

令和4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
(先導事業者型)

維持管理BIMの高度化と迅速化

2023年7月25日

株式会社奥村組・株式会社アラヤ

検証・課題分析等の全体概要

令和3年度のモデル事業において維持管理BIMシステム構築・維持管理業務の業務量削減の検証を行った自社の技術研究所の管理棟・室内環境実験棟を対象に、維持管理システムの拡充を行い、システム内でのLCC算出やセンシング技術を取り入れた室内環境のシミュレーションから光熱費を削減できるしくみを構築、発注者メリットの検証等を行う。

また対象建築物を技術研究所内のその他の建築物に拡げ、既存BIMモデルがない条件で、いかに効率的に維持管理BIMモデルを作成するか、データマイニング用にカスタマイズしたBIMモデル作成のテンプレートの整備やLidarカメラ等点群技術を取り入れた効率化等の効果検証・課題分析を行う。

検証する定量的な効果とその目標

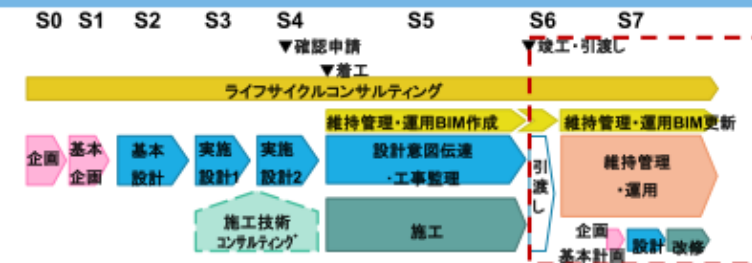
- ・効果A) 維持管理業務の削減
 - ・目標：維持管理業務：10%削減
 - ・維持管理システムに対象建築物を追加し、複数建物の同時一括管理により維持管理業務の効率化を図ることによる、発注者のメリットを検証
- ・効果B) 消費電力データのシミュレーション
 - ・目標：エネルギーシミュレータによる予測電力の精度：10%向上
 - ・予測値を利用して設備のリプレイス計画や長期修繕計画の検討への活用を行うことによる、発注者のメリットを検証

分析する課題

設計BIM・施工BIMがない建築物を対象としたBIMモデル作成等に関する分析

- ・課題A) BIMモデル作成とデータマイニングの合理化手法
 - ・維持管理BIMの構築にあたり、データマイニングと紐づいた用途別標準データセットを整備、データセットを活用することにより維持管理BIM作成を合理化
 - ・データセットを構築することでEIRの項目の整備を行い、発注者と受注者の役割分担を明確化
- ・課題B) 既存建物BIMモデル構築の合理化手法
 - ・iPhoneのLidarカメラなどで取得した点群測量データを利用した維持管理BIMモデル作成

検証・分析の対象など



業務ステージ : S6、S7

標準ワークフローのパターン : ⑥

検証の時期 : これからBIMを活用、既に実施済

プロジェクトの概要

用途	事務所／研究所／倉庫
床面積	9.82 m ² ～2054.42 m ²
階数	1階～5階
構造種別	鉄骨造、鉄筋コンクリート造、その他（コンクリートブロック造）
区分	新築、既存（増改築・改修の設計・工事等有）
提案者の役割	発注者、LCC業者、維持管理・運用BIM作成者、維持管理者・運用管理者、その他（エネルギーシミュレーション・BIMモデル作成等のコンサルティング）
発注者の役割	建築物の所有者

応募者の概要

代表応募者	(株) 奥村組
共同応募者	(株) アラヤ

令和4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
(先導事業者型)

1

■ 技術研究所材料実験棟において維持管理BIMを再検証します

- 奥村組技術研究所は茨城県つくば市に位置する。
ICTやロボット、CIM、BIMの活用による工事の急速化・省力化や管理業務の効率化など生産性を向上させる技術の開発や安全性向上を目指し、社会の持続的発展に貢献するため、技術開発を推進している。

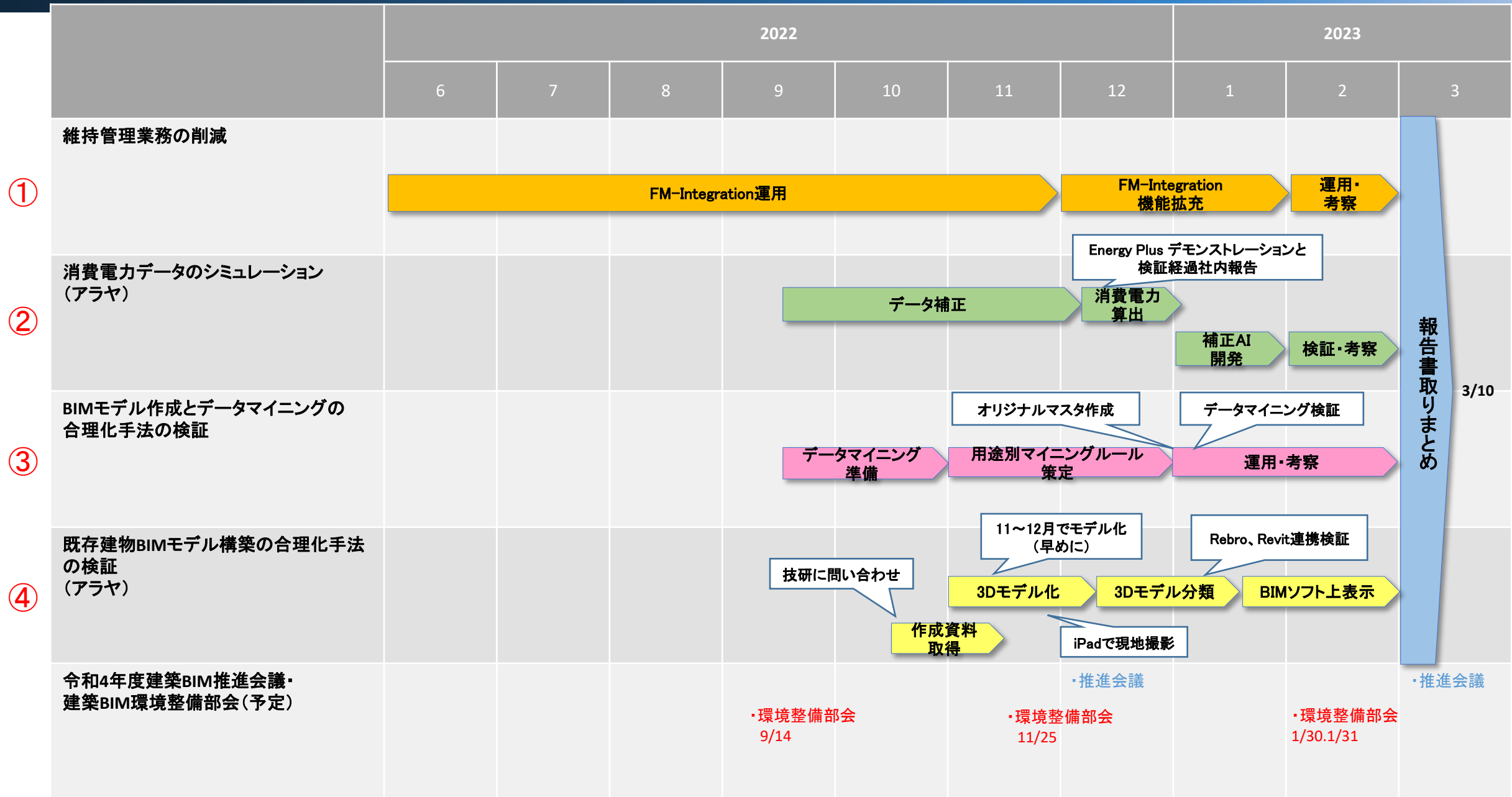
■ 奥村組技術研究所
所在地：茨城県つくば市
敷地面積：23,580.25㎡
開設：1985年
特徴：耐震実験棟、材料実験棟、音響実験棟など
7棟の実験施設を備える



材料実験棟

- 昨年検証したFM-Integrationをベースとした維持管理システムを拡充し、システム内でライフサイクルコストの算出と光熱費削減ができる仕組みを構築し、発注者メリットの検証を進めると同時に、複数棟を維持管理するBIMシステムを策定する。また、既存BIMモデルが存在しなくても効率的に維持管理BIMモデルを作成する手法を新たに検証する。



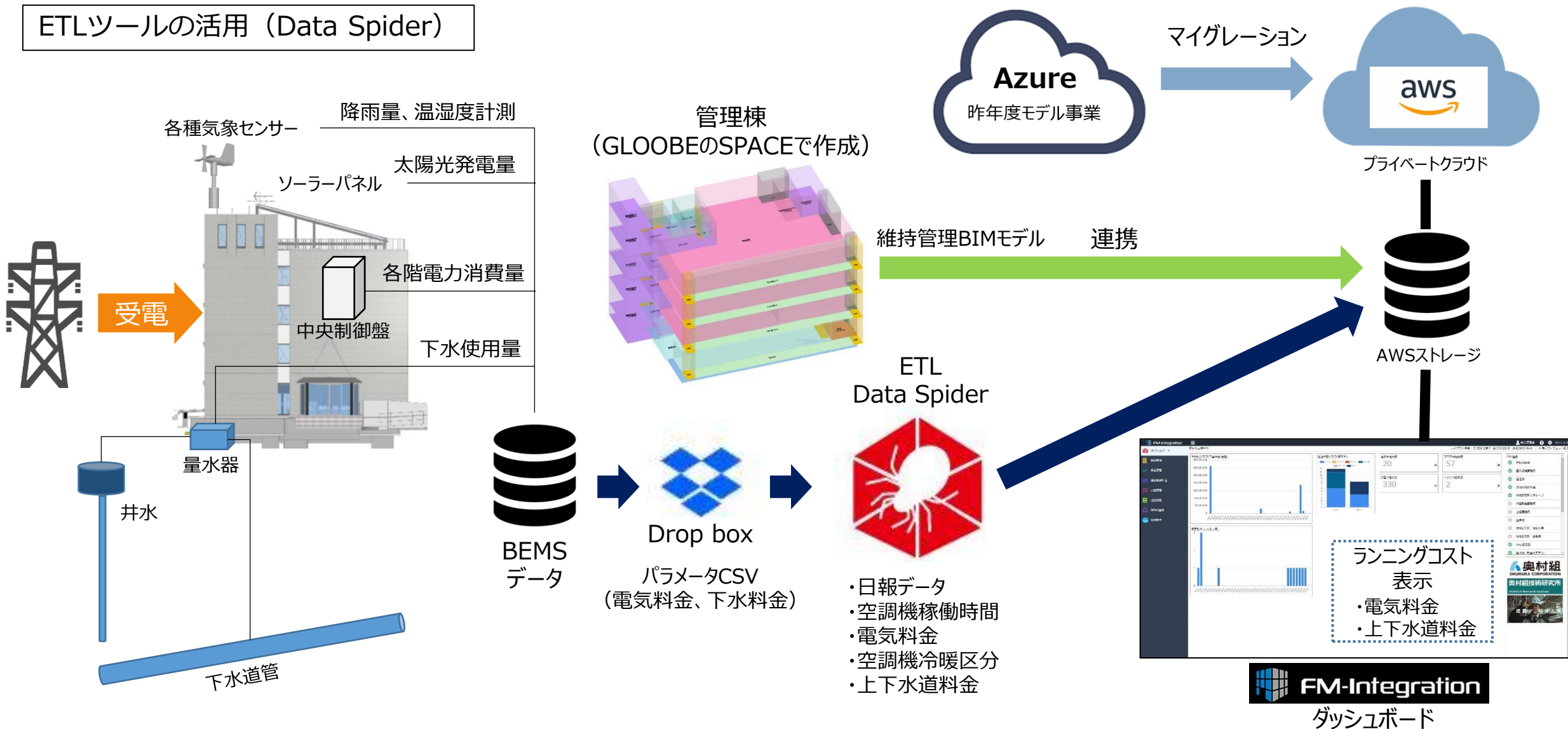


①	検証A	維持管理業務の削減	株式会社奥村組
②	検証B	消費電力の予測シミュレーション	株式会社アラヤ
③	課題A	BIMモデル作成とデータマイニングの合理化手法の検証	株式会社奥村組
④	課題B	既存建物BIMモデル構築の合理化手法の検証	株式会社アラヤ

■再構築した維持管理BIMシステムにデータ連携ツールを適用します



ETLツールの活用 (Data Spider)



