

**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)**

検証結果報告書

【維持管理 BIM システムの高度化・迅速化の検証】

**令和5年3月
【株式会社奥村組】
【株式会社アラヤ】**

目次

第1章 プロジェクトの情報	4
1-1 プロジェクトの概要	4
ア. 建築物の概要	4
イ. プロジェクトにおける事業者（提案者）等の位置づけ	5
ウ. プロジェクトの概要、特徴（本事業に関連するもの）	6
1-2 検証対象の概要	7
ア. 本事業で分析・検証する業務ステージとワークフローのパターン	7
イ. 分析・検証の時期	8
ウ. プロジェクト全体のスケジュールと分析・検証のスケジュール	8
エ. 分析・検証の実施体制、各プロセスでのそれぞれの役割分担	8
第2章 本事業を経て目指すもの、目的	9
2-1 本事業を経て目指すもの・目標	9
2-2 本事業を経て解決する課題	9
2-3 本事業を経て得られる成果	9
第3章 BIM データの活用・連携に伴う課題の分析等について	10
3-1 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 A）	10
3-1-1 分析する課題	10
3-1-2 課題分析の進め方（検討の前提条件を含む）、実施方法・体制	11
3-1-3 課題分析等の結果	15
3-2 既存建物 BIM モデル構築の合理化手法（課題 B）	32
3-2-1 分析する課題	32
3-2-2 課題分析の進め方（検討の前提条件を含む）、実施方法・体制	32
3-2-3 課題分析の結果	35
第4章 BIM の活用による生産性向上、建築物・データの価値向上や 様々なサービスの創出等を通じたメリットの検証等について BIM データの活用・連携に伴う課題の分析等について	45
4-1 維持管理業務の削減（検証 A）	45
4-1-1 定量的に検証する効果、目標、効果を測定するための比較基準	45
4-1-2 効果検証等の進め方（検証の前提条件等を含む）、実施方法・体制	45
4-1-3 効果検証等の結果	50
4-2 消費電力データのシミュレーション（検証 B）	70
4-2-1 定量的に検証する効果、目標、効果を測定するための比較基準、 分析する課題	70
4-2-2 効果検証等の進め方（検証の前提条件等を含む）、実施方法・体制、 課題分析の進め方（検討の前提条件を含む）、実施方法・体制	70
4-2-3 効果検証等の結果	73

第5章	結果から導き出されるより発展的に BIM を活用するための今後の課題.....	87
5-1	事業者として今後さらに検討・解決すべき課題	87
5-2	建築 BIM 推進会議や関係部会・関係団体に検討してほしい課題	89
5-3	今後のガイドラインの見直しに向けた具体的な提言	90
5-4	まとめ	91
第6章	BIM 発注者情報要件 (EIR)、BIM 実行計画 (BEP) の検証結果.....	92
6-1	維持管理 BIM システム作成のための EIR・BEP の特徴.....	92
6-2	維持管理 BIM システム作成のための EIR・BEP の構成.....	92
6-3	維持管理 BIM システム作成のための EIR.....	93
6-4	維持管理 BIM システム作成のための BEP.....	94
6-5	まとめ	95

第1章 プロジェクトの情報

1-1 プロジェクトの概要

7. 建築物の概要

このプロジェクトは令和3年度事業に引き続き、奥村組技術研究所において実施した。研究所は合計7つの建築物で構成され、昨年度は管理棟、室内環境実験棟という2つの建築物を主な対象としている。本年度においては、隣接する材料実験棟を対象を広げ、その他の施設においても後述する検証内容により補足的な対象建築物とする。

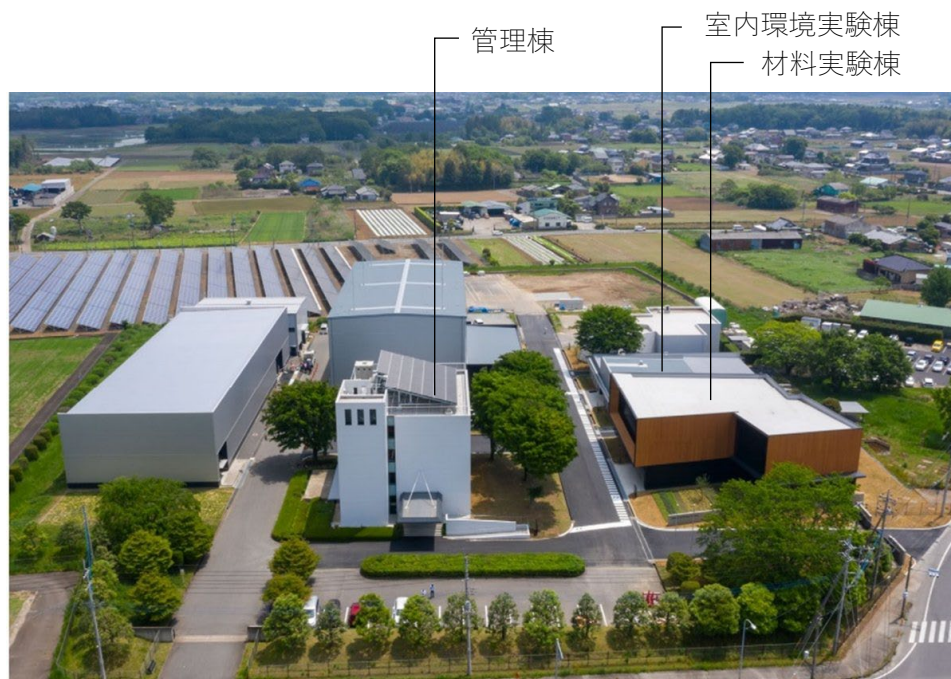


図 1-1-1 奥村組技術研究所（茨城県つくば市）

主な対象建築物となる材料実験棟は、土質、岩盤などを対象とした建築材料の力学特性や材料物性を把握する試験装置や化学分析機器などを集約した施設である。建築物の概要を表 1-1-1 に示す。

表 1-1-1 建築物の概要

	管理棟	室内環境実験棟	材料実験棟
用途	事務所	研究所	研究所
延べ面積	1,330.10 m ²	678.86 m ²	824.42 m ²
階数・構造種別	地下階地上4階 RC造	地上2階 RC造、S造	S造
所在地	茨城県つくば市大砂 387		
新築／既存 増改築・改修の有無	既存、改修	既存、増築	既存、大規模改修

イ. プロジェクトにおける事業者（提案者）等の位置づけ

このプロジェクトにおける事業者（提案者）の位置づけは、発注者、ライフサイクルコンサルティング業者、維持管理・運用 BIM 作成者、維持管理者・運用管理者を選択する。

①発注者

奥村組の自社施設であるため、技術研究所を発注者として位置づける。発注者としての設計・施工要件の起案は技術研究所職員がおこなっている。

②ライフサイクルコンサルティング業者

奥村組 BIM 推進室が担う。ライフサイクルコンサルティング担当として、技術研究所の維持管理業務内容を把握し、設計・施工 BIM から構築する維持管理 BIM モデルに必要な情報を整理する。EIR、BEP 作成業務もおこなう。

③維持管理・運用 BIM 作成者

奥村組 BIM 推進室が担う。設計、施工 BIM モデルから構築した維持管理 BIM を構築、管理する。データマイニングや FM-Integration、GLOOBE などのソフトウェアベンダーとの協業の窓口となる。

④維持管理・運用管理者

奥村組技術研究所が担う。発注者であるのと同時に施設の維持管理・運用責任者となる。実際の管理業務は技術研究所の一般職員がおこなうため、ライフサイクルコンサルティングである BIM 推進室と連携して業務を遂行する。

⑤環境シミュレーション・BIM モデル構築コンサルティング業者

検証 B、課題 B の検証においては、環境シミュレーションおよび合理的 BIM モデル構築手法を検証するコンサルティング会社として株式会社アラヤが担当する。

アラヤは、人工知能、ディープラーニングなどの機械学習アルゴリズム構築を得意とし、発注者の多種多様なニーズに対応できるサービスを提供している。(図 1-1-3)

⑥プロジェクトにおける発注者の位置づけ

このプロジェクトにおいて発注者である技術研究所は長年施設の維持管理プロセスを経験してきていて独自のノウハウを保有している。蓄積された情報を

表 1-1-2 事業者等の位置づけ

発注者	
株式会社 奥村組 技術研究所	維持管理業務 設計施工要件の起案
ライフサイクルコンサルティング業者	
株式会社 奥村組 ICT統括センターBIM推進室	発注者メリットの検証
維持管理・運用BIM作成者	
株式会社 奥村組 ICT統括センターBIM推進室	維持管理BIMの構築
維持管理・運用管理者	
株式会社 奥村組 技術研究所	維持管理運用
環境シミュレーション・BIMモデル構築コンサルティング業者	
株式会社 アラヤ	アルゴリズム構築

ARAYA	
アラヤのAIソリューション	
画像認識AI	■ 外観検査ソリューション ■ 人流解析ソリューション
エッジAI	■ モデル軽量化/エッジ実装支援 ■ エッジAIコンサルティング
自律AI	■ 建機自動化/建設計画最適化 ■ 空調最適化
先端AI研究開発支援	■ R&D支援 ■ 流体解析支援

図 1-1-3 株式会社アラヤ事業内容

活かし、維持管理 BIM システムにいかにか構成すればよいかを当事者として問題点を把握している。維持管理 BIM が今後どのように社会に活用できるか、その可能性を探ることに最も近い発注者と位置づける。

ウ. プロジェクトの概要、特徴（本事業に関連するもの）

昨年度検証した FM-Integration をベースとした維持管理システムを用い、合理化するための課題 A、B と、高度化するために検証する A、B をテーマとする。既存建築物の維持管理 BIM モデル構築において従来手法ではなく、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を検証し、概算法を用いた合理的な構築方法を提案する。また、ランニングコスト予測計算においては、独自アルゴリズムを用いた高度な予測計算手法を検証する。

① 検証 A：維持管理業務の削減

昨年度システムを運用しながら、更なる維持管理システムの拡充をおこない、システム内での LCC 算出やセンシング情報の表示をおこない、発注者メリットの検証を進める。複数棟の同時管理や合理化手法を用い、維持管理 BIM システムを活用しない場合との業務時間を比較する。（維持管理業務の削減 10%）

② 検証 B：消費電力の予測シミュレーション

ランニングコストを正確に把握するため、予測シミュレーションと実測値データを比較して AI による補正をおこない、AI 補正をしない場合との業務時間を比較する。（予測電力の制度工向上 10%）

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

技術研究所内のその他の施設の維持管理 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する。データセットを活用することで維持管理 BIM 作成の合理化をおこなう。また維持管理対象を広げ、技術研究所内のその他の建築物の維持管理 BIM システムの構築を目指す。

④課題 B：既存建物 BIM モデル構築の合理化手法の検証

技術研究所内のその他の施設の維持管理 BIM の作成にあたり、BIM オブジェクトを個別に作成する方法に代え、iPhone の Lidar カメラなど身近なツールを用いて取得した点群測量データを利用し、室形状などの BIM モデル作成を合理的におこなう手法を検証する。

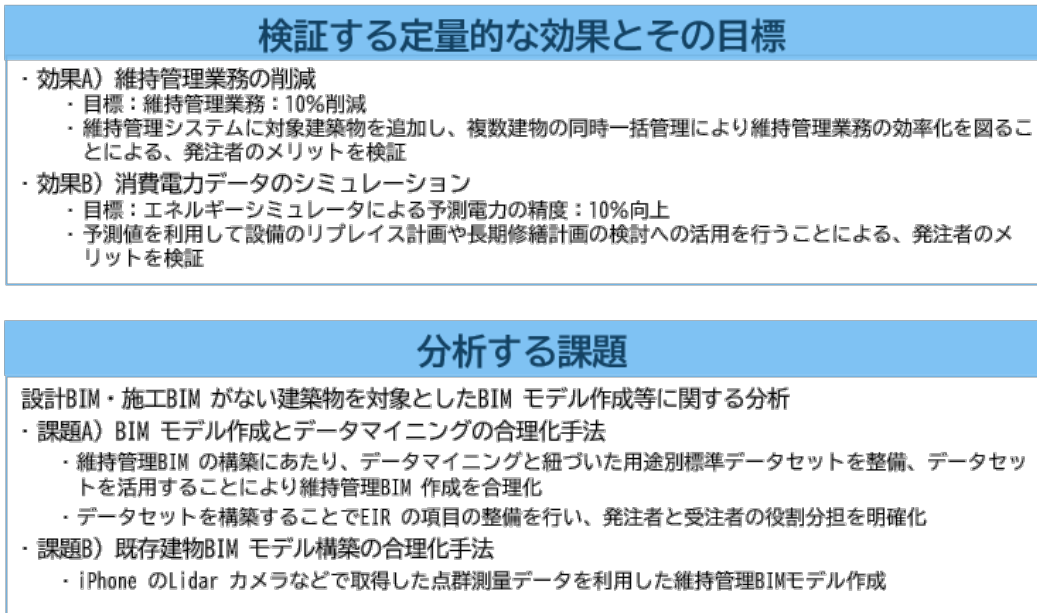


図 1-1-4 検証する定量的な効果とその目標・分析する課題

1-2 検証対象の概要

7. 本事業で分析・検証する業務ステージとワークフローのパターン

分析・検証する業務ステージは「建築分野における BIM の標準ワークフローとその活用方策に関するガイドライン（第2版）」の S5～S7 とする。（図 1-2-1）主となる業務ステージは S7：維持管理・運用段階とするが、施工中の維持管理・運用 BIM 作成段階も検証の対象としている。

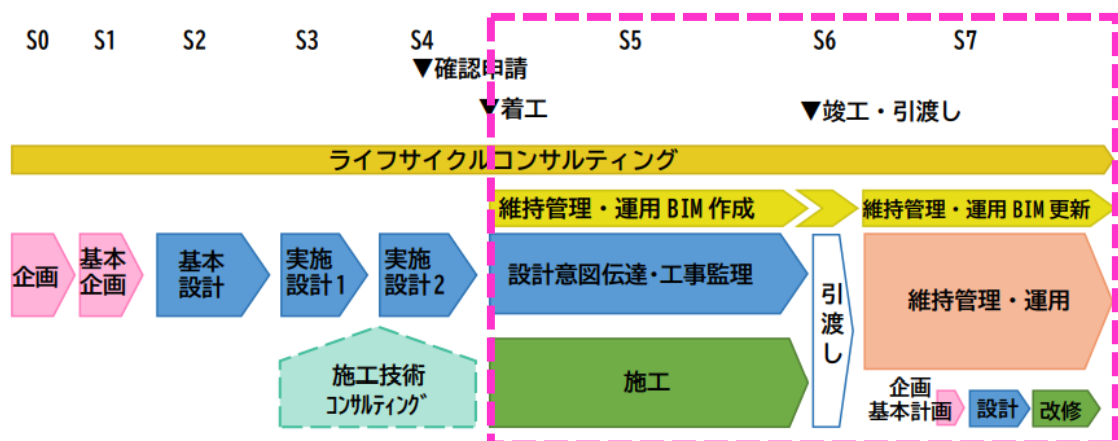


図 1-2-1 分析・検証する業務ステージとワークフローのパターン

1. 分析・検証の時期

「すでに実施済のプロジェクト」を選択する。対象建物には技術研究所の管理棟、材料実験棟を選定し、すでに構築されている BIM モデルや収集したデータを用い、また既存建物や既存 BIM モデルに対して新しい手法で検証をおこなう。

ウ. プロジェクト全体のスケジュールと分析・検証のスケジュール

プロジェクトの分析・検証のスケジュールを図 1-2-2 に示す。

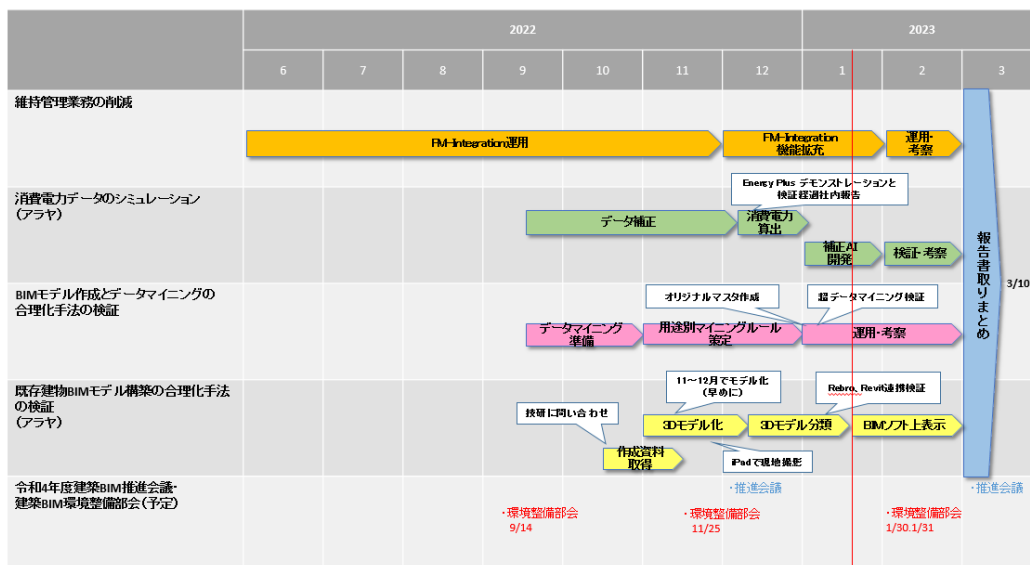


図 1-2-2 プロジェクトの分析・検証のスケジュール

1. 分析・検証の実施体制、各プロセスでのそれぞれの役割分担

分析・検証の実施体制、各プロセスの役割分担を図 1-2-3 に示す。

		奥村組 BIM 推進室 (BIM マネジメント)	奥村組 技術研究所 (発注者)	アラヤ (コンサル テイング)	福井コンピ ューターアー キテクト (GLOOBE)	FM システム (FM- Integration)
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	○		○		

図 1-2-3 分析・検証の実施体制、各プロセスの役割分担

第2章 本事業を経て目指すもの、目的

2-1 本事業を経て目指すもの・目標

- (1) 維持管理 BIM システムのトータル LCC 算出
- (2) 消費電力データのシミュレーション
- (3) データマイニングと紐づいた用途別標準データセットの構築
- (4) 既存建物 BIM モデル作成の効率化

2-2 本事業を経て解決する課題

- (1) 各種センサー機器からのデータ集約の方法
- (2) 消費電力データのシミュレーションするためのパラメータ値の検証
- (3) BIM モデルとデータマイニングの紐づけルール
- (4) 点群データからの 3D モデルの生成と部位ごとの分類

2-3 本事業を経て得られる成果

- (1) BEMS やセンシングシステムと連携をおこなうことによりトータル LCC を容易に把握ができ、維持管理業務の削減ができる
- (2) 消費データのシミュレーションにより設備のリプレイス計画や長期修繕計画に活用できる
- (3) データマイニングと紐づいた用途別標準データセット、EIR 試案を立案
- (4) 効率的な維持管理 BIM モデルの作成手法本事業を経て解決する課題

第3章 BIMデータの活用・連携に伴う課題の分析等について

3-1 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A）

3-1-1 分析する課題

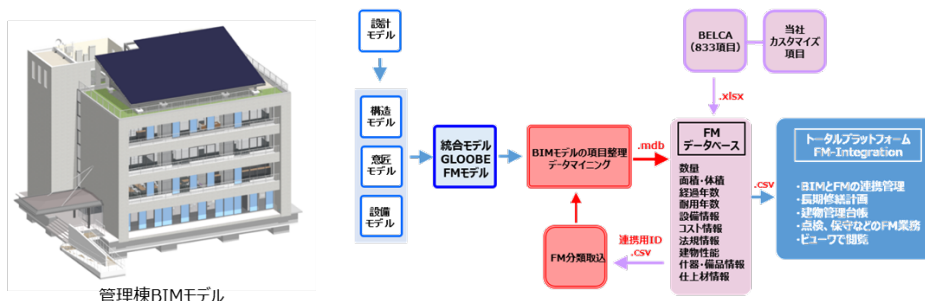
設計、施工 BIM がない建築物を対象とした BIM モデル作成等に関する分析をおこなう。維持管理 BIM の構築にあたり、データマイニングと紐づいた用途別標準データセットを整備、データセットを活用することにより維持管理 BIM モデル作成の合理化を図る。

対象建物の BIM モデルを構築し、個々のオブジェクト毎に属性を定義して維持管理 BIM システムを構築するには相当の労力を要する。多くの建物を保有する発注者にとっては、既存建物をいかに効率的に維持管理モデル化するかが課題になると考えられる。今回検証する手法は、概算的な考え方をを用いて維持管理 BIM を構築する方法になるが、詳細なモデルを使った従来方法とは違い、スペースを使った簡易なモデルでデータマイニングをおこなうのでデータも軽く、扱いやすい。

★データセットの構築においては EIR・BEP 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する。（発注者と受注者の役割分担の在り方に関する課題分析）

■従来手法のデータマイニングフロー

GLOBBEのユニークIDを使用し、BELCA分類を適用することによりデータマイニングをおこなっていたが、正確なデータベース構築ができる反面、作業量が多く、自動マイニングの効率を向上させるのに時間を要する。



■検証するデータマイニングフロー

GLOBBEのスペースと紐づいた建物用途別のデータセットを整備することで、BIMモデル作成およびBELCA分類のデータマイニング作業の効率化を行う。



図 3-1-1 従来手法と今回検証するデータマイニング手法

3-1-2 課題分析の進め方（検討の前提条件を含む）、実施方法・体制

(1) 課題分析の進め方★

図 3-1-2 に従来のデータマイニング手法、図 3-1-3 に新たに検証するデータマイニング手法を示す。両者を比較し、維持管理 BIM 構築に要する業務量および構築された修繕費用の金額の差異を比較検討する。

- ・維持管理 BIM 構築に要する業務量を比較する
- ・長期修繕計画を立案し修繕費用の差異を比較検証する

建物用途別にスペースや部品のモデルを BELCA 分類と紐づけたデータセットを作成する。整備した項目は EIR の維持管理システム要件、維持管理 BIM モデル要件に映させる。

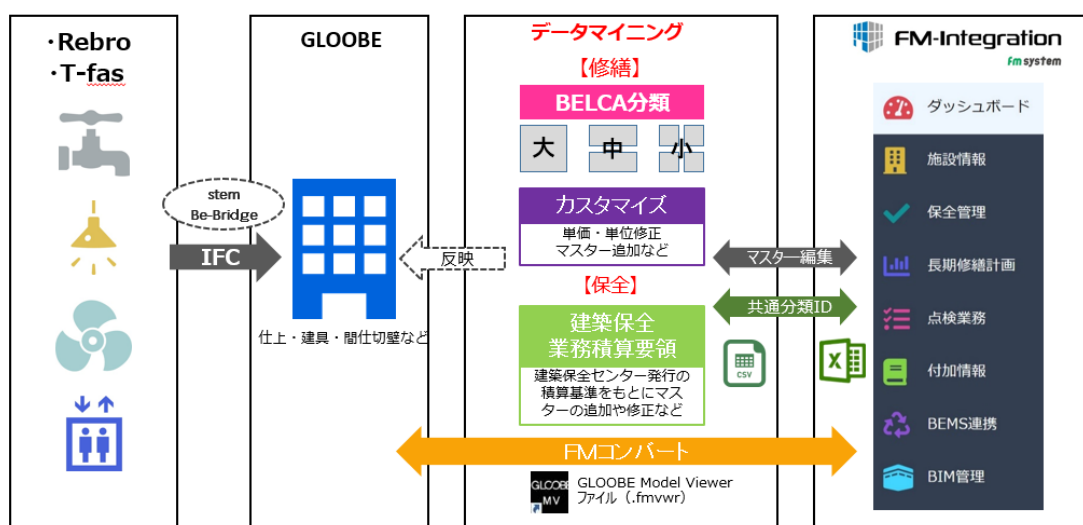


図 3-1-2 従来のデータマイニング手法

■従来手法より簡易な分類定義「超データマイニング」を検証

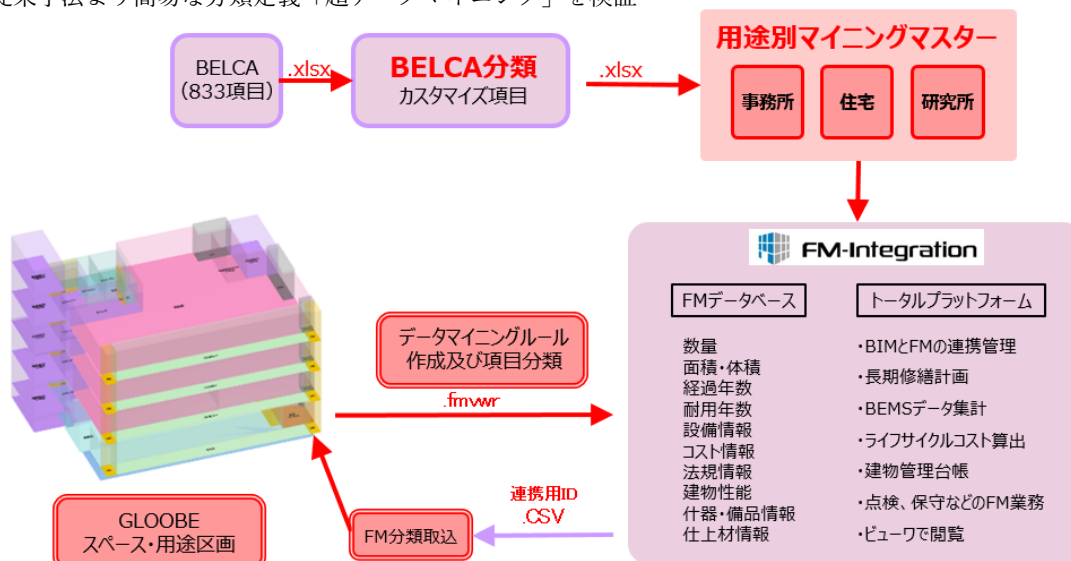


図 3-1-3 検証するデータマイニング手法

(2) 実施方針・体制

実施スケジュールを図 3-1-4 に示す。昨年度の取り組み内容を分析し、新しいデータマイニングの考え方を整理する。検討項目を決定し、修繕用マスタ作成とスペースによるモデル入力、スペースと用途区画の入力規則の設定、ID の決定をおこなう。表 3-1-5 にデータマイニング検証における役割分担を示す。

