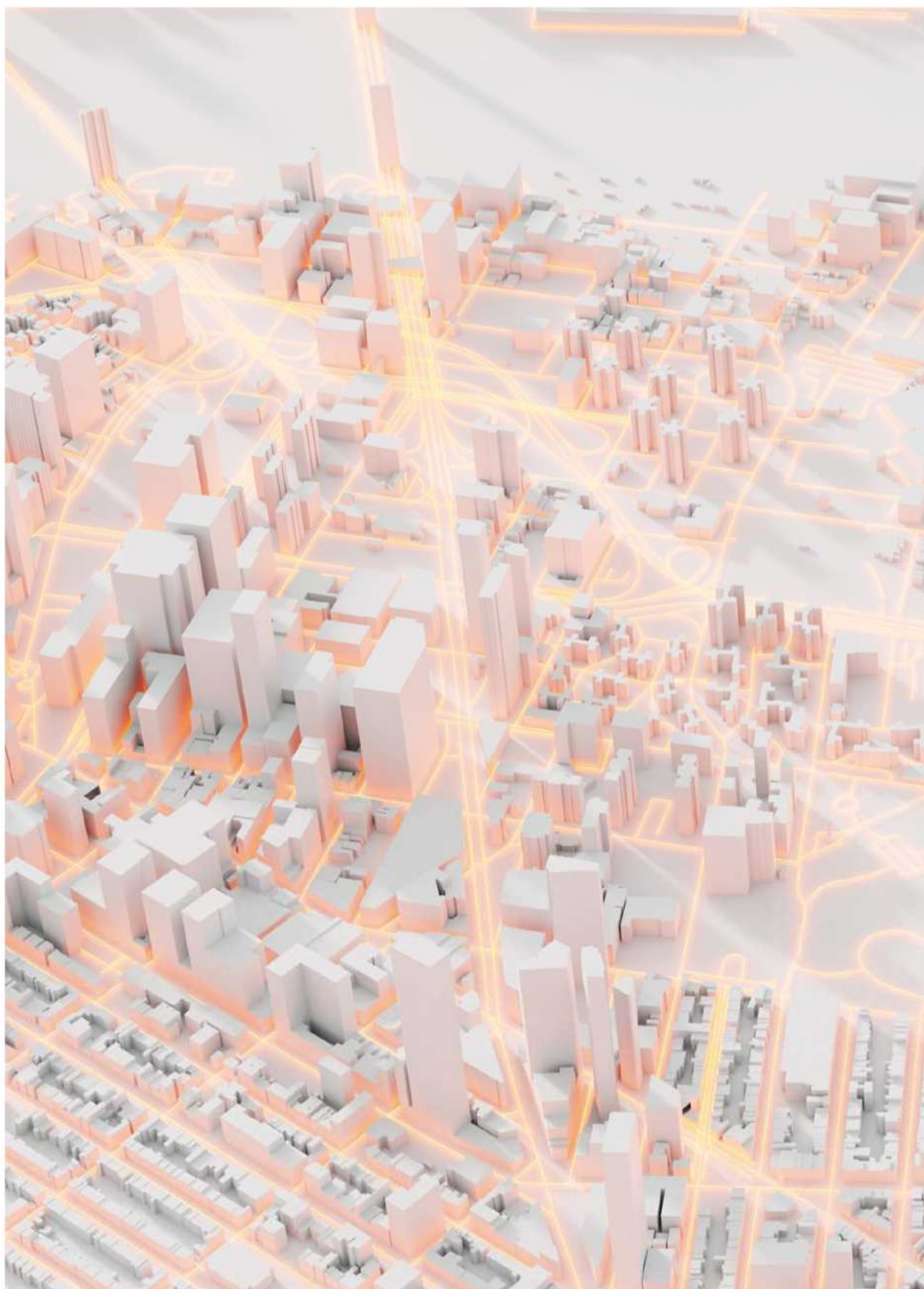




3D都市モデル整備のための BIM活用マニュアル

Manual for the Integration of BIM Models in 3D City Models with CityGML

series
No. **03**

目次

はじめに	2
第 1 編 総則	3
第 1 章 構成	3
第 2 章 対象となる読者	4
第 3 章 対象者の概要	5
第 4 章 用語の定義	6
第 5 章 BIM モデルの作成・編集に係る共通事項	8
第 2 編 活用までの手順	13
第 1 章 3D モデルの作成から統合手順	13
第 2 章 権利の帰属と利用許諾等	15
第 3 編 技術仕様	17
第 1 章 はじめに	17
第 2 章 参考仕様	18
第 3 章 活用データの選定基準	22
第 4 章 3D 都市モデルデータ(CityGML)への変換	23
資料 1_IFC to CityGML への変換ガイド	24
第 1 章 関連ツール	24
第 2 章 Ifc to CityGML 変換例(FME Desktop)	27
資料 2_事例集	33
事例集の位置付け	33
事例 1：羽田イノベーションシティ	34
事例 2：虎ノ門ヒルズエリアプロジェクト<虎ノ門ヒルズ ビジネスタワー>	38
事例 3：東京ポートシティ竹芝	43
巻末資料	50

はじめに

- ・ Project PLATEAU では、2020 年度に BIM モデルを活用して作成した屋内モデルを 3D 都市モデルに統合する実証調査を実施した。本実証調査では、3D 都市モデルを活用したユースケース開発のリーディングケースとして、BIM モデルを IFC 形式へ変換し、これを CityGML 形式に再変換することを試みた。さらに、この CityGML 形式のデータを 3D Tiles 形式に変換して PLATEAU VIEW 上で可視化を試みた。いずれも我が国において前例のない先進的な取り組みであり、データ形式の変換手法から関係者との調整プロセスに至るまで、今後の 3D 都市モデルの発展に向けて多くの示唆を与えるものであった。
- ・ 本マニュアルは、上記の実証調査がいずれも一定の成果を収めたことから、3D 都市モデルのユースケース開発を更に活発化することを企図して、その成果を知見として全国に展開し、地方公共団体や民間企業の参考に供することを目的とするものである。
- ・ また、この実証調査は民間企業の協力のもと、3 件の具体的な施設の BIM モデルの提供を受けて行われたものであり、この貴重な成果は本マニュアルに事例集として取りまとめている。さらに、BIM や 3D 都市モデルに関して知見を有する有識者、団体、企業等へのヒアリングを行い、本マニュアルの成果に取り入れている。
- ・ 本マニュアルが BIM モデルを活用した 3D 都市モデルの整備の進展の端緒となり、官民の幅広い分野においてユースケース開発が活発化することを期待する。

第 1 編 総則

第 1 章 構成

本マニュアルは、BIM モデルの提供、受領、管理等に資する「活用までの手順」と、その作成や変換に係る「技術仕様」の 2 編の要素を含みます。「活用までの手順」については主に第 2 編、「技術仕様」については第 3 編で取り扱います。また、「IFC to CityGML への変換ガイド」、「事例集」を資料編として紹介しています。

表：本マニュアルの構成

編	構成	内容
1	総則	目的、本マニュアルの対象者、用語の定義のほか、3D 都市モデルで活用する建築情報の編集・作成に係る共通事項(ファイル形式、詳細度、単位・座標系等)
2	活用までの手順	BIM モデルを活用する場合の具体的なプロセスや、その際の権利や許諾の在り方
3	技術仕様	3D 都市モデルにおいて活用が可能な建築情報・屋内モデルを既存の BIM モデルから作成する場合、新規に作成する場合の 2 ケースを想定し、その標準的な作業手順や仕様 3D 都市モデルにおける国際標準である CityGML、建築情報における国際標準である IFC に適合するための基本的な考え方、留意事項等

表：資料編の構成

資料名	内容
資料 1_IFC to CityGML への変換ガイド	・ FME を利用した IFC to CityGML への変換手順 ・ 変換ツール、ビューアツールの紹介 ※FME：Safe Software Inc. (カナダ) 登録商標
資料 2_事例集	・ 3D 都市モデルにおける建築情報の活用事例の紹介

なお、BIM モデルの利用にあたっては、個人情報保護法、著作権法及び作業規程の準則、関係法令・規則・マニュアル・ガイドライン、その他関係者間の契約等を確認・遵守する必要があります。また、本マニュアルにおける記載内容は推奨事項であり、強制力を持ったものではありませんが、現行の BIM モデルを運用するにあたっての標準と考えられる技法、手法、プロセスをまとめています。また、今後のデジタル分野の成長や、標準化の進展、デジタル情報の更なる流通等の技術革新に伴い、記載内容は定期的な見直しが必要になるものと予想されます。

表：本マニュアルと関連するマニュアル・ガイドライン等

名称	版	出典
建築分野における BIM の標準ワークフローとその活用方策に関するガイドライン(第 1 版)	令和 2 年 3 月	建築 BIM 推進会議
官庁営繕事業における BIM モデルの作成及び利用に関するガイドライン	平成 30 年 8 月	国土交通省
3 次元屋内地理空間情報データ仕様書(案)	平成 30 年 3 月	国土地理院
データの利用権限に関する契約ガイドライン	平成 29 年 5 月 ver1.0	IoT 推進コンソーシアム 経済産業省

第 2 章 対象となる読者

本マニュアルは 3D 都市モデルにおける BIM モデル活用のための要点を示し、BIM モデルを 3D 都市モデルと統合する、もしくは統合を予定する方々を対象者としています。

データの作成・変換における技術だけでなく、BIM モデルを活用する場合の承諾等についても取り扱うことで、発注・調達を行う関係者、また、実際に活用を行う事業者などが、事業を遂行するにあたっての参考となるような内容としています。

- ・ モデル活用者、モデル調達者 : 第 1,2,3 編
- ・ 開発事業者等 : 第 2 編
- ・ BIM モデル製作者 : 第 1,3 編

また、活用シーンは、エリアマネジメントや地域防災、プロモーション、社会課題解決のためのサービス提供などが想定されます。本マニュアル別紙の事例集、及び、Project PLATEAU ウェブサイト、「3D 都市モデル導入ガイダンス」で具体的な事例を示します。

第 3 章 対象者の概要

本マニュアルでは、3D 都市モデルに BIM モデルを統合する、もしくは、統合することを委託する事業者等を「モデル活用者」とし、その「モデル活用者」を基点とした立場を、それぞれの役割に応じて「モデル調達者」「BIM モデル製作者」「建物オーナー」「事業者」と定義します。

立場・役割と、その対象者は、必ずしも 1 対 1 ではなく、建物用途や規模によって異なる場合もあれば、一対象者で複数の立場・役割を兼ねることもあるため、関係性を整理する上では、ケースに応じた注意が必要です。

例えば、都市開発事業者が開発し、竣工後、建物オーナーに権利が委譲される場合や、行政機関が 3D 都市モデルに BIM モデルを統合するために不動産開発事業者等からデータを提供してもらう場合(モデル活用者：行政機関かつ不動産開発事業者)等は、企業や関係者がそれぞれ明確に異なります。一方、小・中規模の単体建物においては、「モデル調達者」と「BIM モデル製作者」を一つの建設会社で実施し、「モデル活用者」と「建物の所有者」が同一であることもあります。

表：本マニュアルに関連する対象者とその立場・役割

立場	役割	想定される対象者
モデル活用者	3D 都市モデルに BIM モデルを統合する、もしくは統合することを委託し、そのデータ活用等を主体的に行う。	都市開発事業者、行政機関等
モデル調達者	モデル活用者、BIM モデル製作者、建物オーナー、事業者等の仲立ち、調整を行い、モデル活用者が目的とするモデル調達支援を行う。	PM/CM 会社、設計事務所、建設会社、コンサルタント会社等
BIM モデル製作者	BIM ツールを利用して、BIM モデルの製作を行う。	設計事務所、建設会社等
建物所有者・区分所有者	物理的に建物や建物の一部を所有し自身で維持管理もしくは外部に委託し運用する。	不動産会社、鉄道会社、行政機関等
開発事業者	建設等に係る特定事業において、主だって事業を推進する。	不動産開発事業者(デベロッパー)等

第 4 章 用語の定義

1. BIM (Building Information Modelling)

コンピュータ上に作成した主に三次元の形状情報に加え、室等の名称・面積、材料・部材の仕様・性能、仕上げ等、建築物の属性情報を併せ持つ建築物情報モデルを構築するものをいう。

2. BIM モデル

コンピュータ上に作成した三次元の形状情報に加え、室等の名称・面積、材料・部材の仕様・性能、仕上げ等の建築物の属性情報を併せ持つ建築物情報モデルをいう。

3. BIM データ

BIM モデルに加え、BIM 上での 2D による加筆も含めた全体の情報をいう。

4. 3D モデル

縦・横・高さの三次元座標で仮想的に三次元形状を表すモデルをいう。

5. BIM ソフトウェア

意匠、構造、電気設備、機械設備等の分野の BIM モデルを作成するためのソフトウェアをいう。

6. BIM オリジナルファイル

BIM ソフトウェア固有の形式で保存したファイルをいう。

7. オブジェクト

空間に配置された、物、目標物及び対象の実体を、属性と操作の集合としてモデル化し、コンピュータ上に再現したものをいう。

8. 空間オブジェクト

床、壁、天井、仮想の区切り等に囲まれた三次元のオブジェクトをいう。

9. 詳細度 (BIM)

BIM モデルの作成及び活用の目的に応じた BIM モデルを構成する BIM の部品(オブジェクト)の詳細度合いをいう。

10. 3D 都市モデル

CityGML 形式により都市スケールで整備されたジオメトリとセマンティクスの統合モデル。

11. LOD / CityGML

3D 都市モデルの作成及び利用の目的に応じた 3D 都市モデルを構成するオブジェクトの詳細度合いをいう。

12. IFC (Industry Foundation Classes)

buildingSMART International (以降 bSI) が策定した三次元モデルデータ形式。2013 年には ISO 16739:2013:Ver.4.0.0.0(IFC4)として、国際標準として承認されている。2018 年に改訂され、ISO 16739-1:2018:Ver.4.0.2.1(IFC4 ADD2 TC1)が最新である。当初は、建築分野でのデータ交換を対象にしていたが、2013 年には bSI 内に Infrastructure Room が設置され、土木分野を対象にした検討が進められている。

1-4 : (建築分野における BIM の標準ワークフローとその活用方策に関するガイドライン(第 1 版))

5-9 : (官庁営繕事業における BIM モデルの作成及び利用に関するガイドライン)

10 : (3D 都市モデルの導入ガイダンス)

[解説] (※解説は、本マニュアルの理解に資するために参考として記載。以下同じ。)

- ・ BIM はモデル構築作業を伴う「Building Information Modelling」の略称以外に、モデルそのものを示す「Building Information Model」の略称とされている場合があるため、「Building Information Model」を「BIM(Building Information Modelling)」と区別して「BIM モデル」としている。なお、建物情報の活用によるビジネスプロセスの体制又は管理として「Building Information Management」の略称とされている場合がある。また、「Building Information Modelling」は、建物情報モデルの構築及び活用のためのビジネスプロセスのこととされる場合がある。
- ・ BIM オリジナルファイルとは、BIM モデル作成ソフトウェア固有の形式で保存された編集可能なファイル (いわゆるネイティブファイル。互換性のある他のソフトウェアで保存したファイルを含む。) のことである。
- ・ BIM ソフトウェアによっては、仮想の区切りの設定ができないものがあるが、このようなオブジェクトも空間オブジェクトに含まれる。
- ・ 詳細度は、LOD(「Level of Development」、「Level of Detail」、「Level of Accuracy」)とされる場合がある。

