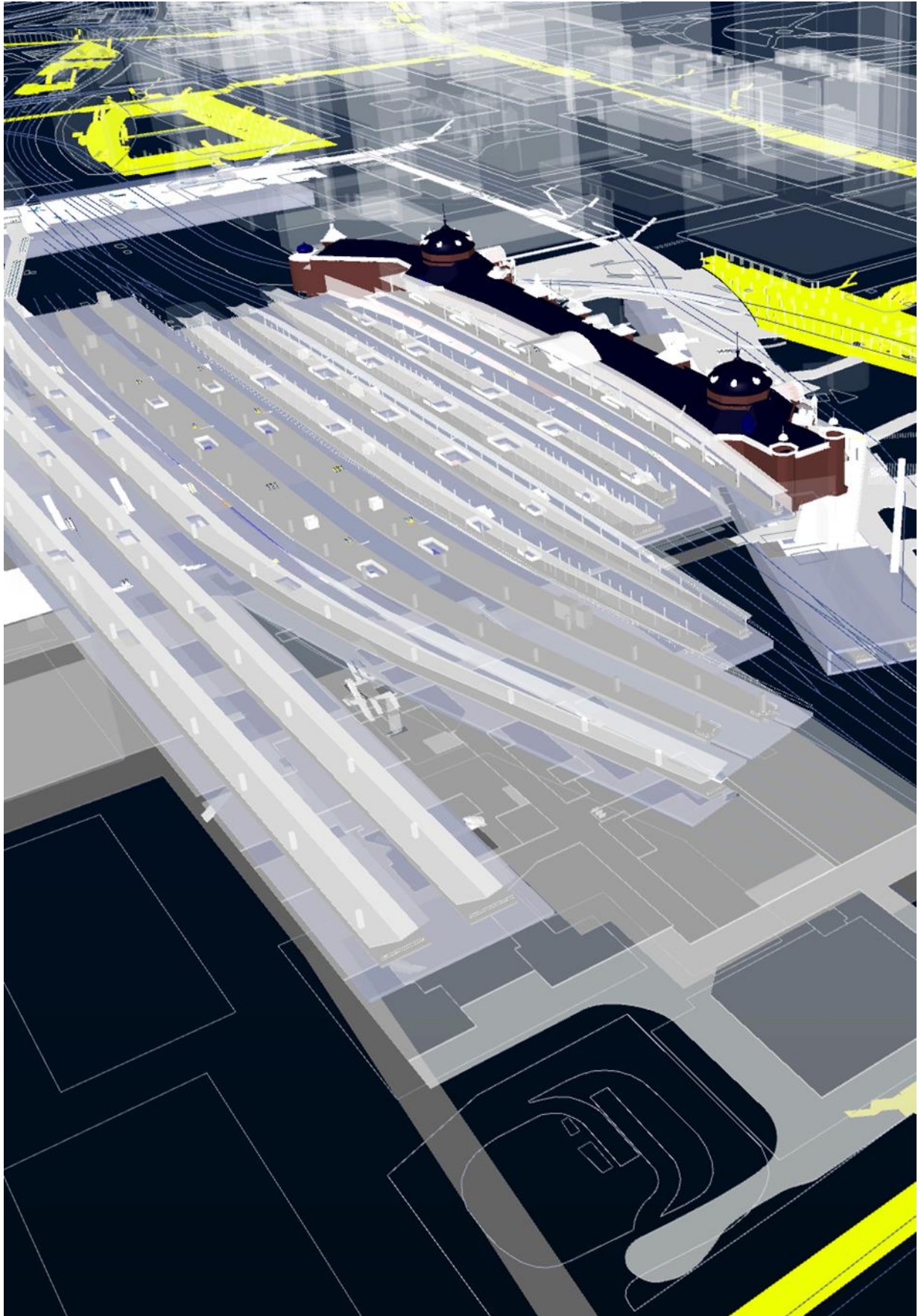




PLATEAU
by MLIT

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



地下街データを活用したナビゲーションシステム 技術検証レポート

series No. 75

Technical Report on Navigation System Utilizing Underground City Models

目次

1. ユースケースの概要	- 1 -
1-1. 現状と課題	- 1 -
1-2. 課題解決のアプローチ	- 2 -
1-3. 創出価値	- 4 -
1-4. 想定事業機会	- 5 -
2. 実証実験の概要	- 6 -
2-1. 実証仮説	- 6 -
2-2. 実証フロー	- 6 -
2-3. 検証ポイント	- 7 -
2-4. 実施体制	- 8 -
2-5. 実証エリア	- 9 -
2-6. スケジュール	- 11 -
3. 実証システム	- 12 -
3-1. アーキテクチャ	- 12 -
3-1-1. システムアーキテクチャ	- 12 -
3-1-2. データアーキテクチャ	- 15 -
3-1-3. ハードウェアアーキテクチャ	- 16 -
3-2. システム機能	- 21 -
3-2-1. システム機能一覧	- 21 -
3-2-2. 利用したソフトウェア・ライブラリ	- 23 -
3-2-3. 開発機能の詳細要件	- 25 -
3-3. アルゴリズム	- 63 -
3-3-1. 利用したアルゴリズム	- 63 -
3-3-2. 開発したアルゴリズム	- 65 -
3-4. データインタフェース	- 66 -
3-4-1. ファイル入力インタフェース	- 66 -
3-4-2. ファイル出力インタフェース	- 68 -
3-4-3. 内部連携インタフェース	- 71 -
3-4-4. 外部連携インタフェース	- 76 -
3-5. 実証に用いたデータ	- 79 -
3-5-1. 活用したデータ一覧	- 79 -
3-5-2. 生成・変換したデータ	- 86 -
3-6. ユーザーインタフェース	- 102 -
3-6-1. 画面一覧	- 102 -
3-6-2. 画面遷移図	- 104 -
3-6-3. 各画面仕様詳細	- 107 -

3-7. 実証システムの利用手順.....	125 -
3-7-1. 実証システムの利用フロー.....	125 -
3-7-2. 各画面操作方法.....	127 -
4. 実証技術の検証.....	135 -
4-1. 3D ナビゲーションシステム検証.....	135 -
4-1-1. 検証目的.....	135 -
4-1-2. KPI.....	136 -
4-1-3. 検証方法と検証シナリオ.....	137 -
4-1-4. 検証結果.....	144 -
4-2. AR アプリの検証.....	146 -
4-2-1. 検証目的.....	146 -
4-2-2. KPI.....	146 -
4-2-3. 検証方法と検証シナリオ.....	147 -
4-2-4. 検証結果.....	148 -
5. BtoB ビジネスでの有用性検証.....	150 -
5-1. 検証目的.....	150 -
5-2. 被験者.....	151 -
5-3. 検証方法.....	152 -
5-4. ヒアリング・アンケートの詳細.....	153 -
5-4-1. アジェンダ・タイムテーブル.....	153 -
5-4-2. アジェンダの詳細.....	154 -
5-4-3. 検証項目と評価方法.....	156 -
5-5. 検証結果.....	159 -
6. BtoC ビジネスでの有用性検証.....	181 -
6-1. 検証目的.....	181 -
6-2. 被験者.....	182 -
6-3. 検証方法.....	182 -
6-4. アプリの利用状況・アンケートの詳細.....	183 -
6-4-1. アプリの利用状況.....	183 -
6-4-2. アンケート.....	184 -
6-5. 検証結果.....	204 -
6-5-1. アプリの利用状況.....	205 -
6-5-2. アンケート結果.....	210 -
7. 成果と課題.....	230 -
7-1. 本実証で得られた成果.....	230 -
7-1-1. 3D 都市モデルの技術面での優位性.....	230 -
7-1-2. 3D 都市モデルのビジネス面での優位性.....	231 -
7-2. 実証実験で得られた課題と対応策.....	232 -

7-3. 今後の展望.....	- 235 -
8. 用語集.....	- 236 -

1. ユースケースの概要

1-1. 現状と課題

駅、市街地、地下街など都市の各セグメントの三次元構造に関する情報は、それぞれの管理者が様々な形式の地図や設計情報として整備・管理しており、統合的なデジタルツイン（三次元地図基盤）の実現には課題がある。また、地図情報のみならず、店舗情報、運行情報、店舗・施設の利用情報など、ターミナル駅を中心とした複雑な都市内の情報も各施設管理者が個別に管理しており、これらの情報を統合したプラットフォームは存在しない。このため、来街者やまちづくり主体などは一元的に情報を取得できず、情報取得や、政策立案に関する合意形成のコストが高くなっている。

ターミナル駅を中心とした複雑な都市内を対象とする3次元の地図データは、2次元の地図に比べてデータサイズが大きくなる。スマートフォンの地図アプリケーションは、地図データをオンラインで取得することで、ユーザーは常に新しい地図を閲覧することができる。3次元の地図データを利用するスマートフォン向け地図アプリケーションの場合であっても、これと同様に地図データをオンラインで取得し、常に最新の地図を閲覧できるようにする必要がある。そのためには、3次元地図データの軽量化・最適化を図る必要がある。

1-2. 課題解決のアプローチ

課題解決のアプローチとして、3D 都市モデル（建築物モデル、地下街モデル）を活用して、地下通路や建物地下階、駅構内等のパブリックな屋内空間と屋外空間をシームレスに接続する三次元地図情報基盤を構築する。これにより、駅空間を中心とする都市構造の情報を共有可能とし、それぞれの施設管理者が情報を共有するための基盤として活用することができる。

構築した三次元地図情報基盤を用いた情報共有のためのアプリケーションとして、「東京ステーションナビ」の改修を行った。「東京ステーションナビ」は、多くのユーザーが東京駅周辺のナビゲーションアプリとして利用しているコンシューマ向けのサービスであり、累計ダウンロード数は30万を超えている。

今回の実証実験では、「東京ステーションナビ」に三次元地図情報基盤を取り込み、3次元ナビゲーション機能を構築するための改修を行った。これにより、平時においては駅及びその周辺のまちな店舗や施設までのナビゲーション機能を提供し、鉄道利用者、来街者、住民・就業者に利用してもらう。また、運行情報、コインロッカーの満空情報、イベント情報の発信ツールとしても活用する。災害時の情報として避難場所や帰宅困難者受入施設などの情報提供を盛り込むことで、災害時の情報発信ツールとして利用可能とする。

本システムの提供により、屋内・屋外をシームレスに接続する三次元地図情報基盤を用いた来街者やまちづくり関係者への情報共有の高度化や、安全・安心・快適なエリアの実現を図る。

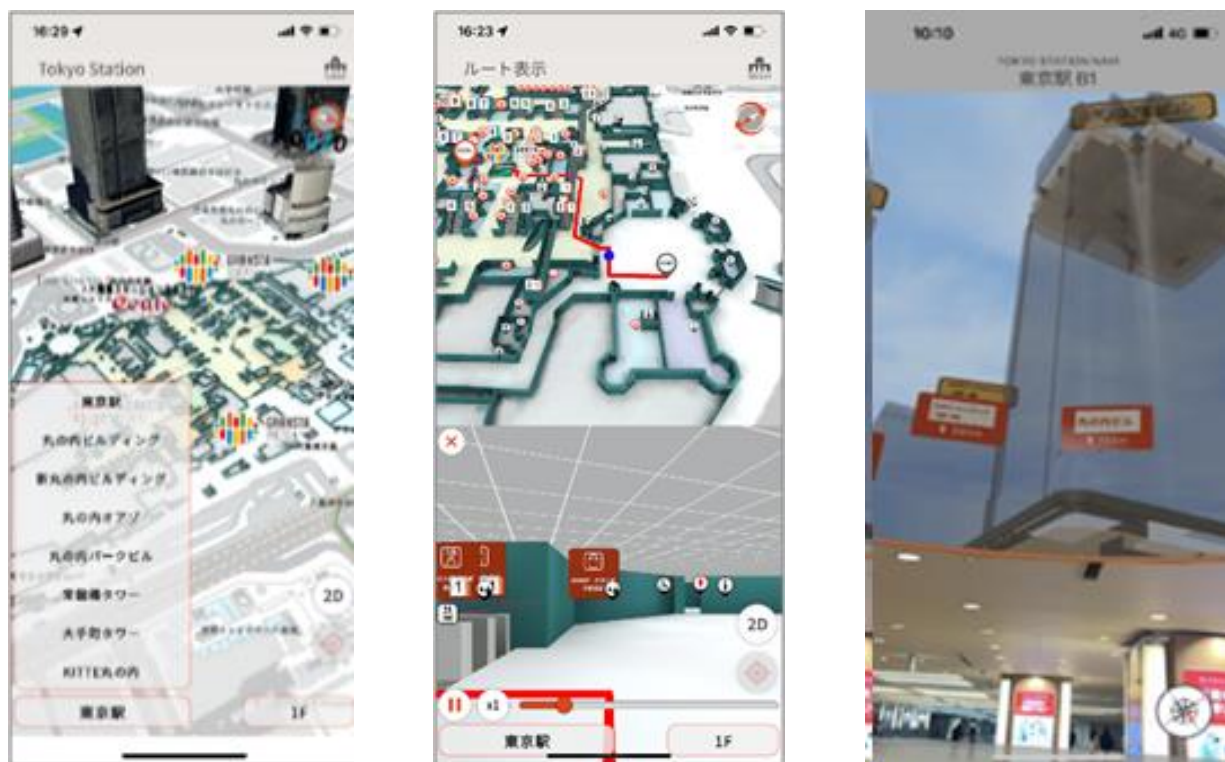


図 1-1 開発したシステムのイメージ

東京ステーションナビの概要

「東京ステーションナビ」は、JR 東日本コンサルタンツが 2020 年にリリースしたスマートフォン用アプリケーションである。東京駅の駅構内と周辺地下街のナビゲーションやテナントや各種施設の情報が取得可能である。

【アプリの基本機能】

- (1) 東京駅の膨大な店舗情報の検索・表示機能
- (2) 東京駅の膨大な施設情報の検索・表示機能
- (3) 東京駅での出発地点（待合せ場所や改札等）から目的地（レストラン等）までのルートを表示機能
- (4) 東京駅の中で自分がいる位置（利用環境による誤差があります）の表示機能
- (5) 東京駅の中のバリアフリー段差解消ルートの表示機能
- (6) 東京駅を階層別に俯瞰できるフロアマップの表示機能
- (7) 駅周辺施設等の情報表示機能（東京駅構内の一番近い出口の案内と、一般地図アプリ連携し表示する）
- (8) 東京駅のコインロッカーの空き情報や飲食店の空席情報の表示機能
- (9) お弁当などのエキナカ受け取りや、お土産の配送受け取り予約機能
- (10) AI チャットボットへの質問機能
- (11) 気に入ったお店や荷物を預けたロッカーなどのマイスポット登録機能
- (12) イベントやクーポンなどのお得情報の配信機能
- (13) 東京駅に関する各種 SNS・WEB ページと連携した情報配信機能



図 1-2 東京ステーションナビの紹介イメージ

1-3. 創出価値

建築物モデル LOD4 に対応する BIM モデル、地下街モデル LOD4 のデータの活用によって、ターミナル駅とその周辺のまちの共通地図基盤がより効率的に開発され、経済的にも民間事業者が利活用しやすい環境整備を図ることを目指す。

今回の実証実験では、3D 都市モデルを活用することで、駅、地上部、地下通路等をシームレスにつなぐ三次元地図基盤を整備する。駅構内及び地下通路については、東京駅周辺の各施設管理者から GIS データや 3D 駅構内地図、BIM モデル等のデータ提供を受け、これを 3D 都市モデルの地下街モデルとして再構築する技術的な手法を確立する。また、地上部については既存の 3D 都市モデル（建築物モデル等）や、各ビルの施設管理者から提供された BIM モデル等を利用し、これら地上、地下のデータを統合したうえで、店舗や施設などの情報を付加することで、東京駅及び駅周辺の地上・地下街を含むエリア全体の三次元地図基盤を整備する。整備した三次元地図基盤は、「東京ステーションナビ」の基盤データとして活用する。これにより、鉄道利用者、来街者、住民・就業者といったエリア滞在者への平常時/災害時いずれにおいても利便性の高い統合的情報発信ツールが実現する。エリア全体の三次元地図基盤がまちづくり・エリアマネジメントにおける活動基盤地図として利用されることで、安全・安心・快適なエリアの実現に寄与するソリューションとなる。

1-4. 想定事業機会

表 1-1 想定事業機会

項目	内容
利用者	<ul style="list-style-type: none"> ● 大規模駅とその周辺エリアを含むエリアマネジメント団体及びその構成員である施設管理者
サービス仮説	<ul style="list-style-type: none"> ● 3D ナビゲーション、AR ナビゲーション機能の提供（二次元から三次元のナビゲーションアプリを実現するためのパッケージモジュール） ● エリアマネジメントの DX 化推進に必要な都市 OS に対しての三次元地図基盤を提供
提供価値	<ul style="list-style-type: none"> ● アプリケーションの提供 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 既存のパッケージソフトウェアに追加可能な専用プラグインとして販売。3D デジタルツインを作成し、シミュレーションが可能 ● 三次元地図基盤 API サービス <ul style="list-style-type: none"> ➢ エリアマネジメント団体への地図基盤サービスの提供 ➢ 駅及び駅周辺エリアの施設管理者、事業実施者、ロボットサービス提供者への地図基盤サービスの提供（例：東京駅の場合、東日本旅客鉄道株式会社のグループ会社が個々に地図を作ることなく、業務用アプリケーション等の構築が可能）

2. 実証実験の概要

2-1. 実証仮説

- ターミナル駅を中心とした複雑な都市内においては、駅は駅のみ、ビルはビルをみの情報しか保有しておらず、駅とその周辺のエリアで情報共有をすることが困難であったが、三次元地図基盤によりエリア内の情報共有が可能となる。
- 鉄道駅・建物の屋内パブリック空間、地下街等をシームレスにつなぐ三次元地図基盤を整備し、「東京ステーションナビ」アプリで活用することで、エリア内のシームレスなナビゲーションが可能になるとともに、情報を鉄道駅利用者、来街者、住民・就業者など全てのエリア内の滞在者に配信することが可能となる。

2-2. 実証フロー

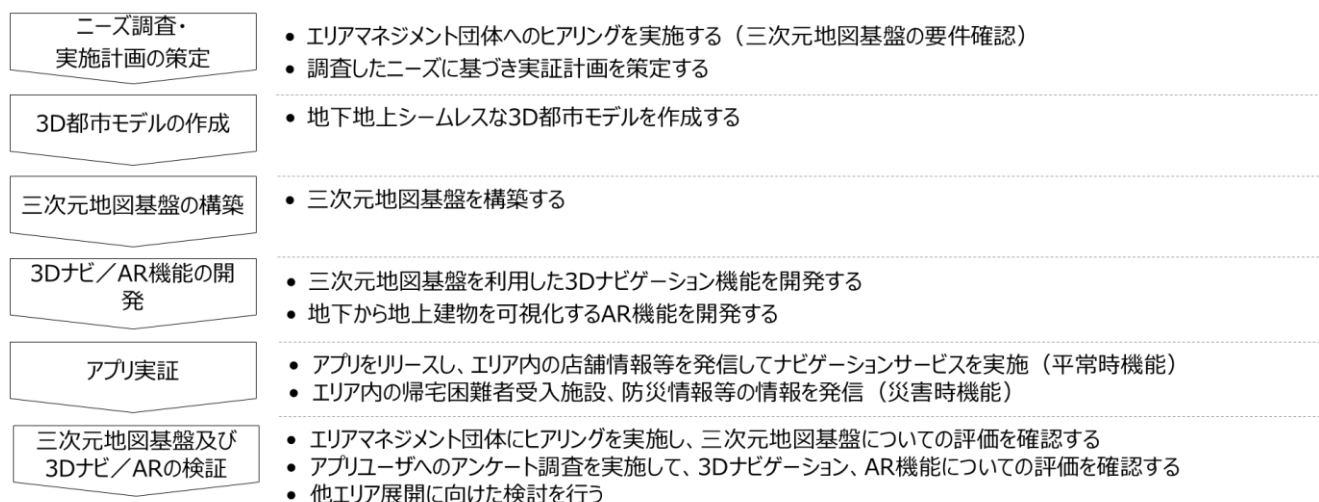


図 2-1 実証フロー

2-3. 検証ポイント

- 三次元地図基盤の有用性

- 既存の 3D 都市モデル、ビル BIM モデル、新規作成する地下街モデルを統合した三次元地図基盤が、3D ナビゲーションに必要な情報を十分な情報量で実現されているかを確認する。

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

- 複数の施設管理者間でのまちの情報共有への活用可能性

- 三次元地図基盤はエリアマネジメントにおいて有用かを確認する。
- 東京エリアで開発した三次元地図基盤と 3D ナビゲーションの他エリア展開は可能かを確認する。
(品川・高輪エリアの検証)

上記 1 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

- 鉄道利用者・来街者・エリア内滞在者への有用性

- 3D 都市モデルを活用することで、平常時に使ってもらえる直感的な 3D ナビゲーションアプリ、AR アプリを実現することが可能かを確認する。
- 災害時にも有用なソリューションとなり得るかを確認する。

上記 1 点の検証ポイントについては、【6 章：BtoC 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	国土交通省 都市局	プロジェクト全体ディレクション
	アクセンチュア	プロジェクト全体マネジメント
実施事業者	JR 東日本コンサルタンツ	ユースケース実証における企画・開発・検証・運営
実施協力	大手町・丸の内・有楽町地区 まちづくり協議会	対象ビルの BIM データ提供 ナビゲーションに必要な店舗・施設情報の提供 屋内測位環境構築 ヒアリング
	東日本旅客鉄道	駅構内図の利用 東京ステーションナビにおいてサービス利用中の施設情報、屋内測位環境の提供 品川駅、高輪ゲートウェイ駅の施設情報の提供と屋内測位環境の構築 ヒアリング
	JR 東日本クロスステーション	東京ステーションナビにおいて利用中の店舗・施設情報、屋内測位環境の提供 品川駅、高輪ゲートウェイ駅の店舗情報の提供と屋内測位環境の構築 ヒアリング

2-5. 実証エリア

表 2-2 実証エリア①

項目	内容
実証地	東京駅エリア 東京都 千代田区・中央区
面積	1.21 km ²
マップ (対象エリアは赤枠内)	

表 2-3 実証エリア②

項目	内容
実証地	高輪・品川エリア 東京都 港区
面積	0.43 km ²
マップ (対象エリア は赤枠内)	

2-6. スケジュール

表 2-4 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. プロジェクトビジョンの定義	↔											
2. プロジェクト・スコープの定義	↔											
3. 実施計画、要件定義、実証計画の作成	←————→											
4. 3D 都市モデルの作成		←————→										
5. 3D ナビゲーション開発					←————→							
6. AR アプリ開発					←————→							
7. 総合テスト・実証										←————→		
8. 成果品・業務報告書とりまとめ										←————→		
9. 情報発信								↔	↔			

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

本システムは、東京駅のナビゲーションアプリ「東京ステーションナビ」（JR 東日本コンサルタンツ提供）をベースに、①3D 都市モデルを利用した 3D ナビゲーション機能と②3D 都市モデルを利用した AR ナビゲーション機能を追加実装したものである。また、利用する 3D 都市モデルとして、3D 都市モデル標準製品仕様書 3.0 版で新たに策定された地下街モデル（LOD4）を作成、対象エリアの代表的な建物の建築物モデル（LOD4）は BIM モデルから変換し生成を行った。建築物モデル（LOD4）は、建築物モデル（LOD3）により表現される建築物の外側の形状に加え、建築物の内側の形状（屋内空間）を表現したモデルであり、屋内ナビゲーションに利用できるデータである。

東京ステーションナビに追加実装を行う 3D ナビゲーション機能は、地下通路等の地下街モデル（LOD4）、ビルや駅の建築物モデル（LOD4）を利用して構築した三次元地図基盤上で、目的地までの経路案内を行う機能である。この 3D ナビゲーション機能は、可視化表現を得意とする Unity WebGL を用いて実装した。作成した三次元地図データを Unity WebGL で利用可能となるよう変換し、三次元地図基盤を構築した。

経路案内には、「東京ステーションナビ」で運用中の POI（Point of Interest の略。建物、施設、店舗、設備などの各地物を代表する点のデータで、経路案内における目的地となる。）とネットワークデータ（移動経路に関するデータで、経路の起点・終点や交差点などの地点を示すノードデータと、ノードとノードを結ぶ線分を示すリンクデータからなる。）を利用した。ここに、3D 都市モデルを用いて地下街、ビル、駅の各地点の床の高さ（標高）情報を取りまとめた「建造物マスタ」（JSON 形式）から抽出した高さ（標高）情報を付与し、三次元の経路検索結果を三次元地図の上に表示可能とした。さらに、対象エリア内の施設として大丸有エリアのビル 7 棟、品川駅、高輪 GW 駅の POI とネットワークデータを追加整備することで平時のナビゲーションアプリとしての有用性を高めた。また、エリア内の避難施設を検索できるよう避難場所等の POI データを整備し、検索できるようにすることで、災害時のナビゲーションアプリとしても活用可能とした。なお、POI 及びネットワークデータは PostGIS 及び PostgreSQL によって管理している。

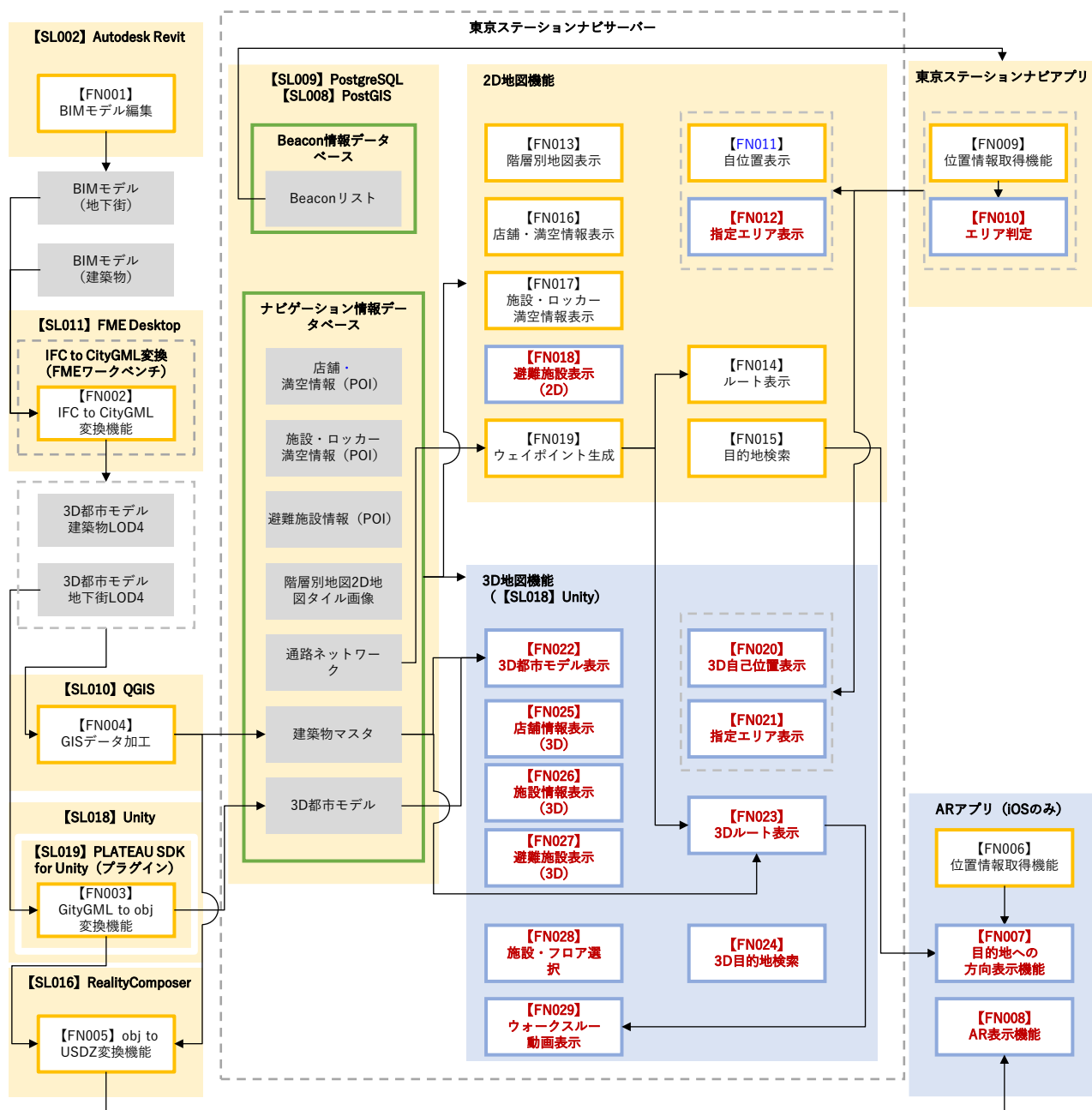
経路検索機能は、既存の「東京ステーションナビ」で利用しているロジックを利用することで実現した。具体的には、ネットワークデータを利用し、ダイクストラ法をベースとした最短経路検索のロジックを基本としつつ、独自の重み付けを行ってエレベーター、スロープ等の段差解消設備を通過する「バリアフリー段差解消ルート」の検索ができる仕組みである。

自己位置の表示機能については、「東京ステーションナビ」で利用している屋内測位技術と後述する建造物マスタの情報を組み合わせて実現した。なお、iOS 版「東京ステーションナビ」で利用している屋内測位技術は、Apple 社の提供する Core Location によるもので、緯度・経度と階（フロア）の情報により屋内においても高精度に自己位置が推定できる仕組みである。また、Android 版「東京ステーションナビ」で利用している屋内測位技術は、Android OS が提供する Fused Location Provider Client により取得可能な緯度・経度と、現地に設置した Beacon からの情報から取得する階（フロア）の情報を組み合わせた独自のロジックによるものである。なお、Beacon は、「東京ステーションナビ」のために既に設置されているもの、施設

管理者が既に設置しているもの、本実証のために追加で設置したものを組み合わせて利用した。

AR アプリは、地下空間にいながらにして地上のビルや目的地がどの方向にあるかを直感的に理解できるという体験をアプリユーザーに提供することを意図したアプリである。地下空間にいるアプリユーザーがスマートフォンを天井にかざすと、AR 表示により天井の一部がくり抜かれたような演出がされ、その中に作成した建築物モデル (LOD4)・地下街モデル (LOD4) が表示される。これによりユーザーは、地下街に滞在中でもスマートフォンの画面から地上建物の 3D モデルと目的地の POI を見て、自己位置から目的地までの方向を確認することができる。この AR アプリは、ARkit を用いて開発した。ARkit は、Apple 社が開発した iOS に対応した AR フレームワークのことで、これにより iPhone や iPad のカメラで映し出された現実空間に AR オブジェクトを配置することが可能となる。AR アプリで表示する建物は、建築物モデル (LOD4)・地下街モデル (LOD4) を OBJ 形式に変換した上で、さらに Reality Composer を利用して USDZ 形式に変換したものを利用した。

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。



凡例

既存のソフトウェア	開発したソフトウェア	既存機能	開発した機能	データ	ファイルストレージ	データベース
-----------	------------	------	--------	-----	-----------	--------

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

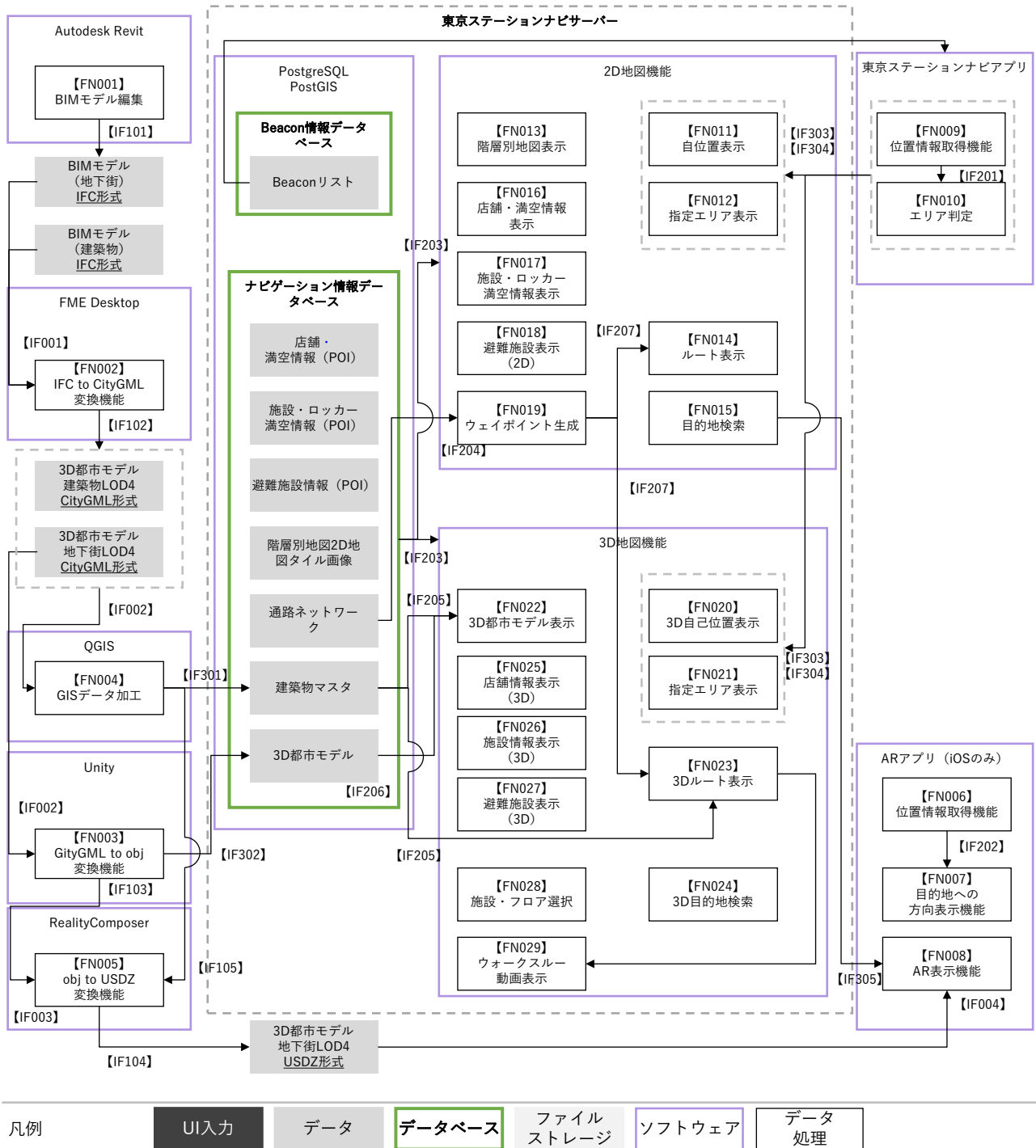


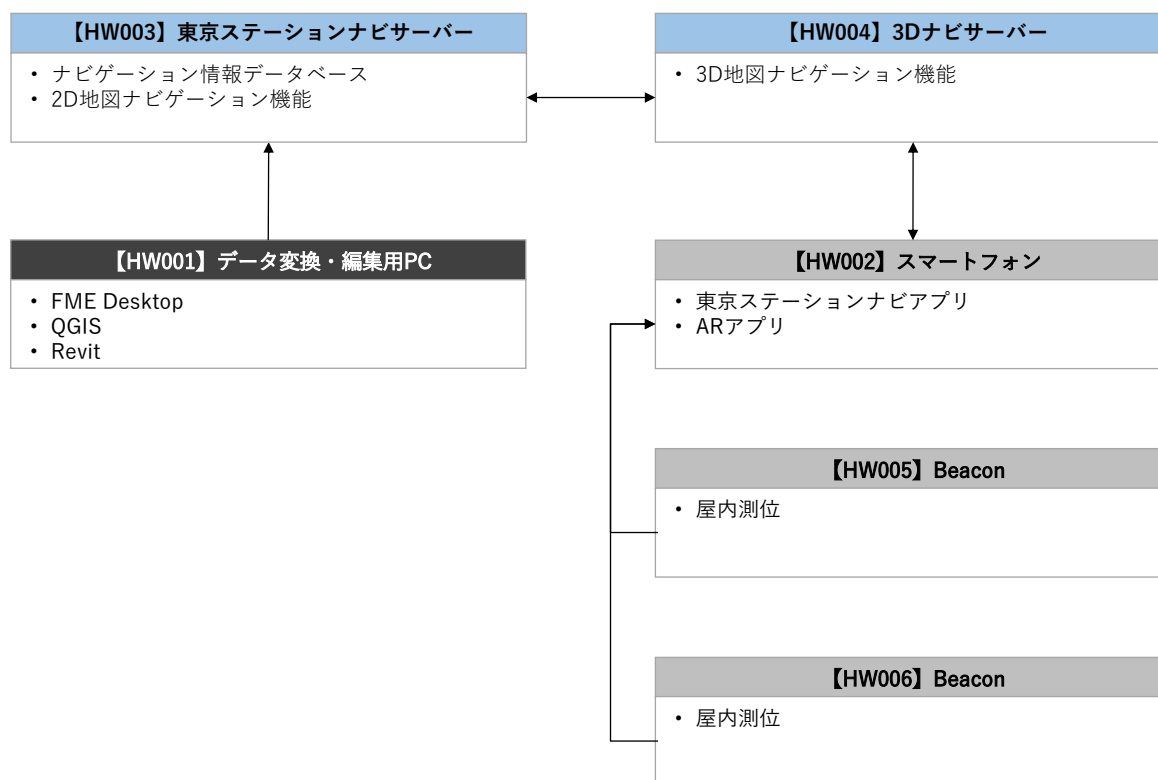
図 3-2 データアーキテクチャ

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

本件アプリでは屋内測位を行うため各施設管理者の許可を得て Beacon を設置する。この Beacon は、スマートフォン端末で受信され階層の判定に利用する。この Beacon の諸元を 0 に示す。なお、現行の東京ステーションナビでは各施設に設置された Wi-Fi の電波も利用しているが、本件アプリ用に新たに設置するのではなく、各施管理者が既に設置済みの Wi-Fi アクセスポイント (Wi-Fi AP) を利用する。

本業務において新たな Wi-Fi AP の設置は行わない。図 3-3 にハードウェアアーキテクチャを示す。



凡例	クラウド	PC	制御機器
	機能	機能	機能

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	データ変換用 PC	Precision タワー 3000 シリーズ (3630)	<ul style="list-style-type: none">● FME Desktop● QGIS● Revit
HW002	スマートフォン	推奨機種 iPhone13 以上 Android 端末 (OS 最新版)	<ul style="list-style-type: none">● 東京ステーションナビアプリ● AR アプリ
HW003	東京ステーション ナビサーバー	-	<ul style="list-style-type: none">● ナビゲーション情報データベース● 2D 地図ナビゲーション機能
HW004	3D ナビサーバー	-	<ul style="list-style-type: none">● 3D 地図ナビゲーション機能
HW005	Beacon	富士通 PlusarGum TM010	<ul style="list-style-type: none">● AndroidOS 端末の屋内測位環境構築
HW006	Beacon	東洋エレクトロニクス PB11-B	<ul style="list-style-type: none">● AndroidOS 端末の屋内測位環境構築

3-1-3-b. 利用したハードウェア詳細

1) 【HW001】データ変換用 PC : Precision タワー3000 シリーズ (3630)

- 選定理由
 - 通常業務で利用しているマシンのため
 - BIM モデル、GIS データの編集が可能
- 仕様・スペック
 - プロセッサ Intel(R) Core(TM) i7-8700 CPU @ 3.20GHz 3.19 GHz
 - 実装 RAM 32.0 GB (31.8 GB 使用可能)
 - システムの種類 64 ビット オペレーティング システム、x64 ベース プロセッサ
- イメージ



図 3-4 Precision タワー3000 シリーズ (3630) ¹

¹ 公式 HP より抜粋：<https://japancatalog.dell.com/pd/precision-3630-workstation.html>

2) 【HW002】スマートフォン：推奨機種 iPhone13 以上、Android 端末（OS 最新版）

- 選定理由
 - 3D ナビ機能、AR 機能の起動時間が比較的短くできるため
 - 3D ナビ機能、AR 機能の操作が比較的スムーズに行える
 - 3D ナビ機能、AR 機能は、一般ユーザーが被験者のため、あまりにも最新版の機種に絞り過ぎると参加できる一般ユーザーが減ってしまうため
- 仕様・スペック
 - 各スマートフォン端末の仕様による

3) 【HW003】東京ステーションナビサーバー（Sta.aaS プラットフォーム）：JR 東日本コンサルタンツ株式会社のプライベートクラウド（クラウド・レール）

- 選定理由
 - 既存サービスである東京ステーションナビで利用しているため
- 仕様・スペック
 - 詳細非公開

4) 【HW04】3D ナビサーバー：JR 東日本コンサルタンツ株式会社のプライベートクラウド（クラウド・レール）

- 選定理由
 - 既存サービスである東京ステーションナビで利用しているため
 - 3D ナビ機能の社会実装を踏まえると、既存の東京ステーションナビで利用しているサーバーと同じ環境で実証することが望ましいと考えたため
- 仕様・スペック
 - OS：RHEL9
 - CPU：4vCore
 - メモリー：4GB
 - HDD：500GB

5) 【HW005】 Beacon：富士通 PlusarGum TM010 ※東京ステーションナビリリース時点で既に設置済み

- 選定理由
 - 光発電方式で電源が不要
 - 3g と軽量であるため、両面テープ等で設置が可能
- 仕様・スペック
 - サイズ：72×19×3mm
 - 重量：3g
 - 電波発信間隔：照度 550lux 時に 1 秒に 1 回
- イメージ

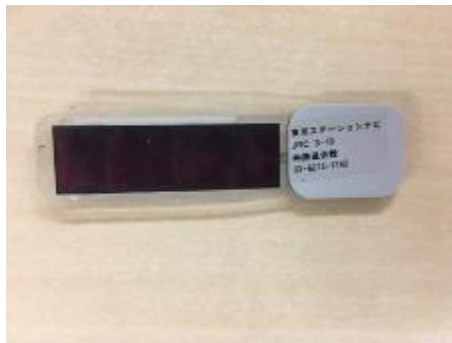


図 3-5 PlusarGum

6) 【HW006】 Beacon：東洋エレクトロニクス PB11-B

- 選定理由
 - 光発電方式で電源が不要
 - HW01 の Beacon と比べ、更に低照度下での電波発信が可能
- 仕様・スペック
 - サイズ：71×36×7mm
 - 重量：13g
 - 電波発信間隔：照度 500lux 時に 0.9 秒に 1 回、照度 300lux 時に 1.4 秒に 1 回
- イメージ

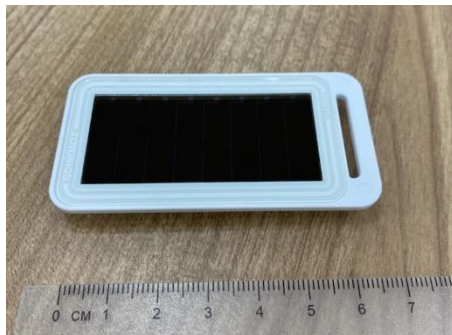


図 3-6 PB11-B

3-2. システム機能

3-2-1. システム機能一覧

表 3-2 機能一覧

※赤文字：既存改修・新規開発

分類	ID	機能名	説明
データ加工・変換	FN001	BIM モデル編集	● Autodesk Revit にて、BIM モデルの作成・編集を行う
	FN002	IFC to CityGML 変換機能	● FME Desktop を使い、IFC 形式の BIM モデルを CityGML 形式の 3D 都市モデルに変換する
	FN003	CityGML to OBJ 変換機能	● FME Desktop を使い、CityGML 形式の 3D 都市モデルを 3D モデルデータの OBJ 形式に変換する
	FN004	GIS データ加工	● QGIS を使い、3D 都市モデルのジオメトリと属性データから、建造物マスタとなる JSON 形式に加工・出力する
	FN005	OBJ to USDZ 変換機能	● Reality Composer を使い、AR アプリ用のマップデータとして、3D 都市モデルから生成された OBJ と建物マスタを組み合わせ USDZ 形式に変換する
AR アプリ	FN006	位置情報取得機能 (AR)	● iOS が持つ Core Location から現在地の緯度、経度、フロア、方角、精度を取得する
	FN007	目的地への方向表示機能	● AR アプリ上で現在地から目的地の方向を表示する
	FN008	AR 表示機能	● ステーションナビから取得した目的地に基づき、現在地から目的地への方向を AR 上で表示する ● 地下から地上を見上げた時に天井を透過する演出と合わせて地上の 3D 都市モデルを表示する
東京ステーションナビアプリ	FN009	位置情報取得機能 (ナビ)	● 現在地の緯度、経度、フロア、方角、精度を取得する
	FN010	エリア判定	● ユーザーの位置情報からナビゲーションの対象となる駅・まちを判定する
東京ステーションナビサーバー：2D 地図機能	FN011	自己位置表示	● 端末で取得した現在位置を 2D ナビアプリ上に表示する
	FN012	指定エリア表示	● エリア判定結果からその位置に応じた 2D 地図の表示を行う
	FN013	階層別 2D 地図表示	● 現在地の 2D 地図、自位置、POI 情報を表示する
	FN014	ルート表示	● 検索した目的地までのルートを 2D ナビアプリ上で表示する

	FN015	目的地検索	● 2D ナビアプリ上で目的地を検索・選択し、目的地のPOI 情報を取得する
	FN016	店舗情報表示	● 2D ナビアプリにて店舗情報を表示する
	FN017	施設情報表示	● 2D ナビアプリにて施設情報を表示する
	FN018	避難施設表示	● 2D ナビアプリにて避難施設情報を表示する
	FN019	ウェイポイント生成	● 現在地から目的地へ案内する最短ルートを検索し、ウェイポイントを生成する
東京ステーションナビサーバー：3D 地図機能	FN020	自己位置表示 (3D)	● 端末で取得した現在位置を 3D ナビアプリ上に表示する
	FN021	指定エリア表示 (3D)	● エリア判定結果からその位置に応じた 3D 地図の表示を行う
	FN022	3D 地図表示	● 現在地の 3D 地図 (3D 都市モデルベース)、自位置、POI 情報を表示する
	FN023	ルート表示 (3D)	● 検索した目的地までのルートを 3D ナビアプリ上で表示する
	FN024	目的地検索 (3D)	● 3D ナビアプリ上で目的地を検索・選択し、目的地のPOI 情報を取得する
	FN025	店舗情報表示 (3D)	● 3D ナビアプリにて店舗情報を表示する
	FN026	施設情報表示 (3D)	● 3D ナビアプリにて施設情報を表示する
	FN027	避難施設表示 (3D)	● 3D ナビアプリにて避難施設情報を表示する
	FN028	施設・フロア選択	● 3D ナビアプリ上でユーザーが選択した施設・フロアの 3D マップを表示する
	FN029	ウォークスルー動画表示	● ルート検索結果から得られたルートに従い、3D マップ上をウォークスルー表示させる

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	名称	内容
SL001	Apache	<ul style="list-style-type: none"> 世界的に最も普及している Web サーバーソフトウェア、オープンソースソフトウェア 既存の階層別 2D 地図や 3D Tiles の配信で利用
SL002	Autodesk Revit	<ul style="list-style-type: none"> Autodesk 社の BIM ソフトウェア 地下街モデルを BIM モデルから作成
SL003	Autodesk Navisworks	<ul style="list-style-type: none"> Autodesk 社の 3D モデルの統合、ビジュアル化のためのソフトウェア 施設管理者からお借りした BIM モデルの内容確認等に利用
SL004	Autodesk Civil3D	<ul style="list-style-type: none"> Autodesk 社の土木向けの 3D CAD ソフトウェアで、BIM モデルの位置合わせの際に利用
SL005	Autodesk AutoCAD	<ul style="list-style-type: none"> Autodesk 社の CAD ソフトウェア
SL006	ArcGIS Pro	<ul style="list-style-type: none"> ESRI 社が開発した GIS ソフトウェアで、GIS データの作成や地図の作成が可能で、高度で複雑な GIS データの分析機能を有する
SL007	OpenLayers	<ul style="list-style-type: none"> Web ブラウザで地図データを表示することができる JavaScript で組まれたオープンソースライブラリ 2D 地図において自位置や各種 POS 情報の表示で利用
SL008	PostGIS	<ul style="list-style-type: none"> PostgreSQL を拡張したもので、地理空間情報を扱うためのデータベース、オープンソースソフトウェア 出発地（目的地）に近い順検索で利用
SL009	PostgreSQL	<ul style="list-style-type: none"> オープンソースソフトウェアのリレーショナルデータベース管理システム（RDBMS） POI 情報を検索するために利用
SL010	QGIS	<ul style="list-style-type: none"> オープンソースソフトウェアの GIS ソフトウェアで、豊富なファイル形式の空間情報の参照・加工・分析等が可能
SL011	FME Desktop	<ul style="list-style-type: none"> Safe Software 社のソフトウェアで、様々な形式のデータの変換、統合を自動化するためのデータ変換ソフトウェア 本業務では IFC to CityGML、CityGML to 3D Tiles 変換（ワークベンチ）を利用する
SL012	CesiumJS	<ul style="list-style-type: none"> 3D Tile 形式で作成された地図情報を Web で表示するための JavaScript フレームワークで、自位置表示機能で 3D Tiles を表示するのに利用

SL013	Core Location	<ul style="list-style-type: none"> ● Apple 社が提供する測位に関する開発フレームワーク ● Wi-Fi 電波を利用した屋内測位では、高精度に緯度・経度・階層を推定することが可能
SL014	Fused Location Provider API	<ul style="list-style-type: none"> ● Android OS が利用する測位機能で、Wi-Fi や GPS などを利用した高精度な測位を実現（ただし、屋内の階層は判定不能）
SL015	ARkit	<ul style="list-style-type: none"> ● Apple 社の iOS に対応した AR フレームワーク ● AR アプリでの 3D 都市モデル表示で利用
SL016	Reality Composer	<ul style="list-style-type: none"> ● Apple が推進する 3D/AR フォーマット「USDZ」へ Obj 形式などから変換するツール ● AR アプリで表示する 3D 都市モデル作成で利用
SL017	Sta.aaS プラットフォーム	<ul style="list-style-type: none"> ● JR 東日本コンサルタンツがスクラッチ開発した駅及び駅周辺地域の地図基盤プラットフォーム、東京ステーションナビの核となる店舗・施設方法、経路検索機能、階層別 2D 地図配信機能などを備えており、試験的に API を通じ外部情報提供を実施している（現在本サービス実施に向けて調整中）
SL018	Unity	<ul style="list-style-type: none"> ● Unity Technologies が提供するゲームやアプリを開発するための統合開発環境
SL019	PLATEAU SDK for Unity	<ul style="list-style-type: none"> ● 3D 都市モデルを Unity で扱うためのライブラリ
SL020	Unity WebGL	<ul style="list-style-type: none"> ● Unity Technologies が開発した技術で、ウェブブラウザ上で 3次元のグラフィックスの高速描画を実現している
SL021	Altbeacon	<ul style="list-style-type: none"> ● Android で Bluetooth Low Energy (BLE) ベースの Beacon を取り扱うライブラリ

3-2-3. 開発機能の詳細要件

開発機能の詳細要件を記す。なお、本業務において新規開発した要素（機能名）を赤字で示す。

1. 【FN001】 BIM モデル編集

● 機能概要

- 建築物モデル、地下街モデル作成のために、BIM モデルの作成・編集を行う
- 利用したソフトウェアは、【SL002】 Autodesk Revit2021
- 大丸有エリアのビル施設管理者から提供された 7 棟の BIM データの内容を確認する
- 本実証実験で作成する地下街モデルを BIM で作成するために使用

● フローチャート

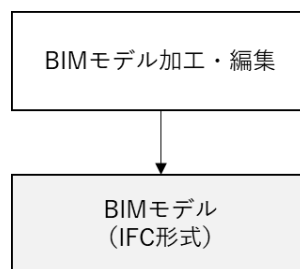


図 3-7 BIM モデル編集

● データ仕様

➢ 入力

- ◇ 各種図面データ等を参考としてモデリングを行う。
- ◇ BIM データの作成は【SL002】 Autodesk Revit2021 で行う。
- ◇ 【SL002】 Autodesk Revit2021 で作成する BIM モデルのデータファイルは、拡張子.rvt 形式のデータ。
- ◇ 整備した拡張子.rvt 形式のデータを、【SL002】 Autodesk Revit2021 の標準機能を用いて IFC に出力。

➢ 出力

◇ BIM モデル

● 内容

- 「3D 都市モデル整備のための BIM 活用マニュアル」に則って作成された BIM モデル

◇ <https://www.mlit.go.jp/plateau/libraries/handbooks/>

● 形式

- IFC 形式

● データ詳細

- ファイル出力インターフェース【IF101】を参照

● 機能詳細

- BIM モデルの編集・加工

◇ 処理内容

- 以下の3点のデータを利用して、BIMモデルを編集・加工する
 - 「東京駅周辺屋内地図オープンデータ（令和2年度更新版）」（国土交通省高精度測位社会プロジェクト作成、G空間情報センターにて公開、データ形式：Shapefile）
 - 「公共的な屋内空間（地下）大丸有地区 3D デジタルマップデータ（令和2年度及び令和3年度）」（東京都作成、データ形式：3D 都市モデル（CityGML））
<https://info.tokyo-digitaltwin.metro.tokyo.lg.jp/3Dmodel/>

◇ 利用するライブラリ

- なし

◇ 利用するアルゴリズム

- なし

2. 【FN002】 IFC to CityGML 変換機能

● 機能概要

- IFC形式のBIMモデルをCityGML形式の3D都市モデルに変換する

● フローチャート

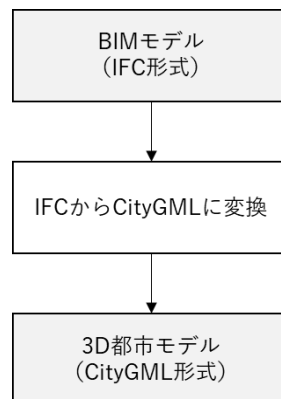


図 3-8 IFC to CityGML 変換機能

● データ仕様

➢ 入力

◇ BIMモデル

- 内容
 - 「3D都市モデル整備のためのBIM活用マニュアル」に則って作成されたBIMモデル
 - ◇ <https://www.mlit.go.jp/plateau/libraries/handbooks/>
- 形式
 - IFC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
 - ◇ 3D 都市モデルの地下街 LOD4 モデル
 - 内容
 - BIM モデルから生成された 3D 都市モデルの地下街 LOD4 モデル
 - 形式
 - CityGML 形式
 - データ詳細
 - ファイル出力インターフェース【IF102】を参照

- 機能詳細

- BIM モデルの変換
 - ◇ 処理内容
 - IFC 形式の BIM モデルを 3D 都市モデルの仕様に準拠した CityGML 形式のファイルに変換する
 - ◇ 利用するライブラリ
 - IFC to CityGML2.0-LOD4-PLATEAU.fmw
 - ◇ 利用するアルゴリズム
 - なし

3. 【FN003】 CityGML to OBJ 変換機能

- 機能概要
 - CityGML 形式の 3D 都市モデルを 3D モデルデータである OBJ 形式に変換する
- フローチャート

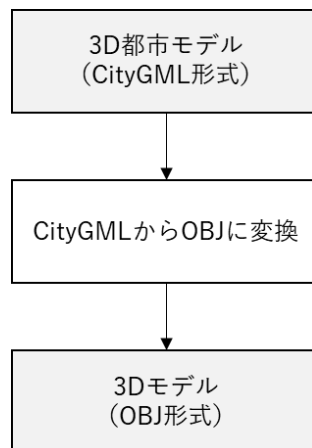


図 3-9 CityGML to OBJ 変換機能

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ 3D 都市モデル
 - 内容
 - 3D 都市モデルデータ

