

## 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

### 課題検証項目(中間時)

- |                                      |          |
|--------------------------------------|----------|
| (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:2~3 |
| (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:4~6 |

中間報告書 令和4年2月4日

東洋建設株式会社

### 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、竣工後の部屋運用が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ー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】**

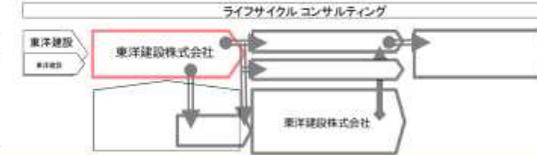
※着色部分が検証対象



**【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、結果が見える化、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

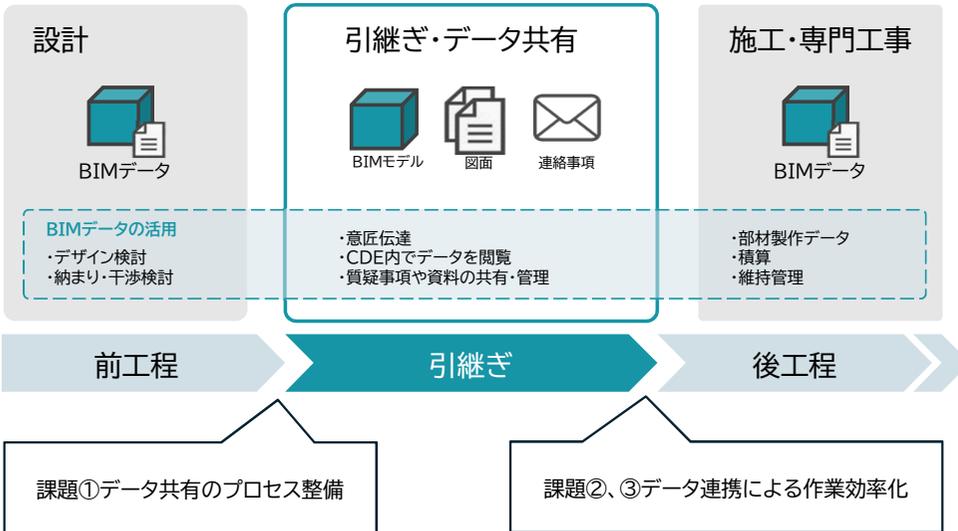
### 応募者の概要

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: B・C工事も想定したBIMデータ連携に関する3つの課題

## 想定するBIMデータの運用



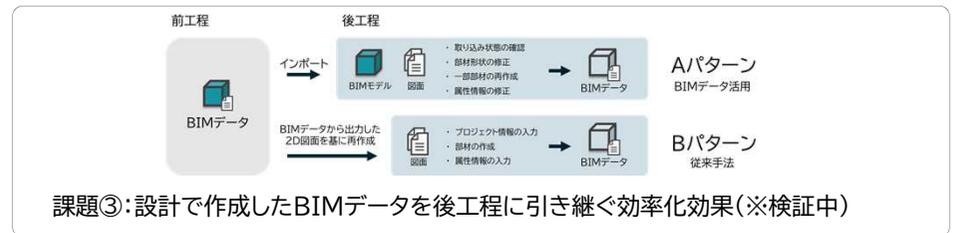
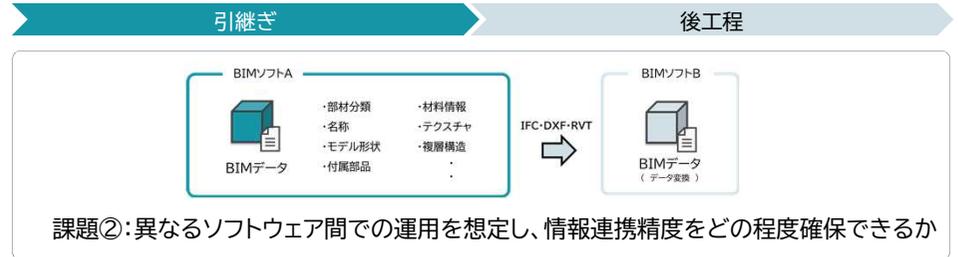
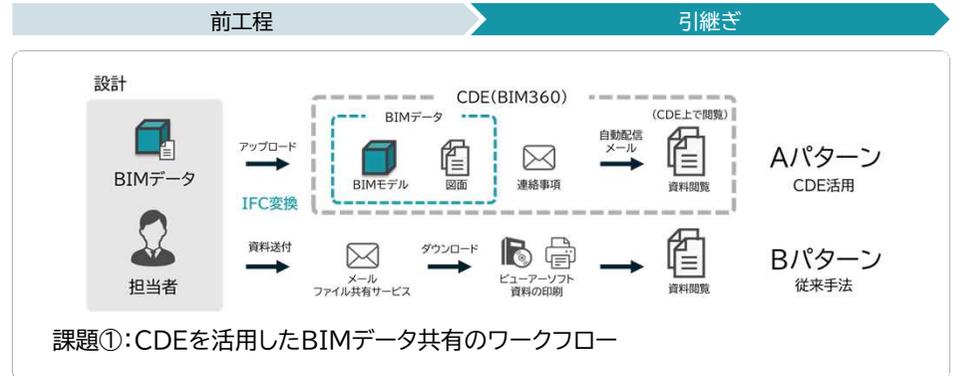
## 取り組み課題

