PLATEAU
by MLIT

Handbook of 3D City Models

3D都市モデル導入のためのガイドブック

3D都市モデルのユースケース開発マニュアル（民間活用編）

series No. 06

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

はじめに

- Project PLATEAUでは、2020年度に「3D都市モデルを活用した民間サービス開発に向けた実証調査」を実施した。本実証調査では、今後の3D都市モデルの民間活用の先駆けとなるユースケースの創出を図るため、異業種・異テーマの7領域において3D都市モデルを活用した具体的なサービスの企画・開発を行った。いずれも我が国における前例のない先進的事例の実証調査となっており、今後、多様な領域の民間企業が3D都市モデルを活用する際のヒントとなる多くの示唆を与えるものであった。
- 本マニュアルは、上記7件の実証調査で得られた成果をもとに、3D都市モデルの提供価値やサービス開発における課題・対応策を取りまとめ、民間企業や地方公共団体の参考に供することを目的とするものである。
- また、上記7件の実証調査の内容と成果に関しては、本マニュアル第4章「3D都市モデルを活用した民間サービス開発実証調査事例」において、事例ごとに詳細を掲載した。具体的な先行事例としてサービス企画・開発の際の参考にして頂きたい。
- また、3D都市モデルを商用利用する際に技術的なハードルの一つとなる、CityGMLデータのCG系データへの変換方法については、別途「3D都市モデルのデータ変換マニュアル」としてまとめているので、参考にして頂きたい。
- 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

第1章　3D都市モデルの民間活用動向

1-1　まちづくりのデジタルトランスフォーメーションにおける民間事業の役割 5
1-2　民間領域における3D都市モデルの提供価値 6
1-3　3D都市モデル活用のマネタイズ手法 8
1-4　3D都市モデル活用のユースケース 9

第2章　3D都市モデルを活用した民間サービス開発のポイント

2-1　民間サービス開発で特に理解すべき3D都市モデルのデータ特性 14
2-2　3D都市モデルの利活用に向けた課題と対応策 16

第3章　3D都市モデルを活用した民間サービス開発実証調査の概要

3-1　民間サービス開発実証調査の目的 23
3-2　民間サービス開発実証調査の事例概要 23

第4章　3D都市モデルを活用した民間サービス開発実証調査事例

4-1　バーチャル都市空間における「まちあるき・購買体験」 33
4-2　ゲーミフィケーションを通じた地域の魅力発信 43
4-3　AR/VRを駆使したサイバー・フィジカル横断コミュニケーション 53
4-4　空間認識技術を活用したAR観光ガイド 64
4-5　物流ドローンのフライトシミュレーション 74
4-6　工事車両の交通シミュレーション 86
4-7　エリアマネジメントのデジタルツイン化 95

第１章 3D都市モデルの民間活用動向

1-1 まちづくりのデジタルトランスフォーメーションにおける民間事業の役割

2000年代前半から国内各地で広がりを見せているスマートシティの取組は、AIやIoT等の新技術を用いたエネルギーマネジメント等の環境対策を中心としたものから、サービスの提供や産業振興を通じて都市の課題を解決したり、街の活力や魅力の創出等の新たな価値を創造するなど、広く住民のQoL向上に資する方向へとシフトしてきている。

このような潮流の中、国土交通省都市局では、2020年度からProject PLATEAU（プラトー）として、「まちづくりのデジタルトランスフォーメーション（UDX）」に取り組んできた。その目的は、都市空間を「3D都市モデル」と呼ばれるデータによって再現し、これをデータ基盤として活用することで、まちづくりに新たな価値をもたらすことにある。

特に、3D都市モデルを活用した住民向けサービスの拡充や新事業の創出等を産学官が連携して展開していくためには、従来まちづくりの中心的役割を担ってきた不動産・建設等の業界に加えて、デジタル技術を有する新興企業や消費者向けサービスを提供するプレーヤーの新規参入が必要となる。実際に、スマートシティ関連では異業種のプレーヤー参入が進んでおり、象徴的な事例としては自動車メーカーであるトヨタ自動車が進めている未来型実証都市「Woven City」がある。これは、静岡県裾野市の同社工場跡地（約70万平方メートル）を利用して、人々が生活するリアルフィールドにおいて、先進的な技術を活用して社会課題や住民ニーズを反映した技術・サービスの検証を進める大規模な構想であり、トヨタは業界を超えて数多くのパートナーを募って新たな商品・サービスの開発を進める意向である。

図1-1-1に示す通り、まちづくりのバリューチェーンの各所において新たな業界からのプレーヤー参入が進み、都市空間を舞台とした新たな価値の創出が期待される。

図1-1-1　まちづくりにおける新規参入事業者例

		従来の中心プレーヤー	新たなプレーヤー	価値創出アプローチ
調査・測量		• 測量会社 • 地質調査会社	• 衛星測量会社 • ドローン測量会社 • 3Dモデリング会社	• **測量の低コスト化・簡便化** • **測量データの付加価値強化**
不動産開発・建設	都市計画・企画・設計	• 地方公共団体 • 不動産デベロッパー • 設計会社	• 都市計画・設計のデジタルソリューションプロバイダ • デジタルPF提供会社（都市OSなど）	• **意思決定の最適化・高速化** • **意思決定プロセスの民主化（多様な関係者巻き込み）**
	建設工事	• ゼネコン • ハウスメーカー • 資材・設備機器メーカー • メンテナンス会社	• センサー・ロボット会社 • 建設ソリューションプロバイダ	• **建設・インフラオペレーションの大幅効率化** • **設備・サービス提供価値強化**
住民サービス		• 物件管理、火災保険会社 • インフラサービス会社（電力・水道・通信） • 交通・物流サービサー…等	• 既存企業によるDX新規事業 • デジタルサービス会社/PFer • 自動運転・ロボティクス企業…等	• **消費者への新たなサービス・利用体験の創出**

本章は、上記のような新たなプレーヤーも含め、幅広いプレーヤーに3D都市モデルを活用したまちづくりへの参画を促すため、3D都市モデルの提供価値やマネタイズ手法、ユースケースを紹介することを目的とする。

1-2 民間領域における3D都市モデルの提供価値

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（参考：「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「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の導出ができる。

「可視化（ビジュアライズ）」とは、3D都市モデルを活用することで、都市の外観を三次元的に把握することに加え、開発計画や統計情報等のまちづくりに関する情報や映像コンテンツ等を紐づけるいことで、都市の活動をわかりやすく可視化できることを意味する。

また、「再現性（シミュレーション）」とは、例えば建物について、「屋根」、「床面」といった地物や「用途」、「構造」といった主題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3D都市モデルの価値を表すものである。また、地形や建物等の地物に加え、土地利用や人口分布等の主題属性を用いることで、都市スケールでの熱需要を精緻にシミュレートすることが可能である。

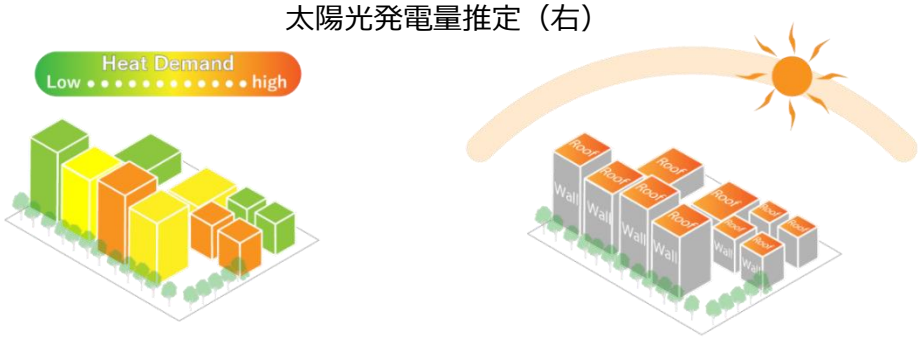
さらに、3D都市モデルは、デジタルツインの基盤として活用することでその価値を発揮する。デジタルツインとは、フィジカル空間と対になる「双子（ツイン）」をバーチャル空間上に構築する考えである。都市空間についても、フィジカル空間の都市をサイバー空間上に再現し、リアルタイムデータを取り込むことで、都市活動の精緻なモニタリングやシミュレーションが可能となる。例えば、道路ネットワークモデルに交通量情報を重ね合わせることで、都市交通網の状況をリアルタイムでモニタリングすることや、道路空間における車道と歩道の分配の影響をバーチャル空間上のでシミュレートし実際の車線規制にフィードバックするといった、新たなサービスの創出が期待されている。

近年、このような「都市のデジタルツイン」の構築を目指し、行政のみならずデベロッパーや建設会社などの民間企業によっても様々な試みが行われている。精緻なジオメトリ（幾何形状）モデルの上に、建物等の属性情報をセマンティクスモデルとして統合した3D都市モデルは、「都市のデジタルツイン」を実現する上での基盤となるデータである。地名や番地、緯度・経度等といったタグとなるデータを持つ3D都市モデルを基盤として、インフラ設備から収集されるIoTデータやセンサーから収集されるモニタリングデータ等の多種多様なデータを連携させることができる。

図1-2-1　3D都市モデルの特徴と提供価値

	提供価値	価値が導出される適用例
可視化（ビジュアライズ）	✓ 都市空間を立体的に認識可能となり、説明力や説得力が向上	【研究開発】デジタルサンドボックス 【企画・設計】浸水リスク分析
再現性（シミュレーション）	✓ 立体情報を持った都市空間をサイバー上に再現することで、幅広く、緻密なシミュレーションが可能	【製造・流通】 • 映像コンテンツ、都市のアーカイブ • 災害・事故等の緊急時の意思決定
双方向性（インタラクティブ）	✓ フィジカル空間とサイバー空間が相互に情報を交換し作用し合うためのプラットフォームを提供	【製造・流通】工事現場等での遠隔操作 【保守メンテ】遠隔保守・点検

図1-2-2　セマンティクスモデルを用いた熱需要の予測（左）、太陽光発電量推定（右）



このような3D都市モデルの提供価値を活用することで、民間企業のバリューチェーン上でも様々な価値創造が期待される。

まず、研究開発領域では、3D都市モデルを活用したバーチャル空間を構築し、技術実証・開発のためのテストベッドとして利用することが可能である。例えば、自動車やロボットの自動運転AIの開発シミュレーション環境を実際の都市空間を模したバーチャル空間上に構築することで、現実の都市ではコストのかかる実証をバーチャル空間で行うことが可能になる。また、様々な環境条件を自在に操作でき、並列処理や高速での実証が可能なフィールドを獲得することも可能となる。さらに、これらのテストベッド構築に要する投資額を大幅に抑制することで投資回収の短縮が期待される。

企画・設計領域では、気象条件や人流・交通流、イベント開催の影響など多様な変数を反映させた都市空間を3D都市モデルを活用して構築し、シミュレーションを実施することで、製品・サービスの設計・企画の精度を高めると共に、設備のキャパシティや投資を最適化することが可能となる。また、災害発生時の被害予測等のシミュレーションを精緻に行い、3D都市モデル上で分かりやすく表現することにより、リスクを適切に評価して必要な機能・バックアップを確実に具備すること、価格設定にリスクを適切に反映すること、設計開発に係る関係者間での合意形成を円滑化することなどの効果が期待される。

製造・流通領域では、3D都市モデルを活用したバーチャル空間ならではの新たな顧客体験を伴う販路の開拓や、それにあわせた新たな商品・サービスの開発が期待される。特にアフターコロナを見据え、バーチャル空間とフィジカル空間を連動した顧客接点の構築を図る取組は、対人接触の抑制と消費促進の両立を図る観点から重要性が高まるものと見込まれる。また、流通に関して、経路上の多拠点の施設・輸送アセットや、顧客・事業者・従業員・周辺住民など多様な観点を考慮したシミュレーションを仮想空間上で行うことにより、経路・オペレーションの最適化、在庫適正化が期待される。

保守メンテナンス領域では、分散して広域に存在するインフラ設備や遠隔地・危険地域に存在する施設を3D都市モデルを活用したサイバー空間で管理することで、統合モニタリングや保守メンテナンス業務計画の最適化、老朽化・故障リスクの把握といった価値創出が期待される。

以上のように、3D都市モデルの提供価値を生かすことで、民間企業のバリューチェーン上の各所で新たな価値をもたらし得る。このような3D都市モデルのポテンシャルを十分に活かすためには、製品やサービスの一要素としてこれを用いるのみならず、バリューチェーン全体としての事業の特性や課題を踏まえた活用方法を検討することが肝要である。

図1-2-3　バリューチェーンにおける3D都市モデルの提供価値

3D都市モデルのユースケース体系		民間事業者目線での機能的価値（例示）
研究開発	**バーチャル空間をテストベッドにした技術実証・開発**	• **自社で莫大なコストを掛け実証実験フィールドを整備せずとも**（また公共空間で行う場合、規制緩和等の条件も重なる）、バーチャル空間で実証実験を多様な環境下において**24h365日パラレルで実証実験**を行うことができる
企画・設計	**バーチャル空間に環境情報を可視化したシミュレーションによる、企画・計画の高度化・効率化**	• **自社で3D空間や環境のセットアップをいちいちせずに**、人流や日照、建築物による風の変化や電波の干渉など、複数の環境条件をフィールド内に統合することで、**企画・計画の精度を高めるとともに高速化**できる
	バーチャル空間に環境情報を可視化したシミュレーションによる、価格設定・リスク見極め	• 人流や過去未来の地層変化のデータ、災害時の被害予測等、地表面に複数に跨がる情報を統合し**3D化することでシミュレーション結果を可視化することで、不動産の価格・リスク提示等が誰が見ても判りやすい状態**で正しい判断がしやすくなる
製造・流通	**バーチャル空間を用いた商品開発**	• 特に昨今のコロナ渦により、リアルなイベント開催や店舗への大規模な集客施策の自粛が求められる状況においても、**物理的な制約を受けず/物理的な対面を再現することができることでエンタメ・ショッピングの場を設け、営業活動の継続・販路の拡大**につなげられる • バーチャル空間ならではの**超現実な付加価値も付与することで市場拡大にも繋がる**
	バーチャル空間を用いた商品流通	
	バーチャル空間に環境情報を可視化したシミュレーションによる、経路・アセット分配の最適化	• 3D化されたマップに様々な情報を重ねることで、**地表面上を舞台にした経路設計等のオペレーションの**最適化を実現
保守メンテ	**バーチャル空間へのアセット/対象物の可視化を元にした、モニタリング・メンテナンス効率化**	• **そもそも現地に赴くことができない/見るために多大な工数がかかる**建築物・設備等のデジタルツイン化し、稼働状況監視を行うことで**メンテナンス工数の圧倒的削減** • 事業者横断で正確な状態を可視化することで工事調整・立ち会い等の効率化に寄与

1-3 3D都市モデル活用のマネタイズ手法

3D都市モデルの民間活用におけるマネタイズ手法については、コスト削減、売上向上といった直接的なマネタイズに加えて、ブランドや資産価値向上といった企業価値向上を図る長期的なアプローチも想定される。このため、これらのマネタイズ手法を検討・評価する際には、短中期的・直接的アプローチのみならず、長期的に期待される間接的な効果にも着目して検討することが重要である。

直接的なマネタイズ手法には、コスト削減と売上向上の両面が含まれる。コスト削減では、3D都市モデルをベースとしたプラットフォームの構築とこれを用いたオペレーションによる、現場情報の把握や人員・設備等のリソースの最適配置、工数削減、設計最適化による資材コスト削減等が想定される。また、売上向上の観点では、VR・ARを用いたバーチャル空間ならではの高品質な顧客体験の演出、バーチャル空間上でのマーケティングや広告等の顧客アクセスの拡大といったアプローチがある。また、中期的な取組としてはデジタルツインの活用による新製品・新サービスの創出が挙げられる。

より長期的な視点では、企業のブランド向上や保有スキル・資産等の企業価値向上の観点も考慮に入れるべきである。例えば、ブランディングの価値として、デジタルツイン上での先進的なデータ利活用による技術企業としての対外的な打ち出しや、事業活動が周辺地域の多様な関係者に与える影響をシミュレーションし、それらを公開することによる企業イメージ向上などが考えられる。

上記の点に加えて、経時的にデータを蓄積し分析・利活用のケイパビリティを内製化して高めることは、将来的な事業収益性向上や新事業創出のポテンシャルに繋がるという観点で企業価値向上の一翼を担うといえる。

このように、3D都市モデルの民間活用にあたっては、短期的な効果のみならず、中長期的に享受可能なメリットを考慮して活用方針を立てることが重要である。

図1-3-1　マネタイズ手法の全体像

		マネタイズ手法		説明
直接効果	コスト削減	工数削減		**【同じ品質を短時間で】** • 精緻な現場データ把握によりオペレーション人員等のリソース配分を最適化し総工数を削減
		事業費削減		**【同じ品質を低コストで（事業費）】** • 現場情報を基に必要な資材等の最適化を通じて、事業費を削減
		費用単価削減		**【同じ品質を低コストで（費用単価）】** • 現場情報を基に適したスペックの人員・物品・サービスを活用すること等で、費用単価の削減
		品質向上		**【同じ時間で高品質に】** • 人流等の現場情報を基にリソース配分やリスク見積もりの計画や意思決定の精度を向上
	売上向上	既存事業の拡大	客数増	**【ユーザのパイ拡大、リピーター増】** • バーチャル空間上での広告等、物理的制約を受けることなく顧客にアプローチし客数を増加
			客単価増	**【財布の大きい層にリーチ、単価向上】** • バーチャル空間ならではの高付加価値体験・サービスを提供し、客単価を増加
		新規事業の創造		**【新事業や新市場創造】** • 3D都市モデルを実証実験として活用し、新技術のテストベッドとする等、新規事業を創出
間接効果	企業価値向上	企業・サービスのブランド向上		**【顧客にとっての企業価値向上】** • 先進テクノロジーを活用するプレーヤのポジションの確立により企業・ブランドへの好意度が向上
		保有資産価値・保有スキル向上		**【投資家にとっての企業価値向上】** • 高付加価値サービス提供や、ケイパビリティ獲得による本業ビジネス運営や保有資産価値の向上
		周辺市場の活性化		**【自社を取り巻く市場・エコシステム活性化】** • 広範な領域・エリアの3D都市モデル活用による市場全体の商品・サービスの流通量増加

1-4 3D都市モデル活用のユースケース

本項では、各業界のエキスパートに対して実施したインタビューの結果等を踏まえて、3D都市モデルの活用方法に関して既に各分野で検討されている内容や各業界の課題や研究開発テーマ等を踏まえたユースケースを紹介する。

図1-4-1　3D都市モデル活用のユースケース例

都市開発 建設	• **設計意図を伝えるためのコミュニケーションツール** • ビル風等の**環境シミュレーション** • 3Dデータを活用した**ICT建機稼働** • 大型車両の工事現場までの**ルート検索**
小売	• 店舗周辺環境の人流シミュレーションによる**出店判断・売上予測の精度向上** • コロナ禍等における**VR店舗を用いた販路拡大**
不動産 流通	• バーチャル内見や眺望シミュレーションによる**バーチャル不動産内覧** • **災害時被害シミュレーション** • **地価分析**
広告	• **人流/視野角シミュレーションを通した広告効果測定**によるダイナミックプライシング（通行料・閲覧回数で変動） • バーチャルコンテンツ上でのWeb広告表示 • 3Dを活用した効果的な広告サンプル作成
インフラ 管理運営	• **地下インフラ**を保有する複数事業者のインフラ情報の**3Dマッピング**による工事効率化 • **送電網のデジタルツイン化**による、インフラ管理効率化/周辺樹木伐採 • ダム等における**危険地帯のインフラのデジタルツインによる管理**
金融	• 物件の担保価値・資産評価 • 店舗の立地等、投資対効果の事前検証 • **リスクシミュレーションによる保険料率の最適化** • 事故情報の3D地図上マッピングによる**事故リスクの高い地形/街区などの特定**
通信	• **通信インフラの保全管理** • 実際の街並みの3Dモデルを活用した**電波干渉度合シミュレーション**
防犯 防災	• 防犯カメラ情報等を3Dモデル上で統合した**治安状況モニタリング** • 被害状況・避難シミュレーションなどによる**テロ対策や要員配置計画**の検討 • 3Dモデルを活用した**救助・救護活動支援** • 水害・津波・地すべり・火災などの**災害シミュレーション**
交通運輸 物流 観光	• 自動運転車用のマップ作成 • ドローン/輸送用**ロボットの配送ルート**設定 • 鉄道会社では、**災害時の乗客の適切な避難/誘導の支援、車両疎開判断**等 • 航空会社では、**VR観光等による外国人観光客誘致**、空港のバリアフリー化検討
その他 (ウェルネス・食・農業など)	• 日照や傾斜を踏まえた最適なランニングコースの設定 • 施設内も含めた自動販売機の最適配置 • 日陰シミュレーションなど考慮した害獣・害虫繁殖シミュレーション

都市開発・建設・不動産流通分野

都市開発・建設分野はBIM（Building Information Modeling / 建築情報モデル）等の普及により、3Dモデルの活用検討では最も先行する領域の一つであり、一部では都市スケールでの3Dモデル構築・活用に既に着手している事例も存在する。

企画・設計から施工、維持管理まで様々なフェーズで3Dモデルの活用が検討されており、特に設計領域においては、防災・環境等のシミュレーションによる設計品質向上や多くのステークホルダーの間でのまちづくり情報の共有等で活用可能である。また、企画・設計時に構築したモデルを施工後のエリア管理業務等でも有効に活用する取組が始まっている**【参考事例①】**。施工領域では、ドローン等を活用した3D測量技術によりデジタルツイン上で計測や作業進捗管理が可能となることで、現場作業の大幅な効率化が期待される**【参考事例②】**。自動施工等のICT建機の機能強化や、資材配送車両のルート最適化等の施工現場作業の改善においても3D都市モデルは重要なインプットデータとなる。不動産流通の領域でも、遠隔内覧や購入前の環境・防災分析、地価分析等での活用が期待される。

インフラ管理運営・通信分野

電力・ガス・水道等のライフライン分野の事業者では、重要課題であるインフラの安定運用と管理コスト削減の両立のため、3Dモデルを活用したデジタルツインの構築・活用が検討されている。例えば、複数事業者の地下インフラ情報を統合した3Dマッピングによる工事業務の最適化・効率化や、遠隔地・危険地帯に存在する施設（ダム等）や分散して存在するインフラ（送配電網等）の状態監視や保守管理業務の効率化等が検討されており、3D都市モデルの活用が期待される。

また通信分野では、通信ケーブルや基地局等の基盤インフラの設備保全・工事効率化における活用に加えて、通信ネットワークの効率化（電波伝搬シミュレーション等）やスマートシティのデータインフラ等で3D都市モデルの活用が見込まれる。

交通運輸・物流・観光分野

鉄道輸送では、インフラ設備のデジタルツイン化により、センサーデータや沿線カメラの画像等のデータ集約、及び集約したデータの分析による効率的な保守計画の策定等において3D都市モデルの有効活用が注目されている。また、車両基地の地形の3Dモデリングによる高精度の洪水浸水予測や、災害時の乗客避難シミュレーション等といった、災害対応における活用の余地は大きい。

自動車輸送では、モデルの精度・詳細度や更新頻度を十分に高めることにより、自動運転AIの開発シミュレーションや、自動配送車両のルート指示・管理の基盤としての活用が期待される。

ドローン輸送では、飛行ルートの設定・管理の基盤としての活用余地を検証する取組みが行われている。3D都市モデルを活用することで風況シミュレーションや通過、もしくはルートに近接する地上施設の属性等のより詳細・多様な条件を反映させた飛行ルート設定が可能になる。

観光関連では、コロナ禍の影響もあり、観光資源のアート化を含めたバーチャル観光や、観光施設や飲食店等のARガイドの分野での活用に期待が寄せられている。

小売・広告分野

小売分野では、コロナ禍における新たな販路としてVR空間上を活用した店舗出店・EC販売への期待が高まっており、実在の商業施設の3DモデルをVR店舗として活用することで、新たな購買体験やリアル店舗側への誘客に繋げる試みが行われている**【参考事例③】**。また、店舗周辺地域の人流分析・商圏分析等により、科学的な出店判断や精度の高い売上予測での活用余地も見込まれる。

広告領域では、従来定量的な広告効果の分析・評価が困難であった屋外看板広告等の掲示物について、VR空間上で効果を検証する取組や、広告掲載等の可能性が検討されている。

金融分野

金融分野では、保険領域を中心に建設物のリスク評価等での活用が期待される。例えば工場や倉庫等の災害リスクの把握、検証結果の保険料率への反映や、事故率の高い地形・道路・街区の特徴を踏まえた自動車保険の商品設計、交通事故ハザードマップの作製や周知等での活用が期待される。

防犯・防災分野

防犯分野では、海外の空港・駅などの大規模施設を対象に、防犯カメラ情報、人間の位置情報などを3Dモデル上で統合し、治安状況をモニタリングする試みが行われている。また、被害状況等に応じたテロ発生時のシミュレーションにより、避難ルート設計や要員配置計画の最適化が期待される。

防災分野では、地表面の高さ情報、地下空間情報などを用いて、水害・津波・地すべりなどのシミュレーションや、風況分析とあわせて火災延焼リスクのシミュレーションなど、万が一の事態への対応を検討する際に3D都市モデルを有効に活用することができる。また、災害発生の際に、発生前後の3Dモデルを分析することで状況把握や救助・救護活動、保険求償手続き等の迅速化に繋げる取組の実用化が始まっている。**【参考事例④】**

【参考】都市空間の三次元データを活用した取組の事例

参考事例①　三次元シミュレーションを活用した都市マネジメント - 大成建設

大成建設はダッソーシステムズ社が提供する都市計画向けのソリューションを活用し西新宿エリアや銀座エリアのデジタルツインを構築した。環境シミュレーションに必要な機能・データを具備してデジタルツイン化し、単一の建築物ではなくエリアの包括的なファシリティマネジメントへの展開を推進している。また、IoT等の新たなデータとの連動を図り、セキュリティや防災、地域活性化での活用を志向している。

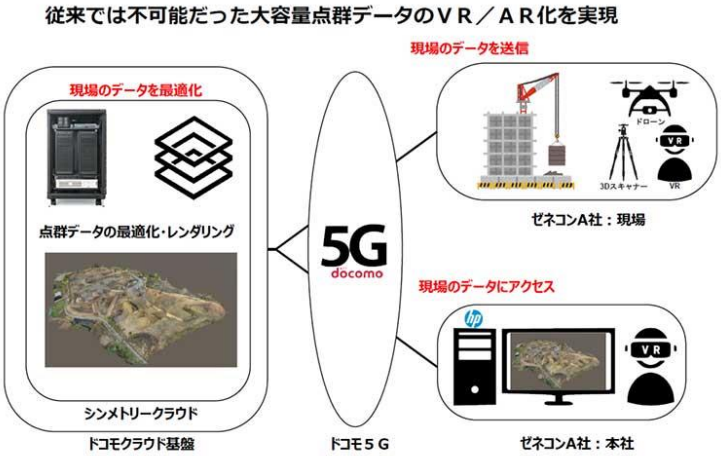
図1-4-2　バーチャル空間上に再現された銀座の都市空間

[出典：ダッソーシステムズ プレスリリース]

参考事例②　デジタルツイン構築による建築・土木業現場の業務効率化 - NTTドコモ, Symmetry Dimensions

ドローンやレーザースキャナーで取得した大容量の三次元データを5G通信を通してクラウド上に集約しデジタルツインを構築する実証を実施した。デジタルツインの活用により現場に行かなくても現状把握・調査・測量等を行うことができ、移動時間や再測量といった業務稼働を大幅に削減することが可能となる。また、遠隔からの現場指揮など、建築・土木業界の業務効率化が期待される。

図1-4-3　5Gネットワークを介した三次元データの共有イメージ



[出典：NTTドコモ プレスリリース、Symmetry Dimensions プレスリリース]

参考事例③　仮想空間上でショッピング体験を演出 - 三越伊勢丹

三越伊勢丹は世界最大級のVRイベントある「バーチャルマーケット」にて新宿本店を3Dで再現した仮想店舗を出店した。ユーザーに対して実際の店舗を訪れるような仮想体験を提供すると共に、実際の商品やアバターの着せ替えアイテム等の商品を取り揃え、仮想空間上での購買体験を演出した。

図1-4-4 三次元的に再現された新宿伊勢丹の外観

[出典：バーチャルマーケット「仮想伊勢丹新宿本店」サイトページ]

参考事例④　三次元分析による洪水時の保険金支払判断の迅速化 - 三井住友海上

三井住友海上はArithmerと協業により、水害時の損害調査にドローンを活用した地表の3Dモデリング技術とAIによる流体シミュレーション技術を導入した。従来のように一件ごとに立ち合い調査をする必要なく、正確かつ迅速に広域の浸水高の算定を行うことが可能となり、保険金支払の判断迅速化を実現した（従来、1カ月程度要していた支払までの期間を最短5日まで短縮）。

図1-4-5　ドローン測量データによる浸水被害予測

[出典：三井住友海上 プレスリリース、Arithmer「浸水予測AIシステム」サイトページ]

第2章 3D都市モデルを活用した民間サービス開発のポイント

本章では、2021年1月-3月に実施した「3D都市モデルを活用した民間サービス開発に向けた実証調査」（4章にて事例を詳述）で得られた成果を踏まえて、3D都市モデルを活用した民間サービス開発を進める際に検討すべき論点及び技術的に対応・対策すべき事項とその対応策を紹介する。また開発プロセスでの多くの論点の背景はCityGML形式で提供される3D都市モデルのデータの特性にあることから、まず2-1項で民間サービス開発において留意すべき3D都市モデルの仕様・特徴を記載する。

本章を参考にして頂き、民間サービス開発に取り組む事業者には、3D都市モデルを効果的に活用し、開発上の難所を円滑に乗り越えて市場への価値提供を実現して頂きたい。また、民間事業者との連携を想定してデータの整備・運用を行う地方公共団体には、整備するデータの仕様や運用方法の検討及び事業者の活用支援の際の参考としてご活用頂きたい。

