

都市AR空間とメタバースの連携プラットフォーム 技術検証レポート

Technical Report on Interfacing AR and Metaverse Platforms in Cities



PLATEAU
by MLIT



目次

I. 実証概要			
1. 全体概要	3		
2. 実施体制	5		
3. 実証エリア	6		
4. スケジュール	7		
II. 実証技術の概要			
1. 活用技術	9		
2. ARCore GeoSpatial API	10		
3. Unity	11		
4. Flutter	12		
5. Strapi	13		
6. GAUGUIN	14		
III. 実証システム			
1. 実証フロー	16		
2. 想定事業機会	17		
3. アーキテクチャ全体図	18		
4. システム機能	20		
5. アルゴリズム	34		
6. データ			
①活用データ	38		
②データ処理	42		
③出力データ	46		
		7. ユーザーインターフェース	47
		8. システムテスト結果	61
IV. 実証技術の検証			
1. CMSの性能検証			
① CMSの精度検証	65		
② CMSの工数削減効果検証	68		
2. 実証システムの価値検証			
① 事業者ヒアリング	72		
② エンドユーザーテスト	78		
V. 実証技術の検証			
1. 今年度の実証で得られた成果			
① 3D都市モデルによる技術面での優位性	92		
② 3D都市モデルによるビジネス面での優位性	93		
2. 今後の取り組みに向けた課題	94		
用語集			95

I. 実証概要

II. 実証技術の概要

III. 実証システム

IV. 実証技術の検証

V. 成果と課題

I. 実証概要 > 1. 全体概要

全体概要 (1/2)

ユースケース名	都市AR空間とメタバースの連携プラットフォーム
実施場所	東京都渋谷区 渋谷駅周辺
目標・課題 ・創出価値	<ul style="list-style-type: none">● 近年、世界市場においてVR・ARデバイスの普及や関連コンテンツ市場が著しく成長し、特に人々の活動や交流の場がXRやメタバース空間へと広がり、時間的・金銭的支出がデジタルに広がっている。● そのため、現実とバーチャルの双方が連携した新しい都市空間の中で、デジタルコンテンツを展開するビジネスニーズが高まると予想される。● 現実空間とバーチャル空間がつながり、コメントや投稿で連動できるメタバース空間を構築し、人々の交流活性化やまちの魅力発信力強化を目指す。<ul style="list-style-type: none">- 物理的距離や時間の制約を超え、誰もが参加・交流できる都市AR空間とメタバースの連携プラットフォームを通じて、人々の活動・交流を活性化する。- デジタルコンテンツによる情報発信が普及することで、実際に対象となるロケーションへの訪問意欲促進や都市の魅力向上を狙う。
ユースケース の概要	下記3つの開発と事業者・エンドユーザーへの提供価値検証 <ul style="list-style-type: none">● 3D都市モデルを活用したXRコンテンツのマネジメントシステム（以下「CMS」と呼ぶ）● 現実の都市空間を再現するウェブ上のバーチャル空間（以下「メタバース」と呼ぶ）● スマートフォン端末でXRコンテンツを体験できるモバイルアプリケーション（以下「モバイルARアプリ」と呼ぶ）

I. 実証概要 > 1. 全体概要

全体概要 (2/2)

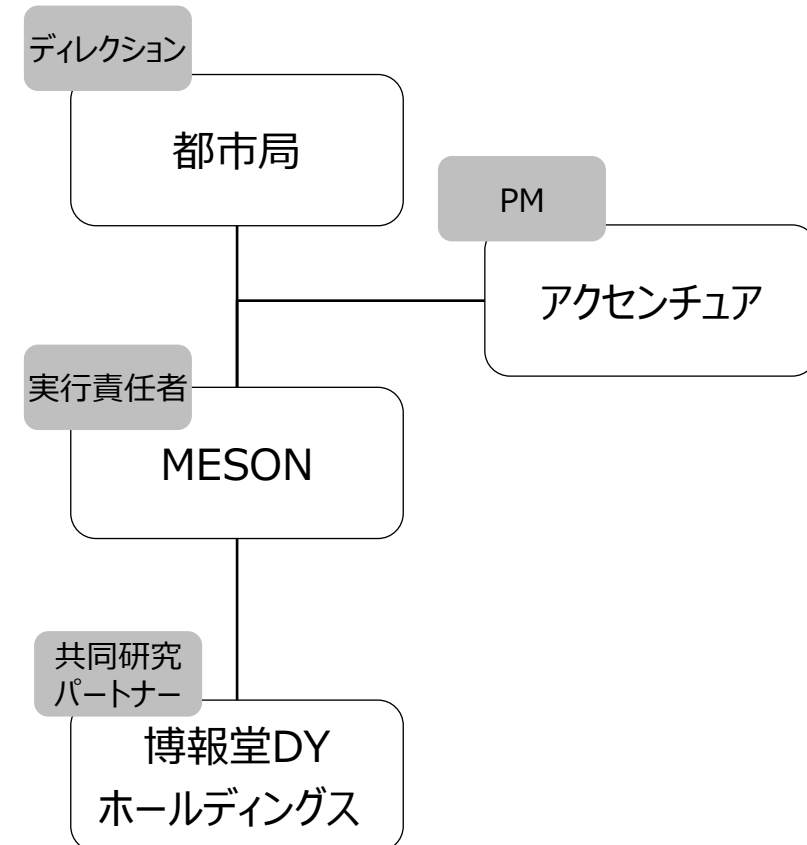
実証仮説	<p>都市AR空間とメタバースが連携するコンテンツプラットフォームの活用ニーズが事業者・エンドユーザー双方にある。</p> <ul style="list-style-type: none">● XR・メタバース市場が急成長し、今後人々のコミュニケーションの場やエンターテインメントの基盤がXR・メタバース空間へ拡大する中で、3D都市モデルを活用することで、現実の都市空間とバーチャル空間の双方が同期されたアクティビティやイベント等の体験を提供するために、デジタルコンテンツを環境横断で提供する技術の活用が安価・簡便にでき事業者及びエンドユーザー双方に新しい価値を提供できる。● 3D都市モデルを活用したデジタルコンテンツ配置が可能なCMSや他者とのコミュニケーションが可能な都市AR空間・メタバース空間を、事業者・エンドユーザーが利用することでコミュニケーションの活性化やまちの魅力発信に繋がりビジネスニーズが創出される。
検証ポイント	<ul style="list-style-type: none">● CMSの性能検証<ul style="list-style-type: none">- 精度：CMS上で配置したコンテンツを、モバイルARアプリ上でどの程度正確な位置に表示できるか- 工数削減効果：CMS環境でコンテンツを展開できることで、従来のスクラッチ開発やアップデート開発に比べてどの程度工数を削減することができるか● 事業者・エンドユーザーへの提供価値の検証<ul style="list-style-type: none">- 事業者目線でのCMS、アプリ環境（メタバース・モバイルARアプリ）の利用意向、想定ユースケース- ロケーションへの訪問喚起やユーザー間の交流に活用しうるか- 一般ユーザー視点でのユーザビリティ、コンテンツの視認性

I. 実証概要 > 2. 実施体制 実施体制

各主体の役割

主体	役割
MESON	<ul style="list-style-type: none"> 共同研究ビジョン策定 検証項目の策定 プロトタイプ仕様の策定 開発・実証調査進行管理 エンドユーザー体験設計 UI/UX、クリエイティブ制作 最終プロダクト品質担保
博報堂DY ホールディングス	<ul style="list-style-type: none"> 共同研究ビジョン策定 プロダクトの共同企画
アクセンチュア	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクトマネジメント

実施体制図



I. 実証概要 > 3. 実証エリア 実証エリア

東京都 渋谷区 渋谷駅周辺エリア (約300,000m²)



I. 実証概要 > 4. スケジュール スケジュール

実施事項	令和4年										令和5年		
	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
1. 実証調査実施に向けた全体設計		←→											
2. CMS機能開発		←→											
3. CMSコンテンツ準備				←→									
4. モバイルARアプリ開発				←→									
5. Webメタバース開発						←→							
6. CMS精度検証実験の実施									←→				
7. モバイルARアプリユーザーテストの実施									←→				
8. 検証結果の取りまとめ											←→		

I. 実証概要

II. 実証技術の概要

III. 実証システム

IV. 実証技術の検証

V. 成果と課題

II.実証技術の概要 > 1. 活用技術 活用技術一覧

項目	内容
ARCore GeoSpatial API	<ul style="list-style-type: none">Googleストリートビューの膨大な数の画像をベースに自己位置推定用のマップを構築し、事前空間スキャンが不要かつスマホカメラの画像を使った自己位置推定（VPS：Visual Positioning System）を提供するAPI
Unity	<ul style="list-style-type: none">Unity Technologies社が提供するゲームエンジン/統合開発環境XRアプリケーションの開発に活用されている
Flutter	<ul style="list-style-type: none">Googleが開発したスマホ開発向けのモバイルフレームワーククロスプラットフォーム開発、ホットリロードなど開発者向けの機能も充実している
Strapi	<ul style="list-style-type: none">Node.jsベースのオープンソースヘッドレスCMS（UIを持たずCMS機能のみを提供する）ローカルプラグインを使い独自開発のUIを追加実装できる
GAUGUIN	<ul style="list-style-type: none">MESONが構築したUnity向けのXR開発フレームワーククロスプラットフォーム対応やユースケースを想定したテンプレート、CMS機能などの特徴を有する



Ⅱ. 実証技術の概要 > 2. ARCore GeoSpatial API

ARCore GeoSpatial APIについて

Googleストリートビューの膨大な数の画像をベースに自己位置推定用のマップを構築し、事前空間スキャンが不要かつスマホカメラの撮影画像を使った自己位置推定（VPS：Visual Positioning System）を提供するAPI

GeoSpatial APIの概要

項目	詳細
名称	ARCore GeoSpatial API
概要	<ul style="list-style-type: none"> Googleが2022年5月にリリース 膨大なGoogleストリートビュー画像をベースにした空間スキャン不要のARコンテンツ SDK
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> 任意の地点で事前スキャンなしにARコンテンツを実装可能 <ul style="list-style-type: none"> 経度緯度を指定して空間に配置可能 ARコンテンツをシームレスに確認できる <ul style="list-style-type: none"> 端末のGPSと連動し位置を推定
本ユースケースでの利用方法	<ul style="list-style-type: none"> スマホ上におけるARコンテンツの位置合わせに使用

GeoSpatial APIの画面イメージ





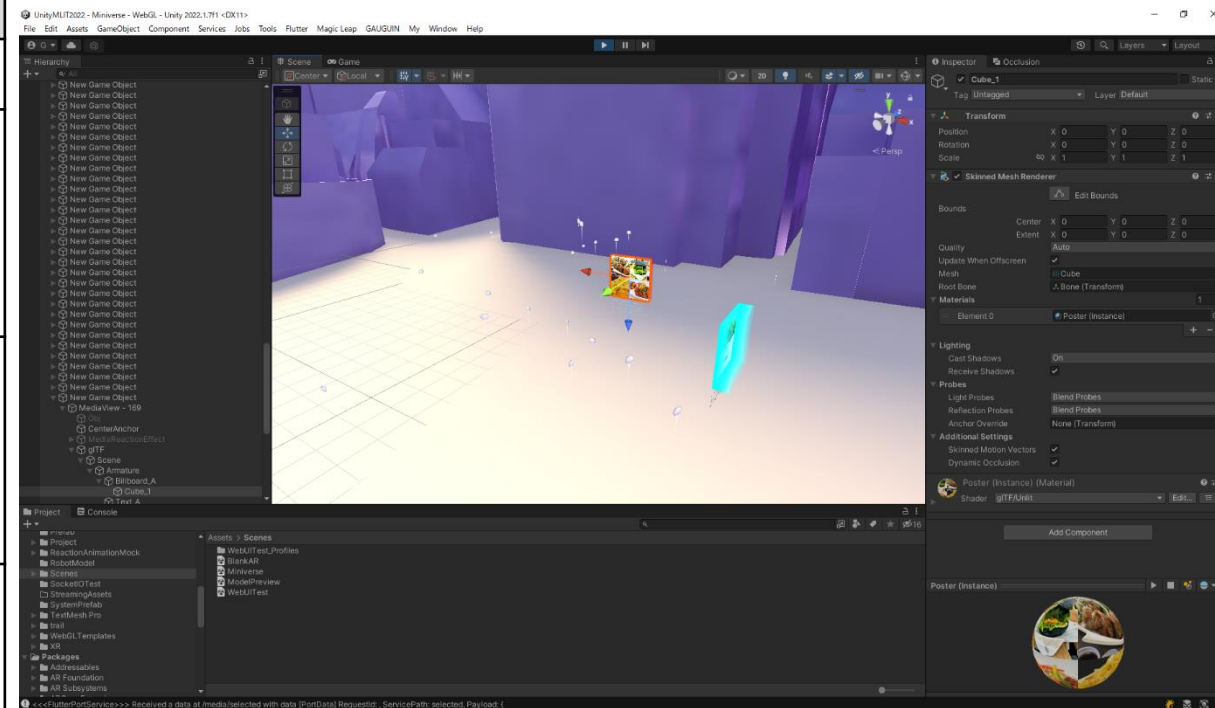
Ⅱ. 実証技術の概要 > 3. Unity Unityについて

Unity Technologies社が提供するゲームエンジン/統合開発環境で、XRアプリケーションの開発に活用されている

Unityの概要

項目	詳細
名称	Unity
概要	<ul style="list-style-type: none"> Unity Technologies社が提供するゲームエンジン/統合開発環境 XRアプリケーションの開発に活用されている
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> 3Dエディタ機能 アセット管理機能 物理エンジン
本ユースケースでの利用方法	<ul style="list-style-type: none"> 検証用のアプリケーションの開発・ビルド 3Dモデルの頂点数削減、テクスチャバイク

Unityの画面イメージ



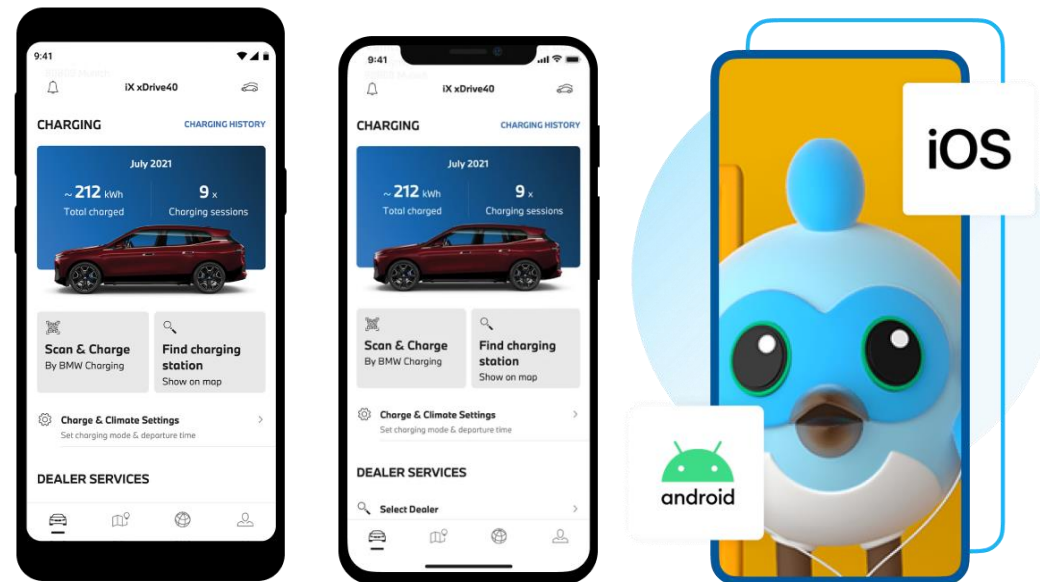
II. 実証技術の概要 > 4. Flutter Flutterについて

Googleが開発したスマホ開発向けのモバイルフレームワークで、クロスプラットフォーム開発、ホットリロード*など開発者向けの機能も充実している

Flutterの概要

項目	詳細
名称	Flutter
概要	<ul style="list-style-type: none">Googleが開発した、スマホ開発向けのモバイルフレームワーク
主な機能	<ul style="list-style-type: none">クロスプラットフォーム開発：同一のコードベースでiOS/Androidの両環境向けの開発が可能ホットリロード：コードの修正時、クイックに変更を反映して確認を行える
本ユースケースでの利用方法	<ul style="list-style-type: none">iOS向けのモバイルARアプリの2D UI開発（AR機能など3Dの処理はUnityで実装）

Flutterの画面イメージ



出所) Flutter公式サイトより

II. 実証技術の概要 > 5. Strapi

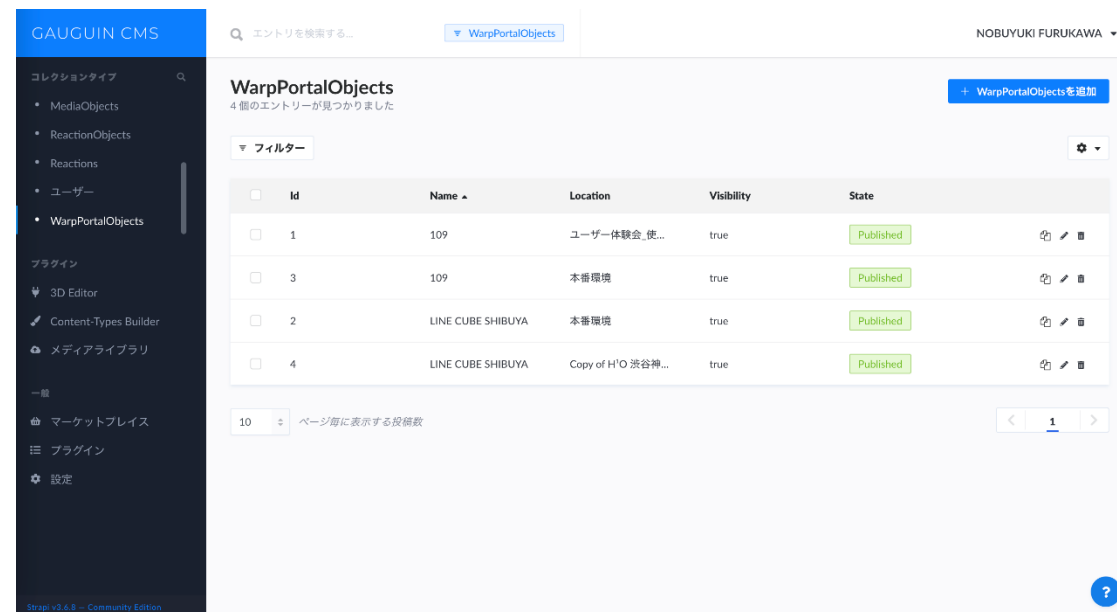
Strapiについて

Node.jsベースのヘッドレスCMSでローカルプラグインを使い独自開発のUIを追加実装できる

Strapiの概要

項目	詳細
名称	Strapi
概要	<ul style="list-style-type: none"> Node.jsベースのオープンソースヘッドレスCMS（UIのないバックエンド環境のみのCMS）
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> コンテンツタイプの作成機能：Web画面上で、CMSに登録するデータの種別・構造を定義できる ローカルプラグイン：ユーザーが独自に開発したUIを追加実装可能
本ユースケースでの利用方法	<ul style="list-style-type: none"> コンテンツ管理用のCMS画面の構築

Strapiの画面イメージ



II. 実証技術の概要 > 6. GAUGUIN GAUGUINについて

MESONが構築したUnity向けのXR開発フレームワーク。クロスプラットフォーム対応やユースケースを想定したテンプレート、CMS機能などの特徴を有する

GAUGUINの概要

項目	詳細
名称	GAUGUIN
概要	<ul style="list-style-type: none"> MESONが構築したUnity向けのXR開発フレームワーク
主な機能	<ul style="list-style-type: none"> GAUGUIN Base : 各XRデバイスの差異を抽象化し、クロスプラットフォーム対応を行う GAUGUIN Component : 空間認識、XR体験用UI、マルチプレイ機能などXR体験構築に汎用利用できるコンポーネント GAUGUIN Template : コンポーネントを組み合わせたユースケース向けテンプレート GAUGUIN CMS : 3Dエディタ上でコンテンツを簡単に配置・展開できるCMS
本ユースケースでの利用方法	<ul style="list-style-type: none"> GAUGUIN CMSをリアルロケーション向けに拡張して活用

