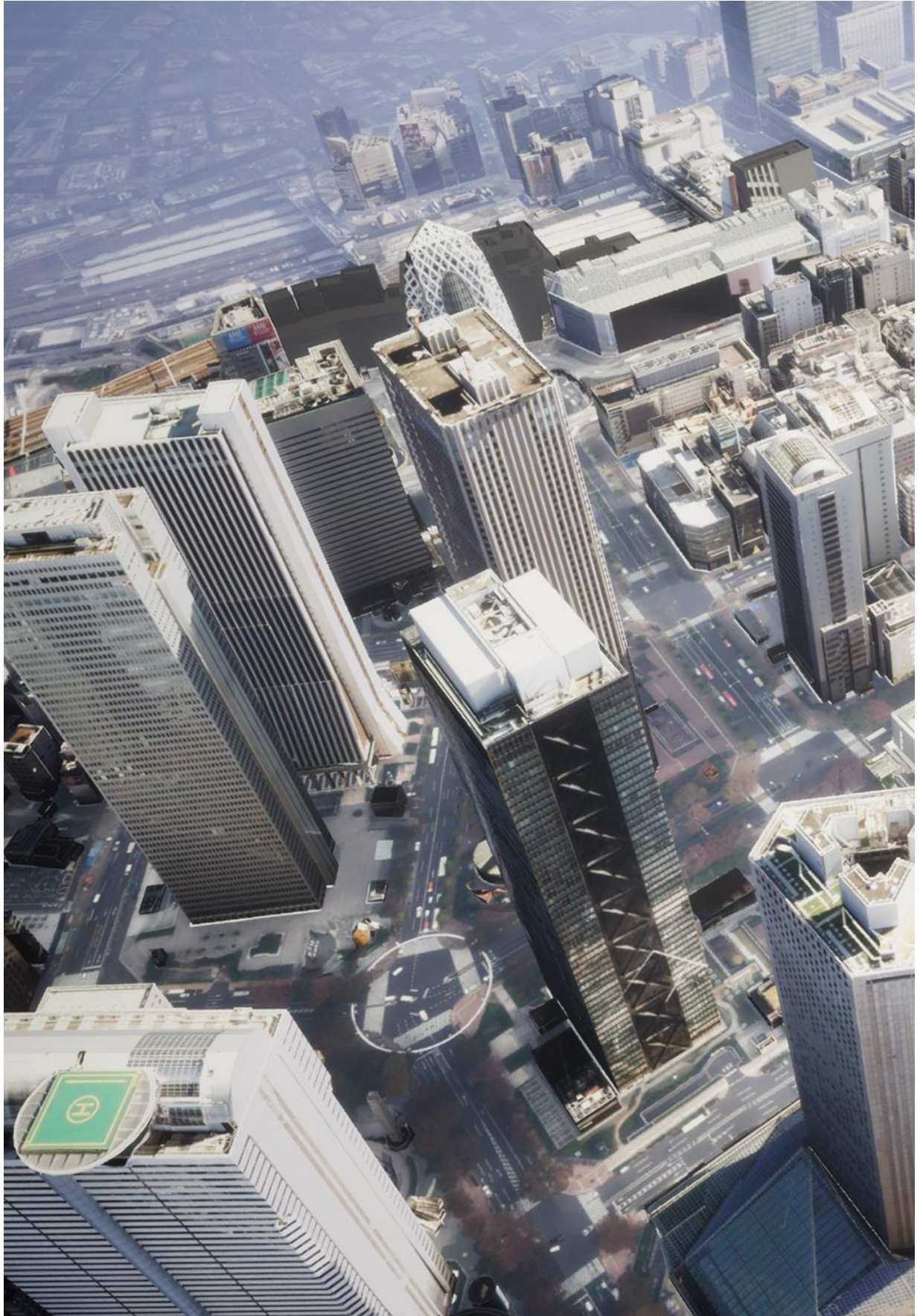




PLATEAU  
by MLIT

PLATEAU Technical Report  
3D 都市モデル活用のための技術資料



3D 都市モデル、BIM モデル、空間 ID を統合した都市開発 series No. 70

支援ツールの開発 技術検証レポート

Technical Report on the Development of Urban Development Support Tool  
Integrating 3D City Models, BIM Models, and Spatial IDs

# 目次

---

---

1. ユースケースの概要	- 1 -
1-1. 現状と課題	- 1 -
1-1-1. 課題認識	- 1 -
1-1-2. 既存業務フロー	- 1 -
1-2. 課題解決のアプローチ	- 4 -
1-3. 実証エリア	- 7 -
1-4. 創出価値	- 8 -
1-5. 想定事業機会	- 9 -
2. 実証実験の概要	- 10 -
2-1. 実証仮説	- 10 -
2-2. 実証フロー	- 11 -
2-3. 検証ポイント	- 12 -
2-4. 実施体制	- 13 -
2-5. スケジュール	- 14 -
3. 実証システム	- 15 -
3-1. アーキテクチャ	- 15 -
3-1-1. システムアーキテクチャ	- 15 -
3-1-2. データアーキテクチャ	- 18 -
3-1-3. ハードウェアアーキテクチャ	- 19 -
3-2. システム機能	- 22 -
3-2-1. システム機能一覧	- 22 -
3-2-2. 利用したソフトウェア・ライブラリ	- 24 -
3-2-3. 開発機能の詳細要件	- 25 -
3-3. アルゴリズム	- 55 -
3-3-1. 利用したアルゴリズム	- 55 -
3-3-2. 開発したアルゴリズム	- 55 -
3-4. データインタフェース	- 61 -
3-4-1. ファイル入力インタフェース	- 61 -
3-4-2. ファイル出力インタフェース	- 63 -
3-4-3. 内部連携インタフェース	- 63 -
3-4-4. 外部連携インタフェース	- 68 -
3-5. 実証に用いたデータ	- 69 -
3-5-1. 活用したデータ一覧	- 69 -
3-5-2. 生成・変換したデータ	- 73 -
3-6. ユーザーインタフェース	- 74 -
3-6-1. 画面一覧	- 74 -

3-6-2. 画面遷移図 .....	- 76 -
3-6-3. 各画面仕様詳細 .....	- 77 -
3-7. 実証システムの利用手順 .....	- 106 -
3-7-1. 実証システムの利用フロー .....	- 106 -
3-7-2. 各画面操作方法 .....	- 108 -
4. 実証技術の検証 .....	- 132 -
4-1. 空間 ID 単位でのデータストリーミング技術の検証 .....	- 132 -
4-1-1. 検証目的 .....	- 132 -
4-1-2. KPI .....	- 132 -
4-1-3. 検証方法と検証シナリオ .....	- 133 -
4-1-4. 検証結果 .....	- 135 -
5. BtoB ビジネスでの有用性検証 .....	- 139 -
5-1. 検証目的 .....	- 139 -
5-2. 検証方法 .....	- 139 -
5-3. 被験者 .....	- 140 -
5-4. ヒアリング・アンケートの詳細 .....	- 142 -
5-4-1. アジェンダ・タイムテーブル .....	- 142 -
5-4-2. アジェンダの詳細 .....	- 143 -
5-4-3. 検証項目と評価方法 .....	- 144 -
5-4-4. 実証実験の様子 .....	- 145 -
5-5. 検証結果 .....	- 154 -
6. 実証の成果と課題、今後の展望 .....	- 182 -
6-1. 本実証で得られた成果 .....	- 182 -
6-1-1. 3D 都市モデルの技術面での優位性 .....	- 182 -
6-1-2. 3D 都市モデルのビジネス面での優位性 .....	- 183 -
6-2. 実証実験で得られた課題と対応策 .....	- 184 -
6-3. 今後の展望 .....	- 186 -
7. 用語集 .....	- 187 -

# 1. ユースケースの概要

## 1-1. 現状と課題

### 1-1-1. 課題認識

都市計画の検討や都市開発のプロポーザル、建築設計の合意形成、シティプロモーションなど、まちづくりの各フェーズにおいては、地方公共団体担当者やデベロッパーなどのまちづくりの実務を担うプレイヤーが住民等の関係者に向けて様々な情報伝達を行う必要があるが、複雑な都市構造や設計情報などを伝えるためには模型や図面、パース、映像など様々な資料を用いる必要があり、大きな労力が掛かる。

また、ビジネスにおけるシティプロモーションの一例として、販売用不動産を案内する場合、模型などでは、物理的に提供できる情報に限界があり、物件の魅力を十分にアピールできていない可能性がある。

住民説明会においても、従来のツール・資料では建設・不動産についての知見がない住民に対して分かりやすく計画内容を伝えられず、合意形成に時間を要する等の課題がある。

### 1-1-2. 既存業務フロー

(1) シティプロモーション（不動産販売の場合を想定）

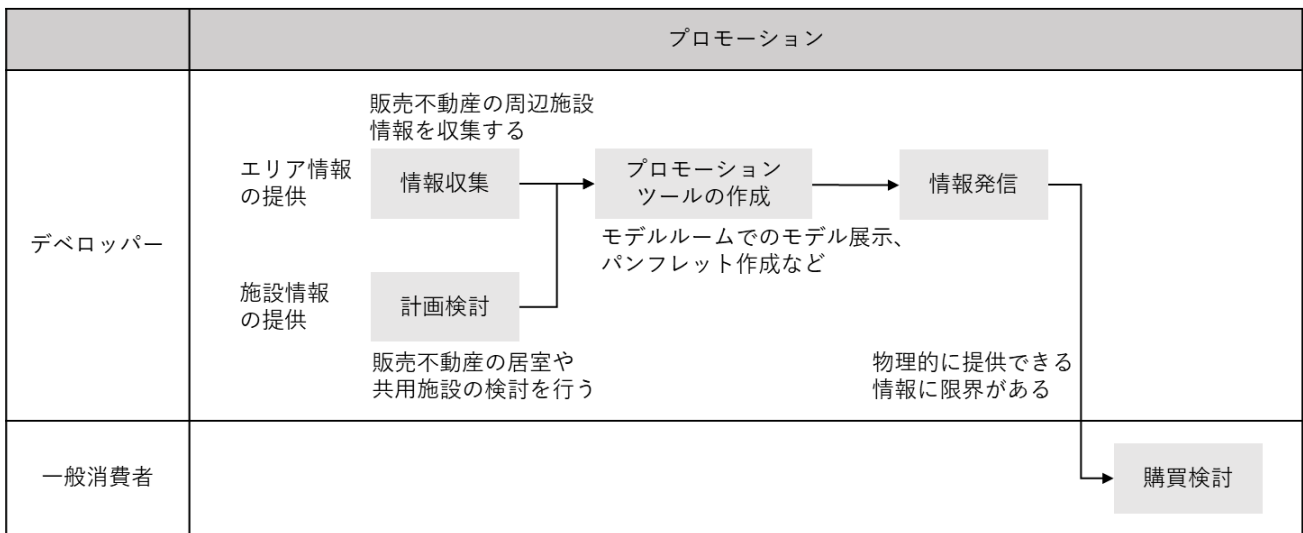


図 1-1 既存業務フロー：プロモーション



表 1-1 既存業務概要（シティプロモーション、不動産販売の場合を想定）

実施項目		実施主体	業務概要
エリア情報の提供	情報収集	デベロッパー	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 販売不動産が立地するエリアの紹介として、近隣の文化・教育施設や主要交通機関の情報を収集する。</li> </ul>
	プロモーションツールの作成		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 一般消費者に対して販売用不動産の魅力を伝えるために大型の都市模型やプロモーション映像、パンフレット等を作成する。</li> <li>● 上記プロモーションツールの作成に当たっては、「情報収集」で記載のエリア情報を当該ツールに反映させる。</li> <li>● 収集した施設情報のプロットや概要説明、アクセスなどの情報を付与する。</li> </ul>
	情報発信・提供		<ul style="list-style-type: none"> <li>● モデルルームで一般消費者に対して、作成した都市模型やプロモーション映像、パンフレット等を活用して販売用不動産に関する情報を提供し、魅力を伝える。</li> </ul>
施設情報の提供	計画検討	デベロッパー	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 販売用不動産における施設内共用部（カフェ、ラウンジなど）の設計検討を行う。</li> <li>● 設計をはじめとした計画検討段階でも一般消費者に案内すべき事項も抽出する。</li> </ul>
	プロモーションツールの作成		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 販売用不動産の施設内共用部の魅力を一般消費者に伝えるために、建物模型や図面、イメージパース等のプロモーションツールを作成する。</li> </ul>
	情報発信・提供		<ul style="list-style-type: none"> <li>● モデルルームで一般消費者に対して、作成した建物模型や図面、イメージパース等を活用して一般消費者に情報を提供し魅力を伝える。</li> </ul>

(2) 住民説明

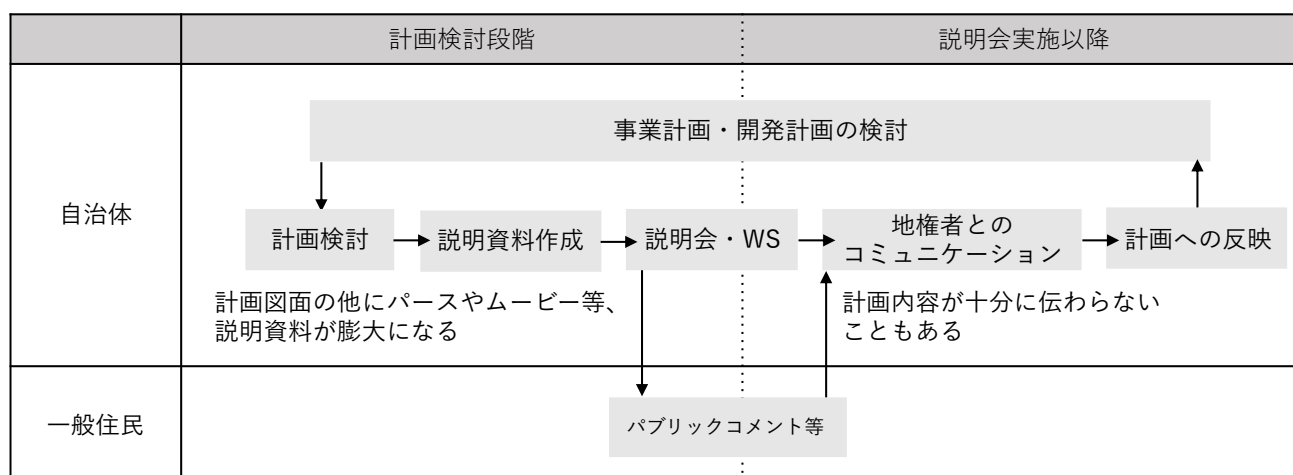


図 1-2 既存業務フロー：住民説明

表 1-2 既存業務概要（住民説明）

実施項目	実施主体	業務概要
計画検討	地方公共団体	<ul style="list-style-type: none"> <li>検討委員会などでの議論や施設計画を踏まえて不動産開発計画の素案を作成する。</li> <li>素案作成段階では、計画内容だけでなく周辺の土地利用状況などエリア広域での情報収集から、地域の実情を踏まえた計画が練られる。</li> </ul>
説明資料作成		<ul style="list-style-type: none"> <li>ステークホルダーとなる住民等に分かりやすく計画内容や完成イメージを伝えることを前提に資料を作成する（イメージパースや図面、模型など）。</li> </ul>
地域住民、地権者とのコミュニケーション		<ul style="list-style-type: none"> <li>説明会やワークショップを実施し、前段の資料をもとに計画内容に関する住民説明をする。</li> <li>一定期間、縦覧やパブリックコメントの期間が設けられ、説明会に参加できなかった地権者、関係者からの意見を反映する。</li> </ul>
計画への反映		<ul style="list-style-type: none"> <li>住民説明会やパブリックコメントで挙げた声を計画に反映させる。</li> </ul>

## 1-2. 課題解決のアプローチ

今回の実証実験では、「3D 都市モデル」、「BIM モデル」、「空間 ID」を統合したデジタルツイン基盤を構築し、これを活用することで都市計画の検討や都市開発のプロポーザル、建築設計の合意形成、シティプロモーションなど、まちづくりの各フェーズで利用可能な汎用的な都市開発支援ツール「PLATEAU TwinLink」（以下「本ツール」という。）を開発する。行政担当者やデベロッパーなどのまちづくりの実務を担うプレイヤーが業務で利用可能なツールとすることで、まちづくりの多様なフェーズにおける業務円滑化や価値向上を図る。

具体的には、空間 ID を用いた新たなビジネス機会を創出しデジタルツインの社会実装を推進することを目的として、BIM と 3D 都市モデル等の静的データと Wi-Fi、気象などの動的データを空間 ID により統合したデジタルツインソリューションの創出手法の開発を行う。また、デベロッパーなどまちづくりを担うプレイヤーへの普及を目指し、住民説明会や不動産販売、賑わいイベントなどの場面で、都市を魅力的に分かりやすく伝えることを想定したツールの開発と汎用化を目指す。

これにより、フォトリアルなデジタルツインを使い住民説明会など市民参画の促進や、不動産販売の場面での商品価値向上を図る。また、人流データ等とデジタルツインの連携により、まちづくり施策の効果や効率性を評価・改善できることを目指す。

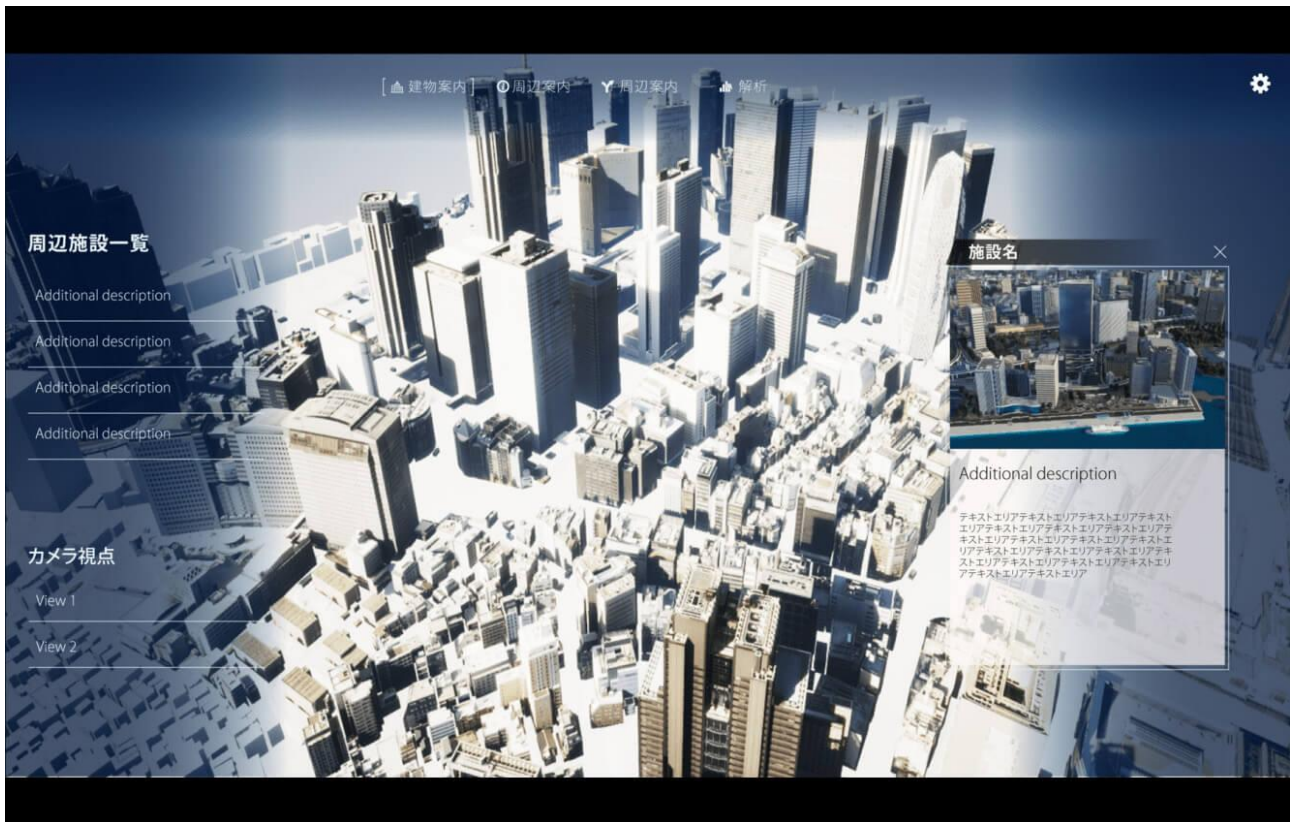


図 1-3 開発したシステムのイメージ

(1) シティプロモーション

現行業務フローでは、デベロッパーはアナログな手法で一般消費者に対して販売用不動産に関する情報提供を行っているが、開発したツールを利用することでデベロッパー内での情報発信ツール作成における省力化を図り、一般消費者により分かりやすく物件情報を伝えることを実現する。

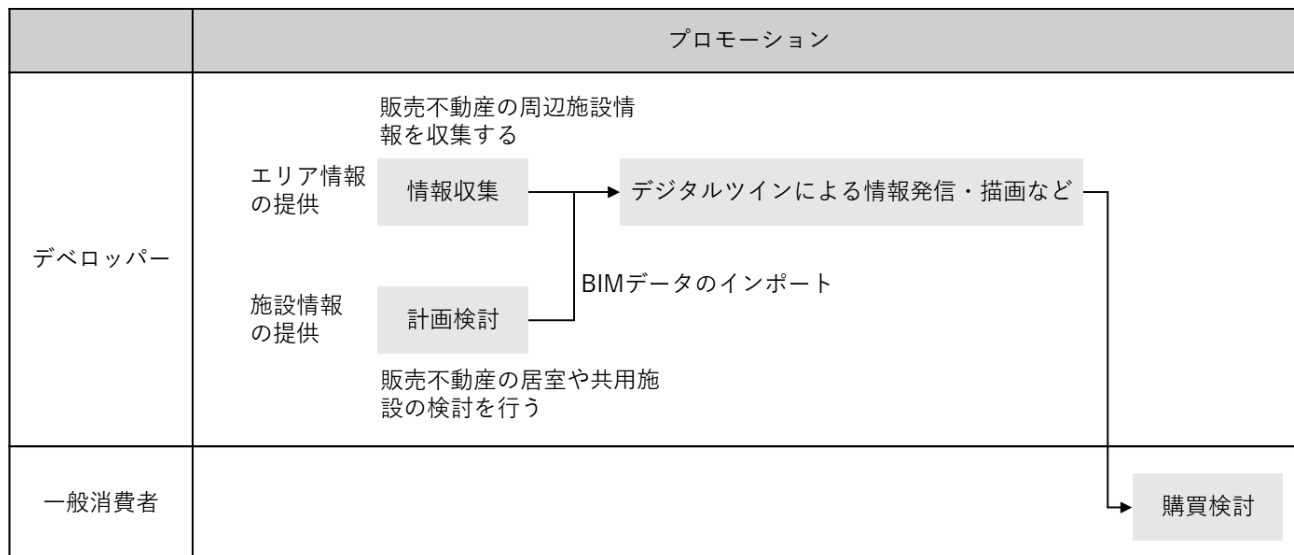


図 1-4 改善後の業務フロー

表 1-3 本ツール導入による改善点

実施項目		実施主体	本ツール導入による改善点
エリア情報の提供	プロモーションツールの作成	デベロッパー	担当者自らが収集した情報をデジタルツインと組み合わせ 3D を使った情報発信コンテンツの作成が可能となる。
	情報発信		3D で可視化することで一般消費者に対して直感的に分かりやすい情報発信が可能となる。
施設情報の提供	プロモーションツールの作成		検討結果をデジタルツインと組み合わせ 3D を使った情報発信コンテンツを作成できる。
	情報発信		3D で可視化することで一般消費者に対して直感的に分かりやすい情報発信ができる。 3D により、消費者が見たい角度から施設情報を確認することができる。



(2) 住民説明

住民説明の場においても不動産販売同様に本ツールを用いることで、地方公共団体をはじめとした説明当事者内での説明資料作成の省力化及び開発計画情報の住民説明会における理解促進を実現する。

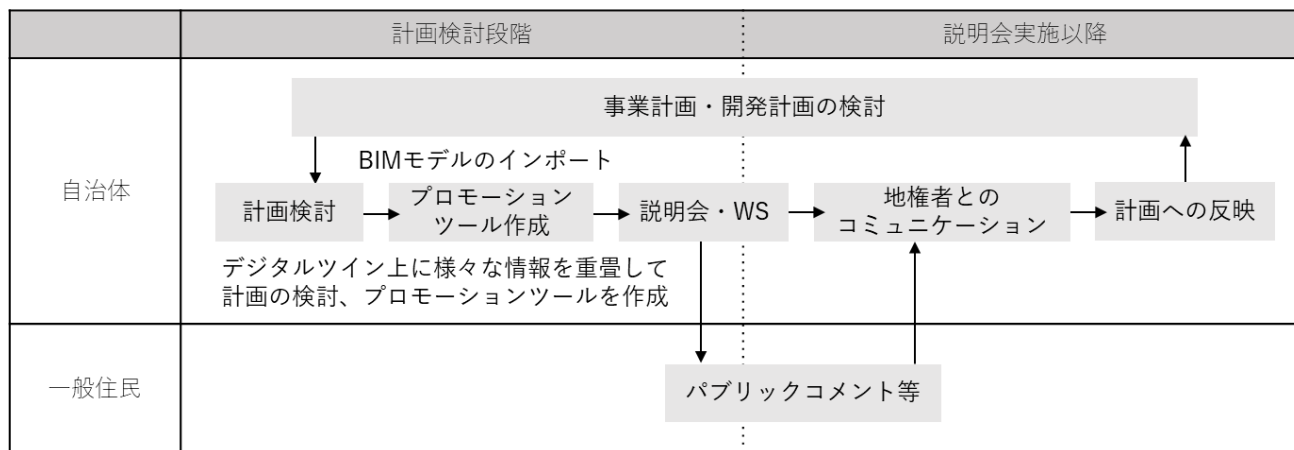


図 1-5 住民説明

表 1-4 本ツール導入による改善点

実施項目	実施主体	本ツール導入による改善点
計画検討	地方公共団体	● 検討委員会などでの議論や開発計画を踏まえて素案を作成する。
プロモーションツール作成		● 計画中の建物モデル（BIM など）をインポートすることで、上記で検討された計画案を取り込み、従来、大きな労力を割かれていた都市模型やパース、ムービーの代替として、本事業で開発された機能を住民説明の資料として活用する。
地権者とのコミュニケーション		● 説明会やワークショップを実施し、前段の資料をもとに計画内容の説明を実施することで、開発予定の建物や敷地情報だけでなく、可視化された周辺状況も含めて様々な視点でシームレスに開発計画を伝える。
計画への反映		● 計画中の建物モデル（BIM など）をインポートすることで、施設内の主要施設の情報がデジタルツイン上に表示され、様々な視点から確認できるようにする。

### 1-3. 実証エリア

表 1-5 実証エリア

項目	内容
実証地	東京都 新宿区 西新宿
面積	約 0.96 km <sup>2</sup>
マップ (対象エリアは赤枠内)	

## 1-4. 創出価値

3D 都市モデルと BIM モデル、空間 ID を統合したデジタルツイン基盤を用いて、都市開発の領域における新たなソリューションを開発することで、デジタルツインの社会実装を推進する。

具体的には、多様な地理空間情報を複合的に解析することが求められている都市計画、都市開発、建築設計の各フェーズにおける検討、プロポーザル、合意形成、シティプロモーション等で利用可能な機能群について、ゲームエンジンを用いて実装し、本ツールとして提供する。例えば、エリア全体を俯瞰的に見渡しながら、フォーカス対象となる建物内施設情報を閲覧できる内部施設表示機能、エリア内に存在する観光地や公共施設をはじめとする周辺施設を選択すると案内情報が表示される周辺施設情報表示機能、選択した周辺施設を目的地として設定しそこまでの移動経路が表示される経路案内機能などを実装する。

また、本ツールでは一般消費者へ不動産販売等のシティプロモーションを行う事業者（デベロッパー）や一般住民とのまちづくりの現場において住民説明を行う事業者（行政・まちづくり団体等）などのユーザーを想定し、直観的な UI 操作やハイクオリティのビジュアライゼーションを行う。

本ツールを活用することによって、シティプロモーションや住民説明の現場において、模型や映像、パンフレット等を使ったこれまでのプロモーションツールと比較し、一般消費者や一般住民に対して内容をより分かりやすく、魅力的に伝えることで、まちづくりの多様なフェーズにおける業務円滑化や価値向上を目指す。

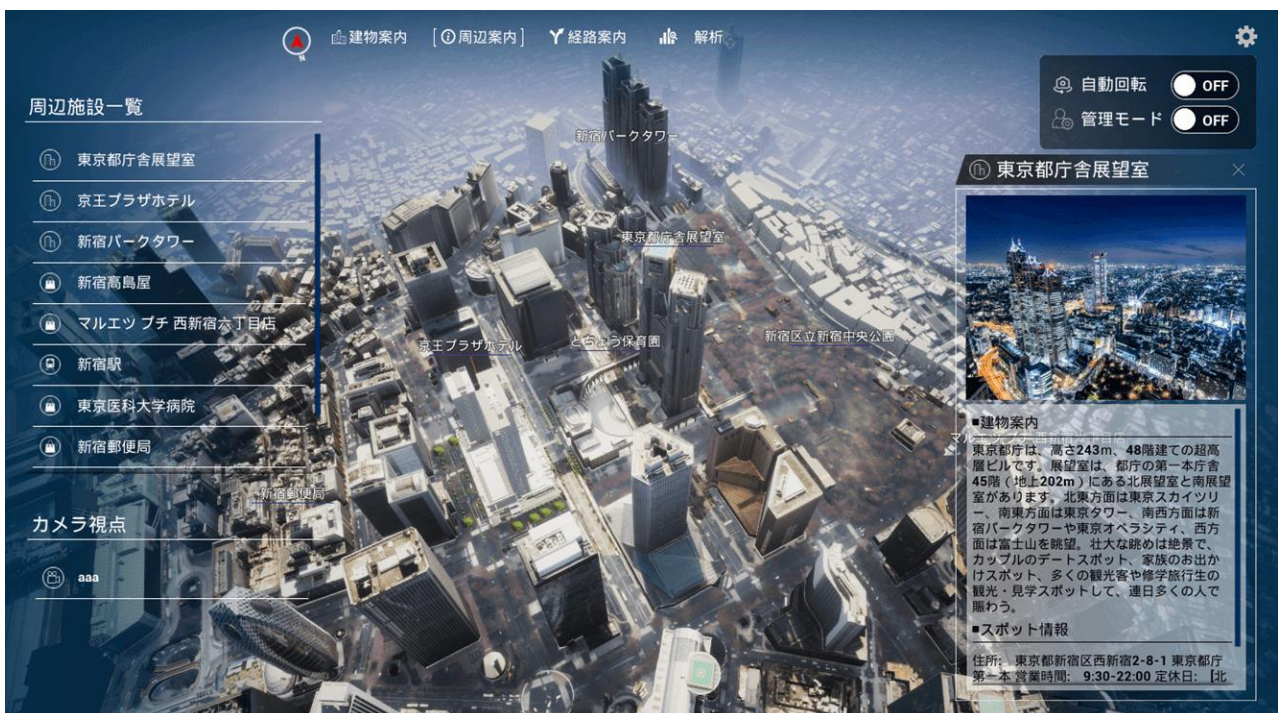


図 1-6 本ツールのメインビジュアル

## 1-5. 想定事業機会

表 1-6 想定事業機会

項目	内容
利用者	<ul style="list-style-type: none"><li>● デベロッパー</li><li>● 地方公共団体</li></ul>
提供価値	<ul style="list-style-type: none"><li>● ノンエンジニアの事業担当者でも容易に操作できる。</li><li>● 開発する都市の将来像を、建設や不動産の知識がない一般住民にも分かりやすく伝えることができる。</li><li>● 説明会会場やモデルルームに足を運ばずとも、オンラインで空間イメージなど詳細に把握ができる。</li><li>● 模型やモックアップ、モデルルームを制作するよりコストを抑えることができ、内容の変更や拡張が容易である。</li></ul>
サービス仮説	<ul style="list-style-type: none"><li>● まちづくりのためのプロモーションツールとしてサービス提供<ul style="list-style-type: none"><li>➢ クラウドシステムに本ツールを組み込みサービス提供する。</li><li>➢ ユーザーの利用環境に依らず高品質なデジタルツイン表示をサポートする。</li></ul></li></ul>



## 2. 実証実験の概要

### 2-1. 実証仮説

本ツールをシティプロモーションや住民説明向けの資料作成に利用することで、以下を実現することができる。

- シティプロモーション
  - 模型や映像、パンフレット等を使った従来のプロモーションツールと比較して、デベロッパーは一般消費者に内容をより分かりやすく伝えることができる。
  - フォトリアルなデジタルツインのよって都市の魅力を効果的に伝えることができ、不動産販売等の場面で商品価値向上につながる。
  - デベロッパーが上記の従来のプロモーションツールを作成する場合と比較して、プロモーションツール作成に係る関係者間でのコミュニケーションコストや労力を削減できる。
  - デベロッパーから一般消費者に対して分かりやすく内容を伝えるために必要とされるコミュニケーションコストを削減できる。
- 住民説明
  - 3D 都市モデル、BIM モデルを活用し空間 ID と組み合わせることで、都市計画やまちづくりの検討効率化や品質向上を実現する。
  - フォトリアルなデジタルツインにより都市計画やまちづくりの効果を効果的に伝えることができ、住民説明会など一般市民参画の促進につながる。
  - 人流データ等とデジタルツインの連携により、まちづくり施策の効果や効率性を定性的に可視化・評価できる。

## 2-2. 実証フロー

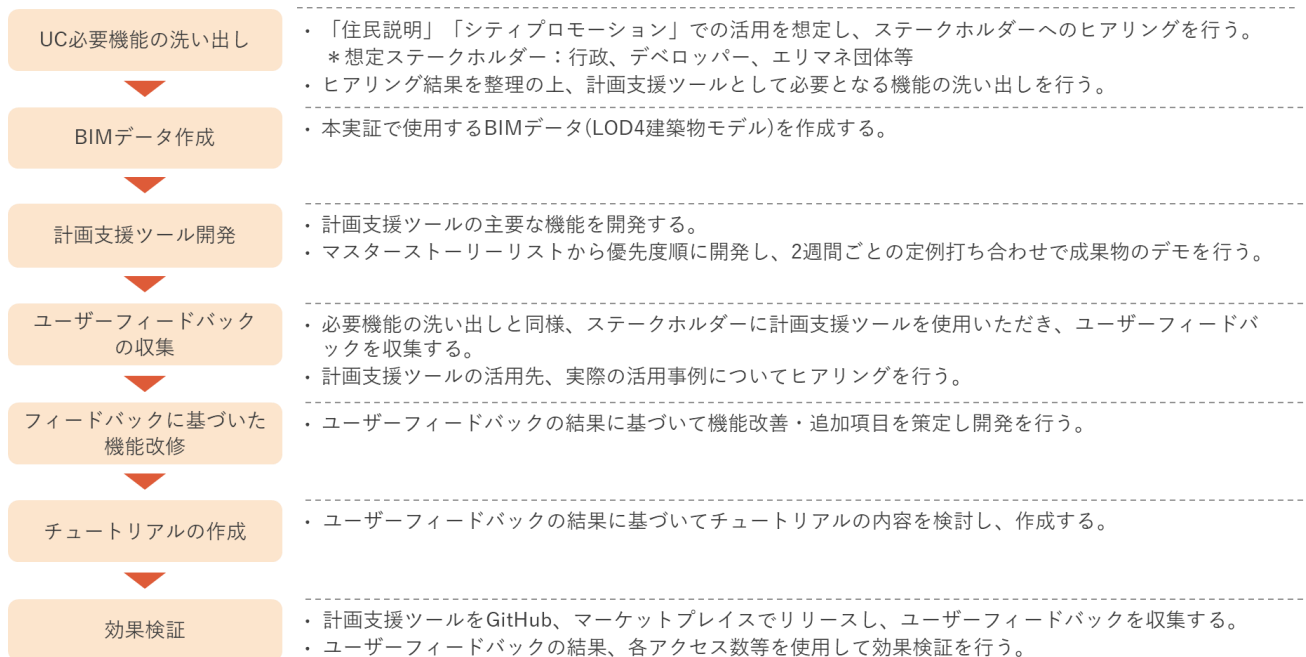


図 2-1 実証フロー

## 2-3. 検証ポイント

- 空間 ID によるパフォーマンス向上効果
  - 空間 ID のズームレベルを動的に切り替えることで、データストリーミングにおけるデータ通信量・計算時間が削減されるかを確認する。

上記 1 点の検証ポイントについては、【4 章：実証技術の検証】にて検証結果を記載

- シティプロモーションツールとしての有用性
  - 不動産販売等におけるシティプロモーションや住民説明において、従来の手法と比較してプロセスの効率改善や品質向上につながるか確認する。
  - 計画の進行や意思決定プロセスにおける業務利用に向けて、本ツールの改善点は何か確認する。
- 住民説明会向けツールとしての有用性
  - 一般住民からのフィードバックの収集を通じて、デジタルツインの視覚的な魅力がどのように受け入れられ、まちづくりにおける一般市民の参画を促進するかを確認する。
  - 動的データ（人流・気象データ）を BIM・3D 都市モデル上で可視化することはまちづくりの施策検討・合意形成に有用かを確認する。
- 一般ユーザー（一般消費者や一般住民）向けの操作性
  - ノンエンジニアでも簡単な説明のみで直感的に操作できるかを確認する。

上記 3 点の検証ポイントについては、【5 章：BtoB ビジネスでの有用性検証】にて検証結果を記載

## 2-4. 実施体制

表 2-1 実施体制

役割	主体	詳細
全体管理	国交省 都市局	プロジェクト全体ディレクション
	アクセント	プロジェクト全体マネジメント
実施事業者	シナスタジア	システム開発・実証調査
	大成建設	実証実験のセッティング、BIM モデルの作成
実施協力	京王プラザホテル	ユースケース対象となる IFC データ作成のためのホテル内部の情報提供
	JTOWER	スマートポールからの人流情報の提供



## 2-5. スケジュール

表 2-2 スケジュール

実施事項	2023 年									2024 年		
	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
1. 3D 都市モデル・空間 ID の活用方策・実証手法の検討	←→											
2. 実証データの用意・変換			←→									
3. システム開発					←→							
4. 中間ユーザーテスト						←→						
5. 総合テスト								←→				
6. 成果とりまとめ										←→		

## 3. 実証システム

### 3-1. アーキテクチャ

#### 3-1-1. システムアーキテクチャ

本ツールの主な機能として、フォーカス対象となる施設の管理者が施設周辺をプロモーションすることができるシティプロモーションに関する機能、フォーカス対象の施設管理者が施設のプロモーションを行うことができる施設プロモーションに関する機能、デジタルツイン空間内のアセット配置や建築物の色彩変更をするマップ編集に関する機能、公共施設・集客施設等のポイントデータ、人流データ、気象データの可視化と都市空間解析を行う解析に関する機能を開発した。

シティプロモーションに関しては、周辺施設情報表示・管理機能にて、周辺の観光施設や教育施設などを選定し、各施設の画像や説明などの情報の登録・編集・削除ができる。登録された情報は一般ユーザーに表示され、経路探索機能を用いて、デジタルツイン空間でフォーカス対象となる施設から周辺施設へのアクセスルートを確認できる。また、外部空間 ID データ連携機能では、人流データを利用して周辺の混雑情報をヒートマップで表示することも可能としている。人流データは外部サーバーからリアルタイムに取得し、空間 ID を用いてズームレベル（空間 ID のボクセルサイズの定義レベル。数字が大きいくほどボクセルサイズが細くなる）ごとに人流データを管理することで、描画距離が近いデータは詳細に表示し遠くのデータは簡略化して表示するようにしている。これによって同じ詳細度でデータを管理・表示する場合に比べデータ通信量を低減させることができ、ユーザーに情報を表示する際のレスポンス速度の改善を図っている。

施設プロモーションに関しては、建物内部施設表示・管理機能にて、施設内部にある共用施設の画像や説明などの情報の登録・編集・削除ができる。BIM モデルを活用することでフォーカス対象施設の外観や各階層を切り替えて表示することができ、一般ユーザーはデジタルツイン空間で施設内部の情報を確認できる。また、建築物設計情報表示機能にて、各階層の設計情報を画像として登録することも可能としており、一般ユーザーは間取りなどの情報を得られる。

マップ編集に関する機能としては、施設の管理者が都市空間や内装のシミュレーションを行うために、色彩変更機能による BIM モデルの色彩の編集や、アセット配置機能によるデジタルツイン空間へのアセットの配置ができる。また、都市設備（街灯・ベンチなど）やインテリア（テーブル・椅子・ベッドなど）をアセットとして提供することで、追加データなしに都市空間や内装への設備配置のシミュレーションを行うことができる。

解析機能は、都市計画の検討のために、POI データ、リアルタイム人流データ、気象データ、都市計画決定情報の可視化・解析ができる。GIS データ表示機能による POI データの表示、外部空間 ID データ連携機能とリアルタイムデータ表示機能による人流データ表示、空間 ID テーブル生成機能と空間 ID 解析機能による人流データ解析、静的データ表示機能による気象データの表示、および都市計画情報表示機能による都市計画決定情報の可視化・解析ができる。これらの情報を本ツール上で統合して解析し、空間ボクセルを使用することでシ

システムパフォーマンスを担保した。具体的には、各情報の登録時にデータが属する空間ボクセルを計算しておくことで解析を行う際の検索範囲に制限をかけ、全探索を行う場合に比べて計算量を削減した。また、空間解析のための機能として 2 地点間の経路解析を行い、解析結果を Shapefile 形式でエクスポートできることで外部ツールでも解析結果の利用を可能とした。

使用データは、3D 都市モデル（西新宿エリア）、空間 ID、「3D 都市モデル整備のための BIM 活用マニュアル」に従って作成した BIM モデル（IFC 形式）、西新宿のスマートポールから得られた人流データと気象データ（CSV 形式）が含まれる。なお、今回の実証実験では、京王プラザホテルの BIM モデルを作成した。具体的には、既存図面や点群取得等による内部調査を基に Autodesk Revit 上で当該建物をモデリングし、IFC 形式で書き出した。

本システムのシステムアーキテクチャは下図の通りである。

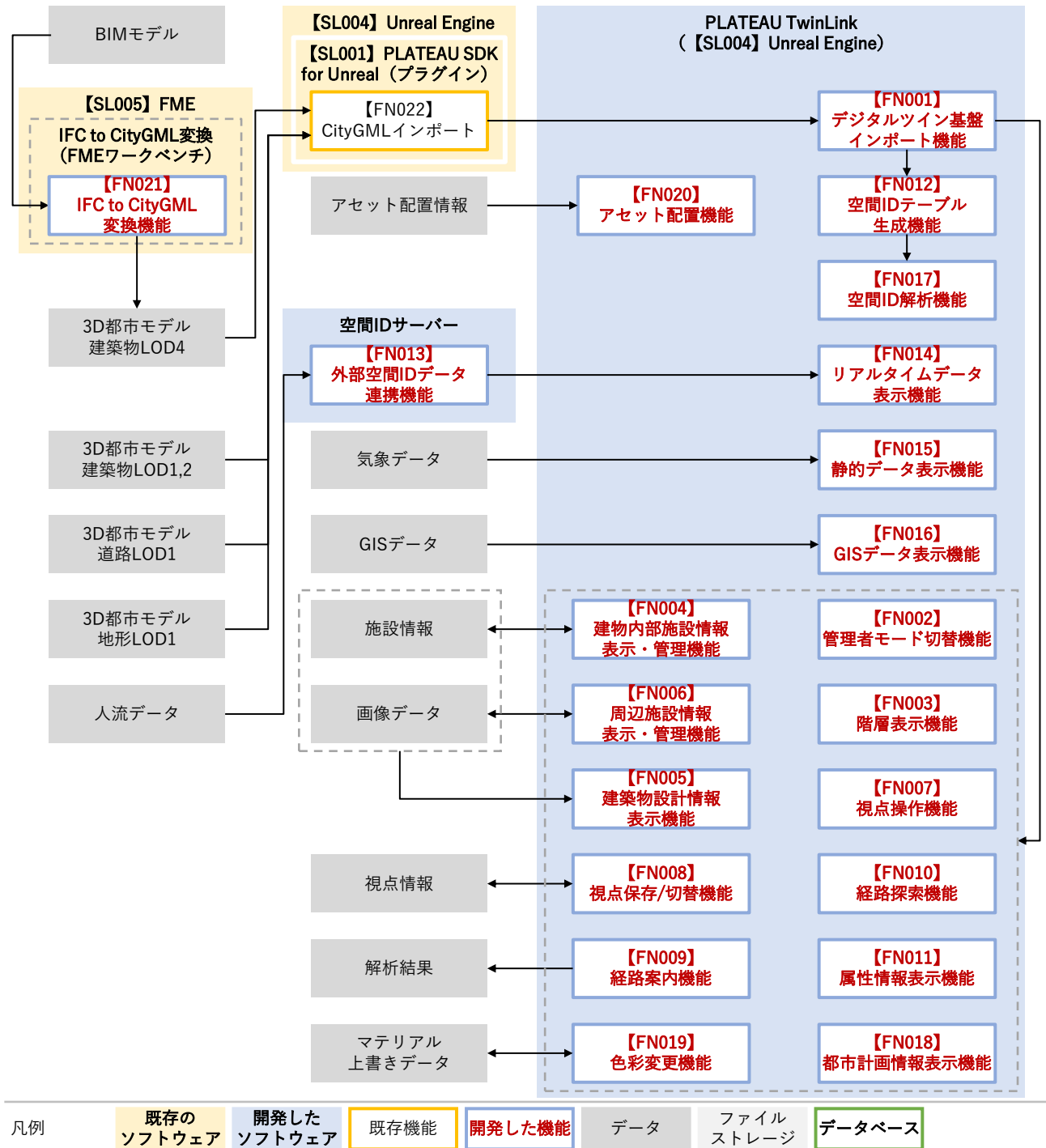
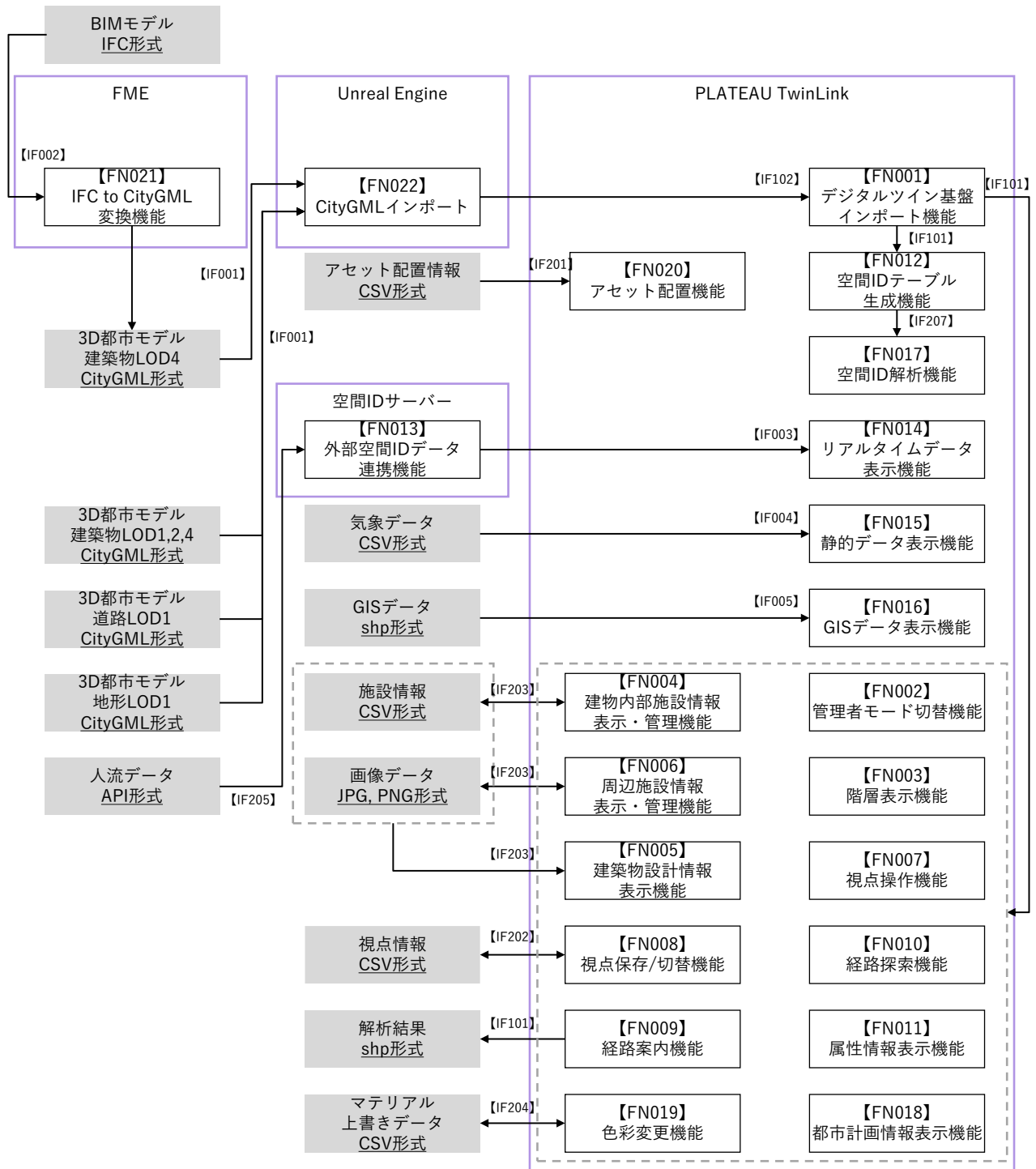