2-1 民間サービス開発で特に理解すべき3D都市モデルのデータ特性

2020年度のProject PLATEAUによって整備された3D都市モデルのデータについては、G空間情報センター（https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/plateau）においてオープンデータ化されており、政府標準利用規約又はCC BY4.0等のライセンスによって商用利用も含めて自由に利用できる。

本項は、民間サービス開発の視点で各事業者が3D都市モデル（CityGML）を円滑に利用するための「最初の障壁」を取り除くことを目的としている。そのため、3D都市モデルを利用する際に特に理解すべき仕様・特性をとりまとめている。

Project PLATEAUが提供する3D都市モデルは、CityGML形式によって整備されているが、民間分野で利用されているソフトウェアの多くはこの形式にネイティブ対応しておらず、未だ発展途上の段階である。さらに、3D都市モデルはCityGMLが定義する拡張仕様を利用して独自に拡張されていることもあり（参照：「3D都市モデル標準製品仕様書」）、その特性を理解いただくことが効果的な利用のための第一歩となっている。

①　各種ソフトウェアでの利用

民間サービスで利用が想定される各種ソフトウェア（ゲームエンジン、CGソフトウェア、CADツール、その他3Dプラットフォーム等）について、CityGMLにネイティブに対応したものはほとんどないのが現状である（参照：「3D都市モデルの導入ガイダンス」第5章」）。そのため、CityGML形式の3D都市モデルを利用するソフトウェアに対応した形式へ変換することが必要となる（参照：「3D都市モデルのデータ変換マニュアル」）。

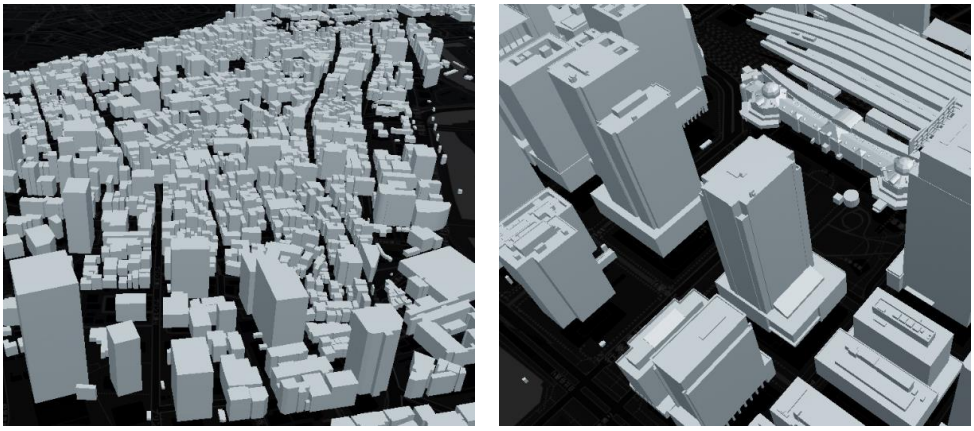
②　3D都市モデルのハンドリングに必要な基本仕様（抜粋）

3D都市モデルのデータ仕様の詳細については、「3D都市モデル標準製品仕様書」を参照されたい。ここでは、3D都市モデルのジオメトリモデル及びそのテクスチャの利用を中心としたサービス開発を行う場合に有用を思われる情報を記す。

- 3D都市モデルは大きく分けると3つの情報から構成されている
  - ジオメトリデータ、テクスチャ、セマンティクスデータ（属性情報）
- 供給される主な地物は4つである
  - 建物（3D、テクスチャ）、道路（3D/2D）、地形（3D）、土地利用（2D）

- ファイルフォーマットはCityGML形式（.gml）である
  - CityGML2.0に準拠しその拡張仕様（ADE）として定義されたi-UR1.4にも準拠する形である。CityGML2.0は地理空間データに関する標準化団体であるOpen Geospatial Consortium（OGC）が策定した3D都市モデルのためのオープンデータモデル及びデータ形式の国際標準である。
  - i-UR1.4は内閣府地方創生推進局がCityGMLの規則に基づき都市再生に必要なデータを拡張したApplication Domain Extension（ADE）である。
  - テクスチャがあるエリアについては、テクスチャは別ファイルとして提供されている（.tif）。
- 地物ごとにフォルダ分けされ、地域メッシュで分割される
  - 建物：第三次地域区画（一辺の長さ約1km）、建物以外の地物：第二次地域区画（一辺の長さ約10km）

図2-1-1　LOD1（左）とLOD2（右）の建物形状表現の差異



- LOD（Level of Detail）により建物等のジオメトリ表現の詳細度が区分けされる
  - LOD1：建物図形を建物の高さで押し出した形状で表現
  - LOD2：屋根の形状を詳細に表現（側面の開口部は対象外のため玄関や窓などの形状はない）
  - LOD3：側面の開口部の形状を付与。
  - LOD4：外観だけでなく内部構造を再現。2020年度のProject PLATEAUでは一部の建物で表示のみされている（DL対応はされていない）。

  ※2020年度のProject PLATEAUでは、LOD1は比較的広域に整備され、LOD2は緊急整備地域等の一部に限定して整備されている。
- 3D都市モデルは公共測量作業規定に基づき航空測量等によって作成されているため、測量精度は下記の品質で統一されている。また、テクスチャ品質にも下記の様な特徴がある
  - 精度は高さ方向がより高精度に測定されている

    水平方向：全ての250mサブメッシュについて標準偏差が1.75m以内（縮尺1/2500）

    高さ方向：全ての250mサブメッシュについて標準偏差が0.66m以内
  - テクスチャデータは、俯瞰ではリアルに表現されるが、アイレベル等の近距離では粗さがみられる。また、撮影時の日照によるコントラスト等の影響を受ける
- 座標系（空間参照系）は以下で定義される
  - 日本測地系2011における経緯度座標系と東京湾平均海面を基準とする標高の複合座標参照系（EPSG:6697）で定義される
  - 平面座標系とは異なり水平方向は°（度）で定義されるため注意が必要である
- 道路は2Dで定義される
  - 道路の起伏を表現する場合は地形データとの組み合わせが必須

- 中間フォーマットとしての性質が強い
  - CityGML形式はその性質上サイズが大きくなり処理も重く、3D都市モデルにおいてはテクスチャがない状態でも1ファイル100MB以上となるエリアも存在する。データ容量の大きさの主な原因は以下の3点である
    - CityGML形式はXML（Extensible Markup Language）と呼ばれる汎用の言語仕様で記述されており、可読性が高くエディタ等で容易に編集できる一方で、コンピューターの処理には最適化されていないためファイルサイズ・処理ともに「重い」ものとなっている
    - CityGML形式は都市をモデル化することを目的としていることから、建物単位でのファイルではなく都市スケールでファイルを区切っている。3D都市モデルの仕様では、建物データの1ファイルのカバレッジは第三次地域区画（一辺の長さ約1km）、建物以外の地物データは第二次地域区画（一辺の長さ約10km）とされており、例えば東京23区を600個ほどのメッシュで再現している。このことから1ファイルのファイルサイズが大きくなり、特に建物の多い都心部ほどデータが重くなる
    - 3D都市モデルでは一部の地域においてテクスチャが供給されている。CityGMLファイルはテクスチャを内包することはできず、外部ファイルを参照する形となるが、各壁面・屋根に対して1枚ずつ画像が割り当てられる。3D都市モデルにおいては、テクスチャを画質維持のためにTIFF形式で供給しており、1つの建物に対して最低5枚のテクスチャがあることから、一式としてのファイルサイズの大きさとファイルアクセスのオーバーヘッドを含めた処理重さに繋がっている

2-2 3D都市モデルの利活用に向けた課題と対応策

本実証調査においては、3D都市モデルを活用した7つのサービスについて企画から開発・利用に至る一連のプロセスを実行した。下記はその経験を踏まえて抽出した、民間サービス開発において事業者が検討・対応すべきポイントである。

[事業・サービスの企画・構想段階の検討ポイント]

①　事業将来像及びマネタイズモデルの検討

②　3D都市モデル活用意図の明確化と3Dデータに対する要件定義

[サービス開発段階の対応ポイント]

③　利活用方法に応じたデータ形式変換・データ補完
- 利用目的・利用環境に対応したデータ形式の変換
- 可視化・演出方針に応じたテクスチャデータの補完
- 可視化・分析内容に応じたジオメトリデータの補完
- 空間認識技術（VPS）のバックデータとして利用する際の特徴点の補完

④　データの利用環境・デバイス等に応じたデータ保持方法の最適化
- データ形式変換の際のデータ量削減処理
- ゲームエンジンやCGモデリングソフトウェアで扱う際の適切なポリゴン構造の変換

[サービスの展開・利用促進における取組ポイント]

⑤　地域の多数の事業者や住民・来訪者らの巻き込み

⑥　ステークホルダの整理とリーガルリスク対策

以降に上記の各項目について課題・論点と対応策を記載する。

[事業・サービスの企画・構想段階の検討課題]

① 事業将来像及びマネタイズモデルの検討

サービス企画にあたっては、3D都市モデルの活用を通して、中期的な発展も含めた事業展開やマネタイズ方法を構想した上で取り組むことが重要である。本実証調査を通じたサービス企画においても、各参画事業者の将来構想やマネタイズに向けたストーリー立てを踏まえてユースケースを具体化し、中長期の取組みの端緒として実証実験に取り組んでいる（各実証調査案件の目的や展開方針等の詳細は、「4章 3D都市モデルを活用した民間サービス開発実証調査事例」を参照）。

② 3D都市モデル活用意図の明確化と3Dデータに対する要件定義

3D都市モデルのデータは、三次元のジオメトリデータを用いた空間再現から、セマンティクスデータと連携したシミュレーションまで、様々なレベルで民間サービスに活用可能である。この点を踏まえ、サービス構想段階で3D都市モデルにより提供したい価値・機能を検討・明確化することが重要である。

また、3D都市モデルの活用意図に合わせた適切なデータ仕様の選択も必要となる。具体的には、データの詳細度（LOD1~4）やテクスチャ解像度、属性情報等に関して、使用するデータ仕様・要素を定義する必要がある。また、データの誤差精度やデータに含まれるオブジェクトの範囲（例：道路や信号等の付属物の有無など）等、利用可能なデータの仕様がサービスと整合するか確認し、不足する場合には別のデータソースからの補完を検討する必要がある。例えば、地図データを補完を検討する場合には、下記の事業者が提供しているデータライブラリやオープンソースで公開されているデータを利用可能である。また、本実証調査では、別途取得した画像データでテクスチャを補完した事例や、詳細なエリア構造物や建物構造内を再現した事例がある。

（参考）3D都市モデルを補完するための他の3D地図データの例

- G空間情報センター：産学官の様々な機関が保有する地理空間情報の流つの促進を目的とする機関で、幅広い業界・領域で約6,000のデータセットを公開（2021年3月現在）
- Open Street Map（OSM）：英国のOSM財団が発起したプロジェクトで、誰もが自由に利用・編集可能な地図データを公開している
- CAD Mapper：OSMや米国地質調査所（USGS）らが提供する地図情報をCAD形式で提供。小規模なデータ（1km²未満）であれば無料で利用可能
- ゼンリン社『3D都市モデルデータ』：ゼンリンの詳細地図情報と専用車両で計測したデータにより、現実の街を忠実に3Dモデル化。各種センサーや全方位カメラを搭載した専用車両により、建物の形状や質感、道路の交通標識や路面ペイントまで収集。距離や位置情報を走行撮影により収集し、細部まで忠実に再現している
- NTTデータ社『AW3D』：広域性に優れた宇宙航空研究開発機構（JAXA）の陸域観測技術衛星「だいち（ALOS）」と、世界最高性能の衛星を運用する米国Maxar社の高精細な衛星画像を活用。広域性と高精細性を兼ね備えた全世界3D地図の提供を実現している

意図する表現方法や分析方法によっては利用環境（プラットフォーム）の選択が必要である。CGデータとして可視化表現を行う場合はゲームエンジンを活用するケースが多く、地図情報として利用する場合はGIS（地理情報システム）、設計等に利用する場合はCADツール等を用いる等、活用領域毎に適切なプラットフォームが異なる。

（参考）3D都市モデルの活用が想定されるプラットフォーム例

[利用環境]

- ゲームエンジン：Unity、Unreal Engine
- 設計プラットフォーム：Oracle Aconex、Twinmotion
- GIS：ArcGIS、Cesium
- VPSプラットフォーム：Vuforia Studio、Immersal

[開発・加工環境]

- CADツール：Autodesk Revit、ARCHICAD、BricsCAD
- CGソフトウェア：Maya、Blender、RenderMan、3dsMAX

なお民間サービス開発実証調査では各案件のテーマに応じて図2-2-1に示すデータ仕様と利用環境によりサービスを構築した。

図2-2-1　民間サービス開発実証でのデータ仕様と利用環境

テーマ	3D都市モデルの活用目的	利用プラットフォーム*	対象エリア	LOD	テクスチャ	データ加工内容
バーチャル都市空間における「まちあるき・購買体験」	アバターでの都市回遊体験のために都市構築素材として利用	[Sys] Twinmotion、Unity [Mod] Blender	新宿三丁目	2	10cm解像度	伊勢丹を中心とした複数建物をモデル詳細化
ゲーミフィケーションを通じた地域の魅力発信	アバターでのゲーム体験のために都市構築素材として利用	[Sys] Unreal Engine 4 [Mod] Blender、3dsMAX	銀座・東銀座	2	未利用	ランドマークとなる複数建物をモデル詳細化
AR/VRを駆使したサイバー・フィジカル横断コミュニケーション	アバターでの都市回遊体験のために都市構築素材として利用	[Sys] Unity [Mod] Blender	渋谷区神南	2	10cm解像度	データ変換＋動的エフェクト付与
空間認識技術を活用したAR観光ガイド	高精度ARを実現するためにバックデータとして利用	[Sys] Unity、Vuforia	札幌市狸小路商店街	2	個別取得	独自三次元測定データとマージ
物流ドローンのフライトシミュレーション	フライトシミュレーションのための都市構築素材・データとして利用	[Sys] Unity	東京駅周辺	2	20cm解像度	データ変換のみ
工事車両の交通シミュレーション	シミュレーションのためのパラメータ・可視化素材のために都市構築として利用	[Sys] Oracle Aconex [Mod] BricsCAD	大阪市	1	未利用	道路モデルを追加
エリアマネジメントのデジタルツイン化	モニタリング情報の可視化のための都市構築に素材として利用	[Sys] Unreal Engine 4	竹芝/東京全域	2、4	未利用	竹芝エリアをモデル詳細化

＊Sys：利用環境、Mod：開発・加工環境

[サービス開発段階の対応課題]

③ 利活用方法に応じたデータ形式変換・データ補完

-　利用目的・利用環境に対応したデータ形式の変換

3Dモデルの利用環境に応じてCityGMLから他のデータ形式に変換する必要があり、適切な変換ソリューション及び技術知見者を活用した作業が必要となる。

民間サービス開発実証調査では、OBJ、FBX、Datasmith、IFCといった各種データ形式に変換して活用するケースが見られ、データ変換に関しては、Safe Software社が開発したFME Desktop（拡張仕様に対応し3D都市モデルと完全互換の変換ツール）が使用された。FME Desktopを活用したデータ変換作業の詳細は、「3D都市モデルのデータ変換マニュアル」を参照頂きたい。

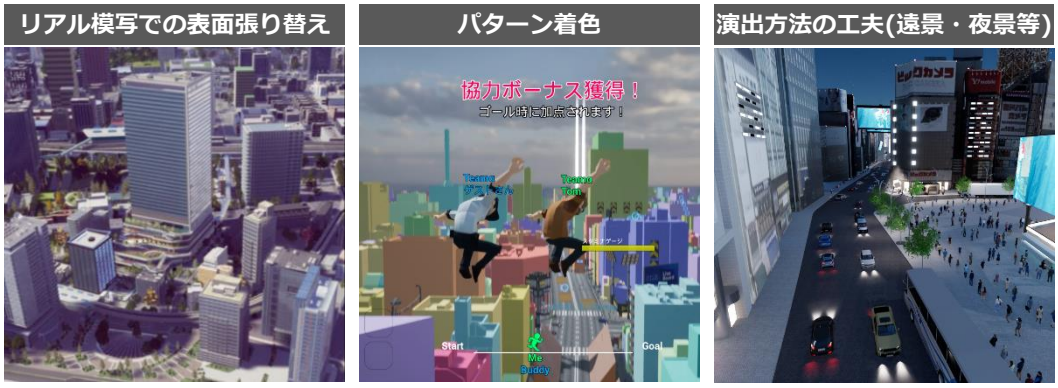
-　可視化・演出方針に応じたテクスチャデータの補完

3D都市モデルで構築したVR空間上でユーザに対して没入感ある体験を提供するためには十分なクオリティのテクスチャデータが必要だが、現段階では3D都市モデルが提供するテクスチャデータはアイレベルではややざらつきが目立ち、没入感が得られにくい。

そのため、コンシューマ向けの民間サービス開発実証調査では、リアル模写等で表面を張り替える、テーマに合わせたパターン着色を行う、遠景・夜景等の演出方法で工夫する、などの施策を各参画事業者が実施した。

また、地形データに関しては東京都23区等の一部地域では緻密な形状データ（1mメッシュ）が、大部分の地域では国土地理院が提供する基盤地図情報（数値標高モデル、5m～10mメッシュ）が用いられている。テクスチャデータについても提供されているが、VR空間上での都市回遊体験等で没入感演出するに当たっては精度が足りない場合もある。これに対しては、詳細な2Dの航空写真等を用いて地面のテクスチャを補完したり、CG化したりする等のアプローチが考えられる。

図2-2-2　VR上での没入感演出のための工夫



-　可視化・分析内容に応じたジオメトリデータの補完

利用するオブジェクトが3D都市モデルによって提供されていなかったり、2Dデータである場合にはジオメトリデータの補完が必要となる。

例えば、道路データに関しては、現段階の3D都市モデルでは2Dデータとして提供されているため、道路の起伏構造を表現できない。道路データを3D化するため、3Dで展開される地形データに対して2Dの道路を投影し切り抜くことで地形に沿った3Dの起伏のある道路形状を再現したり、測量等の方法によって新規に道路構造物をモデリングしたりする必要がある。また、起伏が少ないエリアであれば、地形データにテクスチャとして航空写真等を貼り付けることで（道路形状は正確ではないものの）VR等で一定程度リアリティのある表現が可能となる。

-　空間認識技術（VPS）のバックデータとして利用する際の特徴点の補完

ARアプリケーションの開発等で空間認識技術（VPS）を活用する際に、3D都市モデルをバックデータとして利用することが可能である。一方で、現段階で提供される3D都市モデル（LOD1～LOD2）では建物の側面形状が再現されていないため、3D都市モデル単独で位置認識のための特徴点を識別することは困難である。

民間サービス開発実証調査（4．空間認識技術を活用したAR観光ガイド）では、3D都市モデル上の精緻な緯度・経度情報を持つ建物形状データに対して簡易的な三次元測量で追加取得した点群データとテクスチャデータを組み合わせることで、高精度なVPSを構築することに成功した。

④ データの利用環境・デバイス等に応じたデータ保持方法の最適化

-　データ形式変換の際のデータ量削減処理

CityGML形式で提供される3D都市モデルは2-2で述べた通り、「ファイルフォーマットの特性」、「1ファイルのカバレッジの仕様」、「テクスチャ」の3要素によりファイルサイズ・処理ともに重いものとなっている。その対処としては、FME Desktopなどの変換ソフトウェアを利用し他のファイル形式（FBX、OBJ、等）に変換することで上記原因の回避が可能である。また、1ファイルのカバレッジの広さに起因する問題に関しても、FME Desktopを利用した変換時に建物ごとにファイル化あるいは緯度経度でクリッピング処理を行うことで処理の軽減・ファイルサイズの軽量化が可能である。

-　ゲームエンジンやCGソフトウェアで扱う際の適切なポリゴン構造の変換

3D都市モデルをゲームエンジンやCGソフトウェアに取込んで扱う際にパフォーマンス低下や不具合が発生するケースがある。その要因の一つは、CGデータに最適化されたソフトウェアとCityGMLの間でのポリゴンの保持方法の違いによるものであり、それにより描画処理や衝突判定等に関わる演算で非効率やバグが発生するものである（CityGMLでは建物の立体形状を不必要に分割せずに多角形ポリゴンとして保持する一方で、CGソフトウェア等では三角形や四角形のポリゴンに分割して保持）。

そのためCGソフトウェア等で3D都市モデルを利用する場合は、FME DesktopやCGソフトウェア等を使ったポリゴン構造の変換処理が望まれる。

[サービスの展開・利用促進における取組課題]

⑤ 地域の多数の事業者や住民・来訪者らの巻き込み

都市のデジタルツインやバーチャル都市空間の構築・利活用に関する民間市場は立ち上がり段階にある。このようなタイミングにおいては、3D都市モデルを活用したサービス開発を個社に閉じた活動とせず、関連する事業者等とアライアンスを組む等しながら市場を育成する視点が求められる。特にバーチャル都市空間は、リアルな都市空間での活動と同様に様々なプレーヤらが参画することによってサービスの価値が高まるものである。また投資の効率性や地権者らへの許諾等の運用面からも共有資産としてのバーチャル空間の構築・活用が好ましい。これらを踏まえ多くの地域事業者や地方公共団体らを巻き込んだ取組みとして推進することが望まれる。

⑥ ステークホルダ整理・リーガルリスク対策

都市空間をスキャンしてバーチャル空間において再現し、これを商用利用することについて、現時点で明確な法規制等は存在しない。しかし、円滑な業務遂行を図る観点からも、データ取得時における施設管理権やプライバシー権などへの配慮が求められること、エリアや施設関係者からのクレームが発生しうることなど、一定のリスクについては認識が求められる。そのため、バーチャル空間の構築やそれを用いたサービス提供に際しては、関係するステークホルダを明らかにした上で、事前の許諾取得等の調整を図ることが望ましい。また今後、仮想空間上での法規制に関わる検討が進むことが予想されることから、議論の動向を注視していくことが必要である。

第３章 3D都市モデルを活用した民間サービス開発実証調査の概要

3-1 民間サービス開発実証調査の目的

具体的なサービス開発の実証実験を通じて民間領域における3D都市モデル活用のポテンシャルを検証するため、2021年1月から3月にかけて下記7件のサービス開発実証調査（業務名：3D都市モデルを活用した民間サービス開発に向けた実証調査）を実施した。

本実証調査においては、具体的な調査計画を立案のうえ、3D都市モデルを活用したサービス/プロダクトの開発を行い、効果検証・将来の構想検討を実施した。また結果の取りまとめにあたっては、実証調査の結果のみならず下記の点についても分析・考察し、3D都市モデルの民間活用促進に向けた示唆を提示した。

- 検証方法・検証成果
- 3D都市モデルの活用方法・結果
- 将来展開の展望とチャレンジ

本章は、上記事業を通じて検証した3D都市モデルの活用方法の知見を共有することで、3D都市モデルを活用したサービス開発を検討している民間企業の取組の一助とするとともに、これらのサービス開発を政策に取り込む意欲を持つ地方公共団体の参考資料とすることで、更なる民間領域における利活用の促進を目的とするものである。また、「4章 3D都市モデルを活用した民間サービス開発実証調査事例」では、詳細の調査・検証結果とともに、各実証調査を進めるにあたり直面した課題やその対応事例など、実務上ヒントとなる情報についても掲載しており、併せて民間事業者によるサービス開発の参考資料として活用頂きたい。

<u>実証調査のテーマ及び実施企業</u>

1. バーチャル都市空間における「まちあるき・購買体験」
   - 株式会社三越伊勢丹ホールディングス
2. ゲーミフィケーションを通じた地域の魅力発信
   - 株式会社NTTドコモ
3. AR/VRを駆使したサイバー・フィジカル横断コミュニケーション
   - 株式会社MESON、株式会社博報堂DYホールディングス
4. 空間認識技術を活用したAR観光ガイド
   - 株式会社JTB、株式会社JTB総合研究所、凸版印刷株式会社
5. 物流ドローンのフライトシミュレーション
   - 株式会社A.L.I. Technologies
6. 工事車両の交通シミュレーション
   - 株式会社竹中工務店
7. エリアマネジメントのデジタルツイン化
   - 東急不動産株式会社、ソフトバンク株式会社

3-2 民間サービス開発実証調査事例概要

以降、今回実施した7件の実証調査の概要を記載する。各案件の詳細については「4章 3D都市モデルを活用した民間サービス開発実証調査事例」を参照されたい。

1. バーチャル都市空間における「まちあるき・購買体験」
株式会社三越伊勢丹ホールディングス

概要

- 「バーチャル伊勢丹」の仮想世界を拡大し、3D都市モデルを活用して新宿三丁目エリアを中心とする都市スケールの「バーチャル新宿」を構築。仮想空間における購買体験や回遊体験等の都市機能を提供する
- ECのためのモールプラットフォームに閉じず、教育・行政サービスまで網羅した、エリア居住者の生活行動に密着したサービスを提供する仮想世界の構築を目指す

検証方法・検証成果

- 被験者に対し、バーチャル上での新宿周辺地域の移動体験や、リアルに再現した都市空間上での街並み景観・EC店舗情報等のコンテンツを提供。またアバターによる接客型ECの体験や実際の催事と連動したバーチャルイベントを実施し、体験価値を検証した
- 実証調査により、3D都市モデルを活用して仮想空間上で没入感のある回遊体験を提供でき、周辺エリアの魅力の認知拡大や立地店舗のECへの誘客に繋げられる可能性を確認した
- 事業化にあたって、EC・実店舗への誘客に繋げるマーケティング手法や、アバター接客の運用方法、多くの事業者の巻き込みによる価値強化などの課題を整理した

3D都市モデルの活用方法・結果

- 新宿エリアのテクスチャ付きLOD2データをFBX形式へ変換し、仮想空間の制作補助データや景観として活用した
- 3D都市モデルの正確な大きさ、高さ、座標とテクスチャをモデル制作の補助として利用することで仮想空間構築の工数が大幅に削減された
- また俯瞰・遠景及び夜間・車窓などの条件では景観として没入感を損なわないクオリティであったので、データ変換のみでそのまま取り込みリアリティを演出することができ、コスト面・工期の面で非常に有用であった

将来展開の展望とチャレンジ

- 三越伊勢丹では、バーチャル都市空間上で回遊体験や購買体験に限らず多様な都市体験を提供し得るプラットフォームの構築・事業化に向け、さらなる検証を進めていく方針
- 今後バーチャル空間上の体験を高めるべく、日本のおもてなし文化・ホスピタリティ溢れる接客を伴う購買体験や、新宿という都市の魅力や日本ならではメディア・コンテンツの活用を図る

（参考）仮想都市空間サービス “REV WORLDS” β版を2021年3月にローンチ

図3-2-1　3D都市モデルで表現した新宿三丁目エリアと回遊体験

2. ゲーミフィケーションを通じた地域の魅力発信

株式会社NTTドコモ

概要

- 3D都市モデルを活用し再現された街全体をユーザ自身のアバターでダイナミックに駆け回る”パルクール”のゲーム体験を通して、地域の歴史・文化に触れながらその魅力を発見する体験を提供する
- 現実の都市と連動したコンテンツやユーザ間のコミュニケーションを通じ、これまで接点がなかった人々の現地訪問への関心を喚起し、地域活性化につなげることを目指す

検証方法・検証成果

- 「バーチャル銀座」を舞台としたゲームアプリを構築し、バーチャル空間での回遊体験におけるゲーミフィケーションの効果等を検証した
- 実証調査により、アイテム獲得やパルクールなどのゲーミフィケーションがバーチャル空間での回遊促進につながること、またバーチャル空間での体験が現地訪問への関心喚起につながることが示唆された
- 一方で、サービス開発における環境として、建物等をバーチャル空間に再現する際の所有者や地権者に対する許諾の必要性等に関する法制度面の未整備が課題として識別された

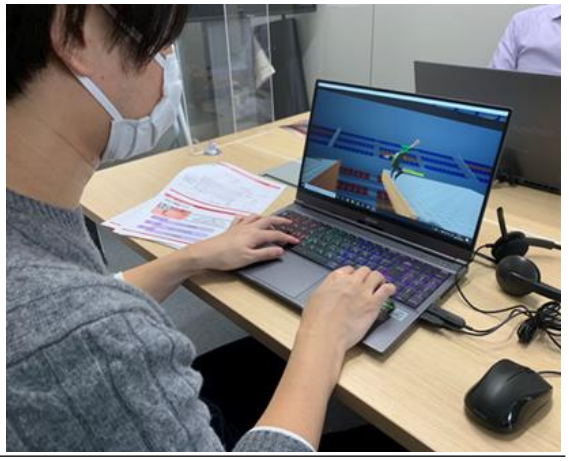
3D都市モデルの活用方法・結果

- 銀座周辺のLOD2データをDatasmith形式へ変換してゲームエンジンに取込み、ゲームの舞台となるリアルな銀座の都市空間を構築した。また今回は、没入感演出のために各建物をパターン着色した
- 3D都市モデルにより街の構造や建物の位置関係等をバーチャル空間上での再現を精緻かつ効率的に構築できることが確認され、他都市展開の容易性も示唆された
- 一方で、CGデータに最適化されたソフトウェアとCityGMLの間でのポリゴンの保持方法の違いによる不具合（描画処理や衝突判定等に関わる演算で非効率やバグ）が発生が確認され、ゲーム活用における課題が識別された

将来展開の展望とチャレンジ

- アフターコロナにおける消費者行動のオンライン化を見据え、スマートフォンによる自分自身の3Dアバター生成やバーチャル空間周遊に関する技術開発を進めている。これら技術と3D都市モデルと連携し、多様な非日常体験（ゲーム・街の周遊・バーチャルイベント・コミュニケーション・購買等）を提供する新たな顧客接点の構築を図る
- 今後、街の魅力を再発見する機会の提供や現地訪問の動機付けにつなげるための更なる仕掛けづくりを模索していく

