

令和3年度

クラウドコンピューティングを活用したプロジェクト関係者間におけるB、C工事も想定したBIM
データ連携およびコンピューテーショナルデザインとスペースマネージメントに関する取り組み

(検証A) プロジェクト関係者によるBIMモデルの共有手法の検証

Page:3~11

(検証B) PLATEAU3D都市データ連携による生産性向上に向けた検証

Page:12~26

成果報告会 令和4年7月26日

東洋建設株式会社

Autodesk® Revit®
Autodesk® AutoCAD®
Autodesk® 3DSMAX®
Rhinoceros®
FME: Safe Software Inc. (カナダ) 登録商標
A&A® Vectorworks2020®
Graphisoft社® Archicad24®

検証・課題分析等の全体概要

【目的】

- ・情報共有/連携による生産性向上、正確なエビデンスによる説明、竣工後の部屋運用を見える化することによる効果と課題を検証する。

【実施概要】

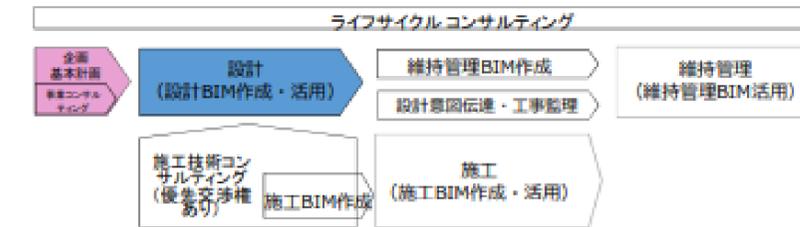
- ・発注者を含むさまざまなプロジェクト関係者とのタイムリーな情報共有および利活用のためのワークフローについて検証する。
- ・アルゴリズム・デザイン、PLATEAUデータ活用による作業工数削減とアカウントビリティの向上効果について検証する。
- ・竣工後の各部屋の運用を効率的に実施できるスペースマネージメント手法について発注者とともに検証する。

検証の対象

標準ワークフローのパターン：④

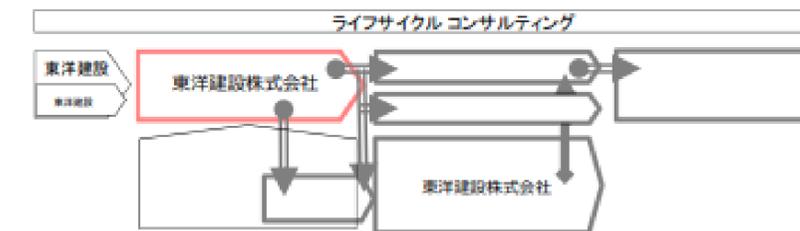
【業務内容】

※着色部分が検証対象



【データ受渡】

※着色部分が検証対象
※記載文字は実施主体を示す



検証する定量的な効果とその目標

- 検証A) クラウドサーバー上で発注者を含むプロジェクト関係者が効率的にBIMデータを共有するワークフロー/アクセス権限等の整備⇒効率化による時間の削減20%
- 検証B) コンピューショナルデザインを活用し、結果を見える化、発注者および近隣住民の理解度、満足度向上⇒満足度75%以上（ヒアリング/アンケート）
- 検証C) 竣工後の施設利用段階における各部屋のスペースマネージメントの見える化⇒満足度75%以上（ヒアリング/アンケート）

プロジェクト概要

プロジェクト区分：新築
 検証区分：新規
 発注者の役割：所有者
 用途：大学
 階数：地上4階
 延床面積：約10,000㎡
 構造種別：鉄骨造、一部RC造

分析する課題

- 課題A) 設計段階におけるプロジェクト関係者によるBIMモデルの効率的な共有・統合プロセスの検証および指摘事項を伴う最新BIMモデル維持更新ワークフロー構築に関する課題分析
- 検証B) アルゴリズムによる最適化とエビデンスの見える化手法に関する課題分析
- 検証C) BIMモデルを活用したスペースマネージメント手法に関する課題分析

応募者の概要

代表応募者：東洋建設株式会社
 共同応募者：-
 提案者の役割：設計者・施工者

令和3年度 BIMを活用した建築生産・維持管理
プロセス円滑化モデル事業（パートナー事業者型）

(検証A)

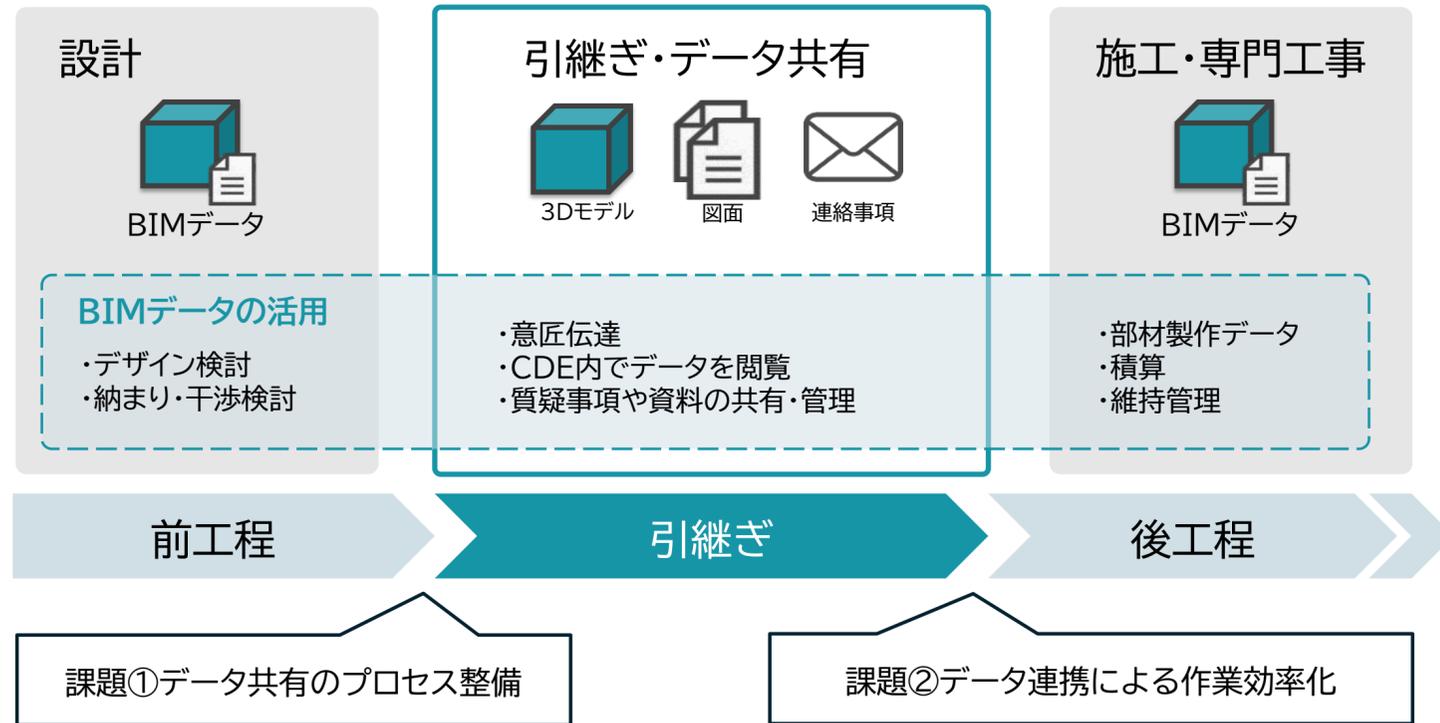
プロジェクト関係者によるBIMモデルの共有手法の検証

課題①CDE(共通データ環境)を活用したBIMデータ共有のワークフロー

課題②異なるソフトウェアでのBIMデータ連携手法

検証A: B・C工事も想定したBIMデータ連携に関する検証課題

想定するBIMデータの運用



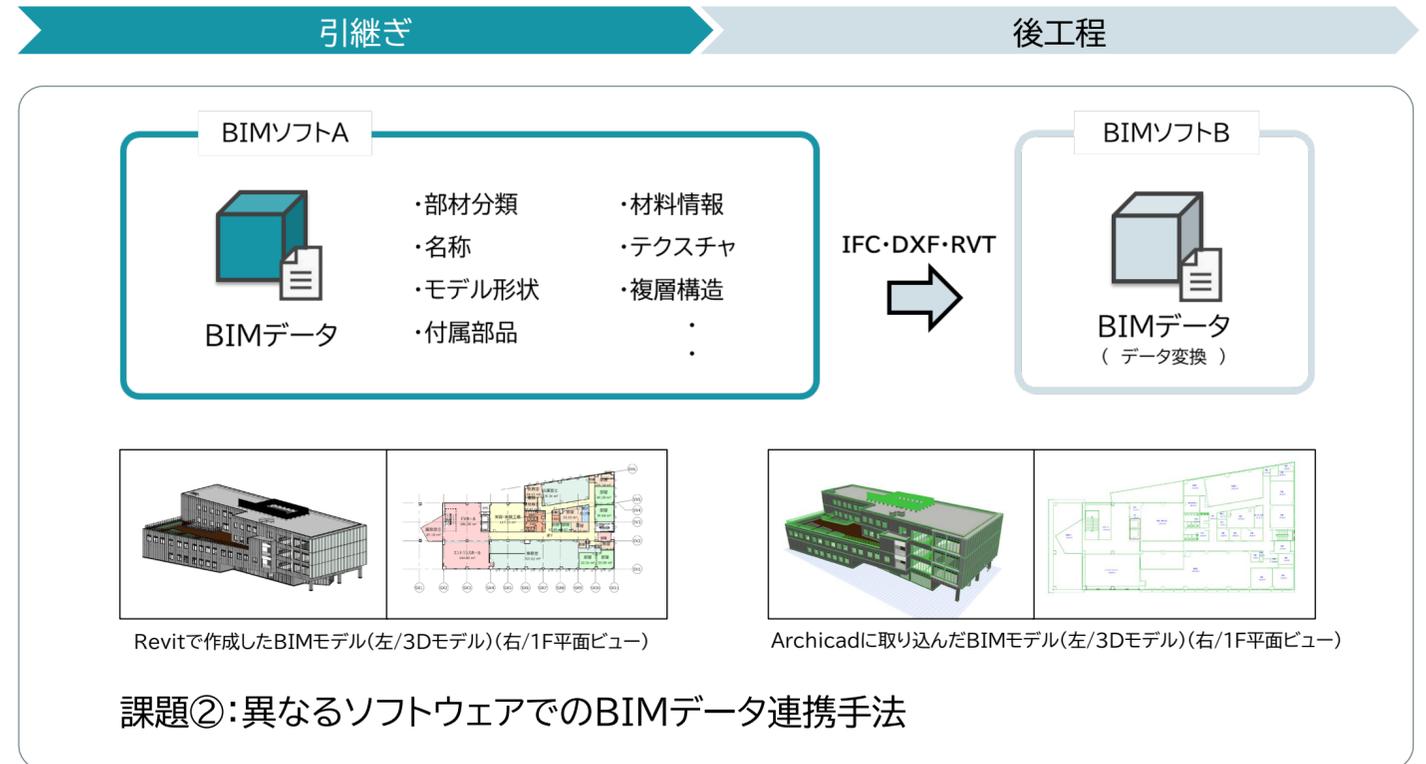
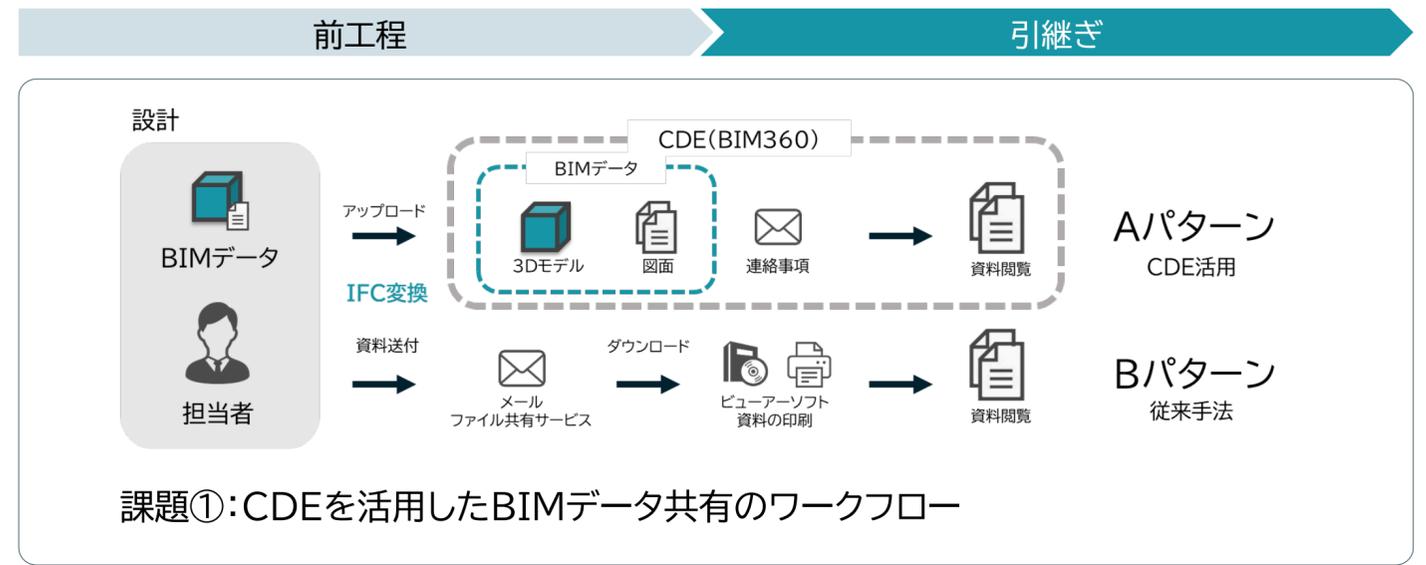
取り組み課題

【内容】 CDE(共通データ環境、以下CDEと呼ぶ)上で発注者を含むプロジェクト関係者が効率的にBIMデータを共有するワークフロー/アクセス権限等の整備

設計段階におけるプロジェクト関係者によるBIMモデルの効率的な共有・統合プロセスの検証および指摘事項を伴う最新BIMモデル維持更新ワークフロー構築に関する課題分析

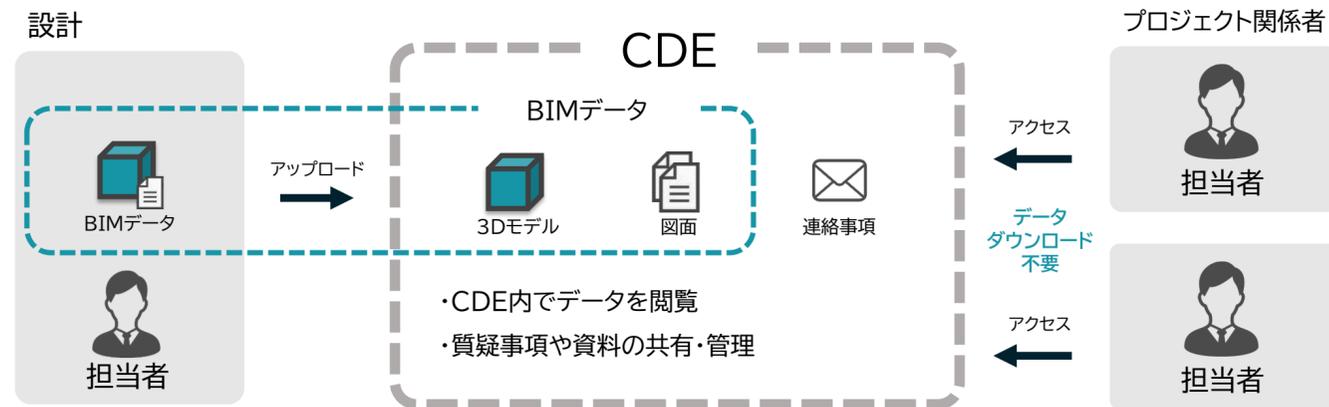
【目標】 作業効率化による時間の削減
従来手法と比較し、作業時間を20%削減

各工程における検証課題

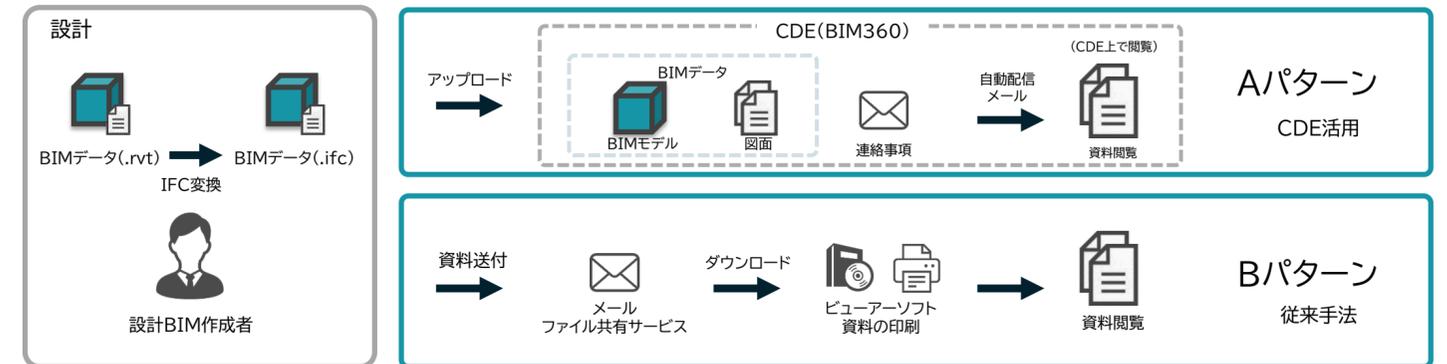


検証A:課題① CDE(共通データ環境)を活用したBIMデータ共有のワークフロー

想定するBIMデータの運用



検証するワークフロー



検討する課題

内容 :CDEを活用したBIMデータ共有ワークフローの検証とそれによる効率化効果についての分析

【課題1-1】アクセス権限の管理・整備

図面や質疑事項を共有フォルダで管理するにあたり、閲覧者の把握やダウンロードの制限など、情報管理に関するCDE上の権限を整備した。

【課題1-2】CDE内での質疑応答のワークフロー

CDE(BIM 360[®])にはアップロードされたデータについてコメントや記録を保存する様々な機能がある。CDE上で情報共有を完結させるため、使用する連絡ツールの検討と共通ルールを規定した。

検証に当たっての前提条件

- ・設計が作成したBIMデータをプロジェクト関係者と共有するワークフローのみ検証
- ・CDEはBIM 360[®]使用。BIMデータは、Autodesk[®] Revit[®] 2020で作成し、IFCファイル形式に変換したものを使用する。