図 3-1 システムアーキテクチャ



3-1-2. データアーキテクチャ



凡例	UI入力	データ	データベース	ファイル ストレージ	ソフトウェア	データ 処理
----	------	-----	--------	---------------	--------	-----------

図 3-2 データアーキテクチャ

### 3-1-3. ハードウェアアーキテクチャ

#### 3-1-3-a. 利用したハードウェア一覧

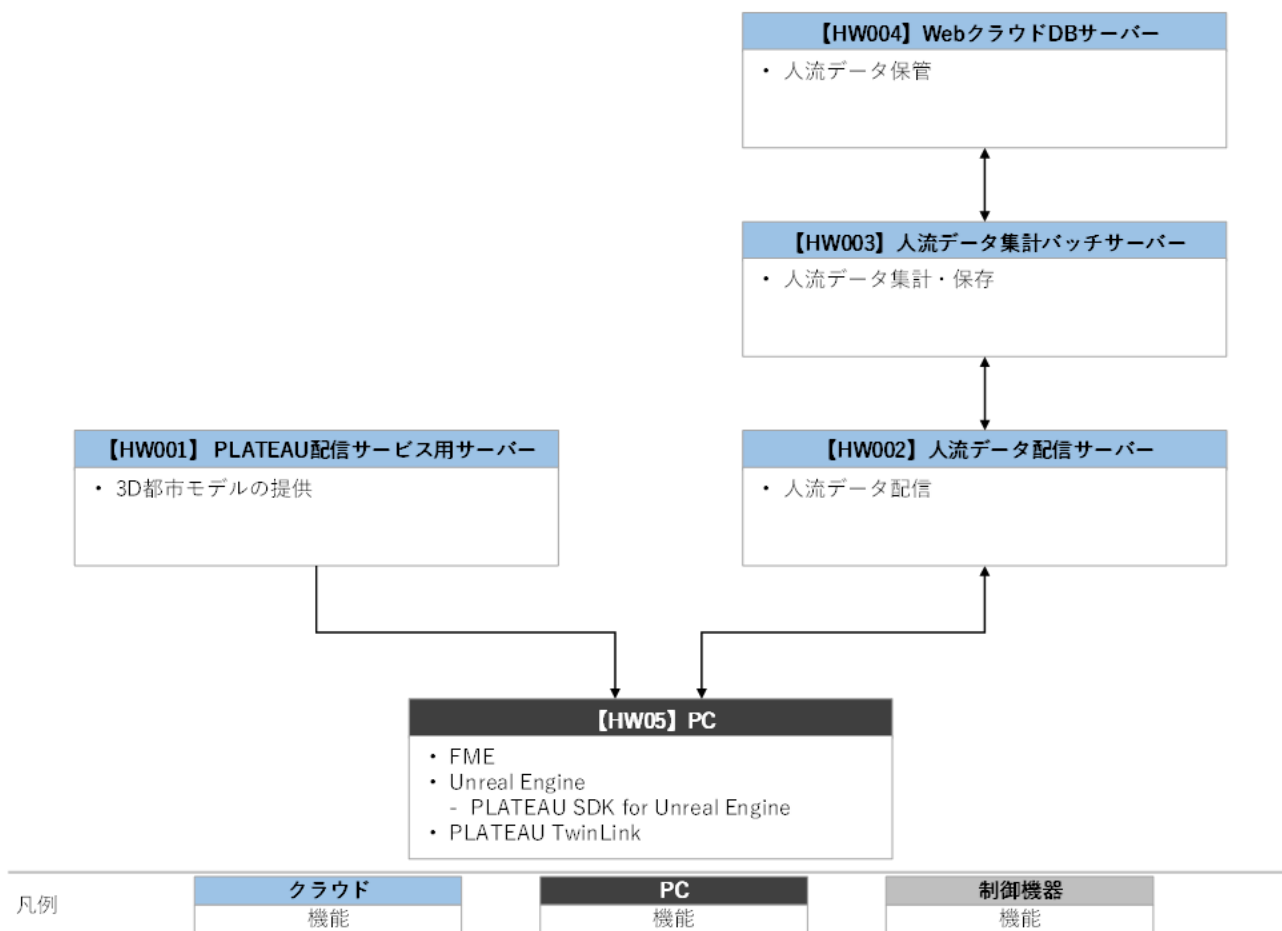


図 3-3 ハードウェアアーキテクチャ

表 3-1 利用したハードウェア一覧

ID	種別	品番	用途
HW001	PLATEAU 配信サービス用サーバー	PLATEAU SDK For Unreal を介してアクセスするためサーバー詳細は不明	PLATEAU 配信サービスを使用するため
HW002	人流データ配信サーバー	Cloud Run (Services) ※Google Cloud	人流データを配信するサーバーで使用
HW003	人流データデータ集計バッチサーバー	Cloud Run (Jobs) ※Google Cloud	人流データを集計、保存するサーバーで使用
HW004	Web クラウド DB	MongoDB Atlas	人流データを配信するサーバーでデータ保管の為に使用
HW005	PC	DELL ALIENWARE x15 R2	本ツールの使用

## 3-1-3-b. 利用したハードウェア詳細

## 1) 【HW001】 PLATEAU 配信サービス用サーバー

PLATEAU SDK For Unreal を介してアクセスするためサーバー詳細は不明

## 2) 【HW002】 Cloud Run Services (Google Cloud)

- 選定理由
  - 開発環境構築が容易であるため
  - 人流データ配信に利用するために十分なスペックであるため
- 仕様・スペック
  - Web クラウド(Google Cloud)上でコンテナイメージを実行する機能
  - Cloud Run を使用して配信サーバ(REST API)を構築
  - vcpu : 1
  - memory : 512MiB

3) 【HW003】 Cloud Run Jobs(Google Cloud)

- 選定理由
  - 開発環境構築が容易である
  - 人流データ配信に利用できるのに十分なスペックである
- 仕様・スペック
  - Web クラウド(Google Cloud)上でコンテナイメージを実行する機能
  - Cloud Run を使用してバッチ処理を構築
  - Cloud Scheduler(バッチ定期実行機能)を利用してバッチを定期実行
  - vcpu : 1
  - memory : 512MiB

4) 【HW004】 MongoDB Atlas

- 選定理由
  - 開発環境構築が容易である
  - 人流データのデータベースに十分なスペックである
- 仕様・スペック
  - MongoDB の DBaaS(DB as a Service)
  - Google Cloud 上に MongoDB Atlas をデプロイして使用
  - Cluster Tier : M10
  - vCPU : 0.5vCPUs
  - RAM : 1.7GB
  - Storage : 10GB

5) 【HW005】 PC

- 選定理由
  - ゲームエンジンの動作に十分なスペックであるため
- 仕様・スペック
  - 品番 : DELL ALIENWARE x15 R2
  - CPU : Intel Core i9-12900H 以上
  - GPU : NVIDIA GeForce RTX3080 Ti Laptop 以上
  - メモリ : 32GB 以上

## 3-2. システム機能

## 3-2-1. システム機能一覧

表 3-2 システム機能一覧

※赤文字：既存改修・新規開発

大分類	小分類	ID	機能名	機能説明
[Editor]	—	FN001	デジタルツイン基盤インポート機能	PLATEAU SDK for Unreal によって Unreal Engine にインポートされた 3D 都市モデルの見栄えの改善、最適化を行い、ツールへの組み込み、実行時のツール UI の生成を行う。
[Runtime]	共通	FN002	管理者モード切替機能	管理者モードの有効化・無効化を切り替える。
	建物ビュー	FN003	階層表示機能	LOD4 建築物モデルについて、階層を選択して表示する。
	建物ビュー	FN004	建物内部施設表示・管理機能	建物ビューで表示する施設の登録・管理・表示を行う。
	建物ビュー	FN005	建築物設計情報表示機能	LOD4 建築物の各階層での間取りを画像として設定・表示する。
	シティビュー	FN006	周辺施設情報表示・管理機能	シティビューで表示する周辺施設の登録・管理・表示を行う。
	共通	FN007	視点操作機能	ビューポートでの視点操作を行う。
	シティビュー	FN008	視点保存/切替機能	視点の位置・回転に名前を付けて保存する機能を提供する。また、保存された視点の位置・回転を適用する。
	シティビュー	FN009	経路案内機能	対象施設から周辺施設情報で選択した施設までの移動経路を表示する。
	シティビュー	FN010	経路探索機能	選択任意の地点間の移動経路を表示する。
	シティビュー	FN011	属性情報表示機能	地物の属性情報を表示する。
	シティビュー	FN012	空間 ID テーブル生成機能	オブジェクトを入力として空間 ID テーブルへの登録を行う。
	シティビュー	FN013	外部空間 ID データ連携機能	リアルタイム人流データを空間 ID データ化し、本ツールと連携する。
	シティビュー	FN014	リアルタイムデータ表示機能	空間 ID データ連携機能から取得された人流情報を表示する。

	シティビュー ー	FN015	静的データ表示機能	ファイルとして入力された気象データを表示する。
	シティビュー ー	FN016	GIS データ表示機能	ファイルとして入力された GIS データを表示する。
	シティビュー ー	FN017	空間 ID 解析機能	選択した任意の地点の空間 ID 内のデータを統合的に表示する。
	シティビュー ー	FN018	都市計画情報表示機能	経路探索・時間計測等、地理空間情報の分析・可視化・データ出力を行う。
	建物ビュー	FN019	色彩変更機能	LOD4 建築物モデルの色彩を変更する。
	シティビュー ー	FN020	アセット配置機能	プリセットとしてあらかじめ設定された植生や都市設備等のアセットを 3D 都市モデル内に配置し、位置・回転の変更、削除等編集を行う。
その他	ー	FN021	IFC to CityGML の改修変換機能	FME での IFC から CityGML に変換する。
	ー	FN022	CityGML インポート機能	CityGML をインポートする。

## 3-2-2. 利用したソフトウェア・ライブラリ

表 3-3 利用したソフトウェア・ライブラリ

ID	項目	名称	バージョン	内容
SL001	ライブラリ	PLATEAU SDK for Unreal	2.1	PLATEAU の 3D 都市モデルデータを Unreal Engine で扱うためのツールキット
SL002		3D 空間 ID 共通ライブラリ	1.0.0	位置情報と空間 ID を相互変換及び操作するためのライブラリ
SL003		shapelib	1.5	Shapefile 読み書きのためのライブラリ
SL004	ソフトウェア	Unreal Engine	5.2	Epic Games が提供するゲームエンジンで、開発ツールをプラグインとして組み込み使用する
SL005		FME Workbench	2022.2.6	Safe Software が提供するデータ変換や読み込みのためのソフトウェアで、IFC から CityGML 形式への変換に利用



### 3-2-3. 開発機能の詳細要件

#### 1) Unreal Engine Editor 機能 ※以下には新規開発機能のみ記載

##### 【FN001】 デジタルツイン基盤インポート機能

- 機能概要
  - PLATEAU SDK for Unreal によって Unreal Engine にインポートされた 3D 都市モデルの見栄えの改善、最適化を行い、ツールへの組み込み、実行時のツール UI の生成を行う機能を提供する。
  - 本ツールは Unreal Engine の Plugin として提供され、デジタルツイン基盤インポート機能は Unreal Engine のエディタ画面上で GUI 操作により利用される。
- フローチャート

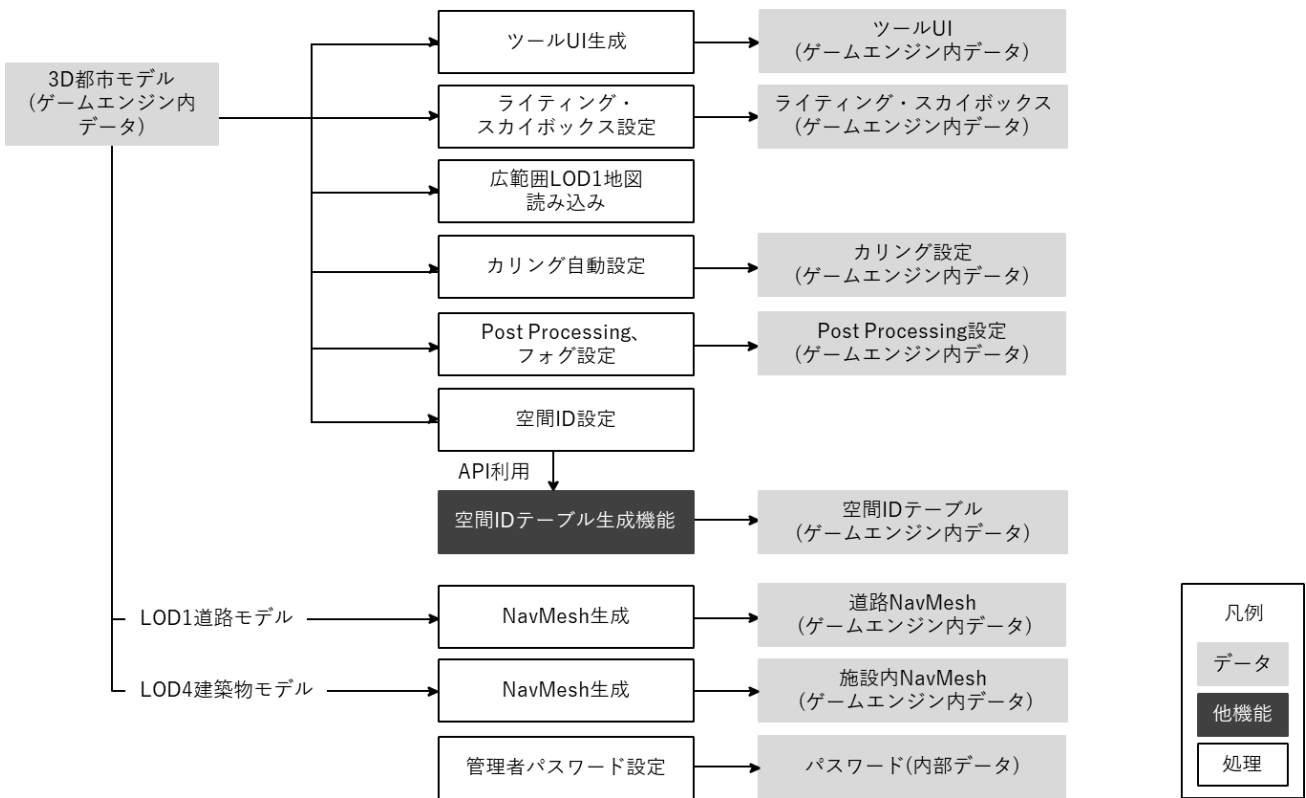


図 3-4 [Editor] デジタルツイン基盤インポート機能 処理フロー

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ PLATEAU SDK for Unreal によって Unreal Engine にインポートされた 3D 都市モデル
      - 内容
        - 建築物モデル、地形モデル、LOD1 道路モデル
      - 形式
        - CityGML 形式

- データ詳細
  - ファイル入力インターフェース【IF001】、利用した 3D 都市モデル 【DT001】、【DT008】、【DT010】、【DT014】を参照
- 出力
  - ◇ Unreal Engine のアクター
    - 内容
      - 以下のデータを Unreal Engine 内のデータとして生成する。
        - ◇ ツール UI
          - ライティング・スカイボックス
          - カリング設定 (CullDistanceVolume)
            - 遠距離では小さいオブジェクトを非表示化する。主に配置されたアセット、都市設備を対象として非表示化する。
        - ◇ Post Processing 設定
        - ◇ 空間 ID テーブル
        - ◇ NavMesh
        - ◇ パスワード
      - 形式
        - なし (ゲームエンジン内データ)
- 機能詳細
  - 処理内容
    - ◇ 描画改善
      - 3D 都市モデルのインポートは PLATEAU SDK for Unreal によって行われる。SDK のインポート処理によって CityGML がゲームエンジン内データに変換される。この際、CityGML 内にマテリアル情報 (テクスチャ等) が無い地物について、SDK 提供のデフォルトマテリアル又はユーザー定義のマテリアルで設定可能である。
      - 本機能では上記に加えてライティング・Post Processing 等 Unreal Engine でのレンダリング設定を自動的に生成し、ユーザーがワンクリックで描画の改善を行えるようにしている。
    - ◇ ツールで必要な内部データの事前生成
      - ランタイムでの動作負荷の改善のため、空間 ID テーブル、NavMesh 等のデータを事前に生成する。
    - ◇ パスワード
      - 管理者モードに切り替える際に必要となるパスワードの設定を行う。設定されたパスワードは暗号化されて保存される。
  - 利用するライブラリ
    - ◇ PLATEAU SDK for Unreal (ソフトウェア・ライブラリ 【SL001】を参照)
  - 利用するアルゴリズム
    - ◇ なし



図 3-5 [Editor] PLATEAU SDK インポート画面

### 【FN002】 管理者モード切替機能

- 機能概要
  - 管理者モードの有効化・無効化を切り替える。
- フローチャート

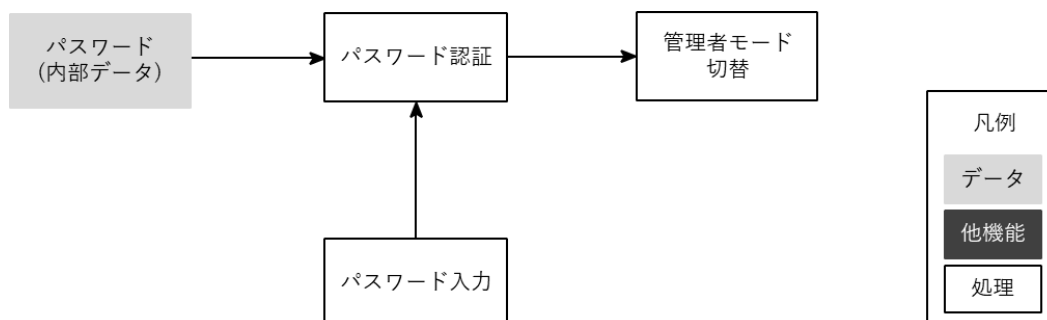


図 3-6 [Runtime] 管理者モード切替機能 処理フロー

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ なし
- 出力
  - ◇ なし
- 機能詳細
  - パスワード入力
    - ◇ 処理内容
      - 管理者パスワードを UI から入力する。入力されたパスワードの各文字は「●」で置き換えられる。
  - パスワード認証

- ◇ 処理内容
  - 事前に登録されたパスワードとの認証を行い、認証に成功した場合は管理者モードへの切り替えを行う。
- ◇ 利用するライブラリ
  - なし
- ◇ 利用するアルゴリズム
  - なし

### 【FN003】階層表示機能

- 機能概要
  - LOD4 建築物モデルについて、階層を選択して表示する機能を提供する。
  - 建築物に含まれる各階層がボタンとして表示され、ボタンから選択された階層の内装が表示される。
- フローチャート

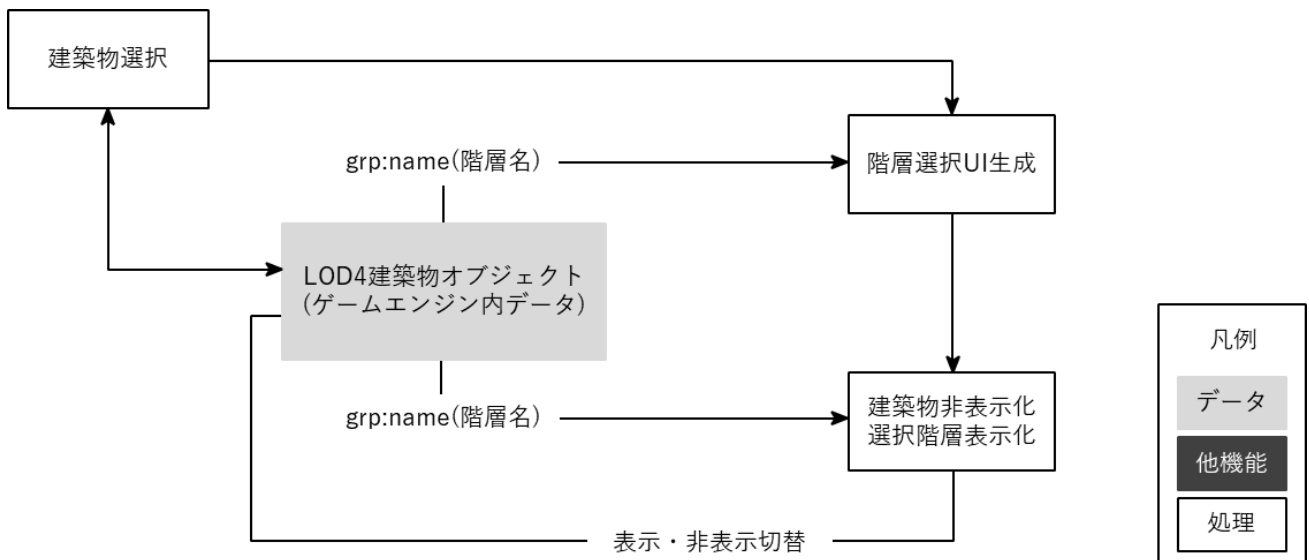


図 3-7 [Runtime] 階層表示機能 処理フロー

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ PLATEAU SDK for Unreal でインポートされた LOD4 建築物モデル
      - 内容
        - LOD4 建築物モデル
      - 形式
        - CityGML
      - データ詳細
        - ファイル入力インタフェース【IF001】を参照、利用した 3D 都市モデル【DT004】、【DT005】、【DT006】を参照

- 出力
  - ◇ なし
- 機能詳細
  - 建築物非表示化・選択階層表示化
    - ◇ 処理内容
      - UI 上で選択された階層とそれより下の階層について表示し、他の階層については非表示にする。UI から「外観」が選択された場合、階層は全て表示にした上で建築物全体を表示する。
  - 階層選択 UI 生成
    - ◇ 処理内容
      - CityGML 内の各階層地物（grp:CityObjectGroup）について、gml:name 属性の内容をリストとして表示し、高さが低い階層から順番に並べる。
    - ◇ 利用するライブラリ
      - なし
    - ◇ 利用するアルゴリズム
      - なし

【FN004】 建物内部施設表示・管理機能

● 機能概要

- 建物ビューで表示する施設の登録・管理・表示を行う

● フローチャート

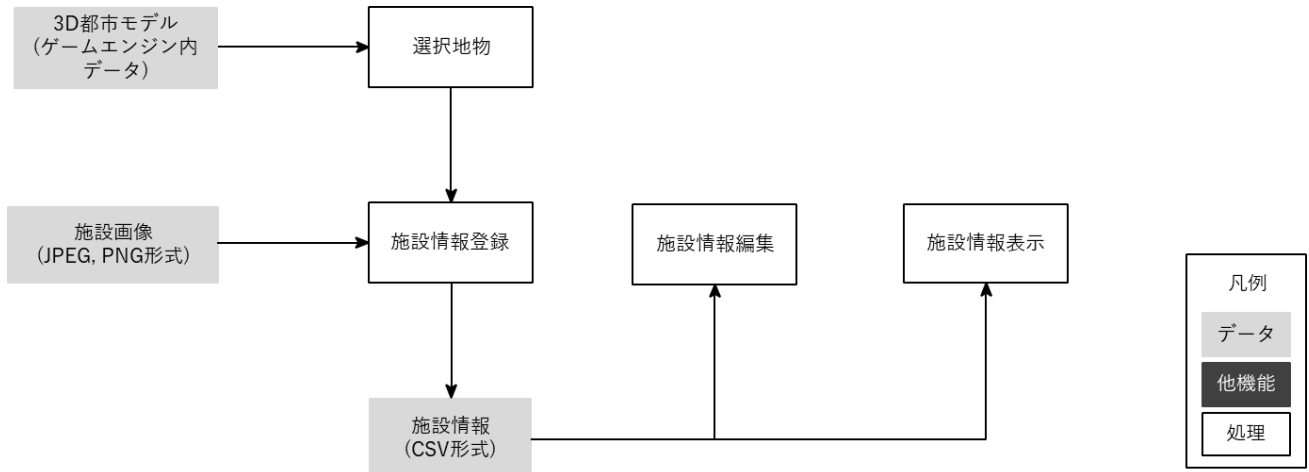


図 3-8 [Runtime] 建物内部施設表示機能 処理フロー

● データ仕様

- 入力
  - ◇ なし
- 出力
  - ◇ 建物内部施設データ
    - 内容
      - ツールを再度開いた際に変更情報を引き継ぐため、建物内施設の情報を保持する。
    - 形式
      - CSV 形式
    - データ詳細
      - 内部連携インタフェース【IF203】を参照

● 機能詳細

- 情報登録
  - ◇ 処理内容
    - 建物内の地点に対し画像・施設名・施設の説明を設定し登録する。
- 情報表示
  - ◇ 処理内容
    - 登録された各施設をリストとして表示し、リストから選択された施設の情報を表示する。
  - ◇ 利用するライブラリ

- なし
- ◇ 利用するアルゴリズム
  - なし

**【FN005】 建築物設計情報表示機能**

- 機能概要
  - LOD4 建築物の各階層に対し間取りなどの画像を設定し、ツール UI 上で表示する。
- フローチャート

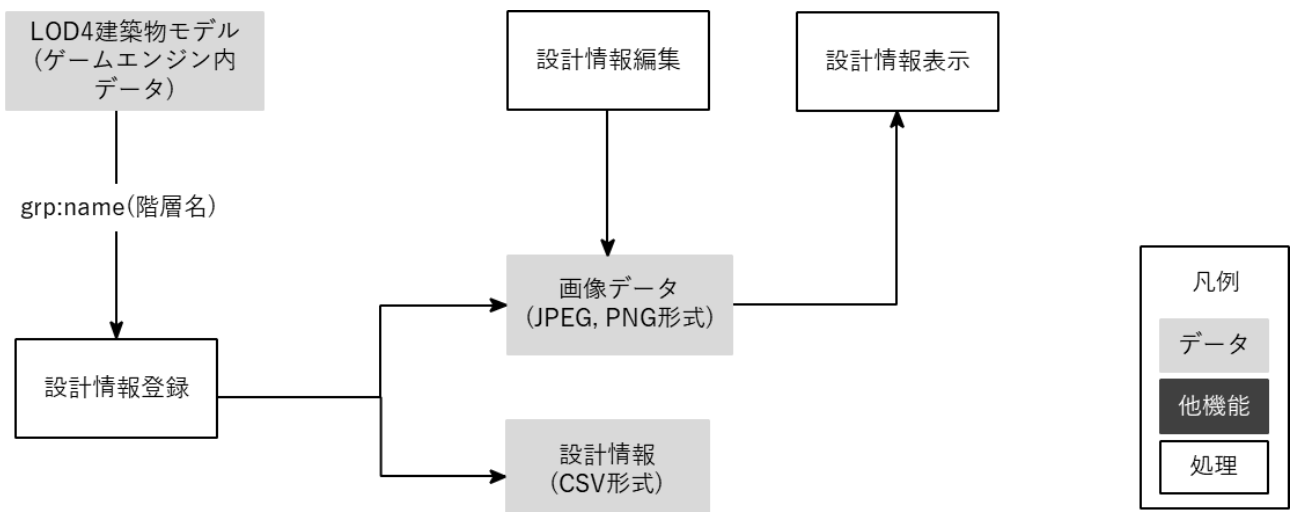


図 3-9 [Runtime] 設計情報表示機能 処理フロー

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ なし
  - 出力
    - ◇ 施設設計情報
      - 内容
        - 間取りなど設計情報として登録する情報
      - 形式
        - CSV 形式
      - データ詳細
        - 内部連携インターフェース【IF208】を参照
- 機能詳細
  - 設計情報表示
    - ◇ 処理内容
      - 登録された画像をツール UI 上に表示する。
    - ◇ 利用するライブラリ



- なし
- ◇ 利用するアルゴリズム
- なし

**【FN006】 施設情報表示・管理機能**

● 機能概要

- シティビューで表示する周辺施設の登録・管理・表示を行う。観光拠点や交通施設など、各施設はカテゴリー別に整理される。

● フローチャート

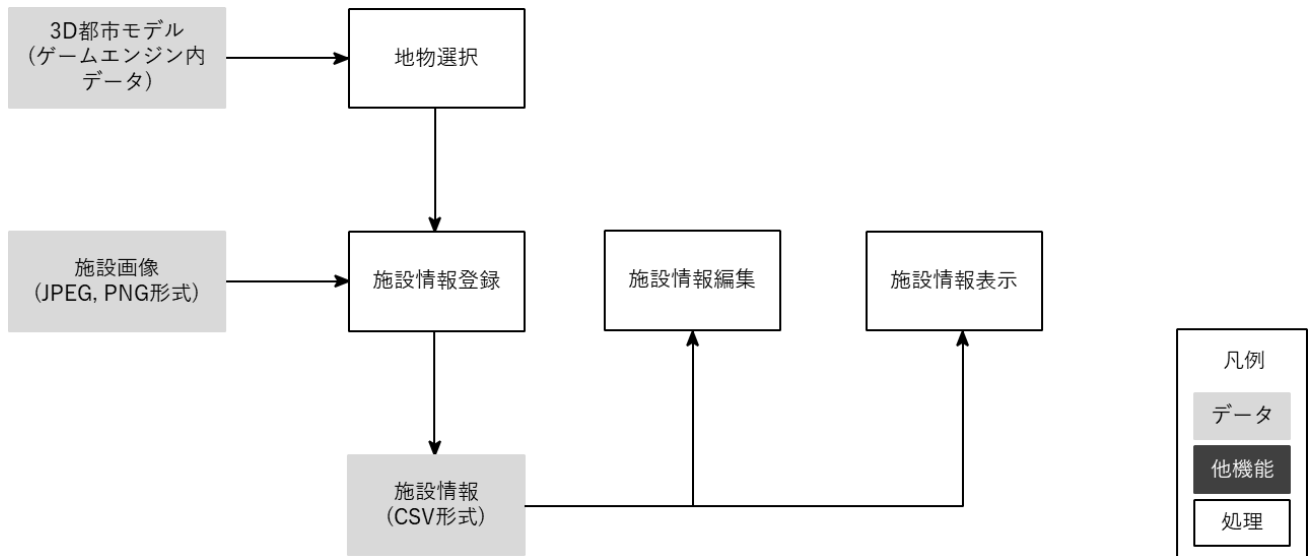


図 3-10 [Runtime] 周辺施設情報表示・管理 処理フロー

● データ仕様

- 入力
  - ◇ なし
- 出力
  - ◇ 周辺施設データ
    - 内容
      - ツールを再度開いた際に変更情報を引き継ぐため、周辺施設の情報を保持する。
    - 形式
      - CSV 形式
    - データ詳細
      - 内部連携インターフェース **【IF203】** を参照

● 機能詳細

- 施設情報登録・編集
  - ◇ 処理内容
    - 選択された周辺の建物に対し画像・施設名・施設説明を設定し登録・編集する。

- 施設情報表示
  - ◇ 処理内容
    - 登録された各施設をリストとして表示し、リストから選択された施設の情報を表示する。
  - ◇ 利用するライブラリ
    - なし
  - ◇ 利用するアルゴリズム
    - なし

#### 【FN007】 視点操作機能

- 機能概要
  - ビューポートでの視点操作を行う機能を提供する。
- データ仕様
  - 入力
    - ◇ なし
  - 入力
    - ◇ なし
- 機能詳細
  - 視点操作
    - ◇ 処理内容
      - 視点操作は以下の方法で行う。
        - マウスの右ボタンを押しながらドラッグで視点回転
        - マウスの左ボタンを押しながらドラッグで視点の水平方向の移動
        - マウスホイールの前後操作で前後方向の移動
        - WASD キーで視点の水平方向の移動
        - Shift キー、Space キーで視点の上下方向の移動
    - ◇ 利用するアルゴリズム
      - 視点操作（アルゴリズム【AL001】を参照）
  - 視点自動回転
    - ◇ 処理内容
      - 一定時間放置されている場合又は手動で自動回転モードに切り替えられた場合、視点位置をカメラの注視点を中心として回転させる。
    - ◇ 利用するライブラリ
      - なし
    - ◇ 利用するアルゴリズム
      - 視点操作（アルゴリズム【AL001】を参照）

**【FN008】 視点保存/切替機能**

● 機能概要

- 移動・回転した視点位置に対し名前を付けて保存する機能を提供する。また、視点をシームレスに切り替える機能を提供する。

● フローチャート

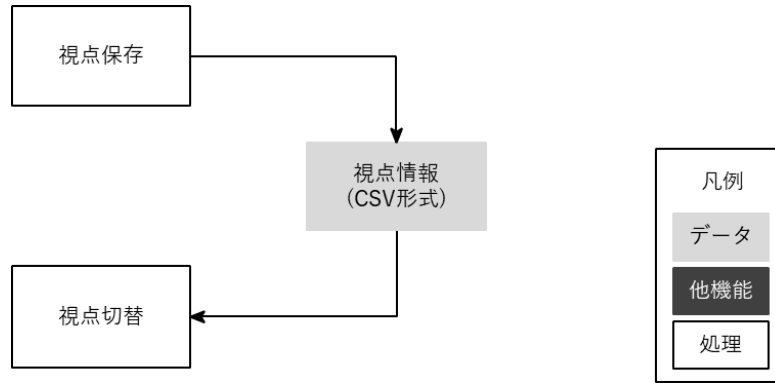


図 3-11 [Runtime] 視点保存/切替機能 処理フロー

● データ仕様

- 入力
  - ◇ なし
- 出力
  - ◇ 視点情報
    - 内容
      - 3D ビュー上での視点情報を保持する。
    - 形式
      - CSV 形式
    - データ詳細
      - 内部連携インターフェース【IF202】を参照

● 機能詳細

- 視点保存
  - ◇ 処理内容
    - 現在の 3D ビュー上での視点位置・回転を CSV 形式で保存する。
- 視点切り替え
  - ◇ 処理内容
    - 保存された視点位置・回転を 3D ビューに適用する。
  - ◇ 利用するライブラリ
    - なし
  - ◇ 利用するアルゴリズム
    - なし

【FN009】経路案内機能

- 機能概要
  - 周辺施設情報で選択した施設を目的地として設定でき、そこまでの移動経路が表示される。
  - その際、BIM モデルを有する建物内と街路が 3D でシームレスに再現される。
- フローチャート

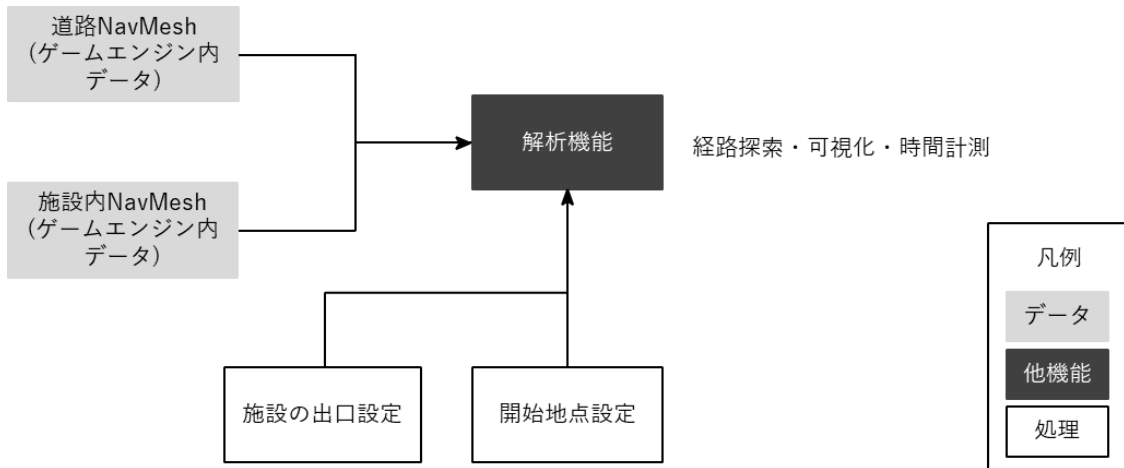


図 3-12 [Runtime] 経路案内機能 処理フロー

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ PLATEAU SDK for Unreal でインポートされた LOD4 建築物モデル
      - 内容
        - LOD4 建築物モデル
      - 形式
        - CityGML
      - データ詳細
        - ファイル入力インタフェース【IF001】、利用した 3D 都市モデル【DT013】を参照
  - 出力
    - ◇ なし
- 機能詳細
  - 施設の出口設定
    - ◇ 処理内容
      - 各建物の出入口の位置を 3D ビュー上で設定する。
      - 出口間をつなぐようにフォーカス対象建築物から周辺施設までの経路が 3D ビュー上で可視化される。
    - ◇ 利用するライブラリ
      - なし
    - ◇ 利用するアルゴリズム
      - 経路探索（アルゴリズム【AL002】を参照）

### 【FN010】経路探索機能

- 機能概要
  - 選択任意の地点間の移動経路を表示する。
- フローチャート

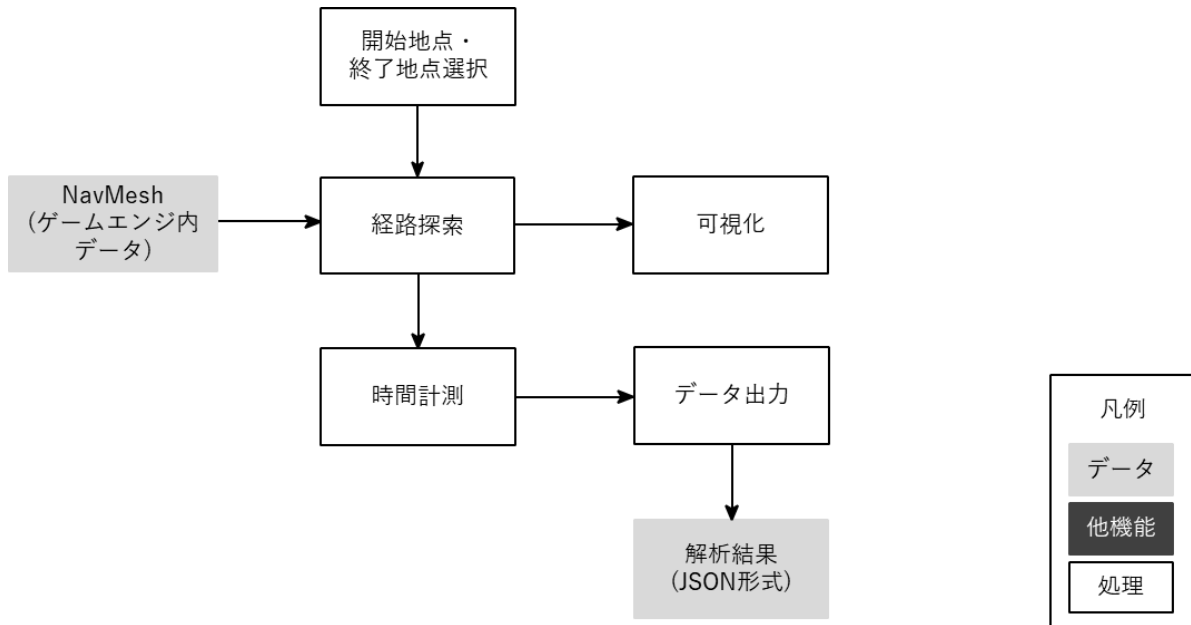


図 3-13 [Runtime] 経路探索機能 処理フロー

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ NavMesh (ゲームエンジン内データ)
      - 内容
        - LOD1 道路モデルから生成された通行可能エリアの情報
      - 形式
        - なし (ゲームエンジン内データ)
      - データ詳細
        - ファイル入力インタフェース【IF001】、利用した 3D 都市モデル【DT013】を参照
  - 出力
    - ◇ 解析結果データ (経路情報)
      - 内容
        - 経路探索結果の経路情報・移動時間
      - 形式
        - Shapefile
      - データ詳細
        - ファイル出力インタフェース【IF101】を参照

- 機能詳細

- 経路探索

- ◇ 処理内容

- 指定された開始地点・終了地点と NavMesh を入力として Unreal Engine の API を呼び出し地点間の経路探索を行う。

- ◇ 利用するアルゴリズム

- 経路探索（アルゴリズム【AL002】を参照）

- 時間計測

- ◇ 処理内容

- 経路探索の結果から地点間の距離を算出し、距離から車・歩行での移動時間を計算する。

- ◇ 利用するアルゴリズム

- 所要時間算出（アルゴリズム【AL003】を参照）

- データ出力

- ◇ 処理内容

- 移動経路と時間・距離を Shapefile 形式で出力する。

- ◇ 利用するライブラリ

- Shapelib（ソフトウェア・ライブラリ【SL003】を参照）

- ◇ 利用するアルゴリズム

- なし

### 【FN011】属性情報表示機能

- 機能概要

- 地物の属性情報を表示する機能を提供する。

- フローチャート

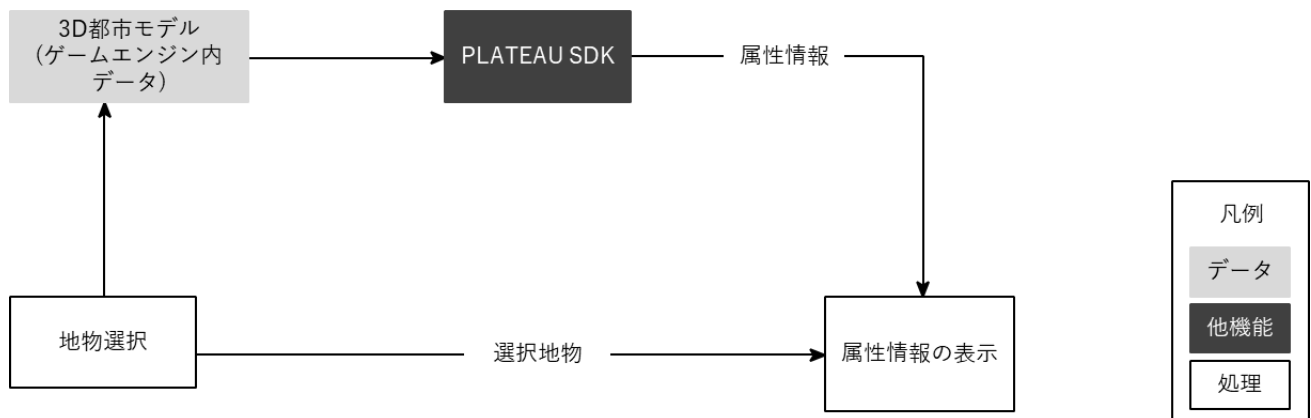


図 3-14 [Runtime] 属性情報表示機能 処理フロー

- データ仕様



- 入力
  - ◇ PLATEAU SDK for Unreal でインポートされた LOD4 建築物モデル
    - 内容
      - LOD4 建築物モデル
    - 形式
      - CityGML
    - データ詳細
      - ファイル入力インタフェース【IF001】、利用した 3D 都市モデル【DT002】、【DT003】、【DT009】、【DT010】、【DT011】、【DT012】を参照
  - 出力
    - ◇ なし
- 機能詳細
  - 属性情報表示
    - ◇ 処理内容
      - クリックによって地物を選択し、選択された地物の属性情報をオーバーレイで表示する。
      - 選択された地物はハイライト表示される。
    - ◇ 利用するライブラリ
      - なし
    - ◇ 利用するアルゴリズム
      - なし

### 【FN012】 空間 ID テーブル生成機能

#### ● 機能概要

- PLATEAU SDK for Unreal によってインポートされた地物など、3D ビュー上に存在する全てのオブジェクトを入力として空間 ID テーブルに登録する API、空間 ID を入力としてオブジェクトを検索する API を提供する。
- 本機能は【FN017】空間 ID 解析機能において、空間 ID に属する地物を高速に検索するために利用されることを想定する。

#### ● フローチャート

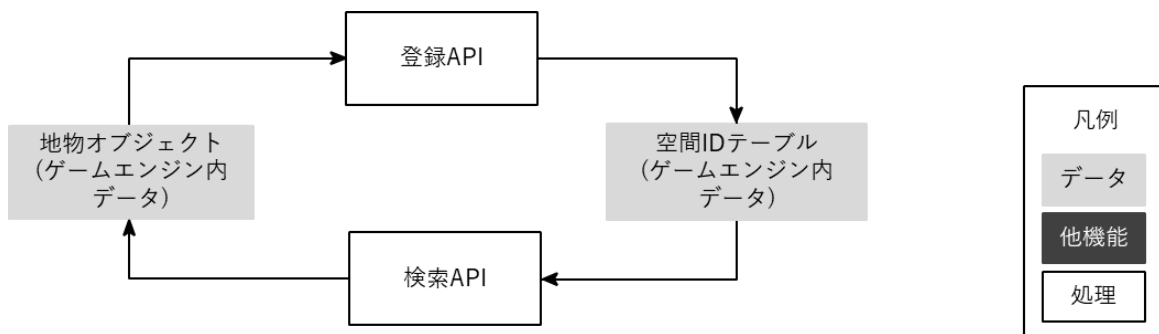


図 3-15 [Runtime] 空間 ID テーブル生成機能 処理フロー

#### ● データ仕様

##### ➤ 入力

- ◇ Unreal Engine 内での形状データを持つオブジェクト
  - 内容
    - Unreal Engine 内での形状データを持つオブジェクト
  - 形式
    - なし (ゲームエンジンの内部データ)

##### ➤ 出力

- ◇ 空間 ID からオブジェクトへの参照を保持する空間 ID テーブル
  - 内容
    - 空間 ID からオブジェクトへの参照を保持する空間 ID テーブル(内部連携インターフェース【IF207】を参照)

#### ● 機能詳細

##### ➤ 処理内容

- ◇ 登録 API : Unreal Engine での地物オブジェクトを入力として、空間 ID テーブルにオブジェクトの登録を行う。
- ◇ 検索 API : 空間 ID を入力として、それを含む地含まれる物オブジェクトの検索を行う。
- ◇ 利用するライブラリ
  - ◇ なし

- 利用するアルゴリズム
  - ✧ ハッシュ化八分木 (Hashed-Octree) (アルゴリズム【AL004】を参照)

**【FN013】 外部空間 ID データ連携機能**

- 機能概要
  - リアルタイム人流データを取得し、空間 ID ごとに人流データのセグメンテーションを行う。
  - 人流データに対して、空間 ID ごとの人流密度を計算し、計算結果を空間 ID にひもづく人流密度データとして出力を行う。
  - 人流データは空間 ID データサーバーから取得し、変換した人流データを保存する。
- フローチャート

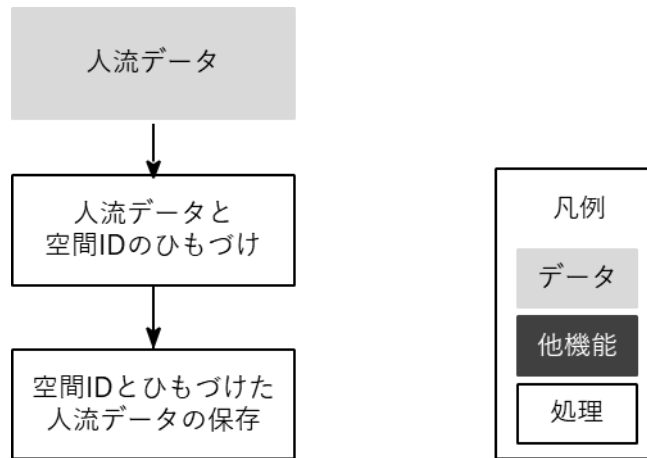


図 3-16 [Runtime] 人流データ登録

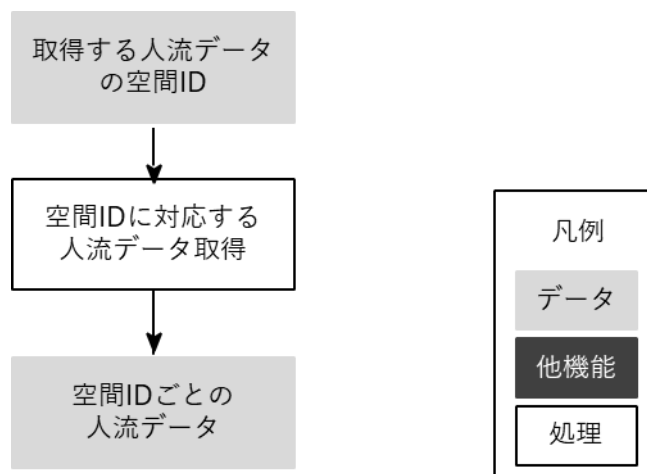


図 3-17 [Runtime] 人流データ取得

- データ仕様
  - 入力

- ◇ 人流データ
  - 内容
    - 1 時間ごとの人流データ
  - 形式
    - CSV 形式
  - データ詳細
    - ファイル入力インタフェース【IF003】を参照
- ◇ 取得する人流データの空間 ID
  - 内容
    - 取得する人流データの対象空間 ID と対象時間
  - 形式
    - HTTP リクエスト (GET パラメータ)
  - データ詳細
    - 内部連携インタフェース【IF205】を参照
- 出力
  - ◇ 空間 ID とひもづけた人流データの保存
    - 内容
      - 空間 ID とひもづけた人流データ
    - 形式
      - DB に格納
    - データ詳細
      - 内部連携インタフェース【IF206】を参照
  - ◇ 空間 ID ごとの人流データ
    - 内容
      - 時間単位で取得した空間 ID ごとの人流データ
    - 形式
      - JSON 形式
    - データ詳細
      - 内部連携インタフェース【IF205】を参照
- 機能詳細
  - 人流データと空間 ID のひもづけ
    - ◇ 処理内容
      - 取得した人流データのカメラ位置から対応する空間 ID を取得する
      - 取得した空間 ID と人流データをひもづけする
      - カメラ位置に存在しない空間 ID の人流データを補完する
    - ◇ 利用するライブラリ
      - 3D 空間 ID 共通ライブラリ (ソフトウェア・ライブラリ【SL002】を参照)