図3-2-2　銀座を舞台にしたVRゲーミフィケーション



3. AR/VRを駆使したサイバー・フィジカル横断コミュニケーション
株式会社MESON、株式会社博報堂DYホールディングス

概要

- 遠隔地のVRユーザーと現実世界のARユーザーが同じ空間で場を共有しているようなサイバー・フィジカル横断でのコミュニケーション体験を3D都市モデルを活用し都市スケールで提供する
- コロナ禍においてフィジカルな移動・接触が制限される中、観光やイベント、コマースといった産業にも活用できるコミュニケーションの基盤技術の構築を目指す

検証方法・検証成果

- 渋谷神南地域を対象に、VRのサイバー空間、ARの現地を横断し同じ空間を共有しているかのような周遊散歩やコミュニケーションによる付加価値や円滑性を検証した。また都市空間に紐づく情報コンテンツを配置し都市の魅力発見に対する効果を検証した
- 実証調査により、AR/VRを用いて空間を共有しながら周遊することが、ユーザー同士の親密感の醸成や街に関する発見・愛着の増加につながることが示唆された
- 一方で、VPS技術を用いたユーザー同士の位置認識の補正・精度担保、ユーザー間の情報共有機能強化など、体験の向上に向けた課題も明らかになった

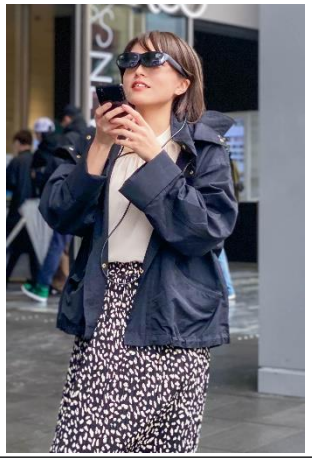
3D都市モデルの活用方法・結果

- 3D都市モデルをFBX形式に変換してゲームエンジンに取込み、渋谷神南地区をバーチャル空間上で再現した
- 緯度経度が正確な3D都市モデルを活用することで、ARとVRユーザの位置同期やコンテンツ空間配置が広域かつ効率的に実現された
- 一方、アイレベルでの没入感を演出するには現在の3D都市モデルのテクスチャデータの解像度が不足することが明らかとなり、主要建物については別途取得した高精細テクスチャを貼り付けて対応した

将来展開の展望とチャレンジ

- 本実証調査を受けて今後システム面の拡張（エリアの広域化、多人数接続等）の開発・実証を進めるとともに、コミュニケーション体験の向上、エンタメや買い物などの都市体験を充実させるコンテンツの実装に向けた更なる検証を進めていく
- 3D都市モデルを基盤としたAR/VR技術を組み合わせたサイバー・フィジカル横断コミュニケーションを新たなサービスモデルに発展させることで、サイバー空間からフィジカル空間への新たな導線となるコミュニケーションプラットフォームの実現を目指していく

図3-2-3　VR/ARを活用した遠隔コミュニケーションのイメージ



4. 空間認識技術を活用したAR観光ガイド

株式会社JTB、株式会社JTB総合研究所、凸版印刷株式会社

概要

- 3D都市モデルをバックデータとして活用してVPS（空間認識技術）を構築し、ARを活用した飲食店ガイドとモバイルオーダーシステムを組み合わせたスマートフォン向けアプリを構築した
- 安心安全な飲食・観光体験による地域経済の発展への寄与を目指し、お店探しからメニューの注文まで自身のスマホで完結する「非対面・非接触」サービスを提供する

検証方法・検証成果

- 札幌市の狸小路商店街を対象とし、被験者にAR飲食店ガイドアプリを体験利用してもらうことで、観光体験の向上や観光需要の喚起における有用性を検証した
- 実証調査を通して、ARガイドやモバイルオーダーにより、利便性を担保しつつ非対面・非接触による安全・安心の提供が可能となることが確認された
- 事業化にあたり、ユーザーの認知拡大や飲食事業者へのモバイルオーダー普及等、地元の人とのふれあいと非対面・非接触を両立した観光体験の在り方の検討の必要性が明らかになった

3D都市モデルの活用方法・結果

- 3D都市モデルをバックデータとして活用して対象エリアのVPSを構築した
- なお現在の3D都市モデルが提供するジオメトリやテクスチャだけではVPSに必要な特徴点を十分に抽出できないことも確認された（建物外部形状の詳細度不足、時間による明るさの変化、視線位置/歪み等の影響）
- 3D都市モデルが保有する正確な位置情報とベース形状に、簡易三次元測量データを合せることで高精度なVPSをスピーディに構築できることが確認され、今後他都市展開の可能性も示唆された

将来展開の展望とチャレンジ

- 本実証調査の結果を踏まえ、より満足度が高く思い出に残る旅行体験を提供するニューノーマル時代の新たなサービスとして、全国各地での事業化に向け検討を進める
- 今後、対象施設の拡大（寺社仏閣、城、観光施設等）に加え、観光型MaaS等の他サービスとの連携や多言語対応等の機能拡充を行い土地勘がない観光客に安心感と満足感を提供するサービスとして開発を進める方針
- 更に、バーチャルな観光体験の提供や目的地の魅力発信など、VR空間を活用した観光ソリューションの領域でも3D都市モデルの活用を志向

図3-2-4　ARガイドの表示イメージと利用シーン

5. 物流ドローンのフライトシミュレーション
株式会社A.L.I. Technologies

概要

- 高層ビルが立ち並ぶ都市部における安全かつ効率的なドローン航行の実現に向け、3D都市モデルを活用したバーチャル空間にてフライトシミュレータを開発した
- また3D都市モデルのデータ鮮度を効率的に維持するための手法として、物流ドローンが撮影する配送ルート上の航空写真を活用した3D都市モデルの更新手法の確立を図る

検証方法・検証成果

- 東京駅周辺を対象に3D都市モデルに基づくバーチャル空間を構築し指定した離着陸地点に対し規制遵守した最適航路を提示するフライトシミュレーションができるシステムを構築
- 飛行ルートの可視化のみならず荷主や関係当局らとの調整業務の円滑化に寄与し得ることが示唆された。一方、実用化に向けては、考慮すべきパラメータの精緻化、離着陸といった精緻な操縦を要する局面に対応したシステム高度化等の課題が整理された
- 加賀市片山津地域で物流ドローンを想定したルートを実際に飛行し、撮影した航空写真を用いてLOD1及びLOD2の3D都市モデルの整備・更新が可能であることが確認された

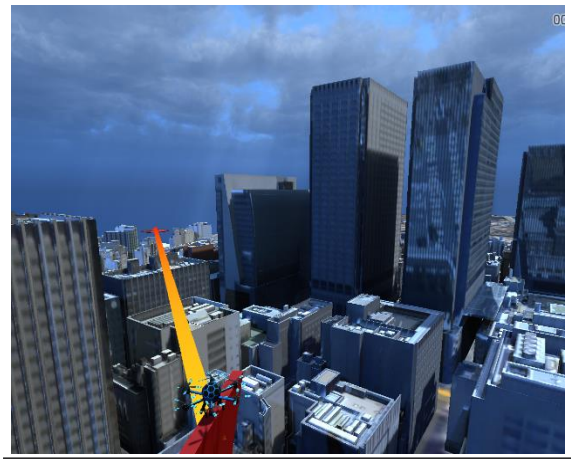
3D都市モデルの活用方法・結果

- フライトシミュレータ開発では、テクスチャ付きLOD2データをゲームエンジンに取込んで東京駅周辺をバーチャル空間上に再現。3D都市モデルを活用することで精度が担保された航路シミュレータを容易に構築・展開可能であることが確認された
- 3D都市モデル更新では、精緻なモデル構築には物流ルートのみの航空写真では完結せず、今後の論点として物流と写真測量の双方の条件を満たす飛行ルート設定や機材選定・撮影手法を検討する必要性が明らかとなった

将来展開の展望とチャレンジ

- 今後、都市部におけるビル群の間を縫うような飛行に必要となる高精度な航路シミュレータの開発に向け検証を進める。都市部では特に精度が高い3D都市モデルを効率的・持続的に維持・更新していく仕組みが不可欠となることから、引き続きドローン物流ネットワークを活用した3D都市モデル更新作業の検証・実証を進める意向
- また、全国各地域における3D都市モデルの整備・更新業務の確立に貢献するためにも、日本全国におけるドローンの防災物流ネットワークの構築にむけて事業の加速を図る

図3-2-5　シミュレータ（左）と測量に用いた物流用ドローン（右）



6. 工事車両の交通シミュレーション
株式会社竹中工務店

概要

- 3D都市モデルを活用して、大阪市内の建物や道路、橋、高架等のオブジェクトをシステムに取り込むとともに3D都市モデルが持つ「都市の属性情報」をパラメータに取り込んだ工事車両のルートシミュレータを開発した
- 将来的には、大規模建設工事において地域住民の安心と円滑な工事の両立を可能とする「建設物流プラットフォーム」を構築し、全国の建設工事へ展開していくことを目指す

検証方法・検証成果

- 3D都市モデルを活用して、物理的通行可否に加えて騒音レベルや周辺住民の生活圏・通学路等を考慮した最適ルートシミュレータを開発
- 本シミュレーションが複雑な搬入計画・調整業務の効率化に資することを確認した。また住民・運送業者等への調査により本システムがわかりやすく・付加価値の高い情報提供を可能とし、周辺住民の安心や工事への理解促進に資することを確認した
- 一方、実用化に向けた論点として、既存交通や通勤車両等の条件の追加考慮や、シミュレーション結果を踏まえた工事計画の改善手法の検討等が整理された

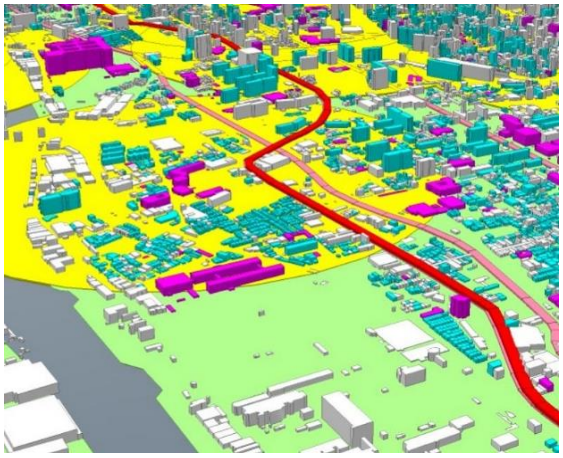
3D都市モデルの活用方法・結果

- 大阪市西部域の3D都市モデル（LOD1）をIFC形式に変換のうえ設計プラットフォームに取込んで活用。三次元広域MAPとしての活用に加えて、騒音シミュレーションやルート制約となる属性情報（通学路・住宅地等）の抽出において使用した
- 3D都市モデルのジオメトリデータによりシミュレータ構築がより簡便・迅速に行えることに加え、パラメータとしてセマンティクスデータを活用することでより精緻なシミュレーションが可能となることが確認された

将来展開の展望とチャレンジ

- 今後、シミュレーションのパラメータの拡充・精緻化を行い、建設物流プラットフォームの実用化に向けた検討を進める意向
- 今後の検証では、実用化に向けたシミュレータ機能の改良を図る。特に既存交通に対して影響の大きな大型車両への適用を重視し、詳細な3Dコンテンツの充実により現実に即した精緻な交通シミュレーションを実施する（道路・歩道・並木といった交通路の詳細化、及び信号・案内板・電柱・電線といった情報の付加等）

図3-2-6　建設物流シミュレーションと利用シーン



7. エリアマネジメントのデジタルツイン化
東急不動産株式会社、ソフトバンク株式会社

概要

- 3D都市モデルを活用し東京ポートシティ竹芝・周辺エリアのエリアマネジメントのデジタルツイン化を目指し『バーチャル竹芝』を構築した
- ビル管理業務の効率化やエリア来訪者の利便性向上など、街区単位でのマネジメント高度化を図る竹芝地区で今後70年間続くまちづくりのシミュレーションやエリア全体のマネジメント高度化での活用を目指す

検証方法・検証成果

- バーチャル竹芝を活用し、エリア来訪者向けのルート案内表示機能と、警備員向けの混雑状況・要注意者検知情報・警備員位置情報の管理機能を実装。エリア来訪者の利便性向上や警備員駆け付け業務の効率化を検証した
- 実証調査により、3D都市モデルを活用することで街の状況をより分かりやすく的確に把握できることに繋がり、まちの課題解決とより良い環境の提供に繋がる可能性が示された
- 今後の事業化に向けて、バーチャル竹芝のモデル精度向上、取り込みデータ・機能の拡張（シミュレーションなど）、他事業者の巻き込みの必要性といった論点が整理された

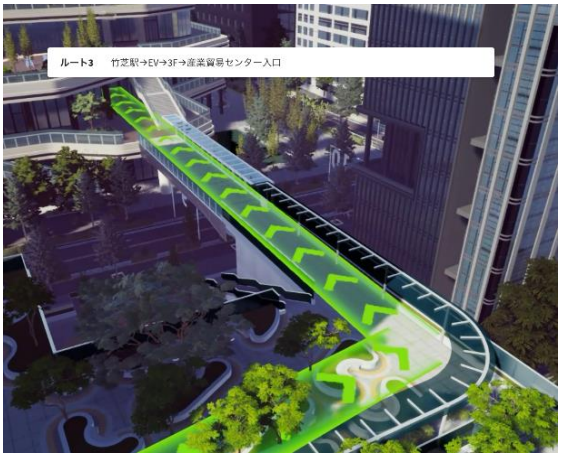
3D都市モデルの活用方法・結果

- テクスチャ付きのLOD2データをSHP形式に変換のうえゲームエンジンに取込んで活用し、広域100km²の都市空間をバーチャル上に再現した
- 竹芝エリアマネジメント地区は同データを元に建物形状や街並を詳細モデリングし精緻化。特にエリアマネジメント活動の中核となる東京ポートシティ竹芝はBIMデータをベースとしたLOD4の3D都市モデルにより、建物の内部構造・周辺デッキまでを詳細に表現
- 上記により、東京ポートシティ竹芝内外の接続が没入感高くシームレスに実現された

将来展開の展望とチャレンジ

- 本実証の結果を踏まえ、デジタルエリアマネジメントの実現に向け、バーチャル竹芝の更なるエリア拡張・街区情報の取り込みを行う。先端のテクノロジーを街全体で活用してエリアの発展や課題解決を実現し、スマートシティのモデルケースの構築を加速させていく方針
- 今後、エリアマネジメント活動の経済効果の可視化・定量化をバーチャル竹芝を通じて明らかにし、まちの課題解決や新たな価値の創造というエリアマネジメント活動の役割をより一層果たすとともに、まちの持続的発展への貢献、活動領域の拡大を図る

図3-2-7　構築した3Dモデルとルート案内のイメージ



第4章 3D都市モデルを活用した民間サービス開発実証調査事例

第4章 3D都市モデルを活用した民間サービス開発実証調査事例

1. バーチャル都市空間における「まちあるき・購買体験」

4-1 バーチャル都市空間における「まちあるき・購買体験」

株式会社三越伊勢丹ホールディングス

4-1-1 サービス概要

①事業・サービスの目的、ビジネスモデル、社会的意義

事業・サービスの目的と概要

仮想世界とアバターによる「第2のライフスタイルの場」を日本から生み出す事ことを目指し、ECを中心としたモールプラットフォームに閉じない、教育・行政サービスまで網羅したエリア居住者の生活行動に密着したサービスを提供する仮想世界プラットフォームを構築する。また最終的なサービスの対象は、インターネットに接続し、かつスマートフォンなどの身近なデバイスを保有している世界中の10代～60代の約23億人をターゲットとする。

仮想世界の領域において、我が国が誇る文化・歴史・アニメ・ゲーム等の優れたコンテンツは極めて高いポテンシャルを有している。これらの日本独自の価値を活かしながら、仮想空間プラットフォームを構築する。

ビジネスモデル

- サービス当初
  - コンシューマ向け：EC売上を中心とした小売モデル
  - 法人向け：プラットフォーム利用料
- 将来
  - コンシューマ向け：データプロダクト販売
  - 法人向け：3DCG制作費・広告・不動産などの仮想でも現実同様のビジネスモデルの実装を狙う

社会的意義

仮想世界を通して国際的に様々な企業・個人が参入する新しい産業の実現を目指す。アバターによるもう一つの身体データを活用した新しいコミュニケーション活動が24時間行われ、その中で世界中の様々な価値観を持ったあらゆる性年代の人々が交流し多様なライフスタイルの追求ができるプラットフォームを構築し「Society5.0」の実現に寄与する。

図4-1-1　バーチャル伊勢丹

4-1-2 実証調査詳細

①実証調査の目的・概要

実証調査の目的

バーチャル空間に新宿東口駅前～新宿三丁目エリアを再現し、都市回遊体験と3Dアバターによるコミュニケーション、バーチャル接客による購買体験を提供することで、3D空間における新しい産業とサービスのポテンシャルを検証した。また、仮想空間における購買体験が通常のECと比較してどのような好影響をもたらすのかについても調査した。

実証調査の概要

- 検証内容
  - 回遊体験：PCモックによる高画質な仮想世界における検証
    - 3D都市モデルが消費者に対しどのように有用か？
    - 仮想環境との接点はリアル消費に影響を及ぼすか？　等
  - 購買体験：スマホモックを使用したアバター操作における検証
    - 店内に入れる買い物施設に利便性はあるか？
    - 接客サービスの併用に価値があるか？　等
  - 購買体験：一般公開のスマートフォンアプリ（β版）を利用しEC購買動向の検証
- 検証方法
  - PC/スマホモックの2種のプラットフォームを一連のシナリオに沿って体験してもらい、インタビュー形式＋事後アンケートにより定性データを取得し分析を行う
  - スマートフォンアプリではアプリログを使って分析を行う

②実証調査の対象エリア

対象エリア

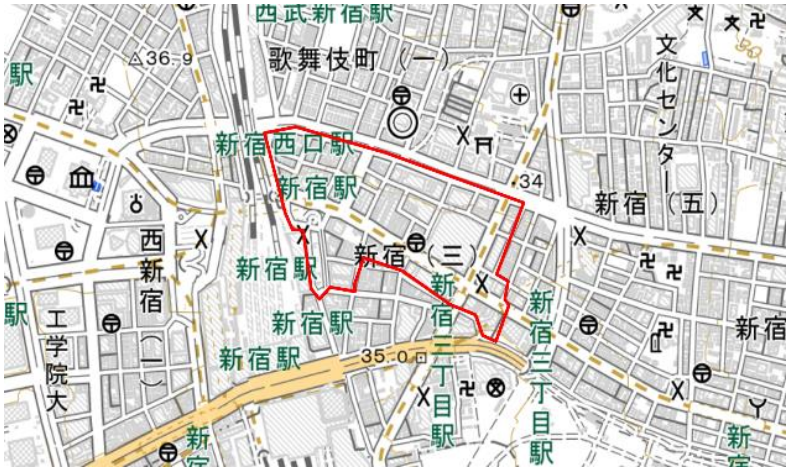
新宿三丁目

エリア選定理由

新宿は、世界一の乗降客数を誇るターミナル駅があり世界的にも認知度が高いため、海外観光客も多数来訪する都市である。また、エリアによって異なる特徴（繁華街、ビジネス街、新宿御苑等）を有しており、コンセプチュアルな再現も見据えた本事業と相性の良い多様性を具備している。

伊勢丹は1930年以来新宿のランドマークともなる旗艦店を構え、およそ一世紀にわたって新宿の街自体と深い関わりを構築してきた。一般消費者からもその関係性は高い認知度を得ており、サービスの立ち上げの地として相応しいものと考える。

図4-1-2　3D都市モデル利用範囲



③実証調査に向け開発されたサービス

3D空間における新しい産業とサービスのポテンシャルを検証するため、バーチャル新宿エリアを構築し、都市回遊体験と3Dアバターによるコミュニケーション、バーチャル接客による購買体験を提供する。

開発されたサービス概要

ゲームエンジンを利用し、検証内容に合わせて3つのプラットフォームを用いサービスを開発した。

- PCモックにて高精度・広域な「都市回遊」、「購買体験」を提供
  - 3D都市モデルを用いて新宿東口から三丁目エリアを構築（アルタ前～伊勢丹～国立競技場等）
  - 俯瞰・アイレベルでの移動・天候や時間変化が感じれられる高精度・広域な都市回遊体験を提供
  - 近隣の商業施設等にはサイトリンクを張り、将来の伊勢丹外での購買体験を模擬的に表現
- スマホモックにて「都市回遊」「購買体験」を提供
  - 伊勢丹を中心とした三丁目エリアをコンセプチュアルに構築
  - アバターでアイレベルのでの都市回遊体験を提供
  - 伊勢丹店内への入店（化粧品・婦人服・デパ地下）、店内での複数ショップでの購買体験を提供
- β版アプリを一般向けに提供
  - 伊勢丹を中心とし三丁目エリアをコンセプチュアルに構築
  - アバターを使用した他者コミュニケーションや、販売員による接客が受けられる購買体験を提供
  - 実店舗と仮想空間で同時期に催事を実施

図4-1-3　開発されたサービスのイメージ

④3D都市モデル（CityGML）の活用方法

3D都市モデルそのものをアイレベルのサービスで利用することは、ビジュアル面でコンシューマ向けのサービスとしてのクオリティに達していない。このため、回遊エリアにおいては、高精度テクスチャも含め3D都市モデルを制作補助資料として利用することで、モデルデータの制作スピードの短縮を実現している。一方で、遠景や全体俯瞰マップ、夜景としては十分なクオリティがあるため、そのまま3D都市モデルを利用して都市空間を再現し没入感を演出している。

利用された3D都市モデルの仕様

- 新宿エリアのLOD2モデル
- 高精細テクスチャ（10cm）

3D都市モデルの用途

- 新宿の仮想空間を構築するための素材データとして活用
  - 俯瞰・遠景・夜景オブジェクトでの利用
    - 3D都市モデルをFBXに変換し、ゲームエンジンにて読み込み
  - 制作補助データとして利用
    - アイレベルオブジェクトの制作時の参考として利用

3D都市モデル活用のためのソフトウェア

- CityGMLの変換
  - FBX形式で利用
- 3D都市モデルの加工
  - Blender（CGツール）を利用
- 3D都市モデル利用システム
  - PCモック：Twinmotion
  - スマホモック・β版：Unity

図4-1-4　俯瞰、遠景、夜景、等に利用された3D都市モデル

図4-1-5　制作補助データに3D都市モデルを利用したオブジェクト

CityGMLデータ（10cmテクスチャ）

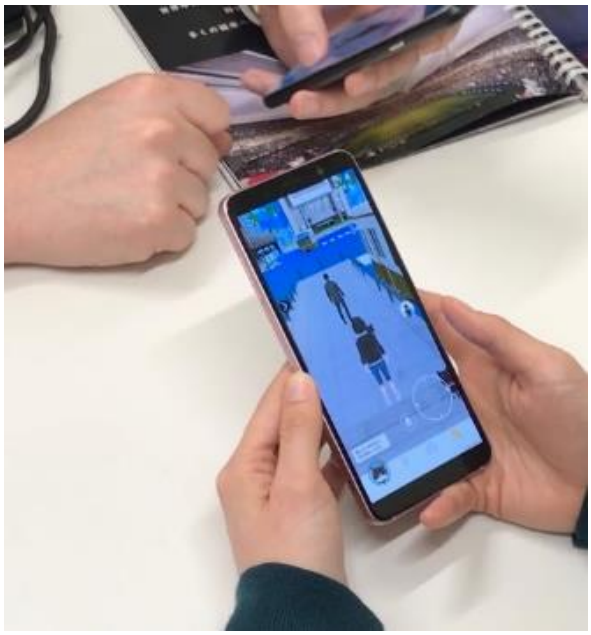
CityGMLを制作補助として
構築した3DCGデータ

4-1-3 実証調査結果

①実証調査の様子

2021年3月1日～14日の14日間で実証調査を行い効果を検証した。

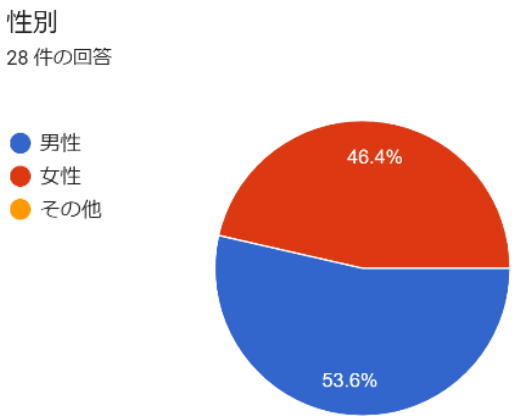
図4-1-6　実証調査の様子

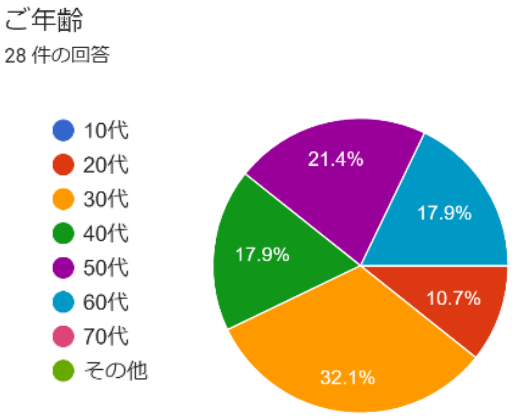


②実証調査の被験者

コンシューマ向け：消費者、約40名（10代～60代まで各年代3名ずつ18名）＋地方（九州）
法人向け：企業、5社（デジタルガジェット、住宅不動産、ロボティクス、小売業、メーカー）

図4-1-7　実証調査の被験者詳細





③アンケート結果｜都市回遊体験

都市の回遊体験にはポジティブな反応が多く、さらに国内外の他のエリア、観光地の回遊に対する意欲も高い。店内に入りたい・買い物したいというスコアが高くLOD4需要は高いと想定。

	【回遊体験】仮想世界での都市回遊体験は楽しかったですか？	10代	20代	30代	40代	50代	60代	男性	女性
4.5	[店内も入りたい]	5.0	4.4	4.9	5.0	3.8	4.4	4.5	4.6
4.4	[お買い物施設を増やしてほしい（友人と一緒にお買い物ができる）]	4.5	4.0	4.5	5.0	4.2	4.4	4.2	4.6
4.3	[空を飛んで移動してみたい]	3.5	3.6	4.3	5.0	4.5	4.6	4.3	4.2
4.3	[もっと日本の他のエリアを拡張してほしい]	3.5	4.0	4.5	5.0	4.2	4.2	4.3	4.2
4.2	[もっと海外の他のエリアを拡張してほしい]	4.5	3.4	4.9	5.0	3.8	3.8	3.9	4.5
4.1	[天気・季節が変わると気分が変わった]	4.5	3.2	4.4	5.0	4.3	3.8	4.1	4.2
4.0	[観光地を増やしてほしい]	3.0	3.6	4.1	5.0	3.8	4.2	3.9	4.1
4.0	[都市回遊は楽しかった]	5.0	3.6	4.3	4.7	3.7	3.4	4.2	3.7
3.9	[仮想世界からWEBサイトやECサイトにアクセスしたい]	4.5	4.0	4.4	3.7	3.2	4.0	3.7	4.2
3.9	[昼と夜とでは気分が変わった]	4.0	3.2	4.3	4.3	4.0	3.8	3.8	4.0
3.9	[お祭りや花火大会など季節のイベントを見たい]	4.5	3.6	3.9	5.0	3.5	3.8	3.8	4.0
3.8	[テーマパークを増やしてほしい（友人と一緒に回遊ができる）]	4.5	3.4	3.3	5.0	3.8	4.2	4.0	3.6
3.8	[学校や職場を増やしてほしい（授業を受けられたり会議が出来る）]	5.0	3.8	3.6	4.3	3.5	3.6	3.7	3.9
3.6	[行政機関を増やしてほしい（行政手続きの仕方・情報が閲覧できる）]	2.5	3.2	3.5	4.0	4.2	3.8	3.6	3.6
3.3	[実際にリアルの現地に訪れてみたくなった]	3.5	3.4	3.4	3.3	3.0	3.4	3.5	3.1
3.3	[車やバイクなどに乗ってみたい]	5.0	3.2	3.1	3.7	3.0	3.0	3.7	2.8
3.2	[映画館を増やしてほしい（友人と一緒に映画が見られる）]	3.0	2.4	3.5	4.3	2.5	3.6	3.2	3.1

【特徴的なアンケートコメント】

「リアルとバーチャルが素敵に融合していて、実体験とも近く、共感できたため」
「敷居が高く、入りづらかった新宿本店に気軽に入れたから」
「実際の街中では、ごみが散らかっていたり人が密だったりするが、仮想世界ではそのようなストレスが少ない」
「季節、時間の設定があることでよりリアルな世界観を感じることができたから」
「歩いたときのほうが小さな発見があって楽しいから。一人で街歩きはなかなかできないのでそういう意味で楽しかった」

