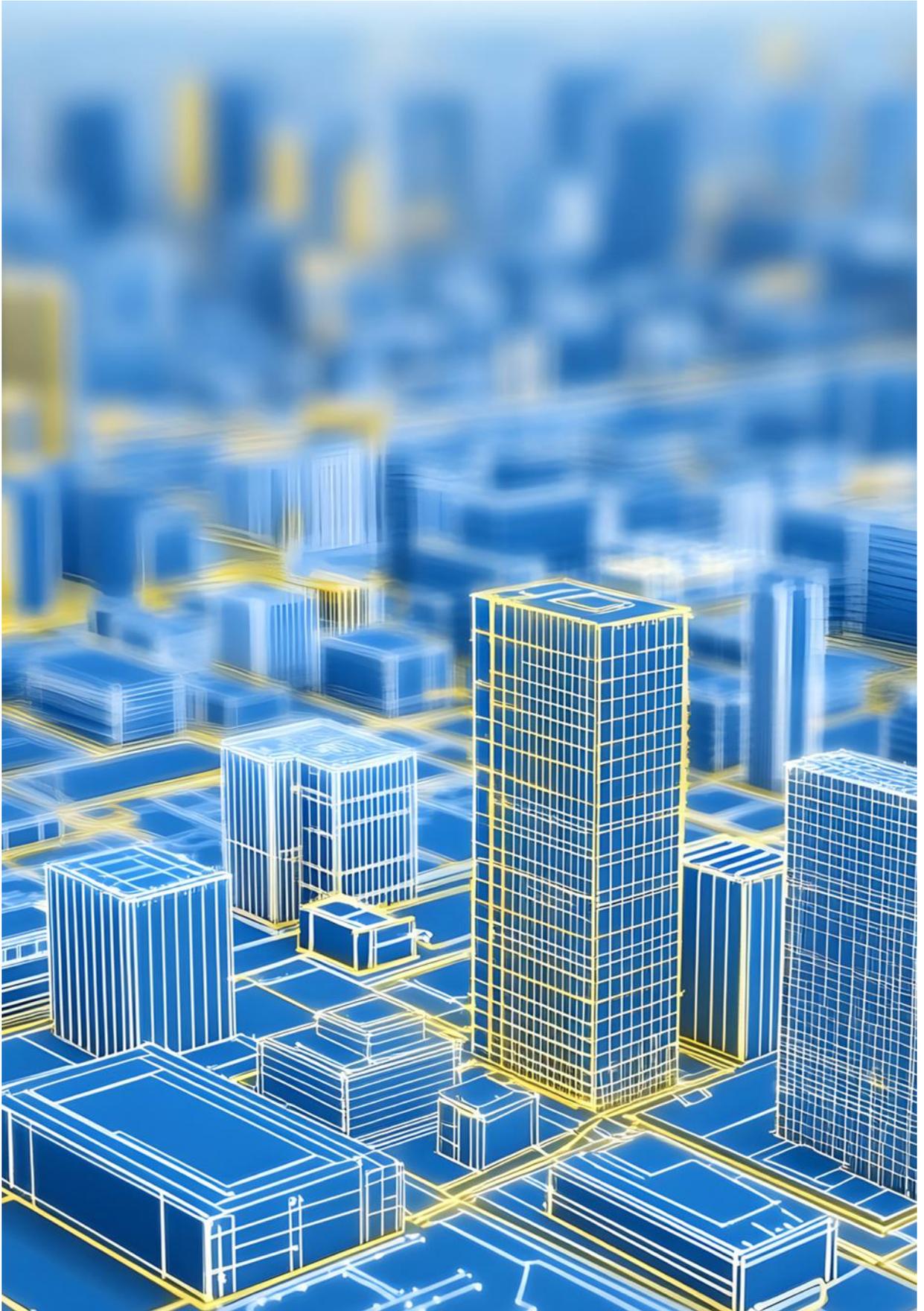




PLATEAU  
by MLIT

PLATEAU Technical Report  
3D都市モデル活用のための技術資料



## BIMモデルを活用した3D都市モデル建築物作成の 有用性調査 技術検証レポート

series  
No. **118**

Technical Report on 3D City Model Development Method for LOD4 Building Models Using BIM Models

# 目次

---

---

1. 調査の概要 .....	- 1 -
1-1. 現状と課題.....	- 1 -
1-2. 課題解決のアプローチ .....	- 2 -
2. BIM データを活用した建築物 LOD4 モデルの作成実証 .....	- 3 -
2-1. 調査目的 .....	- 3 -
2-2. 調査内容 .....	- 3 -
2-3. 調査方法 .....	- 4 -
2-4. 調査結果 .....	- 9 -
2-4-1. BIM データを活用した建築物 LOD4 モデル作成 .....	- 9 -
2-4-2. 測量（3次元点群データ）による建築物 LOD4 モデル作成.....	- 26 -
3. 作業手法に関する考察 .....	- 33 -
4. 成果と課題 .....	- 38 -
4-1. 本調査で得られた成果.....	- 38 -
4-2. 今後の課題と展望 .....	- 40 -

# 1. 調査の概要

## 1-1. 現状と課題

国土交通省は、建築 BIM（BIM データ）や Project PLATEAU 等の取り組みを一体的に推進する「建築・都市の DX」によって、建築・都市分野の多様なデータを活用した防災・まちづくりの高度化や官民データ連携による新サービスの創出を促進している。

BIM データは、建築物の形状、材質、施工方法に関する 3 次元データであり、3D 都市モデル（建築物 LOD4 モデル）に必要な建築物内部の詳細な情報を持っている。

3D 都市モデル（建築物モデル）の整備は、通常、空中写真撮影や車載写真レーザ測量システム（MMS：モバイルマッピングシステム）等の測量成果を用いる手法が一般的である。これらの測量成果は、建築物の外観を詳細に表す LOD2 又は LOD3 モデルの整備には適しているが、建築物内部の情報が含まれていないため、LOD4 モデルの整備に活用できない。

建築物の屋内外の情報を活用したユースケース開発を拡大していくためには、建築物 LOD4 モデルの整備手法を確立する必要があり、BIM データと 3D 都市モデルとの統合が求められている。

Project PLATEAU では、2021 年度から BIM データと 3D 都市モデルの相互連携を進める検討を開始し、「3D 都市モデル整備のための BIM 活用マニュアル<sup>1</sup>」を公開している。このマニュアルは、2029 年から予定されている建築確認における BIM データ（IFC 形式）審査の開始に向け、3D 都市モデルとの連携を考慮した BIM データの標準仕様を定めている。また、このマニュアルに基づく変換ツール（FME を用いた IFC から CityGML2.0 建築物モデル（LOD4）への変換テンプレート<sup>2</sup>）の開発も進められており、これにより標準化された BIM データを 3D 都市モデル（建築物モデル）へ容易に変換できるようになる。

しかし、現在、建設設計事業者が作成している「既存」の BIM データは、3D 都市モデルとの連携を前提としておらず、また、BIM データの仕様は建設設計事業者によって異なっており、「3D 都市モデル整備のための BIM 活用マニュアル」が定める標準仕様にも適合していない。そのため、BIM データの標準化が進む過渡期においては、変換ツールを用いた 3D 都市モデル（建築物 LOD4 モデル）の整備が難しく、「既存」の BIM データの有効活用が十分に進んでいない現状にある。

<sup>1</sup> [https://www.mlit.go.jp/plateau/file/libraries/doc/plateau\\_doc\\_0003\\_ver03.pdf](https://www.mlit.go.jp/plateau/file/libraries/doc/plateau_doc_0003_ver03.pdf)

<sup>2</sup> <https://github.com/Project-PLATEAU/PLATEAU-IFC-to-CityGML2.0-LOD4>

## 1-2. 課題解決のアプローチ

3D 都市モデル（建築物 LOD4 モデル）の整備が十分に進んでいない現状において、既存の BIM データが十分に活用されていないことが課題として挙げられる。そこで、本調査では次の方針で調査を実施する。

- 既存の BIM データを活用した建築物 LOD4 モデルの作成実証を行う。
- また、BIM データが存在しない場合における建築物 LOD4 モデル整備の代替手法として、測量（3次元点群データ計測）による作成実証も行う。
- それぞれの作成手法について、作業手順、作業能率及び整備コストの観点から比較し、既存の BIM データを活用した建築物 LOD4 モデル作成手法の有用性を検証する。

本調査では、表 1-1 に分類する建築物 LOD4 モデル整備手法のうち、手法 2 及び 3 の作成実証を行い、既存の BIM データ活用の有用性を明らかにする。

表 1-1 建築物 LOD4 モデル整備手法の分類

建築物 LOD4 モデル整備手法の分類					説明
手法	原典資料		アプローチ		
1	BIM データ活用	標準化された BIM データ	変換	変換ツールを使い、BIM データから建築物 LOD4 モデルを生成	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 建築 BIM と 3D 都市モデルとの連携を見据えたデータ統合手法</li> <li>● 2029 年からの適用に向け BIM データの標準化を検討中</li> </ul>
2		既存の BIM データ	図化	BIM データを用いて建築物 LOD4 モデルを新規作成	<ul style="list-style-type: none"> <li>● BIM データを用いて建築物 LOD4 の取得基準に従う図化</li> <li>● <u>本調査でデータ作成実証</u></li> </ul>
3	測量	3次元点群データ		3次元点群データを用いて建築物 LOD4 モデルを新規作成	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 建築物屋内等の 3次元点群測量を行い、その測量成果を用いた図化（BIM データが存在しない場合の既存作成手法）</li> <li>● <u>本調査でデータ作成実証</u></li> </ul>

## 2. BIM データを活用した建築物 LOD4 モデルの作成実証

### 2-1. 調査目的

- 既存の BIM データを活用した 3D 都市モデル（建築物 LOD4 モデル）の作成手法を確立する。
- 建築物 LOD4 モデルの作成実証を通じて把握した作業上のポイントを整理し、そこで得られた知見をデータ作成事業者と共有することで、今後の建築物 LOD4 モデルの作成手法に活かす。
- BIM データが存在しない場合の建築物 LOD4 モデル整備の代替手法（3次元点群データの活用）と比較し、本調査で確立する既存 BIM データを活用した作成手法の有用性を評価する。

### 2-2. 調査内容

表 2-1 BIM データを活用した建築物 LOD4 モデルの作成実証の調査内容

調査内容		説明
①	BIM データを活用した建築物 LOD4 モデル作成	● BIM データ及び 3 次元点群データを用いた建築物 LOD4 モデルの作成手順を明らかにする。
②	測量（3次元点群データ）による建築物 LOD4 モデル作成	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 各作成工程における注意点や、実証作業で直面した課題とその解決策を整理する。</li> <li>● 作成した建築物 LOD4 モデルの品質、作業能率及び整備コストを評価する。</li> </ul>

## 2-3. 調査方法

### 1) BIM データを活用した建築物 LOD4 モデル作成

#### 1. データ作成実証エリア

BIM データを活用した建築物 LOD4 モデルの作成実証は、2025 年大阪・関西万博会場内の施設を対象に実施する。実証エリアを、図 2-1 に示す。



図 2-1 実証エリア（万博会場内の施設）

#### 2. BIM データの概要

データ作成実証に使用した BIM データのイメージを、図 2-2 に示す。

- データ形式：IFC2 x Edition3
- BIM データの詳細度：LOD400（BIM データの詳細度については、表 2-2 参照）
- BIM データの位置づけ：施設の完成形に近い段階の BIM データ

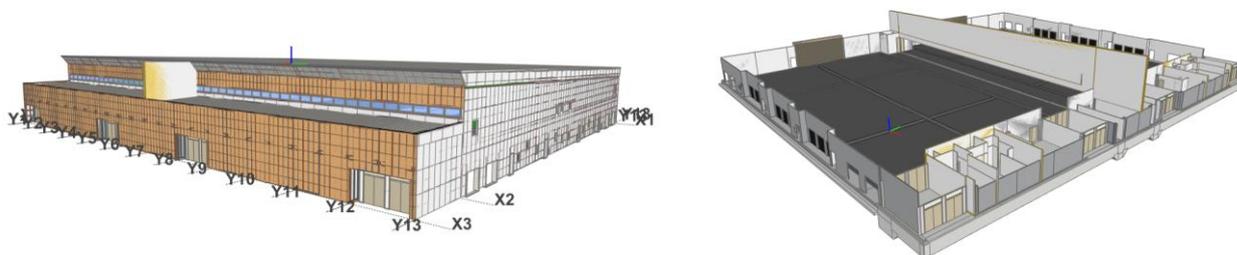


図 2-2 データ作成実証に使用した BIM データのイメージ

表 2-2 BIM データの詳細度

BIM データの詳細度 (LOD)	形状の概要
100	● 対象を記号や線、単純な形状でその位置を示したモデル
200	● 対象の構造形式が分かる程度のモデル
300	● 対象の外形形状を正確に表現したモデル
400	● 詳細度 300 に加えて、附帯工、接続構造などの細部構造及び配筋も含めて正確に表現されたモデル
500	● 対象の現実の形状を表現したモデル

出典：[BIM/CIM 活用ガイドライン \(案\) 第1編 共通編](#)

## 3. 作成実証対象地物

表 2-3 に、BIM データを活用した建築物 LOD4 モデル作成実証の対象地物を示す。

表 2-3 BIM データを活用した建築物 LOD4 モデル作成実証対象地物

地物	作成実証対象
bldg:Building (建築物)	✓
bldg:BuildingPart (建築物部分)	
bldg:RoofSurface (屋根面)	✓
bldg:WallSurface (壁面)	✓
bldg:GroundSurface (底面)	✓
bldg:OuterCeilingSurface (屋外天井面)	✓
bldg:OuterFloorSurface (屋外床面)	✓
bldg:BuildingInstallation (屋外付属物)	✓
bldg:Room (部屋)	✓
bldg:CeilingSurface (天井面)	✓
bldg:InteriorWallSurface (内壁面)	✓
bldg:FloorSurface (床面)	✓
bldg:ClosureSurface (閉鎖面)	✓
bldg:Window (窓)	✓
bldg:Door (扉)	✓
bldg:IntBuildingInstallation (屋内付属物)	✓
bldg:BuildingFurniture (家具)	
grp:CityObjectGroup (階)	✓
grp:CityObjectGroup (任意設定空間)	

## 2) 測量 (3次元点群データ) による建築物 LOD4 モデルの作成

### 1. データ作成実証エリア

3次元点群データを活用した建築物 LOD4 モデルの作成実証は、1)と同じく「万博会場内の施設」を対象とする。ただし、「万博会場内の施設」では屋内の3次元点群データを計測できなかったため、屋外のデータのみを使用し、建築物 LOD4 モデルの外観を作成する。

また、屋内の3次元点群データを活用した作成実証を補完するため、神奈川県横浜市の「ランドマークプラザ」も対象とする (図 2-3)。



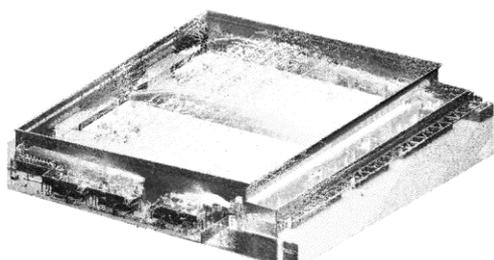
図 2-3 実証エリア (ランドマークプラザ)

### 2. 3次元点群データの概要

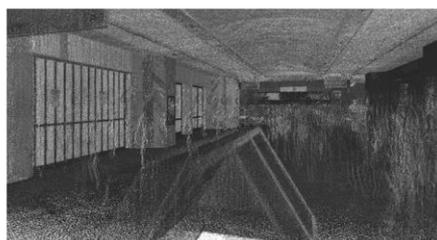
「万博会場内の施設」の外観及び「ランドマークプラザ」の屋内外の3次元点群データは次の仕様で取得する。

- 点群密度：400 点/m<sup>2</sup>以上
- 座標参照系：日本測地系 2011 平面直角座標系
- 位置正確度：地図情報レベル 500 相当 (誤差の標準偏差 0.25m)