第 5 章 BIM モデルの作成・編集に係る共通事項

3D 都市モデルで活用する建築情報の編集・作成に係る共通事項として、「① 既存の BIM モデルを活用する場合」、「② 新規に BIM モデルを作成する場合」の 2 ケースを想定し、それぞれのケースについて示します。特記なき場合は両ケース共通の事項として示します。

なお、本章で示す BIM モデルは、3D 都市モデルで活用するための成果物としての BIM モデルを示すものであり BIM モデルを作成する過程において常に求められるものではありません。

5.1 BIM モデルのファイル形式

個々の建築物について、3D 都市モデルで活用する建築情報として作成する BIM モデルのデータ形式は、BIM ソフトウェアで作成した BIM オリジナルファイル及び IFC 形式を含むものとします。なお、互換性を確保するため、IFC 形式のデータは可能な限り BIM オリジナルファイルと同等の情報が含まれたものとします。

【解説】

1. IFC 形式は、ISO によって国際標準として承認されたデータフォーマットです。データのやりとりを、特定のベンダーまたはベンダーグループに支配されない、オープンファイル形式で行うことができるため、BIM モデルで頻繁に使用されるフォーマットの 1 つとなっています。
2. ベンダーニュートラルで非独占的なデータ交換フォーマットは、作成されたデータを、異なる事業者やソフトウェア間で交換することができます。これは、サプライチェーンとソフトウェアの多様性を支え、独占を回避し、競争を促進するためにも役立ちます。オープン標準では、ソフトウェアに関わらず、中小企業を含むあらゆるサプライチェーンの関係者が提供できるフォーマットやデータモデルでデータ要件を提示できるため、公共事業調達者にとっても重要です。また、プロジェクトデータのアーカイブにおいてもオープン標準は不可欠です。
3. IFC 形式はデータの交換を行うためのファイル形式であるが、現状の IFC 形式は、BIM ソフトウェアによっては、建物情報の基本的な部分を受け渡すことは可能であっても全ての属性情報を IFC 形式として出力することができない場合があることから、各 BIM ソフトウェアで作成した BIM オリジナルファイルを併せて成果物として提出することが望ましいです。なお、BIM モデルを成果物として提出する場合は、必要に応じて BIM モデルの補足説明事項等を示した BIM モデル説明書を作成することが望ましく、この主な記載内容について、次に例示します。
 - 1) BIM モデルに使用したレイヤ構成(レイヤがある場合)
 - 2) 対象の建物部材に使用するために新しく作成した建物部材のオブジェクト
 - 3) 外部参照、ライブラリー等を使用した場合はその内容

- 4) 操作性等の理由から同一建築物を複数に分割(例：高層部と低層部)して BIM モデルを作成した場合はその内容
- 5) 勾配を付けたスラブ、傾斜のある壁等是一个の建物部材のオブジェクトとして作成できないなど、建物部材のオブジェクトの形状に制限がある場合はその内容
- 6) BIM ソフトウェアに特有な内容のうち、BIM モデルの利用にあたって重要な事項

5.2 BIM モデルの詳細度 (BIM)

BIM モデルとして作成する対象及び詳細度は、第 3 編 第 3 章を目安に、各事業等で活用する内容や作業性等を考慮し、利用目的に応じて関係者の間で確認する必要があります。

なお、第 3 編 第 3 章に示す BIM モデルとして作成する対象及び詳細度の目安は、作成者の判断による詳細な BIM モデルの作成を妨げるものではありません。

5.3 BIM モデルの単位・座標系

CAD や BIM のソフトウェアでモデリングを行う場合、一般的に設定される座標は地理的な位置ではなく、幾何学的な原点(0,0,0)です。この情報では、データを GIS 等の都市モデル空間に正確に配置することができませんので、データで使用する座標を定義し、設定(第 3 編 第 2 章 IFC に示す ①プロジェクト要素：IfcProject「プロジェクトの北方向」 ②空間個性要素：IfcSite「経度」「緯度」「高度」)しておく必要があります。

データごとの座標系を管理できないソフトウェアを使用する場合や、座標値が設定されていないデータを利用する場合には、その都度、座標値を確認し、一連のプロセス中で適宜設定を行う必要があります。測量データに基づいて建物位置が正確に示された図面等がない場合、座標値による正確な指定が難しく、都市モデルに配置された後、手作業で調整がなされることを想定しますので、事前に留意が必要です。

単位

単位はミリメートルとし、単位記号は省略する。ただし、ミリメートル以外とする場合は、原則として国際単位系(SI 単位系)とし、その記号を記載します。

座標系と原点

座標値は、平面直角座標系(平成 14 年国土交通省告示第 9 号)に規定する世界測地系に従う直角座標とし、同一の建築物については、座標の原点及び方位を原則として利用します。また、3D 都市モデルに統合する際の位置合わせには、建物の任意の 1 点の絶対座標と、任意の 1 辺の方位角を用います。

プロジェクトの原点は、平面直角座標系の原点とし、その緯度経度の値を IfcSite エンティティのアトリビュート RefLatitude 及び RefLongitude に度単位 10 進数又は度分秒で記述する。

なお、精度は 1 億分の 1 度(度単位 10 進数の場合、小数点第 8 位まで記述)とします。

位置の基準は、国家座標(その国において緯度、経度、高さやこれに準ずる座標(数値)で位置を表す場合の基準)に準拠するものとします。

[解説]

1. 国家座標とは、その国の位置の基準で、その国において緯度、経度、高さやこれに準ずる座標(数値)で位置を表す場合の基準をいいます。日本においては、測量法第 11 条で定められた基準に準拠した緯度、経度、標高、平面直角座標、地心直交座標が、測量に限らず、様々な法令や民間の地図や図面などで位置を表現する場合の基準として用いられ、国家座標となっています。(国土交通省 国土地理院 日本の測地系)
2. 同じ位置の数値が複数存在すると社会的な混乱が生じるため、国家座標に準拠・整合したものに統一されていることで、安心して位置情報を活用することが可能になります。

プロジェクト基点

プロジェクト基点とは、BIM データを作成する際に設定するデータ作成上の基点となる点のことをいいます。対象とする建築物がプロジェクトの原点から遠く離れている場合、原点とは別に、プロジェクトの基点を設けることができます。

5.4 BIM モデルの作成

本項では、BIM モデルを適正に作成するため、主に BIM モデル製作者、モデル調達者の業務にあたっての留意点を記載しています。

品質確認を行う際、特に利用目的に応じて必要となる要素抽出の確認や、CityGML への適合確認を行う際には、活用可能な各種ビューアツール、変換ツールが提供されている場合があります。これらビューアツール、変換ツールについては、「資料 1_IFC to CityGML への変換ガイド」に示し、紹介しています。

① 既存の BIM モデルを活用する場合

収集・取得した BIM モデル(以降、既存 BIM モデル)は、BIM モデルや 3D モデルを作成するソフトウェアを使用して建物の幾何オブジェクト(立体等)が作成されていることが想定されます。この場合、幾何オブジェクトに第 3 編 第 2 章に示す 3D 都市モデルで利用可能な IFC クラスや属性等の建築情報が付与されていることを確認し出力し、3D 都市モデルで利用するための幾何オブジェクトの過不足、また、適切な IFC クラス等が設定されていない場合は、そのための編集を行う必要があります。

なお、作成するツールの特性により、IFC クラスや属性等の付与の手順は異なってもよいものとします。一般的には、BIM ソフトウェア内で用意されていない幾何オブジェクトを利用す

る場合や、3D モデリングソフトを利用する場合は、IFC クラスや属性等が付与されていないことが多く、幾何情報以外は、3D 都市モデルでの利用が困難な場合があるため注意が必要です。

② 新規に BIM モデルを作成する場合

新規に 3D 都市モデルで活用する BIM モデルを、BIM ソフトウェアを用いて作成する場合は、設計、施工、管理、3D 都市モデルへの統合などのそれぞれの段階で個別に作成をするのではなく、あらかじめ、各段階において必要な情報やそのための規格や要件を示し、その要件の中で BIM モデルを作成していくことが有効です。

建築モデル作成は、まず BIM ソフトウェアを使用して建物の幾何オブジェクト(立体等)を作成するとともに、幾何オブジェクト等に第 3 編 第 2 章に示す 3D 都市モデルで利用可能な IFC クラスや属性等の建築情報を付与し、これを出力するという手順で行います。

なお、作成するツールの特性により、IFC クラスや属性等の付与の手順は異なってもよいものとします。主要な BIM ソフトウェアではソフトウェア内で用意された幾何オブジェクトに対して IFC クラスや属性等の建築情報が設定されている場合が多く、これらの手順は省略される場合があります。一方、BIM ソフトウェア内で用意されていない幾何オブジェクトを利用する場合や、3D モデリングソフトを利用してモデルを作成する場合は、IFC クラスや属性等が付与されていないことが多く、幾何情報以外は、3D 都市モデルで利用できない、もしくは、利用が困難な場合があるため注意が必要です。

5.5 3D 都市モデルで活用する建築情報の作成依頼にあたっての契約上の取り決め

3D 都市モデルで活用する建築情報を作成するに当たり、モデル活用者等と受注者との間で BIM モデルおよびその他のデータの使用に関する契約上の取り決めを行うことで、事業の契約段階から適切な責任・役割分担に基づき速やかに BIM モデルを利用できるようになります。

具体的には、規約、契約附属書または個別契約を通じて契約当事者間で合意を形成し、契約に取り決めを定めます。契約内容の調整事項としては、特定の義務、責任、関連する制限事項等が考えられます。具体的には、モデルの使用、知的財産の取り扱い、モデルとデータの使用に対する責任、電子データ交換、および変更管理などについて取り決めることとなります。

[解説]

契約上で取り決めを行うことにより、モデル活用者と受注者が円滑に連携することが出来ます。また、契約によって、データ提供者(モデル製作者、建物所有者等)にとって大きな懸案事項である知的財産権の保護や利用許諾等もサポートされます。

5.6 契約における情報要件の策定

IFC は BIM によって作成されたモデルデータをソフトウェアアプリケーション間で共有する

際の標準データモデル、データ交換フォーマットとして位置づけることができます。また、IFC によって BIM データと 3D 都市モデルとの連携を実施する場合、対象となる業務プロセス、データ連携の内容や関連する IFC の部分を特定する必要があります。

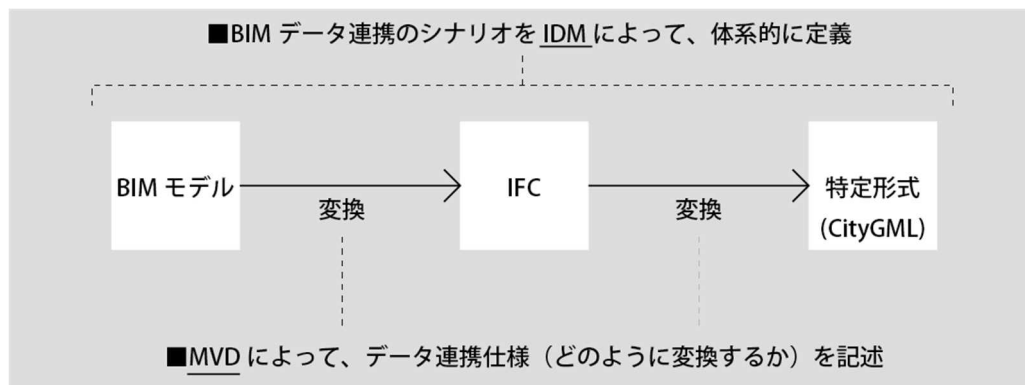
それらを記述するために、次に示す MVD、IDM という仕様記述方法が bSI(buildingSMART International ※IFC の開発などを行う非営利な国際組織)において、統一したフォーマット、表記方法として提案されているため、契約にあたってはこれらを活用し、情報要件を策定することが有効です。

IDM(Information Delivery Manual) : BIM データ連携仕様

BIM データ連携シナリオ(誰から誰に BIM データが受け渡されるか。それはどのような内容のデータであるか。というシナリオ)で設定されたユースケース、プロセスや情報を体系的に定義するドキュメント。データ連携に関する要求分析、データフロー分析等をプロセスマップ、変換要件などで定義する。プロセスマップにより、誰から誰へどのような情報が伝達されるかが表現され、変換要件により情報の中身に関する内容が定義されます。

MVD(Model View Definition) : IDM に基づく IFC の部分定義

データ連携仕様を IFC に基づいて記述するドキュメント。通常は IDM で定義されたデータ連携要求に基づいて作成され、MVD コンセプトという単位で IFC のデータ連携仕様が記述されます。



図：IDM, MVD の役割・基本構造

第 2 編 活用までの手順

第 1 章 3D モデルの作成から統合手順

建築情報の都市モデル内での活用を実施する場合、「① 既存の BIM モデルを利用する場合」と、「② 新規に BIM モデルを作成する場合」とが想定されます。本章では、それぞれについての参考手順を示します。また、活用事例を、資料 2「事例集」にて示します。

1.1 ① 既存の BIM モデルを利用する場合

既に建築物が供用開始されている場合など、既存の建物の BIM モデルを利用して 3D 都市モデルへ統合する場合は、3D 都市モデルのユースケースに合わせて、建物オーナー等が所有する既存の建築情報のデータを編集する必要があります。編集には、公開範囲の絞り込みや、不要な情報の削除、CityGML への変換のためのメタデータの編集等が含まれます。

これらの編集や、CityGML への変換、3D 都市モデルへの統合を実施するため、モデル活用者ははじめに、既存データの内容や実態との整合性等を把握・確認したうえで、建築情報活用の目的を定め、その目的に必要な情報要件の整理を行います。モデル活用者とモデル調達等を行う受注関係者は、その要件によって契約上の取り決めを行い、その後、受注関係者はモデルの編集等を実施します。

表：既存の BIM モデルを 3D 都市モデルに統合する参考手順とその実施者

手順		想定される 主な実施者	概要
1	目的設定	モデル活用者	建築情報を活用して、何を実現するのかを明確にする
2	既存データの把握・ 確認	モデル活用者	既存の建築情報のデータの内容や実態との整合性、データ利用に係る関係者や契約内容、権利等を把握・確認する
3	情報要件の策定	モデル活用者	建築情報構築のための要件を定義する
3-1	技術面		建築情報の詳細度(BIM)の定義、データ変換方式を定める
3-2	管理面		規格・仕様、役割分担、権利所在、プロセス管理を定める
3-3	データ利用面		成果物の詳細、納入形式、活用範囲について定める
4	データ利用の許諾	モデル活用者	関係者に対し、データ利用の許諾等をとる
5	既存モデルの編集	モデル調達者	要件に沿って、既存モデルへの追記やオブジェクト削減等の編集を行う
6	都市モデルへの変 換・統合	モデル調達者	既存モデルを 3D 都市モデルで利用できる形式に変換し、統合する

1.2 ② 新規に BIM モデルを作成し利用する場合

建築物を新築する場合等、新規に BIM モデルを作成し利用する場合、モデル活用者は、モデル活用者がいつ、どのようなデータを必要とするのかを要件としてまとめ、定義する必要があります。モデル活用者とモデル調達等を行う受注関係者は、その要件によって契約上の取り決めを行い、その後、受注関係者はモデルの作成等を実施します。

特にこの場合、建築生産の早期(例えば設計受託契約を締結する前の企画立案段階等)に、その要件を検討・定義し、(例えば設計受託契約を締結するタイミングに合わせて)契約において取り決めることで、受注者は効率的に 3D 都市モデルに統合するための BIM モデルの作成等が可能になります。また、行政機関が 3D 都市モデルに BIM モデルを統合するために不動産開発事業者等からデータを提供してもらう場合(モデル活用者：行政機関かつ不動産開発事業者である場合)にも、同様に、モデル活用者間で(例えば企画立案や都市計画段階等)早期の段階で要件の検討等を行うことが重要です。