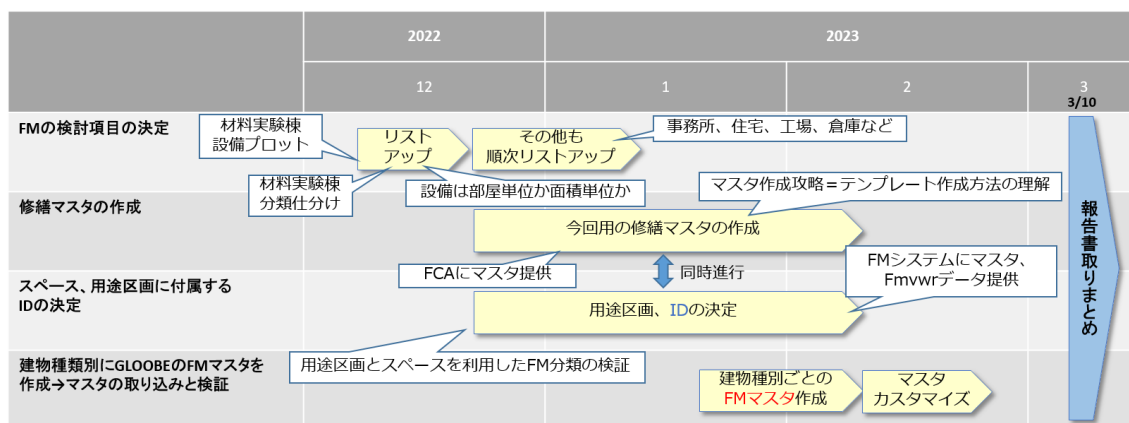


図 3-1-4 データマイニング実施スケジュール

表 3-1-5 データマイニング検証における役割分担

	奥村組 BIM 推進室 (BIM マネジメント)	福井コンピュータ アーキテクト	FM システム
データマイニング 手法の検討	○	○	
修繕マスタの作成	○	○	○
スペース入力	○		
マスタ取り込みと検証	○		○

(3) 検証準備

検証するにあたり、スムーズに作業をおこなうため予めデータ等を整理する。

①維持管理の対象項目を決定する

BELCA は詳細なマスタになるので、今検証では使わず、概算用の項目を新たに決めてリストアップし、入力規則を作成する。

②修繕マスタを作成する

スペース・用途区画のみに利用するマスタを構成する必要がある。BELCA のマスタを利用し、今回の検証仕様のマスタを別途作成する。基本的に数量は GLOOBE、単価や周期は FM-integration から抽出する。

③スペース・用途区画を定義する

スペース・用途区画に付属できるIDは3つまでとなる。①で作成した入力規則に則り GLOOBE の FM 分類で何をメイン項目にするか、何を追加項目にするかを決める。

④データマイニングを実行する

上記を GLOOBE の FM 分類に取り込み、割当ルールを作成しながらデータマイニングをおこなう。

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	利用区画	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	外周部壁	用途区画	階	階名称	側面積	B	追加1
6	内部開口	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	単位	更新周期	新単価係	修繕周期	修繕率	結果密度	台帳区分
080100-01G	修繕	建築	内部仕上げ	共用WC (30㎡以下)	㎡	Area		30	1.95	10	0.03	1.95	内部仕上げ
080100-03G	修繕	建築	内部仕上げ	事務室	㎡	Area		30	1.95	10	0.03	1.95	内部仕上げ
080100-04G	修繕	建築	内部仕上げ	実験室	㎡	Area		30	1.95	10	0.03	1.95	内部仕上げ
080100-05G	修繕	建築	内部仕上げ	倉庫	㎡	Area		30	1.95	10	0.03	1.95	内部仕上げ
080100-06G	修繕	建築	内部仕上げ	シンク室	㎡	Area		30	1.95	10	0.03	1.95	内部仕上げ
081000-01G	修繕	建築	内部仕上げ	共用WC (30㎡以下)	㎡	LateralArea		10	1.914				内部仕上げ
081000-03G	修繕	建築	内部仕上げ	事務室	㎡	LateralArea		10	1.914				内部仕上げ
081000-04G	修繕	建築	内部仕上げ	実験室	㎡	LateralArea		10	1.914				内部仕上げ

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	利用区画	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	外周部壁	用途区画	階	階名称	側面積	B	追加1
6	内部開口	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

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→

図 3-1-6 簡易モデルにおけるデータマイニング検証フロー図

■ GLOBEの簡易モデルを利用して、スペースと用途区画の属性情報から長期修繕に連携させます。

下記左上の入力規則(Excel)をベースにして、左下のモデル(GLOBE)を作成します。そのGLOBEモデルには、右上の超概算用のマニング情報が付加されています。これらを利用して、右下の長期修繕まで連携させる仕組みです。

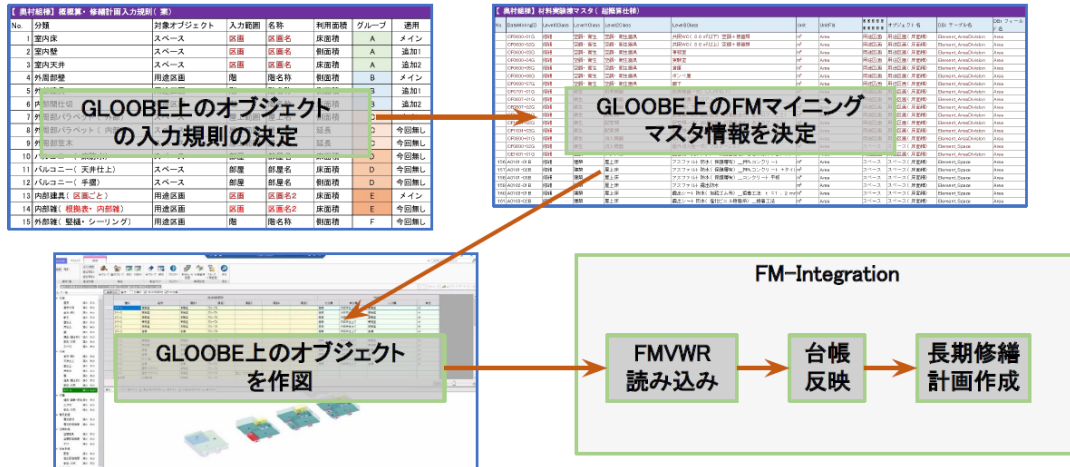


図 3-1-7 GLOBE 簡易モデルの FM-Integration 連携フロー

表 3-1-8 維持管理データベースにおけるフィールドの定義

C_ElementID	CategoryID	CategorySubID	MiningID	ElementName
03b6046d-aecf-427a-893f-a91943bf40ec	1		0 OF0600-04G	AreaDivision
03b6046d-aecf-427a-893f-a91943bf40ec	1		1 OD0700-04G	AreaDivision
055e2fc3-17aa-46b4-924e-b25f38f4ea2a	1		0 OB0100-04G	Space
055e2fc3-17aa-46b4-924e-b25f38f4ea2a	1		1 OB1000-04G	Space
055e2fc3-17aa-46b4-924e-b25f38f4ea2a	1		2 OB1900-04G	Space
0f1bfff9-e97c-44ee-b536-1128242460ad	1		0 OB0100-05G	Space
0f1bfff9-e97c-44ee-b536-1128242460ad	1		1 OB1000-05G	Space
0f1bfff9-e97c-44ee-b536-1128242460ad	1		2 OB1900-05G	Space
119db9ae-3c5a-4df3-9b5f-ab79ad6feb33	1		2 B1704-01A	AreaDivision
13767c0e-0906-4f27-81a2-de2f90073d25	1		0 OB2500-01G	AreaDivision

C_ElementID	C_LowerStoryID	Name	Area	TotalEdgeLength	LateralArea	列1	列2
03b6046d-aecf-427a-893f-a91943bf40ec	71aeeedbf-895e-448c-bb38-8a192a4483a4	実験室	5.56	9500.00	39.42	AreaDivision	1F
055e2fc3-17aa-46b4-924e-b25f38f4ea2a	71aeeedbf-895e-448c-bb38-8a192a4483a4	実験室	9.52	12471.07	31.43	Space	1F
0f1bfff9-e97c-44ee-b536-1128242460ad	71aeeedbf-895e-448c-bb38-8a192a4483a4	倉庫	7.68	11518.00	31.10	Space	1F
119db9ae-3c5a-4df3-9b5f-ab79ad6feb33	71aeeedbf-895e-448c-bb38-8a192a4483a4	実験室	247.22	63010.00	261.49	AreaDivision	1F
13767c0e-0906-4f27-81a2-de2f90073d25	71aeeedbf-895e-448c-bb38-8a192a4483a4	共用WC周り	19.91	2032.00	83.96	AreaDivision	1F
1725067c-8508-4efa-b0be-1eab617b753f	71aeeedbf-895e-448c-bb38-8a192a4483a4	外壁区画	824.36	124580.00	517.01	AreaDivision	1F
17766c80-37e8-4fa2-98c6-139831f0c1e0	71aeeedbf-895e-448c-bb38-8a192a4483a4	外壁区画	824.36	124580.00	517.01	AreaDivision	1F
1da3e690-c52c-4838-aff0-f73b72835010	71aeeedbf-895e-448c-bb38-8a192a4483a4	実験室	59.57	31798.14	131.96	AreaDivision	1F
368f2c4e-3601-4a95-9070-577f9bcf635e	71aeeedbf-895e-448c-bb38-8a192a4483a4	実験室	247.22	63010.00	261.49	AreaDivision	1F
3b936113-6a7e-455b-ac27-9a4df7137079	71aeeedbf-895e-448c-bb38-8a192a4483a4	ポンペ庫	3.51	8243.20	34.21	AreaDivision	1F

C_ElementID	C_UpperStoryID	C_LowerStoryID	C_CreationDate	C_UpdatedDate	Name
1725067c-8508-4efa-b0be-1eab617b753f	71aeeedbf-895e-448c-bb38-8a192a4483a4	71aeeedbf-895e-448c-bb38-8a192a4483a4	2023/2/20 10:55	2023/2/20 10:55	外壁区画
81d611e7-59eb-4787-a282-514e3121218a	71aeeedbf-895e-448c-bb38-8a192a4483a4	71aeeedbf-895e-448c-bb38-8a192a4483a4	2023/2/20 10:55	2023/2/20 10:55	外壁区画
5db1b614-3200-4dad-8363-2fa9757b5adb	71aeeedbf-895e-448c-bb38-8a192a4483a4	71aeeedbf-895e-448c-bb38-8a192a4483a4	2023/2/20 10:55	2023/2/20 10:55	外壁区画
94be11c0-1fce-49cb-a076-00c516471339	71aeeedbf-895e-448c-bb38-8a192a4483a4	71aeeedbf-895e-448c-bb38-8a192a4483a4	2023/2/20 10:55	2023/2/20 10:55	外壁区画
e8a75bd9-191a-4aa5-a732-0fd88663a209	71aeeedbf-895e-448c-bb38-8a192a4483a4	71aeeedbf-895e-448c-bb38-8a192a4483a4	2023/2/20 10:55	2023/2/20 10:55	外壁区画
17766c80-37e8-4fa2-98c6-139831f0c1e0	71aeeedbf-895e-448c-bb38-8a192a4483a4	71aeeedbf-895e-448c-bb38-8a192a4483a4	2023/2/20 10:55	2023/2/20 10:55	外壁区画
368f2c4e-3601-4a95-9070-577f9bcf635e	71aeeedbf-895e-448c-bb38-8a192a4483a4	71aeeedbf-895e-448c-bb38-8a192a4483a4	2023/2/20 10:55	2023/2/20 10:55	実験室
dc0827e8-bb44-4c50-b1e0-64c2f825bf5d	71aeeedbf-895e-448c-bb38-8a192a4483a4	71aeeedbf-895e-448c-bb38-8a192a4483a4	2023/2/20 10:55	2023/2/20 10:55	事務室
d598967e-5478-4bab-ab8a-5ae573295c79	71aeeedbf-895e-448c-bb38-8a192a4483a4	71aeeedbf-895e-448c-bb38-8a192a4483a4	2023/2/20 10:55	2023/2/20 10:55	実験室

3-1-3 課題分析等の結果

(1)オブジェクト ID の分析

維持管理 BIM において定義されるオブジェクト ID を図 3-1-9 に示す。

FM マスタでは連携 ID、GLOOBE では DataMining ID、FM 分類 ID では分類 ID という名称で定義されていることがわかる。

FMマスタ例

連携ID	大分類	中分類	小分類	単位	数量列名称	単価	更新周期	更新単価係数	修繕周期	修繕率	修繕単価係数	台帳区分
A0101-01A	外部仕上	屋上床	アスファルト防水(保護層有) 押入コンクリート	㎡	Area	¥8,869.00	30.00	1.707	5.00	0.05	1.707	外部仕上台帳

GLOOBE ID例

DataMiningID	Level0Class	Level1Class	Level2Class	Level3Class	Unit	UnitFld
D0601-01C	修繕	改修電気	直流電源	整流器盤 アルカリ電池150Ah用	式	Count

FM分類ID例

分類ID	割当分類	GLOOBE分類	大分類	中分類	小分類	単位
107020A	メイン項目	外装屋根	建築	バルコニー	手すり	m
101060A	メイン項目	外装屋根付随	建築	屋根	トップライト	箇所
103010A	メイン項目	外装屋根付随	建築	ひさし(車寄せ)及びとい	防水層及び保護層、金属葺、アス	㎡
106010A	メイン項目	外装金物 錠り	建築	屋外階段	仕上げ及び構造体	階
106020A	メイン項目	外装金物 錠り	建築	屋外階段	手すり	m
109010A	メイン項目	外装金物 錠り	建築	エキスパンションジョイント 金物	エキスパンションジョイント 金物	箇所
116010A	追加項目1	外装金物 錠り	建築	構造体及び基礎	建物周及び建物本体	m
120210A	メイン項目	外装壁仕上	建築	外壁	コンクリート打放し仕上げ	㎡

図 3-1-9 BELCA 分類を使った各種 FM 分類 ID

これらについて次の手順により共通 ID で紐づけていくことが必要になる。

- ①スペースを区分するための入力規則を作成する。
- ②入力規則に則ってスペースを区分し、GLOOBE 用修繕マスタ (CSV) を作成する。
- ③CSV を GLOOBE 用 FM 分類管理に取り込む。
- ④GLOOBE 部材 (スペース) に分類 ID に紐付ける。
- ⑤分類後、GLOOBE Viewer を書き出し、FM-Integration の FM 分類 ID (修繕単価) にインポートする。
- ⑥FM-Integration 用の修繕単価マスタが作成される。

スペースを用途別に区分するための入力規則例

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	運用
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	内部階仕切	用途区画	階	階名称	床面積	B	追加2

GLOOBE用 修繕マスタ例

DataMining	Level0Class	Level1Class	Level2Class	Level3Class	Unit	UnitFld
OB0100-0	修繕	建築	内部床仕上げ	共用WC (30㎡以下)	㎡	Area
OB0100-0	修繕	建築	内部床仕上げ	共用WC (30㎡以上)	㎡	Area
OB0100-0	修繕	建築	内部床仕上げ	事務室	㎡	Area
OB0100-0	修繕	建築	内部床仕上げ	実験室	㎡	Area
OB0100-0	修繕	建築	内部床仕上げ	倉庫	㎡	Area
OB0100-0	修繕	建築	内部床仕上げ	ボンベ庫	㎡	Area

GLOOBE用 FM分類管理例

分類ID	割当分類	GLOOBE分類	大分類	中分類	小分類	単位
OA1400-02G	追加項目1	内装スペース	建築	外部建具	建物用途別 (事務利用用途)	㎡
OA2300-01G	メイン項目	内装スペース	建築	外部壁	壁・シリング・ノンスリップ・手摺グレーチング・マンホール	㎡
OB0100-01G	メイン項目	内装スペース	建築	内部床仕上げ	共用WC (30㎡以下)	㎡
OB0100-02G	メイン項目	内装スペース	建築	内部床仕上げ	共用WC (30㎡以上)	㎡
OB0100-03G	メイン項目	内装スペース	建築	内部床仕上げ	事務室	㎡
OB0100-04G	メイン項目	内装スペース	建築	内部床仕上げ	実験室	㎡
OB0100-05G	メイン項目	内装スペース	建築	内部床仕上げ	倉庫	㎡
OB0100-06G	メイン項目	内装スペース	建築	内部床仕上げ	ボンベ庫	㎡

FM-Integration用 マスタ例

FM分類ID	台帳区分	大分類	中分類	小分類	単位	数量列名称	単価	更新周期	更新単価係数	修繕周期	修繕率	修繕単価係数
OB0100-01G	内部仕上台帳	建築	内部床仕上げ	共用WC (30㎡以下)	㎡	Area	4,726	30	1.95	10	0.03	1.95
OB0100-02G	内部仕上台帳	建築	内部床仕上げ	共用WC (30㎡以上)	㎡	Area	0	30	1.95	10	0.03	1.95
OB0100-03G	内部仕上台帳	建築	内部床仕上げ	事務室	㎡	Area	4,421	30	1.95	10	0.03	1.95
OB0100-04G	内部仕上台帳	建築	内部床仕上げ	実験室	㎡	Area	5,260	30	1.95	10	0.03	1.95
OB0100-05G	内部仕上台帳	建築	内部床仕上げ	倉庫	㎡	Area	5,140	30	1.95	10	0.03	1.95
OB0100-06G	内部仕上台帳	建築	内部床仕上げ	ボンベ庫	㎡	Area	5,140	30	1.95	10	0.03	1.95

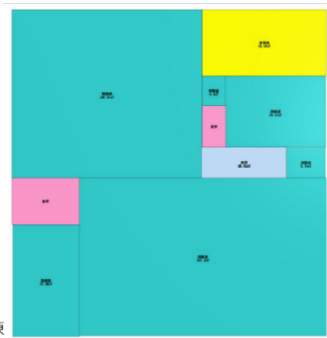
図 3-1-10 スペースを使った各種 FM 分類 ID

(2) GLOOBE によるスペースの割り当て

まずは従来手法でモデリングした GLOOBE の室名に最も近い情報をスペースに割り当てる。図 3-1-11 のように各室名を下記のように分割し、仕上げ・仕様が大きく外れない範囲で分類、割り当てをおこなう。

技術研究所の対象施設である材料実験棟には専門的な実験をおこなう諸室が設けられている。これらの室にスペースを割り当てる際に、仕上げ・仕様・設備機器に近似性のある 4 室に割り当てる。ここでは実験室、事務室、倉庫、共有スペースとした。この割り当て方は、アウトプットの数値を見ただけで試行錯誤が必要となる。

スペース	室名	床 仕上げ	床 中木・高	壁		天井	
				下地	仕上	下地	仕上
実験	コンクリート混練室1	防塵塗装	無地RC=150の上、床材仕上・430	断熱パネルt=40	EP-G塗装	LGS下地+GBt=12.5+スタロパネルK=50+ケイカル板t=6	EP-G塗装
	コンクリート混練室2	防塵塗装	無地RC=150の上、床材仕上・430	断熱パネルt=40	EP-G塗装	断熱パネルt=40	—
	前室	防塵塗装	ソフト巾木・60	LGS下地 GBt12.5+ケイカル板t=6	EP-G塗装	LGS下地	化粧GBt=9.5
	岩石試験室	防塵塗装	無地RC=150の上、床材仕上・430	LGS下地 GBt12.5+ケイカル板t=6	EP-G塗装	LGS下地	不燃化粧GBt=9.5
	土質試験室	防塵塗装	ソフト巾木・60	LGS下地 GBt12.5+ケイカル板t=6	EP-G塗装	LGS下地	不燃化粧GBt=9.5
	岩石試料作成室	防塵塗装	無地RC=150の上、床材仕上・430	LGS下地 不燃耐水GB12.5+ケイカル板t=6	EP-G塗装	LGS下地+GBt=12.5	岩綿吸音板t=12
	多目的コンクリート実験室	防塵塗装	無地RC=150の上、床材仕上・430	LGS下地 GBt12.5+ケイカル板t=6	EP-G塗装	直天	梁 SOP塗装
コンクリート養生室	ビニル床シートt=20	床同材立上・100	LGS下地 GBt12.5+ケイカル板t=6	EP-G塗装	LGS下地+GBt=12.5+スタロパネルK=50+ケイカル板t=6	EP-G塗装	
長さ変化測定室	ビニル床シートt=20	ソフト巾木・60	LGS下地 GBt12.5+ケイカル板t=6	EP-G塗装	LGS下地+GBt=12.5+スタロパネルK=50+ケイカル板t=6	EP-G塗装	
分析 (事務所)	分析室前室	ビニル床シートt=20	ソフト巾木・60	LGS下地 GBt12.5+ケイカル板t=6	EP-G塗装	LGS下地	化粧GBt=9.5
	分析室	ビニル床シートt=20	ソフト巾木・60	LGS下地 GBt12.5+ケイカル板t=6	EP-G塗装	LGS下地	化粧GBt=9.5
倉庫	機材倉庫	防塵塗装	無地RC=150の上、床材仕上・430	LGS下地 GBt12.5+ケイカル板t=6	EP-G塗装	LGS下地	化粧GBt=9.5
	粉体保管庫	防塵塗装	無地RC=150の上、床材仕上・430	LGS下地 GBt12.5+ケイカル板t=6	EP-G塗装	LGS下地	化粧GBt=9.5
共有	廊下 WC(M)	ビニル床シートt=20	ソフト巾木・60	LGS下地 GBt=12.5+9.5	EP-G塗装	LGS下地	化粧GBt=9.5
	WC(W)	ビニル床シートt=20	SUS複合・60	LGS下地 耐水GBt=12.5+9.5	EP-G塗装	LGS下地	化粧GBt=9.5
対象外	ボンベ庫	コンクリート金ゴテ押え	—	CBt=150	素地	ルーフデッキ	表し
	資材庫東・資材庫西	コンクリート金ゴテ押え	—	CBt=150	素地	ルーフデッキ	表し



材料実験棟

各室を4つに分割

スペース	室名	床 仕上げ	BELCA分類		壁 仕上	天井		BELCA分類		
			番号	建設単価		番号	建設単価	番号	建設単価	
実験室	コンクリート混練室1	防塵塗装	20601③	2,920	EP-G塗装	21402②	1,410	不燃化粧GBt=9.5	22101	1,160
	コンクリート混練室2									
	前室									
	岩石試験室									
	土質試験室									
	岩石試料作成室									
	多目的コンクリート実験室									
コンクリート養生室										
長さ変化測定室										
分析 (事務室)	分析室前室	ビニル床シートt=20	20404	2,010	EP-G塗装	21402②	1,410	化粧GBt=9.5	22101	1,160
分析室	ビニル床シートt=20	20404	2,010	EP-G塗装	21402②	1,410	化粧GBt=9.5	22101	1,160	
倉庫	機材倉庫	防塵塗装	20601③	1,400	EP-G塗装	21402②	1,410	化粧GBt=9.5	22101	1,160
	粉体保管庫									
共有	廊下 WC(M)	ビニル床シートt=20	20404	2,010	EP-G塗装	21402②	1,410	化粧GBt=9.5	22101	1,160
	WC(W)									

図 3-1-11 各部屋をスペースに割り当てる

(3) 超データマイニング★

このようにして構築されたスペースによる GLOOBE モデルに対して、従来とは異なるアプローチでデータマイニングをおこなう。通常のデータマイニングは、オブジェクトごとに部材や機器を割り当ててマイニングをおこなうが、今回は個々に割り当てるのではなく、フロア単位に概算化したデータを紐づけていく。

そのため、予め BELCA 分類から抽出して構築したマイニングマスタを基にして新たな分類定義をおこなう。発注者としては、データマイニングに必要な情報の提供と共に EIR に定義する必要がある。

【従来のデータマイニング】

部屋ごと（スペース）に機器を割り当て、マイニングする。



スペース名	室名	機器番号	機器名	室番号	機種	BELCA分類	小分類
ネットワーク設備室1	AC-1	0016	ネットワークスイッチ	0016	NEC	ネットワークスイッチ	ネットワークスイッチ
	DC-1	0017	電源装置	0017	NEC	電源装置	電源装置
	UPS-1	0018	UPS装置	0018	NEC	UPS装置	UPS装置
	AC-2	0019	ネットワークスイッチ	0019	NEC	ネットワークスイッチ	ネットワークスイッチ
ネットワーク設備室2	AC-1	0020	ネットワークスイッチ	0020	NEC	ネットワークスイッチ	ネットワークスイッチ
	DC-1	0021	電源装置	0021	NEC	電源装置	電源装置
	UPS-1	0022	UPS装置	0022	NEC	UPS装置	UPS装置
	AC-2	0023	ネットワークスイッチ	0023	NEC	ネットワークスイッチ	ネットワークスイッチ
事務	AC-1	0024	空調機	0024	三菱	空調機	空調機
	DC-1	0025	電源装置	0025	NEC	電源装置	電源装置
	UPS-1	0026	UPS装置	0026	NEC	UPS装置	UPS装置
	AC-2	0027	ネットワークスイッチ	0027	NEC	ネットワークスイッチ	ネットワークスイッチ
受付待合室	AC-1	0028	空調機	0028	三菱	空調機	空調機
	DC-1	0029	電源装置	0029	NEC	電源装置	電源装置
	UPS-1	0030	UPS装置	0030	NEC	UPS装置	UPS装置
	AC-2	0031	ネットワークスイッチ	0031	NEC	ネットワークスイッチ	ネットワークスイッチ
受付待合室	AC-1	0032	空調機	0032	三菱	空調機	空調機
	DC-1	0033	電源装置	0033	NEC	電源装置	電源装置
	UPS-1	0034	UPS装置	0034	NEC	UPS装置	UPS装置
	AC-2	0035	ネットワークスイッチ	0035	NEC	ネットワークスイッチ	ネットワークスイッチ

【簡易なデータマイニング】

設備を個々にマイニングするのではなく、フロア単位の概念として考える。



図 3-1-12 BELCA 分類から抽出して構築したマイニングマスタから分類定義する

(4)BELCA 分類のカスタマイズ

但し図 3-1-13 のような従来の BELCA 分類を歩掛単価に置き換えてデータマイニングをおこなう手法では満足できないことがわかった。近いオブジェクトが割り当てられない、実勢と大きく異なる、特殊な部材など、分類を新たに定義してカスタマイズする必要がある。

