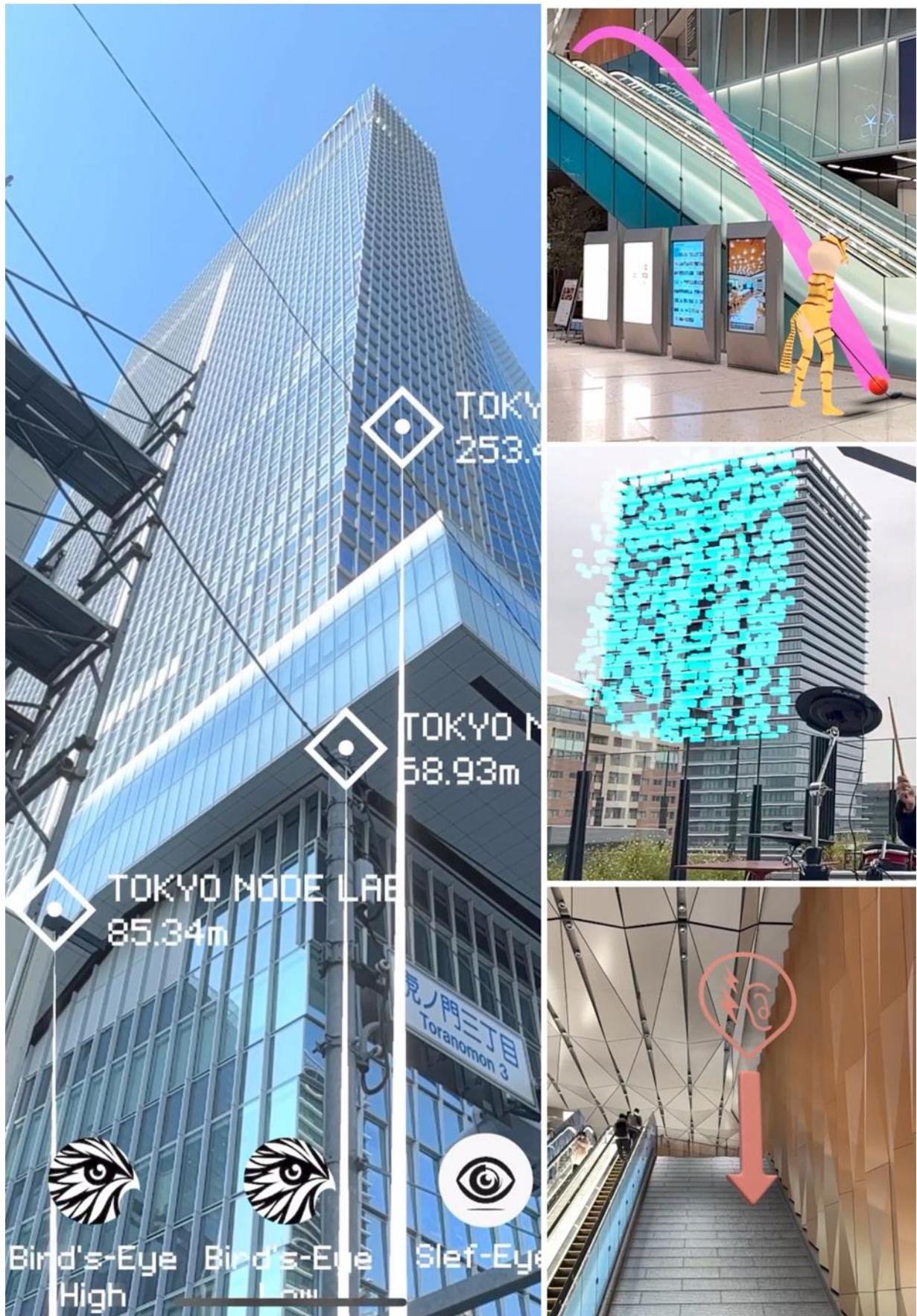




PLATEAU
by MLIT

PLATEAU Technical Report

3D都市モデル活用のための技術資料



デジタルツインを活用したXRコンテンツ開発 プラットフォーム 技術検証レポート

Technical Report on XR Content Development Platform Utilizing Digital Twin

series
No. 85

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	- 1 -
1-3. 創出価値	- 2 -
1-4. 想定事業機会	- 3 -
2. 実証実験の概要	- 4 -
2-1. 実証仮説	- 4 -
2-2. 実証フロー	- 5 -
2-3. 検証ポイント	- 6 -
2-4. 実施体制	- 7 -
2-5. 実証エリア	- 8 -
2-6. スケジュール	- 9 -
3. 実証システム	- 10 -
3-1. アーキテクチャ	- 10 -
3-1-1. システムアーキテクチャ	- 10 -
3-1-2. データアーキテクチャ	- 12 -
3-1-3. ハードウェアアーキテクチャ	- 13 -
3-2. システム機能	- 20 -
3-2-1. システム機能一覧	- 20 -
3-2-2. 利用したソフトウェア・ライブラリ	- 22 -
3-2-3. 開発機能の詳細要件	- 24 -
3-3. アルゴリズム	- 51 -
3-3-1. 利用したアルゴリズム	- 51 -
3-3-2. 開発したアルゴリズム	- 54 -
3-4. データインタフェース	- 56 -
3-4-1. ファイル入力インタフェース	- 56 -
3-4-2. ファイル出力インタフェース	- 60 -
3-4-3. 内部連携インタフェース	- 61 -
3-4-4. 外部連携インタフェース	- 64 -
3-5. 実証に用いたデータ	- 65 -
3-5-1. 活用したデータ一覧	- 65 -
3-5-2. 生成・変換したデータ	- 75 -
3-6. ユーザーインタフェース	- 77 -
3-6-1. 画面一覧	- 77 -
3-6-2. 画面遷移図	- 80 -
3-6-3. 各画面仕様詳細	- 81 -

uc23-16_技術検証レポート_デジタルツインを活用したXRコンテンツ開発プラットフォーム

3-7. 実証システムの利用手順.....	- 94 -
3-7-1. 実証システムの利用フロー	- 94 -
3-7-2. 各画面操作方法	- 95 -
4. 実証技術の検証	- 105 -
4-1. Web システム機能の検証.....	- 105 -
4-1-1. 検証目的.....	- 105 -
4-1-2. KPI.....	- 105 -
4-1-3. 検証方法と検証シナリオ	- 106 -
4-1-4. 検証結果.....	- 107 -
4-2. SDK 機能の検証.....	- 118 -
4-2-1. 検証目的.....	- 118 -
4-2-2. KPI.....	- 118 -
4-2-3. 検証方法と検証シナリオ	- 118 -
4-2-4. 検証結果.....	- 119 -
5. 3D 都市モデルを活用したハッカソンの有用性検証	- 121 -
5-1. ハッカソンの概要	- 121 -
5-1-1. ハッカソンの全体像.....	- 121 -
5-1-2. ハッカソンの背景.....	- 128 -
5-1-3. ハッカソンの目的.....	- 129 -
5-2. ハッカソンの詳細	- 130 -
5-2-1. 第 1 回 XR HACKATHON (OPENING DAY) の詳細	- 130 -
5-2-2. 第 2 回 XR HACKATHON (ACCERELATION DAY) の詳細	- 141 -
5-2-3. 第 3 回 XR HACKATHON (AWARD NIGHT) の詳細	- 158 -
5-2-4. 特別開催「EXTRA DAY」の詳細	- 177 -
5-3. 参加者視点の検証	- 188 -
5-3-1. 検証目的.....	- 188 -
5-3-2. 検証項目	- 189 -
5-3-3. 検証方法	- 191 -
5-3-4. 検証結果.....	- 193 -
6. 成果と課題	- 219 -
6-1. 本実証で得られた成果.....	- 219 -
6-1-1. 3D 都市モデルの技術面での優位性	- 219 -
6-1-2. 3D 都市モデルのビジネス面での優位性	- 219 -
6-2. 実証実験で得られた課題と対応策	- 220 -
6-3. 今後の展望	- 222 -
7. 用語集	- 223 -

1. ユースケースの概要

1-1. 現状と課題

近年、都市を舞台としたデジタルツインやメタバース空間の構築が広がっており、これと現実空間と連動した様々な XR コンテンツが提供されつつある。一方で、これを大規模なエリアで実現するためには、広域かつ屋内外を含む精緻なデジタルツインの構築や最適な開発環境の整備が必須となるが、マップデータの整備コストや権利者との交渉コストなどがサービス開発の課題となっている。

また、高層ビルの内部で XR コンテンツを提供する場合には、ユーザーの垂直位置を取得し、「何階のどこにいるのか」といった情報を推定する必要があるが、このような精緻な垂直位置情報を GPS で取得することは難しく、技術上の課題となっている。

1-2. 課題解決のアプローチ

今回の実証実験では、LOD2-3 の 3D 都市モデルと BIM モデルをベースに作成された LOD4 の 3D 都市モデルを統合した詳細度の高いデジタルツイン空間を構築する手法を確立した。また、位置情報をもとに最適化されたデータを配信する Unity 用 SDK による開発環境を提供し、デジタルツインデータを用いた XR コンテンツ制作を支援した。

これにより、デジタルツインデータも含んだ Web 及び Unity 用 SDK による開発環境を提供し、サービス開発者を巻き込んだハッカソンを開催することで、虎ノ門エリアに関連する多様な XR コンテンツを開発できるようになった。加えて、従来はコンテンツ開発者が独力で実施する必要があったデータ取得等をハッカソン主催者が実施し配布することで、開発者がよりサービス・コンテンツ開発に注力できる環境を提供できるようになった。

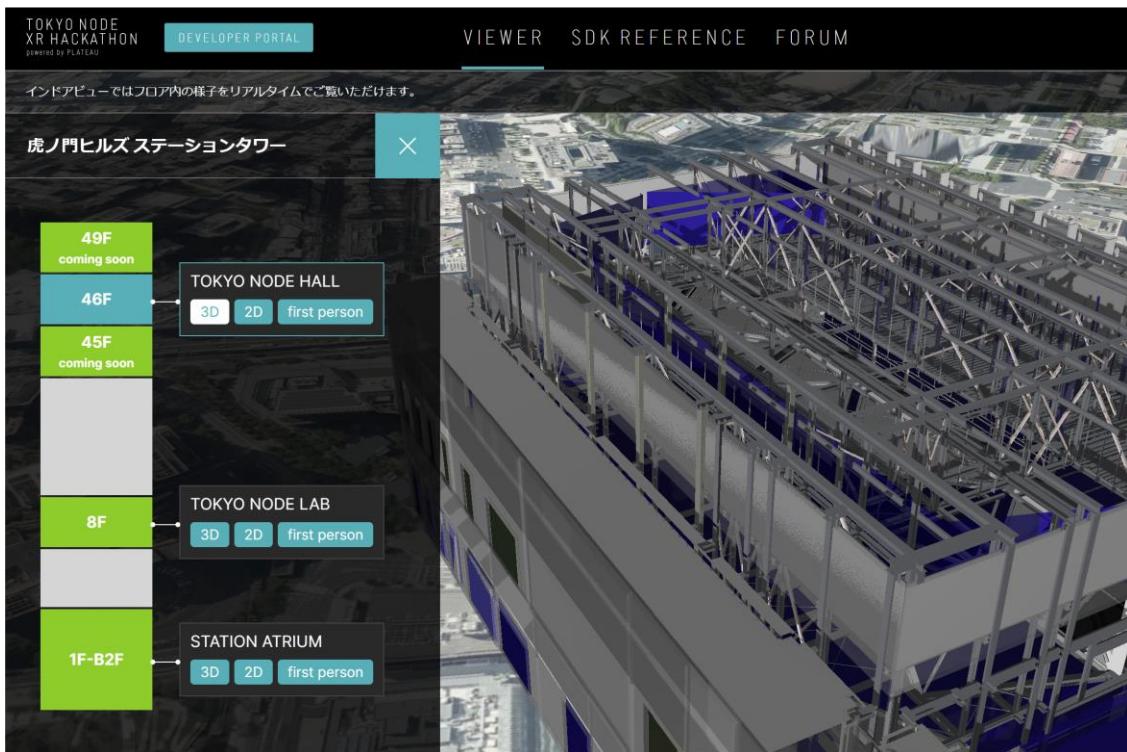


図 1-1 開発したシステムのイメージ

1-3. 創出価値

本事業では、複数の企業が利用可能な垂直情報を含む位置測位情報と、虎ノ門エリアの3D都市モデルを利用可能とする開発者ツールとAPIを提供する。また森ビル施設内に技術交流・実証拠点施設を提供し、実績のある開発者・クリエイターにもプロトタイピングイベントの参加や開発者ツールの活用を促し、スマートフォンアプリ等でのXRコンテンツの提供・公開・実装を目指すことで、XRコンテンツ開発の工数削減やデジタルツインを活用した新たなサービス開発の促進を行う。

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"> ● 都市サービス事業者 ● サービス・コンテンツ開発者
サービス仮説	<ul style="list-style-type: none"> ● サービス・コンテンツを開発する企業が利用可能な、施設・建物内のフロア単位での高精度測位情報の取得、及び設計情報をもとにした 3D データ配信・管理システムを開発し提供することで、サービス事業者・開発者による実空間を活用したサービス・コンテンツ開発を加速
提供価値	<ul style="list-style-type: none"> ● 複数の企業が利用可能な垂直情報を含む位置測位情報と、虎ノ門エリアの 3D 都市モデルを利用可能とする開発者ツール・API を提供 ● 虎ノ門に新たに開設する森ビルの施設を活用し、継続的に利用可能な実空間の実証テスト可能な環境と、併設されるプロトタイピングラボ及び開発者支援事業を提供

2. 実証実験の概要

2-1. 実証仮説

- ゲームエンジンの汎用開発プラットフォーム Unity 向けの SDK により、VPS (Visual Positioning System) や位置情報（垂直情報を含む）、3D 都市モデルを提供することで、サービス・コンテンツ開発者が虎ノ門エリアの VPS MAP や位置情報を利用し、効率的なデジタルツインやメタバースのコンテンツ・アプリケーション開発ができるのではないか。
- また、上記の開発者ツールを利用したハッカソンイベントを開催することで、新たな XR コンテンツの開発が促進されるのではないか。
- サービス・コンテンツ開発者と共に街づくりを行うことで、開発者に必要な新たな都市データの整備検討ができるのではないか。
- 都市の利用者にとって 3D 都市モデルを活用した新たな都市体験を創出できるのではないか。

2-2. 実証フロー

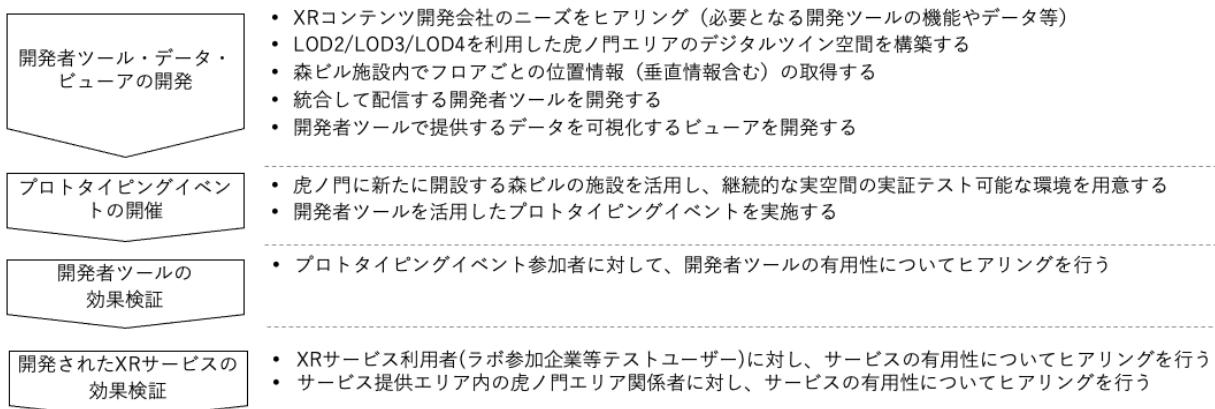


図 2-1 実証フロー

2-3. 検証ポイント

- 本実証実験のために開発した機能の動作について、技術的な検証を行う
(検証結果は「4. 実証技術の検証」に記載)
 - 本実証実験で開発を行った Web システム上で利用する 3D ビューワの各種機能・設定値について、Web 画面上で正しい挙動が行われるかを確認する
 - 本実証実験で開発を行った Unity Editor 上で利用する SDK の各種機能・設定について、アプリケーション上で正しい挙動が行われるかを確認する
- システム利用者（ハッカソン参加者）に対して、ハッカソンの運営や利用システムの満足度について検証する
(検証結果は「5. 3D 都市モデルを活用したハッカソンの有用性検証」に記載)
 - ハッカソンの満足度評価：
ハッカソンの全体的な満足度や、運営に対する満足度を評価
 - 利用システムの評価：
本実証実験のために開発した Web ビューワ機能、SDK 機能、等の技術要素に対する満足度を評価

2-4. 実施体制

表 2-1 実施体制

役割	主体	詳細
全体管理	国交省 都市局	プロジェクト全体ディレクション
	アクセンチュア	プロジェクト全体マネジメント
実施事業者	森ビル	全体統括 プロジェクト進行管理 3D都市モデルを活用したUC開発の実証 業務報告書の作成
	SYMMETRY	3D都市モデルを活用したデジタルツイン空間の構築 垂直情報を含む位置測位情報の取得 開発者向けツール/API機能開発 デジタルツインビューア機能開発

2-5. 実証エリア

表 2-2 実証エリア

項目	内容
実証地	東京都港区虎ノ門エリア
面積	約 10,204 m ²
マップ (対象エリア は赤枠内)	<ul style="list-style-type: none"> 実施エリアの3D都市モデルは、今年度新規に整備されるLOD3を活用(赤線部分) 実施エリア内の虎ノ門ヒルズステーションタワーについては、森ビル提供のBIMから作成するLOD4(下記提供範囲に限る)も活用 屋内モデルデータ提供範囲は、虎ノ門ヒルズステーションタワー内のVPS提供エリアである駅前広場(B2F、B1F、1F)、TOKYO NODE LABエリア(8F)、メインホール(46F) 屋内モデルデータは、森ビル提供のBIMをもとにFBX/OBJ形式で提供(オクルージョン等での利用を想定)

2-6. スケジュール

表 2-3 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
計画要件定義				↔								
参加募集・集客期間						↔						
実証期間								↔				
技術検証レポート								↔				
イベント設計・企画			↔									
告知・集客期間						↔						
イベント実施期間							↔					
システム開発 計画・要件定義	↔											
設計・開発			↔									
検証							↔					
運用								↔				

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

本実証実験では、実証エリアの様々なデータを閲覧・配信可能な「①デジタルツインシステム」と「②XR コンテンツ・アプリケーション開発支援ツール」（虎ノ門デジタルツイン）を開発した。

「①デジタルツインシステム」については、主に XR コンテンツ・アプリケーション開発者に対して、実証エリアの環境情報や立体的な構造等を視覚的かつ簡単に閲覧するための Web ビューワである。CesiumJS 及び Unity WebGL をベースとして開発した。今回の実証実験では、屋内の 3D 情報としては BIM をベースとした 3D 都市モデルの LOD4 建築物モデル、屋外の 3D 情報としては 3D 都市モデルの LOD2-3 建築物モデル、道路モデル、都市設備モデルなど、その他の関連情報としてはスマートフォンの GPS により取得するリアルタイムの位置情報（垂直位置情報を含む）や気圧情報、VPS（Visual Positioning System）用に 3D 点群データを統合したデータが提供されているが、これらのデータを開発者が理解し、簡単に 2D・3D で現地状況を把握可能するために提供している。

「②XR コンテンツ・アプリケーション開発支援ツール」（虎ノ門デジタルツイン）は、提供する 3D 都市モデルデータを UnityEditor で簡単に利用し、モバイルアプリケーションの開発を支援するための Unity の SDK（プラグイン）である。3D 都市モデルデータは Unity Asset 形式で SDK に同梱した。また、開発者の意見を取り入れながら SDK 内でデータ表示の ON/OFF やグループ選択が簡易に出来るようオブジェクト設定を行った。

これに加え、SDK では端末の自己位置推定情報を取得する二つの機能を提供している。一つは、Immersal 社が提供する VPS（Visual Positioning System）である、「Immersal SDK」との連携機能である。Immersal はあらかじめ取得した点群マップとモバイルデバイスから取得した画像情報をマッチングさせて端末の自己位置情報を推定するクラウドサービスとなっているが、SDK では、あらかじめ作成したエリア内の VPS マップ（点群スキャンにより作成）を同梱し、Immersal の VPS をデフォルトで利用可能とすることにより、開発者はスキャン作業なしで AR コンテンツを製作できるようにしている。

もう一つの機能は、端末の垂直位置情報を推定するための MetCom 社の「Pinnacle SDK」との連携機能である。Pinnacle はスマートフォンの気圧センサから取得された気圧データに基づき端末の高さ情報を推定するクラウドサービスである。SDK では、前述の VPS マップをパフォーマンスの観点から地上又はフロア階ごとに出し分ける設計としており、Pinnacle から取得した高さ情報をを利用して端末の垂直位置を特定することで、当該エリアの VPS マップを読み込むことを可能としている。

本システムのシステムアーキテクチャは下図の通りである。

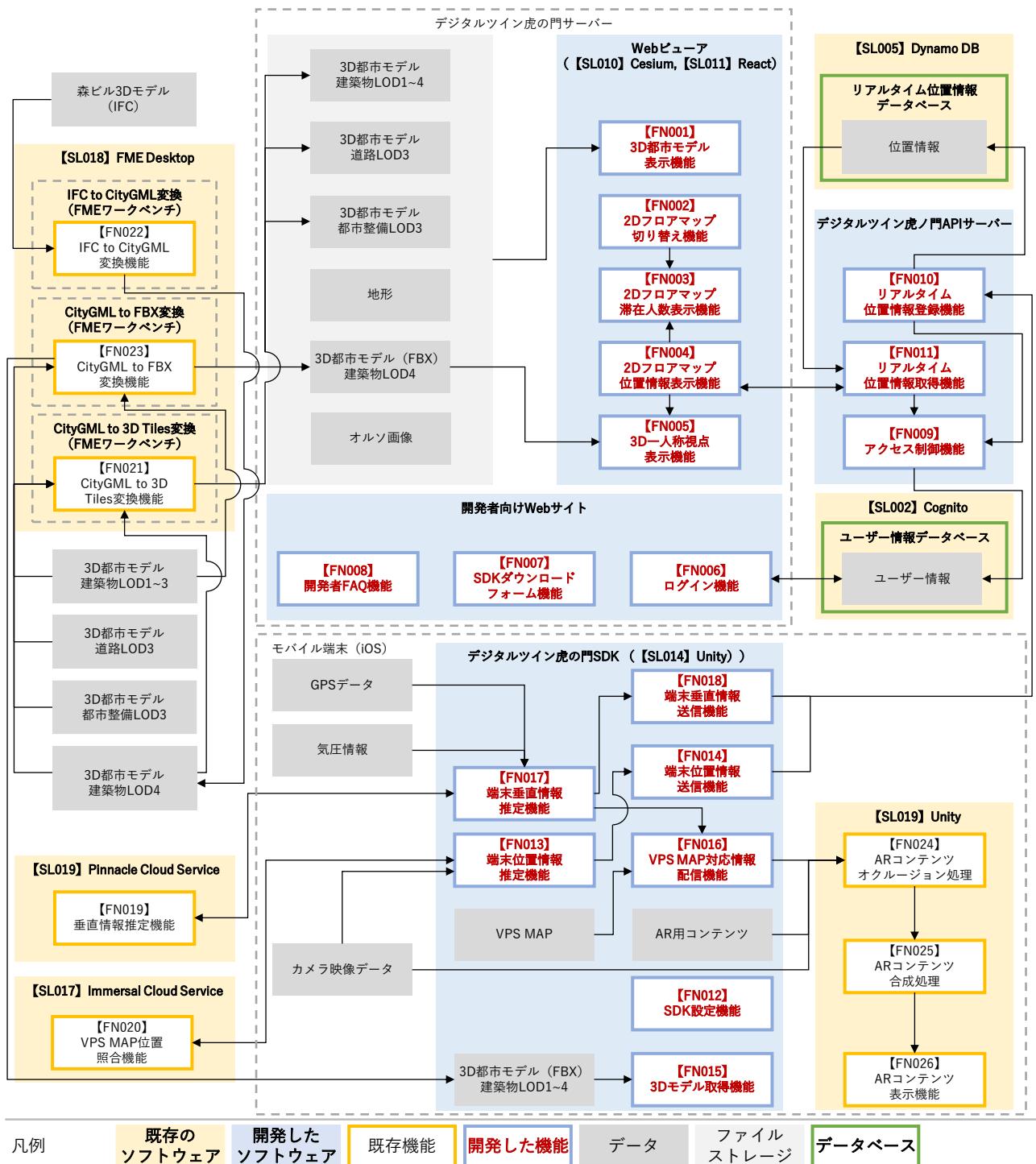


図 3-1 システムアーキテクチャ

3-1-2. データアーキテクチャ

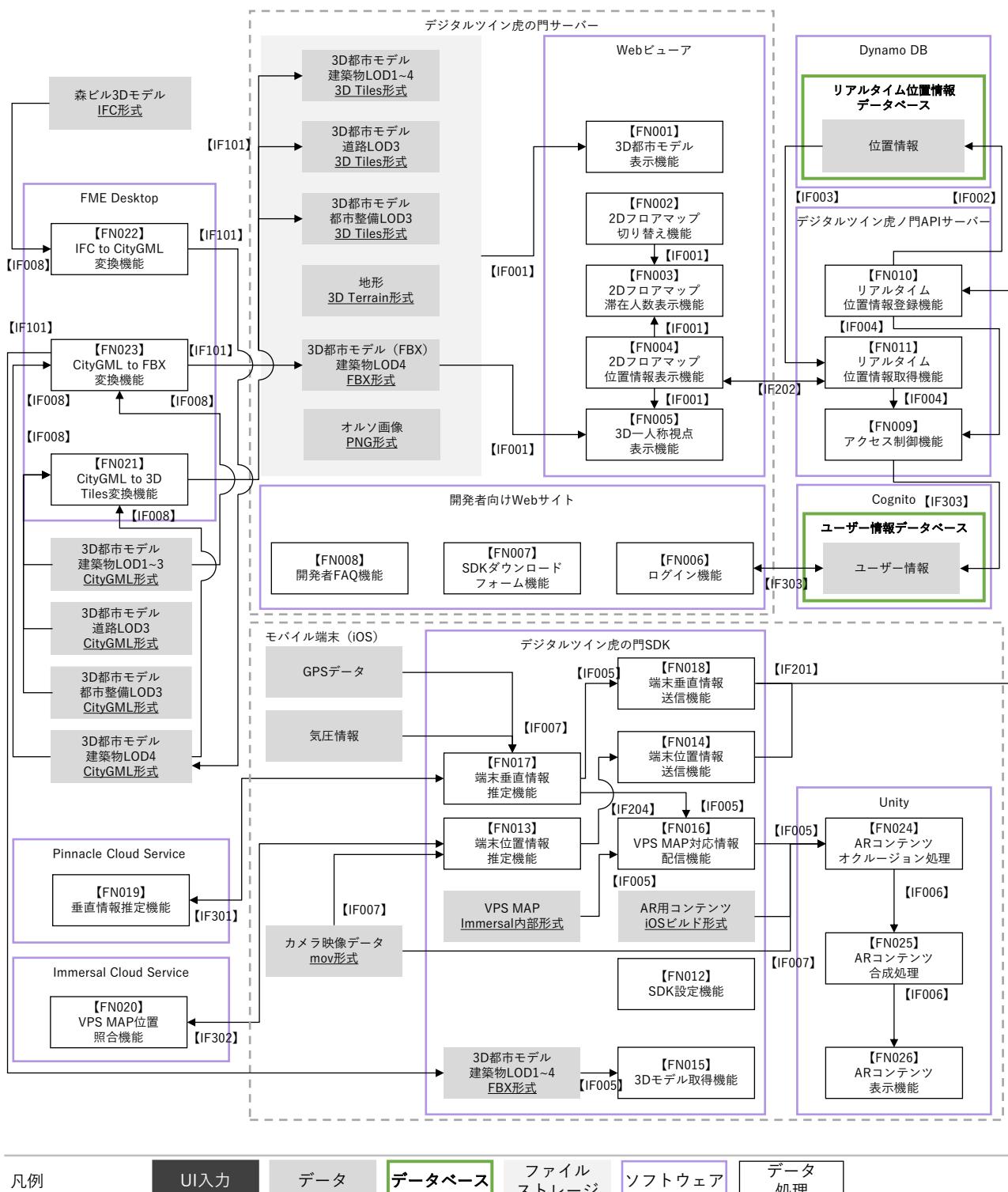


図 3-2 データアーキテクチャ

3-1-3. ハードウェアアーキテクチャ

3-1-3-a. 利用したハードウェア一覧

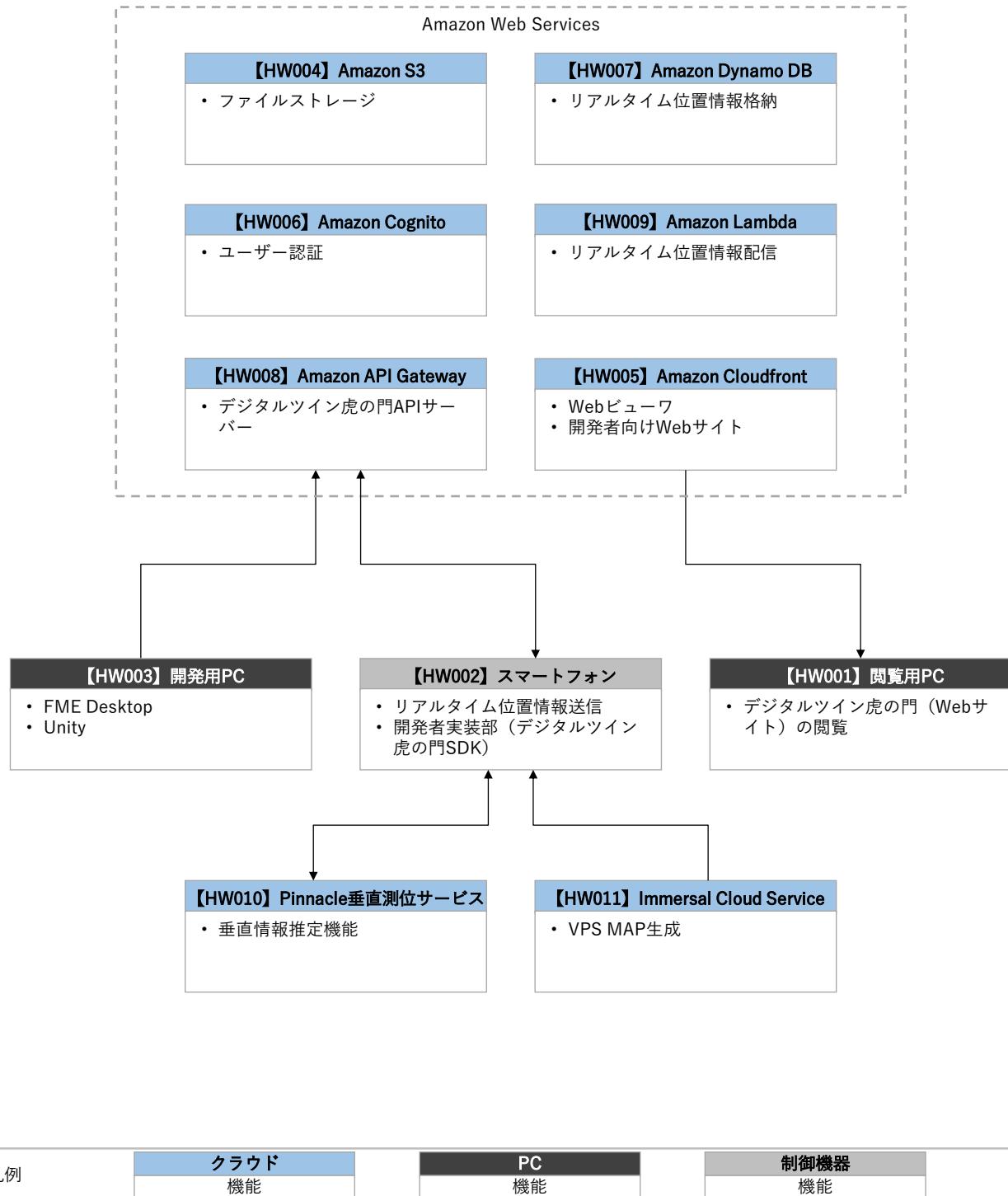


図 3-3 ハードウェアアーキテクチャ

表 3-1 利用したハードウェア一覧

ID	種別	品番	用途
HW001	閲覧用 PC	Apple 社 Mac	● デジタルツイン虎ノ門（Web サイト）の閲覧
HW002	スマートフォン	Apple 社 iPhone	● リアルタイム位置情報送信 ● 開発者実装部（デジタルツイン虎ノ門 SDK）
HW003	開発用 PC	ThinkBook 13s Gen 4	● FME Desktop
HW004	Amazon S3	-	● ファイルストレージ
HW005	Amazon Cloudfront	-	● Web ビューワ ● 開発者向け Web サイト
HW006	Amazon Cognito	-	● ユーザー認証
HW007	Amazon Dynamo DB	-	● リアルタイム位置情報格納
HW008	Amazon API Gateway	-	● デジタルツイン虎ノ門 API サーバー
HW009	Amazon Lambda	-	● リアルタイム位置情報送信
HW010	Pinnacle 垂直測位サービス	-	● 垂直情報推定機能
HW011	Immersal Cloud Service	-	● VPS MAP 生成

3-1-3-b. 利用したハードウェア詳細

1) 【HW001】閲覧用PC：Apple社Mac

● 選定理由

- iPhoneで動作するXRコンテンツ・アプリケーションを開発する
- Unityが動作する推奨スペック以上である

● 仕様・スペック

- CPU:SSE2命令セットをサポートするX64アーキテクチャ（Intel製プロセッサー）またはApple M1以上（Apple製シリコンベースプロセッサ）
- GPU: Metal対応のIntelとAMD GPU
- メモリ: 16GB以上
- ストレージ: 512GB以上
- OS: High Sierra 10.13以上（Intelエディター）またはBig Sur 11.0（Appleシリコンエディタ一）

● イメージ



図3-4 Apple社Mac

2) 【HW002】スマートフォン：Apple社iPhone

● 選定理由

- iPhoneで動作するXRコンテンツ・アプリケーションを表示する
- デジタルツイン虎ノ門SDK for Unityが動作するスペックである

- 仕様・スペック
 - CPU : A7 SoC++以上
 - GPU : Metal
 - メモリ : 16GB 以上
 - ストレージ : 128GB 以上
 - OS : iOS12 以降
- イメージ



図 3-5 Apple 社 iPhone

3) 【HW003】開発用 PC : ThinkBook 13s Gen 4

- 選定理由
 - FME Desktop で使用するため
- 仕様・スペック
 - CPU : インテル® Core™i5-1240P プロセッサー
 - メモリ : 16GB
 - ストレージ : SSD 512GB (PCIe NVMe)
 - OS : Windows 11 Pro
- イメージ



図 3-6 ThinkBook 13s Gen 4

4) 【HW004】Amazon S3

● 選定理由

- Symmetry にて通常業務で使用しているため
- デジタルツイン虎ノ門情報サイトのデータ格納場所として使用

5) 【HW005】Amazon EC2

● 選定理由

- Symmetry にて通常業務で使用しているため
- デジタルツイン虎ノ門情報サイトのサーバとして使用

6) 【HW006】Amazon Cognito

● 選定理由

- Symmetry にて通常業務で使用しているため
- デジタルツイン虎ノ門情報サイトと、デジタルツイン虎ノ門 API サーバの認証・認可で使用

7) 【HW007】Amazon Dynamo DB

● 選定理由

- Symmetry にて通常業務で使用しているため
- デジタルツイン虎ノ門情報サイトの滞在人数を表示するための情報格納場所として使用

8) 【HW008】Amazon API Gateway

● 選定理由

- Symmetry にて通常業務で使用しているため
- デジタルツイン虎ノ門 API サーバとして使用

9) 【HW009】Amazon Lamda

● 選定理由

- Symmetry にて通常業務で使用しているため
- デジタルツイン虎ノ門 API サーバとして使用

10) 【HW010】Pinnacle 垂直測位サービス

● 選定理由

- 屋内の階層を取得し、VPS MAP を切り替えるために使用

● イメージ

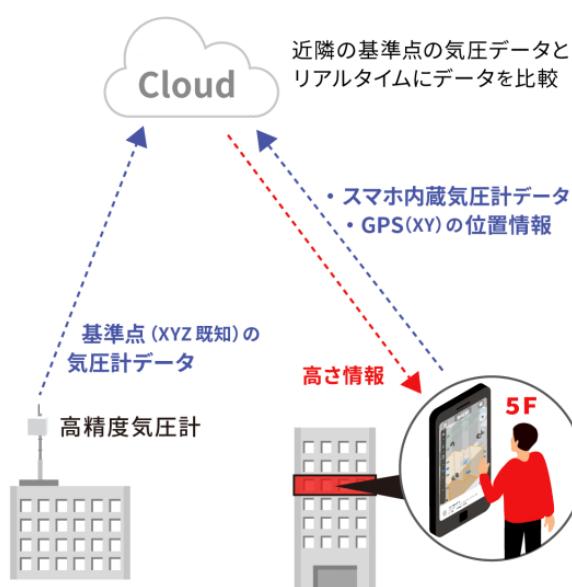


図 3-7 Pinnacle 高さ計算

11) 【HW011】Immersal Cloud Service

● 選定理由

- 屋内のVPS MAPを提供するために使用

- イメージ



図 3-8 Immersal ユースケース

3-2. システム機能

3-2-1. システム機能一覧

表 3-2 システム機能一覧

(新規開発機能は赤字)

大分類	小分類	ID	機能名	機能説明
デジタルツイン虎ノ門情報サイト	Web ビューア	FN001	3D 都市モデル表示機能	● 虎ノ門エリアの3D都市モデルを表示する
		FN002	2D フロアマップ切り替え機能	● 2D フロアマップを切り替える
		FN003	2D フロアマップ滞在人数表示機能	● 選択中の2D フロアマップ内の滞在デバイスの滞在人数を表示する
		FN004	2D フロアマップ位置情報表示機能	● 滞在デバイスの位置情報と垂直情報を表示する
		FN005	3D 一人称視点滞在表示機能	● 選択中の3D 一人称視点内の滞在デバイスの滞在人数を表示する
	開発者向け Web サイト	FN006	ログイン機能	● パスワードとメールアドレスを入力し開発者向け Web サイトにログインする
		FN007	SDK ダウンロードフォーム機能	● 開発者が利用可能な SDK ダウンロードフォームを提供する
		FN008	開発者 FAQ 機能	● 開発者 FAQ や共有事項をやりとりする掲示板を表示する
デジタルツイン虎ノ門 API サーバ	リアルタイム位置情報配信	FN009	アクセス制御機能	● SDK、リアルタイム位置情報等の開発者のみアクセスできるコンテンツのアクセス制御（認可）を行う
		FN010	リアルタイム位置情報登録機能	● SDK から発信されるリアルタイム位置情報をリアルタイム位置情報データベースに登録する
		FN011	リアルタイム位置情報取得機能	● リアルタイム位置情報データベースに記録された位置情報をエリアまたはフロアごとに取得する
デジタルツイン虎ノ門 SDK for Unity	SDK	FN012	SDK 設定機能	● Unity 開発者向け SDK のエディタ上で、API の認証情報等の各種設定を行う
		FN013	端末位置情報推定機能	● Immersal の VPS を用いて端末位置情報を推定する

		FN014	端末位置情報送信機能	<ul style="list-style-type: none"> SDK から API サーバへ位置情報を送信する
		FN015	3D モデル取得機能	<ul style="list-style-type: none"> Unity Editor 上で SDK がアセットとして保持している FBX データを表示する
		FN016	VPS MAP 対応情報配信機能	<ul style="list-style-type: none"> SDK を組み込んだアプリケーションを起動している端末が、滞在中のフロアを推定するために必要な位置情報及び高さ情報を配信し、フロア情報を特定後、当該フロアの VPS MAP をローディングする
		FN017	端末垂直情報推定機能	<ul style="list-style-type: none"> Pinnacle を用いて端末垂直情報を推定する
		FN018	端末垂直情報送信機能	<ul style="list-style-type: none"> SDK から API サーバへ位置情報を送信する
Pinnacle Cloud Service (MetCom)	垂直情報推定	FN019	垂直情報推定機能	<ul style="list-style-type: none"> Metcom 社提供機能で、Pinnacle Cloud Server を用いて高度を推定する
Immersal Cloud Service (Immersal)	VPS MAP 照合	FN020	VPS MAP 内位置照合機能	<ul style="list-style-type: none"> Immersal 社提供機能で、Immersal Cloud Server を用いて作成済みの VPS MAP 内の位置を照合する
FME	CityGML to 3D Tiles 変換	FN021	CityGML to 3D Tiles 変換機能	<ul style="list-style-type: none"> CityGML のデータを Web ビューア表示用の 3D Tiles データに変換する
	IFC to CityGML 変換機能	FN022	IFC to CityGML 変換機能	<ul style="list-style-type: none"> IFC のデータを CityGML に変換する
	CityGML to FBX 変換	FN023	CityGML to FBX 変換	<ul style="list-style-type: none"> CityGML のデータを Web ビューア、SDK 表示用の FBX データに変換する
Unity	Unity	FN024	AR コンテンツオクルージョン処理	<ul style="list-style-type: none"> Unity 社提供機能。AR 用コンテンツのオクルージョン処理を行う
		FN025	AR コンテンツ合成処理	<ul style="list-style-type: none"> Unity 社提供機能。AR 用コンテンツの合成処理を行う
		FN026	AR コンテンツ表示機能	<ul style="list-style-type: none"> Unity 社提供機能。AR コンテンツの表示を行う

3-2-2. 利用したソフトウェア・ライブラリ

表 3-3 利用したソフトウェア・ライブラリ

ID	項目	内容
SL001	Amazon Web Service (AWS)	<ul style="list-style-type: none"> Amazon Web Services が提供するクラウドサービスで、ユーザー認証、コンテンツ配信ネットワーク、データベース、アプリケーションサーバ等の機能を提供する
SL002	Cognito	<ul style="list-style-type: none"> Cognito は Amazon Web Services の提供する認証サービス
SL003	API Gateway	<ul style="list-style-type: none"> API Gateway は Amazon Web Services のサービスの一つで、開発者が API を作成、公開、管理、監視、保護するためのツール
SL004	S3	<ul style="list-style-type: none"> Amazon S3 (Simple Storage Service) は Amazon Web Services が提供するオブジェクトストレージサービス
SL005	Dynamo DB	<ul style="list-style-type: none"> フルマネージドでサーバレスの key-value NoSQL データベース
SL006	Lambda	<ul style="list-style-type: none"> サーバレスのイベント駆動型でアプリケーションやバックエンドサービスのコードを実行する
SL007	Cloudfront	<ul style="list-style-type: none"> Amazon CloudFront は Amazon Web Services の一部で、高速でセキュアなコンテンツ配信ネットワーク (CDN) サービス
SL008	EC2	<ul style="list-style-type: none"> Amazon EC2 (Elastic Compute Cloud) は Amazon Web Services の一部で、ユーザーが仮想サーバをレンタルし、オンデマンドでスケーリングできるクラウドコンピューティングプラットフォーム
SL009	ELB	<ul style="list-style-type: none"> Elastic Load Balancing (ELB) は Amazon Web Services のサービスで、アプリケーションのトラフィックを自動的に分散させ、高可用性とフォールトトレランスを提供する
SL010	CeciumJS	<ul style="list-style-type: none"> WebGIS ライブラリの一種
SL011	React	<ul style="list-style-type: none"> Web アプリのユーザーインターフェース(UI)構築に特化した JavaScript ライブラリ
SL012	Next.js	<ul style="list-style-type: none"> React ベースの Web フレームワーク
SL013	Panda CSS	<ul style="list-style-type: none"> CSS in JS ライブラリ
SL014	Unity	<ul style="list-style-type: none"> Unity は 3D/2D ゲーム制作に用いられる強力なゲームエンジン
SL015	Proj4	<ul style="list-style-type: none"> Proj4 (または PROJ) は地理空間データの投影変換を行うためのオープンソースライブラリで、地図の座標系を変換するために使用される
SL016	ARKit	<ul style="list-style-type: none"> ARKit は Apple 社が提供する拡張現実 (AR) 開発フレームワークで、iOS デバイスを使った AR 体験を提供する
SL017	Immersal Cloud Service	<ul style="list-style-type: none"> Immersal は、ビジュアル位置決めシステムで、精度と信頼性を追求した先進の VPS MAP によるマッピング能力を提供する
SL018	FME Desktop	<ul style="list-style-type: none"> Safe Software 社が提供している GIS や CAD 等の様々な空間情報に関するデータを変換できるソフトウェア
SL019	Pinnacle Cloud Service	<ul style="list-style-type: none"> Pinnacle は、建物の高さを推定するシステムで、気圧情報から建

uc23-16_技術検証レポート_デジタルツインを活用したXRコンテンツ開発プラットフォーム

		物の各階のどこにいるかを推定する機能を提供する
SL020	Amplify	<ul style="list-style-type: none">● AWS を使用したアプリケーション作成を容易にするフレームワーク
SL021	Immersal SDK	<ul style="list-style-type: none">● Immersal が提供するライブラリ
SL022	ARCHICAD	<ul style="list-style-type: none">● ARCHICAD は、GRAPHISOFT が開発提供する BIM ソフトウェア

3-2-3. 開発機能の詳細要件

1) デジタルツイン虎ノ門情報サイト：Web ビューア

1. 【FN001】3D 都市モデル表示機能

- 機能概要
 - 虎ノ門エリアの3D都市モデルを表示する
- フローチャート

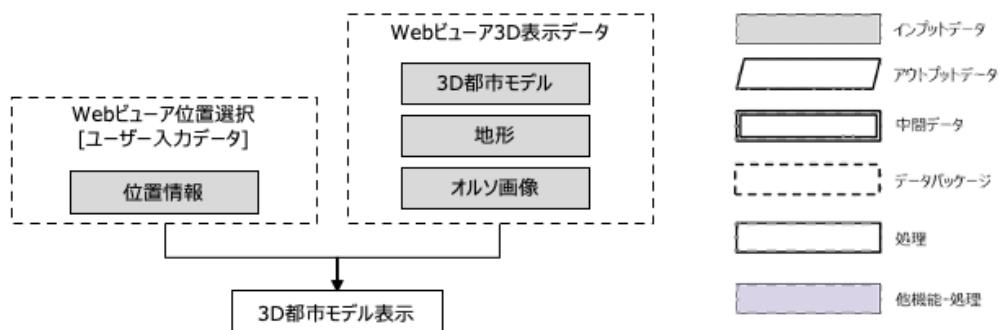


図 3-9 【FN001】3D 都市モデル表示機能のフローチャート

- データ仕様

- 入力
 - ✧ 位置情報：入力された緯度、経度情報
 - ✧ 3D都市モデル：建築物 LOD1～LOD4、道路 LOD3、都市整備 LOD3（【DT201】、【DT202】）
 - ✧ 地形（【DT104】）
 - ✧ オルソ画像（【DT103】）
- 出力
 - ✧ なし

- 機能詳細

- 処理内容
 - ✧ 入力された位置の虎ノ門エリアの3D都市モデルを表示する
 - ✧ 3D都市モデル表示に必要なデータはファイル入力インターフェース【IF001】で連携する
- 利用するライブラリ
 - ✧ CesiumJS（利用したソフトウェア・ライブラリ【SL010】を参照）
 - ✧ React（利用したソフトウェア・ライブラリ【SL011】を参照）
 - ✧ Next.js（利用したソフトウェア・ライブラリ【SL012】を参照）
 - ✧ Panda CSS（利用したソフトウェア・ライブラリ【SL013】を参照）
- 利用するアルゴリズム
 - ✧ なし

2. 【FN002】2D フロアマップ切り替え機能

- 機能概要
 - 2D フロアマップを切り替える
- フローチャート

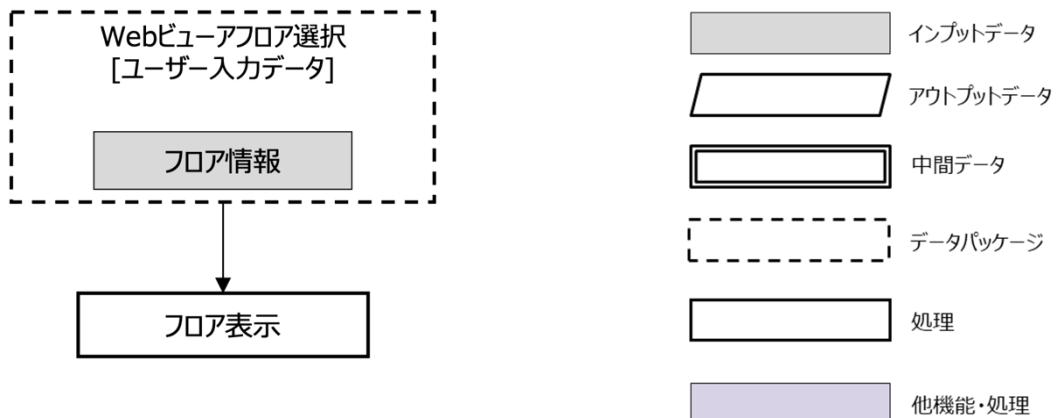


図 3-10 【FN002】2D フロアマップ切り替え機能のフローチャート

- データ仕様
 - 入力
 - ✧ フロア情報 : B2F、B1F、1F、8F、46F から選択
 - 出力
 - ✧ なし
- 機能詳細
 - 処理内容
 - ✧ 選択された階数のフロア情報を表示する
 - 利用するライブラリ
 - ✧ React (利用したソフトウェア・ライブラリ【SL011】を参照)
 - ✧ Next.js (利用したソフトウェア・ライブラリ【SL012】を参照)
 - ✧ Panda CSS (利用したソフトウェア・ライブラリ【SL013】を参照)
 - 利用するアルゴリズム
 - ✧ なし

3. 【FN003】2D フロアマップ滞在人数表示機能

- 機能概要
 - 選択中の2D フロアマップ内の滞在デバイスの滞在人数を表示する
- フローチャート

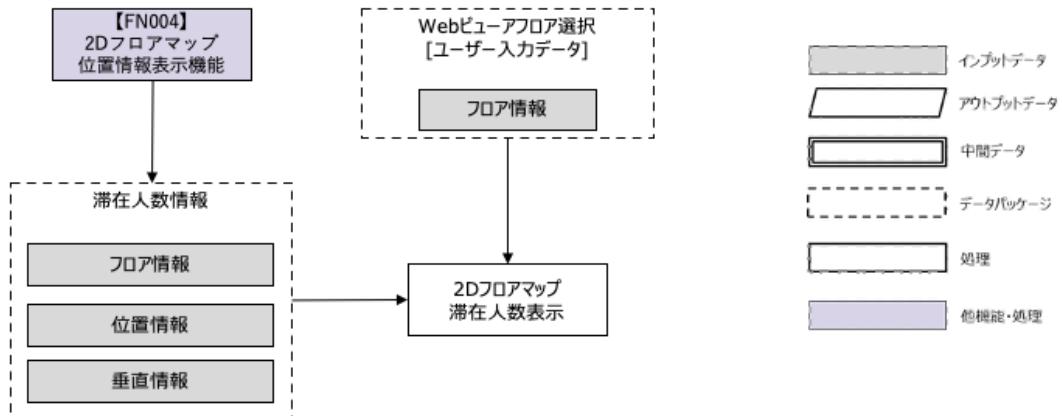


図 3-11 【FN003】2D フロアマップ滞在人数表示機能のフローチャート

- データ仕様
 - 入力
 - ✧ フロア情報：B2F、B1F、1F、8F、46F から選択
 - ✧ 滞在人数情報 (JSON 形式) (内部連携インターフェース 【IF203】)
 - ✧ フロア情報：選択されたフロア情報と同一
 - ✧ 位置情報：選択フロア内の滞在デバイスの位置情報 (緯度経度)
 - ✧ 垂直情報：選択フロア内の滞在デバイスの垂直情報
 - 出力
 - ✧ なし
- 機能詳細
 - 処理内容
 - ✧ 【FN004】で取得した位置情報の緯度経度を2D フロアマップのXY 座標に変換する
 - ✧ 選択されたフロア (ファイル入力インターフェース 【IF001】) の2D フロアマップに滞在している人数分のマーカーを表示する
 - 利用するライブラリ
 - ✧ CesiumJS (利用したソフトウェア・ライブラリ 【SL010】を参照)
 - ✧ React (利用したソフトウェア・ライブラリ 【SL011】を参照)
 - ✧ Next.js (利用したソフトウェア・ライブラリ 【SL012】を参照)
 - ✧ Panda CSS (利用したソフトウェア・ライブラリ 【SL013】を参照)
 - 利用するアルゴリズム
 - ✧ なし

4. 【FN004】2D フロアマップ位置情報表示機能

- 機能概要
 - 選択中の2D フロアマップ、3D 一人称視点内の滞在人数情報を取得する
- フローチャート

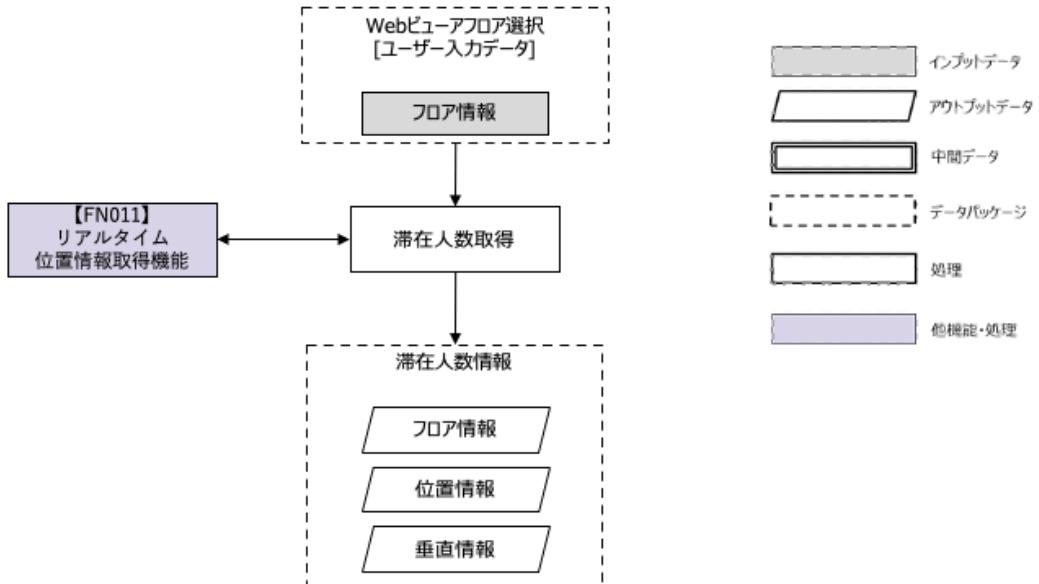


図 3-12 【FN004】滞在人数取得機能のフローチャート

- データ仕様
 - 入力
 - ◊ フロア情報：B2F、B1F、1F、8F、46F から選択
 - ◊ 【FN011】から取得した滞在人数情報
 - ◊ フロア情報：選択されたフロア情報と同一
 - ◊ 位置情報：選択フロア内の滞在デバイスの位置情報（緯度経度）
 - ◊ 垂直情報：選択フロア内の滞在デバイスの垂直情報
 - 出力
 - ◊ 滞在人数情報（JSON 形式）（内部連携インタフェース【IF203】）
 - ◊ フロア情報：選択されたフロア情報と同一
 - ◊ 位置情報：選択フロア内の滞在デバイスの位置情報（緯度経度）
 - ◊ 垂直情報：選択フロア内の滞在デバイスの垂直情報
- 機能詳細
 - 処理内容
 - ◊ 選択されたフロア内の滞在デバイスの滞在人数情報を【FN011】から取得する
 - ◊ 【FN011】から内部連携インタフェース【IF202】を使用して滞在人数情報を取得する
 - 利用するライブラリ
 - ◊ Next.js（利用したソフトウェア・ライブラリ【SL012】を参照）

- ❖ Panda CSS（利用したソフトウェア・ライブラリ【SL013】を参照）
- 利用するアルゴリズム
 - ❖ なし

5. 【FN005】3D一人称視点表示機能

- 機能概要
 - 選択中の3D一人称視点内の滞在デバイスの滞在人数を表示する
- フローチャート

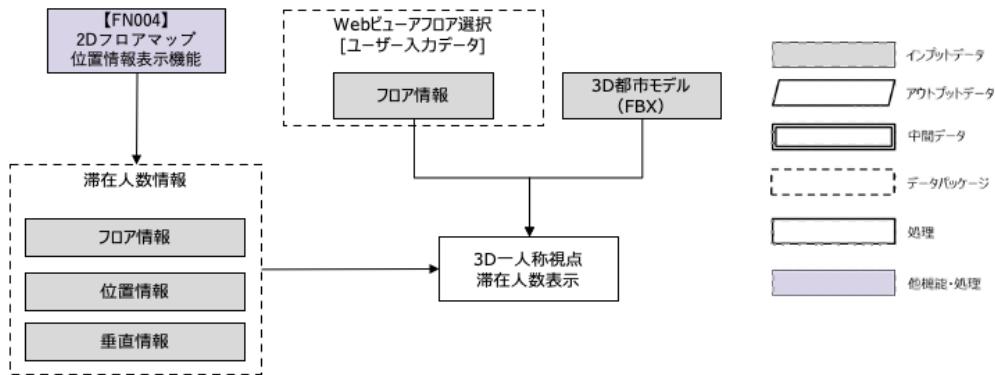


図3-13 【FN005】3D一人称視点滞在人数表示機能のフローチャート

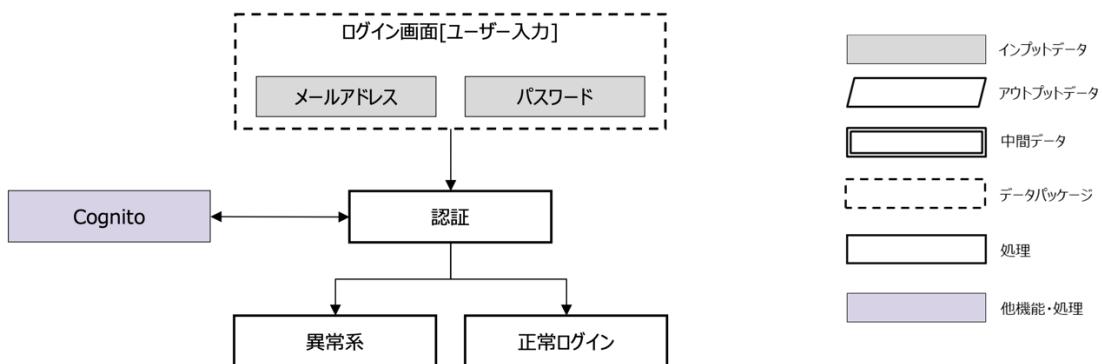
- データ仕様
 - 入力
 - ❖ フロア情報：B2F、B1F、1F、8F、46Fから選択
 - ❖ 3D都市モデル(FBX)：3D一人称視点用の3Dモデル(【DT108】)
 - ❖ 滞在人数情報(JSON形式)(内部連携インターフェース【IF203】)
 - ❖ フロア情報：選択されたフロア情報と同一
 - ❖ 位置情報：選択フロア内の滞在デバイスの位置情報(緯度経度)
 - ❖ 垂直情報：選択フロア内の滞在デバイスの垂直情報
 - 出力
 - ❖ なし
- 機能詳細
 - 処理内容
 - ❖ 【FN004】で取得した位置情報の緯度経度を3D一人称視点のXY座標に変換する
 - ❖ 【FN004】で取得した垂直情報を3D一人称視点のZ座標に変換する
 - ❖ ファイル入力インターフェース【IF001】を使用し取得した、選択されたフロアの3D一人称視点の3Dモデルに滞在している人数分のマーカーを表示する
 - 利用するライブラリ
 - ❖ React(利用したソフトウェア・ライブラリ【SL011】を参照)

- ✧ Next.js（利用したソフトウェア・ライブラリ【SL012】を参照）
- ✧ Panda CSS（利用したソフトウェア・ライブラリ【SL013】を参照）
- ✧ Unity（利用したソフトウェア・ライブラリ【SL014】を参照）
- 利用するアルゴリズム
 - ✧ なし