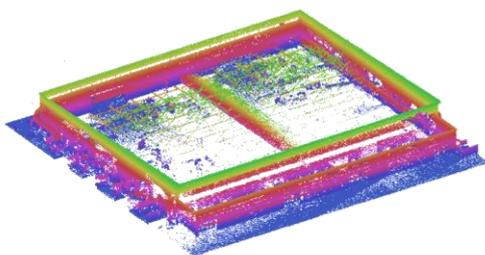
データ作成実証に使用した BIM データのイメージを、図 2-4 に示す。



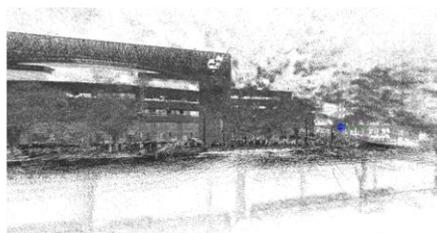
万博会場内施設外観



ランドマークプラザ内部



万博会場内施設外観（高さによる着色）



ランドマークプラザ外観

図 2-4 データ作成実証に使用した 3 次元点群データのイメージ

### 3. 作成実証対象地物

表 2-4 に、3 次元点群データによる LOD4 モデル作成実証の対象地物を示す。

表 2-4 3 次元点群データによる LOD4 モデル作成実証対象地物

地物	作成実証対象	
	万博会場内の施設	ランドマークプラザ
bldg:Building（建築物）	✓	✓
bldg:BuildingPart（建築物部分）		
bldg:RoofSurface（屋根面）	✓	✓
bldg:WallSurface（壁面）	✓	✓
bldg:GroundSurface（底面）	✓	✓
bldg:OuterCeilingSurface（屋外天井面）	✓	✓
bldg:OuterFloorSurface（屋外床面）	✓	✓
bldg:BuildingInstallation（屋外付属物）	✓	✓
bldg:Room（部屋）		✓
bldg:CeilingSurface（天井面）		✓
bldg:InteriorWallSurface（内壁面）		✓
bldg:FloorSurface（床面）		✓
bldg:ClosureSurface（閉鎖面）		✓
bldg:Window（窓）		✓
bldg:Door（扉）		✓
bldg:IntBuildingInstallation（屋内付属物）		✓

地物		作成実証対象	
		万博会場内の施設	ランドマークプラザ
	bldg:BuildingFurniture (家具)		
	grp:CityObjectGroup (階)		✓
	grp:CityObjectGroup (任意設定空間)		

## 2-4. 調査結果

### 2-4-1. BIM データを活用した建築物 LOD4 モデル作成

#### 1) 使用したソフトウェア

BIM データを活用した建築物 LOD4 モデルの作成は、表 2-5 に示すソフトウェアを使用した。

表 2-5 BIM データを活用した作成実証で使用したソフトウェア

ソフトウェア名	使用場面
1 MicroStation CONNECT Edition	<ul style="list-style-type: none"> <li>● BIM データの確認</li> <li>● 図化</li> <li>● 構造化</li> <li>● 品質評価</li> </ul>
2 FME	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 符号化</li> <li>● 品質評価</li> </ul>

#### 2) 作成フロー

BIM データを活用した建築物 LOD4 モデルの作成フローを、図 2-5 に示す。

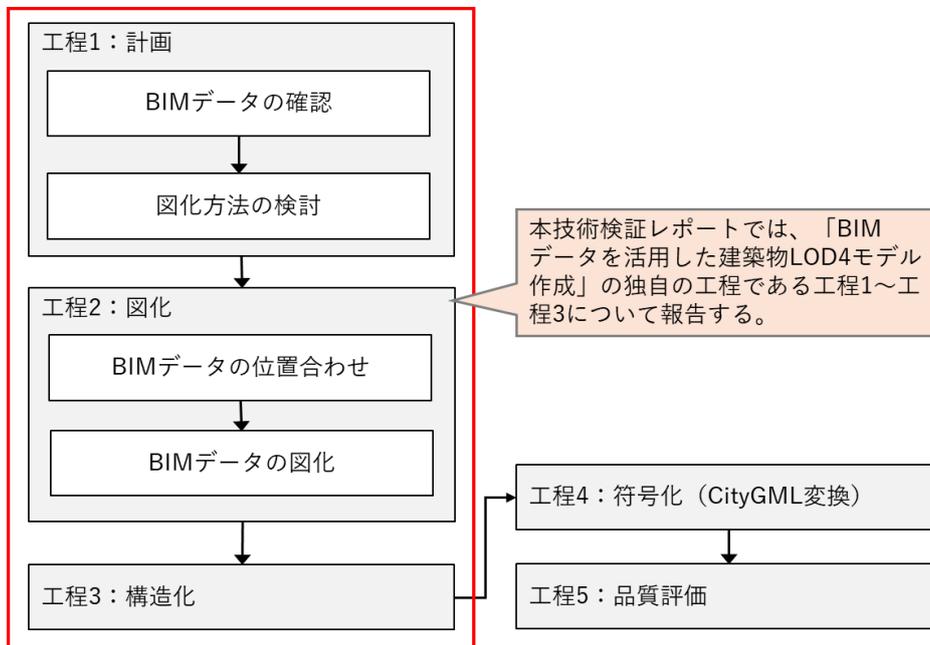


図 2-5 BIM データを活用した建築物 LOD4 モデル作成フロー

3) 各作業工程の説明

1. 計画

● BIM データの確認

建設設計事業者から本実証用に貸与を受けた万博会場内の施設の BIM データ (IFC ファイル) と、建築物構成要素との対応関係を整理し、建築物 LOD4 モデルの作成実証に使用できるデータであることを確認した (表 2-6)。

表 2-6 本作成実証で使用した BIM データと建築物構成要素との関係確認

本作成実証で使用した BIM データ		建築物構成要素	本作成実証で使用した BIM データ		建築物構成要素
1	SD モデル.ifc	窓	9	屋根折板.ifc	屋根、天井 (屋内)
2	SLW.ifc	壁 (屋内)	10	基準 (FL) .ifc	設計時の高さ基準
3	アルミ建具.ifc	窓	11	基準 (通り芯) .ifc	設計時の基準線
4	シャッター.ifc	付属物	12	躯体 (くたい) .ifc	床 (屋内)、底面 (屋外)
5	タイトフレーム受け.ifc	屋根と鋼材を接合するための金具	13	鉄骨モデル.ifc	付属物 (屋根のひさし)
6	ネオマフォーム KS.ifc	壁 (屋外)	14	胴縁.ifc	壁の外側の下地材
7	平面詳細図 (内部天井のみ) .ifc	天井 (屋内)、壁 (屋内)	15	内装下地.ifc	壁の内側の下地材
8	平面詳細図 (内部壁のみ) .ifc	窓、ドア、(屋内)	16	木毛セメント板.ifc	壁 (屋外)

BIM データの詳細形状と 3D 都市モデル (建築物モデル) の取得基準を比較し、次の点に留意し、建築物 LOD4 モデルの整備を進めていく必要があることを確認した。

- BIM データには、屋根などの部材同士の重なりが存在する。建築物 LOD4 モデルの立体形状を図化する際に、ユースケースが求める位置の品質要件を満たす範囲内で、BIM データの形状を適切に抽象化し、幾何形状 (位相・水密性) のエラーが発生しないようにする必要がある。
- BIM データの形状データをそのまま使用すると、ネジなどの部材の接合部に空間が生じる場合がある。BIM データの形状をそのまま使うのではなく、BIM データを背景データとして図化作業を行い、形状データを再作成した方が、幾何形状のエラーを防ぐことができる。

BIM データから建築物モデルを作成する際の注意点を、図 2-6 に示す。

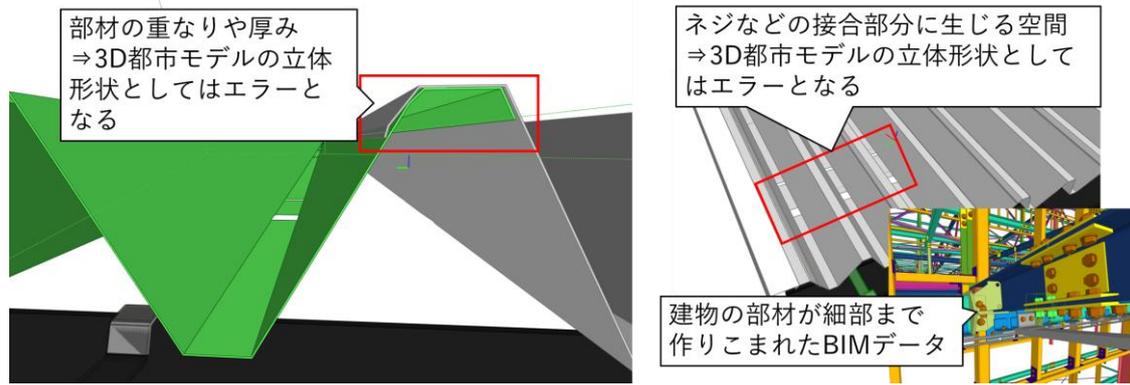


図 2-6 BIM データから建築物モデルを作成する際の注意点

● 図化方法の検討

本作成実証では、原則として 25cm 以上の凹凸部を再現することを取得基準とし、図化作業を行い、作成手法の実用性を検証した。取得基準設定の考え方を次に示す。

- 建築物 LOD4 モデルは、LOD3 モデルで表現される外観の形状に加え、建築物の内側の形状（屋内空間）を表現する。建築物 LOD3 モデルでは、屋根面、外壁面及び扉・窓等の地物の大きさに基づいて取得基準が定められている。一方、建築物 LOD4 モデルの屋内空間については、地物の大きさに関する取得基準は定められておらず、地物の種類のみが指定されている。
- この背景として、LOD4 モデルの整備において、実用的な原典資料の一つである BIM データ側で地物の大きさを統一的に制御できないことが挙げられる。
- 本実証で使用した BIM データは、数 cm 程度の部材の凹凸が表現されている（図 2-6 参照）。これらの精緻な形状を図化し、データの水密性を確保しながら LOD4 モデルを整備することは、3D 都市モデルに含まれる情報量を増加させ、その結果、データ作成コストの増大を招く。そのため、建築物 LOD4 モデルの取得基準として、一定以上の凹凸のみを再現する方針を採用することが適切である。
- 測量(3次元点群データ)による建築物 LOD4 モデルは、地図情報レベル 500(誤差の標準偏差 25cm)の品質で整備されることが多い。そこで、本作成実証では、この測量の基準を参考に、原則として 25cm 以上の凹凸部（壁や建具枠の張り出し部）を再現する取得基準を設定した。

BIM データ上の 25cm 未満の凹凸部と、当該箇所を単純化して図化した事例（赤色の線）を図 2-7 に示す。

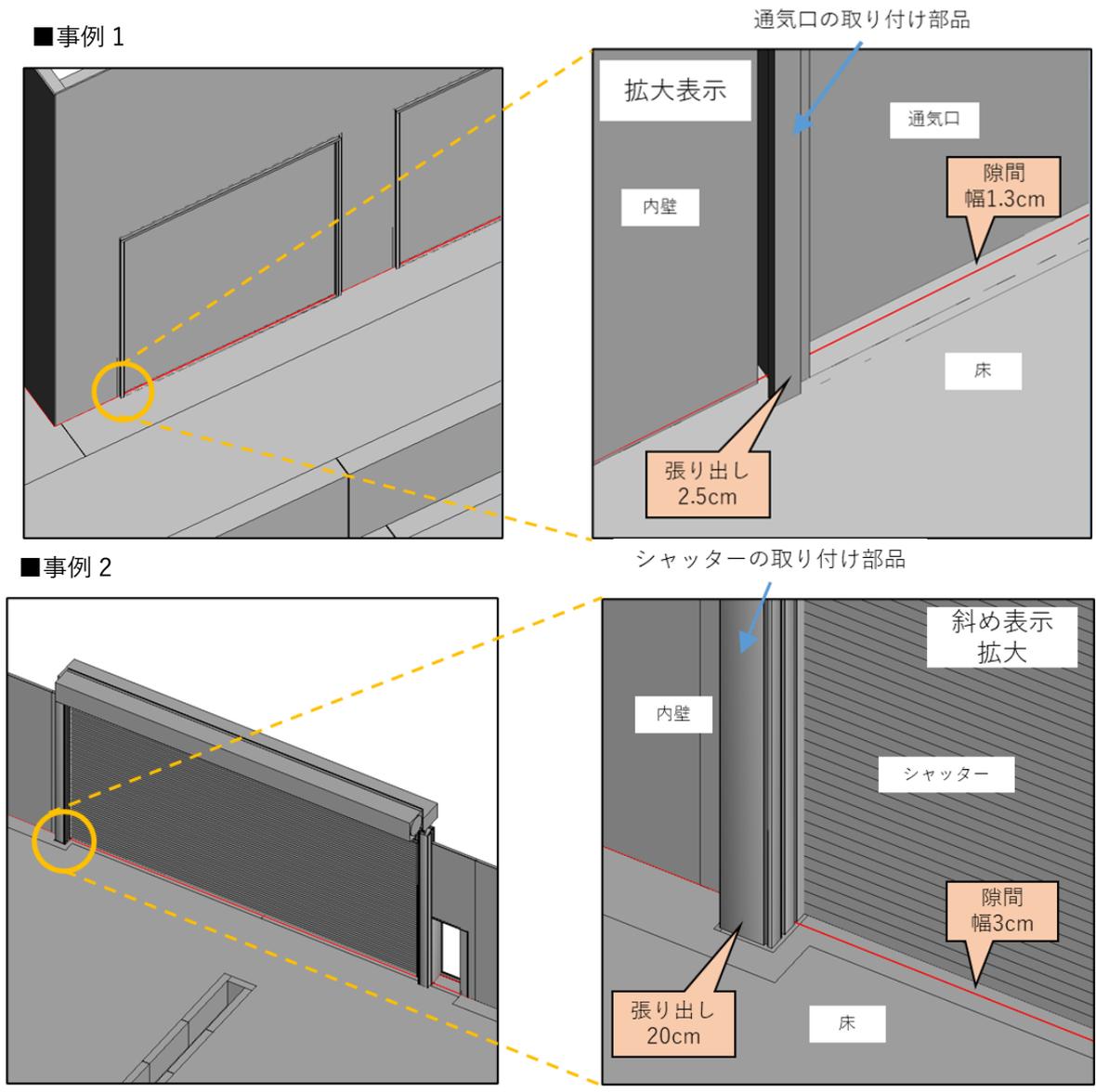


図 2-7 25cm 未満の凹凸部の図化事例

また、「扉」及び「窓」の形状取得基準は、図 2-8 に示す基準に基づき図化作業を行った。次に、取得基準の考え方を示す。

- BIM データを使用することで、航空写真や 3 次元点群データによる取得方法とは異なり、扉や窓の詳細な部材を直接確認できる。
- 従来（航空写真や 3 次元点群データを用いた取得）では、扉や窓の形状を図化作業者が目視で判断する必要があった。
- しかし、本作成実証では、BIM データに記録されている部材情報を活用することで、目視による判断に頼らず、建築物 LOD4 モデルを構成する「扉」及び「窓」のデータを作成した。