■敷地内の他施設に維持管理BIMシステムを適用します

既存建物を従来とは異なる手法のBIMモデル化を検証し、維持管理BIM構築の迅速化を図る。

未整備 倉庫棟

未整備 耐震実験棟

未整備 多目的実験棟

未整備 音響実験棟

令和3年度検証 管理棟

令和3年度検証 室内環境実験棟

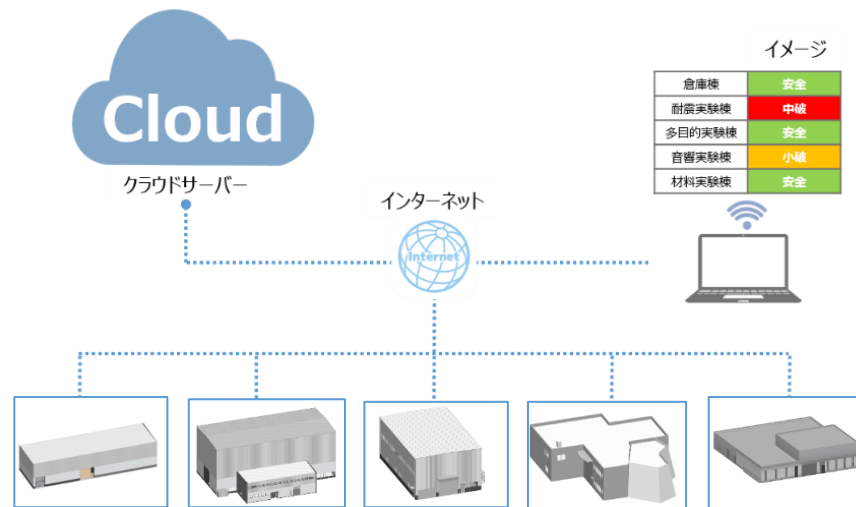
令和4年度検証 材料実験棟

バイオトープBIMモデル

1 管理棟	4 室内環境実験棟
2 耐震実験棟	5 音響実験棟
3 材料実験棟	7 フォトリソグラフィ棟

■複数棟同時管理の検証

建物管理者が複数の建物を同時並行的に管理することを想定し、維持管理BIM環境を整える。



- ・ FM-Integrationの複数棟にわたる長期修繕計画の検証
- ・ 建物データのエクスポート、インポートの検証
- ・ 職員による実務としての技術研究所施設管理業務の検証
- ・ 点群レーザースキャナ、空間スキャナMatterportの活用ほか

■光熱費情報の蓄積

- ① ETLツールの選定
- ② BEMSデータの取得と加工

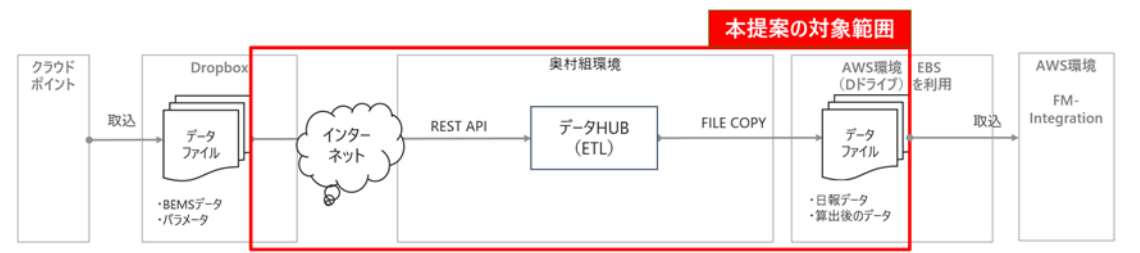
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
1	日報名	d20126a.csv				
2	データ日	2023年1月26日				
3	作成日	2023年01月27日 00時00分				
4	番号	DNO	名称	単位		
109	103					
110	104					
111	105					
112	106					
113	107					
114	108					
115	109					
116	110	500001	1F空調機	h		
117	111	500002	2F空調機	h		
118	112	500003	3F空調機	h		
119	113	500004	4F空調機	h		
120	114	500005	電気料金	円		
121	115	500006	上水量	m3		
122	116	500007	下水道料金	円		
123	117		空調機浄化区分(1F)			
124	118		空調機浄化区分(2F)			
125	119		空調機浄化区分(3F)			
126	120		空調機浄化区分(4F)			
127						

③ DataSpiderの要件定義

維持管理BIM用データの自動集計

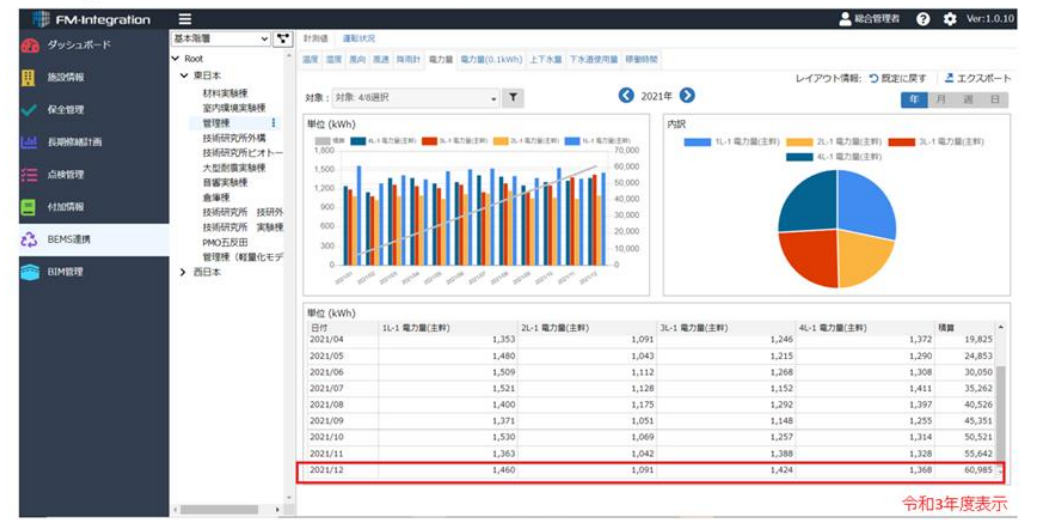
➤ 日報ファイルよりパラメータのデータを参照してデータを算出し、AWSインスタンス上の所定フォルダへ所定のタイミングで保管する。

1. 日報ファイル
2. 算出後のデータ（電気料金、下水道料金）

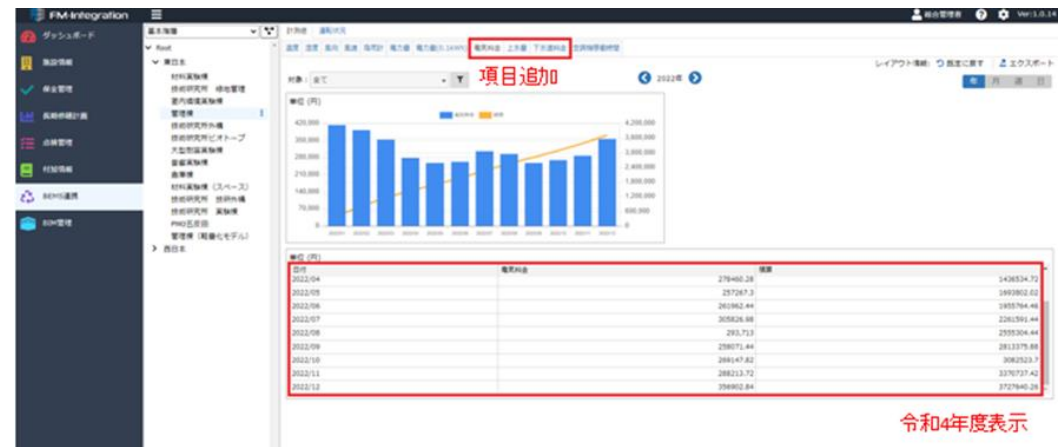


④ FM-Integrationのカスタマイズ

■ FM-Integrationのダッシュボードへランニングコスト情報を追加します

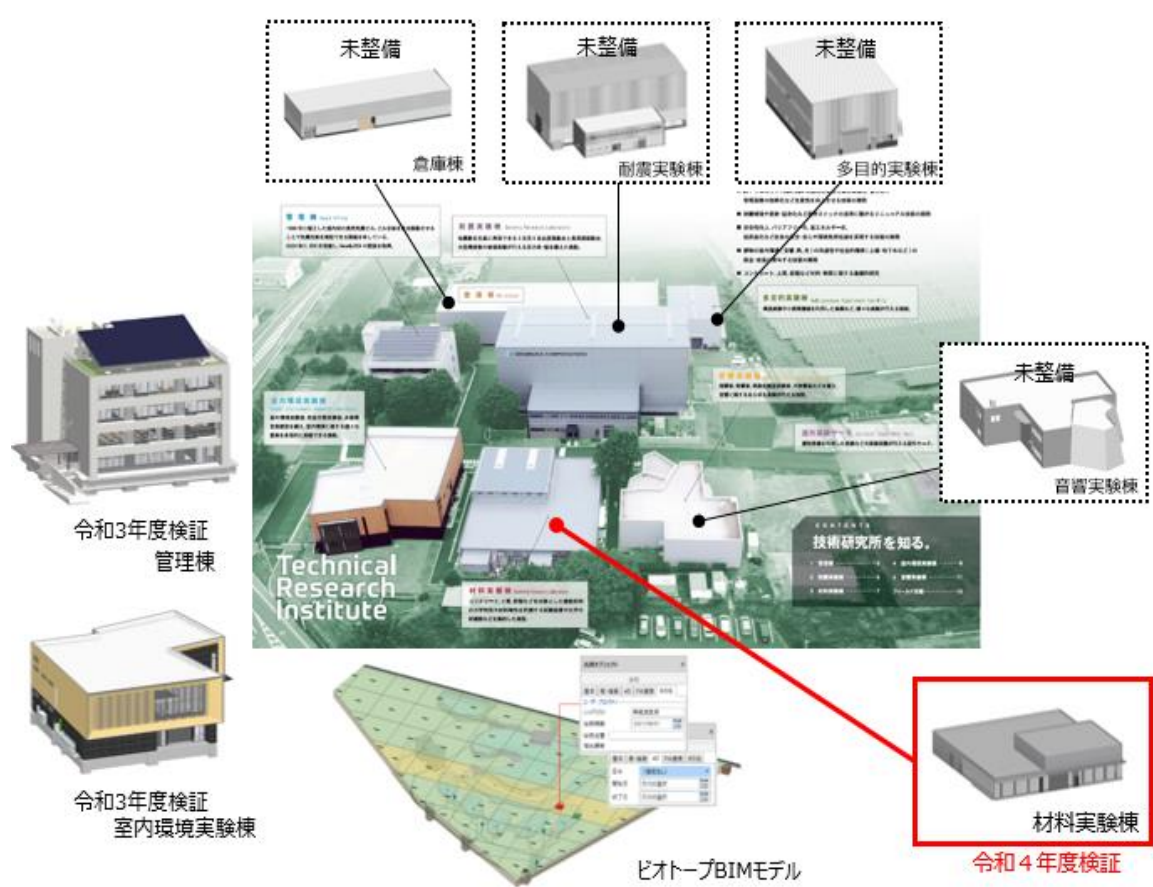


2021年度電力使用量の表示

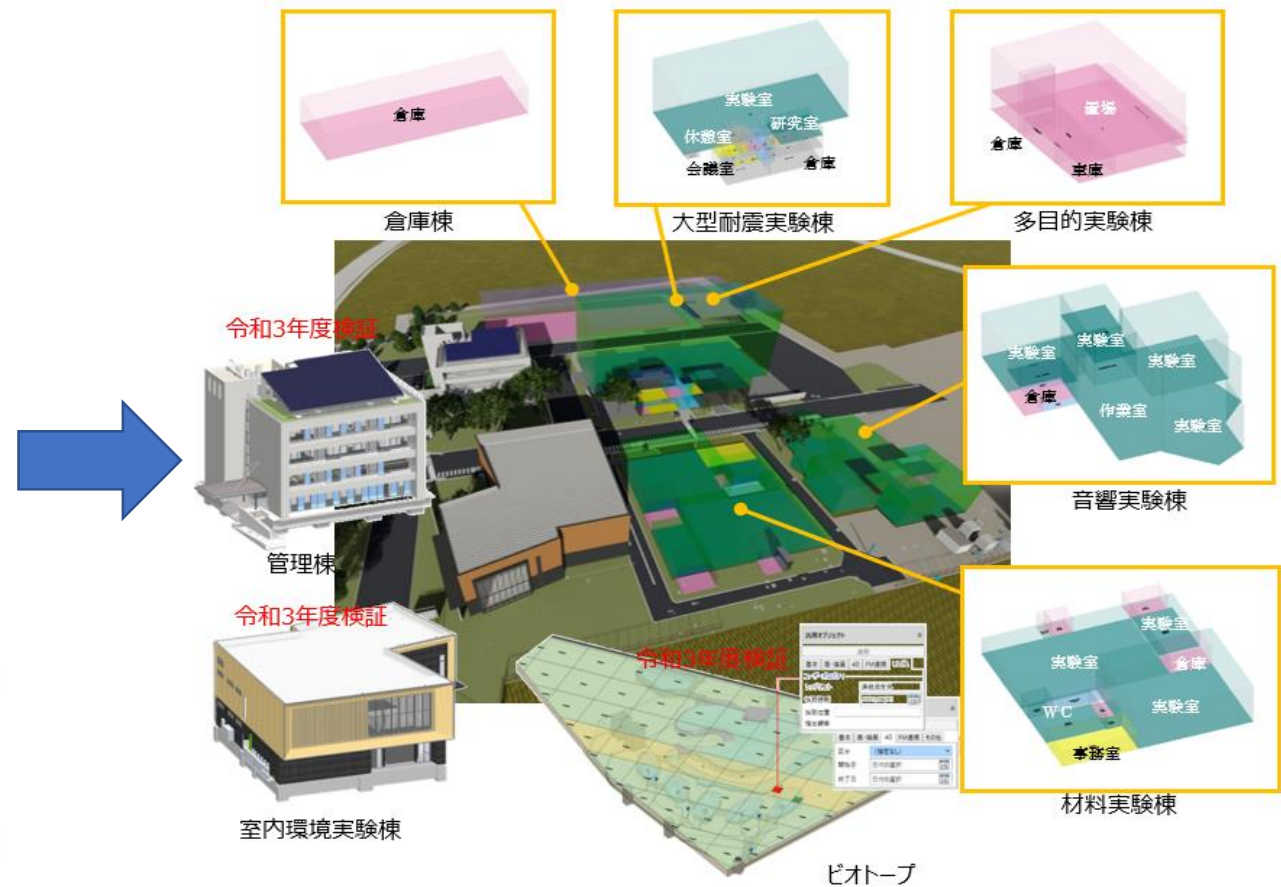


2022年度電気料金の表示

■複数棟の維持管理







【従来のフルモデル入力による複数棟の維持管理】



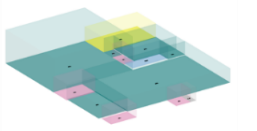
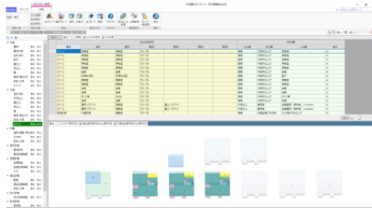
【スペース入力による複数棟の維持管理】

