

モデリング手法についての解説

 国際航業

公共コンサルタント事業本部
地理空間基盤技術部 3D都市モデルプロジェクト推進G
川又 楓太

2023/5/12

目次

- 1 LOD1のモデリング手法（建築物）
- 2 LOD2のモデリング手法（建築物）
- 3 LOD3のモデリング手法（建築物）
- 4 LOD4のモデリング手法(案)（建築物）
- 5 作成モデルの符号化
- 6 各工程の品質評価



～はじめに～

■ 3D都市モデルの基本的なデータセット：建築物・交通(道路)・土地利用・

災害リスク・都市計画決定情報・地形

⇒今回は、「**建築物**」に特化して説明致します

表 1-1 拡張製品仕様書に含めることが望ましい地物型と LOD の組み合わせ

説明	基本セット 基本となる 3D 都市モデル	応用セット 1 都市計画の更なる高度化 を目指す 3D 都市モデル	応用セット 2 様々な分野での利用を想 定した 3D 都市モデル	応用セット 3 高度なユースケースに 特化した 3D 都市モデル
建築物	○ (LOD0, LOD1, LOD2)	○ (LOD1, LOD2)	○ (LOD1, LOD2)	○ (LOD0, LOD1, LOD2, LOD3, LOD4)
交通 (道路)	○ (LOD1)	○ (LOD2)	○ (LOD3)	○ (LOD3)
交通 (鉄道)		○ (LOD2)	○ (LOD3)	○ (LOD3)
交通 (徒歩道)		○ (LOD2)	○ (LOD3)	○ (LOD3)
交通 (広場)		○ (LOD2)	○ (LOD3)	○ (LOD3)
交通 (航路)				○ (LOD2)
土地利用	○ (LOD1)	○ (LOD1)	○ (LOD1)	○ (LOD1)
災害リスク	○ (LOD1)	○ (LOD1)	○ (LOD1)	○ (LOD1)
都市計画決定情報	○ (LOD1)	○ (LOD1)	○ (LOD1)	○ (LOD1)
橋梁		○ (LOD1, LOD2)	○ (LOD1, LOD2)	○ (LOD4)
トンネル		○ (LOD1, LOD2)	○ (LOD1, LOD2)	○ (LOD4)
その他の構造物		○ (LOD1, LOD2)	○ (LOD1, LOD2)	○ (LOD3)
都市設備			○ (LOD2)	○ (LOD3)
地下埋設物			○ (LOD2)	○ (LOD4)
地下街			○ (LOD1, LOD2)	○ (LOD4)
植生			○ (LOD2)	○ (LOD3)
地形	○ (LOD1)	○ (LOD2)	○ (LOD3)	○ (LOD3)
水部			○ (LOD2)	○ (LOD3)
区域				○ (LOD1)

[引用] 3D都市モデル標準製品手順書 (第3版)
国土交通省 都市局
https://www.mlit.go.jp/plateau/file/libraries/doc/plateau_doc_0002_ver03.pdf



～はじめに～

■ 3D都市モデルの詳細レベル (LOD) : 5つの詳細レベル (Levels of Detail)

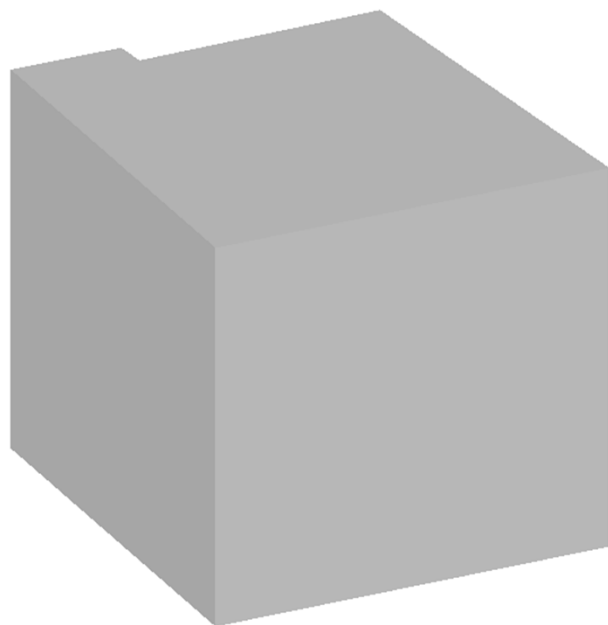
		LOD0	LOD1	LOD2	LOD3	LOD4
イメージ						
説明		建築物の形状を面により表現する。	LOD0の面に一律の高さを与えて立ち上げた立体（箱モデル）により表現する。	建築物の形状を、屋根形状を含む立体として表現し、立体の境界面を、屋根面、壁面及び底面に区分する。	建築物モデル（LOD2）に含むべき地物に加え、開口部（窓及び扉）が追加される。	建築物モデル（LOD3）により表現される建築物の外側の形状に加え、建築物の内側の形状（屋内空間）を表現する。
形状	図形	面	立体			立体又は面
	高さ	なし（2D）	あり			
境界面の区分		なし		あり		
開口部の表現		なし			あり	
内部の表現		なし				あり

～はじめに～



■ 3D都市モデル LOD比較

LOD1



- 基本となる3D都市モデル

LOD2



- 市街地など、都市計画の更なる高度化を目指す場合に使用される3D都市モデル
- テクスチャは航空写真を利用

LOD3



- 高度なユースケースに特化した場合に使用される3D都市モデル
- テクスチャはMMS画像および手持ちカメラ画像を利用した例
屋上などは航空写真を利用

1 LOD1のモデリング手法

1. LOD1のモデリング手法



■ 全体フロー

3D都市モデル整備のための
測量マニュアル 第2版を参照

方法①

方法②

Digital Elevation Model

都市計画基本図
(DM)



空中写真成果

航空レーザ点群
測量成果

数値標高モデル
(DEM)

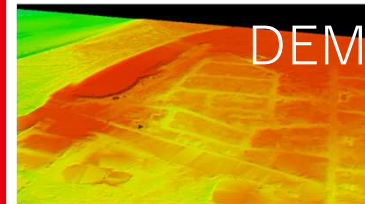
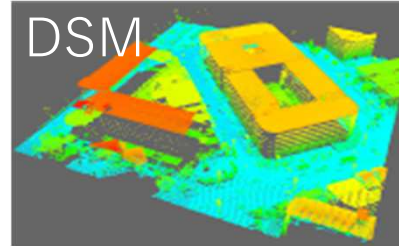
◆CADソフト
◆microstation
・建物データ抽出
・構造化

◆空中写真測量ソフト
◆Correlator3D
・ステレオマッチング
自動生成

建物外形線
(ポリゴンshp)

数値表層モデル
(DSM)

Digital Surface Model

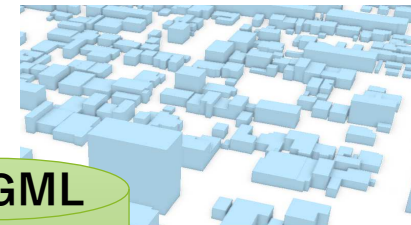


- 既存成果
- 中間成果
- ソフトウェア使用

◆データ統合プラットフォーム(FME)
・LOD1モデリング

符号化
CityGML形式に変換

CityGML
LOD1建物形状



1. LOD1のモデリング手法



■3D都市モデル整備のための測量マニュアル 第2版で留意する点<空中写真成果を用いる場合>

(数値地形図データ及び建築物モデルの地図情報レベル及び精度)

第13条 作成する数値地形図データ及び建築物モデルの位置精度及び地図情報レベルは、準則第3編第1章第2節第106条に準じ次表を標準とする。

2 建築物モデルの高さ精度については標高点の標準偏差に準拠する

一 建築物モデルの品質評価すべき各地物型については「標準仕様書」の内容に準拠する。

地図情報レベル \ 精度	水平位置の標準偏差	標高点の標準偏差	等高線の標準偏差
	2500	1.75m以内	0.66m以内

(空中写真の重複度)

第30条 空中写真の重複度は、後続の工程で作成する建築物モデルのLODに応じ、次表を標準として決定する。

LOD詳細度	隣接空中写真間の重複度	コース間の空中写真の重複度
LOD1.0	60%	30%
LOD2.0	60%	30%
LOD2.1	80%	30%
LOD2.2	80%	30%

(建築物モデルの詳細度に応じた地上画素寸法)

第24条 建築物モデル作成に使用する空中写真の地上画素寸法は、作成する建築物モデルのLODに応じ、次表を標準として決定する。

2 地上画素寸法は前条により求める地上画素寸法の値と、次表の地上画素寸法の値の内、より詳細な地上画素寸法の値を採用すること。

LOD詳細度	地上画素寸法
LOD1.0	0.25m以内
LOD2.0	0.25m以内
LOD2.1	0.15m以内
LOD2.2	0.08m以内

コース間の空中写真の重複度が最低50%はないと壁面テクスチャは貼れない箇所が発生

隣接空中写真間の重複度：60%
コース間の空中写真の重複度：30%

壁面にテクスチャが貼られていない





1. LOD1のモデリング手法

■3D都市モデル整備のための測量マニュアル 第2版で留意する点<航空レーザ点群測量成果を用いる場合>

(数値地形図データ及び建築物モデルの地図情報レベル及び精度)

第13条 作成する数値地形図データ及び建築物モデルの位置精度及び地図情報レベルは、準則第3編第1章第2節第106条に準じ次表を標準とする。

2 建築物モデルの高さ精度については標高点の標準偏差に準拠する

一 建築物モデルの品質評価すべき各地物型については「標準仕様書」の内容に準拠する。

地図情報レベル	精度		
	水平位置の標準偏差	標高点の標準偏差	等高線の標準偏差
2500	1.75m以内	0.66m以内	1.0m以内

(建築物モデルのLOD詳細度とオリジナルデータの点密度)

第97条 建築物モデルのLOD詳細度とオリジナルデータの関係は次表を標準とする。

LOD詳細度	点密度
LOD1.0	4点/m ²
LOD1.1	8点/m ²
LOD2.0	8点/m ²
LOD2.1	18点/m ²
LOD2.2	18点/m ²

(要旨)

第100条 作業計画は、第2編第8条の規定によるほか、工程別に作成するものとする。

5 飛行コース間重複度は、建物等の地物を複数方向から計測し、レーザ点群の死角となる箇所を軽減するため60パーセントを標準とする。ただし、地物の形状や計測方法等により十分な点密度が確保できる場合は飛行コース間重複度を変更することができる。

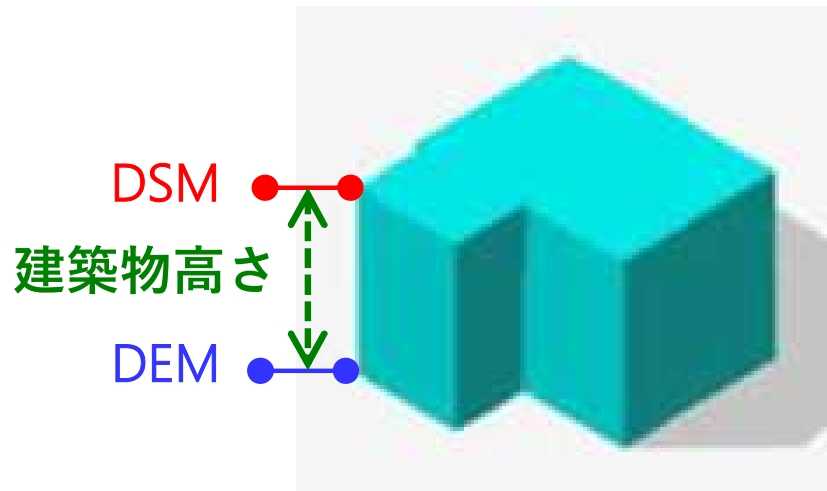


1. LOD1のモデリング手法

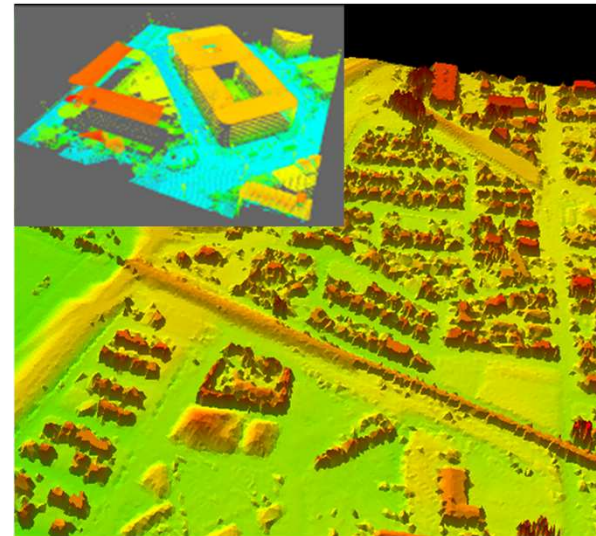
■ DSMとDEMの違い

- **DSM** : **D**igital **S**urface **M**odel
 - 数値表層モデル (航空写真、等)
- **DEM** : **D**igital **E**levation **M**odel
 - 数値標高モデル (国土地理院、等)
- **建築物高さ** (DSM-DEM)