GAUGUINの全体像



I. 実証概要

II. 実証技術の概要

III. 実証システム

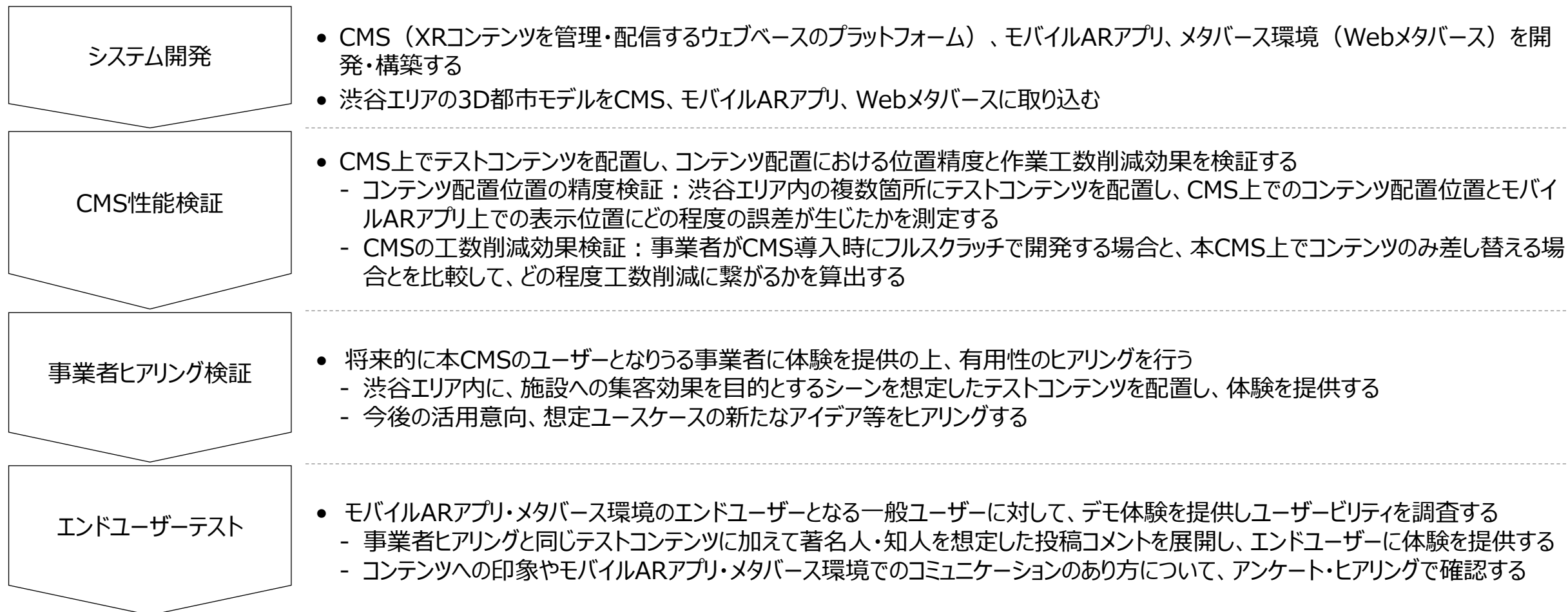
IV. 実証技術の検証

V. 成果と課題

Ⅲ. 実証システム > 1. 実証フロー

実証フロー

実証環境構築・CMSの性能検証を行った後、将来的にプラットフォームを活用が想定される事業者とエンドユーザーに対して、有用性を検証する





Ⅲ. 実証システム > 2. 想定事業機会 想定事業機会

ロケーションホルダー等の事業者を中心に、サイバーとフィジカル双方の空間が連動したAR・メタバース体験を提供するコンテンツプラットフォームサービスを提供する

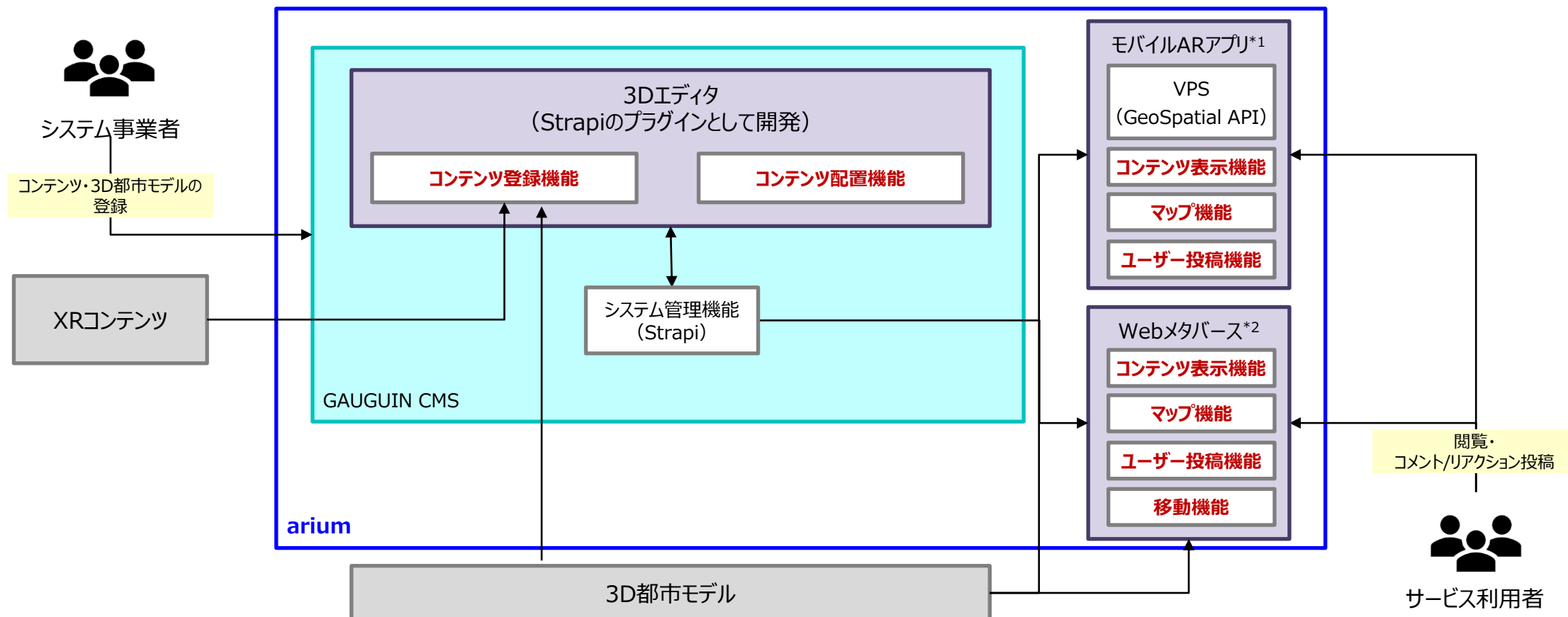
項目	内容
利用事業者	<ul style="list-style-type: none">不動産デベロッパーやスポーツ施設オーナー等のロケーションホルダー
提供価値	<ul style="list-style-type: none">コンテンツ配置時の工数削減<ul style="list-style-type: none">事業者がWebダッシュボードを通じてコンテンツを配置・管理できるので、容易にコンテンツの配置が可能モバイルARアプリ・メタバース環境における新たなXR体験の提供による集客効果やユーザー満足度の向上<ul style="list-style-type: none">実際に街を歩きながらモバイルARアプリ上でコンテンツを鑑賞できる遠隔地からでもメタバース環境でコンテンツが鑑賞できる
サービス仮説	<ul style="list-style-type: none">AR・メタバース体験を提供するB2B2C型サービス<ul style="list-style-type: none">事業者に対しては、コンテンツプラットフォームを活用したコンテンツ配置や管理支援サービス等を提供するエンドユーザーに対しては、オフライン・オンラインのどちらからも参加できるXRイベント体験を提供する<ul style="list-style-type: none">オフライン：実際に街を訪れた人が、現地でモバイルARアプリを使用して参加するオンライン：遠隔地にいる人が、メタバース環境から参加する

Ⅲ. 実証システム > 3. アーキテクチャ全体図

システムアーキテクチャ全体図

本実証システムのアーキテクチャは以下のとおり

<凡例> データ 既存処理 開発処理 既存ソフト 開発ソフト



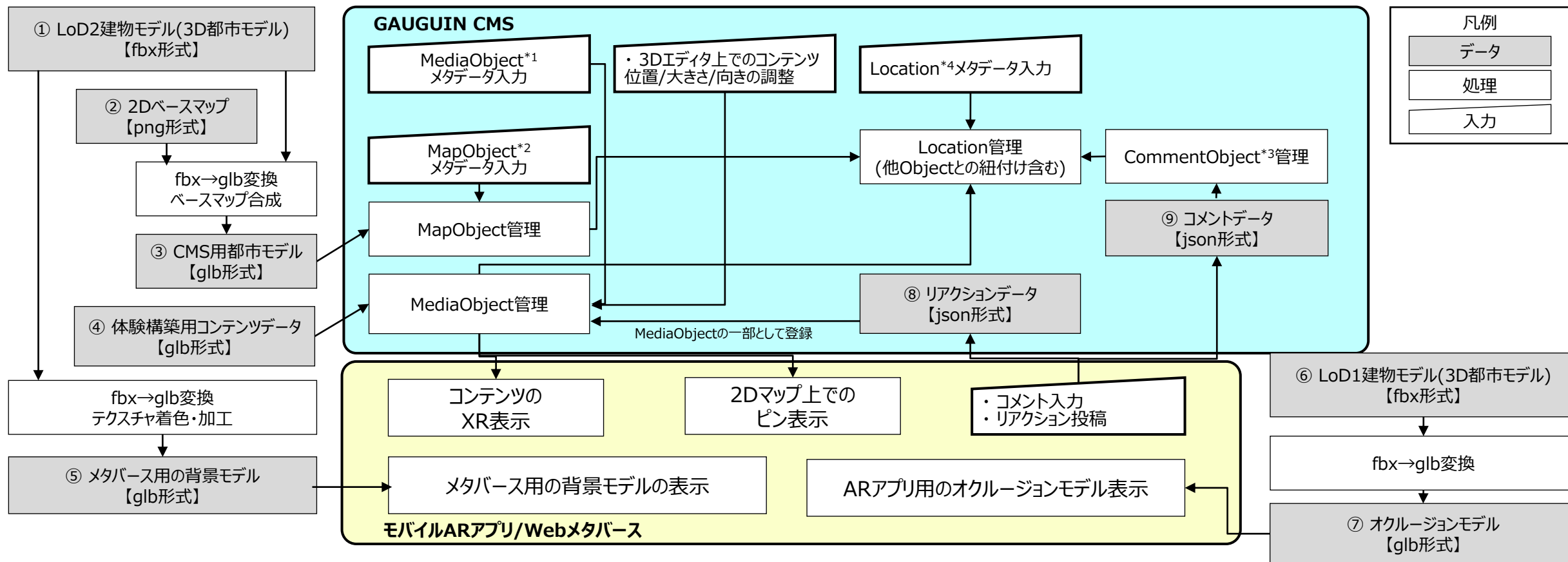
*1 モバイルARアプリはUnityとFlutterを用いて開発

*2 WebメタバースはUnityを用いて開発



Ⅲ. 実証システム > 3. アーキテクチャ全体図 データアーキテクチャ全体図

本実証システムのデータアーキテクチャは以下のとおり



*1 MediaObjectは、現実空間内に表示するXRコンテンツのCMS上での名称

*2 MapObjectは、コンテンツ配置時のガイドとして利用する都市の3DモデルのCMS上での名称

*3 CommentObjectはユーザが投稿したコメントデータのCMS上での名称

*4 LocationはCMS上での空間の管理概念。Locationに紐付ける形でMediaObject、MapObjectやCommentObjectを管理する

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能 CMS | 機能一覧 (1/2)

赤太字：開発部分

機能名	詳細機能名	説明
システム管理機能	ログイン機能	CMSシステムを利用する際のID・パスワードを用いたログインの仕組み
	環境の管理機能	今回の実証向けにサーバーを立て、他の環境と分けてコンテンツ管理を行うための環境
コンテンツ登録機能	3Dモデルのインポート機能	Glb形式の3Dモデル（PLATEAUモデル、アートコンテンツモデル）をインポート
	外部URL登録機能	モバイルARアプリとWebメタバースにおいて外部Webサイトと連携させるために、3DモデルにURLを登録
	空間とコンテンツの紐付け機能	3Dコンテンツの配置を行う空間（Location）と、3Dコンテンツを紐付け
	ユーザー投稿の閲覧・編集・削除機能	モバイルARアプリ・Webメタバースユーザーによる投稿データをCMS上で閲覧し、位置を編集や削除
	3Dモデルの複製機能	登録した3Dモデルの複製
	3Dモデルの削除機能	登録した3Dモデルの削除

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能 CMS | 機能一覧 (2/2)

赤太字：開発部分

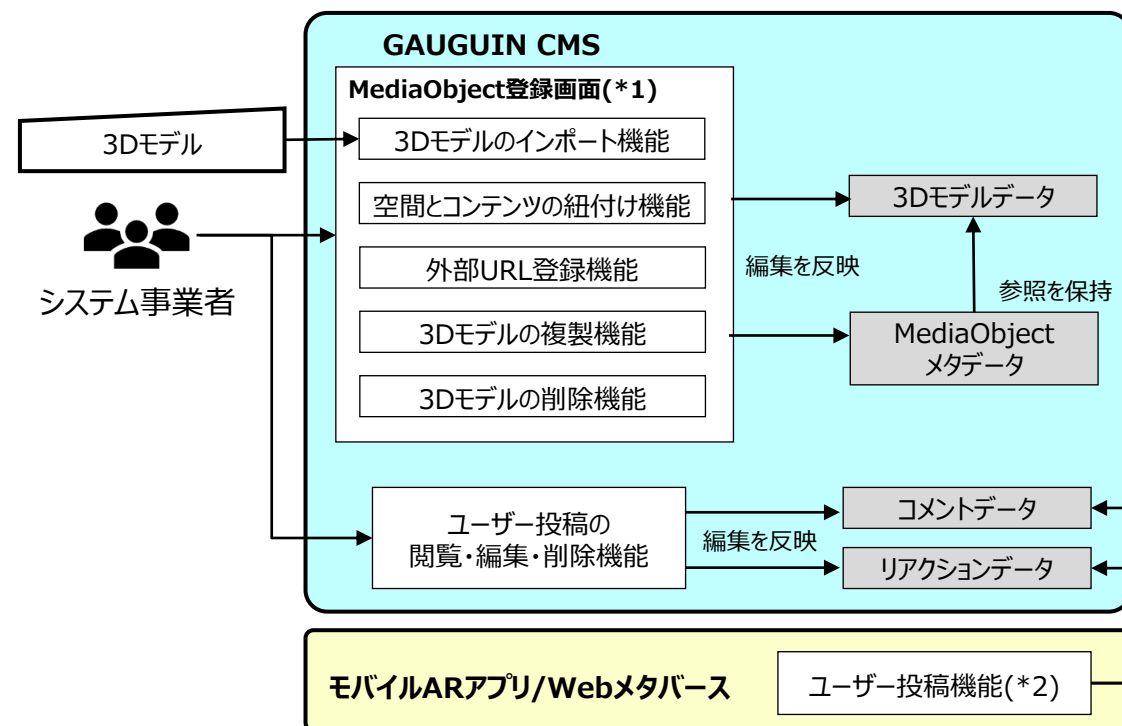
機能名	詳細機能名	説明
コンテンツ配置機能	3Dオブジェクト操作用エディタ - Gizmo機能	コンテンツ配置を行う3DEディタ上で、Gizmoを使った移動、回転、スケールを変更
	3Dオブジェクト操作用インスペクタ機能	配置するコンテンツの位置、スケール、向きを直接指定
	コンテンツ配置支援機能	都市空間に紐づけてコンテンツを配置しやすくするため、ベースマップ・場所情報を表示
	保存機能	配置したコンテンツの情報を保存
	パブリッシュ機能	配置したコンテンツをモバイルARアプリ・Webメタバース側に展開

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能 CMS | コンテンツ登録機能

機能仕様

項目	詳細
機能名	コンテンツ登録機能
機能概要	3Dモデルのインポートやそれらの設定を行う機能
入力データ仕様	<ul style="list-style-type: none"> 3Dモデル (gltb形式) コメントデータ リアクションデータ
出力データ仕様	<ul style="list-style-type: none"> MediaObjectメタデータ (3Dモデルデータの格納先や、位置情報、説明文などを保持したデータ) 3Dモデルデータ コメントデータ リアクションデータ
利用するアルゴリズム	<ul style="list-style-type: none"> 特筆すべき点なし
利用するライブラリ	<ul style="list-style-type: none"> モデルのインポートや編集操作はStrapiの基本機能を利用

機能イメージ



*1 MediaObject登録画面の詳細は「Ⅲ-7. CMSのUI | コンテンツ (MediaObjects) の登録」に記載

*2 ユーザー投稿機能の詳細は「Ⅲ-4.ユーザー投稿機能」に記載

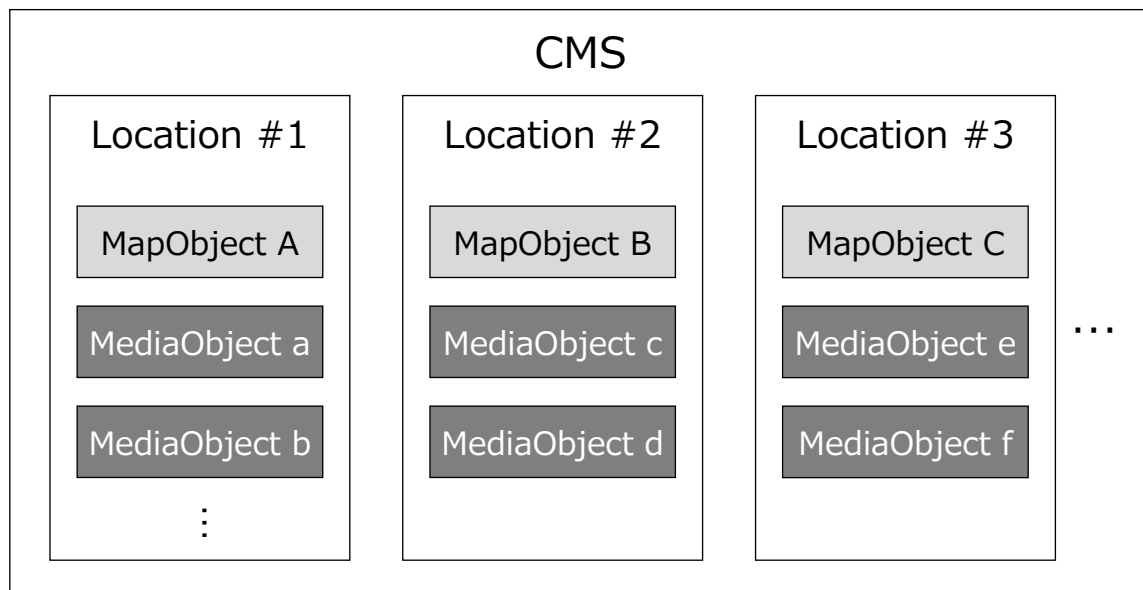
Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

CMS | コンテンツ登録機能 : Locationについて

CMS上ではLocationという単位で対応する3D都市モデルとXRコンテンツを管理する

CMSでのエリア管理「Location」の考え方

- CMSでは、体験やコンテンツを管理する際、“Location”の単位で管理を行う
- Locationにはglb形式に変換した3D都市モデルをMapObjectとして登録し、その上でMediaObject (=コンテンツ) を配置する
- Locationは属性データを持ち、設定されている緯度経度高さ情報からコンテンツの相対位置情報を現実世界での緯度経度情報に変換を行うことが可能



Locationに紐付けて登録する情報

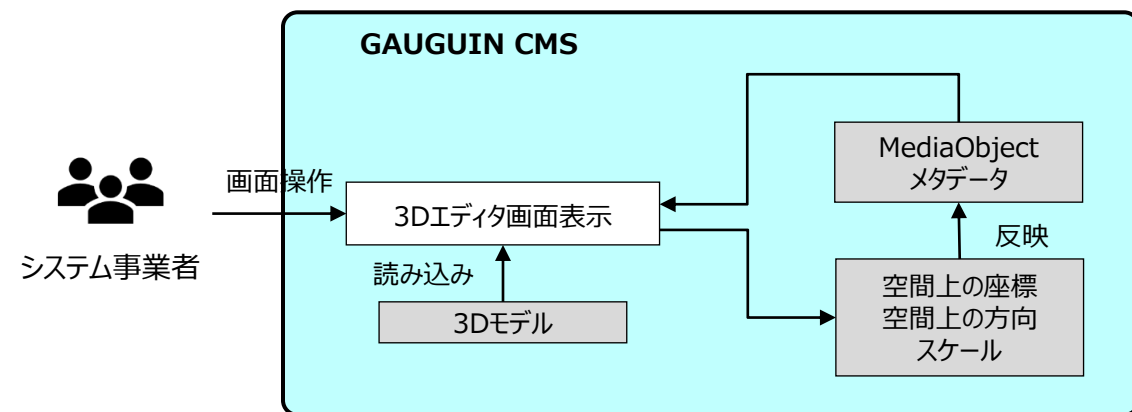
登録情報	説明
Location名	使用するエリア名を登録する。同一エリアで複数の体験を制作する際には区別できるようにLocation名を設定する
緯度	原点に設定する緯度を小数表記で登録する
経度	原点に設定する緯度を小数表記で登録する
高さ	原点に設定する高さをm単位で登録する
方角	Locationのz軸方向(y-up)の方角を指定する
座標系	座標変換に使用する平面直角座標系(1~19系)を指定する
CityGMLデータ	建物名表示に使用する3D都市モデルを登録する(3D都市モデルの属性情報を利用)

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能 CMS | コンテンツ配置機能

機能仕様

項目	詳細
機能名	コンテンツ設定機能
機能概要	CMS上で登録したコンテンツを3Dエディタ上で表示し、空間における位置・向き・サイズを調節して配置を行う機能
入力データ仕様	<ul style="list-style-type: none"> なし
出力データ仕様	<ul style="list-style-type: none"> 3Dモデルの空間上の座標 3Dモデルの空間上の方向 3Dモデルのスケール
利用するアルゴリズム	<ul style="list-style-type: none"> 特筆すべき点なし
利用するライブラリ	<ul style="list-style-type: none"> Babylon.jsを用いてStrapiのプラグインとして画面を構成

機能イメージ



Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能 モバイルARアプリ | 機能一覧

赤太字：開発部分

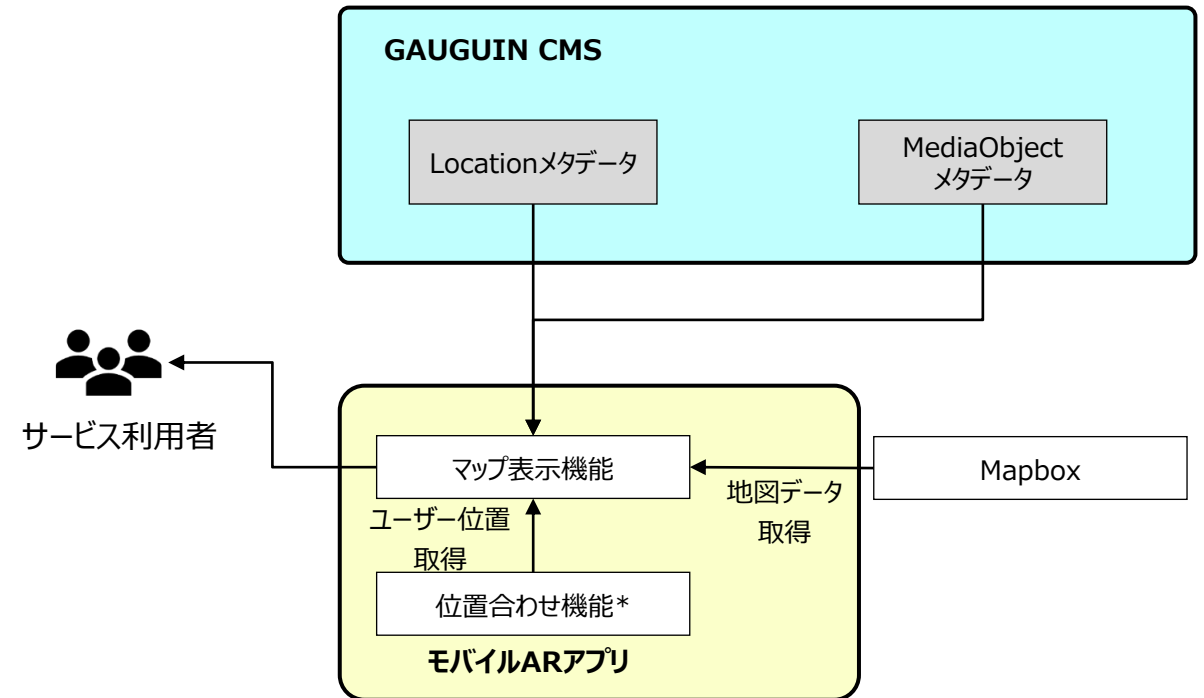
機能名	詳細機能名	説明
マップ機能	マップ表示機能	ユーザーの位置や配置したコンテンツの位置を確認するためのマップを表示
	コンテンツ情報の表示機能	配置されたコンテンツの名称、サムネイル画像、詳細説明を表示
コンテンツ表示機能	位置合わせ機能	ユーザー周囲の映像を使用して、自己位置を認識
	コンテンツのARビュー機能	CMSで配置したコンテンツや、ユーザーによる投稿データをAR表示
	リアクションの表示機能	コンテンツに対するリアクションを表示
	外部サイトの表示機能	コンテンツに紐づけて登録されたURLから外部サイトを表示
	オクルージョン機能	AR表示を行う際、建物の影にあるコンテンツを遮蔽
	平面直角座標と緯度経度の変換機能	CMS上で配置したコンテンツを、現実の都市空間でAR表示するために平面直角座標(x,y,z)と緯度経度・高さを変換する機能
ユーザー投稿機能	ユーザーによるコメント投稿機能	モバイルARアプリ上で、ユーザーのつぶやきをテキストで投稿
	ユーザーによるリアクション投稿機能	モバイルARアプリ上で、アートコンテンツやテキスト投稿に対してユーザーのリアクションを投稿

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能 モバイルARアプリ | マップ表示機能

機能仕様

項目	詳細
機能名	マップ表示機能
機能概要	ユーザーに対して、コンテンツの位置とユーザーの現在地を表示する
入力データ仕様	<ul style="list-style-type: none"> MediaObjectメタデータ（画像、説明文など） Locationメタデータ（緯度・経度、方角） 位置合わせ機能で取得したユーザーの位置情報
出力データ仕様	<ul style="list-style-type: none"> 画面表示
利用するアルゴリズム	<ul style="list-style-type: none"> 特筆すべき点なし
利用するライブラリ	<ul style="list-style-type: none"> Mapbox Unity Flutter Google GeospatialAPI