該当BELCA分類があるとき

分類ID	種別	名称	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5	大分類	中分類	FM分類	小分類	単位
A1301-01B	建具	両開き戸	スチール	両開き				建築	外部スチール建具	スチール製建具		㎡
A1301-01B	建具	親子開き戸	スチール	親子				建築	外部スチール建具	スチール製建具		㎡

BELCA分類の該当項目をFM分類に割り当てる。

DataMiningID	LevelIOClass	LevelI Class	Level2Class	Level3Class	Unit	UnitFld
A1302-01B	修繕	建築	ALCパネル、押出成型セメント	押出成型セメント板	㎡	Area
A1303-01B	修繕	建築	ALCパネル、押出成型セメント	スレート板	㎡	Area
A1401-01B	修繕	建築	外部アルミ建具	アルミ製建具	㎡	Area
A1501-01B	修繕	建築	外部スチール建具	スチール製建具	㎡	Area
A1601-01B	修繕	建築	外部ステンレス建具	ステンレス製建具	㎡	Area

該当BELCA分類がないとき

分類ID	種別	名称	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5	大分類	中分類	FM分類	小分類	単位
対象外	設備	既設地熱ファンコイル	空調設備機器					---	---	---	---	---
E1709-02A-OKU	設備	両翼型速達センサ（バルス）	空調設備機器	電気設備	遠温度計測器	両速計		新設空調	その他機器	自然換気計測器類		個
E1709-02A-OKU	設備	降雨強度センサ	空調設備機器	空調設備機器	遠温度計測器	センサ		新設空調	その他機器	自然換気計測器類		個
E1709-03A-OKU	設備	百葉箱	空調設備機器	遠温度計測器				新設空調	その他機器	百葉箱		個

BELCA分類に該当項目を追加（カスタマイズ）し、FM分類に割り当てる。

新たに追加

DataMiningID	LevelIOClass	LevelI Class	Level2Class	Level3Class	Unit	UnitFld
F0101-01B	修繕	既設衛生	水槽	水槽(FRP製)パネル単板、基	Count	
F0101-01A	修繕	新設衛生	水槽	水槽(FRP製)パネル単板、基	Count	
E1709-03A-OKU	修繕	新設空調	その他機器	百葉箱	Count	
E1709-02A-OKU	修繕	新設空調	その他機器	自然換気計測器類	Count	
E1709-01A-OKU	修繕	新設空調	その他機器	室内温湿度センサ	Count	

図 3-1-13 BELCA 分類の有無によるカスタマイズ

(5) マスタデータの整備★

今回構築したマイニングデータをマスタデータとして整備する。GLOOBEにおいて、スペースや用途区画として入力したオブジェクトに適用するための概算データマイニングマスタデータを作成し、床面積、側面積、周長、個数などに応じてBELCA分類から作成した単価、周期、係数などを割り当てる。発注者としては、建物管理において蓄積されたデータベースからこれらの情報を分析、提供することが必要である。

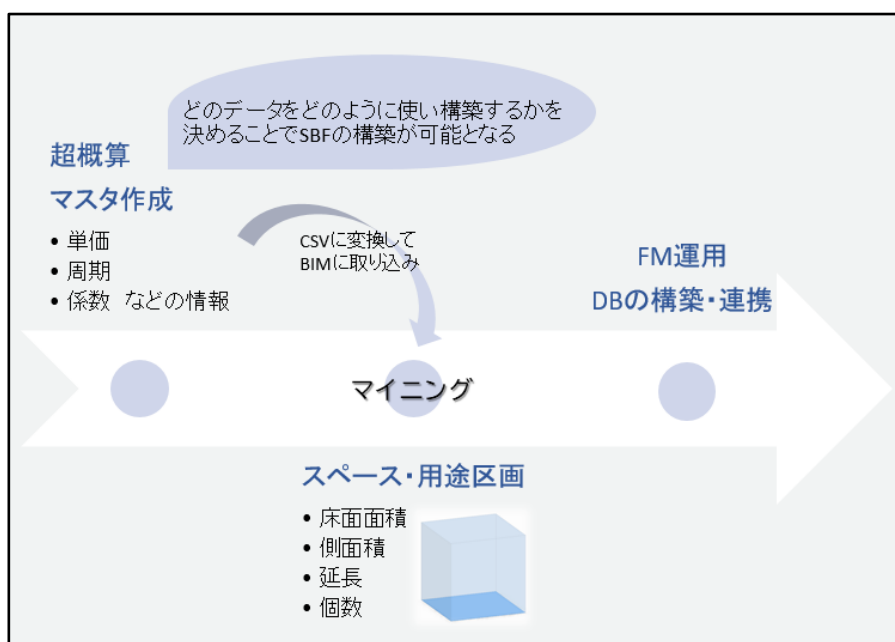


図 3-1-14 マスタデータの整備フロー

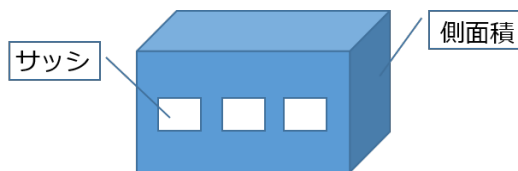
(6 概算データマイニングの考え方 1

GLOOBEのスペースと用途区画を活用しておこなう概算データマイニングには3つのフェーズがあり、今回の検証対象はGLOOBEのスペースと用途区画を活用するフェーズ2とした。その考え方を図3-1-15に示す。

	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を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検討手間なくできる概算を目指した最小限LODを選定した検証(フェーズ1・2との比較)

図 3-1-15 概算データマイニングの各フェーズについて

また、具体的なデータマイニングの方法としては GLOBE のオブジェクトリストの面積や側面積と BELCA 単価より歩掛係数を計算し、1 m²あたりの単価を算出する。



- ・側面積と外部サッシの割合を考える。(按分)
- ・側面積 600 m²につき、建具 (AW) は 20 m²、建具 (SD) は 5 m²
- ・BELCA 単価×外部サッシ面積割合=歩掛係数

$$81,412.04 \times 0.04 = 3,256.48 \approx 3,250$$

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			更新耐用年数	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	外部サッシ建具	01	スチール製建具	m ²	片開き扉	25	30	35	50	1.484	付属金物交換	5	0.150	0.358
建築別途 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	備考欄①
対象部位	両面75サッシ片開きドア	138,400	0.588	=	81,412	業者見積
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	

図 3-1-16 BELCA 単価を使った歩掛係数算出例

(7) 概算データマイニングの考え方 2

概算データマイニングにおける歩掛数量の算出方法 (例: 内部間仕切) を下記に示す。

①GLOBE のオブジェクトリストにより各種部材の数量や床面積等を算出する。

階	基本		FM連携		参考集計値
	名称	記号	メイン項目	表面積 (内) (m ²)	
R	C-100×50×20×3.2	外壁	対象外	52.39	
	C-100×50×20×3.2	外壁	対象外	46.89	
	C-100×50×20×3.2	外壁	対象外	48.67	
1F	C-100×50×20×3.2	外壁	対象外	37.58	
	押出成形セメント板 t=60(縦張リ)	外壁	A1302-01B	55.01	
	C-100×50×20×3.2	外壁	対象外	60.63	
	RC t=150	外壁	対象外	6.94	
	CB C種 150mm	外壁	対象外	7.68	
	CB C種 150mm	外壁	対象外	7.67	
	CB C種 150mm	外壁	対象外	13.40	
	RC t=150	外壁	対象外	0.25	
	C-100×50×20×3.2	外壁	対象外	1.63	
	C-100×50×20×3.2	外壁	対象外	22.98	
	CB C種 150mm	外壁	対象外	7.94	
	CB C種 150mm	外壁	対象外	7.94	
	CB C種 150mm	外壁	対象外	10.37	
	C-100×50×20×3.2	外壁	対象外	26.13	
	C-100×50×20×3.2	外壁	対象外	57.68	
	押出成形セメント板 t=60(縦張リ)	外壁	A1302-01B	69.89	
	押出成形セメント板 t=60(縦張リ)	外壁	A1302-01B	52.42	
RC t=150	外壁	対象外	7.57		
RC t=150	外壁	対象外	4.09		
壁総合計				1653.02	
外壁合計				606.75	
内間仕切合計				1046.27	

材料実験棟の内部間仕切面積算出

階	基本		参考集計値
	名称	面積(m ²)	
1F	コンクリート混練室 2	60.41	
	コンクリート混練室 1	114.56	
	岩石試験室	94.67	
	岩石試料作成室	66.49	
	土質試験室	25.28	
	多目的コンクリート実験室	245.19	
	分析室前室	5.99	
	分析室	56.30	
	前室	10.94	
	粉体保管庫	7.68	
	廊下	7.85	
	WC	5.22	
	WC	4.39	
	コンクリート養生室	50.46	
	長さ変化測定室	9.39	
	資材庫西	15.47	
資材庫東	8.76		
ポンパ庫	3.50		
機材倉庫	24.30		
延床面積		816.85	

材料実験棟床面積

図 3-1-17 材料実験棟の間仕切り・床面積の算出

②BELCA 分類で更新周期や単価等、データマイニングに必要な情報を調べる。

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W							
																							更新			修繕 (Bの更新周期による)			
																							更新周期			修繕内容	修繕周期	対象数量係数	修繕単価係数
21503	2	内部仕上	15	内壁ボード張り	03	ガラスボード	㎡	厚25mm 32Kg/m2	40	40	40	50	1.710	部分修繕	10	0.030	1.710												
21601			16	内壁ボード張り	01	ボード	㎡	量産品	8	10	15	50	2.331	部分修繕	5	0.030	2.331												
21602					02	化粧塩ビシート	㎡		15	20	25	50	2.127	部分修繕	5	0.030	2.127												
21701			17	内壁下地	01	ALC板	㎡	厚150mm	50	50	50	50	1.915	修繕なし	-	-	-												
21706	2	内部仕上	17	内壁下地	06	石膏ボード	㎡	石膏ボード、厚12.5mm不燃	25	30	35	50	2.087	部分修繕	10	0.030	2.087												

2. 更新時の単価係数									
部位・部材名称	単価 a	副資材等使用係数 b	金額 c	×	割増係数 d	=	更新単価 c'		
対象部位	石膏ボード張り		980	×	1.20	=	1,176		
付帯材・工								(破線内は1. 建設費と同様)	
付帯材・工									
付帯材・工									
付帯材・工									
付帯材・工	解体費	500 × 1.000	500	×	-	=	500		
付帯材・工	発生材処分費	30,800 × 0.012	370	×	-	=	370	混合廃棄物	
更新単価P2 (c'の合計)			2,046						
更新単価係数 (P2÷P1)			2.087						

図 3-1-18 BELCA 分類による材料実験棟間仕切りの分類定義

③数量、面積、BELCA 分類の単価を鑑みて維持管理分類の単価を算出する。

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
OA1001-01G	修繕	建築	外部塗膜仕上	吹付け仕上げ(薄付け仕上塗材) 下地込み	㎡	LateralArea	¥5,556.00	30	2.249	5	0.05	1.411	外部仕上台帳
OA1005-01G	修繕	建築	外部塗膜仕上	耐候性塗料塗り (DP) 下地込み	㎡	LateralArea	¥6,304.00	30	1.469	5	0.05	1.448	外部仕上台帳
OA1006-01G	修繕	建築	外部塗膜仕上	塗膜 (一般塗料) (SOP)	㎡	LateralArea	¥1,732.00	5	1.634				外部仕上台帳
OA1008-01G	修繕	建築	外部塗膜仕上	撥水材、疎水材	㎡	LateralArea	¥3,171.00	15	1.148	5	0.05	1.148	外部仕上台帳
OA1200-01G	修繕	建築	カーテンウォール	金属製カーテンウォール (アルミ製)	㎡	LateralArea	¥0.00	40	1.311	10	1	0.294	外部仕上台帳
OA1400-01G	修繕	建築	外部建具	建物用途別 (研究所用途)	㎡	LateralArea	¥2,886.00	40	1.512	5	0.15	0.589	建具台帳
OA1400-02G	修繕	建築	外部建具	建物用途別 (事務所用途)	㎡	LateralArea	¥0.00	40	1.512	5	0.15	0.589	建具台帳
OA1400-03G	修繕	建築	内部間仕切	建物用途別 (研究所用途)	㎡	LateralArea	¥2,650.00	30	2.087	10	0.03	2.087	内部仕上台帳
A2101-01A	修繕	外部仕上	外部天井材 剥張り	天井材 剥り上げ、剥り剥	㎡	Area	¥10,683.00	40	1.353	10	0.05	1.353	建具台帳

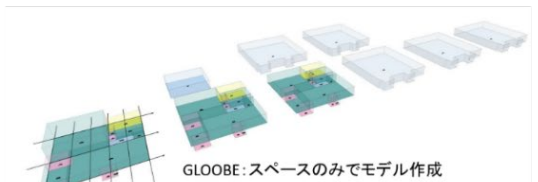
図 3-1-19 維持管理分類単価の算出例

(8) 概算データマイニングの考え方 3

設備機器の概算データマイニングの考え方を図 3-1-20、図 3-1-21 に示す。設備機器についても建築部材の算出と同様に考える。図のように先に各部屋の設備機器の単価を BELCA で調べて整理しておくこと、その後の作業を効率よくおこなうことができる。

スペース名	室名	機器番号	機器名	BELCA分類			
				番号	単価	小分類	
実験	コンクリート混練室1	AC-7-1	中温用エアコン天井ダクト形	50706	183,170	ビル用マルチエアコン(屋内機)	
		DS-1	屋内設置型電気集塵機	51301	760,000	電気集塵機	
		HEX-3	全熱交換器	50802	942,400	全熱交換器(回転型)	
		AF-1	エアークリーンファン	50903	1,191,169	軸流ファン	
		AF-2	エアークリーンファン	50903	1,191,169	軸流ファン	
		WHE-1	電気貯湯式給湯器 30L				
	コンクリート混練室2	AC-8-1	中温用エアコン天井ダクト形	50706	183,170	ビル用マルチエアコン(屋内機)	
		AC-9-1	低温用エアコン 庫内ユニット	50706	183,170	ビル用マルチエアコン(屋内機)	
		FH-1	天井型高圧用電熱式ファンヒーター	50713	115,150	電気ヒーター	
		DS-1	屋内設置型電気集塵機	51301	760,000	電気集塵機	
		AC-1-1	天井埋込ダクト型外気処理ユニット	50706	183,170	ビル用マルチエアコン(屋内機)	
		EF-10	ストレートシロッコファン	50910	66,105	ストレートシロッコファン(屋内)	
	機材倉庫	EF-11	天井扇	50905	21,735	天井扇	
		OF-1	ストレートシロッコファン	50910	66,105	ストレートシロッコファン(屋内)	
		OF-9	ストレートシロッコファン	50910	66,105	ストレートシロッコファン(屋内)	
		EF-2	ストレートシロッコファン	50910	66,105	ストレートシロッコファン(屋内)	
		WHE-4	電気貯湯式給湯器 10L	60503(1)	111,317		
		AC-3-1	天井埋込ダクト型	50706	183,170	ビル用マルチエアコン(屋内機)	
	岩石試験室	AC-4-1	天井埋込カセット型(4方向)	50706	183,170	ビル用マルチエアコン(屋内機)	
		AC-4-2	天井埋込カセット型(4方向)	50706	183,170	ビル用マルチエアコン(屋内機)	
		OF-5	ストレートシロッコファン	50910	66,105	ストレートシロッコファン(屋内)	
		EF-4	ストレートシロッコファン	50910	66,105	ストレートシロッコファン(屋内)	
		EF-6	ストレートシロッコファン	50910	66,105	ストレートシロッコファン(屋内)	
		AC-4-3	天井埋込カセット型(4方向)×2	50706	183,170	ビル用マルチエアコン(屋内機)	
土質試験室	EF-3	天井扇	50905	21,735	天井扇		
	WHE-2	電気貯湯式給湯器 20L	60503(1)	111,317	貯湯式電気湯沸器 貯湯量20L		
	RF-1	ルーファン(建築工事)					
	多目的コンクリート実験室	AC-6-1	中温用エアコン天井ダクト形	50706	183,170	ビル用マルチエアコン(屋内機)	
	コンクリート養生室						
	長さ変化測定室						
分析(事務所)	分析室前室						
	分析室	AC-2-1	天井埋込カセット型(4方向)×2	50706	183,170	ビル用マルチエアコン(屋内機)	
		DS-1	ドラフトチャンバー				
		HEX-1	全熱交換器	50802	942,400	全熱交換器(回転型)	
		OF-8	ストレートシロッコファン	50910	66,105	ストレートシロッコファン(屋内)	
		WHE-2	電気貯湯式給湯器 25L	60503(2)	139,685	貯湯式電気湯沸器 貯湯量40L	
倉庫	前室	AC-11-1	壁掛型ルームエアコン	50708	273,191	ルームエアコン	
	粉体保管庫	DM-1	小型除湿機 天井インバータータイプ				
	資材庫東・資材庫西 ポンペ庫						
共有	廊下	EF-7	ストレートシロッコファン	50910	66,105	ストレートシロッコファン(屋内)	
	WC(M)	WHE-3	電気貯湯式給湯器 20L	60503(1)	111,317	貯湯式電気湯沸器 貯湯量20L	
		WHE-5	電気貯湯式給湯器 3L	60619	92,172	自動水栓一体型小型電気温水器	
				60601	78,409	大便器	
	WC(W)			60602	83,570	小便器	
				60603	59,841	洗面器	
WHE-5		電気貯湯式給湯器 3L	60619	92,172	自動水栓一体型小型電気温水器		

図 3-1-20 各部屋の設備機器の単価表



GLOBE: スペースのみでモデル作成

【設備】	用途区分	部屋	部屋名	用途	J	メイン
23	空調・衛生	空調	部屋名.3	用途	J	メイン
24	電気	用途区分	部屋名.3	用途	J	追加1
25	衛生・空調	用途区分	部屋名	用途	K	追加1
26	空調	用途区分	部屋名	用途	K	メイン
27	電気配線・配管	用途区分	部屋名	用途	K	追加2
28	配管・排水	用途区分	部屋名	用途	L	
29	消火機器・消火器	用途区分	部屋名	用途	L	
30	火災警報器	用途区分	部屋名	用途	L	
31	監視カメラ	用途区分	部屋名	用途	M	守衛機
32	インターホン	用途区分	部屋名	用途	M	
33	セキュリティ	用途区分	部屋名	用途	M	

モデルオブジェクトをグループごとに分類

区分	名称	数量(m2)	単価(円)	数量(m2)	単価(円)
空調	空調設備	1000	1000	1000	1000
電気	電気設備	2000	2000	2000	2000
衛生	衛生設備	3000	3000	3000	3000
空調	空調設備	4000	4000	4000	4000
電気	電気設備	5000	5000	5000	5000
衛生	衛生設備	6000	6000	6000	6000
空調	空調設備	7000	7000	7000	7000
電気	電気設備	8000	8000	8000	8000
衛生	衛生設備	9000	9000	9000	9000
空調	空調設備	10000	10000	10000	10000
電気	電気設備	11000	11000	11000	11000
衛生	衛生設備	12000	12000	12000	12000
空調	空調設備	13000	13000	13000	13000
電気	電気設備	14000	14000	14000	14000
衛生	衛生設備	15000	15000	15000	15000
空調	空調設備	16000	16000	16000	16000
電気	電気設備	17000	17000	17000	17000
衛生	衛生設備	18000	18000	18000	18000
空調	空調設備	19000	19000	19000	19000
電気	電気設備	20000	20000	20000	20000
衛生	衛生設備	21000	21000	21000	21000
空調	空調設備	22000	22000	22000	22000
電気	電気設備	23000	23000	23000	23000
衛生	衛生設備	24000	24000	24000	24000
空調	空調設備	25000	25000	25000	25000
電気	電気設備	26000	26000	26000	26000
衛生	衛生設備	27000	27000	27000	27000
空調	空調設備	28000	28000	28000	28000
電気	電気設備	29000	29000	29000	29000
衛生	衛生設備	30000	30000	30000	30000

GLOBEで面積算出

ダクト単価	床面積	平米単価	
ダクト合計金額	4,140,000	824.36	5,022.08

給水配管単価	床面積	平米単価	
配管合計金額	¥1,315,000	824.36	¥1,595

給湯配管単価	床面積	平米単価	
配管合計金額	¥992,000	824.36	¥1,082

排水配管単価	床面積	平米単価	
配管合計金額	¥1,734,000	824.36	¥2,103

配線関連単価	床面積	平米単価	
配線関連合計金額	¥23,705,000	824.36	¥28,756

*配線関連はスイッチコンセントなども含む

各設備項目の単価を算出

DataMiningID	LevelID	LevelClass	LevelClass	LevelClass	Unit	数量(m2)	単価	数量(m2)	単価	数量(m2)	単価	数量(m2)	単価	数量(m2)	単価	数量(m2)	単価	
OP0000-070	070	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調
OP1001-010	010	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調
OP1002-010	010	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調
OP1003-010	010	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調
OP1004-010	010	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調
OP1005-010	010	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調
OP1006-010	010	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調
OP1007-010	010	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調
OP1008-010	010	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調
OP1009-010	010	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調
OP1010-010	010	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調	空調

空白項目(単価、更新周期など)を入力

名称	規格・寸法	数量	単位	単価	備考
1. 空調機					
2. 空調機					
3. 空調機					
4. 空調機					
5. 空調機					
6. 空調機					
7. 空調機					
8. 空調機					
9. 空調機					

BELCA、工事内訳書などで単価を調べる

図 3-1-21 設備機器の概算データマイニング例

(9) 概算データマイニング単価の算出

各部屋の総側面積と建具を減算した総面積から補正係数を算出する。

【コンクリート運搬費】

該当部材	BELCA						天井高 (m)	床面積 (㎡)	開口面積	側面積	建具減算 面積	開口のみ 建設金額	建設金額	補正係数	1㎡あたりの単価
	番号	中分類	小分類	寸法・仕様	単価	単価									
床	20601①	内部床 塗床	有機質系塗床材	L# 杉樹脂塗床厚2.0mm	2,920	—	51.5	—	—	—	—	150,380	—	2,920	
壁	21402②	内壁 塗装仕上 (概算)	塗装 (合成樹脂4kg/㎡ペイント)	EP塗り	1,410	2.64	—	8.82	117.0	108.2	12,436	152,534	0.925	1304	
天井	22002②	内部天井 塗装仕上	塗装 (合成樹脂4kg/㎡ペイント)	EP塗り	1,410	—	51.5	—	—	—	—	72,615	—	1,410	

【コンクリート運搬費】

該当部材	BELCA						天井高 (m)	床面積 (㎡)	開口面積	側面積	建具減算 面積	開口のみ 建設金額	建設金額	補正係数	1㎡あたりの単価
	番号	中分類	小分類	寸法・仕様	単価	単価									
床	20601①	内部床 塗床	有機質系塗床材	L# 杉樹脂塗床厚2.0mm	2,920	—	60.42	—	—	—	—	176,426	—	2,920	
壁	21402②	内壁 塗装仕上 (概算)	塗装 (合成樹脂4kg/㎡ペイント)	EP塗り	1,410	2.5	—	8.4	80.1	71.7	11,844	112,941	0.895	1262	
天井	21901	内部天井全面 鉄造り	鉄造り	鉄造り	55,000	—	60.42	—	—	—	—	3,323,100	—	55,000	

実際は鉄造りパネル

【機材倉庫】

該当部材	BELCA						天井高 (m)	床面積 (㎡)	開口面積	側面積	建具減算 面積	開口のみ 建設金額	建設金額	補正係数	1㎡あたりの単価
	番号	中分類	小分類	寸法・仕様	単価	単価									
床	20601①	内部床 塗床	有機質系塗床材	L# 杉樹脂塗床厚2.0mm	2,920	—	24.3	—	—	—	—	70,956	—	2,920	
壁	21402②	内壁 塗装仕上 (概算)	塗装 (合成樹脂4kg/㎡ペイント)	EP塗り	1,410	2.7	—	2.73	117.0	114.3	3,849	161,121	0.977	1377	
天井	22101	内部天井 鉄造り	化粧石膏ボード	厚9.5mm準不燃造り	1,160	—	24.3	—	—	—	—	28,188	—	1,160	

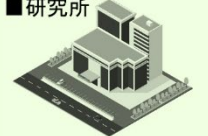
実験室総側面積	734.3	建具減算総面積	662.7	補正係数	0.903	倉庫側面積	117.0	建具減算総面積	114.3	補正係数	0.976667	事務室側面積	118.3	建具減算総面積	97.0	補正係数	0.820
---------	-------	---------	-------	------	-------	-------	-------	---------	-------	------	----------	--------	-------	---------	------	------	-------

図 3-1-22 概算データマイニング単価

(10) 概算用途別データマイニング

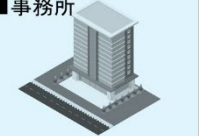
今回作成した研究所用途としてマイニングしたマスタをベースに、事務所、工場、共同住宅など他用途へも展開が可能となる。

■ 研究所




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	㎡	スペース	
OF0807-01B	修繕	衛生	消火機器	消火設備	㎡	スペース	
OF0807-02B	修繕	衛生	消火機器	消火器	㎡	スペース	
OF1004-01B	修繕	衛生	配管類	配管一式	㎡	スペース	
OF0800-01B	修繕	空調	空調	全熱交換機一式	㎡	スペース	
OF0900-01B	修繕	空調	空調	送風機	換気扇一式	㎡	スペース
OF1601-01B	修繕	空調	空調	送風機	換気扇一式	㎡	スペース