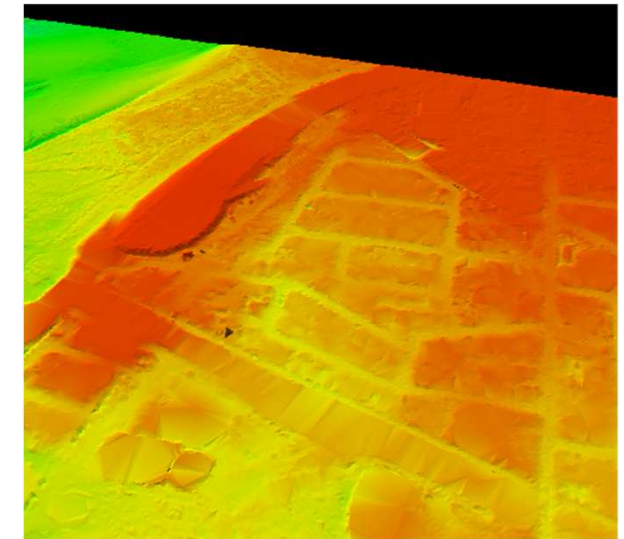
国土地理院HPより



=



-

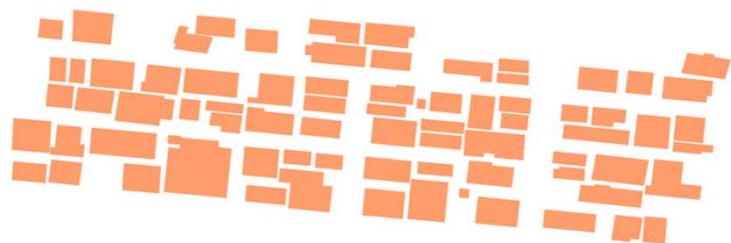




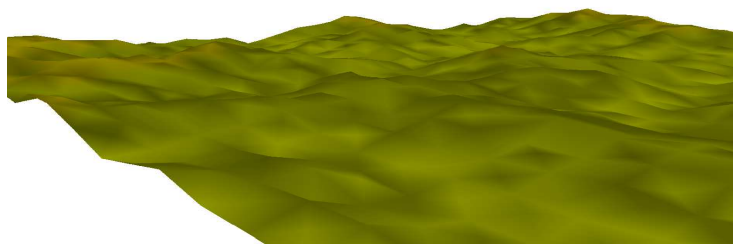
1. LOD1のモデリング手法

■ 建物の接地面の高さの算出

2次元の建物外形線



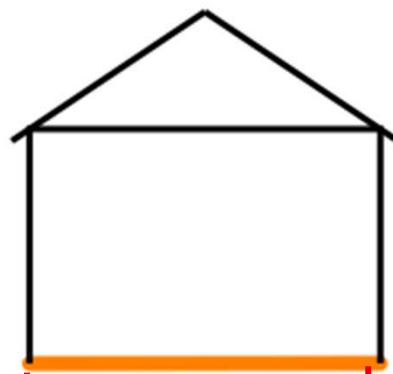
2次元の建物外形線を
3次元の地形（数値標高モデル）に重ねる



数値標高モデル
(DEM)

横からみると…

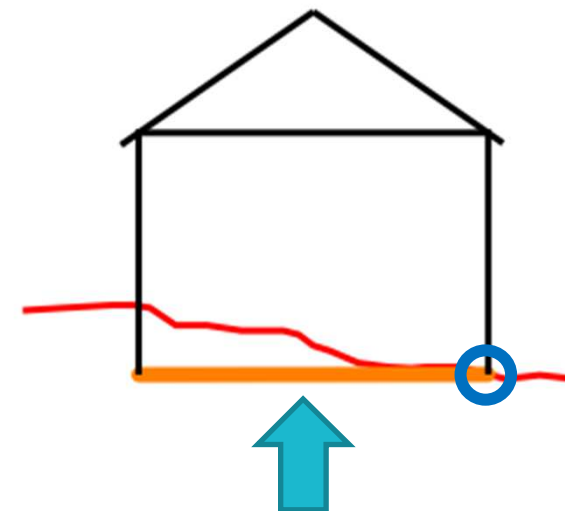
2次元の建物外形線
(オレンジ色)



重ねる



数値標高モデル
(DEM)



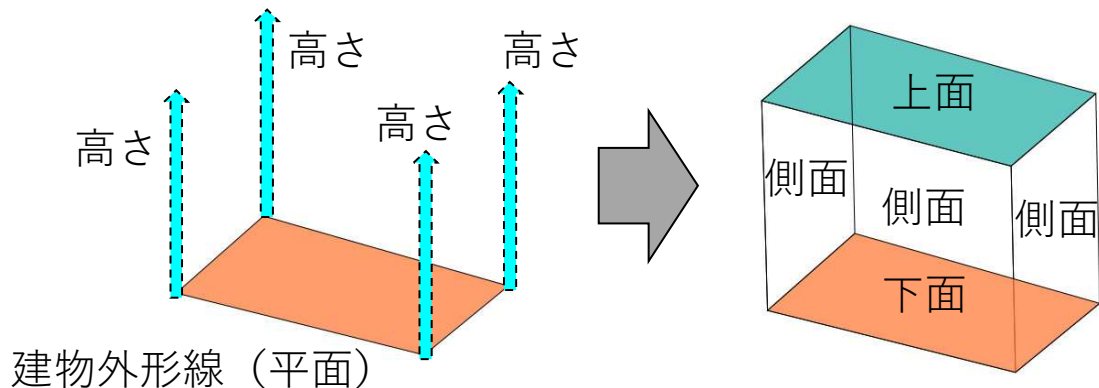
建物接地面（水平面）の標高値
=
建物外形線と数値標高モデルを
重ね合わせた際の**最も低い標高**
値とする



1. LOD1のモデリング手法

■ 屋根の高さ算出

- ・建物外形線に、一律の高さを与えて角柱として表現
⇒ 上下の境界面は必ず水平となり、側面は必ず垂直となる

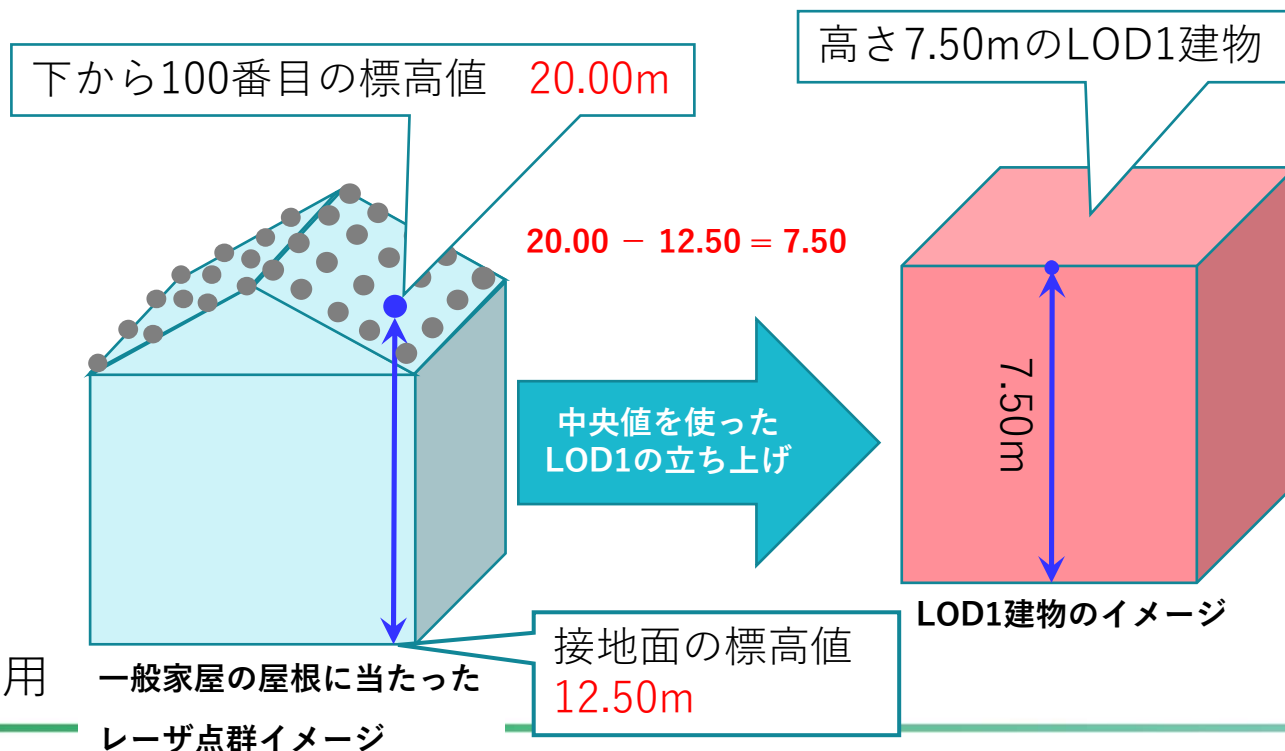


上面（屋根面）と下面（接地面）は水平
側面（壁面）は、上下面と垂直

■ 中央値 とは

データを昇順もしくは降順に並べた上で真ん中の順位に位置する値
データの件数が偶数の場合は、中央の2つの値の平均値を中央値とする

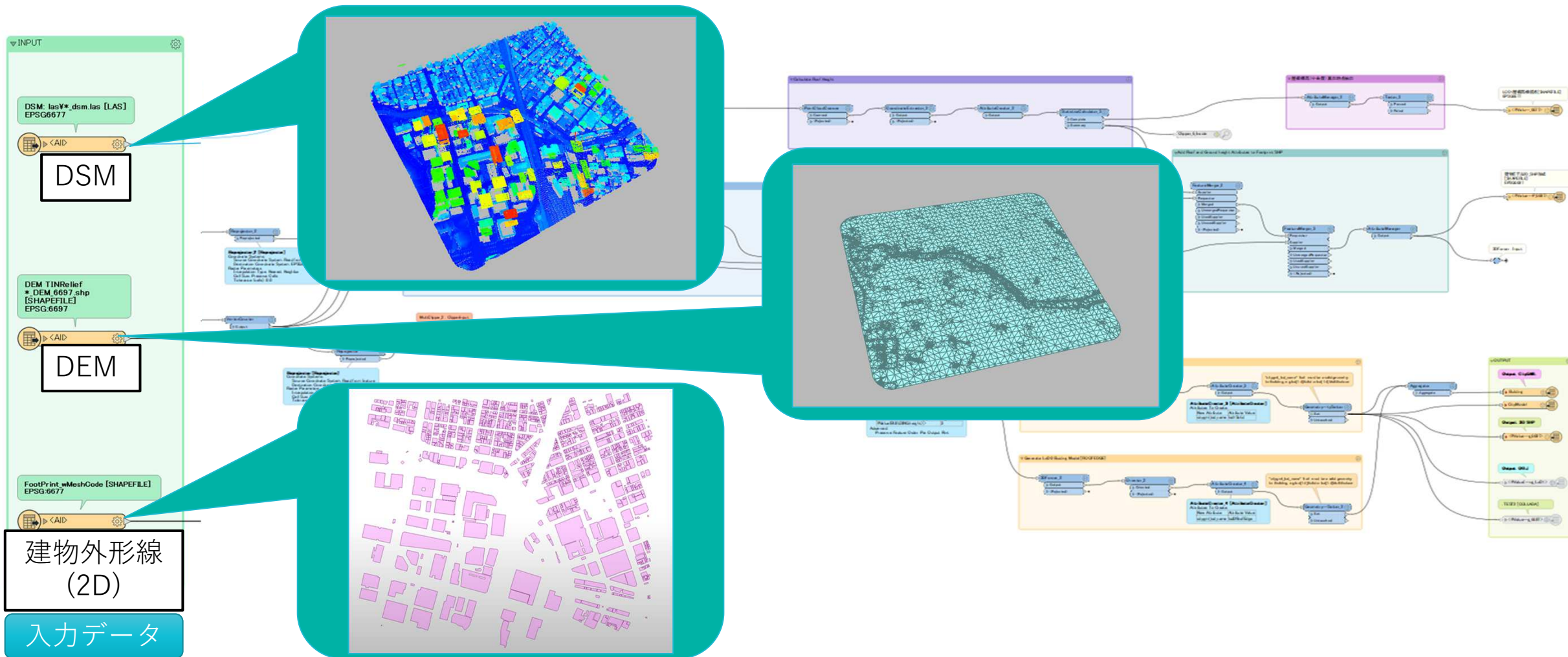
例) 建物形状（屋根）に**199点**の点群が当たっている場合、標高値を下から数えて**100番目**の値を採用





1. LOD1のモデリング手法

■ LOD1建物の作成（データ統合プラットフォーム(FME)の利用)





1. LOD1のモデリング手法

■ LOD1建物の作成（データ統合プラットフォーム(FME)の利用）

入力データ

DSM

DEM

建物外形線
(2D)