機能イメージ



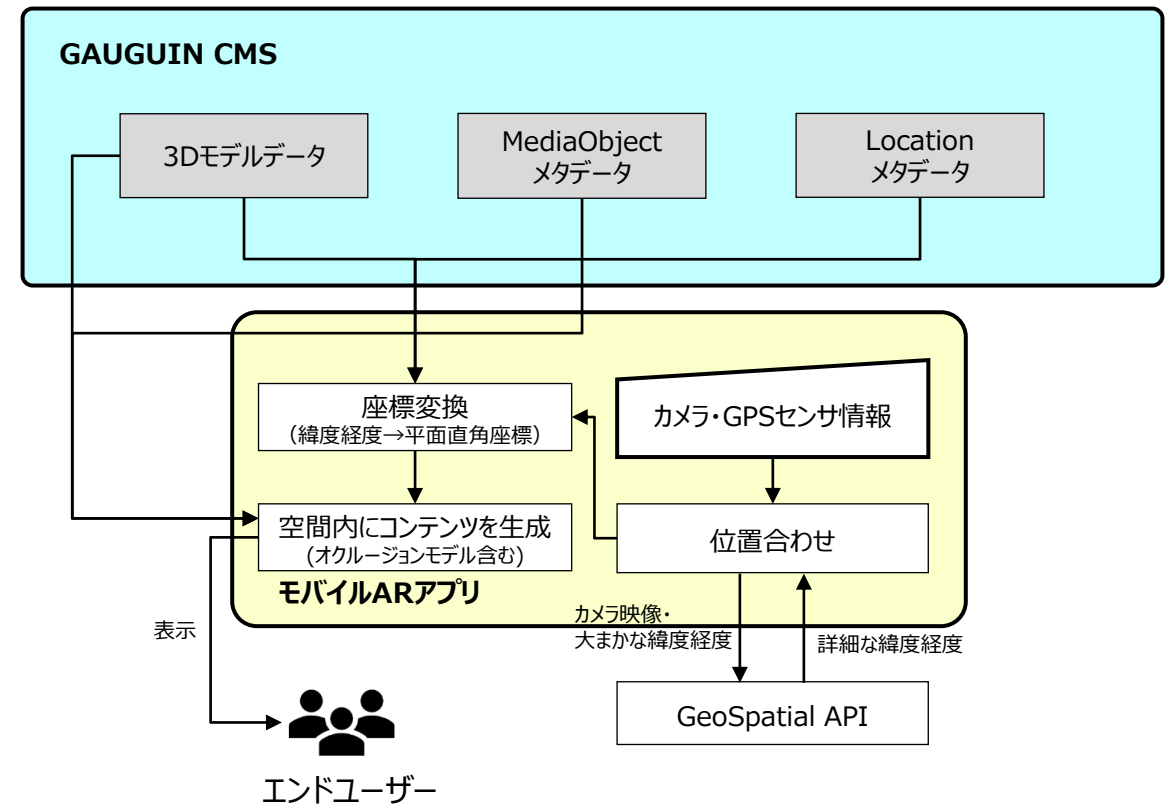
*位置合わせ機能の詳細は次ページに記載

Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能 モバイルARアプリ | コンテンツ表示機能

機能仕様

項目	詳細
機能名	コンテンツ表示機能
機能概要	CMSで配置したコンテンツをアプリ上で表示する
入力データ仕様	<ul style="list-style-type: none"> MediaObjectメタデータ (画像、説明文など) Locationのメタデータ (緯度・経度、方角) カメラ映像 GPSで取得したおおまかな緯度経度情報*
出力データ仕様	<ul style="list-style-type: none"> 画面表示
利用するアルゴリズム	<ul style="list-style-type: none"> 座標変換 (詳細は「Ⅲ-5.平面直角座標から緯度経度への変換」に記載) 位置合わせ (詳細は「Ⅲ-5.GeoSpatial APIを用いた位置合わせ・コンテンツ表示」に記載) オクルージョンのためのシェーダ設定 (詳細は「Ⅲ-5.PLATEAUモデルを用いたオクルージョン」に記載)
利用するライブラリ	<ul style="list-style-type: none"> Google GeospatialAPI Unity

機能イメージ

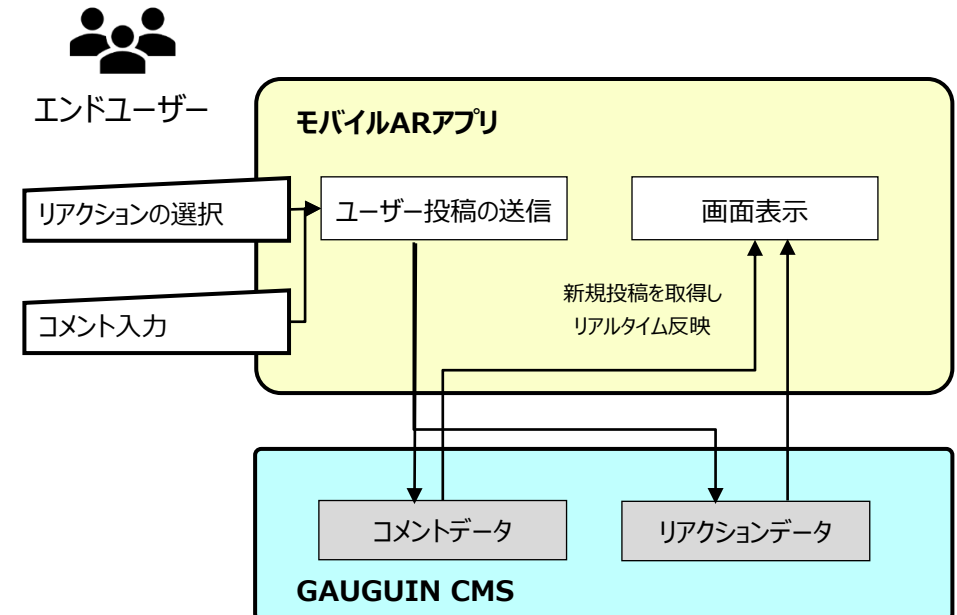


Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能 モバイルARアプリ | ユーザー投稿機能

機能仕様

項目	詳細
機能名	ユーザー投稿機能
機能概要	体験中の感想や情報を共有するため、文字ベースのコメント投稿やコンテンツに対するリアクションを投稿することができる
入力データ仕様	<ul style="list-style-type: none"> コメントテキスト 画面上でのリアクションの選択
出力データ仕様	<ul style="list-style-type: none"> 画面表示
利用するアルゴリズム	<ul style="list-style-type: none"> コメントのリアルタイム反映 (詳細は「Ⅲ-5.空間に紐付けたコメントの取得/投稿」に記載)
利用するライブラリ	<ul style="list-style-type: none"> Unity Flutter

機能イメージ



Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能 Webメタバース | 機能一覧

赤太字：開発部分

機能名	詳細機能名	説明
マップ機能	マップ表示機能	ユーザーの位置や配置したコンテンツの位置を確認するためのマップを表示
ユーザー投稿機能	ユーザーによるコメント投稿機能	メタバース空間において、ユーザーのつぶやきをテキストで投稿
	ユーザーによるリアクション投稿機能	メタバース空間において、コンテンツやコメント投稿に対してユーザーのリアクションを投稿
コンテンツ表示機能	コンテンツ情報の表示機能	配置されたコンテンツの名称、サムネイル画像、詳細説明を表示
	リアクションの表示機能	コンテンツに対するリアクションを表示
	外部サイトの表示機能	コンテンツに紐づけて登録されたURLから外部サイトを表示
移動機能	ロコモーション機能	メタバース空間内でキーボード操作・マウス操作を行うことで移動・視点変更
	ワープポータル機能	コンテンツ間を瞬間移動

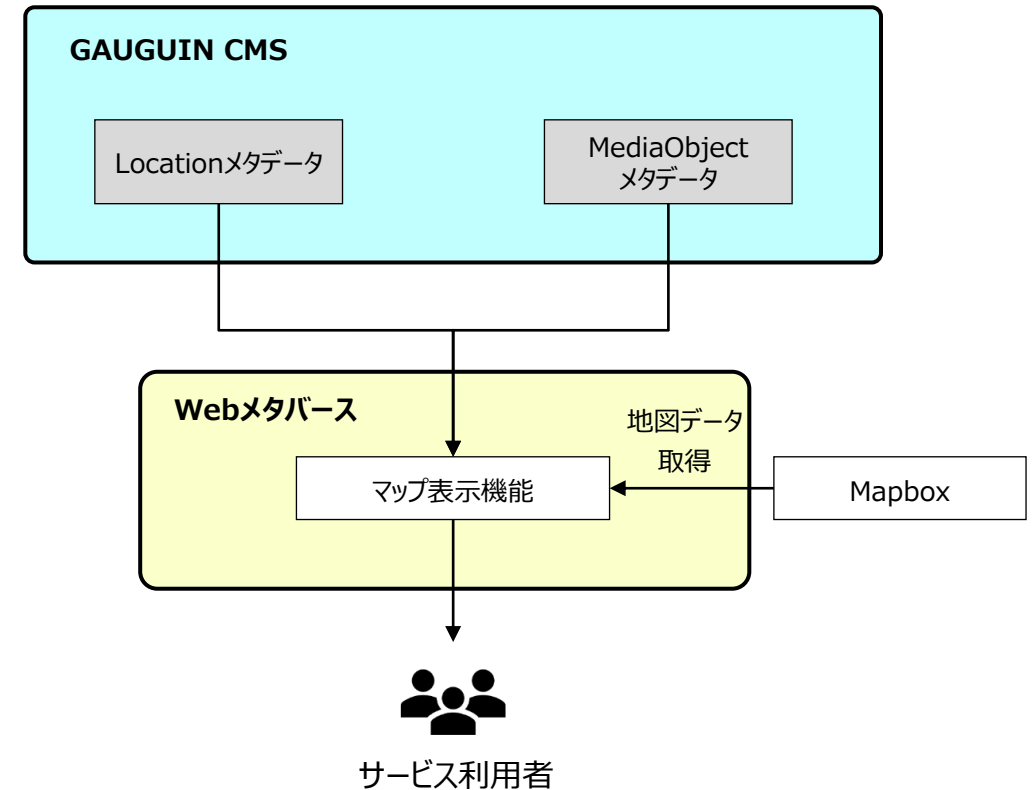
Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

Webメタバース | マップ表示機能

機能仕様

項目	詳細
機能名	マップ表示機能
機能概要	ユーザーに対して、コンテンツの位置を表示する
入力データ仕様	<ul style="list-style-type: none"> MediaObjectメタデータ (画像、説明文など) Locationメタデータ (緯度・経度、方角)
出力データ仕様	<ul style="list-style-type: none"> 画面表示
利用するアルゴリズム	<ul style="list-style-type: none"> 特筆すべき点なし
利用するライブラリ	<ul style="list-style-type: none"> Mapbox Unity

機能イメージ



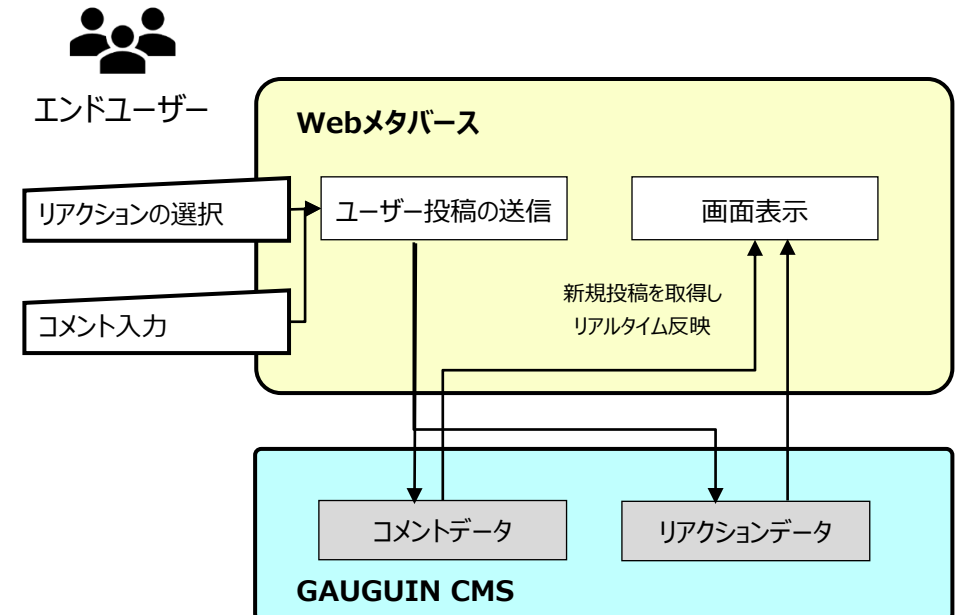
Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

Webメタバース | ユーザー投稿機能

機能仕様

項目	詳細
機能名	ユーザー投稿機能
機能概要	体験中の感想や情報を共有するため、文字ベースのコメント投稿やコンテンツに対するリアクションを投稿することができる
入力データ仕様	<ul style="list-style-type: none"> コメントテキスト 画面上でのリアクションの選択
出力データ仕様	<ul style="list-style-type: none"> 画面表示
利用するアルゴリズム	<ul style="list-style-type: none"> コメントのリアルタイム反映 (詳細は「Ⅲ-5.空間に紐付けたコメントの取得/投稿」に記載)
利用するライブラリ	<ul style="list-style-type: none"> Unity

機能イメージ



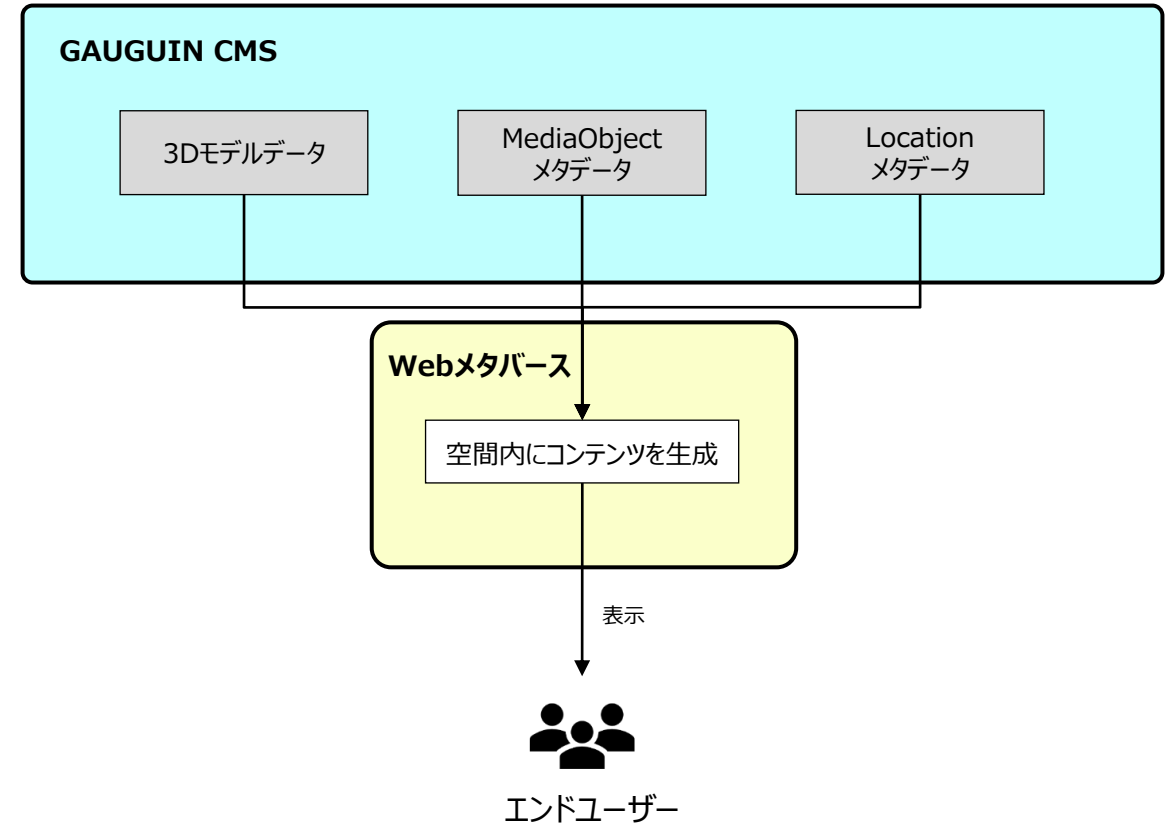
Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能

Webメタバース | コンテンツ表示機能

機能仕様

項目	詳細
機能名	コンテンツ表示機能
機能概要	CMSで配置したコンテンツをアプリ上で表示する
入力データ仕様	<ul style="list-style-type: none"> MediaObjectメタデータ (画像、説明文など) Locationのメタデータ (緯度・経度、方角)
出力データ仕様	<ul style="list-style-type: none"> 画面表示
利用するアルゴリズム	<ul style="list-style-type: none"> 特筆すべき点なし
利用するライブラリ	<ul style="list-style-type: none"> Unity

機能イメージ

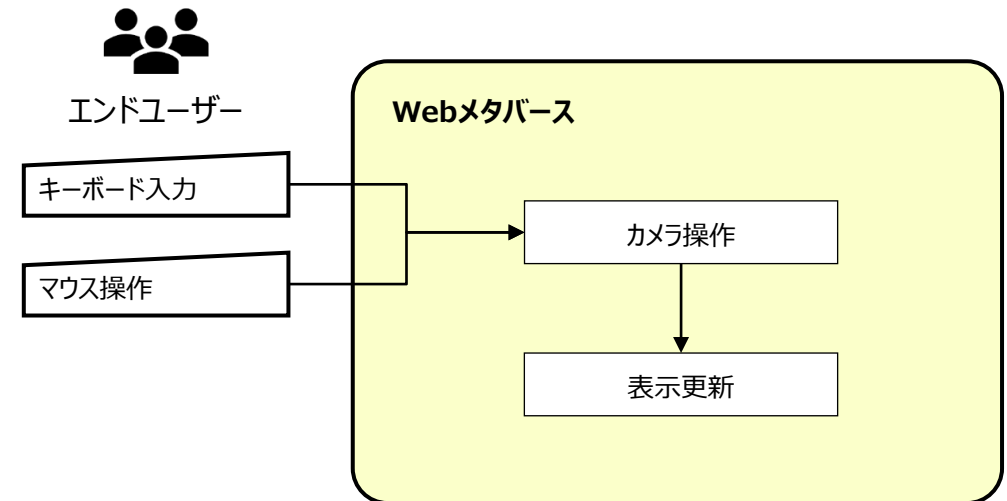


Ⅲ. 実証システム > 4. システム機能 Webメタバース | 移動機能

機能仕様

項目	詳細
機能名	移動機能
機能概要	キーボード入力（WASDキー）で前後左右への移動を行い、マウスのドラッグ操作で視点を移動する
入力データ仕様	<ul style="list-style-type: none">• キーボード入力• マウスのドラッグ操作
出力データ仕様	<ul style="list-style-type: none">• 画面表示
利用するアルゴリズム	<ul style="list-style-type: none">• 特筆すべき点なし
利用するライブラリ	<ul style="list-style-type: none">• Unity

機能イメージ

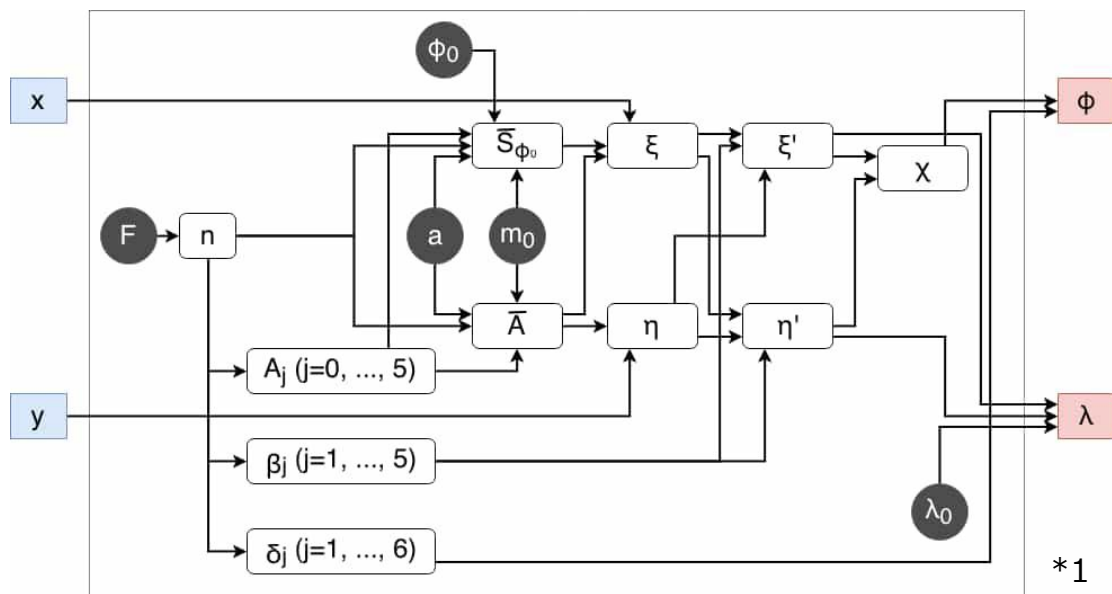


Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

平面直角座標から緯度経度への変換

平面直角座標(x,y)から緯度経度(Φ,λ)への変換は、下図のフローで計算される

入力x,y(平面直角座標)は
下図の計算フローを経て緯度Φ,経度λに出力される。



内部の詳細な計算式については、国土地理院の公開情報を参照(*2)

左図黒背景のノードは定数であり、用いた値は下表の通り。

定数	定数名	説明	値
F	逆扁平率	地球は完全な球形ではないため、その扁平率が必要。計算上はその逆数を用いる	298.257222101(*2)
a	赤道半径	楕円球である地球には長半径と短半径が存在し、計算には長半径である赤道半径の方を用いる	6378137.0(*2)
m0	平面直角座標系のX軸上における縮尺係数	原点から東西に離れるに従って平面距離が増大していくため、投影距離の誤差を相対的に1/10000以内に収めるよう座標原点を通る子午線上の縮尺係数を設定する必要がある	0.9999(*3)
Φ0	原点緯度	平面直角座標系は、日本をいくつかの地域メッシュとして分割し、それぞれのメッシュごとに地球を平面として見立てるため、対象エリアのメッシュ原点の緯度経度を定数として用いて計算を行う	対象エリアによって異なる(*4) (当実証実験においては東京都原点を使用)
λ0	原点経度	同上	同上

*1 画像出所：「緯度経度と平面直角座標の相互変換を実装するための数式」(参照 2023-03-10)

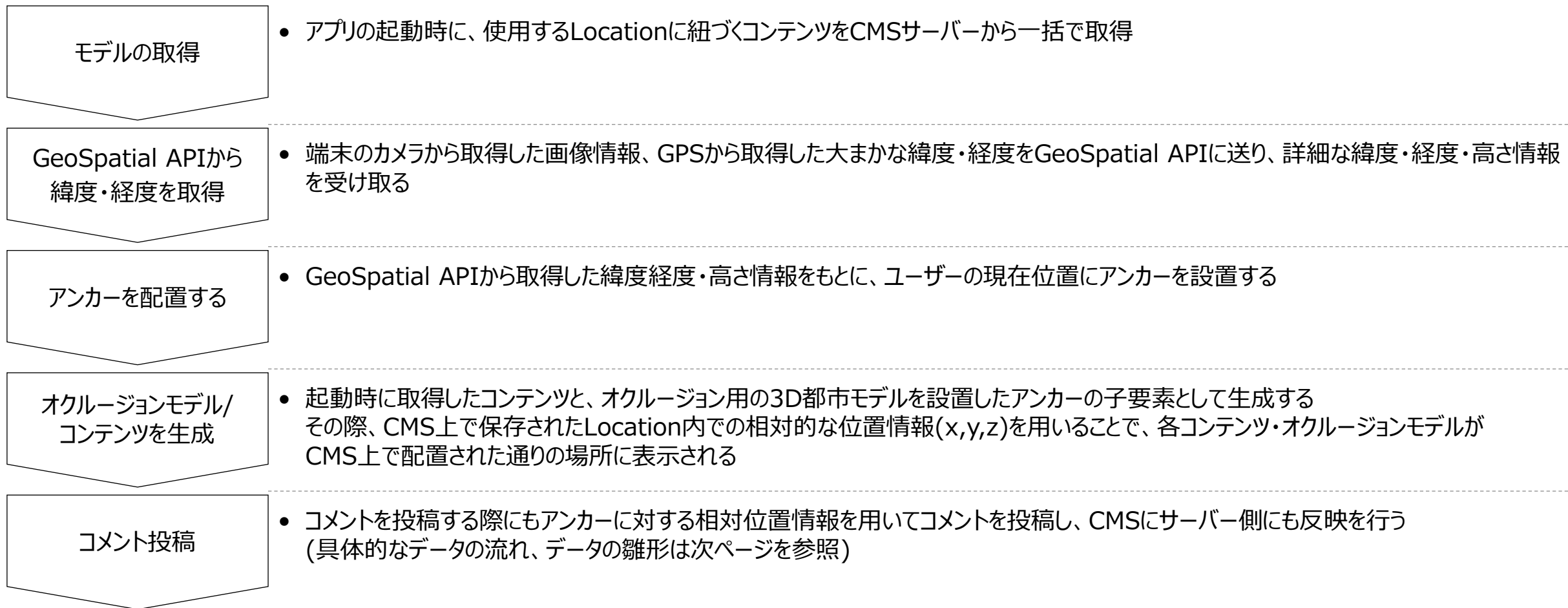
*2 値は日本測地系を参照。準拠楕円体はGRS80楕円体

*3 国土地理院「平面直角座標を換算して経緯度、子午線収差角及び縮尺係数を求める計算」(参照 2023-03-10)