■ 事務所




No.	DataMiningID	Level0Class	Level1Class	Level2Class	Level3Class	Unit	UnitNo	
1	F0901-01B	修繕	衛生	消火器	消火器(水素電池式、1.9kg)	個	Count	
2	F0901-02B	修繕	衛生	消火器	消火器(水素電池式、1.9kg)	個	Count	
3	F0901-03B	修繕	衛生	消火器	消火器(水素電池式、1.9kg)	個	Count	
4	F0901-04B	修繕	衛生	消火器	消火器(水素電池式、1.9kg)	個	Count	
5	F0901-05B	修繕	衛生	消火器	消火器(水素電池式、1.9kg)	個	Count	
6	OF0610-01B	修繕	衛生	衛生器具	UB	㎡	Area	
7	OF0807-01B	修繕	衛生	消火機器	消火設備	㎡	Area	
8	OF0807-02B	修繕	衛生	消火機器	消火器	㎡	Area	
9	OF1004-01B	修繕	衛生	配管類	配管一式	㎡	Area	
10	OF0800-01B	修繕	空調	空調	全熱交換機一式	㎡	Area	
11	OF0900-01B	修繕	空調	空調	送風機	換気扇一式	㎡	Area
12	OF1601-01B	修繕	空調	空調	送風機	換気扇一式	㎡	Area

■ 工場



No.	DataMiningID	Level0Class	Level1Class	Level2Class	Level3Class	Unit	UnitNo	
13	OF0610-01B	修繕	衛生	衛生器具	UB	㎡	Area	
14	OF0807-01B	修繕	衛生	消火機器	消火設備	㎡	Area	
15	OF0807-02B	修繕	衛生	消火機器	消火器	㎡	Area	
16	OF1004-01B	修繕	衛生	配管類	配管一式	㎡	Area	
17	OF0800-01B	修繕	空調	空調	全熱交換機一式	㎡	Area	
18	OF0900-01B	修繕	空調	空調	送風機	換気扇一式	㎡	Area
19	OF1601-01B	修繕	空調	空調	送風機	換気扇一式	㎡	Area

■ 共同住宅



No.	DataMiningID	Level0Class	Level1Class	Level2Class	Level3Class	Unit	UnitNo	
20	OF0610-01B	修繕	衛生	衛生器具	UB	㎡	Area	
21	OF0807-01B	修繕	衛生	消火機器	消火設備	㎡	Area	
22	OF0807-02B	修繕	衛生	消火機器	消火器	㎡	Area	
23	OF1004-01B	修繕	衛生	配管類	配管一式	㎡	Area	
24	OF0800-01B	修繕	空調	空調	全熱交換機一式	㎡	Area	
25	OF0900-01B	修繕	空調	空調	送風機	換気扇一式	㎡	Area
26	OF1601-01B	修繕	空調	空調	送風機	換気扇一式	㎡	Area

研究所用 約100項目

図 3-1-23 用途別概算データマイニング

建物用途	対象部屋名	スペース名	必要な維持管理項目	仕上げ種類
事務所	事務室	一般執務スペース	床仕上げ	タイルカーペット
			壁仕上げ	塗装（合成樹脂エマルジョンペイント）_EP塗り
			天井仕上げ	塗装（合成樹脂エマルジョンペイント）_EP塗り
	会議室	会議応接スペース	床仕上げ	タイルカーペット
			壁仕上げ	クロス
			天井仕上げ	クロス
	応接室	会議応接スペース	床仕上げ	タイルカーペット
			壁仕上げ	
	WC	水廻り	床仕上げ	ビニル床シート
			壁仕上げ	塗装（合成樹脂エマルジョンペイント）_EP塗り
			天井仕上げ	塗装（合成樹脂エマルジョンペイント）_EP塗り
	廊下	動線	床仕上げ	ビニル床シート
			壁仕上げ	塗装（合成樹脂エマルジョンペイント）_EP塗り
			天井仕上げ	SOP塗装
	機械室	設備スペース	床仕上げ	無機質系塗床材
壁仕上げ			コンクリート打ち放し	
		天井仕上げ	化粧石膏ボード	



図 3-1-24 用途別概算データマイニング(事務所)

建物用途	対象部屋名	スペース名	必要な維持管理項目	仕上げ種類
材料実験棟	研究室	専用スペース	床仕上げ	タイルカーペット
			壁仕上げ	ビニルクロス
			天井仕上げ	塗装（合成樹脂エマルジョンペイント）_EP塗り
	実験室	専用スペース	床仕上げ	タイルカーペット
			壁仕上げ	クロス
			天井仕上げ	岩綿吸音板
	WC	水廻り	床仕上げ	ビニル床シート
			壁仕上げ	EPG塗装
			天井仕上げ	SOP塗装
	通路	動線	床仕上げ	無機質系塗床材（表面強化剤）
			壁仕上げ	AEP塗装
			天井仕上げ	アルミニウムノンドメタル焼付塗装
	機械室	設備スペース	床仕上げ	無機質系塗床材
			壁仕上げ	コンクリート打ち放し
			天井仕上げ	化粧石膏ボード
倉庫	管理スペース?	床仕上げ	防塵塗装	
		壁仕上げ	塗装（合成樹脂エマルジョンペイント）_EP塗り	
		天井仕上げ	ALC素地	



図 3-1-25 用途別概算データマイニング(研究所)

(11)コンパクト BIM★

コンパクト BIM とは、維持管理において既存の膨大な数の建物をフルモデル BIM 化してデータマイニングをおこなう従来の方法ではなく、スペース入力を基本とし、できるだけ詳細入力をおこなわず、データ量の軽い簡易なモデル入力で概算データマイニングをおこなう方法を示す。扱いが簡単で誰もが日常的に利用できる維持管理 BIM を目指す。

また、従来のフルモデル BIM とコンパクト BIM のメリットとデメリットを図 3-1-26 に表す。

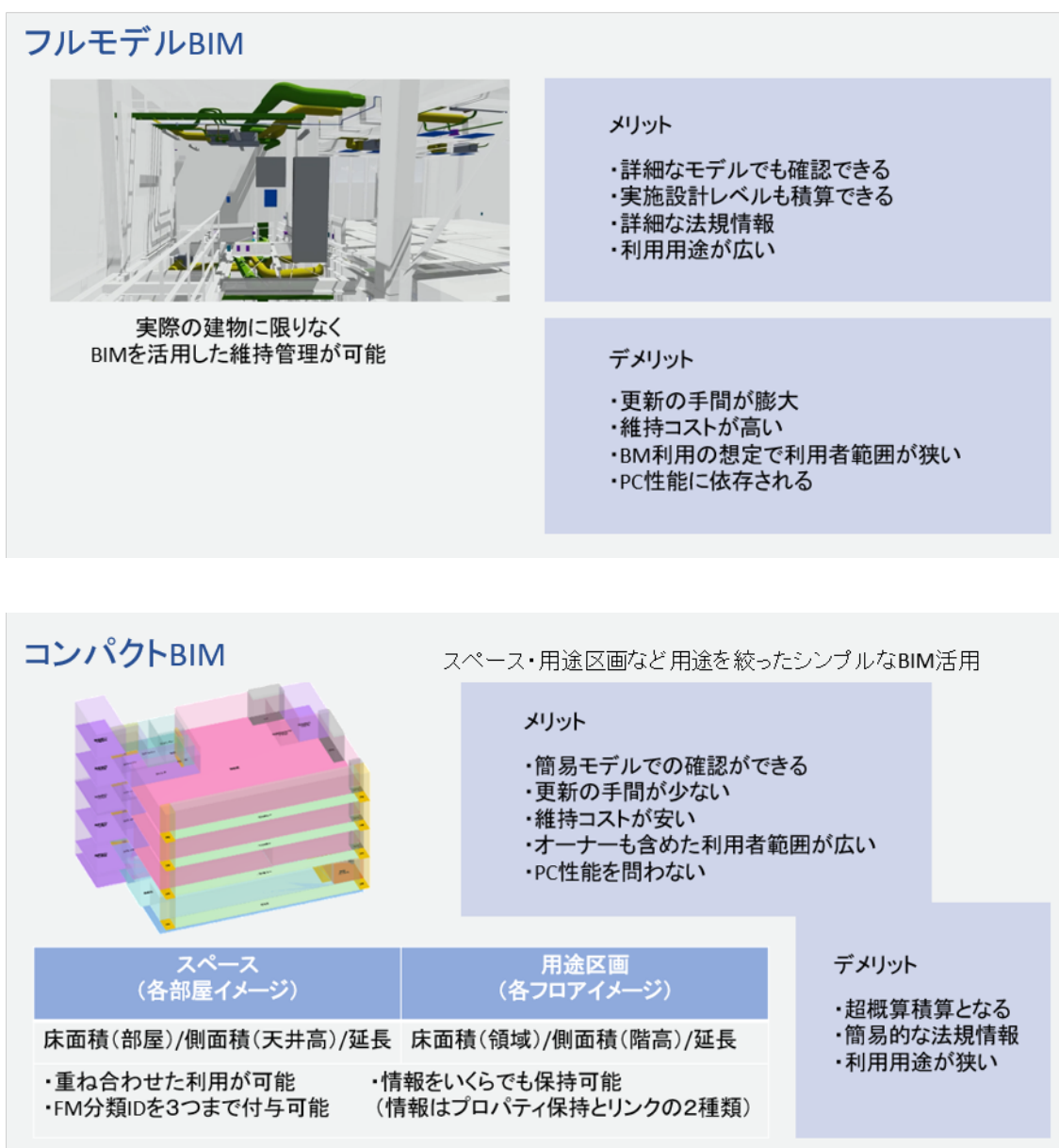


図 3-1-26 維持管理におけるフルモデル BIM とコンパクト BIM

(12) コンパクト BIM のステップ★

コンパクト BIM は詳細度に応じてステップ 1 から 4 に分類できる。今回はステップ 1 を検証対象とした。

ステップ 1 はオーナー向けであり BIM モデル情報難易度は低いが、オリジナル単価マスタを作成するための準備に手間と時間がかかり、データマイニングの難易度は高くなる。

いかに合理的にオリジナル単価マスタを作成するかで、その後の FM-Integration への連携や長期修繕計画がしやすくなるかどうかが決まる。

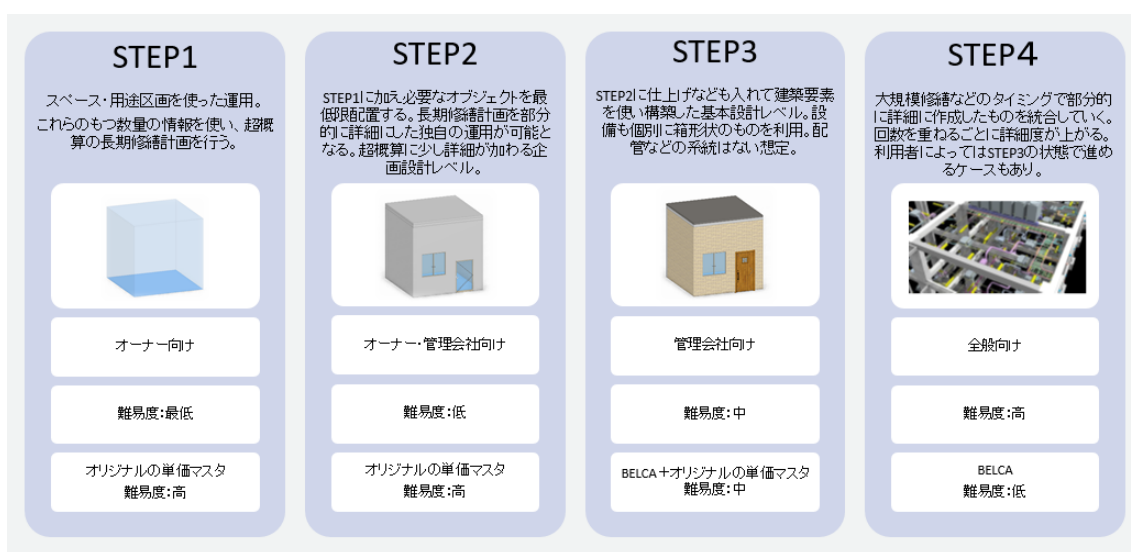
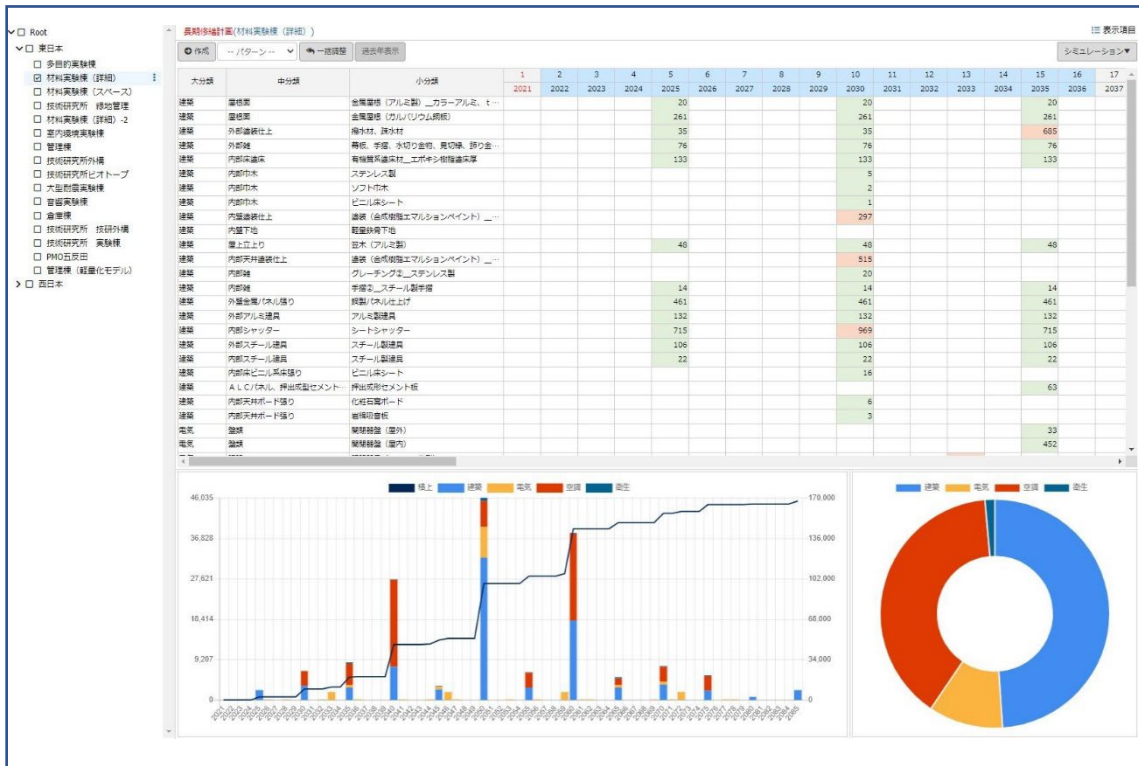


図 3-1-27 コンパクト BIM のステップ

(13) 精度の検証

このようにして構築した維持管理 BIM システムから作成した長期修繕計画であるが、従来の手法とコンパクト BIM を用いた手法とを比較し、どの程度の差異があるかを検証した。両者の単年度の修繕計画費用を比較し平均を求めた結果、差異は 65 年で+16.4%、10 年で+0.2%となる。

■従来手法



■コンパクト BIM

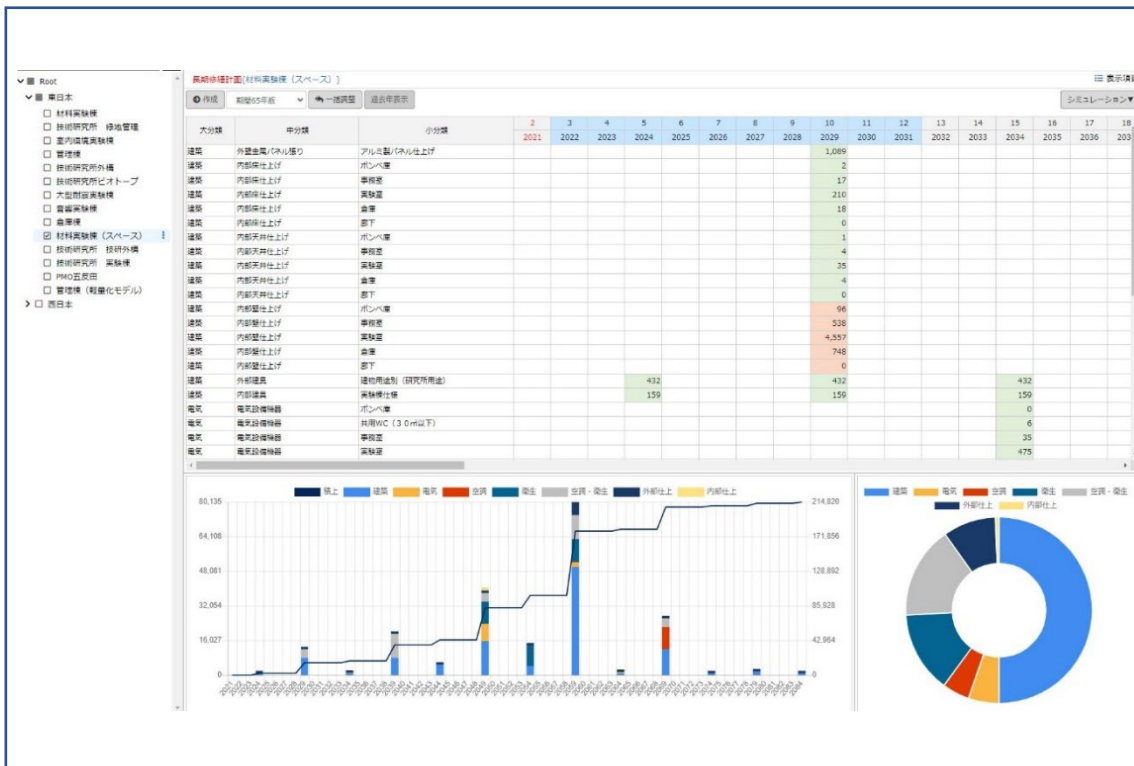
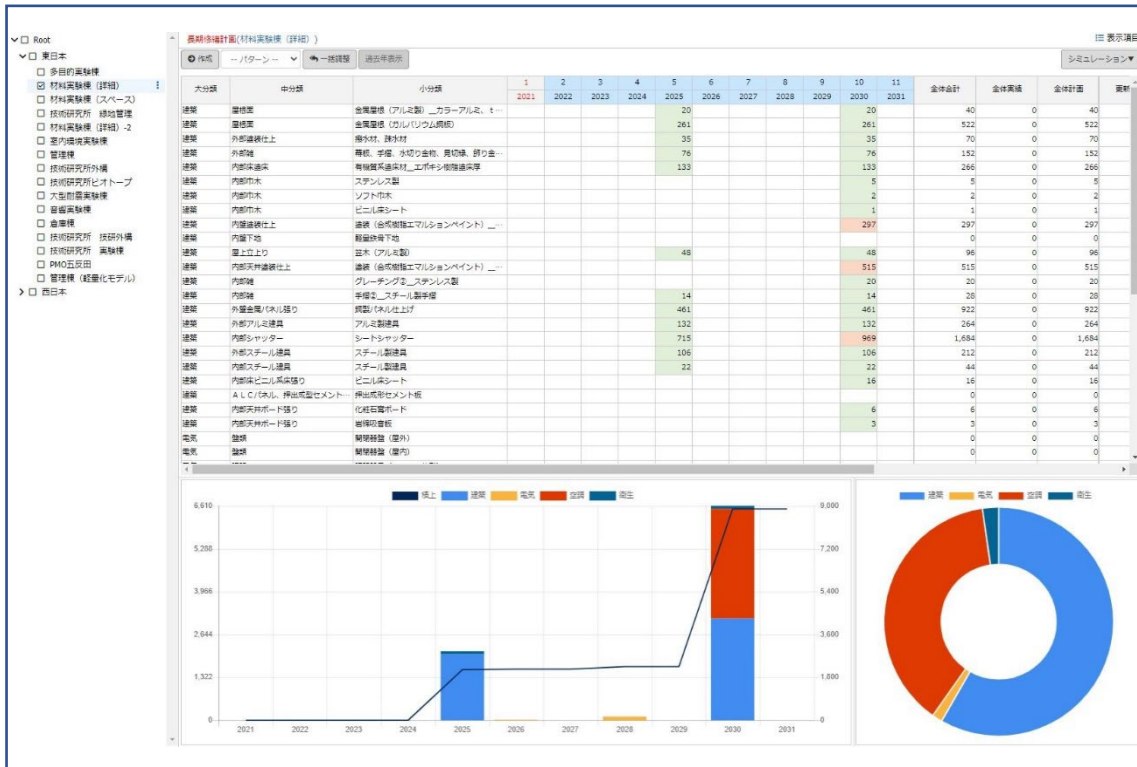


図 3-1-28 長期修繕計画の比較 (従来手法とコンパクト BIM) 65 年

■従来手法



■コンパクト BIM

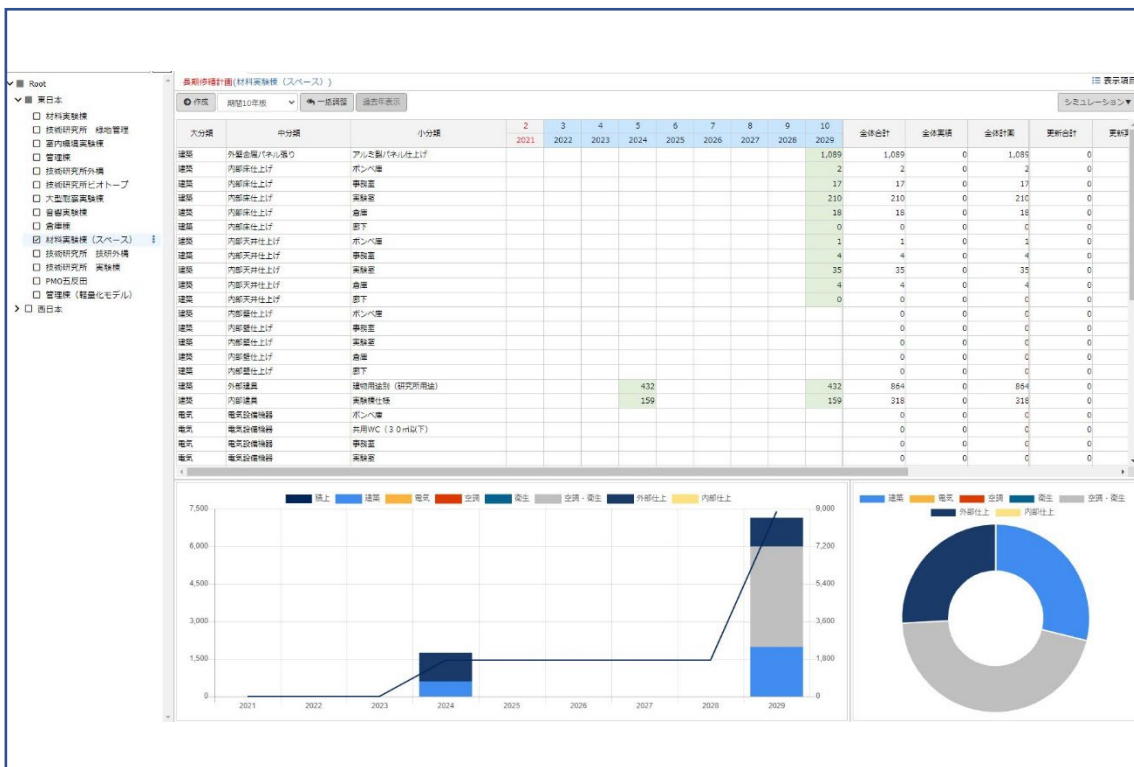
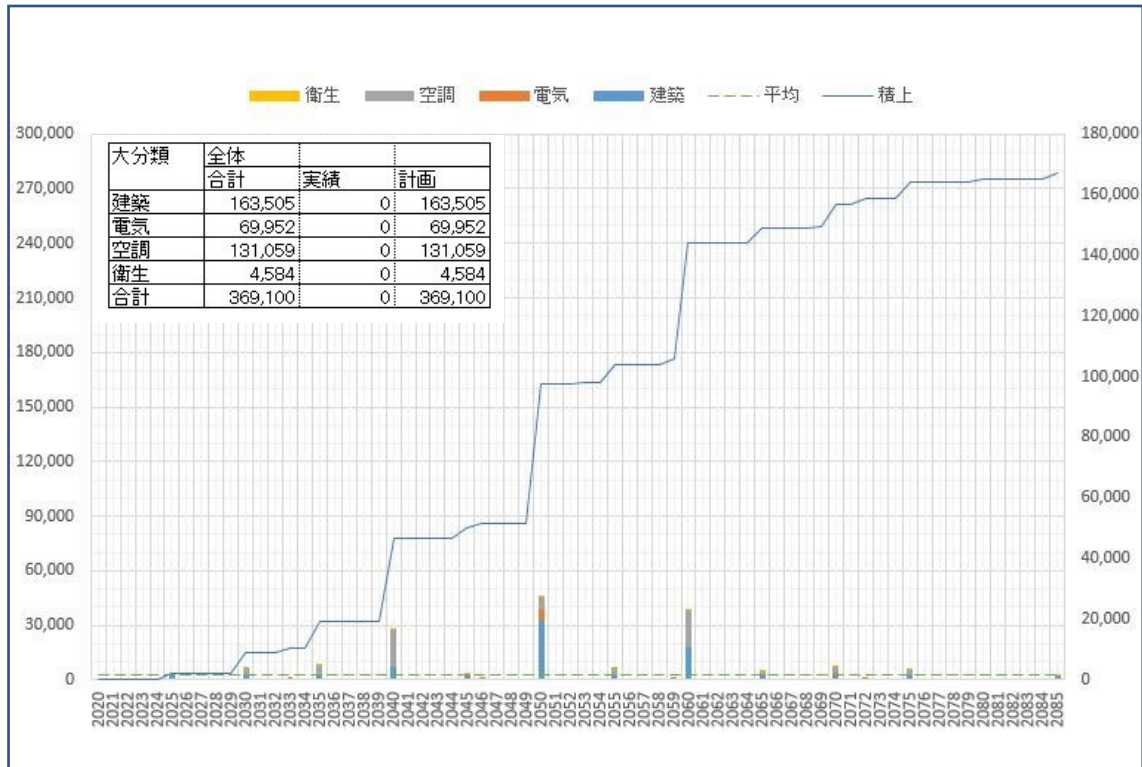