建物外形線とDEM（数値標高モデル）
を重ね合わせた際の**最も低い標高値**

建物点群の**中央値**を使用

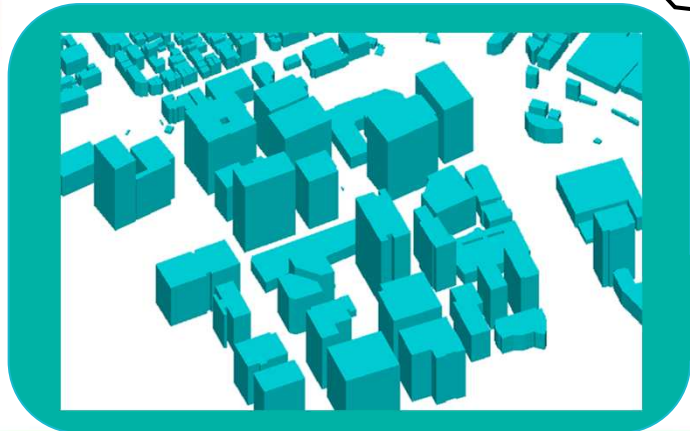
屋根の高さ算出

建物接地面の高さの算出

建物高さ情報集約

LOD1作成

LOD0作成



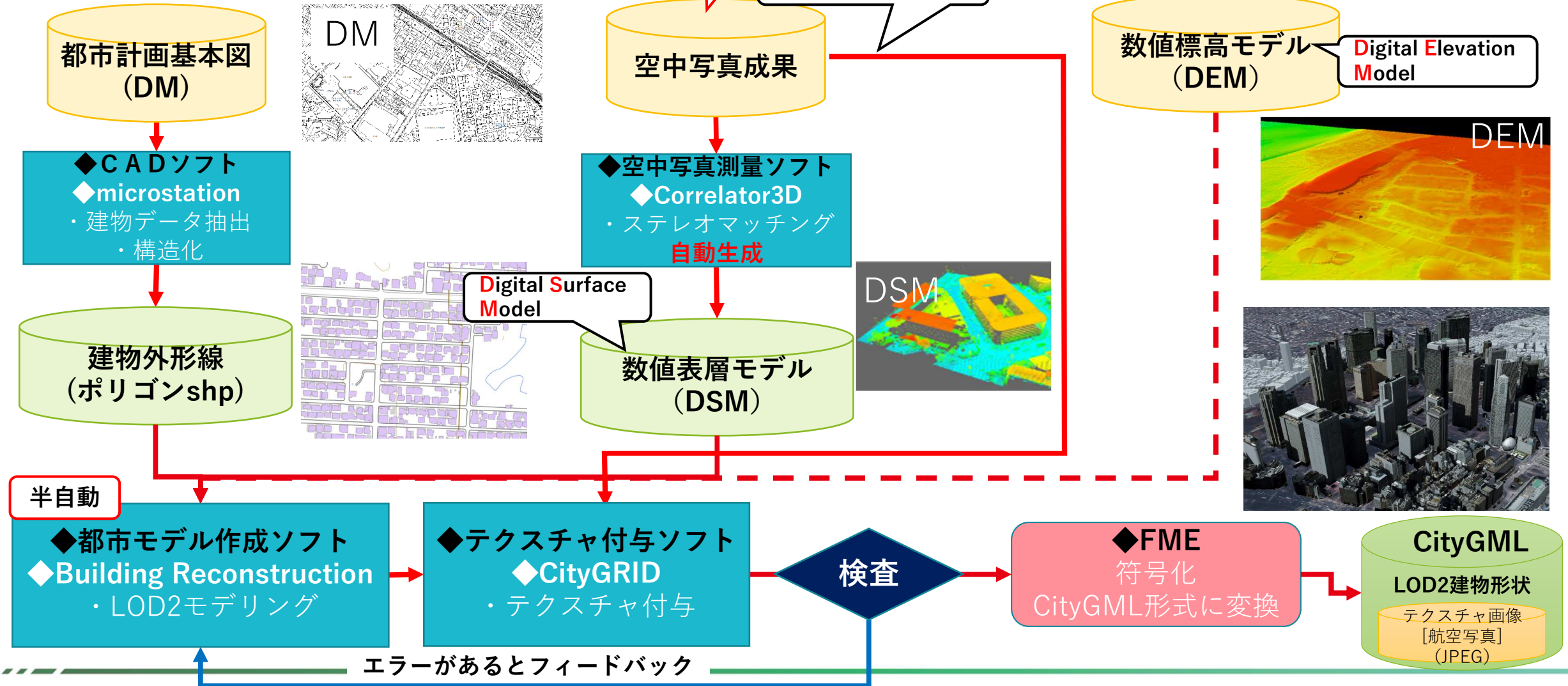
CityGML
出力

2 LOD2のモデリング手法

2. LOD2のモデリング手法



■ 全体フロー（空中写真成果を用いる場合）





2. LOD2のモデリング手法

■3D都市モデル整備のための測量マニュアル 第2版で留意する点<空中写真成果を用いる場合>

(数値地形図データ及び建築物モデルの地図情報レベル及び精度)

第13条 作成する数値地形図データ及び建築物モデルの位置精度及び地図情報レベルは、準則第3編第1章第2節第106条に準じ次表を標準とする。

2 建築物モデルの高さ精度については標高点の標準偏差に準拠する

一 建築物モデルの品質評価すべき各地物型については「標準仕様書」の内容に準拠する。

地図情報レベル \ 精度	水平位置の標準偏差	標高点の標準偏差	等高線の標準偏差
	2500	1.75m以内	0.66m以内

(空中写真の重複度)

第30条 空中写真の重複度は、後続の工程で作成する建築物モデルのLODに応じ、次表を標準として決定する。

LOD詳細度	隣接空中写真間の重複度	コース間の空中写真の重複度
LOD1.0	60%	30%
LOD2.0	60%	30%
LOD2.1	80%	30%
LOD2.2	80%	30%

(建築物モデルの詳細度に応じた地上画素寸法)

第24条 建築物モデル作成に使用する空中写真の地上画素寸法は、作成する建築物モデルのLODに応じ、次表を標準として決定する。

2 地上画素寸法は前条により求める地上画素寸法の値と、次表の地上画素寸法の値の内、より詳細な地上画素寸法の値を採用すること。

LOD詳細度	地上画素寸法
LOD1.0	0.25m以内
LOD2.0	0.25m以内
LOD2.1	0.15m以内
LOD2.2	0.08m以内

コース間の空中写真の重複度が最低50%はないと壁面テクスチャは貼れない箇所が発生




隣接空中写真間の重複度：60%
コース間の空中写真の重複度：30%

壁面にテクスチャが貼られていない



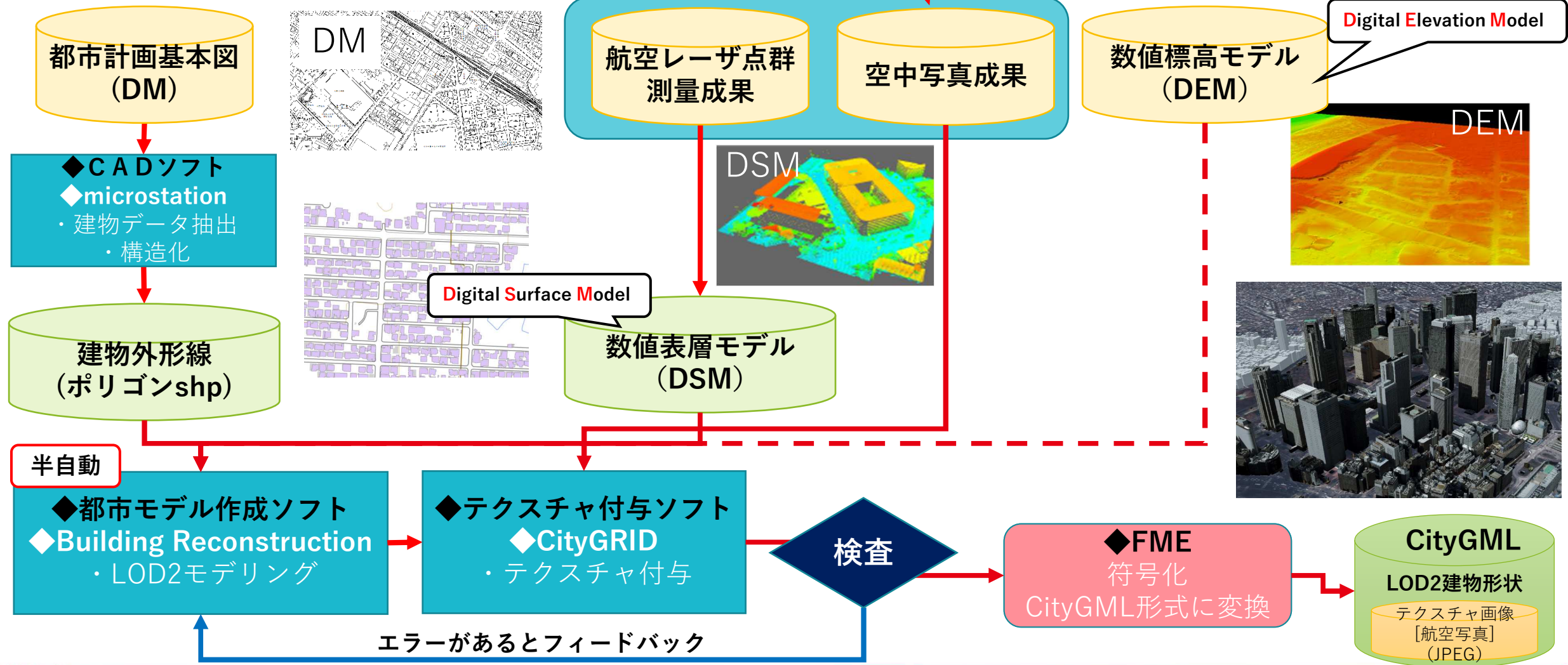
2. LOD2のモデリング手法

3D都市モデル整備のための
測量マニュアル 第2版を参照

 既存成果
 中間成果
 ソフトウェア使用



■ 全体フロー（航空レーザ成果 点群データを用いる場合）





2. LOD2のモデリング手法

■3D都市モデル整備のための測量マニュアル 第2版で留意する点<航空レーザ点群測量成果を用いる場合>

(数値地形図データ及び建築物モデルの地図情報レベル及び精度)

第13条 作成する数値地形図データ及び建築物モデルの位置精度及び地図情報レベルは、準則第3編第1章第2節第106条に準じ次表を標準とする。

2 建築物モデルの高度精度については標高点の標準偏差に準拠する

一 建築物モデルの品質評価すべき各地物型については「標準仕様書」の内容に準拠する。

地図情報レベル	精度		
	水平位置の標準偏差	標高点の標準偏差	等高線の標準偏差
2500	1.75m以内	0.66m以内	1.0m以内

(建築物モデルのLOD詳細度とオリジナルデータの点密度)

第97条 建築物モデルのLOD詳細度とオリジナルデータの関係は次表を標準とする。

LOD詳細度	点密度
LOD1.0	4点/m ²
LOD1.1	8点/m ²
LOD2.0	8点/m ²
LOD2.1	18点/m ²
LOD2.2	18点/m ²

(要旨)

第100条 作業計画は、第2編第8条の規定によるほか、工程別に作成するものとする。

5 飛行コース間重複度は、建物等の地物を複数方向から計測し、レーザ点群の死角となる箇所を軽減するため60パーセントを標準とする。ただし、地物の形状や計測方法等により十分な点密度が確保できる場合は飛行コース間重複度を変更することができる。



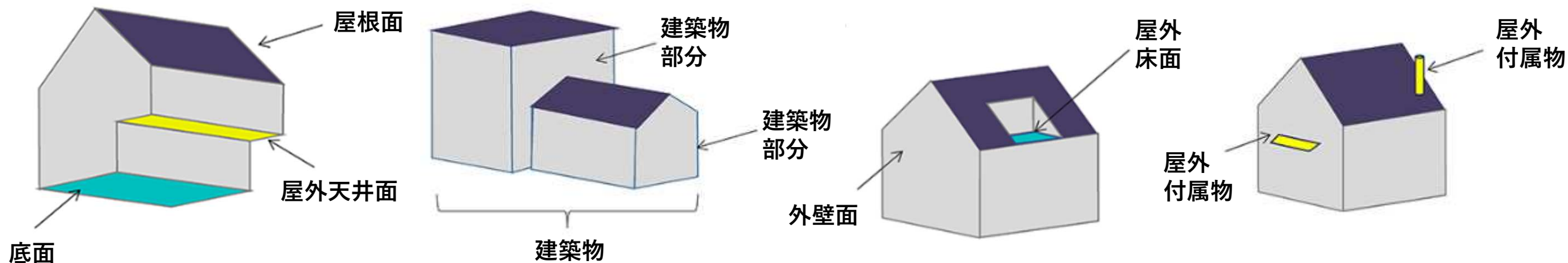
2. LOD2のモデリング手法

■境界面の設定

地物	意味	説明
RoofSurface	屋根面	外から見える上部の境界面
WallSurface	外壁面	外から見える側面及び軒裏の境界面
GroundSurface	底面	下部の境界面
BuildingPart	建築物部分	建築物を複数の部分として分けて記述するために使用する
ClosureSurface	閉鎖面	立体の外部境界を構成するために設ける仮想的な境界面
OuterFloorSurface	屋外床面	外側にある境界面で、底面以外の法線が下向きとなる面
OuterCeilingSurface	屋外天井面	外側にある境界面で、底面以外の法線が上向きとなる面
BuildingInstallation	屋外付属物	建築物の外側に設置され、建築物の外観を特徴づける設備

LOD2を構成する基本の地物

条件により必須となる地物や、ユースケースに応じて要否となる地物





2. LOD2のモデリング手法

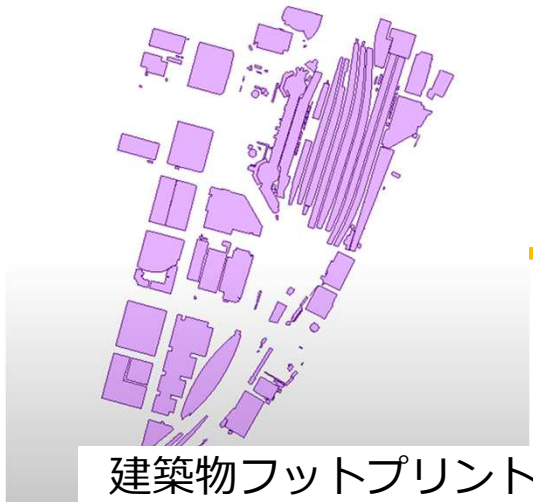
■建築物フットプリントとDSMを使って3次元化し、LOD2を作成する

都市建築物 約500棟/1分

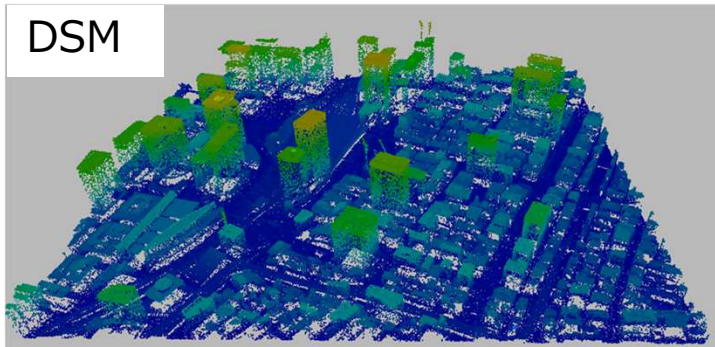
自動出力

単純でない建築物は再現性が悪い…

マニュアル編集



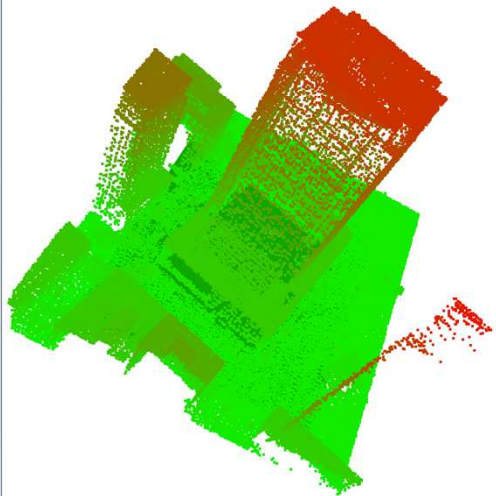
建築物フットプリント



DSM

Attribute	Value
BREC_HighestVertexRoof	180.732
BREC_LowestVertexRoof	23.4
BREC_EstimatorError	46.2263
BREC_GroundArea	7494.27
BREC_GroundLevel	-2.873
BREC_BuildingHeight	183.605
BREC_BuildingHeightNN	180.732
BREC_BuildingVolume	762592
BREC_RoofTypes	10002100;-1
BREC_RoofNames	FlatShed;
BREC_Date	2020-10-30
BREC_Note	Marked
BREC_LIUID	6ac33888-f380-4f54-97e7-2
BREC_ID	TKJP200230
BREC_ID_LIUID	TKJP200230_6ac33888-f380

