

建築BIMを活用した3D都市モデル (CityGML建築物モデルLOD4) 作成手法の検証

富澤 慎仁・岡田 泰征・檀上 拓也・稲澤 智昭・川又 楓太・長沼 浩志（国際航業株式会社）

1. はじめに

都市化が進む近年、都市空間のデジタルツイン構築において、建築物の屋内空間までを含む詳細な3D都市モデルが注目されている。その標準仕様としてはOGC (Open Geospatial Consortium) CityGML 2.0におけるLOD4（以下、LOD4モデル）が広く採用されている。LOD4モデルへの期待が高まる背景には、避難シミュレーションによる都市防災や、人流解析による混雑緩和・動線設計の最適化など、屋内情報を必要とするユースケースの高度化がある。こうした流れを受け、国土交通省は「建築・都市のDX」において建築BIMと3D都市モデルの連携を推進し、Project PLATEAUで具体的な検討を進めている^{1) 2) 3)}。

従来のLOD4モデル整備は、3次元点群測量による図化が主流であったが、図化の難易度やコスト負担が課題であった。そのため、設計・竣工時の建築BIMデータ（以下、BIMデータ）の活用が期待されている。BIMデータには屋内外の詳細情報が含まれるが、設計段階や作成者ごとにレイヤや構造が異なる。また、3D都市モデルに必要な地理座標系でないこと、求められる位相構造の違いなどの課題があり、自動的なLOD4モデル生成には限界がある。

以上の課題解決のため、BIMデータの図化による建築物LOD4整備手法を検討し実用性を検証した。

2. BIMデータを活用した図化手法

3D都市モデル標準作業手順書⁴⁾や3D都市モデル標準製品仕様書⁵⁾（以下、製品仕様書）、

3D都市モデル整備のための測量マニュアル⁶⁾に準拠し設定した主要工程を図1に示す。本検証独自の工程を着色により明示した。計画段階でBIMデータ利用時の課題や対応方針を明確化し、BIMデータが保持する形状・属性情報を最大限活用する図化ルールを設定した上で、図化を行う。

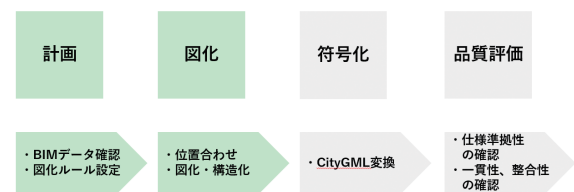


図1 図化手法

2.1 計画

(1) BIMデータ確認

本検証で使用したBIMデータの諸元を表1、図2に示す。本検証では、既存のBIMデータの有用性を評価するため、実際の建設プロジェクトにおいて施工段階で作成された現況建物との高い整合性が確保されているLOD400相当のBIMデータを選定した⁷⁾。

表1 BIMデータの概要

データ形式	IFC2 x Edition3
BIMデータの詳細度	LOD400
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
床面積	4,000㎡

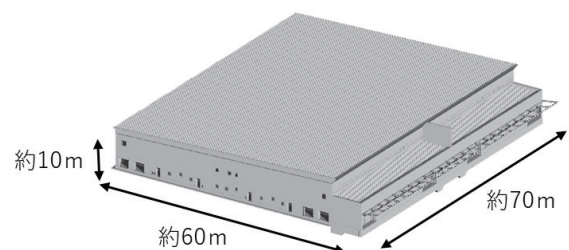


図2 検証に使用したBIMデータ

BIMデータは、屋根部材の重なりやネジ穴等の位相構造の不整合(図3参照)や施工結果との差異(図4参照)を有する。一方で、3D都市モデルは構成要素や屋内外の空間を厳密に区別している。地物型の1つであるbldg:Buildingは隙間のない閉じた面(サーフェス)で構成された立体(ソリッド)として定義され、その水密性の確保が不可欠である。これは、物理的演算を要するシミュレーション等を実施する上で必須となる要件である。現状のBIMデータはこの水密性の要件を満たさないため、直接的な自動変換は困難である。

