。

平日・休日で一日の合計通行量に差はあまりない。
しかし、時間帯ごとの人の流れに、異なる傾向がみられている。

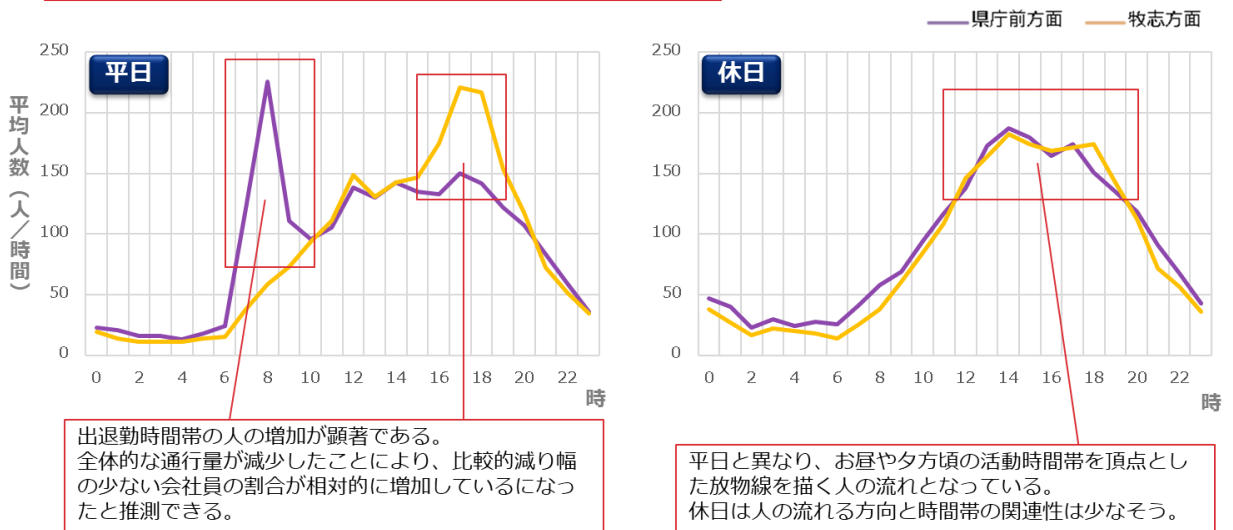


図 平日・休日の時間毎の通行者数推移

■ 属性の傾向

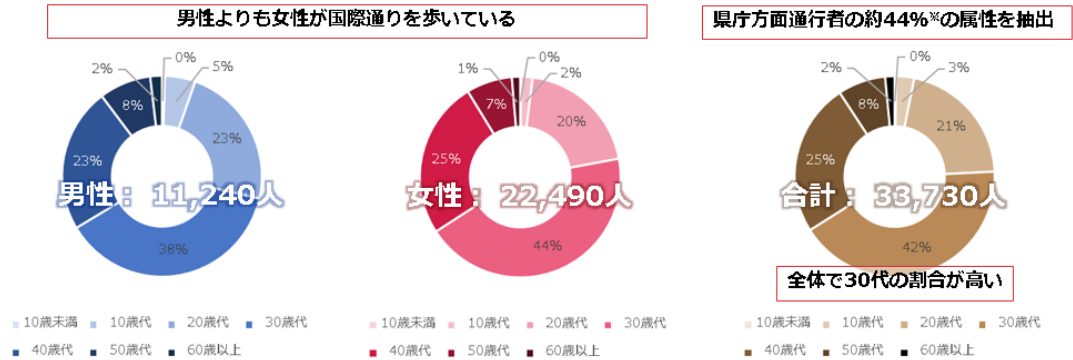
（１）属性別の集計

属性の集計にあたって、県庁前方面へ移動する通行者の約44%（牧志方面移動者を含む全通行者数では23%に相当）の属性を推定している。これは、新型コロナによるマスク着用によって属性推定に必要な顔の特徴点抽出を妨げていることが要因と想定される。

属性推定できた中で、性別毎の人数を比較すると男性よりも女性が国際通りを通行していることがわかる。また、年代毎の人数割合でみると、男性・女性・全体において30代の占める割合が高いことがわかる。

表2-5. 属性別の集計表

		10歳未満	10歳代	20歳代	30歳代	40歳代	50歳代	60歳以上	全世代
男性	全期間 合計	53人	556人	2,600人	4,255人	2,619人	944人	213人	11,240人
	割合	0.5%	4.9%	23.1%	37.9%	23.3%	8.4%	1.9%	100%
	1日あたり	2人	16人	74人	122人	75人	27人	6人	321人
	1時間あたり	0人	1人	3人	5人	3人	1人	0人	13人
女性	全期間 合計	30人	417人	4,513人	9,856人	5,711人	1,661人	302人	22,490人
	割合	0.1%	1.9%	20.1%	43.8%	25.4%	7.4%	1.3%	100%
	1日あたり	1人	12人	129人	282人	163人	47人	9人	643人
	1時間あたり	0人	0人	5人	12人	7人	2人	0人	27人



※撮影方向の都合でカメラが年齢を判断できるのは県庁方面（カメラ方向へ移動）が多数。全歩行者数の23%に相当。

図 属性別の集計グラフ

（２）時間帯による性別の割合の変化

性別毎の時間帯による通行者数割合の推移を平日と休日に分けて可視化すると、平日・休日ではほぼ似たような傾向を示しており、男性・女性間で大きな差はない。なお、比較のために平日・休日の男性通行者数および女性通行者数を100%とした各時間帯の割合で可視化している。

平日は、男性・女性とも出勤時間帯と昼食時間帯に通行者数の割合が多いことがわかる。また、女性は平日14時にも通行量割合が多い傾向がみられ、主婦層が買物等で通行が増えているのではないかと推測される。

また、平日・休日とも20時以降通行者数が減少する傾向が見られ、これは沖縄県独自の緊急事態宣言による飲食店の時短営業が影響していると推測される。

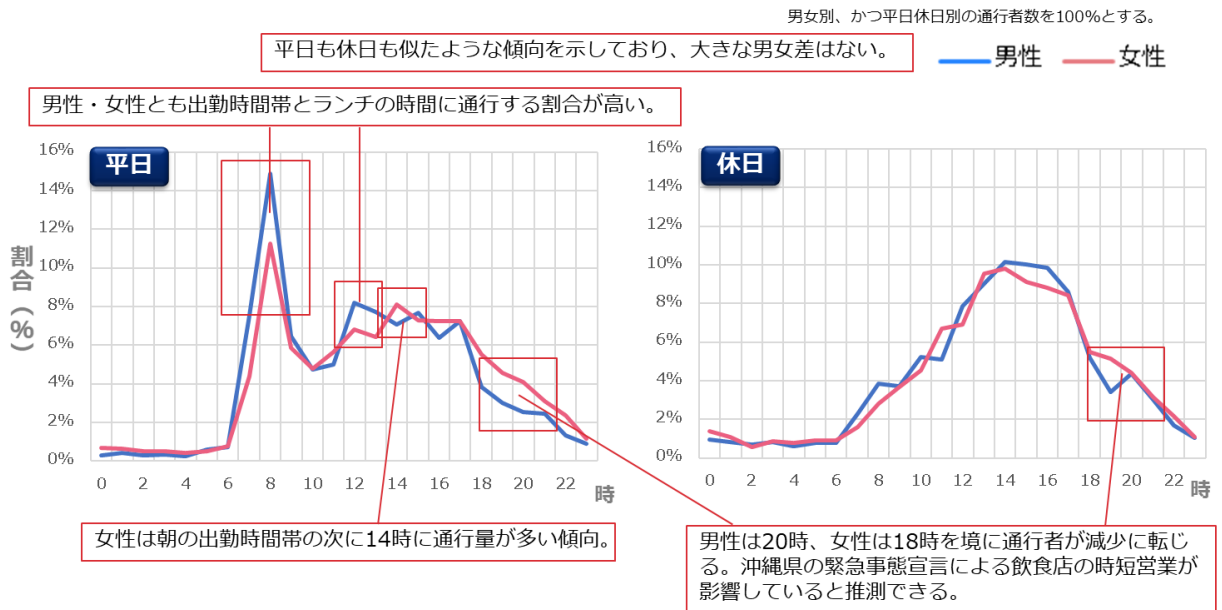


図 平日・休日の性別毎・時間毎の通行者数推移

（３）時間帯による年代比率の変化

年代・性別毎の時間帯による通行者数割合の推移を年代別に可視化したのが、以下となる。

平日は、男性・女性ともに8時前後に、20代～50代の通行者のピークがあることから、出勤時間帯である会社員の通行者数が多くを占めていると推測される。また、男女ともに夕方の時間帯で40代よりも20代が優位になる傾向があり、学生など若年層が多く国際通りを通行していると推測する。

休日は、日中帯は20代から30代が多い傾向である。一方、夜間は30代から40代が多くなり、この傾向は特に女性で顕著にみられる。

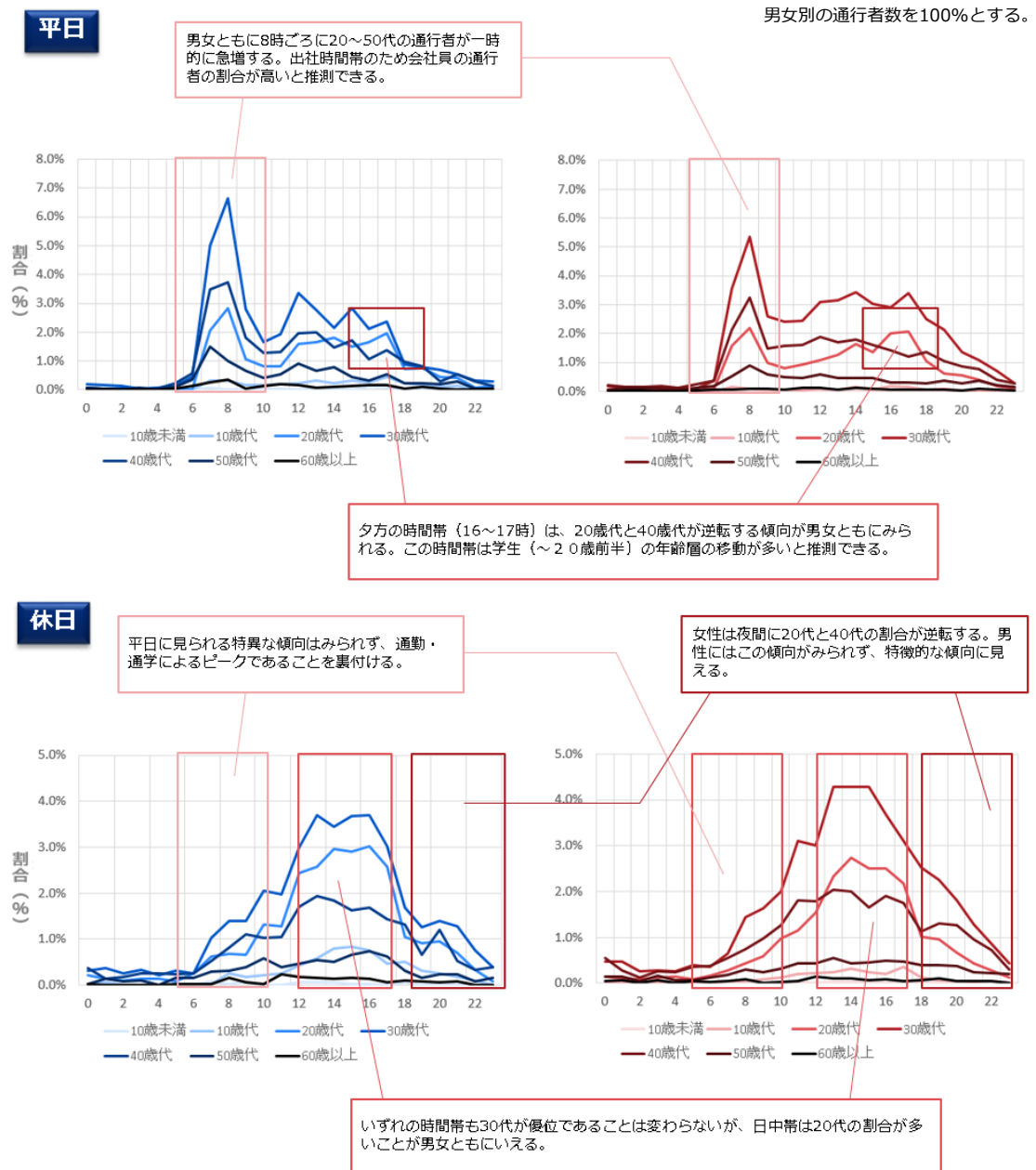


図 時間毎の年代別通行者数の推移

■ 外的要因との関連

（１）天候による行動の変化

日毎の通行者数の推移と降水量の比較を可視化したのが、以下の図となる。
降水量が高い日（雨天）は、通行者数が少ない傾向が見てとれる。

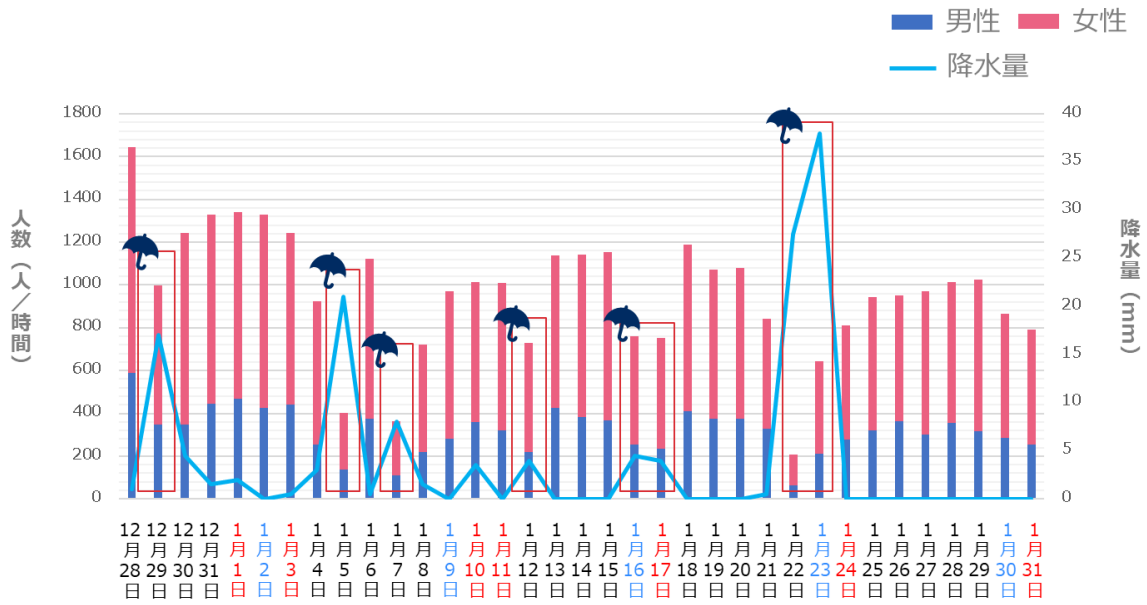


図 降水量と通行者数推移

（２）イベントによる通行者数の変化

期間中のイベントや出来事を日別の通行量に重ね合わせたグラフを以下に示す。例年であれば、中国が春節を迎える1月後半は通行量が増えることが見込まれている。しかし、本年は海外からの来街者もなく、緊急事態宣言の発出も相まって年末年始をピークに人の流れは減少傾向が見えている。

年末年始は緊急事態宣言発令前であったこともあり、通行者数は比較的多い傾向がある。

那覇市成人式開催日である1月10日および成人の日1月11日は、年末年始を除く他の休日より通行者数は多いが、それほど大きな差はない。

図中青、赤の線はそれぞれ12月28日～1月31日、1月4日～1月31日の期間における通行者数遷移の近似線である。年末年始を含む青の近似線に比べ、含まない赤の近似線の傾きは小さいが、いずれの線も右肩下がり傾向にある。これは1月7日首都圏1都3県の緊急事態宣言発令、1月19日の沖縄県独自の緊急事態宣言発令による影響と考えられる。

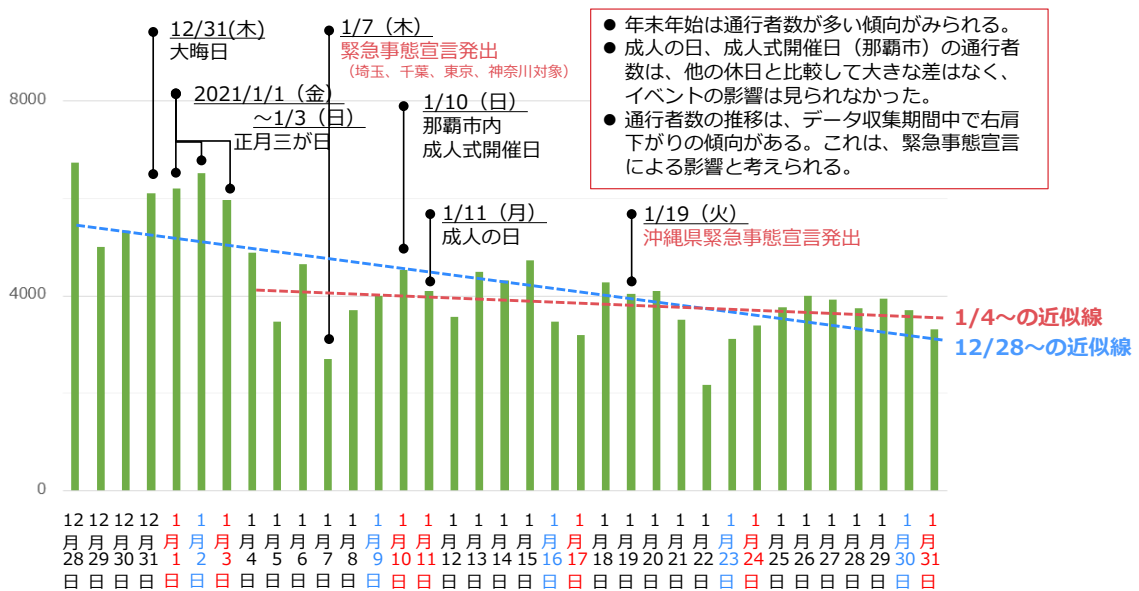


図 日毎の通行者数推移とデータ収集期間中のイベント

（３）緊急事態宣言の影響

緊急事態宣言発令の前後について、通行者数の推移を比較した。

- 国の緊急事態宣言前後で人の流れは大きく変わっており、緊急事態宣言は国際通りの通行量に影響していると推測される。
※ ただし、年末年始など別要因も複合しており、緊急事態宣言だけの影響だと断言はできない。
- 国の緊急事態宣言発令後の期間（1月7日～18日）と県の緊急事態宣言発令後の期間（1月19日～31日）を比較すると、出勤時間帯の8時前後を除き県の緊急事態宣言発令後の期間の方が通行者数は少ないが、顕著な差は見られない。但し、20時以降の通行者数に顕著な差がでており、これは県の指示に従って飲食店等が時短営業したことの影響と思われる。

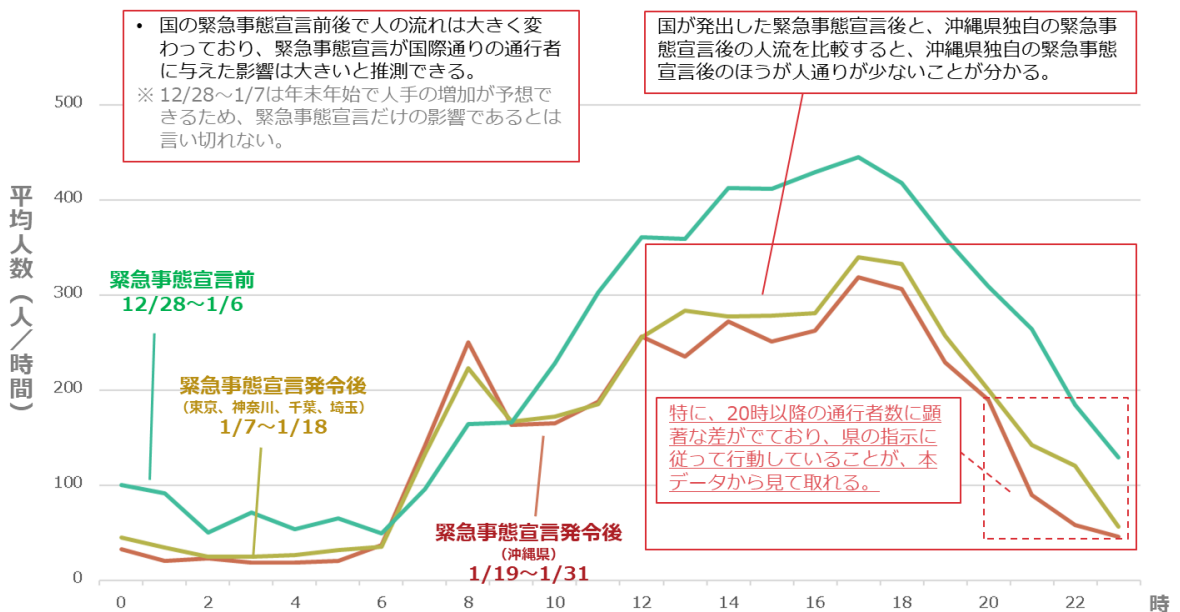
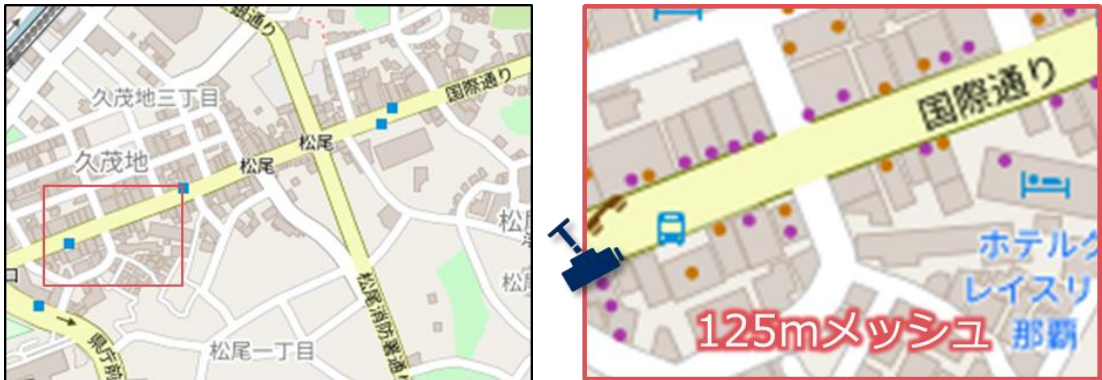


図 緊急事態宣言にかかる期間の時間毎の通行者数推移

（４）Wi-Fi人口統計データとの比較（平日）

2011年1月のWi-Fi人口統計データと映像分析（FieldAnalyst）による人流測定の結果を比較する。

なお、今回の比較にあつて、Wi-Fi人口統計データは「国際航業株式会社」から提供いただいたデータを用いて比較している。



※2 掲載している地図はOpenStreetMapを使用した
図 Wi-Fi人口統計データのデータ取得範囲（※2）

映像分析による人流分析はカメラ撮影範囲の通行者が対象であり、Wi-Fi人口統計データは該当メッシュ内のフリーWi-Fiに接続したスマートフォンアプリユーザが対象である。従つて、そもそもデータ取得範囲が異なるために人数の乖離があるのはいたし方ないが、人数の増減やピークの表れ方等の傾向を見るうえで両者の手法に違いはなく、似た傾向を示している。

平日：

- 大枠の増加、減少の傾向は、映像分析、Wi-Fi人口統計データ両者で共通している。特に、出勤時間帯（8時頃）、昼食時間帯（12時頃）、退勤時間帯（18時頃）は顕著。
- フリーWi-Fiの接続情報を利用するWi-Fi人口統計データは、当該メッシュ内の在住者や従業員等の屋内の人数を含んでおり、両者の人数が乖離していると考える

休日：

- 平日の傾向とは異なり、日中帯は映像分析による人数がWi-Fi人口統計データによる方式を上回る結果が見えている。これは、周辺企業の従業員が休日で不在になることが乖離の原因とみている。

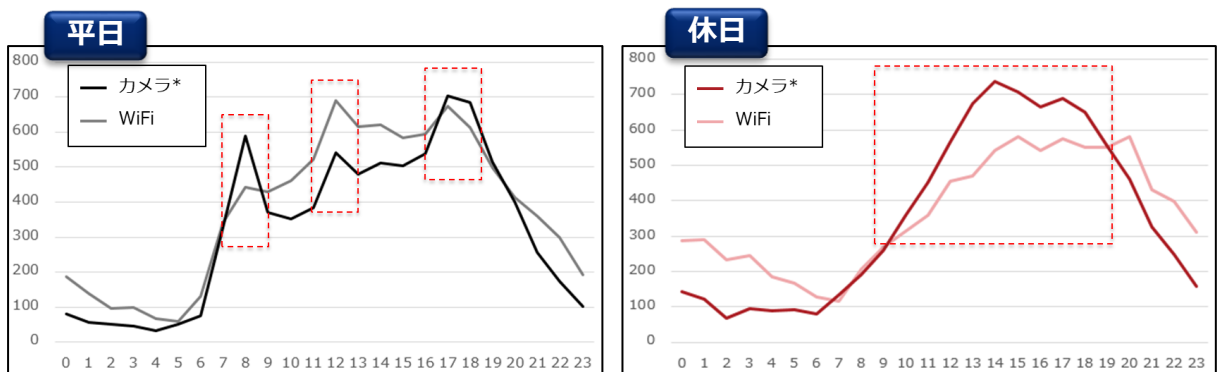


図 平日・休日の映像分析データとWi-Fi人口統計データの比較

ソーシャルディスタンス判定技術 (栃木県宇都宮市)

本資料は、日本電気株式会社が作成した「3D都市モデルを活用した都市活動モニタリング等の技術実装業務（エッジコンピューティングによるカメラ画像データ分析等の実施）」報告書の記載内容を抜粋し、「3D都市モデルの利活用ガイドライン」向けに体裁を調整した資料である。

1. 事例の概要

1.1 実証実験の概要

地域の概要	栃木県宇都宮市 オリオン通り商店街
実証の目的	人流と顧客ニーズの活用によるおもてなしの向上、中心市街地等の活性化、災害時の迅速な避難誘導など、複数分野の取組みを推進するにあたり、イベント集客や回遊性を確保した上で、コロナ禍における来街者への感染拡大防止を推進することが必要である。このような背景を踏まえ、歩行者データから歩行者間のソーシャルディスタンス判定を行い、時間帯別混雑度を把握することを試みた。
ユースケースの要点	イベント開催や都市内回遊性、感染拡大防止等の推進に活かすことを目的に、ソーシャルディスタンス（例えば2メートル）の確保状況の分析を行い混雑度を統計データ化した。 将来的には、人流データと顧客ニーズを組み合わせた活用によるおもてなしの向上、中心市街地等の活性化、災害時の迅速な避難誘導など、複数分野の取組みを推進することを目指す。
実証の成果 （アウトカム）	対象実証エリアにおける一日の歩行者数と混雑度の推移や平日休日の違い、また街中イベント時の傾向などの分析結果を得ることができた。 歩行者数や混雑状況をリアルタイムに把握する技術は、交通・公共施設や観光地等での回遊性向上や感染防止対策、ルート案内やスタッフ配置計画等への活用が期待できる。
まちづくり計画等との関係性	宇都宮市では目指す都市空間の姿として「ネットワーク型コンパクトシティ」の実現を掲げており、2019年度に官民連携による「Uスマート推進協議会」を設立。2019年度に国土交通省スマートシティモデル事業先行モデルプロジェクトにも採択され、「宇都宮スマートシティモデル推進計画」を策定し宇都宮スマートシティ構想の実現を推進している。 宇都宮スマートシティモデル推進計画の施策「スマート・ホスピタリティ」実証プロジェクトにおいて、経済活力指標が減少傾向にあることが課題となる中、収集する人流データから混雑予測による誘導ルートの設定などをシミュレーションし、イベント時の来街者の安全や地域経済活性の実現を目指している。

1.2 技術の概要

日本電気株式会社（以下「NEC」という。）は、駅や空港といった公共施設や店舗などの人が集まる場において、人と人が十分な距離を保っているかを判定して可視化するソーシャルディスタンシング判定技術を開発した（※）。本技術を用いることで、多様な密集状況を常時解析して、個人を特定しないかたちでソーシャルディスタンシングがどの程度確保できているかという安全の度合いを数値化できる。

従来技術では、奥行きのある映像については、カメラからの距離の遠近により人物の大きさが変わるため、カメラ毎の事前調整が必要であった。本技術は場所と大きさの関係を計算し、人と人との距離を高精度に求めることができる。これにより、様々な位置・角度で撮影している映像をすぐに解析がすることが可能となる。また、広範囲の解析ができるため、施設内だけでなく、屋外のオープンスペースに設置して利用することもできる。

ソーシャルディスタンシング(例えば2m)が確保されているかを可視化するために、カメラ映像中の人物それぞれに対して半径1mの範囲を表す円を描き、円が重なっている場合には赤色で表示する。また、赤色の円の割合を計算することで、混雑度を示すこともできる。これにより、施設の管理者や利用者に対してタイムリーに、ソーシャルディスタンシングを確保する行動を促すことができる。

オンライン型のシステムを構築することでリアルタイムに集計することも可能である。また条件が揃えば設置済みのカメラ映像を利用し、即座に解析を開始することも可能である。

集計したデータは3D都市モデルへ重畳するため、指定のフォーマットに変換し提供する。オンライン型のシステムを構築し、API連携などによりリアルタイムにデータ提供することも可能である。

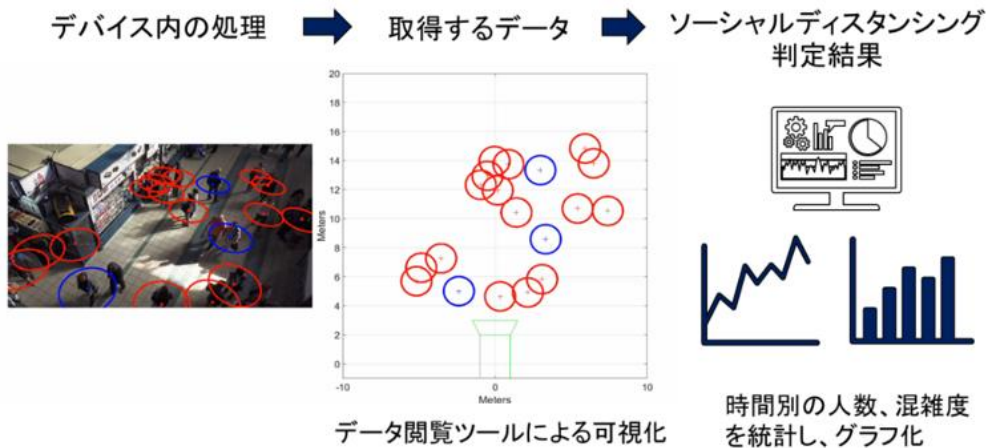


図 ソーシャルディスタンシング判定技術の分析手順（※）

※ https://jpn.nec.com/press/202006/20200611_03.html

2. 導入技術の概要

2.1 計測環境の構築エリアおよび機器

宇都宮オリオン通り商店街振興組合（以下「オリオン通り商店街組合」という。）との協議により、既設の監視カメラ映像を使用してソーシャルディスタンス推定分析を行う予定であったが、撮影映像で画像分析をした結果、映像データが適合せず、人物の検知が不可であった。

よって、IPカメラを仮設して映像取得することとした。本実証実験では、道路使用許可申請等が不要な建物内に設置できる場所をオリオン通り商店街組合、宇都宮市スマートシティ推進室と協議し、オリオン通り商店街組合の事務所施設であるACプラザ（2F）と、宇都宮市のアンテナショップである宮カフェ（2Fの屋外テラス）にて、IPカメラおよびノートPCをそれぞれ2台ずつ仮設し実証実験を実施した。



図 IPカメラ仮設場所および撮影エリア（※3）

・ACプラザ2F

カメラ1



カメラ2



・宮カフェテラス

カメラ3



カメラ4



ノートPC

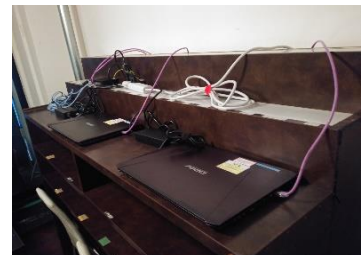


図 現地仮設写真

※ 掲載している地図はOpenStreetMapを使用した（<https://www.openstreetmap.org/copyright>）

現地では、IPカメラで録画した映像をノートPCへ映像蓄積する構成で仮設した。なお、IPカメラはPoE給電の仕様であったため、IPカメラとノートPCを実施した。の間にPoE（Power over Ethernet）スイッチを設置した。24時間稼働で現場を撮影し、ノートPCに蓄積された映像データを外部記録媒体で記録し、社内へ持ち帰り、社内環境（映像データ変換用PC、ソーシャルディスタンス判定分析PC、ソーシャルディスタンス判定分析サーバ）にて映像データのソーシャルディスタンス判定分析を実施した。

表 機器名称および役割

機器名称	機器の役割および留意事項
IPカメラ	現地を撮影するために準備する。以下の仕様が望ましい。 解像度 : Full HD以上 操作方式 : プログレッシブ方式 シャッター : グローバルシャッター 撮影速度 : 特別な規定なし（分析間隔に依存）
PoE（Power over Ethernet）スイッチ	PoE対応のカメラを使用する場合は必要となる。
映像データ蓄積用端末（ノートPCなど）	IPカメラで撮影した映像データを蓄積する端末。 運用に支障がない容量とする。 カメラ仕様に依存するが、24時間で約25GB以上の容量が必要。
外部記録媒体	現地で撮影した映像データを持ち帰るために準備する。 持ち帰りたいデータ容量に応じて選定する。
映像データ変換用PC	分割された動画ファイルを1時間毎に結合し、1時間映像データを10秒間隔に切り出し、結合させた動画を生成するためのPC。 （分割される動画ファイルの時間はカメラに依存）
ソーシャルディスタンス判定分析用PC・サーバ	映像データ変換後にソーシャルディスタンス判定分析を行うPCおよびサーバ。

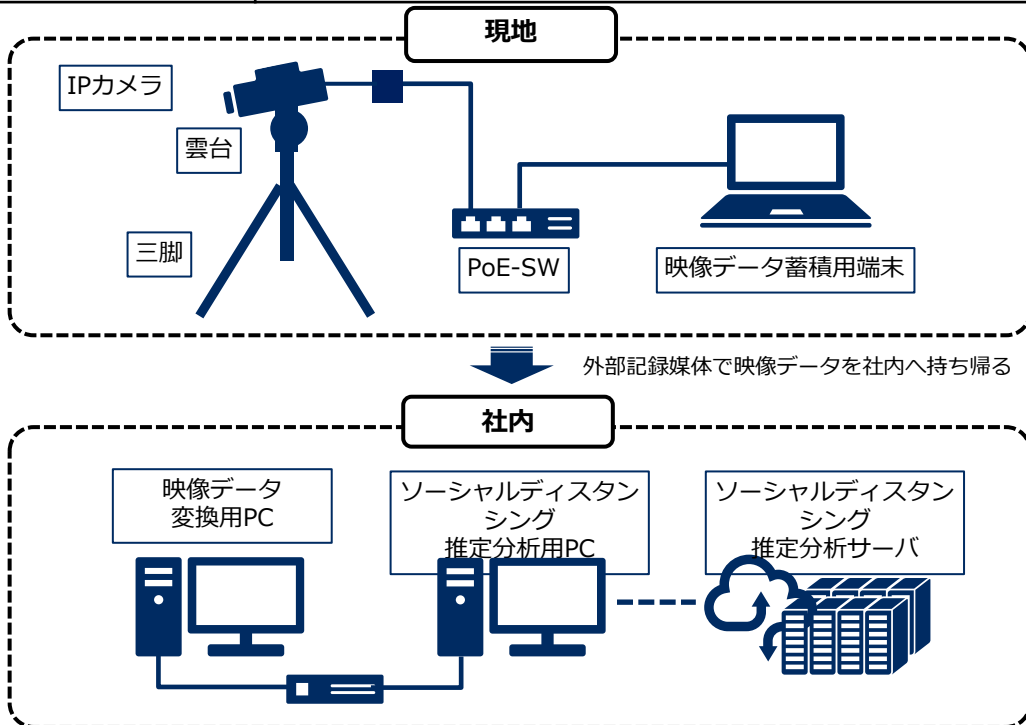


図 現地および社内の機器構成

2.2 データの取得方法

評価対象の現場での映像データの取得から、分析評価結果の出力までの流れを示す。

1) 映像データの取得

既設システム状況も考慮し、オンラインで可能かオフラインとするかを予め決定しておく。

2) 映像データの加工・分析用画像の抽出

映像データは、現在のIPカメラの場合、一般的に30fpsから60fps程度のフレーム速度の撮影が可能である。但し、全ての映像を分析を行うと膨大な処理となると共に結果の統計処理や集計評価に適さない場合がある。ゆえに取得した映像データは、必要な時間間隔で間引き加工する。本実証では、時間推移の評価目的にて対象領域から10秒の間引き設定で映像加工を行った。

3) ソーシャルディスタンス推定分析

ソーシャルディスタンス推定分析は、社内のcloudで運用されるエンジンにて分析を行う。抽出した画像に対して分析を行う。その際に、カメラは各々画角が異なるため、座標演算へのキャリブレーション補正設定を行う。それには、予めカメラの位置情報が必要である。

本実証では、10秒間隔の全ての画像分析結果を得られる様、検出した人の座標、サークルの重なり判定、サークルの重なり数を数値データで出力可能な様にプログラムを追加して実施した。

4) 分析出力結果の処理

映像分析技術を用いた人の検知を行う場合に、誤検知（過検知）の可能性を考慮する。本実証では、通りの通路における人の流れを対象としたため、通路の検知領域を座標上で区切って、不要な領域の検知結果を無視することで、誤検知の抑制を図った。また両機の設定は、画角の異なる複数カメラの結果を横並びで評価する際に、面積比の観点で考慮可能となり有効である。

5) データ出力（csvファイルの生成）

分析出力結果から、歩行者検知数とサークルの重なり数（2mの距離が取れていない人数）について規定時間（本実証では 15分）集計した結果を1日分を1ファイルとしてcsvファイルに生成し、データ出力を可能とした。

6) データの集計分析・グラフによる可視化

本実証では評価項目に合せた時間推移の変動状況を評価することを目的として、1日の時間推移集計、毎日の集計による実証期間を通じての推移集計、全日の集計データからの平日と土日の平均集計、月毎の平均集計等を行い、グラフ化にて可視化評価を行った。

これにより、各評価地点（カメラ位置）における、歩行者検知数の推移や混雑度の評価が可能となる。

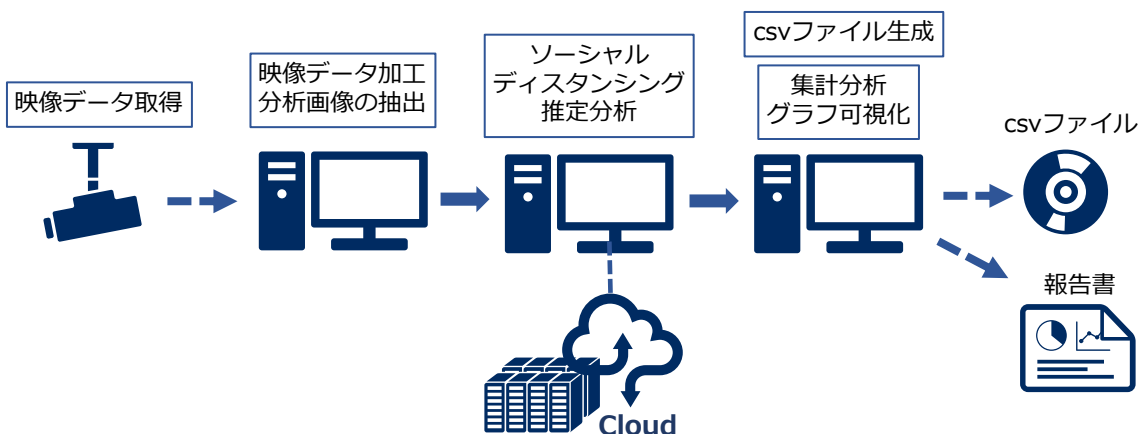


図 ソーシャルディスタンス推定分析の流れ

2.3 3D都市モデル実証環境へのデータ提供結果

（１）分析データの提供形態

本実証では、ソーシャルディスタンス推定分析の結果について、csvファイルを生成しオフラインでデータ提供を行った。3D都市モデルのGISへのインターフェースは、MF-JSON、GEO-JSONであるが、センシング分析システムからの、より汎用的なファイルインターフェースの形式として、出力集計データに追加プログラムを作成しcsvファイルを生成し提供した。