*4 国土地理院の規定では全国に19個のメッシュ原点があり、東京都原点は其中でも9系座標(36°0'0.0000", 139°50'0.0000")にあたる

Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

GeoSpatial APIを用いた位置合わせ・コンテンツ表示



Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

PLATEAUモデルを用いたオクルージョン

オクルージョンは、PLATEAUモデルを遮蔽のみを行う透明色のオブジェクトに変えることで実現

- 遮蔽用オブジェクトのマテリアルには、マスクだけを行うシェーダを利用
- 具体的には、「オブジェクトのデプス情報だけを更新するシェーダ」を定義

- コード内で 'ColorMask 0' とすると、RGBすべての色の出力がマスクされ、結果的に「遮蔽だけする透明なオブジェクト」という表現を行うことができる

※コード内のそれ以外の箇所に関しては標準のUnlitシェーダと同様

- このシェーダをオクルージョン用のモデルのマテリアルに適用し、3Dオブジェクトとして表示させることでオクルージョンを実現している

ソースコード (Unity ShaderLab)

```
Shader "MLIT/Mask"
{
    Properties
    {
    }
    SubShader
    {
        Tags { "RenderType"="Opaque" "Queue"="Geometry-1" }
        LOD 100
        ColorMask 0

        Pass
        {
            CGPROGRAM
            #pragma vertex vert
            #pragma fragment frag

            #include "UnityCG.cginc"

            struct appdata
            {
                float4 vertex : POSITION;
            };

            struct v2f
            {
                float4 vertex : SV_POSITION;
            };

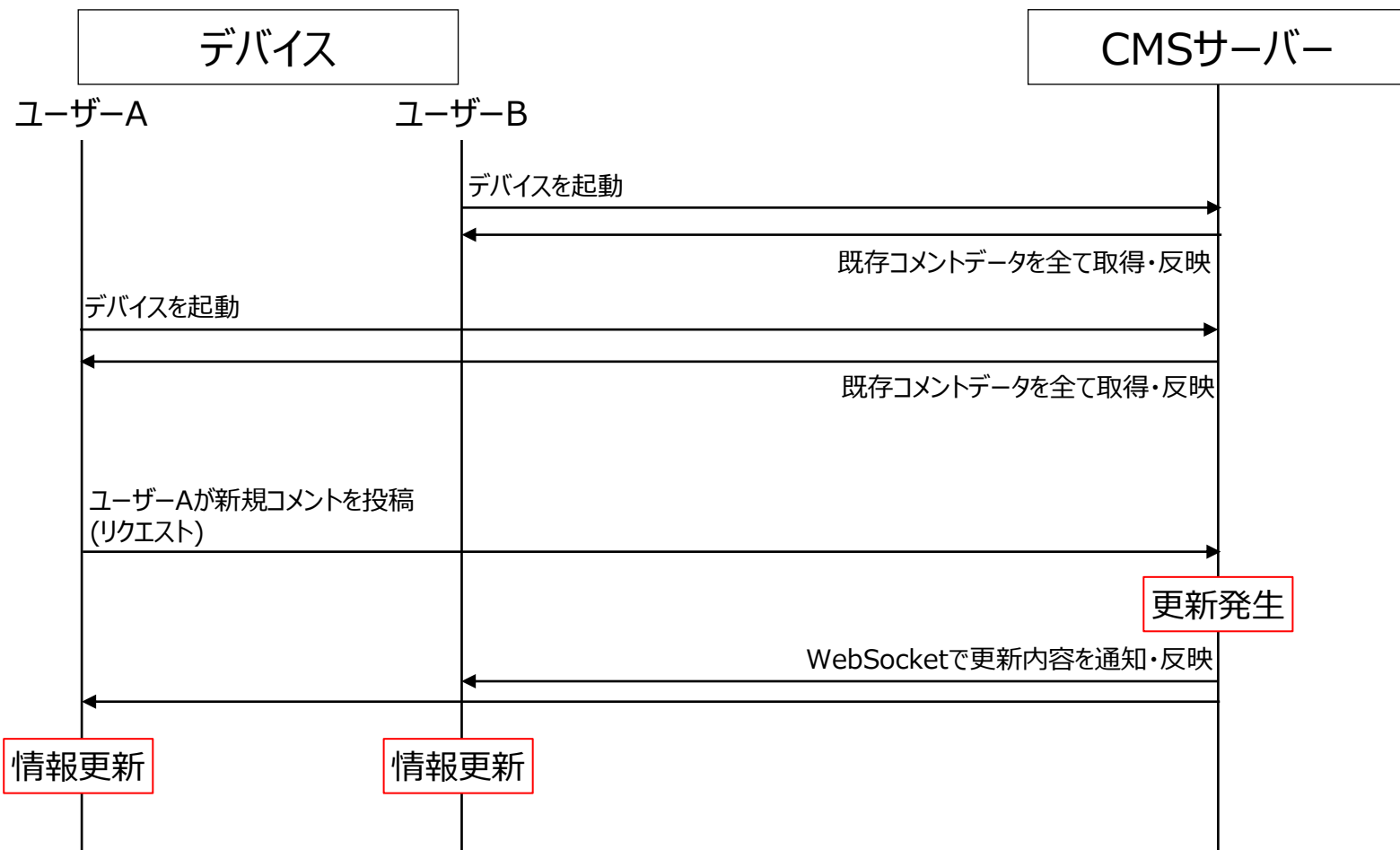
            v2f vert (appdata v)
            {
                v2f o;
                o.vertex = UnityObjectToClipPos(v.vertex);
                return o;
            }

            fixed4 frag (v2f i) : SV_Target
            {
                return float4(0, 0, 0, 0);
            }
            ENDCG
        }
    }
}
```

Ⅲ. 実証システム > 5. アルゴリズム

空間に紐付けたコメントの取得/投稿

コメント更新は WebSocket を使用し、リアルタイムに反映



コメントデータ仕様(C#)

```

public int Id;
public LocationId LocationId;
public Pose OffsetPose;
public Vector3 Scale;
public bool IsReacted;
public Reactions Reactions;
public UserName UserName;
public string Message;
    
```

コメント投稿のリクエストフォーマット

```

{
  "text": "Hello World",
  "location": "123",
  "Object": {
    "type": "text",
    "name": "Alice",
    "position": {
      "x": 0.0,
      "y": 0.0,
      "z": 0.0
    },
    "rotation": {
      "x": 0.0,
      "y": 0.0,
      "z": 0.0,
      "w": 1.0
    },
    "scale": {
      "x": 1.0,
      "y": 1.0,
      "z": 1.0
    }
  }
}
    
```

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ① 活用データ 活用データ一覧 | 3D都市モデル

地物	地物型	属性区分	属性名	内容
建築物LOD1/2	bldg:Building	空間属性	bldg:lod2Solid	建築物のLOD2の立体
			bldg:lod1Solid	建築物のLOD1の立体
		主題属性	gml:name	名称

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ①活用データ その他の活用データ一覧

活用データ	内容	データ形式	出所
2Dベースマップ	<ul style="list-style-type: none">CMS配置用の都市モデルの地面に合成することで、地名などを判別しやすくするための2次元地図の画像 (詳細は「Ⅲ-6-①.2Dベースマップ」を参照)	jpgまたはpng	OpenStreetMap
体験構築用コンテンツデータ	<ul style="list-style-type: none">ARアプリとメタバースに展開し、XR体験を構成するためのコンテンツデータ自前での作成、外部からの購入など作成手段は問わないが、glb形式である必要がある今回の実証実験では、テスト用のコンテンツモデルをBlenderを用いてモデリングして自作した (詳細は「Ⅲ-6-①.体験構築用コンテンツデータ」を参照)	glb	-

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ①活用データ 2Dベースマップ



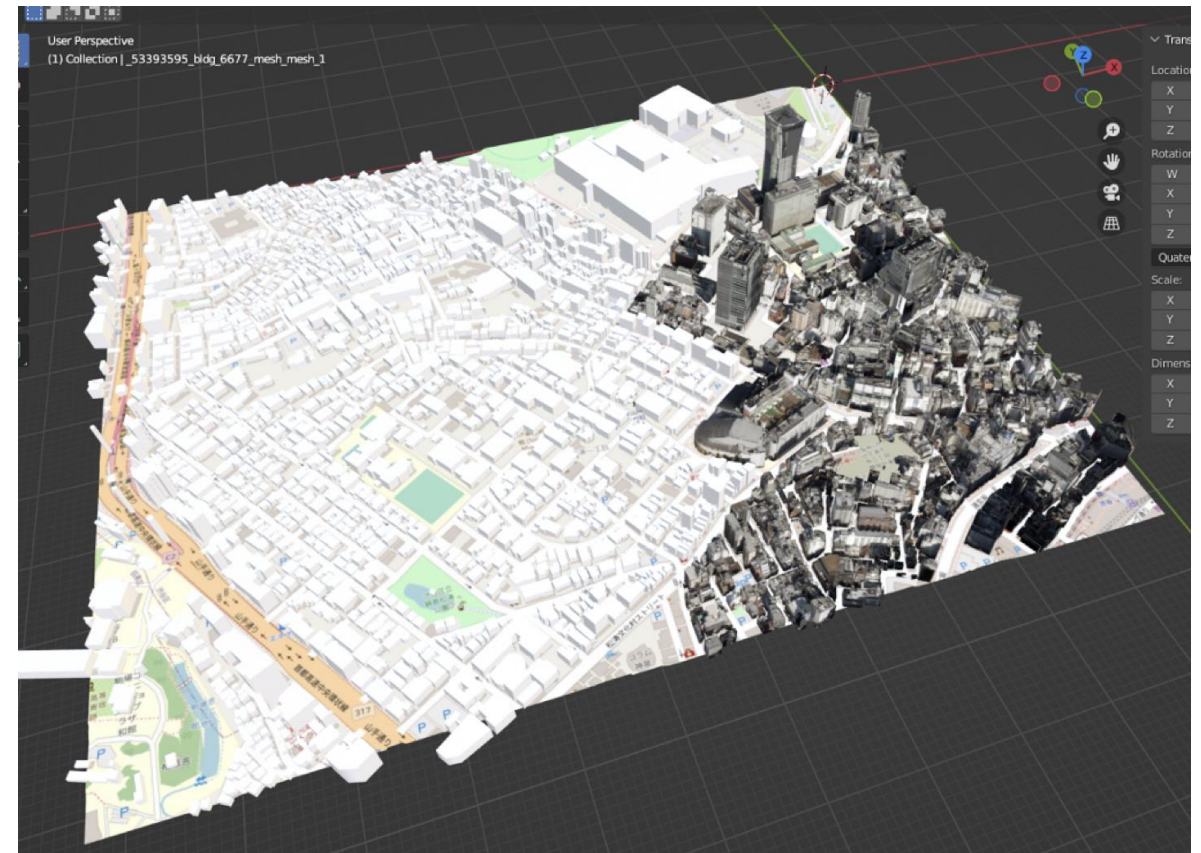
PLATEAU
by MLIT

CMSに3D都市モデルの建築物LOD2をインポートし、ベースマップとしてOpenStreetMapを貼り付けることで、道路名等を確認できるようにした

概要

イメージ

項目	詳細
概要	CMSで利用する都市モデル上で位置把握をしやすいするため、地名や道路名などが表記された2次元の地図画像を3D都市モデルの地面に貼り付けた
選定理由	地図データの利用目的に制限がなく、本実証実験や将来的な商用化の際に活用できるため、OpenStreetMapを選定した
出典	https://openstreetmap.jp/
使用データ形式	データはOpenStreetMapで提供されている地図データを画像形式で出力して使用した



Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ①活用データ 体験構築用コンテンツデータ

IPイベントや都市ガイドのユースケースを想定し、Blenderを用いてテスト用コンテンツをモデリングして作成した

概要

イメージ

項目	詳細
概要	プラットフォームの将来的なユースケースを見据え、IPコンテンツを模したキャラクターコンテンツと、都市に関する情報を提示するコンテンツを作成した
データ仕様	処理負荷が大きくなりすぎないように、以下の仕様のコンテンツを準備した <ul style="list-style-type: none">データ形式：glb形式データ容量：10MB程度頂点数：10,000頂点以内
コンテンツの個数	合計21個のコンテンツを作成し、ユーザーテスト時に渋谷の周遊エリアに配置した



キャラクターコンテンツの例



都市情報コンテンツの例

Ⅲ. 実証システム > 5. データ > ②データ処理

データ処理一覧

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)
CMS用都市モデル (gltf形式)	CMSのMapObjectとして使用	<ul style="list-style-type: none"> テクスチャ付き建築物LOD2モデルのfbx形式からgltf形式に変換 OpenStreetMapから取得したベースマップを合成 	Blender	3D都市モデル (fbx形式)
				2Dベースマップ (jpgまたはpng形式)
オクルージョンモデル (gltf形式)	ARアプリのオクルージョン用モデルとして使用	<ul style="list-style-type: none"> 建築物LOD1モデルのfbx形式からgltf形式への変換 	Blender	3D都市モデル (fbx形式)
メタバース用背景モデル (gltf形式)	メタバース環境の背景モデルとして使用	<ul style="list-style-type: none"> テクスチャ付き建築物LOD2モデルのfbx形式からgltf形式への変換 テクスチャの色を変換 	Blender	3D都市モデル (fbx形式)
リアクションデータ (json形式)	ユーザーからのリアクション数を集計する	<ul style="list-style-type: none"> リアクション種別毎にユーザーからの投稿数をカウントし、json形式で集計 	ユーザー投稿機能 (arium上での処理)	ARアプリ/メタバースからの入力データ
コメントデータ (json形式)	ユーザーからのコメントを他ユーザーも閲覧可能な形で保存	<ul style="list-style-type: none"> ユーザーからのコメントを、投稿がなされた位置情報と紐付けてCommentObjectとしてCMSに保存 	ユーザー投稿機能 (arium上での処理)	ARアプリ/メタバースからの入力データ

Ⅲ. 実証システム > 5. データ > ②データ処理

BlenderによるgIb変換

3D都市モデルの
データを取得する

- 使用するエリアの3D都市モデルを国土交通省ウェブサイトから取得する
 - CMS配置モデル、メタバス用モデルについてはLoD2のモデルを取得する
 - ARアプリ用のオクルージョンモデルについてはLoD1のモデルを取得する

メッシュマージを
行う

- 頂点数を削減するため、メッシュマージを行う

マテリアル/テクスチャ
を設定する

- モデルが用途に合った外観になるよう、マテリアルを設定する
 - メタバス向けのモデルは審美性を高めるために色を設定する。また、ARアプリ用のオクルージョンモデルは遮蔽表現を行うためのシェーダコードを作成し、マテリアルに設定する。CMS配置モデルは2Dのマップをベースマップとして地面に配置する

モデルの位置を
調整する

- 座標変換を正確に行えるよう、作成したモデルの位置を調整する
- 原点からのモデルの位置が、使用するエリアの平面直角座標系の原点からの距離に合うよう調整する（東京であれば9系座標系の原点からの距離になるようモデルの位置を調整する）

ファイルをgIb形式で
書き出す

- gIb形式でファイルを書き出す
 - CMS向けのモデルはGAUGUIN CMS上でMapObjectとして登録する（p.42参照）
 - メタバス用モデル、ARアプリ用のオクルージョンモデルはUnity上でアプリ内のファイルとして配置し、ビルドを行う

Ⅲ. 実証システム > 5. データ > ②データ処理 リアクションデータ

リアクションデータの概要

項目	詳細
概要	コンテンツに対して抱いた気持ち・感想などを手軽にフィードバックして記録するための機能
データ仕様	<ul style="list-style-type: none">データ形式：json形式MediaObject、CommentObjectのメタデータとして、各コンテンツに右記の形式でリアクション数を記録15種類のリアクションに紐付ける形で、各リアクションが何回ユーザーに投稿されたかをカウント
備考	ARアプリ/メタバース環境のユーザーがリアクションを投稿するたびに投稿回数が可算される

データ雛形

```
{  
  "Clap": 0,  
  "Fire": 0,  
  "Heart": 0,  
  "HundredPoints": 0,  
  "JoyFace": 0,  
  "OpenMouthFace": 0,  
  "PleadingFace": 0,  
  "RaisedHands": 6,  
  "SmilingFaceWithHeart": 0,  
  "SmilingFaceWithTear": 0,  
  "SobFace": 0,  
  "SunglassFace": 0,  
  "Tada": 0,  
  "ThinkingFace": 1,  
  "ThumbsUp": 1  
}
```

Ⅲ. 実証システム > 5. データ > ②データ処理 コメントデータ

概要

項目	詳細
概要	<ul style="list-style-type: none">体験中に思ったことや他ユーザーにシェアしたい情報をテキスト情報として投稿する機能ARアプリ・メタバースのコメント機能で文字を入力して投稿する
データ仕様	<ul style="list-style-type: none">データ形式：json形式コメントのテキスト部分と、対応付けるLocationの情報、Locationの中での位置(Position)、向き(Rotation)、大きさ(Scale)の情報を保持

データ雛形

```
{
  "text": "<<commentの内容>>",
  "location": "<<locationのid>>",
  "Object": {
    "type": "text",
    "name": "Alice",
    "position": {
      "x": 0.0,
      "y": 0.0,
      "z": 0.0
    },
    "rotation": {
      "x": 0.0,
      "y": 0.0,
      "z": 0.0,
      "w": 1.0
    },
    "scale": {
      "x": 1.0,
      "y": 1.0,
      "z": 1.0
    }
  }
}
```

Ⅲ. 実証システム > 6. データ > ③出力データ 出力データ一覧

出力データ	内容	データ形式
-	-	-

Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース

CMS-アプリ間での3D都市モデルを使ったコンテンツ配置と表示方法

コンテンツ座標は緯度経度情報に変換され、GeoSpatial APIの位置合わせによりAR表示される

CMS-アプリ間での3D都市モデルを使ったコンテンツ配置と表示方法

動作イメージ

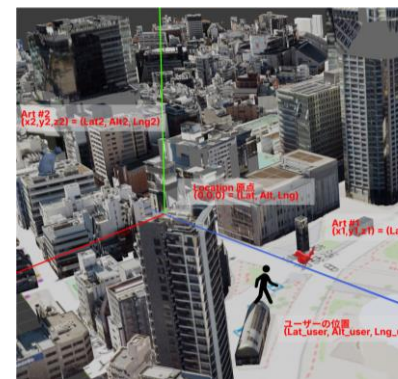
配置	<ul style="list-style-type: none">Locationに3D都市モデルをインポートし、設定画面上で原点の緯度経度・高さを手動入力する<ul style="list-style-type: none">平面直角座標系との変換処理により、Locationに紐づく3D空間上の(x,y,z)座標が現実空間の緯度・経度・高さに対応関係が作られるCMSでのコンテンツ編集時と、ARのオクルージョン表現時に共通の3D都市モデルを使うことで、その精度に倣ったコンテンツ配置が可能となる<ul style="list-style-type: none">例) 特定の建物の屋上にキャラクターを配置、店舗の入り口に情報コンテンツを配置等のピンポイントなコンテンツの配置を実現する
表示	<ul style="list-style-type: none">街の中でARアプリを建物にかざすと、VPSとして使用しているGeoSpatial APIの位置合わせ処理により、ユーザーがいる場所の緯度・経度・高さおよび向いている方角が高精度で取得できる取得したユーザーの位置情報と向きを使い、CMSで配置した場所にARコンテンツの表示を行う

コンテンツ配置時



ARアプリ

コンテンツ表示時



Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース CMSの使い方 | 全体フロー

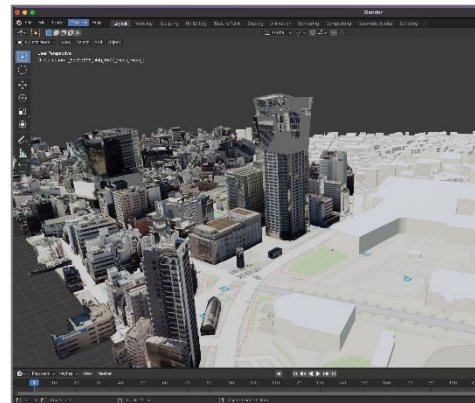
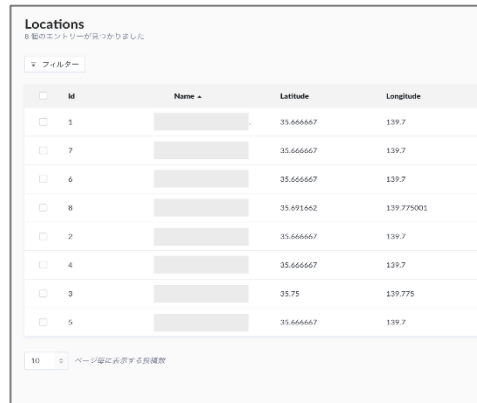
起動

ロケーション登録

マップ登録

コンテンツ登録

位置調整



- CMSを起動し、ログイン

- CMSの管理の単位となる「ロケーション」を利用したいエリアに合わせて作成する

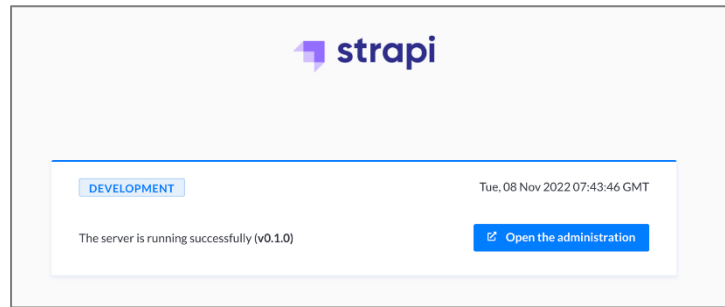
- ロケーションのエリアに含まれる3D都市モデルをGLB形式に変換し登録

- 配置したいコンテンツをGLB形式でCMSに読み込み

- コンテンツを3Dマップ（3D都市モデル）に合わせて配置・位置調整を行う

Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース CMSの使い方 | 起動 (ログイン)