- ◇ 利用するアルゴリズム
  - なし
- 空間 ID に対応する人流データ取得
  - ◇ 処理内容
    - DB から空間 ID に対応する人流データを取得する
  - ◇ 利用するライブラリ
    - 3D 空間 ID 共通ライブラリ (ソフトウェア・ライブラリ【SL002】を参照)
  - ◇ 利用するアルゴリズム
    - なし

【FN014】リアルタイムデータ表示機能

- 機能概要
  - 空間 ID データ連携機能から取得されたリアルタイム人流データをヒートマップとして可視化する。
- フローチャート

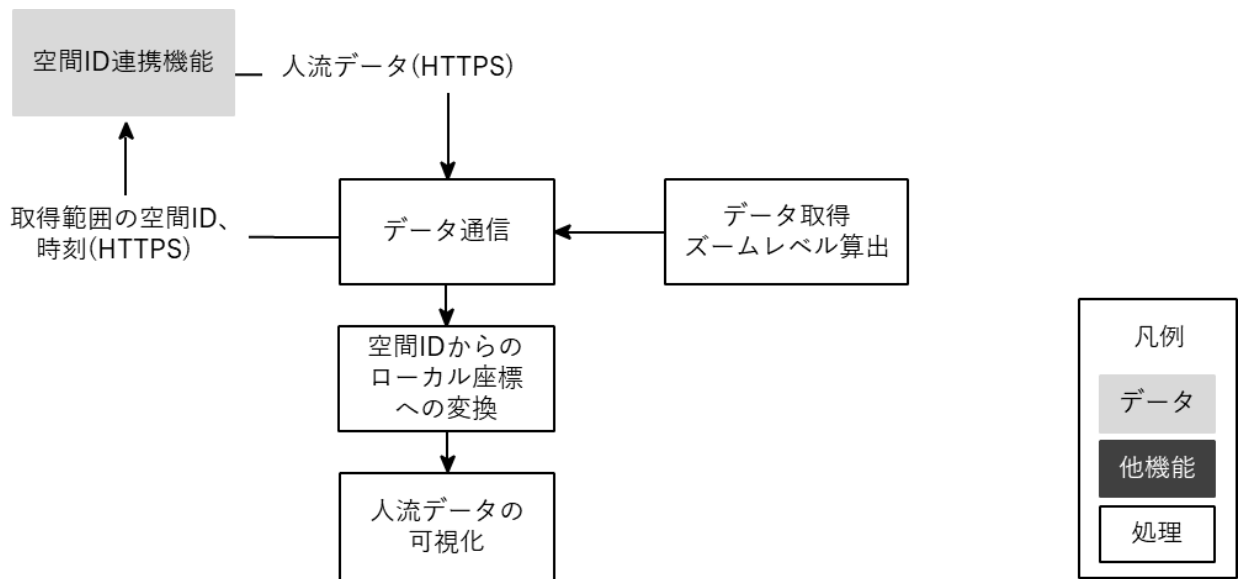


図 3-18 [Runtime] リアルタイムデータ表示機能 処理フロー

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ 人流データ取得 API
      - 内容
        - 各空間 ID における人流値のデータ
      - 形式
        - HTTPS
      - データ詳細

- 内部連携インターフェース【IF205】を参照
- 出力
  - ◇ なし
- 機能詳細
  - データ取得範囲・ズームレベル算出
    - ◇ 処理内容
      - 空間 ID サーバーと通信し、視界内の空間 ID のリストを送り、それに対応する人流データを取得する。
  - データ通信
    - ◇ 処理内容
      - 3D ビュー上でのカメラの位置・回転から必要な人流データの空間 ID を取得する。
      - 空間 ID のズームレベルはカメラからの距離が遠いほど下げることで取得数を削減する。
  - 空間 ID からローカル座標への変換
    - ◇ 処理内容
      - 空間 ID ライブラリのロジックと同一なものを Unreal Engine 上で実装し、空間 ID から 3D 都市モデルが描画されているローカル空間座標への変換を行う
    - ◇ 利用するライブラリ
      - PLATEAU SDK for Unreal (ソフトウェア・ライブラリ【SL001】を参照)
    - ◇ 利用するアルゴリズム
      - 座標変換 (アルゴリズム【AL005】を参照)



### 【FN015】 静的データ表示機能

- 機能概要
  - ファイルとして入力された気象データを表示する。
- フローチャート

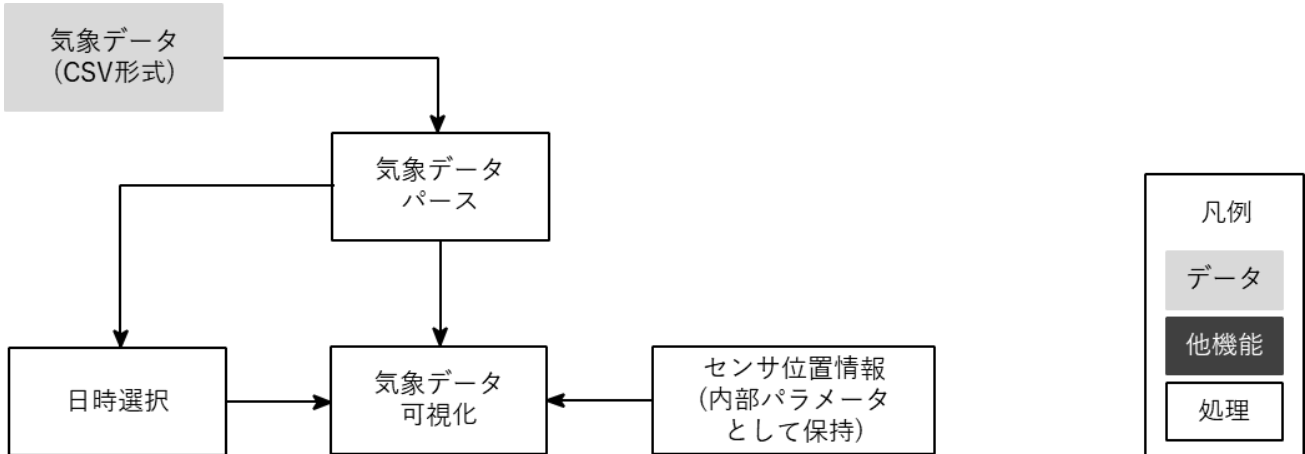


図 3-19 [Runtime] 静的データ表示機能 処理フロー

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ 気象データ
      - 内容
        - 新宿区のスマートポールデータ
      - 形式
        - CSV
      - データ詳細
        - ファイル入力インタフェース【IF004】を参照
- 機能詳細
  - 気象データパース
    - ◇ 処理内容
      - CSV形式の気象データをパースし、各センサーの各時刻におけるデータを取得する。
  - 気象データ可視化
    - ◇ 処理内容
      - 取得された気象データと内部保持される各センサーの位置情報をもとにして気象データを3Dビュー上に可視化する。
    - ◇ 利用するライブラリ
      - PLATEAU SDK for Unreal (ソフトウェア・ライブラリ【SL001】を参照)
    - ◇ 利用するアルゴリズム
      - 座標変換 (アルゴリズム【AL005】を参照)

【FN016】 GIS データ表示機能

- 機能概要
  - GIS データを表示する
- フローチャート

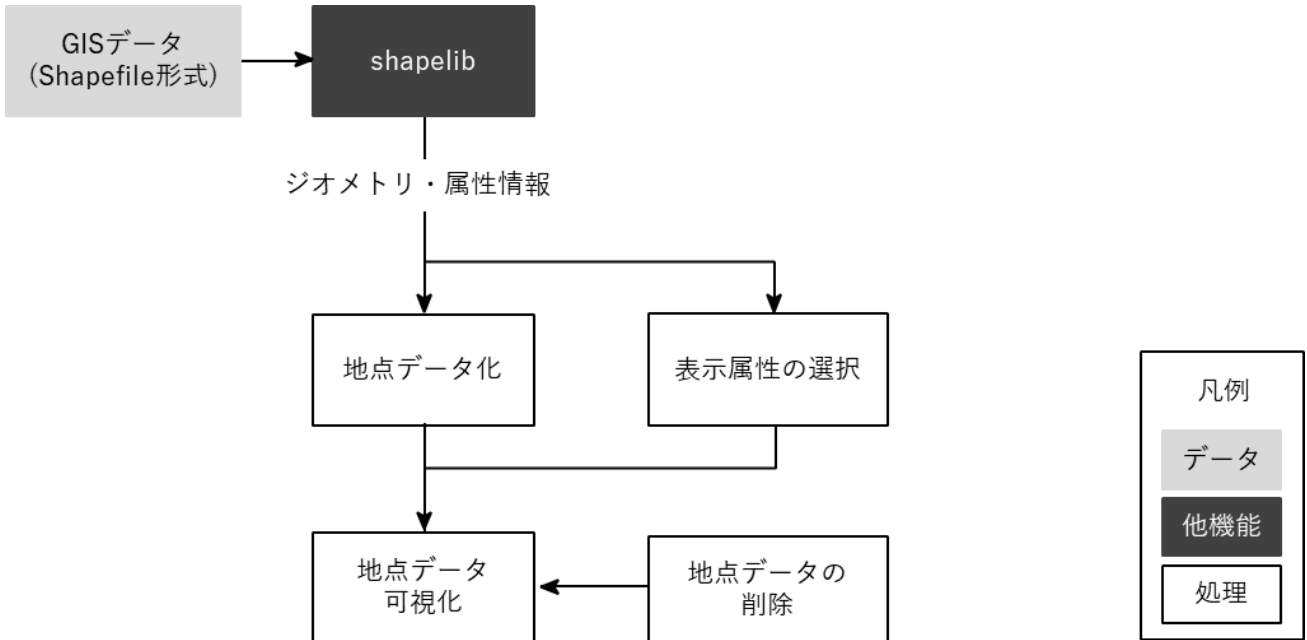


図 3-20 [Runtime] GIS データ表示機能 処理フロー

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ POI データ
      - 内容
        - Point 形式の Shapefile データ。主に国土数値情報の施設データを対象とする。
      - 形式
        - Shapefile
      - データ詳細
        - ファイル入力インターフェース【IF005】を参照
    - 出力
      - ◇ なし
  - 機能詳細
    - 地点データ化
      - ◇ 処理内容
        - GIS データは以下の国土数値情報のポイントデータを入力対象とするが、Shapefile を入力対象とすることで汎用的にポイントデータを入力できるように設計する。
        - 公共施設データ [https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/jpgis/datalist/KsjTmplt-P02-v2\\_0.html](https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/jpgis/datalist/KsjTmplt-P02-v2_0.html)

- 集客施設データ <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-P33.html>
- 表示属性の選択
  - ◇ 処理内容
    - Shapefile に定義された各フィールドとそれぞれの値のサンプルの一覧を表示し、ユーザーが 3D ビュー上に可視化したい属性情報（施設等の名称）を選択する。
- 地点データ可視化
  - ◇ 処理内容
    - Shapefile の各ポイントデータを 3D ビュー上に可視化する。
  - ◇ 利用するライブラリ
    - PLATEAU SDK for Unreal（ソフトウェア・ライブラリ【SL001】を参照）
    - Shapelib（ソフトウェア・ライブラリ【SL003】を参照）
  - ◇ 利用するアルゴリズム
    - 座標変換（アルゴリズム【AL005】を参照）

【FN017】 空間 ID 解析機能

- 機能概要
  - 選択した任意の地点の空間 ID 内のデータを統合的に表示する機能を提供する。
- フローチャート

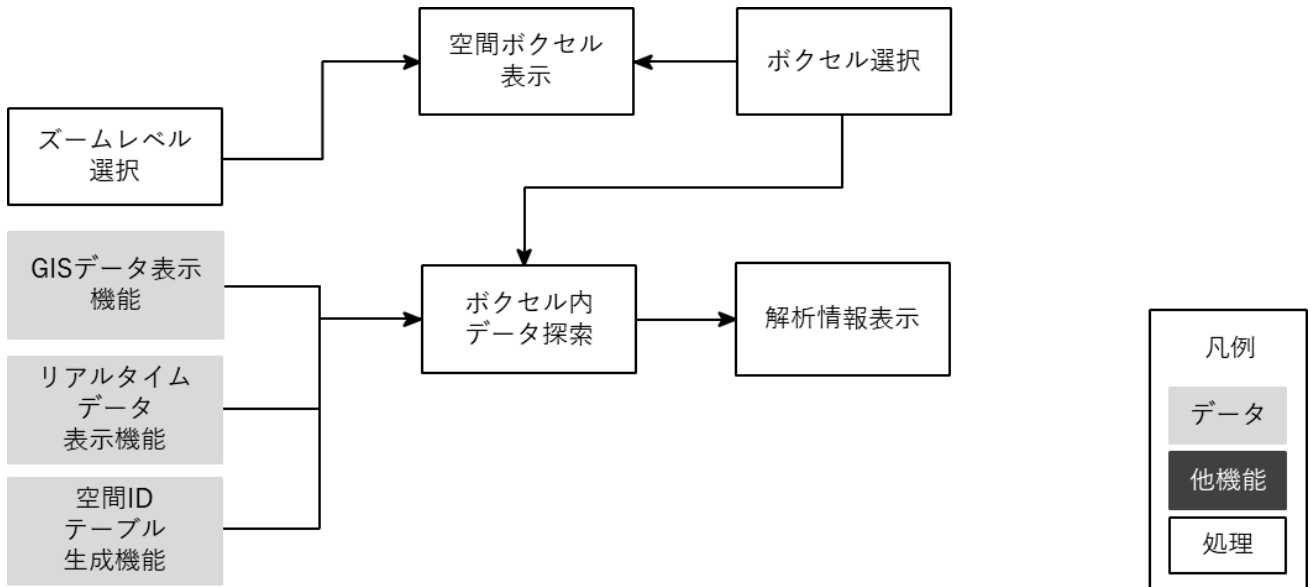


図 3-21 [Runtime] 空間 ID 表示機能 処理フロー

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ PLATEAU SDK for Unreal でインポートされた都市計画決定情報モデル
      - 内容
        - 都市計画決定情報モデル
      - 形式
        - CityGML
  - 出力
    - ◇ なし
- 機能詳細
  - 空間 ID 解析
    - ◇ 処理内容
      - GIS データの地点情報、人流情報、3D 都市モデルの建築物を取得し、選択された空間ボクセル内の施設数、通行人数、建築物数を表示する。
    - ◇ 利用するライブラリ
      - なし
    - ◇ 利用するアルゴリズム
      - なし

【FN018】 都市計画情報表示機能

- 機能概要
  - 経路探索・時間計測等、地理空間情報の分析・可視化・データ出力を行う機能を提供する。
- フローチャート

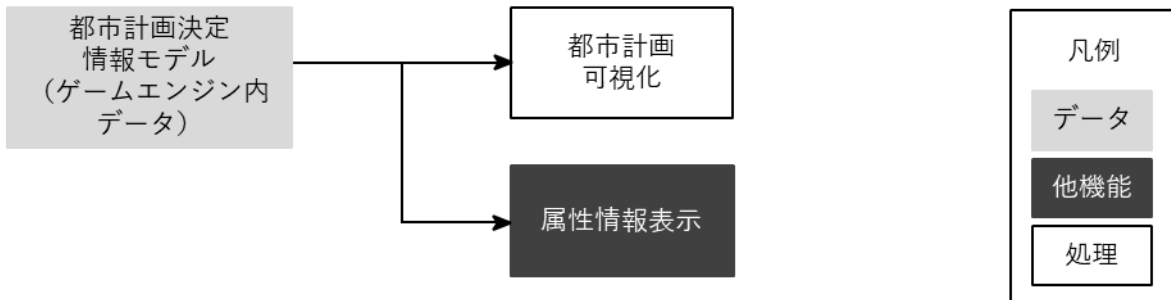


図 3-22 [Runtime] 都市計画情報表示機能 処理フロー

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ 空間 ID テーブル
      - 内容
        - 空間 ID からオブジェクトへの参照を保持する空間 ID テーブル
      - 形式
        - なし (ゲームエンジンの内部データ)
      - データ詳細
        - 内部連携インターフェース【IF207】を参照
  - 出力
    - ◇ なし
- 機能詳細
  - 都市計画決定情報の可視化
    - ◇ 処理内容
      - urf:function を取得し、各都市計画決定情報を用途別に色分けする。
      - urf:floorAreaRate を取得し、可視化されるエフェクトの高さによって容積率を視覚的に表示する。
    - ◇ 利用するライブラリ
      - なし
    - ◇ 利用するアルゴリズム
      - 都市計画決定情報の可視化 (アルゴリズム【AL006】を参照)

**【FN019】 色彩変更機能**

- 機能概要
  - LOD4 建築物モデルの色彩を変更する機能を提供する。
- フローチャート

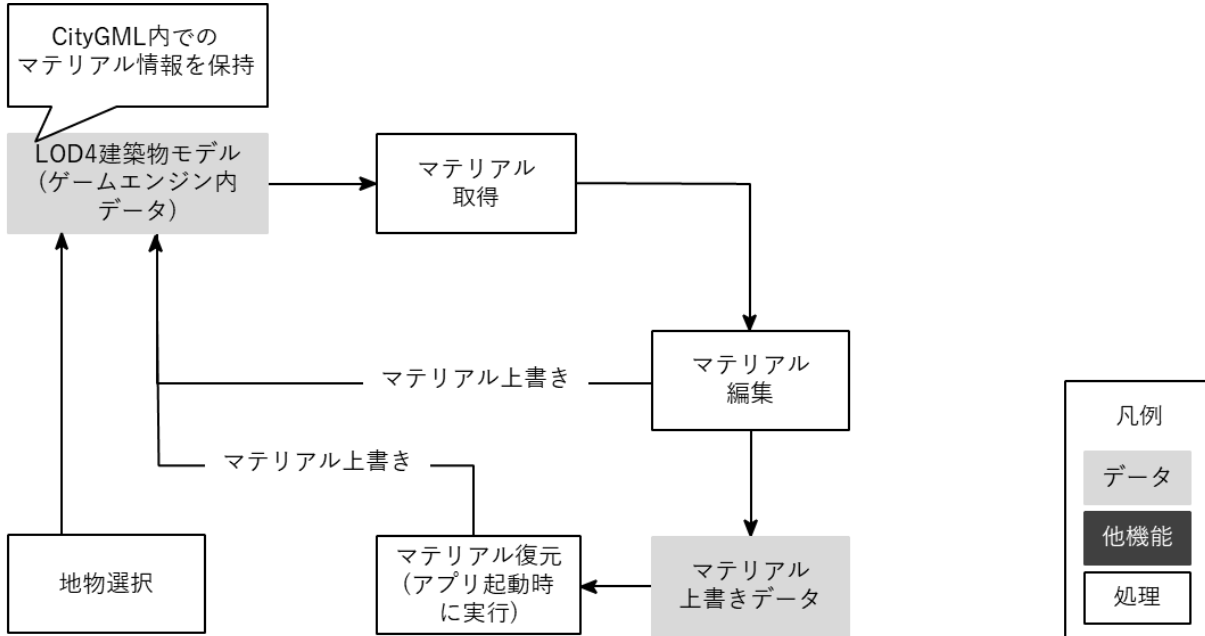


図 3-23 [Runtime] 色彩変更機能 処理フロー

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ PLATEAU SDK for Unreal でインポートされた LOD4 建築物モデル
      - 内容
        - PLATEAU SDK for Unreal でインポートされた LOD4 建築物モデル
      - 形式
        - CityGML 形式
      - データ詳細
        - ファイル入力インターフェース【IF001】を参照
  - 出力
    - ◇ マテリアル上書きデータ
      - 内容
        - ツールを再度開いた際に変更情報を引き継ぐため、マテリアルの上書き情報を保持する。
      - 形式
        - CSV 形式
      - データ詳細
        - 内部連携インターフェース【IF204】を参照

- 機能詳細

- マテリアル取得

- ◇ 処理内容

- LOD4 建築物モデルに設定されているマテリアルを取得する。IFCtoCityGML コンバータによって IFC のマテリアルが CityGML に引き継がれ、PLATEAU SDK for Unreal での Unreal Engine 内データへの変換で CityGML のマテリアルが引き継がれるための IFC データに登録されているマテリアルをそのまま取得できる。

- マテリアル編集・復元

- ◇ 処理内容

- マテリアルの拡散反射率・鏡面反射率等のパラメータを編集する。編集情報は CSV 形式で保持されるため、ツールを開きなおした際にも引き継がれるようになっている。

- ◇ 利用するライブラリ

- なし

- ◇ 利用するアルゴリズム

- なし

### 【FN020】アセット配置機能

- 機能概要

- プリセットとしてあらかじめ設定された植生や都市設備等のアセットを 3D 都市モデル内に配置し、位置・回転の変更、削除等編集を行う機能を提供する。
  - プリセットとして利用されるアセットは、新規に作成又は既存の PLATEAU データに含まれる地物を利用する。

- フローチャート

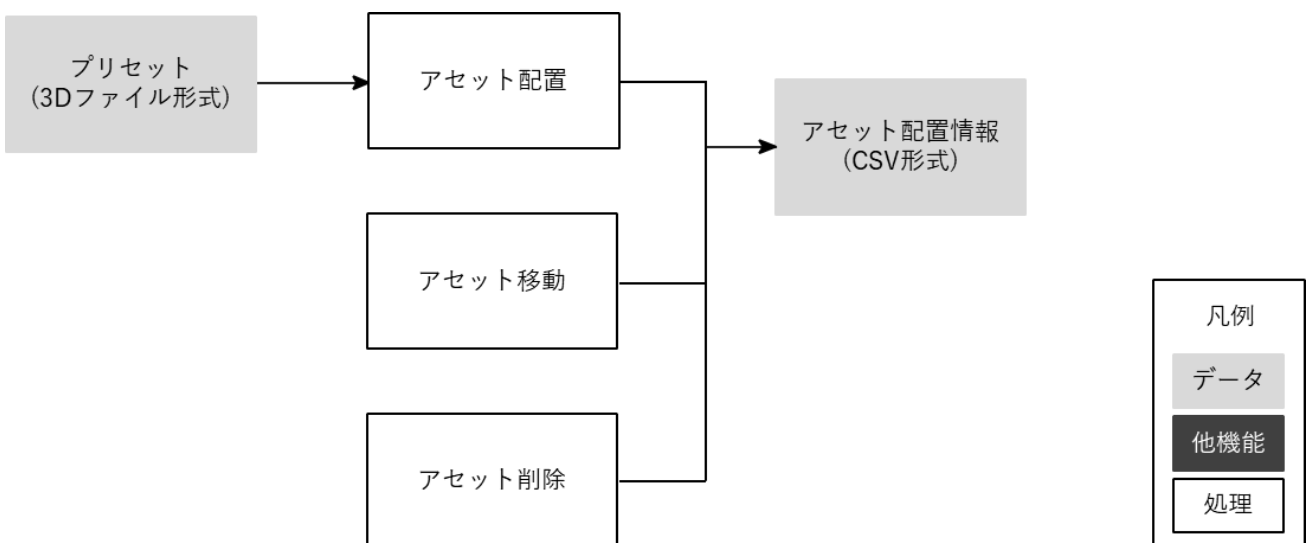


図 3-24 [Runtime] アセット配置機能 処理フロー

- データ仕様
  - 入力
    - ◇ なし（プリセットデータはツールに内部的に保持される）
  - 出力
    - ◇ アセット配置情報
      - 内容
        - 配置されたプリセットアセットの種類、アセットの位置・回転
      - 形式
        - CSV 形式
      - データ詳細
        - 内部連携インターフェース【IF201】を参照
- 機能詳細
  - アセット配置
    - ◇ 処理内容
      - プリセットとして利用されるアセットは、新規に作成又は既存の PLATEAU データに含まれる地物を利用する。
        - PLATEAU データからは以下の都市設備を転用する。
          - ◇ 信号機
          - ◇ 標識
          - ◇ 白線
          - ◇ 街灯
          - ◇ ガードレール
      - 以下のアセットを新規作成する。
        - 植生（木）
        - 内装
          - ◇ ソファ
          - ◇ 椅子
          - ◇ テーブル（デスク、ダイニングテーブル）
          - ◇ 棚
          - ◇ ベッド
      - 配置されたアセットの情報は外部ファイルとして保持され、アプリケーションの再起動後もアセット配置が再現される。
  - アセット移動・削除
    - ◇ 処理内容
      - 配置されたアセットの移動・回転、削除を行う。移動・回転は 3D ビュー上に UI を表示し、それを操作することで行える。削除は Delete キーによって行う。
    - ◇ 利用するライブラリ
      - なし



- ◇ 利用するアルゴリズム
  - なし
- 出力
  - ◇ 標準製品仕様書 3.0 に準じた CityGML 形式の LOD4 建築物モデル
    - 内容
      - LOD4 建築物モデル
    - 形式
      - CityGML 形式
    - データ詳細
      - ファイル出力インタフェース【IF102】を参照
- 機能詳細
  - 対象ツール
    - ◇ Project PLATEAU GitHub で公開されている IFC-to-CityGML2.0-LOD4-PLATEAU.fmw を、本業務において明らかになった課題を踏まえて改修する。
      - Project PLATEAU Repositories (github.com) :  
<https://github.com/Project-PLATEAU?tab=repositories>
      - レポジトリ名：PLATEAU-IFC-to-CityGML2.0-LOD4
      - 改修前の版：1.0 改修後の版：2.0
  - 改修内容
    - ◇ IfcWall（壁）に接しない IfcSpace（部屋）の面を ClosureSurface とする。
      - 改修理由：従来の考え方では、壁や仕切りのない単独の IfcSpace（部屋）の入力を想定していなかったが、屋上や中庭など、屋外であっても面積算定や空間情報取得のために IfcSpace を入れるケースが明らかになったため。
    - ◇ 入力情報となる IFC に関する諸注意の追記
      - 追記場所：GitHub 内、当該レポジトリの issues
      - 追記内容：
        - 変換ツール内での GML SRS Axis Order の設定基準
        - BIM ソフトウェアから IFC への変換における、カーテンウォール等の複雑なオブジェクトの簡易書き出し方法
    - ◇ 利用するライブラリ
      - なし
    - ◇ 利用するアルゴリズム
      - なし

## 【FN021】IFC to CityGML の改修変換機能

- 機能概要
  - FME での IFC から CityGML への変換フォーマットについて改修を行う。
- データ仕様
  - 入力
    - ◇ Revit で作成された IFC データ
      - 内容
        - BIM データ変換マニュアルに準拠した建築物 IFC データ
      - 形式
        - IFC2x3
      - データ詳細
        - ファイル入力インタフェース【IF002】を参照
    - 出力
      - ◇ 標準製品仕様書 3.0 に準じた CityGML 形式の LOD4 建築物モデル
        - 内容
          - LOD4 建築物モデル
        - 形式
          - CityGML 形式
        - データ詳細
          - ファイル出力インタフェース【IF102】を参照
  - 機能詳細
    - 対象ツール
      - ◇ Project PLATEAU GitHub で公開されている IFC-to-CityGML2.0-LOD4-PLATEAU.fmw を、本業務において明らかになった課題を踏まえて改修する。
        - Project PLATEAU Repositories (github.com) :  
<https://github.com/Project-PLATEAU?tab=repositories>
        - レポジトリ名：PLATEAU-IFC-to-CityGML2.0-LOD4
        - 改修前の版：1.0 改修後の版：2.0
    - 改修内容
      - ◇ IfcWall（壁）に接しない IfcSpace（部屋）の面を ClosureSurface とする。
        - 改修理由：従来の考え方では、壁や仕切りのない単独の IfcSpace（部屋）の入力を想定していなかったが、屋上や中庭など、屋外であっても面積算定や空間情報取得のために IfcSpace を入れるケースが明らかになったため。
      - ◇ 入力情報となる IFC に関する諸注意の追記
        - 追記場所：GitHub 内、当該レポジトリの issues
        - 追記内容：
          - 変換ツール内での GML SRS Axis Order の設定基準

- BIM ソフトウェアから IFC への変換における、カーテンウォール等の複雑なオブジェクトの簡易書き出し方法
- ◇ 利用するライブラリ
  - なし
- ◇ 利用するアルゴリズム
  - なし

#### 【FN022】 CityGML インポート機能

- 機能概要
  - PLATEAU SDK を使用して、CityGML をインポートする。

## 3-3. アルゴリズム

### 3-3-1. 利用したアルゴリズム

なし

### 3-3-2. 開発したアルゴリズム

#### 1) 【AL001】 視点操作

- 本アルゴリズムを利用した機能
  - 【FN007】
- アルゴリズムの詳細
  - Unreal Engine 5 の ACharacter をベースとして、ACharacter に付随する UCharacterMovementComponent の API を利用し視点操作を開発した。
  - UCharacterMovementComponent の SetMovementMode 関数に EMovementMode::MOVE\_Flying を入力し、重力の影響を無視した挙動にしている。
  - UCharacterMovementComponent の ClientSetLocation 関数に位置・回転情報を与えることで視点の制御を行っている。

#### 2) 【AL002】 経路探索

- 本アルゴリズムを利用した機能
  - 【FN010】
- アルゴリズムの詳細
  - Unreal Engine 5 の NavMesh 機能を利用して経路探索アルゴリズムを開発した。
  - NavMesh の生成にあたっては、ワールド内のすべての UActorComponent について、LOD1 道路モデルであるものについては SetCanEverAffectNavigation(true)を呼び出し NavMesh の生成対象とし、それ以外については SetCanEverAffectNavigation(false)を呼び出し生成対象外に設定している。
  - 生成された NavMesh に対し、開始地点・終了地点を FPathFindingQuery に格納したうえで FindPathSync 関数に与えることで地点間の経路を取得している。

#### 3) 【AL003】 所要時間算出

- 本アルゴリズムを利用した機能
  - 【FN010】
- アルゴリズムの詳細
  - 車での移動速度を 15 km/h、徒歩での移動速度を 4.8 km/h として経路の距離から算出する。

4) 【AL004】 ハッシュ化八分木 (Hashed-Octree)

- 本アルゴリズムを利用した機能
  - 【FN012】
- アルゴリズムの詳細
  - 建築物モデルを事前に空間 ID をキーとしたテーブルに登録しておくことで、建築物を高速に検索できるアルゴリズムを開発した。
  - 3D 空間をボックス形状で分割し、各ボックスに含まれるオブジェクトの情報を保持することで高速にオブジェクト検索を行うためのアルゴリズムである。
  - 空間分割を空間 ID に合わせることで、空間 ID を入力としたオブジェクトの検索に活用する。
- 計算量
  - オブジェクト数を  $N$  として  
テーブルを使わない場合：  $O(|N|)$   
テーブルを使う場合：  $O(\log |N|)$

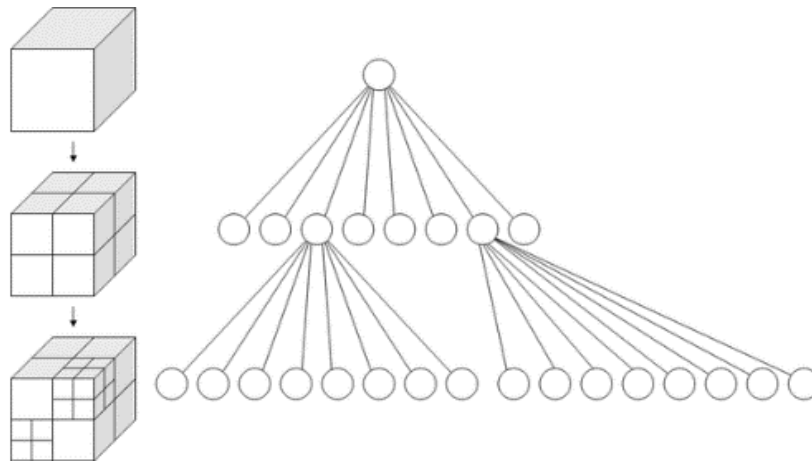


図 3-25 ハッシュ化八分木による分割のイメージ

- オブジェクトを入力とした空間 ID の算出
  - オブジェクトの空間 ID の算出は、ズームレベルの設定、重複する空間ボクセルの算出、という手順で行う。

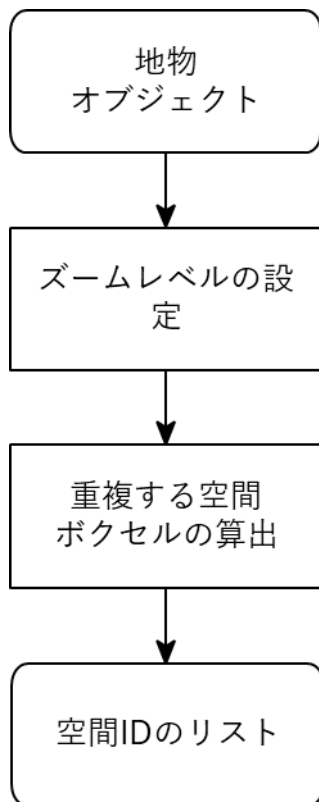


図 3-26 空間 ID 算出アルゴリズムの概略

表 3-4 各ズームレベルでのボクセルサイズの目安

ズームレベル	水平方向		鉛直方向 (m)
	東西方向 (m)	南北方向 (m)	
0	40,075,016.68	40,075,016.68	33,554,432.00
1	20,037,508.34	20,037,508.34	16,777,216.00
2	10,018,754.17	10,018,754.17	8,388,608.00
3	5,009,377.09	5,009,377.09	4,194,304.00
4	2,506,688.54	2,506,688.54	2,097,152.00
5	1,252,344.27	1,252,344.27	1,048,576.00
6	626,172.14	626,172.14	524,288.00
7	313,086.07	313,086.07	262,144.00
8	156,543.03	156,543.03	131,072.00
9	78,271.52	78,271.52	65,536.00
10	39,135.76	39,135.76	32,768.00
11	19,567.88	19,567.88	16,384.00
12	9,783.94	9,783.94	8,192.00
13	4,891.97	4,891.97	4,096.00
14	2,445.98	2,445.98	2,048.00
15	1,222.99	1,222.99	1,024.00
16	611.50	611.50	512.00
17	305.75	305.75	256.00
18	152.87	152.87	128.00
19	76.44	76.44	64.00
20	38.22	38.22	32.00
21	19.11	19.11	16.00
22	9.55	9.55	8.00
23	4.78	4.78	4.00
24	2.39	2.39	2.00
25	1.19	1.19	1.00
26	0.60	0.60	0.50

- ズームレベルの設定
  - ズームレベルは一律で 25 (1.19m) で設定する。空間 ID は建築物に対してのみ設定され、解析機能で利用される。

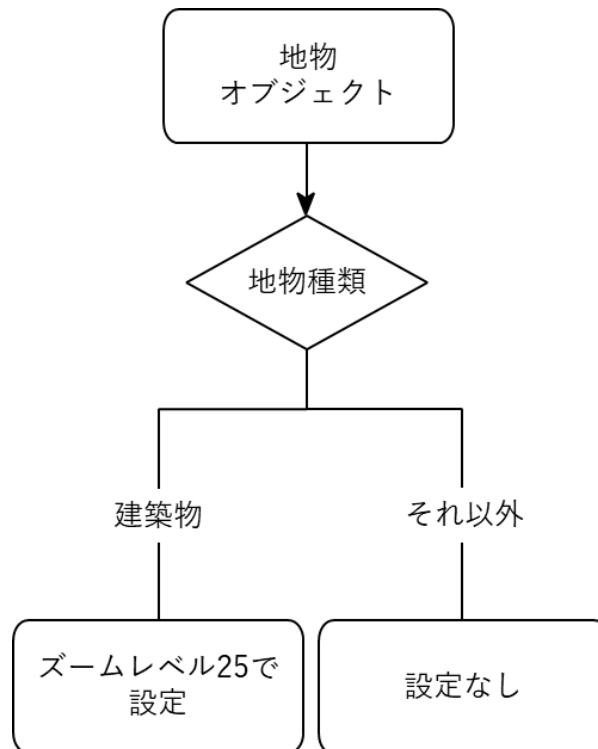


図 3-27 ズームレベル設定アルゴリズム

- 重複する空間ボクセルの算出
  - 以下の処理によってオブジェクトが空間 ID の中に過不足なく含まれるように空間 ID のリストを生成する。
    - ✧ オブジェクトの Bounding Box (オブジェクトを内包する Box) と重複する空間ボクセルを列挙する。
    - ✧ 列挙された各空間ボクセルとオブジェクトの重なりを検出する。(Unreal の BoxOverlapActors 関数を利用)
    - ✧ 重なりが検出された空間ボクセルの一覧を出力する。



5) 【AL005】座標変換

- 本アルゴリズムを利用した機能
  - 【FN014】、【FN015】
- アルゴリズムの詳細
  - 空間 ID 共通ライブラリと PLATEAU SDK を利用して、空間 ID ・ 緯度経度 ・ Unreal Engine 5 のローカル座標の相互変換アルゴリズムを開発した。
  - 空間 ID ボクセルの最小値 ・ 最大値から緯度経度への変換
    - ◇ 空間 ID 共通ライブラリの getLngLat 関数をベースに変換処理を実装し、空間 ID ボクセルの最小値 ・ 最大値を緯度経度座標に変換する。
  - 緯度経度からローカル座標への変換
    - ◇ 緯度経度座標を APLATEAUInstancedCityModel (PLATEAU SDK でインポートされた 3D 都市モデル) に格納されている FPLATEAUGeoReference の Project 関数に与えることで、ローカル座標に変換する。
  - ローカル座標から緯度経度への変換
    - ◇ ローカル座標を APLATEAUInstancedCityModel に格納されている FPLATEAUGeoReference の Unproject 関数に与えることで、緯度経度座標に変換する。
  - 緯度経度から空間 ID ボクセルへの変換
    - ◇ 空間 ID 共通ライブラリの calculateZFXY 関数をベースに変換処理を実装し、特定のズームレベルにおいて緯度経度座標が含まれる空間 ID を算出する。

6) 【AL006】都市計画決定情報の可視化

- 本アルゴリズムを利用した機能
  - 【FN018】
- アルゴリズムの詳細
  - Unreal Engine 5 の UProceduralMeshComponent を利用して都市計画決定情報の可視化アルゴリズムを開発した。
  - 以下の処理によって可視化用の UProceduralMeshComponent を生成している。
    - ◇ PLATEAU SDK でインポートされた都市計画決定情報のポリゴンメッシュに対し、各頂点の高さを地形の高さに変換する。
    - ◇ 変換された各頂点に対し、上方向にオフセットをかけた頂点を複製してからポリゴンメッシュ化して立体的な形状に変換する。
    - ◇ 変換されたポリゴンメッシュを UProceduralMeshComponent の CreateMeshSection 関数に与えることで可視化する。

## 3-4. データインタフェース

### 3-4-1. ファイル入力インタフェース

#### 1) 【IF001】 3D 都市モデルデータ CityGML ファイル入力

- 本インタフェースを利用した機能：【FN001】、【FN003】、【FN005】、【FN006】、【FN009】、【FN010】、【FN011】、【FN018】、【FN019】
  - 3D 都市モデル標準製品仕様書に準拠した 3D 都市モデルデータを入力対象とする。
- 本ツールでは主に以下の内容を活用している。
  - grp:CityObjectGroup
    - ◇ LOD4 建築物モデルにおいて、階層ごとにグループ化された地物
    - ◇ gml:name 属性に階層名 (1F など) が格納されているため、階層の表示名として利用している。
  - bldg:Room
    - ◇ LOD4 建築物モデル内部の部屋
    - ◇ 建物内施設情報表示機能において、部屋単位で施設を登録するために利用している。

#### 2) 【IF002】 IFC データ IFC ファイル入力

- 本インタフェースを利用した機能：【FN021】
- 3D 都市モデル整備のための BIM 活用マニュアルに従って作成された IFC データを入力対象とする。また、以下を満たす IFC データを利用してシステムの動作検証を行う。
  - Revit からエクスポート
  - IFC2x3

3) 【IF003】 通行人情報（入退店分析） CSV ファイル入力

- 本インターフェースを利用した機能：【FN013】

表 3-5 通行人情報（入退店分析） CSV ファイル入力

時間	入退店	企業	エリア	店舗	カメラ	トラッキング ID
2022/1/23 11:16	入店	株式会社 JTOWER	西新宿	西新宿 003	西新宿 003	614a38ed-1435-4982- ab88-07c0d5c31b8c
2022/1/23 11:17	退店	株式会社 JTOWER	西新宿	西新宿 003	西新宿 003	9972cd38-5c50-49cd- ace0-e543da30d3b3
...	...	...	...	...	...	...
入退店した時 間を表す	入店/退 店を表す	※未使用			カメラ位置を表 す	入退店したユニークを表 す

4) 【IF004】 気象データ CSV ファイル入力

- 本インターフェースを利用した機能：【FN015】

表 3-6 気象データ CSV ファイル入力

時間	ソース	デバイス	センサー	値	単位
2023-07- 01T00:00:29.248 +09:00	306	西新宿 013	S13IGW.温度	26.8	°C
...	...	...	...	...	...
データが取得さ れた時間を表す	※未使用	スマートポール のデバイス名を 表す	センサーのデバ イス名を表す	センサーから取 得された値を表 す	値の単位を表す

5) 【IF005】 POI データ Shapefile 入力

- 本インターフェースを利用した機能：【FN016】
- ジオメトリがポイント形式であり、座標が緯度経度になっている Shapefile を入力対象とする。

## 3-4-2. ファイル出力インタフェース

## 1) 【IF101】 解析結果データ（経路情報） Shapefile 出力

- 本インタフェースを利用した機能
  - 【FN010】

表 3-7 解析結果データ（経路情報） Shapefile 出力

MIN_WALK	MINCAR	DISTANCE
10	6	1000
徒歩での所要時間（分）	車での所要時間（分）	距離（km）
MIN_WALK	MINCAR	DISTANCE

## 2) 【IF102】 3D 都市モデルデータ CityGML ファイル出力

- 本インタフェースを利用した機能
  - 【FN021】
- 3D 都市モデル標準製品仕様書に準拠した 3D 都市モデルデータを入力対象とする。

## 3-4-3. 内部連携インタフェース

## 1) 【IF201】 アセット配置情報

- 本インタフェースを利用した機能
  - 【FN020】

表 3-8 アセット配置情報の格納情報

preset_id	x	y	z	roll	pitch	yaw
0	10.0	10.0	10.0	0	0	0
プリセットの ID	x 座標 (cm)	y 座標 (cm)	z 座標 (cm)	x 軸回転 (rad)	y 軸回転 (rad)	z 軸回転 (rad)

2) 【IF202】視点情報

- 本インターフェースを利用した機能
  - 【FN008】

表 3-9 視点情報の格納情報

name	x	y	z	roll	pitch	yaw
俯瞰 1	10.0	10.0	10.0	0	0	0
視点名	x 座標 (cm)	y 座標 (cm)	z 座標 (cm)	x 軸回 (rad)	y 軸回 (rad)	z 軸回転 (rad)

3) 【IF203】周辺施設情報・建物内施設情報

- 本インターフェースを利用した機能
  - 【FN004】、【FN006】

表 3-10 周辺施設情報・建物内施設情報の格納情報

name	category	featureID	imageFileName	description
小田急百貨店新宿店	Shopping	bldg_1553e739-026a-43c3-a9a3-50b0344537b1	facility0.png	上質で洗練された衣・食・住をトータルに提案してゆく本館と、時代に対応した専門性の高いハルクで構成される・・・(続く)」
施設名	施設のカテゴリ —	施設の地物 ID	画像ファイルへのパス	施設の説明

category にはあらかじめ定義された文字列から選択して格納される。

以下のオプションを想定

- ◇ Shopping
  - 商業施設
- ◇ Transportatio
  - 交通施設
- ◇ Tourist
  - 観光地
- ◇ Food
  - 飲食店

4) 【IF204】 マテリアル上書きデータ

- 本インターフェースを利用した機能
  - 【FN019】

表 3-11 マテリアル上書きデータの格納情報 (1/2)

actor_name	component_name	material_index	default_diffuse	default_emissive	default_specular
13100_tokyo 23ku_~	bldg_0	0	(1,1,1)	(1,1,1)	(0,0,0)
マテリアル が属するア クター名	マテリアル が属するコ ンポーネン ト名	マテリアルのイ ンデックス	デフォルトの拡散 反射率 (色合い)	デフォルトの発光	デフォルトの鏡面反 射率

表 3-12 マテリアル上書きデータの格納情報 (2/2)

default shininess	default transparency	diffuse	emissive	specular	shininess	transparency
0	1	(1,1,1)	(1,1,1)	(0,0,0)	0	1
デフォルトの ハイライトの 強さ	デフォルトの 透過度	上書き後の拡 散反射率	上書き後の発 光	上書き後の鏡 面反射率	上書き後のハ イライトの強 さ	上書き後の透 過度

5) 【IF205】 人流データ取得 API

- 本インターフェースを利用した機能
  - 【FN013】、【FN014】
- プロトコル
  - HTTPS
- API パス
  - /spatialIDs
- メソッド
  - GET
- リクエストパラメータ

表 3-13 リクエストパラメータ

パラメータ名	説明	値	必須
spatialId	取得する人流データの空間 ID を指定(複数指定可能)		○
Time	取得する人流データの日時を指定		○

- レスポンス

表 3-14 レスポンス

ステータスコード	説明
200	データ取得成功 返却データ例： <pre> {   "data": [     {       "id": "/15/0/1111/1111",       "type": "measured" //実測データ       "values": [         {           "timestamp": "2023-09-14T15:00:00-08:00",           //accumulative data of past 1 hour           "unit": "hour",           "peopleFlow": 100,         },       ],     },   ],   {     "id": "/15/0/2222/2222",                     </pre>

	<pre> "type": "interplated" //補完データ "values": [   {     "timestamp": "2023-09-14T15:00:00-08:00",     "peopleFlow": 100,   }, ] } ... ] } </pre>
400	<p>入力パラメータが不足 返却データ例： {"error":"unit is invalid"}</p>
404	<p>空間 ID と日時に該当する人流データが存在しない 返却データ例： {"error":"not found"}</p>

6) 【IF206】 人流データ登録データベース

データの入出力は MongoDB のテーブルにより直接行う。

- 本インタフェースを利用した機能
  - 【FN013】

表 3-15 人流データの登録機能

時間	入退店	企業	エリア	店舗	カメラ	トラッキング ID
2022/1/23 11:16	入店	株式会社 JTOWER	西新宿	西新宿 003	西新宿 003	614a38ed-1435-4982-ab88- 07c0d5c31b8c
2022/1/23 11:17	退店	株式会社 JTOWER	西新宿	西新宿 003	西新宿 003	9972cd38-5c50-49cd-ace0- e543da30d3b3
...	...	...	...	...	...	...