また、建築生産等に付随する様々な契約等において、関係者の許諾等が得られていくことから、①とは異なり、既存の関係者に対しデータ利用の許諾等を個別にとる手順が省略されます。逆に、モデル活用者から要件等が示されるのが遅くなればなるほど、①に近づき、受注者への負担等は大きくなります。

今後、3D 都市モデルへの BIM モデルの統合を見据えて、BIM モデルを作成すること、また、各段階において協議を行うことを推進します。

表：新たに作成する BIM モデルを 3D 都市モデルに統合する参考手順

手順		概要
1	目的設定	建築情報を活用して、何を実現するのかを明確にする
2	情報要件の策定	建築情報構築のための要件を定義する
2-1	技術面	建築情報の詳細度(BIM)の定義、データ作成・変換方式を示す
2-2	管理面	規格・仕様、役割分担、権利所在、プロセス管理を示す
2-3	データ利用面	成果物の詳細、納入形式、活用範囲について示す
3	BIM モデルの作成	要件に沿って、3D 都市モデルに統合するための BIM モデルを作成する
4	都市モデルへの変換・統合	既存モデルを都市モデルで利用できる形式に変換し、統合する

第 2 章 権利の帰属と利用許諾等

BIM データをはじめとした建築情報は、財産的な価値を有することがあるため、データ利用において注意が必要です。特に、屋内情報等の機密情報や建物の安全性に係る可能性のある情報を取り扱う際には、利害関係を有する関係者等への許諾を行う必要があります。本マニュアルでは、特に屋内情報の活用のために必要な利用権限の定めに関する協議の在り方や、利用権限の定め方に焦点を当てて例示します。また、「資料 2_事例集」において具体例を示しています。

表：データ利用における確認事項とその対象者

分類	主な確認事項	主な確認先
知的財産権	著作権・商標権等：提出されるデータに、公開や共有がされてはいけない情報が入っていないか。著作や商標等に関する取り扱いを確認し、展開に際し問題のないものとする。 意匠権等：モデルやテクスチャのデザインに対する権利の侵害がないことを確認する。	・ BIM モデル製作者 ・ 建物所有者・区分所有者
公開範囲	セキュリティやバックヤードなど非公開エリアが含まれていないことを確認する。	・ 建物所有者・区分所有者 ・ 開発事業者
利用権限 (当事者間合意)	当事者の合意に基づくものであり、その具体的な内容は当事者が合意して決める。基本的には個人や企業、建物のセキュリティ・機密に係るデータを含まないものを想定します。 ※主に、データを利用、管理、開示、譲渡(利用許諾を含む。)又は処分することのほか、データに係る一切の権限をいう。	・ BIM モデル製作者 ・ 建物所有者・区分所有者 ・ 開発事業者

【解説】

設計受託契約における著作権について

設計成果物の著作権の確認にあたっては、個々の設計受託契約によることとなります。なお、参考として、公共建築設計業務標準委託契約約款(令和 2 年 3 月 25 日付国住指第 4450 号)では、設計業務の内容に応じて選択的に適用できるよう、条文(A)・(B)の 2 案がそれぞれ以下の通り示されていますが、いずれの場合も、受注者は発注者の成果物の利用について、建築物の運営・広報等のために必要な範囲で、発注者または発注者が委託した第三者により成果物を修正等することを許諾することとされています。特に②新規に BIM モデルを作成し利用する場合には、設計受託契約においてこのような事項が盛り込まれているかどうか等を事前に確認することが重要です。

(A)著作権の帰属：設計業務の成果物または成果物を利用して完成した建築物が著作権法(昭和 45 年法律第 48 号)第 2 条第 1 項第 1 号に規定する著作物に該当する場合には、同法に定める著作権等は、同法の定めるところに従い受注者又は発注者及び受注者の共有に帰属する。

(B)著作権の譲渡：設計業務の成果物または成果物を利用して完成した建築物が著作権法(昭和

45 年法律第 48 号)第 2 条第 1 項第 1 号に規定する著作物に該当する場合には、同法に定める著作権等のうち受注者に帰属するものを当該成果物の引き渡し時に発注者に譲渡するものとする。

国土交通省 HP. 公共建築設計業務標準委託契約約款について. 最終アクセス日 2021 年 3 月

https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/jutakukentiku_house_fr_000096.html

意匠権について

令和元年の改正意匠法により、「建築物」や「内装」のデザインも保護対象となりました。意匠創作をした意匠設計者やインテリアデザイナー等が意匠登録を受ける権利があり、他者への譲渡も可能であることから、適切に登録意匠権の内容や権利者の確認等を行い、許諾を得る必要があります。意匠法・意匠権についての詳細は、特許庁 HP をご覧ください。

特許庁 HP. 意匠権について. 最終アクセス日 2021 年 3 月

<https://www.jpo.go.jp/system/laws/rule/guideline/design/kenchiku-naiso-joho.html> (アクセス日 2021.3)

なお、参考として、公共建築設計業務標準委託契約約款では、設計業務の内容に応じて選択的に適用できるよう、当該契約の受注者が意匠登録を受ける権利を有する場合と、当該契約の発注者に譲渡する場合が規定されています。特に②新規に BIM モデルを作成し利用する場合には、設計受託契約においてこのような事項が盛り込まれているかどうか等を事前に確認することが重要です。

公開範囲について

公開範囲の決定にあたっては、特に情報セキュリティの観点から警戒区域や範囲を定める必要があります。建物は、その用途により安全性そのものに要求レベルが異なっているため、例えば事務所ビルと銀行、市庁舎、学校とでは、その警戒区域等が相当異なるという考え方ができます。建物内において不特定多数の人が出入りできる区域をパブリックエリアとし、その範囲を公開するなどの確認が必要です。

利用権限について

利用権限とは、当事者間合意のことを示します。参考として「データの利用権限に関する契約ガイドライン(平成 29 年 5 月 IoT 推進コンソーシアム 経済産業省)」では、利用権限、また、利用権限を定めるデータについて以下のように定義されており、3D 都市モデル、BIM モデル活用においても同様の認識をし、確認を行っていくことが重要です。また、特段の合意がないときは、データを利用、管理、開示、譲渡(利用許諾を含む)又は処分することのほか、データに係る一切の権限をいうと解し得るものです。ここで、利用権限を定めるべき「データ」は、契約に係る取引に関連し、当事者双方が関わって創出等されるデータが対象となります。対象のデータとしては、パーソナルデータを含まない所謂産業データ(特に、生データ)が想定されますが、それ以外のデータ(例えば、パーソナルデータのほか、ノウハウが含まれるデータや加工済みデータ)が対象から排除されるものではありません。

第 3 編 技術仕様

第 1 章 はじめに

1.1 標準化における動向

BIM モデルと GIS の統合に関する研究は活性化しているものの、BIM モデルと GIS システム間の非互換性、相互運用性の課題を解決するためには、利用目的や両規格間の効果的な対話(保存・交換等)についての定義が必要です。そのため、現在は BIM モデルと GIS のフォーマットや標準間のギャップを埋めるための研究や、個別事象に対する実証が行われている段階であり、その方法論の一般化には至っていない状況です。本マニュアルにおいても、その一般解ではなく、本マニュアル発行時点における推奨事項について示します。

1.2 IFC と CityGML データの特徴と構造的な違い

IFC と CityGML のデータ構造にはいくつかの相違点があるため、変換ツール等を使いデータ変換を行う場合は、その違いを理解し、適切な設定を行う必要があります。

三次元形状の表現方法

- ・ IFC：基本立体を集合演算によって組み合わせた CSG 表現(Constructive Solid Geometry)を含むもの
- ・ CityGML：頂点、稜線、面の接続関係で組み合わせた境界表現(B-reps：Boundary Representation)が主要

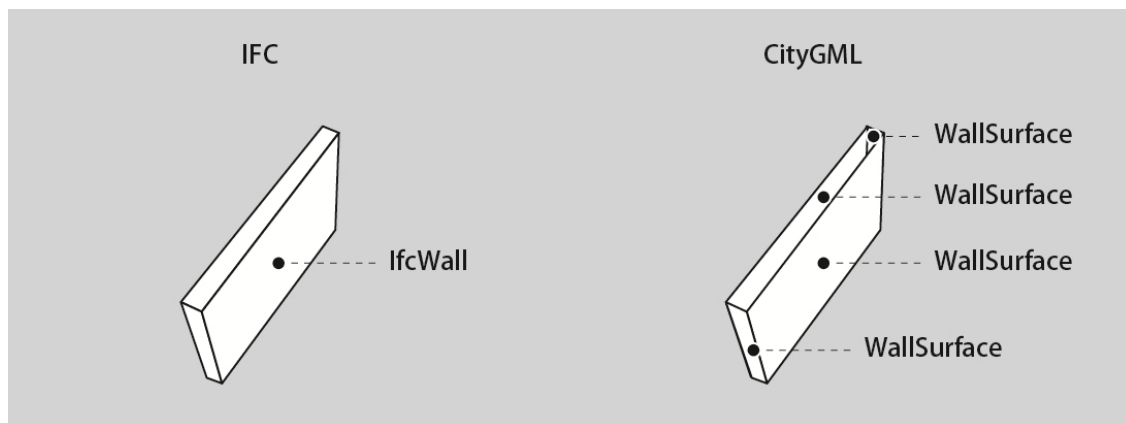


図: IFC と CityGML の構造的な違い

第 2 章 参考仕様

2.1 屋内三次元地図データの規定

IFC

本マニュアルで規定する IFC 屋内要素は、国土地理院「3 次元屋内地理空間情報データ仕様書(案)」を参考とし、①プロジェクト要素、②空間構成要素、③建築要素、④輸送設備要素、⑤設置物要素、⑥形状修飾要素、⑦グループ要素、⑧描画要素、⑨幾何形状定義要素(ジオメトリタイプ)の 9 種類に大別します。この時、幾何形状要素は単独でなく、常にその他の 8 種類の要素と関連付けて用いられます。なお、ネットワークデータ、POI データ、アンカーポイントデータは、本マニュアルの規定対象には含まないものとします。また、以下において〈 〉内は、各エンティティ(ifc 名称：例)IfcProject)において定義することができる主なアトリビュート(各エンティティの性質を定義する情報)を示します。

①プロジェクト要素(プロジェクト関連情報)

プロジェクト情報の共有、交換のために使用され、以下の 1 種類のエンティティを含む。

- ・ IfcProject (〈プロジェクト名〉 〈プロジェクト番号〉 〈プロジェクトの説明〉 〈プロジェクトの北方向〉 等)

②空間構成要素(敷地・座標・建物・階・部屋など)

空間を構成する要素を提供するために使用され、以下の 4 種類のエンティティを含む。

- ・ IfcSite (〈緯度〉 〈経度〉 〈高度〉 〈敷地名称〉 〈敷地住所〉 〈敷地面積〉 等)
- ・ IfcBuilding (〈建造物名〉 〈建造物説明〉 等)
- ・ IfcBuildingStorey (〈階〉 等)
- ・ IfcSpace (〈部屋名〉 〈部屋番号〉 等)

③建築要素(壁・ドア・窓・屋根・階段など)

建物を構成する主要な部材の要素であり、物理的に存在する有形物を表す。例えば、壁、柱、床等が該当し、以下の 17 種類のエンティティを含む。

- ・ IfcBeam (梁)
- ・ IfcColumn (柱)
- ・ IfcCovering (天井)
- ・ IfcCurtainWall (カーテンウォール)
- ・ IfcDoor (ドア：〈ドアの高さ〉 〈ドアの幅〉 等)
- ・ IfcPlate (パネル)
- ・ IfcRailing (手すり：〈手すりの種類〉 等)
- ・ IfcRamp (スロープ：〈スロープ形状の種類〉 等)
- ・ IfcRampFlight (スロープ※踊り場を含まないもの)

- ・ IfcRoof (屋根：〈屋根形状の種類〉等)
- ・ IfcSlab (床：〈スラブの種類〉等)
- ・ IfcStair (階段：〈階段形状の種類〉等)
- ・ IfcStairFlight (階段※1 つの階、または、踊り場と次の階の間の階段：〈蹴上数〉 〈踏面数〉 〈蹴上高さ〉 〈踏面長さ〉 等)
- ・ IfcWall (壁※石またはコンクリート造り)
- ・ IfcWallStandardCase (標準壁)
- ・ IfcWindow (窓：〈窓の高さ〉 〈窓の幅〉 等)
- ・ IfcBuildingElementProxy (一般的な建築要素)

④輸送設備要素

エレベーター、エスカレーター等の人や物資を移動させる設備・機器を表し、以下の 1 種類のエンティティを含む。

- ・ IfcTransportElement (輸送設備要素：〈輸送設備の種類〉 〈許容積載量〉 〈許容定員数〉 等)

⑤設置物要素

家具、自動販売機、障害物、視覚障害者用誘導ブロック等の固定された設置物(オブジェクト)を表し、以下の 1 種類のエンティティを含む。

- ・ IfcFurnishingElement (設置物要素)

⑥形状修飾要素

床または壁の開口部のように床や壁の形状を変更するために存在する要素で、以下の 1 種類のエンティティを含む。

- ・ IfcOpeningElement (開口要素)

⑦グループ要素

任意設定空間を表す要素として扱い、以下の 1 種類のエンティティを含む。

- ・ IfcZone (任意設定空間(部屋)グループ)

⑧描画要素

線画の表現であり、二次元の幾何学的な要素。参考として表記する必要がある場合は使用するが、必須ではない。以下の 1 種類のエンティティを含む。

- ・ IfcAnnotation (描画要素地物・注釈要素)

⑨幾何形状定義要素

三次元モデルの幾何形状を定義するために用いられる。IfcGeometricRepresentationItem より下位クラスのエンティティ(IFC2x3 では 86 種類)によって幾何形状が構成される。

2.2 IFC と CityGML の関係

IFC、CityGML の両フォーマットにおいて、建物情報や構成要素等を認識させるためのシステム的な表現方法の仕様(IFC：エンティティ、CityGML：クラス)が存在します。本マニュアルでは、IFC エンティティについては、「国土地理院による 3 次元屋内地理空間情報データ仕様書(案)」、CityGML クラスについては、OGC(Open Geospatial Consortium、地理空間に関する情報の標準化などを推進している非営利団体)での実証実験等^{*}を参考にし、その対応を示しています。

また、本マニュアル策定時点においては参考にできる事例等が少ないなどで、IFC エンティティに対応した CityGML クラスを表内では示さなかったものについては、次章で示すような活用が今後期待されるため、その項目を残しています。今後、それらのタイプを活用する際には、CityGML の拡張機能である汎用都市オブジェクト(gen:GenericCityObject)や ADE(Application Domain Extensions)等を利用して、任意のクラス追加することが可能です。

【解説】

ADE(Application Domain Extensions)：CityGML の拡張機能で、目的ごとに必要な情報を地物や属性として追加することができます。ADE の規則に従った拡張を行うことで、追加した地物や属性は再利用性の高いものとなり、多様な展開が可能となります。

表：屋内三次元地図データタイプと IFC エンティティ, CityGML クラスの対応

種類		データタイプ	IFC	CityGML
			エンティティ	クラス
1	プロジェクト要素	プロジェクト情報	IfcProject	-
2	空間構成要素	施設	IfcSite	-
3		建物	IfcBuilding	Building
4		階層	IfcBuildingStorey	-
5		物理的な空間	IfcSpace	Room
6	建築要素	梁	IfcBeam	-
7		柱	IfcColumn	-
8		天井	IfcCovering	CeilingSurface
9		カーテンウォール	IfcCurtainWall	WallSurface (屋外) InteriorWallSurface (屋内)
10		ドア	IfcDoor	Door
11		パネル	IfcPlate	-
12		手すり	IfcRailing	IntBuildingInstallation
13		スロープ	IfcRamp	OuterFloorSurface (屋外) FloorSurface (屋内)
14		スロープ(傾斜部のみ)	IfcRampFlight	OuterFloorSurface (屋外) FloorSurface (屋内)
15		屋根	IfcRoof	RoofSurface