2) デジタルツイン虎ノ門情報サイト：開発者向け Web サイト

1. 【FN006】ログイン機能

- 機能概要
 - パスワードとメールアドレスを入力し開発者向け Web サイトにログインする
- フローチャート

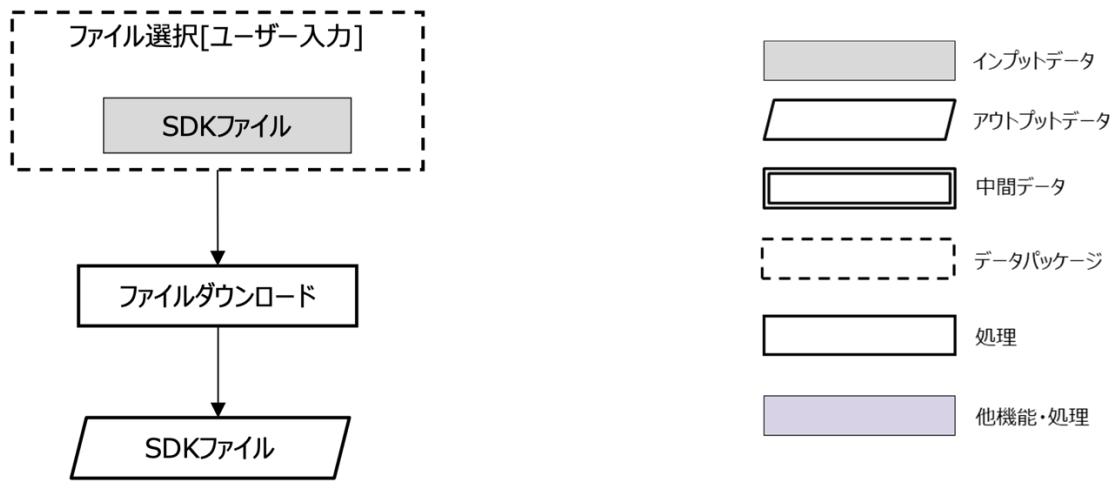


- データ仕様
 - 入力
 - ✧ メールアドレス
 - ✧ パスワード
 - 出力
 - ✧ なし
- 機能詳細
 - 処理内容
 - ✧ パスワードとメールアドレスを入力し開発者向け Web サイトにログインする
 - ✧ 外部連携インターフェース【IF303】を使用し、Cognito で認証を行う
 - 利用するライブラリ
 - ✧ Cognito（利用したソフトウェア・ライブラリ【SL002】を参照）
 - ✧ React（利用したソフトウェア・ライブラリ【SL011】を参照）
 - ✧ Next.js（利用したソフトウェア・ライブラリ【SL012】を参照）
 - ✧ Panda CSS（利用したソフトウェア・ライブラリ【SL013】を参照）
 - 利用するアルゴリズム

✧ なし

2. 【FN007】SDK ダウンロードフォーム機能

- 機能概要
 - 開発者が利用可能な SDK のダウンロードフォームを提供する
- フローチャート



- データ仕様
 - 入力
 - ✧ SDK ファイル（リンク形式）
 - 出力
 - ✧ SDK ファイル（Unity Package 形式）
- 機能詳細
 - 処理内容
 - ✧ 開発者が利用可能な SDK のダウンロードを行う
 - 利用するライブラリ
 - ✧ React（利用したソフトウェア・ライブラリ【SL011】を参照）
 - 利用するアルゴリズム
 - ✧ なし

3. 【FN008】開発者 FAQ 機能

- 機能概要
 - 開発者の FAQ や共有事項をやりとりする掲示板を表示する
- フローチャート

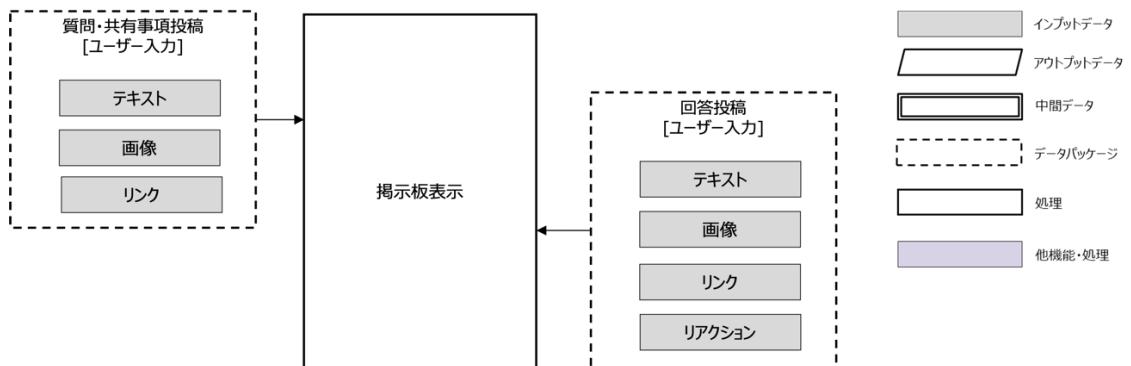


図 3-16 【FN008】開発者 FAQ 機能のフローチャート

- データ仕様
 - 入力
 - ✧ 質問・共有事項投稿
 - ✧ テキスト：掲示板に表示する文章
 - ✧ 画像：掲示板に添付する文章（JPG 形式、PNG 形式）
 - ✧ リンク：掲示板に表示する URL リンク
 - ✧ 回答投稿
 - ✧ テキスト：掲示板に表示する文章
 - ✧ 画像：掲示板に添付する文章（JPG 形式、PNG 形式）
 - ✧ リンク：掲示板に表示する URL リンク
 - ✧ リアクション：掲示板に表示される文章に対するリアクション（JPG 形式、PNG 形式）
 - 出力
 - ✧ なし
- 機能詳細
 - 処理内容
 - ✧ 開発者の FAQ や共有事項をやりとりする掲示板を表示する
 - ✧ 開発者の FAQ や共有事項を登録、編集、削除する
 - ✧ 開発者の FAQ や共有事項をスレッド化して表示する
 - ライブライ
 - ✧ React（利用したソフトウェア・ライブラリ【SL011】を参照）
 - ✧ Next.js（利用したソフトウェア・ライブラリ【SL012】を参照）
 - ✧ Panda CSS（利用したソフトウェア・ライブラリ【SL013】を参照）
 - ✧ Amplify（利用したソフトウェア・ライブラリ【SL020】を参照）

- 利用するアルゴリズム
 - ✧ なし

3) デジタルツイン虎ノ門 API サーバ

1. 【FN009】アクセス制御機能

● 機能概要

- SDK、リアルタイム位置情報等の開発者のみアクセスできるコンテンツのアクセス制御（認可）を行う

● フローチャート

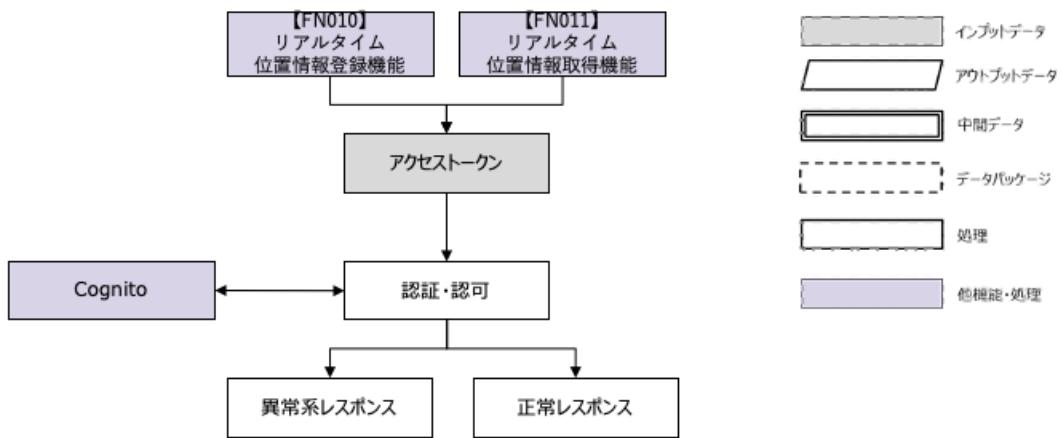


図 3-17 【FN009】アクセス制御機能のフローチャート

- データ仕様
 - 入力
 - ✧ アクセストークン
 - 出力
 - ✧ コンテンツ表示
- 機能詳細
 - 処理内容
 - ✧ SDK の【FN010】からファイル入力インターフェース【IF004】経由でアクセストークンを取得し、外部連携インターフェース【IF303】経由で Cognito を使用し、リアルタイム情報登録時の認証・認可を行う
 - ✧ Web ビューアの【FN011】からファイル入力インターフェース【IF004】経由でアクセストークンを取得し、外部連携インターフェース【IF303】経由で Cognito を使用し、リアルタイム情報取得時の認証・認可を行う
 - ライブラリ
 - ✧ Cognito (利用したソフトウェア・ライブラリ【SL002】を参照)
 - 利用するアルゴリズム

❖ なし

2. 【FN010】リアルタイム位置情報登録機能

- 機能概要
 - SDK から発信されるリアルタイム位置情報をリアルタイム位置情報データベースに登録する
- フローチャート

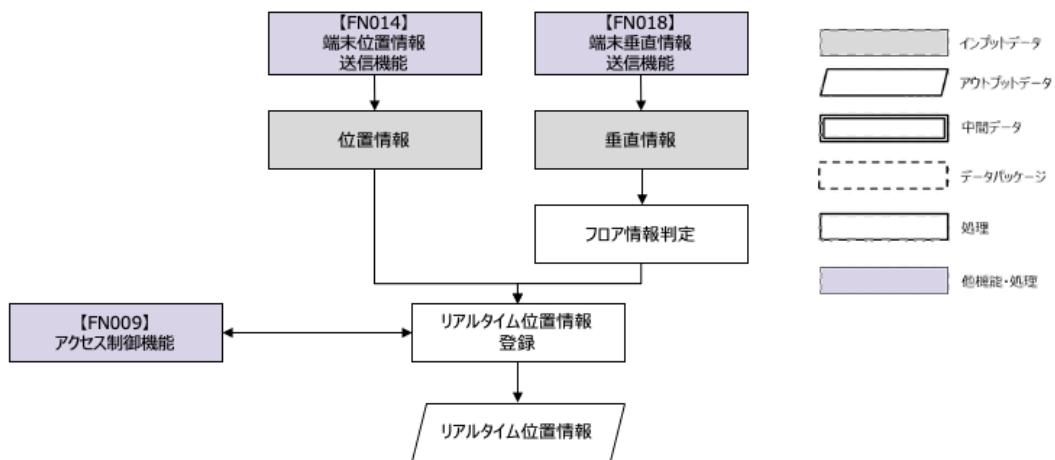


図 3-18 【FN010】リアルタイム位置情報登録機能のフローチャート

- データ仕様
 - 入力 (【IF201】)
 - ❖ 位置情報：滞在デバイスの位置情報（緯度経度）
 - ❖ 垂直情報：滞在デバイスの垂直情報
 - 出力
 - ❖ リアルタイム位置情報（データベース形式）（ファイル入力インターフェース 【IF002】）
- 機能詳細
 - 処理内容
 - ❖ SDK から発信される垂直情報から、フロア情報（B2F、B1F、1F、8F、46F）を推定する
 - ❖ 【FN009】を使用しファイル入力インターフェース 【IF004】経由で認証・認可を行う
 - ❖ SDK から発信されるリアルタイム位置情報をファイル入力インターフェース 【IF002】経由でリアルタイム位置情報データベースに登録する
 - ライブラリ
 - ❖ DynamoDB（利用したソフトウェア・ライブラリ 【SL005】を参照）
 - 利用するアルゴリズム
 - ❖ なし

3. 【FN011】リアルタイム位置情報取得機能

- 機能概要
 - リアルタイム位置情報データベースに記録された位置情報をエリアまたはフロアごとに取得する
- フローチャート

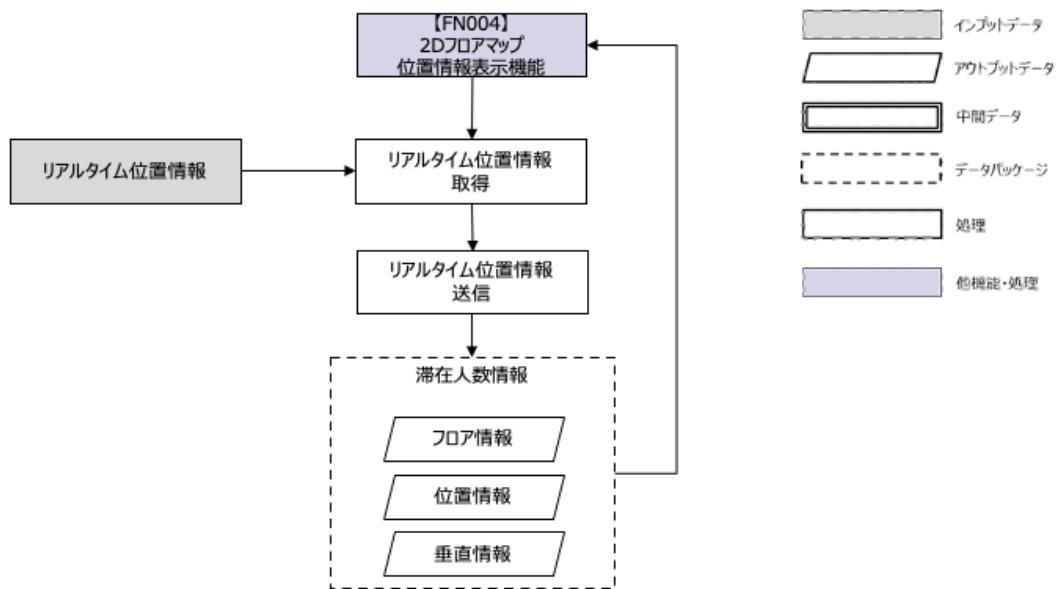


図 3-19 【FN011】リアルタイム位置情報取得機能のフローチャート

- データ仕様
 - 入力
 - ✧ フロア情報
 - 出力
 - ✧ 滞在人数情報 (JSON 形式) (内部連携インターフェース 【IF203】)
 - ✧ フロア情報：選択されたフロア情報と同一
 - ✧ 位置情報：選択フロア内の滞在デバイスの位置情報（緯度経度）
 - ✧ 垂直情報：選択フロア内の滞在デバイスの垂直情報
- 機能詳細
 - 処理内容
 - ✧ リアルタイム位置情報データベースに記録された位置情報を【FN004】で指定されたエリアまたはフロアごとにファイル入力インターフェース【IF003】経由で取得する
 - ✧ リアルタイム位置情報を滞在人数ごとにまとめ【FN004】へ送信する
 - ✧ 【FN004】への送信については内部連携インターフェース【IF202】を使用する
 - ライブライ
 - ✧ なし
 - 利用するアルゴリズム
 - ✧ なし

4) デジタルツイン虎ノ門 SDK for Unity

1. 【FN012】SDK 設定機能

● 機能概要

➤ Unity 開発者向け SDK のエディタ上で、API の認証情報等の各種設定を行う

● フローチャート

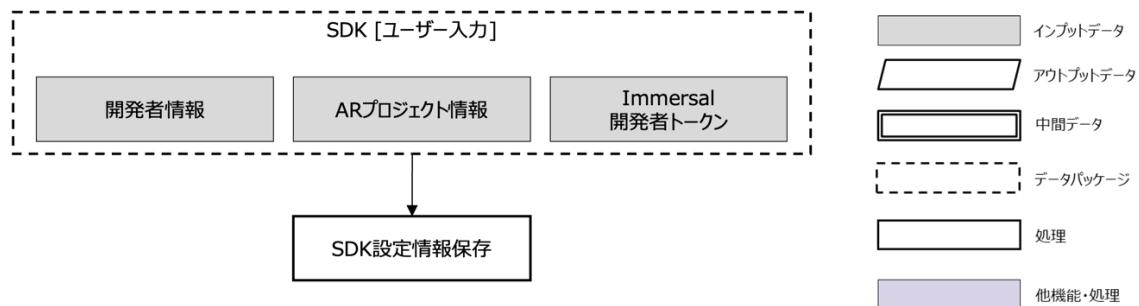


図 3-20 【FN012】SDK 設定機能のフローチャート

● データ仕様

➤ 入力

- ❖ 開発者情報：開発者 Web サイトで発行されたメールアドレスとパスワード
- ❖ AR プロジェクト情報：Unity で設定したプロジェクト情報
- ❖ Immersal 開発者トークン：Immersal の資材を使用するためのトークン

➤ 出力

- ❖ なし

● 機能詳細

➤ 処理内容

- ❖ Unity 開発者向け SDK のエディタ上で、API の認証情報等の各種設定を行う

➤ ライブラリ

- ❖ なし

➤ 利用するアルゴリズム

- ❖ Unity (利用したソフトウェア・ライブラリ 【SL014】を参照)

2. 【FN013】端末位置情報推定機能

● 機能概要

- Immersal の VPS を用いて端末位置情報を推定する

● フローチャート

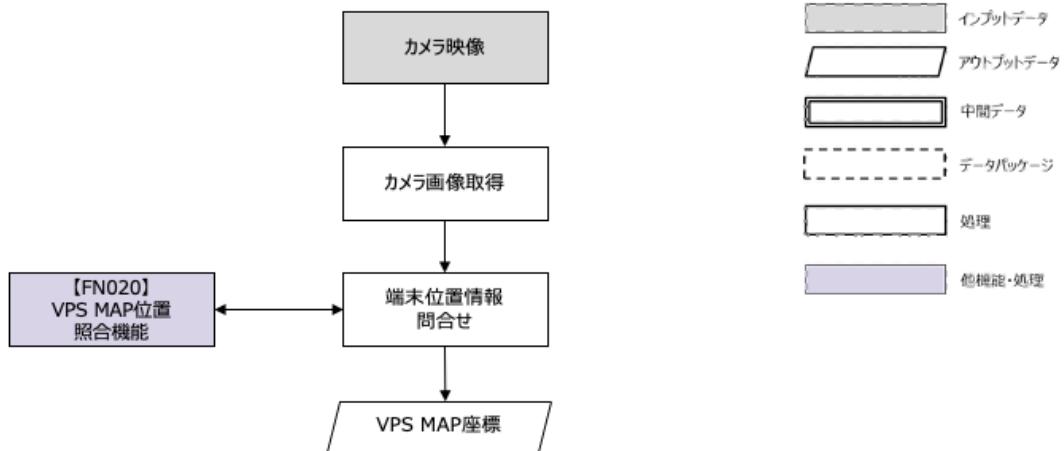


図 3-21 【FN013】端末位置情報推定機能のフローチャート

- データ仕様
 - 入力
 - ◊ カメラ映像 【DT107】
 - 出力
 - ◊ VPS MAP 座標：カメラの画像が VPS MAP のどの位置にあるかの座標（Immersal 形式）（内部連携インターフェース 【IF204】）
- 機能詳細
 - 处理内容
 - ◊ カメラ映像からカメラ画像 【DT207】 を取得する
 - ◊ カメラ画像を Immersal 形式に変換し、【FN020】 へ端末位置情報を問い合わせる
 - ◊ 【FN020】 への問い合わせについては、【SL021】 と外部連携インターフェース 【IF302】 を使用する
 - ライブラリ
 - ◊ Immersal Cloud Server（利用したソフトウェア・ライブラリ 【SL017】 を参照）
 - ◊ Immersal SDK（利用したソフトウェア・ライブラリ 【SL021】 を参照）
 - 利用するアルゴリズム
 - ◊ VPS MAP による自己位置推定アルゴリズム（利用したアルゴリズム一覧 【AL002】 を参照）
 - ◊ 本実証エリア内で VPS 精度の事前検証を行った
 - ◊ 方法

当時虎ノ門ヒルズステーションタワーが竣工前だったため、実証環境に近い場所として虎ノ門ヒルズ森タワーをテスト環境として、VPS MAP を作成し、Unity でのテストアプリケーションを作成し VPS 精度検証を実施
 - ◊ 結果

<アトリウム（屋内）>

 - ・店舗側、ウィンドウ側ともに期待通りの位置合わせができているのが確認できた

- ・屋内は特徴点が多かった

<オーバル広場（屋外）>

- ・広場側からビル側を見る方向は、期待通りの位置合わせができた

- ・一方、ビル側から広場側を見ると特徴点が少なく、精度が大幅に落ちた

<周辺ビル（屋外）>

- ・広場側から見る周囲ビルの壁面の位置合わせは、期待通りの位置合わせができた

- ・ビル低層階付近の地上に複数点在する特徴点が有効に働いていた



図 3-22 VPS 精度検証

3. 【FN014】端末位置情報送信機能

- 機能概要
 - SDK から API サーバへ位置情報を送信する
- フローチャート

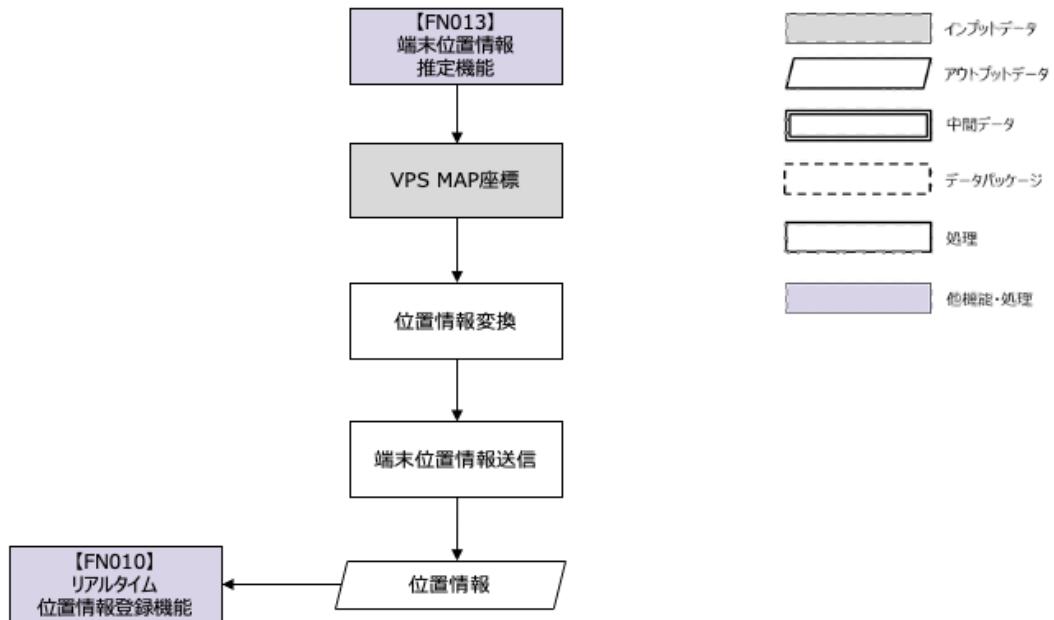


図 3-23 【FN014】端末位置情報送信機能のフローチャート

- データ仕様
 - 入力
 - ✧ VPS MAP 座標 : VPS MAP 上のローカル座標 (Immersal 形式) (内部連携インターフェース 【IF204】)
 - 出力
 - ✧ 位置情報 : 滞在デバイスの位置情報 (緯度経度) (JSON 形式) (【DT206】)
- 機能詳細
 - 処理内容
 - ✧ 【FN020】から取得した VPS MAP 座標を 【IF005】 経由で取得し、位置情報 (緯度経度) を抽出する
 - ✧ SDK から API サーバへ、内部連携インターフェース 【IF201】 を使用して位置情報を送信する
 - ライブライ
 - ✧ なし
 - 利用するアルゴリズム
 - ✧ なし

4. 【FN015】3D モデル取得機能

- 機能概要
 - Unity Editor 上で SDK がアセットとして保持している FBX データを表示する
- フローチャート

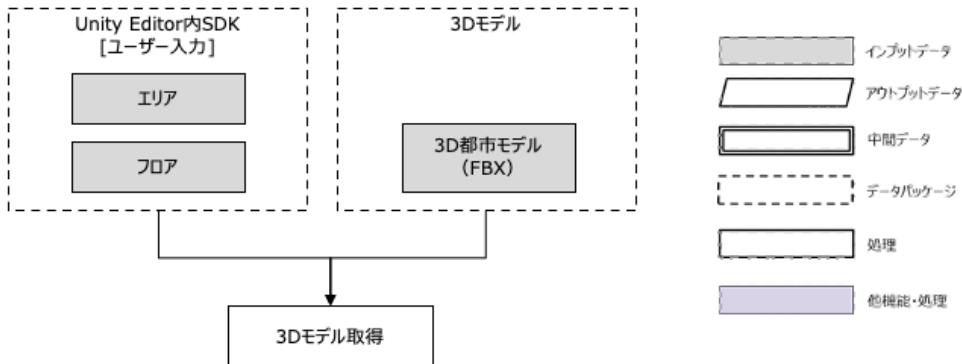


図 3-24 【FN015】3D モデル取得機能のフローチャート

- データ仕様
 - 入力
 - ✧ エリア・フロア情報
 - ✧ エリア
 - ✧ フロア
 - ✧ 3D モデル
 - ✧ 3D 都市モデル（FBX）：屋内、屋外の 3D モデル（【DT203】、【DT204】）
 - 出力
 - ✧ なし
 - 処理内容
 - ✧ Unity Editor 上で SDK がアセットとして保持している 3D 都市モデルの FBX データをファイル入力インターフェース【IF005】経由で取得し、表示する
 - ライブラリ
 - ✧ なし
 - 利用するアルゴリズム
 - ✧ SDK への建物モデル同梱の実現可能性について Unity パッケージサイズ検証を行った
 - ✧ 方法

当初 3D 都市モデルおよび森ビル 3D モデルの実データが存在しないため、代替として虎ノ門地域の 3D 都市モデル（LOD2）を PLATEAU SDK for Unity から取得し、それらを unitypackage 形式でエキスポート後、unitypackage のファイルサイズを確認した
 - ✧ 結果

実際に当該エリアの 3D 都市モデルの zip ファイル（5.7GB）を使用し、Unity パッケージ

ジでエキスポートしたところ、500MB以下に収まったため、開発者がUnityパッケージを取り扱う際のファイルサイズに関する問題はあまり発生しないものと考えられる

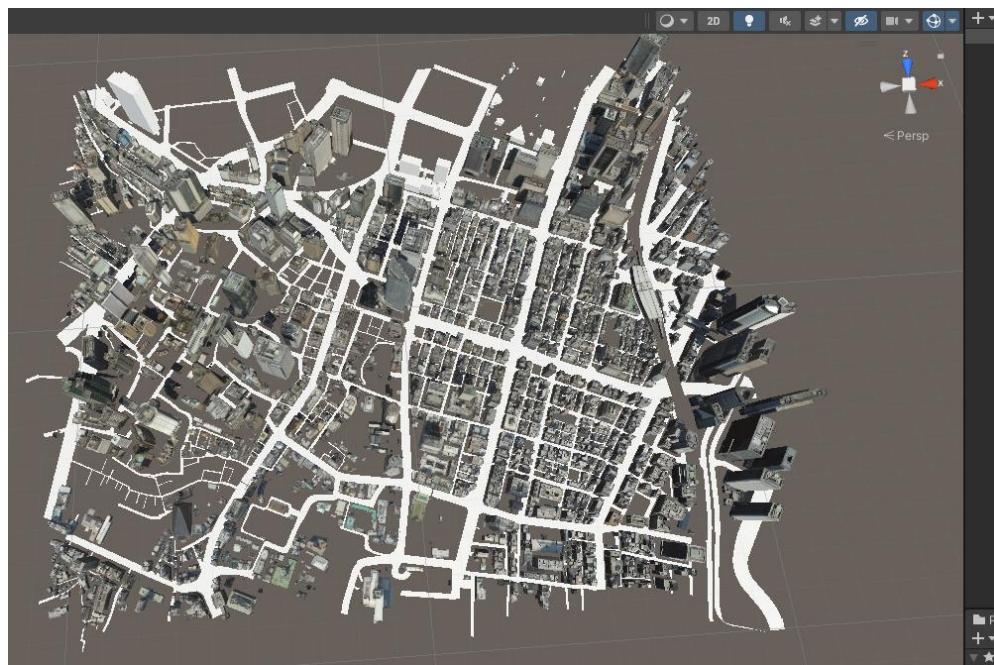


図 3-25 Unity に取り込んだ虎ノ門地域の 3D 都市モデル

5. 【FN016】VPS MAP 対応情報配信機能

- 機能概要
 - SDK を組み込んだアプリケーションを起動している端末が、滞在中のフロアを推定するために必要な位置情報及び高さ情報を配信し、フロア情報を特定後、当該フロアの VPS MAP をローディングする
- フロー チャート

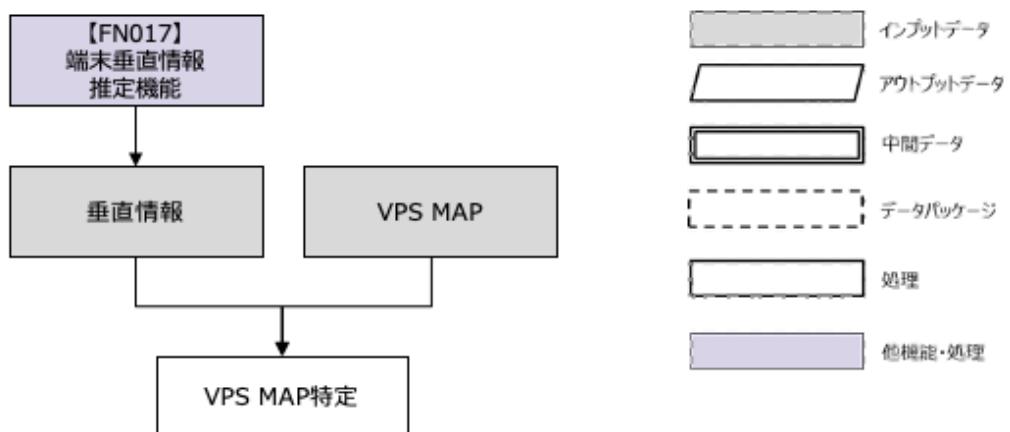


図 3-26 【FN016】VPS MAP 対応情報配信機能のフロー チャート

- データ仕様
 - 入力
 - ✧ 垂直情報：滞在デバイスの垂直情報
 - ✧ VPS MAP 座標：VPS MAP 上のローカル座標（Immersal 形式）
 - ✧ VPS MAP：各フロア（B2F、B1F、1F、8F、46F）の VPS MAP（【DT205】）
 - 出力
 - ✧ なし
- 機能詳細
 - 处理内容
 - ✧ 滞在中のフロアを推定するために必要な位置情報及び高さ情報を取得する
 - ✧ 【FN017】を使用しファイル入力インターフェース【IF005】経由で取得した垂直情報からフロアを特定する
 - ✧ 特定したフロアの VPS マップを取得する
 - ライブラリ
 - ✧ なし
 - 利用するアルゴリズム
 - ✧ デバイス滞在高度推定に基づく VPS MAP 呼び出しアルゴリズム（利用したアルゴリズム一覧【AL101】を参照）

6. 【FN017】端末垂直情報推定機能

- 機能概要
 - Pinnacle を用いて端末垂直情報を推定する
- フローチャート

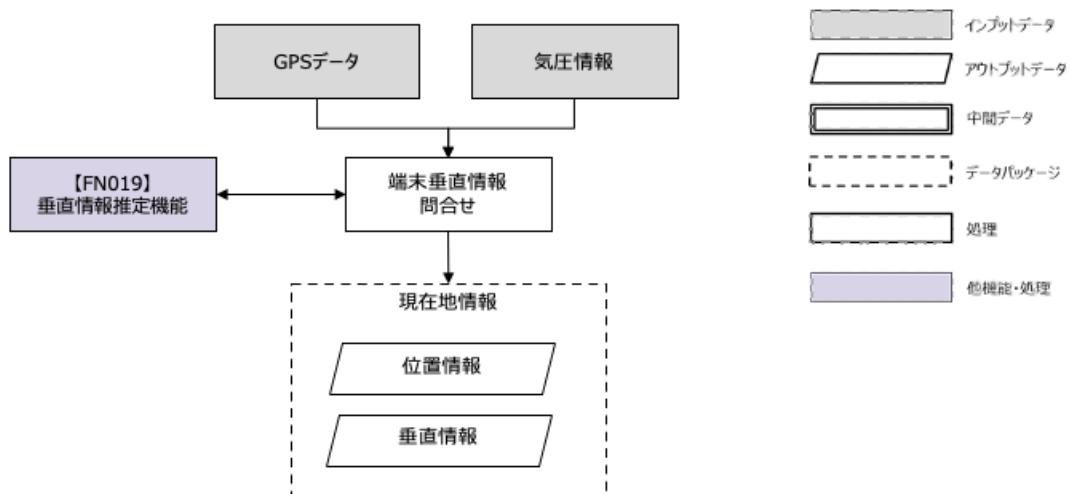
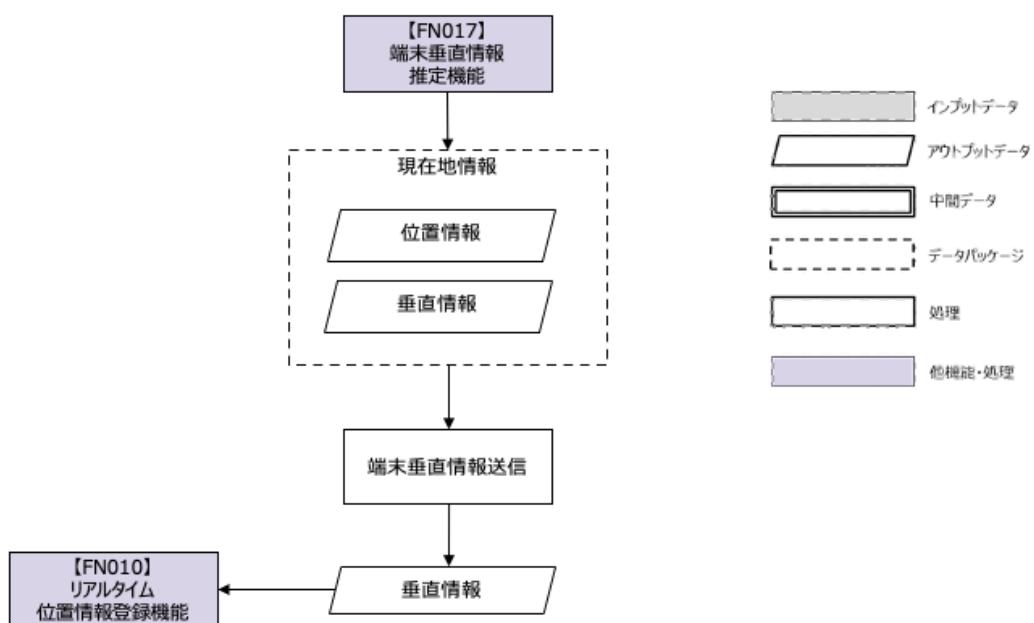


図 3-27 【FN017】端末垂直情報推定機能のフローチャート

- データ仕様
 - 入力
 - ✧ GPS データ : iPhone から取得した GPS データ ([DT106])
 - ✧ 気圧情報 : iPhone から取得した気圧情報 ([DT105])
 - 出力
 - ✧ 現在位置情報
 - ✧ 位置情報 : 滞在デバイスの位置情報 (緯度経度)
 - ✧ 垂直情報 : 滞在デバイスの垂直情報
- 機能詳細
 - 処理内容
 - ✧ ファイル入力インターフェース [IF005] 経由で取得した GPS データと気圧情報から [FN019] へ端末垂直情報を問合わせる
 - ✧ [FN019] への問い合わせは外部連携インターフェース [IF301] を使用する
 - ライブラリ
 - ✧ Pinnacle Cloud Server (利用したソフトウェア・ライブラリ [SL019] を参照)
 - 利用するアルゴリズム
 - ✧ 高度推定アルゴリズム (利用したアルゴリズム一覧 [AL001] を参照)

7. 【FN018】端末垂直情報送信機能

- 機能概要
 - SDK から API サーバへ位置情報を送信する
- フローチャート



- データ仕様
 - 入力
 - ✧ 現在地情報
 - ✧ 位置情報：滞在デバイスの位置情報（緯度経度）
 - ✧ 垂直情報：滞在デバイスの垂直情報
 - 出力
 - ✧ 位置情報：滞在デバイスの垂直情報（JSON 形式）
- 機能詳細
 - 処理内容
 - ✧ 【FN017】を使用しファイル入力インターフェース【IF005】経由で取得した現在地情報から垂直情報を抽出する
 - ✧ SDK から API サーバへ、内部連携インターフェース【IF201】を使用してリアルタイム位置情報内（【DT206】）の垂直情報を送信する
 - ライブラリ
 - ✧ なし
 - 利用するアルゴリズム
 - ✧ なし

5) Pinnacle Cloud Service (MetCom)

1. 【FN019】垂直情報推定機能

- 機能概要
 - Metcom 社提供機能で、Pinnacle Cloud Server を用いて高度を推定する
- フローチャート

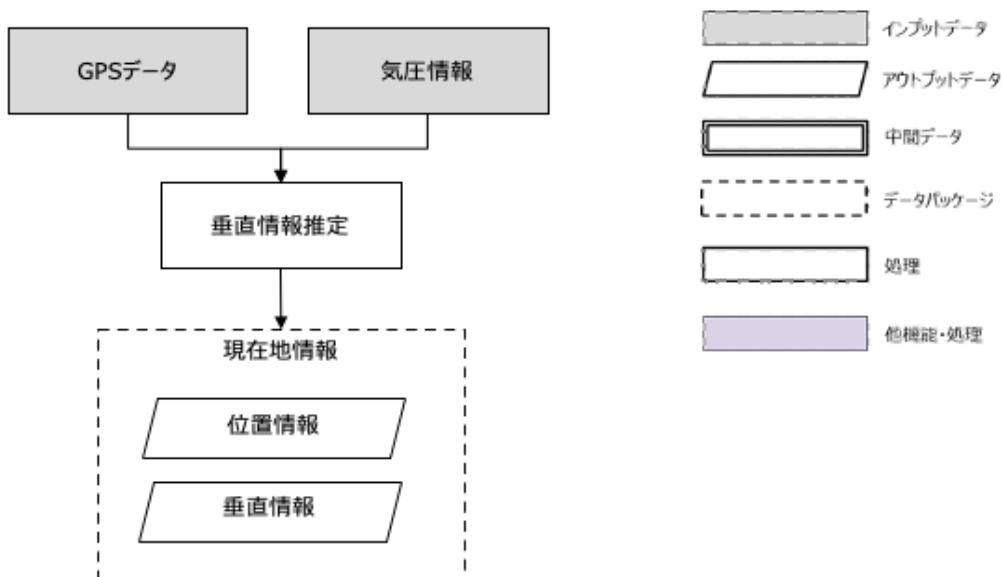


図 3-29 【FN019】垂直情報推定機能のフローチャート

- データ仕様
 - 入力
 - ✧ GPS データ：iPhone から取得した GPS データ（【DT106】）
 - ✧ 気圧情報：iPhone から取得した気圧情報（【DT105】）
 - 出力
 - ✧ 現在地情報
 - ✧ 位置情報：滞在デバイスの位置情報（緯度経度）
 - ✧ 垂直情報：滞在デバイスの垂直情報
 - 機能詳細
 - 処理内容
 - ✧ Metcom 社提供機能で、Pinnacle Cloud Server を用いて高度を推定する
 - ✧ 外部連携インターフェース 【IF301】を提供する
 - ライブナリ
 - ✧ Immersal Cloud Service（利用したソフトウェア・ライブラリ 【SL019】を参照）
 - 利用するアルゴリズム
 - ✧ 高度推定アルゴリズム（利用したアルゴリズム一覧 【AL001】を参照）

6) Immersal Cloud Service (Immersal)

1. 【FN020】VPS MAP 內位置照合機能

- 機能概要
 - Immersal 社提供機能で、Immersal Cloud Server を用いて作成済みの VPS MAP 内の位置を照合する
 - フローチャート

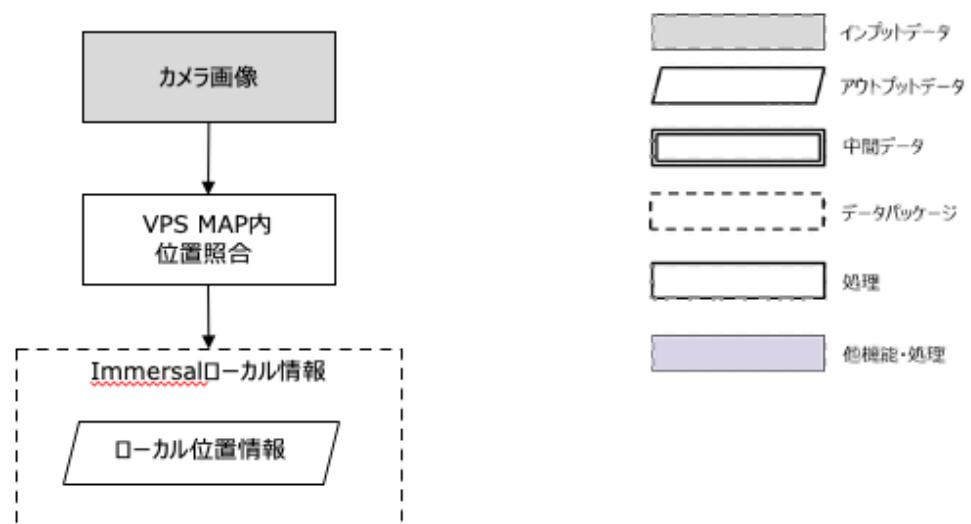


図 3-30 【FN020】VPS MAP 内位置照合機能

- データ仕様
 - 入力
 - ✧ カメラ画像 【DT207】
 - 出力
 - ✧ VPS MAP 座標：カメラの画像が VPS MAP のどの位置にあるかの座標（Immersal 形式）（内部連携インターフェース 【IF204】）
- 機能詳細
 - 処理内容
 - ✧ Immersal 社提供機能で、Immersal Cloud Server を用いて 作成済みの VPS MAP 内の位置を 照合する
 - ✧ 外部連携インターフェース 【IF302】を提供する
 - ライブラリ
 - ✧ Immersal Cloud Service（利用したソフトウェア・ライブラリ 【SL017】を参照）
 - 利用するアルゴリズム
 - ✧ VPS MAP による自己位置推定アルゴリズム（利用したアルゴリズム一覧 【AL002】を参照）

7) FME ワークベンチ

1. 【FN021】CityGML to 3D Tiles 変換機能

- 機能概要
 - CityGML のデータを Web ビューア表示用の 3D Tiles データに変換する
- フローチャート

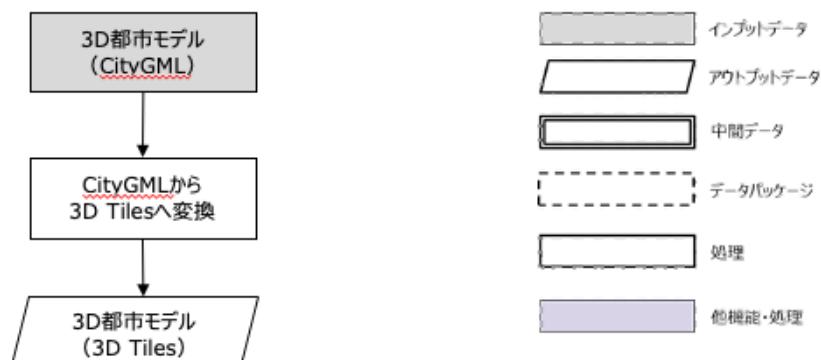


図 3-31 【FN021】CityGML to 3D Tiles 変換機能

- データ仕様
 - 入力
 - ✧ 3D都市モデル (CityGML)（【DT001】、【DT002】、【DT003】、【DT004】、【DT005】、【DT006】）
 - 出力

◆ 3D都市モデル（3D Tiles）（【DT201】、【DT202】）

- 機能詳細
 - 処理内容
 - ◆ ファイル入力インターフェース【IF008】経由で CityGML のデータを取得し変換後、ファイル出力インターフェース【IF101】経由で Web ビューア表示用の 3D Tiles データを出力する
 - ライブラリ
 - ◆ FME Desktop（利用したソフトウェア・ライブラリ【SL018】を参照）
 - 利用するアルゴリズム
 - ◆ なし

2. 【FN022】IFC to CityGML 変換機能

- 機能概要
 - IFC のデータを CityGML データに変換する
- フローチャート

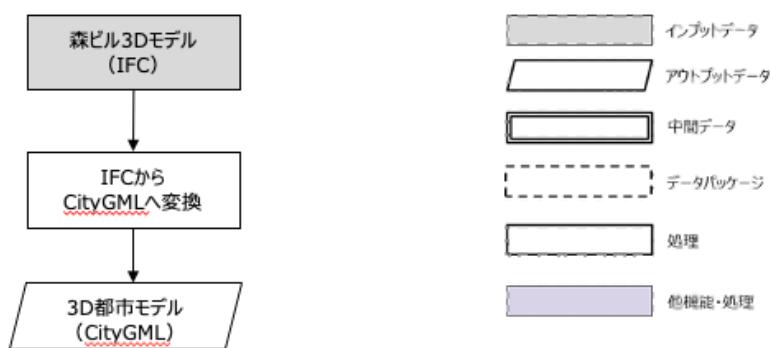


図 3-32 【FN022】IFC to CityGML 変換機能

- データ仕様
 - 入力
 - ◆ 森ビル 3D モデル (IFC)（【DT101】）
 - 出力
 - ◆ 3D 都市モデル (CityGML)（【DT001】）
- 機能詳細
 - 処理内容
 - ◆ ファイル入力インターフェース【IF008】経由で IFC のデータを取得し変換後、ファイル出力インターフェース【IF101】経由で CityGML データを出力する
 - ライブラリ
 - ◆ FME Desktop（利用したソフトウェア・ライブラリ【SL018】を参照）
 - 利用するアルゴリズム
 - ◆ なし

3. 【FN023】CityGML to FBX 變換機能

- 機能概要
 - CityGML のデータを FBX データに変換する
 - フローチャート

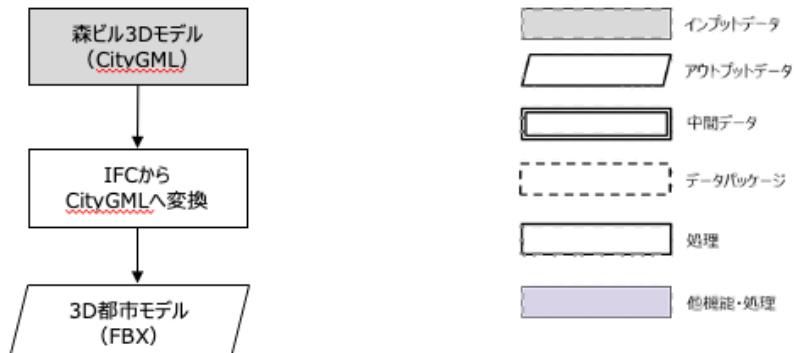


図 3-33 【FN023】 CityGML to FBX 変換機能

- データ仕様
 - 入力
 - ✧ 3D 都市モデル（CityGML）（【DT001】、【DT002】、【DT003】、【DT004】）
 - 出力
 - ✧ 3D 都市モデル（LOD4）（FBX）（【DT208】）
 - 機能詳細
 - 処理内容
 - ✧ ファイル入力インターフェース 【IF008】 経由で CityGML のデータを取得し変換後、ファイル出力インターフェース 【IF101】 経由で FBX データを出力する
 - ライブライリ
 - ✧ FME Desktop（利用したソフトウェア・ライブラリ 【SL018】 を参照）
 - 利用するアルゴリズム
 - ✧ なし

8) Unity

1. 【FN024】AR コンテンツオクルージョン処理

● 機能概要

- Unity 社提供機能で、AR 用コンテンツのオクルージョン処理を行う

● フローチャート

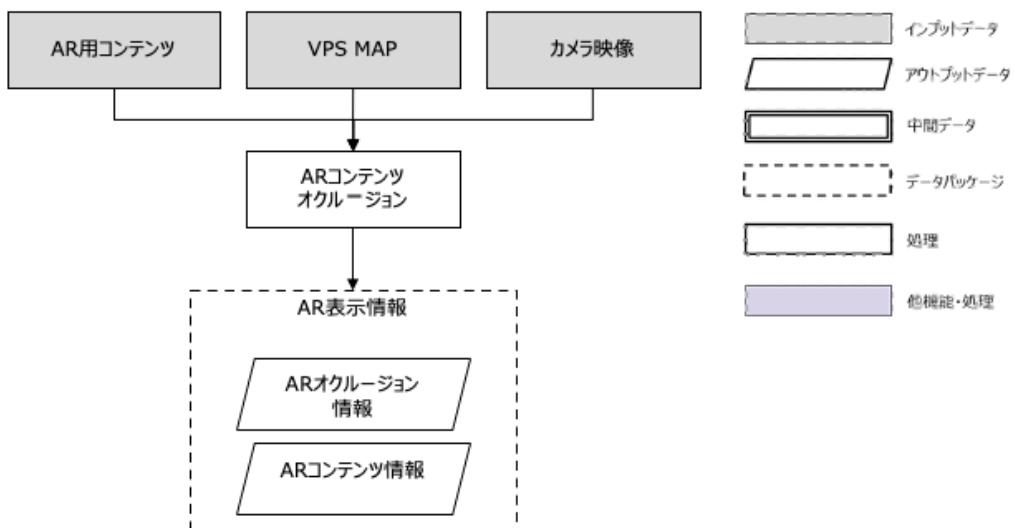


図 3-34 【FN024】AR コンテンツオクルージョン処理

● データ仕様

➤ 入力

- ✧ AR 用コンテンツ
- ✧ VPS MAP ([DT205])
- ✧ カメラ映像 ([DT107])

➤ 出力

- ✧ AR 表示情報
 - ✧ AR オクルージョン情報
 - ✧ AR コンテンツ情報

● 機能詳細

➤ 処理内容

- ✧ Unity 社提供機能で、内部インターフェース [IF006]、[IF007] 経由で AR 表示に必要な情報を取得し、AR 用コンテンツのオクルージョン処理を行う

➤ ライブラリ

- ✧ Unity (利用したソフトウェア・ライブラリ [SL014] を参照)

➤ 利用するアルゴリズム

- ✧ なし

2. 【FN025】AR コンテンツ合成処理

- 機能概要
 - Unity 社提供機能で、AR 用コンテンツの合成処理を行う
- フローチャート

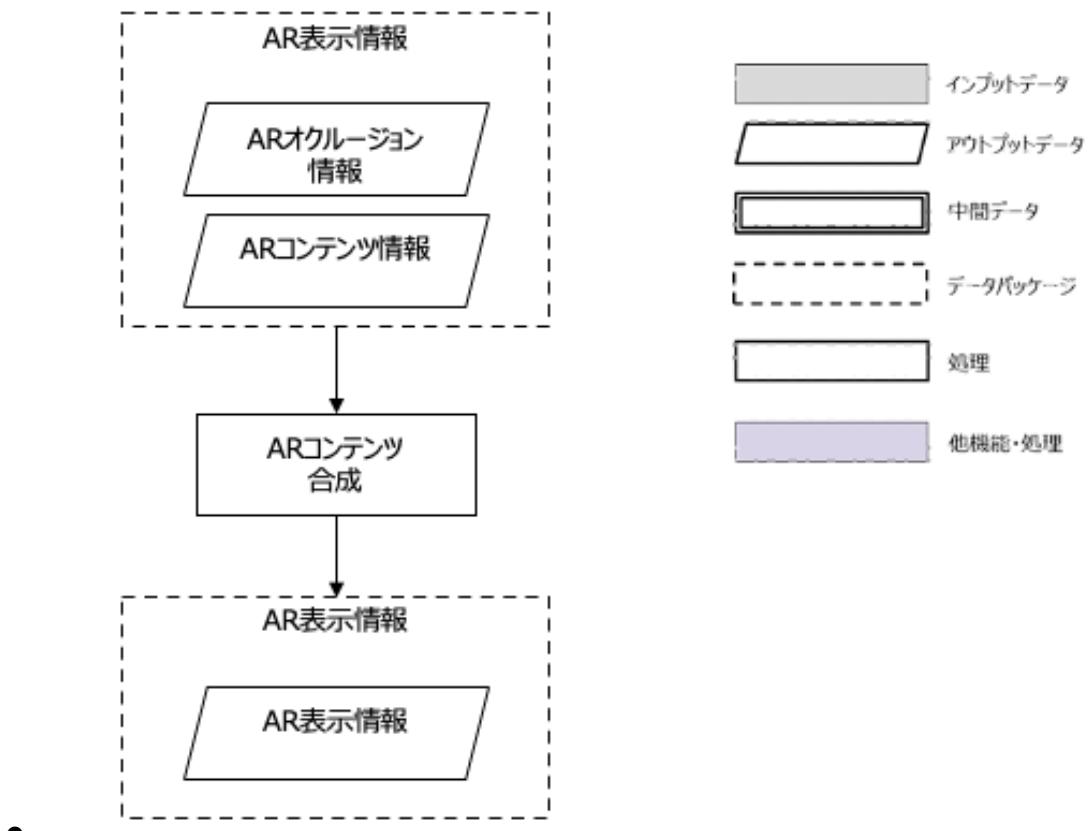


図 3-35 【FN025】AR コンテンツ合成処理

- データ仕様
 - 入力
 - ✧ AR 表示情報
 - ✧ AR オクルージョン情報
 - ✧ AR コンテンツ情報
 - 出力
 - ✧ AR 表示情報
 - ✧ AR 表示情報
- 機能詳細
 - 処理内容
 - ✧ Unity 社提供機能で、内部インターフェース【IF006】経由で AR 表示に必要な情報を取得し、AR 用コンテンツの合成処理を行う
 - ライブラリ
 - ✧ Unity（利用したソフトウェア・ライブラリ【SL014】を参照）

- 利用するアルゴリズム
 - ✧ なし

3. 【FN026】AR コンテンツ表示機能

- 機能概要
 - Unity 社提供機能で、AR コンテンツの表示を行う
- フローチャート

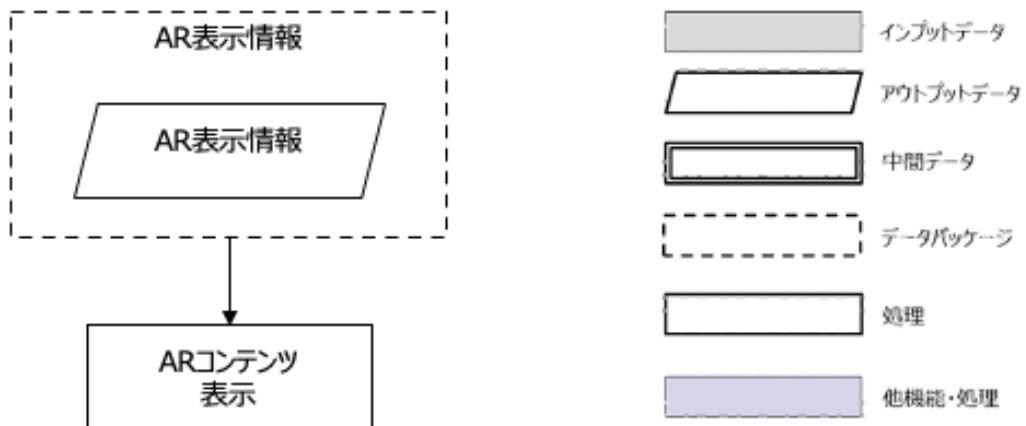


図 3-36 【FN026】AR コンテンツ表示機能のフローチャート

- データ仕様
 - 入力
 - ✧ AR 表示情報
 - ✧ AR 表示情報
 - 出力
 - ✧ なし
- 機能詳細
 - 処理内容
 - ✧ Unity 社提供機能で、内部インターフェース【IF006】経由でAR表示に必要な情報を取得し、AR コンテンツの表示を行う
 - ライブラリ
 - ✧ Unity（利用したソフトウェア・ライブラリ【SL014】を参照）
 - 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

表 3-4 利用したアルゴリズム一覧

ID	アルゴリズムを利用した機能	名称	説明	選定理由
AL001	FN017	高度推定アルゴリズム	<ul style="list-style-type: none"> ● 測位対象端末のスマートフォンに内蔵された気圧センサの情報を入力し、近隣の基準点気圧情報とネットワーク経由で比較分析する NextNav 社 Pinnacle 所有のアルゴリズムを適用する ● 本アルゴリズムでは、次の 3 つのステップで処理を行う <ol style="list-style-type: none"> 1) 気圧情報取得：スマートフォンに内蔵される気圧センサから測位対象地域の気圧情報及び GPS の位置情報を取得する 2) 基準点気圧情報と比較分析：取得された気圧情報と、基準点 (XYZ) の高精度気圧計データを比較し、測位対象端末の所在地に対応した高さを算出し応答する 3) 高さ情報の再計算：高さ情報の更新及び精度向上のため、上記 1) と 2) を繰り返し実行する 	<ul style="list-style-type: none"> ● フロア情報特定のため垂直情報が必要であるため
AL002	FN013	VPS MAP による自己位置推定アルゴリズム	<ul style="list-style-type: none"> ● 任意の場所で撮影・出力された点群及び画像と、スマートフォンで取得・出力されるカメラ映像を比較分析し、自己位置を推定する Immersal 社所有のアルゴリズムを適用する ● 本アルゴリズムでは、次の 3 ステップで処理を行う <ol style="list-style-type: none"> 1) VPS MAP 構築：任意の場所で撮影・出力された点群及び画像とともに、特徴点を抽出し VPS MAP を構築する 	<ul style="list-style-type: none"> ● VPS マップと SDK の保有する屋内モデルの位置情報の同期を行うため

		<p>2) 3D マップと比較分析：測位対象端末スマートフォンのカメラ映像から特徴点を抽出し、3D マップの特徴点と比較を行い、測位対象端末の自己位置情報 ($x, y, z, r1, r2$) を算出し応答する</p> <p>3) 自己位置情報の再計算：自己位置情報の更新及び精度向上のため、上記 1) と 2) を繰り返し実行する</p>	
--	--	--	--

1) 【AL001】高度推定アルゴリズム

- 詳細

高度推定アルゴリズムについては、Pinnacle Cloud Service（【SL019】）を使用しているため、以下を参照

参考：<https://metcom.jp/service/pinnacle/>

- イメージ

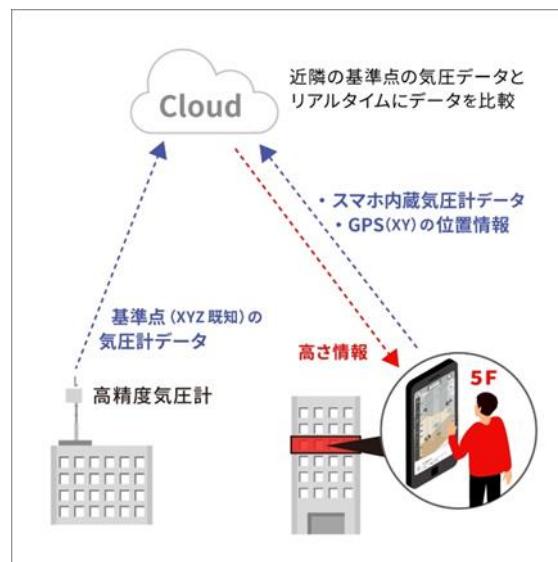


図 3-37 【AL001】高度推定アルゴリズム

2) 【AL002】VPS MAPによる自己位置推定アルゴリズム

● 詳細

VPS MAPによる自己位置推定アルゴリズムについては、immersal Cloud Serviceを使用しているため、以下を参照

参考：<https://immersal.gitbook.io/sdk>

● イメージ

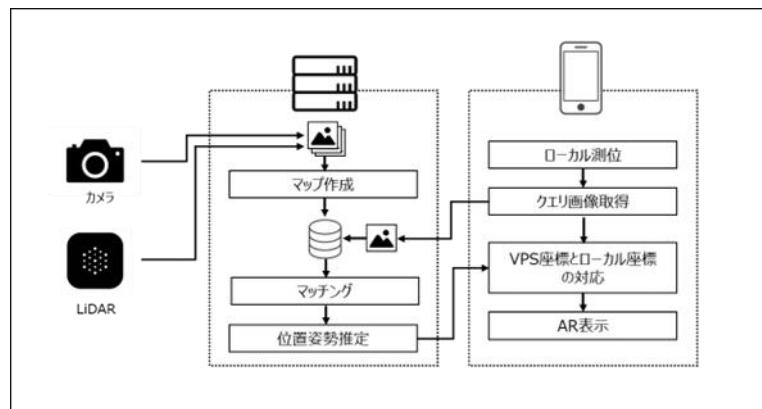


図 3-38 【AL002】自己位置推定アルゴリズム

3-3-2. 開発したアルゴリズム

1) 【AL101】デバイス滞在高度推定に基づくVPS MAP呼び出しアルゴリズム

- 本アルゴリズムを利用した機能

➢ 【FN016】

- アルゴリズムの詳細

VPSでは高層階の建物において、同じフロア構造の連続や、柱や壁等が繰り返す構造形式であるため、時に誤認識を起こすことがある。本実証では、デバイスが滞在している高さ情報から最適なVPS MAPの照合を行う。