- 形式
 - CityGML 形式
- データ詳細
 - ファイル入力インタフェース【IF002】を参照
- 出力
 - ◇ 3D 都市モデルから生成された OBJ ファイル（ナビアプリ用）
 - 内容
 - 3D 都市モデルから生成された OBJ ファイル
 - 形式
 - OBJ 形式
 - データ詳細
 - 外部連携インタフェース【IF302】を参照
 - ◇ 3D 都市モデルから生成された OBJ ファイル（AR アプリ用）
 - 内容
 - 3D 都市モデルから生成された OBJ ファイル
 - 形式
 - OBJ 形式
 - データ詳細
 - ファイル出力インタフェース【IF103】を参照
- ◇
- 機能詳細
 - 3D 都市モデルの変換
 - ◇ 処理内容
 - CityGML 形式の 3D 都市モデルを各アプリで利用するために OBJ 形式に変換する。
 - ◇ 利用するライブラリ
 - citygml2obj.fmw
 - ◇ 利用するアルゴリズム
 - なし

4. 【FN004】 GIS データ加工

- 機能概要

- 店舗情報など 2D 地図で利用するジオメトリ情報には高度が定義されておらず、Web メルトカル座標とフロア番号のみ定義されている。これらを 3D モデル上に配置するため、フロアを高度(m)に変換する必要がある。
- フロアの高度は建造物によって異なるため、建造物毎にフロアの高度を定義するマスタ（建造物マスタ）が必要となる。
- 3D 都市モデルのジオメトリと属性データから、建造物マスタとなる JSON 形式に加工・出力する

- フローチャート

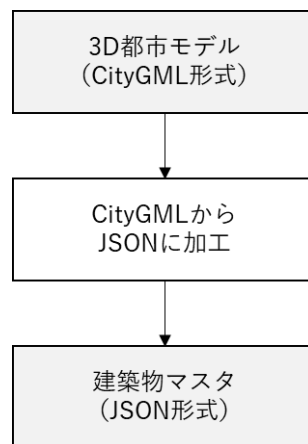


図 3-10 GIS データ加工

- データ仕様

- 入力

- ◇ 3D 都市モデル

- 内容
 - 3D 都市モデルデータ
- 形式
 - CityGML 形式
- データ詳細
 - ファイル入力インターフェース【IF002】を参照

- 出力

- ◇ 建造物マスタ（ナビアプリ）

- 内容
 - 3D 都市モデルから生成された建造物マスタ
- 形式
 - JSON 形式
- データ詳細
 - 外部連携インターフェース【IF301】を参照

- ◇ 建造物マスタ（AR アプリ用）

- 内容
 - 3D 都市モデルから生成された建造物マスタ
- 形式
 - JSON 形式
- データ詳細
 - ファイル出力インターフェース【IF105】を参照
- 機能詳細
 - 3D 都市モデルの変換
 - ◇ 処理内容
 - QGIS に 3D 都市モデル (CityGML 形式) を取り込む
 - QGIS から各建造物のフロアについて緯度経度範囲、フロア名、高度(m)を CSV 出力する
 - 出力された CSV 出力を、JSON 形式に変換する
 - ◇ 利用するライブラリ
 - QGIS 【SL010】
 - ◇ 利用するアルゴリズム
 - なし

5. 【FN005】 OBJ to USDZ 変換機能

- 機能概要
 - ARKit では配置できるモデルのフォーマットは Appl 社が推進している USDZ 形式のみとなる
 - 3D 都市モデルから生成された OBJ と建物マスタを組み合わせ USDZ 形式に変換する
- フローチャート

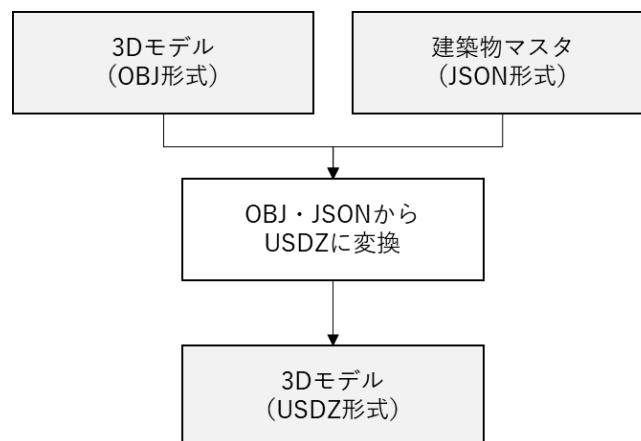


図 3-11 OBJ to USDZ 変換機能

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ 3D 都市モデルから生成された OBJ ファイル (AR アプリ用)
 - 内容
 - 3D 都市モデルから生成された OBJ ファイル

- 形式
 - OBJ 形式
- データ詳細
 - ファイル入力インタフェース【IF003】を参照
- ◇ 建造物マスタ (AR アプリ用)
 - 内容
 - 3D 都市モデルから生成された建造物マスタ
 - 形式
 - JSON 形式
 - データ詳細
 - ファイル入力インタフェース【IF005】を参照
- 出力
 - ◇ 3D モデル (AR アプリ)
 - 内容
 - 3D 都市モデルから生成された AR アプリ用マップ
 - 形式
 - USDZ 形式
 - データ詳細
 - ファイル出力インタフェース【IF104】を参照
- 機能詳細
 - 3D 都市モデルの変換
 - ◇ 処理内容
 - 3 Reality Composer で 3D 都市モデルから生成された OBJ を取り込む
 - X Y Z 軸を ARKit 用に変換する
 - Reality Composer で USDZ に変換し出力する
 - ◇ 利用するライブラリ
 - Reality Composer【SL016】
 - ◇ 利用するアルゴリズム
 - なし

6. 【FN006】位置情報取得機能 (AR)

● 機能概要

- 現在地を AR 空間の原点(0,0,0)に置き、建造物や施設は設定されたジオメトリ情報に応じて ARKit のワールド座標に変換して空間上に建造物や施設を配置する。そのため、現在地の緯度、経度、フロア、方角が必要となる。
- iOS が持つ Core Location から現在地の緯度、経度、フロア、方角、精度を取得する。高度は建造物マスタを参照しフロアから算出する。

● フローチャート

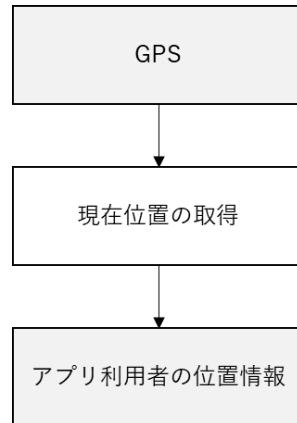


図 3-12 位置情報取得機能 (AR)

● データ仕様

- 入力
 - ◇ GPS
- 出力
 - ◇ アプリ利用者の位置情報
 - 内容
 - 現在地の緯度、経度、フロア、方角、精度
 - 形式
 - 内部形式
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF202】を参照

● 機能詳細

- 現在位置の取得
 - ◇ 処理内容
 - GPS を利用しアプリ利用者が持つ端末の位置と向きを取得する
 - 取得したフロア情報を【IF205】建造物マスタを用いて高度に変換する
 - 現在地の緯度経度、高度を【IF202】位置情報インタフェースに設定する
 - ◇ 利用するライブラリ
 - Core Location【SL013】

◇ 利用するアルゴリズム

- なし

7. 【FN007】 目的地への方向表示機能

● 機能概要

- AR アプリ上で現在地から目的地の方向を表示する

● フローチャート

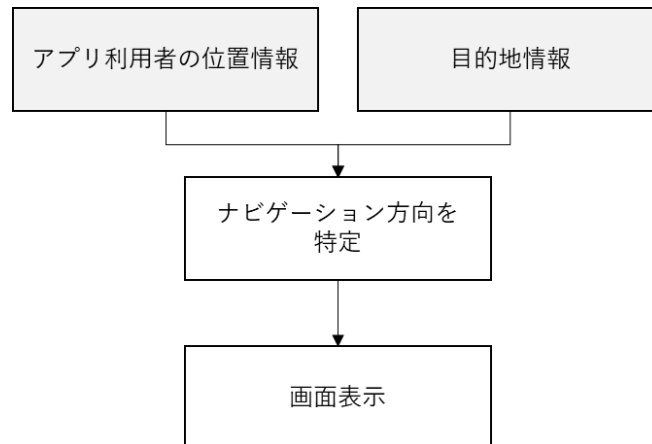


図 3-13 目的地への方向表示機能

● データ仕様

➢ 入力

◇ アプリ利用者の位置情報

- 内容
 - 現在地の緯度、経度、フロア、方角、精度
- 形式
 - 内部形式
- データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF202】を参照

◇ 目的地情報

- 内容
 - 2D ナビアプリで選択された目的地の位置座標値（緯度、経度、高度）
- 形式
 - 内部形式
- データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF305】を参照

➢ 出力

◇ 画面表示

● 機能詳細

- ナビゲーション方向の導出

- ◇ 処理内容
 - AR アプリ起動時に、2D ナビ上で設定された目的地（【IF304】位置・エリア情報- 2D/3D 地図機能）から取得されたものを起動パラメタとして受け取る
 - 目的地の WEB メルカトル座標、フロアを、【IF205】建造物マスタを利用して緯度経度、高度(m)に変換する
 - アプリ利用者の位置情報と目的地情報から導出された 3D 矢印を AR アプリ上に表示する
- ◇ 利用するライブラリ
 - Apple ARKit 【SL015】
- ◇ 利用するアルゴリズム
 - なし

8. 【FN008】AR 表示機能

- 機能概要
 - ステーションナビから取得した目的地に基づき、現在地から目的地への方向を AR 上に表示する
 - 地下から地上を見上げた時に天井を透過する演出と合わせて地上の 3D 都市モデルを表示する
- フローチャート

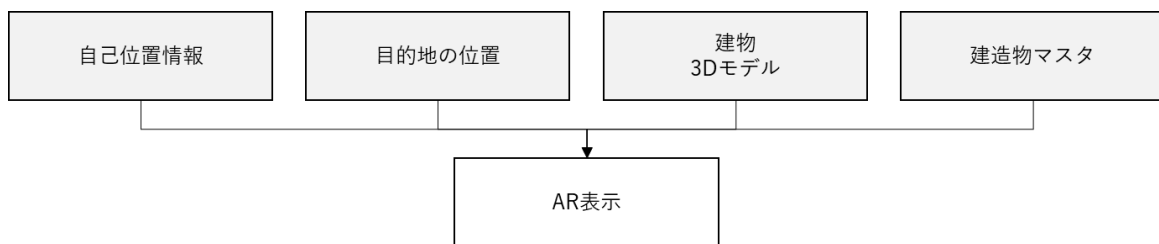


図 3-14 AR 表示機能

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ 自己位置情報
 - 内容
 - 端末より取得した現在地の座標値（緯度、経度、フロア階層）
 - 形式
 - 内部形式
 - データ詳細
 - GPS から取得
 - ◇ 目的地の位置
 - 内容
 - 目的地の座標値（緯度、経度、フロア階層）
 - 形式
 - 内部形式
 - データ詳細

- 外部連携インターフェース【IF305】を参照
- ◇ 建物の3Dモデル
 - 内容
 - 3D都市モデルから生成されたUSDZファイル
 - 形式
 - USDZ形式
 - データ詳細
 - 外部連携インターフェース【IF305】を参照
- ◇ 建造物マスタ
 - 内容
 - 建造物マスタ
 - 形式
 - JSON形式
 - 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
 - ◇ 画面表示
- 機能詳細
 - 3D都市モデルのAR表示
 - ◇ 処理内容
 - 3D都市モデルを自己位置から目的地への方角に回転させて表示
 - 自位置を中心とした半径2mの円筒をARKitが認識した床上に配置し、円筒の壁面は透明オクルージョンとすることで、円筒の上側のみ3Dモデルが表示されるようにする
 - 地上の建物の3Dモデルを丸窓で天井をくり抜く演出と合わせて表示
 - ◇ 利用するライブラリ
 - Apple ARKit【SL015】
 - ◇ 利用するアルゴリズム
 - なし

9. 【FN009】位置情報取得機能（ナビ）

● 機能概要

- 地下街でのナビゲーションで利用する自位置ではフロア情報が必要である
- 以下のライブラリを用いて、現在地の緯度、経度、フロア、方角、精度を取得する
 - ◇ iOS : Core Location
 - ◇ Android : FusedLocationProviderClient
- Android の FusedLocationProviderClient ではフロアが取れないため、別途ビーコンからフロアを取得する機構を用意する
- 取得した現在位置は他の機能で利用される

● フローチャート

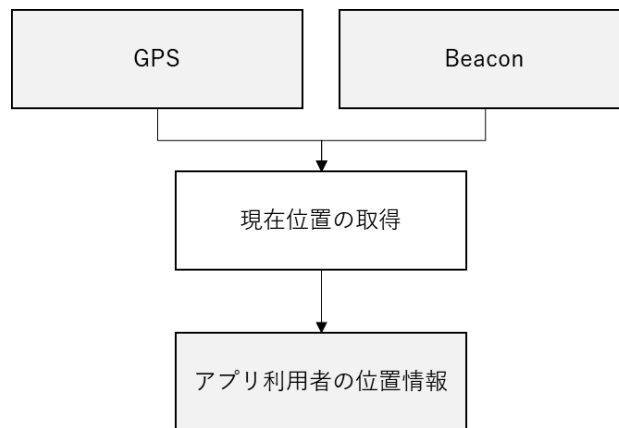


図 3-15 位置情報取得機能（ナビ）

● データ仕様

- 入力
 - ◇ GPS
 - 内容
 - Core Location, FusedLocationProviderClient から取得する位置情報
 - 形式
 - オンメモリ
 - データ詳細
 - 【IF201】位置情報インタフェース (Android)、【IF202】位置情報インタフェース (iOS) を参照
 - ◇ Beacon (Android のみ)
 - 内容
 - Beacon の UUID と設置されているフロアが記載されたデータベース
 - 形式
 - CSV 形式
 - データ詳細
 - 【IF303】 Beacon 情報データベースを参照
- 出力

- ◇ アプリ利用者の位置情報
 - 内容
 - 現在地の緯度、経度、フロア、方角、精度
 - 形式
 - 内部形式
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF202】を参照
- 機能詳細
 - 現在位置の取得
 - ◇ 処理内容
 - Core Location, FusedLocationProviderClient からアプリ利用者が持つ端末の位置と向きを取得する
 - Beacon (Android のみ) を利用し、現在地のフロアを取得する
 - 【IF205】 建造物マスタを参照しフロアを高度(m)に変換する
 - 【IF201】 位置情報インタフェース (Android)、【IF202】 位置情報インタフェース (iOS) として要求に位置情報を返却する
 - ◇ 利用するライブラリ
 - iOS : Core Location 【SL013】
 - Android : Fused Location Provider API 【SL014】
 - Altbeacon 【SL021】
 - ◇ 利用するアルゴリズム
 - なし

10. 【FN010】 エリア判定

- 機能概要
 - ユーザーの位置情報からナビゲーションの対象となる駅・まちを判定する
- フローチャート

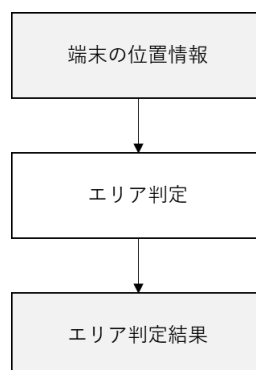


図 3-16 エリア判定

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ 端末より取得した現在地の座標値（緯度、経度）
 - 内容
 - 端末より取得した現在地の座標値（緯度、経度）
 - 形式
 - 内部形式
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF201】を参照
 - 出力
 - ◇ エリア判定結果
 - 内容
 - 端末の位置に紐づくエリアの判定を行う
 - 形式
 - 内部形式
 - データ詳細
 - 外部連携インタフェース【IF304】を参照
- 機能詳細
 - エリアの判定
 - ◇ 処理内容
 - エリアを長方形として定義し、アプリケーション内にエリアの4隅座標情報を内蔵する
 - アプリ起動時に【IF201】位置情報インタフェース（Android）、【IF202】位置情報インタフェース（iOS）により現在位置を取得する
 - 取得した現在位置から、マッチするエリアを判定する。マッチするエリアが存在しない場合はユーザーに選択させる
 - エリア毎に設定した起動URLを表示する
 - 判定結果は以下の3通り
 - ◇ 東京駅エリア
 - ◇ 品川・高輪ゲートウェイエリア
 - ◇ その他
 - ◇ 利用するライブラリ
 - なし
 - ◇ 利用するアルゴリズム
 - なし

11. 【FN011】 自己位置表示

- 機能概要
 - 端末で取得した現在位置を 2D ナビアプリ上に表示する
- フローチャート

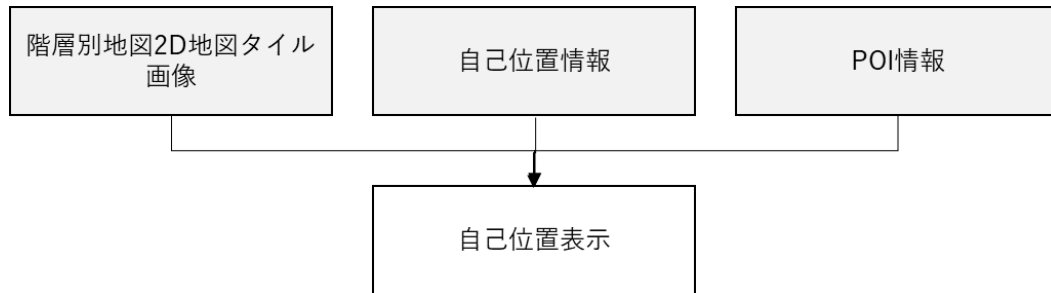


図 3-17 自己位置表示

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ 階層別 2D 地図タイル画像
 - 内容
 - ナビゲーション用の階層別 2D 地図
 - 形式
 - 内部形式
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF203】を参照
 - ◇ 自己位置情報
 - 内容
 - 現在地の緯度、経度、フロア、方角、精度
 - 形式
 - 内部形式
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF203】を参照
 - ◇ POI 情報
 - 内容
 - POI 情報
 - 形式
 - 内部形式
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF203】を参照
 - 出力
 - ◇ 画面表示
- 機能詳細

- 自己位置表示
 - ◇ 処理内容
 - ユーザーの端末位置から階層別 2D 地図上に自己位置表示を行う
 - ◇ 利用するライブラリ
 - なし
 - ◇ 利用するアルゴリズム
 - なし

12. 【FN012】 指定エリア表示

- 機能概要
 - エリア判定結果からその位置に応じた 2D 地図の表示を行う
 - エリア外の場合は、駅・まち選択画面を表示する
- フローチャート

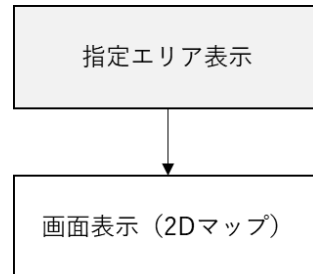


図 3-18 指定エリア表示

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ エリア判定結果
 - 内容
 - 端末の位置に紐づくエリアの判定を行う
 - 形式
 - 内部形式
 - データ詳細
 - 外部連携インタフェース【IF304】を参照
 - 出力
 - ◇ 画面表示
- 機能詳細
 - エリア判定による 2D 地図表示
 - ◇ 処理内容
 - エリア判定結果に基づき、自動的に以下を行う
 - 東京駅エリアの 2D 地図の表示
 - 品川駅エリアの 2D 地図の表示
 - (判定外の場合) エリア選択画面の表示
 - ◇ 利用するライブラリ
 - なし
 - ◇ 利用するアルゴリズム
 - なし

13. 【FN013】階層別 2D 地図表示

- 機能概要
 - 現在地の階層別 2D 地図、自己位置、POI 情報を表示する
- フローチャート

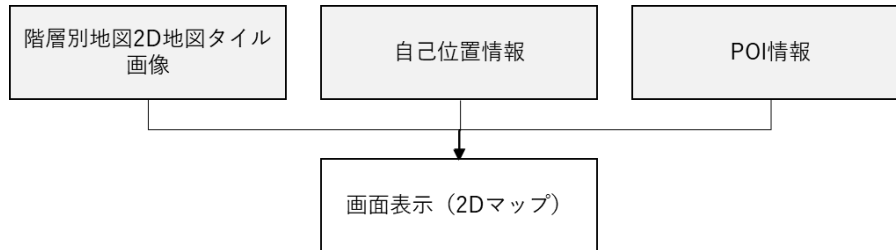


図 3-19 階層別 2D 地図表示

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ 階層別 2D 地図タイル画像
 - 内容
 - ナビゲーション用の 2D 地図
 - 形式
 - 内部形式
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF203】を参照
 - ◇ 自己位置情報
 - 内容
 - 現在地の緯度、経度、フロア、方角、精度
 - 形式
 - 内部形式
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF203】を参照
 - ◇ POI 情報
 - 内容
 - POI 情報
 - 形式
 - 内部形式
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF203】を参照
 - 出力
 - ◇ 画面出力
- 機能詳細
 - 階層別 2D 地図への自己位置・POI 情報の重畳表示

- ◇ 処理内容
 - 現在地から 2D 地図を読み込み、自己位置・POI 情報を重畳表示する
- ◇ 利用するライブラリ
 - OpenLayers 【SL007】
- ◇ 利用するアルゴリズム
 - なし

14. 【FN014】 ルート表示

- 機能概要
 - 検索した目的地までのルートを 2D ナビアプリ上で表示する
- フローチャート

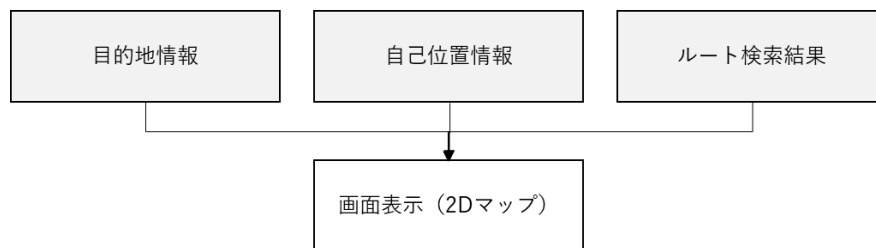


図 3-20 ルート表示

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ 目的地情報
 - 内容
 - 2D ナビアプリで選択された目的地の位置座標値（緯度、経度、高度）
 - 形式
 - 内部形式
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース 【IF203】 を参照
 - ◇ 自己位置情報
 - 内容
 - 現在地の緯度、経度、フロア、方角、精度
 - 形式
 - 内部形式
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース 【IF203】 を参照
 - ◇ ルート検索結果
 - 内容
 - 現在地から目的地までのルートのウェイポイント情報
 - 形式

- 内部形式
- データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF207】を参照
- 出力
 - ◇ 画面表示
- 機能詳細
 - ルート表示
 - ◇ 処理内容
 - 2D 地図上にルートを表示する
 - 現在地に合わせてフロア表示を切り替える
 - ◇ 利用するライブラリ
 - なし
 - ◇ 利用するアルゴリズム
 - なし

15. 【FN015】目的地検索

- 機能概要
 - 2D ナビアプリ上で目的地を検索・選択し、目的地の POI 情報を取得する
- フローチャート

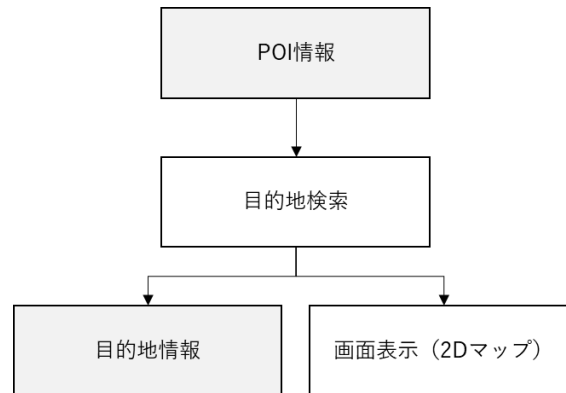


図 3-21 目的地検索

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ POI 情報
 - 内容
 - POI 情報
 - 形式
 - 内部形式
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF203】を参照

- 出力
 - ◇ 画面表示
 - ◇ 目的地情報
 - 内容
 - 2D ナビアプリで選択された目的地の位置座標値（緯度、経度、高度）
 - 形式
 - 内部形式
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF203】を参照

- 機能詳細

- 目的地の検索
 - ◇ 処理内容
 - 2D ナビアプリ上で目的地を検索・選択し、目的地の情報を提供する
 - ◇ 利用するライブラリ
 - なし
 - ◇ 利用するアルゴリズム
 - なし

16. 【FN016】店舗情報表示

- 機能概要
 - 2D ナビアプリにて店舗情報を表示する
- フローチャート

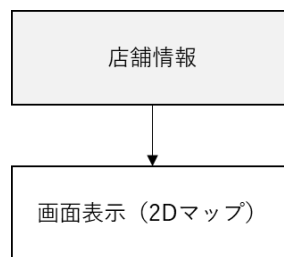


図 3-22 店舗情報表示

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ 店舗情報
 - 内容
 - 店舗に関する情報および店舗ごとの満空情報
 - 形式
 - 内部形式
 - データ詳細

➤ 内部連携インターフェース【IF203】を参照

➤ 出力

◇ 画面表示

● 機能詳細

➤ 店舗情報の表示

◇ 処理内容

- 店舗に関する情報を表示する
- 店舗ごとの満空情報をリアルタイムに取得・表示する

◇ 使用するライブラリ

- なし

◇ 使用するアルゴリズム

- なし

17. 【FN017】施設情報表示

● 機能概要

➤ 2D ナビアプリにて施設情報を表示する

● フローチャート

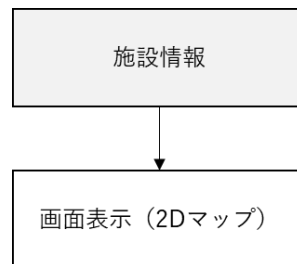


図 3-23 施設情報表示

● データ仕様

➤ 入力

◇ 施設情報

- 内容
 - 施設に関する情報およびロッカーの満空情報
- 形式
 - 内部形式
- データ詳細
 - 内部連携インターフェース【IF203】を参照

➤ 出力

◇ 画面表示

● 機能詳細

➤ 施設情報の表示

- ◇ 処理内容
 - 施設に関する情報を表示する
 - ロッカーの満空情報をリアルタイムに取得・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

18. 【FN018】避難施設表示

- 機能概要
 - 2D ナビアプリにて避難施設情報を表示する
- フローチャート

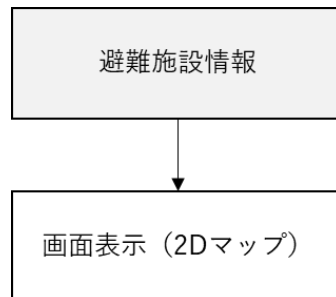


図 3-24 避難施設表示

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ 避難施設情報
 - 内容
 - 避難施設に関する情報
 - 形式
 - 内部形式
 - データ詳細
 - 内部連携インターフェース【IF203】を参照
 - 出力
 - ◇ 画面表示
- 機能詳細
 - 避難施設情報の表示
 - ◇ 処理内容
 - 避難施設に関する情報を表示する
 - ◇ 利用するライブラリ
 - なし

◇ 利用するアルゴリズム

- なし

19. 【FN019】 ウェイポイント生成

● 機能概要

- 現在地から目的地へ案内する最短ルートを検索し、ウェイポイントを生成する

● フローチャート

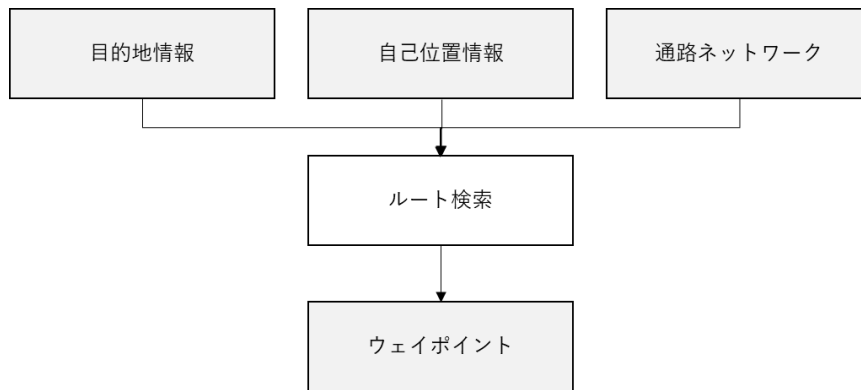


図 3-25 ウェイポイント生成

● データ仕様

➢ 入力

◇ 目的地情報

- 内容
 - 3D ナビアアプリで選択された目的地の位置座標値（緯度、経度、高度）
- 形式
 - 内部形式
- データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF203】を参照

◇ 自己位置情報

- 内容
 - 現在地の緯度、経度、フロア、方角、精度
- 形式
 - 内部形式
- データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF203】を参照

◇ 通路ネットワーク

- 内容
 - 対象エリアの通行可能なルートをネットワークで表現したデータ
- 形式
 - 内部形式
- データ詳細

- 内部連携インタフェース【IF204】を参照
- 出力
 - ◇ ウェイポイント
 - 内容
 - 現在地から目的地までのウェイポイント
 - 形式
 - 内部形式
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF207】を参照
- 機能詳細
 - ルート検索
 - ◇ 処理内容
 - 通路ネットワークを用いて現在地から目的地までの最適なルートの導出とウェイポイントの生成を行う。
 - ◇ 利用するライブラリ
 - なし
 - ◇ 利用するアルゴリズム
 - 自社開発のルート検索アルゴリズム
 - 階段、エスカレーター、エレベーター、スロープ、改札など移動経路上の地点に応じて重みづけを行うことで、バリアフリー段差解消ルートの検出が可能

20. 【FN020】自己位置表示 (3D)

- 機能概要
 - 端末で取得した現在位置を 3D ナビアプリ上に表示する。
- フローチャート

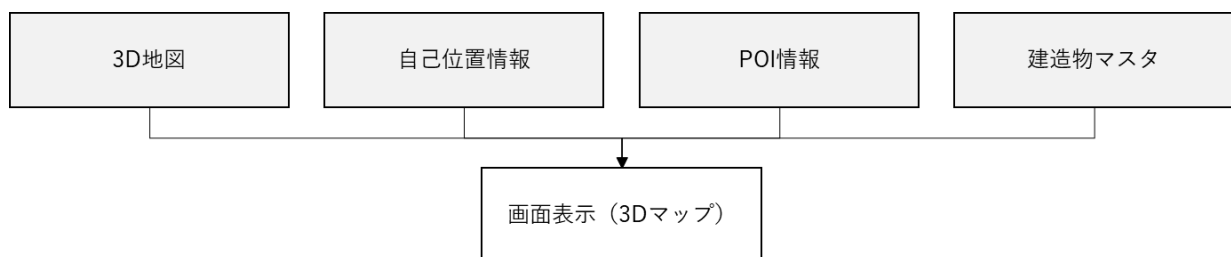


図 3-26 自己位置表示 (3D)

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ 3D 地図
 - 内容
 - 3D 都市モデルをベースに作成された 3D 地図
 - 形式

- OBJ 形式
- データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF203】を参照
- ◇ 自己位置情報
 - 内容
 - 現在地の緯度、経度、フロア、方角、精度
 - 形式
 - 内部形式
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF203】を参照
- ◇ POI 情報
 - 内容
 - POI 情報
 - 形式
 - 内部形式
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF203】を参照
- ◇ 建造物マスタ
 - 内容
 - 3D 都市モデルから生成された建造物マスタ
 - 形式
 - JSON 形式
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF203】を参照
- ◇
- 出力
 - ◇ 画面表示
- 機能詳細
 - 自己位置表示
 - ◇ 処理内容
 - ユーザーの端末位置から 3D 地図上に自己位置表示を行う
 - ブラウザから Unity へ、定期的に端末位置をメッセージで送信する
 - 端末位置が指定した地図の中心位置から一定の距離に存在する場合、位置を取得出来たものとする
 - 端末位置が取得できなかった場合及びフロア情報が取得できなかった場合は、その旨を画面上に表示する
 - 地図上の端末位置に、球体モデル及び向きを表現する扇状のモデルを描画する
 - 起動時に端末位置が取得出来ていた場合、地図の中心位置を端末位置へ移動する。また端

- 末が存在する建物と階層を表示する
 - 自己位置ボタンを押したとき地図の中心位置を端末位置へ移動する。また端末が存在する建物と階層を表示する。さらに地図の移動入力があるまで端末位置を追尾し続ける
- ◇ 利用するライブラリ
 - Unity
- ◇ 利用するアルゴリズム
 - なし
- POI 情報への階層情報の付与
 - ◇ 処理内容
 - POI 情報と建造物マスタを突合し、2D の POI 情報に高さを付与し 3D 地図上に表示する
 - ◇ 利用するライブラリ
 - なし
 - ◇ 利用するアルゴリズム
 - なし

21. 【FN021】指定エリア表示 (3D)

- 機能概要
 - エリア判定結果から、その位置に応じた 3D 地図の表示を行う
 - エリア外の場合は、駅・まち選択画面を表示する
- フローチャート

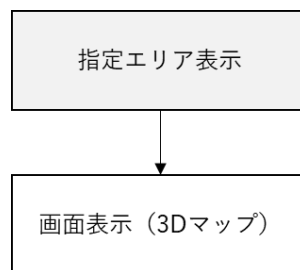


図 3-27 指定エリア表示 (3D)

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ エリア判定結果
 - 内容
 - 端末の位置に紐づくエリアの判定を行う
 - 形式
 - 内部形式
 - データ詳細
 - 外部連携インタフェース【IF304】を参照
 - 出力

◇ 画面表示

● 機能詳細

➤ エリア判定による 3D 地図表示

◇ 処理内容

- エリア判定結果に基づき、自動的に以下を行う
 - 東京駅エリアの 3D 地図の表示
 - 品川駅エリアの 3D 地図の表示
 - (判定外の場合) エリア選択画面の表示

◇ 利用するライブラリ

- Unity 【SL018】

◇ 利用するアルゴリズム

- なし

22. 【FN022】 3D 地図表示

● 機能概要

- 現在地の 3D 地図、自己位置、POI 情報を表示する。

● フローチャート

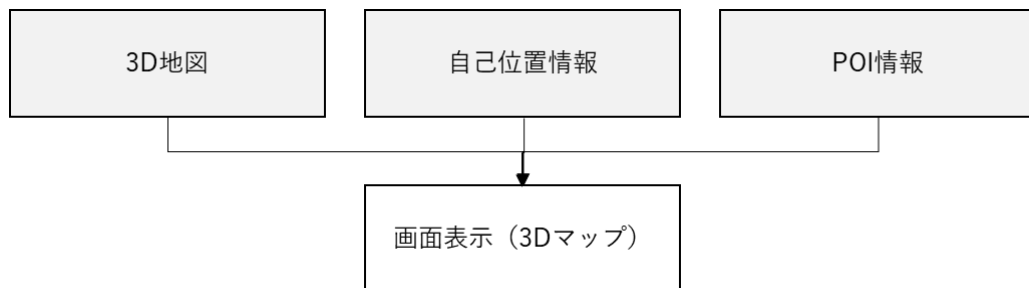


図 3-28 3D 地図表示

● データ仕様

➤ 入力

◇ 3D 地図

- 内容
 - 3D 都市モデルをベースに作成された 3D 地図
- 形式
 - OBJ 形式
- データ詳細
 - 内部連携インタフェース 【IF203】 を参照

◇ 自己位置情報

- 内容
 - 現在地の緯度、経度、フロア、方角、精度
- 形式

- 内部形式
- データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF203】を参照
- ◇ POI 情報
 - 内容
 - POI 情報
 - 形式
 - 内部形式
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF203】を参照
- 出力
 - ◇ 画面出力
- 機能詳細
 - 3D 地図への自己位置・POI 情報の重畳表示
 - ◇ 処理内容
 - 現在地から 3D 地図を読み込み、自己位置・POI 情報を重畳表示する
 - タッチ入力に応じて地図を表示するカメラの位置を変更することが出来る
 - 1 本指ドラッグ：カメラの平行移動
 - 2 本指ドラッグ：カメラ中心からの上下回転及び左右回転
 - ピンチ操作：ズームイン・ズームアウト
 - 2 本指回転：カメラ中心からの左右回転
 - 現在選択中の施設/フロア情報に応じて、3D モデルの表示内容を切り替える
 - 現在選択中の建物の階層が 1F 以上であれば地上の平面地図を表示し、B1 以下の場合は地下の平面地図を表示する
 - ◇ 利用するライブラリ
 - Unity【SL018】
 - ◇ 利用するアルゴリズム
 - なし

23. 【FN023】 ルート表示 (3D)

- 機能概要
 - 検索した目的地までのルートを 3D ナビアプリ上で表示する
- フローチャート

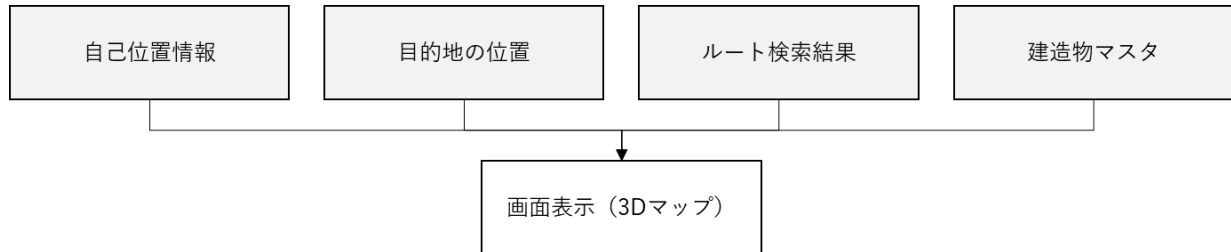


図 3-29 ルート表示 (3D)

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ 目的地情報
 - 内容
 - 3D ナビアプリで選択された目的地の位置座標値 (緯度、経度、高度)
 - 形式
 - 内部形式
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF203】を参照
 - ◇ 自己位置情報
 - 内容
 - 現在地の緯度、経度、フロア、方角、精度
 - 形式
 - 内部形式
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF203】を参照
 - ◇ ルート検索結果
 - 内容
 - 現在地から目的地までのルートのウェイポイント情報
 - 形式
 - 内部形式
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF207】を参照
 - ◇ 建造物マスタ
 - 内容
 - 3D 都市モデルから生成された建造物マスタ
 - 形式

- JSON 形式
- データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF203】を参照
- 出力
 - ◇ 画面表示
- 機能詳細
 - ルート表示
 - ◇ 処理内容
 - 3D 地図上にルートを表示する
 - 現在地に合わせてフロア表示を切り替える
 - ◇ 利用するライブラリ
 - Unity【SL018】
 - ◇ 利用するアルゴリズム
 - なし

24. 【FN024】目的地検索 (3D)

- 機能概要
 - 3D ナビアプリ上で目的地を検索・選択し、目的地の POI 情報を取得する。
- フローチャート

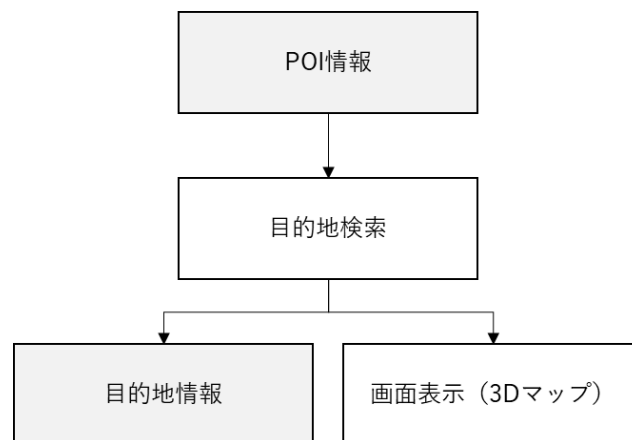


図 3-30 目的地検索 (3D)

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ POI 情報
 - 内容
 - POI 情報
 - 形式
 - 内部形式

- データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF203】を参照
- 出力
 - ◇ 画面表示
 - ◇ 目的地情報
 - 内容
 - 3D ナビアプリで選択された目的地の位置座標値（緯度、経度、高度）
 - 形式
 - 内部形式
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF203】を参照
- 機能詳細
 - 目的地の検索
 - ◇ 処理内容
 - 3D ナビアプリ上で目的地を検索・選択し、目的地の情報を提供する
 - タップで選択可能なアイコンとして POI を画面上に表示する
 - 現在表示されている 3D モデルの最も上の階層に属する POI だけを表示する
 - POI 情報エリアに表示される出発地に設定/目的地に設定ボタンを押すと、出発地/目的地が設定される
 - ◇ 利用するライブラリ
 - Unity【SL018】
 - ◇ 利用するアルゴリズム
 - なし

25. 【FN025】店舗情報表示（3D）

- 機能概要
 - 3D ナビアプリにて店舗情報を表示する。
- フローチャート

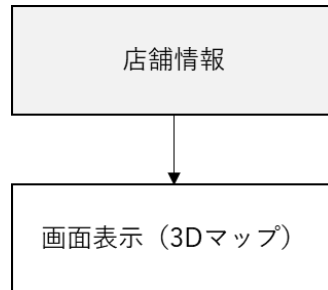


図 3-31 店舗情報表示（3D）

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ 店舗情報
 - 内容
 - 店舗に関する情報
 - 形式
 - 内部形式
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF203】を参照
 - 出力
 - ◇ 画面表示
 - 機能詳細
 - 店舗情報の表示
 - ◇ 処理内容
 - 店舗に関する情報を表示する
 - 店舗情報の POI はアイコンとして地図上に表示される
 - 常に地図表示用カメラの方向を向き、表示サイズは距離に応じて調整される
 - アイコンにカメラが一定距離近づくと、アイコンとテキストが両方表示されるカードタイプに変化する
 - 店舗の POI をタップすると POI 情報エリアの表示が有効になり、店舗名、店舗画像が表示される
 - ◇ 利用するライブラリ
 - Unity【SL018】
 - ◇ 利用するアルゴリズム
 - なし

26. 【FN026】施設情報表示（3D）

- 機能概要
 - 3D ナビアプリにて施設情報を表示する
- フローチャート

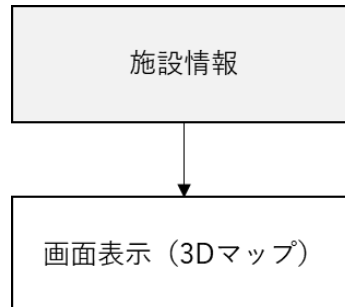


図 3-32 施設情報表示（3D）

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ 施設情報
 - 内容
 - 施設に関する情報
 - 形式
 - 内部形式
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF203】を参照
 - 出力
 - ◇ 画面表示
- 機能詳細
 - 施設情報の表示
 - ◇ 処理内容
 - 施設に関する情報を表示する
 - 施設情報の POI はアイコンとして地図上に表示される
 - 常に地図表示用カメラの方向を向き、表示サイズは距離に応じて調整される
 - 施設情報の POI をタップすると POI 情報エリアの表示が有効になり、施設名および施設アイコン画像が表示される
 - 一部エリア情報に関しては大きく表示する
 - ◇ 利用するライブラリ
 - Unity【SL018】
 - ◇ 利用するアルゴリズム
 - なし

27. 【FN027】避難施設表示 (3D)

- 機能概要
 - 3D ナビアプリにて避難施設情報を表示する
- フローチャート

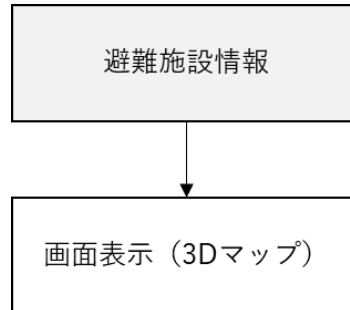


図 3-33 避難施設表示 (3D)

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ 避難施設情報
 - 内容
 - 避難施設に関する情報
 - 形式
 - 内部形式
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF203】を参照
 - 出力
 - ◇ 画面表示
- 機能詳細
 - 避難施設情報の表示
 - ◇ 処理内容
 - 避難施設に関する情報を表示する
 - ◇ 利用するライブラリ
 - Unity【SL018】
 - ◇ 利用するアルゴリズム
 - なし

28. 【FN028】 施設・フロア選択

- 機能概要
 - 3D ナビアプリ上で施設・フロアを選択させ、選択した施設・フロアの 3D マップを表示する
- フローチャート

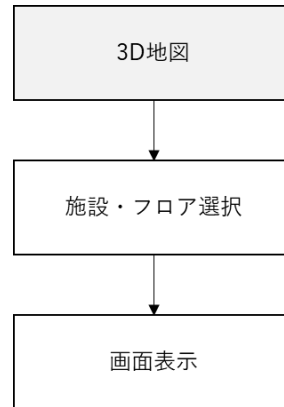


図 3-34 施設・フロア選択

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ 3D 地図
 - 内容
 - 3D 都市モデルをベースに作成された 3D 地図
 - 形式
 - OBJ 形式
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF203】を参照
 - 出力
 - ◇ 画面表示
- 機能詳細
 - 選択した施設・エリアの 3D マップを表示
 - ◇ 処理内容
 - 3D ナビアプリ上でユーザーが選択した施設・フロアに適する 3D マップを表示する
 - ドロップダウンリストから施設を選択すると、その施設に設定された所定の位置へカメラが移動する
 - ドロップダウンリストから施設及びフロアを変更すると、3D 地図に表示される 3D モデルが切り替わる
 - 3D 地図上で施設をタップすると、自動で施設が選択され、指定のカメラ位置へ移動する
 - ◇ 利用するライブラリ
 - Unity【SL018】
 - ◇ 利用するアルゴリズム
 - なし

29. 【FN029】ウォークスルー動画表示

- 機能概要
 - ルート検索結果から得られたルートに従い、3D マップ上を出発地から目的地に向かって移動する（ウォークスルー）動画を表示する
- フローチャート

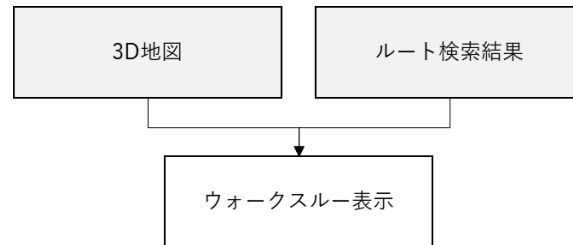


図 3-35 ウォークスルー動画表示

- データ仕様
 - 入力
 - ◇ 3D 地図
 - 内容
 - 3D 都市モデルをベースに作成された 3D 地図
 - 形式
 - OBJ 形式
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF203】を参照
 - ◇ ルート検索結果
 - 内容
 - 現在地から目的地までのルートのウェイポイント情報
 - 形式
 - 内部形式
 - データ詳細
 - 内部連携インタフェース【IF207】を参照
 - 出力
 - ◇ 画面表示
- 機能詳細
 - 検索されたルートのウォークスルー表示
 - ◇ 処理内容
 - ルート検索結果から得られたルートに従い、3D マップ上を出発地から目的地に向かって移動する動画を表示する
 - 移動速度は 1 倍、2 倍、5 倍、10 倍に変更が可能
 - 画面の上半分を 3D 地図、下半分はウォークスルー動画を表示するよう画面分割を行う

- 再生/停止ボタン、再生速度ボタン、再生位置のスライダーを表示する
 - 再生時、等倍では時速 4km となるようにルート上を移動するカメラの位置及び向きを求め設定する
 - 地図表示用カメラとは異なる 3D モデルを表示する（例えば地図カメラでは天井は非表示だが、ウォークスルーでは見える）
 - POI が常にウォークスルーカメラの方を向くように回転、また距離に応じて表示サイズを調整する
 - ルートのラインを地図表示用カメラとは異なる太さ、位置で表示させる
- ◇ 利用するライブラリ
- Unity 【SL018】
- ◇ 利用するアルゴリズム
- なし

3-3. アルゴリズム

3-3-1. 利用したアルゴリズム

本実証において利用したアルゴリズムを以下に示す。

表 3-4 利用したアルゴリズム

ID	アルゴリズムを利用した機能	名称	説明	選定理由
AL001	FN014 FN019	2D のウェイポイント生成アルゴリズム	<ul style="list-style-type: none">● 既存の階層別 2D 地図を利用した東京ステーションナビで構築みの独自のアルゴリズム● 最短経路検索のダイクストラ法をベースとしてチューニング（エレベーター・スロープを優先する経路検索にも対応）を加えた東京ステーションナビ独自のアルゴリズム	<ul style="list-style-type: none">● 2D のウェイポイントを既存の東京ステーションナビで利用しているため

1) 【AL001】 2D のウェイポイント生成アルゴリズム

ウェイポイントとは開始地点と終了地点、およびその間を結ぶ座標配列の構造である。既存の東京ステーションナビで利用しているウェイポイントの構造 (Json) を示す。

表 3-5 2D のウェイポイントの構造(Json)

No	ラベル	型	内容	備考
1	route	object		
2	floor	string	フロア	
3	start	object	ラインの開始地点	
4	type	string	進行方向	up:上へ down:下へ null:出 発地または目的地
5	point	double 配列	座標	WEBメルカトル
6	floor	string	次のフロア	
7	transportation	string	次のフロアへの移動手段	1:階段 2:エスカレーター 3:エレベーター
8	end	object	ラインの終了地点	
9	type	string	進行方向	up:上へ down:下へ null:出 発地または目的地
10	point	double 配列	座標	WEBメルカトル
11	floor	string	次のフロア	
12	transportation	string	次のフロアへの移動手段	1:階段 2:エスカレーター 3:エレベーター
13	route	object 配列	ライン	例: [[15558938.924113, 4256838.1890266], [15558952.3646, 4256883.2256], [15558946.1199, 4256885.1156],[15558946.7148, 4256887.129]] ※coordinate 配列

3-3-2. 開発したアルゴリズム

本実証において開発したアルゴリズムを以下に示す。

1) 2D のウェイポイント情報を 3D のウェイポイントに変換するアルゴリズム

- 本アルゴリズムを利用した機能

- 【FN023】【FN029】

- アルゴリズムの詳細

1. 既存の東京ステーションナビの 2D ルート情報（ウェイポイント）には階層(フロア)の情報は含まれるが高度の情報が含まれないことから、この 2D ルート情報（ウェイポイント）に対して各建物、施設のフロアに応じた高度情報を付与する。
2. 既存の東京ステーションナビの 2D ルート検索を実行する。
3. 検索結果である 2D ウェイポイントのフロアおよび座標情報をもとに、建造物マスタを照合する。
4. 建造物マスタに含まれる高度情報を利用して、2D ウェイポイントに対して高度情報を付与する。
5. その情報を利用して、Unity WebGL を利用して 3D 地図上に 3D ルートを表示する。

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】 IFC ファイルの入力

- 概要
 - FME Desktop へ BIM モデルを取り込む
- 本インタフェースを利用した機能
 - 【FN002】

2) 【IF002】 3D 都市モデル (CityGML ファイル) の入力

- 概要
 - QGIS に 3D 都市モデル (CityGML 形式) を取り込む
- 本インタフェースを利用した機能
 - 【FN003】

3) 【IF003】 OBJ ファイルの入力

- 概要
 - Reality Composer に OBJ 形式の 3D モデルを取り込む
- 本インタフェースを利用した機能
 - 【FN005】

4) 【IF004】 USDZ ファイルの入力

- 概要
 - AR アプリに USDZ 形式の 3D モデルを取り込む
- 本インタフェースを利用した機能
 - 【FN008】

5) 【IF005】JSON の入力

- 概要
 - QGIS に JSON 形式の建造物マスタを取り込む
- 本インタフェースを利用した機能
 - 【FN003】
- ファイル仕様

表 3-6 建造物マスタ

No.	論理属性名	データ型	備考
1	建物名	string	画面に表示する建物名。
2	矩形北西緯度	double	現在位置に該当する建物を特定するための矩形。北西と南東の対角 2 点を定義。
3	矩形北西経度	double	
4	矩形南東緯度	double	
5	矩形南東経度	double	
6	フロア高度情報	array	
7	ステナビフロア ID	String	ステナビが持つ独自の ID。 例： F1/F2/F3/M2（中 2 階）/B1/KB3（京葉線）/KB4（京葉線ホーム）/SB4（総武線）/SB5（総武線ホーム）
8	フロア名	string	画面に表示するフロア名。
9	高度（m）	integer	フロアの高度（m）。

3-4-2. ファイル出力インタフェース

1) 【IF101】 IFC ファイルの出力

- 概要

- Autodesk Revit モデルのデータ(.rvt)を IFC ファイルにエクスポートする
- IFC のバージョンは、「(別冊) 3D 都市モデルとの連携のための情報伝達マニュアル(IDM)・モデルビュー定義(MVD)第 2.0 版」 第 5 章 モデル交換要件に記載の IFC2x3TC1 に準拠した
- IFC2x3 の参照先は以下：
<https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC2x3/TC1/HTML/>
- 以下、当該マニュアルより抜粋

第 5 章 モデル交換要件

5.1 概要

第 3 章に示した属性情報の表現に基づいて 3D 都市モデル用 IFC の交換要件を定めます。
なお、IFC のバージョンは、IFC2x3 TC1（以下、IFC2x3）を適用します。IFC2x3 の参照先を以下のリンクに示し、本章で示す IFC クラスの定義は、IFC2x3 に従うものとします。

IFC2x3 の参照先 <https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC2x3/TC1/HTML/>

5.2 3D 都市モデル用 IFC ファイル交換の原則

BIM モデルの交換要件は、原則として IFC スキーマの定めに従うものとします。

図 3-36 IFC クラスの定義について

- 本インタフェースを利用した機能
 - 【FN001】

2) 【IF102】 CityGML ファイルの出力

● 概要

- FME Desktop WorkBench を用いて IFC ファイルを 3D 都市モデル (CityGML 形式) にエクスポートする
- FME Desktop WorkBench は、「3D 都市モデル整備のための BIM 活用マニュアル」5.2 にある「IFC to CityGML2.0-LOD4-PLATEAU.fmw」を使用した
- https://www.mlit.go.jp/plateau/file/libraries/doc/plateau_doc_0003_ver03.pdf
- 以下、当該マニュアルより抜粋

5.2 IFC から CityGML 2.0 建築物モデル (LOD4) へのデータ変換手順

5.2.1 はじめに

Project PLATEAU GitHub で公開されている IFC-to-CityGML2.0-LOD4-PLATEAU.fmw を利用して、本マニュアル別冊の IDM・MVD に準ずる IFC から PLATEAU 標準の CityGML2.0 建築物モデル (LOD4) (以下、建築物モデル (LOD4)) へ変換する手順および注意点を解説します。

ファイル名		
IFC-to-CityGML2.0-LOD4.fmw		
変換仕様		
入力形式	本マニュアル別冊 IDM・MVD を標準仕様とする IFC	
出力形式	PLATEAU 標準 CityGML 2.0 建築物モデル (LOD4) LOD4.0-4.2	
主な特徴		
<ul style="list-style-type: none"> ・ 建築物モデル (LOD4) で定義する屋内の床、壁、天井である FloorSurface、InteriorWallSurface、CeilingSurface は、IFC で部屋情報を持つ IfcSpace から生成する ・ 建築物モデル (LOD4) で定義する窓、扉である Window、Door は、形状を IfcOpeningElement、属性を IfcWindow、IfcDoor から生成する ・ 変換時に LOD4.0、4.1、4.2 を選択可能 (次表に LOD タイプ別の出力範囲を示す) ・ 変換時に位置情報の入力が可能 		
公開ウェブサイト		
<ul style="list-style-type: none"> ・ Project PLATEAU Repositories (github.com) : https://github.com/Project-PLATEAU?tab=repositories ・ レポジトリ名 : PLATEAU-IFC-to-CityGML2.0-LOD4 		
改定履歴		
日付	版	改定内容
2023年3月26日	1.0	初版

図 3-37 使用した FME Desktop WorkBench の概要

● 本インターフェースを利用した機能

- 【FN002】

3) 【IF103】 OBJ ファイルの出力

- 概要
 - Unity から OBJ 形式の 3D モデルをエクスポートする
- 本インタフェースを利用した機能
 - 【FN003】

4) 【IF104】 USDZ の出力

- 概要
 - Reality Composer から USDZ 形式の 3D モデルをエクスポートする
- 本インタフェースを利用した機能
 - 【FN005】

5) 【IF105】 JSON の出力

- 概要
 - QGIS から JSON 形式の建造物マスタをエクスポートする
- 本インタフェースを利用した機能
 - 【FN004】
- ファイル仕様
 - ファイル入力インタフェース 【IF005】 を参照

3-4-3. 内部連携インタフェース

1) 【IF201】位置情報インタフェース (Android)

