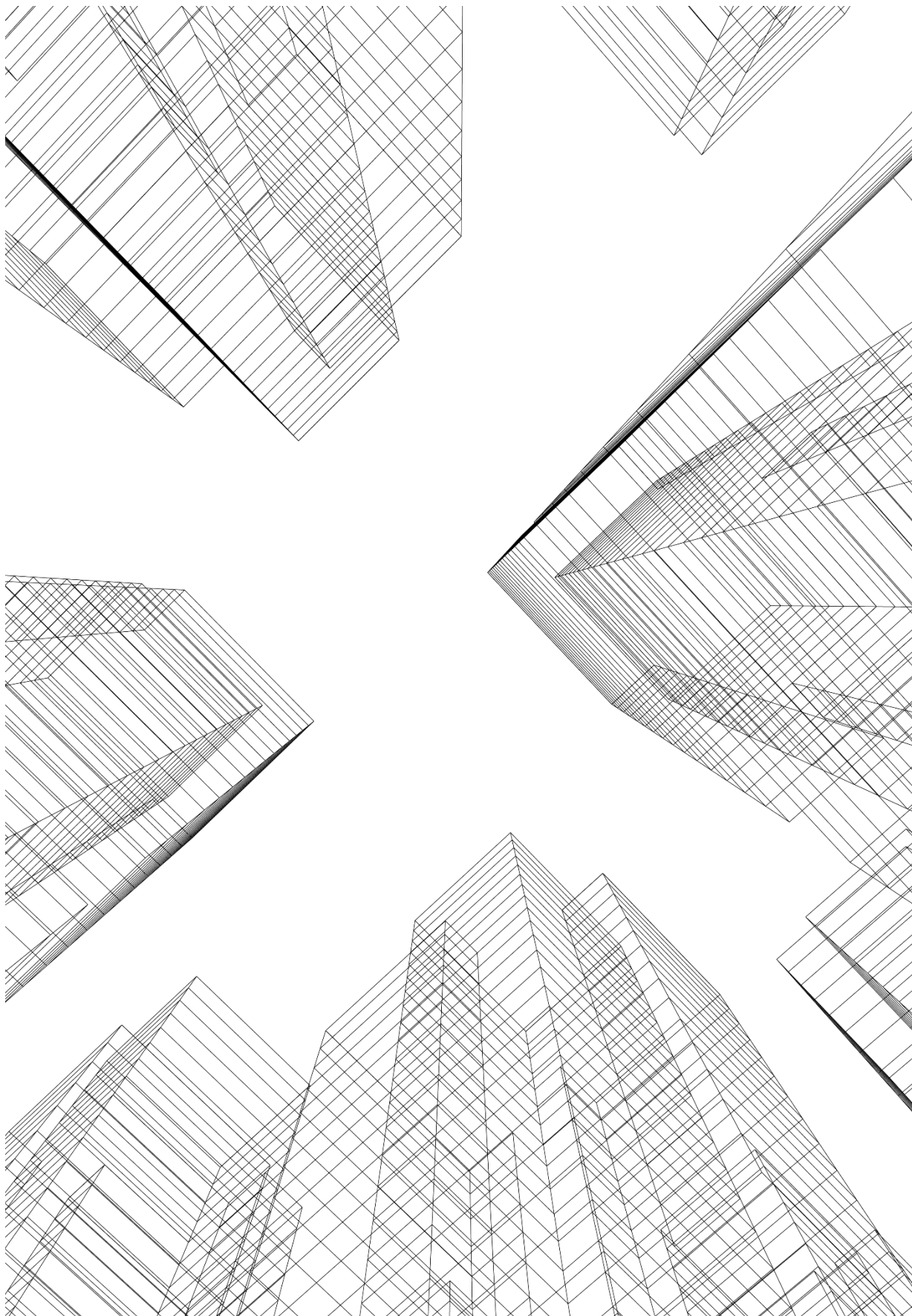




3D都市モデルと連携するBIMモデルに関する 調査レポート

Technical Report on Methods for Linking BIM Models with 3D City Models

series
No. **116**

目次

目次	2
第 1 編 調査の概要	5
第 1 章 構成	5
第 2 章 課題と現状	5
① BIM モデルと連携可能な 3D 都市モデル仕様	5
② 位置情報の入力プロセス	7
第 3 章 課題解決のアプローチ	8
① BIM モデルと連携可能な 3D 都市モデル仕様に対する解決アプローチ	8
② 位置情報の入力プロセスに対する解決アプローチ	9
第 2 編 ① BIM モデルと連携可能な 3D 都市モデル仕様	10
第 1 章 調査目的	10
第 2 章 調査内容	10
第 3 章 調査方法	11
(1) IFC 及び CityGML の仕様に関する現状の実態調査	11
(2) IFC と CityGML の仕様に関する現状の実態調査に基づく課題整理	12
(3) IFC 及び CityGML の仕様に関する将来の可能性調査	13
第 4 章 調査結果	14
調査結果の傾向	14
詳細の調査結果	14
第 5 章 調査結果に基づく将来的な仕様案	30
(1) データモデルとバージョン	30
(2) 対象クラス	30
(3) 位置情報	31
(4) 属性情報	32
(5) 幾何情報	32
(6) 部屋情報	32
(7) 品質基準	33
第 3 編 ② 位置情報の入力プロセス	34
第 1 章 調査目的	34
第 2 章 調査内容	34
第 3 章 調査方法	35
(1) 国内の建築設計及び施工プロセス等における位置情報入力に関する実態調査	35
(2) BIM モデルから 3D 都市モデルへのプロセスにおける位置情報入力に関する実態調査	36
第 4 章 調査結果	37
調査結果の傾向	37
詳細の調査結果	37

第 5 章 調査結果に基づく将来的な連携プロセス案	40
案 1) BIM モデル内に位置情報を入力	40
案 2) IFC モデルを CityGML モデルに変換する際に位置情報を設定	41
第 4 編 FME を利用した IFC から CityGML へのデータ変換仕様概要	43
第 1 章 はじめに	43
第 2 章 コンバーター概要	43
第 3 章 共通事項	44
3-1. 必要なリソース	44
3-2. 前提条件	44
3-3. ワークスペースの処理の流れ	44
3-4. パラメーター設定	46
3-5. 座標系の変換	46
第 4 章 属性の変換及びマッピング	47
第 5 編 3D 都市モデルと BIM モデルの連携事例及び技術集（2022 年度 デジタル庁）	50
1. はじめに	50
2. 3D 都市モデルと BIM モデルの連携の動向	51
ケース 1：Rhinoceros を用いた部屋情報・屋内空間情報の可視化	54
ケース 2：Rhinoceros を用いた屋内光環境シミュレーション	59
ケース 3：FlowDesigner を用いた屋内温熱環境評価・屋内空気環境評価	64
ケース 4：MassMotion を用いた人流シミュレーション	69
ケース 5：ArcGIS を用いた見通し解析	74
ケース 6：Unreal Engine を用いた人流シミュレーション	88
第 6 編 海外事例 BIM モデルと 3D 都市モデルのデータ連携先行事例（2021 年度）	92
1 はじめに	92
1.1 海外における国・都市レベルの取組	92
1.2 IFC と CityGML の動向	93
1.3 BIM の整備・活用状況	93
2. 3D 都市モデルにおける BIM モデルの利用状況	96
海外事例 1：シンガポール	97
海外事例 2：イギリス	102
海外事例 3：韓国	106
海外事例 4：フィンランド	109
海外事例 5：オランダ	113
海外事例 6：アメリカ	116
海外事例 7：ドイツ	120
海外事例 8：中国/香港	123
第 7 編 国内事例 BIM 等の建物モデルと 3D 都市モデルに統合した先行事例（2020 年度）	126
国内事例 1：羽田イノベーションシティ	126

国内事例 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>	131
国内事例 3：東京ポートシティ竹芝	137

第 1 編 調査の概要

第 1 章 構成

2020 年度に運用が開始された Project PLATEAU（以下、PLATEAU という）以降、多くの地方公共団体で 3D 都市モデルが整備・活用されている。また、BIM モデルとの連携に関しても、複数のユースケースが開発されている。更に、建築 BIM には、BIM による建築確認手続のロードマップが示されており、国レベルでの標準的な BIM 活用が促進されると期待されている。

本書では以下の 2 つのテーマについて、本編第 2 章で課題と現状をまとめ、第 3 章でその課題解決に向けたアプローチを示し、第 2 編、第 3 編で課題と対応の詳細を紹介する。

① BIM モデルと連携可能な 3D 都市モデル仕様

② 位置情報の入力仕様とプロセス

また、第 4 編では、PLATEAU で利用されている IFCtoCityGML コンバーター（以下、コンバーターという）の仕様を整理し、解説を加えて取りまとめる。現在、BIM モデルを PLATEAU 標準の 3D 都市モデル化する方法は、PLATEAU で公開されている FME を利用したコンバーターを利用する必要がある。データ変換は IFC と CityGML のデータ構造の違いなどを要因として、非常に複雑なものとなっているため、コンバーターの設計も複雑になり、一般にはその内容の理解が難しくなっているためである。

第 2 章 課題と現状

3D 都市モデルの活用には、BIM モデルとの連携が不可欠である。しかし、現状では、両モデルの仕様や位置情報、データ変換仕様に課題がある。

① BIM モデルと連携可能な 3D 都市モデル仕様

BIM モデルの国際標準ファイル形式である IFC と、3D 都市モデルの国際標準ファイル形式である CityGML は、それぞれ異なる目的で開発されている。そのため、両ファイル形式を連携する際には、単純に情報を置き換えればよいというわけではない。

特に、3D 都市モデルで重要視される位置情報、属性情報、幾何情報、品質基準は、BIM モデルと異なる点が多く、BIM モデルと 3D 都市モデルの連携方法が課題となっている。

2024 年度時点における PLATEAU 標準の 3D 都市モデルの建築物モデル仕様（CityGML2.0 LOD4）と、その 3D 都市モデルと連携する現行 BIM モデルの仕様（IFC2x3 CV2.0）との大まかな差異及び課題認識を以下の表 1-2-1 に示す。

表 1-2-1 現行の BIM モデルと 3D 都市モデルの仕様及びその課題認識

項目	3D 都市モデルの建築物モデル (CityGML2.0 LOD4) の仕様	現行 BIM モデル (IFC2x3 CV2.0) の仕様	課題認識
データ構造	都市スケールでの 3D 表現に特化。 建物の内部と外部の区別がある 〈主要なクラス〉 Building (建物全体) CityObjectGroup (建物の階層) Room (部屋や空間) InteriorWallSurface、 WallSurface、Window、Door (建築要素)	建築物の 3D 表現に特化。建築設計や 施工、維持管理に必要な詳細情報を含 むが、建物の内部と外部の区別はな い 〈主要なクラス〉 IfcProject (プロジェクト情報) IfcBuilding (建物) IfcBuildingStorey (階) IfcSpace (部屋 (物理的な空間)) IfcWall、IfcWindow、IfcDoor (建築 要素)	屋内、屋外の識別の違い による変換時の情報損失 や誤認 詳細度の違いによる変換 時の情報損失
位置 情報	空間参照系 (EPSG:6697) を使用 し、地理的な位置関係を示す	ローカル座標系を使用し、建物内や プロジェクト内の相対位置を表現。 地理的な位置は、モデル内の特定の 基準点に座標参照系 (平面直角座標 系) 及び座標変換パラメータ (Easting、Northing、真北方向等) を設定するが、設定は任意	座標系の不一致がある場 合、正確な位置合わせが 困難 BIM モデル側に地理的な 位置情報が含まれていな い場合、データ連携に頼 った位置合わせができな い
属性 情報	都市レベルの分析に必要な属性	設計、施工、維持管理に関連する属 性情報 (識別情報、材質、分類、製 品番号、数量等)	情報量の差 属性マッピングの基準が ない
幾何 情報	GML 3.1.1 に従う	サーフェス、ソリッド等、複数の幾 何形状表現形式をサポート	CGS (ソリッド) と B- reps (サーフェスの集合 体) の違いなど、変換に よって作成された幾何の 品質基準を担保できない
部屋 情報	床・壁・天井等の部屋を構成する” 境界面”の集合を部屋 (ソリッド) として定義する	床・壁・天井等で囲まれた”領域”を部 屋として概念的に定義する	概念モデルと物理モデル の違いによる、変換時の 情報損失 (それぞれのモ デルにひもづく扉等)
品質 基準	完全性、論理一貫性、位置正確度、 主題正確度を保証するための厳格な 基準を持ち、データ整合性チェック やジオメトリ検証プロセスが含まれ る	設計図、施工図等の作成に準ずる品 質。データの整合性、完全性、正確 性を保証するためのガイドラインが 存在する	品質基準を確保するた めの厳格さやプロセスが異 なるため、3D 都市モデ ルで必要とされる程度の モデルの準備を BIM モデ ル側で担保できない

② 位置情報の入力プロセス

3D 都市モデル整備のためには、対象地物のデータに位置情報を付与する必要がある。一方、現状の BIM モデル作成においては、設計や施工のプロセスで BIM モデルのメタデータに位置情報を入力する必要がないため、ほとんど全ての BIM モデルには位置情報が付与されていない。

また、設計や施工のために作成される BIM モデルと、PLATEAU 標準のように測量成果から生成される 3D 都市モデルでは、精度が異なる。そのため、仮に建築物に座標などの位置情報が付与されていても、そのまま PLATEAU 標準の 3D 都市モデルとして利用できるわけではない。このような背景から、いつ、誰が、どこに、どの程度の精度で位置情報を付与するかについて課題となっている。

第 3 章 課題解決のアプローチ

第 2 章で提示した 2 つの課題（①、②）に対する、解決のためのアプローチを以下に挙げる。

① BIM モデルと連携可能な 3D 都市モデル仕様に対する解決アプローチ

IFC と CityGML の現状及び将来的に実装される可能性のある仕様を確認して、標準化に向けた要件を整理する。また、国内で進められている BIM による建築確認に向けた取組を踏まえ、将来的に国内の BIM モデルと連携可能な 3D 都市モデルの仕様案を取りまとめる。

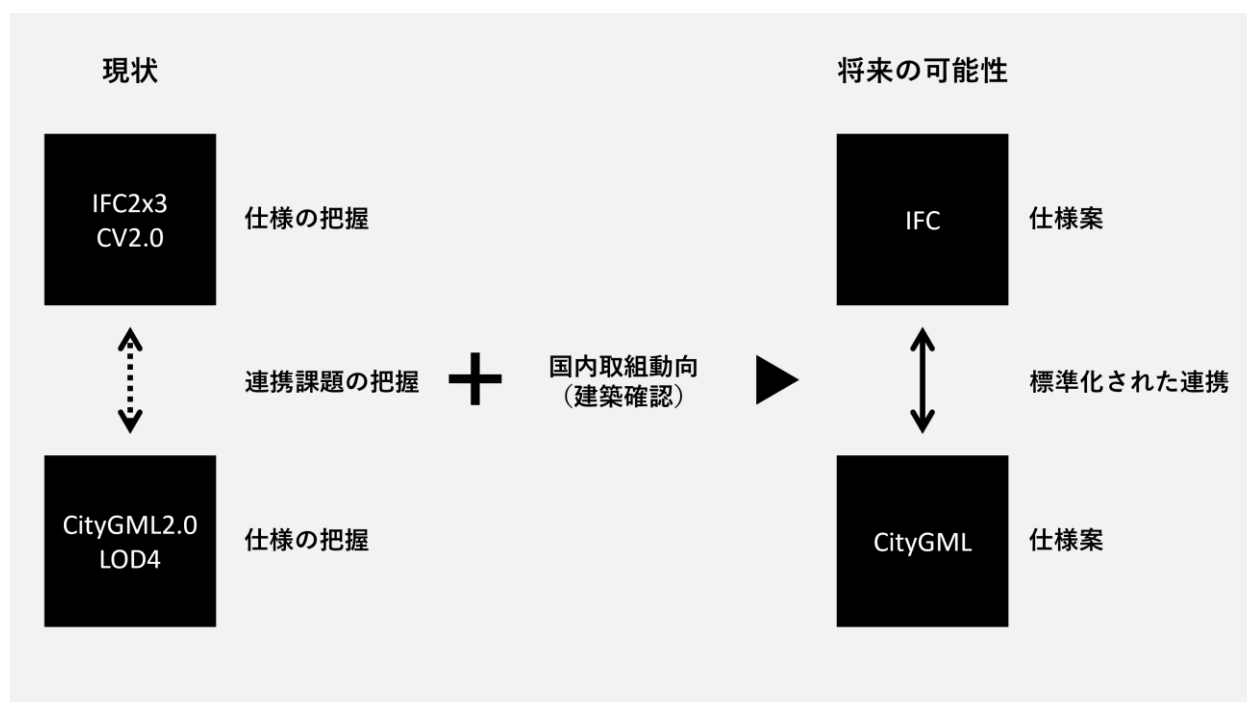


図 1-3-1 IFC と CityGML の現状と将来の可能性

② 位置情報の入力プロセスに対する解決アプローチ

建築設計及び施工における BIM モデルへの位置情報の入力について、プロセスの実態を確認する。その上で、3D 都市モデル化するための位置情報の入力プロセスを確認し、それらの内容を整理する。その際には、海外の先進事例及び国内で進められている BIM による建築確認の取組を参考に、今後の BIM モデルの 3D 都市モデル化における位置情報入力プロセス案を取りまとめる。

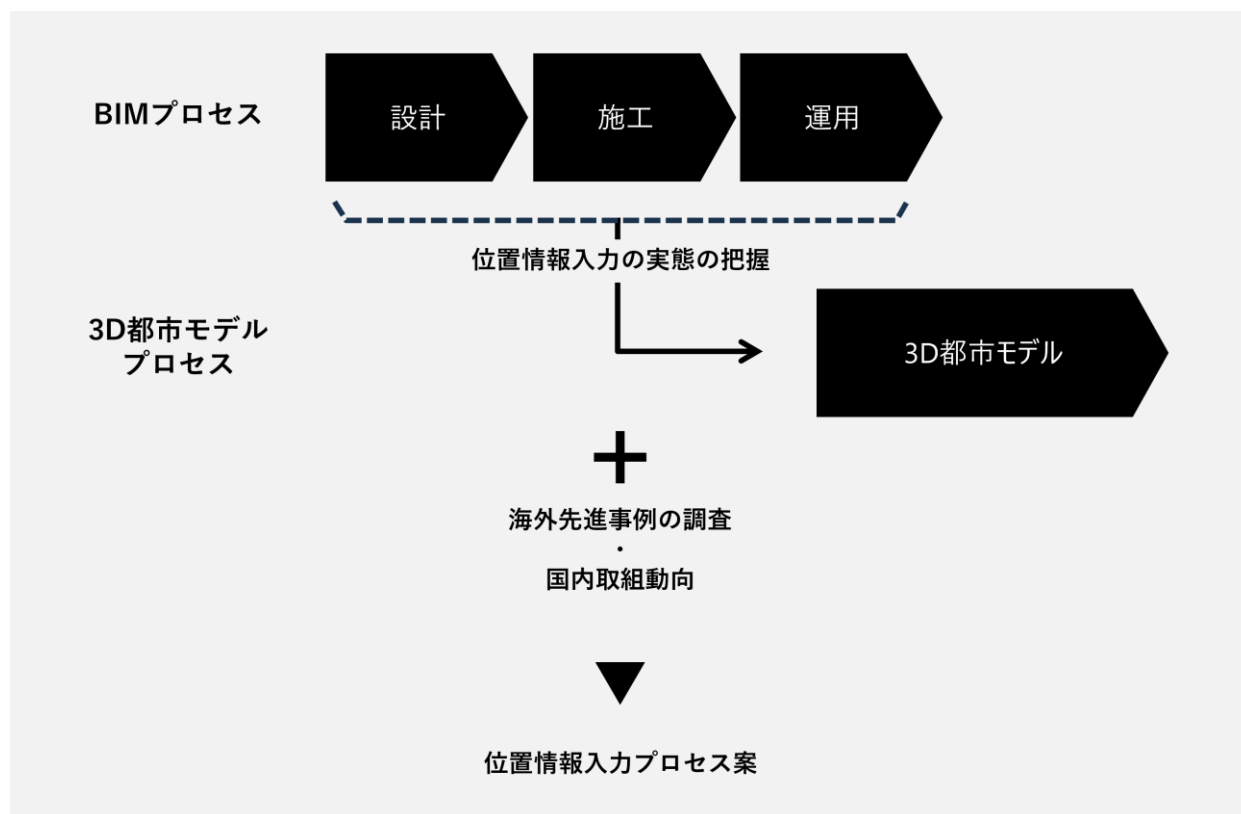


図 1-3-2 位置情報の入力プロセス案

第 2 編 ① BIM モデルと連携可能な 3D 都市モデル仕様

構成

第 1 章 調査目的

第 2 章 調査内容

第 3 章 調査方法

第 4 章 調査結果

第 5 章 調査結果に基づく将来的な仕様案

第 1 章 調査目的

データ整備の観点から、IFC と CityGML それぞれの現在及び今後実装される可能性のある仕様を確認する。また、データ整備及びユースケース開発の観点から、将来の建築確認のための BIM モデルと連携可能な 3D 都市モデルの仕様案を作成する。

第 2 章 調査内容

IFC の現在及び今後実装される可能性のある仕様、CityGML の現在及び今後実装される可能性のある仕様を確認するために、3 つの項目に関して調査を行った。

- (1) IFC 及び CityGML の仕様に関する実態調査
- (2) (1) に基づく課題整理
- (3) IFC 及び CityGML の仕様に関する将来の可能性調査

表 2-2-1 IFC と CityGML の調査内容

調査項目		調査内容
(1)	IFC 及び CityGML の仕様に関する実態調査	1) 2024 年度時点での、PLATEAU の BIM マニュアル別冊「IDM・MVD」 ¹ で示される IFC 仕様と、標準製品仕様書 ² で示される CityGML2.0 建築物モデル LOD4 仕様との比較調査 2) 各仕様整備主体事業者を対象にヒアリングを実施し、その実態を調査
(2)	(1) に基づく課題整理	1) (1) の調査に基づき、BIM モデルとの連携における課題整理を行う 2) 各仕様整備主体事業者を対象にヒアリングを実施し、その実態を調査
(3)	IFC 及び CityGML の仕様に関する将来の可能性調査	1) 現在及び将来実装可能性のある IFC 及び CityGML の仕様調査 2) (2) の課題解決に充足する部分と、不足する部分の抽出

¹ (別冊) 3D 都市モデルとの連携のための情報伝達マニュアル (IDM)・モデルビュー定義 (MVD) 第 2.0 版

² 3D 都市モデル標準製品仕様書

第 3 章 調査方法

IFC と CityGML の仕様に関する三つの実態調査について、その調査方法の詳細を示す。

(1) IFC 及び CityGML の仕様に関する現状の実態調査

1) 2024 年度時点での、PLATEAU の BIM マニュアル別冊「IDM・MVD」で示される IFC 仕様と、標準製品仕様書で示される CityGML 建築物モデル LOD4 仕様との比較調査を行った。なお、比較調査の対象とする仕様項目は、BIM 連携におけるデータ整備及びユースケースの観点から、次のとおり選定した。

- 建築物モデル（LOD4）と連携するべきクラス・エンティティ
- 位置情報：座標参照系、座標記述場所
- 属性情報
- 幾何情報
- 部屋情報
- 品質基準

調査対象とした項目を選定するために想定したユースケースは、PLATEAU における以下の BIM 関連の過年度成果に基づくものとした。

表 2-3-1 調査対象として想定したユースケース

実施年度	ユースケース名	ソリューション
2024	防災エリアマネジメント DX v2.0	人流シミュレーション
2024 2023	地下街データを活用したナビゲーションシステム v1.0、v2.0	ナビゲーション
2024 2023 2022	3D 都市モデルと BIM を活用したモビリティ自律 運航システム v1.0、v2.0、v3.0	ドローンと無人搬送車両の運行管理
2023	ストーリーテリング型 GIS を用いたエリアマネジ メントの高度化	エリアマネジメント
2023	3D 都市モデル、BIM モデル、空間 ID を統合した 都市開発支援ツールの開発	プランニング、合意形成、シティプロモ ーション

(2) IFC と CityGML の仕様に関する現状の実態調査に基づく課題整理

1) (1) の実態調査に基づき、BIM モデルの IFC2x3 仕様と 3D 都市モデルの CityGML2.0 LOD4 仕様の連携における課題を整理した。なお、(1) の実態調査により選定した項目ごとに、以下の観点で実施している。

表 2-3-2 IFC 及び CityGML の仕様に関する調査項目と課題及び整理する内容

調査項目		課題整理の観点	整理する内容
1	建築物モデル (LOD4) に含むべきクラス・エンティティ	IFC 及び CityGML 仕様の差異 ユースケースを鑑みた必要な地物	両仕様の調査項目を対象に、その概念、構造、メタデータの比較を行い、その差異により課題を推定する
2	位置情報	IFC 及び CityGML 仕様の差異	(1) -1) 表 2-3-1 で示したユースケースにおいて、必要となった地物の調査を実施する。なお、調査は PLATEAU で公開されている情報を基に行い、必要となった地物については、その公開情報から調査者が推定するものとする
3	属性情報	IFC 及び CityGML 仕様の差異 ユースケースを鑑みた必要な属性	(1) -1) 表 2-3-1 で示したユースケースにおいて、必要となった属性の調査を実施する。なお、調査は PLATEAU で公開されている情報を基に行い、必要となった属性については、その公開情報から調査者が推定するものとする
4	幾何情報	IFC 及び CityGML 仕様の差異 ユースケースを鑑みた必要な幾何詳細度	(1) -1) 表 2-3-1 で示したユースケースにおいて、必要となった幾何詳細度の調査を実施する。なお、調査は PLATEAU で公開されている情報を基に行い、必要となった詳細度については、その公開情報から調査者が推定するものとする。また、今後の詳細度設計に有用性を持たせるため、定性的な詳細度とする
5	部屋情報	IFC 及び CityGML 仕様の差異 ユースケースを鑑みた必要な部屋情報	(1) -1) 表 2-3-1 で示したユースケースにおいて、必要となった部屋情報の調査を実施する。なお、調査は PLATEAU で公開されている情報を基に行い、必要となった部屋情報については、その公開情報から調査者が推定するものとする
6	品質基準	IFC 及び CityGML 仕様の差異 BIM モデルと連携する 3D 都市モデルに求められる品質基準	BIM モデルと 3D 都市モデルの作成目的及び作成実態を踏まえ、3D 都市モデル側で求めることが困難である品質基準を推定する

2) 1) により推定した課題について、各仕様整備主体事業者へのヒアリングを実施した。その実態から課題設定の正確さを向上させ、課題の背景にある技術的、制度的な制約や、課題解決の実現可能性を明らかにした。

(3) IFC 及び CityGML の仕様に関する将来の可能性調査

1) 現在及び将来的に実装可能性のある IFC 及び CityGML の仕様を調査し、(2) で整理した現状の課題に対する課題解決の可能性を抽出した。なお、現在 PLATEAU 標準で採用されている BIM モデル、3D 都市モデルの仕様はそれぞれ IFC2x3 CV2.0、CityGML2.0 である。ここでは、2024 年末時点で公開されている同ファイル形式の最新バージョンまでを調査対象とし、それらの仕様について今後の実装可能性を調査した。ここで対象とするバージョンは次のとおりである。

表 2-3-3 IFC 及び CityGML のバージョンごとの実用状況

ファイル形式	バージョン	実用状況	特徴
IFC	2x3	実用状態	建築 BIM 分野では主に BIM 調整目的（Coordination View）で国内外において活用中
	4	準実用状態	建築 BIM 分野での最新版の IFC バージョン 国内 BIM ソフトウェアへの普及は今後の予定
	4.3	今後普及	2024 年に ISO 16739-1:2024 として公開 道路・橋りょう・鉄道等の土木・インフラ分野が追加
CityGML	2.0	実用状態	PLATEAU における標準ファイル形式 モデル詳細度：LOD0 から LOD4 までの 5 段階
	3.0	準実用状態	基礎となる情報モデル自体を標準化。これにより、GML/XML に加えて JSON やデータベーススキーマでもエンコードが可能 CityGML2.0 から新たに Dynamizer、Versioning、PointCloud、Construction などのモジュールが追加 モデル詳細度：LOD4 が削除され、LOD0～LOD3 の詳細度で内部と外部の特徴を表現することが可能

2) 現在及び将来実装の可能性のある IFC 及び CityGML の仕様に関するヒアリング調査を行った。前述しているとおり、2024 年度時点での両仕様の策定に関わり、また今後の仕様検討における知見を有すると想定する以下の事業者等に対するヒアリングを実施した。また、ヒアリング内容についても示す。

ヒアリング対象の団体

- Open Geospatial Consortium
- buildingSMART Japan

ヒアリング項目

- 各バージョンにおける特徴
- BIM モデルと 3D 都市モデルの連携可能性
- BIM モデルと 3D 都市モデルの連携課題

第 4 章 調査結果

IFC と CityGML の仕様に関する三つの実態調査について、その調査結果の傾向と詳細を示す。

調査結果の傾向

本編第 3 章で示した、(1) IFC 及び CityGML の仕様に関する現状の実態調査、(2) IFC 及び CityGML の仕様に関する現状の実態調査に基づく課題整理、(3) IFC 及び CityGML の仕様に関する将来の可能性調査を行った結果、次の傾向があることが判明した。

- IFC2x3 と CityGML2.0 LOD4 の構造的な差異が大きく、シームレスな連携が困難
- ユースケースにおいて必要な情報量は、幾何情報、属性情報共に限定的である
- 連携においては、調査段階においては IFC4 シリーズ (IFC4.0, IFC4.3 など) と CityGML3.0 において優位性が高い

詳細の調査結果

(1) IFC 及び CityGML の仕様に関する現状の実態と課題

IFC については、現在 IFC2x3 が実用状態にある。今後の普及が期待される IFC4 及び IFC4.3 については、特に複雑なインフラプロジェクトのサポートや、CityGML のような地理空間標準との相互運用性の強化が行われており、IFC 標準の能力を大幅に向上させている。中でも、IFC4.3 での CityGML との連携強化は、都市計画、土木工学、GIS に従事する専門家にとって重要な発展であると捉えられており、構築環境のモデリングと管理に対するより統合されたアプローチを可能にすると考えられている。

〔IFC における調査結果サマリー〕

- IFC2x3 は、基本的な BIM データ交換を目的としており、主に建築分野で利用されている
- IFC4 は、より多くのエンティティとプロパティセットが追加されており、データの詳細度とパフォーマンスが向上している
- IFC4.3 は、特にインフラストラクチャ領域（道路や鉄道）に焦点を当て、より詳細なデータ交換を可能にしている
- CityGML との連携は、IFC4.3 が最も進んでおり、API の利用なども可能

CityGML については、現在 CityGML2.0 が実用状態にある。今後の普及が期待される CityGML 3.0 は、3D 都市モデルの表現力と柔軟性を大幅に向上させる可能性がある。特に、時系列データのサポートや BIM との連携強化により、スマートシティやデジタルツインといった先進的な都市アプリケーションへの適用が期待されている。

調査結果として、表 2-4-1 に IFC のバージョン別の特徴、表 2-4-2 に IFC のバージョン別の CityGML との連携の特徴や可能性、表 2-4-3 に CityGML のバージョン別 (CityGML2.0 と CityGML3.0) の特徴をまとめる。

表 2-4-1 IFC のバージョン別の特徴

	IFC2x3	IFC4	IFC4.3
国際的な実施状況	さまざまな国において、その地域特有の適合性をもって実施されている。例えば、シンガポールの建築建設庁は、建設プロジェクトと現地の規制枠組みとの整合性を高めるため、IFC ファイル形式を利用している。英国は、公共プロジェクトにおける BIM（IFC2x3 を含む）の使用を義務付けており、相互運用性の標準を重視している。ほかの国々も建築、土木、建設部門での標準ファイル形式として、IFC2x3 を採用している ³	米国、ノルウェー、フィンランド、シンガポールなどさまざまな国で導入されており、これらの国では IFC4 の要求事項に準拠した規格が策定されている。英国、ドイツ、北欧諸国でも IFC4 の採用が進んでいる。これらの国の規制は、IFC 規格を監督する BuildingSMART のような組織が定めた国際ガイドラインに沿った国内法や規格の遵守を求めることが多い ⁴	英国、ドイツ、北欧諸国（デンマーク、ノルウェー、フィンランド）などの国々で、特に土木分野への採用が計画されている。これらの国々は、インフラプロジェクトに関連する BIM の導入と標準化を推進する上で極めて重要な役割を担っており、インフラ管理はより組織的で、アクセスしやすいデジタルデータ規格となっている ⁵
主な特徴	さまざまな建築要素の幾何学的定義の改善、複数の建築システムへの対応、異なるソフトウェアソリューション間の相互運用性の強化、建築プロジェクトにおける効果的な学際的コラボレーションを可能にする調整ビューの導入など、いくつかの重要な機能が導入されている。また、プロジェクト管理のワークフローを改善するための 4D 及び 5D モデリングの交換も可能で、建築情報モデリングのさまざまな側面を強力にサポートしている ⁶	複雑な形状や建築要素の高度な表現をサポートする、強化された幾何学定義が含まれる。特にインフラプロジェクトにおけるマルチドメインアプリケーションのサポートが改善され、BIM で使用される異なるソフトウェア間の相互運用性が向上している。IFC4 は、業界全体でより広く受け入れられることを保証する ISO 16739 国際規格にも準拠している ⁶	インフラストラクチャエンティティの拡張機能の追加、鉄道、道路、橋りょうなどのサブスキーマの追加を含め、大幅なアップデートが導入されている。インフラ資産の管理とデジタル表現の強化を目的としており、線形構造物の表現、地理情報・地盤情報の表現等のデータ構造定義が追加されている ⁷
発行年	2006 年	2013 年	2024 年
スキーマ構造	基本的な建築要素と関係をカバーするモノリシックスキーマ（ひとつのスキーマで構成）	拡張性を高めたモジュール式スキーマで、概念テンプレートを導入してスキーマ定義を改善	インフラストラクチャ用の広範なドメイン拡張を含む、更なるモジュール化
幾何表現	複雑な形状のサポートは限定的。基本的な幾何学的表現にとどまり、高度なパラメトリック定義は欠如	パラメトリックジオメトリ、高度なスイープ、ブーリアン演算など、強化された幾何学的機能を搭載	パラメトリックジオメトリ、線形参照、より正確な地理空間位置のサポートを改善
空間構造	基本的な空間階層：Site、Building、Building Storey、	IfcSpatialZone のような強化された空間コンセプトや、Site や	IFC4 に加え、土木分野の線形構造物表現が可能

³ [https://www1.bca.gov.sg/docs/default-source/docs-corp-regulatory/building-control/corenet-x/step-1\)-ifc-sg-101-\(sandbox\).pdf?sfvrsn=a0b5e88f_2](https://www1.bca.gov.sg/docs/default-source/docs-corp-regulatory/building-control/corenet-x/step-1)-ifc-sg-101-(sandbox).pdf?sfvrsn=a0b5e88f_2)

⁴ <https://www.norad.no/contentassets/994040ea5d9f415a8e690b300eee1b7b/1.20-evaluation-brief---ifcs-performance-standards>

⁵ <https://simplebim.com/simplebim-and-ifc4-3/>

⁶ <https://technical.buildingSMART.org/standards/ifc/ifc-schema-specifications/ifc-release-notes/>

⁷ <https://simplebim.com/simplebim-and-ifc4-3/>

	Space	Facility の定義を改善	
相互運用性	多くの国で採用されているが、実装の不一致により相互運用性に問題がある。一部のデータ交換をサポートしていない	より明確な定義と強化されたスキーマによる相互運用性の改善。Model View Definitions (MVD) と同等の Reference View が定義された	特に GIS 標準との相互運用性を強化 ⁸ 。インフラドメイン向けの GIS ソリューションとの連携を目標に、OGC との協調活動も活性化
ソフトウェアサポート	ほとんどの BIM ソフトウェアで広くサポート。BuildingSMART により認証されている	サポートが増加。主要な BIM ソフトウェアベンダーが認証取得中。一部のツールは部分的なサポートで、データ連携仕様準拠のための開発が進行中	サポートは限定的だが増加中。ソフトウェアベンダーが早期採用プログラムに参加。データ連携仕様準拠の検証が進行中
ジオリファレンスと座標系	機能が限定的で、ジオリファレンスにはカスタムプロパティが必要。正確な地理空間位置には不適合で、GIS データとの統合に課題がある	IfcMapConversion と IfcProjectedCRS によるジオリファレンスの改善。ローカルからグローバル座標系への変換をサポートするなど、GIS との統合を改善	線形参照システムのサポートを含む高度なジオリファレンス。GIS 標準と整合しており、正確な位置決めと地理空間データソースとの統合を促進
対応するドメイン	建築、建設、設備、維持管理	建築、建設、設備、維持管理	建築、建設、設備、インフラストラクチャ（特に道路、鉄道）
プロパティセット	制限はあるが拡張可能	拡張可能	より詳細な拡張が可能
データ構造	階層的、オブジェクト指向	階層的、オブジェクト指向、関係性の強化	階層的、オブジェクト指向、関係性の強化
データ交換形式	STEP ファイル形式 (.ifc)、XML、JSON	STEP ファイル形式 (.ifc)、XML、JSON	STEP ファイル形式 (.ifc)、XML、JSON
標準化のレベル	ISO/PAS 16739:2005	ISO 16739-1:2018	ISO 16739-1:2024

⁸ https://bim-design.com/infra/assets/file/seminar_ifc_4.3.pdf?ver1.0.0

表 2-4-2 IFC のバージョン別の CityGML 連携の特徴及び可能性

	IFC2x3	IFC4	IFC4.3
連携の特徴	連携は最小限。カスタムマッピングが必要で、セマンティクスと構造の大きな違いにより統合が困難。データ交換が非効率的でエラーが発生しやすい	強化されたジオリファレンスとセマンティック定義により、より良いアライメントの可能性がある。依然としてカスタムマッピングが必要だが、互換性は向上	CityGML との相互運用性が強化。スキーマとセマンティクスの調整によりシームレスなデータ交換が促進。BIM と GIS データを組合せた統合都市モデルをサポート
連携の目的	基本的な建築データの連携	詳細な建築及び一部インフラのデータ連携	詳細な建築、道路、鉄道などのインフラデータの連携
連携の方法	主に手動変換	半自動変換ツールの利用	自動変換ツールの利用 API の利用

表 2-4-3 CityGML のバージョン別 (CityGML2.0 と CityGML3.0) の特徴

	CityGML2.0	CityGML3.0
リリース	2012 年	2021 年
スキーマ構造	GML 3.1.1 に基づく XML スキーマ。主に静的な都市オブジェクトのモデリングを対象	GML 3.2.1 に基づく XML スキーマ。ダイナミックな都市オブジェクトや時系列データのサポートを強化
対応ドメイン	建築物、地形、植生、交通などの都市要素	ドメインを拡張し、インドアモデリング、シミュレーション、時系列データなどをサポート
詳細度 (LOD)	LOD0 から LOD4 までの 5 つのレベルを定義。建物の詳細度を段階的に表現可能	詳細度の概念を柔軟に再定義。複数の詳細度を同時に表現可能なマルチスケールモデリングをサポート。LOD4 を廃止
拡張性 (ADE)	豊富な ADE が存在。エネルギー、ノイズ、セマンティック拡張など、多様な分野に対応	ADE のメカニズムを標準化し、拡張性と互換性を向上
幾何学的表現	三角形メッシュや多角形によるサーフェス表現、テクスチャマッピングが可能	幾何表現を強化し、非多様体、曲面、ボクセルなどの複雑な形状をサポート
セマンティックモデル	都市オブジェクトの階層的なセマンティック構造を提供。属性情報の付加が可能	セマンティクスを拡張し、時系列データ、動的オブジェクト、プロパティセットの柔軟な定義をサポート
時系列データのサポート	サポートは限定的。バージョン管理や履歴情報の表現が困難	時間に依存するデータの包括的なサポート。都市オブジェクトの状態変化やシミュレーションデータの表現が可能
インドアモデリング	基本的なサポート。詳細な室内情報の表現は困難	インドア GML との統合により、詳細な室内モデリングをサポート
相互運用性	GIS 分野で広く採用。ほかの 3D 都市モデルとのデータ交換は可能だが、BIM との連携には課題がある	相互運用性を強化し、BIM (IFC) やほかの地理空間標準とのシームレスなデータ統合を目指す
ソフトウェアサポート	多くの GIS ソフトウェアでサポート。3D 都市モデリングの主要なファイル形式として認識	サポートが増加中。主要なソフトウェアベンダーが CityGML3.0 への対応を進めている
地理空間データモデリング	静的な 3D 都市モデルの構築に適している。都市計画、視覚化、環境分析などで活用	地理空間データモデリングを強化。複雑な都市現象やスマートシティアプリケーションへの対応を目指す

〔解説〕

CityGML 連携観点での IFC2x3 から IFC4、IFC4.3 の改善ポイントと、連携に関する技術的動向を以下に挙げる。

- セマンティックな整合性：IFC4 及び IFC4.3 では、エンティティ定義とプロパティセットが洗練されている。これにより、CityGML のセマンティック構造とより密接な連携が可能となる。また、このセマンティックな調和により、IFC と CityGML の両ファイル形式間のデータ変換の複雑さも軽減されることが考えられる。
- インフラストラクチャモデリング：IFC4.3 の包括的なインフラストラクチャサポートは、都市インフラのモデリングが可能な CityGML の機能と一致し、より統合された都市及び地域計画モデルを可能にする。
- 標準化されたマッピング：BuildingSMART International (BSI) と Open Geospatial Consortium (OGC) の間の継続的な協力 (Integrated Digital Built Environment [IDBE] という名称の共同ワーキンググループを設立) により、IFC と CityGML 間の標準化されたマッピングと変換ツールの開発が進められており、相互運用性が促進されている。

(2) IFC2x3 と CityGML2.0 LOD4 仕様に関する現状の実態調査に基づく課題

IFC2x3 と CityGML2.0 LOD4 仕様の調査項目を対象に、その概念、構造、属性等の比較を行い、その差異により課題を推定する。

IFC と CityGML は、建築・都市情報の表現に使用される国際的な標準規格であるが、その目的と特徴に大きな違いがある。IFC は BIM に特化したもので、個々の建築物の詳細な設計・施工情報を表現することに焦点を当てている。一方、CityGML は地理空間情報を基盤とした 3 次元都市モデリングを目的としており、都市全体やその構成要素を表現することに適している。

データモデル構造においては、IFC は階層的なエンティティ構造を採用し、建築要素間の複雑な関係を詳細に表現する。これに対し、CityGML はモジュール化された構造を持ち、都市のさまざまな要素を柔軟に組合せることができる。詳細度と範囲の面では、IFC が専ら高詳細な建築要素の表現を行うのに対し、CityGML は LOD の概念を採用し、CityGML2.0 までは、0 から 4 までの 5 段階の詳細度レベルを定義している。

セマンティクスと属性に関しては、IFC2x3 は建築要素に特化した詳細なセマンティクスと豊富な属性情報を持っている。一方、CityGML2.0 は都市要素の一般的なセマンティクスと、都市レベルでの分析に適した属性を扱う。座標系とスケールの観点では、IFC2x3 がプロジェクト固有のローカル座標系を使用するのにに対し、CityGML2.0 は地理座標系を採用しており、都市全体のモデリングに適している。

表 2-4-4 IFC2x3 と CityGML2.0 LOD4 の差異

	IFC2x3	CityGML2.0 LOD4
概念	建築情報モデリング (BIM) の標準ファイル形式。建物の構造、設備、内部要素など詳細な情報を扱う	都市全体の 3D モデルを表現する標準ファイル形式。建物、地形、インフラ、植生など都市環境全般を対象とする
主な用途	建築・建設分野での BIM データ交換	3D 都市モデルの表現と交換
データ構造	階層的なエンティティ構造	モジュール化された構造
幾何表現	CSG、Sweep、BRep など複数の表現方法	主にポリゴンや TIN による境界表現 (BRep)
座標系	ローカル座標系が基本	地理座標系が基本
建物の外部表現	詳細な建築要素として表現	LOD0～LOD3 で段階的に詳細化
建物の内部表現	詳細な内部要素を含む	LOD4 で内部空間や設備を表現
セマンティクス	建築・建設に特化した豊富な意味付け	都市モデルに適した意味付け
属性情報	建築・設備の詳細な属性を定義可能	都市モデルに適した属性セットを定義
内部空間の表現	IfcSpace で表現	Room クラスで表現
壁の表現	IfcWall、IfcWallStandardCaseなどで表現	WallSurface、InteriorWallSurface で表現
開口部の表現	IfcOpeningElement、IfcWindow、IfcDoor で表現	Window、Door クラスで表現

これらの差異から、IFC2x3 と CityGML2.0 LOD4 の連携における主な課題は、以下のとおり設定できる。

表 2-4-5 IFC2x3 と CityGML2.0 LOD4 の連携における主な課題

設定課題項目	課題内容
セマンティックな整合性	IFC2x3 と CityGML2.0 のセマンティック構造の違いにより、データ変換時に意味の損失や誤解釈が発生する可能性がある。例えば、IFC の建築要素と CityGML の都市オブジェクトの対応付けが不完全な場合、情報の欠落や誤った分類が生じる
ジオリファレンスと座標系	IFC2x3 はローカル座標系を基本としているため、CityGML の地理座標系への変換時に位置ずれや精度低下が発生する可能性がある。特に大規模プロジェクトや複数の建物を含むモデルでは、正確な位置合わせが課題となる
詳細度 (LOD)	IFC2x3 の単一詳細度モデルを CityGML の LOD0～LOD4 に変換する際、情報の粒度調整が必要となる。特に LOD4 への変換時、内部構造の詳細さをどの程度保持するかが課題となる
ジオメトリ表現	IFC2x3 の CSG、Sweep、BRep 等の複雑な幾何表現を CityGML のポリゴンベースの表現に変換する際、形状の精度低下や計算負荷の増大が課題となる。特に曲面や複雑な形状の変換が困難である
拡張情報の互換性	IFC2x3 のプロパティセットと CityGML の ADE による拡張情報の相互変換が課題。拡張された属性やオブジェクトの意味を損なわずに変換する方法の確立が必要となる
ファイルサイズと性能	IFC2x3 の詳細な BIM データを CityGML に変換する際、都市スケールのモデルでは膨大なファイルサイズとなり、処理性能の低下が課題。適切なデータ圧縮や簡略化手法の開発が必要となる
ユースケースに応じた情報選択	建築設計用の IFC データから都市計画に必要な情報のみを抽出して CityGML に変換する際、どの情報を保持し、どの情報を省略するかの判断基準の確立が課題である
ソフトウェア対応の限界	IFC2x3 と CityGML2.0 の両方を完全にサポートし、高品質な変換を行えるソフトウェアが限られている。特に、セマンティクスや拡張情報を含む完全な相互変換が課題である
時系列データの取扱い	IFC2x3 では建物のライフサイクル管理が可能だが、CityGML2.0 では時系列データの扱いが限定的。都市の時間的变化を表現する際の情報の連携方法が課題である

標準化されたマッピングの不足	IFC2x3 と CityGML2.0 間の標準化されたマッピングや変換ルールが十分に確立されていない。これにより、異なるツールや組織間でのデータ交換の一貫性が損なわれる可能性がある
建物の内部表現	IFC2x3 は詳細な内部要素を含むのに対し、CityGML2.0 は LOD4 でのみ内部空間を表現する。この違いにより、建物内部の詳細情報を CityGML に適切に変換することが困難であり、特に複雑な内部構造を持つ建物のモデリングにおいて課題となる

ユースケースで必要とされる項目の調査

(1) -1) 表 2-3-1 で示したユースケースにおいて、3D 都市モデル側で必要とされる以下の項目について調査を実施した。調査は PLATEAU において公開されている情報を基に行い、必要とされる地物については、その公開情報から調査者が推定するものとする。

- ・ クラス
- ・ 属性
- ・ 幾何詳細度：必要となった詳細度については、その公開情報から調査者が推定するものとする。また、今後の詳細度設計に有用性を持たせるため、詳細度は定性的なものとする。
- ・ 部屋情報

調査結果を表 2-4-6 にまとめる。

表 2-4-6 ユースケースで必要とされる項目

実施年度	ユースケース名	必要なクラス	必要な属性 (部屋以外)	必要な幾何 詳細度	必要な部屋 情報
2024	防災エリアマネジメント DX v2.0 ⁹	建物、階、部屋、壁、 床、スロープ、階段	-	LOD3 程度	室名 用途
2024 2023	地下街データを活用したナビ ゲーションシステム v1.0 ¹⁰ , v2.0 ¹¹	建物、階、部屋、壁、 床、スロープ、階段	-	LOD2 程度	室名 用途
2024 2023 2022	3D 都市モデルと BIM を活用 したモビリティ自律運航シス テム v1.0 ¹² , 2.0 ¹³ , 3.0 ¹⁴	建物、階、部屋、壁、 窓、ドア、床、スロー プ、階段、家具	-	LOD4 程度	-
2023	ストーリーテリング型 GIS を 用いたエリアマネジメントの 高度化 ¹⁵	建物、階、部屋、壁、 窓、ドア、床、スロー プ、階段、家具	-	LOD4 程度	室名 用途
2023	3D 都市モデル、BIM モデル、	建物、階、部屋、壁、	-	LOD3 程度	室名