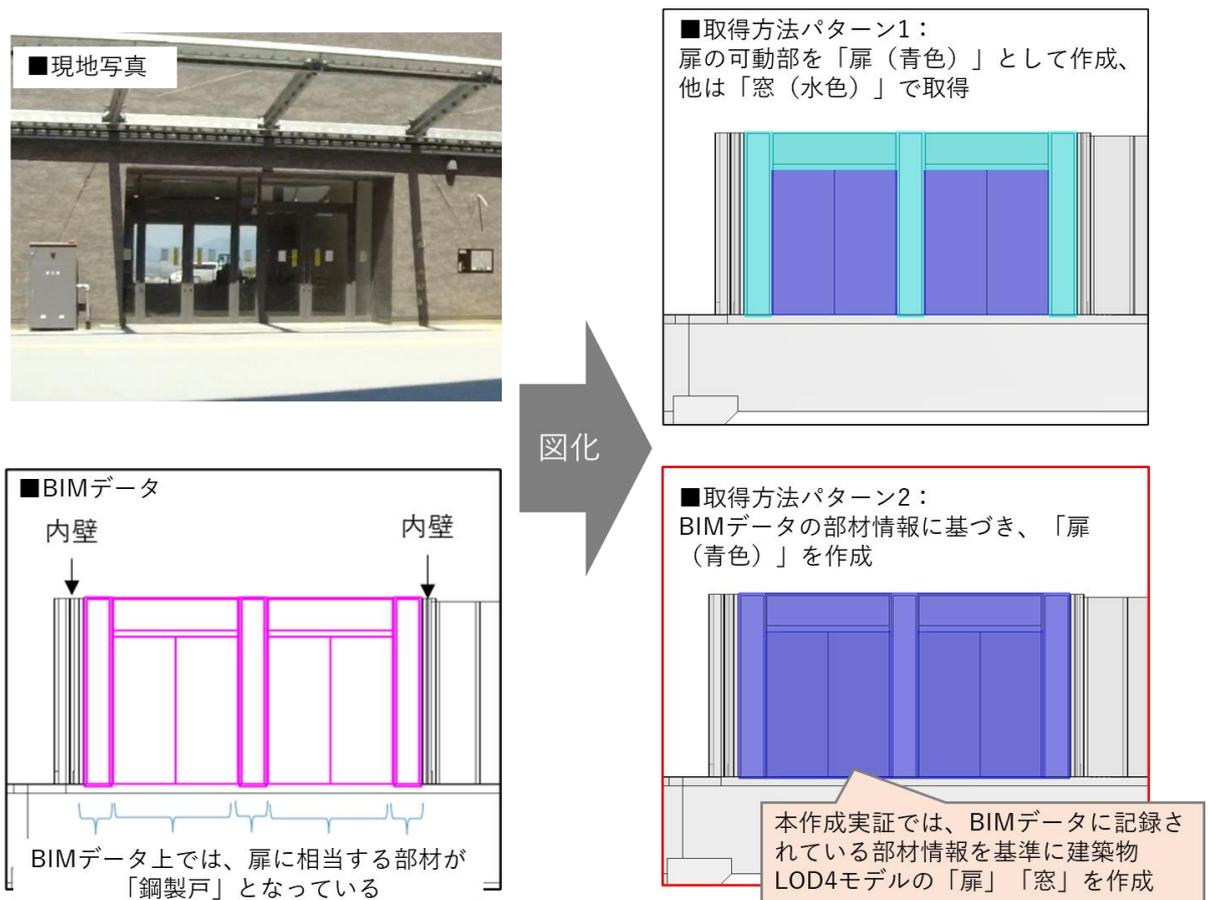


図 2-8 本作成実証における「扉」及び「窓」の形状取得基準

## 2. 図化

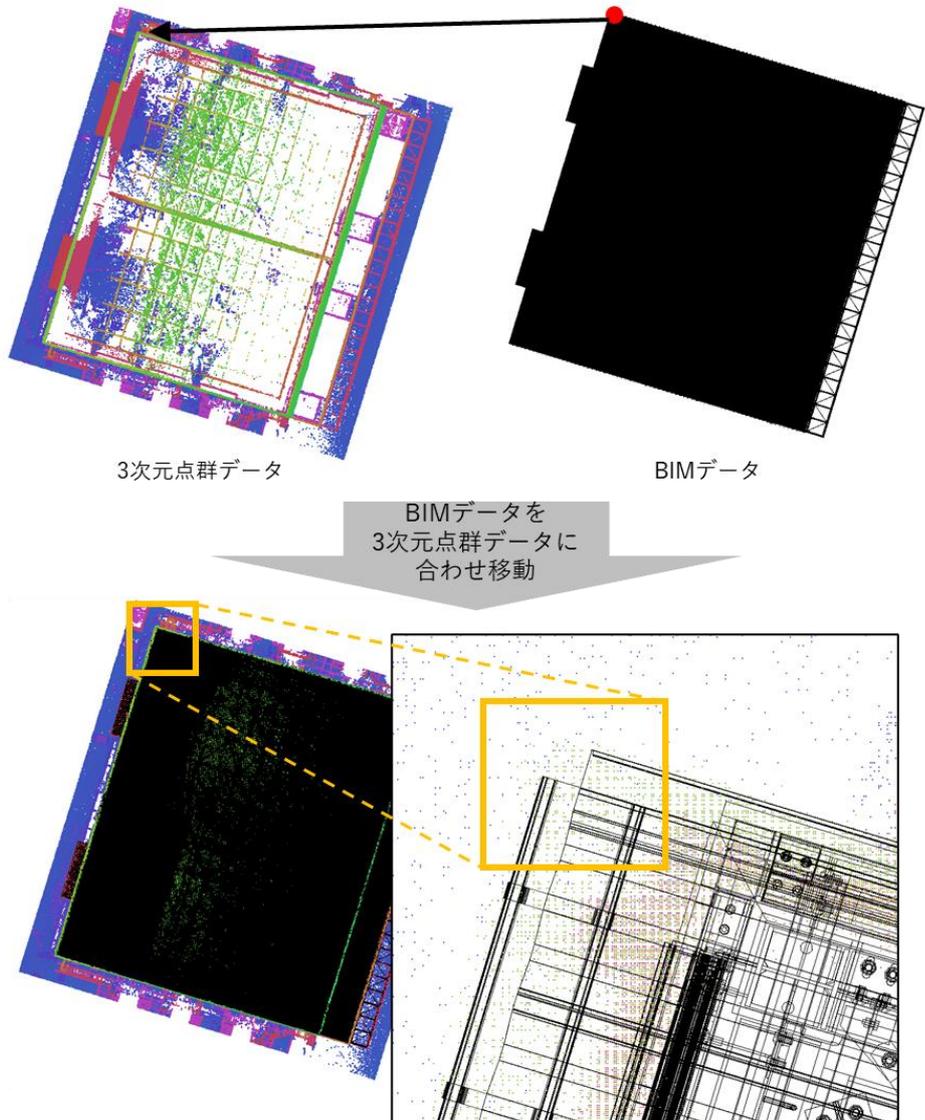
### ● BIM データの位置合わせ

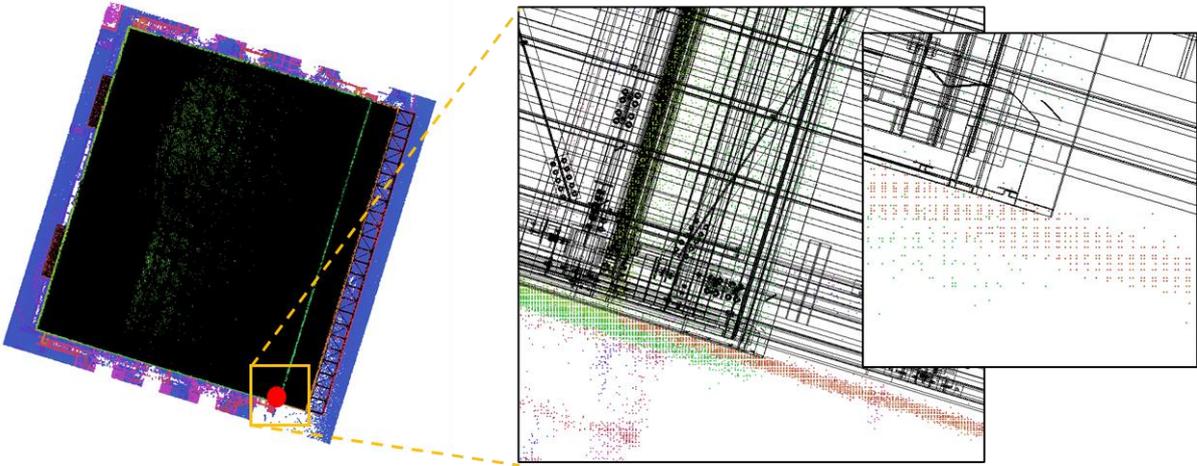
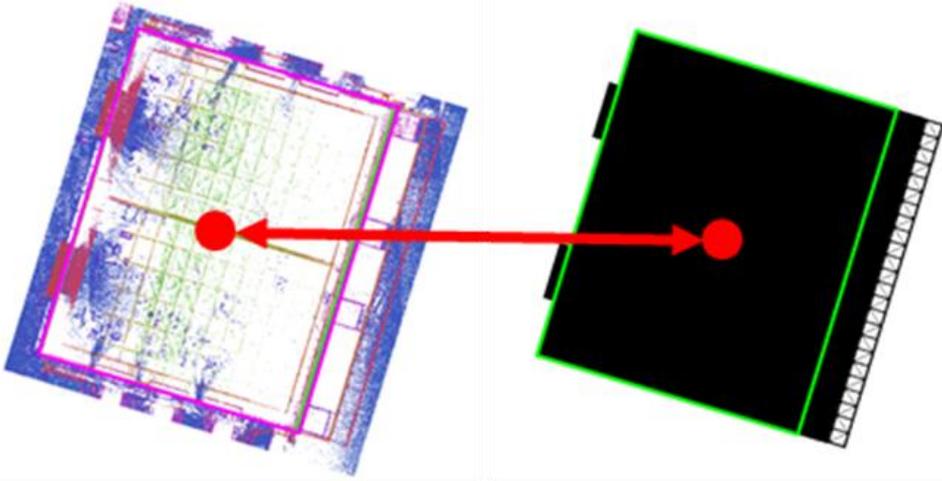
本作成実証で使用した BIM データは、建築物の設計に焦点が当てられており、任意のローカル座標系で作成されていた。3D 都市モデルに統合するためには、BIM データの座標値を地球上の位置を表す座標参照系に変換する必要がある。

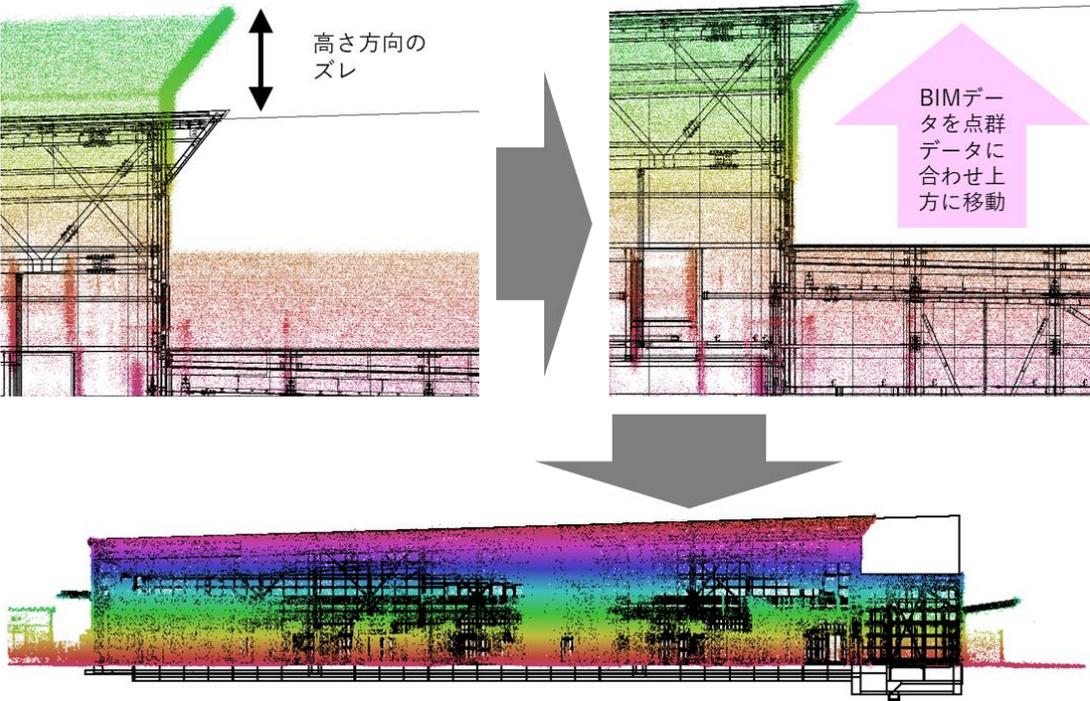
今回は、測量による建築物 LOD4 モデル作成実証を行うために取得していた万博会場内施設の外観の 3 次元点群データ（エラー! 参照元が見つかりません。参照）を位置基準データとして活用し、BIM データの位置合わせを行った。

BIM データの位置合わせの手順概要を、表 2-7 に示す。

表 2-7 BIM データの位置合わせの手順概要

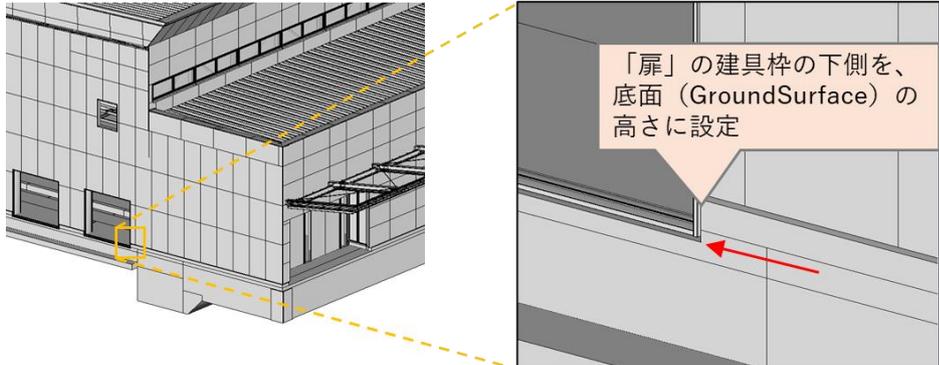
手順	説明
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 建築物を真上から表示し、屋根の一つの角を基準にして BIM データを 3 次元点群データ上に水平移動させ、水平位置 (XY 座標) を合わせる。</li> </ul>  <p style="text-align: center;">BIMデータを 3次元点群データに 合わせ移動</p>

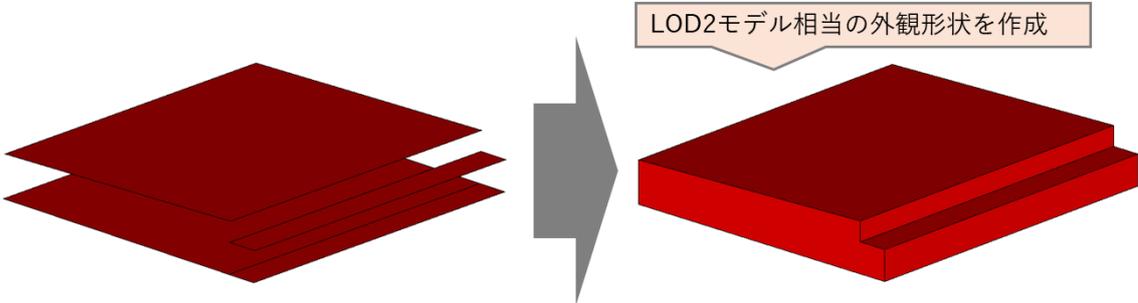
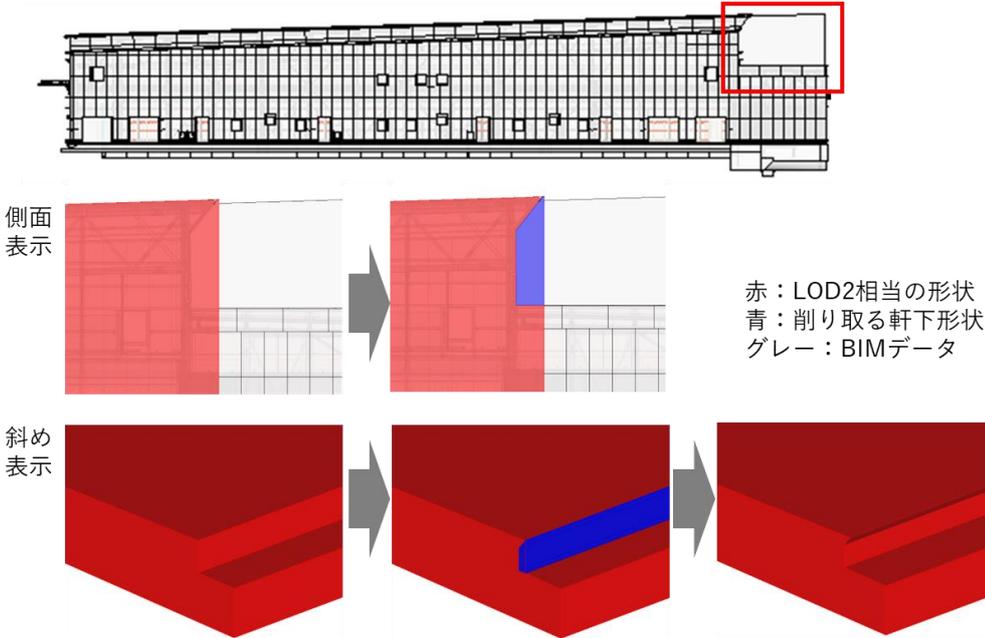
手順	説明
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 手順 1 で合わせた一角の対角に位置する点を確認し、向きとスケールを合わせる。</li> </ul> 
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 3次元点群データ及び BIM データ双方の高い屋根位置の外周を図化する。</li> <li>● BIM データ上に作成した長方形（緑）の中心を、点群データ上に作成した長方形（赤紫色）の中心に合わせるように BIM データの長方形（緑色）を移動させ、全体的な位置の偏りを微調整する。             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 今回の事例では、屋根の左上及び右下の角における 3次元点群データと BIM データのズレが均等（8cm 程度）になるよう偏りを補正した。</li> </ul> </li> </ul>  <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <span data-bbox="488 1615 699 1644">3次元点群データ</span> <span data-bbox="1027 1615 1161 1644">BIMデータ</span> </div>