④アンケート結果｜購買体験

伊勢丹以外の施設も強く求められており購買体験に対する意欲の高さが窺える。ECとの差別化された現実の世界に近い購買体験が得られることがわかった。

	【購買体験】仮想世界での購買体験は楽しかったですか？	10代	20代	30代	40代	50代	60代	男性	女性
4.3	[伊勢丹以外をもっと増やしてほしい]	5.0	4.4	4.1	4.5	4.1	4.6	4.4	4.2
3.7	[接客を受けたいと思った]	3.0	3.6	3.7	4.2	3.8	3.8	3.8	3.7
3.3	[お買い物に便利だと感じた]	3.5	3.2	3.4	3.4	3.1	3.4	3.4	3.3
3.1	[思わぬものに出会った]	3.5	3.4	3.0	3.6	3.0	2.6	3.1	3.2
2.7	[貸し切りにしたい]	3.0	2.4	3.2	3.4	2.4	2.0	2.5	3.1
他、あればいいなといった機能・体験や施設・イベントはありますか？									
1位	[リビング]	ー	ー	ー	ー	ー	ー	ー	ー
2位	[海外の商品]	ー	ー	ー	ー	ー	ー	ー	ー
3位	[鞄]	ー	ー	ー	ー	ー	ー	ー	ー
4位	[婦人服]	ー	ー	ー	ー	ー	ー	ー	ー
5位	[紳士服]	ー	ー	ー	ー	ー	ー	ー	ー
6位	[ベビー子供]	ー	ー	ー	ー	ー	ー	ー	ー
7位	[アニメ・ゲーム]	ー	ー	ー	ー	ー	ー	ー	ー
8位	[マンションの内覧ルーム]	ー	ー	ー	ー	ー	ー	ー	ー
9位	[美術]	ー	ー	ー	ー	ー	ー	ー	ー
10位	[宝飾]	ー	ー	ー	ー	ー	ー	ー	ー
11位	[肌着]	ー	ー	ー	ー	ー	ー	ー	ー
12位	[高額商品]	ー	ー	ー	ー	ー	ー	ー	ー

【特徴的なアンケートコメント】

「ECサイトだと、目的の商品に一直線という感じだが、今回は回遊する楽しさを感じることができた」
「写真が羅列されているのとは違い、商品がもっと生きている感じがした。もっと実際のお買物感覚に近いと思う」
「目的が決まっている場合はEC、ふらっと立ち寄るのは仮想世界でも良いと感じた。現実世界と同じ感覚かと」
「購買におけるめんどくささは感じた。目的買いなら通常ECを使用」
「商品探しが難しそうではないか。どこに何があるかわからない」

4-1-4 実証調査考察

①サービス開発における示唆と課題｜示唆

仮想空間では娯楽や買い物のニーズが高く、友人との待ち合わせなどの交流の場として効果が期待。一方で仮想空間で購買を完結させたい意見も多く、リアル送客ニーズは本実証では確認されなかった。

体験価値	• LOD4相当の「店内データ」に関して商業施設で有用な効果が期待できると判別 - 友人と一緒に店内に入れるお買い物施設を増やして欲しいニーズが特に顕在化 - 今後仮想都市内の回遊体験が「ECへの購買行動」に有用であると判別 • 仮想空間内での時間や季節の変化と移動体験を併用することで価値向上が期待 - 鳥の目での俯瞰が好評で都市内を空を飛んで移動するニーズが高い - 一方車での移動体験のニーズは平均的なスコア • スマートショッピングとは異なるアナログDXとしてのコマースポテンシャルを識別 - 効率的なショッピングは圧倒的にECの方が利便性が高いと評価 - 一方この回遊性ショッピング体験を求めるニーズは確実に存在
現地への送客	• 仮想空間がリアルの土地への来訪動機になるかの調査結果は全年代で中立な結果 - 実際にリアルへ行きたいニーズよりも、仮想都市内でそのままWEBサイトに遷移して購買したい動機の方がスコアが高い
3D都市モデルのクオリティ	• 3D都市モデルの高精細に対して、若年層は高い関心を示し求める傾向 - スマートフォンのローポリゴン化に対しては、40代以上は寛容であった - 一方求めるデバイスはスマートフォンであったため高画質×スマートフォンが最適 • 仮想都市へのアクセスは、スマホが全年代で高いスコア - ヘッドマウントディスプレイは20代を除く年代で非常に低いスコアとなった - 高画質な都市を体験できるのであればPC版でも若年の動員が期待される

②サービス開発における示唆と課題｜課題

リアルに寄せた購買体験ゆえに仮想空間での購買は指名買いには不向き。リアル同様の購買体験・価値提供の訴求・磨き込みが肝要であり、買い物・回遊以外のコンテンツを充実させサービス拡大に向けた利用率の改善が欠かせない。

体験価値	• ECと比較では不便だと感じる声があった。仮想都市内でのスマートショッピングの仕組みが必要 • 一方で、ECと仮想空間が別システムとなるとユーザー体験が分断されスケールしない可能性 • スマートショッピングの価値が高まった現状では、接客等のアナログ的価値の浸透を実現できなければ、事業として成立しない • 買い物や回遊、観光コンテンツとしてのイメージが強く、毎日使用したいと思うユーザーはほぼいない結果となったため、アクティブ率を上げる取り組みが必要
現地への送客	• 仮想都市内での接点がリアルへのきっかけとならない可能性や、ECで購入できる利便性がリアルへの行動欲求を生み出さない可能性がある • リアル世界のマーケティングプロモーションという点でのバーチャル都市はさらに深い調査が必要
3D都市モデルのクオリティ	• ゲーミングPCとヘッドマウントディスプレイのデバイス普及が大衆化していないため、開発コストに対して費用対効果が期待できないリスクが発生する • 若年層はゲーム等の高グラフィックになれているため、スマートフォン版のローポリゴンに対しては求めるクオリティに到達できていない

③3D都市モデルと開発するサービスとの親和性

ビジネス価値

- LOD4の店内データの実装によってビジネス機会が創出されていく可能性が高い

　店内の回遊の需要はコロナ禍において商業施設との新たな接点となりうる。また小売業は商圏と営業時間に依存する事業であるため、仮想空間での接点はその課題を解決する可能性がある。

- ユーザーが集まれば広告ビジネスも可能

　現実と同様にサイネージや看板広告の掲示が可能となる。新しい広告の在り方としてバーチャル空間上での顧客属性データに最適な広告を1サイネージからターゲティング表示をすることができれば、現実とは異なり1枠に対して何件もの広告を貼ることができ、広告事業のビジネスの収益性が向上する。

開発

- 制作補助として利用価値が高く、モデル作成工数の大幅削減が可能

　3DCGの制作にあたり、①正確なスケール、②建造物の高さ、③座標の3つは既存3DCGソフトでは解決できない問題であったが、3D都市モデル/CityGMLデータではすべて網羅されていることで、従来かかる工数を大幅に減らすことができた（最大1/20程度の削減）。

　特に③の座標に関して、土台となる土地データの基準情報がCityGML内に実装されていたため、リアル同様の土地の隆起に合わせて正確に建築物を建てることが容易に実現できた

- 俯瞰・遠景オブジェクトとして利用ができる

　ビル群を自社で仮想空間上で構築するとなると数か月の工数がかかる。また、データを購入をしようとすると数千万円の資金が必要となる。そのため、景観制作にリアリティを出すために非常に有用なデータであった。特に強調したい点として、高低差まで反映されている点が素晴らしかった。平坦な土地にビル群がただあるのではなく、隆起した土地の上に正確に高さ情報まで把握してデータ化されている点が、仮想都市内に高低差が入り体験価値を大幅に向上させた。

- アイレベルのオブジェクトへの利用は困難

　没入感を演出するにはある程度のリアリティが求められるが、3D都市モデルはテクスチャにおいて航空測量特有の問題があり没入感が得られにくい。

  - 狭い通りなどは撮影の角度がきつく、建物下層の再現性が低い
  - ビルの陰による明暗差、クレーンなどの映り込みの問題
  - 昼のシーンでは解像度の荒さが目立つ

社会的意義

- Society5.0のロードマップに一致し社会的意義の創出に直結

　あらゆる身体的、精神的多様を受け入れることができるアバターを操作して、他者との交流が可能となり、24時間世界中どこからでもアクセスできることで新たな国際的な接点の場となりうる。また資材や在庫リスクが伴わないデジタルプロダクトは大量生産・大量消費の社会システムからサスティナブル社会への実現に向けた取り組みへ昇華できる。

- 行政、教育機関の実装によって経済活動だけでなくライフスタイル領域まで昇華可能

　次世代消費者が教育や社会との接点をもてる場となりうる。さらに、高齢者や障碍者が行政機関での手続きや相談、サポートを受けられる新たな接点となる可能性もある。

4-1-5 展望

事業の本格展開・全国展開に向けた展望・チャレンジ

本実証実験の結果を踏まえ、バーチャル都市空間上で『回遊体験』や『購買体験』に限らない多様な都市体験を提供し得るプラットフォームの構築・事業化に向け、さらなる検証を進めていく。

今後の検証ポイントとして、我が国のメディア・コンテンツをはじめとする独自の魅力と、「新宿」という都市自体の魅力を相乗させたコンテンツの組成により、バーチャル空間ならではのエクスペリエンスを高めていく観点が重要である。文化・歴史・アニメ・ゲームなど日本が誇る優れたコンテンツと「新宿」の掛け合わせにより引き出されるバーチャル空間のポテンシャルは極めて高いものと確信している。

さらに、バーチャル空間において日本のおもてなし文化・ホスピタリティ溢れる接客を伴う購買体験を提供することにより、アフターコロナを見据えたインバウンドの活性化も本プラットフォームのスコープに入り得る。

コンテンツ力×街の魅力×3D都市モデルという新たなサービスモデルを発展させていくことで、バーチャル空間とフィジカル空間の都市体験が相互に新たな価値を生み出すエコシステムの構築を目指していく。

第4章 3D都市モデルを活用した民間サービス開発実証調査事例

2. ゲーミフィケーションを通じた地域の魅力発信

4-2 ゲーミフィケーションを通じた地域の魅力発信

株式会社NTTドコモ

4-2-1 サービス概要

①事業・サービスの目的、ビジネスモデル、社会的意義

事業・サービスの目的と概要

3D都市モデルを活用して「バーチャル銀座」を構築し、ユーザ自身の3Dアバターで街全体をダイナミックに駆け回る非日常を体験できるゲーム体験や、街の周遊・バーチャルイベント参加・コミュニケーション・購買等が可能な新体感サービスを提供する。リアル/バーチャルが連携した体験を通じ、遠隔からでも街の魅力を発見し、訪問・地域活性化のきっかけを作る。将来的には自身をスキャンした3Dアバターを活用し、試着や購買体験などを提供（バーチャル空間への出店や広告出面としてマネタイズ）。リアル/バーチャル空間の連携による新たな顧客接点を通じて、バーチャル空間上での営みと現実世界をつなげるサービス提供をめざす。

想定ビジネスモデル

【コンシューマ向け】

- 基本利用無料（一部レース内課金要素あり）
- 自社サービスをバーチャル空間で提供し、加入促進

【法人向け】

- プラットフォーム利用料収入、広告収入
- デジタルツインサービスの提供、各地域の特性に応じたコラボレーション施策、ユーザを集めることで広告価値の向上

社会的意義

新型コロナウィルスの世界的な蔓延により、外出等の活動が制限を受ける中、消費者の思考・行動・価値観の変化に伴い、あらゆる領域でオンライン/デジタル化・バーチャル化が加速している。このため、デジタル空間での体験を通じたQoL向上や、バーチャル空間での新たなコミュニケーションの提供が求められている。都市においても、バーチャル都市空間における体験を通じた市民のQoL向上や、街の魅力の発信、現地訪問に繋げる顧客接点の創出、バーチャル空間を通じた新たなサービス提供等を通じた地域活性化の実現を目指す必要がある。

図4-2-1　GINZA Parkour

4-2-2 実証調査詳細

①実証調査の目的・概要

実証調査の目的

　バーチャル空間上での営みと現実世界をつなげるサービス提供に向けた事業の実現可能性を検証することを目的とする。Business/Exploration/Communication/Gamification/Advertisement要素を含む疑似体験の提供を通じた検証を実施し、実証実験の結果を踏まえてサービス化に向けたロードマップを策定を目指す。

実証調査の概要

- 事業価値検証（ビジネスモデル・マネタイズの妥当・受容性、効果等）
  - ゲームがどの程度盛り上がっているか・クセになる要素が盛り込まれているか
  - ゲーム内外を通じてどの程度コミュニケーション・インタラクションが発生するか
  - レース期間以外でどの程度バーチャル空間を探索・周遊するか
  - バーチャル空間がどの程度デジタル広告の出面として価値があるか
- コンセプト価値検証
  - バーチャル都市と、そこを舞台にしたゲームの魅力によりユーザーが集まるPFとなりうるか
  - バーチャル都市によってリアルの都市を訪れたいと思う体験を提供できるか
- ユースケース磨きこみの方向性検証
  - ユーザーにとって魅力的な要素・機能はなにか
  - ユーザーにとって使いやすい機能にするための課題はなにか

②実証調査の対象エリア

対象エリア

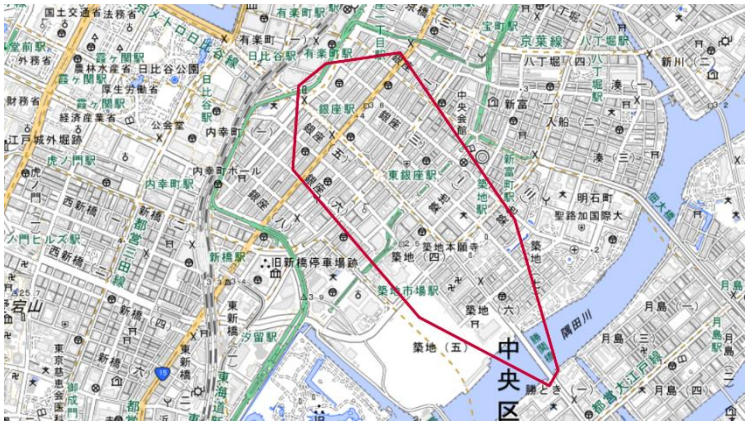
　銀座・東銀座周辺

エリア選定理由

　銀座・東銀座エリアは世界的に知られるショッピングタウンであり、国内外のフラッグシップ店舗が立ち並んでいる。また、週末のメインストリート大通りはスタイリッシュな歩行者天国となるなど、今後のサービス化に向け様々な展開が見込める街である。和光や歌舞伎座、築地市場などの周辺観光名所も多数あり、デジタルツインとして再現する価値が高い街である。

　また、碁盤の目のように画一的な道路が配置され、ゲーミフィケーションのフィールドとしての魅力的な要素を持っている。

図4-2-2　3D都市モデル利用範囲



③実証調査に向け開発されたサービス

日本を代表するショッピングタウン「銀座」の街を3D都市モデルにより忠実に再現し、バディと共に縦横無尽に“走り・跳び・よじ登り”ゴールを目指す「競争ゲーム体験」を提供する。また、銀座の街を周遊し、歴史・文化に触れることで、バーチャル空間での体験全体を通して、銀座の持つ様々な魅力を再発見できる仕掛けを盛り込んでいる。

今後のビジネススケールも視野に入れ、体験全体の中に「エンターテインメント」、「観光」、「ショッピング」、「広告」など“3D都市モデル×バーチャル空間の可能性”を最大限に引き出すための様々な要素を想定し検証できるように設計している。

- バーチャル銀座の構築及びバーチャル銀座内でのゲーム体験＋回遊体験
- 3D都市空間にリアル・コンセプチュアルな要素を包含したバーチャル銀座を再現
- モニターユーザにPCからアクセスできる環境を提供
- バーチャル銀座でのゲーム体験と回遊体験（疑似広告・購買要素を含む）を提供

図4-2-3　開発されたサービスのイメージ

④3D都市モデル（CityGML）の活用方法

LOD2モデルのデータを利用しバーチャル銀座の構築を行った。没入感のあるユーザー体験を追求するため、3D都市モデルのテクスチャ（解像度20cm）は利用しなかった。テクスチャの代わりにパターン着色を行い、ゲーム空間として統一感を持たせた。

利用された3D都市モデルの仕様

- 銀座エリアのLOD2モデル

3D都市モデルの用途

- バーチャル銀座の構築に利用
  - ワールドマップ：各エクスペリエンスが提供できるエリアの関係性を俯瞰で示す
  - 周辺エリア：回遊できる中心エリアはコンセプチュアル化し、周辺の景観等にも3D都市モデルを配置し空間全体で立体/奥行き感を表現
  - エリアとエリアを繋ぐ街並：リアルな銀座を仮想空間上で再現

3D都市モデル活用のためのソフトウェア

- CityGMLの変換
  - Unreal Engine datasmith形式へFME Desktop2020.2にて変換
- 3D都市モデルの加工
  - CGモデリング
    - Blender、3dsMAX
  - テクスチャの生成
    - Photoshop
- 3D都市モデル利用システム
  - UnrealEngine 4

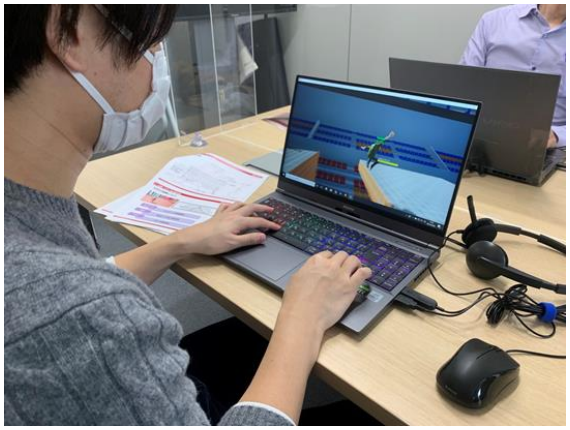
図4-2-4　銀座エリアの再現に利用された3D都市モデル

4-2-3 実証調査結果

①実証調査の様子

2021年3月5日～11日の4日間で実証調査を行い効果を検証した。

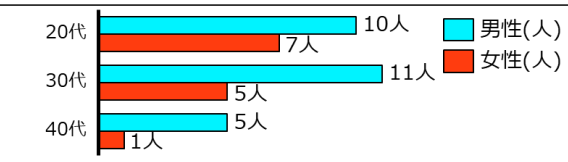
図4-2-5　実証調査の様子

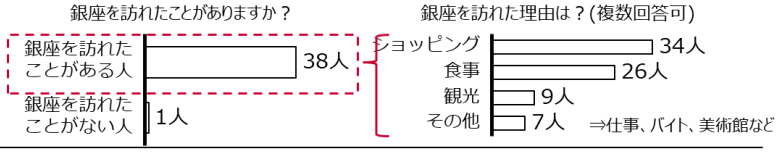


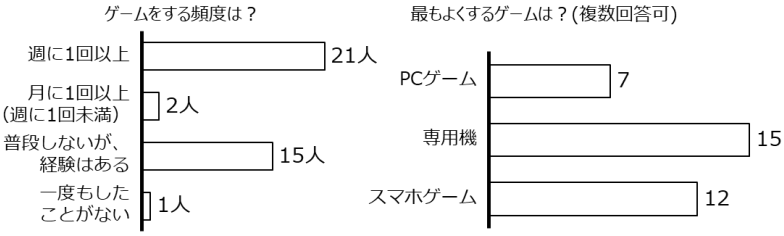
②実証調査の被験者

主要ターゲットである20代～30代を中心に40代までの被験者に体験してもらった。

募集対象	自社・協力会社の社員（非関係者）より被験者を募集
性年代	メインターゲットである20代～30代を中心に被験者を収集した。
銀座訪問経験	実施後のアンケートの結果、ほとんどの被験者は銀座を訪れたことがあった
ゲーム経験	実施後のアンケートの結果、約半数はゲームをする頻度は週1回以上で、残りは普段しないという被験者が多かった







③アンケート・プレイログ・インタビュー結果

3D都市モデルを活用した建物の上を含めた街を走り回るゲームとしての評価は高く、非日常の体験を与えることができた。また、ゲーム体験を契機として、銀座に足を運びたいとの回答があった。一方で、ゲーム中ではランドマークのみで「銀座」を表現しようとしたが、ユーザーにとっては銀座を感じづらいという結果となった。

観点	良かった点	悪かった点
エンタメコンテンツ	• 3D空間で動画を視聴することを魅力に感じた被験者は79%と多く、エンタメコンテンツ提供へのニーズが確認できた • 多くの被験者（67%）がバーチャル空間で動画を見ることで現地に行った気分になる体験を期待しており、リアルな都市の再現が有効である	• 3D空間の一部で動画が流れていることや、アバター等が視聴の妨げになる等、単純に動画を楽しむなら他の方法が良いという被験者もいた
周遊	• 90%の被験者が周遊を楽しんだと回答しており、ビルを登る・走るといったアクションや普段見られない景色に魅力を感じた被験者が多いことがアンケートやインタビューで確認できた • 3D都市モデルを元に詳細化した建物は被験者からの関心が高く、よりリアルな建物を増やすことを求める声が多かった	• 街の作り込みが部分的で、銀座を周遊している感覚は得られたという被験者は少なかった（28%）
レース	• 93%の被験者がレースを楽しめたと回答し、リアルに再現した都市を走りまわるという非日常に魅力を感じる被験者が多かった（54%）	• 62%と多くの被験者がコースが分かりにくいと回答している • ビルの間にはまったり、屋上の形状にスタックしてしまうという声がある
広告	• アドトラック広告、特に音声付きの動画広告は顕著に効果が高く、82%がクリックし、内59%が印象に残ったと回答している • 49%の被験者が銀座の実際の店舗に紐づいた広告を期待しており、リアルな都市の再現が有効である • 3D都市内で実際に買い物がしたいという声が多かった	• 横断幕広告は気づかれていないことが確認できた（クリックした被験者は14%） • アバターや持ち物のロゴは気づかれていないことが確認できた • 広告のマッチングをしていないこともあり、興味が無い広告のため、内容を見ない・印象に残らないという声があった
現地訪問地域活性化	• 67%の被験者が銀座に足を運びたい・機会があれば足を運びたいと回答しており、銀座ならではの情報を提供することで、送客・地域活性化の可能性が確認できた	• ゲームとして楽しみ、銀座が舞台という意識が薄く銀座に足を運びたいと思わないという被験者もいた • 訪問を促すためには、銀座でしか体験できないこと・知れない情報や、訪問を促す特典が必要という声があがった

4-2-4 実証調査考察

①サービス開発における示唆と課題

	今後のサービス開発への示唆	取り組むべき課題
エンタメコンテンツ	• 会場が再現された場所でのスポーツ観戦や音楽フェスといったその場にいる気分を味わえたり、交流が生まれるようなコンテンツが求められている	• 現実の会場の再現や、今回の動画に留まらない実際の都市と連携したコンテンツ開発が必要となる
周遊	• 周遊を楽しめたという被験者も、銀座にいる感覚はあまり感じられておらず、よりリアルな都市の作り込みが求められている	• 今回作り込んだランドマークは評価が高かったため、そのレベルで作り込まれた建物を今後増やしていく必要がある
レース	• リアルであるからこそコースのわかりずらさやスタックするなど操作性の悪さを引き起こしている	• リアルな建物の形状を活かしつつ、分かりやすいコース設計、スタックしづらい形状、ミニマップによる支援等が必要となる
広告・EC	• 3D都市の空間では現実空間よりも音が際立って聞こえるため音声付の広告の効果が高い、一方で視覚に訴える広告はかなり目立たせた表現をしないと気付かない • 3D都市を体験することで、店舗で実際に買い物ができるという機能が欲しいと回答多い • クリック数が多いにもかかわらず印象に残っていない広告については、コインのためにクリックしたものの内容は見ていないことがわかった	• Webページ用の広告をそのまま持ってくるのではなく、音声付きの広告等、3D都市ならではの広告の表現を磨きこむ必要がある • バーチャル都市でのECを実現するためには、実際の店舗の内部まで再現することが必要となる • パーソナライズされた広告や実際の店舗や商品の広告、商品を3D空間で体験できるような広告など、クリック後に印象に残る広告内容や表現方法を検討する必要がある
現地訪問地域活性化	• その地ならではの情報により、銀座訪問の動機付けをすることができることがわかった。現地への送客と広告やdポイントを組み合わせることでマネタイズできる可能性を確認できた	• 歴史情報だけでは興味が湧かなかったという被験者もおり、より興味を惹く情報（リアルタイム情報やグルメ、名産情報）や現地に行くことによる特典などを充実させる必要がある

②3D都市モデルと開発するサービスとの親和性（サービス提供者-企画者視点）

	親和性が高い点	親和性が低い点
エンタメコンテンツ	• 現実にある場所のデジタル空間で動画コンテンツを提供することで交流が生まれたり会場にいる気分になることへのニーズが高い	• 3D空間の一部で動画が流れている形や、アバターなどが障害になるなど、単純に動画を楽しむためであれば3D空間は必然性は低い
周遊	• CityGMLを建物の形状や位置の再現に活用することで、ビルに登ったり、景色を見たりする非日常感を提供ができる	• 3D都市モデルのテクスチャではアイレベルに耐えられず、別途外観の詳細化が必要
レース	• CityGMLを活用することで、実際の都市を舞台にしたレース、実際の建物の形状を活かしたアクションはゲームの魅力を高めている	• 一般的なゲームだと建物の高さとジャンプの高さなどが計算されているが、3D都市モデルを活用する際には実際の建物の寸法となるため、バランスを取ることが必要
広告・EC	• リアルに再現した都市で買い物がしたいという声が多く、CityGMLによる都市の再現はECによるマネタイズにつなげることができる • 音による訴求や大きく目立つ広告、実際の街と紐づいた広告など、都市を再現しているからこそ興味を惹く広告表現が可能となる	• 建物内については一からスポンサー企業と連携してコンテンツ開発をする必要あり • 単なる都市の模倣ではなく、実際の建物のデータを用いているため、広告表現も様々なステークホルダーへの配慮・折衝が必要となる（ここにおいてはいけない、派手すぎるなど）
現地訪問地域活性化	• 3D都市モデルとそのエリアの情報（リアルタイムな状況・名物・グルメなど）や特典を組み合わせることで現地への送客、地域活性化が可能となる	• より行きたくなるような都市の魅力を訴求するためには、リアルな建物の外観の再現や建物内部の再現が容易にできることが望ましい

③3D都市モデルと開発するサービスとの親和性（サービス提供者-開発者視点）

	親和性が高い点	親和性が低い点
スケール	• 建物の外周形状や高さは総じて正しく、3D都市モデルを構築していく上で建物情報の基準となる	• 特になし
テクスチャ	• 建物ファイル名は機械的に割り振られておりファイル名から建物を特定することは不可能なため、テクスチャ情報が建物を特定する手掛りとなった	• テクスチャの画像解像度が著しく低いため、地上を歩く人間の視点で、都市外観をもつゲームの世界を創出することは困難
位置情報	• 建物の位置情報は正確であったため、特に修正や変更をせずそのまま採用した	• 特になし
モデル品質	• 建物の形状は詳細であったため、そのままゲームで利用できた。	• Nゴン（4頂点以上で構成される面）が生じたため、法線がうまく生成できておらず、UVマップも適切に作られなかった
拡張性	• 建物、地形データがあるため、データ変換、修正、追加のプロセスが確立されれば3D都市モデルの拡張は期待できる	• 都市の景観（含道路、歩道など）やゲーム性の作り込みには、手作業によるモデルの修正、追加が不可避で、拡張性を阻む要因となる
コスト	• CityGMLが定期的に更新され、民間企業でも最新のファイルを利用できるのであれば、コストメリットはあると思われる	• ユースケースによっては、CityGMLのデータ変換、テクスチャやモデルの修正・作り込みに、相応のコストがかかってしまう
インフラ	• 今回の実証実験においてはクライアントPC側に一都市分（銀座）の3Dモデルを配置する方式を採用したが、CityGMLデータのサイズという観点からは、NW上のデータ伝送量およびPC上の保存データサイズが問題となることはなかった	• 複雑な3D要素（Nゴン）が含まれた3Dモデルを描画する必要があったため、クライアントPCのリソース（特にCPUやGPU）としては、一般的なものよりも多く装備する必要があった。

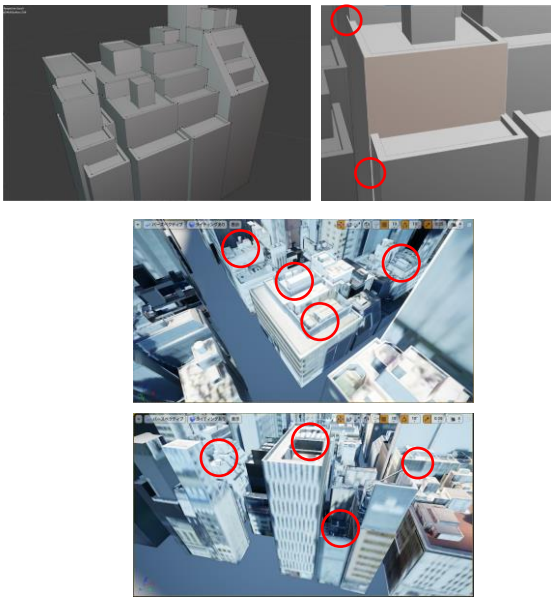
<u>Nゴンに関する補足</u>

　CityGMLの建物データには、多角形ポリゴンのデータが多数含まれていることにより、法線ベクトルがうまく処理できず、コリジョン応答（キャラクターなどが衝突する際の反応）が良好なケースと不良なケースが混在してしまう課題があった。

　また、3Dアバターを用いたゲームを開発するためには、現実の世界と異なり、アバターが動き回れるように、3Dアバターと建物の間にある程度のスペースを確保する必要があるが、建物によっては、右図のように、精度が細かすぎて、動きが取れなくなるなど、ゲームに適さないケースがあった。

　そのため、ゲームエンジンで3D都市モデルを利用する場合は、ポリゴン構造の変換処理が欠かせないものとなる。

図4-2-6　Nゴンによる法線ベクトル処理問題



4-2-5 展望

事業の本格展開・全国展開に向けた展望・チャレンジ

実証実験の結果を踏まえ、バーチャル空間上での非日常的な体験やゲーミフィケーションを起点とし、イベント、観光、ショッピング、広告などの幅広いコンテンツを取り揃えたバーチャル都市の構築を検討する。また、建物のテクスチャや許諾に関する整理といった課題についても今後対応を進め、銀座にとどまらず様々な都市で同様の取り組みを行い、現地訪問への関心を喚起して地域活性化につなげることも検討する。

今後の検証ポイントとして、幅広いコンテンツをバーチャル空間上に取り揃えることでユーザーが日常的に利用するサービスとして確立するとともに、バーチャル空間での都市空間表現や情報コンテンツの充実などにより、ユーザーの現実世界での行動へのフックを設計・検証していくことが肝心である。