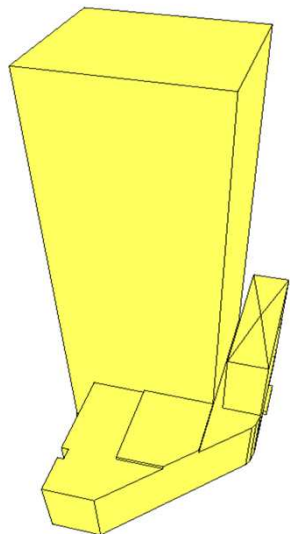
Object ID	Case type	Status	Solid c
27	TKJP200230	Cell	Decomposit...
28	TKJP200084	Cell	Decomposit...
29	TKJP200326	Cell	Decomposit...
30	TKJP200317	Cell	Decomposit...
31	TKJP200010	Cell	Decomposit...
32	TKJP200293	Cell	Decomposit...
33	TKJP200237	Cell	Decomposit...
34	TKJP200368	Cell	Decomposit...
35	TKJP200193	Cell	Decomposit...
36	TKJP200051	Cell	Decomposit...
37	TKJP200015	Cell	Decomposit...
38	TKJP200009	Cell	Decomposit...
39	TKJP200050	Cell	Decomposit...
40	TKJP200053	Cell	Decomposit...





2. LOD2のモデリング手法

■ マニュアル編集・出力 (BuildingReconstruction)



編集前



セル編集ツール

Drawing Tools: Add Point on Line, Split Faces, Append Face

Feature Tools: Move, Split Edge at Center, Split Edge by Distance, Straighten Edges, Merge Cells, Delete Entity

セル (屋根単位) の編集



屋根ライブラリー

**セルに対して屋根ライブラリーから形状選択
⇒自動で点群に合わせて高さ・傾斜設定される**



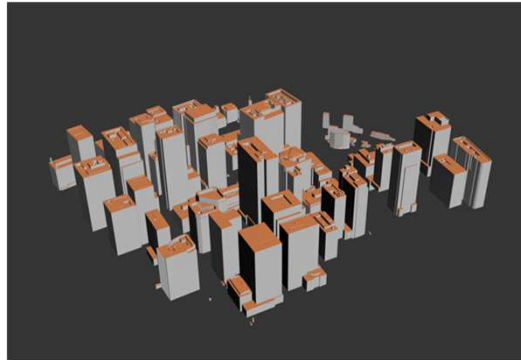
編集後

Fit	Ridge	34.26
CW	Eaves	33.56
CCW	Ground	-3.17
Roof		

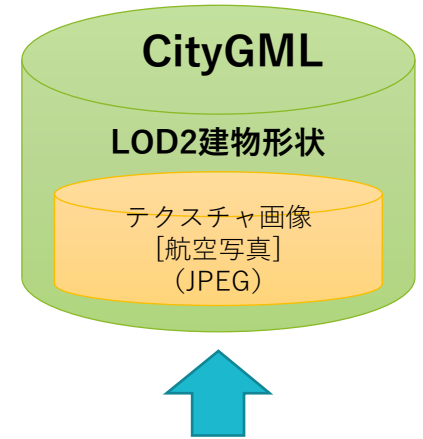
必要に応じて、傾斜・高さなどの各パラメータを微調整

2. LOD2のモデリング手法

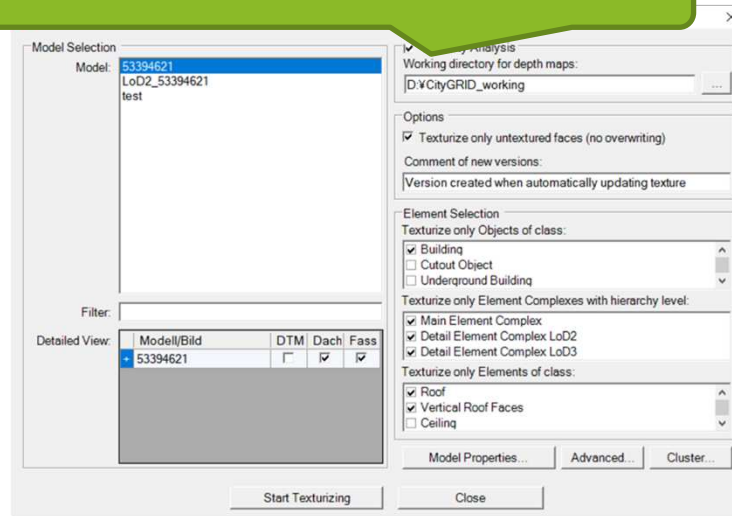
■ LOD2建物のテクスチャ付与 (CityGRID)



テクスチャなし建物形状

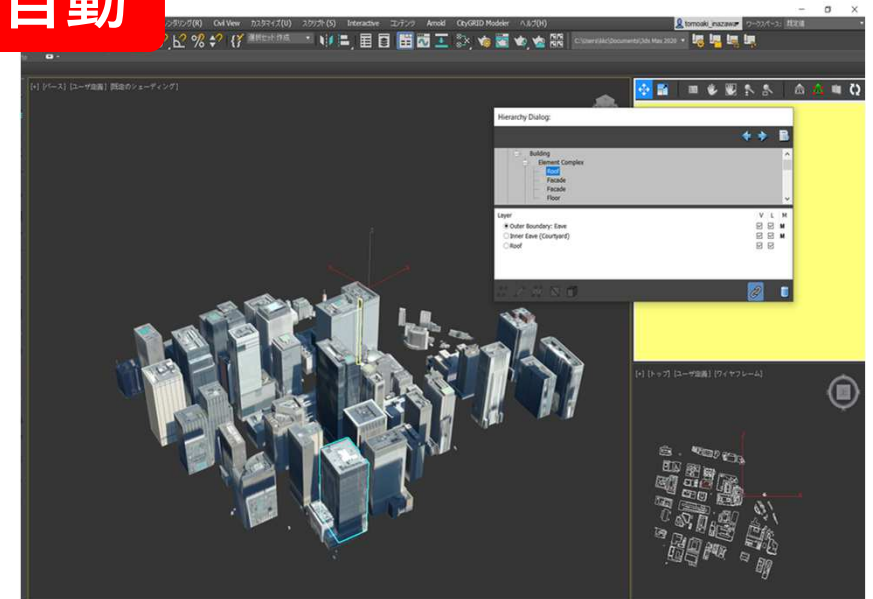


隣接建物などの映り込みのない画像を優先選択



処理パラメータ設定

自動



テクスチャあり建物形状

航空写真
カメラ情報
外部評定要素

3 LOD3のモデリング手法

3. LOD3のモデリング手法



作業規程の準則 第4編 第5章を参照

■全体フロー

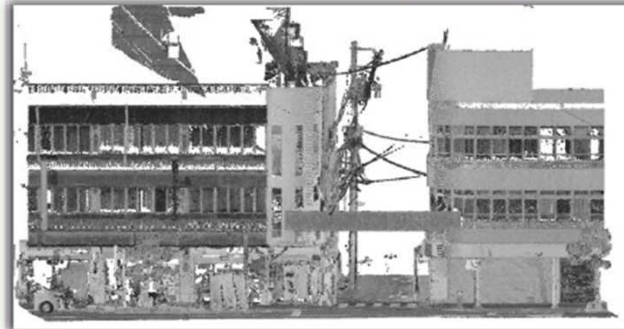
MMS : **M**obile **M**apping **S**ystem



MMS計測

MMS点群データ

レーザデータ (点群)



写真画像データ



LOD2建築物モデル

空中写真成果

◆CADソフト
◆microstation
・LOD3建築物形状作成
・構造化

◆3Dモデリングソフト
◆Blender
・UVマップの作成
・テクスチャ付与

◆画像編集ソフト
◆photoshopなど
・テクスチャ画像の作成

MMS全方位画像
手持ちカメラ画像

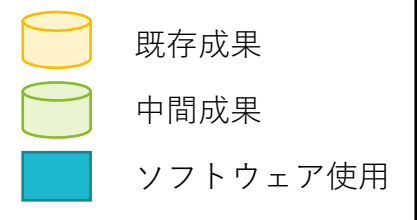
LOD3建築物形状

検査

◆FME
符号化
CityGML形式に変換

CityGML
LOD3建築物形状
テクスチャ画像
[MMS、手持ちカメラ画像] (JPEG)

エラーがあるとフィードバック





3. LOD3のモデリング手法

■作業規程の準則 第4編 第5章で留意する点

成果品の要求点密度

利用目的	要求点密度 (標準値)
グラウンドデータ作成	10~100 点/m ²
グリッドデータ作成 (格子間隔 0.5m)	9 点/m ² 以上
グリッドデータ作成 (格子間隔 1.0m)	4 点/m ² 以上
等高線データ作成 (レベル 500)	9 点/m ² 以上
等高線データ作成 (レベル 1000)	4 点/m ² 以上
数値地形図作成 (レベル 500) ※1	400 点/m ² 以上
数値地形図作成 (レベル 1000) ※2	100 点/m ² 以上
出来形計測	1 点以上/0.01m ² (0.1m×0.1m メッシュ)
起工測量	1 点以上/0.25m ² (0.5m×0.5m メッシュ)

成果品の要求精度

利用目的	水平位置	標高
グラウンドデータ作成 グリッドデータ作成 等高線データ作成	規定しない	0.1m (RMS 誤差)
数値地形図作成 (レベル 500)	0.15m (許容範囲)	0.2m (許容範囲)
数値地形図作成 (レベル 1000)	0.3m (許容範囲)	0.3m (許容範囲)
出来形計測	XYZ の各成分において±0.05m 以内 (許容範囲)	
起工測量	XYZ の各成分において±0.1m 以内 (許容範囲)	

備考

※1 数値図化は当該の点密度を満たす範囲に限る。また、計測用カメラを併用する場合の点密度は 50 点/m² 以上かつ写真の地上画素寸法は 5 cm 以内の範囲に限る。

※2 数値図化は当該の点密度を満たす範囲に限る。また、計測用カメラを併用する場合の点密度は 13 点/m² 以上かつ写真の地上画素寸法は 10 cm 以内の範囲に限る。



3. LOD3のモデリング手法

■境界面の設定

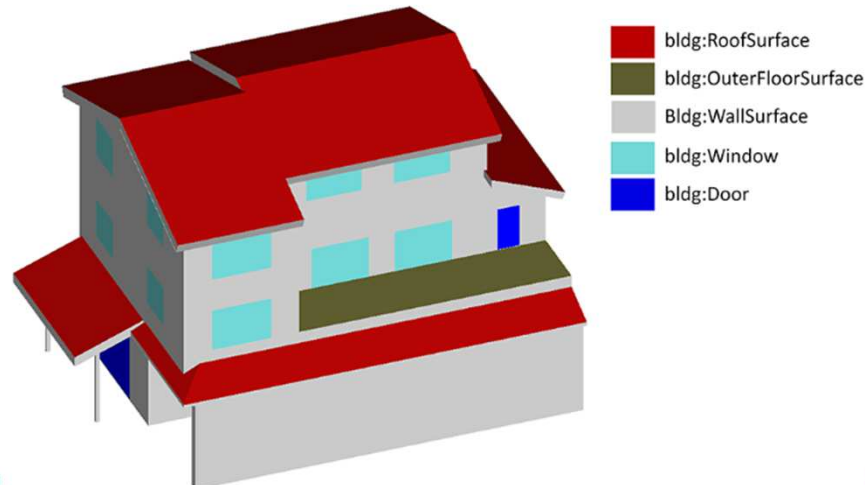
地物	意味	説明
RoofSurface	屋根面	外から見える上部の境界面
WallSurface	外壁面	外から見える側面及び軒裏の境界面
GroundSurface	底面	下部の境界面
BuildingPart	建築物部分	建築物を複数の部分として分けて記述するために使用する
ClosureSurface	閉鎖面	立体の外部境界を構成するために設ける仮想的な境界面
OuterFloorSurface	屋外床面	外側にある境界面で、底面以外の法線が下向きとなる面
OuterCeilingSurface	屋外天井面	外側にある境界面で、底面以外の法線が上向きとなる面
BuildingInstallation	屋外付属物	建築物の外側に設置され、建築物の外観を特徴づける設備
Door	扉	扉を表現する面
Window	窓	窓を表現する面