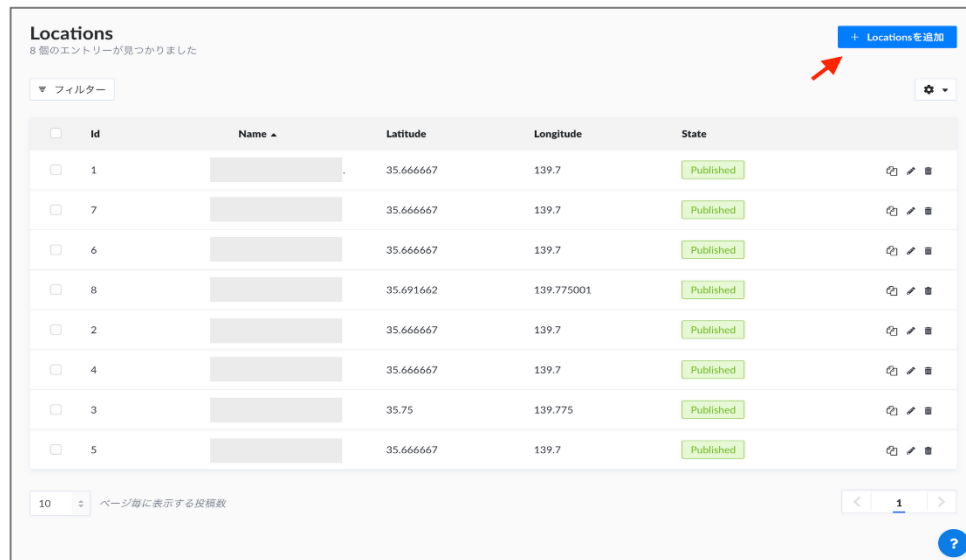
CMSの起動とログイン



Strapiの管理画面からCMSのログインページにアクセスし、ログインを行ってCMSを起動する

Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース CMSの使い方 | ロケーション登録

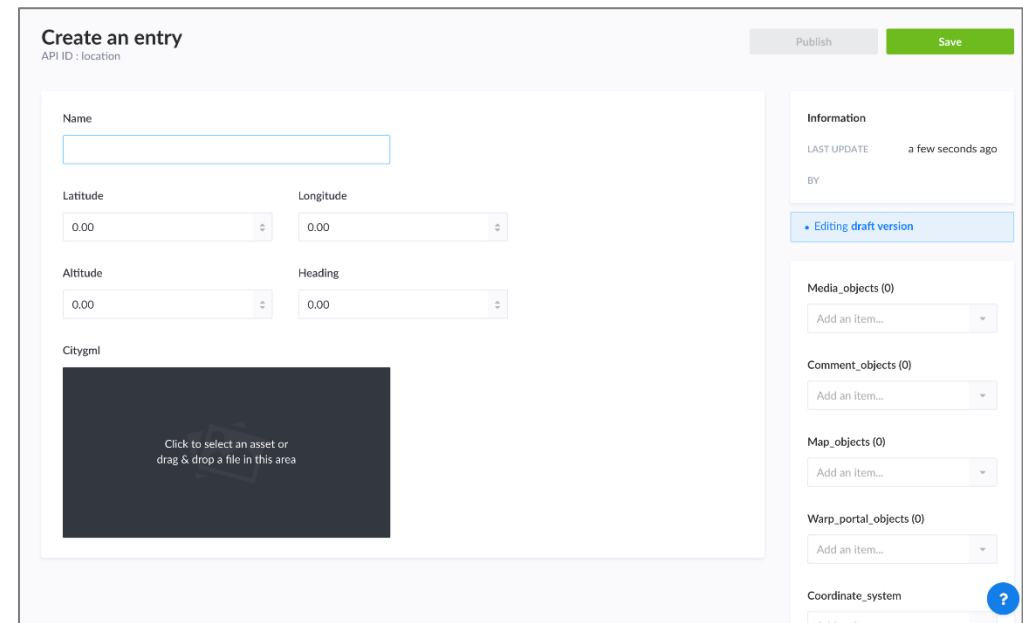
ロケーション*1の新規作成



Id	Name	Latitude	Longitude	State
1		35.666667	139.7	Published
7		35.666667	139.7	Published
6		35.666667	139.7	Published
8		35.691662	139.775001	Published
2		35.666667	139.7	Published
4		35.666667	139.7	Published
3		35.75	139.775	Published
5		35.666667	139.7	Published

サイドメニュー*2から「Locations」を選択し、
新規作成ボタンをクリック

ロケーション情報の記入



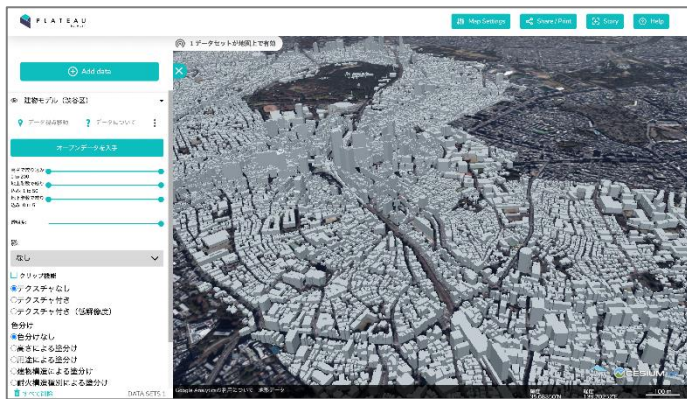
必要情報を記入して、
新規ロケーション情報を保存

*1 GAUGUINにおける「ロケーション」は、コンテンツの配置・編集を行うエリアの定義。ロケーションはマップモデルと1対1で対応しており、複数作成することが可能

*2 サイドメニューのUIは後述スライドを参照

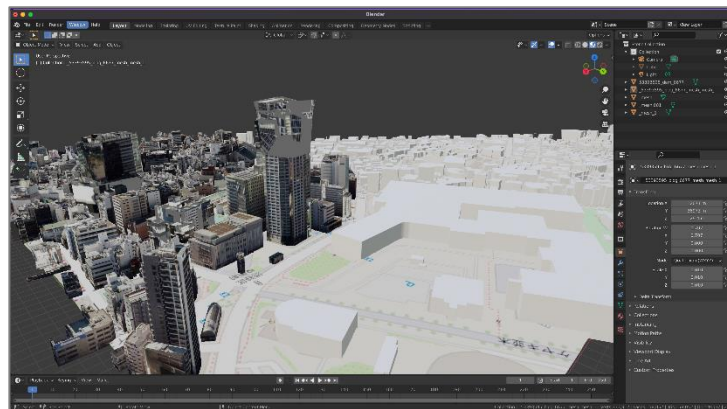
Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース CMSの使い方 | マップ登録

3D都市モデルのダウンロード



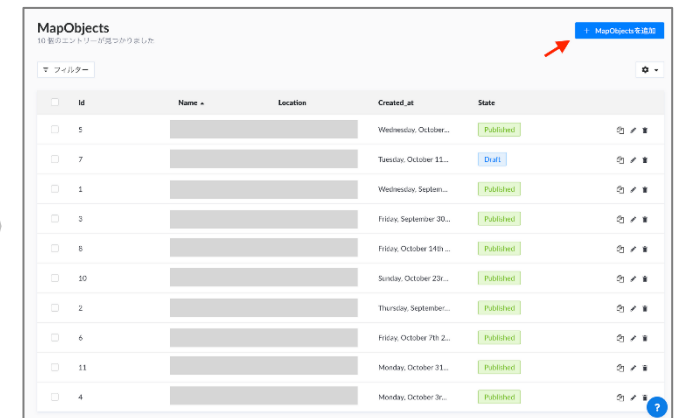
PLATEAUサイトより、対象地域の
マップモデルをダウンロードする

GLB形式への変換



Blender等の3Dモデリングソフトを使って
ファイル形式をGLBに変換する

GLBファイルをマップとして登録



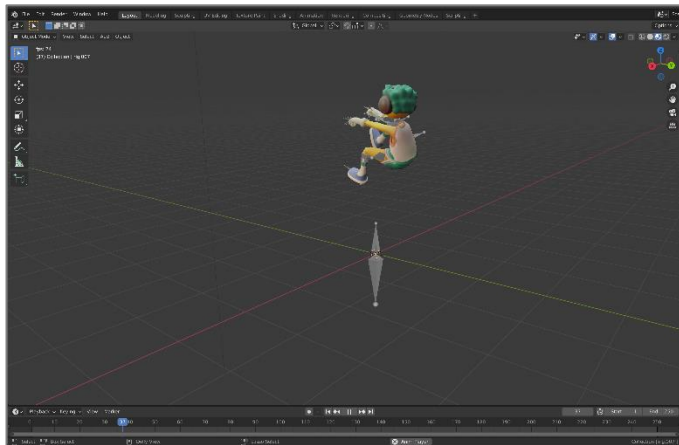
CMSの「MapObjects」機能から
用意したGLBファイルを登録する

Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース CMSの使い方 | コンテンツ登録

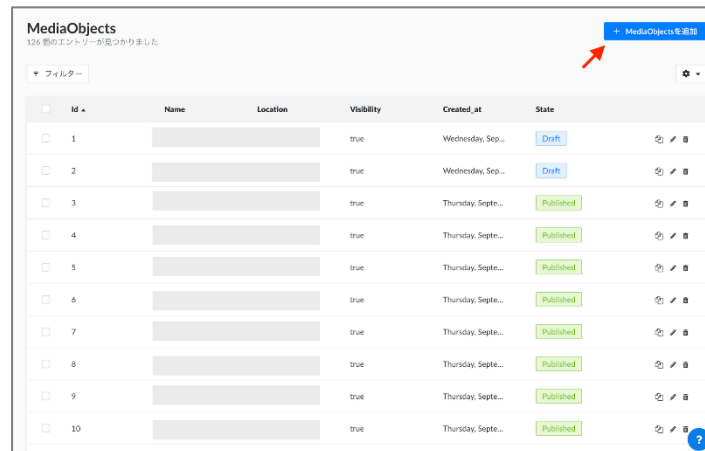
コンテンツをGLB形式で作成

GLBファイルをCMSに登録

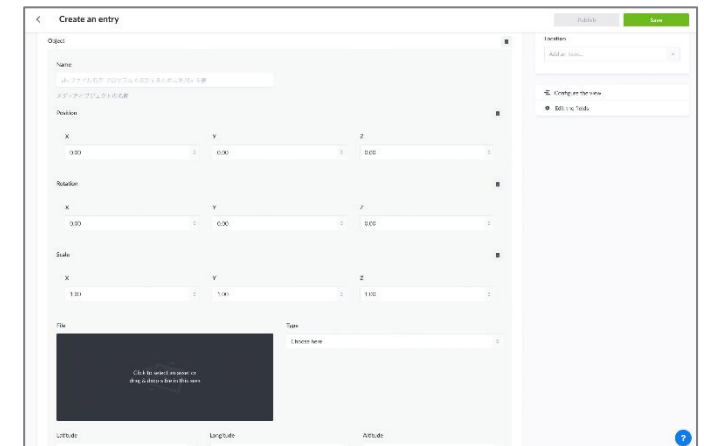
関連情報を記載しパブリッシュ



Blender等3Dモデリングソフトで
ARオブジェクト(GLB)を作成する



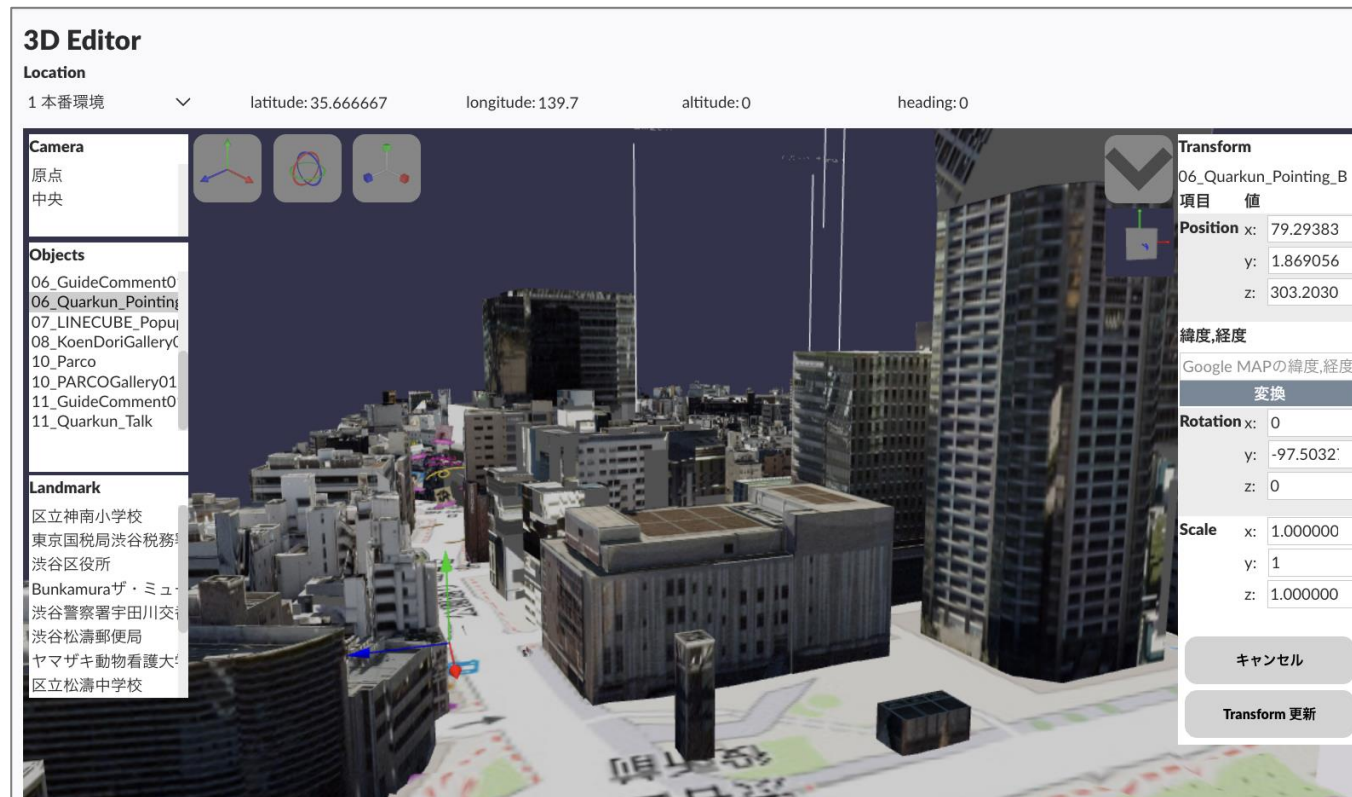
CMSの「MediaObjects」機能から
用意したGLBファイルを登録する



オブジェクトに関する詳細情報を記入し、
コンテンツを保存・パブリッシュする

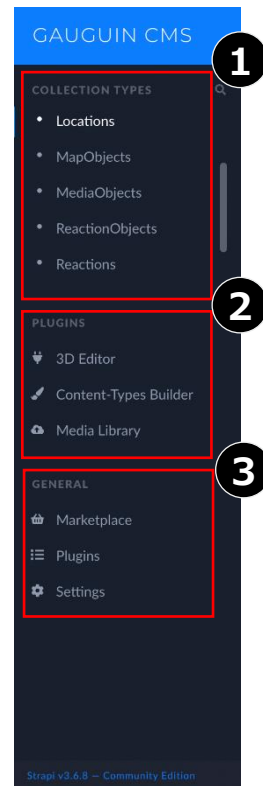
Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース CMSの使い方 | コンテンツ配置調整・パブリッシュ内容更新

3D editor上でコンテンツの配置調整



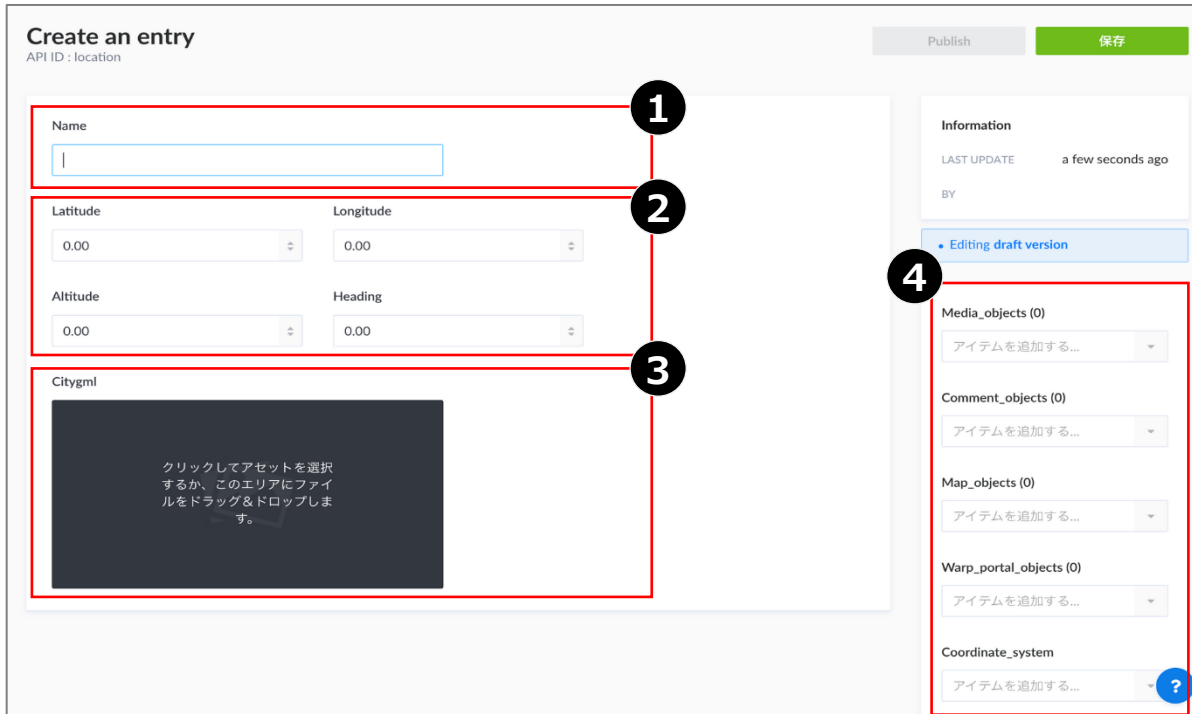
CMSの「3D editor」機能から、ARオブジェクトの配置調整を行い、パブリッシュ内容を更新する

Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース CMSのUI | サイドメニュー



UI名	説明
①機能選択タブ － コレクションタイプ	<ul style="list-style-type: none">• マップ用のモデルや3Dコンテンツの登録・公開管理、ユーザーのコメント・リアクションのログ管理、その他アプリケーション向けの設定を行う
②機能選択タブ － プラグイン	<ul style="list-style-type: none">• Strapiの標準機能であるプラグインにアクセスするためのリンク• 本検証のために構築した3D Editorにて、3Dマップ上での視覚的なコンテンツ編集を行う
③機能選択タブ － 一般	<ul style="list-style-type: none">• Strapi向けのプラグイン追加・管理やシステム設定を行う

Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース CMSのUI | ロケーションの登録



UI名	説明
①ロケーション名	<ul style="list-style-type: none"> ロケーションの名称を記入する*
②ロケーションの座標	<ul style="list-style-type: none"> マップ原点の緯度経度、標高、方角を登録する
③CityGMLの登録	<ul style="list-style-type: none"> 建物名表示に使用するCityGMLデータを登録する
④ロケーションに紐付けるオブジェクトリスト	<ul style="list-style-type: none"> 他のオブジェクトをこのリストから紐付けることが可能 (逆にオブジェクト側からロケーションを紐付けることも可)

* GAUGUINにおける「ロケーション」は、コンテンツの配置・編集を行うエリアの定義。ロケーションはマップモデルと1対1で対応しており、複数作成することが可能

CMSのUI | 3D都市モデル (MapObjects) の登録

Create an entry
API ID : map-object

Publish 保存

1 Name
|

2 Object
+
No entry yet. Click on the button below to add one.

3 Location
アイテムを追加する...

Information
LAST UPDATE -
BY -
• Editing draft version

表示設定
Edit the fields

UI名	説明
①マップ名	• 登録するマップ名を記入する
②マップモデル登録 (GLB)	• ここから3D都市モデルをインポートする
③ロケーションリスト	• どのロケーションに紐付けるか選択する

Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース

CMSのUI | コンテンツ (MediaObjects) の登録



The screenshot shows a 'Create an entry' form with the following fields and callouts:

- 1: Name field
- 2: Object Name field
- 3: Position (X, Y, Z) and Rotation (X, Y, Z) fields
- 4: Heading field
- 5: Title field
- 6: Description field
- 7: Reaction field
- 8: Thumbnail field

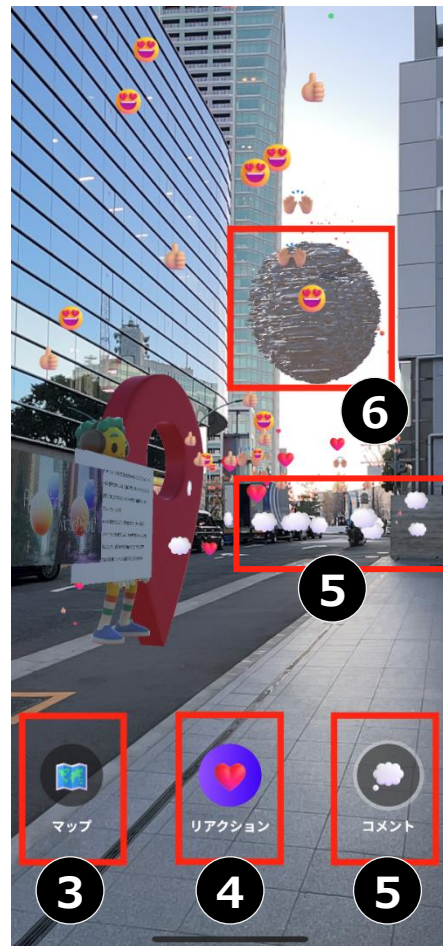
UI名	説明
①コンテンツ名	• コンテンツ一覧に表示される名称を記入する
②オブジェクト名	• コンテンツの配置編集時に3D editor上で表示される名前をつける
③コンテンツモデル登録 (GLB)	• 3Dモデリングツールで作成したコンテンツデータを登録する
④座標	• アプリケーション上の地図上に表示するピンの緯度経度を登録する
⑤タイトル	• ユーザーが閲覧するコンテンツ詳細のタイトルを記入する
⑥説明	• ユーザーが閲覧するコンテンツ詳細の文章を記入する
⑦リアクション	• コンテンツへのリアクション数を確認・編集する
⑧サムネイル	• アプリケーション上の地図上に表示するコンテンツのサムネイル画像を登録する

Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース CMSのUI | 3D editor



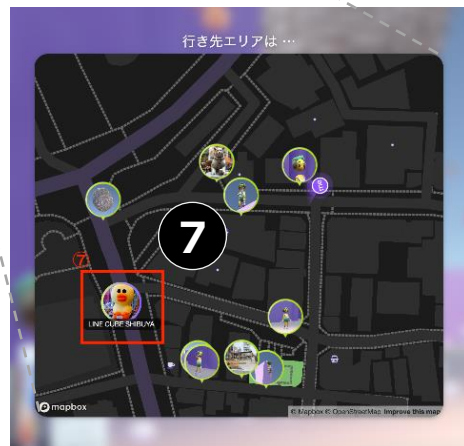
UI名	説明
① Location選択 (プルダウンメニュー)	<ul style="list-style-type: none"> • 使用したいロケーションを選択する
② フォーカス選択	<ul style="list-style-type: none"> • Camera : マップの原点・中央にフォーカスする • Objects : 指定した3Dコンテンツにフォーカスする • Landmark : マップ内のランドマーク地点にフォーカスする
③ 3Dコンテンツ操作 (Gizmo)	<ul style="list-style-type: none"> • 3DコンテンツにGizmo (3Dの軸や平面に沿ってオブジェクトを移動・回転が可能なアイコン) を表示して、水平・垂直移動、回転、拡大・縮小をマウス操作で行う
④ カメラ切替え	<ul style="list-style-type: none"> • 3Dマップの表示視点を90度回転させる
⑤ 3Dコンテンツ操作用 インスペクタ	<ul style="list-style-type: none"> • 数値を入力することで、3Dコンテンツの位置・回転・スケールを変更する
⑥ プロフィール	<ul style="list-style-type: none"> • プロフィール設定およびログアウト用のプルダウン (Strapiの標準機能)
⑦ ヘルプ	<ul style="list-style-type: none"> • 操作ガイド等を表示する (Strapiの標準機能)

Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース モバイルARアプリ



機能名	説明
①デバッグメニュー	<ul style="list-style-type: none"> 開発者用の設定画面であり、ユーザー向けには表示されない
②自己位置推定	<ul style="list-style-type: none"> 端末のGPSとカメラを用いたコンテンツの位置合わせを行う 数秒程度カメラを周囲に向けると、VPS（自動位置合わせ機能）によって正確な自己位置が推定され、3Dコンテンツが表示される
③マップ	<ul style="list-style-type: none"> マップを表示する
④リアクション	<ul style="list-style-type: none"> コンテンツまたはユーザーコメント（雲状のオブジェクト）にリアクションを行う
⑤コメント	<ul style="list-style-type: none"> テキスト入力により空間内にコメントを残す コメントは雲状のオブジェクトとして、投稿者が投稿した位置に配置される
⑥コンテンツ詳細	<ul style="list-style-type: none"> 3Dコンテンツをタップするとコンテンツ詳細が表示される