リアルアバターと3D都市モデルによるリアル/バーチャルが融合した体験にも今後着目し、バーチャル空間での体験から現実の都市を訪れるきっかけを作るなど、バーチャル空間を活用した様々な取り組みが実現できると思われる。バーチャル空間に再現した建物オーナーやテナント企業に出店していただくほか、多くの外部企業に対して店舗出店や広告掲出をオープン化してマネタイズを行うなど、様々な取り組みを今後検討していく。

第4章 3D都市モデルを活用した民間サービス開発実証調査事例

3. AR/VRを駆使したサイバー・フィジカル横断コミュニケーション

4-3 AR/VRを駆使したサイバー・フィジカル横断コミュニケーション

株式会社MESON、株式会社博報堂DYホールディングス

4-3-1 サービス概要

①事業・サービスの目的、ビジネスモデル、社会的意義

事業・サービスの目的と概要

PROJECT「GIBSON」は2020年10月より開始したMESON・博報堂DYホールディングスの共同プロジェクトで、「現実にいる人と遠隔にいる人があたかも空間を共有してコミュニケーションできる」プラットフォームを構築することを目的にしている。2021年以降、観光やイベント、コマースでの活用を期待し、2023-2025年AR/VRグラスの普及が予測される将来における新しいコミュニケーションインフラとなることを目指す。

本実証では「GIBSON」プロジェクトを更に発展させ、3D都市モデルとVPS技術を組み合わせて活用することで、渋谷の街を舞台とした都市空間におけるサイバー・フィジカル横断した次世代コミュニケーションのサービス開発実証を行う。

ビジネスモデル

- 観光・イベント・コマース事業者向けのサービスプラットフォームを想定

社会的意義

新型コロナウィルスの世界的な蔓延によって、人々はフィジカル空間での移動が制限され、事業者側では入店人数の制限や時短営業、リモート化、非接触決済の導入に取り組み、リアルな人と人との接触を減らすことが何よりも肝要となった。こうした時代に、「GIBSON」のコミュニケーション・プラットフォームによって新たに人と人とをつなぎ直す仕組みを構築し、将来的に観光やイベント、コマースといった産業にも活用できるサービス・技術基盤となることを目指す。

図4-3-1　PROJECT GIBSON

4-3-2 実証調査詳細

①実証調査の目的・概要

実証調査の目的

3D都市モデル・VPS技術を活用し、サイバー・フィジカルを横断した次世代コミュニケーションの都市・屋外向けサービスのプロトタイプを開発し、価値検証を行う。本実証実験で得られるコミュニケーション体験に関するアンケート・インタビュー・行動ログの結果を今後のプロダクト改善や協業パートナー獲得のための提案へ活用する。

実証調査の概要

GIBSONを使用しないリアルの街歩き体験と、GIBSONを利用したAR/VRの周遊体験を比較し、「コミュニケーション」、「街での発見・理解性」、「街への魅力・情緒性」に違いが見られるかを検証する。具体的には、渋谷神南の実証エリアで30分間の街歩き体験を行ったのち、体験者にアンケートとインタビューを実施することで上記の3つ観点について定量的・定性的に検証を行った。

【コミュニケーション】

- 遠隔からでも同じ場にいるようにコミュニケーションができるか
- サービスを通じて街での他者とのコミュニケーションが増えるか

【街での発見・理解性】

- 空間コンテンツが施設、観光スポットの発見・理解を促すか

【街への魅力・情緒性】

- 現地・遠隔ユーザーがそれぞれ訪れた空間に対して愛着を感じるか

②実証調査の対象エリア

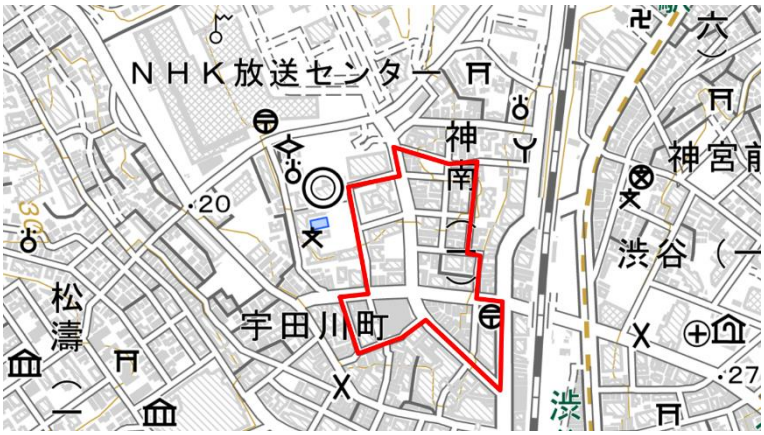
対象エリア

渋谷神南エリア

エリア選定理由

観光資源が多い渋谷エリアの中でも特にショッピング・飲食施設が密集しており、街歩き体験の検証に適しているため。

図4-3-2　3D都市モデル利用範囲



③実証調査に向け開発されたサービス

GIBSONを活用し、現実の渋谷にいる人と遠隔地にいる人があたかも同じ空間を共有しているような周遊体験を提供する。

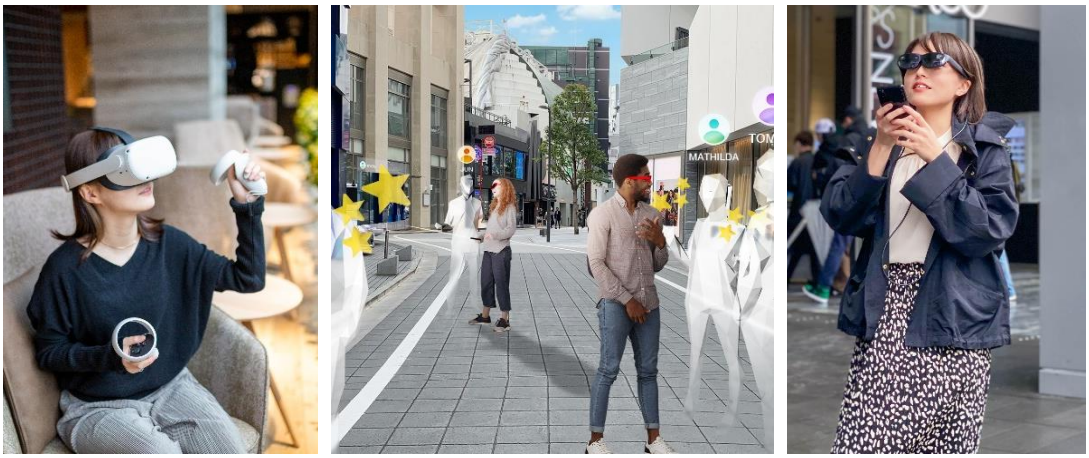
開発されたサービス概要

「空間のSNS」をテーマに、AR・VR技術を活用したユーザー間のリアルタイム・非同期コミュニケーション機能を提供する。現地にいるARユーザーと、遠隔のVRユーザーが空間を共有しながら、「現実空間の映像配信」「空間への写真・コメント投稿」「空間上の写真・コメント閲覧」が可能になる。

- リアルタイムな現実空間を動画配信しVRユーザーに空間を情報を伝える機能
- テキストや現実の写真を空間に投稿し、思い出を空間に残す機能
- 空間に投稿された他ユーザーのテキスト・写真投稿を閲覧する機能

本実証調査は、ARではスマートグラス「NrealLight」をAndroidスマートフォンと組み合わせ、VRはOculus Quest2を利用して体験を提供した。

図4-3-3　VR/ARを活用した遠隔コミュニケーションのイメージ



④3D都市モデル（CityGML）の活用方法

本サービスではAR/VRの連携とVR空間の構築に3D都市モデルを利用している

利用された3D都市モデルの仕様

- 渋谷エリアのLOD2モデル
- 高精細テクスチャ（10cm）

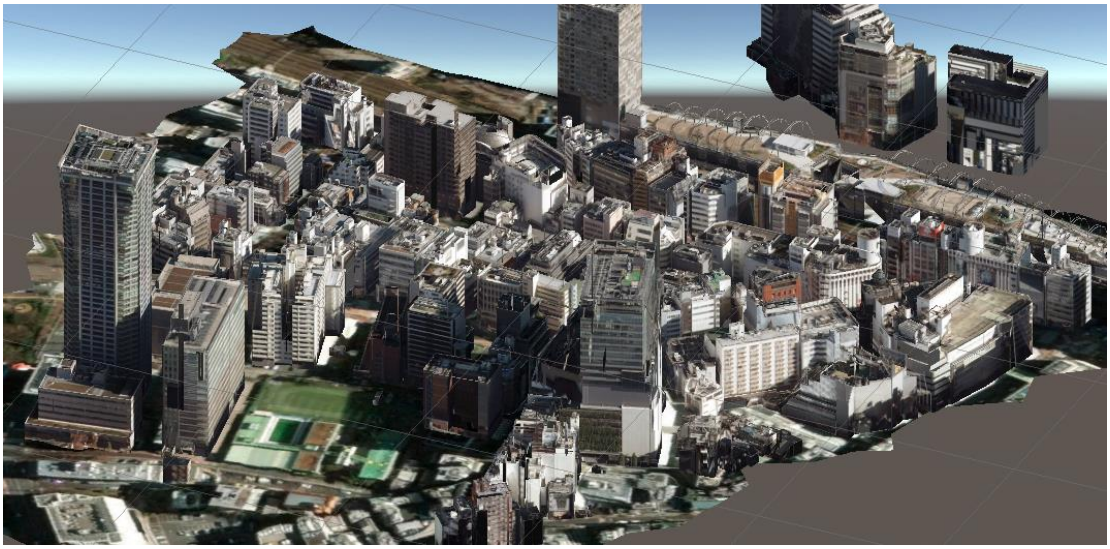
3D都市モデルの用途

- VR空間の構築
- VPSシステムで取得した都市マップを組み合わせることで、CityGMLデータ上のVRユーザーの座標と、VPSシステムで取得したARユーザーの座標を同期し、下記を可能にする
  - AR、VRユーザー同士の空間同期
  - 同座標での空間コンテンツの保存・表示

3D都市モデル活用のためのソフトウェア

- CityGMLの変換
  - FBX形式へFME Desktop2020.2にて変換
- 3D都市モデルの加工
  - Blender、Photoshopを利用
  - Reality Capture、Maya（独自生成建物モデル 三次元計測・3Dモデリング）
- 3D都市モデル利用システム
  - Unity（AR、VR）

図4-3-4　3D都市モデルでバーチャル空間上に構築された渋谷の街並み



【参考】 3D都市モデルとVPSの位置同期の仕組み

VPSシステムで取得したARマップ（点群データ）を3D都市モデルと組み合わせることで、CityGMLデータ上のVRユーザーの座標と、VPSシステムで取得したARユーザーの座標を同期することで下記の機能を構築した。

- AR、VRユーザー同士の空間同期
- 同座標での空間コンテンツの保存・表示

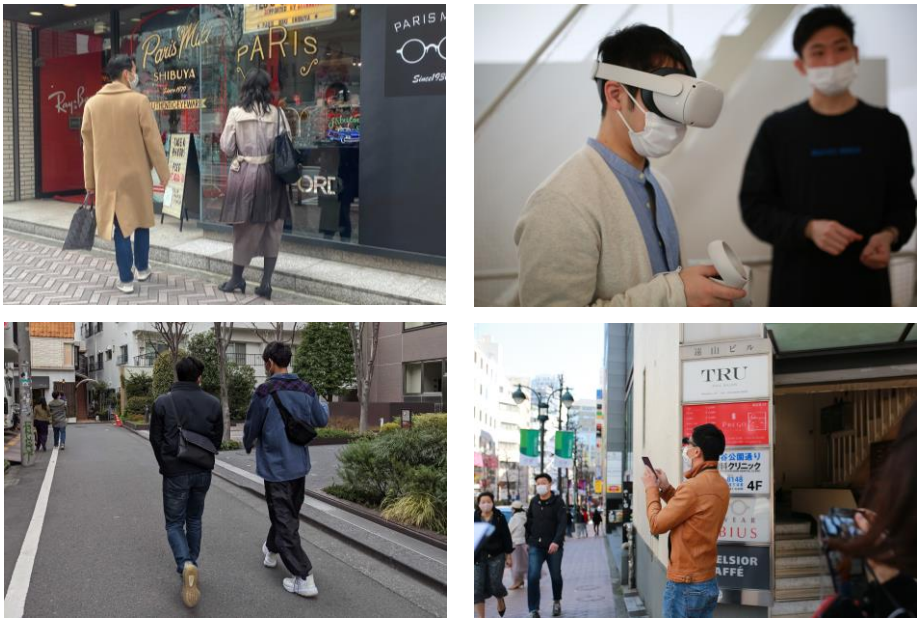
図4-3-5　3D都市モデルとVPSの位置同期の仕組み

4-3-3 実証調査結果

①実証調査の様子

2021年3月14日～16日の期間で実証調査を行い効果を検証した。AR・VRそれぞれで体験してもらうグループと、比較対象として渋谷を2人組で歩いてもらうグループを設けて調査を行った。

図4-3-6　実証調査の様子



②実証調査の被験者

20代~30代の男女計9組が体験を行った。

図4-3-7　実証調査の被験者内訳

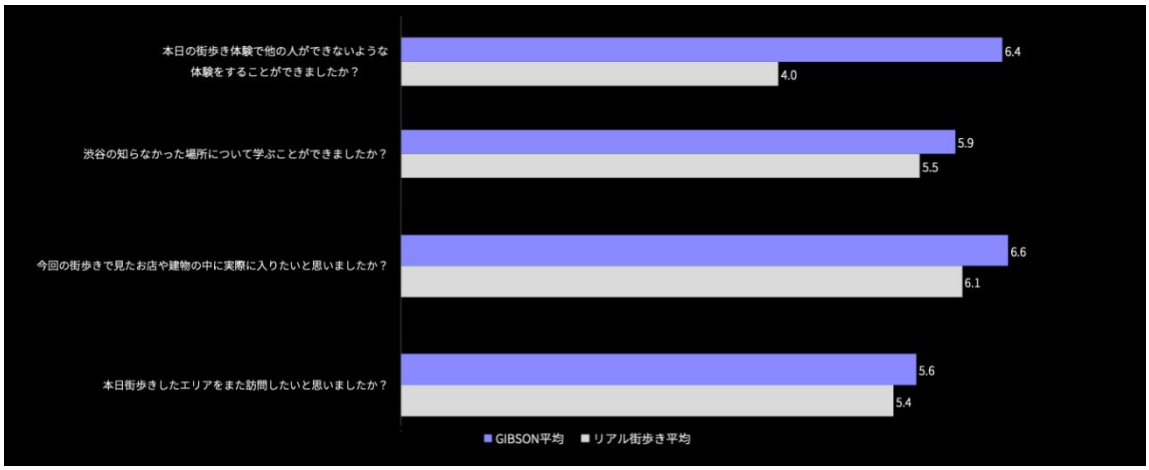
属性	街歩き	GIBSON
男・女	1組（2名）	2組（4名）
男・男	2組（4名）	2組（4名）
男・女	1組（2名）	1組（2名）

③実証結果｜都市回遊

3D都市モデルを利用したGIBSONは、「他の人が出来ない体験をできる」、「知らなかった場所について学べる」、「店舗に実際に入りたいと思う」、「周遊したエリアを再訪問したい」といった項目で実際の街歩きよりも高い指標となり、都市回遊の魅力を増すものだと示された。

その理由として空間に投稿されるコンテンツが体験者の注意を引いたり、スポットに関する気付きや深い理解を促していることが理由として挙げられる。場所や建物を認知していた理由についてヒアリングを行い、AR、VR体験をした約60%が空間投稿コンテンツによって場所・建物を認知していた。ユーザーが空間情報を投稿することが場所を認知することに強く影響を与え、街の発見や理解につながるのではないかと考えられる。

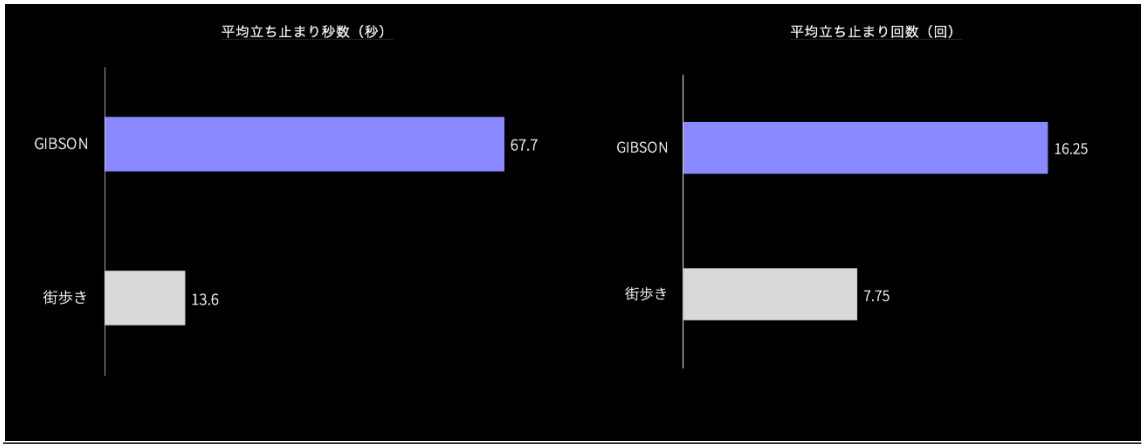
図4-3-8　都市回遊に関する7段階指標アンケート回答



④実証結果｜行動変容

3D都市モデルを利用したGIBSONによるAR/VR周遊体験とリアルの街歩き体験を比較したところ、被験者の立ち止まり秒数と回数が共にGIBSONでの体験において増加の傾向が観察された。立ち止まり秒数は平均して54.1秒、GIBSONでの立ち止まり秒数はとリアルの街歩きよりも長かった。GIBSONの機能の「ライブ配信」機能や「メッセージ」・「写真」を空間に残しお互いにコミュニケーションをしたことが立ち止まり秒数の長さに影響していると考えられる。また、GIBSONでは立ち止まり回数が10回近く増加した。普段の街歩きでは立ち止まらない場所でも、立ち止まって建物の色や外観についてお互いに教え合う行動が見てとれた。

図4-3-9　都市回遊での立ち止まり回数と秒数



4-3-4 実証調査考察

①サービス開発における示唆と課題｜示唆

ユースケース毎の開発アプローチ	ユースケース毎の開発方向性について被験者コメントから下記の様な示唆が得られた • 観光 - 盛り上がっている場所が分かる様な機能 - 既存の地図情報・レストランガイドサービスとの連携によるコンテンツ充実 • コマース - 手に取った商品の説明情報が発信されるなど、AR側の情報発信とVR側のリアル感の強化 • SNS - 投稿者のレーティングや、ユーザー間のフォロー機能などによるコンテンツのフィルタリング - 表情をつける等、アバターの機能の強化
GIBSONの利便性/改善点	• VR側の演出のクオリティや、VR/AR間で連携した遠隔コミュニケーション体験の楽しさについては概ね高評価が得られた • VR/AR双方の体験の作り込みの余地に関してコメントが得られた（AR側が相手を認識するのが難しい、メッシュデータにうるささを感じた、音質の不良、等）
3D都市モデルの体験価値/改善点	• 高精細で開発した部分についてはリアリティを感じられたという評価が多い一方で、CityGMLのテクスチャデータを使用した部分を含むその他の部分では没入感を得られず改善を要する • 各建物が何の建物なのかの情報が表示されると体験が向上する、という意見や、道路周辺の設備（電柱等）があるとリアリティが増す、という意見が得られた

②サービス開発における示唆と課題｜課題

GIBSONのAR/VR連携をコンシューマー向けサービスのクオリティで都市スケールで提供しようとした場合、ネットワーク・デバイスのCPU・SLAM技術・VPS技術・3D都市モデルが課題となりうる。

- コンシューマー仕様端末のネットワーク速度向上

  リアルタイムでの3Dアバターデータや動画・画像データの通信、また動画のリアルタイム配信を屋外で行うには、各端末でポケットWi-fi程度の通信速度（60mbps程度）が定常的に必要。

- AR・VRデバイスのメモリ・CPU・GPUのスペック向上

  3Dアバター・3D都市モデルデータや動画・画像データのダウンロード、また動画のリアルタイム配信の送受信は、ARに接続されるスマートフォン、VRヘッドセットデバイスの現段階での処理負荷の限界に近い。

- AR SLAM技術の精度向上による自己位置の精緻化

  現在ARデバイスNrealLightが活用しているSLAM技術（＝自己位置認識技術）では、屋外空間の周遊に際し、100mでおおよそ1mほどの自己位置のズレが生じ、ユーザー同士・ユーザーとコンテンツを空間に違和感なく重ね合わせるための工夫が必要。

- VPS技術の広域化・自動化

  現在のVPS技術は位置の同定は瞬時に可能だが、角度のズレが発生するため精度の向上が望まれる。またVPS利用に都市の点群データを手動撮影する必要あり、更なる広域化のために手法確立が必要。

- 3D都市モデルの高解像度化

  VR上での体験でユーザーが3D都市モデルの10cmテクスチャをアイレベルで見る際、「自身がどこにいるか分かる」「リアルな街にいる感覚を得られる」といったレベルでの没入感を得られない。

③3D都市モデルと開発するサービスとの親和性

3D都市モデルとGIBSONの連係に関してメリットと課題・デメリットを下記の通り認識。

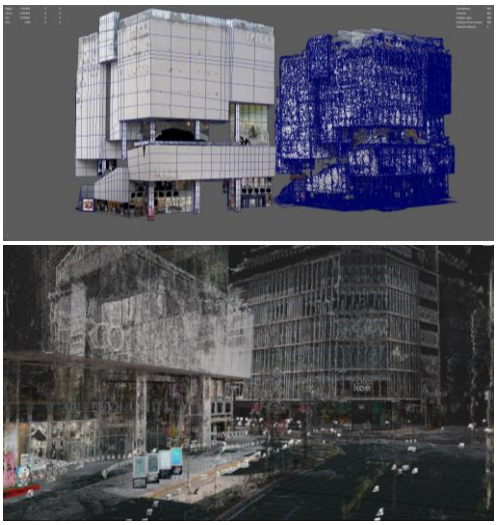
[メリット]

- 精度の高いスケールを活用した位置同定
  3D都市モデルは標高差を含めてスケールの誤差が少なく、今回のVPS技術を組み合わせた位置同定に適していた。
- 3D都市モデルのテクスチャの編集性
  テクスチャ付きである程度没入度が担保された3D都市モデルをフリーでダウンロード可能なことはサービスの広域化に寄与。またゲームエンジン（Unity等）で建物ごとに編集可能で、一部の建物のテクスチャを別途取得した高精細のデータで差し替える等の編集において利便性が高い。

[デメリット]

- メタデータの不便性
  3D都市モデルが保有している属性情報について、一般生活者に寄与する情報が少なく活用が難しかった。また編集可能なfbx形式で変換する際にそのメタデータが紐付かなくなるため結果手動で扱う必要があった。
- テクスチャデータの解像度
  アイレベルで見た場合、3D都市モデルが提供する10cm解像度版テクスチャのみでユーザーにまちあるきの高揚感・没入感を演出することは困難。本実証調査では、下記の方法で対応した。
  [施策①]　体験の中心となる施設を高解像度モデル化
  [施策②]　メッシュデータ等の空間演出により3D都市モデルのテクスチャ部分へ注視することを回避

図4-3-10　没入感演出の為の施策



[施策①] 体験の中心となる施設と道路の高精細テクスチャ化

[施策②] メッシュデータ等を活用した空間演出

4-3-5 展望

事業の本格展開・全国展開に向けた展望・チャレンジ

実証実験の結果を踏まえ、都市スケールでの「GIBSON」をさらに広域化し、多人数が参画できるシステムに拡張するための実証を進めるとともに、位置測位のブラッシュアップ、コミュニケーションのエクスペリエンス向上、エンタメや買い物などの都市体験を充実させるコンテンツの実装に向けたシステム拡張等に向け、さらなる検証を進めていく。

今後の検証ポイントとして、都市スケールでの「GIBSON」を展開し、その体験価値を充実させるため、デベロッパーなどのスマートシティ関連事業者や地方公共団体と連携し、その知見やニーズを取り込んでいくことが重要と考える。この際には、基盤となるバーチャル空間を品質を保ちながらいかに効率的に構築するかが重要となるため、3D都市モデルがオープンデータとして提供されていく意義は大きい。

さらに、新型コロナウィルスが収束した後の世界においても、サイバー・フィジカルを横断したコミュニケーションの多様性が更に求められると考えており、「GIBSON」はこうした時代の中でAR/VR技術を活用して人々の繋がりをより深くする仕組みの構築を目指していく。

3D都市モデルを基盤としたAR/VR技術を組み合わせたサイバー・フィジカル横断コミュニケーションを新たなサービスモデルに発展させることで、サイバー空間からフィジカル空間への新たな導線となるコミュニケーションプラットフォームの実現を目指していく。

第4章 3D都市モデルを活用した民間サービス開発実証調査事例

4．空間認識技術を活用したAR観光ガイド

4-4 空間認識技術を活用したAR観光ガイド

株式会社JTB

株式会社JTB総合研究所

凸版印刷株式会社

4-4-1 サービス概要

①事業・サービスの目的、ビジネスモデル、社会的意義

事業・サービスの目的と概要

新型コロナウイルス感染症拡大に伴う消費者の生活様式の変化に合わせて、飲食店のお店選びの基準も「安心安全の食体験が約束されているかどうか」が最優先事項へと変化している。このような変化の中で感染症対策などの店舗の情報をストレスなく取得できるシステムや、店員と接触することなくオーダーできるシステムを実装することが求められている。デジタル技術を活用した「非対面・非接触」サービスへ移行し新たな安心・安全をPRすることで地域経済を担う商店街・飲食店の賑わいを取り戻すことができると考えられる。

想定ビジネスモデル

- 【既存事業の拡大】ARガイドアプリ導入による旅行体験価値向上による旅行客の増加及び単価アップ
  - 新しい旅行体験を提供でき、需要喚起及び収入増（現地オプショナルツアーや、ゲーム性のある新しいツアーの造成等）
  - 言語に依らない観光体験を提供でき、インバウンドの誘致にも寄与（観光諸費額増）
- 【コストダウン】ARツアーガイド利用によるツアーガイド不要
  - 今後見込まれる少人数でのツアーやオーダーメイド旅行のツアーガイドをスマホARで置き換え低コスト化を実現

社会的意義

感染症対策などの店舗の情報をストレスなく取得できるシステムや、店員と接触することなくオーダーできる非対面・非接触の接客を実現するサービスの普及を図る。コロナ後を見越したインバウンド復活に備えた多言語＆DX対応を実現し、コロナ禍において安全安心を担保し、飲食店需要の回復を促進。土地勘がなく言語が通じない観光客の観光体験の向上、飲食店利用者増、消費行動の促進を目指す。さらに、これらに伴う地域経済の再活性化や持続的な発展と安心安全な都市生活の実現する。

図4-4-1　ARガイドアプリ

4-4-2 実証調査詳細

①実証調査の目的・概要

実証調査の目的

お店探しからメニューの注文まで自身のスマホで可能となる「非対面・非接触」サービスを提供し、そのビジネス価値と地域経済活性化につながるかを検証する。

実証調査の概要

実証実験では3D都市モデルのデータを用いたVPSを構築し、より良い観光情報を提供することを目的としニューノーマル時代における観光・飲食体験の検証を行う。

- コロナ禍におけるで飲食店選びのデジタル化を促進し、新たな体験価値を提供できるかを検証する
  - デジタル化によって消費行動は促進されるか
  - 安全安心によって飲食店利用者は回帰するか
- 3D都市モデルを活用したARガイドは、新たな観光需要を喚起するかを検証する
  - 土地勘のない観光客の増加するか
  - 飲食店利用者の増加、消費行動が促進できるか
- 「旅行者の利用」と「飲食事業者の導入」の促進に向けた課題を抽出する
  - ARガイドアプリを利用した旅行者等の視点からの課題
  - 対応飲食店の視点からの課題

②実証調査の対象エリア

対象エリア

北海道札幌市　狸小路商店街

エリア選定理由

札幌市の駅前エリアは、ある程度の密度で飲食店が並んでおり、特にアーケード商店街である狸小路商店街は雪の影響を受けず車通りもないことからARガイドの実証調査を行うのに必要十分な規模である。コロナ前においては、北海道はインバウンドの消費額で東京、大阪に次ぐ勢いとなっており、言語に依らないARガイド・モバイルオーダーの導入はコロナ後を見据えると非常に有用であり、利用が見込める。

