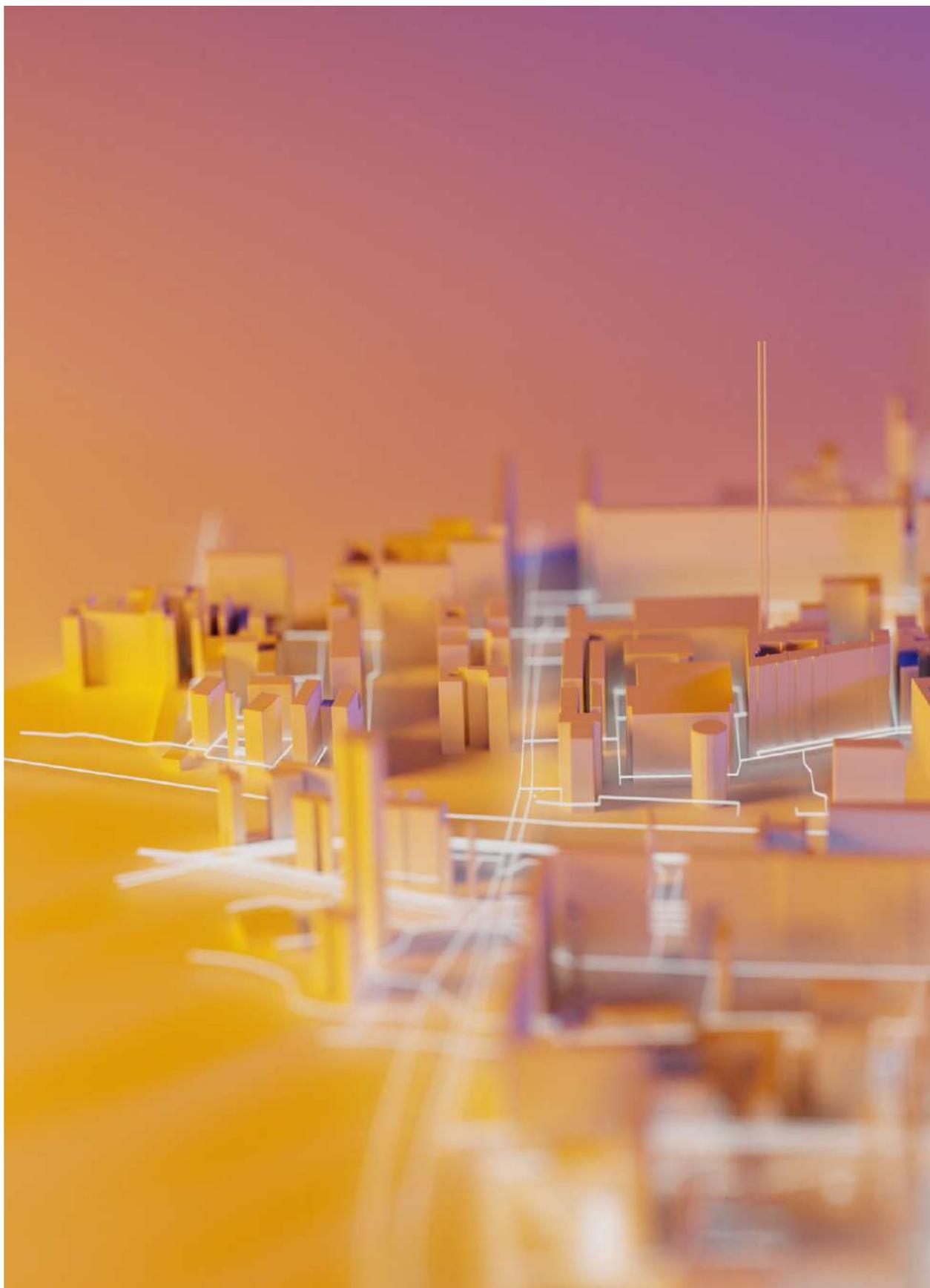




PLATEAU
by MLIT

Handbook of 3D City Models
3D都市モデル導入のためのガイドブック



実証環境構築マニュアル

3D City Model Demonstration Manual

series No. **09**

はじめに

- Project PLATEAUでは、2020年度に3D都市モデルの実証環境構築のための実証調査を実施した。本実証調査は、3D都市モデル及びこれを活用したユースケース開発のための可視化環境である「PLATEAU VIEW」を開発することで、3D都市モデルがもたらすソリューションの価値を検証することを目的としている。
- 実証環境の構築を検討するに当たっては、Project PLATEAUのオープンデータの思想に基づき、出来るだけオープンソースのフレームワークを利用することで、ベンダーロックを回避する形でシステム構成を行うことを心掛けた。また、オープンソースの利用には、地方公共団体等が低コストで類似のシステムを構築できることや、技術者コミュニティとの連携によるシステムの持続的な発展が期待されること等のメリットもある。
- 本マニュアルは、PLATEAU VIEWの開発により得られた成果をもとに、その機能、システム環境、仕様、構築手法等を解説することで、地方公共団体や民間企業等が3D都市モデルの可視化環境を構築する際に参照できる知見を提供し、3D都市モデルの整備及びこれを活用したユースケース開発を促進することを目的とするものである。
- 地方公共団体や民間企業、技術者等の多くの方に本マニュアルを参照していただき、Project PLATEAUの技術コミュニティがさらに発展することを期待する。

■ 目次

第1章 実証環境の構成	4
1.1 本マニュアルの目的	5
1.2 サーバ環境	6
1.3 サーバ構成	7
1.4 ソフトウェア構成	8
1.5 データ構成	17
第2章 実証環境の構築手順	22
2.1 外部クラウドサービスの構築（例：AWSの場合）	23
2.2 Terriaの構築	24
2.3 データ変換	25
第3章 ユーザーマニュアル	27
3.1 PLATEAU VIEWのUI機能の利用方法	28

第1章 実証環境の構成

1.1 本マニュアルの目的

3D都市モデルの実証環境とは、3D都市モデル及びこれを活用したユースケース開発のために可視化環境を提供するプログラム、サーバ、データ等の一連のシステムをいう。具体的な機能としては、3D都市モデルそれ自体を可視化することに加え、3D都市モデルと共に分析やシミュレーション等に用いられる各種データの可視化も行う。これにより、3D都市モデルの提供価値を検証することができる。

2020年度のProject PLATEAUでは、実証環境としてウェブ上で閲覧可能なビューア「PLATEAU VIEW」を開発し、ウェブサイト「PLATEAU」上で公開している。

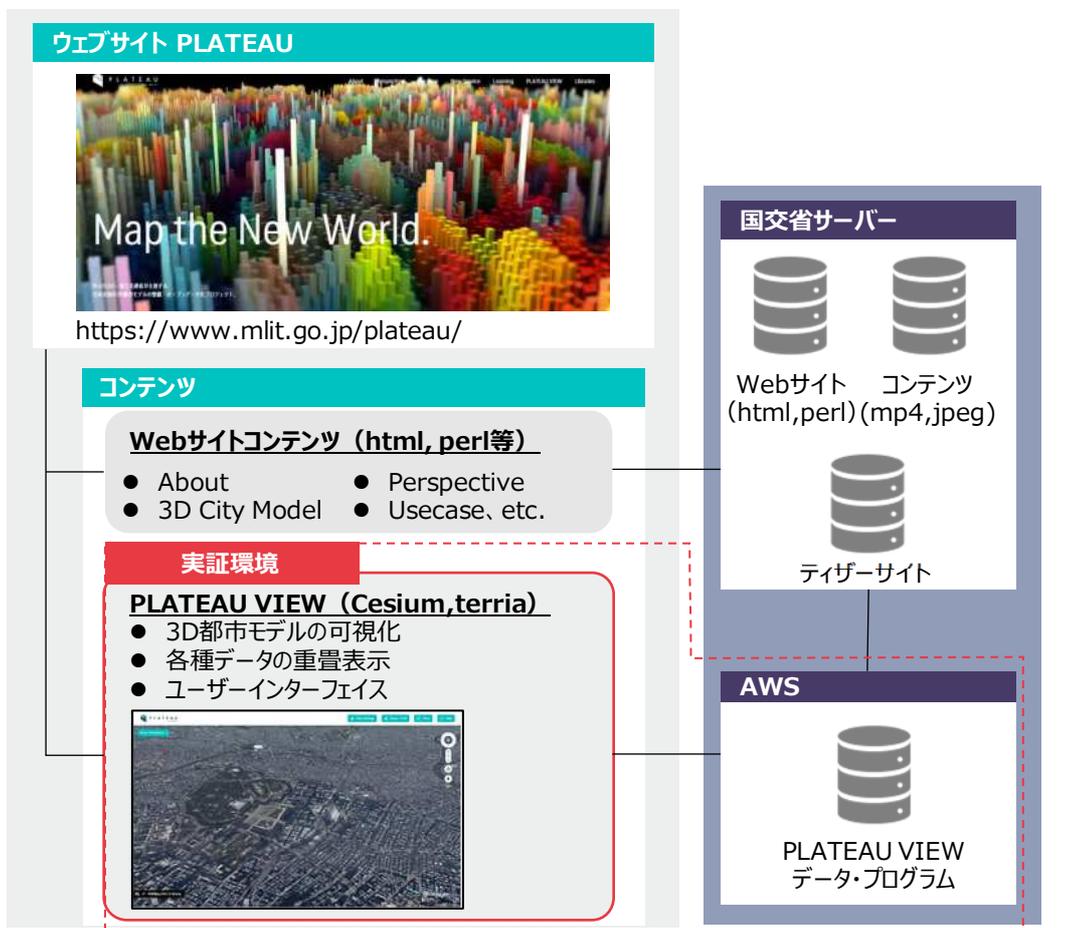
PLATEAU VIEWは、全国約50都市で整備された3D都市モデルを可視化すると共に、都市計画決定情報、人流データ、都市アセットデータ等の各種のデータを3D都市モデルに重畳して表示することが可能なUI (User Interface) を一般向け・行政向けに提供する。ブラウザ上の操作により、表示データの追加・削除、マップの拡大・縮小・視点移動、ベースマップの切り替え、任意の画角の保存・URL発行等が可能である。