⁹ <https://www.mlit.go.jp/plateau/use-case/uc24-06/>

¹⁰ <https://www.mlit.go.jp/plateau/use-case/uc23-05/>

¹¹ <https://www.mlit.go.jp/plateau/use-case/uc24-13/>

¹² <https://www.mlit.go.jp/plateau/use-case/uc22-024/>

¹³ <https://www.mlit.go.jp/plateau/use-case/uc23-17-1/>

¹⁴ <https://www.mlit.go.jp/plateau/use-case/uc24-02/>

¹⁵ <https://www.mlit.go.jp/plateau/use-case/uc23-11/>

	空間 ID を統合した都市開発支援ツールの開発 ¹⁶	窓、ドア、床、スロープ、階段、家具			用途
--	---------------------------------------	-------------------	--	--	----

BIM モデルから連携した 3D 都市モデルに求められる品質基準

BIM モデルと 3D 都市モデルの作成目的及び作成実態を踏まえ、3D 都市モデル側で求めることが困難である品質基準を推定する。

PLATEAU 標準の 3D 都市モデルの品質は、3D 都市モデル標準製品仕様書 6.データ品質¹⁷に記載されている。このうち、6.1 標準製品仕様の品質要求において、以下の記載のとおり PLATEAU 標準の 3D 都市モデルにおいては原則として、その品質水準を満たすこととされている。

標準製品仕様では、3D 都市モデルに対する標準的な品質要求を示す。ユースケースに応じて、より高い品質を要求することができる。

なお、3D 都市モデルは、都市に関わるさまざまなデータを格納する基盤としての活用が期待されていることから、標準的な品質要求に示された適合品質水準を下げることは原則として認めない。

しかしながら、BIM モデルから変換した 3D 都市モデルには（2）にまとめるような差異があることなどから、全ての品質水準を満たすことができないことが調査によって判明した。以下は、3D 都市モデル標準製品仕様書 6.3 品質要求及び品質評価手順のうち、BIM モデルから変換した 3D 都市モデルにおいてその品質水準を満たすことが困難なものについて転記する。なお、品質水準を満たすことが困難な理由等は備考欄で解説する。

¹⁶ <https://www.mlit.go.jp/plateau/use-case/dt23-05/>

¹⁷ https://www.mlit.go.jp/plateaudocument/#toc6_01

完全性

完全性とは、データ集合内の過剰なデータの存在（過剰）とデータ集合内のデータの欠落（漏れ）がないことである。BIM モデルから変換した都市モデルの場合、表 2-4-7 で示す品質要求項目については、備考欄に記載の理由より品質要求を満たすことが困難である。

表 2-4-7 3D 都市モデル標準製品仕様のうち、品質水準を満たすことが困難なものとその理由（完全性に対して）

No.	C02：参照データに含まれるデータを分割・統合・追加・削除せずに使用する場合
品質要求	参照データとインスタンス数が等しい
品質要素	完全性・過剰/漏れ
品質適用範囲	データ集合内の全ての地物型のインスタンス
品質評価尺度	参照データと都市モデルに含まれる各地物のインスタンス数が等しい
適合品質水準	エラーの数が 0 個の場合に合格。エラーの数が 1 以上の場合に不合格
品質評価手法	全数・自動検査を実施する。 ・手順 1. 参照データに含まれるデータ数を、地物型ごとに数える。 ・手順 2. 都市モデルに含まれるインスタンス数を地物型ごとに数える。 ・手順 3. 手順 1.と手順 2.の結果より、地物型ごとに差を計算し、その絶対値の和をエラーの数とする。
備考	BIM モデルから都市モデルに変換する過程で、出力しないインスタンスや、変換の過程で加工したインスタンスにより、BIM モデルのインスタンス数と都市モデルのインスタンスは一致しない。そのため品質要求を満たすことが難しい
No.	C03：参照データに含まれるデータを分割・統合・追加・削除し使用する場合又は新規にデータを作成する場合
品質要求	参照データと比較して過剰・漏れが許容誤差の範囲内である
品質要素	完全性・過剰/漏れ
品質適用範囲	データ集合内の全ての地物型のインスタンス
品質評価尺度	参照データに存在しないのに地物インスタンスが存在する場合、あるいは参照データに存在するのに地物インスタンスが存在しない場合をエラーとする。1 個以上のエラーが存在するサブメッシュをエラーサブメッシュとする。式：誤率（％）＝（エラーサブメッシュの数/100）× 100
適合品質水準	全ての検査単位の誤率が 10%以下なら合格、10%を超える検査単位が 1 つ以上あれば不合格
品質評価手法	抜取・目視検査を実施する ・手順 1. 抜取検査手法に従い、検査単位を抽出する。 ・手順 2. 検査単位の各メッシュを 5×5 のサブメッシュに分割する。 ・手順 3. 検査単位の範囲について、対象となる全ての地物インスタンスを抽出する。 ・手順 4. 検査単位ごとに全サブメッシュについて、参照データと手順 3.を目視で比較して、どちらかに対応が取れない地物インスタンスがあった場合、そのサブメッシュをエラーとして、エラーの存在するサブメッシュ数を数える。 ・手順 5. 手順 4.の結果より、検査単位ごとに誤率を算出する。
備考	BIM モデルから都市モデルに変換する過程で、出力しないインスタンスや、変換の過程で加工したインスタンスにより、BIM モデルのインスタンス数と都市モデルのインスタンスは一致しない。そのため品質要求を満たすことが難しい

No.	C-bldg-03 (LOD4 における開口部の完全性)
品質要求	参照データとの一致
品質要素	完全性・過剰
品質適用範囲	bldg:Door、bldg:Window
品質評価尺度	建築物モデル (LOD4) に含まれる bldg:Window 及び bldg:Door と、参照データに含まれる開口部 (窓、ドア) のインスタンス数が等しい
適合品質水準	エラーの数が 0 個の場合に合格。エラーの数が 1 以上の場合は不合格
品質評価手法	抜取・目視検査を実施する ・手順 1. 建築物モデル (LOD4) に含まれる、bldg:Door 及び bldg:Window の全インスタンスの 2% となるまで抽出する。 ・手順 2. 参照データを表示し、抽出した bldg:Door 及び bldg:Window に対応する開口部 (窓、ドア) のインスタンスが存在するか、目視で確認する。 ・手順 3. 対応するインスタンスが存在しない場合にエラーとする。
備考	BIM から変換した場合は、参照データは IFC となる
No.	C-bldg-04 (LOD4.1 及び LOD4.2 における付属物の過剰)
品質要求	参照データとの一致
品質要素	完全性・過剰
品質適用範囲	bldg:IntBuildingInstallation
品質評価尺度	参照データに含まれる内部付属物と建築物モデル (LOD4) に含まれる bldg:IntBuildingInstallation のインスタンス数が等しい
適合品質水準	エラーの数が 0 個の場合に合格。エラーの数が 1 以上の場合は不合格
品質評価手法	抜取・目視検査を実施する ・手順 1. 建築物モデル (LOD4) に含まれる bldg:IntBuildingInstallation の全インスタンスの 2% の数となるまで bldg:IntBuildingInstallation を抽出する。 ・手順 2. 参照データを表示し、抽出した bldg:IntBuildingInstallation に対応する内部付属物が存在し、その種類が一致するかを目視で確認する。 ・手順 3. 対応する内部付属物が存在しない場合、又は存在していても種類が不一致となる場合にエラーとする。
備考	BIM から変換した場合は、参照データは IFC となる。IntBuildingInstallation とすべき内部付属物は、「(別冊) 3D 都市モデルとの連携のための情報伝達マニュアル (IDM)・モデルビュー定義 (MVD) 第 3.0 版 IFC クラスと PLATEAU 標準建築物モデル (LOD4) の対応表」により、確認できる

論理一貫性

論理一貫性とは、データの構造、属性及び関係に関する論理的規則の遵守の度合いで、以下の 4 つから構成される。

- 概念一貫性：応用スキーマに一致しているか否か
- 定義域一貫性：定義域に含まれているか否か
- 書式一貫性：XML のファイル形式に従っているか否か
- 位相一貫性：応用スキーマに定義した位相的な特性が正しいか否か

BIM モデルから変換した都市モデルの場合、表 2-4-8 で示す品質要求項目については、備考欄に記載の理由より品質要求を満たすことが困難である。

表 2-4-8 3D 都市モデル標準製品仕様のうち、品質水準を満たすことが困難なものとその理由
(論理一貫性に対して)

No.	L07
品質要素	論理一貫性・位相一貫性
品質適用範囲	BIM モデルから変換した bldg:Building 及び bldg:Building が含む、下位の地物インスタンスが持つ gml:LineString 及び gml:LinearRing のインスタンスを除く、全ての gml:LineString 及び gml:LinearRing のインスタンス
品質評価尺度	同一座標又は頂点間での距離が近接閾値 (0.01m) 未満の頂点が連続する又は gml:LineString 及び gml:LinearRing のインスタンスを構成する点が 2 点未満のインスタンスをエラーとする
適合品質水準	エラーの数が 0 個の場合に合格。1 以上なら不合格
品質評価手法	全数・自動検査を実施する。 ・手順 1. 検査プログラムによって、対象となる幾何オブジェクトインスタンスごとにエラーの数を数える
備考	BIM モデルでは、頂点間隔に関する規定がないため検査対象外となっている
No.	L08
品質要素	論理一貫性・位相一貫性
品質適用範囲	全ての gml:LineString のインスタンス
品質評価尺度	単一インスタンスに始終点以外の「自己交差」又は「自己接触」が存在する場合にエラーとする
適合品質水準	エラーの数が 0 個の場合に合格。1 以上なら不合格
品質評価手法	全数・自動検査を実施する。 ・手順 1. 検査プログラムによって、対象となる幾何オブジェクトインスタンスごとに、エラーの数を数える
備考	BIM ソフトでは、自己交差・自己接触の発生を制御することができないため、エラーを許容する
No.	L09
品質要素	論理一貫性・位相一貫性
品質適用範囲	全ての gml:LinearRing のインスタンス
品質評価尺度	全ての gml:Ring のインスタンスの始終点の座標が一致していない、「自己交差」、「自己接触」又は始終点以外に重複する座標値が存在するインスタンスをエラーとする
適合品質水準	エラーの数が 0 個の場合に合格。1 以上なら不合格
品質評価手法	全数・自動検査を実施する。 ・手順 1. 検査プログラムによって、対象となる幾何オブジェクトインスタンスごとに、エラーの数を

	数える
備考	BIM ソフトでは、自己交差・自己接触の発生を制御することができないため、エラーを許容する

位置正確度

位置正確度とは、空間参照系内の地物の位置の正確さのことである。標準製品仕様書では、位置正確度として、報告された座標値と採択された値又は真とみなす値との近さを示す絶対正確度（外部正確度とも呼ぶ）を採用している。なお、BIM モデルから変換した都市モデルは、位置正確度を評価することができないため対象外としている。

主題正確度

主題正確度は、定量的属性の正確度、非定量的属性、地物分類及び地物間関係の正しさのことである。BIM モデルから変換した都市モデルの場合、表 2-4-9 で示す品質要求項目については、備考欄に記載の理由より品質要求を満たすことが困難である。

表 2-4-9 3D 都市モデル標準製品仕様のうち、品質水準を満たすことが困難なものとその理由
(主題正確度に対して)

No	T-bldg-01
品質要素	主題正確度・分類の正しさ
品質適用範囲	以下の地物型のインスタンス：bldg:RoofSurface、bldg:WallSurface、bldg:GroundSurface、bldg:OuterFloorSurface、bldg:OuterCeilingSurface、bldg:ClosureSurface
品質評価尺度	建築物及び建築物部分を構成する境界面が、正しく区分されていないインスタンスをエラーとする。 エラーが 1 つ以上存在するサブメッシュをエラーサブメッシュとする。 式：誤率（％）＝（エラーサブメッシュの数／検査単位ごとの全サブメッシュ数）×100
適合品質水準	全ての検査単位の誤率が 10%以下なら合格、10%を超える検査単位が 1 つ以上あれば不合格
品質評価手法	抜取検査を実施する ・手順 1. 抜取検査手法に従い、検査単位を抽出する ・手順 2. 検査単位の各メッシュを 5×5 のサブメッシュに分割する ・手順 3. 検査単位の範囲について、建築物及び建築物部分を構成する境界面を識別できるようにインスタンスを表示又は出力する ・手順 4. 検査単位ごとに全サブメッシュについて、参照データと手順 3. とを比較し、サブメッシュに含まれる全てのインスタンスの境界面が妥当であるかを確認する ・手順 5. 確認の結果、妥当ではないインスタンスが 1 つでも存在するサブメッシュをエラーとして、エラーの存在するサブメッシュ数を数える ・手順 6. 手順 5. の結果により、検査単位ごとに誤率を算出する
備考	BIM モデルから変換する場合、分類の正しさは変換元の BIM モデルに依存するため、検査対象外とする

(3) IFC 及び CityGML 仕様に関する将来の可能性

IFC 及び CityGML 連携の将来の可能性は、以下の観点をもって調査を行っている。

- IFC 及び CityGML の標準仕様を対象とする
- (2) で整理した IFC2x3 と CityGML2.0 LOD4 の連携における課題を解消することを指標とする

表 2-4-7 IFC2x3 と CityGML2.0 LOD4 の連携課題と解決の方向性

設定課題項目	IFC2x3 と CityGML2.0 LOD4 の連携課題	連携課題解消のための方向性
セマンティックな整合性	IFC2x3 と CityGML2.0 のセマンティック構造の違いにより、データ変換時に意味の損失や誤解釈が発生する可能性がある。例えば、IFC の建築要素と CityGML の都市オブジェクトの対応付けが不完全な場合、情報の欠落や誤った分類が生じる	<u>IFC4.0 及び IFC4.3 による改善点</u> IFC4.0 では、IFC2x3 に比べて以下のような改善が図られている ・ 詳細な分類と拡張性の向上：IFC4.0 は建築要素の分類がより詳細化され、必要に応じて拡張可能な構造を持っている。これにより、CityGML とのマッピング時に、より精密な対応付けが可能となる ・ 属性の強化：建築要素に関連する属性が拡充され、セマンティックな情報の保持が強化されている IFC4.3 では、更に以下の点が強化されている ・ インフラストラクチャへの対応：IFC4.3 はインフラ関連の要素も包括的にサポートしており、都市規模のデータと統合しやすくなっている ・ 幾何学情報の精度向上：3D ジオメトリの表現力が向上し、CityGML との空間的な整合性が上がっている <u>CityGML3.0 による改善点</u> CityGML3.0 では、以下のような改良が行われている ・ 詳細なオブジェクト分類：都市オブジェクトの階層構造がより細分化され、建築要素との対応付けが容易になっている ・ 拡張モジュールの導入：特定の用途に応じた拡張モジュールが提供され、IFC との統合に必要なセマンティック情報を補完できる <u>方向性</u> IFC4 シリーズと CityGML3.0 の組合せが優れた連携を実現すると考えられる。この組合せは、両ファイル形式の詳細な分類体系と拡張性、幾何学情報の精度向上により、データ変換時の意味の損失や誤解釈のリスクを最小限に抑えることが可能。また、インフラストラクチャへの対応も強化されているため、建築と都市全体の統合データモデルとしての活用が期待される
ジオリファレンスと座標系	IFC2x3 はローカル座標系を基本としているため、CityGML の地理座標系への変換時に位置ずれや精度低下が発生する可能性がある。特に大規模プロジェクトや複数の建物を含むモデルでは、正確な	<u>CityGML3.0 による改善点</u> CityGML3.0 では、以下のような改良が行われている ・ 高度なジオリファレンスサポート：施工基準座標参照系（任意座標参照系）も記述できるようになっている <u>方向性</u> ・ 統一された座標系の利用：IFC4 シリーズと CityGML3.0 は、統一された地理座標系のサポートを強化しており、データ変換時の位置ずれを

	位置合わせが課題となる。なお、ジオリファレンス情報は、カスタムプロパティセットにより定義する	最小限に抑えることができる ・ 高精度のジオリファレンス：両者とも高度なジオリファレンス機能を備えており、精密な位置合わせが可能 ・ 相互運用性の最適化：データ交換プロトコルの改善により、連携がスムーズとなり、位置情報の一貫性が維持される
詳細度 (LOD)	IFC2x3 の単一詳細度モデルを CityGML の LOD0～LOD4 に変換する際、情報の粒度調整が必要となる。特に LOD4 への変換時に、内部構造の詳細さをどの程度保持するかが課題となる	<u>IFC4.0 及び IFC4.3 による改善点</u> IFC4.0 では、IFC2x3 に比べてデータ構造が拡張しており、建築分野における詳細な情報表現が可能となっている。特に、構造要素や設備の詳細なモデリングが強化されており、内部構造の表現においても精度が向上している。また、属性情報の拡充により、CityGML の LOD4 に必要な詳細情報を保持しやすくなっている IFC4.3 では、更に高度なデータ表現が可能で、特に設備や構造の細部にわたる情報が強化されている。また、情報の相互運用性が向上しており、CityGML3.0 との連携においてもスムーズなデータ交換が期待されている <u>CityGML3.0 による改善点</u> CityGML3.0 では、従来のバージョンに比べてデータモデルの柔軟性と詳細度が向上している。特に、LOD4 が廃止され、LOD3 までの各詳細度において建物内部のモデリングが可能となっている。また、ほかのデータ標準との互換性も向上しており、IFC との連携においてもスムーズなデータ統合が可能 <u>方向性</u> IFC4 シリーズと CityGML3.0 の組合せが優れた連携を実現すると考えられる。この組合せにより、IFC の内部構造を CityGML の各詳細度に適切に変換・保持することが可能となる
ジオメトリ表現	IFC2x3 の CSG、Sweep、BRep 等の複雑な幾何表現を CityGML のポリゴンベースの表現に変換する際、形状の精度低下や計算負荷の増大が課題となる。特に曲面や複雑な形状の変換が困難である	<u>IFC4.0 及び IFC4.3 による改善点</u> IFC4.0 では、IFC2x3 に比べて以下のような改善が図られている ・ 拡張されたジオメトリサポート：BRep (Boundary Representation) や SweptSolids など、より複雑な幾何表現が強化された。これにより、曲面や自由形状の表現が向上している IFC4.3 では、更に以下の点が強化されている ・ 建築とインフラストラクチャの統合：建築情報モデル (BIM) と土木・インフラ情報モデル (CIM) の統合が強化され、CityGML との相互運用性が更に向上している ・ 高度なジオメトリ表現：より高度なジオメトリ表現が可能となり、複雑な形状の精度維持が強化されている <u>CityGML3.0 による改善点</u> CityGML3.0 では、以下のような改良が行われている ・ 柔軟なジオメトリ表現：LOD0 の場合、点、線、面と表現できる幅が強化されている ・ LOD (Level of Detail) の柔軟性：CityGML2.0 LOD4 の精度を維持しつつ、複雑な形状を効率的に表現するための改善が行われている ・ データ構造の最適化：大規模データセットの処理能力と効率性が向上している

		<u>方向性</u> IFC4 シリーズと CityGML3.0 の組合せが優れた連携を実現すると考えられる。この組合せにより、形状の精度を維持しつつ、計算負荷を抑え、複雑な建築・都市モデルの相互運用性を高めることが可能になると考えられる
ファイルサイズと性能	IFC2x3 の詳細な BIM データを CityGML に変換する際、都市スケールのモデルでは膨大なファイルサイズとなり、処理性能の低下が課題。適切なデータ圧縮や簡略化手法の開発が必要となる	<u>IFC4.0 及び IFC4.3 による改善点</u> IFC4.0 では、IFC2x3 に比べて以下のような改善が図られている ・ データ構造の最適化：データモデルが再設計され、冗長な情報が削減され、より効率的なデータ表現が可能となっている ・ エンティティの拡張：建物や設備の詳細な属性を表現するための新しいエンティティが追加され、必要な情報のみを保持することでファイルサイズの削減に寄与できる ・ 参照整合性の向上：データの一貫性を保ちながら、重複データの削減が可能となっている <u>CityGML3.0 による改善点</u> CityGML3.0 では、以下のような改良が行われている ・ 詳細度の細分化と最適化：詳細度の細分化により、必要な詳細度に応じたデータ管理が可能になっている ・ GML 以外の符号化仕様：CityGML3.0 では、概念モデルと符号化仕様が完全に分離された。そのため CityJSON などの GML 形式より軽量な符号化仕様を採用することが可能になり、大規模な都市モデルでも効率的なデータ管理が可能になる <u>方向性</u> IFC4 シリーズと CityGML3.0 の組合せが優れた連携を実現すると考えられる。この組合せにより、データの効率的な管理、ファイルサイズの削減、処理性能の向上が実現され、都市スケールの詳細なモデルを効率的に扱うことが可能になると考えられる
標準化されたマッピングの不足	IFC2x3 と CityGML2.0 間の標準化されたマッピングや変換ルールが十分に確立されていない。これにより、異なるツールや組織間でのデータ交換の一貫性が損なわれる可能性がある	<u>IFC4.3 による改善点</u> IFC4.3 は、CityGML3.0 との連携を視野に入れて設計されており、標準化されたマッピングルールの策定が進んでいる。これにより、データ交換の一貫性が大幅に向上している ・ インフラストラクチャ対応：道路、橋りょう、鉄道などのインフラ要素に対応するエンティティが追加され、CityGML の都市インフラモデルとの整合性が向上している ・ 統一データモデル：BIM と GIS 間のデータ交換を容易にするための共通データモデルが導入されている <u>CityGML3.0 による改善点</u> CityGML3.0 は、都市モデルの詳細化と BIM との統合を強化するために以下の改訂がなされている ・ 詳細な都市インフラモデル：Construction モジュールの追加により、建築物や橋りょう及びトンネル以外の構造物の表現が可能となり、IFC4.3 との連携が強化されている

		・ 拡張されたクラス構造：BIM データとの整合性を保つための追加のクラス（BuildingConstructiveElement など）や属性が導入されている <u>方向性</u> IFC4 シリーズと CityGML3.0 の組合せが優れた連携を実現すると考えられる
建物の内部表現	IFC2x3 は詳細な内部要素を含むのに対し、CityGML2.0 は LOD4 のみ内部空間を表現する。この違いにより、建物内部の詳細情報を CityGML に適切に変換することが困難であり、特に複雑な内部構造を持つ建物のモデリングにおいて課題となる	<u>CityGML3.0 による改善点</u> CityGML3.0 では LOD4 が廃止された代わりに、LOD3 で内部空間の詳細な表現が可能となった。これにより、IFC からの詳細情報をより効果的に取り込むことが可能 ・ 詳細度の再定義：CityGML3.0 では従来の LOD4 を廃止。新たな階層や概念が導入され、内部空間の表現方法が刷新された ・ 内部空間の詳細化：LOD3 での内部空間表現が強化され、複雑な内部構造をより詳細に表現可能となっている ・ IFC との互換性：CityGML3.0 は BIM データとの連携を意識して設計されており、IFC とのマッピングが容易になっている <u>方向性</u> IFC4 シリーズの詳細化された内部表現と CityGML3.0 の強化された LOD3 内部空間表現が相互に補完し、複雑な内部構造を持つ建物のモデリングと変換が高精度で可能となる。特に、最新の標準に基づくツールやプロセスが整備されれば、相互運用性が大幅に向上し、BIM と都市情報モデルの統合が実現しやすくなると考えられる

第 5 章 調査結果に基づく将来的な仕様案

本調査結果に基づき、BIM モデルと 3D 都市モデルのデータ連携の観点から、その仕様案を示す。なお、本仕様案は、未検証部分も多いことや、今後変化する可能性があることに十分注意する必要がある。また、仕様案は網羅的なものではなく、調査範囲にとどめている。

仕様案の項目

- データモデルとバージョン
- 対象クラス
- 位置情報
- 属性情報
- 幾何情報
- 部屋情報
- 品質基準

(1) データモデルとバージョン

BIM モデル : IFC4 シリーズ
3D 都市モデル : CityGML3.0

(2) 対象クラス

CityGML3.0 における建築物モデルの対象クラスは以下を想定している。CityGML3.0 では、CityGML2.0 と異なり、屋内・屋外の区別がないこと、部屋は壁等から独立した要素であることに特に注目する必要がある。

表 2-5-1 データタイプごとの CityGML クラスと IFC クラスの対応

データタイプ	CityGML クラス	対応する IFC クラス
プロジェクト情報	CityModel	IfcProject
敷地	LandUse ^{*1}	IfcSite
建物	Building	IfcBuilding
階	Storey	IfcBuildingStorey
任意設定空間グループ（区画等の複数の部屋のまとまり）	BuildingUnit	IfcZone
部屋（物理的な空間）	Room	IfcSpace
壁 カーテンウォール 床 屋根 柱 梁	BuildingConstructiveElement	IfcWall IfcWallStandardCase IfcCurtainWall IfcSlab IfcRoof IfcColumn IfcBeam
窓	Window	IfcWindow
ドア	Door	IfcDoor

パネル 手すり スロープ 階段 そのほかの建築物要素 EV 等輸送設備	BuildingInstallation	IfcPlate IfcRailing IfcRamp IfcRampFlight IfcStair IfcStairFlight IfcBuildingElementProxy IfcTransportElement
家具等設置物	BuildingFurniture	IfcFurnishingElement

※1 現在 CityGML 3.0 に定義された地物を適用する、という点では、LandUse が適切だと考えるが、PLATEAU の標準製品仕様書では、LandUse は、都市計画基礎調査の土地利用現況と対応付けて定義されている。PLATEAU での LandUse の定義は、「敷地・施設」とは異なる概念であるため、そのまま利用すると不整合が生じる。なお、CityGML 3.0 では LandUse の定義は「A LandUse object is an area of the earth's surface dedicated to a specific land use or having a specific land cover with or without vegetation, such as sand, rock, mud flats, forest, grasslands, or wetlands.」となっている。敷地の定義は「一の建築物又は用途上不可分の関係にある二以上の建築物のある一団の土地」（建築基準法施行令第 1 条第 1 項第 1 号）となっており、LandUse の定義が敷地の定義を包含すると言えるが、より厳密には LandUse を継承した新たな地物を定義してもよい。

(3) 位置情報

IFC4 シリーズ及び CityGML3.0 における位置情報の連携は以下を想定している。

表 2-5-2 位置情報に関する IFC4 シリーズと CityGML3.0 の連携

	IFC4 シリーズ	データ変換における対応	CityGML3.0
座標系	IfcProjectedCRS に投影座標系又は複合座標系のいずれかが入力されている 〔補足〕 投影座標系又は複合座標参照系のいずれかを、BIM の座標系である数学座標系を地図の座標参照系に変換する必要がある IfcMapConversion に座標参照系が入力されている 〔補足〕 位置情報を変換する基点の具体的な x、y、z の座標値を IfcProjectedCRS で指定した座標参照系の値に変換する必要がある	IFC 内の情報を CityGML の情報に変換する。なお、IFC 側に情報が入力されていない場合は、変換時にその情報を補完できるようにしておく。変換には回転、平行移動、スケーリングなどの座標換算を使用する	EPSG : 6697 (複合座標参照系 : JGD2011 + JGD2011 (vertical) height)
ジオリファレンス (地理参照) の設定	基点の設定 〔補足〕 測量点など位置情報を参照できる箇所を基点とする 対応する IfcProjectedCRS、IfcMapConversion の情報を入力 真北方向の角度を入力 投影座標系 (平面直角座標系) の値を入力する場合、小数点以下第 4 位までを採用する	法線方向の入れ替え 〔解説〕 地図や測量は左手座標系、BIM 側では右手座標系 (数学座標) が採用されている。このことから、変換時に法線方向の x と y を入れ替	-

	位置の精度を上げるために、なるべく敷地の対角上 2 点を測量点として採用することが望ましい。BIM 側でその設定が難しい場合は、BIM ツール内の内部原点やプロジェクト基準点に位置情報を設定してもよい	える必要がある (Axis Order : 2, 1, 3 を採用する)	
高さ情報	単位：ミリメートル 〔補足〕 BIM の数学座標上の Z 軸は地図の座標系の Z 軸と平行である	標高 (単位：メートル) に変換	単位：メートル

なお、情報入力や設定においては以下についても留意する必要がある。

- 標高の統一
 - IFC モデルの高さ情報を CityGML の標高データと整合させる
 - 高さの基準は「日本水準原点」とする
- 角度の調整真北方向角
 - IFC モデルの座標参照系を平面直角座標系と考え、座標北から基準点を通る通り芯までの方向角を確認する
 - 真北方向角は符号を持つ
- データ変換時の注意点
 - 精度の維持：座標変換時に精度が低下しないよう、十分な桁数（例：平面直角座標系の場合は小数点以下第 4 位）を保持する
- 単位の換算
 - IFC と CityGML で使用する単位系（例：ミリメートル、メートル）を必要に応じて換算する
- 位置情報の検証
 - 変換後のモデルが正しい位置に配置されているか、視覚的及び数値的に確認する

また、CityGML 3.0 では、モデルに engineeringCRS という施工基準座標系を定義できる属性が追加されている。システム側の対応可否を検討する必要があるが、BIM モデルはローカル座標としておき（緯度経度などの測地座標に変換しない）、リファレンスポイントの測地座標と位置合わせのための情報のみ別途保持するという仕組みも検討してもよいと考える。

(4) 属性情報

当該オブジェクトの識別子と、名称（階名、壁名等）の連携を推奨する。

(5) 幾何情報

幾何表現の変換において、BIM ソフトウェアから IFC ファイルに出力する際に、詳細な幾何表現については簡略化させる。また、IFC の複雑な幾何形状を CityGML で扱いやすいように簡略形状にする。例えば、曲面を平面として扱ったり、細かな装飾を省略したりすることがある。

(6) 部屋情報

部屋名、部屋用途、面積の連携を推奨する。

(7) 品質基準

3D 都市モデル品質基準・論理一貫性のうち、書式一貫性、概念一貫性を確保し、3D 都市モデルへのデータとしての統合を妨げないものとする。そのほかの品質要求に対しては、BIM モデルから変換した 3D 都市モデルが国等の公共機関が管理する地図相当の情報にはならないことから、合格必須の対象から外すこととする。ただし、統合したデータの利用目的によっては、その品質要求に適合する必要があることを考慮してその基準を定める必要がある。

また、品質要求に合格しない場合であっても、結果をメタデータに記述することで、次の利用者がそのメタデータを見て自身の目的に適しているかどうかを判断することができるようにするなど、メタデータを充実させることでデータの再利用性を高める対応が必要だと考える。

第 3 編 ② 位置情報の入力プロセス

構成

- 第 1 章 調査目的
- 第 2 章 調査内容
- 第 3 章 調査方法
- 第 4 章 調査結果
- 第 5 章 調査結果に基づく将来的な入力プロセス案

第 1 章 調査目的

位置情報に関する調査の目的は、位置情報入力の実態や入力手順、一般性の確認である。まず、データ整備の観点から、国内の建築設計及び施工プロセスにおける BIM モデルへの位置情報入力情報を確認する。プロセス整備の観点では、BIM モデルを 3D 都市モデル化するプロセスの中での位置情報入力手順や、その一般性を確認する。また、将来の国内における BIM モデルからの 3D 都市モデル化に関して、そのプロセスの中での位置情報入力のプロセス案を作成する。

第 2 章 調査内容

位置情報の調査では、公開されているガイドラインや PLATEAU におけるユースケース案件、海外の先進事例、公開されている論文などを対象とする。

表 3-2-1 位置情報の入力プロセスの標準化に向けた調査内容

調査内容		説明
(1)	国内の建築設計及び施工プロセス等における位置情報入力に関する実態調査	公開されているガイドライン等に基づく調査
(2)	BIM モデルから 3D 都市モデルへのプロセスにおける位置情報入力に関する実態調査	PLATEAU におけるユースケース案件を対象に、実態を調査 海外の先進事例調査 公開されている論文等を対象にした実態調査

第 3 章 調査方法

(1) 国内の建築設計及び施工プロセス等における位置情報入力に関する実態調査

1) 公開されているガイドライン等に基づく調査

現在公開されている、建築設計及び施工までのプロセスを標準化したガイドライン等に対して、その実態調査を実施する。

表 3-3-1 調査対象とするガイドライン

No.	名称	作成者	発行年
1	敷地調査共通仕様書（2022 年改定） ¹⁸	国土交通省	2022 年
2	設計 BIM ワークフローガイドライン 建築設計三会（第 1 版） ¹⁹	建築設計三会 設計 BIM ワークフロー検討委員会	2020 年
3	施工 BIM の活用ガイド ²⁰	日本建設業連合会	2022 年
4	JRE-BIM ガイドライン ²¹	東日本旅客鉄道	2024 年
5	BIM/CIM 活用ガイドライン（案） ²²	国土交通省	2022 年

¹⁸ 敷地調査共通仕様書（2022 年改定）

¹⁹ 設計 BIM ワークフローガイドライン 建築設計 3 会（第 1 版）

²⁰ 施工 BIM の活用ガイド

²¹ BIM/CIM シンポジウム 建築と土木がオーバーラップする鉄道施設を例として

²² BIM/CIM 活用ガイドライン（案）

(2) BIM モデルから 3D 都市モデルへのプロセスにおける位置情報入力に関する実態調査

1) PLATEAU におけるユースケース案件を対象にした実態調査

2024 年度までに実施された、以下表内の LOD4（建築物）を用いたユースケース案件等に対して、BIM モデルから 3D 都市モデル化までのプロセスの中での位置情報入力に関する実態調査を実施した。

表 3-3-2 位置情報入力に関する実態調査対象ユースケース

実施年	ユースケース名
2023 年	ストーリーテリング型 GIS を用いたエリアマネジメントの高度化 ²³
2023 年	3D 都市モデル、BIM モデル、空間 ID を統合した都市開発支援ツールの開発 ²⁴

2) 国内外のドキュメント等を対象にした実態調査

2024 年度時点で公開されている以下のドキュメント等に対して、BIM モデルから 3D 都市モデル化までのプロセスの中での位置情報入力に関する実態調査を実施した。

表 3-3-3 位置情報入力に関する実態調査対象ドキュメント

発行年	ドキュメント名	執筆者
2024 年	建築物の技術基準への適合確認における電子申請等の技術に関する研究その 13 建築確認概要書における敷地境界情報の PLATEAU への展開に関する基礎検討	武藤正樹（建築研究所）・阪田知彦・田村篤
2020 年	User Guide for Geo-referencing in IFC ²⁵	buildingSMART Australia
2020 年	Guide to Surveying/Geomatics Engineering for IDD/BIM	SISV（Singapore Institute of Surveyors and Valuers）LS IDD/BIM Committee 2020

²³ ストーリーテリング型 GIS を用いたエリアマネジメントの高度化

²⁴ 3D 都市モデル、BIM モデル、空間 ID を統合した都市開発支援ツールの開発

²⁵ User Guide for Geo referencing in IFC

第 4 章 調査結果

調査結果の傾向

本編第 3 章で示した、(1) 国内の建築設計及び施工プロセス等における位置情報入力に関する実態調査、(2) BIM モデルから 3D 都市モデルへのプロセスにおける位置情報入力に関する実態調査を踏まえた位置情報の入力プロセスに関する可能性調査を行った結果、次の傾向が判明した。

- ・ 現状では、建築設計及び施工プロセスにおいて位置情報を入力することは極めて限定的である
- ・ 位置情報を入力するためには、標準化されたプロセスや役割が必要である

詳細の調査結果

(1) 国内の建築設計及び施工プロセス等における位置情報入力に関する実態調査

国内の建築設計及び施工プロセス等においては、建築関連と土木関連では位置情報の取扱いが異なる。建築、土木の取組によらず、敷地調査の段階で位置情報を取得し、図面として CAD データが存在する。この情報を BIM データ等に入力することは技術的には可能だが、建築関係ではその情報入力の最適なタイミング及び方法を示したガイドを見つけれなかった。一方、土木関係では、BIM モデルへの位置情報の入力方法を含めた具体的なガイドを確認できた。

国内の建築設計及び施工プロセスに関する主なガイド等と位置情報入力に関する記述事項を表にまとめる。

表 3-4-1 国内の建築設計及び施工プロセスに関する主なガイド等と位置情報入力に関する記述事項

名称		ドキュメント概要及び位置情報入力に関する記述
1	敷地調査共通仕様書 (2022 年改定)	ドキュメント概要 建設プロジェクトや土地開発において敷地調査を実施する際の標準的な仕様や手順が詳細に記載されている 位置情報に関する記述 敷地測量の結果を図面化し、A1 判程度の用紙及び CAD データを提出物とするものとされている。成果品は以下のとおり ・ 平面測量：平面図、求積図、測量計算書 ・ 水準測量：高低図、縦断図面、横断図面
2	設計 BIM ワークフロー ガイドライン 建築設計 三会（第 1 版）	ドキュメント概要 BIM 業務のワークフローと必要なルールについて、建築設計三会（日本建築士会連合会・日本建築士事務所協会連合会・日本建築家協会）の設計 BIM ワークフロー検討委員会が、1 つの標準例を示している。告示 98 号（国土交通省告示第 98 号 平成 31 年 1 月 21 日）に沿って、これまで標準的にやってきたことを BIM に置き換えた場合にはどうなるか、という立ち位置から作成されている 位置情報に関する記述 設計の企画段階より BIM モデルに配置情報を入力することが記載されているが、どのように入力するかについての具体的な記述はない

3	施工 BIM の活用ガイド	ドキュメント概要 施工段階における全体工期及び日常の施工監理業務を通じて、BIM を活用するポイントを示し、効率的かつ効果的な活用知識やノウハウを提供することと組織のスキル診断を目的として作成されたもの。施工段階における BIM モデルの種類と施工 BIM モデル活用例をインデックス化している 位置情報に関する記述 記載なし
4	JRE-BIM ガイドライン	ドキュメント概要 鉄道建設工事に携わる関係者が、プロジェクトの各フェーズにおいて BIM モデルや点群データ等を円滑に活用することを目的としている。ルールとしてではなく、参考資料としての位置づけである 位置情報に関する記述 BIM モデルの位置情報として、座標系・単位・標高を統一の表記とすること、また、プロジェクト基点の設定に関する留意点が記載されている
5	BIM/CIM 活用ガイドライン（案）	ドキュメント概要 土木系（河川構造物、砂防構造物、道路土木等）の公共事業に携わる関係者（発注者、受注者等）が建設生産・管理システムの各段階で BIM/CIM を円滑に活用できることを目的としている 位置情報に関する記述 受注者は、発注者から貸与された測量業務の電子成果品をチェックし、測量座標系、単位、点群データの位置等を確認するものとされている。また、測量等により得られた公共基準点（地球上の位置を定めた点で、各種測量の基礎となるもの）の活用のため、測量・調査、設計、施工、維持管理・更新の各段階で作成する BIM/CIM モデルの引き継ぎ書に公共基準点情報を加えて引継ぐこととされている

(2) BIM モデルから 3D 都市モデルへのプロセスにおける位置情報入力に関する実態調査

2024 年度までに実施された、以下の LOD4（建築物）を用いた PLATEAU のユースケース案件においては、いずれも設計や施工で作成された BIM モデルに位置情報は入力されていなかった。BIM モデルを 3D 都市モデルに変換する段階で、新たに GIS からその位置を推定、取得した情報を、FME を用いた IFC から CiytGML2.0 建築物モデル（LOD4）への変換テンプレート内で設定している。

〔LOD4（建築物）を用いた PLATEAU のユースケース〕

- ・ ストーリーテリング型 GIS を用いたエリアマネジメントの高度化
- ・ 3D 都市モデル、BIM モデル、空間 ID を統合した都市開発支援ツールの開発

また、2024 年度時点で公開されている以下のドキュメント等に対して実態調査を行った。その結果、国内では BIM による建築確認を見据えた基礎的な提案が行われている段階だったが、海外では、IFC の標準化推進団体が実プロジェクトで運用するための具体的な提案が行われていることが判明した。

表 3-4-2 国内外の建築設計及び施工プロセスに関する主なドキュメント等と位置情報入力に関する記述事項

ドキュメント名	位置情報入力についての記述等
建築物の技術基準への適合確認における電子申請等の技術に関する研究 その 13 建築確認概要書における敷地境界情報の PLATEAU への展開に関する基礎検討	国内の建築確認手続で必要となる敷地境界情報の PLATEAU への展開について、以下の基礎的な検討が行われている ・ 国土交通省建築 BIM 推進会議環境整備部会によって、2028 年以降に BIM データ審査の試行が位置づけられた ・ 建築確認手続では、建築計画概要書が必要であり、そこには敷地境界のほか、境界を構成する擁壁等の工作物についても記載することが求められている ・ 現在の PLATEAU の標準仕様においては、敷地や敷地境界の工作物が定義されていない ・ 建築計画の情報を PLATEAU に完全に反映させるには、これらの要素に関する新しい定義が必要
User Guide for Geo-referencing in IFC	IFC データの共有化や相互運用を推進する buildingSMART が作成した、特定のプロジェクトのために用意された IDM（Information Delivery Manual / 基本情報配信マニュアル）。IFC を使用して、他分野にわたる地理参照情報を設定するために標準化された方法を定義している。具体的な手順や役割は以下のとおり ・ 地元の土地登記所が、不動産の権利証書寸法とともに地籍情報を提供 ・ 土地測量士が、不動産の権利境界を検証するための再確定測量を実施 ・ 土地測量士、建築家、建築設備エンジニア、造園家又はそのほかの当事者がサイト・モデルを定義（敷地のコーナーなどの識別可能なポイントは、サイト・モデルに基づいてローカル座標を想定する） ・ 土地測量士が、サイトを地図グリッド座標システムにおける既知の座標を持つ測量マークに結びつけるためのコントロール調査を実施 ・ 土地測量士又はほかの当事者が、2 つの座標セットを使用して 2D ヘルマート変換（座標系間で座標を変換するアフィン変換の一種）を計算する

第 5 章 調査結果に基づく将来的な連携プロセス案

本調査結果に基づき、BIM モデルと 3D 都市モデルのデータ連携の観点から、その連携プロセス案を複数示す。プロセス案で示すプロセス概要図は「(別冊) 3D 都市モデルとの連携のための情報伝達マニュアル (IDM)・モデルビュー定義 (MVD)」²⁶ 第 2 章の表現を用いるものとする。

なお、案 1、案 2 ともに、後述のとおり、その連携プロセスの実現における課題がある。特に、案 2 の課題は連携プロセスだけでなく、各アクターの技術や、関係性に依存するものであるため、本レポートでは案 1 がより現実的な解決策であると考察する。

案 1) BIM モデル内に位置情報を入力

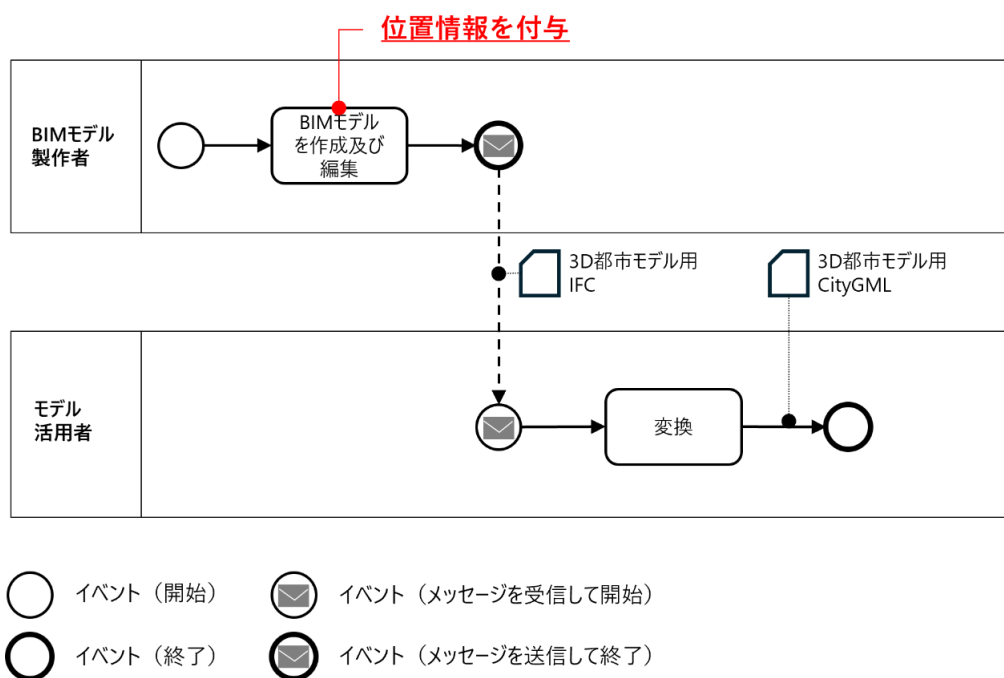


図 3-5-1 プロセス概要

アクターとその役割

BIM モデル製作者

- BIM ツールを利用して、BIM モデルを製作する。具体的な役割は、BIM ソフトウェアを用いて位置合わせ情報等、対象となる建築物の既存の BIM モデルに必要な建築情報を付加するなどの編集を行い、IFC ファイルをエクスポートし、その IFC ファイルをモデル活用者へ渡すこと。
- 位置合わせ情報は、発注者から貸与された測量業務の電子成果品を用いるものとして、統一された座標系、単位、標高で記述すること。
- 測量等により得られた公共基準点（地球上の位置を定めた点で、各種測量の基礎となるもの）の活用の

²⁶ https://www.mlit.go.jp/plateau/file/libraries/doc/plateau_doc_00031_ver03.pdf

ため、測量・調査、設計、施工、維持管理・更新の各段階で作成する BIM モデルに公共基準点情報を付与し、引き継いでいくこと。

モデル活用者

- 3D 都市モデルに BIM モデルを統合する又は統合して、そのデータ活用等を主体的に行う。具体的な役割は、BIM モデル製作者から提出された IFC ファイルを確認し、その IFC ファイルを CityGML データへ変換すること。

課題

- 本書作成時点においては、BIM や BIM/CIM 分野において位置情報の入力ルールが確立されておらず、また、BIM オーサリングツールでの位置情報入力機能も不十分な状況にある。本案はプロセスだけの整備だけでなく、これらの課題解決とともに進める必要がある。

案 2) IFC モデルを CityGML モデルに変換する際に位置情報を設定

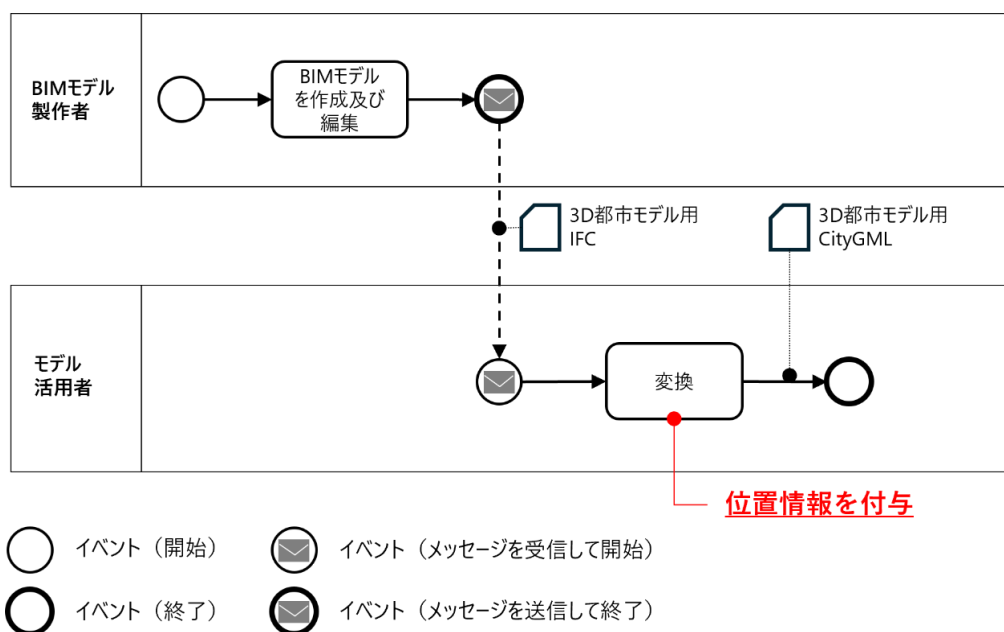


図 3-5-2 プロセス概要

アクターとその役割

BIM モデル製作者

- BIM ツールを利用して、BIM モデルを製作する。具体的な役割は、BIM ソフトウェアを用いて、対象となる建築物の既存の BIM モデルに必要な建築情報を付加するなどの編集を行い、IFC ファイルをエクスポートし、その IFC ファイルをモデル活用者へ渡すこと。
- 建築情報には建築確認手続で必要となる敷地境界情報を含むこと。

モデル活用者

- 3D 都市モデルに BIM モデルを統合する又は統合して、そのデータ活用等を主体的に行う。具体的な役

割は、BIM モデル製作者によって提供された IFC ファイルの検証と、その IFC ファイルに位置合わせ情報を追加した CityGML データへの変換を遂行すること。