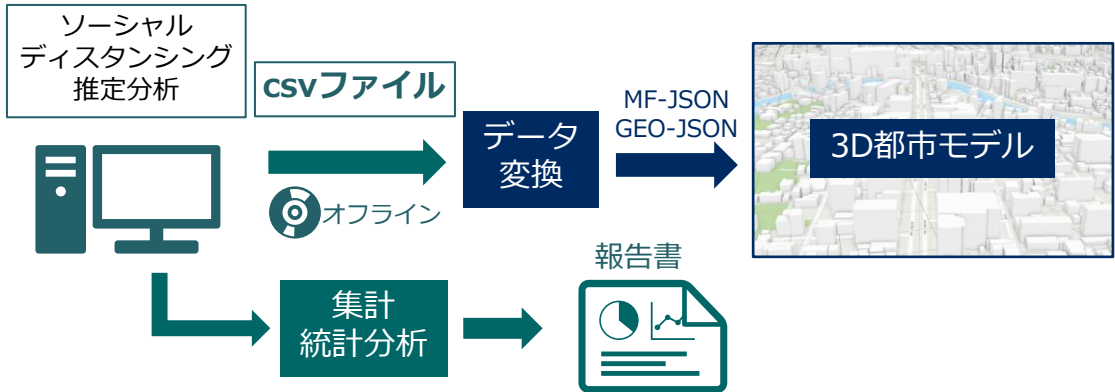


図2-16. ソーシャルディスタンス推定分析データの提供形態

（２）ソーシャルディスタンス推定分析 提供データ

ソーシャルディスタンス推定分析結果は、カメラ毎に領域内の歩行者検知数とサークルの重なり数（2mの距離が取れていない人数）の15分間の出力値を集計し、日毎の単位でファイルを生成し提供データとした。また前提情報として、撮影カメラ4台の位置情報も別ファイルで提供とした。csvファイルの内容を以下に示す。



ファイル名
 ●撮影座標ファイル *Utsunomiya_SD_Cam_location.csv*
 ●人数カウントファイル *Utsunomiya_SD_Camid_Syyyymmdd.csv*
 ※ id : 識別ID yyyy : 年 mm : 月 dd : 日

- ① 撮影座標 ファイル （カメラ4台分のデータ）
 ファイル名： *Utsunomiya_SD_Cam_location.csv*

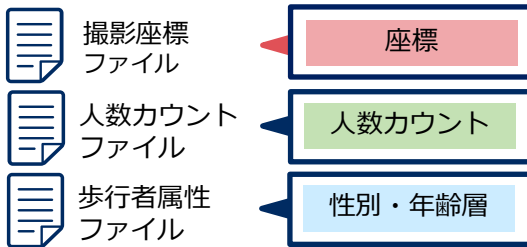
ID	項目説明
Camera_ID	カメラのID（識別ID）
cam_lat	撮影場所の緯度を世界測地系（実数表記）で記述
cam_lon	撮影場所の経度を世界測地系（実数表記）で記述

- ② 人数カウント ファイル
 ファイル名： *Utsunomiya_SD_Camid_Syyyymmdd.csv*

ID	項目説明
time	集計時刻（hh:mm）
number(-)	領域内の歩行者検知数
alart(0 or 1)	歩行者間の距離が2m保たれているかのアラート
Indicator(<1000)	重なり人数（歩行者間の距離が2m以内となった数）

（３）Ｕスマート推進協議会実証実験 人流計測データ

今回の実証実験の期間中、フィールドを同じくしてＵスマート推進協議会にてカメラ映像から年齢・性別を推定し人流傾向を分析する実証実験が進められていた。3D都市モデルへのデータ重畳の拡充を目的として、Ｕスマート推進協議会の実証システムにて収集した歩行者人数と属性データをcsvファイル化して提供を行った。データ受け渡しに際しては、発注者、データ保有者、関係機関の合意を得た上で実施している。



ファイル名

- 撮影座標ファイル Utsunomiya_FA_Cam_location.csv
- 人数カウントファイル Utsunomiya_FA_Camid_Cyyyyymmdd.csv
- 性別・年齢層ファイル Utsunomiya_FA_Camid_Syyyyymmdd.csv

※ id : 識別ID yyyy : 年 mm : 月 dd : 日

① 撮影座標 ファイル （カメラ4台分のデータ）

ファイル名： Utsunomiya_FA_Cam_location.csv

ID	項目説明
Camera_ID	カメラのID（識別ID）
cam_lat	撮影場所の緯度を世界測地系（実数表記）で記述
cam_lon	撮影場所の経度を世界測地系（実数表記）で記述

② 人数カウント ファイル

ファイル名： Utsunomiya_FA_Camid_Cyyyyymmdd.csv

ID	項目説明
time	集計時刻（hh:mm）
in	入場者数
out	退場者数
all	合計

③ 歩行者属性 ファイル （性別・年齢ファイル）

ファイル名： Utsunomiya_FA_Camid_Syyyyymmdd.csv

ID	項目説明	ID	項目説明
time	集計時刻（hh:mm）	40m	40代男性
0m	9歳以下男性	40f	40代女性
0f	9歳以下女性	50m	50代男性
10m	10代男性	50f	50代女性
10f	10代女性	60m	60歳以上男性
20m	20代男性	60f	60歳以上女性
20f	20代女性		
30m	30代男性		
30f	30代女性		

3. データ分析・可視化の実施結果

オリオン通りに仮設した4台のカメラ映像データにつき、ソーシャルディスタンス推定分析を行い、以下の検証項目について評価を実施した。

- 時間帯毎の歩行者検知数と混雑度
- 曜日別の歩行者検知数と混雑度
- 日毎の歩行者検知数と混雑度
- イベント効果による歩行者検知数と混雑度

混雑度については、ソーシャルディスタンス判定技術は、人と人との接近を評価することを特徴としており、検知した人毎に半径1mのサークルを付与し、サークル同士の重なり数（ソーシャルディスタンス2m以上を確保できていない）の割合にて評価を行った。

（1）分析方法における特記事項

1) 時間推移の評価のためのデータ分析レート

取得映像から24時間のデータ推移を評価可能齡、歩行者の検知漏れ・過剰検知を抑制する様にデータの分析レートを10秒間隔として実施。（0.1fpsの画像分析に相当）

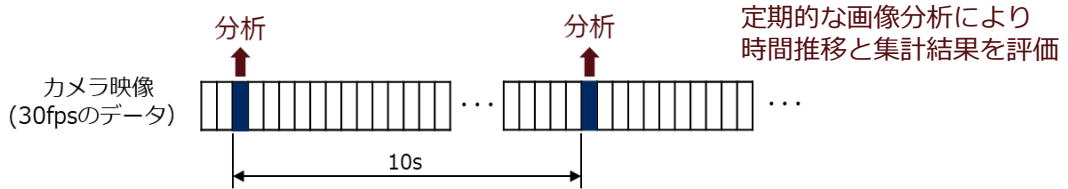


図 データ分析レートのイメージ

2) 歩行者の誤検知（過検知）を抑制する検知領域の設定

映像分析では、人以外のオブジェクトの誤検知の可能性がある。それを抑制するべく、通路の領域を対象エリアとして定義・設定し、集計分析を実施。

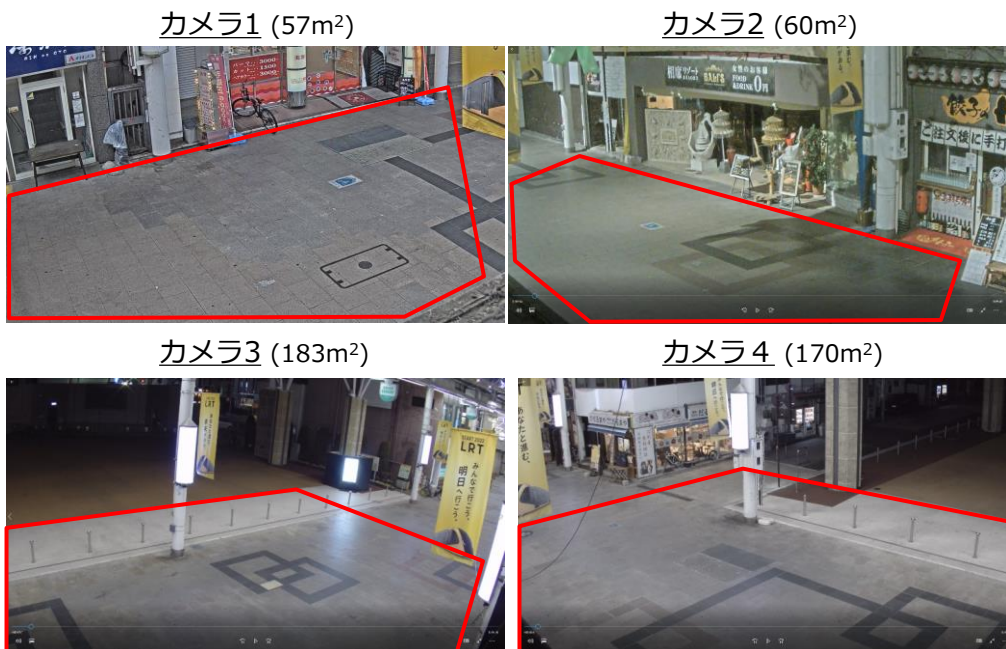
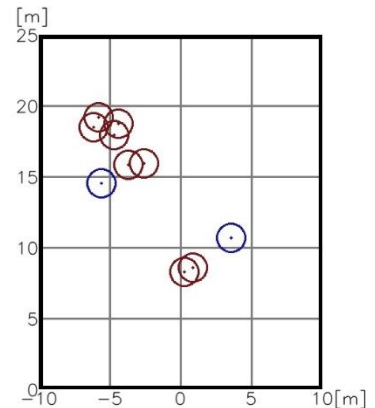
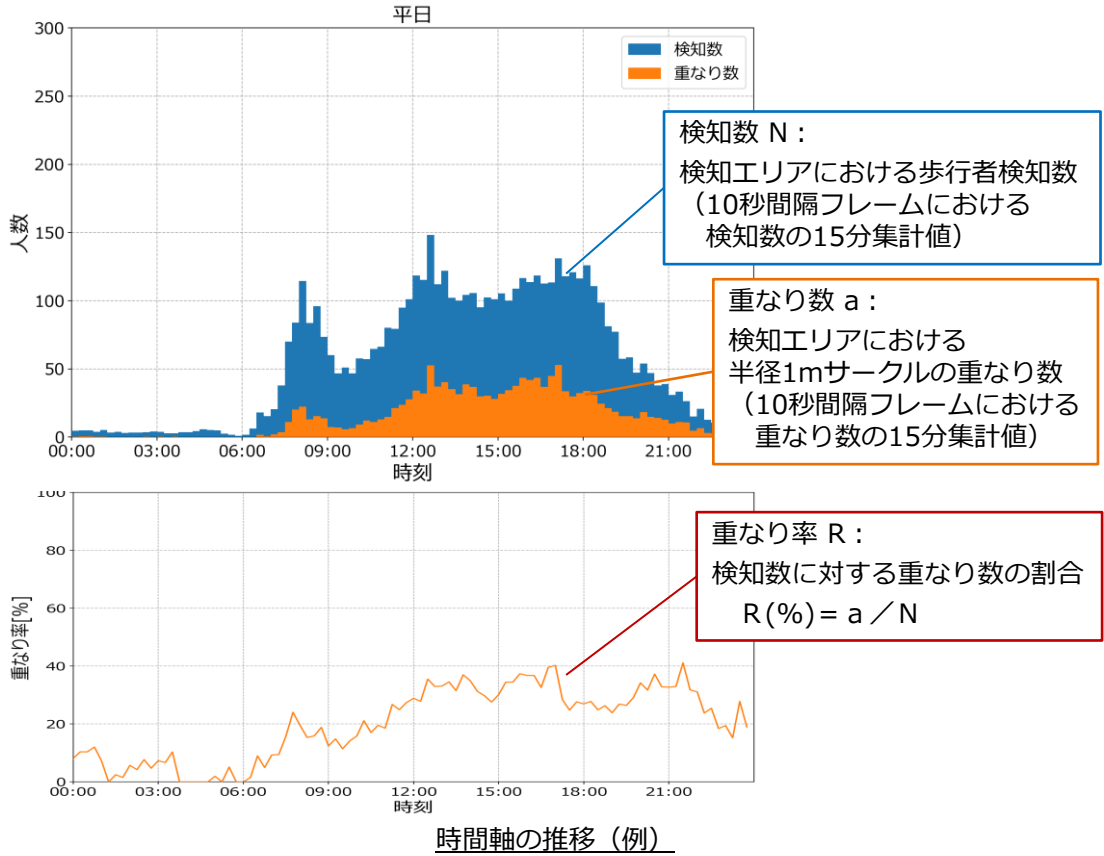


図 各カメラ映像の検知領域 ※ 赤枠：検知エリア座標

（２）ソーシャルディスタンス推定分析結果の見方

取得映像から、10秒間隔の画像をソーシャルディスタンス推定分析し、検知エリアの歩行者検知数と重なり数を15分毎に集計し、時間推移を可視化。日毎推移では、各日24時間の集計結果の推移を可視化した。

分析結果の画像（サンプル）は、検知した人に半径1mサークルを付与し、サークル分布図は、その結果をその場のローカル座標にプロットし、重ならない人を青のサークル、重なってソーシャルディスタンスが保てていない人を赤のサークルで表示し、人の分布と近づいている様子を可視化した。



サークル分布図（例）

※画像は個人が特定できないよう加工している

図 ソーシャルディスタンス推定分析結果の見方

■取得したデータの分析・可視化結果

（１）時間帯毎の歩行者検知数と混雑度

1) ACプラザ前（カメラ1, カメラ2）

実証期間中（1月14日～2月14日）の各カメラ位置での平日平均と土日平均の、検知結果の時間推移を示す。

【平日】

- ・歩行者検知数は、12:00過ぎと18:00前後にピークが観られる。
- ・サークルの重なり率は、多い時でも40%程度であった。朝方は低く、午後から夜間にかけて率が高い傾向が観られた。

【土日】

- ・歩行者検知数は、14:00頃にピークを示し、釣鐘型の推移が観られる。
- ・サークルの重なり率は、多い時で50%から60%程度であった。朝方は低く、午後から夜間にかけて率が高い傾向が観られた。

【平日と土日の比較】

- ・歩行者検知数のピーク値は、土日の方が平日より多い結果であった。
- ・サークルの重なり率も、土日の方が高い結果であった。

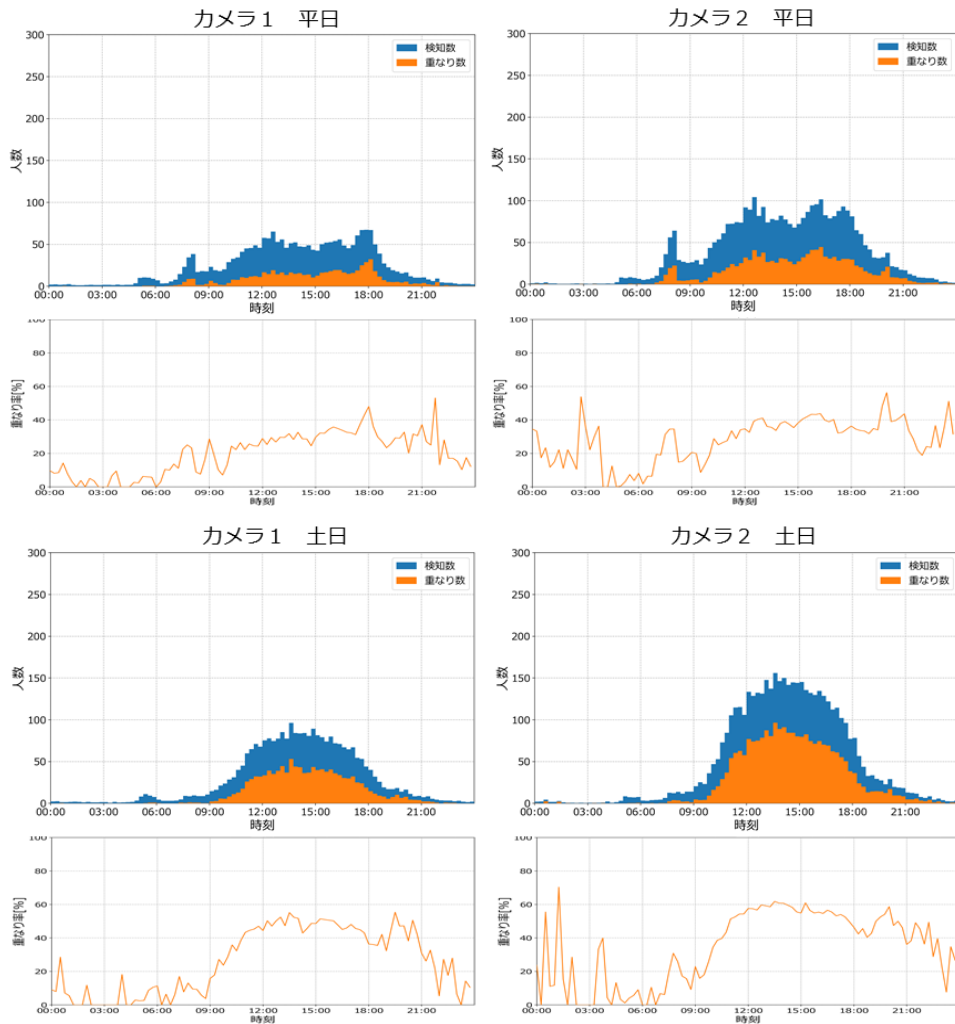


図 ACプラザ前（カメラ1，カメラ2）における平日および土日平均の時間推移

2) 宮カフェ前（カメラ3, カメラ4）

実証期間中（1月14日～2月14日）の各カメラ位置での平日平均と土日平均の、検知結果の時間推移を示す。

【平日】

- ・歩行者検知数は、8:00, 12:00過ぎ, 18:00前後の3回のピークが観られる。
- ・サークルの重なり率は、多い時でも40%程度であった。朝方は低く、午後から夜間にかけて率が高い傾向が観られた。

【土日】

- ・歩行者検知数は、14:00頃にピークを示し、山型の推移が観られる。
- ・サークルの重なり率は、日中を通して50%前後でピーク時に60%程度であった。夜間は検知数が減少しても重なり率が高い傾向が観られた。

【平日と土日の比較】

- ・歩行者検知数のピーク値は、土日の方が平日より多い結果であった。平日は日中に万遍なく歩行者検知が観られるが、土日は12:00～16:00の時間帯の集中が観られる。
- ・サークルの重なり率も、土日の方が高い結果であった。
- ・結果から、平日は通勤者や学生が多く、休日は家族連れが多いことが推察される。

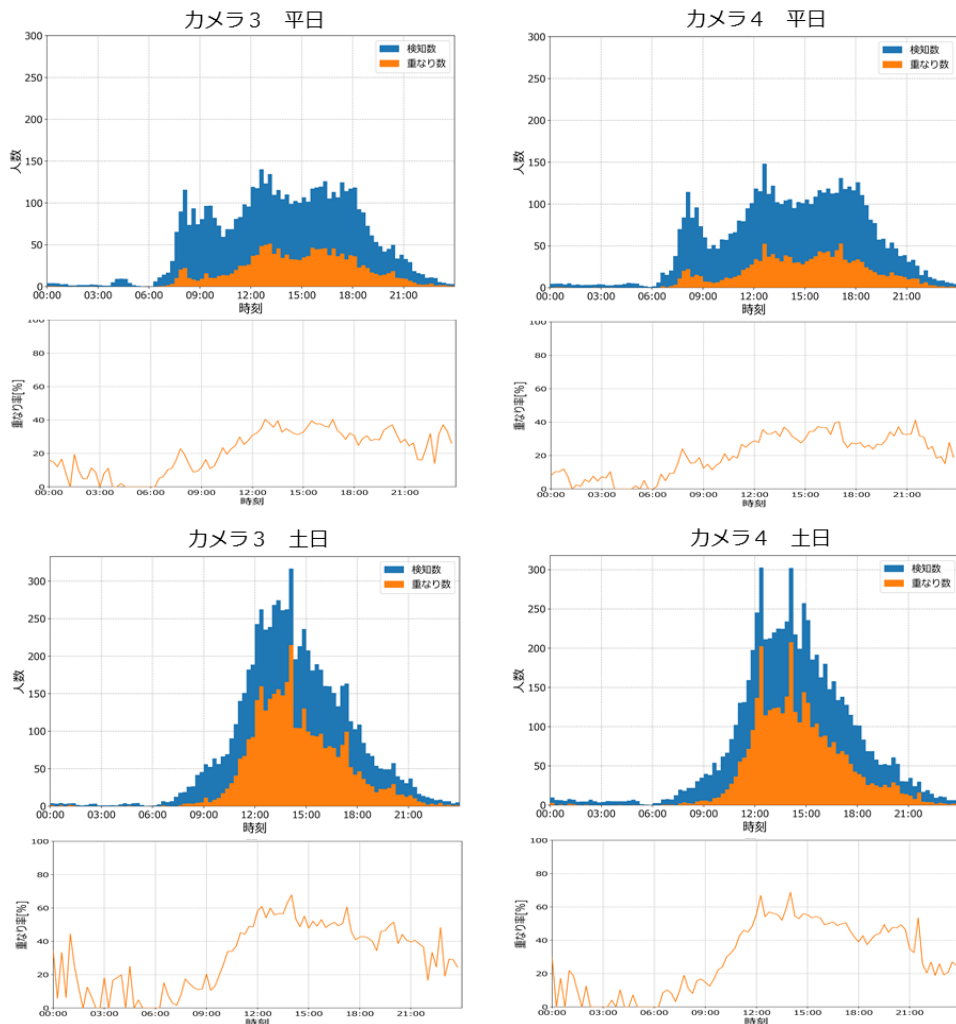


図 宮カフェ前（カメラ3, カメラ4）における平日および土日平均の時間推移

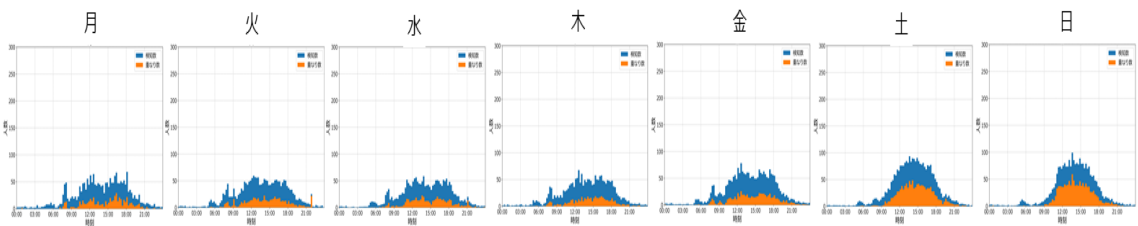
（２）曜日別の歩行者検知数と混雑度

全てのカメラ位置の月曜日から日曜日の分析結果を比較観察した。

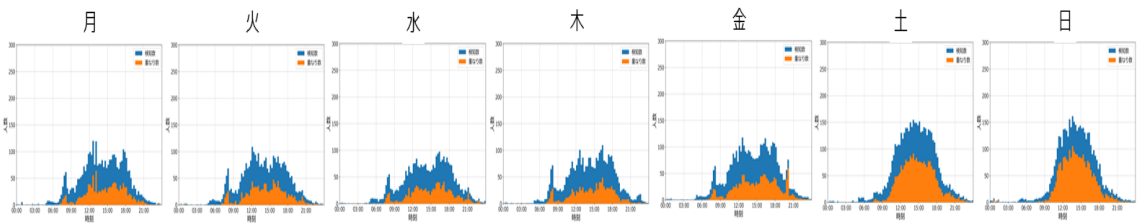
- ・各カメラ共に、平日の月曜日から金曜日の時間推移に大きな差異は見受けられない。
どの曜日も、8:00, 12:00, 18:00前後で小さなピークが観られるが、日中に万遍なく分布が観られる。
- ・土日のACプラザ前のカメラ1,2は、検知数の違いはあるが、時間推移の波形は類似している。
宮カフェ前のカメラ3,4は、特に日曜日に、日中の特定時間帯（12:00～15:00）に集中した分布が観られる。

ACプラザ前

カメラ1

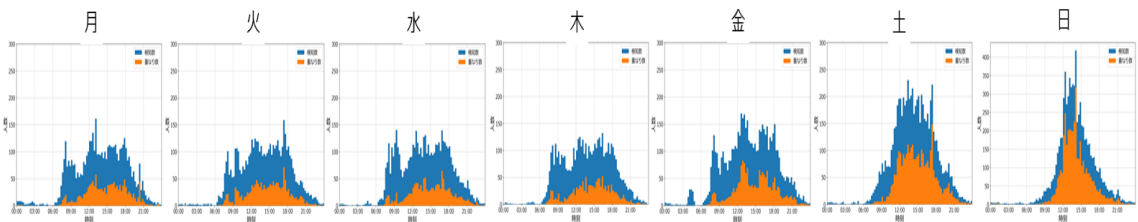


カメラ2



宮カフェ前

カメラ3



カメラ4

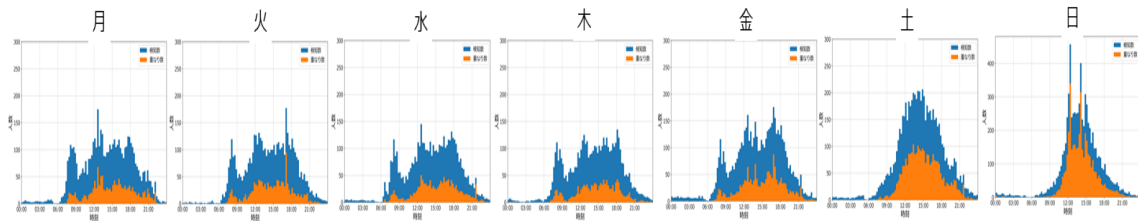
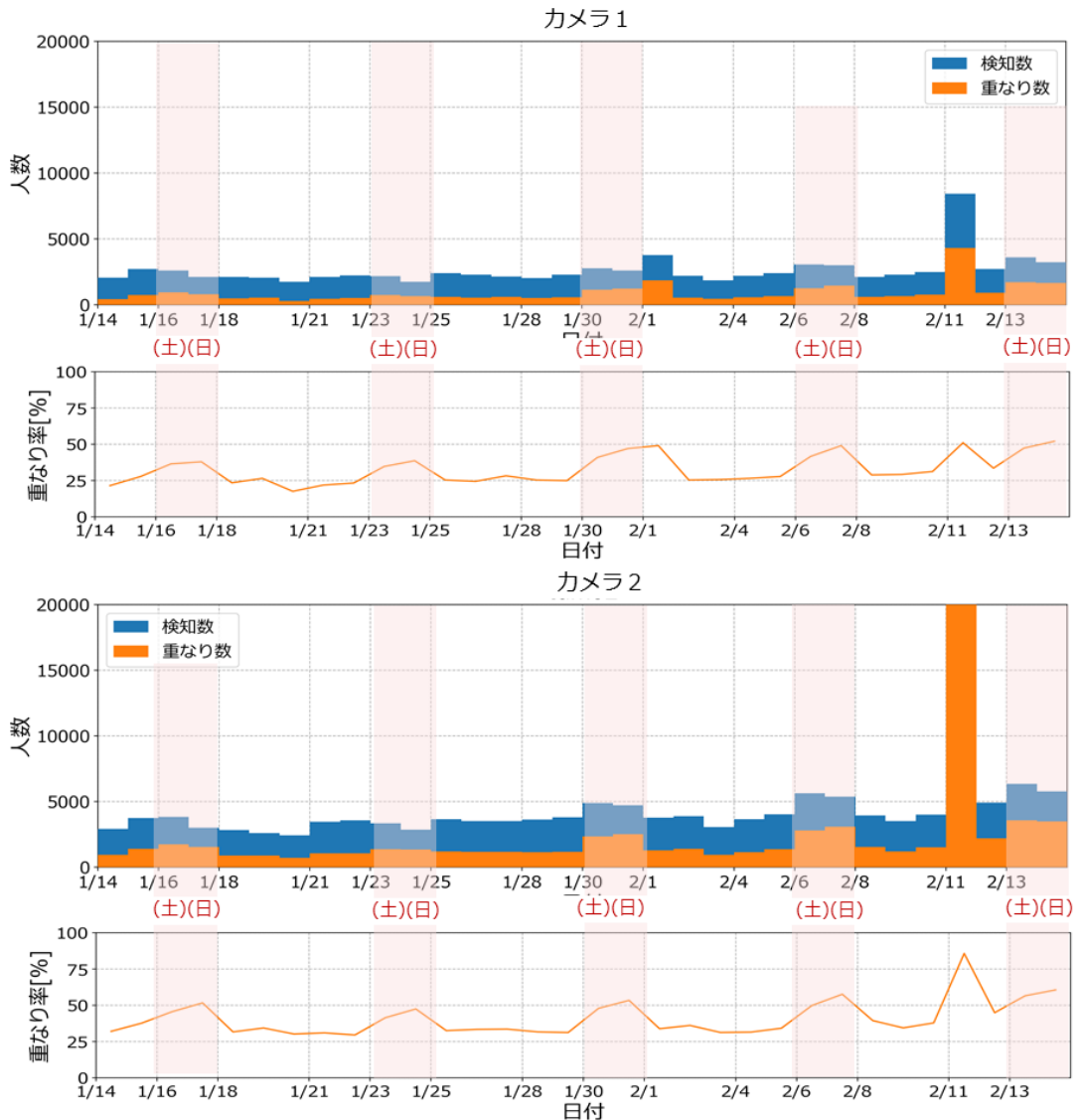


図 各カメラにおける曜日別の時間推移

（３）日毎の歩行者検知数と混雑度

1) ACプラザ前（カメラ1, 2）

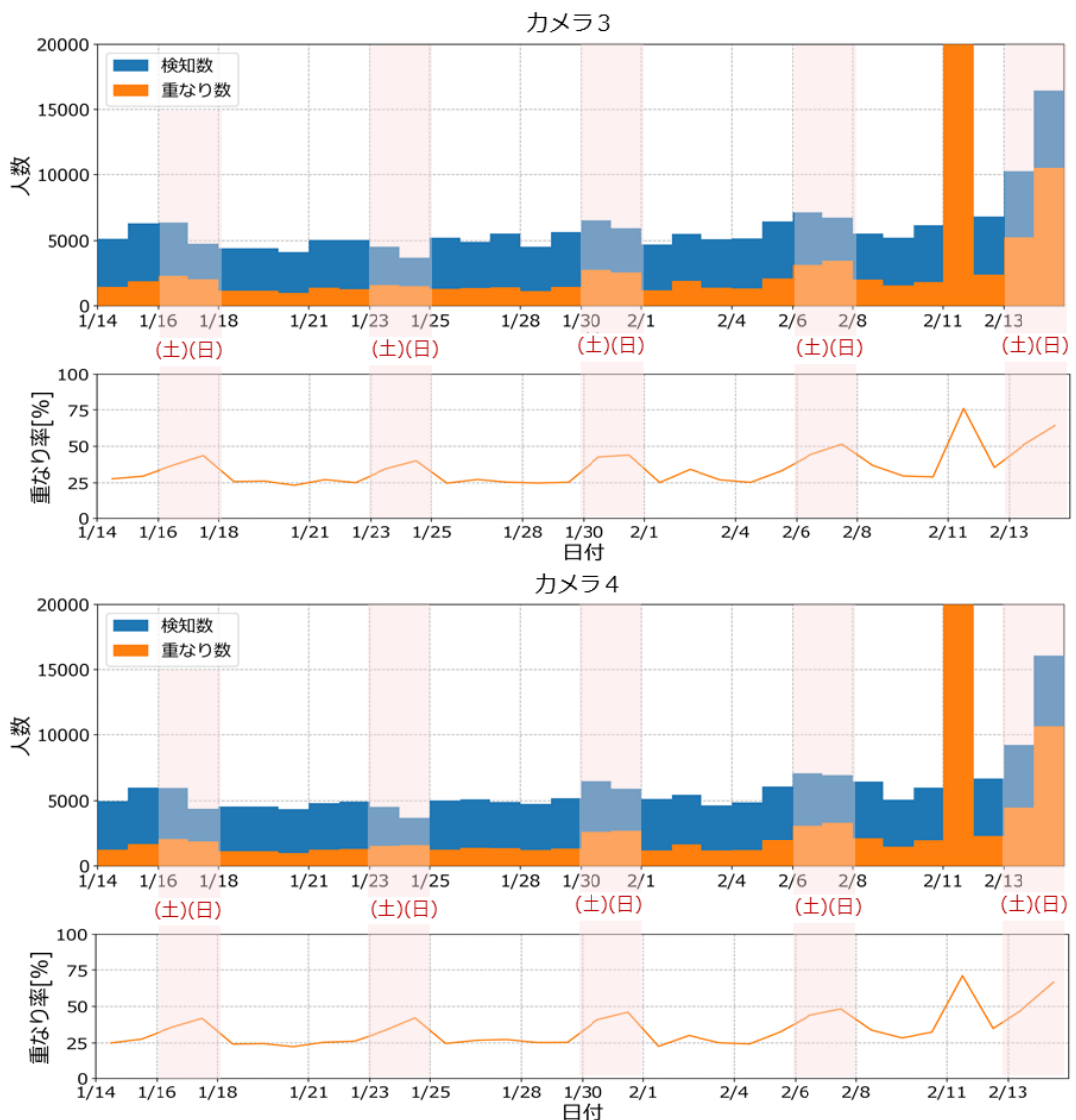
- ・カメラ1, 2共に、類似した推移の結果を得た。
- ・サークルの重なり率は、平日は約30%であるが、土日に40%から50%に、定期的な上昇が観られる。
- ・土日を詳細に観察すると、歩行者検知数は土曜日の方が日曜日より多いが、サークルの重なり数が日曜日の方が若干多いため、日曜日の方が重なり率は高くなっている。
- ・1月から2月にかけて、2月の方が相対的に歩行者検知数も重なり数も徐々に増加傾向であることが観られる。
- ・2月11日は、初市の開催日であり、他の日より特出している。（次項で詳細を示す）
- ・カメラ1の2月1日(月)に土日より高い数値を記録している。これは、夜間に路上トラブルがあり、警察官と通行者が一定時間滞留していたことが確認されている。



※ 2/11は、初売イベントで特出しており、カメラ2検知数はレンジ外

図 ACプラザ前（カメラ1, カメラ2）における日毎の推移

- ・カメラ3, 4共に、類似した推移の結果を得た。
- ・サークルの重なり率は、平日は約30%であるが、土日に40%から50%に、定期的な上昇が観られる。
- ・土日を詳細に観察すると、歩行者検知数は土曜日の方が日曜日より多いが、サークルの重なり数が日曜日の方が若干多いため、日曜日の方が重なり率は高くなっている。
但し、2月14日(日)は前日の土曜日より検知数も重なり数も増加となっている。
- ・1月から2月にかけて、2月の方が相対的に歩行者検知数も重なり数も徐々に増加傾向であることが観られる。
- ・2月11日は、初市の開催日であり、他の日より特出している。（次項で詳細を示す）



※ 2/11は、初売イベントで特出しており、カメラ2検知数はレンジ外

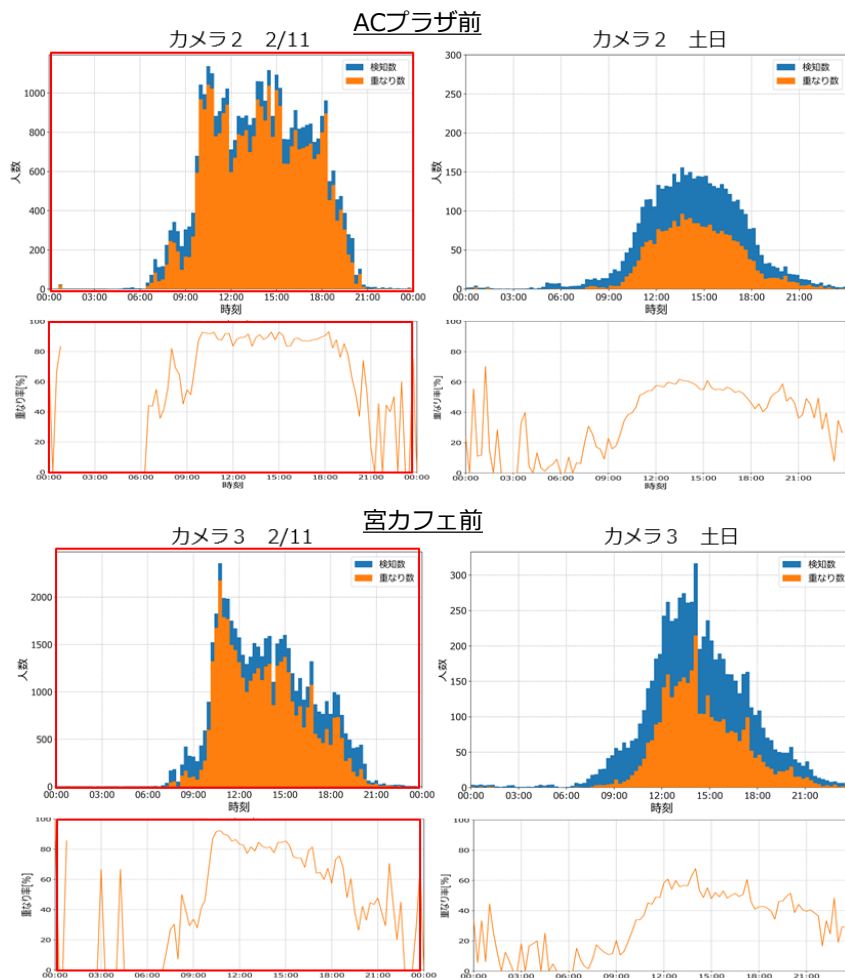
図 宮カフェ前（カメラ3，カメラ4）における日毎の推移

（４）イベント効果による歩行者検知数と混雑度

1) オリオン通り 初市の状況

オリオン通りでは2月11日（木・祝日）に初市が開催され、多くの露店が通りに出店された。A Cプラザ前をカメラ2の分析結果を代表として、宮カフェ前をカメラ3の分析結果を再表として、通常の土日の分析結果との比較を示す。

- ・カメラ2、カメラ3共に、通常の土日の分析結果と比較して、非常に高い歩行者検知数を記録した。これは、実際の人出も多かったと推定されるが、同じ場所に滞留する人が多かったことを示唆している。露店が出展されており、露店での買い物客が、一定時間留まっていたことが推察される。
- ・通常の土日と比較して、重なり率が非常に高かったことも観察される。（80%以上）露店により、通路が狭くなっていたことも要因ではあるが、多くの買い物客で繁盛していたことが推察される。
- ・通常の土日と比較して、時間推移の分布も異なることにも注目される。
初市の日、朝から夜まで非常に高い検知数で推移している。特にカメラ3では、午前中にピークが観られ、露店の出店等で、通常時と異なる活動分布と観察される。



※ 2/11のグラフと土日平均のグラフは縦軸のレンジが異なっていることに注意

図 イベント時におけるカメラ2，3の時間推移の比較

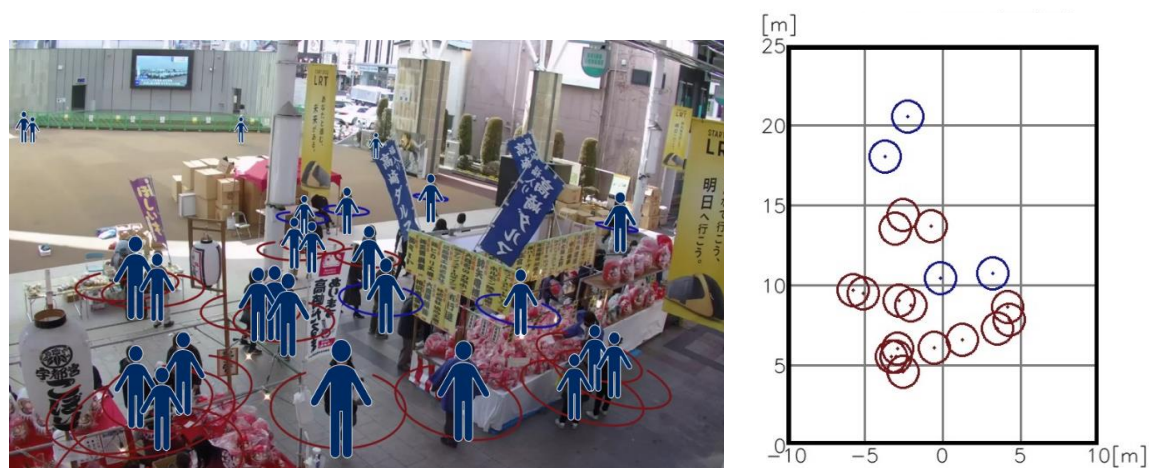


図 イベント（初市）の検知状況（例）宮カフェ前カメラ3（2/11－4:00）

※画像は個人が特定できないよう加工している

（５）検証結果のまとめ

今回の検証結果を以下に整理する。

- ・歩行者検知数と、サークルの重なり数検知による混雑度の評価が可能であること確認した。
他の人流検知の方式と異なり、歩行者検知数の増減だけでなく、歩行者が接近していることや撮影範囲で部分的に密集していることを検知可能であることを確認した。
- ・各日の時系列の推移から、一日の推移状況と、平日と土日の比較などの観察評価が可能である。
- ・日毎の推移から、評価期間における観察評価が可能である。
（週の定期的な変動、イベントの検知、実証期間を通しての推移変化）
- ・今回の実証での分析・集計方法では、撮影場所における人の滞留も検知可能であった。
※ 分析・集計方法では、取得映像から24時間のデータ推移を評価可能とすべく、データの分析レートを10秒の定期間隔で実施。
- ・今回の検証は、道路使用許可申請等を不要として準備期間を短くした、仮設カメラによる評価を実施した。仮設評価はイベント時等の一時的な期間評価に有効であることを確認した。