■維持管理BIM作成時間の比較

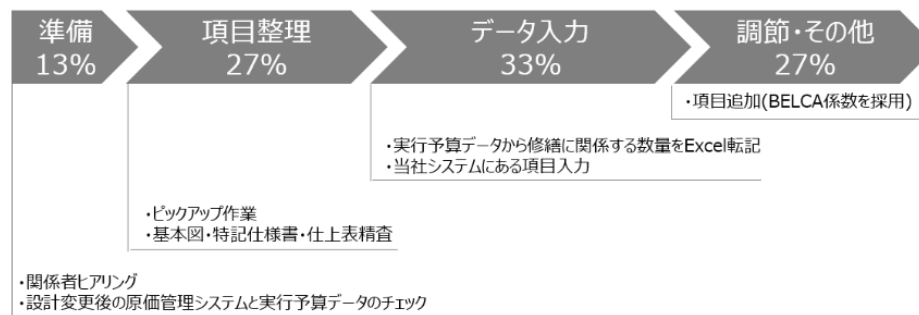
材料実験棟における維持管理BIM作成時間について、従来手法による作業時間とコンパクトBIMによる作業時間を比較した。

	意匠	構造	設備	維持管理BIM連携
				
作業時間/h	40	10	165	10
使用ソフト	GLOOBE	GLOOBE	Rebro	GLOOBE

詳細モデルの作業時間 225h

	スペース	維持管理BIM連携
		
作業時間/h	2	20
使用ソフト	GLOOBE	GLOOBE

簡易モデルの作業時間 22h



長期修繕計画作成に要する業務量は、従来の方法に比べて7%削減できる。

	従来手法	コンパクトBIM
65年	167,186 千円	194,599千円
10年	8,864 千円	8,882千円
比較(65年)	0	+16.4%
比較(10年)	0	+0.2%

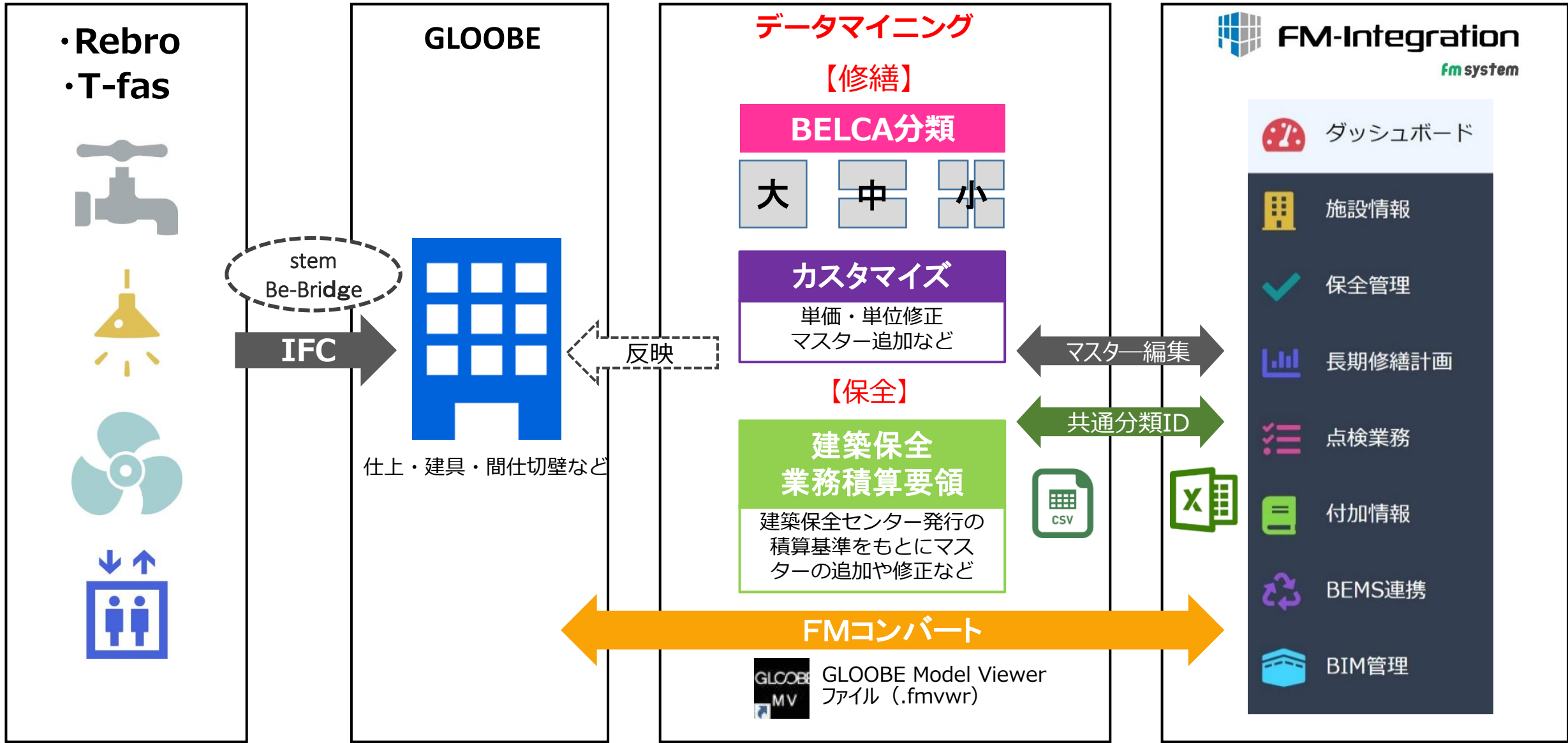
また定量評価としては、コンパクトBIMによる長期修繕計画の精度は従来手法に比べて24%程度少ない金額となっている。

■考察

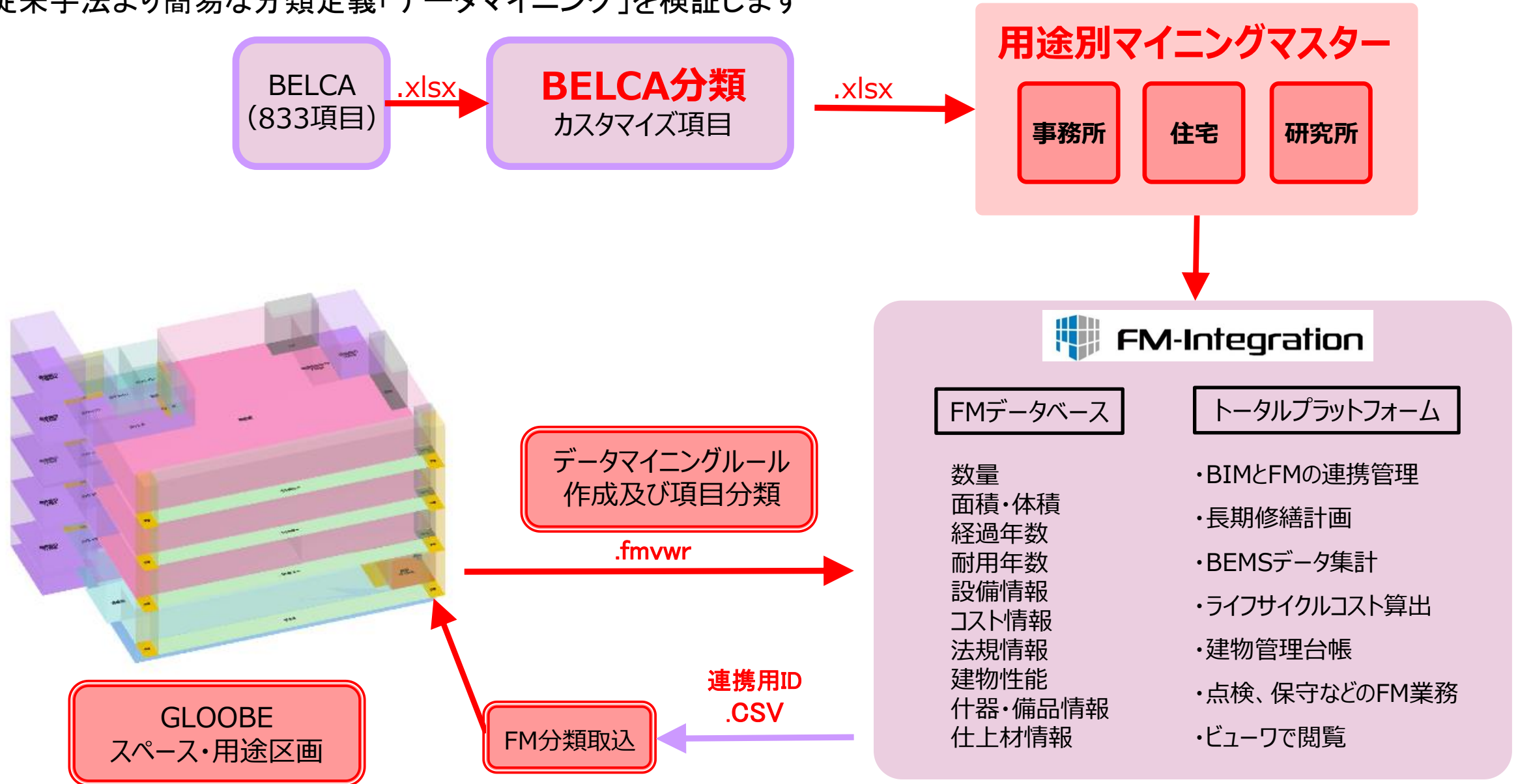
	定量評価	定性評価
光熱費情報の蓄積	—	やや効果あり
消費電力データの予測誤差低減率（検証B参照）★	71.6%改善	—
複数棟の維持管理、実業務活用	—	やや効果あり
コンパクトBIMによる作業量（課題A参照）★	90%削減	—
コンパクトBIMによる長期修繕計画★	7%削減	—
コンパクトBIMによる精度（課題A参照）★	65年で+16.4% 10年で+0.2%	—

検証A	維持管理業務の削減
検証B	消費電力の予測シミュレーション ⇒ 改修工事の設計・施工業務時間の削減
課題A	BIMモデル作成とデータマイニングの合理化手法の検証
課題B	既存建物BIMモデル構築の合理化手法の検証

■ 修繕はBELCA分類、保全是建築保全センター基準を用いてデータマイニングをおこないます



■従来手法より簡易な分類定義「データマイニング」を検証します



■簡易モデルを用いたデータマイニング検証フロー図

① FM検討項目の決定

No.	分類	対象オブジェクト	入力範囲	名称	利用面積	グループ	適用
1	室内床	スペース	区画	区画名	床面積	A	メイン
2	室内壁	スペース	区画	区画名	側面積	A	追加1
3	室内天井	スペース	区画	区画名	床面積	A	追加2
4	外周部壁	用途区画	階	階名称	側面積	B	メイン
5	外部建具	用途区画	階	階名称	側面積	B	追加1
6	内部間仕切	用途区画	階	階名称	床面積	B	追加2
【設備】							
23	空調・衛生	用途区画	部屋	部屋名3	床面積	J	メイン
24	電気	用途区画	部屋	部屋名3	床面積	J	追加1
25	衛生・空調 配管	用途区画	階	階名称	床面積	K	追加1
26	空調 ダクト	用途区画	階	階名称	床面積	K	メイン
27	電気配線・配管	用途区画	階	階名称	床面積	K	追加2

③ スペース、用途区画に付加させる項目の決定

No.	分類	対象オブジェクト	入力範囲	名称	利用面積	グループ	適用
1	室内床	スペース	区画	区画名	床面積	A	メイン
2	室内壁	スペース	区画	区画名	側面積	A	追加1
3	室内天井	スペース	区画	区画名	床面積	A	追加2
4	外周部壁	用途区画	階	階名称	側面積	B	メイン
5	外部建具	用途区画	階	階名称	側面積	B	追加1
6	内部間仕切	用途区画	階	階名称	床面積	B	追加2
【設備】							
23	空調・衛生	用途区画	部屋	部屋名3	床面積	J	メイン
24	電気	用途区画	部屋	部屋名3	床面積	J	追加1
25	衛生・空調 配管	用途区画	階	階名称	床面積	K	追加1
26	空調 ダクト	用途区画	階	階名称	床面積	K	メイン
27	電気配線・配管	用途区画	階	階名称	床面積	K	追加2