図 3-1-29 長期修繕計画の比較 (従来手法とコンパクト BIM) 10 年

■従来手法



■コンパクト BIM

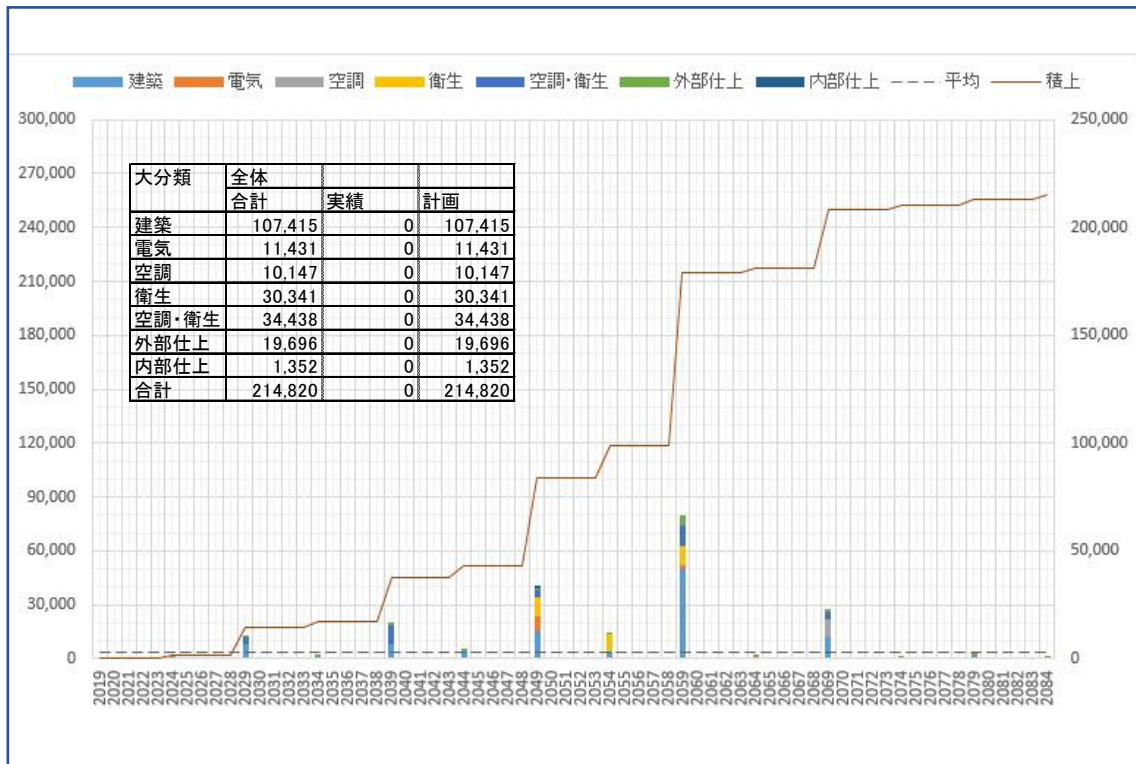


図 3-1-30 長期修繕計画の比較（従来手法とコンパクト BIM）65年総額

■従来手法



■コンパクト BIM



図 3-1-31 長期修繕計画の比較（従来手法とコンパクト BIM）10 年総額

		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%

図 3-1-32 従来手法とコンパクト BIM の維持管理費用比較 (千円)

エリア名称	建物名称	大分類	中分類	小分類	棟番号	製品名	単価	数量	単位	更新周期	修繕周期	更新単価係数	修繕単価係数	修繕率	
東日本	管理棟	既設・電気	情報通信	特電端子盤	1	既設【設備】本...	68,445	1	個		40		1.959		
東日本	管理棟	既設・電気	情報通信	電話交換機	1	既設【設備】交...	5,438,300	1	台		20	3	1.486	1	0.081
東日本	管理棟	既設・空調	送風機	天井扇	1	【ファン類】ユ...	21,735	2	台		15		2.16		
東日本	管理棟	既設・空調	タクト類	蓋板換気ダクト	1	【スバイラルダ...	6,957	18	m		50		1.772		
東日本	管理棟	既設・空調	タクト付部品	ベントキャップ	1	【ベントキャッ...	6,700	2	個		30		1.558		
東日本	管理棟	既設・空調	配管類	炭素鋼銅管 (白...	1	【配管】冷温水...	14,204	47	m		25		1.7		
東日本	管理棟	既設・衛生	配管類	硬質塩化ライニ...	1	【配管】給水配...	6,916	7	m		30		1.834		
東日本	管理棟	既設・衛生	配管類	硬質塩化管 (排...	1	【配管】ドレン...	8,731	1	m		40		1.943		
東日本	管理棟	増設・電気	蓄電電源	蓄電装置	1	蓄電池ユニット	2,158,500	2	式		15	5	1.14	1	0.22
東日本	材料実験棟	ス...建築	外壁金風/パネル	アルミ製パネル	1		43,916	656	m		40	10	1.26	1.26	0.03
東日本	材料実験棟	ス...建築	内部床仕上げ	ポソベ塗	1		5,140	4	m		30	10	1.95	1.95	0.03
東日本	材料実験棟	ス...建築	内部床仕上げ	事務室	1		4,421	64	m		30	10	1.95	1.95	0.03
東日本	材料実験棟	ス...建築	内部床仕上げ	実験室	1		5,260	680	m		30	10	1.95	1.95	0.03
東日本	材料実験棟	ス...建築	内部床仕上げ	倉庫	1		5,140	57	m		30	10	1.95	1.95	0.03
東日本	材料実験棟	ス...建築	内部床仕上げ	廊下	1		0	20	m		30	10	1.95	1.95	0.03
東日本	材料実験棟	ス...建築	内部天井仕上げ	ポソベ塗	1		4,412	4	m		25	10	1.82	1.82	0.01
東日本	材料実験棟	ス...建築	内部天井仕上げ	事務室	1		2,909	64	m		25	10	1.82	1.82	0.01
東日本	材料実験棟	ス...建築	内部天井仕上げ	実験室	1		2,820	680	m		25	10	1.82	1.82	0.01
東日本	材料実験棟	ス...建築	内部天井仕上げ	倉庫	1		3,040	57	m		25	10	1.82	1.82	0.01
東日本	材料実験棟	ス...建築	内部天井仕上げ	廊下	1		0	20	m		25	10	1.82	1.82	0.01
東日本	材料実験棟	ス...建築	内部壁仕上げ	ポソベ塗	1		2,390	21	m		10		1.91		
東日本	材料実験棟	ス...建築	内部壁仕上げ	事務室	1		3,091	91	m		10		1.91		
東日本	材料実験棟	ス...建築	内部壁仕上げ	実験室	1		2,960	806	m		10		1.91		
東日本	材料実験棟	ス...建築	内部壁仕上げ	倉庫	1		2,387	164	m		10		1.91		
東日本	材料実験棟	ス...建築	内部壁仕上げ	廊下	1		0	49	m		10		1.91		
東日本	材料実験棟	ス...建築	外部建具	建物用塗剤 (珪...	1		2,886	1690	m		40	5	1.51	0.59	0.15
東日本	材料実験棟	ス...建築	内部建具	実験棟仕様	1		3,558	824	m		35	5	1.3	0.36	0.15
東日本	材料実験棟	ス...電気	電気設備機器	ポソベ塗	1		0	4	m		30	15	1.44	0.1	1
東日本	材料実験棟	ス...電気	電気設備機器	共用WC (30...	1		2,635	20	m		30	15	1.44	0.1	1
東日本	材料実験棟	ス...電気	電気設備機器	事務室	1		5,393	64	m		30	15	1.44	0.1	1
東日本	材料実験棟	ス...電気	電気設備機器	実験室	1		6,981	680	m		30	15	1.44	0.1	1
東日本	材料実験棟	ス...電気	電気設備機器	倉庫	1		6,492	57	m		30	15	1.44	0.1	1
東日本	材料実験棟	ス...空調	配線	配線・配管類	1		1,650	824	m		40		1.75		
東日本	材料実験棟	ス...空調	タクト類	配管一式 (ダ...	1		6,957	824	m		50		1.77		

図 3-1-33 建物部位部材情報

(14)まとめ

今回の検証で構築したコンパクト BIM モデルの構築手法は、第 3-2 章で述べる LiDAR カメラを用いた既存建物のジオメトリ情報の取得と連携することで、点群からベクトルデータを取得し、スペース入力、超データマイニングへとつながる道筋となる。構築した領域モデルを自動的に BIMソフトウェアのスペースに紐づけることにはまだ技術的な課題があり今後のテーマとする。

■LiDARカメラで取得した点群の領域抽出をGLOBEスペース情報へつなげます

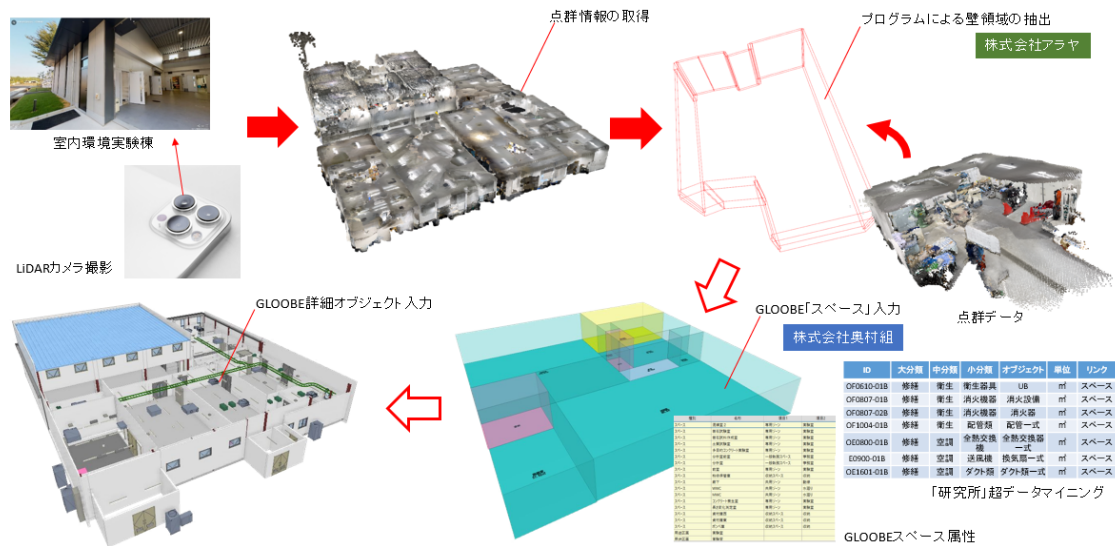


図 3-1-34 コンパクト BIM から LiDAR カメラによるモデル作成への連携

3-2 既存建物 BIM モデル構築の合理化手法（課題 B）

3-2-1 分析する課題

従来手法は、図 3-2-1 のように作業工程が多く、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。

そこで、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。

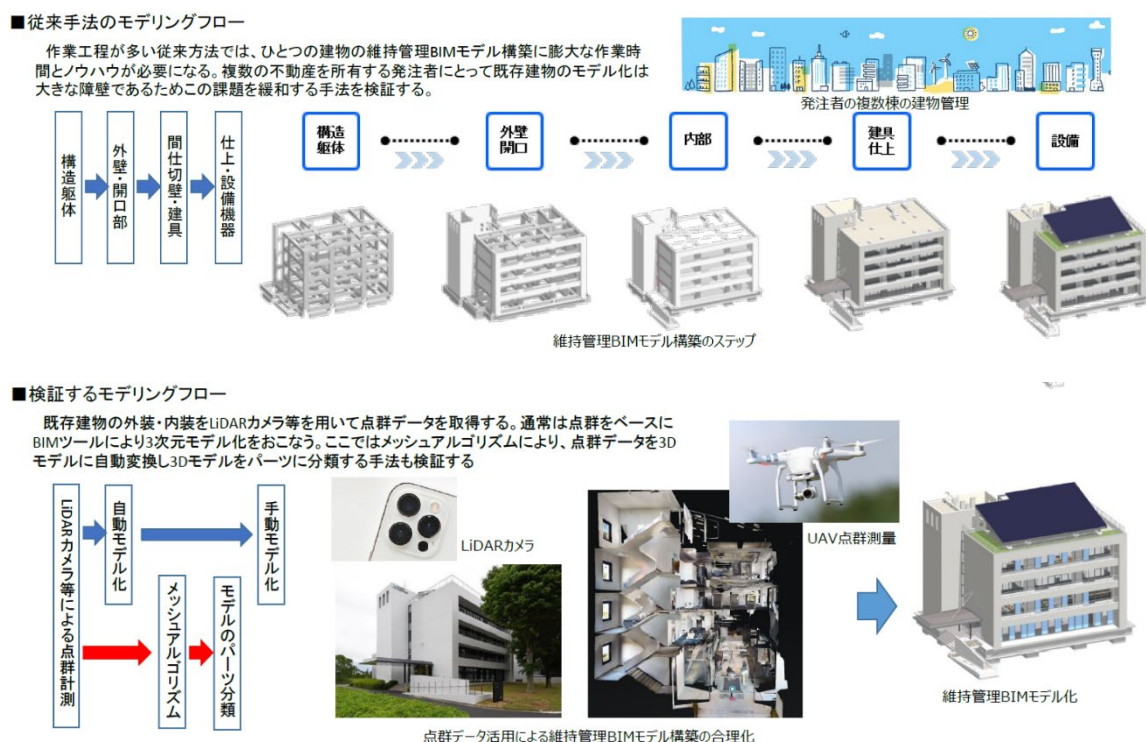


図 3-2-1 維持管理 BIM モデル構築の従来フローと本検証フロー

3-2-2 課題分析の進め方（検討の前提条件を含む）、実施方法・体制

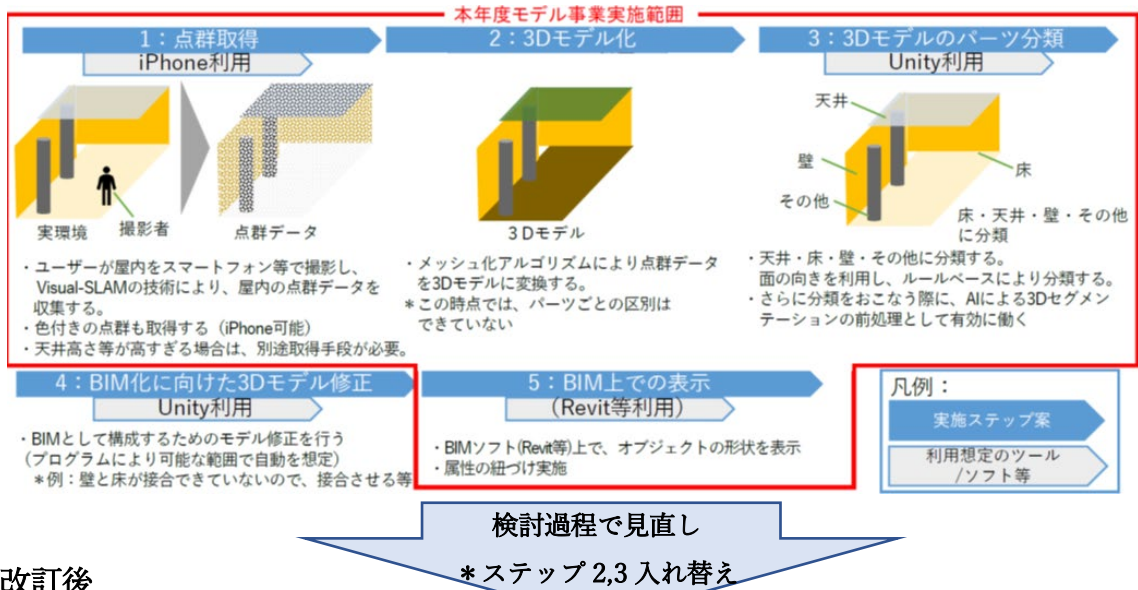
(1) 課題分析の進め方、実施方法

図 3-2-2 に示すように、ステップ 1：建物の点群データ取得（iPhone）、ステップ 2：3D モデル化、ステップ 3：3D モデルのパーツ分類（天井、床、壁、その他の 4 分類）、ステップ 5：BIM 上での表示の順で検討を進める計画としていた。しかし、検討を進める過程で、点群の状態でないステップ 3 におけるパーツ分類が実行できなくなってしまったことが判明した。計画時の手順の場合、3D モデルから点群に戻す処理が必要となるため、手戻りが発生してしまう（ステップ 1→2→3→2→5）。そのため、本検討の進め方は、ステップ 1→3→2→5 の順に変更して実施した。また、ステップ 3 の Unity 利用に関しては、将来的に Unity を使ったインタラクティブなモデルの修正は考えら

れるが、今回は一連の流れの実現性検討に主眼を置き、Unity を使わず自動分類を実行できる Python を作成して検証をおこなった。

なお、「ステップ4：BIM化に向けた3Dモデル修正」は、より精密なBIMの作成時には必要となるが、分析の優先度の観点から、本モデル事業では範囲外とした。

計画時(提案時)



改訂後

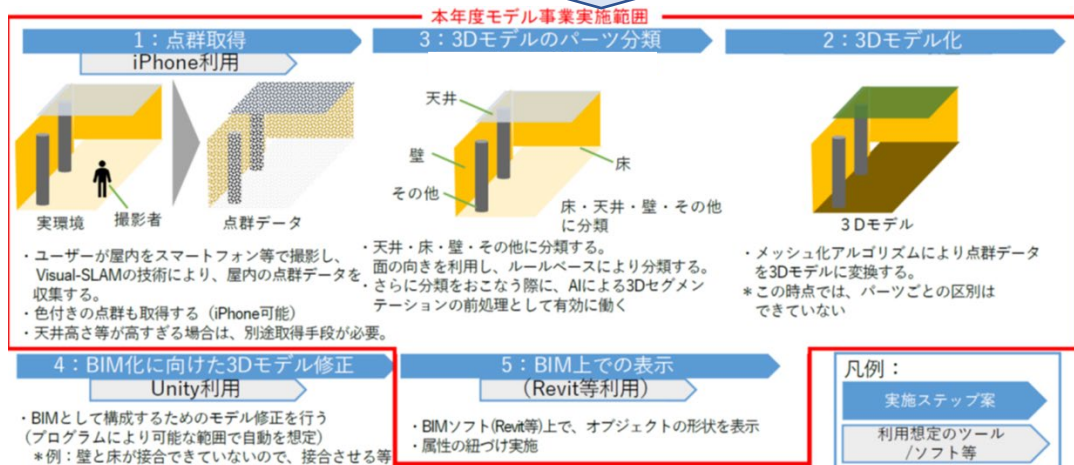


図 3-2-2 本モデル事業の実施範囲と実施プロセス (計画時/改訂後)

(2) アルゴリズムの詳細処理について

ステップ1で点群データを取得した後、ステップ3,2でアルゴリズム処理をおこなうが、詳細ステップは図3-2-3に示す。

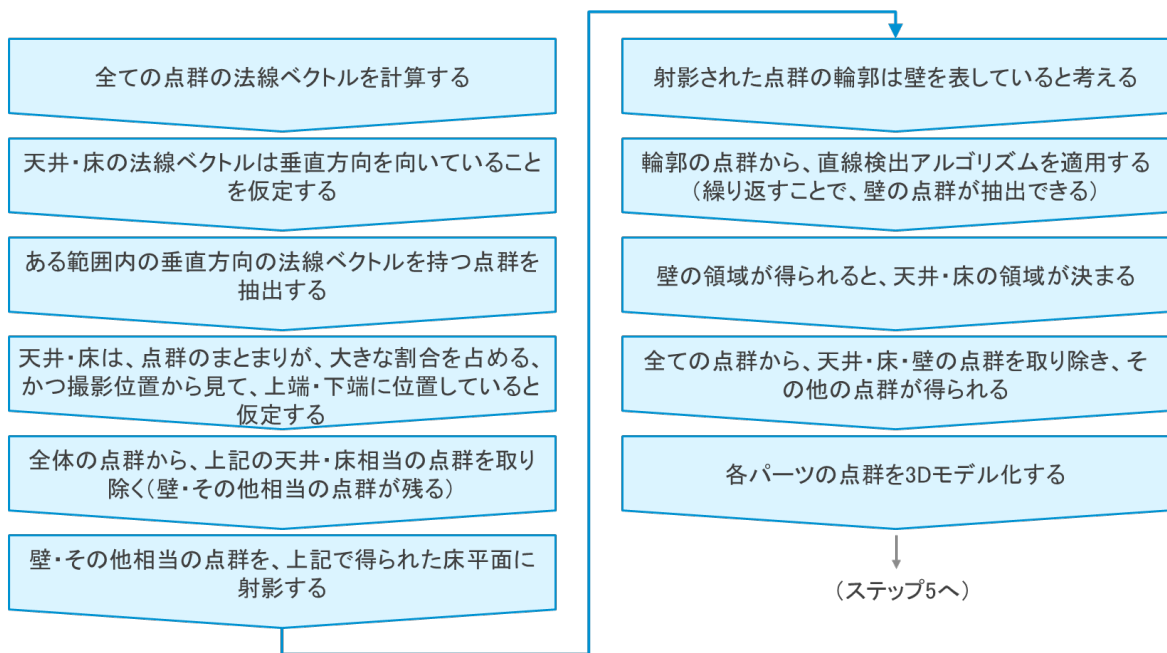


図 3-2-3 パーツ分類・3Dモデル化の詳細ステップ

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。

(3) 体制

このテーマの推進体制を表3-2-4に示す。稼働中の施設を用いておこなうため関係者間で情報共有をおこない検証環境を整える。

表 3-2-4 体制・役割分担

	奥村組 BIM 推進室 (BIM マネジメント)	技術研究所	アラヤ
対象施設の準備 ヒアリング対応	○	○	
LiDAR カメラによる 点群データの取得	○		○
アルゴリズム生成			○
3D モデル化・検証総括			○

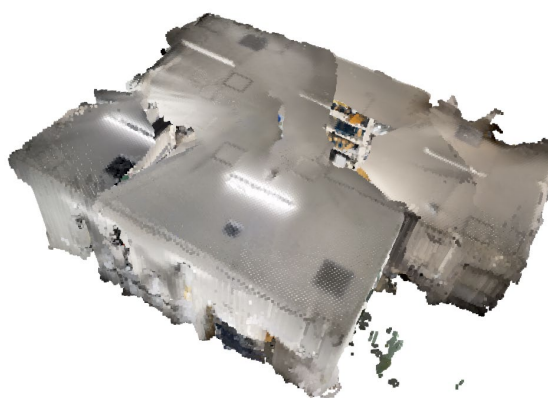
3-2-3 課題分析の結果

(1) 建物の点群データ取得

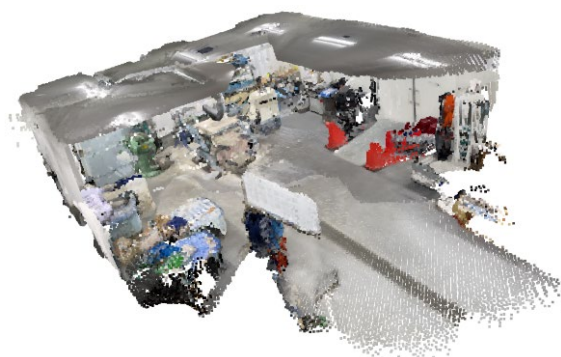
ステップ1として、奥村組技術研究所の材料実験棟内を、iPhone (LiDAR カメラ付) を手で持って歩行しながら撮影し点群データを取得した。図 3-2-5 に撮影時の様子を、図 3-2-6～図 3-2-8 に取得した各部屋の点群データ例をそれぞれ示す。



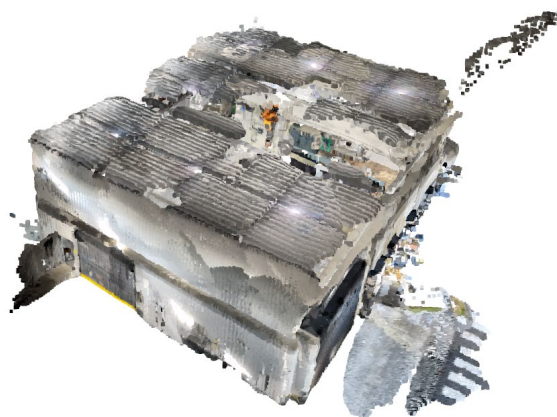
図 3-2-5 LiDAR カメラで撮影



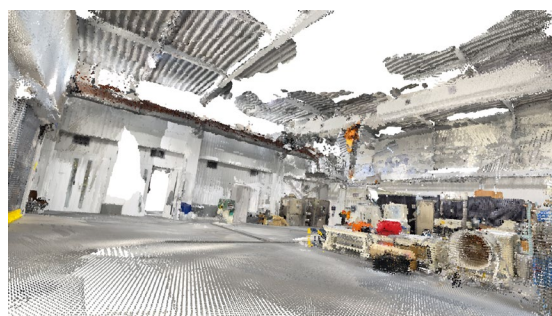
コンクリート養生室 2



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 (内部視点)

図 3-2-6 各部屋の点群データ例



図 3-2-7 複合部屋①点群データ
(コンクリート養生室・コンクリート養生室 2・長さ変化測定室)

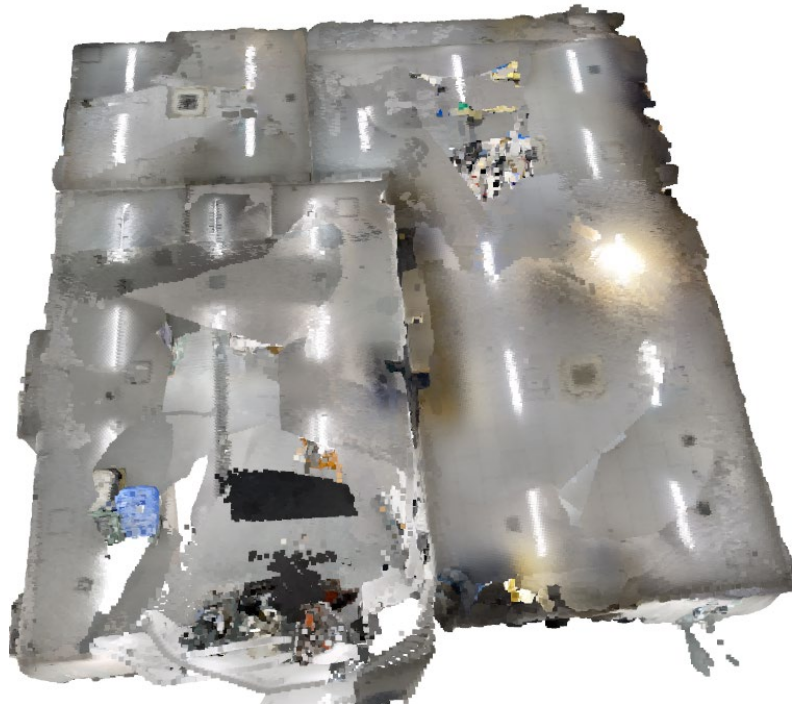


図 3-2-8 複合部屋②点群データ
(岩石試験室・岩石試料作成室・土質試験室)