- 概要
 - GPS から取得する位置情報。永続化はされずオンメモリ上に保持する
- 本インタフェースを利用した機能
 - 【FN009】、【FN010】
- インタフェース仕様

表 3-7 位置情報

要素	型	備考
緯度	Double	
経度	Double	
建物のフロア	Int	
方向	Double	真北を 0 として、時計回りに 0 から 359.9 度の値をとる。 <ul style="list-style-type: none"> ● 北:0 ● 南:180 ● 東:90 ● 西:270

2) 【IF202】位置情報インタフェース (iOS)

- 概要
 - GPS から取得する位置情報。永続化はされずオンメモリ上に保持する
- 本インタフェースを利用した機能
 - 【FN006】、【FN007】
- インタフェース仕様
 - 内部連携インタフェース【IF201】を参照

3) 【IF203】東京ナビゲーション情報データベース- 地図読み込み

- 概要
 - フロア毎の階層別 2D 地図をタイル形式で扱う
 - 既存の東京ステーションナビサーバーに配置されている
- 本インターフェースを利用した機能
 - 【FN013】、【FN014】、【FN015】、【FN016】、【FN017】、【FN018】
- インタフェース仕様

表 3-8 地図読み込みインターフェース

要素	型	備考
フロア情報	String	東京駅では B2,F1,F2,F3,M2,SB4
タイル画像	Png 形式画像	

4) 【IF204】 通路ネットワーク-ウェイポイント生成機能読み込み

- 概要
 - 最短でルート案内するための通路ネットワーク情報
 - 既存のステーションナビサーバーの PostgreSQL に保持される
- 本インターフェースを利用した機能
 - 【FN019】
- インタフェース仕様

表 3-9 通路ネットワークの構造

No.	論理属性名	データ型	備考
1	シーケンス	integer	主キー
2	位置情報	geometry	
3	始点ノード ID	integer	
4	終点ノード ID	integer	
5	パスの距離	double precision	
6	経路種別	integer	
7	コスト	integer	
8	改札内外	integer	
9	バリア	integer	
10	階層	character varying	
11	経路 ID	integer	
12	経路 ID	integer	
13	ホームフラグ	integer	
14	starttime	integer	
15	endtime	integer	
16	KAI_TAK_ID	character varying	
17	direction	integer	
18	開始フロア	character varying	
19	終了フロア	character varying	

5) 【IF205】 建造物マスター- 3D 地図機能読み込み

- 概要
 - Core Location から取得した位置情報に含まれるフロア番号を、高度 (m) に変換するため、建造物毎のフロア高度を建造物マスターとして定義する
 - 本マスターは json ファイルとしてアプリケーションに内蔵される
- 本インターフェースを利用した機能
 - 【FN022】、【FN023】
- インターフェース仕様

表 3-10 建造物マスター

No.	論理属性名	データ型	備考
1	建物名	string	画面に表示する建物名。
2	矩形北西緯度	double	現在位置に該当する建物を特定するための矩形。北西と南東の対角 2 点を定義。
3	矩形北西経度	double	
4	矩形南東緯度	double	
5	矩形南東経度	double	
6	フロア高度情報	array	
7	ステナビフロア ID	String	ステナビが持つ独自の ID。 例： F1/F2/F3/M2 (中 2 階) /B1/KB3 (京葉線) /KB4 (京葉線ホーム) /SB4 (総武線) /SB5 (総武線ホーム)
8	フロア名	string	画面に表示するフロア名。
9	高度 (m)	integer	フロアの高度 (m)。

6) 【IF206】 3D 都市モデル- 3D 地図機能読み込み

- 概要
 - 3D 都市モデルから生成した 3D モデルをアプリ内から 3D 地図として読み込むためのインターフェース
- 本インターフェースを利用した機能
 - 【FN022】、【FN023】、【FN024】、【FN025】、【FN026】、【FN027】、【FN028】、【FN029】
- インターフェース仕様
 - データベースに保存された 3D モデル (OBJ 形式)

7) 【IF207】ウェイポイント-ルート表示機能読み込み

- 概要
 - ウェイポイントとは開始地点と終了地点、及びその間を結ぶ座標配列の構造である
 - 既存の東京ステーションナビで利用しているウェイポイントの構造 (JSON) を示す
 - 既存の東京ステーションナビサーバーが API で返却する
- 本インタフェースを利用した機能
 - 【FN014】、【FN023】
- インタフェース仕様

表 3-11 2D のウェイポイントの構造 (JSON)

No	ラベル	型	内容	備考
1	route	object		
2	floor	string	フロア	
3	start	object	ラインの開始地点	
4	type	string	進行方向	up:上へ down:下へ null:出発地又は目的地
5	point	double 配列	座標	WEBメルカトル
6	floor	string	次のフロア	
7	transportation	string	次のフロアへの移動手段	1:階段 2:エスカレーター 3:エレベーター
8	end	object	ラインの終了地点	
9	type	string	進行方向	up:上へ down:下へ null:出発地又は目的地
10	point	double 配列	座標	WEBメルカトル
11	floor	string	次のフロア	
12	transportation	string	次のフロアへの移動手段	1:階段 2:エスカレーター 3:エレベーター
13	route	object 配列	ライン	例: [[15558938.924113, 4256838.1890266, -8.2], [15558952.3646, -8.2, 4256883.2256, -8.2], [15558946.1199, 4256885.1156, -8.2], [15558946.7148, 4256887.129, -7.9]] ※WEBメルカトル座標+標高(メートル)の配列

3-4-4. 外部連携インターフェース

1) 【IF301】 建造物マスターナビゲーション情報データベース格納

- 概要
 - ナビゲーション情報データベースに建造物マスターを取り込むインターフェース
- 本インターフェースを利用した機能
 - 【FN004】
- インターフェース仕様
 - JSON ファイルからそのままの構造で PostgreSQL に格納する
 - JSON ファイルの仕様はファイル入力インターフェース 【IF005】 を参照

2) 【IF302】 3D 都市モデル -ナビゲーション情報データベース格納

- 概要
 - ナビゲーションデータベースに 3D 都市モデルを取り込むインターフェース
- 本インターフェースを利用した機能
 - 【FN003】
- インターフェース仕様
 - OBJ ファイルにてデータベースに格納する

3) 【IF303】 Beacon 情報データベース-東京ステーションナビアプリ読み込み

- 概要
 - Beacon 情報をアプリに配信するインターフェース
- 本インターフェースを利用した機能
 - 【FN009】 【FN010】
- インターフェース仕様

● 表 3-12 Beacon 情報

No.	論理属性名	データ型	備考
1	Beacon ID	integer	主キー
2	位置情報	geometry	
3	フロア	interger	

4) 【IF304】位置・エリア情報- 2D/3D 地図機能

- 概要
 - 地図上の場所データ。既存のステーションナビサーバーの PostgreSQL に保持され、ステーションナビサーバーが API で返却する
 - 施設に応じて特有の項目も存在するが、共通して持っている情報を示す
- 本インターフェースを利用した機能
 - 【FN011】、【FN012】、【FN020】、【FN021】
- インターフェース仕様

表 3-13 POI の構造

説明	型	設定値例
シンボル ID	string	1039_0259
名	string	築地 味の浜藤 醍醐味
カテゴリレストラン	string	和食
カテゴリお弁当	string	null
カテゴリお土産	string	null
カテゴリお買い物	string	null
カテゴリサービス	string	null
画像パス	string	/store/1039_0259.jpg
マーカー画像パス	string	/marker/map_ic_shop_01.png
エリア名	string	グランルーフ
エリア画像パス	string	/icon/logo_bg_GRANROOF.png
フロア詳細	string	B1 改札外
フロア	string	B1
駅ソトかどうか	string	t: 駅ソト f: 駅ナカ
駅ソトの実際の経度	string	139.765146
駅ソトの実際の緯度	string	35.680136
東京駅出口からの距離	string	40
ポイント情報	double 配列	[15559017.11, 4256922.31]
改札内外フラグ	string	0: 改札外 1: 改札内 2: JR 東改札内 3: JR 東海改札内 9: どちらともとれる (主に改札) -1: 不明

5) 【IF305】目的地情報- AR アプリ読み込み

- 概要
 - AGW サーバーに RIV テクで生成されたワールドデータを取り込む
- 本インターフェースを利用した機能
 - 【FN008】、【FN015】
- インタフェース仕様

表 3-14 ネットワークのノード構造

No.	論理属性名	データ型	備考
1	シーケンス	integer	主キー
2	位置情報	geometry	
3	ノード ID	integer	ノード ID
4	接続経路数	integer	ノードに接続されているパス数
5	階層	character varying	B5,B4,B3,B1,F1,M2.F2.F3 階層間接続の場合は空白
6	標高	float	

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：2023 年度
- ・ 都市名：東京都 千代田区 中央区
- ・ ファイル名：13100_tokyo-to_pref_2023_citygml_1_op
- ・ メッシュ番号：53394620、53394621、53394610、53394611、53394600、53394601

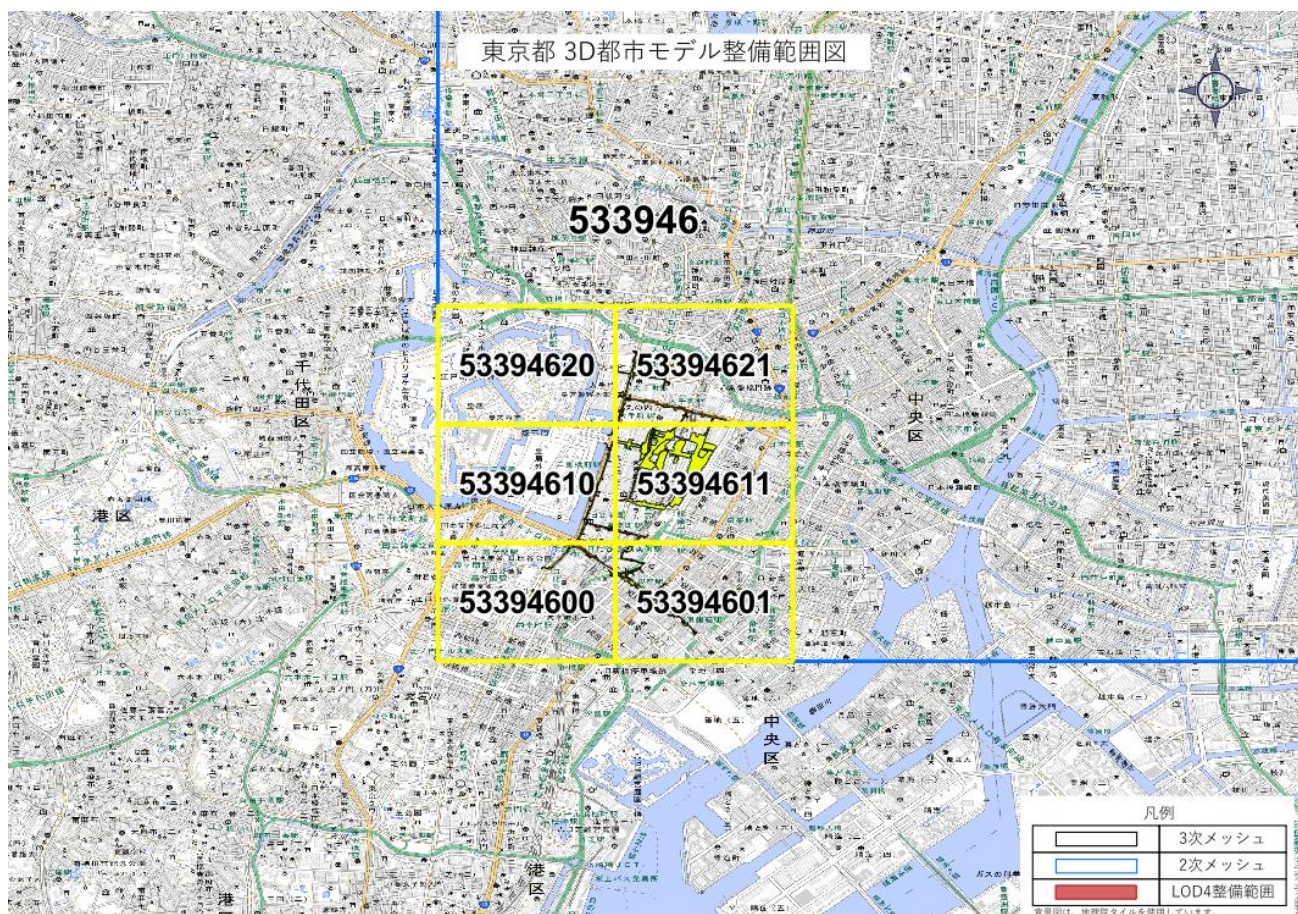


図 3-38 インデックスマップ

表 3-15 活用した 3D 都市モデル

地物	地物型	属性区分	ID	属性名	内容	データを利用した機能(ID)
地下街 LOD4.1	UndergroundBuilding	空間属性	DT101	bldg:lod4MultiSurface	地下街の外形の形状を面により表現する	FN002
	RoofSurface	空間属性	DT102	bldg:lod4MultiSurface	地下街の外形のうち、上面の形状を表現する	FN002
	GroundSurface	空間属性	DT103	bldg:lod4MultiSurface	地下街の外形のうち、下面の形状を表現する	FN002
	Room	空間属性	DT104	bldg:lod4Solid	立体より天井面、内壁面、閉鎖面、床面を生成し表現する	FN002
	WallSurface	空間属性	DT105	bldg:lod4MultiSurface	壁の面のうち、外側の面を表現する	FN002
	InteriorWallSurface	空間属性	DT106	bldg:lod4MultiSurface	壁の面のうち、内側の面を表現する	FN002
	CeilingSurface	空間属性	DT107	bldg:lod4MultiSurface	天井の面を表現する	FN002
	ClosureSurface	空間属性	DT108	bldg:lod4MultiSurface	閉鎖面を表現する	FN002
	FloorSurface	空間属性	DT109	bldg:lod4MultiSurface	床の面を表現する	FN002
BuildingInstallation	BuildingInstallation	空間属性	DT110	bldg:lod4Geometry	階段、エレベーター等の固定的な設備の、外面の面を表現する	FN002
	Window	空間属性	DT111	bldg:lod4MultiSurface	窓の外周の面を表現する	FN002
	Door	空間属性	DT112	bldg:lod4MultiSurface	扉の外周の面を表現する	FN002
	IntBuildingInstallation	空間属性	DT113	bldg:lod4Geometry	階段、エレベーター等の固定的な設備の、内側の面を表現する	FN002

uc23-05_技術検証レポート_地下街データを活用したナビゲーションシステム

	CityObjectGroup	主題属性	DT114	gml:name	複数の階から構成される場合、同じ階をグループ化し、階を識別する	FN002
--	-----------------	------	-------	----------	---------------------------------	-------


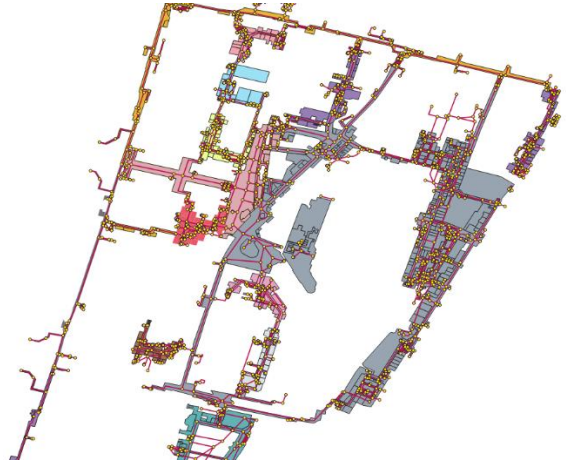
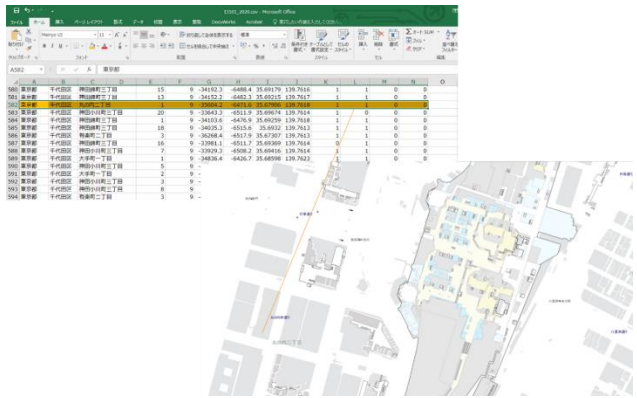
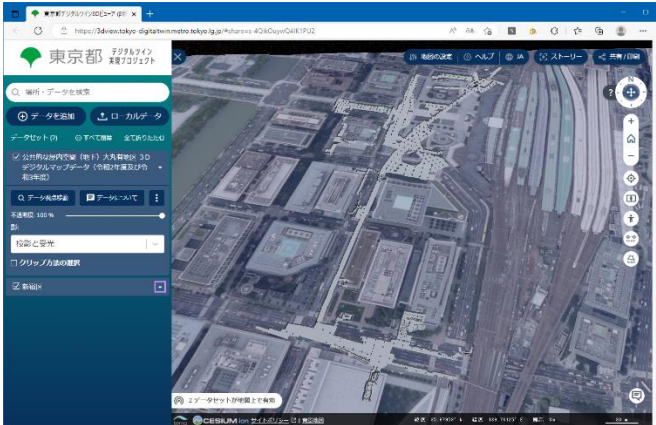
2) 利用したその他のデータ


3D 都市モデル以外の国及び関係省庁等が作成したオープンデータを利用した。

表 3-16 本業務で利用するオープンデータ一覧

ID	活用データ	内容	データ形式	出典	データを利用した機能(ID)
DT201	基盤地図情報 基本項目	地理空間情報のうち、電子地図上における地理空間情報の位置を定めるための基準となる測量の基準点、海岸線、公共施設の境界線、地方公共団体区画その他の国土交通省令で定めるものの位置情報（国土交通省令で定める基準に適合するものに限る）であって電磁的方式により記録されたもの	Shapefile 形式	国土地理院	FN001
DT202	東京駅周辺屋内地図 オープンデータ (令和2年度更新版)	国土省高精度測位社会プロジェクトで作成された東京駅周辺の屋内地図及びネットワークデータ	Shapefile 形式	国土交通省不動産・建設経済局情報活用推進課	FN014 FN021
DT203	位置参照情報	国土交通省「位置参照情報ダウンロードサービス」で公開されている地名のデータ	CSV 形式	国土交通省	FN011 FN020
DT204	公共的な屋内空間（地下）大丸有地区 3D デジタルマップデータ (令和2年度及び令和3年度)	東京都が令和2年度及び3年度にかけて作成した大丸有地区の3Dモデル。「東京都デジタルツイン3Dビューア(β版)」で閲覧が可能（配布は行っていない）	CityGML 形式	東京都	FN001
DT205	「出入口部座標」(地下鉄等の地上出入口の座標)	2023年度のPLATEAU事業の中で測量により得られた「出入口部座標」(地下鉄等の地上出入口の座標)	CSV 形式	JRC	FN001

表 3-17 利用したその他データ (一覧)

ID	活用データ	サンプル・イメージ
DT201	BIM モデルに対して測地系を付与する	
DT202	2Dおよび3D地図のルート表示を行う	
DT203	2Dおよび3D地図の地名取得を行う	
DT204	BIM モデル作成時において、座標および形状情報を参照	


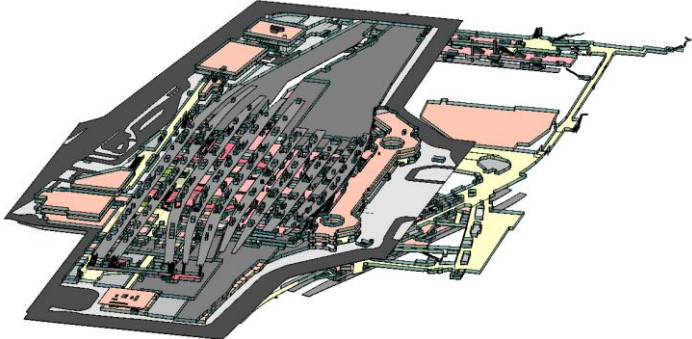
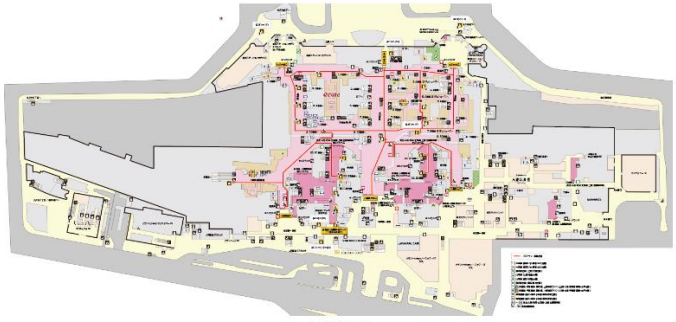
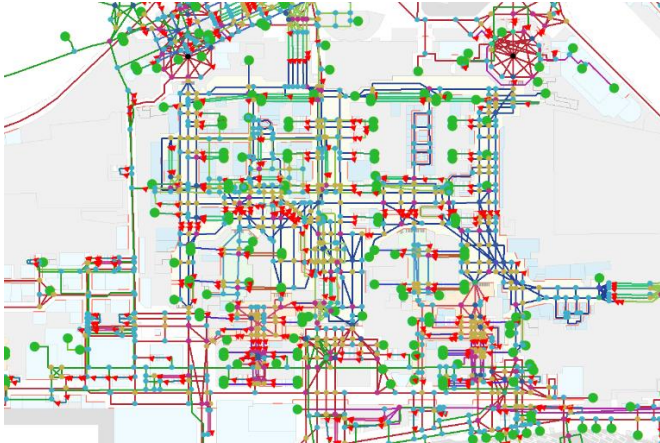
DT205	出入口部座標	 <p>The screenshot shows a spreadsheet with columns for NO, name, point, x, and y. It lists various station entrances like C2a, D5, D4, and D3. To the right is a map titled '千代田区 標定点明' (Chiyoda Ward Landmark Point Clarification) with a table of coordinates and photos of the entrance locations.</p>
-------	--------	--

3) 当社が本件アプリ向けに作成をしている駅構内図データ

表 3-18 当社が作成しているデータ一覧

ID	活用データ	内容	データ形式	出典	データを利用した機能
DT301	階層別駅構内地図	国土地理院「階層別屋内地理空間情報データ仕様書」に準拠して作成された駅の階層別地図データ	Shapefile 形式	JRC	FN001 FN011 FN012
DT302	3D 駅構内地図	国土地理院「屋外 3 次元地理空間情報データ仕様書」に準拠して作成された駅の 3D 地図データ	Revit 形式	JRC	FN001 FN022
DT303	2D 駅構内地図	駅の構内図。常に最新版となるよう日々更新をしている。JR 東日本の公式サイトや JR 東日本アプリで公開されている	Illustrator 形式	JRC	FN001 FN016 FN017
DT304	駅構内階層別ネットワークデータ	本件アプリで使用しているルート検索のベースとなるルート解析用データ	Shapefile 形式	JRC	FN014 FN023

表 3-19 当社が作成しているデータ（一覧）

ID	活用データ	サンプル・イメージ
DS301	階層別駅構内地図	
DT302	3D 駅構内地図	
DT303	2D 液構内図	
DT304	駅構内階層別 ネットワークデータ	


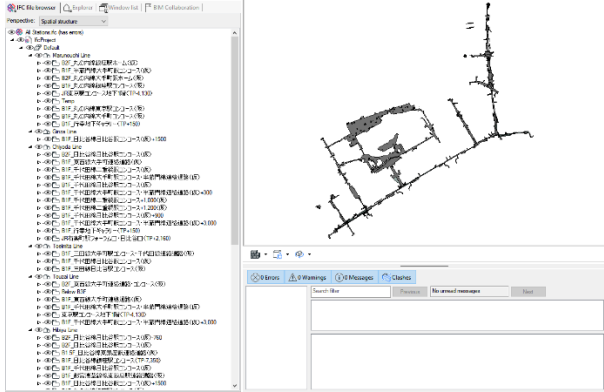

3-5-2. 生成・変換したデータ

本件ユースケースにおいて当社が生成及び変換をしたデータは下記の通りである。

表 3-20 生成・変換をしたデータ

ID	システムに入力するデータ (データ形式)	用途	処置内容	データ処理ソフトウェア	活用データ形式(データ形式)	データを利用した機能
DT401	BIM データ： Revit 形式	東京駅周辺地下街を BIM モデル化する	Autodesk Revit にて BIM モデルを作成	Autodesk Revit	Revit 形式	FN001
DT402	IFC ファイルデータ： IFC2x3 形式	BIM モデルから CityGML 形式に変換するための IFC ファイルを作成する	Revit 形式から IFC 形式のファイルを変換	Autodesk Revit	IFC 形式	FN002
DT403	3D 都市モデル地下街モデル： CityGML 形式	東京駅周辺地下街を 3D 都市モデル化する	FME ワークベンチを用い、IFC ファイルを CityGML に変換	FME Desktop	IFC2x3 形式	FN002
DT404	建造物マスタ： json 形式	現在位置を特定するために、緯度経度、標高、階層、フロア番号等を取得したデータ	座標位置データ (csv) を json 形式に変換した	QGIS	json 形式	JRC

表 3-21 生成・変換をしたデータ (一覧)

ID	活用データ	サンプル・イメージ
DS401	BIM モデル	
DT402	IFC データ	
DT403	3D 都市モデル地下街モデル	

DT404	建造物マスタ	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>論理属性名</th> <th>物理属性名</th> <th>データ型</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>建造物マスタ</td> <td>structures</td> <td>array</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>建造物ID</td> <td>id</td> <td>string</td> <td>主キー</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>建物名</td> <td>name</td> <td>string</td> <td>SDナビ画面に表示する建物名。非ユニークでもよい。</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>矩形北西位置</td> <td>nwpoint</td> <td>object</td> <td rowspan="4">現在位置に該当する建物を特定するための矩形。北西と南東の対角2点を定義。</td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td>経度</td> <td>longitude</td> <td>double</td> </tr> <tr> <td>6.</td> <td>緯度</td> <td>latitude</td> <td>double</td> </tr> <tr> <td>7.</td> <td>矩形南東位置</td> <td>sepoint</td> <td>double</td> </tr> <tr> <td>8.</td> <td>経度</td> <td>longitude</td> <td>double</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7.</td> <td>緯度</td> <td>latitude</td> <td>double</td> <td></td> </tr> <tr> <td>9.</td> <td>フロア情報</td> <td>floors</td> <td>array</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10.</td> <td>フロア番号</td> <td>floorNo</td> <td>int</td> <td>CoreLocationのフロア番号。ステナビフロアIDとは1:1で対応する。</td> </tr> <tr> <td>11.</td> <td>ステナビフロアID</td> <td>floorId</td> <td>string</td> <td>F1/F2/F3/M2 (中2階) /B1/KB3(京葉線)/KB4(京葉線ホーム)/SB4(総武線)/SB5(総武線ホーム)。 ※全建造物共通。</td> </tr> <tr> <td>12.</td> <td>フロア名</td> <td>name</td> <td>string</td> <td>SDナビ画面に表示するフロア名。</td> </tr> <tr> <td>13.</td> <td>高度(m)</td> <td>altitude</td> <td>integer</td> <td>フロアの高度(m)。</td> </tr> </tbody> </table>	No.	論理属性名	物理属性名	データ型	備考	1.	建造物マスタ	structures	array		2.	建造物ID	id	string	主キー	3.	建物名	name	string	SDナビ画面に表示する建物名。非ユニークでもよい。	4.	矩形北西位置	nwpoint	object	現在位置に該当する建物を特定するための矩形。北西と南東の対角2点を定義。	5.	経度	longitude	double	6.	緯度	latitude	double	7.	矩形南東位置	sepoint	double	8.	経度	longitude	double		7.	緯度	latitude	double		9.	フロア情報	floors	array		10.	フロア番号	floorNo	int	CoreLocationのフロア番号。ステナビフロアIDとは1:1で対応する。	11.	ステナビフロアID	floorId	string	F1/F2/F3/M2 (中2階) /B1/KB3(京葉線)/KB4(京葉線ホーム)/SB4(総武線)/SB5(総武線ホーム)。 ※全建造物共通。	12.	フロア名	name	string	SDナビ画面に表示するフロア名。	13.	高度(m)	altitude	integer	フロアの高度(m)。
No.	論理属性名	物理属性名	データ型	備考																																																																						
1.	建造物マスタ	structures	array																																																																							
2.	建造物ID	id	string	主キー																																																																						
3.	建物名	name	string	SDナビ画面に表示する建物名。非ユニークでもよい。																																																																						
4.	矩形北西位置	nwpoint	object	現在位置に該当する建物を特定するための矩形。北西と南東の対角2点を定義。																																																																						
5.	経度	longitude	double																																																																							
6.	緯度	latitude	double																																																																							
7.	矩形南東位置	sepoint	double																																																																							
8.	経度	longitude	double																																																																							
7.	緯度	latitude	double																																																																							
9.	フロア情報	floors	array																																																																							
10.	フロア番号	floorNo	int	CoreLocationのフロア番号。ステナビフロアIDとは1:1で対応する。																																																																						
11.	ステナビフロアID	floorId	string	F1/F2/F3/M2 (中2階) /B1/KB3(京葉線)/KB4(京葉線ホーム)/SB4(総武線)/SB5(総武線ホーム)。 ※全建造物共通。																																																																						
12.	フロア名	name	string	SDナビ画面に表示するフロア名。																																																																						
13.	高度(m)	altitude	integer	フロアの高度(m)。																																																																						

1) 地下街データの作成概要

活用したデータは、次の①～④のデータを基に作成した。

①「東京駅周辺屋内地図オープンデータ(令和2年度更新版)」(国土交通省高精度測位社会プロジェクト作成、G空間情報センターにて公開、データ形式:Shapefile)

<https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/mlit-indoor-tokyo-r2>

②「公共的な屋内空間(地下)大丸有地区3Dデジタルマップデータ(令和2年度及び令和3年度)」(東京都作成、データ形式:3D都市モデル(CityGML))

<https://info.tokyo-digitaltwin.metro.tokyo.lg.jp/3Dmodel/>

③「駅構内図及びそれを利用して作成している3D駅構内地図データ」(JR東日本コンサルタンツ保有、データ形式:Revit(国土地理院「3次元屋内地理空間データ仕様書」に準拠))

④2023年度のPLATEAU事業の中で測量により得られた「出入口部座標」(地下鉄等の地上出入口の座標)を用いた

地下街モデルの作成において、データ①②からは位置の特定、外形形状と屋内の部屋形状の取得および部屋名等の属性情報を取得した。③は部屋名等の情報が2023年のもので作成されており、①②よりも情報の鮮度が新しいデータであるため、その差分を確認し地下街モデル形状および属性情報を修正した。また、BIMデータですべて構築してからCityGMLに変換する方法を取ることが、②のCityGMLを合成するよりも効率的であったため、②のデータについては参照に留めた。④は、地下街から地上にでる階段の出口位置を取得するために用いた。

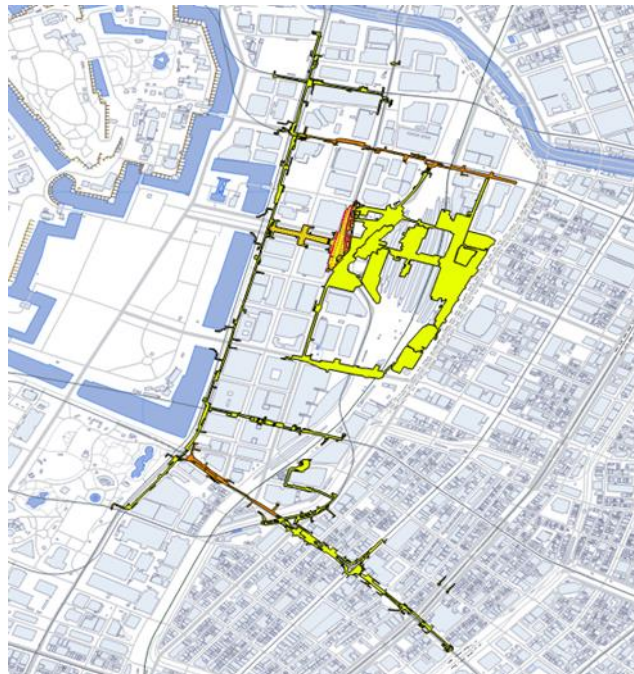


図 3-39 モデル作成範囲(黄色部分)

上記の背景の地図は地理院地図を表示している。

https://maps.gsi.go.jp/index_m.html#14/35.680307/139.768753/&base=pale&ls=pale&disp=1&vs=c1g1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1&d=

④より地上出口の座標 xyz は取得できるが、地下階の階高は階段の段数より算出した。

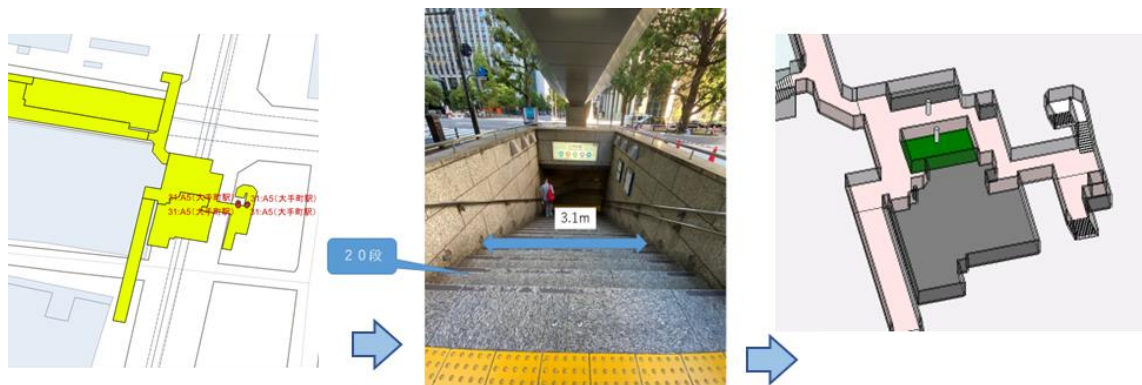


図 3-40 階高の算出例

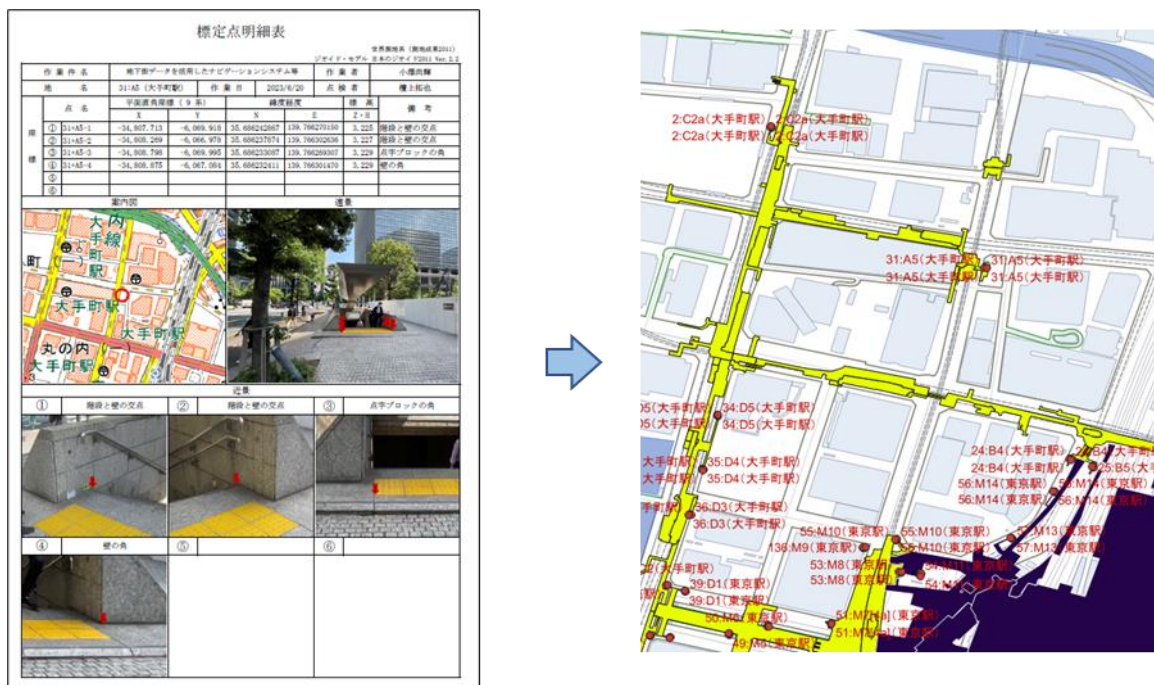


図 3-41 出口等の位置合わせの例

3D データは Autodesk 社の Revit2021 にて BIM データを作成し IFC ファイルに出力した上で、FME Desktop を用いて 3D 都市モデル化 (CityGML 化) した。

なお、データ作成の具体的な方法については、2) データ作成の流れに記載する。

2) データ作成の流れ

3D 都市モデルの地下街モデルは LOD4.1 を作成した。原典資料からは位置情報・形状・属性情報を取得し Autodesk Revit にて BIM データを作成した。その際、3D 都市モデルデータである CityGML のクラスによっては、一般的な Revit オブジェクトでは生成されないものがあるため、地下街モデル LOD4.1 に含むべき CityGML クラスに生成されるように BIM の作成を行った。また、Revit データから直接 CityGML クラスに変換するのではなく中間ファイルである IFC を介するため、Revit→IFC→CityGML クラスの対応に留意した。

●使用したソフトウェア

モデル作成は BIM ソフトウェアである Autodesk Revit2021 と Civil3D を使用した。

シェープファイルおよび地上出入口の座標を取得するために QGIS を使用した。

データ変換ソフトウェアは、FME Desktop を使用した。

●データ作成手順

- (i) 測地系、出入口の座標点およびファイル基準点を設定した DWG ファイルの作成する
- (ii) Revit で BIM を作成する
- (iii) Revit データを IFC にエクスポートする

- (i) 測地系、出入口の座標点およびファイル基準点を設定した DWG ファイルの作成

Revit ファイルは測地系を持たないが、測地系をもつ DWG ファイルをリンクすることで測地座標を付与することができる。そのため、予めリンク用の DWG ファイルを作成しておく。

ここでは、ファイル名を「プロジェクトファイル.dwg」とする。

【プロジェクトファイル.dwg の作成方法】

- ・ G 空間情報センターにて公開されている「東京駅周辺屋内地図オープンデータ（令和 2 年度更新版）」のシェープファイルを QGIS に読み込み、階層ごとにレイヤを分ける。
- ・ 出入口の座標ファイル(エクセルファイル)を、上記ファイルにインポートし、レイヤを設定後にシェープファイルとして保存する。

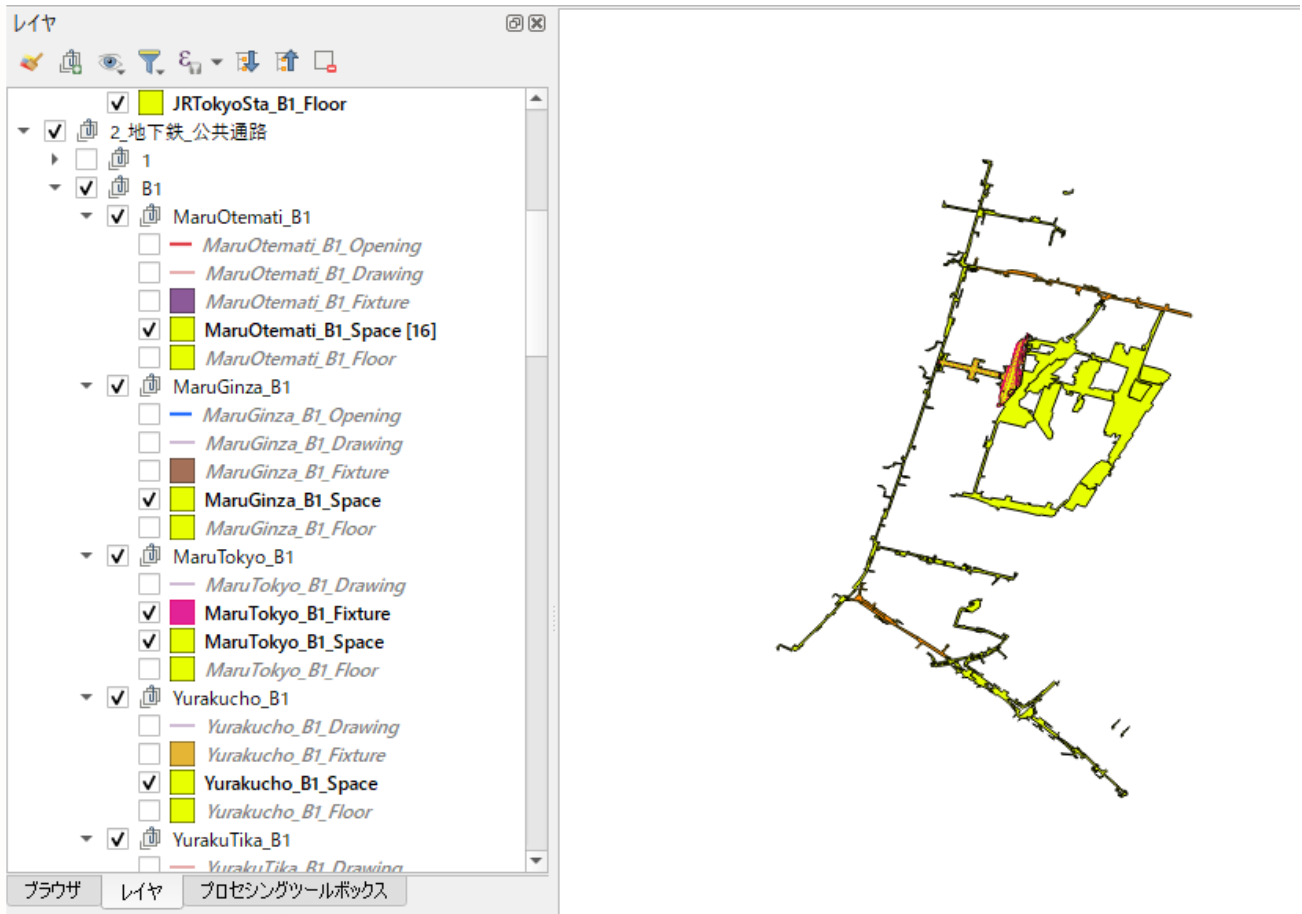


図 3-42 QGIS ファイル

uc23-05_技術検証レポート_地下街データを活用したナビゲーションシステム

- ・ Civil 3D にて、測地系 JGD2011-9 を設定した DWG ファイルを作成し、オープンデータおよび出口座標のシェープファイルをインポートする。単位はメートルを設定する。
- ・ ファイルの基準点となる位置 (x,y) を設定する。この基準点は Revit ファイルのプロジェクト基準点(x,y)を合わせる位置となる。
- ・ これを「プロジェクトファイル.dwg」として保存する。

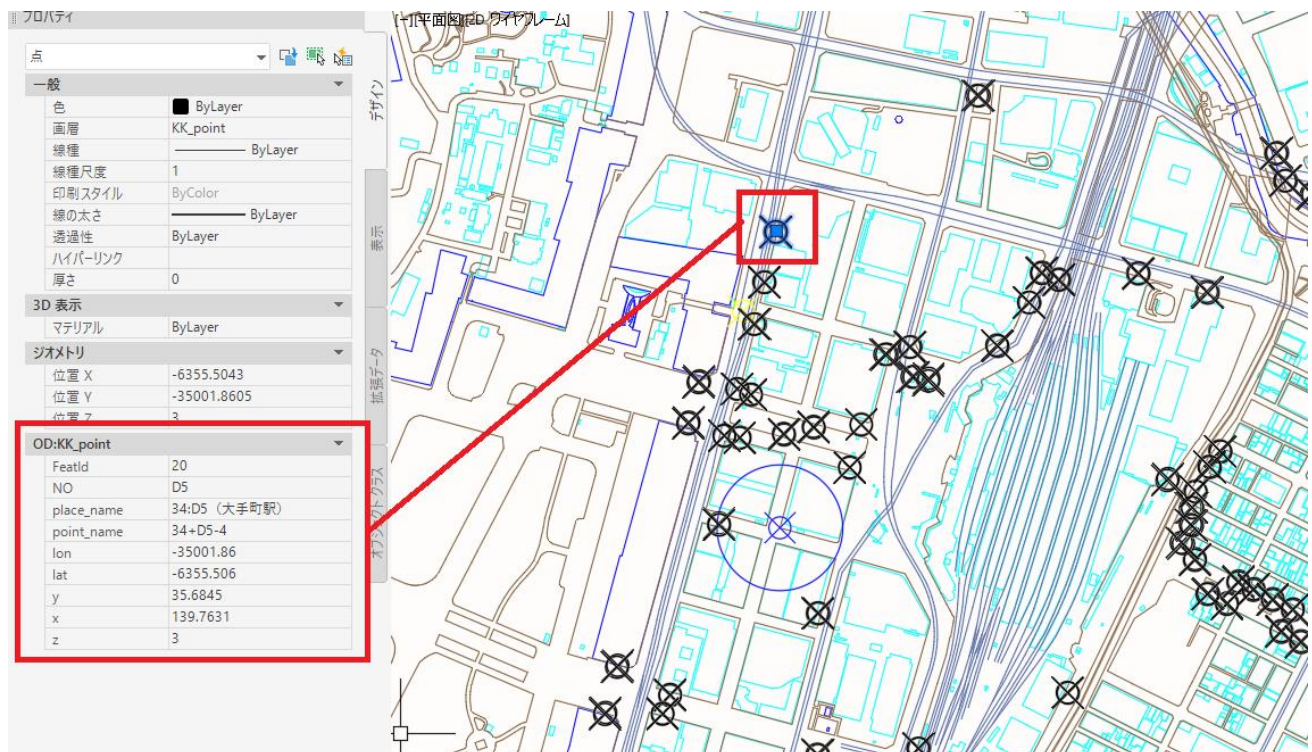


図 3-43 プロジェクトファイル

(ii) Revit で BIM を作成する

新規作成した Revit ファイルでは、まずプロジェクト基準点の座標に、リンク用の「プロジェクトファイル.dwg」で決定した座標(x,y)を設定する。z には 0 を設定する。

さらに、Revit の測量点に対しては JGC2011-9 系の原点とするために、(x=0,y=,z=0)を設定する。

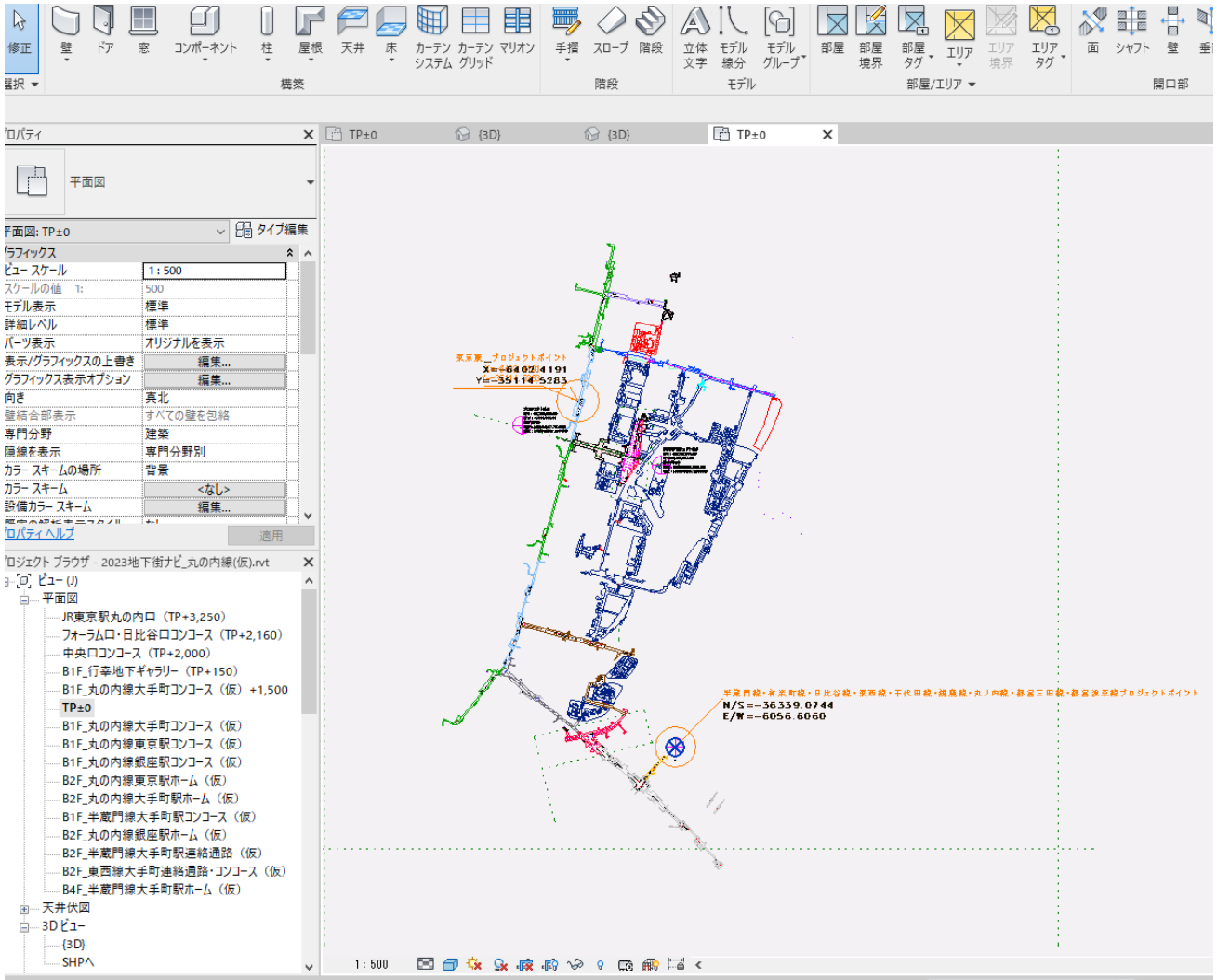


図 3-44 測地系を設定した Revit ファイル

地下街モデルのプロジェクト基準点は以下に設定した。

$$x = -6056.6060, \quad y = -36339.0744, \quad z = 0.0$$

単位はメートルに設定した。

・「プロジェクトファイル dwg」をリンクする。リンクの際の読み込みオプションで[配置]を、自動-共有座標を指定 とすることで、Revit のプロジェクト基準点と dwg ファイルの基準点が合致する。

Revit で BIM を作成する際は、Revit ファミリと IFC エンティティおよび CityGML クラスがどのように対応付けがされているかに留意する必要がある。一般的に用いる「床／壁／柱／階段／エスカレーター／窓／ドア」の他に、3D 都市モデル地下街モデル LOD4.1 で取得項目としている CityGML クラスを生成するために「部屋／マスモデル／屋根（通常、地下街に屋根は配置しない）」を作成した。

・作成したオブジェクト：床／壁／階段／エスカレーター／窓／ドア／部屋／マスモデル／屋根

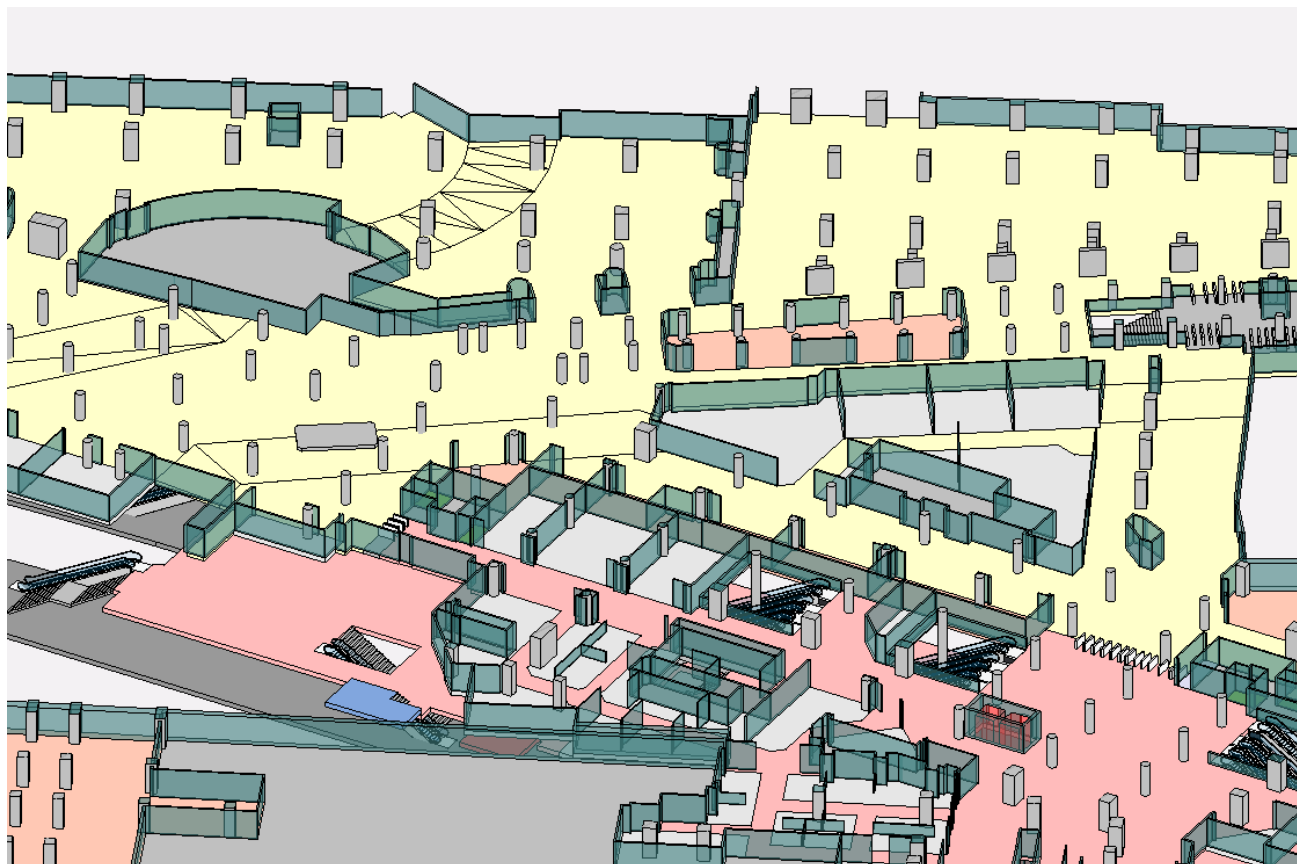


図 3-45 Revit データ（作成したオブジェクト例）

表 3-22 Revit/IFC/CityGML について

Revit：ファミリー	IFC：クラス	CityGML:クラス
床	IfcSlab	GroundSurface
壁（標準壁）	IfcWallStandardCase	WallSurface
柱	IfcColumn	IntBuildingInstallation
階段	IfcBuildingElementProxy	IntBuildingInstallation
エスカレーター	IfcTransportElement	IntBuildingInstallation
窓	IfcWindow	Window
ドア	IfcDoor	Door
部屋	IfcSpace	FloorSurface CeilingSurface InteriorWallSurface room
マスモデル	IfcExprot の時に IfcSpace として書き出し	FloorSurface CeilingSurface InteriorWallSurface room
屋根	IfcRoof	RoofSurface

IFC の詳細については、「国土地理院：屋内 3 次元空間情報データ仕様書（案）」を参照。

<https://www.gsi.go.jp/common/000212582.pdf>

IFC と CityGML の対応詳細については、以下を参照。

「3D 都市モデル整備のための BIM 活用マニュアル」

<https://www.mlit.go.jp/plateau/libraries/handbooks/>

「(別冊) 3D 都市モデルとの連携のための情報伝達マニュアル (IDM)・モデルビュー定義 (MVD) 第 2.0 版」

https://www.mlit.go.jp/plateau/file/libraries/doc/plateau_doc_00031_ver02.pdf

表 3-23 IFC クラスと PLATEAU 標準建築物モデル (LOD4) の対応表

CityGML クラス (LOD4.1)	Ifc クラス	Revit ファミリ
Room	IfcSpace	部屋
InteriorWallSurface	IfcSpace	部屋
FloorSurface	IfcSpace	部屋
CeilingSurface	IfcSpace	部屋