本アルゴリズムでは、次の3ステップで処理を行う。

1. フロアマップ構築：本実証でVPS MAPを構築する各フロアに、Pinnacleから取得した高度推定情報を確認し、各フロアとひとくちに高度範囲情報を作成する



図 3-39 フロアマップ構築図

2. フロアマップに紐づくVPS MAP IDデータの設定・登録を行う



図 3-40 VPS MAP ID 登録図

3. SDK が Pinnacle から取得した高度推定情報と VPS MAP ID データベースと照合し、Immersal の最適な VPS MAP の呼び出しを行う



図 3-41 VPS MAP 呼び出し図

3-4. データインターフェース

3-4-1. ファイル入力インターフェース

1) 【IF001】デジタルツイン虎ノ門情報サイト内直接取得

デジタルツイン虎ノ門情報サイト内にある情報、ファイルを取得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
 - 【FN001】、【FN003】、【FN005】
- 取得するファイル

表 3-5 取得するファイル

パラメータ	説明	データ形式	必須
3D 都市モデル（建築物 LOD1~4）	Web ビューアで表示する建築物の 3D 都市モデル	【DT201】 【DT202】 を参照	3D 都市モデル（FBX）以外はまとめて必須とする
3D 都市モデル（道路 LOD3）	Web ビューアで表示する道路の 3D 都市モデル	【DT201】 を参照	
3D 都市モデル（都市整備 LOD3）	Web ビューアで表示する都市整備の 3D 都市モデル	【DT201】 を参照	
地形	Web ビューアで表示する地形	【DT104】 を参照	
オルソ画像	Web ビューアで表示するオルソ画像	【DT103】 を参照	
3D 都市モデル（FBX）	Web ビューアで表示する建築物の 3D 都市モデルの FBX	【DT202】 を参照	

2) 【IF002】デジタルツイン虎ノ門情報サイト内 DB 情報登録

デジタルツイン虎ノ門情報サイト内にある DB へ、データを登録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
 - 【FN010】
- DB 項目

表 3-6 登録する DB 項目

パラメータ	説明	値（例）	必須
uuid	ID	xxxxxxxx-xxxx-xxxx- Nxxx-xxxxxxxxxxxx	○
area	階層情報 (階層、位置情報 (xy 座標)、垂直情報のセット)	{area1-1, 1.234, 1.567, 1.098}	○

3) 【IF003】デジタルツイン虎ノ門情報サイト内 DB 情報取得

デジタルツイン虎ノ門情報サイト内にある DB から、データを取得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
 - 【FN011】
- DB 項目

表 3-7 取得する DB 項目

パラメータ	説明	値（例）	必須
uuid	ID	xxxxxxxx-xxxx-xxxx- Nxxx-xxxxxxxxxxxx	<input type="radio"/>
area	階層情報 (階層、位置情報 (xy 座標)、垂直情報のセット)	{area1-1, 1.234, 1.567, 1.098}	<input type="radio"/>

4) 【IF004】デジタルツイン虎ノ門 API サーバ内認証情報連携

デジタルツイン虎ノ門 API サーバ内にある認証情報を連携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】
- リクエストパラメータ

表 3-8 認証情報リクエストパラメータ

パラメータ	説明	値（例）	必須
token	認証用トークン	XXX-XXX	<input type="radio"/>

- レスポンス

表 3-9 認証情報レスポンスパラメータ

パラメータ	説明	値（例）	必須
code	認証結果 (OK : 1、NG : 0)	1	<input type="radio"/>

5) 【IF005】デジタルツイン虎ノ門 SDK for Unity 内直接取得

デジタルツイン虎ノ門 SDK for Unity 内にある情報、ファイルを取得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
 - 【FN013】、【FN014】、【FN015】、【FN016】、【FN017】、【FN018】、【FN024】
- 取得するファイル

表 3-10 取得するファイル

パラメータ	説明	データ形式	必須
VPS MAP	AR コンテンツを表示するための VPS MAP	【DT205】参照	いずれか 1 つは必須
AR 用コンテンツ	Unity で表示する、SDK を使用して作成した AR コンテンツ	iOS ビルド	
3D 都市モデル (FBX)	FME で変換した建築物 LOD1~4 のモデル	【DT208】参照	

6) 【IF006】Unity 内情報連携

Unity 内にある情報を取得するインターフェース。Unity はサードパーティ製品のため、以下 URL を参考。

参考：<https://docs.unity3d.com/ja/2018.4/Manual/index.html>

- 本インターフェースを利用した機能
 - 【FN024】、【FN025】、【FN026】
- 取得する情報

表 3-11 取得するファイル

パラメータ	説明	データ形式	必須
AR 表示情報	AR 表示するための情報	バイナリー	いずれか 1 つは必須
AR コンテンツ情報	AR コンテンツを表示するための情報	バイナリー	
AR オクルージョン情報	AR オクルージョンするための情報	バイナリー	

7) 【IF007】iOS 内情報連携

iOS 内にある情報、ファイルなどを取得するインターフェース。iOS はサードパーティ製品のため、以下 URL を参考。

参考：<https://developer.apple.com/jp/documentation/arkit/>

- 本インターフェースを利用した機能
 - 【FN013】、【FN024】
- 取得するファイル

表 3-12 取得するファイル

パラメータ	説明	データ形式	必須
カメラ映像	iOS で取得したカメラ映像データ	MOV	いずれか 1 つは必須
GPS データ	iOS で取得した GPS データ	GPX、バイナリー	
気圧情報	iOS で取得した気圧情報	バイナリー	

8) 【IF008】FME 情報取得

FME で変換する 3D 都市モデル、森ビル 3D モデルの IFC や CityGML を取得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
 - 【FN021】、【FN022】、【FN023】
- 取得するファイル

表 3-13 取得するファイル

パラメータ	説明	データ形式	必須
3D 都市モデル（建築物 LOD1~3）	Web ビューアで表示する建築物の 3D 都市モデル	【DT002】、 【DT003】、【DT004】 を参照	いずれか 1 つは必須
3D 都市モデル（道路 LOD3）	Web ビューアで表示する道路の 3D 都市モデル	【DT005】を参照	
3D 都市モデル（都市整備 LOD3）	Web ビューアで表示する都市整備の 3D 都市モデル	【DT006】を参照	
3D 都市モデル（LOD4）	Web ビューアで表示する建築物の 3D 都市モデル	【DT001】を参照	
森ビル 3D モデル	森ビルの虎ノ門ヒルズステーションタワーの建築 BIM モデル	【DT101】を参照	

3-4-2. ファイル出力インターフェース

1) 【IF101】FME 情報出力

FME で変換した CityGML、3D Tiles、FBX を出力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
 - 【FN021】、【FN022】、【FN023】
- 取得するファイル

表 3-14 出力するファイル

パラメータ	説明	データ形式	必須
3D 都市モデル（建築物 LOD1~3）	Web ビューアで表示する建築物の 3D 都市モデル	【DT201】を参照	いずれか 1 つは必須
3D 都市モデル（道路 LOD3）	Web ビューアで表示する道路の 3D 都市モデル	【DT201】を参照	
3D 都市モデル（都市整備 LOD3）	Web ビューアで表示する都市整備の 3D 都市モデル	【DT201】を参照	
3D 都市モデル（LOD4）	Web ビューアで表示する建築物の 3D 都市モデル	【DT202】を参照	
3D 都市モデル（FBX）	Web ビューア、Unity で表示する建築物の 3D 都市モデル	【DT208】を参照	

3-4-3. 内部連携インターフェース

1) 【IF201】リアルタイム位置情報登録 API

- 本インターフェースを利用した機能
 - 【FN010】、【FN014】、【FN018】
- プロトコル
 - HTTPS
- メソッド
 - POST
- パス
 - /position
- リクエストパラメータ

表 3-15 リアルタイム位置情報登録 API リクエストパラメータ

パラメータ	説明	値（例）	必須
uuid	ID	xxxxxxxx-xxxx-xxxx- Nxxx-xxxxxxxxxxxx	○
area	階層	area1-1	○
x	位置情報（x 座標）	1.234	○
y	位置情報（y 座標）	1.567	○
z	垂直情報	1.098	○

- レスポンス

表 3-16 リアルタイム位置情報登録 API レスポンスパラメータ

パラメータ	説明	値（例）	必須
code	ステータスコード	200	○
type	エラータイプ	StatusOK	○
message	メッセージ	Successful operation	○

表 3-17 リアルタイム位置情報登録 API レスポンス

ステータスコード	説明
200	成功
400	リクエストボディが不正
401	認証エラー
403	認可エラー
502	処理エラー

2) 【IF202】リアルタイム位置情報取得 API

- 本インターフェースを利用した機能
 - 【FN004】、【FN011】
- プロトコル
 - HTTPS
- メソッド
 - GET
- パス
 - /position
- リクエストパラメータ

表 3-18 リアルタイム位置情報取得 API リクエストパラメータ

パラメータ	説明	値（例）	必須
area	階層	area1-1	○

- レスポンス

表 3-19 リアルタイム位置情報取得 API レスポンスパラメータ

パラメータ	説明	値（例）	必須
uuid	ID	xxxxxxxx-xxxx-xxxx- Nxxx-xxxxxxxxxxxx	○
area	階層	area1-1	○
x	位置情報（x 座標）	1.234	○
y	位置情報（y 座標）	1.567	○
z	垂直情報	1.098	○

3) 【IF203】滞在人数情報受け渡し

- 本インターフェースを利用した機能
 - 【FN003】、【FN004】、【FN011】
- データ形式
 - JSON
- 受け渡しデータ

● 表 3-20 滞在人数情報受け渡しデータ

パラメータ	説明	値（例）	必須
area	階層	area1-1	○
x	位置情報（x 座標）	1.234	○
y	位置情報（y 座標）	1.567	○
z	垂直情報	1.098	

4) 【IF204】VPS MAP 座標受け渡し

- 本インターフェースを利用した機能
 - 【FN013】、【FN014】
- データ形式
 - Immersal 形式
- 受け渡しデータ

● 表 3-21 VPS MAP 座標受け渡しデータ

パラメータ	説明	値（例）	必須
x	Immersal ローカル座標（x 座標）	1.234	○
y	Immersal ローカル座標（y 座標）	1.567	○

3-4-4. 外部連携インターフェース

1) 【IF301】Pinnacle API

Pinnacle Serverとの連携はPinnacle API (<https://nextnav.com/doc/nextnav-pinnacle-api-development-guide/pinnacle-api-data-fields/>) を介して通信を行うインターフェース。

- 本インターフェースを利用した機能
 - 【FN017】、【FN019】

2) 【IF302】Immersal SDK

Immersal Serverとの連携はImmersal SDK (<https://immersal.gitbook.io/sdk>) を介して通信を行うインターフェース。

- 本インターフェースを利用した機能
 - 【FN013】、【FN020】

3) 【IF303】Amazon Cognito API

Cognitoとの連携はAmazon Cognito API

(https://docs.aws.amazon.com/ja_jp/cognito/latest/developerguide/cognito-reference.html) を介して通信を行うインターフェース。

- 本インターフェースを利用した機能
 - 【FN006】、【FN009】

3-5. 実証に用いたデータ

3-5-1. 活用したデータ一覧

1) 利用了した3D都市モデルのデータ

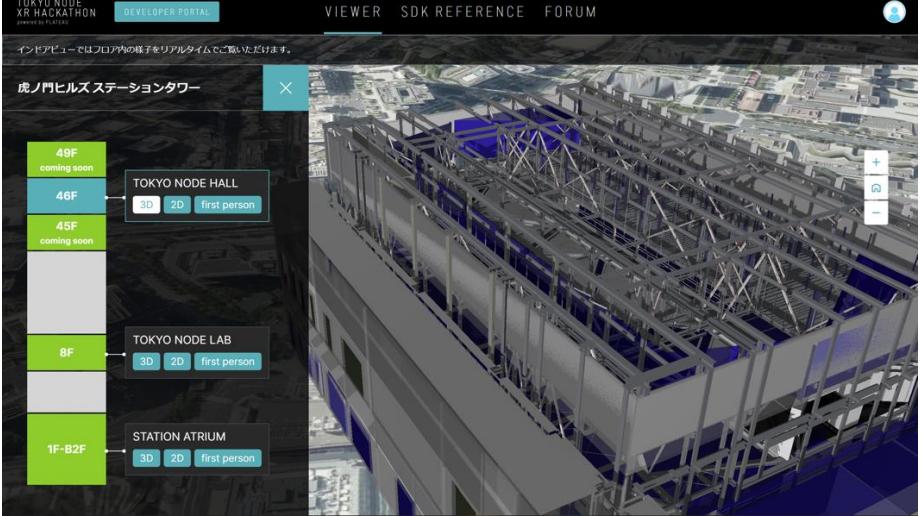
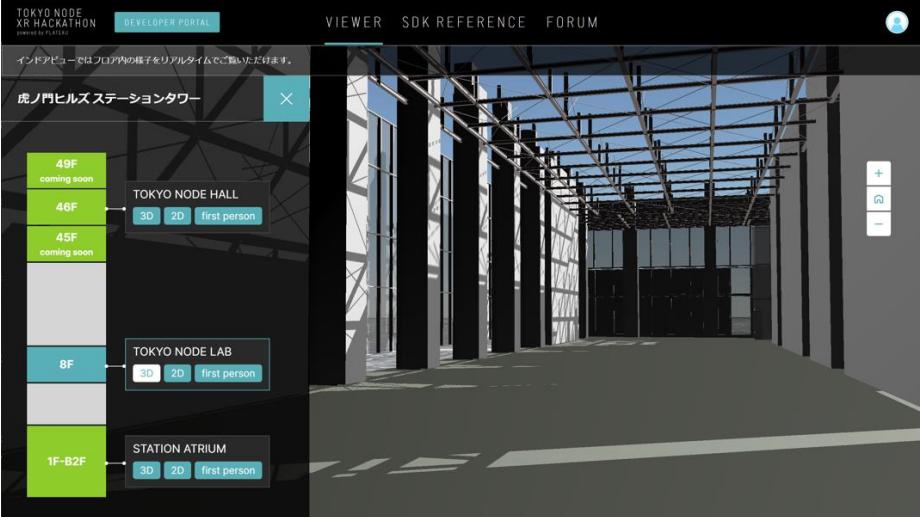
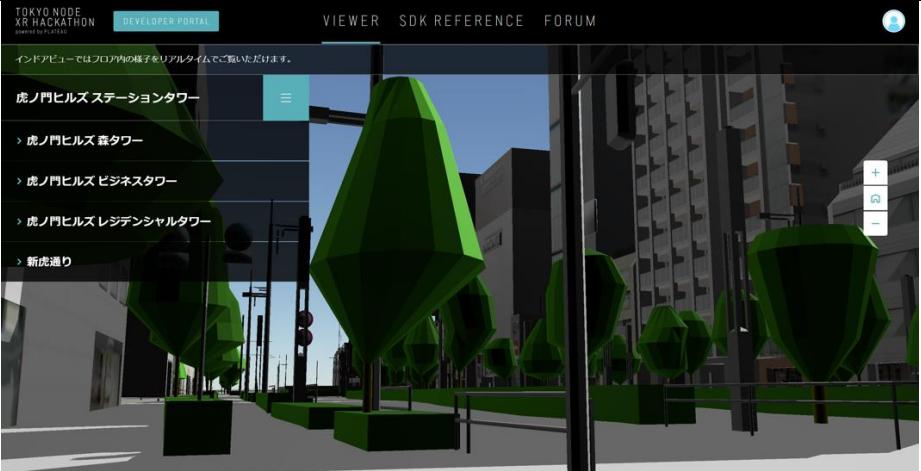
1. データ一覧

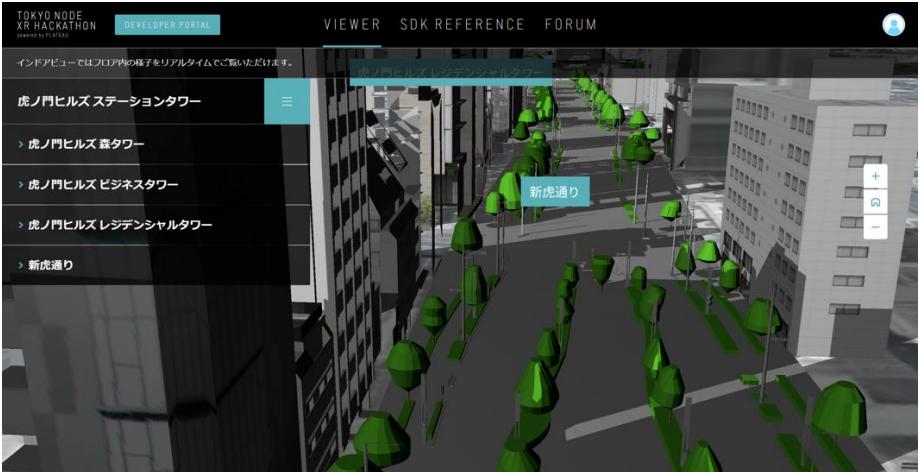
表 3-22 利用了した3D都市モデル

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)
建築物 LOD4	bldg:Building	空間属性	DT001	bldg:lod4Solid または MultiSurface	Web ビューワでの表示、オクルージョンモデルとして利用	FN021 FN022 FN023
建築物 LOD3	bldg:Building	空間属性	DT002	bldg:lod3Solid	Web ビューワでの表示、オクルージョンモデルとして利用	FN021 FN023
建築物 LOD2	bldg:Building	空間属性	DT003	bldg:lod2Solid	Web ビューワでの表示	FN021 FN023
建築物 LOD1	bldg:Building	空間属性	DT004	bldg:lod1Solid	Web ビューワでの表示	FN021 FN023
道路 LOD3	tran:Road	空間属性	DT005	tran:lod3MultiSurface	Web ビューワでの表示	FN021
都市設備 LOD3	frn:CityFurniture	空間属性	DT006	uro:lod3Geometry	Web ビューワでの表示	FN021

2. データサンプル（イメージ）

表 3-23 利用した3D都市モデル（イメージ）

ID	活用データ	サンプル・イメージ
DT001	建築物 LOD4	 <p>虎ノ門ヒルズステーションタワー 46F の LOD4（外側）</p>
		 <p>虎ノ門ヒルズステーションタワー 8F の LOD4（内側）</p>
DT002	建築物 LOD3	
DT003	建築物 LOD2	
DT004	建築物 LOD1	
DT005	道路 LOD3	
DT006	都市設備 LOD3	

		<p>新虎通りの LOD3①</p>  <p>新虎通りの LOD3②</p>
--	--	--

2) 利用したその他のデータ

1. データ一覧

表 3-24 利用したその他のデータ（一覧）

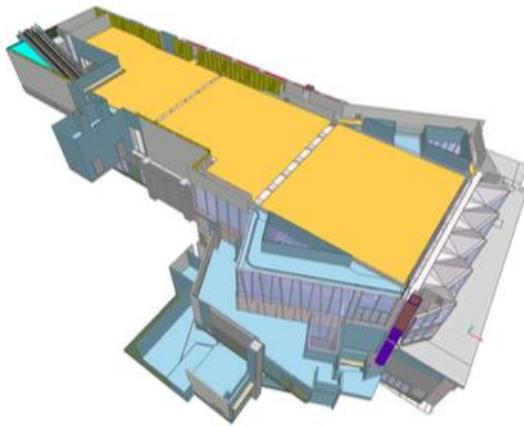
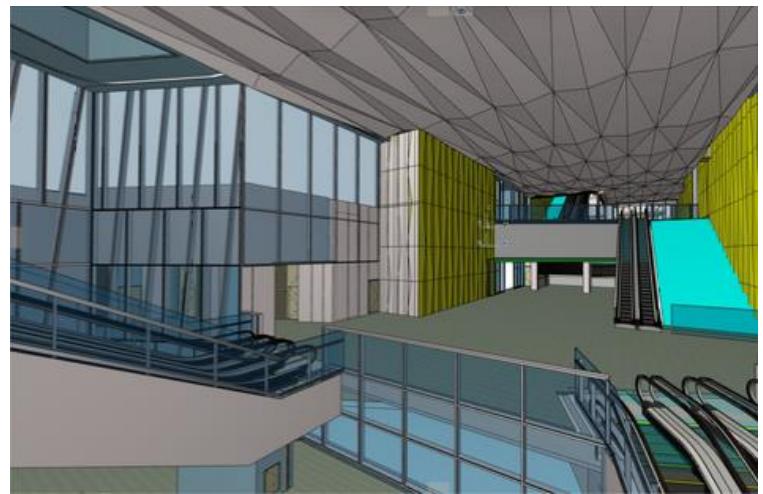
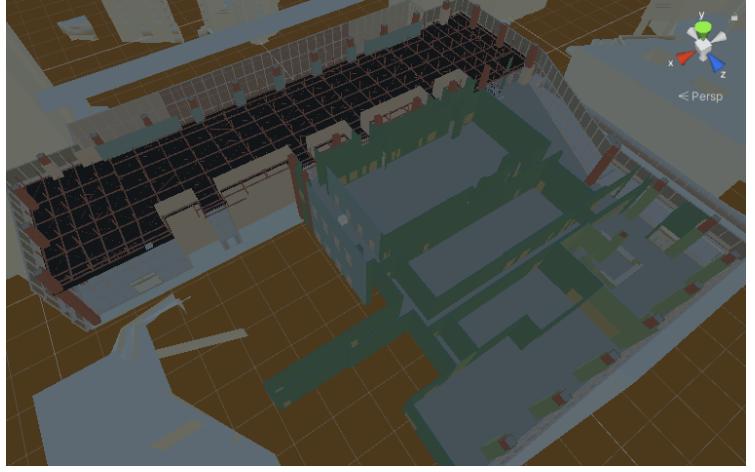
ID	エリア (都市)	活用データ	内容	データ形式	出所	データを利用 した機能 (ID)
DT101	虎ノ門エ リア	森ビル 3D モデル (虎ノ門ステーショ ンタワー BIM モデ ル) ● B2～1F ● 8F ● 46F	森ビル管理物件の屋 内・屋外の 3D モデ ル。XR コンテンツ・ア プリケーションに対 し、VPS で算出された 位置情報に最適なオク ルージョン用 3D モデ ルとして配信される	IFC 形式	森ビル	FN022
DT102	虎ノ門エ リア	VPS MAP 用データ ● B2～1F ● 8F ● 46F	VPS MAP を作成する入 力データとして取得し たスキャンデータ	BLK 形式	森ビル	-
DT103	虎ノ門エ リア	PLATEAU オルソ画 像	虎の門地域のオルソ画 像。Web ビューワで使 用される	PNG 形式	G 空間情報 センター	FN001
DT104	虎ノ門エ リア	PLATEAU-Terrain	虎の門地域の地形情 報。Web ビューワで使 用される	quantized- mesh 形式	PLATEAU 配信サービ ス	FN001
DT105	虎ノ門エ リア	気圧情報	現在地の高さ情報。最 適な VPS MAP との照 合を行うために使用さ れる	-	iPhone 端末	FN017 FN019
DT106	虎ノ門エ リア	緯度経度情報 (GPS データ)	端末の GPS から得られ る位置情報。VPS MAP の選択、フロア人数の 表示及び高度推定の入 力として使用される	-	iPhone 端末	FN017 FN019
DT107	虎ノ門エ リア	カメラ映像	iPhone 端末のカメラで 取得した画像は、VPS MAP と照合して自己位 置推定に用いられる	mov 形式	iPhone 端末	FN013 FN024
DT108	虎ノ門エ リア	森ビル 3D データ	森ビル管理物件の屋 内・屋外の 3D モデル。 XR コンテンツ・アプリ	FBX 形式	森ビル	FN005

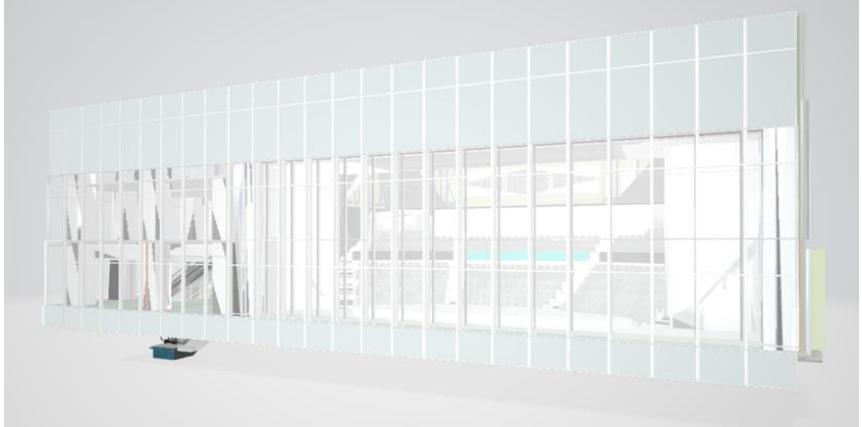
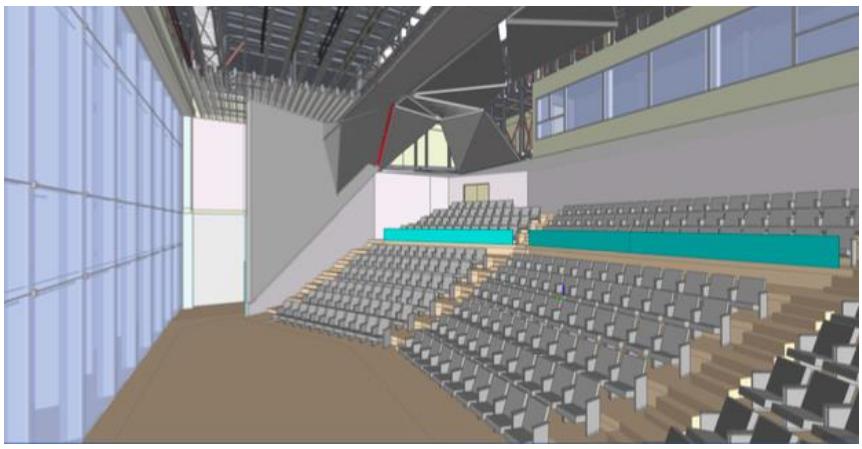
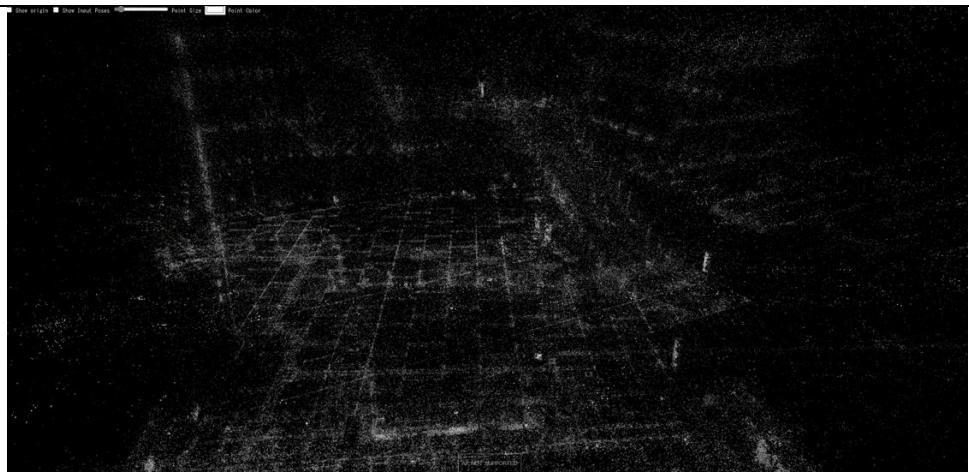
uc23-16_技術検証レポート_デジタルツインを活用したXRコンテンツ開発プラットフォーム

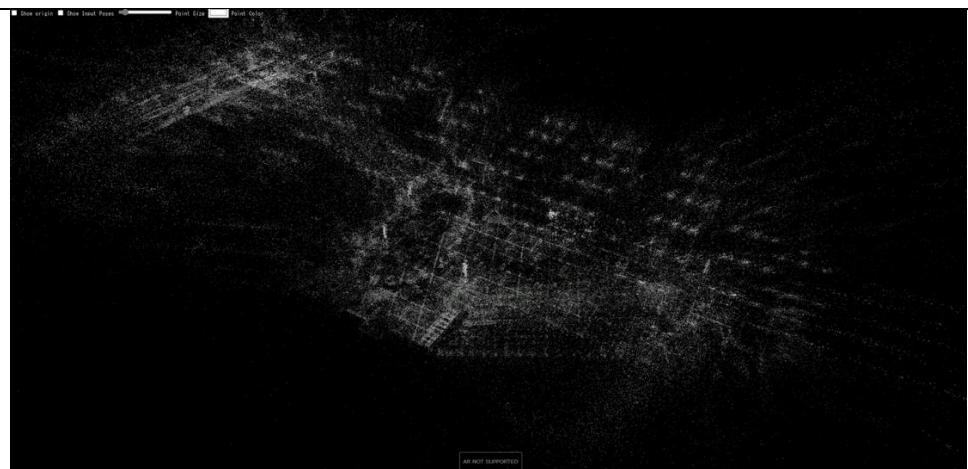
			ケーションに対し、VPSで算出された位置情報に最適なオクルージョン用3Dモデルとして配信される			
--	--	--	---	--	--	--

2. データサンプル（イメージ）

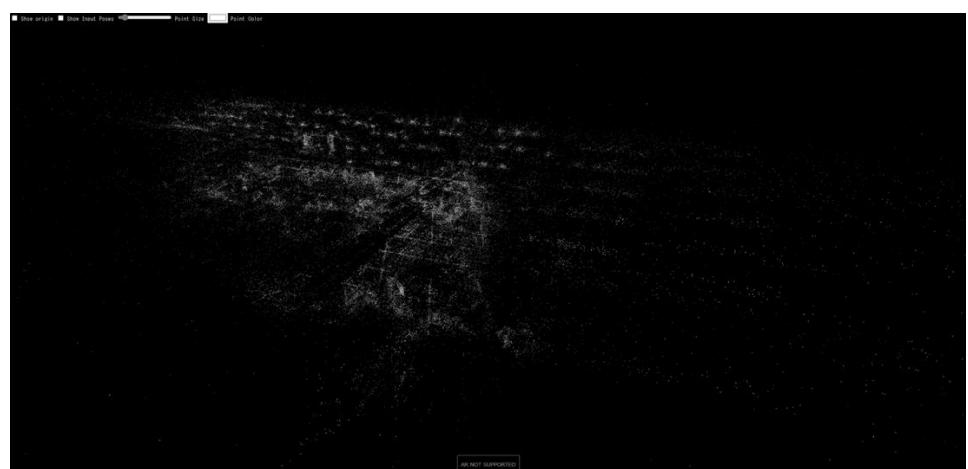
表 3-25 利用したその他データ（イメージ）

ID	活用データ	サンプル・イメージ
DT101	<p>森ビル 3D データ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● B2～1F ● 8F ● 46F 	 <p>虎ノ門ヒルズステーションタワーB 2F-1F（外側）</p>  <p>虎ノ門ヒルズステーションタワーB 2F-1F（内側）</p>  <p>虎ノ門ヒルズステーションタワー 8F</p>

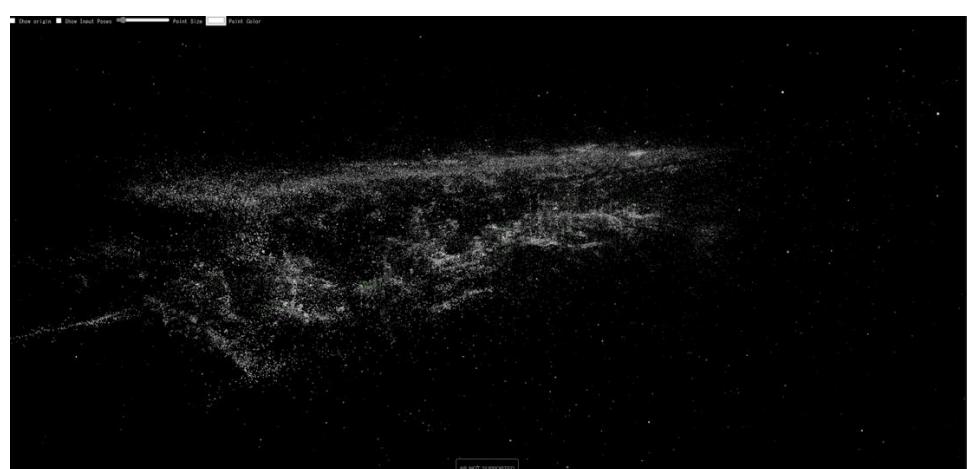
		 <p>虎ノ門ヒルズステーションタワー46F（外側）</p>
		 <p>虎ノ門ヒルズステーションタワー46F（内側）</p>
DT102	VPS MAP 用 データ <ul style="list-style-type: none">● B2～1F● 8F● 46F	 <p>虎ノ門ヒルズステーションタワーB2F の点群</p>



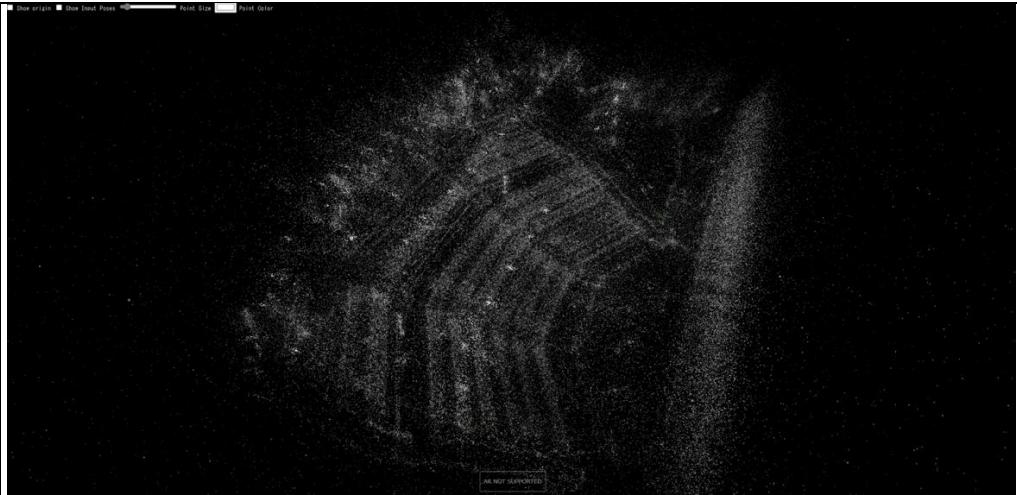
虎ノ門ヒルズステーションタワーB1F の点群

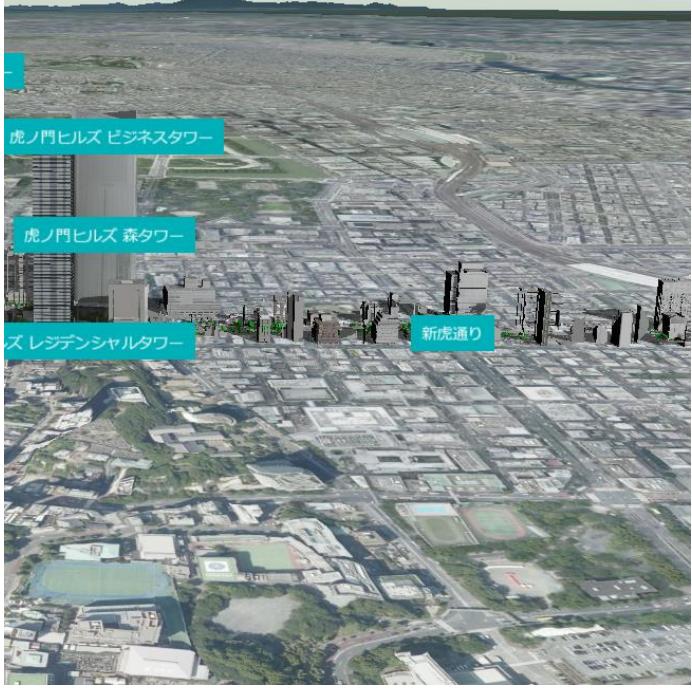


虎ノ門ヒルズステーションタワー1F の点群



虎ノ門ヒルズステーションタワー8F の点群

		 <p>虎ノ門ヒルズステーションタワー46F の点群</p>
DT103	PLATEAU オルソ画像	 <p>オルソ画像を活用した Web ビューワ表示画面</p>

DT104	PLATEAU-Terrain	 <p>地形データを活用した Web ビューワ表示画面</p>
DT105	気圧情報	Pinnacle 内部で生成されるデータのためサンプルなし
DT106	緯度 経度 情報	緯度 : 35.666953、経度 : 139.749203 (虎ノ門ヒルズ森タワー位置情報サンプル)
DT107	カメラ画像	iPhone 端末からのカメラ画像

3-5-2. 生成・変換したデータ

表 3-26 生成・変換したデータ

ID	システムに 入力するデータ (データ形式)	用途	処理内容	データ処理ソ フトウェア	活用データ (データ形式)	データを利 用した機能 (ID)
DT201	3D 都市モデル (3D Tiles 形 式)	Web ビュー ワでの表示	CityGML を 3D Tiles に変換	国際航業社に による作業	3D 都市モデル	FN001 FN021
DT202	3D 都市モデル (LOD4) (3D Tiles 形 式)	Web ビュー ワでの表示	IFC を CityGML に変換 CityGML を 3D Tiles に変換	FME Desktop	森ビル 3D モデ ル（虎ノ門ステ ーションタワー BIM モデル） (IFC)	FN001 FN021
DT203	SDK 同梱 3D 都 市モデル (Unity Asset)	SDK での表 示およびオ クルージョ ン処理	プラトーが提供 する虎ノ門エリ アの LOD1-3 と、ステーショ ンタワーの LOD4 (BIM か ら変換) を統 合。CityGML を FBX に変換 した後、Unity Editor にインポ ート	国際航業社に による作業 Unity Editor	3D 都市モデル (FBX)	FN015
DT204	SDK 同梱森ビル 3D モデル (Unity Asset)	SDK での表 示およびオ クルージョ ン処理	SDK での表示 およびオクル ージョン処理	Unity Editor	FBX	FN015
DT205	VPS MAP (Immersal 内部 形式)	自己位置推 定のための マップ	スキャンデータ (BLK 形式)を Immersal Cloud Service にアッ プロードし、 VPS MAP を生 成	Immersal VPS	VPS MAP デー タ (BLK)	FN016 FN024
DT206	リアルタイム位 置情報	Web ビュー ワでの表示	端末の GPS か ら得られる位置 情報。VPS	開発するソフ トウェア (SDK)	緯度経度情報 気圧情報	FN014 FN018

uc23-16_技術検証レポート_デジタルツインを活用したXRコンテンツ開発プラットフォーム

			MAP の選択、 フロア人数の表 示、および高度 推定の入力とし て使用される。			
DT207	カメラ画像 (Unity 内部 形式)	VPS MAP の 照合	カメラ画像を Immersal Cloud Service にアッ プロード後、 VPS MAP と照 合し、自己位置 情報を推定	Immersal VPS	PNG	FN013 FN020
DT208	3D 都市モデル (LOD4) (FBX 形式)	Web ビュー での表示	IFC を CityGML に変換 CityGML を 3D Tiles に変換	FME Desktop	森ビル 3D モデ ル（虎ノ門ステ ーションタワー BIM モデル） (IFC)	FN001 FN015 FN023

3-6. ユーザーインターフェース

3-6-1. 画面一覧

1) Web システム画面

表 3-27 PC 画面一覧

ID	連携 (ID)	画面名	画面説明	画面を表示した機能 (ID)
SC001	SC002	ランディングページ	<ul style="list-style-type: none"> ● 以下の情報を提供する <ul style="list-style-type: none"> ➢ デジタルツイン虎ノ門情報サイトの概要 ➢ ハッカソン等のイベント概要 ● 以下の機能を提供する <ul style="list-style-type: none"> ➢ デジタルツイン虎ノ門情報サイトの各ページへのリンク ➢ 開発者ポータルログインページへのリンク 	-
SC002	SC003	ログイン	<ul style="list-style-type: none"> ● 以下の機能を提供する <ul style="list-style-type: none"> ➢ パスワードとメールアドレスを入力し開発者がログインする機能 ➢ 上記に関わる異常系 ➢ 開発者規約、SDK 利用規約の同意が完了していない開発者がログインした際に規約同意ページに転送する 	FN006 FN009
SC003	SC002 SC004	施設紹介	<ul style="list-style-type: none"> ● 以下の情報を提供する <ul style="list-style-type: none"> ➢ 具体的な実証エリア ➢ 実証エリアの構成建造物の解説 ➢ 各実証エリアで提供される機能 ➢ ハッカソン会場を含む虎ノ門ステーションタワーの内部構造 	-
SC004	SC002 SC003	プライバシーポリシー	<ul style="list-style-type: none"> ● 以下の情報を提供する <ul style="list-style-type: none"> ➢ デジタルツイン虎ノ門情報サイトのプライバシーポリシー 	-
SC005	SC006	パスワードリマインダー	<ul style="list-style-type: none"> ● 以下の機能を提供する <ul style="list-style-type: none"> ➢ 登録ユーザーのメールアドレスを入力し、パスワードを再設定するリンクをメールで送信する 	-
SC006	SC007	パスワード再設定	<ul style="list-style-type: none"> ● 以下の機能を提供する <ul style="list-style-type: none"> ➢ メールから遷移してきた登録ユーザーのパスワードを再設定する 	-
SC007	SC002	パスワード再設	<ul style="list-style-type: none"> ● 以下の情報を提供する 	-

		定完了	➤ パスワードの再設定が完了した旨の表示	
SC101	SC002	開発者ポータル トップ	<ul style="list-style-type: none"> ● 以下の機能を提供する <ul style="list-style-type: none"> ➤ 開発者ポータル各ページへのリンク ➤ SDK のダウンロード ➤ SDK のチュートリアルへの誘導 	FN007 FN008
SC102	SC002	規約同意	<ul style="list-style-type: none"> ● 以下の機能を提供する <ul style="list-style-type: none"> ➤ 開発者規約、SDK 利用規約等の開発者の同意の意思を確認する 	-
SC103	SC008	SDK リファレンス	<ul style="list-style-type: none"> ● 以下の情報を提供する <ul style="list-style-type: none"> ➤ SDK のチュートリアル ➤ SDK の API リファレンス 	FN007
SC104	SC008	開発者掲示板 (外部サービス)	<ul style="list-style-type: none"> ● 外部サービスによって提供される開発者掲示板 ● 以下の情報を提供する <ul style="list-style-type: none"> ➤ 開発者 FAQ (あらかじめ提供されるもので開発者は編集不可) ➤ 開発者掲示板 (開発者、サポートチームで任意のやり取りが可能) 	FN008
SC201	SC010	ビューワ	<ul style="list-style-type: none"> ● 以下の機能を提供する <ul style="list-style-type: none"> ➤ City GML から変換した 3D モデルの表示・視点移動 ➤ 虎ノ門ヒルズステーションタワー内の対応エリアについて 2D フロアマップの表示 ➤ 2D フロアマップの切り替え ➤ 表示中の 2D フロアマップ、3D 一人称視点内の滞在人数表示 ➤ 虎ノ門ヒルズステーションタワー内の対応エリアについてリアルタイム位置情報の表示 	FN001 FN002 FN003 FN004 FN005 FN011

2) SDK 画面

ID	連携 (ID)	画面名	画面説明	画面を表示した機能 (ID)
SC301	SC302	SDK 設定	<ul style="list-style-type: none"> ● 以下の機能を提供する <ul style="list-style-type: none"> ➢ API キーの設定 	FN012
SC302	SC301 SC303	コンテンツ制作	<ul style="list-style-type: none"> ● 以下の機能を提供する <ul style="list-style-type: none"> ➢ 各エリアに対応するシーンの選択 ➢ シーン上で 3D モデルを表示 	-
SC303	SC302 SC304	各種 SDK 設定	<ul style="list-style-type: none"> ● 以下の機能を提供する <ul style="list-style-type: none"> ➢ 開発における SDK のパラメータ設定を行う 	-
SC304	SC303	アプリのビルド画面	<ul style="list-style-type: none"> ● 以下の機能を提供する <ul style="list-style-type: none"> ➢ iOS 用アプリのビルド 	-

3-6-2. 画面遷移図

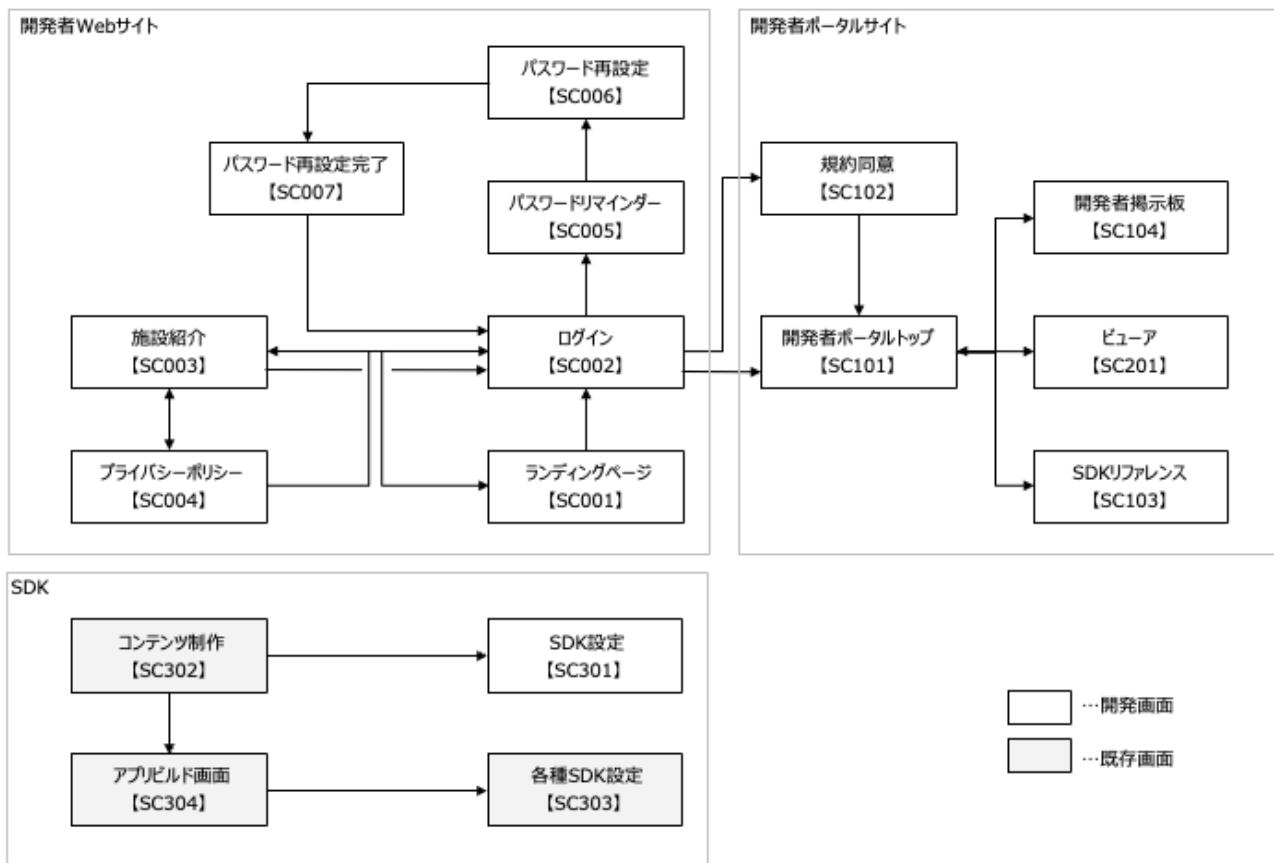


図 3-42 PC 用画面遷移図

3-6-3. 各画面仕様詳細

1) 【SC001】、【SC002】、【SC003】、【SC004】:一般公開 Web サイトナビゲーションバー

- 画面の目的・概要

- 各ページへのリンクを表示する
- 開発者ポータルログインページへのリンクを表示する

- 画面イメージ



図 3-43 一般公開 Web サイトナビゲーションバーのイメージ

2) 【SC001】ランディングページ

- 画面の目的・概要

- デジタルツイン虎ノ門の概要を表示する
- ハッカソン等のイベント概要を表示する

- 画面イメージ

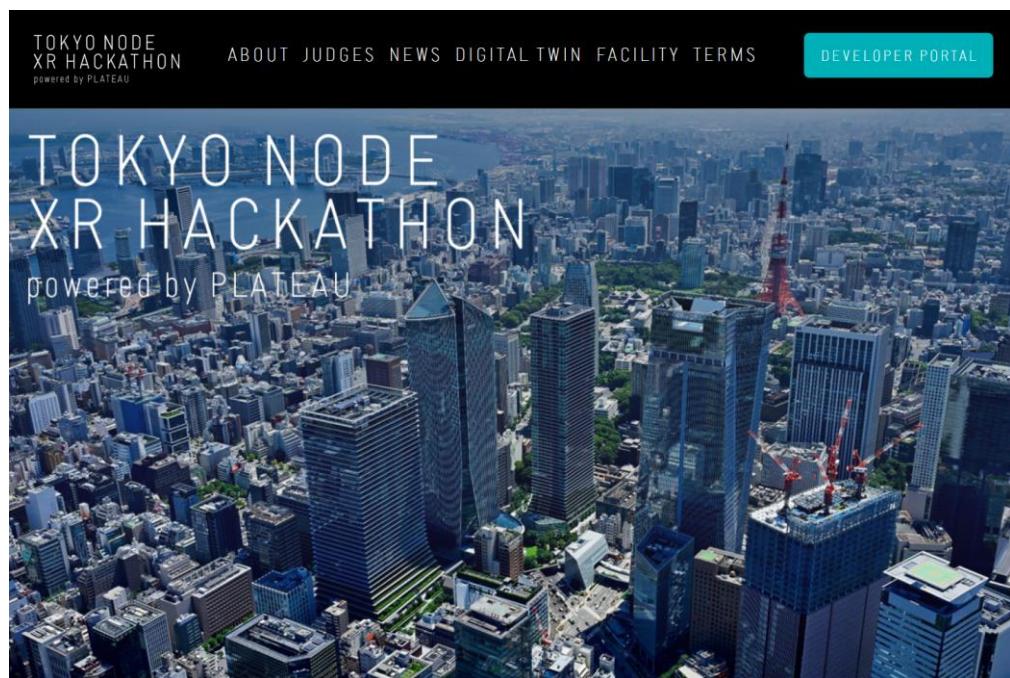


図 3-44 ランディングページのイメージ

3) 【SC002】ログイン画面

● 画面の目的・概要

- ログイン情報の入力フォームを表示する。
- 規約同意前の場合、規約同意ページへ遷移する。
- 規約同意後の場合、開発者ポータルトップへ遷移する。

● 画面イメージ

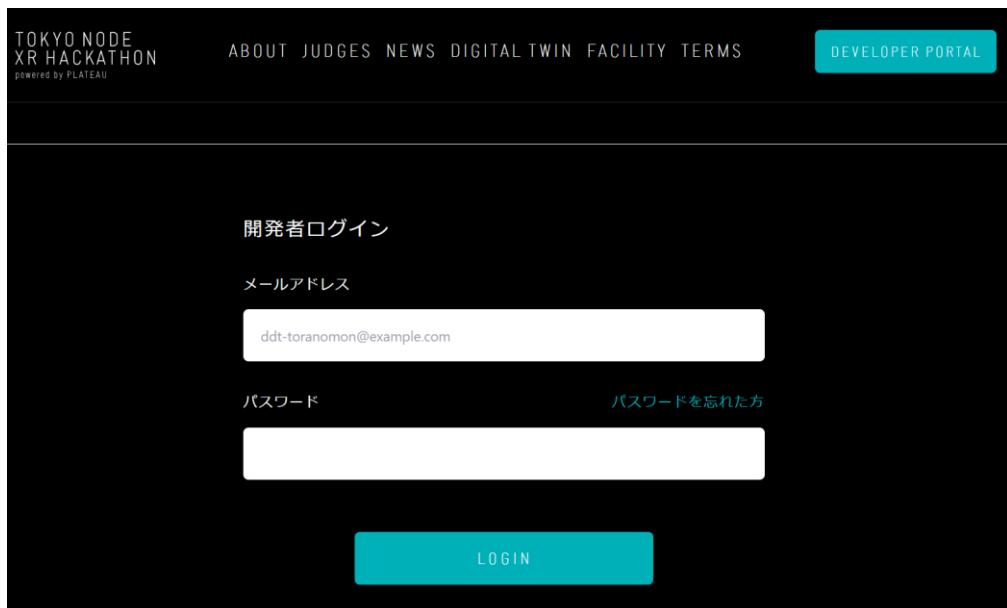


図 3-45 ログイン画面のイメージ

4) 【SC003】施設紹介画面

● 画面の目的・概要

- 実証エリアや実証エリアの構成建造物の解説を表示する
- 各実証エリアで提供される機能を表示する

● 画面イメージ

uc23-16_技術検証レポート_デジタルツインを活用したXRコンテンツ開発プラットフォーム

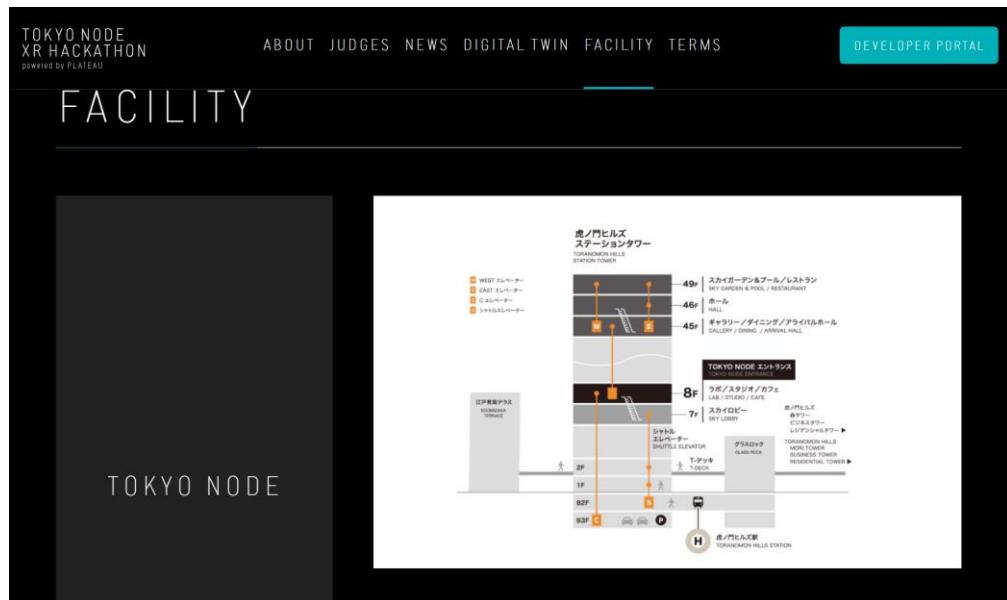


図 3-46 施設紹介画面のイメージ

5) 【SC004】プライバシーポリシー

- 画面の目的・概要
 - DDT 虎ノ門 Web サイトのプライバシーポリシーを表示する
- 画面イメージ

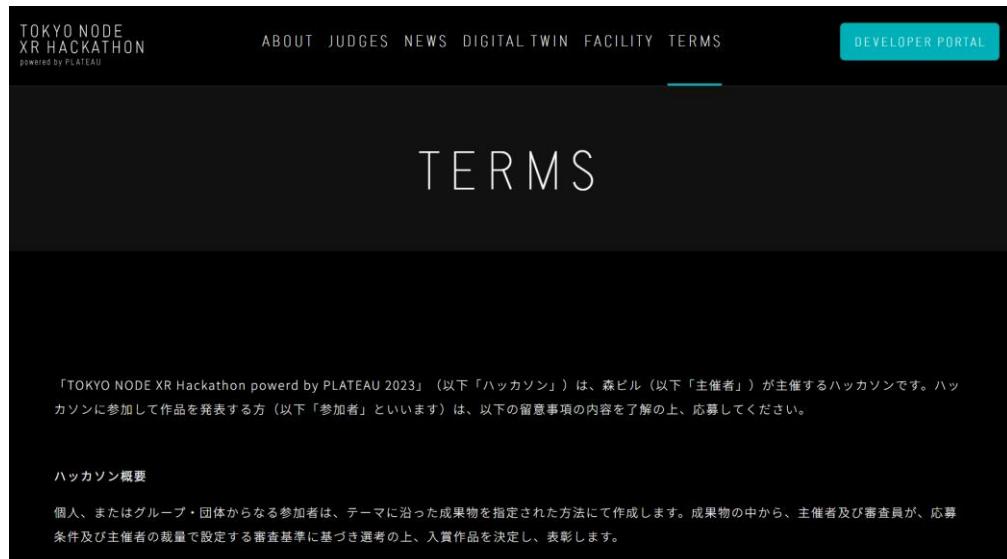


図 3-47 プライバシーポリシー画面イメージ

6) 【SC101】、【SC103】、【SC104】 開発者ポータルナビゲーションバー

- 画面の目的・概要
 - 開発者ポータル各ページへのリンクを表示する
- 画面イメージ



図 3-48 開発者ナビゲーションバーのイメージ



図 3-49 開発者ナビゲーションバーのアカウントメニューのイメージ

7) 【SC101】開発者ポータルトップ

● 画面の目的・概要

- 開発者ポータル各ページへのリンクを表示する
- SDK のダウンロードリンクを表示する

● 画面イメージ

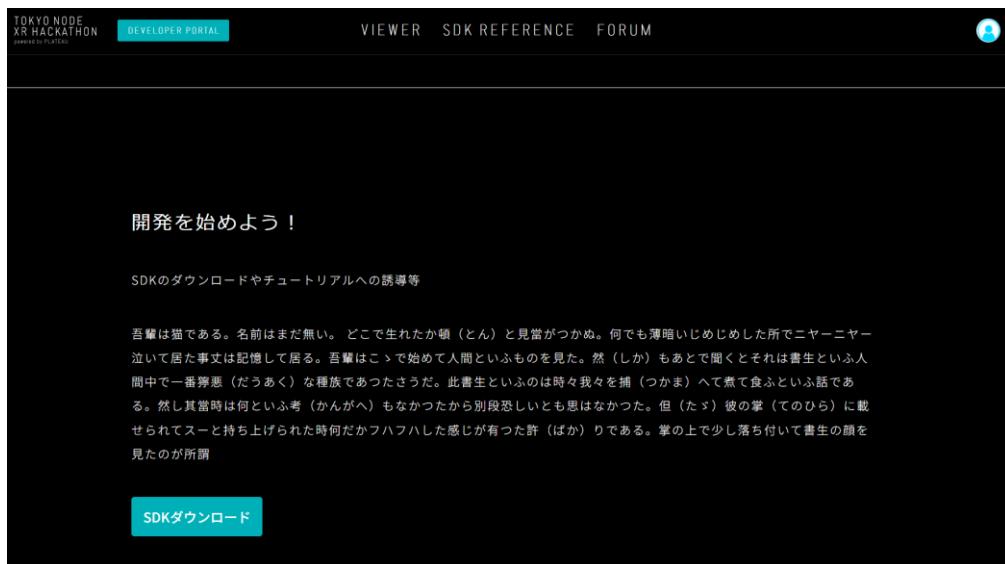


図 3-50 開発者ポータルトップ画面のイメージ

8) 【SC102】規約同意画面

- 画面の目的・概要
 - 開発者規約、SDK 利用規約等に対する同意の意思を確認する
- 画面イメージ



図 3-51 規約同意画面のイメージ

9) 【SC103】SDK リファレンス画面

● 画面の目的・概要

- SDK のチュートリアルを表示する
- SDK の API リファレンスを表示する

● 画面イメージ



図 3-52 SDK リファレンス画面のイメージ

10) 【SC104】開発者掲示板画面（外部サービス）

- 画面の目的・概要
 - 開発者向け FAQ を表示する
 - サポートチームで任意のやり取りが可能な開発者掲示板を表示する
- 画面イメージ



図 3-53 開発者掲示板画面のイメージ

11) 【SC201】ビューワ画面

● 画面の目的・概要

- City GML から変換した 3D モデルの Web ビューワを表示する
- フロアを選択することで、2D フロアマップを表示する
- 表示中のフロアとは別のフロアを選択することで、表示中のフロアマップを切り替える
- 2D フロアマップ、3D 一人称視点内に滞在人数を表示する