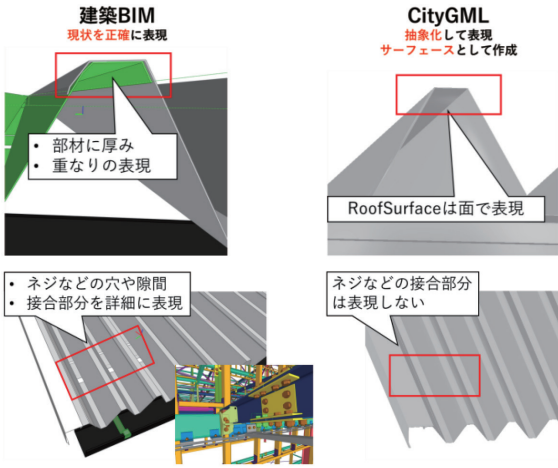


図3 建築BIMとCityGMLの位相構造の不整合

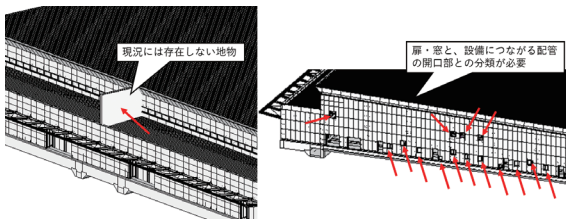


図4 建築BIMの構造、レイヤの確認結果

さらに、BIMデータを3D都市モデルと比較した場合、モデルの詳細度やレイヤ構成に根本的な相違がある。たとえば、BIMデータは、3D都市モデルの省略対象となるボルトや下地材等の微細な部材まで詳細に保持する。また、BIMデータの構造を規定する国際標準には解釈や実装の自由度があり、作成者間でレイヤ構成に相違が生じる。

これらの特性と相違点を踏まえ、表2に示す

通り建築物の各構成要素に対応するデータとレイヤ構成を計画段階で明確化した。

表2 本作成検証で使用したBIMデータと建築物構成要素の対応関係

本作成検証で使用したBIMデータ	建築物構成要素	本作成検証で使用した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 タイプフレーム受け.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 ネオフォームKS.ifc	壁(屋外)	14 囲護.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 毛セメント板.ifc	壁(屋外)

(2) 図化ルール設定

前述の通りBIMデータは、ネジ等の数cm程度の微細な凹凸形状まで表現しようとする。これらの精緻な形状を忠実に図化しようとする、面同士の微細な隙間や交差といった位相エラーが頻発し、水密性の確保が著しく困難となるだけでなく、データ量が著しく増大するため、結果的に整備コストの増大を招く要因となる。そこで、実用性とコストのバランスを考慮し、LOD4モデルの取得形状を抽象化する。

しかし、製品仕様書ではLOD4モデルの取得基準は規定されていない。そこで本検証では、一般に3次元点群測量によるLOD4モデルは、地図情報レベル500(水平位置、標高点の標準偏差25cm)の品質で整備される点に着目した。この精度基準においては、25cm程度の位置誤差が許容されることから、これより微細な形状は誤差の範囲内として抽象化しても測量成果としての整合性は保たれる。以上の理由から、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。抽象化例を図5に示す。

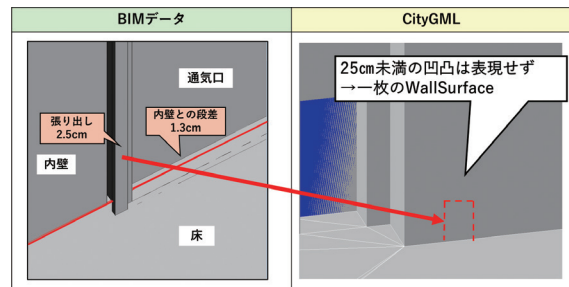
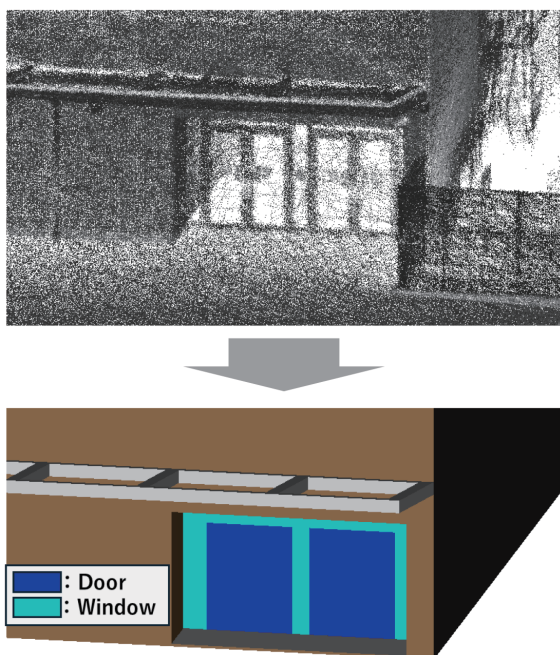