また、JTBは従来より様々な取り組みを札幌市と行っており（直近ではMaaSの取り組みなど）、関係者調整の実施も問題なく遂行可能である。

図4-4-2　3D都市モデル利用範囲

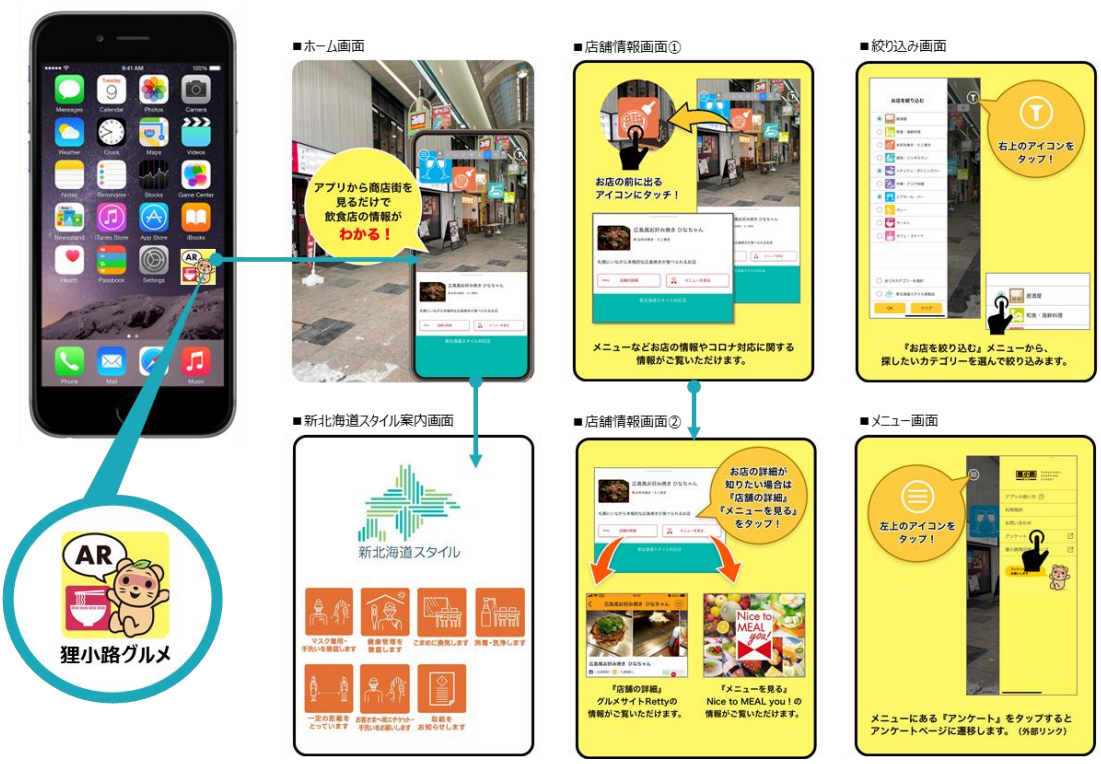
③実証調査に向け開発されたサービス

観光地でありグルメの宝庫である札幌市の狸小路商店街を対象として、3D都市モデルをバックデータとして活用したVPSによる高精度なAR飲食店ガイドとモバイルオーダーシステムを組み合わせたスマートフォン向けスーパーアプリを開発した。

本アプリを構成する機能は、コロナ禍における食の安全安心を担保する以下の4つである。

- ARガイド機能（ARによるスマホカメラをかざして得られる飲食店の位置情報表示）
- 飲食店詳細情報（Retty情報）
- コロナ対策情報（新北海道スタイル対応情報）
- Nice to Meal youによるメニューの非接触モバイルオーダー機能（一部店舗のみ）

図4-4-3　開発されたサービスのイメージ



④3D都市モデル（CityGML）の活用方法

3D都市モデルのみをバックデータとしたVPSでは、均質な建物が密集するため特徴点が捉えづらい商店街において明るさの変化や視線位置の影響により十分な位置精度を確保できないことが明らかとなった。そのため特徴点を補うために追加で簡易的な三次元測量を実施した

利用された3D都市モデルの仕様

- 狸小路商店街のLOD2モデル
- 高精細テクスチャ（アーケード下のため個別で地上より取得）

3D都市モデルの用途

- 三次元測量で取得した点群データを付与する対象のバックデータとして使用
- ARタグの位置調整の補助データ
  - テクスチャを見ながら各店舗のARタグを空間上の適切な位置に配置している

3D都市モデル活用のためのソフトウェア

- CityGMLの変換
  - OBJ形式へFME Desktop2020.2にて変換
- 3D都市モデルの加工
  - 三次元計測によりモデルで不足している特徴点を補完、詳細化を実施
- 3D都市モデル利用システム
  - PTC Vuforia（VPS）
  - Unity 2020.2.1（ARタグ付け）

図4-4-4　特徴点を補完された3D都市モデル

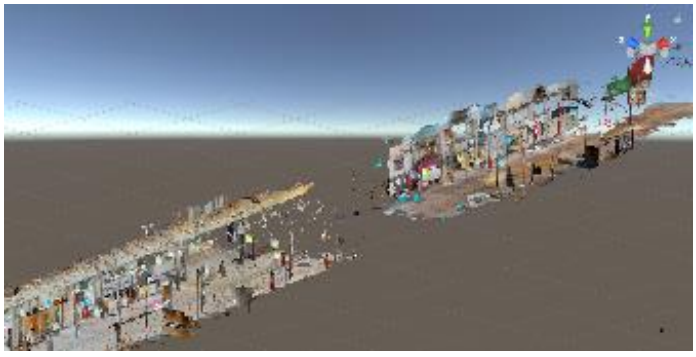


図4-4-5　ARタグ付けの補助データとして利用された3D都市モデル

【参考】3D都市モデルを利用したVPSの仕組み

ARを高精度化するVPSのバックデータとして3D都市モデルを利用した。GPSを用いて利用者の位置情報を数十mの精度で測定した後、スマホのカメラを用いて得られた画像から建物の特徴点を抽出し、VPSのバックデータを利用して特徴点とマッチングさせ、スマホの位置・向き・画角を精度高く測定する。なお、追加で簡易三次元測量で得られた点群データを3D都市モデルに付与することで特徴点の補完を実施した。

図4-4-6　3D都市モデルによるVPSバックデータ構築

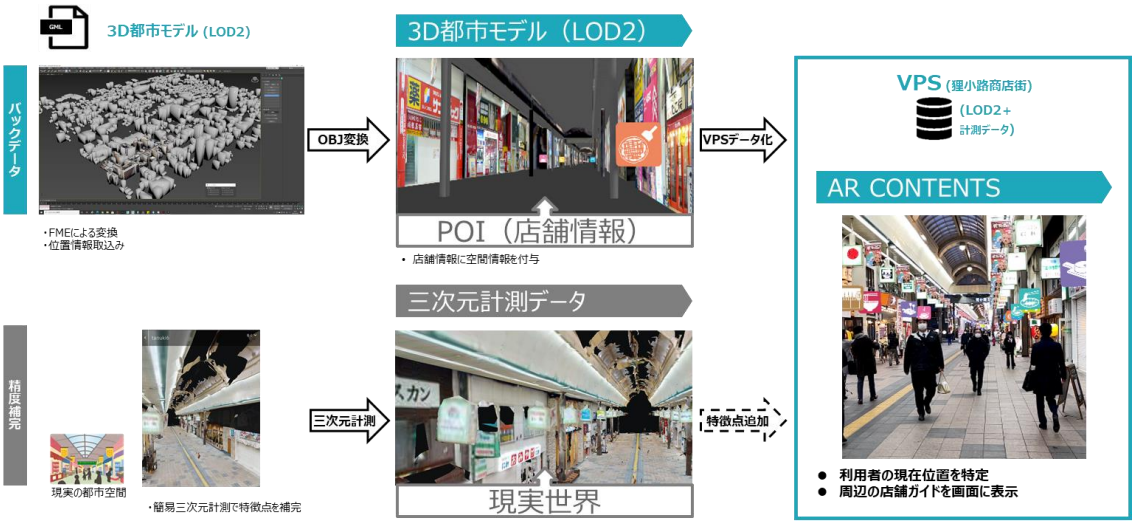
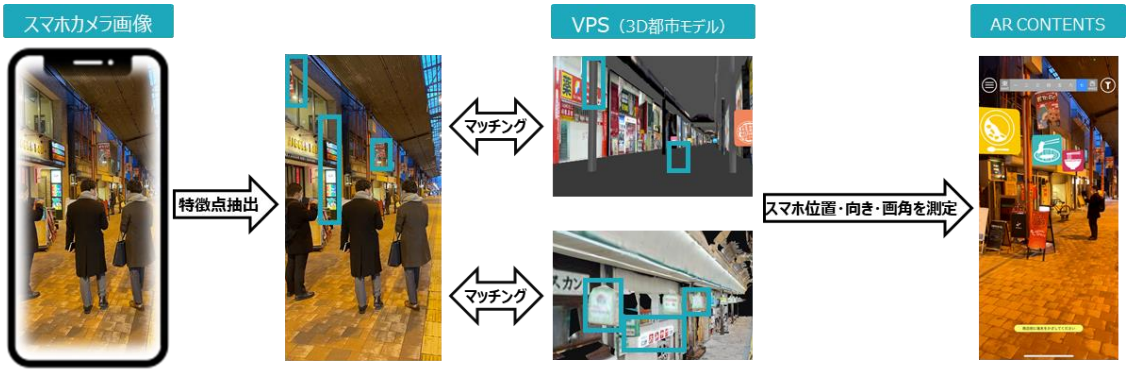


図4-4-7　3D都市モデルによるVPSバックデータを使った実際のマッチング



4-4-3 実証調査結果

①実証調査の様子

2021年3月10日～19日の10日間で実証調査を行い効果を検証した。

図4-4-8　実証調査の様子

②実証調査の被験者

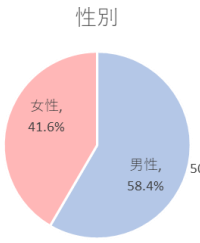
実証実験への参加しアンケート回答頂いた被験者は214名であった。

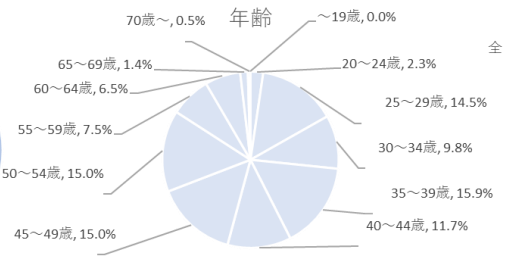
図4-4-9　実証調査の被験者詳細

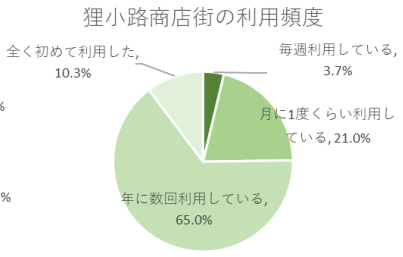
«利用者プロフィール»

一段目 実数、二段目 横割合

	計	～19歳	20～24歳	25～29歳	30～34歳	35～39歳	40～44歳	45～49歳	50～54歳	55～59歳	60～64歳	65～69歳	70歳～
計	214	0	5	31	21	34	25	32	32	16	14	3	1
	100.0%	0.0%	2.3%	14.5%	9.8%	15.9%	11.7%	15.0%	15.0%	7.5%	6.5%	1.4%	0.5%
男性	125	0	4	15	10	18	20	16	18	13	9	1	1
	100.0%	0.0%	3.2%	12.0%	8.0%	14.4%	16.0%	12.8%	14.4%	10.4%	7.2%	0.8%	0.8%
女性	89	0	1	16	11	16	5	16	14	3	5	2	0
	100.0%	0.0%	1.1%	18.0%	12.4%	18.0%	5.6%	18.0%	15.7%	3.4%	5.6%	2.2%	0.0%



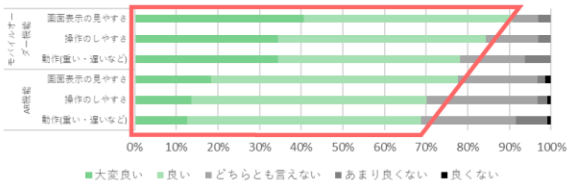




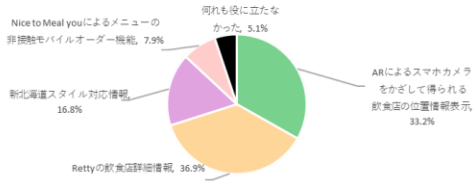
③アンケート結果｜消費行動の促進

利用者視点、事業者視点から消費促進への効果を検証し、『サービスの設計、機能ニーズ、既存紙媒体との比較、事業者の期待』の観点にて高い評価を得た。

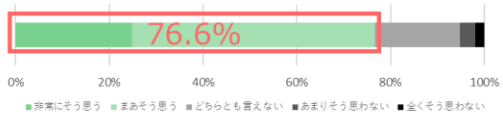
■アプリの設計(利用のしやすさ)の評価≪利用者アンケートQ３～４≫
約7割以上がポジティブに評価



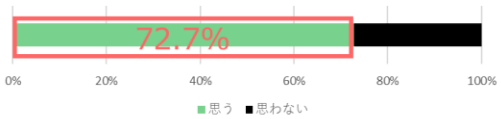
■飲食店選択時の機能の評価≪利用者アンケートQ7≫
役に立たないとの評価は5.1%と低く、機能ニーズは多岐にわたる
モバイルオーダー対象店舗利用に関しては20店舗に限定されている。



■紙のガイドブックや地図との比較評価≪利用者アンケートQ11S2≫
約8割以上が高評価



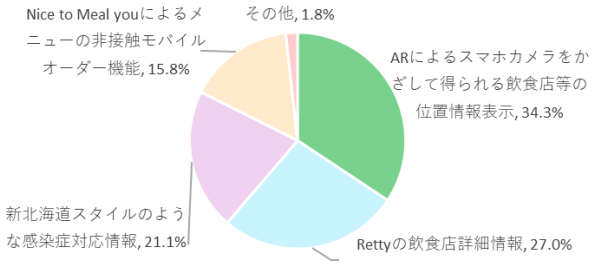
■ARガイドによる消費行動の促進への期待度調査≪事業者アンケートQ2≫
約7割が促進に効果があると感じている。



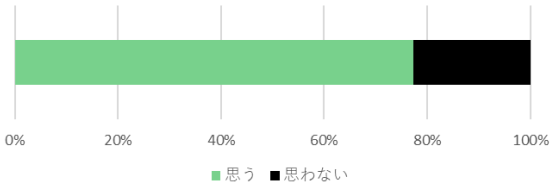
④アンケート結果｜観光体験

旅行先でのニーズの検証より多岐に渡るニーズがあり機能の連携が必須と思われる。また土地勘がない場所での利用に対する事業者の期待の観点にて高い評価を得た。

■旅行先(土地勘がない場所)での機能に対する利用意向調査≪利用者アンケートQ8≫
ニーズが存在し、機能の種別は多岐にわたる。
『ニーズなし(特になし)』は非常に僅かであった(214件中1件)。



■土地勘のない観光客の増加への期待度調査≪事業者アンケートQ6≫
約8割が増加に効果があると感じている。



⑤アンケート結果｜3D都市モデルを活用したARガイドの価値

3D都市モデルをベースとしたVPSを組込んだARガイドの位置精度に不満を感じるユーザーはほぼおらずVPSの十分な効果が確認された。旅行先での利用はARガイドが飲食店情報よりも高い評価を得た。

案内される飲食店の位置は正確・的確でしたか

質問内容	実数	%
大変良い	51	23.8%
良い	127	59.3%
どちらとも言えない	32	15.0%
あまり良くない	2	0.9%
良くない	2	0.9%
合計	214	100.0%

もし、どこかへ旅行に行ったときに利用できたら便利と思う機能はありますか？（複数回答可）

質問内容	実数	%
ARによるスマホカメラをかざして得られる飲食店等の位置情報表示	117	34.3%
Rettyの飲食店詳細情報	92	27.0%
新北海道スタイルのような感染症対応情報	72	21.1%
Nice to Meal youによるメニューの非接触モバイルオーダー機能	54	15.8%
その他	6	1.8%
合計	341	100.0%

4-4-4 実証調査考察

①サービス開発における示唆と課題｜示唆

3D都市モデルを用いて以下の2つの位置情報をワールド座標内で管理することで、精度の高いAR体験が実現することができことが明らかとなり、3D都市モデルの有用性が示された。

- 情報の立体的な位置情報付加による『バックデータベース』
  飲食店情報の場所は住所で管理されており、AR化するにあたって3Dプラットフォームで管理できる仕組みが必要であった。3D都市モデル+テクスチャを用いることで、より高精度で飲食店の位置を管理することが可能となった。これにより、表示・認識精度ともにユーザーの体験性を高めることに寄与した。
- 利用者の『自己位置推定』
  自己位置推定を行うためのデータは、画像（自然画）認識、立体認識など様々ある。今回、現実空間の簡易三次元計測によるデータ構築を行い、立体認識を採用した。その主たる理由は、屋外における時間帯での光源の変化に対応し、環境に影響なくサービスを行うためである。結果、3D都市モデルに簡易三次元計測を組み合わせることで立体認識に必要なデータベースが構築できた。

図4-4-10　3D都市モデルによる位置管理

②サービス開発における示唆と課題｜課題

分類	課題	対策案
3D都市モデル	VPS構築における課題 • LODレベルの不足（前後の凹凸による陰影と視差を情報として位置測位するため、LOD2では測位不可） • 建物詳細情報の不足（外構、開口部、フロア情報等が不足しており、単体では特徴点の捕捉不可）	• LODのレベルUP（LOD3以上） • 三次元計測情報搭載（ADE定義） • CityGMLに展開図等の建物詳細情報搭載
	情報更新における課題 • 都市モデルの更新頻度（都市計画基礎調査更新/5年、【参考】Google Earth 更新/1~3年） • データの保守・更新（都市モデルの更新に合わせた更新）	• 現実世界の変化に即したデータ更新 • 税務調査データ等を活用した更新 • 衛星データ等の活用による更新
配信情報	情報更新における課題 • データの保守・更新（店舗等の変化に合わせた更新） • リアルタイムな情報配信（混雑状況等）	• 現実世界の変化に即したデータ更新 • Retty等の事業者からの予約情報取得
	コンテンツにおける課題 • 配信情報の不足（飲食店以外の配信情報・コンテンツタイプ等） • 多言語対応（現状日本語対応のみ、他言語設定のiPhoneでは動作せず）	• 見どころ・イベントなど配信情報整備・追加 • 多言語対応オプション追加
UX改善	対応機種における課題 • 対応OS・機種の不足（現状iOSのみ、過去機種では動作性に改善の余地あり）	• Android対応 • 省データ化による動作改善
	機能における課題 • 旅マエ～旅アト機能の不足（現状旅ナカの機能のみ搭載） • アナリティクス機能の不足（ログ取得・解析・FB・改善へ活用）	• VR観光等の旅マエ機能拡充 • アナリティクス機能の整備
サービス改善	サービス拡大における課題 • 対象エリア・参画事業者の不足（現状狸小路商店街・飲食店のみ） • 認知拡大に向けた施策（現状HP告知・手作業での告知のみ） • サービス一般化に向けた汎用化	• 対象エリア・参画事業者の拡大 • 告知・クチコミ等による認知拡大施策の整備 • 汎用化に向けたデータフォーマット標準化

③3D都市モデルと開発するサービスとの親和性

検証の結果、LOD2の3D都市モデル単体ではVPSが構築できないことが確認された。3D都市モデル単体でのVPS構築に向けては今後より詳細度の高いLODのデータによる検証が求められる。

一方で、本実証においてもLOD2都市モデル＋テクスチャは一定の作業軽減効果を発揮しており、構築までのリードタイムを約半減することができているため、3D都市モデルと本サービスの親和性は高い。

ARガイド

- LOD2の3D都市モデル単体でのVPS構築はできなかったが、LOD2＋テクスチャによって店舗情報との照合の構築作業の軽減
- VPS構築での店舗入口などの位置設定作業および特徴点の三次元計測作業の負荷軽減に貢献※約50%削減
- LOD3＋テクスチャの高精細化によって、都市モデル単体でのVPS構築が可能となるかは今後の検証課題

ARの横展開

- 観光・防災・福祉・教育など、地図・地形・建物をインターフェースにした情報コミュニケーションサービスと親和性が高い
- バーチャル観光機能など、現在のARガイド以外の拡張サービス開発とも親和性が高い
- CityGMLならではの意味情報として、事業者情報などを追加することで、更に負荷軽減や情報精度の向上が望める

ビジネス価値・社会意義

- CityGMLに基づく標準化により、グローバルな情報提供や情報連携及び相互運用性確保等が期待できる

4-4-5 展望

事業の本格展開・全国展開に向けた展望・チャレンジ

本実証実験の結果を踏まえ、より満足度が高く思い出に残る旅行体験を提供するニューノーマル時代の新たなサービスとして、全国地域での事業化に向けて検討を進めていく。

今後の検証ポイントとして、ARとVPS技術を組み合わせた観光体験を様々な領域に広げていくことが考えられる。例えば、寺社仏閣やお城、観光施設等に対象施設を拡大し、観光型MaaS等の他サービスとの連携を実装していくことで、安心・安全を確保しつつ魅力的な体験価値を提供し得るサービスの可能性を検証していきたい。また、インバウンド需要の回復に備えた多言語対応などの機能拡充を行うことで、土地勘がない、あるいは言語が通じない観光客に対しても安心感を与え、満足度の高い思い出に残る旅行体験を提供していきたい。

さらに、VR空間を活用した観光ソリューションの領域でも3D都市モデルを活用し、バーチャルな観光体験の提供や目的地の魅力発信を行い、サイバー空間とフィジカル空間の双方を横断的に活用して観光を盛り上げていくことも想定している。

3D都市モデルを基盤として観光領域におけるDXの取組みを進め、より満足度の高い思い出に残る旅行体験の提供、地域経済の再活性化、地域の持続的な発展と安心・安全な都市生活の実現を目指していく。

第4章 3D都市モデルを活用した民間サービス開発実証調査事例

5. 物流ドローンのフライトシミュレーション

4-5 物流ドローンのフライトシミュレーション

株式会社A.L.I. Technologies

4-5-1 サービス概要

①事業・サービスの目的、ビジネスモデル、社会的意義

事業・サービスの目的と概要

複雑化されたビル群が立ち並ぶ都心部においてドローンを飛行させるためには、ルート上の建物等の障害物を慎重に確認する必要があり、そのための現地調査のコストや手間が課題となっている。

本事業では、都心部の建築物等を緻密に再現した3D都市モデルを取り込んだフライトシミュレーションシステムにより現地調査等の工程を効率化を狙う。さらに、物流ドローンが配送ルート確認用として撮影しているルート上の航空写真を活用した航空測量を実施し、ドローン物流の副産物を用いた安価・効率的な3D都市モデルのアップデートを目指す。

想定ビジネスモデル

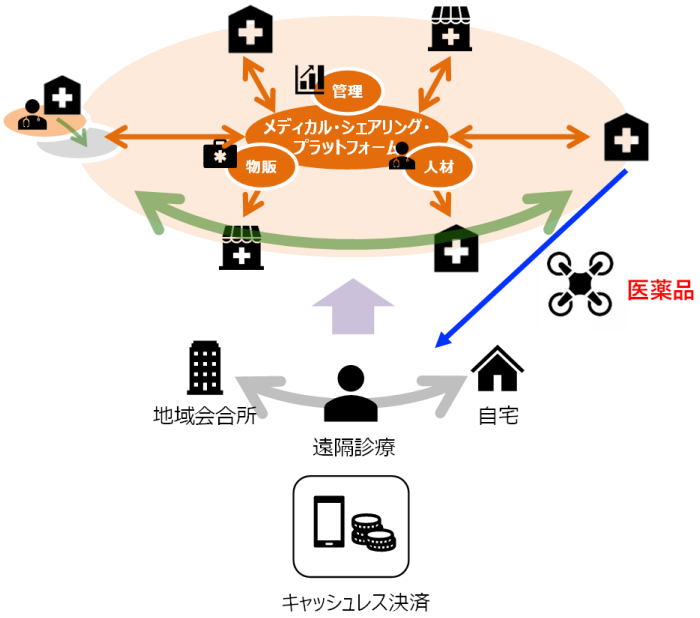
法人向け

- 飛行ルートのシミュレーションによる最適化によるコストダウン
- ドローンオペレーター育成の効率化

社会的意義

ドローンによる過疎地域・都市部の防災物流ネットワークを構築し、平時だけでなく災害時の医療物資輸送や孤立地域との通信手段の提供などの実現を目指している。現在、遠隔医療配送ネットワークの運用に向けて試験を終え2021年より医薬品配送を開始予定、さらに2025年までに都市部へのドローンによる物流ネットワークの導入を検討している。3D都市モデルを活用したフライトシミュレーションの実現により、エアモビリティの社会実装を加速させ、防災物流ネットワークの整備を目指す。

図4-5-1　事業イメージ



4-5-2 実証調査詳細

①実証調査の目的・概要

実証調査の目的

3D都市モデルを利用した飛行ルートシミュレータを開発することで、バーチャル空間上でのルートシミュレーションと運航者トレーニングを実施し、コストダウン・業務効率化に繋がるかを検証する。

さらに、既存のUAVシステムに3D都市モデルを連携させ、3Dで飛行ルートを作成できる機能の実装・検証を行う。

実証調査の概要

- 3D都市モデルの活用に関する事業価値検証（ビジネスモデル・マネタイズの妥当性・受容性・効果等）
  - シミュレーションにより最適化された飛行ルートはコストダウンにつながるか？
  - ドローンシミュレータにより、ドローンオペレーター育成は効率化するか？

②実証調査の対象エリア

対象エリア

東京駅周辺

エリア選定理由

将来的な都心部での飛行を想定して設定を行った。高層ビルが建ち並び、ビルの間を縫うようなシミュレーションならではのルートにより効果が確認しやすいエリアである。

図4-5-2　3D都市モデル利用範囲

③実証調査に向け開発されたサービス

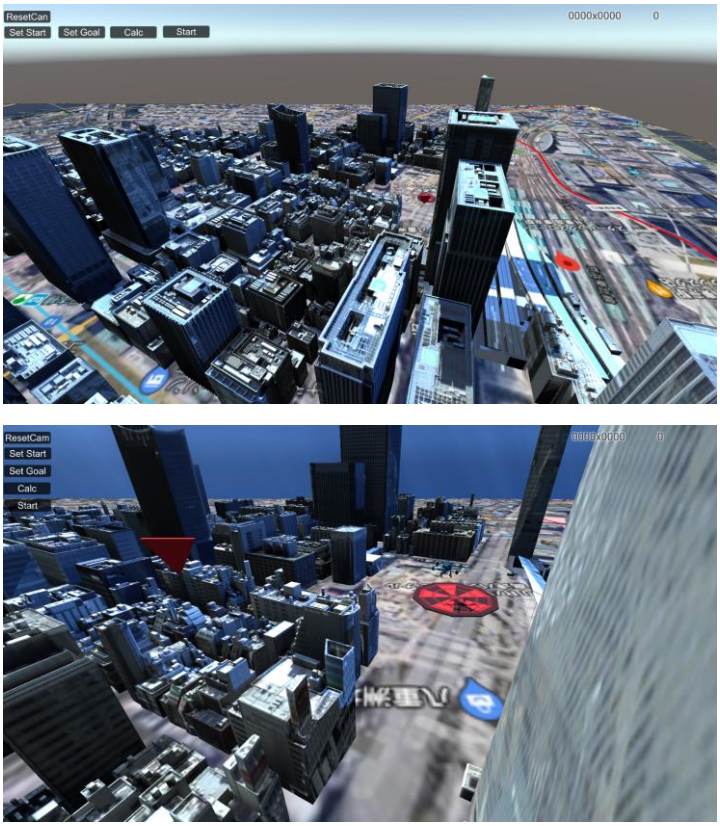
3D都市モデルによりマップを構築した飛行ルートシミュレーションとトレーニング用ドローンシミュレータで業務効率化・コストダウンを図る。

開発されたサービス概要

Unityにて、ルート検索を行うロジックを実装したシミュレータを開発した。

- 東京駅周辺の都市モデルを活用
  - 都市モデルをオブジェクトファイルに変換し、Unityに取り込み
- ルートは最短ルートを判断
  - 指定されたスタート地点とゴール地点に対して、周辺の建造物の高さ・形状を踏まえてルートを作成する
  - 飛行高度と建物の高度を考慮し、最適なルートを算出する
  - ルートは小型無人機の飛行ルールに則り、建造物から30m以上離れたルートとする

図4-5-3　開発されたサービスのイメージ



④3D都市モデル（CityGML）の活用方法

高精度かつテクスチャありのため、3Dでの演算・表示を行うモデルデータとしてそのまま変換データを利用することができ、短期間でのシミュレータ構築の一翼を担った。

利用された3D都市モデルの仕様

- 大丸有エリアのLOD2モデル
- テクスチャ（20cm）

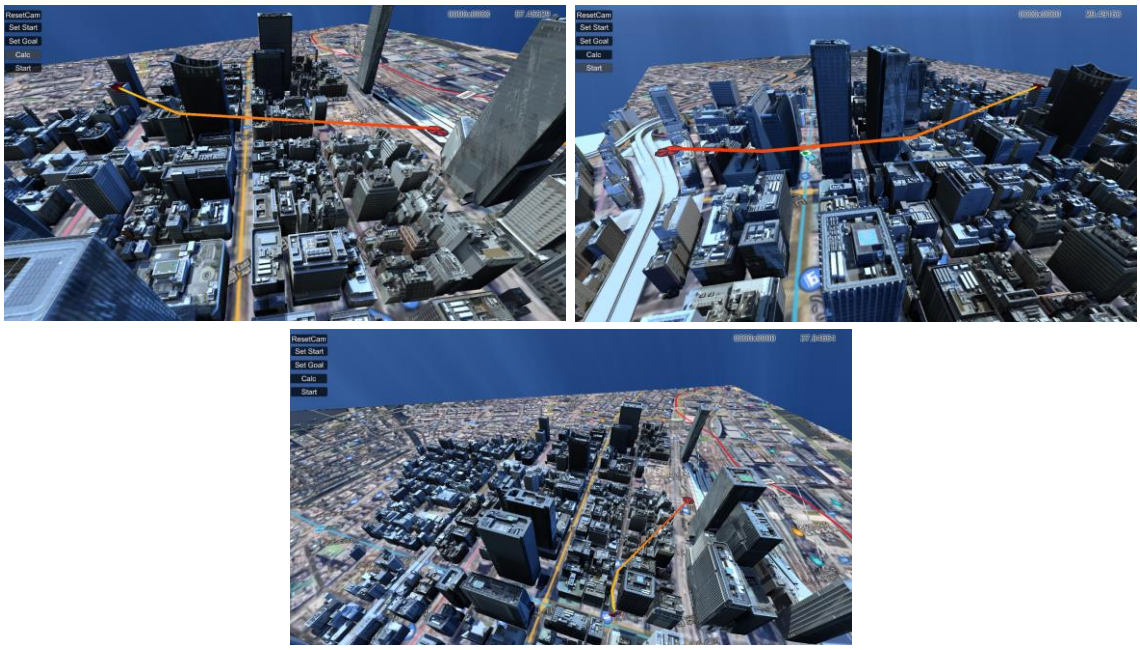
3D都市モデルの用途

- シミュレータの演算用の3D都市データとして利用
- シミュレータ結果表示用の可視化モデルとして利用

3D都市モデル活用のためのソフトウェア

- CityGMLの変換
  - FBX形式で利用
- 3D都市モデルの加工
  - Unity 2019.4 LTSを利用
    - Googleマップの情報も参照し加工
- 3D都市モデル利用システム
  - Unity 2019.4 LTSを利用