【内容】CDE(共通データ環境)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とアクセス権限の整備

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

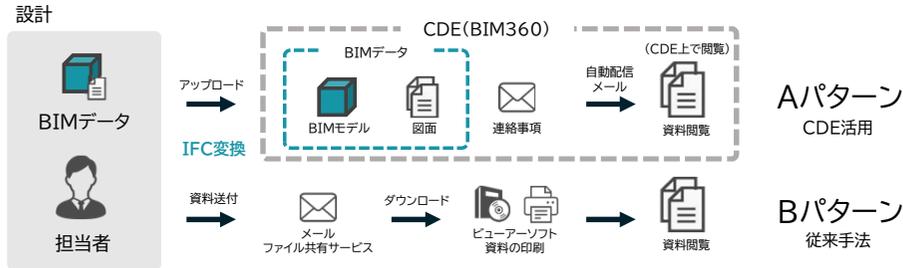
【目標】作業効率化による時間の削減  
従来手法と比較し、作業時間を20%削減

## 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

## 検証するワークフロー



## 検証結果

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。

## 検証結果の分析とCDE活用による業務効率化について

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。

Bパターンでは、設計段階で作成されたBIMデータを専門工事、メーカー等と共有する際、各社がRevit以外のBIMソフトを使用している場合、モデル確認に必要なBIMデータを有効に取り込むことができず、専用のビューアソフトなどを使用してデータを変換する必要があった。

Aパターンでは、BIMデータをダウンロードすることなくCDEのビューア機能で閲覧することで、変換作業を削減し業務効率化につながった。以下にCDE及びビューアの機能を活用することで効率化効果が期待できる項目を下記に記載する

- ① BIMソフトのネイティブデータおよびIFCファイルの閲覧
- ② 3Dモデル及び2D図面の閲覧
- ③ 距離の計測、断面モデルの作成等、ビューアソフトの基本的な機能
- ④ アップロードされたデータに対しコメント及び図形(マークアップ)の記入
- 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

## 検証に当たっての前提条件

- ・設計段階で作成した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検証
- ・CDEはBIM 360®を使用。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

B・C工事会社等が送付された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

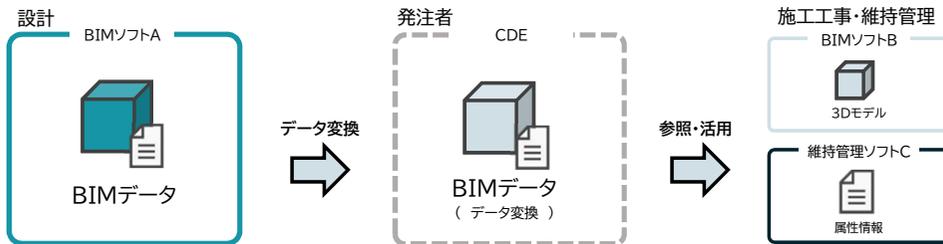
BIMデータをCDE(BIM 360®)にアップロードし、サーバー内のビューア機能で3Dモデルを閲覧するまでの作業時間を計測する。

### 【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

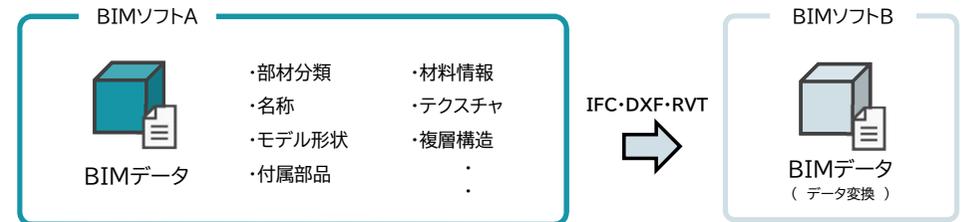
メール(Gmail 及び データ転送システム)を使用してBIMデータを送付し、受領したデータをビューアソフトで展開するまでの作業時間を計測する。

## 検証A:課題② 異なるソフトウェア間での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：異なるソフトウェア間で変換を伴うBIMデータの受け渡しを想定したワークフローの検討

#### 【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

データ変換取込前後におけるBIMデータ情報の差異を確認、BIMデータの連携精度が高いファイル形式を選定する

#### 【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3D形状及び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



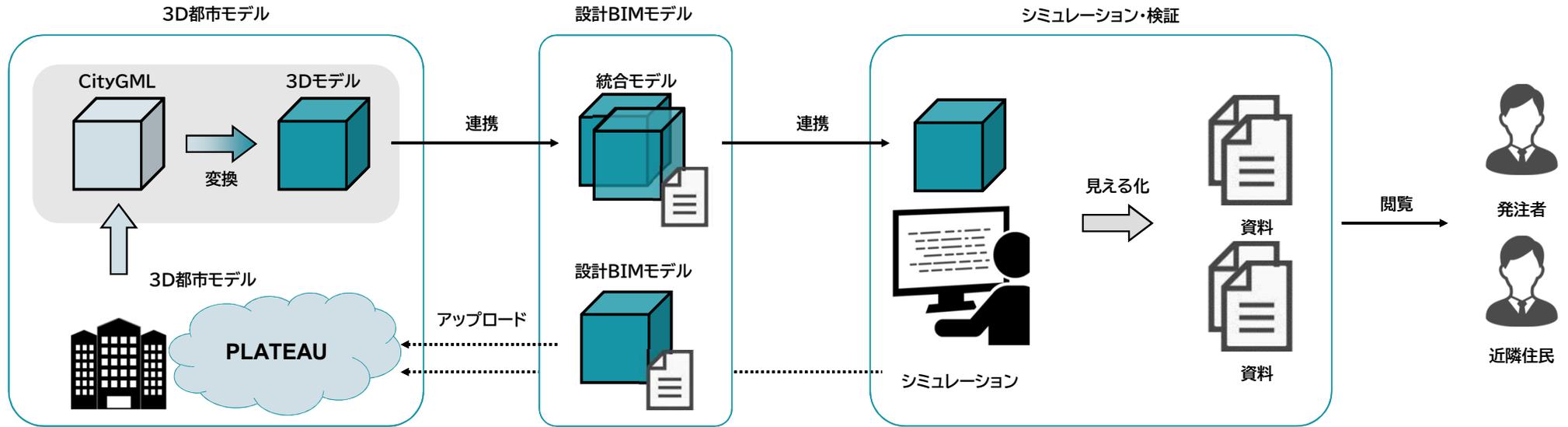
(検証B)