図5 抽象化イメージ

また、開口部の取得において、図6に示す通り点群図化は作業者の目視判断による形状抽出を要するため、判断のばらつき等が課題となる。



点群データを判読し、おおよその形状を作成

図6 点群図化による窓及びドアの取得

一方、BIMデータは部材情報を保持するため、本検証ではその属性情報を活用する手法を採用した。これにより、作業者の目視判断に依存せず、図7に示すように外観が類似する「窓」や「ドア」であっても、BIMデータの属性情報を参考に正確かつ効率的に地物を分類・図化した。

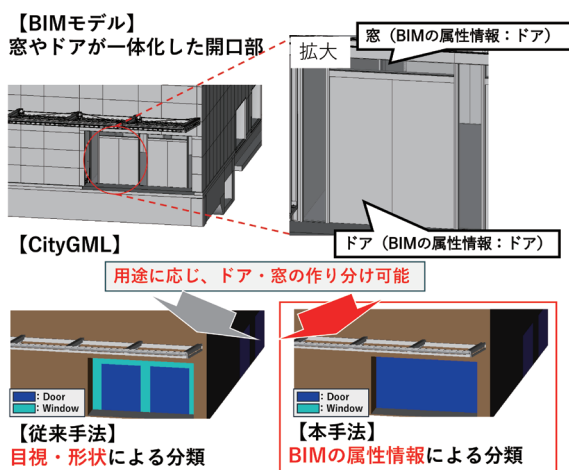


図7 窓及びドアの図化イメージ

2.2 図化

(1) 位置合わせ

BIMデータは通常、建築物の設計を目的としており、地理的な位置情報を持たない任意座標系で作成される。したがって、3D都市モデルでの利用に際しては地理座標系への座標変換を要する。

本検証では、前述の地図情報レベル500相当の精度を確保するため、位置基準として、表3および図8に示す同等精度を有する3次元点群データを用いてBIMデータを地理座標系に変換して位置合わせを行った。

表3 3次元点群データの概要

計測機器	手持ちレーザー計測
計測密度	400点/m ² 以上
調整用基準点	24点設置
位置正確度	地図情報レベル500

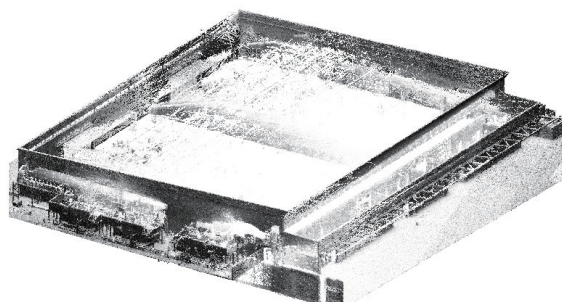


図8 検証に使用した3次元点群データ

具体的な座標変換の手順を以下に示す。

1) 水平位置の調整

図9に示すようにBIMデータと点群データの双方において建物上部の屋根外周を図化し、建物の角など明瞭に判別できる対応点4点を選定した。これに基づきBIMデータを水平移動および回転させ、水平位置の整合を図った。

2) 標高の調整

水平位置調整後、標高を調整した。BIMデータは地中の基礎部分を含む場合があり、底面を基準にすると不整合が生じる。そこで、屋根面や上部構造の明瞭な特徴点を基準に標高を合わせた。