図4-5-4　シミュレーション用マップとして利用された3D都市モデル



4-5-3 実証調査結果

①アンケート結果（ドローンパイロット）

操作性やパラメータ指定の要望はあるものの、3D都市モデルを使うことで事前にルートを検討・確認できることのメリットを感じている。

ルート構築の効率改善	• 自動でルートを作成することで、ルート検討時の事前調査の手間が減らせそうである • 3Dモデル上で詳細な建物形状やルートが視覚的にわかることで、各地上地点からの目視範囲を事前に把握できることが便利である • 飛行時のパイロットの移動経路や補助者の配置や要否等を事前に判断する材料としても有用である • テクスチャがあるため、現場の位置との照合が容易で迷わずに現地入りできそうである • 現時点では二点間の飛行のみなので、実際の運用に当たってはより複雑なルートでのシミュレーションが必要と考えられる（途中で高度を変えるルート等）
パイロット育成の効率化	• より複雑なルートに対応できるようになれば、ルート構築のトレーニングとしては効率化できる可能性はある • PCにコントローラをつないで、この3D地図上でフライトシミュレーションができるようになれば、入り組んだ地域でのフライトトレーニングとしてさらに有用になりうる
UIについて	• 全体的な操作性に慣れが必要なので、UIの操作性改善が必要である • 離発着点を緯度経度で指定できるようにしてほしい

②KPI達成状況

飛行業務の半分を占めるの事前検討・現地調査に関して50%ものコスト改善の可能性が識別された。

	KPI		KPI計測結果	比較対象のデータ	評価
定性的KPI	ルート構築の効率改善 オペレータ育成への活用可否	ヒアリング	概ね前向きな評価 ただし、追加機能・UI改善の要望もあり	• 航空写真によるルート検討 • 現地踏査によるルート検討 • 現場のみによるオペレータ育成	限定的ながらもシミュレータによる作業効率改善、オペレータ育成への活用の可能性が示された
定量的KPI	コスト削減	コスト削減	事前検討、現地調査にて50%のコスト削減 飛行業務全体として25%のコスト削減	シミュレータを使わない場合の事前検討、現地調査にかかる人工	現時点では二点間の飛行にのみ対応可能だが、大幅なコスト削減の見込みを得た

4-5-4 実証調査考察

①サービス開発における示唆と課題

LOD2の3D都市モデルを活用することで、コスト削減だけでなくドローン航行に係る関係各所との調整の円滑化に寄与する可能性が示唆された。一方でより精緻で広範囲のモデルの整備が課題となる。

示唆		• LOD1ではとらえきれなかった建物の詳細情報を取り入れたことにより、これまで要していたドローン航行のための準備時間を大幅に短縮することができ、移動費や人件費などを削減できる可能性が示唆された • 垂直・水平精度の品質が保証されている3D都市モデルを活用することで、同様の航路シミュレータをあらゆる場所で容易に展開・構築可能であり、都心部における物流ネットワーク構築を図る上での基盤となり得る • LOD2のモデルはビジュアル面でも優れており、荷主や関係当局、ドローンオペレーターに対して航路をわかりやすく可視化することでオペレーションの円滑化に寄与することが期待される
課題	シミュレータ取り込み範囲拡大	• 現状は実証として東京駅周辺のデータのみを取り込んでいる。CityGMLの構築範囲の拡大とともに、シミュレータへの取り込み範囲を拡大することで様々な地域でシミュレーションを実施できるようにする必要がある
	より複雑なルートでのシミュレーション	• より複雑なルートでシミュレーションができるようにすることで、様々な用途に活用できるようになると考えられる
	都市部でのシミュレータの検証	• 実際に都市部でシミュレータのルートを飛行することで、ルートの適切さやシミュレータの課題等を明確にすることが必要である
	ドローン管制システムとの統合	• ドローンの管制システムと本シミュレータを統合することで、シミュレーションから実際の飛行指示、遠隔監視までをシームレスに行うことできるため、管制システムとの統合によりサービスとしての価値は高められると考えられる。さらに、クラウド上からシミュレータを扱えることで、よりユーザー側の利便性も上がることが期待される

②3D都市モデルと開発するサービスとの親和性

3D都市モデルを使うことで有用なシミュレータを短期間で構築することができた。

親和性	• LOD2、テクスチャを含むデータを使うことで、より精度の高く、現実に近いシミュレーションを行うことができたため、CityGMLとの親和性は高いと言える • テクスチャ情報を有するため、荷主や関係当局、ドローンオペレーターに対して航路をわかりやすく可視化することでオペレーションの円滑化に寄与することが期待される • CityGMLの構築範囲が広がることで、より幅広い地域での活用が期待できる

4-5-5 ドローン測量による3D都市モデルアップデートの実証調査

①実証調査の目的と概要、対象エリア

実証調査の目的

飛行ルートシミュレータの高精度化にあたっては、利用するマップとなる3D都市モデルの精度向上が欠かせない。従来は3D都市モデルを作るための航空測量により実施されているが、物流ドローンにより物流の副産物として写真測量が実施できれば、大幅なコストダウンが見込める。そこで本実証は実際に物流ドローンを飛行させ3D都市モデルのアップデートが可能かを検証する。

検証内容

都市モデルアップデート事業価値（ビジネスモデル・マネタイズの妥当・受容性、効果等）を検証する。

- ドローンによる写真測量でのアップデートは十分に機能するか？
- 将来的により高精度な測量手段に対応し、継続的にモデルをアップデートできる見込みか？

対象エリア

石川県加賀市片山津温泉

図4-5-5　3D都市モデルアップデートの実証調査対象エリア

②実証調査の結果

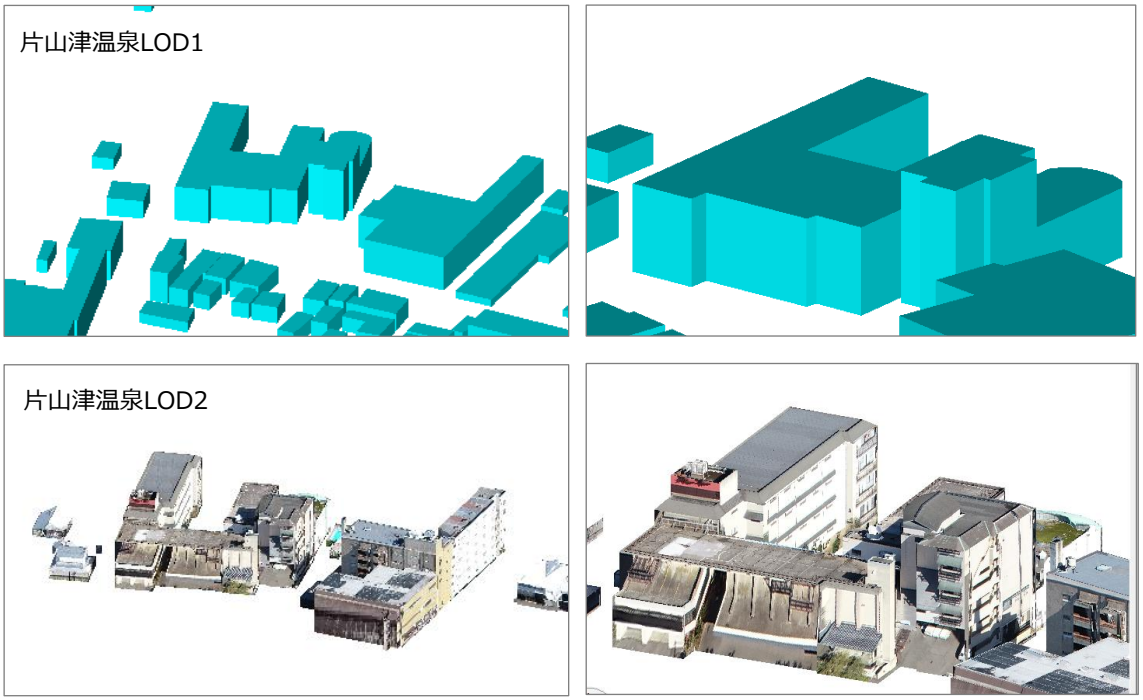
事前調査、飛行予備日も含めて2021年3月1日～5日にかけて、実証調査を実施した。

図4-5-6　写真測量を行う物流ドローンと実証の様子

③実証調査の結果（モデルのアップデート）

国際航業の協力のもと、3D都市モデルのアップデートを行った。

図4-5-7　3D都市モデルアップデート前（LOD1）とアップデート後（LOD2）



④実証調査結果（KPI達成状況）

最適化の余地はあるものの、有人航空機による都市モデル構築に比較すると低コストで3D都市モデルのアップデートを実現できた。

	KPI	KPI計測結果		備考	評価
定量的KPI	開発工数	工数算出	1人 x 20日	ー	有人航空機からの航空写真からの工数と同程度であると想定される △
	フライト工数	工数算出	4人 x 4日	対空標識設置、地上測量等含む	機材選定や飛行法等を標準化することで最適化可能であると考えられる △
	コスト	コスト算出	約550万円	開発工数 20人日 x 20万 フライト工数 16人日 x 10万	さらなる最適化の余地はあると考えられるが、有人航空機による都市モデル構築に比較すると低コストであると考えられる ○
	データ	データ量	約3ha	対象とした片山津温泉エリア 約300m x 約100m	撮影できるエリアの大きさは有人航空機と比較して狭いが、狭い範囲を高精度で写真測量する用途には向いていると言える △

⑤3D都市モデルアップデートの示唆と課題

寄り道をしない物流ルートでの測量ではデータが不足しアップデートができないことが分かったが、最適なルートを設定することで物流と写真測量が両立できる可能性が示唆された。

示唆		• 今回の実証実験により、物流ドローンが撮影した航空写真を用いてLOD1及びLOD2の3D都市モデルの整備・更新が可能であることが確認できた。必要なルート、対空標識の設置、地上測量等のドローンによる写真測量に必要な準備を行えば、十分なデータを取得することができる • 単に物流ルート上を通過する際に取得できる航空写真のみを用いるのでは、写真測量ほどのデータ取得が十分にできないため、補完データ等を用意しなければ必要な精度を持つ3D都市モデルの整備・更新を行うことが難しいことも明らかとなった
課題	最適な飛行ルートの設定方法の検討	• 今後は物流飛行として合理的なルートを選択しつつ、写真測量飛行として必要なデータ取得も行えるような飛行ルート設定や機材選定、撮影手法等を検討する必要がある
	都市モデル構築にかかる作業の最適化	• 飛行ルート構築や機材の選定方法や選定基準、対空標識の設置手順等を最適化し、必要な工数・コストの削減を図る必要がある

4-5-6 展望

事業の本格展開・全国展開に向けた展望・チャレンジ

今回の実証実験では、ドローンのフライトシミュレーションシステムの構築における3D都市モデルの有効性を見出すことができた。また、3D都市モデルの効率的なアップデートの実現性についても一定の知見を得ることができた。今後は、3D都市モデル×ドローンの観点から、都市部での事業化に向け検証を進めていきたい。

今後の検証ポイントとして、都市部におけるビル群の間を縫うような飛行を行う際に必要となる高精度な航路シミュレータの開発がある。高精度なシミュレーションには精度の高い3D都市モデルの維持・更新が必要となるため、これをいかに効率的・持続的に行っていくかが肝要である。今後、物流ネットワークを活用した写真測量とこれによる3D都市モデルのアップデートのフィジビリティを高めていくことで、高精度シミュレータの実現可能性も高まるという好循環の実現を目指していきたい。

さらに、ドローン物流ネットワークを活用した3D都市モデルのアップデートサイクルの確立に貢献するためにも、日本全国において防災物流ネットワークの構築ができるよう更に事業の加速を行っていく。

3D都市モデル×ドローンというコンセプトに基づき、双方の持続的な発展に向けて防災物流ネットワークを高度化を図ることで、都市部や過疎地域の社会を支える必要不可欠な基盤作りを目指していく。

第4章 3D都市モデルを活用した民間サービス開発実証調査事例

6. 工事車両の交通シミュレーション

4-6 工事車両の交通シミュレーション

株式会社竹中工務店

4-6-1 サービス概要

①事業・サービスの目的、ビジネスモデル、社会的意義

事業・サービスの目的と概要

3D都市モデルや地図情報といった基礎データを始め、建設工事にかかわる様々な情報を統合し、各種のシミュレーションを行うことで建設物流の最適化サービスを提供する建設物流プラットフォームの構築を目的とする。

建設工事における工事車両が引き起こす交通問題の解決を目指し、地域住民にとって安全で安心した工事による地域住民のQoLの向上と、建設工事に携わるすべての施工業者が計画通りに資材搬入・工事実施を実施できる円滑な工事の両立を目指す。

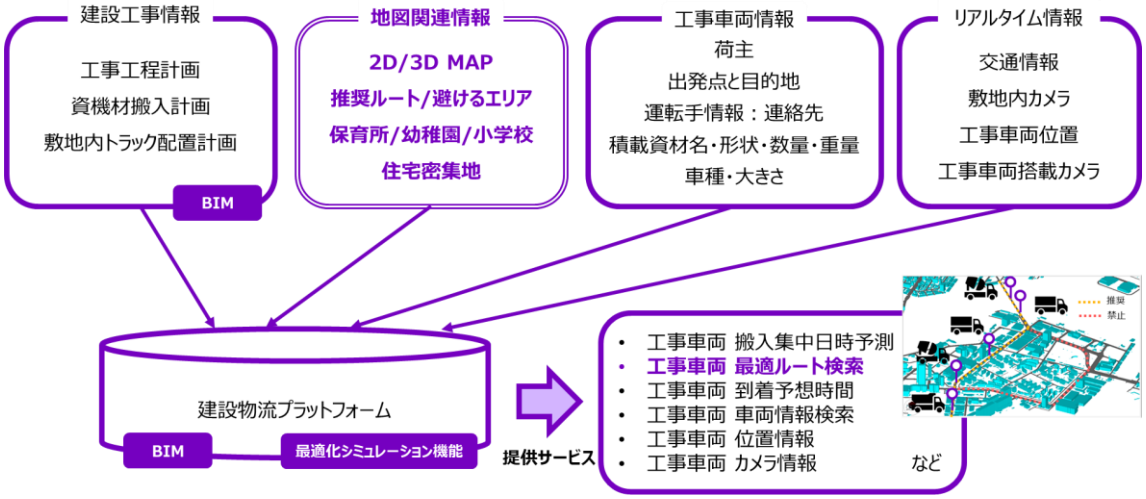
想定ビジネスモデル

- プラットフォーム利用者からの利用料収入
- 建設事業におけるコストの追加流出防止
  - 推奨ルートの通行・時間帯などを各社でシェア、車両集中日・時間帯の予測、アラート発信などのサービス提供により、工事に必要な資材搬入を円滑に進めることでスケジュール遅延を発生させない
- 建設物流プラットフォーム
  - 複数の建設事業者あるいは官民共同のコンソーシアムによるプラットフォーム構築・運営
  - それぞれの役割に応じた費用負担

社会的意義

大規模な都市開発を予定通り成功させ、地域経済を活性化することが、大阪・関西地域が今後より発展していくための要諦となる。都市開発に伴う建設工事を完遂させるためには、地域住民の理解を得て建設工事を推進することが重要である。そのため、建設工事における工事車両の交通問題解決により、地域住民の安心と円滑な工事の両立を目指す。地域住民にとって安全・安心な工事の実施と、建設工事が予定通り完了することにより、地域住民のQoL向上を目指す。

図4-6-1　建設物流プラットフォーム



4-6-2 実証調査詳細

①実証調査の目的・概要

実証調査の目的

3D都市モデルを活用したプラットフォーム上で工事車両の最適ルート候補をシミュレートし、関連する業務シミュレーションとの連携を図ることで、建設物流プラットフォーム構築における3D都市モデルの有用性や将来に向けた改善点等を抽出する。

実証調査の概要

3D都市モデルを利用した最適ルート候補の表示により、ルート計画策定のプロセスやアウトプットがどのように改善するかを実証する。また、3D都市モデルを活用した住民向けの説明資料について、その作成プロセスとアウトプットがどのように改善し、住民との相互理解を深めることに寄与するかを実証する。さらに、工事工程計画から車両の集中日を予測することで、通行する車両のルートや時間帯の平準化、資材の搬入日調整といった事前対策が有効に実施できるかを実証する。

- 事業価値検証（ビジネスモデル・マネタイズの妥当・受容性、効果等）
  - ルート検索サービスが業務プロセスを改善し、工期遅延を抑制できるか
  - 車両集中日の把握と事前対応策の策定、指示が効果的に実施できるか
  - 他に応用できる業務があるか
- ユーザ価値検証（エクスペリエンス、ユーザ受容性、等）
  - 工事車両ルートのマネジメント業務において、ルートが容易かつ適切に検索でき作業効率向上につながるか
  - 3D都市モデルに他にどんな情報があれば良いのか

②実証調査の対象エリア

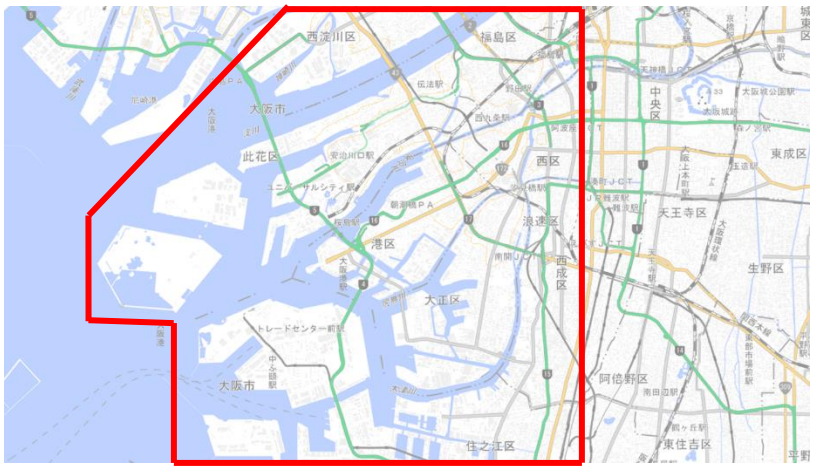
対象エリア

大阪市西部エリア

エリア選定理由

大阪市は2025年大阪・関西万博の開催地であり、また各所で大規模再開発が予定されている。大阪市を中心とした再開発に伴い複数の施工業者が同時多発的に大規模工事が集中することが予見されており、当該エリアにおいて工事車両による渋滞や近隣住民とのトラブルなど、今後解決すべき課題が存在することから、本サービスが目指すソリューションを検証するエリアとして最適である。

図4-6-2　3D都市モデル利用範囲



③実証調査に向け開発されたサービス

3D都市モデル、地図情報といった基礎データを始め、建設工事にかかわる様々な情報をもとに各種最適化シミュレーションを実施、サービスを提供する。

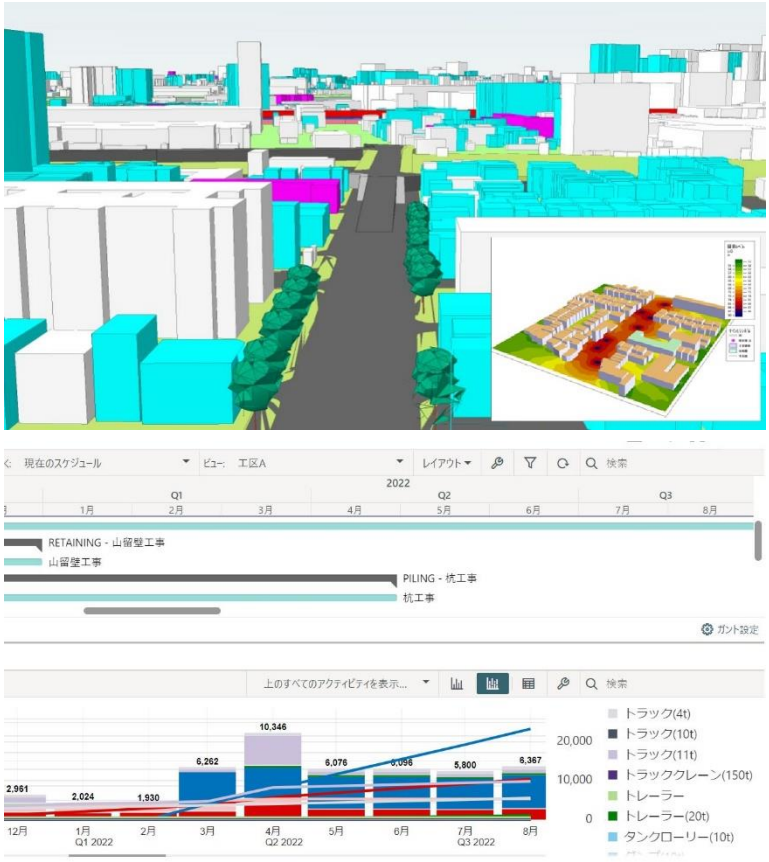
開発されたサービス概要

建設物流プラットフォームの先行実装として、工事車両の最適ルートシミュレーションサービスを構築した。

- 工事車両のルート計画策定のため、通行する車両属性等の条件を基に3D都市モデル上で最適な搬入ルート候補を検索
- 各社がプラットフォーム上に入力した工事計画や資材配送計画に基づいて工事車両の集中日を算出
- 工期遅延の抑止のため、建設工事における工事車両ルートのマネジメント（計画作成、当日のコントロール）を最適化

都市開発に伴う大規模な工事では、工事現場に向かって多くの工事車両や工事関係者の通勤車両が押し寄せる。現場付近の交通渋滞や地域住民の安全や騒音に対する不安、それに伴うトラブルの発生が課題として想定される。一方で、建設工事のスケジュール遅延は許されず、各施工業者にとっては計画通りに人員や資材を搬入することも重要である。地域住民の生活圏や通学路、騒音発生エリアを考慮した最適ルートシミュレーションにより、工事計画作業（当初計画と計画変更）や工事進捗の効率化・遅延防止を図る。

図4-6-3　開発されたサービスのイメージ



④3D都市モデル（CityGML）の活用方法

本実証実験では、自社で用意する車道・歩道を区別した3D道路データをBIMモデル（IFC形式）に3D都市モデルをIFC形式に変換したデータを組み合わせ、3D都市モデルのジオメトリ及びセマンティクスの両面の特性を利用したルートシミュレータを構築した。

利用された3D都市モデルの仕様

- 大阪市のLOD1モデル
- 属性情報（建物利用概況）

3D都市モデルの用途

- IFCに変換した上で、以下のように利用
  - 3D都市モデルのジオメトリ情報による広域MAP
  - 工事車両の最適ルートシミュレーションのための騒音シミュレーション（シミュレーション結果をルート検索のパラメータとして使用）
  - 3D都市モデルの属性情報として、通学路、住宅街といった工事車両の通行に制約を与える情報
  - 住宅街、学校近辺など通るべきでないエリア

3D都市モデル活用のためのソフトウェア

- CityGMLの変換
  - IFC形式へFME Desktop2020.2にて変換
- 3D都市モデルの加工
  - BricsCAD
- 3D都市モデル利用システム
  - Oracle Aconex（ルートシミュレーションの実行基盤）
  - SoundPLAN（騒音シミュレーション）

図4-6-4　ルートシミュレータで利用された3D都市モデル

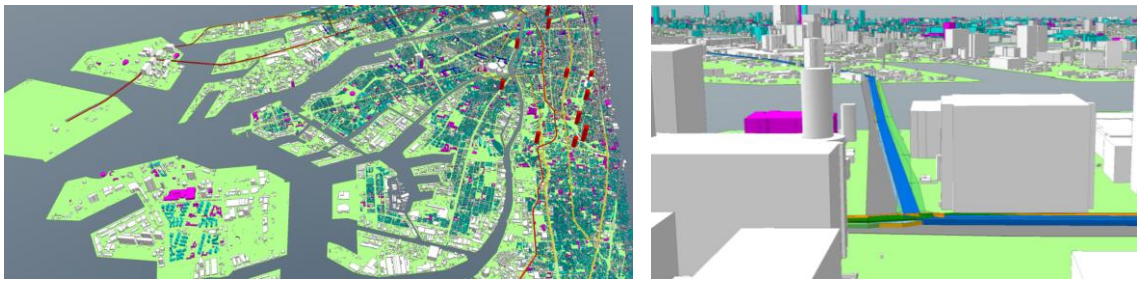
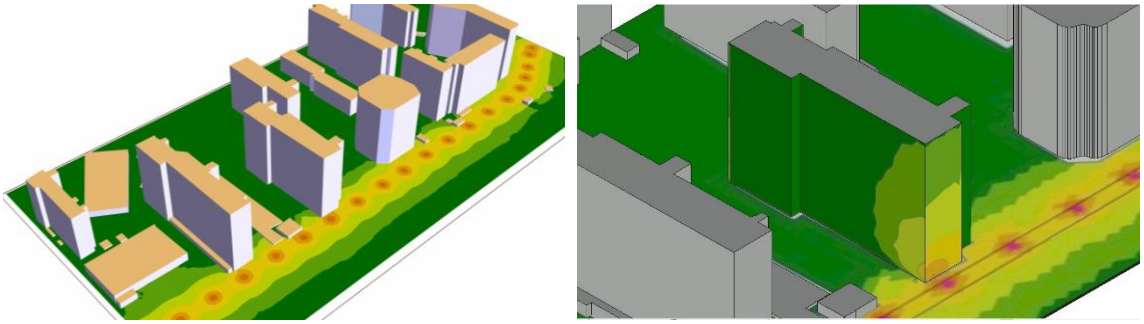


図4-6-5　騒音シミュレータで利用された3D都市モデル



4-6-3 実証調査結果

①実証調査の様子

2021年3月30日～12日の10日間で、地域住民、施工業者、運送業者等へのヒアリング・アンケートを実施。延べ30名程度の被験者の協力を得て様々な観点でサービスの価値・効果を検証した。

図4-6-6　業務シミュレーションの様子

図4-6-7　集合検証会の様子

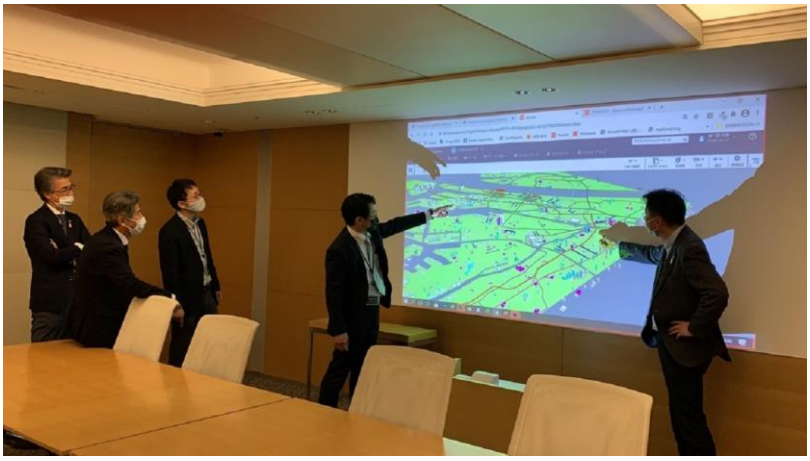
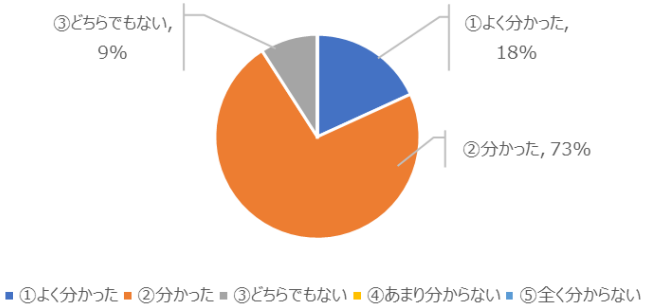


図4-6-8　運送業者へのヒアリング

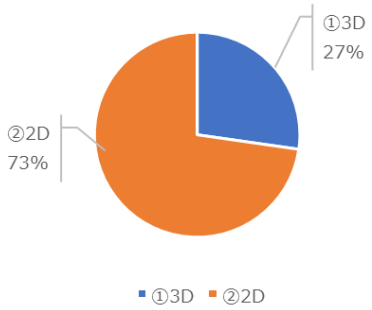
②アンケート結果｜地域住民向けアンケート

シミュレートされたルートを使った住民説明会においては十分な理解促進を図ることができた。

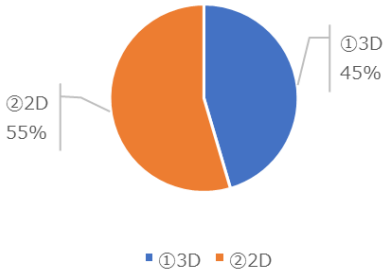
工事車両の運行経路に関して、
記載説明内容はわかりやすかったですか。



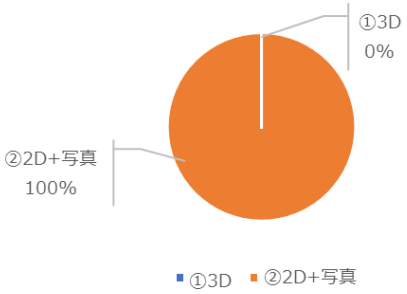
車両通行ルートの表示について、
3Dと2Dのどちらが分かりやすかったですか。



スクールゾーンの通行に関する説明について、
3Dと2Dのどちらが分かりやすかったですか。



住宅街の通行に関する説明について、
3Dと2D+写真のどちらが分かりやすかったですか。



③KPI達成状況

ルート選定の作業時間や住民説明・対応に係る時間の短縮など業務の効率化に繋がる結果が得られた。一方で情報満足度など付加価値の向上に向けてはさらなる取り組みが必要である。