16		床	IfcSlab	FloorSurface
17		階段	IfcStair	IntBuildingInstallation
18		階段(階を繋ぐもの)	IfcStairFlight	IntBuildingInstallation
19		壁(石、RC)	IfcWall	WallSurface
20		壁	IfcWallStandardCase	WallSurface
21		窓	IfcWindow	Window
22		一般的な建築物要素	IfcBuildingElementProxy	BuildingFurniture (移動できるものの場合)
23	輸送設備要素	EV 等輸送設備	IfcTransportElement	-
24	設置物要素	家具等設置物	IfcFurnishingElement	BuildingFurniture
25	形状装飾要素	開口要素	IfcOpeningElement	ClosureSurface
26	空間（部屋）グループ要素	任意設定空間(部屋)グループ	IfcZone	-
27	描画・注釈要素	描写要素地物・注釈	IfcAnnotation	-
28	幾何学形状定義要素	-	IfcGeometricRepresentationItem	-

-
- ・ (国土地理院による 3 次元屋内地理空間情報データ仕様書(案))
 - ・ ※ Future City Pilot-1: Using IFC/CityGML in Urban Planning Engineering Report. 最終アクセス日 2021 年 3 月.
<https://docs.ogc.org/per/16-097.html>

第 3 章 活用データの選定基準

目的に応じたデータの取捨選択は、CityGML における活用目的に応じることが有効な方法の一つです。例えば、設計や施工段階で利用する BIM モデルには、設備機器や構造部材などの 3D 都市モデル上で通常利用しないデータが含まれています。これらのデータを 3D 都市モデルで利用するモデルに変換することや、3D 都市モデルに統合することはデータのエラーや、容量の増大といった観点から望ましくないため、データの取捨選択や情報の過不足の調整が必要となります。

本章では、第 2 章 2.2 で示した IFC エンティティ、CityGML クラスの対応を元に、各データタイプの 3D 都市モデルでの活用目的を表にて示します。また、具体的な利用例や利用目的については、「資料 2_事例集」にて示しています。

表：CityGML クラスの活用例

データタイプ		IFC	CityGML	
		エンティティ	クラス	主な活用目的
1	プロジェクト情報	IfcProject	-	プロジェクト名称等、プロジェクト情報の共有のため
2	施設	IfcSite	-	建物位置の共有のため
3	建物	IfcBuilding	Building	建造物名、建造物説明の共有や、棟ごとでの表示のため
4	階層	IfcBuildingStorey	-	フロア名やフロア説明の共有や、フロアごとでの表示のため
5	物理的な空間	IfcSpace	Room	部屋名や部屋用途の共有や、部屋ごとでの表示のため
6	梁	IfcBeam	-	建物形状表示要素として
7	柱	IfcColumn	-	建物形状表示要素として
8	天井	IfcCovering	CeilingSurface	建物形状表示要素として
9	カーテンウォール	IfcCurtainWall	WallSurface (屋外) InteriorWallSurface (屋内)	建物形状表示要素として
10	ドア	IfcDoor	Door	建物形状表示要素として
11	パネル	IfcPlate	-	建物形状表示要素として
12	手すり	IfcRailing	IntBuildingInstallation	建物形状表示要素として
13	スロープ	IfcRamp	OuterFloorSurface (屋外) FloorSurface (屋内)	建物形状表示要素として
14	スロープ(傾斜部のみ)	IfcRampFlight	OuterFloorSurface (屋外) FloorSurface (屋内)	建物形状表示要素として
15	屋根	IfcRoof	RoofSurface	建物形状表示要素として
16	床	IfcSlab	FloorSurface	建物形状表示要素として
17	階段	IfcStair	IntBuildingInstallation	建物形状表示要素として
18	階段(階を繋ぐもの)	IfcStairFlight	IntBuildingInstallation	建物形状表示要素として
19	壁(石、RC)	IfcWall	WallSurface	建物形状表示要素として

20	壁	IfcWallStandardCase	WallSurface	建物形状表示要素として
21	窓	IfcWindow	Window	建物形状表示要素として
22	一般的な建築物要素	IfcBuildingElementProxy	BuildingFurniture (移動できるものの場合)	建物形状表示要素として
23	EV 等輸送設備	IfcTransportElement	-	輸送設備の種類、許容積載量、 許容定員数等の情報共有のため
24	家具等設置物	IfcFurnishingElement	BuildingFurniture	建物形状表示要素として
25	開口要素	IfcOpeningElement	ClosureSurface	建物形状表示要素として
26	任意設定空間(部屋)グループ	IfcZone	-	部屋(Room)のグループ化のため
27	描写要素地物・注釈	IfcAnnotation	-	建物形状表示要素として

また、これらの調整においては、必要となる IFC エンティティやアトリビュートを特定する必要がありますが、それらを記述するために第 1 編 第 5 章 5.6 で紹介する IDM(Information Delivery Manual), MVD(Model View Definition)という仕様を活用することが有効です。

必要なデータを取捨選択する際には、本章にて示す「利用目的」、第 2 編に示す「公開範囲と安全性」、「権利・権限」について、また、データ容量については、必要以上のデータタイプや詳細モデルを出力しない事や、複数棟の場合は 1 棟ずつに分けて出力することで、そのデータ容量を適切にする注意・工夫が必要です。

第 4 章 3D 都市モデルデータ(CityGML)への変換

IFC データを CityGML データ形式に自動的に変換する技術は国際的な事例を見ても、本マニュアル策定時点では確立されていません。特に、IFC、CityGML の特性である意味(セマンティック)情報の関連付けや変換においては研究、実験段階とされています。

Future City Pilot-1: Using IFC/CityGML in Urban Planning Engineering Report : 2017 . 最終アクセス日 2021 年 3 月. <https://docs.ogc.org/per/16-097.html>

本マニュアルでは、IFC の仕様、及び、IFC エンティティと CityGML クラスについて、また、その参考仕様を明示することで、IFC から CityGML へ変換を行う各ツールの設定や、変換ツールの開発を支援します。

また、Project PLATEAU において採用した FME(※市販のデータ変換エンジン)による変換手順を別紙「IFC to CityGML への変換ガイド」にて示すとともに、同 FME のテンプレートを公開し、多様なユースケースにおけるカスタマイズや、ツールや仕様のバージョンアップに対応した更新がなされていくことを期待します。

資料 1_IFC to CityGML への変換ガイド

第 1 章 関連ツール

本マニュアル作成時点において、IFC から CityGML への変換を自動的に実施できるツールの公開は確認できていませんが、研究段階・実験段階での変換方法がツールと共に公開されています。

また、モデル確認を行うために利用する CityGML ビューア、IFC ビューアについては製品化されているものも含めて様々なツールが提供されている。本章では、これらの手法やツールを紹介します。

表：IFC to CityGML 変換に関する手法、ツール

	研究文献	作者	発表年	利用ツール/開発・提供元
1	Automatic generation of CityGML LoD3 building models from IFC models. 最終アクセス日 2021 年 3 月. https://github.com/tudelft3d/ifc2citygml	Sjors Donkers	2013	BIMServer / A.j.Jessurun KIT® IFCEXplorer / KIT® Safe Software FME® / FME®
2	Integrated modeling of CityGML and IFC for city/neighborhood development for urban microclimates analysis. 最終アクセス日 2021 年 3 月. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610217329338	Steve Kardinal Jusuf	2017	KIT® IFCEXplorer / FME®
3	Task4- Option for conversion: IFC to CityGML and CityGML to IFC. 最終アクセス日 2021 年 3 月. https://3d.bk.tudelft.nl/projects/geobim-benchmark/	ISPRS EuroSDR GeoBIM benchmark	2019	IFC2CityGML Safe Software FME® / FME® ArcGIS Pro / Esri®
4	HBIM-GIS Integration: From IFC to CityGML standard for Damaged Cultural Heritage in a Multiscale 3D GIS. 最終アクセス日 2021 年 3 月. https://www.mdpi.com/2076-3417/10/4/1356	Elisabetta Colucci	2020	ArcGIS Pro / Esri®

表：CityGML ビューア

	ソフトウェア・アプリ名	開発元	支援フォーマット
1	tridicon(R) CityDiscoverer light	3DCon GmbH (part of Hexagon)	CityGML
2	eveBIM	CSTB	CityGML , IFC, BCF, and GIS
3	GEORES for Sketchup	GEORES	CityGML data from Sketchup™
4	FZKViewer	Karlsruhe Institute of Technology Institute for Applied Computer Science	CityGML, IFC, gbXML, LandXML, CIM (IEC) and point clouds Data.
5	tridicon(R) CityDiscoverer light	3DCon GmbH (part of Hexagon)	CityGML
6	eveBIM	CSTB	CityGML , IFC, BCF, and GIS
7	GEORES for Sketchup	GEORES	CityGML data from Sketchup™
8	FZKViewer	Karlsruhe Institute of Technology Institute for Applied Computer Science	CityGML, IFC, gbXML, LandXML, CIM (IEC) and point clouds Data.
9	Liquid XML Editor	Liquid Technologies Ltd.	XML Schema Editor (XSD), intellisense XML Editor and XSD & XML Validator
10	BIMserver	Open source BIMserver	CityGML and visualisation in 03D
11	GML Viewer	Snowflake Software	CityGML
12	TerrainView	TerrainView	CityGML
13	3D City Database	Technical University of Munich, Chair of Geoinformatics,	CityGML
14	QS-City 3D	University of Applied Science, Stuttgart	CityGML
15	Aristoteles	University of Bonn, Institute for Cartography and Geoinformation	CityGML
16	citygml4j	virtualcitySYSTEMS	CityGML

Free tools for visualizing and editing CityGML files. 最終アクセス日 2021 年 3 月.

<https://www.citygmlwiki.org/index.php/Freeware>

	ソフトウェア・アプリ名	開発元	支援フォーマット
1	plateaupy	東京 23 区から新しい世界を創るアイデアソン／ハッカソン チーム名「影の功労者」	CityGML

GitHub. plateaupy. 最終アクセス日 2021 年 3 月.

<https://github.com/AcculusSasao/plateaupy>

表：IFC ビューア

	ソフトウェア・アプリ名	開発元	支援フォーマット
1	usBIM.viewer+	ACCA software	IFC
2	Areddo	Areddo	IFC, PTS
3	Open Source BIM Server	Bimserver.org	IFC
4	BIM Surfe	BIM surfer WebGL viewer	IFC
5	IFC2SKP	Cadalog, Inc	IFC2SKP, IFC Import Plugin for Google Sketchup™
6	Constructivity Model Viewer	Constructivity	IFC
7	eveBIM	CSTB	IFC, BCF, CityGML and GIS files
8	BIM Vision	datacomp	IFC
9	DDS-CAD Viewer	Data Design System	IFC Data *.ifc, *.ifcZIP, *.ifcxml, *.gbxml
10	IfcQuickBrowser	G.E.M. Team Solutions	IFC
11	IfcOpenShell	IfcOpenShell.org	IFC, OBJ
12	IfcWebServer.org	IfcWebServer.org	IFC
13	FZKViewer	Karlsruhe Institute for Technology / Institute for Applied Computer Science / Campus North	IFC, CityGML, gbXML, LandXML, CIM (IEC) and point cloud Data.
14	Nemetschek IFC Viewer	Nemetschek AG	IFC, XML IFC
15	IFC File Analyzer	NIST	IFC, Excel spreadsheet or CSV
16	Open source BIM collective	Open Source BIM collective	IFC
17	IFC Viewer	RDF Ltd.	IFC
18	IFC Viewers Source Code		IFC
19	IFC Examples Source Code		IFC
20	Solibri IFC Optimizer	Solibri	IFC
21	Tekla BIMsight	Tekla	*.ifc, *.ifcZIP, *.ifcxml, .dgn, .dwg, .xml

Freeware IFC tools for visualizing, checking and translating IFC files. 最終アクセス日 2021 年 3 月.

<https://www.ifcwiki.org/index.php/Freeware>

第 2 章 Ifc to CityGML 変換例 (FME Desktop)