なお、要求精度が地図情報レベル2500相当の場合は、基盤地図情報や既存の3D都市モデル（地形LOD1）等のオープンデータも位置基準として活用できる。ただし、位置基準として基盤地図情報や既存3D都市モデル（地形LOD1）を使用する場合は地表面の標高で位置合わせを行うため、基礎部分を含めないよう留意が必要である。

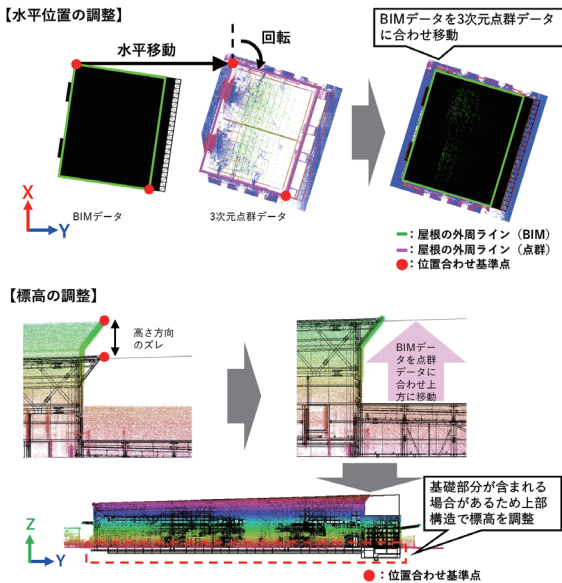


図9 位置合わせ（上：水平位置 下：標高点）

(2) 図化・構造化

位置合わせ後のBIMデータを参照データとしてCADソフトウェアに読み込み、LOD4モデルに必要な地物を図化した。図化の際は「2.1 計画 (2) 図化ルール設定」に基づき、微細な凹凸の省略や属性情報に基づく地物分類を行い、CityGMLのデータ構造に適合するよう図化した。作成したCityGMLとBIMモデルの比較結果を図10に示す。

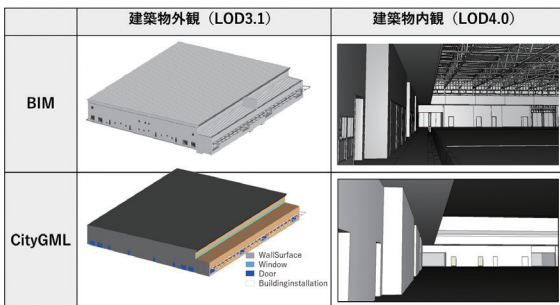


図10 作成したCityGMLとBIMモデルの比較

3. 実用性の評価と考察

3.1 検証方法と対象データ

BIMデータを活用した図化手法の実用性を評価するため、従来手法である3次元点群データを用いた図化手法と比較した。

比較検証では、両手法により同一施設のLOD4モデルを整備し、作業時間と品質（位置正確度・完全性）、および細部の再現性を定量的に記録・分析した。なお、外観形状の再現性は図11に示す通り屋根形状や壁面形状において従来手法と同等の品質を確認した。

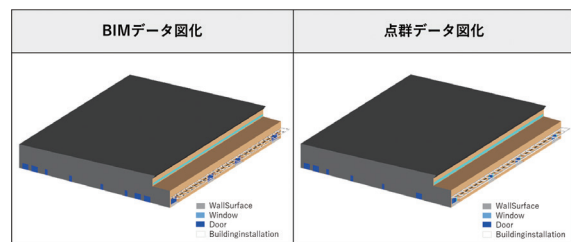


図11 BIMデータを活用した図化結果と3次元点群データを用いた図化結果の外観比較

3.2 作業時間

BIMデータを活用した図化手法と3次元点群データを活用した図化手法の作業時間を表4および図12に示す。なお、比較参照用として、要求精度が地図情報レベル2500相当の結果も併記した。

まず、従来の3次元点群データを用いた手法では、合計作業日数は23日であった。内訳は、現地での点群計測やデータ処理等の計測工程に10日、図化工程に13日を要した。これに対し、BIMデータを活用した図化手法では、合計作業日数は10.5日であった。本手法では、計測工程が既存データの確認や基準点測量結果を用いたBIMデータの位置合わせが主となるため2.5日と大幅に短縮され、図化工程においても属性情報の活用により8日へと効率化された。なお、地図情報レベル2500の場合は現地計測が不要となるため位置合わせの日数がさらに短縮可能である。