●モデリングの際の課題

CityGML クラス：FloorSurface/CeilingSurface/InteriorWallSurface/room は、IfcSpace より生成され、IfcSpace は Revit の「部屋」オブジェクトから変換される。

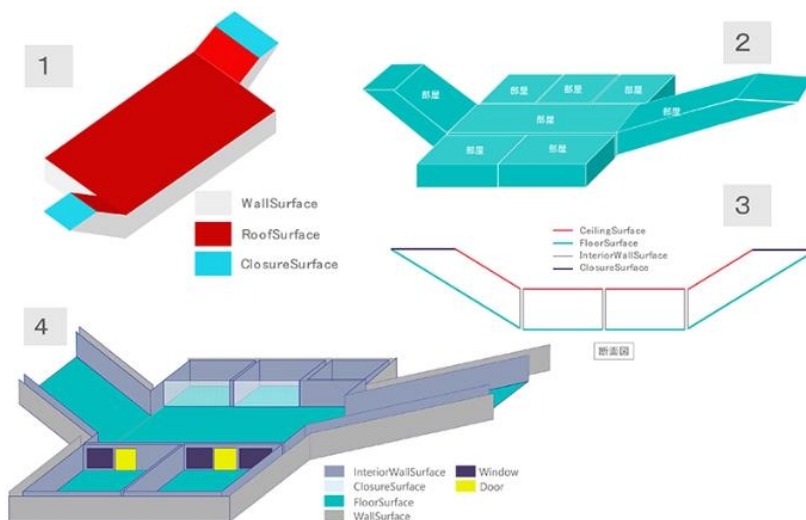


図 3-46 地下街モデル(LOD4)の取得例

しかしながら、上記「2」のような箇所（主に階段の箇所）については、Revit の「部屋」オブジェクトは作成できないため、マスモデルを配置し、IFC にエクスポートする際に IfcSpace となるように割り当てた。

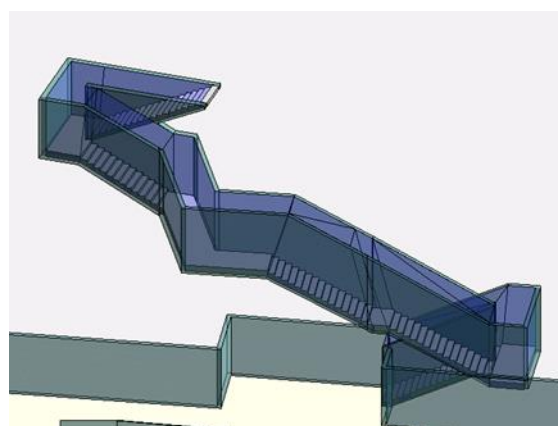


図 3-47 マスオブジェクトの配置例

- 1.CeilingSurface
- 2.FloorSurface
- 3.InteriorWallSurface
- 4.ClosureSurface

(iii) Revit データを IFC にエクスポートする

IFC のバージョンは、変換ツールである FMEDesktop の内容により IFC2x3 にてエクスポートした。マスモデルのエクスポートオプションのみ編集し、その他は標準のままとした。

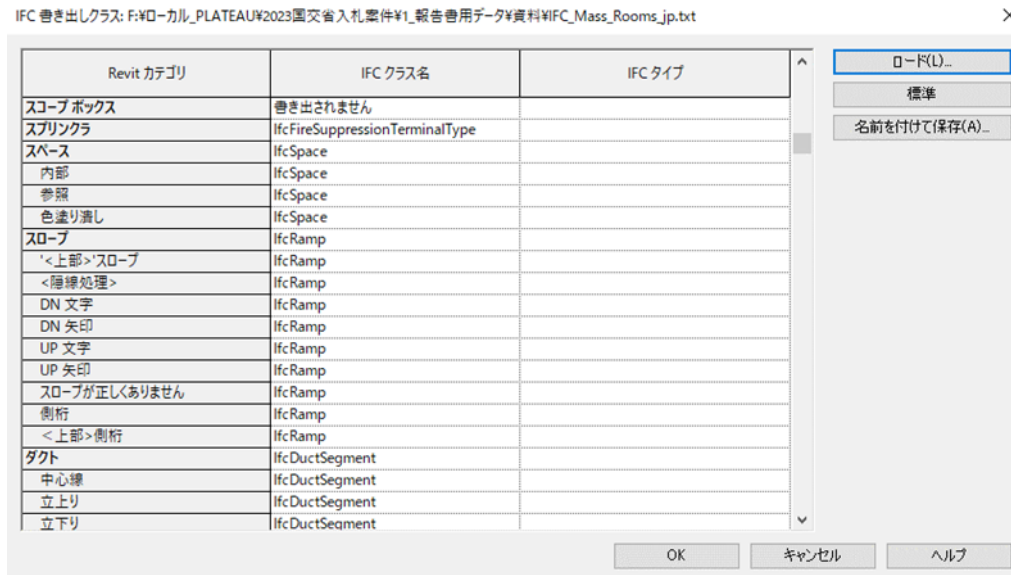


図 3-48 IFC オプションの編集画面

④ IFC を CityGML に変換する

ProjectPLATEAU GitHub で公開されている変換ツール「IFC-to-CityGML2.0-LOD4PLATEAU.fmw」を使用した。

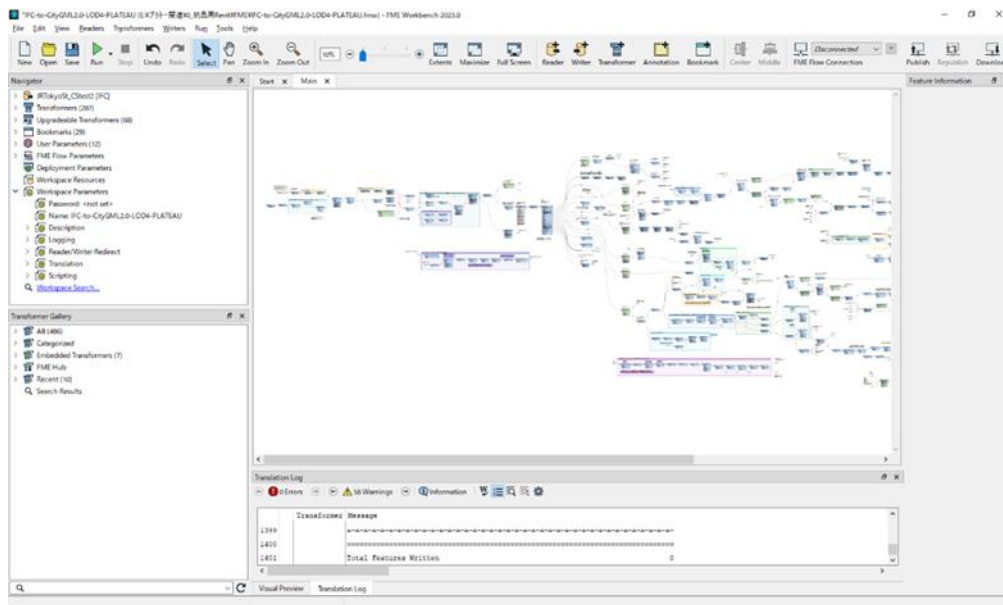


図 3-49 FMEDesktop の画面

変換後、CityGML クラスの「UndergroundBuilding」のみエディタにて編集を行った。

完成した CityGML のイメージを FZKViwer で確認した様子は下記の通り。

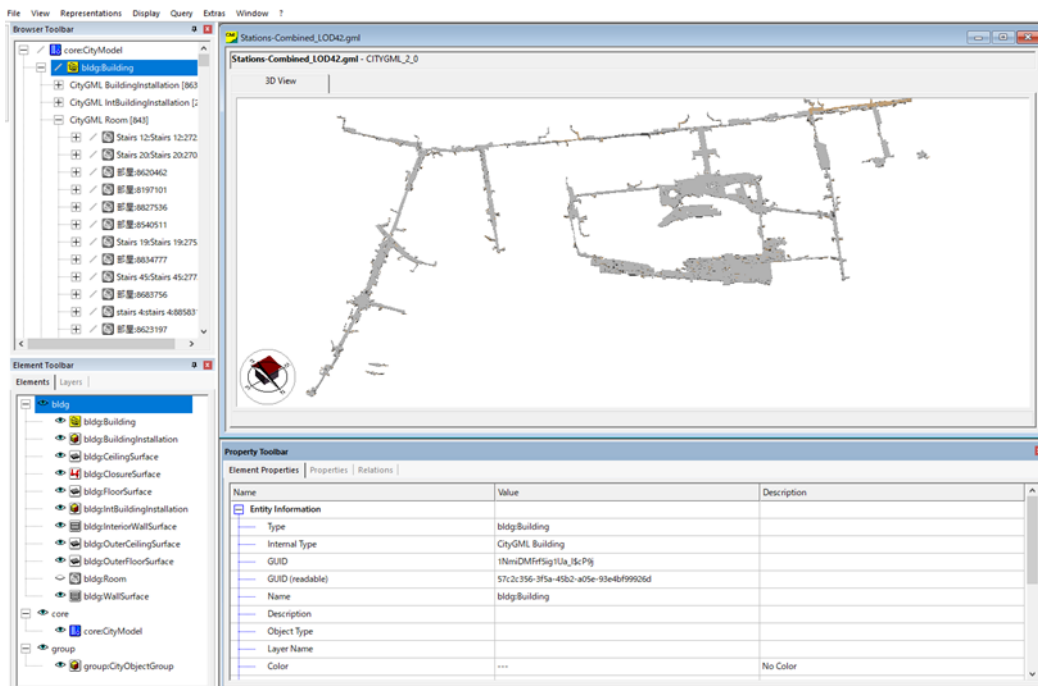
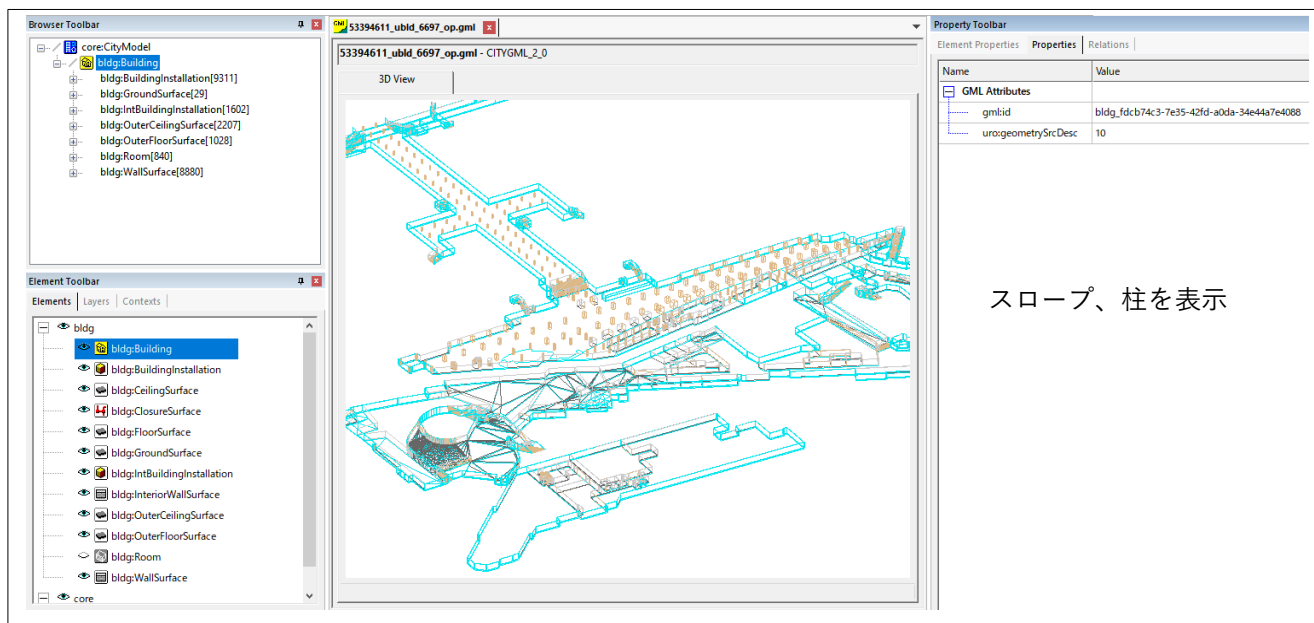


図 3-50 CityGML のモデルイメージ全体(ビューソフト : FZKViwer)



スロープ、柱を表示

図 3-51 CityGML のイメージ (拡大)

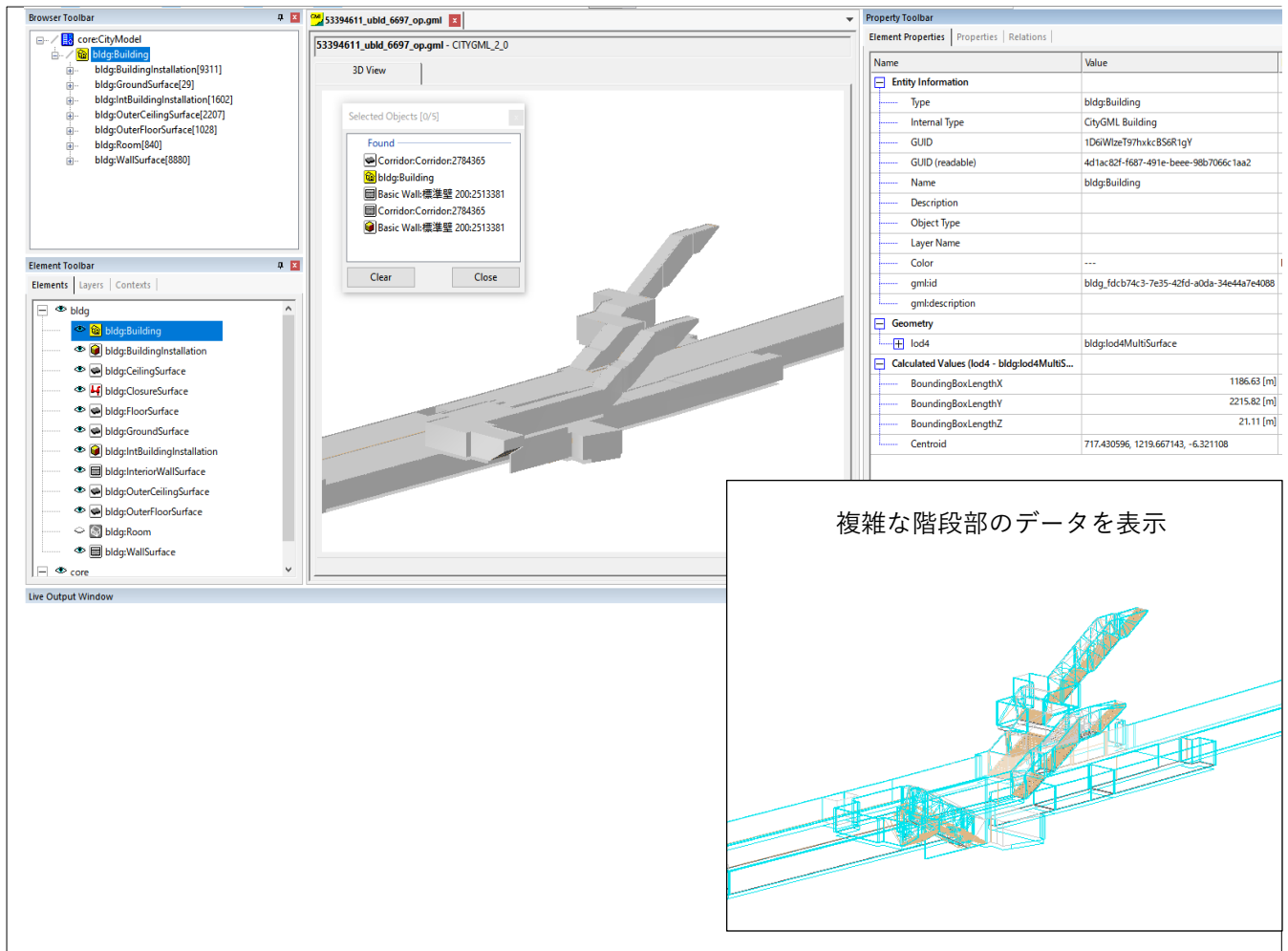


図 3-52 CitGML のイメージ (地上へ接続する複雑な階段)

3) IFC から CityGML に変換の際の課題

Ifc2x3 で正確な Geo-Reference を行う場合、マニュアルでプロジェクト基準点の座標を指定するため、複数の Revit ファイルを合成する際には予めプロジェクト基準点を同一の座標に設定しなおす必要があった。

Geo-Reference については以下を参照した。

(別冊)3D 都市モデルとの連携のための情報伝達マニュアル(IDM)・モデルビュー定義(MVD)第 2.0 番 17 より抜粋：https://www.mlit.go.jp/plateau/file/libraries/doc/plateau_doc_00031_ver02.pdf

GIS との位置合わせ (Geo-reference) について：

IfcSite の経度、緯度、高さ属性は、上位互換性のために提供されており、単一の IfcSite インスタンスと座標参照系として WGS84 が条件となる。位置合わせの場合、以下の手法を優先する。

正確な Geo-reference (または WSG84 以外の地理座標系への参照) のためには、

- ・ IFC2x3 の場合：ePset_ProjectedCRS と sPset_MapConversion プロパティセット
- ・ IFC4 以降の場合：IfcCoordinateReferenceSystem と IfcMapConversion エンティティを使用して、プロジェクトエンジニアリング座標系と地理 (または地図) 座標系を正確にマッピングする。

IFC MVD Concept 定義 (IFC2x3)					
敷地オブジェクト: 測地座標系設定					
参照 ID	bSJ-MVDC0035-IFC2x3	バージョン	1.1	状態	SHARED
関連ドキュメント	<ul style="list-style-type: none"> • IFC2x3 Model Implementation Guide Ver.2.0: "4.2.1 Site", P34 • 測地系, http://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%B8%AC%E5%9C%B0%E7%B3%BB • IFC4 ADD2 TC1, IfcProjectedCRS, https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4/ADD2_TC1/HTML/link/ifcprojectedcrs.htm • User Guide for Geo-referencing in IFC, "How to Setup Geo-referencing in a Building or Linear Infrastructure Model", Table 4 ePset_ProjectedCRS, https://www.buildingsmart.org/wp-content/uploads/2020/02/User-Guide-for-Geo-referencing-in-IFC-v2.0.pdf 				
履歴	MVD00-01-IFC2X3-IfcSite-GeodeticSystem 1.0 FINAL 2022 年 3 月 Ver.1.1 : 座標参照系設定導入に伴う敷地原点情報の位置づけを追記				
作成者	国土交通省				
ドキュメント作成	国土交通省				
<p>■ 概要</p> <p>敷地原点の世界測地系座標への設定を行う。</p> <p>敷地 (IfcSite) オブジェクトは一つの地理的な参照ポイント定義を RefLatitude, RefLongitude, RefElevation 属性に設定することができる。これは、世界測地系 (WGS84) で定義される緯度 (Latitude)、経度 (Longitude) と高度 (Elevation) の値としたグローバルポジションとなる。参照ポイントは精度として百万分の 1 秒まで提供され、GIS とのデータ連携に用いられる。IfcSite の LocalPlacement の点 (0., 0., 0.) が、WGS84 の Latitude, Longitude と Elevation で定義される地理的参照ポイントと一致する。</p>					

図 3-53 敷地オブジェクト：測地座標家設定の画面

3-6. ユーザーインターフェース

3-6-1. 画面一覧

本業務は既に運用中の本件アプリを利用したユースケース開発を実施する。本業務では、既に運用中の本件アプリのユーザーインターフェースを基に、実証実験で必要となる機能の追加及び改修を行うこととする。

本章では、実証実験に影響を与える部分に焦点を絞って記載する。

1) 東京ステーションナビ画面

表 3-24 東京ステーションナビ画面一覧

ID	連携 (ID)	画面名	画面説明	画面を表示した機能 (ID)
SC001	-	スプラッシュスクリーン	● 東京ステーションナビアプリのスプラッシュスクリーン	
SC002	003,004	駅・まち選択画面	● 「東京駅」「品川・高輪ゲートウェイ」のどちらか表示したいエリアを選択する	FN012 FN021
SC003	-	東京駅・現在位置表示画面 (階層別 2D 地図)	● 東京ステーションナビアプリの東京駅エリアのトップ画面で、Core Location が有効な場所にて現在位置を取得し表示する	FN013
SC004	-	品川・高輪 GW エリア・現在位置表示画面 (階層別 2D 地図)	● 東京ステーションナビアプリの品川・高輪ゲートウェイエリアのトップ画面で Core Location が有効な場所にて現在位置を取得し表示する	FN013
SC005	-	3D ナビ切替え画面	● ユーザーが東京ステーションナビから 3D ナビへ遷移する前に推奨機種や使い方の説明書を閲覧できる画面。ユーザーが 3D ナビへ進むか戻るか選択可能とする	-
SC006	-	3D ナビ表示待ち画面	● 3D ナビに遷移する際、ダウンロードに時間がかかるため、3D 地図データの読み込み状況の目安を視覚的に表示する	-
SC007	-	東京駅・現在位置表示画面 (3D 地図)	● 3D ナビ画面の東京駅エリアのトップ画面で、Core Location が有効な場所にて現在位置を取得し表示する	FN022
SC008	-	品川・高輪 GW エリア・現在位置表示画面 (3D 地図)	● 3D ナビ画面の品川・高輪ゲートウェイエリアのトップ画面で、Core Location が有効な場所にて現在位置を取得し表示する	FN020

SC009	-	ルート表示ウォークスルー画面 (3D 地図)	● 画面上部に出発地から目的地までのルートを表示し、画面下部にそのルートに沿ったウォークスルー動画を表示する	FN029
SC010	SC011	ルート検索画面 (2D 地図)	● 東京ステーションナビアプリで出発地・目的地を検索・設定する画面	FN015
SC011	SC010	ルート案内画面 (2D フロアマップ)	● 2D のフロアマップで全体的に出発地・目的地の場所を俯瞰できるように表示する	FN014
SC012	-	ルート表示画面 (2D 地図)	● 出発地・目的地のルートを表示する	FN014

2) AR アプリ画面

表 3-25 AR アプリ画面一覧

ID	連携 (ID)	画面名	画面説明	画面を表示した機能 (ID)
SC101	-	AR 機能切替え画面	● ユーザーが東京ステーションナビからAR機能へ遷移する前に推奨機種や使い方の説明書を読覧できる画面。ユーザーがAR機能へ進むか戻るか選択可能とする	-
SC102	-	AR 機能表示待ち画面	● AR 機能に遷移する際、ダウンロードに時間がかかるため「3D 地図データを読み込中」と表示する	-
SC103	-	動作誘導画面(1)	● AR に遷移する前段で、画面表示に従いiphoneのカメラを地面に向けて動かすように誘導する画面を表示する	-
SC104	-	動作誘導画面(2)	● iphone 動作誘導画面(1)に続き、画面表示に従いiphoneのカメラをゆっくり動かすように誘導する画面を表示する	-
SC105	-	AR 表示画面	● iphone のカメラで目の前の世界を表示すると同時に、AR 機能として天井方向に屋外のビル群 (7 棟) を表示する	FN007 FN008

3-6-2. 画面遷移図

1) 東京ステーションナビ画面 (東京ステーションナビ→3D ナビ画面への遷移)

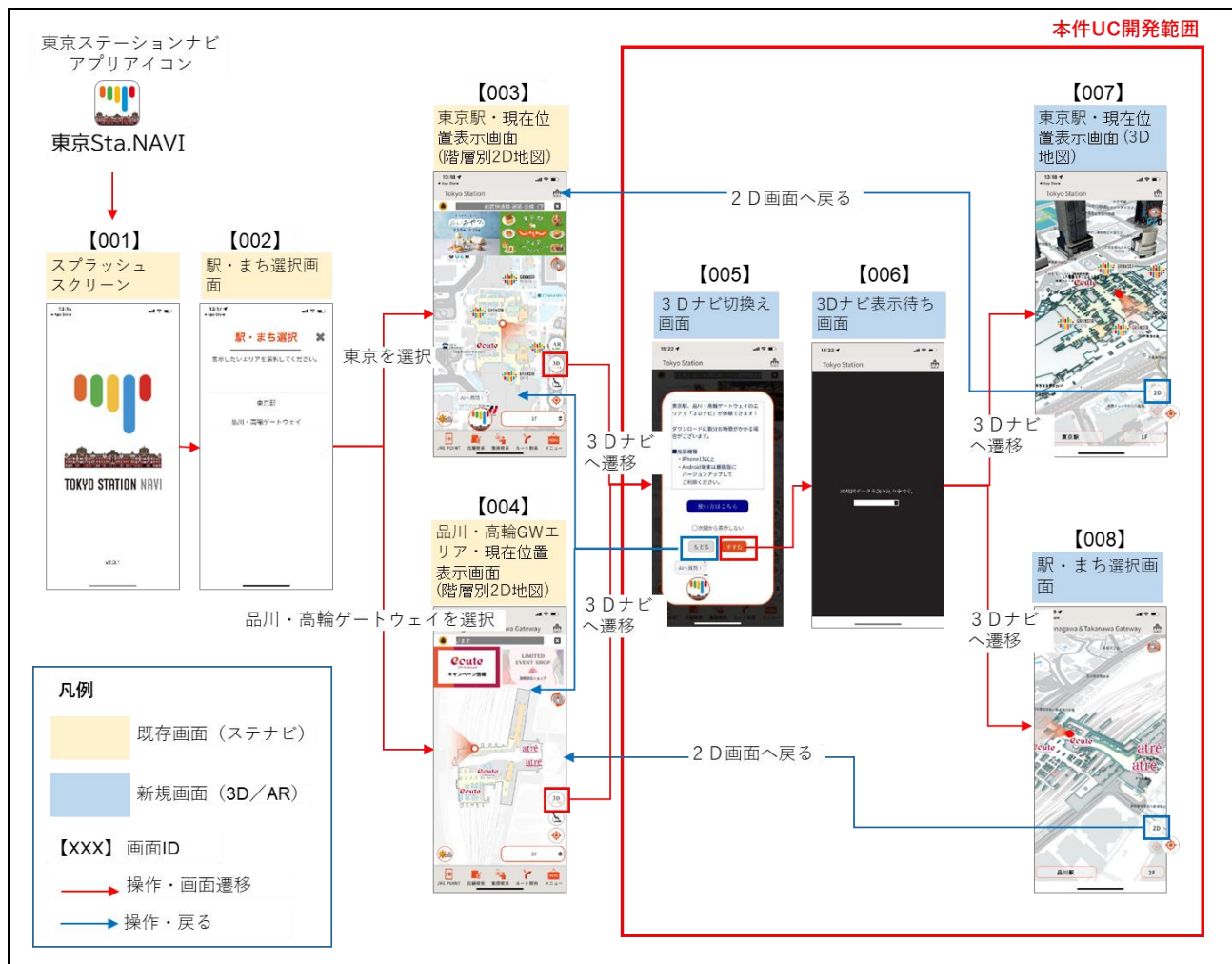


図 3-54 画面遷移図(3D 自位置表示)

2) 3D ナビによる出発地・目的地表示・ウォークスルー画面

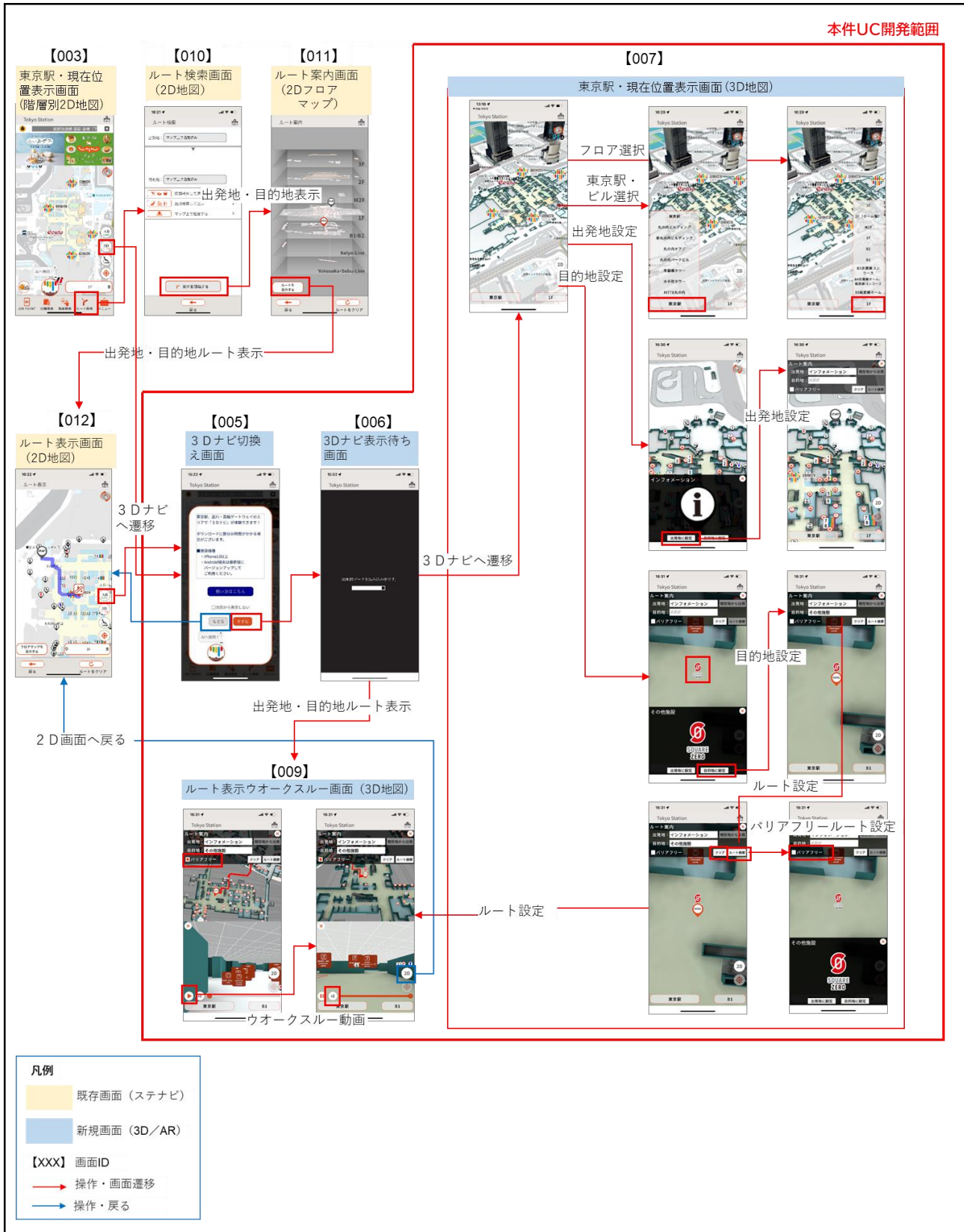


図 3-55 画面遷移図(3D ナビルート表示)

3) AR アプリ画面



図 3-56 画面遷移図(AR アプリ起動)

3-6-3. 各画面仕様詳細

1) 東京ステーションナビ画面

1. 【SC001】 スプラッシュスクリーン

- 画面の目的・概要
 - 東京ステーションナビアプリのスプラッシュスクリーン
 - アプリの仕様上、立ち上がる前にそのアプリのイメージ・目的にあったスクリーンが表示される
 - 東京ステーションナビのアプリでは、東京駅のイラストと場所を示す指マークのようなデザインを表示している
- 画面イメージ



図 3-57 【SC001】 画面イメージ

2. 【SC002】 駅・まち選択画面

- 画面の目的・概要

- 「東京駅」「品川・高輪ゲートウェイ」のどちらか表示したいエリアを選択する
- 「東京駅」を押下すると、東京駅の画面へ、「品川・高輪ゲートウェイ」を押下すると品川・高輪ゲートウェイの画面へ遷移する
- 今後、駅を追加する場合はこの画面にエリアを追加する予定である

- 画面イメージ



図 3-58 【SC002】 画面イメージ

3. 【SC003】 東京駅・現在位置表示画面(階層別 2D 地図)

- 画面の目的・概要
 - 東京ステーションナビアプリの東京駅エリアのトップ画面で、Core Location が有効な場所にて現在位置を取得し表示する
 - 地下のフロアにいる場合は地下のマップの現在地を表示する
- 画面イメージ



図 3-59 【SC003】 画面イメージ

4. 【SC004】品川・高輪 GW エリア・現在位置表示画面(階層別 2D 地図)

- 画面の目的・概要
 - 東京ステーションナビアプリの品川・高輪ゲートウェイエリアのトップ画面で Core Location が有効な場所にて現在位置を取得し表示する
- 画面イメージ



図 3-60 【SC004】画面イメージ

5. 【SC005】 3D ナビ切替え画面

- 画面の目的・概要
 - ユーザーが東京ステーションナビから 3D ナビへ遷移する前に推奨機種や使い方の説明書を閲覧できる画面。ユーザーが 3D ナビへ進むか戻るか選択可能な画面とする
 - 推奨機種、開発使用ソフト等の情報を記載する
 - 「使い方はこちら」を押下すると、3D ナビ画面のボタン・ルート表示方法等の説明書を閲覧できる
- 画面イメージ

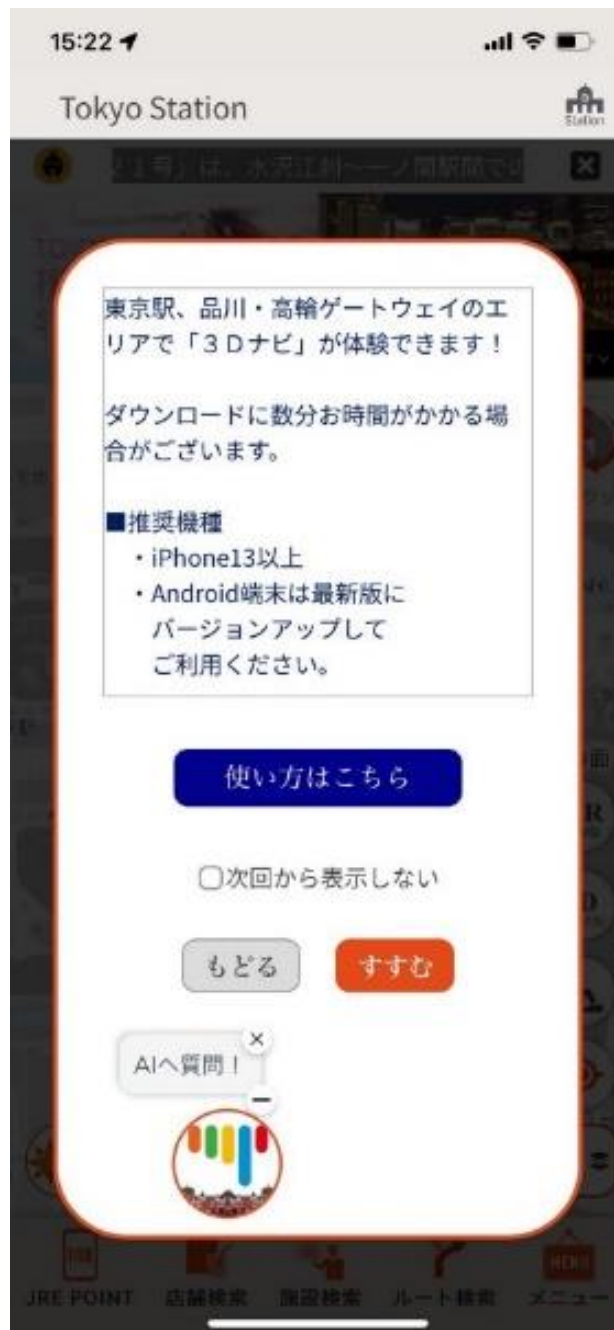


図 3-61 【SC005】 画面イメージ

6. 【SC006】 3D ナビ表示待ち画面

- 画面の目的・概要
 - 3D ナビに遷移する際、ダウンロードに時間がかかるため、3D 地図データの読み込み状況の目安を視覚的に表示する
- 画面イメージ



図 3-62 【SC006】 画面イメージ

7. 【SC007】 東京駅・現在位置表示画面 (3D 地図)

● 画面の目的・概要

- 3D ナビ画面の東京駅エリアのトップ画面で、Core Location が有効な場所にて現在位置を取得し表示する
- 画面右下の「東京駅」ボタンを押下すると、7 棟ビル (丸の内ビルディング、新丸の内ビルディング、丸の内オアゾ、丸の内パークビル、常盤橋タワー、大手町タワー、KITTE 丸の内) を選択できる
- 画面左下の「1F」ボタンを押下すると、選択したビル毎のフロア階層が表示され、選択したフロアを表示する
- マップを拡大すると、店舗や施設のアイコンが表示され、そのアイコンをタップすると、出発地・目的地に設定することが可能となり、出発地・目的地ボタンを押下すると上部のボックスに出発地・目的地を表示したボックスが現れる
- 出発地・目的地の場所がボックスに記載されたら、ルート検索ボタンを押下することにより、マップ上にルートが表示される
- バリアフリールートボタンを押下することにより、エスカレーターや階段を使わないルートに変更可能となる

● 画面イメージ



図 3-63 【SC007】画面イメージ

8. 【SC008】品川・高輪 GW エリア・現在位置表示画面（3D 地図）

- 画面の目的・概要
 - 3D ナビ画面の品川・高輪ゲートウェイエリアのトップ画面で、Core Location が有効な場所にて現在位置を取得し表示する
 - 画面左下の「品川駅」ボタンを押下して、品川駅、高輪ゲートウェイ駅を選択する
 - 画面右下の「2F」ボタンを押下するとフロアが表示され、選択したフロアに画面が遷移する
- 画面イメージ



図 3-64 【SC008】画面イメージ

9. 【SC009】 ルート表示ウォークスルー画面 (3D 地図)

- 画面の目的・概要
 - 画面上部に出発地から目的地までのルートを表示し、画面下部にそのルートに沿ったウォークスルー動画を表示する
 - 動画は倍速 1,2,5,10 と速度を変更することが可能である
- 画面イメージ



図 3-65 【SC009】 画面イメージ

10. 【SC010】 ルート検索画面 (2D 地図)

- 画面の目的・概要
 - 東京ステーションナビアプリで出発地・目的地を検索・設定する画面
- 画面イメージ



図 3-66 【SC010】 画面イメージ

11. 【SC011】 ルート案内画面 (2D フロアマップ)

- 画面の目的・概要
 - 2D のフロアマップで全体的に出発地・目的地の場所を俯瞰できるように表示する
- 画面イメージ

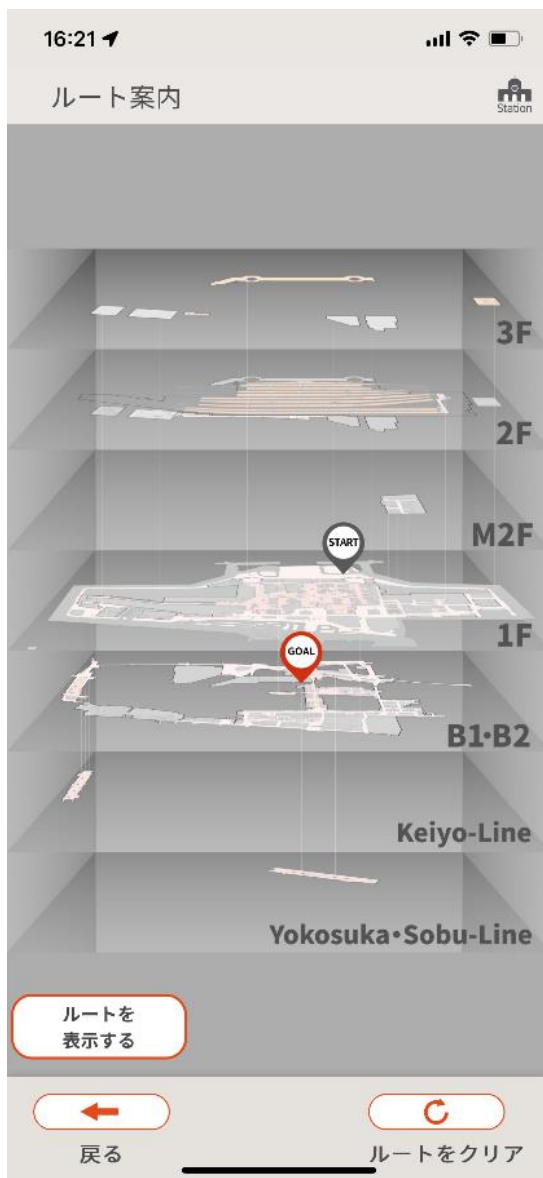


図 3-67 【SC011】 画面イメージ

12. 【SC012】 ルート表示画面 (2D 地図)

- 画面の目的・概要
 - 出発地・目的地のルートを表示する
- 画面イメージ

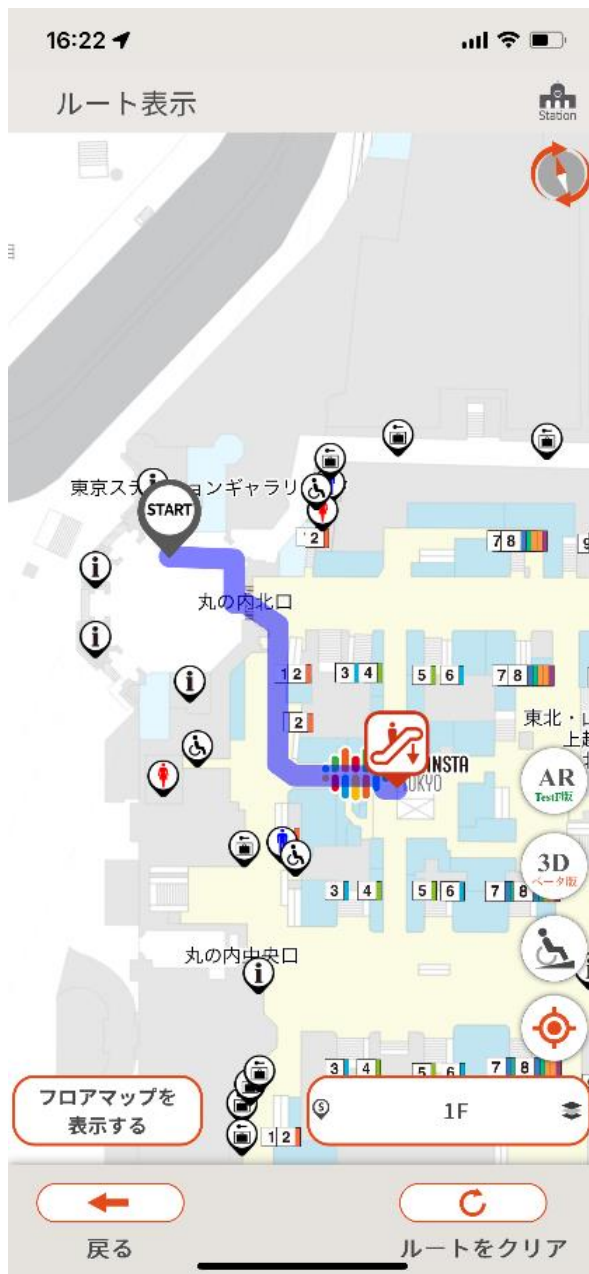


図 3-68 【SC012】 画面イメージ

13. 【SC101】 AR 機能切替え画面

- 画面の目的・概要
 - ユーザーが東京ステーションナビから AR 機能へ遷移する前に推奨機種や使い方の説明書を閲覧できる画面。ユーザーが AR 機能へ進むか戻るか選択可能とする
- 画面イメージ

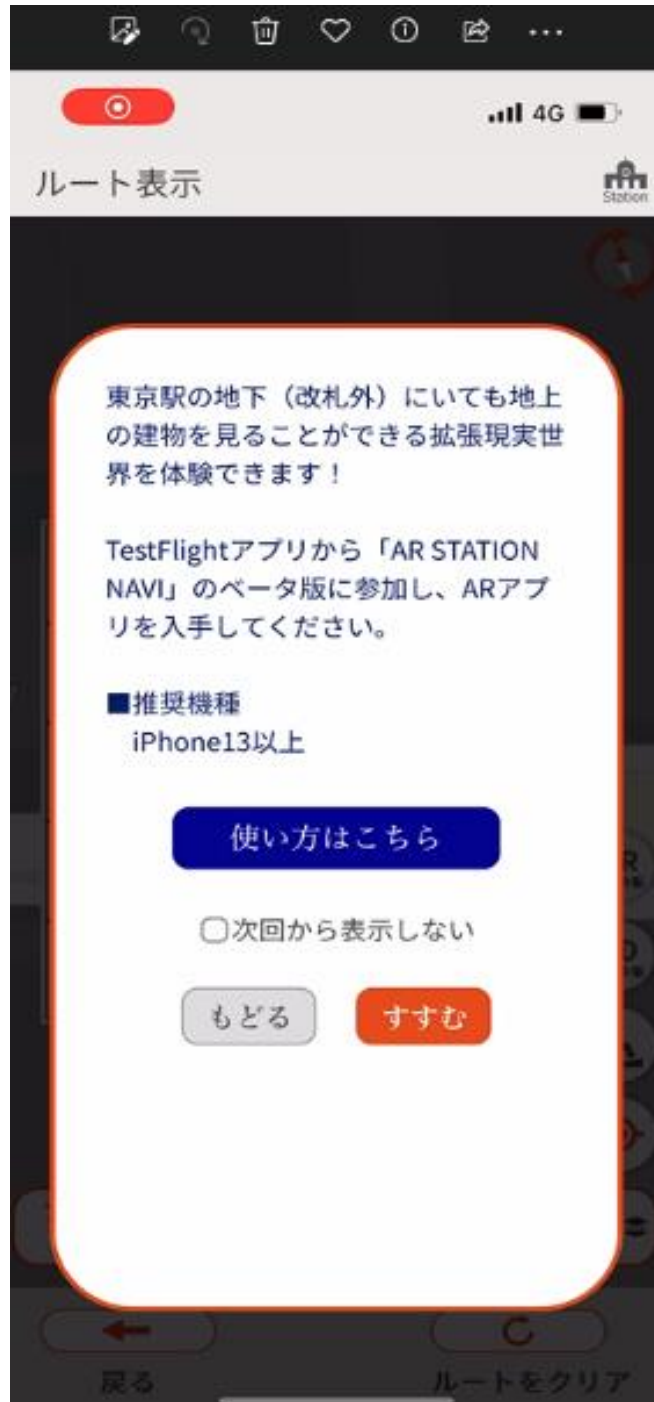


図 3-69 【SC001】 画面イメージ

14. 【SC102】AR 機能表示待ち画面

- 画面の目的・概要
 - AR 機能に遷移する際、ダウンロードに時間がかかるため「3D 地図データを読み込中」と表示する
- 画面イメージ



図 3-70 【SC102】画面イメージ

15. 【SC103】 動作誘導画面(1)

- 画面の目的・概要
 - AR に遷移する前段で、画面表示に従い iPhone のカメラを地面に向けて動かすように誘導する画面を表示する
- 画面イメージ

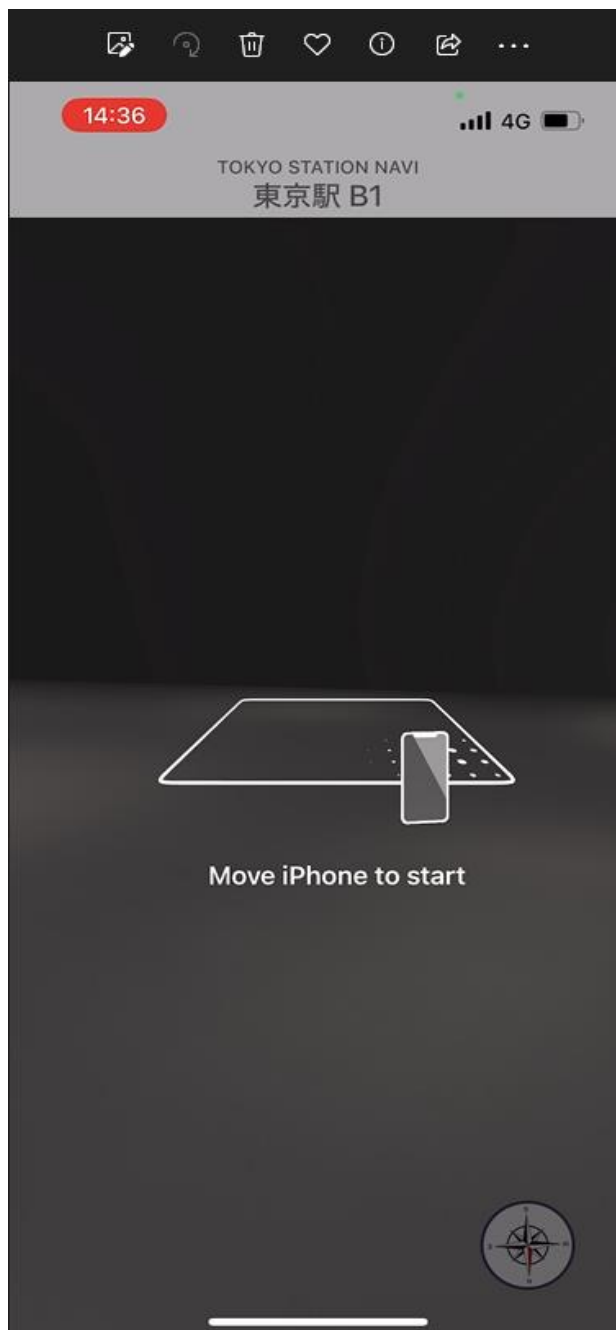


図 3-71 【SC103】 画面イメージ

16. 【SC104】動作誘導画面(2)

- 画面の目的・概要
 - iphone 動作誘導画面(1)に続き、画面表示に従い iPhone のカメラをゆっくり動かすように誘導する画面を表示する
- 画面イメージ

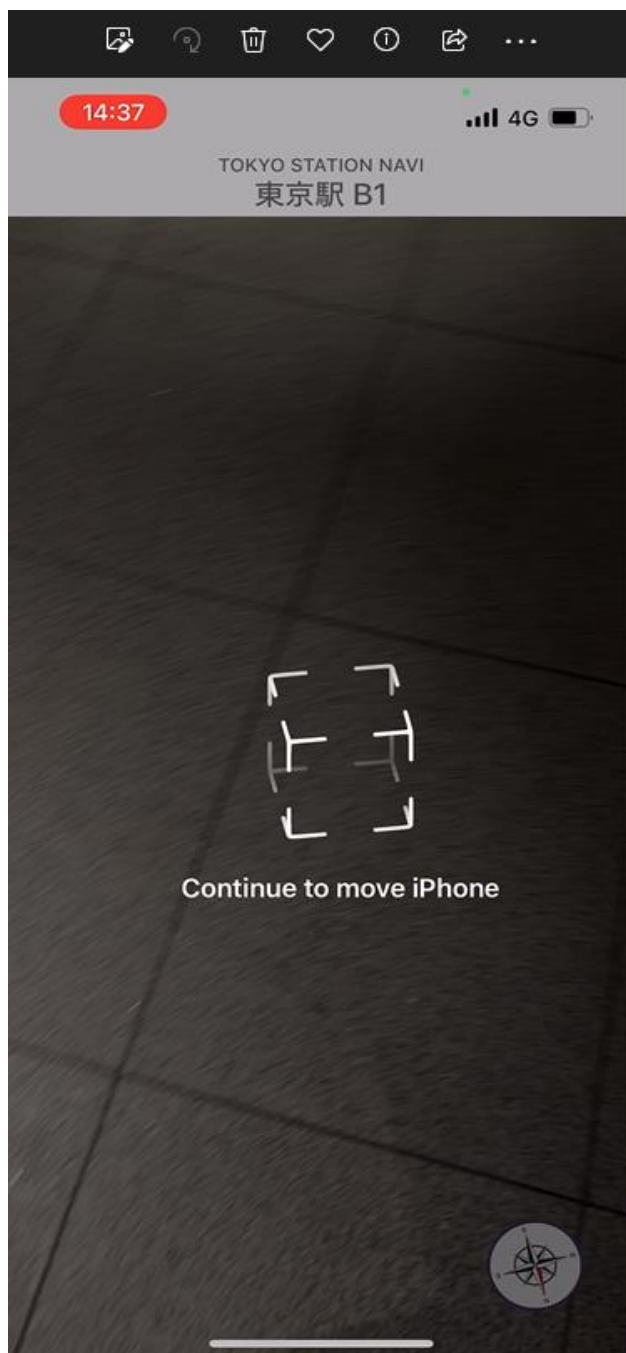


図 3-72 【SC104】画面イメージ

17. 【SC105】 AR 表示画面

- 画面の目的・概要
 - iPhone のカメラで目の前の世界を表示すると同時に、AR 機能として天井方向に屋外のビル群(7 棟)を表示する
- 画面イメージ



図 3-73 【SC105.】画面イメージ

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

本実証で利用する東京ステーションナビと 3D ナビ、AR 機能の連携について実際に操作する際のフローを以下に示す。

3D ナビのルート表示方法は、東京ステーションナビで出発地・目的地を設定して 3D ナビにルートを引き継ぐ方法と 3D ナビ上で出発地・目的地を設定してルートを表示する方法の 2 パターンある。また、平常時にお店や施設の検索で利用されるアプリであるが、本実証実験では防災の観点から避難場所の指定箇所を登録した。有事の際の検索方法も記す。

AR 機能は東京駅にいる場合、ステーションナビで現在地が取得できる場所で（但し駅構内を除く）屋内にしながら東京駅周辺のリアルな 7 棟ビル（丸の内ビルディング、新丸の内ビルディング、丸の内オアゾ、丸の内パークビル、常盤橋タワー、大手町タワー、KITTE 丸の内）のモデルを表示する。東京ステーションナビで上記 7 棟ビルの中の任意の店舗等を目的地に設定してルートを表示し、AR 機能に遷移することにより、目的地方向に向かって矢印が画面に表示され、天井方向にビルのモデルが表示される。また、目的地に設定したビルのフロアが点滅する仕掛けになっている。

1) 3D ナビの実証システム利用フロー (東京駅/品川・高輪ゲートウェイ駅)

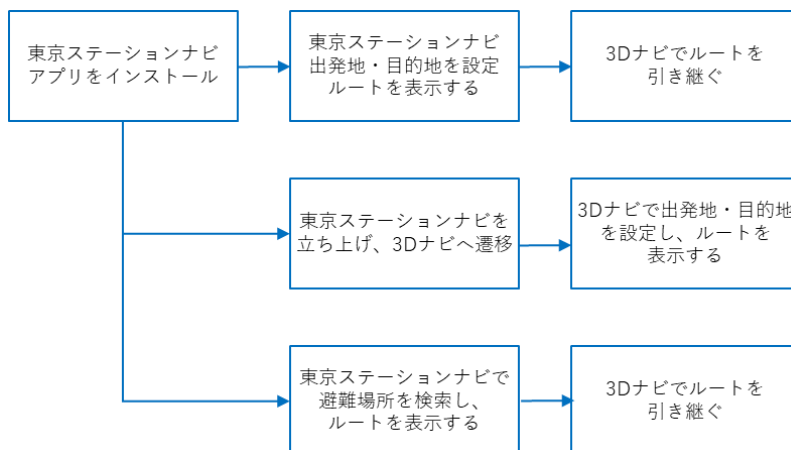


図 3-74 3D ナビの利用フロー

2) AR 機能の実証システム利用フロー (東京駅)