- 位置合わせは、BIM モデル及び基盤地図情報、地理院地図を参照し、敷地境界に必要な情報を持たせること。詳細な手順等は、「3D 都市モデル整備のための BIM 活用マニュアル第 4.0 版」に記載するとおりとする。

課題

- モデル活用者がプロセス内で必要とされる位置情報を特定するには、IFC データを GIS ツールや BIM オーサリングツールに取り込み、それらのツール内で専門的な操作を行う必要がある。また、ケースによっては、IFC データだけでなく、BIM モデルの準備が求められる場合も出てくる。その際には、モデルの入手だけでなく、機密情報の取扱いにも十分な注意が必要になる。本提案では、プロセスの整備に加えて、このような専門的な操作スキルの習得や、モデルの取扱いに関する課題解決にも取り組むことが必要になる。
- 敷地境界線は CityGML にはない概念のため、敷地境界情報をオブジェクトとして扱う場合は、敷地とは異なる地物として整理する必要がある。

第 4 編 FME を利用した IFC から CityGML へのデータ変換仕様概要

第 1 章 はじめに

本編では、IFC から CityGML への変換ツール（以降、コンバーター）の仕様概略を説明する。変換には FME（Safe Software 製）を使用する。IFC は「3D 都市モデルとの連携のための情報伝達マニュアル（IDM）・モデルビュー定義（MVD）第 3 版」に準拠し、CityGML は「3D 都市モデル標準製品仕様書 第 5.0 版」建築物モデル（LOD4）に準拠する。

コンバーターの目的は、都市モデルで建築やインフラモデルを効率的に活用するためのデータ変換とマッピングである。この章を参照することで、以下が容易になる。

- コンバーターのバージョンアップや更新
- 別ツールによる同等機能の実装

第 2 章 コンバーター概要

- コンバーター名：PLATEAU-IFC-to-CityGML2.0-LOD4
- 公開場所：<https://github.com/Project-PLATEAU/PLATEAU-IFC-to-CityGML2.0-LOD4>
- 入力データ：IFC（IFC2x3）
- 出力データ：CityGML2.0 LOD4.0-4.2（CityGML 2.0 i-UR3.1, Project PLATEAU 標準相当）
- 使用ツール：FME（Safe Software 製）
- 変換プロセス：FME Workbench を使用

第3章 共通事項

3-1. 必要なリソース

iUR ファイル：XML スキーマ（3.0）urbanObject.xsd

(<https://www.geospatial.jp/iur/schemas/uro/3.0/urbanObject.xsd>)

3-2. 前提条件

- ジオメトリの長さの単位：mm
- 開口部（窓・ドア）の：鉛直又は水平
- 屋内の壁：鉛直
- 屋内の床：水平
- 屋内の天井：水平

3-3. ワークスペースの処理の流れ

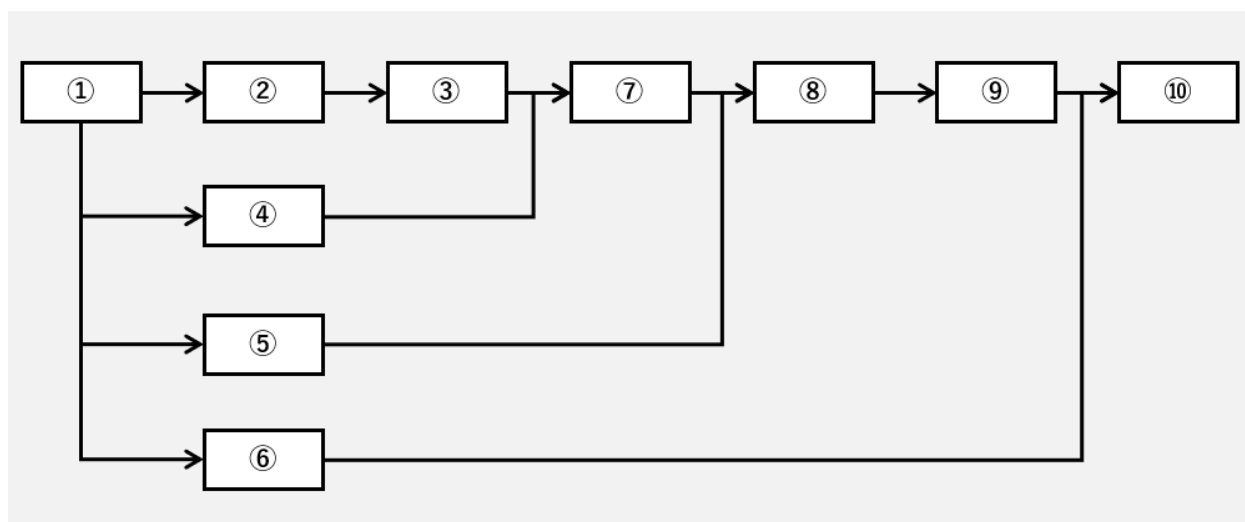


図 4-3-1：FME におけるワークスペース処理の流れ

- ① IFC データ抽出
- ② 階層インデックス付与
- ③ 各クラスに応じたジオメトリ変換
- ④ 座標系変換のためのパラメーター取得
- ⑤ 主題属性抽出
- ⑥ CityObjectGroup の作成
- ⑦ ④で取得したパラメーターに基づくジオメトリの座標系変換
- ⑧ ⑤で取得した主題属性をジオメトリに結合
- ⑨ CityGML 形式で出力
- ⑩ CityObjectGroup の結合

① IFC データ抽出

パラメーターで指定された IFC データファイルからクラス別にオブジェクトを読み込む

② 階層インデックス付与

IfcBuildingStorey クラスのオブジェクトに対して、下層から順にインデックス（1 から始まる連番）を割当てるとともに、そのほかの全てのオブジェクトに所属する IfcBuildingStorey のインデックスを付与する。

③ 各クラスに応じたジオメトリ変換

部屋（Room）

1. IfcSpace オブジェクトのソリッドを各面のサーフェスに分解する。
2. 1 の各サーフェスに対して、開口部を表すソリッド※1で開口を設け、建具（IfcWindow, IfcDoor）のある開口部は Window（窓）又は Door（ドア）、建具のない開口部は ClosureSurface（境界面）にする。
3. 1 の各サーフェスのうち、開口部のないもので、かつ、隣接する ifcSpace のサーフェスと接するものは ClosureSurface（境界面）にする。
4. 1 の各サーフェスのうち、2, 3 以外の部分については、法線の向きに応じて interior wall surface, ceiling surface, floor surface に分類する。
5. 2,3,4 を元の ifcSpace の単位で集約してソリッドに変換したものを Room とする。

※1 開口部を表すソリッドとは、次の 3 種類のことをいう。ifcwindow, ifcdoor がある場合は建具の外形を押し出した直方体。ifcwindow, ifcdoor がない開口部は ifcOpeningElement を押し出した直方体。ifcOpeningElement のないスラブ（床）の開口部は、その形状を押し出した直方体。

建物外形（WallSurface 等）

- IfcWall, IfcWallStandardCase を各面のサーフェスに分解し、そのフットプリント（水平投影面、線）が同じ階の屋内空間（ifcSpace のフットプリントを階ごとに融合したもの）と重ならないものを WallSurface とする。
- IfcRoof を各面のサーフェスに分解し、上面を RoofSurface、側面を WallSurface、下面のうち当該 IfcRoof と同一階の外周より外側になる部分を OuterCeilingSurface とする。
- IfcSlab を各面のサーフェスに分解し、上面のうち当該 IfcSlab と同一階の外周の外側になる部分を OuterFloorSurface、側面を WallSurface、下面のうち当該 ifcSlab 直下の階の外周の外側になる部分を OuterCeilingSurface（ただし、最下層の Slab の下面については全てを GroundSurface）とする。

建物付属物（BuildingInstallation, IntBuildingInstallation）

IfcColumn, IfcBeam, IfcPlate, IfcRailing, IfcRamp, IfcRampFlight, IfcStair, IfcStairFlight, IfcBuildingElementProxy, IfcBuildingElementPart, IfcTransportElement のうち、IfcSpace の外側の部分を BuildingInstallation、内側の部分を IntBuildingInstallation とする。

④ 座標系変換のためのパラメーター取得

Reprojection Mode パラメーターが Manual の場合はユーザーパラメーターのせて地内容から、Auto の場合は IfcProject オブジェクトに記述されているプロパティセットから座標系変換のためのパラメーターを取得する。

⑤ 主題属性抽出

主要なオブジェクトについて、①IFC データ抽出時に読み込まれた主題属性を PLATEAU 標準 (i-UR/urbanObject.xsd) の XML スキーマに準じた XML 要素に変換する。

⑥ grp:CityObjectGroup の作成

IfcBuildingStorey として読み込まれたオブジェクトの属性に基づいて、XML 形式の grp:CityObjectGroup 要素を作成する。

⑦ ④で取得したパラメーターに基づくジオメトリの座標系変換

⑧ ⑤で取得した主題属性をジオメトリに結合

⑨ CityGML 形式で出力

②～⑧の結果を CityGML 形式に符号化して、一旦、ファイル (*.gml) に出力する。

⑩ CityObjectGroup の結合

⑨でファイル出力した XML 文書に⑥で作成した grp:CityObjectGroup 要素を追加し、フォーマットを整えたうえでファイル (*.gml) を更新する。

3-4. パラメーター設定

FME のワークスペース内で使用する主なパラメーターを以下に示す。

- 入力 IFC ファイルパス：指定されたパスから IFC データを読み込む
- スキーマファイルの参照先：UR 拡張スキーマを含む CityGML スキーマを参照する場所を設定する
- 出力 CityGML ファイルパス：変換後の CityGML データを保存するパスを指定する
- 変換詳細度：出力する CityGML の詳細度 (LOD) を指定する
- 座標系設定：入力 IFC が持つ座標系や、出力 CityGML が準拠すべき座標系を指定する

これらのパラメーターは、FME ワークスペースの「User Parameter (公開パラメーター)」として定義し、利用時にユーザーが入力・設定することができる。

3-5. 座標系の変換

- IFC 側の座標系：多くの場合 IFC データはローカル座標を用いており、測地系への変換が必要となる。
- CityGML 側の座標系：JGD2011 (EPSG:6697)
- 変換ロジック：必要に応じて原点シフト、回転、スケール補正を行う。

第 4 章 属性の変換及びマッピング

IFC と CityGML の属性対応は本調査レポート末に添付する表のとおり

第 1 編から第 4 編までの調査協力者所属組織等

- ・ buildingSMART Japan
- ・ Open Geospatial Consortium
- ・ 国土交通省住宅局
- ・ 建築 BIM 推進会議
- ・ Pacific Spatial Solutions

調査報告及び事例集

2020 年度・2021 年度・2022 年度

調査報告及び事例集

はじめに：本調査報告及び事例集の位置づけ

本調査報告及び事例集では、2020 年度から 2022 年度までに国土交通省及びデジタル庁で実施した調査の内容を掲載している。

第 1 章の 3D 都市モデルと BIM モデルの連携のための技術例（2022 年度 デジタル庁）では、海外での BIM と 3D 都市モデルの連携動向のほか、前年度までに調査された国内事例のデータ等を活用して、3D 都市モデルと BIM モデルを連携させる技術例をその目的ごとに示している。PLATEAU 標準の CityGML2.0 建築物モデル（LOD4）を活用することや、3D 都市モデルと BIM モデルを連携するための手順等が含まれている。このような事例を紹介することで、BIM モデルを建設分野や都市開発等に関わる多様な関係者が積極的に利用できるようにすることを企図している。

第 2 章の海外の取組（2021 年度 国土交通省）は、本マニュアル別冊に示す IDM と MVD の策定に当たり調査を行った海外の事例である。本マニュアルに示すデータ連携に関して特に示唆のあるものを重視し、3D 都市モデルと BIM の連携における取組を中心に紹介している。また、国際標準化や国内標準化、デジタルツインに関連する動向も併せて示すことで、今後の 3D 都市モデルの整備やユースケース開発が、より公共性を持ち、かつ社会課題の解決につながりやすくなることを企図している。

第 3 章の国内事例（2020 年度 国土交通省）は、本マニュアル第 1 版 第 2 編、第 3 編で示した BIM モデルと 3D 都市モデルを統合した当時の先行事例である。統合までの手順とその技術仕様の実証調査をするに当たり、各社の協力を基に、BIM モデルの提供を受けた。BIM や建築情報を 3D 都市モデルと統合する又は統合を予定する関係各所に向けて、活用目的や統合手順、技術仕様、関係者間での合意・承諾例を提供しており、3D 都市モデルにおける BIM モデルを活用したユースケース開発の活発化につなげることを企図している。

BIM モデルを活用した 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等、ユースケース開発を通じたソリューションの創出を志向して取り組むことが重要である。また、ユースケース開発にはさまざまな分野間・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る。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には、先行する取組を参考にすることが有効であり、本事例集がそのための資料として積極的に活用されることを期待する。

第 5 編 3D 都市モデルと BIM モデルの連携事例及び技術集（2022 年度 デジタル庁）

1. はじめに

1.1 PLATEAU 標準の建築物モデル（LOD4）を利用するメリット

建築物のライフサイクルのうち、施工フェーズ以降の BIM モデルが内包する情報量は非常に多いものである。都市スケールで広域的に都市を解析する際や各種シミュレーションで利用する際には 1 棟の建築物がここまでの情報量を所持する必要はない。そのため、3D 都市モデルとして活用する場合は、適宜フィルタリングを実施し情報を簡素化する必要がある。

PLATEAU 標準の CityGML2.0 建築物モデル（LOD4）（以下、建築物モデル（LOD4）という）は、3D 都市モデルの表現レベルに応じて LOD4.0 から LOD4.2 までの 3 タイプを定義している。ユースケースの目的に応じて、より適した表現レベルの詳細度を選択できる。また、ジオメトリの表現方法は、BIM モデルよりも単純なものである。これらの特徴から、建築物モデル（LOD4）は、先に示した多くの情報をもつ BIM モデルを、都市スケールで利用しやすい状態にしたものであるとも言える。

本技術例では、各事例で使用する詳細度タイプや CityGML クラスを示すと共に、CityGML をシミュレーションや GIS 等のソフトウェアと連携する手順を紹介している。

1.2 BIM モデルと 3D 都市モデル連携の実施段階

BIM モデルと 3D 都市モデルの連携は、建築物の建設や運用等の各段階で目的や要件が異なる。BIM モデルは建築 BIM 推進会議²⁷で、企画、設計、施工、維持管理・運用の段階に分けられ、その活用やメリットが示されている。本章でも、同様の段階に分けて紹介する。

²⁷ 建築 BIM 推進会議「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 2 版）案」2022 年 3 月

2. 3D 都市モデルと BIM モデルの連携の動向

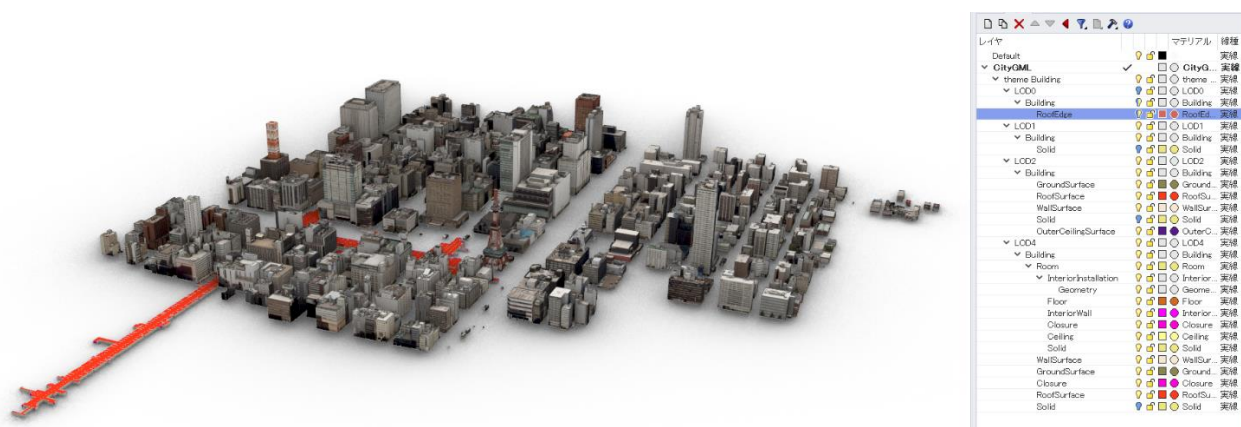
2.1 ソフトウェアの対応状況

2022 年度の調査では、3D 都市モデルと BIM 連携に関連するいくつかのソフトウェアに関して開発状況等のヒアリングを実施している。2022 年時点では、ヒアリング対象としたソフトウェアは、PLATEAU 標準の 3D 都市モデル CityGML 形式と本マニュアル別冊 IDM・MVD で示す IFC 形式を直接取り込んで統合し、利用できる段階ではない。連携の向上に向けた取組は一部のソフトウェアで進んでいるため、その内容を以下に紹介する。

BIM ソフトウェア

代表的な BIM ソフトウェアである Archicad (GRAPHISOFT 社)、Revit (Autodesk 社) に対しては、主に IFC 出力ルールの確認を行っている。その中で、3D 都市モデルとの連携に必要な位置情報を IFC に書き出す際の課題が見えてきた。「3D 都市モデル整備のための BIM 活用マニュアル」に示すとおり、調査時点では、「(別冊) 3D 都市モデルとの連携のための情報伝達マニュアル (IDM)・モデルビュー定義 (MVD)」で示す IFC のスキーマである IFC2x3 (現在最も普及が進み、安定した利用がなされているスキーマ) の場合、REVIT は 3D 都市モデルと連携の際に参照するための位置情報を、規定される IFC クラスやプロパティセットで書き出すことができません。なお、現在普及が進められているスキーマの IFC4 では、Archicad、REVIT の両ソフトウェアとも位置情報が格納された IFC クラスやプロパティセットを出力できる。IFC4 の一層の普及と安定利用が広がり、今後 3D 都市モデルとの連携において標準的に利用可能になることが期待される。

また、建築やデザイン分野で利用されている 3 次元モデリングソフトウェア Rhinoceros のプラグインである RhinoCity²⁸は、Rhinoceros に直接 CityGML を取り込み、編集できる。加えて、Rhinoceros で作成したモデルを CityGML、Shapefile、FGDB 等の形式に書き出すことも可能である。海外では、フランス・リヨン市やドイツ・ハノーバー市での導入実績があり、今後 PLATEAU 標準の 3D 都市モデルなどへの対応も期待される。

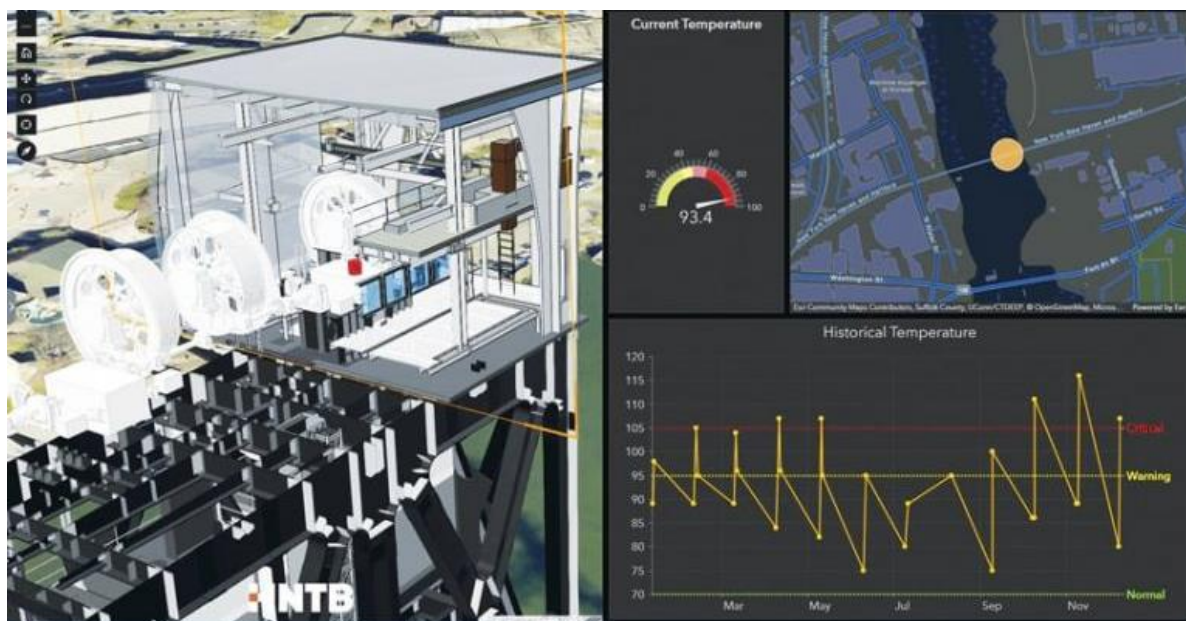


図：RhinoCity に PLATEAU 標準の 3D 都市モデル (CityGML) を読み込んだ状態

²⁸ RhinoTerrain <https://rhinoterrain.com/en/rhinocity.html>

GIS ソフトウェア

GIS ソフトウェアである ArcGIS (ESRI 社) では、同社が提供するクラウドベースのマッピング及び解析ソリューションである ArcGIS Online²⁹と、BIM ソフトウェアで紹介した Autodesk 社が提供するクラウドベースの施工管理プラットフォームである BIM Collaborate Pro (旧 BIM360)³⁰とを連携することで、3D 都市モデルと BIM を同一環境で閲覧することが可能な ArcGIS GeoBIM³¹を提供している。



図：GeoBIM の使用例

出所：<https://www.esri.com/about/newsroom/arcnews/geospatially-enabled-bim-data-proves-useful-beyond-construction/>

また、ArcGIS は IFC 形式を直接取り込むことが可能（対応スキーマ：IFC2x3, IFC4）である。CityGML 形式を ArcGIS で利用可能にするためには、同社が提供する CityGML を FGDB へ変換するツール³²を利用できる。

²⁹ ESRI ジャパン ArcGIS Online <https://www.esri.com/ja-jp/arcgis/products/arcgis-online/overview>

³⁰ Autodesk / BIM Collaborate Pro <https://www.autodesk.co.jp/products/bim-collaborate/>

³¹ Esri / ArcGIS GeoBIM <https://www.esri.com/ja-jp/arcgis/products/arcgis-geobim/>

³² GitHub EsriJapan/3D-CityModel-ConversionTools-for-ArcGIS <https://github.com/EsriJapan/3D-CityModel-ConversionTools-for-ArcGIS>

2.2 海外事例

シンガポール

シンガポールでの 3D 都市モデルと BIM 連携について、URA (Urban Redevelopment Authority)、SLA (Singapore Land Authority)、GovTech (Government Technology Agency)、ESRI Singapore に対してヒアリングを行っている。

URA によれば、現在シンガポールで BIM を管理する機関である BCA (Building Construction Authority) は、BIM の利用において IFC を国の標準規格としては定めておらず、電子建築確認で提出を求める際などは BIM ソフトウェアのネイティブフォーマットとしている。IFC での提出については、今後、仕様としての課題を抽出し、国で設置する研究会でフィードバックが行われる予定である。また、URA が行う都市スケールのユースケースで利用される 3D 都市モデルの詳細度は LOD2 程度とされており、BIM モデルなど詳細度の高いモデルの利用や統合等については、研究プロジェクトでの実証が行われている段階とされている。

シンガポールは GIS ソフトウェアベンダーとも連携して多くのプロジェクトを進めている。その中には、BIM モデルを GIS 系のソフトウェアと連携させたユースケース³³もあり、3D 都市モデルの活用だけでなく、3D 都市モデルと BIM 連携の取組においても、先導的なユースケース創出が期待される。

³³ Esri Singapore / Punggol Digital District <https://esrisingapore.com.sg/punggol-digital-district>

ケース 1：Rhinceros を用いた部屋情報・屋内空間情報の可視化

実施概要

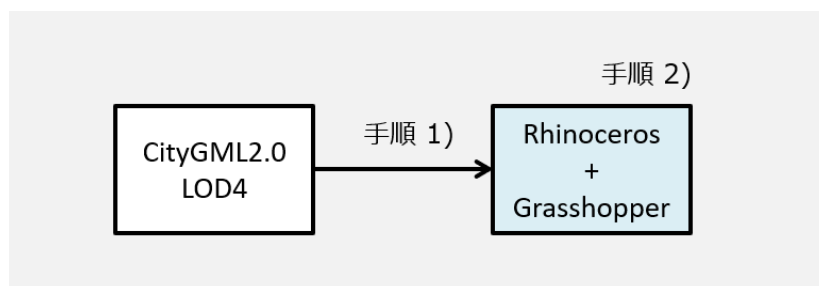
Rhinceros は、建築やデザインの分野で利用されることの多い 3 次元モデリングツールである。本ケースでは、CityGML クラスの Room を利用し、部屋情報や空間情報を可視化する方法を紹介する。

属性情報の連携には CityGML 形式を直接取り込む必要があるが、Rhinceros には CityGML 形式をインポートする機能がない。そのため、Rhinceros のプラグインである Grasshopper を活用する。

また、本ケースでは Room の形状と属性情報を Rhinceros に取り込んでいるが、ユースケースに応じてほかのクラスの形状や属性情報も同等の開発を行うことで Rhinceros に取り込むことが可能になる。

目的	部屋面積の計算 部屋情報の可視化
実施段階	企画、設計、維持管理・運用
CityGML LOD タイプ	LOD4.0 以上
利用した CityGML クラス	Room
利用したファイル形式	CityGML
利用したプログラム	Rhinceros (Rhino7 for Windows) Grasshopper Room を属性情報とともに Rhinceros にインポートするための 「CityGML Room Importer.gh」を利用

実施手順



手順 1) CityGML クラス Room の形状と属性を連携させて Rhinoceros に取り込み、表示

1. Grasshopper ファイルをダウンロードし、Rhinoceros で実行
2. CityGML ファイルを Rhinoceros に取り込み、表示

1. Grasshopper ファイルをダウンロードし、Rhinoceros で実行

1-1. PLATEAU の GitHub レポジトリから、Grasshopper ファイルをダウンロード

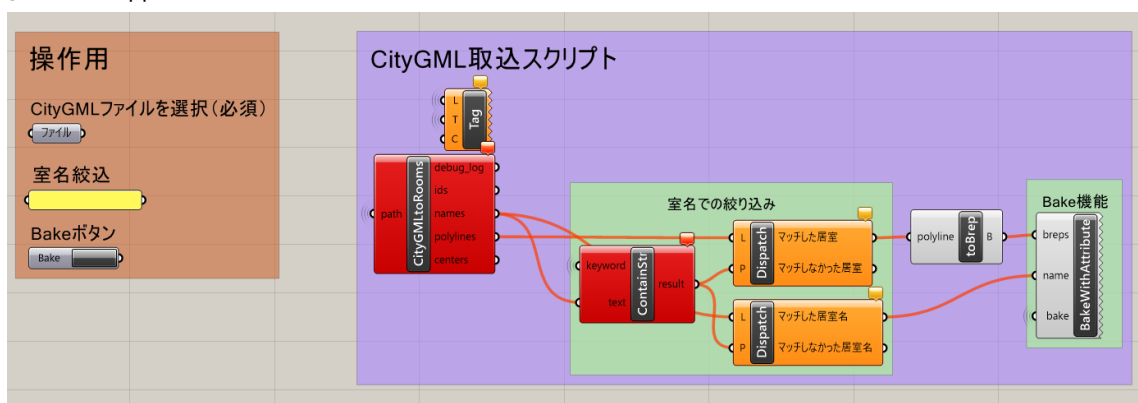
Project PLATEAU GitHub (<https://github.com/Project-PLATEAU>)

レポジトリ名：PLATEAU-CityGML-Room-Importer-Rhino-GH

ファイル名：CityGML Room Importer.gh

1-2. Rhinoceros、Grasshopper を開き、1-1 のファイルを読み込む

- ① Rhinoceros を起動
- ② Grasshopper を起動
- ③ Grasshopper に 1-1 のファイルをドラッグ&ドロップ

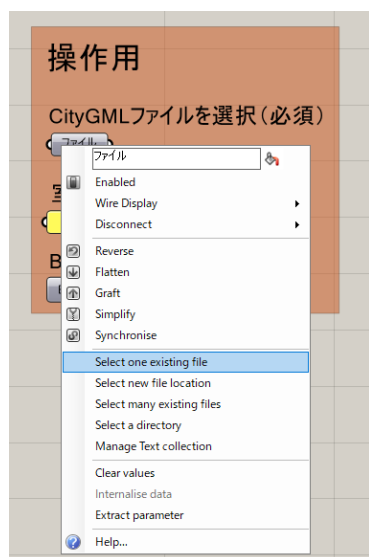


2. CityGML ファイルを Rhinoceros に取り込み、表示

2-1. 1-2 で用意した Grasshopper ファイルを使い、CityGML ファイルと接続

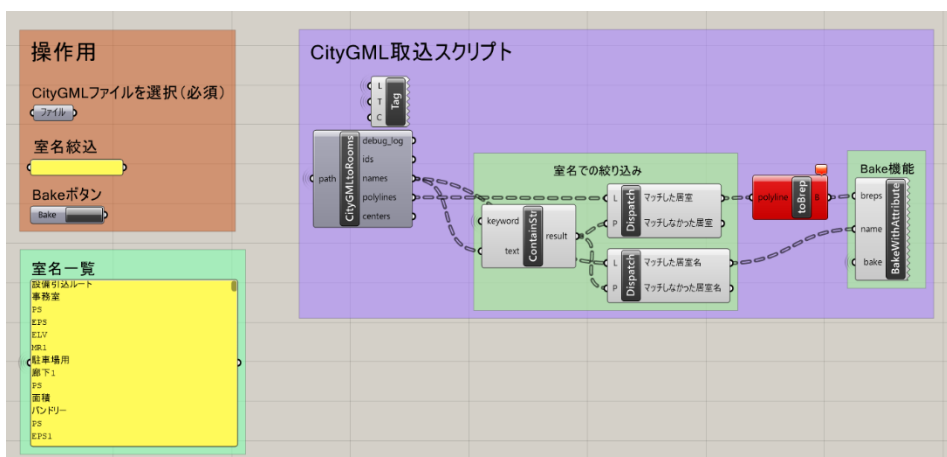
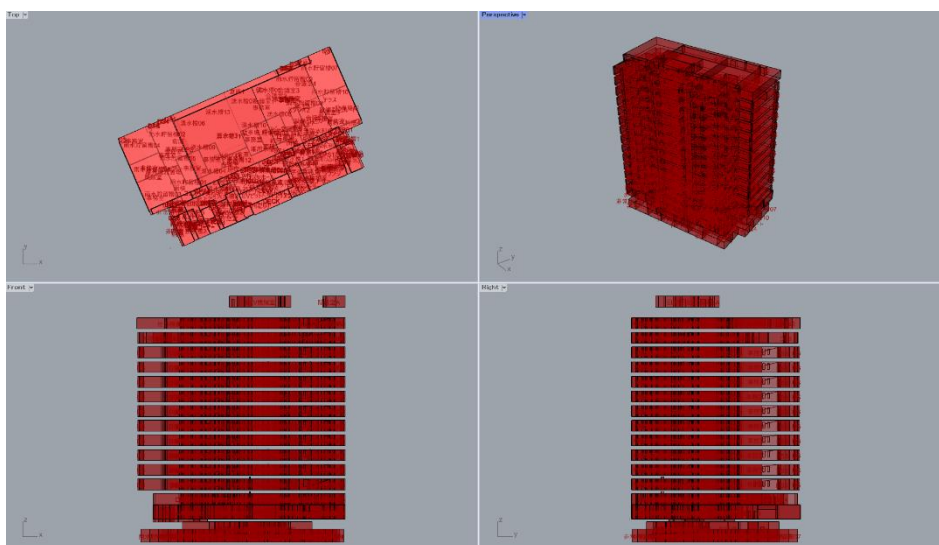
[ファイル] を右クリック

[Select one existing file] をクリック



読み込む GML ファイルを選択し、[開く] をクリック

Rhinoceros に選択したファイルの Room の情報が表示される

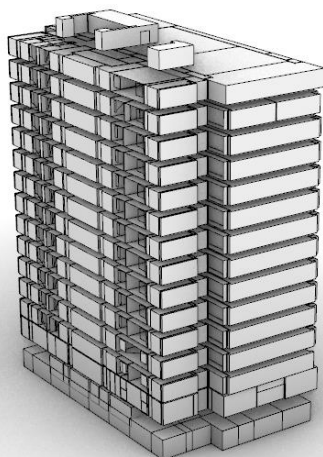


2-2. Rhinoceros で利用できるオブジェクトに変換

- ① [室名絞込] をダブルクリックし、Rhinoceros で利用したい部屋を入力（全部屋を出力する場合は空欄）
- ② [Bake ボタン] をクリック



③ Rhinoceros にオブジェクトとしてデータが出力される



※画像は、Bake 後に Grasshopper を閉じて、Rhinoceros 上のオブジェクトをレンダリング表示している状態

注意

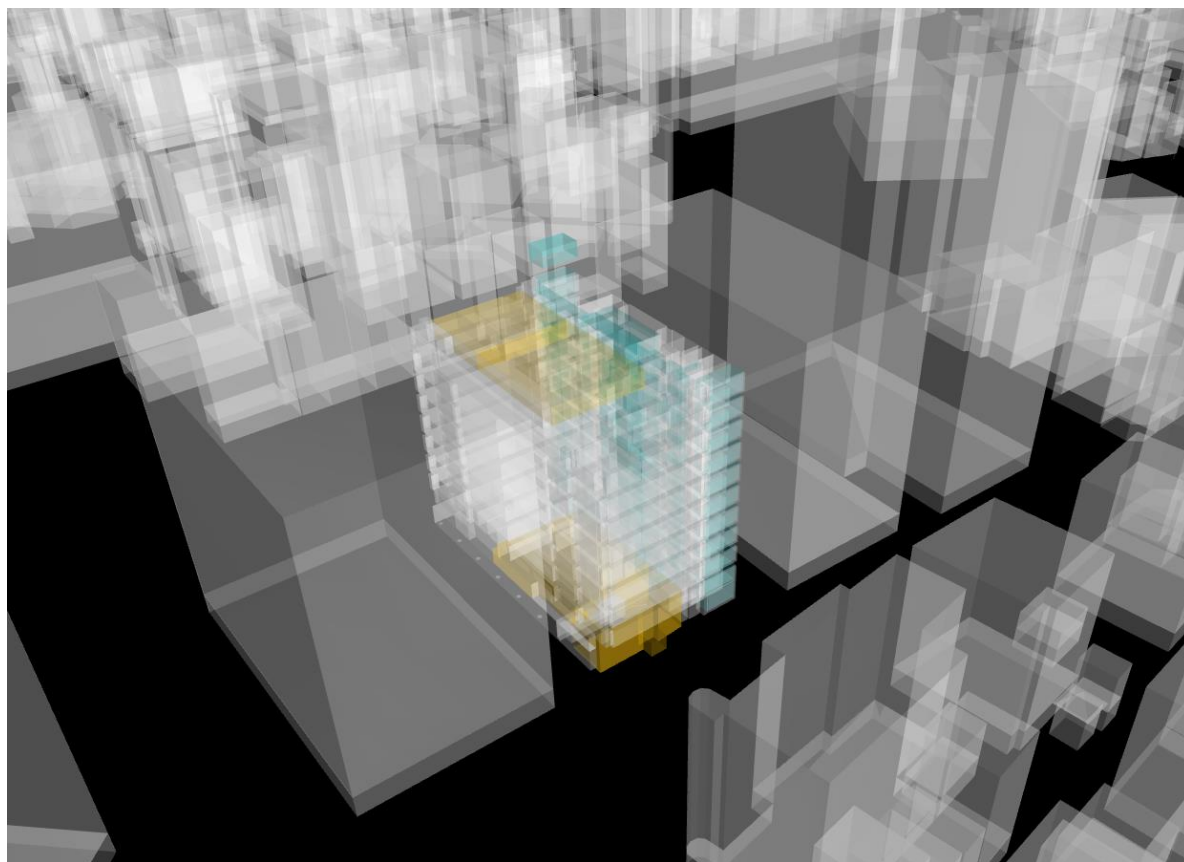
窓等の外への開口部を持つ部屋の場合、その窓のある壁面のサーフェスが正しく出力されない場合がある

2-3. 都市モデルと統合し部屋属性別の表現を調整

都市モデルと統合

各部屋の属性別に色等の表現を変更（表示例はパブリック空間を黄色、移動動線を青としている）

このような表現によって、都市の中での公共空間や避難空間、移動動線の可視化が可能になる



手順 2) Rhinoceros での操作

1. 部屋の検索と選択
2. 部屋面積・体積の確認

1. 部屋の検索と選択

1-1. 各部屋名を確認

- ① 部屋を選択
- ② [プロパティ] 内の「属性ユーザテキスト」を表示
- ③ 部屋名を確認



2. 部屋の面積・体積を確認

2-1. 各部屋の面積を確認

- ① 面積を確認したい部屋を選択
- ② コマンド [explode] を実行し、ポリサーフェスをサーフェスに分解
- ③ コマンド [area] を実行し、計算したい面積を持つ面（床や壁）を選択し、Enter で実行
- ④ 面積を確認

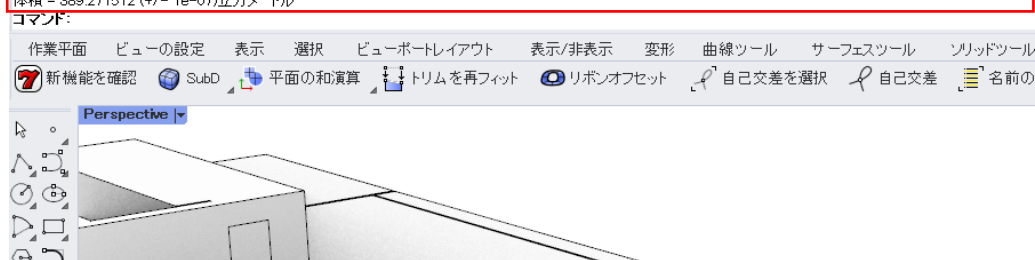
コマンド: Area
 面積を計算するサーフェス、ポリサーフェス、ハッチング、閉じた平面曲線、またはポリゴンメッシュを選択 (単位(U)=メートル)
 面積を計算するサーフェス、ポリサーフェス、ハッチング、閉じた平面曲線、またはポリゴンメッシュを選択。操作を完了するにはEnterを押します (単位(U)=メートル)
 面積を計算しています... キャンセルするにはEscを押してください。
 面積 = 129.757171 (4/- 1e-07)平方メートル



2-2. 各部屋の体積を確認

- ① 体積を確認したい部屋を選択
- ② コマンド [volume] を実行し、計算したい体積を持つポリサーフェスを選択し、Enter で実行
- ③ 体積を確認

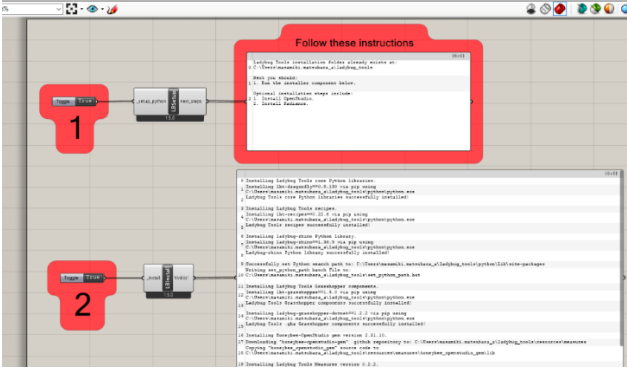
コマンド: Volume
 体積を計算するソリッドまたはソリッドメッシュを選択 (単位(U)=メートル)
 体積を計算するソリッドまたはソリッドメッシュを選択。操作を完了するにはEnterを押します (単位(U)=メートル)
 体積を計算しています... キャンセルするにはEscを押してください。
 体積 = 389.271512 (4/- 1e-07)立方メートル



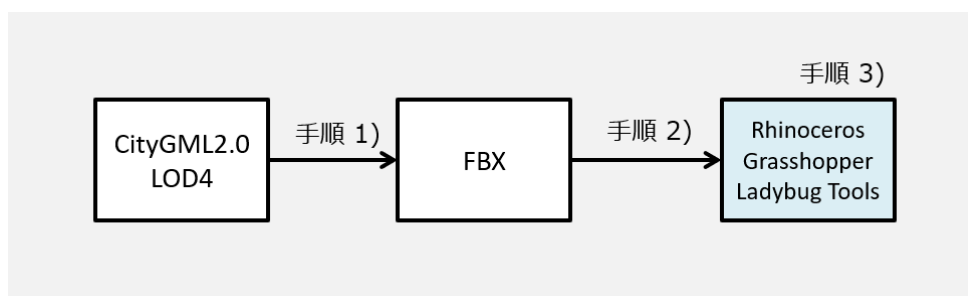
ケース 2：Rhinceros を用いた屋内光環境シミュレーション

実施概要

CityGML の Room、InteriorWallSurface、Window、Door を利用して、屋内の物理的な採光量や照度を計算できる。属性情報は計算結果に影響しないため、利用する拡張子は FBX としている。

目的	昼光照明での照度を計算、可視化 年間照度を計算、可視化
実施段階	企画、設計、維持管理・運用
CityGML LOD タイプ	LOD4.0 以上
利用した CityGML クラス	FloorSurface、InteriorWallSurface、WallSurface、Window、Door
利用したファイル形式	CityGML, FBX
利用したプログラム	FME Workbench (ver.2022.1 以降) Rhinceros + Grasshopper + Ladybug Tools +Radiance < 事前準備 > Food4Rhino (https://www.food4rhino.com/en/app/ladybug-tools#downloads_list) より Ladybug Tools 1.5.0 をダウンロード ダウンロードした zip ファイルを解凍し、installer.gh を実行 表示されたプログラムの Toggle1、2 を順番に True にしてインストールを実施  GtiHub (https://github.com/LBNL-ETA/Radiance/releases/tag/947ea88a) より Radiance 5.4a (Ladybug Tools 1.5 に対応) のインストーラーをダウンロードし、インストールを実施

実施手順



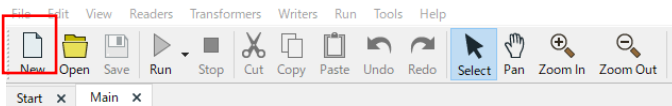
手順 1) CityGML から FBX への変換

1. FME Workbench で CityGML 形式のファイルを FBX 形式に変換

1-1. FME Workbench を開く

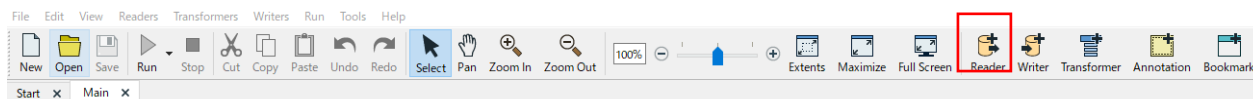
① FME Workbench を開く

② [New] をクリックし、空のワークスペースを開く



1-2. 変換元の CityGML 形式のファイルを Reader で読み込む

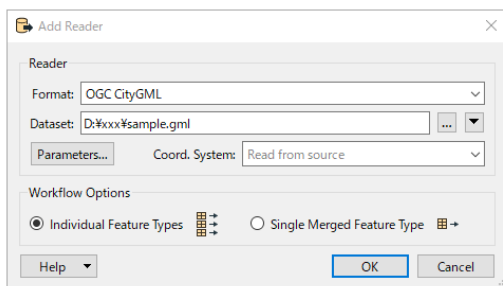
① [Reader] をクリック



② Format で [OGC CityGML] を選択

③ Dataset で変換元になる CityGML ファイルを選択

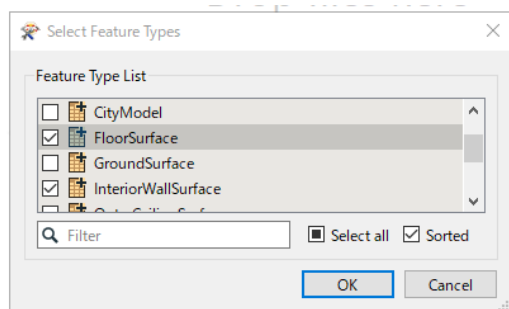
④ Workflow Option で [Individual Feature Types] を選択



⑤ [OK] をクリック

⑥ Select Feature Types で必要な Feature Type を選択

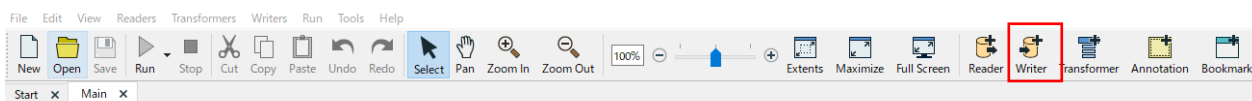
※本ケースでは FloorSurface、InteriorWallSurface、WallSurface、Window、Door を選択。ユースケースに応じて、解析に必要な要素を適宜選択すること



⑦ [OK] をクリック

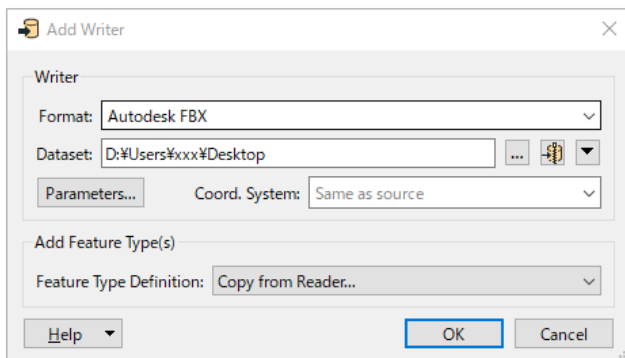
1-3. 変換先の FBX 形式のファイルを Writer で設定

① [Writer] をクリック



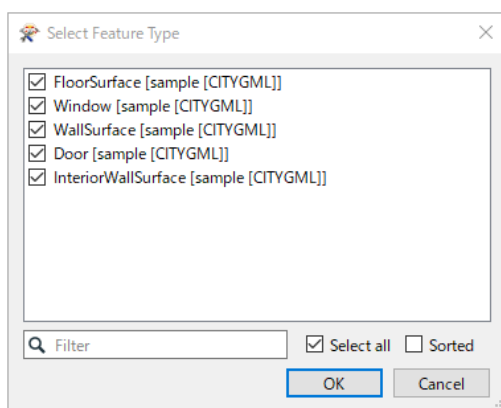
② Format で [Autodesk FBX] を選択

③ Dataset で出力するフォルダを選択

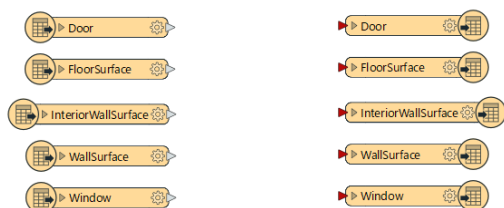


④ [OK] をクリック

⑤ [Select all] を選択

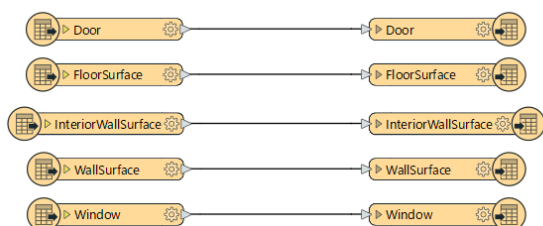


⑥ [OK] をクリック

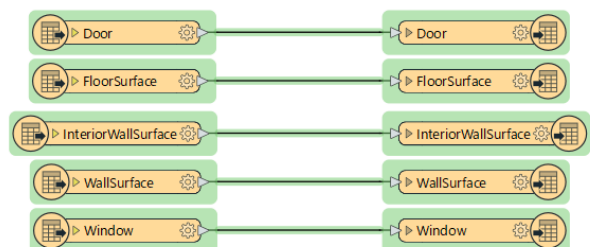
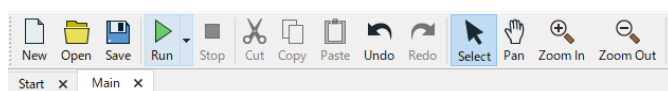