両者を比較すると、合計作業日数を23日から10.5日へと約55% (12.5日) 短縮できた。このコス

ト削減は、特に計測工程の効率化にあり、現地での3次元点群計測や標定点測量等の外業および点群データ処理工数が約75% (10日→2.5日)削減されたことが、全体短縮幅の約6割を占めている。また、図化工程のみに着目した場合でも、BIMデータの活用により約38% (13日→8日)の時間短縮となった。この結果は、本手法がコスト面においても極めて高い有用性を有することを示唆している。

表4 BIMデータを活用した図化手法と3次元点群データを活用した図化手法の内訳

3次元点群データを活用した図化手法		作業日数	BIMを活用した図化手法		作業日数
3次元点群計測	建物外側の計測	2	事前準備	BIMデータの確認	1
	建物内部の計測	4		現地写真撮影	0.5
	標定点測量	2		BIMデータの位置合わせ	1
	点群データ生成	2		(※0.5)	
建築物LOD4モデル図化	建物外側の図化	3	建築物LOD4モデル図化	建物外側の図化	2
	建物内部の図化	10		建物内部の図化	6
合計		23	合計		10.5

※基礎地図情報等の既存データを使用する場合

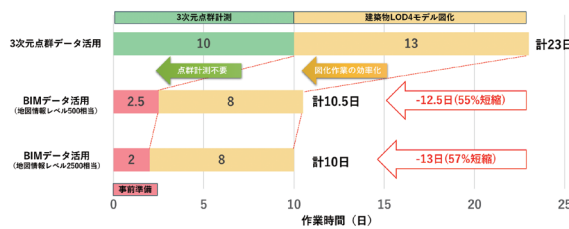


図12 図化手法と作業時間のグラフ

3.3 品質の評価

品質は、図化データの位置正確度と完全性の観点から評価した。

(1) 位置正確度

位置正確度の検証では、BIMデータ及び3次元点群データから作成した各建築物LOD4外観モデルにおいて、共通の明瞭な特徴点 (22か所)の座標値を比較した。測定箇所を図13に示す。

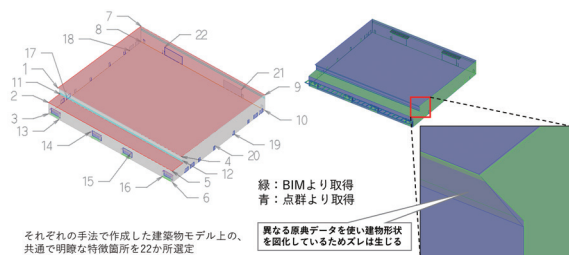


図13 座標値比較箇所

検証の結果を表5に示す。水平位置の標準

偏差が8cm、標高点の標準偏差が10cmであることを確認し、地図情報レベル500相当の精度を実証した。本結果は、適切な位置合わせにより、位置基準データと同等の位置正確度を確保できることを裏付けた。

表5 位置正確度測定結果

地図情報レベル	許容範囲 (m)	残差 (m)			標準偏差	
		最大較差	Δxy	Δh	$\sqrt{\frac{\sum(\Delta xy)^2}{n-1}}$	$\sqrt{\frac{\sum(\Delta h)^2}{n-1}}$
500	xy:0.25	0.16	0.16			
	h:0.25	標準偏差	0.08	0.10		

(2) 完全性

図化データの完全性は、使用する原典データに依存する。BIMデータは死角による形状欠損がなく情報の網羅性に優れる一方、3次元点群データは現況を反映できるなど、両手法には一長一短がある。それぞれについて以下に述べる。