Ⅲ. 実証システム > 7. ユーザインタフェース Webメタバー



機能名	説明
操作 (空間移動、視点移動)	<ul style="list-style-type: none"> キーボードのW、S、A、Dキーで移動し、マウスのドラッグ操作で視点を動かす
①コントロール	<ul style="list-style-type: none"> 操作ガイドを表示する
②リアクション	<ul style="list-style-type: none"> コンテンツまたはユーザーコメント（雲状のオブジェクト）にリアクションを行う
③コメント	<ul style="list-style-type: none"> テキスト入力により空間内にコメントを残す コメントは雲状のオブジェクトとして、投稿者が投稿した位置に配置される
④マップ	<ul style="list-style-type: none"> マップを表示する
⑤コンテンツ詳細	<ul style="list-style-type: none"> コンテンツをクリックするとコンテンツ詳細が表示される 外部ウェブサイトへ遷移させるリンクを挿入することも可能
⑥設定	<ul style="list-style-type: none"> 移動速度や視点操作感度を変更する
⑦ワープ	<ul style="list-style-type: none"> マップ画面でワープポータル（あらかじめ設定された目的地となるポイント）を選択すると、その地点まで移動する

Ⅲ. 実証システム > 8. システムテスト結果

システムテスト結果 (1/2)

試験項目	確認内容	結果
管理者アカウントでシステムにログインできる	• ログインに成功して、CMS環境のホームページが表示されるか	合格
	• ログアウトに成功して、ログイン画面が表示されるか	合格
Locationを作成し、Map Objectを登録できる	• ログインに成功して、CMS環境のホームページが表示されるか	合格
	• Location一覧画面が表示されるか	合格
	• 入力した名称、緯度、経度、高さ、CityGMLが登録され、一覧から参照できるか	合格
	• プルダウンリストに新たに追加したLocationが登録されており、選択できるか	合格
Map ObjectをLocationに紐付けできる	• MapObject一覧画面が表示されるか	合格
	• 入力した名称とgltf形式のモデルが登録され、Map Objectの一覧から参照できるか	合格
	• 3D Editor画面上で登録した3Dモデルと、そのモデルの原点・中心点が表示されるか	合格
コンテンツ配置用のMedia Objectを登録し、ロケーションに紐付けられる	• MediaObjectの一覧画面が表示されるか	合格
	• Locationを選択すると、3D Editor画面上で登録した3Dモデルが表示されるか	合格
	• 繰り返した回数分のコンテンツがLocationに紐付き登録した3Dモデルが表示されるか	合格

Ⅲ. 実証システム > 8. システムテスト結果

システムテスト結果 (2/2)

試験項目	確認内容	結果
Media Objectを3D Editor上で配置できる	<ul style="list-style-type: none"> Locationに紐づくMap Object、Media Object、CityGMLのメタデータが表示されるか 	合格
	<ul style="list-style-type: none"> 選択したコンテンツにカメラのフォーカスが移動し、操作のためのGizmoが表示されるか 	合格
	<ul style="list-style-type: none"> 緯度経度がLocation上でxy座標に変換され正しい場所にコンテンツが移動するか 	合格
	<ul style="list-style-type: none"> xyzのどの方向にもコンテンツを移動させることができるか 	合格
	<ul style="list-style-type: none"> xyzのどの方向にもコンテンツを回転させることができるか 	合格
	<ul style="list-style-type: none"> xyzのどの成分についてもコンテンツのサイズを調整することができるか 	合格
モバイルARアプリ・Webメタバース環境で、配置したコンテンツを確認できる	<ul style="list-style-type: none"> アプリを初回起動した際にイントロダクション画面が表示されるか 	合格
	<ul style="list-style-type: none"> 位置合わせが実行され「アートの位置がずれています」というダイアログがないか 	合格
	<ul style="list-style-type: none"> 登録したコンテンツがAR表示されるか 	合格
	<ul style="list-style-type: none"> 登録したコンテンツがメタバース空間内で表示されるか 	合格

I. 実証概要

II. 実証技術の概要

III. 実証システム

IV. 実証技術の検証

V. 成果と課題

IV. 実証技術の検証

検証全体像

CMSの性能と実証システムの価値の2つを検証する

項目	詳細	検証目的
1. CMSの性能検証	①CMSの精度検証	<ul style="list-style-type: none"> 想定しているユースケースで求められる精度水準でコンテンツの展開を行えるかを、テストコンテンツの配置・表示を通して確認する
	②CMSの工数削減検証	<ul style="list-style-type: none"> PLATEAUモデルを活用した場合に、コンテンツ開発工数をどの程度削減できるかを検証する
2. 実証システムの価値検証	①ユーザーヒアリング	<ul style="list-style-type: none"> CMS上で配置したコンテンツが意図どおりの場所でユーザーに閲覧され、一連の体験がスムーズかつ安全であるかを確認する
	②エンドユーザーテスト	<ul style="list-style-type: none"> 事業者観点でのプラットフォームの有用性や活用意向を検証する

IV. 実証技術の検証 > 1. CMSの性能検証 > ①CMSの精度検証 検証内容



PLATEAU
by MLIT

想定しているユースケースで求められる精度水準でコンテンツの展開を行えるかを、テストコンテンツの配置・表示を通して確認する

性能検証の概要

項目	詳細
検証目的	<ul style="list-style-type: none">構築したCMSにより、ARアプリ上で必要な精度をもってコンテンツを表示できるかを確認する<ul style="list-style-type: none">都市内の店舗向けの情報提示や建物の形状に合わせた演出コンテンツの設置などのユースケースを想定
検証内容	<ul style="list-style-type: none">CMSで配置したコンテンツをARアプリで表示する際、2~3m程度の誤差の範囲で表示できるかを検証する検証は以下の4つの条件を全て満たす4か所で行う（右図を参照）<ul style="list-style-type: none">混雑しすぎず、テストを実施しても歩行者の邪魔になりにくい建物の輪郭が直線でできており、ズレを測定しやすい測定可能な目印となる物体がある3D都市モデルと実際の建物の形状が一致している
検証方法	<ul style="list-style-type: none">テスト用オブジェクトを、目印となる建物の輪郭に沿うようにCMS上で配置その後、現地でARアプリを用いてテストオブジェクトの表示位置を撮影する周囲の物体の寸法から表示誤差を概算し、2~3mの範囲に収まっているかを確認する

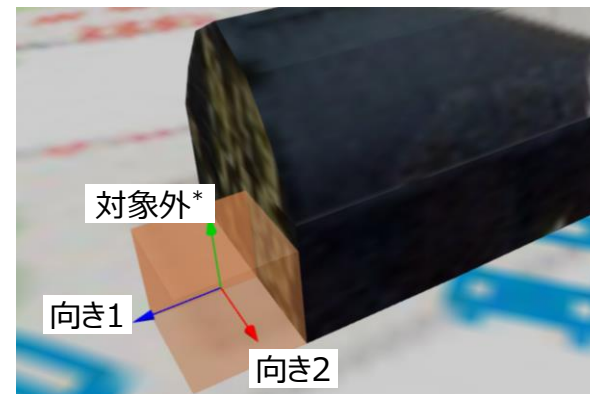
検証スポット



IV. 実証技術の検証 > 1. CMSの性能検証 > ①CMSの精度検証 検証フロー

以下の手順で表示誤差の測定を行う

- | | |
|-------------------------|--|
| <p>テストオブジェクトを準備する</p> | <ul style="list-style-type: none"> 3Dモデリングツール（今回はBlenderを使用）により、半透明で1辺2mの立方体のテストオブジェクトを作成し、CMSで配置可能なglb形式でエクスポートする |
| <p>テストオブジェクトを配置する</p> | <ul style="list-style-type: none"> CMS上で配置スポットの建物の外壁に立方体の1面が接し、1辺が建物の輪郭と重なるようにテストオブジェクトを配置する <ul style="list-style-type: none"> - 右図の青い矢印を向き1、赤い矢印を向き2と定義する【右図】 |
| <p>現地でAR表示する</p> | <ul style="list-style-type: none"> CMS上でオブジェクトを配置した場所でARアプリを起動し、登録したテストオブジェクトをAR表示して画面キャプチャを行う |
| <p>目印となる物体のサイズを計測する</p> | <ul style="list-style-type: none"> 撮影したキャプチャ画像内に写り込んでおり、実寸の計測が可能な物体の寸法を現地で測定する |
| <p>表示位置の誤差を計算する</p> | <ul style="list-style-type: none"> 画像編集ツール（今回はFigmaを使用）により、目印の物体のピクセル数とテストオブジェクトの建物外壁からの距離のピクセル数を測定し、上記ステップで測定した寸法から誤差を1/100m単位で算出する |



テストオブジェクトの配置



誤差計算の様子

*高さ方向（緑）は地表面の凹凸（坂道や段差等）によって対象物の純粋な高さが厳密に定義できないため測定対象外とした

IV. 実証技術の検証 > 1. CMSの性能検証 > ①CMSの精度検証 検証結果

モバイルARアプリ上でのコンテンツの表示誤差は1m以内であり、キャラクターを使った演出やアート作品の展開等、施設やイベントへの集客というユースケースにおける活用に支障がない精度であることが確認できた

渋谷エリアにおける検証地点（再掲）



各配置位置におけるコンテンツの表示誤差

検証地点	向き1の誤差	向き2の誤差
①	0.38m	0.23m
②	0.02m	0.06m
③	0.09m	0.06m
④	0.56m	0.49m

IV. 実証技術の検証 > 1. CMSの性能検証 > ②CMSの工数削減効果検証 検証内容

PLATEAUモデルを活用した場合に、コンテンツ開発工数をどの程度削減できるかを検証する

項目	詳細
検証目的	<ul style="list-style-type: none"> PLATEAUの3D都市モデルを利用した時、他社製のモデルを用いた場合と比較してどの程度の工数削減効果があるのかを検証する
検証内容	<ul style="list-style-type: none"> ariumの利用にあたって事業者ごとにカスタム対応が必要な開発工程を確認し、PLATEAUモデルを活用した場合と、他社製モデルを活用した場合とで、開発工数(時間)にどの程度の差分が生じるかを計算し、PLATEAUモデルによる工数削減効果を検証する
検証方法	<ul style="list-style-type: none"> 渋谷エリアにて都市周遊型のAR体験コンテンツを製作するケースを想定し、実際に3D都市モデルを用いる工程での工数差分を計測する



IV. 実証技術の検証 > 1. CMSの性能検証 > ②CMSの工数削減効果検証 検証シナリオ

PLATEAUモデルを活用した場合に、コンテンツ開発工数をどの程度削減できるかを検証する

検証工程	検証フロー	検証仮説	
		PLATEAUモデル活用時	他社製モデル活用時
モデル加工 (Blender)	メッシュマージ・テクスチャバイク (単一のエリア向けのオクルージョンモデルを作成する(1km四方程度))	<ul style="list-style-type: none"> PLATEAUモデル、他社製モデルのどちらもfbx形式でファイルが提供されるため、メッシュマージやテクスチャバイクの作業工数は同様になる想定 	
	位置・向き・スケールの調整	<ul style="list-style-type: none"> 国土地理院の3次メッシュと同様のエリア区分がされているため、物理空間における緯度経度情報との換算方法を把握しやすい 	<ul style="list-style-type: none"> モデルのスケールやデフォルトでの座標情報の持ち方はPLATEAUモデルと大差ないが、緯度経度情報の換算に個別対応が必要なため時間がかかる
	Glb形式での書き出し	<ul style="list-style-type: none"> どちらの場合も瞬時に完了するため差分はなし 	
アプリへの導入	Unity上でのモデル配置・アプリビルド	<ul style="list-style-type: none"> 実地への移動や不具合発生時の調整を含めて計算 どちらの場合も作業工数は同様になる想定 	
	動作確認		

IV. 実証技術の検証 > 1. CMSの性能検証 > ②CMSの工数削減効果検証 検証フロー

各工程における実作業イメージは以下の通り

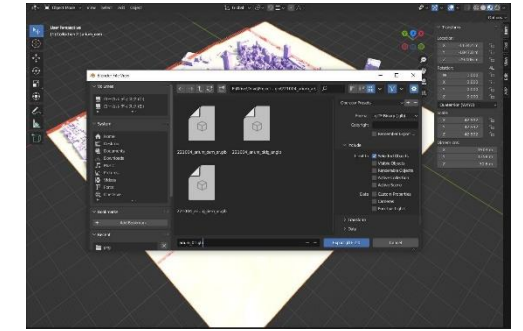
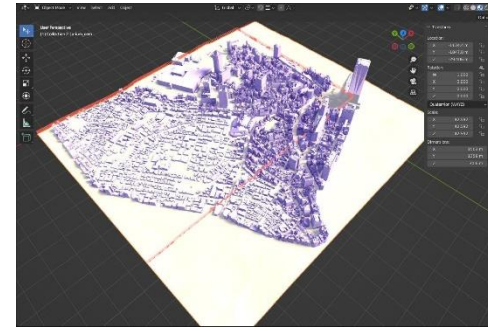
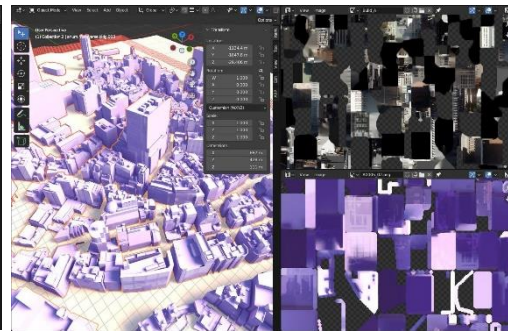
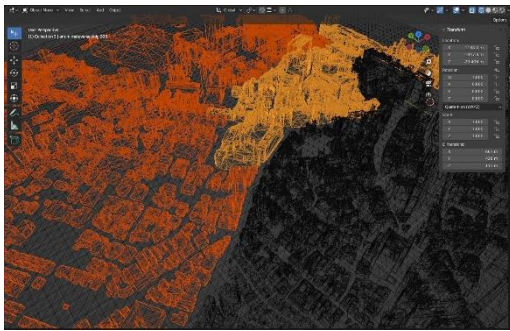
メッシュマージ

テクスチャバイク

位置・向き・スケールの調整

Glb形式での
書き出し

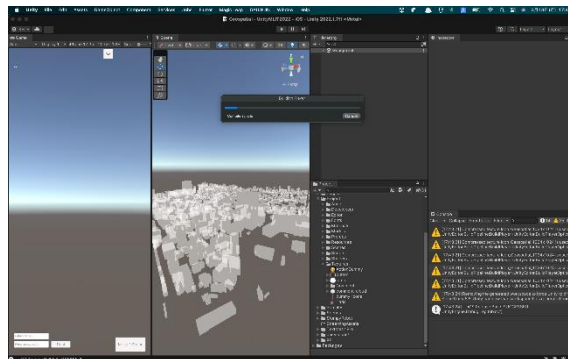
モデル加工
(Blender)



Unity上でのモデル配置・アプリビルド

動作確認

アプリ導入



渋谷現地にてモバイルアプリ動作を確認

IV. 実証技術の検証 > 1. CMSの性能検証 > ②CMSの工数削減効果検証 検証結果

arium利用にあたって事業者ごとにカスタム対応が必要な部分の開発工数を36%削減できる

検証工程	タスク内容	PLATEAUモデル活用時 作業工数(h)	他社製モデル活用時 作業工数(h)
モデル加工 (Blender)	メッシュマージ	1	1
	テクスチャバイク	1	1
	位置・向き・スケールの調整	4	8
	Glb形式での書き出し	0	0
アプリへの 導入	Unity上でのモデル配置・ アプリビルド	1	1
	動作確認	8 (1日)	8 (1日)
計		7 (36%減)	11

IV. 実証技術の検証 > 2. 実証システムの価値検証 > ①事業者ヒアリング 検証内容

目的	事業者観点でのプラットフォームの有用性や活用意向を検証する
実施概要	イベントロケーションやIP（知的財産）を保有する企業、コンテンツ制作支援を行う企業に対して体験のデモンストレーションおよびヒアリングを行う
実施期間	2022年11月～2022年12月
実施場所	渋谷区神南エリア
主な参加者	デモ体験・ヒアリング対象企業の担当者（計9社22名）
対象企業	株式会社サンリオ 株式会社小学館 株式会社グラフィ 三井不動産株式会社 三菱地所株式会社 サッポロ不動産開発株式会社 小田急電鉄株式会社 株式会社TBWA HAKUHODO 株式会社東北新社

IV. 実証技術の検証 > 2. 実証システムの価値検証 > ① 事業者ヒアリング デモ体験中の様子



渋谷区役所前にて、ARコンテンツを鑑賞



ariumの実際の画面の様子



イエローストリート（渋谷区役所付近）にて、
リアクション・コメント機能を体験

IV. 実証技術の検証 > 2. 実証システムの価値検証 > ①事業者ヒアリング 検証結果 | サマリ

活用意向について	<ul style="list-style-type: none">積極的な活用意向を示したのは9社中5社で、その他の4社も前向きな検討意向
CMSについて	<ul style="list-style-type: none">3D都市モデルの活用による複数都市で展開し得る拡張性が好評Webブラウザベースでスムーズなコンテンツの入替えや配置の編集が可能な点も好評だった導入ハードル・運用コストへの懸念から、特に導入初期における実行支援を要請する声が多かった機能面においては、音声コンテンツの入れ込みや、ユーザーのデータ取得・管理・分析に関する機能拡充を求める声が上がった
モバイルARアプリについて	<ul style="list-style-type: none">ARコンテンツの位置合わせ精度や複数コンテンツの表示のシームレスさを評価する意見が多数上がったコメント・リアクションによるユーザーコミュニケーションの創発性や、メタバース空間との連動性に期待する声が寄せられたコンテンツの鑑賞体験だけでなく、ユーザーのダウンロード動線や歩きスマホの事故リスク回避も含めた全体的な体験設計の必要性が指摘された。また屋外だけでなく屋内・施設敷地内での対応を求める声も多く上がった
メタバースについて	<ul style="list-style-type: none">モバイルARアプリとの連動性や、実際の都市空間のバーチャルな再現性に期待の声が多く寄せられたテクスチャ解像度を高めて没入感を高めたいという要望が寄せられた

IV. 実証技術の検証 > 2. 実証システムの価値検証 > ①事業者ヒアリング 検証結果 | CMSへのフィードバック

CMSについては概ねポジティブな意見が得られたが、運用プロセスの標準化は今後の課題

良い点	コンテンツ作成の容易さ	<ul style="list-style-type: none"> • 実際の運用がイメージできるほど機能が作り込まれていて技術的な不安が解消された • コンテンツの配置・編集が容易な点が良い • ブラウザ上でスムーズに挙動する点が魅力的 • コンテンツの位置や中身を簡単に変えられることが便利 • 現在はベンダーに依頼をして数営業日かけて編集をしているが、作業時間短縮に繋がる
	汎用性の高さ	<ul style="list-style-type: none"> • 自治体とコラボすることが多いので、他都市でのPLATEAUモデルの転用性が良い • 多様な作品舞台を保有しているため、様々な都市でコンテンツを展開できる点に惹かれる
	ユーザーの利用しやすさ	<ul style="list-style-type: none"> • エンタメ体験や都市情報の提示に活用できそう • ユーザビリティの良さを感じた
課題点	運用への不安	<ul style="list-style-type: none"> • コメントを自由投稿にする場合、企業イメージにそぐわない投稿をどのようにモニタリングして管理するかが課題 • 運用のコスト
	開発への不安	<ul style="list-style-type: none"> • 自治体含め施設運営系の部署・組織にはCMSを運用できる人材があまりいないように思われる • どのようなファイルに対応しているか
要望	機能の拡張	<ul style="list-style-type: none"> • 誰が投稿したかがわかるようTwitterと連携したい • 写真撮影機能 • インバウンド観光客向けに多言語対応用の機能 • キャラクターボイスを入れ込みたいため、音声面が拡充されるとなお良い • 単発のイベントではなく長時間存在している場所向けの機能
	その他	<ul style="list-style-type: none"> • ユーザーのデータを貯めていけるような運用がしたい • 一般ユーザーも気軽にコンテンツを展開できるとよい

IV. 実証技術の検証 > 2. 実証システムの価値検証 > ①事業者ヒアリング 検証結果 | モバイルARアプリへのフィードバック

機能面ではポジティブな意見が得られたが、運用面では歩きスマホの対策を踏まえたコンテンツ開発が必要

良い点	XRならではの体験	<ul style="list-style-type: none"> 動きのあるコンテンツがリアル空間に出現するのが面白い 建物のモデルでオクルージョン（遮蔽）されていることで、実際にそこにコンテンツがあるように感じられた 体験自体が楽しかった リアルでやると大事になってしまうがARであれば簡単にできるということを改めて感じた
	操作性の良さ	<ul style="list-style-type: none"> 位置合わせの精度やコンテンツ表示のシームレスさに感動した かざすだけですぐに位置合わせできたのはスムーズだった 動作が安定しており、体験の再現性が高い
	コメント機能の利便性	<ul style="list-style-type: none"> メタバースとの連携やコメントを残せる点に価値を感じた コメントによるユーザー同士のコミュニケーションにもSNS的な可能性を感じた コメントによる掲示板やアンケート収集という使い方に価値を感じられた
課題点	歩きスマホへの懸念	<ul style="list-style-type: none"> 歩きスマホをしてしまいがちでもあったので、局所的なイベントで活用するのが良さそうだと感じた 歩きスマホの事故リスクが高いためコンテンツのビューポイントをどう設計するかが懸念 手をかざし続けるとどうしても疲れてしまった
	操作のわかりにくさ	<ul style="list-style-type: none"> ユーザーのダウンロード動線をいかに上手く設計できるかが懸念 コンテンツが増えすぎると画面内が煩雑になりユーザー体験が悪化する コンテンツのどこをタップすると反応するかが分かりづらい
要望	機能の拡張	<ul style="list-style-type: none"> 誰が投稿しているかがわかると同じ文章でも受け取る情報が変わる 商業施設内など屋内に対応できると良い
	ユースケースの拡大	<ul style="list-style-type: none"> アートだけでは十分な惹きを作れるかが怪しく、IP活用の必要性を感じている 単にコンテンツを置くだけでない楽しい体験企画の必要性を感じた



IV. 実証技術の検証 > 2. 実証システムの価値検証 > ①事業者ヒアリング 検証結果 | メタバース環境へのフィードバック

実際の都市空間のバーチャルな再現性への評価が得られた一方で、更なる没入感の提供には操作性の改善が求められる

良い点	XRならではの体験	<ul style="list-style-type: none"> 「街」を容易にバーチャルで再現できる点に感動した 渋谷という馴染みのある場所のメタバース空間というところに面白みを感じた アートイベントにおいて、リアル・バーチャルの同期開催ができるのは魅力的 街歩きを楽しめる、という発想が他社のメタバースとの差別化要素になりそう
課題点	没入感の不足	<ul style="list-style-type: none"> WebブラウザベースだとARアプリに比べて没入感に欠けるように感じた 体験自体の没入感が懸念 メタバース環境は高スペックのPCを必要とするためスマートフォンでの日常的に簡易な利用は難しいと感じた
	体験づくりへの懸念	<ul style="list-style-type: none"> Webベースの体験となるとアクセスするきっかけづくりが難しそう 1社だけでは盛り上がりのあるメタバース空間を構築して運用するのが難しい メタバースと相性の良い都市が実際どの程度あるのか 一人称視点は壁にぶつかっているのか・どこを向いているのか等がわかりづらくなるタイミングがあった
要望	ユースケースの拡大	<ul style="list-style-type: none"> 色々なブランドが参画して合同の展示会をやるとういのは メタバースならではのユーザー同士のコミュニケーションができるコンテンツがあるとなお面白そう 実際のクライアントに提案する際に具体的な企画としてどのように当てていくか検討したい 施設内だけでなく駅周辺の世界観演出をディスカッションしてみたい
	操作性の改善	<ul style="list-style-type: none"> キーボードベースの操作には慣れていない人が多いと思うので、丁寧なチュートリアルがほしい



IV. 実証技術の検証 > 2. 実証システムの価値検証 > ②エンドユーザーテスト 検証内容

CMS上で配置したコンテンツが意図どおりの場所でユーザーに閲覧され、一連の体験がスムーズかつ安全であるかを確認する

目的	一般ユーザー目線でアプリ上での体験の価値や今後望ましい機能拡充の方向性を検証する
実施期間	2023年1月
実施場所	渋谷区神南エリア（MESON本社周辺）
主な参加者	将来的な利用ユーザー層として想定している、20代・30代の男女（計11名）
実施内容	モバイルARアプリ/メタバース環境を活用して、テスト配置したコンテンツの鑑賞や他ユーザーによる投稿の閲覧を行った後、アンケートの回答とグループインタビューへの参加を行う
検証項目	<ul style="list-style-type: none">● コンテンツの視認性の評価<ul style="list-style-type: none">- 配置したコンテンツ全体の中で、いくつかのコンテンツを発見し、実際にモバイルARアプリ上で閲覧・鑑賞したか- そのうちいくつを主観的に記憶しているか● ユーザー投稿機能およびコメントの有用性の評価<ul style="list-style-type: none">- 空間SNSとして活用する際、どのような形式のユーザー投稿が望ましいか- また、どのような内容の投稿が特に想定されるか● XR体験のあるべき姿<ul style="list-style-type: none">- 安全・快適な体験を阻害する要素がないか- どのようなユースケースの体験をしたいと思いますか