検証する効果と前提条件を踏まえた、検証の実施方法、体制

送付されたBIMデータ(IFCファイル形式)を受領し閲覧するまでの作業時間をメールによる従来手法(Bパターン)とCDE上での共有手法(Aパターン)で比較し、削減時間から効率化効果と課題を考察する。

【Aパターン】CDEを活用した情報共有手法

BIMデータをCDE(BIM 360[®])にアップロードし、サーバー内のビューア機能で3Dモデルを閲覧するまでの作業時間を計測する。

【Bパターン】メール・ファイル共有サービスによる従来手法

メール(Gmail 及び データ転送システム)を使用してBIMデータを送付し、受領したデータをビューアソフトで展開する作業時間を計測する。

検証A:課題① CDEを活用したデータ共有のワークフロー

検証結果

	Aパターン	Bパターン
検証した実績数値	27.6% 削減	
作業内容	①BIMデータをCDE(BIM360)にアップロード ②アップロード先を連絡 ③CDEのビューアー機能でBIMデータを閲覧	①BIMデータをメール及びデータ転送システムで送付 ②BIMデータをダウンロード ③ビューアーソフトを起動してBIMデータを閲覧
作業内容(概要)	設計で作成したBIMデータをプロジェクト関係者と共有するプロセスとして、①～③の作業を想定し検証を行った。 検証結果としてAパターンでは合計192s、Bパターンでは合計265sであり、73sの作業時間が削減できた。	

検証結果の分析と課題

本検証では、CDEを活用したBIMデータ共有手法の効率化効果の検証として、従来手法との作業時間を比較した。検証結果として作業時間を27.6%の削減できた。また、本検証では設計BIMモデルのみを対象としたが、設計段階から後工程にBIMデータを引き継ぐ場合、構造・設備BIMデータも引継ぎをすることが想定されるため、CDEを活用することで更なる効率化が期待できる。

CDE活用によりBIMデータ共有の効果分析

CDEを活用したBIMデータ共有手法のメリットとして、ビューアーソフトや閲覧環境の整備といった引き継ぐ側の事前準備の解消が挙げられる。

設計段階で作成されたBIMデータを専門業者と共有する際、専門業者が使用するソフトではBIMデータを取り込むことができず、ビューアーソフトなどを使用してデータを参照また変換などする必要があった。そこで、BIMデータをダウンロードすることなくCDE上のビューアー機能で参照することで業務効率化が期待できる。

本検証からCDE上でBIMデータを参照する場合、ビューアー機能として必要となる機能を下記に記載する。

- ① BIMソフトのネイティブデータ及びIFCファイルの閲覧
- ② 3Dモデル及び2D図面の閲覧
- ③ ビューアーソフトの基本的な機能の活用
- ④ アップロードされたデータに対しコメント及び図形の添付
- ⑤ 指摘事項のワークフロー化による検証・確認業務
- ⑥ 複数のBIMモデルの自動干渉チェック

検証A:課題① CDEを活用したデータ共有のワークフロー

各課題について

【課題1-1】アクセス権限の管理・整備

CDEを活用してBIMデータを共有するにあたり、各アカウントの権限を整理する必要がある。そこで、設計BIMワークフローガイドラインに記載されている各ステージの業務内容と成果物を参考にCDEのフォルダ閲覧権限を整理した。

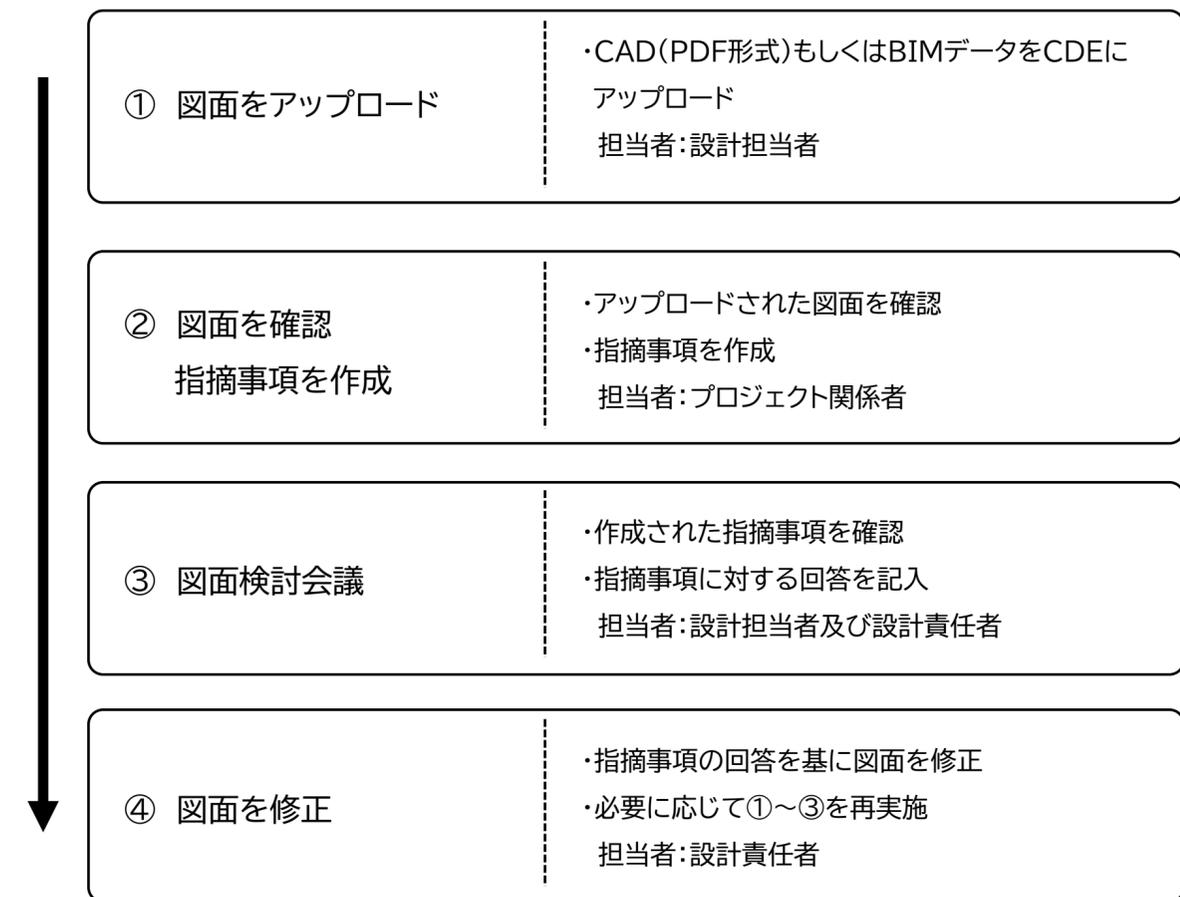
	S0	S1-2	S3-4	S5			S6-7	×	権限なし
	プロジェクト開設時	DR/設計検証	実施設計開始時	工事引継	BIM調整会議	竣工	維持管理		
CDE管理者	4	4	4	4	4	4	4	1-1	表示のみ
設計責任者	4	4	4	4	4	4	4	1-2	表示+ダウンロード
設計部	3	3	3	3	3	3	3	2-1	アップロード
建築部	×	3	3	3	3	3	3	2-2	表示+ダウンロード アップロード
営業部	×	3	3	3	3	3	3	3	表示+ダウンロード +アップロード+編集
見積部	×	3	3	3	3	3	3	4	フォルダコントロール (すべての操作)
作業所	×	×	×	3	3	3	3		
施主	契約図のみ 1-1	契約図のみ 1-1	契約図のみ 1-1	契約図のみ 1-1	契約図のみ 1-1	契約図のみ 1-1	契約図のみ 1-1		
設計事務所(外注含む)	×	×	契約図⇒1-1 自社⇒3	契約図⇒1-1 自社⇒3	契約図⇒1-1 自社⇒3	×	×		
専門工事業者	×	×	×	契約図⇒1-1 自社⇒3	契約図⇒1-1 自社⇒3	契約図⇒1-1 自社⇒3	×		

プロジェクトごとにクラウドスペースを作成し建設業務の進捗に応じて閲覧権限を付与・制限することで、建設業務に関するデータ管理を改善することができた。また、クラウドスペースでデータを共有することをプロジェクト関係者との統一ルールとすることで、データの紛失や管理体制の複雑化を防止することができる。

今後の提案として、ローカルファイルから作業データにアクセスするのではなく、CDE上のデータにアクセスして編集・更新を行うことで更なる業務効率化が期待できる。しかし、現状ではソフトウェアに上記の機能がない・対応していない、又は物件ごとにフォルダ構成が異なる為、作業データの管理に適していないなど等の課題が挙げられたため、今後の検証課題とする。

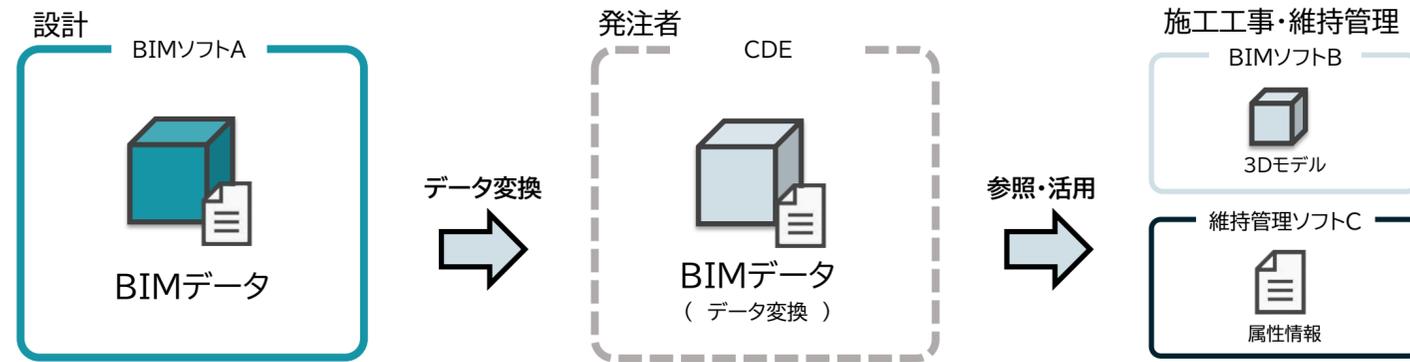
【課題1-2】CDE内での質疑応答のワークフロー

CDEのビューアー機能には、指摘事項という3Dモデル及び図面データにコメントを記録する機能がある(以下、指摘事項と呼ぶ)。図面検討会やプロジェクト会議で図面を確認する際、従来では図面を印刷し確認項目や質疑を書き込んでいた。そこで、確認・連絡等を指摘事項で共有・管理することで業務効率化を図る。次に検証を行った図面の部内確認ワークフローを記載する

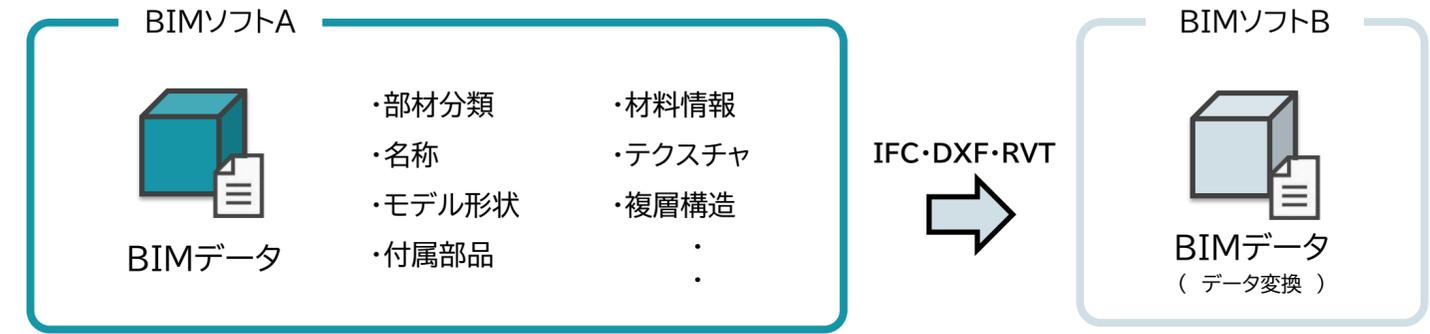


検証A:課題② 異なるソフトウェアでのBIMデータ連携手法

想定するBIMデータの運用



検証するデータ連携手法



検討する課題

内容：データの取り込み前後でBIMデータの情報に差異がなく、様々なソフトウェアでの受け渡しを想定したワークフローを検討

【課題1-1】異なるソフトウェア間での受け渡しに適したファイル形式の選定

BIMデータの連携精度が高いファイル形式を選定する
また前項課題①を踏まえ、CDEで閲覧できるファイル形式であるか、ビューアーへの対応についても確認した。

【課題1-2】前工程(設計)で入力すべき属性情報の項目

連携精度の高いファイル形式と対応している属性情報を整理した。

【課題1-3】専用アドインツール・コンポーネントの使用による連携精度への影響

専用ツール(Revit Famil等)で作成されたオブジェクトは連携されないことが多い。専用ツールの使用による連携精度の影響について考察する

検証に当たっての前提条件

- ・検証用のBIMデータをAutodesk® Revit® 2020で作成。検証対象とする各ファイル形式で出力しArchicad24に取り込んだ際の属性情報を確認する
- ・連携検証するファイル形式・出力設定

DXF	Revit DXF-3d
RVT	Revit FBX-3d
IFC2x2	IFC 2x2 Coordination View
	IFC 2x2 Singapore BCA e-Plan Check
IFC2x3	IFC 2x3 Coordination View
	IFC 2x3 GSA Concept Design BIM 2010
	IFC2x3 Basic FM Handover View
	IFC2x3 COBie 2.4 Design Deliverable View
IFC4	IFC2x3 Coordination View 2.0
	IFC4 Design Transfer
	IFC4 Reference

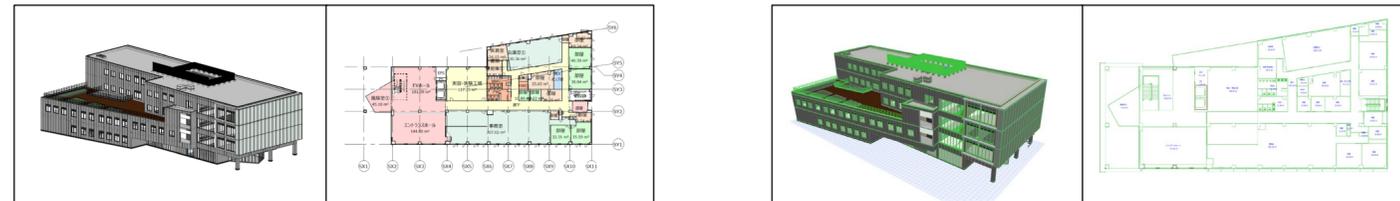
・各検証対象項目

図面	平面図、立面図、断面図
対象部材	壁、床、天井、建具、階段、手すり、汎用3Dモデル、部屋(エリア)
属性情報	部材分類、名称、形状、部品、材料情報、テクスチャ、複層構造

検証A:課題② 検証結果と考察

BIMモデル概要

オブジェクト総数	7056
使用部材ツール	壁(CW含む)、床、天井、建具(ファミリ、一部CWツールによる代用)、階段、手すり、コンポーネント(インプレイス・ファミリ)、部屋(エリア)



Revitで作成したBIMモデル(左/3Dモデル)(右/1F平面ビュー)

Archicadに取り込んだBIMモデル(左/3Dモデル)(右/1F平面ビュー)

BIMモデル

本検証では設計段階で作成されたBIMデータを使用して連携検証を実施した。

平面図

2D線分データ・CADによる加筆を行わない状態の平面図、立面図、断面図を検証対象とし、連携検証を実施した。

連携結果

各ファイル形式でRevit2020からArchicad24に取り込み、対象部材ごとに属性情報の取込状況を確認。

連携前後での属性情報の内容と連携結果に対する評価を各ファイル形式ごとに整理した。

Revit → Archicad	Revit	export	部材分類	名称	形状	部品	材料情報	テキスト	取替構造	特徴・課題
壁	Archicad	import	壁	壁合構造:名称	○	○	○	△※1	○	※1レベル・オフセットの設定などは引き継がれている ※1外壁のマテリアルグラフィックシェーディングの設定が内壁側にも適用されている
	Revit	export	床	タイプ名称	○	○	○	△※1	○	マテリアルを指定していない場合、【Unnamed】に割り当てられる Revitでマテリアルを一つしか設定しなかった場合、第一層として取り込まれる ※1断面の色のみRevitのマテリアルグラフィックシェーディングの設定が反映されている
床	Archicad	import	スタブ	壁合構造:名称	○	○	○	△※1	○	※1 Archicad:天井というカテゴリがないので、オブジェクトに割り当てられる ※2 壁構造内に、仕上のマテリアルのみ取り込めた (仕上のマテリアルグラフィックシェーディングの設定が取り込まれている) ※3 断面の色のみRevitのマテリアルグラフィックシェーディングの設定が反映されている
	Revit	export	天井	タイプ名称	○	○	○	△※1	○	※1 Archicad:天井というカテゴリがないので、オブジェクトに割り当てられる ※2 壁構造内に、仕上のマテリアルのみ取り込めた (仕上のマテリアルグラフィックシェーディングの設定が取り込まれている) ※3 断面の色のみRevitのマテリアルグラフィックシェーディングの設定が反映されている
天井	Archicad	import	オブジェクト※1	×	×	△	○	△※1	×※3	※1 Archicad:天井というカテゴリがないので、オブジェクトに割り当てられる ※2 壁構造内に、仕上のマテリアルのみ取り込めた (仕上のマテリアルグラフィックシェーディングの設定が取り込まれている) ※3 断面の色のみRevitのマテリアルグラフィックシェーディングの設定が反映されている
	Revit	export	壁柱	タイプ名称	○	×	△	○	△	柱詳細設定の材質上書きの内、断面に設定している材質が上書き情報として収集される ※1同じ名前がある場合、取り込み後名前(後ろに1)などのテンパリングがされる。 別のオブジェクトとして取り込まれる。 例: [Revit] [500X500] という名称の柱が4本 → 500X500(1),500X500(2),500X500(3),500X500(4)
柱	Archicad	import	柱	○	×	△	○	△	○	柱詳細設定の材質上書きの内、断面に設定している材質が上書き情報として収集される ※1同じ名前がある場合、取り込み後名前(後ろに1)などのテンパリングがされる。 別のオブジェクトとして取り込まれる。 例: [Revit] [500X500] という名称の柱が4本 → 500X500(1),500X500(2),500X500(3),500X500(4)
	Revit	export	ドア・窓	タイプ名称	○	×	△	○	△	※1扉のオブジェクトが欠落していたため×
建具	Archicad	import	オブジェクト	×	×	△	○	△	△	※1扉のオブジェクトが欠落していたため×
	Revit	export	階段	タイプ名称	○	○	○	△	△	※1 Archicad:階段のカテゴリはあるが、取り込み後オブジェクト(汎用カテゴリ)に割り当てられている
階段	Archicad	import	オブジェクト※1	×	×	△	○	△	△	※1 Archicad:階段のカテゴリはあるが、取り込み後オブジェクト(汎用カテゴリ)に割り当てられている
	Revit	export	手すり	タイプ名称	○	○	○	△	△	※1 Archicad:手すりのカテゴリはあるが、取り込み後オブジェクト(汎用カテゴリ)に割り当てられている
手すり	Archicad	import	オブジェクト※1	×	×	△	○	△	△	※1 Archicad:手すりのカテゴリはあるが、取り込み後オブジェクト(汎用カテゴリ)に割り当てられている
	Revit	export	部屋	名前	○	○	○	△	△	高さ設定は取り込み前と同じスラブ・天井 平面形状は仕上の内法 ※1連携時に欠落した部屋があったため×
部屋(エリア)	Archicad	import	ゾーン	名前	○	○	○	△	△	高さ設定は取り込み前と同じスラブ・天井 平面形状は仕上の内法 ※1連携時に欠落した部屋があったため×
	Revit	export	インプレイス	タイプ名称	○	×	△	○	△	※1一部のオブジェクトの形が変更していたため×
水切金物	Archicad	import	オブジェクト	○	×	△	○	△	△	※1一部のオブジェクトの形が変更していたため×