カメラ映像の解析による混雑状況の 可視化（東京都新宿区）

本資料は、パナソニックシステムソリューションズジャパン株式会社・パナソニック株式会社が作成した「3D都市モデルを活用した都市活動モニタリング等の技術実装業務 報告書」の記載内容を抜粋し、「3D都市モデルの利活用ガイドライン」向けに体裁を調整した資料である。

1. 事例の概要

1.1 実証実験の概要

地域の概要	東京都新宿区 新宿駅西・南エリア
実証の目的	新型コロナウイルスの影響により、都市活動には「3密を避け、一方で経済活動は維持」という命題が課せられている。この命題の実現のためには、商業施設などの賑わい箇所において利用者へ混雑状況を提供し、人々に行動変容を促すことが一つの解となる。このような背景を踏まえ、利用者に混雑を避けたルート選定等を促すことを目的に、既設のカメラ映像を用いた画像解析技術を活用し、公共空間の混雑状況を一般に提供することを試みた。
ユースケースの要点	往來の多い新宿駅西口から南口を繋ぐ「モザイク通り」を対象エリアとして、既設カメラ4台から取得したカメラ映像を用いて、AIによる深層学習を用いた画像解析技術によって人物を検出し、時間帯別の通行人数をカウントした。 既設カメラを活用した人流解析結果を3D都市モデル上でわかりやすく可視化する技術を確立することで、多くの地域・都市で都市活動モニタリングを展開することに寄与することも目指す。
実証の成果 （アウトカム）	既設カメラを用いた画像解析によって、公共空間内の時間帯別の通行者数及び混雑度を把握することが可能であることが把握された。 また、実証期間中に新型コロナウイルス感染症緊急事態宣言が発出されたが、宣言の前後で明らかに人流の傾向が増減することが把握されるなど、今回のモニタリング技術は実際の人流や施策の効果を的確に捉えられる技術であることも明らかになった。
まちづくり計画等との関係性	西新宿におけるスマートシティの取組推進に寄与することを目指し、実証実験で得られた知見を西新宿におけるスマートシティの取組推進を行っている東京都へ共有した。今後の取組内容についても適宜連携の上、西新宿エリアにおける先端技術を活用したまちづくりへの寄与に向けた検討を行う。

1.2 技術の概要

新型コロナウイルスの影響により、都市活動には「3密を避け、一方で経済活動は維持」という命題が課せられている。この命題の実現のためには、商業施設などの賑わい箇所において利用者へ混雑状況を提供し、人々に行動変容を促すことが一つの解になりうる。具体的には、今回の実証箇所となる新宿モザイク通りは、小田急線新宿駅西口から南口を繋ぐ複数経路の1つとなるため、計測期間内における混雑度の傾向を可視化し、インターネットで広く公開することで、通行者へ、他経路の選択や、通行時間の調整等を可能とする情報提供を行った。

下図にユースケース概要を示す。カメラ設置拠点である新宿モザイク通りに既設の防犯カメラを活用し、画像解析による人流計測を実施、計測後、蓄積された人流データはオフラインで取得の上、下記目的に合わせて加工・公開した。

- ①通行者への行動変容を促す視点で分析・整理、可視化を行い、インターネット上で実証結果を公開
- ②3D都市モデルへの重量のため、指定I/Fへ変換し、別途構築される3D都市モデル実証環境へ提供

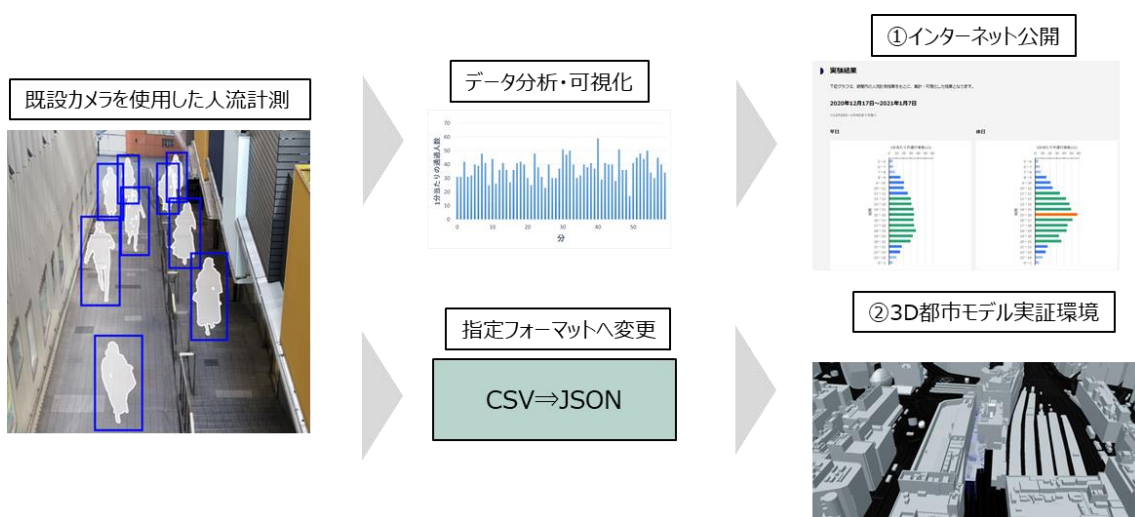


図 ユースケース概要

出典：PLATEAU VIEW、パナソニックシステムソリューションズジャパン株式会社

2. 導入技術の概要

2.1 計測環境の構築エリアおよび機器

実証箇所を下図に示す。今回の人流測定におけるモニタリング範囲は、小田急電鉄株式会社の保有する商業施設、新宿ミロード内におけるモザイク通りの通路とした。実証実験に使用する計測PCは、モザイク通りバックヤードに設置し、設置にあたっては小田急電鉄株式会社を窓口として小田急グループ内各社と調整を行った。

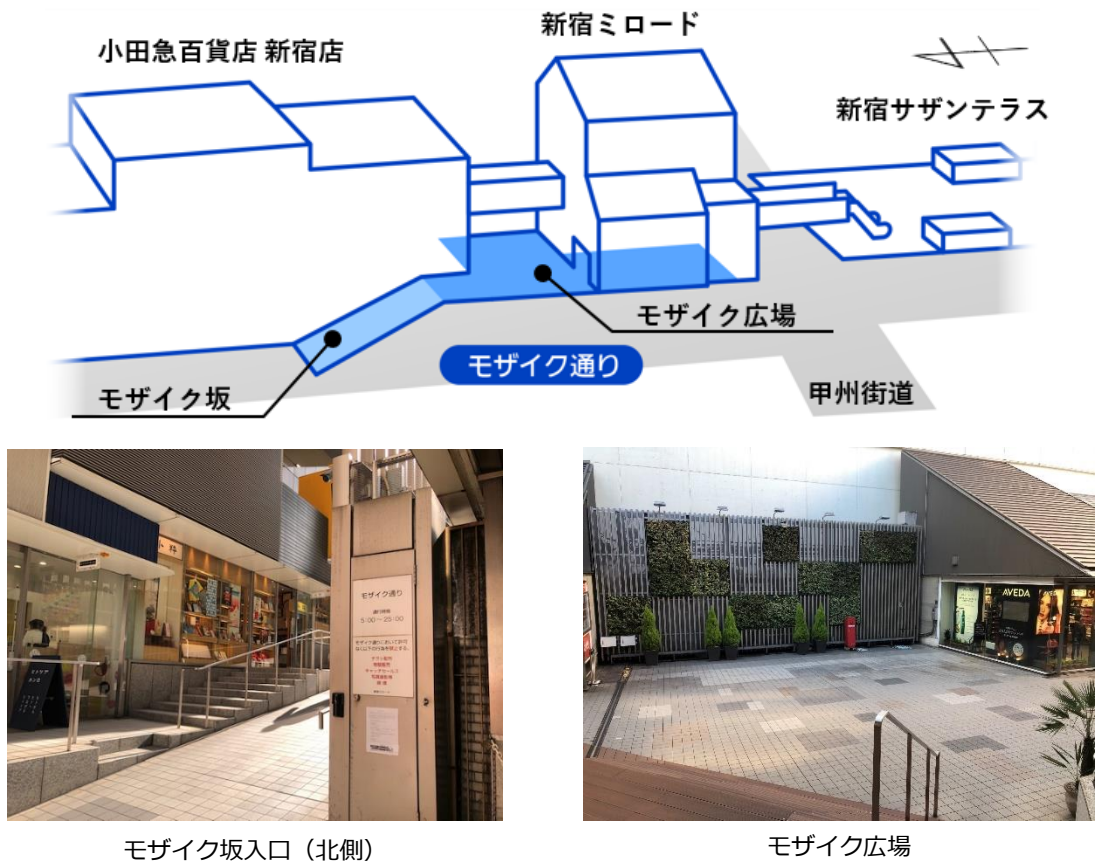


図 実証箇所

出典：パナソニックシステムソリューションズジャパン株式会社

表 機器設置等の協議・連携先

機器設置場所	モザイク通りバックヤード
協議・連携先	小田急電鉄株式会社
連携事項	・実証フィールド提供 ・機器設置場所・日程等、カメラ画像取得にあたり、必要となる小田急グループ内の調整 ・東京都との情報連携体制構築支援

2.2 データの取得方法

人流を「画像に仮想の測定ラインを設定し、単位時間あたりに仮想のエリアを横切る人数（エリア0とエリア1を横切る人物）」と定義し、画像解析による自動計測を実施した。計測にあたってはパナソニック株式会社に保有する人流計測アプリケーションを使用した。下図に測定イメージを示す。左図にあるように計測アプリケーションは画像内に写る人物を検出し、人物の軌跡を追跡する。カメラ画角はアプリケーション上で複数エリアに分割することで、エリア間を移動した人数を計測することが出来る。

計測データ例を下表に示す。計測時間（年、月、日、時、分、秒、ミリ秒）及びカウントした人数（エリア0→1へ移動した人数、エリア1→0へ移動した人数）が、個人情報を含まないテキストデータとして日単位、カメラ単位に蓄積される。計測後、カメラ画像は廃棄される。

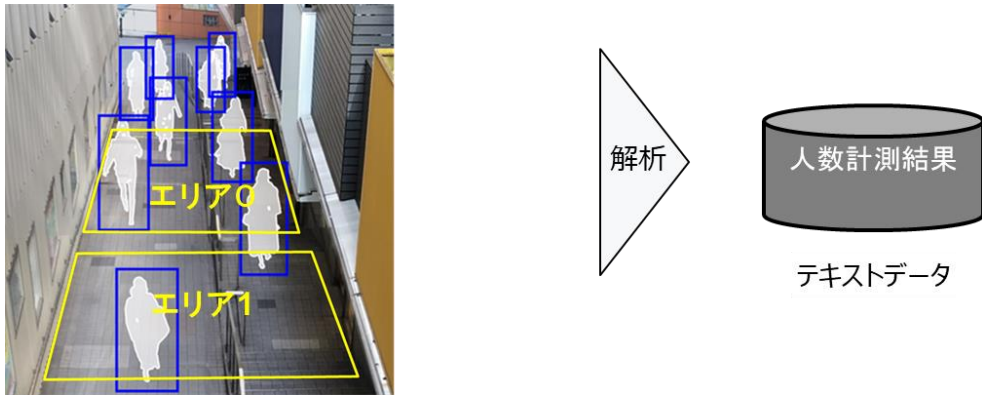


図 測定イメージ

出典：パナソニックシステムソリューションズジャパン株式会社

表 計測データ例

年	月	日	時	分	秒	ミリ秒	エリア 0⇒1 人数	エリア 1⇒0 人数
2020	9	16	12	00	00	55	0	1
2020	9	16	12	00	00	256	0	0
2020	9	16	12	00	00	458	1	1
2020	9	16	12	00	00	659	1	1
2020	9	16	12	00	00	860	0	0
2020	9	16	12	00	01	55	0	1
2020	9	16	12	00	01	256	0	0
2020	9	16	12	00	01	458	1	1
2020	9	16	12	00	01	659	1	1
2020	9	16	12	00	01	860	0	0
2020	9	16	12	00	02	55	0	1

今回の人流計測に使用した人流計測アプリケーション内の動作について説明する（下図）。

- （１）既設の防犯カメラシステムよりカメラ画像を取得（5fps）
- （２）取得したカメラ画像を解析。DeepLearning（※）を用いた人物検出を行い、予め設定したエリアを横切る人数をカウント
- （３）カウントした人数をテキストデータ形式で保存
- （４）カウント後、カメラ画像はPC内に保存せずに廃棄

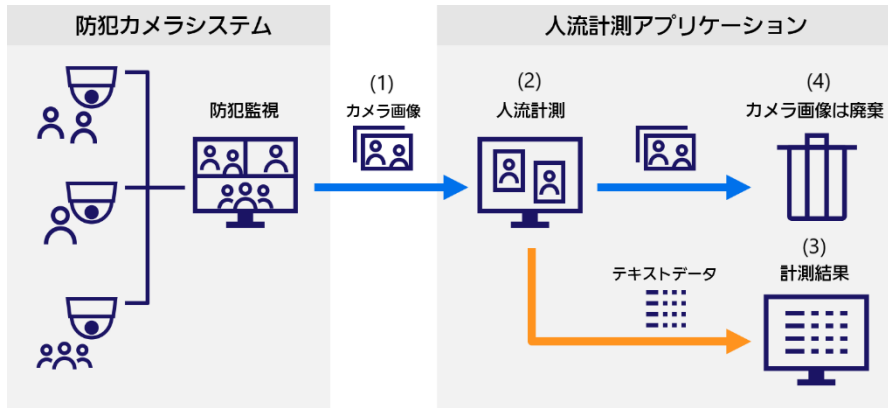


図 人流計測アプリケーション内の動作

出典：パナソニックシステムソリューションズジャパン株式会社

（※）DeepLearningについて

本アプリケーションにおいて、画像から人物らしい形状を手がかりに人物を探索する「人物検出技術」はDeepLearning（以下、DL）を活用している。DLは機械学習アルゴリズムの一つで、ニューラルネットワークを多層に重ねることで人間の脳を模した構造を有し、様々な認識技術の劇的な精度向上が期待されている。パナソニックでは、過去から蓄積した画像認識専門知識を活かした独自のDL方式を保有、人物検出に適用しており、カメラ画角や姿勢変動等にロバスト性を確保した人物検出を実現している。

■ 導入時の留意点

✓ 測定要件

画像解析による人流計測を行うにあたり、取得するカメラ画像の要件を満たす必要がある。今回の人流計測では、以下の要件を満たすカメラを使用した。

- ・ フレームレート：5fps、解像度：VGA
- ・ 撮影対象との距離が10m以内
- ・ 画像内に写る人物サイズが縦幅100pixel以上、または上半身で縦幅50pixel以上

なお、パン/チルト/ズーム機能を備えるカメラを使用する場合、カメラ管理者と、カメラ画角変更時の対処（設定画角の復元方法、パン/チルト/ズーム機能動作時の記録方法）を取り決めておく

✓ 既設カメラシステムへの影響調査

既設のカメラを利用するにあたり、通常のカメラシステムの運用へ支障を与えないことが前提となる。人流測定中は各カメラの画像配信先に計測PCを追加することになるため、各カメラにかかる通常運用時の負荷に、人流計測に必要な負荷を追加することになる。ネットワークカメラの性能には上限があるため、既設の防犯カメラシステムの運用に影響を与えないよう、カメラ選定時には該当カメラの通常運用における負荷状況、カメラ性能（画像配信許容量）を確認する必要がある。またカメラだけでなく、ネットワーク環境含め律速要因が無いか、合わせて確認する必要がある。

計測前の動作確認時及び、計測中はアプリケーションの正常動作だけでなく、定期的に既設カメラシステムにおいて、LIVE配信、録画等に問題が発生していないか確認する必要がある。

✓ 計測PCの選定

今回の人流計測アプリケーションにおいて、PC1台でカメラ5台分の画像解析処理を実行するために選定したPCスペックを下表に示す。計測時間が長時間である場合は、24時間365日稼働対応、停電に備えてUPSの設置が望ましい。

表 PCスペック

項目	仕様
OS	Windows10 Pro 64bit
CPU	Xeon W-2123 @3.60GHz以上
メモリ	32GB以上
GPU	Quadro P5000 (16GB)

✓ アプリケーションの機能要件

①個人情報保護への配慮

本実証実験において計測PCが取得するカメラ画像は、通行者の顔等を含むため個人情報に該当する。そのため、計測にあたっては、個人情報保護法に基づき、個人情報の取扱並びに手続き等を実施する必要がある。

個人情報の流出リスクを最小限にとどめるため、本人流計測アプリケーションではカメラ画像を蓄積することなく計測を行い、廃棄処理を行っている。下図にカメラ画像の処理概要を示す。

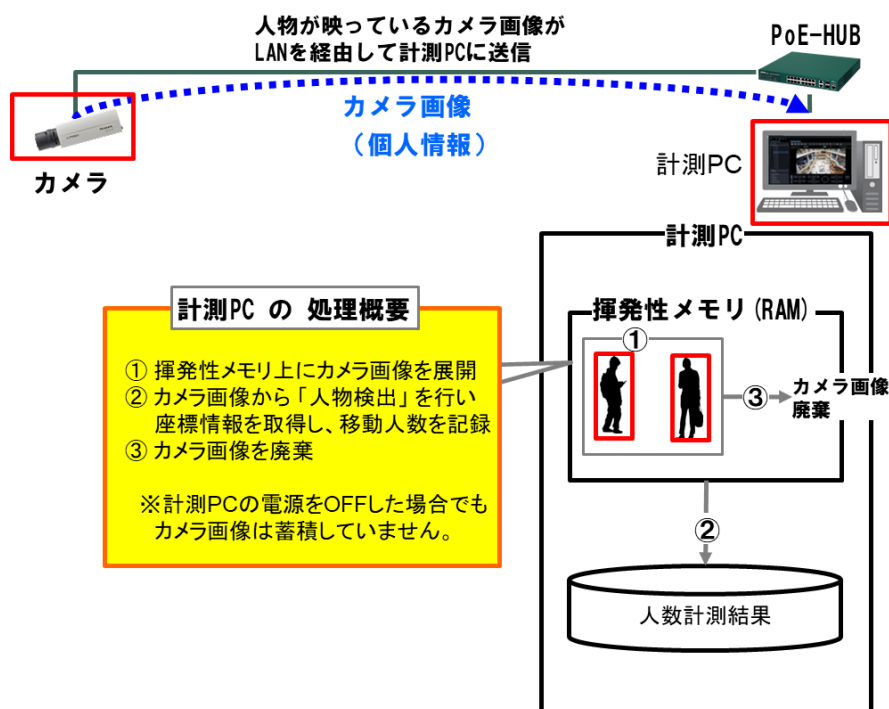


図 取得したカメラ画像の処理概要

出典：パナソニックシステムソリューションズジャパン株式会社

②エリア設定の柔軟性

防犯目的に設置されたカメラは、設置高や撮影角度、画角条件が人流計測視点で最適解になっていない場合があり、また変更することが出来ない。具体的には下記のようなケースにおいて、柔軟なエリア設定機能を求められる。

ア) カメラ画角内に誤検出を誘発する要素が含まれる場合。人型のオブジェや、ショーウィンドウへの映り込みなど。人流計測アプリケーション側でエリア設定の形状など、自由度を持たせる機能を有することが望ましい。

イ) 画角内に通路の分岐点がある場合。例えば3つ以上のエリア設定が可能であれば、各分岐に対する移動人数を計測することができ、より細やかな人流の把握が可能となる。

今回の実証実験で実施した、人流データの分析手順並びに実施内容を下図に示す。

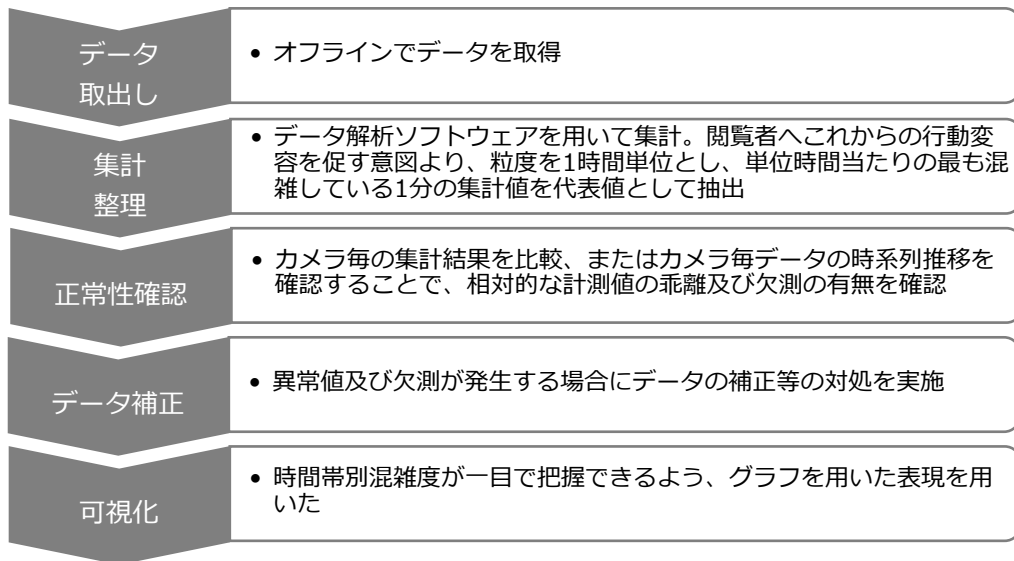


図 取得したデータの分析手順

出典：パナソニックシステムソリューションズジャパン株式会社

■ 計測値の乖離及び欠測が発生した際の対処

以下に実際に発生した計測値の乖離及び欠測の内容及び、対処結果について示す。

① 既設カメラの画角制約に起因する計測値の乖離

下図に示すように既設カメラの画角内に通路全域が収まらない場合、カメラの真下の通行者については計測することが出来ない。今回の実証では、該当カメラと、隣接する通路全幅を計測可能なカメラとの計測結果を通行方向別に比較することで、方向毎の補正係数を算出し、データ処理を実施した。本補正については、地形や通路内構造物等、周辺環境に大きく依存するため場所毎に適した補正方法を検討する必要がある

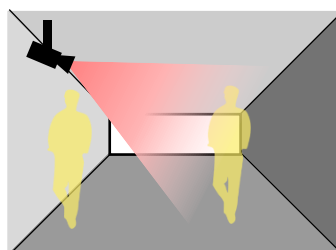


図 カメラ画角の制約

出典：パナソニックシステムソリューションズジャパン株式会社

② 取得画像データの欠損

既設カメラシステムで既に複数の映像配信を行っているなど、カメラの設置環境によっては、配信される画像にコマ飛びが発生し、画像データの欠損が生じる場合がある。このような場合は、該当期間内で通行者数が少なくカウントされるが、今回は欠損期間及びタイミングが不定期であったため、係数等による補正は難しいと判断し、欠測として取扱いを行った。対処法として、複数台のカメラの使用によるデータ補完を行うことが考えられる。

2.3 3D都市モデル実証環境へのデータ提供結果

本実証実験結果は、JSONデータ形式にて3D都市モデル実証環境へ提供を行った。CSVデータからJSONデータへの変換に際しては、変換ツールをPythonで作成し実行した。下図にJSONデータ形式の詳細を記載する。

```
{
  "arrows": [
    {
      "arrowid": 1,
      "dateTime": [
        "2020-12-17T00:00:00+09",
      ],
      "start": [
        {
          "X": "-12128.59279",
          "Y": "-34282.82057",
          "Z": "41.99275028"
        }
      ],
      "end": [
        {
          "X": "-12127.91801",
          "Y": "-34287.71731",
          "Z": "42.46349907"
        }
      ],
      "value": [
        3,
      ],
      "rank": [
        1,
      ]
    },
    {
      "arrowid": 2,
      "dateTime": [
        "2020-12-17T00:00:00+09",
      ],
      "start": [
        {
          "X": "-12128.59279",
          "Y": "-34282.82057",
          "Z": "41.99275028"
        }
      ],
      "end": [
        {
          "X": "-12129.27094",
          "Y": "-34277.92384",
          "Z": "41.23500099"
        }
      ],
      "value": [
        4,
      ],
      "rank": [
        1,
      ]
    }
  ]
}
```

1 : エリア0からエリア1への移動人数
計測時間（配列形式で格納）

3D都市モデルへ重畳する矢印の始点
計測地点の3D都市モデル実証環境上のX,Y,Z座標

3D都市モデルへ重畳する矢印の終点

分当たり計測人数の最大値（配列形式で格納）

混雑度レベル（配列形式で格納）

2 : エリア1からエリア0への移動人数

図 JSONデータ形式詳細

出典：パナソニックシステムソリューションズジャパン株式会社

3. データ分析・可視化の実施結果

本実証実験により得られた計測データを、施設利用者が混雑状況を把握し行動変容を促すことを目的に分析・可視化を実施した。以下に結果を示す。

可視化手法及び方針を下表に示す。

表 分析・可視化手法及び方針

使用ツール	Excel、Tableau等のデータ分析ソフトウェア
データ分析・可視化方針	・計測期間内で計測結果を平均化し、過去の混雑度の傾向として施設利用者へ情報提供を行う。 ・結果に顕著な差が発生する、平日、休日毎に集計・可視化を行う。 ・計測期間内で東京都における緊急事態宣言が発令されたため、同様の理由により発令前後で集計期間を分割する。
データ集計・整理手法	①日毎のデータを1分間単位で集計（各方向の合算値） ②1時間単位で最大の分当たり通行者数を抽出 ③②で抽出した値を、計測期間内にて平均化
可視化手法	上記集計データを時間帯別の推移が把握しやすいよう、棒グラフにより可視化を行う。また混雑する時間帯を直観的に把握できるよう、混雑度をレベル分けし、色分けを行う。

下図に、混雑度のレベル分けに適用した閾値を示す。閾値の設定にあたっては、国土交通省より発行された「大規模開発地区関連交通計画マニュアル 改訂版」に記載の、歩道における歩行者流量によるサービス水準項目を参照した。本マニュアルに記載の、“やや制約”水準となる27人/分・mを基準とし、通路幅は両側の店舗側空間を考慮し2mとした。以上の基準により、今回の計測結果における最も混雑度が高いレベルを54人/分とし、以下3レベルへ分割した。なお54人/分は、歩行速度を81m/分とし、通り内を等間隔かつ2列通行を仮定した場合に、前方の歩行者との間隔が3mとなる値である。コロナ禍における、密を避けるためのフィジカルディスタンス（2m以上）に対し、本実証では移動中の通行者を対象としていることから、マージン1mを加えた3mを確保できない場合を混雑度の高いレベルとし、通行者へ行動変容に向けた情報発信を実施した。

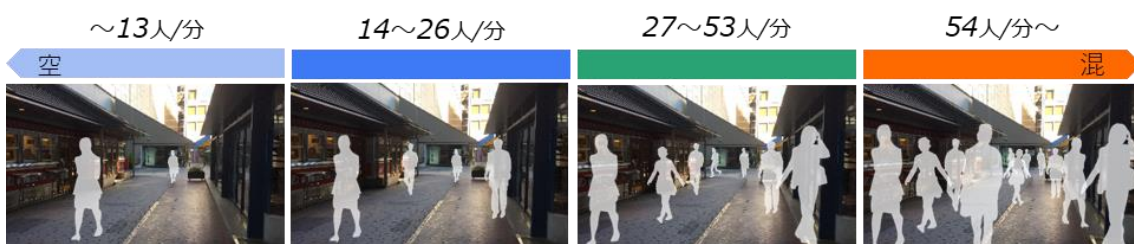


図 混雑度のレベル分け

出典：パナソニックシステムソリューションズジャパン株式会社

A	自由歩行	～ 27人／m・分
B	やや制約	27～ 51
C	やや困難	51～ 71
D	困難	71～ 87
E	ほとんど不可能	87～100

図 歩道における歩行者流量によるサービス水準

出典：大規模開発地区関連交通計画マニュアル 改訂版

下図に可視化後の各グラフを示す。グラフ縦軸は時間帯を表し、横軸は各時間帯における1分当たりの最大通行者数を表す。グラフより以下の内容等を確認することが出来る。

- ・休日15時～16時の時間帯が最も通行者数が多い時間帯である（平日の同時刻の約2倍）
- ・平日の日中は時間帯による通行者数の変化は少ない
- ・1月8日以降（緊急事態宣言発令後）、通行者数は約30%減少

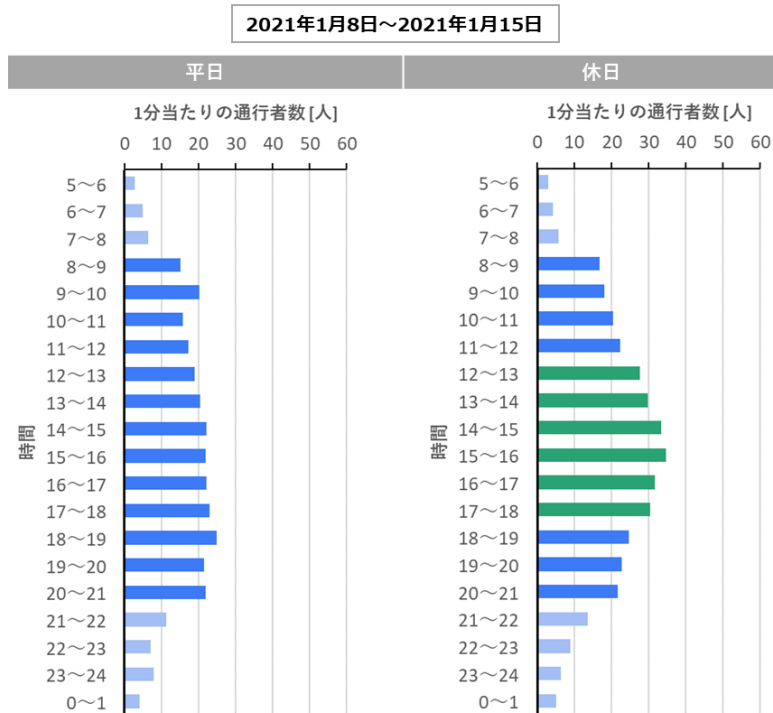
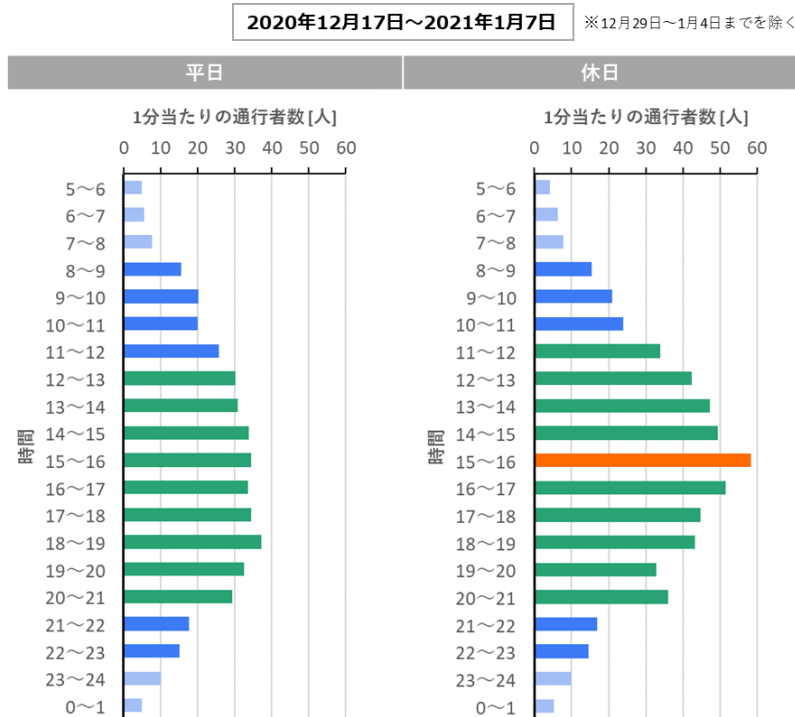


図 可視化結果(方向区別無し)

出典：パナソニックシステムソリューションズジャパン株式会社

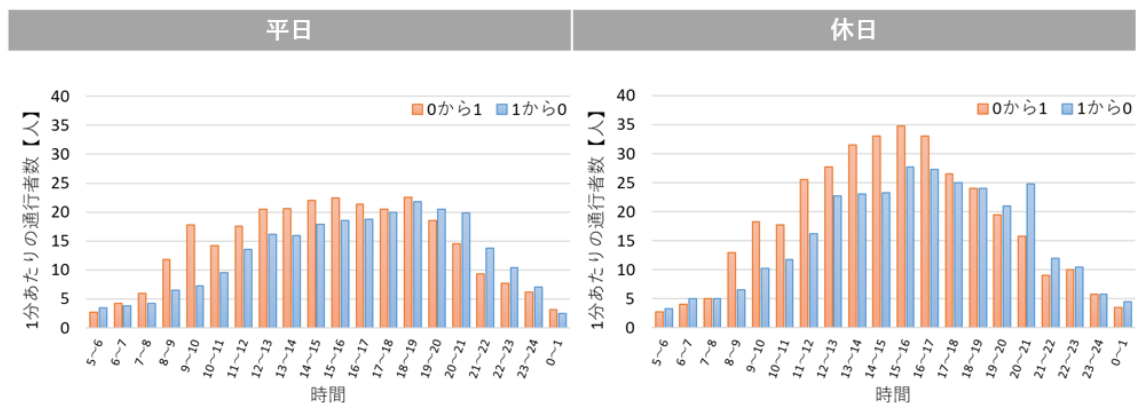
下図に、方向別に期間内で集計した場合の各グラフを示す。グラフ横軸は時間帯を表し、縦軸は各時間帯における1分当たりの最大通行者数を表す。橙色がエリア0から1（西口から南口方面）へ移動する通行者数を示し、青色がエリア1から0（南口から西口方面）へ移動する通行者数を示す。グラフより以下の内容等を確認することが出来る。

- ・エリア0から1（西口から南口方面）へ移動する通行者数は、午前9時頃と、15時頃にピークを持つ
- ・エリア1から0（南口から西口方面）へ移動する通行者数は、15時頃と20時頃にピークを持つ
- ・平日休日問わず、午前中から18時頃にかけてはエリア0から1（西口から南口方面）へ移動する人流の方が多く、夕刻以降は逆転し、エリア1から0（南口から西口方面）へ移動する人数が多くなる。これは、通勤等による午前中の通行者が帰宅時に同経路を逆方向に通行しているためと推測される。
- ・緊急事態宣言前後の平日の通行者数を比較すると、昼間の減少に比べ、朝8時～10時の人数はほぼ変化していない。

以上のように、計測期間内において得られたデータを集計し、通行者目線を考慮した時間粒度で整理・可視化することで、利用者が該当施設を訪問前に時間帯別の混雑傾向を把握し、混雑を避けた時間選定を促すことや、また緊急事態宣言等の施策前後における人流変化の把握により、施策が街なかの人流に対して及ぼす効果を定量的に確認することが可能である。

2020年12月17日～2021年1月7日

※12月29日～1月4日までを除く



2021年1月8日～2021年1月15日

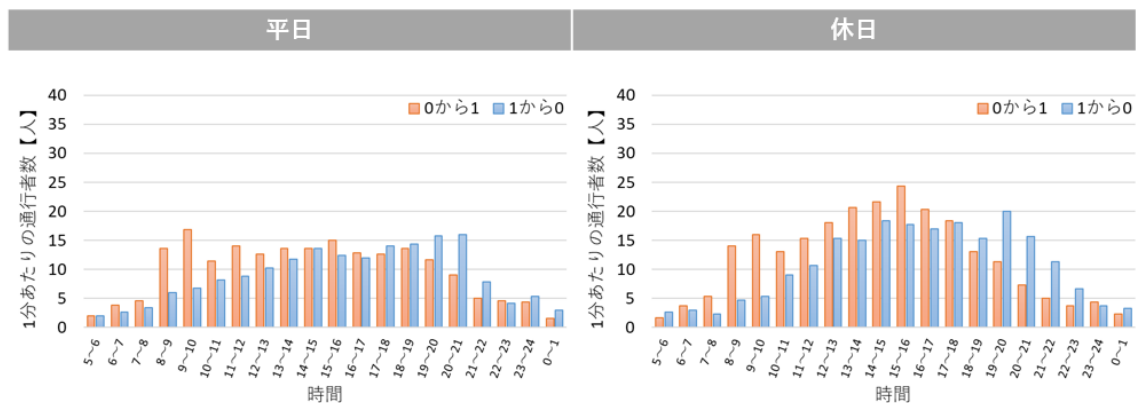


図 方向別集計結果

出典：パナソニックシステムソリューションズジャパン株式会社

レーザーセンサーによる高精度で リアルタイムな人流計測 (東京都江東区・愛媛県松山市)

本資料は、日立製作所・日立情報通信エンジニアリング共同提案体が作成した「3D都市モデルを活用した都市活動モニタリング等の技術実装業務（レーザーセンサーを活用した人流軌跡データ自動生成システムによる分析等の実施）報告書」の記載内容を抜粋し、「3D都市モデルの利活用ガイドライン」向けに体裁を調整した資料である。

1. 事例の概要

1.1 実証実験の概要

地域の概要	東京都江東区 豊洲エリア、愛媛県松山市 松山市駅前広場
実証の目的	3D LiDARにより取得したポイントデータを3D都市モデルに重ね合わせ、高精度でリアルタイムに人流を可視化することで、市民や観光客が安心・快適に利用し、回遊/滞留できる交通結節点・広場のレイアウトや、歩いて暮らせるまちづくり、交通機関混雑の平準化、地域商業活性化などの各種施策に活用することを目指す。
ユースケースの要点	市街地で面的に人流計測を行うため、23区内の複合市街地（東京都江東区豊洲エリア）と地方都市の中心エリア（愛媛県松山市駅前広場）の2か所を対象として、3D LiDARを用いた人流解析技術の証を実施した。
実証の成果 （アウトカム）	3D LiDARを用いた人流解析技術は、レーザー光を用いて対象となる人との距離を計測し、移動軌跡として人流を取得したする技術である。このため、人の動きが交錯する場所や軌跡の密度が高い箇所などを把握することで、混雑度や滞留状況をわかりやすく可視化できることが明らかになった。 また、写真や映像を取得せずに人の位置情報の正確な把握が可能であるため、プライバシーを考慮しつつ高精度に人流データを取得できた。
まちづくり計画等との関係性	江東区豊洲エリアの実証実験では、江東区や豊洲スマートシティ推進協議会と連携し、「適度なにぎわい創生」をテーマとして、計測データから人流軌跡や滞留状況の可視化を実施した。可視化結果は、例えば、回遊／滞留行動促進のためのキッチンカーの配置や案内サイン設置など、広場のエリアマネジメントに活用が見込まれるほか、豊洲スマートシティ推進協議会が推進するスマートシティの取組のひとつである「バーチャル豊洲」の実現にも寄与することも目指す。 松山市駅前広場の実証実験では、松山市や松山アーバンデザインセンター（UDCM）と連携し、計測データを駅前広場整備の合意形成・計画策定のための検討材料とするほか、市民およびまちづくり関係者を対象とするワークショップにも活用する。また、広場内施設の利用状況などを把握することで、植栽やベンチの設置箇所など広場の細部の空間設計に活用することも目指している。

1.2 技術の概要

3D LiDARによる人流の計測方式を下図に示す。3D LiDARからレーザー光を照射し、物体に当たって跳ね返ってくるまでの時間を計測し、物体までの位置を検出する。検出した位置情報は、計測用の汎用コンピューター等に蓄積され、ビューア上で現在位置や移動軌跡をリアルタイムで表示可能である。さらに、クラウド上の分析サーバに計測データを送信することで各種分析を実施可能である。

3D LiDARによる計測方式の特長を以下に示す。

- ✓ レーザー光はJIS規格安全基準の人体に影響のないクラス1を使用。
- ✓ 3D LiDARでの点群データによる人検知方式により取得データに対する個人情報保護への配慮が不要。
- ✓ 複数台のセンサーを使用し、計測エリア(面)を構成することで広範囲な動線を計測。
- ✓ 高速レーザーパルス照射により高精度な計測誤差約30cmで歩行速度（移動スピード）も計測。