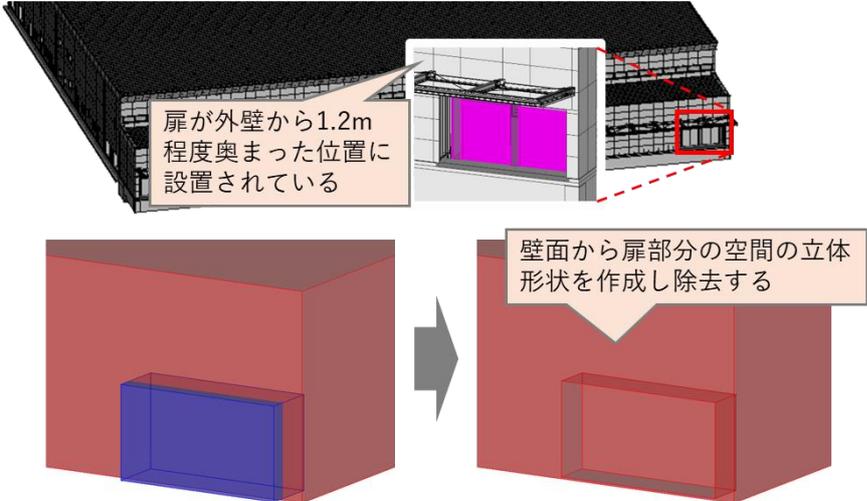
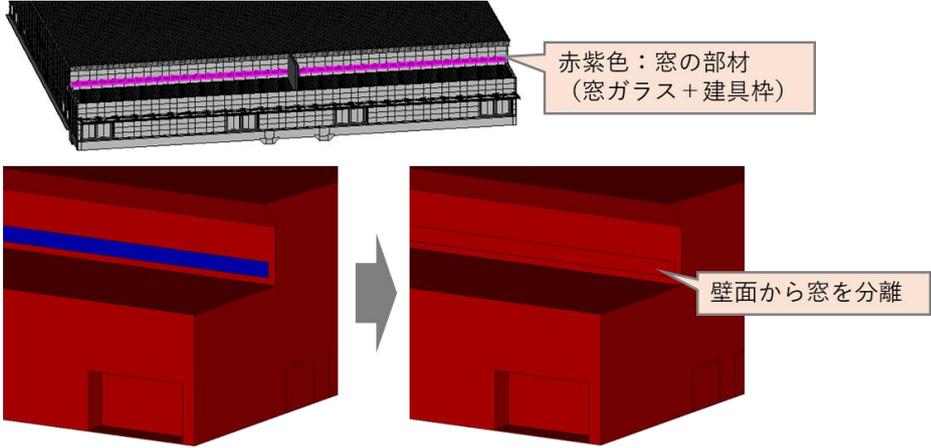
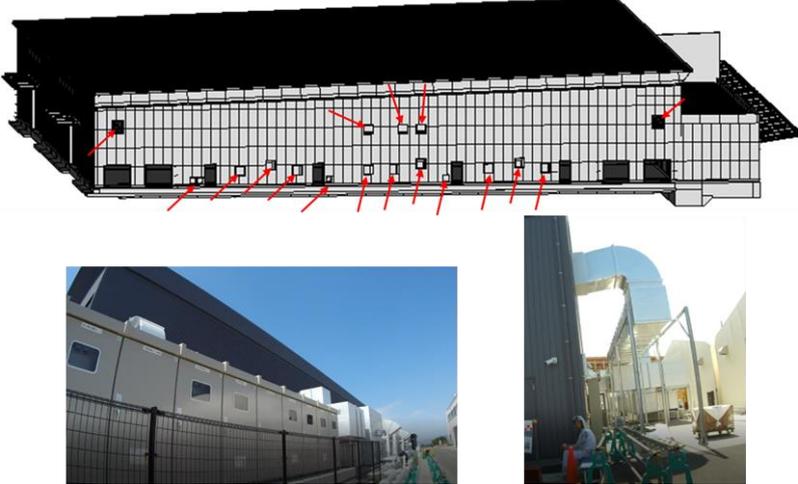
手順	説明
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 水平位置を合わせた後、建築物を真横から表示し明瞭な特徴点 1 点を合わせるようにして鉛直方向の位置合わせを行う。                     <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ BIM データが建築物の基礎部分を含む場合、地表面と地下の基礎部分を誤認しないよう、鉛直方向の位置合わせには明瞭な屋根面を基準とすることが望ましい。</li> </ul> </li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div>

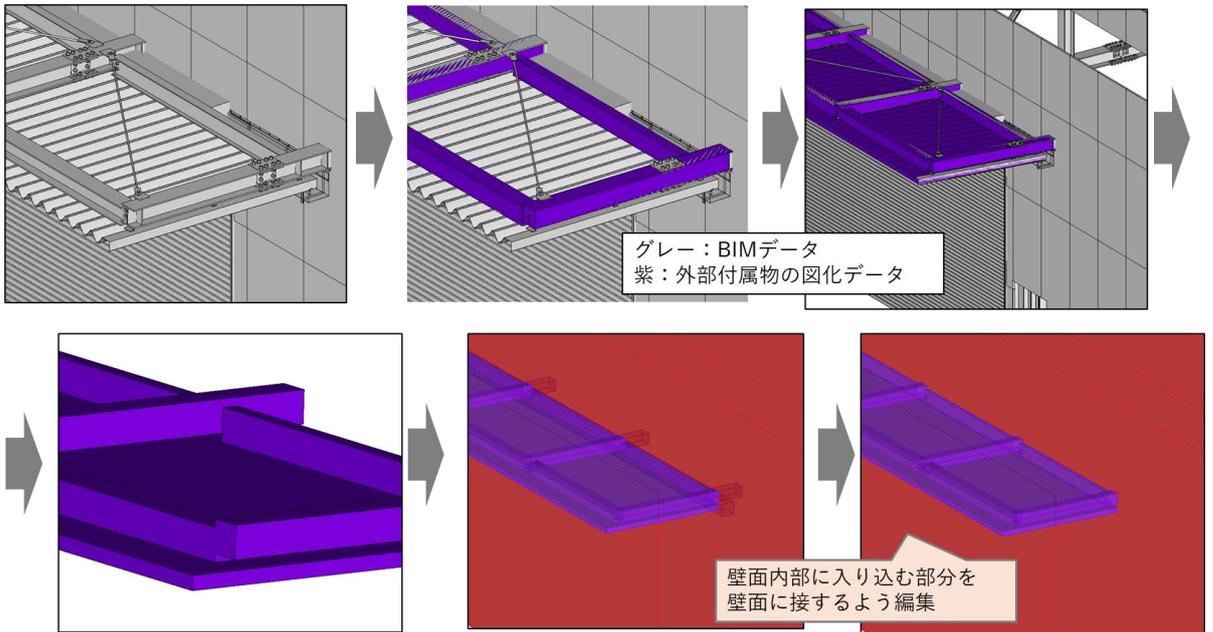
- BIM データの図化：建築物外観モデルの作成  
建物外観モデルの作成手順概要を、表 2-8 に示す。

表 2-8 建物外観モデルの作成手順概要

手順	説明
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 建築物モデルの底面（GroundSurface）の位置を確認する。                     <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 建築物屋内の床面（FloorSurface）と底面の高さを区別する必要がある。</li> </ul> </li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div>

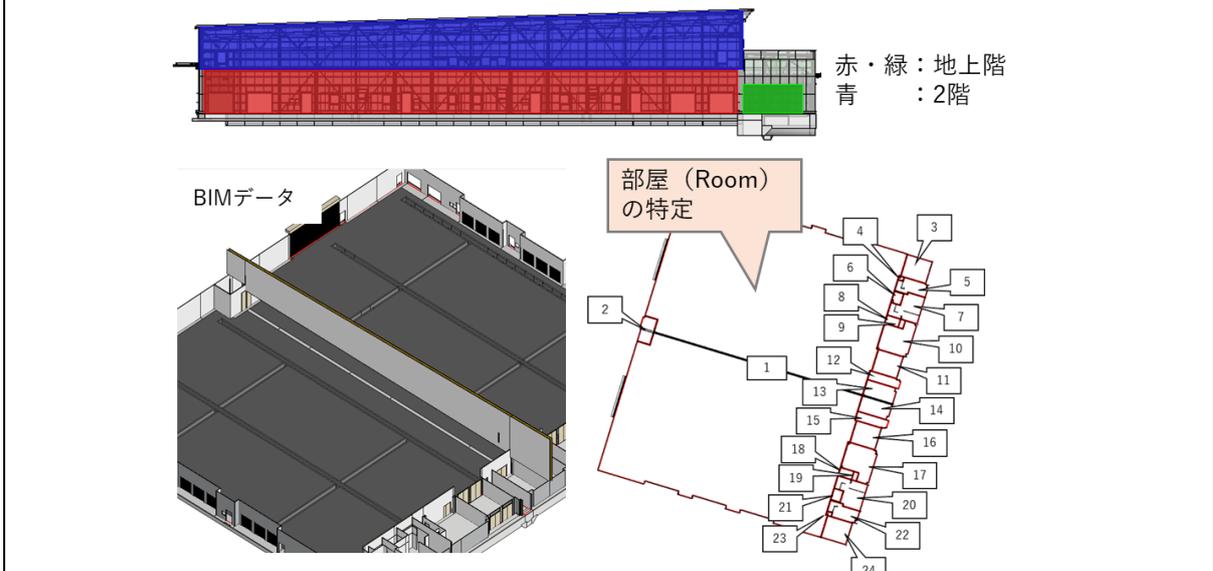
手順	説明
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>● BIM データを背景に LOD2 モデル相当のおおよその屋根面 (RoofSurface) 形状を作成する。</li> <li>● 手順 1 で確認した底面の高さに、屋根面の多角形をコピーする。</li> <li>● 屋根面の多角形と底面の多角形をつなぎ、LOD2 モデル相当の立体を作成する。</li> </ul> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 手順 2 で作成した LOD2 モデル相当の壁面を、LOD4 の外観の取得基準に合わせ編集 (不要な立体形状部分の除去等) する。             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 本作成実証では LOD3.1 の取得基準を採用した。</li> </ul> </li> </ul> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>

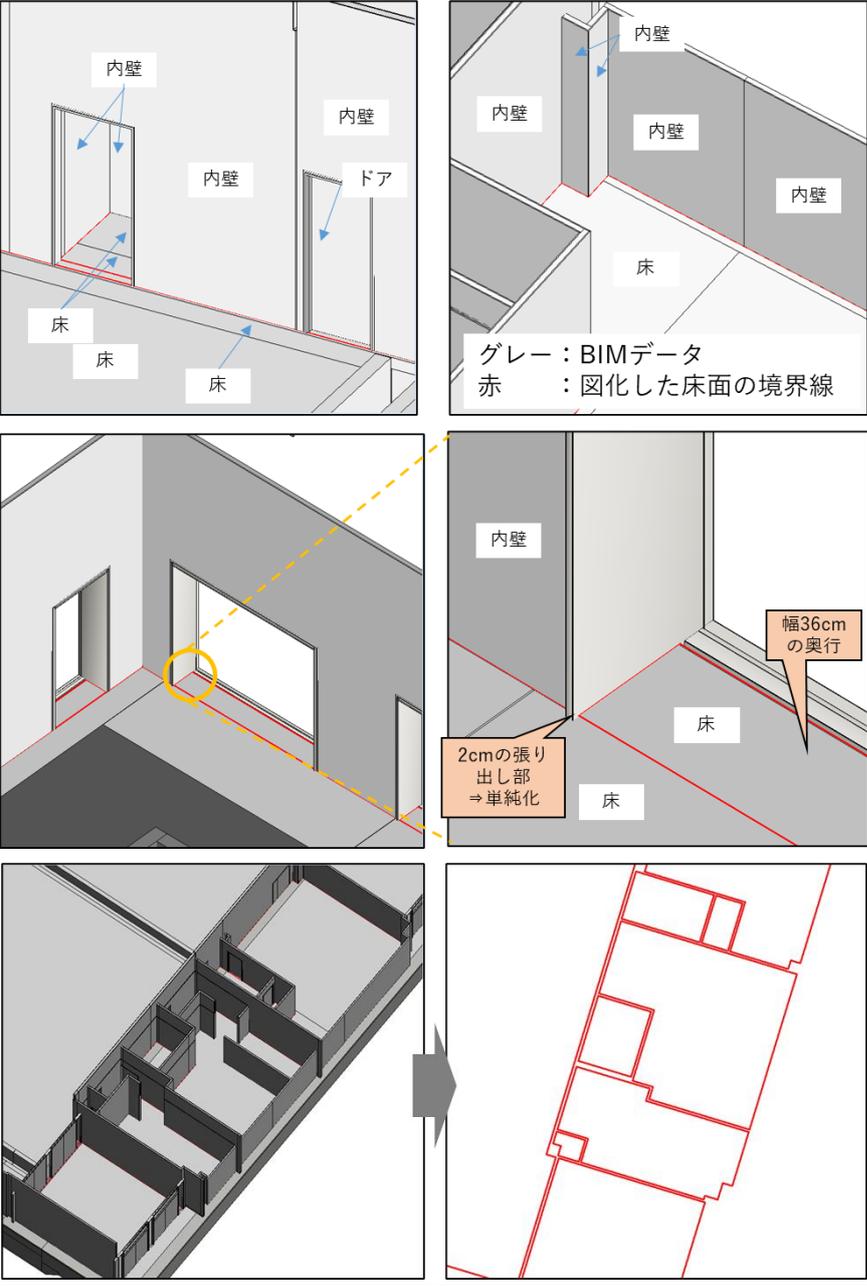
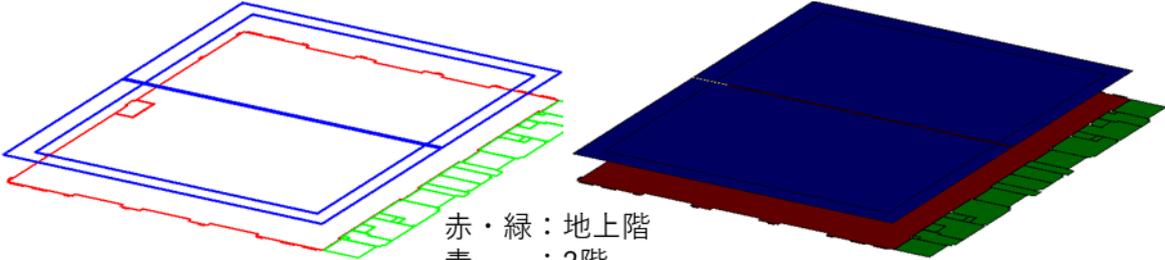
手順	説明
4	<p>● 扉までの奥行空間の立体形状を作成し、壁面を編集する。</p> 
5	<p>● 壁面上に存在する窓及び扉の範囲を多角形で入力し、壁面から分離する。</p>  <p>● BIM データの壁面には、窓や扉以外にも配管等の開口部もデータ化されており、窓又は扉と誤認識しないよう注意が必要となる⇒開口部に分類せず、壁面のままとした。</p> <p>➢ 現地の写真又は動画を撮影しておく判断の助けとなる。</p> 