	KPI	収集方法	比較対象	評価	
業務効率化	作業所要時間	測定評価	手作業とシミュレータを使う場合の業務作業時間	☀	各工区のルート計画を集計・分析する作業及びそもそもの調整発生回数についてシミュレータを活用することで約8倍の効率化が可能
	ルートの妥当性	ヒアリング	–	☀	工事現場近隣の環境アセス観点では、主要幹線道路から住宅地・教育施設を配慮したルートの選定は妥当。ドライバー観点では迂回路検索が各自のスマホ等からできれば有用。特に土地勘のないドライバーに効果的
	住民説明・対応に係る業務時間	測定評価	手作業とシミュレータを使う場合の業務作業時間	☀	住民説明会における個別質問についてその場で情報検索・回答ができることで、後日手作業にて調査回答するよりも約10倍の効率化
業務付加価値向上	情報満足度	集合検証会	–	☁	住宅街や教育施設は最低限必要な情報として見える化できており、評価できる。一方、交通影響解析に使用する交通量データは常に新しいデータが必要。特殊車両の通行可否検証では、電線や看板等、より詳細なモデル化が必要
	ルート計画理解度	集合検証会	–	☁	ルートという意味では理解できるが、交通影響解析という観点ではもう一段階の踏み込みが必要
	住民説明/ドライバー理解度	アンケート/ヒアリング	–	☁	広い範囲を指し示す場合は、2Dの方が分かりやすいという意見が多数。詳細箇所は3Dを評価する意見もある一方、写真の方がわかりやすいという意見も多い
	工期遅延抑止効果	集合検証会	–	☀	工事中の工事前計画フェーズで正確な情報が見える化し具体的な対策に繋げることができれば、区間調整が減少し工期遵守が可能

4-6-4 実証調査考察

①サービス開発における示唆と課題｜示唆

3D都市モデルの活用した本シミュレータを踏まえて各業者からのヒアリングにより、建設物流において考慮すべきシミュレーションパラメータ、必要なアウトプットを識別することができた。

事業価値	• 工程マネジメントと連動したルートシミュレーションサービスは、建設工事に伴う交通渋滞の発生やそれによる事業全体・地域住民への影響を科学的根拠をもって示し、事前対策プランの具体化に繋げるためにも必須 • 複数の建設会社が同時並行で建設工事を行う場合、各会社の計画を統合し、モニタリングするための仕組みが必要 • 3Dの活用による特殊車両の運行計画や走行シミュレーションを実現することにより、運送会社の業務効率化が大きく進む
ユーザ価値	• 騒音シミュレーションは3D都市モデルと親和性が高く、住宅街への影響を根拠をもって説明できるため、地域住民のQoL向上につながる • 遠方からくる運送事業者にとって、ルートシミュレーションは特に有用。また、都市モデルが随時更新され、情報鮮度が保たれることにより地場ユーザにも有用なサービスとなりうる • 3Dにより橋梁と道路の境界が明確になることや地下埋設物（上下水道管、ガス管、通信ケーブルなど）の位置までわかるようになることで、ユーザの輸送ルート計画の効率化はさらに向上が見込まれる • 広域（2D）と詳細（3D）の組み合わせによって、より一層ユーザ体験の向上が期待できる

②サービス開発における示唆と課題｜課題

シミュレータの実用化に向けては、より多くのパラメータの設定が必須となり、3D都市モデルに対してはより多くの地物（特に高架道路やトンネル、City furniture、等）があれば更に深い分析がクイックに実現可能となる。

建設会社の視点	• 建設工事に伴う交通渋滞の発生、それによる事業全体・地域住民への影響を科学的根拠をもって示し、事前対策プランの具体化に繋げることが肝要 - 本当に渋滞するのかどうなのかということを関係者が納得する条件と精度でシミュレーション • 交通影響解析をより精緻に行うための条件をさらに深耕することが必要。また、精緻な解析には鮮度の高いデータが必要 - 道路交通量、交差点飽和度、通勤車両台数　など
物流会社の視点	• 特殊資材の運搬のための検証をバーチャルで実施するには、より精緻な3Dモデルが必要 電柱、電線、信号機、看板、道路にせり出した樹木など - 精緻な走行シミュレーションにより、現地調査の作業負荷を軽減可能
今後の発展に向けたチャレンジ	• 工事車両の待機可能場所やその空き状況情報の検索機能開発 - 渋滞問題解決、ドライバーの負荷軽減や働き方の改革にもつながる • 特車申請のための調査負荷軽減 - 道路名称、交差点番号との連携 • 夢洲港湾コンテナ物流把握のためのCOMPASシステムとの連携

③3D都市モデルと開発するサービスとの親和性

3D都市モデルを属性を引き継いでIFCに変換することで、建築領域のソフトウェアにおいて属性も含めたシミュレーションが実装できた。

親和性が高く活用できた・活用できる可能性を感じたポイント	• 住宅街周辺環境影響解析のための騒音シミュレーション - 3D形状建物ならではの活用方法であり、シミュレーション結果をルートの制約条件としてうまく適用できた • 住宅の持つ属性情報（住宅、文教施設など）を活用して、情報を見える化できた。形状をクリックして情報が見える状態よりも、着色によりテキスト情報を視覚情報に変換することで可視化することができた - 道路や橋等にも様々な属性情報を持たせることで、活用できる場面が広がると認識した • IFCに変換することによりBIMとの親和性向上 - 建設予定建物と既存の周辺建物とを重ね合わせ、様々なシミュレーションに活用できる可能性がある。（日照・日影、風向など） • 道路形状のみならず信号機や案内表示板、道路に掛かる樹木といった詳細な情報を持つことにより、特殊車両の通行シミュレーションが精緻にバーチャルで実施できる可能性がある
活用しきれなかったポイント	• 広域で地図的に見たい場合、2Dとの差別化が十分にできなかった - 直上の視点から見ると2Dと変わらないが、地名や施設名などの地図的な情報が無く、活用には見せ方の工夫が必要

4-6-5 展望

事業の本格展開・全国展開に向けた展望・チャレンジ

本実証実験の結果を踏まえ、シミュレータの精緻化、パラメータの拡充を行い、本シミュレータの実用化に向けた検討をさらに進めていく。

検証ポイントとして、まずは実用化に向けたシミュレータ機能の改良を図るとともに、通行に際し綿密な計画が必要な大型車両への適用を重視する。この通行シミュレーションのために、道路・歩道・並木といった交通路の詳細化のみならず、信号・案内板・電柱・電線といった情報の付加も必要と想定している。詳細度の高い3Dコンテンツの充実により、実際の交通シーンを想定し、現実に耐えうる精緻な交通シミュレーションを実施する。

さらに、リアルタイムの工事現場で活用することを目指し、GPSやIoTと連携した工事車両のリアルタイムモニタリングや作業員輸送の運行管理といったサービスを構築する。それによりさらなる建設工事の効率化・高度化を進め、建設工事の最先端へと昇華させていく。

将来的には3D都市モデルを活用することで、大規模建設工事において地域住民の安心と円滑な工事の両立を可能とする「建設物流プラットフォーム」を構築し、全国の建設工事へ展開していくことを目指す。

第4章 3D都市モデルを活用した民間サービス開発実証調査事例

7. エリアマネジメントのデジタルツイン化

4-7 エリアマネジメントのデジタルツイン化

東急不動産株式会社
ソフトバンク株式会社

4-7-1 サービス概要

①事業・サービスの目的、ビジネスモデル、社会的意義

事業・サービスの目的と概要

デジタル基盤を用いて様々なデータを可視化し、まちの状況を的確に把握したうえでエリアマネジメント活動を行うことで、これまでの活動とは異なる、高付加価値のまちづくりを実施する。

東京ポートシティ竹芝の事業期間である70年間を見据えて、3D都市モデルを用いたデジタル・エリアマネジメントを志向し、まちの課題解決やより良い環境の提供を図ることで、エリア価値の向上と持続的な発展を実現させる。また、デジタル・エリアマネジメントの先行プレーヤーとしての認知拡大を狙う。

想定ビジネスモデル

- デジタルを用いたエリアマネジメントによる地域の魅力向上
  - 企業ブランド向上
  - 保有資産価値の向上・ケイパビリティ強化
- デジタルを用いたプロパティマネジメントの効率化
  - 工数・管理コスト削減

社会的意義

エリアマネジメント活動は都市の持続的な発展に不可欠なものであるが、人的対応の必要性や活動範囲の限界といった課題がある。

デジタル・エリアマネジメントの活用により、まちの状況の可視化やシミュレーションを可能とすることで、人的対応に頼らない高効率な活動を実現する。また、これにより活動領域を更に拡大させ、エリアマネジメント活動を持続可能なものとすることで、都市の持続的な発展を可能とする。

図4-7-1　竹芝デジタル・エリアマネジメント

4-7-2 実証調査詳細

①実証調査の目的・概要

実証調査の目的

今回の実証実験では、3Dモデルを活用したファシリティマネジメントを街区単位でのエリアマネジメントに拡張することで、竹芝エリアでの70年のまちづくりシミュレーションの検討ツールとしての活用を見据え、将来の高度なエリアマネジメントの実施準備を行う。

実証調査の概要

3D都市モデルを活用した東京ポートシティ竹芝及び周辺エリアのファシリティマネジメントシステムへの取り込みを検証する。

- ルート案内
  - 産業貿易センターへのルートを階を跨いでルートを表示することで、来訪者が迷うことなく産業貿易センターに向かうことを可視的に手助けする
- EV前混雑度可視化・店舗・フリースペース混雑度可視化
  - コロナ禍において、混雑発生箇所は潜在的なリスクが潜んでいるため、3D都市モデルで混雑状況が可視化されることで、別フロアの空いているスペースへの誘導等、混雑回避のための誘導案内が円滑に実施可能となる
- 警備員位置情報取得
  - 同一画面で複層フロアの位置情報を確認できることで、適切な人選を行い、複雑化した施設内でトラブル発生箇所への迅速な駆け付けが可能となる
- 要注意者検知
  - 不特定多数の来館者がいる中で、迅速に要注意人物を把握できることは重要であり、複層フロア表示により、その後の対応の検討が可能となる

②実証調査の対象エリア

対象エリア

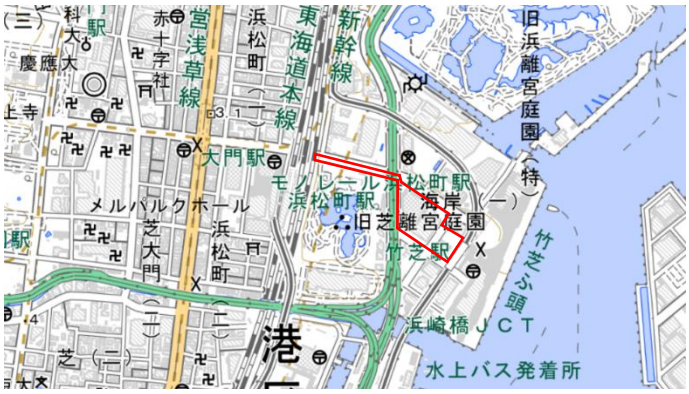
竹芝エリア

エリア選定理由

竹芝エリアでは、2020年9月に東京ポートシティ竹芝が開業し、この他、ウォーターズ竹芝等の再開発事業が進められているが、これらの再開発事業により地区内の人口（就労・居住）が急速に増加し、エリアとして環境の変化への対応が求められる。

東急不動産は、東京ポートシティ竹芝の事業期間である今後70年間、竹芝地区（約28ha）でのエリアマネジメント活動を行うこととなっており、この活動に通じて、まちの課題を解決し、より良い環境を提供することで、まちの持続的な発展を実現できるものと考える。

図4-7-2　3D都市モデル利用範囲



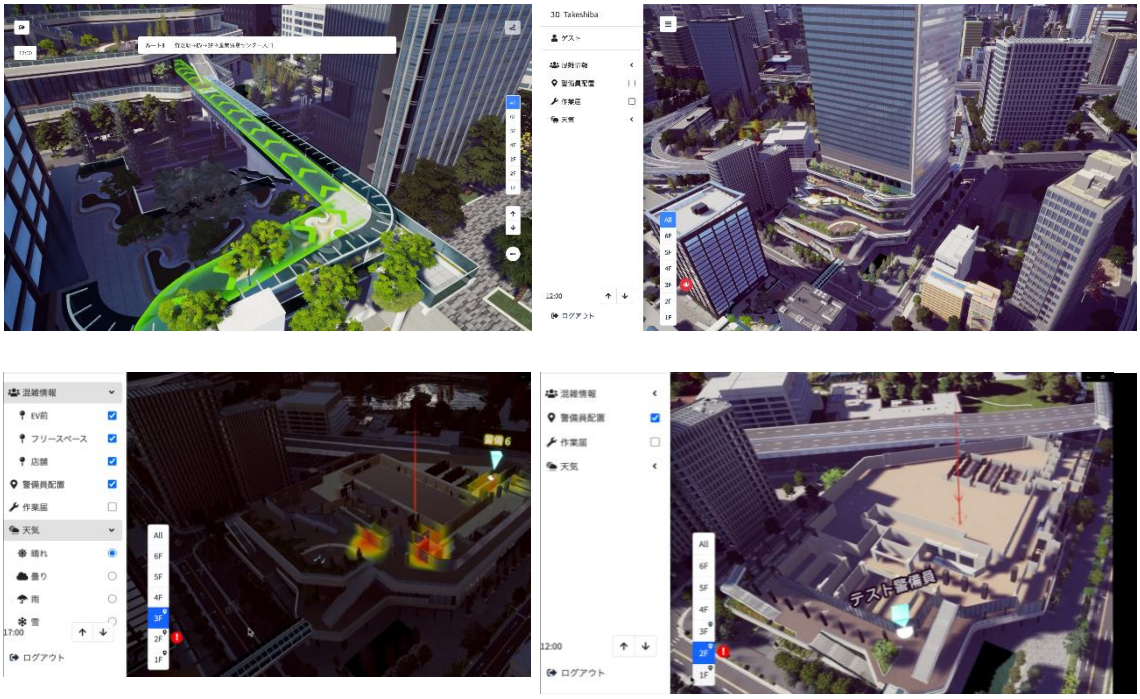
③実証調査に向け開発されたサービス

3D都市モデルを活用した東京ポートシティ竹芝及び周辺エリアのファシリティマネジメントシステムへの取り込みを検証するため、ファシリティマネジメントに関わる2種類のサービスを提供する。

<u>開発されたサービス概要</u>

- 産業貿易センターへのルート案内
  - 設定した複数のスタート地点から都立産業貿易センターへのルートを階を跨いだ移動も含めて三次元上に表示し来街者向けに提供する
- 3Dビル全体の構造とセンサーの状況を一つの画面で表示（ビル管理者向け）
  - ビル内から取得を行っているセンサー情報を三次元上に可視化、ビル管理者が現在のビル内状況を一括表示し、トラブル発生を想定し警備員配置を行う

図4-7-3　開発されたサービスのイメージ



④3D都市モデル（CityGML）の活用方法

利用された3D都市モデルの仕様

- 竹芝エリアのLOD2モデル
- テクスチャ（20cm）

3D都市モデルの用途

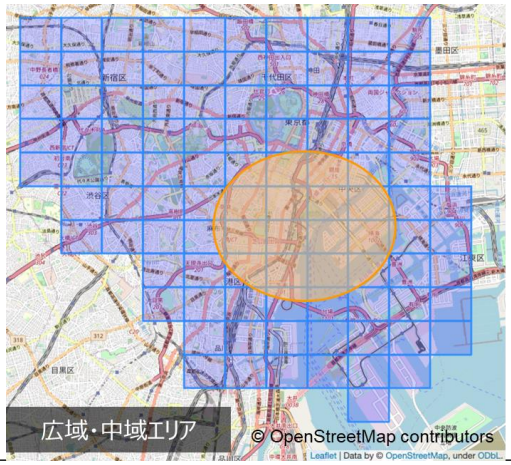
- 3D都市モデルを活用し、バーチャル竹芝（約100Km²）を構築

3D都市モデル活用のためのソフトウェア

- CityGMLの変換
  - SHP形式へFME Desktopにて変換
- 3D都市モデルの加工
  - CGモデリング
    - UnrealEngine4
- 3D都市モデル利用システム
  - ゲームエンジン
    - UnrealEngine4
  - UI 開発
    - JavaScript / CSS / HTML

図4-7-4　3D都市モデルで構築された竹芝エリア

図4-7-5　竹芝を中心に広域にわたって利用された3D都市モデル



広域エリア

CityGMLデータをベースとし、シティ構造を作成、植栽、建物外観の形状やテクスチャは手動で追加

中域エリア　※おおよその範囲を加工して作成

CityGMLデータをベースとし、植栽、建物外観の詳細形状やテクスチャを追加

ポートシティ竹芝　ビル内

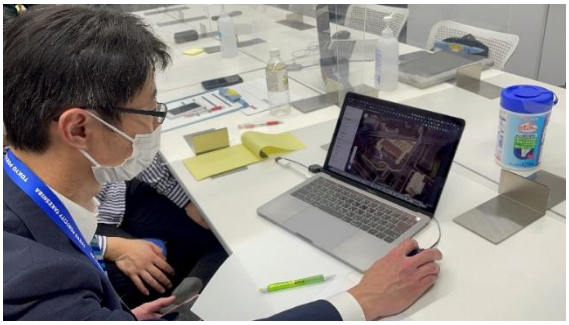
BIMデータをベースとし手動にて情報を追加
Maxデータ、現地の写真を参考に詳細を追加

4-7-3 実証調査結果

①実証調査の様子

2021年3月17日に実証調査を行い効果を検証した。

図4-7-6　実証調査の様子



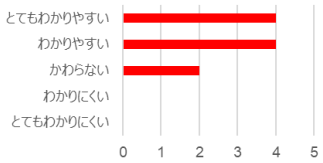
②実証調査の被験者

No.	ユースケース名	被験者	主な感想
1	**産業貿易センターへのルート案内**	㈱アバンアソシエイツ社員5名 ソフトバンク㈱社員5名　計10名 ※竹芝来訪経験無し	• 実際と3D画面と一緒で良い • 目印やシンボルが3Dにもある方が良い • 音声認識 「困った」等で必要な情報が出ると良い
2	**混雑度把握と警備員のアサイン**	東京ポートシティ竹芝オフィスタワー防災センター職員及び警備員	• ビル全体を一気に確認でき、全体像をつかみやすい • 新人とかに説明するのもやりやすい • 上から見たときにエレベーターが分かりづらい • 入り口の場所が矢印であると分かりやすい • エスカレーターが色付けされてるとわかりやすい • 操作を覚えてしまえば3Dの方が良い • 雨や大雪の時にどのくらい積もっているか、防犯カメラと雨の浸水の状況を実際と対応できると良い
3	**不審者検知と警備員のアサイン**	同上	

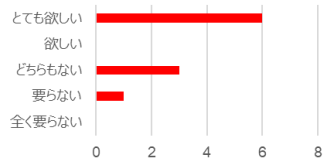
③アンケート結果｜産業貿易センターへのルート案内

ルート案内の3D化により来訪者の理解促進に繋がることが示唆された。また、利用者がルート決定を行う際の目印となるものの表現や操作性を改善することにより、利用者が更に安心して迷わずに目的地に到達できるという教訓を得た。

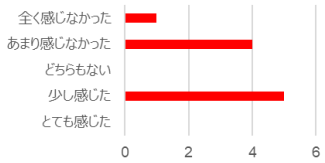
Q1. 3次元可視化表示は2次元よりもわかりやすいと感じましたか？



Q2.初めて行くビルに3次元ルート表示のあって欲しいと思いますか？



Q3. 3次元ルート表示だとストレスを感じにくかったですか？

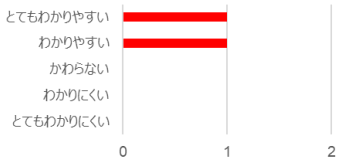


Q4 今回のツールに追加で欲しい情報はありますか？〔自由回答〕	床面に矢印／ルート進行中の停止ボタン／位置情報、GPSと連動／言葉による（文字）案内／**目印になるモノを表示(エレベーター前ローソンなど)**／視点の高さ調整／**バリアフリー案内**／自分の位置情報と見ている画面の位置関係がわかる絵／音声案内／俯瞰でルートが確認できるとよい／目的地までの到着予想時間／カーナビのような「次○○mで右折」といった距離の表示／**エレベーターなどの上り下りの色分け**
Q5 今回のツールで不要だった情報はありますか？〔自由回答〕	指の動きで**全部が見えすぎている**／遠くほどあるいは高く行きすぎる／視線の範囲が限定できると良いのでは／床の矢印はもう少し細い方が良い／**エスカレーターの矢印の動き**／**屋外の木が邪魔だった**
Q6 全体を通して、気になる点等ございました、ご記入ください。〔自由回答〕	二本指の横の動きが慣れているものと逆だった／微妙に視点位置が実際と異なる／**自分の位置とリンクした3D画面情報となると良い**／速度も自分の歩行速度と合わせた風景が見えると更に良い／**初めての訪問者としては3D表示が非常にわかりやすかった**／**進行案内（緑色の）が、大きすぎて他の景観が見えずらかった**／操作になれる必要があると感じた／**場所によっては3次元が役立つエリアもあると感じた（新宿など地下から上がる必要がある入り組んだエリア）／ところどころ3Dとリアルの景色が異なる印象を受けた**

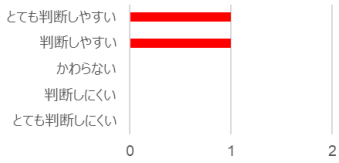
④アンケート結果｜3Dビル全体の構造とセンサーの状況を一つの画面で表示

ビル管理の3D化とセンサー情報のマッピングは、ファシリティマネジメントの観点で有用であることが示唆された。

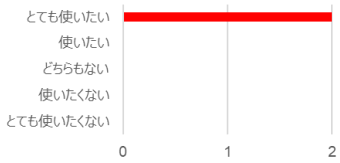
Q1. 3次元可視化表示は2次元よりもわかりやすいと感じましたか？



Q2. 3次元表示の方が近くにいる警備員を判断しやすいと感じましたか



Q3. 2次元より3次元表示の方が今後使いたいと思いましたか？



Q4 今回のツールに追加で欲しい情報はありますか？〔自由回答〕	・出入り口、EV等が色付けされていたり、区別されているとわかりやすく感じた ・リアルタイムの天気情報 ・ビル周辺の道路状況
Q5 今回のツールで不要だった情報はありますか？〔自由回答〕	・特になし
Q6 全体を通して、気になる点等ございました、ご記入ください。〔自由回答〕	・警備員の位置が全然違っていたので、もっと正確性が上がればよいと思う ・2Dよりも現地のイメージがわきやすい

4-7-4 実証調査考察

①サービス開発における示唆と課題｜示唆

今回の実証実験により、3D都市モデルを活用したデジタル・エリアマネジメントが、街の状況をより分かりやすく的確に把握できることに繋がり、まちの課題解決とより良い環境の提供に繋がる可能性が導き出された。また、3D都市モデルを活用することで、より広範囲の街区単位でのエリアマネジメントへの拡張の実現可能性、他都市展開の容易性も確認された。

主なポイント

- 3D都市モデルがあることで、エリア・場所の共通理解が深められ、エリア・ファシリティマネジメントの議論や意志決定の円滑化に寄与している
- 3D空間上で防犯カメラの映像を確認できるインターフェースを有することにより、警備が必要な場所を正確に特定できるため迅速な駆けつけの実現ファシリティマネジメント業務の効率化への寄与が示唆された。
- 建物内の目印となるエレベーターやエスカレーターが3Dで表示されており遠隔での指示出しが具体化されビル管理業務への効率化が示唆された
- 機能拡張により、人流データを活用し、混雑度が時間によって変わることがデータに基づいて分かることで、シミューレションを通じてイベントでの課題感を確認することも将来的には可能

②サービス開発における示唆と課題｜課題

今後の事業化検討に向けて、バーチャル竹芝の精度の向上、取り込みデータ・機能の拡張（シミュレーションなど）の論点や、他事業者の巻き込みの必要性も明らかになった。

主な課題

①　アプリケーションの維持コスト

- 今回開発したアプリケーションは、同時アクセス数は上限2つとなっており、その維持コストは月額20数万円程度
- 将来的に一般ユーザー向けに公開すること想定すると、アプリケーションの開発方法の再考が必要
- シミュレーション等の機能拡張に関しても、多額のコストが発生する見込みであることから、それに見合うサービスを開発する必要がある

②　道路等基盤データの不足

- ルート案内の構築に際し、現状主要道路しかデータが整備されていないため、今回開発にあたっては信号位置・道路形状等はGoogle Map等を用い事業者にて追加した
- 将来の街区内の自動運転車両の走行等のユースケースを実装していくためには、道路付属物、車線・歩道等の情報の整備をする必要がある

③3D都市モデルと開発するサービスとの親和性

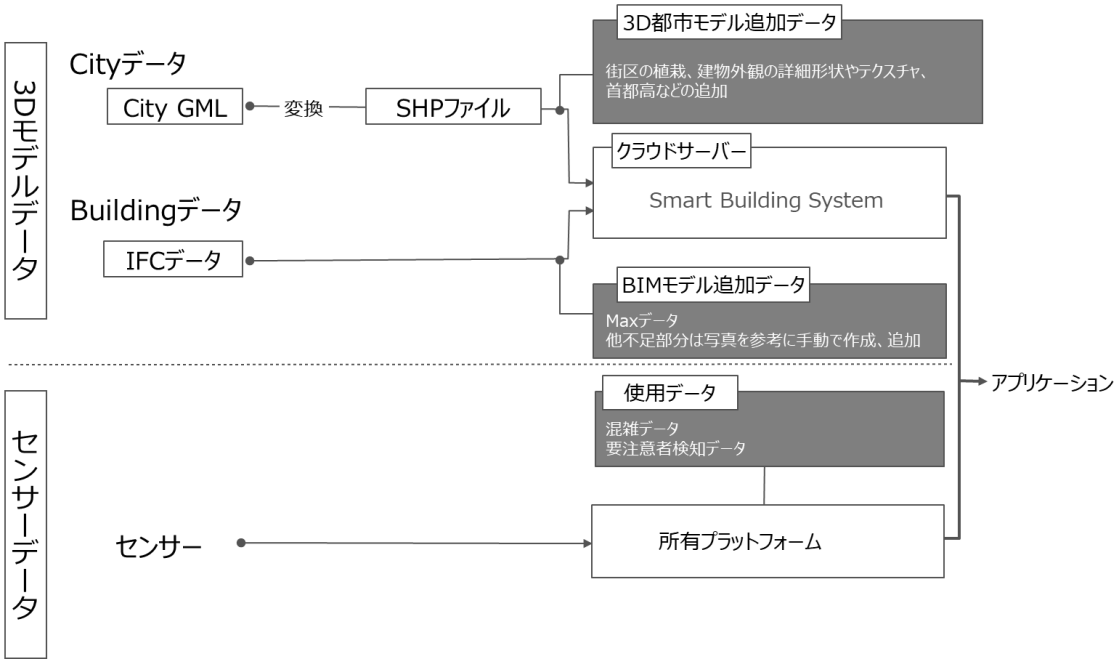
エリアマネジメント活動は、”民間建物だけの活用”や”公共空間だけの活用”という形ではなく、民地・公共空間の境界線をなく、エリア全体としての活動となるため、LOD4の建物データがあることで、建物内外がシームレスにつながっていることは非常に有益である。

一方、エリアマネジメントでの活用を想定した場合、単なるエリアの環境の可視化に留まらず、様々なシミュレーション等への活用が求められるため、エリア内のデータについてはより高い精度が求められる。

今回開発したアプリケーションにおいても、データ不足により事業者側で適宜修正を行ったが、全ての修正を実施できなかったため、”バーチャル竹芝”において実際とは異なる空間となる部分が発生し、ルート案内においても被験者が誤認を招く可能性があった。

ビジネスへの活用という観点では、高い精度の3D都市モデルとLOD4の建物データが一定のルールに基づき集約され、活用できる状態に整っていることが望ましい。

図4-7-7　3D都市モデルと各種データとの組み合わせ



4-7-5 展望

事業の本格展開・全国展開に向けた展望・チャレンジ

本実証実験の結果を踏まえ、デジタル・エリアマネジメントの実現に向けたバーチャル竹芝の更なるエリア拡張・街区情報の取り込みを行い、先端のテクノロジーを街全体で活用してエリアの発展や課題解決を実現するスマートシティのモデルケースの構築を加速させていく。

今後の検証ポイントとして、バーチャル竹芝を活用したエリアマネジメント活動の効果のわかりやすい可視化がある。大規模開発事業において必須であるエリアマネジメント活動に関しては、活動の経済効果等を視覚的・定量的に示すことが難しく、エリアの住民や事業者からのコミットメントを引き出しにくいという課題がある。バーチャル竹芝を通じてエリアマネジメント活動の成果を視覚的に表現していくことで、まちの課題解決や新たな価値の創造というエリアマネジメント活動の役割をより一層果たしていきたい。

さらに、バーチャル竹芝を活用したファシリティマネジメントやまちづくりシミュレーションを実装していくことで、エリアマネジメント活動の効率化に加え、その活動領域を拡大させ、まちの持続的な発展に貢献することが可能である。

今後、竹芝エリアをデジタル・エリアマネジメントのリーディング・ケースとしていくとともに、その知見を横展開することで、全国のエリアマネジメント活動の活性化とこれによる高付加価値なまちづくりの実現を目指していく。