本マニュアルでは、PLATEAU VIEWの機能、システム環境、仕様、構築手法等を解説することで、地方公共団体や民間企業等が3D都市モデルの可視化環境を構築する際に参照できる知見を提供し、3D都市モデルの整備及びこれを活用したユースケース開発を促進することを目的とするものである。

なお、2020年度に開発した「PLATEAU VIEW Ver1.0」及びその汎用版のソースコードについては、Project PLATEAUのGitHubにおいてオープンソースとして公開しているので、参考にして頂きたい。

Project PLATEAU GitHub : <https://github.com/Project-PLATEAU/PLATEAU-VIEW>

図 Project PLATEAUウェブサイトの構成



1.2 サーバ環境

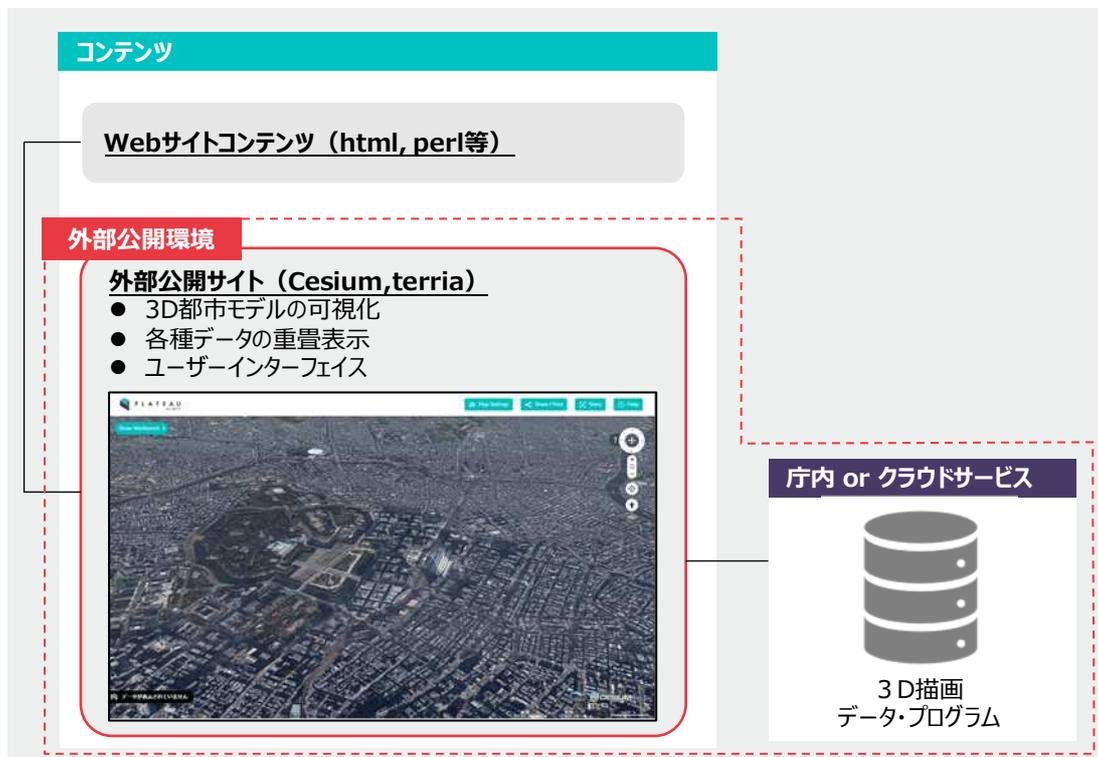
2020年度に構築された「PLATEAU VIEW Ver1.0」のデータや関連プログラムは、レンダリングデータやオーバーレイデータと共にAWS（Amazon Web Services）上のサーバに格納されており、ユーザからの要求に応じてデータを読み出す仕組みである。PLATEAU VIEWでは、全国約50都市分の巨大なデータを配信する必要があったことから、スケーラビリティに優れる外部クラウドサービスであるAWSを採用している。

他方、地方公共団体において実証環境を構築する場合は、必ずしも外部クラウドサービスを用いる必要はなく、庁内のサーバ（オンプレミス）を利用する方法も可能である。この二つの方法のメリット・デメリットを整理すると以下ようになる。

表 サービス提供方法の比較

	庁内サーバの利用（オンプレミス）	外部クラウドサービスの利用
利用方法	庁内の既存サーバ、新規調達する物理的なサーバを利用	民間企業が提供する外部クラウドサービスを利用
メリット	既存サーバを利用できれば、初期費用を抑えることが可能	搭載するデータ量の増加、利用者の増加への対応（スケールアップ）が容易に対応可能
デメリット	一度購入したサーバのスケールアップ（容量追加、台数追加）は調達上煩雑	インターネット回線の利用が前提であり、庁内からの接続可能な端末が限定される（自治体のセキュリティポリシーに依存）

図 地方公共団体独自サイトの構築例



1.3 サーバ構成

PLATEAU VIEWでは、AWSのサービスであるAmazon EC2（Amazon Elastic Compute Cloud）を利用して、データやプログラムを格納するサーバを構築した。全国約50都市の大規模なレンダリングデータ、オーバーレイデータをリアルタイムに処理する必要があることから、ELB（Elastic Load Balancing）により5台の仮想サーバでトラフィックを自動的に分散している。可視化やUIに関するデータ類の容量は約550GBであり、ストレージはAmazon S3（ストレージ容量が無制限）を利用している。

なお、AWSサーバの構築・運用では、サーバ、ストレージ、データ転送について料金が発生する。

表 AWS上のサーバ環境（全国版の事例）

項目	内容
サービス名	Amazon EC2（Amazon Elastic Compute Cloud）
OS	Linux（ubuntu）
プロセッサ	Intel Xeon Platinum 8000
インスタンスタイプ	t3.small
vCPU（仮想CPU）	2
メモリ	2.0 GiB
仮想化タイプ	ハードウェア仮想マシン（hvm）
ロードバランサー（負荷分散装置）	ELB（5台構成）
ストレージ	Amazon S3（Simple Storage Service） （実際の使用容量は約550GB）
リージョン	ap-northeast-1（東京）

自治体向け留意点

各自治体が自らの都市を対象とした環境を構築する際は、PLATEAU VIEWに比べて扱うデータの規模が小さくなるため、比較的小規模なサーバ構成で足りるものと考えられる。庁内サーバ又は外部クラウドサービスのサーバ環境を構築する際のデータ規模の目安は以下のとおりであり、上述のAmazon EC2を利用する場合は、ストレージは1/50程度、ロードバランサーは1台(1/5)、CPU機能はXeon E5系プロセッサ程度スペックで足りると見込まれる。

- ・建物データの目安：政令市・テキストチャ付き 2GB
基礎自治体・テキストチャなし 0.5～1GB
- ・地形データの目安：0.1～1.5GB（取得精度に依存）
- ・オルソデータの目安：1～50GB（面積に依存）
- ・災害リスクデータの目安：1～2GB（ハザード数に依存）

1.4 ソフトウェア構成

PLATEAU VIEWで使用している主要なソフトウェア類とその機能を解説する。ソフトウェアは、オープンソースソフトウェア（OSS）と有償ライセンスのソフトウェアの両方を組み合わせて利用している。「PLATEAU VIEW」ではこれらのソフトウェアが有する基本的な機能に加えて、独自に追加・拡張した機能も使用している。