※FME : Safe Software Inc. (カナダ) 登録商標

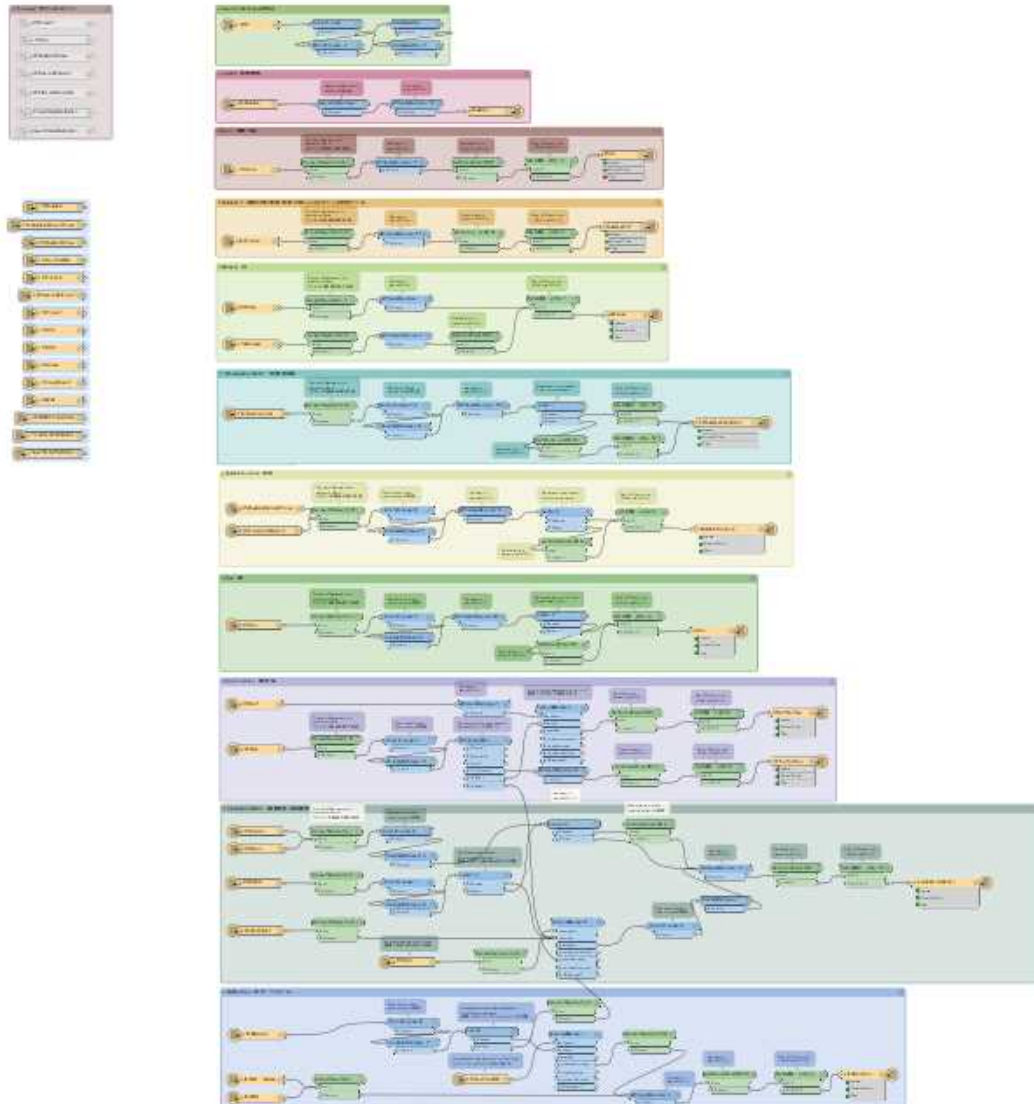
手順

1. ソフトウェアの起動

1-1. Ifc-lod4city-pjname.fmw を開く



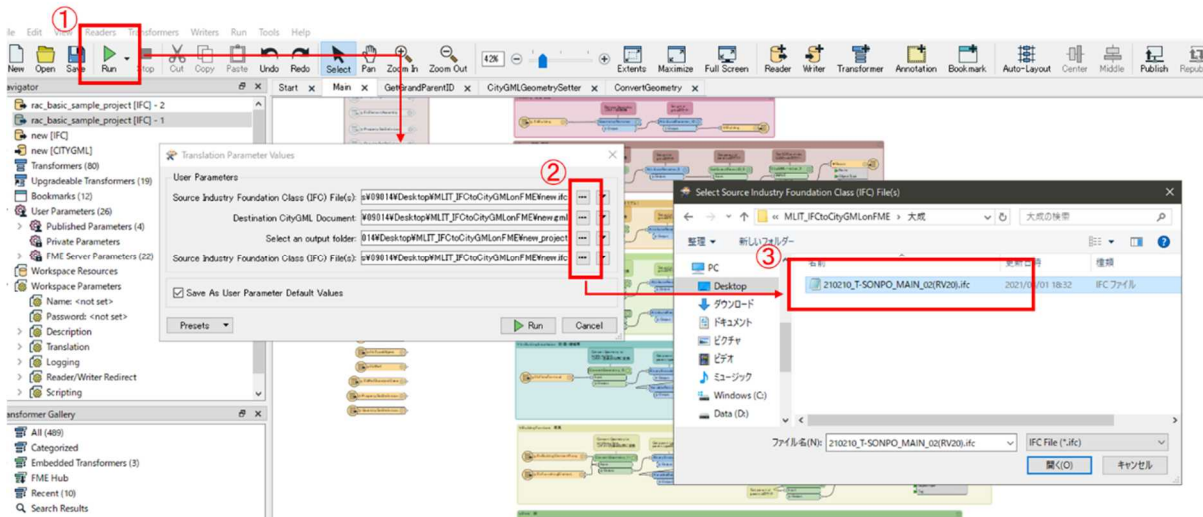
1-2. ワークスペースが作成されたことを確認



2. 変換元の建物ファイル(IFC)と各ファイルの読み込み

2-1. ファイルの読み込み

- ① “Run” をクリック
- ② 各ファイルの “...” をクリック
- ③ ファイルを選択して開く

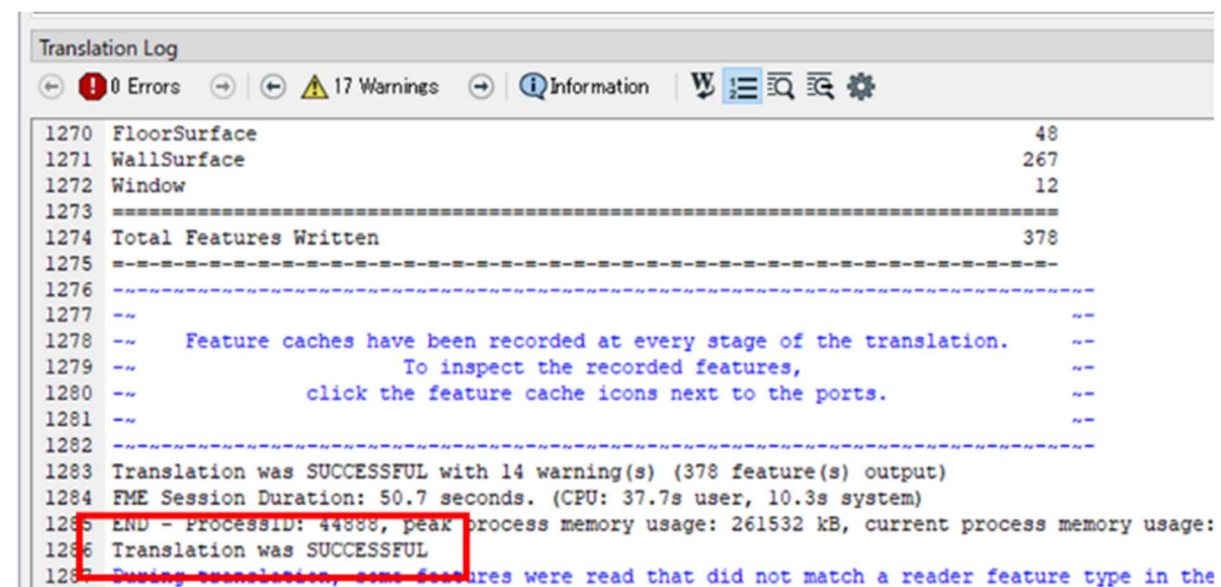


【各パラメーターの説明】

- ・ Source Industry Foundation Class (IFC) File: 変換元の建物ファイル(IFC)
- ・ Destination CityGML Document: 変換後の都市モデルファイル(CityGML)
- ・ Select an output folder: 保存されたフォルダー
- ・ Source Industry Foundation Class (IFC) File: 変換元の建物ファイル(IFC)

3. 変換確認 “Run” と保存

3-1. 画面下部の Translation Log に“Translation was SUCCESSFUL”の表示があれば変換完了

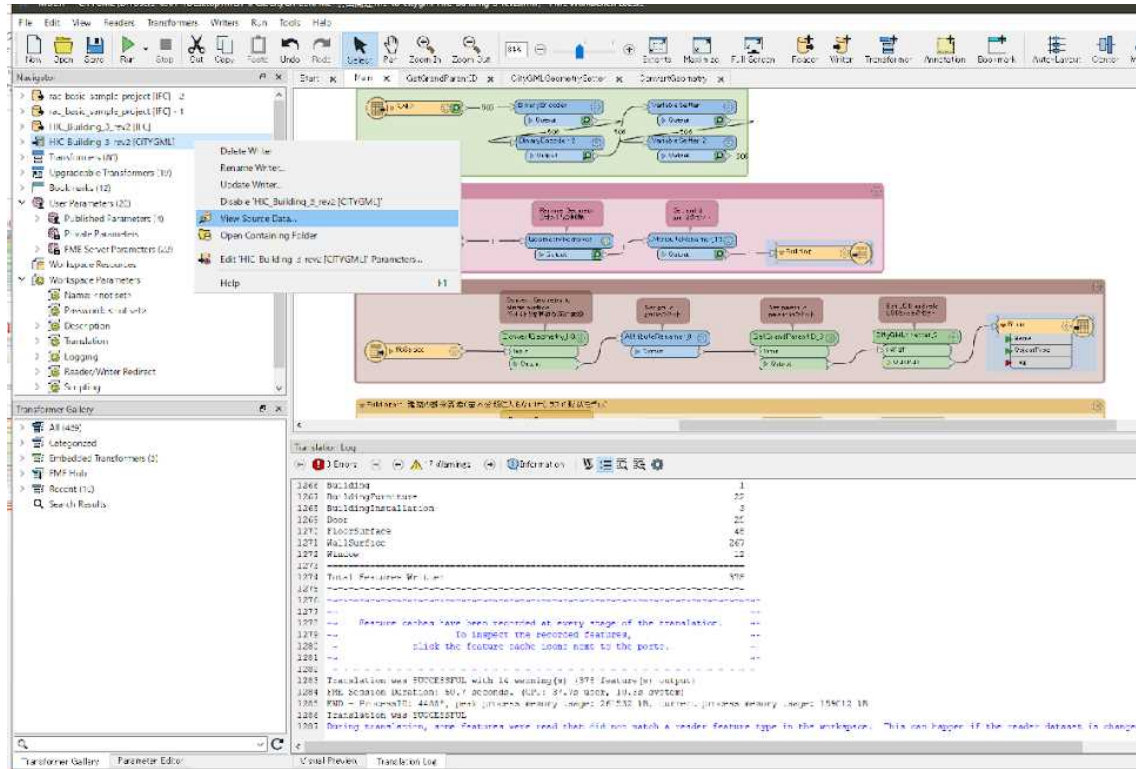


3-2. 出力先のフォルダーを選択し、名前を付けて保存

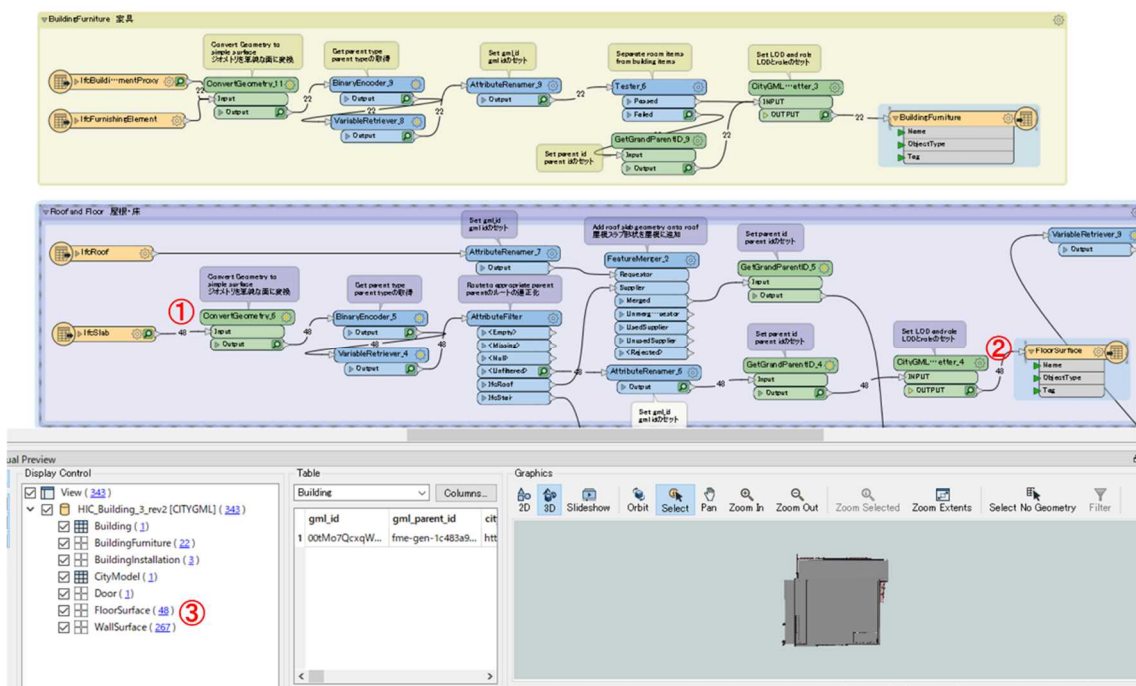
モデル変換後の確認

確認 1. 変換後モデルチェック

1-1. ナビゲーターリストから CityGML モデルビューを選択し開く



1-2. IFC ファイルと CityGML ファイルのカテゴリー変換数(添付イメージの中①~③)が同じであることを確認



確認 2. IFC 開口階層構造について

BIM で作成されたドアや窓のモデルは、CityGML 形式では利用・表示できないことがあります。ケースに合わせた確認を行ってください。

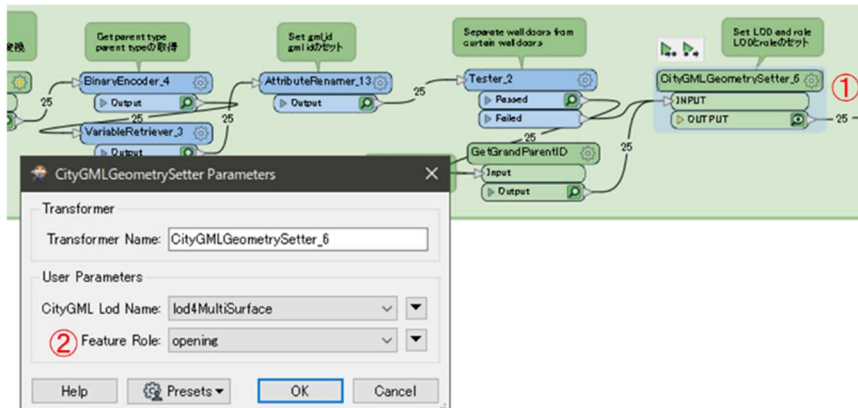
IFC モデルが構造ルールに従っている(lfcWall→lfcOpening→lfcDoor or lfcWindow)場合は：2-1

ドアや窓のモデルが独立している場合は：2-2

2-1. 開口が繋がっているドアと窓の設定

① CityGML GeometrySetter の右側にある歯車をクリック

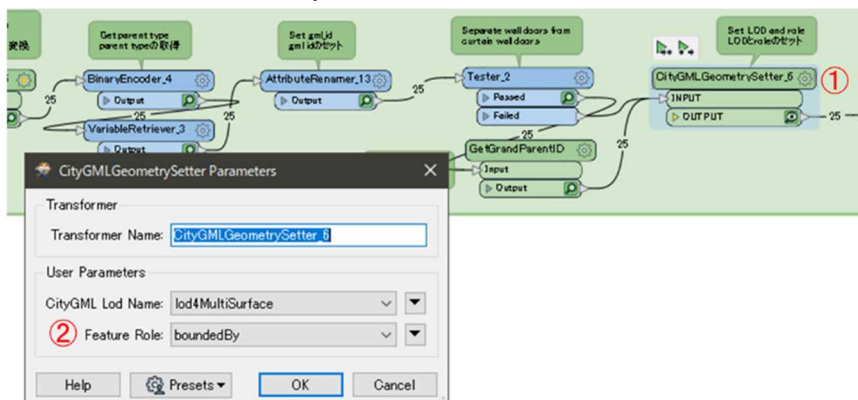
② Feature Role を Opening に設定



2-2. 開口が繋がっていないドアと窓の設定

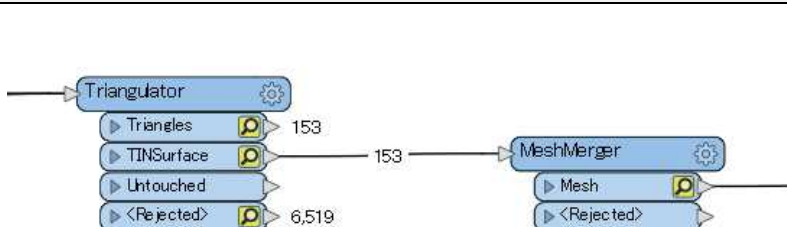
① CityGML GeometrySetter の右側にある歯車をクリック

② Feature Role を BoundedBy に設定



確認 3. 各パラメーター設定

設定 1. 三次元形状：CSG 形式のジオメトリを B-rep 形式に変換



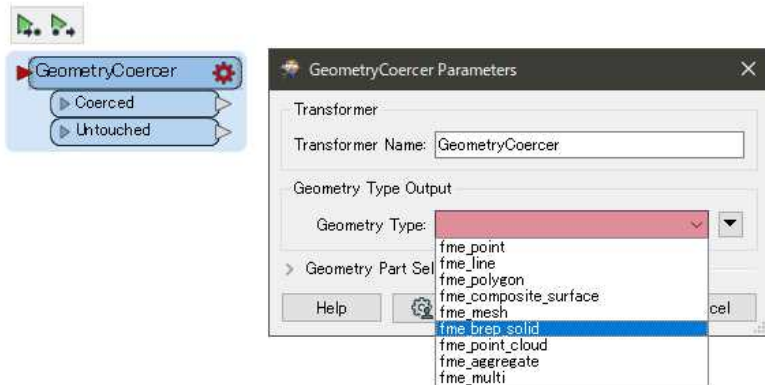
【手順】

三点を繋ぎ、面の集合体となる形状を作成

基本立体を集合演算によって組み合わせた CSG 表現(Constructive Solid Geometry)を、頂点、稜線、面の接続関係で組み合わせた境界表現(B-reps：Boundary Representation)に変換