1-4. CityGML 形式のファイルを FBX 形式に変換

① Reader で取り込んだ Feature と、Writer で設定した Feature をノードで接続



② [Run] をクリック



③ Translation Parameter Values で [Run] をクリック

④ 指定したフォルダに Feature ごとの FBX 形式ファイルが作成される

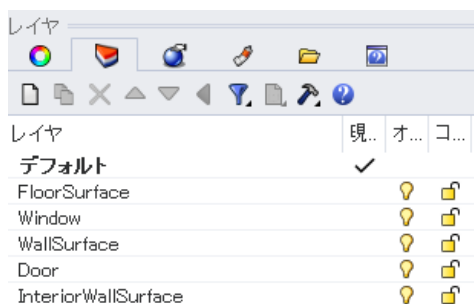
手順 2) FBX ファイルの Rhinoceros への取り込み

1. Rhinoceros で Feature ごとにレイヤを分けてファイルをインポート

1-1. Rhinoceros を開き、Feature ごとのレイヤを作成

① Rhinoceros を開く

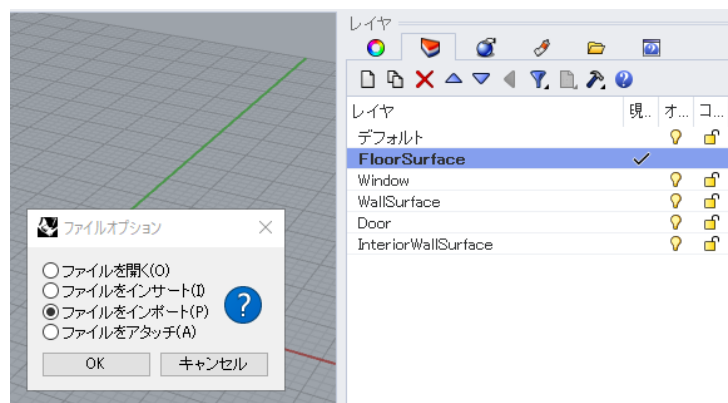
② Feature ごとのレイヤを作成



1-2. 各レイヤに Feature 単位でファイルをインポート

① インポートするレイヤを選択した状態で、対象ファイルをプレビュー画面にドラッグ&ドロップ

② [ファイルをインポート] を選択し、[OK] をクリック

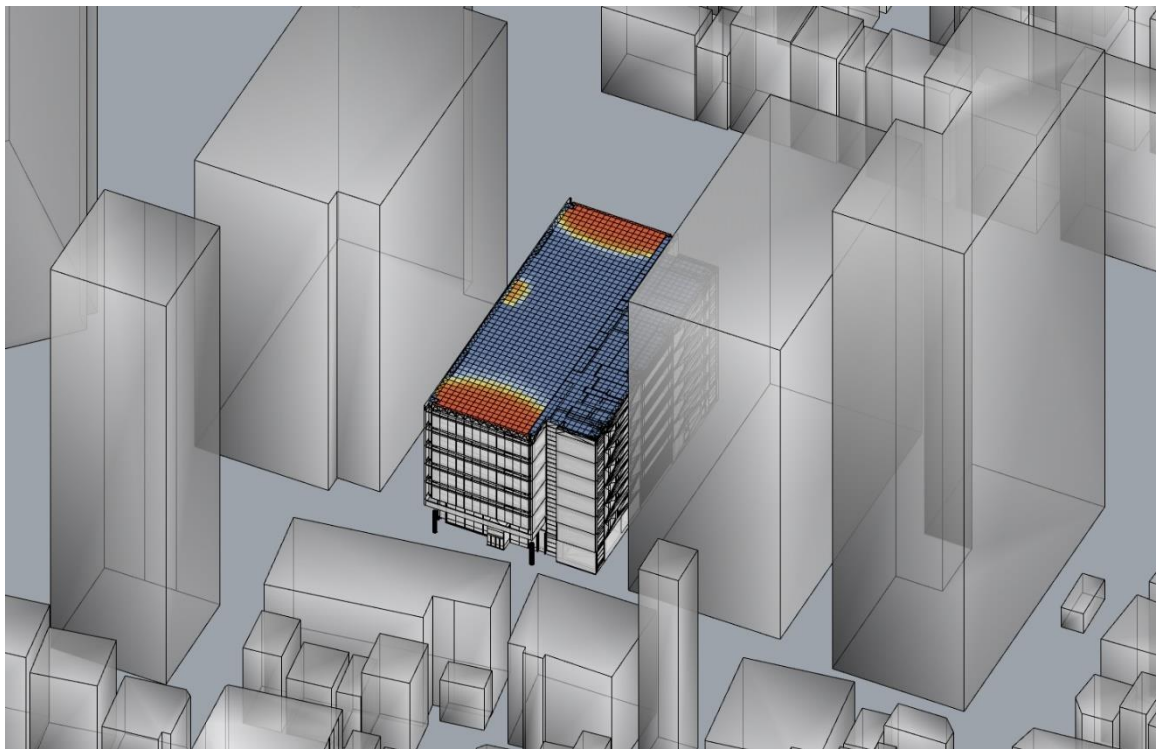


③ ①②の操作をインポートする全ての Feature で実施

手順 3) Rhinoceros + Grasshopper + Ladybug Tools + Radiance での操作

1. Rhinoceros, Grasshopper, Ladybug, Honeybee を使って、照度を計算

- ①取り込んだモデルから部屋、壁や窓、ドアなどの開口モデルをそれぞれコンポーネントで解析用のモデルに変換
- ②天候情報などを Honeybee のコンポーネント上で設定
- ③解析を実行するコンポーネントに 1、2 のコンポーネントをつなぎ、解析を実行
- ④実行結果をヒートマップコンポーネント等で可視化



以降の具体的な操作については、表で示す各ソフトウェアを用いたチュートリアル等を参照ください。本事例では、Daylighting in LBTools: Annual Daylighting Recipe³⁴で紹介されている方法を参照して解析を実施し、その概要を紹介している。

サイト・ページ名	URL
Daylighting in LBTools: Annual Daylighting Recipe 〈YouTube〉	https://www.youtube.com/watch?v=FddTxKGpBTA
Daylight Analysis 光環境解析 Honeybee (Radiance) 〈Building Environment Design.com〉	https://building-env.com/archives/2797

³⁴ Daylighting in LBTools: Annual Daylighting Recipe <https://www.youtube.com/watch?v=FddTxKGpBTA>

ケース 3：FlowDesigner を用いた屋内温熱環境評価・屋内空気環境評価

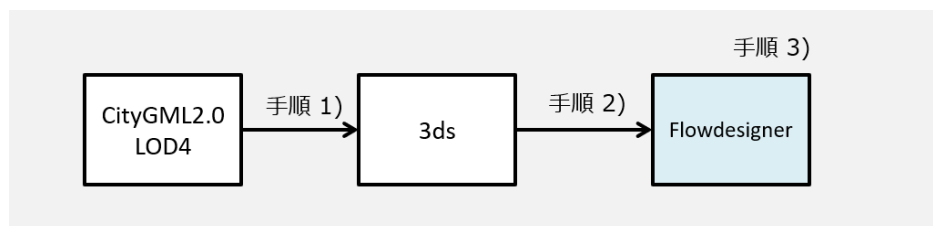
実施概要

熱流体解析ソフトウェアの FlowDesigner を用いれば、CityGML の Room を利用し、エアコンを配置した際の屋内温度分布を求めて屋内熱環境評価を行うことや、換気設備等を配置した際の屋内換気状態を求め、屋内空気環境評価ができる。

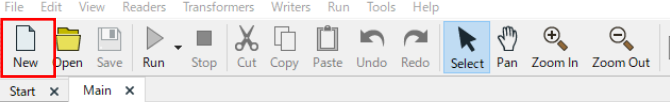
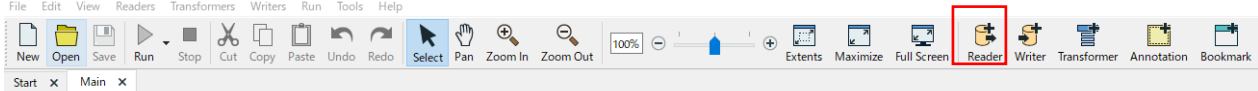
本事例のような解析においては、屋内に面するモデルのみが必要で、Room 以外のモデルは不要である。窓を配置した解析を行う場合は、あらかじめ CityGML ビューア等で窓の位置や大きさを確認し、その情報を解析ソフト側で入力する方法が有効である。なお、設計や施工で構築されている BIM モデルから、これらの限定されたモデルをフィルタリングで抽出すると作業量が増える。その場合、CityGML LOD4 のモデルを利用することで作業の簡略化が期待できる。

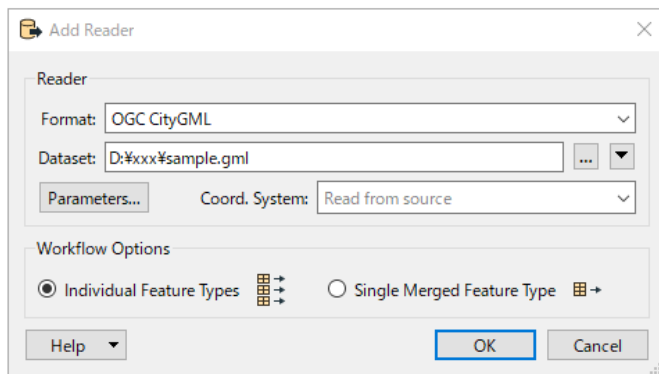
目的	屋内温熱環境評価
実施段階	企画、設計、維持管理・運用
CityGML LOD タイプ	LOD4.0 以上
利用した CityGML クラス	Room
利用したファイル形式	CityGML、3ds
利用したプログラム	FlowDesigner

実施手順



手順 1) CityGML から .3ds への変換

1. FME Workbench で CityGML 形式のファイルを 3ds 形式に変換
1-1.FME Workbench を開く
① FME Workbench を開く ② [New] をクリックし、空のワークスペースを開く 
1-2. 変換元の CityGML 形式のファイルを Reader で読み込む
① [Reader] をクリック  ② Format で [OGC CityGML] を選択 ③ Dataset で変換元になる CityGML ファイルを選択 ④ Workflow Option で [Individual Feature Types] を選択



⑤ [OK] をクリック

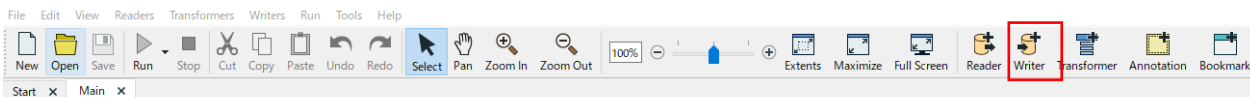
⑥ Select Feature Types で必要な Feature Type を選択

※本ケースでは Room を選択。ユースケースに応じて、解析に必要な要素を適宜選択すること

⑦ [OK] をクリック

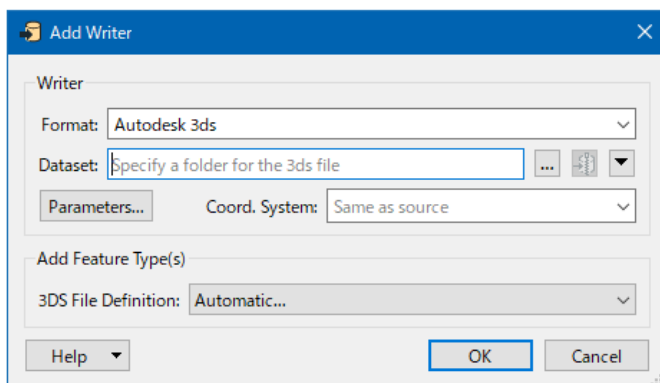
1-3. 変換先の 3ds 形式のファイルを Writer で設定

① [Writer] をクリック



② Format で [Autodesk FBX] を選択

③ Dataset で出力するフォルダを選択し、[OK] をクリック



④ [Select all] を選択し、[OK] をクリック

1-4. CityGML 形式のファイルを 3ds 形式に変換

① Reader で取り込んだ Feature と、Writer で設定した Feature をノードで接続



② [Run] をクリック

③ Translation Parameter Values で [Run] をクリック

④ 指定したフォルダに Feature ごとの 3ds 形式ファイルが作成される

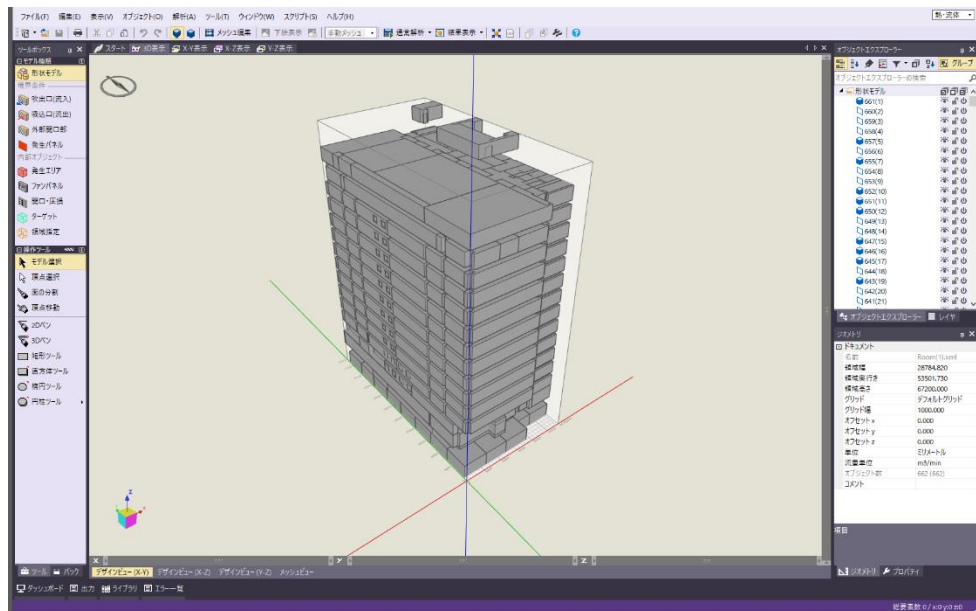
手順 2) 3ds ファイルの FlowDesigner への取り込み

1. FlowDesigner に 3ds ファイルを直接取り込み、対象の部屋の解析モデルを作成

1-1. 3ds モデルをインポート

① FlowDesigner を起動

② [ファイル] → [CAD ファイル] → [新規プロジェクトを作成] から 3ds ファイルを選択しプロジェクトを作成

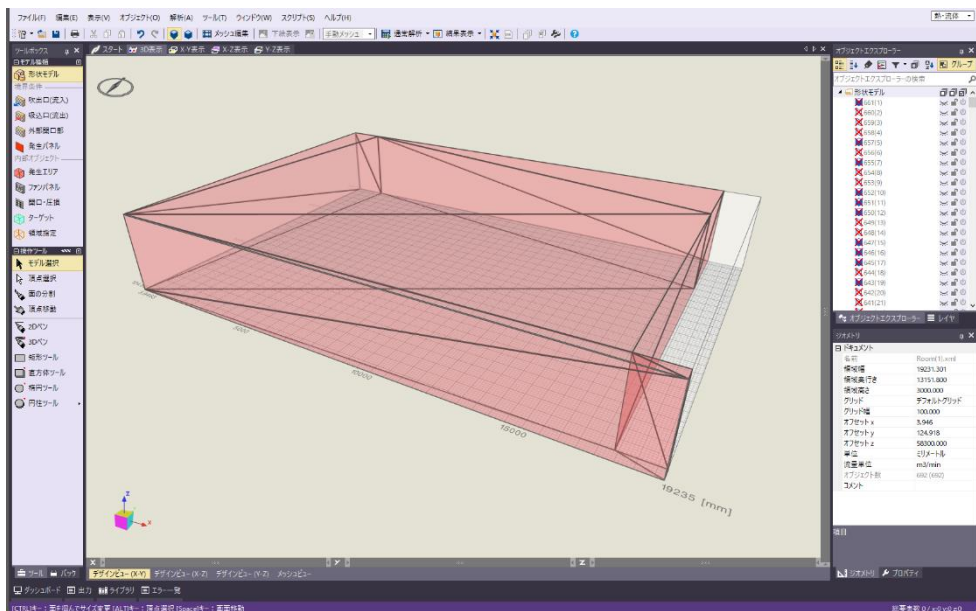


③ 3ds に変換した部屋が取り込まれる

1-2. 解析対象の部屋を選択し、解析モデルを作成

① 解析対象とするオブジェクト（部屋）を選択

② [スクリプト] → [屋内空調解析_領域設定] → [熱付加設定] を選択

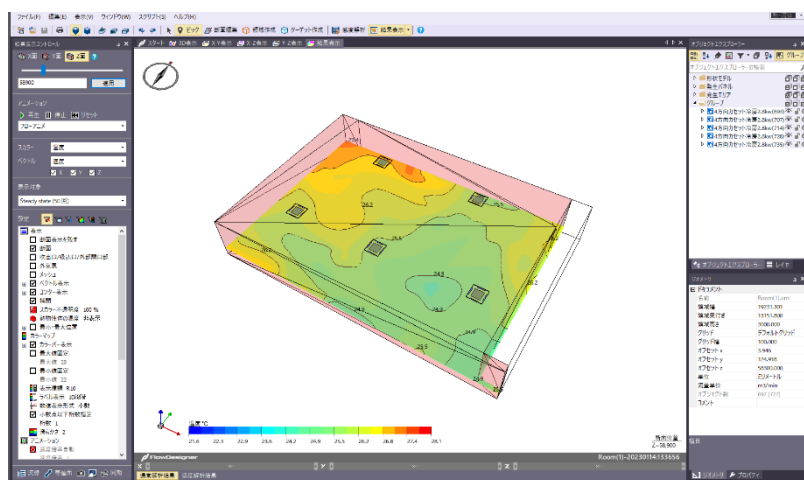


③ 解析したい部屋のみオブジェクトを絞り込むことができる

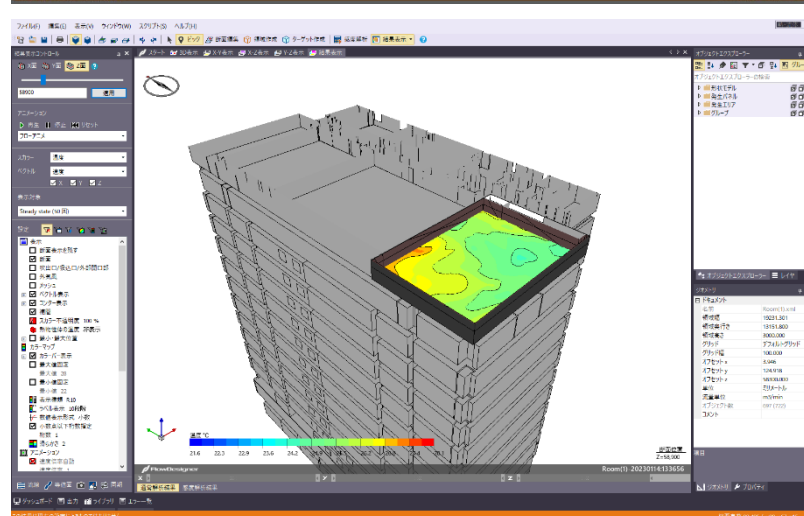
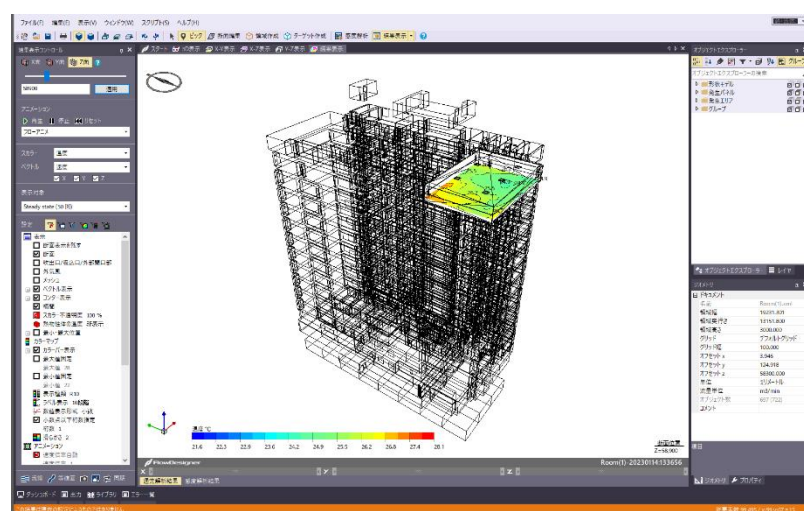
手順 3) 解析を実施

1. 屋内空調解析の実施例

1-1. 部屋単位で表示



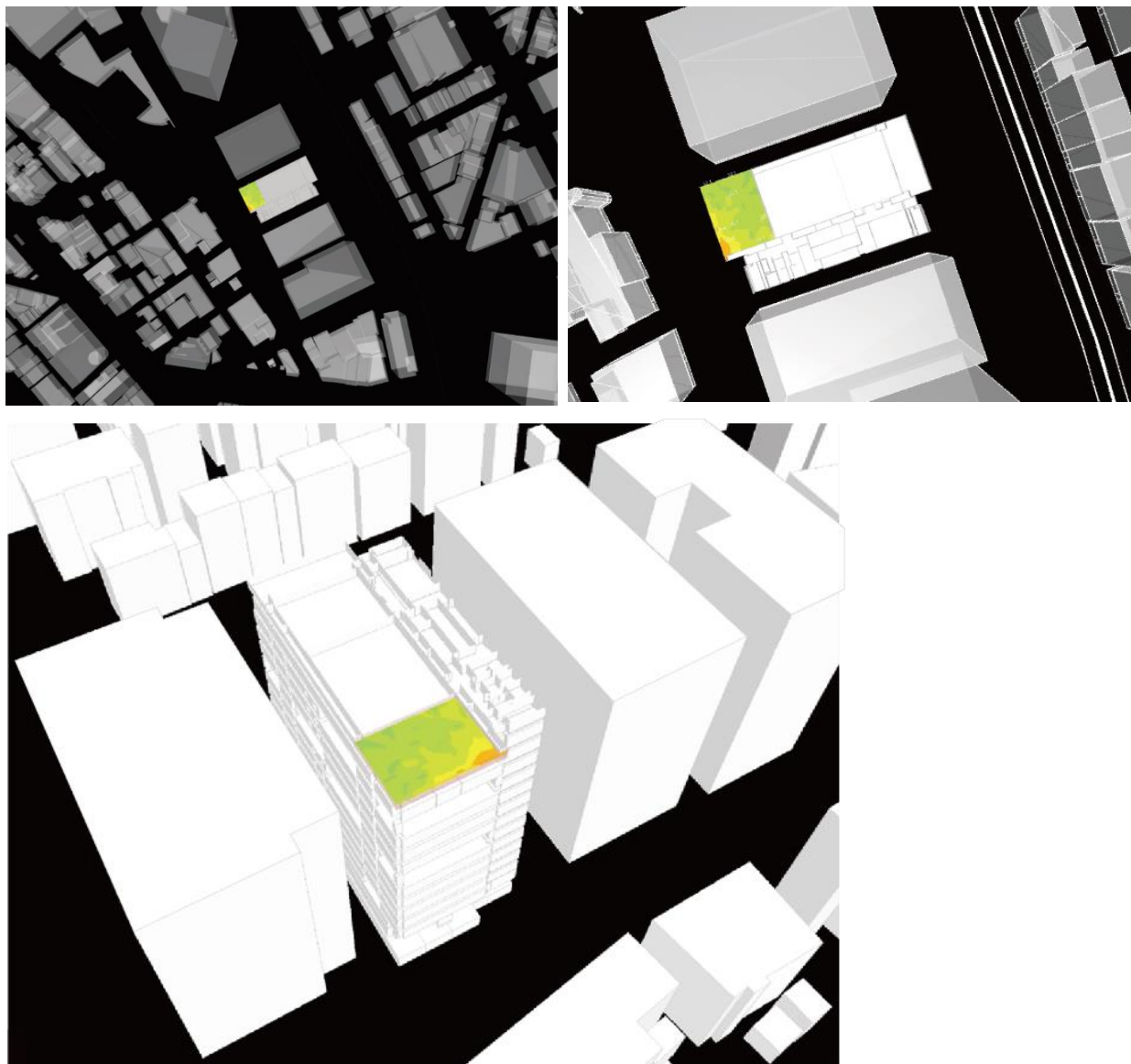
1-2. 取り込んだほかの部屋と併せて表示



応用) 周辺の建築物の影響を加味した解析

1-1. 周辺の建築物の影響を加味した解析を実施

- ① FlowDesigner に LOD1 相当の周辺の建築物モデルと、CityGML クラスの Room を 3ds 形式で取り込む
- ② 周辺の建築物を含めた日射量解析を実施し、解析したい部屋に属する窓面の日射量を求める
- ③ ②で求めた窓面からの日射量から算出した日射負荷を加味して、手順 3) で示す方法で屋内温熱空調解析を実施



FlowDesigner 内での解析方法についてはソフトウェアのマニュアル動画³⁵などを参照

³⁵FlowDesigner IfcSpace を活用した空調解析 ～任意形状の領域の空調解析～
<https://www.youtube.com/watch?v=209mCZ9R23Y>

ケース 4：MassMotion を用いた人流シミュレーション

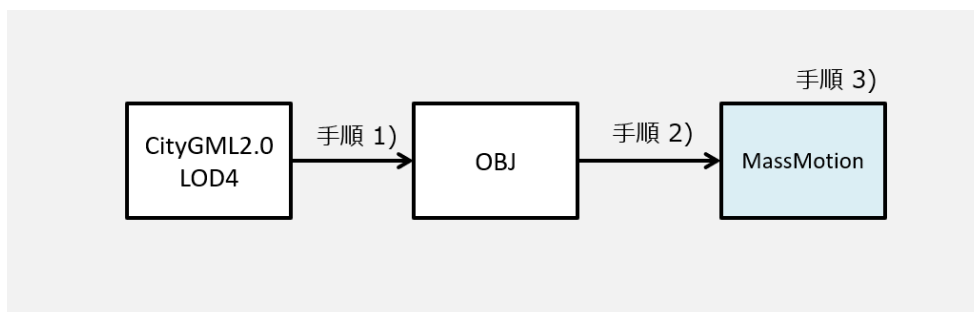
実施概要

MassMotion は歩行者シミュレーションのソフトウェアである。CityGML の FloorSurface、IntFloorSurface、WallSurface、InteriorWallSurface、Door を利用すると、屋内空間や複数の建物間での人流シミュレーションを行うことができる。属性情報は計算結果に影響しないため、拡張子を OBJ とすることで、FBX を利用するよりも軽量なモデルになる。

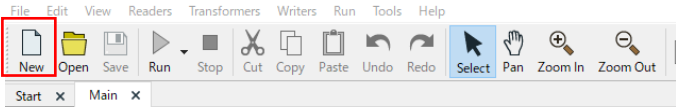
シミュレーションには階段やエスカレーターなどのフロアをつなぐ要素も必要になるが、それらの要素は解析ソフト側で入力する必要があるため、本事例では CityGML のモデルを利用していません。また、歩行ルートになる床（FloorSurface、IntFloorSurface）は、その床面が分割した状態で出力されていると歩行ルートを正確に認識させることができないため、モデル作成、出力時に注意が必要になる。

目的	人流シミュレーション
実施段階	企画、設計、維持管理・運用
CityGML LOD タイプ	LOD4.1 以上
利用した CityGML クラス	FloorSurface、IntFloorSurface、WallSurface、InteriorWallSurface
参照した CityGML クラス	Door、BuildingInstallation、IntBuildingInstallation
利用したファイル形式	CityGML, OBJ
利用したプログラム	MassMotion

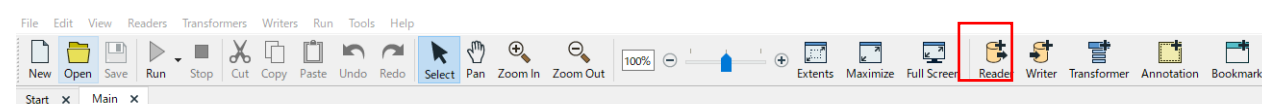
実施手順



手順 1) CityGML から OBJ への変換

1. FME Workbench で CityGML 形式のファイルを OBJ 形式に変換
1-1. FME Workbench を開く
① FME Workbench を開く ② [New] をクリックし、空のワークスペースを開く

1-2. 変換元の CityGML 形式のファイルを Reader で読み込む

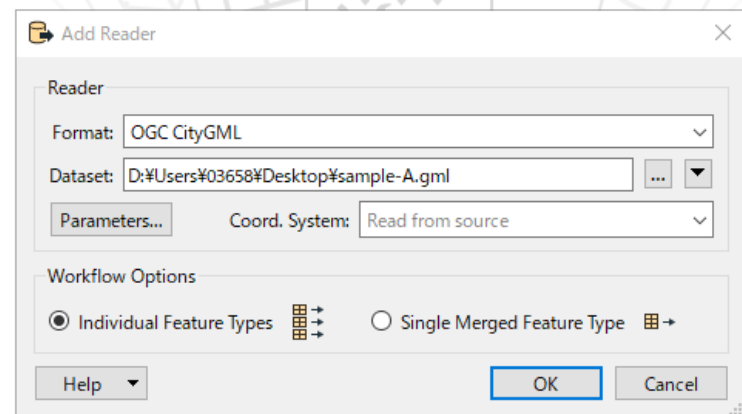
① [Reader] をクリック



② Format で [OGC CityGML] を選択

③ Dataset で変換元になる CityGML ファイルを選択

④ Workflow Option で [Individual Feature Types] を選択



⑤ [OK] をクリック

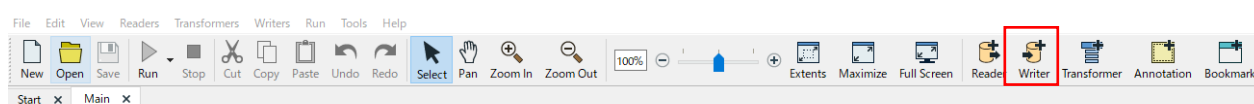
⑥ Select Feature Types で必要な Feature Type を選択

※本ケースでは FloorSurface、OuterFloorSurface、InteriorWallSurface、GroundSurface、Door、BuildingInstallation、IntBuildingInstallation を選択。ユースケースに応じて、解析に必要な要素を適宜選択すること

⑦ [OK] をクリック

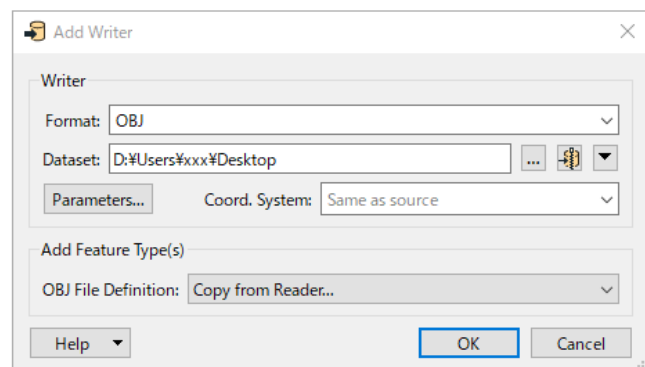
1-3. 変換先の OBJ 形式のファイルを Writer で設定

① [Writer] をクリック

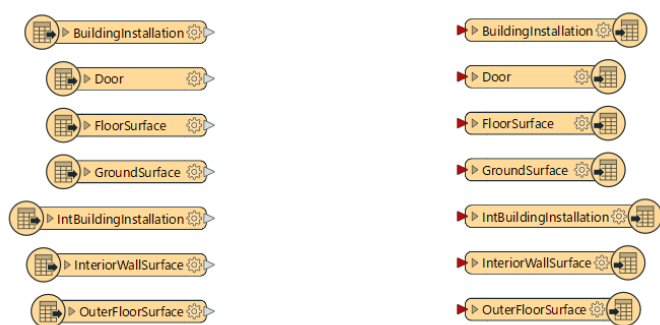


② Format で [OBJ] を選択

③ Dataset で出力するフォルダを選択し、[OK] をクリック

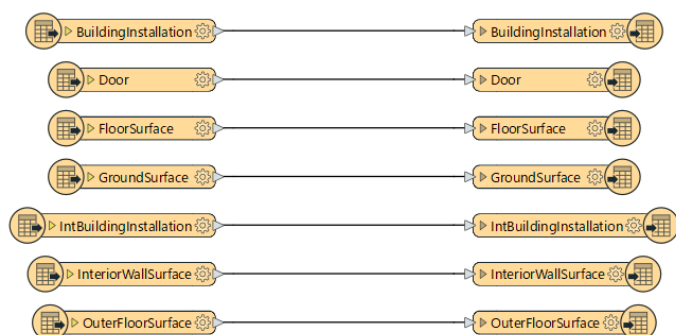


④ [Select all] を選択し、[OK] をクリック



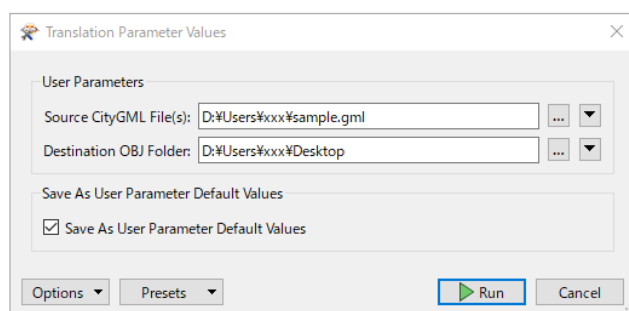
1-4. CityGML 形式のファイルを FBX 形式に変換

① Reader で取り込んだ Feature と、Writer で設定した Feature をノードで接続



② [Run] をクリック

③ Translation Parameter Values で [Run] をクリック



④ 指定したフォルダに Feature ごとの OBJ 形式ファイルが作成される

手順 2) OBJ ファイルの MassMotion への取り込み

<事前調整>

人流シミュレーションでは、オブジェクトに対してパラメータを設定するなど、解析ソフト側での調整が必要になる。そのため、手順 1) の変換に際して又は変換後に以下の確認や調整を実施する。また、本ケースでは OBJ 形式のファイルを採用しているが、FBX 形式のファイルでも同様の解析は実施可能であるので、FBX での調整事項も併せて紹介する。

1. ファイルサイズが大きい場合の調整
ポリゴン数の調整
一般的にポリゴン数とファイルサイズは比例するので、OBJ/FBX のファイルサイズが大きい場合は CityGML からの変換時にポリゴン数を調整するなどの措置を取り、極力ファイルサイズを小さくする
オブジェクトが分解されていないかを確認 (FBX のみ)
FBX ファイルで 1 オブジェクトが複数のオブジェクトに分解されている場合、ファイルサイズが大きくなる要因になるだけでなくシミュレーションエラーにもなり得る。このような場合は MassMotion に取り込む前に修正する必要がある
2. 取り込みモデルの妥当性の確認と調整
開口部
MassMotion では室内と屋外、室内と別の室内の移動時に開口部が必要となる。WallSurface や InteriorWallSurface に移動可能な開口部が存在しない場合は、Door 等の CityGML クラスを参考にモデルを修正する必要がある
結合 (マージ) されたオブジェクトの分解
MassMotion 内ではオブジェクトを分解することはできない。また、オブジェクトが結合状態ではシミュレーションエラーの原因になることがあるので、MassMotion に取り込む前に結合されたオブジェクトを分解する必要がある

<取り込み時の設定>

スケールの調整 (OBJ)
スケールを 1/1000 に指定する
座標軸の調整 (OBJ)
OBJ の Y 軸が MassMotion の Z 軸にマッピングされているため、MassMotion への取り込み時に座標軸を回転させる

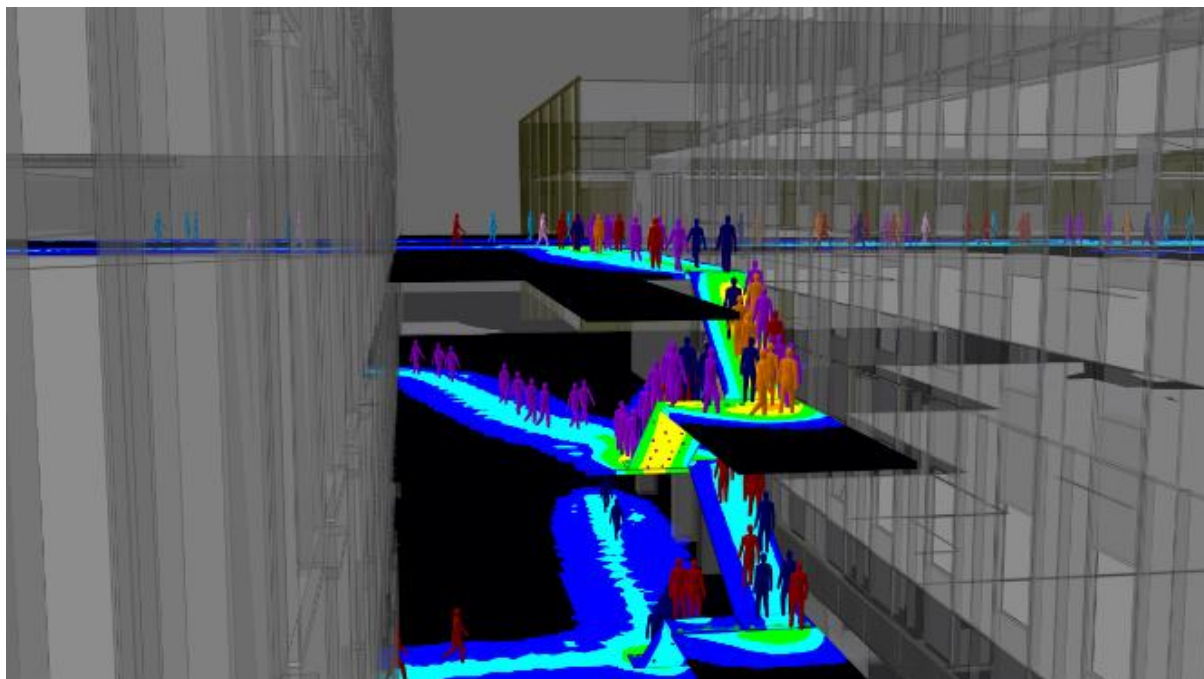
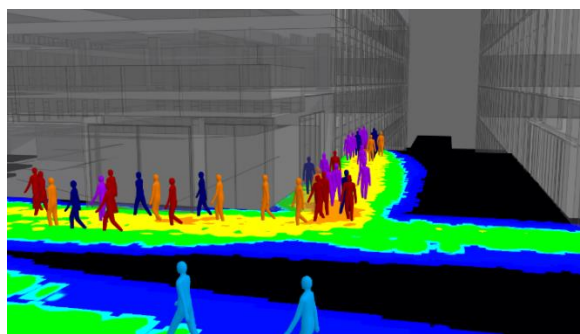
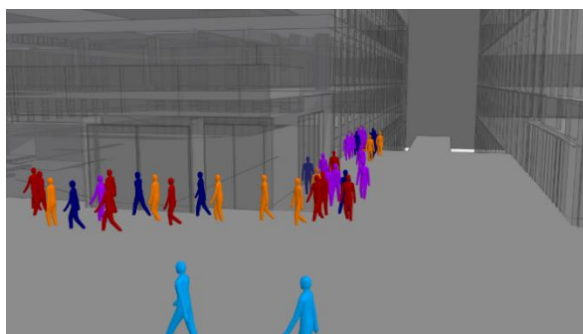
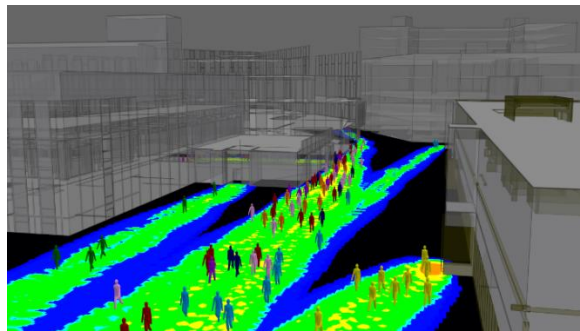
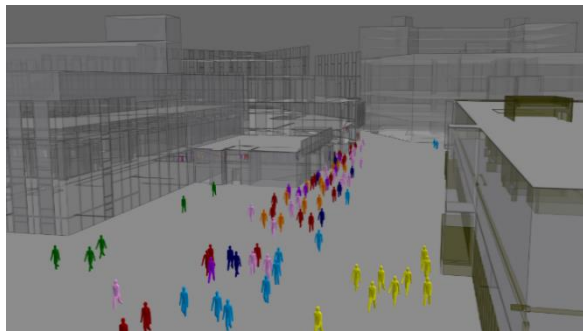
<MassMotion での操作・注意点>

1. 階段・エスカレータ・スロープがある場合
階段・エスカレータ・スロープ用オブジェクトの作成
CityGML から変換して取り込んだ階段やエスカレーター、スロープのオブジェクトは、そのままでは MassMotion 内で使用できない。そのため 8 点で構成する一つのスロープ状のオブジェクトを MassMotion 内で別途作成する
2. シミュレーションエラーが出る場合
床の確認
2 面以上の床を移動する場合は、Link オブジェクトで床同士をつなぐ又は一つのサーフェスとして合成する
開口部の確認
<事前調整>でも紹介したとおり、室内と屋外、室内と別の室内の移動時にはモデルに開口部を設ける。City GML クラスの Door から生成したオブジェクトでは通行不可と認識されて開口部として機能しないので、削除する

手順 3) シミュレーションの実施

MassMotion の具体的な操作についてはソフトウェアのマニュアル等³⁶を参照

複数建物からの人流シミュレーションの実施結果



³⁶ MassMotion Help Guide <https://www.oasys-software.com/wp-content/uploads/2019/06/MassMotion-10.0-Help-Guide.pdf>

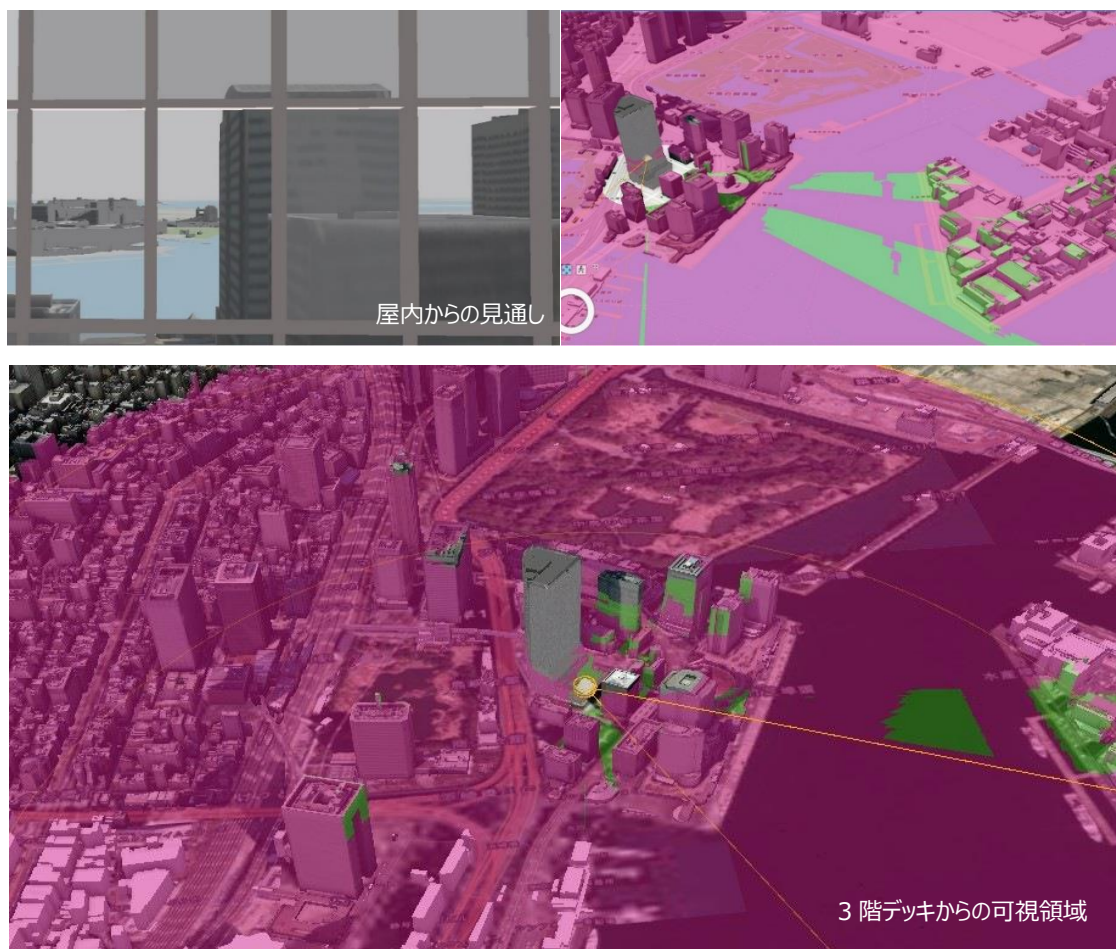
ケース 5：ArcGIS を用いた見通し解析

実施概要

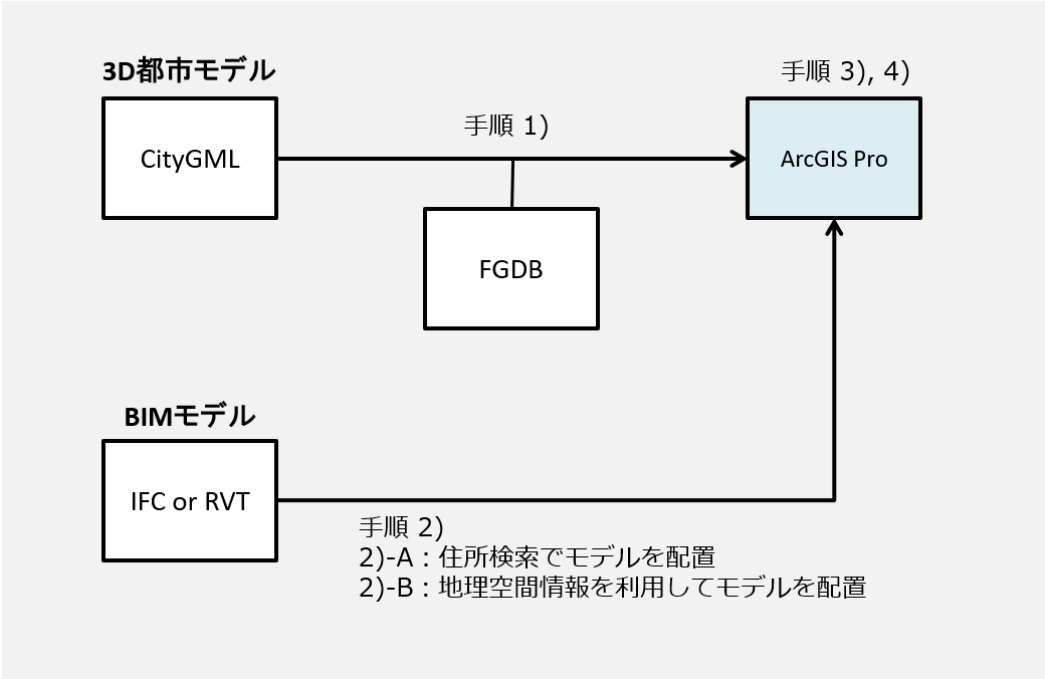
CityGML の Building を利用して屋内空間からの見通し解析を行うことができる。GIS ソフトの中で解析を実施することで、ほかの建築物との関係が確認可能になるため、可視範囲の確認や監視カメラの配置計画に利用できる。

本事例では ArcGIS に BIM モデルから生成した CityGML2.0 建築物モデル（LOD4）を取り込んでいる。実施する際には、ArcGIS 内に適切に建築物モデルを配置することが必要となるので、その手順を含めて説明をする。

目的	屋内空間からの可視範囲の確認
実施段階	企画、設計、維持管理・運用
CityGML LOD タイプ	LOD4.0 以上
利用したファイル形式	CityGML、FGDB、IFC
利用したプログラム	ArcGIS（+ Data Interoperability） 3D-CityModel-ConversionTools-for-ArcGIS（GitHub で公開） https://github.com/EsriJapan/3D-CityModel-ConversionTools-for-ArcGIS/ コードリスト（G 空間情報センターにて公開）



実施手順



手順 1) CityGML から FGDB への変換と ArcGIS Pro への取り込み

< 事前調整 >

現在公開・配布されている 3D 都市モデルの CityGML を FGDB に変換する際には、CityGML 内に記述された「名前空間」と「schemaLocation」に記載されている旧 URL (i-UR1.4) を、新しい URL (i-UR1.5) に更新（テキスト置換）する必要がある。IFC は、要素別の変換が必要である。

1. CityGML から FGDB への変換フロー
1-1. プロジェクトフォルダに接続
① ArcGIS の拡張機能 Data Interoperability のライセンスを有効にする ② GitHub で公開されている最新の「3D-CityModel-ConversionTools-for-ArcGIS」を、あらかじめ ArcGIS のプロジェクトフォルダに展開する ③ プロジェクトフォルダに接続し、「3D-CityModel-ConversionTools-for-ArcGIS」を開く
1-2. 変換ツールを使い、CityGML の名前空間と schemaLocation を修正
① 1-1 で展開した「3D-CityModel-ConversionTools-for-ArcGIS」のスクリプト [10_CityGML の URL を iUR1.4 から 1.5 に書き換え] を使い、CityGML を修正 8_gen_汎用属性セットの展開ツール 9_gen_汎用属性セット(土地利用)のコード値ドメインの割り当て 10_CityGMLのURLをiUR1.4から1.5に書き換え 11-1_urf_区域区分の分類出力 11-2_urf_地域地区の分類出力 ジオプロセシング 10_CityGMLのURLをiUR1.4から1.5に書き換え パラメーター 環境 CityGML ファイル (*.gml) が格納されたフォルダー: PLATEAU