(2) 3D モデルのパーツ分類、3D モデル化

ステップ3、ステップ2として、パーツ分類及び3Dモデル化するプログラム（ルールベース）を作成し、分類等されていない生の点群データ（全点群混合データ）に対して、検証をおこなった。

図3-2-9に単純な凸形状の部屋、図3-2-10に単純な直方体形状の部屋の結果をそれぞれ示す。これら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。

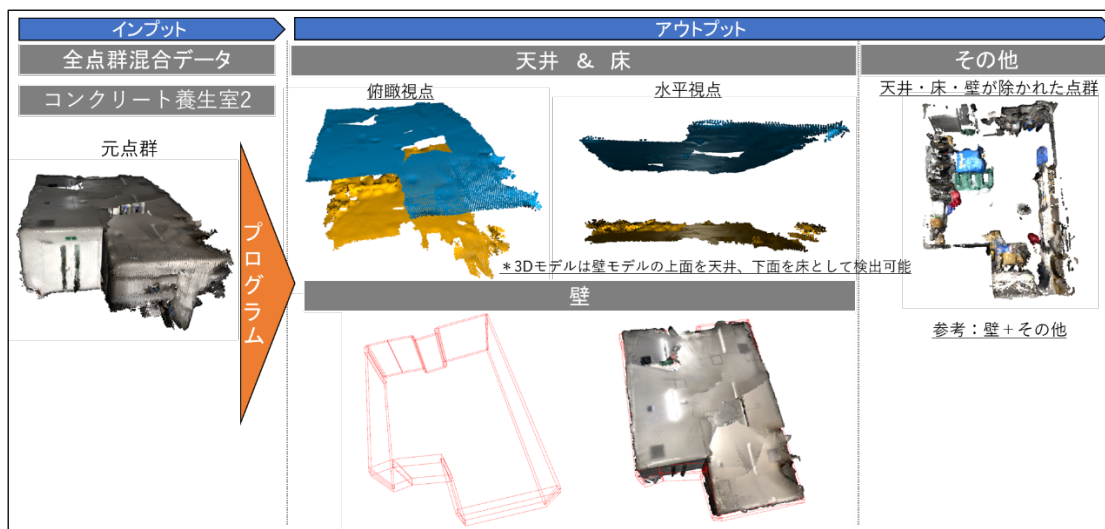


図3-2-9 パーツ分類・3Dモデル化 結果①（成功例）

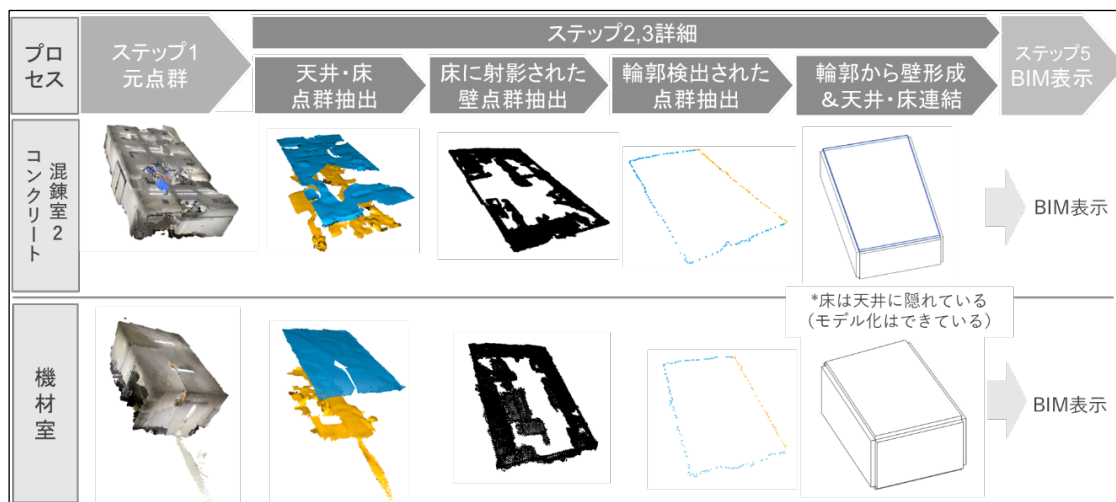


図3-2-10 パーツ分類・3Dモデル化 結果②（成功例）

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。図3-2-11に、建物棟内で最も広く、天井が高い部屋における結果を示す。最後のプロセス（輪郭から壁形成&天井・床連結）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)。これは、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。

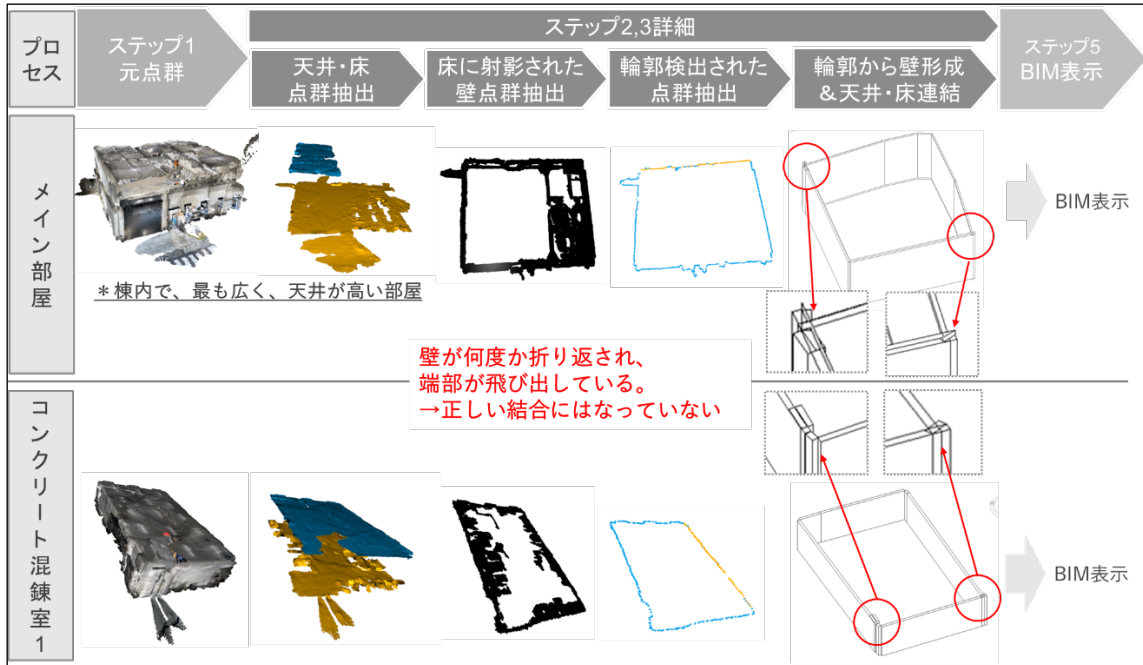


図 3-2-11 パーツ分類・3Dモデル化 結果③ (課題あり例)

図 3-2-12 に、複合部屋① (3 部屋連結) における結果を示す。図中の赤丸部分において、床射影された壁点群が壁と異なる位置を射影してしまっている。その影響を受け、形成された壁領域がいびつな形状になってしまった。また、図中の青丸部分においては、輪郭検出された点群が、小部屋に対して、直線検出を正しくおこなうことができず、壁形成において小部屋が潰れた形状になってしまった。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。

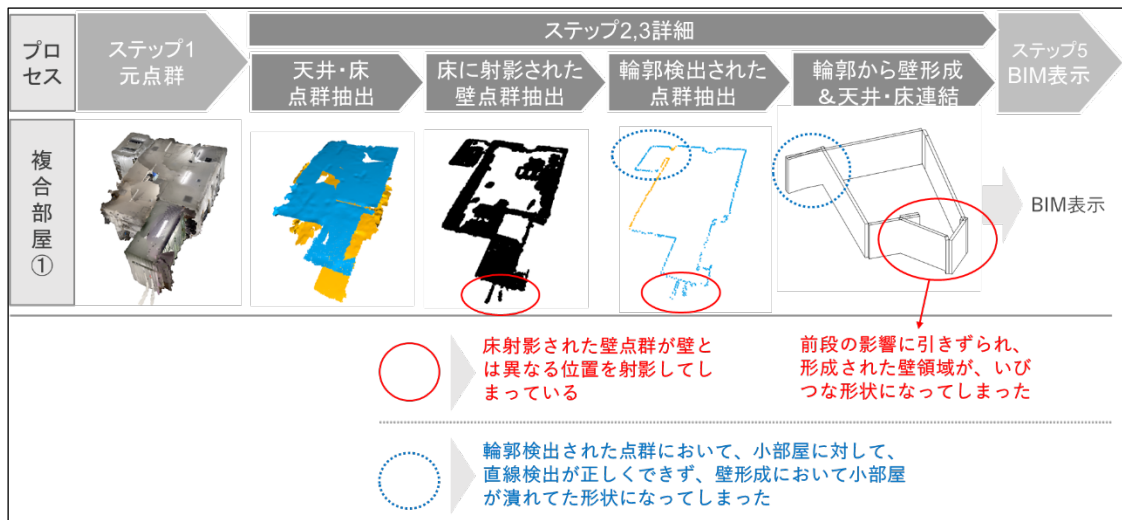


図 3-2-12 パーツ分類・3D モデル化 結果④（課題あり例）

図 3-2-13 に、複合部屋②（3 部屋連結）における結果を示す。図中の赤丸部分において、壁の点群が正しく取得できなかったことにより、床に射影された点群の壁に穴が開いている状態になってしまった。そのため、輪郭検出結果でも、矩形が抽出できていない結果となった。

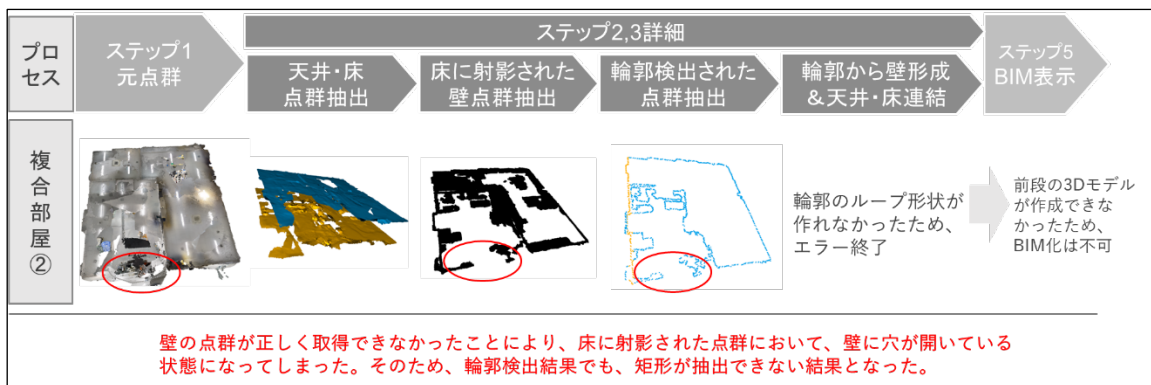


図 3-2-13 パーツ分類・3D モデル化 結果⑤（課題あり例）

(3) BIM 化に向けた 3D モデル修正

本モデル事業ではステップ 4 は範囲外とする。

(4) BIM 上での表示

ステップ 5 として BIM 上での表示を検証する。BIM ソフトとして Revit を想定しており、前プロセスにて作成した 3D モデルを Revit で表現可能なデータフォーマット（ifc, rcp, rcs 等）に変換する必要がある。

まずは、ifc フォーマットで出力可能か検証した。結果、天井、床、壁については、

問題なく ifc フォーマットとして出力でき、Revit 上で表現することができた。(図 3-2-14)

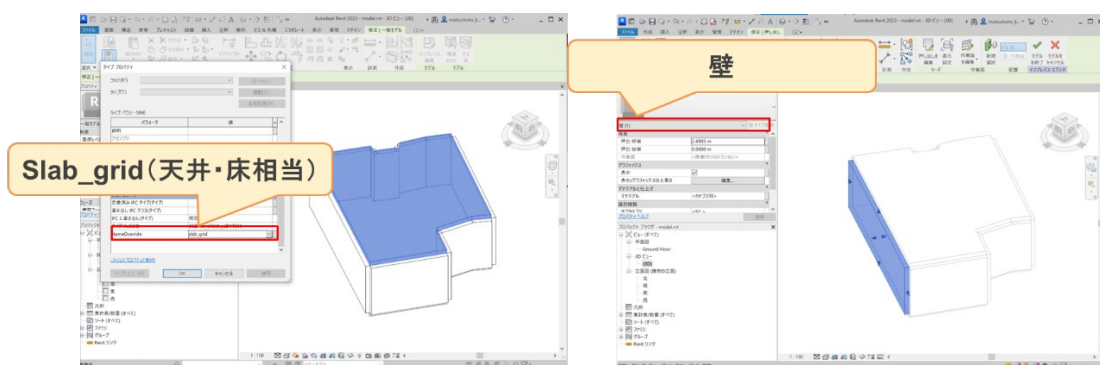


図 3-2-14 Revit 上での天井・床・壁の表現

一方、“その他”クラスのデータは、ifc フォーマットでの出力ができなかった。“その他”のデータに対して、次に、rcp,rsc フォーマットでの出力を検討した。これらのフォーマットは、Autodesk 社の ReCap*1 からの出力が必要であった。

*1:<https://www.autodesk.co.jp/products/recap/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>

ReCap への入力可能なフォーマット (Import formats) のうち、python の点群出力に対応しているものは、PTS 及び XYZ であった。ただし、XYZ は色付けが対応していないため、残った PTS を選択することとした。ReCap にて PTS フォーマットのモデル (点群) データを読み込み、rcp フォーマットで出力し、Revit へ読み込みを実施した結果、“その他”クラスについても Revit 上で表現することができた。(図 3-2-15 右図の茶色部分)

したがって、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。

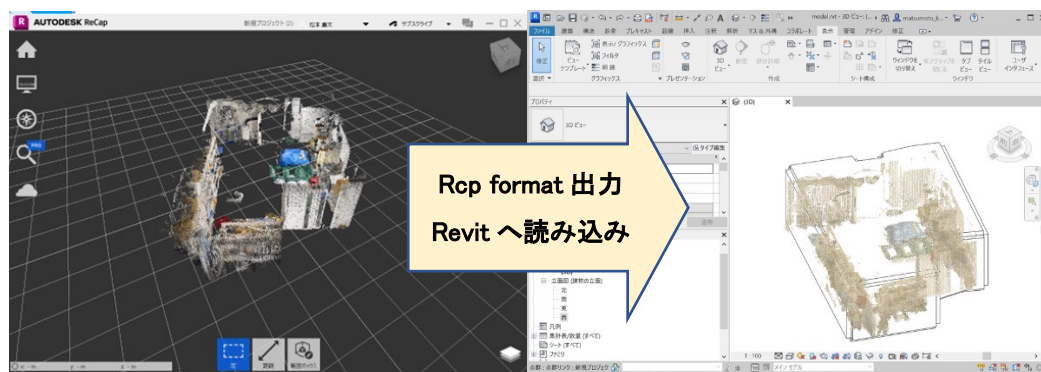


図 3-2-15 ReCap からの出力 (左) と Revit 上での表現 (右)

図 3-2-16～図 3-2-21 に、Revit 上に表現できた結果を示す。色付き部分は、“その他”クラスに分類されたものである。

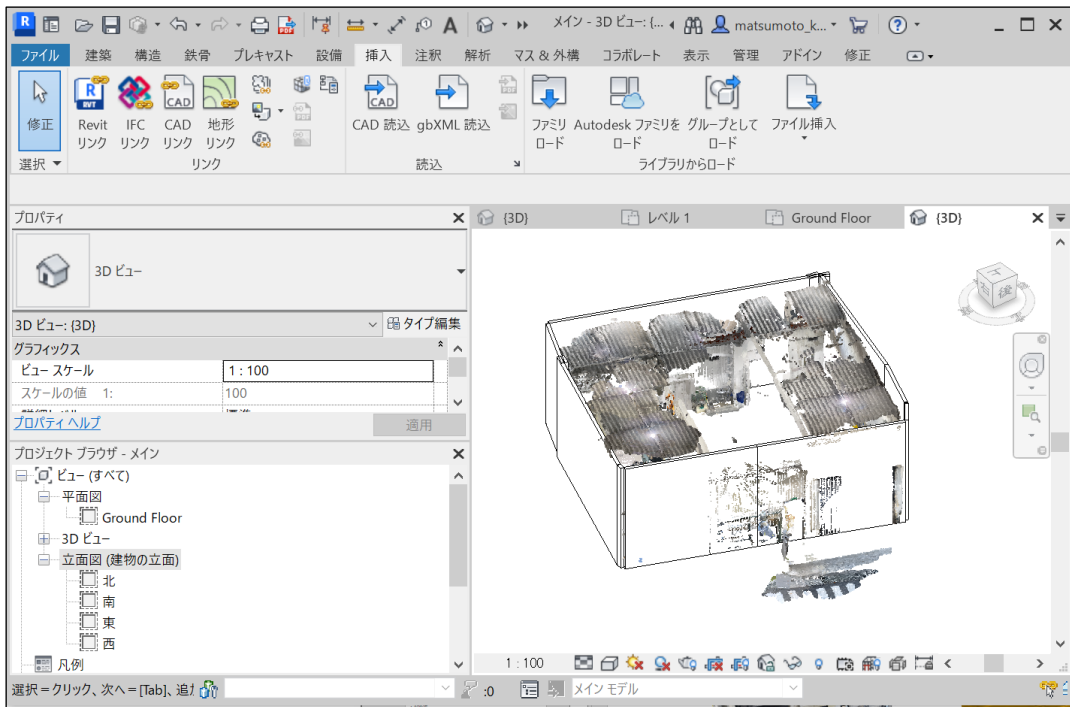


図 3-2-16 Revit 上での表現 (メイン部屋)

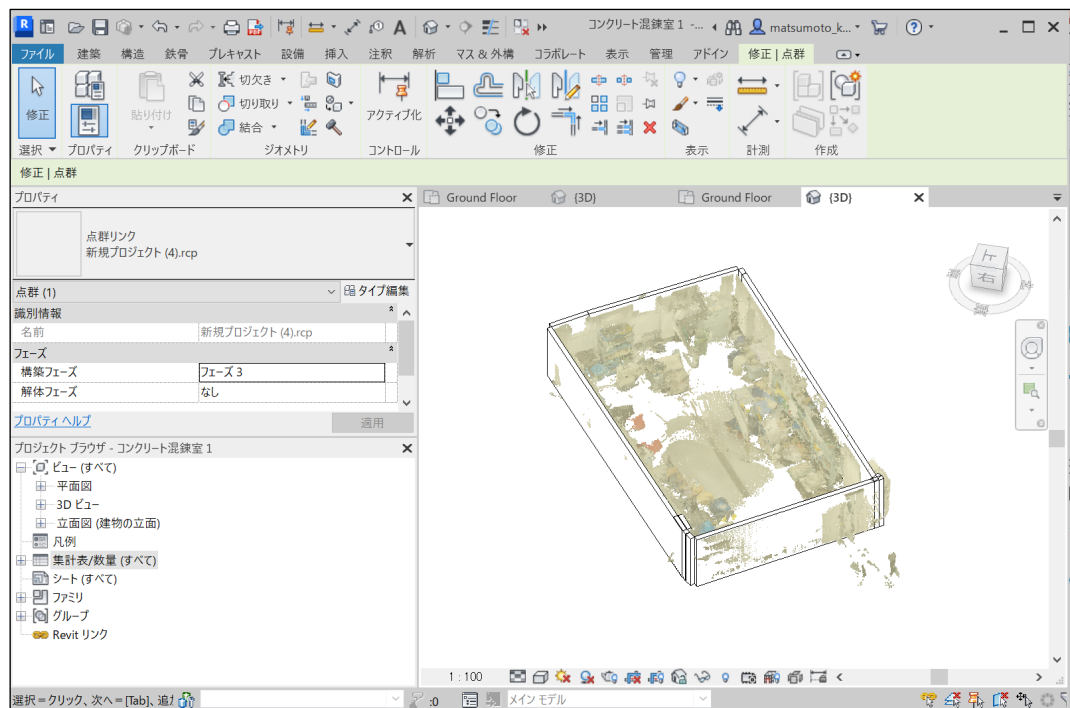


図 3-2-17 Revit 上での表現 (コンクリート混練室 1)

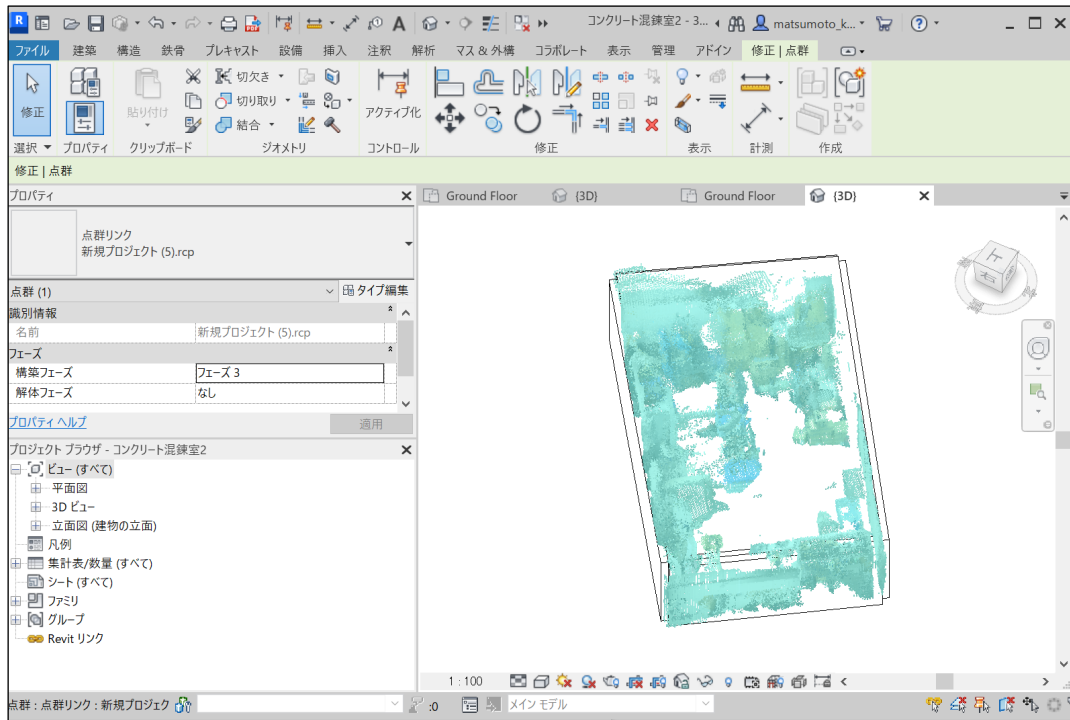


図 3-2-18 Revit 上での表現（コンクリート混練室 2）

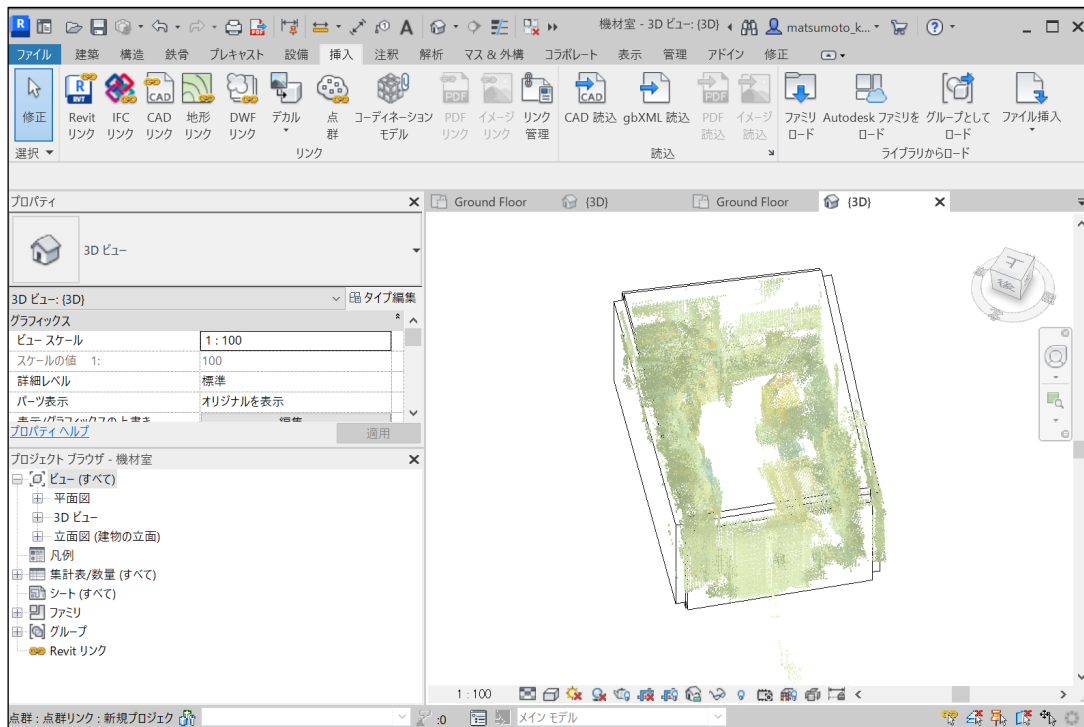


図 3-2-19 Revit 上での表現（機材室）

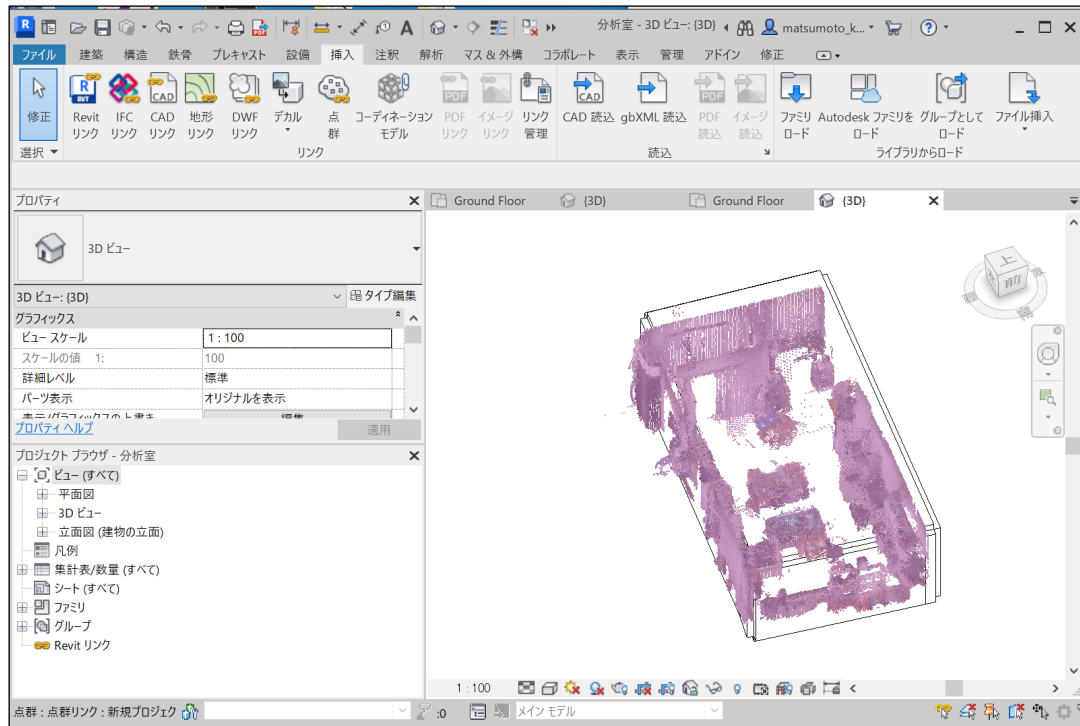


図 3-2-20 Revit 上での表現 (分析室)