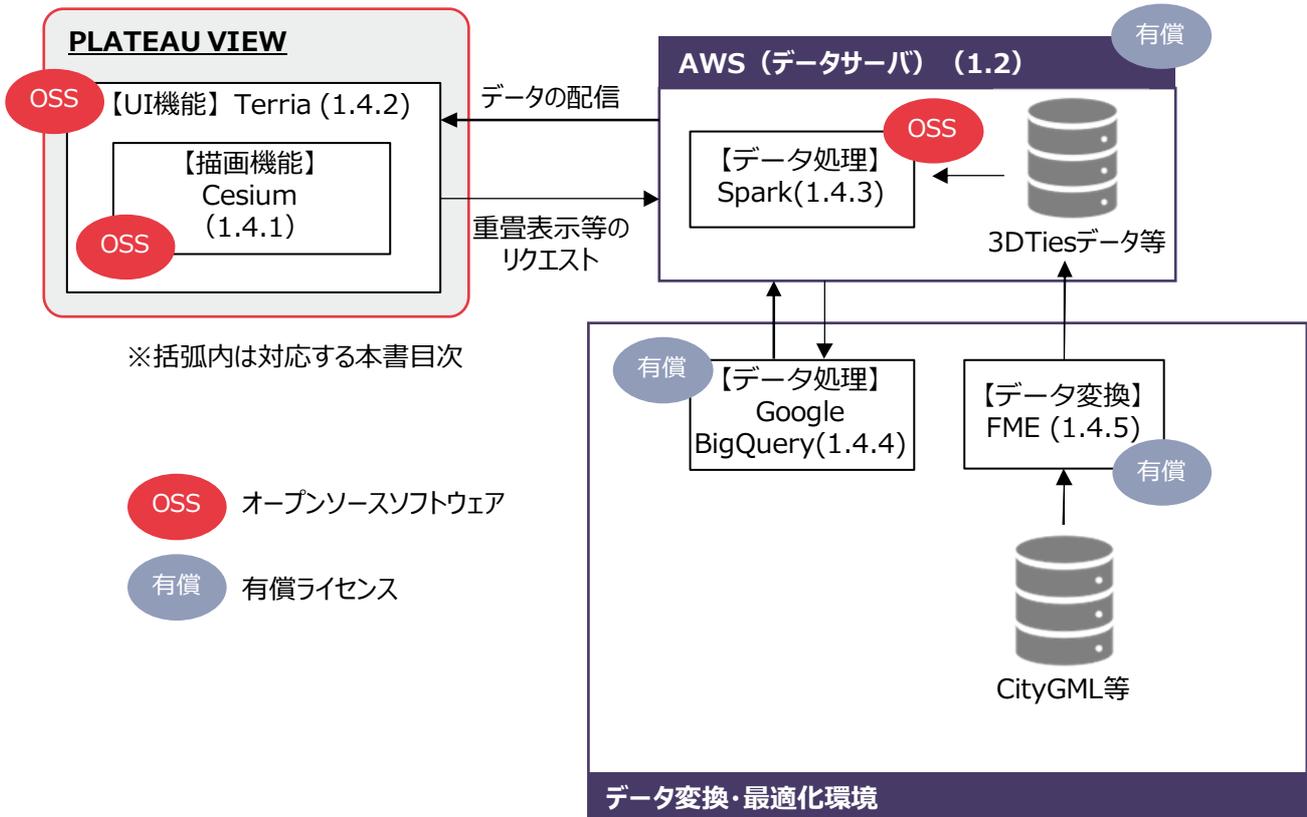
【Cesiumの無償版・有償版】

今回、PLATEAU VIEWのフレームワークであるCesiumには無償版と有償版があり、今回は無償版を利用している。両者の基本的な機能は共通ではあるが、有償版利用のメリットはデータ処理を自動的に軽量化できることである。（例：遠方の建物のデータ読み込みを制限する処理など）

【CesiumとTerriaの関係】

Cesiumはデータの描画、TerriaはUI（ユーザーインターフェイス）の提供及びUIを介してCesiumの描画機能を制御する役割となる。実証環境が有する様々な機能は、Terriaを中心に構築されている。

図 全国版・実証環境を構成する主要なソフトウェア類の構成



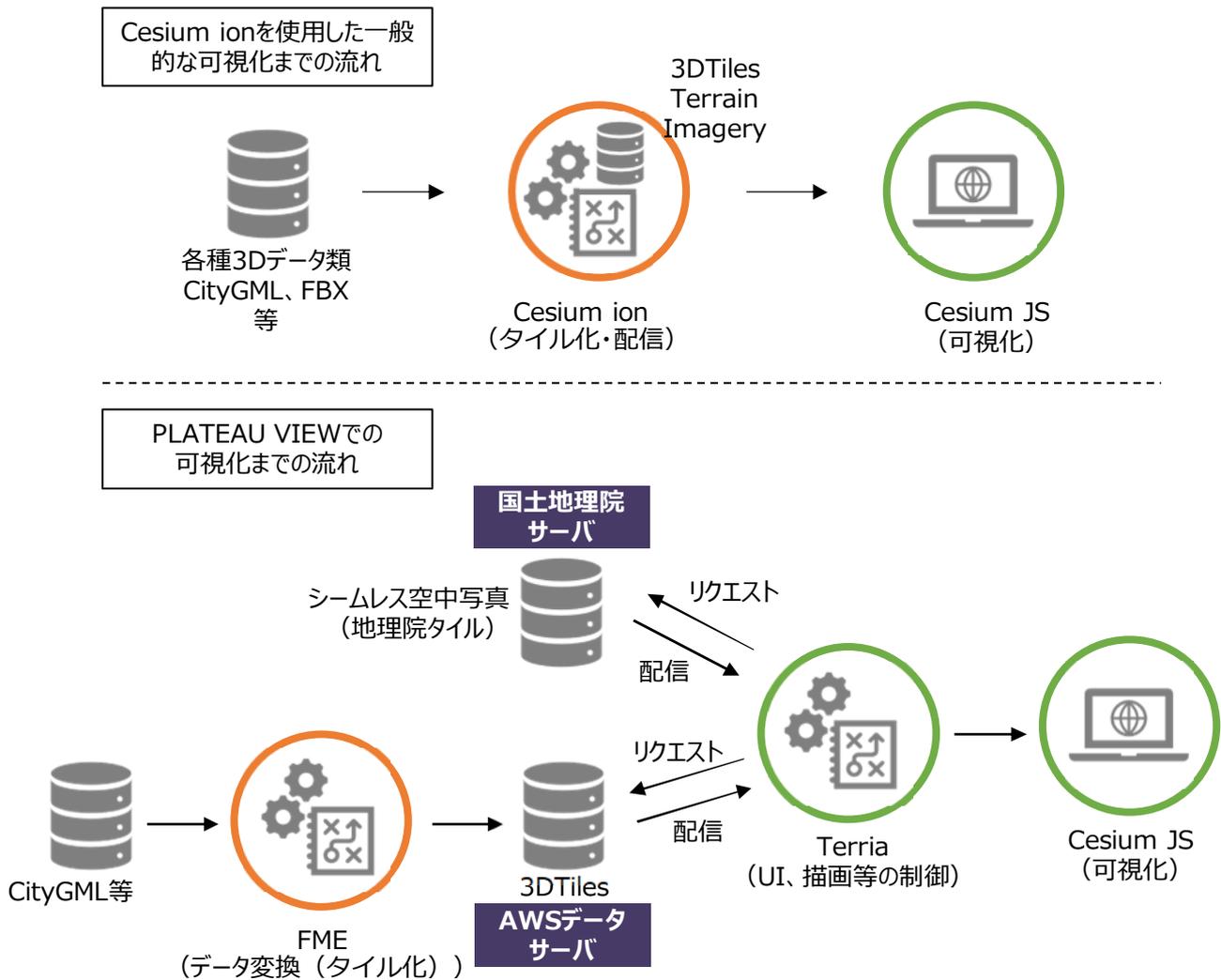
1.4.1 Cesium

Cesiumは、3次元位置情報を活用するために設計されたソフトウェアの基盤となるオープンプラットフォームである。WebGLを利用しており、デスクトップ用あるいはスマートフォン用ブラウザで動作する。ブラウザ上で3Dマップを表示するためのJava Scriptライブラリ (Cesium.js) と、様々なファイル形式のデータをストリーミング用に最適化 (タイル化) し、配信するサービスとしての機能 (Cesium ion) で構成されている。なお、Cesium.jsは、オープンソースコードとしてGithubにて公開されている。<https://github.com/CesiumGS/cesium>

Cesiumでは、多様な形式かつ膨大なサイズのデータをブラウザ上でストレスなくストリーミングおよびレンダリングすることを可能とするために、3DTiles、Terrain (地形)、Imagery (イメージ) という独自の描画機構により軽量化・最適化を図ったファイル形式を採用している。Cesium ionは、様々なファイル形式に対応しており、Cesium社が提供するプラットフォームを介して、ユーザーによるデータのアップロード、管理、タイリング、配信等を行うことができる。Cesium ionの商業利用ライセンスは有料となる。<https://cesium.com/pricing/>

PLATEAU VIEWでは、FME (1.3.5参照) を用いてCityGMLから3DTiles形式への変換を行っており、描画機能としてCesium.jsを使用している (Cesium ionは使用していない)。

図 Cesiumを使用した可視化までの流れ



【地理院タイル等の配信】

PLATEAU VIEWでは、背景図として選択可能な「空中写真」は、国土地理院サーバーから配信される地理院タイルを取得してCesium上で描画している。地理院タイルとは、国土地理院が配信するタイル状の地図データである。国土地理院では、ユーザーからリクエストされた地図表示範囲に対して、予めタイル状に分割したデータを国土地理院サーバーから配信するサービスを提供している。

<http://maps.gsi.go.jp/development/siyou.html>

また、同じく背景図として選択可能な「空中写真 (Bing)」についてはBingMAP、「地理院地図」についてはOSM (OpenStreetMap) から配信されるデータを描画している。

<https://openstreetmap.jp/>

<https://www.microsoft.com/maps/ja-JP/choose-your-bing-maps-API.aspx#1>

表 Cesiumがサポートするファイル形式

描画機構	対応ファイル形式	拡張子	備考
3D Tiles	CityGML	.citygml,xml,gml	3次元地理空間データ
	KML/KMZ	.kml,.kmz	KML/KMZ
	LASer	.las,.laz	点群データ(LASファイル)
	COLLADA	.dae	3D-CG間の交換フォーマット
	Wavefront OBJ	.obj	3Dジオメトリーのための表現形式
Terrain (地形)	Floating Point Raster	.flt	
	Arc/Info ASCII Grid	.asc	
	Source Map	.src	
	Geo TIFF	.tiff,.tif	
	Erdas Imageine	.img	
	USGS ASCII DEM /CDED	.dem	
	Cesium Terrain Database	.terraindb	
Imagery (イメージ)	Floating Point Raster	.flt	
	Arc/Info ASCII Grid	.asc	
	Source Map	.src	
	Geo TIFF	.tiff,.tif	
	Erdas Imageine	.img	
	USGS ASCII DEM /CDED	.dem	
	Cesium Terrain Database	.terraindb	
	JPEG	.jpg,.jpeg	
	PNG	.png	

表 Cesiumがサポートするサービス

描画機構	区分	内容
グラフィックオブジェクト	ポイント	2D/3D空間上に一時的なグラフィックスを描画
	ライン	
	ポリゴン	
	ラベル	
	マーカー	
外部サービス (高解像度画像)	WMS	背景地図を表示
	TMS	
	WMTS	
	ArcGIS	
	Bing Maps	
	Google Earth	
	Mapbox	
	Open Steet Map Open Steet Map Buildings	
外部サービス (地形データ)	Cesium World Terrain	海、湖、川の地球規模での高解像度の地形を表示
	Google Earth Enterprise	
	VT MAK VR- TheWorldサーバ	
ベクターデータ	GeoJSON	直接参照可能なファイルフォーマット
	TopoJSON	
	CZML	
	KML,KMZ	