LOD3を構成する基本の地物

条件により必須となる地物や、ユースケースに応じて要否となる地物

LOD3を構成する基本の地物

※緑字：LOD3から定義される地物





3. LOD3のモデリング手法

■CADソフトでの操作

CADソフトを使用し、MMS点群より建築物形状を**手動**で作成
MMS点群データでは見えない部分は、航空写真もしくはLOD2の形状で補完する

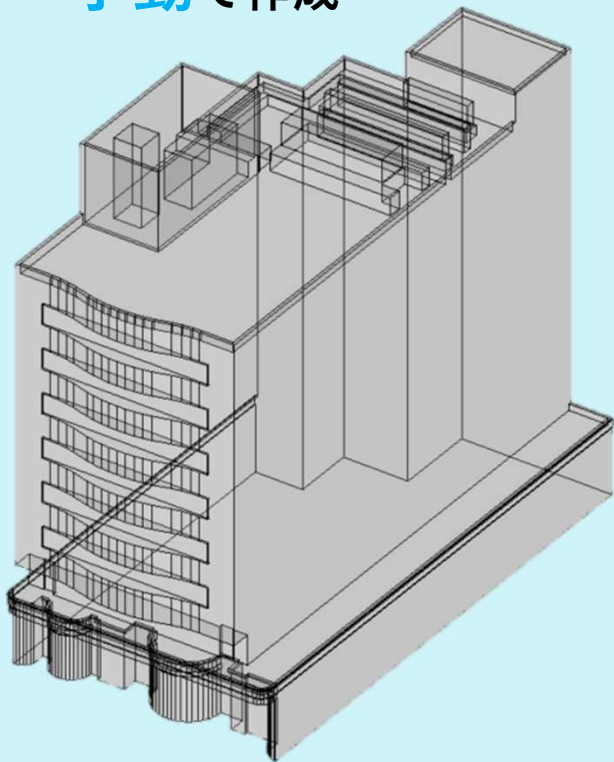




3. LOD3のモデリング手法

■テクスチャ付与

CADソフトを使用し、**手動**で作成



LOD3建築物形状



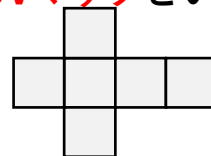
Blenderを使用し、**自動**で展開



テクスチャを付与する場合、2次元の直交座標系により貼り付ける位置や方向、大きさなどを指定する方法を**UVマッピング**と呼び、UVマッピングに使用する画像を**UVマップ**という



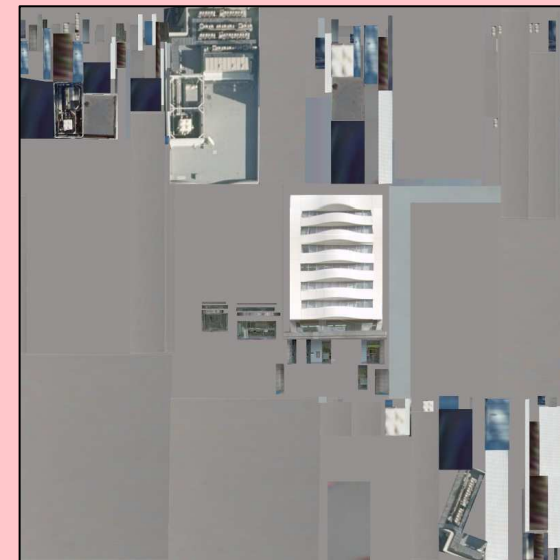
展開



UVマップ作成



画像編集ソフトを使用し、**手動**で作成

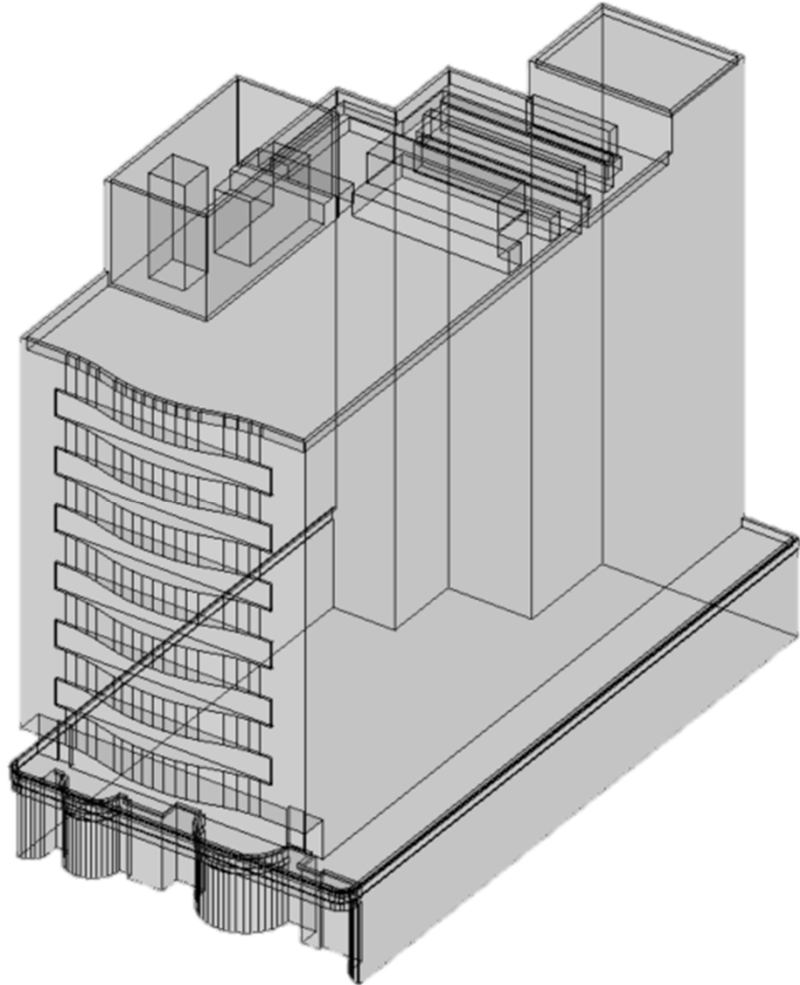


MMS全方位画像
手持ちカメラ画像

テクスチャ画像作成

3. LOD3のモデリング手法

■テクスチャ付与



//// テクスチャ付与前のLOD3建築物モデル

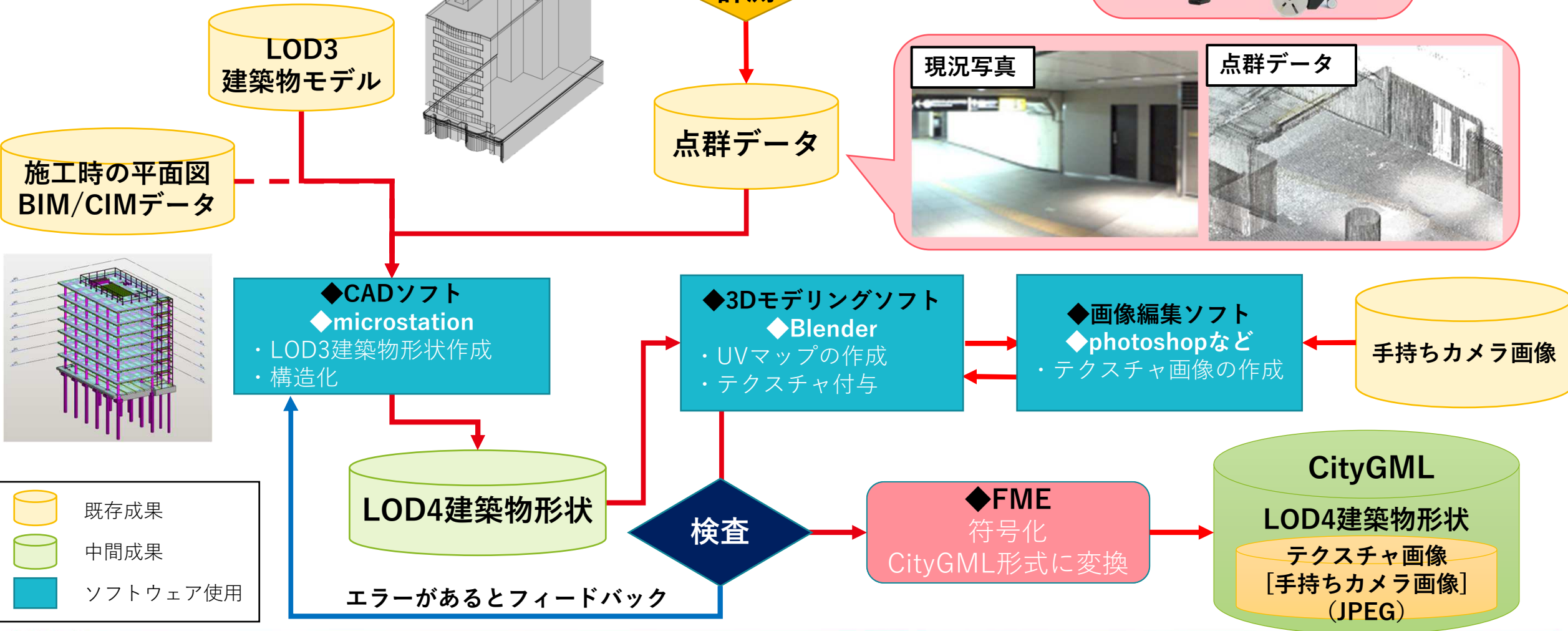
テクスチャ付与されたLOD3建築物モデル

4 LOD4のモデリング手法(案)

4. LOD4のモデリング手法(案)

■全体フロー (仮)

LidarSLAM 技術を用いた
公共測量マニュアル等を参照



既存成果
 中間成果
 ソフトウェア使用

エラーがあるとフィードバック



4. LOD4のモデリング手法

■LidarSLAM 技術を用いた公共測量マニュアルで留意する点

成果品の要求点密度

利用目的	要求点密度 (標準値)
グラウンドデータ作成	10~100 点/m ²
グリッドデータ作成 (格子間隔 0.5m)	9 点/m ² 以上
グリッドデータ作成 (格子間隔 1.0m)	4 点/m ² 以上
等高線データ作成 (レベル 500)	9 点/m ² 以上
等高線データ作成 (レベル 1000)	4 点/m ² 以上
数値地形図作成 (レベル 500)	400 点/m ² 以上
数値地形図作成 (レベル 1000)	100 点/m ² 以上
出来形計測	1 点以上/0.01m ² (0.1m×0.1m メッシュ)
起工測量	1 点以上/0.25m ² (0.5m×0.5m メッシュ)

成果品の要求精度

利用目的	水平位置	標高
グラウンドデータ作成 グリッドデータ作成 等高線データ作成	規定しない	0.1m (RMS 誤差)
数値地形図作成 (レベル 500)	0.15m (許容範囲)	0.2m (許容範囲)
数値地形図作成 (レベル 1000)	0.3m (許容範囲)	0.3m (許容範囲)
出来形計測	XYZ の各成分において±0.05m 以内 (許容範囲)	
起工測量	XYZ の各成分において±0.1m 以内 (許容範囲)	



4. LOD4のモデリング手法(案)

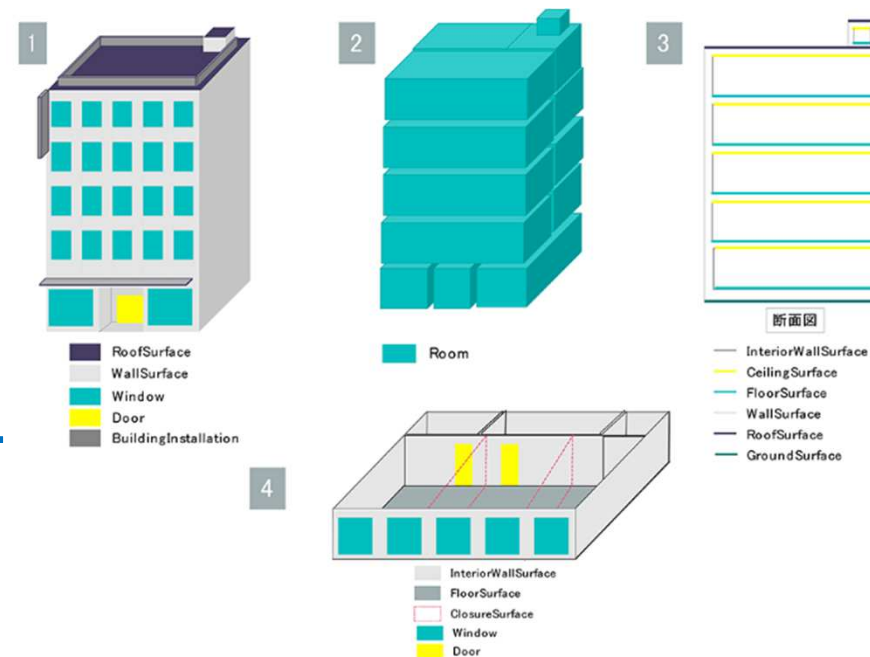
■境界面の設定

地物	意味	説明
RoofSurface	屋根面	外から見える上部の境界面
WallSurface	外壁面	外から見える側面及び軒裏の境界面
GroundSurface	底面	下部の境界面
BuildingPart	建築物部分	建築物を複数の部分として分けて記述するために使用する
ClosureSurface	閉鎖面	立体の外部境界を構成するために設ける仮想的な境界面
OuterFloorSurface	屋外床面	外側にある境界面で、底面以外の法線が下向きとなる面
OuterCeilingSurface	屋外天井面	外側にある境界面で、底面以外の法線が上向きとなる面
BuildingInstallation	屋外付属物	建築物の外側に設置され、建築物の外観を特徴づける設備
Door	扉	扉を表現する面
Window	窓	窓を表現する面
Room	部屋	部屋として記載されている区画
InteriorWallSurface	内壁面	部屋を区切る内壁の角を結ぶ面
FloorSurface	床面	屋内の床を表現する面
CeilingSurface	天井面	屋内の天井を表現する面
IntBuildingInstallation	屋内付属物	屋内付属物（柱・階段・エスカレーター等）の外形を構成する面
BuildingFurniture	家具	家具の外形を構成する面