# 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都市データ連携による生産性向上に向けた検証

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る、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。

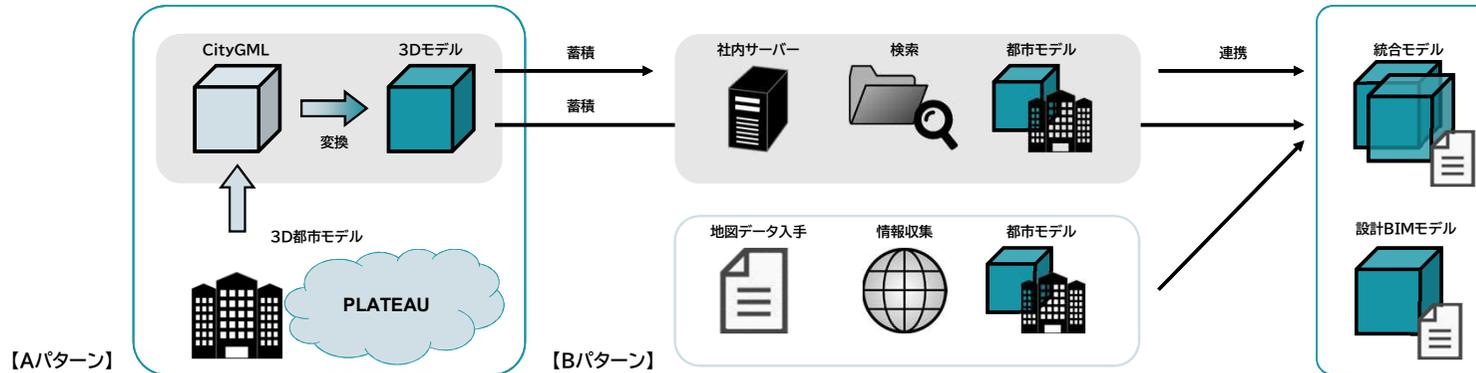
### ■ 検証する課題

- 課題①: 3D都市モデル活用による作業時間の効率化
- 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時間の効率化



### ■ 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】PLATEAU 3D都市モデルの変換方法

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】変換した3D都市モデルの属性情報の取り込み

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】蓄積したデータの中から目的のデータを見つける

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。

検討中(最終報告で報告)

### ■ 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

**PLATEAU 3D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】PLATEAU 3D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

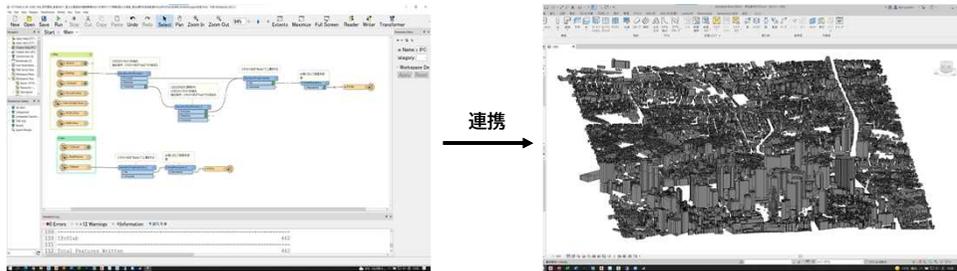
## ■ 従来の作成手法とPLATEAU連携による効果の検証方法



# 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。

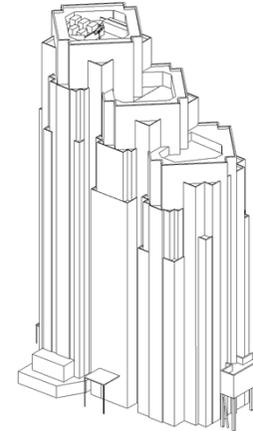


公開されているIFC変換データを参照

連携

変換した新宿区の3D都市モデル

## ■ 変換される形状



### LOD2

想定されるユースケース:

- ・延焼シミュレーション
- ・景観・都市開発シミュレーション

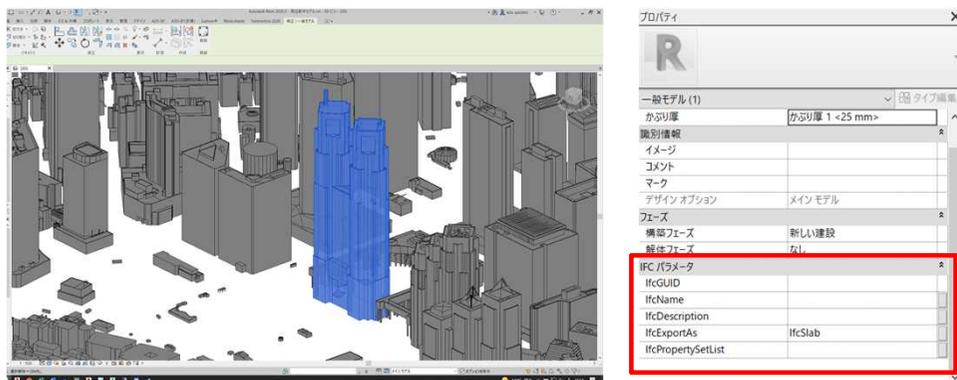
設計において活用したいユースケース:

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

## ■ 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で検証予定)



### LOD1

想定されるユースケース:

- ・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ユースケース:

- ・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

3D都市モデル導入ガイドから

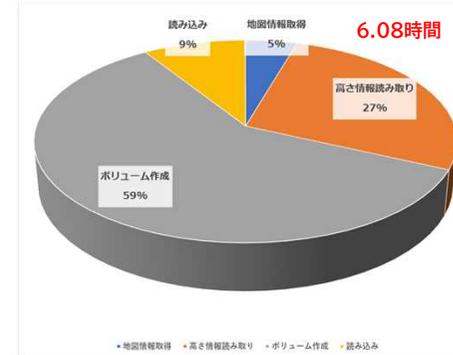
# 検証B:課題1-1 PLATEAU3D都市モデルの変換方法

## ■ 省力化できたワークフロー

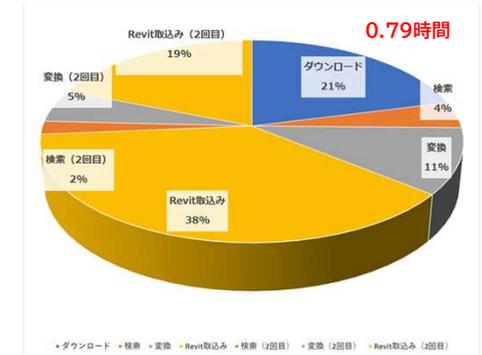
従来の作成手法とPLATEAU連携による効果の検証手順



## ■ 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ボリュー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。

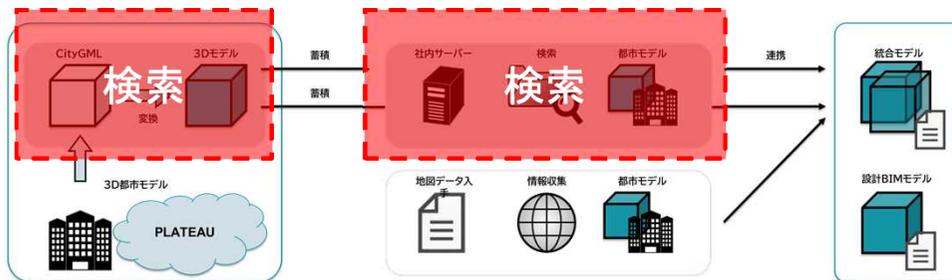
また、Google Earth等で高さ情報が組み込まれていないような地域に関しては、ストリートビューにより大体の高さを入力しているため、更に時間を要する要因となっている。

### 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1-1 PLATEAU3D都市モデルの変換方法

## 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

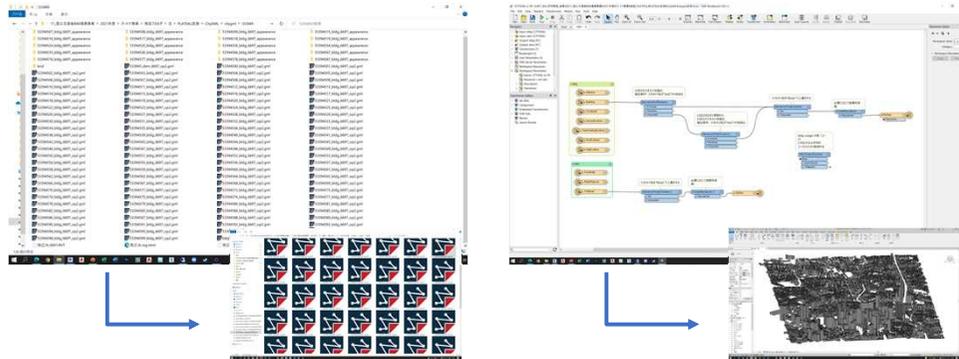
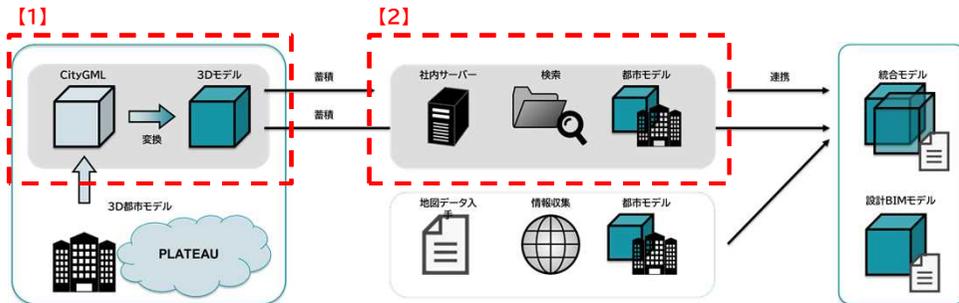
対象エリアのCityGMLをIFCに変換しBIMに取込んだ時に対象エリアではなかったことが分かった。そのため、再度CityGMLを変換しBIMに取込むという悪循環が生じている。

### 【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が多くなるため、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。

### 【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ない。  
自社独自で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。