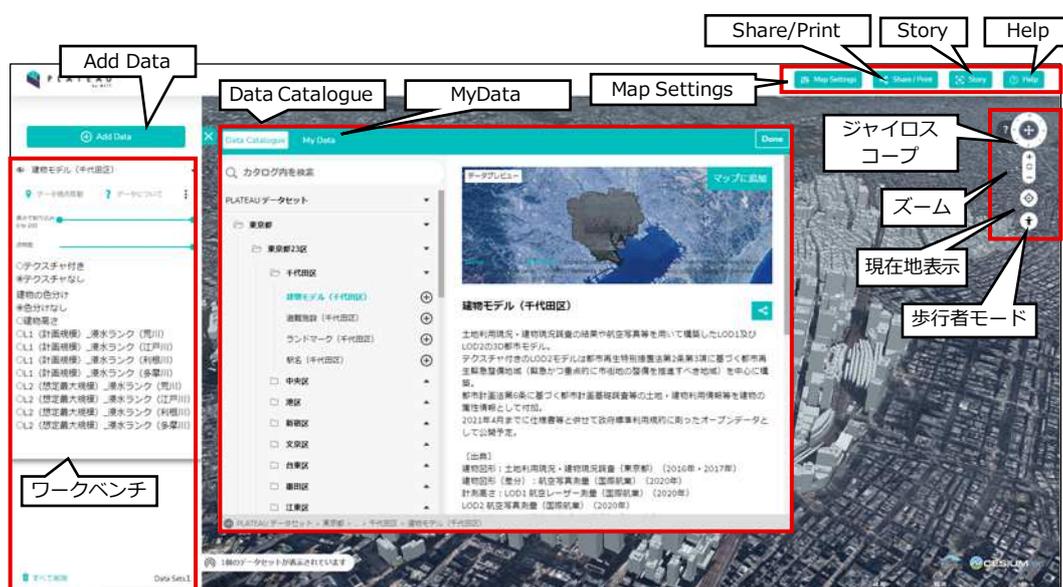
1.4.2 Terria

Terriaは、Cesium向けにUIを付加することができるオープンソースのフレームワーク (TerriaJS) である。<https://terria.io/>

Cesiumの描画機能をコントロールする役割を持っており、PLATEAU VIEWでは、TerriaのUI機能を使用して、表示データの選択・追加・削除 (Add Data、Data Catalogue、ワークベンチ)、背景図の選択 (Map Settings)、URL生成/印刷 (Share/Print)、ストーリーの設定 (Story)、Help、MyData等を提供している。

【Terriaの拡張】

Terriaは機能を追加することができる。PLATEAU VIEWでは、CityGMLで作成した建物モデルに付与された属性情報を検索する機能や歩行者ビュー機能等を追加で開発した (開発言語: JavaScript)。



UI機能	内容
Add Data	Data Catalogue画面の起動
Data Catalogue	データの選択
My Data	ローカル及びWeb上のデータをアップロード
ワークベンチ	Data Catalogueで選択したデータの表示
Map Settings	地図データの選択
Share / Print	URL生成と印刷
Story	ストーリーエディタの起動 (複数のポイントでシーン設定をして保存、ポイントを移動しながら再生ができる)
Help	ヘルプ (マウス操作) の起動
ジャイロスコープ	ビューの回転・傾け、初期位置の表示
ズーム	ズームイン/ズームアウト
現在地表示	自位置に地図を寄せる
歩行者モード	歩行者モードの開始

表 Terriaによって実装された主な機能一覧（1 / 2）

機能名称	操作	内容	機能区分	
			基本	追加
3次元視点移動	マウス移動	任意の位置に視点を移動	○	
	エリア選択移動	選択した都市への視点移動	○	
	UC選択移動	選択したUC（ユースケース）への視点移動	○	
属性情報の表示	地物選択	【選択時に表示される属性情報の例】 建物：高さ、階数、住所、都市計画区域、用途地域、建物用途など 鉄道駅：路線名、運営会社、駅名など 避難施設：施設名、住所、避難施設の種類など	○	
属性情報の色分け表示	属性選択（排他制御）	特定のコードを持つ地物に色を割り当てて表示		○
属性情報のピックアップ表示	属性選択（範囲選択）	特定の属性項目に属するコードにしきい値を設定し、しきい値以上のコードを持つ地物のみを表示		○
検索機能	キーワード選択・入力	特定の属性項目に属するコードを検索して表示		○
オーバーレイデータの表示	地図選択 [Map Settings]	3D地形データ（DEM）の表示	○	
		2D表示	○	
		空中写真（国土地理院）の表示		○
		空中写真（Bing）の表示	○	
		地理院地図（淡色）の表示	○	
		Dark Matter地図の表示	○	
	静的情報表示	建物関係、都市インフラ、都市計画、災害系情報、国土数値情報（駅、避難施設など）の表示	○	
動的情報表示	人流、バス走行位置、コミュニティサイクル走行状況	○		

基本機能：Terriaに元々備わっている基本機能を利用してPLATEAU VIEWに実装した機能

追加機能：Terriaの機能を拡張してPLATEAU VIEWに実装した機能

※表中の[]は、P.13に示したUI機能を指す

表 Terriaによって実装された主な機能一覧（2 / 2）

機能名称	操作	内容	機能区分	
			基本	追加
基本操作機能	開始地点に戻る	Homeボタンを配置し任意の1点に戻る	○	
	[歩行者モード]	視点と注目点を決めて、アイレベルから見たシーンを表示		○
	メニュー表示・非表示（折りたたみ）	画面上に表示される各種情報を折りたたむことができる機能	○	
	印刷機能 [Share/Print]	印刷、PDFファイル出力	○	
現在地表示	[現在地表示]	GPSで取得した現在地を表示	○	
スマホ対応		スマートフォン上に表示	○	
データカタログ作成UI	[My Data]	ユーザーがデータをアップロードして、データカタログに新たなレイヤとして登録	○	
データカタログからの選択	[Data Catalogue]	データカタログに登録してあるデータレイヤを選択して、重ね合わせる	○	
ストーリー作成と保存	[Story]	ルートを設定し動画を作成	○	
パブリッシュ設定	[Share/Print]	外部向けの公開サイトにURL等を発行	○	

基本機能：Terriaに元々備わっている基本機能を利用してPLATEAU VIEWに実装した機能

追加機能：Terriaの機能を拡張してPLATEAU VIEWに実装した機能

※表中の[]は、P.13に示したUI機能を指す

1.4.3 Spark

Apache Sparkは、大規模データのリアルタイムの処理に長けた、オープンソースの分散処理フレームワークである。外部ストレージを使わずに、対象データの全てをメモリ上のみで処理することで、データ処理を高速に行うことができる。Sparkは、Spark Core（分散処理エンジン）、Spark SQL（SQLで分散処理を記述するためのライブラリ）、MLlib（機械学習を分散処理するためのライブラリ）等から構成され、また、Scala、Java、Python等で処理を記述することができるAPIも提供されている。

Sparkは、以下のURLから入手することができる。

<http://spark.apache.org/downloads.html>

1.3.4 Google BigQuery

Google BigQueryは、Google Cloud Platform (GCP)で提供されるデータウェアハウスである。ANSI SQLを使用してペタバイト規模のデータを極めて高速に分析することができる。

PLATEAU VIEWでは、Sparkと共に大規模データの処理に利用している。

Google BigQueryは、以下のURLから入手することができる。ほとんどの操作を無料で実行することができるが、実行クエリによるデータ処理量やストレージのサイズによって追加料金が発生する。

<https://cloud.google.com/bigquery?hl=ja>

1.4.5 FME

FMEは、位置情報データ変換の世界標準ソフトであり、スマートシティ向けのシステム構築でも利用されている。CityGML、IFC等400種類以上のフォーマットに対応し、プログラミング不要の画面操作だけで、データ、サーバー、外部APIデータに接続し、データ変換、各種ビューアへの取り込みができる。トランスフォーマーと呼ばれるデータ変換ロジックを有したパーツを組み込んだワークスペースを作成することにより、多種多様な形式のデータ構造・内容を自由に変換することができる。また、作成したワークスペースをFME Serverに登録することにより、データの変換作業を自動化することも可能である。

FMEは、多様なデータ形式に対応したトランスフォーマー（データ変換ロジック）をライブラリとして用意しており、PLATEAU VIEWでは、CityGML形式等から3DTiles形式への変換を行っている。

FMEは以下の製品・サービスから構成され、有料ライセンスソフトウェアである。

FME Desktop: ワークスペース（データ変換のフロー）を作成、実行するためのツールセット

FME Server: ワークスペースに基づくデータ変換サービスを提供するためのサーバーソフトウェア

FME Cloud: クラウド上でFME Serverの機能を提供するサービス(時間課金または年課金)