7) 【IF207】 空間 ID テーブル

各空間ボクセルに対応するオブジェクトの情報をアプリケーションの内部データとして保持する。

- 本インターフェースを利用した機能
  - 【FN012】、【FN017】

表 3-16 空間 ID テーブル

空間 ID	オブジェクトのリスト
25/29796352/13211648	(Unreal Engine 5 でのオブジェクト参照配列を格納)

8) 【IF208】 施設設計情報

間取りなどフロアの設計情報を内部データとして保持する。

- 本インターフェースを利用した機能
  - 【FN006】

表 3-17 施設内設計情報の格納情報

floorID	imageFileName
grp_29343d3d-7283-4e07-8593-f122d0f0cfec	floor1.png

#### 3-4-4. 外部連携インターフェース

なし

## 3-5. 実証に用いたデータ

### 3-5-1. 活用したデータ一覧

#### 1) 利用した 3D 都市モデル

- 年度：2022 年度
- 都市名：新宿区
- ファイル名：13100\_tokyo23-ku\_2022\_citygml\_1\_2\_op.zip
- メッシュ番号：5339-4525、5339-4526、5339-4535、5339-4536

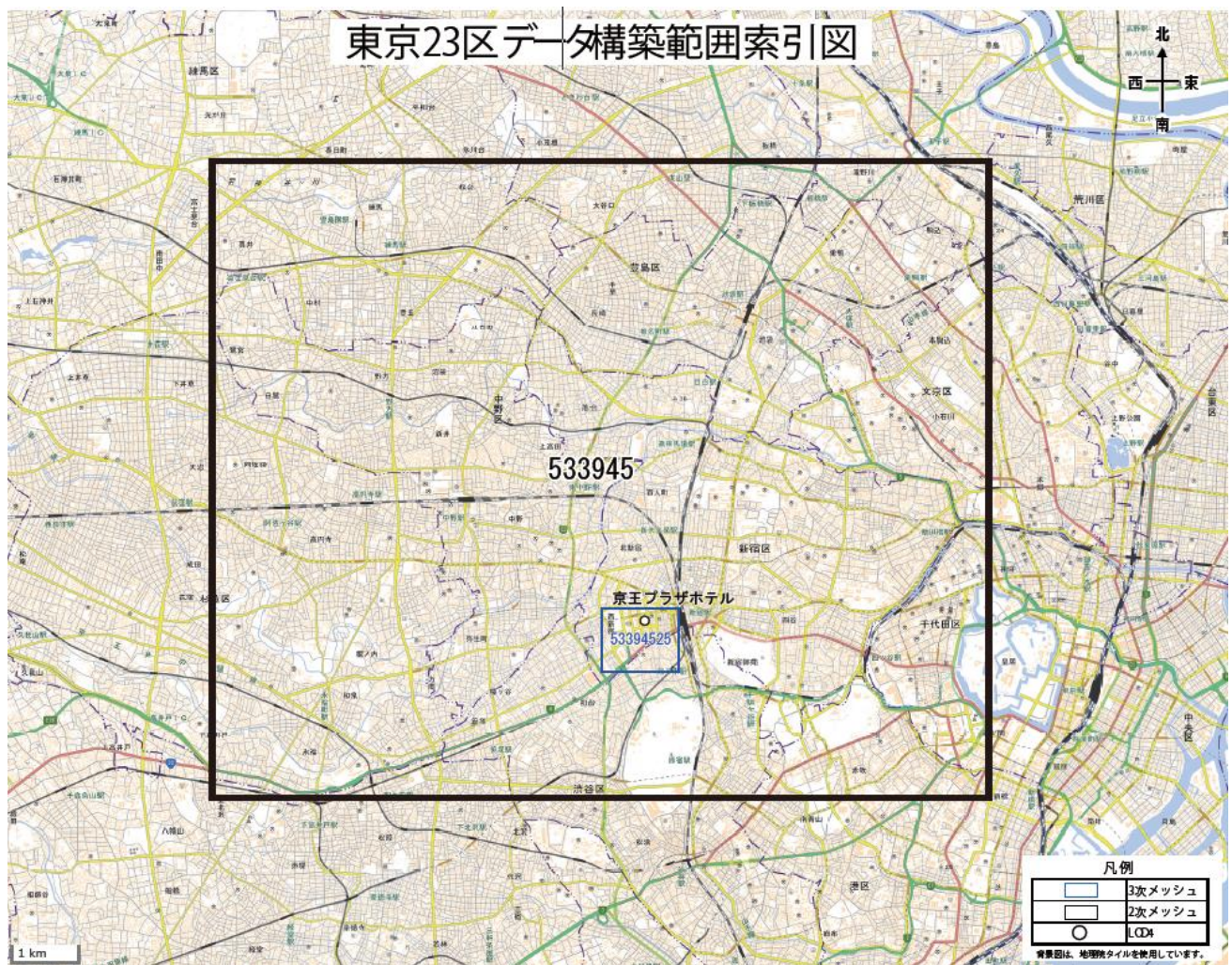


図 3-28 インデックスマップ（新宿区）

表 3-18 利用した 3D 都市モデル

地物	地物型	属性区分	ID	属性名	用途	データを利用した機能 (ID)
建築物 LOD4	bldg:Building	空間属性	DT001	bldg:lod4MultiSurface	建物 BIM モデルからの変換、デジタルツインの可視化で使用	FN001
		主題属性	DT002	bldg:measuredHeight	提供される主題属性の一覧をツール上で表示	FN011
			DT003	gen:stringAttribute	提供される主題属性の一覧をツール上で表示	FN011
	grp:CityObjectGroup	主題属性	DT004	gml:name	階層の判別	FN003
		主題属性	DT005	grp:groupMember	階層に対応する形状データの取得	FN003
		主題属性	DT006	grp:parent	階層が属する建築物の取得	FN003
	建築物 LOD2	bldg:Building	空間属性	DT008	bldg:lod2Solid	デジタルツインの可視化で利用
主題属性			DT009	bldg:measuredHeight	提供される主題属性の一覧をツール上で表示	FN011

建築物 LOD1	bldg:Building	空間属性	DT010	bldg:lod1Solid	デジタルツインの可視化で利用	FN001
		主題属性	DT011	bldg:measureHeight	提供される主題属性の一覧	FN011
			DT012	gen:stringAttribute	をツール上で表示	FN011
道路 LOD1	tran:Road	空間属性	DT013	tran:lod1MultiSurface	経路探索で利用	FN009, FN010
起伏 LOD1	dem:ReliefFeature	空間属性	DT014	dem:tin	衛星写真を付与し、デジタルツインの可視化で利用	FN001

2) 利用したその他のデータ

1. データ一覧

表 3-19 利用したその他データ（一覧）

ID	エリア（都市）	活用データ	内容	データ形式	更新情報	出典	データを利用した機能（ID）
DT101	東京都	BIM データ	京王プラザホテルの建築物モデル	IFC	-	なし（本実証で整備）	FN021
DT102	東京都	人流データ	西新宿のスマートポールから得られたリアルタイム人流データ	CSV	-	東電パワーグリッド、JTOWER、NTT 東日本	FN013

- 2. データサンプル (イメージ)
  - (1) 【DT101】 BIM データ



図 3-29 BIM データイメージ



(2) 【DT102】人流データ



図 3-30 人流カメラセンサの位置

3-5-2. 生成・変換したデータ

作成した IFC データを変換し、CityGML 形式の建築物モデルデータを生成した。

表 3-20 生成・変換したデータ

ID	システムに入力するデータ (データ形式)	用途	処理内容	データ処理ソフトウェア	活用データ (データ形式)	データを利用した機能 (ID)
DT201	IFC データ (IFC 形式)	フォーカス対象建築物の可視化	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revit からエクスポート</li> <li>IFC2x3</li> </ul>	FME	IFC	FN021

## 3-6. ユーザーインターフェース

## 3-6-1. 画面一覧

## 1) ユーザーインターフェース画面一覧

表 3-21 ユーザーインターフェース画面一覧

ID	連携 (ID)	画面名	画面説明	画面を表示した機能 (ID)
SC001	SC002,SC003	UnrealEngine エディタ画面	Unreal Engine のエディタ画面	FN001
SC002	SC001	エディタ画面	3D 都市モデルのインポート、UI の生成等を行う。	FN001
SC003	SC001, SC004, SC005, SC010, SC015, SC016, SC022	メイン画面	各機能へのアクセス、管理モードの切り替えを行う。	-
SC004	SC003	管理者パスワード入力画面	管理者モードへの切替のためのパスワードを入力する。	FN002
SC005	SC003,SC006,SC007, SC008,SC009	建物案内画面	管理対象建築物内の各階層、施設情報を表示する。	FN003,004,005
SC006	SC005	建物内施設追加画面	管理対象建築物内の施設を追加する。	FN003,004
SC007	SC005	建物内施設情報編集画面	管理対象建築物内の施設情報を編集する。	FN003,004
SC008	SC005	建物設計情報表示選択画面	表示する画像データを選択する。	FN003,005
SC009	SC005	建物設計情報表示画面	設計情報として設定された画像データを表示する。	FN003,005
SC010	SC011,SC012,SC013, SC014	周辺案内画面	周辺施設情報の表示、視点の切り替えを行う。	FN006
SC011	SC010	周辺施設情報追加画面	周辺施設を追加する。	FN006
SC012	SC010	周辺施設情報編集画面	周辺施設を編集する。	FN006
SC013	SC010	視点追加画面	視点を追加する。	FN008
SC014	SC010	視点編集画面	視点を編集する。	FN008
SC015	SC003	経路案内画面	周辺施設への経路案内を表示する。	FN009

SC016	SC003,SC017,SC018, SC019,SC020,SC021	解析画面	経路探索・空間 ID 表示機能の切り替え、人流データの表示、属性情報の表示等を行う。	FN010,011,012,013,014,015,016,017,018
SC017	SC016	経路表示画面	経路探索を行う。	FN010
SC018	SC016	気象データ表示画面	気温、照度、雨量、湿度、風向、気圧の表示を行う。	FN015
SC019	SC016	GIS データ表示画面	POI データを読み込み、3D ビュー上に各地点情報を可視化する。	FN016
SC020	SC016	空間 ID 表示画面	空間 ID の表示を行う。	FN017
SC021	SC016	都市計画画面	都市計画情報を可視化する。	FN018
SC022	SC003,SC023,SC024	地図編集画面	アセット・色彩変更機能を表示する。	FN003,019,020
SC023	SC022	色彩変更画面	LOD4 建築物の色彩を変更する。	FN003,019
SC024	SC022	アセット画面	植生・都市設備などのアセット配置を行う。	FN003,020



3-6-2. 画面遷移図

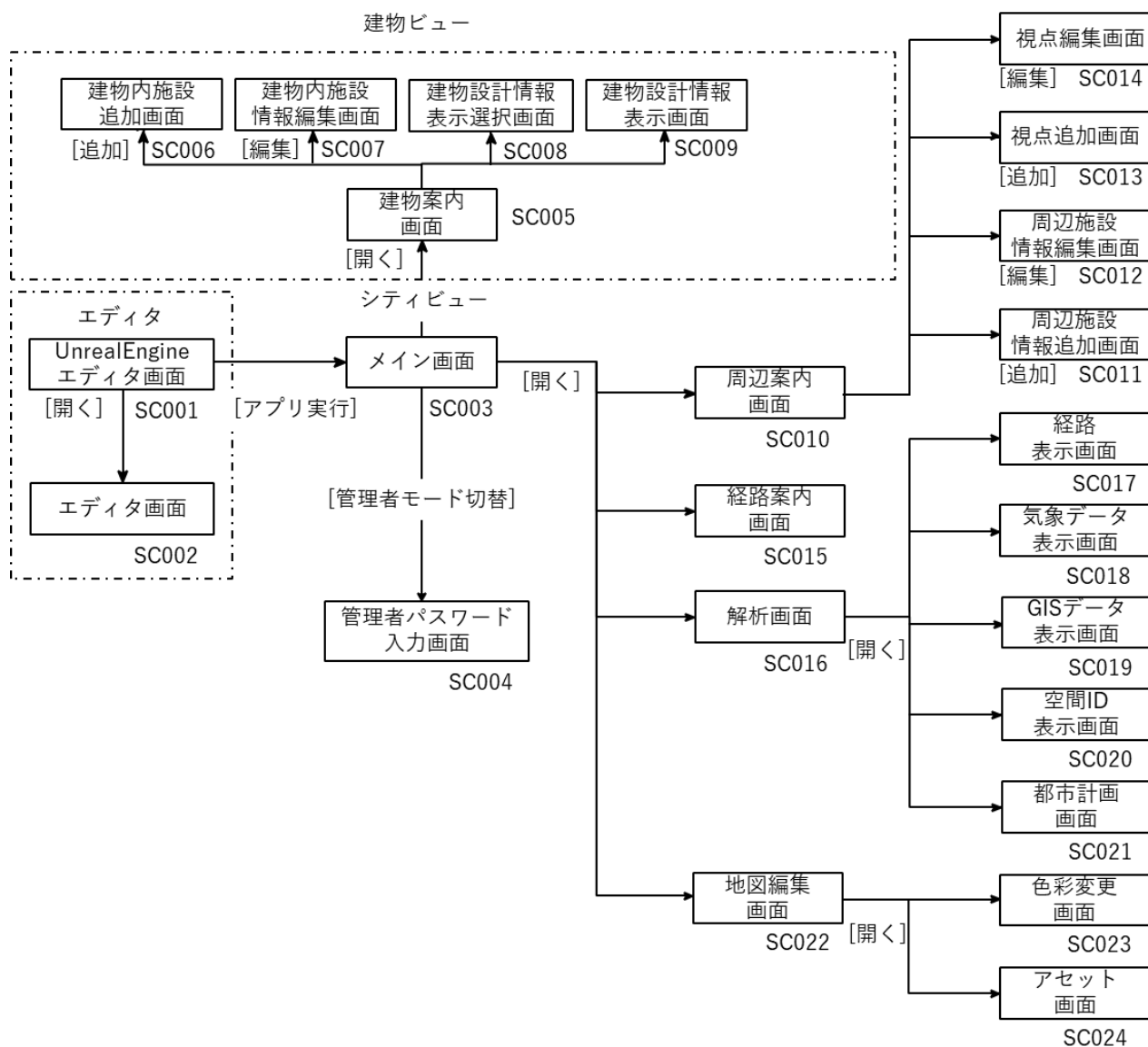


図 3-31 画面全体遷移図

### 3-6-3. 各画面仕様詳細

#### 1. 【SC001】 Unreal Engine エディタ画面

- 画面の目的・概要
  - 本ツールは Unreal Engine のエディタ上で動作する。Unreal Engine のメニューに本ツールのエディタ画面を開くためのボタンが追加される。
- 画面イメージ

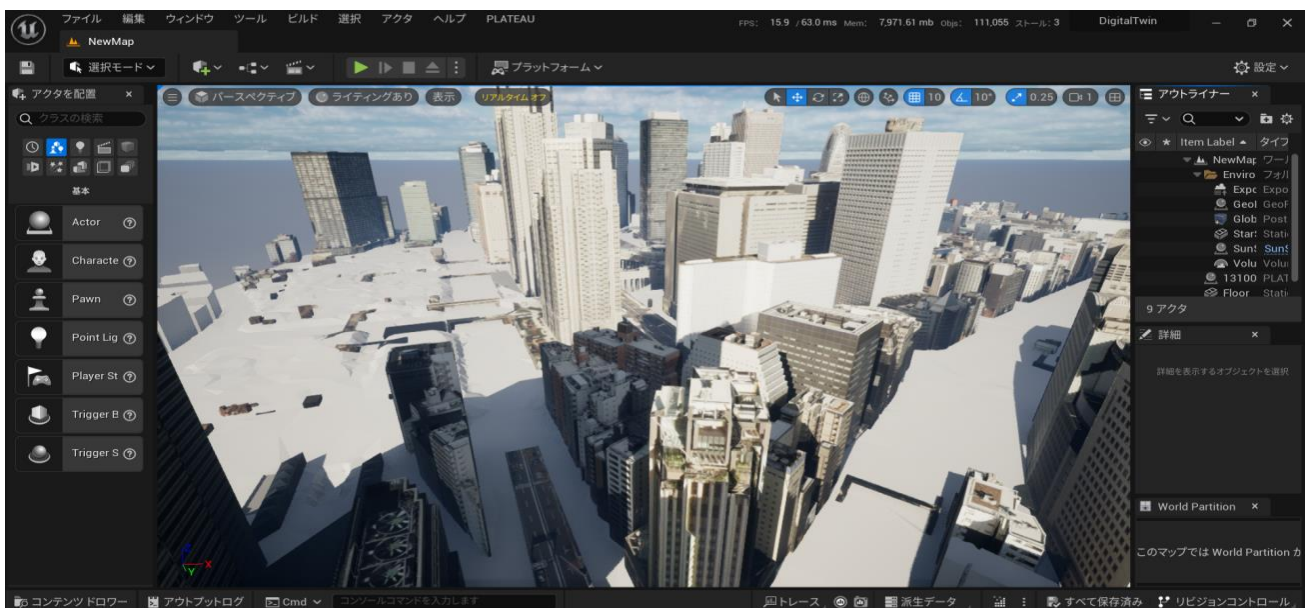


図 3-32 Unreal Engine エディタ画面のイメージ

#### 2. 【SC002】 エディタ画面

- 画面の目的・概要
  - Unreal Engine のエディタ拡張によって 3D 都市モデルのツールへの組み込みを行う UI を提供する。エディタ画面上で以下のパネルを表示する。
    - ◇ データ選択パネル
      - 3D 都市モデル、管理対象建築物 (LOD4) を設定する。
      - 正常に設定されていない場合、以下のパネルは表示されない。
    - ◇ 描画設定パネル
      - 以下の項目について適宜選択し実行する。
        - ライティング・スカイボックス設定
          - ◇ ライティングとスカイボックスを自動で生成する。「朝」「昼」「夜」から 選択

する。

- カリング設定
  - ◇ ON の場合、遠距離の小さなオブジェクトは非表示化される。
- LOD1 の広範囲地図読み込み
  - ◇ インポート範囲よりも広い範囲の LOD1 建築物、起伏を追加で読み込む。読み込み済みの地図と重複する地物は自動で削除される。
- フォグ自動設定
- ポストプロセス自動設定
  - ◇ Vignette, Color Grading、 Motion Blur, Bloom 等のポストプロセスを自動で設定する。

◇ データ生成パネル

- 「実行」ボタンを押すと以下の処理を行う。
  - 頂点データアクセスの許可
    - ◇ ツールから地物の形状にアクセスするための処理
  - LOD1 道路モデルの NavMesh 生成
  - ツール UI の生成
  - 空間 ID テーブルの生成
- 処理に失敗した場合は×マークとエラー内容が表示される。

◇ 管理者 PIN 設定パネル

● 画面イメージ

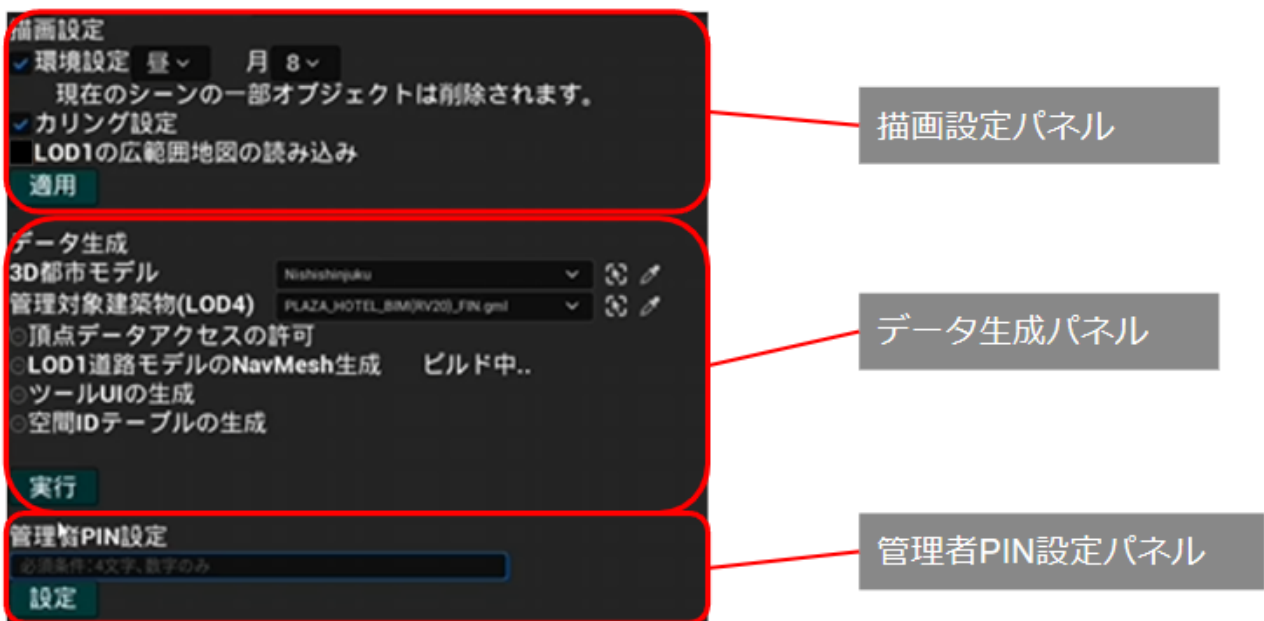


図 3-33 エディタ画面のイメージ

### 3. 【SC003】メイン画面

- 画面の目的・概要

- シティビューのメイン画面では、3D ビュー上で表現されたデジタルツイン表示の上に以下の機能切替ボタンが表示される。
  - ◇ 建物案内
  - ◇ 周辺案内
  - ◇ 経路案内
  - ◇ 解析
  - ◇ 地図編集（管理者モードのみ）
- 各機能切替ボタンを押すと各機能の画面が開く。機能画面が開いている状態でボタンを押す、又は別の機能切替ボタンを押すと機能画面が閉じる。
- 「管理者モード切替」ボタンから管理者モードの切替え切替を行う。

- 画面イメージ



図 3-34 メイン画面のイメージ



#### 4. 【SC004】 管理者パスワード入力画面

- 画面の目的・概要
  - 管理者画面を開くためのパスワード入力画面。
- 画面イメージ

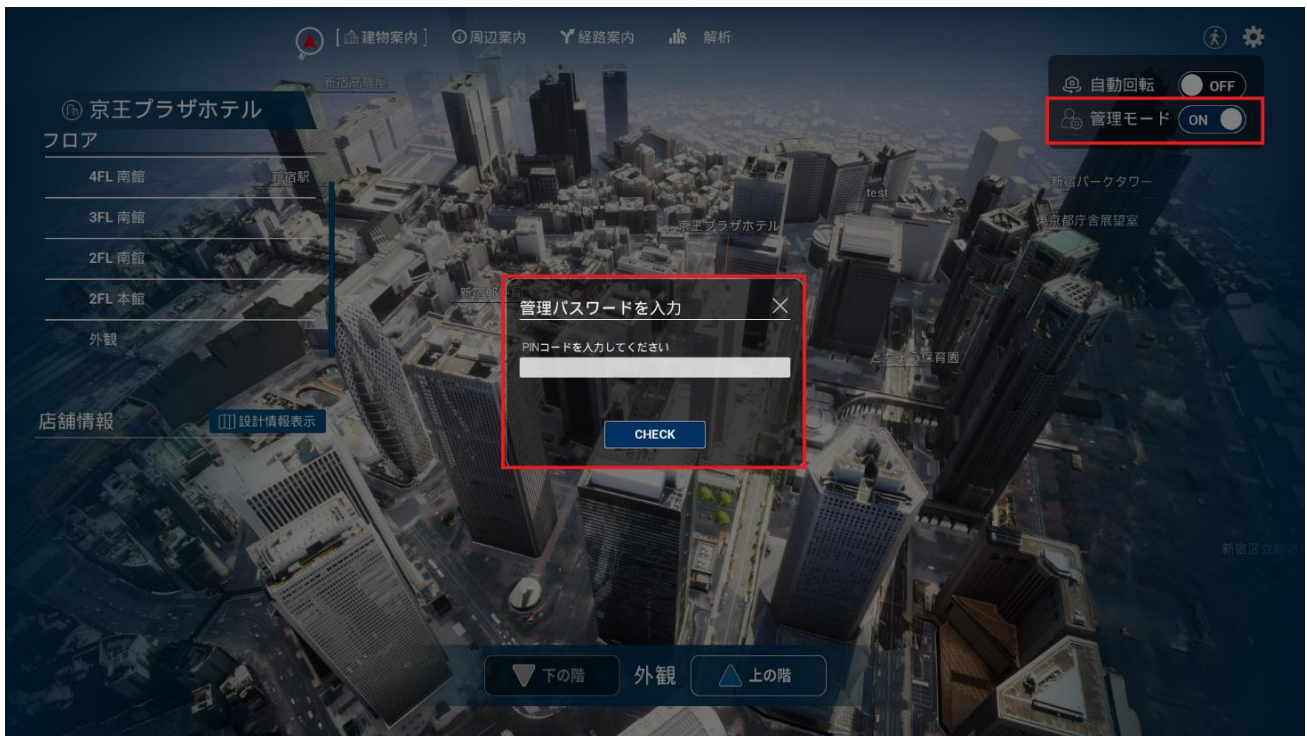


図 3-35 管理者パスワード入力画面のイメージ

## 5. 【SC005】建物案内画面

- 画面の目的・概要
  - 建物案内画面では、以下のパネルを表示する。
    - ◇ 施設一覧表示パネル
    - ◇ 建物内施設情報表示パネル
    - ◇ 階層選択パネル
    - ◇ 表示階層の切替え
- 画面イメージ

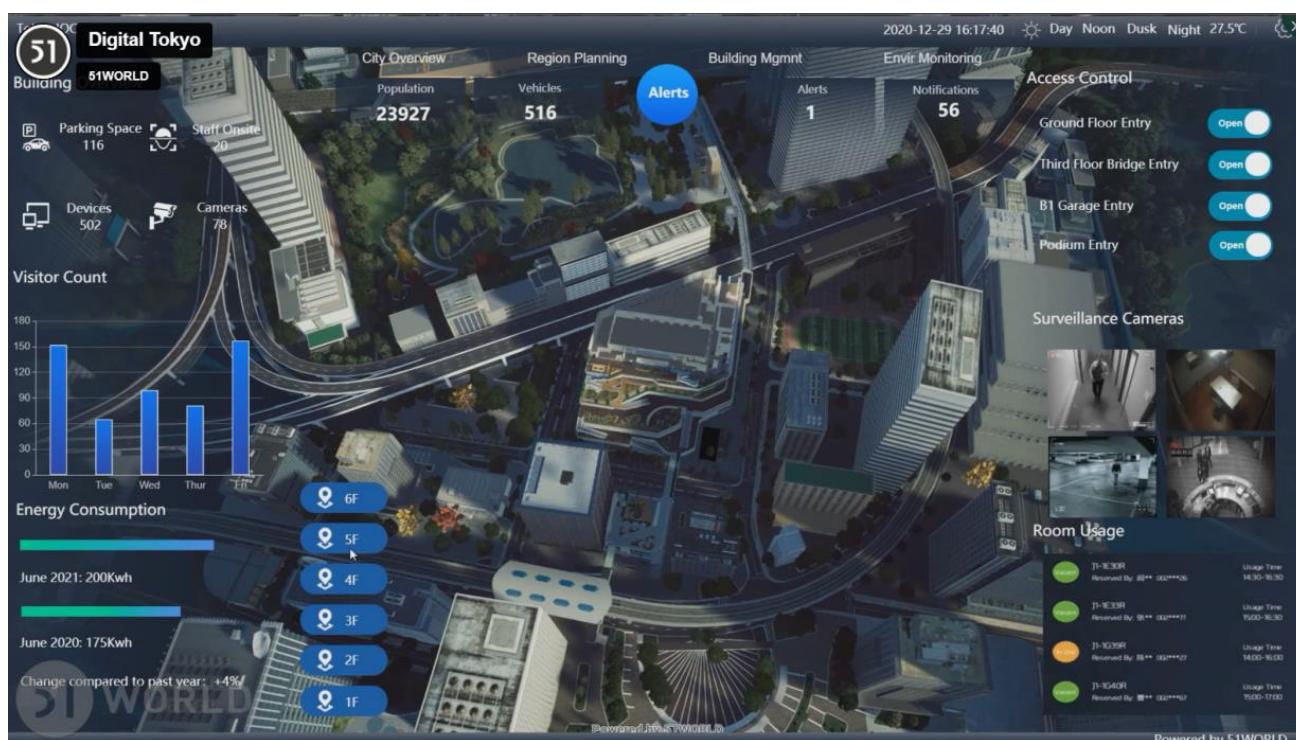


図 3-36 建物案内画面のイメージ

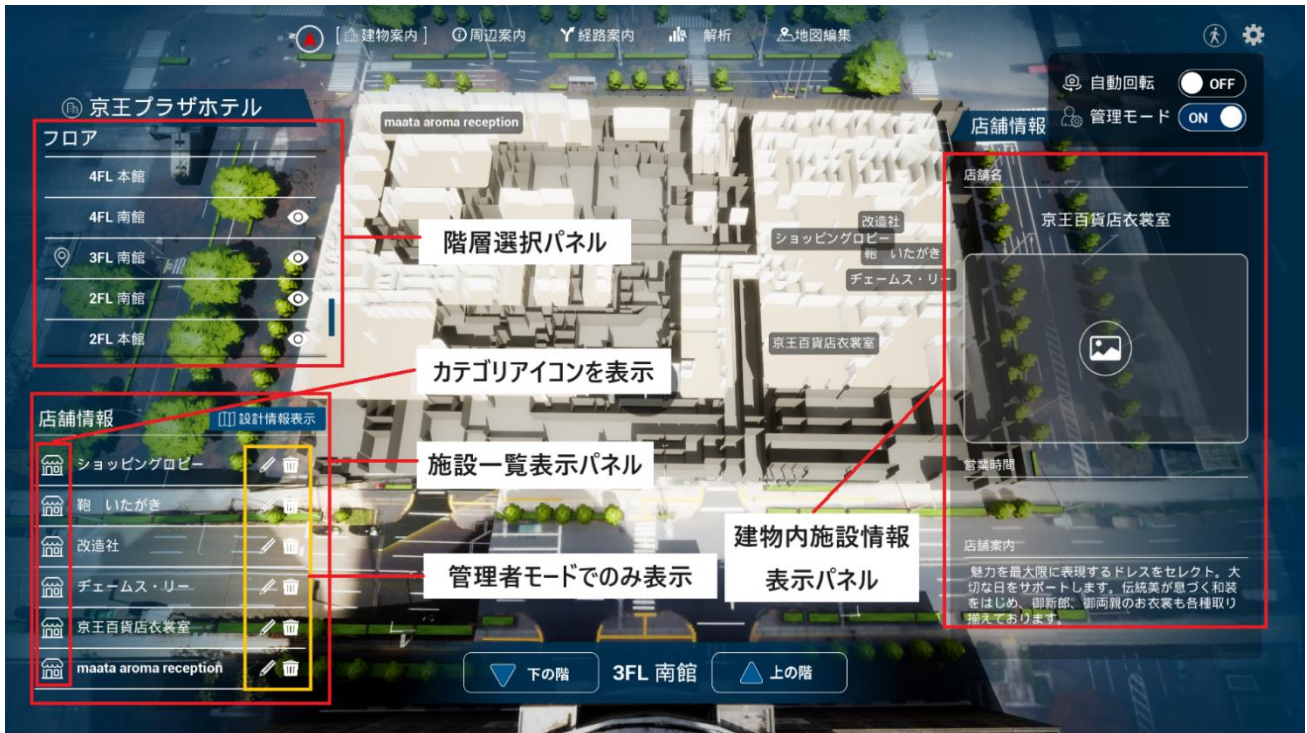


図 3-37 建物案内画面構成表のイメージ



## 6. 【SC006】建物内施設追加画面

- 画面の目的・概要
  - 建物内施設追加画面では以下を設定する。
    - ◇ 施設の地物
      - 3D ビューから選択する。選択地物（部屋）がハイライトされる。
    - ◇ 施設名
    - ◇ カテゴリー
    - ◇ 施設情報（画像、説明文）
  - 「保存」ボタンを押すことで施設が追加される。
- 画面イメージ



図 3-38 建物内施設追加画面のイメージ



## 7. 【SC007】 建物内施設情報編集画面

- 画面の目的・概要
  - 建物内施設追加画面では以下を設定する。
    - ◇ 施設名
    - ◇ カテゴリー
    - ◇ 施設情報（画像、説明文）
  - 「保存」ボタンを押すことで変更が保存される。
- 画面イメージ



図 3-39 建物内施設情報編集画面のイメージ

## 8. 【SC008】 建物設計情報表示選択画面

- 画面の目的・概要
  - ▶ 建物設計情報で表示する画像データの選択を行う。
- 画面イメージ

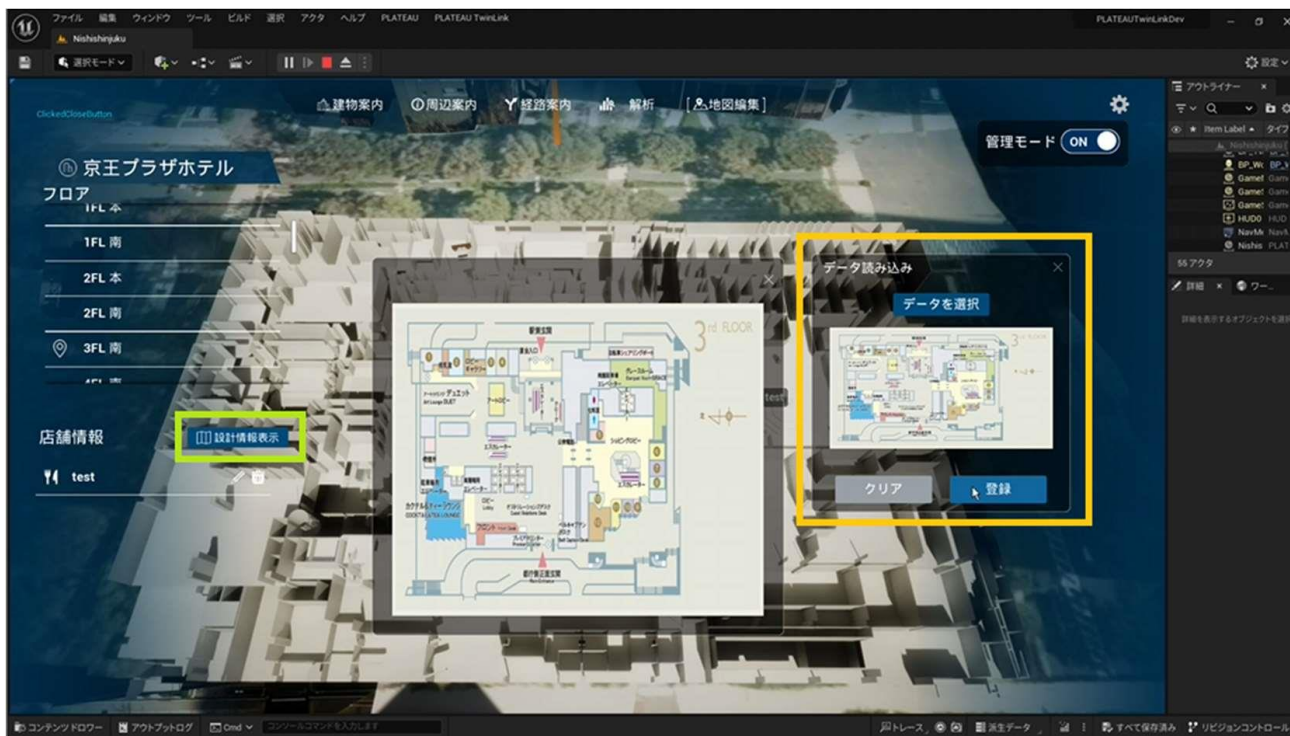


図 3-40 建物内施設情報編集画面のイメージ





## 10. 【SC010】 周辺案内画面

- 画面の目的・概要
  - 周辺案内画面では、以下が表示される。
    - ◇ 周辺施設一覧パネル
    - ◇ 視点切替パネル
    - ◇ 周辺施設情報表示パネル
  - 一覧に登録されている周辺施設の名前は 3D ビュー上で表示される。
- 画面イメージ

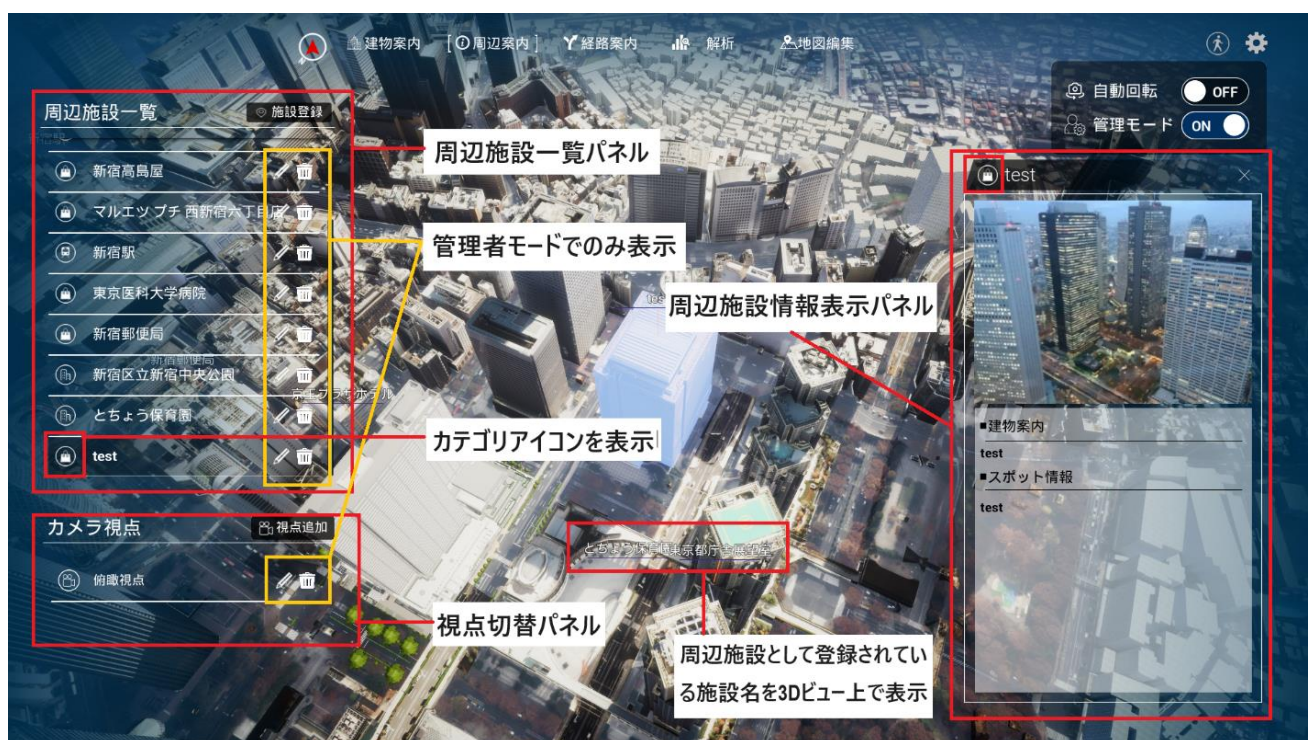


図 3-42 周辺案内画面のイメージ

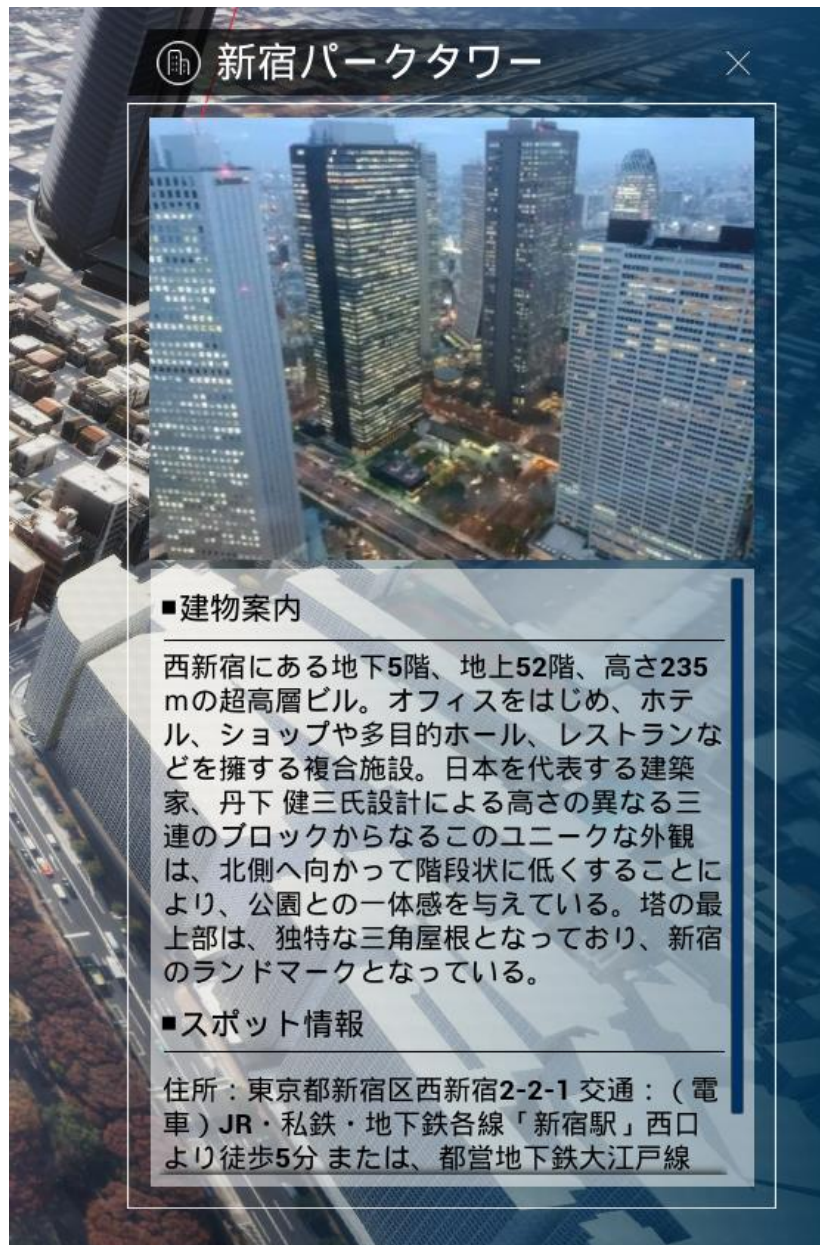


図 3-43 周辺施設情報表示パネルのイメージ



## 11. 【SC011】 周辺施設情報追加画面

- 画面の目的・概要
  - 周辺施設追加画面では以下を設定する。
    - ◇ 施設の地物
      - 3D ビューから選択する。選択地物がハイライトされる。
    - ◇ 施設名
    - ◇ カテゴリー
    - ◇ 施設情報（画像、説明文）
  - 「保存」ボタンを押すことで施設が追加される。
- 画面イメージ

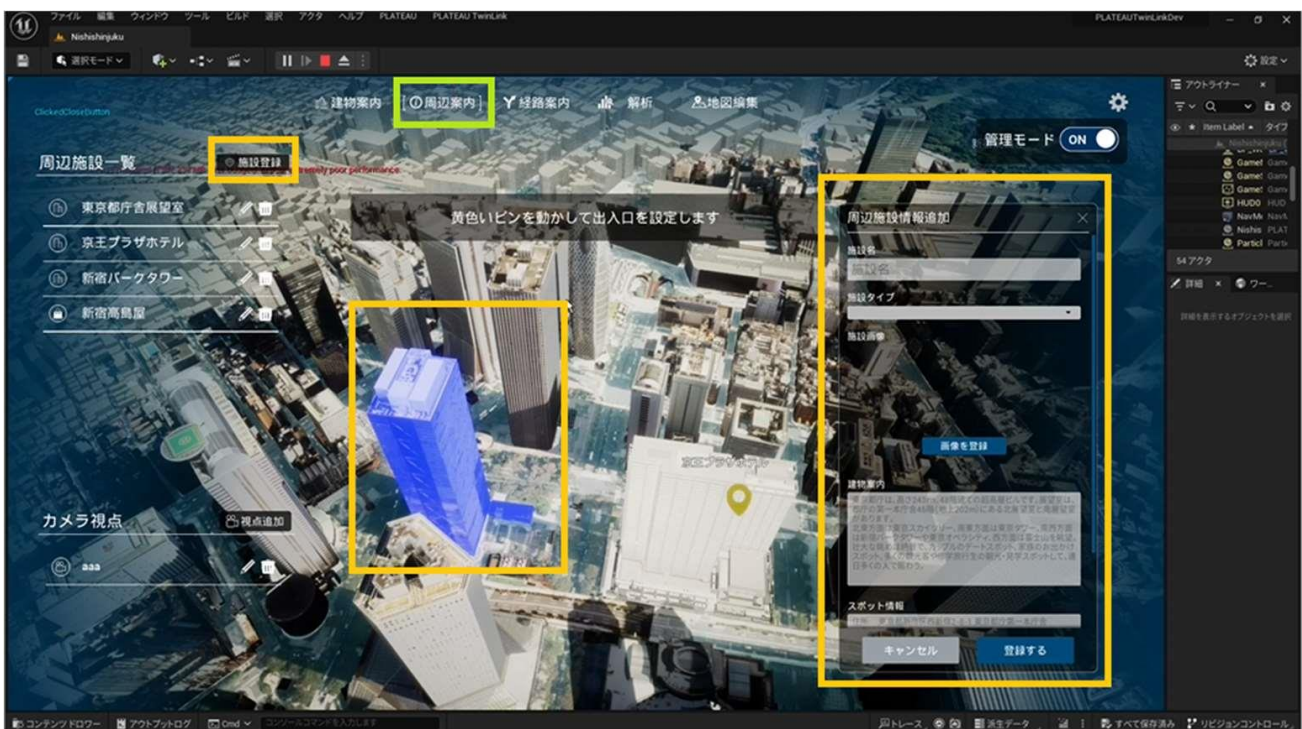


図 3-44 周辺施設追加画面のイメージ

## 12. 【SC012】 周辺施設情報編集画面

- 画面の目的・概要
  - 周辺施設情報編集画面では以下を設定する。「保存」ボタンを押すことで編集内容が反映される。
    - ◇ 施設名
    - ◇ カテゴリーの変更
    - ◇ 施設情報（画像、説明文）の編集
- 画面イメージ

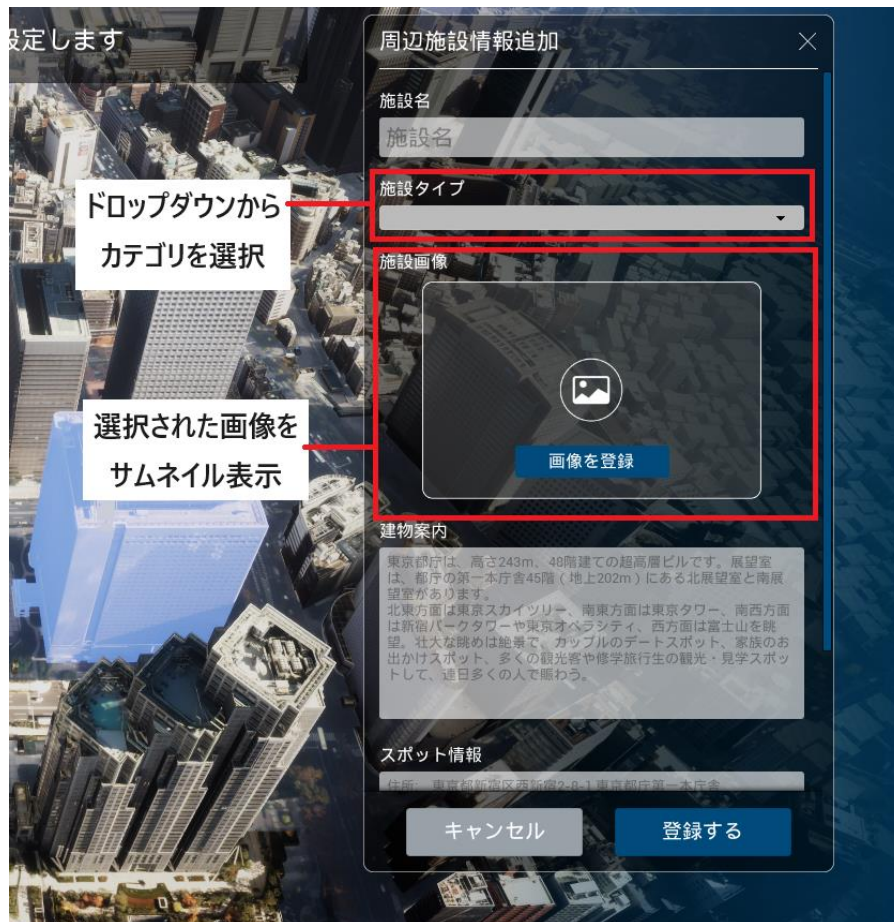


図 3-45 周辺施設情報編集画面のイメージ

### 13. 【SC013】 視点追加画面

- 画面の目的・概要
  - 視点追加画面では、視点名を設定した上で「現在のカメラ視点位置で保存」ボタンを押すことで、3D ビュー上でのカメラ位置がリストに追加される。
- 画面イメージ



図 3-46 視点追加画面のイメージ



## 14. 【SC014】 視点編集画面

- 画面の目的・概要
  - ▶ 視点編集画面を開く際、3D ビュー上でのカメラ位置が保存された視点に切り替わる。それ以降は視点追加画面と同様である。(画面のタイトルのみ「視点編集」に変更)
- 画面イメージ



図 3-47 視点編集画面のイメージ

## 15. 【SC015】 経路案内画面

- 画面の目的・概要
  - 経路案内画面を開くと 3D ビューは管理対象建築物を中心とした俯瞰視点に切り替わる。
  - 管理対象建築物は半透明で表示され、周辺施設として登録された建築物を 3D ビュー上又は一覧から選択することにより、建物案内画面で設定された開始地点からのルートが表示される。
  - 経路案内画面では、人流データが混雑情報としてヒートマップで表示され、日時設定パネルから表示したいデータの日時設定が行える。
    - ◇ ヒートマップは描画距離が近くなるほど高解像度になるように自動的に更新される。
- 画面イメージ