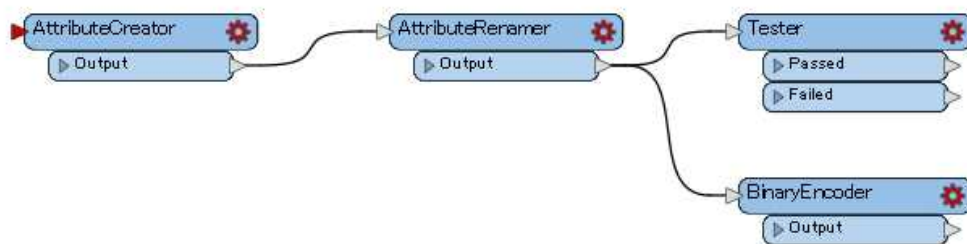
設定 2. モデル定義の関係性：fme_brep_solid とする

Relationship resolution



GeometryCoercer：Geometry Type Output として CityGML タイプである「fme_brep_solid」を選択

設定 3. IFC データ構造：CityGML のフューチャータイプ、フィールドに置き換え



※LOD4 モデルのときに利用

【トランスフォーマーの特性】

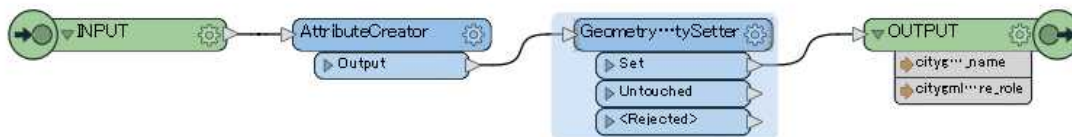
AttributeCreator：属性情報を整理(順番、追加削減、非表示)

AttributeRenamer：属性情報の名前を変更

Tester：同じカテゴリーにおいて意味を分ける(ex.内装床と構造床が分ける)

BinaryEncoder：モデル ID 生成

設定 4. ID、LOD、フォーマット属性等の生成・付与



カスタマイズのノードを利用して、CityGML モデルに LOD 属性情報等を追加

設定 5. 位置情報の調整

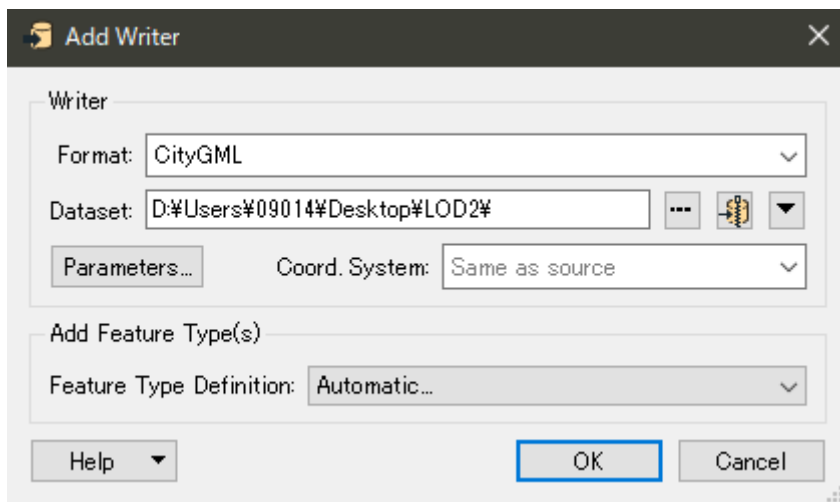


Scaler : 比例調整

LocalCoordinateSystemSetter : 経緯座標情報

CsmmapReprojector : 方向性(真北)

設定 6. CityGML オブジェクトの構築



Writer : 機能のタグ「Add Writer」から、変更するフォーマット(CityGML)を選択

FME Community 2020.12. BIM to GIS (Intermediate) | IFC LOD 300 to LOD 4 CityGML. 最終アクセス日 2021 年 3 月.

<https://community.safe.com/s/article/bim-to-gis-intermediate-ifc-lod-300-to-lod-4-cityg>

資料 2_事例集

事例集の位置付け

事例集は、本マニュアル第 2 編に相当する BIM 等の建物モデルを 3D 都市モデルに統合した活用事例の具体例を掲載するものです。

第 2 編は、建築情報を活用した 3D 都市モデル整備のための要点を示し、BIM や建築情報を 3D 都市モデルと統合する、もしくは統合を予定する方々へ技術的な知見を提供することを目的として作成されていました。他方、建築情報を活用した 3D 都市モデル整備は、社会課題の解決、ビジネスの創造、市民サービスの提供など、ユースケース開発を通じたソリューション創出を志向して取組むことが重要であり、本事例集はそのための参考資料として提供されるものです。

本事例集では、建築情報を活用して整備された 3D 都市モデルを用いた多様なユースケース開発の事例を紹介し、技術的・社会的課題等を示しています。ユースケース開発には様々な分野間・企業間の横断的な協力や、複雑な調整プロセスを処理する必要があり、これらを遂行する過程で発生する課題への対応を企画段階で検討するための知見を提供すること企图したものです。

今後の多様な取組みにおいて、本事例集が積極的に参照されることを期待します。

事例 1：羽田イノベーションシティ

グリーンフィールドにおけるテストベッドとしてのスマートシティ

1) プロジェクトについて

プロジェクト概要

プロジェクト名称：羽田イノベーションシティ (HANEDA INNOVATION CITY)

事業者名：羽田みらい開発株式会社※

所在地：東京都大田区

規模：延べ床面積 131,000 m²

主な用途：ラボ・オフィス、医療、ホテル、イベントホール等

※鹿島建設を代表企業とし、大和ハウス工業、京浜急行電鉄、日本空港ビルデング、空港施設、東日本旅客鉄道、東京モノレール、野村不動産パートナーズ、富士フィルムの計 9 社により本事業のために出資・設立された事業会社

プロジェクトの特徴

HANEDA INNOVATION CITY は、「天空橋駅」に直結する大規模複合施設で、羽田みらい開発と大田区が官民連携で開発する「先端」「文化」の 2 つをコア産業としている”まち”です。羽田空港に隣接し、国内外への情報発信に優位な立地を最大限に活かし、新たな体験や価値を創造・発信する未来志向のまちづくりを推進し、令和 2 年 7 月に開業しました。



都市領域における情報活用の取り組み

本事業のスマートシティ推進組織である「羽田第 1 ゾーンスマートシティ推進協議会」では、約 5.9ha という比較的小さなグリーンフィールドを区内課題の解決策を見出すための「テストベッド」と位置づけ、「持続可能都市おおた」の実現に向けた実証フィールドとしてのスマートシティの形成を、官民連携で推進しています。



図：スマートシティ形成のためのデータ収集の流れ

特に本施設では、BIM を活用してデータ連携基盤を構築し、約 400 個のビーコンやセンサー等で得られるデータを「収集・統合」、「蓄積」、「可視化」、「分析」、「公開」しています。これを通じて、各施設や自動運転モビリティ等の混雑状況ならびに施設管理スタッフやサービスロボットの稼働状況をリアルタイムに把握し、来場者の満足度の向上や合理的な施設管理・運営を目指しています。

また、大田区が直面する課題である「交通(交通弱者への移動支援)」、「生産性向上(担い手不足)」、「観光(観光資源化)」、「健康(未病取組)」の解決に資する取組み(スマートモビリティ、スマートロボティクス、スマートツーリズム、スマートヘルスケア)を展開し、早期のサービス実装を目指します。



図：取得されたデータから提供されるサービスとの関係

建築情報の活用

施設内に設置したビーコンやセンサー、スマートデバイスを通じて人流データや各種モビリティ・ロボット等の位置情報等を取得します。鹿島建設株式会社が開発した BIM 等の空間情報を基盤とした「3D K-Field」を用いて、「空間情報データ連携基盤」へ表示することで、施設管理業務の効率化やサービスの高度化を図ります。



図：「3D K-Field」の表示画面

図：位置情報表示イメージ

2) 建築情報データの利用について

活用したデータとその目的

第 3 編 技術仕様に基づき、本プロジェクトで利用した、IFC エンティティ及び CityGML クラスを以下に示します。全体のプロジェクトの目的を達成するために構築されたデータから、PLATEAU 上で統合するために必要なデータだけを抽出しているため、建築情報モデルを構成するすべての要素が含まれているわけではありません。

今回具体的な活用は行わなかったものの、PLATEAU 上の統合に用いた情報については、活用有無として「△」で示しています。また、設置した各センサーからの情報を集約する基盤としての建築情報の利用を目的に、建物形状だけでなく部屋の基点となるドアの情報や物理的な空間を表す IfcSpace も抽出しています。

< 凡例 > ○：PLATEAU 上の統合にあたり利用した △：今後の利用を想定した ×：利用していない

	データタイプ	IFC エンティティ	活用	CityGML クラス	活用目的
1	プロジェクト情報	IfcProject	×	-	
2	施設	IfcSite	×	-	
3	建物	IfcBuilding	△	Building	棟ごとの表示のため
4	階層	IfcBuildingStorey	○	-	階毎の表示のため
5	物理的な空間	IfcSpace	△	Room	今後活用を予定
6	梁	IfcBeam	×	-	
7	柱	IfcColumn	×	-	
8	天井	IfcCovering	×		
9	カーテンウォール	IfcCurtainWall	○	WallSurface	建物形状表示要素として
10	ドア	IfcDoor	○	Door	建物形状表示要素として
11	パネル	IfcPlate	×	-	
12	手すり	IfcRailing	×	-	
13	スロープ	IfcRamp	×		
14	スロープ (傾斜部のみ)	IfcRampFlight	×		
15	屋根	IfcRoof	×	-	
16	床	IfcSlab	○	FloorSurface	建物形状表示要素として
17	階段	IfcStair	○	BuildingInstallation	建物形状表示要素として
18	階段(階を繋ぐもの)	IfcStairFlight	○	BuildingInstallation	建物形状表示要素として
19	壁(石、RC)	IfcWall	○	WallSurface	建物形状表示要素として
20	壁	IfcWallStandardCase	×	-	
21	窓	IfcWindow	○	Window	建物形状表示要素として
22	一般的な建築物要素	IfcBuildingElementProxy	×	-	
23	EV 等輸送設備	IfcTransportElement	×		
24	家具等設置物	IfcFurnishingElement	×	-	
25	開口要素	IfcOpeningElement	×	-	
26	任意設定空間(部屋)G	IfcZone	×		
27	描写要素地物・注釈	IfcAnnotation	×		

関係者間での合意・承諾

第 2 編に基づき、本プロジェクトで行われたデータ利用時おいての利害関係を有する関係者への許諾確認等を以下に示します。プロジェクトごとに関係者が異なるため、他事例においてもすべてを同様に適用できるものではなく、注意が必要です。

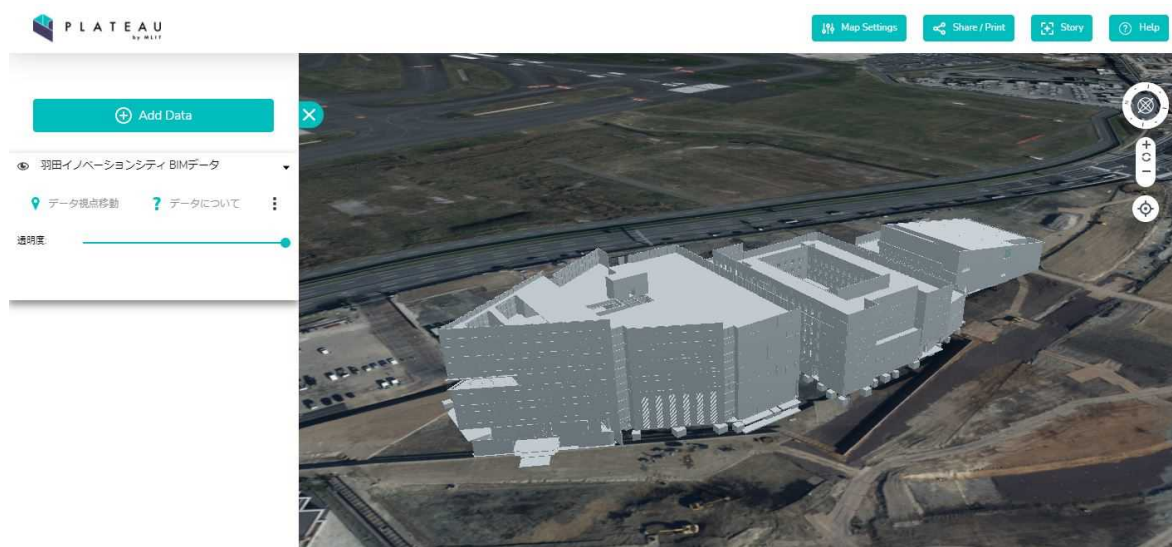
本プロジェクトでは、全フローにおいて一貫して同一企業が介在していたため、建築情報の利用の判断や関係者間の同意、承諾が得られやすいケースです。

分類	確認事項	主な確認先
知的財産	提供された IFC データに社内独自のテンプレートやデータ等は含まれていなかったため、確認等は不要。 提供データの LOD が低かったため、不要とは考えられたが念のため確認した。	鹿島建設 羽田みらい開発
公開範囲	防犯上の観点から、テナントと協議の上、内部のインテリア等は除外した。	羽田みらい開発
利用権限	モデル活用者、事業者、モデル製作者の中に、一貫して同一企業が介在していたため、関係調整はスムーズに行われた。	鹿島建設 羽田みらい開発

PLATEAU VIEW 上での統合表示例

3D 都市モデルへの統合実証として、PLATEAU VIEW (CityGML - 3D Tiles) への統合を行い、ある程度のパフォーマンスにおいて統合表示できたことを確認できました。PLATEAU VIEW 上での BIM データ内容の均一化、標準化のために、BIM (IFC) データから CityGML への変換に関して、ユースケースに基づく詳細度、属性情報や BIM モデルの GIS 座標系設定方法などについての今後の知見の集積が望まれます。

また、BIM(IFC)と CityGML のクラス情報、および 3D Tiles 要素の属性情報間において一定の関連付けやルール設定を詳細化することで、PLATEAU VIEW 上での建物情報選択方法（要素種類、グループでの複数要素、階毎など）を高機能化することが可能となります。



図： PLATEAU VIEW 上の羽田イノベーションシティ BIM データ

事例 2：虎ノ門ヒルズエリアプロジェクト<虎ノ門ヒルズ ビジネスタワー>

国際新都心・グローバルビジネスセンター形成へ ー世界と都心部をつなぎ、日本独自のイノベーションを創出する国際水準の大規模オフィスタワー

1)プロジェクトについて

プロジェクト概要

プロジェクト名称：虎ノ門ヒルズビジネスタワー

事業者名：虎ノ門一丁目地区市街地再開発組合

所在地：東京都港区

規模：延べ床面積 約 172,925 m²、地上 36 階・地下 3 階

主な用途：事務所、店舗、ビジネス支援施設等

プロジェクトの特徴

2014 年に誕生した「虎ノ門ヒルズ 森タワー」に続き、2020 年 1 月、拡大・進化を続ける虎ノ門ヒルズエリアの 2 番目のプロジェクトとして竣工した虎ノ門ヒルズ ビジネスタワーは、大規模オフィスと商業施設を擁する、地上 36 階建ての超高層複合タワーです。東京メトロ日比谷線「虎ノ門ヒルズ駅」や銀座線「虎ノ門駅」とも地下通路で連結し、1 階には空港リムジンバスや都心部と臨海部を結ぶ BRT も発着可能なバスターミナルも設置します。環状第二号線が全面開通すれば羽田空港へのアクセスも大幅に向上することから、世界と都心部を繋ぐ新たな「東京の玄関口」として機能します。