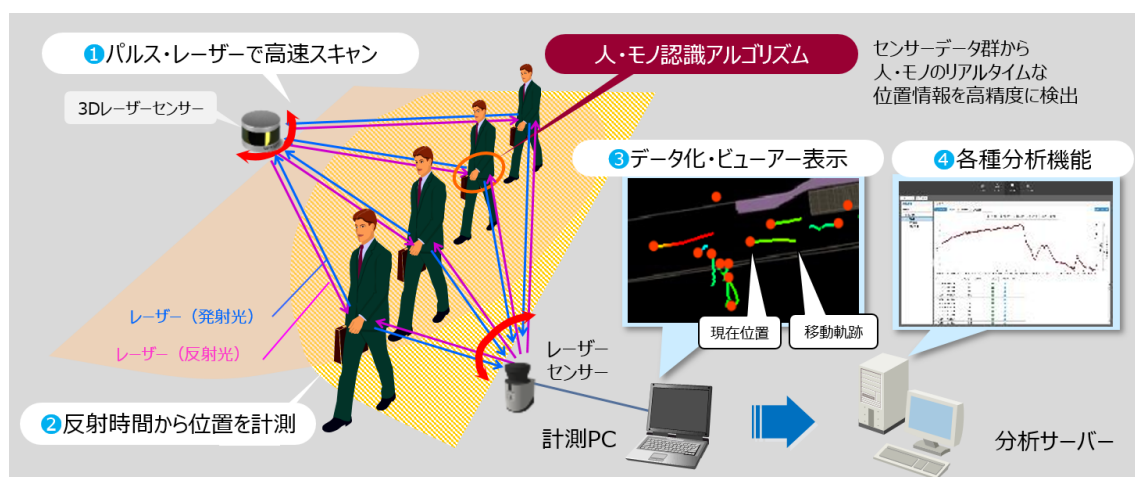


図 3D LiDARによる計測方式

2. 導入技術の概要

2.1 計測環境の構築エリアおよび機器

【東京都江東区】

計測範囲と機器設置場所を下図に示す。計測範囲については、(1) 東京メトロ有楽町線豊洲駅7出入口とゆりかもめ豊洲駅の利用動線、(2) 有楽町線豊洲駅7出入口と豊洲シビックセンターの間の空間、(3) 豊洲公園方面⇄豊洲交差点方面の利用動線、(4) ベンチ等の屋外スペースの利用状況、(5) 有楽町線豊洲駅2b出入口の利用動線 を計測可能とし、3D LiDARの特性（レーザー光の照射角度、照射範囲等）と機器据付上の制約を考慮して全9台の3D LiDARを使用した。機器設置場所については、3D LiDARは有楽町線豊洲駅7出入口および2b出入口を結ぶ屋根付き通路（一部、通路付近の照明灯）の柱に据付を行った。また、3D LiDARからの計測データを処理する計測PCやネットワーク機器等の情報機器を収納する機器収納ボックス（PC BOX）は、電源設備の設置場所を考慮して図2-1に示すセンサー⑤付近に設置した。

机上での設置計画の後は、次頁上図に示す計測範囲のシミュレーションを実施し、照射密度が低い場所や死角となる場所を確認し、目的の計測が行えるかの確認を行った。

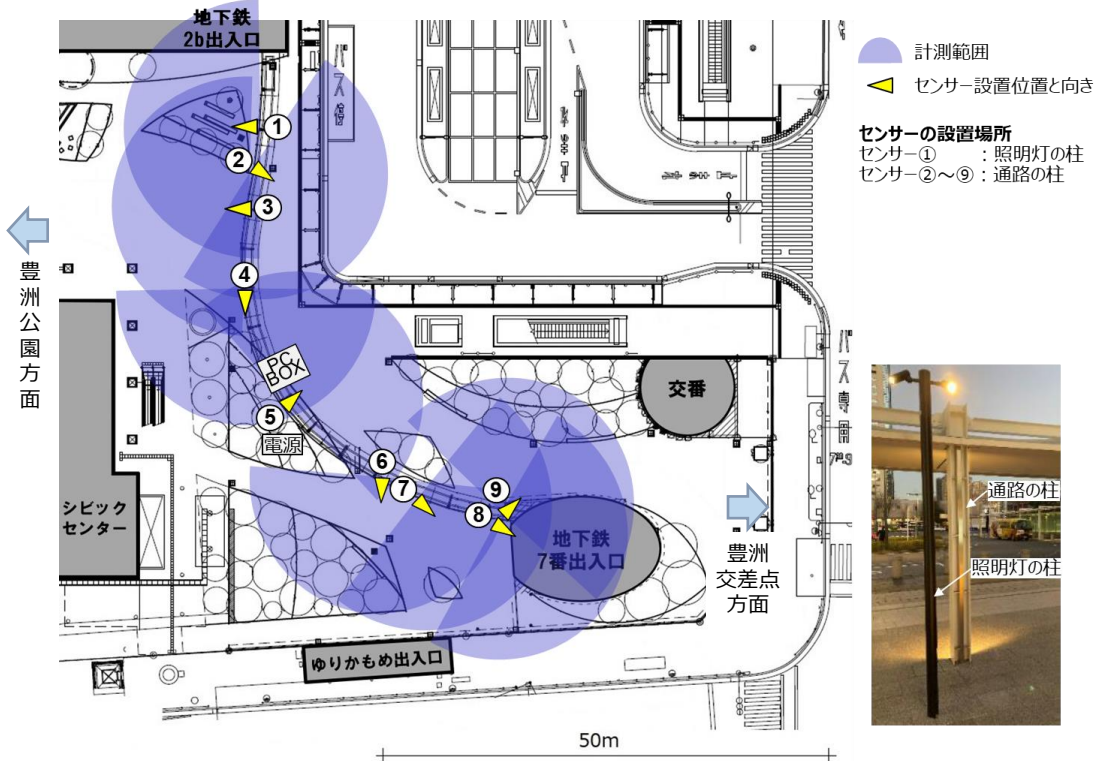


図 計測範囲と機器設置場所



図 計測範囲のシミュレーション結果

豊洲エリア（駅周辺）でのシステム構成を下図に示す。3D LiDARが検出した計測データは、計測PCに蓄積される。録画PCは、計測PC上の計測データを読み込み、ビューア上で現在位置や移動軌跡をリアルタイムで表示させ、人流可視化動画として保存する。計測データは、クラウド上の分析サーバーに送信することで各種分析や3D LiDARの動作監視を行う。各計測機器とのネットワーク接続については、有線接続とすることで通信状況の影響による計測データの欠損が起きないように配慮した。また、PoE（Power over Ethernet）給電機能を備えたスイッチングハブを使用することで、3D LiDARへの電力供給と通信をLANケーブルを介して実現した。

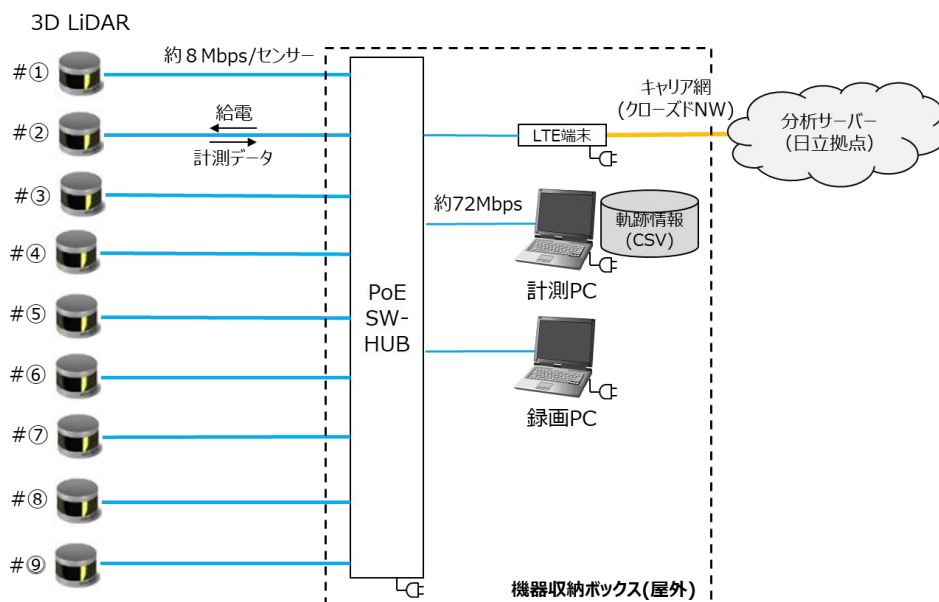


図 システム構成図

機器等の設置について協議・連携等した主体等

実施箇所への機器等の設置(*)、実証計画およびデータ分析・可視化について協議・連携等した主体等を以下に示す（敬称略、順不同）。

- ・ 三井不動産株式会社、三井不動産ビルマネジメント株式会社、株式会社IHI、東京地下鉄株式会社、清水建設株式会社、江東区、東京都
- ・ 豊洲スマートシティ推進協議会

(*) 計測エリアの図面入手、センサー設置許諾、電源利用許諾など。

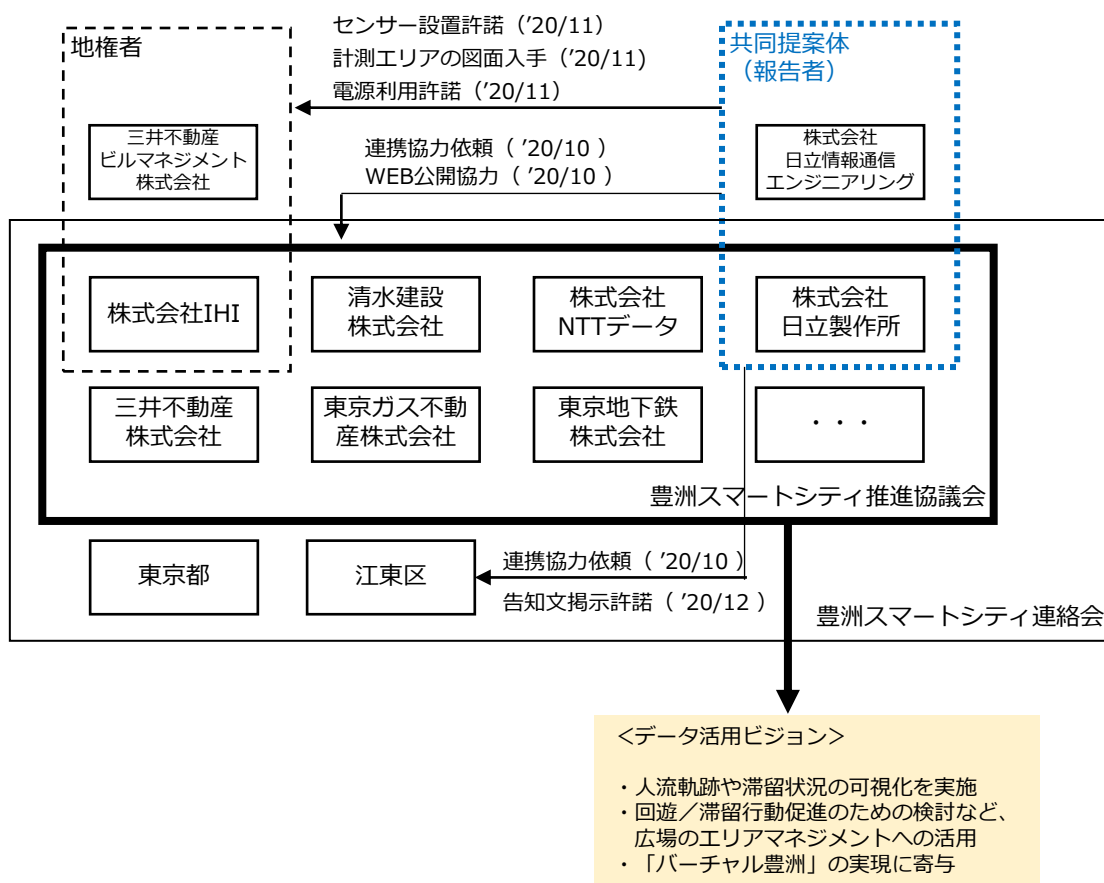


図 機器等の設置について協議・連携等した主体等

【愛媛県松山市】

計測範囲と機器設置場所を下图に示す。計測範囲については、(1) 伊予鉄道松山市駅（郊外線、市内線）利用者の動線、(2) 駅前歩道（横断歩道含む）の利用状況、(3) 駅前広場の滞留状況、(4) 商店街側歩道（横断歩道含む）の利用状況を計測可能とし、3D LiDARの特性（レーザー光の照射角度、照射範囲等）と据付上の制約を考慮して全7台の3D LiDARを使用した。機器設置場所については、3D LiDARは歩道脇の柱、情報BOX、まつちかTOWN出入口、街路樹に据付を行った。また、3D LiDARからの計測データを処理する計測PCやネットワーク機器等の情報機器を収納する機器収納ボックス（PC BOX）は、市駅前広場のまつちかTOWN南側出入口付近に設置した。

机上での設置計画の後には、計測範囲のシミュレーションを実施し、照射密度が低い場所や死角となる場所を確認し、目的の計測が行えるかの確認を行った。

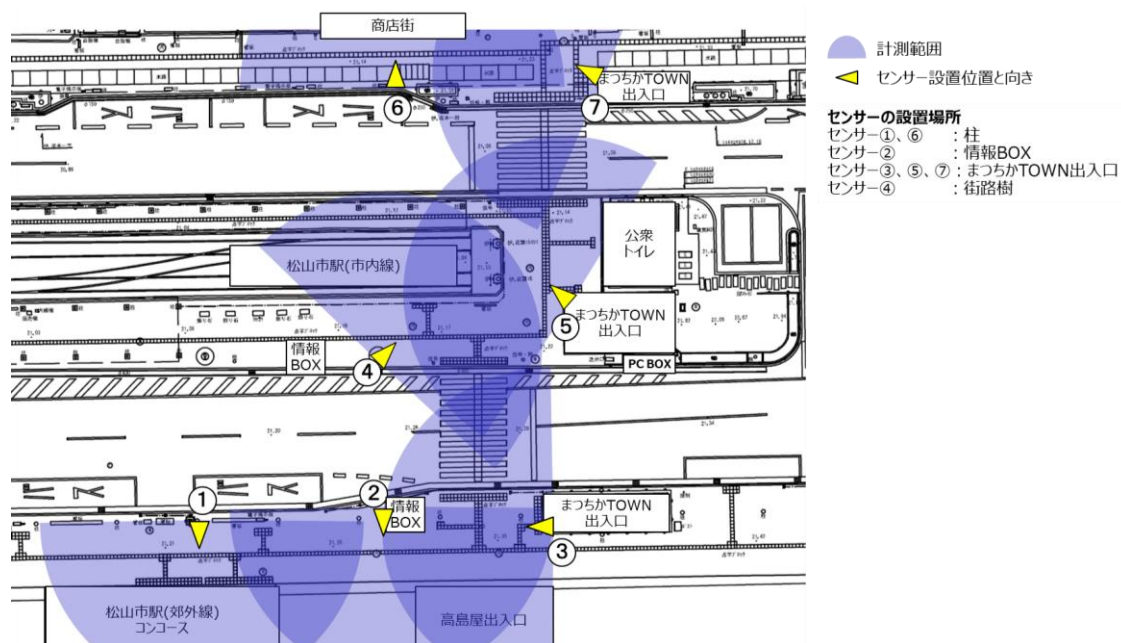


図 計測範囲と機器設置場所

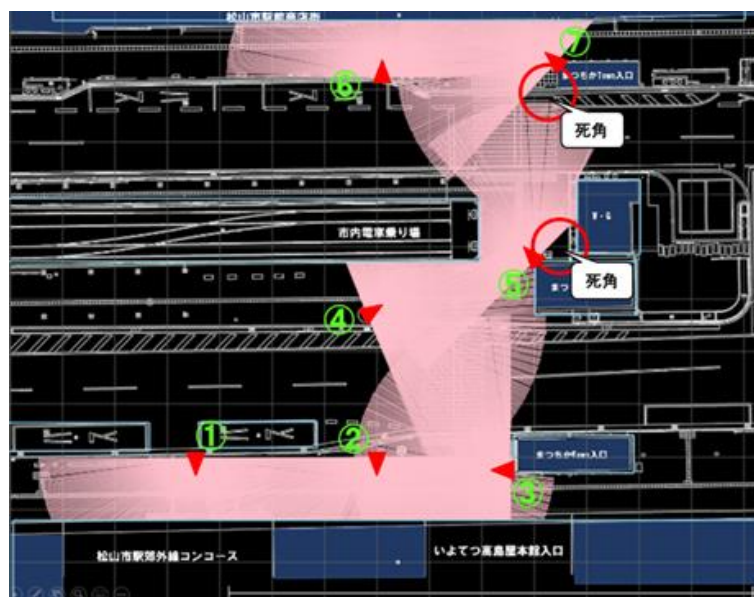


図 計測範囲のシミュレーション結果

松山市でのシステム構成を下図に示す。3D LiDARが検出した計測データは、計測PCに蓄積される。録画PCは、計測PC上の計測データを読み込み、ビューア上で現在位置や移動軌跡をリアルタイムで表示させ、人流可視化動画として保存する。計測データは、クラウド上の分析サーバーに送信することで各種分析や3D LiDARの動作監視を行う。各計測機器とのネットワーク接続については、高島屋側と商店街側との間に2つの車道が通っていることや、センサー④と機器収納ボックス（PC BOX）との間に歩道が通っているために有線接続することが困難である。そのため、駅前広場側にWi-Fi親機を設置し、高島屋側、商店街側、伊予鉄道松山市駅(市内線)電停エリア（以降、市駅前電停エリアと称す）に各々Wi-Fi子機を設置して無線接続とした。電源についても同様に、一か所から各機器に給電することが不可能であったため、高島屋側、商店街側、市駅前電停エリアにある各電源から電源配線を通して給電を行った。なお、市駅前電停エリアに設置したPC BOX内の情報機器に給電するための電源は、最寄りの配電盤から電源配線を敷設する必要があることから配電盤にケーブルを通すための工事を行った。

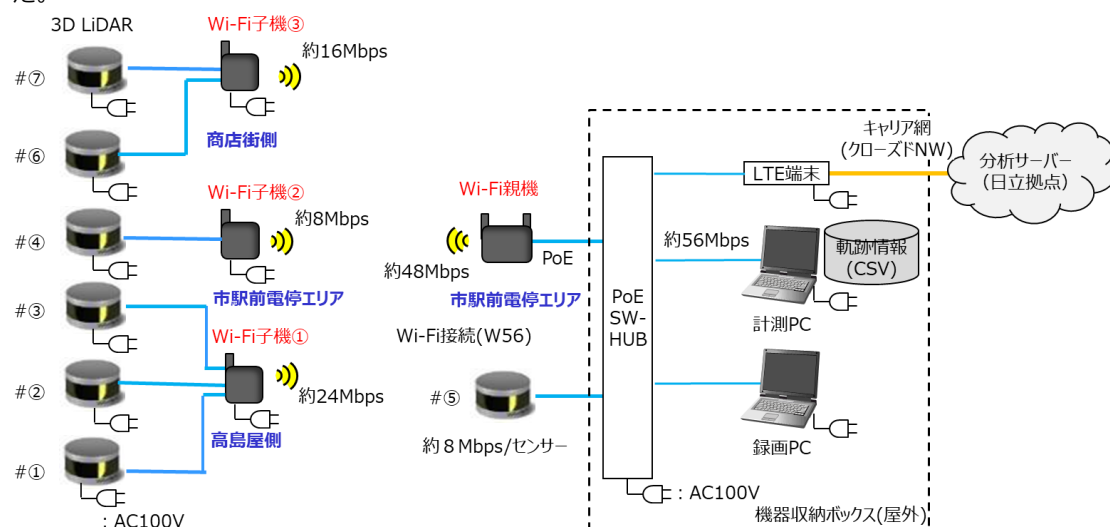


図 システム構成図

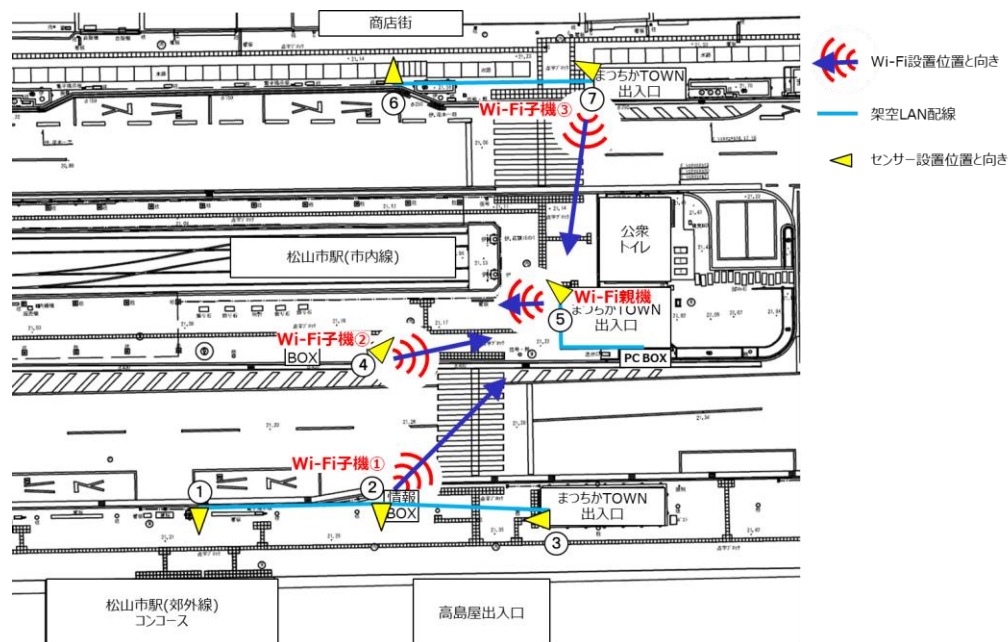


図 3D LiDARとWi-Fi機器設置位置

・機器等の設置について協議・連携等した主体等

実施箇所への機器等の設置(*)、実証計画およびデータ分析・可視化について協議・連携等した主体等を以下に示す（敬称略、順不同）。

- ・ 松山市、伊予鉄道株式会社、株式会社伊予鉄高島屋、松山市駅前商店街、まつちかタウン、警察署
- ・ 松山スマートシティ推進コンソーシアム

(*) 計測エリアの図面入手、センサー設置許諾、道路使用許可、道路占用許可、電源利用許諾など。

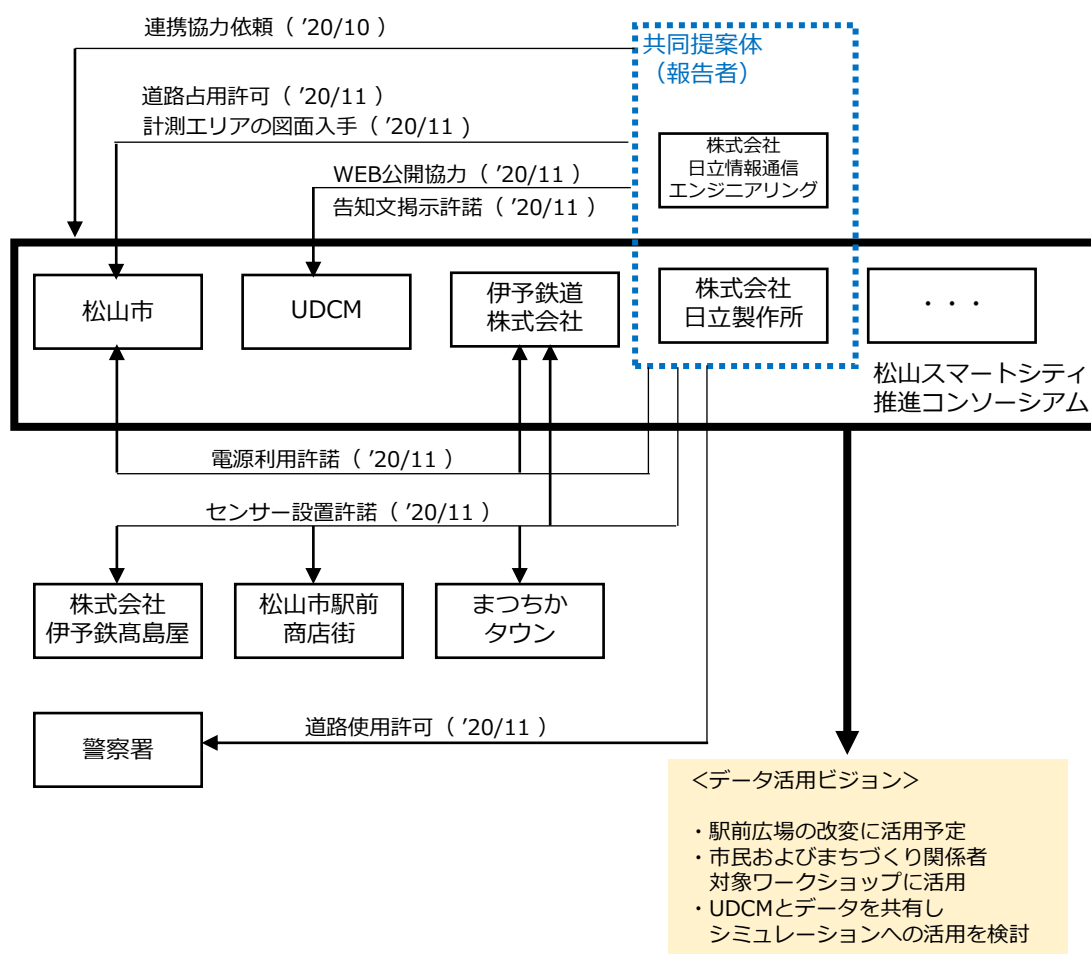


図 機器等の設置について協議・連携等した主体等

2.2 データの取得方法

3D LiDARと動線計測ソフトウェアを用い人・モノの位置情報を取得し、それらの情報をCSVファイルとして出力し、目的に応じた分析、レポートを作成できる。

①計測方式と特長

計測方式の概要と特長を以下に示す。

- ✓ 3D方式のレーザーセンサーを使用し人流をリアルタイムに計測。
- ✓ 複数台のセンサーを使用し、計測エリア(面)を構成することで広範囲な動線を計測。
- ✓ 計測精度は30cm程度で移動スピード(歩行速度)も計測。
- ✓ 個人が判別できない点群データでの取得となるため、個人情報保への配慮が不要。
- ✓ 計測データは制御PCに蓄積され、上位分析サーバーで各種分析が可能。

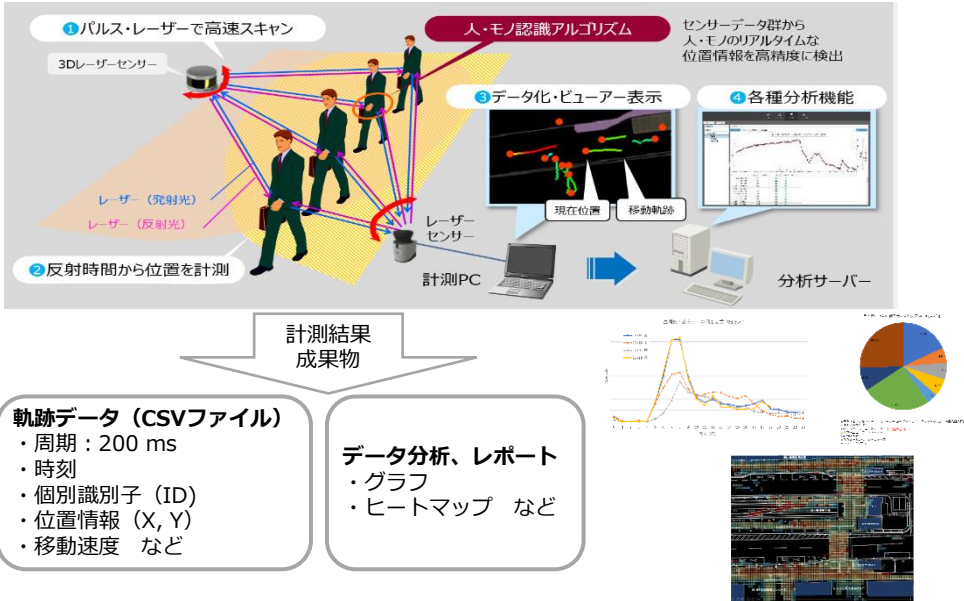


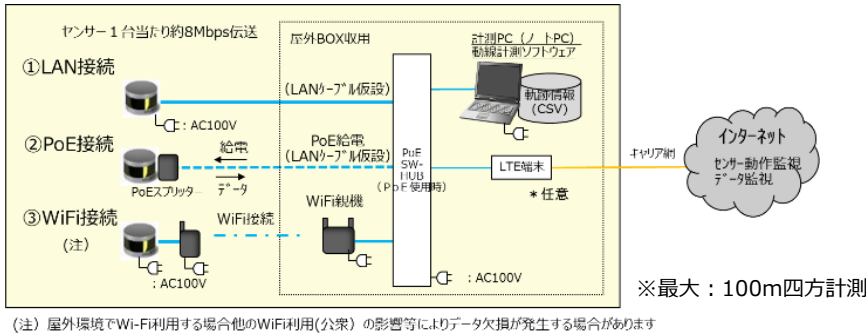
図 3D LiDARによる計測方式と計測結果成果物(CSVファイル/各種分析例)

②システム構成

3D LiDARの接続方式の種類を下表に、各方式を用いたシステム構成イメージを下図に示す。

表 3D LiDARの接続方式と必要機材等

方式	概要	必要機材等
①LAN接続	センサー設置近傍にAC電源があり、LANケーブル仮設が可能な場合	LANケーブル (cat5)
②PoE接続	LANケーブル仮設は可能だが、センサー近傍にAC電源が無い場合 (PoE-HUBからのLANケーブル給電)	LANケーブル (cat5) PoE-HUB、PoEスプリッター
③Wi-Fi接続	センサー近傍にAC電源はあるが、通路や道路をまたぐなどLANケーブル仮設が困難な場合	Wi-Fi親機、子機



(注) 屋外環境でWi-Fi利用する場合他のWi-Fi利用(公衆)の影響等によりデータ欠損が発生する場合があります

図 システム構成イメージ

③施工事例

施工イメージと施工事例を以下に示す。計測実施には、下記のように3D LiDARおよび通信機器、P Cの設置、収納が必要となる。

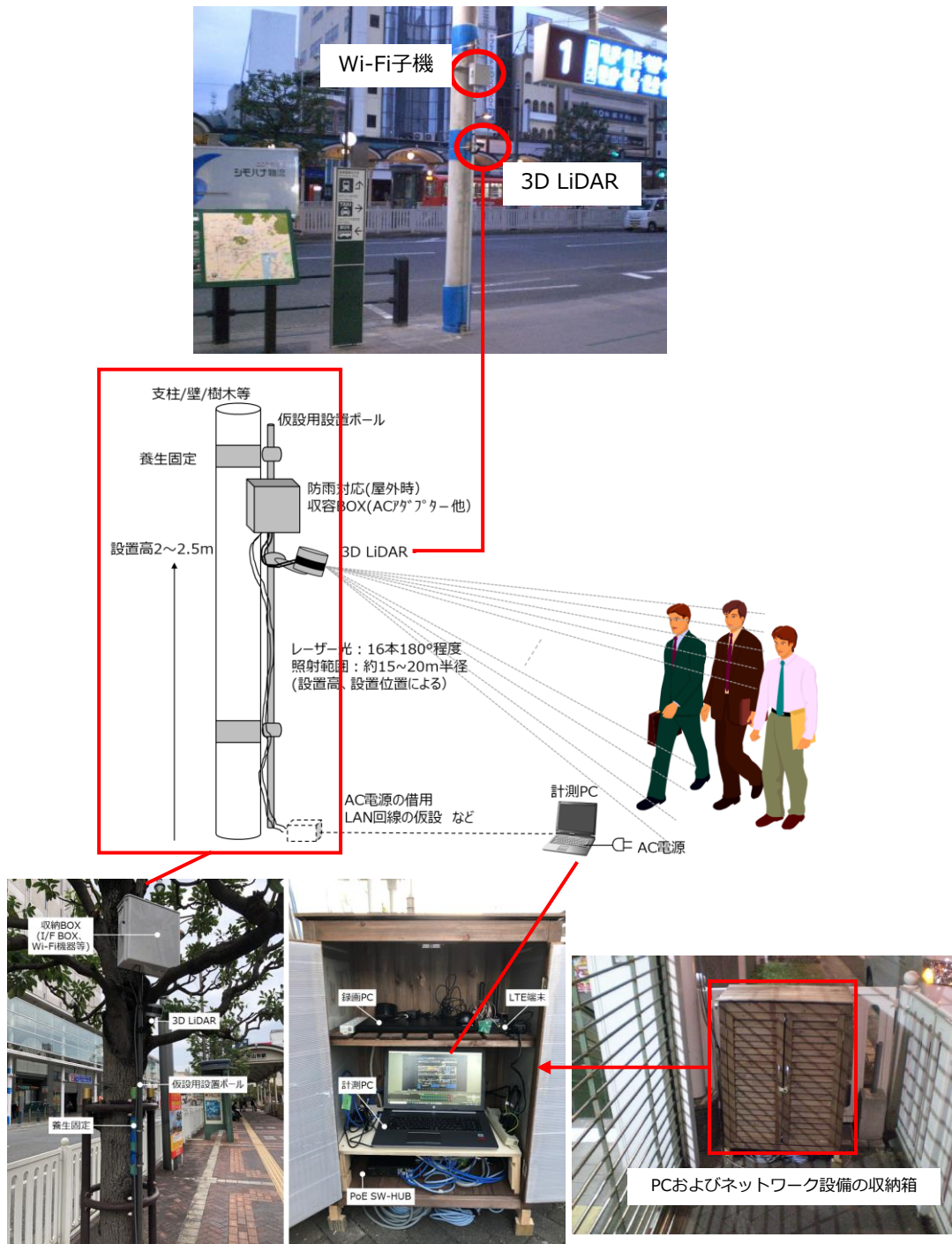


図 施工イメージと計測機器の設置/施工例

2.3 3D都市モデル実証環境へのデータ提供結果

【東京都江東区】

本実証実験の計測システムで蓄積されたCSV形式の人流計測データは、別業務で構築する3D都市モデル実証環境で使用するためのデータ形式である、MF-JSON（Moving Features JSON）形式に変換して提供を行った。計測データの範囲は、12月18日（金）0時～12月21日（月）20時までである。

計測データに含まれるX、Y座標はローカル座標であるため、世界測地系WGS84の緯度経度に変換を行った。Z座標（標高）については、計測エリアは地上1階相当部分のみであり、計測エリアの標高差は1m未満であることから、計測エリアの標高の中央値である標高2.5m（国土地理院地図より）を全計測データに設定した。

```
[{"type": "FeatureCollection",
  "features": [
    {
      "type": "Feature",
      "id": "85949944940463",
      "geometry": {
        "type": "LineString",
        "coordinates": [
          [
            139.795242520302,
            35.6548013650778,
            2.5
          ],
          [
            139.795240646498,
            35.6548052292589,
            2.5
          ]
        ]
      },
      "properties": {
        "datetimes": [
          "2020-12-18T08:59:50Z",
          "2020-12-18T08:59:51Z"
        ]
      }
    }
  ]
}]
```

図 MF-JSONファイルの例

【愛媛県松山市】

本実証実験の計測システムで蓄積されたCSV形式の人流計測データは、別業務で構築する3D都市モデル実証環境で使用するためのデータ形式である、MF-JSON形式に変換して提供を行った。計測データの範囲は、11月27日（金）0時～11月28日（土）20時までである。

計測データに含まれるX、Y座標はローカル座標であるため、世界測地系WGS84の緯度経度に変換を行った。Z座標については、計測エリアは地上1階相当部分のみであり、計測エリアの標高差は1m未満であることから、計測エリアの標高の中央値である標高21.1m（国土地理院地図より）を全計測データに設定した。

3. データ分析・可視化の実施結果

本項では、実証地域2か所で実施した分析・可視化項目の内、代表的な結果について記載する。

【東京都江東区】

分析対象日時：12月18日（金）0時～12月21日（月）20時

(1) 人流の可視化（人流可視化動画）

12月21日(月)の朝の人流可視化の一例を次頁図に示す。赤い点は人の現在位置であり、点から繋がる尾は移動軌跡を表し、尾の色は移動速度を表現している。移動速度は青色から赤色にかけて速くなる。人の動きに沿って赤い点が移動し、移動速度に伴って尾の色も変化することで、人の移動方向と移動速度を可視化することができる（次頁図は可視化動画のスクリーンショットである）。それによって、移動手段（自転車、歩行など）が推測できるほか、通路として利用／ベンチ利用等の施設利用か、など、対象エリアの利用状況が分析可能となる。

<利用経路の可視化>

人の流れを可視化することで、有楽町線豊洲駅7出入口からゆりかもめ出入口への移動者、有楽町線豊洲駅2b出入口からゆりかもめ出入口に繋がる豊洲シビックセンター脇のエスカレーターへの移動者、駐輪場への自転車利用者の移動動線が把握でき、交通結節点である広場における主な利用経路を確認できた。

<移動軌跡の分析>

計測エリア内において観測された移動速度の速い軌跡（赤色）は、計測期間中の目視観察と合わせ、移動速度から自転車あるいはジョギングによる移動であると推測される。特に、画面中央下部のゆりかもめ出入口付近から上側に伸びている移動速度の速い2つの点は、駐輪場に向かう自転車での移動と考えられる。また、豊洲駅7出入口からゆりかもめ出入口に移動する人の列が観測された。この列は、ゆりかもめ出入口に設置されているエスカレーターの順番待ちであり、1人乗り用のエスカレーターに合わせ1人ずつ順に並んでいると推測される。

<移動速度の分析>

豊洲シビックセンター横に設置されたエスカレーターへ乗り込もうとしている人を示す赤い点の尾の色（移動速度を表す）が、赤色から黄色へと変化している様子が観察された。これはエスカレーターに乗り込む際に、安全のため、歩行速度を落とした様子を示していると考えられる。

<滞留状況の可視化>

屋外スペース（案内板やベンチ設置場所）の滞留状況も確認できた。このことから、2020年に新たに整備された広場の空間と設置施設が有効に活用されていることが本実証実験から裏付けられた。

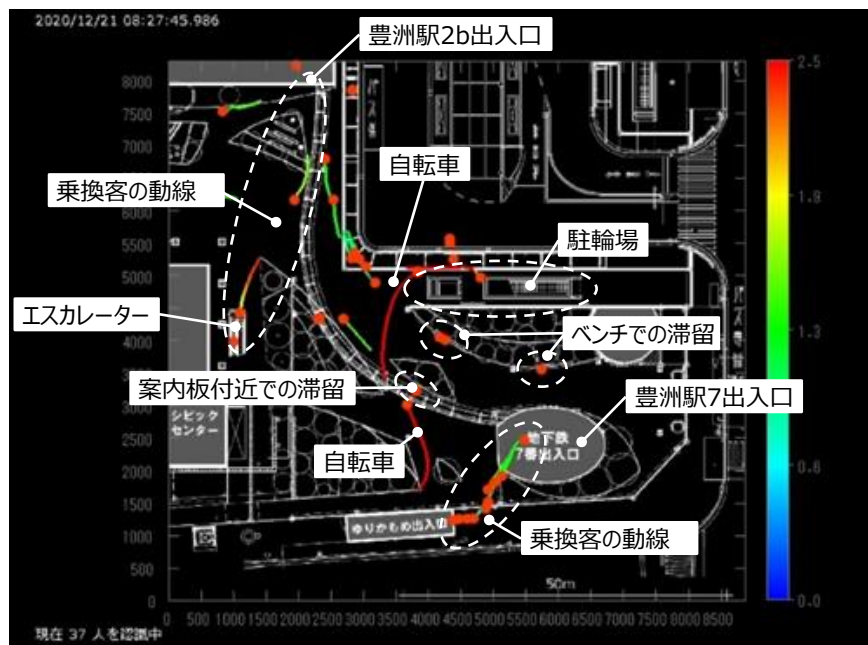


図 人流可視化の一例（12月21日（月） 8時半頃）

（2）人流の軌跡重畳

人の移動軌跡を重畳し可視化した。時間帯や曜日の違いによる人の流れの変化を人流軌跡重畳図を用いて示す（次頁表）。人が通過した場所の軌跡を青線で描画しており、色が濃い（線が多い）場所は人の往来が多く、色が薄い（線が少ない）場所は人の往来が少ないことを表す。

＜交通結節点の時間帯別利用度の分析＞

朝と夜の時間帯は平日（12月18日（金））の方が人の往来が多く、昼の時間帯は休日（12月20日（日））の方が往来が多いことが分かる。平日は特に交通結節点としての利用が顕著である。また、平日朝夕の、豊洲駅7出入口とゆりかもめ出入口の乗換での利用に加え、ゆりかもめ出入口へ繋がる豊洲シビックセンター隣のエスカレーターと豊洲駅2b出入口を結ぶ移動軌跡が確認された（表2-3、黄色破線四角内のひし形の移動軌跡）。2020年に新たに設置された有楽町線豊洲駅2b出入口もゆりかもめとの乗り換えルートとして機能していることがわかった。

＜駐輪場の時間帯別利用量の分析＞

豊洲駅近くの駐輪場を利用する自転車の軌跡として、中央下から画面中央に位置する駐輪場入口へのゆるやかなS字曲線（次頁表、凡例参照）が確認できた。特に、平日の朝に顕著にみられたことから通勤・通学での自転車利用と推測される。次頁図（平日朝の人流可視化の一例）においても、移動速度の速いS字曲線（移動速度から自転車と推定）が確認できる。自転車の軌跡を分析することで、駐輪場が頻繁に利用される時間や時間帯ごとの利用量を把握することができ、種々施策の素材として活用できると考えられる。