● 画面イメージ

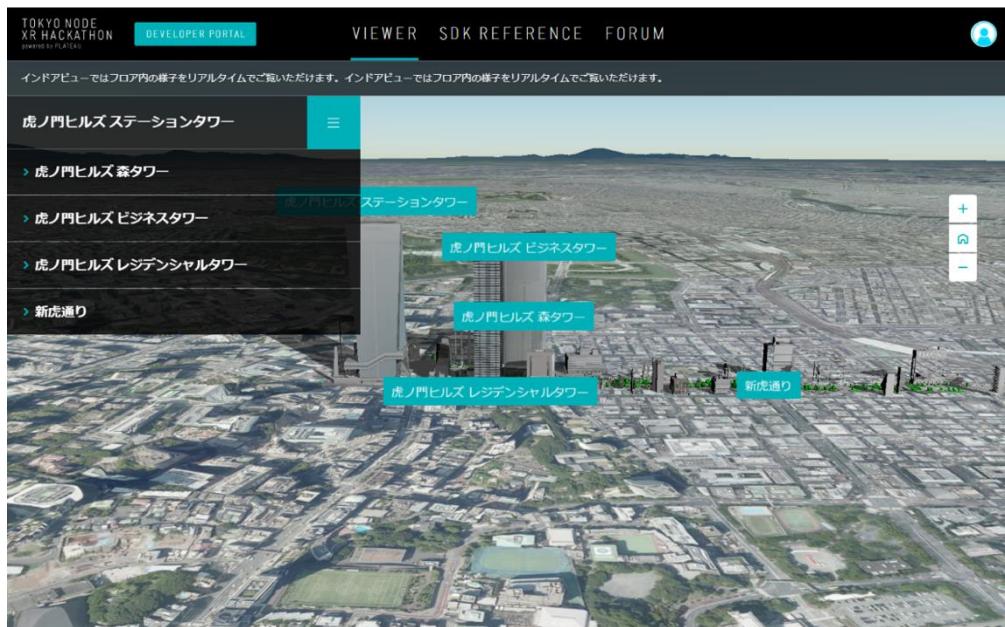


図 3-54 ビューワ画面のイメージ

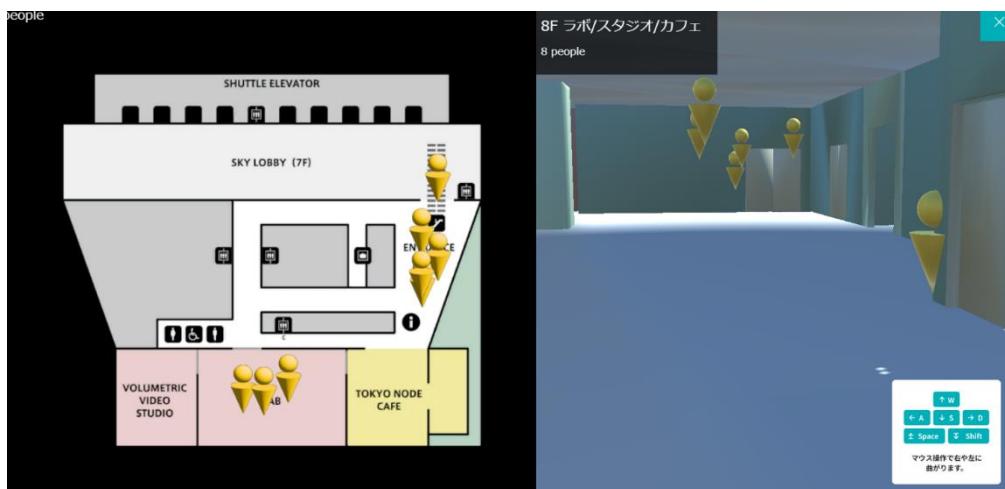


図 3-55 2D/3D による滞在人数表示のイメージ

12) 【SC301】SDK 設定画面

- 画面の目的・概要
 - Unity Editor 上部の「Toranomon SDK」から設定ダイアログを開き、SDK の API キー設定後、Immersal SDK のインポートを設定する
 - 「保存」ボタンで設定がプロジェクトに保存される
- 画面イメージ

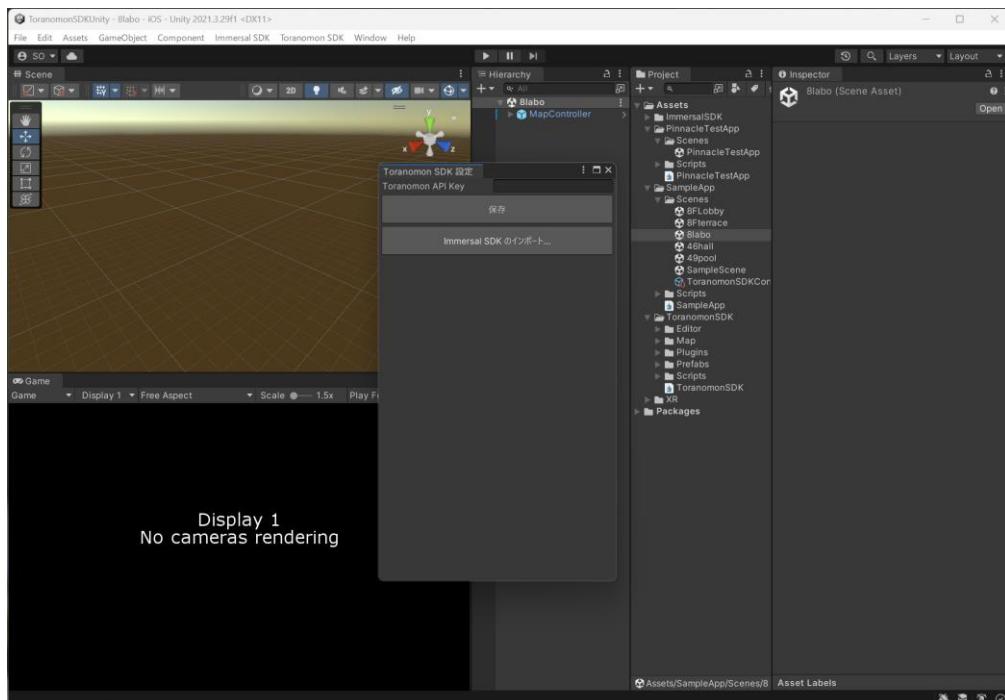


図 3-56 SDK 設定画面のイメージ

13) 【SC302】コンテンツ制作画面

● 画面の目的・概要

- SDK が自動で作成した各実施エリアに対応するシーンを開きコンテンツを作成する
- シーンにはそのエリアの 3D モデルが読み込まれる（実機での実行時にはオクルージョン用モデルとなる）
- Unity の機能を利用して制作者は自由なコンテンツが開発できる

● 画面イメージ

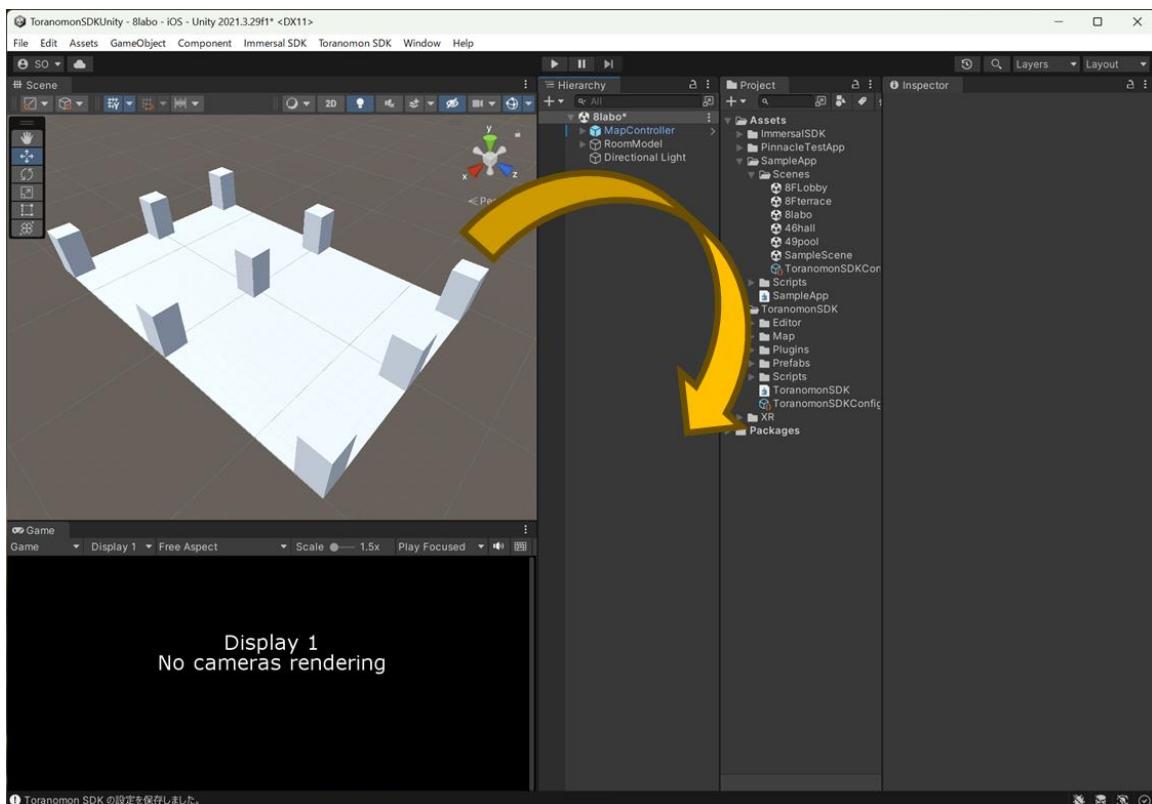


図 3-57 コンテンツ制作画面のイメージ

14) 【SC303】各種 SDK 設定画面

- 画面の目的・概要
 - 開発で使用する SDK 設定の変更を行う
- 画面イメージ

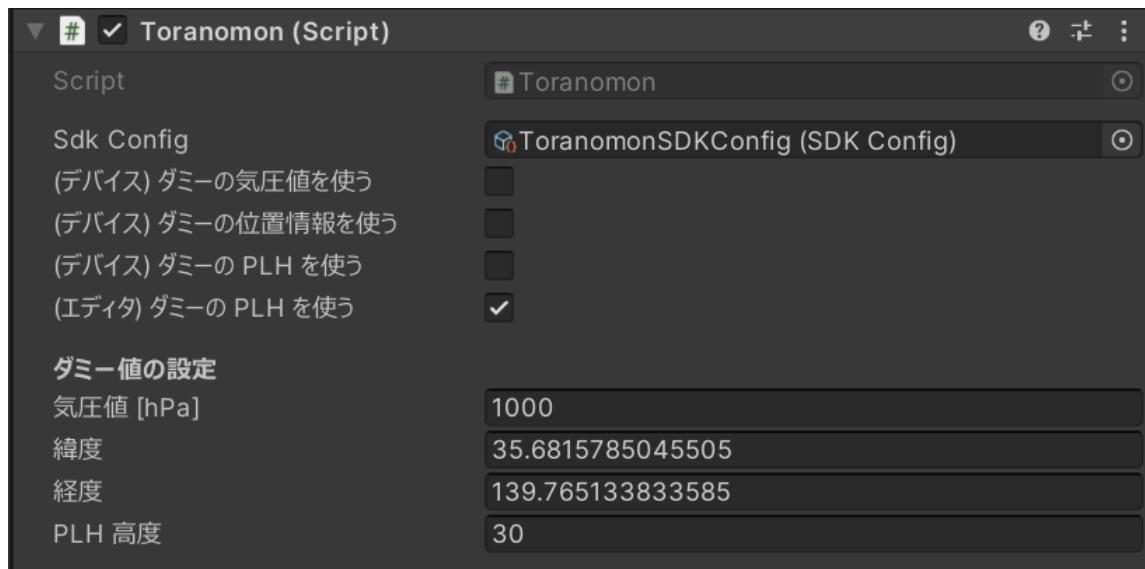


図 3-58 各種 SDK 設定画面のイメージ

15) 【SC304】アプリのビルト画面

● 画面の目的・概要

- コンテンツ制作が完了後、Unity から iOS 向けのビルトを行い、虎ノ門ヒルズエリア内で使用可能な AR アプリが作成される

● 画面イメージ

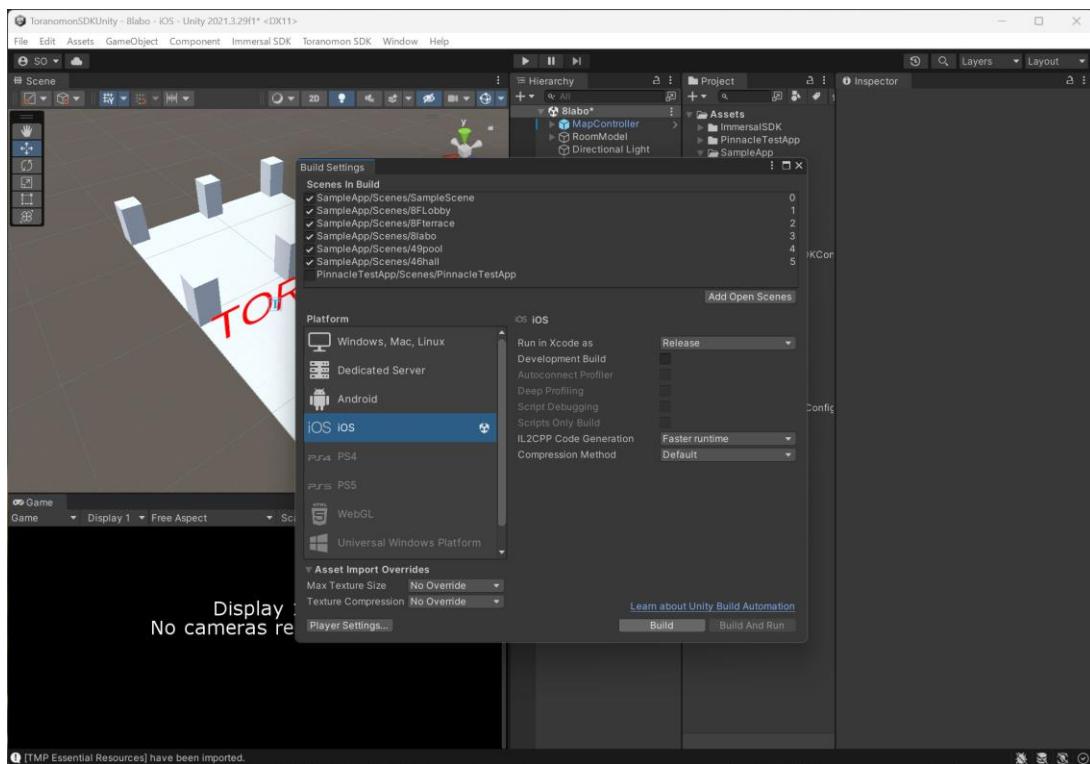


図 3-59 アプリのビルト画面のイメージ

3-7. 実証システムの利用手順

3-7-1. 実証システムの利用フロー

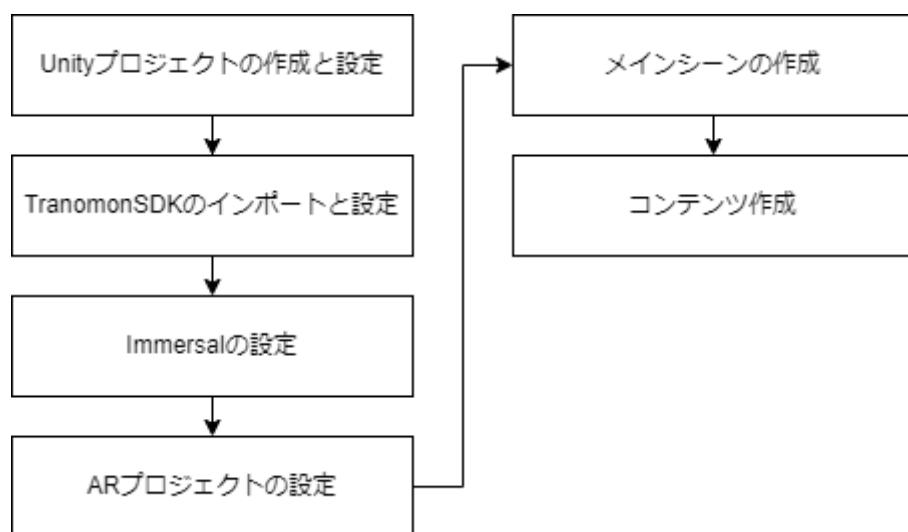


図 3-60 SDK の利用フロー

3-7-2. 各画面操作方法

SDKはUnityにインストールし、各種設定する必要があるため、利用方法を記載する

1) Unityプロジェクトの作成と設定

- 最初にUnity 2021.3.29f1で新規プロジェクトを作成し、Unity Hubから新規プロジェクトを作成する
- プロジェクトテンプレートは「3D コア」で作成する

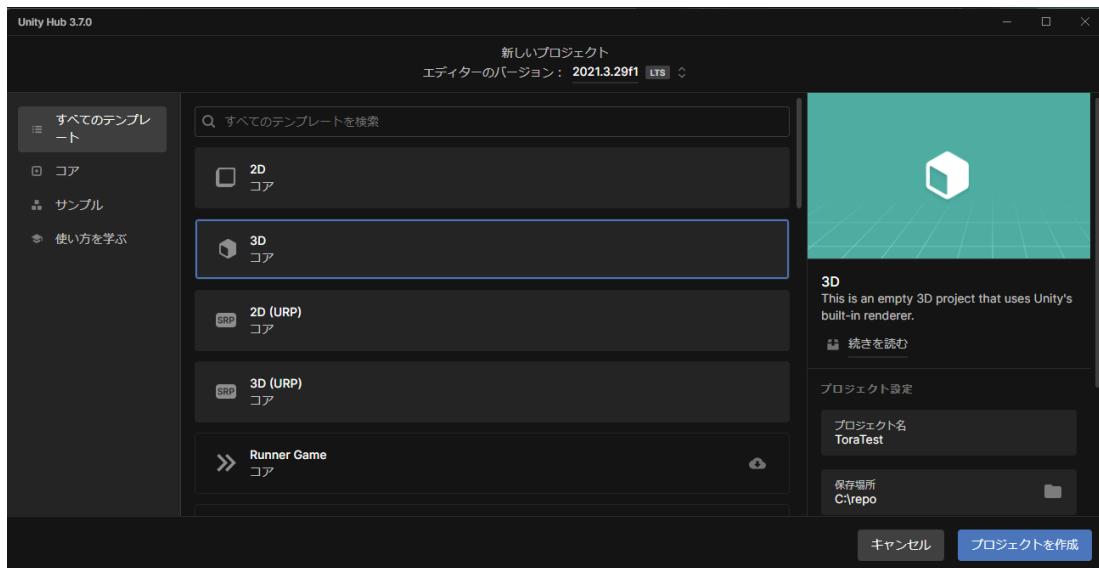


図 3-61 Unity プロジェクトの作成と設定

※Unity Editor のレイアウトは異なる場合あり

- メニュー>file>Build Settingsを開き、PlatformをiOSにし、Switch Platformを押す
- iOSにてSwitch Platformにできない場合は、iOSモジュールが未インストールの可能性があるため、インストールする

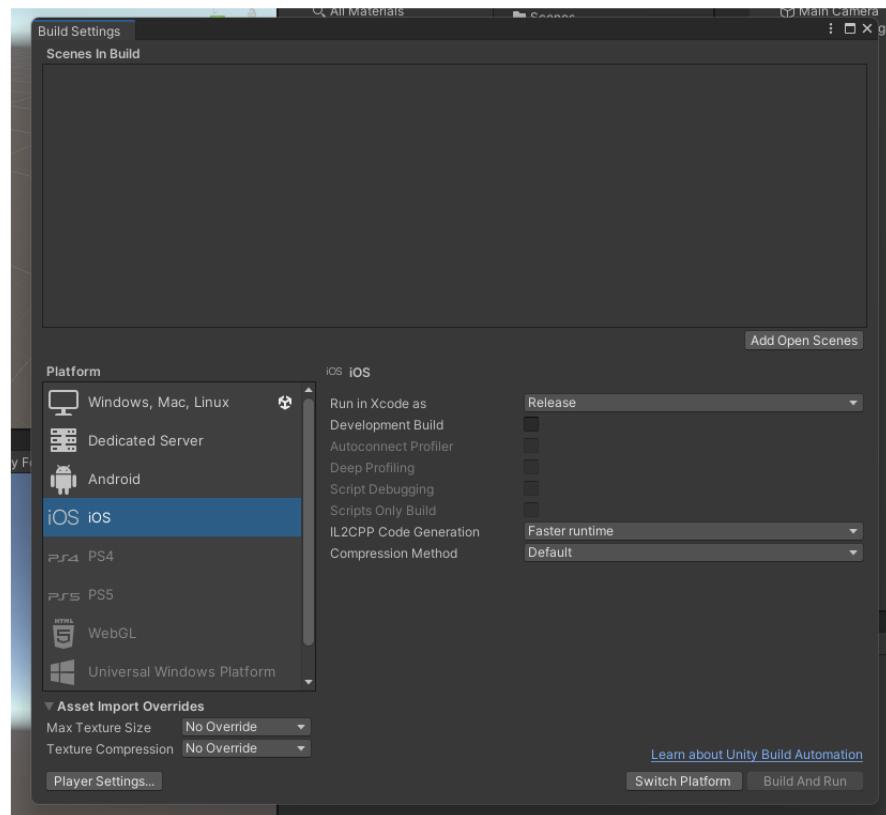


図 3-62 Switch Platform

- Build Settings ウィンドウの左下の Player Settings を開き、iOS のタブを開く

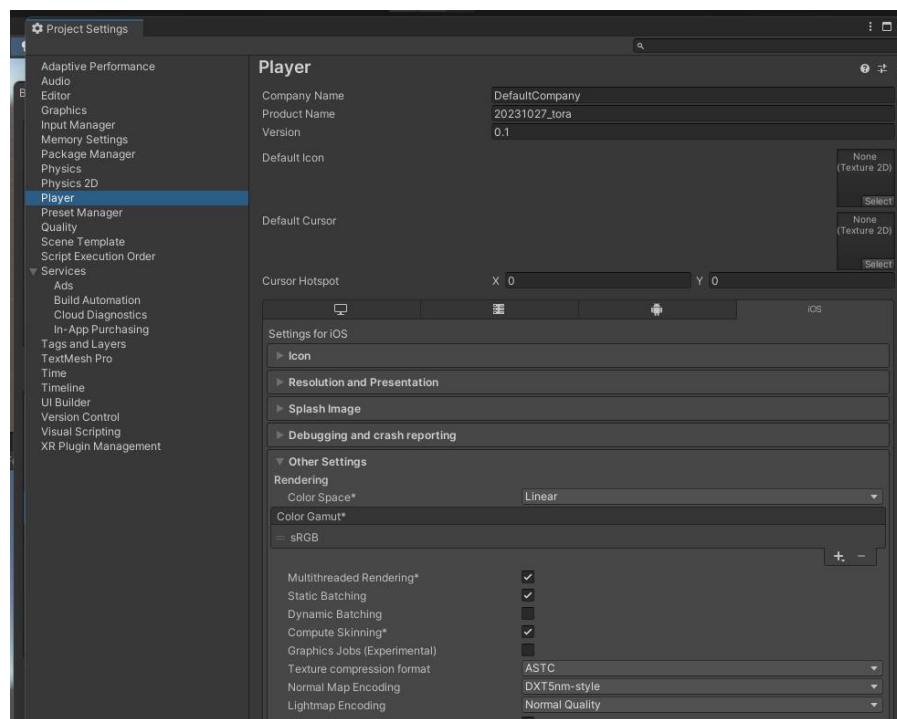


図 3-63 ProjectSettings

- Splash Image>Show Splash Screen をオフにする（アプリ起動時のUnityロゴの表示の設定のため、任意で設定）
- Other Settings>Configuration で"Camera Usage Description"と"Location Usage Description"に任意の文字列を入力する
 - これはアプリ使用者にアプリが利用する権限について、カメラと位置情報を取得してよいか確認する際にダイアログに表示されるメッセージとなる（例："The camera is used for AR"、"GPS is used in this app"）
- XR Plug-in Management のタブを開き、iOS タブで Initialize XR on Startup のチェックと、Apple ARKit のチェックが入っていることを確認し、入っていない場合はチェックを入れる

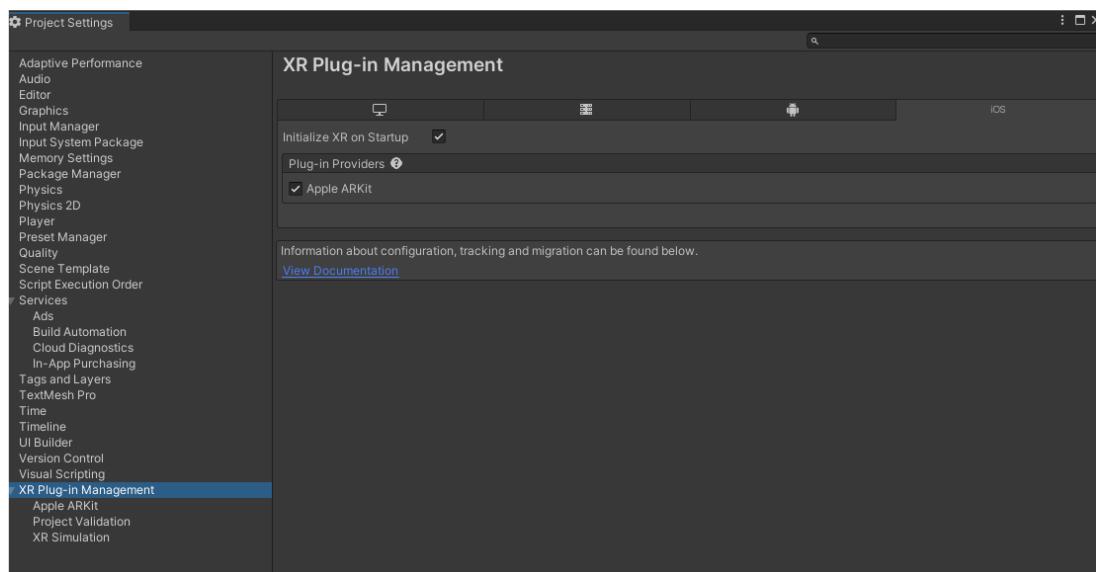


図 3-64 XR Plug-in Management

- Apple ARKit タブで、Requirement を Required にする

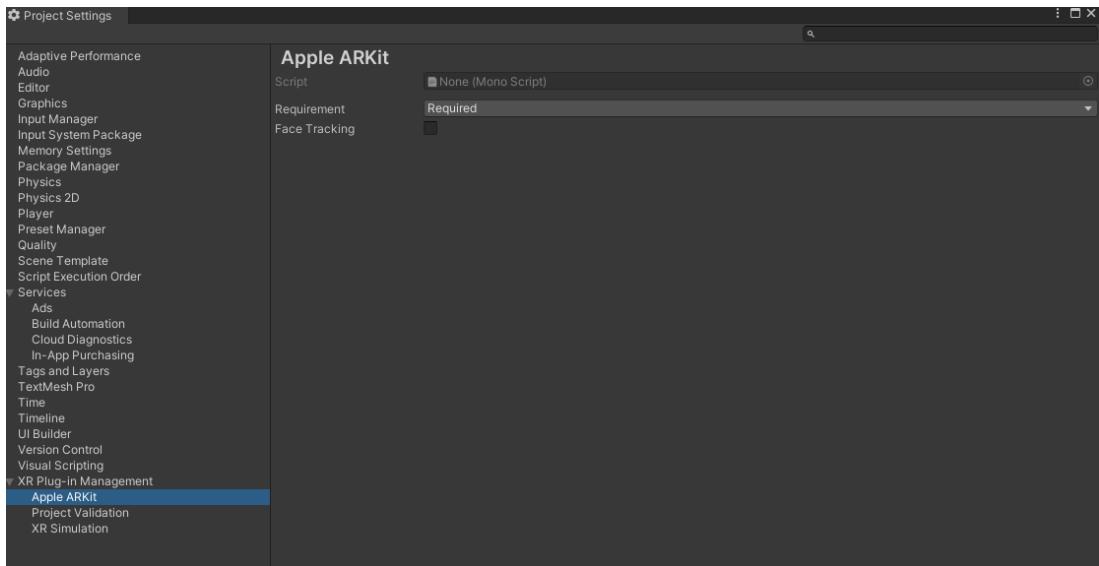


図 3-65 Apple ARKit

- Build Settings ウィンドウを閉じる
- テキストエディタを開き、作成している Unity プロジェクトのフォルダの Packages の中にある manifest.json の dependencies セクションに、以下の 3 パッケージの指定を追加する
 - ハイライトされている 3 行の行頭の+を除いた文字列をコピーし貼り付ける

```
{  
  "dependencies": {  
    + "com.unity.nuget.newtonsoft-json" : "3.2.1",  
    + "com.unity.xr.arfoundation" : "5.0.6",  
    + "com.unity.xr.arkit" : "5.0.6",  
  }  
}
```
- 保存して Unit に戻ると自動的にパッケージの読み込みが行われる
- 下図のダイアログが表示されたら、Yes を選択する

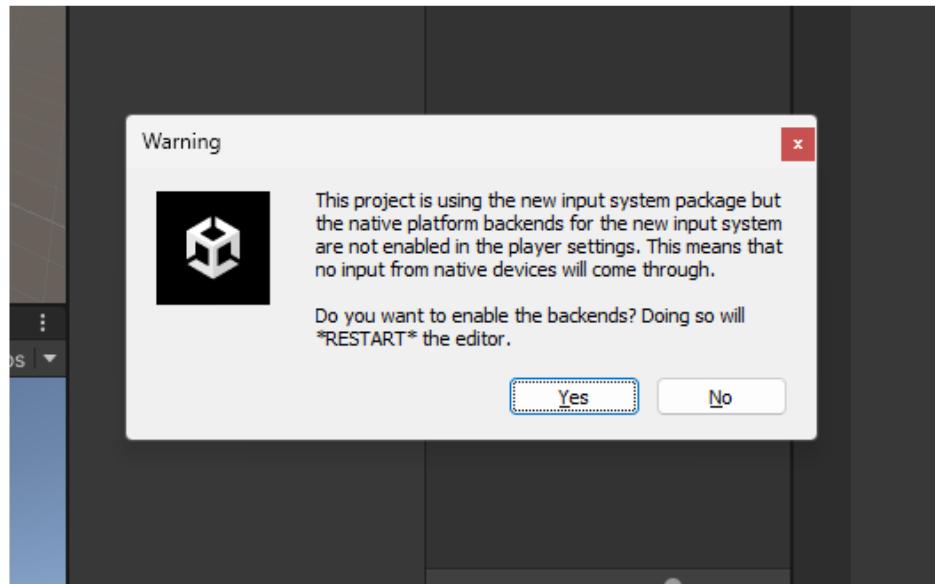


図 3-66 New Input System ダイアログ

2) ToranomonSDK のインポートと設定

- ToranomonSDK の unitypackage をインポートし、メニュー>Assets>Import Package>CustomPackage で、ファイル選択ダイアログで入手した ToranomonSDK の unitypackage を指定する
※ インポート時に「FBX にマテリアルがないので生成します」等の warning が出る可能性があるが、特に対応の必要無し

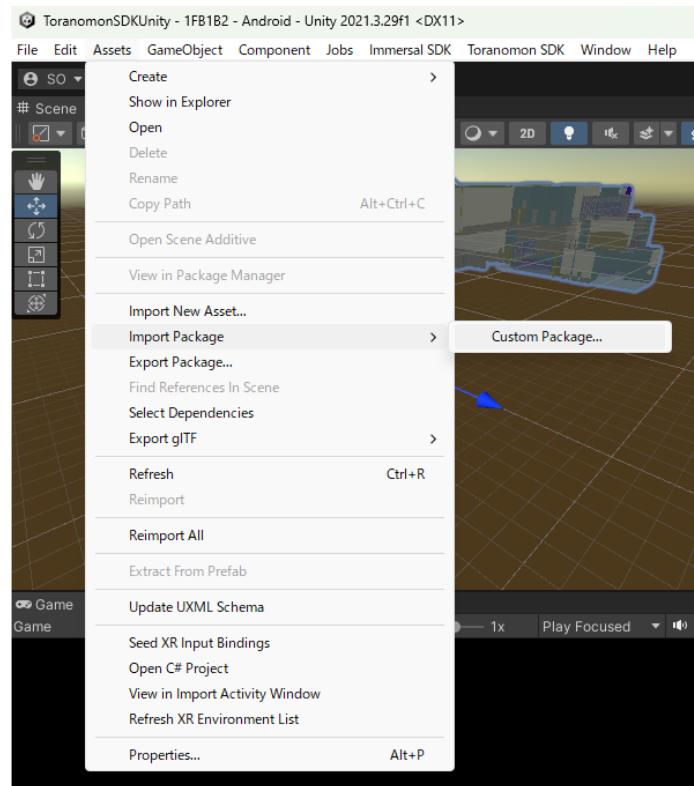


図 3-67 Import Package

- メニューに Toranomon SDK が追加されるため、メニュー>Toranomon SDK>Toranomon SDK 設定を選択する



図 3-68 Tranomon SDK 設定

- ユーザー設定に Toranomon SDK のユーザー名とパスワードを入力し保存する
- 3) Immersal の設定
- 引き続き、Toranomon SDK 設定ダイアログで Immersal SDK のインポートボタン押し、Immersal のサイト (<https://developers.immersal.com/>) から自分の Immersal アカウントを作成する
 - IMMERSAL Developer Portal にログイン後、「Private developer token」をコピーし、表示されている Immersal SDK のインポートダイアログの入力欄に貼り付け、インポートボタンを押下する
 - SDK の指定するバージョンの Immersal SDK がプロジェクト内にインポートされる
※Immersal の Private developer token は SDK パッケージのダウンロードのためのものなので、任意のアカウントを使用して良い

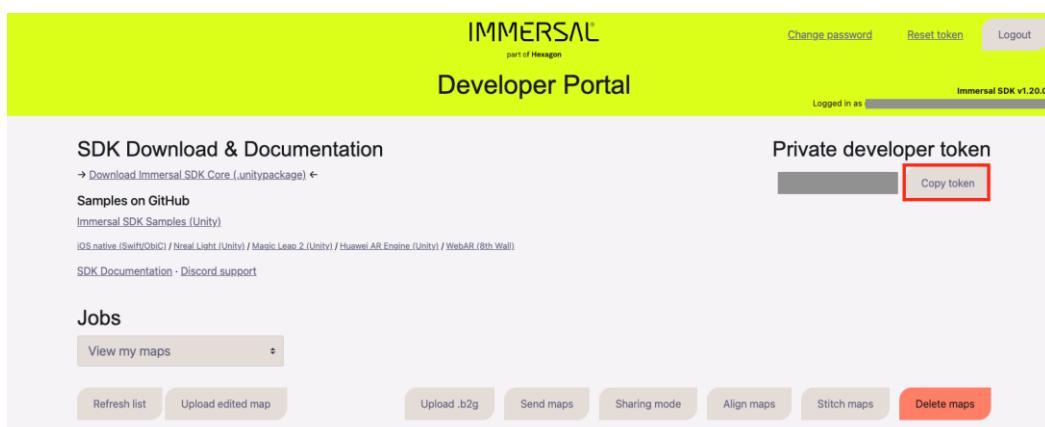


図 3-69 Immersal Developer Portal

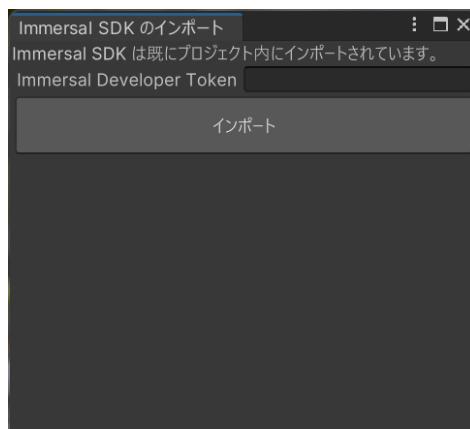


図 3-70 Immersal SDK のインポート

- 4) AR プロジェクトの設定
- Toranomon SDK 設定ダイアログで、プロジェクト名の入力欄に任意のプロジェクト名を入力して「シーンを作成」ボタンを押下する
 - あらかじめ SDK 内に用意されているシーンのテンプレートから、開発者がコンテンツを作成していく基盤となるシーンがコピーされ、Assets/<プロジェクト名>/Scenes/の配下に作成される

5) メインシーンの作成

- アプリのエントリーポイントとなるシーンを作成し、このシーンでユーザーの現在の場所からコンテンツのシーンをロードするなどの処理を行う
- Assets/<プロジェクト名>/Scenes/に新しくシーンを作成して開く（ここでは MainScene）
- シーンの MainCamera を削除し、メニュー>GameObject>XR>AR Session で AR Session オブジェクトを追加する
- メニュー>GameObject>XR>XR Origin (Mobile AR) で XR Origin オブジェクトを追加する
- ImmersalSDK の Prefab 置き、ToranomonSDK の Prefab 置く

※これらの Prefab は、プロジェクト内の次図の赤線の場所にある

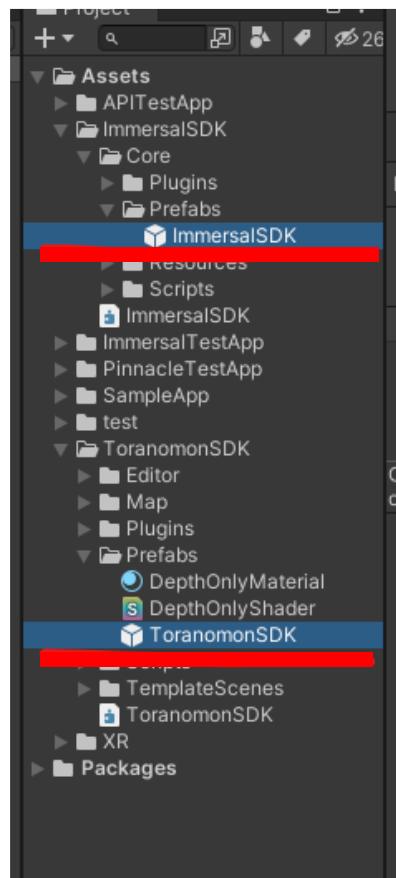


図 3-71 各 Prefab 配置

- シーン上の ToranomonSDK のインスペクターで「SDK シーン設定ファイル」に Assets/<プロジェクト名>/Scenes/SDKSceneConfig を設定し、「SDK ユーザー設定ファイル」に Assets/ToranomonSDK/SDKUserConfig を設定する
※該当ファイルはドラッグ & ドロップで設定可能

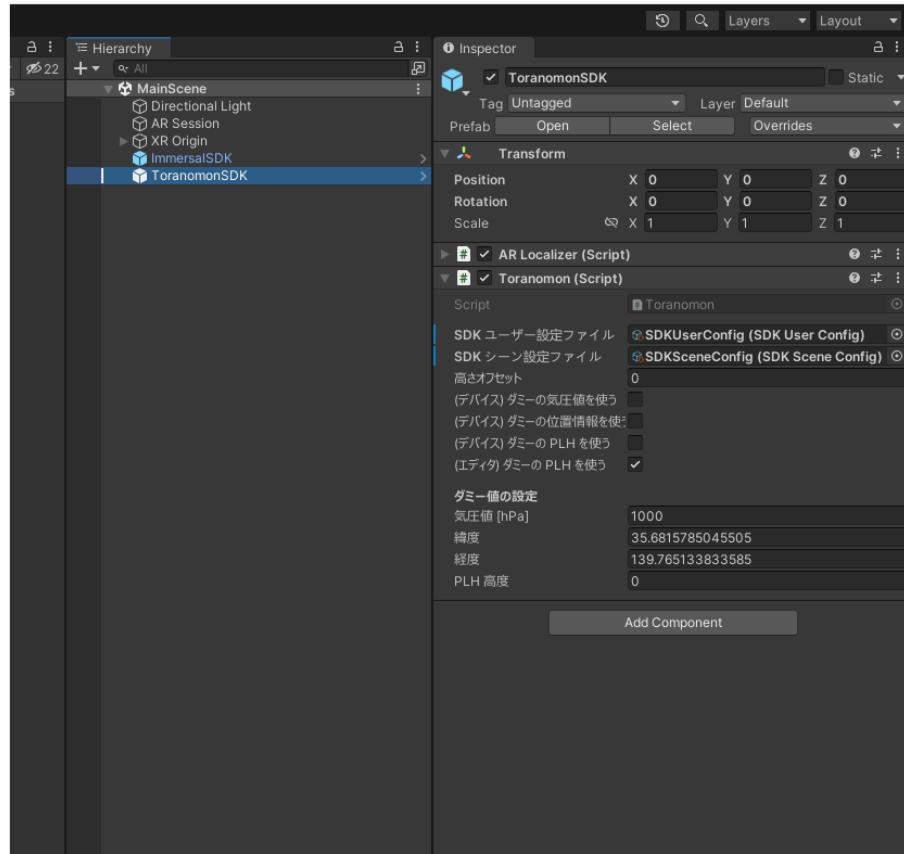


図 3-72 TronomonSDK

- メニュー>Build Settings を開き、ウィンドウ上部 Scenes In Build に MainScene を追加し、0 番目（一番上）にドラッグしてチェックをつける
 - Build を押してビルドが成功することを確認する
 - iOS ビルドの場合、Apple Developer Connection のアカウントを使用して、Unity が出力した XCode プロジェクトを XCode で開き、ビルドする
※また、証明書や ProvisioningProfile などを設定する必要がある
- 6) コンテンツ作成
- Assets/<プロジェクト名>/Scenes の下に各フロアのシーンは自由に編集してコンテンツを作成する
※初期状態で配置済みのオブジェクトの位置・回転・スケールは変更しない
※初期状態で配置済みのオブジェクトは、位置関係は調整済みのオクルージョン用の 3D モデルと Immersal の VPS マップのため、変更すると AR コンテンツの位置合わせが正しくできないため注意が必要である
 - AR で表示するコンテンツは、ヒエラルキーの中の ARSpace/ContentsRoot/の子要素に配置する

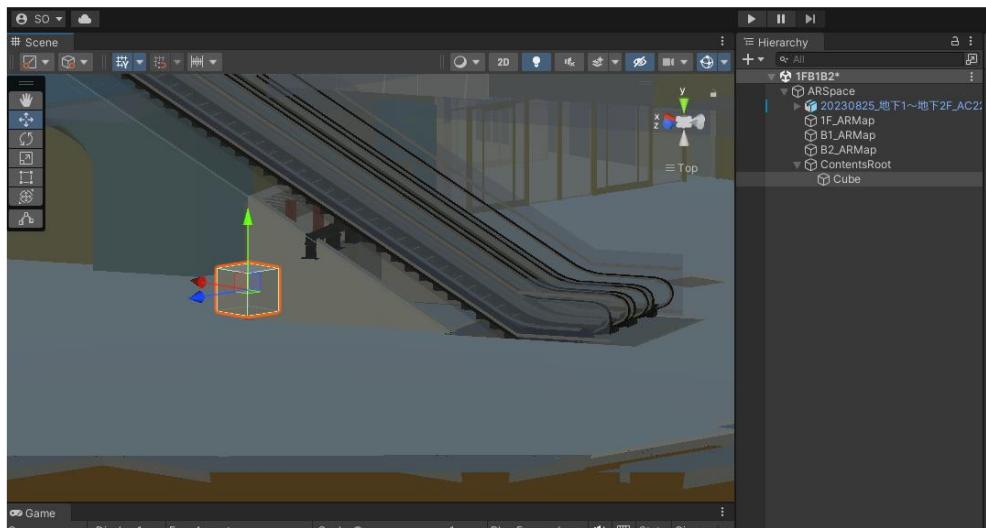


図 3-73 コンテンツ制作（地下鉄駅前の広場に立方体を置いている状態）

- 上記の状態でアプリをビルドし、虎ノ門ヒルズの該当の場所で起動することで、立方体がAR表示される



図 3-74 作成したコンテンツの表示

- コンテンツは、C#スクリプトを設定することもでき、標準的なUnityの機能を使って様々な仕組みを作ることが可能

4. 実証技術の検証

4-1. Web システム機能の検証

4-1-1. 検証目的

本実証実験で開発を行った Web システム上で利用する 3D ビューワの各種機能・設定値について、Web 画面上で正しい挙動が行われるかを確認する

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
1	City GML から変換した 3D モデルの表示・視点移動	100%	Web 画面上に、正しく表示されていることを確認するため（正しい挙動が行われることを「100%」と定義する、以下同）	● 3D ビューワから 3D 都市モデルを表示・操作する
2	虎ノ門ヒルズステーションタワー内の対応エリアについて 2D フロアマップの表示	100%	選択したフロアの 2D フロアマップが正しく設定・表示されていることを確認するため	● 2D 表示ボタンを選択して表示する
3	選択した 2D フロアマップの切り替え	100%	選択した 2D フロアマップが正しく切り替え表示されていることを確認するため	● 異なる 2D 表示ボタンを選択し、表示する
4	表示中の 2D フロアマップ内の滞在人数表示	100%	表示中の 2D フロアマップ内に滞在人数が正しく設定・表示されていることを確認するため	● 施設を選択し、2D 表示ボタンを選択して表示する
5	虎ノ門ヒルズステーションタワー内の対応エリアについてリアルタイム位置情報の表示	100%	選択したフロアマップの 2D 及び 3D (一人称視点) 内にリアルタイムの位置情報が正しく設定・表示されていることを確認するため	● 2D フロアマップ及び 3D (一人称視点) 表示ボタンを選択して表示し操作する

4-1-3. 検証方法と検証シナリオ

1) City GML から変換した 3D モデルの表示・視点移動

はじめに、3D ビューワから 3D 都市モデル（LOD3 及び LOD4）を選択する。次に、表示された 3D 都市モデルを操作する。

2) 虎ノ門ヒルズステーションタワー内の対応エリアについて 2D フロアマップの表示

はじめに、3D ビューワから施設を選択する。次に対象エリアのフロアの 2D 表示ボタンを選択して表示する。

3) 2D フロアマップの切り替え

はじめに、3D ビューワから施設を選択する。次に対象エリアのフロアの 2D 表示ボタンを選択し、次に異なる対象フロアの 2D 表示ボタンを選択し、表示する。

4) 表示中の 2D フロアマップ内の滞在人数表示

はじめに、3D ビューワから施設を選択する。次に対象エリアのフロアの 2D 表示ボタンを選択し、滞在人数を表示する。

5) 虎ノ門ヒルズステーションタワー内の対応エリアについてリアルタイム位置情報の表示

はじめに、3D ビューワから施設を選択する。次に 2D フロアマップ及び 3D（一人称視点）表示ボタンを選択し、リアルタイム位置情報を表示する。

4-1-4. 検証結果

検証の結果、3D ビューワの各種機能・設定値が、Web 画面上で正しく挙動することが確認できた。

表 4-2 検証結果サマリ

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

検証内容	評価指標・KPI	目標値	結果		示唆
			表示回数	評価値	
1) 3D モデルの表示・視点移動の検証	Web 画面上への、正しい表示	100%	10 回	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● インターネット回線及び表示デバイスの性能により、読み出し速度に変化が見られた ● LOD4 モデルは表示ポリゴン数が多く、読み出し速度及び視点切り替え速度に遅延が見られた
2) 2D フロアマップの表示の検証	Web 画面上への、正しい表示	100%	10 回	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● 2D フロアマップが正しく表示された
3) 2D フロアマップの切り替えの検証	Web 画面上への、正しい表示	100%	10 回	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● 2D フロアマップが正しく切り替え表示された
4) 2D フロアマップ内の滞在人数表示の検証	滞在人数の正しい表示	100%	10 回	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● 滞在人数が正しく表示された
5) リアルタイム位置情報表示の検証	リアルタイム位置情報の正しい表示	100%	10 回	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● インターネット回線及び表示デバイスの性能により、読み出し速度に変化が見られた