連携結果表(IFC4 Design Transfer)

連携結果まとめ

ファイル形式	各種図面	3D形状	属性情報	課題
IFC 2x2 Coordination View	-	-	-	Archicad24ではIFC2X2は連携対象外
IFC 2x2 Singapore BCA e-Plan Check	-	-	-	Archicad24ではIFC2X2は連携対象外
IFC 2x3 Coordination View	▲	○	▲	・平面図のみ取り込めた。断面線や通り芯は取り込めなかった ・適切なカテゴリが無い場合、汎用カテゴリに割り当てられる 例)Revit:天井 → Archicad:オブジェクト ・天井について、複層構造の仕上材料のみ取り込めた ・天井、建具、階段、手すり、インプレイスの名称が欠落していた
IFC 2x3 GSA Concept Design BIM 2010	▲	○	▲	同上
IFC2x3 Basic FM Handover View	▲	○	▲	同上
IFC2x3 COBie 2.4 Design Deliverable View	▲	○	▲	同上
IFC2x3 Coordination View 2.0	▲	○	▲	同上
IFC4 Design Transfer	▲	▲	▲	・建具(ファミリ)が欠落、部屋と一部のインプレイスの形状が変化していた
IFC4 Reference	▲	○	▲	・平面図のみ取り込めた。断面線や通り芯は取り込めなかった ・適切なカテゴリが無い場合、汎用カテゴリに割り当てられる ・壁、床、天井の材料情報が取り込めなかった ・インプレイス以外のオブジェクトのテキスト情報が欠落していた ・建具(ファミリ)が欠落、部屋と一部のインプレイスの形状が変化していた
Revit DXF-3d	▲	-	-	・3Dビューを対象として出力したが、1F平面図として取り込まれた ・図面は全て線分モデルで取り込まれ、3Dモデルは連携できなかった ・部材・ファミリ毎に線分モデルがグループ化されている
Revit FBX-3d	-	-	-	Archicad24では.FBXは連携対象外

- … ファイル形式が対応していないため取り込み不可
- … 対象となる部材・情報が全て正確に取り込めていた
- ▲ … 取り込んだ情報に一部欠落又は変換が確認された

検証A:課題② 検証結果と考察

検証結果の分析

連携結果の分析と課題

本検証では、前工程から後工程にBIMデータを引き継ぐワークフローの基礎検証として、各ファイル形式の出力結果を整理した。検証結果として、IFC2X3のファイル形式が最も正確にデータを引き継げると評価した。しかし、現状では受け取り後、目的に応じてデータを修正する必要があり、受け取ったBIMデータの情報だけでは修正対応が出来ない項目がある。つぎに、連携結果から見つかった課題を下記に記載する。

- ① 通り芯や断面線などの図面に記載のある記号・線分が取り込めない
- ② 立面図及び断面図が取り込めない。
- ③ 受け取り側のソフトウェアに適切な部材項目が無い場合、汎用カテゴリに分類される
- ④ 一部部材項目の名称情報が引き継げない。また、材料情報、テクスチャについても同様

上記の課題からBIMデータのみで専門業務に必要な建築情報を引き継ぐことは難しく、現状ではBIMデータとそれを補足する情報資料が必要である。また、検証を進める中でBIMデータを作成する際、形状の再現が難しい部材を異なる部材ツールで作成する代用入力をどのように引き継ぐべきかも課題となった。

これらのことから、前工程から後工程にBIMデータを引き継ぐ際に添付すべき項目を『設計BIMワークフローガイドライン』に記載されている設計から施工に引き継ぐBIMデータの連携手法を参考に整理した。

- ① BIMモデルと整合性が取れている基本図面
- ② BIMのモデリング・入力ルール
- ③ 代用入力で作成したオブジェクト(部材)

各課題について

【課題1-1】異なるソフトウェア間での受け渡しに適したファイル形式の選定

前述の通り、本検証ではIFC2X3のファイル形式が最も正確にデータを引き継げると評価した。しかし、IFC2X3は出力形式ごとにIFCプロパティの項目数が異なるため、受け取り後のBIM活用方法を規定しない異なるソフトウェア間での連携を想定した際にもっとの適切な出力形式の検討を今後の課題とする。

IFC2x3 Coordination View 2.0
IFCタイプ
ARCHICAD IFC ID
外部 IFC ID
GlobalId(属性)
Name(属性)
Tag(属性)
PerdefinedType(属性)
Reference(Pset.Wallcommon)
Reference(Pset.QuantityTakeOff)
ExtendToStructure(Pset.WallComon)
Reference(Pset.ReinforcementBarPitchOfWall)

IFC 2x3 GSA Concept Design BIM 2010		
IFCタイプ	ファミリ(その他)	上部の延長距離(拘束)
ARCHICAD IFC ID	ファミリとタイプ(その他)	上部レベル(拘束)
外部 IFC ID	構築フェーズ	上部レベル オフセット(拘束)
GlobalId(属性)	アタッチ下端(拘束)	基準配置(拘束)
Name(属性)	アタッチ上端(拘束)	部屋境界(拘束)
Tag(属性)	マス(拘束)	解析モデル 有効(構造)
PerdefinedType(属性)	基準レベル(拘束)	構造(構造)
カテゴリ(その他)	基準レベル オフセット(拘束)	構造用途(構造)
タイプ(その他)	基準高さからのオフセット(拘束)	長さ(寸法)
タイプID(その他)	指定高さ(拘束)	面積(寸法)
Reference(Pset.Wallcommon)	ExtendToStructure(Pset.WallComon)	容積(寸法)
Reference(Pset.QuantityTakeOff)	Reference(Pset.ReinforcementBarPitchOfWall)	

■ ...上記出力設定の両方で取り込んだパラメーターを青塗りで表記

RevitからArchicadに取り込んだ壁オブジェクトのIFCプロパティ

また、検証を行ったIFC2X3の出力形式はCDE(Autodesk BIM360)上で3Dモデル及びオブジェクトの属性情報の閲覧が可能であった。このことから、立体形状の把握や距離、サイズの確認等の作業であればデータのダウンロードやビューアーソフトが不要であるため、BIMデータ共有の簡易化と業務効率化が期待できる。しかし、CDEで閲覧できる情報は3Dモデルを基本としたBIMデータであり、2Dの図面データを閲覧することができない。そのため、CDEでの作業を想定した出力設定及びBIMのモデリング・入力ルールの検討を今後の課題とする。

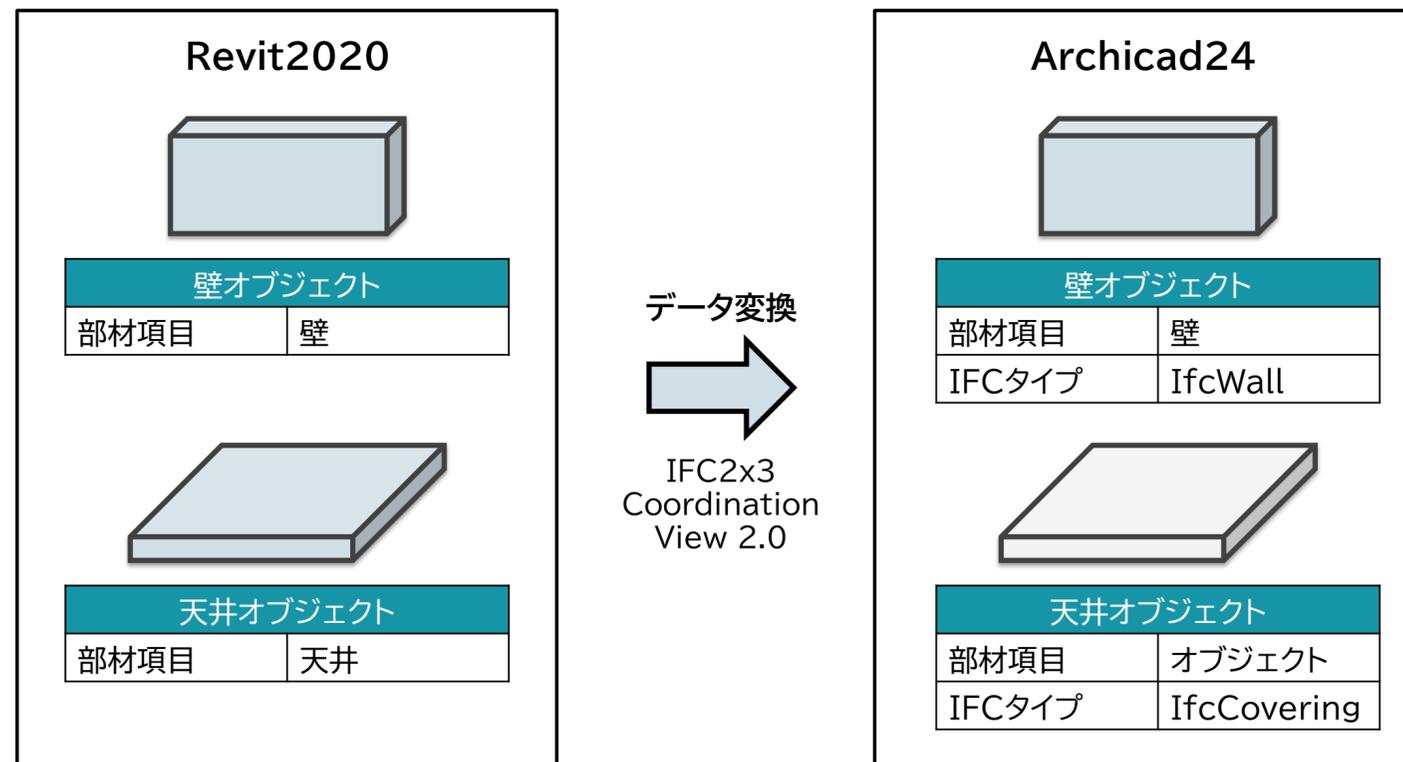
検証A:課題② 検証結果と考察

各課題について

【課題1-2】前工程(設計)で入力すべき属性情報の項目

前述した課題から前工程(設計)で入力すべき属性情報の項目は、異なるソフトウェア間での連携精度が高い項目であり、かつCDE上で閲覧することのできる項目である必要がある。

検証結果では、Revit2020の基本プロパティよりIFCプロパティの方が取り込み前後での情報の差異が少ないことが分かった。しかし、取り込み先のソフトによってはIFCプロパティを対象として数量集計が出来ない。そのため、BIM連携による効率化を図る為には、BIMデータを作成したソフトの基本プロパティの連携精度を高めるべきである。

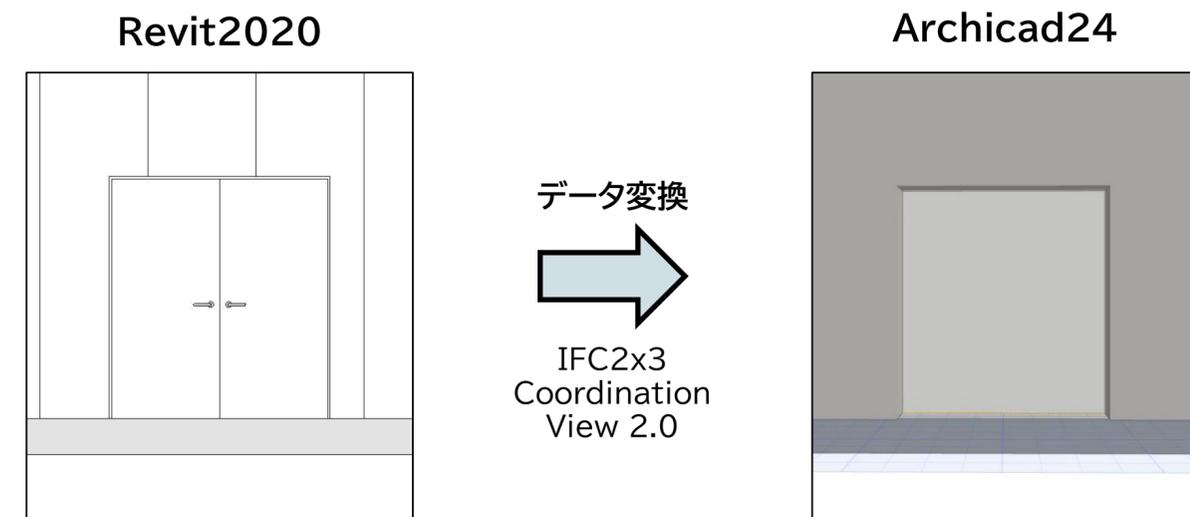


Revit2020からArchicad24に取り込んだ属性情報

【課題1-3】専用アドインツール・コンポーネントの使用による連携精度への影響

本検証で外部データから取り込んだロード可能ファミリ(以下ファミリと呼ぶ)を使用して建具や一部部材を作成した。検証結果として、IFC4 Design Transferの出力設定でのみファミリで作成した建具(扉)のモデル形状が変形していた。また、部屋(エリア)、インプレイスオブジェクトについてもモデル形状の変形及びオブジェクトの欠落が確認できた。

上記の結果に対し、IFC4 Referenceの出力設定では、ファミリの欠落・変形等の取り込み前後での差異は確認されなかった。このことから、ファミリの欠落は一部の出力設定で発生する課題であり、IFC2X3の出力設定でBIMデータを連携する場合であればファミリの使用については問題ないと判断した。ただし、本検証では設備部材や鉄骨などのファミリの使用について検証が出来ていないため、今後の検証項目とする



Revit2020からArchicad24に取り込んだ両開き戸のオブジェクト

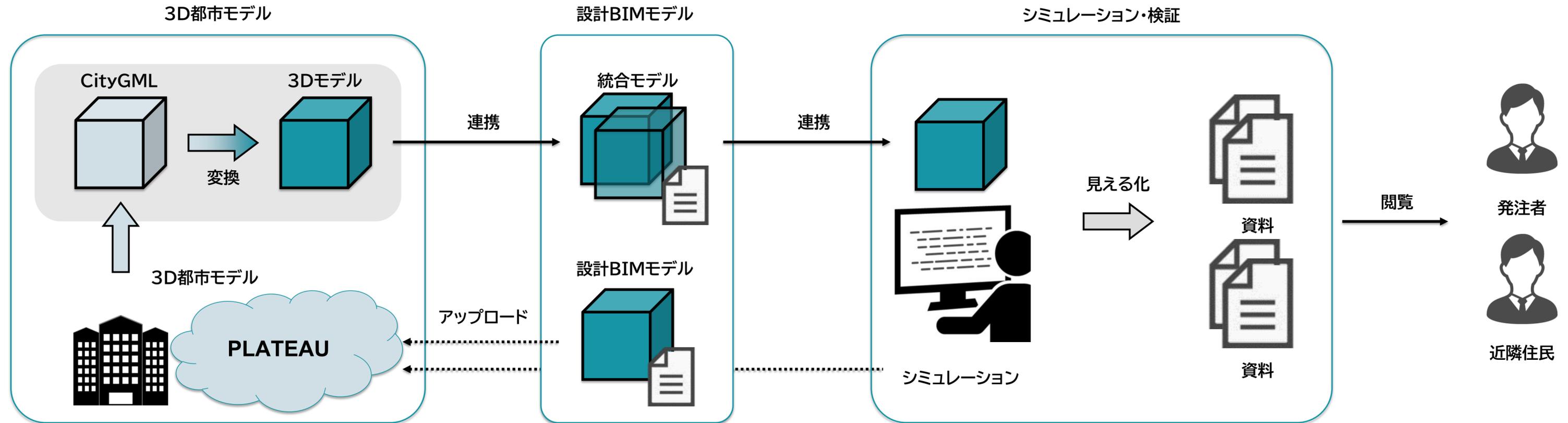
(検証B)

PLATEAU3D都市データ連携による生産性向上に向けた検証

課題①PLATEAU3Dデータ連携による作業の効率化

課題②エビデンスを見える化することで得られる理解度・満足度

検証B: PLATEAU3D都市データ連携による生産性向上に向けた検証



■ 検証背景

本建築プロジェクトは、周辺に**集合住宅**が多く建つ特徴のある敷地であるため周辺環境に考慮した設計検討が重要となってくる。検討には周辺都市の3D都市モデルを作成する必要があり、BIMで都市モデルのボリュームを作成していくとなると負担の大きな作業となってくる。また、設計検討においてシミュレーションを実施するためには形状と高さの精度もある程度は必要となってくる。そこで、都市モデル作成における**作業の軽減**やシミュレーションによる設計検討などの**生産性向上**を目的として**PLATEAU3D都市モデル**を活用する。

■ 検証内容

国土交通省が推進するPLATUAE3D都市モデルと設計BIMモデルを**アルゴリズムック・デザインツール**と連携させ、アルゴリズムにより自動的に導き出された組み合わせの中から設計者が総合的に判断し最適解(設計案)を採用できるシステムを構築し、**結果を見える化**することでエビデンスに基づく合意形成プロセスにより得られる**理解度・満足度**について検証する。