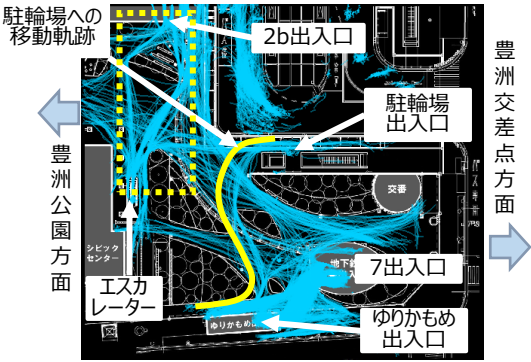
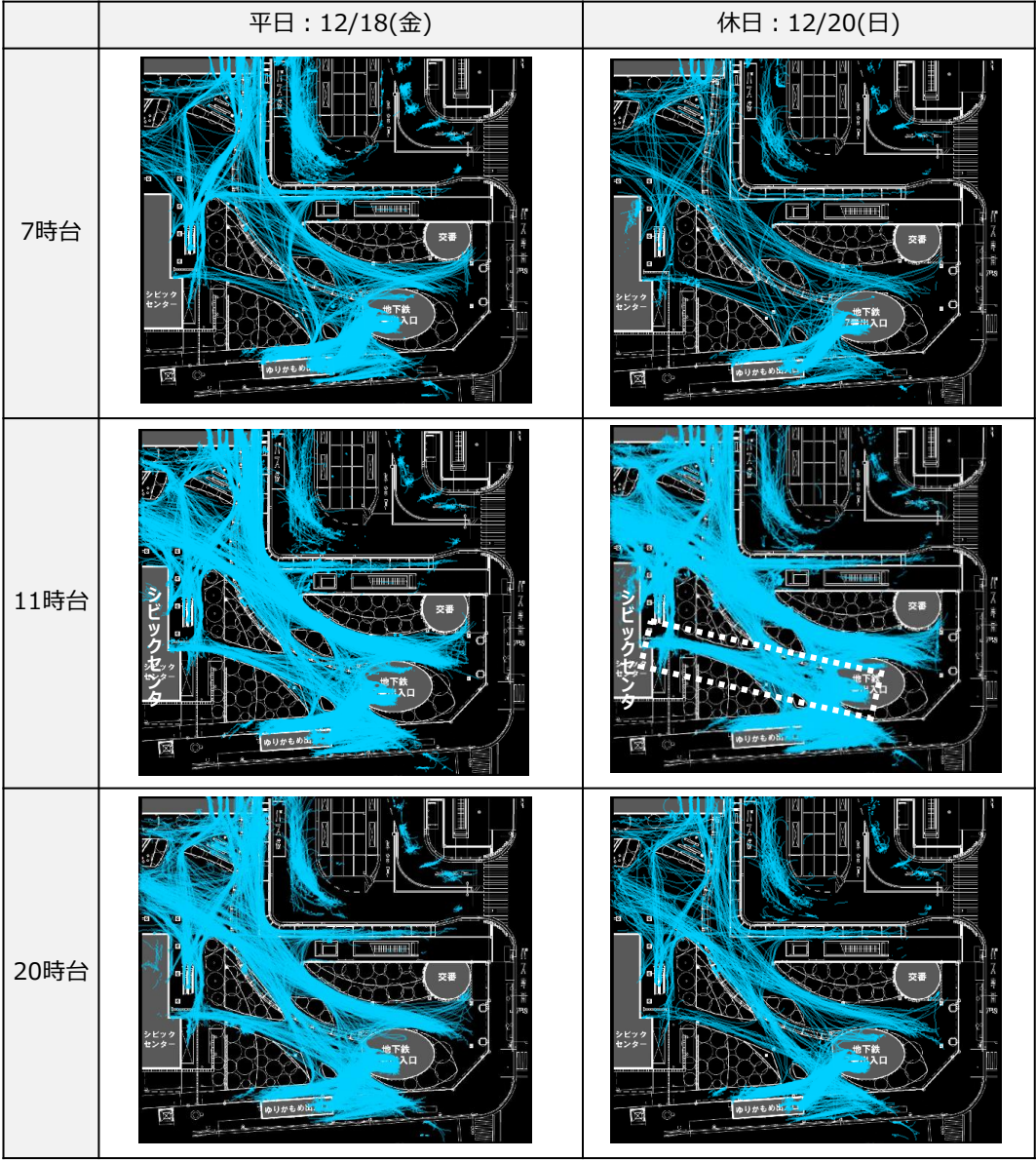
＜エリア内の移動動向分析＞

休日（12月20日（日））の昼の時間帯は、豊洲公園（人流軌跡重畳図の左方面）と豊洲交差点（同図の右方面）を繋ぐ移動がより多く観察されており、いわゆる“豊洲エリア内の移動”で活用されていることがわかった。乗り換えルートとしての利用に加え、エリア内移動として広場が活用されており、複合的に空間が利用されていると考えられる。

＜豊洲シビックセンターの利用傾向の分析＞

人流軌跡重畳図の左端に位置する豊洲シビックセンターへの往来は、休日は昼間に多く（次頁表中、白点線四角内の人流軌跡）、平日は夜に多くなる傾向を示した。施設利用者の移動軌跡及び通行量も、LiDARデータから把握可能であることが明らかになった。

表 人流軌跡重畳図（時間帯及び曜日別）



凡例：豊洲エリア（駅周辺）の施設の位置関係

(3) 滞留状況の可視化

滞留が発生した場所をヒートマップで可視化し、滞留場所の一つであるベンチの利用者数をカウントした。12月20日(日)の11時台の滞留分布を以下に示す。10秒以上滞留が発生した場所をヒートマップで表しており、赤いほど滞留した人数が多いことを示す。

下図では、ベンチ①、②付近において、滞留人数が多いことを示す赤色の表示が見られた。案内板の前で立ち止まっている様子も見受けられる。12月20日(日)と21日(月)の各ベンチの利用者数の推移を示したグラフに示される通り、ベンチ①では休日の主に昼の時間帯において利用者数が比較的多く、ベンチ②では、平日の朝夕の時間帯において利用者数が多い傾向にあることが分かった。図 2-28のヒートマップで確認されたベンチ②付近で大勢が滞留する様子は、右のグラフ（黒点線の11時台のピーク）にも表れている。

これらのことから、ベンチ①は主に周辺の商業施設に向かう人の待ち合わせ場所として活用されており、ベンチ②は朝夕の駅利用者の待ち合わせ場所や通勤・通学途中の一時休憩場所として活用されているものと推測される。このように、滞留分布と利用者数の傾向グラフより、平日および休日の利用傾向を把握できることが分かった。

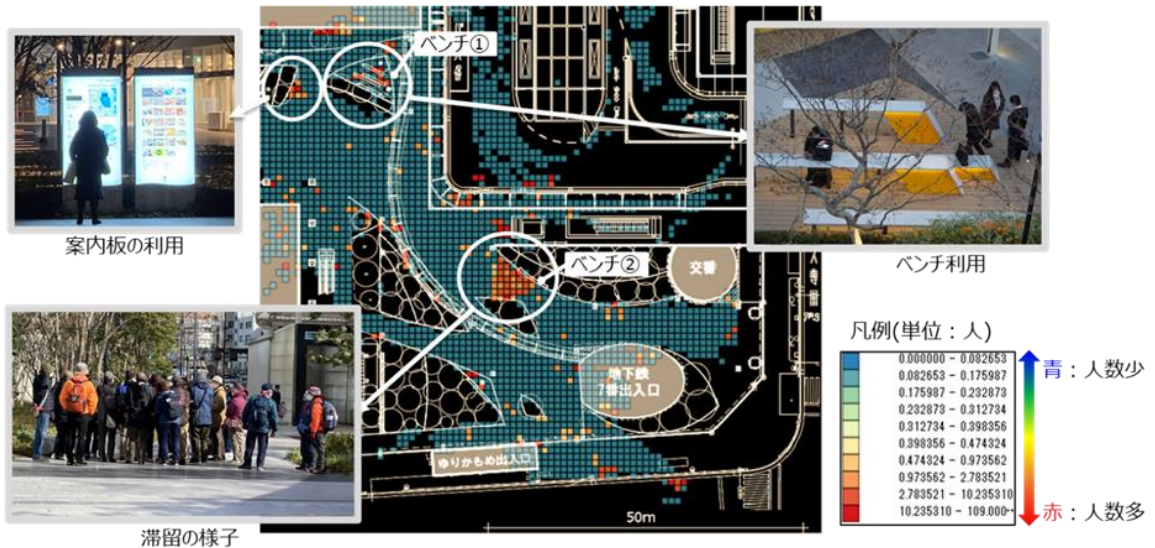


図 人の滞留分布（12月20日（日）11時台）

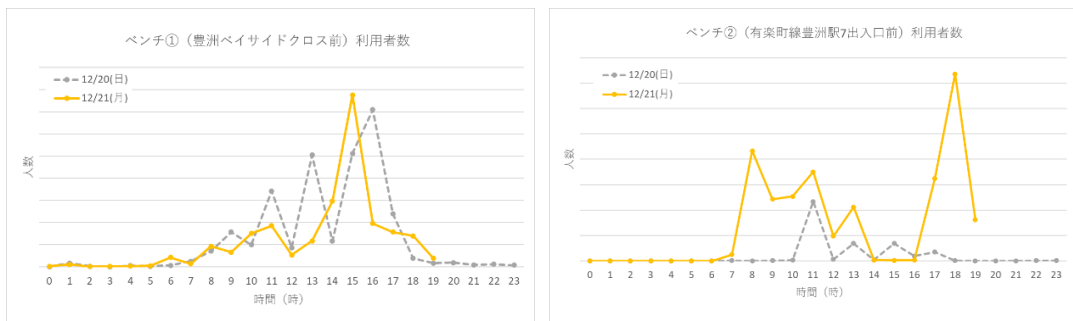
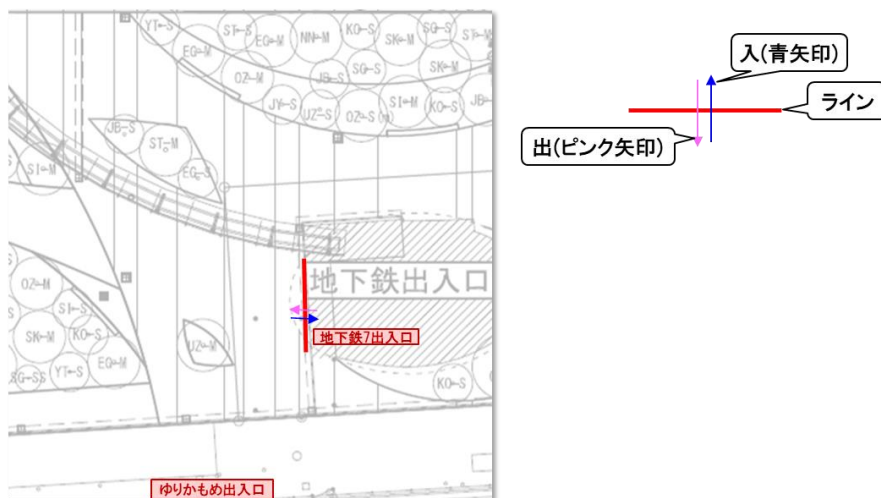


図 実証エリア内のベンチ（ベンチ①、②）の利用者数

(4) 有楽町線豊洲駅7出入口の利用者数

下図内の赤いラインを通過した人をカウントした。



有楽町線豊洲駅7出入口利用者数の1日の変化を次頁図に示す。平日は朝（7～8時）と夕方（17～18時）にピークが見られることから、有楽町線とゆりかもめの乗換客を含む利用者に通勤通学者が多いと推察される。豊洲駅7出入口の利用者の傾向として、特に朝の時間帯に利用者が集中していることから、アフターコロナにおける混雑緩和に向けて通勤時間帯の分散が有効であると考えられる。

また、次頁図において、12月18日(金)（青線）と21日(月)（黄線）は、上図、下図共にほぼ重なっており、平日の豊洲駅7出入口の利用者傾向が一致していることが分かった。この結果は、3D LiDARの計測精度の高さの表れであると考ええる。

土曜日（赤線）は昼間の利用者が多い傾向にある。

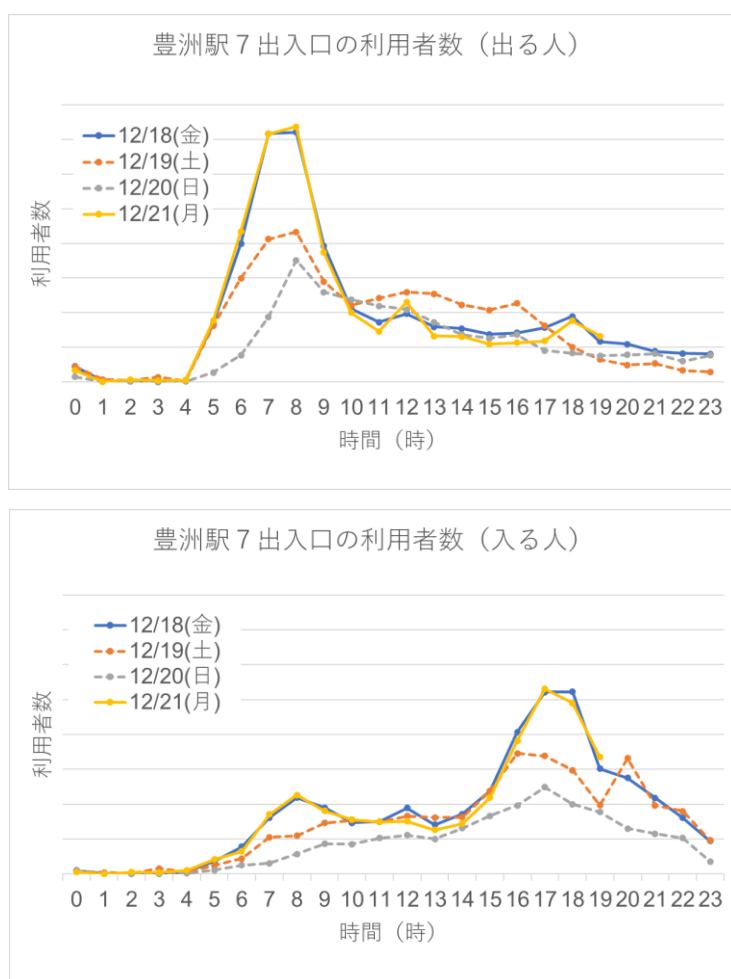


図 有楽町線豊洲駅7出入口の利用者数（上図：駅から出る人、下図：駅に入る人）

本業務における人流計測・分析に関する実証実験結果から、今後、豊洲をはじめとした広場のエリアマネジメントへの寄与が期待される。

【愛媛県松山市】

分析対象日時：11月27日（金）0時～11月28日（土）20時

以下に示す(1),(3),(4),(5)の分析結果については、2021年2月27日に開催された市民ワークショップで参加者に提示し、参加者間の活発な意見交換に寄与した。

(1) 人流の可視化（人流可視化動画）

11月27日(金)の朝（8時頃）と夕方（17時頃）の松山市駅前広場の人流可視化の一例を下図に示す。赤い点は人の現在位置であり、点から繋がる尾は移動軌跡を表す。可視化動画では人の動きに沿って赤い点が移動する。

朝の時間帯は、松山市駅(郊外線)コンコースから北側の商店街に人が流れていく様子が確認できる。郊外線の到着により多くの人が降車し、松山市駅から松山市内に移動する人の流れがあることが分かる。また夕方は、松山市駅(市内線)あるいは北側の商店街から松山市駅(郊外線)コンコースへ人が流れていく様子が確認できる。朝夕ともに、横断歩道の信号のタイミングでエリア内の人の流れが変動する様子が観察できる。

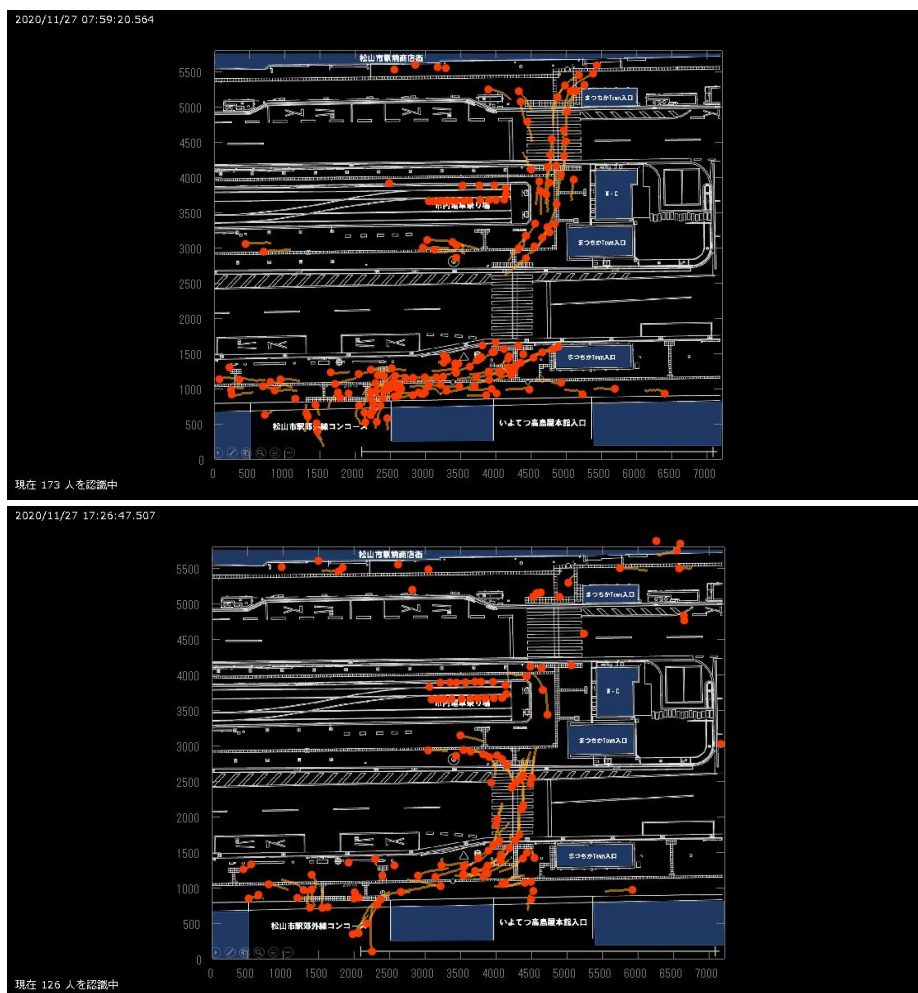


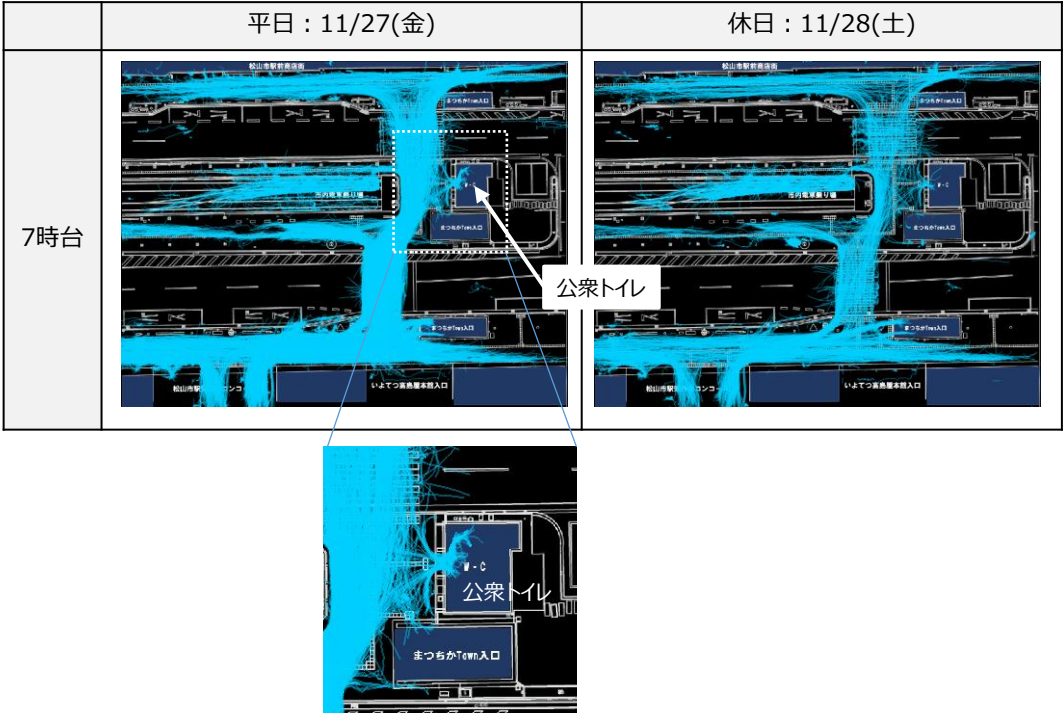
図 人流可視化の一例（上図：11月27日 8時頃、下図：11月27日 17時頃）

(2) 人流軌跡の可視化

曜日の違いによる人の流れの変化を人流軌跡重畳図を用いて示す（下表）。人が通過した場所の軌跡を青線で描画しており、色が濃い（線が多い）場所は人の往来が多く、色が薄い（線が少ない）場所は人の往来が少ないことを表す。通行経路において、軌跡の色が濃い箇所の分布から、時間帯ごとに人の流れが集中しやすい箇所を抽出することができる。

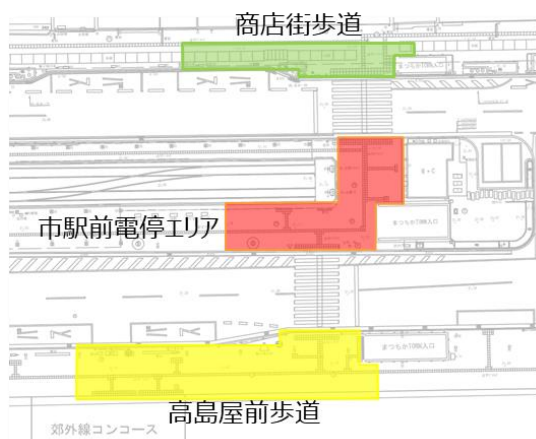
下表から、朝の時間帯は、平日のほうが人の流れが多く、通勤・通学者の駅前広場の利用が多いことが推測される。また、図中央右側に位置する公衆トイレへの人の流れが確認された。高島屋前歩道側、市電降車側、商店街歩道側など多方面からの移動軌跡が認められ、平日／休日に関わらず、公衆トイレが市民に利用されていることがわかった。

表 人流軌跡重畳図でみる、曜日の違いによる人の流れの変化



(3) 松山市駅前広場の利用者数

各エリア（商店街歩道、市駅前電停エリア、高島屋前歩道）の1時間当たりの人数をカウントした。



11月27日(金)の松山市駅前広場の各エリアの利用者数の推移を下图に示す。高島屋前歩道は、朝と夕に大きなピークが見られ、目視観察の結果でも実際に朝夕のピーク時には信号待ちなどでかなりの混雑が確認できた。今後の駅前広場の改変にあたっては、適所へのベンチの設置や滞留空間を広く設けるなどの空間設計が混雑緩和に有効と考えられる。一方で市駅前電停エリアと商店街歩道の利用者数にはピークは確認されないため、今後の駅前広場の改変によって利用傾向の異なる3つのエリアの利用者数が平準化されて、朝夕の、特に信号待ちで見られる混雑が緩和されることが期待される。

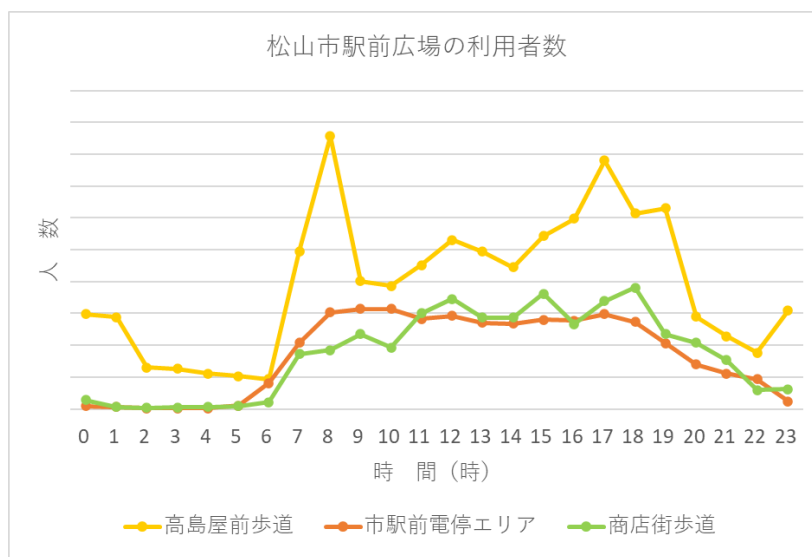


図 松山市駅前広場の利用者数（11月27日）

(4) 松山市駅前横断歩道、高島屋前歩道の歩行速度分布

横断歩道横断中の歩行速度を算出、速度分布をヒートマップで可視化した。

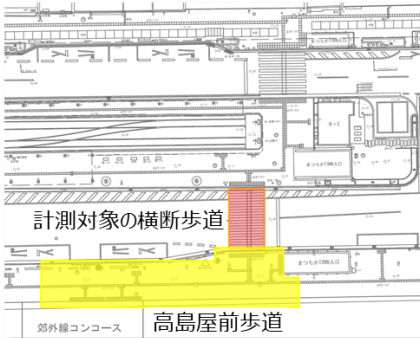


図 平日朝の松山市駅前横断歩道の様子
通勤通学者が足早に移動する。

11月27日(金)の朝と昼の松山市駅前横断歩道の歩行速度分布グラフを以下に示す。平均的な歩行速度である1.3m/sよりも朝は早足で、昼は比較的ゆっくり通行していることが分かる。また、同日の8時台と11時台の速度分布をヒートマップで表した。赤いほど速度が速いことを示し、朝の時間帯は昼の時間帯と比較して全体的に移動速度が速く、特に高島屋前歩道の差異が顕著である（下段図中、白枠内）。目視による観察でも日中は市内電車を活用して駅や商店街を訪れるゆっくり歩く高齢者の方の姿を多く見かけたが、データからもその傾向を読み取ることができる。

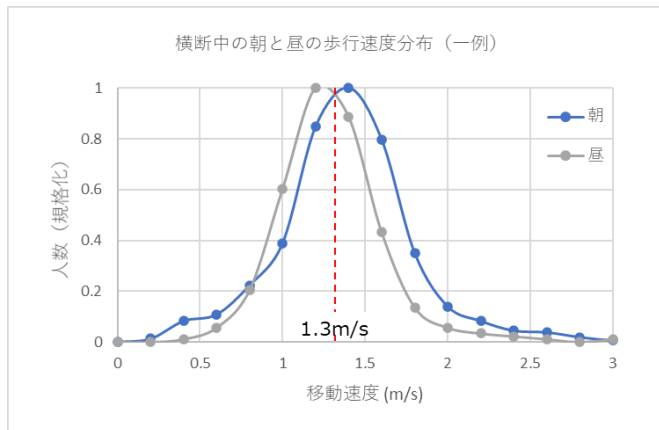


図 松山市駅前横断歩道の歩行速度分布（11月27日）

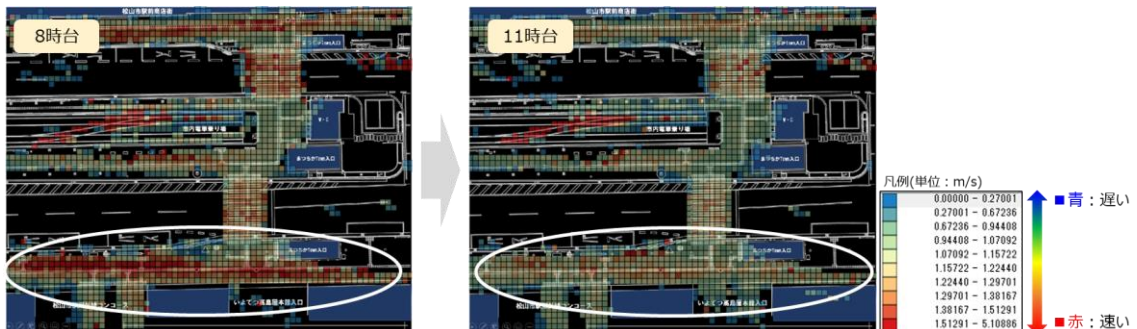
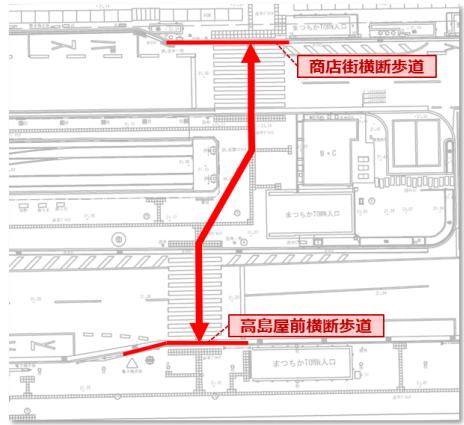


図 松山市駅前広場での移動速度分布（11月27日）

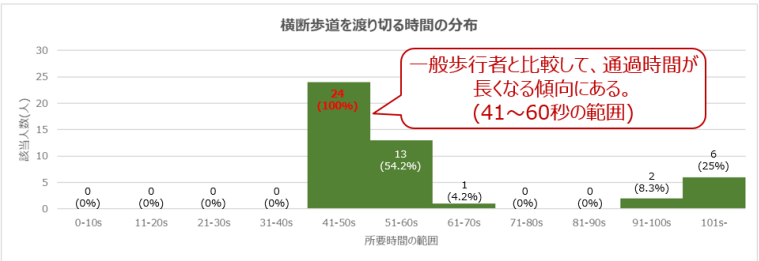
(5) 松山市駅前横断歩道の通過所要時間

高島屋側横断歩道と商店街横断歩道の通過時間を算出した。



高島屋前の横断歩道から、商店街側の歩道に抜けるまでに歩く速度の遅い人で平均60秒、標準的な速度の人で40秒かかっている（信号待ちの時間を含む）。通過所要時間を分析することにより、信号の切り替えのタイミングや駅前広場整備の検討材料に活用することで、安全・安心なまちづくりに寄与できると考えられる。

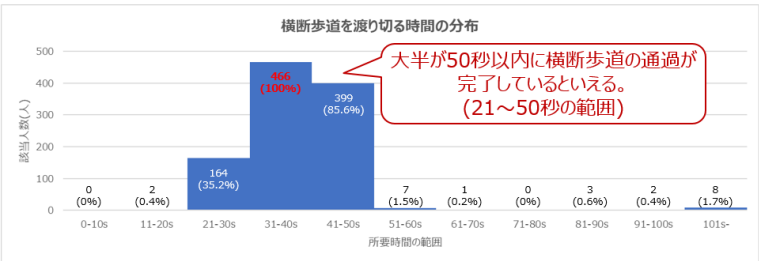
■ 高齢者 等の横断歩道の渡り切る時間分布



集計値(全日)

項目	所要時間(秒)
平均値(AVERAGE)	60.243
中央値(MEDIAN)	50.714
最大値(MAXIMUM)	125.268
最小値(MINIMUM)	43.612

■ 一般歩行者 の横断歩道の渡り切る時間分布



集計値(全日)

項目	所要時間(秒)
平均値(AVERAGE)	39.069
中央値(MEDIAN)	39.670
最大値(MAXIMUM)	246.500
最小値(MINIMUM)	20.292

【分類】 ※最大速度1.0[m/s]未満をここでは「高齢者 等」と分類する。

高齢者 等

最大速度：1.0 [m/s] 未満

一般歩行者

最大速度：1.0 [m/s] 以上 2.0 [m/s] 未満

図 高島屋側横断歩道ー商店街横断歩道間の通過時間分布

2.3 3D都市モデル実証環境へのデータ提供結果

【提供データの内容】

小倉駅(LTE: 3か所, Wi-Fi: 5か所)、スペースワールド駅(LTE: 1か所, Wi-Fi: 1か所)の人流評価値を提出した。提出したデータの人流評価値は、LTE信号を測定する方法では1分間の積算値、Wi-Fiでは3分間の積算値とした。評価は5段階評価のランク(rank)と5人刻みの人数(people)とした。

ランクの詳細は以下の通りである。ランクはLTE信号を測定した際に目視で人数をカウントし、測定時間において最大でも100名程度であることから決定した。

1:0-9人
2:10-29人
3:30-49人
4:50-69人
5:70- 人

実証実験結果の3D都市モデルでの可視化に向けて、時系列データをcsv形式で提供した。なお、データに含まれる情報は下表のとおりである。

【提供データに際して実施したデータの加工方法】

LTEについては測定した電波強度から人数に換算した。また技術的な検証のため、一部のデータについては測定時に目視で数えた人数と比較した。

Wi-Fiについては得られたMACアドレスから電波強度でフィルタリングした値を記録した。

【加工に要した期間】

上記の確認やフィルタリングの閾値策定のために1週間程度要した。推定のためのパラメータを決定した後は自動的に人数を推定することが可能である。

表 提出したデータ(csv)の項目

key	内容	
ID	時系列データの識別子	W0000001 L0000001
method	測定方法	Wi-Fi / LTE
start_time	観測開始日時	
end_time	観測終了日時	
latitude	推定エリアの中心緯度	北緯で表記
longitude	推定エリアの中心経度	東経で表記
elevation	推定エリアの中心標高	階で表記(3段階)
radius	推定エリアの半径	
height	推定エリアの高さ	
rank	推定人数	5段階表示
people	推定人数	5人刻み表示
statics	統計方法	SUM(累積)

3. データ分析・可視化の実施結果

実証実験で得られたMACアドレス(Wi-Fiセンサ)および電波強度の時間変化(4G/LTEセンサ)を測定することで、端末数 $\approx$ 人数を推定した。本節では得られた推定人数を分析し、データの可視化(グラフ化)による結果をまとめる。

1. 1日の滞留人数の推移

項目1について、MACアドレスの観測による人数推定法では、Wi-Fiセンサを設置することで連続的にデータの収集が可能である。したがって、昼夜を問わず測定可能である。下図左10は2021年2月3日午前10時から2月4日10時までの24時間におけるJR小倉駅南側2FのペDESTリアンデッキの人流推定結果である。この場所でのWi-Fiセンサの結果は2FのペDESTリアンデッキに設置された2台のWi-Fiセンサの和として表示している。帰宅時間帯である18時をピークとして、深夜にかけてほぼ0名まで低下している。そこからまた朝の通勤時間帯に向けて人数が増えていることが分かる。4G/LTE信号の電波強度を測定する方法では、常時の測定には向いていないために連続する測定は実施していないが、赤点で示すように特定の短時間に集中して測定することができており、前述の通りWi-Fiセンサの推定結果とよく一致する結果が得られている。

2. 小倉駅・スペースワールド駅の人流解析

① 電車の到着時間との人流の関係（小倉駅およびスペースワールド駅）

今回測定した環境が駅付近ということもあり、電車の発着と滞留人数との関係を分析した。下図右に電車の到着時間と小倉駅3F改札前の人数的変化を示す。JR小倉駅は鹿児島本線と日豊本線が乗り入れており、西小倉駅から到着する電車(灰色線)と門司駅から到着する電車(ピンク線)があり、図に示した2時間では35本の電車が到着している。改札付近のエリアを観測可能なWi-Fiセンサおよび4G/LTEセンサで推定した人流の結果を見ると、電車の到着する時刻において人数の増加が示されており、電車の発着に合わせて改札を通過する人流をとらえていることが分かる。

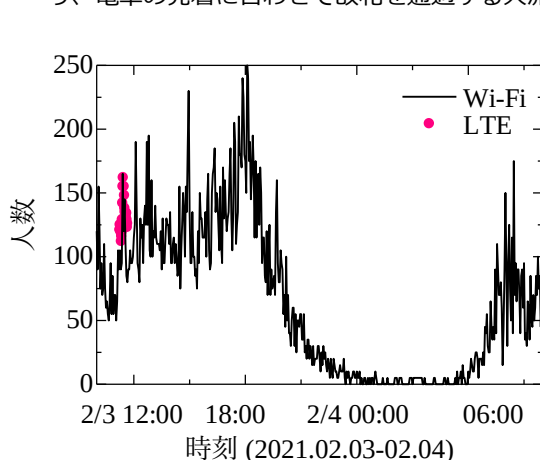


図 1日の人流推定結果の例（JR小倉駅1F）

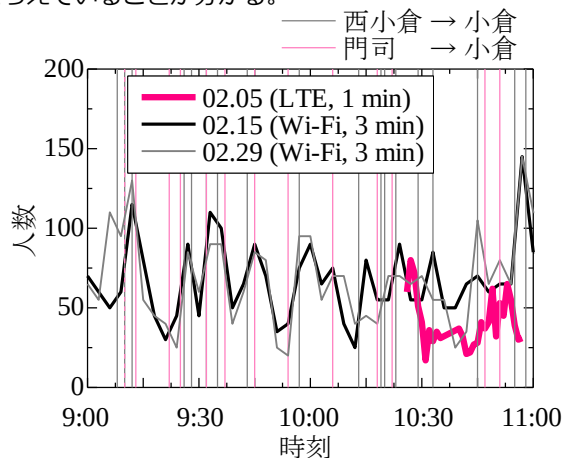


図 電車到着時刻と人数変動（JR小倉駅3F）

同様の検討をスペースワールド駅においても実施した（下図）。電車の到着時刻前後10分間について4G/LTEセンサを用いて測定した。電車の到着時刻に合わせて人数が増加している傾向が分かる。また、小倉駅3Fの改札前の測定結果である図11と比較すると、駅を利用する人数は半数以下であることも分かる。

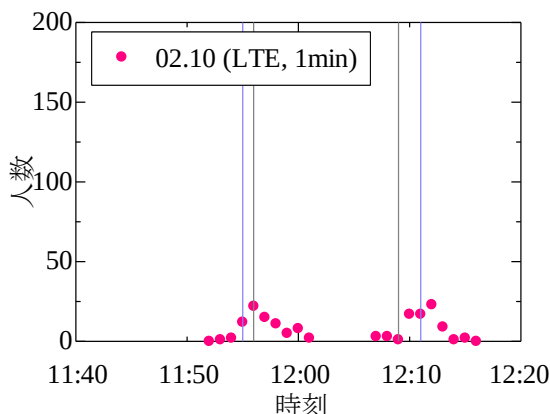


図 JRスペースワールド駅の電車
到着時刻と人数変動

② 小倉駅・スペースワールド駅各測定ポイントの人流解析

今回の実証実験において、4G/LTEセンサを用いた測定は小倉駅で3か所、スペースワールド駅で1か所の計4か所で実施した。それらの測定について結果をまとめて分析する。下図に全体のまとめとして、異なる4つの測定場所で推定された人流結果として、1分間測定の平均人数および最大と最小人数を示す。次頁図にその元データとなる各測定場所において1分毎12分間か10分間の測定をそれぞれ2回行った結果を示す。なお、測定機器は1セットのみであり、それぞれの測定時刻は異なっている。小倉駅には1Fと3Fに改札口があるが、1Fは在来線のみ、3Fは在来線と新幹線の改札およびモノレールの改札も近くにある。次頁図 (a)と(c)に示す3Fと1FのJR在来線の改札口付近の測定結果では、列車の発着時刻に合わせて人流が観測されている。3Fにおいては平均して1分間あたり40名程度の人流があり、ピーク時には100名に達し、1Fにおいては平均20名、ピーク時には60名程度の人流が観測された。時刻による違いはあるものの、3Fと1Fの人流結果は3Fの方が多い。これは、JR在来線改札口のための1Fに比べて新幹線モノレールの改札もある3Fの方が利用者が多いためであると分析された。

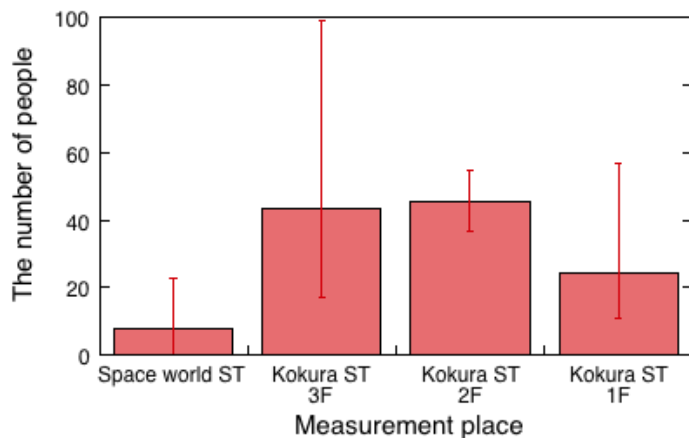


図 4G/LTEの電波強度による推定方法で測定した4地点の比較

一方、下図(b)に示す小倉駅2Fの測定場所はペDESTリアンデッキであり、1Fや3FのJRやモノレールの改札口への通路としてだけでなく、駅を取り囲む周囲の商業施設や商店街ともつながっている。常に1分間あたり40名程度の人流が観測されており、他の測定場所と比べて人流の変動が少ない傾向にある。これは、電車の発着時間にはあまり左右されず、商業施設や商店街を利用する人が定常的に行き来している傾向として分析された。