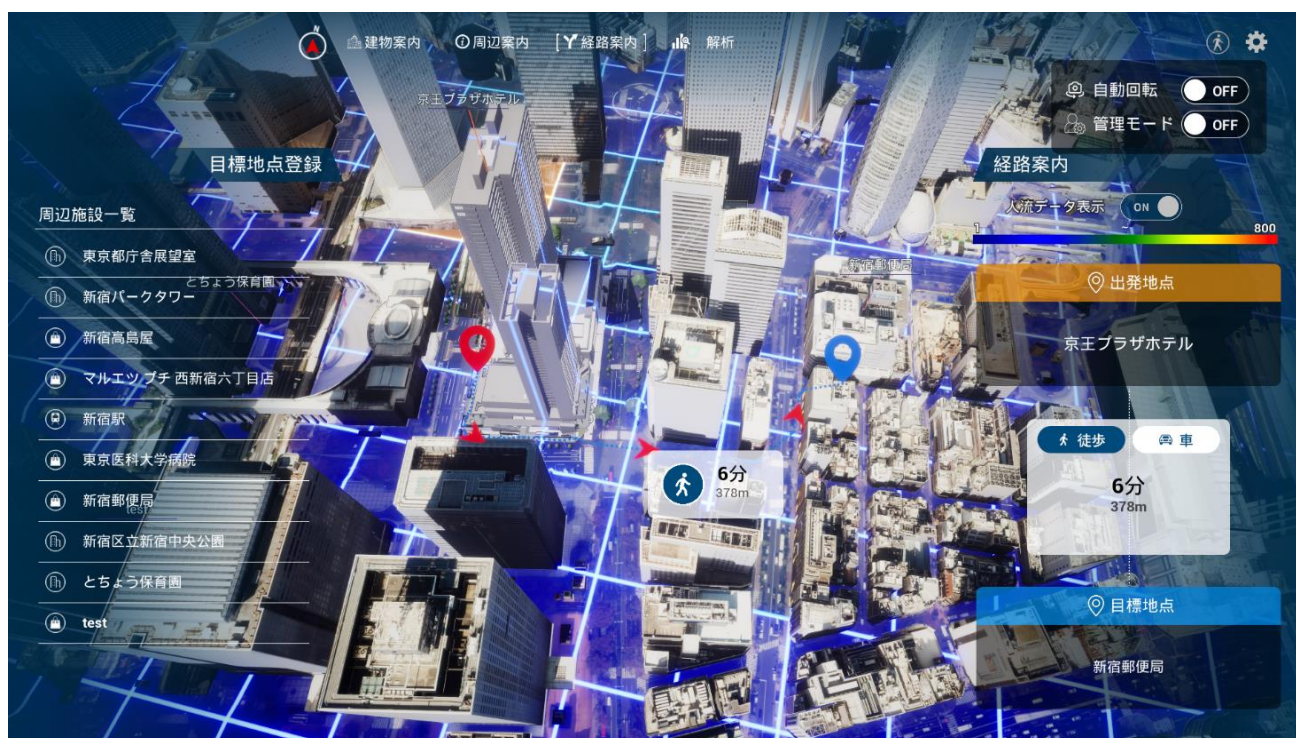


図 3-48 経路案内画面のイメージ



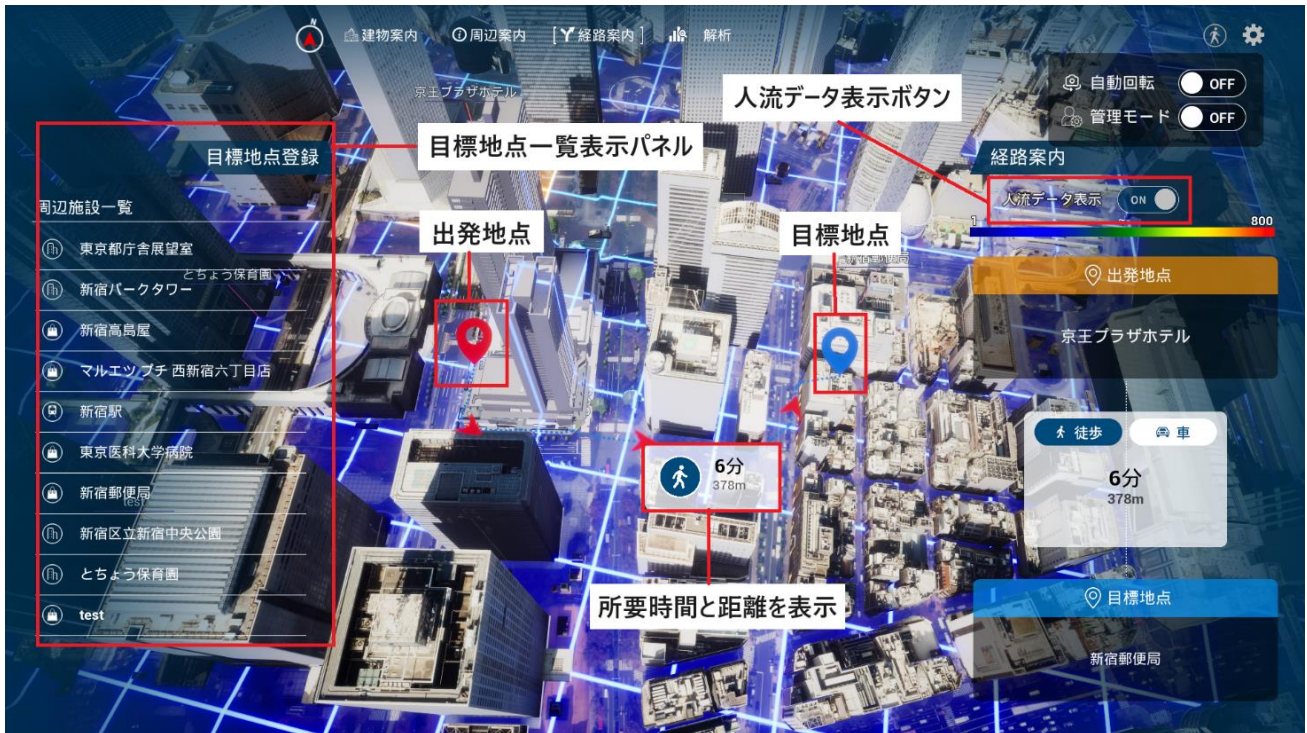


図 3-49 経路案内表示画面構成表のイメージ

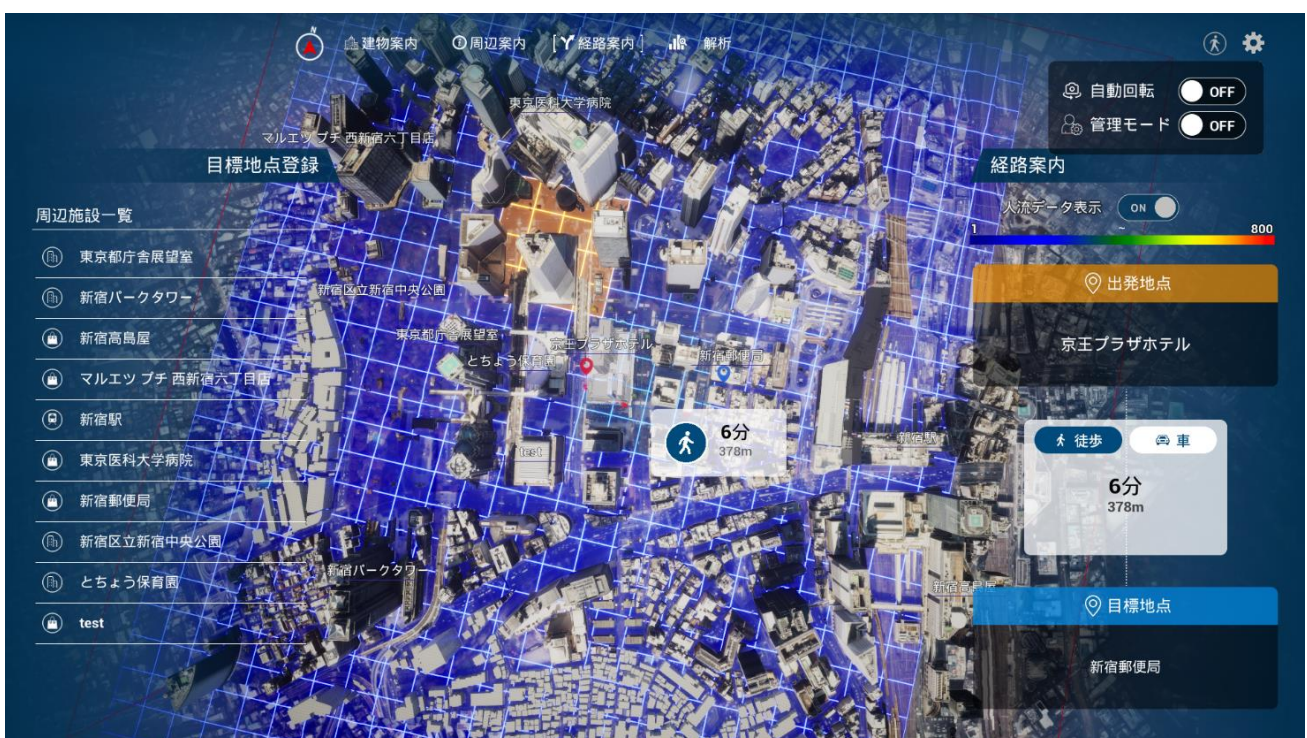


図 3-50 経路案内ふかん視点のイメージ



## 16. 【SC016】 解析画面

### ● 画面の目的・概要

- 解析画面では、経路、空間 ID 表示機能の表示切替切替と属性情報表示を行える。
- 地物をクリックすることで属性情報が表示され、選択された地物がハイライトされる。
- 都市計画決定情報の用途地区モデルについて以下の可視化を行う。

#### ◇ 3D ビュー

- エリアを用途別に色分けして表示
- 容積率に応じてエフェクトの高さを変更

#### ◇ UI

- 選択されたエリアについて属性情報を表示（容積率、用途等）
- 色分けの凡例表示

### ● 画面イメージ



図 3-51 解析画面構成図のイメージ





図 3-52 解析画面の人流データ（ヒートマップ）表示のイメージ



図 3-53 解析画面の都市計画決定情報表示のイメージ



## 17. 【SC017】 経路表示画面

- 画面の目的・概要
  - 経路画面では開始地点・終了地点を選択して距離・時間の計測、結果のエクスポートを行える。
  - 開始地点ピンと終了地点ピンを 3D ビュー上でドラッグすることで各位置を変更できる。
- 画面イメージ



図 3-54 経路表示画面の構成表のイメージ

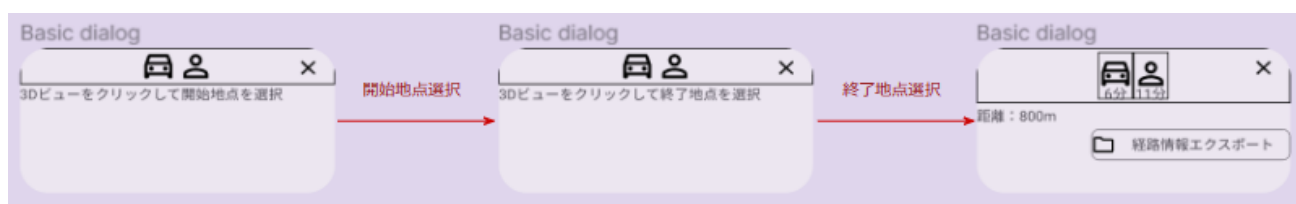


図 3-55 経路表示画面の遷移表のイメージ

## 18. 【SC018】 気象データ表示画面

### ● 画面の目的・概要

➤ 気象データ表示画面では以下を表示する。

#### ◇ 気象データ選択パネル

- 可視化したい気象データ（西新宿のスマートポールから取得されたデータ）を選択する。

#### ◇ 気象情報表示パネル

- 各センサーで計測された気温、照度、雨量、湿度、風向、気圧を表示する。
- 各センサーの表示位置はツールの内部データとして保持する。

#### ◇ 日時選択パネル

- 表示したいデータの日時をスライダーで設定する。

### ● 画面イメージ



図 3-56 気象データ表示画面のイメージ



## 19. 【SC019】 GIS データ表示画面

- 画面の目的・概要
  - GIS データ表示画面では、POI データを読み込んで各地点情報を 3D ビュー上に可視化できる。
  - UI としては以下が表示される。
    - ◇ データ操作パネル
    - ◇ 「データ選択」ボタン
      - Shapefile をエクスプローラーから選択して指定する。
    - ◇ 表示属性選択ドロップダウン
      - dbf ファイル (Shapefile と同名のファイルが自動で読み込まれる) に定義された属性フィールドのリストがドロップダウンで表示され、リストから 3D ビュー上で表示したい属性を選択する。
        - 各フィールドについて定義されている属性値がサンプルとして一つ表示される。
    - ◇ 「データ読み込み」ボタン
      - 選択されたデータを 3D ビュー上に読み込んで表示する。
    - ◇ 「読み込み済みのデータを削除」ボタン
      - 読み込んだデータを全て削除する。
- 画面イメージ



図 3-57 GIS データ表示画面のイメージ



## 20. 【SC020】空間 ID 表示画面

- 画面の目的・概要
  - 地形上に空間ボクセルと人流ヒートマップが平面に可視化され、ズームレベルをスライダーから切り替えて表示できる。人流データの日時はスライダーから設定できる。
  - 各空間ボクセルをクリックすることでボクセル内における以下の情報を確認できる。
    - ◇ 通行人数
    - ◇ 建築物数
    - ◇ 読み込まれた各 POI データの地点数
- 画面イメージ

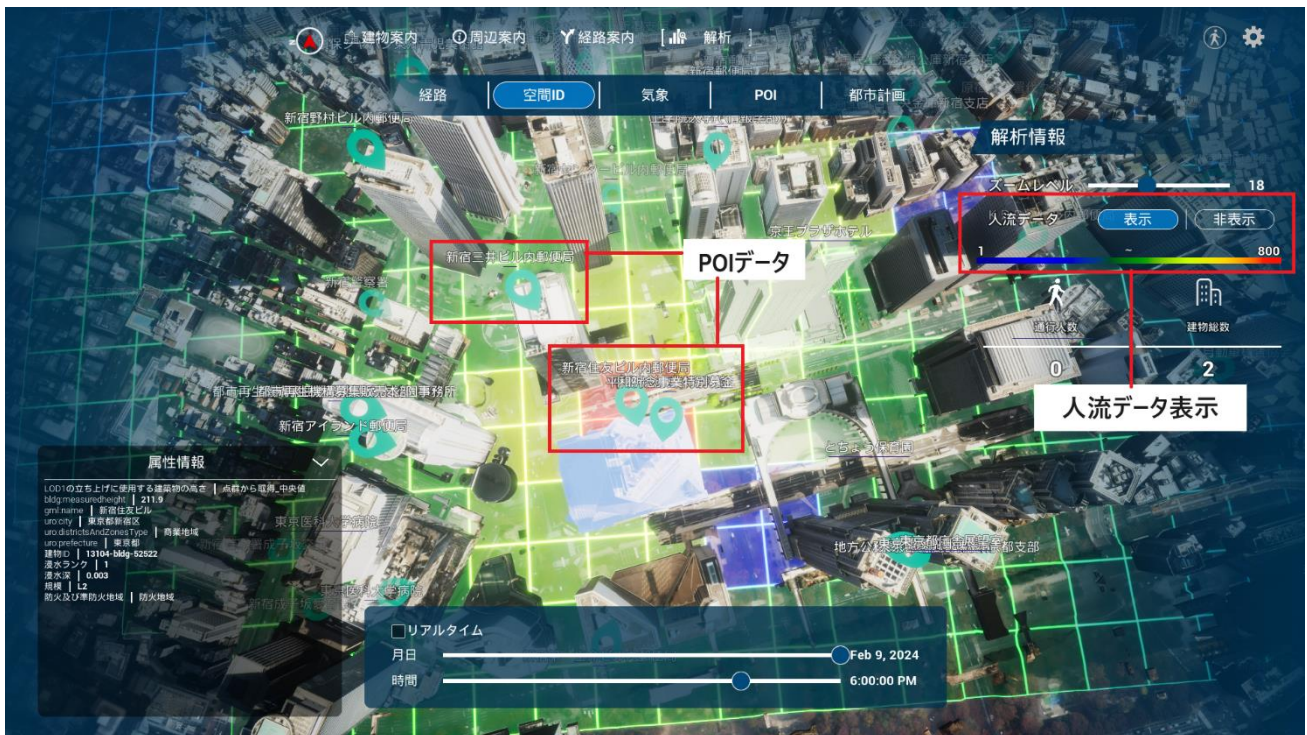


図 3-58 人流データ・POI データ重畳表示のイメージ



図 3-59 空間 ID 表示画面構成図のイメージ



## 21. 【SC021】都市計画画面

- 画面の目的・概要
  - ▶ 都市計画画面では、都市計画情報を可視化する。
- 画面イメージ



図 3-60 都市計画画面のイメージ

## 22. 【SC022】 地図編集画面

- 画面の目的・概要
  - ▶ 地図編集画面では、アセット機能と色彩変更機能の切替ボタンを表示する。
- 画面イメージ



図 3-61 地図編集画面のイメージ



## 23. 【SC023】 色彩変更画面

### ● 画面の目的・概要

- ▶ 色彩変更画面では、LOD4 建築物モデルの CityGML 内で定義された各マテリアルについて、デジタルツイン空間上での見た目を変更できる。
- ▶ 色彩変更画面を開くと 3D ビュー上での視点が LOD4 建築物モデルにズームし、以下のパネルが表示される。

#### ◇ マテリアル一覧パネル

- 表示中のオブジェクト（階層又は建築物外観）のマテリアルの一覧を表示

#### ◇ 階層一覧パネル

- 階層の一覧と外観から選択

#### ◇ マテリアル編集パネル

- マテリアルの編集・デフォルト値へのリセット

### ● 画面イメージ

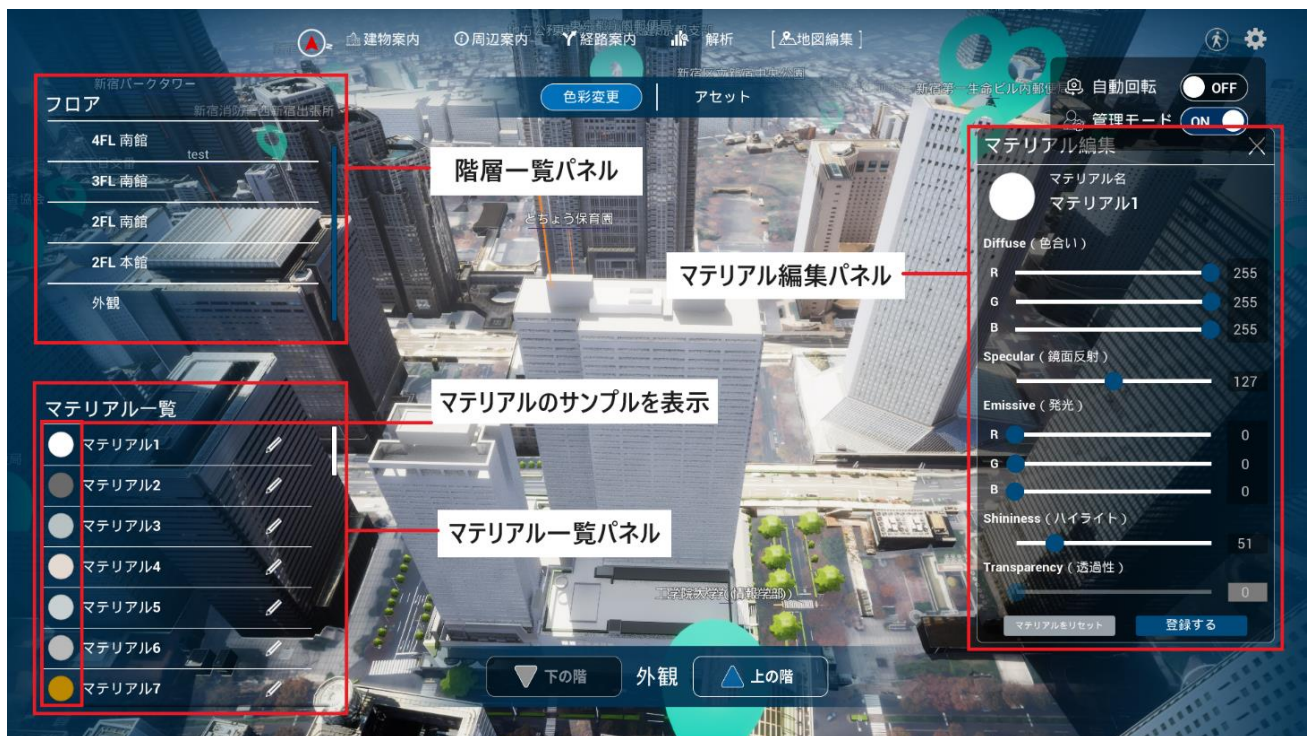


図 3-62 色彩変更画面のイメージ

## 24. 【SC024】アセット画面

- 画面の目的・概要
  - ▶ アセット画面では以下を行う。
    - ◇ プリセット一覧表示
    - ◇ 3D ビュー上でアセットを配置
    - ◇ 3D ビュー上でアセットを移動・回転
    - ◇ アセットの削除
- 画面イメージ



図 3-63 アセット画面のイメージ

## 3-7. 実証システムの利用手順

### 3-7-1. 実証システムの利用フロー

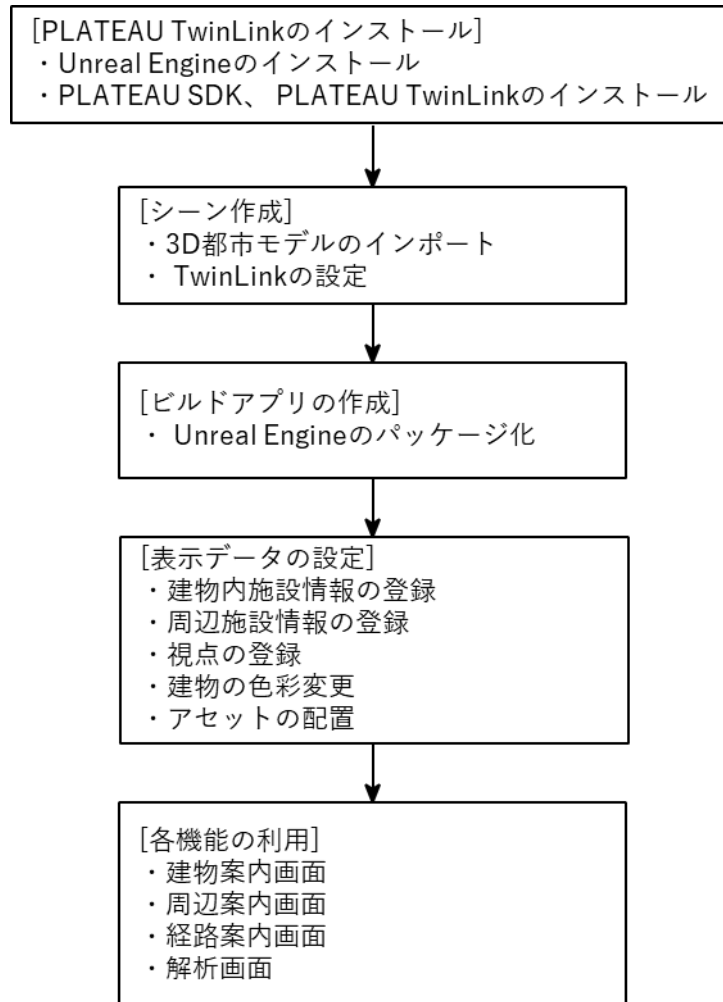


図 3-64 実証システムの利用フロー

#### 1. シティプロモーション：エリア情報の提供

##### (1) エリア情報収集

- 従来業務と同様に販売不動産が立地するエリアの近隣施設を抽出する。

##### (2) 情報発信・提供

- デジタルツイン上に施設情報を表示する。
- 主要施設へのアクセスルートを生成し、デジタルツイン上に表示する。

#### 2. シティプロモーション：施設情報の提供

##### (1) 計画検討

- 不動産施設内の共用部（カフェ、ラウンジなど）の設計検討を行う。

##### (2) 情報発信・提供

- 計画中の建物モデル（BIM など）をインポートすることで、施設内の主要施設の情報をデジタルツイン上に表示され、様々な視点から確認できるため、分かりやすく空間を把握できるようにする。

### 3. 住民説明

#### (1) 計画検討

- 検討委員会などでの議論やデベロッパーの開発計画を踏まえて素案を作成する。

#### (2) 説明資料作成

- 計画中の建物モデル（BIM など）をインポートすることで、上記で検討された計画案を取り込み、都市模型やパース、ムービーの代替として、本事業で開発された機能を住民説明の資料として活用する。

#### (3) 住民とのコミュニケーション

- 説明会やワークショップを実施し、前段の資料をもとに計画内容の説明がされる。開発予定の建物や敷地情報だけでなく、可視化された周辺状況も含めて様々な視点でシームレスに開発計画を確認できるため、住民でも分かりやすく理解できる。

#### (4) 計画への反映

- パブリックコメントなど、住民説明の機会を通して、寄せられた意見を計画に反映する。



### 3-7-2. 各画面操作方法

#### 1) 本ツールのインストール

- Unreal Engine のインストール

- <https://store.epicgames.com/ja/download> から Epic Games Launcher をインストール後、Epic Games Launcher を開く。
- Unreal Engine (①) → ライブラリ (②) → + (③) を選択し、Unreal Engine 5.3 をインストールする。

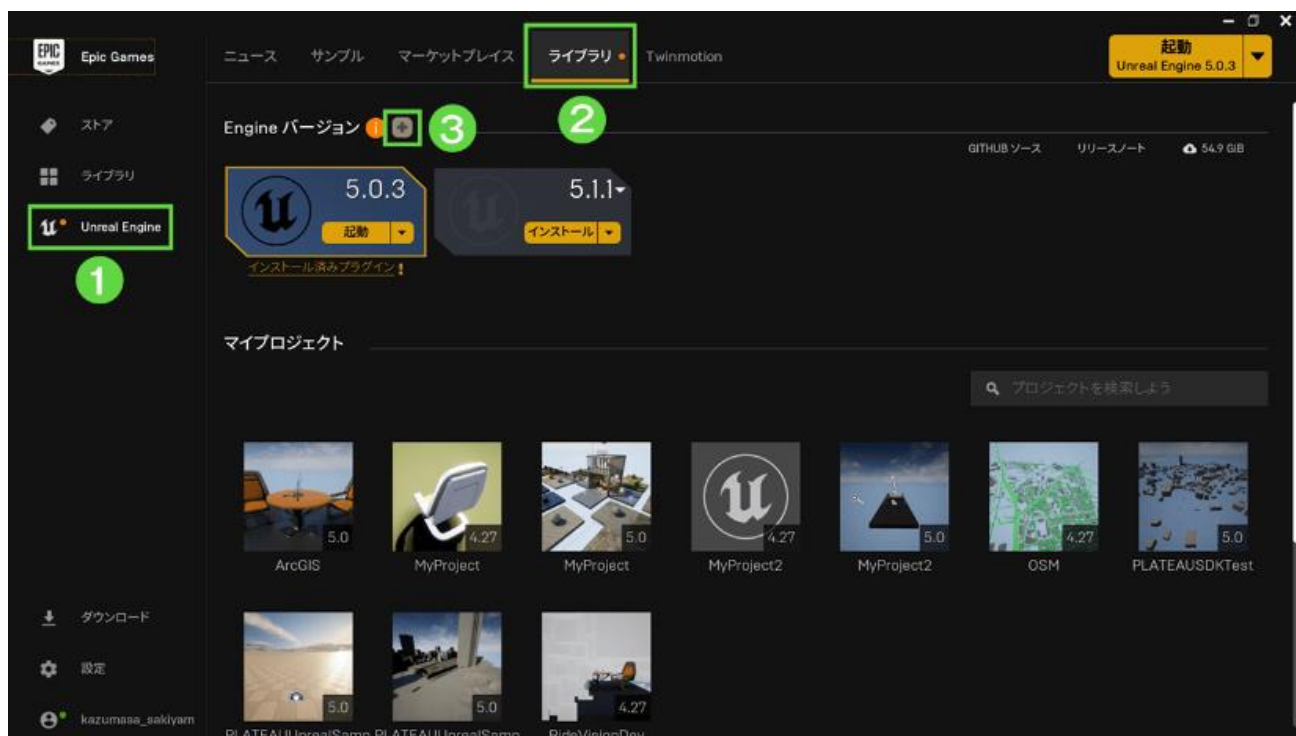


図 3-65 Unreal Engine のインストール

- ▶ インストールされた Unreal Engine を開き、プロジェクトデフォルトとしてブループリントではなく C++を選択してから作成する。

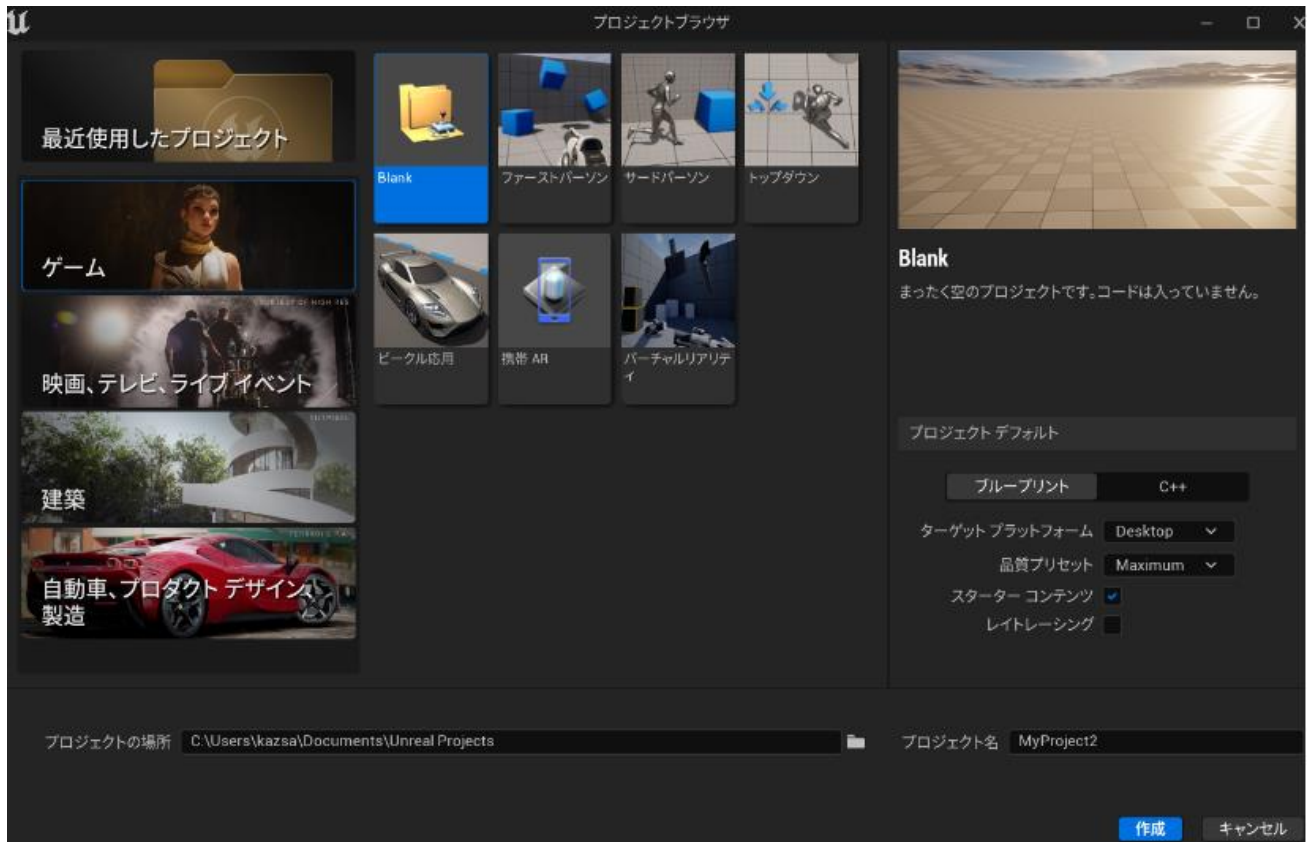


図 3-66 C++の選択

- PLATEAU SDK for Unreal 、本ツールのインストール
  - PLATEAU SDK for Unreal 、本ツールのリリースページから各プラグインの zip ファイルをダウンロードする。
  - 作成したプロジェクトのフォルダを開き、Plugins という名前のフォルダを作成後、各 zip ファイルを展開して格納する。

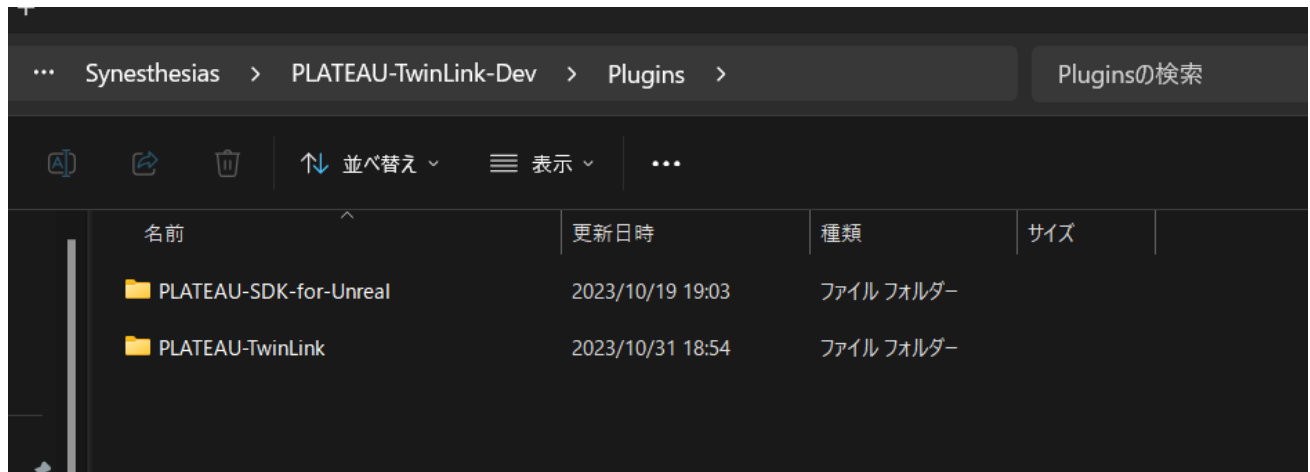


図 3-67 ファイル格納

## 2) シーン作成

### ● 3D 都市モデルのインポート

- PLATEAU SDK for Unreal から使用したい 3D 都市モデル、フォーカス対象建築物をインポートする。
  - ✧ インポート方法については [PLATEAU SDK のマニュアル<sup>1</sup>](#)を参照ください。
- 本ツールの設定
  - ✧ 上部メニューから「PLATEAU TwinLink」を選択すると、設定ウィンドウが開かれる。
  - ✧ 描画設定では、環境設定にチェックを入れることで、時間帯と月を指定できる。また、カリング処理を有効にしたい場合はカリング設定にチェックを入れる。下部の「適用」ボタンを押して描画設定を適用させる。

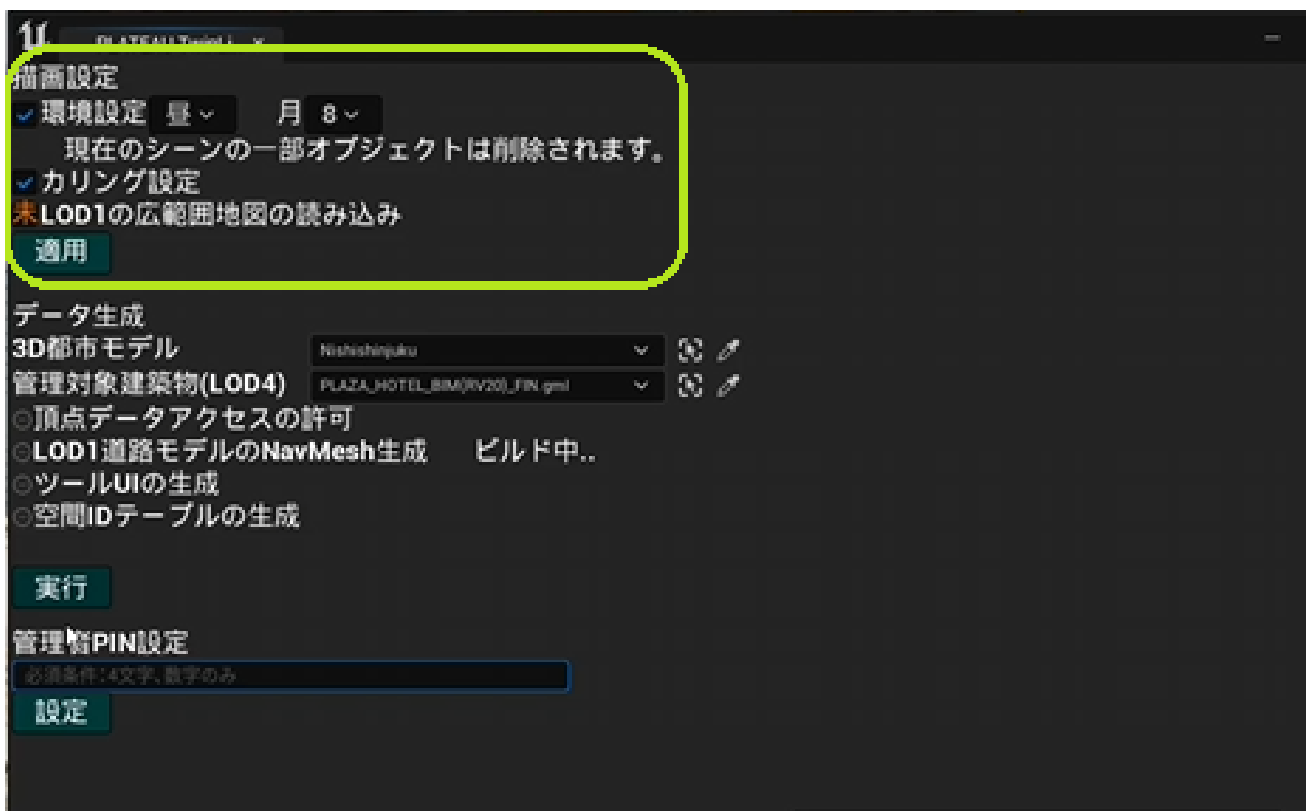


図 3-68 描画設定

<sup>1</sup> <https://project-plateau.github.io/PLATEAU-SDK-for-Unreal/manual/ImportCityModels.html>

- ◇ データ生成項目では、3D 都市モデルと管理対象建築物（LOD4）のデータを選択して、下部の「実行」ボタンを押すとデータの生成が行われる。生成が完了すると「データの生成が完了しました。」と表示される。
- ◇ 管理者 PIN 設定では、空欄に数字 4 文字を入力し、「設定」ボタンを押すことで、管理モードに入るための PIN を設定できる。

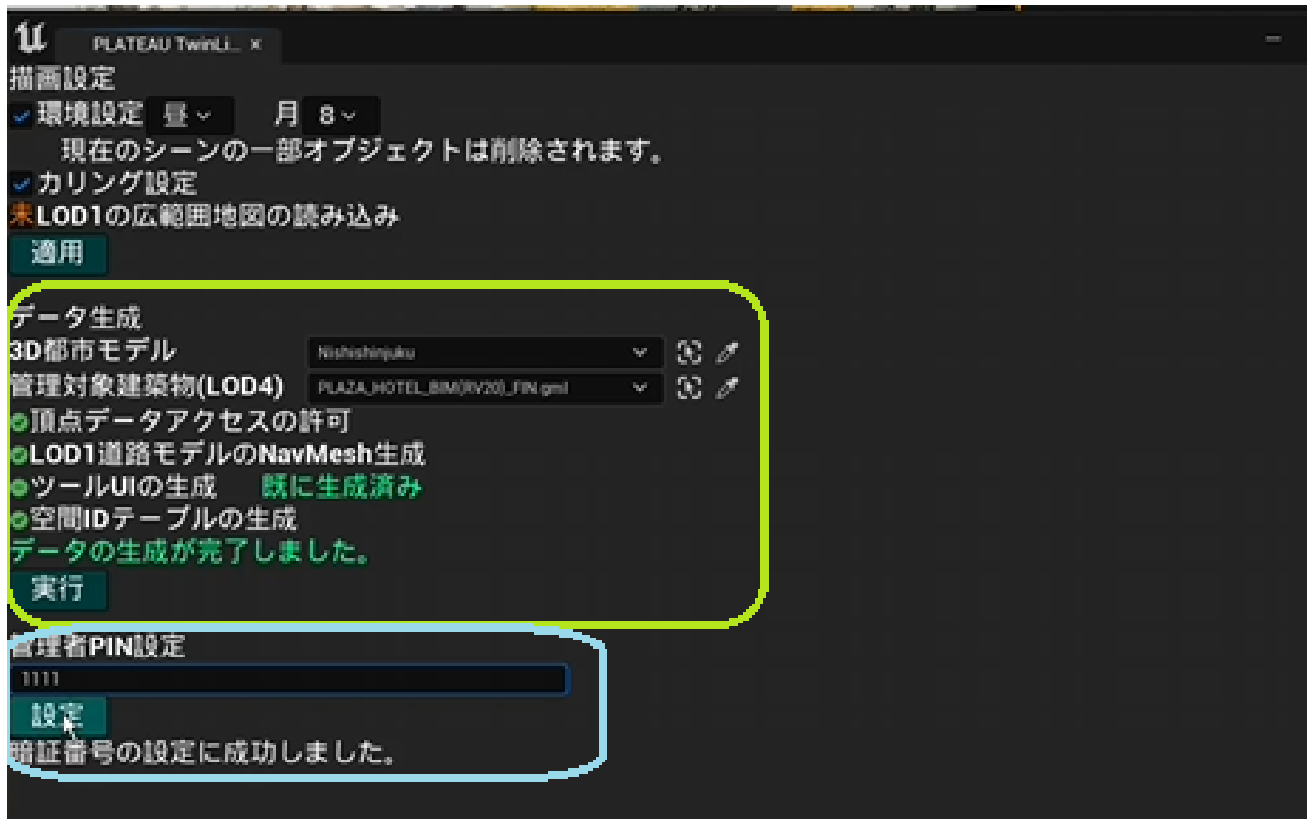


図 3-69 データ 生成及び管理者 PIN 設定

- ◇ 「PLATEAU TwinLink」 ウィンドウを閉じて「再生」 ボタンを押すと、先ほど設定した内容でシーンを再生できる。

- ビルドアプリの作成

- プロジェクト設定から Game Default Map を作成したシーンに設定する。

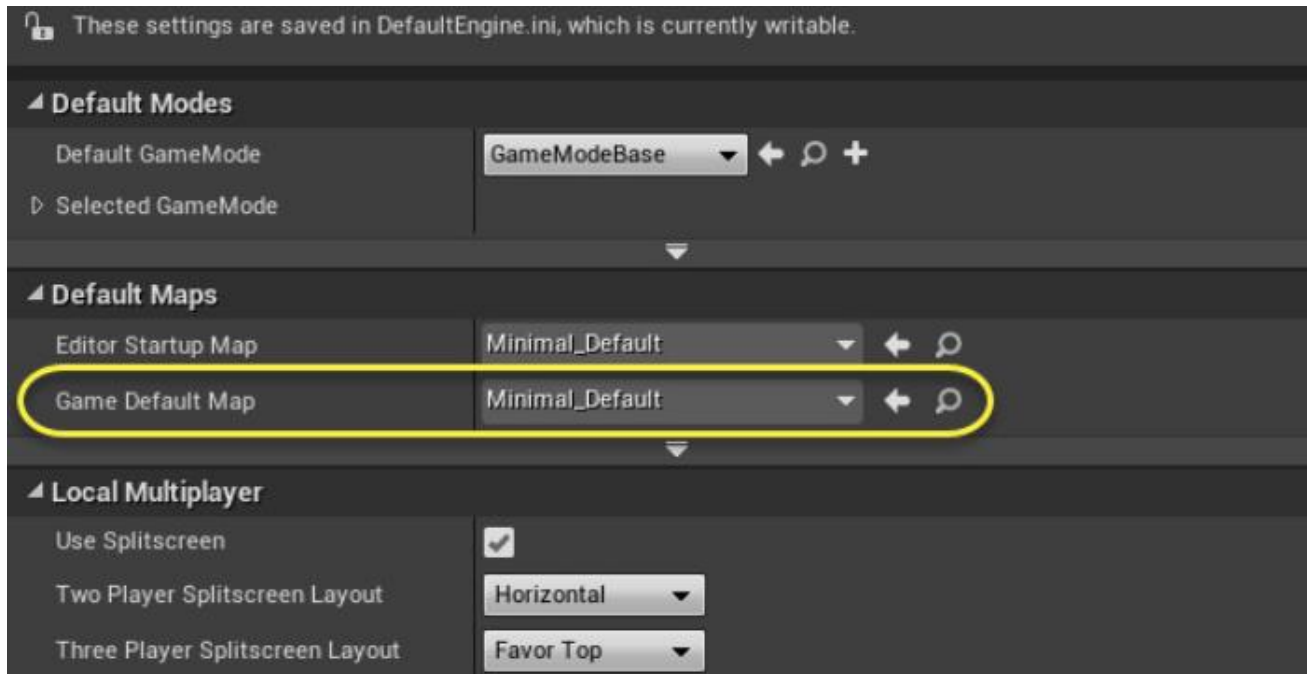


図 3-70 ビルドアプリの作成

- プラットフォーム→Windows→パッケージ化を選択し、ビルドアプリを作成する。

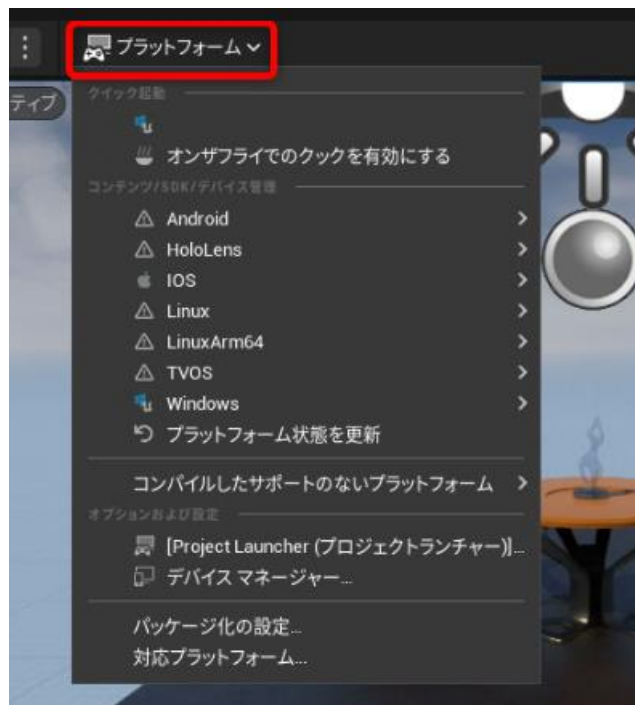


図 3-71 パッケージ化

- 表示データの設定
  - 建物内施設情報の登録
    - ◇ 画面右上の管理モードを ON にし、管理者 PIN を入力して管理モードに入る。以後、表示データの設定は管理モードで行う。

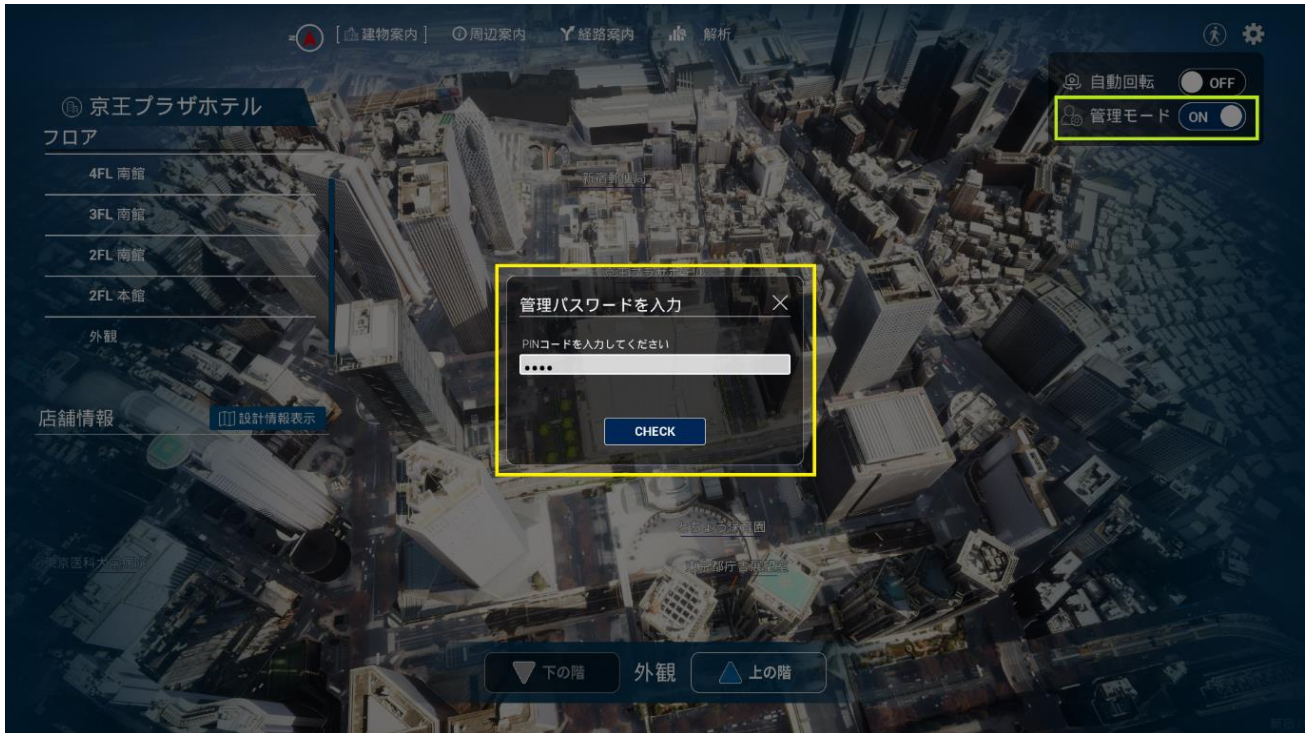


図 3-72 管理モードへの切り替え



- ◇ 建物内施設情報を追加したいフロアを画面左のフロアリストから選択する。
- 店舗の位置をクリックすると、店舗情報登録画面が表示されるので、店舗名などを入力して「登録」ボタンを押す。