また、4 階には大企業の新規事業創発に特化し、様々な分野のイノベーターが集う、大規模インキュベーションセンター「ARCH」を開設します。日本独自のイノベーションエコシステムの拠点となることを目指します。



図：CG による虎ノ門ヒルズエリアプロジェクト鳥観図

都市領域における情報活用の取り組み

森ビル株式会社では、2003 年竣工の六本木ヒルズ以降の再開発プロジェクトにおいて、建物図面をデジタル化し、CG や VR を制作しています。プロジェクト検討段階のコンセプト立案から、設計調整、権利者説明・行政協議、テナント営業、施設プロモーションまで、あらゆる段階でデジタルデータを活用しています。自社プロジェクトだけではなく周辺の街並みも含めて 3D モデルを作成することで、都市領域における再開発プロジェクトの環境説明等にも用いる一方、建物内観も細密に 3D モデル化し、空間検討や施設プロモーションにも利用しています。デベロッパーにとって商品となる空間を建物完成以前から顧客に提示することは、ビジネスとして重要であると考え、近年では、設計事務所やゼネコンが制作する BIM データと連携し、建物空間内をより現実に近いイメージで提示することに取り組んでいます。



図：虎ノ門ヒルズ ビジネスタワーの VR による空間シミュレーション

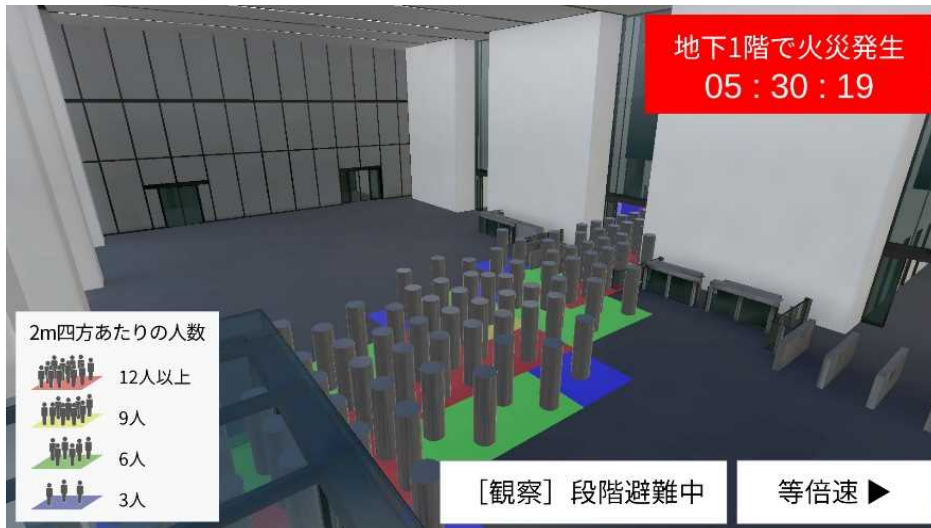
建築情報の活用

「安全・安心」は、地震や台風などの災害多発国である日本の最重要かつ喫緊なテーマです。森ビル株式会社では地域の防災拠点として「災害時に逃げ込める街」となることを目指し、様々な取り組みや年に数回の震災訓練を実施しています。

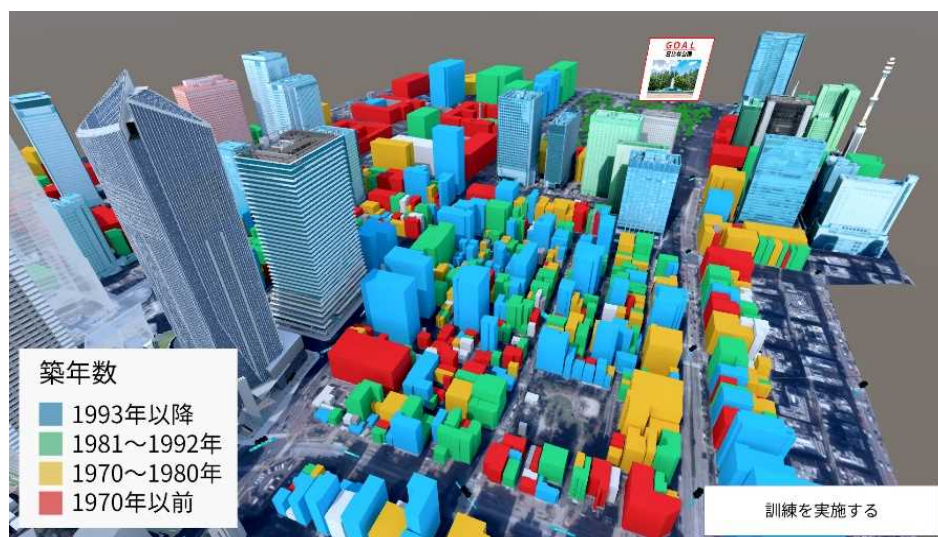
しかしながら、近年のコロナ禍の影響を受け、大人数が一堂に会する形での震災訓練の実施は困難となっています。このような課題を踏まえ、2020 年度の Project PLATEAU の実証調査においては、属性情報を持つ 3D 都市モデルと BIM データを元とする虎ノ門ヒルズ ビジネスタワーの細密な建物屋内モデルを組み合わせ、オンライン上で実施できる震災訓練の VR コンテンツを制作しました。

この VR コンテンツでは、オフィスや商業施設を擁する複合施設における災害発生時の避難経路シミュレーションを実施することで、複数の避難計画による人の滞留状況を可視化することが可能です。また、平時から実施している徒歩出退社訓練(徒歩により自宅までの避難経路を

確認する訓練)についても体験可能であり、V R上で建物の属性情報を可視化することで、事前に危険箇所を判断し安全なルートを把握できる仕掛けを採用しています。VR コンテンツの特性を活かしたソリューション開発に向け、テナントや来訪者へのサービス提供に向けて研究を進めています。（参照：3D 都市モデルのユースケース開発マニュアル（公共活用編））



図：虎ノ門ヒルズ ビジネスタワーの屋内避難シミュレーション



図：虎ノ門エリアの徒歩出退社訓練支援ツール

2) 建築情報データの利用について

活用したデータとその目的

建物屋内において避難経路の群衆シミュレーションを行うことを目的に、虎ノ門ヒルズ ビジネスタワー設計・施工時に作成したデータを用い、竣工図を参照しながら、BIM データを構築しました。単に建物形状だけでなく、シミュレーションに必要となる空間を構成する属性(床・壁・柱・階段等)を抽出しています。一方で、データ軽量化のため、避難経路範囲外となるエレベーター、壁の内側にある構造体、ドアハンドルや手摺等の細かいパーツは、削除もしくは簡易形状に調整をしています。

< 凡例 > ○：PLATEAU 上の統合にあたり利用した △：今後の利用を想定した ×：利用していない

	データタイプ	IFC エンティティ	活用	CityGML クラス	活用目的
1	プロジェクト情報	IfcProject	×	-	
2	施設	IfcSite	×	-	
3	建物	IfcBuilding	×	Building	
4	階層	IfcBuildingStorey	×	-	
5	物理的な空間	IfcSpace	×	Room	
6	梁	IfcBeam	○	-	建物形状表示要素として
7	柱	IfcColumn	○	-	建物形状表示要素として
8	天井	IfcCovering	○		建物形状表示要素として
9	カーテンウォール	IfcCurtainWall	○	WallSurface	建物形状表示要素として
10	ドア	IfcDoor	×	Door	
11	パネル	IfcPlate	○	-	建物形状表示要素として
12	手すり	IfcRailing	×	-	
13	スロープ	IfcRamp	×		
14	スロープ (傾斜部のみ)	IfcRampFlight	×		
15	屋根	IfcRoof	×	-	
16	床	IfcSlab	○	FloorSurface	群衆シミュレーションのため
17	階段	IfcStair	○	BuildingInstallation	群衆シミュレーションのため
18	階段(階を繋ぐもの)	IfcStairFlight	○	BuildingInstallation	群衆シミュレーションのため
19	壁(石、RC)	IfcWall	○	WallSurface	群衆シミュレーションのため
20	壁	IfcWallStandardCase	○	-	群衆シミュレーションのため
21	窓	IfcWindow	○	Window	建物形状表示要素として
22	一般的な建築物要素	IfcBuildingElementProxy	○	-	建物形状表示要素として
23	EV 等輸送設備	IfcTransportElement	×		
24	家具等設置物	IfcFurnishingElement	×	-	
25	開口要素	IfcOpeningElement	×	-	
26	任意設定空間(部屋)G	IfcZone	×		
27	描写要素地物・注釈	IfcAnnotation	×		

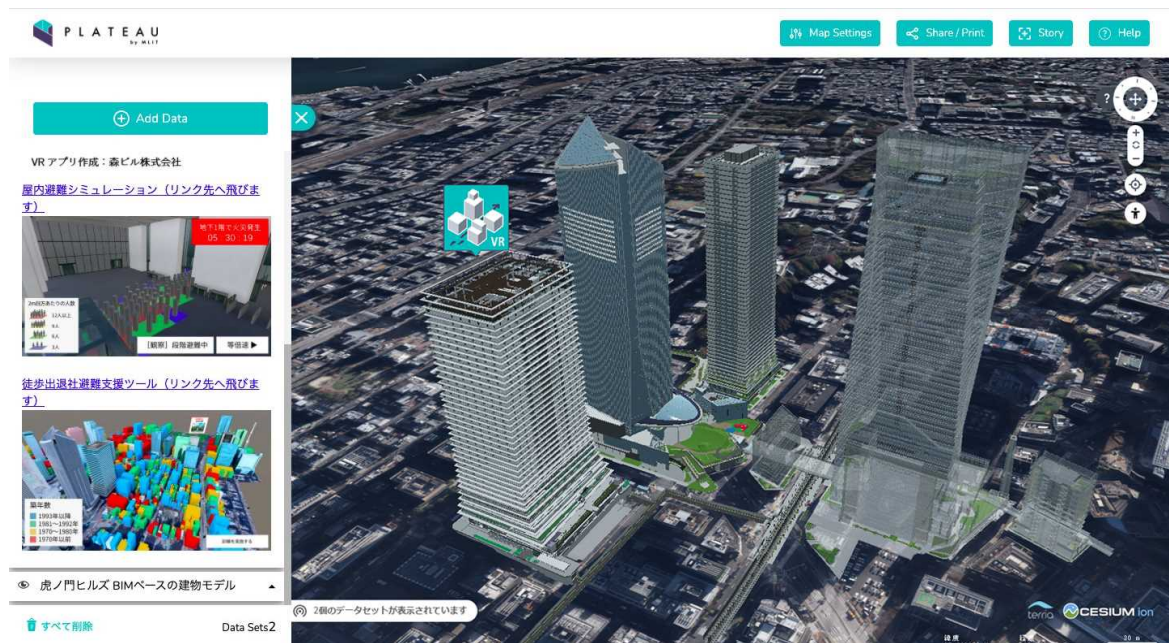
関係者間での合意・承諾

本プロジェクトでは、建築情報の利用の判断を行うのに BIM モデル製作以外において、一貫して同一企業が介在していたため、建築情報の利用の判断や関係者間の合意、承諾が得られやすいケースです。

分類	確認事項	主な確認先
知的財産	・提供された IFC データに社内独自のテンプレートやデータ等は含まれていなかったため、確認等は不要。 ・意匠権未登録のため確認等は不要。 ・BIM の元のデータの所有権に応じて、確認を行った。	大林組 虎ノ門ヒルズビジネス タワー管理組合
公開範囲	・防犯上の観点から、地権者区画や貸室内専有部等の一般人が立ち入ることが出来ない範囲については、壁やインテリア等のデータは除外した。	虎ノ門ヒルズビジネス タワー管理組合
利用権限	・オーナーは地権者も含め複数多岐にわたることから、オーナーにとって経済的な不利益が生じるものではない防災や避難訓練といった目的の利用を限定として調整し、管理組合を通して利用目的や利用範囲をオーナーに説明した。	虎ノ門ヒルズビジネス タワー管理組合

PLATEAU VIEW 上での統合表示例

虎ノ門ヒルズ ビジネスタワーは、地上 36 階建ての超高層タワーであること、外装デザインが複雑であることから、設計・施工時に作成された BIM モデルは非常に容量が大きいため、CityGML への変換が困難でしたが、利用目的に合わせて不要な属性を削除する等してデータ量を減らすことで、PLATEAU VIEW (CityGML – 3D Tiles)への統合を行い、ある程度のパフォーマンスにおいて統合表示できたことを確認できました。



図： PLATEAU VIEW 上の虎ノ門ヒルズ BIM ベースの建物モデル

事例 3：東京ポートシティ竹芝

リアルタイムデータを活用したスマートシティ

1)プロジェクトについてプロジェクト概要

プロジェクト名称：東京ポートシティ竹芝

事業者名：株式会社アルベログランデ※

所在地：東京都港区

規模：延べ床面積 約 201,410 m²

主な用途：事務所、展示場、集会場、飲食店、物販店舗、共同住宅、駐車場等

※東急不動産株式会社と鹿島建設株式会社が、東京ポートシティ竹芝の開発を推進するために設立した事業会社。

プロジェクトの特徴

「東京ポートシティ竹芝」は、最先端のテクノロジーを活用した都市型スマートシティの実現により、新たな国際ビジネス拠点の創出を目的として大規模複合施設です。オフィスタワーは、店舗や展示室・ホール、スタジオなどの多様な施設を備えています。また、入居テナントであるソフトバンク株式会社と協業し、ビル内の状況をセンシングや解析したデータをリアルタイムに活用する最先端のスマートビルを構築しています。



図：竹芝周辺の鳥観図

リアルタイムデータと最先端のテクノロジーを活用することで、ビル内施設や飲食店舗での混雑回避に貢献し、快適な行動の支援、効率的なビル管理、更には店舗テナントのマーケティング支援を実現しています。

都市領域における取り組み

「東京ポートシティ竹芝」の整備に合わせて設立された一般社団法人竹芝エリアマネジメントが活動を行う竹芝地区(約 28ha)において、東急不動産株式会社とソフトバンク株式会社は、最先端のテクノロジーを街全体で活用するスマートシティのモデルケースの構築に取り組んでいます。

竹芝地区において、訪問者属性、道路状況、交通状況、水位などのリアルタイムデータを様々な事業者が活用できるデータ流通プラットフォーム



図：東京ポートシティ竹芝周辺位置図

(都市 OS)を実装し、先端技術を活用したサービスを提供します。これにより、回遊性の向上や混雑の緩和、防災の強化などを実現し、周辺地区を含めた課題解決とともに、当該地区の経済的発展と付加価値の創出を目指しています。

建築情報の活用

都市型スマートビルの新しいモデルとなるオフィスタワーは、従来のビル設備に加えて、最先端のセンシングデバイスとエッジ解析によりデータをプラットフォームに収集し、リアルタイムに処理・配信しています。オフィスワーカーや来館者は館内サイネージや Web サイト、メッセージなど様々な手段で情報に触れる事が可能となり、利便性・快適性が向上します。また、データは活用した効率的なビル管理のために活用されています。