uc23-16_技術検証レポート_デジタルツインを活用したXRコンテンツ開発プラットフォーム

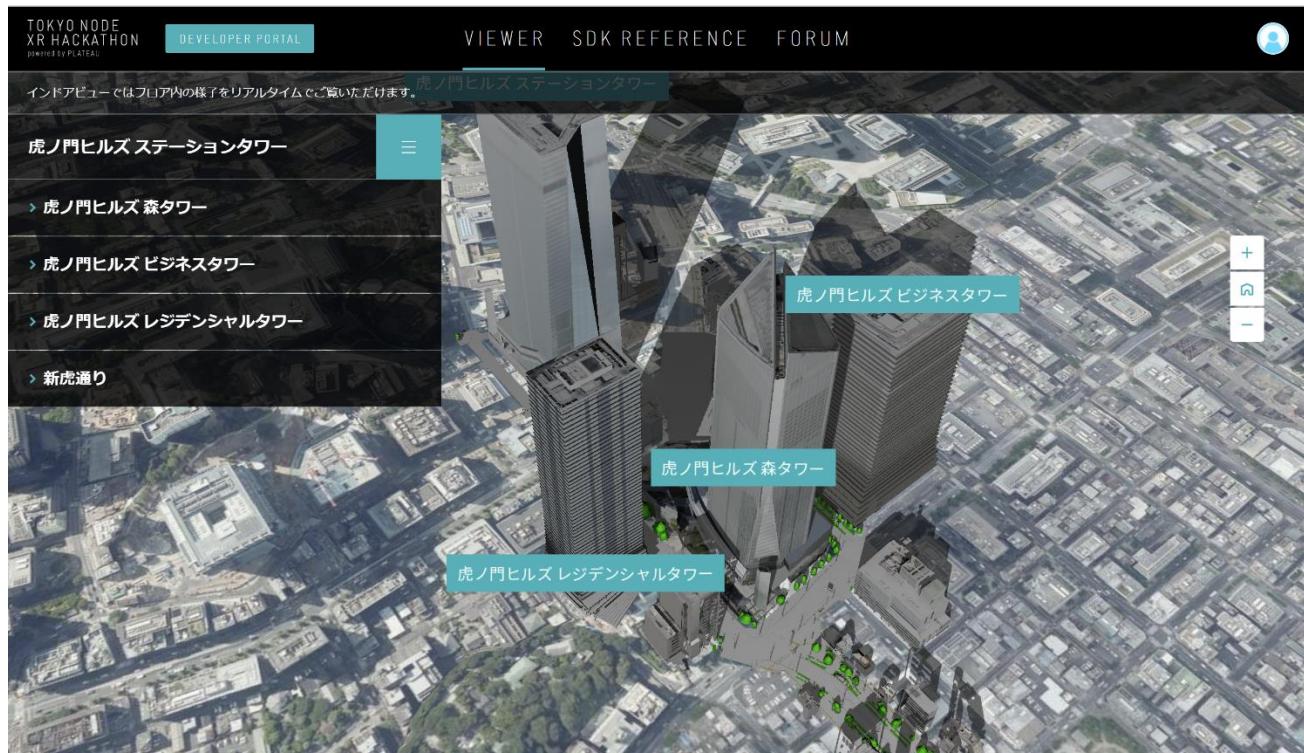


図 4-1 3D 都市モデル（LOD3）の表示検証

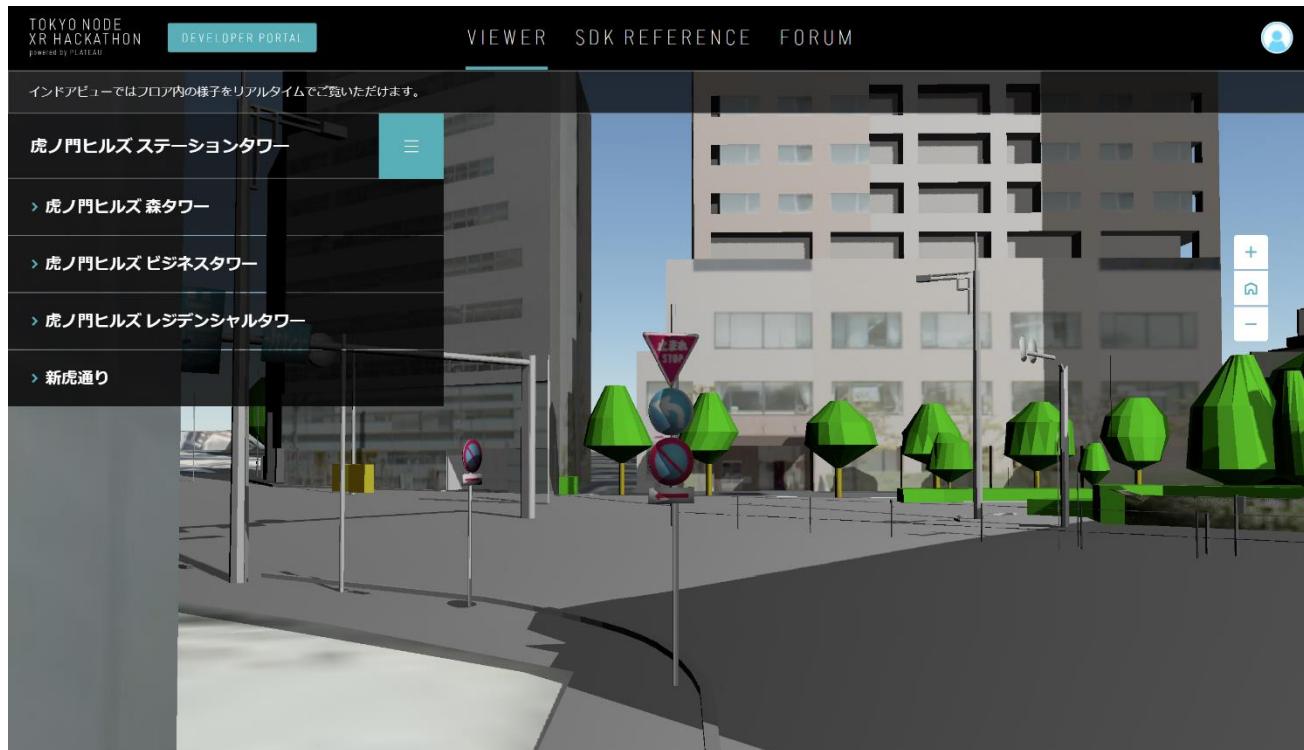


図 4-2 3D 都市モデル（LOD3）の表示検証

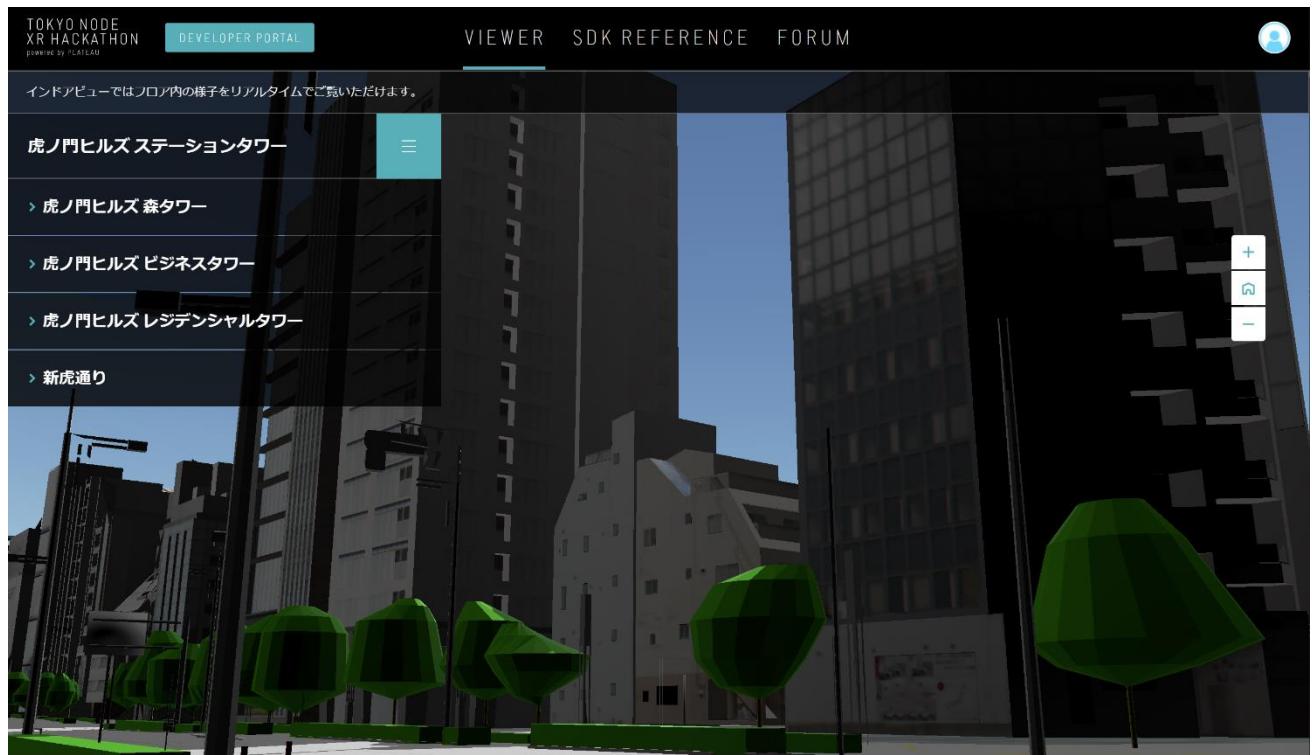


図 4-3 3D 都市モデル（LOD3）の表示検証

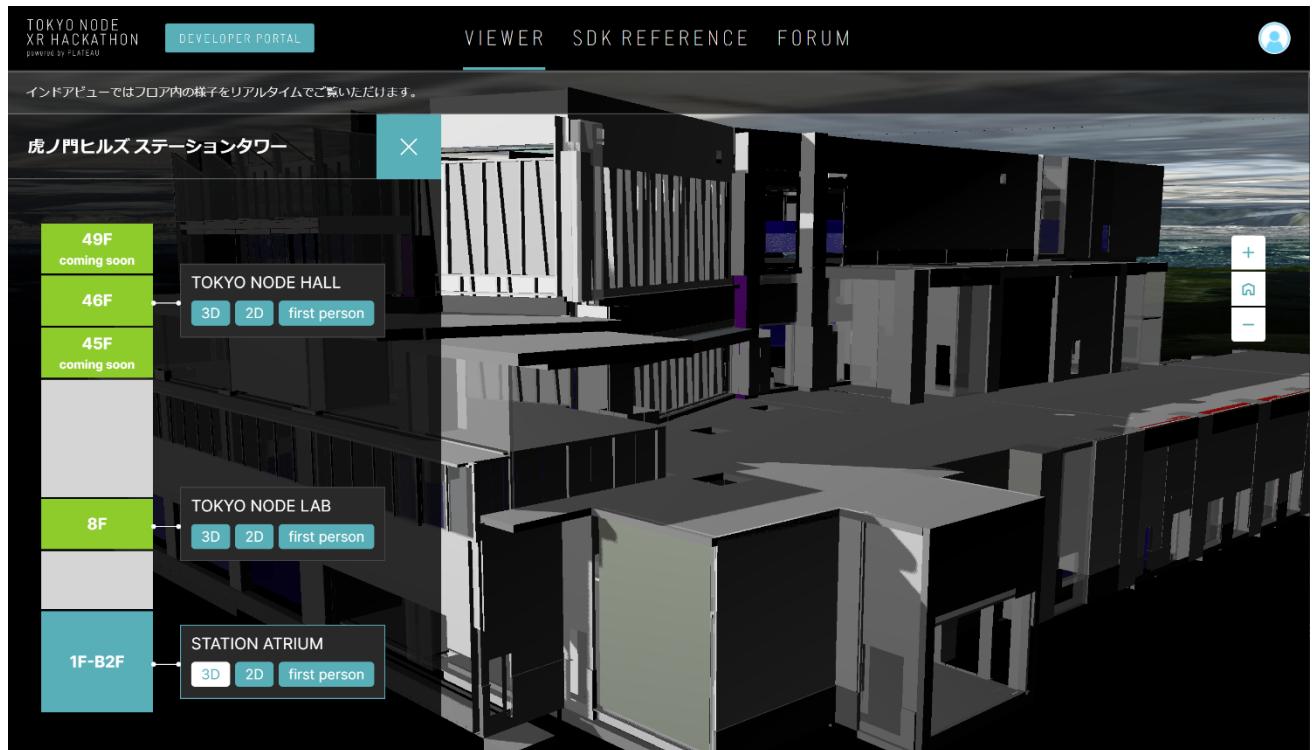


図 4-4 3D 都市モデル（LOD4）の表示検証

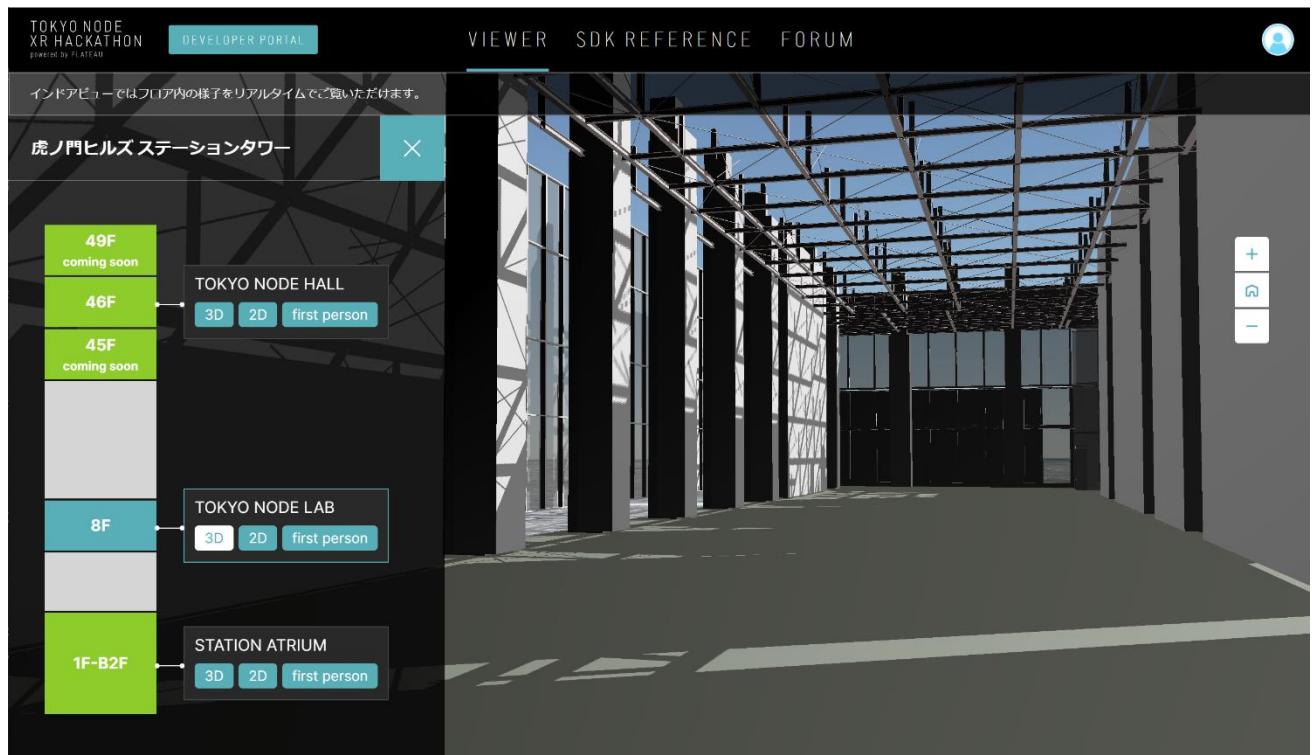


図 4-5 3D 都市モデル（LOD4）の表示検証

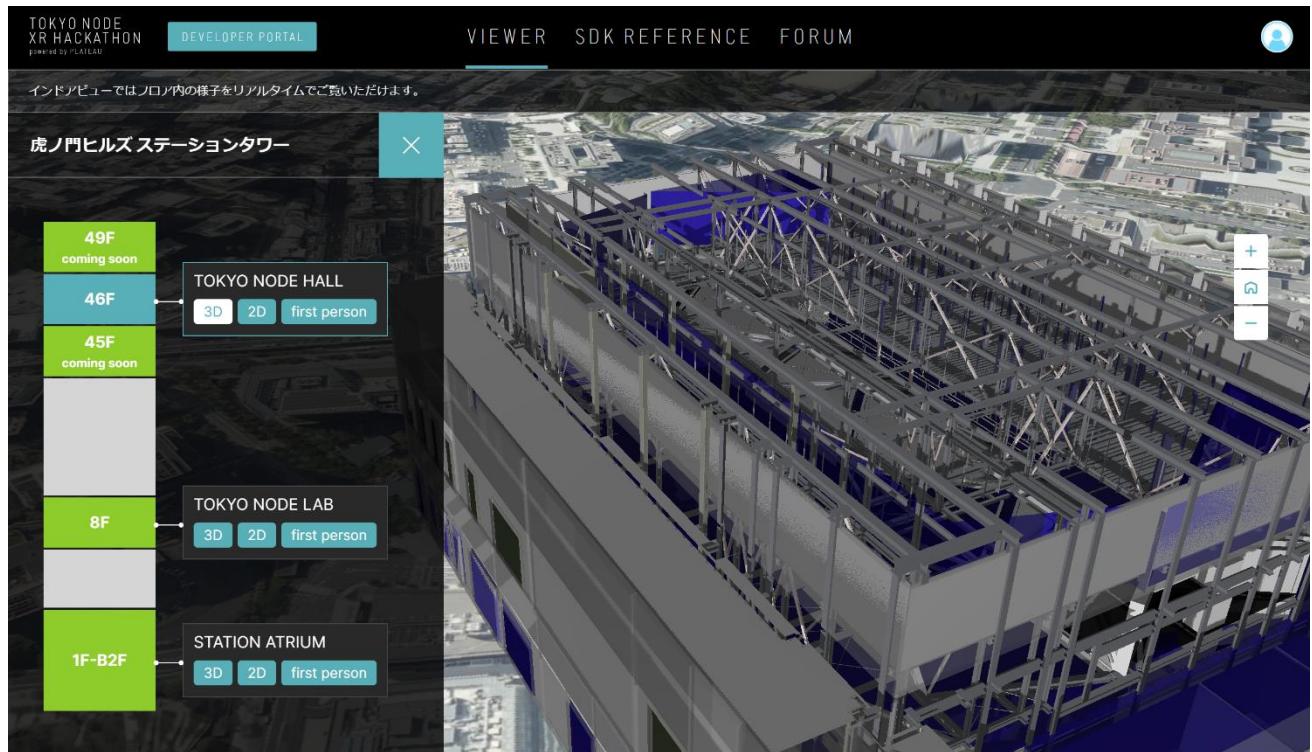


図 4-6 3D 都市モデル（LOD4）の表示検証

uc23-16_技術検証レポート_デジタルツインを活用したXRコンテンツ開発プラットフォーム

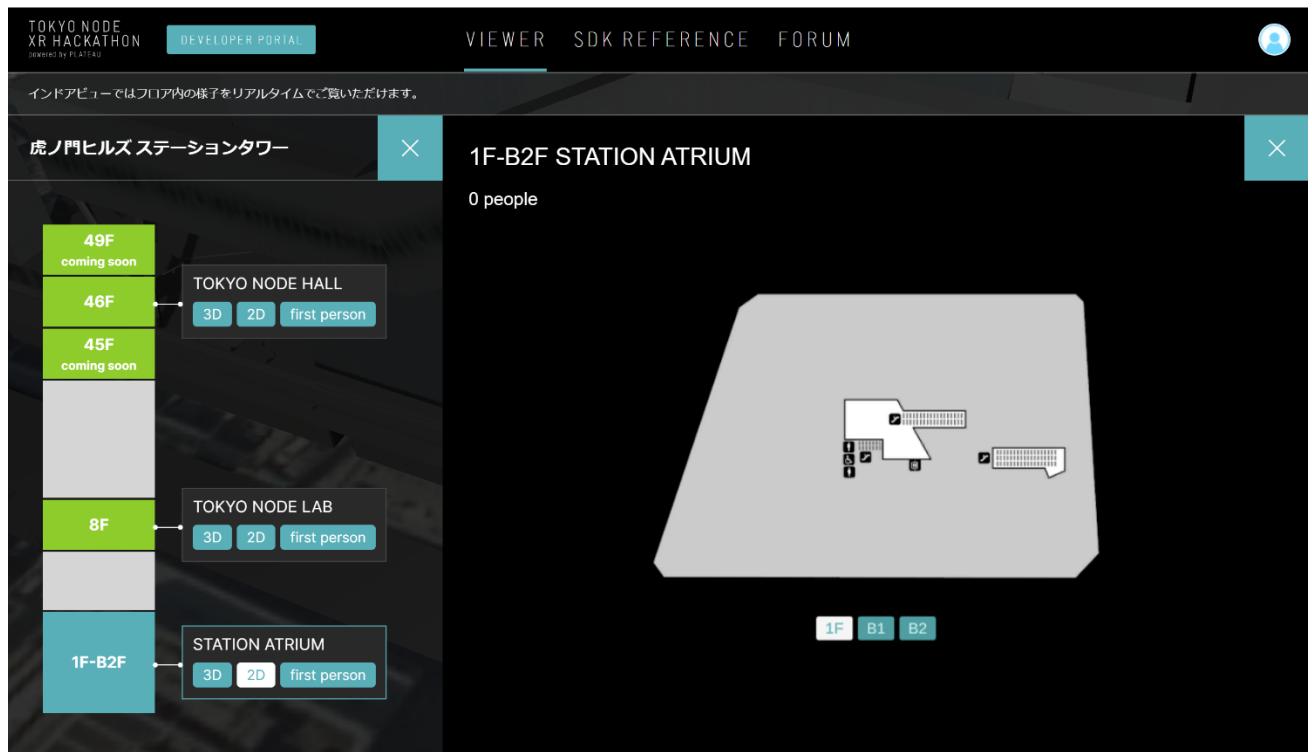


図 4-7 2D フロアマップ（1F-B2F）の表示検証

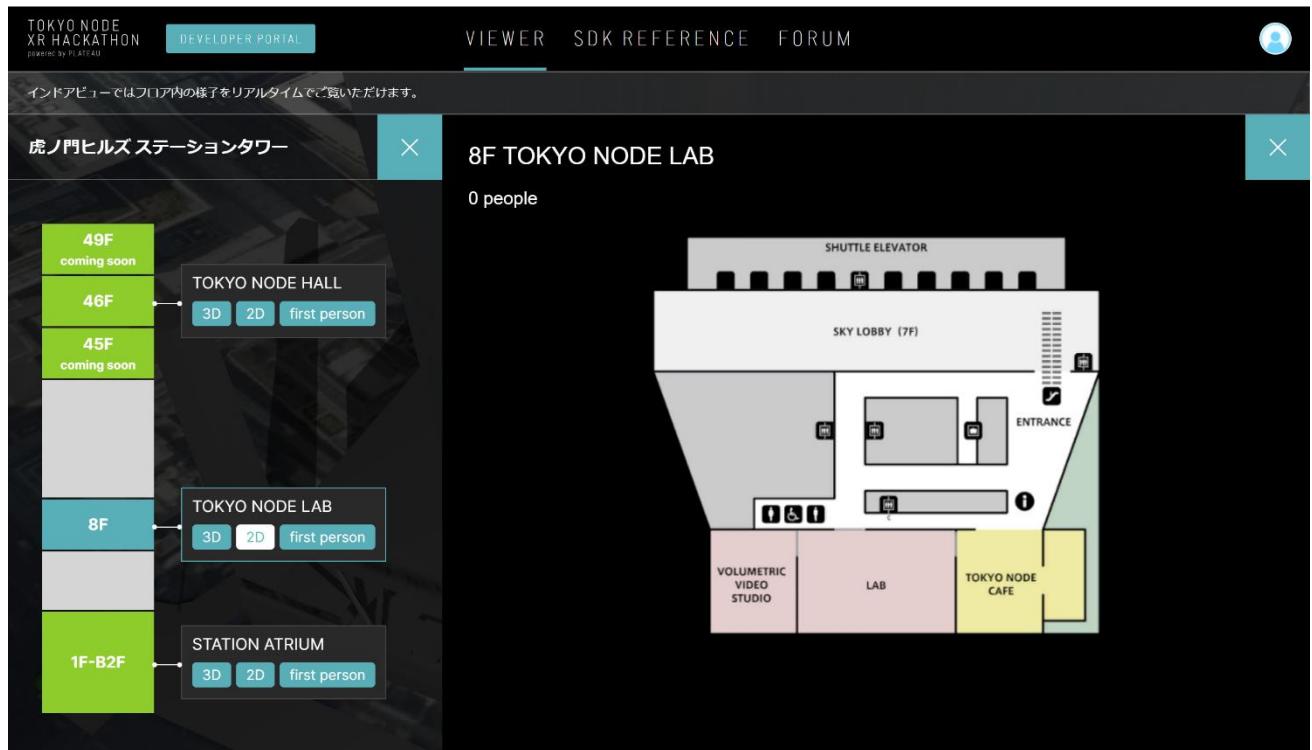


図 4-8 2D フロアマップ（8F）の表示検証

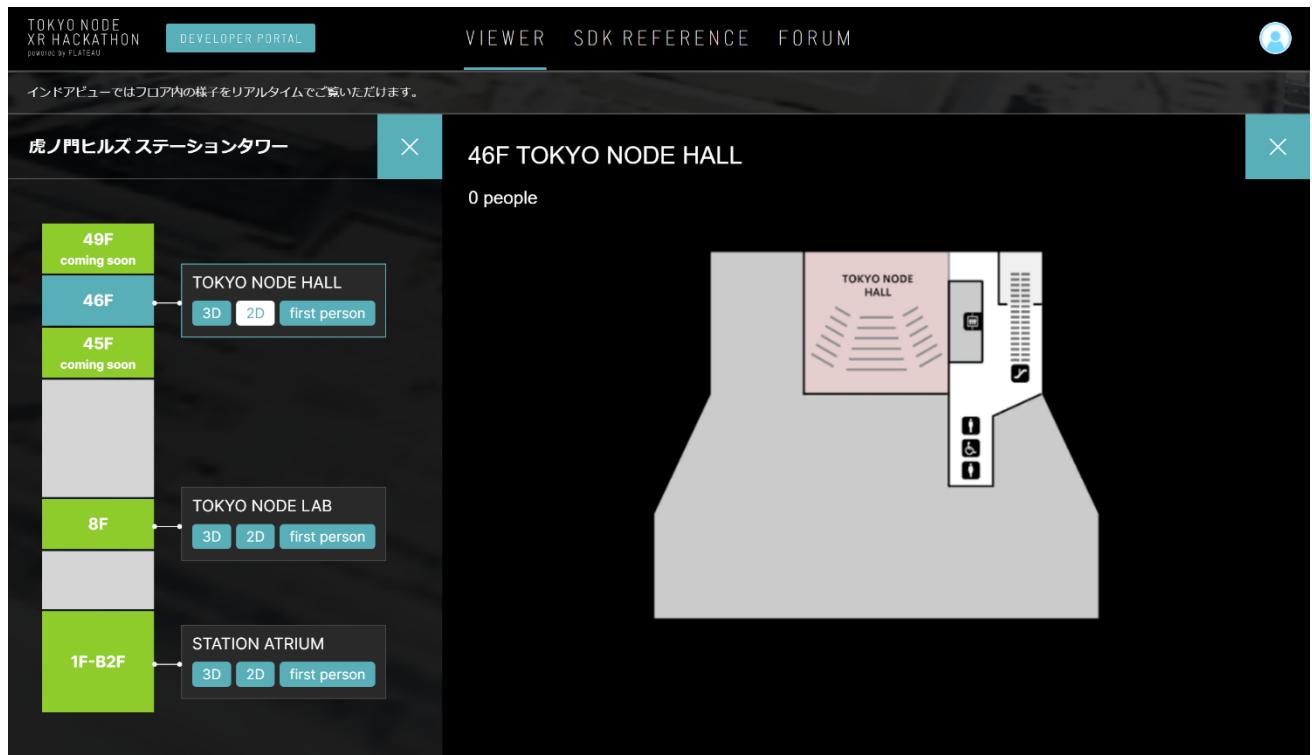


図 4-9 2D フロアマップ（46F）の表示検証

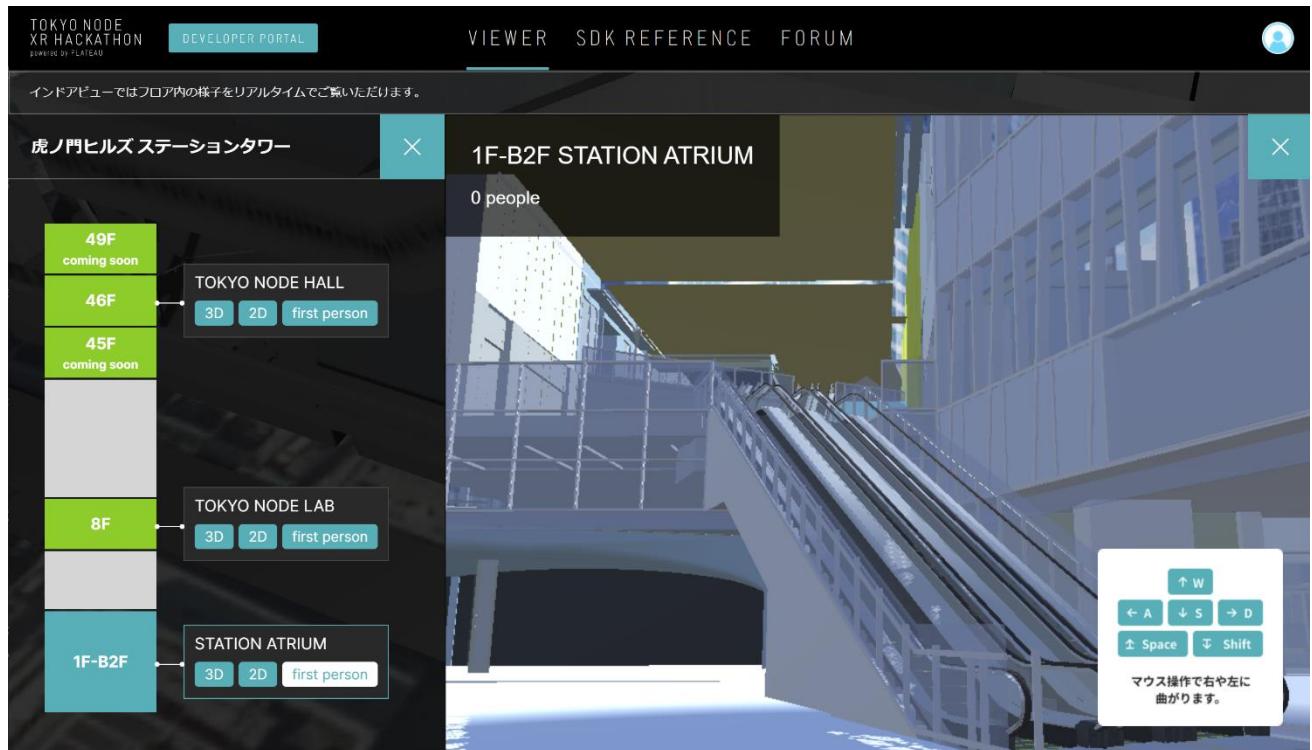


図 4-10 3D（一人称視点・1F-B2F）の表示検証

uc23-16_技術検証レポート_デジタルツインを活用したXRコンテンツ開発プラットフォーム

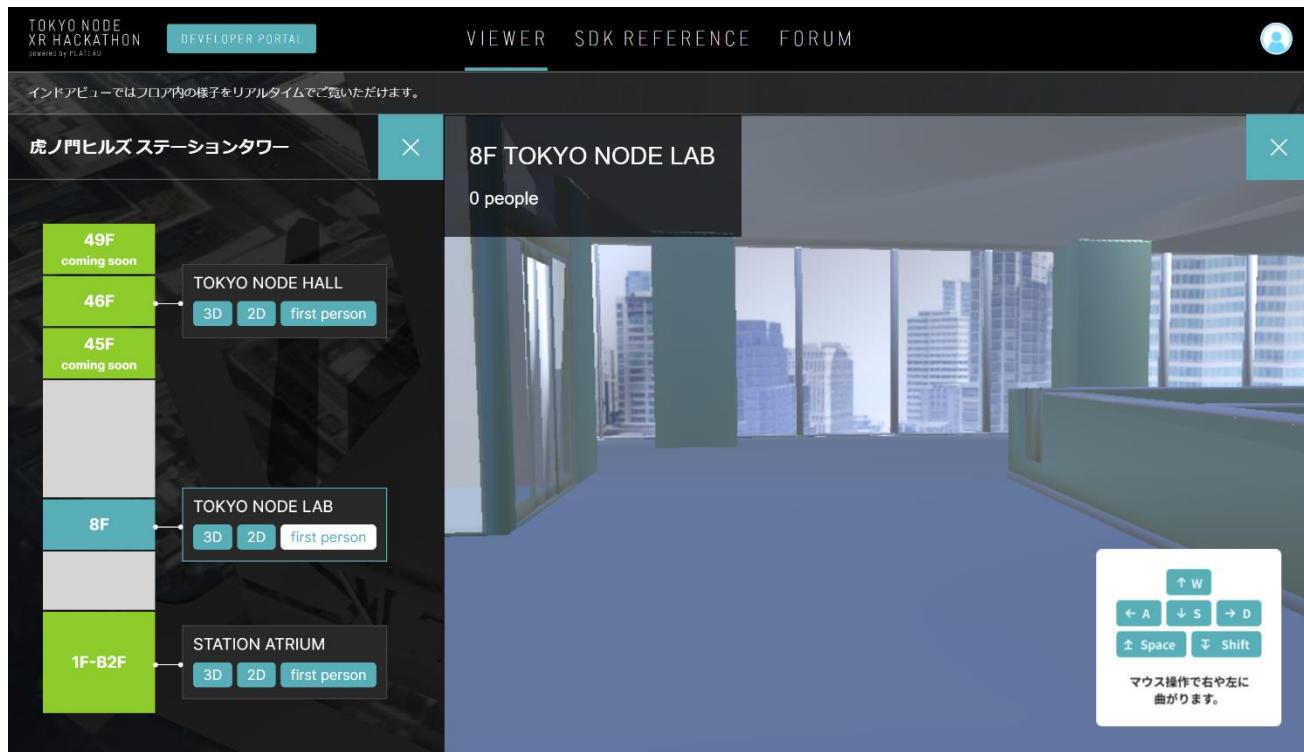


図 4-11 3D（一人称視点・8F）の表示検証

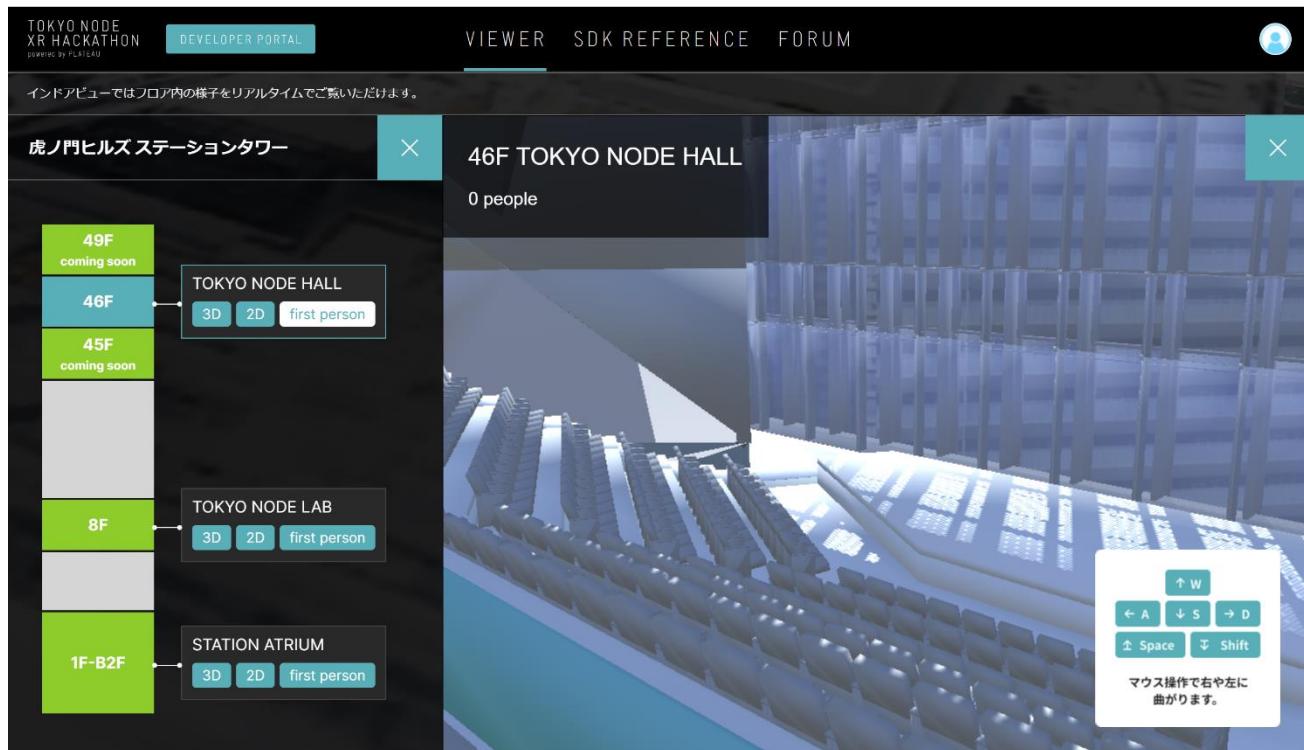


図 4-12 3D（一人称視点・46F）の表示検証

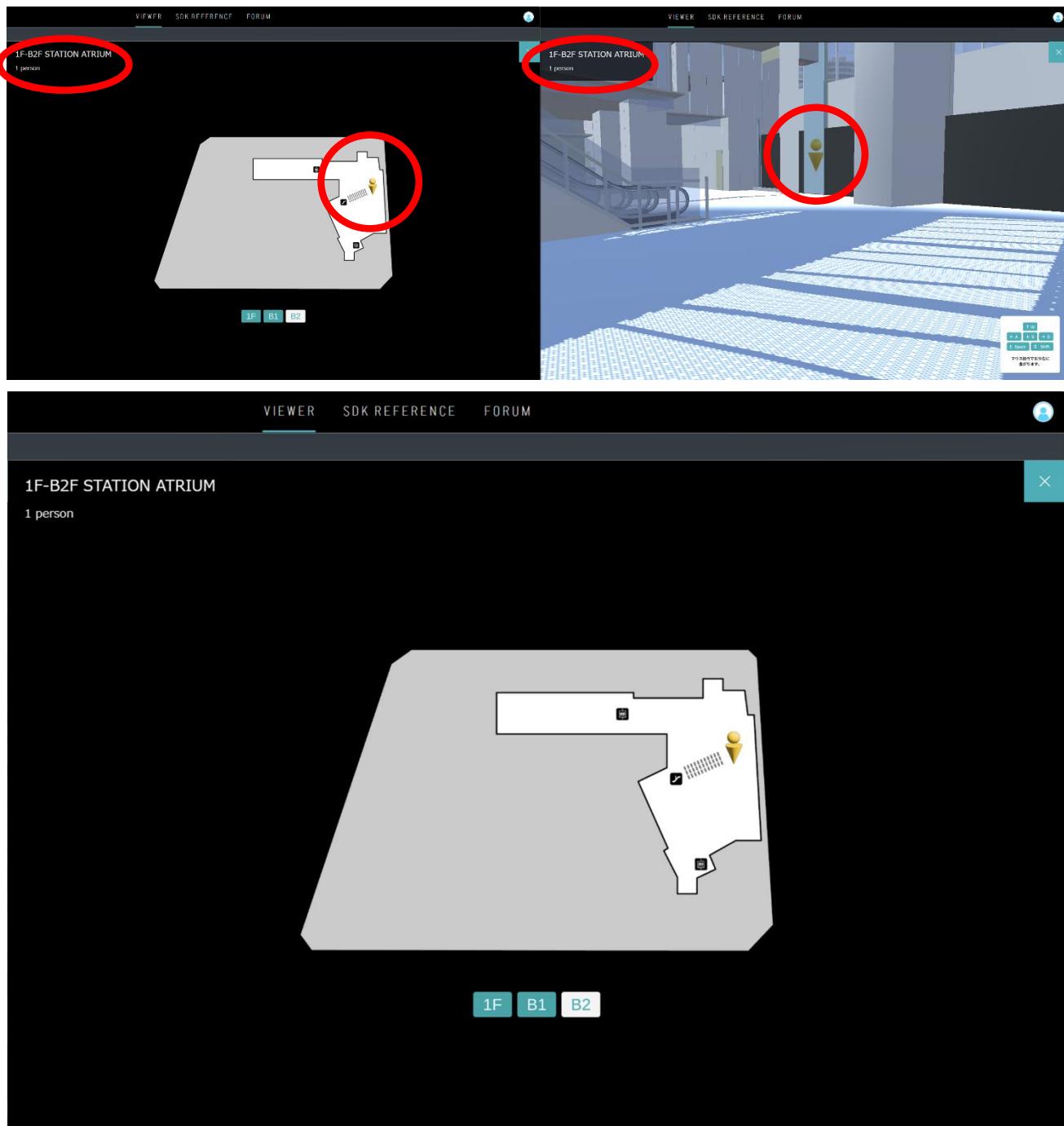


図 4-13 2D フロアマップにおけるリアルタイム位置情報表示・滞在人数表示の検証

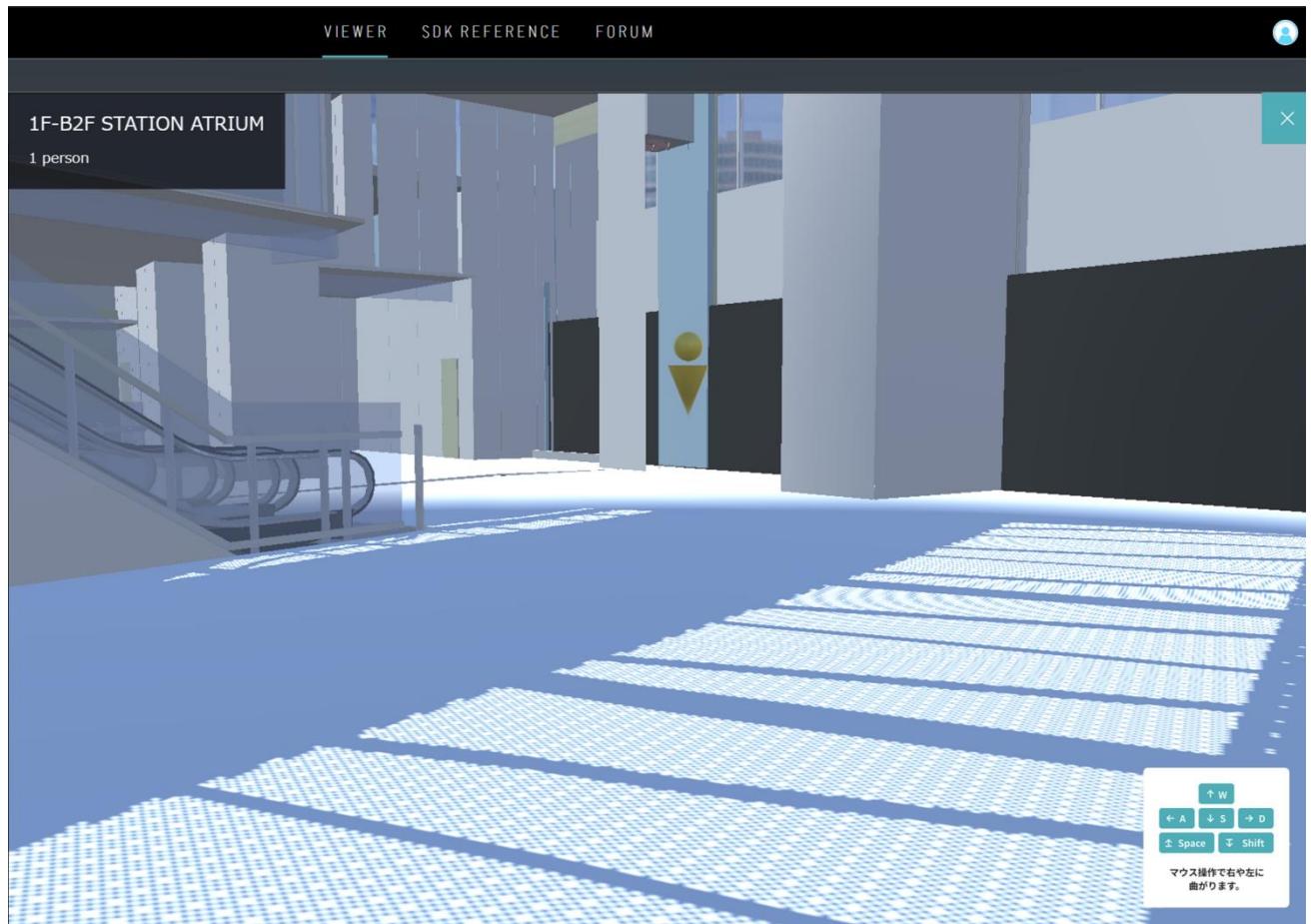


図 4-14 3D（一人称視点）における
リアルタイム位置情報表示・滞在人数表示の検証

people

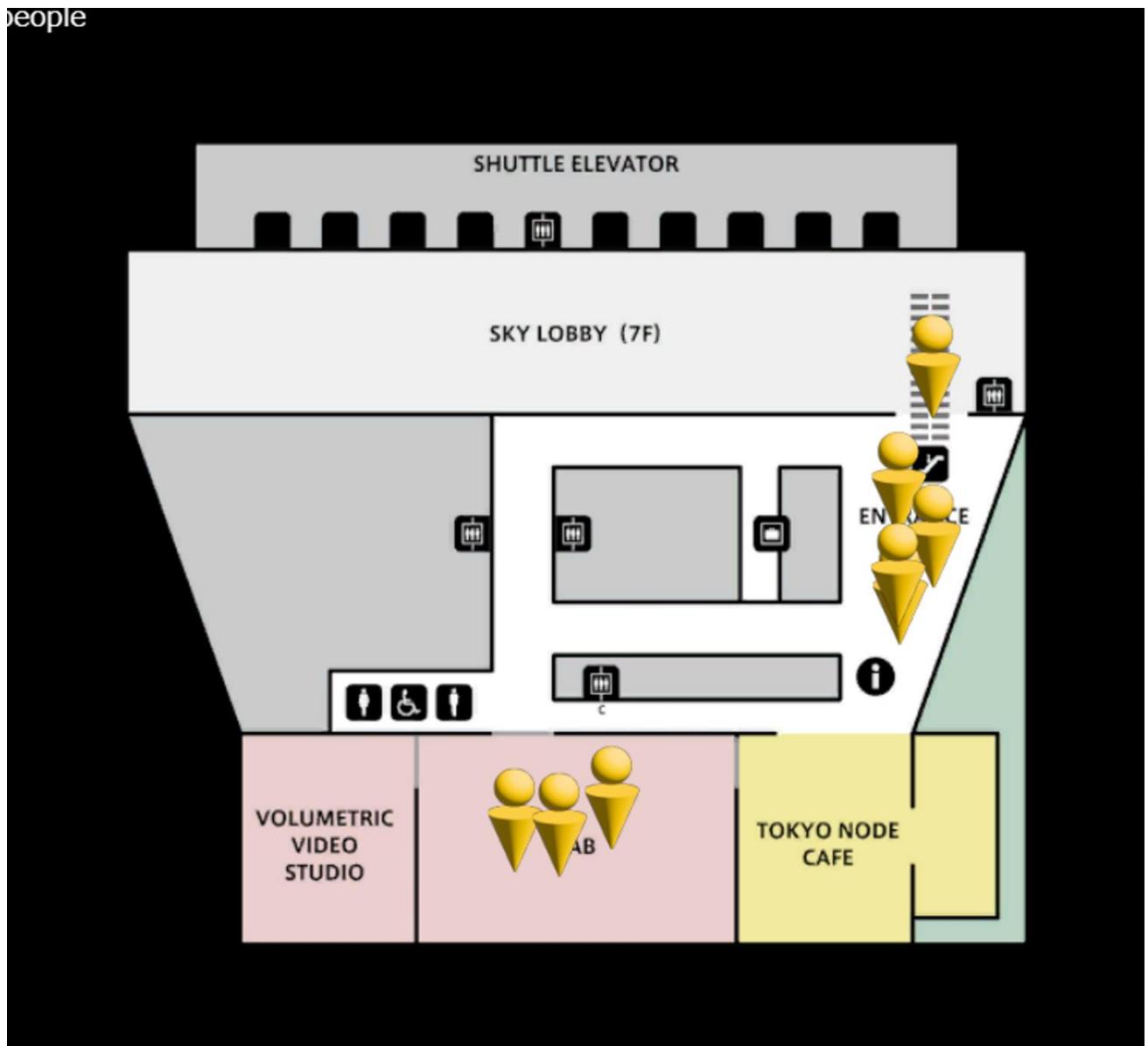


図 4-15 2D フロアマップにおける
リアルタイム位置情報表示・滞在人数表示の検証（複数人）



図 4-16 3D（一人称視点）における
リアルタイム位置情報表示・滞在人数表示の検証（複数人）

4-2. SDK 機能の検証

4-2-1. 検証目的

本実証実験で開発を行った Unity Editor 上で利用する SDK の各種機能・設定について、アプリケーション上で正しい挙動が行われるかを確認する

4-2-2. KPI

表 4-3 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
1	各エリアに対応するシーン (VPS マップ) の選択がされる	100%	アプリケーション上で検出された高さに応じたシーンが正しく選択されていることを確認するため (正しい挙動が行われることを「100%」と定義する、以下同)	<ul style="list-style-type: none"> ● エリア現地でスマートフォンからフロアごとのシーンの呼び出しを確認する
2	シーン上でオクルージョンマスクとして 3D モデルを表示する	100%	アプリケーション上でオクルージョンマスクが正しく機能していることを検証するため	<ul style="list-style-type: none"> ● エリア現地でフロアごとのシーンを呼び出し、オクルージョンマスクを確認する

4-2-3. 検証方法と検証シナリオ

1) 各エリアに対応するシーン (VPS マップ) の選択

はじめに、エリア現地でスマートフォンのアプリケーションを起動し、高さ情報を算出してフロアを推定する。次にフロアに適合したシーンの読み出しを目視で確認する。

2) オクルージョンマスクとして 3D モデルを表示

はじめに、エリア現地でスマートフォンのアプリケーションを起動し、高さ情報を算出してフロアを推定する。次にフロアに適合したシーンを呼び出し、オクルージョンマスクを目視で確認する。

4-2-4. 検証結果

検証の結果、SDK の高さ情報の検出及び推定されたフロアに適合したシーンの読み出しの正しい挙動が行われることが確認できた。

表 4-4 検証結果サマリ

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

検証内容	評価指標・KPI	目標値	結果		示唆
			取得回数	評価値	
1) 各エリアに対応するシーン(VPS マップ)の選択	アプリケーション上で検出された高さに応じたシーンの正しい選択	100%	10 回	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● デバイスごとの気圧センサの取得値の個体差があるため、可能な限り個別キャリブレーションを行うことが望ましい ● 施設内における天候による気圧差の影響は軽微であった
2) オクルージョンマスクとして 3D モデルを表示	アプリケーション上でのオクルージョンマスクの正しい表示	100%	10 回	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● オクルージョンマスクの精度は使用するVPS性能及び実施場所の環境に依存する

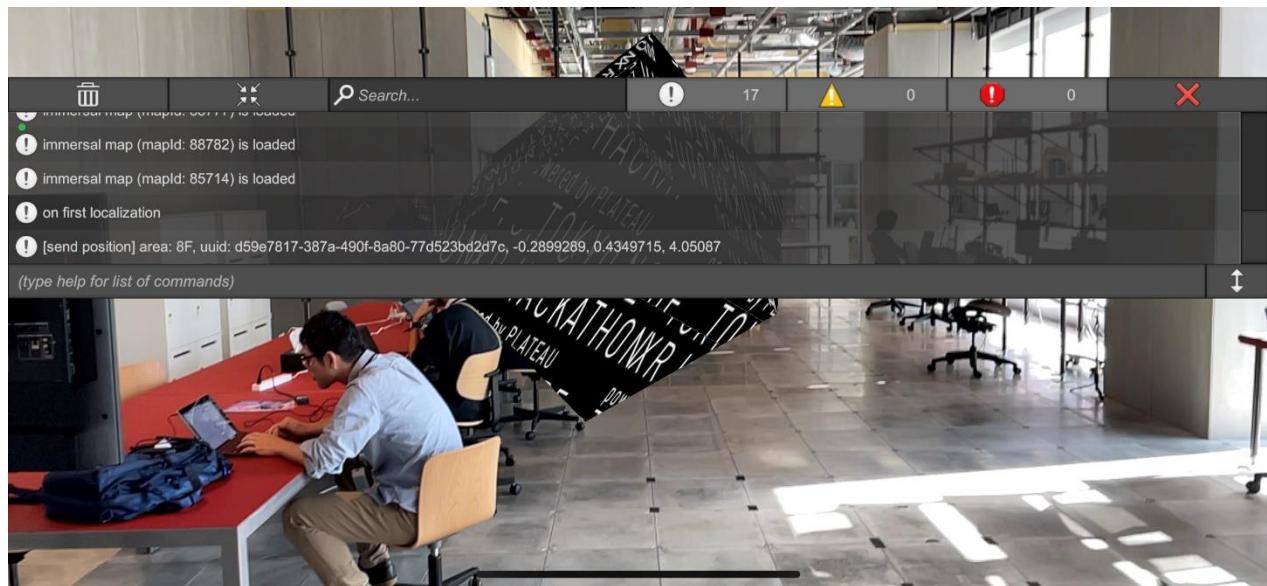


図 4-17 検証用アプリによる高さ検出・フロア推定・シーン (VPS マップ) 呼び出し検証

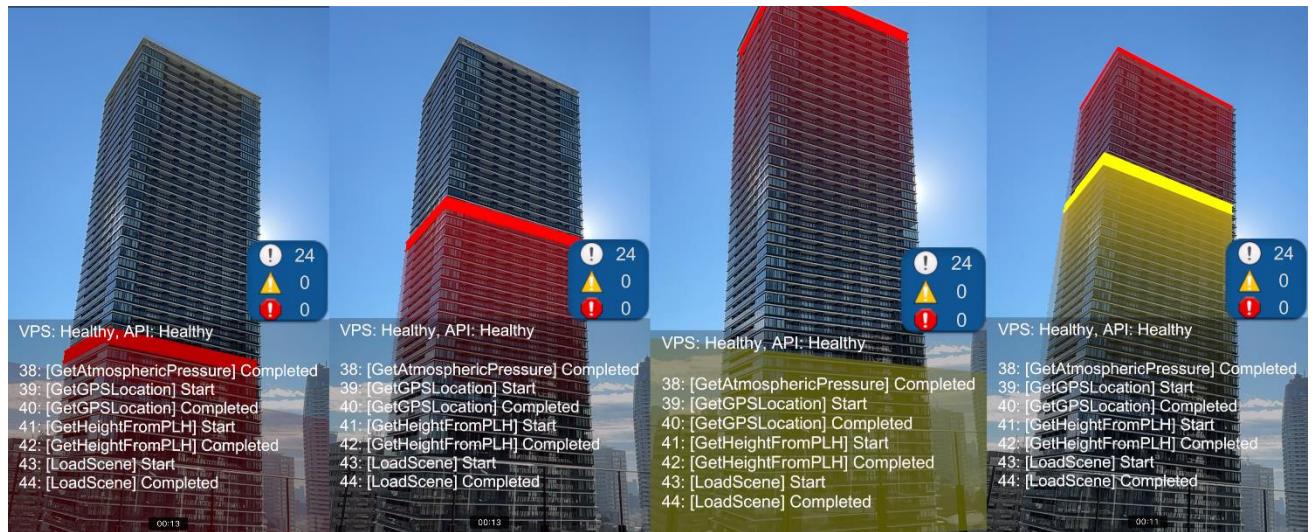


図 4-18 屋外での 3D 都市モデル（LOD3）によるオクルージョンマスク検証

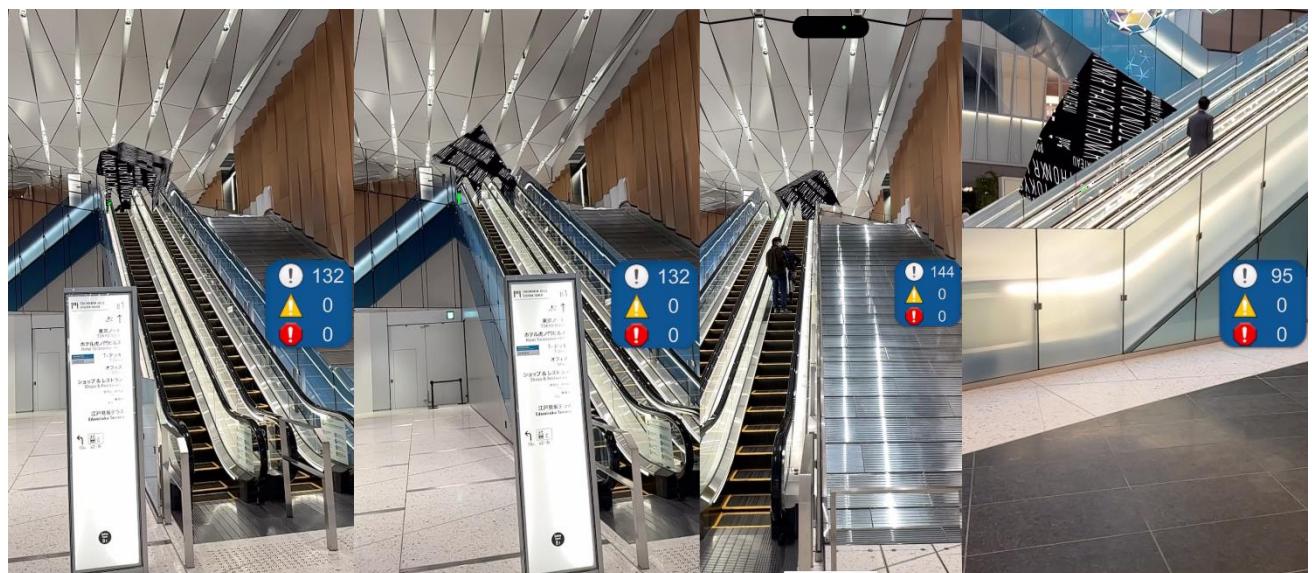


図 4-19 屋内での BIM ベース 3D モデルによるオクルージョンマスク検証

5. 3D都市モデルを活用したハッカソンの有用性検証

5-1. ハッカソンの概要

5-1-1. ハッカソンの全体像

本業務では、本システムを活用したプロトタイピングイベント「TOKYO NODE “XR HACKATHON” powered by PLATEAU」（以降「XR HACKATHON」）を森ビルの管理する虎ノ門エリアで実施する。XR HACKATHON イベント開催場所として、森ビルの管理施設である虎ノ門ヒルズステーションタワー内 8 階の TOKYO NODE LAB を利用する。

現実の都市を利用した実証実験可能なエリアの提供、開発者同士の交流・創発を生み出す開発拠点を提供し、開発そのものを《お祭り》として盛り上げることで3D都市モデルへの興味関心を向上させ、地理空間情報の敷居を下げ、新しい都市体験や都市サービスを生み出せるよう支援する。本イベントを通して、プラットフォームの汎用性の評価を行う。

表 5-1 ハッカソン全体像

タイトル	第1回 OPENING DAY	第2回 ACCERELATION DAY	第3回 AWARD NIGHT	(参考) 実証ベース 拠点の開放
実施期間	2023年12月2日 (土)	2023年1月6日(土)	2023年2月10日 (土)	2023年12月9日～ 2024年2月3日までの任意の日程
実施時間	13:00-15:30	13:00-15:40	15:00-19:28	任意の時間
実施場所	TOKYO NODE LAB (虎ノ門ヒルズステーションタワー 8F)	TOKYO NODE LAB (虎ノ門ヒルズステーションタワー8F)	TOKYO NODE HALL (虎ノ門ヒルズステーションタワー 46F)	TOKYO NODE LAB (虎ノ門ヒルズステーションタワー8F)
目的・ ゴール	<ul style="list-style-type: none"> ● イベントの理解 ● スケジュールの理解 ● ツール利用方法の理解 ● 参加者交流 	<ul style="list-style-type: none"> ● 参加者の脱落防止 ● 他チーム進捗共有による士気高揚 ● 自チーム進捗発表による士気高揚 	<ul style="list-style-type: none"> ● 最優秀作品×1の決定 ● 部門賞×3の決定 	<ul style="list-style-type: none"> ● 参加者同士の打合せ ● 実証拠点の開放 ● 参加者交流 ● ハンズオン(VPS・3D都市モデルの利用方法等)
プログラム	<ul style="list-style-type: none"> ● イベント概要 ● スケジュール説明 ● システム利用方 	<ul style="list-style-type: none"> ● 運営からの説明 ● プラットフォームの更新 ● 参加者による中間発表 	<ul style="list-style-type: none"> ● 授賞式の概要 ● 参加者によるプレゼンテーション 	<ul style="list-style-type: none"> ● XR開発者によるプレゼンテーション ● 開発に関するハン

	法 ● 参加者アイデア ピッチ ● 参加者同士の交 流	● XR コンテンツ開発に 関する対策 ● 参加者同士の交流	● 審査 ● 最優秀作品、 部門賞の発表 ● 参加者同士の 交流	ズオン ● 参加者同士の交流
--	---	--------------------------------------	--	-------------------

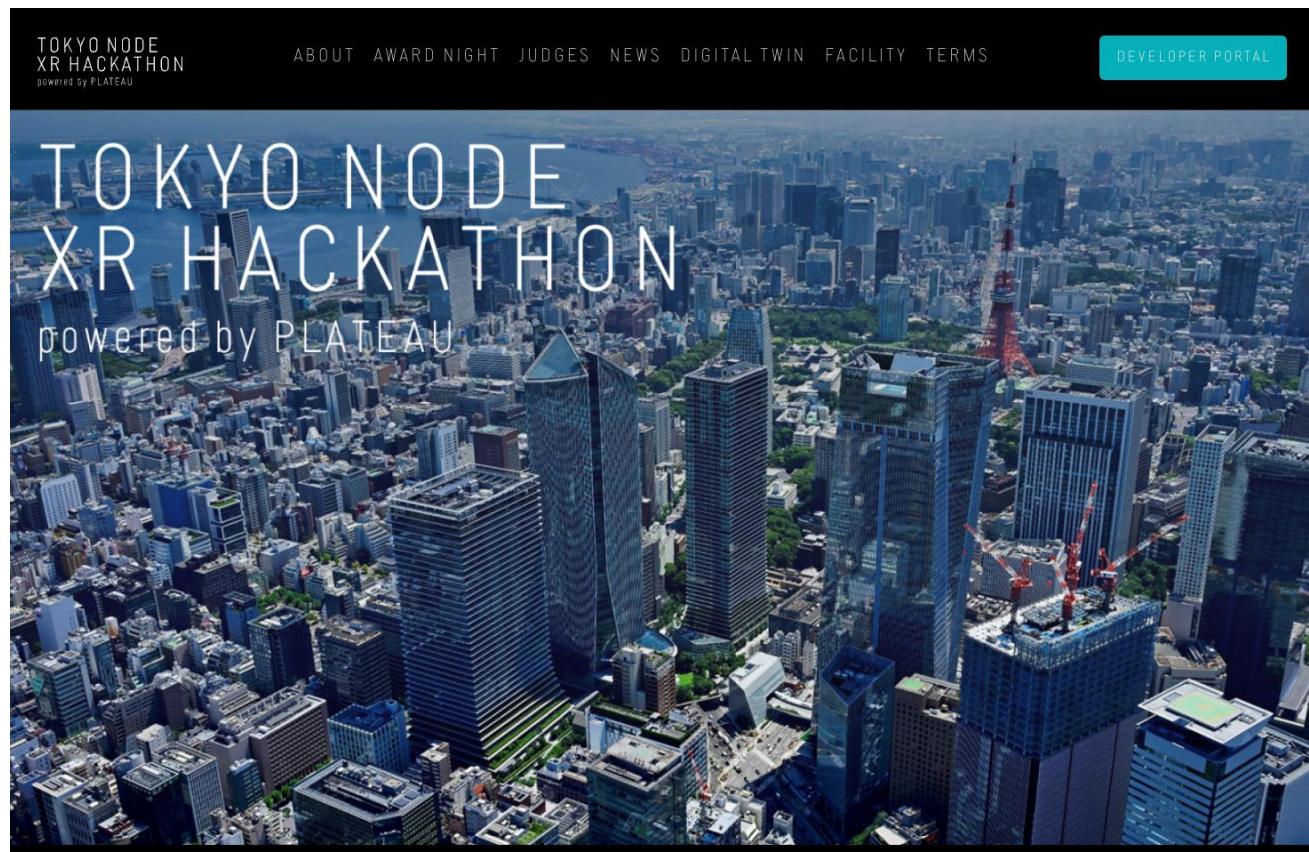


図 5-1 TOKYO NODE XR HACKATHON HP トップ



図 5-2 AWARD NIGHT 概要と賞金

↑ TOKYO NODEさんがリポスト

TOKYO NODE LAB @tokyonodelab · 2023年12月2日

いよいよ本日13時から『OPENING DAY』開催です！ TOKYO NODE "XR HACKATHON" powered by PLATEAU ハッカソンキックオフイベント
「OPENING DAY」オンラインLIVE配信

<https://youtube.com/watch?v=tqxLkyPGmowYouTube...> liveより是非ご覧ください！#TokyoNodeXRハッカソン

[youtube.com](https://www.youtube.com/watch?v=tqxLkyPGmowYouTube...)

TOKYO NODE "XR HACKATHON" powered by PLATEAU
TOKYO NODE "XR HACKATHON" powered by
PLATEAU— OPENING DAY — オンライン配信実際の...

Q 1

↑ 11

♡ 11

4,948

↑ ↑

図 5-3 OPENING DAY 開催のお知らせ (TOKYO NODE)



午前9:00・2023年12月2日・5,736 件の表示

図 5-4 OPENING DAY 開催のお知らせ (SYMMETRY)

↑↓ TOKYO NODEさんがリポスト



TOKYO NODE LAB @tokyonodelab · 1月6日

...

本日は #TokyoNodeXRハッカソン 中間報告会「ACCERELATION DAY」を開催中🎉 新年から熱氣ある発表が続きます🔥 (森ビル茂谷)



↑↓ 11



18



1.2万



図 5-5 ACCERELATION DAY の開催模様

↑ TOKYO NODEさんがリポスト

 SYMMETRY_DTC @symmetry_dtc · 2月7日

...

TOKYO NODE "XR HACKATHON"
powered by PLATEAU
『AWARD NIGHT』まであと **3** 日 !!

ファイナリスト16組の作品概要を公開！会場・オンラインどちらでも参加可能！詳細は 

xrhackathon2023-awardnight.peatix.com
TOKYO NODE "XR HACKATHON" powered by PLATEAU
TOKYO NODE "XR HACKATHON" powered by
PLATEAU 最終審査を通過した16チームによるXRア...

1 7 14 2,384

図 5-6 AWARD NIGHT カウントダウン

↑ TOKYO NODEさんがリポスト

 SYMMETRY_DTC @symmetry_dtc · 2月10日

いよいよ本日開催
TOKYO NODE "XR HACKATHON"
powered by PLATEAU
最終審査会『AWARD NIGHT』

...
参加申込期限は本日13:00！
オンライン配信でのご参加もお待ちしております！！
▼ 詳細・申込はコチラをチェック ▼
<https://xrhackathon2023-awardnight.peatix.com>
#TOKYONODEXRハッカソン



xrhackathon2023-awardnight.peatix.com
TOKYO NODE "XR HACKATHON" powered by PLATEAU
TOKYO NODE "XR HACKATHON" powered by
PLATEAU 最終審査を通過した16チームによるXRア...