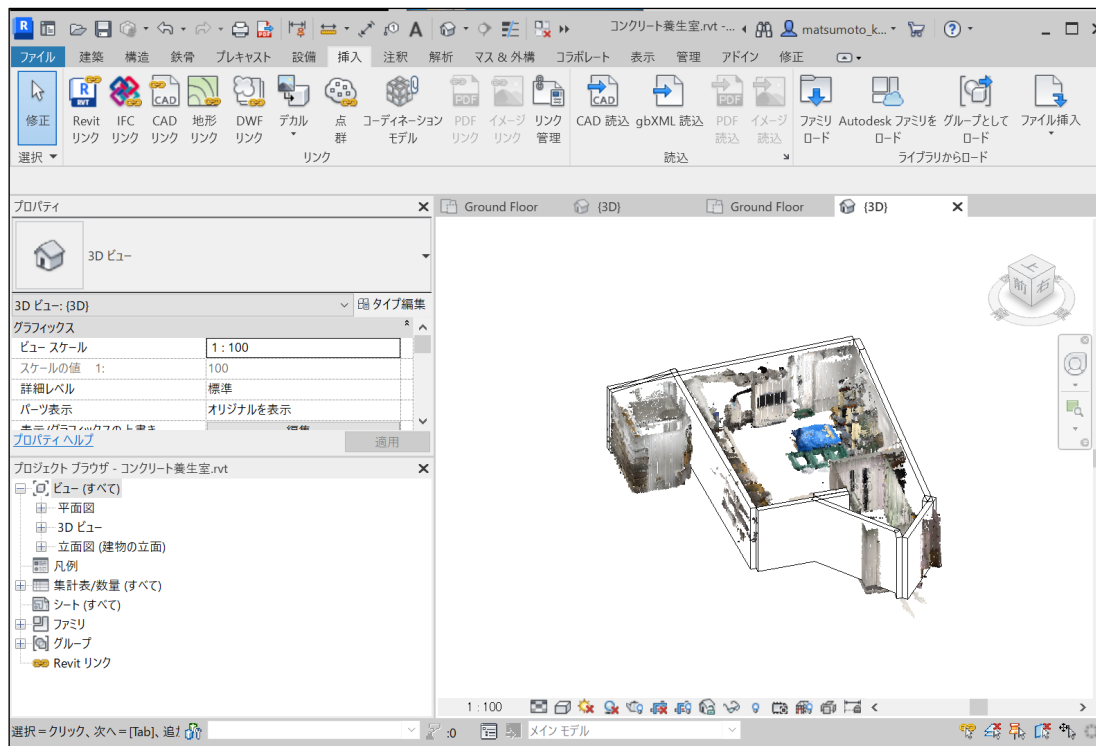


図 3-2-21 Revit 上での表現 (複合部屋①)

(5) まとめ

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、比較的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。また、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。3 章コンパクト BIM のスペース入力につながるテーマとなる。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。表 3-2-22 に、本分析・検証を通して得られた課題と対策案をまとめた。

表 3-2-22 本分析・検証から得られた課題と今後の対策案

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

第4章 BIMの活用による生産性向上、建築物・データの価値向上や様々なサービスの創出等を通じたメリットの検証等について BIMデータの活用・連携に伴う課題の分析等について

4-1 維持管理業務の削減（検証A）

4-1-1 定量的に検証する効果、目標、効果を測定するための比較基準

昨年度システムを運用しながら、更なる維持管理システムの拡充をおこない、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。維持管理BIMシステムにLCC算出機能を実装し、維持管理BIMシステムを活用しない場合との業務時間を比較する。（維持管理業務の削減10%）

検証する定量的な効果とその目標
<ul style="list-style-type: none">・効果A) 維持管理業務の削減<ul style="list-style-type: none">・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<ul style="list-style-type: none">・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

図4-1-1 検証する定量的な効果と目標

4-1-2 効果検証等の進め方（検証の前提条件等を含む）、実施方法・体制

(1) 効果検証等の進め方（検証の前提条件等を含む）

効果検証にあたっては下記取り組みを進め、維持管理業務における影響や効果の定量的な評価をおこなう。

① 光熱費情報の蓄積

センサー情報から得られる情報もデータクラウドに蓄積し、データ連携ツール（ETL）などを用いて建物維持管理システムに集約しその効果を探る。

② 消費電力データのシミュレーション（検証B参照）★

令和3年度の各種センサーの実施値データを用い、消費電力予測計算についてディープラーニングにより結果を補正し予測値の精度を検証する。

③ 複数棟の維持管理

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。従前の業務による管理方法と維持管理BIMシステムを用いた複数棟の同時管理システムによる管理方法を比較する。

④ コンパクトBIM（課題A参照）★

課題Bで取り組む既存建物モデル構築の合理化手法を用いた場合に、従来手法による維持管理BIM構築と合理化手法による維持管理BIM構築の業務量や精度を比較する。

(2) 実施方法・体制

実施スケジュールを図 4-1-2、体制・役割分担を表 4-1-3 に示す。Teams や Slack などのビジネスチャットツールを活用するなど、技術研究所の維持管理担当者やコンサルティング業者であるアラヤと密に連携をとり、役割分担を明確にすることで発注者メリットの追求やプロジェクトの効果検証を図る。

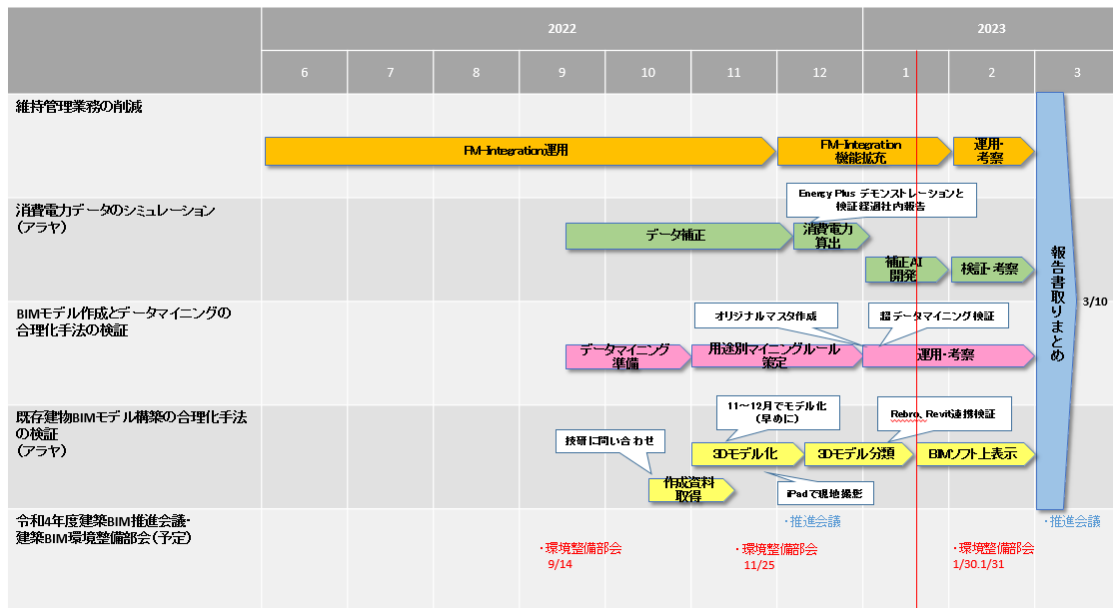


図 4-1-2 実施スケジュール

表 4-1-3 体制・役割分担

	奥村組 BIM 推進室 (BIM マネジメント)	技術研究所	アラヤ
光熱費情報の蓄積	○	○	○
消費電力データのシミュレーション			○
複数等の維持管理	○	○	
コンパクト BIM	○		

① 光熱費情報の蓄積

維持管理 BIM システムへ光熱費情報を連携させるためには、複数のクラウド間のデータを効率的に接続する ETL ツールが必要となる。今回はクラウド間の連携ツールである『DataSpider』を導入した。

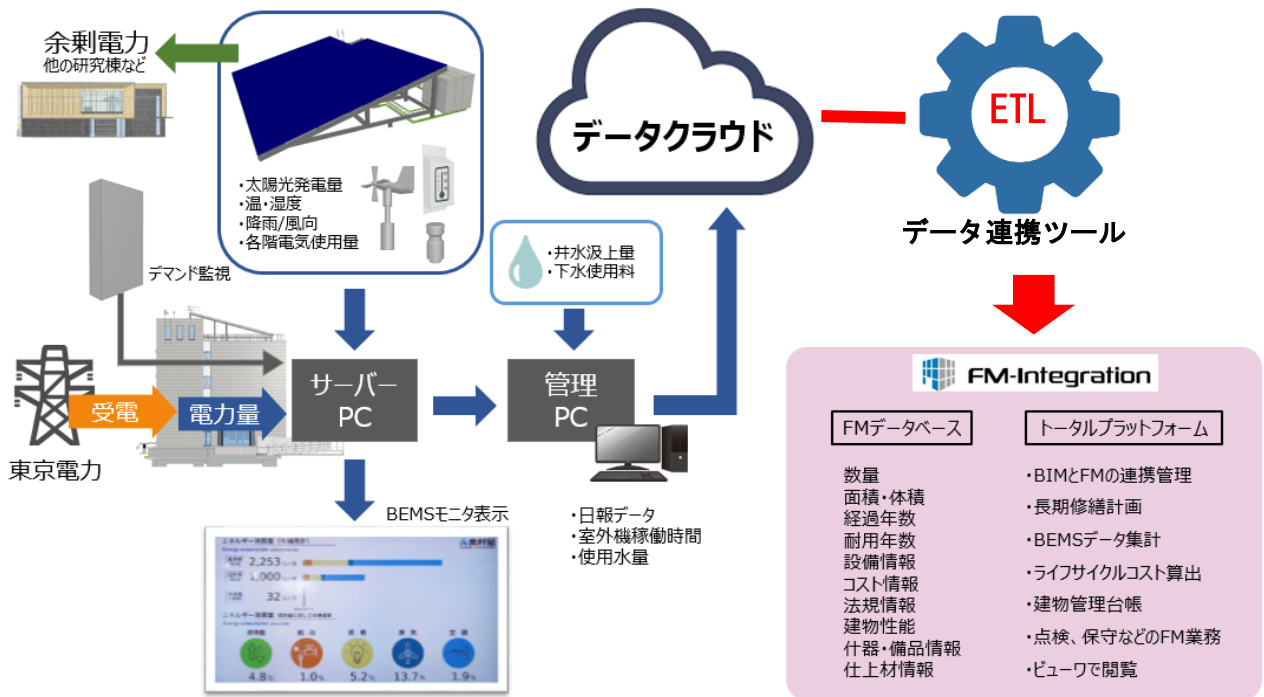


図 4-1-4 データ連携フロー図

②消費電力データのシミュレーション（効果 B 参照）★

既存建物の消費電力について、エネルギーシミュレータ「Energy Plus」を用いて予測計算をおこない、その結果に対して、実測値データと照らし合わせることでディープラーニングをおこなう。得られたアルゴリズムを用い、より正確な電力コストを把握することを目指す。

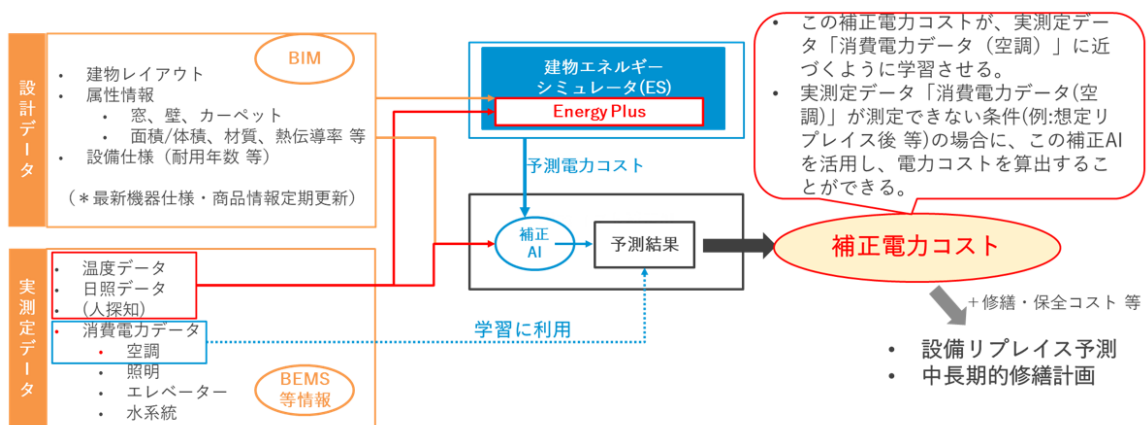


図 4-1-5 Energy Plus フロー図

③複数棟の維持管理 BIM

技術研究所内の施設のうち、昨年度に維持管理 BIM を構築した管理棟、室内環境実験棟以外の施設について、本年度は GLOOBE のスペースを用いた簡易入力方法により対象施設台帳を作成し複数棟の管理について検証する。

- ・ FM-Integration による複数棟におけ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

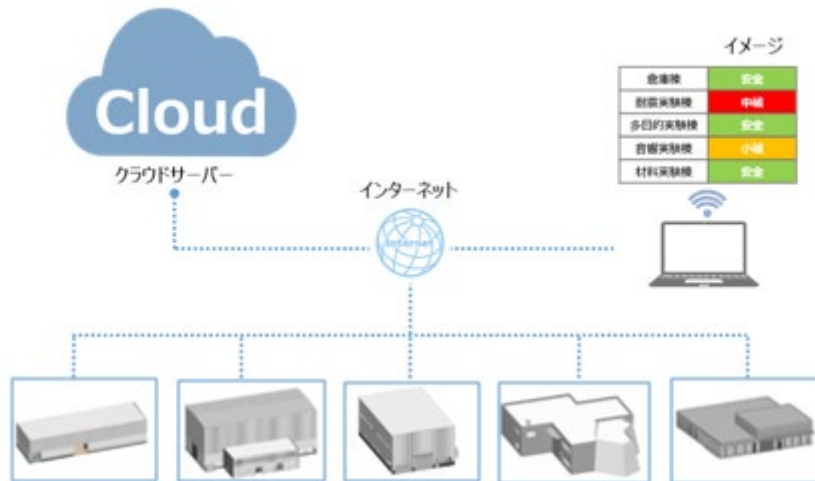
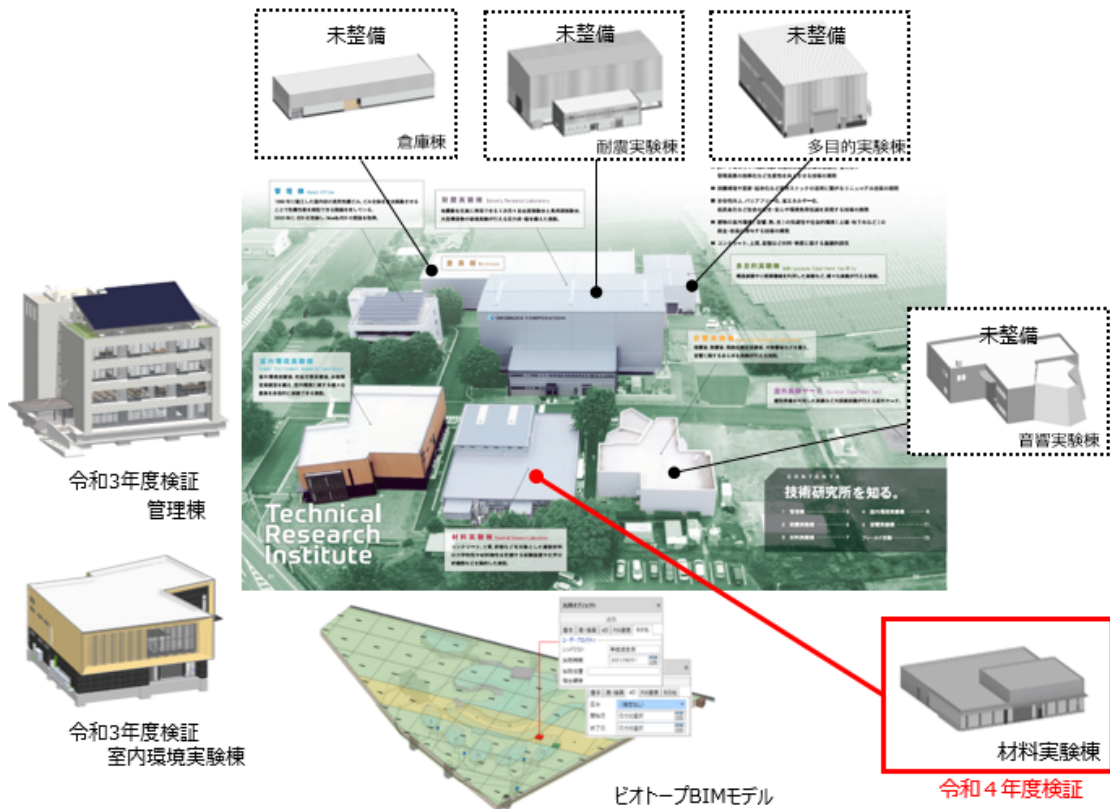


図 4-1-6 複数棟の維持管理 BIM

④コンパクトBIM（課題A参照）★

技術研究所材料実験棟の BIM モデル作成において、従来手法を用いてオブジェクトを積み上げて構成する方法と、合理化手法を用いた方法で業務量を比較する。

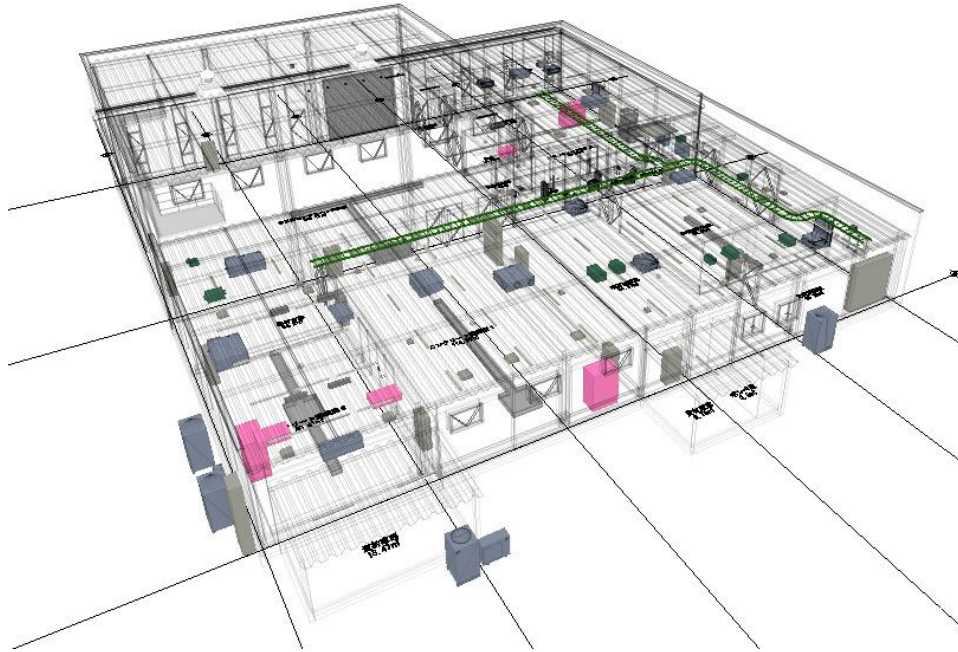


図 4-1-7 材料実験棟の詳細 BIM モデル入力

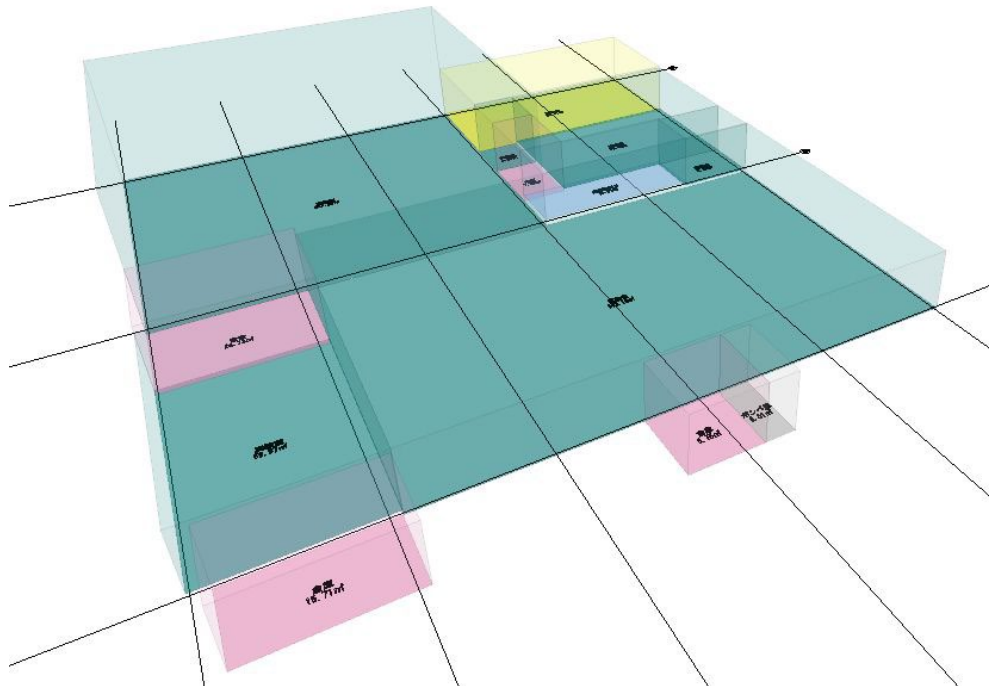


図 4-1-8 材料実験棟のコンパクト BIM モデル入力

4-1-3 効果検証等の結果

(1) 光熱費情報の蓄積

① ETL ツールの選定

先に述べたように、維持管理 BIM システムへの光熱費連携には ETL ツールである DataSpider を用いた。令和 3 年度に構築した FM-Integration は、カスタマイズすることにより修繕・保全に必要な各種情報を表示することができるが、システム内で四則演算等に対応することはできない。そのため、ETL ツールを用いて BEMS 機器より取得した情報をクラウド経由で取得し、所定の計算を加えたうえで、FM-Integration が動作するクラウドへデータをプッシュする。