② 修繕マスタ作成

DataMiningID	Level0Class	Level1Class	Level2Class	Level3Class	Unit	数量列名称	単価	更新周期	更新単価係	修繕周期	修繕率	修繕単価係	台帳区分
OB0100-01G	修繕	建築	内部床仕上げ	共用WC (30㎡以下)	㎡	Area	¥1,950	30	1.95	10	0.03	1.95	内部仕上台帳
OB0100-03G	修繕	建築	内部床仕上げ	事務室	㎡	Area	¥1,950	30	1.95	10	0.03	1.95	内部仕上台帳
OB0100-04G	修繕	建築	内部床仕上げ	実験室	㎡	Area	¥1,950	30	1.95	10	0.03	1.95	内部仕上台帳
OB0100-05G	修繕	建築	内部床仕上げ	倉庫	㎡	Area	¥1,950	30	1.95	10	0.03	1.95	内部仕上台帳
OB0100-06G	修繕	建築	内部床仕上げ	ポンペ室	㎡	Area	¥1,950	30	1.95	10	0.03	1.95	内部仕上台帳
OB1000-01G	修繕	建築	内部壁仕上げ	共用WC (30㎡以下)	㎡	LateralArea	¥1,914	10	1.914				内部仕上台帳
OB1000-03G	修繕	建築	内部壁仕上げ	事務室	㎡	LateralArea	¥1,914	10	1.914				内部仕上台帳
OB1000-04G	修繕	建築	内部壁仕上げ	実験室	㎡	LateralArea	¥1,914	10	1.914				内部仕上台帳

④ 修繕マスタを取り込み、割当ルールを活用したデータマイニングをおこなう

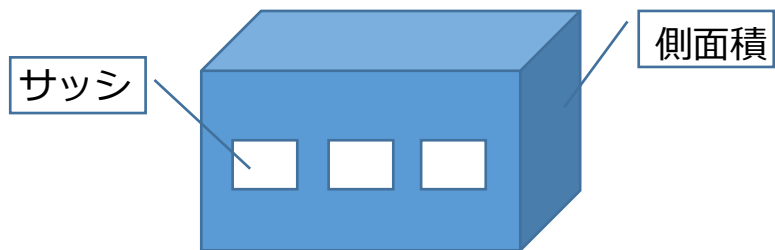
← FM分類取込

← 割当ルール

データマイニング→

The screenshot shows a software interface with a table of FM items and a configuration window for assignment rules. The table lists items like '空間別' and '用途別' with their respective categories and units. The configuration window allows setting rules for '空間別' and '用途別' based on specific criteria like 'スペース' and '実験室'.

■ GLOOBEのスペースと用途区画を活用して歩掛概算をおこないます

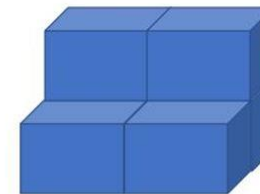
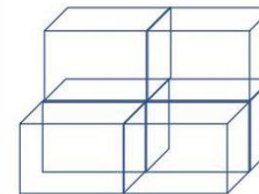


側面積と外部サッシの割合を考える。(按分)

側面積600㎡につき

建具 (AW) は20㎡、建具 (SD) は5㎡

★BELCA単価×外部サッシ面積割合 = 歩掛係数
必要オブジェクトの係数と係数リストを作成する



	フェーズ1	フェーズ2	フェーズ3
概要	図面からの超概算の確認	図面からの超概算の確認	LODを決めた概算の確認
BIM	なし	スペース+用途区画	スペース+用途区画+壁+窓
検証内容	図面の床面積のみ使った超概算	スペース+用途区画の算出面積のみ使った超概算と手拾い項目の算出し(フェーズ1との比較)	スペース・用途区画以外の最低限オブジェクト入力の見直し(フェーズ1・2との比較)

11501		更新			修繕 (Bの更新周期による)														
No.	大分類	No.	中分類	No.	小分類	単位	寸法・仕様	更新			修繕 (Bの更新周期による)								
								更新周期	税法耐用年数	更新単価係数				修繕内容	修繕周期	対象数量係数	修繕単価係数		
								A	B	C									
1	外部仕上	15	外部アルミ建具	01	スチール製建具	㎡	片開き扉	25	30	35	50	1.484	付属金物交換	5	0.150	0.358			
塗装別途 シリング 別途計上																			

1. 建設費P1				
対象部位	部位・部材名称	単価 a	副資材等使用係数 b	金額 c
対象部位	両面フラッシュ片開きドア	138,400	×	0.588
付帯材・工				
付帯材・工				
付帯材・工				
付帯材・工				
付帯材・工				
建設単価P1 (cの合計)				81,412

SD㎡単価 = 81,412

備考
① 重量オートドア片開き両面フラッシュ W850×H2,000 防塵塗装
丁番、レール、パッキン、ドアフレーム(スタッフ付)、工事費・搬入費
副資材等使用係数b サッシ全面積 = 0.85m × 2m = 1.7㎡ ⇒ 1/1.7 = 0.588

11401		更新			修繕 (Bの更新周期による)													
No.	大分類	No.	中分類	No.	小分類	単位	寸法・仕様	更新			修繕 (Bの更新周期による)							
								更新周期	税法耐用年数	更新単価係数				修繕内容	修繕周期	対象数量係数	修繕単価係数	
								A	B	C								
1	外部仕上	14	外部アルミ建具	01	アルミ製建具	㎡	引違い窓	35	40	45	50	1.512	建具金物、気密材交換	5	0.150	0.589		
ガラス 別途計上 シリング 別途計上																		

1. 建設費P1				
対象部位	部位・部材名称	単価 a	副資材等使用係数 b	金額 c
対象部位	引違い窓	285,000	×	0.171
付帯材・工				
付帯材・工				
付帯材・工				
付帯材・工				
建設単価P1 (cの合計)				45,315

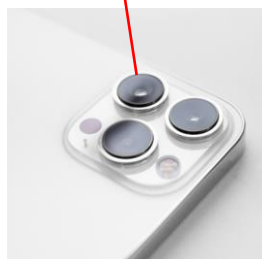
AW㎡単価 = 45,315

備考
① 引違い部 W2,930×H2,000 二次電線
副資材等使用係数b サッシ全面積 = 2.93m × 2m = 5.86㎡ ⇒ 1/5.86 = 0.171

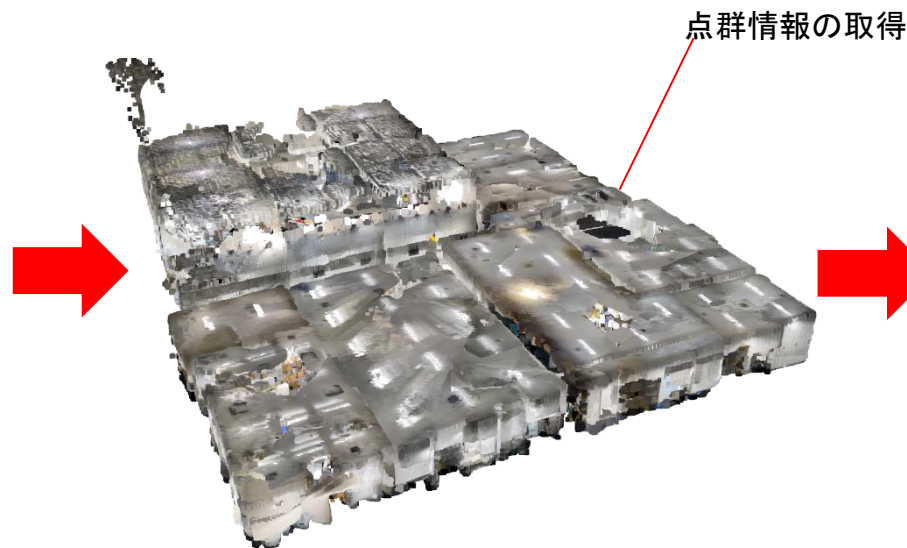
■ LiDARカメラで取得した点群の領域抽出をGLOOBE空間情報へつなげます



室内環境実験棟



LiDARカメラ撮影



点群情報の取得



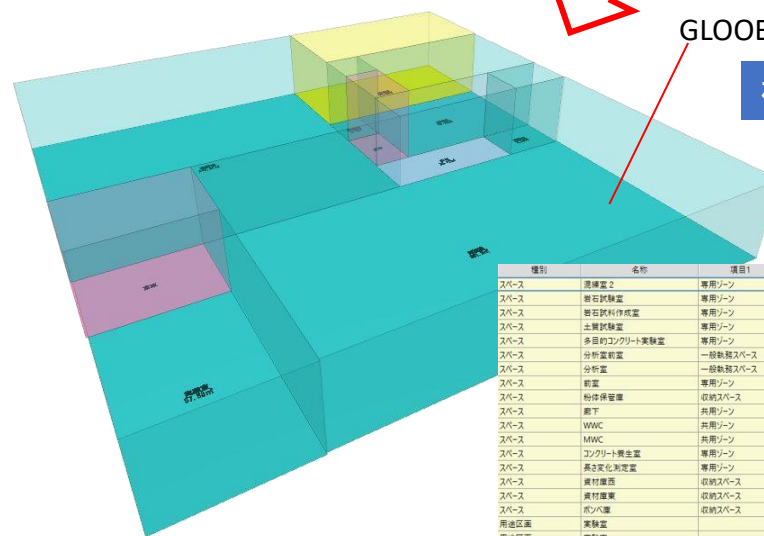
プログラムによる壁領域の抽出

株式会社アラヤ

点群データ



GLOOBE詳細オブジェクト入力



GLOOBE「スペース」入力

株式会社奥村組

ID	大分類	中分類	小分類	オブジェクト	単位	リンク
OF0610-01B	修繕	衛生	衛生器具	UB	m ²	スペース
OF0807-01B	修繕	衛生	消火機器	消火設備	m ²	スペース
OF0807-02B	修繕	衛生	消火機器	消火器	m ²	スペース
OF1004-01B	修繕	衛生	配管類	配管一式	m ²	スペース
OE0800-01B	修繕	空調	全熱交換機	全熱交換器一式	m ²	スペース
E0900-01B	修繕	空調	送風機	換気扇一式	m ²	スペース
OE1601-01B	修繕	空調	ダクト類	ダクト類一式	m ²	スペース

「研究所」超データマイニング

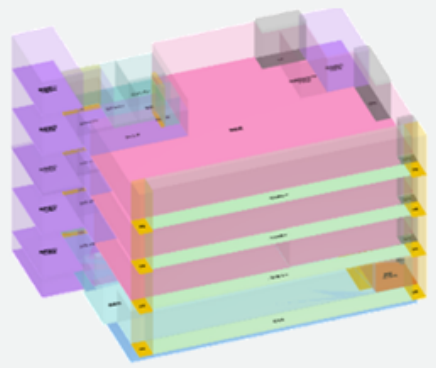
種別	連番	名称	項目1	項目2
スペース	連番2	専用ゾーン	実験室	
スペース	衛生試験室	専用ゾーン	実験室	
スペース	管工材料作成室	専用ゾーン	実験室	
スペース	土質試験室	専用ゾーン	実験室	
スペース	多目的コクリット実験室	専用ゾーン	実験室	
スペース	分析室前室	一般軌跡スペース	実験室	
スペース	分析室	一般軌跡スペース	実験室	
スペース	前室	専用ゾーン	実験室	
スペース	粉砕保管庫	収納スペース	収納	
スペース	廊下	共用ゾーン	廊下	
スペース	WWC	共用ゾーン	洗面	
スペース	MWC	共用ゾーン	洗面	
スペース	コクリット養生室	専用ゾーン	実験室	
スペース	長さ変化測定室	専用ゾーン	実験室	
スペース	資材庫西	収納スペース	収納	
スペース	資材庫東	収納スペース	収納	
スペース	汎用庫	収納スペース	収納	
用途広義	実験室			
用途広義	実験室			

GLOOBEスペース属性

■従来のフルモデルBIMとコンパクトBIMの違い

コンパクトBIM

スペース・用途区画など用途を絞ったシンプルなBIM活用



メリット

- ・簡易モデルでの確認ができる
- ・更新の手間が少ない
- ・維持コストが安い
- ・オーナーも含めた利用者範囲が広い
- ・PC性能を問わない

デメリット

- ・超概算積算となる
- ・簡易的な法規情報
- ・利用用途が狭い

スペース (各部屋イメージ)	用途区画 (各フロアイメージ)
床面積(部屋)/側面積(天井高)/延長	床面積(領域)/側面積(階高)/延長
<ul style="list-style-type: none"> ・重ね合わせた利用が可能 ・FM分類IDを3つまで付与可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・情報をいくらでも保持可能 (情報はプロパティ保持とリンクの2種類)

フルモデルBIM



実際の建物に限りなく
BIMを活用した維持管理が可能

メリット

- ・詳細なモデルでも確認できる
- ・実施設計レベルも積算できる
- ・詳細な法規情報
- ・利用用途が広い

デメリット

- ・更新の手間が膨大
- ・維持コストが高い
- ・BM利用の想定で利用者範囲が狭い
- ・PC性能に依存される

■従来手法とコンパクトBIMを用いた手法との比較検証



		従来手法		コンパクトBIM	
		65年	10年	65年	10年
修繕費内訳	建築	81,802	5,165	128,436	4,856
	電気	17,554	130	11,431	0
	空調	65,533	3,367	54,732	4,026
	衛生	2,297	202		
	合計	167,186	8,864	194,599	8,882
比較 (合計)		0	0	+16.4%	+0.2%