LOD4を構成する基本の地物

LOD4を構成する基本の地物

条件により必須となる地物や、ユースケースに応じて要否となる地物



※緑字：LOD4から定義される地物

5 作成モデルの符号化

5. 作成モデルの符号化

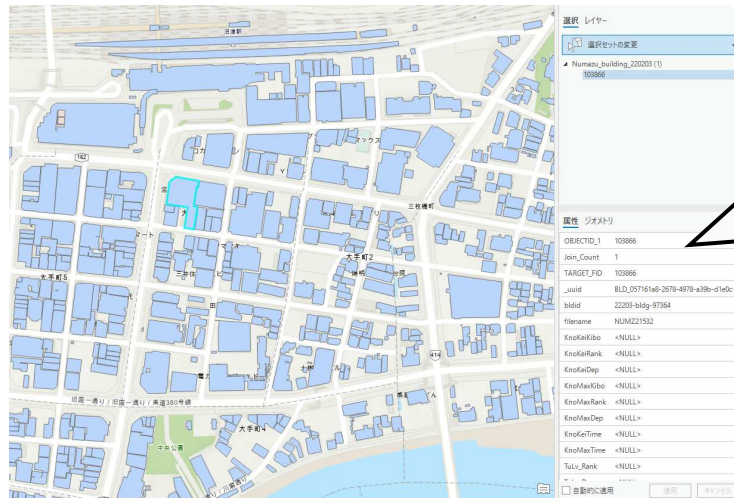


■属性データの作成

- 建物外形線にCityGMLに出力する主題属性（下表参照：主な主題属性と原典資料）を付与し、GISで読み込める形式（SHP、FGDBなど）で作成する

属性	原典資料
gml_id	建物外形線作成時
建物id	
建物用途	都市計画基礎調査 (建物現況)
建築年	
建物階数	

属性	原典資料
高さ	航空写真
用地地域区分	用地地域図
浸水ランク	洪水浸水想定区域図
浸水深	
土砂災害に関する情報	災害リスク情報



建物外形線

属性 ジオメトリ	
OBJECTID	52074
bldid	13119-bldg-52077
LOD2area	0
city	13119
aaa	<NULL>
削除フラグ	<NULL>
gml_id	bldg_248202ea-7bc7-4d3a-a6b7-eab257faf71b
name	<NULL>
date	2023-03-22
usage	402

Callouts: 建物ID (points to bldid), gml_id (points to gml_id), 建物用途 (points to usage)



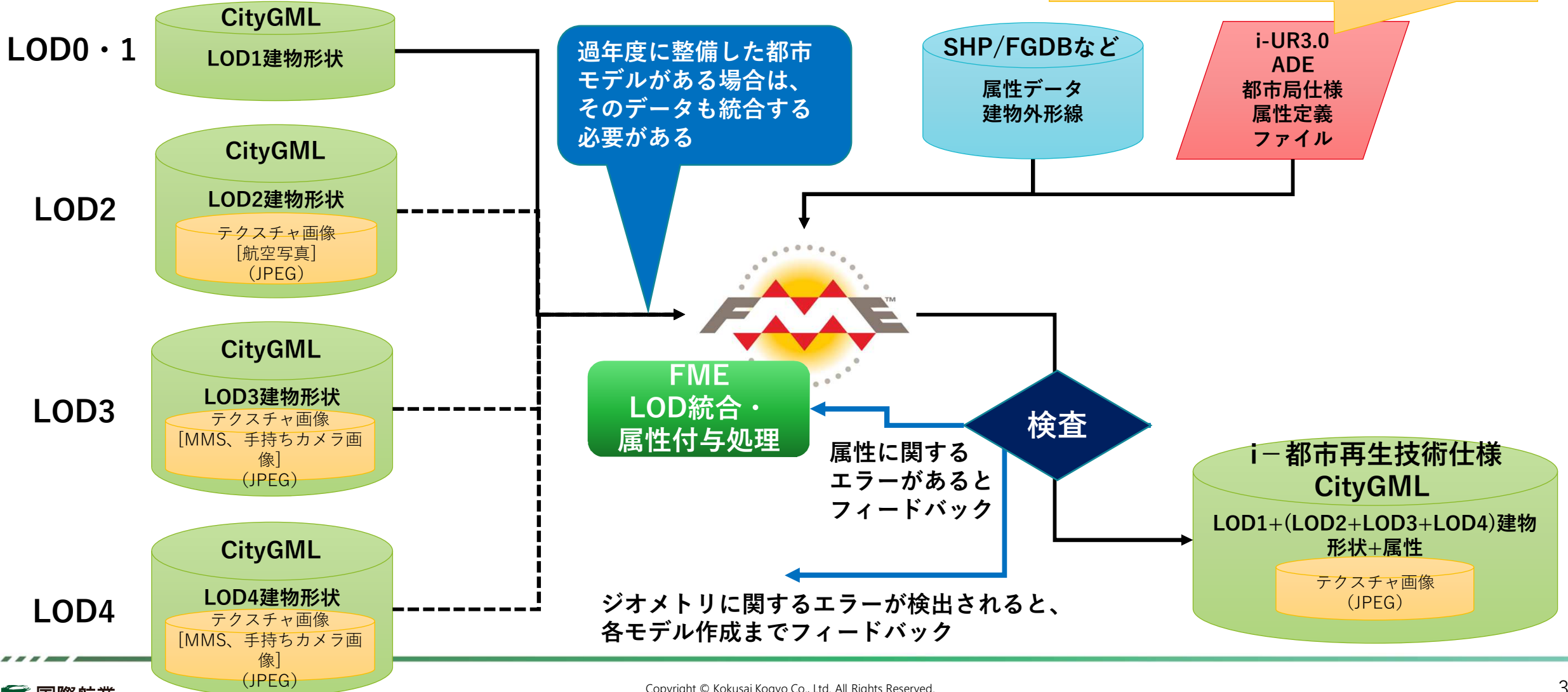
建物	No	属性名	GBDXフィールド名	説明	
建築物	1	bldg:Building gml:id	gml_id	gml_id	
	2	bldg:Building	name	建物名称。	
	3	bldg:Building	core:creationDate	date	データが作成された日 (納品日)。
	4	bldg:Building	bldg:usage	usage	建物用途。
	5	bldg:Building	bldg:storeysAboveGround	storeysabo	地上階数。
	6	bldg:Building	bldg:storeysBelowGround	storeysbel	地下階数。
	7	bldg:Building	bldg:address	add_pref	住所。都道府県名を入力。
	8	bldg:Building	bldg:address	add_city	住所。市区町村名を入力。
	9	bldg:Building	bldg:address	bldg:address	住所。大字・町丁目を入力。
	10	bldg:Building	bldg:address	add_of_num	住所。番地以下を入力。
	11	uro:BuildingIDAttribute	uro:buildingID	bldid	建物ID。
	12	uro:BuildingIDAttribute	uro:prefecture	prefecture	都道府県コード。
	13	uro:BuildingIDAttribute	uro:city	city	市区町村コード。
	14	uro:BuildingDetailAttribute	uro:buildingRoofEdgeArea	buildingro	屋根面積。
	15	uro:BuildingDetailAttribute	uro:detailedUsage	detailedusage	建物利用現況 (小分類) よりも細かい区分による都市独自の分類。
	16	uro:BuildingDetailAttribute	uro:fireproofStructureType	fireproofst	耐火構造区分。
	17	uro:BuildingDetailAttribute	uro:districtsAndZonesType	districtsa_1	用途地区 (標準仕様)
	18	uro:BuildingDetailAttribute	uro:districtsAndZonesType	districtsa_2	高度地区 (標準仕様)
	19	uro:BuildingDetailAttribute	uro:districtsAndZonesType	districtsa_3	防火区画 (標準仕様)
	20	uro:BuildingDetailAttribute	uro:landUseType	landusepa	建築物が立地する土地の土地利用区分。
	21	uro:BuildingDetailAttribute	uro:surveyYear	surveyyear	調査年。
	22	uro:BuildingDataQualityAttribute	uro:lod1HeightType	lod1height	LOD1 の立体図形を作成する際に使用した、建築物の高さの算出方
	23	uro:BuildingDataQualityAttribute	uro:srcScale	srcscale	地図情報レベル。
	24	uro:BuildingDataQualityAttribute	uro:geometrySrcDesc	geometrysr_1	幾何オブジェクトを作成する元となるデータの説明。
	25	uro:BuildingDataQualityAttribute	uro:thematicSrcDesc	thematicsr_1	主題属性を作成する元となるデータの説明。
	26	uro:BuildingDataQualityAttribute	uro:appearanceSrcDesc	appearancesr_1	テクスチャ画像を作成する元となるデータの説明。
	27	uro:BuildingDataQualityAttribute	uro:lodType	lodtype	当該建築物に適用されたLOD2 及びLOD3 の詳細な区分。
	28	bldg:Building	uro:KeyValuePair	BV_5	防火構造区分
	29	bldg:Building	uro:KeyValuePair	BV_8	延べ面積換算コード
	30	bldg:Building	uro:KeyValuePair	BV_9	変換フラグ
	31	bldg:Building	uro:stringAttribute	BV_10	延べ面積換算係数
32	bldg:Building	uro:KeyValuePair	BV_11	過年度修正フラグ	

必要な属性情報

5. 作成モデルの符号化

■作成モデルのLOD統合および属性付与

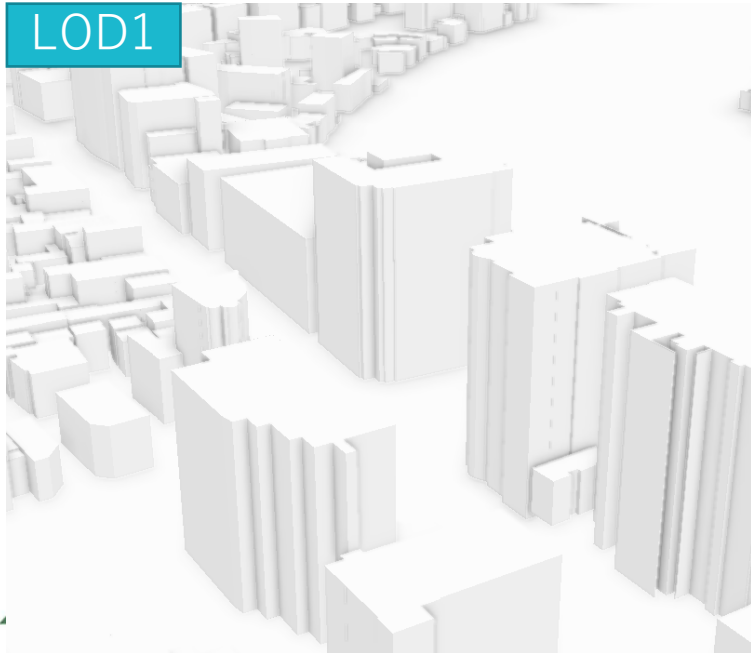
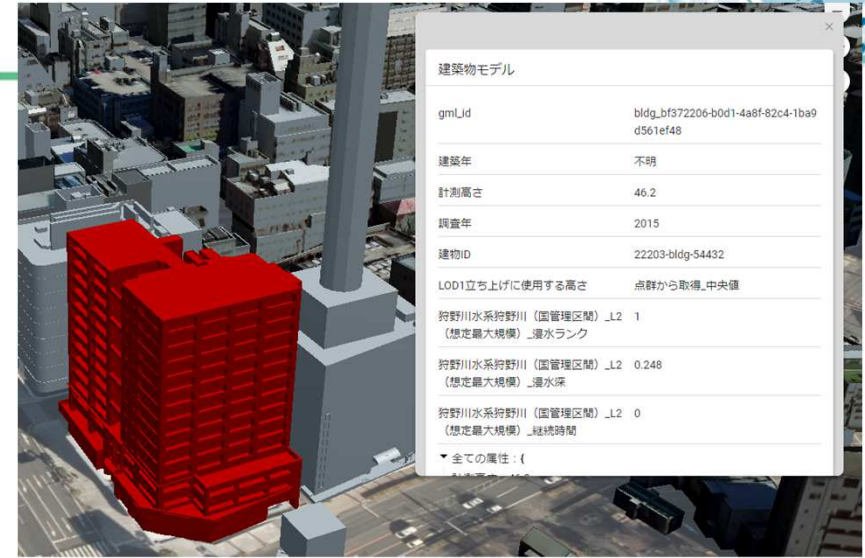
ADE (Application Domain Extension) と呼ばれる**地物や属性の定義を拡張する機能**「i-都市再生技術仕様案 (i-UR)」を採用
<https://www.chisou.go.jp/tiiki/toshisaisei/itoshisaisei/iur/index.html>で公開



5. 作成モデルの符号化

■作成されたCityGMLデータ

- ▶ ひとつひとつの建物データとして、作成したすべてのLODの建物形状が統合され保存されている
下図はLOD3まで作成した例であり、LOD0からLOD3までの建物形状が、ひとつの建物データとして統合されている
- ▶ 各建物の属性も付与されている Plateau Viewで確認可能
URL : <https://plateauview.mlit.go.jp/>



6 各工程の品質検査

6. 各工程の品質評価

実施タイミング： **モデル作成後**

符号化後



➤ 位相一貫性

FME Hubで誰でも使用可能

URL : https://hub.safe.com/?page=1&page_size=10&order=relevance&query=plateau

R4年度に公開された検査ツール(FME)を使用してジオメトリに不備がないかを検査する



【検査項目】

- ✓ 境界面が自己交差していないか
- ✓ 境界面が閉じているか
- ✓ すべての境界面の向きが外側を向いているか
- ✓ 面や立体同士が交差していないか など