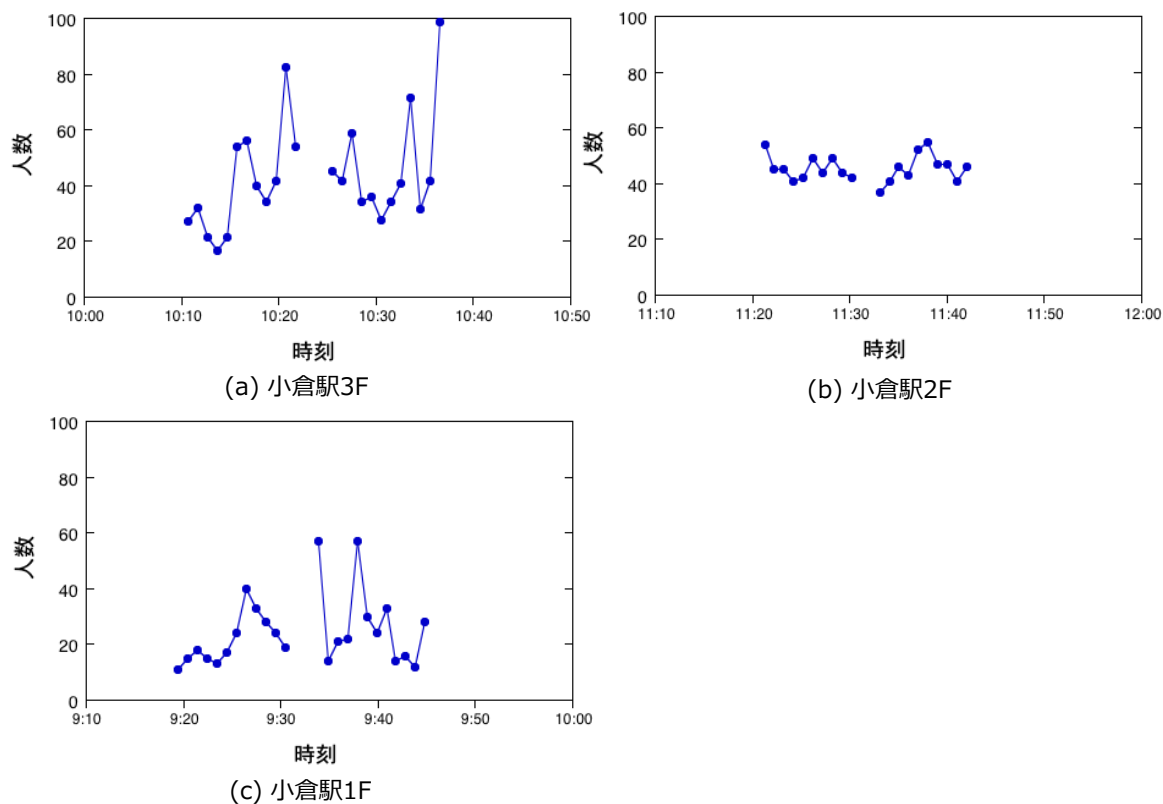


図 4G/LTEの電波強度測定による人流推定結果

スペースワールド駅の改札口付近の人流推定結果は前頁上図に示すとおりである。スペースワールド駅から少し離れた場所に大型ショッピングセンターや博物館などがある。この駅でも電車の到着時刻に合わせてピーク値が観測されたものの、その人数は約20数名程度であり、また人通りが少ない時間帯があることが小倉駅における人流と異なっていた。

ここで再び全体の傾向をまとめた前頁下図に着目する。ボックスで示された平均人数を比べると、スペースワールド駅は小倉駅に比べ人流が少ないこと、および最大と最少人数を表しているエラーバーの下限が0に達していることから人通りが極端に減る時間帯があることが明らかになった。また、小倉駅においては各フロアで人流が異なることも分かる。2F, 3Fは人数が比較的多いが、時間変動は改札口のある3Fの方が多いことがわかる。

Wi-Fiセンサーによる推定も各測定場所で比較を行う。今回の実証実験では小倉駅付近に5つのセンサーを配置して実験を行った。改札のある3Fに1か所、ペDESTリアンデッキのある2Fに2か所、1Fの改札付近およびバス停付近にそれぞれ1か所の計5か所である。Wi-Fiパケットセンサーは常時計測可能であるため、ここでは2021/02/16の観測データを下図に示す。概ねの傾向は4G/LTEセンサの測定によるものと同様であるが、電車やバスの発着に人流が影響を受ける3Fおよび1Fの改札前やバス停付近は変動が大きい。一方で、ペDESTリアンデッキの2か所による人流推定結果は時刻に対する変動が小さい。

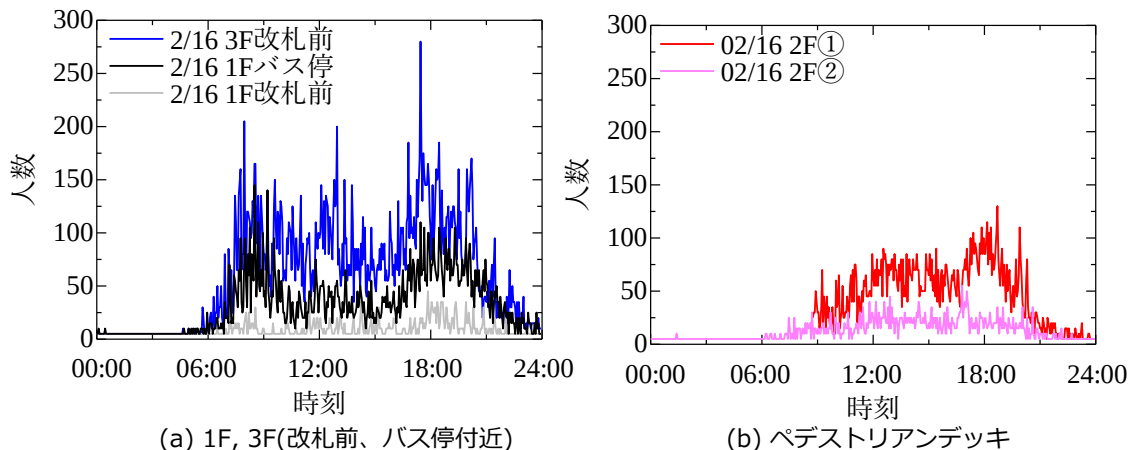


図 小倉駅5つの測定場所の人流推定結果

3. 小倉駅の1週間の人流変動

小倉駅3FのWi-Fiパケットセンサーによる推定結果の1週間の変動を分析する。小倉駅3F改札付近の1週間の人流結果を下図に示す。結果は比較のため、前後15分間の移動平均で表示している。平日に比べて、土日の方が日中の人数が多く変動が少ないことが分かる。また、最初の人ピークが現れる時間は平日は8時ごろであるのに対して土日は昼前である。平日の8時ごろは出社や登校の時間帯で鉄道の利用者が多く、観測場所がJRとモノレールの両改札の間にあることから、このピークの出現結果は通勤・通学のための人流であることを示唆している。同様に帰宅時間に相当すると思われる18時ごろにも大きな人ピークが見られる。一方、平日の正午前後にはボトムが見られ、通勤や通学に関係しない一定した人数が駅付近にいたことが分かる。また、これらの結果を比較すると、駅利用者の1日総数は土日の方が多いことが分析された。

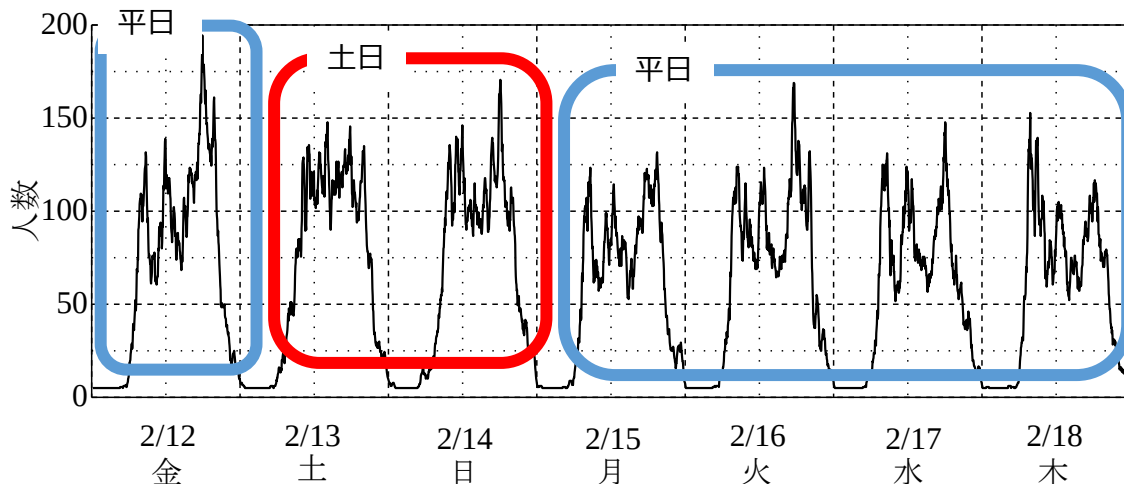


図 小倉駅3F改札付近の1週間の人流変動

大規模複合施設における人流カウントと 建物屋内モデルを用いた可視化 (神奈川県横浜市)

本資料は、3D都市モデルを活用した都市活動モニタリング等の技術実装業務 日建設計総合研究所・日建設計共同提案体が作成した「3D都市モデルを活用した都市活動モニタリング等の技術実装業務-複数のモニタリング技術を活用した人流測定の分析等の実施-(横浜市 横浜みなとみらい21地区) 報告書」の記載内容を抜粋し、「3D都市モデルの利活用ガイドライン」向けに体裁を調整した資料である。

1. 事例の概要

1.1 実証実験の概要

実証エリア	神奈川県横浜市 横浜みなとみらい21地区「クイーンズスクエア横浜」（みなとみらい駅～地上階の共用部分）
実験の目的	新型コロナウイルス感染症の影響により「3密を避けた行動」が求められている中で、エリアの混雑状況を低コストかつ効率的に把握し、市民に行動変容を促すことが重要となっている。とくに、不特定対数の人が行き交う駅や大規模複合施設では、ラッシュアワーなど時間帯によって混雑状況が大きく変動するため、リアルタイムの混雑状況を把握することが有効である。 このような背景を踏まえ、横浜みなとみらい21地区における地下鉄駅から周辺施設への人流を可視化することにより、COVID-19対応、混雑緩和、防災、マーケティング等への活用を目指す。
ユースケースの要点	大型複合施設であるクイーンズスクエア横浜において、みなとみらい駅からまちへの人流の縦動線・横動線を把握するため、フロアごとに複数の赤外線センサーを設置し、解析データを組み合わせることで、時間帯、場所ごとの人流、混雑情報をリアルタイムに把握した。
実証の成果（アウトカム）	計測した人流データをリアルタイムに取得し、実証箇所に設置したモニターや情報発信の特設Webサイトにおいて表示するシステムを構築。このシステムを用いることで、3D都市モデルへ重ね合わせるデータのリアルタイム配信を実現した。 また、3D都市モデルへの重畳以外の分析・可視化として、3Dブラッドモデル表示、2Dアローモデル表示、混雑状況表示を実施した。また、可視化結果について、現地配布のチラシ、現地ポスター、現地モニター、ホームページ（横浜市、横浜みなとみらい21）の媒体で情報発信を行った。
まちづくり計画等との関係性	国土交通省スマートシティ重点事業化促進化プロジェクトと連携を図りつつ、行政、エリアマネジメント団体と連携した地域主導の社会実装に貢献する。 本実証実験で適用した人流可視化の手法ならびに情報発信の手法は、地方公共団体における新しい生活様式に対応したエリアマネジメントや都市政策への活用可能性がある。また将来的には災害時の避難誘導、施設の維持管理、事業者向けのマーケティング等への活用も期待される。

1.2 技術の概要

実証実験では、中～遠赤外線検知方式の複数の人流センサを活用した。それにより、地下鉄駅から周辺施設への人流、施設内移動・滞留を可視化することが可能である。

取得するデータは、人流ID（人流別の固有番号）や時間、方向、滞留人数等の情報から、方向別人数のカウント、トレーシングである。

（１）利用する機器

センサ前方を通過した方向別人数測定が可能な人流センサ「TYPE-B」と、指定領域内の人の移動方向、移動時間、エリア内移動経路、滞留人数などマルチ計測が可能な「TYPE-E」の2タイプを利用した。

（２）技術の特徴

設置が容易であり、個人情報に抵触しないなど汎用性が高い。更にTYPE-Bは電源も不要であるため、設置個所の制約が少ない。設置個所の特性に応じてこれらの機器を組み合わせることにより最適な人流把握が可能である。

実証実験では、下記2種類の人流センサを組み合わせた施設内人流把握を行った。

- ✓ TYPE-Bについては、移動方向別にセンサIDと時間情報から、どの時間帯にどのくらいの人数の移動がどちらの方向にあったかを可視化することが可能である。
- ✓ TYPE-Eについては、上方から床面にセンサエリアを投影し、人の移動方向、移動時間、エリア内移動経路、滞留人数などがマルチ機能の計測が可能である。

人流の縦動線（エスカレータや階段等）はTYPE-Bを使用した人数カウント、フロア内の通過方向・滞留検知についてはTYPE-Eを使用して計測を実施した。設置個所の特性に応じてこれらの機器を組み合わせることにより、最適な人流把握を行うことができる。

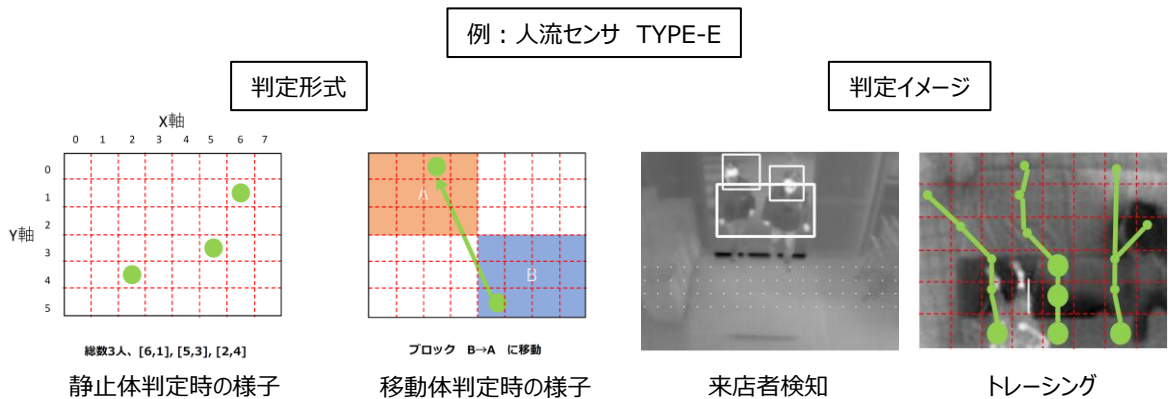


図 人流センサTYPE-Eの判定形式と判定イメージ

出所：Sensors & Works

2. 導入技術の概要

2.1 計測環境の構築エリアおよび機器

モニタリング範囲

横浜みなとみらい駅と直結した大型複合施設「クイーンズスクエア横浜」内を対象とし、横浜みなとみらい駅改札口のあるフロアからクイーンモールに至る縦動線の部分、かつクイーンモール公共エリアを実施箇所とした。

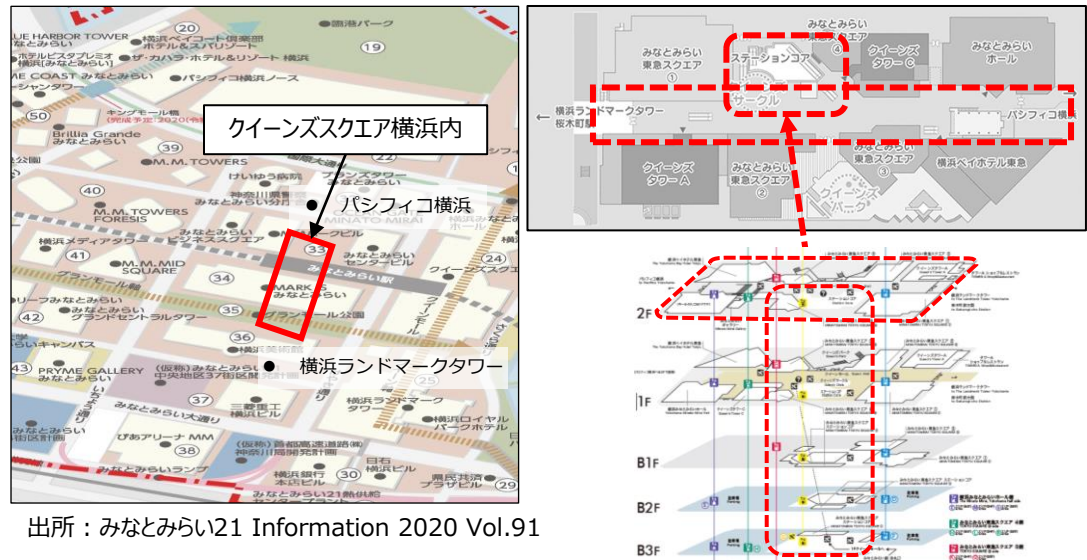


図 実証エリアの位置図

TYPE-B (方向別人数測定)

下図に示すように、クイーンモール2階a～h断面、B3, B2, 1Fのエスカレーター及び階段断面に複数の人流センサを設置し、断面を通過する人数・方向を計測した。

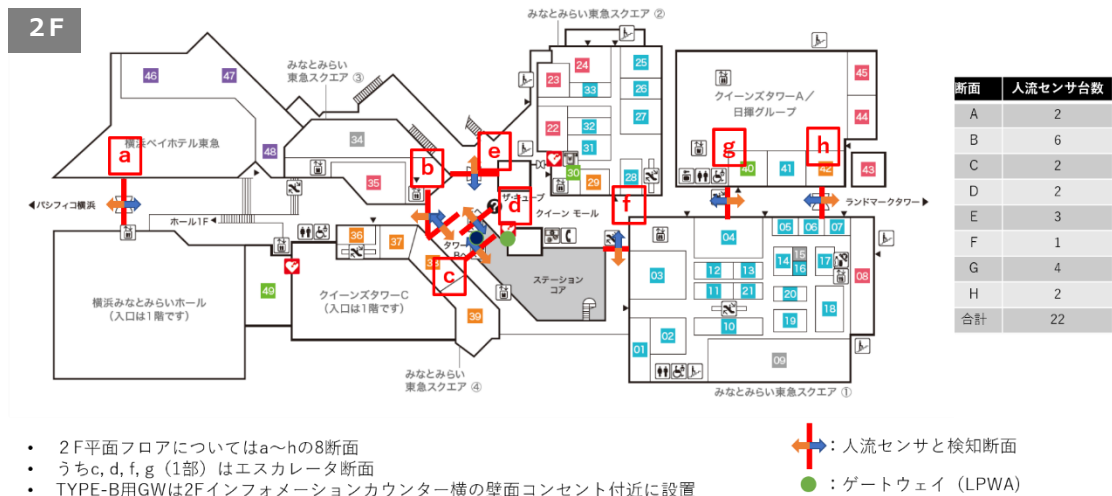


図 TYPE-Bセンサ設置箇所

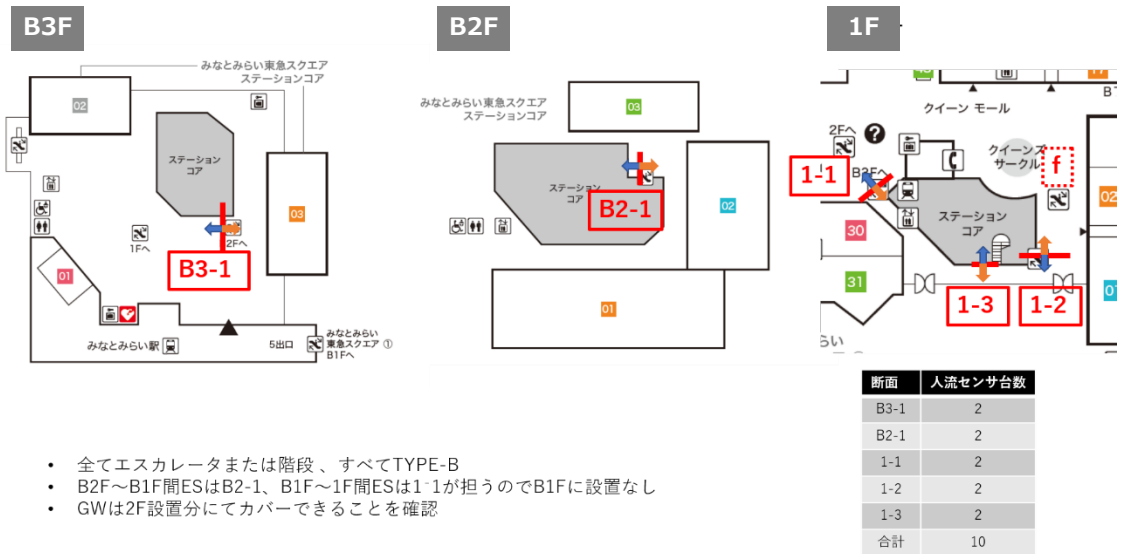


図 TYPE-Bセンサ設置箇所

具体的なセンサ設置方法

2階クイーンモールについては自動ドア、サイネージ上部、エスカレーターや階段については、サイネージポール及び手すりに設置した。

・自動ドア設置箇所（2階）

平常時点検等に配慮しつつ、自動ドア上部に設置した。



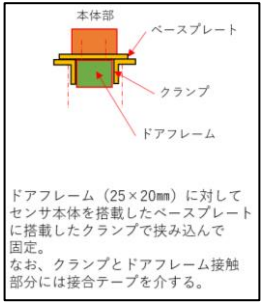
Point h 全景（左h_24、右h_25）



h_24



h_25



・サイネージ上部（2階）

サイネージ上面に設置した。落下防止措置について接合テープを介してバンドベースを固定した。



Point b全景（左b_04、右b_03）

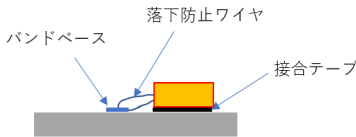


b_03



b_04

落下防止策



・サイネージポール設置箇所（エスカレーター）

両脇サイネージポールに巻き付ける形でセンサを設置した。



Point c全景（左c_09、右c_10）



c_09



c_10



センサ部拡大（位置確認用）

※柱面に対して
中央正面、
センサ角度＝水平

低位置設置場所は
すべて同一条件です。

・手すり設置箇所（エスカレーター・階段）

両脇の手すり部分にセンサを設置した。



Point B2-1 全景（左B2_29、右B2_28）



B2_29



B2_28



B2_29センサ部拡大

※他の低位置設置と同様
地面と水平に設置予定でしたが
取り付け位置の関係で若干左上がりと
なっています。
人流計測に支障のない範囲です。

・TYPE-Eゲートウェイ（インフォメーションセンター横）

インフォメーションセンター横の一般者立ち入り禁止箇所（電源有）にゲートウェイを設置した。



ゲートウェイ全景
(2Fインフォメーション横)



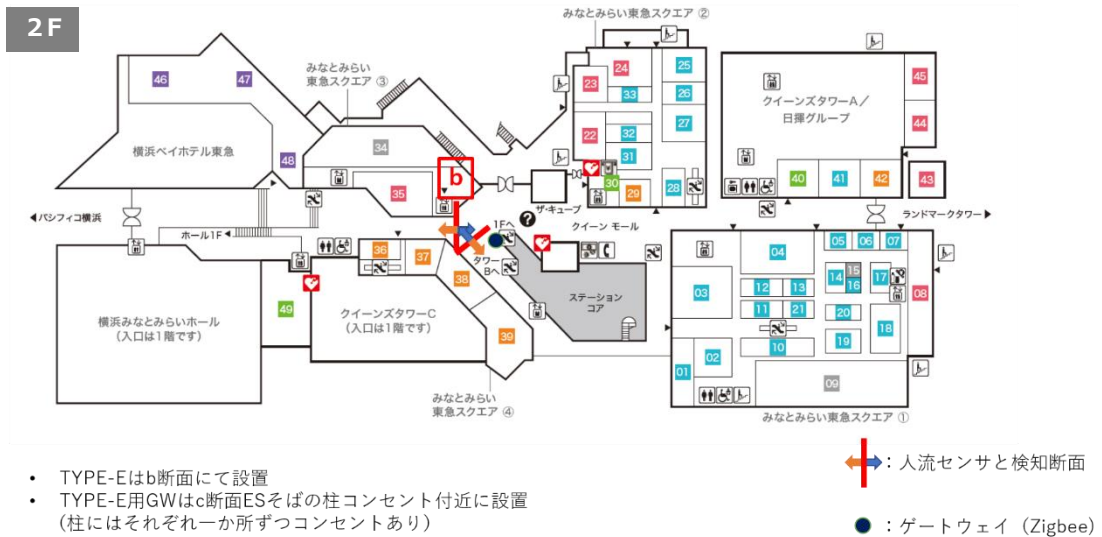
ゲートウェイ拡大



受電部拡大
(上段二股プラグにて分岐、
下段コンセントは既設人形オブジェ用)

TYPE-E（人の移動方向、移動時間、エリア内移動経路、滞留人数測定）

下図に示すように、クイーンモール2階b断面人流の分岐点に2台の人流センサを設置し、断面を通過する人の移動方向、移動時間を計測した。



- ・ TYPE-Eはb断面にて設置
- ・ TYPE-E用GWはc断面ESそばの柱コンセント付近に設置 (柱にはそれぞれ一か所ずつコンセントあり)

図 TYPE-Eセンサ設置箇所

具体的なセンサ設置方法

2階インフォメーションセンター周辺の柱上部（電源有）にセンサーを、柱下部にゲートウェイを設置した。



b_e2全景



上方矢視



受電部拡大
(上段二股プラグにて分岐、
左コンセントはゲートウェイ用)



ゲートウェイ全景



ゲートウェイ全景その2

TYPE-E（エリア内移動経路、滞留人数測定）

上記と同様のセンサ2台を設置し、断面を通過する人のエリア内移動経路、滞留人数を計測した。

※実際にはセンサを俯角設置しているため、床投影面においては歪んだ範囲となっている。

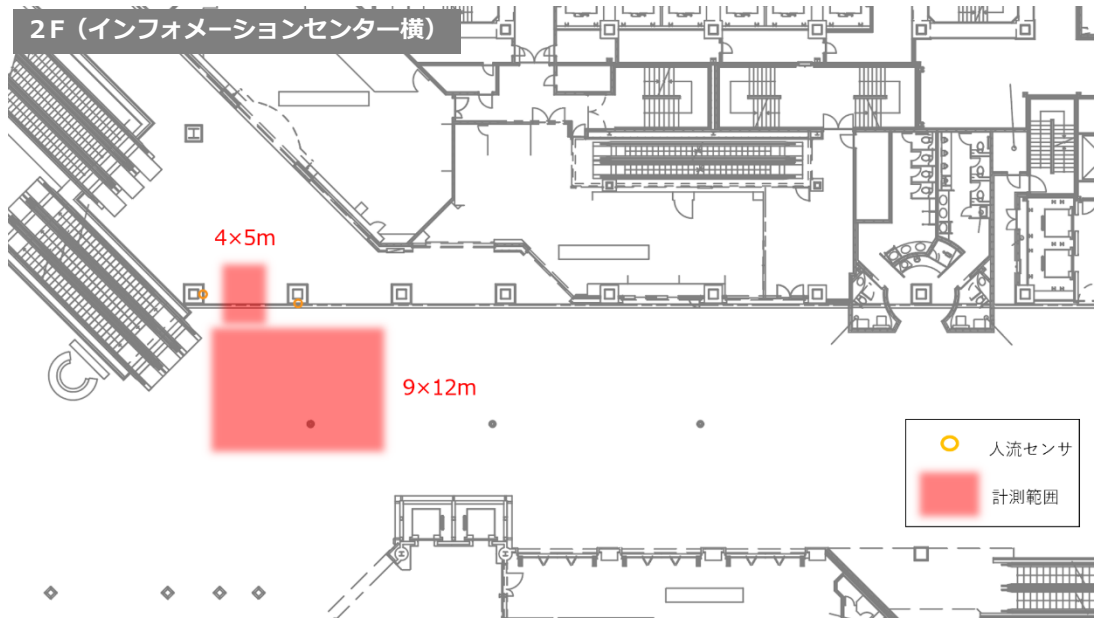


図 TYPE-Eセンサ計測範囲（移動経路・滞留人数）

2.2 データの取得方法

実証実験では、中～遠赤外線検知方式の複数の人流センサを活用した。それにより、地下鉄駅から周辺施設への人流、施設内移動・滞留を可視化することが可能である。

取得するデータは、人流ID（人流別の固有番号）や時間、方向、滞留人数等の情報から、方向別人数のカウント、トレーシングである。

センサ前方を通過した方向別人数測定が可能な人流センサ「TYPE-B」と、指定領域内の人の移動方向、移動時間、エリア内移動経路、滞留人数などマルチ計測が可能な「TYPE-E」の2タイプを利用した。

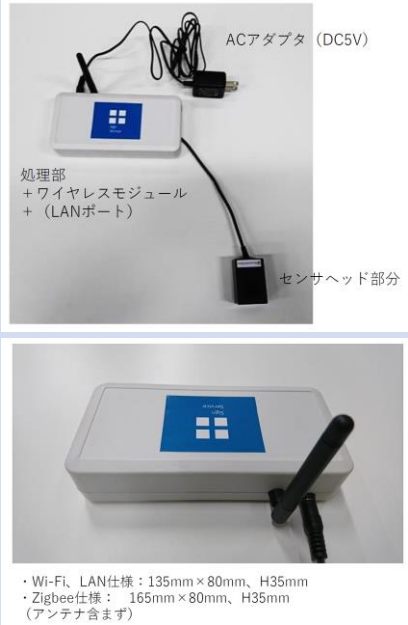
表 利用する機器

機器	取得データ	サイズ	設置方法	備考
人流センサ TYPE-B	- センサ前方を通過した人の方向別カウント - 検知距離：約3m先	本体：125×110×30mm (アンテナ部分含む) センサヘッド：50×40×30mm 重量：380g	- 電池駆動（単三電池×3） - 柱体や壁に装着	2.4GHz、920MHz送信に対応
人流センサ TYPE-E	- エリア画角内指定領域を通過した人の移動方向、移動時間、エリア内移動経路、滞留人数など - 検知距離：～10m	本体：160×80×35mm センサヘッド：50×35×25mm 重量：350g	- AC100V電源必要（消費電力2～3W） - 天井、もしくは高所壁面より俯角に設置	- 機能切替（動体検知、静止体検知）が可能 2.4GHz送信に対応
ゲートウェイ (G/W)機器 長距離通信 LPWA定時送信型	- センサ端末から送信される計測データの定間隔受信（～2km圏内） - 受信データをクラウドへの送信（最大125byte）	本体：150×100×20mm 重量：約300g	- AC100Vコンセント電源使用（消費電力5W程度） - 柱体や天井にインシュロック固定	920MHz帯 - センサとともに現地に設置する
ゲートウェイ (G/W)機器 近距離通信 イベントドリブン	- センサ端末から送信される計測データの連続受信（～100m圏内） - 受信データをクラウドへの送信（サイズ制限なし）	本体：130×130×80mm 重量：約300g	- AC100Vコンセント電源使用（消費電力5W程度） - 柱体や天井にインシュロック固定	2.4GHz帯 - センサとともに現地に設置する

出所：Sensors & Works

機器によって取得可能なデータは下記のとおりである。

表 取得するデータ

	人流センサ TYPE-B	人流センサ TYPE-E
データ項目	・センサID ・電場強度（通信品質） ・方向、移動時間	・センサID ・電場強度（通信品質） ・方向、移動時間、滞留人数など
取得頻度	連続検知	連続検知
空間単位	一軸移動方向検知 3m	エリア画角70°×55°(4:3)内指定領域 10mまで
適用する処理	波形からの人判定処理	ドット集合からの人判定処理
フォーマット	UART	UART
提供方法	LPWA（LoRa） 2.4GHz帯	2.4GHz帯
イメージ		

出所：Sensors & Works

2.3 3D都市モデル実証環境へのデータ提供結果

3D都市モデル実証環境へのデータ提供結果（提供したデータの内容、データ提供に際して実施したデータ加工の方法、加工に要した期間、留意事項等）を以下に記載する。

（1）提供したデータ内容

3D都市モデル重畳用データは関係者と協議の上、以下のGeo JSON形式データを提供した。

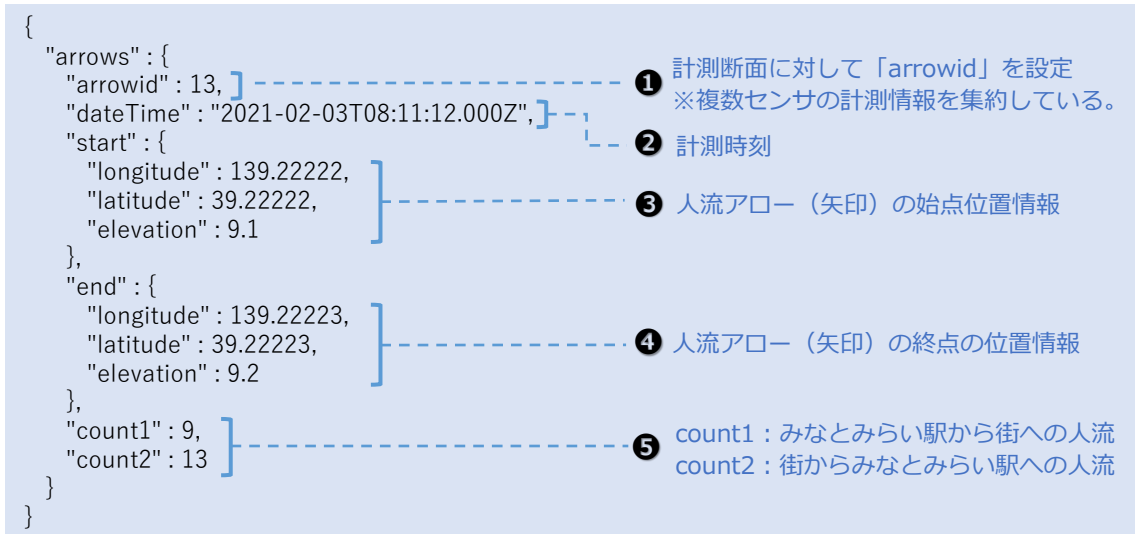


図 Geo JSON形式データ

（２）データ提供に際して実施したデータ加工の方法

上記のGeo JSON形式データは①～⑤の要素で構成されている。計測時に得られる情報を各要素ごとに入手・集約・整理し、作成した。

- ❶ 人流をアローで表現するため、センサの計測断面毎に「arrowid」を設定した。1つのarrowidには、複数のセンサで得られた人流情報が集約されている。

表 arrowidと断面番号の対応表

arrowid	断面 ※2.1節に対応
1	a
2	b
3	b (ディズニーストア側)
4	d
5	c
6	e
7	f
8	g (エスカレーター側)
9	g1
10	g2
11	h
12	1-1
13	1-2
14	1-3_1
15	B2-1
16	B3-1
17	1-3_2

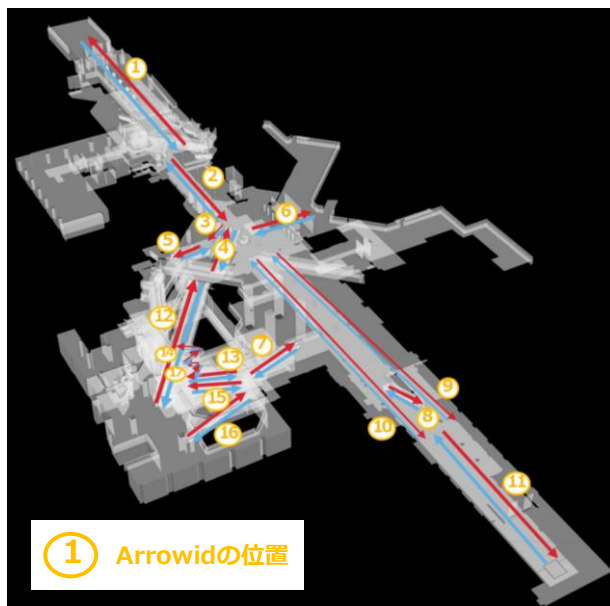


図 クイーンズスクエア横浜内のarrowidの位置

② 計測時刻については、1つの「arrowid」に紐づいたセンサ情報がアップロードされた時点で更新される。（この間隔が約5分である。）

③④ 人流アローの始点／終点の位置情報については位置を指定し、ESRI Japan保有の3Dモデル上で位置情報の取得を行った。

⑤ 各センサごとに得られる人の移動方向・人数を、みなとみらい駅から街への方を「count1」、街からみなとみらい駅への方を「count2」と定義した。センサごとにCSV形式で得られるデータを、前ページのGeo JSON形式として再構成した。

例：gセンサ、10/7のデータ(CSV)

時間	A方向に進む人数	B方向に進む人数
2020/10/7 0:00	10	9
2020/10/7 0:05	1	14
2020/10/7 0:10	4	2
2020/10/7 0:15	3	2
2020/10/7 0:20	3	7
2020/10/7 0:25	3	4
2020/10/7 0:30	1	2
2020/10/7 0:35	4	4
2020/10/7 0:40	4	7
2020/10/7 0:45	6	0
2020/10/7 0:50	4	4
2020/10/7 0:55	3	0
2020/10/7 1:00	4	5
2020/10/7 1:05	8	5

図 CSVデータ形式

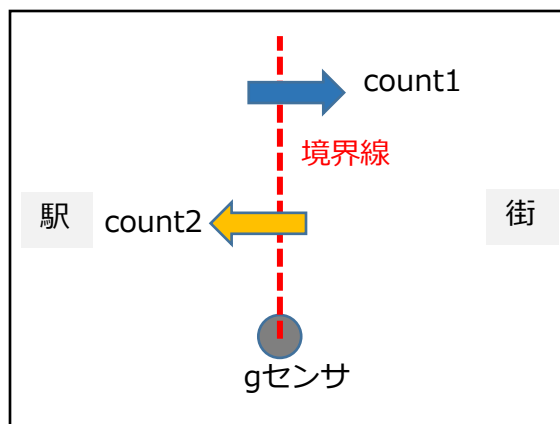


図 count1・count2の定義

（３）加工に要した期間・留意事項

3D都市モデルに重畳するためGeo JSON形式データの加工に要した期間や留意事項を以下に整理する。

表 3D都市モデルデータ重畳の際の検討事項

作業項目	内容	作業者（※）	期間
3D都市モデル上の人流表現の検討	3D都市モデル重畳データのビジュアル検討。	NSRI + MRI + 国交省	3週間
位置情報の取得	人流矢印の始点と終点となる位置座標を既存3D都市モデル上で取得。	NSRI	数日
Geo JSON構文の作成・転送方式の確定	3D都市モデルに重畳可能なGeo JSON構文の提示及び、転送方法の協議。	PSS + S&W	1カ月～1カ月半
確定したGeo JSON仕様でのシステム構築	確定したGeo JSON仕様でのシステム構築・設定。	S&W	2週間
転送テスト	転送テストの実施	PSS + S&W + MRI	1日（2/9）
転送データのデータベースの構築	Geo JSON形式データを蓄積するデータベースの構築	S&W	1週間
人流の閾値定義	本実証における人流量の閾値を定義。	NSRI	1週間

※各社の略称：MRI：株式会社三菱総合研究所、S&W：株式会社センサーズ・アンド・ワークス、NSRI：日建設計総合研究所、PSS：Pacific Spatial Solutions 株式会社

3. データ分析・可視化の実施結果

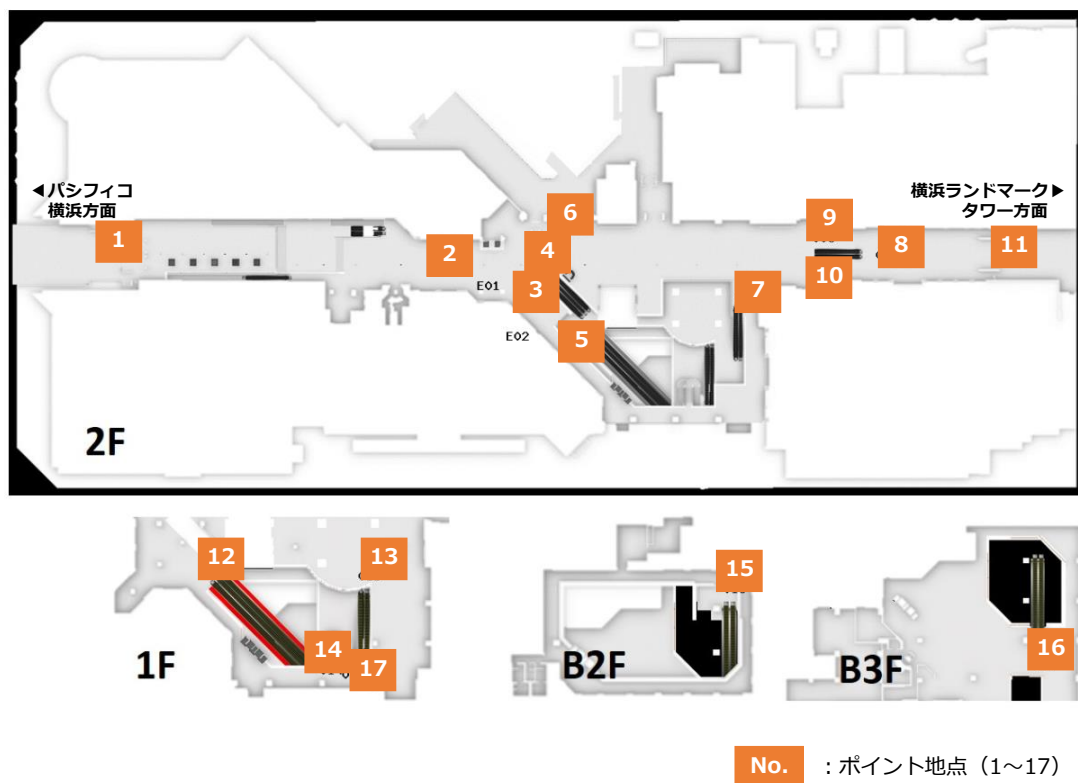
実証実験において取得したモニタリング等のデータの分析を行うとともに、データ分析結果を可視化し、その一部は地区内外に情報発信を行った。