IV. 実証技術の検証 > 2. 実証システムの価値検証 > ②エンドユーザーテスト 体験フロー



PLATEAU
by MLIT

被験者はモバイルARアプリ/メタバー環境の両方を操作し、事前に配置されたコンテンツやコメントの鑑賞を行う

被験者の体験フロー

モバイルARアプリ体験	<ul style="list-style-type: none">モバイルARアプリを開いて指定の周遊エリアを探索し、アプリ情報をもとに配置コンテンツを見てまわる体験中、任意のタイミングでリアクションまたはコメントを行う
Webメタバー環境体験前準備	<ul style="list-style-type: none">モバイルARアプリ体験終了後、オフィスに戻り、PCからWebメタバー環境にアクセスする
Webメタバー環境体験	<ul style="list-style-type: none">モバイルARアプリ体験の時と同エリアを探索してもらい、コンテンツ・リアクション・コメント等を見てまわる
アンケートに回答	<ul style="list-style-type: none">メタバー環境の体験終了後、アンケートに回答する
インタビューに参加	<ul style="list-style-type: none">約60分間のグループインタビューに参加する

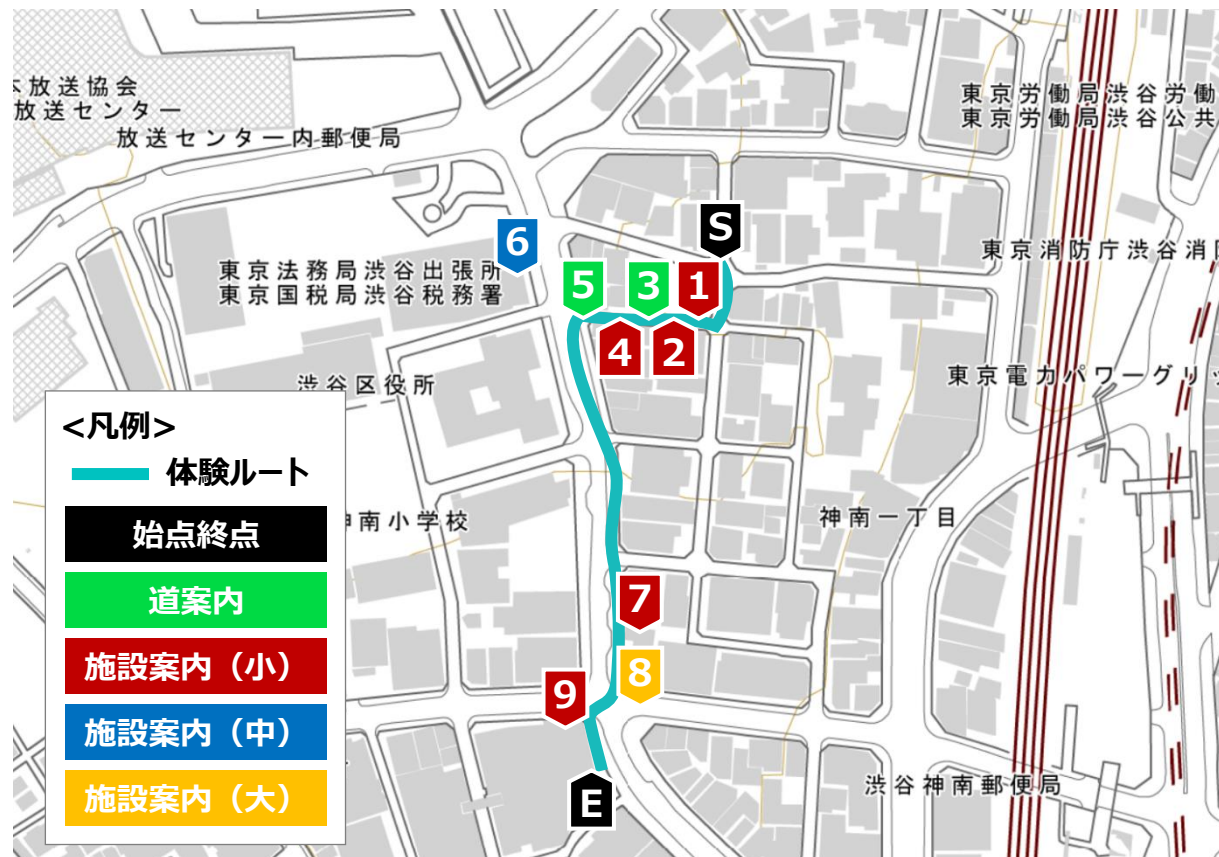
体験エリア



IV. 実証技術の検証 > 2. 実証システムの価値検証 > ②エンドユーザーテスト 体験ルート

あらかじめスタート地点とゴール地点を参加者に伝えた上で、道案内やコンテンツ・コメントにより意図した体験ルートを回遊させる形で検証を行った

コンテンツ配置マップ



配置コンテンツの種類

#	内容
S	体験スタート地点
1	施設案内 (小) ①
2	施設案内 (小) ②
3	道案内①
4	施設案内 (小) ③
5	道案内②
6	施設案内 (中)
7	施設案内 (小) ④
8	施設案内 (大)
9	施設案内 (小) ⑤
E	体験終了地点

※コメントは体験ルート周辺に100個程度を設置

IV. 実証技術の検証 > 2. 実証システムの価値検証 > ②エンドユーザーテスト 配置コンテンツ (1/2)

施設案内 (小サイズ) はテキストでの詳細説明が多く、施設案内 (中サイズ・大サイズ) はより大きくビジュアル重視のコンテンツとなっている

施設案内 (小)



施設案内 (中)



施設案内 (大)

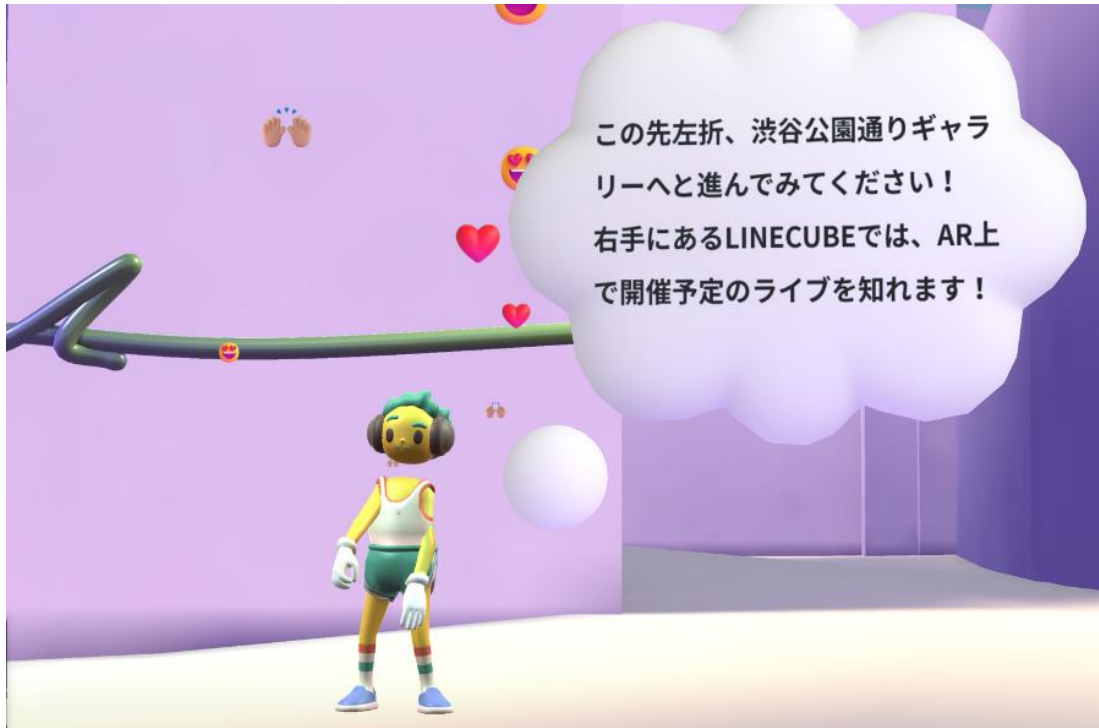


- 施設案内やイベント情報など案内内容に応じて、サイズやアニメーションにバリエーションを持たせてコンテンツを表示した
- 一般的な人の目線の高さ (約1.6m) に、約2mサイズのコンテンツ (小) を複数配置した
- 道路上など広い場所には、数十mサイズのコンテンツ (大、中) を配置した

IV. 実証技術の検証 > 2. 実証システムの価値検証 > ②エンドユーザーテスト 配置コンテンツ (2/2)

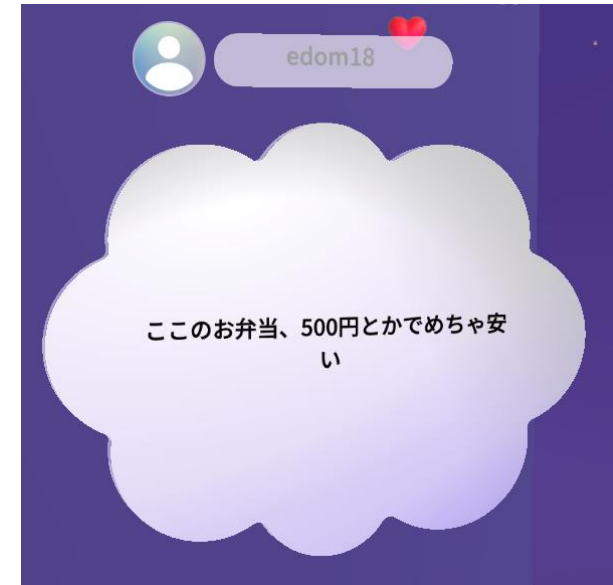
道案内を行うコンテンツや、都市に関する情報コンテンツやユーザーによるコメント投稿を周遊エリア内に配置した

道案内コンテンツ



- 周遊エリア内2箇所に道案内を行うコンテンツを配置した
- 周辺の施設名やイベント情報への誘導も合わせて表示した

コメント



- 周遊エリア内各地に約100個のコメントを事前に配置した
- ユーザー名を表示させて、様々な人の投稿を擬似的に再現した
 - 有名人
 - 被験者の友人・知人
 - 被験者の知らない人



IV. 実証技術の検証 > 2. 実証システムの価値検証 > ②エンドユーザーテスト 被験者の属性

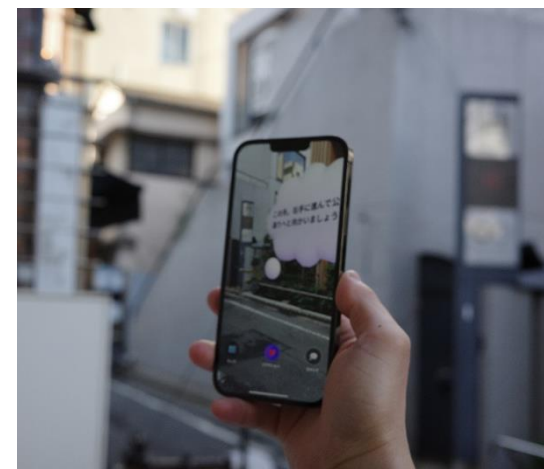
SNSを利用している世代が本アプリのメインユーザー層と考えられるため、20代及び30代の男女11名に対してエンドユーザーテストを実施した

#	属性	Twitter		Instagram		Facebook	
		閲覧頻度	投稿頻度	閲覧頻度	投稿頻度	閲覧頻度	投稿頻度
1	20代男性	毎日	毎日	毎日	毎日	毎日	閲覧だけ
2	20代男性	毎日	週に一度	利用しない	閲覧だけ	毎日	閲覧だけ
3	20代男性	毎日	閲覧だけ	利用しない	閲覧だけ	利用しない	閲覧だけ
4	30代男性	週に一度	閲覧だけ	毎日	閲覧だけ	毎日	閲覧だけ
5	30代男性	利用しない	閲覧だけ	毎日	閲覧だけ	毎日	閲覧だけ
6	30代男性	利用しない	閲覧だけ	毎日	閲覧だけ	週に一度	閲覧だけ
7	20代女性	毎日	毎日	毎日	毎日	利用しない	閲覧だけ
8	20代女性	毎日	週に一度	毎日	毎日	利用しない	閲覧だけ
9	20代女性	毎日	月に一度	毎日	週に一度	週に一度	閲覧だけ
10	30代女性	毎日	閲覧だけ	毎日	閲覧だけ	毎日	閲覧だけ
11	30代女性	毎日	閲覧だけ	毎日	閲覧だけ	利用しない	閲覧だけ

IV. 実証技術の検証 > 2. 実証システムの価値検証 > ②エンドユーザーテスト 検証結果 | サマリ

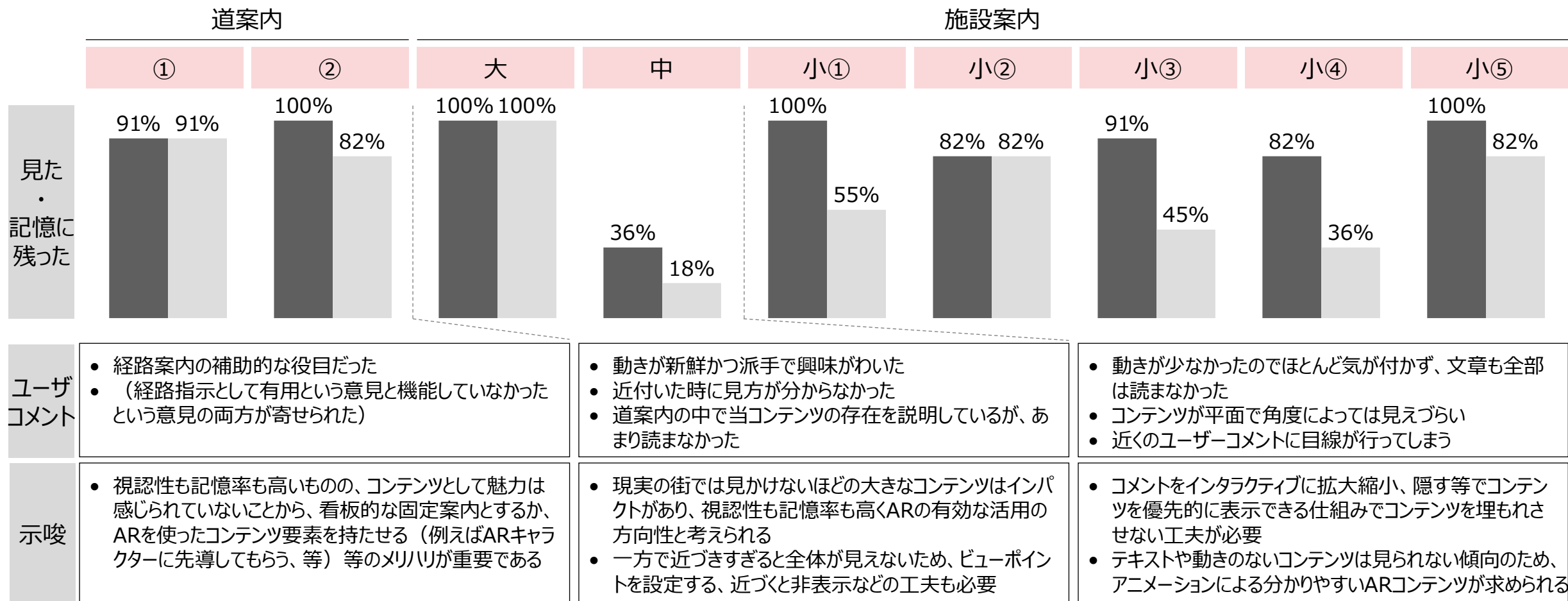
<p>コンテンツの視認性</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 他のユーザーの投稿は、情報鮮度を確保するための投稿日時や、年齢や性別などデモグラフィック情報がわかることを望む意見が多かった • 物理空間だけでも情報量が多い都市空間の中で、更にデジタル情報が重畳される際にはユーザーの関心に合う情報のみが表示されていることが重要である • 物理的な建物や歩行者で溢れている都市空間の中では、サイネージなどで一般的なサイズより数倍大きく、動きのあるコンテンツが注目を集めた。一方で大きなコンテンツは近づきすぎると全体が見えないなどの問題もあるため、ビューポイントを設定する、近づきすぎると非表示になるなどの仕組みが必要である • スマートフォンの画面上でのAR表示では、小さなコンテンツや動きの小さいコンテンツは注意を引かず、文字情報はほとんど読まれなかった • XRアプリでは現実空間の物体とARコンテンツの区別につきにくさやコンテンツの重なりから見落としが発生するといったUX上の課題が見受けられ、使いやすさ向上のための磨きこみが必要
<p>ユーザー投稿機能およびコメントの有用性</p>	<ul style="list-style-type: none"> • XRアプリ上で表示されるコメントはユーザーにとって有益かつ面白さにつながる • 普段からSNSへの投稿を行うユーザーが本XRアプリでもコメント投稿のメインターゲットとなり得るが、その他の層にも投稿を促すにはクーポンや他者からのリアクションといった動機付けが必要
<p>XR体験のあるべき姿</p>	<ul style="list-style-type: none"> • スマートフォンをかざしてARで情報やエンタメ体験を得られることが、新鮮であり楽しいというフィードバックが多く寄せられた。 • 街に関する思いもよらない発見に繋がったという意見もあった • まち歩きへのXR利用のみでなく、コラボイベントやXR活用ライブといったエンタメ要素へのツール利用を望む声も寄せられ、他のユースケースの検討が必要とわかった

IV. 実証技術の検証 > 2. 実証システムの価値検証 > ②エンドユーザーテスト 検証結果 | 体験中の様子



IV. 実証技術の検証 > 2. 実証システムの価値検証 > ②エンドユーザーテスト 検証結果 | XRアプリ上のコンテンツの視認性評価

現実の都市空間は視界に入る情報量が多いため、大きく動きのあるコンテンツが周囲に埋もれずに記憶に残りやすく、文字情報や平面コンテンツは関心を引かず記憶に残りにくい

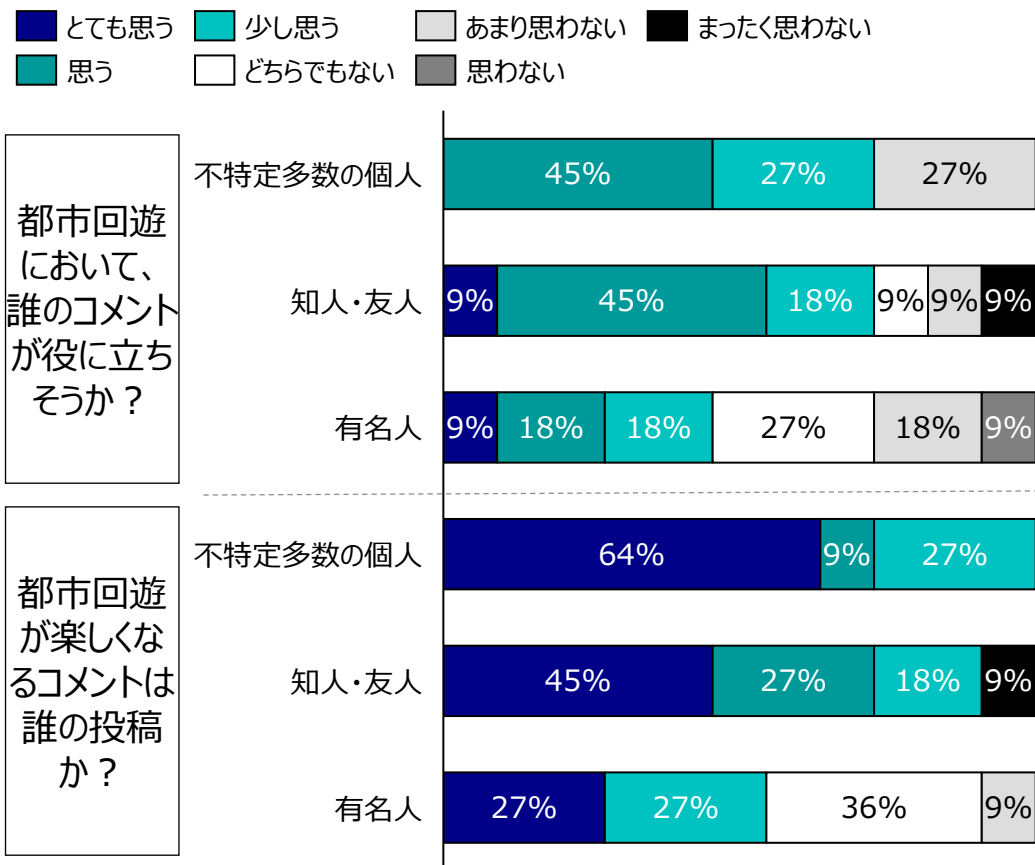




IV. 実証技術の検証 > 2. 実証システムの価値検証 > ②エンドユーザーテスト 検証結果 | コメント機能の有用性

都市回遊時には知らないお店についての投稿やお店の詳細情報のコメントが役に立つと好意的に受け取られており、さらなるUIの磨きこみとして街に関する膨大な情報が一見して判別できることが求められている

コメント機能に関するアンケート



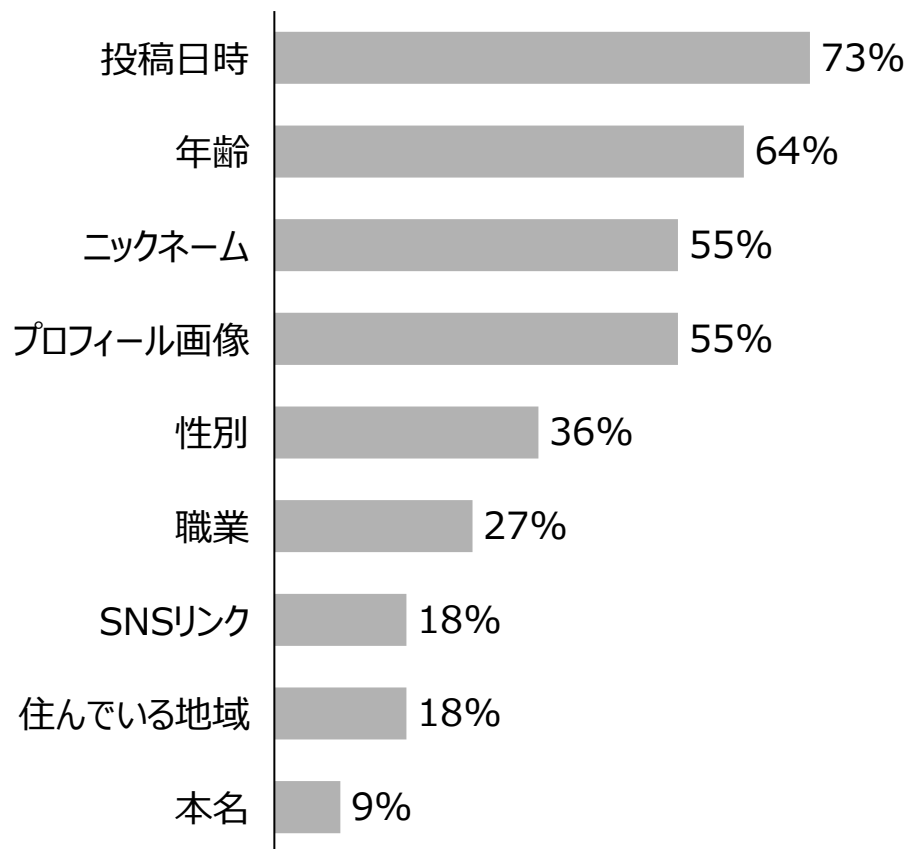
有用と感じるコメントに関する自由記述

良い点	新たなお店情報の発見	<ul style="list-style-type: none"> 中に入らないとわからないようなお店の口コミはありがたかった たまたま目に入った情報から、受動的に知らなかったお店について知ることができた 作業のしやすさ、混雑度、喫煙可否などの情報は調べても確認しづらいので有益 店舗などについてのローカルな情報 知らないお店や役立ち情報を知ることができたのが良かった
	コメントの有用さ	<ul style="list-style-type: none"> コメントのほうが情報コンテンツより有益だった 友人のコメントを探して面白かった 知り合いのコメントは信頼できる
要望	コメント表示方法	<ul style="list-style-type: none"> 有名人による投稿はコメントの見え方を変えたらわかりやすい コメントの色やアイコンで、詳細を読まなくても誰のどんな投稿なのかかわかると良さそう
	コメントの信頼性	<ul style="list-style-type: none"> 有名人のコメントはステルスマーケティングのように感じた たくさんコメントがあると信頼できるが多すぎるとわかりにくい