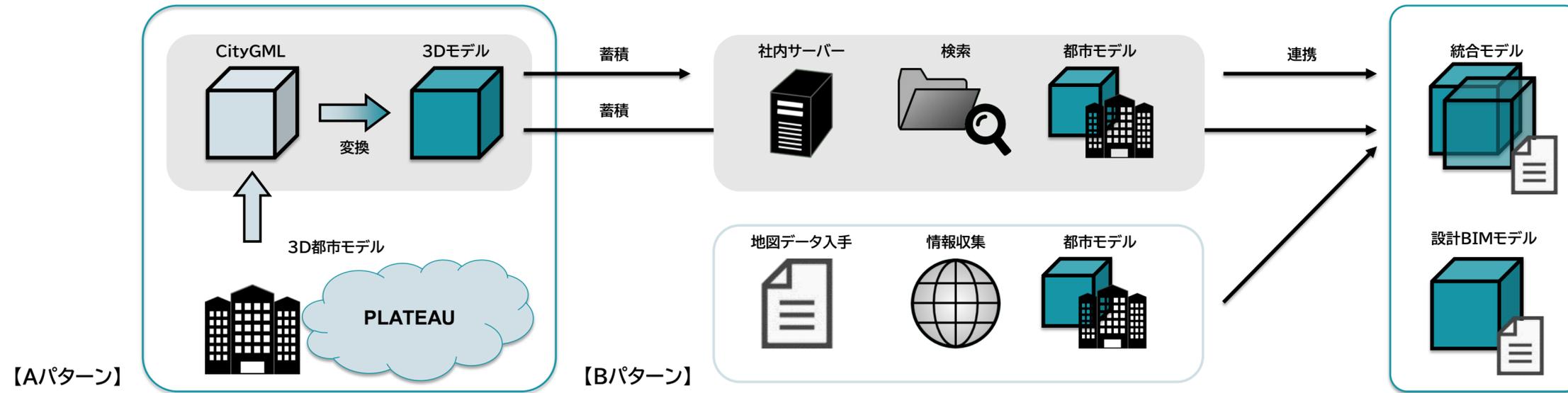
■ 検証する課題

- 課題①: 3D都市モデル活用による作業の効率化
- 課題②: エビデンスを見える化することで得られる理解度・満足度

■ 目標検証効果

- 課題①: 3D都市モデル活用による作業時間の効率化
→ **作業時間85%**の削減
- 課題②: エビデンスを見える化することで得られる理解度・満足度
→ **理解度・満足度 75%**以上

検証B:課題① 3D都市モデル活用による作業の効率化



■ 検討する課題

課題①: **PLATEAUの3D都市モデル**を連携することによって
作業効率はどの程度向上するのか

【課題1-1】 PLATEAU3D都市モデルの変換
 PLATEAUの3D都市モデルをBIM対応データ形式に変換し、BIMに取込むまでのワークフローを検証し、効果や課題の確認を行った。

【課題1-2】 3D都市モデルの属性を引継ぐ変換
 建物の使用目的等の情報も3D都市モデルに付属させて変換することが出来るのかを確認する。

【課題1-3】 蓄積したデータの管理方法
 変換したデータを蓄積していく事で、変換の作業は将来的には少なくなっていく。しかし、蓄積したデータの中から目的のデータを見つけるまでに時間を費やすことになっていく。目的のデータを検索するためのルールと方法を規定する。

■ 検証に当たっての前提条件

- ・都市モデル活用による作業効率の検証は東京都でのプロジェクトでのみ検証した。
- ・PLATEAUの3D都市モデルについては**CityGML**形式のデータを使用する。

■ 検証の実施方法・体制

PLATEAU3D都市モデルを連携させ都市モデルを作成する手法と**GoogleEarth**等の地図アプリを利用した従来の手法を比較し、削減された作業時間から効率化効果と課題を考察する。

【Aパターン】3D地図アプリを利用した従来手法

【Bパターン】PLATEAU3D都市モデルを連携する手法

検証B:課題① 3D都市モデル活用による作業時間の効率化

■ 従来の作成手法とPLATEAU連携による効果の検証方法

従来手法【Bパターン】

Goggle Earth等の3D地図アプリを利用して建物の高さ情報を収集し、Revitにてボリュームを作成する。

連携手法【Aパターン】

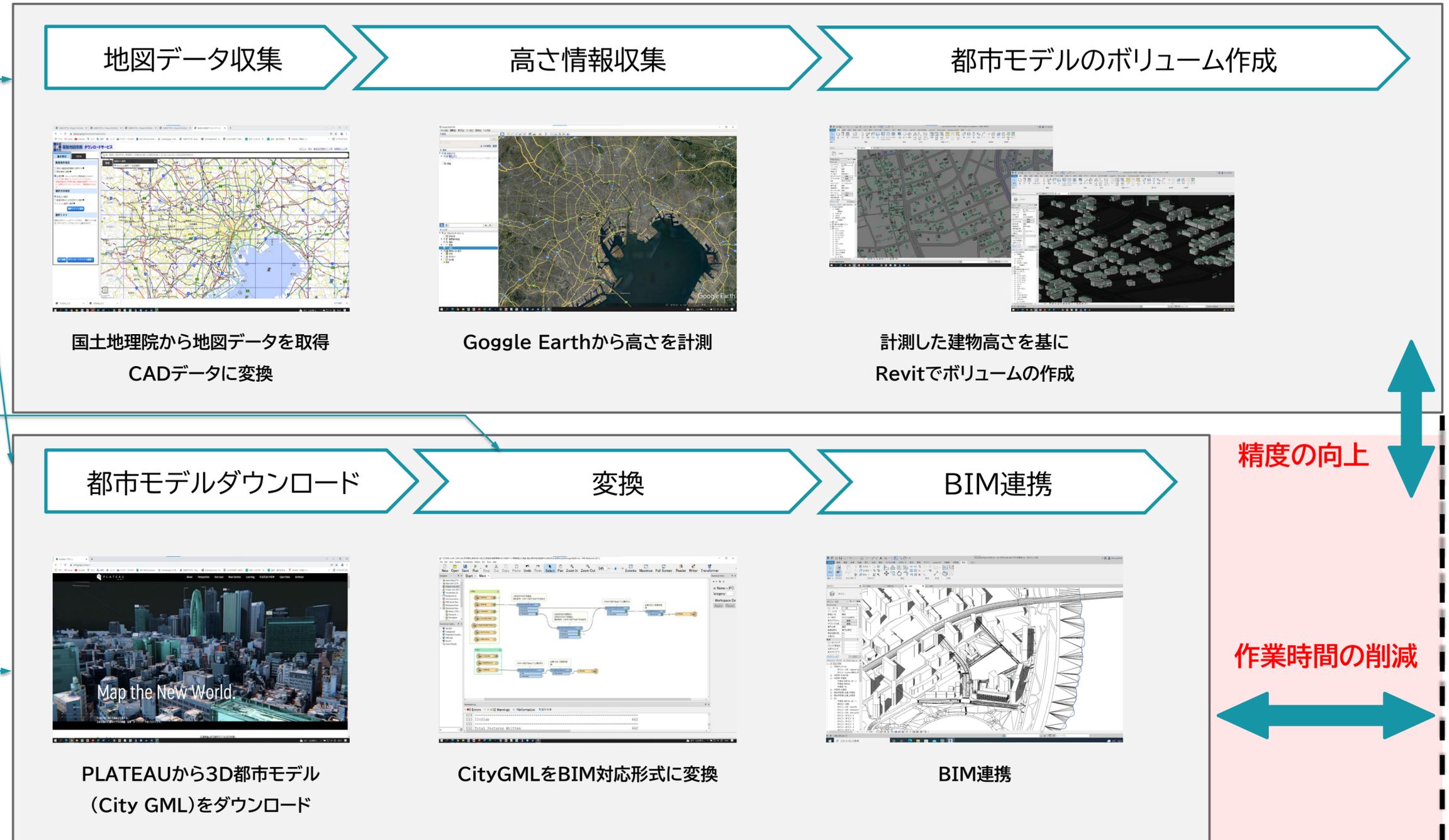
PLATEAUの3D都市モデルを活用しBIM連携することで、**作業工数・時間**の省力化、建物**高さ精度**の向上が期待できる。

BIM連携のプロセス

FME Desktopを利用し、CityGMLデータを直接IFCデータに変換することでBIMに取込むまでの省力化を図る。

省力化効果の検証

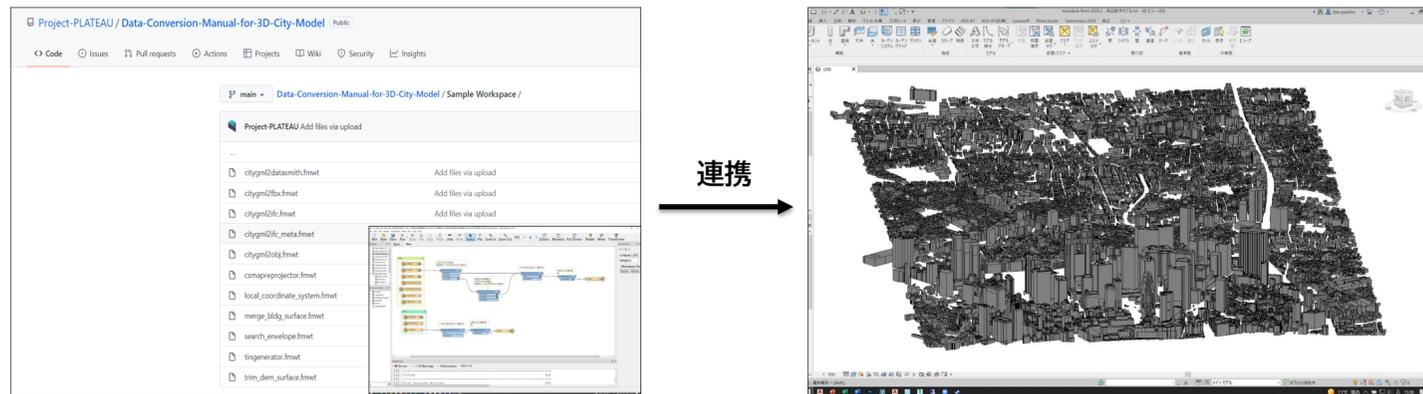
直近のプロジェクトで作成した3D都市モデルの従来手法による作業時間を計測し、検証する。



検証B:課題1-1 PLATEAU3D都市モデルの変換方法

■ FME Desktopを利用した変換

CityGMLをIFC形式に変換する方法としてFME Desktopを活用する。



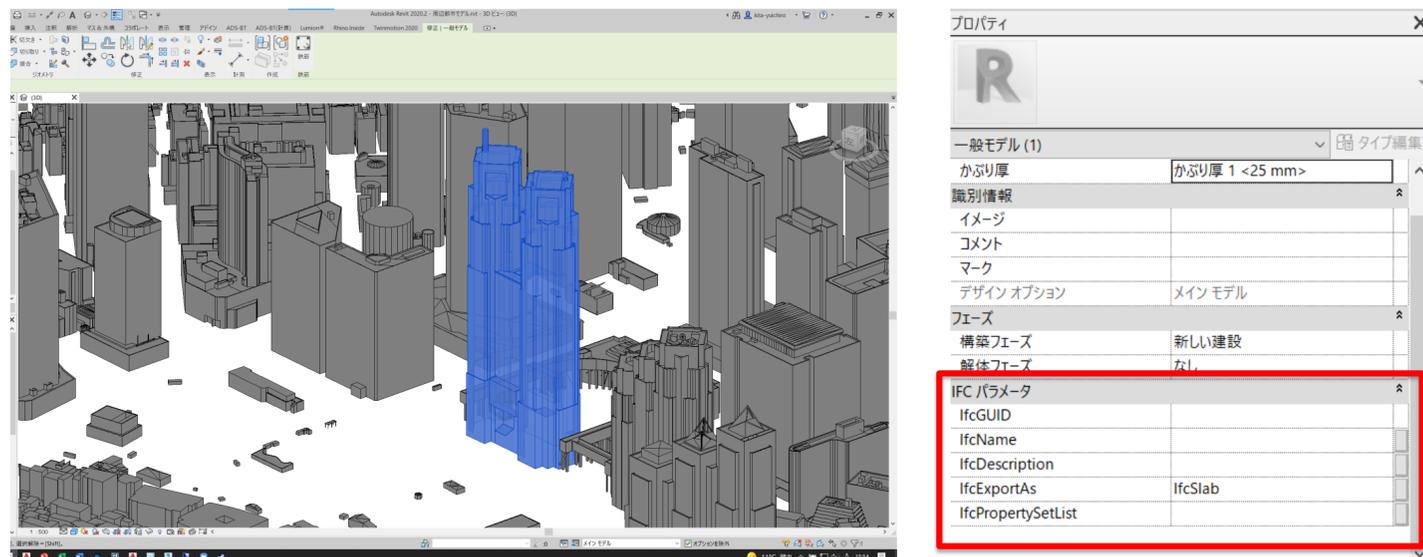
公開されているIFC変換データを参照

変換した新宿区の3D都市モデル

■ 変換した3D都市モデル

変換された3D都市モデルは個別に取込まれた。
使用目的や階数等の属性情報は付属させずに形状のみを変換している。

(属性情報をBIMに変換する検証については 課題1-2で検証)



■ 3D都市データの形状によって想定している活用法

LOD1	LOD2 - LOD3
<ul style="list-style-type: none"> 建物図形に高さを与えて構築するいわゆる「箱型」モデルであり、比較的安価・容易に構築可能な3D都市モデル。モデル自動生成システム※1によっても整備可能。 精緻化モデル及び屋内モデルを整備する上でもベースとなる。 地方公共団体が保有する既存の測量成果(DCS地図)と法定調査である都市計画基礎調査等を活用できる。 精緻な建物形状を必要とする場合やビジュアル面を重視する場合には不向き。 	<ul style="list-style-type: none"> 屋根形状、窓、開口部、建物付属物等の多様な地物を追加して建物形状を精緻に再現する3D都市モデル。 地物の追加に伴い保有する属性情報も豊富となり、都市スケールでの高度なシミュレーション、分析等に活用可能。 建物テクスチャを貼り付けることにより、ビジュアル面でもリアルな都市空間の再現が可能。 精緻なモデリングが必要であるため、航空写真測量や点群データ等が必要。一定のコスト、工数等を要する。
<p>②想定される整備主体</p> <ul style="list-style-type: none"> 測量成果や法定調査結果等のデータを保有する地方自治体 	<ul style="list-style-type: none"> スマートシティの先進的な取り組みを行う地方自治体、スマートシティ協議会等の官民連携組織、エリアマネジメント団体等
<p>③想定される整備範囲</p> <ul style="list-style-type: none"> 都市全域、都市計画区域等の比較的広域の範囲 	<ul style="list-style-type: none"> 中心市街地、特定都市再生緊急整備地域、エリアマネジメントの対象範囲等の比較的狭い範囲
<p>④整備・更新に必要なデータ例</p> <ul style="list-style-type: none"> 都市計画基本図等の測量成果 家屋現況図、建築計画概要書等 国土地理院DEM(数値標高モデル)、オルソ画像 都市計画基礎調査、固定資産税台帳等 浸水想定ハザードマップ情報 等 	<ul style="list-style-type: none"> 航空測量(LP) 航空測量写真 等
<p>⑤想定されるユースケース</p> <ul style="list-style-type: none"> 災害リスク情報の重ね合わせ 都市計画情報等の重ね合わせによる都市構造の可視化分析 人流データ等の重ね合わせによるスマート・プランニング(都市計画立案) 都市活動モニタリング、シミュレーション(交通状況/気候シミュレーション等) 	<ul style="list-style-type: none"> 歩道、ベネチアンデッキ等の図面を用いた精緻な歩行者シミュレーション 建物の開口部、バルコニー等の情報を用いた配送・モビリティシミュレーション 開口部属性を用いた延焼シミュレーション 精緻なビジュアル表現が可能な景観・都市開発シミュレーション

LOD1

ガイドンスで想定されているユースケース:

- ・人流データ等の重ね合わせ
- ・都市活動モニタリング
- ・気流シミュレーション等

設計において活用したい用途:

- ・気流シミュレーション
- ・太陽光パネル配置による周辺への影響
- ・視線検討

LOD2-3

ガイドンスで想定されているユースケース:

- ・延焼シミュレーション
- ・景観・都市開発シミュレーション

設計において活用したい用途:

- ・日照検討
- ・太陽光パネルの配置検討
- ・採光計画
- ・視線検討
- ・景観シミュレーション

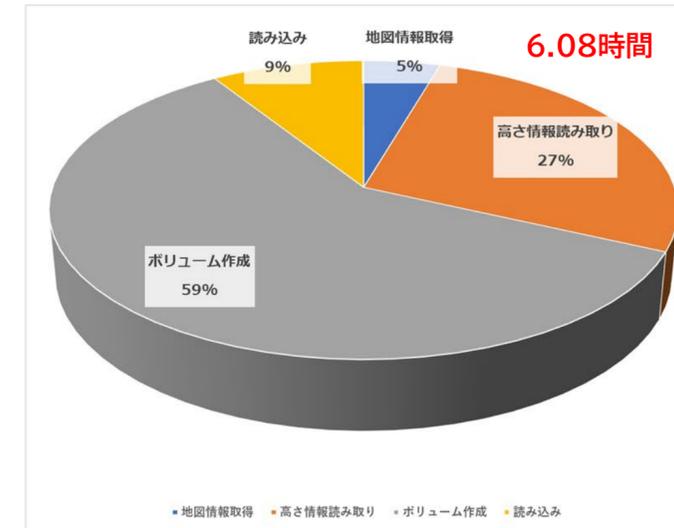
検証B:課題1-1 PLATEAU3D都市モデルの変換方法

■ 省力化できたワークフロー

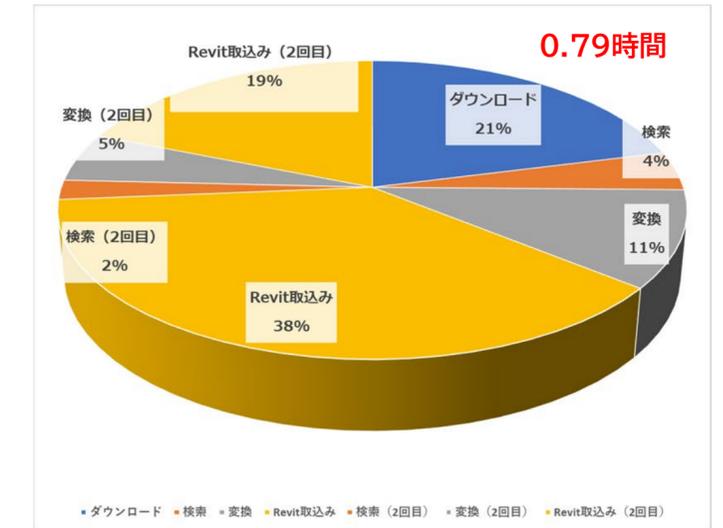
従来の作成手法とPLATEAU連携による効果の検証手順



■ 検証結果



従来手法による作業時間の割合



連携による作業時間の割合

進行中のプロジェクト6案件で**従来手法**による周辺3D都市モデルの作成に要した時間を記録したところ、平均で**6.08時間**費やしていた。

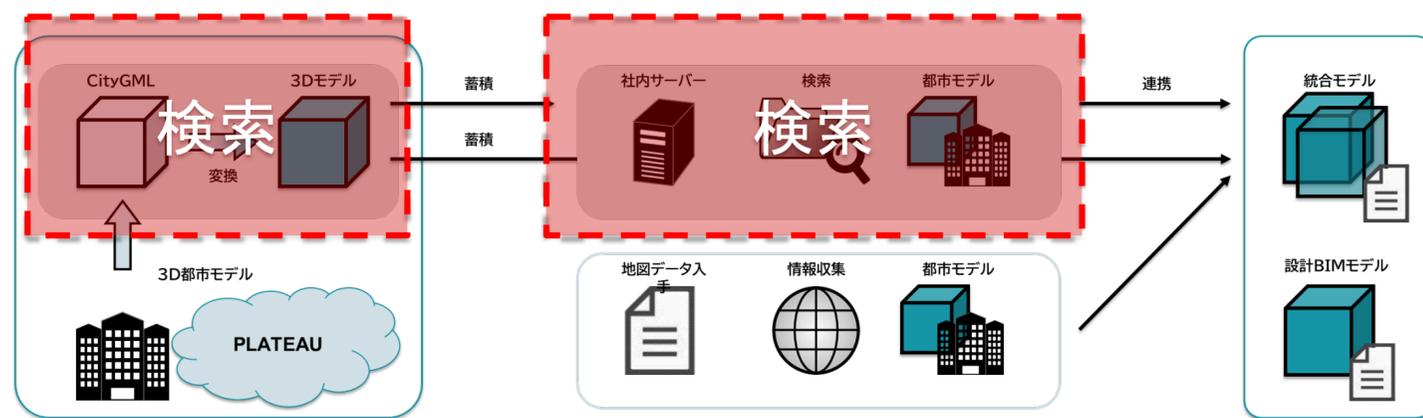
要因:

Revitに取込んだ周辺地図データの建物形状に沿ってポリウムを立ち上げる事に加え、Google Earthで高さを計測し入力していく作業の他、線の重複やエラーの解決等で時間を非常に費やしている。
また、Google Earth等で高さ情報が組み込まれていないような地域に関しては、ストリートビューにより大体の高さを入力しているため、更に時間を要する要因となっている。

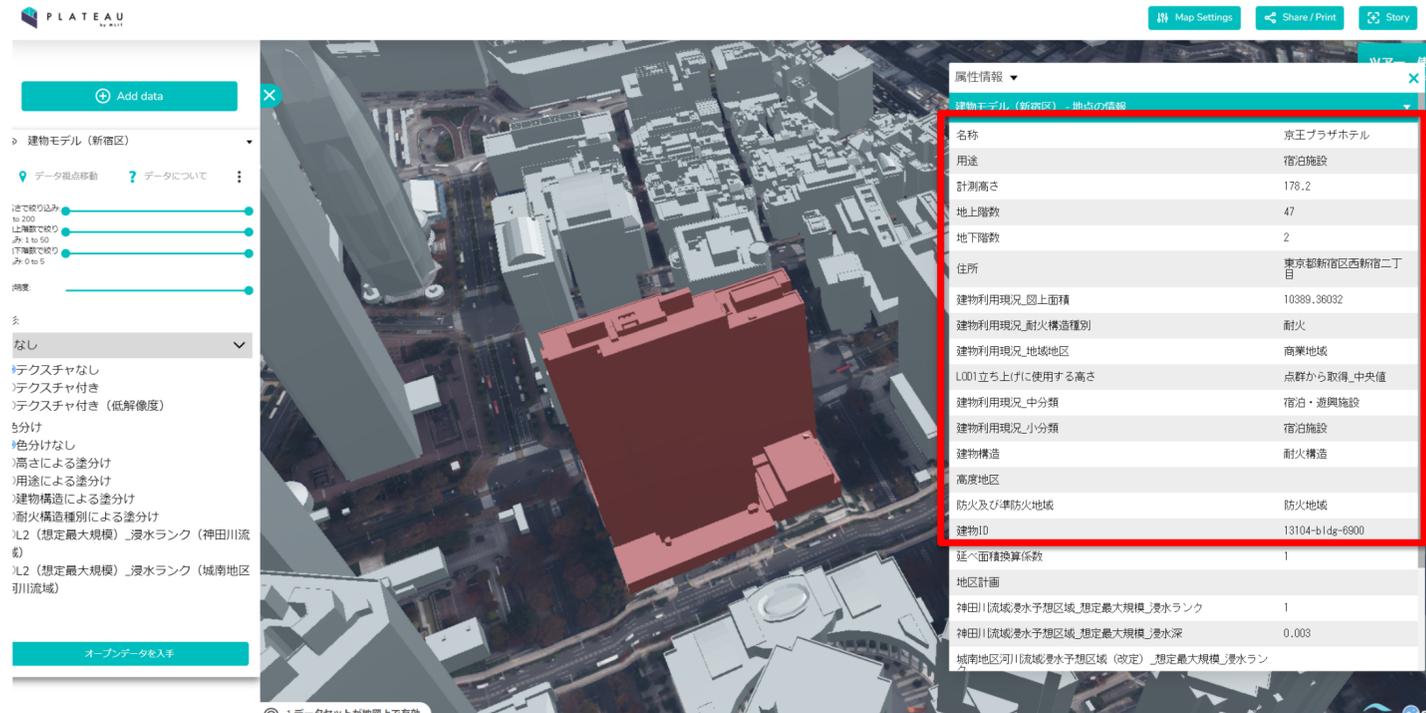
3D都市モデル連携による効果:

PLATEAUの3D都市モデルを連携することで、作成にかかる必要時間はダウンロードと変換に要する時間のみとなり、変換に要する時間は**0.79時間**程度であった。
従来手法では平均が**6.08時間**であったため、**5.58時間の削減(86.9%の省力化)**となった。

■ 時間を要したワークフロー



検証B:課題1-2 変換した3D都市モデルの属性情報の取り込み

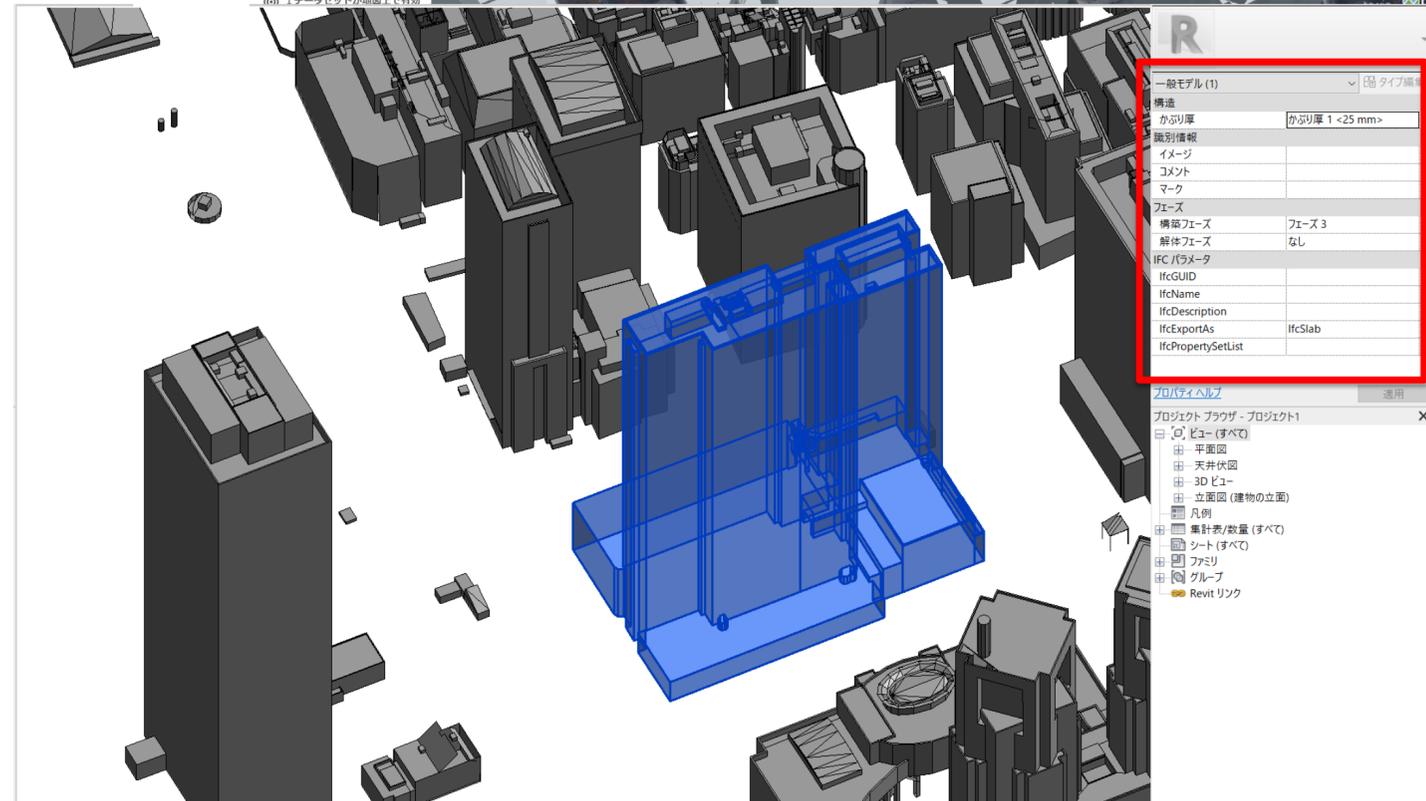


3Dモデルと属性情報の変換

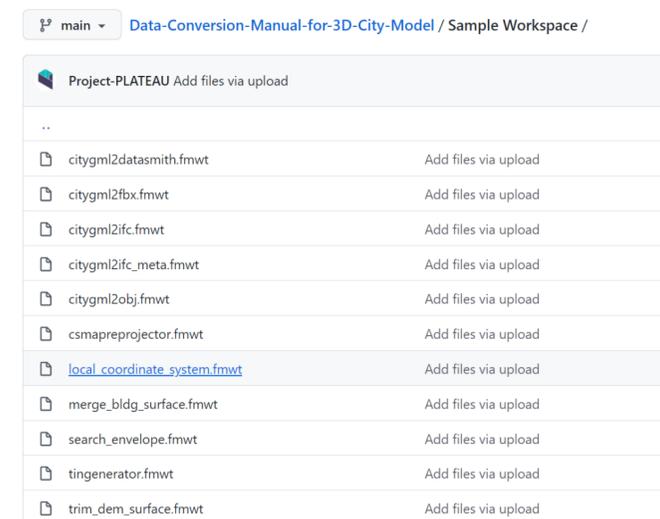
LOD1,2の3D都市モデル形状データは変換する事が出来ている。
 LOD2の形状に関しても、緻密に再現されており、日照のシミュレーションをするうえで有効に活用し、また、LOD1の形状でも風解析や太陽光パネルの検討において有効に活用する事が出来た。

属性情報の変換については、マニュアルを基に変換を試みたがBIMモデルの方へは**変換できていない**。
 FME Desktopを利用し、CityGMLからIFCへ変換したものをRevitへ取り込む事例が少ないため、属性情報の引継ぎがどのように行われるのか調査できる情報が少ない。

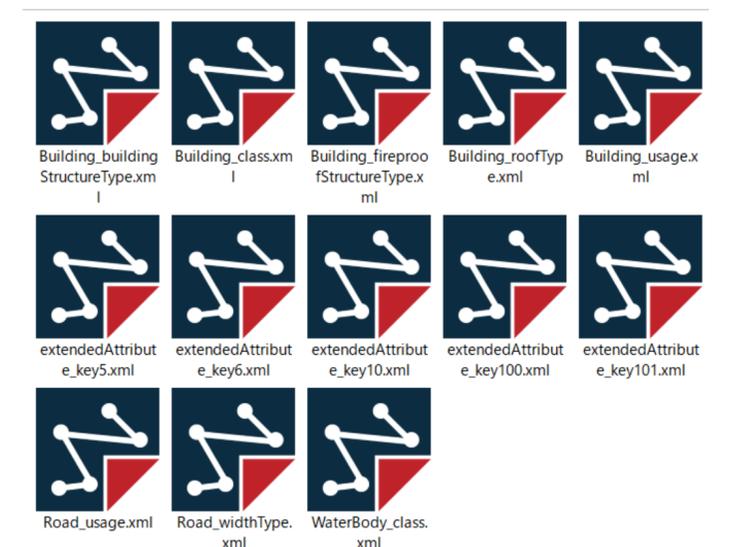
そのため、公開されているサンプルデータを基にマニュアルを閲覧し、変換するというのが現状である。
 形状のみ変換についても初回変換時はエラーが発生していた。
 属性情報変換においても同様であるが、何を読み込むとどのような情報が変換されるのか、また、変換が正常にされているのかを確認し、判断する事が難しい。



変換サンプルデータ



属性情報の変換コード



検証B:課題1 PLATEAU3D都市モデルの変換における課題

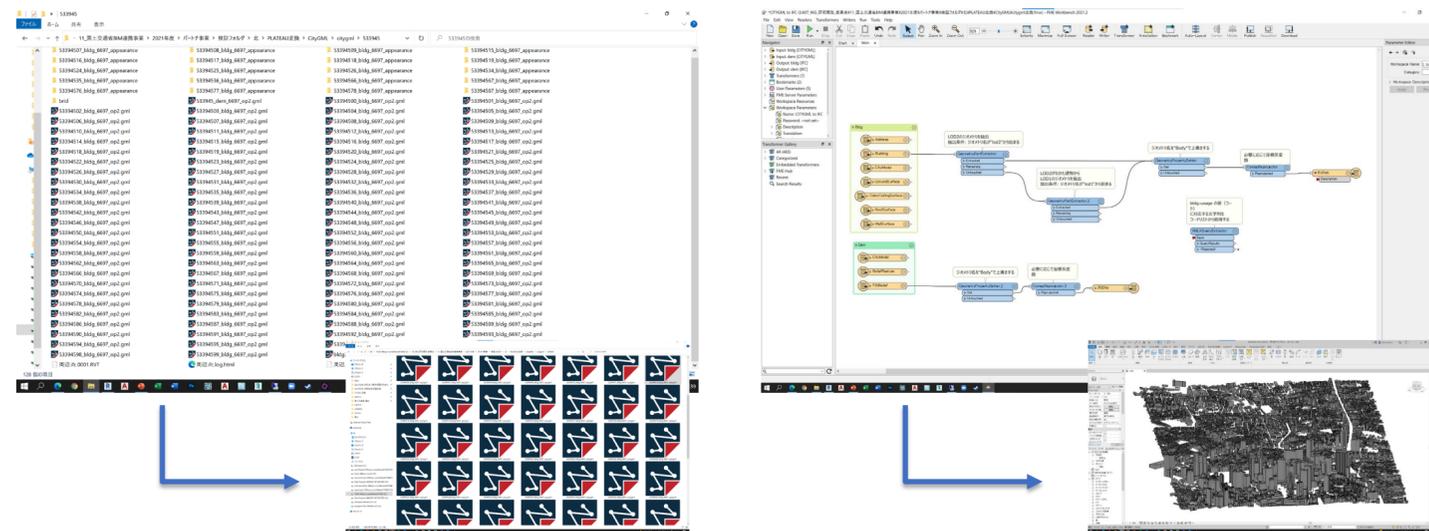
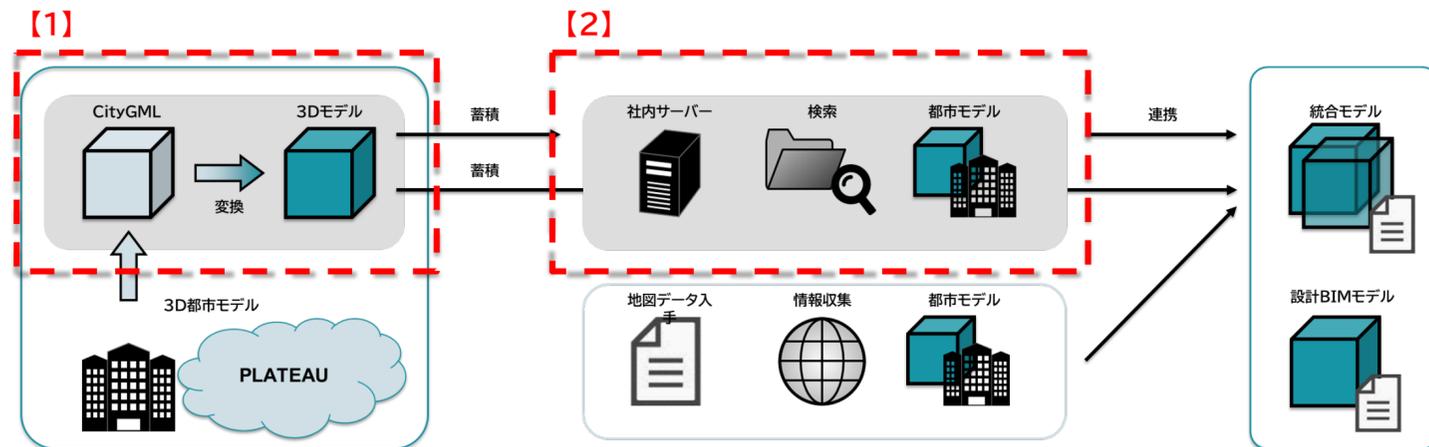
【1】対象エリアの3D都市モデルを見つけるまでに時間がかかる

対象エリアのCityGMLをIFCに変換しBIMに取込んだ時に対象エリアではなかったことが分かった。そのため、再度CityGMLを変換しBIMに取込むという悪循環が生じている。

【2】今後蓄積されたデータが増えると目的のデータを探す作業に時間が掛かる

変換したデータを蓄積することで今後変換作業が少なくなってくるが、社内サーバーに蓄積するデータ数が増えるため、3D都市モデルの**管理方法**を規定又は整備しなければ目的の都市データを探すまでに無駄な時間を要してしまう。

(検証1-3でデータの管理体制について整備)



【3】CityGMLを変換し、目的の属性情報を引き出すための応用が難しく専門的な知識が必要になってくる

サンプルデータが配布されているためそれらを使用する事で3Dモデルの形状は変換することが出来ているが、CityGMLに格納されている情報を変換する事が出来ていない。自社独自に変換していくとなると、**専門的な知識**が必要になってくるのではないかと考えられる。

3D都市モデル (Project PLATEAU) 属性情報公開リスト

最終更新:2021/8/6
 留意点:本表は、2020年度に国土交通省都市局が整備した全国56都市の3D都市モデルに付与されている属性情報のうち、主要なものを一覧にしたものです。
 各データの詳細については都市ごとに作成されている「データ製品仕様書」を参照してください。
 データの整備範囲及び付与される属性情報は、当該地方公共団体と協議の上決定されています。

	1	1'	2	3	4	5
関東	関東	北海道	北海道	東北	東北	東北
東京	東京	23区+南大沢 (LOD2内)	23区+南大沢 (LOD2外)	福島県	福島県	福島県
23区+南大沢 (LOD2内)	23区+南大沢 (LOD2外)	札幌市	郡山市	いわき市	白河市	白河市
LOD1作成範囲	634km ²	651km ²	76km ²	162km ²	267km ²	267km ²
LOD2作成範囲	33km ²	-	3km ²	6km ²	1km ²	2km ²
テクスチャ	○		○	○	○	○
建築物	57	○	○	○	○	○
gml:名称	57	○	○	○	○	○
bldg:分類 (普通建物、堅牢建物等の区分)	20					
bldg:用途	37					
bldg:建築年	12					
bldg:計測高さ	57					
bldg:地上階数	36					
bldg:地下階数						
bldg:住所						

The screenshot shows a software interface with a 3D model of a city block. A list of attributes is visible on the right side, including 'uro:建築確認申請番号', 'uro:敷地面積', 'uro:延床面積', 'uro:建築面積', 'uro:図上面積', 'uro:構造種別', 'uro:耐火構造種別', 'uro:都市計画区域', and 'uro:地域地区'. The interface also shows various toolbars and a 'Transformer Gallery'.