7 14 3,958

図 5-7 AWARD NIGHT 開催のお知らせ

5-1-2. ハッカソンの背景

本実証エリアでは森ビル株式会社による商業施設開発が進められており、既に開業している虎ノ門ヒルズ森タワー、ビジネスタワー、レジデンシャルタワーに加え、新たに2023年度10月にオープンしたステーションタワーで、虎ノ門エリアの利活用について検討が行われている。



図 5-8 ハッカソン対象エリア

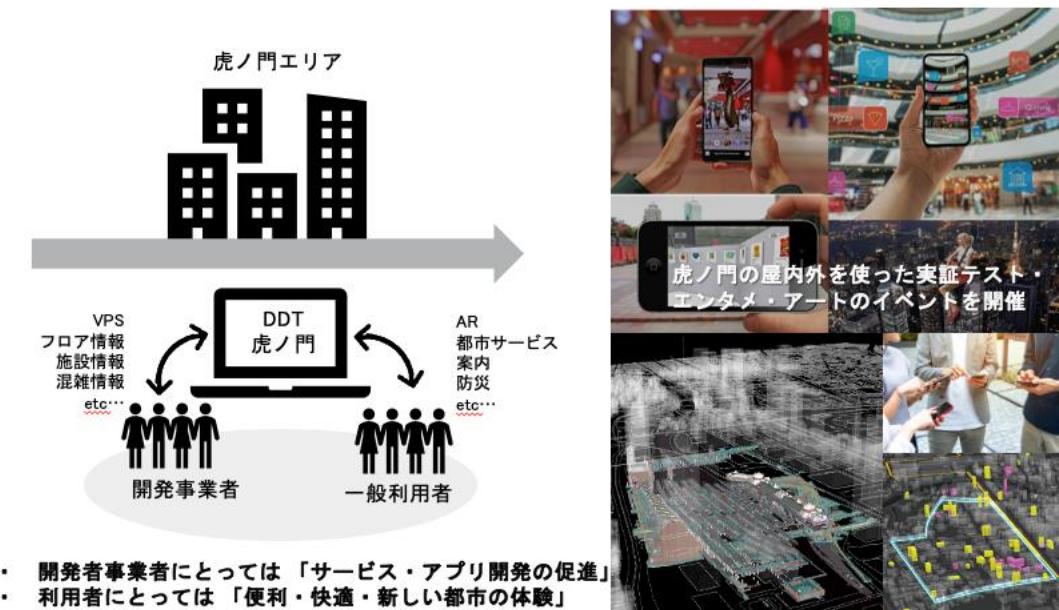
表 5-2 ハッカソン対象エリアの詳細

項目	説明
所在	東京都港区虎ノ門エリア
面積	約 10.204 m ²
用途地域	商業地域
主な周辺施設	森タワー、ビジネスタワー、ステーションタワー、レジデンシャルタワー

5-1-3. ハッカソンの目的

本実証では、開発者が利用可能な垂直情報を含む位置測位情報および3D都市モデルを利用可能する開発者ツール/APIの提供、技術交流・実証拠点となる施設の提供と併せて、開発者ツールを活用するためのXR HACKATHONを開催することで下記を実現する。

- 本システムと実証実験エリアの提供によるXRサービス・コンテンツ開発を増やす
- 本システムとしての認知、開発への関心度、活用可能性の向上を図る
- 本システムを実際に触る開発者・クリエイターを増やす



5-2. ハッカソンの詳細

5-2-1. 第1回 XR HACKATHON (OPENING DAY) の詳細

2023年12月2日に第1回XR HACKATHONとして、「TOKYO NODE “XR HACKATHON” powered by PLATEAU : OPENING DAY」を開催した。

OPENING DAYでは大々的にイベントを行うことで参加者同士のチーム組成を促しつつ、イベントの目的を参加者に説明し、イベントの目的に沿った作品の提示を目指した。また、今回のイベント全体を通して、XRに関するコミュニティの形成のため、運営側では参加者同士のコミュニケーションを重視した。

5-2-1-a. プログラム

「OPENING DAY」では、本ハッカソンの概要や TOKYO NODE 等の概要を説明したのち、各種ハッカソン提供システムの説明を行うことで、参加者全員の目線合わせを行った。

表 5-3 OPENING DAY プログラム

プログラム	タイム テーブル	内容
オンライン配信開始：待機画面	12:50	
オープニング	13:00-13:05	主催者の挨拶
ハッカソン概要紹介	13:05-13:10	ハッカソン概要説明（応募作品、スケジュール、審査員、賞品・賞金など）
あらゆる領域を有機的に繋ぎ未来を生み出す拠点「TOKYO NODE」とは	13:10-13:30	TOKYO NODE・虎ノ門ヒルズの説明
3D 都市モデル「PLATEAU」のオープンデータを活用した新しいまちづくりへの挑戦	13:30-13:50	PLATEAU の説明
「VPS ネイティブな街 デジタルツイン虎ノ門システムの概要」：開発者向けオープンソースのソフトウェア開発キット（SDK）の開発背景	13:50-14:10	ハッカソン提供システムの説明（システム概要、VPS、3D モデル、SDK など）
トークセッション「TOKYO NODE XR HACKATHON powered by PLATEAU がもたらす可能性」	14:10-14:50	森ビル、PLATEAU、SYMMETRY によるパネルディスカッション
XR アプリケーション開発を支援する「デジタルツイン虎ノ門 SDK」の説明	14:50-15:00	参加者が使用するデジタルツイン虎ノ門システムの注意点、利用方法などの説明
Q&A	15:00-15:15	質疑応答
虎ノ門エリアルルール・ガイドライン、TOKYO NODE LAB 利用に関する説明	15:15-15:20	虎ノ門エリアでの実証テストを行う際のルール、注意点の説明、TOKYO NODE LAB の利用に関する説明
Q&A	15:20-15:30	質疑応答
クロージング	15:30-15:35	閉会の挨拶、配信終了
ネットワーキング	15:35-16:05	参加者による交流会

5-2-1-b. 実施場所

表 5-4 OPENING DAY 実施場所

項目	内容
実施場所（施設名等）	TOKYO NODE LAB
住所	東京都港区虎ノ門2丁目8（虎ノ門ヒルズステーションタワー 8F）
公式サイト	https://tokyonode.jp/

5-2-1-c. 会場設置図

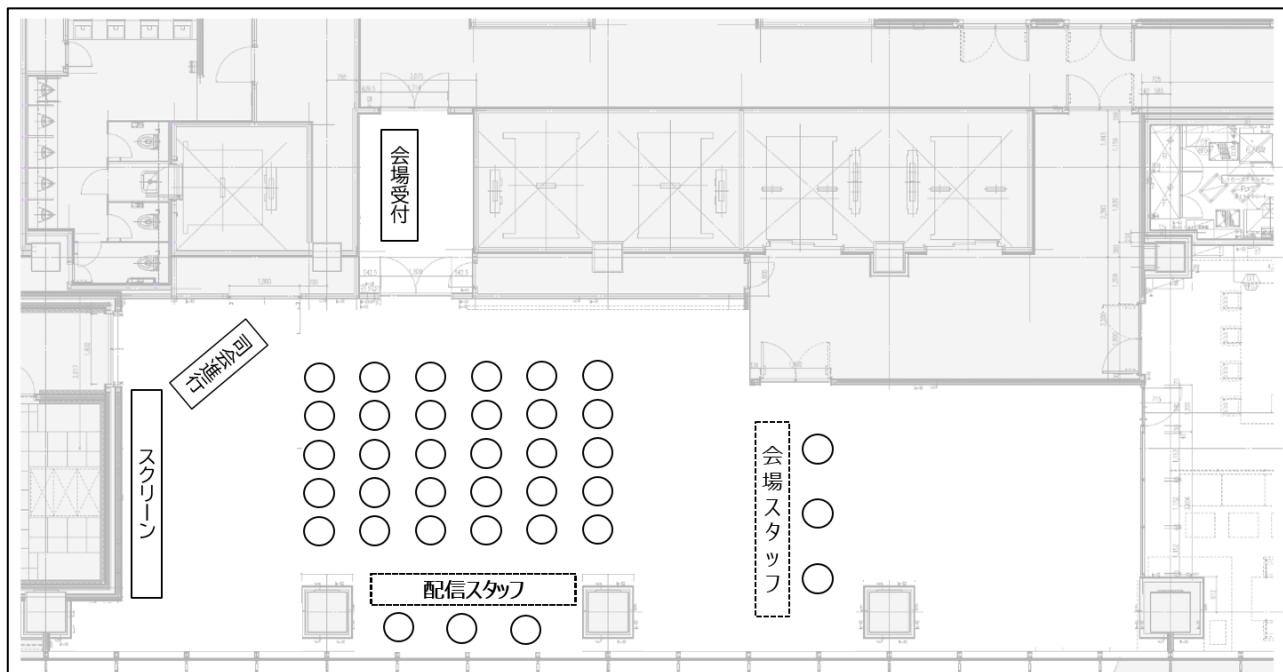


図 5-10 OPENING DAY 会場設置図

5-2-1-d. 利用したツール

表 5-5 OPENING DAY 利用ツール

ツール	バージョン情報	動作環境	説明
Unity	2021.3.4f1	Windows/Macintosh	汎用的なアプリケーション開発ツール環境（SDK含む）
Web サイト	-	ブラウザ	XR HACKATHON に関する Web サイト
Web ビューワ	-	ブラウザ	室内外モデルや位置を確認するためのツール
PowerPoint	-	Windows/Macintosh	運営資料作成
Excel	-	Windows/Macintosh	運営資料作成
Canva		Windows/Macintosh	進行用投影スライド
Google Form	-	ブラウザ	参加者募集
Slack	-	Windows/Macintosh	オンラインコミュニケーションツール
Discord	-	Windows/Macintosh	オンラインコミュニケーションツール
YouTube	-	ブラウザ	ライブ配信ツール
Zoom	-	Windows/Macintosh	Web 会議ツール

5-2-1-e. 使用した端末・備品等

表 5-6 OPENING DAY 使用端末・備品等

端末・備品	数量	合計
Wi-Fi（会場のものを使用）	-	-
ラップトップ PC（ファシリテータ用）	1 台/演題	$1 \times 1 = 1$ 台 + 予備 1 台
ラップトップ PC（オペレータ用）	1 台/演題	$1 \times 1 = 1$ 台 + 予備 1 台 (ファシリテータ用と共に)
プロジェクター	1 台/会場	$1 \times 1 = 1$ 台 (予備なし)
マルチモニター	一式	-
プロジェクタースクリーン	1 台/会場	$1 \times 1 = 1$ 台 (予備なし)
配信・投影機材	一式	-
マイク	4 個/会場	$4 \times 1 = 4$ 個 + 予備 1 個
案内板	一式	-
TOKYO NODE XR HACKATHON シール	500 枚/会場	$500 \times 1 = 500$ 枚

5-2-1-f. 通信環境

以下の環境を用意する。大量のデータのアップロード・ダウンロードによってハッカソンとしての体験品質が低下しないよう、データ通信は最小限となるツールの設定を行った。

表 5-7 OPENING DAY 通信環境

項目	内容
固定回線	<ul style="list-style-type: none"> ● TOKYO NODE LAB の施設常設の回線を利用する ● USEN 回線を 1 回線用意する
モバイル回線	<ul style="list-style-type: none"> ● 予備として用意する
Wi-Fi	<ul style="list-style-type: none"> ● 上記 USEN 回線のゲスト向け SSID を参加者に開放する

5-2-1-g. 運営メンバーの人数・役割

表 5-8 OPENING DAY 運営メンバー

役割	人数	主担当
ファシリテータ	1 人	SYMMETRY
プランナー/プロデューサー	1 人	森ビル、SYMMETRY
イベントディレクター	1 人	SYMMETRY
イベントアシスタント	5 人	SYMMETRY
配信・機材スタッフ	2 人	SYMMETRY

5-2-1-h. 参加者

表 5-9 OPENIGN DAY 参加者

項目	内容
参加人数	<ul style="list-style-type: none"> ● 参加者は計 63 名（現地参加者 61 名、オンライン参加者 2 名） ● メディア・一般オンライン視聴（最大 1,000 名）

5-2-1-i. 参加者のグループ分け

XR HACKATHON 応募時に、個人またはチームでの参加か確認した。また長い開催期間の中で、脱落者を極力出さないよう、ネットワーキングの実施やチーム組成を促した。

表 5-10 OPENING DAY 参加者グループ分け

項目	内容
人数	<ul style="list-style-type: none"> ● 最大 5 名のチームに分ける ● 個人での参加も可能
構成	<ul style="list-style-type: none"> ● 開発・アイデアの創出・作品の説明等が必要なため、1 人での参加が困難と想定される場合は、チームを構成することを推奨する ● 自分のチームに所属している参加者が他のチームの支援を行うことも可能

5-2-1-j. 運営上の工夫

XR HACKATHON には、様々な職種の参加者から応募があったため、居住地・技術・モチベーションの維持などの問題を解決しながら進めることが必要である。このため、作品提出までの期間は以下の点に注意し運営を行った。

- 東京近郊からの現地参加者とオンライン参加者の温度差があることを留意し、デジタルツール上での参加者同士の情報共有・コミュニケーションを実施し促進した
- VPS・3D 都市モデルに初めて触れる参加者向けに、VPS・3D 都市モデルの利用方法や開発上の注意点などをイベントで配信した
- 参加者同士のチーム組成を促進するために、アイデア共有やチームメンバー募集等の情報共有・コミュニケーションを実施した
- 開発におけるトラブルや不安を抱える参加者には手厚いサポートを行うことで、途中で脱落者が出ないよう配慮した
- デジタルツール上では完全にコミュニケーションをカバーすることは困難であると想定されるため、オンラインでの開発検証や参加者・チーム交流の拠点として、参加者に対して TOKYO NODE LAB 施設を開放した

5-2-1-k. 実証の様子

OPENING DAY には多くの XR HACKATHON 参加者が集まった。



図 5-11 イベントの模様 OPENING DAY 1

国土交通省、森ビル、XR HACKATHON 運営の3者により、トークセッションを行うことで、今回のイベントの目的を XR HACKATHON 参加者に、わかりやすくインプットできる機会を設けた。



図 5-12 イベントの模様 OPENING DAY 2

ネットワーキングを行うことで、XR HACKATHON 参加者の交流を促進し、チーム組成や技術交流などのコミュニティ形成を試行した。



図 5-13 イベントの模様 OPENING DAY 3



図 5-14 イベントの模様 OPENING DAY 4



図 5-15 イベントの模様 OPENING DAY 5

5-2-2. 第2回 XR HACKATHON (ACCERELATION DAY) の詳細

2024年1月6日に第2回 XR HACKATHONとして、「TOKYO NODE “XR HACKATHON” powered by PLATEAU : ACCERELATION DAY」を開催した。

ACCERELATION DAYでは、参加チームによる中間発表を行い、チームごとの進捗状況やアイデアの共有を実施し、参加者のモチベーション維持や作品の品質向上を行った。

5-2-2-a. プログラム

「ACCERELATION DAY」では、各チームの開発状況を確認するため、全チームが2分間のピッチを行った。また、ピッチ後に参加者による投票を行い、中間成績として評価の高いチーム・コンテンツを発表した。加えて、VPSやARコンテンツに関する技術的なレクチャーを参加者に実施することで、参加者の技術的なレベルアップに貢献した。

表 5-11 ACCERELATION DAY プログラム

プログラム	タイム テーブル	内容
オープニング	13:00-13:05	主催者の挨拶
中間発表（前半）	13:05-13:51	15チームの中間発表を実施 (各チーム：準備1分+ピッチ2分)
休憩	13:51-14:01	-
中間発表（後半）	14:01-14:49	16チームの中間発表を実施 (各チーム：準備1分+ピッチ2分)
休憩	14:49-15:00	-
技術レクチャー①： VPS研究者が語るVPS概論	15:00-15:10	VPSについてサービス比較を行いながら、今回のVPSの特徴や使用ポイントを説明
Q&A	15:10-15:15	質疑応答
技術レクチャー②： ARコンテンツ開発の実装・注意点	15:15-15:25	ARコンテンツ開発でよくあるTipsと解決例を説明
Q&A	15:25-15:30	質疑応答
参加者投票結果発表	15:30-15:36	中間報告を受けて、参加者による作品への関心度の投票を実施し、結果を発表する
クロージング	15:36-15:40	閉会の挨拶、配信終了
ネットワーキング	15:40-16:25	参加者による交流会

5-2-2-b. 実施場所

表 5-12 ACCERELATION DAY 実施場所

項目	内容
実施場所（施設名等）	TOKYO NODE LAB
住所	東京都港区虎ノ門2丁目8（虎ノ門ヒルズステーションタワー8階）
公式サイト	https://tokyonode.jp/

5-2-2-c. 会場設置図

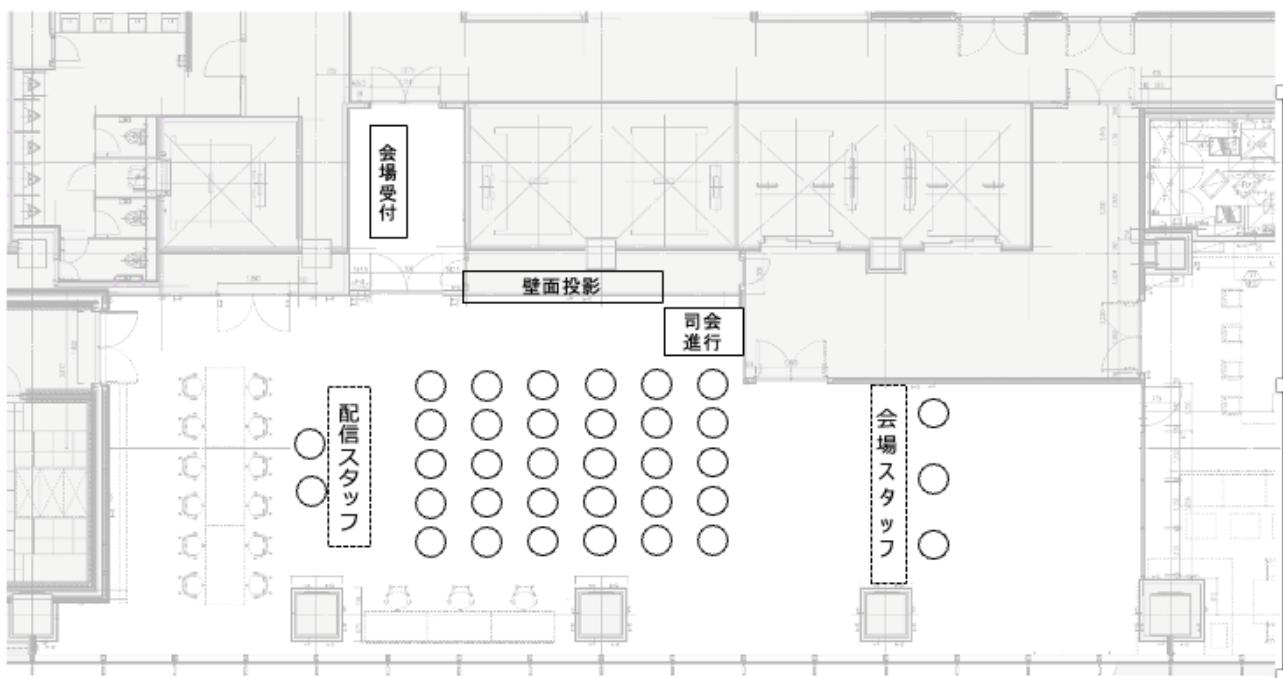


図 5-11 ACCERELATION DAY 会場設置図

5-2-2-d. 利用したツール

表 5-13 ACCERELATION DAY 利用ツール

ツール	バージョン情報	動作環境	説明
Unity	2021.3.4f1	Windows/Macintosh	汎用的なアプリケーション開発ツール環境 (SDK 含む)
Web サイト	-	ブラウザ	XR HACKATHON に関する Web サイト
Web ビューワ	-	ブラウザ	室内外モデルや位置を確認するためのツール
PowerPoint	-	Windows/Macintosh	運営資料作成、ピッチ資料作成、技術レクチャー資料作成
Excel	-	Windows/Macintosh	運営資料作成
Canva	-	Windows/Macintosh	進行用投影スライド
Google Form	-	ブラウザ	参加者投票
Slack	-	Windows/Macintosh	オンラインコミュニケーションツール
Discord	-	Windows/Macintosh	オンラインコミュニケーションツール
Zoom	-	Windows/Macintosh	Web 会議ツール

5-2-2-e. 使用した端末・備品等

表 5-14 ACCERELATION DAY 使用端末・備品等

端末・備品	台数	合計
Wi-Fi (会場のものを使用)	-	-
ラップトップ PC (ファシリテータ用)	1 台/演題	$1 \times 1 = 1$ 台 + 予備 1 台
ラップトップ PC (オペレータ用)	1 台/演題	$1 \times 1 = 1$ 台 + 予備 1 台 (ファシリテータ用と共に用)
プロジェクト	1 台/会場	$1 \times 1 = 1$ 台 + 予備なし
マルチモニター	一式	-
投影機材	一式	-
マイク	2 個/会場	$2 \times 1 = 2$ 個 + 予備 1 個
案内板	一式	-
ネックストラップ (イベント参加用)	一式	$1 \times 100 = 100$ 個
ネックストラップ (実地検証用)	一式	$1 \times 100 = 100$ 個
TOKYO NODE XR HACKATHON シール	500 枚/会場	$500 \times 1 = 500$ 枚

5-2-2-f. 通信環境

以下の環境を用意する。大量のデータのアップロード・ダウンロードによってハッカソンとしての体験品質が低下しないよう、データ通信は最小限となるツールの設定を行った。

表 5-15 ACCERELATION DAY 通信環境

項目	内容
固定回線	<ul style="list-style-type: none"> ● TOKYO NODE LAB の施設常設の回線を利用する ● USEN 回線を 1 回線用意する
モバイル回線	<ul style="list-style-type: none"> ● 予備として用意する
Wi-Fi	<ul style="list-style-type: none"> ● 上記 USEN 回線のゲスト向け SSID を参加者に開放する

5-2-2-g. 運営メンバーの人数・役割

表 5-16 ACCERLATION DAY 運営メンバー

役割	人数	主担当
ファシリテータ	2人	SYMMETRY
プランナー/プロデューサー	1人	森ビル、SYMMETRY
イベントディレクター	1人	SYMMETRY
イベントアシスタント	3人	SYMMETRY
機材スタッフ	2人	SYMMETRY

5-2-2-h. 参加者

表 5-17 ACCERELATION DAY 参加者

項目	内容
参加人数	<ul style="list-style-type: none"> ● 参加者は計 42 名（現地参加者 38 名、オンライン参加者 4 名） ● メディア・一般オンライン視聴（最大 1,000 名）

5-2-2-i. 参加者のグループ分け

イベントでのネットワーキング、チーム組成のサポートを行った結果、個人参加 3 名が既存チームに加入了。

表 5-18 ACCERELATION DAY 参加者グループ分け

項目	内容
人数	<ul style="list-style-type: none"> ● 最大 5 名のチームに分ける ● 個人での参加も可能
構成	<ul style="list-style-type: none"> ● 開発・アイデアの創出・作品の説明等が必要なため、1 人での参加が困難と想定される場合は、チームを構成することを推奨する ● 自分のチームに所属している参加者が他のチームの支援を行うことも可能

5-2-2-j. 運営上の工夫

XR HACKATHON には、様々な職種の参加者から応募があったため、居住地や技術、モチベーションの維持などの問題を解決しながら進めることが必要である。このため、作品提出までの期間は以下の点に注意し運営を行った。

- 東京近郊からの現地参加者とオンライン参加者の温度差があることを留意し、デジタルツール上での参加者同士の情報共有・コミュニケーションを実施し促進した
- VPS・3D 都市モデルに初めて触れる参加者向けに、VPS・3D 都市モデルの利用方法や開発上の注意点などをイベントで配信した
- 参加者同士のチーム組成を促進するために、アイデア共有やチームメンバー募集等の情報共有・コミュニケーションを実施した
- 開発におけるトラブルや不安を抱える参加者には手厚いサポートを行うことで、途中で脱落者が出てこないよう配慮した
- デジタルツール上では完全にコミュニケーションをカバーすることは困難であると想定されるため、オフラインでの開発検証や参加者・チーム交流の拠点として、参加者に対して TOKYO NODE LAB 施設を開放した

5-2-2-k. 第2回 XR HACKATHON (ACCERELATION DAY) の結果

1. 中間発表の概要

ACCERELATION DAYでは、開発途上の作品の企画概要、コンセプト、デモを持ち時間2分間で発表を行い、自チーム以外で最も評価の高かったチームに投票を行った。

2. 投票方式

会場で配布したQRコードからオンラインで投票。

3. 発表作品

表 5-19 中間発表作品の一覧（全33作品）

#	作品名	チーム名	概要
1	Kaleido Bloom (仮)	Collective (仮)	● ユーザーのカメラロールの画像とTOKYO NODEの画像を組み合わせた花を作り、空間に広げていくことで、虎ノ門のまちにどんな文化を成長させることができるか、想像を膨らませる
2	ビールビル (仮)	Fortissimo	● 虎ノ門ヒルズをビールジョッキに見立てて、最高の乾杯をサポート！
3	トリックアートで都市を楽しもう	Hirohiro2	● 都市をトリックアート化していく新たな体験を提供
4	ToraTomo	Team loci	● 「都市と、その住民の人生に触れる体験」あるXR住民が、虎ノ門に移り住み、街に染まり、旅立つまでの人生に触れる
5	Make a Fire	Make a Fire	● 虎ノ門ヒルズで超巨大花火を打ち上げよう!!
6	3D Scan Showcase	TeamIMK	● 各地で変わり続ける街を、3Dでスキャンを行いデータのアーカイブを構築する
7	AR Graffiti Platform	カブ	● VPSを用いて、限定的な場所にスマホをかざした時にのみ、グラフィティが出現する。グラフィティは、他ユーザーにも共有され、見に行くことが出来る
8	TOKYO DOMINO at TOKYO NODE (仮)	(仮称) くらばらぼっち	● 人々はドミノ牌に新しい利用方法を見出したその名は「ドミノ倒し」かつて平成の時代には人々はドミノ倒しに熱狂したその熱狂を現代に
9	チョコレートメッセージ	やどねこオールスター	● 虎ノ門ヒルズをみんなでお菓子の家にしよう!チョコレートにメッセージを書いて、共有して、あま~いバレンタインデーを作りましょう!!
10	AR パークゴルフ in 虎ノ門	もーり虎ノ門ゴルフカントリークラブ	● 虎ノ門でARゴルフを楽しもう！

11	Vacuuuum	TechNoam	<ul style="list-style-type: none"> 各場所に配置されたARオブジェクトを掃除機で吸うと店舗等の情報を確認できる(多言語表示)
12	SKyscraper stage in Toranomon	SKiT	<ul style="list-style-type: none"> 電子ドラムの入力に合わせて街スケールのエフェクトを出してライブしたい
13	Off The Wall	afro(仮称)	<ul style="list-style-type: none"> PLATEAU 都市モデルも重ねながらともだちの作品を街の上空にならべたい
14	虎ノ門近未来プラットフォーム	massan	<ul style="list-style-type: none"> ユーザーはARで周囲を見渡すことで近未来のビジネスパーソンの日常を疑似体験できる
15	AvaMemo(仮)	ばいそん	<ul style="list-style-type: none"> 「人」と「言葉」を「場所」に紐づけて共有できる仕組みづくり
16	「TSUNAGARU」	さくらゆ・ソイソース	<ul style="list-style-type: none"> 「TSUNAGARU」は、対象のエリア内で出会った人との思い出をその場その場に点として記録していく、線で結ぶことで、人との繋がりを可視化したり、思い出を残したりする
17	Southern wind	NS	<ul style="list-style-type: none"> 街に出て人との待ち合わせ。行き交う人を見ながら人を待っている。春の南風が吹く中、そこには忘れていた懐かしい一瞬が待っていた…。そんな"エモい"がテーマの"デジタルツイン"作品
18	考え中	KEIEM・UT-virtual	<ul style="list-style-type: none"> 場所に根差した素材で機械生命体を作る・時を経て成長していく素材を食べさせて育てていく
19	イロドリ	イロドリ	<ul style="list-style-type: none"> 3D都市データを活用して、AR上で絵を描く事や画像データを建築物に張り付ける事ができる。いいね数の量でランキングを表示し、1位の人の画像をAR上で表示するオンラインアプリ
20	挨拶ポイントアプリ「AiPo」	Team OneLove	<ul style="list-style-type: none"> 虎ノ門ですれ違った人に「挨拶」をするとポイントが貯まる
21	未定	Fujito matsubara	<ul style="list-style-type: none"> 虎ノ門エリアに新たな情報発信レイヤーとして、様々な人が参加できるXRモールを作ります。ガイドとして出現するXRモールは、目的地への効率的な移動ではない、セレンディピティの期待できる移動体験として昇華させ、時には迷うこと楽しむものになります。
22	時間投影	hmns	<ul style="list-style-type: none"> 時間投影されるverseを介した実空間の閲覧、ざっくりいうと実体験に近づけたフォトアルバム
23	Shadow Waltz	designium2	<ul style="list-style-type: none"> 場所×AR×Shadow
24	未定	MakeSmileProject	<ul style="list-style-type: none"> MakeSmileをテーマに、この街に集まる方々が誰もが簡単に楽しく利用できて思わずクスッと笑顔になり、誰かのアクションが誰かの元気につながるような、XR体験を作りたい

25	XR センサリーマップ	センサリーカメレオン	● 感覚過敏の方向けのセンサリーマップを作り、刺激が強い場所の事前確認を行えるようにする
26	AR コミック TOKYO NODE	イマ・趣味はパイナップル	● B2F から 8F までを、TOKYO NODE の概要を紹介しながら案内するマンガ作品です。体験者は、AR 空間に登場するコマに従いながら読み進めていくことで TOKYO NODE LAB に辿り着くことができます
27	未定	LUDENS	● 自分の位置や周りの様々な場所を直感的に把握できるようにするアプリ
28	VPS ライフロガー GhostCam(仮題)	PLATEAU Window's	● ユーザーは意識してアプリを操作せずに行動を記録記録したデータを物体検出・分析ビューアーでは自分の行動を俯瞰して見ることができます
29	祝祭都市構想プラットフォーム 2024	Shogo・team s	● (虎ノ門ヒルズステーションタワーから)神宮外苑神宮外苑の「空き地」と皇居前「広場」を結ぶ祝祭「路」
30	City hack system(仮)	パチコマ	● 本作品は、攻殻機動隊 SAC 2ndGIG の 1 話みたいなことをやりたい!から始まった ACTSG
31	虎ノ門南無南無	サイバー南無南無	● サイバー南無南無初の AR アプリ開発!虎ノ門ヒルズ限定でだれでも簡単に讚仏偈が唱えられてキラキラした仏像を拝観できる!
32	PA(psychological amplifier)	ふっしい。	● ・新型の AR グラスを装着し、自身に似た多くの AR クローンに出会う
33	Toranomon Virtual CheckPoint	TEAM-5	● 様々な人がチェックポイントを通過することでゲームを行えたり、フォトスポットを体験したり、街の情報が取得できるような仕組みを構築
34	未定	41h0	● ロケットになった虎ノ門ステーションビルに乗って宇宙に飛び立ち、地球に迫る巨大隕石を破壊する AR ライドアトラクション

4. 投票結果の詳細

表 5-20 投票結果（上位 5 作品）

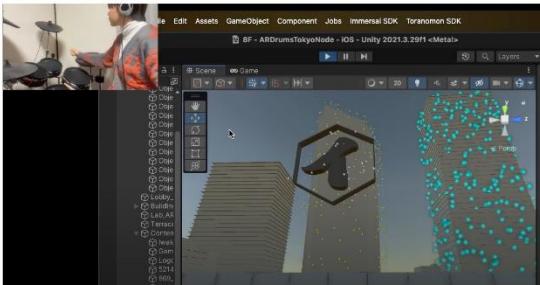
#	作品名	チーム名	投票数
1	SKyscraper stage in Toranomon	SKiT	得票数：7
2	Kaleido Bloom (仮)	Collective (仮)	得票数：6
3	未定	41h0	得票数：5
4	虎ノ門南無南無	サイバー南無南無	得票数：4
5	Make a Fire	Make a Fire	得票数：3

5. 上位5作品の発表内容

ACCELERATION DAY 中間発表会 TOKYO NODE "XR HACKATHON"
powered by PLATEAU

ニックネーム・チーム名 SKiT	SNSアカウント名 @sakutama_11 @Kuni29292 @iwaken71	作品タイトル Skyscraper stage in Toranomon
----------------------------	--	--

作品紹介



電子ドラムの入力に合わせて
街スケールのエフェクトを出してライ
ブしたい

https://drive.google.com/file/d/1ifNLCwYneSP9Uq4xrrmm3XlojXOMgCTV/view?usp=drive_link

図 5-12 チーム名：SKiT 「Skyscraper stage in Toranomon」（1位）

ACCELERATION DAY 中間発表会 TOKYO NODE "XR HACKATHON"
powered by PLATEAU

ニックネーム・チーム名 Collective(仮) Four4_mm / sion / icchan / Discont	SNSアカウント名 @Four4_mm	作品タイトル Kaleido Bloom(仮)
---	------------------------	-----------------------------------

作品紹介

世界中から虎ノ門ヒルズに遊びに来た人たちが、ただ鑑賞者として存在するのではなく、自分も何か種を植えたい！文化を作りたい！と考え、文化の担い手になるためのきっかけを作りたい！

↓

ユーザーのカメラロールの画像とTOKYO NODEの画像を組み合わせた花を作り、空間に広げていくことで、虎ノ門のまちにどんな文化を成長させることができるか、想像を膨らませる



図 5-13 チーム名：collective（仮）「kaleidobloom（仮）」（2位）

ACCELERATION DAY 中間発表会 TOKYO NODE "XR HACKATHON"
powered by PLATEAU

ニックネーム・チーム名 41h0	SNSアカウント名 X @41h01	作品タイトル 未定
---------------------	-----------------------	--------------

作品紹介

ロケットになった虎ノ門ステーションビルに乗って
宇宙に飛び立ち、地球に迫る巨大隕石を破壊する
ARライドアトラクションです。

高層ビルならではの「空AR」で
どのようなことができるのか？を確かめる
試験的なコンテンツを作る予定です。

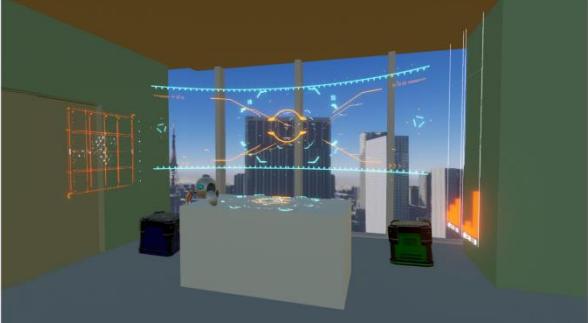


図 5-14 チーム名：sh40 「未定」（3 位）

ACCELERATION DAY 中間発表会 TOKYO NODE "XR HACKATHON"
powered by PLATEAU

ニックネーム・チーム名 サイバー南無南無	SNSアカウント名 河野 X @madoka55537 ジェイソン Instagram @jasonofthestorm	作品タイトル 虎ノ門南無南無
-------------------------	--	-------------------

作品紹介

サイバー南無南無初のARアプリ開発！
虎ノ門ヒルズ限定でだれでも簡単に讃仏偈が唱えられて
キラキラした仏像を拝観できる！
ぜひ、カップルやご家族で

図 5-15 チーム名：サイバー南無南無「虎ノ門南無南無」（4 位）

ACCELERATION DAY 中間発表会 TOKYO NODE "XR HACKATHON"
powered by PLATEAU

ニックネーム・チーム名  Make a Fire	SNSアカウント名  @ayutaya_chan 	作品タイトル Make a Fire 
作品紹介 虎ノ門ヒルズで 超巨大花火を打ち上げよう！！ 直径100km!?		

図 5-16 チーム名：Make a Fire 「Make a Fire」（5 位）

5-2-2-I. 実証の様子

ACCELERATION DAY は中間発表を行う場として開催し、各チームが進捗を発表することで、アイデアや進捗、技術課題などを共有した。



図 5-17 イベントの模様 ACCERELATION DAY 1



図 5-18 イベントの模様 ACCERELATION DAY 2

海外からの参加者もあり、お互い得意なことをチームで発揮し、発表する姿もあった。



図 5-19 イベントの模様 ACCERELATION DAY 3

ACCERELATION DAY でも引き続き、ネットワーキングを行い、XR HACKATHON 参加者同士の交流の促進に努めた。



図 5-20 イベントの模様 ACCERELATION DAY 4

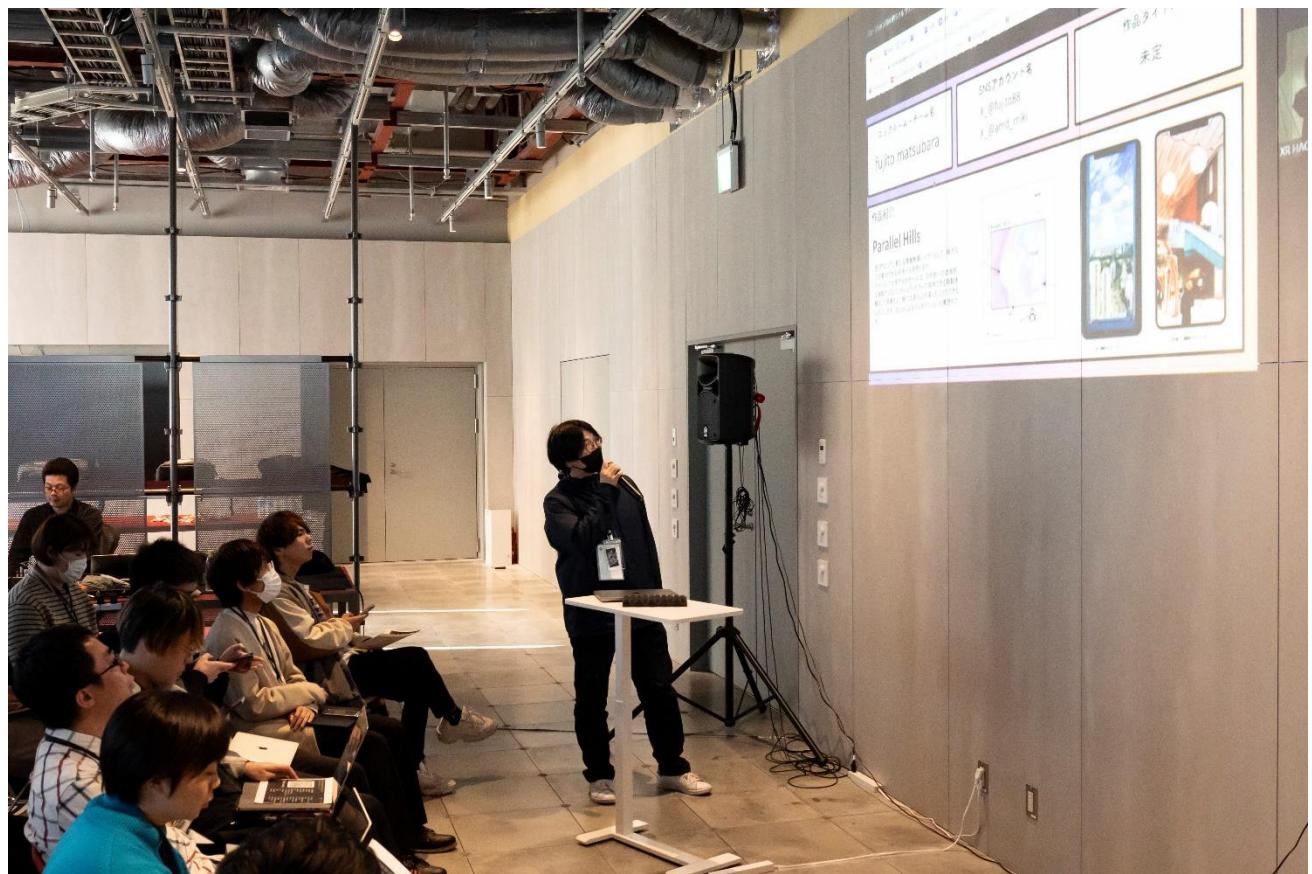


図 5-21 イベントの模様 ACCERELATION DAY 5

5-2-3. 第3回 XR HACKATHON (AWARD NIGHT) の詳細

2024年2月10日に第3回XR HACKATHONとして、「TOKYO NODE “XR HACKATHON” powered by PLATEAU : AWARD NIGHT」を開催した。

AWARD NIGHTでは1次審査を通過したファイナリスト16チームによるピッチを行い、4名の審査員による最終審査を経て、最優秀賞と3つの部門賞を決定した。ファイナリスト以外のチームにも作品紹介の機会を与えるため、AWARD NIGHT終了後にそこでピッチの機会を作り、参加者同士の知見の共有やコミュニティの活性化を図った。

表 5-19 審査基準

項目	内容
新規性	都市の新たな体験を生み出すXRサービス・コンテンツが生まれたか
利便性	都市の利便性を向上できるようなXRサービス・コンテンツが生まれたか
向上性	都市の既存体験を向上できるようなXRサービス・コンテンツが生まれたか
容易性	虎ノ門以外の都市にも展開可能なXRサービス・コンテンツが生まれたか
社会性	都市や社会的な課題の解決に結びつくXRサービス・コンテンツが生まれたか

表 5-20 審査員の一覧¹

氏名	肩書（ハッカソン開催時点）	詳細
内山 裕弥	国土交通省総合政策局/都市局 IT戦略企画調整官	<ul style="list-style-type: none"> 1989年東京都生まれ。東京都立大学、東京大学公共政策学院で法哲学を学び、2013年に国土交通省へ入省 水管理・国土保全局、航空局、大臣秘書官補等を経て現職
朴正義	株式会社バスキュール 代表取締役	<ul style="list-style-type: none"> 宇宙と地上をつなぐKIBO 宇宙放送局や、ドバイ万博日本館に導入された音声ARなど、新しいつながりをデザインすることで新たな体験価値づくりに挑むプロジェクトを率いている 2025年大阪関西万博で2つの展示ディレクターを務めるほか、森ビルとともに虎ノ門エリアのデジタルツイン構想を推進中 この夏、新たにAIサービス企業を設立したばかり
松島 優明	『WIRED』日本版 編集長	<ul style="list-style-type: none"> 内閣府ムーンショットアンバサダー。NHK出版学芸図書編集部編集長を経て2018年より現職。21_21 DESIGN SIGHT企画展「2121年 Futures In-Sight」展示ディレクター 訳書に『ノヴァセン』（ジェームズ・ラヴロック）がある

¹ 公式HPより情報抜粋：[TOKYO NODE XR HACKATHON powered by PLATEAU](#)

		<ul style="list-style-type: none"> ● 東京出身、鎌倉在住。
杉山央	森ビル株式会社 TOKYO NODE 運営室	<ul style="list-style-type: none"> ● 2018年「MORI Building DIGITAL ART MUSEUM: EPSON teamLab borderless」室長を経て、2023年に開業する文化発信施設「TOKYO NODE」の企画を担当している ● 2025年大阪・関西万博シグネチャーパビリオン「いのちのあかし」計画統括ディレクター。

JUDGES



Yuya Uchiyama

内山裕弥

国土交通省総合政策局/都市局
IT戦略企画調整官



Masayoshi Boku

朴正義

株式会社バスキュール
代表取締役



Michiaki Matsushima

松島 倫明

『WIRED』日本版
編集長



Ou Sugiyama

杉山央

森ビル株式会社
TOKYO NODE 運営室

1989年東京都生まれ。東京都立大学、東京大学公共政策大学院で法哲学を学び、2013年に国土交通省へ入省。水管管理・国土保全局、航空局、大臣秘書官補等を経て現職。

宇宙と地上をつなぐKIBO宇宙放送局や、ドバイ万博日本館に導入された音声ARなど、新しいつながりをデザインすることで新たな体験価値づくりに挑むプロジェクトを率いている。2025年大阪万博で2つの展示ディレクターを務めるほか、森ビルとともに虎ノ門エリアのデジタルツイン構想を推進中。この夏、新たにAIサービス企業を設立したばかり。

内閣府ムーンショットアンバサダー。NHK出版学芸図書編集部編集長を経て2018年より現職。21_21 DESIGN SIGHT企画展「2121年 Futures In-Sight」展示ディレクター。訳書に『ノヴァセン』（ジェームズ・ラヴロック）がある。東京出身、鎌倉在住。

2018年「MORI Building DIGITAL ART MUSEUM: EPSON teamLab borderless」室長を経て、2023年に開業する文化発信施設「TOKYO NODE」の企画を担当している。2025年大阪・関西万博シグネチャーパビリオン「いのちのあかし」計画統括ディレクター。

図 5-17 審査員（顔写真付き）²

² 公式HPより情報抜粋：[TOKYO NODE XR HACKATHON powered by PLATEAU](#)

5-2-3-a. プログラム

表 5-21 AWARD NIGHT プログラム

プログラム	タイム テーブル	内容
オープニング	13:00-13:03	開会の挨拶、各賞内容紹介
審査員紹介	13:03-13:05	審査員 4 名紹介
発表（前半）	13:05-14:10	8 チームの中間発表を実施 (各チーム：ピッチ 5 分 + Q & A 2.5 分)
休憩	14:10-14:20	-
発表（後半）	14:20-15:25	8 チームの中間発表を実施 (各チーム：ピッチ 5 分 + Q & A 2.5 分)
審査会（+ 休憩）	15:25-15:40	審査員は別室で審査
審査結果発表/表彰	15:40-16:00	グランプリ、部門賞①、部門賞②、部門賞③、その他
審査員総評	16:00-16:10	審査結果の総評
クロージング	16:10-16:15	閉会の挨拶
アフターパーティ誘導	16:15-16:30	アフターパーティのアナウンス、誘導
移動	16:30-17:00	-

5-2-3-b. 実施場所

表 5-22 AWARD NIGHT 実施場所

項目	内容
実施場所（施設名等）	TOKYO NODE HALL
住所	東京都港区虎ノ門 2 丁目 8 (虎ノ門ヒルズステーションタワー 46 階)
公式サイト	https://tokyonode.jp/

5-2-3-c. 会場設置図

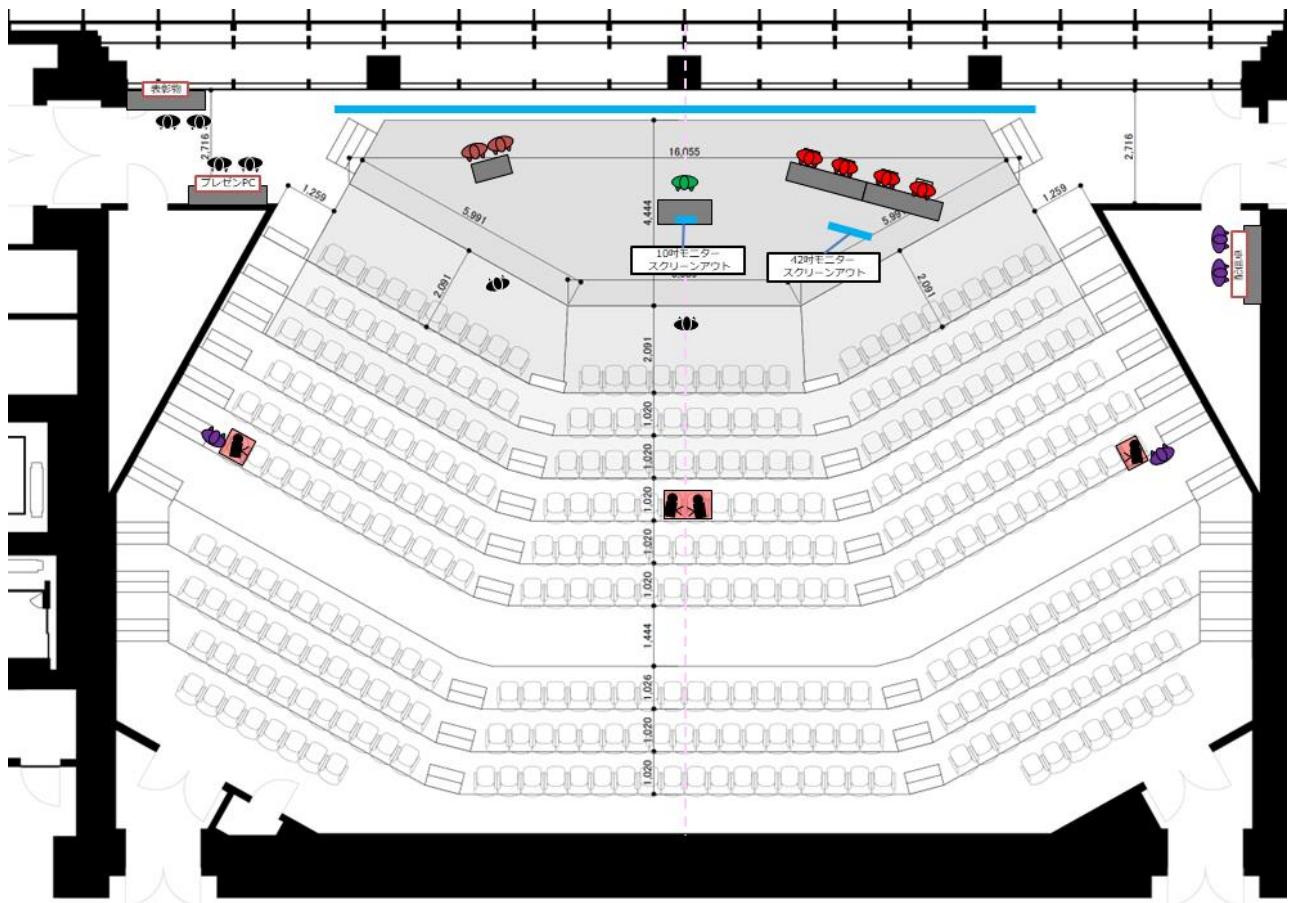


図 5-18 AWARD NIGHT 会場設置図

5-2-3-d. 利用したツール

表 5-23 AWARD NIGHT 利用ツール

ツール	バージョン情報	動作環境	説明
Unity	2021.3.4f1	Windows/Macintosh	汎用的なアプリケーション開発ツール環境 (SDK 含む)
Web サイト	-	ブラウザ	XR HACKATHON に関する Web サイト
Web ビューワ	-	ブラウザ	室内外モデルや位置を確認するためのツール
PowerPoint	-	Windows/Macintosh	運営資料作成
Excel	-	Windows/Macintosh	運営資料作成
Canva	-	Windows/Macintosh	進行用投影スライド
Google Form	-	ブラウザ	参加者募集
Slack	-	Windows/Macintosh	オンラインコミュニケーションツール
Discord	-	Windows/Macintosh	オンラインコミュニケーションツール
YouTube	-	ブラウザ	ライブ配信ツール
Zoom	-	Windows/Macintosh	Web 会議ツール

5-2-3-e. 使用した端末・備品等

表 5-24 AWARD NIGHT 使用端末・備品等

端末・備品	数量	合計
Wi-Fi (会場のものを使用)	-	-
ラップトップ PC (ファシリテータ用)	1 台/演題	$1 \times 1 = 1$ 台 + 予備 1 台
ラップトップ PC (オペレータ用)	4 台/演題	$4 \times 1 = 4$ 台 + 予備 1 台 (ファシリテータ用と共に用)
プロジェクター	1 台/会場	$1 \times 1 = 1$ 台 (予備なし)
プロジェクタースクリーン	1 台/会場	$1 \times 1 = 1$ 台 (予備なし)
配信・投影機材	一式	-
マイク	4 個/会場	$4 \times 1 = 4$ 個 + 予備 1 個
案内板	一式	-
トランシーバー	20 台/会場	$20 \times 1 = 20$ 台 + 予備 2 台
お弁当	XX	-
トロフィー	4 個	$1 \times 4 = 4$ 個 (予備なし)
目録パネル	4 枚	$1 \times 4 = 4$ 枚 (予備なし)
身の回り品	XX	-
ネックストラップ (会場用)	一式	$100 \times 1 = 100$ 個
TOKYO NODE XR HACKATHON シール	500 枚/会場	$500 \times 1 = 500$ 枚

5-2-3-f. 通信環境

以下の環境を用意する。大量のデータのアップロード・ダウンロードによってハッカソンとしての体験品質が低下しないよう、データ通信は最小限となるツールの設定を行った。

表 5-25 AWARD NIGHT 通信環境

項目	内容
固定回線	<ul style="list-style-type: none"> ● TOKYO NODE HALL の施設常設の回線を利用する ● USEN 回線を 1 回線用意する
モバイル回線	<ul style="list-style-type: none"> ● 予備として用意する
Wi-Fi	<ul style="list-style-type: none"> ● 上記 USEN 回線のゲスト向け SSID を参加者に開放する

5-2-3-g. 運営メンバーの人数・役割

表 5-26 AWARD NIGHT 運営メンバー

役割	人数	主担当
ファシリテータ	1 人	SYMMETRY
プランナー/プロデューサー	3 人	森ビル、SYMMETRY
イベントディレクター	3 人	SYMMETRY
イベントアシスタント	14 人	SYMMETRY
配信・機材スタッフ	2 人	SYMMETRY
テクニカルスタッフ	6 人	森ビル
審査員	4 人	国土交通省、森ビル、SYMMETRY、WIRED

5-2-3-h. 参加者

表 5-27 AWARD NIGHT 参加者

項目	内容
参加人数	<ul style="list-style-type: none"> ● 参加者は計 158 名 (XR HACKATHON 参加者 46 名、メディア 10 名、関係者 60 名、一般来場者 42 名) ● メディア・一般オンライン視聴 (最大 1,000 名)

5-2-3-i. 参加者のグループ分け

ハッカソンのチーム別に発表していただいた

5-2-3-j. 運営上の工夫

- 関係者以外にメディア、一般来場者も来場するため、会場へのルートや会場設備を把握し、適切に案内できるよう訓練を行う
- 不測の事態により会場が混乱する可能性があるため、緊急時のエスカレーション方法を検討する
- 参加チームから1次審査を行い、ファイナリストを選定するため、審査基準の検討・公開を行う
- ファイナリスト以外の参加チームにも積極的に来場してもらうため、別途作品を発表する機会を設ける

5-2-3-k. 第3回XR HACKATHON (AWARD NIGHT) の結果

6. 受賞作品の一覧³

表 5-28 受賞作品の一覧

#	プライズ名	作品名	チーム名
1	GRAND PRIZE	TORANOMON bird's eye view	LUDENS
2	Xplorer Prize	SKyscraper stage in Toranomon	SKiT
3	Volumetric Prize	WaraWara	ばいそん
4	PLATEAU Prize	AR プロゴルファー虎！	虎ノ門ゴルフカントリー
5	審査員特別賞	XR Sensory Map	センサリーカメレオン

7. 受賞作品の詳細

#1 GRAND PRIZE : 「TORANOMON bird's eye view」

- 作品の説明
 - 自分や位置や目的地を直感的に把握、移動の体験創出 AR アプリ
 - デジタルツインと XR 技術で都市における身体性を拡張させる
- 評価されたポイント
 - Immersal、Pinnacle、3D 都市モデルを効果的に使用し、現実世界ではなく、デジタル世界での解決方法を見出している
 - まちづくりにおいて都市の抱えている問題をテクノロジーで解決している

³ 詳細は公式 HP を参照 : [TOKYO NODE XR HACKATHON powered by PLATEAU](#)

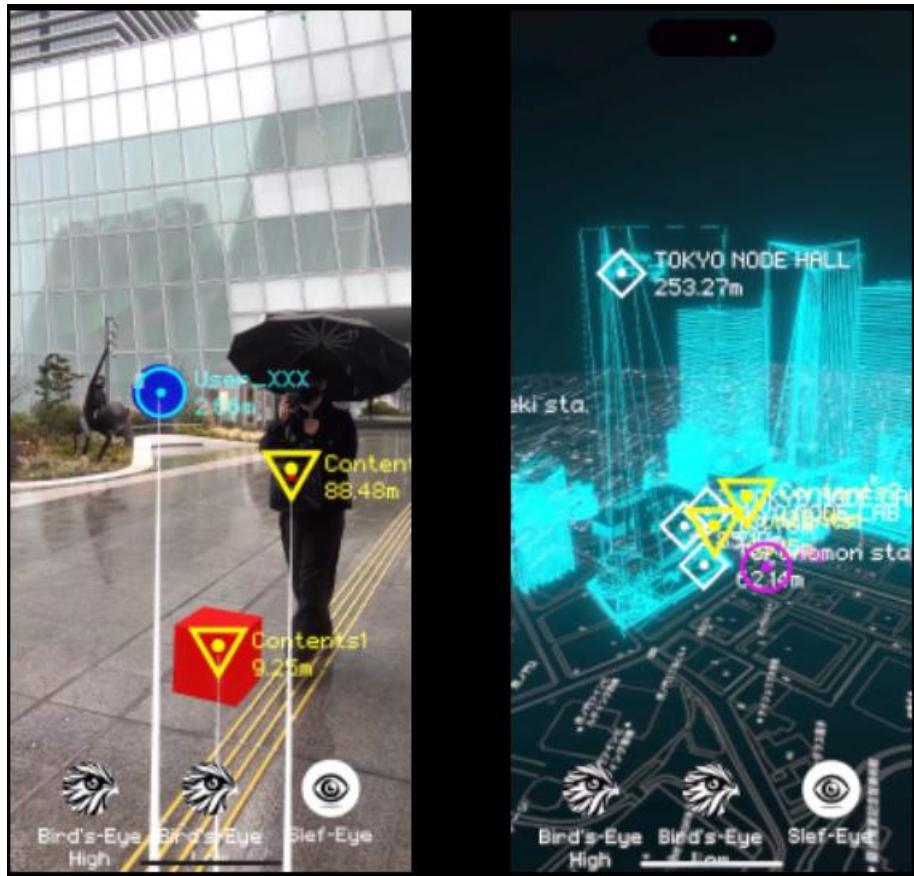


図 5-19 TORANOMON bird's eye view

#2 Xplorer Prize : 「SKyscraper stage in Toranomon」

- 作品の説明
 - 電子ドラムを叩いた瞬間に虎ノ門のビルにエフェクトが出現する AR ドラム
 - ドラムセットの種類や強弱によるエフェクトの出し訳によって、ドラムのパフォーマンスが楽しくなる
- 評価されたポイント
 - 音の振動と 3D モデルを組み合わせて表現している
 - 良い意味で、シンプルで本当にやりたいという想いが感じられた



図 5-20 SKyscraper stage in Toranomon

#3 Volumetric Prize : 「WaraWara」

- 作品の説明
 - 好きな顔ハメパネルを使用し、記念撮影できる AR カメラアプリケーション
 - 場所を選ばず、顔ハメパネルで遊べ、トリック写真のように動かして遊べる
- 評価されたポイント
 - 3D モデルとオクルージョンをうまく使い、エンターテイメント性を高めた
 - 皆がこのサービスを使うようになる未来を思い描けた



図 5-21 WaraWara

#4 PLATEAU Prize :「AR プロゴルファー虎」

- 作品の説明
 - 屋外から屋内、屋内から屋外へ。虎ノ門を舞台にした AR ゴルフゲーム
 - ゴルフゲームをしながら、様々な場所を歩き、観光スポットを回っていく面白さ
- 評価されたポイント
 - 屋外 GPS や 3D モデル、屋内の VPS や 3D モデルをシームレスに繋ぎ、現実と仮想を上手く組み合わせて表現している
 - ボールを追いかける新体制と都市のリアルな体験を AR と融合した新しいソリューション

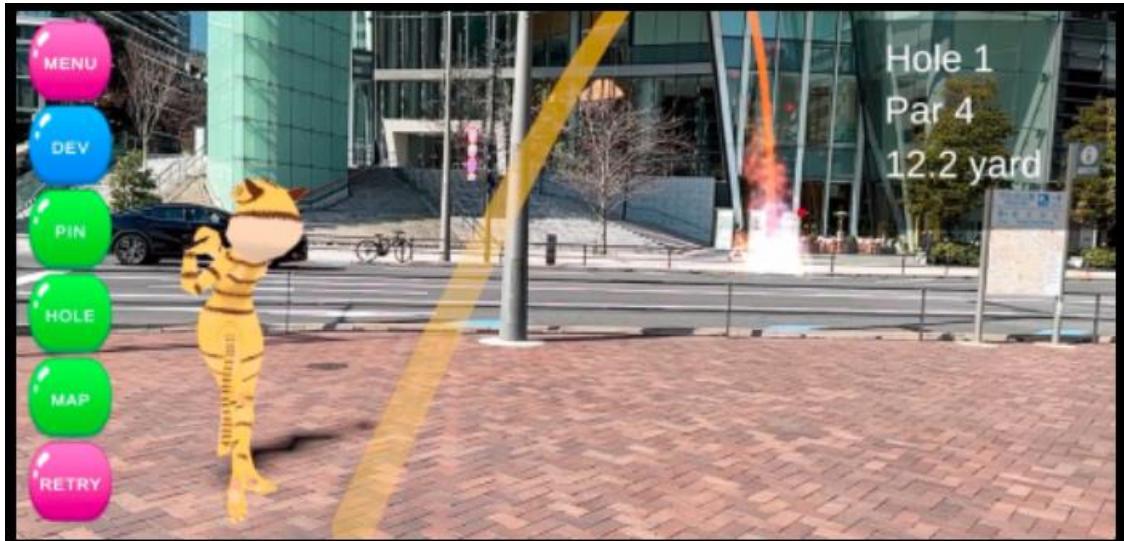


図 5-22 AR プロゴルファー虎！

#5 審査員特別賞：「XR Sensory Map」

- 作品の説明
 - 街で体験する視覚や聴覚、嗅覚的な情報を、デジタルツイン上でARを用いて可視化
 - 感覚過敏という問題は屋外だけでなく、屋内でもあり、人が交わる場所にこそ知ってほしい
- 評価されたポイント
 - ARを使用してさらに効果的に見せることに意識が行きがちだが、効果をなくす目的でARを使用している
 - 街づくりをする側が気付けなかった問題に、改めて気づかせられた

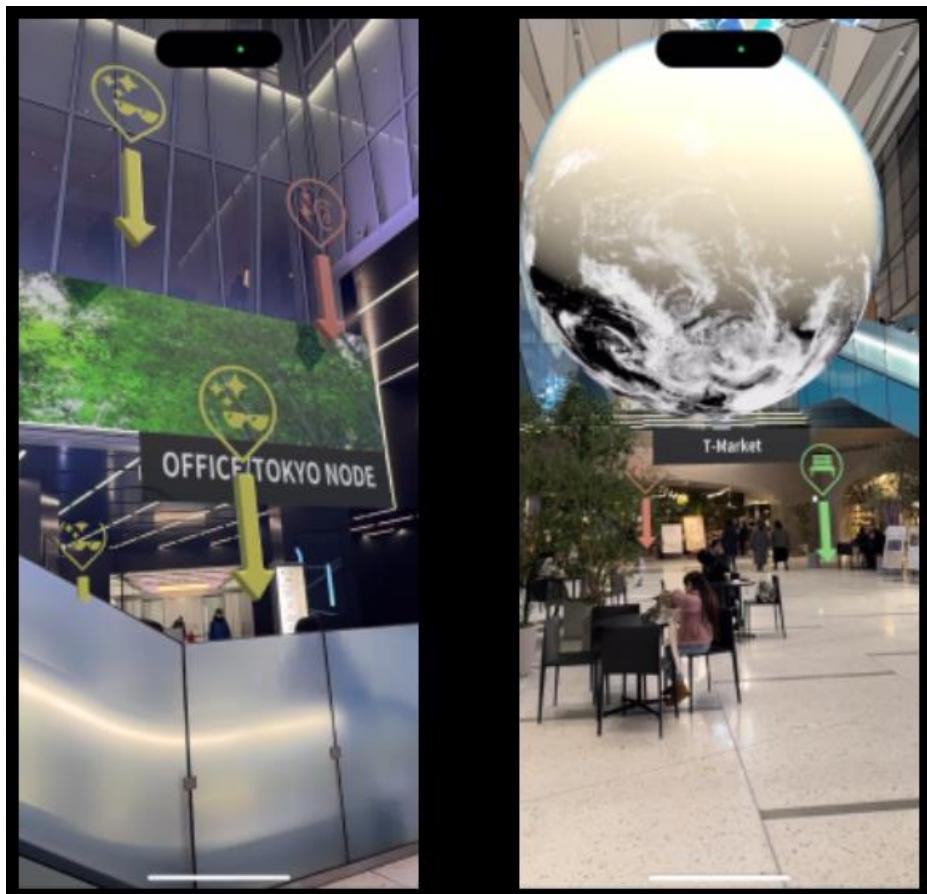


図 5-23 XR Sensory Map

5-2-3-I. 実証の様子

虎ノ門ヒルズステーションタワー46FのTOKYO NODEホールでAWARD NIGHTを開催した。



図 5-22 イベントの模様 AWARD NIGHT 1



図 5-23 イベントの模様 AWARD NIGHT 2

AWARD NIGHT では、最終審査に残ったファイナリスト 16 チームによるプレゼンテーションが行われた。



図 5-24 イベントの模様 AWARD NIGHT 3

審査員による審査の結果、各賞の受賞者が決定した。



図 5-25 イベントの模様 AWARD NIGHT 4



図 5-26 イベントの模様 AWARD NIGHT 5



図 5-27 イベントの模様 AWARD NIGHT 6

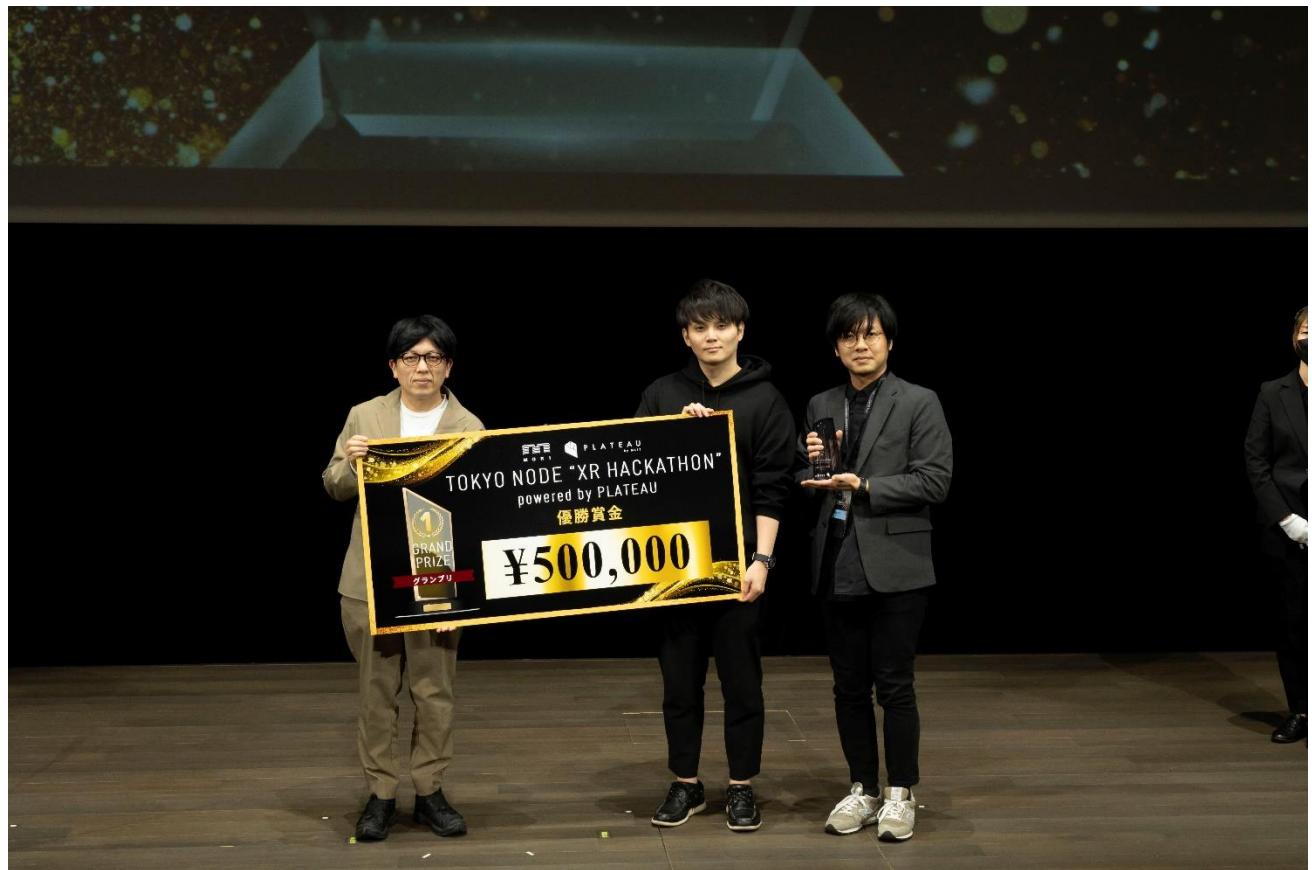


図 5-28 イベントの模様 AWARD NIGHT 7

5-2-4. 特別開催「EXTRA DAY」の詳細

2023年12月9日～2024年2月3日の期間、XR HACKATHONの一環として、「TOKYO NODE “XR HACKATHON” powered by PLATEAU : EXTRA DAY」を開催した。