取得したデータを用いた主な分析や可視化を行った結果を以降に示す。

表 取得したデータの分析・可視化結果の一覧（分析項目、分析概要、意図・狙い）

No.	分析項目	分析概要	分析の意図・狙い
1	主要なポイントの日別総数カウント	実証期間中（2月19日～3月4日）において、主要なポイントの日別総数カウントを分析	日別・ポイント別の人数の推移による、時期と場所の人流特性把握
2	代表日の時間帯別方面別（駅方面、街方面）総数カウント	リアルタイム配信のあった週（2月26日～3月4日）となかった週（2月19日～2月25日）の平日各1日（2月24日、3月3日）、休日各1日（2月21日、2月28日）を分析比較の代表日（以下、代表日という）とし、時間帯別の駅方面と街方面の総数カウントを分析	- 時間帯による駅方面と街方面の人数把握による、時間帯の人流特性把握 - 上記結果の平日・休日比較とリアルタイム配信有無比較
3	代表日の方面別（駅方面、街方面）ポイント別総数カウント	代表日4日を対象に駅方面と街方面のポイント別総数カウントを分析	- ポイント別の駅方面と街方面の人数把握による、ポイントの人流特性把握 - 上記結果の平日・休日比較とリアルタイム配信有無比較
4	代表日の方面別（駅方面、街方面）ポイント別カウント比率	代表日4日を対象に駅方面と街方面のポイント別カウント比率を分析	
5	代表日の時間帯別総数カウントに対する比率	代表日4日を対象に時間帯別総数カウントに対する比率を分析	- 総数カウントに占める時間帯別人数比率把握により、ピーク時の集中度合を把握 - 上記結果の平日・休日比較とリアルタイム配信有無比較
6	代表日の1時間別方面別（駅方面、街方面）ポイント別カウントの平均及び標準偏差	代表日4日を対象に1時間別方面別（駅方面、街方面）ポイント別カウントの平均及び標準偏差を分析	- ポイント別の1時間別人数の平均と標準偏差把握による、ポイントの人流特性（総量とばらつき）把握 - 上記結果の平日・休日比較とリアルタイム配信有無比較
7	ポイント別5分間別カウント数の推移	特定日のポイント別時間帯別カウント数の推移を把握	ポイント別のピーク時の数やばらつき把握による、ポイントの人流特性把握
8	エリア内移動経路・滞留人数の分析（TYPE-E関連）	人流センサTYPE-Eで収集したエリア内移動経路・滞留人数の測定結果を可視化・考察	一定エリアにおける人流の集中度合と高頻度のエリア特定など

※参考：ポイント箇所の参照（全ポイント対象）

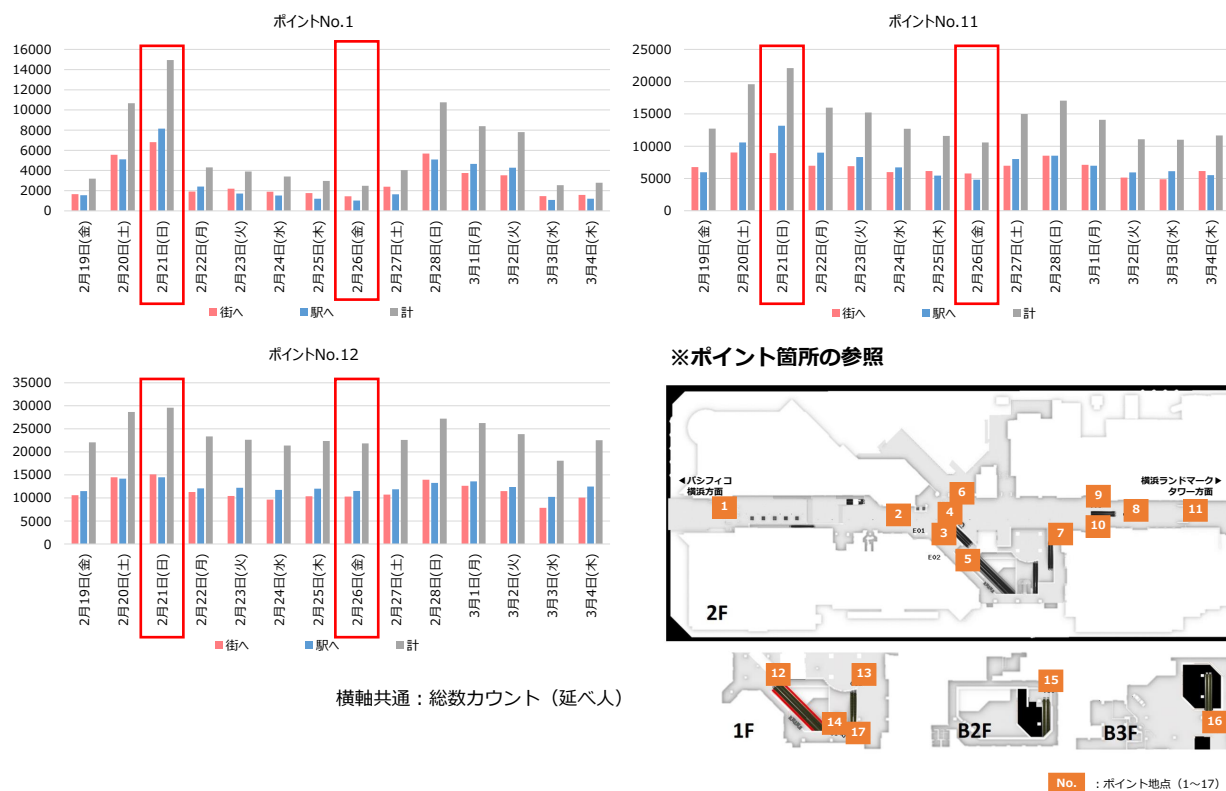


（１）分析１：主要なポイントの日別総数カウント

実証期間中（2月19日～3月4日）において、主要なポイントの日別総数カウントを分析したところ、以下の知見が得られた。

- ✓ 平日より土日の方が総数カウントが多い傾向がある。
- ✓ 土日の中では、日曜日の方がやや総数カウントが多い傾向がある。
- ✓ 2月23日（祝日）は土日よりも平日に近い傾向がある。
- ✓ 平日の中では金曜日が、総数カウントが特に少ない傾向がある。

季節的な要因に加え、緊急事態宣言下の自粛傾向も影響されていると推測する。



横軸共通：総数カウント（延べ人）

図 主要なポイントの日別総数カウント

（２）分析２：代表日の時間帯別方面別（駅方面、街方面）総数カウント

リアルタイム配信のあった週（2月26日～3月4日）となかった週（2月19日～2月25日）の平日各1日（2月24日、3月3日）、休日各1日（2月21日、2月28日）を分析比較の代表日とし、時間帯別の駅方面と街方面の総数カウントを分析した。

分析比較の代表日を上記の4日（水曜日と日曜日）にした理由は、以下のとおりである。

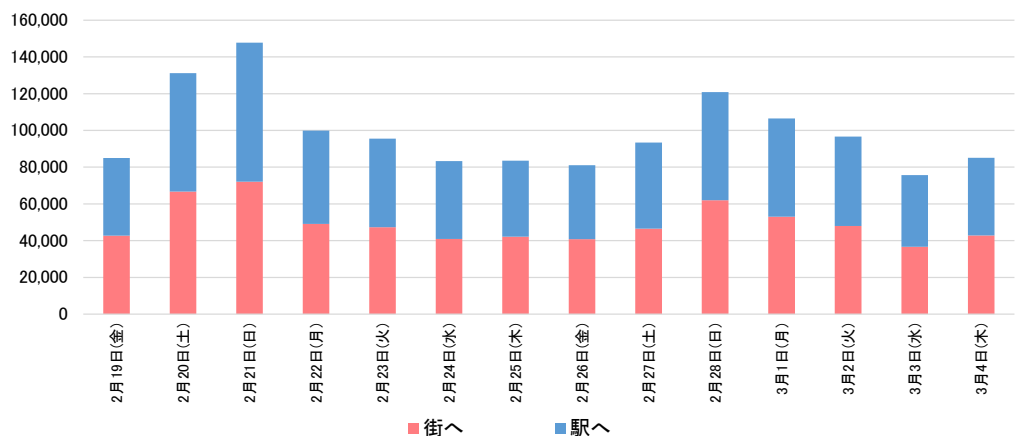
【平日の選定理由】

- ✓ 実証実験初日（金曜日）と最終日（木曜日）を除外する。
- ✓ 土日の翌日である月曜日を除外する。
- ✓ 祝日を平日分析より除外する。（※2月23日（火）は祝日に該当する。）
- ✓ 上記の結果、水曜日を分析の代表日として選定することとした。

【休日の選定理由】

- ✓ 平日の総数カウントが総じて低いことから、総数カウントの多い日の傾向を把握するために、土曜日より総数カウントの多い日曜日を分析の代表日として選定することとした。

※参考：日別総数カウントの推移

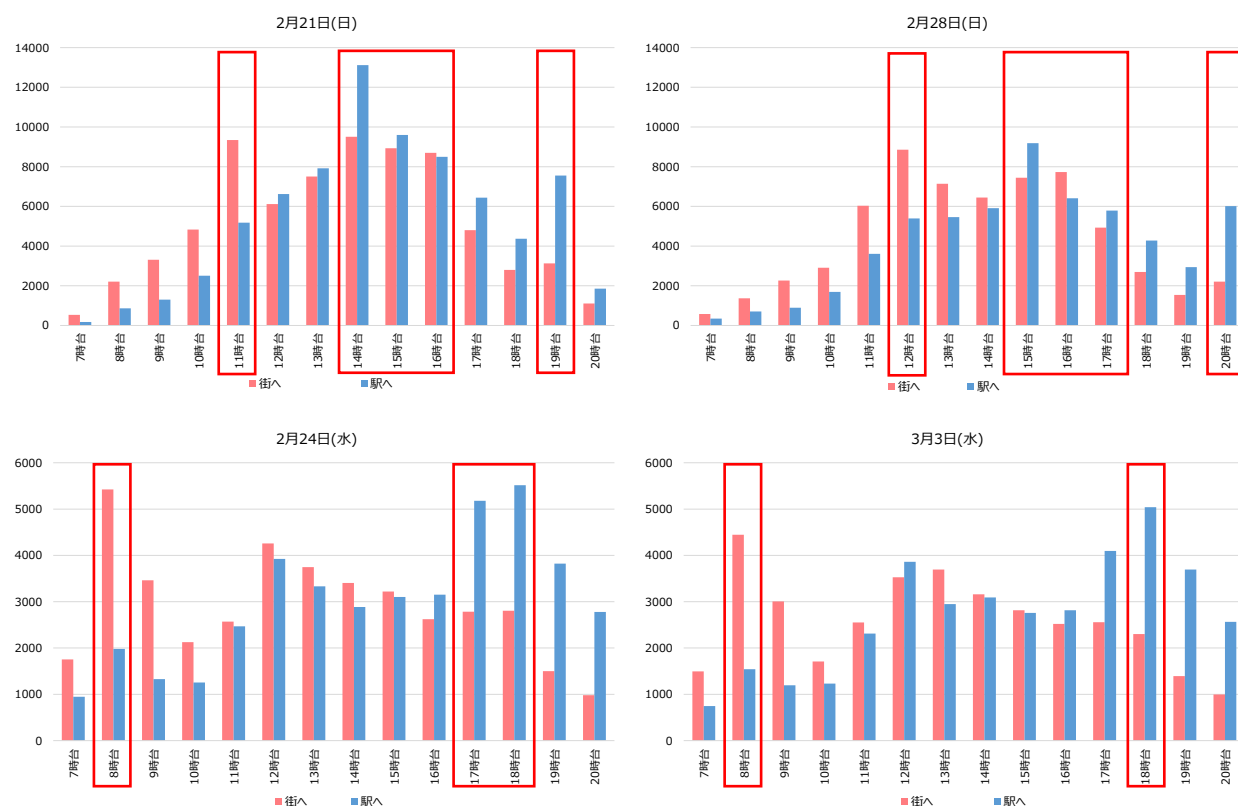


横軸：総数カウント（延べ人）

時間帯別の駅方面と街方面の総数カウントを分析することにより、クイーンズスクエアへの人の流入と流出のタイミング、混み合う時間などが把握できる。

分析結果より、以下の知見が得られた。

- ✓ リアルタイム配信有無を問わず、曜日別の傾向は類似している。
- ✓ 例えば日曜日の場合、街方面の11時台、14時台～15時台（2月21日の場合は16時台まで）のカウントが多く、駅方面は14時台～16時台、19時台（2月21日）または20時台（2月28日）が多い傾向がある。滞在時間が不明であるため、推測レベルではあるが、数時間ごとに訪問者の入れ替えがある可能性がある。特に12時台前後に街方面への流入のピークがあり、人が街へ入っていく動きが把握できる。
- ✓ 一方で水曜日の場合、街方面は8時台、駅方面は18時台が特に多く、通勤・ビジネス利用が多い可能性が高い。駅方面への流出のピークが17～18時台となっており、人が街から出ていく動きが把握できる。
- ✓ リアルタイム配信前後で比較した場合、配信後において全体的に総数カウントが減少しており、ピーク時の集中度合いが緩和されている傾向がある。



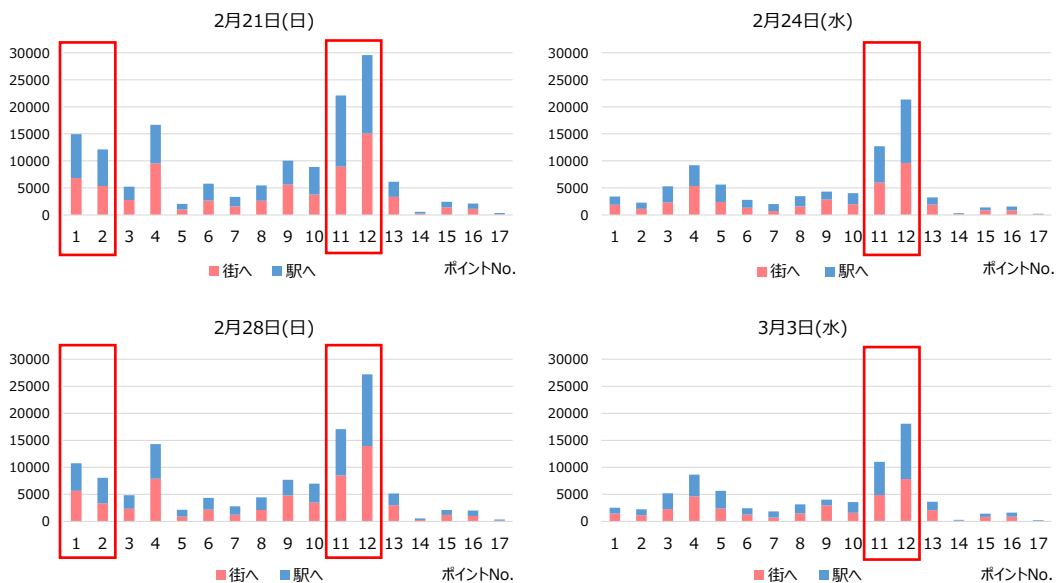
縦軸共通：総数カウント（延べ人）

図 代表日の方面別（駅方面、街方面）総数カウント

（３）分析３：代表日の方面別（駅方面、街方面）ポイント別総数カウント

分析比較の代表日4日を対象に駅方面と街方面のポイント別総数カウントを分析したところ、以下の知見が得られた。

- ✓ リアルタイム配信有無、曜日を問わず、傾向は概ね類似している。どの日においてもポイント12（みなとみらい駅につながるエスカレーター）と11（横浜ランドマークタワー側の出入口）のカウント数が突出して多い傾向がある。ポイント12はみなとみらい駅に直通するエスカレーターの中間時点であり、2階から駅に向かう人に加え、1階から合流する人も対象となることから、カウント数が多いと考えられる。ポイント11は横浜ランドマークタワー方面に向かう人に加え、桜木町に向かう人も対象となることから、カウント数が多いと考えられる。どちらのポイントも鉄道駅への接続ポイントという共通点がある。
- ✓ 日曜日は水曜日に比べ、ポイント1と2がやや多い傾向がある。パシフィコ横浜や海側とのつながりが平日より休日の方が強い可能性がある。また、当該通路が観光やイベントの移動経路として機能している通路であることが示唆される。
- ✓ 中央エスカレーターに人が集中する傾向がある。
- ✓ リアルタイム配信前後で比較した場合、配信後において全体的に総数カウントが減少している。



※ポイント箇所の参照

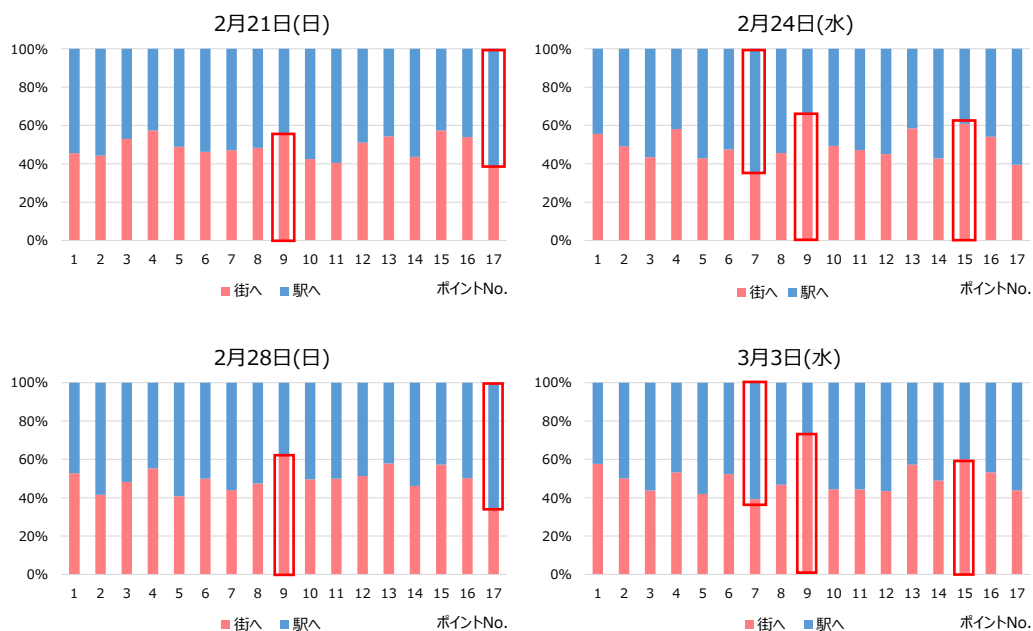


図 代表日の方面別（駅方面、街方面）ポイント別総数カウント

（４）分析４：代表日の方面別（駅方面、街方面）ポイント別カウント比率

分析比較の代表日4日を対象に駅方面と街方面のポイント別カウント比率を分析したところ、以下の知見が得られた。

- ✓ リアルタイム配信有無を問わず、平日同士、休日同士の傾向は概ね類似している。どの日においても、ポイント9は街方面のカウントがやや多い傾向がある。当該ポイントの街方面は、施設からすると駅から施設への入口に近いため、施設来訪者向けの情報案内に適しているといえる。
- ✓ 水曜日において、ポイント15（地下2階）はやや街方面が多い傾向がある。ポイント15は地下駐車場に向かう地点であることから、車利用者の動線が加わっている可能性が高い。車利用者向けの周辺情報発信が想定できる。
- ✓ 水曜日において、ポイント7（2階）はやや駅方面が多い傾向がある。ポイント7は休憩スペースや店舗出口の近くにある地点であり、休憩や買物を終えた人が駅に向かうケースが多いと考えられる。
- ✓ 日曜日において、ポイント17（1階）はやや駅方面が多い傾向がある。みなとみらい駅に向かう中間地点であることが要因として考えられる。



※ポイント箇所の参照



図 代表日の方面別（駅方面、街方面）ポイント別カウント比率

（５）分析５：代表日の時間帯別総数カウントに対する比率

分析比較の代表日4日を対象に時間帯別総数カウントに対する比率を分析した。総数カウントに占める比率を把握することにより、ピーク時の集中度合いが把握できる。分析結果、以下の知見が得られた。

- ✓ リアルタイム配信有無を問わず、平日同士、休日同士の傾向は概ね類似している。全体に占めるカウント比率が15%以上の時間帯は2月21日（日）の14時台のみである。全体に占めるカウント比率が10%以上の時間帯は次のとおりである。
 - ✓ 2月21日（日）：13時台～16時台、2月28日（日）：12時台～16時台
 - ✓ 2月24日（水）：18時台、3月3日（水）：12時台
- ✓ 特に12～16時台のピーク時間帯に着目して、各日の全体に占めるカウント比率を把握したところ、2月21日（日）は約58.1%、2月28日は約58%であり、平日（2月24日（水）は約40.9%、3月3日（水）は約42.1%）より高い傾向がみられた。
- ✓ 日曜日は12～16時台の人の集中度合いが比較的高く、ピークの時間帯が長時間続く傾向がある。水曜日は12時台、18時台の人の集中度合いが比較的に高いが、集中度合いは日曜日に比べて低い傾向がある。平日の朝タピーク集中度合い以上に、日曜日昼間時間帯の集中度合いが高いことに注目する必要がある。
- ✓ リアルタイム配信前後で比較した場合、水曜日は大きな違いはみられないものの、日曜日はピーク時の集中度合いが改善されている。



図 代表日の時間帯別総数カウントに対する比率

（6）分析6：代表日の1時間別方面別（駅方面、街方面）ポイント別カウントの平均及び標準偏差

分析比較の代表日4日を対象に1時間別方面別（駅方面、街方面）ポイント別カウントの平均及び標準偏差を分析したところ、以下の知見が得られた。

【平均】

- ✓ 平日休日を問わず、中央エスカレータ付近であるポイント4と12、横浜ランドマークタワー側出入口付近であるポイント11の数値が全体的に高い傾向がある。ポイント4と12はみなとみらい駅に向かうエスカレーター付近であり、ポイント4は2階からエスカレーターに向かう地点、ポイント12は1階からエスカレーターに向かう地点となっている。また、ポイント11は横浜ランドマークタワーに加え、桜木町駅に向かう地点となっている。駅と施設及び街をつなぐ玄関としての役割を有していることから、平均値が高いと考えられる。
- ✓ ポイント3と5は休日より平日の方がカウント数が多い傾向がある。ポイント3と5の先には店舗のみならず、休憩スペースが存在するため、休憩利用の人が多い可能性がある。
- ✓ ポイント1と2は平日より休日の方がカウント数が多い傾向がある。両ポイント、特にポイント1は街に向かう玄関としての役割があるため、平日より休日の方が街に出るケースが多い、すなわち施設と街との関わりが強いと考えられる。
- ✓ 多くのポイントにおいて、2月21日（日）＞2月28日（日）＞2月24日（水）＞3月3日（水）の順に平均値が高く、休日の来訪者が多いこと、期間後半の来訪者が少ないことが把握できた。ポイント3と5は休日より平日の方がカウント数が多い。

【標準偏差】

- ✓ 標準偏差は各時間帯別のカウント数のばらつきを示す指標である。多くのポイントにおいて、平均値が高いほど標準偏差も大きい傾向にあり、1時間別のみならず、5分別の推計（2月21日（日））においても同じ傾向であった。
- ✓ リアルタイム配信前後で平均及び標準偏差を比較した場合、多くのポイントにおいてリアルタイム配信後の数値が低い傾向がある。

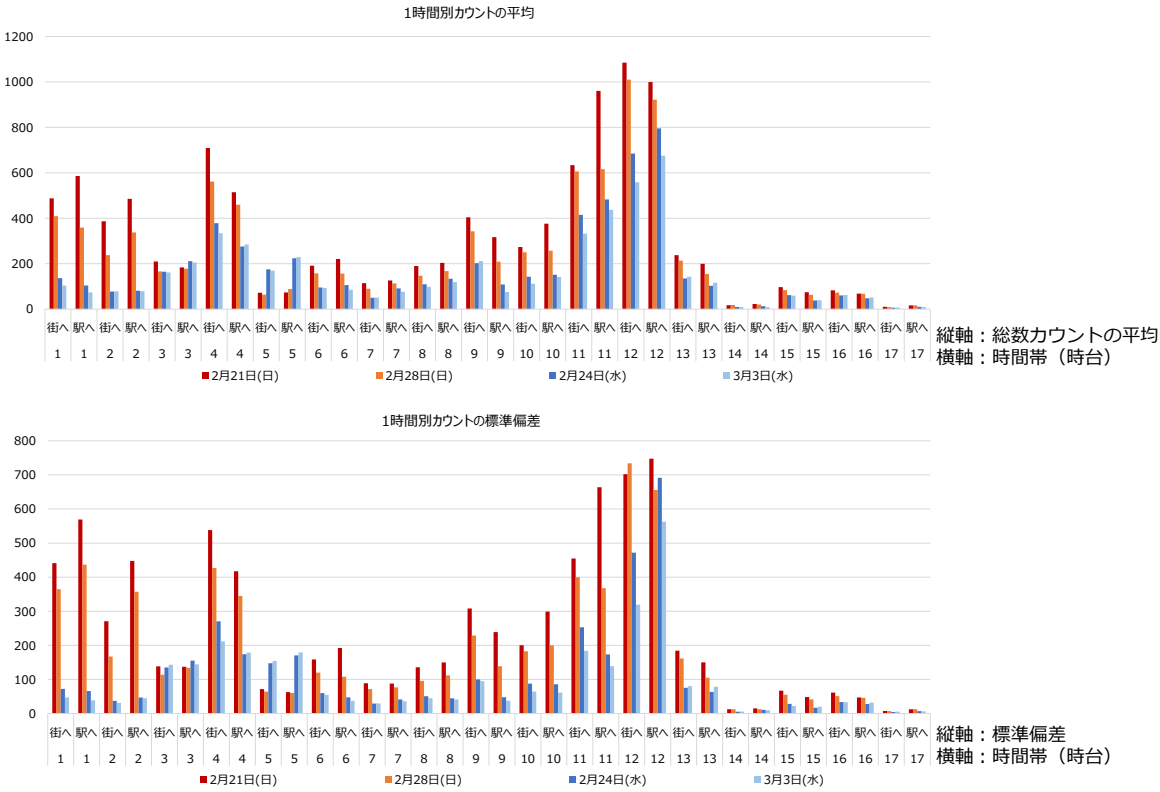
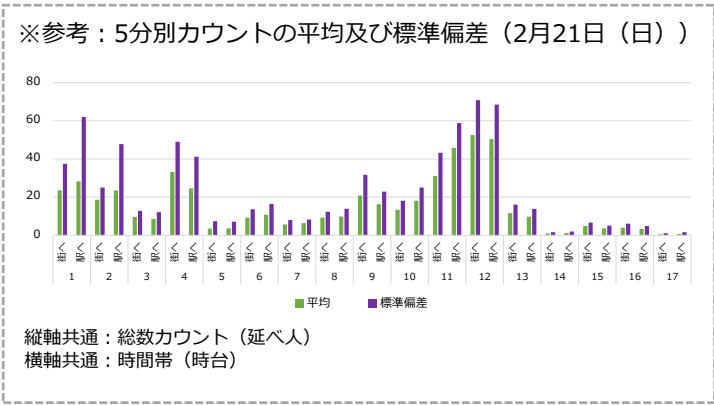
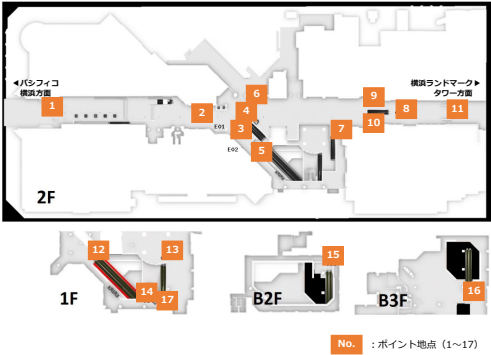


図 代表日の1時間別方面別（駅方面、街方面）ポイント別カウントの平均及び標準偏差



※ポイント箇所の参照

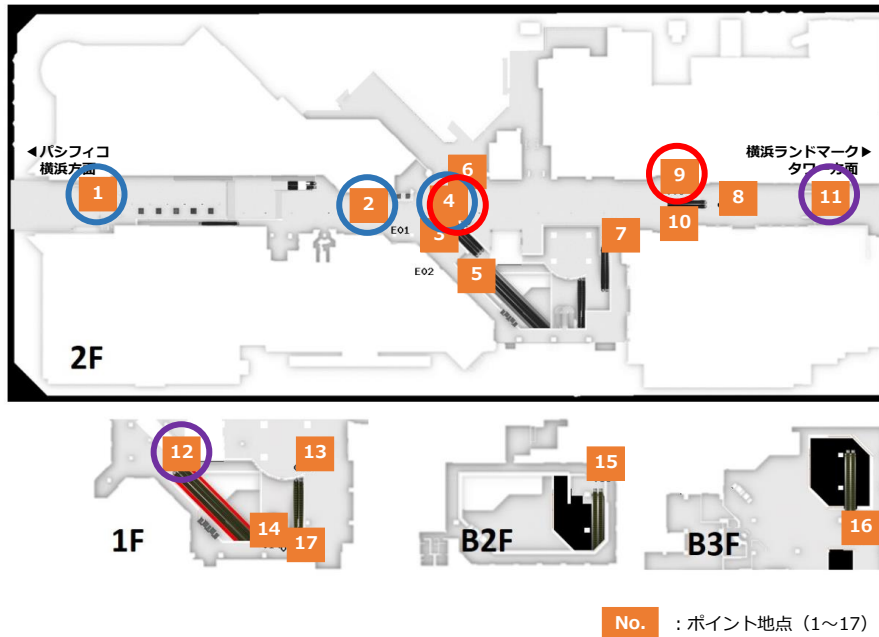


（７）分析７：２月２１日（日）のポイント別５分間カウント数の推移

２月２１日（日）のポイント別時間帯別カウント数の推移を以下に示す。

- ✓ ５分間のカウントの最大値が１００以上の時間帯を含むポイントはポイント１、２、４、９、１１、１２の６か所である。
- ✓ そのうち、一部時間帯でのみカウントが集中するポイントはポイント１、２、４、９の４か所である。ポイント１、２は、特に駅方面のカウントが一部時間帯に集中する傾向がある。実証期間中はパシフィコ横浜での大規模イベントがなかったが、もしパシフィコ横浜方面で大規模イベントのある場合、駅方面の移動が一部時間帯に集中する傾向が更に強まる可能性がある。一方でポイント９は、特に街方面のカウントが一部時間帯に集中する傾向がある。ポイント９における街方面の先には桜木町駅があり、ピークの時間帯がポイント１と２とほぼ一致するため、桜木町駅に向かう人が多い可能性がある。
- ✓ ポイント４は、街方面と駅方面の２種類のカウントが２つの時間帯においてピークとなっている。街方面及び駅方面に向かう人流が時間帯によって入れ替わり、通過地点としての特性を有している。総数カウント数も高い水準である。
- ✓ 一方で、ポイント１１と１２は日中の時間帯別のカウントが総じて高く、常に人流が入り交じっている複合的な地点としての特性を有している。ポイント１１は街方面にも桜木町駅があり、駅方面としての特性も有していることから、複合的な人流となっている。ポイント１２は１階と２階、みなとみらい駅など、各階に向かう人流が入り交じっている地点として機能している。
- ✓ ポイント１と１１の出入口のみならず、日中一定数のカウントがみられるポイント４と９と１２においても混雑緩和策や情報発信などのポテンシャルがあると考えられる。

※ポイント箇所の参照



縦軸共通：総数カウント（延べ人）、横軸共通：時間帯（時台）

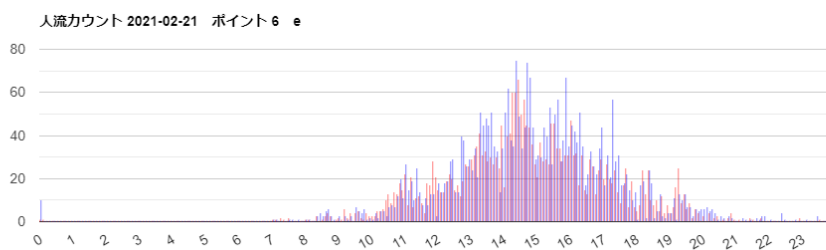
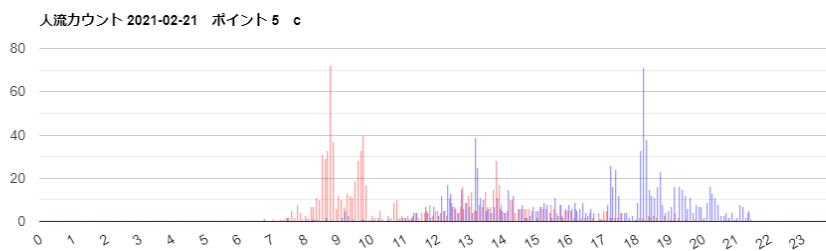
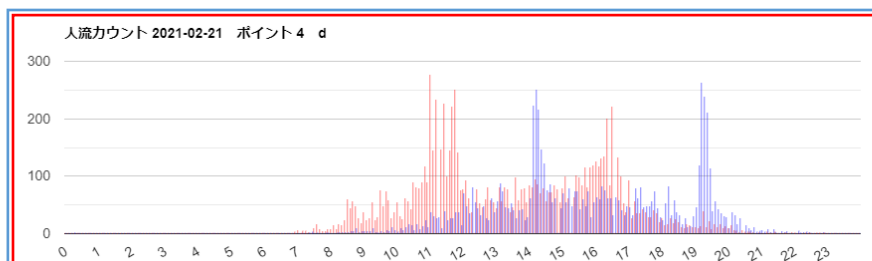
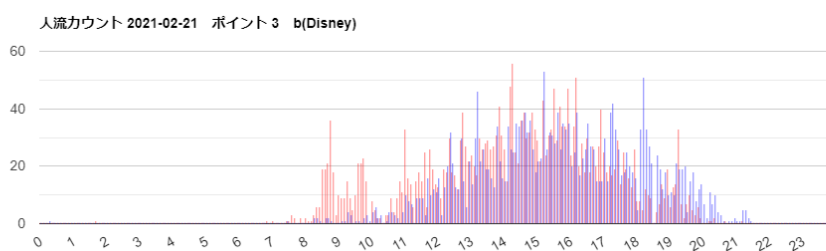
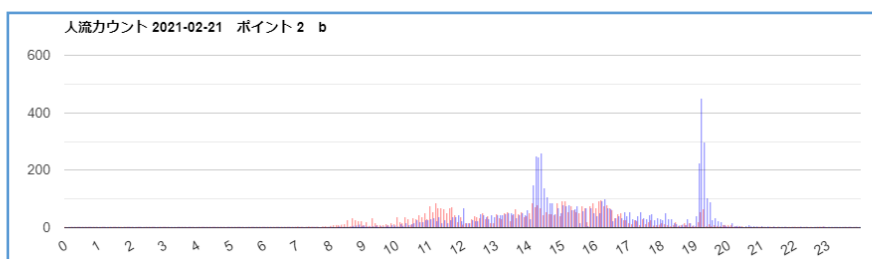
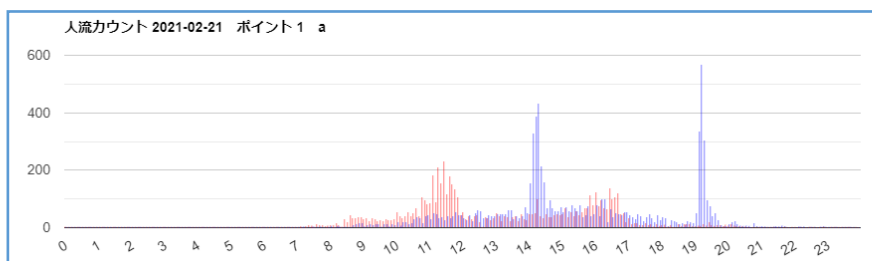


図 2月21日（日）のポイント別5分別カウント数の推移（その1）

縦軸共通：総数カウント（延べ人）、横軸共通：時間帯（時台）

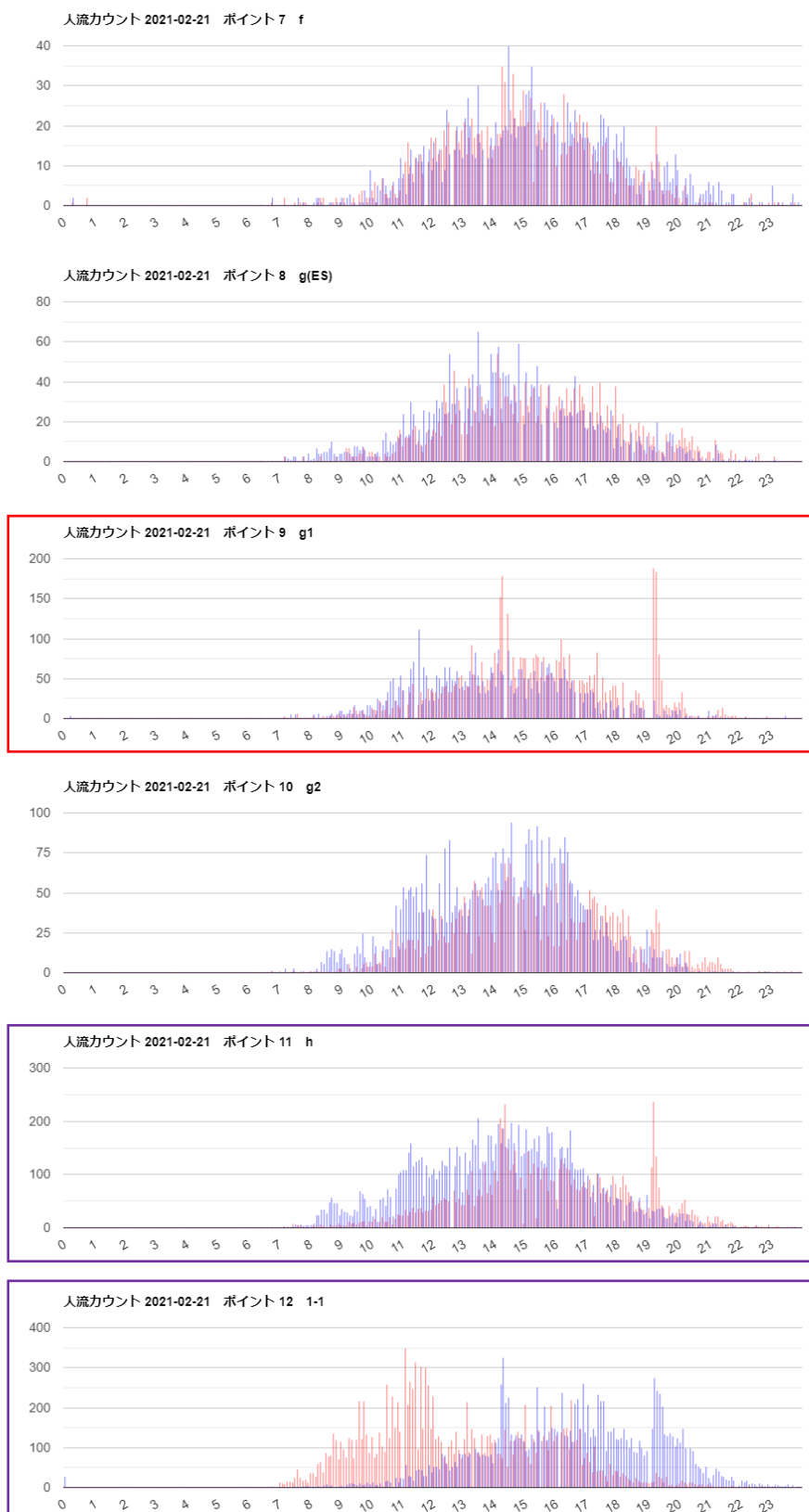


図 2月21日（日）のポイント別5分別カウント数の推移（その2）

縦軸共通：総数カウント（延べ人）、横軸共通：時間帯（時台）

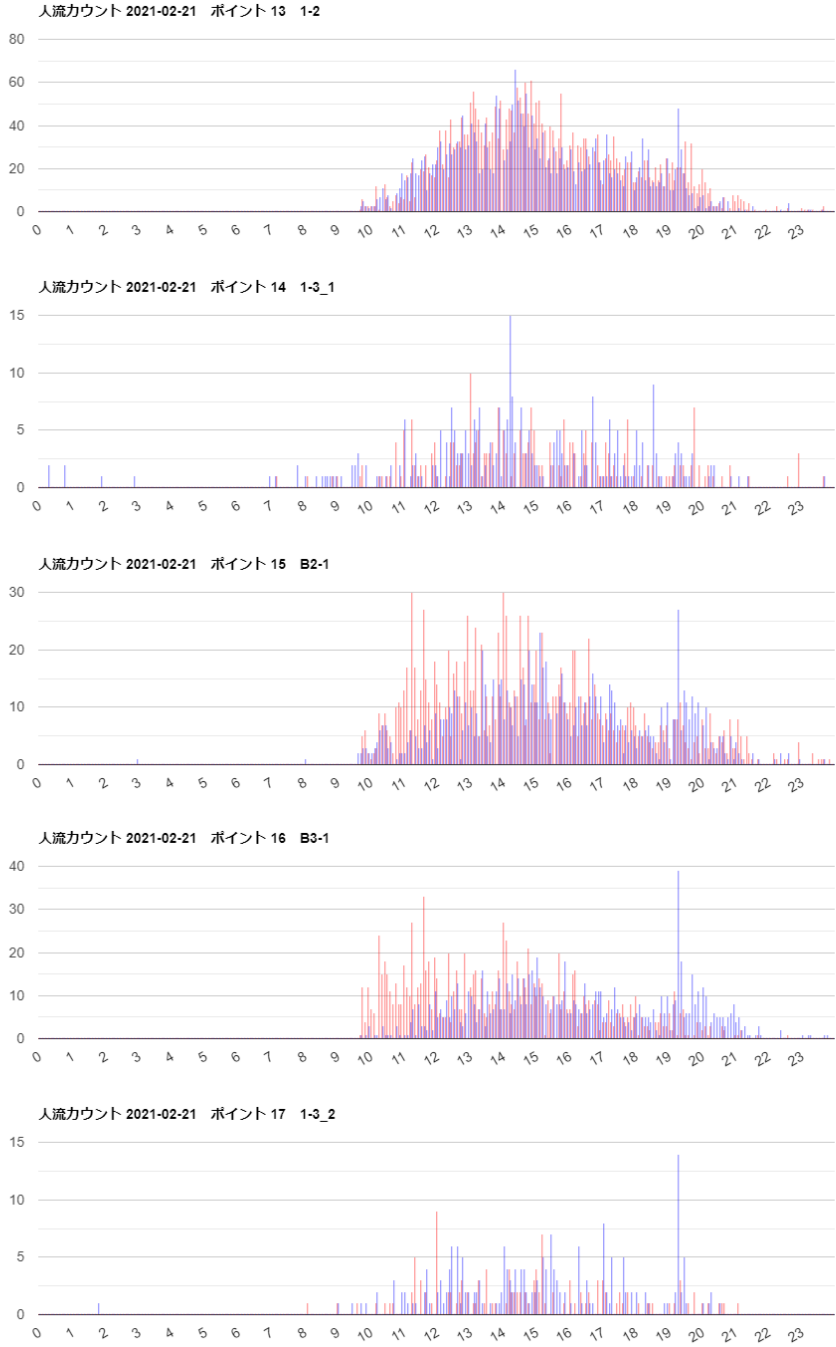


図 2月21日（日）のポイント別5分別カウント数の推移（その3）

（８）分析８：エリア内移動経路・滞留人数の分析

人流センサTYPE-Eの2台では人流計測に加えてエリア内移動経路・滞留人数の測定を実施した。下記の条件下で取得したデータよりエリア内移動経路・滞留人数の分析の可能性を示す。