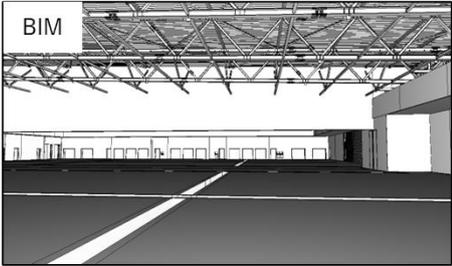
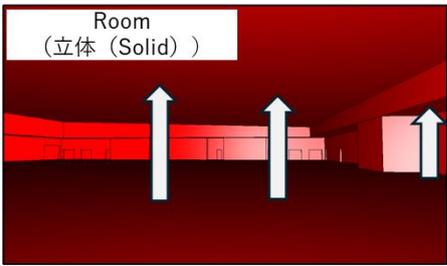
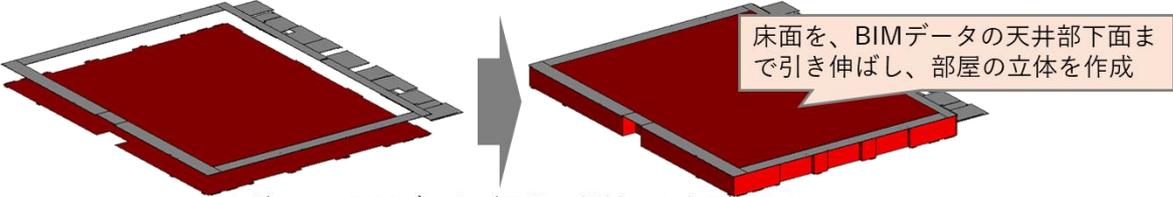
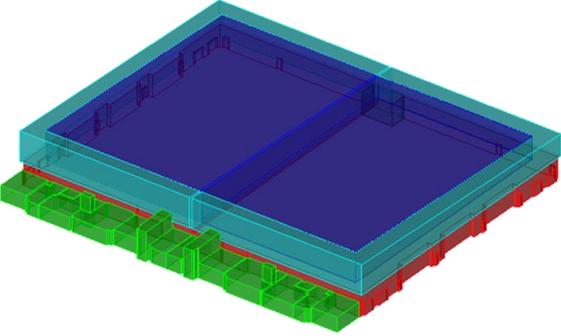
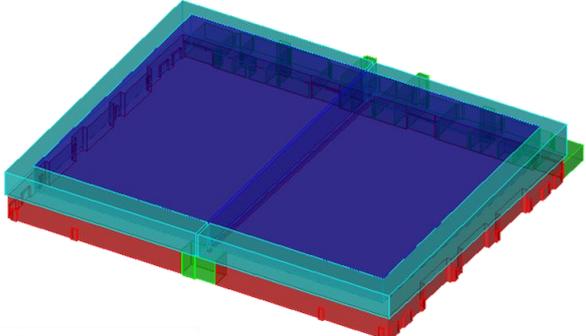
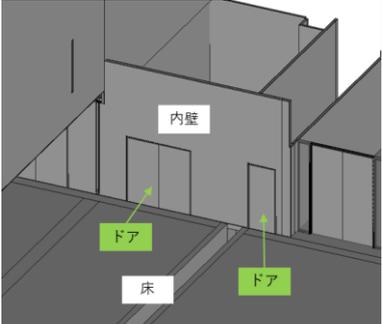
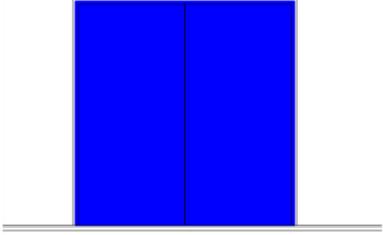
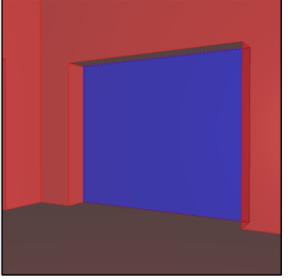
手順	説明
6	<p>● 屋外付属物（BuildingInstallation）は、ボルト等の細かな接続部材を省略し、四角柱等の立体形状を組み合わせて作成する。</p>  <p>グレー：BIMデータ 紫：外部付属物の図化データ</p> <p>壁面内部に入り込む部分を壁面に接するよう編集</p>

- BIM データの図化：建築物屋内モデルの作成  
建築物屋内モデルの作成手順概要を、表 2-9 に示す。

表 2-9 建築物屋内モデルの作成手順概要

手順	説明
1	<p>● BIM データを使い、屋内空間の階数及び部屋（Room）の把握を行う。</p>  <p>赤・緑：地上階 青：2階</p> <p>BIMデータ</p> <p>部屋 (Room) の特定</p>

手順	説明
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 手順 1 で確認した部屋割りを参考に、床面（FloorSurface）の範囲を図化する。</li> <li>● BIM データの内壁面と床面の接線で線形を取得する。</li> </ul>  <p>グレー：BIMデータ 赤：図化した床面の境界線</p> <p>幅36cmの奥行</p> <p>2cmの張り出し部 ⇒単純化</p>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 地上階と 2 階の床面（FloorSurface）を部屋ごとに作成する。</li> </ul>  <p>赤・緑：地上階 青：2階</p>

手順	説明
4	<p>● 手順3で作成した床面（FloorSurface）を、BIMデータの天井部下面まで引き伸ばし、部屋（Room）を作成する。</p> <p>➢ Room作成に合わせて、内壁面（InteriorWallSurface）及び天井面（CeilingSurface）に相当する面データが作られる。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="328 450 780 716">  <p>BIM</p> </div> <div data-bbox="810 450 1257 716">  <p>Room (立体 (Solid))</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>床面を、BIMデータの天井部下面まで引き伸ばし、部屋の立体を作成</p> <p>グレー：BIMデータ（天井の部材のみ表示） 赤：図化した床面</p> </div>
5	<p>● 手順4の作業を各部屋で繰り返し、建築物全体の部屋（Room）を作成する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;">   </div> <p>赤：地上階メインフロア 緑：地上階の細かく分けられた部屋 青：2階吹き抜けの空間 水色：2階高架通路</p>
6	<p>● BIMデータの部材情報に基づき、扉（Door）の形状を作成し、内壁面から分離していく。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;">    </div>

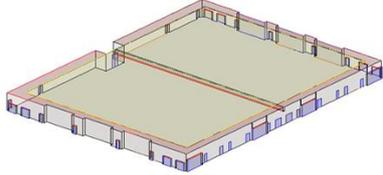
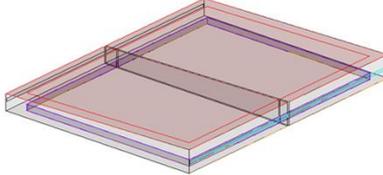
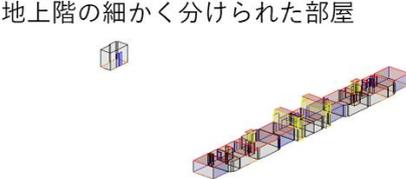
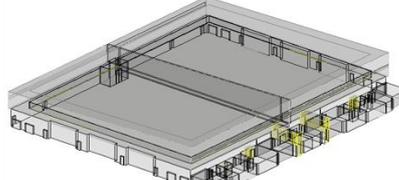
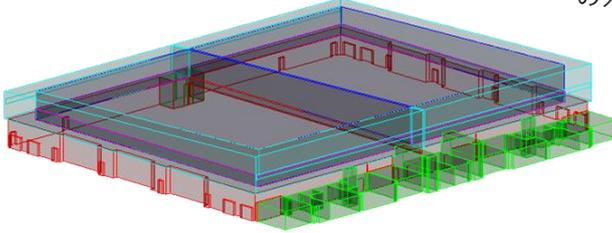
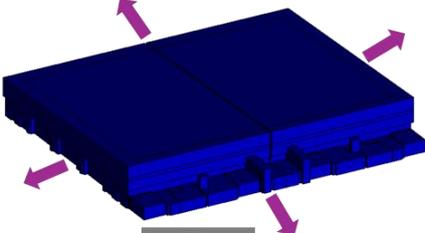
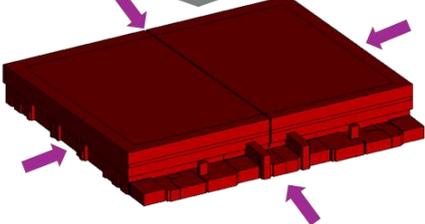
手順	説明
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>● BIM データの部材情報に基づき、窓 (Window) の形状を作成し、内壁面から分離していく。</li> <li>● 壁等に固定するような細かな部材まで存在するが窓の建具枠本体を窓の範囲とする。</li> </ul> <div data-bbox="300 338 1390 656" style="text-align: center;"> </div>
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 物理的な扉が存在しない部屋 (Room) 間の境界に、閉鎖面 (ClosureSurface) を作成し、立体 (Solid) を閉じる。</li> </ul> <div data-bbox="411 775 1206 1126" style="text-align: center;"> </div>

### 3. 構造化

構造化の作業手順概要を、表 2-10 に示す。

表 2-10 構造化の作業手順概要

手順	説明
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 建築物外観の図化データに地物の情報を付与する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 外観を構成する面データを、屋根面 (RoofSurface)、壁面 (WallSurface)、底面 (GroundSurface)、屋外天井面 (OuterCeilingSurface)、屋外床面 (OuterFloorSurface)、窓 (Window)、扉 (Door) 又は屋外付属物 (BuildingInstallation) に分類する。</li> </ul> </li> </ul> <div data-bbox="363 1659 1315 1899" style="text-align: center;"> </div>

手順	説明
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 建築物屋内の図化データに地物の情報を付与する。                     <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 屋内を構成する面データを、天井面 (CeilingSurface)、内壁面 (InteriorSurface)、床面 (FloorSurface)、閉鎖面 (ClosureSurface)、窓 (Window)、扉 (Door) 又は屋内付属物 (IntBuildingInstallation) に分類する。</li> </ul> </li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>地上階メインフロア</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>2階</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>地上階の細かく分けられた部屋</p>  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 建築物屋内を構成する天井面 (CeilingSurface)、内壁面 (InteriorWallSurface) 及び床面 (FloorSurface) の表側 (法線ベクトル) は、3D 都市モデル標準製品仕様書の定義に基づき、部屋 (Room) の内側に向かなければならない。</li> <li>● 部屋 (Room) を構成する面の表側 (法線) が外側を向いている場合は、法線が建築物屋内を向くように面の向きを反転させる。</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 45%;"> <p>部屋 (Room) の外観</p>  </div> <div style="width: 45%;"> <p>青：法線が外側を向いている面 (建築物の外側から見たときに表面が見える)</p>  </div> </div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> <p>反転させる</p>  </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 45%;"> <p>● 部屋 (Room) を構成する面が、建築物の外側から見たとき表面になっている場合は、表面 (法線) が建築物屋内を向くように面の向きを反転させる (外側から見ると、面の裏側が見えるようになる)。</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>赤：法線が内側を向いている面 (建築物の外側から見たときに裏面が見える)</p>  </div> </div>

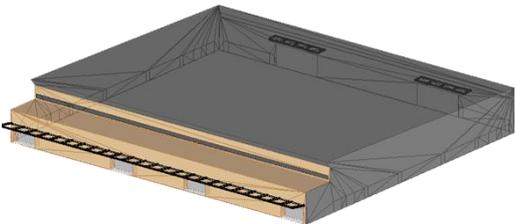
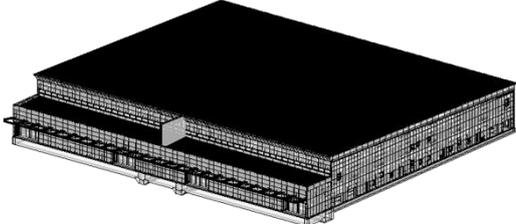
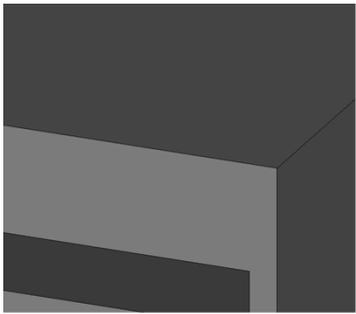
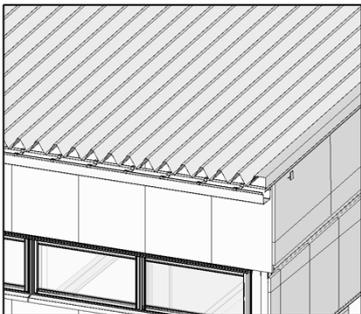
4. 符号化及び品質評価

符号化及び品質評価の工程は、BIM データを活用した建築物 LOD4 モデルの作成を含む、さまざまな手法に共通する作業工程であるため、本技術検証レポートでは詳細を省略する。なお、これらの工程は「3D 都市モデル標準作業手順書<sup>3)</sup>」に準じて実施した。

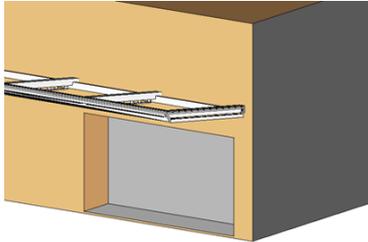
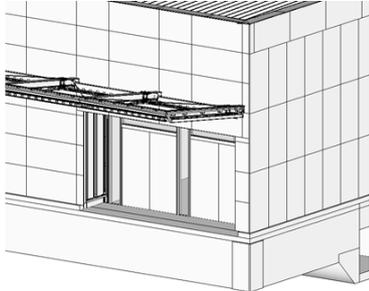
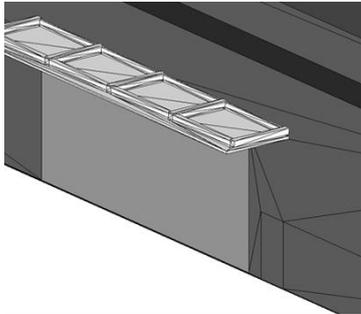
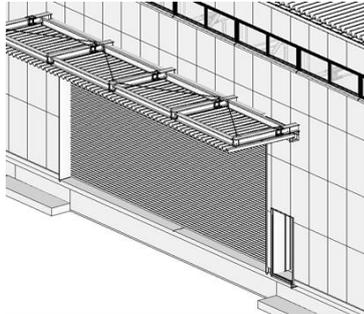
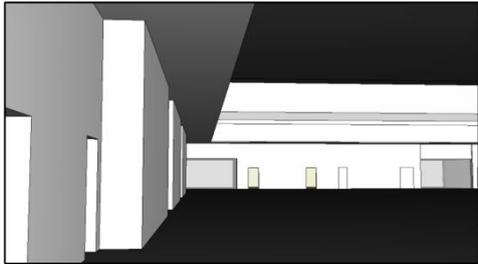
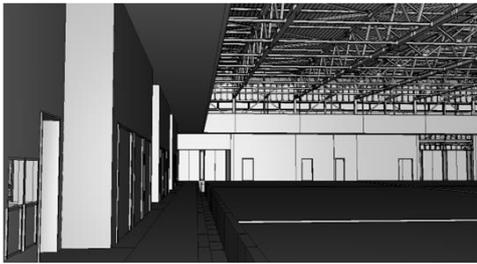
5. BIM データを基に作成した建築物 LOD4 モデルの成果概要

本作成実証で作成した建築物 LOD4 モデルの概要を、BIM データとの比較を交えて表 2-11 に示す。

表 2-11 BIM データを基に作成した建築物 LOD4 モデルの成果概要

建築物 LOD4 モデルの成果概要	
<p>外観</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>BIM データは微細な部材形状を持つため、全ての部材の凹凸を精緻に図化するのではなく、一定の単純化を行うことで、ジオメトリのエラー発生やデータ作成コストの増大を抑えることができる。</li> <li>ただし、単純化の基準はユースケースの要件を考慮する必要がある。</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>建築物LOD4モデル</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>BIMデータ</p> </div> </div>	
<p>屋根</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>屋根の折板（波形状）の高さの差は 15cm 程度なので表現せず単純化した。</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>建築物LOD4モデル</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>BIMデータ</p> </div> </div>	