図 3-73 店舗情報の登録



➤ 建物内設計情報の登録

- ◇ 店舗情報を追加したいフロアを画面左のフロアリストから選択する。
- ◇ 画面左下の設計情報表示を選択すると、登録されている設計情報とデータ読み込み画面が表示される。設計情報を登録したい場合は、データを選択して登録する。

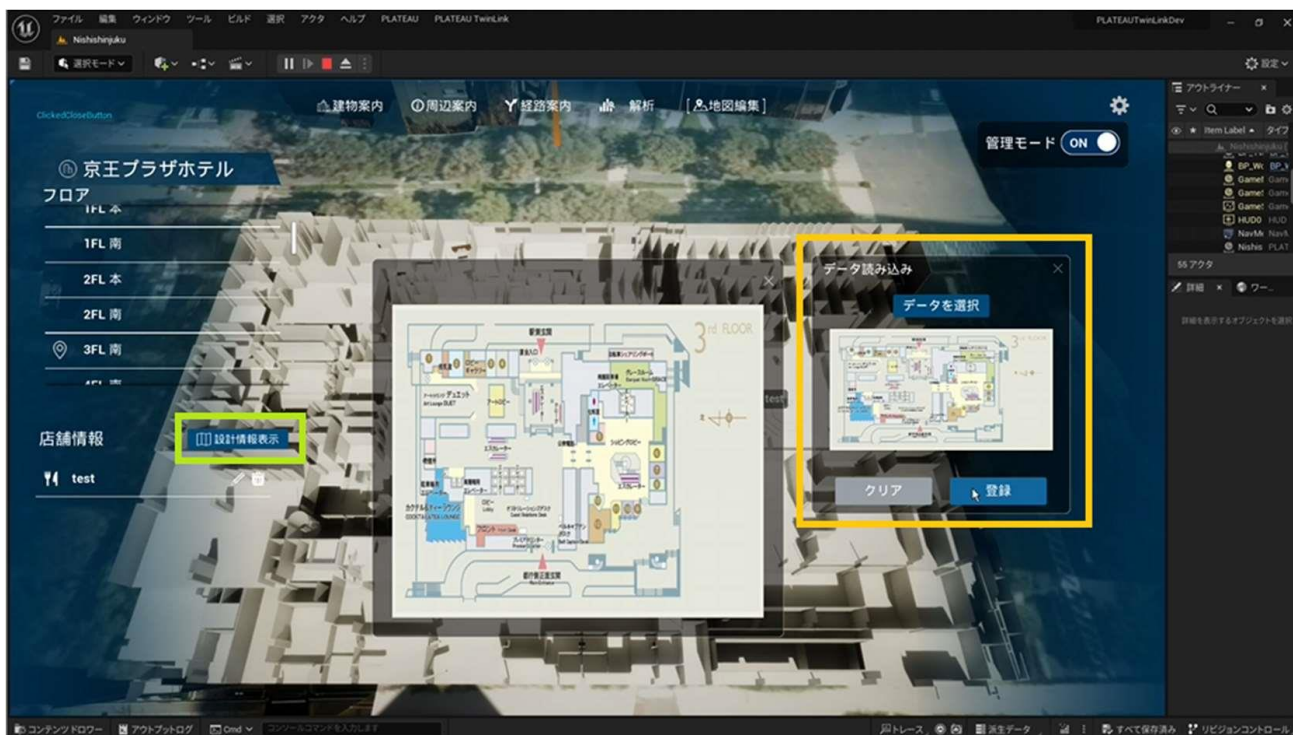


図 3-74 設計情報の登録

➤ 周辺施設情報の登録

- ◇ 画面上部メニューの「周辺案内」を選択する。
- ◇ 登録したい施設をクリックしてから、画面左にある施設登録を選択すると、周辺施設情報追加画面が表示される。
- ◇ 施設名などを入力して、「登録する」ボタンを押す。



図 3-75 周辺施設情報の登録



◇ 登録が成功すると、画面左の周辺施設一覧に施設名が追加される。

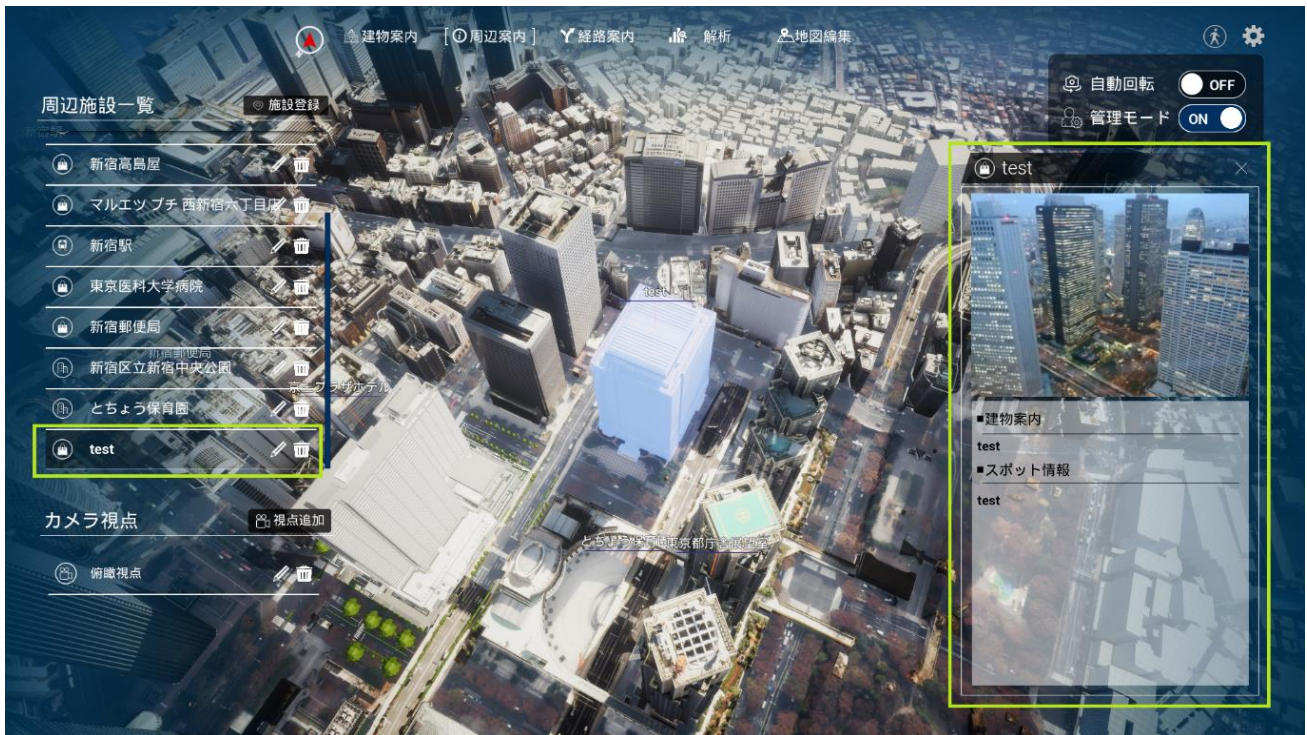


図 3-76 周辺施設一覧に追加された登録施設

➤ 視点の登録

- ◇ 登録したい視点に移動してから、画面左下の視点追加を選択する。視点名を入力して、追加を選択する。

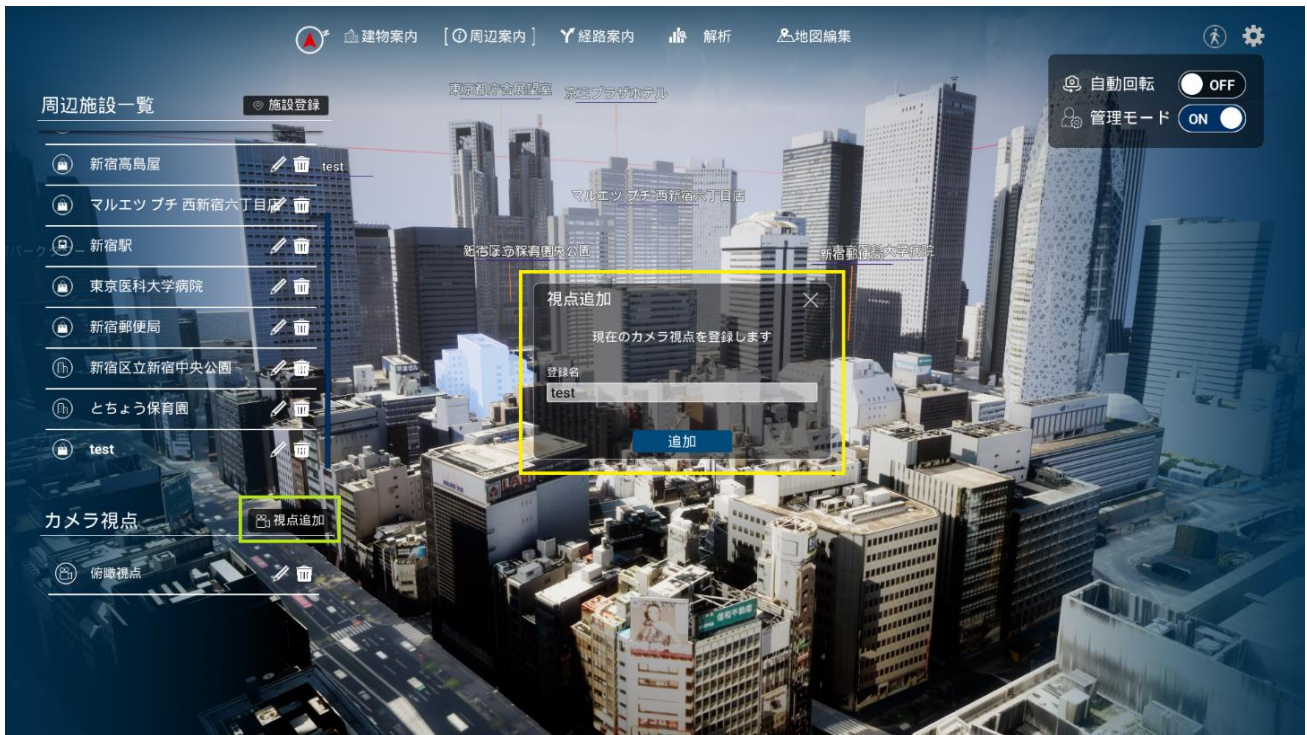


図 3-77 視点の追加



◇ 登録された視点は、左下のカメラ視点リストに表示され、選択するとその視点に移動する。

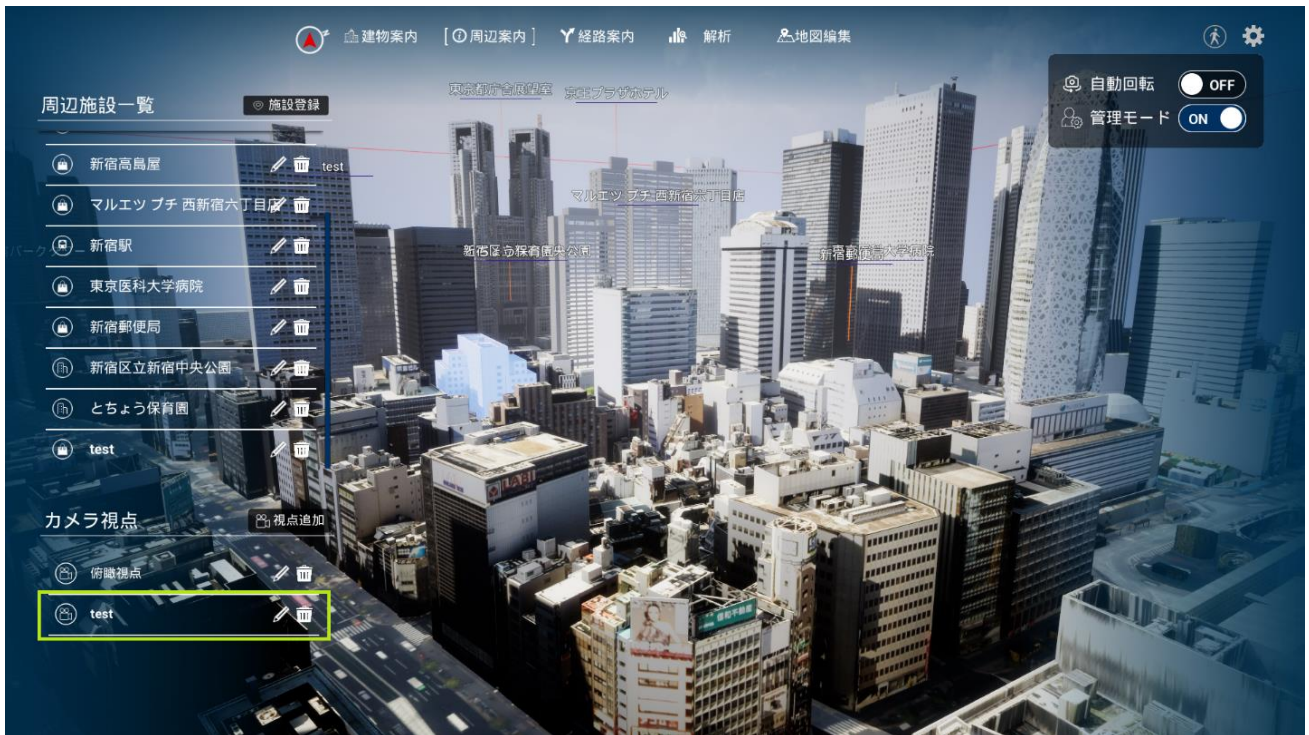


図 3-78 追加された視点

➤ 建物の色彩変更

- ✧ 画面上部メニューの「地図編集」>「色彩変更」を選択する。
- ✧ 画面左下のマテリアル一覧から編集したいマテリアルを選択すると、マテリアル編集画面が表示される。
- ✧ Diffuse（色合い）などを編集し、「登録する」ボタンを押すと、建物の色彩が変更される。

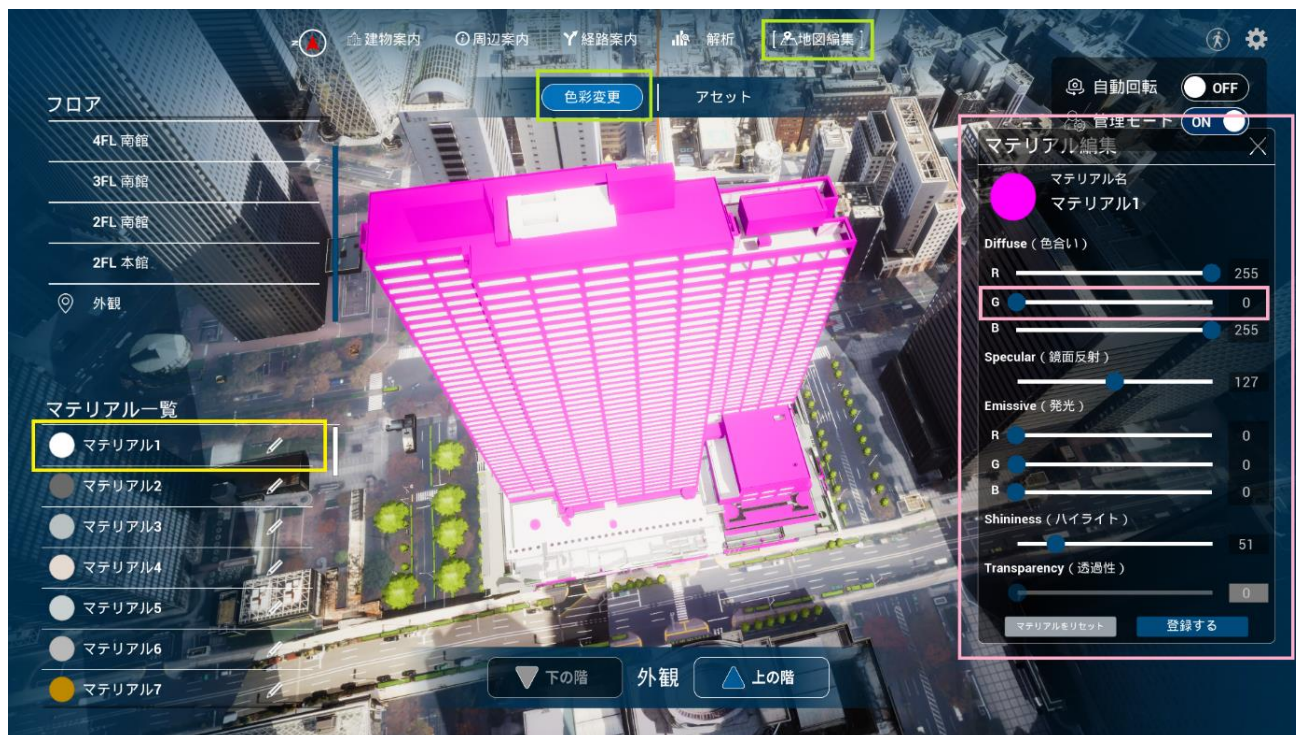


図 3-79 建物の色彩変更



➤ アセットの配置

- ✧ 画面上部メニューの「地図編集」>「アセット」を選択する。
- ✧ 画面右のアセットライブラリから追加したいアセットを選択して、設置する。



図 3-80 アセットの配置

◇ 設置したアセットを選択すると回転移動ができ、右クリックすると平行移動できる。



図 3-81 アセットの回転移動



図 3-82 アセットの平行移動

- 各機能の利用

- ▶ 建建物案内画面

- ◇ 画面上部メニューの「建物案内」を選択する。
- ◇ 画面左のフロアリストから閲覧したいフロアを選択すると、そのフロアが切り取られ、登録されている店舗情報が表示される。



図 3-83 建物案内画面



➤ 周辺案内画面

- ◇ 画面上部メニューの「周辺案内」を選択する。
- ◇ 画面左の周辺施設一覧から閲覧したい施設を選択すると、画面右に詳細が表示される。
- ◇ 画面左下のカメラ視点リストから視点を選択すると、登録した視点にカメラが移動される。

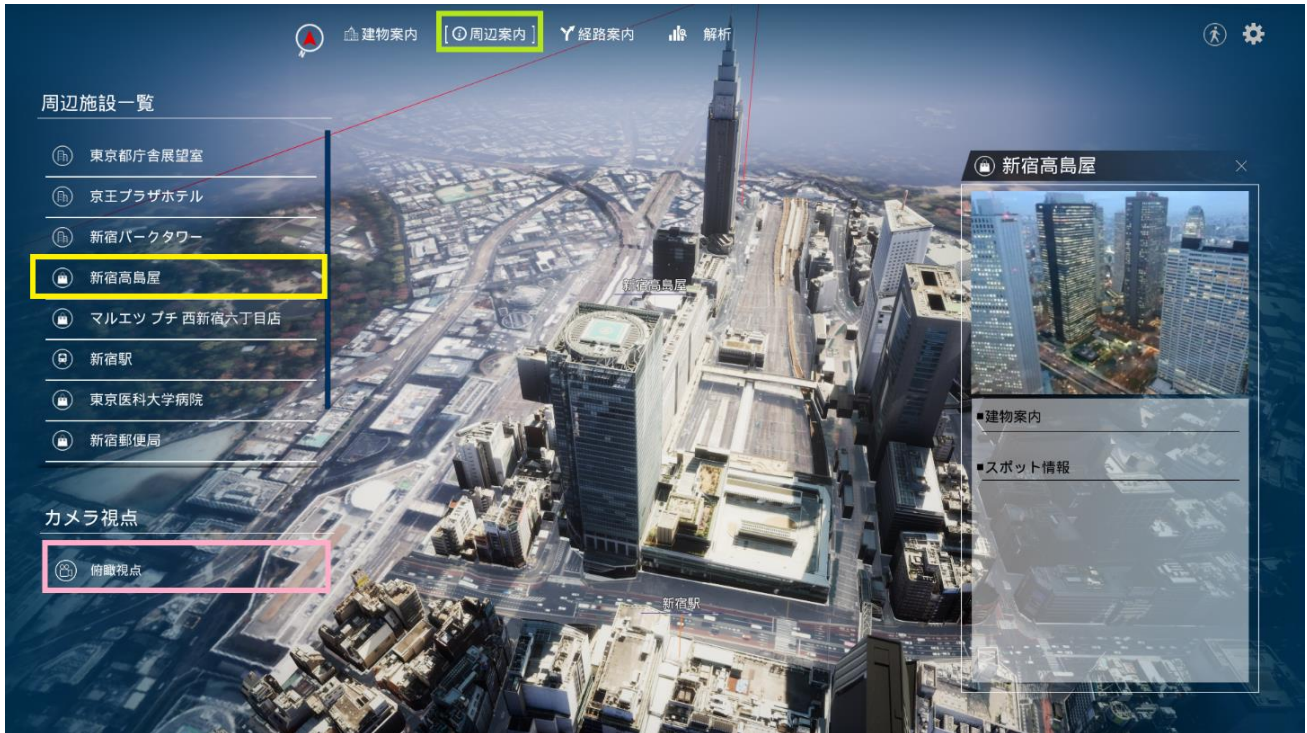


図 3-84 周辺案内画面

➤ 経路案内画面

- ◇ 画面上部メニューの「周辺案内」を選択する。
- ◇ 目標地点に設定したい施設を画面左の周辺施設一覧又は 3D マップから選択すると、経路情報が表示される。

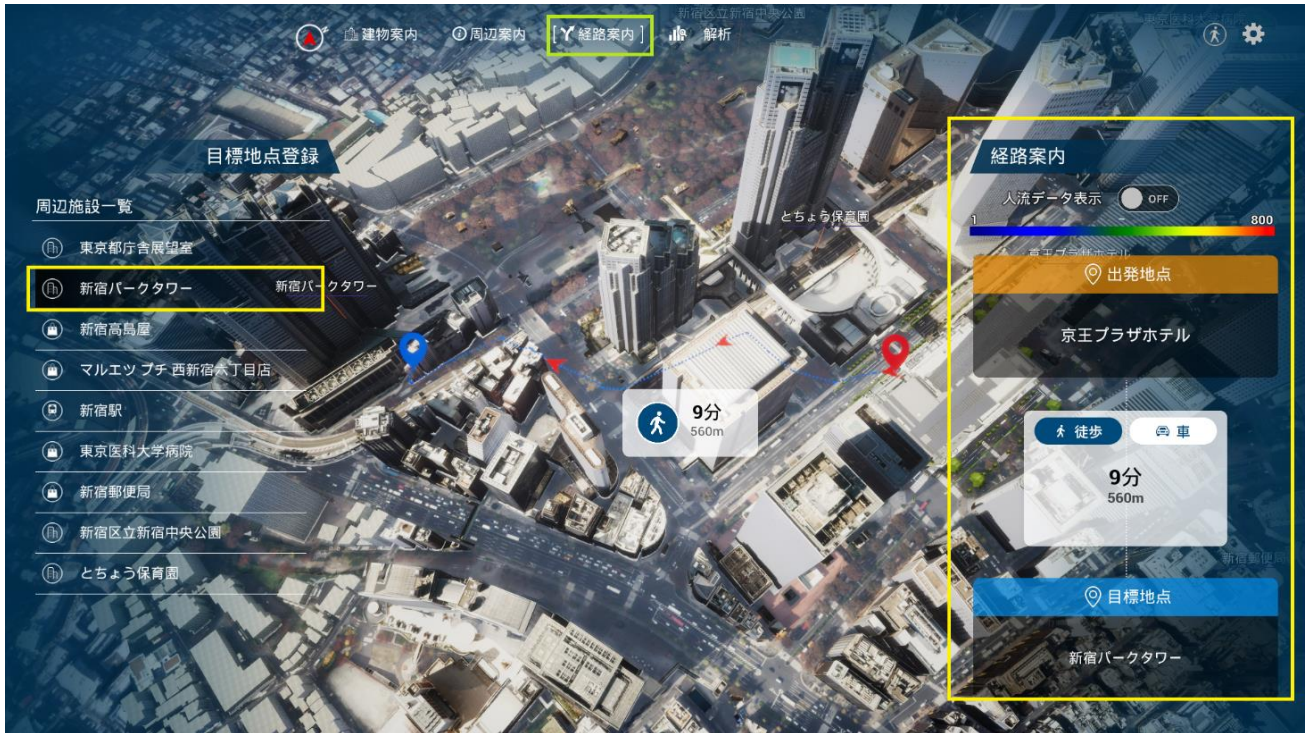


図 3-85 経路案内画面



➤ 解析画面

◇ 経路

- 画面上部メニューの「解析」>「経路」を選択する。
- 3D マップ上で出発地点→目標地点の順で選択すると、経路情報が表示される。経路情報は「エクスポート」ボタンを選択すると、Shapefile として出力される。



図 3-86 経路の解析画面



◇ 空間 ID

- 画面上部メニューの「解析」>「空間 ID」を選択する。
- 3D マップ上の調べたいエリアを選択すると、赤色のボクセルとそのボクセルの範囲内を対象とした解析情報が表示される。
- ボクセルのサイズはズームレベルバーで変更できる。



図 3-87 空間 ID の解析画面

◇ 気候

- 画面上部メニューの「解析」>「気候」を選択する。
- 画面右の気象データで、「データを選択」ボタンから閲覧したい気象データを選ぶと、3D マップ上に気象情報が表示される。気象情報の測定位置は黄色矢印で表示され、これらの表示は視点が測定位置から離れると自動的に非表示になる。



図 3-88 気象の解析画面



◇ POI

- 画面上部メニューの「解析」>「POI」を選択する。
- 画面右の GIS データで読み込みたいファイルを指定、属性を選び、データ名を入力してから「登録」ボタンを押す。データが登録されると 3D マップ上に緑色矢印と情報が表示される。



図 3-89 POI の解析画面

◇ 都市計画

- 画面上部メニューの「解析」>「都市計画」を選択する。
- 画面右のエリア一覧に指定された色で、3D マップの各エリアが色分けされている。
- 3D マップでエリア端の色付けされている箇所を選択すると、画面右下にそのエリアの情報が表示される。上部メニューの「解析」>「POI」を選択する。



図 3-90 都市計画の解析画面

## 4. 実証技術の検証

### 4-1. 空間 ID 単位でのデータストリーミング技術の検証

#### 4-1-1. 検証目的

- 空間 ID を活用することによる性能向上を計測し、本ツール及び空間 ID の優位性を検証することを目的とする。
  - データストリーミングをズームレベルの切り替えなしに常に同じレベルで行った場合と、ズームレベルを動的に切り替える場合とでデータ通信量・計算時間を計測し比較することによって検証する。
  - 特にデータの描画範囲が広がった際の性能低下がどの程度軽減されるかを検証したいため、範囲に応じた性能変化率を KPI の指標として採用した。

#### 4-1-2. KPI

表 4-1 KPI 一覧

No.	評価指標・KPI	目標値	目標値の設定理由	検証方法サマリー
1	データ通信量の変化率	100%	● 通信量はほぼ変動しないことが望ましいが、±50%程度の誤差が生じることを想定してこの値に設定した。	● 複数のデータ範囲に対してデータ通信量を測定し、変化率を算出した。
2	処理時間の変化率	100%	● データ通信量と同様	● 複数のデータ範囲に対して処理時間を測定し、変化率を算出した。
3	視認性（データの描画サイズの変化率の低さ）	100%	● データ通信量と同様	● 複数のデータ範囲に対してデータの描画サイズを算出し、変化率を算出した。



### 4-1-3. 検証方法と検証シナリオ

#### ● 検証方法

- ズームレベルを 20 固定でデータストリーミングを行った場合と、ズームレベルを 18~22 の範囲で動的に切り替える場合とで性能を比較する。ズームレベルの値の選定は後述するデータの描画サイズが両者で同程度になるように行った。
- 各ケースにおいてデータストリーミング中にカメラの移動・回転を行い、一度のストリーミングについて描画範囲・データ通信量・処理時間・データの描画サイズを計測し、描画範囲に対してどの程度の性能・視認性が担保できるかの検証を行う。

#### 1) 描画範囲

描画範囲は各空間ボクセルのサイズの合計を計算することで算出する。人流データは高さ(Z)を持たない平面のデータであるため、空間ボクセルの底面の面積をサイズとして扱う。

$$\text{描画範囲(km}^2\text{)} = \sum_{v \in V} (v_x^{\max} - v_x^{\min})(v_y^{\max} - v_y^{\min})$$

- V：データを取得する対象となるすべての空間ボクセル
- v：空間ボクセル
- $v_n^{\max}$ ：空間ボクセル内の最大  $n \in (X, Y, Z)$  座標値 (km)
- $v_n^{\min}$ ：空間ボクセル内の最小  $n \in (X, Y, Z)$  座標値 (km)

#### 2) データ通信量の変化率

一度の通信でサーバーから送られるデータのサイズを計測する。変化率の数式は後述する。

#### 3) 処理時間の変化率

データをサーバーにリクエストしてから画面に描画するまでの一連の処理時間を  $\mu$  秒単位で計測する。変化率の数式は後述する。

## 4) 視認性（データの描画サイズの変化率）

データの描画サイズはボクセルのサイズを描画距離の二乗で割った値を近似的に指標値として扱う。この値が大きいほどユーザーからはデータが粗く（解像度が低く）見えているということを示している。また、カメラ位置によってデータの描画サイズが大きく変動してしまう場合、視認性が損なわれてしまうため、データの描画サイズの変化率を視認性の指標とする。

$$d = \left| \vec{C} - \begin{pmatrix} \frac{v_x^{\max} + v_x^{\min}}{2} \\ \frac{v_y^{\max} + v_y^{\min}}{2} \\ z \end{pmatrix} \right|$$

$$s(v) = \frac{(v_x^{\max} - v_x^{\min})(v_y^{\max} - v_y^{\min})}{d^2}$$

$$\text{データの描画サイズの変化率} = \frac{\max_{v \in V} s(v) - \min_{v \in V} s(v)}{\min_{v \in V} s(v)} \times 100$$

- d：データの描画距離（カメラからデータの描画位置までの距離）
- $\vec{C}$ ：カメラ座標
- z：データの描画高さ
- s(v)：空間ボクセルの描画サイズ

他の項目についても変化率は同様の数式で算出する。

## 4-1-4. 検証結果

ズームレベルを動的に切り替えることでデータの性能・視認性共にズームレベルを固定する場合に比べて大幅に向上されていることが確認できた。

表 4-2 検証結果サマリー

黄セル：KPI 達成

青セル：KPI 未達

検証内容	評価指標・KPI	目標値	結果	示唆
データ通信量	変化率	100%以下	79.46%	● ズームレベルを動的に切り替えることでデータの表示範囲を広げた場合でもデータ通信量をほぼ一定値に抑えることができる。
処理時間	変化率	100%以下	611.41%	● 想定よりも大幅に処理時間が掛かってしまうケースが確認された。原因としては描画負荷など他の処理の影響が考えられる。
視認性	描画サイズの変化率	100%以下	40.86%	● ズームレベルを動的に切り替えることでデータの表示範囲を広げた場合でもデータの描画サイズをほぼ一定値に抑えることができる。

a. データ通信量

評価指標：データ通信量の変化率=79.46% (KPI の 100%を達成)

ズームレベルを切り替えず描画する際は描画範囲に比例してデータ通信量が増大しているのに対し、切替えを行う場合はほぼ一定の通信量に削減できており、最大で 16%まで通信量を削減している。

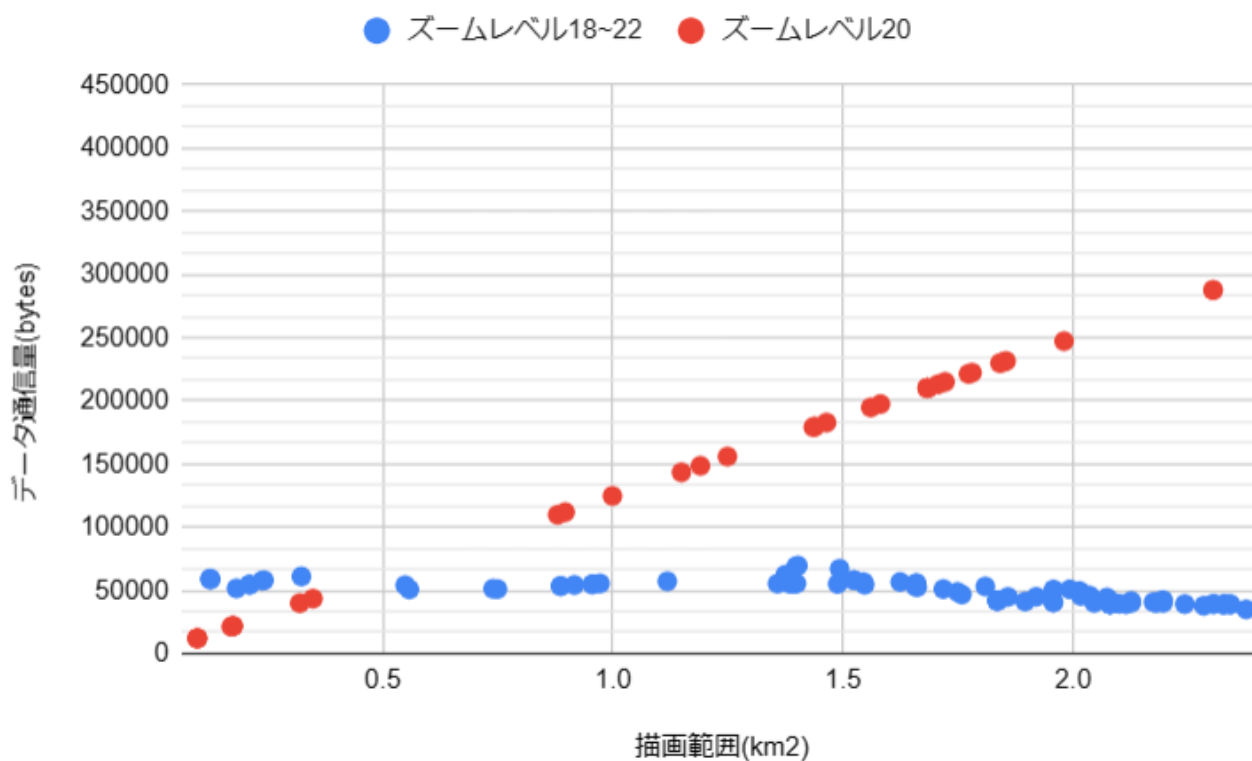


図 4-1 ズームレベルとデータ通信量

b. 処理時間

評価指標：処理時間の変化率=611.41%（KPI の 100%を達成できず）

描画負荷など他の処理の影響が想定よりも大きく、大幅に外れている値が発生してしまったため KPI を達成することはできなかった。ただ外れ値を除いた場合、ほぼ一定の処理時間になっており、ズームレベルを固定した場合に比べて最大で 5%程度まで処理時間を削減できている。

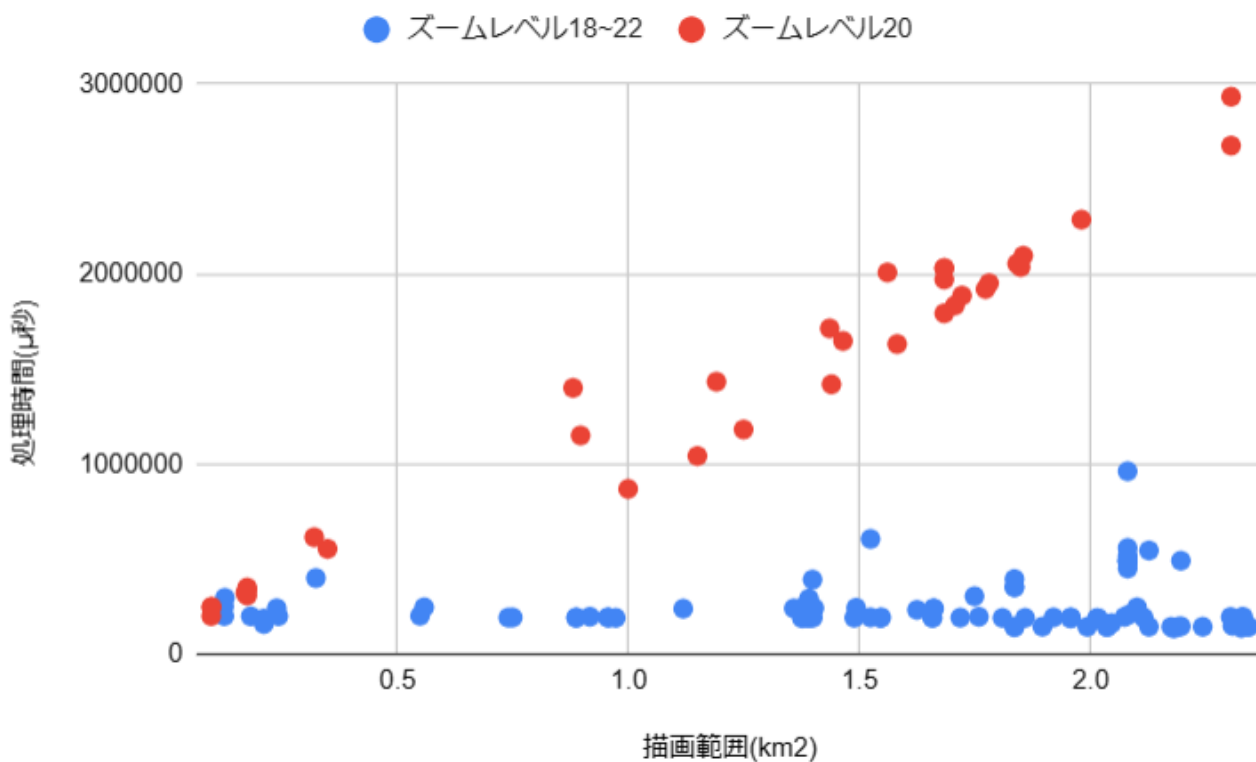


図 4-2 ズームレベルと処理時間



c. 視認性

評価指標：描画サイズの変化率=40.86% (KPI の 100%を達成)

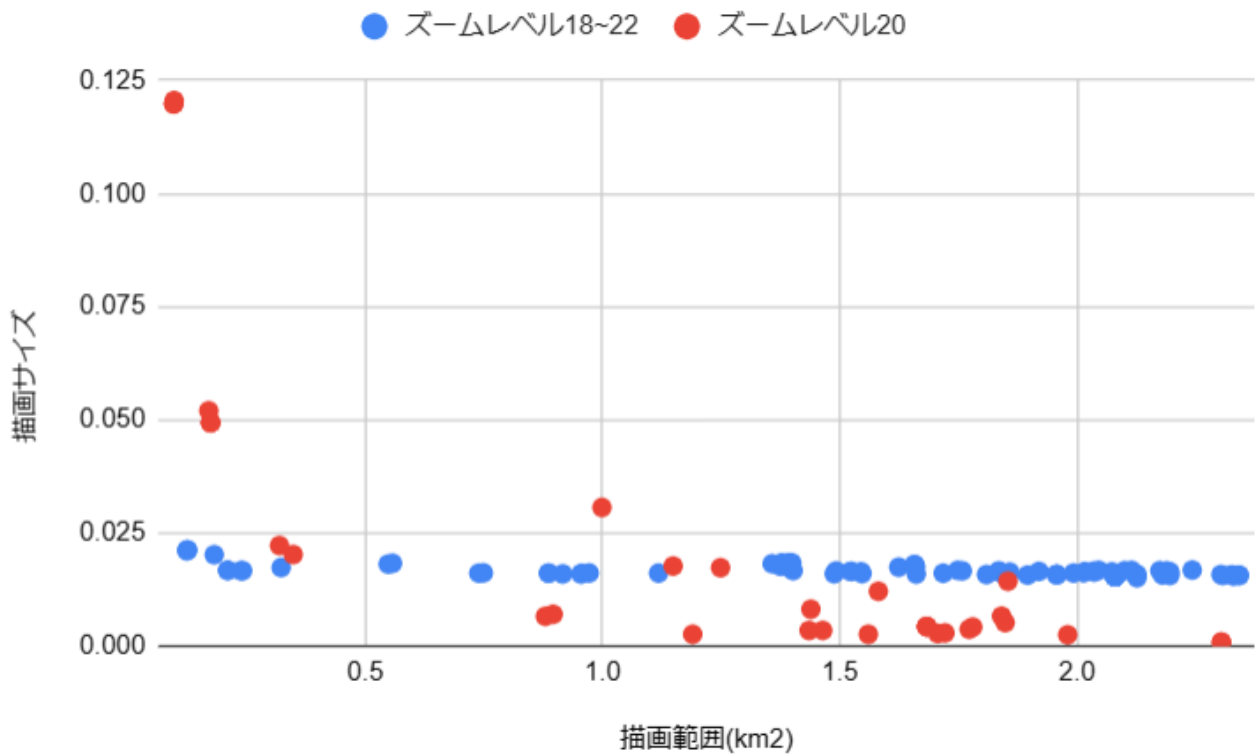


図 4-3 ズームレベルと視認性

## 5. BtoB ビジネスでの有用性検証

### 5-1. 検証目的

- 検証目的
  - 効果検証
    - ◇ 本ツールのテストユースを実施し、ヒアリング・アンケートを通じて本ツールが実務上、シティプロモーションを行う事業者にとって有用か評価する。なお、本実証では BIM モデルとして京王プラザホテルを対象としているが、ホテルを各種検証における用途と見立ててテストユースを実施する。
    - ◇ また、本ツールが住民説明でも活用できるか検証し、まちづくりの分野における有用性を確認する。
    - ◇ 加えて、本ツールを用いた事業者側からの説明を受ける被説明者からの評価も確認するため、一般ユーザー目線での検証も実施する。
  - ユーザビリティ評価
    - ◇ 事業者が本ツールを用いる際に、説明コンテンツの作成や説明を行うにあたっての使い勝手に問題がないかを確認する。
    - ◇ また、本ツールはノンエンジニアの利用を想定していることから、事前に詳しく説明を受けなくとも直感的に操作可能か確認する。
    - ◇ 加えて、事業者は本ツールを活用することで、分かりやすく情報提供が可能か確認する。
    - ◇ 一般ユーザーのユーザビリティについても確認する。

### 5-2. 検証方法

- 本ツールの実証実験としてテストユースを被験者に行った上で、アンケートを用いて検証を行う。本ツールを活用する事業者向けへの検証として、シティプロモーションの観点よりデベロッパー、ホテル事業者を対象に、住民説明の観点より地方公共団体、まちづくり団体、学識経験者を対象に検証項目を設定した。
- また、一般ユーザー向けとして、不動産の購入等に伴いシティプロモーションを受ける一般消費者と住民説明を受ける一般住民を想定した検証を行う。
- なお、アンケートフォーマットについては、Microsoft Forms を用いる。

## 5-3. 被験者

- 本ツールを活用する事業者の想定として、下記①、②、③を被験者として設定する。
  - ① シティプロモーションの観点から、実際の不動産販売の現場でのプロモーションツールとしての活用性を検証するためにデベロッパーの不動産販売に関わる担当者を想定した被験者にテストユースを実施する。
  - ② 併せて、ホテル事業者、エリア開発やプロパティマネジメントを行うデベロッパーの担当者を被験者とすることで、様々なケースでのシティプロモーションツールとしての活用性も確認する。
  - ③ 住民説明での活用性も検証するために、説明会を実施する事業者になり得る地方公共団体、まちづくり団体の担当者を被験者とした。また、まちづくりの専門家という視点から名古屋工業大学大学院の兼田敏之教授にもテストユースを実施した。

表 5-1 対象ユーザー① シティプロモーション（不動産販売）

分類	具体名称	部署	役職	担当業務	人数
デベロッパー	日鉄興和不動産	不動産販売関連（マンション）・不動産開発企画系	-	不動産販売に関わる販売企画やモデルルーム等での一般消費者への販売に関する企画・マネジメントを担当する。 また、マンションの商品企画や市街地再開発事業に関する調整・手続も担当する。	3名

表 5-2 対象ユーザー② シティプロモーション（その他）

分類	具体名称	部署	役職	担当業務	人数
ホテル	京王プラザホテル	フロント、営業・経営系	-	フロント・案内担当として、宿泊者対応を行う。また、営業や経営担当として、宿泊客対応に関する方針を策定する。	1名
デベロッパー	東急不動産	エリア開発の事業企画系	-	原宿を始めとした都心エリアの大規模建築プロジェクトを担当する。	1名
	大成建設	施設運営・ビル管理系		大型複合オフィスビル「御茶ノ水ソラシティ」のPM業務を担当する。 テナント対応のほか、来館者に対する情報発信やイベント企画も行う。	1名

表 5-3 対象ユーザー③ 住民説明&lt;地方公共団体・まちづくり団体学識経験者&gt;

分類	具体名称	部署	役職	担当業務	人数
地方公共団体	さいたま市	まちづくり系	-	土地区画整理事業に関する事業推進業務や住民説明をはじめとした住民対応をする。	1名
まちづくり団体	新宿副都心エリア環境改善委員会	-	-	地元のまちづくり活動を行い、その方向性について、各ビルオーナーとの調整を行う。	2名
学識経験者	名古屋工業大学大学院 兼田敏之教授	社会工学専攻 建築・デザイン分野	教授	社会工学・都市計画分野を専門に、都市システム解析やシミュレーション&ゲーミング手法を用いたまちづくりが専門。	1名

- シティプロモーションと住民説明の両方の被説明者としての視点で評価する為に、一般ユーザーとしての被験者を設定した。

表 5-4 対象ユーザー④ 一般ユーザー

分類	人数
シティプロモーション、住民説明の場合において本ツールを用いた被説明者	5名

## 5-4. ヒアリング・アンケートの詳細

### 5-4-1. アジェンダ・タイムテーブル

- 事業者向け、一般ユーザー向け共に同様のアジェンダで実証を行い、それぞれの目線からの評価を得ることとした。

表 5-5 アジェンダ・タイムテーブル

No.	アジェンダ	所要時間
1	PLATEAU TwinLink の説明	15 分
2	PLATEAU TwinLink のデモ	15 分
3	PLATEAU TwinLink の体験	45 分
4	質疑応答	10 分
5	アンケート回答	15 分



## 5-4-2. アジェンダの詳細

表 5-6 アジェンダの詳細

No.	アジェンダ (再掲)	内容
1	PLATEAU TwinLink の説明	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 本実証実験でアプローチする課題や背景を説明</li> <li>● 本実証実験の比較対象となる従来手法の説明</li> <li>● PLATEAU TwinLink の提供価値</li> <li>● システムの全体像の説明</li> <li>● 想定業務フローの説明</li> </ul>
2	PLATEAU TwinLink のデモ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 周辺案内機能 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ホテル周辺の施設情報を分かりやすく案内する機能のデモ</li> </ul> </li> <li>● 施設案内機能 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ホテル内部の施設情報を分かりやすく案内する機能のデモ</li> </ul> </li> <li>● アセット配置機能 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ホテルの敷地・施設内部において家具などの各種ファニチャーを配置できる機能のデモ</li> </ul> </li> <li>● アクセス表示機能 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ホテルから主要地点（駅や周辺施設など）までのアクセスマップや所要時間を分かりやすく伝えることができる機能のデモ</li> </ul> </li> <li>● 空間 ID 連携機能 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 日時に応じてホテル周辺の人流状況や気象状況を表示させる機能のデモ</li> </ul> </li> <li>● 都市計画情報表示機能 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 地方公共団体から提供される都市計画情報をデジタルツイン上で分かりやすく表示する機能のデモ（今回は用途地域のみ）</li> </ul> </li> </ul>
3	PLATEAU TwinLink の体験	<ul style="list-style-type: none"> <li>● アジェンダ No.2「PLATEAU TwinLink のデモ」記載の各種機能を被験者に操作・体験していただく。</li> </ul>
4	質疑応答	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 質疑応答を行い、被験者からの疑問点に回答する。</li> </ul>
5	アンケート回答	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 作成したアンケートフォーム（Microsoft Forms）に基づき、被験者にその場で回答していただく。</li> <li>● アンケート項目ごとに、その回答理由を自由記述していただくことで、ヒアリングを兼ねた被験者からの定性的な評価を入手する。</li> </ul>

## 5-4-3. 検証項目と評価方法

既存システムとの比較とユーザビリティ評価を検証項目とし、それぞれ定量・定性的に評価した。

- 事業者向け

表 5-7 検証項目と評価方法（事業者）

No.	検証項目	定量評価	定性評価
1	より分かりやすく情報を提供できるか	<ul style="list-style-type: none"> <li>● アンケートを実施</li> <li>● 選択肢は「とても満足」「満足」「やや満足」「どちらでもない」「やや不満」「不満」「とても不満」の7つを設定</li> <li>● 回答を集計し、各選択肢の選択率から評価（各設問で、過半数の「満足」以上回答を目標とする）</li> <li>● ユーザーの職業の属性でクロス集計</li> <li>● アンケートの各設問に自由記入欄を設定</li> </ul>	
2	プロモーションツール作成に係る関係者内でのコミュニケーションや労力を削減できるか		
3	一般消費者・一般住民に内容を説明する際のコミュニケーションコストを削減できるか		
4	説明を必要とせず直感的に操作が可能か		
5	表示する空間が視覚的に分かりやすいか		
6	表示する空間の範囲は適切か		
7	活用するに当たって必要となる情報が提供できているか		
8	ツールの反応速度・レスポンスは十分か		
9	ツールの管理・運用がしやすいか		