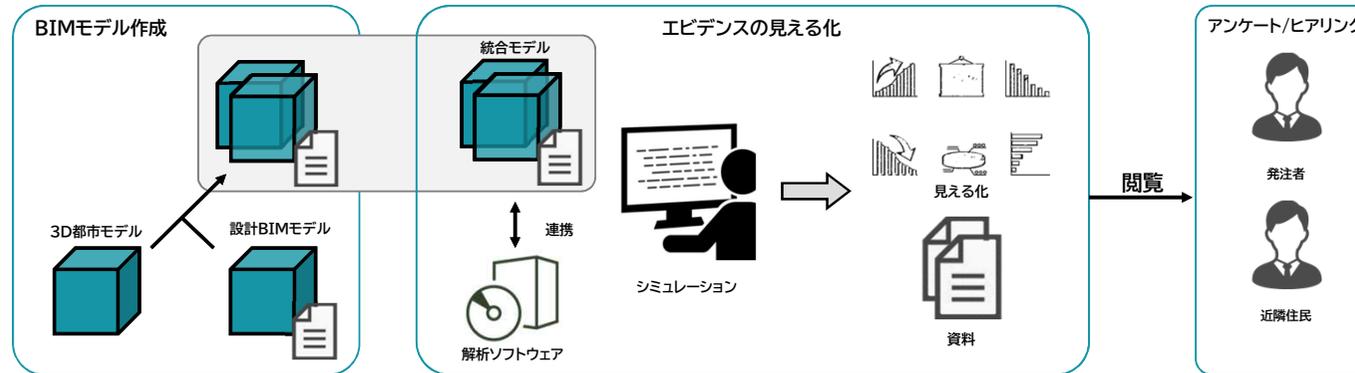
3D都市モデル (Project PLATEAU) 属性情報公開リスト

最終更新:2021/06/06  
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	東北	東北	東北	3
東京	東京	札幌市	郡山市	いわき市	白河市	計
23区・南大沢 (LOD2内)	23区・南大沢 (LOD2外)					
LOD1作成範囲	634km <sup>2</sup>	651km <sup>2</sup>	76km <sup>2</sup>	162km <sup>2</sup>	267km <sup>2</sup>	2km <sup>2</sup> / 27分
LOD2作成範囲	33km <sup>2</sup>	-	3km <sup>2</sup>	6km <sup>2</sup>	1km <sup>2</sup>	
CityGML & i-UR	アスタチャ					
地物型	地物属性・地物関連					
建築物						
gml:名称	57					
blig:分類	20					
blig:用途	37					
blig:建築年	12					
blig:地上階数	57					
blig:地下階数	36					
blig:住所						

u:ro:敷地面積  
u:ro:延床面積  
u:ro:建築面積  
u:ro:地上面積  
u:ro:構造種別  
u:ro:耐火構造種別  
u:ro:都市計画区域  
u:ro:地域地区  
u:ro:土地利用計画区分

## 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

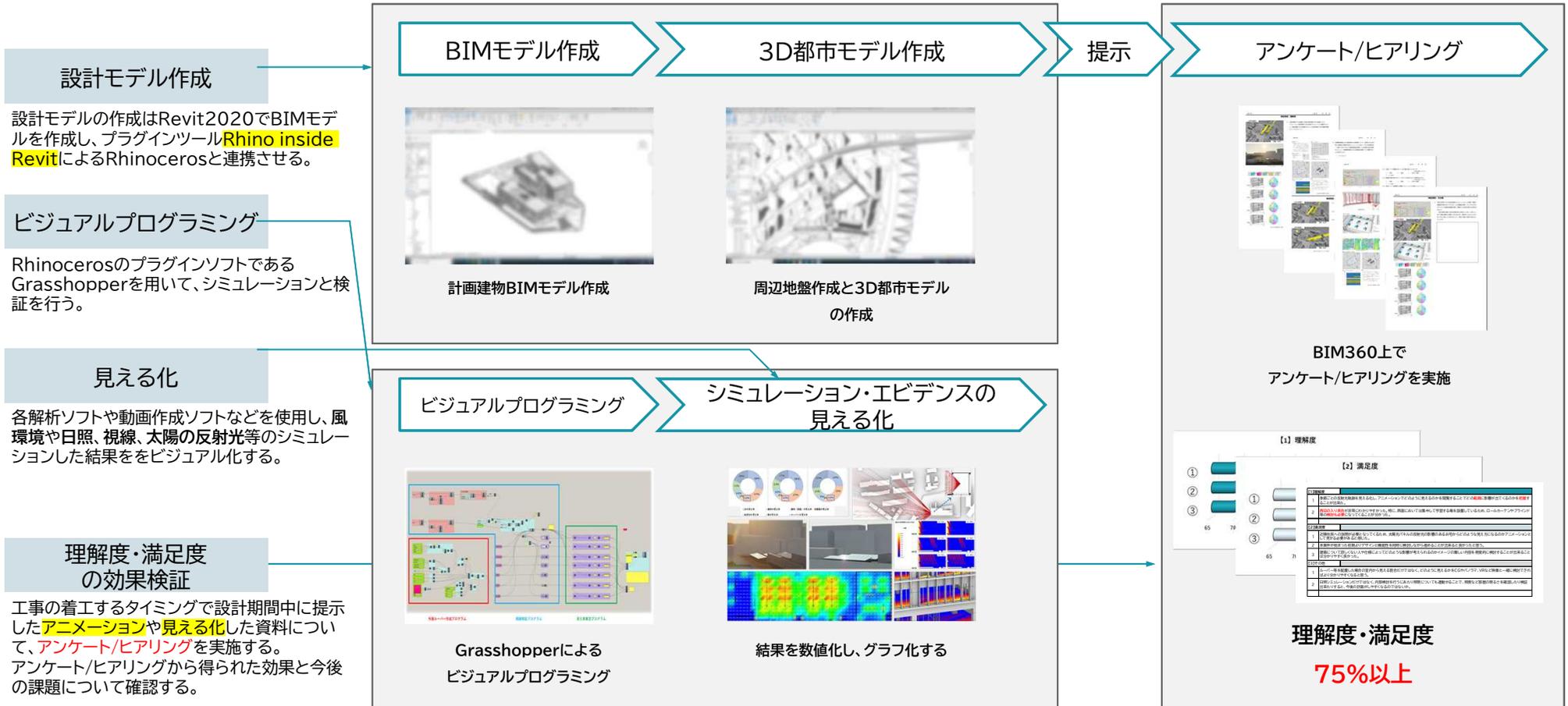
- ・設計が作成したBIMモデルとGrasshopperを連携させて視線、日照、太陽光反射の検証を行う。風解析に関してはWindperfectを使用して風解析を行う。
- ・日照シミュレーションではGrasshopperのプラグイン(Ladybug)を使用し、近隣住宅からどのように見えるのかを検討するのにLumionを活用する。