<sup>3)</sup> <https://www.mlit.go.jp/plateadocument02/>

建築物 LOD4 モデルの成果概要	
扉	<ul style="list-style-type: none"> <li>● BIM データでは扉の建具枠まで確認できるが、BIM データ上の扉に分類されている範囲を、建築物 LOD4 モデルとしてデータ化した。</li> <li>● 地下の基礎部分も BIM データでは確認できるが、地表面から上をデータ化した。</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>建築物LOD4モデル</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>BIMデータ</p> </div> </div>
屋外付属物 (ひさし部分)とシャッター	<ul style="list-style-type: none"> <li>● BIM データがあるため、ひさし部分を細かな形状で容易に図化することができた。</li> <li>● シャッター部は、扉 (Door) で取得した。</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>建築物LOD4モデル</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>BIMデータ</p> </div> </div>
屋内	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 原則 25cm 以上の凹凸部を対象に、床、内壁面及び天井面を図化した。</li> <li>● 天井の折板表現は行わず、また天井下の鉄骨は本作成実証では省略した。</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>建築物LOD4モデル</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>BIMデータ</p> </div> </div>

## 2-4-2. 測量（3次元点群データ）による建築物 LOD4 モデル作成

BIM データを活用した建築物 LOD4 モデル作成における図化作業の能率及び整備コストを比較するために、現地測量で取得した 3次元点群データを図化し、建築物 LOD4 モデルの作成実証を行った。

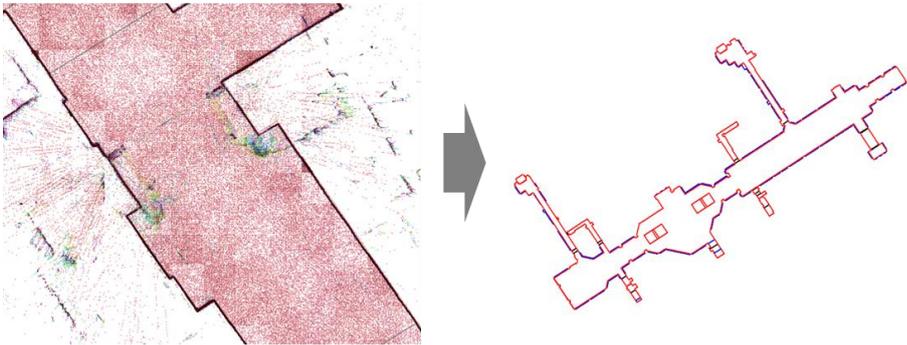
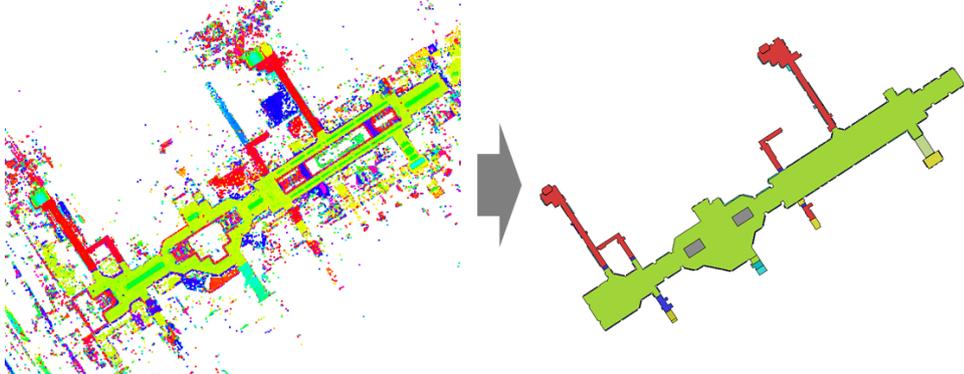
ここでは、建築物の外観及び屋内の作成に 3次元点群データを活用した「ランドマークプラザ」の図化工程の概要を示す。

なお、3次元点群データの図化手法の詳細に関する技術検証レポートは、「3D 都市モデル LOD3 データ作成実証レポート<sup>4</sup>」として公開されている。

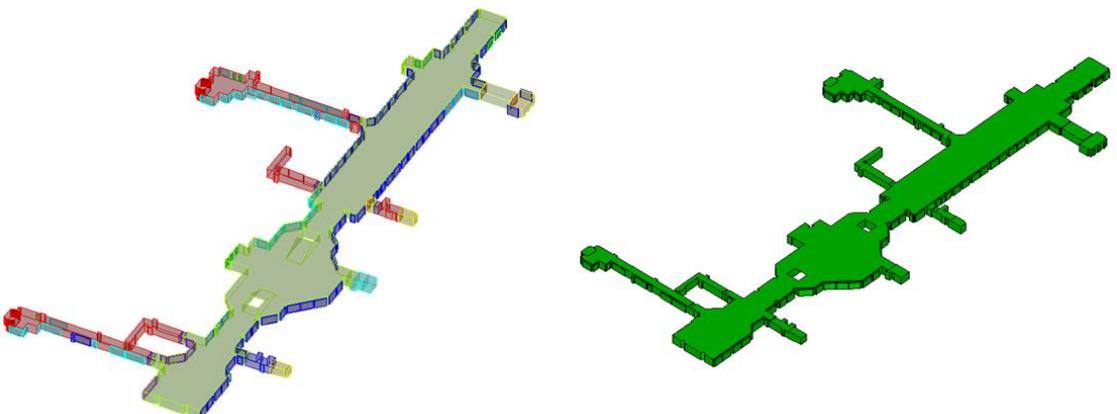
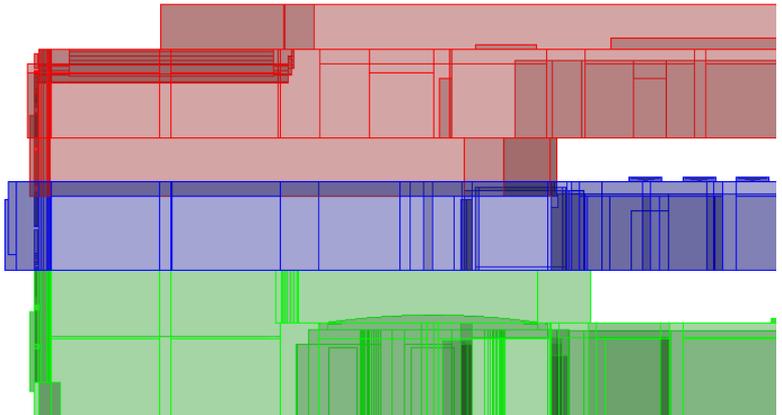
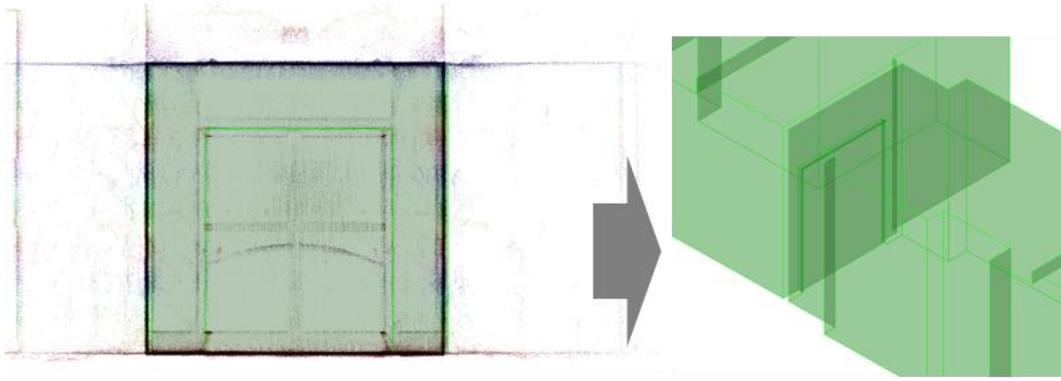
### ● 建築物屋内モデルの作成

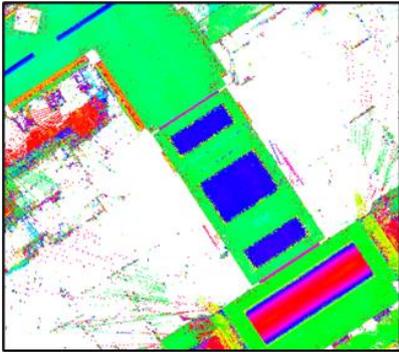
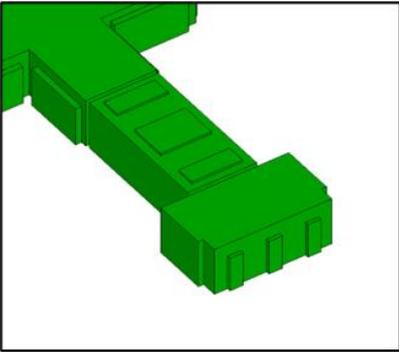
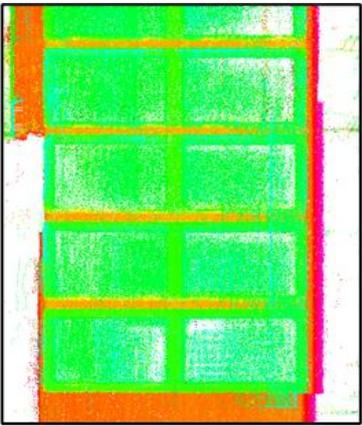
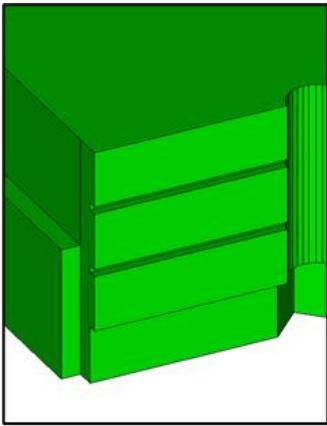
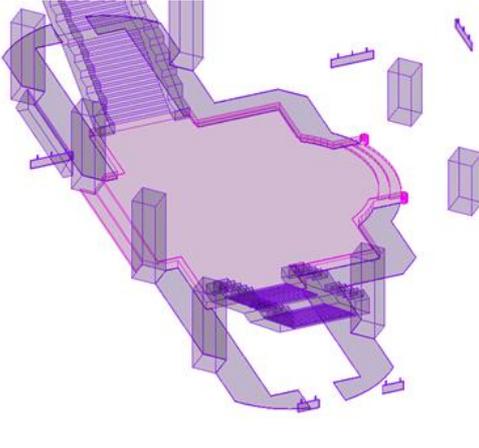
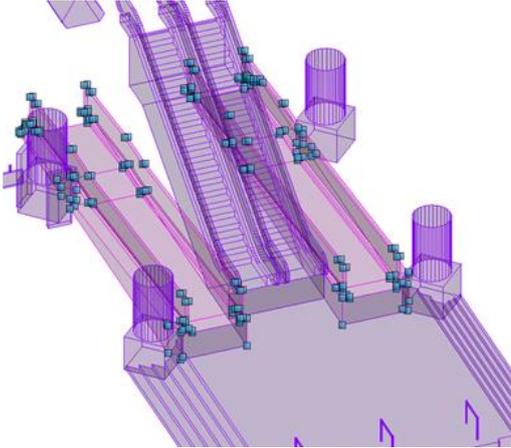
3次元点群データによる建築物 LOD4 屋内モデルの作成手順概要を、表 2-12 に示す。

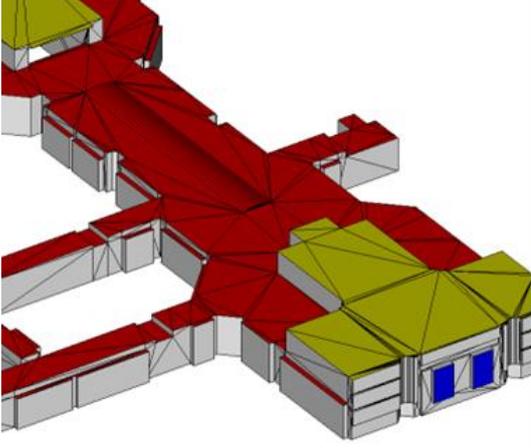
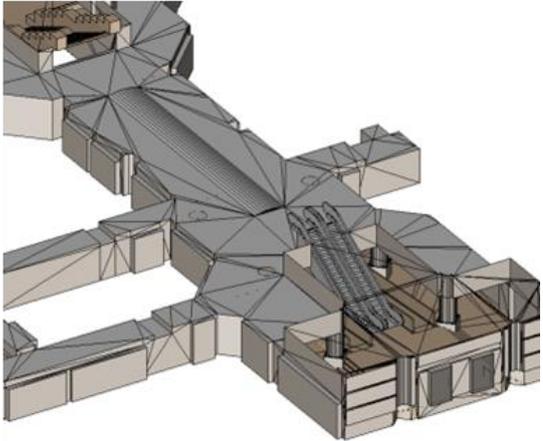
表 2-12 3次元点群データによる建築物 LOD4 屋内モデルの作成手順概要

手順	説明
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 各階フロアの床面（FloorSurface）形状を作成する。                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 3次元点群データに加え、各階フロアの平面図も参照した。</li> </ul> </li> </ul> 
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 天井の高さの違いに応じて、床面（FloorSurface）を区切る。</li> </ul> 

<sup>4</sup> [https://www.mlit.go.jp/plateau/file/libraries/doc/plateau\\_tech\\_doc\\_0003\\_ver01.pdf](https://www.mlit.go.jp/plateau/file/libraries/doc/plateau_tech_doc_0003_ver01.pdf)

手順	説明
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 床面を天井の高さまで引き伸ばし部屋 (Room) の立体 (Solid) を作成する。</li> </ul> 
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 各階フロアの部屋 (Room) を作成する。</li> <li>● 吹き抜け部には、階層を区切るために閉鎖面 (ClosureSurface) を追加する。</li> </ul> 
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 扉 (Door) の形状を取得し、部屋 (Room) の構成面から分離する。</li> </ul>  <p data-bbox="510 1803 742 1848">3次元点群データ</p> <p data-bbox="1037 1803 1308 1848">建築物LOD4モデル</p>

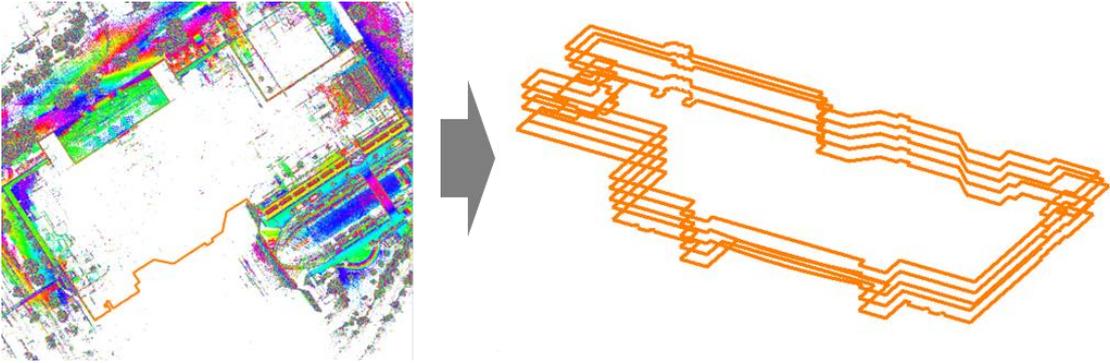
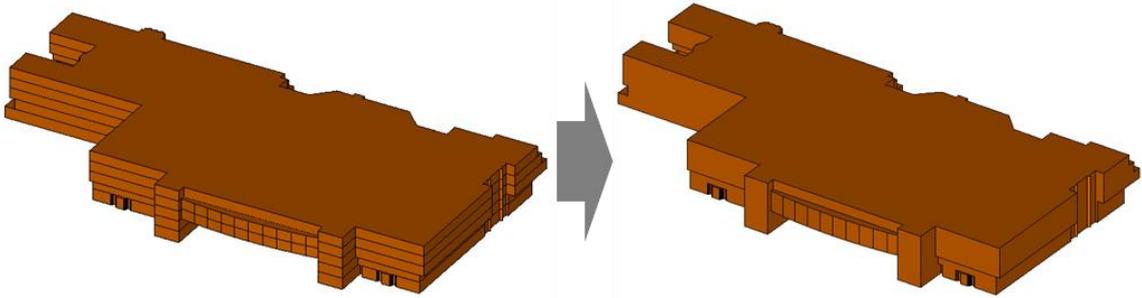
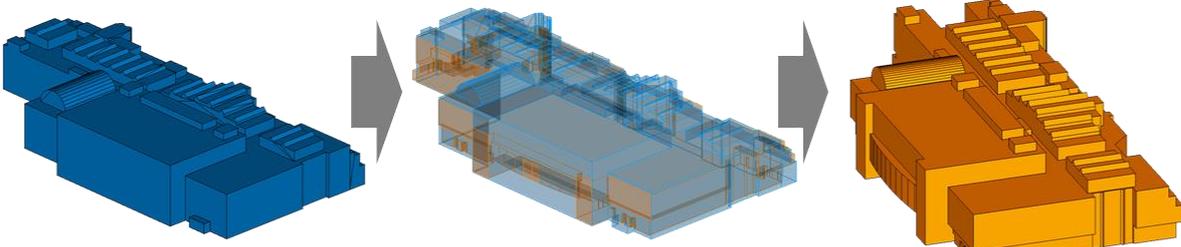
手順	説明
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 天井面 (CeilingSurface) の凹凸を編集する。</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <span data-bbox="483 663 699 696">3次元点群データ</span> <span data-bbox="975 663 1222 696">建築物LOD4モデル</span> </div>
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 内壁面 (InteriorWallSurface) の凹凸を編集する。</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <span data-bbox="459 1223 703 1256">3次元点群データ</span> <span data-bbox="970 1223 1241 1256">建築物LOD4モデル</span> </div>
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 階段やエスカレーター、柱などの屋内付属物 (IntBuildingInstallation) を編集する。</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div>