- 一般ユーザー向け

表 5-8 検証項目と評価方法（一般ユーザー）

No.	検証項目	定量評価	定性評価
1	より分かりやすく情報を理解できるか	<ul style="list-style-type: none"> <li>● アンケートを実施</li> <li>● 選択肢は「とても満足」「満足」「やや満足」「どちらでもない」「やや不満」「不満」「とても不満」の7つを設定</li> <li>● 回答を集計し、各選択肢の選択率から評価（各設問で、過半数の「満足」以上回答を目標とする）</li> <li>● ユーザーの職業の属性でクロス集計</li> <li>● アンケートの各設問に自由記入欄を設定</li> </ul>	
2	事業者から内容を説明される際のコミュニケーションコストを削減できるか		
3	説明を必要とせず直観的に操作が可能か		
4	表示される空間が視覚的に分かりやすいか		
5	表示される空間の範囲は適切か		
6	活用するに当たって必要となる情報が提供できているか		
7	ツールの反応速度・レスポンスは十分か		

#### 5-4-4. 実証実験の様子

本ツールの実証実験として、一連の機能を実務での活用シーンと併せて被験者に説明している様子



図 5-1 PLATEAU TwinLink の機能説明

本ツールの一連の機能についてデモを行い、被験者に操作方法について説明している様子



図 5-2 PLATEAU TwinLink の操作方法説明



被験者に説明した一連の機能を体験していただいている様子



図 5-3 PLATEAU TwinLink の体験



体験を踏まえて、被験者から直接本ツールに対するフィードバックをヒアリングしている様子



図 5-4 ヒアリングの状況

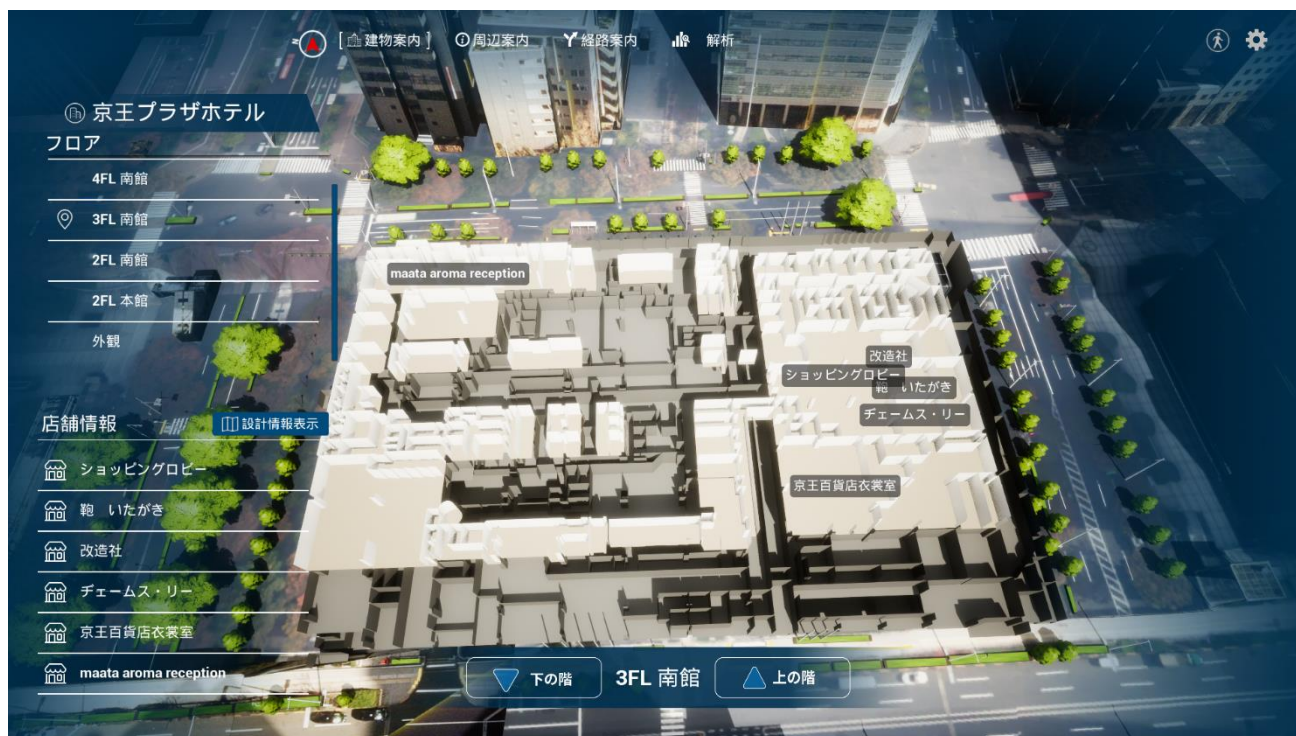


図 5-5 PLATEAU TwinLink の建物案内画面

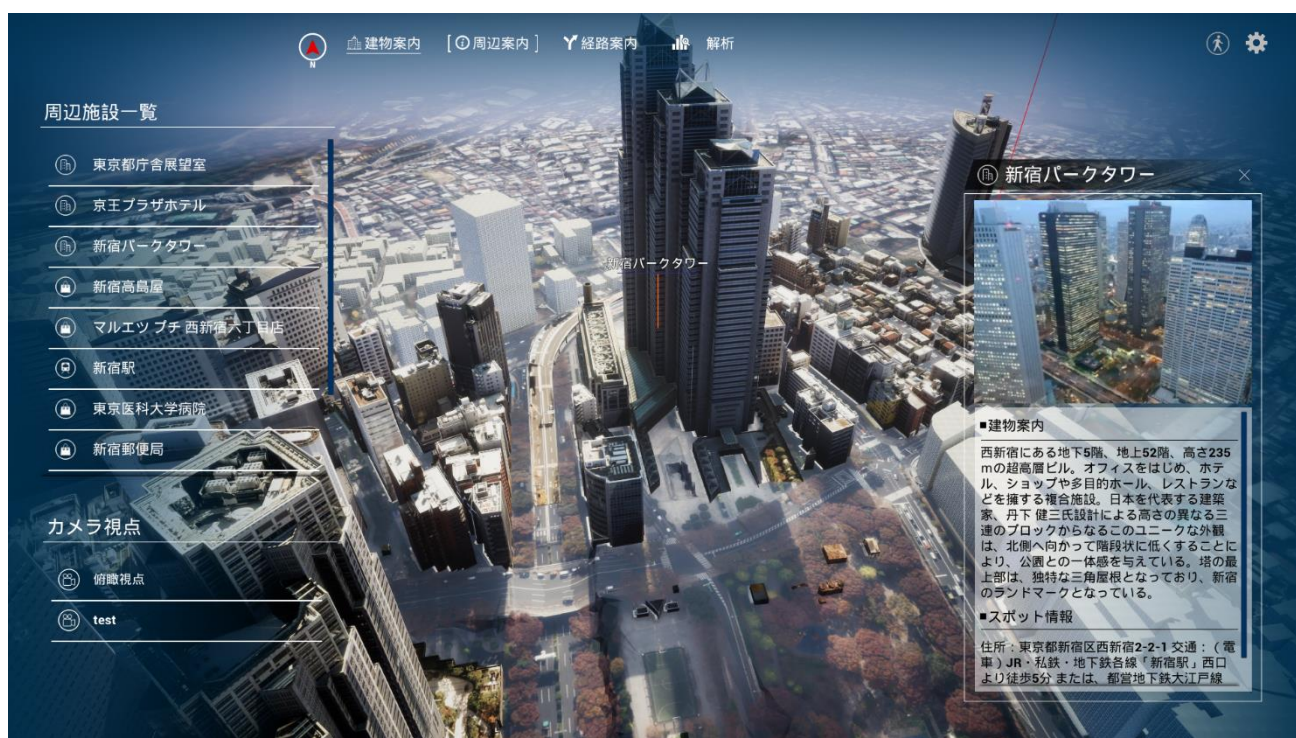


図 5-6 PLATEAU TwinLink の周辺案内画面





図 5-7 PLATEAU TwinLink の経路案内画面 1

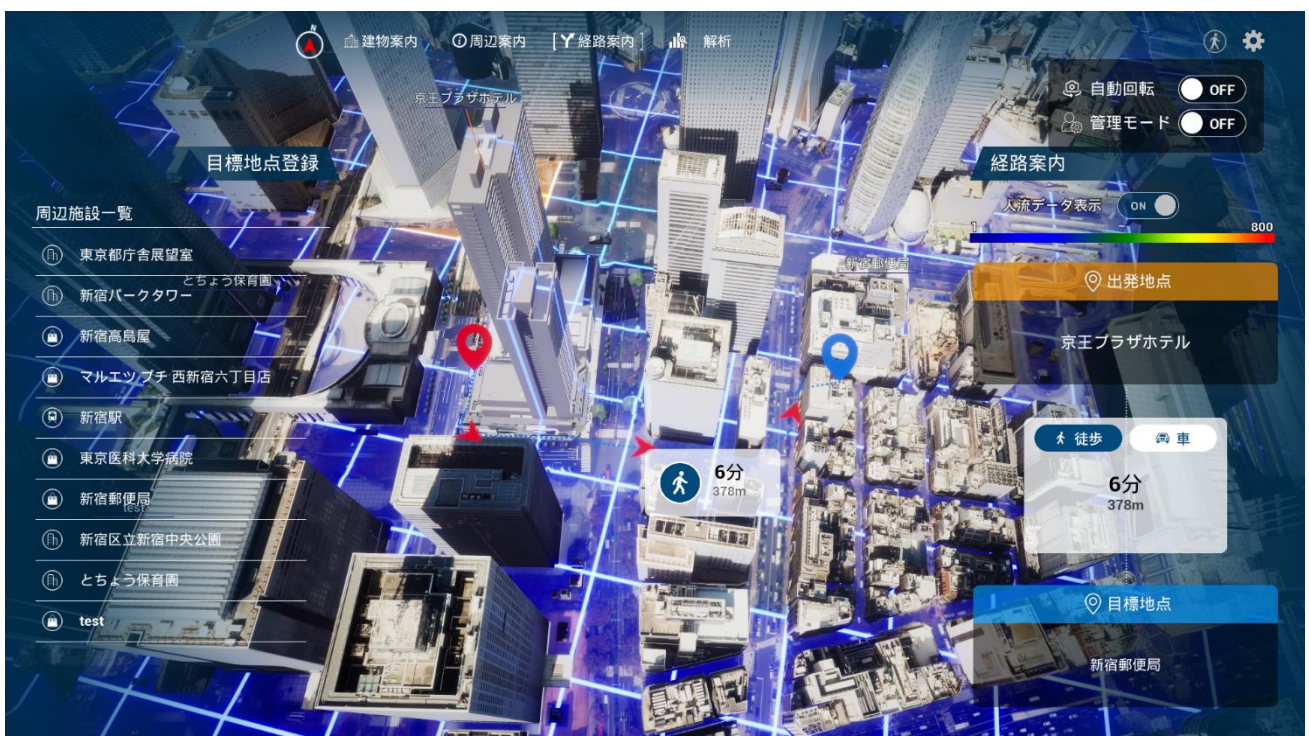


図 5-8 PLATEAU TwinLink の経路案内画面 2



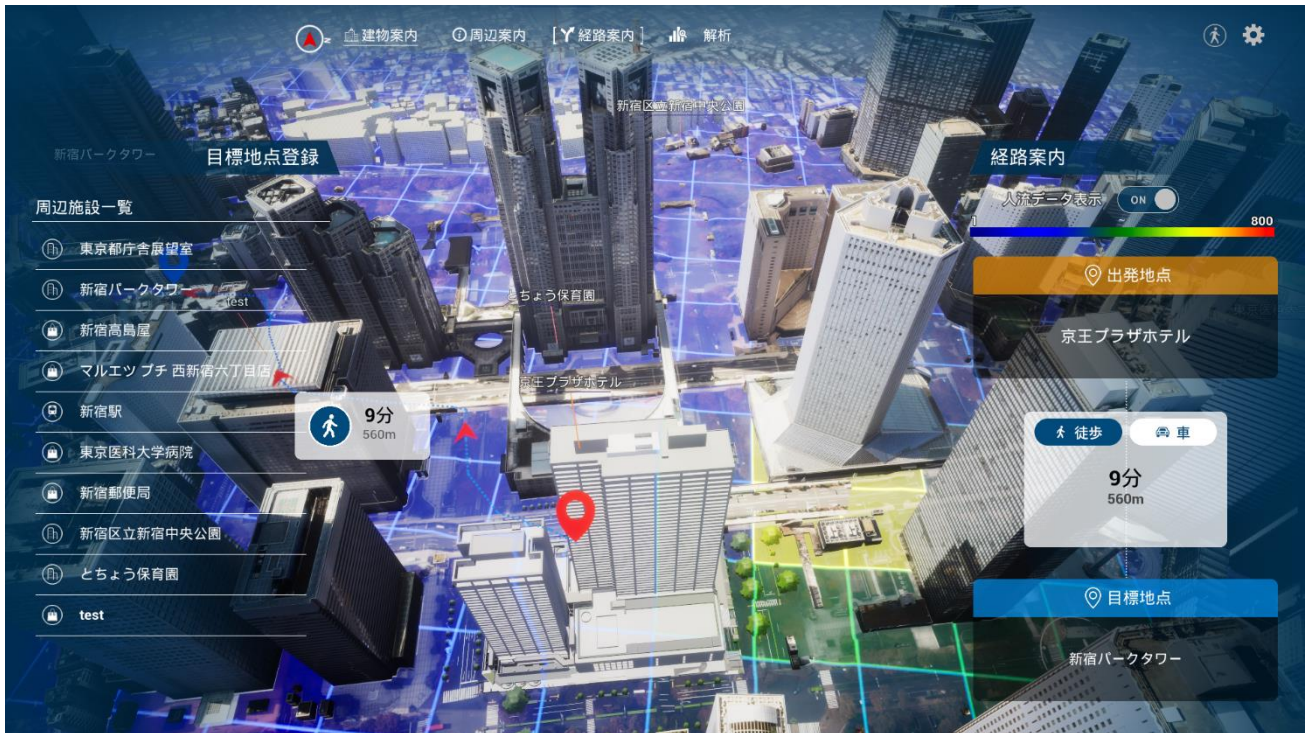


図 5-9 PLATEAU TwinLink の経路案内画面 3



図 5-10 PLATEAU TwinLink の気象データ表示画面



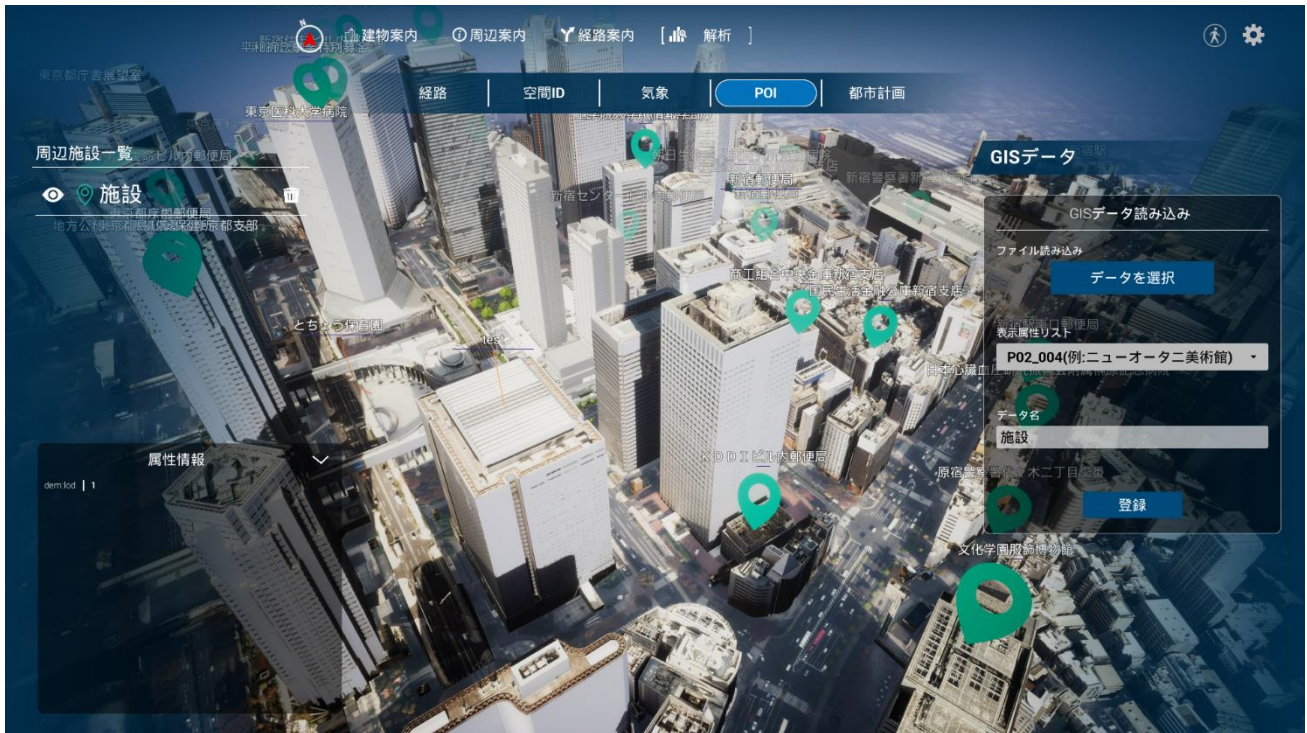


図 5-11 PLATEAU TwinLink の GIS データ表示画面

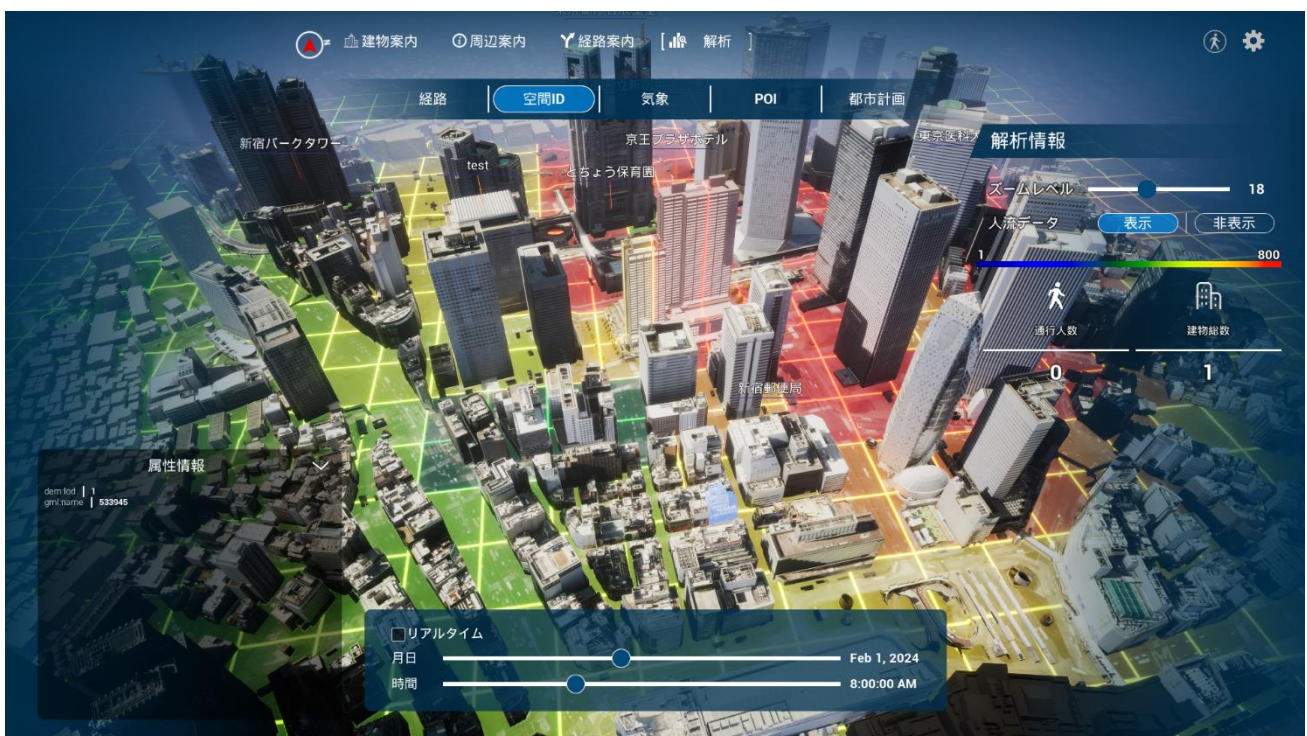


図 5-12 PLATEAU TwinLink の空間 ID 表示画面





図 5-13 PLATEAU TwinLink のアセット画面

## 5-5. 検証結果

- 各事業者からの評価

本ツールの有用性検証として、シティプロモーションツールでの活用を想定し、不動産販売、ホテル、都市開発の企画、プロパティマネジメントの業務を行う事業者に、各業務に合わせたコンテンツを用意した上で本ツールのデモ実際に体験していただき、ヒアリング・アンケートを行い、業務利用における評価を行った。また、住民説明での活用を想定し、地方公共団体、まちづくり団体、学識経験者からのフィードバックとして、名古屋工業大学大学院の兼田敏之教授にも検証を行った。

- 1) シティプロモーション（不動産販売）

住宅の企画・設計・販売までトータルで行っているデベロッパーを対象にヒアリングを行った。実証結果としては、不動産購入を検討している人に対して分かりやすく情報を伝えるという観点では、過半数の評価を得ることができた一方、不動産販売の現場で活用するには、本ツールで提供できる情報は多過ぎるという評価であった。具体的には、一般ユーザーがたくさんの情報を与えられ過ぎると混乱する懸念があること、一般ユーザーに対しては正確性が担保された情報を提供する必要があるなどの利用上の懸念点・課題が明らかとなった。また、販売する物件によって事業者側がアピールしたい内容が違うことや、事業者によって販売戦略が違うため、ありのままの情報として提供できる周辺情報などを一般ユーザーが一人で自由に閲覧できる補足資料集としての活用の可能性についてもコメントがあった。

## 2) シティプロモーション（その他）

ホテル事業者とエリア規模での都市開発の企画を行う事業者、大型複合ビルのプロパティマネージメントを行う事業者を対象にヒアリングを行った。何れの事業者も、3Dを活用して分かりやすく伝えることができるという点で評価が高かった。特に、オフィスや商業のテナントリーシングやイベントの企画・検討での活用という観点で、既存のツールが既に充実している住宅の不動産販売とは異なり、テナントリーシングでは平面図やパンフレットを用いた説明が主流のため、本ツールを活用することで、内部からの眺望やアセット配置機能を用いた什器の簡単な検証を踏まえて、より分かりやすく空間を説明できるとコメントがあった。一方で、ホテル来訪者への案内という点からは、本ツールの対象範囲である西新宿エリアだけでは狭いという意見や、一般ユーザーがより閲覧しやすい環境構築のためにタブレット対応が必要といったコメントも挙げられた。

## 3) 住民説明

行政職員の中でも住民対応を行う担当者と、エリアマネージメント組織の一員としてまちづくり活動を行う担当者、学識経験者にヒアリングを行った。計画段階の存在しない建物でも、任意の視点から閲覧できるため、住民に分かりやすく伝えることができる観点より、評価を得ることができた。特に、本ツールを活用することで、建設予定の公共施設（庁舎や体育館など）を、住民に計画段階でもその内容を分かりやすく公表できるというコメントや立体的な案内に基づいたバリアフリーへの活用についてもコメントがあった。

● アンケートまとめ（事業者）

定量評価として全体での評価の割合と、実証での対象ユーザーであるシティプロモーション（不動産販売）・シティプロモーション（その他）・住民説明の3タイプの評価も別途集計した。

定性評価として各ユーザーからのコメントを掲載する（重複する内容は除く）。

● 1) 既存のシステムとの利便性比較

Q1 一般ユーザーに対してより分かりやすく情報を提供できるか

全被験者のうち、90%が「とても満足」・「やや満足」・「やや満足」と回答。定性コメントも踏まえると、デジタル空間として可視化されることによる分かりやすさと、アナログ手法からの転換という点から高い評価を得た。

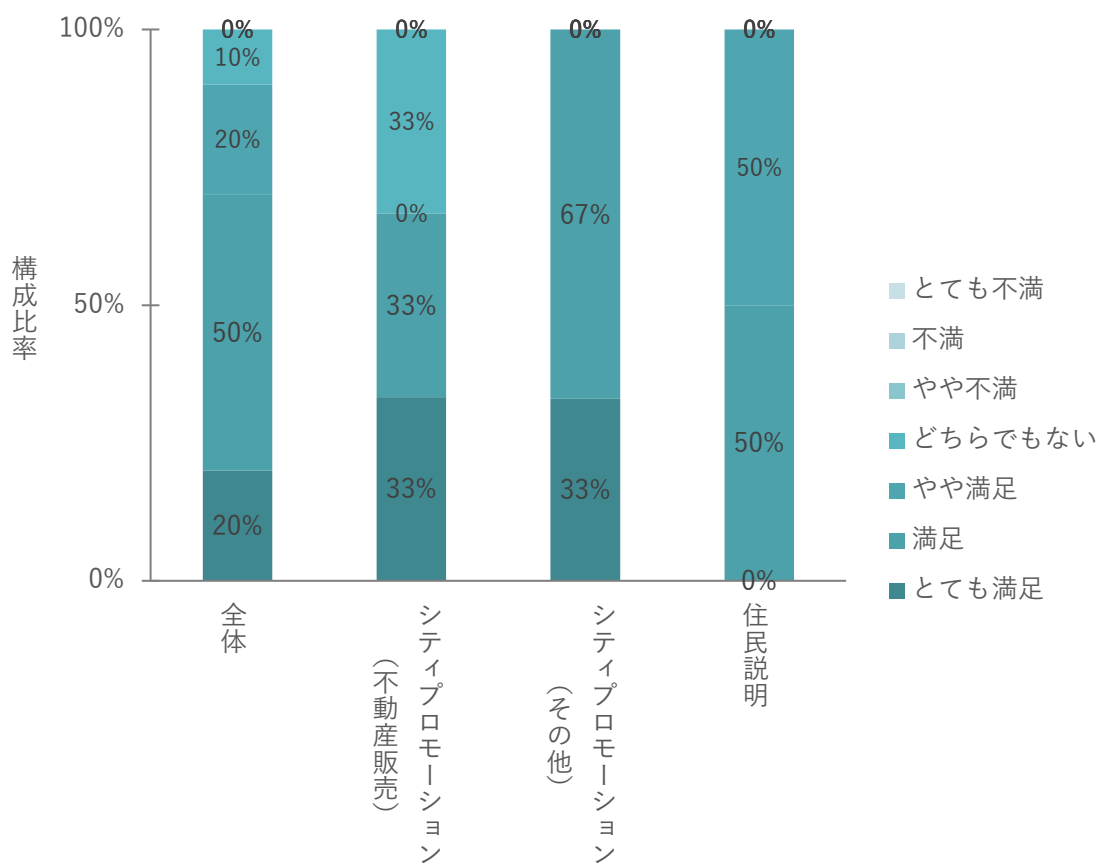


図 5-14 Q1 における満足度割合（事業者）

表 5-9 Q1 における定性コメント (事業者)

No.	定量調査の結果・評価	関連する定性コメント
1	とても満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 実際に操作してみてイメージが湧いた。(シティプロモーション (不動産販売))</li> <li>● 従来アナログで表現していたことがデジタルに置き換わるので分かりやすい。(シティプロモーション (その他))</li> </ul>
2	満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>● マクロ視点 (都市) での販売上での活用に「有効である。」(シティプロモーション (不動産販売))</li> <li>● たいへん可能性のあるものとお見受けした。特に、バリアフリー動線の検索などには大いなる可能性があると思う。(住民説明)</li> <li>● PLATEAU の情報と、BIM の持つ建物内部情報や、建物と周囲の関係の情報などが組み合わさり、直感的に操作もしやすい。(住民説明)</li> </ul>
3	やや満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 現況を説明するツールとしては分かりやすいと思われる。(住民説明)</li> <li>● 他ツールとの差別化に期待。シティプロモーション (その他))</li> </ul>
4	どちらでもない	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 一般消費者向けとしては情報量が多過ぎる。(シティプロモーション (不動産販売))</li> </ul>



Q2 プロモーションツール作成に係る関係者内でのコミュニケーションや労力を削減できるか

全被験者が「とても満足」・「満足」・「やや満足」と回答。定性コメントも踏まえると、どの属性でも Q1 同様にデジタル空間として可視化されることによる分かりやすさからの高い評価であった。加えて、業務効率化という視点コメントもあった。

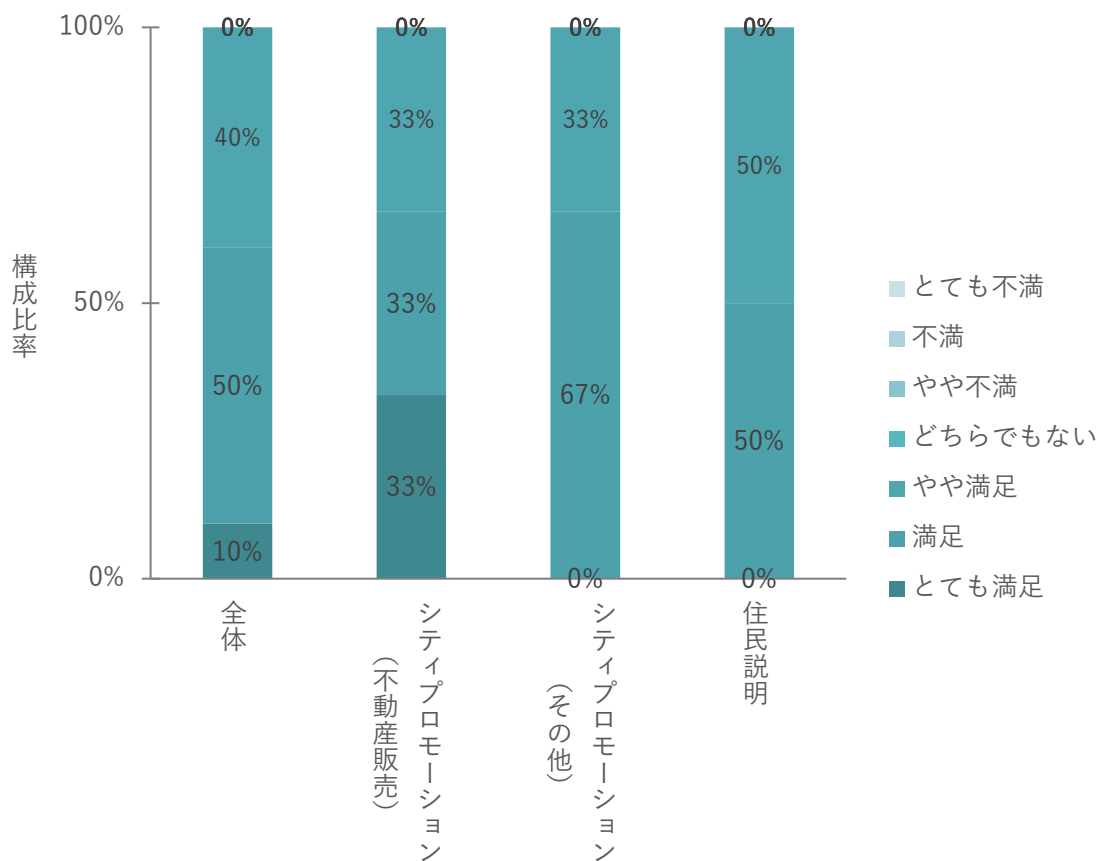


図 5-15 Q2 における満足度割合 (事業者)

表 5-10 Q2 における定性コメント（事業者）

No.	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	とても満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 実際に可視化された状態でのコミュニケーションとなるので、非常に有用だと思う。(シティプロモーション (不動産販売))</li> </ul>
2	満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 情報を簡易に何度もビジュアライズできる。(シティプロモーション (不動産販売))</li> <li>● アイデア出しの会合などに有用。(住民説明)</li> <li>● BIM データを扱う案件であれば、それ以外はオープンなデータを掛け合わせることでプロモーション情報を作成でき、効率化を図ることができる。(住民説明)</li> </ul>
3	やや満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 機能が多いことはいいが、かなり多いため関係者の理解に時間を要しそう。(シティプロモーション (不動産販売))</li> <li>● 関係者内でイメージしやすくなるので空間認識のずれもなく手戻りは少ないと感じる。(シティプロモーション (その他))</li> <li>● 現地に足を運んで確認が必要な場合の労力は削減できると思う。(住民説明)</li> </ul>

Q3 一般ユーザーに内容を伝える際のコミュニケーションコストを削減できるか

全被験者のうち、90%が「とても満足」・「満足」・「やや満足」と回答があり、どの属性でも評価が高い傾向にあった。定性コメントでは、デジタル空間として素人である一般ユーザーでも直感的に理解しやすいというコメントがある一方で素人だからこそ分かりやすい UI とすべきというコメントも見られた。また、地権者対応や避難経路案内に使いそう等、活用シーンにまで踏み込んだ視点でのコメントも見られた。

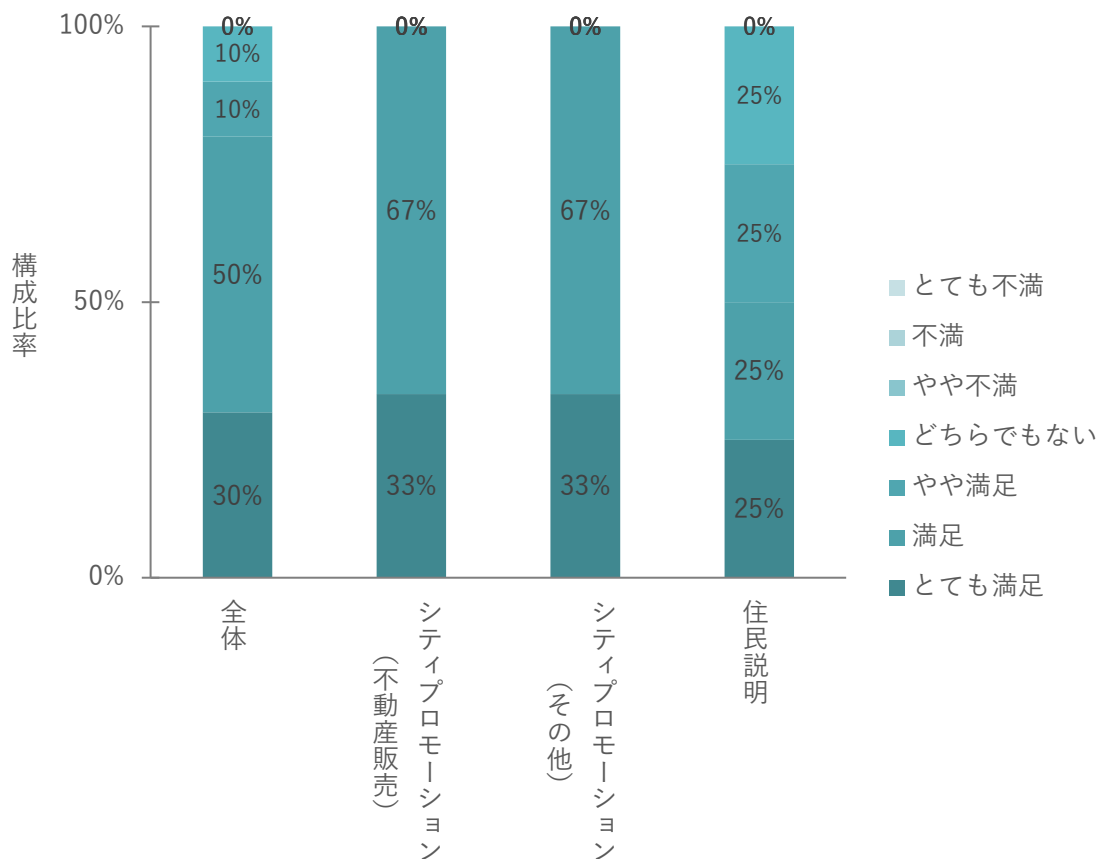


図 5-16 Q3 における満足度割合 (事業者)

表 5-11 Q3 における定性コメント（事業者）

No.	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	とても満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 販売に限らず地権者対応などにも有用と思う。（シティプロモーション（不動産販売））</li> <li>● リアルな 3D 空間情報を、その場でモードや視点などを切り替えながら説明することができ、市民等も直感的に理解しやすいと感じる。（住民説明）</li> <li>● 来街者案内のシーンで、目的地まで迷わずに行ってもらえるようにできるだけでも十分役に立つ。（シティプロモーション（その他））</li> </ul>
2	満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 情報を何度も簡易にビジュアライズ出来るが、使っていただくという観点では UI の改善が必要と感じた。（シティプロモーション（不動産販売））</li> <li>● 初見の場所でも認識しやすくなるので、コミュニケーションコスト削減に繋がると思う。（シティプロモーション（その他））</li> <li>● 従来手法がアナログ・平面なため、デジタルを使うことで、空間として示せる点が良い。（シティプロモーション（その他））</li> <li>● タワーマンションの家具の運び入れやホテル滞在者の避難経路確認などに使えそう。（住民説明）</li> </ul>
3	やや満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 可視化による合意形成が容易になることが期待できそう。（住民説明）</li> </ul>
4	どちらでもない	<ul style="list-style-type: none"> <li>● まち歩き後の振り返り等に活用できる。（住民説明）</li> </ul>

● 2) ユーザビリティ評価

Q4 説明を必要とせず直感的に操作が可能か

全被験者のうち、90%が「とても満足」・「満足」・「やや満足」と回答する一方で、「やや不満」と回答した被験者がいた。属性毎に見ると、シティプロモーション（その他）では、「とても満足」の回答が過半数であるのに対し、シティプロモーション（不動産販売）では、「やや不満」と答えた被験者がいるなど比較的评价が低い傾向にあった。定性コメントからもシティプロモーション（その他）では「直観的操作が可能」という内容のコメントが見られた一方、シティプロモーション（不動産販売）では「慣れないと難しい」という内容のコメントが見られた。この違いは、一般ユーザーに説明する内容の大小が関係していると考えられる。特に不動産販売の現場にて説明される物件情報のように情報量の多い場合はその情報量に応じた UI の設計をして、ユーザー側にとってより分かりやすくするための工夫が必要であると思料する。

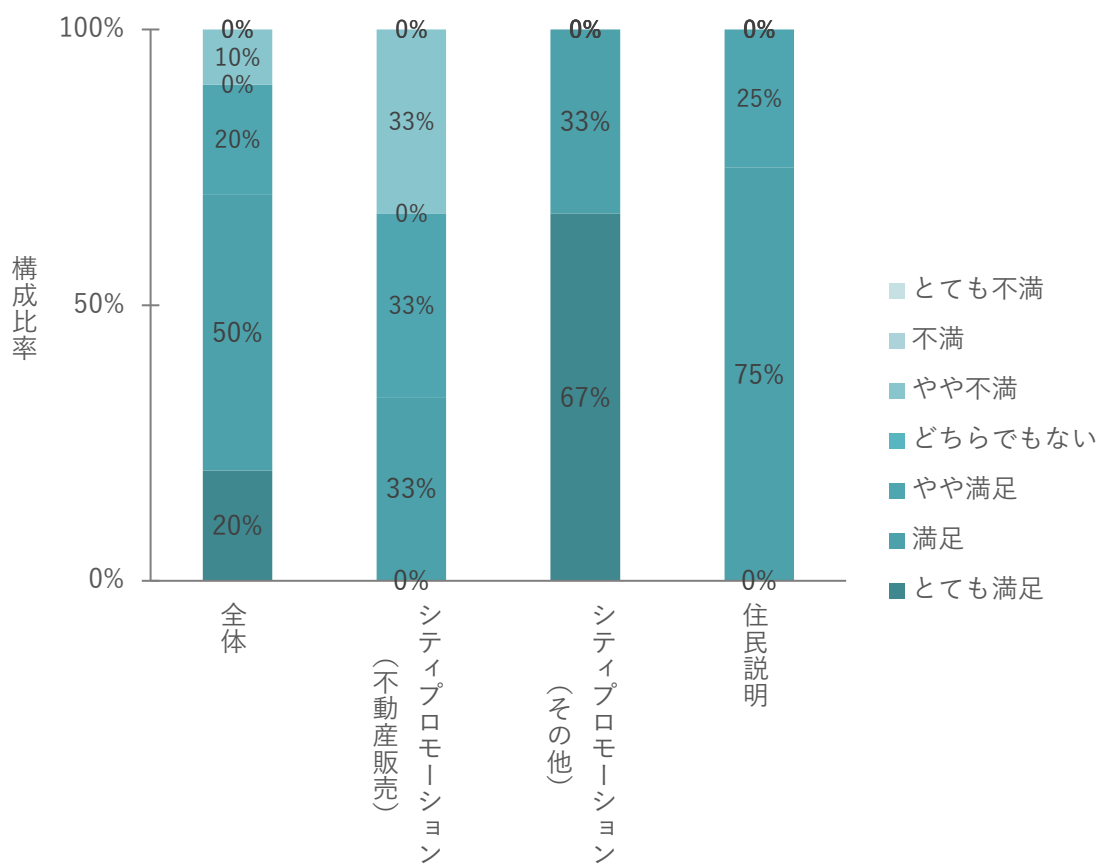


図 5-17 Q4 における満足度割合（事業者）



表 5-12 Q4 における定性コメント（事業者）

No.	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	とても満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 直感的に分かりやすい、説明不要であった。（シティプロモーション（その他））従来の CAD ソフト等と同じ操作手順でできたと思う。（シティプロモーション（その他））</li> </ul>
2	満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>● キーボードのボタンの操作が分かりにくい。（シティプロモーション（不動産販売））</li> <li>● Unity などの 3D ゲームエンジンを扱うこともあるが、歳をとると満足に操作できなくなる。その点、試作システムの操作感は十分に「重く」安心して操作できた。（住民説明）</li> </ul>
3	やや満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>● マウス、キーボードを同時に使うところは、慣れないと直感的というほどではなかった。（シティプロモーション（不動産販売））</li> </ul>
4	やや不満	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 操作はやや慣れないと難しいと思った。（シティプロモーション（不動産販売））</li> </ul>

Q5 表示される空間が視覚的に分かりやすいか

全被験者のうち、70%が「とても満足」・「満足」・「やや満足」と回答。定性コメントを踏まえると、分かりやすい・分かりにくい両方のコメントが見られた。特に、シティプロモーション（不動産販売）では「どちらでもない」と回答した被験者が過半数であり、全属性の中で評価が一番低かった。不動産販売の現場では周辺情報から建物情報まで様々なシーンでの説明が必要であるため、説明シーンに応じた適切な情報量での表示が必要となることが伺える。また、住民説明の属性で「やや不満」と答えた被験者からは「建物モデルが地盤に埋もれている箇所があり見づらかった。」というコメントがあり、アイレベルなど高いズームレベルが要求されるケースでは、PLATEAU モデルそのものの精度改善が必要と思考する。

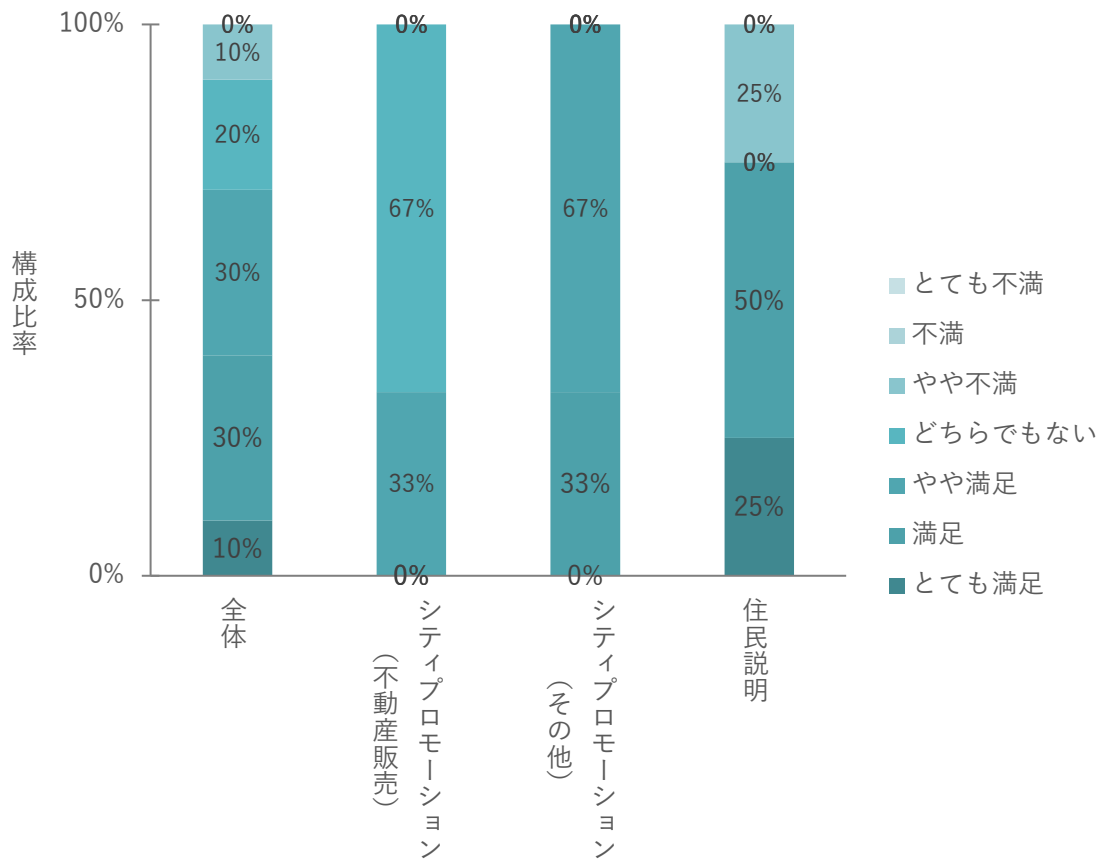


図 5-18 Q5 における満足度割合（事業者）

表 5-13 Q5 における定性コメント（事業者）

No.	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	とても満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 分かりやすかった。（住民説明）</li> </ul>
2	満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>● パソコンで見る上で、視覚的に十分に見やすい。（住民説明）</li> <li>● ビル等が分かりやすかった。（シティプロモーション（その他））</li> </ul>
3	やや満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 若干見づらかった。（シティプロモーション（不動産販売））</li> <li>● 周辺施設機能については、文字をどこまで読ませたいのかによって大きさや表示方法が切り替わると良い。（シティプロモーション（その他））</li> </ul>
4	どちらでもない	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 見やすいが、どの程度見るかは分からない。（シティプロモーション（不動産販売））</li> <li>● 情報量が少なく普通と感じた。（シティプロモーション（不動産販売））</li> </ul>
5	やや不満	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 建物モデルが地盤に埋もれている箇所があり見づらかった。（住民説明）</li> </ul>

Q6 表示する空間の範囲は適切か

全被験者のうち、80%が「満足」・「やや満足」と回答したが、シティプロモーション（その他）の属性では「どちらでもない」という回答が過半数となり、他属性と比較して定量的に低い評価となった。併せて、定性コメントも踏まえると、表示範囲に対して適切である旨のコメントがシティプロモーション（不動産販売）・住民説明の属性で見られた一方で、「もっと広いエリアを俯瞰できると良い」というコメントがシティプロモーション（その他）の属性からあり、定性コメントからも被験者属性による表示範囲のニーズが異なった。

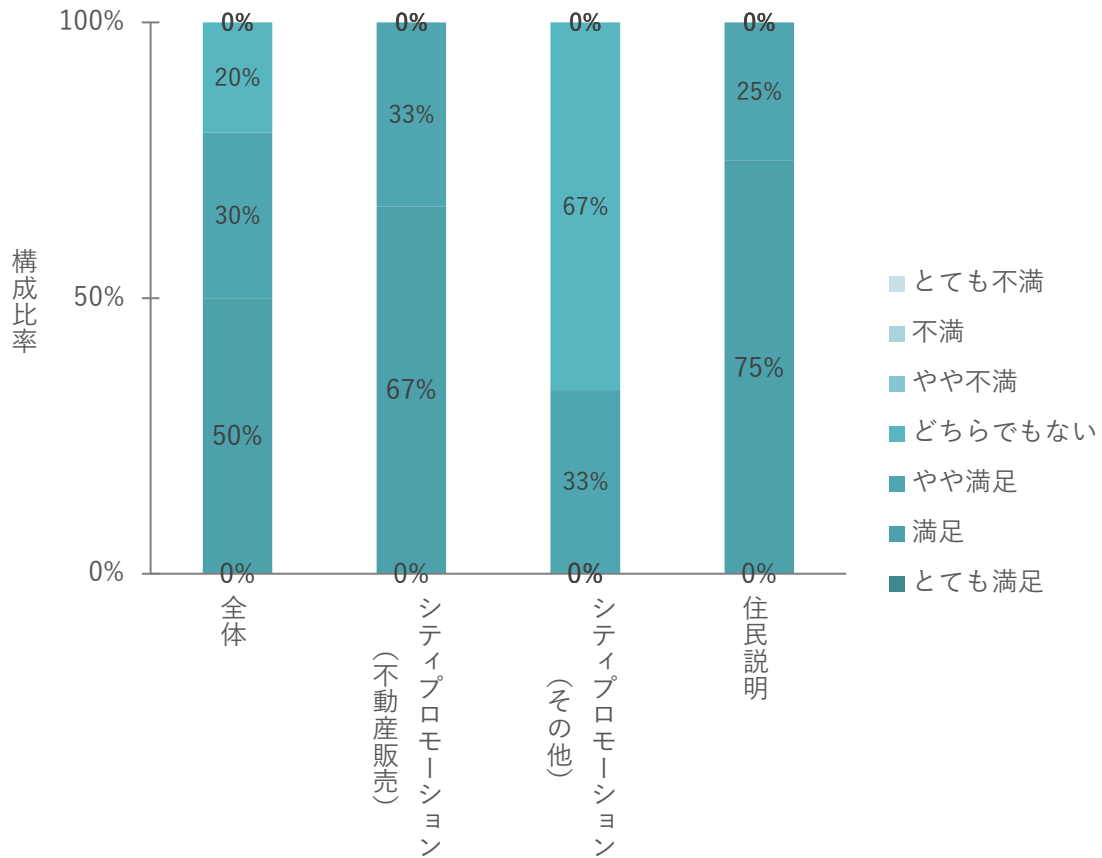


図 5-19 Q6 における満足度割合（事業者）

表 5-14 Q6 における定性コメント（事業者）

No.	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	満足	<ul style="list-style-type: none"><li>● 特に違和感はなかった。（シティプロモーション（不動産販売））</li><li>● 十分であった。（シティプロモーション（不動産販売））</li><li>● 適切な範囲であった。（住民説明）</li></ul>
2	やや満足	<ul style="list-style-type: none"><li>● ズームし過ぎた際の画質が粗かった。（シティプロモーション（不動産販売））</li><li>● 西新宿の 96ha の規模を俯瞰するには丁度良い範囲であった。（住民説明）</li></ul>
3	どちらでもない	<ul style="list-style-type: none"><li>● もっと広いエリアを俯瞰できると良い。（シティプロモーション（その他））</li></ul>