✓ 計測日は、任意の平日2日分・休日2日分とした。

※計測日については取得環境上の制約及び、機器への負担を考慮し平日・休日の2日分となっている。

✓ 計測のタイミングは、付近のセンサで人流カウントのピークが見られる、8-9時台、12-13時台、18-19時台の時間帯の人の通行が見られた約30～40秒間のデータとした。

※計測時間については機器への負担を考慮し30秒前後となっている。

【計測エリア】

TYPE-Eについては、クイーンモールに位置する範囲（9×12m）をエリア①、エスカレーターからディズニーストアにかけての範囲（4×5m）をエリア②としている。

表 エリアごとの計測日時

計測日		エリア①	エリア②
平日 1	朝	3/3 (水) 8:45'02 - 8:45'31	3/3 (水) 09:11'14 - 09:12'00
	昼	3/1 (月) 12:09'05 - 12:09'27	3/1 (月) 12:29'30 - 12:30'14
	晩	3/1 (月) 18:15'55 - 18:16'47	3/1 (月) 18:05'37 - 18:06'22
平日 2	朝	3/4 (木) 8:48'33 - 8:49'34	3/4 (木) 09:22'07 - 09:22'42
	昼	3/3 (水) 12:15'56 - 12:16'18	3/3 (水) 12:22'59 - 12:23'43
	晩	3/3 (水) 19:26'44 - 19:27'34	3/3 (水) 19:03'09 - 19:04'04
休日 1	朝	2/27 (土) 9:13'51 - 9:14'39	2/27 (土) 9:07'01 - 9:08'04
	昼	2/27 (土) 12:55'37 - 12:56'10	2/27 (土) 13:08'52 - 13:09'42
	晩	2/27 (土) 18:51'24 - 18:52'18	2/27 (土) 19:08'54 - 19:09'24
休日 2	朝	2/28 (日) 9:46'14 - 9:47'08	2/28 (日) 09:22'27 - 09:23'27
	昼	2/28 (日) 12:38'20 - 12:38'58	2/28 (日) 12:12'53 - 12:13'32
	晩	2/28 (日) 17:59'30 - 18:06'24	2/28 (日) 18:10'45 - 18:11'48

【計測エリア】

TYPE-Eについては、クイーンモールに位置する範囲（9×12m）をエリア①、エスカレーターからディズニーストアにかけての範囲（4×5m）をエリア②としている。

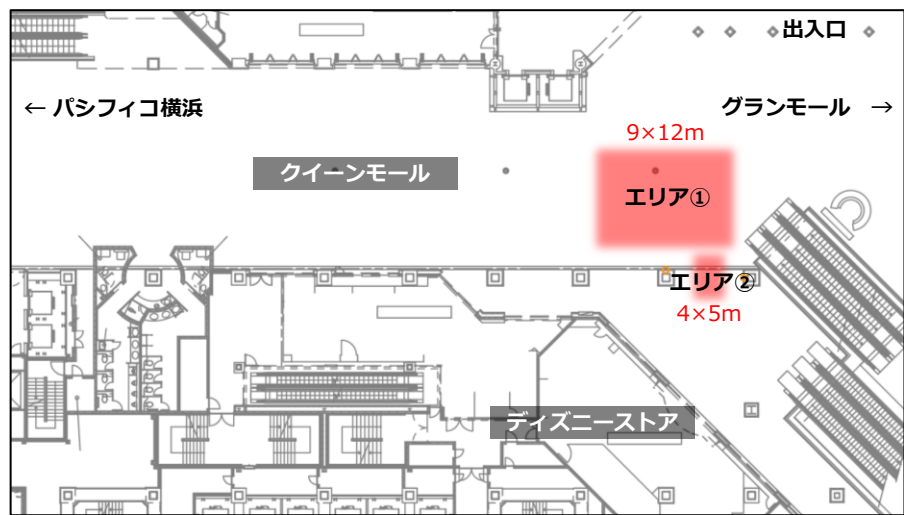


図 センサTYPE-Eの計測範囲

【表示方法について】

TYPE-Eログ情報の表現方法は下記のとおりである。

		表示方法
3/3 (水) 8:45'02 - 8:45'31		計測時刻
朝 (8時〜9時)		● 起点 → 軌道 (1人) → 軌道 (2人以上) ● 滞留 軌道の重なり度合い
	[1,2] 45'02 - 45'29 (27) [3] 45'02 - 45'22 (20) [4] 45'03 - 45'16 (13) [5] 45'17 - 45'20 (3) [6] 45'17 - 45'23 (5)	[1] 51'26 ('2) 対象者 計測開始／終了時刻 通行時間

図 センサTYPE-E可視化方法

【留意点】

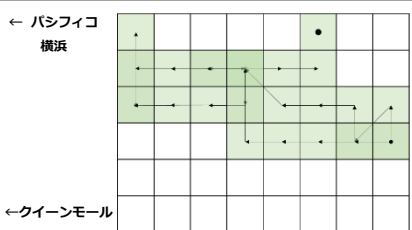
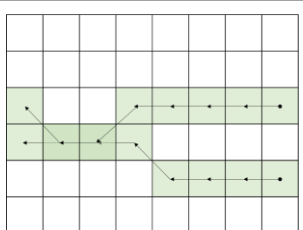
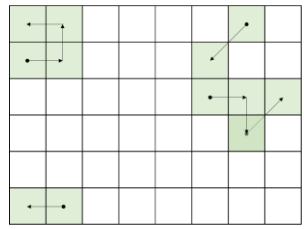
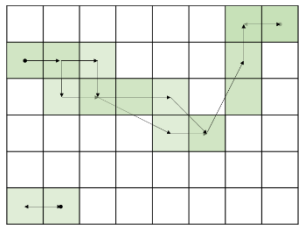
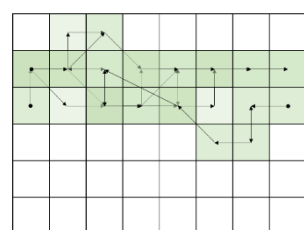
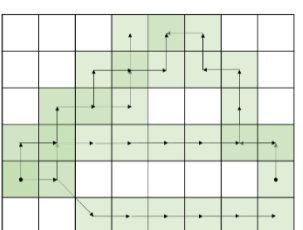
- ✓ 本実証での設置要件は俯角設置なので、重心位置＝通った軌跡とは必ずしも一致しない。
- ✓ グの中で同じ場所に長時間滞在しているものは背景ノイズの可能性がある。（今回のアルゴリズムは動線モードなので、ノイズを排除することが不可であった。）

エリア① 【平日】

任意の平日朝・昼・夕の計測日を対象に、エリア①内の移動経路・滞留人数を分析したところ、以下の知見が得られた。

- ✓ エリア①を移動する軌道は、クイーンモールを通行する軌道、エスカレーター（1階）からクイーンモール方向、クイーンモールから出入口方向への軌道などが考えられる。
- ✓ 通過人数1～6人であるが、夕の通行者が多い傾向にある。
- ✓ 時間帯別に軌道・通行時間を比較すると、朝はクイーンモールの「通行」（通勤・通学）、昼はモール内の「滞留」（買い物・食事）、夕はクイーンモール・施設内の「通行」（通勤・通学）などの傾向が分かる。

表 エリアごとの計測日時

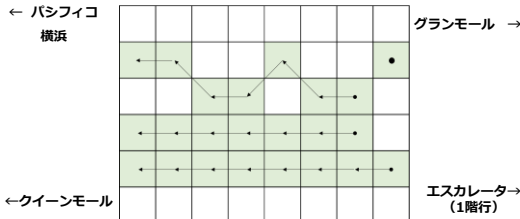
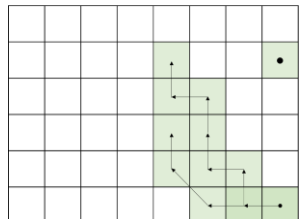
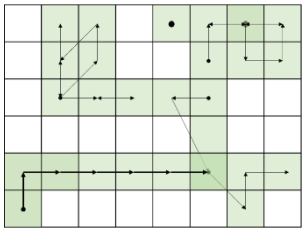
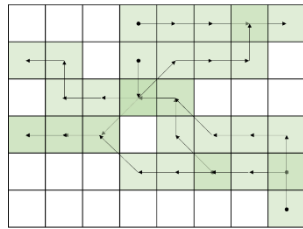
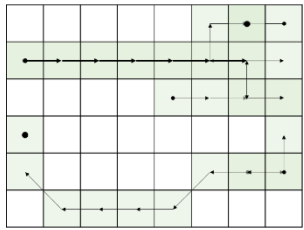
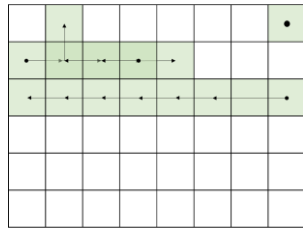
	3/3 (水) 8:45'02 - 8:45'31	3/4 (木) 8:48'33 - 8:49'34
朝 (8時～9時)	 [1,2] 45'02 - 45'29 (27) [3] 45'02 - 45'22 (20) [4] 45'03 - 45'16 (13) [5] 45'17 - 45'20 (3) [6] 45'17 - 45'23 (5)	 [1] 49'02-49'05 (3) [2] 49'02-49'05 (3)
	3/1 (月) 12:09'05 - 12:09'27	3/3 (水) 12:15'56 - 12:16'18
昼 (12時～13時)	 [1,2] 09'05-09'27 (22) [3] 09'05-09'07 (2) [4] 09'05-09'17 (12) [5] 09'05-09'27 (22) [6] 09'25-09'27 (2)	 [1,2] 15'56-16'18 (22) [3] 15'56-16'18 (22) [4] 16'10-16'16 (6) [5] 16'11-16'16 (6)
	3/1 (月) 18:15'55 - 18:16'47	3/3 (水) 19:26'44 - 19:27'34
夕 (18時～19時30分)	 [[1] 15'55-16'01 (6) [2] 16'01 - 16'14 (13) [3] 16'02 - 16'04 (2) [4] 16'17 - 16'23 (6) [5] 16'27 - 16'30 (3) [6] 16'43 - 16'45 (2)	 [1] 27'11-27'15 (4) [2] 27'18 - 27'21 (3) [3] 27'18 - 27'21 (3) [4] 27'23 - 27'27 (4) [5] 27'23 - 27'29 (6) [6] 27'30 - 27'31 (1)

エリア① 【休日】

任意の休日朝・昼・夕の計測日を対象に、エリア①内の移動経路・滞留人数を分析したところ、以下の知見が得られた。

- ✓ エリア①を移動する軌道は、クイーンモールを通行する軌道、エスカレーター（1階）からクイーンモール方向、クイーンモールから出入口方向への軌道、モール内の滞留などが考えられる。
- ✓ 通過人数1～11人であり、平日よりも通行者が多く、昼の通行者が多い傾向がある。
- ✓ 時間帯別に軌道・通行時間を比較すると、休日は平日に比べ時間帯ごとの明確な違いは見られない。これは、買い物・食事・通過を目的とした施設利用者が多い事が考えられる。

表 エリアごとの計測日時

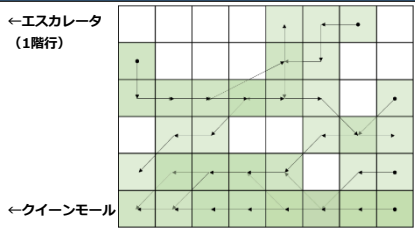
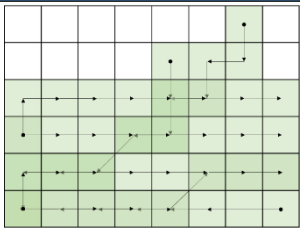
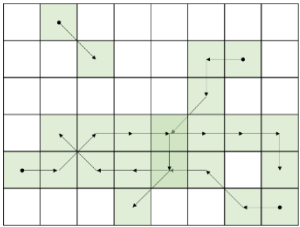
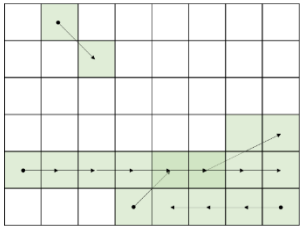
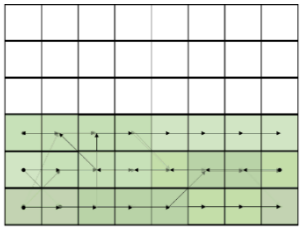
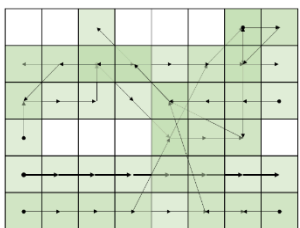
	2/27 (土) 9:13'51 - 9:14'39	2/28 (日) 9:46'14 - 9:47'08
朝 (8時～9時)	 ← パシフィコ横浜 クイーンモール ← エスカレーター→ (1階行) グランモール → [1] 13'51 - 14'51 (60) [2] 14'20 - 14'21 (1) [3] 14'23 - 14'25 (2) [4] 14'23 - 14'26 (3)	 [1] 47'05 - 47'08 (3) [2] 47'05 - 47'08 (3) [3] 46'14 - 47'08 (54)
	2/27 (土) 12:55'37 - 12:56'10	2/28 (日) 12:38'20 - 12:38'58
昼 (12時～13時)	 [1] 55'37 - 55'38 (1) [2] 55'37 - 55'38 (1) [3] 55'38 - 55'40 (2) [4,5] 55'38 - 55'46 (8) [6] 55'39 - 55'56 (17) [7] 55'39 - 55'46 (7) [8,9] 56'05 - 56'10 (5) [10,11] 56'04 - 56'10 (6)	 [1] 38'20-38'27 (7) [2] 38'26 - 38'27 (1) [3] 38'38 - 38'42 (4) [4] 38'45 - 38'47 (2) [5] 38'47 - 38'58 (11)
	2/27 (土) 18:51'24 - 18:52'18	2/28 (日) 17:59'30 - 18:06'24
夕 (18時～19時30分)	 [1] 51'24-51'27 (3) [2] 51'26 - 51'28 (2) [3] 51'28 - 51'30 (2) [4] 51'31 - 51'32 (1) [5] 51'46 - 51'51 (5) [6] 51'51 - 51'53 (2) [7] 51'56 - 52'05 (9) [8,9] 52'08 - 52'14 (6)	 [1] 59'30-59' () [2] 00'00 - 00'04 (4) [3] 16'02 - 16'04 (2) [4] 59'30 - 06'24 (54)

エリア② 【平日】

任意の平日朝・昼・夕の計測日を対象に、エリア②内の移動経路・滞留人数を分析したところ、以下の知見が得られた。

- ✓ エリア②を移動する軌道は、エスカレータで1階から2階へ、エスカレータ1階から商業施設へ、2階フロアから商業施設への軌道などが考えられる。
- ✓ 通過人数1～16人と、エリア①よりも人数が多く、朝・夕の通行人が多い傾向にある。
- ✓ 時間帯別に軌道・通行時間を比較すると、朝はクイーンモールの「通行」（通勤・通学）、昼はモール内の「通行」（買い物・食事）、夕はクイーンモール・施設内の「通行」（通勤・通学）などの傾向が分かる。

表 エリアごとの計測日時

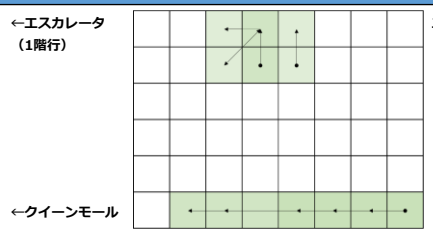
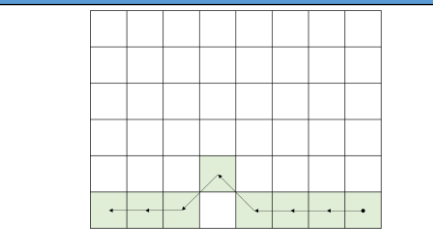
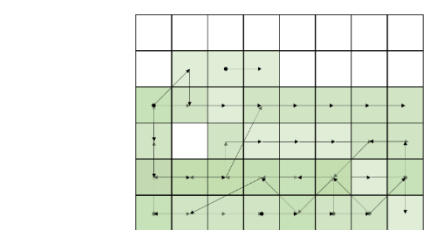
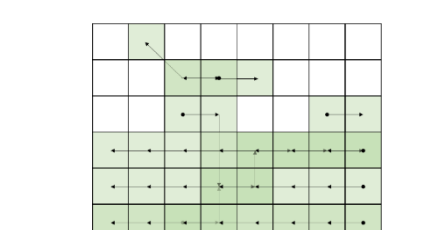
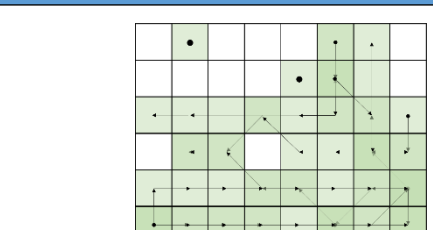
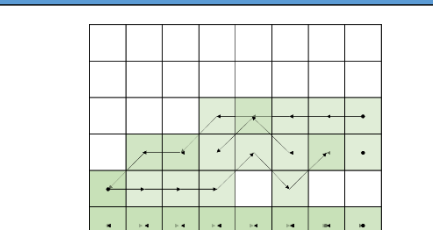
3/3 (水) 09:11'14 - 09:12'00		3/4 (木) 09:22'07 - 09:22'42	
朝 (8時～9時)			[1] 11'16-11'17 (1) [2] 11'18-11'21 (3) [2] 11'18-11'21 (3) [4] 11'25-11'27 (2) [5] 11'25-11'27 (2) [6] 11'27-11'28 (1) [7] 11'30-11'31 (1) [8] 11'33-11'36 (3) [9] 11'45-11'46 (1) [10] 11'45-11'47 (2)
	[1] 11'16-11'17 (1) [2] 11'18-11'21 (3) [2] 11'18-11'21 (3) [4] 11'25-11'27 (2) [5] 11'25-11'27 (2) [6] 11'27-11'28 (1) [7] 11'30-11'31 (1) [8] 11'33-11'36 (3) [9] 11'45-11'46 (1) [10] 11'45-11'47 (2)		[1] 22'09-22'10 (1) [2] 22'14-22'18 (4) [3] 22'17-22'18 (1) [4] 22'27-22'28 (1) [5] 22'31-22'33 (2) [6] 22'32-22'33 (1) [7] 22'35-22'37 (2)
3/1 (月) 12:29'30 - 12:30'14		3/3 (水) 12:22'59 - 12:23'43	
昼 (12時～13時)			[1] 29'30-30'14 (44) [2] 29'32-29'32 (2) [3] 29'38-29'40 (2) [4] 30'02-30'03 (1)
	[1] 29'30-30'14 (44) [2] 29'32-29'32 (2) [3] 29'38-29'40 (2) [4] 30'02-30'03 (1)		[1] 22'59-23'43 (44) [2] 23'31-23'31 (0) [3] 23'31-23'32 (1) [4] 23'42-23'43 (1)
3/1 (月) 18:05'37 - 18:06'22		3/3 (水) 19:03'09 - 19:04'04	
夕 (18時～19時30分)			[1] 05'37-05'38 (1) [2] 05'40-05'40 (0) [3,4] 05'40-05'43 (3) [5] 05'41-05'44 (3) [6] 05'47-05'54 (7) [7] 05'47-05'54 (7) [8] 05'56-05'57 (1) [9] 05'56-05'57 (1) [10] 05'59-06'01 (2) [11,12] 06'07-06'09 (2) [13] 06'13-06'14 (1) [14] 06'13-06'14 (1) [15] 06'14-06'15 (1) [16] 06'15-06'18 (3)
	[1] 05'37-05'38 (1) [2] 05'40-05'40 (0) [3,4] 05'40-05'43 (3) [5] 05'41-05'44 (3) [6] 05'47-05'54 (7) [7] 05'47-05'54 (7) [8] 05'56-05'57 (1) [9] 05'56-05'57 (1) [10] 05'59-06'01 (2) [11,12] 06'07-06'09 (2) [13] 06'13-06'14 (1) [14] 06'13-06'14 (1) [15] 06'14-06'15 (1) [16] 06'15-06'18 (3)		[1,2] 03'11-03'13 (2) [2] 03'13-03'14 (1) [3] 03'14-03'15 (1) [4] 03'15-03'16 (1) [5] 03'15-03'20 (5) [6,7] 03'30-05'57 (1) [8] 03'48-03'50 (2) [9] 03'48-03'50 (2) [10] 04'02-04'04 (2)

エリア② 【休日】

任意の休日朝・昼・夕の計測日を対象に、エリア②内の移動経路・滞留人数を分析したところ、以下の知見が得られた。

- ✓ エリア②を移動する軌道は、エスカレータで1階から2階へ、エスカレータ1階から商業施設へ、2階フロアから商業施設への軌道、一部柱付近の滞留などが考えられる。
- ✓ 通過人数1～14人と、エリア①よりも人数が多く、朝の通行人が少なく、昼が多い傾向にある。
- ✓ 時間帯別に軌道・通行時間を比較すると、商業施設の営業時間などの関係から朝は利用者が少なく、昼・夕は買い物・食事・通過を目的とした施設利用者が多い事が考えられる。

表 エリアごとの計測日時

	2/27 (土) 9:07'01 - 9:08'04		2/28 (日) 09:22'27 - 09:23'27	
朝 (8時～9時)				
	←エスカレータ (1階行) エスカレータ→ (3階行) ←クイーンモール ディズニー → ストア [1] 07'07 - 07'08 (1) [2] 07'09 - 07'20 (11) [3] 07'10 - 07'18 (8) [4] 07'44 - 07'45 (1) [5] 07'59 - 07'59 (0) [6] 07'59 - 07'59 (1)		[1] 22'59-23'01 (2)	
	2/27 (土) 13:08'52 - 13:09'42		2/28 (日) 12:12'53 - 12:13'32	
昼 (12時～13時)				
	[1] 09'04 - 09'04 (0) [2,3] 09'08 - 09'10 (2) [4,5] 09'10 - 09'11 (1) [6] 09'11 - 09'19 (1) [7] 09'20 - 09'21 (1) [8] 09'20 - 09'21 (1) [8] 09'20 - 09'21 (1) [9] 09'23 - 09'26 (1) [10] 09'23 - 09'26 (1) [11] 09'25 - 09'26 (1) [12,13] 09'26 - 09'30 (4) [14] 09'34 - 09'35 (1)		[1] 12'53-13'01 (8) [2] 12'53-13'01 (8) [3] 12'53-12'56 (3) [4] 13'01-13'09 (8) [5] 13'11-13'20 (9) [6] 13'11-13'20 (9) [7] 13'20-13'22 (2) [8] 13'20-13'21 (1) [9] 13'22-13'09 (8)	
	3/1 (月) 18:05'37 - 18:06'22		3/3 (水) 19:03'09 - 19:04'04	
夕 (18時～19時30分)				
	[1] 51'24-51'27 (3) [2] 51'26 - 51'28 (2) [3] 51'28 - 51'30 (2) [4] 51'31 - 51'32 (1) [5] 51'46 - 51'51 (5) [6] 51'51 - 51'53 (2) [7] 51'56 - 52'05 (9) [8,9] 52'08 - 52'14 (6)		[1] 59'30-59' () [2] 00'00 - 00'04 (4) [3] 16'02 - 16'04 (2) [4] 59'30 - 06'24 (54)	

スマートフォンなどが発する電波(Wi-Fiと4G/LTE)を活用した混雑状況モニタリング（福岡県北九州市）

本資料は、国立大学法人九州工業大学が作成した「スマートフォンなどが発する電波（Wi-Fiと4G/LTE）を活用した混雑状況モニタリング報告書」の記載内容を抜粋し、「3D都市モデルの利活用ガイドライン」向けに体裁を調整した資料である。

1. 事例の概要

1.1 実証実験の概要

地域の概要	福岡県 北九州市JR小倉駅前、北九州市スペースワールド駅前
実証の目的	新型コロナウイルスの影響により、「3密を避けた行動」が求められている中で、エリアの混雑状況を低コストかつ効率的に把握することは重要である。このような背景を踏まえ、スマートフォンなどの無線通信端末が発する電波から対象エリアの人数を評価し、その時間変化を比較することで公共空間の混雑状況を推定することを試みた。
ユースケースの要点	異なる2種類の電波（Wi-Fiと4G/LTE）を活用した人流モニタリング技術の確立に向けた検証を実施した。 Wi-Fiパケットセンサーでは、観測エリア内の携帯端末が発する識別符号（MACアドレス）を検知し、端末台数の計数結果を人数カウントデータとして取得した。4G/LTEセンサーでは、観測エリア内の携帯端末が発する4G/LTE機能利用時の電波強度を補足・分解し、強度と周波数帯域のパターン等から発信を行った端末数を推定することで、人数カウントデータを取得した。
実証の成果（アウトカム）	Wi-Fiパケットセンサーによる人流モニタリングでは、床や天井による電波減衰を考慮した閾値を設定することで、人流計測を実施するフロアとは別のフロアのデータを除去することができた。また、3D都市モデル上へ計測結果を重畳することで、フロア別の滞留人数を立体的にわかりやすく可視化することを試みた。 新たに開発した4G/LTEセンサーによる人流モニタリングについては、同時間帯に同一フロアで計測したWi-Fiパケットセンサーの人数カウントと同程度の精度で人数カウントが可能であることが明らかになった。一方で、測定装置を設置する場所のノイズ（環境電磁雑音レベル）による影響を受けることも把握された。
まちづくり計画等との関係性	北九州市における官民データ活用施策と連携を図るため、空間ごとの滞留人数情報を北九州市に提供することを通じて、都市部の混雑回避や回遊性向上を実現することに貢献した。 また、イベント開催有無による人流変化や可視化とイベント施策への反映も目指す。

1.2 技術の概要

今回の実証実験では、対象エリアの混雑状況をより細かい粒度で把握し、かつ分かりやすく提示することを目的に、電波を活用する人流解析を行うとともに、3D都市モデル上で公共空間の混雑状況を一般に提供することを試みた（右に提供例を示す）。

異なる2種類の電波（Wi-Fiと4G/LTE）から混雑状況を推定する技術を同時に導入した。具体的には、スマートフォン等の携帯端末が利用する異なる2種類の電波（Wi-Fiと4G/LTE）に着目し、Wi-Fi機能の利用時の電波を受信・解析する機器（Wi-Fiパケットセンサ）を活用した技術による人流解析と、4G/LTE機能利用時の電界強度分布を解析する技術による人流解析を併用した。実証したシステムの構成は図1に示した通りである。

混雑状況の推定手法や時間分解能が異なる技術を同一エリアで同時に導入するとともに、異なる技術による人流解析結果を同一の3D都市モデル上で重ね合わせることで、人流解析結果の特徴や各技術の課題を明確にすることを目指した。また、取得した人流解析結果を対象エリアの混雑度として3D都市モデル上で可視化する手法を検討することを通じて、3D都市モデルの整備が混雑回避と賑わい創出の両立に寄与する「現実とサイバー空間の高度な連携」の実例となることも目指した。

実証で構築したシステムの構成

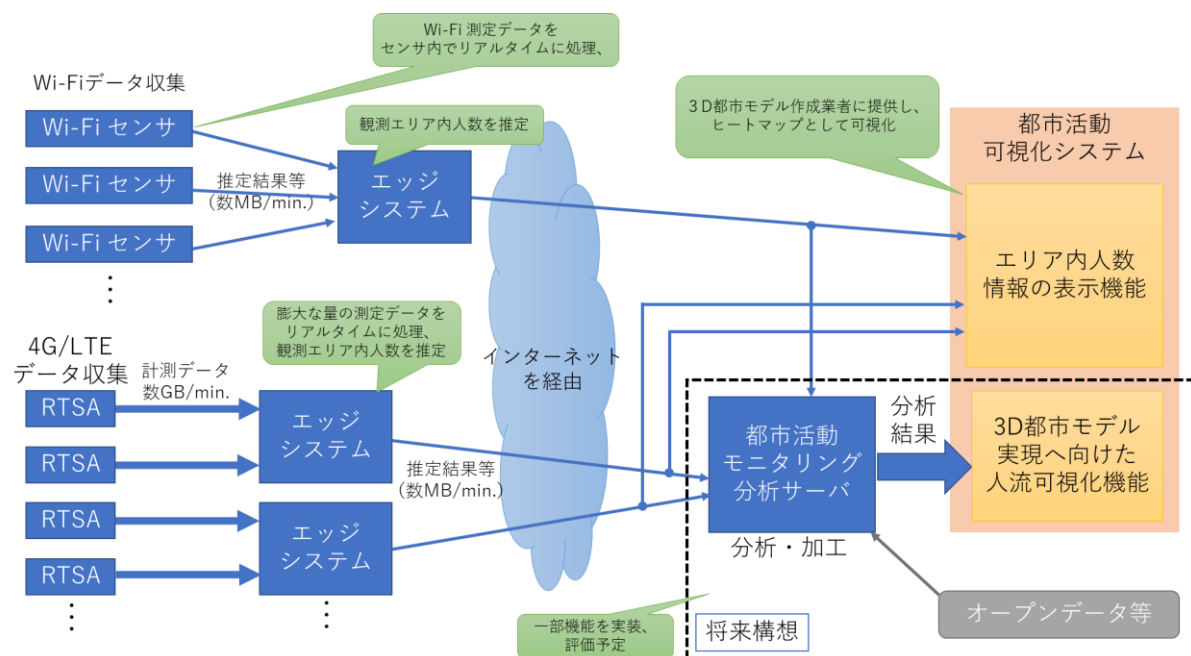


図 スマートフォンなどが発する電波（Wi-Fiと4G/LTE）を活用した混雑状況モニタリング技術の実証システム

2. 導入技術の概要

2.1 計測環境の構築エリアおよび機器

北九州市のJR小倉駅周辺とスペースワールド駅周辺で実証試験を実施した。JR小倉駅では、4G/LTEセンサ3か所、Wi-Fiセンサを4か所設置し測定を実施した。JRスペースワールド駅では、改札前1か所に4G/LTEセンサ、Wi-Fiセンサを設置し測定を実施した。

JR小倉駅での機器の設置のための手続きを以下に示す。

1. 場所②③⑤について
 - ー北九州市の管理区域であったため、道路占用許可、道路許可を取得（小倉北区役所、小倉警察署で手続き）
2. 場所①④について
 - ー民間企業の管理区域であったため、施設管理担当者と調整し電力使用と設置の許可を取得。
3. 場所③⑤へのWi-Fiセンサの設置
 - ー電気配線工事と設置工事を民間業者に委託。

JRスペースワールド駅での機器の設置のための手続きを以下に示す。

- ー民間企業の管理区域内であったため、施設管理担当者と調整し、設置の許可を取得。



図 小倉駅とスペースワールド駅の場所

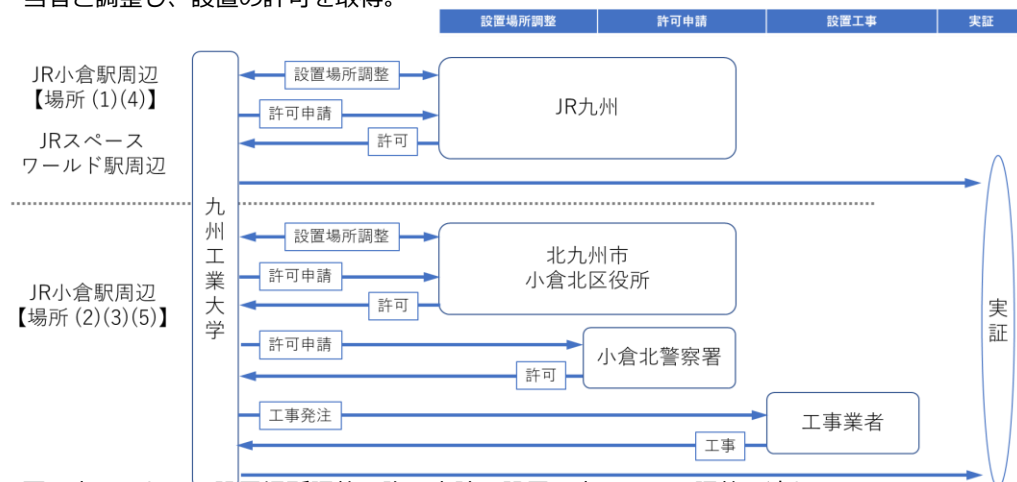


図 実証のための設置場所調整、許可申請、設置、実証までの調整の流れ

[計測範囲]

電波強度は近傍では強く、遠方では弱くなることを踏まえ、LTE信号受信用アンテナやWi-Fiセンサで観測されるエリアを推定した。

LTE：アンテナが向けられた方向の1点から半径10mの半円状である。

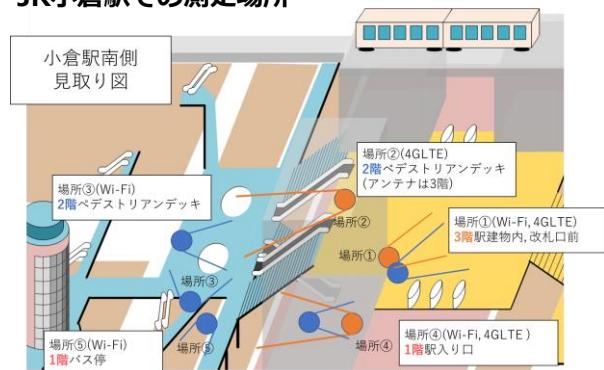
Wi-Fiセンサ：電波強度の閾値により計測範囲は可変である。今回は、設置場所から半径20mと設定した。なお高さ方向は床や天井の減衰が大きい観測エリアとしては1フロアとなる。

JRスペースワールド駅での測定場所

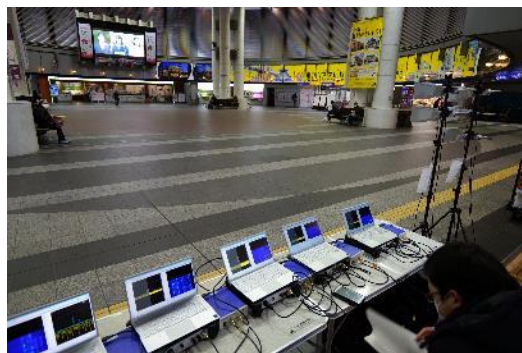


図 JRスペースワールド駅でのセンサ設置、実証の様子

JR小倉駅での測定場所



場所①4G/LTEセンサ



場所④4G/LTEセンサ



場所②4G/LTEセンサ



場所①Wi-Fiセンサ



場所③-1 Wi-Fiセンサ



場所③-2 Wi-Fiセンサ



場所④Wi-Fiセンサ



場所⑤Wi-Fiセンサ



図 JR小倉駅でのセンサ設置、実証の様子

2.2 データの取得方法

1)Wi-Fi

[実現する機能]

検出範囲を調整可能なWi-Fiパケットセンサ

[取得するデータ]

Wi-Fiセンサにより検出可能なエリア内の群衆度（エリア内人数）

[モニタリング等の技術の概要]

Wi-Fi通信の Probe Request 及び データ通信パケットの解析によるユニークなスマートフォン数から群衆度を推定

2)4G/LTE

[実現する機能]

測定エリア内の人数推定

[取得するデータ]

携帯電話のアップリンク周波数の電波強度や時間発生特性

[モニタリング等の技術の概要]

携帯電話のアップリンク周波数の電波強度や時間発生特性、使用周波数帯を測定し、周波数-時間解析を行うことで観測エリア内の携帯端末数を推定する

表 Wi-Fiセンサ、4G/LTEセンサそれぞれの構成機器、設置可能場所、取得可能データ一覧

	利用する機器	機器の設置可能な場所	取得可能なデータ
1)Wi-Fi	・ Raspberry Pi ・ Wi-Fi インターフェース ・ 解析用PC（エッジシステム）	壁・天井等	観測エリア内の滞留人数
2)4G/LTE	・ リアルタイムスペクトラムアナライザ(RTSA) ・ ホーンアンテナ ・ 解析用PC	通行の妨げにならない床面、壁際	観測エリア内の滞留人数

実証した技術の概要

[Wi-Fi]

Wi-Fiセンサの技術概要は以下のとおりである。

- ・ Wi-Fi パケットセンサを用いたユニークユーザ数推定
 - ーWi-Fiのアクセスポイント探索に発するProbe Requestを収集
 - ー端末ーWi-Fi アクセスポイント間の通信パケットの制御情報を収集
- ・ 複数のWi-Fiセンサ分析による群衆及び人流の推定
 - ー細かい粒度で取得できる群衆データを分析
 - ー面としてのヒトの移動推定に活用
- ・ パケットセンサにより取得されるデータの安全性
 - ー端末の識別情報であるMACアドレスはハッシュ化して秘匿性を確保
 - ・ 実証実験中はオペレーターであっても追跡できないようプログラムにより秘匿性を確保
 - ・ センサ内に保存するデータは秘匿処理後のデータのみとする
 - ーサーバ内にはエリア内の端末数のみを蓄積・解析
 - ー結果として分析（統計）データのみ出力

[4G/LTE]

4G/LTEセンサの技術概要は以下のとおりである。

- ・ 4G/LTE機能利用時の電波強度をリアルタイムスペクトラムアナライザ（RTSA）で測定し、時間-周波数の同時解析を行う。
- ・ 取得データから数値的な特徴量を抽出すると共に、画像としてのパターンや特徴量を抽出し、データ量とリアルタイム性を考慮する。
- ・ 観測データ量とデータ処理量、評価精度の関係を考慮して実装可能なシステム構成やデータ取得、処理システムを検討する。