IV. 実証技術の検証 > 2. 実証システムの価値検証 > ②エンドユーザーテスト 検証結果 | コメントとともに公開を希望する情報

コメントに、投稿日時を知りたいユーザーが多い。また投稿者の属性も知りたいという人が過半数で、一定のキャラクターが見える設計が求められている

コメント投稿時に公開を希望する情報



ユーザープロフィールを求める理由

投稿日時

- 情報鮮度を確認するために日時はほしい
- 情報量が多いので、見やすくなるように投稿タイミングに応じてフィルタリングしてほしい

ペルソナ (年齢・性別等)

- 投稿者のペルソナが自分と極端に離れていないかは知りたい
- 投稿者が自分と近いペルソナの人かどうかは気になる
- 表示はしなくても良いが、フィルタリングできるように年代などのデータももっていると良いと思う

プロフィール 写真

- ぱっと見てだれが投稿しているかわかるよう、プロフィール写真が欲しい
- 投稿者の具体名までは気にならないが、どんな人かを把握するためにニックネームとプロフィール写真を見たい



IV. 実証技術の検証 > 2. 実証システムの価値検証 > ②エンドユーザーテスト 検証結果 | コンテンツとユーザー行動から得られた示唆

想定していない操作をするケースやARコンテンツと現実の物体を混同するケースが多く見られたため、アプリ上での情報・コンテンツ表示方法や配置のわかりやすさの磨きこみが必要

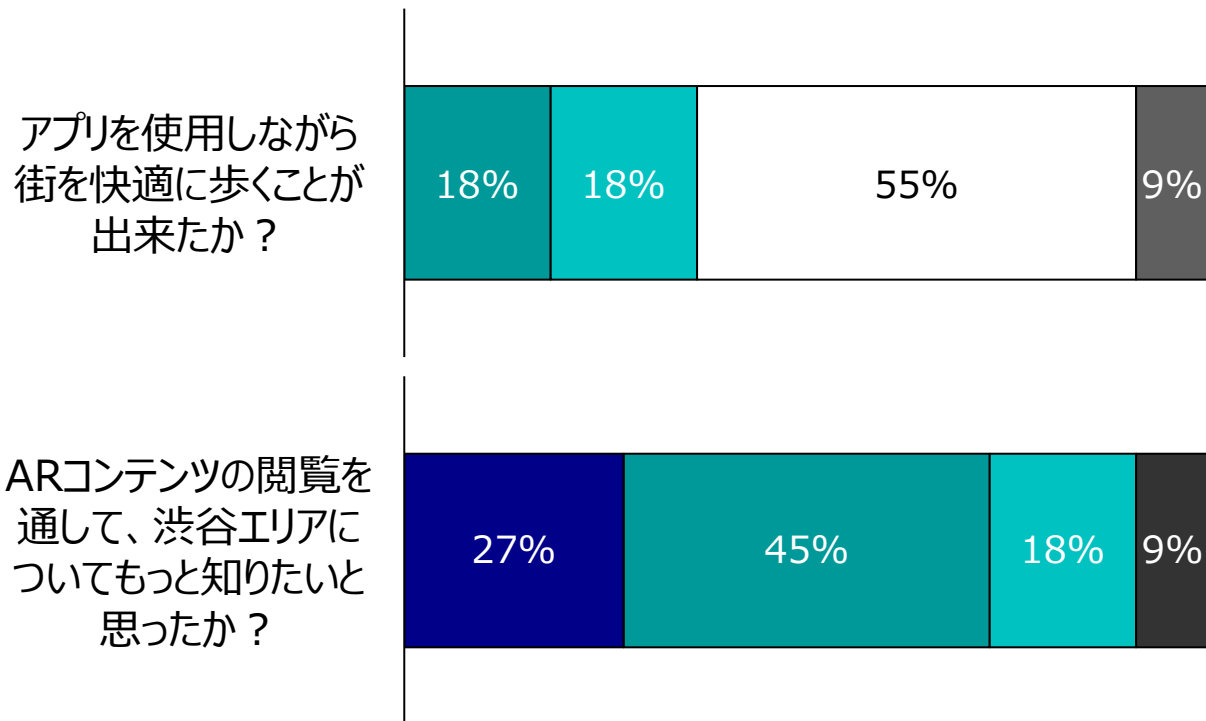
アプリ利用中に見られた行動	課題点	改善点	示唆
<ul style="list-style-type: none"> コメントのすぐ近くまで歩いて近寄るのではなく、発見した地点からコメントUIをタップして開こうとするユーザーが多かった 	遠くの情報の取得方法	<ul style="list-style-type: none"> 歩き回りながら自身の周辺のコンテンツを見るという行動を想定していたが、スマホをかざして情報を探し、遠くの情報は拡大して読みに行くようなUX設計がより好ましいと考えられる 	<ul style="list-style-type: none"> ユーザーは至近距離の施設以外のコメントも閲覧するため、コンテンツマーケティングに活用する際には目的地を決める段階で目に入るような設計が必要
<ul style="list-style-type: none"> 大型の情報コンテンツについては、個別のストア情報をタップして確認しようとするユーザーがいた 	コンテンツの確認手段の誤認	<ul style="list-style-type: none"> タップで開閉などの操作ができるか、距離に応じて開くのかなどが一見して判別しづらかったことが一因と考えられる <ul style="list-style-type: none"> - スマホアプリとしてユーザーが操作しやすいUX設計がサービス初期には望ましいと考えられる 	<ul style="list-style-type: none"> より多くの情報を取得したいユーザーのためにARコンテンツから個別のWebサイトへの遷移がしやすいUX設計が必要
<ul style="list-style-type: none"> ARコンテンツと現実の物体との判別が難しい <ul style="list-style-type: none"> - 現実空間の看板との識別間違い - 正面からコンテンツを見たときにはARであることに気づかず、横から見たときやアニメーションによってARコンテンツであると認識していたユーザーもいた 	コンテンツの視認性の悪さ	<ul style="list-style-type: none"> ARコンテンツに気付きやすくする上で、コンテンツ自体のデザインと配置位置の両側面からアプローチが考えられる <ul style="list-style-type: none"> - コンテンツのデザイン：都市空間内でARコンテンツを見ることがまだ一般的ではないため、サービス初期には一見してXRオブジェクトであることがわかるようなデザインが重要 - 配置位置：現在のCMS画面は建物モデルと地面のみ表示されており、CMS上では見やすい配置でも実地では周囲に埋もれてしまう。現実の空間の混雑度や情報量の多さをCMS上で再現できると、コンテンツ配置位置のプランニングをスムーズに行えると考えられる 	<ul style="list-style-type: none"> 看板のような視野に入りやすいコンテンツはXRと親和性が高く、ユーザーへの訴求力も高くなる 一方で現実の看板とXRコンテンツとの差分がわかりにくくなってしまいうリスクがあるため、動きや情報の付与によって付加価値が必要

IV. 実証技術の検証 > 2. 実証システムの価値検証 > ②エンドユーザーテスト 検証結果 | ariumで体験してみたいユースケース

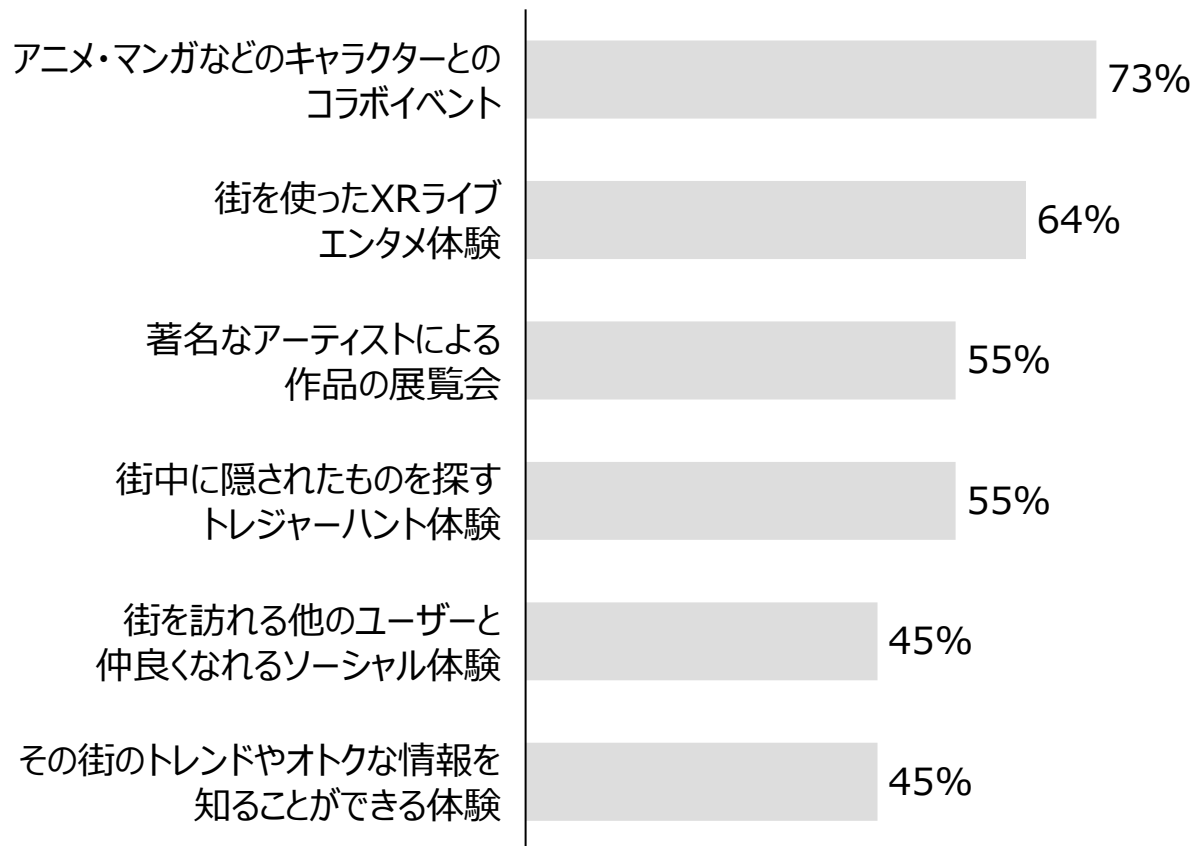
ARコンテンツを活用したまち歩きは、エンドユーザーから一定の満足度とニーズが寄せられた一方で、今回のテストにはなかったエンタメ寄りの体験に参加してみたいとの声も多い

arium利用への満足度 (n=11)

■ とても思う ■ 少し思う ■ あまり思わない ■ まったく思わない
■ 思う □ どちらでもない ■ 思わない



ariumを使って参加してみたいイベント (n=11)



I. 実証概要

II. 実証技術の概要

III. 実証システム

IV. 実証技術の検証

V. 成果と課題

V. 成果と課題 > 1. 今年度の実証で得られた成果

① 3D都市モデルによる技術面での優位性

項目	想定される技術面での優位性
モデルの正確性	<ul style="list-style-type: none"> • CMSの性能検証で、コンテンツの表示誤差が概ね1m以内だったことには、PLATEAUのモデル自体が正確であることが寄与している。今回使用したGeoSpatial APIや、同等の精度が出るVPSシステムと組み合わせて使用することで、他のロケーションでも同様に当プラットフォームを展開しうることが示唆された
モデルの処理負荷とリアリティのバランス	<ul style="list-style-type: none"> • 今回使用したLoD2のテクスチャ付き建物モデルは、CMSの3Dエディタ上で背景モデルとして使用する際に、処理負荷とリアリティのバランスが適切だった <ul style="list-style-type: none"> - Webブラウザ上での処理に耐えうる処理負荷の範囲の中で、3Dエディタ上で建物を識別したり、建物の形状に合わせたコンテンツ配置を検討したりするのに十分なテクスチャ解像度や形状のリアリティが担保できていた
PLATEAU配信サービスの活用	<ul style="list-style-type: none"> • 3D都市モデルを始めとしたデータ配信を行っているPLATEAU配信サービス（本実証時点では試験運用期間）を活用することで、ユーザーの所在地付近のモデルを読み込み、3Dの遮蔽処理（オクルージョン処理）に使用できる。ストリーミングで必要なデータだけを読み込んで使用できるため、アプリ自体のファイルサイズを大きくせずに、3D都市モデルの対応エリア内で汎用的に活用できるようになると考えられる <ul style="list-style-type: none"> - 実証システムでは、事前にダウンロードした建物モデルを使用してモバイルARアプリ上でのオクルージョン処理を行った。安定的に動作する一方で、渋谷以外のロケーションで使用する場合には別途オクルージョン用のモデルをダウンロードしてアプリに入れ込んでおく必要がある

V. 成果と課題 > 1. 今年度の実証で得られた成果

② 3D都市モデルによるビジネス面での優位性

項目	想定されるビジネス面での優位性
データの信頼性	<ul style="list-style-type: none"> 3D都市モデルはユーザーが自由に編集できるマップではなく、自治体主導で整備・アップデートが進められるモデルであるため、データの信頼性が高いという優位性がある。技術面での優位性の項で触れた、モデルの正確性が今後も維持されるのであれば、他の3DモデルではなくPLATEAUの3D都市モデルを採用することでサービス自体の信頼性を高めることができると考えられる
データの利用条件	<ul style="list-style-type: none"> データを無料で改変・装飾して利用できる点に優位性がある <ul style="list-style-type: none"> - メタバー環境を構築する際には、ユースケースに合わせた空間の装飾やモデルの一部改変を行うことが想定されるが、PLATEAUの3D都市モデルは無料でデータ取得ができ、かつ、改変を自由に行える点が強みである

V. 成果と課題 > 2. 今後の取り組みに向けた課題

今後の取り組みに向けた課題

項目	活用にあたっての課題
コンテンツの探索/拡充	<ul style="list-style-type: none"> 都市空間やメタバースの中でコンテンツを展開しエンドユーザーに届けていくために更なるコンテンツの拡充が必須 <ul style="list-style-type: none"> 事業者によるコンテンツ展開だけでは提供できる体験の量が限られてしまうため、ユーザー自身が投稿するコンテンツによりSNS・メディア的にユーザーが増えるようなコンテンツ設計が重要である 今後、商業施設内や大規模なイベント施設内でのコンテンツ展開が予想されるため、屋内エリアで高精度・低コストでコンテンツ展開を行える仕組みを構築することが望ましい <ul style="list-style-type: none"> 実証実験では精度を上げるためにGoogleが提供するGeoSpatial APIを活用した結果、屋内利用は不可だった 施設内に設置されたIoTデバイス（ビーコン、等）との連携による位置取得や屋内が再現される3D都市モデルの建築物LOD4の策定が望まれる CMSを企業ユーザーに向けて利用を促進するにはアプリの操作性向上、特にコンテンツ配置の操作性の改善が不可欠である <ul style="list-style-type: none"> 操作性に優れたUnityやBlenderとの連携によって配置操作等の編集は既存ツールを活用し、本CMSはデータのアップロードや座標変換に特化することで、操作性とデータ管理の効率性を両立しながら発展させることが望ましい
モバイルARアプリ・Webメタバース環境の使用ハードル低下	<ul style="list-style-type: none"> 要求するスペックの高さや歩きスマホの危険性等により、日常的にまちあるきで使うにはハードルが高いため、気軽にスマートフォンで利用できる、危険性の低いUI/UXの作り込みが必要 スマホでの利用を想定し、インストール不要のWebXR体験の創出やインストールのインセンティブとなるようなアプリの提供価値を高める試みの両輪を進めていくことが必要
環境の没入性のさらなる向上	<ul style="list-style-type: none"> 空間を演出できるライティングやフォグなどを簡単に編集して展開できると没入感の高い体験構築が可能になる

用語集 (1/5)

用語		内容
ア行	iOS	<ul style="list-style-type: none">• Apple社が開発したスマートフォンのオペレーティングシステム• iPhoneやiPadなどのデバイスで使用されている
	IoTデバイス	<ul style="list-style-type: none">• モノにセンサーなどを取り付けてインターネットへ接続することで、機器同士やローカルのネットワーク、またはインターネットで情報や制御のやりとりを行うためのデバイス
	WebXR	<ul style="list-style-type: none">• アプリケーションのインストールが不要で、ウェブブラウザ上で利用可能なXR体験
	Webダッシュボード	<ul style="list-style-type: none">• Web上でリアルタイムでデータを可視化し、簡単に操作できるインターフェース
	AR Core	<ul style="list-style-type: none">• Google社が提供するAndroid端末向けのARアプリ開発用プラットフォーム• スマホに搭載されたカメラや加速度センサーを利用してARコンテンツを構築するための自己位置を推定する技術
カ行	Gizmo	<ul style="list-style-type: none">• 3Dモデリングツールなどで使用される、3Dモデルの移動・変形・回転を簡単に行うためのツール
	クロスプラットフォーム	<ul style="list-style-type: none">• 異なるプラットフォーム間で動作するソフトウェア
	ゲームエンジン	<ul style="list-style-type: none">• ゲーム開発を支援するソフトウェア• ゲームのグラフィックス、サウンド、AI、物理演算、インタラクションなどを実装するためのツールやライブラリを利用できる
	コンテンツホルダー	<ul style="list-style-type: none">• アニメやマンガ、ゲーム、音楽、映画、芸術などの著作権を保持する企業や団体
	コンテンツマネジメントシステム (CMS)	<ul style="list-style-type: none">• Webサイトやモバイルアプリなどのコンテンツを管理、更新、共有するためのソフトウェア• 本実証実験では特にXR向けのコンテンツ管理システムを指す



用語集 (2/5)

用語		内容
サ行	座標変換	<ul style="list-style-type: none">座標系を別の座標系に変換する操作のこと座標変換を行うと、2つの異なる座標系間でデータを表現することができる
	GLB	<ul style="list-style-type: none">3Dモデルのファイルフォーマット「glTF」のファイル拡張子のひとつ主にWebブラウザ上で動作するコンテンツを作る際に用いられるフォーマット
	GPS	<ul style="list-style-type: none">Global Positioning Systemの略全地球測位システムとも言う人工衛星を利用して位置を測定する仕組み
	GeoSpatial API	<ul style="list-style-type: none">Google社が提供するVPS（画像認識による自己位置推定システム）デバイスのセンサーデータと画像データから、自己位置推定を行い端末の緯度・経度・高さを取得する2022年5月にAR Coreの新機能として提供された
	自己位置推定	<ul style="list-style-type: none">ある場所にいる自分自身の位置を推定する技術GPSを使う手法やカメラ映像を使う手法、LiDARの超音波センサーを使用する手法などが存在する
	3DIディタ	<ul style="list-style-type: none">3Dモデルや3D空間を編集するための環境
	3Dモデリングソフト	<ul style="list-style-type: none">3Dモデルや空間を作成・編集するためのソフトウェア



用語集 (3/5)

用語	内容
タ行	WASD <ul style="list-style-type: none">• コンピューターゲームなどで方向指定によく使用されるキーボードの4つのキーの総称• W (上)、A (左)、S (下)、D (右) の4つのキーが、キャラクターを移動させるために使用される
	頂点数 <ul style="list-style-type: none">• 3Dモデルを構成するポリゴンの頂点の数の合計• 頂点数が大きいほど精細な造形が可能になるが、処理負荷が大きくなる
	テクスチャ <ul style="list-style-type: none">• 3Dモデルの表面に貼り付ける画像• テクスチャを使うことで、3Dモデルに質感や模様を与えることができる
	テクスチャベイク <ul style="list-style-type: none">• 3Dモデルに貼り付けるテクスチャを、そのモデルの表面に直接描画すること• これにより、リアルタイムレンダリング中にテクスチャを読み込む必要がなくなり、パフォーマンスが向上する
	統合開発環境 <ul style="list-style-type: none">• ソフトウェア開発のプロセスを効率的に行うために使用されるツールのセット• ソースコードの作成、編集、デバッグ、および実行を可能にするために、コードエディタ、コンパイラ、デバッガ、その他の開発ツールを統合している
ナ行	Node.js <ul style="list-style-type: none">• JavaScriptをサーバーサイドで実行するためのオープンソースのプラットフォーム
ハ行	ビーコン <ul style="list-style-type: none">• 近くのデバイスに信号を送信する小型の無線装置• 店舗内の位置情報を提供したり、ユーザーが近くにいるかどうかを検出したり、アプリケーションを起動したりするために使用される



用語集 (4/5)

用語	内容
八行	ビューポイント <ul style="list-style-type: none">● 視点● XRの文脈では、コンテンツを閲覧するときに、コンテンツを閲覧しやすい立ち位置
	ビルド <ul style="list-style-type: none">● ソフトウェアを作成するプロセス● 一般的に、ビルドプロセスは、ソースコードをコンパイルして実行可能なバイナリ形式に変換することを含む● また、必要なライブラリや依存関係を解決し、ソフトウェアを実行可能な状態にするために必要な作業も行う
	VPS <ul style="list-style-type: none">● Visual Positioning Systemの略● カメラ等から得られた周囲の映像から、特徴点を抽出し、データベース上のデータと照合することで、現在位置を測定するための技術
	物理エンジン <ul style="list-style-type: none">● 3D空間内の物体や物理現象をシミュレートするためのソフトウェア● 物理エンジンは、物理的な力や重力などの物理的な要素を考慮して、3D空間内の物体がどのように動くかを計算する
	平面直角座標系 <ul style="list-style-type: none">● 日本国内を測量するために策定された平面直交座標系であり、地図投影法の一種● 狭い範囲を対象とした測量や大縮尺地図に使われる
	ホットリロード <ul style="list-style-type: none">● アプリケーションを実行中にソースコードを変更し、実行中のプログラムに反映することを可能にする技術
マ行	マッピング <ul style="list-style-type: none">● ある項目に対して、別の項目を位置づけたり、割り当てたりすること● 本実証では、解析結果データを図面上に貼り付けること



用語集 (5/5)

用語		内容
マ行	マルチプレイ	<ul style="list-style-type: none">複数のユーザーが同期した空間に参加した体験をすること
	モバイルフレームワーク	<ul style="list-style-type: none">モバイルアプリケーション開発を容易にするためのツールキット
ヤ行	UGC	<ul style="list-style-type: none">User Generated Content (ユーザー ジェネレイテッド コンテンツ) の略ユーザーにより生成されるコンテンツ
ラ行	LiDAR	<ul style="list-style-type: none">Light Detection And Rangingの略レーザー光を照射して、その反射光の情報をもとに、対象物までの距離や対象物の形などを計測する技術
	ロケーションホルダー	<ul style="list-style-type: none">不動産デベロッパーや商業施設の所有者、地方自治体など土地や施設を有し、市民・事業者に向けて提供している団体・企業
ワ行	y-up	<ul style="list-style-type: none">3DCGツールで使用される座標系の一つxyz軸のうち、yが上方向(up)になる座標系

都市AR空間とメタバースの連携プラットフォーム 技術検証レポート

令和5年3月 発行

委託者：国土交通省 都市局 都市政策課

受託者：株式会社MESON・株式会社博報堂DYホールディングス

本報告書は、株式会社MESON・株式会社博報堂DYホールディングスが国土交通省との間で締結した業務委託契約書に基づき作成したものです。受託者の作業は、本報告書に記載された特定の手続や分析に限定されており、令和5年3月までに入手した情報にのみ基づいて実施しております。従って、令和5年4月以降に環境や状況の変化があったとしても、本報告書に記載されている内容には反映されておりません。