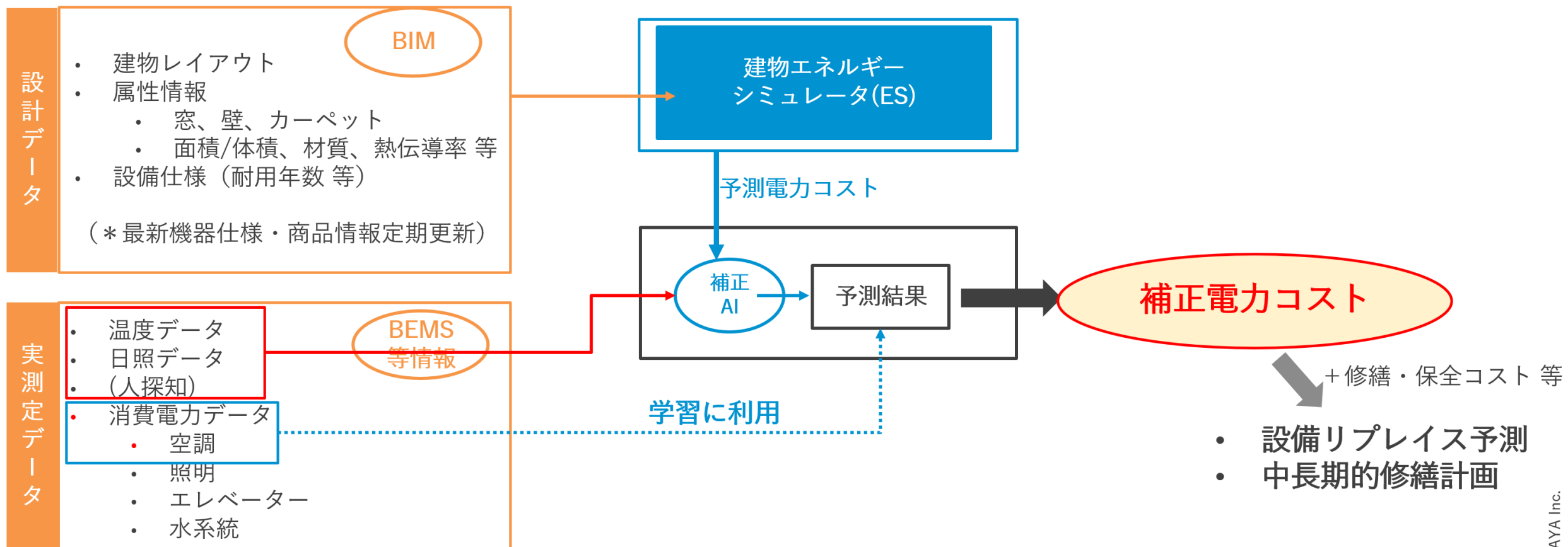
従来手法とコンパクトBIMの維持管理費用比較 (千円)

検証A	維持管理業務の削減
検証B	消費電力の予測シミュレーション
課題A	BIMモデル作成とデータマイニングの合理化手法の検証
課題B	既存建物BIMモデル構築の合理化手法の検証

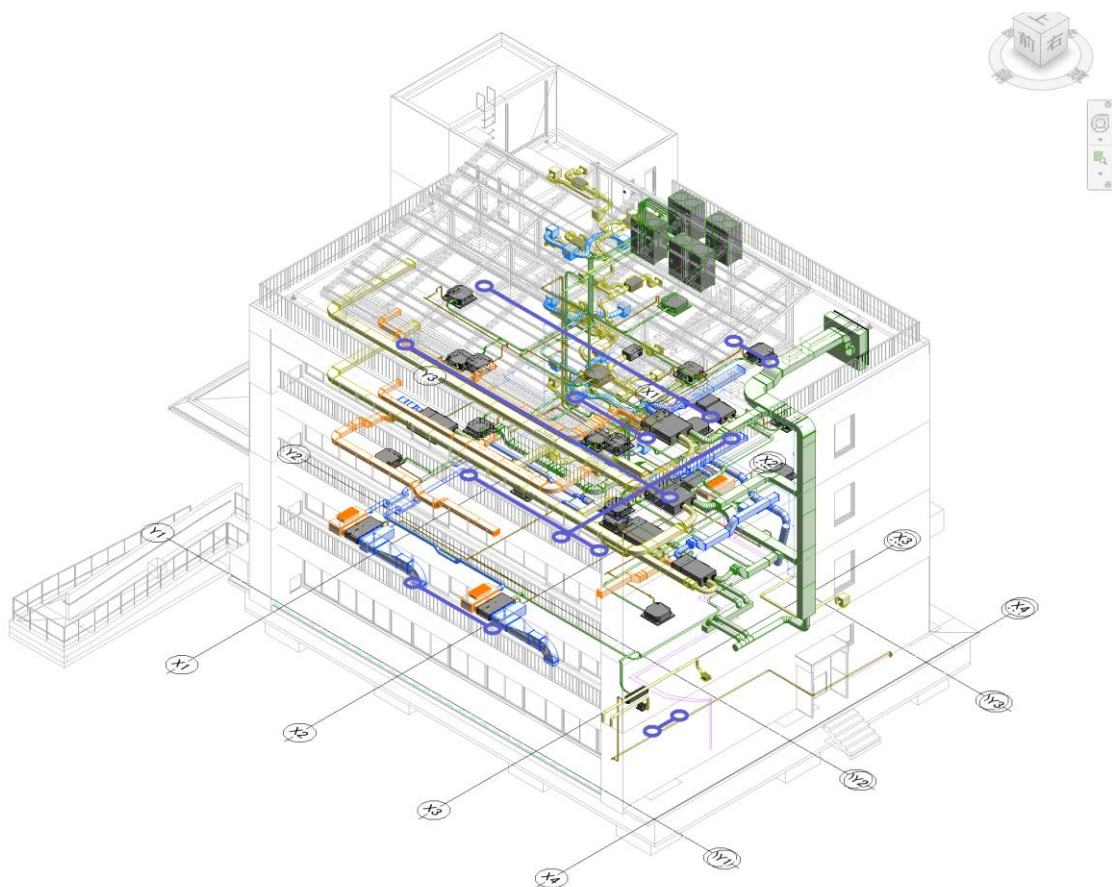
株式会社アラヤ

株式会社アラヤ

■本検証の全体構成は下記のようになっています。

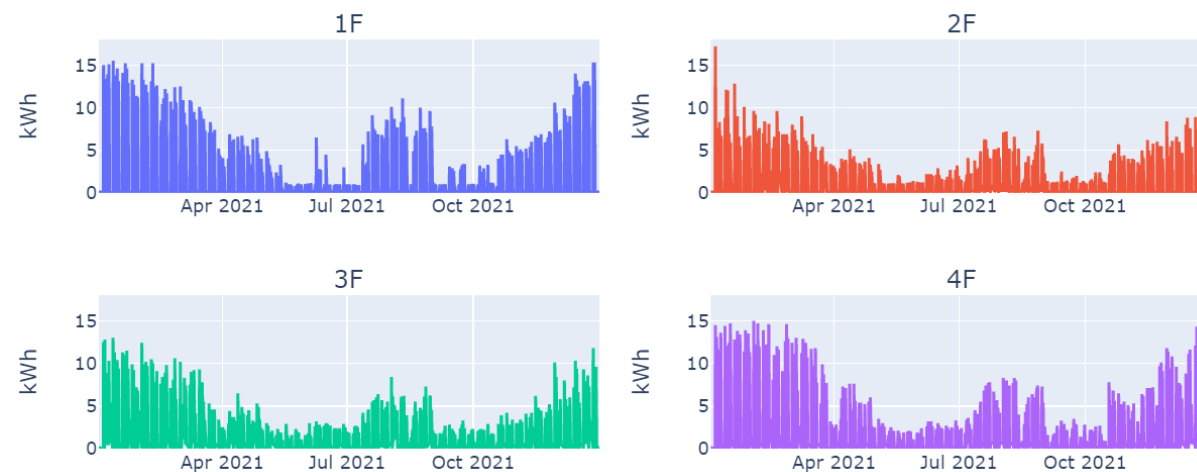


■ 検証に利用したBIM/BEMSデータは以下の通りです。



奥村組技術研究所管理棟のBIMデータ

建物の構造、部材の構造情報、設備情報が含まれている。

BEMSデータの一部例：
フロアごとの消費電力量

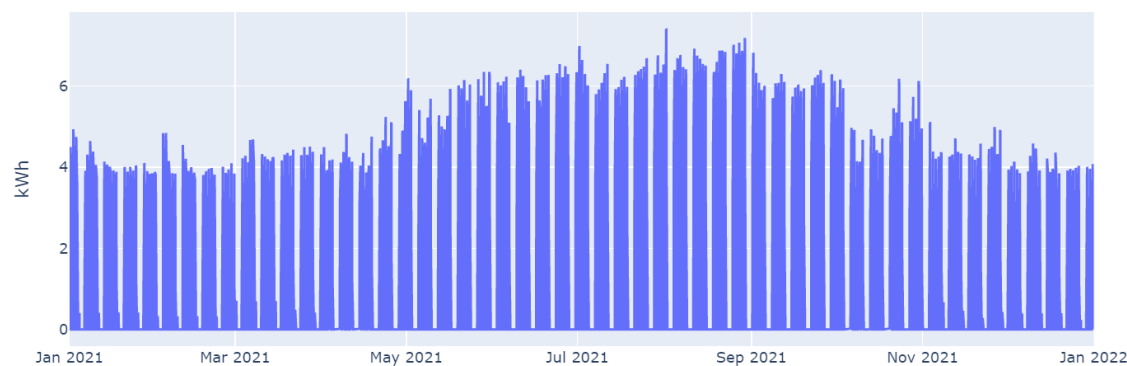
以下のデータで構成されている。

- 各階の温度、消費電力量などの建物状態データ
- 外気温、外気湿度などの天候データ

■エネルギーシミュレータによるシミュレーション結果を以下に示します。

- 全体的に見て、冬期の消費電力が小さく、また、中間期にも一定量の電力を消費しているなど、**実データと比較して大きな差異が見て取れる。**
- 個別の日付で見ると
 - 冬期(1/28)は、BEMSデータの値と比較して日中に関しては近い値を予測できているが、朝の立ち上がりを予測できていない
 - 中間期(4/28,10/28)についてはBEMSデータと比較して**特に日中の予測結果が大きく乖離してしまっている**

ESによる管理棟4階空調消費電力予測値



個別の日付における予測値(ES)と実測値(BEMS)の比較

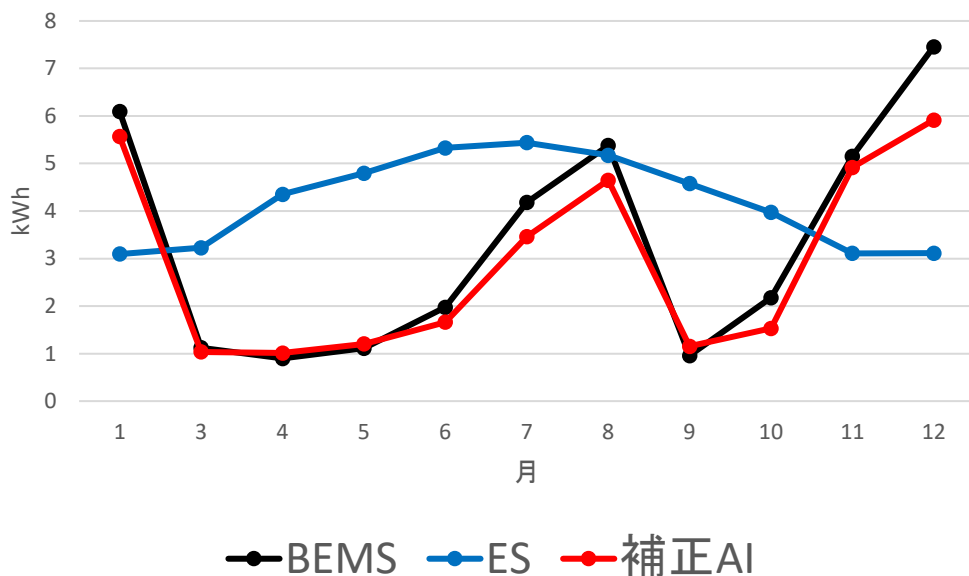


3. 建物エネルギーシミュレータ補正AIの開発：評価結果

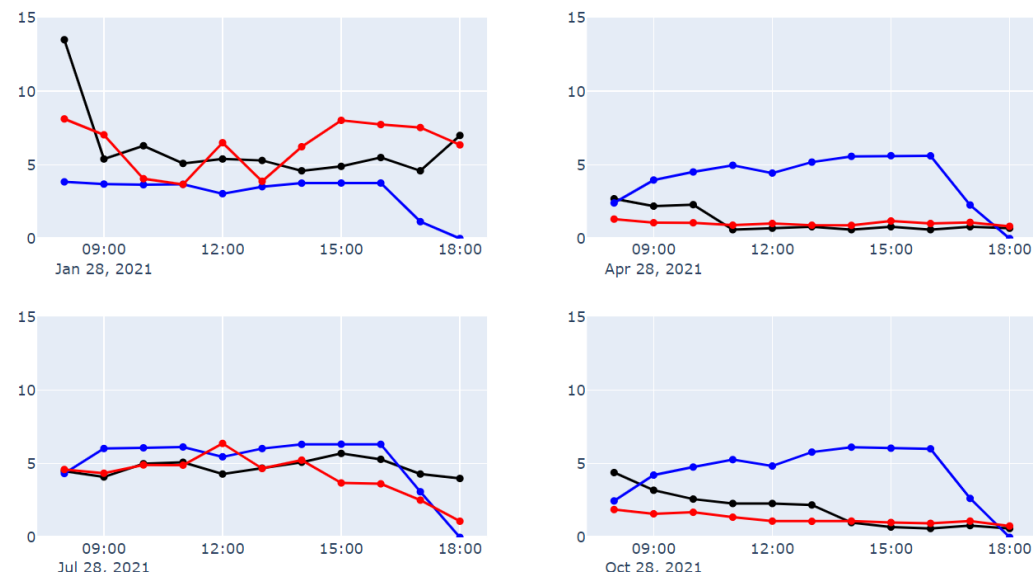
■補正AIの評価結果は以下の通りです。

- エネルギーシミュレータが実際の消費電力の推移を模倣しきれていないのに対して、補正AIを用いることで実測値の変動に追従できている
- 個別に見ると、
 - 中間期に関しては、エネルギーシミュレータの予測値から大きく改善し、補正AIの予測結果が実測値の変動にほぼ追従できている
 - 冬期の朝の立ち上がり誤差が大きいなど、夏期、冬期に関してはやや値のばらつきが大きく、改善の余地がある