1) 3次元点群データを用いた図化

現況形状を忠実に再現可能である反面、障害物等の死角となる計測が困難な箇所ではデータに欠落が生じる (図14参照)。

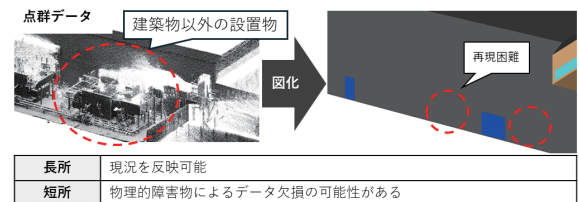


図14 3次元点群データ図化の完全性

2) BIMデータを用いた図化

モデルの網羅性に優れるが、竣工後の変更箇所がモデルに未反映の場合、現況との乖離が生じうる。

また、BIMデータ利用時の留意点として、図15に示す通りドアや窓など主要な開口部と同様に、通気口等も開口部として表現するケースがある。そのため、図化の目的に応じて、これらの意図しない要素を表現対象から除外する必要がある。

したがって、図化結果の信頼性確保のため、必要に応じて現地写真や竣工図等の補助資料を参照し、最終的な図化データが現況と整合

しているかを検証することが不可欠である。

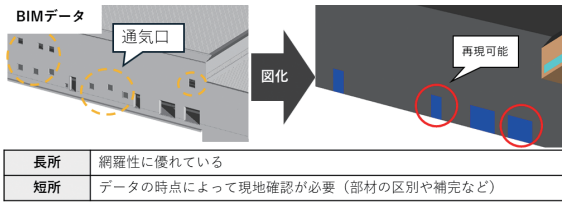


図15 BIMデータ図化の完全性

3.4 細部の再現性

細部の再現性は、使用する原典データに依存する。

1) 3次元点群データを用いた図化

点群から対象物（庇や建具など）を正しく効率的に識別するために、高度な専門技能（図化オペレータの技能）を要する。また、図16に示す通り点群の判読が困難な箇所では、作業者は形状を単純化して表現する。

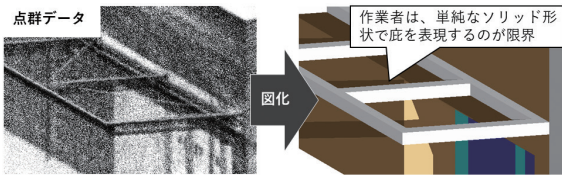


図16 3次元点群データ図化の細部の再現性

2) BIMデータを用いた図化

対象物の形状と構造が明確に定義されているため、図17に示す通り点群図化で求められるような高度な識別技術に依存せず、作業者による品質のばらつきを抑えて精緻な形状を容易に再現できる。

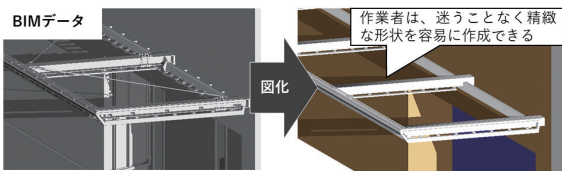


図17 BIMデータ図化の細部の再現性

4. 結論と今後の展望

4.1 本検証で得られた成果

本検証で得られた比較結果を表6に示す。検証の結果、建築BIMデータを活用した手法は、

従来の3次元点群データ活用手法と比較して、位置正確度や完全性において同等の品質を確保しつつ、作業日数を約55%短縮できることを実証した。従来、多大なコストを要したLOD4整備において、半数以上の工数削減を実現した本結果は、3D都市モデルの全国的な普及・展開を強力に後押しする。

表6 検証結果比較

図化に活用するデータ		BIM	点群
作業時間	計測	◎ ※75%短縮	-
	図化	◎ ※38%短縮	-
品質	位置正確度	○ ※位置基準データによる	○ ※点群の精度による
	完全性	○ ※現況との差を現地で確認する	△ ※物理的障害物による欠損
細部の再現性		◎ ※作業者に依存しない	△ ※作業者に依存する

4.2 今後の課題と展望

BIMデータを活用したLOD4モデルの作成手法は、将来的なBIMデータの標準仕様と変換ツールが本格的に運用開始するまでの過渡期において、現状では自動変換が困難である点を踏まえると、極めて有効な手段である。一方で、今後の課題と展望として、以下の点を挙げる。

(1) 多様なBIMデータへの適用検証

本検証は現況との整合性が高いLOD400相当のBIMデータを使用した。しかし、実務におけるBIMデータは、用途、作成時期、詳細度などが多岐にわたる。したがって、引き続き事例の蓄積を通じて作業手法の適用範囲を拡大し、検証を継続的に行っていく。