1-3. ジオプロセッシングツールを使い、FGDB に変換

- ① 下図にある「3D-CityModel-ConversionTools-for-ArcGIS」の「1-1_bldg_建築物のインポート」ツールを起動し、[Input CityGML File (s)] フォルダのアイコンをクリックして、「1-2. 変換ツールを使い、CityGML の名前空間と schemaLocation を修正」で修正した CityGML を指定

※ArcGIS の拡張機能 Data Interoperability のライセンスを有効にする必要がある

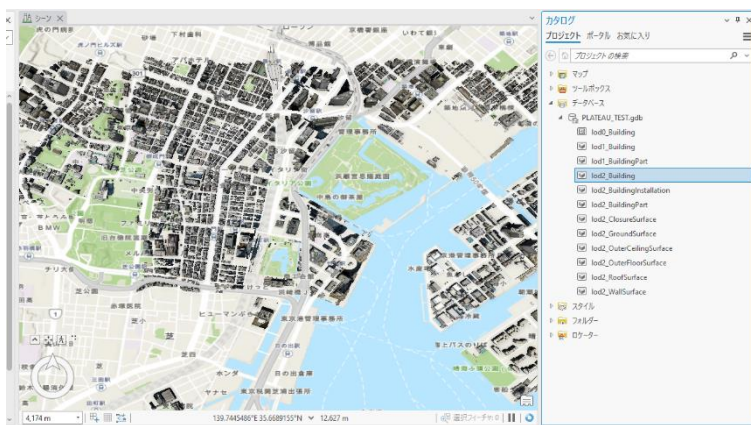
- ② Template XML Workspace で、「3DCityModel_convert_tokyo23_55cities.tbx」内にある「gdb_schema」フォルダから、「bldg_tokyo23_55cities_v112.xml」を選択
- ③ 書き出すためのジオデータベース（拡張子.gdb）は任意のものを指定



- ④ カタログウィンドウに戻り、「1-2_uro_拡張属性（建築物）のコード値ドメインの割当て」を起動
- ⑤ [codelists] から [extendedAttribute_key.xml] を指定し、File Geodatabase は先述の指定したものを利用する

1-4. ArcGIS のシーンに表示させる

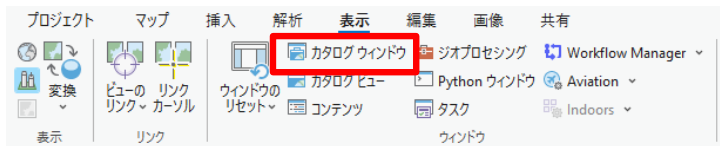
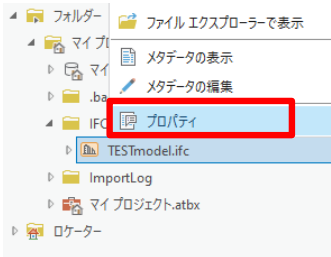
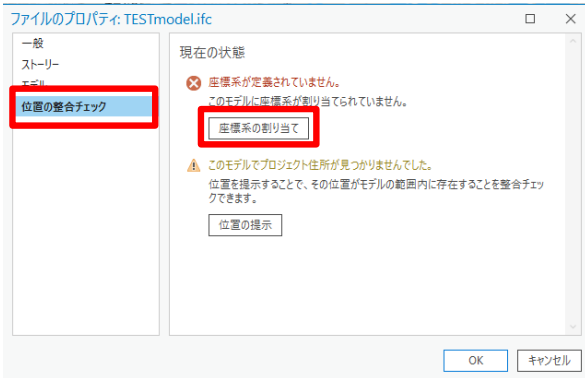
- ① カタログウィンドウに戻り、データベースから作成した File Geodatabase を展開し、該当する LOD をシーン内にドラッグ＆ドロップ



手順 2-A) 【IFC・RVT/住所検索】BIM データ（IFC、RVT）の ArcGIS Pro への取り込み：住所検索を利用する場合

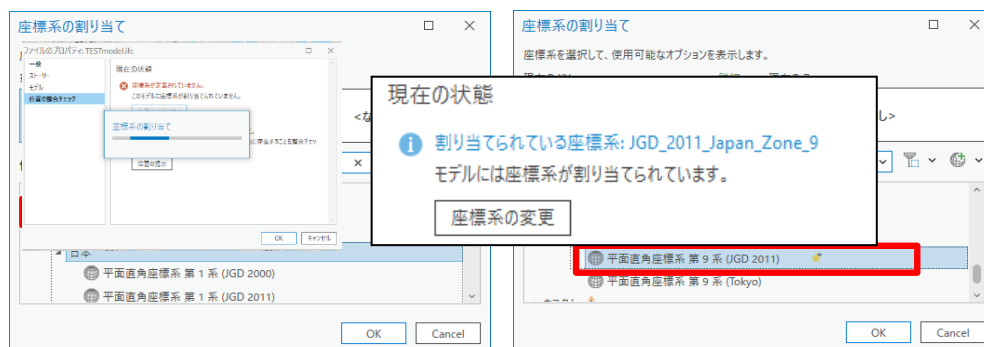
※ここに記載する BIM データは IFC、RVT（Revit のネイティブファイル）であり、どちらも同じフローで読み込むことができる。そのため、特記なく IFC と記載されている部分は RVT と読み替えることが可能である。

※ここに掲載する手順は、あらかじめ位置情報が BIM データに付加されていない場合の手順である。

1. 3D データの読込
1-1. プロジェクトの作成 ① [新しいプロジェクト] の [ローカルシーン] をクリックして、プロジェクトを新規作成 ② Windows エクスプローラーウィンドウを開き、IFC ファイルを①で作成したプロジェクトフォルダ内に格納 ③ ArcGIS の [表示] タブより [カタログウィンドウ] を展開し、カタログのフォルダ内に②で格納した IFC ファイルがあることを確認 
1-2. 座標系の設定 ① IFC ファイルを右クリックしコンテキストメニューから、[プロパティ] を選択 ② [位置の整合チェック] から、[座標系の割当て] を選択（ただし、エラーが表示されなければ、1-3 に進む）  

③ 検索ボックスに「日本」を入力して Enter を押す

[使用可能な XY 座標系] から、[投影座標系] → [各国の座標系：日本] → [平面直角座標系第 9 系（JGD2011）※] を選択（※IFC ファイルの地域に合わせた座標系を選択する）

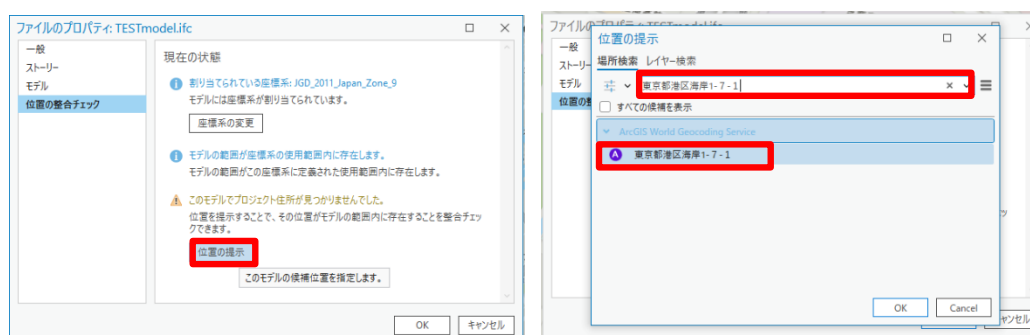


しばらくすると、座標系の割当てが反映される

④ この段階では座標系を設定したのみであるため、建物の住所を入力しておおよその位置に配置させる。

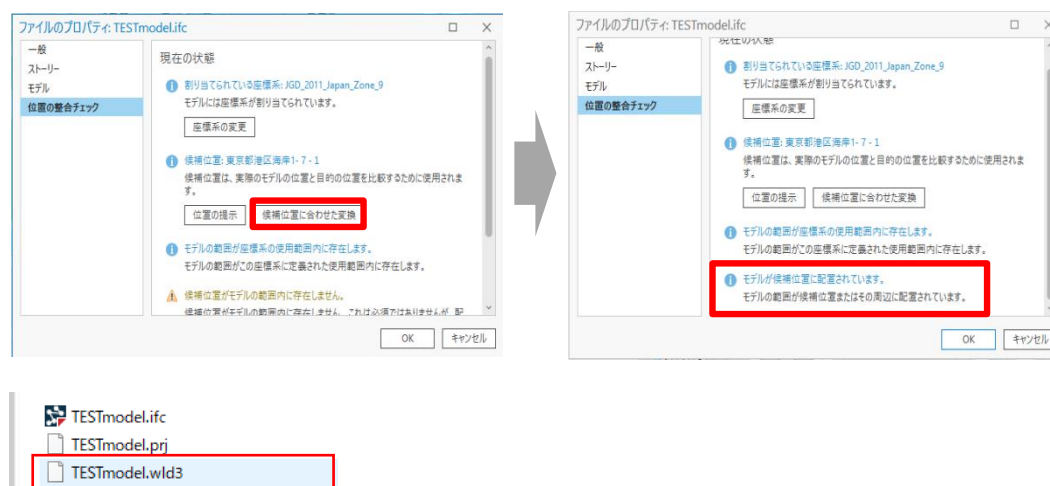
⑤ [位置の提示] をクリックし、[検索] ボックスに建物の所在地を入力、[全ての候補を表示] にチェックを入れ Enter を押す

⑥ [ArcGIS World Geocoding Service] に表示される住所から最も近隣の住所を選択し確定



⑦ プロパティダイアログの [候補位置に合わせた変換] のボタンをクリックし、配置情報が更新され [モデルが候補位置に配置されている。] と表示が変わるのを待つ

⑧ プロパティダイアログを閉じ、投影情報ファイル (.prj)、配置変換情報ファイル (.wld3) が「1-1.プロジェクトの作成」のフォルダ内に格納されたことを確認



1-3. IFC データの読込

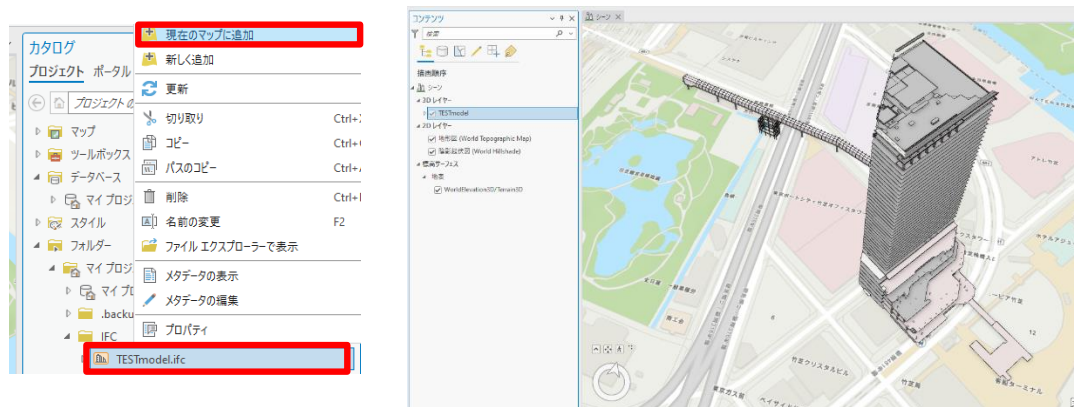
①カタログ下のフォルダから IFC ファイルを右クリックし、[現在のマップに追加] を選択する。

②コンテンツウィンドウの [3D レイヤ] に建物モデルが追加されたことを確認

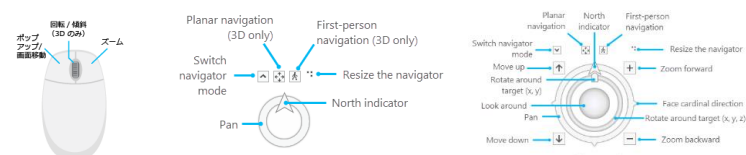
※もとの BIM データに FloorPlan が設定されていると、FloorPlan も読み込まれる場合がある

※もとの BIM データのデータサイズが大きいと、読込に時間を要する場合がある

※想定より離れた場所に配置された場合は、建物モデルレイヤーを右クリックし、[レイヤにズーム] を選択すると、シーン内で建物モデルにフォーカスする



※シーンウィンドウ内の左下にあるナビゲーションやマウス操作で、建物モデルが適切に配置されているか確認



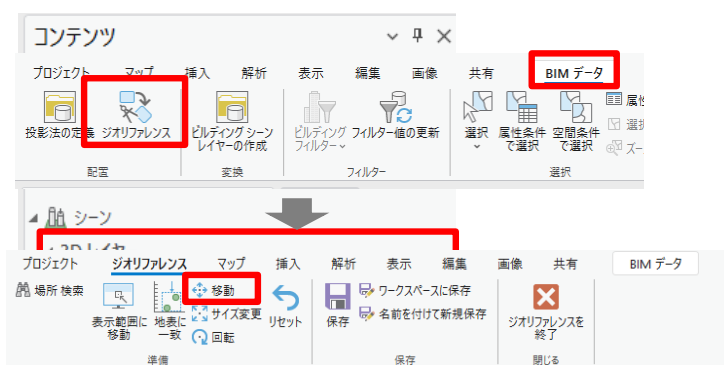
図：ArcGIS Pro ヘルプより引用

② 建物の要素の設置が間違っている場合は、手動で正しい位置に修正する



1-4. 指定した位置への水平移動

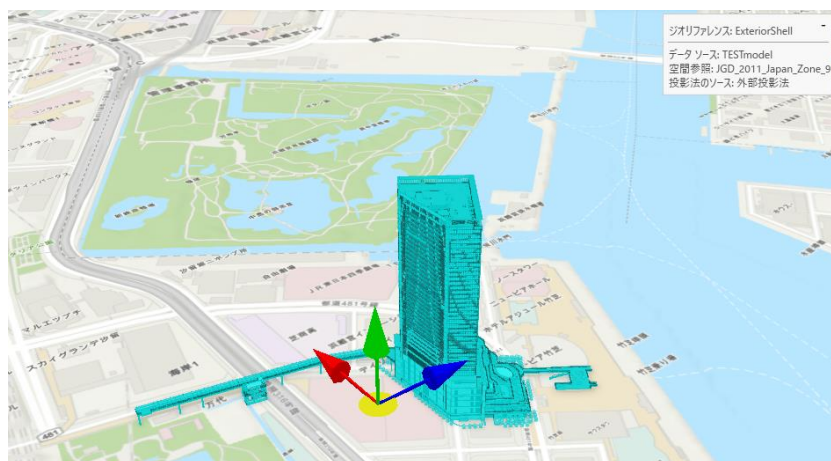
① [コンテンツウィンドウ] 3D レイヤ内の建物モデルのレイヤ名を選択



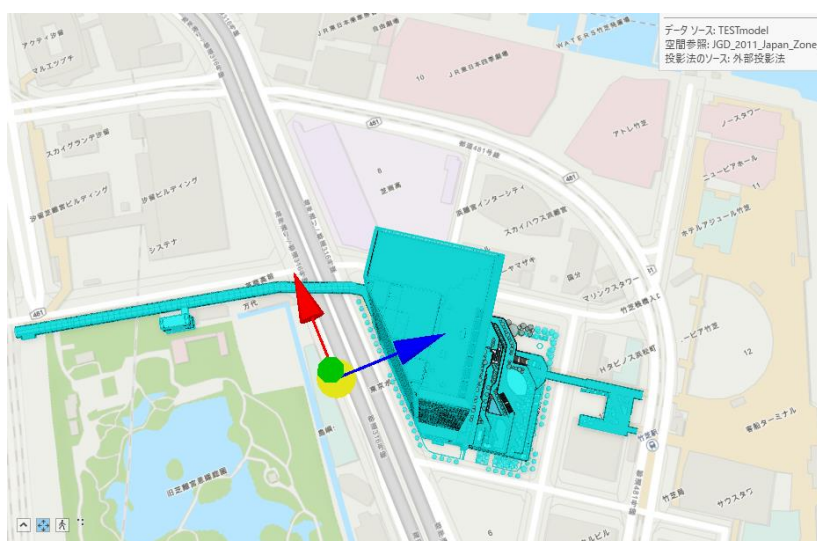
② BIM データタブの [ジオリファレンス] から、[移動] を選択

③ 建物の表示の色がシアンになり、方向矢印が表示される

④ 移動したい方向にドラッグして位置を合わせる

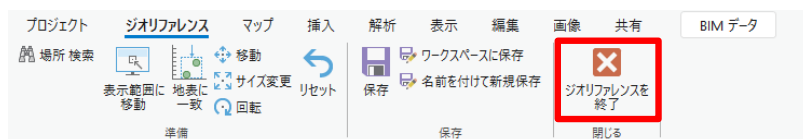


⑤ 必要に応じて回転等も行い、位置が確定したら保存する

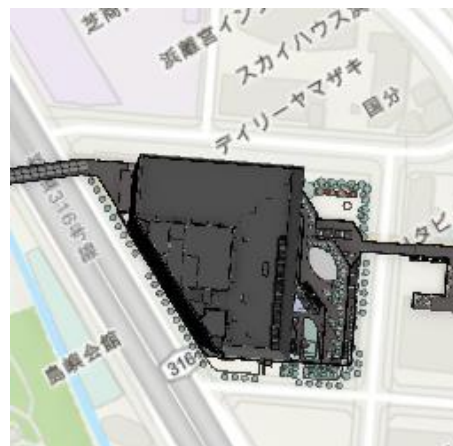


※ワールドファイル (.wld3) が上書きされることを通知するメッセージが表示された場合は「はい」をクリック

⑥ジオリファレンスを終了する



⑦建物モデルが適切な位置に配置されたことを確認



手順 2-B) 【IFC・RVT/地理空間情報】 BIM データ（IFC、RVT）の ArcGIS Pro への取り込み：あらかじめ BIM に設定された位置情報を利用する場合

なお、ここに記載する BIM データは IFC、RVT（Revit のネイティブファイル）であり、どちらも同じフローで読み込むことができる。そのため、特記なく IFC と記載されている部分は RVT と読み替えることが可能である。

・利用するツール：ArcGIS + Data Interoperability

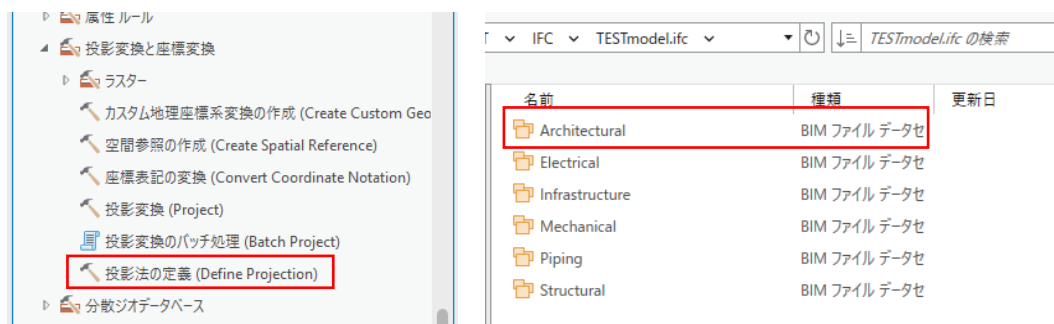
< 事前の理解と準備 >

- ・ BIM データを ArcGIS に読み込む場合、「BIM ファイルワークスペース」と呼ばれるフィーチャクラスとして読み込まれる。
- ・ BIM データと ArcGIS の座標をそろえる必要があり、ArcGIS 上で BIM データを扱えるように、PRJ ファイル（投影情報ファイル）の作成が必要である。

1. BIM データと ArcGIS の座標をそろえる

1-1. 投影情報ファイルを作成する

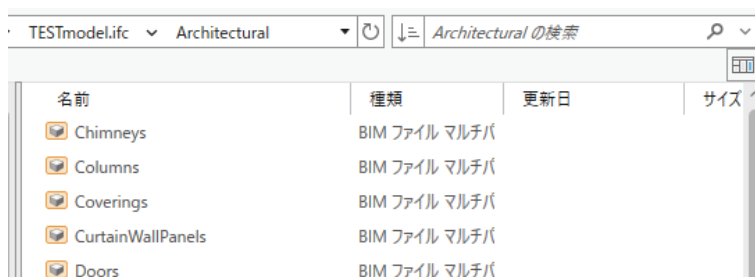
- ① ArcGIS の拡張機能 Data Interoperability のライセンスを有効にする
- ② [解析] タブ → [ジオプロセッシング] → [リボン] → [ツール] → [ツールボックス] → [データ管理ツール] → [投影変換と座標変換] のメニューを展開し [投影法の定義] を選択
- ③ 入力データセットとして、あらかじめ地理空間情報を付加した IFC（又は RVT）ファイルを読み込む
この際にフィーチャクラスを選択する必要がある。フィーチャクラスは 6 種類（建築、電気、インフラ、機械、配管、構造）に分類されており、元の BIM データをどのカテゴリで作成したのかを表している。今回は建築 [Architectural] を選択



- ④ 建築 [Architectural] を展開すると、BIM のデータが階層ごとに格納されているので、必要な要素を個別に処理し、座標を割当て

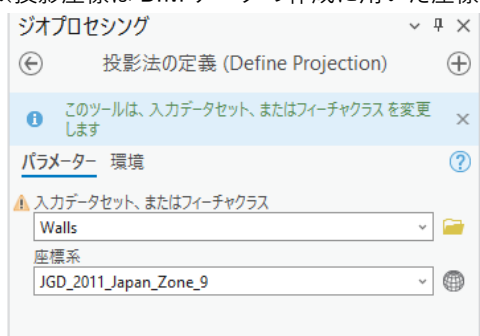
※複数ファイルを一括して処理することはできない

※要素名があっても、BIM 側でデータが構築されていない場合、ファイルの中は空の状態



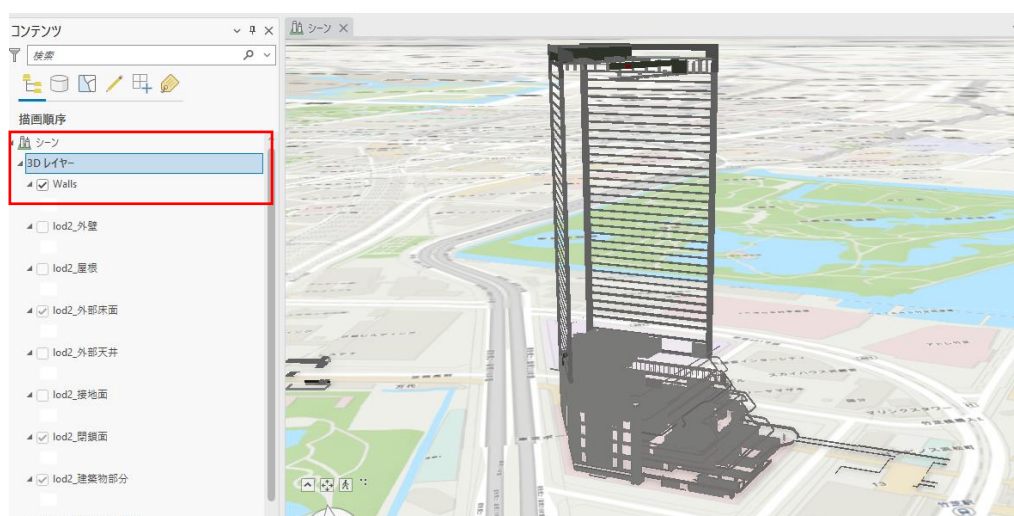
⑤ 壁に座標を割当てる

※投影座標は BIM データの作成に用いた座標参照系と合わせる



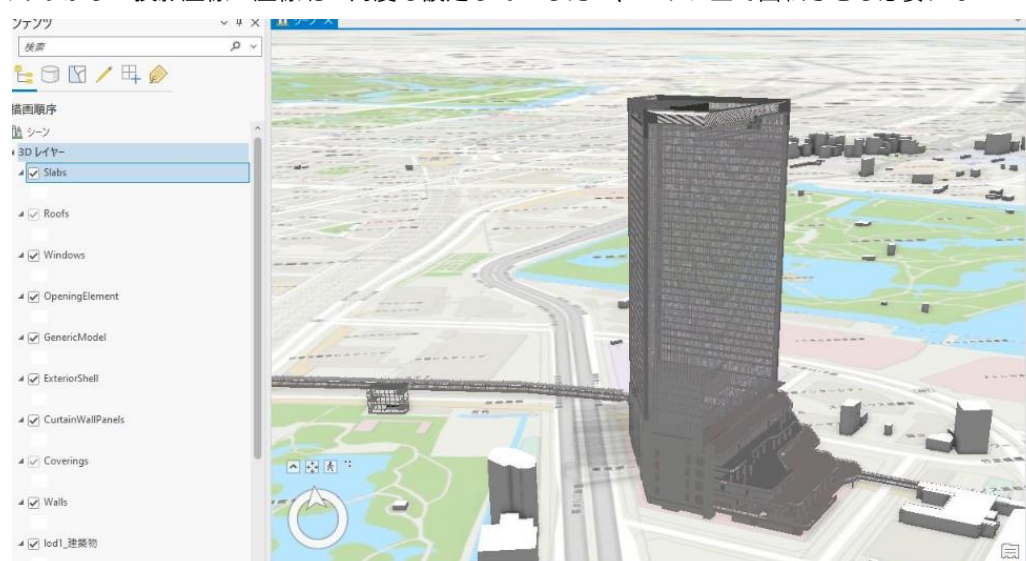
⑥ シーンに描画される

※描画速度が遅い場合は、周辺の FGDB のデータを非表示にしておくとい



⑦ 壁以外の要素にも座標を割当てると、順次シーンに描画される

※あらかじめ投影座標の座標北の角度も設定しているため、マップ上で回転させる必要はない



手順 3) 【3D 都市モデルと BIM データの統合】

取り込んだ 3D 都市モデルと BIM データを ArcGIS 上で統合する。

ここでは、手順 1) で CityGML から FGDB への変換と ArcGIS Pro への取り込みを行った後、手順 2) で取り込んだ BIM データを統合する。

< 事前調整 >

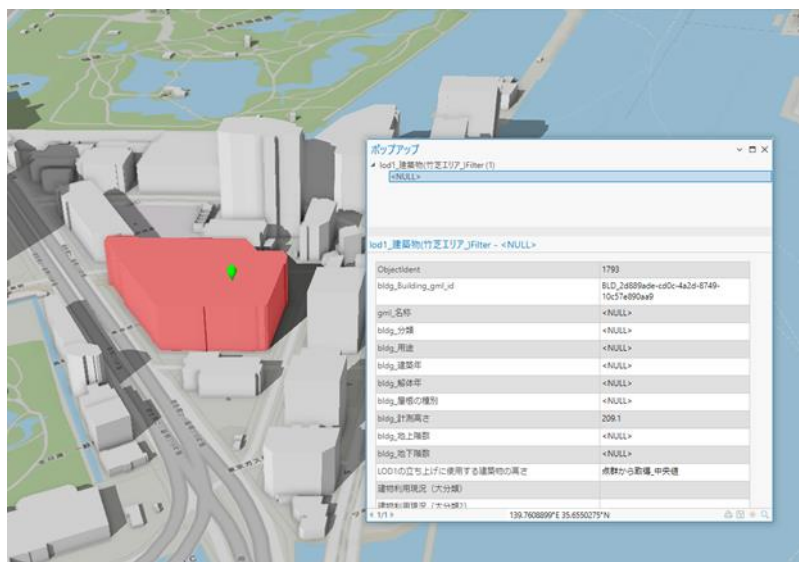
3D 都市モデルと BIM データの座標参照系を一致させておく必要がある。

1. 3D 都市モデルの編集

1-1. 3D 都市モデルの個別表示・非表示

① 非表示にする建物のモデルをクリックすると、ポップアップに属性一覧が表示される

※この例では、LOD1 の 3D 都市モデルを利用している

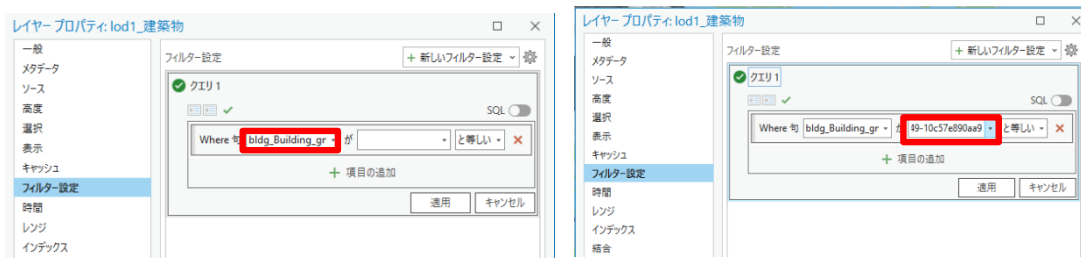


② [bldg_Building_gml_id]の属性値をコピーして、ポップアップを閉じる

③ [コンテンツウィンドウ] の 3D レイヤ内の FGDB を右クリックし、[プロパティ] を選択。レイヤープロパティダイアログの [フィルター設定] から、[新しいフィルターの設定] をクリック



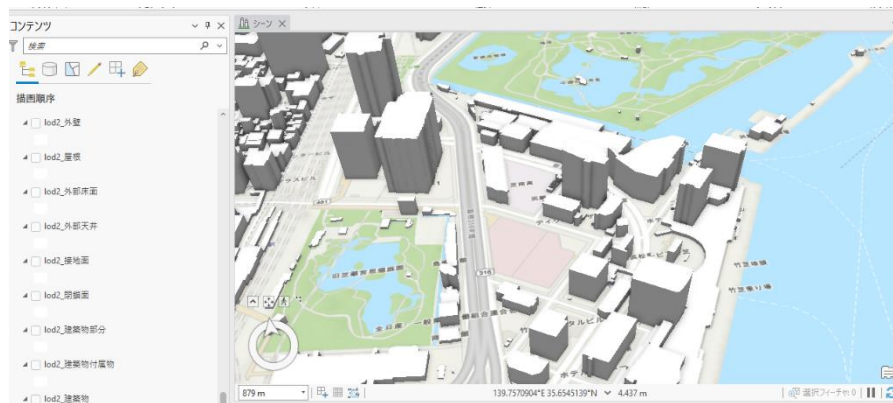
- ④ フィールド選択のプルダウンから [bldg_Building_gml_id] を選択し、値に先ほどコピーした属性値を貼り付ける



- ⑤ 演算子のプルダウンから [と等しくない] を選択し、[適用] し、ダイアログを閉じる

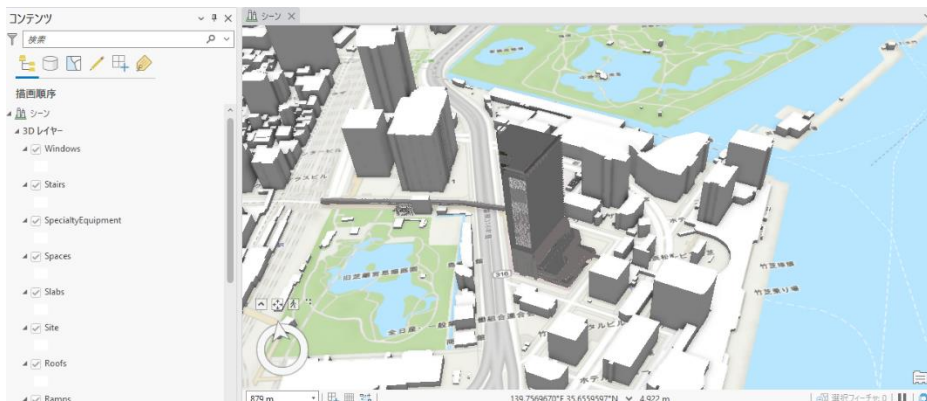


- ⑥ シーンが更新され、選択建物が非表示になったことを確認



1-2. 3D 都市モデルと BIM データの統合表示

- ① あらかじめ位置を調整した BIM データを表示させる



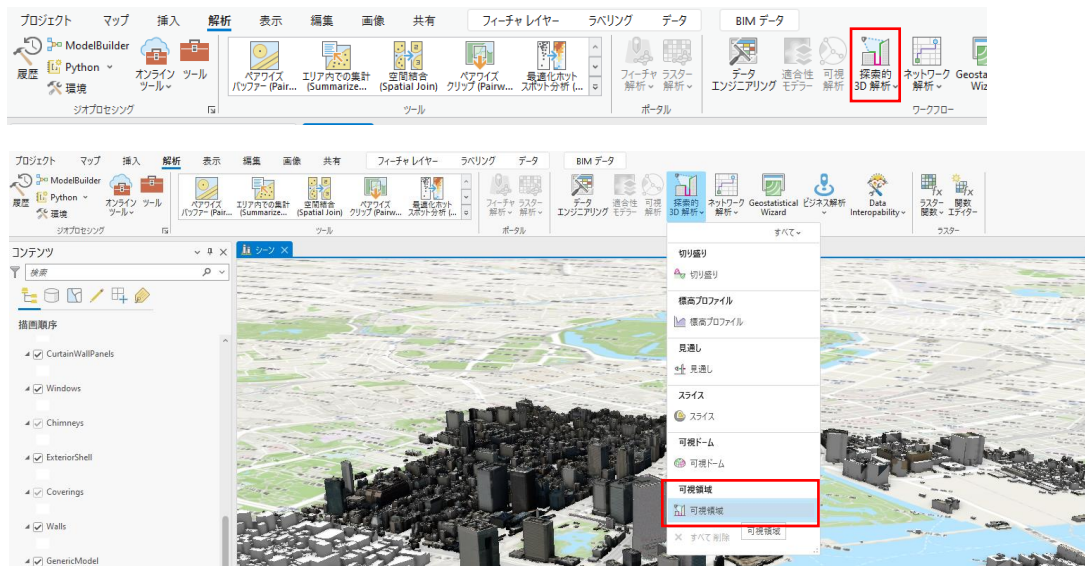
手順 4) 【ArcGIS を用いた見通し解析】

利用するツール：ArcGIS

1. ArcGIS を用いた見通し解析

1-1. 解析ツールを起動

① 「解析」の「探索的 3D 解析」→「可視領域」を選択

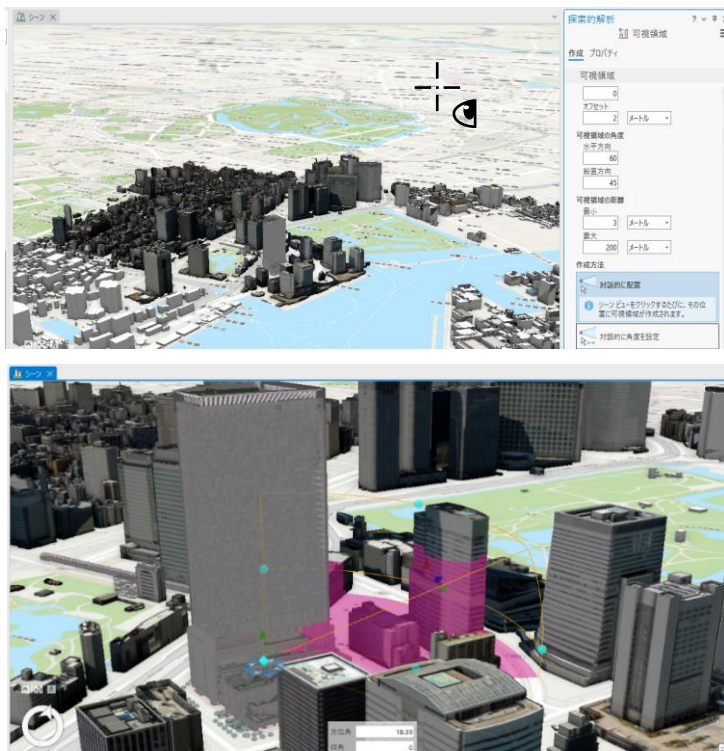


1-2. 解析のための設定

① 探索的解析のウィンドウが起動

② 「対話的に配置」を選択し、カーソルが目のマークに変われば解析する場所をクリック

※中心の基点をクリックすることで、直感的に ArcGIS 上で設定することも可能

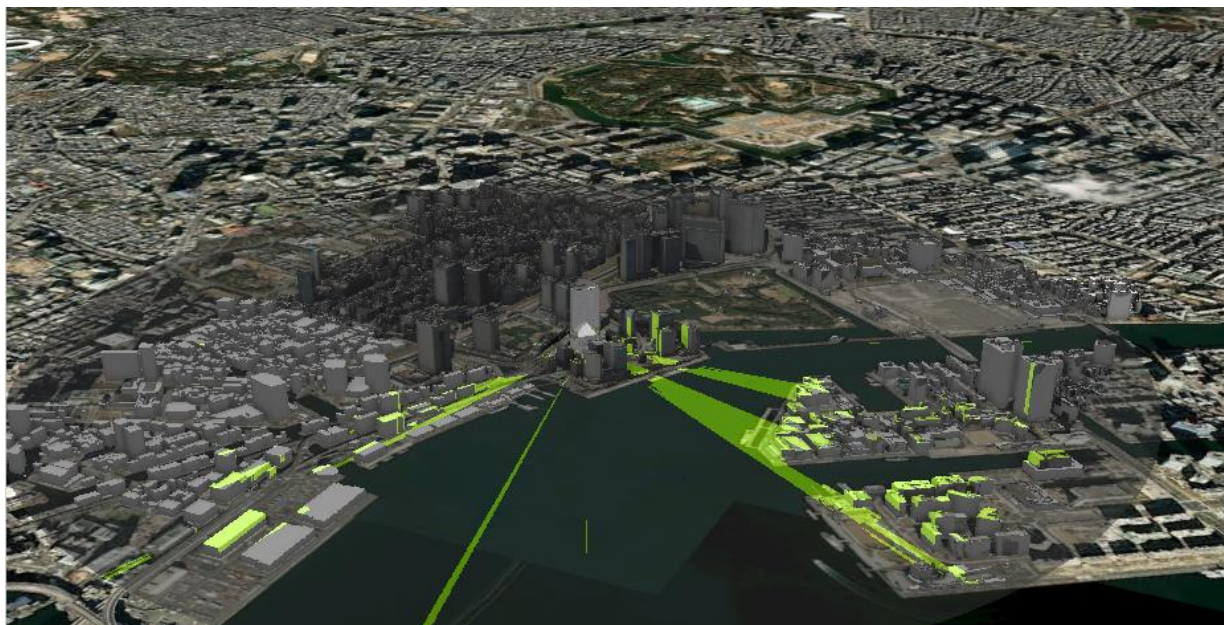


※カーソルは建物内部にも設置可能

※デフォルトの設定では可視領域は「緑」、不可視領域は「紫」で表現される。表現を変更する場合はプロパティから実施

1-3. 見た目を整える

① ベースマップを変更して全体の表現を調整



ケース 6：Unreal Engine を用いた人流シミュレーション

実施概要

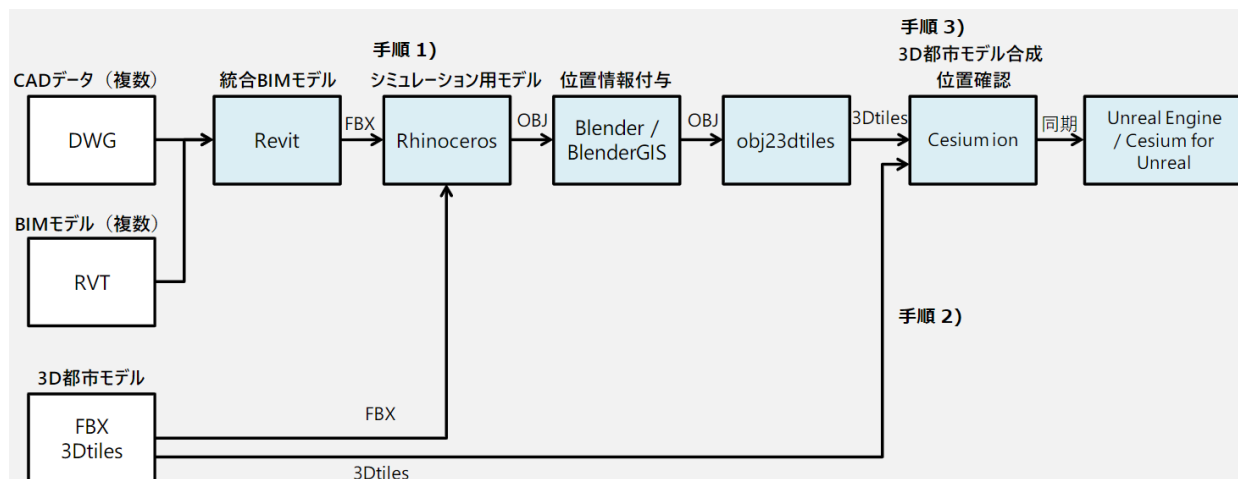
ゲームエンジンである Unreal Engine に、3D 都市モデルと BIM モデルから作成した建築物の 3D モデルを取り込み、Unreal Engine がもつ経路検索や衝突回避等の機能を利用して、人流シミュレーションを行うことができる。

本事例では、Unreal Engine に 3D Tiles データを取り込むことができる Unreal Engine のプラグインである Cesium for Unreal を利用して、3D Tiles データに移動可能領域を設定可能にしている。また、シミュレーションの基となる BIM モデルが建物ごとに異なる詳細度や入力ルールであったため、それらの BIM モデルを Rhinoceros に取り込み、Rhinoceros 上でその詳細度をそろえる作業を行っている。その後、Unreal Engine でシミュレーションを行いやすくするために、Rhinoceros で構築したモデルを Blender で読込、モデルを三角メッシュ化と、GIS アドオン機能である BlenderGIS を利用して地図上へのモデル配置を行っている。そのほか、Cesium ion を利用して、3D 都市モデルの合成や、3D 都市モデルの位置確認、3D Tiles モデルの確認をオンライン上で行っている。

なお、本事例は技術検証レポートとして公開されており、詳細はそのレポート内で確認できる³⁷。本マニュアルでは、3D 都市モデルの取り込みと、各ソフトウェアでの調整のポイントを記載している。

目的	人流シミュレーション
実施段階	企画、設計
利用したファイル形式	DWG、RVT、FBX、3DTiles
利用した主なプログラム	Unreal Engine/Cesium for Unreal、Blender/BlenderGIS、Cesium ion、Rhinoceros

実施手順

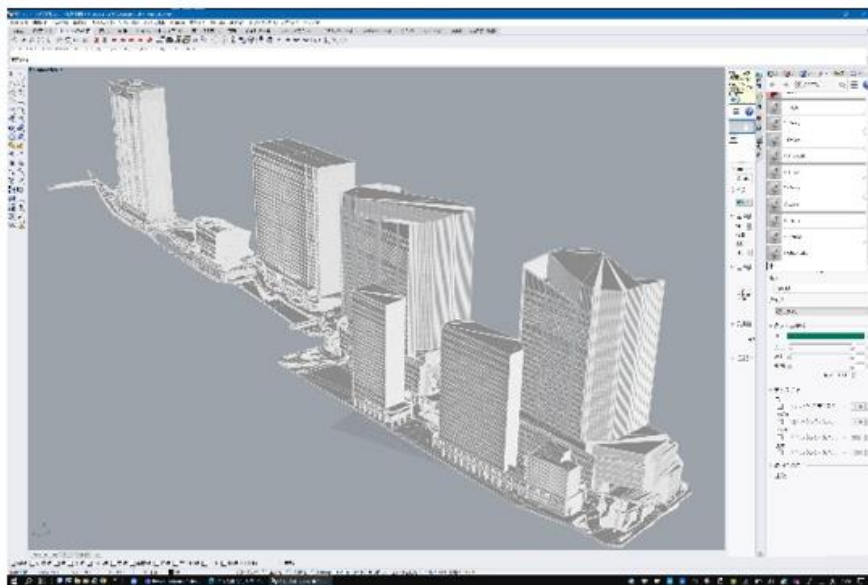


³⁷ PLATEAU Technical Reports（国土交通省） <https://www.mlit.go.jp/plateau/libraries/technical-reports/>

手順 1) Rhinoceros でのシミュレーション用モデル作成

1-1. Rhinoceros でシミュレーション用のモデルを作成

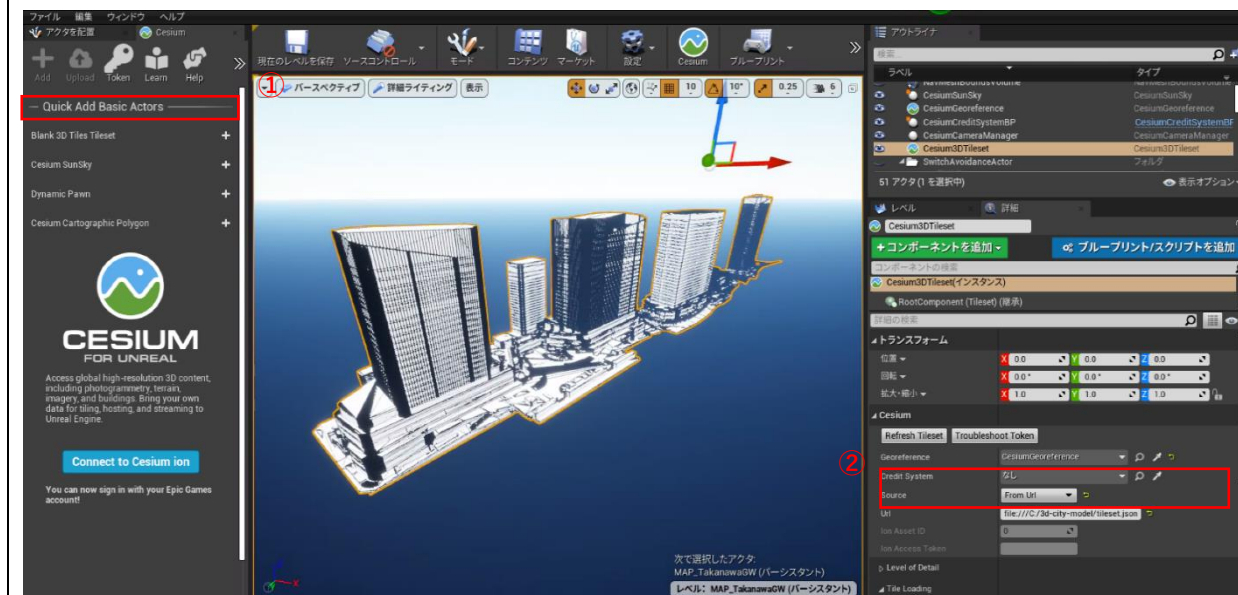
- ①Rhinoceros に複数の BIM モデル・CAD データを取り込み、それらを参照しながらシミュレーションに必要な形状（床・壁・天井、階段、腰壁等）をモデリング
- ②グループを最小限にするためマテリアルは建物単位で一つにまとめる
- ③シミュレーションの範囲に合わせた内壁や階段、入口をモデル化
- ④Blender で三角メッシュ分割（Unreal Engine に読み込んだ際に、Rhinoceros で作成した三角メッシュではイレギュラーな表示が散見される場合があるので、Blender で三角メッシュ化することで安定化させる）



手順 2) 3D 都市モデルを Unreal Engine に取り込み、シミュレーションの準備をする

1-1. 3D Tiles 形式の 3D 都市モデルを Cesium ion に取り込む

- ①3D Tiles 読込用アクターを追加
- ②対象となる 3D 都市モデルのファイルパスを指定する



※全ての 3D 都市モデルが取り込まれない場合の対処

Cesium for Unreal の制限により、3D 都市モデルの一部しか取り込まれない場合がある。その場合は、3D Tiles アクターの設定を変更することで解決できる

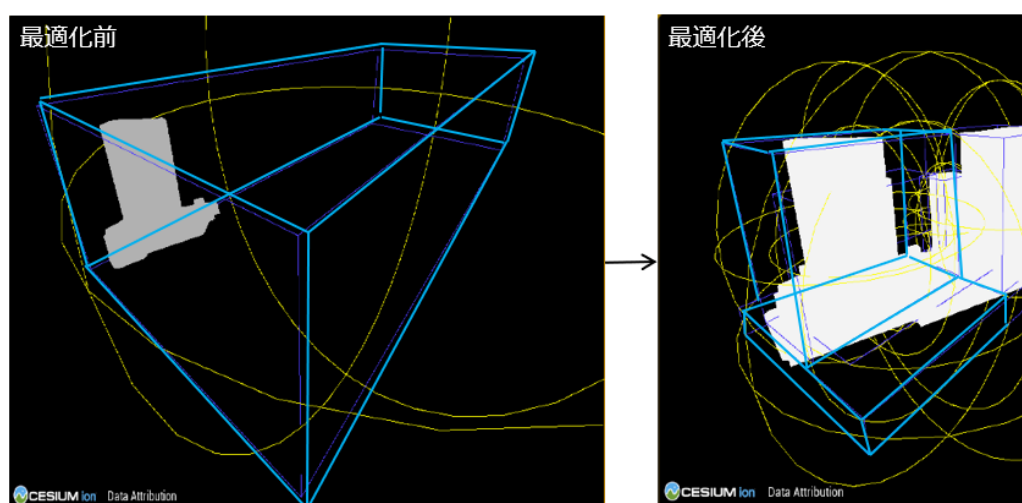
- ①Culling をオフに設定
- ②Maximum Cashed Byte を 16GB にする