### ■ 検証の実施方法・体制

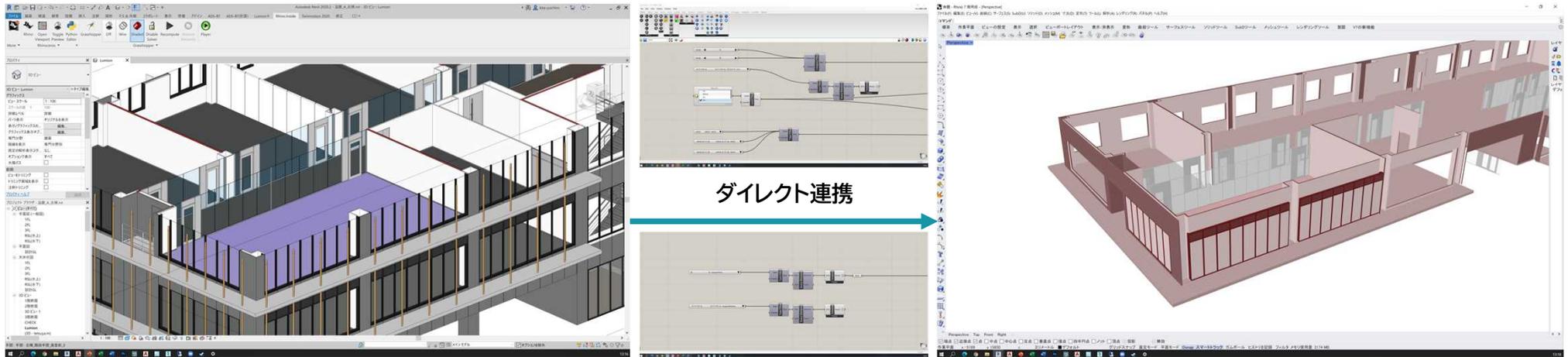
設計者が作成したBIMモデルと3D都市モデルを連携させ、風解析、日照、視線、太陽光パネルによる**反射光シミュレーション**を実施する。  
シミュレーション結果を**アニメーション**や**グラフ化**し設計の進捗と共に発注者の方に閲覧してもらい、設計検討を行っていく。  
実施設計が終了し、工事が着工した段階において、今まで提出してきた資料について**アンケート**を実施し発注者の方々に回答してもらう。  
アンケートはBIM360上でアンケートを共有する。

# 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



## 検証B:課題2-1 RevitとRhinceros & Grasshopperの連携



### BIMモデル作成

Revitで作成したBIMモデルとRhinceros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:エビデンスが見える化】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で規定した
- ・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