<https://pacificspatial.com/fme/>

なお、PLATEAU VIEWで用いたFMEの変換テンプレートは以下のURLで公開している。

<https://github.com/Project-PLATEAU/FMEscript-CityGML-to-3DTiles>

図 FMEによるデータ変換処理のイメージ

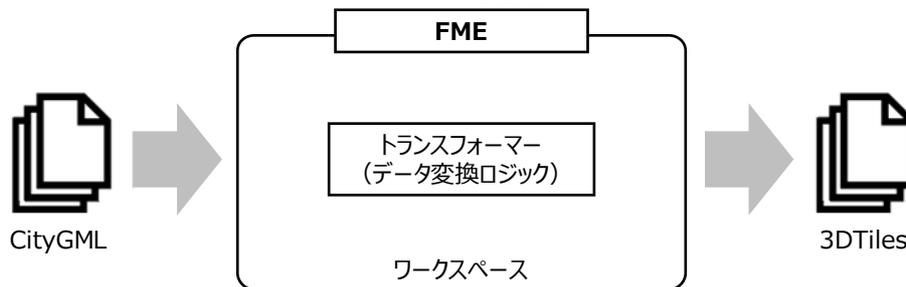
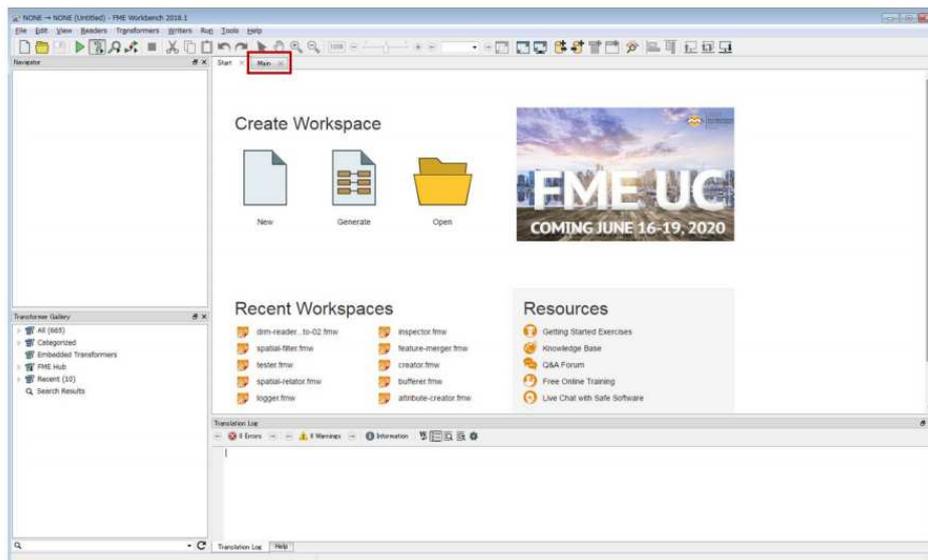


図 FMEの画面 (Workbench)



1.5 実証環境のデータ構成

1.5.1 データの種類

「PLATEAU VIEW Ver1.0」で表示可能なデータセットの種類の例と出典を示す。

表 東京都の主なデータセット（1 / 2）

データ区分/データ名		出典
建物関連	建物モデル ※LOD1及びLOD2の3D都市モデル	建物図形：土地利用現況・建物現況調査（東京都）、航空写真測量（国際航業） 計測高さ：LOD1 航空レーザー測量（国際航業）、LOD2 航空写真測量（国際航業） 建物テクスチャ：航空写真（国際航業、八王子市） 建物現況：建物現況調査（東京都） 都市計画情報：東京都の都市計画地理情報システムデータ 土砂災害警戒区域：国土数値情報 津波浸水想定：東京都津波浸水想定 洪水浸水想定区域：浸水想定区域図（国土交通省）、浸水予想区域図（東京都市型水害対策連絡会）
	避難施設	国土数値情報（国土交通省）
	ランドマーク	建物の属性（名称）：国土地理院発行の数値地図（国土基本情報）（測量法に基づく国土地理院長承認（使用）R 2JHs 844」を加工して作成。
	鉄道駅	国土数値情報（国土交通省）
都市アセット	道路	土地利用現況（土地利用現況・建物現況調査の結果や航空写真等）
	公園	土地利用現況（土地利用現況・建物現況調査の結果や航空写真等）
	橋梁モデル ※橋梁、道路高架部、鉄道高架部、歩道橋、ペDESTリアンデッキ	航空写真（国際航業、八王子市）
交通	鉄道	国土数値情報（国土交通省）
	緊急輸送道路 ※第1～3次緊急輸送道路	国土数値情報（国土交通省）
	都市計画道路	都市計画道路（東京都）2都市基街都第247号
都市計画	都市高速鉄道	都市高速鉄道（東京都）2都市基交都第56号
	防火地域・準防火地域	都市計画決定情報GISデータ
	地区計画	都市計画地理情報システムデータ（東京都）
	高度地区	都市計画決定情報GISデータ
	用途地域	都市計画決定情報GISデータ
	土地利用 ※LOD1及びLOD2の3D都市モデル	土地利用現況・建物現況調査（東京都）
	行政区界	国土数値情報（国土交通省）

表 東京都の主なデータセット（2 / 2）

データ区分/データ名		出典
都市活動	高速道路、一般道 ※車の移動速度から求めた 渋滞状況	スマートフォンアプリを通じて許諾を取得したアプリユーザーの位置情報を、個人特定を回避する形で加工したデータ（フリックテック株式会社）
	地価バリューマップ	国土交通省国土政策局 国土数値情報 「地価公示」、「都道府県地価調査」をもとに株式会社日建設計総合研究所が編集・加工
	東日本大震災時の帰宅困難者 ※東京駅周辺、池袋駅周辺	国土交通省都市局都市安全課、株式会社日建設計総合研究所
	（比較用）平常時の滞留者 ※東京駅周辺	国土交通省都市局都市安全課、株式会社日建設計総合研究所
	経済センサス 事業所数 平成28年度	総務省統計局 「平成28年度経済センサス・基礎調査」
	経済センサス 従業者数 平成28年度	総務省統計局 「平成28年度経済センサス・基礎調査」
洪水浸水想定区域図	河川事務所、東京都が作成した浸水想定区域図	
ユーザー事例	丸の内ストリートパーク人流データ	大丸有エリアマネジメント協会、大手町・丸の内・有楽町地区まちづくり協議会、三菱地所株式会社
	丸の内シャトル：バス 走行位置、バス停、走向ルート	日の丸自動車興業株式会社
	千代田区コミュニティ サイクル：利用状況、 サイクルポート	株式会社ドコモ・バイクシェア
	渋谷区 渋谷人流データ	許諾に基づきスマートフォンアプリを通じてユーザーの位置情報を取得し、個人特定を回避する形で処理したうえで株式会社ブログウォッチャーが提供するデータを編集・加工
	羽田 羽田イノベーションシ ティ BIMデータ	鹿島建設株式会社
	竹芝 東京ポートシティ竹芝 BIMデータ	鹿島建設株式会社

表 東京都以外の主なデータセット（例：横浜市）

データ区分/データ名		出典
建物関連	建物モデル ※LOD1あるいはLOD1及びLOD2の3D都市モデル	建物図形：都市計画基本図、都市計画基礎調査（各自治体） 計測高さ：航空写真測量（各自治体） 建物現況：建物現況調査（各自治体） 土地利用現況：土地利用現況調査（各自治体） 都市計画情報：都市計画区域（各自治体） 土砂災害警戒区域：国土数値情報（国土交通省） 洪水浸水想定区域：浸水想定区域図（国土交通省） 津波浸水想定区域：津波浸水想定図（各自治体） 建物の属性：名称は、数値地図（国土基本情報）「国土地理院」を加工。 「測量法に基づく国土地理院長承認（使用）R 2JHs 809」 建物の属性：名称（駅名）は、「国土数値情報（鉄道データ）」「国土交通省」を加工。
	避難施設	国土数値情報（国土交通省）
	鉄道駅	国土数値情報（国土交通省）
都市アセット	道路	都市計画基本図、基盤地図情報
	公園	国土数値情報（国土交通省）
交通	鉄道	国土数値情報（国土交通省）
	緊急輸送道路 ※第1～3次緊急輸送道路	国土数値情報（国土交通省）
都市計画	区域区分	都市計画情報（各自治体）
	都市計画区域	都市計画情報（各自治体）
	用途地域	都市計画情報、土地利用現況図（各自治体）
	土地利用	土地利用現況図（各自治体）、国土数値情報（国土交通省）
	洪水浸水想定区域図	河川事務所、各自治体が作成した浸水想定区域図
	土砂災害想定区域	各地方自治体が作成した土砂災害想定区域
	津波浸水想定区域図	各地方自治体が作成した津波浸水想定区域図
ユースケース例	人流データ（赤外線センサ）（横浜市）	赤外線センサーを用いて人数を計測（株式会社日建設計総合研究所）
	みなとみらい クイーンズスクエア横浜（地下鉄改札～地上階・共用部分） ※LOD4の建物モデル	3DshapeデータをCityGML形式に変換（株式会社日建設計総合研究所）