PLATEAU標準製品仕様書第2.0版に基づいて作成された建築物CityGMLデータについて、位相一貫性、一部の属性等に関する品質検査を行います。

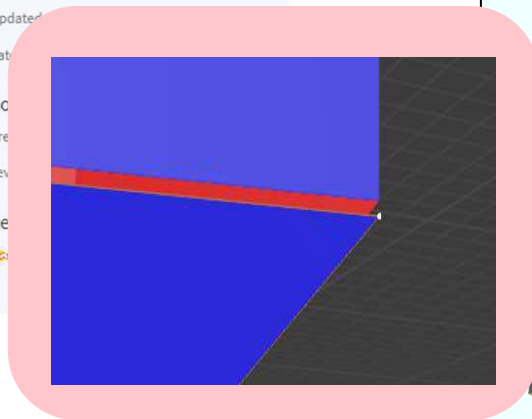
注1: 現時点では標準製品仕様書の品質要求No.L-bldg-03「Loos建築物の開口部が境界面内にあること」についての検査処理は未実装です。実装でき次第追加、更新します。

注2: 3次元メッシュ区画境界をまたぐ建築物の所属先メッシュ区画(ファイル)の判定にあたって使用した3次元メッシュ区画境界区画の精度が低い(有効桁数が小さい)場合、このツールは異なる判定をして「回転不正」エラーを検出することがあります。使用したデータの精度に依存することなので「回転不正」エラーが検出されても不合格とはしません。標準製品仕様書の規定に基づいて所属先ファイルが決定されていることを再確認してください。

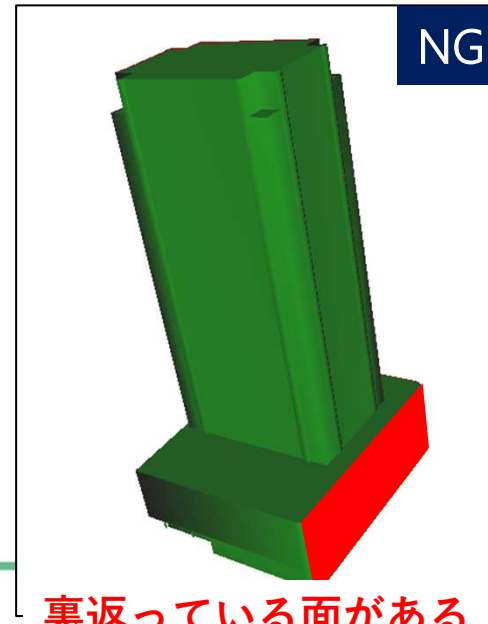
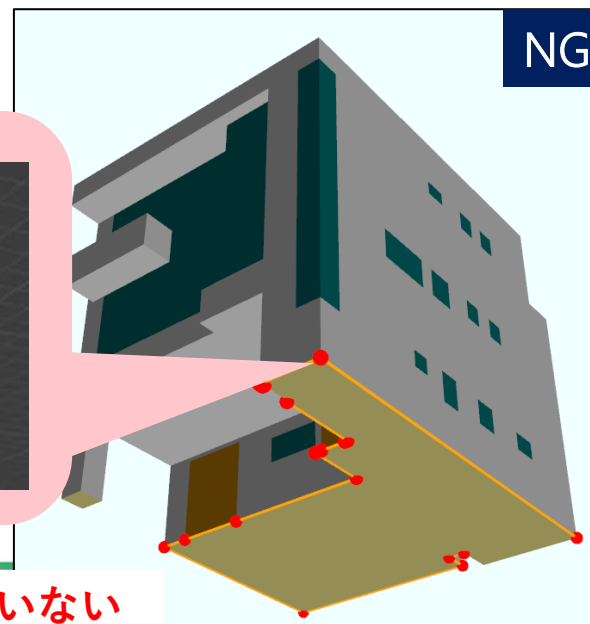
使用方法や検査結果についてのお問い合わせは、次のアドレスあてのメールをお願いします。plateau-helpdesk@aigid.jp

今後も必要に応じて、ワークスペースの機能追加、改良をし、FME Hubを更新することがあります。FME Hubを更新した場合は、Slack PLATEAUコミュニティの「2022技術支援 チャンネル」でお知らせしますので、適宜ダウンロードしてお手元の環境も更新してください。

このワークスペースはいつでもご利用になれますが、上記のメールやSlackによるサポートは2022年度末で終了します。あらかじめご承知おきますよう、お問い合わせいたします。



境界面が閉じていない



裏返っている面がある

6. 各工程の品質評価

実施タイミング： **モデル作成後**



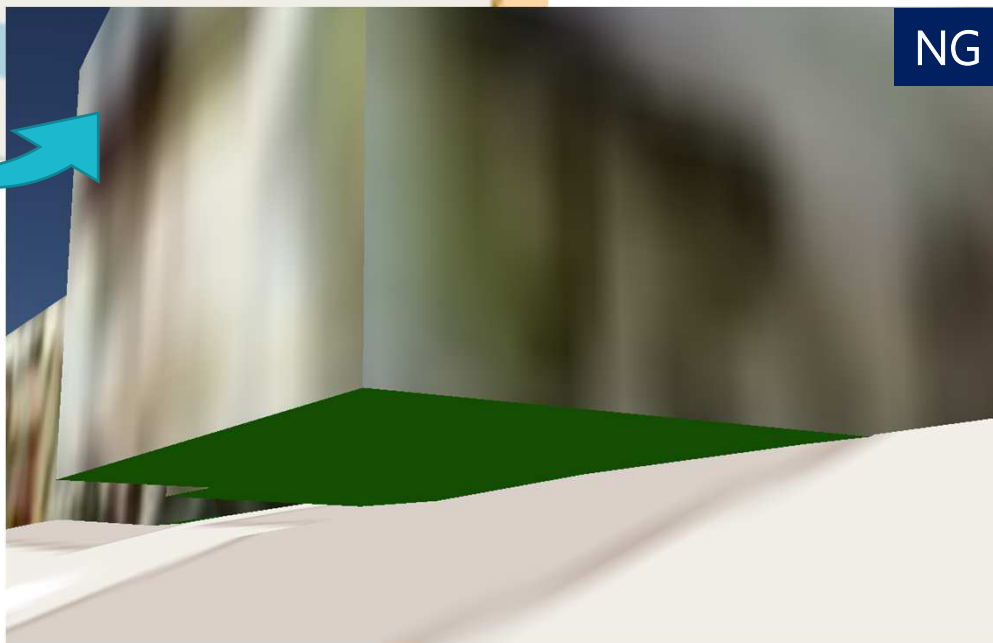
➤ 完全性①

作成したモデルがDEM（地形データ）から浮いていないか確認を行う



【検査項目】

- ✓ 作成したモデルがDEM（地形データ）から浮いていないか
- 特に、河川のそば・急傾斜地は注意



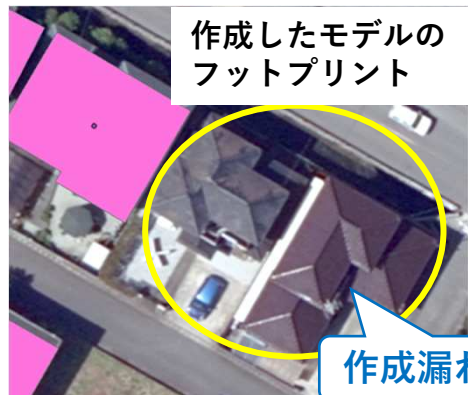
6. 各工程の品質評価

実施タイミング： **モデル作成後**



➤ 完全性②

作成したモデルをビューアに表示して作成漏れや過剰に作成していないか目視確認を行う



- 【検査項目】**
- ✓ モデル整備範囲内に作成漏れがないか
 - ✓ 整備する自治体のモデル整備範囲内及び行政界より外側のデータを過剰に作成していないか
 - ✓ 過年度に整備したデータを統合するにあたって、今年度に整備したデータが交差していないか など



6. 各工程の品質評価

実施タイミング： **モデル作成後**



➤ 完全性③

作成したモデルをビューアに表示して標準製品仕様書に沿った形式になっているか目視確認を行う

●gml:idの接頭辞

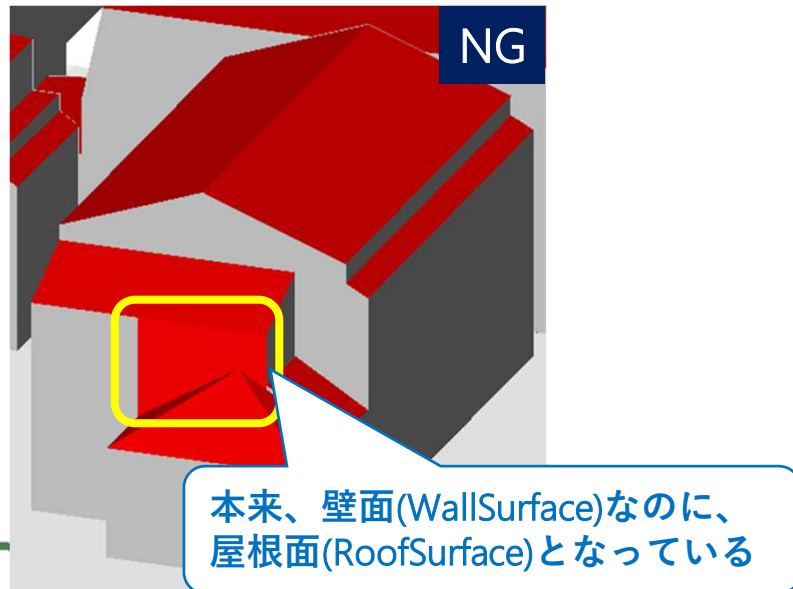
FID	Shape	gml_id	filename	NG
1	0		YOK0001	NG
2	1		YOK0002	
3	2	ポリゴン g-c4f9cadd-f898-...	YOK0003	
4	3	ポリゴン BLD_80da38e9-6046-...	YOK0004	
5	4	ポリゴン BLD_c6dbd7f7-6f7c-4...	YOK0005	

正しくは「bldg_」

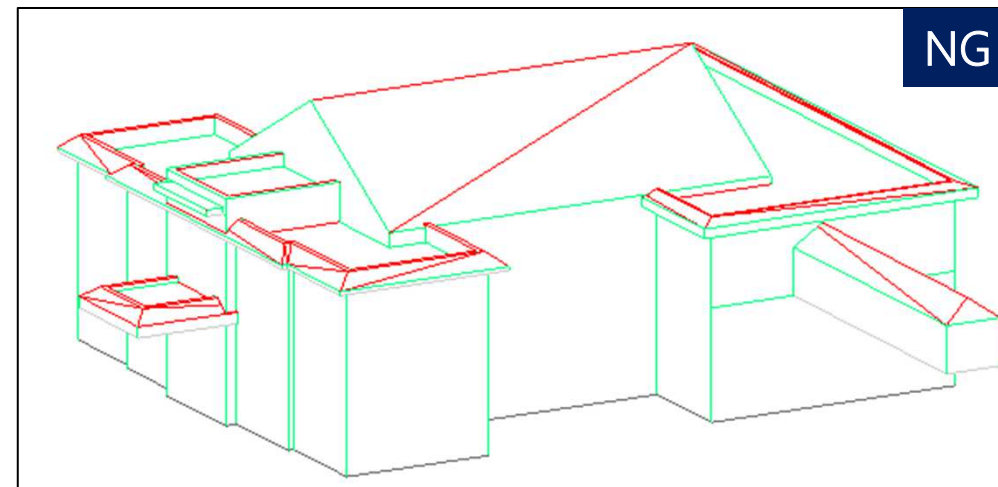
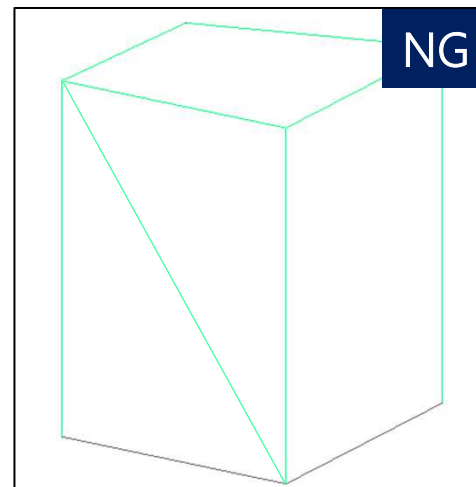
【検査項目】

- ✓ gml:idの接頭辞
- ✓ データを構成する地物の妥当性
(例：壁面なのに屋根面が定義されていないか)
- ✓ 同一方向の面が分割されていないか など

●データを構成する地物の妥当性



●同一方向の面が分割されていないか



6. 各工程の品質評価

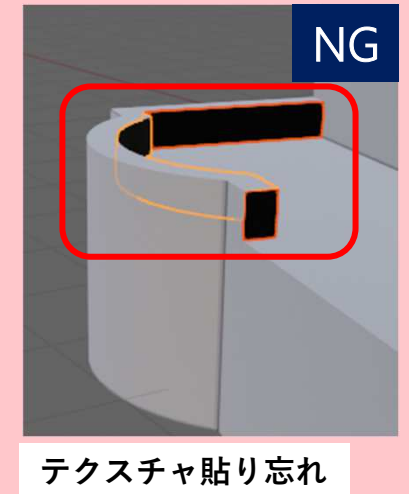
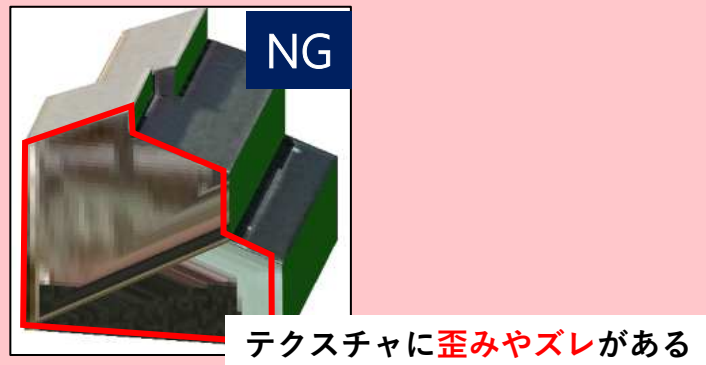
実施タイミング： **モデル作成後** **符号化後**