(2) 抽象化ルールの標準化

製品仕様書には建築物モデルLOD4の部材の抽象化に関する明確な規定がない。この背景としてBIMデータ側で地物の表現粒度が作成者や設計段階により異なり、形状を統一的に制御できない事情がある。そのため、データ作成者が採用した抽象化ルールをメタデータや拡張製品仕様書に記録し、利用者への情報提供

と混乱防止を図る必要がある。

(3) 公共測量成果としての取り扱い

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ため、測量法に基づく測量成果ではない。実際に、「3D都市モデル整備のための測量マニュアル」⁶⁾等に整理されている通り、本手法で整備したLOD4モデルは公共測量成果には該当しない。したがって、公共測量成果として扱う場合には、別途現地での補測や検証を要する。

(4) LOD4モデルの普及促進とBIM連携強化

現状、建築物LOD4モデルの作成事例は少なく、その活用も限定的である。しかし、本検証で確立した手法は、LOD4モデルの整備を促進し、ユースケース開発の拡大に寄与するものである。今後、LOD4モデルの有効性が広く認知され活用が進むように働きかけ、BIMデータと3D都市モデルの連携枠組みのさらなる強化を牽引していくことが期待される。

なお、本検討は、国土交通省都市局「建築・都市DXの推進に向けたBIMモデルとの連携データ等作成実証業務」の成果の一部を活用・再構成したものである。詳細な報告書はProject PLATEAUのウェブサイトにて技術資料「BIMデータを活用した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」⁸⁾として公開されている。

■参考文献

- 1) 国土交通省：新たな国土形成計画の骨子案概要及び「建築・都市のDX」の取組について2023年3月31日, https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/digital_denen/dai12/shiryou5.pdf (2025年12月18日確認)
- 2) 国土交通省都市局 Project PLATEAU：3D都市モデル整備のためのBIM活用マ

ニュアル 第4.0版, 国土交通省都市局 Project PLATEAU, https://www.mlit.go.jp/plateau/file/libraries/doc/plateau_doc_0003_ver04.pdf(2025年12月18日確認)

- 3) 国土交通省都市局 Project PLATEAU：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, 国土交通省都市局 Project PLATEAU, https://www.mlit.go.jp/plateau/file/libraries/doc/plateau_tech_doc_0116_ver01.pdf (2025年12月18日確認)
- 4) 国土交通省都市局 Project PLATEAU：3D都市モデル標準作業手順書 第5.0版, 国土交通省都市局 Project PLATEAU, <https://www.mlit.go.jp/plateaudocument02/> (2025年12月18日確認)
- 5) 国土交通省都市局 Project PLATEAU：3D都市モデル標準製品仕様書 第5.0版, 国土交通省都市局 Project PLATEAU, <https://www.mlit.go.jp/plateaudocument/> (2025年12月18日確認)
- 6) 国土交通省都市局 Project PLATEAU：3D都市モデル整備のための測量マニュアル 第4.0版, 国土交通省都市局 Project PLATEAU, https://www.mlit.go.jp/plateau/file/libraries/doc/plateau_doc_0010_ver03.pdf (2025年12月18日確認)
- 7) 国土交通省：BIM/CIM 活用ガイドライン(案) 第1編共通編令和4年3月, <https://www.mlit.go.jp/tec/content/001472848.pdf> (2025年12月18日確認)
- 8) 国土交通省都市局 Project PLATEAU：BIMデータを活用した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, 国土交通省都市局 Project PLATEAU, https://www.mlit.go.jp/plateau/file/libraries/doc/plateau_tech_doc_0118_ver01.pdf (2025年12月18日確認)

■執筆者

富澤 慎仁 (とみざわ しんと)

国際航業株式会社

事業統括本部 地理空間基盤技術部

3D都市モデルプロジェクト推進グループ

アドレス : shinto_tomizawa@kk-grp.jp

(共著者) 所属は筆頭著者に同じ

岡田 泰征 (おかだ やすゆき)

檀上 拓也 (だんじょう たくや)

稲澤 智昭 (いなざわ ともあき)

川又 楓太 (かわまた ふうた)

長沼 浩志 (ながぬま ひろし)