月別平均値



個別の日付の結果



ES予測誤差(kWh)	補正AI予測誤差(kWh)	誤差低減率(%)
2.714	0.770	71.6

平均予測誤差

- まとめ

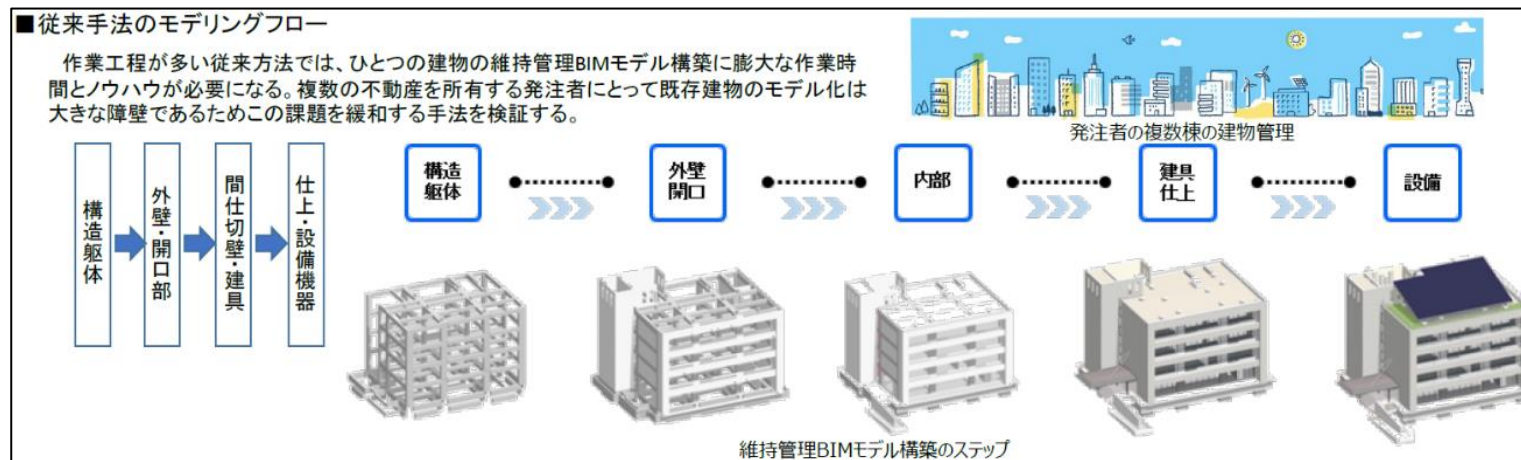
- エネルギーシミュレータを用いた消費電力の予測シミュレーション結果に対してAI補正を行うことで消費電力予測の精度を上げるための検証を行った。
- エネルギーシミュレータの予測誤差2.714kWhに対して、補正AIを用いることで予測誤差0.770kWhまで予測誤差を改善することができた。
- 特にエネルギーシミュレータで予測精度の低かった中間期の予測結果の大幅な改善を達成した。

- 今後の検討項目

- パラメータチューニングによるエネルギーシミュレータの精度改善
- シーズンに合わせたモデル作成による補正AI精度改善
- 建物の部材を変更したときにも精度良く予測が可能かの検証

検証A	維持管理業務の削減	
検証B	消費電力の予測シミュレーション	株式会社アラヤ
課題A	BIMモデル作成とデータマイニングの合理化手法の検証	
課題B	既存建物BIMモデル構築の合理化手法の検証	株式会社アラヤ

従来フロー



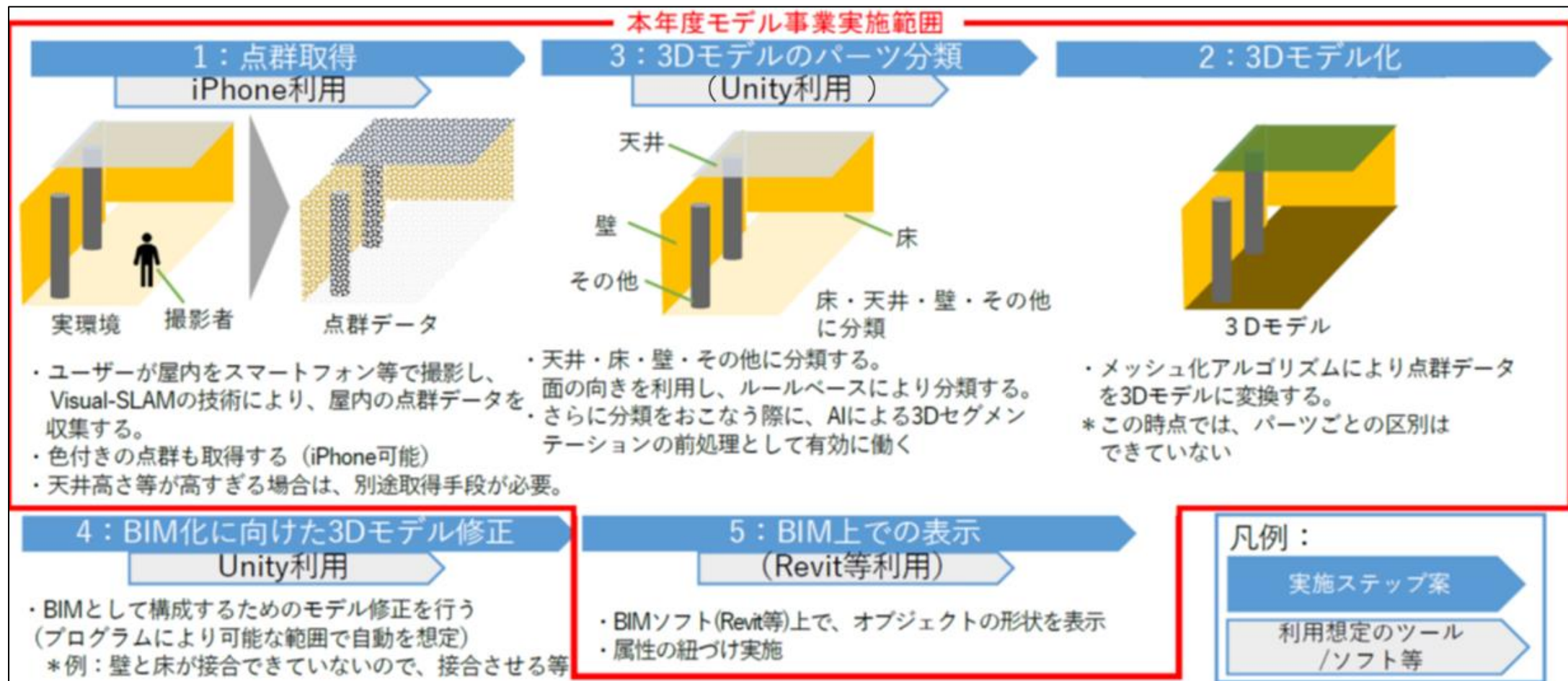
- 作業工程が多く、一つの建物の維持管理BIMモデル構築に膨大な作業時間とノウハウが必要になる。
- 複数の不動産を所有する発注者にとって既存建物のモデル化は大きな障壁・課題になっている。

検証フロー



- 本検証では、奥村組技術研究所内の施設を対象に、維持管理BIMの作成にあたり、施設内をiPhoneのLiDARカメラで取得した点群データを利用し、BIMモデル作成の簡易化と合理化を図ることを目的とする。

本検討の進め方は、計画時のステップ2,3を入れ替え、ステップ1→3→2→5の順に変更して実施した。



点群データ取得

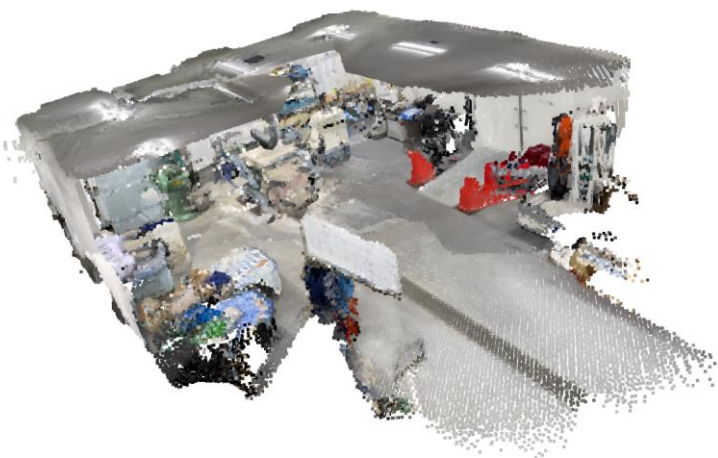
パーツ分類

3Dモデル化

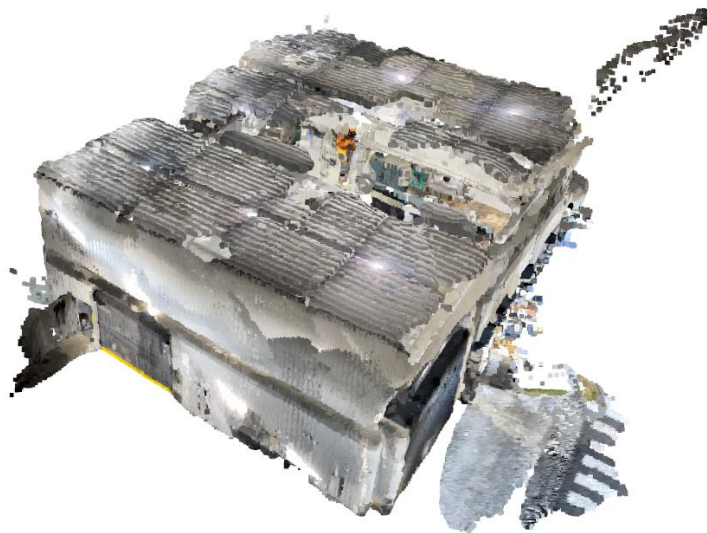
BIM上簡易表示

建物内部の概要を把握するのに十分な質で取れていることを確認いたしました。

コンクリート混練室1



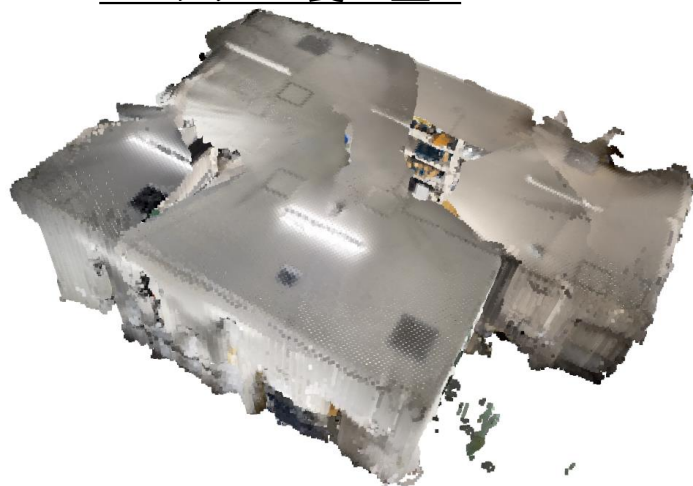
多目的コンクリート実験室



多目的コンクリート実験室内部



コンクリート養生室2



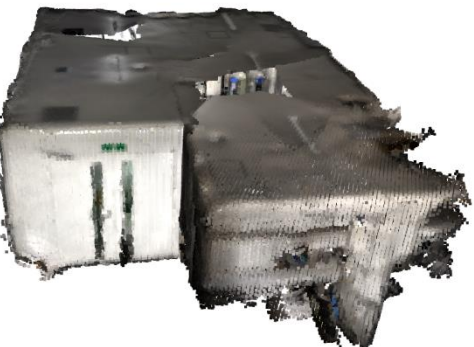


パーツ分類・3Dモデル化の自動化プログラムを構築し、4分類(天井/床/壁/その他)及び3Dモデル化することができました。

インプット

全点群混合データ

点群データ
(コンクリート養生室2)