検証B:課題1-3 蓄積したデータを効率的に活用するための管理方法

■蓄積したデータの管理体制 PLATEAU_3D都市データ → 533945 → 533945_8

【1】データの検索はエクスプローラーの検索機能を用いる

データの検索方法では、エクスプローラーのデータの名前を検索する機能を活用する。エクセルなどで保管場所を明記し探す方法もあるが、直接フォルダへアクセスできる方法の方が効率にデータ元へとアクセスできる。

【2】データの名前は国土地理院のエリア番号で管理する

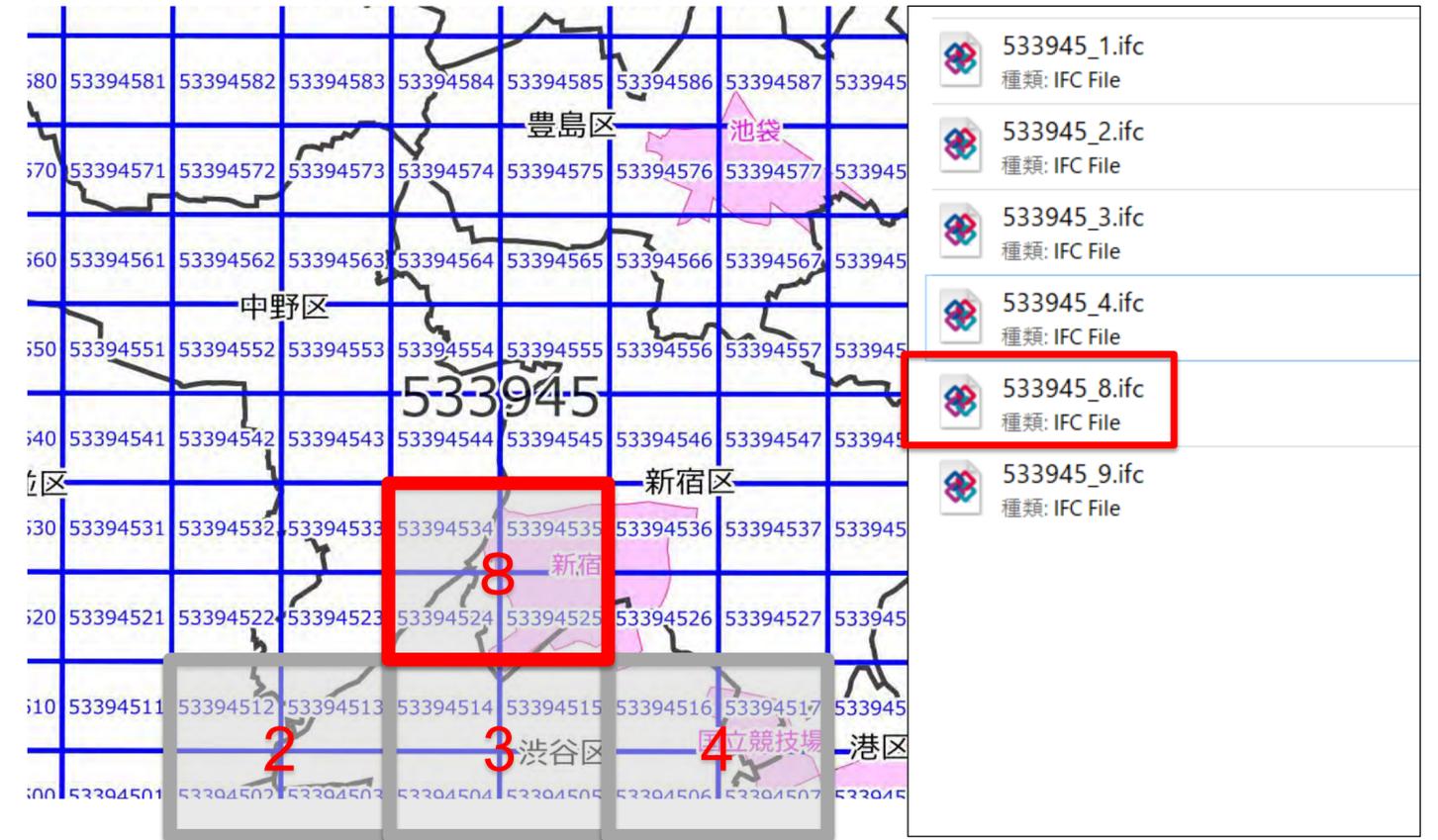
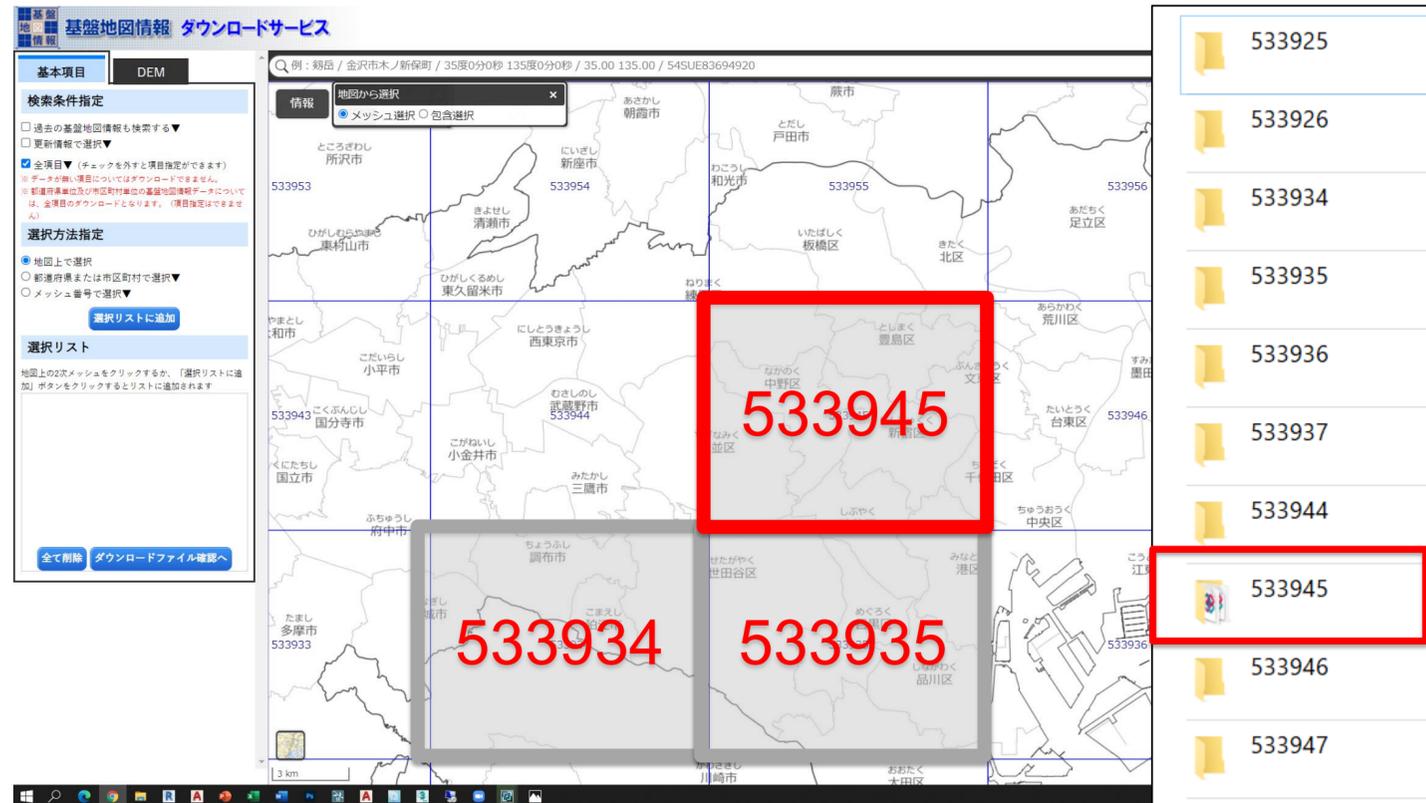
都市モデルのデータは国土地理院のエリアごとに管理することで、都市モデルのエリアを容易に区別できるようにする。

【3】都市モデルの範囲は4区画分を1区画として整理して管理する

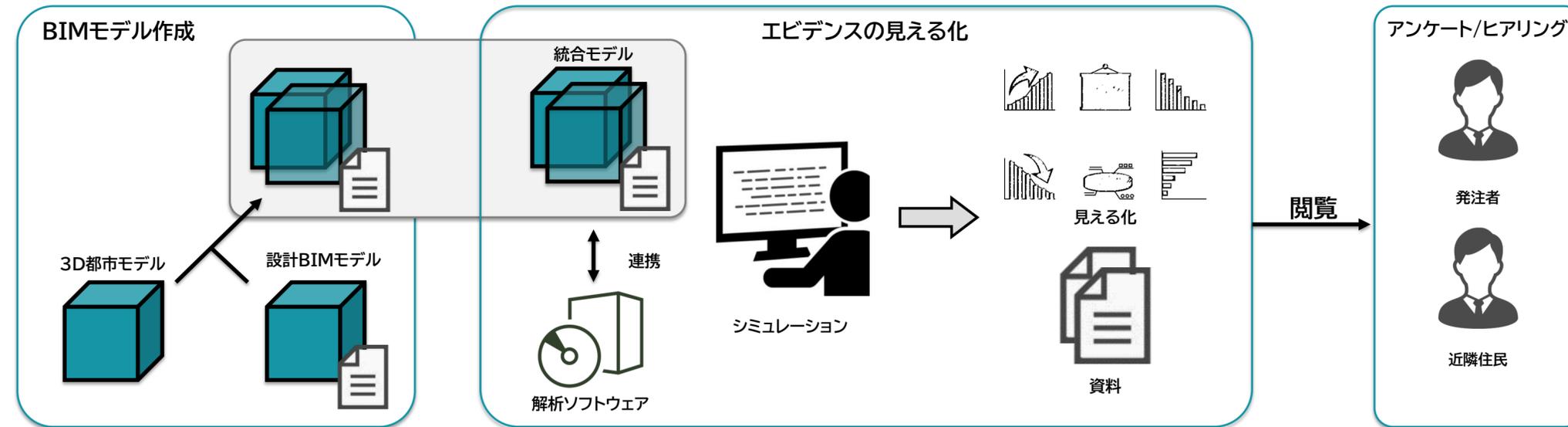
1エリアの中で更に100区画に区画分けされている。データ数を抑えるためにも、四方の4区画分を1区画として整理し管理する。

【4】保管データの形式はIFCとする

管理するデータ形式としてはIFCとし、都市データが更新された場合はデータを置き換えていく事で最新のデータ状態とすることとする。



検証B:課題② エビデンスを見える化することで得られる理解度・満足度



■ 検討する課題

課題②: コンピュータショナルデザインによって最適化された設計案を設計者が採択するシステムや**結果を見える化**したエビデンスに基づく合意形成プロセスによって得られる**理解度・満足度**はどのくらい得られるのか

【課題2-1】RevitとRhinceros & Grasshopperの連携方法

Revit上でGrasshopperを起動するRhino inside Revitのプラグインがある。相互を連携させるためにBIMモデル作成のルールを規定した。

【課題2-2】エビデンスを見える化する手法

Grasshopperによって視線や太陽光の反射、日照などのシミュレーションシステムを構築した。

【課題2-3】発注者の理解度・満足度のアンケート/ヒアリング

エビデンスを見える化することによってどの程度理解できたのか又満足できたのかを確認するアンケートとヒアリングを実施した。

■ 検証に当たっての前提条件

- ・設計が作成したBIMモデルとGrasshopperを連携させて視線、日照、太陽光反射の検証を行う。風解析に関してはWindperfectを使用して風解析を行う。
- ・日照シミュレーションではGrasshopperのプラグイン(Ladybug)を使用し、近隣住宅からどのように見えるのかを検討するのにLumionを活用する。

■ 検証の実施方法・体制

設計者が作成したBIMモデルと3D都市モデルを連携させ、**風解析、日照、視線、太陽光パネルによる反射光シミュレーション**を実施する。シミュレーション結果を**アニメーション**や**グラフ化**し設計の進捗と共に発注者の方に閲覧してもらい、設計検討を行っていく。実施設計が終了し、工事が着工した段階において、今まで提出してきた資料について**アンケート**を実施し発注者の方々に回答してもらう。アンケートはBIM360上でアンケートを共有する。

検証B:課題② エビデンスを見える化することで得られる理解度・満足度

■結果の見える化による効果の検証方法

設計モデル作成

設計モデルの作成はRevit2020でBIMモデルを作成し、プラグインツール**Rhino inside Revit**によるRhincerosと連携させる。

ビジュアルプログラミング

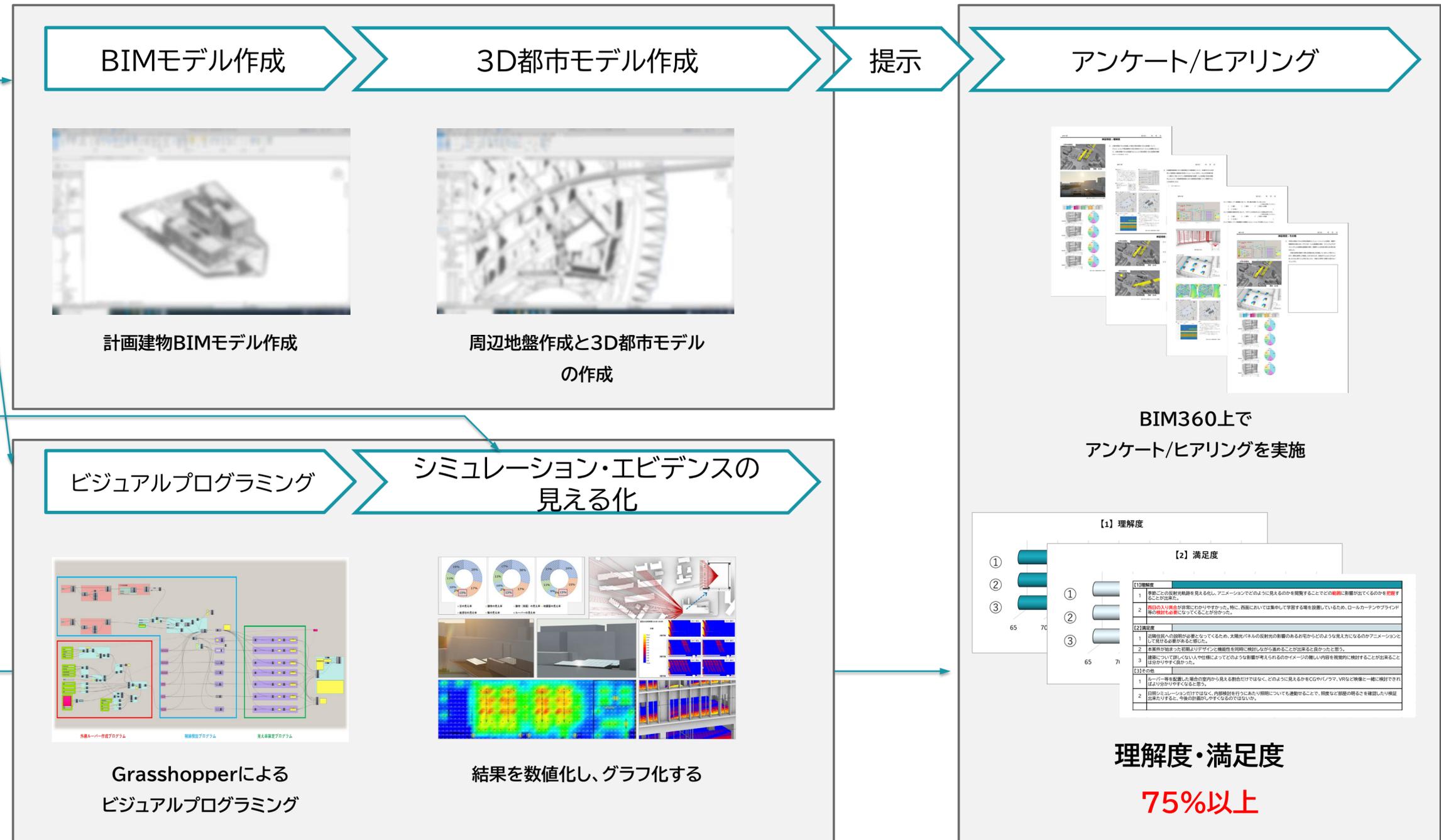
RhincerosのプラグインソフトであるGrasshopperを用いて、シミュレーションと検証を行う。