XRコンテンツ開発で必要となる現地検証やチーム内の打合せを行えるように作業場所の開放を実施した。また、参加者交流やXRコンテンツ作成に関するQ&A、外部から有識者を招いて講演等を行うことで、知見の共有やコミュニティ形成の推進を行った。

5-2-4-a. プログラム

表 5-29 EXTRA DAY (2023年12月9日) プログラム

プログラム	タイム テーブル	内容
アイデア共有、虎ノ門ヒルズステーションタワー回遊	13:00-17:00	検証場所の実地観察

表 5-30 EXTRA DAY (2023年12月16日) プログラム

プログラム	タイム テーブル	内容
ネットワーキング、LAB開放	13:00-15:00	参加者交流会、チーム組成 TOKYO NODE LAB を作業場所として開放
SDK の Q&A	15:00-17:00	SDK の使い方に関する Q&A、ハンズオン

表 5-31 EXTRA DAY (2023年12月26日) プログラム

プログラム	タイム テーブル	内容
TOKYO NODE LAB 交流会	18:00-21:00	TOKYO NODE LAB メンバーによる交流会

表 5-32 EXTRA DAY (2024年1月13日) プログラム

プログラム	タイム テーブル	内容
外部有識者の講演	13:00-13:30	垂直情報取得についての仕組み説明
Q&A (垂直情報取得)	13:30-13:40	質疑応答
Q&A (SDK)	13:40-15:00	SDK の使い方に関する Q&A、ハンズオン
LAB開放	15:00-17:00	TOKYO NODE LAB を作業場所として開放

表 5-33 EXTRA DAY (2024 年 1 月 17 日) プログラム

プログラム	タイム テーブル	内容
テラス開放	9:00-11:00	TOKYO NODE CAFÉ のテラスを作業場所として開放
LAB 開放	14:00-19:00	TOKYO NODE LAB を作業場所として開放

表 5-34 EXTRA DAY (2024 年 1 月 18 日) プログラム

プログラム	タイム テーブル	内容
テラス開放	9:00-11:00	TOKYO NODE CAFÉ のテラスを作業場所として開放
LAB 開放	14:00-19:00	TOKYO NODE LAB を作業場所として開放

表 5-35 EXTRA DAY (2024 年 1 月 20 日) プログラム

プログラム	タイム テーブル	内容
テラス開放	9:00-11:00	TOKYO NODE CAFÉ のテラスを作業場所として開放
LAB 開放	10:00-19:00	TOKYO NODE LAB を作業場所として開放

表 5-36 EXTRA DAY (2024 年 1 月 21 日) プログラム

プログラム	タイム テーブル	内容
テラス開放	9:00-11:00	TOKYO NODE CAFÉ のテラスを作業場所として開放
LAB 開放	13:00-17:00	TOKYO NODE LAB を作業場所として開放

表 5-37 EXTRA DAY (2024 年 2 月 3 日) プログラム

プログラム	タイム テーブル	内容
テラス開放	9:00-11:00	TOKYO NODE CAFÉ のテラスを作業場所として開放
LAB 開放	13:00-17:00	TOKYO NODE LAB を作業場所として開放

5-2-4-b. 実施場所

表 5-38 EXTRA DAY 実施場所 1

項目	内容
実施場所（施設名等）	TOKYO NODE LAB
住所	東京都港区虎ノ門2丁目8（虎ノ門ヒルズステーションタワー8階）
公式サイト	https://tokyonode.jp/

表 5-39 EXTRA DAY 実施場所 2

項目	内容
実施場所（施設名等）	TOKYO NODE CAFE
住所	東京都港区虎ノ門2丁目8（虎ノ門ヒルズステーションタワー8階）
公式サイト	https://tokyonode.jp/

5-2-4-c. 会場設置図

以下のため、特になし。

- TOKYO NODE LAB に設置済みの机、椅子を使用
- 椅子が不足した場合は、適宜補充

5-2-4-d. 利用したツール

表 5-40 EXTRA DAY 利用ツール

ツール	バージョン情報	動作環境	説明
Unity	2021.3.4f1	Windows/Macintosh	汎用的なアプリケーション開発ツール環境 (SDK 含む)
Web サイト	-	ブラウザ	XR HACKATHON に関する Web サイト
Web ビューワー	-	ブラウザ	室内外モデルや位置を確認するためのツール
PowerPoint	-	Windows/Macintosh	運営資料作成、ピッチ資料作成、技術レクチャー資料作成
Excel	-	Windows/Macintosh	運営資料作成
Slack	-	Windows/Macintosh	オンラインコミュニケーションツール
Discord	-	Windows/Macintosh	オンラインコミュニケーションツール

5-2-4-e. 使用した端末・備品等

表 5-41 EXTRA DAY 使用端末・備品等

端末・備品	台数	合計
Wi-Fi (会場のものを使用)	-	-
ラップトップ PC (ファシリテータ用)	1 台/演題	$1 \times 1 = 1$ 台 + 予備 1 台
マルチモニター	一式	-
マイク	2 個/会場	$2 \times 1 = 2$ 個 + 予備 1 個
案内板	一式	-
ネックストラップ (イベント参加用)	一式	$1 \times 100 = 100$ 個
ネックストラップ (実地検証用)	一式	$1 \times 100 = 100$ 個
TOKYO NODE XR HACKATHON シール	500 枚/会場	$1 \times 500 = 500$ 枚

5-2-4-f. 通信環境

以下の環境を用意する。大量のデータのアップロード・ダウンロードによってハッカソンとしての体験品質が低下しないよう、データ通信は最小限となるツールの設定を行った。

表 5-42 EXTRA DAY 通信環境

項目	内容
固定回線	<ul style="list-style-type: none"> ● TOKYO NODE LAB の施設常設の回線を利用する ● USEN 回線を 1 回線用意する
モバイル回線	<ul style="list-style-type: none"> ● 予備として用意する
Wi-Fi	<ul style="list-style-type: none"> ● 上記 USEN 回線のゲスト向け SSID を参加者に開放する

5-2-4-g. 運営メンバーの人数・役割

表 5-43 EXTRA DAY 運営メンバー

役割	人数	主担当
ファシリテータ	1 人	SYMMETRY
プランナー/プロデューサー	3 人	森ビル、SYMMETRY
イベントディレクター	3 人	SYMMETRY
イベントアシスタント	14 人	SYMMETRY
配信・機材スタッフ	2 人	SYMMETRY
テクニカルスタッフ	6 人	森ビル
審査員	4 人	国土交通省、森ビル、SYMMETRY、WIRED

5-2-4-h. 参加者

XR HACKATHON 参加者による自由参加

5-2-4-i. 参加者のグループ分け

特になし

5-2-4-j. 運営上の工夫

XR HACKATHON には、様々な職種の参加者から応募があったため、居住地や技術、モチベーションの維持などの問題を解決しながら進めることが必要である。このため、作品提出までの期間は以下の点に注意し運営を行った。

- 東京近郊からの現地参加者とオンライン参加者の温度差があることを留意し、デジタルツール上での参加者同士の情報共有・コミュニケーション（Discord の活用等）を実施し促進した
- VPS・3D 都市モデルに初めて触れる参加者向けに、VPS・3D 都市モデルの利用方法や開発上の注意点などをイベントで配信した
- 参加者同士のチーム組成を促進するために、アイデア共有やチームメンバー募集等の情報共有・コミュニケーションを実施した
- 開発におけるトラブルや不安を抱える参加者には手厚いサポートを行うことで、途中で脱落者が出てこないよう配慮した
- デジタルツール上では完全にコミュニケーションをカバーすることは困難であると想定されるため、オフラインでの開発検証や参加者・チーム交流の拠点として、参加者に対して TOKYO NODE LAB 施設を開放した

5-2-4-k. 実証の様子

EXTRA DAY では、各々のチームで検証を行ったり、質疑応答をしたり作業場所として TOKYO NODE を活用し、コンテンツ作成を行なっていた。



図 5-31 イベントの模様 EXTRA DAY 1



図 5-32 イベントの模様 EXTRA DAY 2



図 5-33 イベントの模様 EXTRA DAY 3



図 5-34 イベントの模様 EXTRA DAY 4



図 5-35 イベントの模様 EXTRA DAY 5

5-3. 参加者視点の検証

5-3-1. 検証目的

XR HACKATHON を実施し、イベントの中で汎用開発プラットフォーム向け SDK を提供し、イベント参加者が SDK を使用した作品作りを行うことで以下の観点で検証を行う。

【検証仮説】（再掲）

① ハッカソンの満足度評価：

ハッカソンの全体的な満足度や、運営に対する満足度を評価

② 利用システムの評価：

今回の実証実験のために開発した Web ビューワ機能、SDK 機能、等の技術要素に対する満足度を評価

5-3-2. 検証項目

ハッカソンの満足度と利用システムの評価を主な検証項目とした。

表 5-44 検証項目

検証観点 1	検証観点 2	検証項目	
		#	項目
①ハッカソンの満足度評価	1. 運営	1	ハッカソン全体の満足度はどの程度か
		2	主催者による背景・課題等の説明の満足度はどの程度か
		3	開発拠点の LAB 開放に対する満足度はどの程度か
		4	第 1 回「OPENING DAY」の満足度はどの程度か
		5	第 2 回「ACCERELTATION DAY」の満足度はどの程度か
		6	第 3 回「AWARD NIGHT」の満足度はどの程度か
②利用システムの評価	1. 全体	7	利用したシステムに対する満足度はどの程度か
		8	XR サービス・コンテンツの開発をしやすいと感じたか
		9	より良い XR サービス・コンテンツのアイデアが浮かんだと感じたか
		10	応募段階で、提供システムに強い魅力を感じたか
	2. Web ビューワ機能	11	Web ビューワ動作・表示速度に対する満足度はどの程度か
		12	実証エリアを確認するにあたり、3D 都市モデルの詳細度は適切だったか。確認の満足度はどの程度か
		13	実証エリアを確認するにあたり、2D フロアマップによる実証エリアの詳細度は適切だったか。確認の満足度はどの程度か
		14	上記 2D フロアマップ及び 3D 都市モデルによる滞在デバイスの位置情報の詳細度は適切だったか。確認の満足度はどの程度か
		15	SDK の使い方、利用方法は分かりやすいと感じたか
	3. SDK 機能	16	提供 VPS の精度は高いと感じたか
		17	提供垂直情報の精度は高いと感じたか
		18	提供 VPS、垂直位置情報を使うことで、開発のリソースがどれだけ削減されたか、またはスピードが向上したと感じたか
		19	提供 VPS、垂直位置情報を使うことで、従来になかったクオリティの体験をつくることができたと感じたか
		20	提供 3D 都市モデル、3D 施設モデルを使うことで、開発のリソースがどれだけ削減されたか、またはスピードが向上したと感じたか
		21	提供 3D 都市モデル、3D 施設モデルを使うことで、従来になかったクオリティの体験をつくることができたと感じたか
		22	SDK に実装してほしい機能・サービスはあるか？それはどんなものか？

4. その他	23	他の都市でも本システムを利用したいと感じたか
	24	AR サービス・コンテンツ開発を行う上で、実証エリアに望むインフラは何か

5-3-3. 検証方法

表 5-45 検証方法

検証観点 1	検証観点 2	検証項目	検証方法			
			#	項目	定量	定性
①ハッカソンの満足度評価	1. 運営	1 ハッカソン全体の満足度はどの程度か			● ハッカソン開催イベント内で Web アンケートを実施	● Web アンケートの各設問に自由記入欄を設定
		2 主催者による背景・課題等の説明の満足度はどの程度か			● 選択肢は「とても満足」「満足」「やや満足」「どちらでもない」「やや不満」「不満」「とても不満」の 7つで設定	● ハッカソンイベント後に対象を選定して（現地で）ヒアリングを実施
		3 開発拠点の LAB 開放に対する満足度はどの程度か			● 回答を集計し、各選択肢の選択率から評価	● 定量アンケートの回答から対象を選定し、後日ヒアリングを実施
		4 第 1 回「OPENING DAY」の満足度はどの程度か			● 職業等の属性別で集計	
		5 第 2 回「ACCERELTATION DAY」の満足度はどの程度か			● ハッカソンイベント内で Web アンケートを実施	
		6 第 3 回「AWARD NIGHT」の満足度はどの程度か			● 選択肢は「強く感じた」「感じた」「少し感じた」「どちらでもない」「あまり感じなかった」「感じなかった」「全く感じなかった」の 7つで設定	
②利用システムの評価	1. 全体	7 利用したシステムに対する満足度はどの程度か			● 回答を集計し、各選択肢の選択率から評価	
		8 XR サービス・コンテンツの開発をしやすいと感じたか			● 職業等の属性別で集計	
		9 より良い XR サービス・コンテンツのアイデアが浮かんだと感じたか			● ハッカソンイベント内で Web アンケートを実施	
		10 応募段階で、提供システムに強い魅力を感じたか			● 選択肢は「強く感じた」「感じた」「少し感じた」「どちらでもない」「あまり感じなかった」「感じなかった」「全く感じなかった」の 7つで設定	
	2. Web ビューワ機能	11 Web ビューワ動作・表示速度に対する満足度はどの程度か			● 回答を集計し、各選択肢の選択率から評価	
		12 実証エリアを確認するにあたり、3D 都市モデルの詳細度は適切だったか。確認の満足度はどの程度か			● 職業等の属性で集計	
		13 実証エリアを確認するにあたり、2D フロアマップによる実証エリアの詳細度は適切だったか。確認の満足度はどの程度か			● 実証エリアを確認するにあたり、2D フロアマップによる実証エリアの詳細度は適切だったか。確認の満足度はどの程度か	
		14 上記 2D フロアマップ及び 3D 都市モデルによる滞在デバイスの位置情報の詳細度は適切だった			● 上記 2D フロアマップ及び 3D 都市モデルによる滞在デバイスの位置情報の詳細度は適切だった	

		か。確認の満足度はどの程度か		
3. SDK 機能	15	SDK の使い方、利用方法は分かりやすいと感じたか		
	16	提供 VPS の精度は高いと感じたか		
	17	提供垂直情報の精度は高いと感じたか		
	18	提供 VPS、垂直位置情報を使うことで、開発のリソースがどれだけ削減されたか、またはスピードが向上したと感じたか		
	19	提供 VPS、垂直位置情報を使うことで、従来になかったクオリティの体験をつくることができたと感じたか		
	20	提供 3D 都市モデル、3D 施設モデルを使うことで、開発のリソースがどれだけ削減されたか、またはスピードが向上したと感じたか		
	21	提供 3D 都市モデル、3D 施設モデルを使うことで、従来になかったクオリティの体験をつくることができたと感じたか		
	22	SDK に実装してほしい機能・サービスはあるか？それはどんなものか？	<ul style="list-style-type: none"> ● ハッカソンイベント内で Web アンケートを実施 ● 自由記述から単語を抜き出しグループ化して集計 	
4. その他	23	他の都市でも本システムを利用したいと感じたか	<ul style="list-style-type: none"> ● #8-21 と同様 	
	24	AR サービス・コンテンツ開発を行う上で、実証エリアに望むインフラは何か	<ul style="list-style-type: none"> ● ハッカソンイベント内で Web アンケートを実 ● 自由記述から単語を抜き出しグループ化して集計 	

5-3-4. 検証結果

5-3-4-a. ハッカソンの満足度評価

1) サマリ

XR HACKATHON 全体に対する満足度（「とても満足」「満足」「やや満足」回答者比率）は約 98%と、極めて高い評価を得た。また、最終選考となった第 3 回「AWARD NIGHT」の満足度も約 95%と高い着地となった。全 3 回に分けて開催した各種イベントや、ハッカソン期間中の LAB 開放などが、参加者の満足度を高めたと考えられる。

一方で、LAB 開放については約 82%の満足度が得られたものの、開放日が限定的である点や、遠方からは参加が難しい点が改善点として指摘された。参加者の居住地などの条件によって差が出にくいハッカソン運営方法について、今後継続して検討する必要がある。

2) 詳細

前提として、ハッカソンへの属性別参加者数は以下の通り。

検証結果については、全体 (n=44、但し無回答等により一部減少)、及び属性別に表示する。

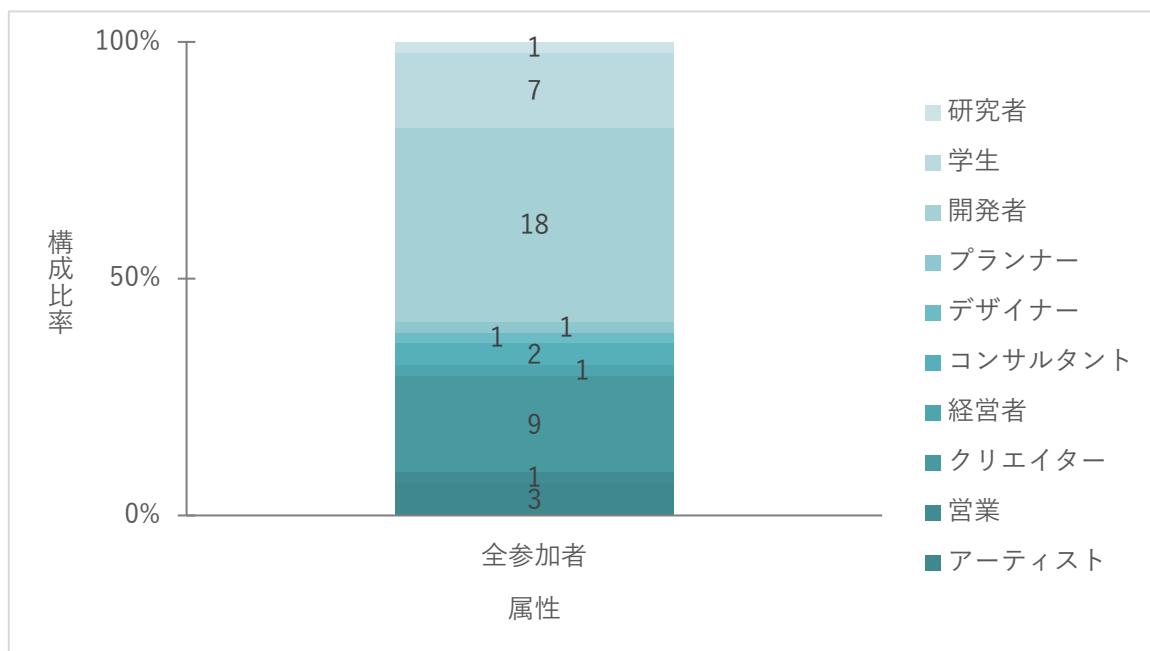


図 5-24 ハッカソン参加者の属性

1. 運営に対する満足度

Q1：ハッカソン全体の満足度はどの程度か

アンケートを回答した参加者のうち、98%の回答者が（46/47）「とても満足」「満足」「やや満足」と回答しており、今回実施したハッカソンが高く評価されたことがわかる。

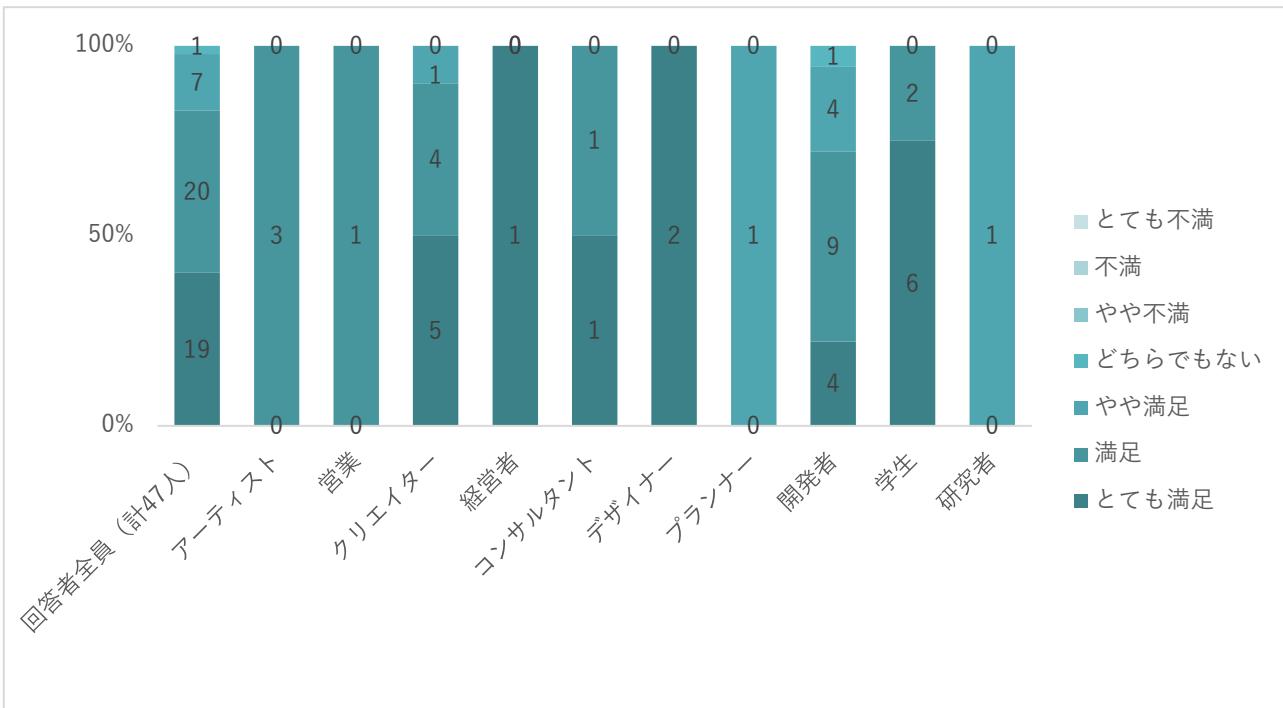


図 5-25 ハッカソン全体の満足度

表 5-46 ハッカソン全体の満足度

No.	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	XR HACKATHON を通して、新たな人との繋がりや新たな技術の習得など、都市を通して何かしら得られたと感じている参加者が多かったため、ハッカソン全体の満足度が高かったと考えられる	<ul style="list-style-type: none"> ● ツールや場所など手厚く提供いただけたので（開発者） ● 屋内 AR という新しい技術と、虎ノ門ヒルズという特別なロケーション（コンサルタント） ● 運営が素晴らしかった。作品の質が高かった（コンサルタント） ● 自分自身の作品作りで他の参加者の方々の作品を見て、技術だけでなくユニークなアイデアを沢山得られた（学生） ● VPS について詳しく理解できました（開発者） ● 自分の能力が上がり、新たな人とのつながりができる、自分の知らない世界を知れたから（学生） ● 都市について考える機会を得られた（アーティスト）

Q2：主催者による背景・課題等の説明の満足度はどの程度か

アンケートを回答した参加者のうち、94%の回答者が（44/47）「とても満足」「満足」「やや満足」と回答しており、今回実施したハッカソンの背景や課題が参加者に概ね理解されたことがわかる。

また、実証地の歴史的・地理的背景への解説を行うことで、参加者がより実証地の固有性を踏まえたアイデアを出せるよう促すことができると考えられる。

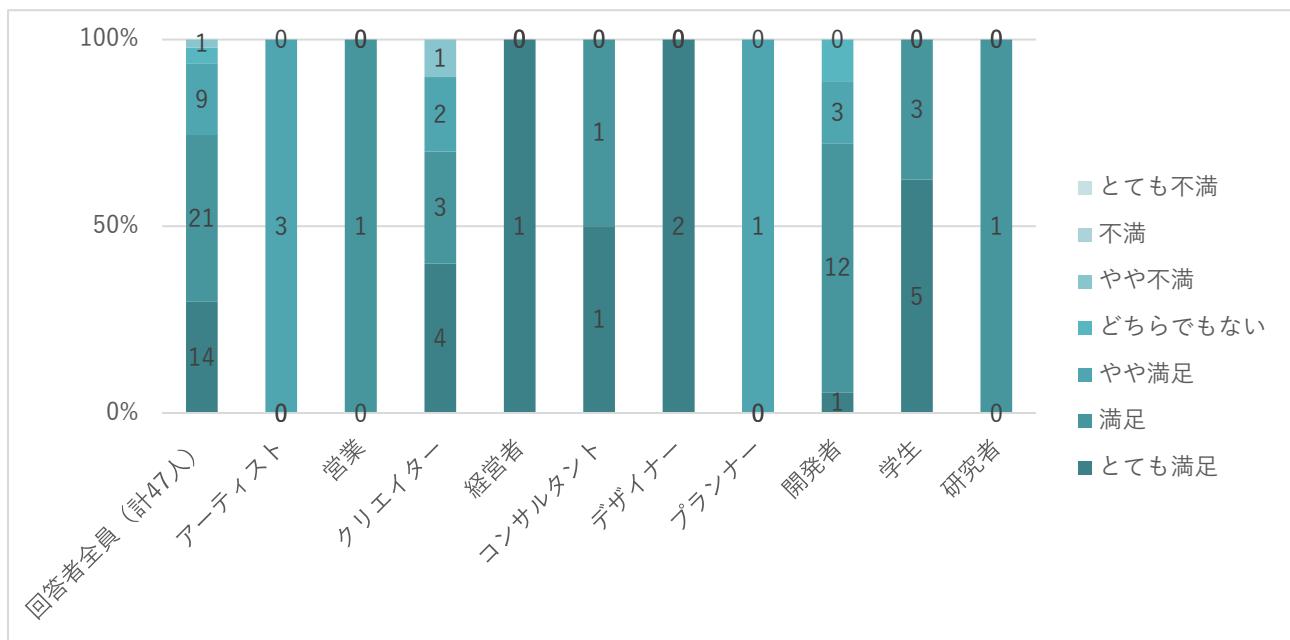


図 5-26 主催者による背景・課題等の説明の満足度

表 5-47 主催者による背景・課題等の説明の満足度

No	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	XR HACKATHON の説明については、参加者に概ね理解していただけたが、もう少し深掘りをして説明してほしいという意見もあった。	<ul style="list-style-type: none"> ● 虎ノ門ヒルズ開業に合わせて、森ビルの取り組みが興味深かった（コンサルタント） ● TOKYO NODE のコンセプトとともにわかりやすかったです（開発者） ● VPS の聖地という目標が明確で良かった（開発者） ● 理解出来て、実装まで落とし込める解像度だったから（学生） ● もう少し虎ノ門の都市について参加者にインストールしても良いと思いました（アーティスト）

Q3：開発拠点の LAB 開放に対する満足度はどの程度か

アンケートを回答した参加者のうち、82%の回答者が（37/45）「とても満足」「満足」「やや満足」と回答しており、今回実施した開発拠点の開放に対して評価が高かったことがわかる。

LAB の開放日については、全 6 回を予定していたが、要望があり 9 回の開催とした。常時開放はできず、バランスを取りながら計画を立てる必要があったが、利用者からは好評であった。実際に LAB を利用した参加者からは開放日程を増やしてほしい・開放時間を長くしてほしいとの要望が上がった。一方で、遠方に住む参加者には利用が難しく、参加者の居住地による機会の不平等が生まれたといえる。

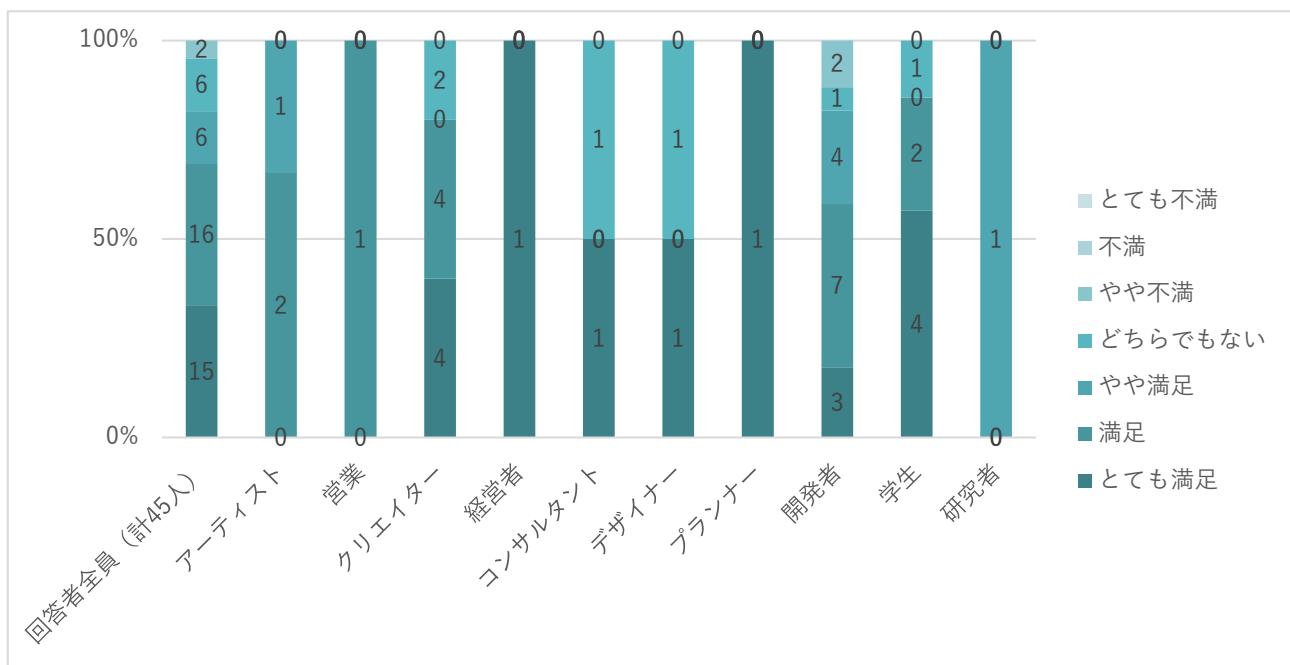


図 5-27 開発拠点の LAB 解放に対する満足度

表 5-48 開発拠点の LAB 解放に対する満足度

No	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	XR HACKATHON での開発拠点の開放については概ね評価を得られたが、常時開放を行うことができず、日程調整や遠方からの参加という面で、別途開放要望があがっていた。	<ul style="list-style-type: none"> ● 開場時刻が限定的で開放日の予定が合わないことが多かった（コンサルタント） ● 頻繁に LAB の開放をしてくださっていたが、遠方からの参加で現地になかなか行けなかった（学生） ● 現場でないと試せないものでしたので助かりました（開発者） ● 交流や運営への確認、相談がきました（開発者） ● 土曜以外の開放がより多くなったら嬉しい（学生） ● 設備が整っており、完璧です（クリエイター）

Q4：第1回「OPENING DAY」の満足度はどの程度か

アンケートを回答した参加者のうち、83%の回答者が（39/47）「とても満足」「満足」「やや満足」と回答しており、第1回「OPENING DAY」に対して評価されたことがわかる。

イベントが始まるワクワク感の演出や、参加者交流を設けたことで、最終的な第3回「AWARD NIGHT」に対する評価に繋げられたと考えられる意見も収集できた。

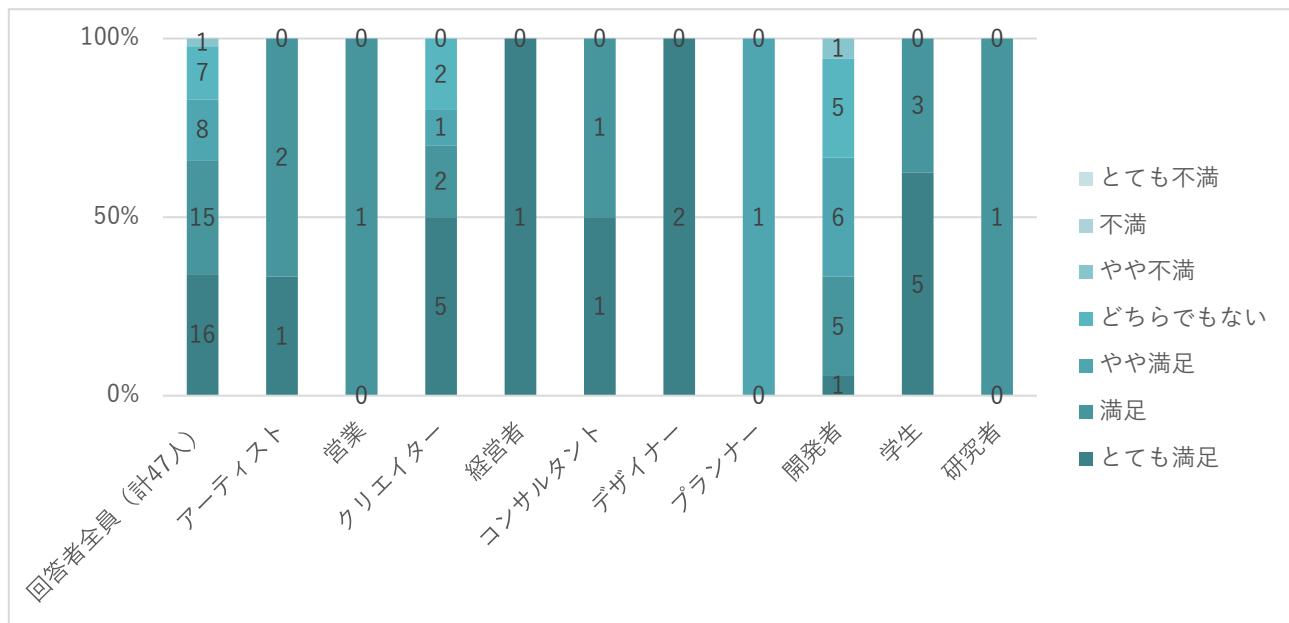


図 5-28 第1回「OPENING DAY」の満足度

表 5-49 第1回「OPENING DAY」の満足度

No	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	「OPENING DAY」は評価されており、参加者交流の場を最初に設けたことが、最終的にコミュニティ形成まで進められたと考えられる	<ul style="list-style-type: none"> ● ギリギリの申込にかかわらず、メンバーに加えていただきありがとうございます（開発者） ● 色んなクリエイターとお話ができた（学生） ● 背景や目的がわかりやすく期待感が高まった（コンサルタント） ● ハッカソンの流れ、参加者のすることや、ありがたいお話を聞くことができた（学生） ● 交流の場が持てて良かったです（学生） ● 色々勉強になった、交流もできて良かった（アーティスト） ● 主催の思想を理解できる機会があり◎（アーティスト） ● パネルディスカッションが面白い（クリエイター） ● ワクワクしました（開発者） ● 新しい出会いがあった（クリエイター）

Q5：第2回「ACCERELTATION DAY」の満足度はどの程度か

アンケートを回答した参加者のうち、78%の回答者が（36/46）「とても満足」「溡足」「やや溡足」と回答しており、第2回「ACCERELTATION DAY」に対して評価されたことがわかる。

参加者側からは最初中間発表の意義を見出せていない状態だったが、結果的に中間発表を行うことで参加者の意識が引き締まったと考えられる意見があった。

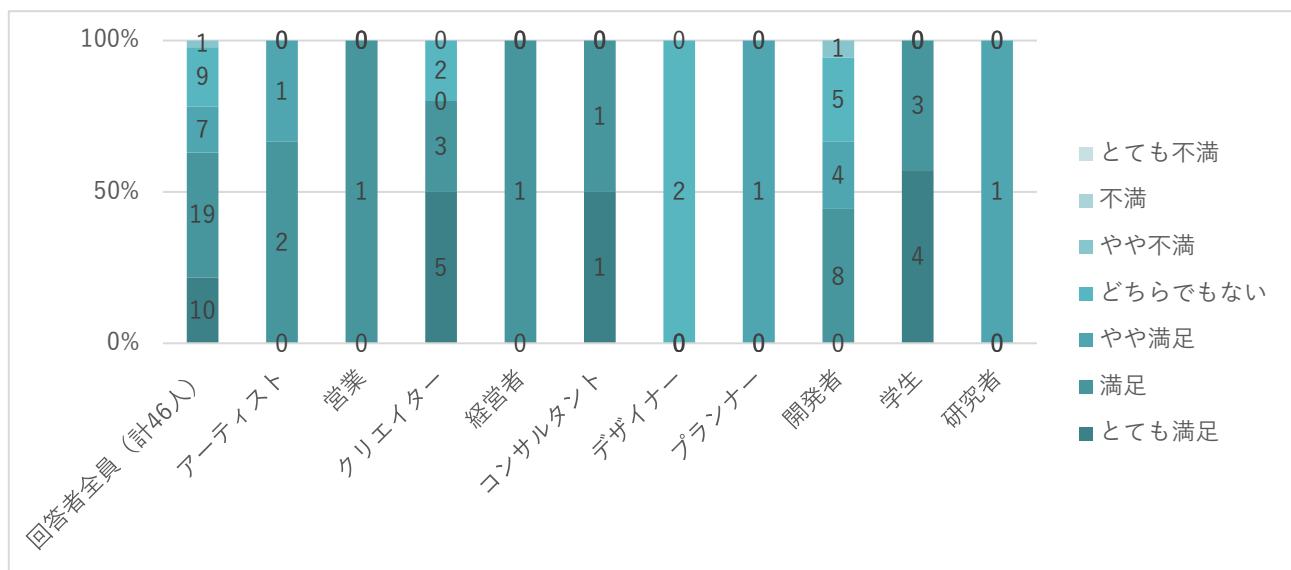


図 5-29 第2回「ACCERELTATION DAY」の満足度

表 5-50 第2回「ACCERELTATION DAY」の満足度

No	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	「ACCERELTATION DAY」は評価されており、参加者側からは最初中間発表の意義を見出せていない状態だったが、結果的に中間発表を行うことで参加者の意識が引き締まったと考えられる。	<ul style="list-style-type: none"> ● マイルストーンがあつて良かった（学生） ● リモートでしたが学びがあった（コンサルタント） ● ゲストを呼んでのミニセミナーが良かった（コンサルタント） ● 参加者の属性がよくわかつた（開発者） ● 周りの様子が見られて刺激になった（アーティスト） ● セミナーは面白かったが、作業時間や相談時間があると良かった（アーティスト） ● 投票はあまり意味がないのではないかと思いました（学生） ● 気が引きしました（開発者） ● 他チームの作品やアイデアを知れてよかったです（アーティスト）

Q6：第3回「AWARD NIGHT」の満足度はどの程度か

アンケートを回答した参加者のうち、95%の回答者が（39/41）「とても満足」「満足」「やや満足」と回答しており、第3回「AWARD NIGHT」に対して評価されたことがわかる。

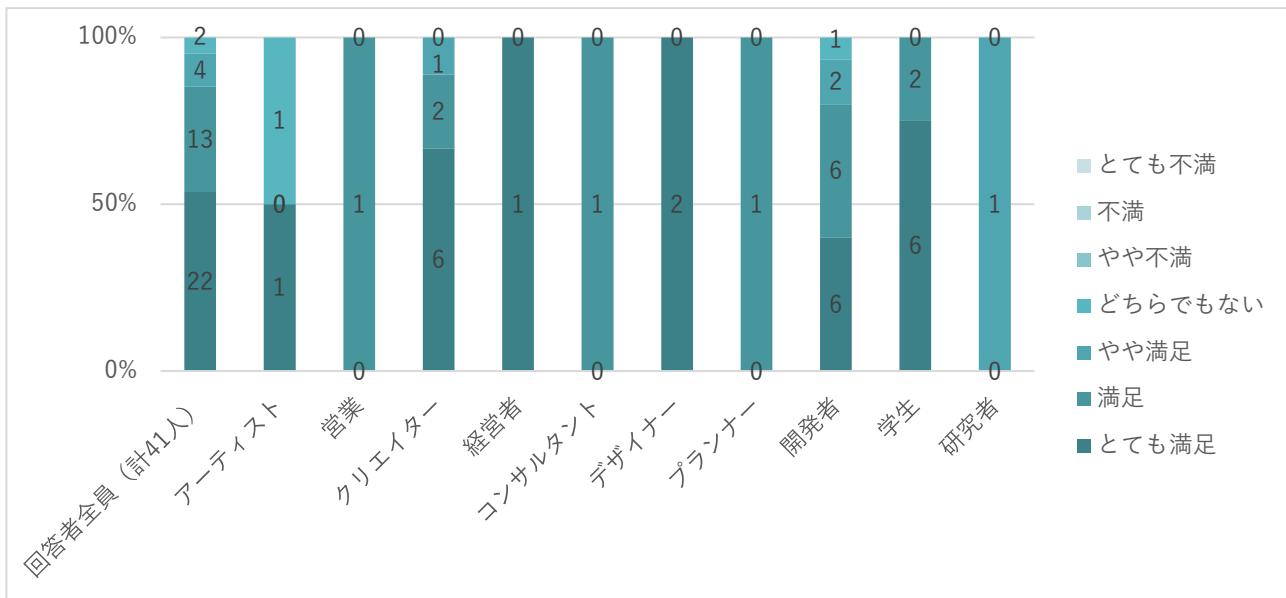


図 5-30 第3回「AWARD NIGHT」の満足度はどの程度か

表 5-51 第3回「AWARD NIGHT」の満足度はどの程度か

No	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	「AWARD NIGHT」は評価されており、特に会場の設備や観客の人数に満足したコメントが多数あった。	<ul style="list-style-type: none"> ● 大きいホールで発表が聞けて良かった（学生） ● 会場が素晴らしい、厳かな雰囲気で音響も聴きやすかった（コンサルタント） ● 皆さんの発表が色々と刺激的でした（審査員コメントも今後の参考になりました）（開発者） ● 素敵なステージ、ありがとうございます（デザイナー） ● 楽しく発表できました！！（学生） ● 大変貴重な場で発表できて嬉しかったです（アーティスト） ● スケール感がある（クリエイター） ● 映像、音響ともにありがとうございました（開発者）

5-3-4-b. 利用システムの評価

1) サマリ

利用システム（Web ビューワ機能、SDK 機能）の全体的な満足度は約 79%となり、一定の評価を得たと言える。

本実証実験で開発・整備した開発者ツールと実証環境の利用による効果として、例えば開発工数の削減については、69%以上の参加者が短縮できるとの回答を得、特に 3D 都市モデルについては、89%が開発工数の削減に寄与しているとの回答を得た。また、開発者ツールと実証環境の利用による新たな XR コンテンツの開発の促進については、76%以上の参加者が従来になかったクオリティを体現できるとの回答を得、特に 3D 都市モデルについては、84%がクオリティの向上に寄与しているとの回答を得た。

今回 SDK については Unity を使う形としたが、Unity の使用は初めてという参加者もあり、3D モデル作成、位置情報や垂直情報取得の学習コストを削減できたが、Unity の学習コストが発生し、SDK 自体の使用習熟に時間がかかった面もあり、相対的な評価として開発効率が思うように上がらなかった。ただし、SDK 習熟後は開発工数削減の効果を感じており、更なる機能拡張の要望まで出るようになったため、こちらは今後の課題となる。

2) 詳細

1. 全体に対する満足度

Q7: 利用したシステムに対する満足度はどの程度か

アンケートを回答した参加者のうち、79%の回答者が（37/47）「とても満足」「満足」「やや満足」と回答しており、今回利用したシステムに対して評価されたことがわかる。

システム開発期間の問題で、対応デバイスを限定しSDKを開発したため、非推奨での動作の中での作品づくりや、システムに慣れるまでの課題があったと考えられる。

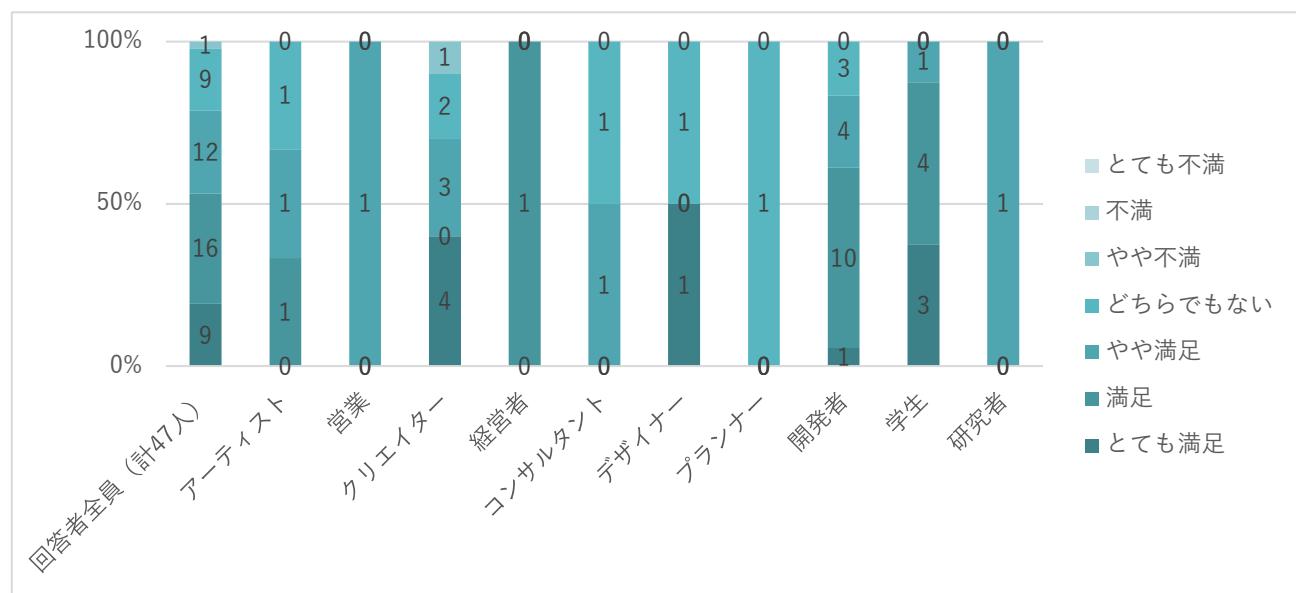


図 5-31 利用したシステムに対する満足度

表 5-52 利用したシステムに対する満足度

No	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	利用システムについては概ね評価されてはいるが、対応デバイスの限定や、VPSの精度、SDKの使い方の習熟に少し時間を要する部分があり、今後の課題となった。	<ul style="list-style-type: none"> 少し VPS が重かったが、他は満足（開発者） Test 用の Unity パッケージがあって良い（開発者） iOS と開発環境が限られて作るのが大変でした。技術的ハードルが高い屋内 VPS の体験は貴重でした（コンサルタント） Android を使用しましたが、無事動きました。夜の認識率が少し悪かったかなと感じます（開発者） シンプルに作っていただいたのはエンジニアとしては〇。デザイナーさんはしんどそうでした（開発者） 初めてでも AR 作れました（デザイナー） テラスのスキャンがビル側で合わせられたら嬉しかった（学生）

	<ul style="list-style-type: none"> 少し理解するのに時間が必要（アーティスト） 駅前広場でB2から1Fに上がるとズレてしまうことが多く少し残念でした（経営者）
--	--

Q8 : XR サービス・コンテンツの開発をしやすいと感じたか

アンケートを回答した参加者のうち、70%の回答者が（30/43）「強く感じた」「感じた」「少し感じた」と回答しており XR サービス・コンテンツの開発をしやすいと評価されたことがわかる。

今回参加者募集のハードルを下げ、参加者の多様性を図ったため、初めて Unity を扱う参加者や、Android を希望する参加者もおり、また遠方に住む参加者にとっては、現地での検証が必要になる点が課題となった。

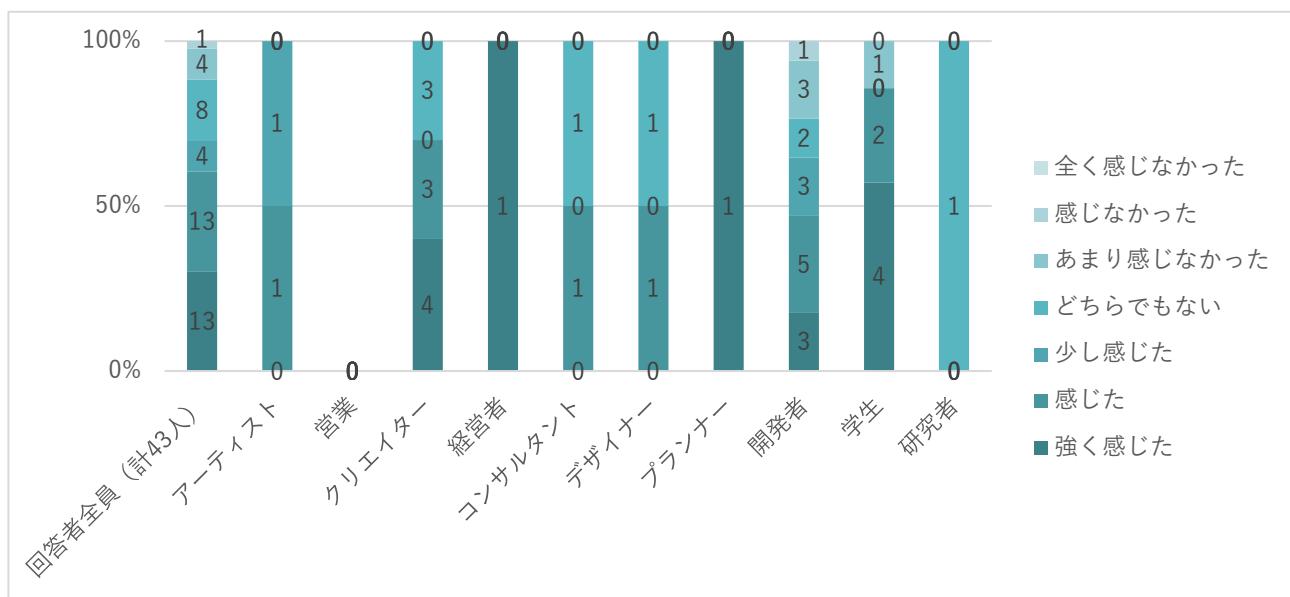


図 5-32 XR サービス・コンテンツの開発をしやすいか

表 5-53 XR サービス・コンテンツの開発をしやすいか

No	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	XR サービス・コンテンツの開発をしやすいと評価されたが、Android 未対応の部分や、どうしても最終的に現地での検証が必要な部分、SDK の使い方を覚える部分など対処すべき課題も見えてきた。	<ul style="list-style-type: none"> 虎ノ門の CG も用意してあり大変ありがたかった（デザイナー） 可能性が高すぎて、何から手をつけるべきなのかなど、候補が多くなってしまう スマホでの XR アプリを初めて作ったのですが、初めてならではの体験を提供する難しさを感じました VPS の精度がものすごかったから リアルに対して無限の可能性を付与できると感じました まだまだ環境制限が多い SDK が充実し使いやすかった シミュレーション環境が使いづらい SDK の理解に時間がかかった

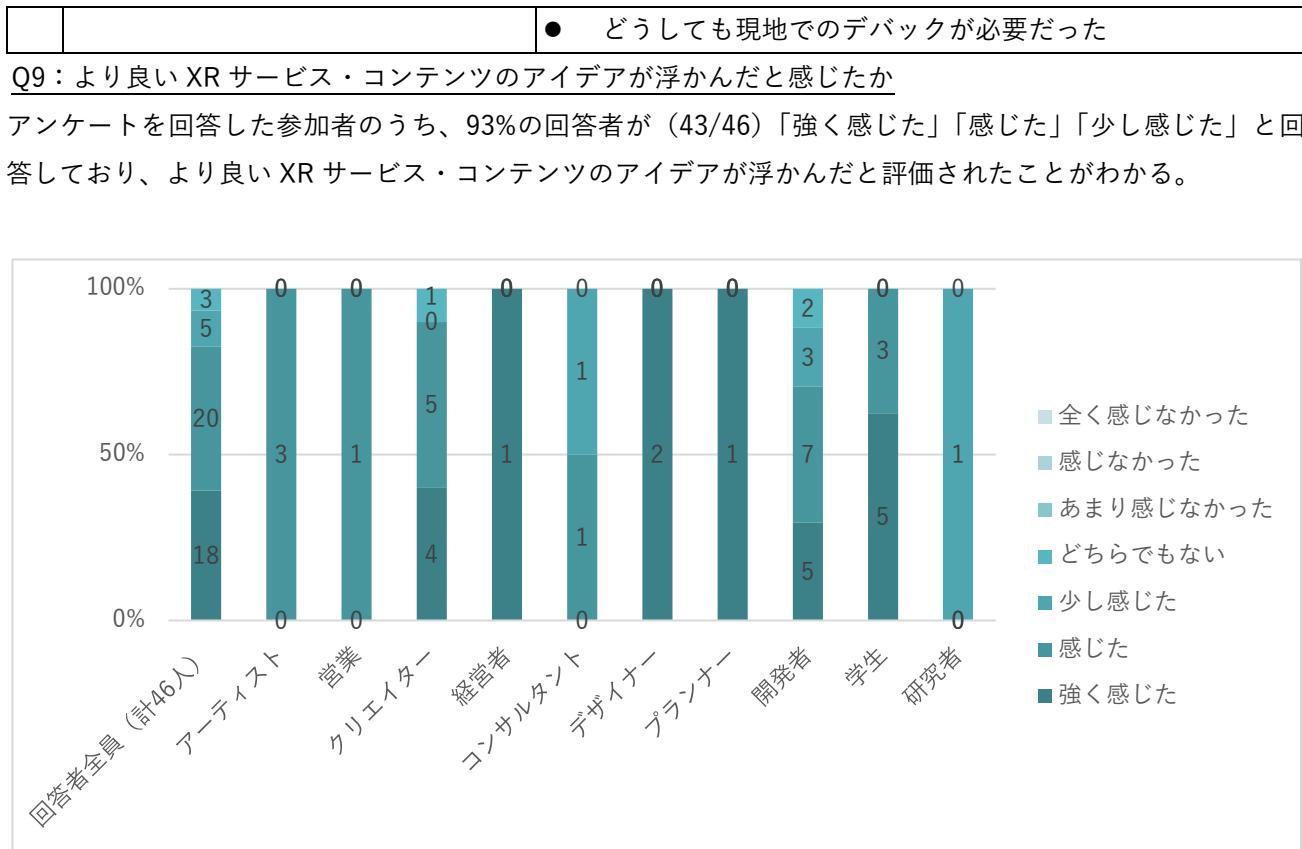


図 5-33 より良い XR サービス・コンテンツのアイデアが浮かんだか

表 5-54 より良い XR サービス・コンテンツのアイデアが浮かんだか

No	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	より良い XR サービス・コンテンツのアイデアが浮かんだと評価された。	<ul style="list-style-type: none"> ● 屋内ビル空間と XR の可能性が広がったと感じた（コンサルタント） ● 作品作りや他の参加者のお話を聞いて、視野が広くなり、作りたいものがたくさんできた（学生） ● ビルに対してやるコンテンツをずっと作りたかったから（開発者） ● まだまだ良くする案が色々あります！！（学生） ● 建物内や都市で自由に提案できたことが魅力（アーティスト） ● 人が集まることで可能性や広がりに気づける（デザイナー） ● 外部ツールとの連携によってアイデアが広がった（アーティスト） ● これがなければ思いつきませんでした（開発者） ● もう少し他のアイデアを練ることができるとよかったです（開発者）

Q10：応募段階で、提供システムに強い魅力を感じたか

アンケートを回答した参加者のうち、89%の回答者が（41/46）「強く感じた」「感じた」「少し感じた」と回答しており、今回利用したシステムに対して、期待感を持たれていたことがわかる。

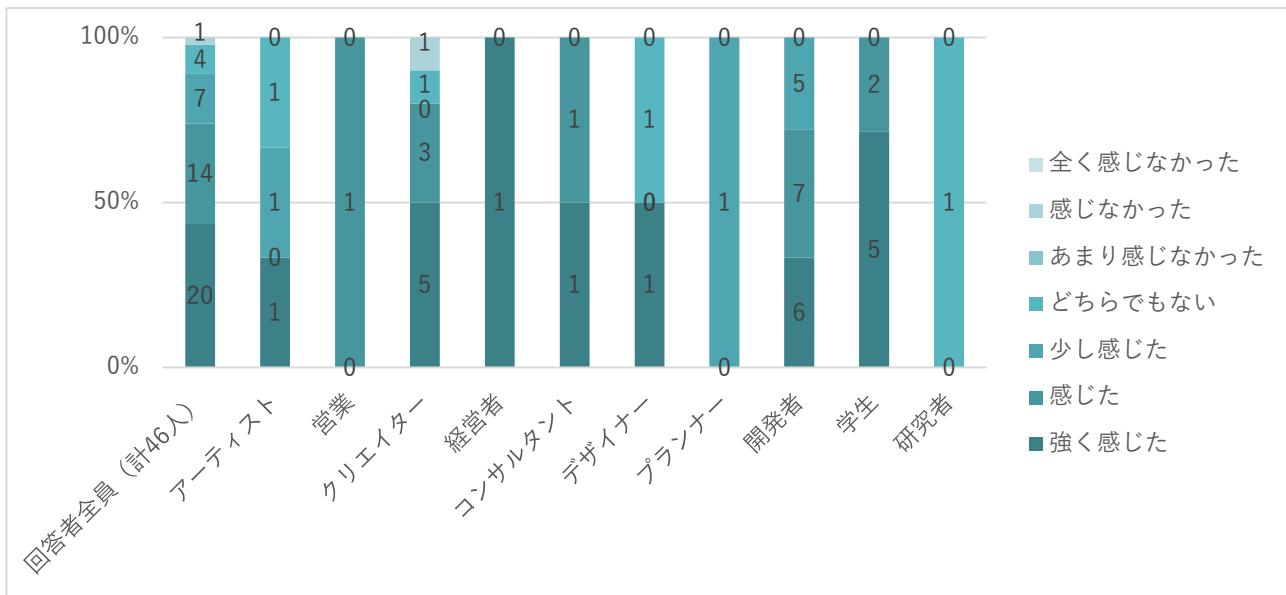


図 5-34 応募段階で、提供システムに強い魅力

表 5-55 応募段階で、提供システムに強い魅力

No	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	応募段階で、提供システムに強い魅力を感じると評価された	<ul style="list-style-type: none"> ● 屋内ならではの課題があると思ったから（コンサルタント） ● 今までだと活用に苦労していたものを SDK として活用し質問も可能（学生） ● マップを用意していただけるところが魅力的でした（開発者） ● どんなVPSを使用しているか気になっていたから（開発者） ● 虎ノ門ヒルズという都市開発拠点特化の室内外含むSDKという点に強く興味を覚えました（開発者） ● 応募時には知識がなかったので、全体がわからなかつた（アーティスト） ● 初挑戦だったので（開発者） ● 森ビルさんが主体的にXRをやるのが魅力だった（アーティスト） ● SDK目当ての参加です（クリエイター） ● 気圧で階数を確認するなど、革新的と感じました（開発者） ● VPSが盛り上がってから数年が経過した状態で提供さ