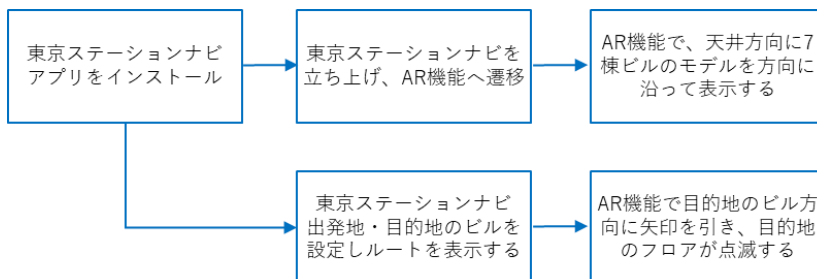


図 3-75 AR 機能の利用フロー

3-7-2. 各画面操作方法

1. 東京ステーションナビのルート表示を 3D ナビに引き継ぐ操作方法



図 3-76 東京ステーションナビで出発地・目的地を設定

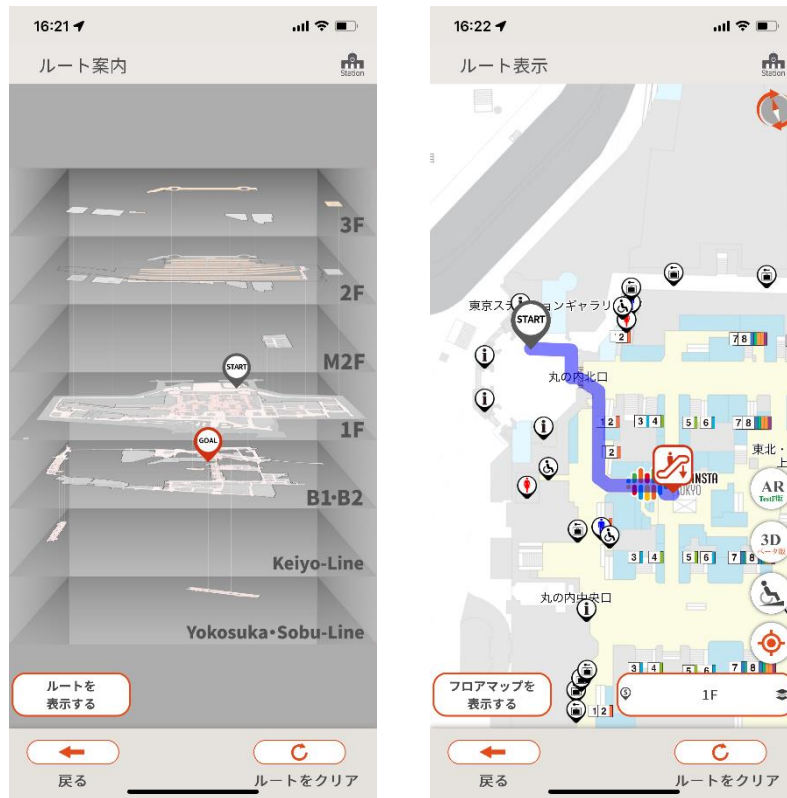


図 3-77 3D ナビへの切り替え

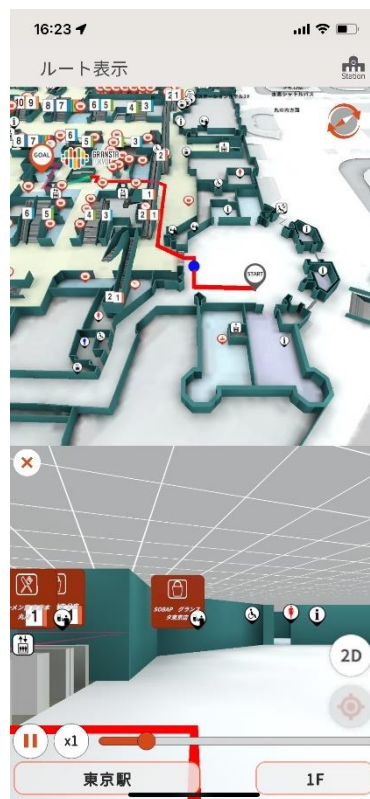


図 3-78 3D ナビでのルート表示・ウォークスルー動画表示

2. 3D ナビで出発地・目的地を設定しルートを表示する操作方法

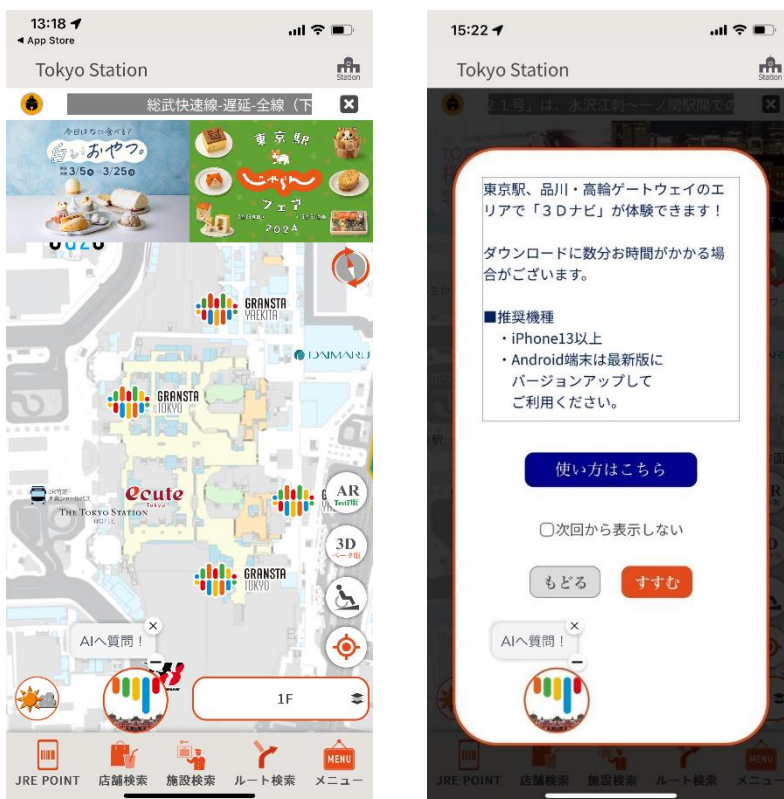


図 3-79 東京ステーションナビから 3D ナビへの切り替え

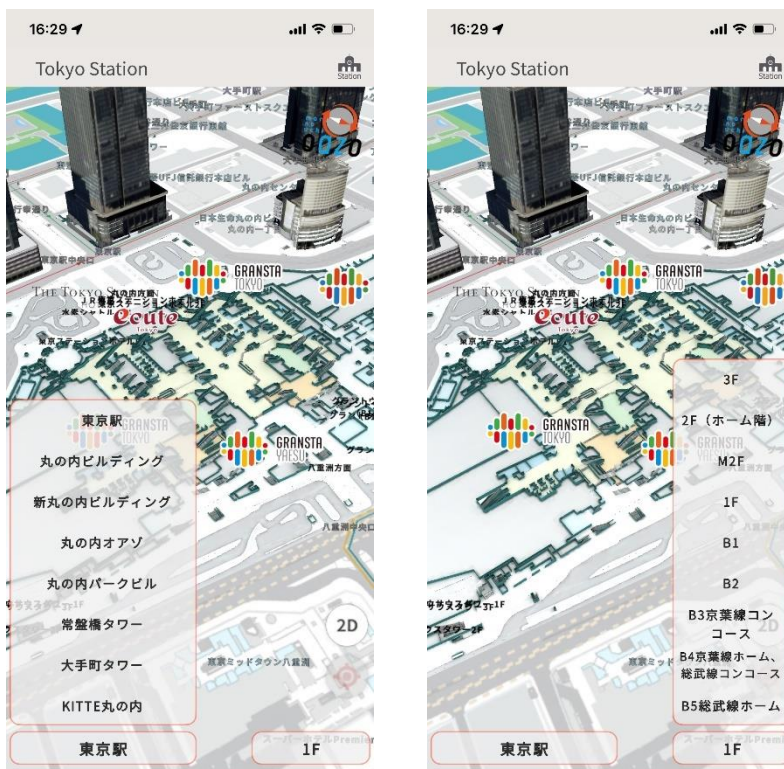


図 3-80 3D ナビでのフロア・目的地設定

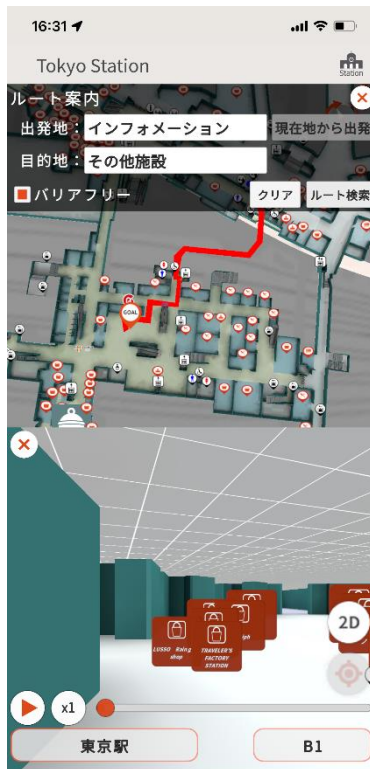


図 3-81 3D ナビでのルート表示

3. 有事の際の避難場所を検索し、3D ナビでルートを表示する操作方法



図 3-82 東京ステーションナビで避難場所のリストを表示



図 3-83 東京ステーションナビで任意の避難場所を目的地として設定、ルート表示

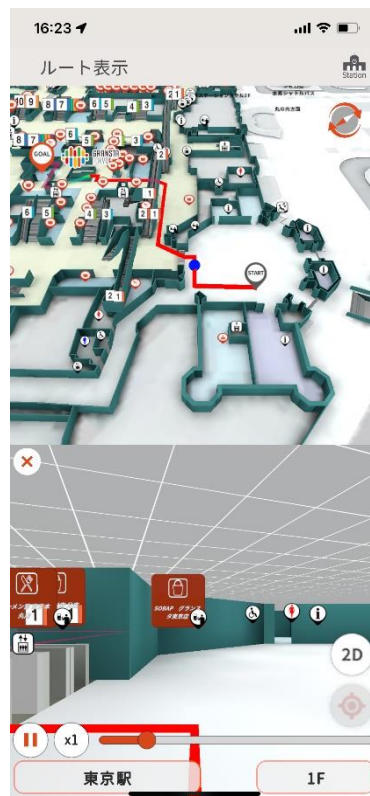


図 3-84 3D ナビでのルート表示・ウォークスルー動画表示

4. 東京ステーションナビから AR 機能を表示する操作方法



図 3-85 東京ステーションナビから AR アプリに切り替え



図 3-86 地下街の表示及び屋外ビル群の表示

5. 東京ステーションナビで目的地を設定したビルを AR 機能で表示する操作方法



図 3-87 東京ステーションナビで出発地・目的地を設定



図 3-88 3D ナビへの切り替え

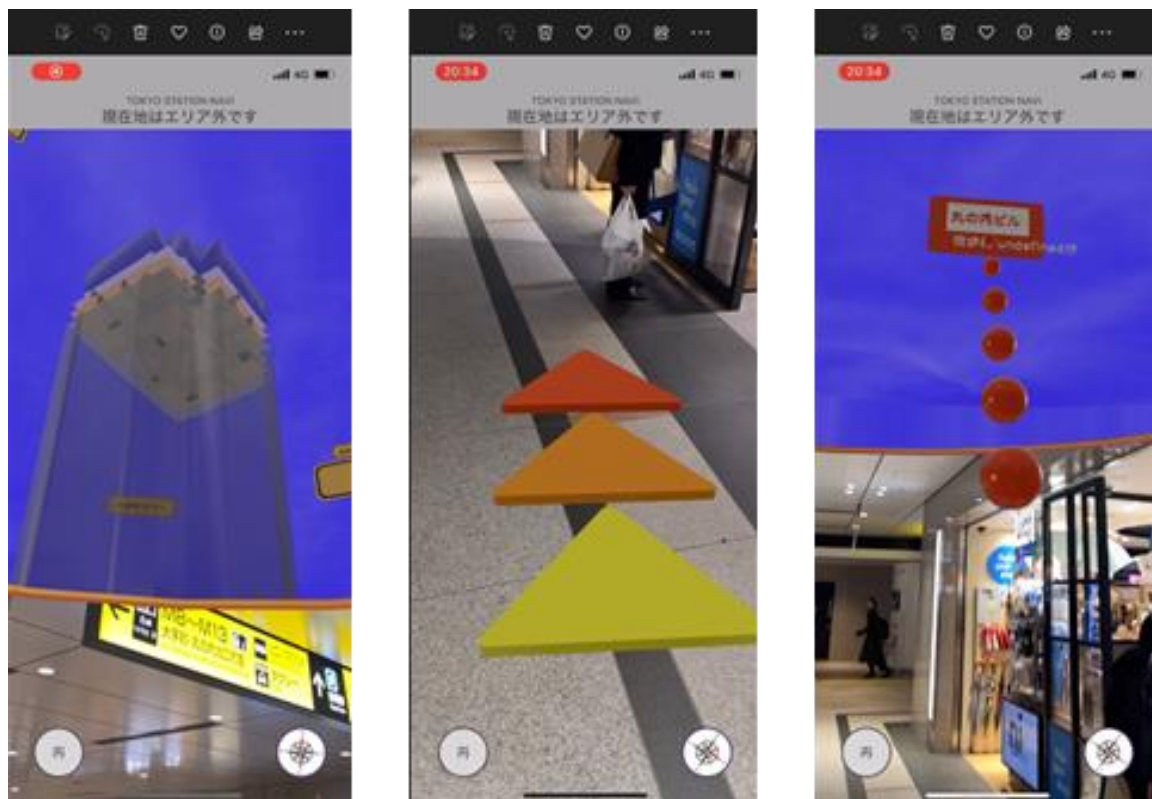


図 3-89 目的地建物表示/ルート案内矢印表示/目的地アイコン表示

4. 実証技術の検証

4-1. 3D ナビゲーションシステム検証

4-1-1. 検証目的

既存の 3D 都市モデル、ビル BIM モデル、新規作成する地下街モデルを統合した三次元地図基盤が、3D ナビゲーションに必要な情報を十分な情報量で実現されているかを確認する。

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	地図表示	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● 3D ナビゲーション用の三次元地図基盤上に、意図した通り3D 地図が表示される必要があるため 	<ul style="list-style-type: none"> ● 全域目視確認（作成した3D都市モデルの全域・全フロア）
2	屋内測位との連携	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● 屋内測位環境を構築した対象施設内において、自位置が正しく三次元地図上にされる必要があるため 	<ul style="list-style-type: none"> ● 屋内測位環境を構築した東京駅エリアの対象施設（東京駅、7棟ビル等）及び品川・高輪GW駅エリア対象施設（品川駅、高輪GW駅）の任意の地点で、三次元地図基盤上に概ね自位置が正しく表示されることを目視確認 ● 移動をする際に自位置が正しく追従するかを目視確認
3	目的地選択及び経路検索結果	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● 屋内測位環境を構築した対象施設内において自位置から任意の目的地を選択し、その目的地までの経路検索結果が表示される必要があるため ● 任意の目的地が正しく選択できることを確認する必要があるため 	<ul style="list-style-type: none"> ● 屋内測位環境を構築した対象施設において自位置から、対象施設内の店舗または施設を目的地として選択して経路検索を実行し、経路検索結果が表示され、その通り移動して目的地にたどり着けるかを確認 ● 対象エリア外の地点（屋内測位が有効でない地点）において、任意の出発地と目的地を設定して、経路検索結果が表示されるかを確認

4-1-3. 検証方法と検証シナリオ

1) 地図表示

東京ステーションナビ検証版アプリの2Dマップをベースに、作成した3D都市モデルの全域目視確認（全域・全フロア）を実施した。

目視確認した箇所は下記の通り。

表 4-2 3D 都市モデルの全域・全フロア目視箇所一覧

No.	検証エリア	対象施設	対象フロア
1-1	東京駅	東京駅	B5 総武線ホーム B4 京葉線ホーム、総武線コンコース B3 京葉線コンコース B2 B1 1F M2F 2F（ホーム階） 3F
1-2	東京駅	丸の内ビルディング	B1 1F 2F 3F 4F 5F 6F 35F 36F 外観

1-3	東京駅	新丸の内ビルディング	B1 1F 2F 3F 4F 5F 6F 7F 外観
1-4	東京駅	丸の内オアゾ	B1 1F 2F 3F 4F 5F 6F 外観
1-5	東京駅	丸の内パークビル	B1 1F 2F 3F 4F 外観
1-6	東京駅	常盤橋タワー	B1 1F 2F 3F 外観
1-7	東京駅	大手町タワー	B2 B1 外観

1-8	東京駅	KITTE 丸の内	B2 B1 1F 2F 3F 4F 5F 6F 外観
1-9	品川・高輪ゲートウェイ	品川駅	1F 2F 3F 4F
1-10	品川・高輪ゲートウェイ	高輪ゲートウェイ駅	1F 2F 3F

2) 屋内測位との連携

屋内測位環境を構築した東京駅エリアの対象施設（東京駅、7棟ビル等）及び品川・高輪 GW 駅エリア対象施設（品川駅、高輪 GW 駅）の任意の地点で三次元地図基盤上に概ね自位置が正しく表示されているかどうか、現地にて目視確認をおこなった。

下記に、東京駅・品川・高輪ゲートウェイ駅の任意の場所で自位置表示を確認した際の画面キャプチャと現地の写真、または東京ステーションナビと 3D ナビの自位置表示の確認をおこなった際の画面キャプチャを添付する。

【東京駅】1F 丸の内北口改札内		【東京駅】1F 丸の内地下北口改札外	
現在地	3Dナビ画面	現在地	3Dナビ画面
			
【東京駅】B1 丸の内地下北口改札外		【東京駅】B1 丸の内地下南口改札外	
現在地	3Dナビ画面	現在地	3Dナビ画面
			
【東京駅】B1 丸の内地下南口改札内		【東京駅】1F 丸の内地下中央通路	
現在地	3Dナビ画面	現在地	3Dナビ画面
			

図 4-1 屋内測位による自位置表示の目視確認（東京駅エリア）（1/2）



図 4-2 屋内測位による自位置表示の目視確認（東京駅エリア）（2/2）



図 4-3 屋内測位による自位置表示の目視確認（品川駅・高輪ゲートウェイ駅エリア）

3) 目的地選択及び経路検索結果

屋内測位環境を構築した対象施設において自位置から、対象施設内の店舗または施設を目的地として選択して経路検索を実行し、経路検索結果が表示され、その通り移動して目的地にたどり着けるかの確認をおこなった。

現地で経路検索をおこなった箇所は下記のとおり。

表 4-3 自位置から目的地までの経路検索結果の表示確認一覧

No.	現在地	目的地	経路検索結果
2-1	東京駅丸の内地下南口	スクエアゼロ	<ul style="list-style-type: none"> ● ルート表示 問題無し ● 経路 問題無し ● 目的地への到着 問題無く到着できた
2-2	東京駅丸の内北口改札内	東京駅 B1 銀の鈴エリア	<ul style="list-style-type: none"> ● ルート表示 問題無し ● 経路 問題無し ● 目的地への到着 問題無く到着できた
2-3	東京駅 B1 銀の鈴エリア	東京駅丸の内地下南口	<ul style="list-style-type: none"> ● ルート表示 問題無し ● 経路 問題無し ● 目的地への到着 問題無く到着できた
2-4	東京駅丸の内地下南口	KITTE 丸の内 1F	<ul style="list-style-type: none"> ● ルート表示 問題無し ● 経路 問題無し ● 目的地への到着 問題無く到着できた
2-5	丸の内ビルディング B1	丸の内ビルディング 1F	<ul style="list-style-type: none"> ● ルート表示 問題無し ● 経路 問題無し ● 目的地への到着 問題無く到着できた
2-6	品川駅 2F 改札外	品川駅 3F エキュート品川	<ul style="list-style-type: none"> ● ルート表示 問題無し ● 経路 問題無し ● 目的地への到着 問題無く到着できた
2-7	高輪ゲートウェイ駅 2F 改札内	高輪ゲートウェイ駅 3F エレベーター前	<ul style="list-style-type: none"> ● ルート表示 問題無し ● 経路 問題無し ● 目的地への到着 問題無く到着できた

対象エリア外の地点（屋内測位が有効でない地点）においては任意の出発地と目的地を設定して、経路検索結果が表示されるかの確認をおこなった。

東京駅の階層別フロアはこれまで最上階が3Fであったため、3Fフロアで駅から離れた場所にあるサピアタワーを出発地として選定し、そこから各フロア・ビル内へ目的地として設定した場合の経路検索結果を確認した。

下記、出発地・目的地設定の箇所と結果を示す。

表 4-4 任意の出発地・目的地設定による経路検索結果一覧

出発地	目的地		確認結果
東京駅 3F サピアタワー 「ファミマ！！」	東京駅 2F	18,19 番ホーム	○
	東京駅 1F	YOKU MOKU	○
	東京駅 B1	味噌カツ矢場とんグラスタ八重洲店	○
	東京駅 B2	女子トイレ	○
	丸ビル 1F	ビームスハウス	○
	新丸ビル 1F	Noguchi	○
	OAZO 1F	dari K 丸の内オアゾ店	○
	ブリックスクエア 1F	マルゴ丸の内	○
	TokyoTORCH 1F	フレンチ串揚げ BEIGNET	○
	KITTE 丸の内 1F	サザコーヒー	○
	大手町タワー B2F	だし茶漬けん	○

4-1-4. 検証結果

地図表示

今回7棟のビル（丸の内ビルディング、新丸の内ビルディング、丸の内オアゾ、丸の内パークビル、常盤橋タワー、大手町タワー、KITTE 丸の内）を追加したことにより、フロア表示数が大幅に増加した。

東京ステーションナビは既存の階層表示アイコンが存在するため、そのアイコンにフロア数を追加する対応が必要となる。また3Dナビでは、東京ステーションナビの階層フロア表示のスタイルを踏襲しながら、7棟ビルの選択ボタンを新たに追加し、各ビルとそのビル毎の対象フロアをユーザーが自由に選択できるように開発した。

これによりビルの外観と各ビルのフロアの地図表示を容易に目視確認することが可能となり、問題無く表示できていることを確認した。



図 4-4 7棟ビルの選択ボタン

屋内測位との連携及び、目的地選択及び経路検索結果

屋内測位との連携についても、各駅・ビルにて問題無く自位置表示ができていないこと、追従できていることを確認した。

屋内測位環境を構築した対象施設において自位置から、目的地を選択して経路検索結果が表示され、その通り移動して問題無く目的地にたどり着いたことを確認した。

また対象エリア外の地点（屋内測位が有効でない地点）においても、任意の出発地と目的地を設定して、経路検索結果が表示されるかを確認できた。評価値は目標値を達成した。

表 4-5 検証結果サマリー

黄セル：KPI 達成

青セル：KPI 未達

No.	評価指標・KPI	目標値	結果		
			項目	評価値	
1	地図表示 表 4-2	100%	東京駅	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● 全域目視確認（作成した3D 都市モデルの全域・全フロア） ● 品川アトレの店舗増設により4階フロアを追加した
			丸の内ビルディング		
			新丸の内ビルディング		
			丸の内オアゾ		
			丸の内パークビル		
			常盤橋タワー		
			大手町タワー		
			KITTE 丸の内		
			品川駅		
			高輪ゲートウェイ駅		
2	屋内測位との連携 表 4-3	100%	東京駅、7棟ビル 品川駅、高輪GW駅	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● 各駅・ビルにて、問題無く自位置表示ができていて、追従できていることを確認した
3	目的地選択及び経路検索結果 表 4-4 表 4-5	100%	表 4-4 自位置から目的地までの経路検索結果の表示	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● 屋内測位環境を構築した対象施設において自位置から、目的地を選択して経路検索結果が表示され、その通り移動して目的地にたどり着けるかを確認した ● 対象エリア外の地点（屋内測位が有効でない地点）において、任意の出発地と目的地を設定して、経路検索結果が表示されるかを確認
			表 4-5 東京駅 3F サピアタワーから各ビル 1F を目的地と設定した経路検索結果		

4-2. AR アプリの検証

4-2-1. 検証目的

構築した AR アプリを使い、東京駅エリアにて地下から地上を見上げた時に、AR 表示した 3D 都市モデルを表示することができるかを検証する。

4-2-2. KPI

表 4-6 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	モデル表示	100%	<ul style="list-style-type: none"> AR アプリ用に作成した 3D 都市モデルが意図した通り表示されている必要があるため 	<ul style="list-style-type: none"> 目視確認：AR 表示した 3D 都市モデルに欠損がないか、意図した通り表示されるかを画面上で目視確認 その他文字注記（ビル名など）が正しく表示されるかを画面上で目視確認
2	屋内測位との連携	100%	<ul style="list-style-type: none"> 屋内測位環境を構築した対象施設内の地点において、その位置に応じた 3D 都市モデルが表示される必要があるため 	<ul style="list-style-type: none"> 対象施設に行き、その地点に応じた 3D 都市モデルが AR 表示されるかを画面上で目視確認する ユーザーの向き（東西南北）に応じて、AR 表示した 3D 都市モデルが正しく表示されるかを画面上で目視確認
3	目的地表示	100%	<ul style="list-style-type: none"> 選択した目的地が表示される必要があるため 	<ul style="list-style-type: none"> 屋内測位環境を構築した対象施設内に行き、その地点から選択した目的地がモデル上の正しい位置に表示されるかを画面上で目視確認

4-2-3. 検証方法と検証シナリオ

1) モデル表示

AR 表示した 3D 都市モデルに欠損がないか、意図した通り表示されるか画面上で目視確認をおこなった。
その他文字注記（ビル名など）が正しく表示されるか画面上で目視確認をおこなった。

2) 屋内測位との連携

対象施設（東京駅周辺）の地点に応じた 3D 都市モデルが AR 表示されるか画面上で目視確認をおこなった。
ユーザーの向き（東西南北）に応じて、AR 表示した 3D 都市モデルが正しく表示されるか画面上で目視確認をおこなった。

3) 目的地表示

屋内測位環境を構築した対象施設内で、その地点から選択した目的地がモデル上の正しい位置に表示されるか画面上で目視確認をおこなった。

AR 機能は天井を見上げる状態で 7 棟のビルを閲覧するため、駅利用者の通行の妨げになることを懸念し、駅構内では利用不可として、改札外で閲覧可能としている。

1) 2) の確認をおこなうにあたり、東京駅に行かなくともオフィス内等、どこでも 7 棟ビルのモデルを閲覧できるように下記ツールを作成した。

東京駅の緯度・経度情報を入力することにより、東京駅にいと仮定した状態で AR 機能を利用でき、目視確認をおこなうことが可能となった。



図 4-5 AR アプリ確認用ツール



図 4-6 東京駅ではない場所での AR 目視確認の様子

4-2-4. 検証結果

- 1) 3D モデル表示は表示に加え、スマホでユーザーがストレス無く使用できるように、データの軽量化も進めた
- 2) 3) については、現地での確認も合わせておこない、矢印がビル方向に表示できていることを確認した。

表 4-7 検証結果サマリー

黄セル：KPI 達成	青セル：KPI 未達
------------	------------

No.	評価指標・KPI	目標値	結果		示唆
			項目	評価値	
1	モデル表示	100%	東京駅	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● 目視確認：AR 表示した 3D 都市モデルに欠損がないか、意図した通り表示されるか画面上で目視確認をおこなった ● その他文字注記（ビル名など）が正しく表示されるか
			丸の内ビルディング		
			新丸の内ビルディング		
			丸の内オアゾ		
			丸の内パークビル		

			常盤橋タワー		画面上で目視確認をおこなった
			大手町タワー		
			KITTE 丸の内		
2	屋内測位との連携	100%	東京駅改札外の地点 ・京葉線コンコース外 ・動輪広場 ・丸の内地下北口	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● 対象施設に行き、その地点に応じた 3D 都市モデルが AR 表示されるかを画面上で目視確認する ● ユーザーの向き（東西南北）に応じて、AR 表示した 3D 都市モデルが正しく表示されるかを画面上で目視確認
3	目的地表示	100%	東京駅改札外の地点 ・京葉線コンコース外 ・動輪広場 ・丸の内地下北口	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● 屋内測位環境を構築した対象施設内に行き、その地点から選択した目的地がモデル上の正しい位置に表示されるか画面上で目視確認をおこなった

5. BtoB ビジネスでの有用性検証

5-1. 検証目的

実証仮説に基づき、以下の検証目的を設定した。

【検証仮説（再掲）】

- ターミナル駅を中心とした複雑な都市内においては、駅は駅のみ、ビルはビルのみ情報しか保有しておらず、駅とその周辺のエリアで情報共有をすることが困難であったが、三次元地図基盤によりエリア内の情報共有が可能となる。
- 鉄道駅・建物の屋内パブリック空間、地下街等をシームレスにつなぐ三次元地図基盤を整備し、「東京ステーションナビ」アプリで活用することで、エリア内のシームレスなナビゲーションが可能になるとともに、情報を鉄道駅利用者、来街者、住民・就業者など全てのエリア内の滞在者に配信することが可能となる。

主に以下の2点について、BtoB ビジネスに向けた有用性をエリアマネジメント団体へのヒアリング・アンケートにより確認した。

- 三次元地図基盤に必要な情報の精度と量を検証する。
- 三次元地図基盤がまちづくり DX の推進という観点で需要があるか評価し、他エリア展開の実現可能性を検証する。

5-2. 被験者

本ユースケースで構築する三次元地図基盤は、エリアマネジメント団体に参加する事業者や、鉄道駅関連事業者の担当者に活用していただくことをターゲットとしている。本実証実験では、以下の対象者にヒアリング・アンケートを行い、三次元地図基盤に必要な情報の精度と量、および他エリア展開の実現可能性を検証した。

表 5-1 被験者リスト

分類	具体名称	部署	担当業務	人数※
エリアマネジメント団体 (大丸有まちづくり協議会)	三菱地所株式会社	都市計画企画部 エリアマネジメント企画部 運営事業部	スマートシティ関係担当、 防災担当、 エリアマネジメント 店舗運営	5名(7名)
	東京建物株式会社	ビルマネジメント第一部	まちづくり、ビル管理	4名(1名)
	J Pビルマネジメント株式会社	丸の内営業所(J Pタワー・KITTE)	まちづくり、ビル管理運営	2名(2名)
	エコツェリア協会 (一般社団法人 大丸有環境共生型まちづくり推進協会)	環境 R&D	まちづくり	1名(1名)
鉄道駅関連事業者	JR 東日本クロスステーション	デベロップメントカンパニー	改札内/外の店舗運営管理 (東京駅、品川駅、高輪GW 駅)	2名(1名)
	株式会社アトレ	運営推進部	駅ビル(改札外)商業施設の運営管理	2名(1名)
	東日本旅客鉄道株式会社	品川・大規模開発部門	エリアマネジメント、開発	1名(1名)

括弧外はヒアリング実施数。括弧内はアンケート数。途中参加・退席の関係で双方の数字が異なる

5-3. 検証方法

検証方法としては、被験者（ヒアリング対象者）に対して三次元地図基盤、3D ナビゲーション機能、AR 機能の説明を行い、ヒアリング・アンケートを実施した。

事業者向けヒアリングの実施方法

- ヒアリング対象者の企業ごとに個別にヒアリング会を実施した。
- オンライン会議（Teams）にて実施した。
- ヒアリング対象者には、本件アプリの3D ナビ機能及びAR 機能を体験してもらった。
- ヒアリング実施にあっては、事前に送付したアンケートにご回答いただいたうえで、その回答を確認しながらご意見をお聞きした。

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

表 5-2 アジェンダ・タイムテーブル

No.	アジェンダ	所要時間
1	本実証で開発した三次元地図基盤の説明	5分
2	本実証で開発した三次元地図基盤、3Dナビゲーション機能、AR機能の説明	5分
3	No.1「わかりやすさ」ヒアリング	5分
4	No.2「必要な情報の量と精度」ヒアリング	10分
5	No.3「需要はあるか」ヒアリング	10分
6	No.4「他エリア展開は可能か」ヒアリング	10分
7	No.5「災害時の情報発信に有効か」ヒアリング	5分
8	No.6「三次元地図基盤の適用可能性」ヒアリング	5分
9	その他質疑応答及び一般公開アプリでのアプリアンケートへのご協力依頼	5分

5-4-2. アジェンダの詳細

表 5-3 アジェンダの詳細

No	アジェンダ（再掲）	内容
1	本実証で開発した三次元地図基盤の説明	<ul style="list-style-type: none"> ● 本実証実験でアプローチする課題や背景の説明 ● 本実証実験の比較対象となる従来手法の説明 ● システムの全体像の説明
2	本実証で開発した三次元地図基盤、3D ナビゲーション機能、AR 機能の説明	<ul style="list-style-type: none"> ● ヒアリングまでに三次元地図基盤、3D ナビゲーション機能、AR 機能をご覧いただいていないヒアリング対象向けに、アプリの画面キャプション動画を利用して説明
3	No.1「わかりやすさ」ヒアリング	<ul style="list-style-type: none"> ● 以下のアンケート内容についてご意見をお聞きし、質疑応答。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 設問 1：3D ナビゲーションで表示した三次元地図は、既存の二次元の地図と比較してわかりやすいですか？ ➤ 設問 2：3D ナビゲーションで表示した三次元地図で、階段、エレベーター、エスカレーター等の設備は分かりやすいですか？
4	No.2「必要な情報の量と精度」ヒアリング	<ul style="list-style-type: none"> ● 以下のアンケート内容についてご意見をお聞きし、質疑応答。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 設問 3：3D ナビゲーションで表示した三次元地図に追加したほうが良い情報（地物）はありますか？ ➤ 設問 4：3D ナビゲーションで表示した三次元地図に古い（現況と一致しない）情報はありましたか？ ➤ 設問 5：3D ナビゲーションで表示した三次元地図は、地図情報レベル 500 程度の精度を目標に整備しましたが、適切でしょうか？
5	No.3「需要はあるか」ヒアリング	<ul style="list-style-type: none"> ● 以下のアンケート内容についてご意見をお聞きし、質疑応答。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 設問 6：3D ナビゲーションで表示した三次元地図を、すでにご利用中の地図アプリ、地図システム等で利用可能な場合、ご利用になりたいですか？ ➤ 設問 7：利用料金により利用するか利用しないかを考えた場合、いくらぐらい（月額利用料）であればご利用になる可能性はありますか？

6	No.4「他エリア展開は可能か」ヒアリング	<ul style="list-style-type: none"> ● 以下のアンケート内容についてご意見をお聞きし、質疑応答。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 設問 8：このような三次元地図基盤がほかのエリアでもあれば、ご利用になりますか？（あるいは他のエリアの方々に利用をお勧めしますか？） ➤ 設問 9：「利用する（利用を薦める）」の場合、そのエリアはどのエリアですか？ ➤ 設問 10：どのような条件をクリアすれば、利用したいと思いますか？
7	No.5「災害時の情報発信に有効か」ヒアリング	<ul style="list-style-type: none"> ● 以下のアンケート内容についてご意見をお聞きし、質疑応答。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 設問 11：3D ナビゲーションで表示した三次元地図を使用して、平常時は一般利用者向けルートサービス、災害時には避難場所や帰宅困難者受入施設などの情報を提供することは有用だと思いますか？ ➤ 設問 12：3D ナビゲーションで災害時に必要な情報と想定される「帰宅困難者受入施設」「公衆電話」「AED」「病院・クリニック」等の情報が検索可能であります、それらの情報が入っていることは認知できましたか？ ➤ 設問 13：認知されるには、どのような工夫が必要だと思われますか？ ➤ 設問 14：災害時に発信したい情報は何か？
8	No.6「三次元地図基盤の適用可能性」ヒアリング	<ul style="list-style-type: none"> ● 以下のアンケート内容についてご意見をお聞きし、質疑応答。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 設問 14：三次元地図基盤が東京駅周辺のまちづくり DX 推進に最も役に立つと思われる分野について下記より選んでください。（複数回答可）※まちづくり DX・・・「基盤となるデータ整備やデジタル技術の活用を進め、まちづくりの在り方を変革することで都市における新たな価値創出又は課題解決を図ること」
9	その他質疑応答及び一般公開アプリでのアプリアンケートへのご協力を依頼	<ul style="list-style-type: none"> ● 一般ユーザーとして、アプリのアンケート調査への参加協力を依頼。 ● 社内関係者へのも一般ユーザーとして、アンケート調査への参加に関する周知を依頼 ● その他、質疑応答を実施

5-4-3. 検証項目と評価方法

三次元地図基盤、それを活用した 3D ナビ、AR 機能について、まちづくり DX の推進の観点からご有用かという観点で各施設管理者にアンケート・ヒアリングを行い、その結果を定量・定性的に評価した。

表 5-4 検証項目と評価方法

検証観点	No	検証項目	定量評価	定性評価
1) 三次元地図基盤はまちづくり DX 推進の観点から有用か	1	三次元地図基盤を利用した 3D ナビ、AR 機能は分かりやすいか	<ul style="list-style-type: none"> ● ヒアリングを実施 ● 選択肢は「とてもわかりやすい」「ややわかりやすい」「どちらともいえない」「ややわかりにくい」「とてもわかりにくい」のように 5 段階評価とする。 ● 回答を集計して各設問の選択率から評価 ● 被験者の担当業務に応じて回答の内容を評価 	● 各設問の自由回答欄を設ける（ご意見を聞き取る）。
	2	必要な情報の量が確保できたか（まちづくり DX 推進に必要な地図の空間情報属性（地物）、属性を評価する）		
	3	需要はあるか（利用するにあたって、どのような観点にどのような点においてにあるかを評価する）		
	4	他エリア展開は可能か（他エリア展開が容易に実現可能か評価する）		
	5	災害時の情報発信に有効か（帰宅困難受入施設等の情報発信は有用か評価する）		

今回のヒアリングは Teams を利用して実施した（株式会社アトレ様のみ対面で実施）。各事業者へのヒアリング実施日時は以下のとおりである。なお、事前に案内をしたアンケートについては、各事業者社内関係者へのご回答についても協力を依頼した。

- 2024 年 2 月 26 日(月)14:00～ J P ビルマネジメント株式会社
- 2024 年 2 月 27 日(火)11:30～ 三菱地所株式会社
- 2024 年 2 月 27 日(火)16:00～ 株式会社 JR 東日本クロスステーション
- 2024 年 2 月 29 日(木)17:00～ 東京建物株式会社
- 2024 年 3 月 5 日(火)10:40～ 株式会社アトレ

3D ナビの動画資料を用いて、作成した三次元地図基盤等を説明している様子。



図 5-1 ヒアリングの様子（3D ナビを動画で説明）

三次元地図基盤、3D ナビ、AR アプリの資料を基に、今回の取り組み内容を説明している様子。



図 5-2 ヒアリングの様子（今回の取り組み内容を資料で説明）

uc23-05_技術検証レポート_地下街データを活用したナビゲーションシステム

事前にご案内したアンケートフォームを表示しながら各設問の内容について、参加者の意見をヒアリングしている様子。

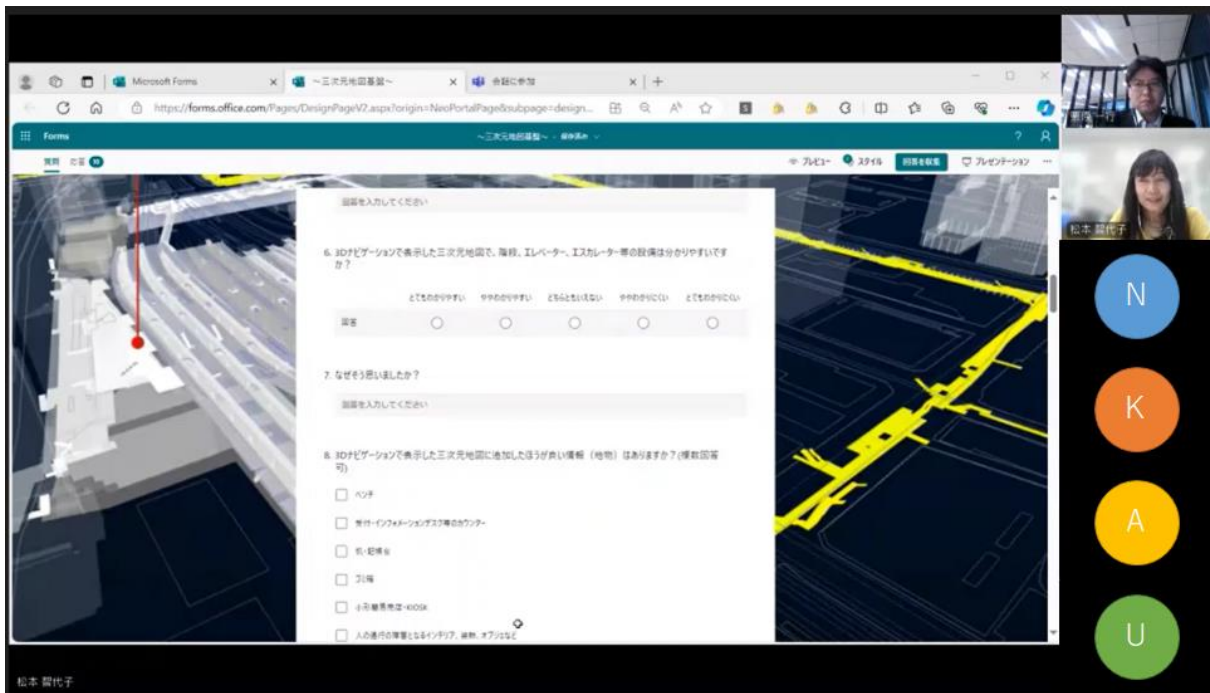


図 5-3 ヒアリングの様子（各設問についてヒアリング）

5-5. 検証結果

施設管理者に対しても、3D ナビゲーション機能、AR アプリ、及び今回構築した三次元地図基盤に対してアンケートとヒアリングを実施した。結果としては、3D ナビ、AR アプリともに一般ユーザーと同様、高い評価が得られた。今回構築した三次元地図基盤についても、「まちづくり、エリアマネジメントの観点でいうと、道路下などのパブリックな空間と各施設管理者の管理する空間がシームレスにつながっている価値は高い」とのコメントを頂いた一方で、情報の粒度については評価が分かれた。例えば、情報が多すぎると混乱する、データが多いとパフォーマンスが落ちることで UX/UI に影響があるといった懸念も上がった。施設管理者として今後、三次元地図基盤を活用するという観点では、「情報量を増やすこと」と「データの軽量化」という相反をどう克服するのが良いか、引き続き検討が必要であることが分かった。

三次元地図基盤に関する今後の利用、他エリアでの活用についても概ね好意的な意見を頂いた。複数の施設管理者が共用可能な地図基盤の需要があることを確認できた。「通行可能ルート・人数のシミュレーション」「マーケティング」「人流密度・混雑度の可視化」「バーチャル空間を創出」「ロボットの活用」「まちづくり協議で活用」「防災計画・ハザードマップ等に活用」といった領域で三次元地図基盤を活用したいとの声も得られ、複数の用途で利用の可能性があることが明らかとなった。

● 1) わかりやすさ

Q1 設問 1 : 3D ナビゲーションで表示した三次元地図は、既存の二次元の地図と比較してわかりやすいですか？

「とてもわかりやすい」が 2 件 (14%)、「分かりやすい」が 5 件 (36%) となり、全体の半数で好意的な評価を得た。屋内地図を立体的に表現することで“分かりやすい”という評価をえることができた。一方、「どちらともいえない」が 2 件 (14%)、「ややわかりにくい」が 5 件 (36%) を占めた。「ややわかりにく」という指摘も多いことから、屋内や地下空間における三次元地図の見せ方については課題が残っていることが明らかになった。

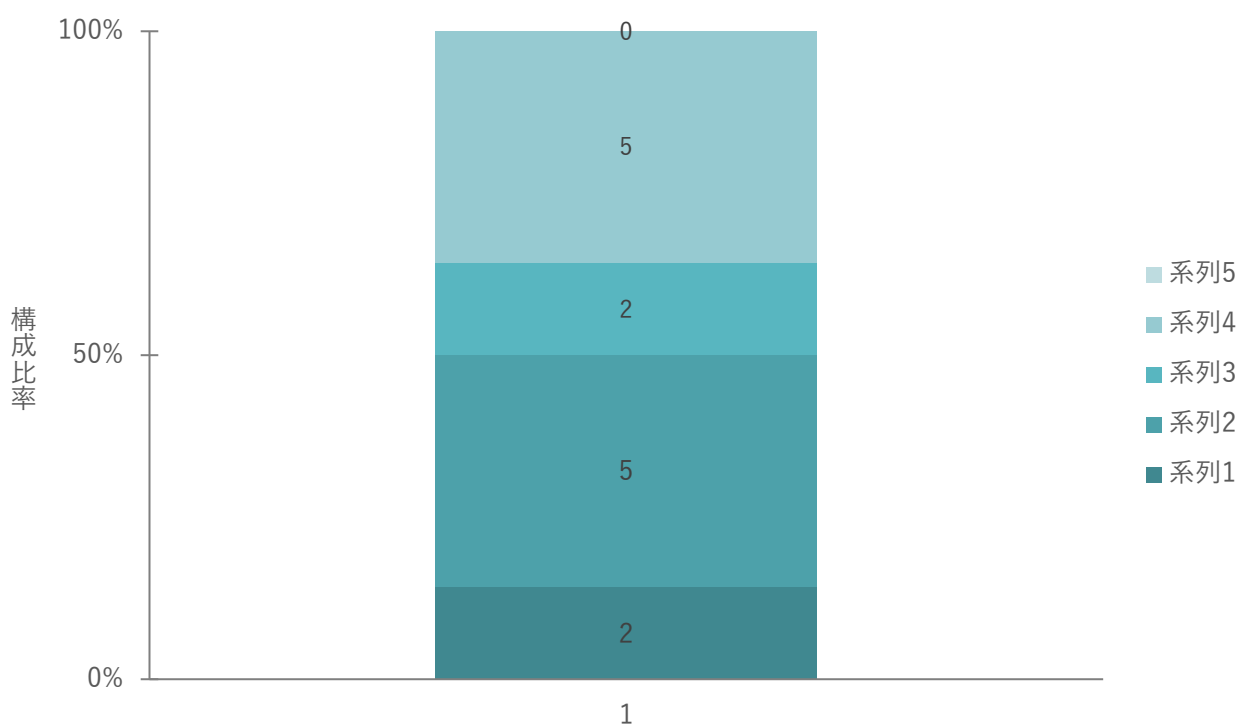


図 5-4 三次元地図のわかりやすさ

定性評価では、以下のように一定評価があるものの、次年度に向けた課題となるフィードバックが寄せられた。

表 5-5 関連する定性コメント

No	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	とてもわかりやすい	<ul style="list-style-type: none"> ● 東京駅はまるで立体迷路のため、何階に目的地があるのかもわからないことが多く、3D的な案内が効果を発揮したため。また iPhone で操作しましたが、操作性がとてもよかったため ● 壁面、階段が立体的にみえた
2	ややわかりやすい	<ul style="list-style-type: none"> ● 立体的で把握しやすい ● 立体感がわかるため。ただし、現地で使っておらず、現在地が表示されてない状態のため、現地で使用してみたい ● 地図自体はわかりやすいが、3D 地図データの読み込みに時間がかかるため ● 東京駅周辺において、地下を移動する際の経路がわかりやすく表示されるため
3	どちらともいえない	<ul style="list-style-type: none"> ● とても分かりやすい部分と、逆に混乱する部分があるように思われました ● 簡略化しすぎるとどこを歩いているのか分からなくなり、リアルに近づけると複雑化しすぎて、迷いやすくなるのでなかなか難しい問題である
4	ややわかりにくい	<ul style="list-style-type: none"> ● 3D モデルと実空間が頭の中で整合が取れない（3D モデルが簡易すぎる）ように感じました ● 3D に慣れれば良いが、2 画面の情報量が多くわかりづらい。普段 Google マップを使うが迷う時ある。立ち上がりが早くなれば歩いている最中に見られるようにしてほしい。3D 背景が見ているものと同じになればわかりやすい。テクスチャを貼ると動作が重くなる。店舗看板押さないと名前出てこない ● 通路はわかりやすいですが、各区画のファサード部分も壁が立ち上がっており、どこが入口なのか分からないので、ファサード部分の壁は取った方が良い、もしくは表現を変更する方がわかりやすいのではと思います ● 案内のスムーズさ、途中で店舗間仕切りに当たりながら進むなど、改善点が残っている印象である
5	とてもわかりにくい	—

Q2 3D ナビゲーションで表示した三次元地図で、階段、エレベーター、エスカレーター等の設備は分かりやすいですか？

概ね高い評価を得た。「とてもわかりやすい」が4件（31%）、「ややわかりやすい」が4件（31%）で半数を超えた。従来の階層別平面の地図では、階段、エスカレーター、エレベーターは平面のポリゴンで表示されるが、三次元にしたことで階段、エスカレーターについては上階に向かうのか、下階に向かうのかが明示されたことで、「わかりやすい」という結果になった。

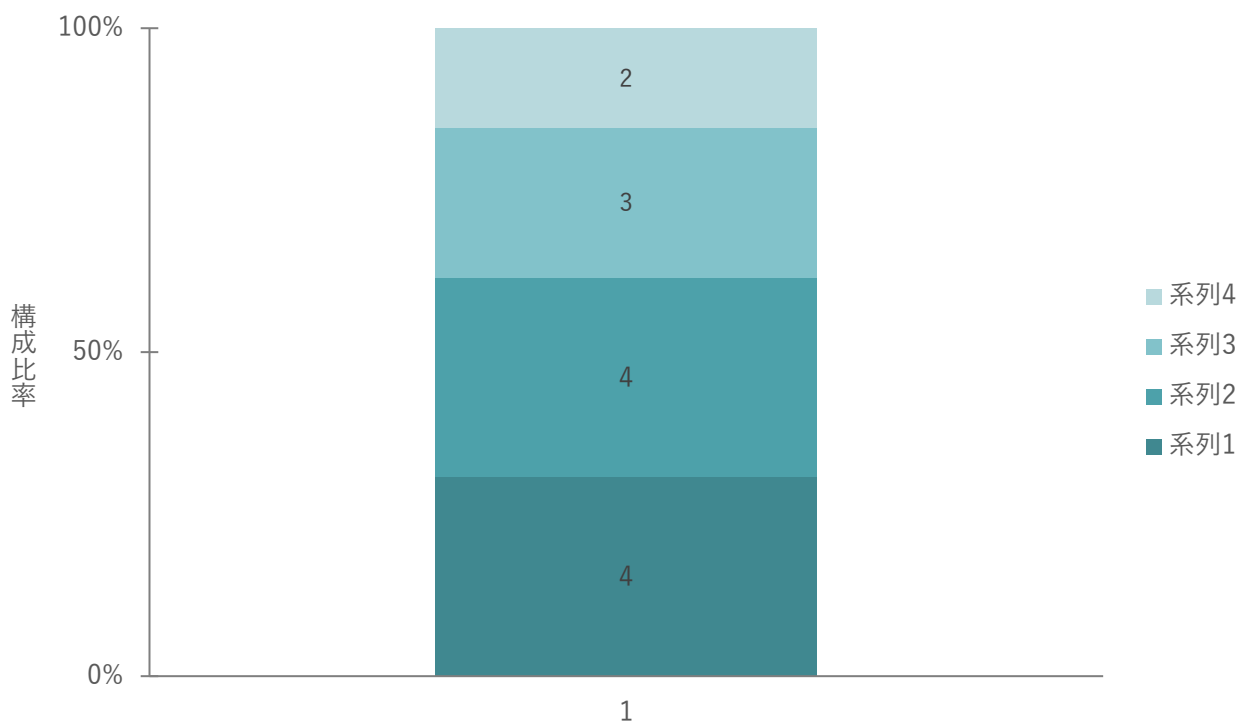


図 5-5 階段、エスカレーター、エレベーター等の分かりやすさ

定性評価では、以下のように一定評価があるものの、次年度に向けた課題となるフィードバックが寄せられた。

表 5-6 関連する定性コメント

No	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	とてもわかりやすい	<ul style="list-style-type: none"> ● 立体的にみえたため ● 2D ではわかりにくい、上りか下りかがわかるため
2	ややわかりやすい	<ul style="list-style-type: none"> ● 図面と一致していると思うのでリアルに感じる ● 視覚的に階段等だとわかるような表現になっているため、そこはわかりやすかったが実空間との同様にピクトなどを搭載するとわかりやすいと思います ● 階段、エスカレーターは3Dで表示されており、空間のイメージがしやすい。エレベーターもアイコンで表示されており、視認しやすい
3	どちらともいえない	<ul style="list-style-type: none"> ● 経路と空間が一致していれば大変分かりやすく、外れていると混乱するように思いました ● エスカレーターは自分がルート上載っていくので分かり易かったが、エレベーターはいつ乗り込んだか分からなかった
4	ややわかりにくい	<ul style="list-style-type: none"> ● 店舗名のプラカードが表示されるなど工夫はあるが、空間のテクスチャがないので始めていく建物の場合は空間を理解しにくいと感じた

- 2) 必要な情報の量と精度が確保できたか

Q3 3D ナビゲーションで表示した三次元地図に追加したほうが良い情報（地物）はありますか？

追加が望まれる地物が明らかになった。多かったのは「コインロッカー」「ATM」「受付・インフォメーションデスク等のカウンター」である。

今回の取り組みではスマホで使える 3D ナビを目指して、モデルの軽量化を実施している。地物を追加することは三次元地図データファイル容量が増えることを意味するので、追加地物については慎重に検討をしたい。

なお、追加地物のリストについては、国土地理院「3次元屋内地理空間データ仕様書」の「別表 8.5.1. 設置物要素のカテゴリ」を参照した（参照 URL <https://www.gsi.go.jp/common/000212584.pdf>）。

表 5-7 追加要望のあった地物

	追加が望まれる地物	回答件数
1	ATM（現金自動預け払い機）	4件
2	コインロッカー	4件
3	受付・インフォメーションデスク等のカウンター	4件
4	（鉄道駅等の）自動改札機	3件
5	ベンチ	3件
6	小形簡易売店・KIOSK	3件
7	ゴミ箱	2件
8	自動販売機	2件
9	扉	2件
10	（鉄道駅等の）ホームドア・可動式ホーム柵等	1件
11	（鉄道駅等の）自動券売機	1件
12	パーテーション・間仕切壁	1件
13	パネル	1件
14	視覚障害者誘導用ブロック等（線状ブロック等）	1件
15	視覚障害者誘導用ブロック等（点状ブロック等）	1件
16	植栽・花壇	1件
17	人の通行の障害となるインテリア、装飾、オブジェなど	1件
18	窓	1件
19	待合せ場所等になる箇所	1件
20	両替所	1件

地物の追加に関しては以下のコメントも得られた。今後の三次元地図基盤の改良についてのフィードバックがえられた。

表 5-8 関連する定性コメント

No	関連する定性コメント
1	具体的に何がベターなのかが整理できていないですが、実空間と 3D とが頭の中で整合できるような情報（かつ情報過多にならない）が必要かと思いました
2	データダウンロードに時間がかかったので一般利用者にとっての最初のハードルと思われた。通信料節約の志向がある場合はなおさらハードルが高い。また iPhoneSE でもできましたが、注に iPhone13 以降が対象と注が出されたのでそこで諦める人も多いと思われます。今後、JR 東日本様の災害時の一時滞在場所や、千代田区災害ダッシュボードの紐づけ等を検討すると、東京駅の帰宅困難者問題の対策の点で、社会的に大きな意義があると感じました。
3	3D モデルに風景画像が立体的に貼り込まればとても良いですが、経路が曲がる地点等で、部分的にでも情報を増やすことで、現在地点の確信が上がり、安心して使用できるようになるのではないかと思います。
4	小さなショップが入り組んでいるエリアは、ショップサインが林立してしまい、目的のショップがかなり探しづらいという点が挙げられる。3D にすることで情報量が多くなってしまい、かつルート検索の時などスマホの小さな画面を上下 2 分割で追わなければならないのも慣れないとややわかりづらいと思われまる。
5	3D 画面が無機質なのでもう少し温かみのある形や現在地がわかりやすくなるとよいと感じる。

Q4 3D ナビゲーションで表示した三次元地図に古い（現況と一致しない）情報はありましたか？

概ね高い評価を得た。今回の取り組みでは各ビルの BIM データを活用したが、最新の情報が反映された BIM データを利用したことから各施設管理者が管理するビルについては地図の鮮度が保たれた状態であった。一方で道路下の共用空間である地下街（地下道）についてはデータの最新化が必要であることが分かった。