1.5.2 データの形式

実証環境で扱った主なデータ形式及びデータ変換パターンの例を示す。

表 データ形式の一覧

データ形式	概要
CityGML (City Geography Markup Language) ※1、2	<ul style="list-style-type: none"> OGC (Open Geospatial Consortium)が策定した3D都市モデルのためのオープンデータモデル及びデータ形式の国際標準を指す。 建築物や道路、橋梁などの様々な地物 (オブジェクト) について定義し、これに名称や用途、建築年、行政計画といった都市活動に関する情報 (セマンティクス) を付与することで、都市空間の意味や地物間の関係性を再現したジオメトリ (幾何形状) とセマンティクスを統合したモデルである。 地物や地物属性を追加できる拡張機能やADE (Application Domain Extension) と呼ばれる、CityGMLの仕様自体を拡張し、地物や属性の応用スキーマを新たに定義する機能も有している。 建物等の地物の表現に関して、LOD (Level of Details) と呼ばれる概念を採用することで、同じ地物に関する詳細度の異なる様々な情報を統合的に管理・蓄積・利用することを可能としている。
3D Tiles ※3	<ul style="list-style-type: none"> 3D建物、BIM/CAD、点群データ (ポイントクラウド)、地形データ、写真測量などの3次元地理空間コンテンツをストリーミング及びレンダリングするための空間データの構造とタイルフォーマットを定義した形式である。OGC標準としても採用されている。 軽量・最適化されたデータ形式のため、3DデータでもスムーズなWeb配信が可能であり、Cesiumで採用されている。
CZML ※4	<ul style="list-style-type: none"> 主にCesiumで用いられるJSON形式を基本としたデータ形式である。 3Dデータ及び時間データの表現に適しており、時間の経過と共に値を変更するプロパティを正確に記述することができる (例えば、ある時間帯は赤色の線、ある時間帯は青色の線を表示する等)
Moving Feature Json ※5、6	<ul style="list-style-type: none"> 3次元形状の物体の移動データを簡潔に記述する形式として開発され、OGCが移動体データ形式の国際標準として採択している。 移動体 (人や自動車など) の動的な空間情報を一体的に記録する。
GeoJSON ※7、8	<ul style="list-style-type: none"> JSONを使用して様々な地理データ構造をエンコードするためのフォーマットである。 GeoJSONオブジェクトは、GeometryとPropertyを含むFeature、または、複数のFeatureのリストから構成される。Geometryには、Point、LineString、Polygon、等が含まれ、プロパティ (属性) として、オブジェクトのタイトルや説明、ポイントの大きさ・色、線の太さ・色などの情報を持つことができる。
Shapefile ※9	<ul style="list-style-type: none"> トポロジー構造をもたない空間データの位置と形に関する情報と、その属性情報を格納するためのデータ形式である。位置と形に関する情報は、(座標値のベクトルで構成される) シェープとして格納される。 地理空間上の要素をベクター形式であるポイント、ライン、ポリゴンで表現し、各要素に任意の属性を付与できる。
FBX ※10	<ul style="list-style-type: none"> モデル ジオメトリ、マテリアルテクスチャ、照明、およびアニメーションシーケンスに関連するデータが格納されている。 動く3Dオブジェクトの記述に向いている。

※1 標準製品仕様書

※2 3D都市モデルの導入ガイダンス

※3 <https://github.com/CesiumGS/3d-tiles/blob/master/README.md>

※4 <https://github.com/AnalyticalGraphicsInc/czml-writer/wiki/CZML-Guide>

※5 https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2020/pr20200602_2/pr20200602_2.html

※6 <http://docs.opengeospatial.org/is/19-045r3/19-045r3.html>

※7 <https://geojson.org/geojson-spec.html>

※8 <https://docs.geolonia.com/geojson/>

※9 <https://www.esri.com/getting-started/learn-more/shapefile/>

※10 <https://knowledge.autodesk.com/ja/support/3ds-max/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/JPN/3DSMax-Data-Exchange/files/GUID-26E80277-1645-4C4E-A6B2-44399376490F-htm.html>

表 データ変換パターンの例

データ区分	元データ形式	変換後データ形式	データ変換の留意点	
建物関連	建物	CityGML	3DTiles	<ul style="list-style-type: none"> 元データ（CityGML）の品質が担保されていれば、正常の3DTilesへの変換は可能 建物属性のコード（数値）は、文字列に変換する処理を追加
	都市計画	CityGML	CZML	<ul style="list-style-type: none"> ポリゴン内に中空の部分がないように分割処理が必要 分割しすぎるとデータ量が肥大化し、動作性能が低下
	道路	CityGML	GPKG	同上
	洪水浸水域	CityGML	3DTiles	<ul style="list-style-type: none"> 元データ（CityGML）を3DTilesに変換すると描画性能が低下する場合がある 浸水域が広い場合（例：東京都の荒川）には描画性能を考慮しデータを分割するか、CityGMLを作成中に発生する3D Shapeファイルを用いて3DTilesに変換する方法もある
	土砂災害警戒区域	CityGML	CZML	<ul style="list-style-type: none"> 土砂災害特別警戒区域は土砂災害警戒区域の内側に設定されているため、両者のデータを任意に選択する場合、重なり部分の土砂災害警戒区域をくり抜いて作成する必要がある
	津波浸水域	CityGML	CZML	<ul style="list-style-type: none"> 洪水浸水域と同様
	内水・高潮浸水域	CityGML	CZML	同上
BIM	建物	CityGML	3DTiles	<ul style="list-style-type: none"> 元データの構成部材を確認し、変換後の着色方法を事前に規定することが必要 建築物に絶対座標が付与されていない場合には、1か所基準点を定め、絶対座標を付与したのち、建物の1面の方位角を規定、PLATEAU VIEW上に位置合わせを行う
	建物、地下空間	FBX	3DTiles	同上
動的データ	人流	JSON,CSV	CZML	<ul style="list-style-type: none"> データ量が非常に多く、描画方法を事前検討した上で、必要なデータを絞り込み変換
	GPSデータ	JSON,CSV	CZML	<ul style="list-style-type: none"> 高層ビルが多いエリアでは、位置精度が低下し、異常な動き（例：バスが後退する）をすることから、データクリーニング処理が必要

第2章 実証環境の構築手順

2.1 外部クラウドサービスの構築（例：AWSの場合）

2.1.1 AWSサーバの構築

PLATEAU VIEWが利用するAWS EC2仮想サーバの構築手順の概要について示す。EC2仮想サーバの詳細は、1.2.1に示した「表 AWS上のサーバ環境」を参照。

（1）アカウント作成・ログイン

以下のURLから、連絡先情報、支払情報などを入力し、AWSアカウントを作成し、ログインする。

<https://aws.amazon.com/jp/register-flow/>

（2）Amazon EC2仮想サーバの起動

ログイン後、EC2コンソール画面において、以下の手順でインスタンス（仮想サーバ）を起動する。

- Amazon マシンイメージ (AMI) の選択
- インスタンスタイプを選択
- インスタンスの詳細設定
- ストレージの追加
- タグの追加
- セキュリティグループの設定
- 確認・起動

（3）ストレージ（Amazon S3）の設定

実証環境では、ストレージサービスとしてAmazon S3を利用した。Amazon S3は以下の手順で利用した。

- バケット（オブジェクトの入れ物）を作成
- オブジェクト（ファイル）のアップロード
- 権限の設定

地方自治体向けの留意点

AWS EC2サーバ及びAmazon S3では、サーバ、ストレージ、データ転送について料金が発生するため、料金体系について確認の上、利用すること。<https://aws.amazon.com/jp/pricing/>

また、AWSに限らず、環境構築のためにクラウドサービスを利用する際は、自組織のセキュリティポリシーを事前に確認の上、サービスを利用することが必要である。

2.2 Terriaの構築

実証環境では、TerriaJSライブラリにより構築済みのwebシステム（Terria Map）をPLATEAU VIEW用にカスタマイズすることで、Terriaの環境を構築した。

PLATEAU VIEWで実現した機能を含むTerria Mapのパッケージは、Project-PLATEAUのGithubで公開している (<https://github.com/Project-PLATEAU/Plateau-view>)。

ここでは、カスタマイズ作業として最初に実施する基本的な環境設定について説明する。なお、実証環境の構築にあたっては以下のURLを参照した。

<https://docs.terria.io/guide/getting-started/>

2.2.1 クライアント側構成設定の修正

クライアント側構成パラメータファイル（wwwroot/config.json）を修正する。具体的には、以下の2つのパートを修正する。

- initializationUrls

初期化ファイル（カタログ：2.2.2節参照）を指定する。

- parameters

TerriaJS を構成するためのさまざまなオプション（エラー発生時に表示させるメールアドレスなど）を指定する。設定可能なオプションの詳細は以下に記述されている。

<https://docs.terria.io/guide/customizing/client-side-config/#parameters>

2.2.2 初期化ファイル（カタログ）の設定

初期化ファイルを修正することで、Terriaのデータカタログ（[Data Catalogue]）の内容を設定することができる。“group”は、東京都などのグループ、“items”は建物モデルなどのデータセット名に対応する。また、データセット選択時に右欄に表示される説明の内容についても設定可能である（“description”）。

初期化ファイルの基本構造

```
{
  "catalog": [
    {
      "type": "group",
      "name": "My group",
      "items": [
        ...
      ]
    },
    ...
  ],
  "homeCamera": {
    "north": -8,
    "east": 158,
    "south": -45,
    "west": 109
  },
  "initialCamera": { ... },
  "corsDomains": [ "myserver.gov.au" ]
}
```

Data Catalogue画面



2.3 データ変換の方法

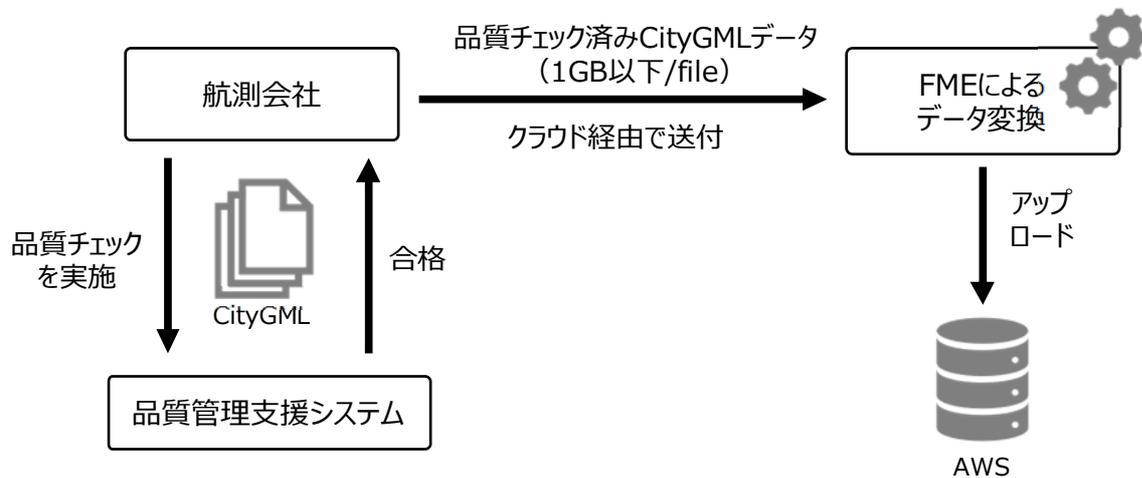
2.3.1 データ変換のワークフロー

PLATEAU VIEWにおけるデータ変換のワークフローを説明する。

前述のとおり、PLATEAU VIEWでは、CityGML形式の建物等の都市データをFMEを使用して3DTilesに変換し、Cesiumで表示している。データ変換に使用するFMEの変換ロジックは、CityGMLデータが「標準製品仕様書」に定められた要求品質を満足していることを前提として構築した。