1-2. BoundingBox を最適化する

①Bounding Box サイズを最適化

Component のポリゴン間の座標距離から Bounding Box のサイズを計算し設定し、Component サイズに合った Bounding Box を生成

※最適な Bounding BOX の生成には Project PLATEAU が提供する Cesium for Unreal 改修キットを利用することが便利。このツールは <https://github.com/Project-PLATEAU/cesium-unreal> 又は Project PLATEAU の GitHub (<https://github.com/Project-PLATEAU>) から入手可能。

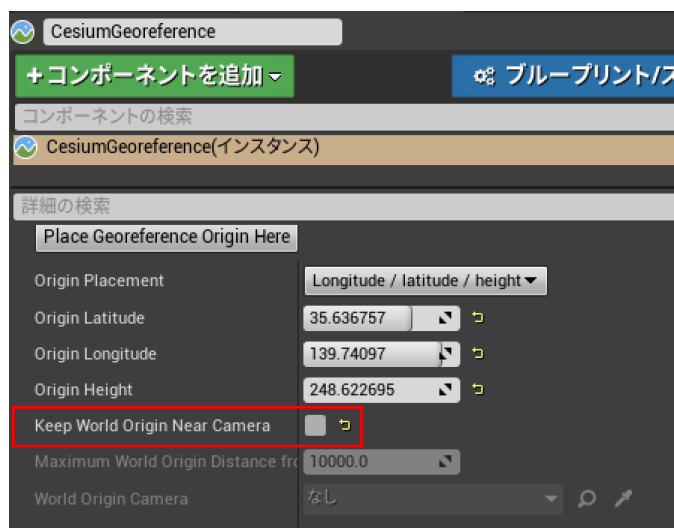


最適化前後の 3D モデルの BoundingBox

1-3. 座標更新設定

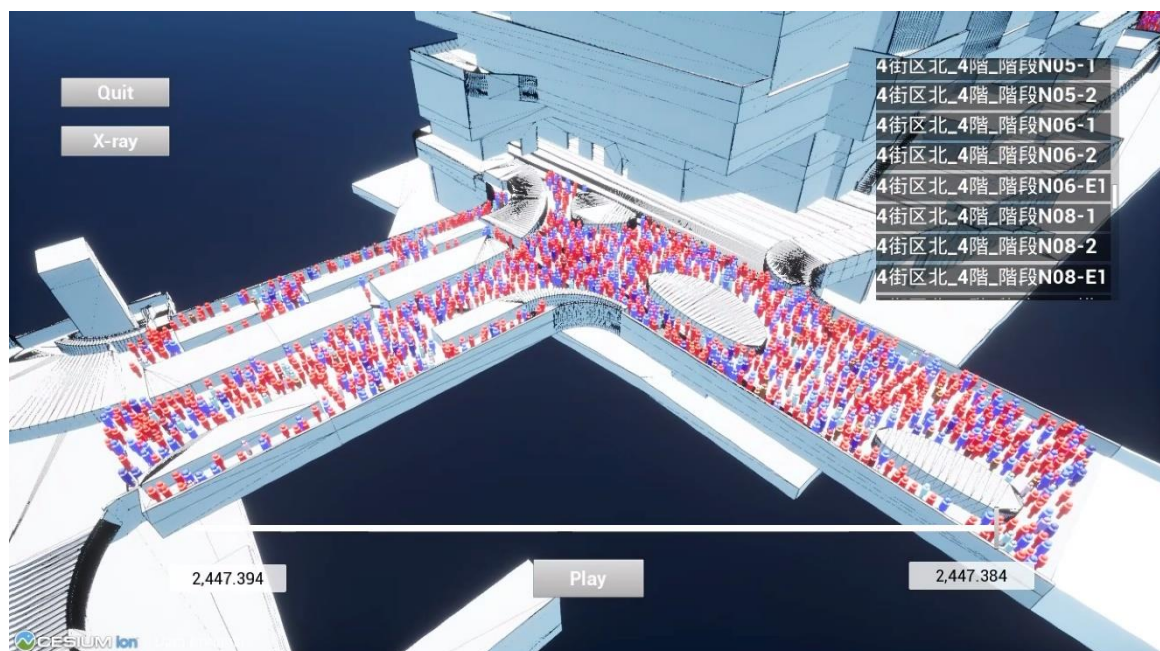
Cesium for Unreal では、ソフトウェア内での視点（プレイヤーのカメラ位置）に合わせてモデルの位置が移動する特徴があるため、意図する人流シミュレーションが実施できないことがある。その場合は、原点座標の更新処理をオフにすることで解決させることができる

- ① CesiumGeoreference アクターの設定：Keep World Origin Near Camera をオフに設定

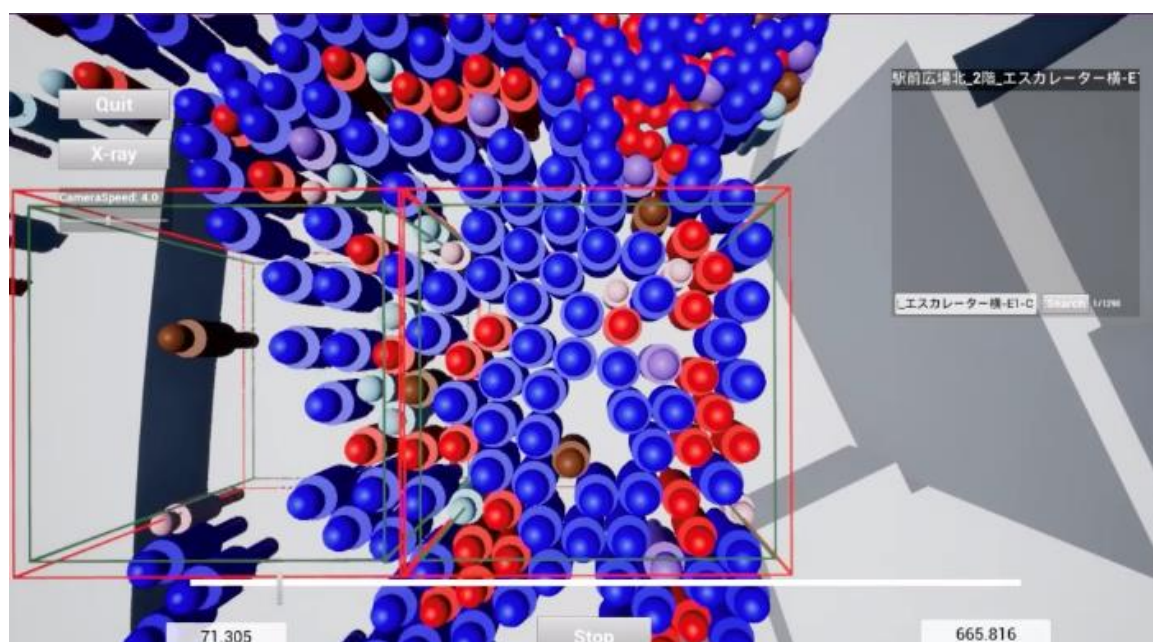


シミュレーションのための設定や操作は技術レポート³⁸を参照

シミュレーションの実施結果



混雑箇所の例



交差発生個所の例

³⁸ PLATEAU Technical Reports (国土交通省) <https://www.mlit.go.jp/plateau/libraries/technical-reports/>

第 6 編 海外事例 | BIM モデルと 3D 都市モデルのデータ連携先行事例（2021 年度）

1 はじめに

1.1 海外における国・都市レベルの取組

海外における BIM モデルと 3D 都市モデルの連携に関する取組は、国や都市・州等のさまざまな主体によって推進されており、それぞれの目的や整備が行われてきた経緯に応じたデータ管理と活用が行われている。

従来、建築領域のデータである BIM モデルと、地理空間情報領域のデータである GIS は別のものとみなされており、ソフトウェアやデータの互換性は確保されていなかった。しかし、スマートシティや DX の文脈で現実の都市空間におけるさまざまな詳細度のデータを統合的に管理・活用する機運が高まるにつれ、これらのデータ連携の重要性が認識されつつある。

このような中、2020 年には IFC の開発・維持を行う国際標準化団体 bSI（buildingSMART International）と、CityGML を策定する国際的な非政府による標準化団体 OGC（Open Geospatial Consortium）が、共同ワーキンググループを設け、アクションポイントを提案するなどの動きが出てきている³⁹。特に、IFC においては、IFC4 の部分拡張によりインフラ分野への定義が広がっていることもあり、将来的には、建築、インフラ及び地理空間情報の連携の標準化が進むことが見込まれている⁴⁰。また、データ統合、定量分析、都市管理での活用が進むことで、スマートで持続可能な都市の基盤としての利用も期待されている⁴¹。

事例調査を行った 2022 年時点では、BIM モデルと 3D 都市モデルの相互連携の仕様が国際標準としては確立されていなかったため、整備を行っている国や都市・州での技術的な取組には、その内容にばらつきが見られる。また、政府による BIM 利用の義務化やガイドラインの有無、その内容によっても、3D 都市モデルの整備状況に違いがある。

³⁹ O.G.C. & bSI, “Built environment data standards and their integration:an analysis of IFC, CityGML and LandInfra,” 2020.

⁴⁰ bSI. 国際土木委員会, “buildingSMART International パーチャルサミット報告（第 8 階国際土木委員会 資料 3）,” 2020.

⁴¹ Yongze Song, “Trends and Opportunities of BIM-GIS Integration in the Architecture, Engineering and Construction Industry: A Review from a Spatio-Temporal Statistical Perspective,” International Journal of Geo-Information, 2017.

1.2 IFC と CityGML の動向

IFC は、bSI によって継続した開発と定期的な更新が行われている。IFC 2x3 は 2005 年に ISO の規格として採用され、2022 年時点での最新のバージョンはインフラ分野モデルへの対応も可能な IFC 4 系列となっている。bSI は IFC 4.3 を ISO 16739 として 2023 年に公表する予定であることを表明しており⁴²、また、IFC 5 までは今後の拡張計画で示されている状況である⁴³。

IFC の最新バージョンはいくつかの高度な機能を備える一方で、全ての BIM ソフトウェアで完全にサポートされているわけではない。2022 年時点では IFC 2x3 が最も広く利用され、標準的な BIM ソフトウェアにおいても実施環境として IFC 2x3 を使用することが推奨されている⁴⁴。

2021 年に開催された buildingSMART International サミット会議⁴⁵において、建築からインフラへ BIM を拡張する議論が活発に行われた。会議では、現在インフラ分野への拡張が進められている IFC4.3 に関連する八つの協議分野のうち七つがインフラに関する内容だった。また、bSI では、IFC Infrastructure Extensions Project において、道路、鉄道、橋りょう、港湾、水路等の個々のインフラ施設に対する IFC 拡張機能の検討を行っている。今後は、個々で検討され、提案された全ての拡張機能を組み込んだ単一の IFC スキーマを構築することを目標にしている⁴⁶。

CityGML は、現在 CityGML2.0 が安定した形式として広く利用されている。また、2021 年に概念モデルが承認された CityGML3.0 では、建物のライフサイクルにわたる時間的な変化を管理できることや、建物内の部屋を LOD1 から表すことができる仕様に拡張されている⁴⁷。

以上のように、IFC ではインフラ分野への拡張が行われることで 3D 都市モデルとの調和が進むこと、CityGML では時間的な変化や部屋単位への拡張が行われることで BIM モデルとの調和が進んでいる。今後は BIM モデルと 3D 都市モデルのデータ連携において、その技術的な発展のみならず、多様なユースケース開発が進んでいくと予測される。

1.3 BIM の整備・活用状況

BIM は、AEC（建築、エンジニアリング、建設）業界での利用や建物単体のライフサイクルにおける活用が見込まれ、多くの国で利用されている。一部の国や地域においては、建築確認審査等の建設業務プロセスの中に組み込まれるなど、BIM 利用を義務付けるケースもある。また、標準化に向けての取組も、後述する事例のように世界的に進められている状況である。本節では、BIM の整備、特に標準化に関する取組が進んでいるフィンランド、アメリカ、イギリスの動向を紹介するとともに、我が国における BIM の標準化の動向を示す。

⁴² bSI. 国際土木委員会, “buildingSMART International バーチャルサミット報告（第 10 回国際土木委員会 資料 3）,” 2021.

⁴³ 国際土木委員会, “buildingSMART International 北京サミット報告（第 6 回国際土木委員会 資料 3-1）,” 2019.

⁴⁴ Autodesk, “Revit IFC Manual 2.0,” Autodesk, 2021.

⁴⁵ bSI <https://www.buildingSMART.org/virtual-summit-spring-2021/>

⁴⁶ bSI <https://www.buildingSMART.org/standards/calls-for-participation/ifcroad/>

⁴⁷ OGC <https://www.ogc.org/standards/citygml>

1.3.1 海外諸国の状況

公的に BIM モデルを活用しようとする動きでは、2007 年にフィンランド政府資産運用管理公社（Senate Properties 社）が、自ら発注する建築事業に関して、その受注要件に BIM モデルを IFC 形式で納品するように受注者に示したことが先行事例として挙げられる。フィンランドでは、その後 2012 年に、buildingSAMRT Finland がフィンランドにおける一般的な BIM 要件となる COBIM 2012（Common BIM Requirement 2012⁴⁸）を発行し、国の標準を定めた。公共及び民間の建物オーナーは、この標準的な BIM 要件を用いることが可能となり、フィンランド国内における BIM 利用が促進された⁴⁹。

アメリカでは、1970 年代に、BIM の提唱者として知られる Chuck Eastman 氏（ジョージア工科大学教授）が製図ツールとしての BIM の開発を開始している。公的な活用は、2003 年にアメリカの連邦施設を整備している GSA（General Services Administration：米国連邦調達局）によって BIM 活用の基本方針である GSA 3D-4D BIM プログラム⁵⁰が発表され、2007 年から GSA が発注する主要なプロジェクトにおいて、IFC データを提出することを義務化している⁵¹。2012 年には、NIBS（National Institute of Building Science：米国建築科学学会）が NBIMS（National BIM Standard⁵²）の第 2 版を発行し、その中に、BIM を活用する際の標準ドキュメントとなる BEP（Building Execution Plan：BIM 実施計画）や、世界の建設業界において標準的な分類システムの一つである OmniClass^{TM53}、また、建物施設の資産管理のためのデータ仕様である COBie（Construction Operations Building Information Exchange⁵⁴）を盛り込み、BIM 活用の標準化を進めている。

イギリスでは、2011 年に Cabinet Office（内閣府）が The Government Construction Strategy（政府建設戦略）を発表し、2016 年までに、公共調達プロジェクトにおいて BIM を活用する（設計・施工・運用の全ての段階の関係者が共通の BIM を利用してプロジェクトを進行する）ことを宣言した⁵⁵。2013 年に、政府は Construction 2025⁵⁶を発表し、2025 年までに、BIM の活用レベルを上げる（クラウド上に格納した共通の BIM モデルに全ての情報を集約・統合し、全関係者がリアルタイムで編集・参照を行う）ことを目標に掲げ、現在、その目標に向けた取組が進んでいる⁵⁷。なお、イギリスでは、BSI（British Standards Institution：英国規格協会⁵⁸）が、BIM のプロセスを標準化した規格である PAS 1192 及び BS 1192 を、それぞれ 2013 年、2014 年に策定し発行した。これらの規格に基づいて、BIM を使用して構築された建物資産のライフサイクルにわたる情報管理を行うための国際規格である ISO

⁴⁸ buildinSMART Finland, Common BIM Requirement 2012 <https://buildingSMART.fi/en/common-bim-requirements-2012/>

⁴⁹ McGRAW-HILL-CONSTRUCTION, “オーナー向け BIM のビジネスバリュー,” 2014.

⁵⁰ GSA 3D-4D Building Information Building <https://www.gsa.gov/real-estate/design-construction/3d4d-building-information-modeling>

⁵¹ 大槻泰士『米国連邦調達庁における BIM マネジメント手法』2012

⁵² NBIMS, “National BIM Standard - United StatesTM Version 2,” 2012.

⁵³ OminiClass <https://www.csiresources.org/standards/omniclass>

⁵⁴ COBie <https://www.ibm.com/docs/ja/maximo-eam-saas?topic=bim-cobie-standard-data>

⁵⁵ GOV.UK <https://www.gov.uk/government/publications/government-construction-strategy>

⁵⁶ HM-Government, “Construction 2025,” 2013.

⁵⁷ NBS, BIM Levels explained <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-levels-explained>

⁵⁸ BSI, United Kingdom <https://www.iso.org/member/2064.html#page-top>

19650-1:2018 が 2018 年に国際標準化機構から発行されている⁵⁹。

1.3.2 我が国の状況

土木分野では、国土交通省が 2016 年を「生産性革命元年」と位置づけ、社会全体の生産性向上を加速させることを目標とした「生産性革命プロジェクト」を実施した。このプロジェクトの中では、ICT の活用等によって、調査・測量から、設計、施工、検査、維持管理・更新までの生産性向上を図る i-Construction を推進している。同年、国土交通省は CIM 導入推進委員会を設け、ガイドライン・要領基準改訂 WG、CIM 実施体制検討 WG、国際標準対応 WG を設置し、官民が一体となった取組を進めている⁶⁰。また、2019 年に策定された「成長戦略フォローアップ」（2019 年 6 月 21 日閣議決定）では、国・地方公共団体が発注する建築工事で BIM の活用を横展開させ、民間発注工事へ波及拡大させることが盛り込まれた⁶¹。

2018 年には、同委員会を BIM/CIM 推進委員会に改組し、現在は基準・国際検討 WG、実施体制検討 WG、活用促進 WG を設置し、2023 年度までに小規模を除く全ての公共工事で BIM/CIM の活用を原則化するために、段階的に施設規模の適用拡大を図っている。2021 年度には大規模構造物の詳細設計で原則適用する方針等を発表している⁶²。

BIM 活用は、大手ゼネコンによる施工分野では相当程度活用されているが、中小の建設会社や設計分野では、その活用が限定的であることや、設計から施工、維持・管理までのライフサイクルにわたる活用が確保できていないことなどの課題が挙げられている状況である⁶³。このような中、2019 年に国土交通省が「建築 BIM 推進会議」を立ち上げ、建築物の生産プロセス及び維持・管理において、BIM を通じて情報を一貫して利活用する仕組みの構築や、必要に応じて、個別課題に対応するための検討部会を設け、BIM 活用に向けた市場環境の整備を推進することなどを示した⁶⁴。また、2020 年には「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）」を発行した。デジタル情報を一元化して生産性の向上を図るため、BIM を活用する際に関係者間で標準化できるワークフローを明示し、その活用の方策について整理をしている⁶⁵。

⁵⁹ BSI, ISO 19650 <https://www.bsigroup.com/ja-JP/Building-Information-Modelling-BIM-ISO19650/>

⁶⁰ 国土交通省, BIM 推進会議 <https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/kenchikuBIMsuishinkaigi.html>

⁶¹ 内閣府「成長戦略フォローアップ案」2019 年

⁶² 国土交通省「2023 年度の BIM/CIM 原則適用に向けた進め方」2021 年

⁶³ 国土交通省「建築 BIM 推進会議の設置について」2019 年

⁶⁴ 国土交通省「建築 BIM 推進会議の設置について」2019 年

⁶⁵ 建築 BIM 推進会議「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）」2020 年

2. 3D 都市モデルにおける BIM モデルの利用状況

建物の計画、設計、施工、維持・管理のために利用される BIM モデルと、地理情報システムである GIS の統合は、近年急速に発展している。特に統合されたデータを定量分析することで、都市管理に利用し、スマートで持続可能な都市の基盤としての活用が期待されている⁶⁶。

3D 都市モデルと BIM モデルの連携では、後述する海外事例で紹介するように、シンガポールで先進的な取組が行われているほか、フィンランド、香港においても研究や実証が進められている。技術的に注目が集まっているのは、国際標準規格である IFC と、同じく国際標準規格である CityGML の連携である⁶⁷。調査時点では、IFC と CityGML の相互連携について確立された技術やプロセスは公開情報としては提供されていませんが、大学等での研究や、「3D 都市モデル整備のための BIM 活用マニュアル」に示すような変換ツールの開発、また、表にまとめたプロジェクトにおける実証等が進められている。

表：3D 都市モデルにおける BIM モデルの利用状況 / IFC と CityGML の連携

国名	概要
シンガポール	IFC から CityGML への変換ソフトウェアである IFC2CityGML ⁶⁸ は、2018 年にシンガポール国立大学（NUS）、OSI（Ordnance Survey International）によって開発・提供されている。IFC2CityGML は、IFC 2x3 から CityGML LOD3 への自動変換を主な目的としているが、LOD2 及び LOD4 への変換にも対応している。Virtual Singapore ⁶⁹ においても活用されている ⁷⁰
フィンランド	フィンランドにおける 3D 都市モデル活用のパイロットプロジェクトであるカラサタマ地域では、既存の建物、建設中の建物、橋りょう等を CityGML 化している。また、IFC から CityGML に変換する際の MVD に相当するマニュアルを 2016 年に策定している ⁷¹ 。データ変換においては、民間企業が提供する IFC の編集ソフトウェアである Simplebim ⁷² の CityGML 変換プラグインによる変換テスト等を実施している ⁷³
中国/香港	設計・建設段階のプロジェクト管理における基本的な段階から、資産管理・電子入札への採用等にも BIM 活用を展開させることで、建設プロジェクトのライフサイクルでの活用と、スマートシティ開発を目指している ⁷⁴ 。スマートシティ開発においては、BIM モデルと 3D 都市モデルの双方のデータの保存・共有する情報基盤の整備が進められており、その中で、IFC と CityGML の変換テスト・研究が行われている ⁷⁵

⁶⁶ Yongze Song, "Trends and Opportunities of BIM-GIS Integration in the Architecture, Engineering and Construction Industry: A Review from a Spatio-Temporal Statistical Perspective," International Journal of Geo-Information, 2017.

⁶⁷ Filip Biljecki, "Quality of BIM-GIS conversion," 2019.

⁶⁸ IFC2CityGML <https://ifc2citygml.github.io/>

⁶⁹ Virtual Singapore <https://www.nrf.gov.sg/programmes/virtual-singapore>

⁷⁰ ORDNANCE SURVEY <https://www.ordnancesurvey.co.uk/business-government/products/case-studies/improving-integration-bim-gis>

⁷¹ D. O. Kirjoittajat: Jiri Hietanen, "IFC Mallinnusvaatimukset," 2016.

⁷² Simplebim <https://simplebim.com/>

⁷³ KIRA-digi, "The Kalasatama Digital Twins Project," 2019.

⁷⁴ Secretary for Development (香港), "Development Bureau Technical Circular (Works) No.12/2020," 2021.

⁷⁵ C. Kwok-fai, "The Establishment of A Territory-wide BIM Data Repository," 2020.

海外事例 1：シンガポール

政府の強力な推進によって地上・地下の 3 次元化が進む



参考：HTTPS://WWW.ONEMAP3D.GOV.SG/MAIN/ よりキャプチャ

近年の政策動向

2009	BIM を導入した電子建築確認の開始 ⁷⁶
2012	Singapore BIM Guide ⁷⁷ を政府が発行
2013	Virtual Singapore を政府が発表
2014	Smart Nation Initiatives ⁷⁸ を政府が発表 国家のスマート化を目指す「Smart Nation Singapore ⁷⁹ 」プロジェクトにおいて、国内のあらゆる場所にセンサーやカメラを設置し、人の動きや交通状況といった情報をリアルタイムに収集。そのデータを Virtual Singapore に統合していく方針 SLA（Singapore Land Authority）が 3D NATIONAL MAPPING PROJECT ⁸⁰ を開始（～2017 年半ばに完了）
2015	VDC（Virtual Design & Construction）を政府が発表
2017	IDD（Integrated Digital Delivery）を政府が発表
2020	BETA（Built Environment Technology Alliance ⁸¹ ）を設立 無償提供していた 2 次元の地図サービス OneMap を 3 次元化 Digital Underground Project ⁸² を SLA と Singapore-ETH Centre が共同で開始

⁷⁶ 独立行政法人建築研究所「建築確認審査業務等における電子申請・BIM 利活用状況の海外事例調査について」2014 年

⁷⁷ SINGAPORE BIM GUIDE VERSION2.0 <https://www.corenet.gov.sg/general/bim-guides/singapore-bim-guide-version-20.aspx>

⁷⁸ NUS, “Singapore’s Smart Nation Initiative – A Policy and Organisational Perspective,” 2018

⁷⁹ SMART NATION SINGAPORE <https://www.smartnation.gov.sg/>

⁸⁰ SLA’S 3D SMART NATION MAP DEBUTS ON THE WORLD STAGE <https://www.sla.gov.sg/articles/press-releases/2016/sla-s-3d-smart-nation-map-debuts-on-the-world-stage>

⁸¹ BETA <https://www.beta.org.sg/>

⁸² Dr. Victor Khoo, “Digital Underground, Towards a reliable underground utility map in Singapore,” 0000. ?

BIM の整備・活用状況

2009 年に BCA（Building and Construction Authority：建築建設庁）は BIM による電子建築確認を開始した。以降、2013 年に 20,000 ㎡以上の建物に対して意匠 BIM データの提出、2014 年に構造及び設備 BIM データの提出、2015 年には 5,000 ㎡以上の建物の意匠・構造・設備の BIM データの提出を義務化している。政府は、企業の BIM 導入支援のため、ソフトウェア・ハードウェア導入、人材トレーニングに対する補助⁸³等の施策も実施している。

施工分野では、BCA が 2015 年に、建設プロジェクトにおける BIM モデル、人、プロセスを管理する枠組みである VDC（Virtual Design and Construction⁸⁴）を策定した⁸⁵。VDC では、施工順序の最適化による工期の短縮、設計の最適化によるコストの削減、プレファブリケーション（工場等で事前に部材を作り、それを施工現場で組み立てる工法）化による人員の削減を目指している。その後、2017 年には、デジタル技術を使用して、作業プロセスを統合し、建物のライフサイクルを通して関わる利害関係者を結びつけるための枠組みである、IDD（Integration Digital Delivery）を VDC に基づいて策定している。BIM を活用して、設計、製造、施工、建物の運用・保守の領域をつなぎ VDC で示している建設プロジェクトでのさまざまな効率化を実現することを目的としている⁸⁶。

3D 都市モデルの整備・活用状況

Virtual Singapore

Virtual Singapore は、シンガポールの CityGML による 3D 都市モデルを中心に構築された、公的機関、研究者、民間企業、市民のための都市分析プラットフォームである。イギリスの国営企業であり OGC（Open Geospatial Consortium）のメンバーでもある Ordnance Survey 社の協力を得て、NRF（National Research Foundation Singapore：シンガポール国立研究財団）が 2013 年に研究を開始し⁸⁷、翌 2014 年にデジタル技術を活用して国民の生活を豊かにする政府の構想である Smart Nation Singapore⁸⁸の一環として正式に発表された。プロジェクトの主導は、NRF、SLA（Singapore Land Authority：シンガポール土地管理局）、IDA（The Infocomm Development Authority of Singapore：情報通信開発庁）で、ソフトウェア開発には、フランスの民間企業である Dassault Systèmes 社が参画している⁸⁹。Virtual Singapore は、2018 年に完成し、後述するプンゴル・スマートシティにおいて、他国の政府機関との技術連携も図られている。

3D NATIONAL MAPPING PROJECT

3D NATIONAL MAPPING PROJECT は、2014 年に SLA が主導し、3D でシンガポール全体の地図を作成することを目的として開始されたプロジェクトである。データ取得は航空写真測量、航空レーザー測量、地上 LiDAR（Light Detection And Ranging：光検出と測距）、MMS（モービルマッピングシステム

⁸³ BCA <https://www.bca.gov.sg/bim/bimfund.html>

⁸⁴ BCA, “Singapore VDC Guide,” 2017.

⁸⁵ BCA, “BCA ADDS WOW FACTOR TO INDUSTRY WITH 3D EXPERIENTIAL TECHNOLOGY,” 2015.

⁸⁶ BCA, Integrated Digital Delivery (IDD) <https://www1.bca.gov.sg/buildsg/digitalisation/integrated-digital-delivery-idd>

⁸⁷ NRF <https://www.nrf.gov.sg/programmes/virtual-singapore>

⁸⁸ SMART NATION SINGAPORE <https://www.smartnation.gov.sg/>

⁸⁹ DASSAULT SYSTEMS <https://compassmag.3ds.com/ja/virtual-singapore/>

ム) によるスキヤニングによって行われ、データ形式はイギリスの国営企業である Ordnance Survey 社の監修のもと、CityGML2.0 が採用されている。同プロジェクトは、2017 年に完了し、Virtual Singapore に共有され、その後、研究とアプリケーションの開発を促進するために活用されている⁹⁰。

OneMap

OneMap は SLA が開発した全国地図で、政府機関により 2010 年に 2 次元地理空間情報提供サービスを開始した。2017 年には、位置情報やリアルタイム交通データ等のナビゲーションサービスを加え、アプリケーション開発者向けの API (Application Programming Interface) の提供も開始している。2020 年には、開発者向けに 3D 都市モデルを含む OneMap3D を公開し、2021 年には一般への公開を始めている⁹¹。現在、3D 都市モデル化された地理情報空間において、ドローン飛行経路計画等が実施されているほか、不動産、ロジスティクス、VR 等の分野でも活用や研究が進んでいる⁹²。

BIM 及び 3D 都市モデルの標準化動向

BIM

BCA (Building and Construction Authority : 建築建設庁) は、建築確認において、IFC 2x2 形式での BIM データの提出を求めている⁹³。なお、Autodesk 社の Revit には、IFC の書き出しテンプレートの一つとして、「IFC 2x2 Singapore BCA e-Plan Check」が組み込まれており、利用者は建築確認に必要な IFC データを簡単に出力できるようになっている。

2016 年からは、意匠分野や設備分野の一部において、政府が発行する CP (Codes of Practice for BIM e-Submission) に従うことで、BIM ソフトウェアのネイティブ形式での電子建築確認を任意で行うことが可能となっている⁹⁴。このような取組を推進するため、政府は、ISO 19650 を基準としたガイドラインや、主要な BIM ソフトウェアのテンプレートを整備し、一般での利用を支援している⁹⁵。

3D 都市モデル

政府は、OGC のメンバーであるイギリスの国営企業の Ordnance Survey 社の監修を受け、Virtual Singapore のデータ形式として、CityGML2.0 を採用している⁹⁶。

⁹⁰ K. H. Soon and V. H. S. Khoo, "CITYGML MODELLING FOR SINGAPORE 3D NATIONAL MAPPING," 2017.

⁹¹ SLA <https://www.sla.gov.sg/articles/press-releases/2021/sla-launches-onemap3d-and-signs-mous-with-ninja-van-kabam-and-propnex-to-further-the-use-of-onemap>

⁹² GeoWorks <https://www.geoworks.sg/programmes/singapore-geospatial-festival>

⁹³ CORENET https://www.jacic.or.jp/acit/3-2_appendix.pdf

⁹⁴ BCA, "CHANGES TO BIM E-SUBMISSION REQUIREMENTS FOR PLAN SUBMISSION TO BCA," 2016.

⁹⁵ BIM E-SUBMISSION [https://www.corenet.gov.sg/general/building-information-modeling-\(bim\)-e-submission.aspx](https://www.corenet.gov.sg/general/building-information-modeling-(bim)-e-submission.aspx)

⁹⁶ Filip Biljecki, "Extending CityGML for IFC-sourced 3D city models," 2020.

デジタルツインに関する政策動向

政府機関は、2014 年よりデジタル技術とデータを活用して国全体をスマートシティ化し、「より良い暮らし、より多くの機会、より強固なコミュニティ」の実現を目指す国家戦略構想である、Smart Nation Singapore を進めている。その実現には、地理空間情報が不可欠であるとして、公共インフラの基盤データとして、3D 都市モデルを活用している⁹⁷。

HDB（Housing & Development Board：住宅開発局）は、2014 年に Smart HDB Town Framework を立ち上げ、同年にジュロン地区、2015 年にはプンゴル地区で情報通信技術の活用による、まちづくりを開始している。特にプンゴル地区の新街区を対象とした PDD（Punggol Digital District）は、戦略的国家プロジェクトに指定されており、先進的な取組が行われている。PDD では、BIM データと GIS データをシームレスに統合できる Esri 社（GIS ソフトウェアの開発・販売のトップベンダー）の GeoBIM⁹⁸が採用されている。GeoBIM を利用して建設中のプロジェクトの進捗をドローンで監視し、取得したデータを GeoBIM に統合することで、計画に遅延がないかなどを確認できる⁹⁹。

PDD には、シンガポールの企業や政府機関が共同で開発したスマートシティプラットフォーム ODP（Open Digital Platform）が設けられており、IoT、データ分析、実データと仮想データの連携、セキュリティ、物流・ロボット配送及び地域冷房などと連携している¹⁰⁰。



図：Open Digital Platform のインターフェイス

（出所：<https://www.tech.gov.sg/media/technews/building-an-operating-system-for-punggol-digital-district>）

インフラ分野においては、DUConnect（Digital Underground Connect）という、地下のデジタル化に関する取組が行われている。DUConnect は、2020 年に SEC（Singapore-ETH Centre）、SLA が共同で設立したオープンコミュニティであり、専門的な技術者や有識者だけでなく、一般市民も参加が可能と

⁹⁷ Smart Nation Singapore <https://www.smartnation.gov.sg/initiatives/strategic-national-projects/punggolst>

⁹⁸ Esri ArcGISGeoBIM <https://www.esri.com/ja-jp/arcgis/products/arcgis-geobim/overview>

⁹⁹ URA <https://www.ura.gov.sg/Corporate/Planning/Master-Plan/Urban-Transformations/Punggol-Digital-District>

¹⁰⁰ JTC, BUILDING RESILIENCE: HOW CONSTRUCTION COMPANIES KIMLY AND WOH HUP ARE EMBRACING DIGITALISATION

<https://www.jtc.gov.sg/about-jtc/news-and-stories/feature-stories/building-resilience-how-construction-companies-kimly-and-woh-hup-are-embracing-digitalisation>

なっており、地下埋設物マッピングと地下デジタルツインに関する知見を蓄え、その理解を深めていくことが目的となっている¹⁰¹。

3D 都市モデルと BIM の連携における技術的な取組

IFC から CityGML への変換

2018 年に、IFC から CityGML への変換ソフトウェアである IFC2CityGML が NUS（シンガポール国立大学）、OSI（Ordnance Survey International）によって開発され、提供されている。IFC2CityGML は、IFC 2x3 から CityGML LOD3 の建物モデルへの自動変換を主な目的としているが、LOD2 及び LOD4 の建物モデルへの変換にも対応しており、Virtual Singapore においても、このソフトウェアが活用されている¹⁰²。

シンガポール国立大学では、BIM モデルのように屋内モデルを含む高精度かつ詳細度の高いデータセットが、3D 都市モデルを維持するための貴重な資産になることを期待し、IFC と CityGML の変換について研究をしている¹⁰³。また、データ損失のない IFC と CityGML のデータ交換をテーマにした、CityGML ADE（Application Domain Extension）の開発研究も併せて行っている。

BIM と GIS のクラウドコラボレーション

PDD（Punggol Digital District）では、Esri 社と Autodesk 社の協力によって開発されてきた GeoBIM を採用し、BIM データが統合された GIS 環境を実現している¹⁰⁴。

¹⁰¹ DIGITAL UNDERGROUND CONNECT <https://www.duconnect.org/>

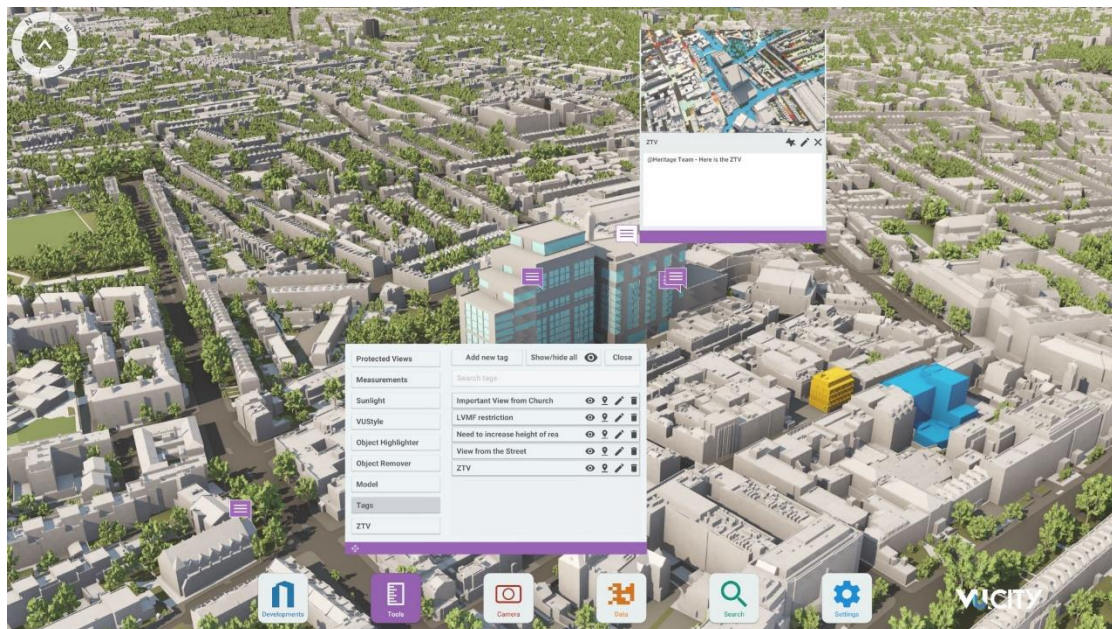
¹⁰² ORDNANCE SURVEY <https://www.ordnancesurvey.co.uk/business-government/products/case-studies/improving-integration-bim-gis>

¹⁰³ Biljecki Filip, “Extending CityGML for IFC-sourced 3D city models,” 2021.

¹⁰⁴ ESRI SINGAPORE <https://esrisingapore.com.sg/news/innovating-digital-building-life-cycle>

海外事例 2：イギリス

BIM の国際標準を基盤としたデジタルツインと都市情報モデリングの構想



画像： <https://www.vu.city/cities/london> よりキャプチャ

近年の政策動向

2004	米国 NIST（National Institute of Standards）の報告書 ¹⁰⁵ を受け、BIM の研究・調査が進む
2009	AEC（UK）が AEC（UK）BIM Protocol ¹⁰⁶ を発表
2011	政府が Government Construction Strategy（政府建設戦略） ¹⁰⁷ を発表 BIM Industry Working Group が BIS BIM Strategy Report ¹⁰⁸ を発表
2013	政府が 2025 年までの目標を定めた Construction 2025 ¹⁰⁹ を発表
2014	AEC（UK）が AEC（UK）BIM Protocol for LayerNaming-v.4 を発表
2015	政府が BIM Level 3（設計・施工・運用での活用）に向けた成長戦略となる Digital Built Britain ¹¹⁰ を発表
2016	政府が Government Construction Strategy : 2016-2020 ¹¹¹ を発表
2017	政府によって Future Cities Catapult ¹¹² を創設
2018	英国規格である BS 1192 及び PAS 1192-2 に基づいて BIM の国際規格となる ISO 19650-1, 2 が策定される

¹⁰⁵ NIST, “Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry,” 2004.

¹⁰⁶ AEC（UK）DOCUMENTS <https://aecuk.wordpress.com/documents/>

¹⁰⁷ GOV.UK <https://www.gov.uk/government/publications/government-construction-strategy>

¹⁰⁸ NBS, “A report for the Government Construction Client Group,” 2011.

¹⁰⁹ GOV.UK <https://www.gov.uk/government/publications/construction-2025-strategy>

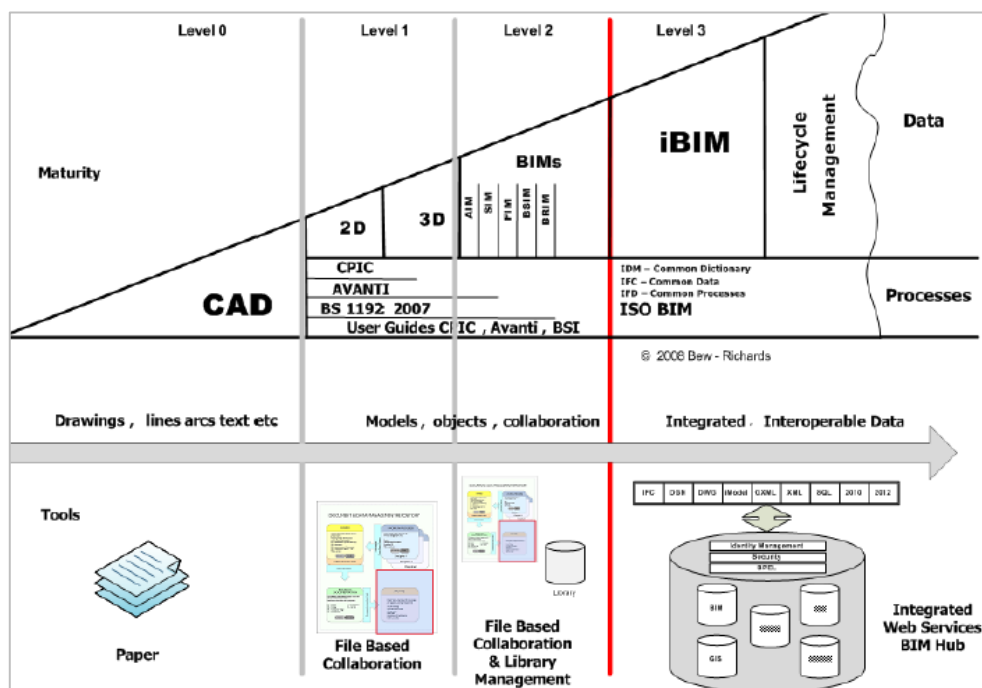
¹¹⁰ HM-Government, “Digital Built Britain Level 3 Building Information Modelling - Strategic Plan,” 2015.

¹¹¹ GOV.UK <https://www.gov.uk/government/publications/government-construction-strategy-2016-2020>

¹¹² CATAPULT <https://cp.catapult.org.uk/>

BIM の整備・活用状況

イギリスは、政府主導で BIM を推進している。2011 年に Cabinet Office（内閣府）が The Government Construction Strategy（政府建設戦略）を発表し¹¹³、BIM の利用推進を宣言した。この宣言を受けて、BIM Industry Working Group が政府出資で立ち上げられ、その中で、BIM を国内に浸透させるために独自の BIM 成熟度（図 1）を示した¹¹⁴。



図：BIM 成熟度

（出所：BIM Industry Working Group, "2011 BIM Working Party Strategy Report," 2011, p.16.）

政府建設戦略では、2016 年までに全ての公共調達の建設プロジェクトで意匠、構造、設備の分野で BIM モデルを利用することを Level 2 の目標として設定した。現在、同目標は達成されており、次の目標として、2025 年までに Level 3（共通の BIM モデルをプロジェクトの関係者全員でアクセスし、利用、運用するレベル）の達成が目指されている。

BIM の導入により、2011～2015 年の公共建設事業費において 30 億ポンド以上のコスト削減の効果があったといわれている¹¹⁵。一方、NBS（National Building Specification）から毎年発行されている DIGITAL CONSTRUCTION REPORT の 2021 年版において、BIM 導入を進めている企業は大企業に偏っており、中小企業では導入が進んでいないことが課題として示されている¹¹⁶。

¹¹³ GOV.UK <https://www.gov.uk/government/publications/government-construction-strategy>

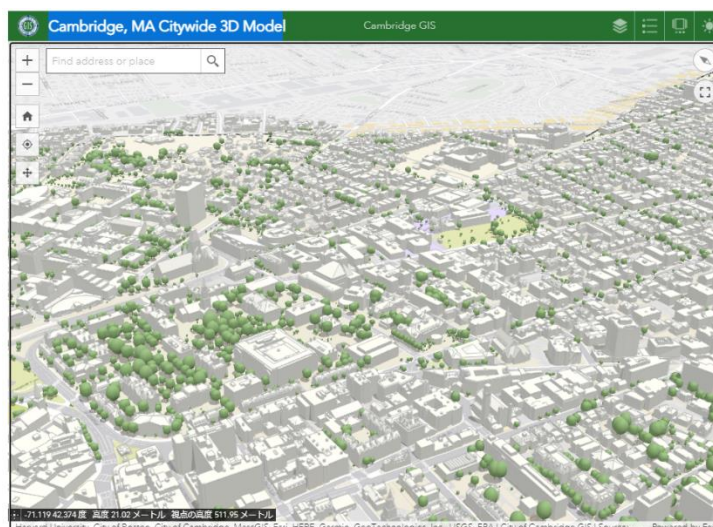
¹¹⁴ BIS: Business Innovation and Skills, "A report for the Government Construction Client Group," 2011

¹¹⁵ Infrastructure and Projects Authority, "Government Construction Strategy 2016-20," 2016.

¹¹⁶ NBS, Digital Construction Report 2021 <https://www.thenbs.com/digital-construction-report-2021/>

3D 都市モデルの整備・活用状況

イギリスにおける 3D 都市モデルの整備は、地方公共団体単位での実施が多く見られる。グラスゴー¹¹⁷やニューカッスル¹¹⁸では、各地方公共団体のスマートシティ政策の中で整備されている。また、ロンドン等の主要都市では、民間企業が VU.City とした高い精度を持つ 3D 都市モデルを販売・提供するなど、都市開発や建築計画におけるビジネス開発も進んでいる¹¹⁹。ケンブリッジでは、市が管理するデジタルマップである Cambridge GIS Interactive Maps が提供されている。Cambridge GIS Interactive Maps は、Esri 社の GIS マップを基盤としたプラットフォームで、用途計画、交通状況、市の歴史等さまざまなテーマのデータが含まれているものである¹²⁰。各データはオープンデータとして GitHub で公開されており、GeoJSON 形式や TopoJSON 形式での利用が可能である¹²¹。



図：Cambridge Citywide 3D Model (Cambridge GIS)

(出所：<https://www.cambridgema.gov/GIS/3D/citywide3dmodel> をキャプチャ)

BIM 及び 3D 都市モデルの標準化動向

BIM

イギリスでは、BSI (British Standard Institution : 英国規格協会) によって、BIM プロセスの標準化が進められてきた。BSI は BIM のプロセスなどを標準化した規格である PAS 1192 及び BS 1192 をそれぞれ 2013 年、2014 年に策定・発行し、その後も更新を行っている。これらの規格に基づいて、BIM を使用して構築された資産のライフサイクルにわたる情報管理を行うための国際規格である ISO 19650-1:2018 が 2018 年に制定されている¹²²。

¹¹⁷ Glasgow 3D Urban Model <https://storymaps.arcgis.com/stories/3790cf949f334e1a941bb5dd62fe94df>

¹¹⁸ GREAT EXHIBITION OF THE NORTH <https://getnorth2018.com/inspired-by/future-visions-a-virtual-newcastlegateshead-experience/>

¹¹⁹ VU.City <https://www.vu.city/cities/london>

¹²⁰ City of Cambridge, MA <https://www.cambridgema.gov/GIS/interactivemaps>

¹²¹ CAMBRIDGE GIS <http://cambridgegis.github.io/gisdata.html>

¹²² ISO 19650-1:2018 <https://www.iso.org/standard/68078.html>

3D 都市モデル

イギリス国内での 3D 都市モデルは、都市レベル、プロジェクトレベルで整備されているが、標準化された 3D 都市モデルは全国規模では整備されていない。また、各都市で整備されているもののほとんどが都市部を対象としており、農村部等での整備は十分に行われていないことが課題となっている。標準化された 3D 都市モデルの環境を政府が主導して全国的に広げる必要性が指摘されている¹²³。

デジタルツインに関する政策動向

2017 年に、イギリス政府とケンブリッジ大学が共同で CDBB (Centre for Digital Built Britain) を設立した。CDBB では、2018 年に NDTP (National Digital Twin Programme) を立ち上げ、建物、インフラを含むデジタルツイン化プログラムを開始している¹²⁴。

また、CDBB 設立と同年に、政府機関である Innovate UK が Future Cities Catapult を創設している¹²⁵。Future Cities Catapult では、都市情報モデリング (CIM : City Information Modeling) という概念を掲げ、BIM データと 3D 都市モデル、インフラ BIM の連携によって、イギリスのビジネスを成長させることを目指している¹²⁶。

3D 都市モデルと BIM の連携における技術的な取組

VU.CITY

民間企業である Wagstaff 社が開発、販売する 3D 都市モデルの VU.CITY では、建物の 3D モデルは 15cm 以下の精度を確保しており、ロンドンでは市の面積の約 75%に当たる 1,167km²において、300 万を超える建物の 3D モデル、20 万を超える樹木等の 3D モデルを完成させている。ロンドン以外にも、マンチェスターやベルファストの 3D 都市モデルの作成も行われている。

VU.CITY のデータフォーマットは FBX 形式と OBJ 形式である。BIM ソフトウェアである Revit (Autodesk 社) を用いる場合は、VU.CITY 専用のプラグインを利用することで VU.CITY の中で使用可能な FBX 形式に書き出せるなど、都市計画者や設計者にとって利用しやすい環境が提供されている¹²⁷

¹²⁸。

¹²³ Kelvin Ka Yin Wong, "Towards a National 3D Mapping Product for Great Britain," 2018.