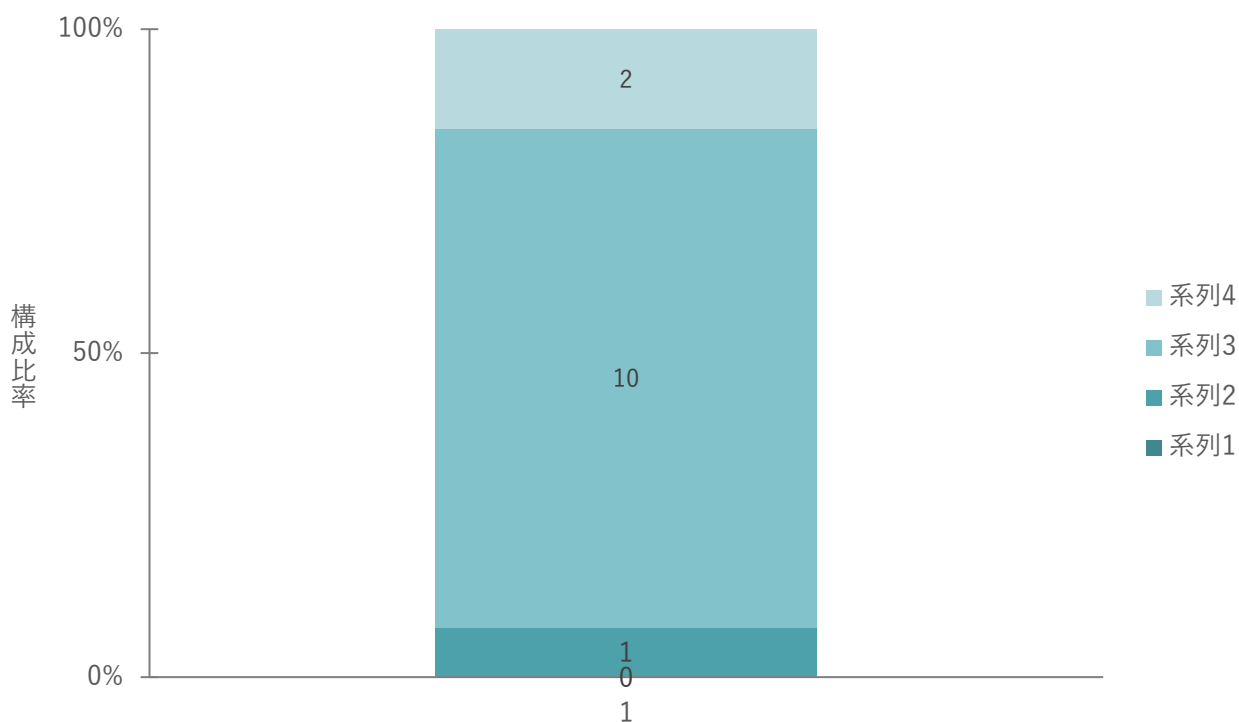


図 5-6 古い情報の有無

定性評価では、以下のように一定評価があるものの、次年度に向けた課題となるフィードバックが寄せられた。

表 5-9 関連する定性コメント

No	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	たくさんあった	—
2	ややあった	<ul style="list-style-type: none"> ● 実際に歩きながらではないので、具体的には差分が分からないのですが致し方ないことのように思いました ● 地下道の一部が古い情報のままだったと思った
3	わからなかった	<ul style="list-style-type: none"> ● 現況より簡易なモデルとなっていたため、現況と一致しているのかわからないのが、正確には理解できませんでした
4	あまり気にならなかった	—
5	全く気にならなかった	—

Q5 3D ナビゲーションで表示した三次元地図は、地図情報レベル 500 程度の精度を目標に整備しましたが、適切でしょうか？

アンケートの回答は賛否が分かれる結果となったが、どちらの回答においてもパフォーマンスと精度のバランスが重要であるとの一致した見解であった。両者のバランスが取れたビルと駅、ビルとビルが一定の地図精度で接続している地図データについては一定の価値があると考えられる。

今回の取り組みで利用した建物の BIM データについては、そもそも精度の高い情報であるため、屋内空間における地図情報レベルについては引き続き検討を行っていく。

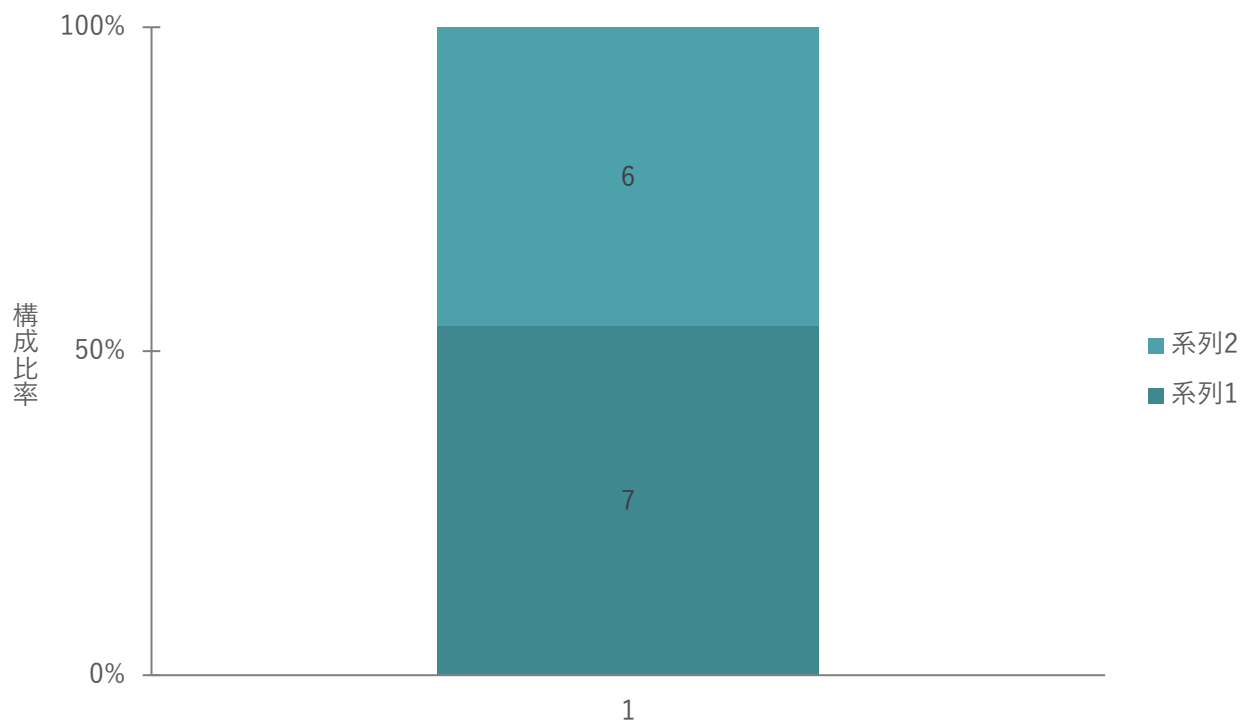


図 5-7 地図情報レベル 500 は適切か

定性評価では、以下のように一定評価があるものの、次年度に向けた課題となるフィードバックが寄せられた。

表 5-10 関連する定性コメント

No	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	適切だと思う	<ul style="list-style-type: none"> ● 使用感としては概ね満足感があったため。一方で、空間情報の鮮度が落ちてきたときに、混乱度が増し、満足感が下がる可能性はあると思われる、その辺りをどのように補うか（情報の維持管理をどうしていくか）がカギになると感じました ● 情報が細かすぎてもわかりにくくなるだけであり、適度な情報量だと思いました ● 旅客、来街者の観点からすると、もう少し構内や街の目印などがあつた方が分かり易い地図になると思う ● 徒歩で移動する距離感と縮尺がマッチしていると感じたため ● 最低限ルートがわかるレベルの精度で良いと思う。あまり情報が多すぎる・精細すぎると、アプリとしての動作が遅くなると思われる
2	分からなかった	<ul style="list-style-type: none"> ● 情報粒度としては簡易すぎるような気がしました。他方データ容量等の課題もあるかと想像しましたので、ユーザーサイドからみた必要な情報の粒度と管理サイドから見た適切な情報の粒度のバランスを考えながら検討が必要なのかと想像しました

● 3) 需要はあるか

Q6 3D ナビゲーションで表示した三次元地図を、すでにご利用中の地図アプリ、地図システム等で利用可能な場合、ご利用になりたいですか？

「とても利用したい」が2件（15%）、「利用したい」が4件（31%）で、約半数が利用したいという評価であった。三次元の地図でかつビルとビルを接続する地下街（地下道）部分がつながっているということに価値があることが分かった。特にエリアマネジメント団体としてまちづくりを担当としている回答者でその傾向があった。

一方で、「あまり利用したくない」が4件（31%）あった。コメントから3Dの必要性を十分に訴求できていないことから、三次元地図基盤を活用できるまちづくり・エリアマネジメントのユースケースのバリエーションの拡大が必要であると考えられる。

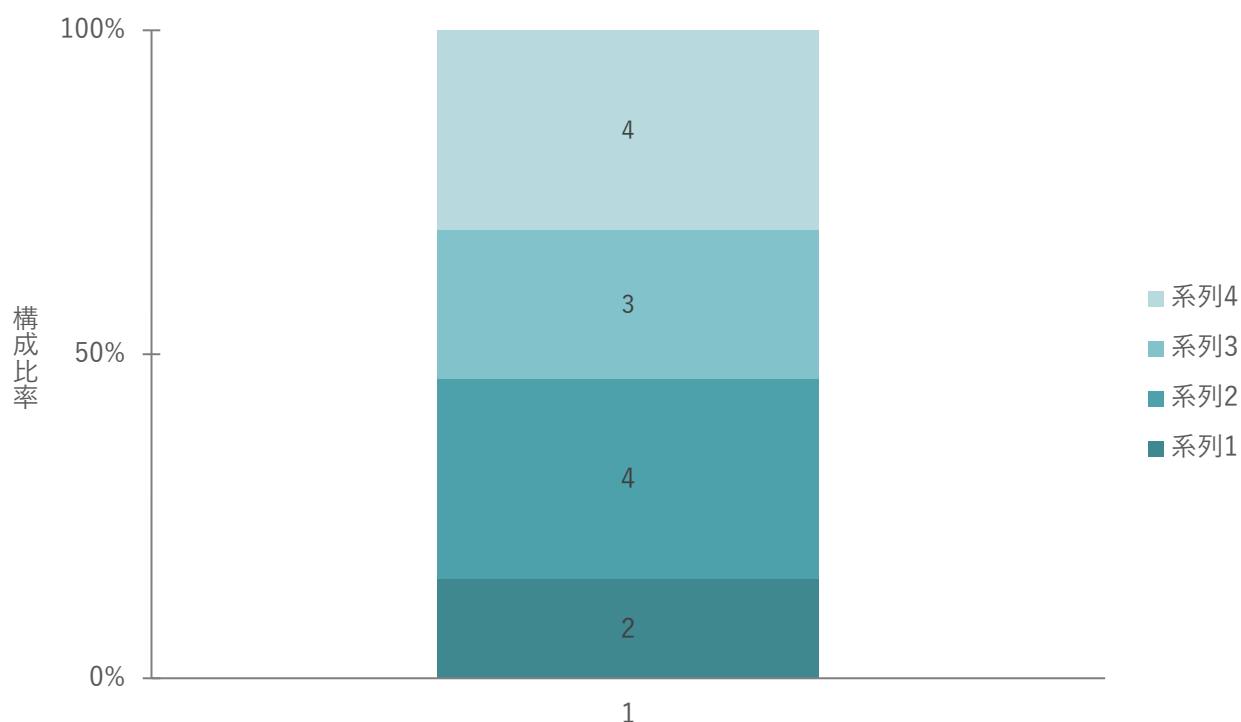


図 5-8 三次元地図の利用希望

定性評価では、以下のように一定評価があるものの、次年度に向けた課題となるフィードバックが寄せられた。

表 5-11 関連する定性コメント

No	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	とても利用したい	<ul style="list-style-type: none"> ● (日常生活でもよく) Google map を使うことが多いが、Google map よりも分かりやすいと思ったから
2	利用したい	<ul style="list-style-type: none"> ● 地図がみやすかった。但し立ち上がりの時間がかかると困ると思う。通信環境が良くなれば使いやすくなる ● 駅前の立体的に複雑な建物ではわかりやすく使えると思う ● 東京、品川以外でも使えるようになれば、積極的に利用すると思うため ● 地下の移動時に、目的地までのルートを把握しやすいため
3	どちらともいえない	<ul style="list-style-type: none"> ● 利用したいものの、データに一定の重さがある為、現状では通信費が気になりました ● 2D 地図の方がまだ見慣れているから。3D に慣れるようになれば問題ないと思う
4	あまり利用したくない	<ul style="list-style-type: none"> ● 現時点では、2D のナビゲーションで十分なような気もしました。 ● 3D は酔いそうな印象がある ● 作動に時間がかかるため ● 工夫は感じるが、実用レベルには達していないのではないか。先進的な取り組みなので、更なる進化を期待する
5	全く利用したくない	—

Q7 利用料金により利用するか利用しないかを考えたい場合、いくらぐらい（月額利用料）であればご利用になる可能性はありますか？

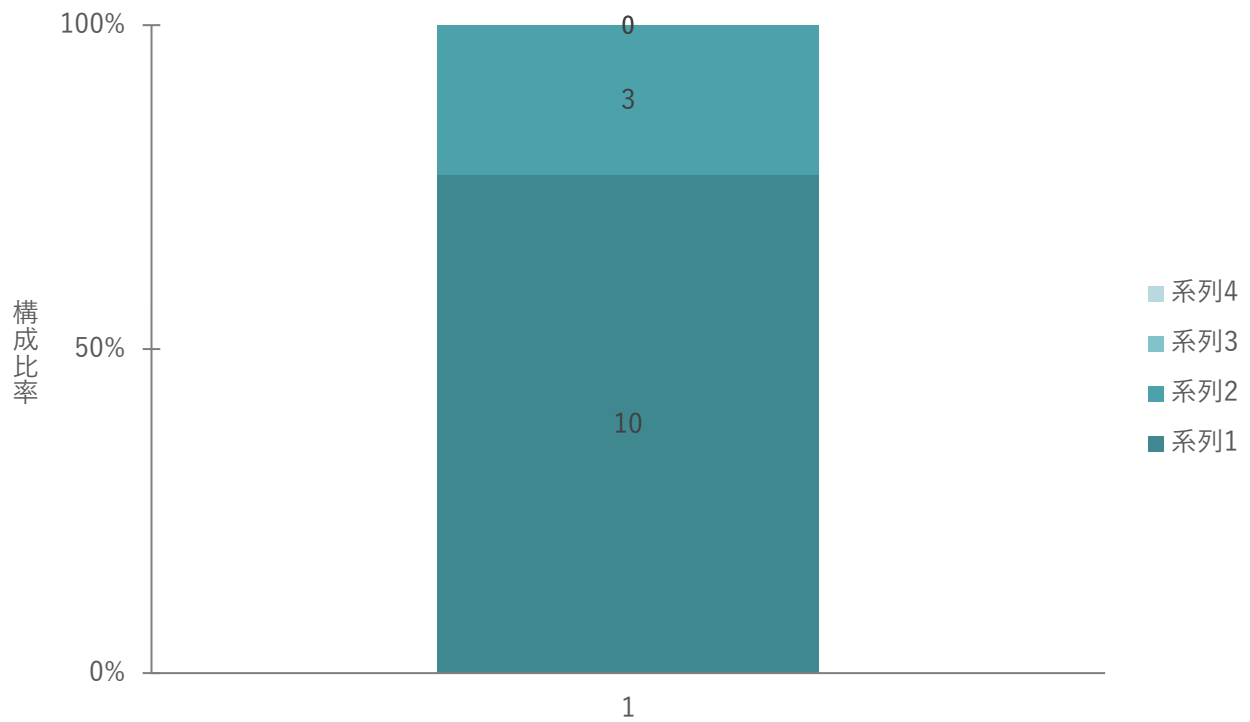


図 5-9 利用が可能と思われる月額利用料

定性評価では、以下のように一定評価があるものの、次年度に向けた課題となるフィードバックが寄せられた。

表 5-12 関連する定性コメント

No	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	5万円未満	<ul style="list-style-type: none"> ● 2D ナビに勝る要素（操作感等）が明確になれば利用しようと思いました ● ユーザー側は利用料金の支払いは難しいと思料します。本アプリは施設内の案内板の超高度版の代替サービスだと思うので、施設側が負担すべきだと感じた。と、書いていて気が付きましたが、デバイスを個人のスマホに頼るだけでなく、駅の要所にステナビが使えるモニターが設置されているととても便利だと思いました ● 実際には、個人負担で利用料金を払うのは難しいように思いました ● データの読み込みについて。作動時間について ● 実用性（便益）と料金のバランス
2	5万円以上 10万円未満	<ul style="list-style-type: none"> ● 他にも運用しているサービスがあるので、地図サービスのみでは5万円未満で ● データの更新手間をどのくらい減らせるか ● 既存の利用システムへの導入・システム連携が技術的に可能かどうか
3	10万円以上 15万円未満	—
4	15万円以上 20万円未満	—
5	20万円以上でも利用したい	—

- 4) 他エリア展開は可能か

Q8 このような三次元地図基盤がほかのエリアでもあれば、ご利用になりますか？（あるいは他のエリアの方々に利用をお薦めしますか？）

他エリアでの三次元地図基盤についても需要があることが明らかとなった。「たぶん利用する」が5件（36%）で、「どちらともいえない」の5件（36%）と同数である。「ナビゲーションだけでは利用しない」という回答もある通り、多用途に耐えうる三次元地図基盤の構築が必要である。

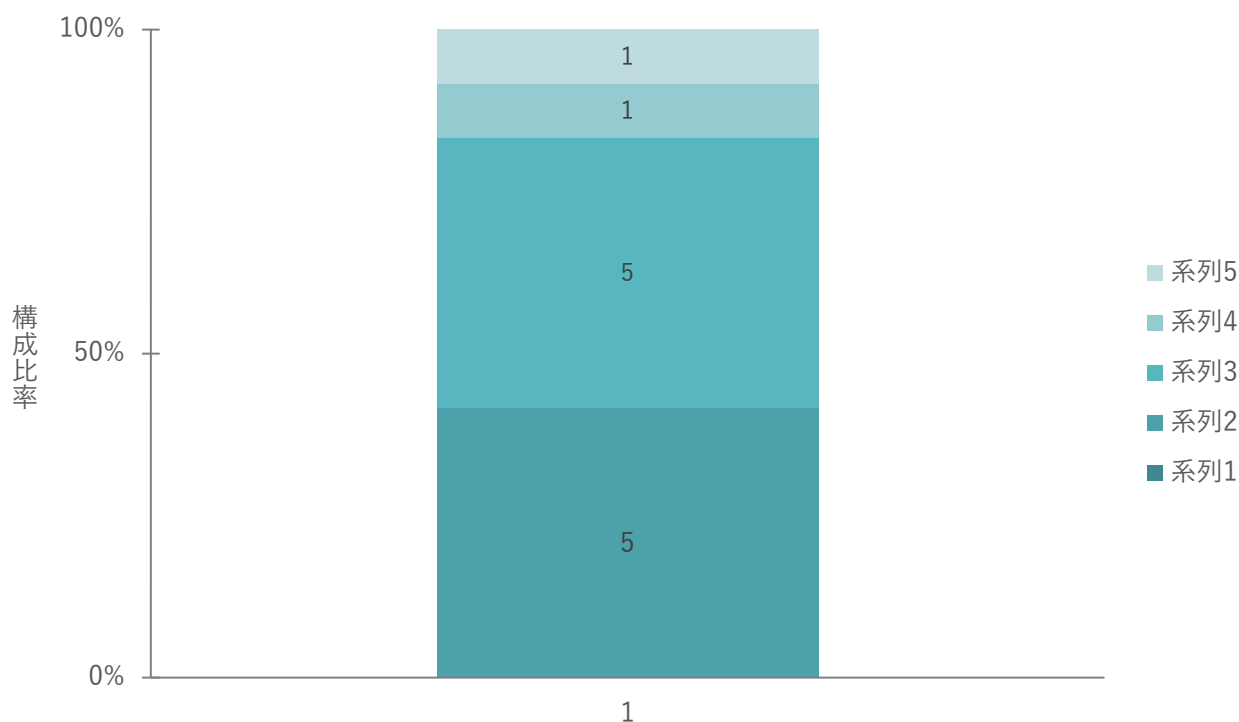


図 5-10 三次元地図基盤の需要

Q9 「利用する（利用を薦める）」の場合、そのエリアはどのエリアですか？

3D ナビアプリが他のエリアで展開できるのかという観点でのご回答があった。渋谷、新宿、池袋など都心部の複雑な構造の駅の周辺での展開について需要が見込めることがわかった。

表 5-13 関連する定性コメント

No	定性コメント
1	複雑な空間である施設では便利。都心部の複合施設は総じて利用可能性が高いと感じた
2	新宿（雑多なため）
3	新宿、池袋
4	渋谷、池袋
5	最初は利用すると思いますが、継続的に利用するかは、利用中での判断になろうかと思っています
6	新宿エリア、池袋エリア
7	新宿（構造が複雑でわかりにくいので乗換などのルートがわかると助かる）
8	精細な 3D 情報を活用できるのであれば有用だが、ナビゲーションだけだと難しいかも

Q10 どのような条件をクリアすれば、利用したいと思いますか？

3D ナビの「使いやすさ」、「分かりやすさ」「操作しやすさ」が改善することが、他エリアへの展開には必要な課題であることが明らかとなった。

表 5-14 関連する定性コメント

No	定性コメント
1	店舗開発に役立てられるようなものであれば便利であると思う
2	経路上で得られる情報の豊富さ、案内時の不安解消、時間ロス削減、などが支払金額に見合えば、だと思います。また、個人によって、支払える金額感に差があると思います
3	ナビゲーションシステムとしての動きのスムーズさ。作動の速さ
4	アプリの使いやすさの向上
5	3D 地図の分かり易さ、操作し易さがもっと良くなれば
6	システムの動作速度（ダウンロードが重いことが使いにくい）
7	地下の歩行者ネットワークが発達している場所では、既存の地図アプリを補完する機能として利用したいと思うが、地上レベル以上のルート案内では、3D 情報の必要性はそこまで感じない
8	実用性

● 5) 災害時の情報発信に有効か

Q11 3D ナビゲーションで表示した三次元地図を使用して、平常時は一般利用者向けルートサービス、災害時には避難場所や帰宅困難者受入施設などの情報を提供することは有用だと思いますか？

「有用だと思わない」という回答は無かった。普段使いのナビゲーションアプリで防災関係の情報を発信することが重要であるということが明らかとなった。ただし、どのような情報を掲載するのが適切なのか、引き続きエリアマネジメント団体と協議しながら確認が必要であることも明らかとなった。

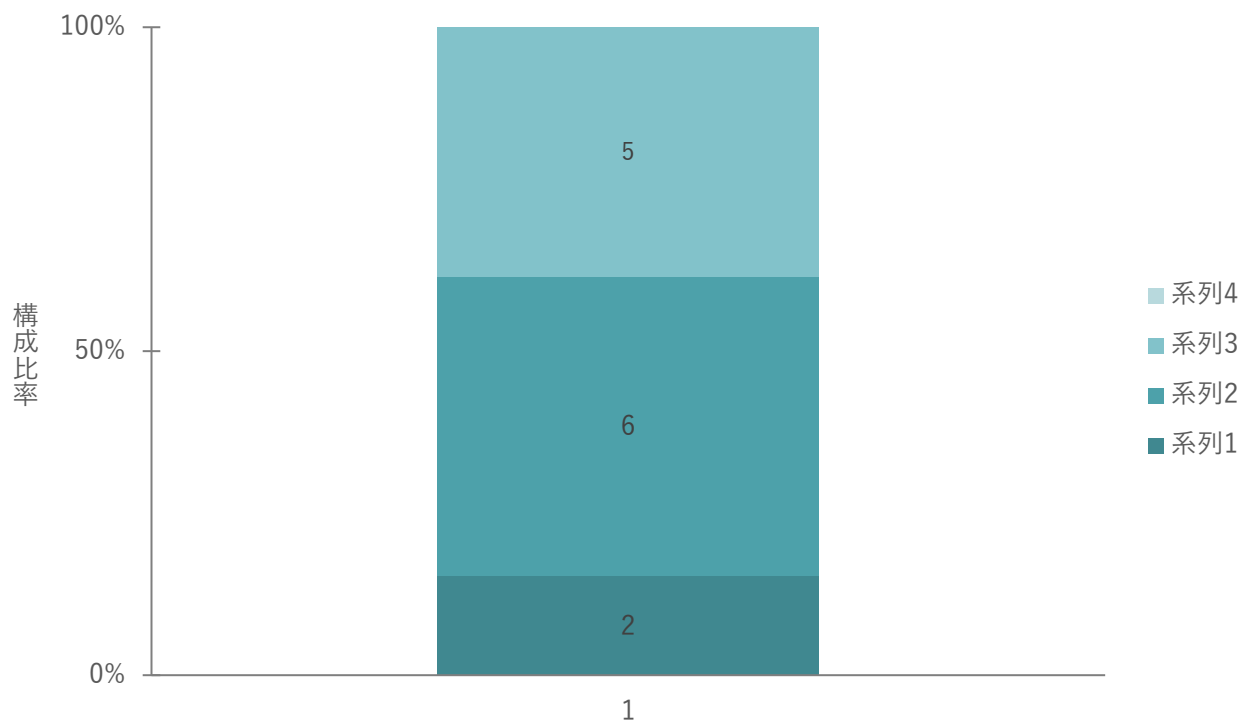


図 5-11 利用が可能と思われる月額利用料

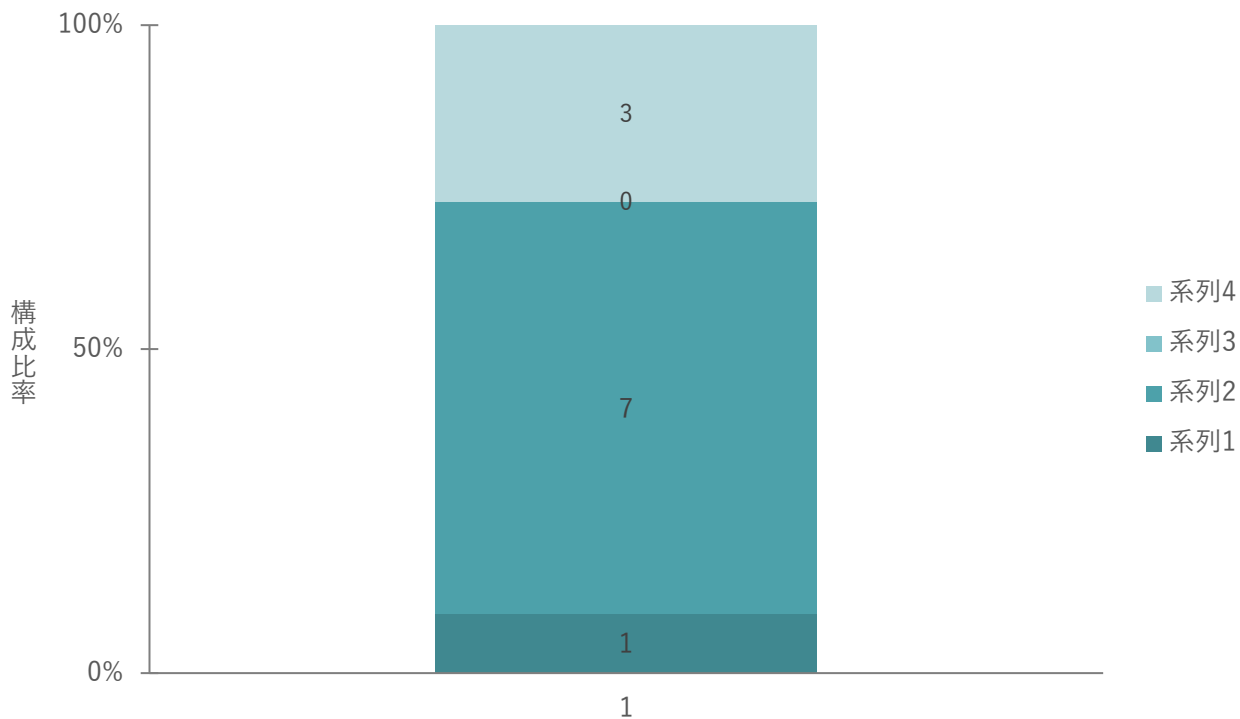
定性評価では、以下のように一定評価があるものの、次年度に向けた課題となるフィードバックが寄せられた。

表 5-15 関連する定性コメント

No	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	とても有用だと思う	<ul style="list-style-type: none"> ● 災害時には東京駅が最も混乱をきたす可能性があり、それも何万人という単位の人が行き場に困るから。そして東京駅に居る大人数の方々が駅外に退避してしまった場合、駅外の施設がパンクしてしまい2次的なパニックを引き起こす可能性があるから ● 災害時のみのサービスは活用されないため、日常的には別の用途にて利用されることが重要だと感じるため
2	まあ有用だと思う	<ul style="list-style-type: none"> ● ビルの上層にある店舗はよく迷うので立体的な地図はいいと思う ● 災害時の避難場所を普段から意識している来街者は非常に少ないので、有用だと思う。但し、もう少し分かり易さが改善されればの話 ● あれば便利かもというレベル。平面地図で足りるケースも多い ● 表示するルート上の施設（店舗）や階段等が被害を受けて通行できない場合、代替ルートへの反抗が難しいのではないかと 実用には多くの問題がありそう
3	どちらともいえない	<ul style="list-style-type: none"> ● イメージがつかない。通信がどうなっているかわからない。その時に利用可能なのか？ ● 平常時の利用には適するものの、災害時（混乱状態での利用）には向かないように思いました ● 避難所周辺が安全であるか、安全に行けるか等の情報を瞬時に得られるとは思えないため ● 災害の程度だと思うが、本当に避難場所を探さないといけないような災害時に、携帯を見るかどうかかわからないため
4	あまり有用だと思わない	—
5	全く有用だと思わない	—

Q12 3D ナビゲーションで災害時に必要な情報と想定される「帰宅困難者受入施設」「公衆電話」「AED」「病院・クリニック」等の情報が検索可能ですが、それらの情報が入っていることは認知できましたか？

「認知できた」という回答が多かった 62%（合計 8 件）を占めているものの「



Q13 認知されるには、どのような工夫が必要だと思われますか？

「認知できた」という回答は多かったが、より分かりやすく表示する工夫が必要であることが確認できた。

表 5-16 関連する定性コメント

No	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	すぐに認知できた	<ul style="list-style-type: none"> ● ポップアップ表示等で知らせる等
2	認知できた	<ul style="list-style-type: none"> ● 目立つようにモードを変える ● 普段目に入っても改めて認識しない（見飛ばす）ため、なにか意識的に見る機会をイベント的にでも設計できるとよいように感じます
3	どちらともいえない	—
4	認知するのに時間がかかった	<ul style="list-style-type: none"> ● 非常時用のボタンを作って、押すと目立つような仕組み ● 災害時等の情報は頻繁には使わないため、使う際にあるボタンを押せばそれらの情報だけが表示されるような仕組みの方がよいと思う ● まだナビの操作経験が少ないので認知ができなかった。もっと使いこなせば認知しやすくなると思う。災害時必要情報、機器等については一般の施設と色を変えて目立つようにするとい
5	全く認知できなかった	<ul style="list-style-type: none"> ● 3D ナビゲーションで災害時に必要な情報と想定される「避難場所」「公衆電話」「AED」「病院・クリニック」等の情報が検索可能であること、をアプリ上でわかりやすく明示すること ● 各自の行動目的に即した情報を連動して出すようにすることだと思います。今回は、避難者目線で見えていなかったため認識できなかったのだと思います

Q14 災害時に発信したい情報は何か？

災害時に発信したい情報の多くが、リアルタイムな情報であることが分かった。次年度に向けた課題となるフィードバックが寄せられた。

表 5-17 災害時に発信したい情報

No	定性コメント
1	安否情報
2	避難受け入れのステータス（避難所して満員か、受け入れ可能かなどの情報）
3	何処に行けばよいかわからないので避難場所ではないか。食料・水を配っている場所の発信
4	混雑情報、危険情報ではないかと思います。何かが入手できるという情報は逆に群衆を生んでしまう可能性を懸念しました
5	交通インフラの復旧情報
6	救急車が到着するであろう場所、到着してほしい場所
7	緊急避難場所、非常時電源供給場所、非常時食糧配給場所 など
8	避難場所等行く必要がある場所とは逆に火災が起きている等避けなければならない場所などが示せるとよいと感じる

- 6) 三次元地図基盤の適用可能性

Q15 三次元地図基盤が東京駅周辺のまちづくり DX 推進に最も役に立つと思われる分野について下記より選んでください。

本業務ではスマホで使えるナビゲーションアプリを想定して三次元地図基盤を構築したが、この地図がまちづくりに関する幅広い領域で利用可能なことが確認できた。

表 5-18 三次元地図基盤の適用分野

	追加が望まれる地物	回答件数
1	通行可能ルート・人数のシミュレーション	7 件
2	マーケティングに活用	7 件
3	人流密度・混雑度の可視化	6 件
4	ロボットの活用	5 件
5	まちづくり協議で活用	5 件
6	バーチャル空間を創出	5 件
7	有事の際の避難誘導	4 件
8	防災計画・ハザードマップ等に活用	4 件
9	景観シミュレーション	4 件
10	緑化対策の検討等	3 件
11	避難訓練で活用	3 件
12	商業エリアの PR・広告に活用	3 件
13	ドローンの活用	3 件
14	空飛ぶ車の検討	1 件

6. BtoC ビジネスでの有用性検証

6-1. 検証目的

実証仮説に基づき、以下の検証目的を設定する。

【検証仮説（再掲）】

- ターミナル駅を中心とした複雑な都市内においては、駅は駅のみ、ビルはビルだけの情報しか保有しておらず、駅とその周辺のエリアで情報共有をすることが困難であったが、三次元地図基盤によりエリア内の情報共有が可能となる。
- 鉄道駅・建物の屋内パブリック空間、地下街等をシームレスにつなぐ三次元地図基盤を整備し、「東京ステーションナビ」アプリで活用することで、エリア内のシームレスなナビゲーションが可能になるとともに、情報を鉄道駅利用者、来街者、住民・就業者など全てのエリア内の滞在者に配信することが可能となる。

主に以下の2点について、BtoC ビジネスに向けた有用性検証（システムの価値検証：3D ナビゲーション及びARアプリの有用性）を行った。

- ナビゲーションアプリの価値向上に関する検証
 - 三次元地図基盤を利用した3D ナビゲーション及び3D 都市モデルを活用したARアプリは、エリア内の情報発信及びナビゲーション機能を向上させるかを確認する。
- ユーザビリティの評価
 - アプリユーザーへのアンケートを通じて3D ナビゲーション及びARアプリの使い勝手に問題がないかを確認する。

6-2. 被験者

本業務では被験者を募ってユーザー体験会を実施する形ではなく、本件アプリをすでにインストール済みの既存ユーザー、または新たにインストールしていただいたユーザーが各自で 3D ナビまたは AR 機能を体験していただき、3D ナビゲーションの及び AR アプリの有用性（使いやすさ）について評価していただき、その結果を Web 上に準備したアンケートフォームに回答していただく形でアンケートを実施した。

全体の回答数は 286 件で、このうち 3D ナビに関する回答は 218 件、AR 機能に対する回答は 68 件で、3D ナビに対する回答が多かった。

6-3. 検証方法

3D ナビおよび AR 機能の評価の一環として、アプリの利用状況を確認するために、アプリのダウンロード数や利用状況の確認を Google Analytics により実施した。

また、アプリのユーザビリティ評価として、Web 上でアプリユーザーにアンケート（Microsoft Forms を利用）を実施し、各設問に回答していただいた。3D ナビに関するアンケート回答と AR 機能に関するアンケートの回答が区別できるよう、アンケートフォームを工夫し、それぞれの機能について各設問に回答をしていただいた。

なお、現在の東京ステーションナビでは、アプリユーザーの名前等の個人情報を取得する機能がなく、本アンケートにおいても個人情報は取得しなかったが、個人情報に該当しない範囲で簡単なユーザー属性を取得した。このアンケート実施期間は、2024 年 2 月 15 日（木）から 2024 年 3 月 3 日（日）までの 18 日間実施した。アンケートの周知については、東京ステーションナビの①「バナー広告」②「ポップアップ広告」③「プッシュ通知」を利用して、ユーザーに案内した。

6-4. アプリの利用状況・アンケートの詳細

6-4-1. アプリの利用状況

6-4-1-a. 検証項目と評価方法

アプリユーザーへのアンケートとは別に、アプリのダウンロード数や利用状況を Google Analytics の集計結果をもとに評価した。

表 6-1 アプリ利用状況の評価方法

検証観点	検証項目		評価方法	
	#	項目	定量	定性
1) 3D ナビゲーションがどの程度利用されるか	1	ダウンロード数：アプリ公開から実証実験終了期間までの AppStore、PlayStore でのダウンロード数を計測し、従前と比較する	実証実験開始前と実証実験開始後で以下の数値を確認 <ul style="list-style-type: none"> ● アプリダウンロード数 ● アクティブユーザー数 ● 3D ナビゲーション機能利用ユーザー数（既存の階層別ナビゲーションアプリ数の比較） 	<ul style="list-style-type: none"> ● アプリストアへの書き込みがあれば確認する ● Twitter 等の SNS での書き込みがあれば確認する
	2	アクティブユーザー数：アプリ公開から実証実験終了期間のアクティブユーザー数を計測し、従前と比較する	<ul style="list-style-type: none"> ● AR アプリへのアクセス数 ● AR アプリのダウンロード数 	
2) AR アプリがどの程度利用されるか	3	AR 機能利用ユーザー数：Test Flight アプリのダウンロード数を確認する		

6-4-2. アンケート

6-4-2-a. 検証項目と評価方法

アプリユーザーに対して Web 上でアンケート（Microsoft Forms を利用）を実施し、各設問に回答していただいた。なお、現在の東京ステーションナビでは、アプリユーザーの名前等の個人情報を取得する機能がなく、本アンケートにおいても個人情報は取得しなかったが、年代、性別、居住地、駅の利用頻度など簡単なユーザー属性情報を取得した。

表 6-2 アンケート項目と評価方法

検証観点	検証項目		評価方法	
	#	項目	定量	定性
1) ユーザー属性	1	ユーザーの属性把握：年代、性別、居住地、駅の利用頻度を把握するため	<ul style="list-style-type: none"> 年代、性別、居住地、えきの利用頻度はすべて選択式として、傾向を確認。 	<ul style="list-style-type: none"> 特になし。
2) ユーザビリティに問題はないか	2	3D ナビゲーションは、視覚的に分かりやすいか	<ul style="list-style-type: none"> アンケートを実施 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」等の7つで設定 回答を集計し、各選択肢の選択率から評価 年代、性別、居住地、駅の利用頻度の属性でクロス集計 	<ul style="list-style-type: none"> アンケートの各設問に自由記入欄を設定し、内容を評価する
	3	3D ナビゲーションは、使いやすいか		
	4	3D ナビゲーションは、使える機能は十分か		
	5	3D ナビゲーションの反応速度・レスポンスは十分か		
	6	AR アプリは、視覚的に分かりやすいか		
	7	AR アプリは、使いやすいか		
	8	AR アプリは、使える機能は十分か		
	9	AR アプリの反応速度・レスポンスは十分か		

以下に、一般ユーザー向けのアンケート調査に使用した Microsoft Forms の様式を掲載する。各設問の詳細はこの表に示す通りである。

ユーザーには 3D ナビ機能についてのアンケート回答か、AR 機能についてのアンケート回答かをアンケートフォームのトップ画面で選択してもらい、それぞれの機能について回答をしていただいた。

6-4-2-b. 実証実験の様子

本業務においては、本件アプリの一般ユーザー向けのアプリ体験会は実施していないが、2024年2月2日(金)にプロジェクト関係者(国土交通省、アクセンチュア、東日本旅客鉄道、JR東日本クロスステーション)と東京駅において3DナビゲーションおよびAR機能の現地確認会を実施した。その時の様子は以下のとおりである。なお、現地確認会にあたっては、駅の商業施設等への立ち入りを行うために、JR東日本クロスステーションの担当者にも同行していただいた。

集合して開発した3DナビゲーションおよびAR機能の概要を説明するとともに、駅構内を歩行する際の注意事項などを説明。



図 6-1 現地確認会の写真 集合して概要説明



図 6-2 開発した 3D ナビの機能等を説明する様子

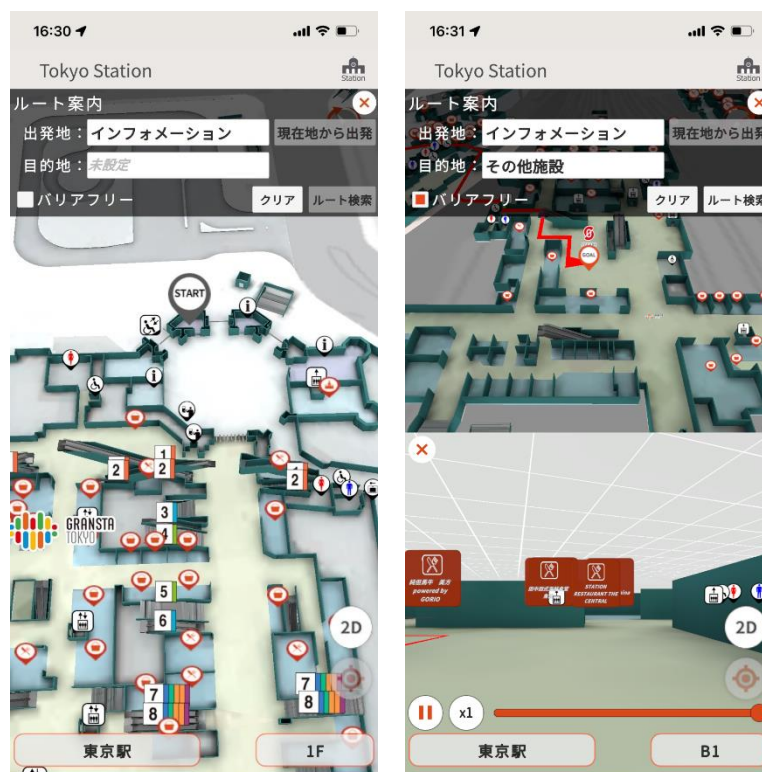


図 6-3 BIM モデルから作成した 3D ナビ画面例



図 6-4 各自のスマートフォンでアプリの画面を確認



図 6-5 AR アプリの表示を確認する様子

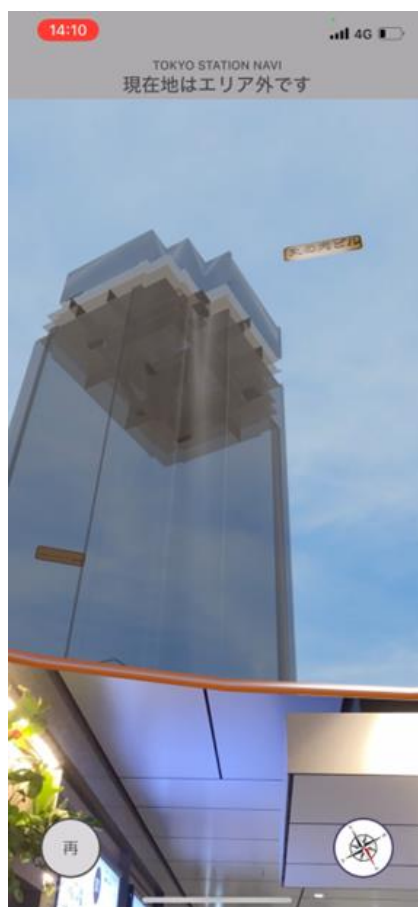


図 6-6 BIM モデルから作成した AR 画面の丸の内ビルディング



図 6-7 東京駅付近を移動しながら屋内測位と地図の連動状況を確認する様子

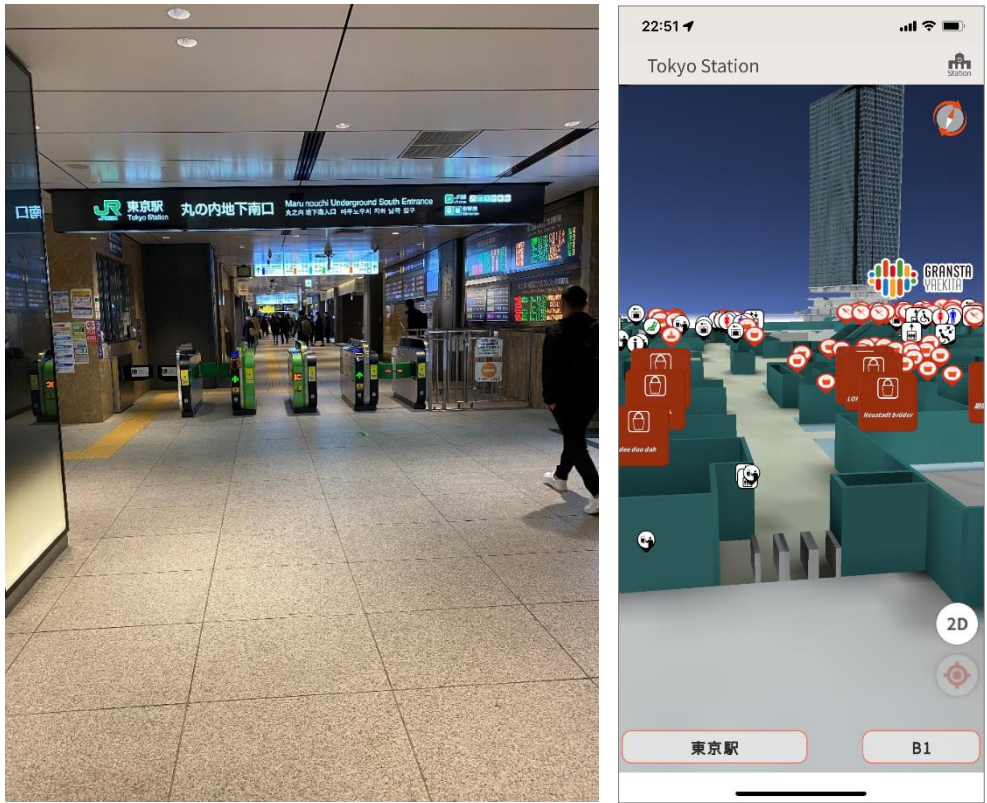


図 6-8 丸の内地下南口改札外と BIM モデルから作成した 3D ナビ表示の比較

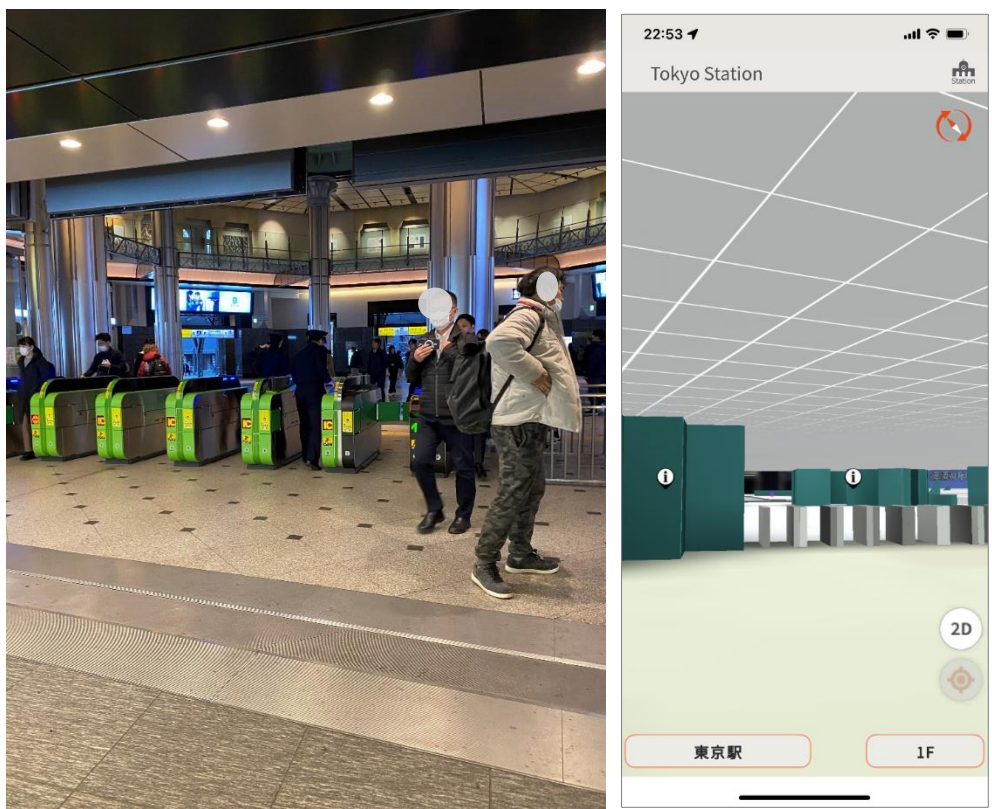


図 6-8 1F 東京駅丸の内南口改札内と BIM モデルから作成した 3D ナビ表示の比較

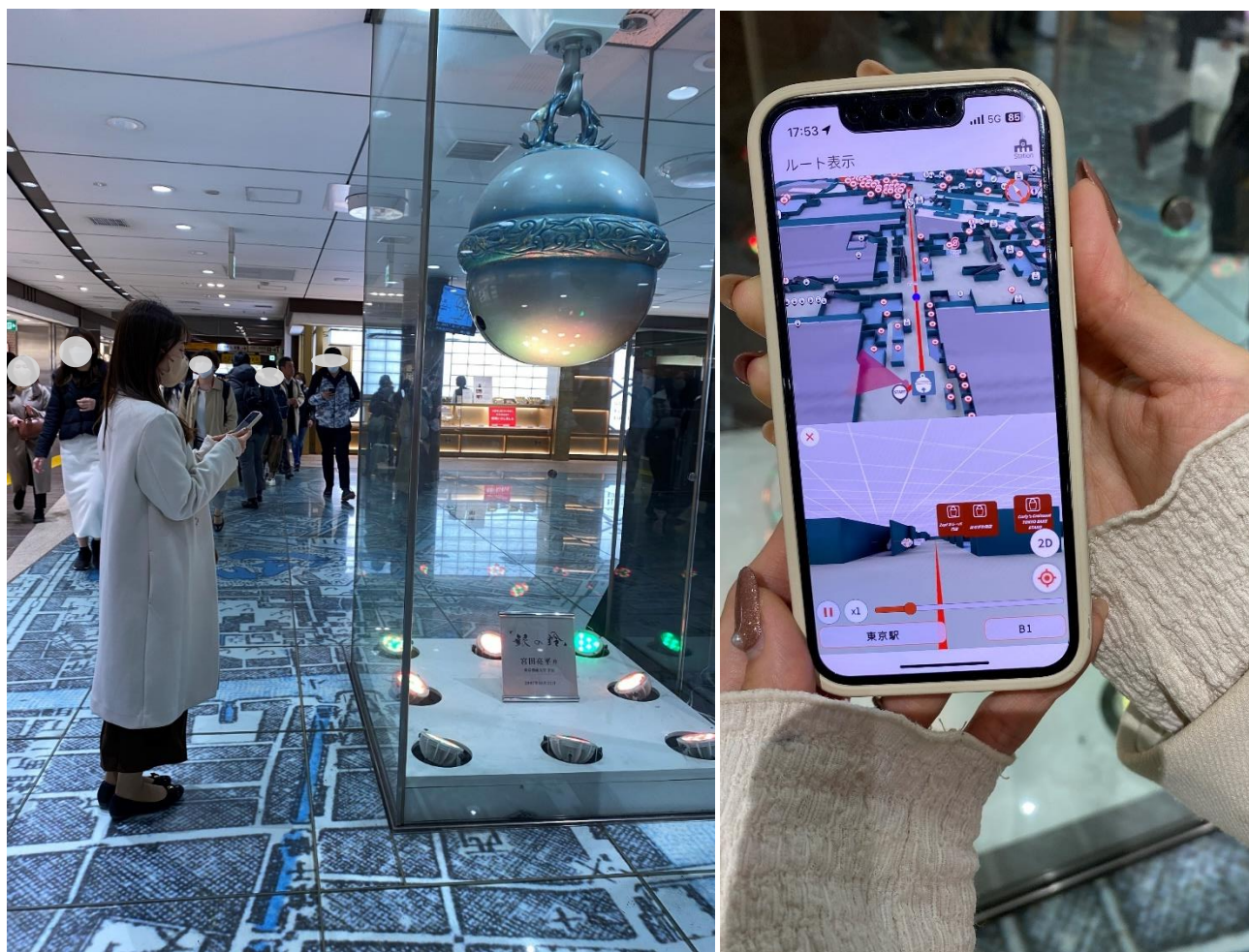


図 6-9 東京駅 B1 銀の鈴前で BIM モデルから作成した 3D ナビの自位置表示ができています

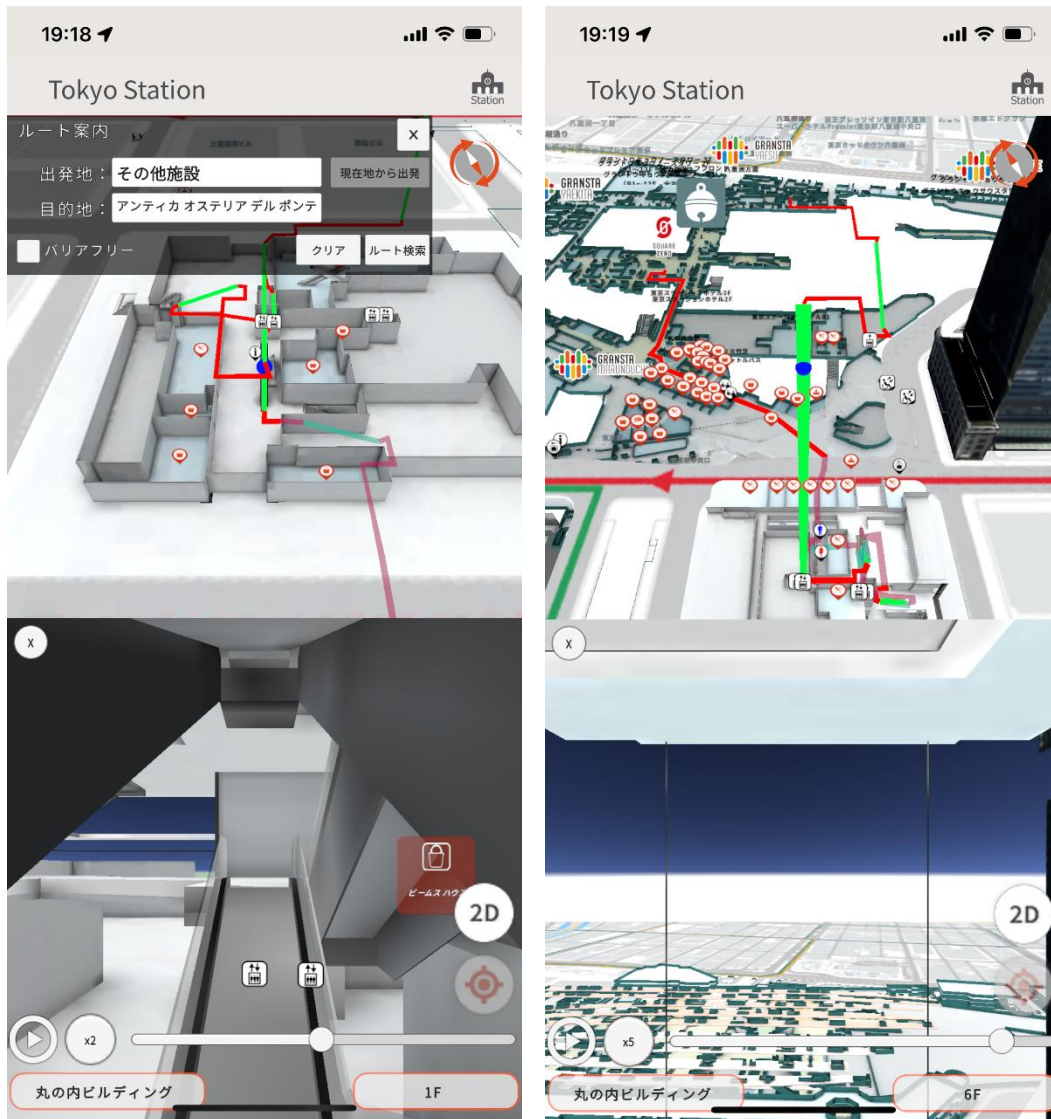


図 6-10 丸の内ビルディング 1F (左) から 36F へ向かうウォークスルー画面 (右)