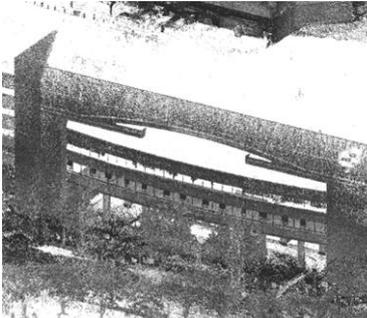
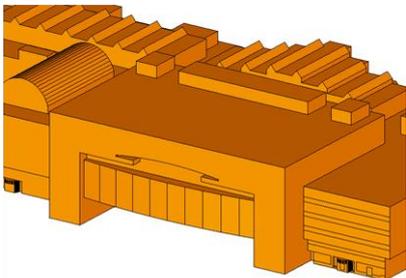
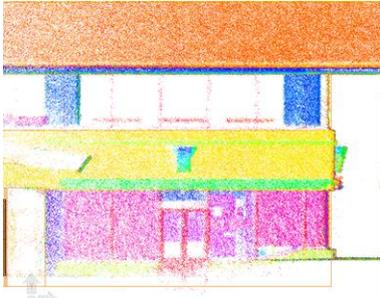
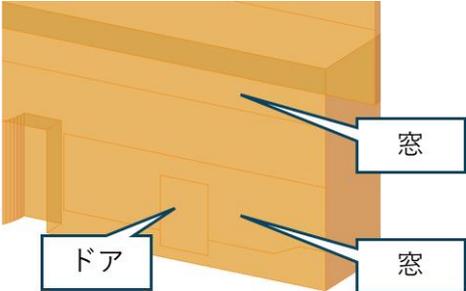
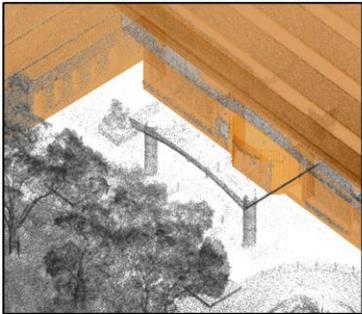
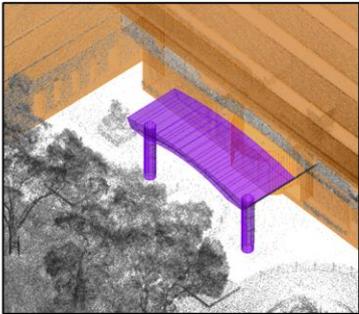
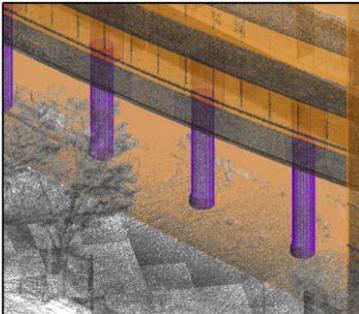
手順	説明
9	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 地物情報を付与し、屋内モデルを構造化する。</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>

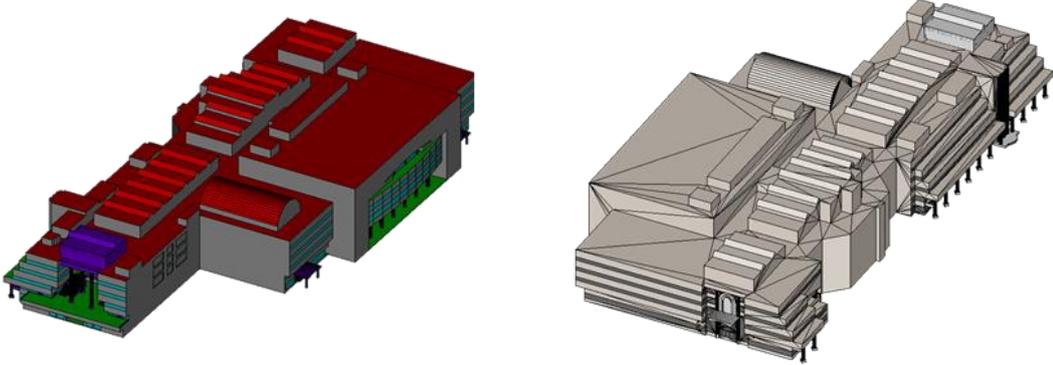
● 建築物外観モデルの作成

3次元点群データによる建築物 LOD4 外観モデルの作成手順概要を、表 2-13 に示す。

表 2-13 3次元点群データによる建築物 LOD4 外観モデルの作成手順概要

手順	説明
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 3次元点群データ及び平面図を参照し、建築物外観の外周ラインを作成する。                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 高さは、屋内モデルで作成した床面（FloorSurface）の高さで入力した。</li> </ul> </li> </ul> 
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 手順1で作成した外周ラインを上層階の高さまで立ち上げる。</li> <li>● 壁面（WallSurface）は、階ごとに分離する必要はないので統合する。</li> </ul> 
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 地上からのレーザ測量では計測できない屋根面の高さ及び形状は、航空写真から作成した建築物 LOD2 モデルの形状を参考に編集する。</li> </ul>  <p style="text-align: center;"> <span style="margin-right: 150px;">建築物LOD2モデル</span> <span style="margin-right: 150px;">屋根面編集中の建築物 LOD4外観モデル</span> <span>建築物LOD4外観モデル</span> </p>

手順	説明
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 壁面 (WallSurface) の凹凸を編集する。</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>3次元点群データ</p> </div> <div style="font-size: 2em;">➔</div> <div style="text-align: center;">  <p>建築物LOD4モデル</p> </div> </div>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 扉 (Door) 及び窓 (Window) の形状を作成し、壁面から分離する。</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>3次元点群データ</p> </div> <div style="font-size: 2em;">➔</div> <div style="text-align: center;">  <p>建築物LOD4モデル</p> </div> </div>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ひさしや柱などの屋外付属物 (BuildingInstallation) を作成する。</li> </ul> <div style="display: flex; flex-direction: column; justify-content: space-around;"> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>3次元点群データ</p> </div> <div style="font-size: 2em;">➔</div> <div style="text-align: center;">  <p>建築物LOD4モデル</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>3次元点群データ</p> </div> <div style="font-size: 2em;">➔</div> <div style="text-align: center;">  <p>建築物LOD4モデル</p> </div> </div> </div>

手順	説明
7	<ul style="list-style-type: none"><li>● 地物情報を付与し、構造化する。</li></ul> 

### 3. 作業手法に関する考察

BIM データを活用した建築物 LOD4 モデルの図化作業に関する観点から、主な論点、課題及びその対処方法を整理した。

#### 1) BIM データの入手・確認

BIM データ活用の効果と使用時に生じる課題について整理した。

- 3次元点群データは、当該建築物周辺の障害物の有無によって、地物取得の完全性に課題が生じる。一方、BIM データを活用することで、この課題を解決できる。

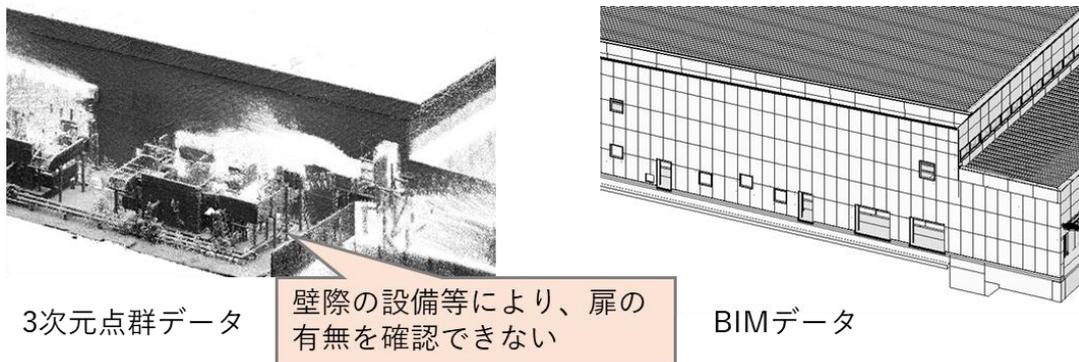


図 3-1 3次元点群データと BIM データの比較

- ただし、設計段階の BIM データは、実際の施工結果と異なる場合があります。また、一部の地物の分類が難しいことがある。そのため、図化作業を行う前に現地写真や動画を撮影し、補助資料として活用することが有効である。

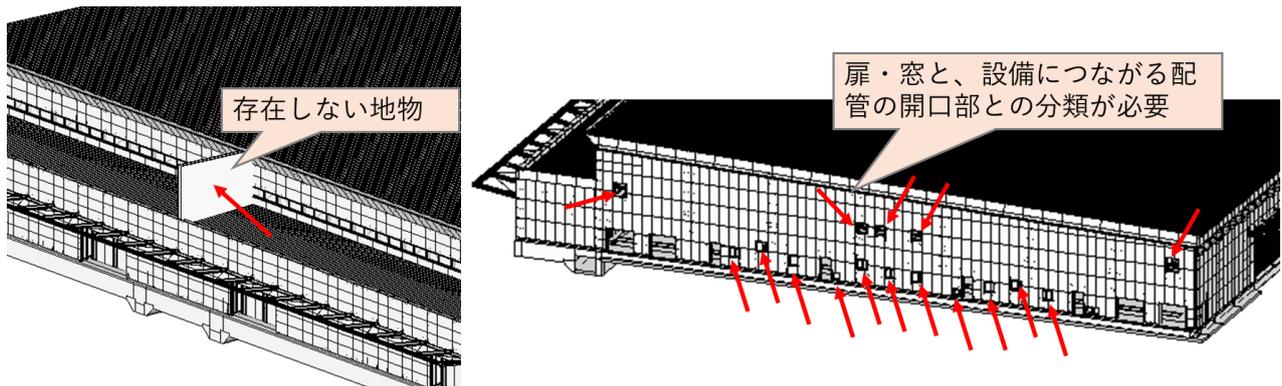


図 3-2 BIM データ活用時の課題

#### 2) BIM データの位置合わせ

BIM データの位置合わせに関する論点について整理した。

- 「3D 都市モデル整備のための BIM 活用マニュアル」では、BIM データの位置合わせに使用する位

位置基準データとして、国土地理院が提供する「基盤地図情報」と既存の「3D 都市モデル」を活用する方法を示している。しかし、本調査の実証エリアである万博会場は新たな造成が進行しているため、これらの既存の位置基準データが存在しなかった。そのため、本調査では、測量による建築物 LOD4 モデルの作成実証のために取得した 3 次元点群データを位置基準として使用した。既存の位置基準データがない場合には、別途測量作業が必要となる点に留意が必要である。

- BIM データの地図情報レベルは、位置合わせに使用する位置基準データの位置正確度に依存する。本調査では、地図情報レベル 500 相当（誤差：標準偏差 25cm 以内）の 3 次元点群データを使用した。基盤地図情報を位置基準データとする場合、地図情報レベル 2500（誤差：標準偏差 1.75m 以内）相当の品質となる。したがって、位置基準データの選定にあたっては、最終的な利用目的に応じた品質要件を考慮する必要がある。

### 3) 図化

BIM データ及び 3 次元点群データを用いて作成した建築物 LOD4 外観モデルを比較し、その違いを整理した。

- 3 次元点群データを用いた図化は、図化オペレータの技能（3 次元点群データから対象物を正しく効率的に識別する技術）が求められる。一方、BIM データを用いた図化では、対象物の形状が事前に明確であるため、このような専門的な識別技術は必要とならない。
- ただし、細かな部材の細部まで確認できるため、どの部材を取得するのか、どこまでを表現するのかの取得基準を事前に決めることが重要となる。

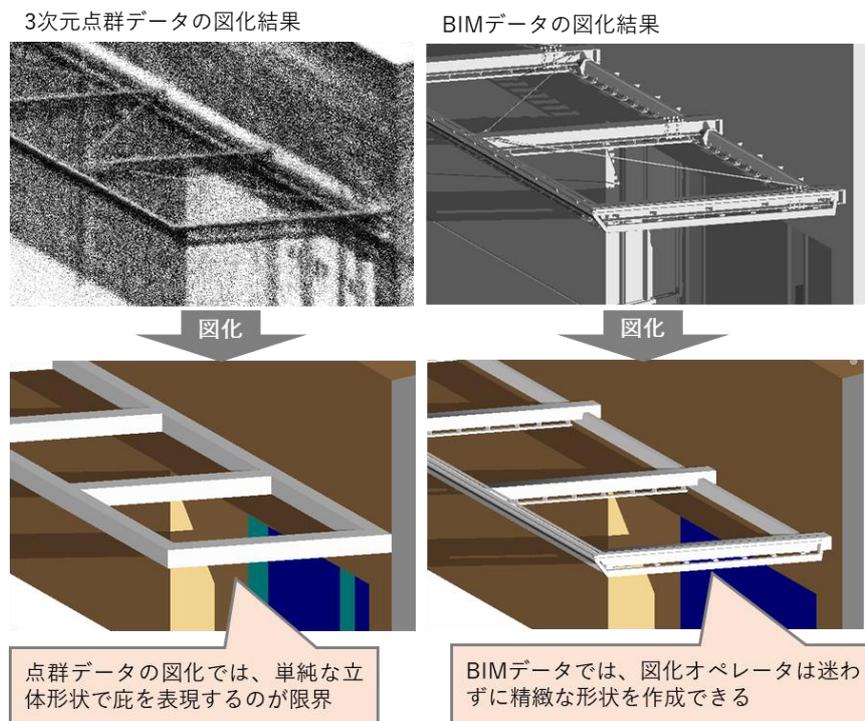


図 3-3 図化手法の比較

4) 品質

BIM データ及び 3 次元点群データを用いて作成した建築物 LOD4 外観モデルの明瞭な特徴箇所（22 か所）を選定し、座標値を比較した。

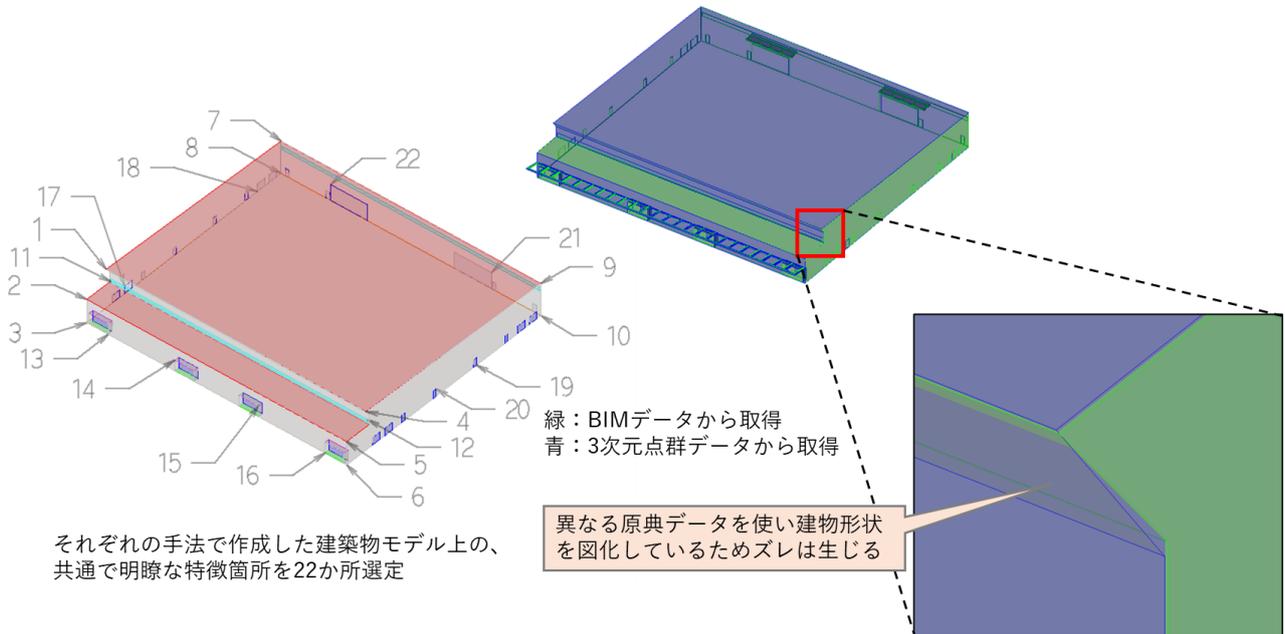


図 3-4 BIM データ及び 3 次元点群データを用いて作成した建築物 LOD4 外観モデルの比較箇所

- 座標値の比較結果は、次のとおりとなった。
  - 水平方向の誤差（標準偏差）：8cm
  - 鉛直方向の誤差（標準偏差）：10cm
- 設計図面や竣工（しゅんこう）図面などの測量に基づかない BIM データから作成した建築物モデルであっても、十分な位置正確度を有する建築物 LOD4 モデルを作成できることを確認した。
  - BIM データの図化による建築物モデル作成では、設計データ（本調査で利用した BIM データの詳細度は LOD400）が持つ精度を大きく劣化させることなく、3D 都市モデルの品質要求を満足する建築物モデルを作成できることを確認した。
- 測量（3 次元点群データ）による図化手法と並び、既存の BIM データを活用した図化手法も、建築物 LOD4 モデル作成の有効な選択肢としてなり得ることを確認した。
- ただし、BIM データは設計段階のデータであり、測量行為を伴わず作成される。そのため、「3D 都市モデル整備のための測量マニュアル<sup>5</sup>」に整理されているとおり、BIM データの図化によって作成した建築物 LOD4 モデルは、測量法上の公共測量成果には該当しない点に注意が必要である。