データ変換の確実性を高めるため、Project PLATEAUでは、データ整備担当者が作成したCityGMLデータの品質評価を品質管理支援システムを用いて行い、合格したものをFMEにより3DTilesに変換するワークフローを構築した。

図 本事業でのデータ変換のワークフロー



地方自治体向け留意点

同じデータ形式でも内部構造が異なるデータが混在すると、FME変換における変換ロジックを一貫して適用できず、作業工程上の負担となる。このため、CityGMLを3DTilesに変換する場合等は、統一的な仕様（標準製品仕様）による品質チェックの過程をワークフローに取り入れる必要がある。

2.3.2 FMEによるデータ変換

FMEによるデータフォーマットの変換は、リーダーフィーチャータ입 (元データ) とライターフィーチャータ입 (変換後データ) の間、及びそれらの個々の属性の間の対応づけを定義し (マッピング)、ワークスペースを実行することで実現する。FMEは、CityGML、3DTiles等のデータ形式の変換ロジックのためのライブラリも有している。ユーザーは、ライブラリの中から、元データの形式と変換後データの形式を選択し、ワークスペースを実行する。

図 FMEによるデータ変換 (マッピング)

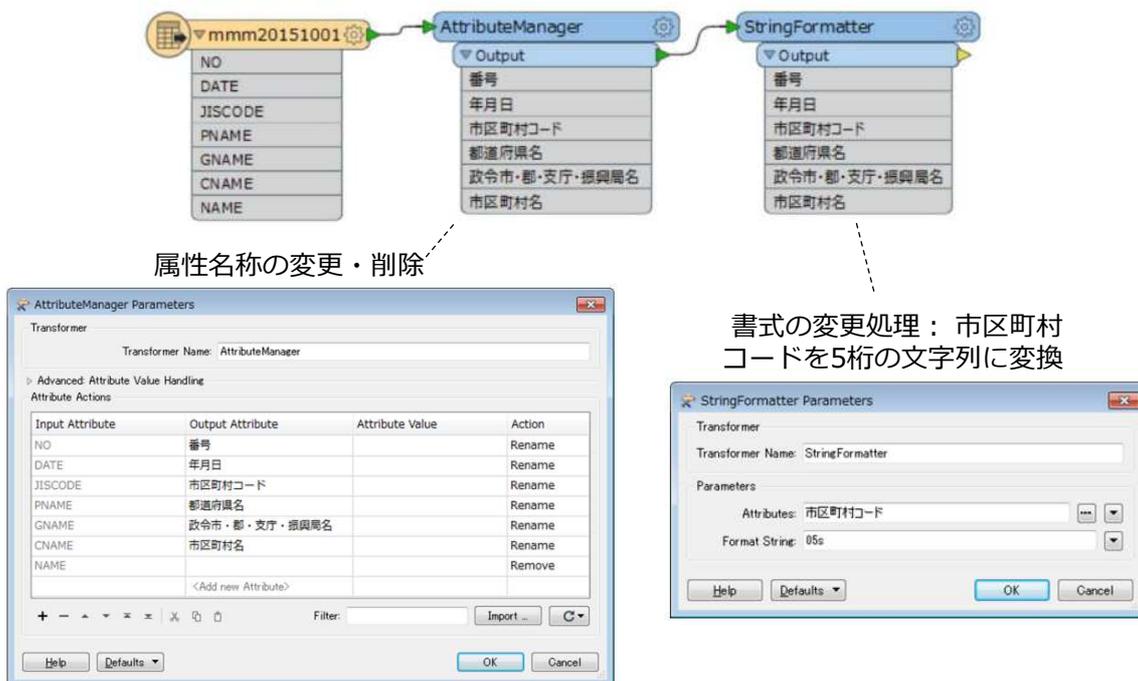


リーダー側とライター側の属性を直接マッピング可能な変換ではなく、データの読み込みから書き出しまでの間に何段階かのデータ変換を行う場合、トランスフォーマーを使用する。トランスフォーマーは、各属性のデータに対して、名称や書式等の変更処理をユーザーが記述できるものである。

なお、PLATEAU VIEWで用いたFMEの変換ロジックは以下のURLで公開している。

<https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/plateau-tokyo23ku>

図 FMEによるデータ変換の例

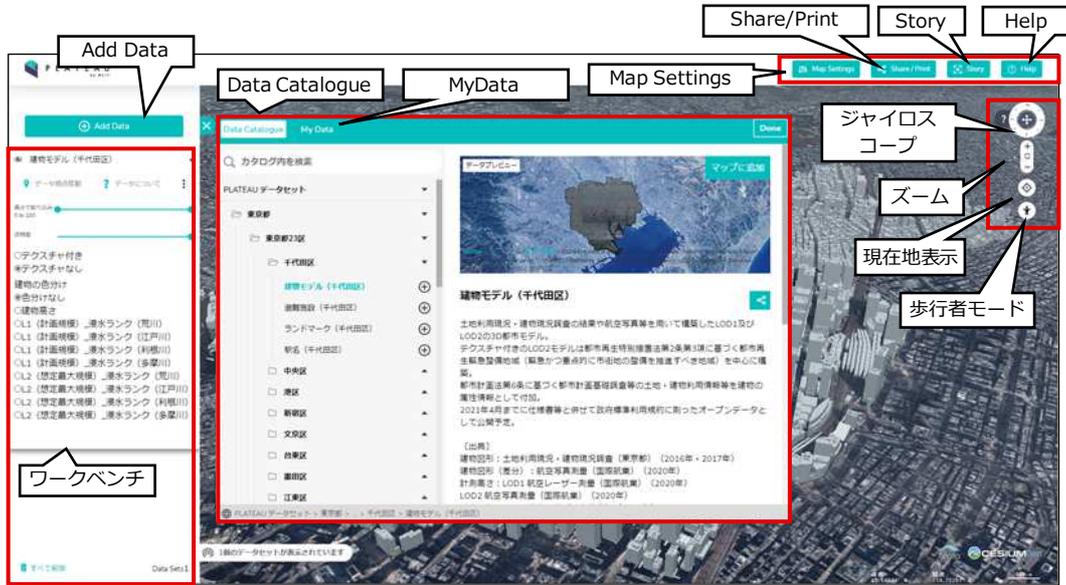


第3章 ユーザーマニュアル

3.1 PLATEAU VIEWのUI機能の利用方法

基本的な利用方法として、地図選択、データの選択・表示、重畳に関する一連の基本操作について説明する。

図 PLATEAU VIEWの基本的なUI機能

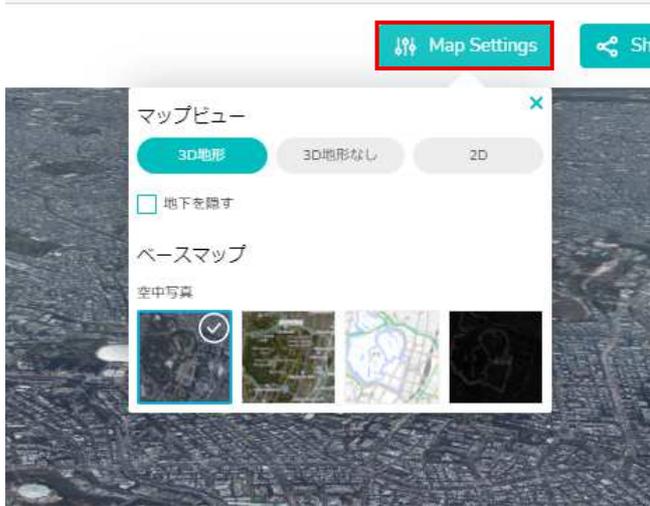


UI機能	内容
Add Data	Data Catalogue画面の起動
Data Catalogue	データの選択
My Data	ローカル及びWeb上のデータをアップロード
ワークベンチ	Data Catalogueで選択したデータの表示
Map Settings	地図データの選択
Share / Print	URL生成と印刷
Story	ストーリーエディタの起動（複数のポイントでシーン設定をして保存、ポイントを移動しながら再生ができる）
Help	ヘルプ（マウス操作）の起動
ジャイロスコープ	ビューの回転・傾け、初期位置の表示
ズーム	ズームイン/ズームアウト
現在地表示	自位置に地図を寄せる
歩行者モード	歩行者モードの開始

(1) 地図の選択・表示

- 画面右上の[Map Settings]から、ベースとなる地図を選択することができる。
- [Map Settings]を押下すると、マップビュー及びベースマップの選択画面が表示され、地図を選択することができる。

図 地図選択画面 ([Map Settings])