見える化

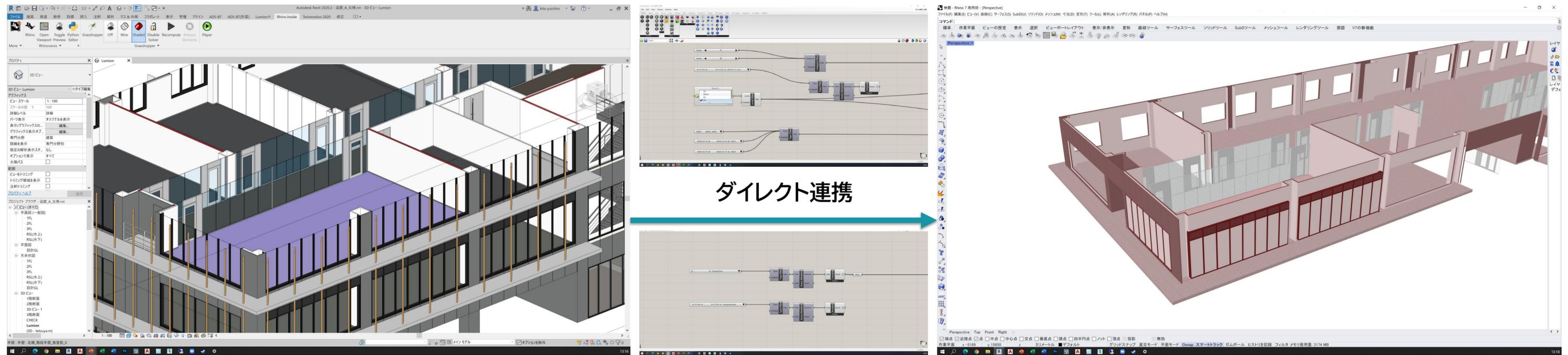
各解析ソフトや動画作成ソフトなどを使用し、**風環境**や**日照**、**視線**、**太陽の反射光**等のシミュレーションした結果ををビジュアル化する。

理解度・満足度の効果検証

工事の着工するタイミングで設計期間中に提示した**アニメーション**や**見える化**した資料について、**アンケート/ヒアリング**を実施する。アンケート/ヒアリングから得られた効果と今後の課題について確認する。



検証B:課題2-1 RevitとRhino&Grasshopperの連携



BIMモデル作成

Revitで作成したBIMモデルとRhinoのGrasshopperをダイレクトに連携させるために **Rhino.inside.Revit** を使用する。

【課題2-1:エビデンスを見える化】でのシミュレーションを行うにあたってのBIMモデルの作成ルールを検討し、今後もGrasshopperとRevitを連携させ検証・シミュレーションを行っていく上で効率のよい連携方法を規定する。

本検証では、検証する床・窓について右の通りに規定し、検証を行った。

・解析対象の床

床ツールを使用:AnaylsisFloor

・解析対象の窓

壁のカーテンウォールを使用:AnaylsisWindow

窓のファミリに代わりにカーテンウォールで窓面を作成することで、Grasshopperと連携した際に高さや幅などを変更しやすく又、Grasshopperによって形状を操作できるように見越して規定した

・壁:AnaylWall

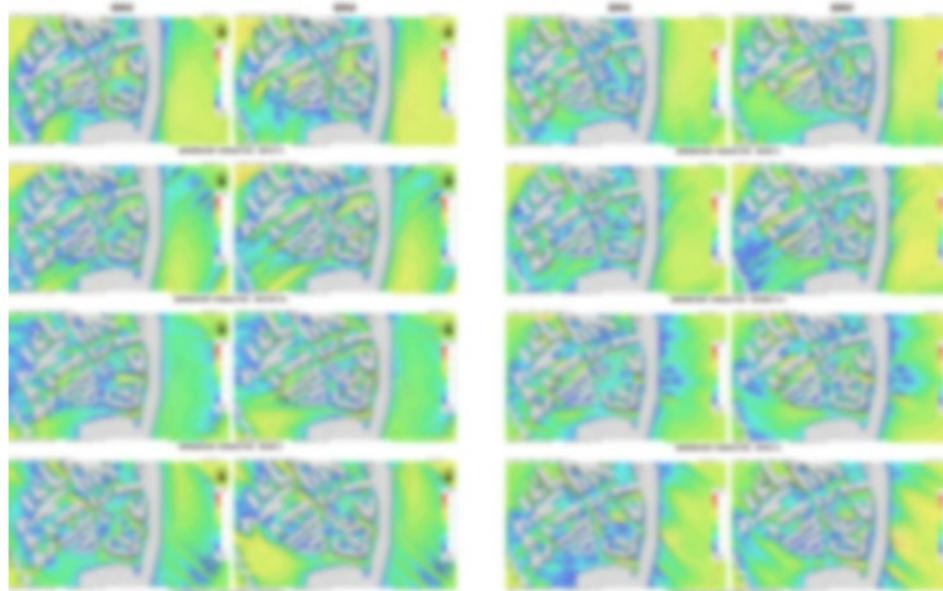
本検証では使用していない

・その他の要素については今後検討し、規定していく

検証B:課題2-2 エビデンスを見える化

■ 風解析

風解析ではWindPerfectを使用する。
 計画敷地周辺の一區画を3D都市モデルを利用し風解析を実施し計画建物建築前と後で風環境に大きな影響が生じるのかを検証した。
 解析の結果、建築前と後では大きな風環境の**変化はみられない**ことがわかった。



■ 風環境評価について
 風環境の変化で起る風に対する、尺度として住民のアンケートや観測を基に不快感を示す風速または快適度を定量化した。この際、日本国内で主に使われている風環境評価の尺度としては、日本気象協会が定めた「村上天井方式」と、平均風速に基づく評価尺度(風工学方式)がある。本シミュレーションでは、現在最も一般的に用いられている村上天井方式により評価した。評価高度:地上高さ+1.5m
 表2に村上天井方式で用いられる風環境評価尺度を示す。

■ 解析に用いた観測データ
 観測地点: 東京都目黒区 目黒
 観測期間: 令和3年10月1日 00時00分 ~ 10月31日 23時59分
 観測高度: 1.5m

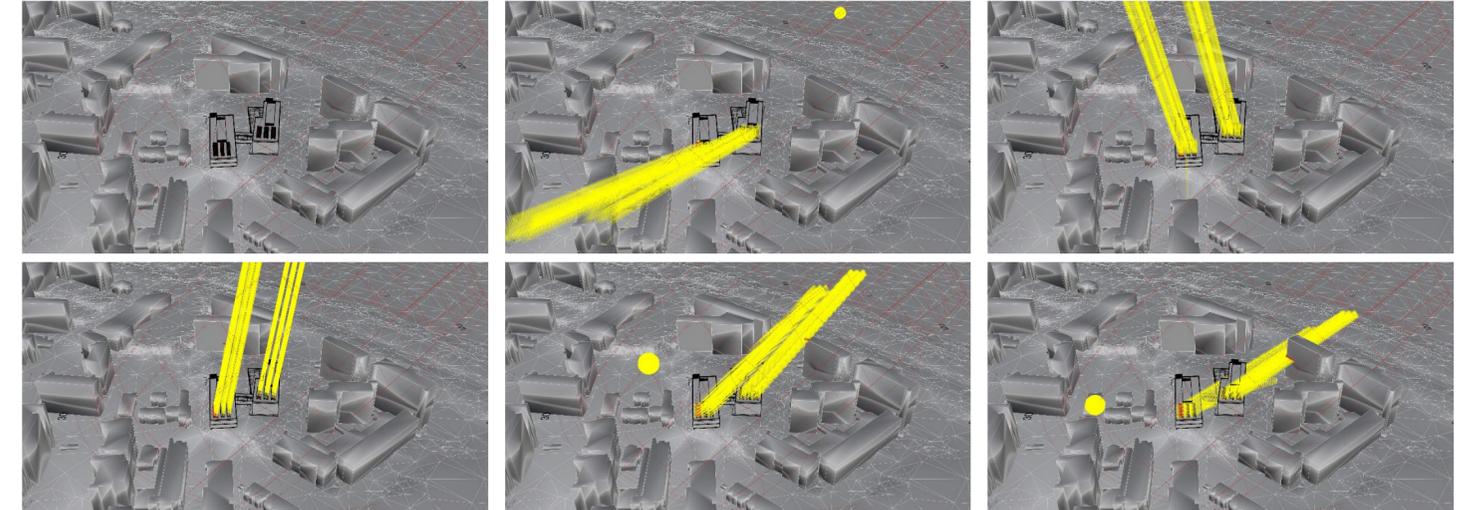
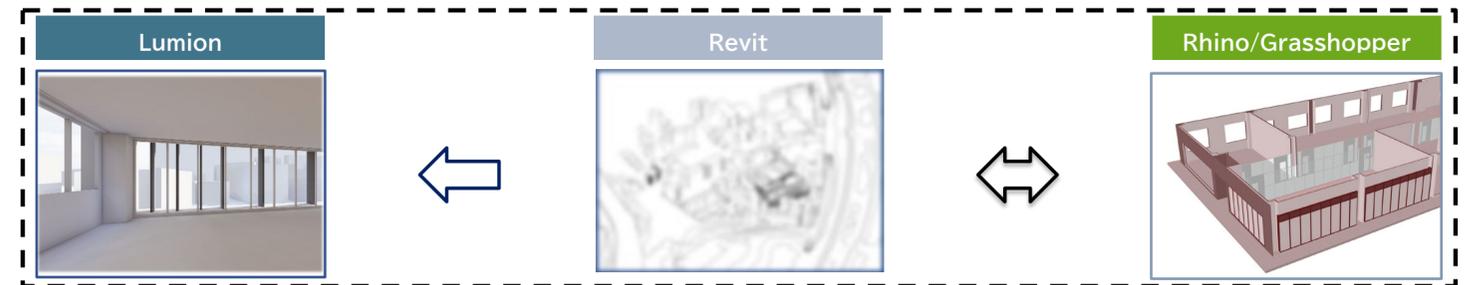
■ 風速ランク評価 評価点でのランク値 図2

評価点(位置)	建築前	建築後
A	1	1
B	1	1
C	1	1
D	1	2
E	1	1
F	3	3
G	1	1
H	2	2
I	4	4
J	2	2
K	1	1
L	1	1

■ 参考
 本調査ランク評価は、WindPerfectV5.1mの風環境シミュレーションを利用し、16高さ方向の風速シミュレーション結果のモデルに対して行い、得られた地点毎の風速値にダブル係数を考慮した設計の処理を加え、ランク評価を行いました。ランク評価は、計画建物敷地周辺道路部分に12ヶ所(図2)に評価点を設定して行いました。シミュレーションの結果、建築前と建築後とを比較し、評価点4を軸に風速値が大きく変化しない結果となりました。※本シミュレーションにおいては、建築物のみの影響を考慮していません。

■ 太陽光パネルの反射光シミュレーション

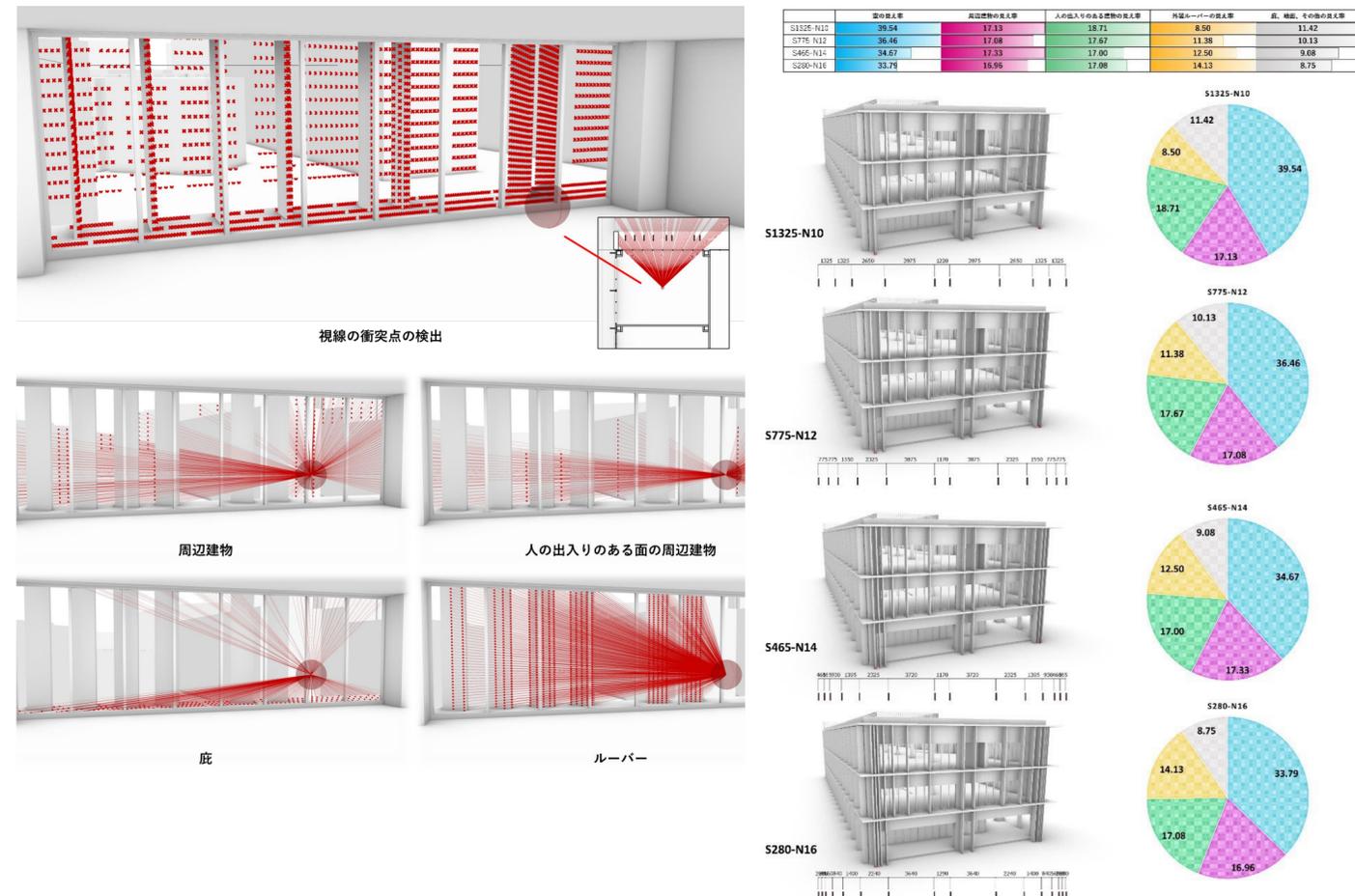
太陽光パネルの反射光シミュレーションではGrasshopperを用いる。
 太陽高度と位置を設定し、春秋分・夏至・冬至において太陽光パネルの反射光が周辺アパートのどの位置に影響するのかをシミュレーションした。その結果、夕方15時頃から年間を通して周辺アパートに反射光の**影響がある**ことがわかった。また、影響する位置から見た時のアニメーションを作成し、どのように見えるのかも検証した。



検証B:課題2-2 エビデンスを見える化

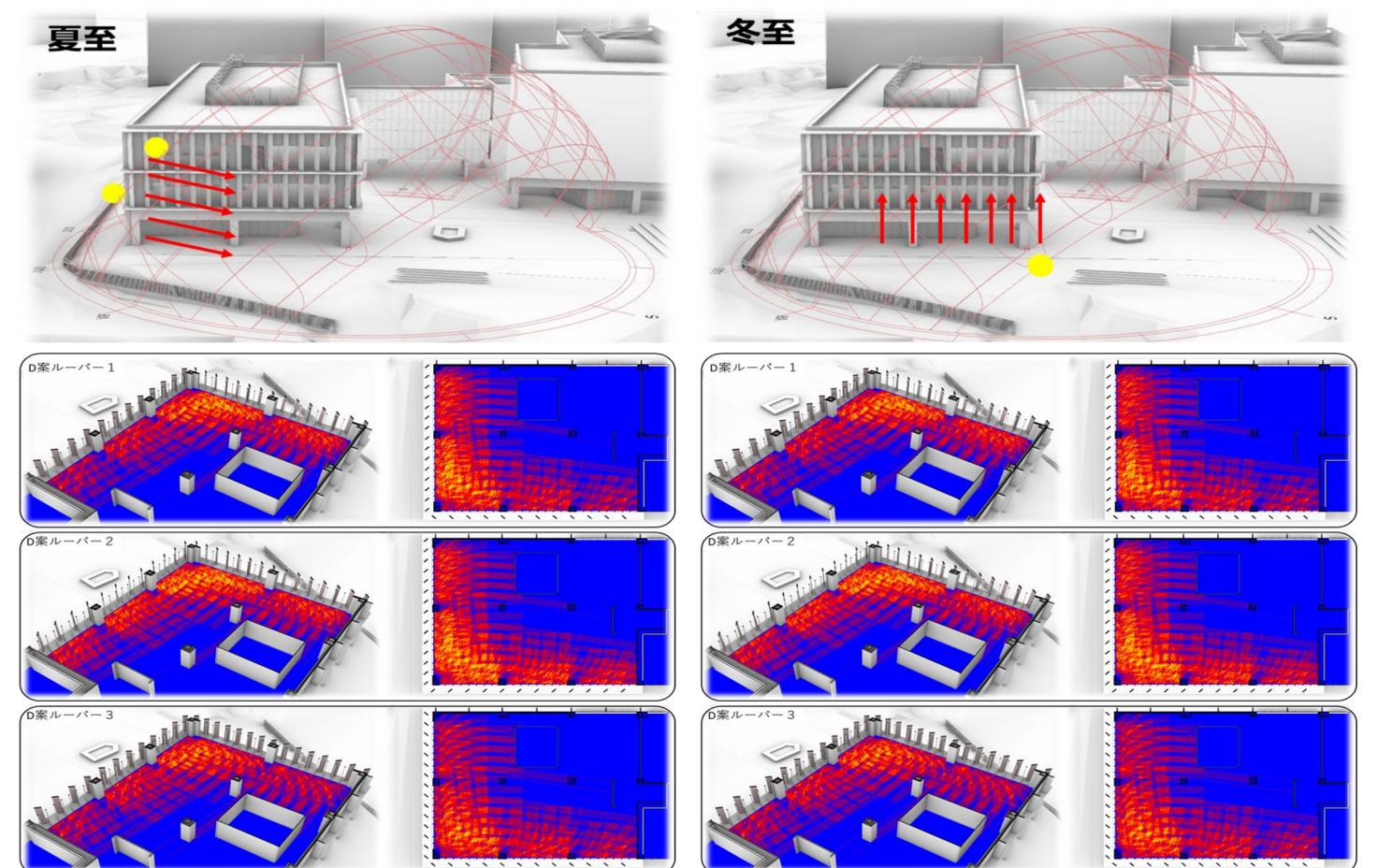
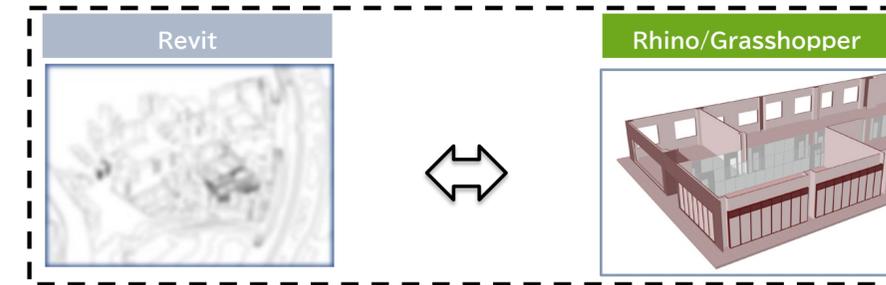
■ 視線シミュレーション