表 3-1 に座標値の比較結果の詳細を示す。

<sup>5</sup> [https://www.mlit.go.jp/plateau/file/libraries/doc/plateau\\_doc\\_0010\\_ver03.pdf](https://www.mlit.go.jp/plateau/file/libraries/doc/plateau_doc_0010_ver03.pdf)

表 3-1 座標値の比較結果

点名	地物名	LOD	地図情報レベル	検証点(m) ※BIM			計測点(m) ※点群			残差(m)		備考
				X	Y	H	x	y	h	Δxy	Δh	
1	建築物	3.1	500	-56891.554	-149718.502	20.602	-56891.542	-149718.479	20.623	0.03	0.02	
2	建築物	3.1	500	-56885.406	-149720.371	16.263	-56885.371	-149720.355	16.245	0.04	-0.02	
3	建築物	3.1	500	-56885.406	-149720.371	9.641	-56885.371	-149720.355	9.486	0.04	-0.15	
4	建築物	3.1	500	-56870.390	-149648.888	20.602	-56870.395	-149648.911	20.623	0.02	0.02	
5	建築物	3.1	500	-56864.241	-149650.757	16.263	-56864.224	-149650.787	16.245	0.03	-0.02	
6	建築物	3.1	500	-56864.241	-149650.757	9.641	-56864.224	-149650.787	9.486	0.03	-0.15	
7	建築物	3.1	500	-56947.032	-149701.635	18.852	-56947.123	-149701.583	18.880	0.11	0.03	
8	建築物	3.1	500	-56947.032	-149701.635	9.641	-56947.123	-149701.583	9.486	0.11	-0.15	
9	建築物	3.1	500	-56925.867	-149632.022	18.852	-56925.976	-149632.015	18.880	0.11	0.03	
10	建築物	3.1	500	-56925.867	-149632.022	9.641	-56925.976	-149632.015	9.486	0.11	-0.15	
11	建築物	3.1	500	-56892.456	-149717.820	16.619	-56892.441	-149717.788	16.457	0.04	-0.16	
12	建築物	3.1	500	-56871.519	-149648.952	17.409	-56871.527	-149648.985	17.457	0.03	0.05	
13	建築物	3.1	500	-56883.638	-149714.556	9.701	-56883.599	-149714.523	9.546	0.05	-0.16	
14	建築物	3.1	500	-56878.230	-149696.768	12.701	-56878.224	-149696.843	12.686	0.07	-0.02	
15	建築物	3.1	500	-56871.417	-149674.361	12.701	-56871.392	-149674.365	12.686	0.03	-0.02	
16	建築物	3.1	500	-56866.009	-149656.572	9.701	-56866.008	-149656.654	9.546	0.08	-0.16	
17	建築物	3.1	500	-56897.398	-149716.725	11.801	-56897.404	-149716.697	11.784	0.03	-0.02	
18	建築物	3.1	500	-56939.496	-149703.926	9.701	-56939.638	-149703.859	9.584	0.16	-0.12	
19	建築物	3.1	500	-56905.368	-149638.254	9.701	-56905.383	-149638.275	9.640	0.03	-0.06	
20	建築物	3.1	500	-56892.547	-149642.152	11.801	-56892.562	-149642.173	11.740	0.03	-0.06	
21	建築物	3.1	500	-56929.915	-149645.335	14.201	-56929.996	-149645.240	14.182	0.13	-0.02	
22	建築物	3.1	500	-56942.984	-149688.322	9.701	-56943.101	-149688.350	9.682	0.12	-0.02	
地図情報レベルと許容範囲(m)				2500		xy:1.75	最大較差	—	—	標準偏差		$\sqrt{\frac{\sum(\Delta xy)^2}{n-1}}$ $\sqrt{\frac{\sum(\Delta H)^2}{n-1}}$
						h:0.66	標準偏差	—	—			
				1000		xy:0.70	最大較差	—	—			
						h:0.33	標準偏差	—	—			
				500		xy:0.25	最大較差	0.16	0.16			
						h:0.25	標準偏差	0.08	0.10			

5) 能率・コスト

万博会場内の施設及びランドマークプラザの作成実証を通じ計測した作業能率に基づき、BIM データ及び 3 次元点群データを用いた建築物 LOD4 モデルの図化作業にかかる整備コストを算定した。なお、算定対象とする建築物は「万博会場内の施設」とした。

表 3-2 BIM データを活用した建築物（万博会場内の施設）LOD4 モデル作成の整備コスト

BIM データを活用した建築物 LOD4 モデルの図化作業		作業 日数	整備コスト (概算)
事前の準備作業	BIM データの確認	1	¥70,000
	現地写真撮影	0.5	¥40,000
	BIM データの位置合わせ	0.5	¥40,000
図化	建築物外観モデルの図化	2	¥170,000
	建築物屋内モデルの図化	6	¥500,000
合計		10	¥820,000

表 3-3 3 次元点群データを活用した建築物（万博会場内の施設）LOD4 モデル作成の整備コスト

3 次元点群データを活用した建築物 LOD4 モデルの図化作業		作業 日数	整備コスト (概算)
3 次元点群データ計測	建築物外観の計測	2	¥210,000

3次元点群データを活用した 建築物 LOD4 モデルの図化作業		作業 日数	整備コスト (概算)
(地上レーザ測量)	建築物屋内の計測	4*	¥420,000*
	標定点測量	2	¥170,000
	3次元点群データ生成	2	¥170,000
図化	建築物外観モデルの図化	3	¥250,000
	建築物屋内モデルの図化	10*	¥840,000*
合計		23	¥2,060,000

\*ランドマークプラザの作業実績（能率）を基に、万博会場内の施設に適用した試算値

表 3-2 及び表 3-3 から、次のとおり、BIM データ活用した図化手法の優位性を整理した。

- 今回の作成実証では、BIM データを活用した場合、3次元点群データを活用する場合と比較して、約 60% のコスト低減が確認された。
  - BIM データには設計情報が含まれているため、地物の形状識別が容易であり、図化作業の効率が向上する。
  - また、現地計測（測量）作業の負担が軽減されることも、コスト低減の大きな要因となる。
- 建築物の構造が複雑になるほど、BIM データを活用した図化手法の優位性が高まる。
  - 3次元点群データから複雑な建築物の構成要素を識別する作業は、難易度が高い。
  - さらに、建築物の複雑さに比例して、3次元点群データによる形状取得の作業能率も低下する。
- 整備対象範囲が広がるほど、BIM データを活用した図化手法の優位性がさらに強まる。
  - 3次元点群データを活用する場合は、現地計測作業の比率が高まり、さらに図化作業の負荷も大きくなる。

## 4. 成果と課題

### 4-1. 本調査で得られた成果

本調査を通じ、BIM データを活用した建築物 LOD4 モデル作成手法を確立した。また、図化作業の能率及び整備コストについて、3次元点群データを用いた場合と比較することで、その有用性を確認した。

本調査で得られた技術的考察を、表 4-1 に示す。

表 4-1 本調査で得られた技術的考察

評価の観点		調査を通じ得られたポイント
1	BIM データの入手・確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>● BIM データの「LOD」及び「作成時期」を確認することが望ましい。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 今回使用した「LOD」は 400（細部構造や配筋も含め、正確に表現したモデル）、「作成時期」は竣工（しゅんこう）前の完成形に近いモデルであったため、現況とほぼ同等の建築物 LOD4 モデルの作成が可能であった。</li> </ul> </li> <li>● BIM データの図化作業前に現地の写真又は動画を撮影することを推奨する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 設計段階の BIM データは、実際の建築物と差異が生じる可能性があるため、現地の写真や動画と比較しながら図化することで、作業中の疑問点を解消しやすくなる。</li> <li>➢ また、BIM 部材の識別の補助としても活用できる（例：「窓」と「設備のための開口部」の区別）。</li> </ul> </li> </ul>
2	BIM データの位置合わせ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● BIM データ（任意座標）の位置正確度は、位置合わせに使用する位置基準データの品質（地図情報レベル）に依存する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 今回は地図情報レベル 500 相当の 3次元点群データを位置基準データとして使用したため、3次元点群データと同等の位置正確度を確保することができた。</li> <li>➢ 例えば、基盤地図情報を位置基準データに使用すると、BIM データの位置正確度は、地図情報レベル 2500 相当となる（建築物の部材間の相対位置は正確だが、地球上の位置に対する絶対位置の品質は BIM データだけでは決まらない）。</li> </ul> </li> <li>● 位置合わせは、平面位置と鉛直位置をそれぞれ合わせ、BIM データを現実世界の測量座標上に配置する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 水平方向の位置合わせ：明瞭な特徴点 3 点（今回は屋根面）を基準に、BIM データのスケールを調整し、実際の建築物と整合させる。</li> <li>➢ 鉛直方向の位置合わせ：明瞭な特徴点 1 点を基準に高さを決定する。なお、BIM データには建築物の基礎部分を含む場合があるため、屋根面側で合わせるとよい。</li> </ul> </li> </ul>
3	BIM データの図化	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 図化は以下の手順で実施する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ①床面の作成⇒②壁面の立ち上げ⇒③天井面（傾斜部等）の加工編集⇒④扉・窓と壁面の分離・壁面の凹凸編集⇒⑤部屋（Room）構成する面</li> </ul> </li> </ul>

評価の観点		調査を通じ得られたポイント
		<p>のグループ化</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 図化作業の難易度は、3次元点群データの図化と比較して BIM データの方が容易である。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 3次元点群データの図化は、図化オペレータの技能（3次元点群データから対象物を正しく効率的に識別する技術）が求められるが、BIM データの図化はその必要がない。</li> </ul> </li> <li>● 図化の取得結果に違いが生じる。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 扉や窓の作成方法において、3次元点群データの図化では部材の外観を基に判断するが、BIM データの図化では BIM データに定義された部材情報を用いるため、作成される形状に違いが生じることがある。</li> <li>➢ BIM データは、建築物の細部まで表現できるが、データの整備コストの観点から、データの利用目的に応じた適切な抽象化のルールを事前に設定する必要がある。</li> </ul> </li> </ul>
4	品質	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 図化データの完全性は、使用する原典データに依存する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ BIM データは設計段階のデータであるため、3次元点群データに比べ最新の建築物の状態を反映していない可能性がある。</li> <li>➢ 一方で、3次元点群データは建築物構成要素の網羅性に欠ける場合があり、障害物の裏側など計測が難しい箇所がある。</li> </ul> </li> <li>● 今回のデータ作成実証では、BIM データ図化と 3次元点群データ図化の間に、位置正確度に違いがないことを確認した。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ただし、BIM データは測量行為を伴わずに作成された設計データであるため、これを図化して作成した建築物 LOD4 モデルは測量法に基づく公共測量成果には該当しない点に注意が必要である。</li> </ul> </li> </ul>
5	能率・コスト	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 本作成実証では、BIM データを活用した建築物 LOD4 整備手法は、3次元点群データを活用した LOD4 整備手法に比べ作業日数を約 57%短縮し、コストは約 60%低減できた。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 特に、3次元点群計測にかかる作業コスト分の低減効果が大きいことがわかった。</li> <li>➢ 建築物 LOD4 モデルの図化作業に着目すると、BIM データの図化は 3次元点群データの図化に比べて約 38%の時間短縮につながった。</li> </ul> </li> </ul>

## 4-2. 今後の課題と展望

本調査では、BIM データを活用した建築物 LOD4 モデル作成手法を確立し、その有用性を検証した。特に、測量（3次元点群データ）による作成手法との比較により、作業能率や整備コストの優位性を、データ作成実証を通じて定量的に確認した。

建築物 LOD4 モデル作成における既存の BIM データの活用範囲をさらに拡大していくためには、継続的な取り組みが求められる。特に、BIM データの特性の違いによる影響を評価し、適用範囲を広げるための検証の継続、BIM データを活用した建築物 LOD4 の図化基準やデータ利用者への情報提供方法、そして BIM データと 3D 都市モデルのさらなる連携強化が重要な課題となる。これらの取り組みを通じて、実用的な作成手法の洗練と普及を進める必要がある。

- 本調査では、特定の BIM データを用いた事例を対象として、建築物 LOD4 モデルの作成実証を行った。既存の BIM データには、用途や作成時期、詳細度（LOD）など、さまざまなバリエーションが存在すると考えられるため、引き続き、多様な事例を蓄積し、作業手法の適用範囲を広げ、検証を継続的に行うことが望ましい。特に、BIM データの鮮度や詳細度（LOD）が建築物 LOD4 モデルの品質や整備コストに与える影響を評価し、実務への適用機会を拡大していくことが望まれる
- 建築物 LOD4 モデルの作成において、「3D 都市モデル標準製品仕様書」には対象物の大きさや抽象化のルールに関する明確な規定がない。そのため、BIM データの内容や詳細度（LOD）、ユースケースの要件やデータ作成事業者の判断により、ばらつきが生じる可能性がある。その結果、例えば同じ LOD4.1 であっても、建築物モデルに含まれる部材の細かさや表現範囲が異なるなど、データ利用者の混乱を招く可能性がある。建築物 LOD4 モデルの作成においては、データ作成事業者が採用した BIM データ図化における抽象化のルールを、拡張製品仕様書やメタデータに記録し、データ利用者に対し説明することが望まれる
- 本調査で確立した、BIM データを活用した建築物 LOD4 の作成手法は、2029 年から予定されている建築確認における BIM データ（IFC 形式）審査の開始に合わせた、3D 都市モデルとの連携を考慮した BIM データの標準化とそれに基づく BIM データから 3D 都市モデル（建築物 LOD4 モデル）への変換ツールの本運用が開始されるまでの過渡期において、LOD4 モデルの整備を支える実用的な手法の一つとして活用できる。現状、建築物 LOD4 モデルの作成事例が少なく、その活用も限定的である。本調査で確立した手法は、LOD4 モデルの作成を促進し、ユースケース開発の拡大に寄与することが期待される。今後、LOD4 モデルの有効性が広く認知され、その活用が進むことで、BIM データと 3D 都市モデルの連携の枠組みが一層強化されると考えられる

BIM モデルを活用した 3D 都市モデル建築物作成の有用性調査  
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：国際航業株式会社