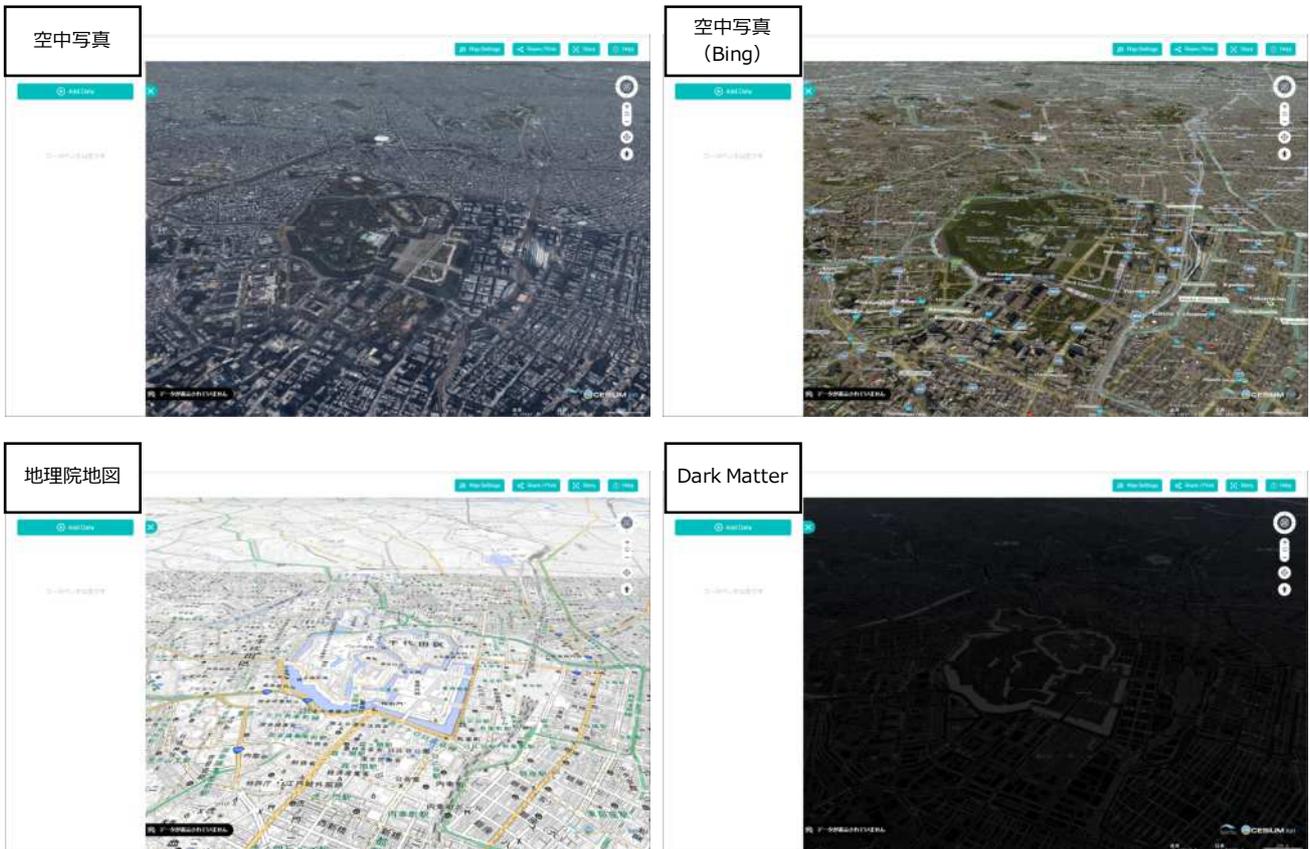
マップビューは以下を選択可能

- 地図を3D地形で表示
- 地図を3D地形なしで表示
- 地図を2Dで表示

ベースマップは以下を選択可能

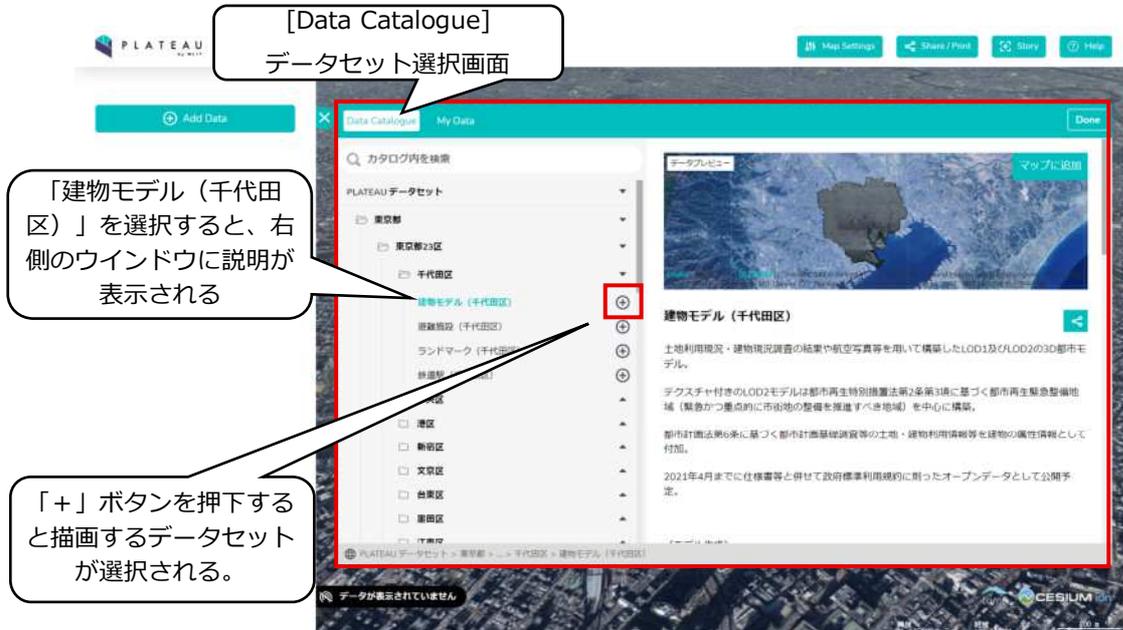
- 空中写真
- 空中写真 (Bing)
- 地理院地図
- Dark Matter

図 選択可能な地図



(2) データの選択・表示

- [Add Data]を押下すると、データセットの選択画面 ([Data Catalogue]) が表示される。
- [Data Catalogue]においてデータ選択すると、右側のウィンドウに説明が表示される。[+]ボタンを押下することで、データを描画することができる。



- 選択したデータセットが描画領域に表示され、ワークベンチにはデータセットの情報が表示される。

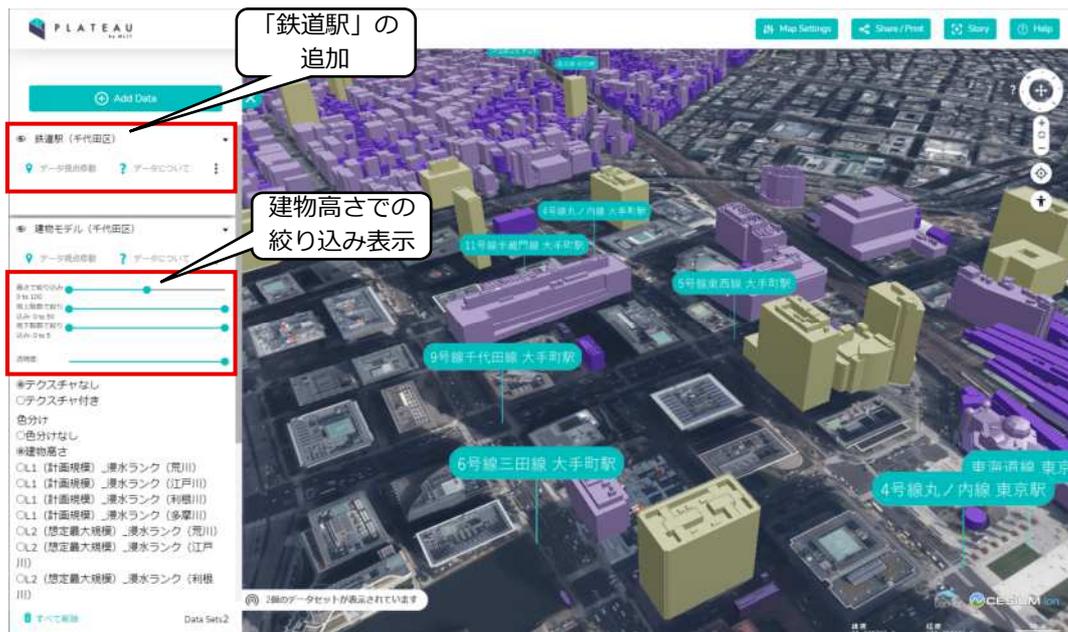


(3) データの重畳

- [ワークベンチ]から重畳表示したいデータを選択する（下図では「建物高さ」を選択）。
- 描画領域の建物に対して、高さ別の色分けが重畳表示される。



- [Add Data]から[Data Catalogue]を呼び出し、追加で別のデータセットを表示することも可能である（下図では「鉄道駅（千代田区）」を追加）。
- また、属性の条件を指定することで、描画対象を絞り込む等の機能も有している。
- 下図は、建物高さ100m以下の建物のみを表示し、大手町駅付近を拡大した状態。



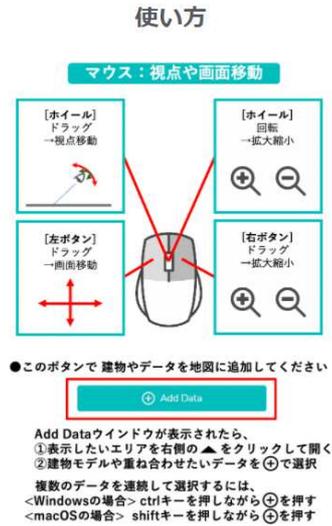
(4) 画面操作

- 描画領域の視点移動や拡大縮小等は、ボタン（画面右上）かマウスで操作することができる。なお、マウスの使い方は、画面右上の[Help]から呼び出すことができる。

図 操作ボタン（画面右上）



図 マウスの使い方（Help）



- また、地図上に描画されたオブジェクト（建物、駅など）をマウスでクリックすることで、属性情報が表示される。