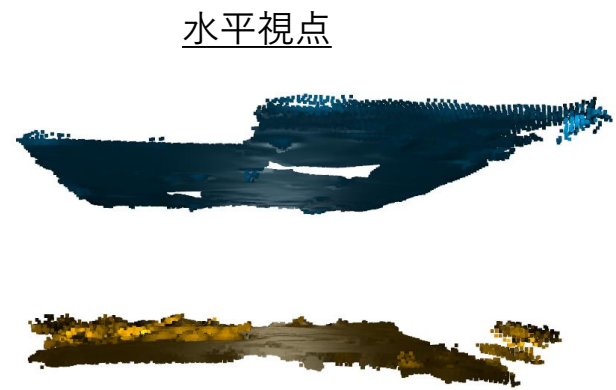
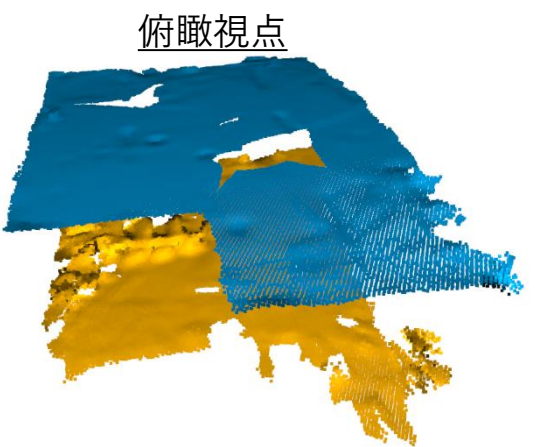


単純な凸形状の部屋

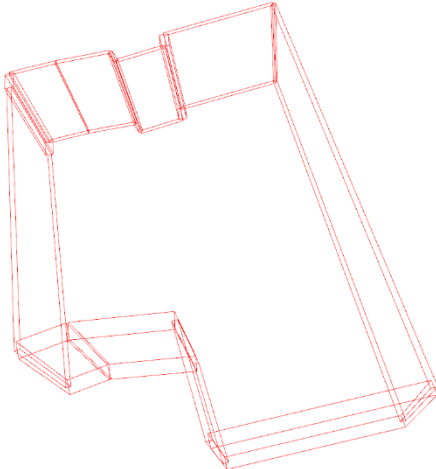
自動化プログラム

アウトプット(現時点)

天井 & 床



壁



その他

天井・床・壁が除かれた点群

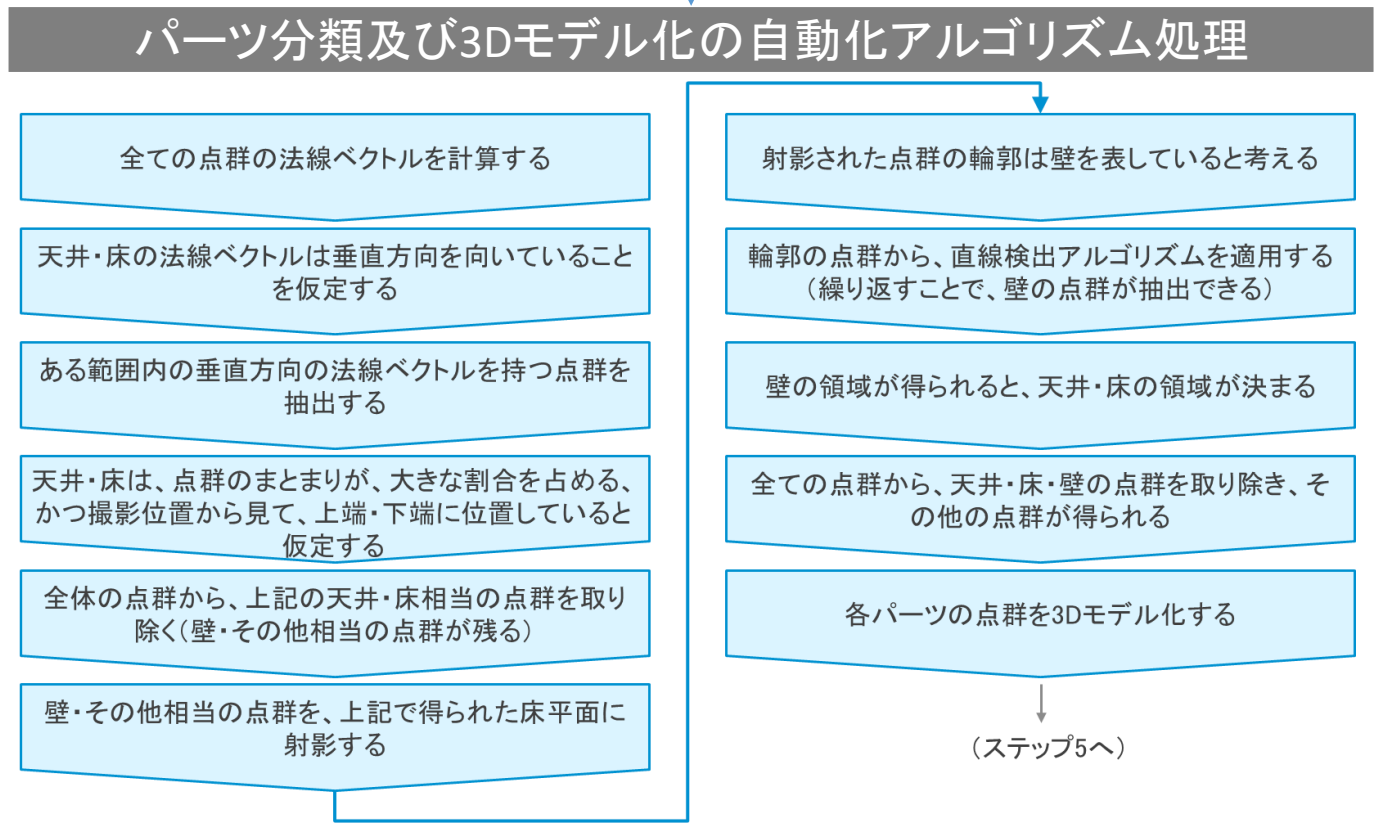
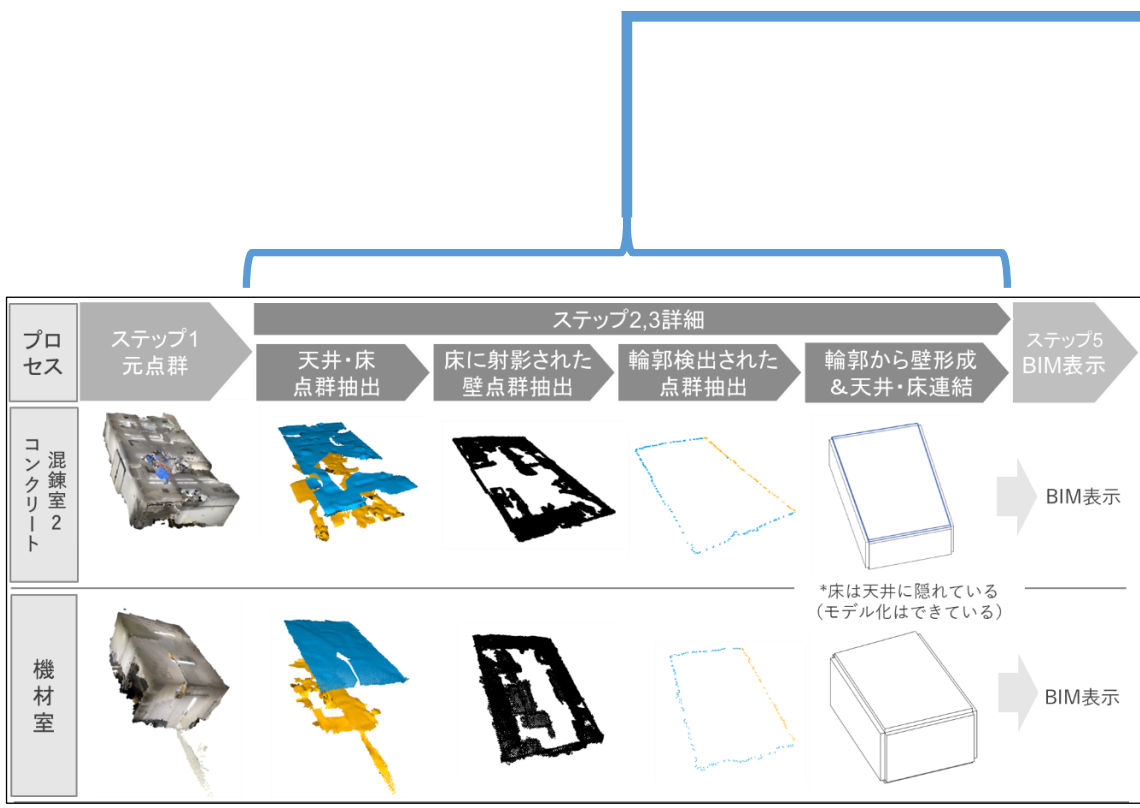


参考：壁+その他





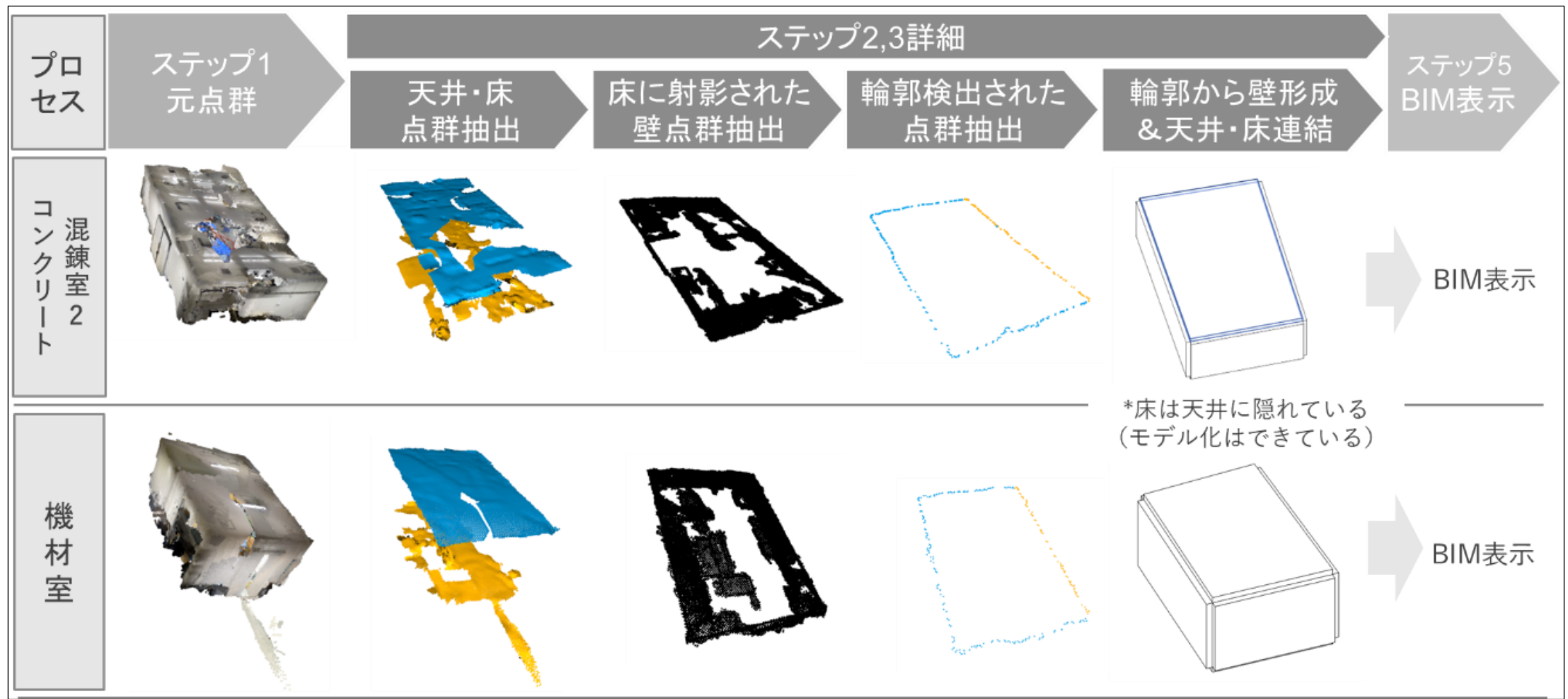
パーツ分類及び3Dモデル化のステップは、以下の自動化アルゴリズム処理により実施した。



本プロセスの処理時間は、部屋の複雑さに影響するが、比較的単純な部屋形状であれば、概ね2~3分で完了する。



比較的単純な形状の部屋に対しては、パーツ分類・3Dモデル化ともに成功した。
 (単純な凸形状や直方体形状の部屋であれば達成できる)