視線検証ではGrasshopperを用いる。
 検証する居室で数カ所ポイントを取り、目線高さから放射状に仮定の視線を飛ばし窓面を透過する視線のみを抽出する。透過した視線が何にぶつかるのかを分別し、窓面に映る景観要素がどのような割合なのかをシミュレーションした。このシミュレーションを基に外装ルーバーの配置間隔や本数などを検討している。
 また、居室の向かいにあるプライバシー性のある建物に対しての視線も検証した。



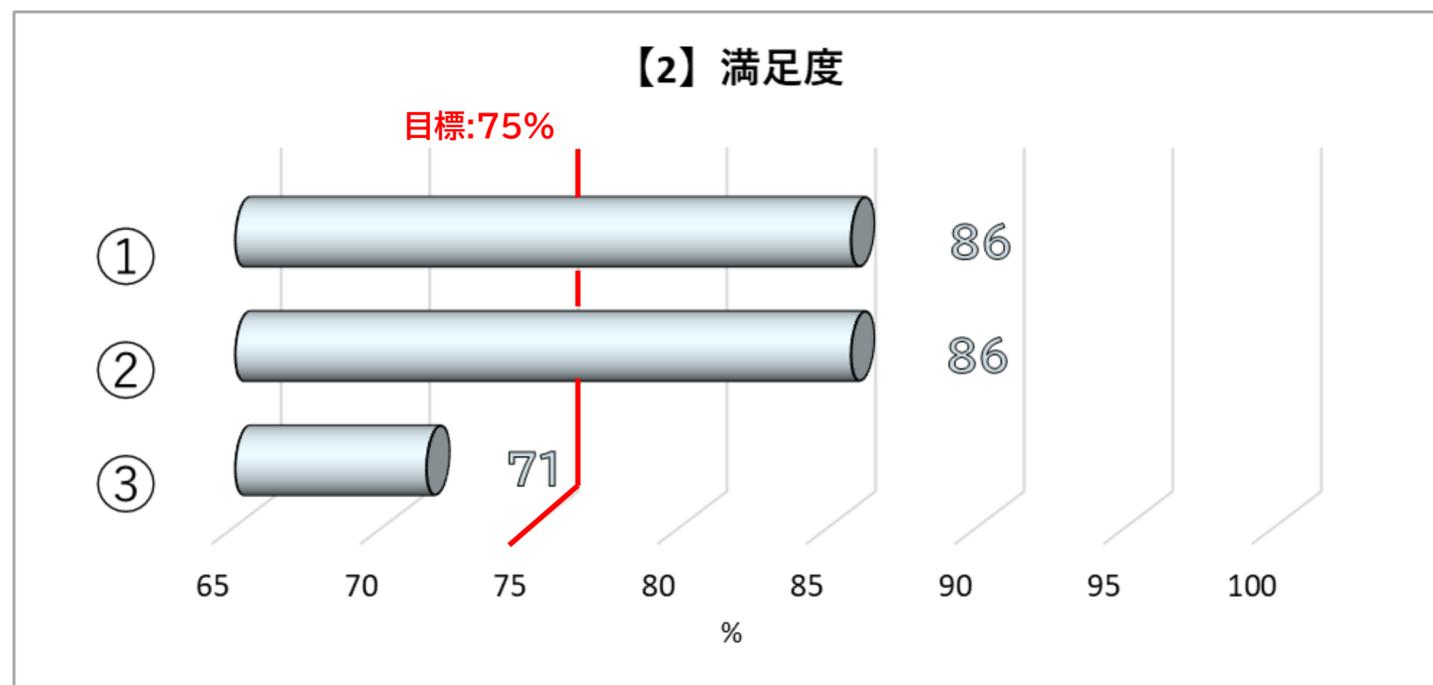
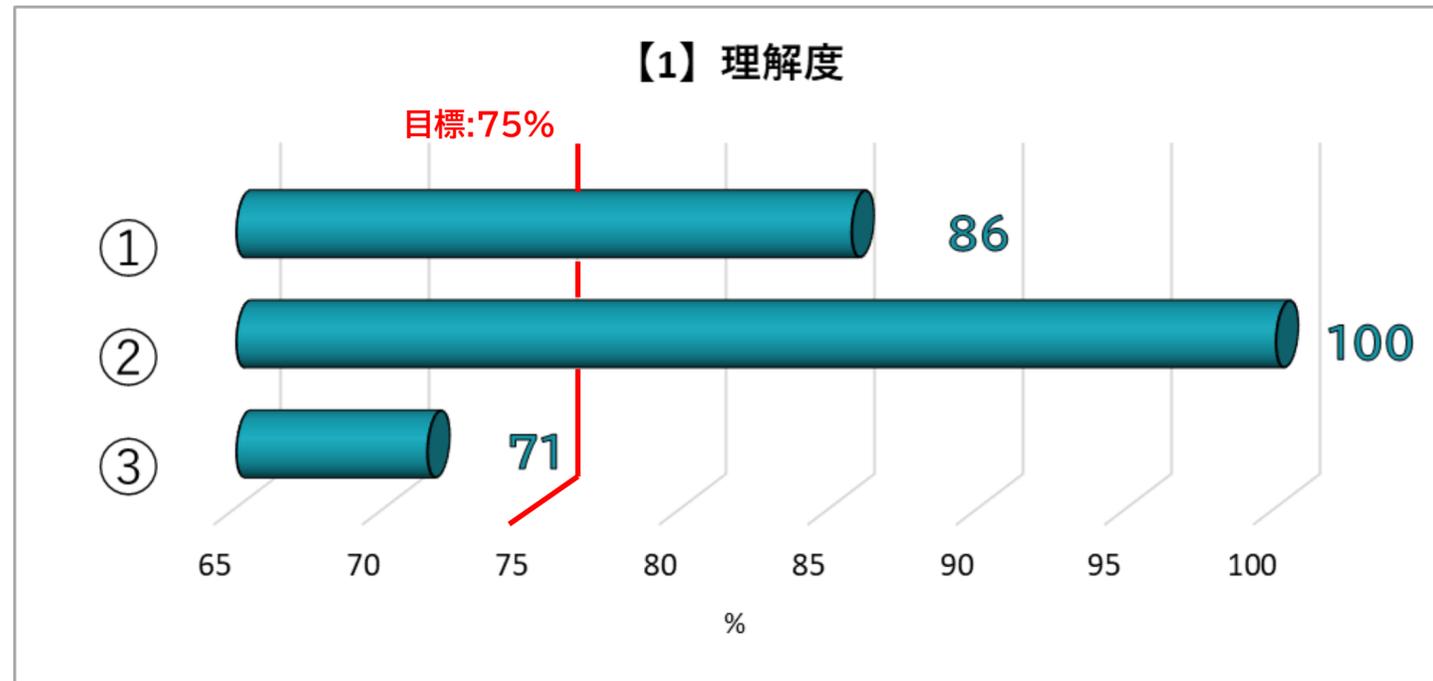
■ 日照シミュレーション

日照検証ではGrasshopperを用いる。
 外装ルーバーの配置本数と間隔が決定したことで、角度の検討を行った。1日の日照範囲や西日の入り方などをシミュレーションし、西日を最も遮られる角度と意匠性の検討を行った。結果的に西面の外装ルーバーの角度は45°が最も遮られる結果となった。



検証B:課題2-3 エビデンスを見える化することで得られる理解度・満足度

■ 発注者へのアンケート/ヒアリング結果



質問項目

【1】理解度

- ① 太陽光パネル設置による近隣住宅への影響
- ② 外装ルーバーによる外の見え方や日照
- ③ 計画建物建築後における敷地周辺風環境への影響

【2】満足度

- ① 太陽光パネルによる反射光シミュレーションによる配置検討
- ② プライバシーや景観の見え方、日照シミュレーションによる設計検討
- ③ 近隣住民や関係者への説明材料

【3】その他

見える化による生産性向上に向けた取り組みで、視覚的に見た方が理解しやすいと考える情報又は今回の取り組みにおける改良点

発注者の方々にアンケートを実施頂いた意見は以下の通りである。

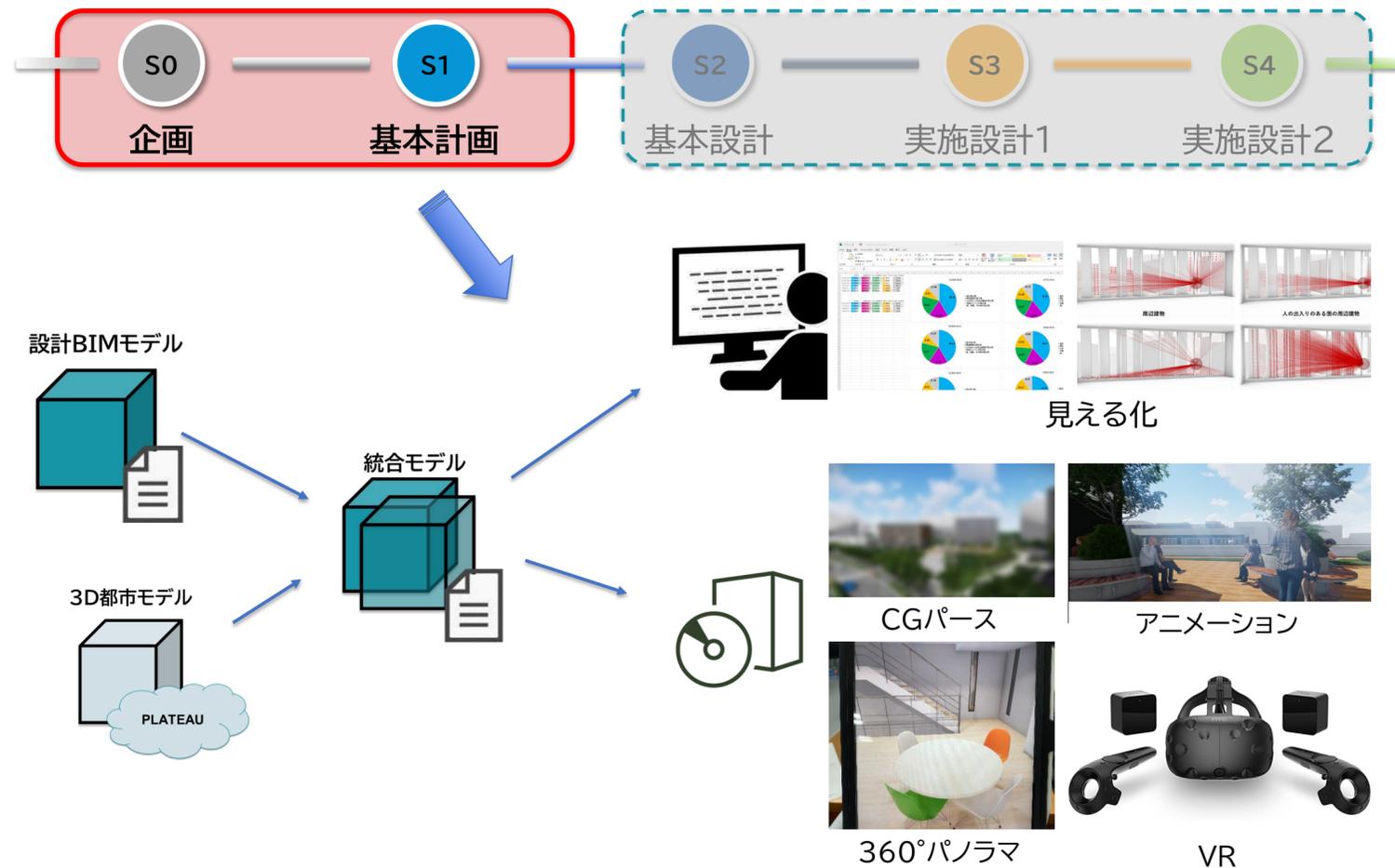
頂いた意見では、**企画(S0)**、**基本計画(S1)**、基本設計の**初期段階**から**デザイン性と機能性を同時に検討**していく事や**アニメーションやCG、VR**といった映像と一緒に検討できると望ましいという意見があった。

【1】理解度	
1	季節ごとの反射光軌跡が見える化し、アニメーションでどのように見えるのかを閲覧することでどの 範囲 に影響が出てくるのかを 把握 することが出来た。
2	西日の入り具合 が非常にわかりやすかった。特に、西面においては集中して学習する場を設置しているため、ロールカーテンやブラインド等の 検討も必要 になってくることが分かった。
【2】満足度	
1	近隣住民への説明が必要となってくるため、太陽光パネルの反射光の影響のあるお宅からどのような見え方になるのかアニメーションとして見せる必要があると感じた。
2	本案件が始まった 初期よりデザインと機能性を同時に検討 しながら進めることが出来ると良かったと思う。
3	建築について詳しくない人や仕様によってどのような影響が考えられるのかイメージの難しい内容を視覚的に検討することが出来ることは分かりやすく良かった。
【3】その他	
1	ルーバー等を配置した場合の室内から見える割合だけではなく、どのように見えるかを CGやパノラマ、VR など映像と一緒に検討できればより分かりやすくなると思う。
2	日照シミュレーションだけではなく、内部検討を行うにあたり 照明についても連動 せることで、照度など部屋の明るさを確認したり検証出来たりすると、今後の計画がしやすくなるのではないかと。

アンケート実施日: 2020年12月中旬

検証B: PLATEAU3D都市データ連携による生産性向上に向けた検証

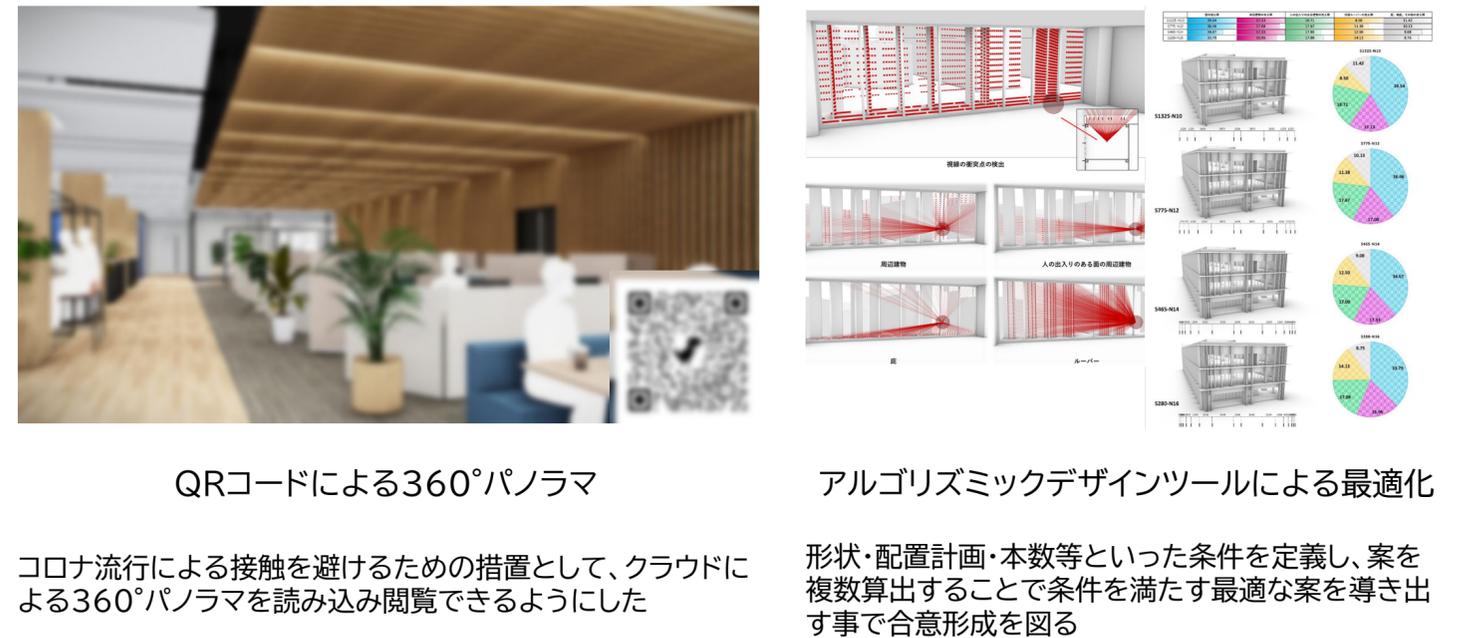
■ 企画・基本計画での合意形成プロセス



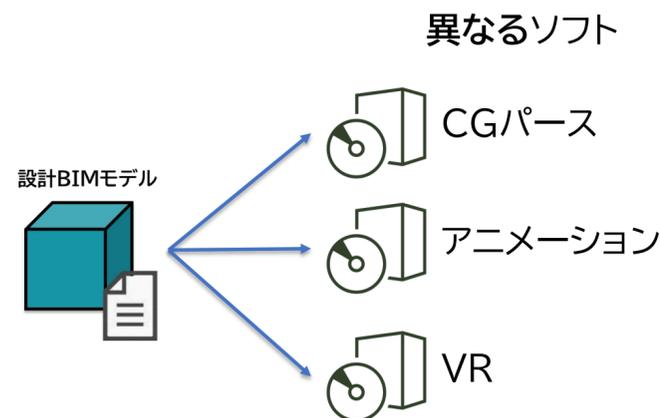
■ 今までの合意形成手法



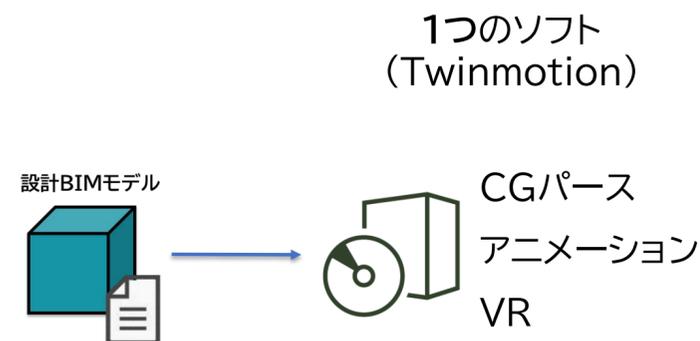
■ 新たな合意形成手法の取り組み



今までのフロー



2022年度から



QRコードによる360°パノラマ

コロナ流行による接触を避けるための措置として、クラウドによる360°パノラマを読み込み閲覧できるようにした

アルゴリズムックデザインツールによる最適化

形状・配置計画・本数等といった条件を定義し、案を複数算出することで条件を満たす最適な案を導き出す事で合意形成を図る

(基礎システムを構築中)