図 6-11 AR アプリで東京駅地下からビル群を眺めている様子



図 6-12 AR の空の色は 7:00～17:00 まで青空、17:00～翌朝 7:00 まで暗く表示している（左側）

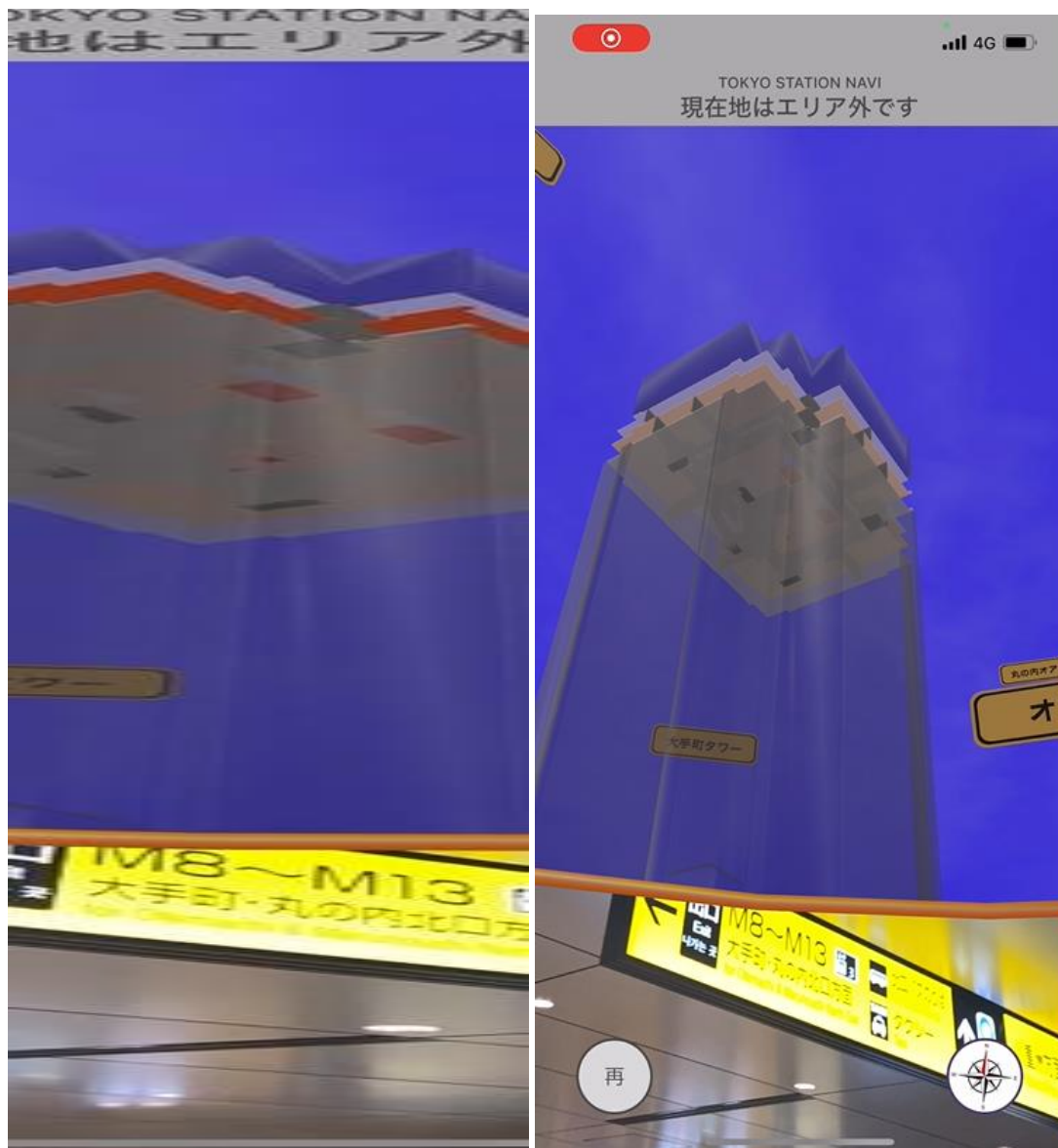


図 6-13 AR 表示で目的地（丸の内ビルディング 36F）フロア色が点滅している様子

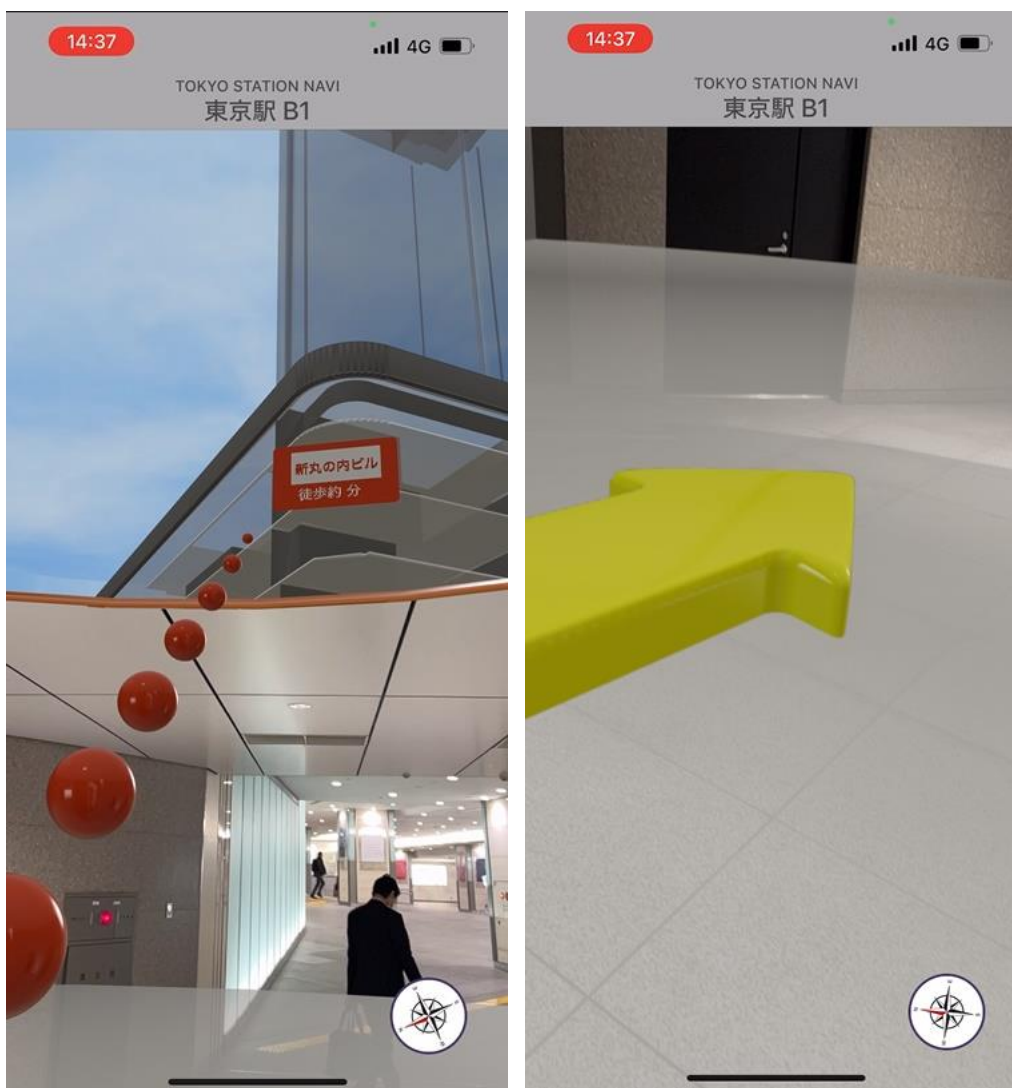


図 6-14 AR で目的地の方向に矢印が表示されている様子

6-4-2-c. 品川・高輪ゲートウェイ駅エリアの実証追加

東京駅と同様に、品川駅、高輪ゲートウェイ駅でも 3D ナビゲーションの機能を利用できるように追加開発をおこなった。品川駅では、エキュート品川、アトレ品川等、大型商業施設の店舗情報を掲載している。

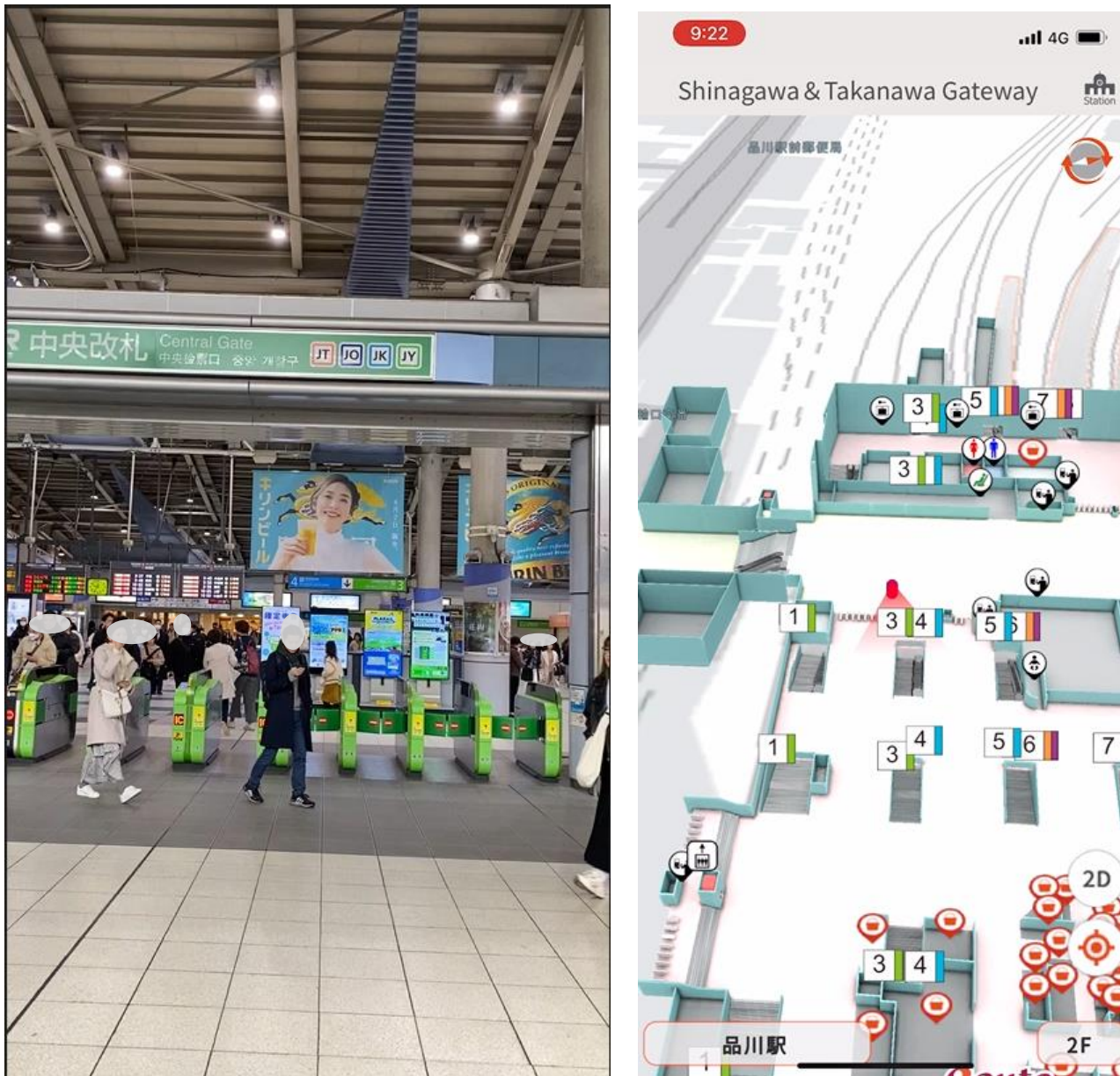


図 6-15 品川駅 2F 中央改札口外で BIM モデルから作成した 3D ナビの自位置が表示されている様子

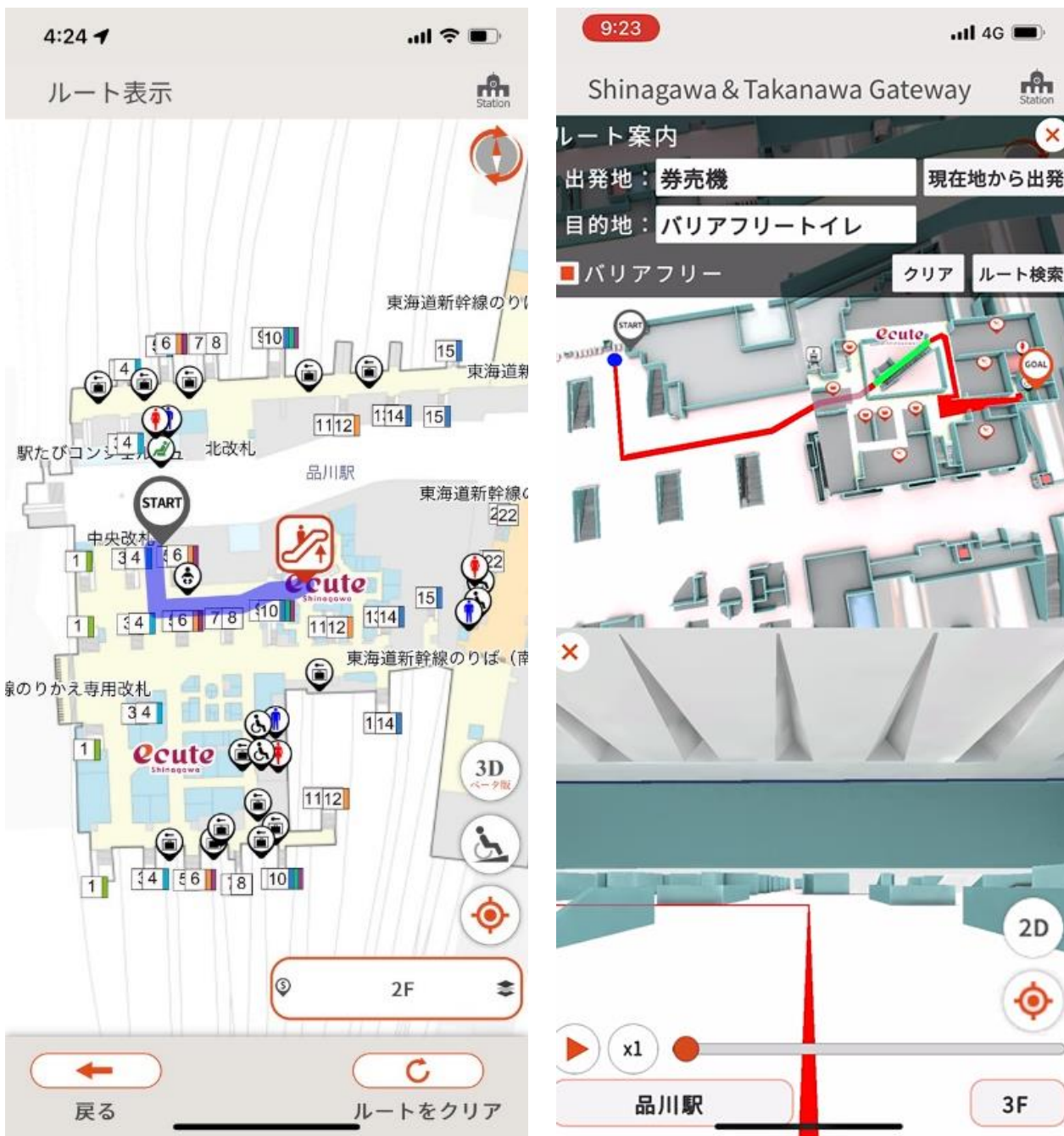


図 6-16 品川駅中央改札口(2F)からエキュート品川 3F までの 2D (左)・3D (右) マップ表示

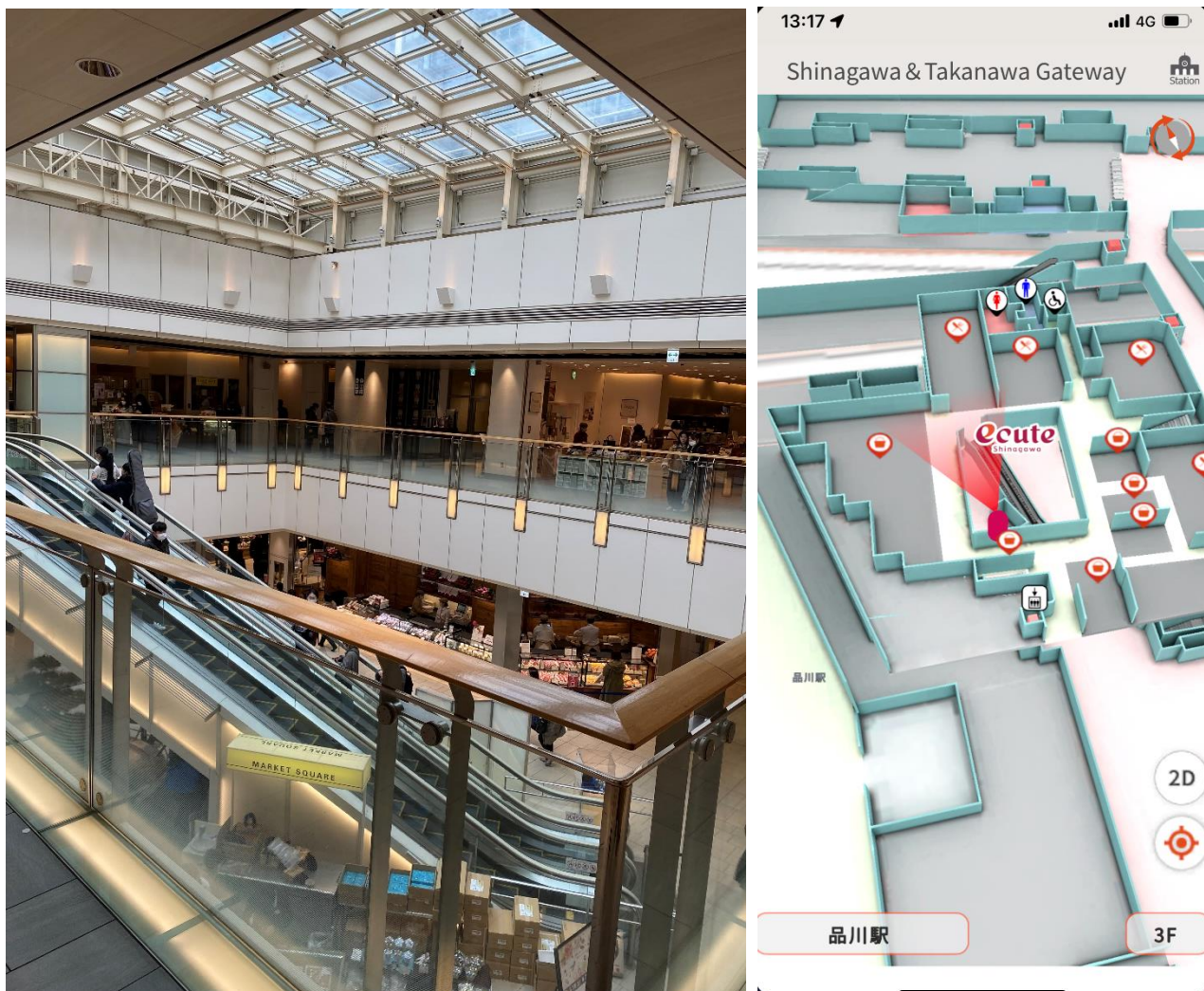


図 6-17 エキュート品川 3F フロアの 3D ナビ表示と現地の風景

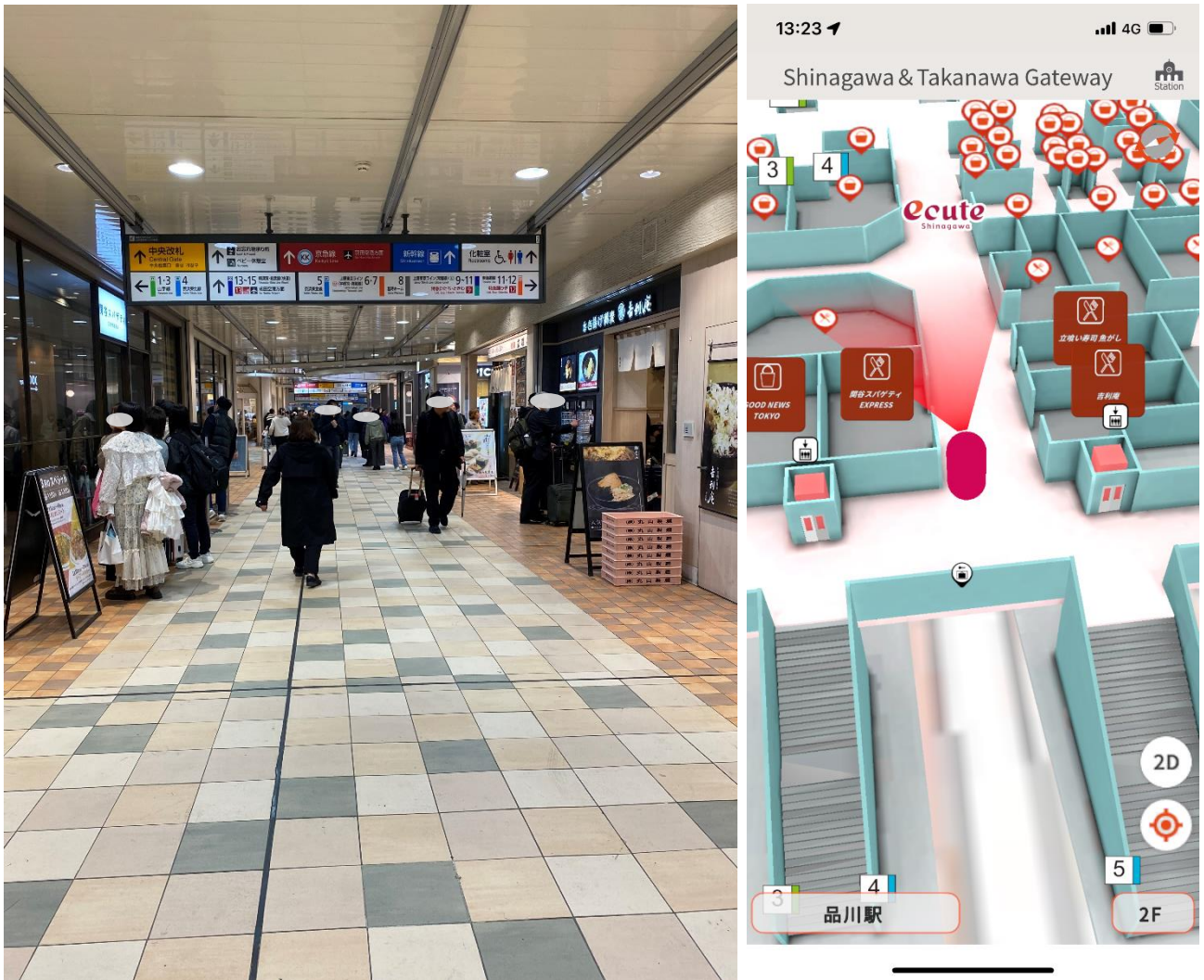


図 6-18 エキュート品川 2F フロアの 3D ナビ表示と現地の風景

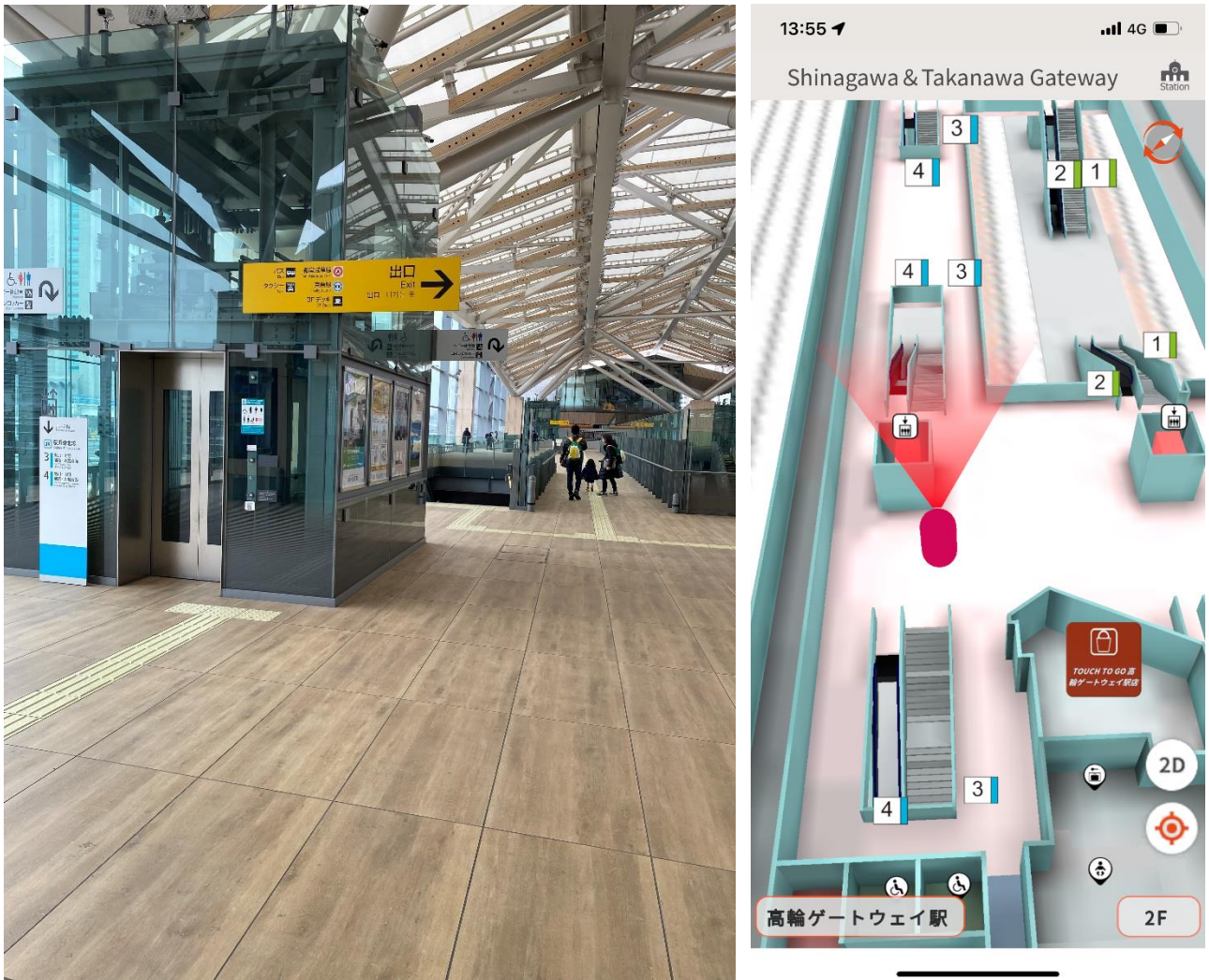


図 6-19 高輪ゲートウェイ駅改札内エレベーター前にて 3D ナビの自位置が表示されている様子

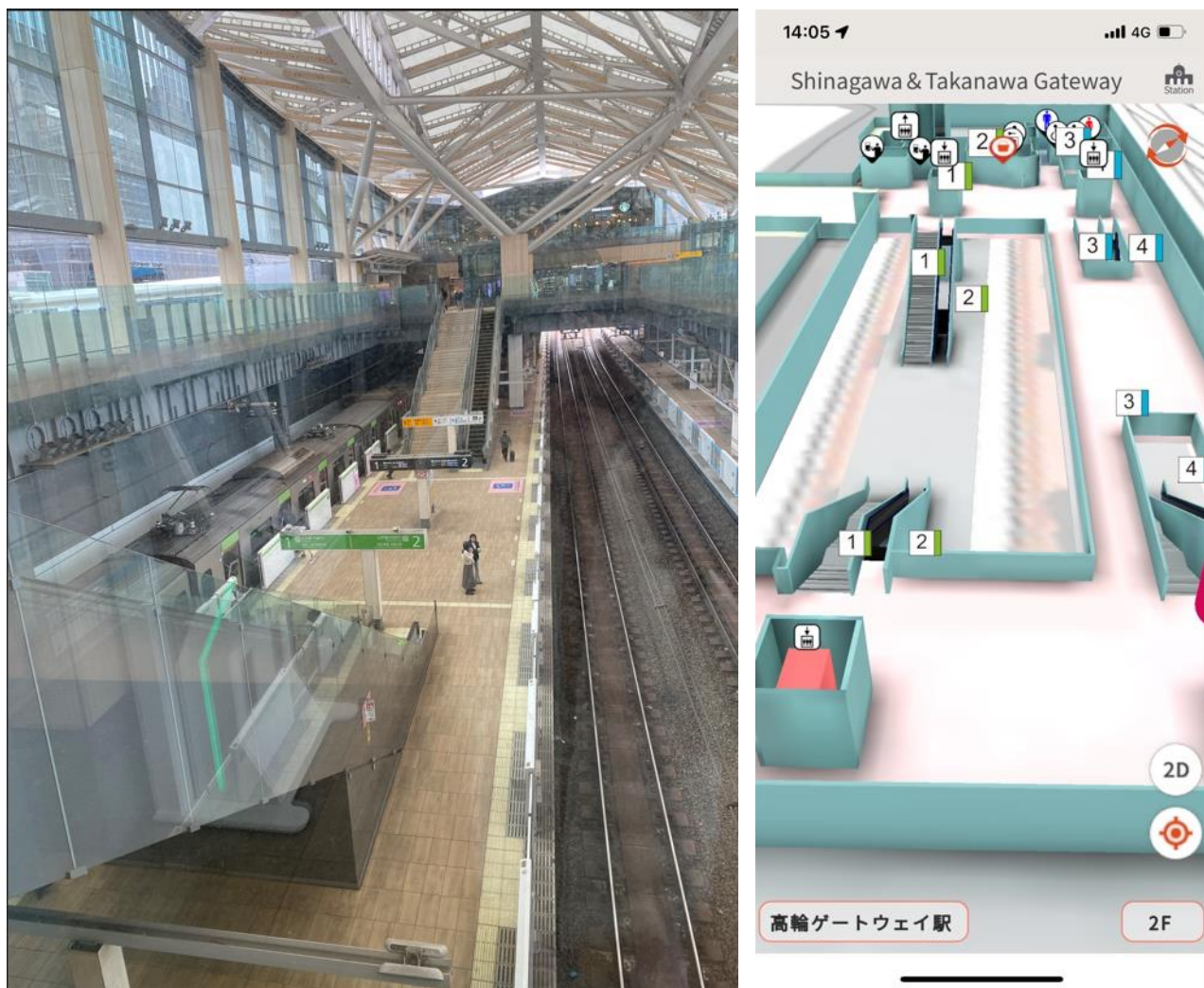


図 6-20 高輪ゲートウェイ駅 2F からホームを望む風景 (3D ナビとの比較)



図 6-21 高輪ゲートウェイ駅 3F フロアの 2D (左)、3D (右) マップ表示

6-5. 検証結果

3D ナビゲーション機能は、多くのユーザーから、既存の階層別 2D 地図に比べて「分かりやすい」「使いやすい」との回答から、コンシューマサービスとしての有用性が確認できた。現在提供している階層別 2D 地図では階段、エスカレーター、エレベーターなどの昇降設備が平面のポリゴンとアイコンで表示されている。一方で、今回開発した 3D 地図の場合にはそれらが立体的に表示され、地物に沿って上下方向の経路が表示されることで、特に階層を跨ぐ移動が理解しやすくなった点が評価されたと考えられる。また、3D 地図の表示スピードは「初回の表示に時間がかかる」という声もあったが、アプリの利用においては 8 割以上のユーザーから「スムーズに利用できた」といった好評価が得られ、実用性も確認できた。加えて、掲載情報については、「コインロッカー」「ATM」「ベンチ」「ゴミ箱」「自動販売機」「受付・インフォメーションデスク等のカウンター」等の情報も追加してほしいとの要望があった。

避難施設情報検索機能は、約半数から「分かりやすい」と評価を受けた。普段使いのナビゲーションアプリを災害時でも使えるようにすることで、来街者に対する防災系の情報発信の促進が見込み設計をしたものの、エリアマネジメント DX を支援するという観点では、防災系の情報の検索しやすさ、情報の拡充に向けたさらなる改良の必要性が明らかになった。

AR アプリは、体験したほぼ全てのユーザーから「面白い」と好評価を得た。3D 都市モデルの建築物モデル (LOD4) を利用し、地下街から目的地のビルが透けて見える体験の目新しさが高評価に繋がったと考えられる。一方で安全面や他人にカメラを向けてしまっていることへの抵抗感があるという意見もあり、屋内空間における AR 利用についての課題が明らかになった。

6-5-1. アプリの利用状況

- 1) 3D ナビゲーションがどの程度利用されるか

①アプリダウンロード数

実証実験の期間中の本件アプリのダウンロード数を前年同時期と比較した結果、1日平均平均ダウンロード数（Android、iOSの合計値）は、2023年が307件、2024年が435件となっており、ダウンロード数が前年同時期に比べて高かった。この期間中に別途実施された本件アプリの広告出稿の影響かと思われる。

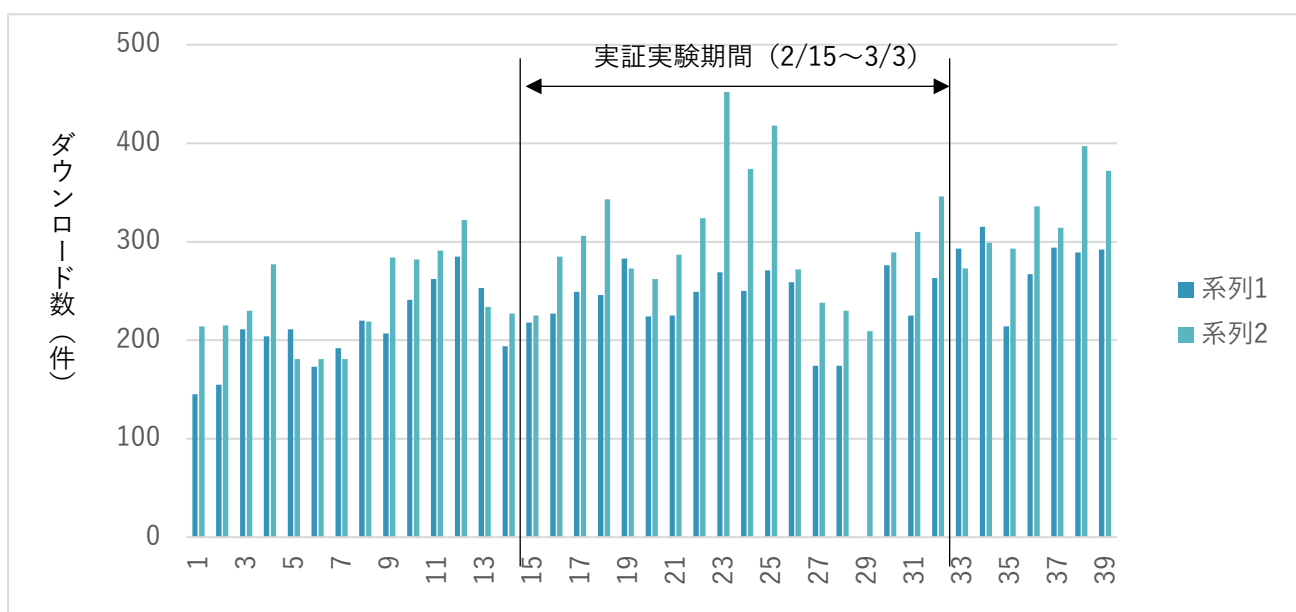


図 6-22 実証実験期間中における東京ステーションナビのダウンロード数（前年との比較）

②アクティブユーザー数

実証実験期間中の本件アプリの1日あたり平均ユーザー数は、1,372人であった（Google Analytics 集計）。実証実験開始前（2024年2月1日～2月14日）の1日あたり平均ユーザー数が1,150人であったので、実証実験期間中の方がユーザー数は多かった。

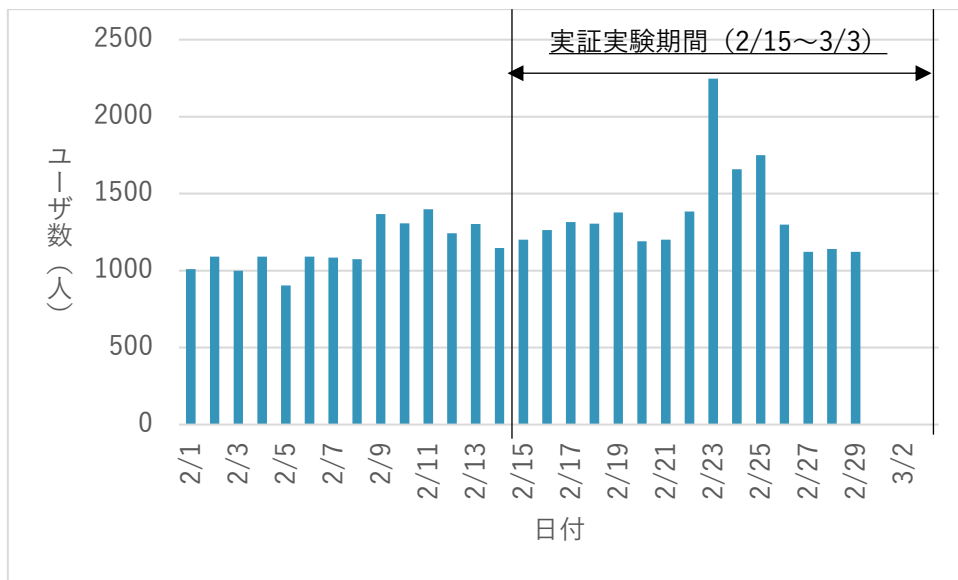


図 6-23 実証実験期間中のユーザー数

③3D ナビゲーション機能利用数（既存の階層別ナビゲーションアプリ数の比較）

実証実験期間中に本件アプリでユーザーが実施したイベント数（アプリ内の機能を利用した回数）は、139,379回であった。このうち、3D ナビに関係するイベント数は以下のとおりであった（本件アプリの総イベント数に占める 3D ナビ機能のイベント数比率は、6.5%であった）。実証実験期間中、3D ナビについて相当数の利用がなされたことが明らかとなった。

表 6-3 実証実験期間中における 3D ナビ機能のイベント数

イベント名	ユーザーの操作内容	イベント数合計	1日あたり 平均イベント数
3D マップ切り替え	● 既存の階層別地図から 3D 地図画面に切り替える	2,754 回	153.0 回
2D マップ切り替え	● 3D 地図画面から既存の階層別地図に切り替える	67 回	3.7 回
3D ルート設定	● 目的地となる POI を選択 ● 出発地となる POI を選択 ● 現在地を出発地に設定 ● バリアフリー段差解消ルート切り替えボタンを選択	457 回	25.4 回
3D ルート案内	1. ルートを表示する 2. 現在地ボタンをタップする	282 回	15.7 回
建物切り替え	3. 駅・ビルを切り替える 4. 駅・ビル内の階層を選択する	4,366 回	242.6 回
ウォークスルー	5. ウォークスルーを再生する 6. ウォークスルーを停止する 7. ウォークスルー再生速度を変える	1,101 回	137.6 回
合計		9,027 回	501.5 回

「3D マップ切り替え」のイベント数に比べて、「2D マップ切り替え」のイベント数が極端に少ない。これは、3D 地図画面から 2D 地図画面に戻ることが無かったことを意味する。

なお、実証実験期間中、3D 地図上で最も多く表示された「駅・ビル」の「階」は、「東京駅-1F」で 414 回であった。上位 10 件）は次のとおりである。

- 1位 東京駅-1F 414 回
- 2位 東京駅-B1 382 回
- 3位 東京駅-3F 379 回
- 4位 品川駅-2F 162 回
- 5位 丸の内ビルディング-1F 122 回
- 5位 東京駅-2F（ホーム階） 122 回

- 7位 丸の内ビルディング-2F 109回
- 8位 丸の内ビルディング-3F 103回
- 9位 丸の内ビルディング-4F 98回
- 10位 丸の内ビルディング-6F 97回

④アプリストアや SNS などの反応

実証実験期間中、東京ステーションナビの AppStore 並びに PlayStore のユーザーコメントに、3D ナビに関する記述は見当たらなかった。一方、SNS においては、X (旧 Twitter) にて 1 件のユーザーからの投稿があったが、それ以外の反応はなかった。

● 2) AR アプリがどの程度利用されるか

①AR アプリダウンロード数

実証実験期間中、AR アプリをダウンロードしたユーザー数 (招待数) は 106 名であった。AR アプリのインストール数は 132 件であった (実証実験期間中、軽微な修正を伴うアプリバージョンアップを 4 回実施しており、1 名あたり 1.2 回インストールを実施している)。また、期間中にであった。アンケート回答数が 68 件であったので、全ユーザーの 64%がアンケートに回答をしたことになる。多くの方がアンケートに協力して下さったことが分かる。

ビルド	ステータス	グループ	招待数	インストール数	セッション	クラッシュ	フィードバック
46	テスト中 期限切れまで67日	NT AT	106	43	44	-	-
45	テスト中 期限切れまで60日	NT AT	106	52	-	-	-
44	テスト中 期限切れまで58日	NT AT	106	20	-	-	-
43	テスト中 期限切れまで55日	NT AT	106	13	-	-	-
42	テスト中 期限切れまで54日	NT AT	106	4	-	-	-

図 6-24 アプリ管理画面 (招待数とインストール数)

②AR アプリへのアクセス数

実証実験期間中、本件アプリから AR アプリが起動された回数は、1,700 回である。1 日あたり平均 94.4 回で、1 ユーザーあたりの平均利用回数は 16.0 回であった。AR アプリは 1 度ダウンロードすると、本件アプリを経由せずとも、単体のアプリとして利用可能であることから、実際のアプリ起動回数は 1,700 回よりも多いのではないかと推測される。

起動回数 1,700 回ののうち、「出発地」「目的地」ともに選択されていた状態で起動された回数が 1,413 回で、83.1%を占める。屋内測位により現在地が確定し、目的地を選択した状態で AR アプリを起動するという利用方法を想定して開発をしたアプリであるが、そのような利用は非常に限られていた。この利用傾向を踏まえた UI・UX の改善が必要である。

また、本件アプリは地下から屋外を見上げた時に、周辺の建物が AR で表示されるというユーザー体験を提供する物であったが、実際には、高い場所（階層）から、低い場所（階層）の目的を設定した状態で利用されたログが相当数残っている。“見上げる”だけでなく、“見下げる”という体験のニーズがあることが明らかとなった。

③アプリストアや SNS などの反応

実証実験期間中、東京ステーションナビの AppStore 並びに PlayStore のユーザーコメントに、AR アプリに関する記述は見当たらなかった。同様に、SNS においてもコメントは見当たらなかった。

6-5-2. アンケート結果

● 1) アプリユーザーの属性について

Q1 年代、性別、居住地、駅の利用頻度

3D ナビの回答者は全体で 218 名。うち 140 名が男性で、70 名が女性、残りの 6 名は性別未回答であった。アンケート回答者の年代で多かったのは、男性女性ともに、「35-44 歳」及び「45-54 歳」であった。本件アプリはユーザーの属性情報を取得していないことから、この傾向が本件アプリのユーザーの傾向を反映しているかは不明である。

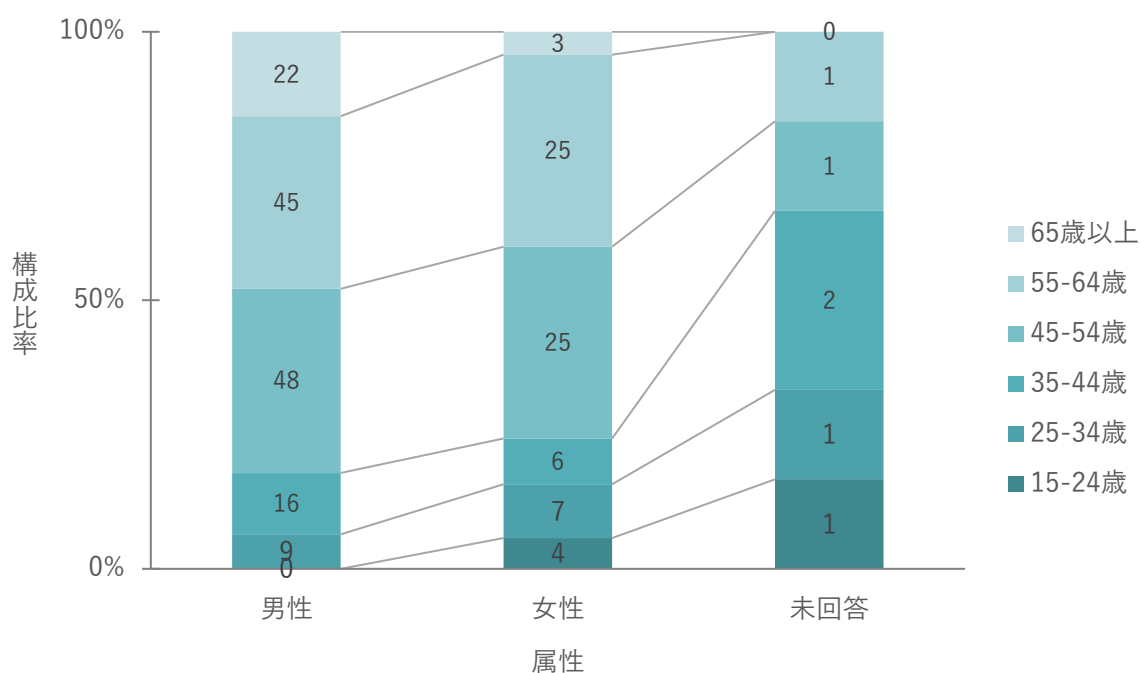


図 6-25 3D ナビに関するアンケート回答者詳細（性別×年代）

アンケート回答者は男性女性ともに約半数が東京都在住の方で、次いで埼玉県、千葉県、神奈川県など東京に隣接する件に居住する方が多かった。なお、この傾向は、本件アプリの利用状況（Google Analytics 集計による）の傾向と一致している。したがって、図 8-1 に示す、ユーザーの性別、年代状況も本件アプリのユーザーの傾向を一定程度反映しているのではないかと推測される。

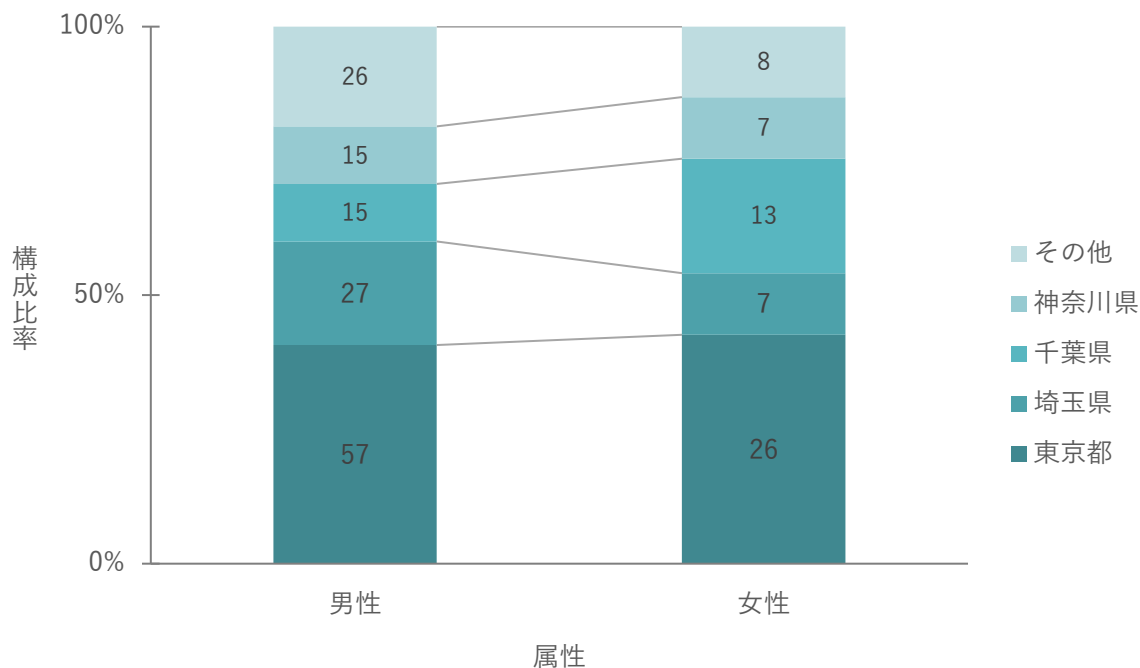


図 6-26 アンケート回答者詳細（居住地×性別）

アンケート回答者の約半数が月に数回以上の頻度で東京駅を利用しており、品川駅、高輪ゲートウェイ駅に比べて東京駅の利用頻度が高いユーザーが多い。

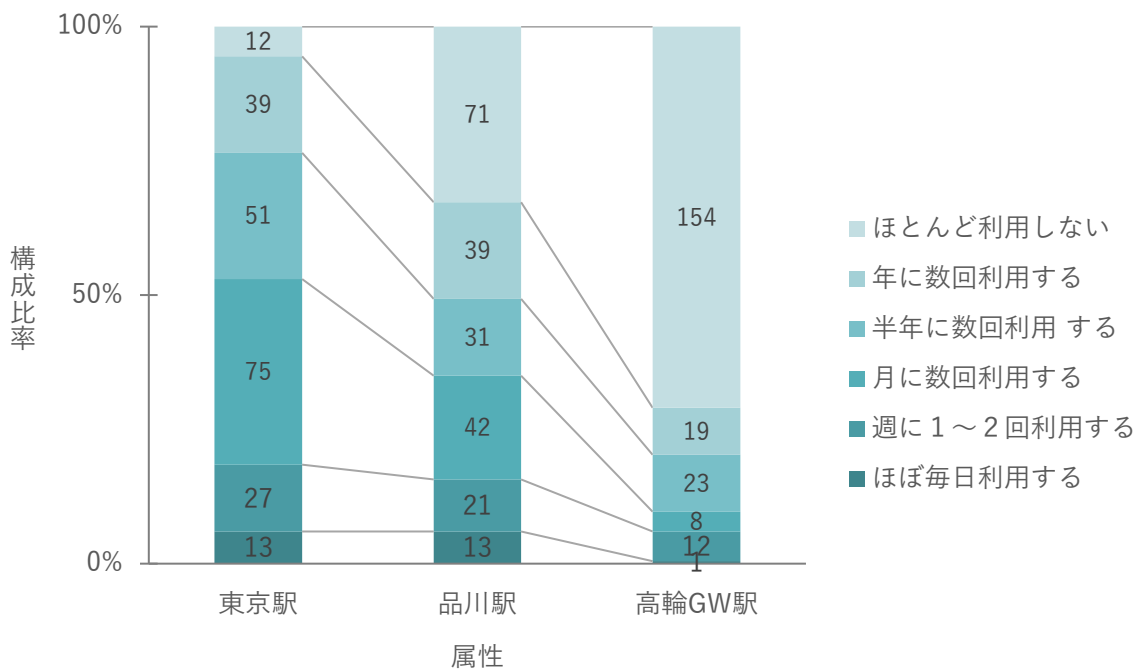


図 6-27 アンケート回答者詳細（東京駅利用頻度）

● 2) アプリのユーザビリティについて (3D ナビ機能)

Q2 2D マップ、3D マップのどちらが分かりやすいか？

「3D マップの方が分かりやすい」という回答が 146 件 (67.3%) にのぼり、三次元地図を利用したナビアプリが実サービスとしても十分成り立つであろうことが分かった。なお、「3D マップの方が分かりやすい」という傾向は、年代、性別の差は特になかった。

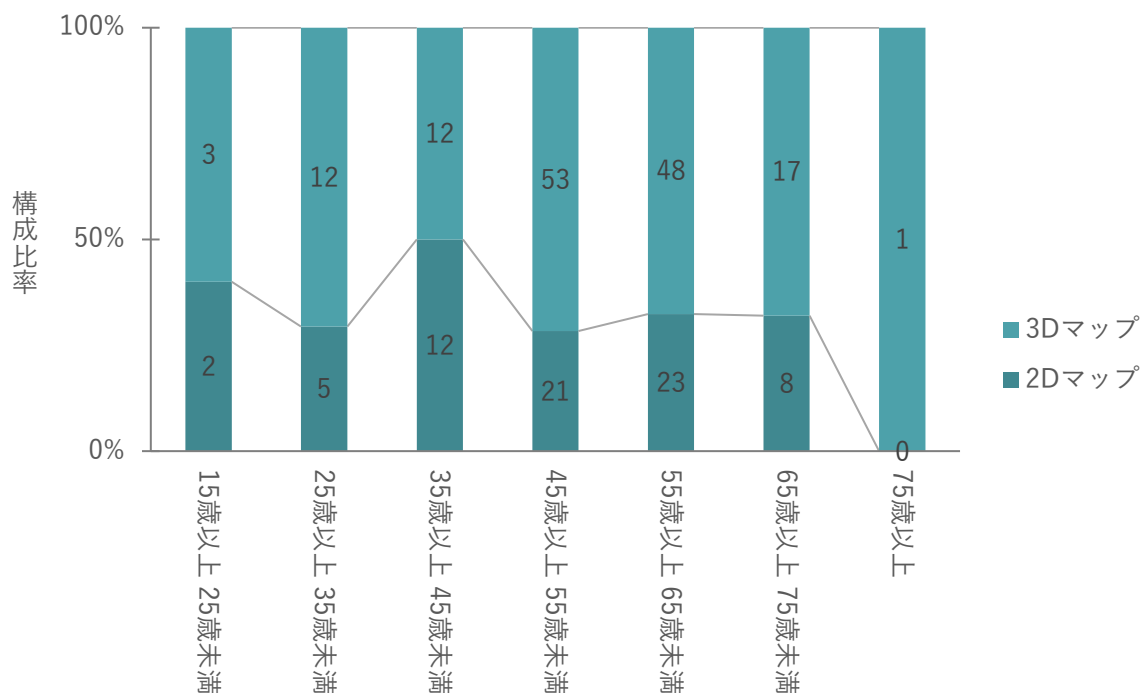


図 6-28 2D マップと 3D マップの評価 (性別)

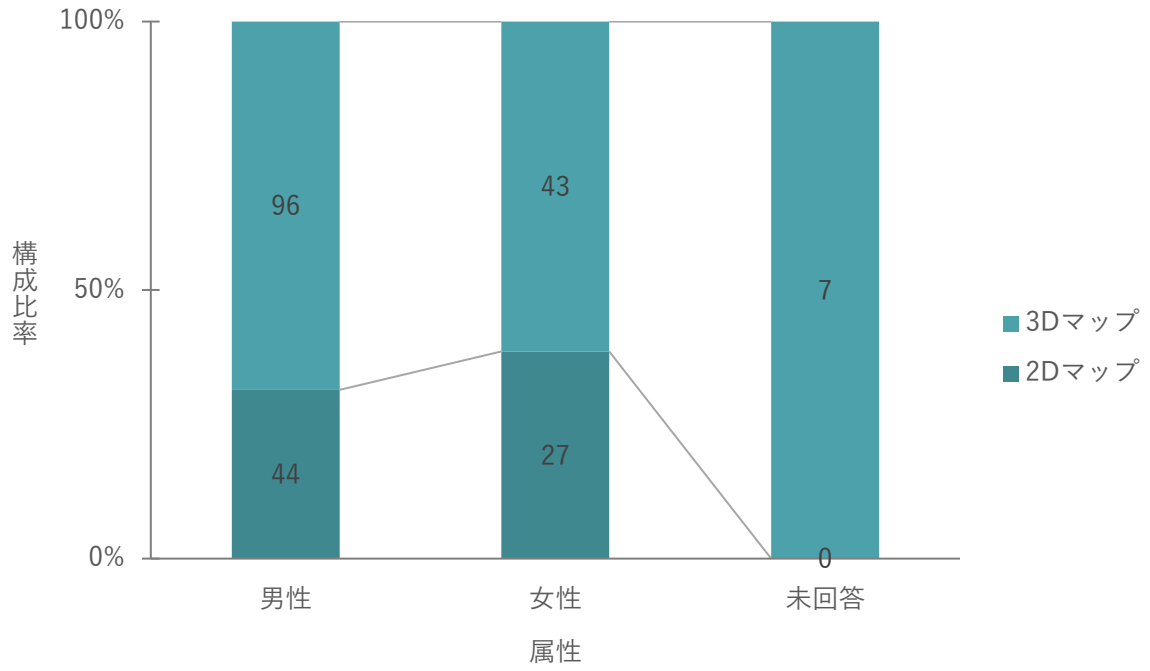


図 6-29 2D マップと 3D マップの評価 (性別)