➤ 完全性④

作成した建物データを表示し、テクスチャの付与漏れや不適切な画像（例：隣接建物の映り込みが多い画像）が付与されていないか目視で確認する

LOD3作成でMMS全方位画像が利用できる場合は、これらとの比較を行う



6. 各工程の品質評価

実施タイミング： 符号化後

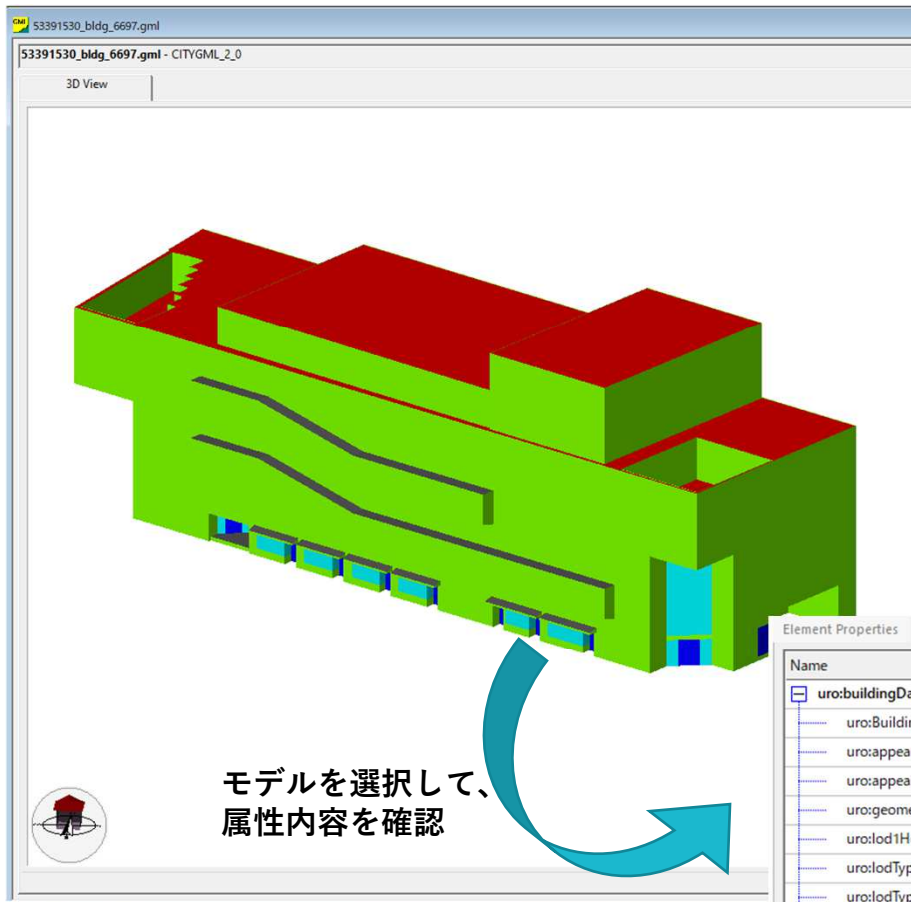


論理一貫性・書式一貫性・主題正確度

符号化されたデータに対して、付与された属性情報に抜け漏れがないか、また、属性情報に誤りがないかを確認する

【検査項目】

- ✓ 付与された属性情報に抜け漏れがないか
- ✓ 属性情報に誤りがないか



モデルを選択して、属性内容を確認

ファイル名	BuildingDataQualityAttribute_lod1HeightType.xml
コード	説明
1	点群から取得_最高高さ
2	点群から取得_中央値
3	点群から取得_平均値
4	点群から取得_最頻値
5	点群から取得_最低値
6	航空写真真似化_最高高さ
7	建築確認申請書類等に記載された「建築物の高さ」

建物	No	属性名	GDBフィールド名	説明
	1	bdg:Building gml:id	gml_id	
	2	bdg:Building gml:name	name	建物名称。
	3	bdg:Building core:creationDate	date	データ作成された日 (納品日)。
	4	bdg:Building bdg:usage	usage	建物用途。
	5	bdg:Building bdg:storeysAboveGround	storeysabo	地上階数。
	6	bdg:Building bdg:storeysBelowGround	storeysbel	地下階数。
	7	bdg:Building bdg:address	add_pref	住所、郵便局番を入力。
	8	bdg:Building bdg:address	add_city	住所、市区町村名を入力。
	9	bdg:Building bdg:address	add_id_name	住所、大字・町丁目を入力。
	10	bdg:Building bdg:address	add_id_num	住所、番地以下を入力。
	11	uro:Building[Data]Attribute uro:buildingID	blid	建物ID。
	12	uro:Building[Data]Attribute uro:prefecture	prefecture	都道府県コード。
	13	uro:Building[Data]Attribute uro:city	city	市町村コード。
	14	uro:Building[Data]Attribute uro:buildingRoofEdgeArea	buildingro	屋根面積。
	15	uro:Building[Data]Attribute uro:detailedUsage	detailedusage	建物利用状況 (1分種) より詳細な区分による都市独自の分類。
	16	uro:Building[Data]Attribute uro:fireproofStructureType	fireproofst	耐火構造区分。
	17	uro:Building[Data]Attribute uro:districtsAndZonesType	districtsa_1	用途地域(標準仕様)
	18	uro:Building[Data]Attribute uro:districtsAndZonesType	districtsa_2	高さ区分(標準仕様)
	19	uro:Building[Data]Attribute uro:districtsAndZonesType	districtsa_3	防火区分(標準仕様)
	20	uro:Building[Data]Attribute uro:landUseType	landusepla	建築物が立地する土地区域区分。
	21	uro:Building[Data]Attribute uro:surveyYear	surveyyear	調査年。
	22	uro:Building[Data]QualityAttribute uro:lod1HeightType	lod1height	LOD1 の点群データを作成する際に使用した、建築物の高さの算出方法。
	23	uro:Building[Data]QualityAttribute uro:srcScale	proscale	地図縮尺。
	24	uro:Building[Data]QualityAttribute uro:geometrySrcDesc	geometrysrc_1	建物ジオメトリを作成する元となるデータの説明。
	25	uro:Building[Data]QualityAttribute uro:thematicSrcDesc	thematsrc_1	主題属性を作成する元となるデータの説明。
	26	uro:Building[Data]QualityAttribute uro:appearanceSrcDesc	appearancesrc_1	3次元モデルを作成する元となるデータの説明。
	27	uro:Building[Data]QualityAttribute uro:lodType	lodtype	当該建築物の建物データの LOD 区分の属性。
	28	bdg:Building uro:KeyValuePair	BV_5	耐火構造区分
	29	bdg:Building uro:KeyValuePair	BV_8	耐火構造区分コード
	30	bdg:Building uro:KeyValuePair	BV_9	築年数
	31	bdg:Building uro:KeyValuePair	BV_10	耐火構造区分係数
	32	bdg:Building uro:KeyValuePair	BV_11	適年修正フラグ

標準製品仕様書との確認

自治体ごとの属性一覧との比較

Name	Value	Description
uro:buildingDataQualityAttribute		
uro:appearanceSrcDesc	空中写真 (1)	codeSpace = ../../codelists/BuildingDataQualityAttribute_appearanceSrcDesc.xml
uro:appearanceSrcDesc	MMS画像 (2)	codeSpace = ../../codelists/BuildingDataQualityAttribute_appearanceSrcDesc.xml
uro:geometrySrcDesc	空中写真測量 (5)	codeSpace = ../../codelists/BuildingDataQualityAttribute_geometrySrcDesc.xml
uro:lod1HeightType	点群から取得_中央値 (2)	codeSpace = ../../codelists/BuildingDataQualityAttribute_lod1HeightType.xml
uro:lodType	2.0	
uro:lodType	3.0	
uro:srcScale	地図情報レベル2500 (1)	codeSpace = ../../codelists/BuildingDataQualityAttribute_srcScale.xml
uro:thematicSrcDesc	都市計画基礎調査 (1)	codeSpace = ../../codelists/BuildingDataQualityAttribute_thematicSrcDesc.xml

6. 各工程の品質評価

実施タイミング： **符号化後**



➤ 論理一貫性・書式一貫性・主題正確度

FME Hubで誰でも使用可能

URL : https://hub.safe.com/?page=1&page_size=10&order=relevance&query=plateau

符号化されたデータに対して、R4年度に公開された検査ツール(FME)を使用してスキーマやgmlファイルの記述に不備がないかを確認する

【検査項目】

- ✓ CityGMLの座標系(EPSSGコード)が間違っていないか
- ✓ 指定されたコードリストに定義されていない値となっている

```
ファイル(F) 編集(E) 変換(C) 検索(S) ツール(T) 設定(O) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)
1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 <core:CityModel xmlns:brid="http://www.opengis.net/citygml/bridge/2.0" xmlns:tran="http
3 <gml:boundedBy>
4 <gml:Envelope srsName="http://www.opengis.net/def/crs/EPSSG/0/6668" srsDimension
5 <gml:lowerCorner>35.97725240308295 139.65200766195161 0</gml:lowerCorner>
6 <gml:upperCorner>35.98350956157883 139.6553451836375 0</gml:upperCorner>
```

NG

gmlファイル

```
sts/Common_districtsAndZonesIype.xml">25</uro:districtsAndZo
odeIists/Common_landUseType.xml">211</uro:landUseType>
/codeIists/BuildingDetailAttribute_detailedUsage.xml" 1310</uro:detailedUsage>
```

NG

```
ファイル(F) 編集(E) 変換(C) 検索(S) ツール(T) 設定(O) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)
1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 <core:CityModel xmlns:brid="http://www.opengis.net/citygml/bridge/2.0" xmlns:tran="http
3 <gml:boundedBy>
4 <gml:Envelope srsName="http://www.opengis.net/def/crs/EPSSG/0/6697" srsDimension
5 <gml:lowerCorner>35.55691986152525 138.5595855579897 0</gml:lowerCorner>
6 <gml:upperCorner>35.61826695243981 138.61369698734845 0</gml:upperCorner>
```

OK

コードリストファイル

```
107 <gml:Definition gml:id="id18">
108 <gml:description>不明</gml:description>
109 <gml:name>461</gml:name>
110 </gml:Definition>
111 </gml:dictionaryEntry>
112 <gml:dictionaryEntry>
113 <gml:Definition gml:id="id19">
114 <gml:description>業務施設(事務所、銀行、会議場・展示場、
115 <gml:name>4011</gml:name>
```

CityGMLの座標系(EPSSGコード)が間違っている

指定されたコードリストに定義されていない値となっている

6. 各工程の品質評価

実施タイミング： 符号化後

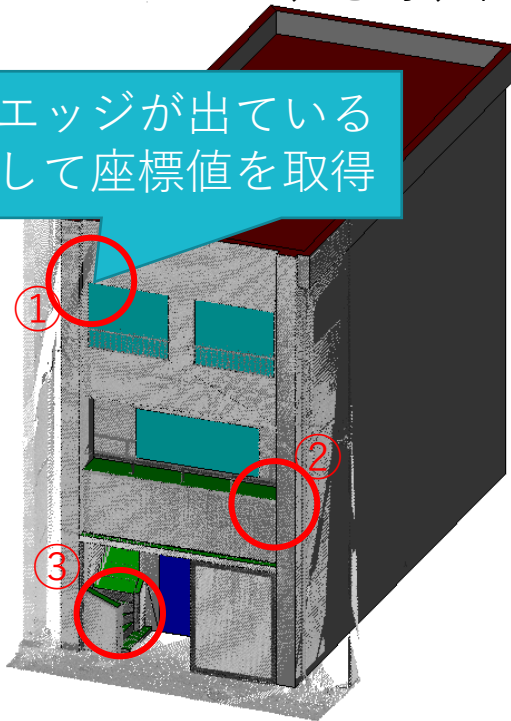


➤ 位置正確度

外壁の角などの位置が明瞭な点において、現地測量による実測値とモデルの座標値を比較することより位置正確度の点検を行う

航空レーザ及びMMSによる点群データが存在する場合には、それらとモデルを重ねて表示することにより、外壁のエッジやドア、窓等、位置が明瞭な点と点群の差を比較し、位置正確度の点検を行う

点群で明確にエッジが出ている部分を再図化して座標値を取得



作成したLOD3建物と再図化の座標値を比較して検証

	LOD3建物			再図化			較差
	X	Y	Z	X	Y	Z	
①	32568.387	-100487.888	12.899	32568.371	-100487.924	12.916	0.043
②	32567.671	-100491.896	8.813	32567.685	-100491.869	8.781	0.044
③	32568.294	-100488.495	5.953	32568.267	-100488.484	5.905	0.056



まとめ

- LOD1モデリング：「都市計画基本図」「空中写真成果」「地形データ」を用いてFMEで自動処理
「航空レーザ成果の点群データ」を使う手法もある
- LOD2モデリング：「都市計画基本図」「空中写真成果」または「航空レーザ成果の点群データ」
を用いてモデリングソフトで半自動で図化→テクスチャ貼付は自動処理
- LOD3モデリング：LOD2モデルを基に、MMS等から計測した点群データを用いて手動で図化
→テクスチャはMMS等から計測した画像データや手持ちカメラで撮影した画像
を用いて図化
- LOD4モデリング：LOD3モデルを基に、現地計測した点群データを用いて手動で図化
- モデル作成後及び符号化後に検査処理を行うことで、高品質なデータの作成を目指す



情報をつなげる力で、
人・社会・地球の未来をデザインする