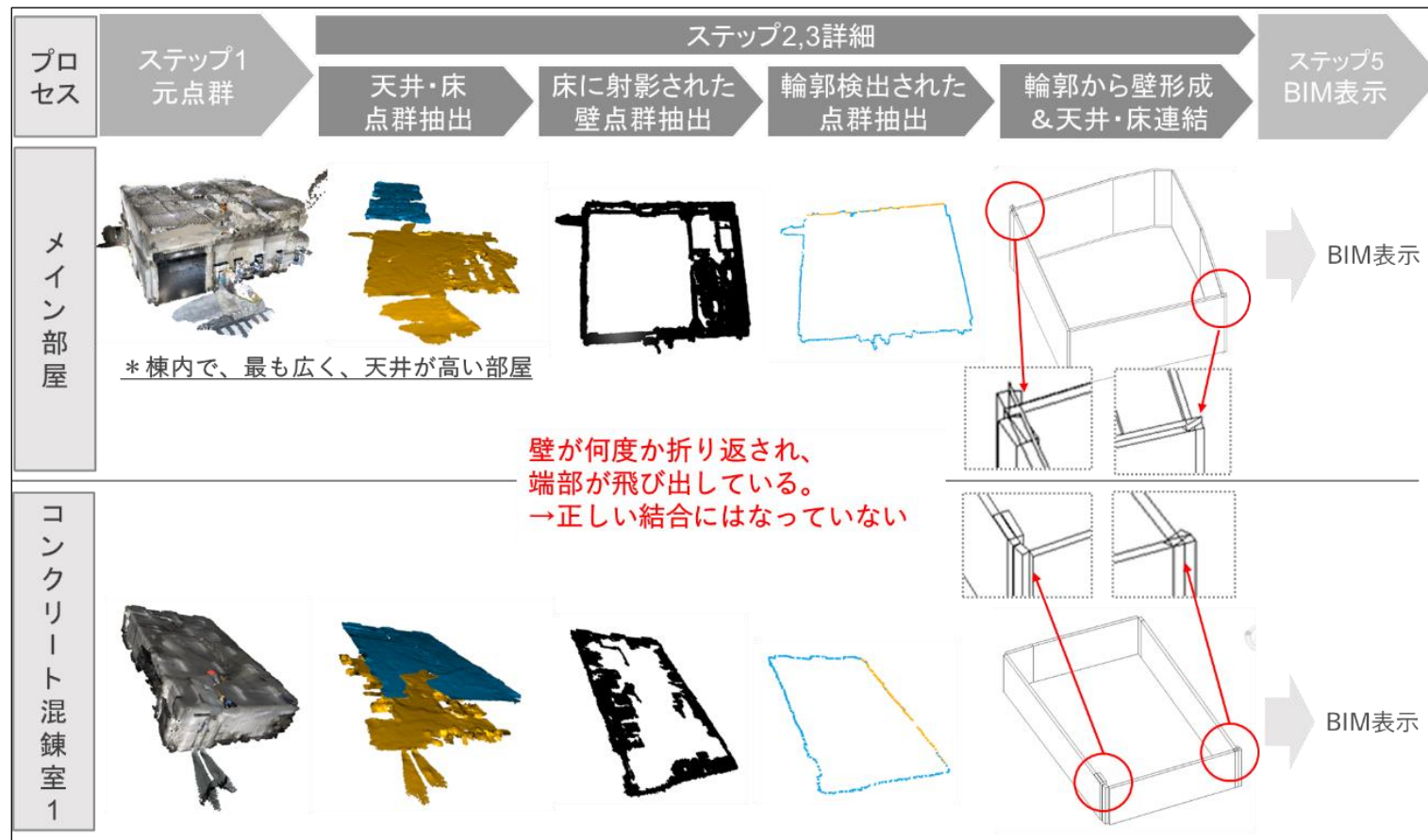
点群データ取得

パーツ分類

3Dモデル化

BIM上簡易表示

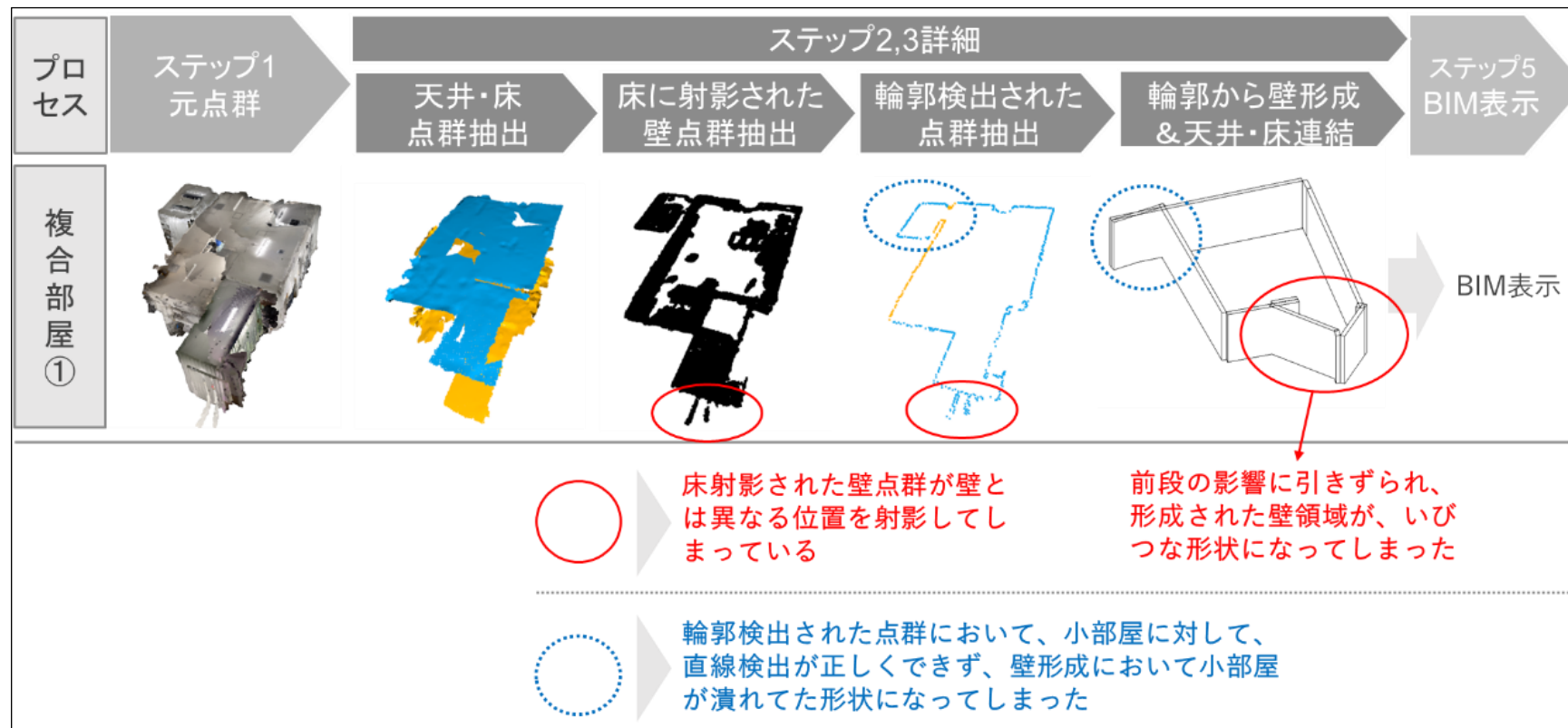
「輪郭から壁形成&天井・床連結」プロセスにて出力された3Dモデルは、壁が何度か折り返され、端部が飛び出している形状となり、正しい結合にはなっていない(図中の赤丸部分)。



輪郭検出された点群の歪みが多い場合、直線が多く検出されることになり、結果、複数の壁領域が検出されてしまうためと考えられる。



複合部屋①(3部屋連結)において、床射影された壁点群が壁と異なる位置を射影してしまい、形成された壁領域がいびつな形状になってしまった(図中の赤丸)。また、輪郭検出された点群が、小部屋に対して、直線検出を正しく行うことができず、壁形成において小部屋が潰れた形状になってしまった(図中の青丸)。



詳細な部屋形状を取得しようとする、点群が正しく連続で取得できないケース等が増え、直線での表現が途切れてしまうことが1つの理由として考えられる。

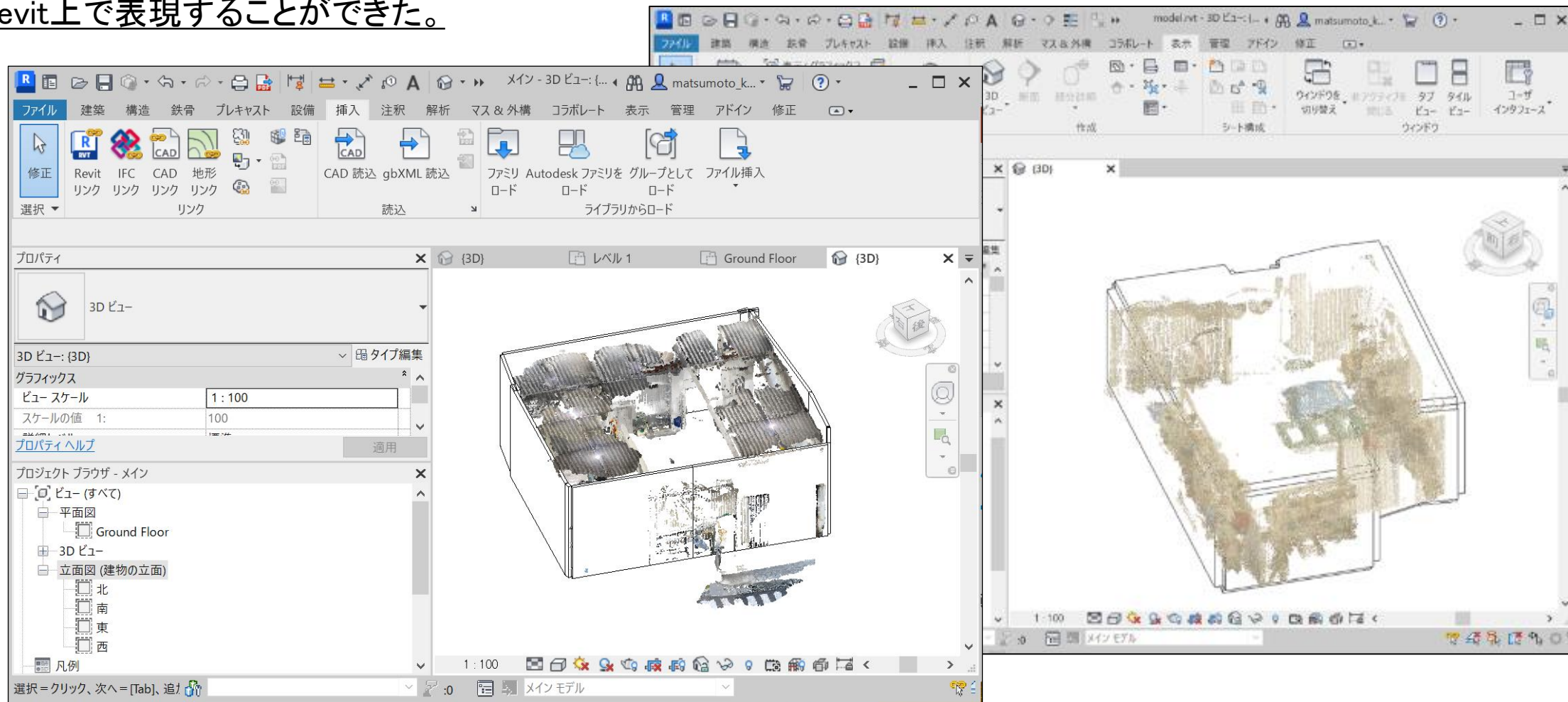
点群データ取得

パーツ分類

3Dモデル化

BIM上簡易表示

BIMソフト(Revit)上での表示として、「天井、床、壁」はifcフォーマット、「その他」はrcp,rcsフォーマットでの出力をAutodesk社のReCapを活用して、表示することができた。
 これにより、前ステップで3Dモデル化できたものであれば、「天井、床、壁、その他」の4分類すべてのクラスをRevit上で表現することができた。



本分析・検証のまとめ・成果

- 本分析・検証では、iPhoneのLiDARカメラにて取得した部屋(室内)の点群データに対して、比較単純な形状の部屋であれば、作成したアルゴリズムを用いて、パーツ分類及び3Dモデル化、BIMソフト(Revit)上での表示まで達成することができた。
- アルゴリズムの処理としては、2～3分程度で完了できるため、従来手法よりも簡易にBIMモデルが作成できる可能性が示唆された。
- 一方、比較的複雑な形状の部屋に対しては、課題が残る結果となった。本分析・検証を通して、得られた課題と対策案を右表に示す。

課題と対策案

対象領域	課題内容	対象部屋	今後の対策案
天井	天井形状が平面であることが前提としているため、平面でない天井の詳細表現は別途対策が必要となる	全部屋	<ul style="list-style-type: none"> 新規アルゴリズムの開発
壁	輪郭検出された点群の歪みが多い場合、直線が多く検出され複数の壁領域が検出される	メイン部屋 コンクリート混練室 1 分析室	<ul style="list-style-type: none"> 床に射影する点群のフィルタリング処理の高度化 輪郭検出アルゴリズムへのぼかし処理追加、(=比較的直線を検出しやすくする改良)
天井/床	歪んだ輪郭に対する直線検出は、端点が綺麗に連続せずifcとして天井・床が認識出来ない	メイン部屋 コンクリート混練室 1 複合部屋①	<ul style="list-style-type: none"> 輪郭検出アルゴリズムの改良 不要な端点を削除するアルゴリズムの追加
壁	その他クラスの点群から壁の点群を綺麗に取り除けていない	メイン 分析室 複合部屋① 複合部屋②	<ul style="list-style-type: none"> 壁領域の削除を高度化 例：壁判定された領域と類似した法線方向を持つ点群を取り除く
部屋	対象点群に複数の部屋が含まれている場合に各部屋を抽出できない	複合部屋①	<ul style="list-style-type: none"> 部屋ごとのアルゴリズム適用 部屋の検出アルゴリズムを改良し、ループ適用可能な仕組みの構築
部屋	輪郭検出された点群において、直線の検出が小部屋を検出できず、壁領域をうまく作れていない	複合部屋①	<ul style="list-style-type: none"> 部屋の判定アルゴリズムを追加し、小部屋の直線検出による除外防止
部屋	壁の点群が上手く取得できていない場合に、床に射影された点群で壁に穴が開き(壁が途切れ)、輪郭検出で、矩形が抽出できない	複合部屋②	<ul style="list-style-type: none"> 床に射影する点群のフィルタリング処理を高度化