1. リアルタイムデータ・ビジュアライズ

WEB サイトのトップ画面前に現れるオープニング・ビジュアルは、東京ポートシティ竹芝の「今」、人々の賑わいや交流を表現しています。屋内外に設置されたカメラや IoT センサーで集められた、属性別のデータをアニメーションと色で可視化。点は人を表し、線で繋がります。ブルー、グリーン、ピンクに変化するグラデーションは来館者の属性別をヴィジュアライズしています。



図：WEB サイトに表示されるリアルタイムのデータ例

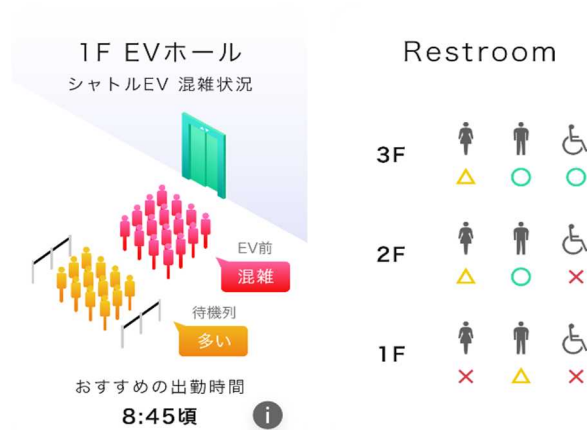
6階オフィスロビーの柱ディスプレイに映し出される映像も、屋内外のカメラや IoT センサーで収集したデータを解析し、可視化する際に、美しい映像として演出しています。また、世界各都市の天候や時刻、館内での人流データもリアルタイムに表示しています。スキップテラスの気温・湿度・快適度は、テラスや水槽のイメージとともにリアルタイムのデータとして映し出されます。



図：オフィスロビーのディスプレイ画像例

2. リアルタイム情報の見える化で混雑を回避

エレベーターホールやビル内施設の混雑状況、気温・湿度といったあらゆるデータを配信しています。リアルタイムデータに基づき、混雑回避を可能にします。



図：リアルタイムの可視化のモニタ配信例

3. リアルタイムデータ連動型デジタルサイネージの活用

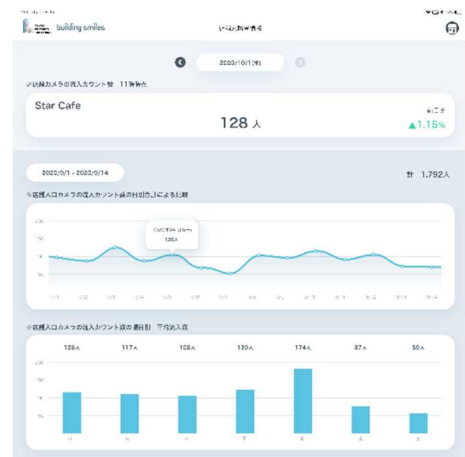
施設のお知らせのほか、飲食店舗の空席情報を約 30 箇所のデジタルサイネージ上に配信します。また、施設内の混雑状況や外部の交通情報などのデータと連動して、割引や限定クーポンも配信し、快適な利用を実現します。



図：デジタルサイネージ上に配信される画面例

4. AI カメラや Wi-Fi データで施設利用の傾向を分析

AI カメラや Wi-Fi のデータの解析をもとに、各店舗利用の傾向情報が分析され、テナントヘレポートを提供します。店舗利用者向けの施策や来店者用ツールを活用することで「数値に基づいたマーケティング」を支援します。



図：分析後、提供されるレポート事例

5. スマートビルマネジメントの実現

施設内データを集計・可視化し、WEB アプリケーションで監視、異常を検知します。管理スタッフのグループアプリとも連携し、従来の現場巡回や通報時だけでなく、リアルタイムでの状況把握、情報連携、異常事態への対応が可能になります。「効率的なビル管理」と「セキュリティ向上」を実現します。



図：施設内データを扱う WEB アプリケーション画面例

6. スマートレジデンス

レジデンスタワーの入居者は顔認証とスマートロック機能によりタッチレスで往来可能です。また、レジデンスタワーが入居者に提供する 20 種類以上のサービスが一つのアプリに集約されているため、住戸内のエアコンや照明、給湯器の操作や、フィットネスルームやラウンジの混雑状況が確認できます。そのほかにも電力使用量をリアルタイムで確認したり、玄関センサーにより家族の帰宅時間を把握したり、さまざまなサービスにワンタッチでアクセスできます。さらに、建物内にはスマートミラー(デジタル掲示板)やバーチャル・ウィンドウ(世界の風景配信)を導入しています。



図：提供されているサービス集約アプリの画面例

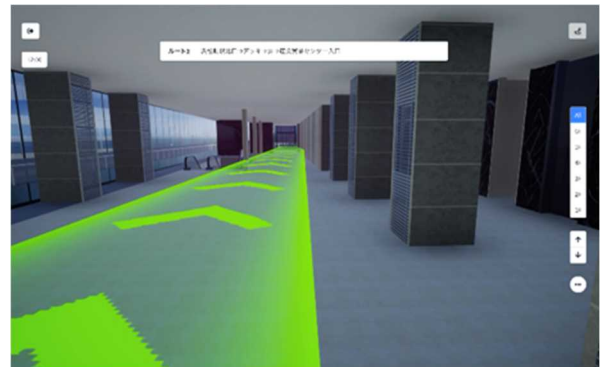
7. エリアマネジメントのデジタルツイン化

従来、ファシリティマネジメントはビル単位で行われてきましたが、これを 3D 都市モデルと組み合わせることで、街区単位でのエリアマネジメントに拡張し、エリア全体の価値向上につながる事が期待されます。

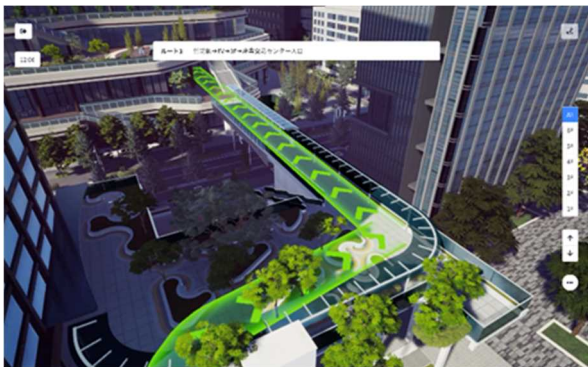
2020 年度の Project PLATEAU では、3D 都市モデルを活用したデジタルエリアマネジメントの実効性の検証のため、ファシリティマネジメントシステムを周辺エリアに拡張する WEB アプリケーションを開発しました。システムの基盤として東京ポートシティ竹芝の BIM データをベースとした LOD4 の 3D 都市モデルを作成し、周辺エリアの 3D 都市モデルと統合した『バーチャル竹芝』を構築。エリア来訪者向けのルート案内表示サービスや、ビル管理者向けの混雑状況監視・要注意者検知情報・警備員位置情報オペレーション支援等のファシリティマネジメントサービスを提供し、エリアマネジメントの高度化とファシリティマネジメントの効率化を検証しました。（参照：「3D 都市モデルのユースケース開発マニュアル（民間活用編）」）



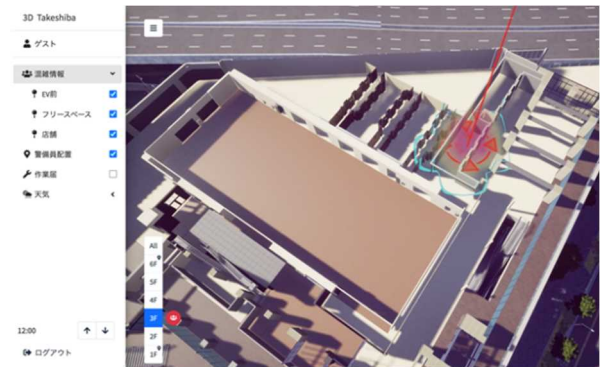
図：竹芝エリアを中心とした 3D 都市モデル



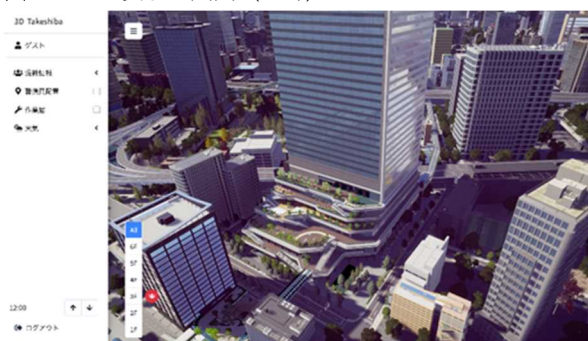
図：ルート表示の画面（屋内）



図：ルート表示の画面（屋外）



図：混雑度ヒートマップとアラート



図：ビル管理ツール画面



図：警備員位置情報の表示

2) 建築情報データの利用について

活用したデータとその目的

本プロジェクトでは、建物単体のファシリティマネジメントから街区単位でのエリアマネジメントへの拡張を見据えており、3D 都市モデルを活用したデジタルエリアマネジメントを将来に実現することを目的として、建物形状表示を細かく行うだけでなく、ファシリティマネジメントに利用するため IfcSpace を抽出しています。また、施設周辺を含むナビゲーションへ活用するため、動線に関連する階段・エスカレータ・ペDESTリアンデッキなどの要素を含めています。

< 凡例 > ○：PLATEAU 上の統合にあたり利用した △：今後の利用を想定した ×：利用していない

	データタイプ	IFC エンティティ	活用	CityGML クラス	活用目的
1	プロジェクト情報	IfcProject	×	-	
2	施設	IfcSite	×	-	
3	建物	IfcBuilding	△	Building	棟ごとの表示のため
4	階層	IfcBuildingStorey	○	-	階毎の表示のため
5	物理的な空間	IfcSpace	○	Room	部屋・ゾーン関連情報表示のため
6	梁	IfcBeam	×	-	
7	柱	IfcColumn	×	-	
8	天井	IfcCovering	×		
9	カーテンウォール	IfcCurtainWall	○	WallSurface	建物形状表示要素として
10	ドア	IfcDoor	×	Door	
11	パネル	IfcPlate	×	-	
12	手すり	IfcRailing	×	-	
13	スロープ	IfcRamp	×		
14	スロープ (傾斜部のみ)	IfcRampFlight	×		
15	屋根	IfcRoof	×	-	
16	床	IfcSlab	○	FloorSurface	建物形状表示要素として
17	階段	IfcStair	○	BuildingInstallation	建物形状表示要素として
18	階段(階を繋ぐもの)	IfcStairFlight	○	BuildingInstallation	建物形状表示要素として
19	壁(石、RC)	IfcWall	○	WallSurface	建物形状表示要素として
20	壁	IfcWallStandardCase	○	-	建物形状表示要素として
21	窓	IfcWindow	○	Window	建物形状表示要素として
22	一般的な建築物要素	IfcBuildingElementProxy	×	-	
23	EV 等輸送設備	IfcTransportElement	○		建物形状表示要素として
24	家具等設置物	IfcFurnishingElement	×	-	
25	開口要素	IfcOpeningElement	×	-	
26	任意設定空間(部屋)G	IfcZone	×		
27	描写要素地物・注釈	IfcAnnotation	×		

関係者間での合意・承諾

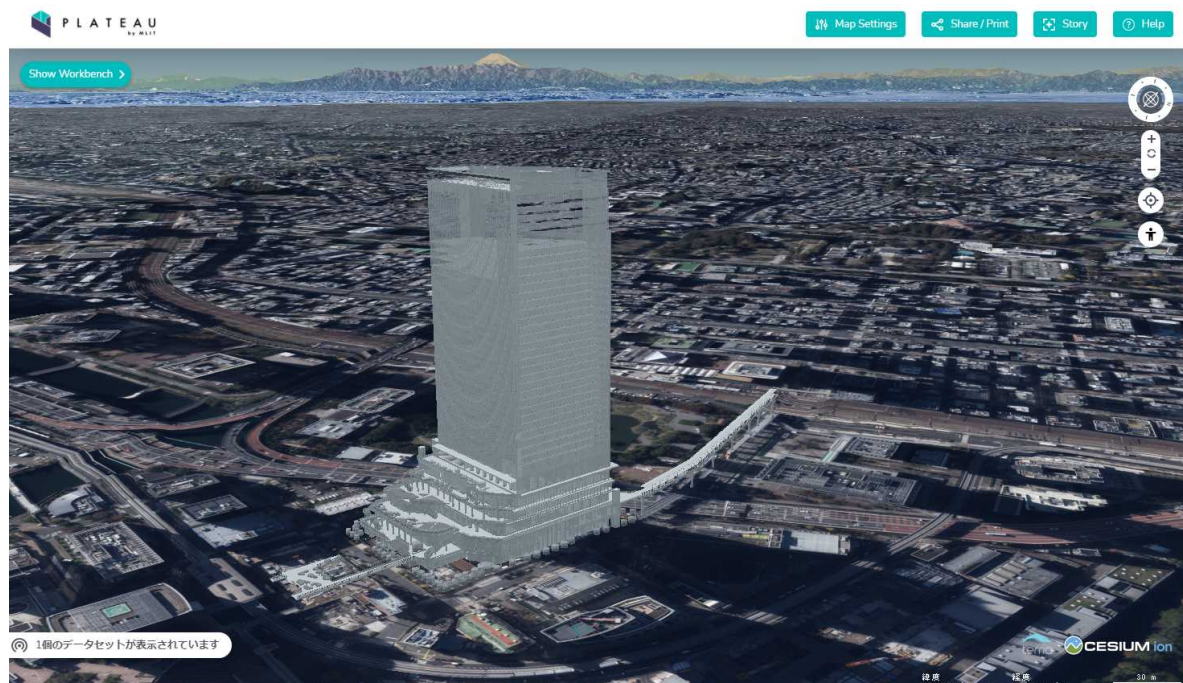
本プロジェクトでは、全フローにおいて一貫して同一企業が介在していたため、建築情報の利用の判断や関係者間の同意、承諾が得られやすいケースです。

分類	確認事項	主な確認先
知的財産	・提供された IFC データに社内独自のテンプレートやデータ等は含まれていなかったため、確認等は不要。 ・提供されたデータの LOD が低かったため、不要とは考えられたが念のため確認を行った。	グローバル BIM 鹿島建設
公開範囲	・防犯上の観点から、内部のインテリア等は除外した。	アルペログランデ
利用権限	・モデル活用者、事業者、モデル製作者の中に、一貫して同一企業が介在していたため、関係調整はスムーズに行われた。	鹿島建設

PLATEAU VIEW 上での統合表示例

3D 都市モデルへの統合実証として、PLATEAU VIEW (CityGML - 3D Tiles)への統合を行い、ある程度のパフォーマンスにおいて統合表示できたことを確認できました。

BIM データから CityGML への変換に関しては、ユースケースに基づく詳細度、属性情報や、BIM モデルの GIS 座標系設定方法などについての知見の集積を進めることで、BIM データの活用促進が期待できます。



図： PLATEAU VIEW 上の東京ポートシティ竹芝 BIM データ

巻末資料

作成過程におけるヒアリング・意見交換

- ・ 国土交通省 住宅局 建築指導課
- ・ 一般社団法人 buildingSMART Japan
- ・ 志手 一哉 (芝浦工業大学建築学部建築学科教授)
- ・ アジア航測株式会社
- ・ 日立製作所
- ・ 森ビル株式会社
- ・ 鹿島建設株式会社
- ・ 大成建設株式会社
- ・ 東急不動産株式会社
- ・ 株式会社 竹中工務店
- ・ 清水建設株式会社