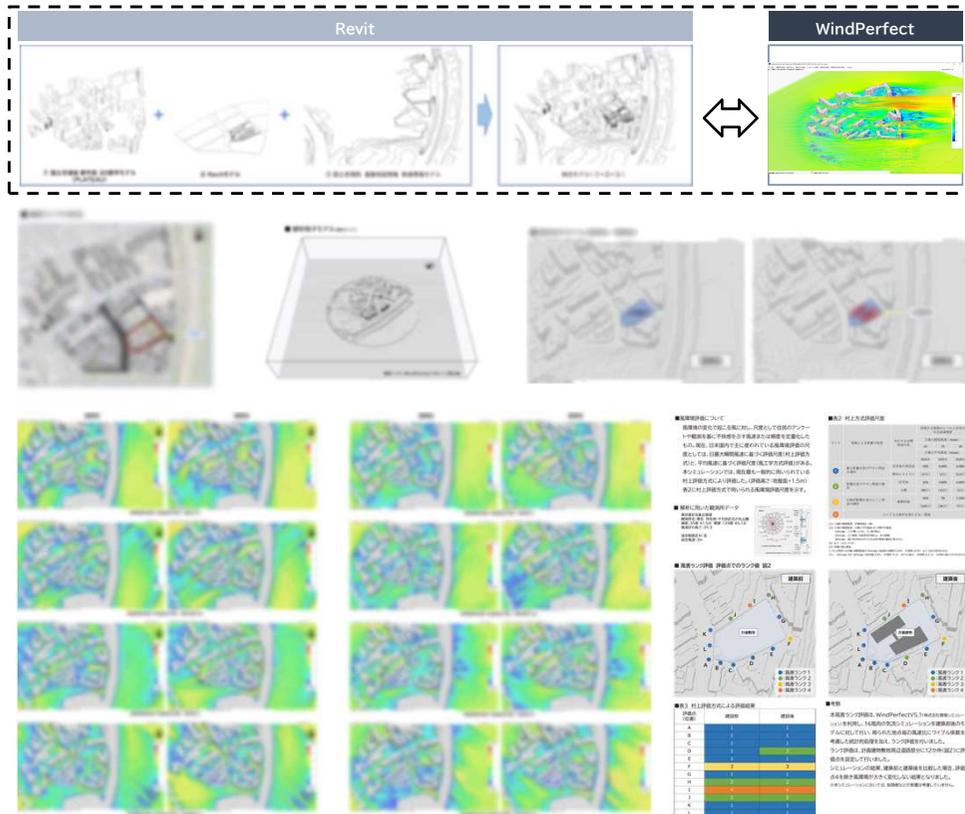
## 検証B:課題2-2 エビデンスを見える化

### ■ 風解析

風解析ではWindPerfectを使用する。

計画敷地周辺の一区画を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。

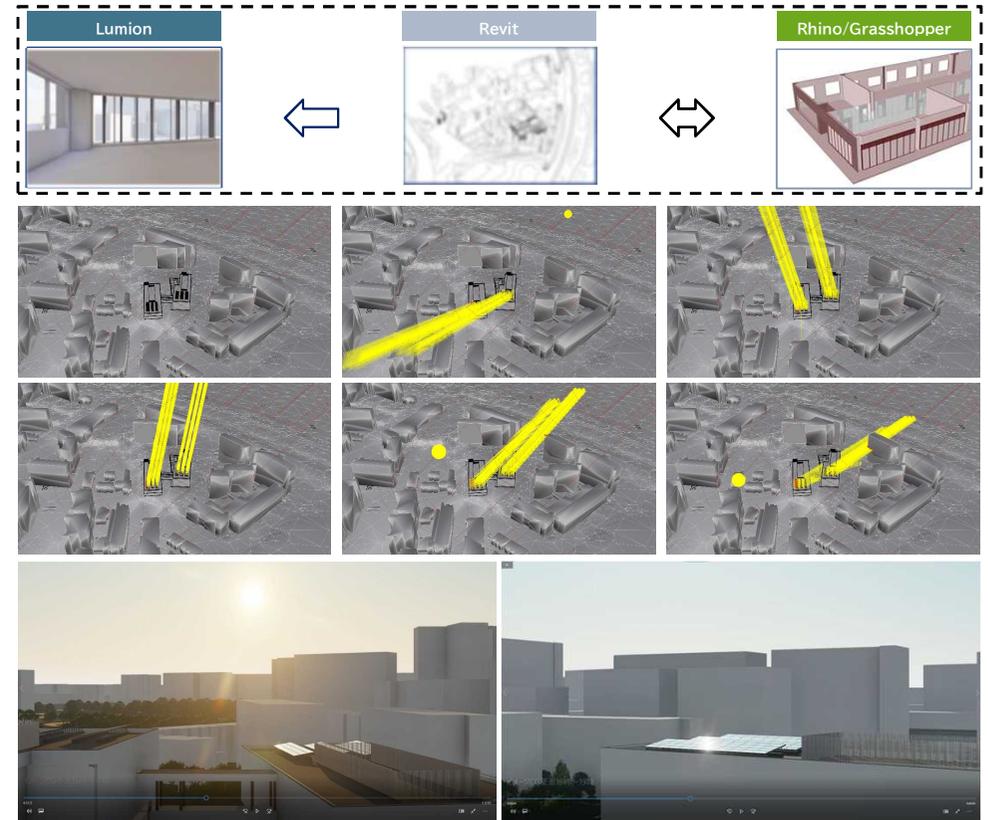
解析の結果、建築前後では大きな風環境の**変化はみられない**ことがわかった。



### ■ 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。



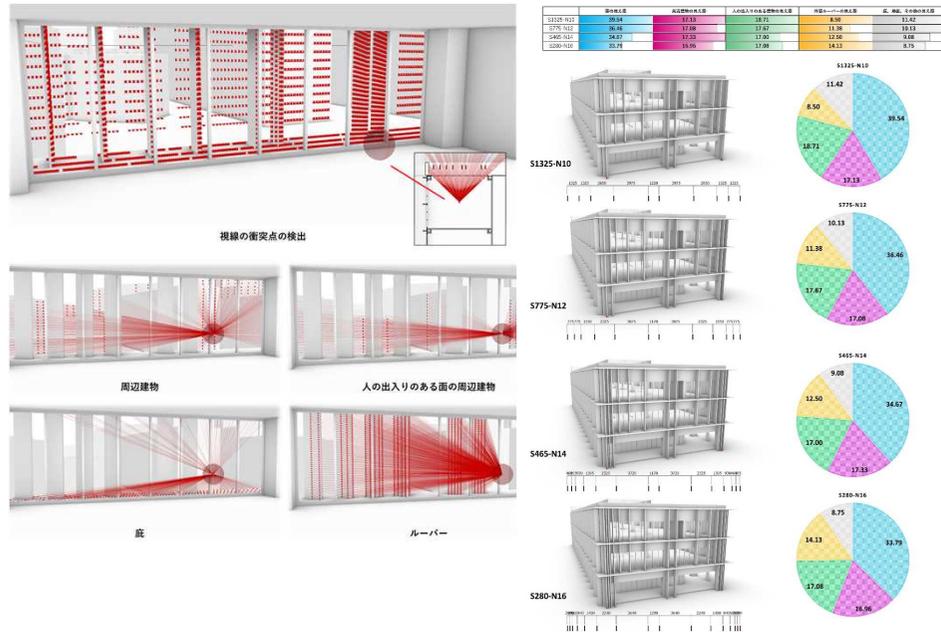
## 検証B:課題2-2 エビデンスを見える化

### ■ 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。

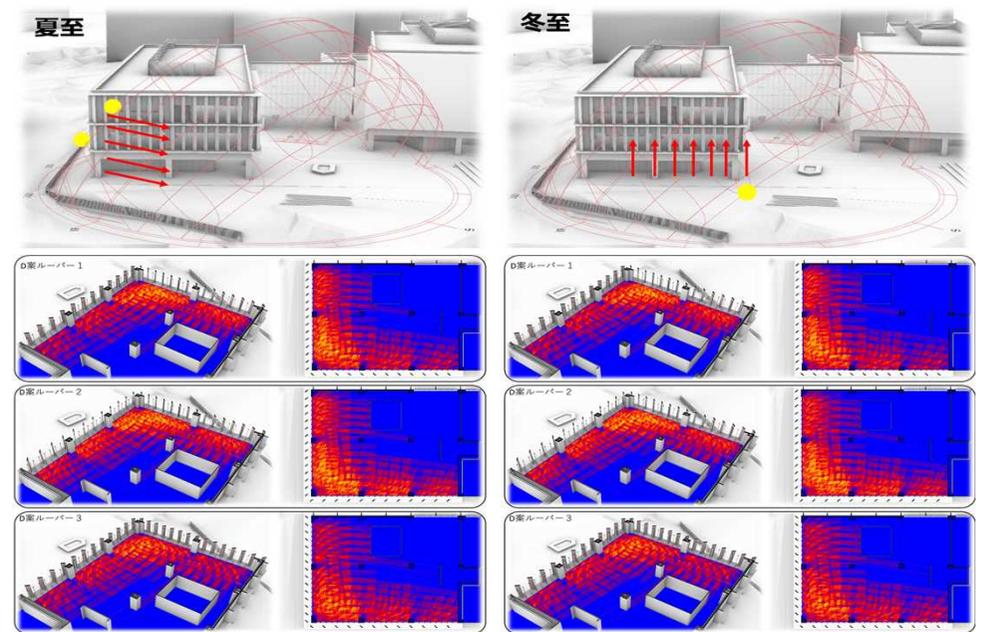
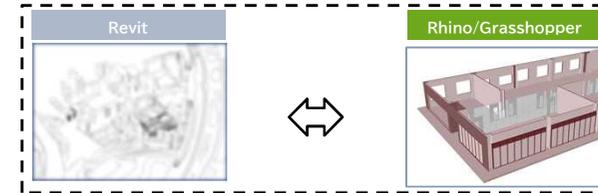
また、居室の向かいにあるプライバシー性のある建物に対しての視線も検証した。



### ■ 日照シミュレーション

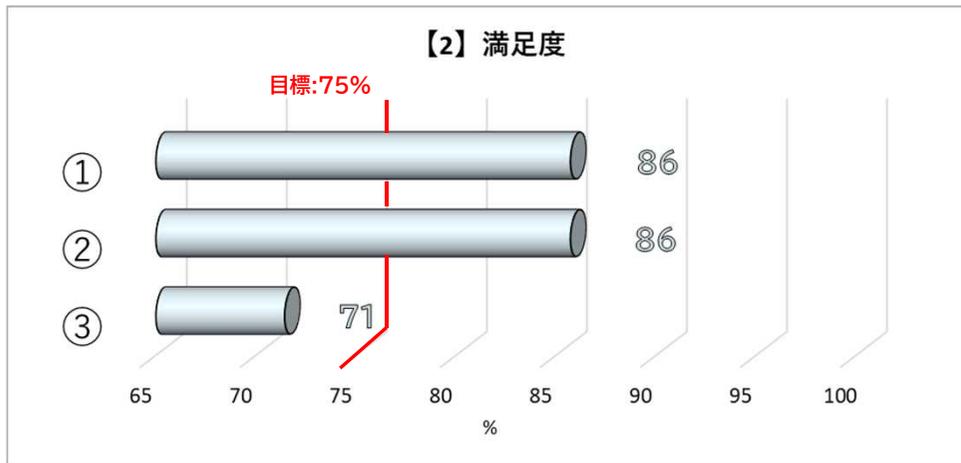
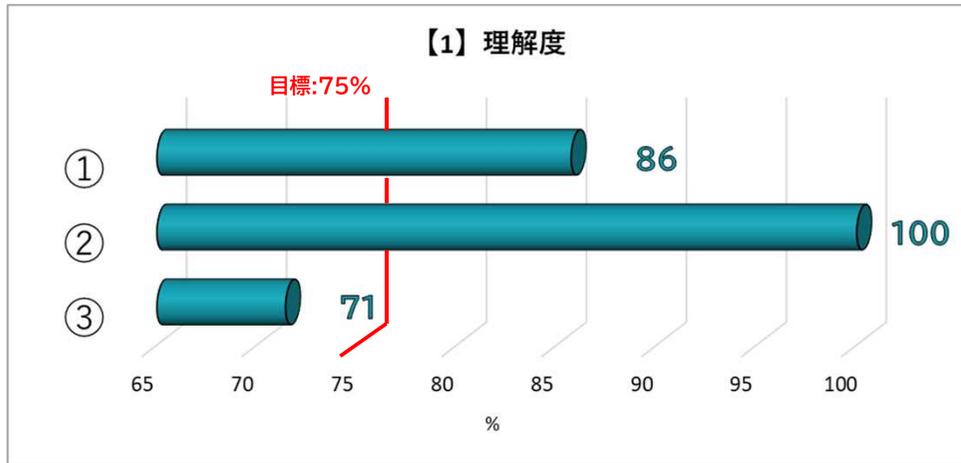
日照検証ではGrasshopperを用いる。

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度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(検証中)

### ■ 発注者へのアンケート/ヒアリング結果



アンケート実施日: 2020年12月中旬

#### 【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、視覚的に見え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。

詳細なヒアリングについては今後予定している。

先に頂いた意見では、**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を見える化し、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 <b>範囲</b> に影響が出てくるのかを <b>把握</b> することが出来た。
2	<b>西日の入り具合</b> 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 <b>検討も必要</b> 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 <b>初期よりデザインと機能性を同時に検討</b> 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 <b>CGやパノラマ、VR</b> 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 <b>照明についても連動</b> 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。