Q3 既存の2Dマップによるナビゲーションに比べて、3Dナビゲーションの方が使いやすいですか？

「3Dマップの方が使いやすい」という回答が149件（68.7%）にのぼり、三次元地図を利用したナビアプリが既存の階層別2D地図によるナビゲーションに比べても「使いやすい」という評価を得た。この傾向は、性差については明瞭な差はなかったが、年代別に見ると「35歳以上、65歳未満」の年齢層の方が「15歳以上、35歳未満」の年齢層に比べて、「使いやすい」という回答が多い結果となった。

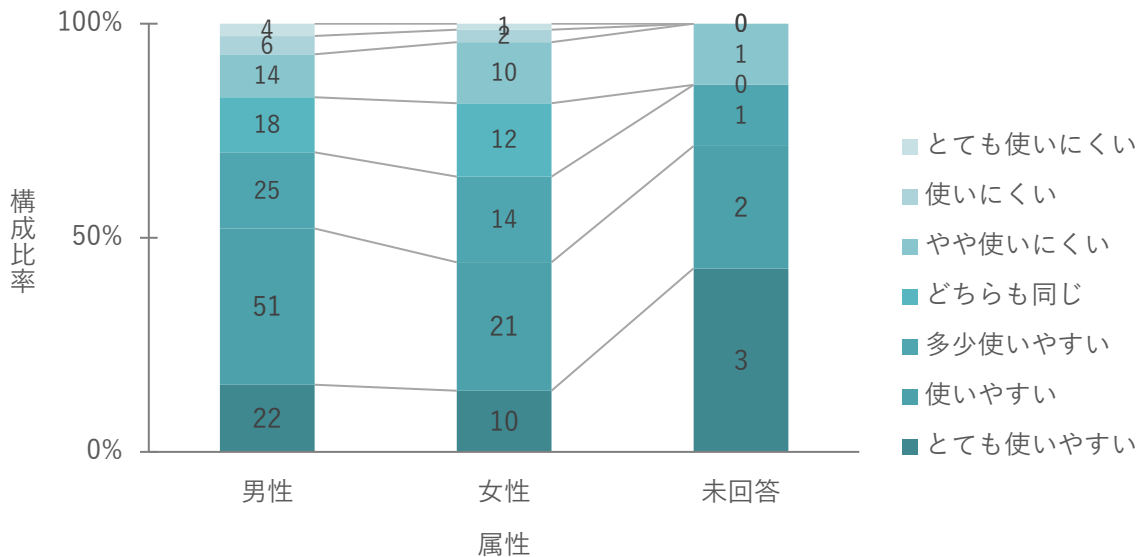


図 6-30 2Dマップに比べて3Dマップの方が使いやすいか（性別）

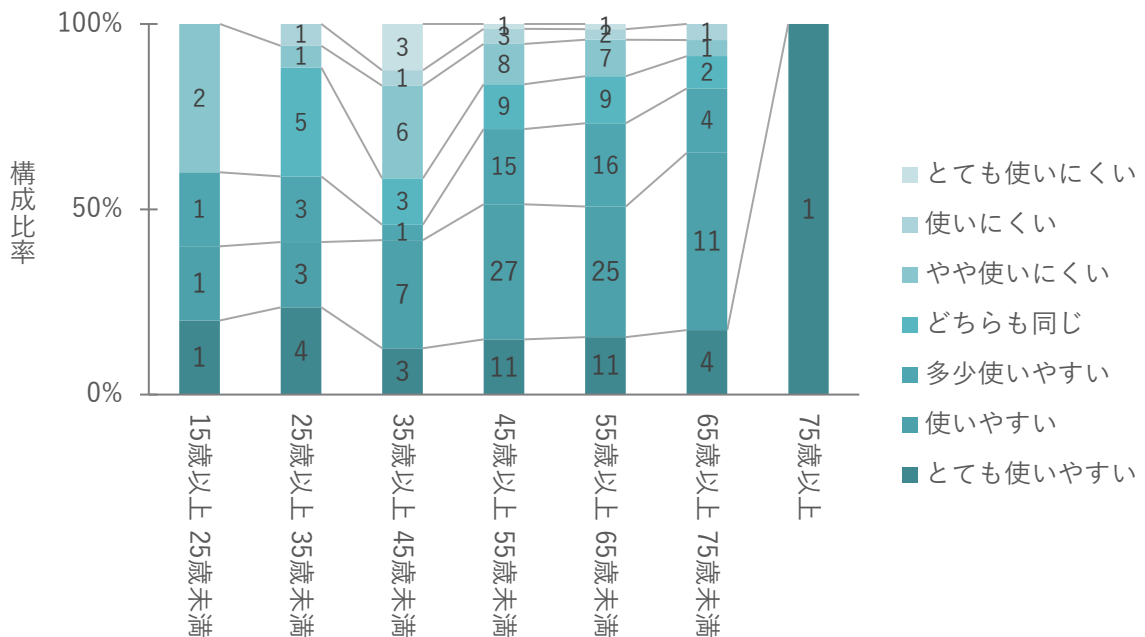


図 6-31 2Dマップに比べて3Dマップの方が使いやすいか（年代）

Q4 3D ナビの階段、エレベーター、エスカレーターなどの表示は分かりやすいですか？

「分かりやすい」という評価が 169 件（77.9%）を占めた。性別による差は特に認められなかったが、年代による多少傾向に差が生じている。

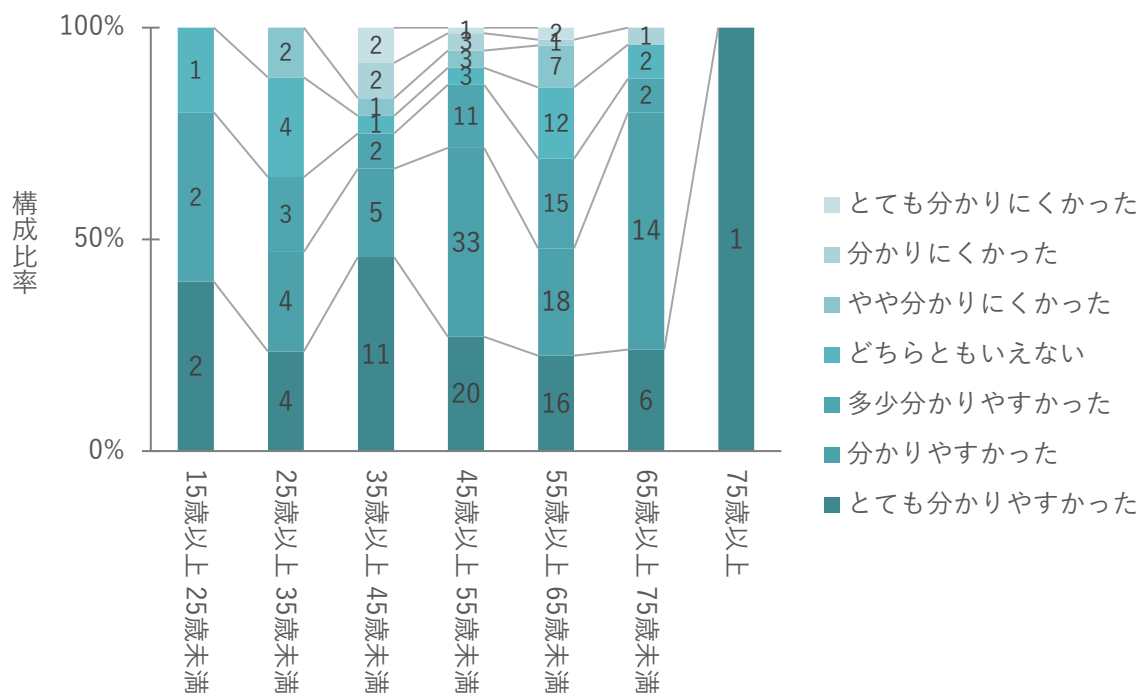


図 6-32 3D ナビにおける階段、エスカレーター、エレベーターの分かりやすさ（年代）

Q5 3D ナビの表示スピードは？

「早い」という評価が、131 件（56.7%）を占めた。表示スピードはスマートフォンの端末の性能、通信環境にも大きく左右されるため評価が難しいが、半数以上の回答が「早い」という結果であった。

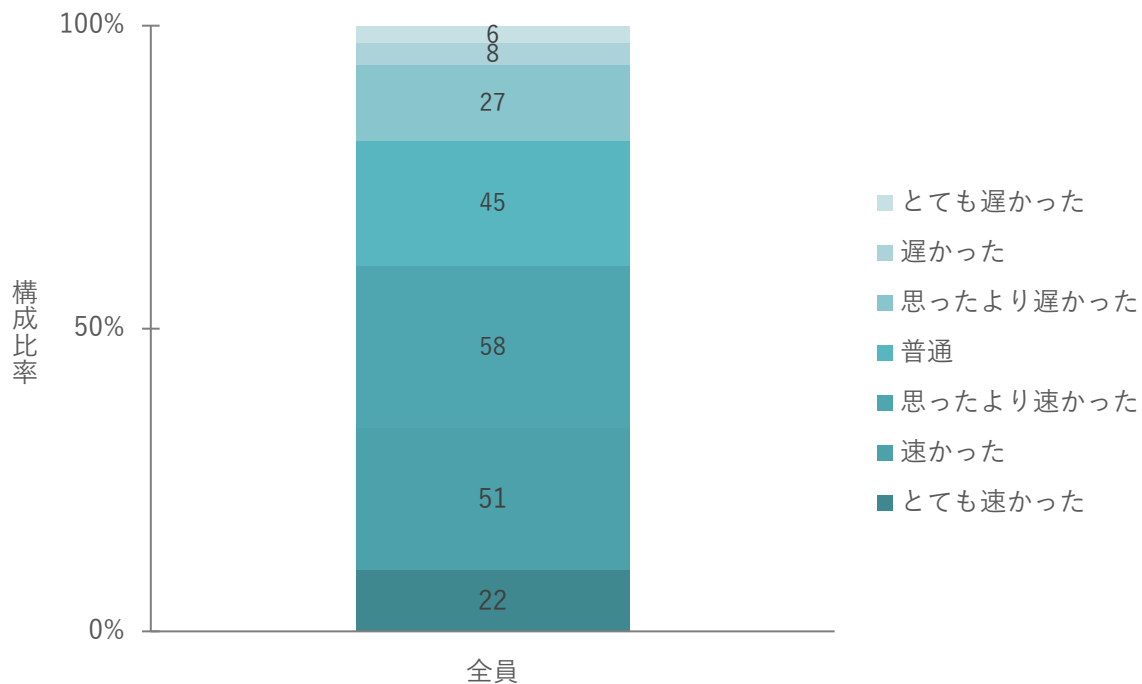


図 6-33 3D ナビの表示スピード評価

Q6 追加した方が良い地物は？

アンケート結果から明らかになった追加要望のあった地物は以下のとおりである（上位 5 件）。
 アンケート結果から明らかになった追加要望のあった地物は以下のとおりである（上位 5 件を示す）。POI データとしてはナビゲーション画面上に表示済みであるコインロッカー、ATM の件数が多い。POI としてアイコン表示するのではなく、3 次元のモデルで見たいという要求の現われかもしれない。今後、3D ナビとしてどのような地物を表示するのかを検討する際に参考となる結果が得られた。

- コインロッカー 114 件
- ATM 89 件
- 受付・インフォメーションデスク等のカウンター 62 件
- ベンチ 60 件
- ゴミ箱 60 件

Q7 3D ナビゲーションのマップで古い（現況と一致しない）情報はありましたか？

「気にならなかった」と「なかった（わからなかった）」を合計すると、145 件（66.8%）を占めた。概ね問題ないという評価を受けたといえる。

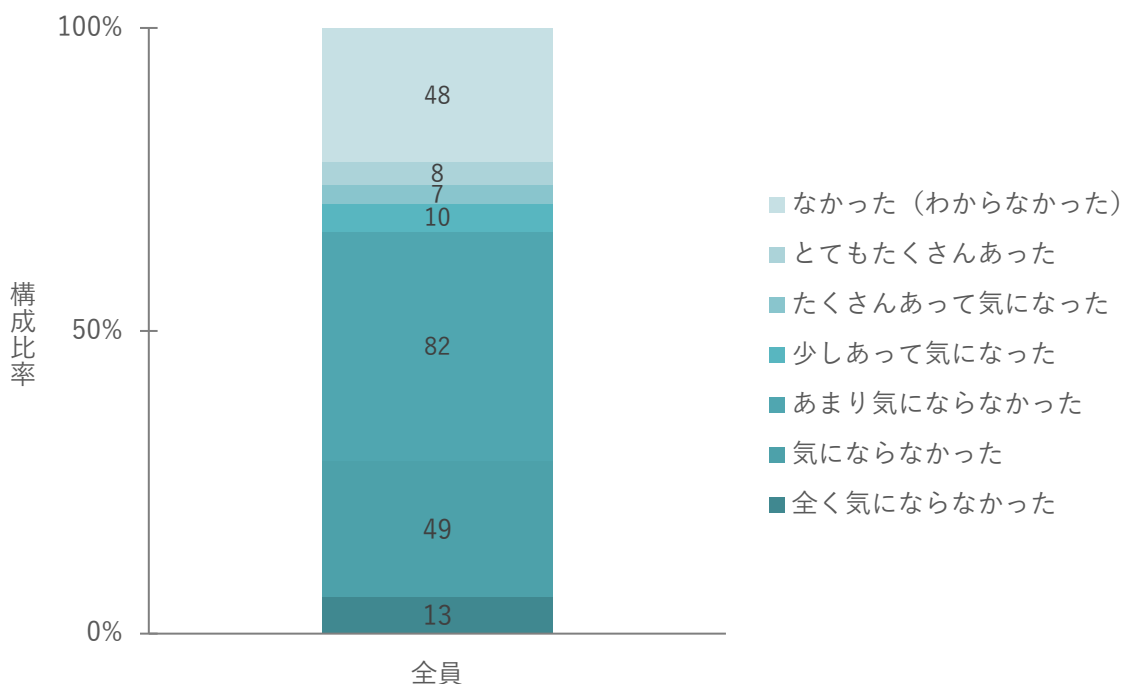


図 6-34 3D ナビの表示スピード評価

Q8 本アプリに掲載されている「避難場所」「公衆電話」「AED」「病院・クリニック」など災害時に必要と思われる情報は検索しやすいですか？

「検索しやすい」という評価が50%となった。「どちらともいえない」と「検索しにくい」という評価も50%あることから、普段使いのナビゲーションアプリで防災系情報を表示しやすくする工夫が必要であることが分かった。

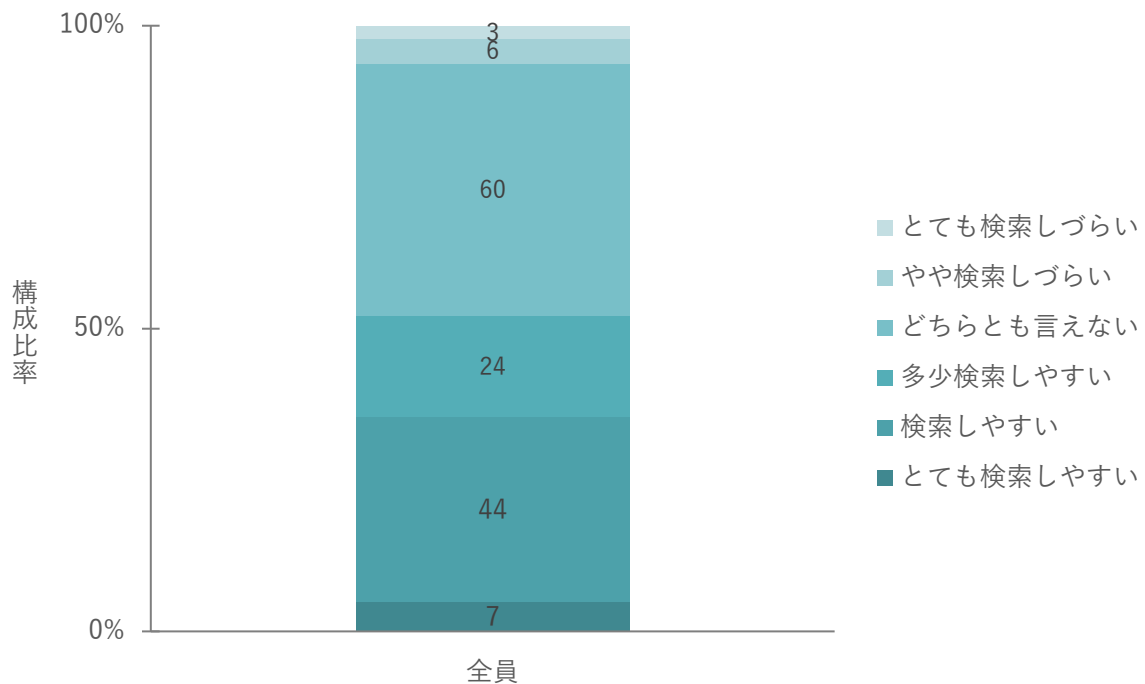


図 6-35 防災系情報の検索のしやすさ

Q9 その他ご意見・ご感想をお願いします。

3D ナビゲーション機能に対して以下のコメントがあった。

- ・ 直感的で分かりやすい。拡大表示の時も自動でスクロールしてくれるとありがたい。
- ・ 3D 表示の場合は上に行く必要があるのか、下に行く必要があるのか、分かりやすかった。
- ・ 2D マップとは別次元だと思った。AR メガネなどでスマホなしでも利用できると嬉しい。
- ・ 店舗アイコンの文字が小さく見えづらい。年配の人にはハードルがやや高い。
- ・ 3D ナビゲーションの画面を見ていると人にぶつかりそう。

● 2) アプリのユーザビリティについて (AR 機能)

Q1 年代、性別、居住地、駅の利用頻度

AR 機能のアンケート回答者は全体で 68 名。うち 46 名が男性で、17 名が女性、残りの 4 名は性別未回答であった。アンケート回答者の年代が多かったのは、男性では「45-54 歳」で約半数の 24 名で、女性では「15-24 歳」が 3 名、「25-34 歳」が 3 名、「35-44 歳」が 5 名、「45-54 歳」が 4 名で、どの年代も概ね同数であった。男性に比べると女性の方がやや若年層の回答者の比率が高かった。

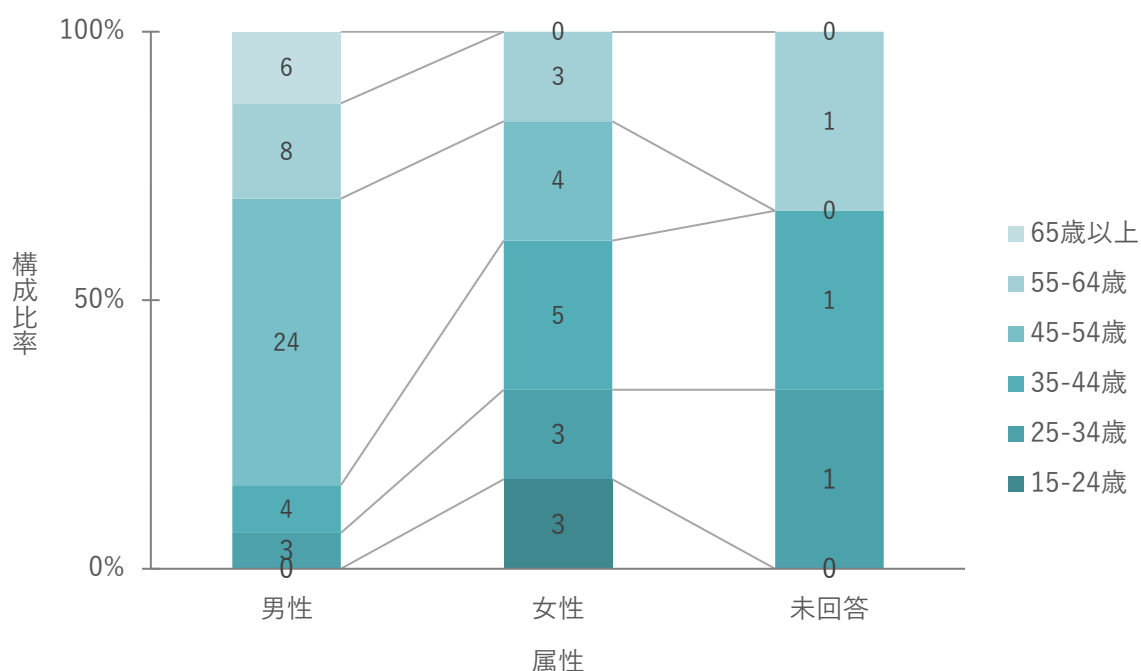


図 6-36 AR 機能に関するアンケート回答者詳細 (性別×年代)

3D ナビ同様、AR 機能のアンケート回答者も約半数が東京都に居住する方で、隣接する埼玉県、神奈川県、千葉県居住者でほとんどすべてを占めている。AR 機能は、基本的には現地にいなければ利用できない機能であるため、東京駅にアクセスしやすい、または通勤通学等で東京駅に来る人たちの回答割合が増えたものと思われる。

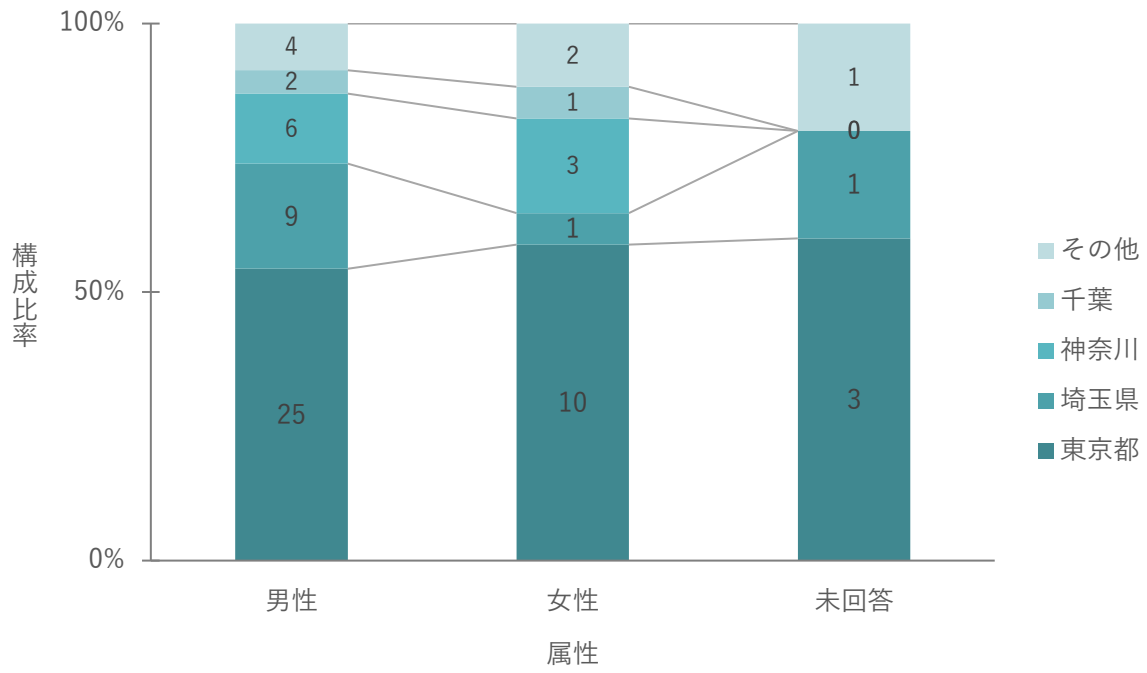


図 6-37 アンケート回答者詳細 (居住地×性別)

Q2 AR 機能では、天井をくり抜いて、建物内から地上を見渡しているように目的地の方向を表示します。
今回の AR アプリをダウンロードしてみて、面白く感じましたか？

「面白い」という評価が 60 件（88.2%）を占めた。地下から地上を見上げ、かつ建築物モデル LOD4 を利用することで建物内部が透けて見えるという体験に、面白味を感じるユーザーが多かったものと思われる。これまでにない新しい体験を東京ステーションナビユーザーに提供することができたといえる。

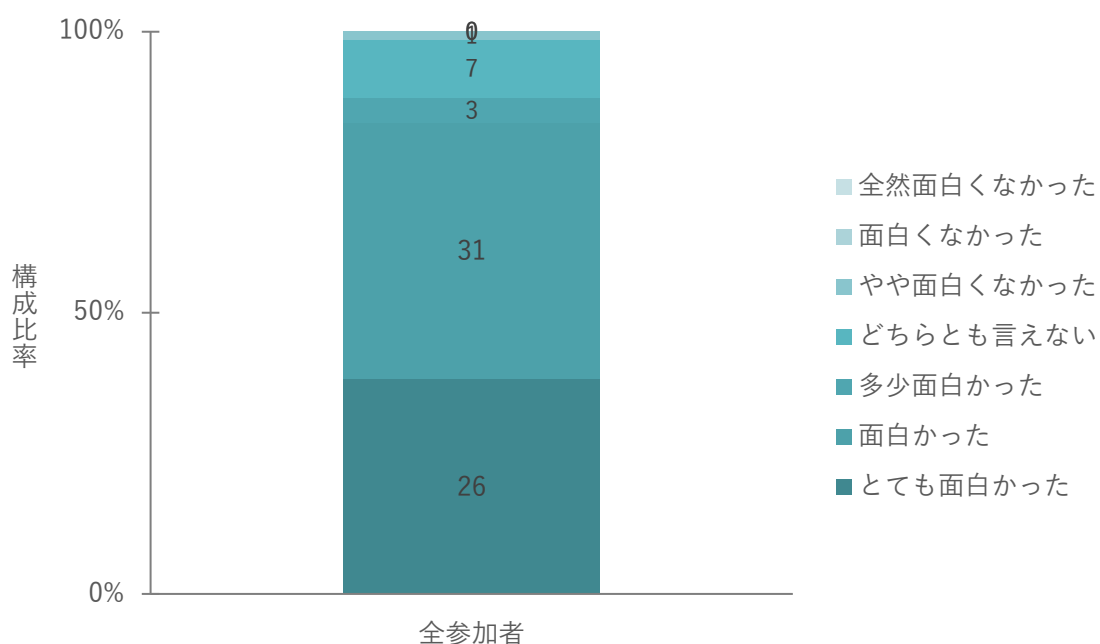


図 6-38 AR 機能についての評価

Q3 これまで3D都市モデルを利用したARアプリを利用したことはありますか？

「ない」という回答が76.5%であった。ユーザーに新しい体験を提供することができた。

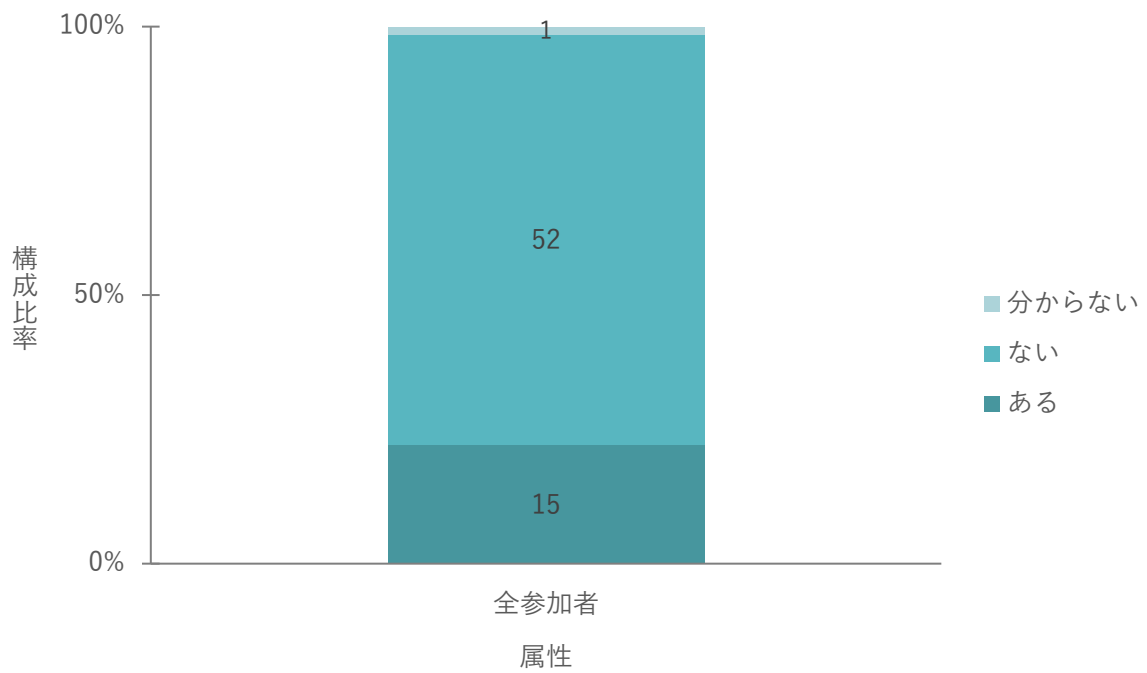


図 6-39 AR アプリについての体験の有無

Q4 AR で 3D の建物を見て、各ビル・施設は視覚的に分かりやすいですか？

「面白い」という評価が 60 件（88.2%）を占めた。地下から地上を見上げ、かつ建築物モデル LOD4 を利用することで建物内部が透けて見えるという体験に、面白味を感じるユーザーが多かったものと思われる。これまでにない新しい体験を東京ステーションナビユーザーに提供することができたといえる。

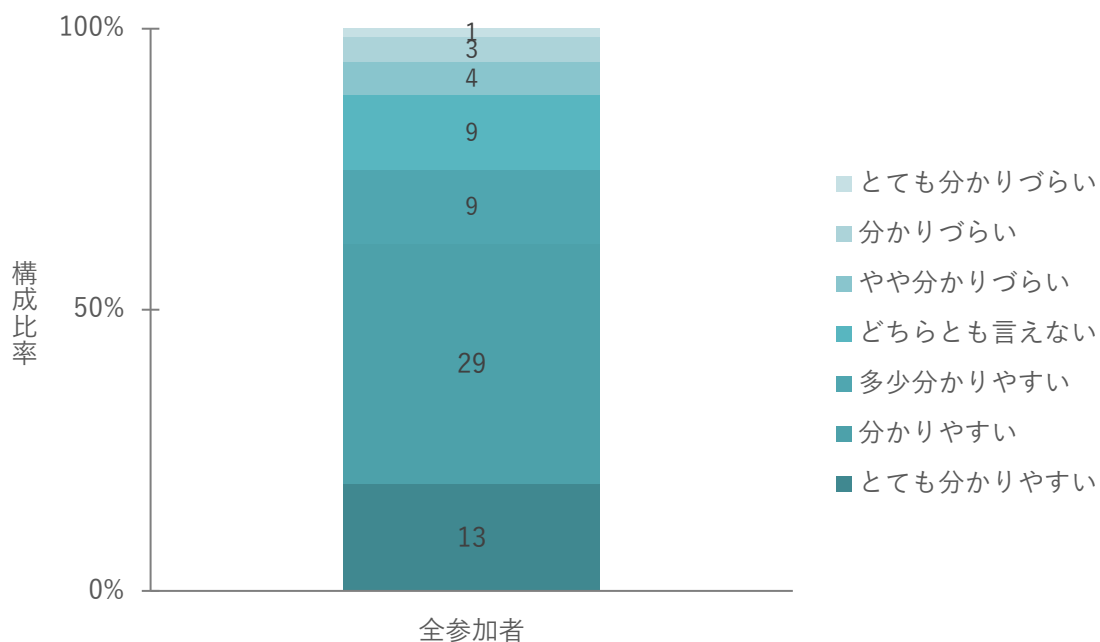


図 6-40 各ビル・施設は視覚的のわかりやすさ

Q5 目的地はわかりましたか？

「とても分かりやすかった」「分かりやすかった」「多少分かりやすかった」という回答が合計 49 件（72.0%）を占めた。目的地の方向を示す矢印と、対象フロアを明滅させるという UI・UX に一定の評価が得られたといえる。

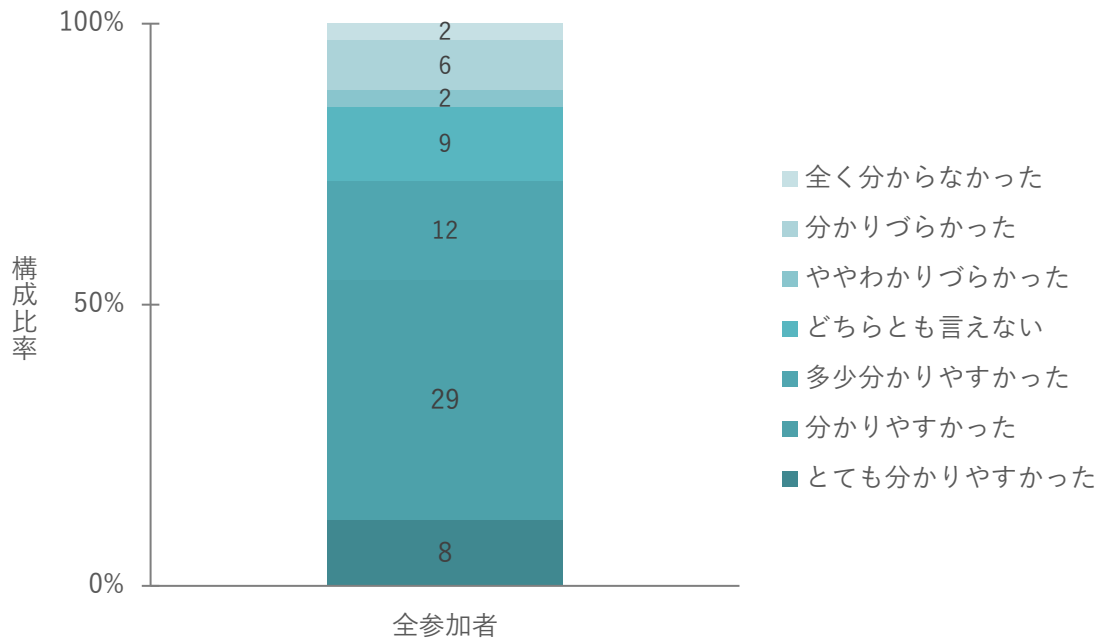


図 6-41 目的地のわかりやすさ

Q6 自分の位置から、目的地までの時間と方角を表示する機能は便利ですか？

「とても便利」「便利」「多少便利」という回答が合計 57 件（83.8%）を占めた。今回の AR アプリにおいて実装した目的地までの時間と方角を表示する機能が一定の評価を得たと言えよう。

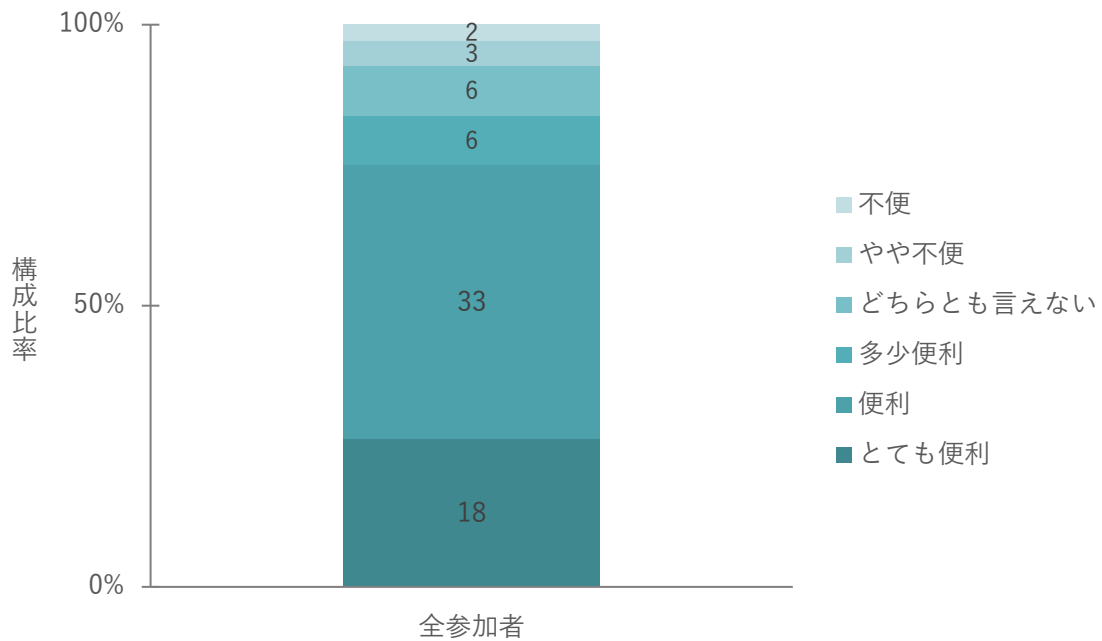


図 6-42 目的地までの時間と方角を示す機能の需要

Q7 画面の画面の表示スピードはどうでしたか？

「とても速かった」「速かった」「思ったより速かった」という回答が合計 44 件（64.7%）を占めた。ただし、「思ったよりも早かった」という回答が最も多く、AR アプリの起動についてはやや改善の余地があるのではないかとされる。AR アプリの起動のしやすさ、AR モデル表示スピードの改善は今後の検討課題であると思われる。



図 6-43 画面表示スピード

Q8 AR で表示して、自分がどのあたりにいるのか分かりやすかったですか？

「とても分かりやすかった」「分かりやすかった」「多少分かりやすかった」という回答の合計が 41 件 (60.3%) を占めた。方向感覚を見失いがちの地下空間において、地上の目標物であるビルを表示するという手法が、地下空間においても自分の位置を理解するのに有効な手法であることがわかった。

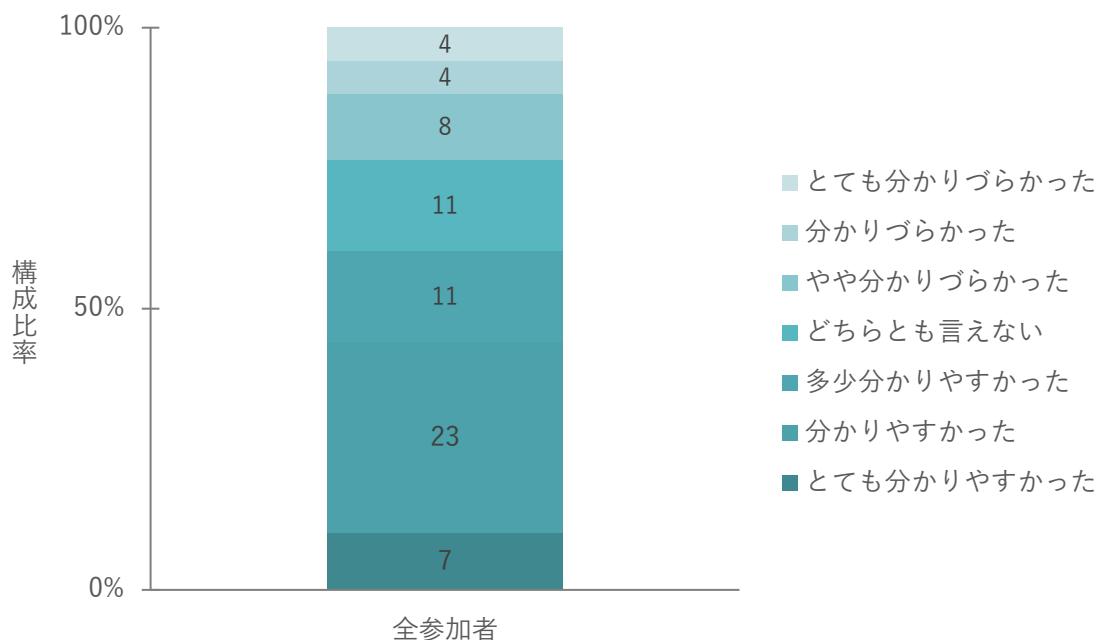


図 6-44 AR 建物を利用した自位置の判定の容易さ

Q9 屋内空間でも AR で移動経路を表示する機能があると便利だと思いますか？

「とても便利だと思う」「便利だと思う」「多層便利だと思う」という回答が合計 58 件（85.3%）を占めた。屋外空間においては、VPS（Visual Positioning System）を利用した高精度の測位機能と組み合わせた AR ナビゲーションアプリが普及しつつある。屋内空間においても、Google によるインドアライブビュー²といった取り組みが進んでおり、屋内空間においても AR による経路案内に需要があることが明らかとなった。

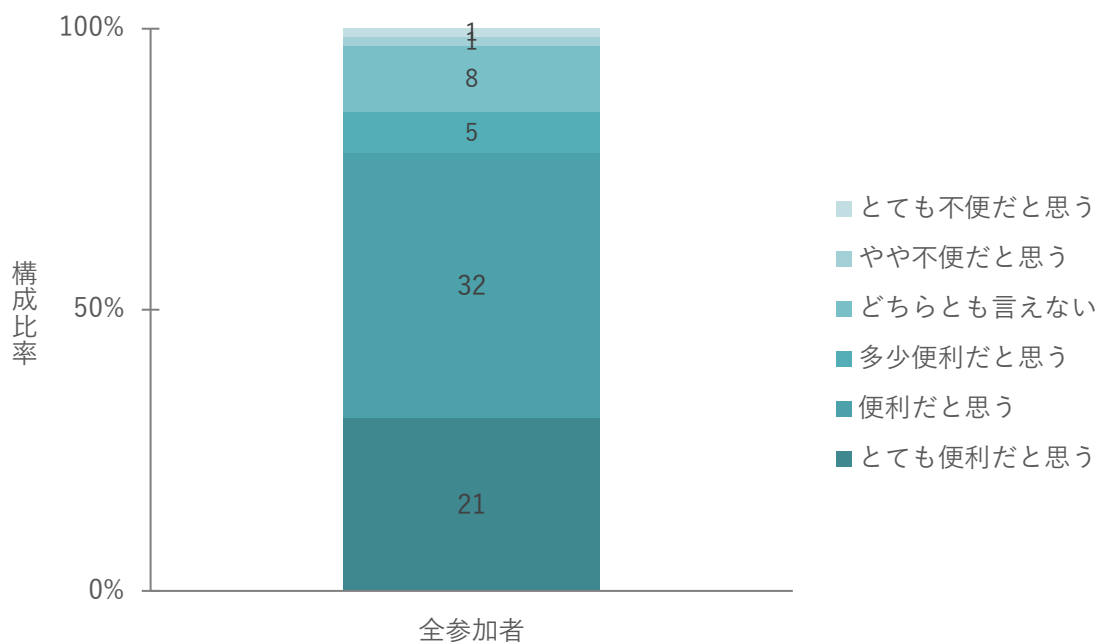


図 6-45 屋内 AR アプリの需要

Q10 その他ご意見・ご感想をお願いします。（自由記述）

AR アプリに対して、一般ユーザーからの以下のようなコメントがあった。

- ・ 屋内から屋外の世界を見られるのは AR として発想が面白い。
- ・ 地下にいても、自分が目指したいビルの方向がわかるのはとても便利。
- ・ 見上げた時だけでなく、自分の足元に何のモデルがあるのかなどを見られたら面白そう。
- ・ AR でのカメラ映像の歩行ナビは、人や物にぶつかるので利用者にも危険。周りからもカメラを向けられていると思われるため、スマホを正面に向けるのは使いづらい。

² インドアライブビューについては、JR 東日本や都営地下鉄での導入が進んでいる。

https://www.jreast.co.jp/press/2022/20221214_ho01.pdf

https://www.kotsu.metro.tokyo.jp/pickup_information/news/subway/2024/sub_p_2024012311334_h.html

7. 成果と課題

7-1. 本実証で得られた成果

7-1-1. 3D 都市モデルの技術面での優位性

表 7-1 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"> ● 鳥瞰図的に俯瞰して視点と、ウォークスルーのように 1 人称目線の視点の切り替えが可能
	階段・エスカレーター等昇降設備の向きが分かる	<ul style="list-style-type: none"> ● 階層別平面地図の場合、階段、エスカレーターは平面ポリゴンとして描画されることが多く、上下方向の向きを把握することが困難だが、3D の場合、地物が立体的に見えるため上下方向の把握が容易
アルゴリズム	地物の種別選択	<ul style="list-style-type: none"> ● 3D 都市モデルは構成要素がタグで記述され、建物の構成物が種類ごとに表現されていることから、そのタグを用いて容易に必要な地物を抽出することが可能
	標高値	<ul style="list-style-type: none"> ● 正しい高さ情報を持っているため、本業務で作成した「建造物マスタ」を作成するための原典資料としての利用が可能
	歩行ネットワークデータ	<ul style="list-style-type: none"> ● 従来の平面地図では高さの情報が無かったため、これを基に作成したネットワークデータには高さ情報を付与することや視覚的にも高さを持ったネットワークを再現することが困難だったが、3D の地図上で整備することで高さ情報を持った歩行ネットワークデータの作成が可能

7-1-2. 3D 都市モデルのビジネス面での優位性

表 7-2 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"> ● 3D 都市モデルを活用した都市空間の可視化により、取引先等のビジネスパートナーとの議論が具体化し、合意形成が容易化 ● また、3D 都市モデルにより視覚情報含めた具体的な議論ができるため、合意形成後に認識齟齬等が発生するリスクを低減可能
	ユーザー体験価値の向上	<ul style="list-style-type: none"> ● 一般消費者（ユーザー）向け事業では、3D 都市モデルによる立体的な・リアルな都市空間の再現が可能 ● これにより、ユーザーによる「東京ステーションナビ」の体験価値向上を見込むことが可能 ● 防災情報など、普段使いのナビゲーションアプリを通じて施設管理者側から幅広い情報を受容することが可能
	シミュレーションの高度化	<ul style="list-style-type: none"> ● バリアフリー段差解消ルートを検出が、施設横断的に可能となることで、エリアにおけるウィークポイントの発見が可能
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"> ● エリアマネジメント、施設管理、エリア情報の発信など他分野に適用可能な三次元地図基盤を構築したことで、地図の作成コスト削減が可能
	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"> ● 3D 都市モデルは公的なオープンデータとして整備されている。今後オープンデータの更新がなされることで運用コストの削減が可能
	整備範囲の広さによるビジネスの拡張性	<ul style="list-style-type: none"> ● 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 ● 日本各地で「東京ステーションナビ」の展開が見込める

7-2. 実証実験で得られた課題と対応策

表 7-3 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)	実行環境を考慮した3Dナビ画面の改善	<ul style="list-style-type: none"> ● スマートフォンのアプリで動く三次元地図の表示スピードを速くするためには、3Dモデルの軽量化作業が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ● モデルを分割しておき、支店から近い順に表示を制御するなどの対策が必要 ● ユーザーからは地物追加の要望も出ており、追加する際の形状の詳細度の検討が必要
	コミュニケーションに関する追加機能開発	<ul style="list-style-type: none"> ● エリアマネジメント側からは防災情報などのリアルタイムな情報発信を行う環境（都市OS）がこれから充実してゆくところである 	<ul style="list-style-type: none"> ● 都市OSが保有するリアルタイムな情報を分かりやすく表現する手法の開発が必要 ● 普段使いのアプリに防災情報が掲載されていることが一般ユーザーにはわからない可能性があるため、それが分かる仕組み・運用を検討する必要がある。
システム (UI・UX)	クリックの少ないUI・UXの開発	<ul style="list-style-type: none"> ● 2Dナビ画面と3Dナビ画面の遷移を繰り返すことなく利用が可能なUI・UXが必要、 ● 屋内空間のモデルの色が実際の空間と不一致が大きいと、自己位置の推定に影響を与える（自分の位置が分かりにくくなる） ● ARナビを別アプリにしたことで使いにくいになった 	<ul style="list-style-type: none"> ● 2Dマップと3Dマップが持つべき機能の整理が必要。また、3Dマップ上でもキーワード検索や店舗のカテゴリ検索機能が必要。 ● 屋内空間の写真をテキストチャとして貼り付けるなど、屋内空間の立地課が必要 ● AR機能も「東京ステーションナビ」に組み込んで1つのアプリとしてリリースする必要がある

<p>アルゴリズム</p>	<p>屋内測位精度向上</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 対象施設、地下通路全域にわたる屋内測位環境の構築が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ● エリアマネジメントまたはエリアにおける核となる団体と連携して、「東京ステーションナビ」への参加者を増やす努力が必要。 ● 道路下の地下道など国や地方公共団体が管理している空間においても屋内測位環境の整備を進める枠組みを構築する（ナビゲーション、都市 OS など民間事業者が単独で実施するサービスではなく、複数の事業者が連携して実施するサービスを対象）
<p>サービス運用</p>	<p>ビジネスモデルの改善</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 本システムの導入候補となるエリアマネジメント団体において、活動費の不足により、システムの導入費用な保守運用費の支払いが困難な場合が存在 ● 建物 BIM データの整備促進 	<ul style="list-style-type: none"> ● 収益性の改善のため、エリアマネジメント団体の更なる認知度向上や活動の意義・地域情報等の発信方法の検討が必要 ● サービス提供者が上記活動をコンサルティング・サポートし、エリアマネジメント団体の継続的な活動を支援することを検討 ● 既存の民間ビルにおいても BIM データを利用することで享受できるメリットが大きいことをアナウンスする
	<p>販路拡大</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 「東京ステーションナビ」はターミナル駅とその周辺のまちとを一体のエリアとみなし、エリア内の施設管理者に一人でも多く参加して頂くことで旅客や来街者に有益な情報発信ツールになるが、現状ではまだ声をかけられている施設管理者、エリアマネジメント団体が少ない ● 事業化を見据えて、よりシステムティックに全国のエリアマネジメント団体にアプローチする手段の確保が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ● 国土交通省や地方公共団体のエリアマネ管轄部署と連携し、リスト・連絡先を共有して貰う等を検討 ● エリアマネジメント団体を複数招集し、本システムに関する合同説明会の実施を検討 ● また、導入済みのエリアマネジメント団体から他の団体を紹介して貰う仕組みの構築も必要

	<p>ルール・制 度化</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 駅構内など通行量の多い空間で AR 機能を利用することは人との接触等の危険性がある。 ● AR 機能を利用する場合、カメラを他人に向けてしまうことになり、カメラを向けられた側に不快感を与える可能性がある ● ウォークスルーによるナビはこれまでの階層別 2D のナビに比べるとスマホ画面への没入感が高く、歩きスマホを助長する可能性がある 	<ul style="list-style-type: none"> ● AR ナビの普及や利用のための安全性に配慮したガイドラインの作成が必要 ● スマートフォンをかざす必要がないスマートグラス等での機能開発が必要 ● 歩きスマホを助長しないような仕組み（例えば、画面をずっと見つめたまま移動したらアプリをグレースアウトさせるなど）の導入が必要
<p>その他</p>	<p>地下街モデルの作成</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 本業務では BIM を利用して地下街モデルの作成を試みた。初めての取り組みであったため、適切な作成手順を探りながらの作業となり、工数がかさんだ。 	<ul style="list-style-type: none"> ● BIM から作成する作業手順のブラッシュアップとデータ作成者間、プロジェクト間の情報の共有が必要 ● BIM からの CityGML 作成についての調査検討が必要 ● 標準製品仕様書の部分的な見直し（BIM から作成した場合の免責事項の明確化） ● FME ワークベンチなど関連するツールの更新が必要

7-3. 今後の展望

今回の実証実験で開発した 3D ナビゲーション機能及び AR アプリについては、ユーザーからは総じて高い評価を頂き、ターミナル駅とその周辺のまちを屋内外、地上地下を 3D 地図でシームレスにナビゲーションすることに対する社会的需要を確認できた。駅とまちという異なる施設管理者が共通して利用可能な三次元地図基盤を構築することで、まちづくりの DX 推進、エリアマネジメントの高度化に寄与できることも確認できた。今後はユーザーからの要望を踏まえ検索のしやすさなど、ナビゲーションアプリとして必要な UI/UX の改善を継続的に検討していく。さらに他エリアでも展開し実績を重ねることで、必要な情報量の最適化を進めていきたい。

また、3D 都市モデル及び施設管理者が保有する BIM データを活用した三次元地図基盤の構築手法を確立し、さまざまなエリアで簡易的にサービス提供できるような仕組み作りを目指す必要がある。各地での 3D 都市モデルの整備とオープンデータ化の広がりに合わせて、この取り組みも加速させることで、様々なエリアにおいてまちづくりの事業者と来街者の双方が情報共有できる三次元地図基盤の普及拡大を進めていきたい。

8. 用語集

A) アルファベット順

表 8-1 用語集（アルファベット順）

No.	用語	説明
1	API	アプリケーション・プログラミング・インターフェース（Application Programming Interface）」の略称。アプリケーション間で情報や機能のやり取りを可能にするためのインターフェースに関する技術。異なるシステム間で情報共有をする時に重要な技術である
2	Beacon	Bluetooth Low Energy（BLE）を利用して、スマートフォンやタブレットなどのデバイスに位置情報を提供する小型のデバイス。一定時間間隔でビーコンが発信する信号を利用して、その信号を受信したデバイスが自分の位置を特定することができる。一般的に、ビーコンは、店舗や施設などの場所に設置され、周囲にいる人々に関連情報を提供するために使用されます。ビーコンは、小型で省電力なため、様々な場所で広く利用されています
3	Sta.aaS	Station as a Service の略。MaaS（Mobility as a Service）の一部として、お客様が大規模ターミナル駅の改札内外をシームレスに快適にご利用いただけるよう駅に特化したご案内サービスの提供を目指した概念
4	TestFlight	iOS 版アプリのうち、AppStore から正式配布する前に検証用アプリを配布するための仕組み。TestFlight アプリから検証用アプリが可能となる。関係者や開発者等のメールアドレス等で限定配布する方法と、パブリックリンクを用いて一般に公開して最大 10,000 人までに配布する方法がある

B) 五十音順

表 8-2 用語集（五十音順）

No.	用語	説明
1	大丸有	東京都千代田区にある大手町・丸の内・有楽町の3町域を合わせたエリアで、東京を代表する一等地である
2	高輪ゲートウェイシテイ	JR 東日本が推進する品川開発プロジェクト（東京都港区高輪ゲートウェイ駅前から品川駅にかけて1街区～4街区が整備される国内屈指の大型複合再開発事業）により開発が進められている。2025年に街びらきの予定
3	東京ステーションナビ	東京駅の店舗や施設の情報表示、目的地までのルート検索（最短経路／段差解消経路）、屋内測位機能による高精度な自位置表示機能により、東京駅を安全・安心・快適にご利用いただくことを支援するためのサービス案内アプリ（Sta.aaSを実現するアプリ）。累計ダウンロード数24万を超え（2023年5月現在）、日々多くの方々にご利用いただいている
4	都市 OS	都市のシステムの統合や高度化・最適化を目的としたオペレーティングシステム（基盤）。様々な情報やデータを収集・分析して、都市の問題解決屋サービス提供を行い、都市の利便性、快適性、安全性向上の実現を目指して導入される。行政、防災、環境、交通などの様々な分野で利用が見込まれている。収集・分析・可視化するための地図基盤とセットで運用されるのが一般的である

以上

地下街データを活用したナビゲーションシステム
技術検証レポート

2024年3月 発行

委託者：国土交通省 都市局

受託者：JR東日本コンサルタンツ株式会社