Q7 活用するに当たって必要となる情報が提供できているか

「満足」・「やや満足」と回答した被験者が全属性で 50%に留まった。特に、シティプロモーション（不動産販売）・住民説明といった被験者属性で「やや不満」の定量的な評価が見られたことに加えて、定性コメントでは、「情報量が多すぎる」というコメントがあったことから、素人である一般ユーザーに街や建物、都市計画といった専門的な内容を分かりやすく伝えるという面で、やや課題があることが伺える。

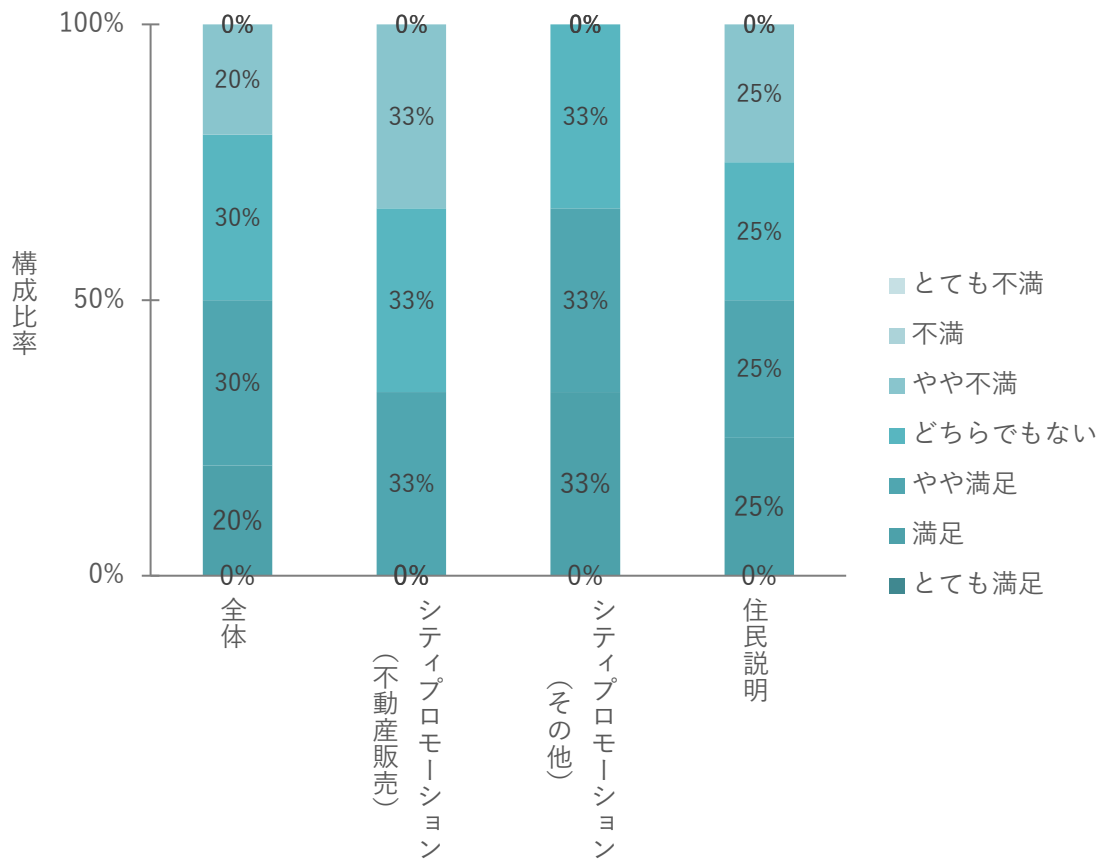


図 5-20 Q7 における満足度割合（事業者）

表 5-15 Q7 における定性コメント（事業者）

No.	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ユースケースにもよると思うが、一般的に考えられる情報量として適切と感じる。(住民説明)</li> <li>● メニューバーや周辺施設の情報量など適切だと思う。(シティプロモーション (その他))</li> </ul>
2	やや満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 現時点の情報量は私には問題ありませんが、もっと少ない方がいいという人はいそう。(シティプロモーション (その他))</li> <li>● 少し見づらい。(シティプロモーション (不動産販売))</li> </ul>
3	どちらでもない	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 多過ぎる印象。(シティプロモーション (不動産販売))</li> <li>● 観光目的の来街者をターゲットと考えると、西新宿よりももっと広域で見せることができると良い (新宿駅東口エリア等)。(シティプロモーション (その他))</li> <li>● ルート情報は、立体的にわかると良い。(住民説明)</li> </ul>
4	やや不満	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 一般ユーザーが閲覧することを考えると情報量は少ない方が良い。(シティプロモーション (不動産販売))</li> <li>● 視覚的に見せることが大事だと思うので、文字量は少ない方が良く考える。(住民説明)</li> </ul>

Q8 ツールの反応速度・レスポンスは十分か

全被験者のうち、90%が「とても満足」・「満足」・「やや満足」と回答。定性コメントを見ても、好印象コメントがほとんどであった。一方で、定量評価が低かったシティプロモーション（その他）の属性では、むしろ反応が良すぎて操作が難しい旨のコメントも見られた。

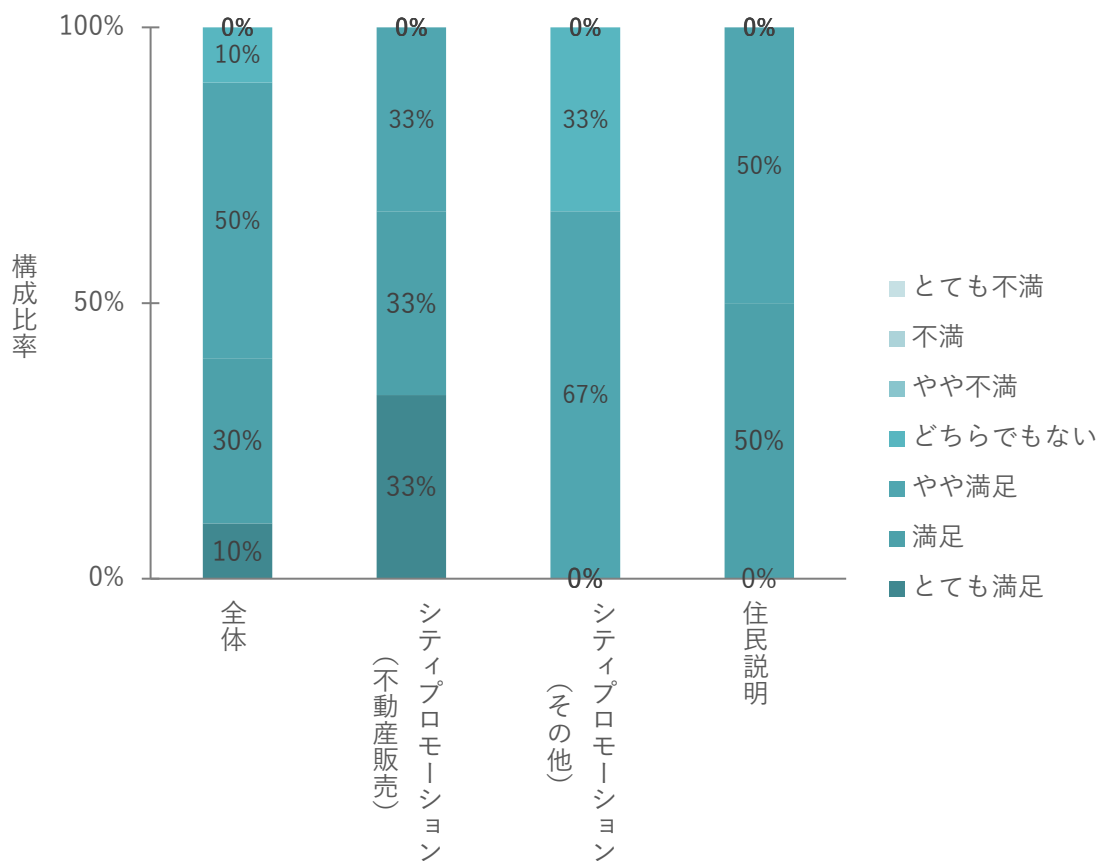


図 5-21 Q8 における満足度割合（事業者）

表 5-16 Q8 における定性コメント（事業者）

No.	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	とても満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ストレスを感じなかった。（シティプロモーション（不動産販売））</li> </ul>
2	満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 反応速度、レスポンス共に問題なかった。（シティプロモーション（不動産販売））</li> <li>● 特段、ストレスなく操作できた。（住民説明）</li> </ul>
3	やや満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 操作する機能によっては、速い遅いを感じた。（シティプロモーション（不動産販売））</li> <li>● 操作性は良かった。（住民説明）</li> </ul>
4	どちらでもない	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 操作反応が良すぎて視点調整が難しかった。もう少し”ぬるっと”動くが良い。（シティプロモーション（その他））</li> <li>● 都市スケールで閲覧する場合は操作しやすいが、建物内部となると扱いづらかった。（シティプロモーション（その他））</li> </ul>

Q9 ツールの管理・運用がしやすいか

全被験者のうち、60%が「満足」・「やや満足」と回答。定性コメントでは、閲覧者向けのビューワーとして、タブレット対応を希望する等、何れの属性からも実務を想定したコメントが見られた。

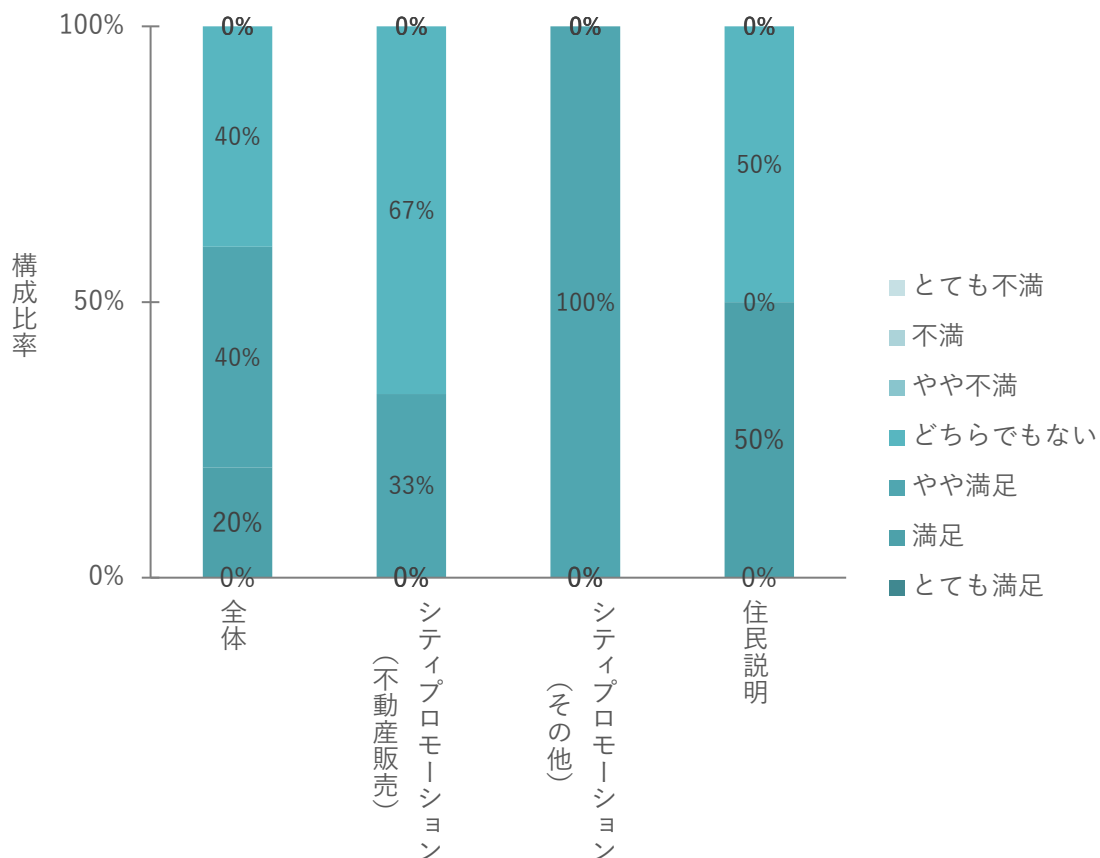


図 5-22 Q9 における満足度割合 (事業者)



表 5-17 Q9 における定性コメント（事業者）

No.	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 建物のフロアを一階ずつ加除していく表現は今までにない。いろいろ応用できそう。（住民説明）</li> <li>● 出来上がったデータでツールを運用することは容易であると感じる。データの取り込み、連携から行う場合も、技術があればコストを掛けず構築でき、ツールを運用することができることも魅力であると感じる。（住民説明）</li> </ul>
2	やや満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 不動産販売の現場で使うと考えると、機能が多過ぎると感じた。（シティプロモーション（不動産販売））</li> <li>● 管理者と閲覧者に分けた運用ができるのは良いと思ったが、閲覧者向けのビューワーとして、タブレット対応もできると良いと思った。（シティプロモーション（その他））</li> </ul>
3	どちらでもない	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 本日の実証だけでは判断できなかった。（シティプロモーション（不動産販売））</li> <li>● まだまだ課題があるかと思う。実務担当がすぐ使いこなせるとは思えない。（シティプロモーション（不動産販売））</li> <li>● 普段の業務で使用する PC レベルで活用の幅が広がると良いと思った。（住民説明）</li> </ul>

● 一般ユーザーからの評価

本ツールの有用性検証として、シティプロモーションや住民説明によって事業者から説明を受ける被説明者からの評価を併せて検証する為、大成建設株式会社に所属する社員のうち、バックオフィスに従事する者を対象に本実証おける一般ユーザーと想定してテストユースを行った。平面やパースなどの情報からは分からない空間的な奥行きや周辺情報など 3D ならではの分かりやすさや、言葉での説明ではなく自ら操作して確認したい事が閲覧できる便利さからの評価があった。一方で、従来の地図アプリと比較した機能面での差別化や、モデルルームやホテルエントランスでの操作だけでなく、モバイル対応することによる街なかでの活用、PLATEU モデル由来によるアイレベル視点での 3D モデル表現の粗さ等に関するコメントが挙がった。

● 1)既存のシステムとの利便性比較

Q1 事業者からの情報がより分かりやすく理解できるか

全被験者のうち、80%が「満足」・「やや満足」と回答し、定性コメントも踏まえると、事業者での実証同様にデジタル空間として可視化されることの分かりやすさと、アナログ手法からの転換という点から、高めの評価となった。

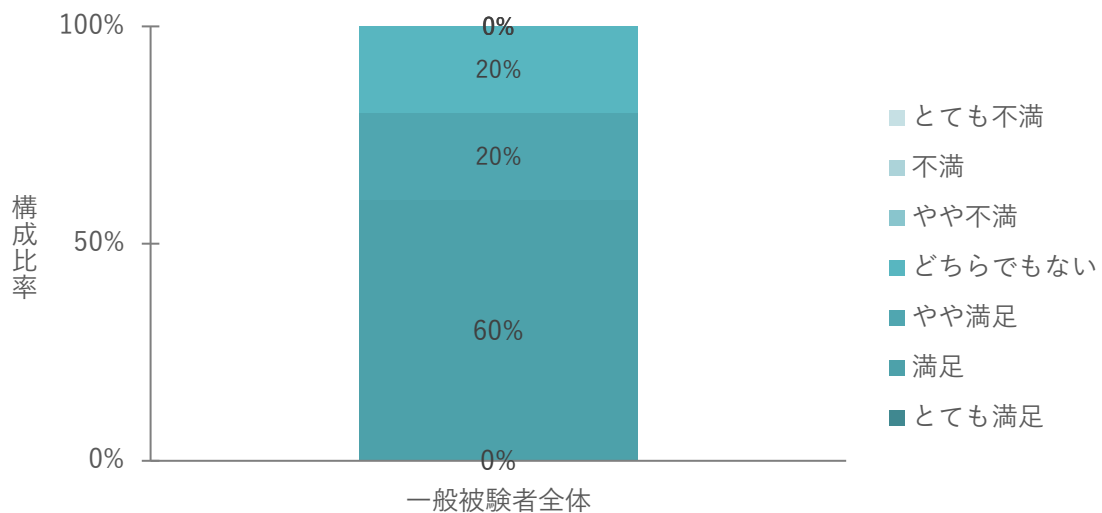


図 5-23 Q1 における満足度割合（一般ユーザー）

表 5-18 Q1 における定性コメント（一般ユーザー）

No.	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	満足	<ul style="list-style-type: none"><li>● 立体で周辺環境も確認できイメージが付きやすかった。一方で道路の高低差など細かい部分が作り込まれていると尚良かった。</li><li>● パースだけではわからない周辺情報がわかること、建物内部からの眺望が確認できる点は3Dならではの点だと思った。従来の平面的な情報とは違い、立体的な情報から確認できるため従来よりも分かりやすいと思う。</li></ul>
2	やや満足	<ul style="list-style-type: none"><li>● 将来改良の余地も含めて、とても使いやすく便利なツールだと思った。</li></ul>
3	どちらでもない	<ul style="list-style-type: none"><li>● ツールを活用することで理解しやすくなりそうな予感はあるが、実証段階の内容だけでは判断しきれない。</li></ul>

Q2 事業者から内容を説明される際のコミュニケーションコストを削減できるか

全被験者が「とても満足」・「満足」・「やや満足」と回答。定性コメントも踏まえると事業者での実証と同様にデジタル空間として可視化できることによる分かりやすさからの高い評価であった。特に、被説明者となる一般ユーザー目線のコメントとして、本実証で想定している図面や模型といった従来ツールとの比較だけでなく、言葉での説明と比較しているという点が特徴的であった。

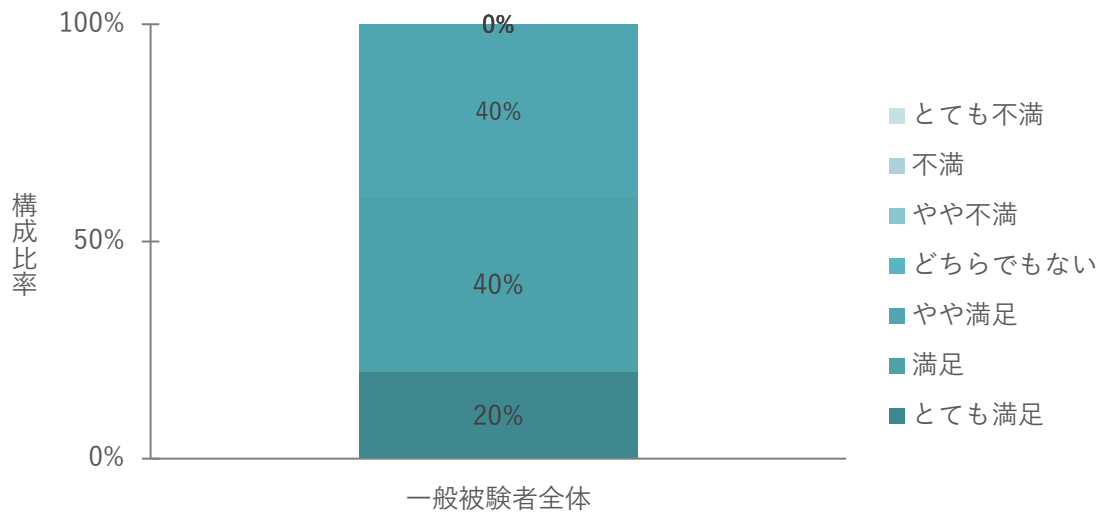


図 5-24 Q2 における満足度割合 (一般ユーザー)

表 5-19 Q2 における定性コメント (一般ユーザー)

No.	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	とても満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>言葉での説明より、視覚のほうが明らかにわかりやすし、イメージしやすい。</li> </ul>
2	満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>周辺施設や他建物との高さ関係、眺望や見合いなどの情報が複合的に見ることができ、直観的に分かることからコミュニケーションも楽になると思う。</li> <li>3Dのほうがイメージをより伝えやすいし理解しやすいと思う。</li> </ul>
3	やや満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>全部説明されるより利用者自身で操作することで更に削減できると思う。</li> <li>何についてどのような目線で語っているのかは伝わりやすくなる。その一方で、まだ情報が足りないと感じる。</li> </ul>

● 2) ユーザビリティ評価

Q3 説明を必要とせず直観的に操作が可能か

全被験者のうち、80%が「やや満足」と回答し、10%が「やや不満」と回答しており、事業者での実証と比較して、評価は低かった。定性コメントを踏まえると、被説明者として情報を受け取るという視点からの分かりやすさに関するコメントが多く、UI の工夫による画面表示での細かい配慮が必要と史料する。

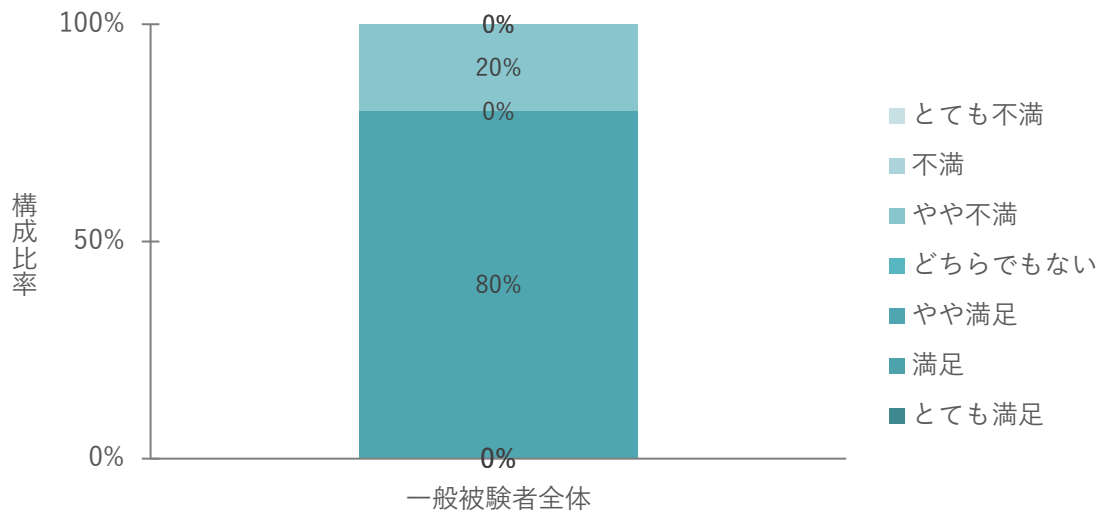


図 5-25 Q3 における満足度割合 (一般ユーザー)

表 5-20 Q3 における定性コメント (一般ユーザー)

No.	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	やや満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 大体は問題ないが、ズームや回転のマウス操作が若干分かりづらかった。</li> <li>● 直観的に操作できた。</li> <li>● マウスとキーの差操作アイコンが表示されていると、もう少し操作しやすかった。</li> <li>● グーグルアースのような感覚で操作できたが、この手の操作に慣れていない人は難しいかと思った。タブレット対応でタッチ操作できるとより直観的かと思った。</li> </ul>
2	やや不満	<ul style="list-style-type: none"> <li>● どの建物が選択できて情報を閲覧できるのかが分かりにくかった。直感的に操作するにはどれがクリック出来切るのかまで分かりやすいと良い。</li> </ul>



Q4 表示される空間が視覚的に分かりやすいか

全被験者のうち、90%が「満足」・「やや満足」と回答。定性コメントを踏まえると、事業者での実証と同様に分かりやすい・分かりにくい両方のコメントが見られた。特に、「建物の配置関係」や「アイレベルでの動線」、「空間としての自分の位置の把握や経路」等のユーザー目線での空間内での位置関係における分かりにくさに関してのコメントが多く見られた。特に、本事業で想定するシティプロモーションにおける活用シーンでは、対象となるエリアを日常的に利用していないユーザーが被説明者となることから想定されることから、エリアに馴染みのない人でも分かりやすくするための工夫が求められる。

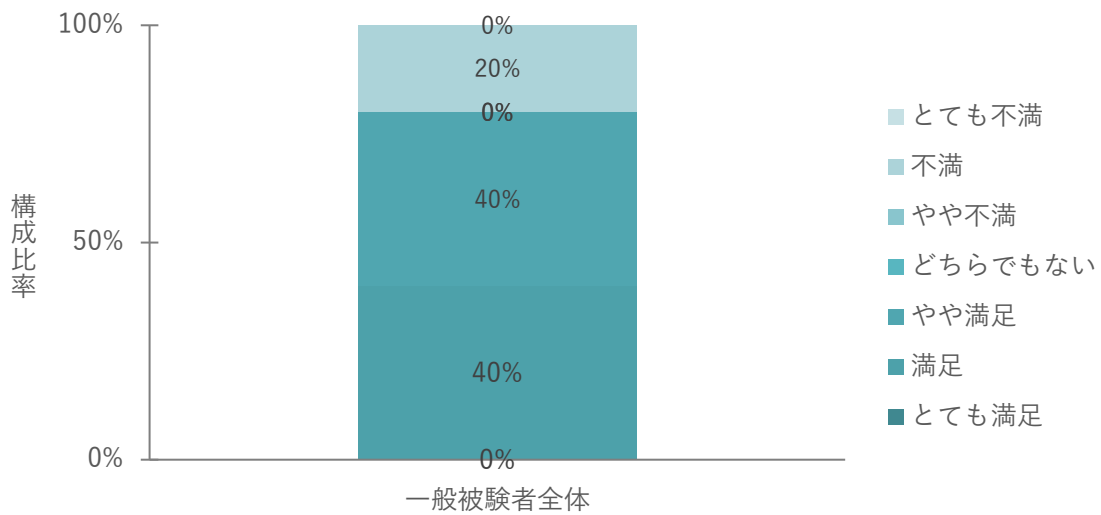


図 5-26 Q4 における満足度割合 (一般ユーザー)

表 5-21 Q4 における定性コメント (一般ユーザー)

No.	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 分かりやすかった。今後改良されるのであれば公園や道路等の公共空間もリアルに見えると良い。</li> <li>● 周辺案内で施設を選択しフォーカスされる際に、回転しながら施設にズームインするため、建物の配置関係が分からなくなり分かりづらかった。</li> </ul>
2	やや満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 施設の名称がもう少し目立つ色の方で表示された方が分かりやすいと思う。</li> <li>● 俯瞰的でのビューはすごくきれいで見やすかったが、アイレベルだと縦動線関係が分かりにくかった。</li> </ul>
3	不満	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 施設周辺機能はリストがジャンル分けされていないと何があるのかが分かりにくいし探し出すのに時間を要した。また、空間として自分の位置の把握や経路などが分かりにくかった。</li> </ul>

Q5 表示される空間の範囲は適切か

全被験者が「とても満足」・「満足」・「やや満足」と回答。定性コメントからは徒歩圏内での空間範囲であることによる分かりやすさについて挙がっており、一般ユーザー目線では行動範囲や目的に合わせた空間範囲に絞る方が良いことが伺えた。

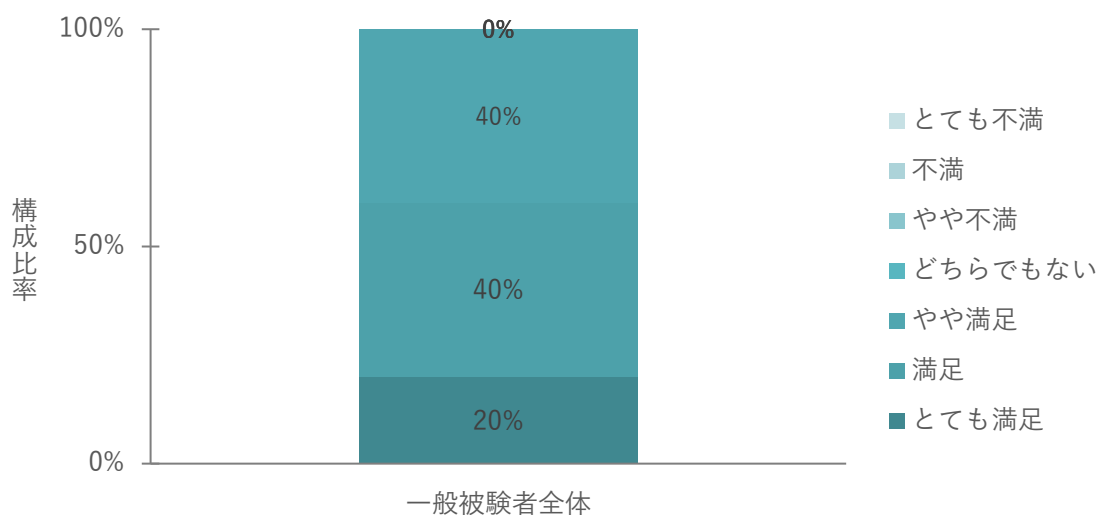


図 5-27 Q5 における満足度割合 (一般ユーザー)

表 5-22 Q5 における定性コメント (一般ユーザー)

No.	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	とても満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ちょうど良い縮尺だった。</li> </ul>
2	満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 空間として徒歩 10 から 15 分圏内が把握できれば良いと思うので、適切だと思う。</li> <li>● 西新宿全体が画面に収まって見やすかった。</li> </ul>
3	やや満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 「歩くこと」を視野に入れるとちょうど良い範囲な気がした。勿論、さらに広い空間であればそれはそれで良い。</li> <li>● リアルだと思う。もうズームが細かく刻んだ間隔で調整できると使いやすいと思う。</li> </ul>

Q6 活用するに当たって必要となる情報が提供できているか

全被験者のうち 80%が「とても満足」・「満足」と回答した一方で、定性コメントを見ると追加機能や表示画面の改善に関する意見が上がっており、一定の評価を得ながらも改善余地があることが伺えた。加えて、「やや不満」と回答した被験者からは、「何を表示するのかインタフェースを整理する必要がある」というコメントが見られたことから、被説明者となる一般ユーザー目線での UI の構築が必要であると思料する。

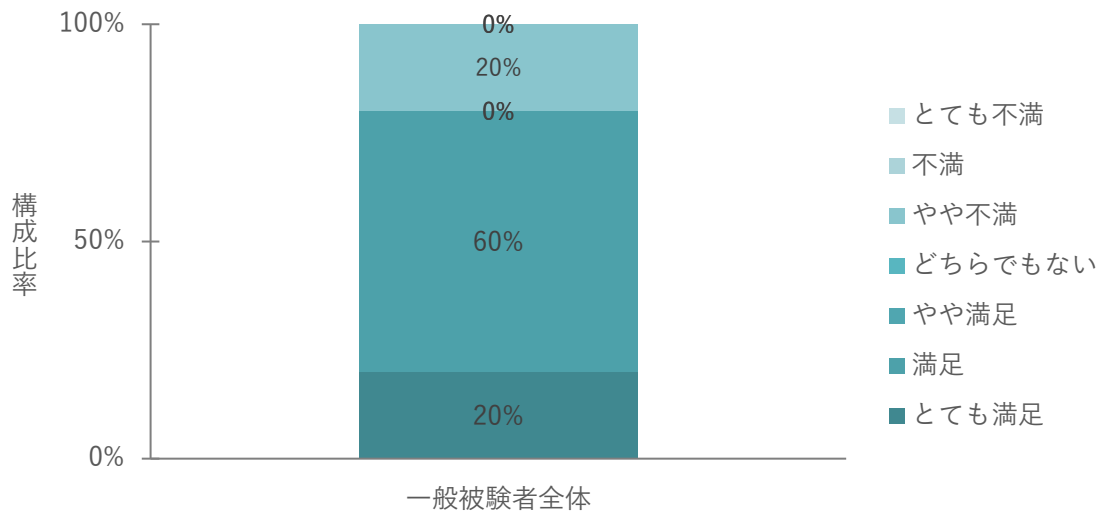


図 5-28 Q6 における満足度割合 (一般ユーザー)

表 5-23 Q6 における定性コメント (一般ユーザー)

No.	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	とても満足	● 施設案内から直接、ルート案内にクリックできると便利。
2	満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 施設案内情報として表示された右側の文字表示が見づかった。テキストボックスの透明度をもう少し下げた方が良い。</li> <li>● バス停、タクシー乗り場、シェアサイクルポートといったモビリティ情報も表示されると良いと思う。</li> <li>● これ以上の情報量になると多いと分かりにくくなると思う。</li> </ul>
3	やや不満	● 情報量の問題よりも、何を表示するのかインタフェースを整理する必要があると感じた。

Q7 ツールの反応速度・レスポンスは十分か

全被験者が「とても満足」・「満足」・「やや満足」と回答。事業者での実証と同様に評価が高かった。定性コメントを見ると、「個人デバイスでも同等のレスポンスを獲得できるようにして欲しい」とスマートフォンやタブレット対応に対する意見も得られた。

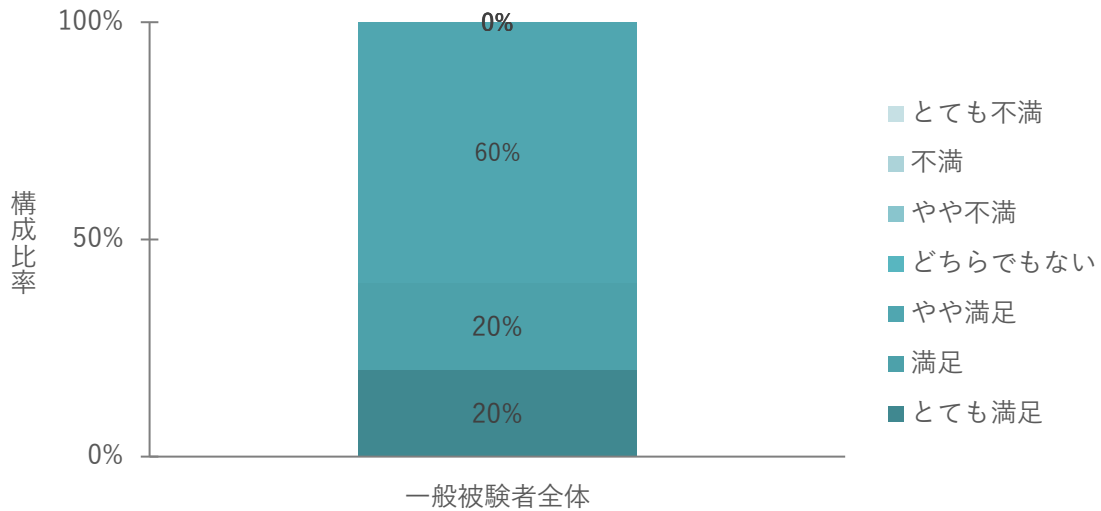


図 5-29 Q7 における満足度割合 (一般ユーザー)

表 5-24 Q7 における定性コメント (一般ユーザー)

No.	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	とても満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ストレスなく操作できた。</li> </ul>
2	満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 反応は早く操作性に違和感は無かった。</li> </ul>
3	やや満足	<ul style="list-style-type: none"> <li>● さらなるレスポンスの向上を期待。また、利用者が個人デバイスでも同等のレスポンスを獲得できるようにして欲しい。</li> <li>● もう少しだけ、反応や画面が早く変わると良い。</li> <li>● 逆に反応が良すぎて細かい視点調整が難しかった。</li> </ul>

● 事業者・一般ユーザー双方の検証を行って

「1) 既存システムとの利便性比較」、「2) ユーザビリティ」何れの項目においても事業者よりも一般ユーザーを想定した被験者からの評価が低い結果となった。この結果を踏まえると、本ツールを活用するにあたっては、一般ユーザーへの説明目的で活用する場合には、予備知識を持たない一般ユーザー目線での空間範囲や操作性、UI、提供する情報量の設定が分かりやすく伝えるためには必要であることが伺える。

## 6. 実証の成果と課題、今後の展望

### 6-1. 本実証で得られた成果

#### 6-1-1. 3D 都市モデルの技術面での優位性

表 6-1 3D 都市モデルの技術面での優位性

大項目	小項目	3D 都市モデルの技術面での優位性
システム・機能	複数視点のシームレスな切替え	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 俯瞰視点と歩行者視点のシームレスな切替えが可能</li> <li>● BIM モデルと 3D 都市モデルを組み合わせることで、施設の内部空間と都市空間のシームレスな切替えが可能</li> </ul>
	空間 ID の活用によるデータ描画効率の向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 空間 ID を活用し、カメラ位置によってデータのズームレベルを動的に切り替えることで、広範囲のデータであっても視認性を損なわずに高速に描画することが可能</li> </ul>
	場所の汎用性	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 入力データとして BIM モデルが利用できるため、3D 都市モデルが整備されているエリアであれば、どこでもツールを導入することが可能</li> </ul>

## 6-1-2. 3D 都市モデルのビジネス面での優位性

表 6-2 3D 都市モデルのビジネス面での優位性

大項目	小項目	3D 都市モデルのビジネス面での優位性
サービスの提供価値向上	合意形成の容易化	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 計画段階の建築内容でもフォトリアルに完成形を実際の都市に照らし合わせて可視化できるため、特に税金が投入される公共的な建物や大規模建物におけるステークホルダー（住民等）との合意形成の円滑化が期待できる。</li> <li>● また、事業者サイドにおいても関係者内での計画段階と竣工時での建物の完成イメージの相違の発生を防ぐことができる。</li> </ul>
	ユーザー体験価値の向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 不動産販売の実務では、一般ユーザーに物件情報を分かりやすく伝えることができる。特に、様々な情報を一度に表示することができる。</li> <li>● オフィスビルのテナントリーシングでは、従来の平図面やパンフレットと比較して、一般ユーザーに分かりやすく伝えることができる。特に、オフィスからの眺望など建物内部と都市空間がシームレスにつながっているからこそその見せ方ができる。</li> <li>● 事業者も一般ユーザーも同様に直観的な操作と空間把握がしやすくなる。</li> <li>● 空間 ID との連携によって、人流情報をデジタルツインに重畳させることができるため、物件周辺の混雑情報などをリアルタイムで分かりやすく表現できる。</li> </ul>
サービス開発期間・コストの削減	開発工数の削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 事業関係者内で完成イメージの共有を分かりやすく図ることができるため、コミュニケーションコストに削減につながる。</li> </ul>
	オープンデータによる開発・運用コスト削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 事業者側は最新の BIM データさえあれば何度も更新可能であるため、自前でゼロからデジタルツインを構築する必要がない。</li> </ul>
	整備範囲の広さによるビジネスの拡張性	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ビジネスとしてのスケールを考えた場合、3D 都市モデルの全国的な整備が進むことで特定の地域に限らない活用が可能となる。</li> </ul>



## 6-2. 実証実験で得られた課題と対応策

表 6-3 実証実験で得られた課題

大項目	小項目	実証実験で得られた課題	課題に対する対応策
システム (機能)	情報表示範囲の明示	<ul style="list-style-type: none"> <li>表示・参照可能範囲とその時点の画面上の表示範囲や参照データが分かりづらい場合がある。特に事業者が一般ユーザーに説明する場合は内容がよく伝わらない場合がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ユーザーテストを実施するなどして、被説明者となる一般ユーザー目線での設定が必要となる。</li> </ul>
システム (UI・UX)	操作の少ないUI・UXの開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>直感的な最小限の操作で活用できるように設計したが、操作に慣れていないユーザーよりも容易に操作できるようなUI・UXの改善が望ましい。特に、マウスとキーボードを同時に使う操作は慣れが必要となる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>マウスとキーボードを同時に使う操作を無くし、どちらかだけで操作可能なボタン設計に変更する。もしくはタッチ操作を中心としたタブレット端末対応とすることによって、より直観的な操作が可能になるようにする。</li> </ul>
サービス運用	ビジネスモデルの改善	<ul style="list-style-type: none"> <li>事業者が BIM モデルを所有していれば、デジタルツインの構築ができるため、本ツールの機能改善やサービス維持をしていくための原資がない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>活用する事業者に対するサポートシステムの構築によるサポート料の徴収又は国土交通省や地方公共団体からの支援体制の構築が必要となる。</li> </ul>
	表示する情報	<ul style="list-style-type: none"> <li>不動産販売では一般ユーザーに分かりやすいように表示する情報を絞った方が良い一方で、住民説明では、ありのままの情報を伝えた方が良いなど、目的に応じて必要とされる情報量が異なる。</li> <li>加えて一般ユーザー目線でも適切な情報量が異なる。</li> <li>都市計画情報等の地方公共団体機関ソースの情報については、内容の正確性やリアルタイム性が必要となる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>事業者側で表示できる情報の表示/非表示設定できる機能の構築が必要となる。</li> <li>ユーザーテストを実施するなどして、被説明者となる一般ユーザー目線での設定が必要となる。</li> <li>掲載情報に変更が生じた場合、自動的に更新されるなど地方公共団体サイドとの情報連携体制の構築も必要となる。</li> </ul>

	<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 事業者側が BIM モデルを所有していないとデジタルツインを構築できない。特に、建物の計画段階や古いビルなどでは通常 BIM モデルを所有しておらず、そのような状況での活用が難しい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● BIM 構築から 本ツール活用までをセットとしたビジネスサービス体制の構築が必要となる。</li> <li>● 国土交通省・地方地方公共団体による BIM 活用促進のための更なる制度構築が必要となる。</li> </ul>
--	------------	---	--

### 6-3. 今後の展望

不動産販売促進ツールとして使用するに当たっては、幾つかの課題が明確になった。一方で、テナントリーシングでの活用のほか、分かりやすく都市の情報を提供できるという観点から、シティプロモーションや住民説明での有用性及び都市開発や新しい建築物の計画検討のシーンでの活用性が示唆された。

例えば、3D で様々な情報を表示することで、情報が理解しやすくなり、地方公共団体・デベロッパー等の事業者と一般ユーザーとの間での合意形成のスピードアップにつながる可能性がある。

都市開発等での地権者交渉や団地の建て替え時等の住民との合意形成は、感情が絡むために難航しがちで、IT化が進んでいない傾向がある。紙の資料を使って、何度も顔を合わせて会話を重ねるといったアナログな手法に頼らざるを得ない状況が多く、長期化しがちで負担も大きい。

都市開発の川上段階における事業者側の予算は潤沢ではないことが多い。一般ユーザーに説明するための3Dパース等の作成は、予算的にも計画内容が流動的であることから作成が難しい現状がある。本ツールは、BIMモデルさえあればコスト負担がほとんどなく3Dイメージを表示でき、何度でもイメージの修正ができるため、その現状を打破する効果的なツールとなりえる。デジタルツイン上で現状の様子と将来のイメージを比較しながら一般ユーザーに見せることができるため、紙や静止画像での説明に比べて格段に分かりやすくインパクトがあると考えられるからである。将来のイメージを3Dビジュアル化して見せることで住民との合意形成の時間短縮につながれば、事業者にとってメリットが大きい。

また、新しい建築物のコンセプトメイキングの段階で、人流データを設計デザインに生かすことができそうである。たとえば、人流が多い方を正面エントランス、少ない方を裏口にするなどである。さらに夜の時間帯の人流データを、入口が夜間も安全な場所に設置できそうかといった検討事項の参考情報としても活用できる。さらに、例えば交通シミュレーションができる機能を追加すれば、新しい商業施設の駐車場の位置の検討や、道路の廃止や新設等の検討が進みやすくなるとともに、事故を減らす効果も期待できるといった拡張性にも期待できる。

シティプロモーションのツールとして使用するに当たっては、ルート案内の高低差も表示されるとより便利である。また、地元の観光案内所の情報とも連携するとより活用の幅が広がりそうである。

住民説明のツールとして使用するに当たっては、日影や眺望の変化を気にされるケースが多いため、建物による変化をより明確に表示できるとよさそうである。

本ツールを活用することによって、模型や映像、パンフレット等を使ったこれまでのプロモーションツールと比較し、一般消費者や一般住民に対して内容をより分かりやすく、魅力的に伝えることができるようになると考えられる。そのメリットを踏まえ、本ツールを有効に活用していただける場面を見極め、そこに最適化する方向に改修することで、利用者の業務効率化を実現し、継続的に活用していただけるツールを目指す。

## 7. 用語集

### A) アルファベット順

表 7-1 用語集（アルファベット順）

No.	用語	説明
1	API	Application Programming Interface の略。アプリケーション・ソフトウェアを構築し、統合するための一連の定義とプロトコル。
2	BIM	Building Information Modeling の略。コンピューター上に現実と同じ建物の立体モデル（BIM モデル）を再現して、より良い建物づくりに活用していく仕組み。
3	CityGML	仮定の 3D 都市モデルを定義するためのデータフォーマット。建築物や土地利用、交通といった単位でモジュール化された仕様を必要に応じて取り込んで利用できる。
4	DB	Data Base の略。構造化した情報又はデータの組織的な集合。
5	FME	Safe Software Inc.が提供するデータ変換エンジン。又はそれを利用するソフトウェア製品・サービス。
6	GUI	Graphical User Interface の略。グラフィカルな操作画面。
7	GIS	Geographic Information System の略。地理的位置を手掛かりに、位置に関する情報を持ったデータ(空間データ)を総合的に管理・加工し、視覚的に表示し、高度な分析や迅速な判断を可能にする技術。
8	IFC	建築情報モデル（BIM）のデータ規格で、建築物の情報を管理・共有するためのファイル形式。
9	LOD	Level of Detail の略。モデルの詳細度を表し、LOD0～LOD4 の 5 段階が定義されている。
10	PLATEAU SDK	3D 都市モデルを有する PLATEAU データを Unity 又は Unreal Engine で扱うための SDK(ソフトウェア開発キット)の総称。
11	POI	Point of Interest の略。地図上の特定のポイント（地点）。
12	Revit	オートデスク社が提供する Windows 用建築 3 次元 CAD ソフトウェア。
13	Shapefile	地理情報システム(GIS)間でのデータの相互運用におけるオープン標準として用いられるファイル形式。例えば、井戸、川、湖などの空間要素がベクター形式であるポイント、ライン、ポリゴンで示され、各要素に固有名称や温度などの任意の属性を付与できる。
14	Unreal Engine	Epic Games が提供する、ゲーム開発プラットフォーム。

## B) 五十音順

表 7-2 用語集 (五十音順)

No.	用語	説明
1	IFC	建築情報モデル (BIM) のデータ規格で、建築物の情報を管理・共有するためのファイル形式。
2	Unreal Engine	Epic Games が提供する、ゲーム開発プラットフォーム。
3	API	Application Programming Interface の略。アプリケーション・ソフトウェアを構築し、統合するための一連の定義とプロトコル。
4	FME	Safe Software Inc.が提供するデータ変換エンジン。又はそれを利用するソフトウェア製品・サービス。
5	LOD	Level of Detail の略。モデルの詳細度を表し、LOD0~LOD4 の 5 段階が定義されている。
6	GIS	Geographic Information System の略。地理的位置を手掛かりに、位置に関する情報を持ったデータ(空間データ)を総合的に管理・加工し、視覚的に表示し、高度な分析や迅速な判断を可能にする技術。
7	Shapefile	地理情報システム(GIS)間でのデータの相互運用におけるオープン標準として用いられるファイル形式。例えば、井戸、川、湖などの空間要素がベクター形式であるポイント、ライン、ポリゴンで示され、各要素に固有名称や温度などの任意の属性を付与できる。
8	CityGML	仮想の 3D 都市モデルを定義するためのデータフォーマット。建築物や土地利用、交通といった単位でモジュール化された仕様を必要に応じて取り込んで利用できる。
9	GUI	Graphical User Interface の略。グラフィカルな操作画面。
10	DB	Data Base の略。構造化した情報又はデータの組織的な集合。
11	BIM	Building Information Modeling の略。コンピューター上に現実と同じ建物の立体モデル (BIM モデル) を再現して、より良い建物づくりに活用していく仕組み。
12	POI	Point of Interest の略。地図上の特定のポイント (地点)。
13	PLATEAU SDK	3D 都市モデルを Unity 又は Unreal Engine で扱うための SDK(ソフトウェア開発キット)の総称。
14	Revit	オートデスク社が提供する Windows 用建築 3 次元 CAD ソフトウェア。

以上

3D 都市モデル、BIM モデル、空間 ID を統合した  
都市開発支援ツールの開発 技術検証レポート

2024 年 3 月 発行

委託者：デジタル庁

受託者：株式会社シナスタジア、大成建設株式会社