	れる VPS の精度に关心があったため（開発者）
	● 都市モデルに触りたかったため（開発者）

2. Web ビューワ機能に対する満足度

Q11：Web ビューワ動作・表示速度に対する満足度はどの程度か

アンケートを回答した参加者のうち、51%の回答者が（21/41）「強く感じた」「感じた」「少し感じた」と回答しており、Web ビューワの速度に対して評価をあまり感じなかったことがわかる。また、最終的に作品については現地で検証が必要なため、Web ビューワについては使用していない参加者も多く、「どちらでもない」が49%という結果となった。

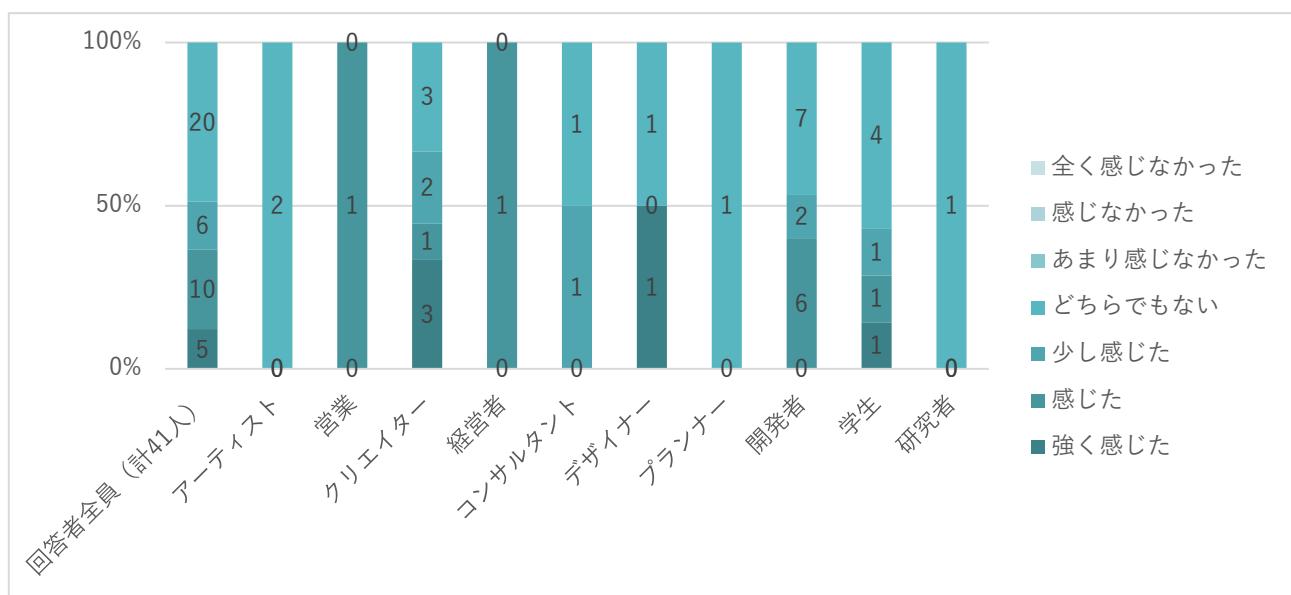


図 5-35 Web ビューワ動作・表示速度に対する満足度はどの程度か

表 5-56 Web ビューワ動作・表示速度に対する満足度はどの程度か

No	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	Web ビューワについては、使用していた参加者からは評価をもらったが、使用していない参加者も数多くいた。	<ul style="list-style-type: none"> ほとんど利用していない（コンサルタント） やっぱり重ためだったため、ほとんど利用しませんでした（コンサルタント） 思ったほど詳細が見られず操作性もやや欠ける（開発者） ビューワはあまり使いませんでした。平面図配置図がやはり見やすい（開発者） とても使いやすいです（デザイナー） サクッと動くと感じました（学生） あまり使わなかった（アーティスト） 表示速度が速い（クリエイター） 使ってない（学生）

Q12：実証エリアを確認するにあたり、3D都市モデルの詳細度は適切だったか。確認の満足度はどの程度か
アンケートを回答した参加者のうち、67%の回答者が（29/43）「強く感じた」「感じた」「少し感じた」と回答しており、Web ビューワの 3D モデルに対して評価をあまり感じなかったことがわかる。

使用した参加者からは一定の評価を得たが、操作性や詳細な位置合わせの問題もあり、今後の検討となる。

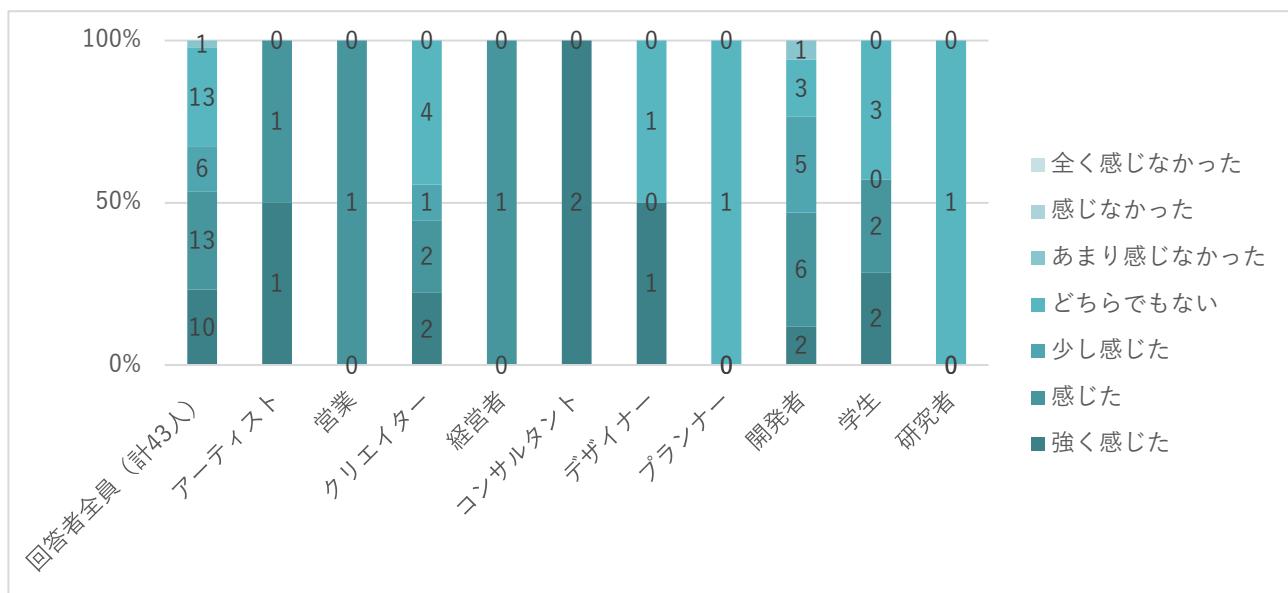


図 5-36 実証エリアを確認するにあたり、3D 都市モデルの詳細度は適切だったか
確認の満足度はどの程度か

表 5-57 実証エリアを確認するにあたり、3D 都市モデルの詳細度は適切だったか
確認の満足度はどの程度か

No	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	Web ビューワの 3D モデルについては、使 用した参加者からは評価があったが、3D 空間の中で迷ったりすることもあり、操作 性については課題となった。	<ul style="list-style-type: none"> ● 必要十分だった（開発者） ● VPS の精度が出たら、もっと活用できたかもしれない（コンサルタント） ● 位置合わせガイド、マスキング用途には十分だった（コンサルタント） ● 思ったほど詳細が見られず操作性もやや欠ける、とは いえ Viewer があるのはありがたかったです（開 発者） ● どこがどの場所？と迷うことはよくありました（開 発者） ● あまり使用しておりませんでした（学生） ● かなりデータが詳細だった（アーティスト）

Q13：実証エリアを確認するにあたり、2D フロアマップによる実証エリアの詳細度は適切だったか。確認の満足度はどの程度か

アンケートを回答した参加者のうち、47%の回答者が（20/43）「強く感じた」「感じた」「少し感じた」と回答しており、Web ビューワのフロアマップに対して評価をあまり感じなかったことがわかる。

フロアマップについては、検証可能エリアのみの表示だったため、全体感が捉えられないといった声が多く、また検証可能エリアでも、VPS が用意されない区画もあったため、わかりづらい表現になっていたと考えられる。

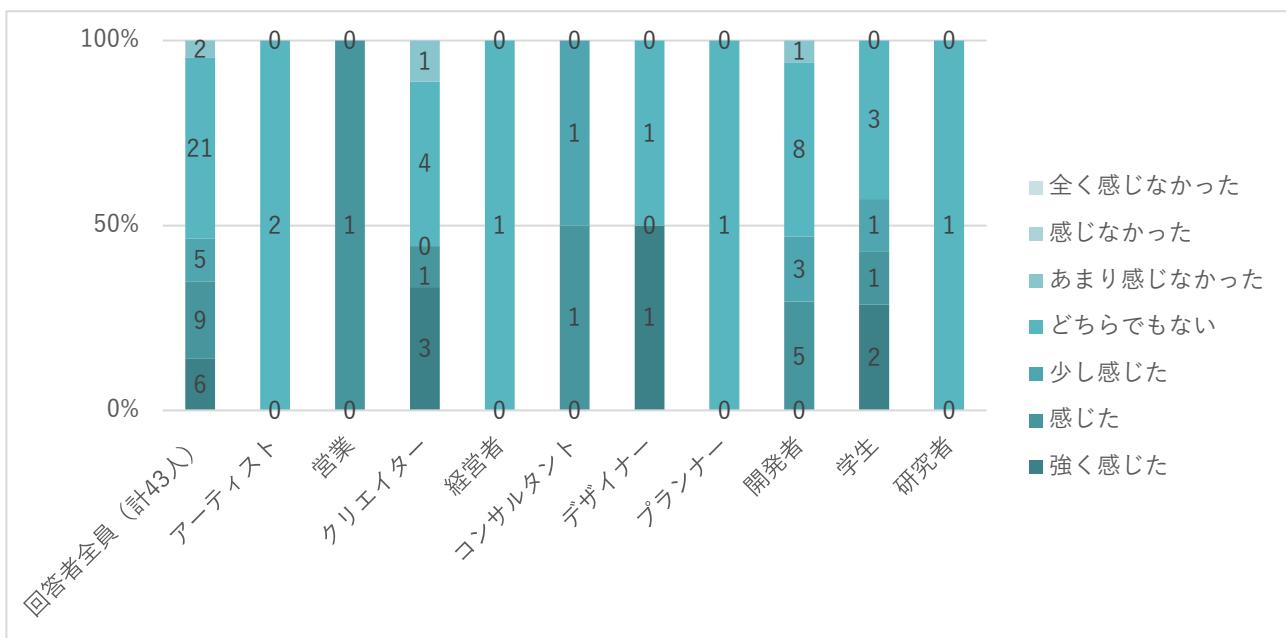


図 5-37 実証エリアを確認するにあたり、
2D フロアマップによる実証エリアの詳細度は適切だったか。確認の満足度はどの程度か

表 5-58 実証エリアを確認するにあたり、
2D フロアマップによる実証エリアの詳細度は適切だったか。確認の満足度はどの程度か

No	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	フロアマップについては、検証可能エリアのみの表示だったため、全体感が捉えられないといった声が多く、また検証可能エリアでも、VPS が用意されない区画もあったため、わかりづらい表現になっていたと考えられる。	<ul style="list-style-type: none"> ● わかりやすかったが、一度床の位置を勘違いして苦労した（開発者） ● 現地に行ったり、他の参加者が Discord に上げた写真で場所を確認したりして認識できた（コンサルтанクト） ● もう少し詳しいと良かったですが助かりました（開発者） ● 施設のイメージのつかみづらさがあった（開発者） ● あまり使わなかった（アーティスト） ● わかりやすかったです（開発者） ● マップはあるが実証エリアではない場所があつたため

	(クリエイター)
	● 詳細だと感じた (クリエイター)

Q14：上記 2D フロアマップ及び 3D 都市モデルによる滞在デバイスの位置情報の詳細度は適切だったか。確認の満足度はどの程度か

アンケートを回答した参加者のうち、50%の回答者が（21/42）「強く感じた」「感じた」「少し感じた」と回答しており、Web ビューワに表示されるデバイスの位置情報に対して評価をあまり感じなかったことがわかる。

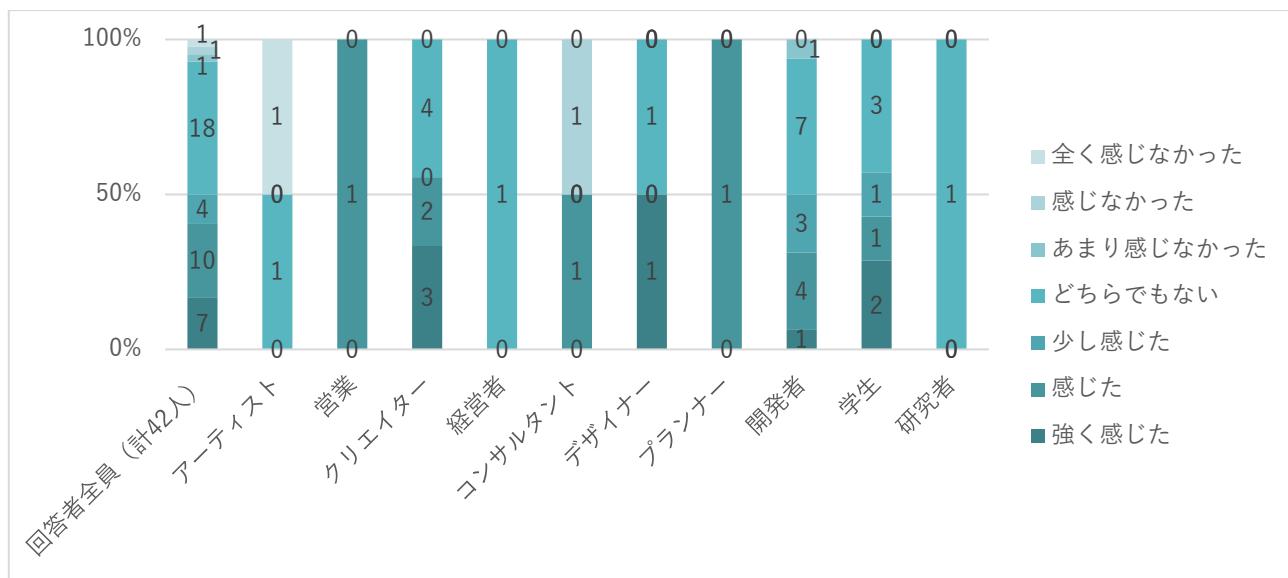


図 5-38 上記 2D フロアマップ及び 3D 都市モデルによる滞在デバイスの位置情報の詳細度は適切だったか。確認の満足度はどの程度か

表 5-59 上記 2D フロアマップ及び 3D 都市モデルによる滞在デバイスの位置情報の詳細度は適切だったか。確認の満足度はどの程度か

No	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	デバイスの位置情報については、可もなく不可もなくという結果となった。	<ul style="list-style-type: none"> ● サイドエフェクト含め素晴らしかった（開発者） ● Localization がなかなかハードル高く感じた（コンサルタント） ● もう少し詳しいと良かったですが助かりました（開発者） ● あまり使用しておりませんでした（学生） ● 不安定かなと思いました（開発者） ● 詳細だと感じた（クリエイター）

8. SDK 機能に対する満足度

Q15 : SDK の使い方、利用方法は分かりやすいと感じたか

アンケートを回答した参加者のうち、76%の回答者が（35/46）「強く感じた」「感じた」「少し感じた」と回答しており、SDK の使い方、利用方法に対して評価されたことがわかる。

Android 非推奨扱いでの対応や Unity に不慣れな参加者の対応など、想定より多くのサポートが発生した。

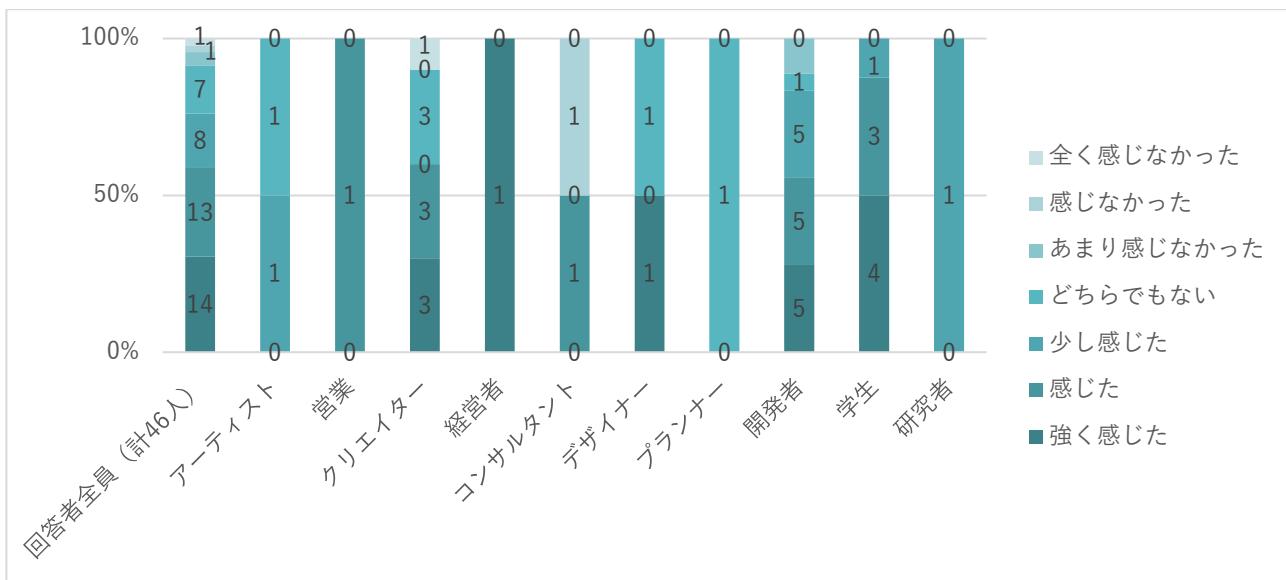


図 5-39 SDK の使い方、利用方法は分かりやすいか

表 5-60 SDK の使い方、利用方法は分かりやすいか

No	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	SDK の利用方法については評価されているが、Android 非推奨扱いでの対応や Unity に不慣れな参加者の対応など、想定より多くのサポートが発生した。	<ul style="list-style-type: none"> ● 開発環境が iOS に限定されていて用意するのに苦労した、高さが難しかった（コンサルタント） ● SDK の説明書もテキストと写真が丁寧で、相談場所を設けられていた。ただ Android での Build に苦労した（学生） ● 使いやすかったです（開発者） ● 初期 PLATEAU や Unity SDK の扱いにはとても苦労したのが、驚きの使いやすさ！（開発者） ● 初めだけ苦労した（アーティスト） ● 解説がありわかりやすかったです（開発者） ● 理解するのに時間が必要だった（アーティスト）

Q16：提供 VPS の精度は高いと感じたか

アンケートを回答した参加者のうち、69%の回答者が（31/45）「強く感じた」「感じた」「少し感じた」と回答しており、提供 VPS の精度の高さに対して評価されたことがわかる。

検証した参加者からは、明るさや展示物、人の往来など外的要因で精度が変化することも多く、今後の課題となつた。

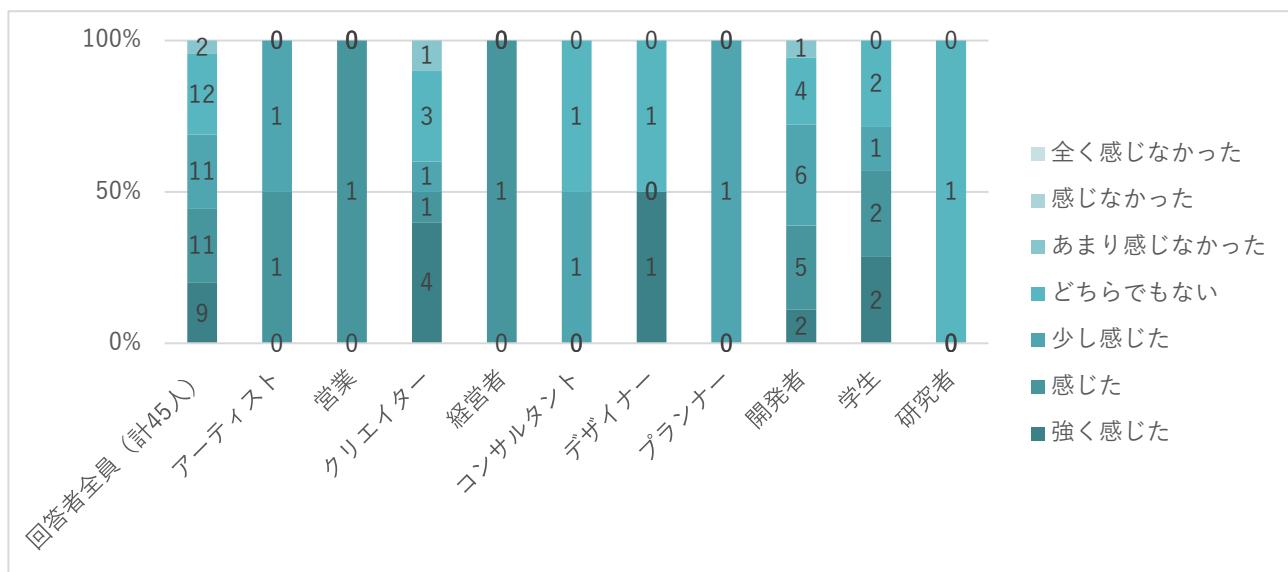


図 5-40 提供 VPS の精度は高いか

表 5-61 提供 VPS の精度は高いか

No	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	提供VPSの精度は高いと感じる評価されているが、明るさや展示物、人の往来など外的要因で精度が変化すること多く、今後の課題となつた。	<ul style="list-style-type: none"> ● 認識し始めたらしいが、それまで時間がかかってしまい、実用的な場所は限定された（コンサルタント） ● 照明の変化と人の多さからの影響はあった（コンサルタント） ● 基本的にOKですが、夜や8Fの照明が明るい場所だとVPSがうまく動かず（開発者） ● エリアにムラがある。繰り返しパターンや新規設置物のせいだと思うが（開発者） ● ローカライゼーションがなかなかできない場所があり、一定時間の更新によりシーンが外れてしまうのが辛かった（開発者） ● かなり高い。ただAndroidは端末差が出た（アーティスト） ● 位置合わせに苦労しないため（学生）

Q17：提供垂直情報の精度は高いと感じたか

アンケートを回答した参加者のうち、60%の回答者が（27/45）「強く感じた」「感じた」「少し感じた」と回答しており、提供垂直情報の精度の高さに対する満足度が評価されていないことがわかる。

今回は B2F～1F の検証エリアのみ垂直情報が有効に使用できるが、他のエリアはフロアが固定されているため、垂直情報が有効に使用できず、作品の検証エリア選定の結果次第で、垂直情報を使用しない参加者が多数となってしまった。今後はフロア移動などの検証を行う機会を増やし、検証エリアの設計を検討する必要あり。

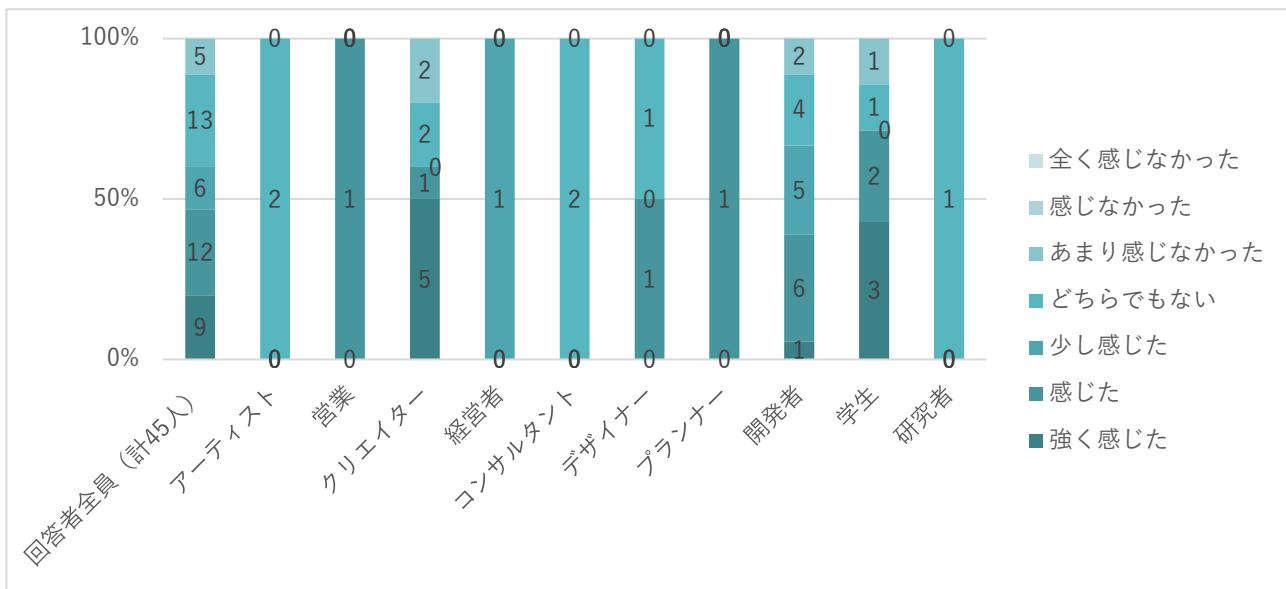


図 5-41 提供垂直情報の精度は高いか

表 5-62 提供垂直情報の精度は高いか

No	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	提供垂直情報の精度は高いと感じないと評価されているが、今回のコンテンツの作り方で、フロア移動を行わない場合、使用していないこともあります、正確な結果を得られなかったと考えられる	<ul style="list-style-type: none"> ● 使用しなかった（コンサルタント） ● 気圧センサのないAndroidを使用していた（開発者） ● 端末によるキャリブレーションは必要でしたが、一度設定すればそのあとはそのまま使えました（開発者） ● 実情、スタートエリアのVPSを決め打ちでコードする用途多し（開発者） ● ダミー値で制御した（アーティスト） ● よかったですがデバイスごとの調整が必要なのが少し残念でした（開発者） ● 開発し始めた時に使いましたが、どのフロアで使うかは決まっていたので、実際のアプリでは使いませんでした（経営者）

Q18：提供 VPS、垂直位置情報を使うことで、開発のリソースがどれだけ削減されたか、またはスピードが向上したと感じたか

アンケートを回答した参加者のうち、69%の回答者が（31/45）「強く感じた」「感じた」「少し感じた」と回答しており、提供 VPS、垂直位置情報を使うことで、開発のリソースが削減されたと評価されたことがわかる。

最終的には、精度の調整が必要なもの、あらかじめ VPS や垂直情報が提供されていることで大幅にリソースを削減されたと考えられる。

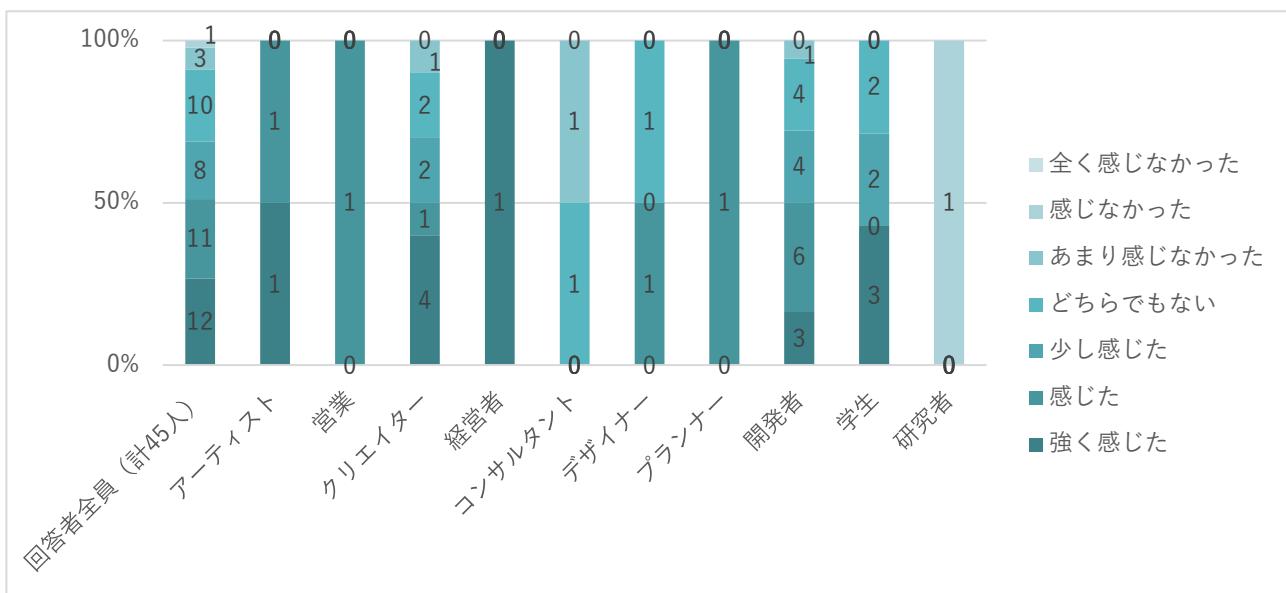


図 5-42 提供 VPS、垂直位置情報を使うことで、開発のリソースがどれだけ削減されたか

表 5-63 提供 VPS、垂直位置情報を使うことで、開発のリソースがどれだけ削減された

No	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	提供 VPS、垂直位置情報を使うことで、開発のリソースが削減されたと評価された。最終的には、精度の調整が必要なもの、あらかじめ VPS や垂直情報が提供されていることで大幅にリソースを削減されたと考えられる。	<ul style="list-style-type: none"> ● 垂直情報は使用しなかった（コンサルタント） ● map の制作に精度が必要なので、あらかじめあるのが助かりました（開発者） ● すぐに VPS と垂直高度を利用でき、大変助かりました（開発者） ● こんな精密な AR を作れたのはいただいた情報のおかげです（学生） ● VPS を使ったことがなかったので楽に感じた（アーティスト） ● 向上した（クリエイター） ● 構築の手間が省けた（アーティスト） ● マップの構築を自分でしなくていいため（開発者）

Q19：提供 VPS、垂直位置情報を使うことで、従来になかったクオリティの体験をつくることができたと感じたか

アンケートを回答した参加者のうち、76%の回答者が（34/45）「強く感じた」「感じた」「少し感じた」と回答しており、提供 VPS、垂直位置情報を使うことで、従来になかったクオリティの体験をつくることができると評価されたことがわかる。

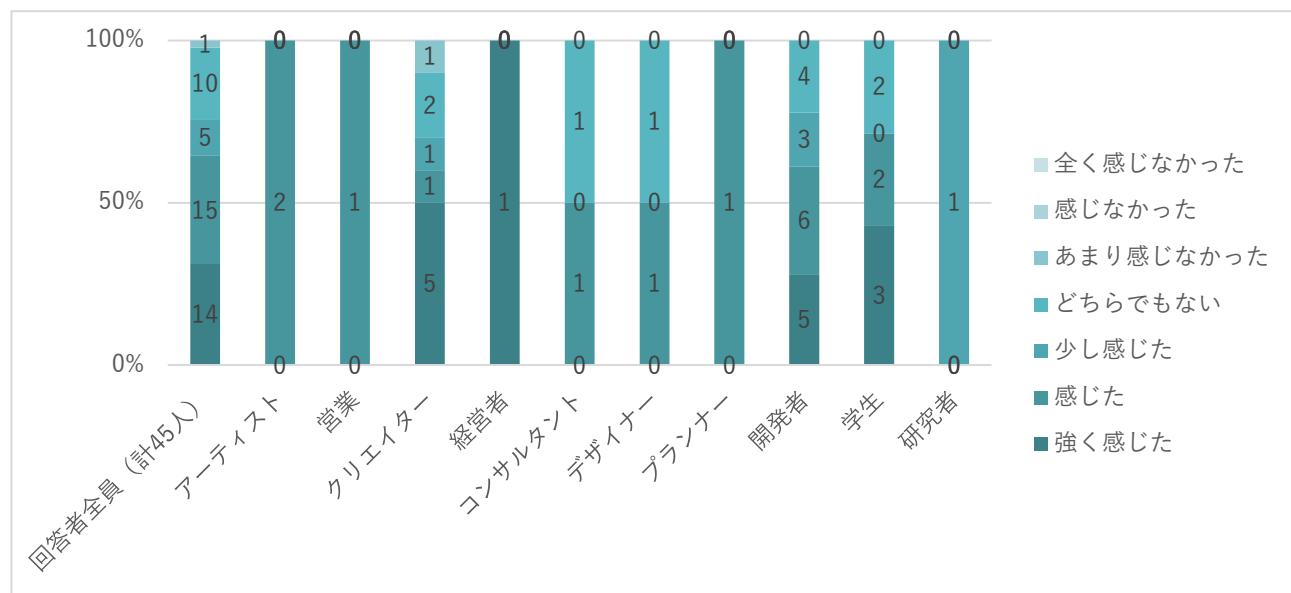


図 5-43 提供 VPS、垂直位置情報を使うことで、
従来になかったクオリティの体験をつくることができたか

表 5-64 提供 VPS、垂直位置情報を使うことで、従来になかったクオリティの体験をつくることができたか

No	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	提供 VPS、垂直位置情報を使うことで、従来になかったクオリティの体験をつくることができる」と評価された。	<ul style="list-style-type: none"> ● 広域対応の AR アプリを開発することができた（コンサルタント） ● 以前 WiFi を使って位置測定をやったことがあるのですが、それより精度良く実装できました（開発者） ● 室内 VPS 今までにない体験を作れました（開発者） ● VPS の可能性を感じた（開発者） ● 新しいクリエイティブを作ることができた（クリエイター） ● 自分で作るよりは性能が良かった（アーティスト） ● これからものづくりに可能性を感じた（クリエイター） ● 普段作れないコンテンツになった（クリエイター） ● 3D スキャンするときに正確に取れていたような気がします（開発者）

Q20：提供 3D 都市モデル、3D 施設モデルを使うことで、開発のリソースがどれだけ削減されたか、またはスピードが向上したと感じたか

アンケートを回答した参加者のうち、89%の回答者が（39/44）「強く感じた」「感じた」「少し感じた」と回答しており、提供 3D 都市モデル、3D 施設モデルを使うことで、開発のリソースが削減されたと評価されたことがわかる。

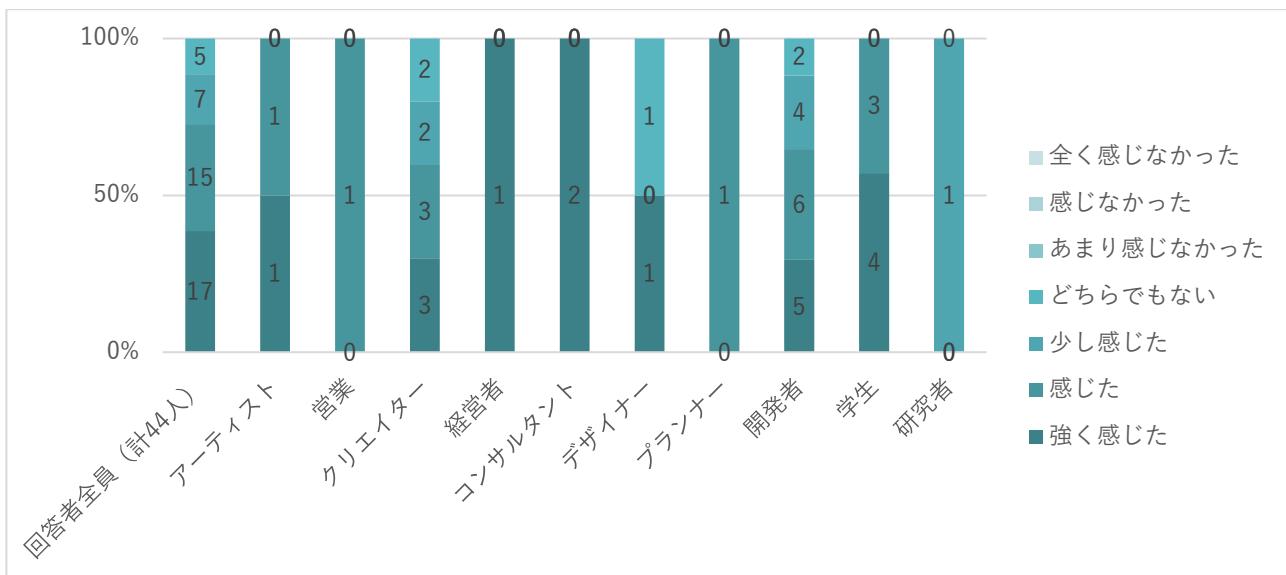


図 5-44 提供 3D 都市モデル、3D 施設モデルを使うことで、開発のリソースがどれだけ削減されたか

表 5-65 提供 3D 都市モデル、3D 施設モデルを使うことで、開発のリソースがどれだけ削減されたか

No	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	提供 3D 都市モデル、3D 施設モデルを使うことで、開発のリソースが削減されたと評価された。	<ul style="list-style-type: none"> 自力で作り込むのは至難の業だと思った（コンサルタント） 今回は使わなかつたが、マスキングオブジェの提供はありがたかった（コンサルタント） 以前まではモデリングソフトで 1 つ 1 つ作っていたのを、都市情報を持った上で活用できる（学生） 提供されたものを使うだけですみ、ありがたかったです（開発者） このレベルの都市モデルがご用意いただけるのは本当に助かりました（開発者） なければ（特に CG）大変（開発者） ゲームを作るよう AR を作られた（学生） 位置関係調整不要な点は大きい（アーティスト） これを 0 からは無謀なので…（クリエイター）

Q21：提供 3D 都市モデル、3D 施設モデルを使うことで、従来になかったクオリティの体験をつくることができたと感じたか

アンケートを回答した参加者のうち、84%の回答者が（37/44）「強く感じた」「感じた」「少し感じた」と回答しており、提供 3D 都市モデル、3D 施設モデルを使うことで、従来になかったクオリティの体験をつくることができたと評価されたことがわかる。

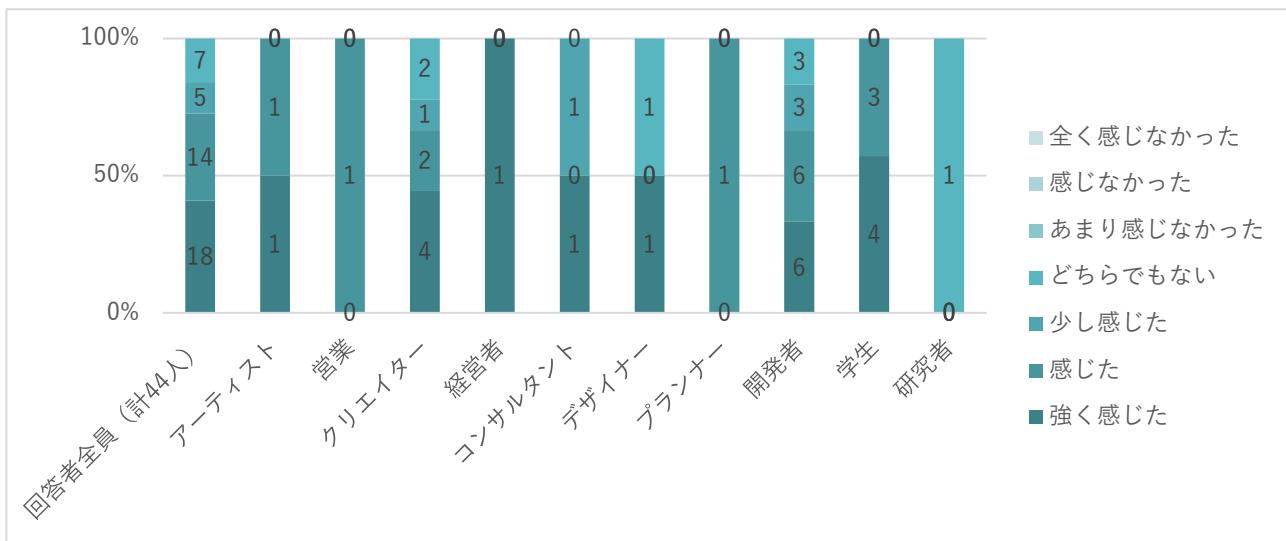


図 5-45 提供 3D 都市モデル、3D 施設モデルを使うことで、従来になかったクオリティの体験をつくることができたか

表 5-66 提供 3D 都市モデル、3D 施設モデルを使うことで、従来になかったクオリティの体験をつくることができたか

No	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	提供 3D 都市モデル、3D 施設モデルを使うことで、従来になかったクオリティの体験をつくることができたと評価された	<ul style="list-style-type: none"> 以前まではモデリングの時間、現地調査など事前にやることも沢山あったが、省かれることで質の向上に努められる（学生） モデルのクオリティが高かったです（開発者） モデル作成ではなく、モデルを利用したコンテンツ開発に注力できました（開発者） 本当にそこにあるような花火ができました（学生） コンテンツ作りに時間をかけた（アーティスト） 新しいクリエイティブを作ることができた（クリエイター） Mesh が細かく分かれていれば、Mask の調整がしやすい。室内だけでも！（クリエイター） 都市モデルという規模でモデルがあったので助かりました（開発者）

Q22: SDKに実装して欲しい機能・サービスはあるか？それはどんなものか？

アンケートを回答した参加者のうち、59%がVPS機能、12%がインターフェースやサンプルコードの拡充を希望する結果となった。

VPS 精度や動作環境については予想していたが、インターフェースやサンプルコードの改善要望は、XR HACKATHON での開発コスト削減が可能と判明し、更なる削減に対する要望が発生したと考えられる。

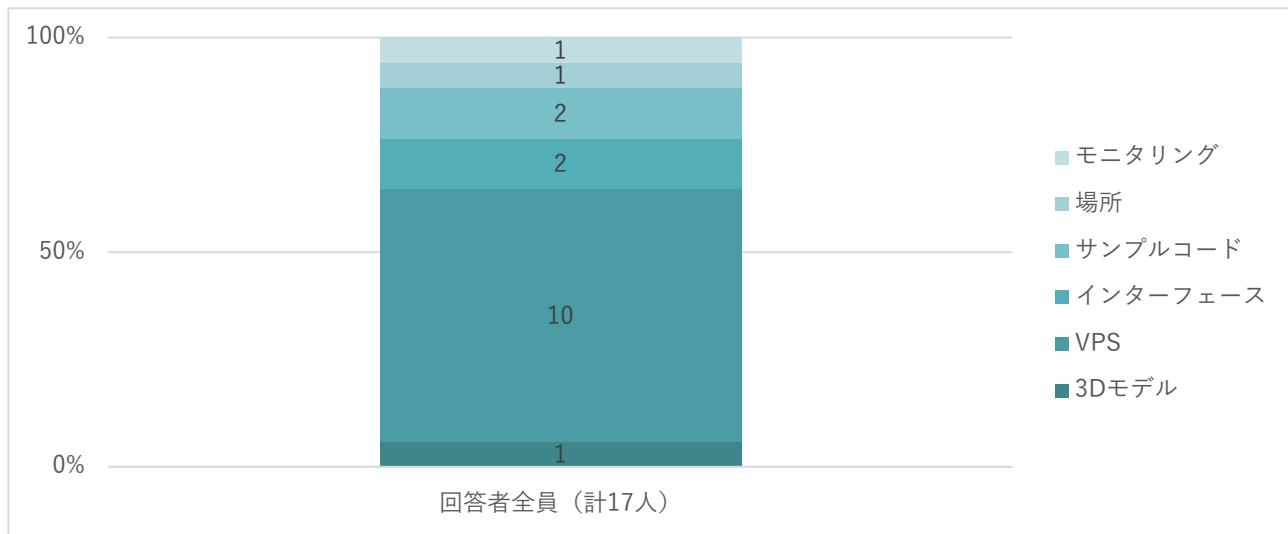


図 5-46 SDKに実装して欲しい機能・サービスはあるか

表 5-67 SDKに実装して欲しい機能・サービスはあるか

No	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	VPS	<ul style="list-style-type: none"> ● 日中のマップ、夜のマップを時間によって使い分ける機能（開発者） ● フロアを問わず、エスカレーター移動など高さの移動にも強い（ロストしない）VPS（開発者） ● 外部のVPS（アーティスト） ● 自分で空間マップを取り直せる機能など（開発者）
2	インターフェース	<ul style="list-style-type: none"> ● 開発者に優しいインターフェースが欲しいです（学生） ● 同じ階内のコンテンツ出し分け（学生）
3	サンプルコード	<ul style="list-style-type: none"> ● アプリを作る例や、例アプリの入ったSDKがあると作りやすい（学生） ● テストのプロジェクトをSDKに入れて欲しい（クリエイター）

9. その他

Q23：他の都市でも本システムを利用したいと感じたか

アンケートを回答した参加者のうち、93%の回答者が（42/45）「強く感じた」「感じた」「少し感じた」と回答しており、他の都市でも本システムを利用したいと評価されたことがわかる。

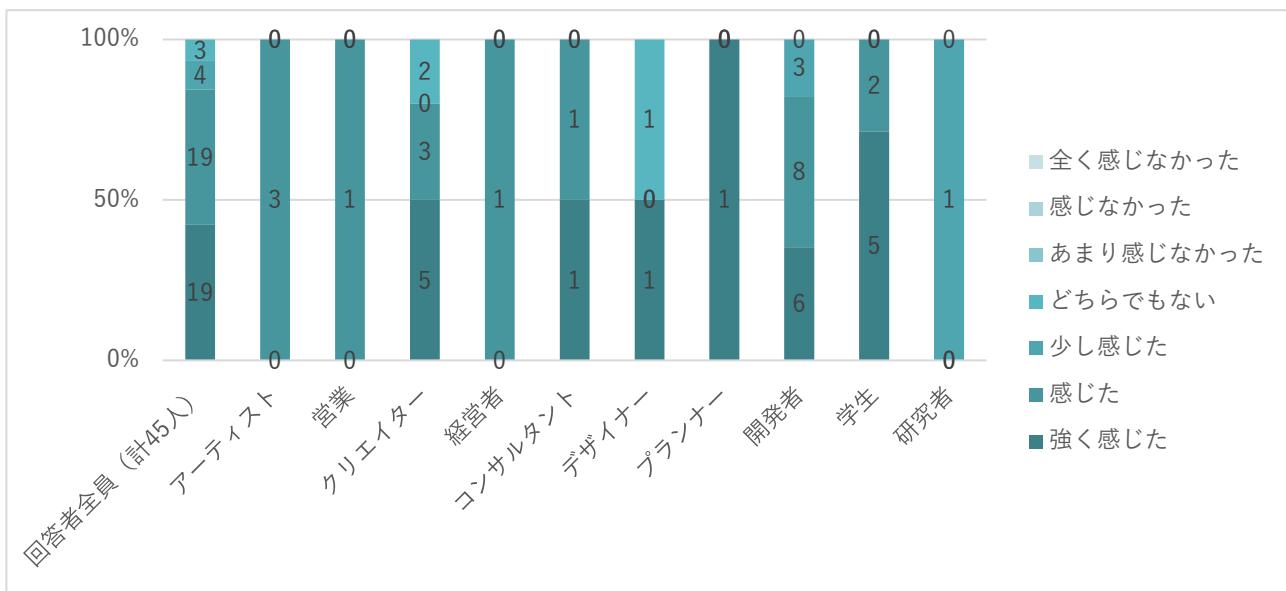


図 5-47 他の都市でも本システムを利用したいか

表 5-68 他の都市でも本システムを利用したいか

No	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	他の都市でも本システムを利用したいと評価された。	<ul style="list-style-type: none"> ● 都市データは面白い（コンサルタント） ● 他の大都市や、地元の街を活用することで、もっとたくさんの人を巻き込めると思った（学生） ● 都市によっていろんなコンセプトのものを作ることができそう（開発者） ● いろんな場所に情報を拡張して自分を表現する助けになるから（開発者） ● それぞれの都市の特性に合わせて活用したいし、できると思いました（開発者） ● 他の都市を巻き込んだコンテンツにプラッシュアップしたいです！（クリエイター） ● いろんなところで質の高い VPS を使いたい（開発者）

Q24 : XR サービス・コンテンツ開発を行う上で、実証エリアにおいて整備されるべきインフラは何か
アンケートを回答した参加者のうち、30%が通信、21%がVPS、18%が電源を希望する結果となった。

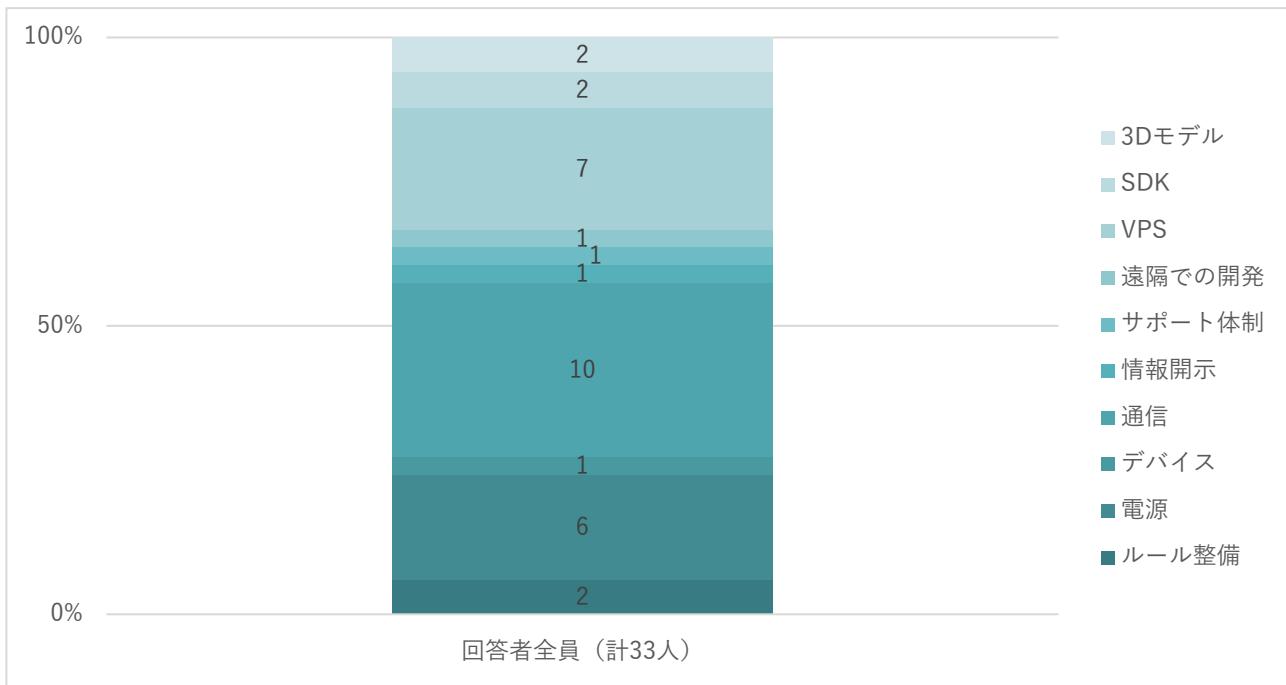


図 5-48 XR サービス・コンテンツ開発を行う上で、
実証エリアにおいて整備されるべきデジタルインフラは何か

表 5-69 XR サービス・コンテンツ開発を行う上で、
実証エリアにおいて整備されるべきデジタルインフラは何か

No	定量調査の結果・示唆	関連する定性コメント
1	通信	<ul style="list-style-type: none"> ● Wi-Fi の整備（コンサルタント） ● Wi-Fi（ネットワーク内の他デバイスへ private id で接続できると良い）（開発者）
2	VPS	<ul style="list-style-type: none"> ● 点群データの精緻化（開発者） ● 変化しうる街に対応した VPS（開発者） ● 木やオブジェに対応可能な VPS（学生）
3	電源	<ul style="list-style-type: none"> ● 充電場所（アーティスト） ● 実証場所や作業場所に電源があると開発がしやすい（経営者）

6. 成果と課題

6-1. 本実証で得られた成果

6-1-1. 3D都市モデルの技術面での優位性

表 6-1 3D都市モデルの技術面での優位性

大項目	小項目	3D都市モデルの技術面での優位性
3Dモデル	屋外データ	<ul style="list-style-type: none"> ● 従来は開発主体で整備する必要があるが、PLATEAUの3D都市モデルを使用することでコスト削減可能
	屋内データ	<ul style="list-style-type: none"> ● 森ビル提供のBIMデータからPLATEAUのLOD4モデルやFBXを作成することで、地権者との交渉コストを削減可能 ● 森ビル提供のBIMデータからPLATEAUのLOD4モデルやFBXを作成することで精緻な3Dモデルを作成可能
アルゴリズム	屋内垂直情報の取得	<ul style="list-style-type: none"> ● 高層ビルの屋内ではGPSで階数を取得することが困難だが、Pinnacleと連携してユーザーのスマホから垂直方向の位置情報を取得することで階数推定を実現し、階層を利用したコンテンツ作成が可能
	屋内VPSマップの整備	<ul style="list-style-type: none"> ● 屋内についてはVPSマップを整備し提供することで3D点群スキャン作業のコスト削減が可能

6-1-2. 3D都市モデルのビジネス面での優位性

表 6-2 3D都市モデルのビジネス面での優位性

大項目	小項目	3D都市モデルのビジネス面での優位性
サービス開発期間・コストの削減	開発工数の削減	<ul style="list-style-type: none"> ● PLATEAUの3D都市モデルや位置情報、垂直情報を事前に提供することで、開発コストを抑えることが可能
	サービス提供価値の向上	<ul style="list-style-type: none"> ● 開発工数の削減を行うことで、サービスとして、アイデアの創出やクオリティの向上へ注力することが可能

6-2. 実証実験で得られた課題と対応策

表 6-3 実証実験で得られた課題

大項目	小項目	実証実験で得られた課題	課題に対する対応策
システム (機能)	対応デバイス の拡充	<ul style="list-style-type: none"> 今回の実証では準備期間がなく iOS のみ対応していたが、Android の対応の要望も多かった 	<ul style="list-style-type: none"> SDK へ Android 対応を行い、構築手順や Android 用テストアプリを準備する ただし、気圧センサ搭載 Android 端末でないと垂直情報を利用できないため、SDK 側に垂直情報の使用有無を選択できる機能も必要
システム (UI・UX)	Web ビュー ワの操作性	<ul style="list-style-type: none"> 滞在デバイスの位置情報を表示する 2D マップの適切化 	<ul style="list-style-type: none"> フロア全体と検証エリアが区別できるようなフロアマップを作成する フロアマップも拡大・縮小ができるようにし、簡易的に見たり、詳細に見たりできるよう機能を拡張する
	VPS の適用ア ドバイス	<ul style="list-style-type: none"> デバイスを動かしながら VPS Map を使用すると VPS Map が適用できない状態になることがある 	<ul style="list-style-type: none"> VPS Map が適用できる動作の範囲外となった場合、動きを止めるようアラートを出して VPS Map 適用を促すよう機能を拡張する
アルゴリズム	VPS 精度向上	<ul style="list-style-type: none"> 昼と夜とで、明るさに変化があると VPS の精度が異なる 	<ul style="list-style-type: none"> 時間帯による VPS Map の切り替えを行えるよう、VPS Map の配備と SDK での切り替え機能を準備する
		<ul style="list-style-type: none"> 期間限定のオブジェによって VPS の精度が異なる 	<ul style="list-style-type: none"> 汎用的な VPS Map を配備し、カスタマイズ可能とする 期間が長い場合は、該当期間用の VPS Map を配備し、SDK での切り替え機能を準備する
コミュニティ形成	イベントスケ ジュールの事 前提示	<ul style="list-style-type: none"> イベント内容の詳細を事前に参加者に提示しないと、参加者が準備に追われ作品に集中できない 	<ul style="list-style-type: none"> イベントで何を行うか、行うために何が必要かをあらかじめ計画し、実施前に告知する
	遠隔地からの 検証	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔地にいる参加者は検証頻度をあげることが困難 	<ul style="list-style-type: none"> デバイスのカメラから簡易的な検証が行えるよう、検証現場の写真や映像を提供する

	現地検証のルール	<ul style="list-style-type: none">● 現地検証をする場合、ビルの管理員に声をかけられることがある	<ul style="list-style-type: none">● 現地検証を行う場合は、人通りが多い場所、ビルなどの管理会社が入っている場所では、事前に地方公共団体、管理会社と連携し、検証しやすい環境を整える
	検証現場での電源確保	<ul style="list-style-type: none">● 現地検証では、検証と調整を現地で繰り返す必要があるが、作業場所や電源がどこにあるかわからない	<ul style="list-style-type: none">● 作業場所を用意できる場合は用意する● 作業場所が用意できない場合は検証エリアの電源マップや作業が可能な机や椅子の情報を提供する

6-3. 今後の展望

3D都市モデルやBIMによるデジタルツインを活用したXRコンテンツ・アプリケーションの開発や、それらを用いた新しいエリアプランディングの手法への関心が高まっている。その一方で、XRコンテンツの面的な実装を実現するためには自己位置推定のためのVPSや3Dモデルの構築、実施エリアの管理者との交渉などが必要であり、データ作成の工数や新規技術に関する専門的な知識の取得など開発者等に求められる負担は多い。

今回の実証実験では、XRコンテンツ・アプリケーションを開発するために必要な様々な都市データを統合した「虎ノ門デジタルツイン」を構築するとともに、開発者が効率的に虎ノ門エリアの都市データを取得して開発できることを目指したSDKを開発した。その上で、企業、個人の開発者を対象としたハッカソンを実施し、多くのXRコンテンツ・アプリケーションの開発を通じて、広域の都市や個別の施設での効率的な開発に有用であることを検証した。

3D都市モデルや自己位置推定は未だ新しいデータ・技術であり、それらに不慣れな開発者も多く、技術的な課題も残されている。今後、自己位置推定精度の更なる向上をはじめとする今回の実証実験で明らかになった課題の解決を図りつつ、開発に要する知見の共有や本システムの他地域での展開を推進することで、XRコンテンツ・アプリケーション開発を促進することが可能である。

今回の実証実験の成果をモデルに、今後他エリアでも同様の取組みを行う際に、都市における詳細なデータの提供と、開発者のコミュニティの形成・活性化やそれを通じた知見の共有方法を活用することで、開発者が効率的かつ面的にXRコンテンツ・アプリケーションの開発を行うことを支援し、多くの場所で新たな都市体験の創出を生み出すことに寄与する。

7. 用語集

A) アルファベット順

表 7-1 用語集（アルファベット順）

No.	用語	説明
1	API	Application Programming Interface の略称。ソフトウェアやプログラム、Web サービスの間をつなぐインターフェース
2	BIM	Building Information Modelin の略称。コンピュータ上に作成した3次元の形状情報、建物の属性情報などを併せ持つ建物情報モデルを構築するシステム
3	FBX	3D ファイルを生成するファイル形式の一つ。Filmbox とも呼ばれる
4	GPS	Global Positioning System の略称。アメリカが航空機や船舶の位置情報をリアルタイムで正確に把握するために開発した衛星測位システム
5	OBJ	3D ファイルを生成するファイル形式の一つ
6	SDK	Software Development Kit の略称。ソフトウェアや Web サービスなどの開発に必要なプログラムや API、サンプルコードや仕様書などをパッケージ化したもの
7	XR	Extended Reality の略称。現実世界と仮想世界を融合することで、現実にはないものを知覚できる技術の総称。「VR」「AR」「MR」「SR」といった仮想世界と現実を融合させる画像処理技術などが含まれる
8	VPS	Visual Positioning System の略称。スマートフォンなどのモバイルデバイスで取得された画像・映像データをもとに VPS MAP と照合し自己位置推定を行う機能・サービス
9	VPS MAP	VPS を行う際に使用する自己位置推定用データ。2D 画像データ、3D スキャンデータなどから作成される

B) 五十音順

表 7-2 用語集（五十音順）

No.	用語	説明
1	オクルージョン	現実の地物や施設オブジェクトで 3DCG オブジェクトを隠す処理
2	垂直位置データ	緯度経度の位置データとは別に取得された高さ方向の位置データ

以上

デジタルツインを活用したXRコンテンツ開発プラットフォーム
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：森ビル株式会社/株式会社 SYMMETRY