¹²⁴ University of CAMBRIDGE, Centre for Digital Built Britain <https://www.cdbb.cam.ac.uk/AboutCDBB>

¹²⁵ CATAPULT <https://cp.catapult.org.uk/who-we-are/>

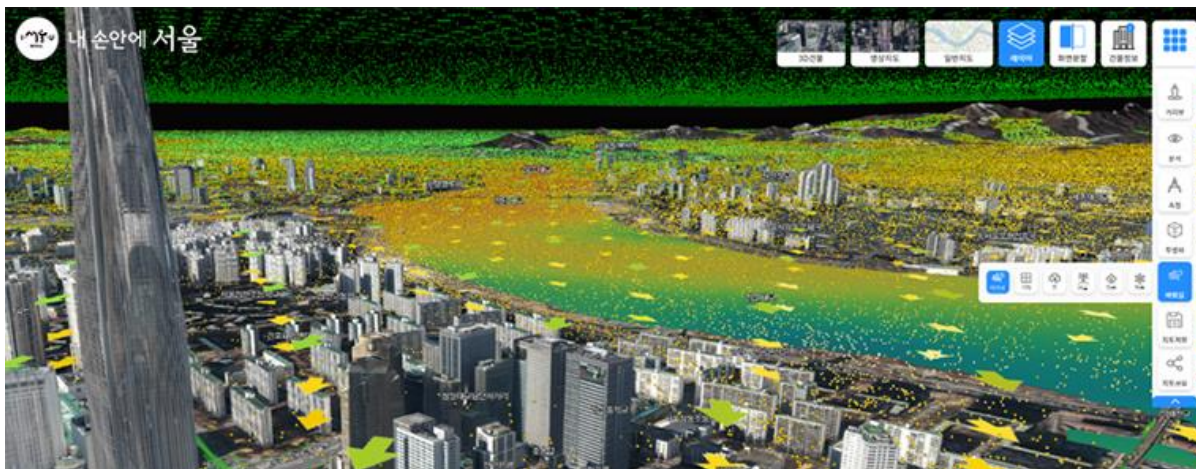
¹²⁶ SMARTICIPATE <https://www.smarticipate.eu/future-cities-catapult-building-a-more-innovative-uk/>

¹²⁷ VU.CITY <https://kb.vu.city/home/modelling-101/file-requirements/>

¹²⁸ VU.CITY <https://kb.vu.city/home/modelling-101/Revit-plugin/>

海外事例 3：韓国

継続した開発によって高次元活用が進む都市問題解決型ソリューション



画像：HTTP://SEONAMTODAY.COM/M/VIEW.PHP?IDX=12661&MCODE=よりキャプチャ

近年の政策動向

2011	・ 公共部門の事業における BIM 活用のモデル事業が開始 ・ BIM Server システムの開発（地方公共団体の BIM 基盤許認可システムへ発展） ・ V-World（全国版 3D 都市モデル）サービスの開始
2012	・ BIM 標準規格の策定 ・ KICT（韓国建設技術研究院）が BIM・GIS 相互運用プラットフォームを開発
2013	・ 政府が発注する 500 億ウォン以上の建設事業に対して BIM の利用を義務化 ・ BIM データを用いた建築許認可システムを地方公共団体が導入
2016	・ KICT、ソウル市、消防庁の連携による BIM・GIS 相互運用技術の実証事業
2017	・ BIM を活用した建設自動化技術を 2025 年までに開発することを政府が発表
2018	・ 公共道路事業について BIM の利用を義務化
2020	・ 公共部門の全建築事業について BIM の利用を義務化、BIM モデル提出指針を策定
2021	・ BIM 基盤 DX ロードマップの策定、S-Map 3.0（Digital Twin S-Map）の公開

主なプロジェクト

S-Map

ソウル市では、市と民間企業が連携し、ソウル市全域の約 60 万棟の建物の 3D 都市モデルを整備し、その 3D 都市モデルを活用した S-Map と呼ばれるデジタルツイン・プラットフォームを開発した。S-Map は、官庁向けの機能として、3 次元空間情報の整備・管理機能、政策シミュレーション機能、VR 用の 3D コンテンツの作成・管理機能を実装しており、市のさまざまな場面で利用されている。2020 年から市の都市計画委員会の景観審議において試験運営をしており、今後は災害支援、気流シミュレーション等の分野に拡大する予定である。2020 年からは市民向けの S-Map も公開し、また、2021 年には、S-Map の更新版である S-Map 3.0（Digital Twin S-Map）を公開、市の都市計画での利用やモバイル版の提供も開始している¹²⁹。

¹²⁹ SEOUL.U <https://map.seoul.go.kr/smgis2/>

KICT / BIM・3D 都市モデル相互運用プラットフォーム

国の研究機関である韓国建設技術研究院（以下、KICT という）は、2016 年に BIM モデルと 3D 都市モデルの相互運用が可能なオープンプラットフォーム（以下、BIM/GIS プラットフォームという）を開発している¹³⁰。BIM/GIS プラットフォームは、2011 年から 5 か年で IFC と CityGML のデータ連携機能の開発、相互変換プログラムの開発、BIM/GIS プラットフォームのためのサーバー技術の開発、外部の 3D 都市モデルプラットフォームとの連携技術を開発した。また、IFC と CityGML の相互変換、大容量データの軽量化を目的とした要素技術も研究されており、同一オブジェクトに複数の LOD を保持させる Adaptive LOD、ウェブブラウザ上での大容量データの処理技術、可視化技術等が対象となっている。BIM/GIS プラットフォームの開発は、2016 年に KICT 内の複数施設を対象とした実証を経て完了したが、その後、ソウル市の室内空間情報構築及びサービス事業（S-Map の前身）との連携や消防当局と連携した施設モニタリングでのユースケース開発に活用された¹³¹。

BIM の整備・活用状況

ソウル市は、市が管理する公共施設や市内の駅を対象に、2011 年から BIM データや屋内測量で取得したデータを利用して 3D 屋内モデルを整備している。それらは屋内地図サービスとして展開されており、2021 年に S-Map の 3D 都市モデルに統合されている。また、国が運営する建築許認可手続のポータルサイト¹³²では、各地方公共団体での建築確認を BIM データで提出することが可能となっており、提出された BIM データの品質チェックや各種法令チェック等が可能なプログラムが整備されている。



図：BIM 基盤建築許認可システムの概念図

(出所: <https://www.mk.co.kr/news/realstate/view/2020/12/1305834/>よりキャプチャ)

3D 都市モデルの整備・活用状況

V-World¹³³は、韓国の空間情報産業振興院が運営する空間情報オープンプラットフォームとして、全国の3D都市モデルを含む国の空間情報のオープンデータと関連プログラムを提供している。国が整備する2D/3Dの空間情報を公共・民間がアクセス可能な形で2011年からサービスを開始し、デジタル航空測量写真、DEM（数値標高モデル）をはじめ、GSD（地上解像度）0.5mレベルの3D都市モデルを提供し

¹³⁰ 韩国建設技術研究院, “Development of Open Platform for Interoperability between BIM and GIS,” 2015. <https://scienceon.kisti.re.kr/srch/selectPORSrchReport.do?cn=TRKO201700000964>

¹³¹ J. E. KIM, "Implementation and demonstration of BIM on the GIS platform testbed for smart city," 2015. <https://docplayer.dk/212961788-Issues-bim-awards-2015.html>)

¹³² <https://cloud.eais.go.kr/>

¹³³ V-World http://www.spacen.or.kr/vworld_mgm/business_info.do

ている。3D 都市モデルは、LOD1（一部 LOD3・4 のモデルを含む）を広域市等で提供している。近年では、地籍図、不動産情報、土地等の都市開発情報など、主題情報と連携した空間情報基盤として進化している。

2019 年には、V-World を基盤として、ソウル市が独自に S-Map のサービスを開始し、2021 年には、更新版となる S-Map3.0 を公開した。S-Map 3.0 では、バーチャルツアーが可能な観光地の仮想空間、ソウル市全域の 3D 都市モデル、風況シミュレーション機能等が S-Map に追加されている¹³⁴。

BIM 及び 3D 都市モデルの標準化動向

韓国政府は、国土空間情報及び基本空間情報（都市計画 GIS データ）の 3 次元化を進めている。韓国国土地理院は、2009 年に、「3 次元国土空間情報構築作業規定¹³⁵」を策定し、CityGML による建物、道路、ダム、橋りょう等の 3D モデルの LOD1~4 の標準的な作成手順、品質評価基準を定めた。また、建物の屋内データに関する標準化も進めており、2018 年には「室内空間情報構築作業規定」を策定し、同じく CityGML 及び IndoorGML による標準化を定め、建物の屋内データを独自の LOD として LOD0~3 で定義することを示している。2019 年、LX 韓国国土情報公社は、全州市スマートシティ事業の中で、LOD0~3 の 3D 都市モデルを「3 次元空間情報構築作業規定」、LOD4 の 3D 都市モデルを「室内空間情報構築作業規定」に基づいて構築した。そのうち、LOD4 の 3D 都市モデルは、BIM モデルを活用して作成している¹³⁶。これらの 3D 都市モデルは、都市のモニタリング及びマネジメントで利用されることが見込まれている。

デジタルツインに関する当該政府の政策動向

韓国では、2000 年初頭に始まった公共主導によるニュータウン開発でのスマートシティ化のプロジェクト、U-City¹³⁷にあわせ、2000 年代中盤頃から国土のデジタル化を進めている。2011 年には、V-World のサービスを開始、また、2022 年時点ではソウル市をはじめ、複数の地方公共団体のスマートシティ事業の中核としてデジタルツインを構築しており、3D 都市モデルを利活用するためのプラットフォームの整備が進んでいる¹³⁸。また、韓国国土交通部では、世宗市のスマートシティ事業の中で、プラットフォーム内で利用する 3 次元データを整備するための技術開発を進めている。具体的には、デジタルツインの仕様、標準化を目指したロードマップの作成、分野横断的なデータ連携のための参照モデルの開発である¹³⁹。

¹³⁴ SMART SEOUL, “스마트시티 시민과 함께 하는 S-Map 2021 버전 (Virtual Seoul 3.0) 시민 공개,” 2021.

¹³⁵ Smart City Issue Paper Ver 02 記事（韓） <https://smart-usg.or.kr/upload/boardcontroller/files/20211012172147-11609853.pdf>

¹³⁶ LX Digital Twin Consortium Report https://www.lx.or.kr/cmm/fms/FileDown.do?atchFileId=FILE_000000000022864IEuJ3&fileSn=0

¹³⁷ Smart City Korea <https://smartcity.go.kr/en/rd/u-city-rd/>

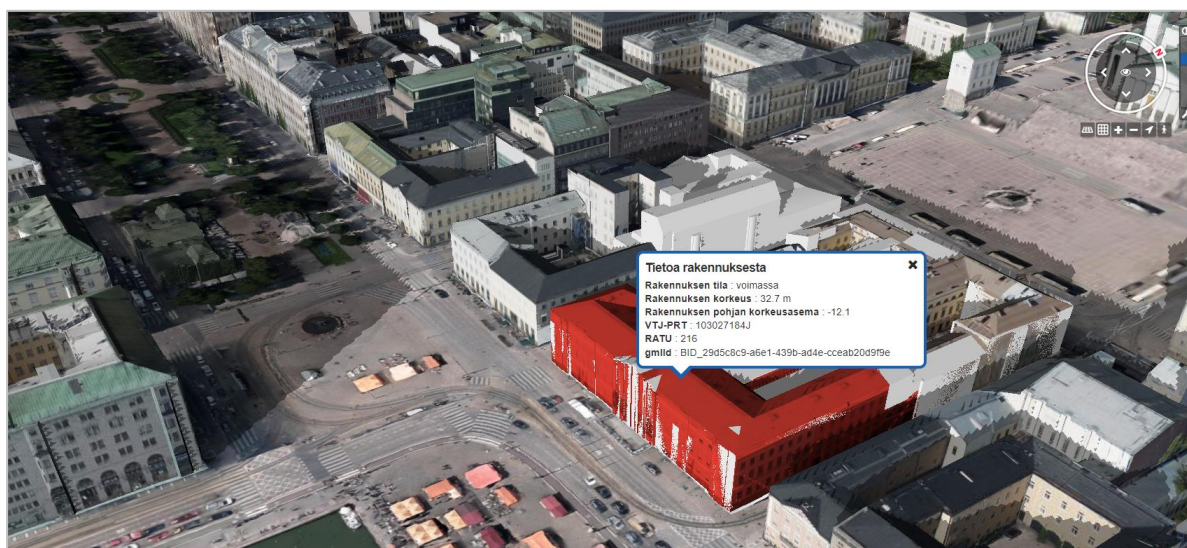
¹³⁸ ISEOUL.U https://www.seoul.go.kr/news/news_report.do?tr_code=rsite#view/337419

¹³⁹ “デジタルツイン技術と標準化動向 韓国通信学会誌（情報と通信）,” pp.38（9）, 40-47.

<https://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE10596204>

海外事例 4：フィンランド

CityGML による都市モデル整備と、IFC データを活用した土木分野の実証



画像：HTTPS://KARTTA.HEL.FI/3D/#/よりキャプチャ

主なプロジェクト

Helsinki 3D+

フィンランドのヘルシンキ市は、市のサービスやプロセスを改善することを目的に、3D 都市マップの開発を継続的に行っている。その取組の一つが Helsinki 3D+である。Helsinki 3D+のモデルは、大きく2種類に分かれている。一つは CityGML2.0 による 3D 都市モデル、もう一つは可視化を重視した OBJ 形式によるメッシュモデルである¹⁴⁰。どちらもオープンデータとして公開されており、その用途によって出力するファイルを選択できるようになっている¹⁴¹ ¹⁴²。また、地域の電気や水の消費量の測定データが含まれる Helsinki Energy and Climate Atlas の情報を、専用の ADE（Application Domain Extension）を用いて 3D 都市モデルに統合し、3DCityDB というデータベースに CityGML を格納することで、エネルギー関連の情報の分析や、マッピングによる可視化によって都市のエネルギーの動きを知ることができる¹⁴³。

BIM の整備・活用状況

2007 年に、フィンランドの国営企業で公共建築の発注・維持管理を行っている Senate Properties 社が BIM の要件を示した BIM Requirements を発行し、Senate Properties 社が発注する事業において IFC データの提出を義務付けた¹⁴⁴。2012 年には、BIM Requirements をベースにした、COBIM 2012

¹⁴⁰ 3D MODELS OF HELSINKI https://hri.fi/data/en_GB/dataset/helsingin-3d-kaupunkimalli

¹⁴¹ CITY OF HELSINKI <https://www.hel.fi/helsinki/en/administration/information/general/3d/3d>

¹⁴² HELSINKI 3D+ <https://kartta.hel.fi/3d/#/>

¹⁴³ M. R. a. E. Airaksinen, “Concept and Evaluation of Heating Demand Prediction Based on 3D City Models and the CityGML Energy ADE—Case Study Helsinki,” 2020.

¹⁴⁴ 山下純一 『BIM の国際情勢』 2013 年

（Common BIM Requirement 2012）を公開し、2020 年以降もその改訂作業が進んでいる。現在は、単に IFC データの提出を求めるのみならず、建築確認審査で IFC を利用することが可能になっている¹⁴⁵。

3D 都市モデル活用のパイロットプロジェクトを推進するカラサタマ地域では、3D 都市モデルに統合するための専用の BIM モデルが新たに作成され、IFC モデルに変換した上で、3D 都市モデルに変換・統合するという手法が検討された¹⁴⁶。

土木分野では、2010 年からフィンランド交通局を主体に産学官が参画する Infra FINBIM というプロジェクトが実施されている¹⁴⁷。また、BIM を活用するためのパイロットプロジェクトでは、フィンランドの主要道路である VT12 を対象に、形状だけでなく属性情報も含めてインフラ BIM を作成する実証が行われている¹⁴⁸。2015 年には、buildingSMART Finland がインフラ BIM に関するガイドラインである Common Infrastructure modeling requirements を公開している¹⁴⁹。また、公共事業においては、2017 年に着工した Tampere Tramway Project で、地下埋設物の情報を BIM で記録、管理することを実施している¹⁵⁰。

3D 都市モデルの整備・活用状況

2017 年以降、フィンランド政府は地理空間プラットフォームプロジェクトの一部としてフィンランドの空間データをデジタル化し、一つの国家地形データベース（NTDB：The National Topographic Database）に統合するプロジェクトである国家地形データベースプログラム（NTDP：The National Topographic Database Program）を進め、2019 年にこれを完成させた¹⁵¹。また、ほかの機関やアプリケーション開発者がそれらの空間情報を利用可能にするオープンプラットフォームの Oskari（www.oskari.org）を提供している。

¹⁴⁵ 武藤正樹『建築確認検査における電子申請への BIM 応用技術の開発』2015 年

¹⁴⁶ KIRA-digi, “The Kalasatama Digital Twins Project,” 2019

¹⁴⁷ 山口崇『欧州における情報化施工等の状況』2013 年

¹⁴⁸ JACIC https://www.cals.jacic.or.jp/CIM/international/international_2016.html

¹⁴⁹ BUILDINGSMART FINLAND <https://buildingSMART.fi/en/infrabim-en/common-infrabim-requirements-yiv-2015/>

¹⁵⁰ RAITIOTIE ALLIANSSI <https://raiotieallianssi.fi/in-english/>

¹⁵¹ NLS <https://www.maanmittauslaitos.fi/en/maps-and-spatial-data/expert-users/product-descriptions/topographic-database>



図：Helsinki の 3D 都市モデル

(出所：Oskari <https://oskari.org/gallery/paikkatietoikkuna> をキャプチャ)

NTDP は、フィンランドの最北部を除く全土において、6 年間隔で航空レーザー測量を行い、これに基づいて CityGML 形式の 3D 都市モデル (LOD2) を整備・更新していくこととされている¹⁵²。

また、NTDP では、建築物や構造物、標高データ、航空写真、航空レーザーデータ等の NTDB に収集される多様なデータの品質を管理するため、QualityGuard と呼ばれる自動化された品質管理システムを導入している。このシステムにより、NTDB へインポートされるデータのエラーチェックが可能となっている。また、3D 都市モデル (LOD2) は航空レーザーのデータから可能な限り自動的に作成され、人間はデータ品質を確認する役割を担うことが目指されている¹⁵³。

BIM 及び 3D 都市モデルの標準化動向

フィンランド政府は、CityGML2.0 を国内ニーズに合わせた仕様とした国内標準ガイドラインの整備を予定している。フィンランドのデジタルツインのパイロットプロジェクトであるカラサタマ地域でも、拡張可能で高品質な 3D 都市モデルを作成するために CityGML が採用されている。カラサタマ地域では、IFC を CityGML に変換する実証も行われており、この際、MVD に相当するマニュアルも策定された¹⁵⁴。また、カラサタマ地域における実証では、データ変換テストとして、フィンランドの民間企業、Datacubist 社が提供する IFC データ編集ツールである Simplebim の CityGML 変換プラグインによるテストも実施されている¹⁵⁵。

デジタルツインに関する当該政府の政策動向

フィンランドでは、首都のヘルシンキをはじめ、ベスポー、ヴァンター、オウル、タンプレ、ツウルクの 6 つの都市でスマートシティ戦略を進めている。各都市間でネットワークを組んで情報を共有するだ

¹⁵² H. Visuri, "PRODUCING AND VISUALIZING A COUNTRY-WIDE 3D DATA REPOSITORY IN FINLAND," 2019.

¹⁵³ H. Visuri, "PRODUCING AND VISUALIZING A COUNTRY-WIDE 3D DATA REPOSITORY IN FINLAND," 2019.

¹⁵⁴ D. O. Kirjoittajat: Jiri Hietanen, "IFC Mallinnusvaatimukset," 2016.

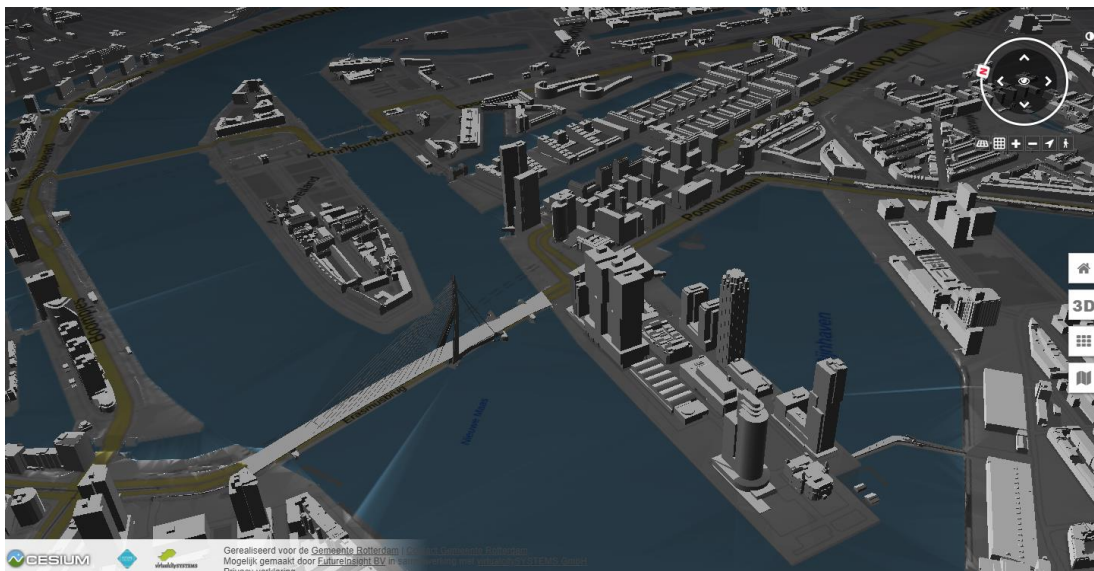
¹⁵⁵ KIRA-digi, "The Kalasatama Digital Twins Project," 2019.

けでなく、EU の HORIZON2020 とも協調し、国際的にスマートシティ戦略を拡げようとしている。スマートシティ開発では、研究開発を目的に企業や市民が都市モデルを利用できるように、オープンデータとして市が企業や市民へ提供している。2020 年以降の Helsinki Digital City Synergy project では、プロジェクトでの取組の実用的なメリットを引き出すことを目指しており、プロジェクト内の Helsinki 3D+開発チームが、3D 都市モデルの活用促進と維持を担っている¹⁵⁶。

¹⁵⁶ SMART ENERGY INTERNATIONAL <https://www.smart-energy.com/digitalisation/helsinki-the-most-functional-city-in-the-world/>

海外事例 5：オランダ

BIM モデルを活用した 3D 都市モデルの更新とオープンデータ化を目指した政策



画像： <https://www.3drotterdam.nl/#/>よりキャプチャ

主なプロジェクト

NEDERLAND IN 3D

2014 年からオランダ土地登記所がオープンデータを公開し、官民を問わず、目的に応じた都市分析をするために必要な 3D 都市モデル等を提供している¹⁵⁷。3D データの整備範囲はオランダ全土で、BGT（Bisregistratie Grootchalige Topografie：建物、道路、水路、鉄道が記述されているオランダのデジタル地図）¹⁵⁸による地形データ、BAG（Bisregistratie Adressen en Gebouwen：オランダの地方公共団体の全ての住所と建物の基本データが取り込まれたデータベース¹⁵⁹）を含む建物データ、航空写真画像とオランダの標高ファイルで構成されている¹⁶⁰。

Rotterdam 3D

Rotterdam 3D¹⁶¹は、市が管理し提供する、CityGML 形式の 3D 都市モデルである¹⁶²。オープンデータとして公開されているだけでなく、公的業務を行う際に利用する情報基盤でもあり、建物や道路、地下埋設物などの都市における主要な資産管理での活用を目指している¹⁶³。

¹⁵⁷ Pdok, 3D Basisvoorziening <https://www.pdok.nl/3d%20basisvoorziening>

¹⁵⁸ BGT <https://www.geobasisregistraties.nl/basisregistraties/grootchalige-topografie>

¹⁵⁹ BAG <https://www.geobasisregistraties.nl/basisregistraties/adressen-en-gebouwen>

¹⁶⁰ Pdok, Actueel 3D-basisbestand van heel Nederland beschikbaar <https://www.pdok.nl/-/actueel-3d-basisbestand-van-heel-nederland-beschikbaar>

¹⁶¹ Rotterdam 3D <https://www.3drotterdam.nl/>

¹⁶² Gemeente Rotterdam <https://www.rotterdam.nl/werken-leren/3d/>

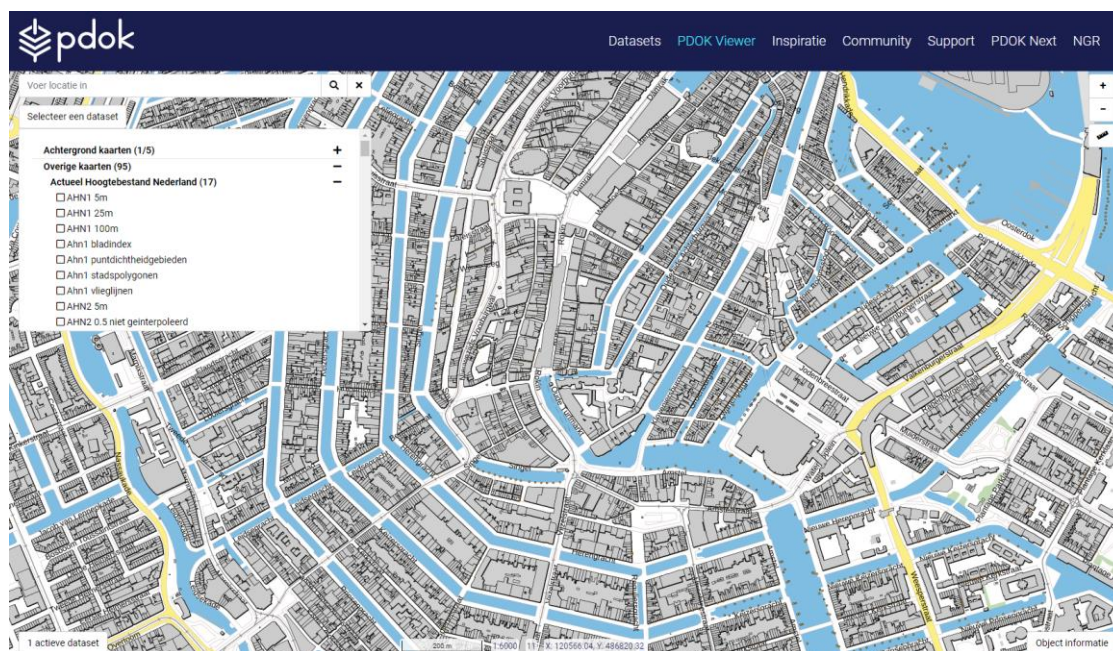
¹⁶³ Jane Hermans, “The Rotterdam 3D city model – a digital twin,” 2018.

BIM の整備・活用状況

オランダでの BIM 普及率（BIM を利用している設計者）は 2019 年の調査時において 80%を超えており、BIM においては先進的であるヨーロッパの中でも、その数値は非常に高いものである¹⁶⁴。公共事業での BIM 利用は義務付けされていませんが、オランダ政府は openBIM の国内プラットフォームである BIM Locket を公開するなど、BIM の活用や、BIM を活用したコラボレーションを推進、支援している¹⁶⁵。将来的には、政府は建物の管理に関する長期的で信頼できる情報を構築することを目指しており、そのために Rgd BIM Standard という、建築、建設向けの一連の BIM 標準を規定している¹⁶⁶。

3D 都市モデルの整備・活用状況

土地登録局が管理する地理データプラットフォームの PDOK（Publieke Dienstverlening Op de Kaart¹⁶⁷）では、地理情報を含む行政のデータセットが提供されている。また、ロッテルダム市は、市内の建物や複数の橋りょうモデルを CityGML2.0 で整備しており、その更新を、建物は隔年、パブリックスペースは毎月、地形モデルは 2 年ごとに実施している。同市では、建築確認、建設段階における完成建物の AR（Augmented Reality：拡張現実）化、住民参画の都市開発を可能にするデジタルツインの実装に向けた動きも示している¹⁶⁸。



図：PDOK Viewer（出所：https://app.pdok.nl/viewer/をキャプチャ）

¹⁶⁴ EURO-MAT <https://www.euro-mat.com/news/usp-bim-use-is-on-the-rise-in-europe/>

¹⁶⁵ BIM LOKET <https://www.bimloket.nl/main.php>

¹⁶⁶ Rijksgebouwendienst-Ministry-of-the-Interior-and-Kingdom-Relations, “Rgd BIM Standard,” 2012.

¹⁶⁷ PDOK <https://www.pdok.nl/>

¹⁶⁸ Rotterdam in 3D <https://www.rotterdam.nl/werken-leren/3d/>

BIM 及び 3D 都市モデルの標準化動向

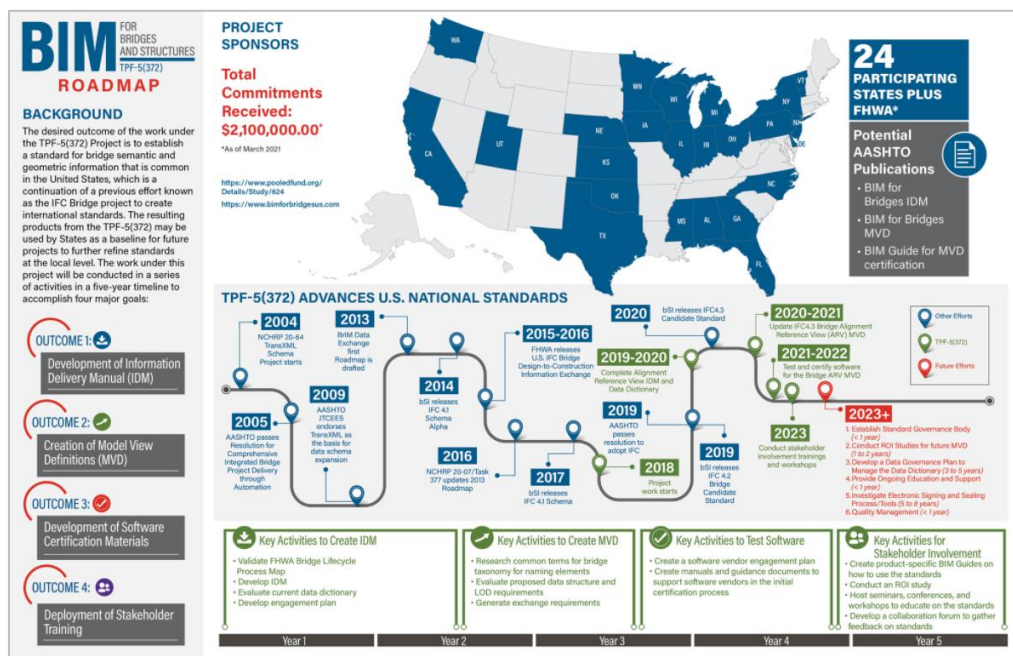
2010 年から 2011 年にかけ、オランダ地籍委員会（Dutch Geodetic Commission）とインフラ環境省（Ministry of Infrastructure and Environment）が 3D 都市モデルのパイロットプロジェクトである 3D Pilot NL を実施した。このプロジェクトで、オランダ国内の 3D 都市モデルの標準を確立するため、国際的に利用されている 3D モデルである DXF、SHP、VRML、X3D、KML、Collada、IFC、CityGML のファイルを比較検討した。その結果、セマンティクス、オブジェクト属性、オブジェクト間の関係性がサポートされ、かつ地理参照やウェブでの使用がサポートされていることから、CityGML をオランダの国内標準として採用した¹⁶⁹。

2012 年には、内務省（Ministry of the Interior and Kingdom Relations）が Rgd BIM Standard を策定・発行し、BIM モデルにおいては、IFC を標準とすること、また、IFC オブジェクトの属性に関する記述など、MVD に相当する内容を示している。

¹⁶⁹ LINDA VAN DEN BRINK, “ESTABLISHING A NATIONAL 3D STANDARD COMPLIANT TO CITYGML: GOOD PRACTICE OF A NATIONAL 3D SDI,” 2013

海外事例 6：アメリカ

インフラ BIM によって長大な高速道路の 3D 化が進む



画像： [HTTPS://WWW.BIMFORBRIDGES.COM/](https://www.bimforbridges.com/) よりキャプチャ

主なプロジェクト

Open City Model

アメリカでは、非営利団体である BuildZero.Org¹⁷⁰がアメリカ全州の 3D 都市モデルをオープンデータとして CityGML で公開している¹⁷¹。BuildZero.Org は、国内の全ての建物を 3D モデルで整備することを目標にしており、現在は約 1 億 2,500 万の建物モデルが CityGML によって整備されている。広範囲にデータを整備することを優先し、いまのところデータの詳細度を LOD1 としているが、次の段階の目標として詳細度を上げて LOD2 にしていくことを示している。データの作成は、Microsoft 社の Bing Map（衛星画像）を基に、AI の機械学習を利用してフットプリント（主に 1 階などの建物外形線〈稜線〉）を作成し¹⁷²、建物高さについては OSM（Open Street Map）の情報を利用している。測定が不可能な箇所では、AI の機械学習を利用して建物高さの推定をしている。また、ニューヨーク市では、NYC 3-D Building Massing Model として、LOD 1 と LOD2 の要素を組合せたハイブリッド仕様の開発をしており、そのモデルを公開している^{173 174}。

¹⁷⁰ BuildZero.Org https://www.buildzero.org/buildzero_master_20200220#203898

¹⁷¹ Github <https://github.com/opencitymodel/opencitymodel>

¹⁷² AI Assisted Mapping <https://www.microsoft.com/en-us/maps/building-footprints>

¹⁷³ Github https://github.com/CityOfNewYork/nyc-geo-metadata/blob/master/Metadata/Metadata_3DBuildingModel.md

¹⁷⁴ NYC 3-D Building Model <https://www1.nyc.gov/site/doitt/initiatives/3d-building.page>

TPF-5 (372) | 土木構造物の資産管理【複数の州の合同プロジェクト】

TPF-5 (372) は、FHWA (Federal Highway Administration : 連邦道路管理局)、20 以上の州、連邦道路管理局及び米国州道路交通官協会 (AASHTO) の橋りょう・構造物委員会の共同作業で実施している交通機関のプールファンド (合同運用) プロジェクトである。FHWA や DOT (U.S. Department of Transportation : 米国運輸省) は早くから BIM に注目しており、高速道路の建設プロセスの改善だけでなく、高速道路のライフサイクル管理と資産管理に有効であると評価してきた¹⁷⁵。なお、このプロジェクトでは、国際規格である IFC の活用も検証しており、高速道路の設計、建設、運用、維持管理を通して必要な要件を特定し、アメリカ国内の標準となるガイドラインを開発することを目指している¹⁷⁶。

BIM の整備・活用状況

アメリカでは、2003 年に GSA (The General Services Administration : 連邦調達庁) が National 3D-4D BIM Program を定め、さまざまな種類の公共の建物での BIM 使用に取り組んできた¹⁷⁷。2007 年には National Institute of Building Sciences (国立建築科学研究所) が、国の BIM 標準である National BIM Standard-United States (NBIM-US) を発行しており、公共及び民間のプロジェクトにおいて BIM を使用するための基準となっている。NBIM-US は 2012 年にバージョン 2、2015 年にバージョン 3 を発行している¹⁷⁸。

2009 年にはウィスコンシン州、テキサス州において公共事業での BIM 利用を義務付け、2018 年には LACCD (Los Angeles Community College Districts) が主要な建設プロジェクトでの BIM 利用を義務付けた。これらの BIM 関連の施策は全て州単位であり、連邦政府による公共施設での建設プロジェクトでは、BIM 利用を義務付けていません^{179 180}。

インフラ分野では、FHWA が高速道路の維持管理とライフサイクルにわたる情報管理のためのデジタルツールとして BIM を導入している。ニューヨーク州交通局が主導したキューガーデンプロジェクトでは、複雑なインターチェンジの建設工事で BIM を活用した。また、アイオワ州交通局では、アイオワシティ近郊の I-80 高速ランプのプロジェクトで、全長 4,200 フィート以上にも及ぶ鋼板桁橋の複雑な横断勾配の摺り付けと不連続桁の設計において BIM を活用している¹⁸¹。

¹⁷⁵ ADVANCING BIM FOR INFRASTRUCTURE Federal Highway Administration: <https://rosap.nhtl.bts.gov/view/dot/56953>

¹⁷⁶ TPF-5 (372) <https://www.bimforbridgesus.com/>

¹⁷⁷ GSA <https://www.gsa.gov/real-estate/design-construction/3d4d-building-information-modeling>

¹⁷⁸ National-Institute-of-Building-Science, "NATIONAL BIM STANDARD," 2007.

¹⁷⁹ BiBLUS <https://biblus.accasoftware.com/en/bim-adoption-in-usa-the-first-country-to-implement-bim-is-now-lagging-behind/>

¹⁸⁰ PLANRADAR <https://www.planradar.com/us/bim-in-the-us/>

¹⁸¹ FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION <https://www.fhwa.dot.gov/construction/bim/>

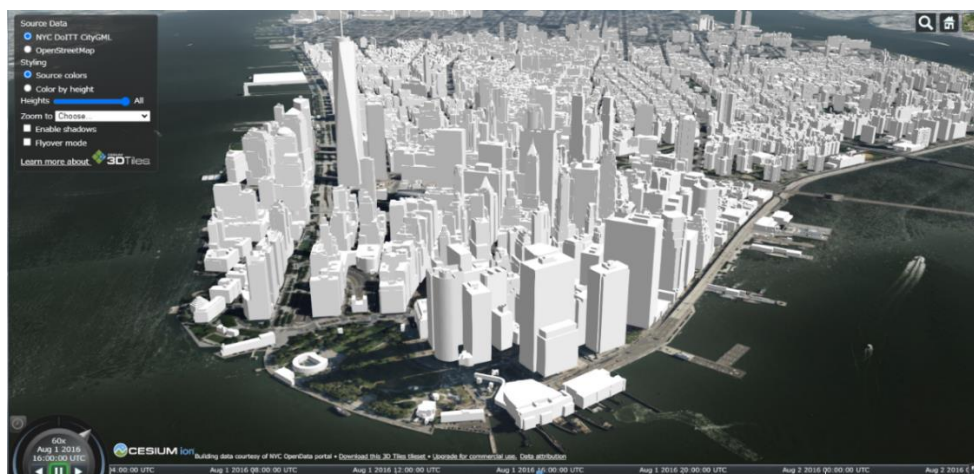


図：NYSDOT KEW GARDENS PROJECT

(出所：Youtube : <https://www.youtube.com/watch?v=pvmGYA-wQj4> をキャプチャ)

3D 都市モデルの整備・活用状況

現在アメリカでは、前述の BuildZero.Org がアメリカ全州の 3D 都市データをオープンデータとして CityGML 形式で公開している¹⁸²。また、オースティン¹⁸³、ボストン¹⁸⁴、サンフランシスコ¹⁸⁵のそれぞれの都市においても 3D 都市モデルをオープンデータとして公開している。なお、ニューヨーク市では、DoITT（Department of Information Technology & Telecommunication）が、2014 年の航空写真と、建物の平面データベースから 3D 都市モデルを整備しており、CityGML LOD1 及び LOD2 の要素を組合せた仕様で作成している¹⁸⁶。



図：NYC DoITT CityGML

(出所：Cesium : <https://demos.cesium.com/NewYork/> をキャプチャ)

¹⁸² GITHUB <https://github.com/opencitymodel/opencitymodel>

¹⁸³ Austintexas.gov <https://www.austintexas.gov/departments/gis-data>

¹⁸⁴ Boston planning & development agency <http://www.bostonplans.org/3d-data-maps/3d-smart-model/3d-data-download>

¹⁸⁵ DATA SF <https://data.sfgov.org/Housing-and-Buildings/Building-Footprints-File-Geodatabase-Format-/asx6-3trm>

¹⁸⁶ NYC <https://www1.nyc.gov/site/doitt/initiatives/3d-building.page>

BIM 及び 3D 都市モデルの標準化動向

2004 年、NIST（National Institute of Standards and Technology：国立標準技術研究所）が、アメリカの建設産業において、建設プロジェクトでの情報共有が不十分なために年 158 億ドルもの無駄なコストがかかっていること、その 3 分の 2 は建物のオーナーが負担しているという調査結果を公表した¹⁸⁷。また、CURT（Construction Users Roundtable）からも、同様の報告書が提出されたこと等を背景に、BIM 活用の機運が高まった¹⁸⁸。GSA（General Services Administration：連邦調達庁）は 2003 年に 3D-4D BIM 計画を発表し、複数のプロジェクトで BIM の利用に関する実証実験を経て、2007 年度の新規発注案件から、BIM の利用を発注の条件とすることを示している。

地域レベルでは、ウィスコンシン州、テキサス州などの建設プロジェクトで BIM の活用が進んでいる。特に交通インフラにおける取組が進んでおり、FHWA 主導による TPF-5（372）では、bSI による標準化に向けた協議がなされている橋りょう分野の IFC スキーマ拡張プロジェクト（IFC Bridge）の検証が行われており、2023 年には IFC Bridge に関連する IDM・MVD が整備される予定である¹⁸⁹。

都市モデルや都市データは、ボストンやフィラデルフィアなど一部の地域で整備がなされてきたが、データ形式は各州で様々であり、主に Shapefile や DWG などの 2 次元のデータ形式が主流だった。2015 年に BuildZero.Org が設立され、CityGML1.0 形式の LOD1 のモデルが全米で整備されてきている。

¹⁸⁷ NIST “Cost Analysis of. Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry,” 2004.

¹⁸⁸ 山下純一『世界と日本における BIM の状況と展望』2012 年

¹⁸⁹ Connor Christian, TPF-5（372） “BIM for Bridges and Structures,” 2019.

海外事例 7：ドイツ

CityGML に基づいた都市モデル整備と VR による都市探索



画像： [HTTPS://WWW.MDPI.COM/2071-1050/12/6/2307/HTML](https://www.mdpi.com/2071-1050/12/6/2307/HTML) よりキャプチャ

主なプロジェクト

Herrenberg Project

ヘレンベルク市では、市と複数の機関が協力して、VR（バーチャルリアリティ）で都市を探索することも可能な完全なデジタルツインの開発に取り組んでいる。Herrenberg Project では、都市におけるさまざまな分析、シミュレーションから得られた都市に関連するデータや、市から集めた移動経路等のソーシャルデータを備えることが目指されている^{190 191}。

BIM の整備・活用状況

2015 年に BMVI（Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur：連邦交通インフラストラクチャー省）は、交通インフラセクター向けの BIM ロードマップを発表した¹⁹²。このロードマップでは、2020 年以降全ての新しい交通インフラプロジェクトに BIM を適用するという目標を掲げている。

BIM ロードマップが発表された年と同じ 2015 年に、建設業界の主要な協会¹⁹³や機関が共同で Planen Bauen 4.0 と呼ばれる非営利の BIM 運営グループを設立し、BIM ガイドラインの定義・発行を行っている¹⁹⁴。また、ドイツにおける BIM の国内標準化のため、VDI（Verein Deutscher Ingenieure：ドイツ技術者協会）及び DIN（Deutsches Institut für Normung：ドイツ規格協会）は、建物計画から設計、施工、運用の各段階において BIM を効果的に導入するためのアプローチとなるように、国際的な BIM 標

¹⁹⁰ Herrenberg Project https://www.herrenberg.de/MpS?project_id=37

¹⁹¹ Fabian-Dembksi, Urban Digital Twins for Smart Cities and Citizens: The Case Study of Herrenberg, Germany, 2020.

¹⁹² Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure, Road Map for Digital Design and Construction, 2015.

¹⁹³ バーデンヴェルテンブルク建築協会 <https://www.akbw.de/berufspolitik/digitales-planen-und-bauen-bim/planen-bauen-40.html>

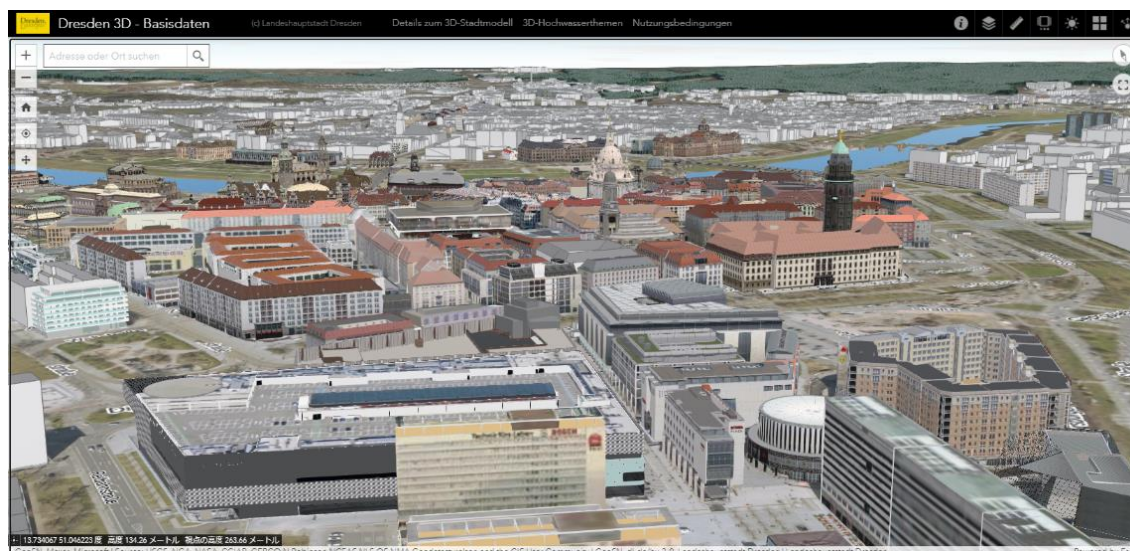
¹⁹⁴ PLANEN BAUEN <https://planen-bauen40.de/>

準化に基づく VDI 2552 BIM¹⁹⁵を 2020 年に策定した。更に、2021 年には BIM の情報レベルに関する概念と原則を示す DIN EN 17412-1¹⁹⁶を策定している。

3D 都市モデルの整備・活用状況

ドイツは他国と比べ多くの 3D 都市モデルを整備、公開している¹⁹⁷。インゴルシュタット地域においては、CityGML LOD3 の道路モデルの実証が 2020 年に行われており、そのモデルがオープンデータとしても公開されている¹⁹⁸。

連邦州では、ベルリン州、ブランデンブルク州、ハンプルク州、ニーダーザクセン州、ノルトラインヴェストファーレン州、ザクセン州、ザクセンアンハルト州、テューリングゲン州等で CityGML LOD1、2 の 3D 都市モデルを整備している。都市レベルでは、アーヘン、フライブルク、ハノーバー、ケルン、ミュンヘン、ドレスデン、ポツダム等でも同様に CityGML 形式の 3D 都市モデル LOD1 及び 2 が 3D City DB¹⁹⁹ ²⁰⁰と呼ばれるデータベースに集約され、また、一部の都市においては、KML、Collada、DXF 等でもエクスポート可能な状態で公開されている²⁰¹。



図：ドレスデンの 3D 都市モデル（出所：<https://arcg.is/01WGPW> よりキャプチャ）

ベルリン市では市街の 3D 都市モデルを官民協創の共同プロジェクトによって整備し、そのデータを無償で公開している。データ形式は 2 種類で、OBJ 形式の 3D メッシュモデルは 2020 年に更新、CityGML 形式のモデルは LOD2 のデータで 2014 年に最終更新している²⁰²。

¹⁹⁵ VDI-2552 <https://www.vdi.de/richtlinien/unsere-richtlinien-highlights/vdi-2552>

¹⁹⁶ DIN EN 17412-1 <https://www.din.de/en/getting-involved/standards-committees/nabau/publications/wdc-beuth:din21:327868247>

¹⁹⁷ TU DELFT 3D GEOINFORMATION <https://3d.bk.tudelft.nl/opendata/opencities/>

¹⁹⁸ GITHUB <https://github.com/savenow/lod3-road-space-models>

¹⁹⁹ 3D CITY DB <https://www.3dcitydb.org/3dcitydb/3dcitydb-in-action/>

²⁰⁰ OPEN DATA INITIATIVES IN GERMANY https://www.citygmlwiki.org/index.php?title=Open_Data_Initiatives_in_Germany

²⁰¹ 3D geoinformation <https://3d.bk.tudelft.nl/opendata/opencities/>

²⁰² Berlin 3D Download Portal <https://www.businesslocationcenter.de/en/economic-atlas/download-portal/>

デジタルツインに関する当該政府の政策動向

ドイツは、2011 年に示した High-Tech Strategy 2020 Action Plan（ハイテク戦略 2020 行動計画²⁰³）の 10 施策の一つとしてインダストリー4.0 構想を公表した²⁰⁴。その中の核となる概念の一つとして、デジタルツインも挙げている。なお、インダストリー4.0 は「第 4 次産業革命」という意味合いを持つようになり、以降、国家戦略プロジェクトとして掲げられている。

バーデン・ヴュルテンベルク州にある人口約 3 万人のヘレンベルク市では、2020 年に、シュトゥットガルト大学の協力を得て、町の環境を再現した 3D 都市モデルを VR 形式で閲覧可能にした。シュトゥットガルト大学のスーパーコンピューターである HLRS（High-Performance Computing Center Stuttgart）でヘレンベルク市の都市全体を 3D 都市モデル化し、それらに、大気の状態、交通、人流といったさまざまなデータを重ね合わせており、都市開発にも利用している。ドイツでは、ヘレンベルク市での取組をデジタルツインのパイロットプロジェクトと位置づけ、今後 15 年のモビリティ開発のガイドラインである IMEP 2030 に基づき、デジタルツイン都市を構築していくことを示している²⁰⁵。

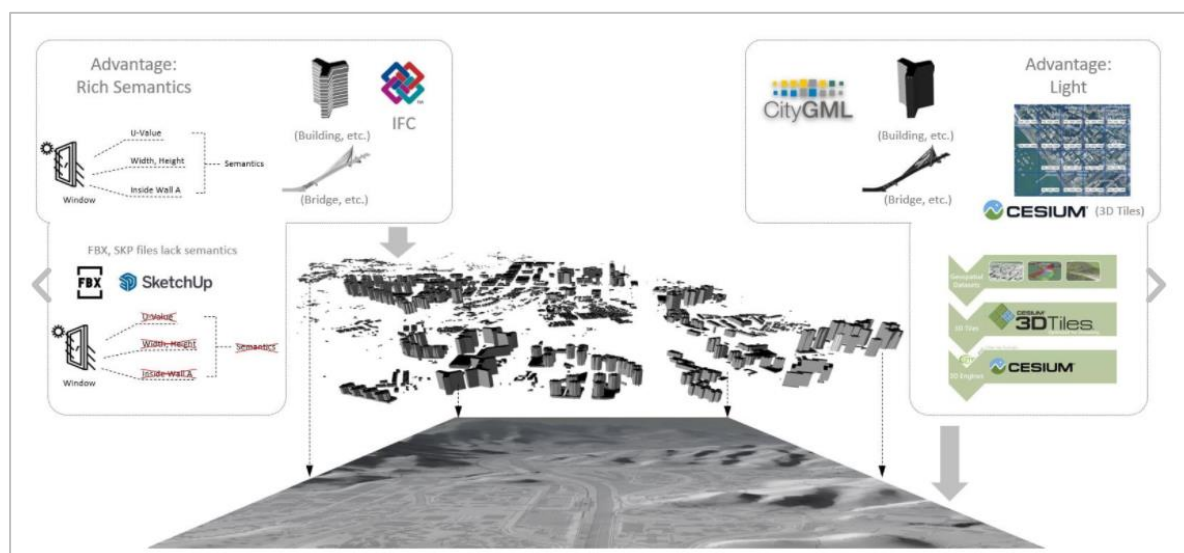
²⁰³ Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action <https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Artikel/Technology/high-tech-strategy-for-germany.html#:~:text=The%20new%20High%2Dtech%20Strategy,smart%20mobility%2C%20and%20civil%20security.>

²⁰⁴ 総務省白書 <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h30/html/nd135210.html>

²⁰⁵ IMEP 2030 https://www.herrenberg.de/MpS?project_id=37

海外事例 8：中国/香港

インフラ、環境、空間評価に活用するためのオープン BIM+GIS プラットフォーム



画像： [HTTPS://SBI.international/highlights/](https://SBI.international/highlights/)よりキャプチャ

主なプロジェクト

Hong Kong Smart City Blueprint 2.0

香港では、2017 年に Hong Kong Smart City Blueprint（以下、Blueprint という）を発表し、スマートモビリティ等 6 つの領域のもととなる、76 の取組を掲げた。2020 年には Hong Kong Smart City Blueprint 2.0²⁰⁶を発表し、130 以上の取組を掲げている²⁰⁷。その中で、BIM については、2024 年までに 3 つの目標（2021 年：クラウドベースの BIM データリポジトリの構築、2022 年：BIM による 3D マップの作製、2023 年：BIM API の開発）を立てており、その達成のために検討と開発を進めている²⁰⁸。

BIM の整備・活用状況

2013 年に、香港政府の委員会である WPCC（Works Policies Coordination Committee）は、建築及び土木分野の公共事業における BIM 活用を段階的に進めていく戦略を示した。また、2018 年には政府が BIM 活用に関するガイドラインを発行し、2019 年以降の主要な政府の建設プロジェクトを請け負う際には、設計、施工段階において、BIM を使用して図面を作成することを義務付けた。ガイドラインでは、コスト見積り、エネルギー解析、構造解析や、建物のメンテナンス段階においてもその利用を推奨している²⁰⁹。

Blueprint では、設計・施工段階のプロジェクト管理のみならず、資産管理・電子入札等、プロジェクト

²⁰⁶ The Government of the Hong Kong Administrative Region, “Hong Kong Smart City Blueprint 2.0,” 2020.

²⁰⁷ HK Smart City Blueprint <https://www.smartcity.gov.hk/vision-and-mission.html>

²⁰⁸ C. Kwok-fai, “The Establishment of A Territory-wide BIM Data Repository,” 2020.

²⁰⁹ 香港特別行政區政府, “Adoption of Building Information Modelling (BIM) for Capital Works Projects in Hong Kong,” 2018.

のライフサイクル全般にわたって BIM を活用していくことを目指している²¹⁰。その中で、政府の土地管理部門（Lands Department²¹¹）は、3D 都市モデルが保存されている領域に、BIM モデルを変換して保存、共有可能にする環境である BIM DR（BIM Data Repository）を試験的に導入し、BIM モデルと 3D 都市モデルの連携の検証を行った。試験導入された環境で、2021 年 3 月までに 40 件以上のプロジェクトでの利用があり、地下埋設物の可視化や、騒音検知、空間評価活用等が検証されている²¹²。

BIM 及び 3D 都市モデルの標準化動向

上記に示した BIM DR では、工事部門及び建設業界から収集した全ての BIM データを共有可能にすることを目指しており、その実現のためにオープン BIM とオープン GIS を採用し、IFC と CityGML をベースに開発している。BIM DR は、最終的には CityGML と IFC のデータベースを整備すること、CityGML と IFC を単一のビューアで可視化することを目指している。

CIC（The Construction Industry Council in Hong Kong²¹³）では、2021 年に香港の BIM モデルのユースケースを調査²¹⁴し、BIM モデルと GIS の統合における 10 の潜在的なユースケースを取りまとめている（「表：BIM モデルの LOD とユースケース調査」参照）。また、各ユースケースに必要な最小の LOD も調査している。調査では、ユースケースの半数以上は、BIM モデルの LOD100（CityGML における LOD2～3 程度）から LOD200（CityGML における LOD4 程度）の範囲で目的が達せられることが分かった。この結果が、BIM DR の開発における、BIM モデルの簡略化の検討につながっている。なお、建設プロジェクトにおける BIM モデルは一般的には LOD300～400 程度であり、それらの BIM モデルを都市レベルで求められる LOD100～200 の範囲に簡略化することは、BIM モデルのデータを軽くする等のメリットもあるため、その調査や技術的な取組も行っている²¹⁵。

表：BIM モデルの LOD とユースケース調査

ユースケース	利用目的	最小 LOD (BIM)
地下埋設物調査と地下空間管理	地下埋設物の干渉・衝突調査	LOD300
建物のライフサイクルでの資産管理	建物や部屋の㎡当たりのコストの可視化、情報管理	LOD100
地盤評価	潜在的な地滑り等の評価	LOD200
交通影響評価	道路の 3D オブジェクト上での交通シミュレーション	LOD200
基礎構造設計	基礎構造の自動設計	LOD200
発掘許可証申請	掘削許可手続における、既存の地下埋設物の情報提供	LOD300
環境影響評価	大気質影響評価、騒音影響評価、景観影響評価	LOD100
ビルのエネルギーモニタリング・ファシリティマネジメント	建物性能（エネルギー、設備等）データに基づく施設管理 ※設備機器の評価、管理等	LOD200
通気性評価	建物計画段階における空気の流れや風速シミュレーション	LOD100
資産評価	近隣の類似物件との比較等による物件の市場価値測定	LOD200

²¹⁰ Secretary for Development（香港），“Development Bureau Technical Circular（Works）No.12/2020,” 2021.

²¹¹ Hong Kong / Land Department <https://www.landsd.gov.hk/en/spatial-data/BIM-data-management.html>

²¹² YAM, Nelson “Development of the BIM Data Repository of Lands Department,” 2021.

²¹³ CIC <https://www.cic.hk/eng/index.html>

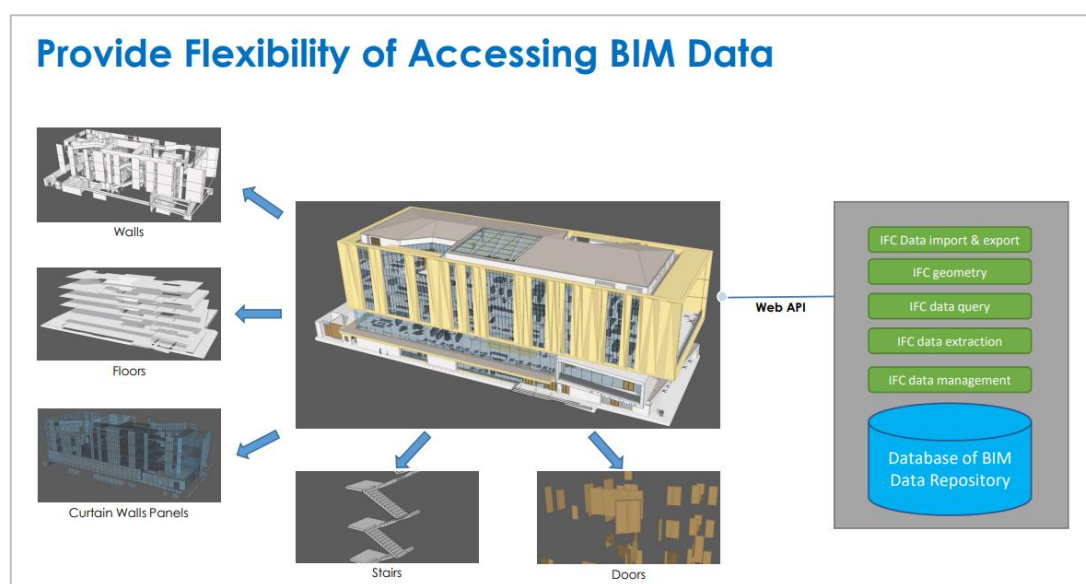
²¹⁴ CIC, “Report on 3D Spatial and BIM Data Use Case Requirements of the Hong Kong Construction Industry,” 2021.

²¹⁵ YAM, Nelson “Development of the BIM Data Repository of Lands Department,” 2021.

出所：CIC, “Report on 3D Spatial and BIM Data Use Case Requirements of the Hong Kong Construction Industry,” 2021.

デジタルツインに関する当該政府の政策動向

Blueprint では、2024 年までに BIM DR に保存された IFC の建物モデルをウェブ上のアプリケーションで取り扱うことができる BIM API を開発し、詳細度の高い BIM データの利用を強化することを目指している。API の開発のほか、政府主導で BIM データを管理するためのデジタルインフラを構築することや、クラウド上で BIM データにアクセスできるようにすること、スマートシティ開発を支援するための 3D 都市モデルの整備等、BIM を活用したデジタルツイン環境の実装を掲げており、その取組が進んでいる²¹⁶。



図：BIM API 概念図

(出所：Mr. CHANG Kwok-fai, “The Establishment of a Territory-wide BIM Data Repository,” 2020.)

²¹⁶ C. Kwok-fai, “The Establishment of A Territory-wide BIM Data Repository,” 2020.

第7編 国内事例 | BIM 等の建物モデルと 3D 都市モデルに統合した先行事例（2020 年度）

国内事例 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※

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

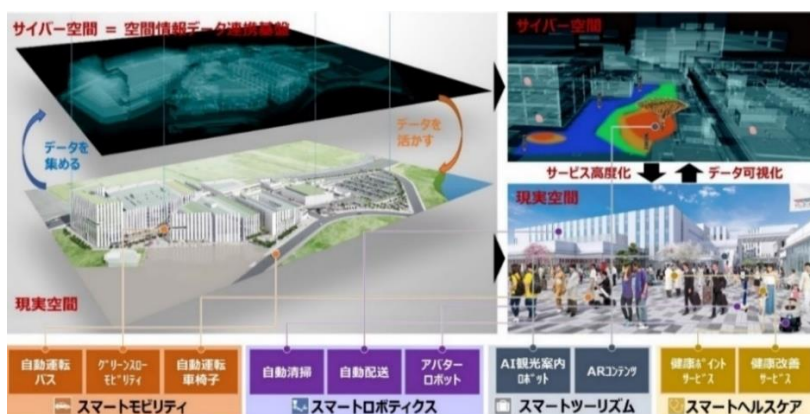
プロジェクトの特徴

羽田イノベーションシティは、「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」の二つをコア産業としている“まち”である。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、2020年7月に開業した。



都市領域における情報活用の取組

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59,000 m²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る。



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」している。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及び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確認し、来場者の満足度の向上や合理的な施設管理・運営を目指している。

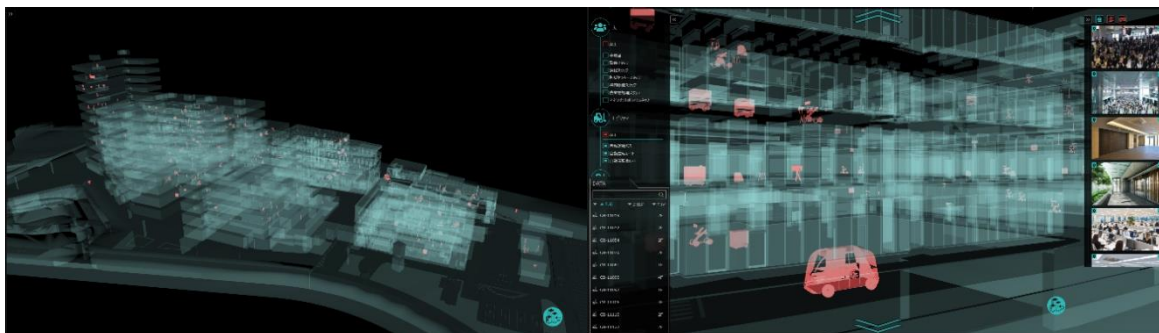
また、大田区が直面する課題である「交通（交通弱者への移動支援）」、「生産性向上（担い手不足）」、「観光（観光資源化）」、「健康（未病取組）」の解決に資する取組（スマートモビリティ、スマートロボティクス、スマートツーリズム、スマートヘルスケア）を展開し、早期のサービス実装を目標としている。



図：取得されたデータから提供されたデータと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する。鹿島建設が開発した 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る。



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

本プロジェクトで利用した、IFC クラス及び CityGML クラスを以下の表に示す。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、3D 都市モデル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全ての要素が含まれているわけではない。また、「3D 都市モデル整備のための BIM 活用マニュアル第 2.0 版」公開時にデータ変換等が実施されているため、それ以降の仕様に準拠していない。今回具体的な活用は行わなかったものの、3D 都市モデル上の統合に用いた情報については、活用項目に「△」で示している。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 も抽出している。

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

	データタイプ	IFC クラス	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	IfcBuildingStorey	○	-	階ごとの表示のため
5	部屋（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（階をつなぐもの）	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	任意設定空間グループ	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の利害関係を有する関係者への許諾確認等を以下の表に示す。プロジェクトごとに関係者が異なるため、他事例においても全てを同様に適用できるものではなく、注意が必要である。

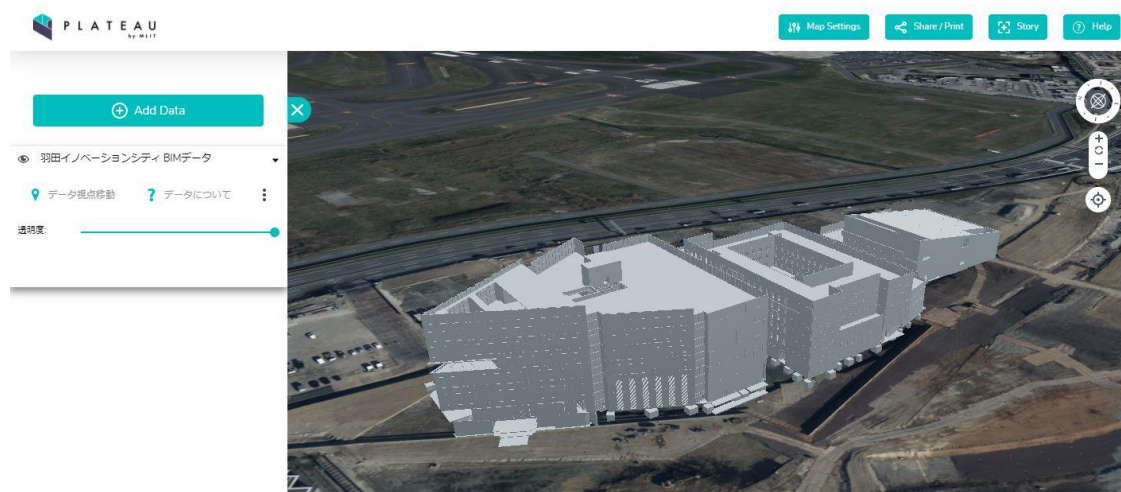
本プロジェクトでは、全フローにおいて一貫して同一企業が介在していたため、建築情報の利用の判断や関係者間の同意、承諾が得られやすかったケースである。

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。提供データの詳細度が低かったため、不要と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 モデルの位置情報設定方法等については今後の知見の集積が望まれる。

また、BIM (IFC) と CityGML のクラス情報及び 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 上での建築情報選択方法（要素種類、グループでの複数要素、階ごと等）を高機能化することが可能となる。



図：PLATEAU VIEW 上の羽田イノベーションシティ BIM データ

国内事例 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 m ² 、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ある。東京メトロ日比谷線「虎ノ門ヒルズ駅」や銀座線「虎ノ門駅」とも地下通路で直結し、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ている。環状第 2 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、世界と都心部をつなぐ新たな「東京の玄関口」として機能する。また、4 階には、大企業の新規事業創発として、さまざま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」を開設している。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ている。



図：CG による虎ノ門ヒルズエリアプロジェクト鳥瞰図

都市領域における情報活用の取組

森ビルでは、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 を制作している。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る。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る。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る。



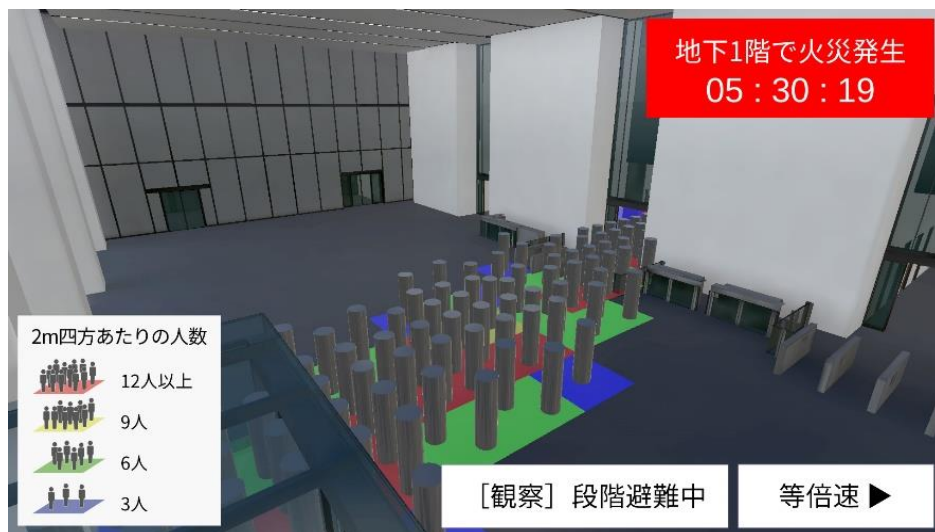
図：虎ノ門ヒルズ ビジネスタワーのVRによる空間シミュレーション

建築情報の活用

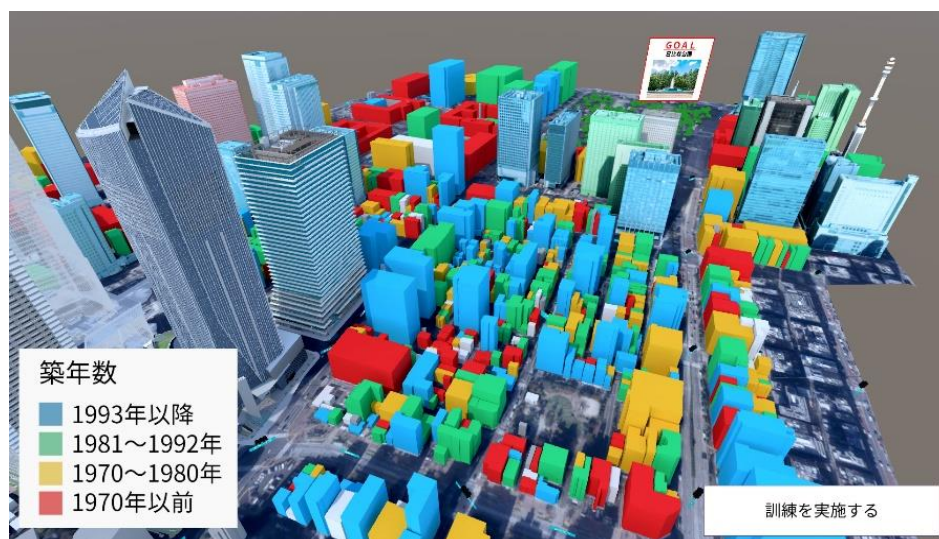
「安全・安心」は、地震や台風などの災害多発国である日本の最重要かつ喫緊のテーマである。森ビルでは地域の防災拠点として「災害時に逃げ込める街」となることを目指し、さまざまな取組や年に数回の震災訓練を実施している。

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る。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データをもと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合せ、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できる。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）についても体験でき、VR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、安全なルートを確認できる仕掛けを採用している。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る。（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

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」の設計・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 データを構築した。単に建物形状だけでなく、シミュレーションに必要な空間を構成する属性（床・壁・柱・階段等）を抽出している。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、壁の内側にある構造体、ドアハンドルや手すり等の細かいパーツは、削除又は簡易形状に調整をしている。

本プロジェクトで利用した、IFC クラス及び CityGML クラスを以下に示す。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全ての要素が含まれているわけではない。また、「3D 都市モデル整備のための BIM 活用マニュアル第 2.0 版」公開時にデータ変換等が実施されているため、それ以降の仕様に準拠していません。

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

	データタイプ	IFC クラス	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	IfcBuildingStorey	×	-	
5	部屋（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（階をつなぐもの）	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	任意設定空間グループ	IfcZone	×		
27	描写要素地物・注釈	IfcAnnotation	×		

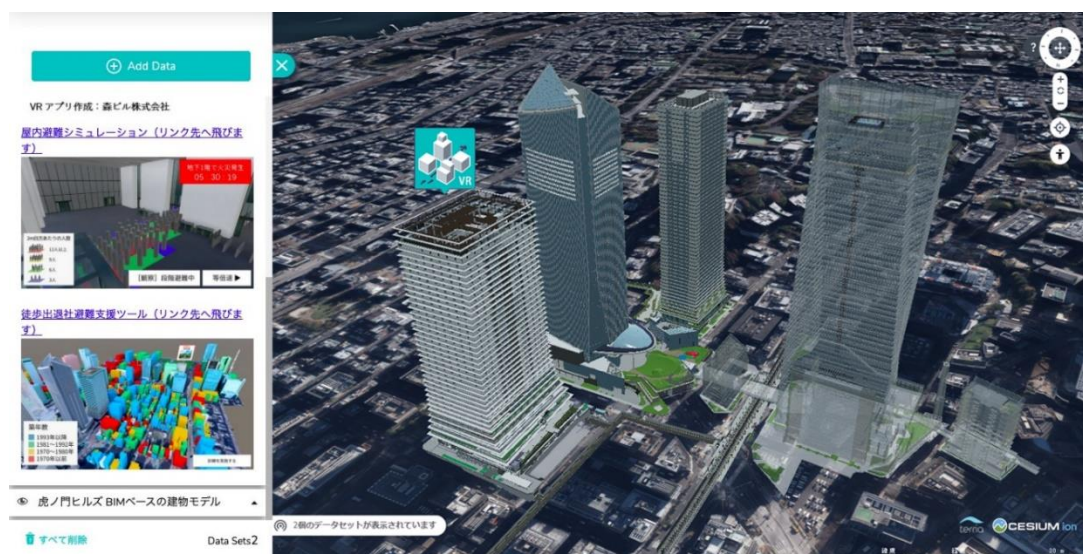
関係者間での合意・承諾

本プロジェクトでは、建築情報の利用の判断に、BIM モデル制作以外に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、承諾が得られやすかったケースである。

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 ・もとの BIM 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でき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かつ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に限定して調整し、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く、CityGML への変換が困難であった。そこで利用目的に合わせて不要な属性を削除する等、データ量を減らして 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した。



図：PLATEAU VIEW 上の虎ノ門ヒルズ ビジネスタワー-BIM ベースの建物モデル

国内事例 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

プロジェクト名称	：東京ポートシティ竹芝
事業者名	：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 m ²
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
※東急不動産と鹿島建設が、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を創出することを目的とした大規模複合施設である。オフィスタワーは、店舗や展示室・ホール、スタジオ等の多様な施設を備えている。また、入居テナントであるソフトバンクと協業し、ビル内の状況をセンシング、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る。



図：竹芝周辺の鳥瞰図

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、快適な行動への支援、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る。

都市領域における取組

「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 280,000 m²）において、東急不動産とソフトバンクが街全体で最先端のテクノロジーを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る。

訪問者属性、道路状況、交通状況、水位等のリアルタイムデータをさまざまな事業者が活用できるデータ流通プラットフォーム（都市 OS）を竹芝地区に実装し、先端技術を活用したサービスを提供してい



図：東京ポートシティ竹芝周辺位置図

る。これにより、回遊性の向上や混雑の緩和、防災の強化等を実現し、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る。

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プラットフォームにデータを集約し、リアルタイムに処理・配信している。オフィスワーカーや来館者は、館内のデジタルサイネージやウェブサイト、メッセージ等、さまざまな手段で情報に触れることが可能となり、利便性・快適性が向上する。また、データは効率的なビル管理のために活用されている。

1. リアルタイムデータ・ビジュアライズ

ウェブ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」、人々のにぎわいや交流を表現している。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している。点は人を表し、線でつながる。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をビジュアライズしている。



図：ウェブサイトに表示されるリアルタイムのデータ例

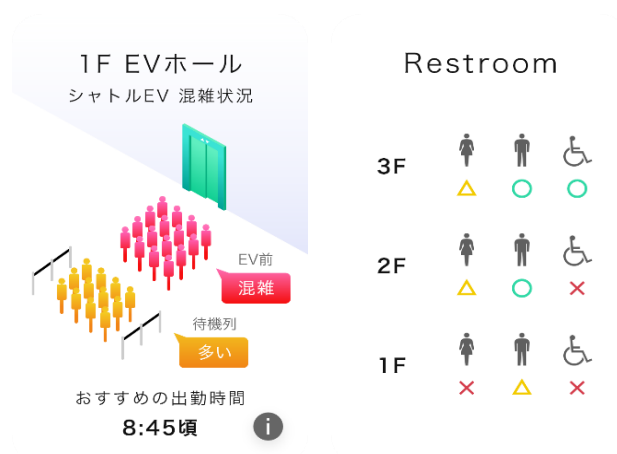
6階オフィ스로ビーの柱ディスプレイに映し出される映像も、屋内外のカメラやIoTセンサーで収集したデータを解析し、可視化する際に、美しい映像で演出している。また、世界各都市の天候や時刻、館内での人流データもリアルタイムに表示している。スキップテラスの気温・湿度・快適度は、テラスや水槽のイメージとともにリアルタイムのデータとして映し出される。



図：オフィ스로ビーのディスプレイ画像例

2. リアルタイム情報の可視化で混雑を回避

エレベータ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る。リアルタイムデータに基づいて混雑回避を可能にする。



図：リアルタイム情報可視化の配信例

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

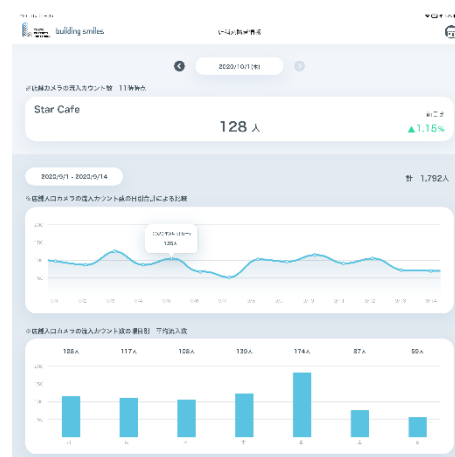
施設のお知らせのほか、飲食店舗の空席情報を約 30 箇所のデジタルサイネージ上に配信する。また、施設内の混雑状況や外部の交通情報等のデータと連動して、割引や限定クーポンも配信し、快適な利用を実現する。



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 から得られるデータの解析を基に、各店舗利用の傾向情報が分析され、テナントにレポートを提供する。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」を支援している。



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、ウェブアプリケーションで監視、異常を検知する。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確認、情報連携、異常事態への対応が可能になる。これらにより「効率的なビル管理」と「セキュリティ向上」を実現する。



図：施設内データを扱うウェブ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ある。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、照明や給湯器の操作、フィットネスルームやラウンジの混雑状況が確認できる。そのほかにも、電力使用量をリアルタイムで確認、玄関センサーにより家族の帰宅時間を確認する等、さまざまなサービスにワンタッチでアクセスできる。更に、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（世界の風景を配信）を導入している。



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

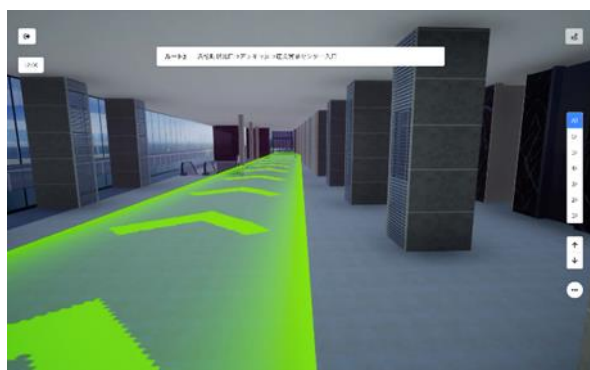
従来、ファシリティマネジメントはビル単位で行われてきたが、これを 3D 都市モデルと組み合わせること

で、街区単位でのエリアマネジメントに拡張でき、エリア全体の価値向上につながることを期待される。

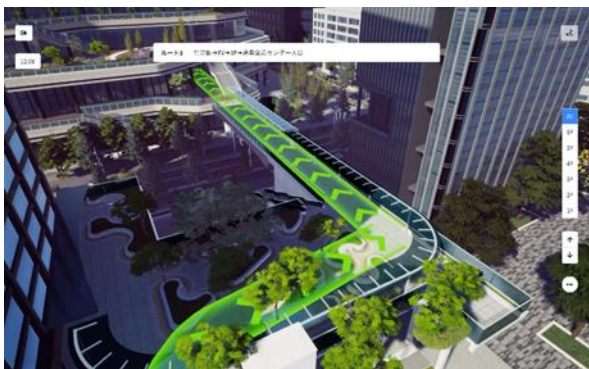
2020 年度の Project PLATEAU では、3D 都市モデルを活用したデジタルエリアマネジメントの実効性の検証のため、ファシリティマネジメントシステムを周辺エリアに拡張するウェブアプリケーションを開発した。システムの基盤として「東京ポートシティ竹芝」の BIM データをベースとした LOD4 の 3D 都市モデルを作成し、周辺エリアの 3D 都市モデルと統合した「バーチャル竹芝」を構築した。エリア来訪者向けのルート案内表示サービスや、ビル管理者向けの混雑状況監視・要注意者検知情報・警備員位置情報オペレーション支援等のファシリティマネジメントサービスを提供、エリアマネジメントの高度化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



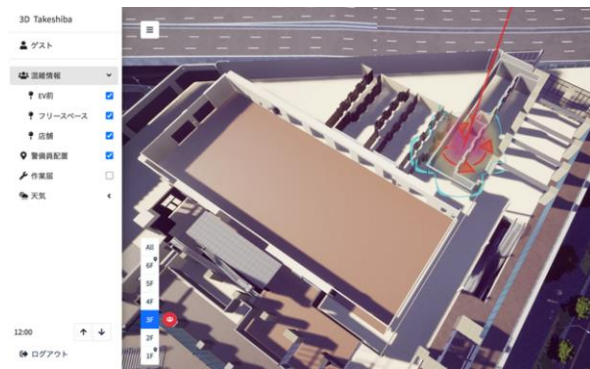
図：竹芝エリアを中心とした 3D 都市モデル



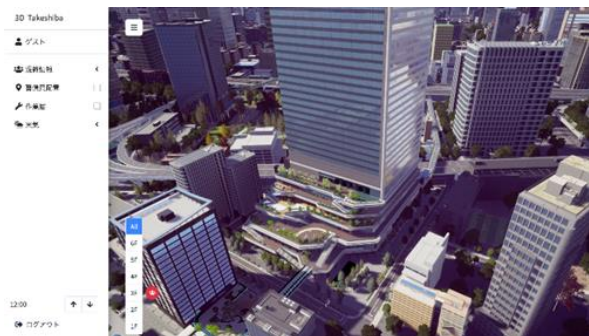
図：ルート表示の画面（屋内）



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いる。将来的に 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の IfcSpace を抽出している。また、施設周辺を含むナビゲーション活用のため、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る。

本プロジェクトで利用した、IFC クラス及び CityGML クラスを以下の表に示す。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、3D 都市モデル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全ての要素が含まれているわけではない。また、「3D 都市モデル整備のための BIM 活用マニュアル第 2.0 版」公開時にデータ変換等が実施されているため、それ以降の仕様に準拠していない。

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

	データタイプ	IFC クラス	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	IfcBuildingStorey	○	-	階ごとの表示のため
5	部屋（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（階をつなぐもの）	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	任意設定空間グループ	IfcZone	×		
27	描写要素地物・注釈	IfcAnnotation	×		

関係者間での合意・承諾

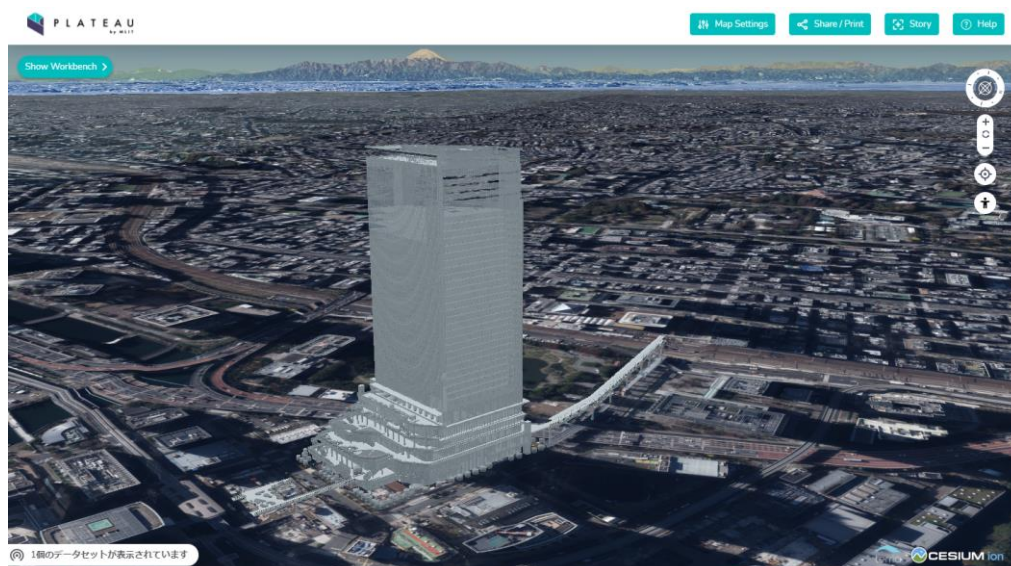
本プロジェクトでは、全フローにおいて一貫して同一企業が介在していたため、建築情報の利用の判断や関係者間の同意、承諾が得られやすかったケースである。

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詳細度が低かったため、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	・ モデル活用户、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る。



図：PLATEAU VIEW 上の東京ポートシティ竹芝 BIM データ

3D 都市モデルと連携する BIM モデルに関する調査レポート
技術検証レポート

発 行：2025 年 3 月

委託者：国土交通省 都市局

受託者：株式会社日建設計

アジア航測株式会社

別紙_IFC-CityGML 属性対応表

データ タイプ	属性情報	MVD 番号※1	IFC 属性	CityGML 属性	CityGML ファイルパス
プロジェクト			IfcProject	IfcProject	bldg:Building/uro:ifcBuildingAttribute/uro:IfcProject
	オブジェクト識別情報	0001	IfcProject.GlobalId	IfcProject.globalId	bldg:Building/uro:ifcBuildingAttribute/uro:IfcProject/uro:globalId
	プロジェクト名称（文字列）	0001	IfcProject.Name	IfcProject.name	bldg:Building/uro:ifcBuildingAttribute/uro:IfcProject/uro:name
	単位系情報	0004	IfcProject.UnitsInContext	IfcProject.unitsInContext	bldg:Building/uro:ifcBuildingAttribute/uro:IfcProject/uro:unitsInContext
	位置合わせ情報	0095	IfcProject: ePset_ProjectedCRS	IfcProjectedCRS	bldg:Building/uro:ifcBuildingAttribute/uro:IfcProjectedCRS
敷地			IfcSite	IfcSite	bldg:Building/uro:ifcBuildingAttribute/uro:IfcSite
	オブジェクト識別情報	0017	IfcSite.GlobalId	IfcSite.globalId	bldg:Building/uro:ifcBuildingAttribute/uro:IfcSite/uro:globalId
	敷地名称（文字列）	0017	IfcSite.Name	IfcSite.name	bldg:Building/uro:ifcBuildingAttribute/uro:IfcSite/uro:name
	敷地住所（文字列）	0017	IfcSite.SiteAddress	IfcSite.siteAddress	bldg:Building/uro:ifcBuildingAttribute/uro:IfcSite/uro:siteAddress
建物			IfcBuilding	IfcBuilding	bldg:Building/uro:ifcBuildingAttribute/uro:ifcBuilding
	オブジェクト識別情報	0019	IfcBuilding.GlobalId	IfcBuilding.globalId	bldg:Building/uro:ifcBuildingAttribute/uro:ifcBuilding/uro:globalId
	敷地名称（文字列）	0019	IfcBuilding.Name	IfcBuilding.name	bldg:Building/uro:ifcBuildingAttribute/uro:ifcBuilding/uro:name
	敷地住所（文字列）	0019	IfcBuilding.BuildingAddress	IfcBuilding.buildingAddress	bldg:Building/uro:ifcBuildingAttribute/uro:ifcBuilding/uro:buildingAddress
階			IfcBuildingStorey	IfcBuildingStorey	grp:CityObjectGroup/uro:ifcBuildingStoreyAttribute/uro:IfcBuildingStorey
	オブジェクト識別情報	0021	IfcBuildingStorey.GlobalId	IfcBuildingStorey.globalId	grp:CityObjectGroup/uro:ifcBuildingStoreyAttribute/uro:IfcBuildingStorey/uro:globalId

データ タイプ	属性情報	MVD 番号※1	IFC 属性	CityGML 属性	CityGML ファイルパス
	階名称（文字列）	0021	IfcBuildingStorey.Name	IfcBuildingStorey.name	grp:CityObjectGroup/uro:ifcBuildingStoreyAttribute/uro:IfcBuildingStorey/uro:name
	基準高さ	0021	IfcBuildingStorey.Elevation	IfcBuildingStorey.elevation	grp:CityObjectGroup/uro:ifcBuildingStoreyAttribute/uro:IfcBuildingStorey/uro:elevation
部屋			IfcSpace	IfcSpace	bldg:Room/uro:ifcRoomAttribute/uro:IfcSpace
	オブジェクト識別情報	0090	IfcSpace.GlobalId	IfcSpace.globalId	bldg:Room/uro:ifcRoomAttribute/uro:IfcSpace/uro:globalId
	部屋名称（文字列）	0090	IfcSpace.LongName	IfcSpace.longName	bldg:Room/uro:ifcRoomAttribute/uro:IfcSpace/uro:longName
	部屋番号情報（文字列）	0090	IfcSpace.Name	IfcSpace.name	bldg:Room/uro:ifcRoomAttribute/uro:IfcSpace/uro:name
	床面高	0090	IfcSpace.ElevationWithFlooring	IfcSpace.elevationWithFlooring	bldg:Room/uro:ifcRoomAttribute/uro:IfcSpace/uro:IfcSpace.elevationWithFlooring
	面積	0090	IfcSpace: GrossFloorArea	IfcSpaceBaseQuantity.grossFloorArea	bldg:Room/uro:ifcRoomAttribute/uro:IfcSpaceBaseQuantity/uro:grossFloorArea
壁			IfcWallStandardCase	IfcWallStandardCase	bldg:WallSurface/uro:ifcBoundarySurfaceAttribute/uro:IfcWallStandardCase
	オブジェクト識別情報	0102	IfcWallStandardCase.GlobalId	IfcWallStandardCase.globalId	bldg:WallSurface/uro:ifcBoundarySurfaceAttribute/uro:IfcWallStandardCase/uro:globalId
	壁名称（文字列）	0102	IfcWallStandardCase.Name	IfcWallStandardCase.name	bldg:WallSurface/uro:ifcBoundarySurfaceAttribute/uro:IfcWallStandardCase/uro:name
窓			IfcWindow	IfcWindow	bldg:Window/uro:ifcOpeningAttribute/uro:IfcWindow
	オブジェクト識別情報	0108	IfcWindow.GlobalId	IfcWindow.globalId	bldg:Window/uro:ifcOpeningAttribute/uro:IfcWindow/uro:globalId
	窓名称（文字列）	0108	IfcWindow.Name	IfcWindow.name	bldg:Window/uro:ifcOpeningAttribute/uro:IfcWindow/uro:name
	窓番号情報（文字列）	0108	IfcWindow.Tag	IfcWindow.tag	bldg:Window/uro:ifcOpeningAttribute/uro:IfcWindow/uro:tag
ドア（扉）			IfcDoor	IfcDoor	bldg:Door/uro:ifcOpeningAttribute/uro:IfcDoor
	オブジェクト識別情報	0111	IfcDoor.GlobalId	IfcDoor.globalId	bldg:Door/uro:ifcOpeningAttribute/uro:IfcDoor/uro:globalId

データ タイプ	属性情報	MVD 番号※1	IFC 属性	CityGML 属性	CityGML ファイルパス
	ドア名称（文字列）	0111	IfcDoor.Name	IfcDoor.name	bldg:Door/uro:ifcOpeningAttribute/uro:IfcDoor/uro:name
	ドア番号情報（文字列）	0111	IfcDoor.Tag	IfcDoor.tag	bldg:Door/uro:ifcOpeningAttribute/uro:IfcDoor/uro:tag
柱			IfcColumn	IfcBuildingElement	bldg:(Int)BuildingInstallation/uro:ifc(Int)BuildingInstallationAttribute/uro:IfcBuildingElement
	オブジェクト識別情報	0117	IfcColumn.GlobalId	IfcBuildingElement.globalId	bldg:(Int)BuildingInstallation/uro:ifc(Int)BuildingInstallationAttribute/uro:IfcBuildingElement/uro:globalId
	柱名称（文字列）	0117	IfcColumn.Name	IfcBuildingElement.name	bldg:(Int)BuildingInstallation/uro:ifc(Int)BuildingInstallationAttribute/uro:IfcBuildingElement/uro:name
	柱番号情報（文字列）	0117	IfcColumn.Tag	IfcBuildingElement.tag	bldg:(Int)BuildingInstallation/uro:ifc(Int)BuildingInstallationAttribute/uro:IfcBuildingElement/uro:tag
				IfcBuildingElement.elementType	bldg:(Int)BuildingInstallation/uro:ifc(Int)BuildingInstallationAttribute/uro:IfcBuildingElement/uro:elementType
スラブ（床）			IfcSlab	IfcBuildingElement	bldg:OuterFloorSurface, bldg:OuterCeilingSurface, bldg:WallSurface/uro:ifcBoundarySurfaceAttribute/uro:IfcBuildingElement
	オブジェクト識別情報	0114	IfcSlab.GlobalId	IfcBuildingElement.globalId	bldg:OuterFloorSurface, bldg:OuterCeilingSurface, bldg:WallSurface/uro:ifcBoundarySurfaceAttribute/uro:IfcBuildingElement/uro:globalId
				IfcBuildingElement.elementType	bldg:OuterFloorSurface, bldg:OuterCeilingSurface, bldg:WallSurface/uro:ifcBoundarySurfaceAttribute/uro:IfcBuildingElement/uro:elementType
	スラブ種別（床、踊り場）	0114	IfcSlab.PredefinedType	IfcBuildingElement.predefinedType	bldg:OuterFloorSurface, bldg:OuterCeilingSurface, bldg:WallSurface/uro:ifcBoundarySurfaceAttribute/uro:IfcBuildingElement/uro:predefinedType
開口			IfcOpeningElement	IfcOpeningElement	下位の Window or Door に対して bldg:Window,bldg:Door/uro:ifcOpeningAttribute/uro:IfcOpeningElement
	オブジェクト識別情報	0120	IfcOpeningElement.GlobalId	IfcOpeningElement.globalId	下位の Window or Door に対して bldg:Window,bldg:Door/uro:ifcOpeningAttribute/uro:IfcOpeningElement/uro:globalId

データ タイプ	属性情報	MVD 番号※1	IFC 属性	CityGML 属性	CityGML ファイルパス
階段			IfcStair/IfcStairFlight	IfcBuildingElement	bldg:(Int)BuildingInstallation/uro:ifc(Int)BuildingInstallationAttribute/uro:IfcBuildingElement
	オブジェクト識別情報	0130	IfcStair.GlobalId	IfcBuildingElement.globalId	bldg:(Int)BuildingInstallation/uro:ifc(Int)BuildingInstallationAttribute/uro:IfcBuildingElement/uro:globalId
				IfcBuildingElement.elementType	bldg:(Int)BuildingInstallation/uro:ifc(Int)BuildingInstallationAttribute/uro:IfcBuildingElement/uro:elementType
	階段の種類	0130	IfcStair.ShapeType	IfcBuildingElement.shapeType	bldg:(Int)BuildingInstallation/uro:ifc(Int)BuildingInstallationAttribute/uro:IfcBuildingElement/uro:shapeType
屋根			IfcRoof	IfcRoof	bldgRoofSurface/uro:ifcBoundarySurfaceAttribute/uro:IfcRoof
	オブジェクト識別情報	0139	IfcRoof.GlobalId	IfcRoof.globalId	bldgRoofSurface/uro:ifcBoundarySurfaceAttribute/uro:IfcRoof/uro:globalId
	屋根の種類	0139	IfcRoof.ShapeType	IfcRoof.shapeType	bldgRoofSurface/uro:ifcBoundarySurfaceAttribute/uro:IfcRoof/uro:shapeType
搬送装置（昇降装置・動く歩道等）			IfcTransportElement	IfcBuildingElement	bldg:(Int)BuildingInstallation/uro:ifc(Int)BuildingInstallationAttribute/uro:IfcBuildingElement
	オブジェクト識別情報	0142	IfcTransportElement.GlobalId	IfcBuildingElement.globalId	bldg:(Int)BuildingInstallation/uro:ifc(Int)BuildingInstallationAttribute/uro:IfcBuildingElement/uro:globalId
				IfcBuildingElement.elementType	bldg:(Int)BuildingInstallation/uro:ifc(Int)BuildingInstallationAttribute/uro:IfcBuildingElement/uro:elementType
	搬送装置の種類	0142	IfcTransportElement.OperationType	IfcBuildingElement.operationType	bldg:(Int)BuildingInstallation/uro:ifc(Int)BuildingInstallationAttribute/uro:IfcBuildingElement/uro:operationType
ランブ（スロープ・傾斜路）			IfcRamp/IfcStairFlight	IfcBuildingElement	bldg:(Int)BuildingInstallation/uro:ifc(Int)BuildingInstallationAttribute/uro:IfcBuildingElement
	オブジェクト識別情報	0148	IfcRamp.GlobalId	IfcBuildingElement.globalId	bldg:(Int)BuildingInstallation/uro:ifc(Int)BuildingInstallationAttribute/uro:IfcBuildingElement/uro:globalId
				IfcBuildingElement.elementType	bldg:(Int)BuildingInstallation/uro:ifc(Int)BuildingInstallationAttribute/uro:IfcBuildingElement/uro:elementType
	ランブの種類	0148	IfcRamp.ShapeType	IfcBuildingElement.shapeType	bldg:(Int)BuildingInstallation/uro:ifc(Int)BuildingInstallationAttribute/uro:IfcBuildingElement/uro:shapeType

※1 MVD 番号は、xxxx の箇所を示す：bSJ-MVDCxxxx-IFC2x3