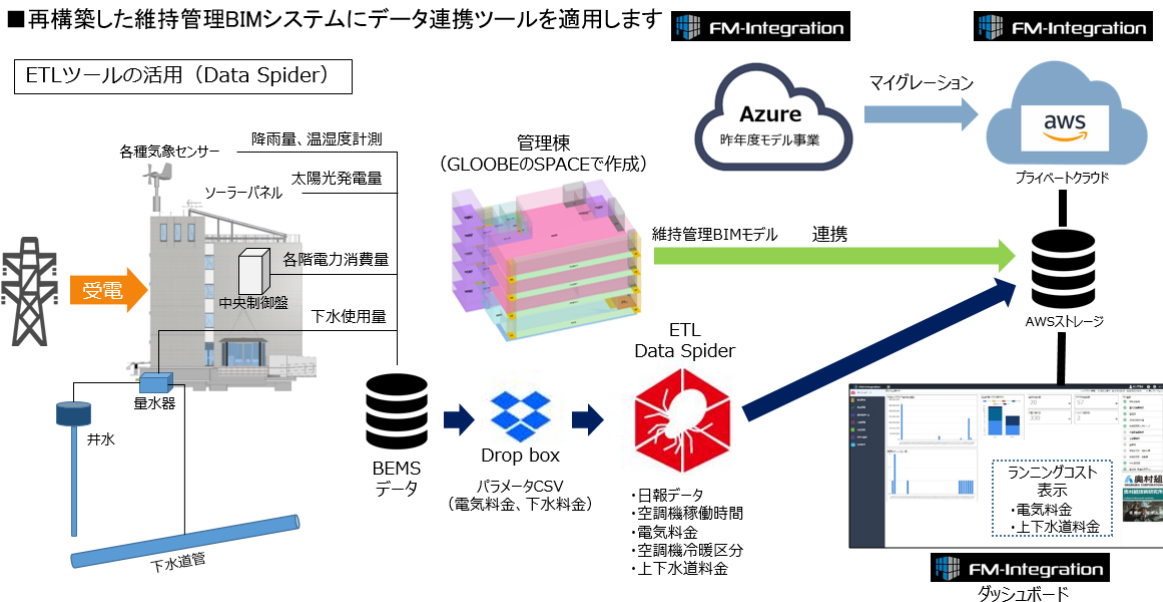


図 4-1-9 ETL ツール活用による BEMS データ集計と維持管理 BIM 連携

② BEMS データの取得と加工

BEMS センサーから取得した情報に単価情報を付与し、光熱費情報（電気料金・下水道料金）を構築する。

1	A	B	C	D	F	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	
1	日報																	
2	ファイル名	d280126a.csv																
3	データ日	2023年1月26日																
4	作成日	2023年01月27日 00時03分																
5	① 番号	② DNO	③ 名称	④ 単位	⑤ 単価	⑥ DNO	⑦ 名称	⑧ 単価	⑨ DNO	⑩ 名称	⑪ 単価	⑫ DNO	⑬ 名称	⑭ 単価	⑮ DNO	⑯ 名称	⑰ 単価	
109	103					11	14	15	13	354923.75	20	3317.3	3	3	3	3	3	
110	104					11	14	15	13	354923.75	20	3317.3	3	3	3	3	3	
111	105					11	14	15	13	354923.75	20	3317.3	3	3	3	3	3	
112	106					11	14	15	13	354923.75	20	3317.3	3	3	3	3	3	
113	107					11	14	15	13	354923.75	20	3317.3	3	3	3	3	3	
114	108					11	14	15	13	354923.75	20	3317.3	3	3	3	3	3	
115	109					11	14	15	13	354923.75	20	3317.3	3	3	3	3	3	
116	110	500001	1F空調機	h		11	14	15	13	354923.75	20	3317.3	3	3	3	3	3	
117	111	500002	2F空調機	h		11	14	15	13	354923.75	20	3317.3	3	3	3	3	3	
118	112	500003	3F空調機	h		11	14	15	13	354923.75	20	3317.3	3	3	3	3	3	
119	113	500004	4F空調機	h		11	14	15	13	354923.75	20	3317.3	3	3	3	3	3	
120	114	500005	電気料金	円		11	14	15	13	354923.75	20	3317.3	3	3	3	3	3	
121	115	500006	上水量	m3		11	14	15	13	354923.75	20	3317.3	3	3	3	3	3	
122	116	500007	下水道料金	円		11	14	15	13	354923.75	20	3317.3	3	3	3	3	3	
123	117		空調機冷暖区分(1F)			11	14	15	13	354923.75	20	3317.3	3	3	3	3	3	
124	118		空調機冷暖区分(2F)			11	14	15	13	354923.75	20	3317.3	3	3	3	3	3	
125	119		空調機冷暖区分(3F)			11	14	15	13	354923.75	20	3317.3	3	3	3	3	3	
126	120		空調機冷暖区分(4F)			11	14	15	13	354923.75	20	3317.3	3	3	3	3	3	
127						11	14	15	13	354923.75	20	3317.3	3	3	3	3	3	

図 4-1-10 BEMS データの取得と加工

日	時	分	秒	分	秒	分	秒
2023	01	26	00	00	00	00	00
2023	01	27	00	00	00	00	00

ファイル名	d280126a.csv
データ日	2023年1月26日
作成日	2023年01月27日 00時03分

番号	DNO	名称	単位	番号
1		1階 温度	℃	DNO
2		1階 湿度	%	
3		2階 温度	℃	時刻
4		2階 湿度	%	18時
5		3階 温度	℃	2時
6		3階 湿度	%	3時
7		4階 温度	℃	4時
8		4階 湿度	%	5時
9		外気温度	℃	6時
10		外気湿度	%	7時
11		風向	°	8時
12		風速	m/s	9時
13		降雨計	mm/h	10時
14		受電電力量	kWh	11時
15		太陽光発電量	kWh	12時
16		1L-1 電力量(主幹)	kWh	13時
17		2L-1 電力量(主幹)	kWh	14時
18		3L-1 電力量(主幹)	kWh	15時
19		4L-1 電力量(主幹)	kWh	16時
20		740101 1L-1 電力量(空調)	0.1kWh	17時
21		740103 1L-1 電力量(照明)	0.1kWh	18時
22		740102 1L-1 電力量(換気)	0.1kWh	19時
23		740104 1L-1 電力量(給湯)	0.1kWh	20時
24		740201 2L-1 電力量(空調)	0.1kWh	21時
25		740203 2L-1 電力量(照明)	0.1kWh	22時
26		740202 2L-1 電力量(換気)	0.1kWh	23時
27		740204 2L-1 電力量(給湯)	0.1kWh	24時
28		740301 3L-1 電力量(空調)	0.1kWh	最大値
29		740303 3L-1 電力量(照明)	0.1kWh	最小値
30		740302 3L-1 電力量(換気)	0.1kWh	平均
31		740304 3L-1 電力量(給湯)	0.1kWh	負荷率
32		740401 4L-1 電力量(空調)	0.1kWh	日合計
33		740403 4L-1 電力量(照明)	0.1kWh	月累計
34		740402 4L-1 電力量(換気)	0.1kWh	
35		740404 4L-1 電力量(給湯)	0.1kWh	
36		740501 PAC-1電力	0.1kWh	
37		740502 PAC-2電力	0.1kWh	
38		740503 PAC-3電力	0.1kWh	
39		740504 PAC-4電力	0.1kWh	
40		421090 EV電力量	kWh	
41		421092 RP-1 電力量	kWh	
42		421034 管理様用水道メータ	m3	
43				

番号	DNO	名称	単位	番号
1		500001 1F空調機	h	DNO
2		500002 2F空調機	h	
3		500003 3F空調機	h	時刻
4		500004 4F空調機	h	1時
5		500005 電気料金	円	2時
6		500006 上水量	m3	3時
7		500007 下水道料金	円	4時
				5時
				6時
				7時
				8時
				9時
				10時
				11時
				12時
				13時
				14時
				15時

電気料金単価	25.94
基本料金	157528
下水単価	165
基本料金	17.8

図 4-1-11 BEMS 日報データと定義パラメータ

ステータス	取り込みデータ	説明	備考
変更なし	温度	そのまま	
変更なし	湿度	そのまま	
変更なし	風向	そのまま	
変更なし	風速	そのまま	
変更なし	降雨計	そのまま	
変更なし	電力量	そのまま	
変更なし	電力量(0.1 kWh)	そのまま	
追加	電気料金	項目を追加	算出後のデータを取り込む
変更	上下水量	「上水量」に名前変更	BEMSデータ(日報データ)に項目が追加された(今まで伝票データから手動で運用)
削除	下水道使用料	項目を削除	
追加	下水道料金	項目を追加	算出後のデータを取り込む
変更	稼働時間	「空調機稼働時間」に名前変更	算出後のデータを取り込む(今までPythonを使って手動で運用)

項目	ファイル場所	ファイル名	対象のデータ	ファイル形式	アップロードされる時間	FM-Integration側でデータを取り込むタイミング
日報データ	DVEBMS取り込みBEMSデータ>日報データ	ファイル名:0*****_01.csv 例>0280126a_01.csv	そのまま	csv	毎日 00:45 ~ アップロードされる予定	毎日 01:00 ~
空調稼働時間	DVEBMS取り込みBEMSデータ>空調稼働時間	ファイル名:0*****_05.csv 例>0280126a_05.csv	G1(1番):1F空調機 G19~G33:算出後のデータ G4(2番):2F空調機 H19~H33:算出後のデータ G5(3番):3F空調機 I19~I33:算出後のデータ G14(4番):4F空調機 J19~J33:算出後のデータ	csv	毎日 00:45 ~ アップロードされる予定	毎日 01:00 ~
電気料金	DVEBMS取り込みBEMSデータ>電気料金	ファイル名:0*****_08.csv 例>0280126a_08.csv	G11(5番):電気料金 K19~K33:算出後のデータ	csv	毎月 1日 00:45 ~ アップロードされる予定	毎月 1日 01:00 ~ 例)1月分~2月1日 01:00 ~
上水量	DVEBMS取り込みBEMSデータ>上水量	ファイル名:0*****_07.csv 例>0280126a_07.csv	G12(6番):電気料金 L19~L33:算出後のデータ	csv	毎月 1日 00:45 ~ アップロードされる予定	毎月 1日 01:00 ~ 例)1月分~2月1日 01:00 ~
下水道料金	DVEBMS取り込みBEMSデータ>下水道料金	ファイル名:0*****_09.csv 例>0280126a_09.csv	G13(7番):下水道料金 M19~M33:算出後のデータ	csv	毎月 1日 00:45 ~ アップロードされる予定	毎月 1日 01:00 ~ 例)1月分~2月1日 01:00 ~

図 4-1-12 取込データの追加・更新

各種環境センサーや BEMS システムより取得したデータは毎日定時刻に Dropbox へ自動アップロードする。このデータを Dataspider の ETL 機能を活用して収集、編集後のデータを AWS の D ドライブへ格納できるように構築する。(図 4-1-13) 続いて FM-Integration は、そのデータを取得してダッシュボードに表示するカスタマイズをおこなう。(図 4-1-14)

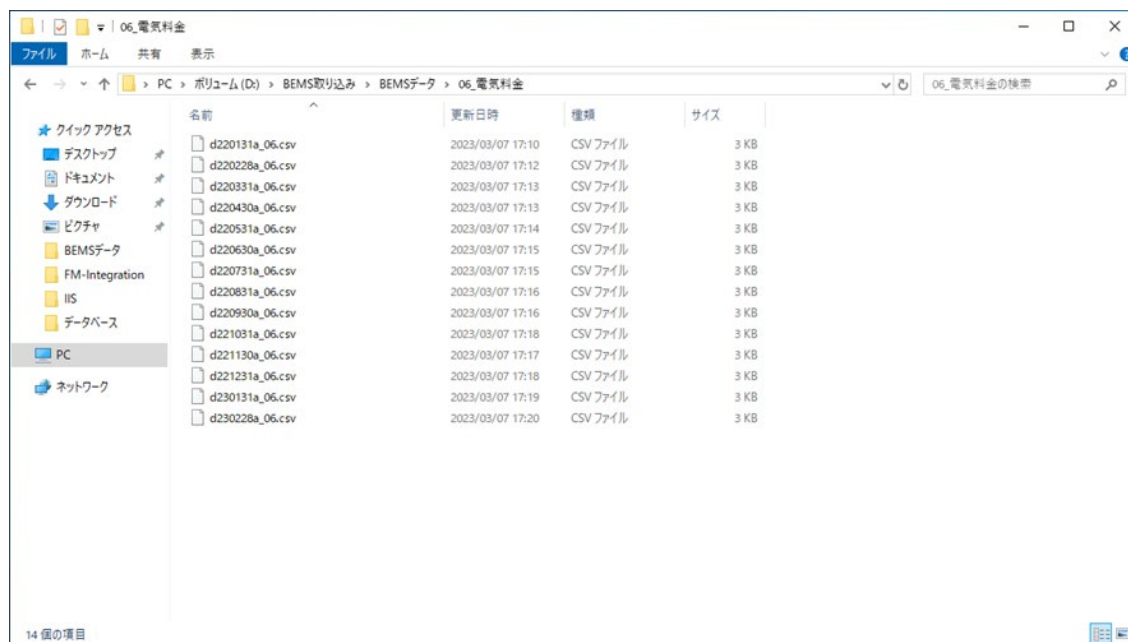
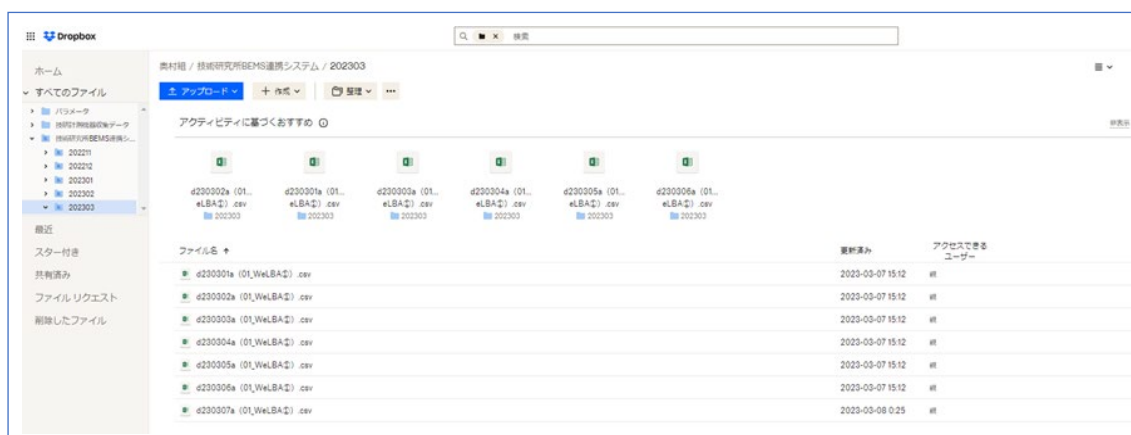


図 4-1-13 Doropbox の日報データとファイル一覧



図 4-1-14 FM-integration のダッシュボードタブ設定

Dataspider によるクラウド間のファイル連携を実現するため、Dropbox からのファイル取得や AZURE へのファイル送信などの手順を決める要件定義をおこなう。

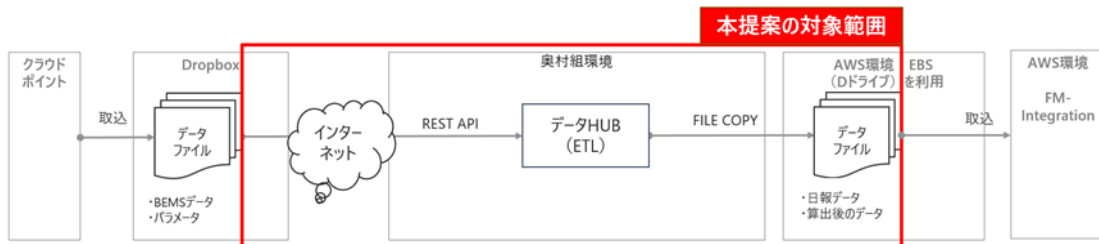
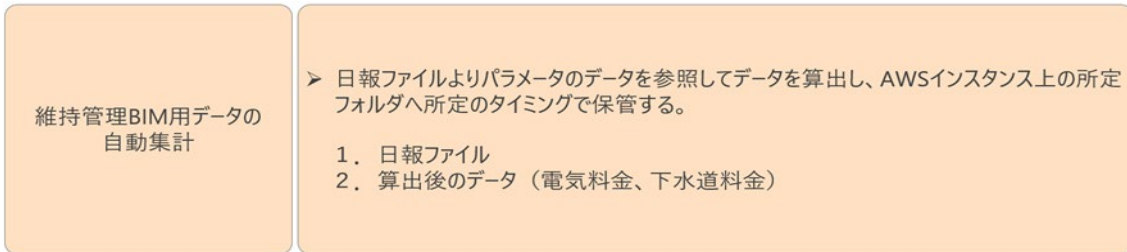


図 4-1-15 DataSpider の適用範囲

未確定及び検討事項、確認事項については、「目的設定、検証内容設定」タスクにて確定する

No	連携ファイル	取得ファイル Drop Box 更新サイクルと時刻	取得ファイル名(形式)	処理 サイクル	処理実行 時刻	インスタンス格納ファイル名 (形式)	仕様
1	日報	毎日 0:20	dyymmdda(01_WeLBA①).csv	日次	0:30	dyymmddm.csv	<ul style="list-style-type: none"> 編集なし。ファイル名変更のみ。インスタンスに格納。 【検討事項】 取得ファイルがない時のハンドリングを決定。エラーとするか？メールを送るのか？そうであれば送り先を確認。
2	空調機稼働時間	日報ファイルと同様	日報ファイルと同様	日次	0:30	ah_yyyymmdd.xlsx	<ul style="list-style-type: none"> 日報ファイルから空調機稼働時間を算出。 仕様は既存Python仕様で得られる結果と同様とする。(次ページ参照) 出力はExcel形式。インスタンスに格納。 【検討事項、確認事項】 CSV形式でも問題ないか確認検討 レイアウトの提示 11/11お話しがあった追加の処理のご説明と見積もり内で許容できる対応かの検討と判断。
3	下水道使用料	隔月で任意に手動で保存 【確認事項】 何日に更新？	下水道使用.xlsx	【未確定】 処理サイクルを検討	【未確定】 処理実行時刻を検討	下水道使用量サンプル.xlsx	<ul style="list-style-type: none"> 編集なし。ファイル名変更のみ。インスタンスに格納。 【検討事項】 日次で実行し取得ファイルが存在した時のみ、S3にセットするなど取得と格納の要件を確認。 取得ファイルなし時のハンドリングを決定。エラーとするか？メールを送るのか？そうであれば送り先を確認。

状態	No	内容	詳細	状況	記入者 ※敬称略	参照資料
対応中	6	AWSの環境情報	IPアドレス、Dドライブのパス	【2/6】 進め方は以下とする 1.質問表をまとめる (セゾン) : 2/7 12:00までに送付 2.打合せ日程調整 (船田さん) : 内容確認後実施判断 3.確認会実施 : 2により決定 AWSドライブフォルダの場所を質問表に入れる (セゾン)	本間	
対応中	7	DropBoxの設定	①Dropbox側のアプリの設定 ②Dropbox内の連携ファイル準備 ③DataSpiderの設定 (ZIP形式のファイルのダウンロード) ④実行確認	【2/6】 ・Dropboxアプリ (API) 現状利用している場合仕様を確認を質問表に追加。(セゾン)	本間	https://qita.com/sugimori/teams/fe24ad62258ea9b121df
対応中	8	AWS環境インスタンスへのFTP接続	FTPサーバーの情報	【2/6】 ・設定について質問表に追加する (セゾン) ・FTPを使わない場合の方法を質問表に回答として追加 (セゾン) Windowsでドライブマウント設定 Dos XCOPYコマンドでコピー ※IUSシステムで使用している担当の吉澤さんに確認	本間	
完了	9	DSSのローカルのファイル	削除するか残すか	【2/6】 ・残さないことに決定	本間	
起票	10	建築BIMについて	建築BIMをどのように展開させて行くのがお聞きしたい		小山	
起票	11	環境の件		【2/6】 ・環境について、図を作成する (セゾン) ・ドキュメントは最小限にとどめる (船田様)	本間	

図 4-1-16 DataSpider による処理内容の定義

図 4-1-17 日報の CSV データ



図 4-1-18 Dataspider スクリプト処理フロー

No.	名前	種別	入力データ	関連メモ
1		start	なし	なし
2	ファイル読み取り	CSVファイル読み取り	なし	なし
3	foreach	繰り返し(データ行数)	ファイル読み取り	なし
4		繰り返し(データ行数)終了	なし	なし
5	集計雛形読み取り	CSVファイル読み取り	なし	なし
6	集計雛形書き込み	CSVファイル書き込み	集計雛形読み取り	なし
7	ファイル読み取り(データ部)	CSVファイル読み取り	なし	なし
8	データ連携(日報データ)	マッピング	ファイル読み取り(データ部)	なし
9	データ追記	CSVファイル書き込み	データ連携(日報データ)	なし
10	データ集計	マッピング	ファイル読み取り(データ部)	なし
11	集計雛形読み取り(1)	CSVファイル読み取り	なし	なし
12	データ連携(集計データ)	マッピング	集計雛形読み取り(1)	なし
13	データ追記(集計データ)	CSVファイル書き込み	データ連携(集計データ)	なし
14		end	なし	なし
15	if	条件分岐	なし	なし
16		条件分岐終了	なし	なし
17	ヘッダのみファイル作成(日報)	CSVファイル書き込み	mapping(1)	なし
18	mapping(1)	マッピング	foreach	なし
19		break	なし	なし
20	ヘッダのみファイル作成(集計)	CSVファイル書き込み	mapping	なし
21	mapping	マッピング	foreach	なし
22	condition	条件	なし	なし

図 4-1-19 Dataspider コンポーネント

タスク	2023年	
	1月	2月
マイルストーン	★ご提案	▼リリース ※調整
貴社タスク	AWS環境設定 → 目的設定・検証内容設定 → 評価	
目的設定、検証内容設定	目的設定 ・ゴールの設定。 ・ゴールに沿った「検証する事」の設定	
実証	DataSpiderスクリプト設計・開発等 → 実施	
結果評価	目的を満たしているか評価 → 評価	
リリース・検証	リリース	

本提案書のご提案範囲

図 4-1-20 プロジェクトタスク

④FM-Integrationのカスタマイズ

ETL ツールによって蓄積されたデータはクラウドへ保存され、FM-Integration によって取得されカスタマイズしたダッシュボード画面へ表示される。

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

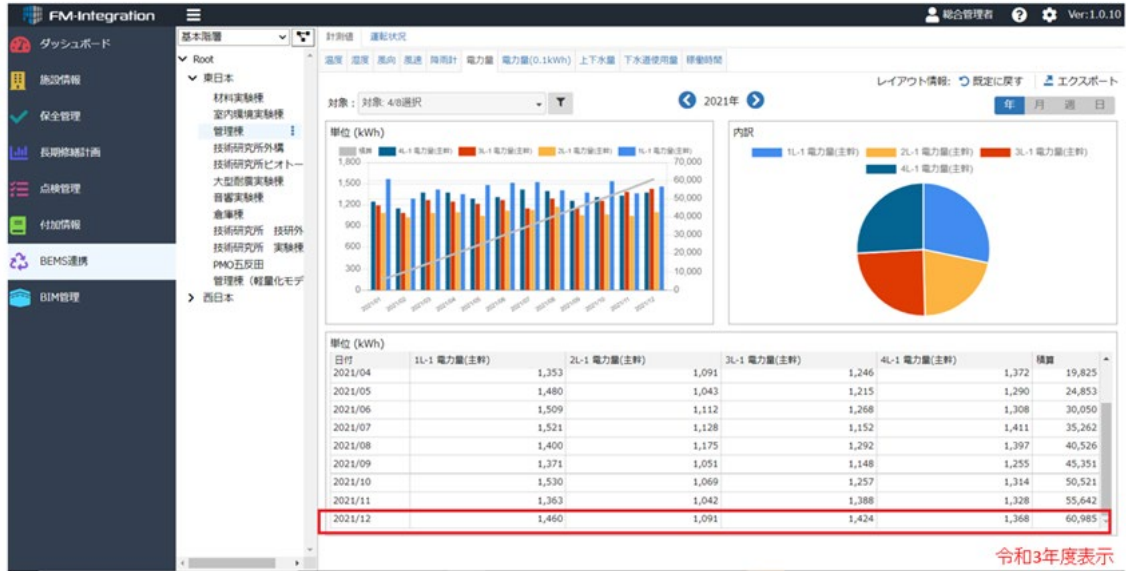


図 4-1-21 2021 年度電力使用量の表示

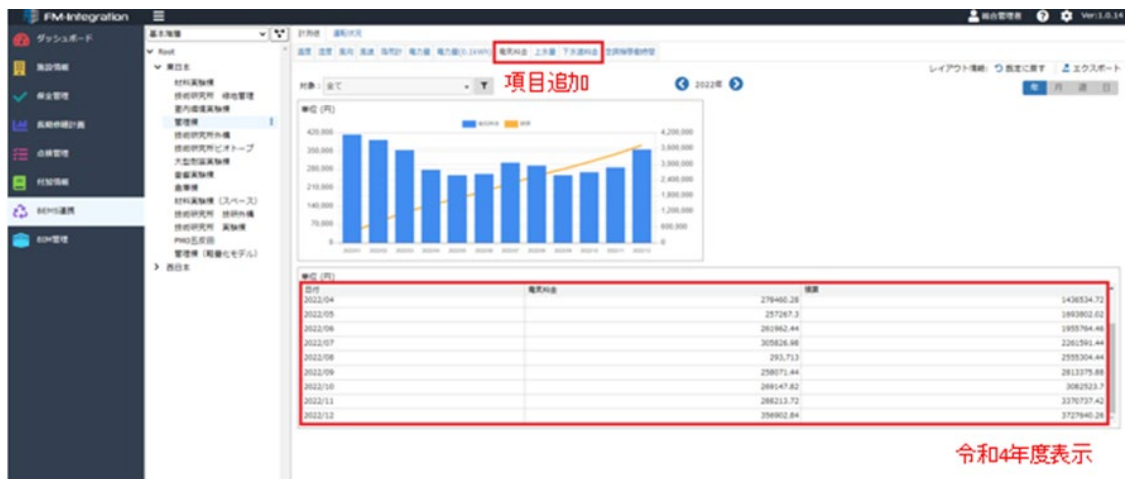


図 4-1-22 2022 年度電気料金の表示

⑤維持管理 BIM における効果

以上のように、FM-Integration に光熱費の情報を表示することにより、技術研究所職員がおこなう維持管理業務に貢献できたかどうかについてヒアリング・考察し下記にまとめる。

【よかった点】

- ・昨年度までの光熱費が表示されることにより、予算計上の際には便利である
- ・長期修繕計画作成時に光熱費を把握しながら作成できる
- ・領収書や帳票類を維持管理システムに集約できるのは閲覧に便利
- ・Dataspider という ELT ツールも用いることで、各種情報を集めて維持管理 BIM システムに統合できることは確認できたので、CO2 削減など今後の活用の場面が広がる
- ・単価や係数情報をパラメータファイルで可変できるしくみにしているので今後の変動にも対応できる
- ・トータル LCC を把握し社有施設の総合的な運用に寄与できる

【改善が必要な点】

- ・表示できるのは BEMS が導入されている管理棟だけであり、他の施設も同様に表示できないと総合的な管理ができない。
- ・ELT ツールの活用には、サーバーやクラウドの総合的知識が必要であること
- ・大幅な条件変更がある場合にはソフトウェアベンダーへの依頼による再構築が必要
- ・FM-Integration の予測計算自体には光熱費を含むことができない

(2) 消費電力データのシミュレーション（効果 B 参照）★

効果 B において、建物のエネルギー消費の予測について補正 AI 活用を実践している。補正 AI による予測結果は図 4-1-23 のようになる。予測値の精度を分析すると、図 4-1-24 のように 71.6% の誤差低減率を実現した。

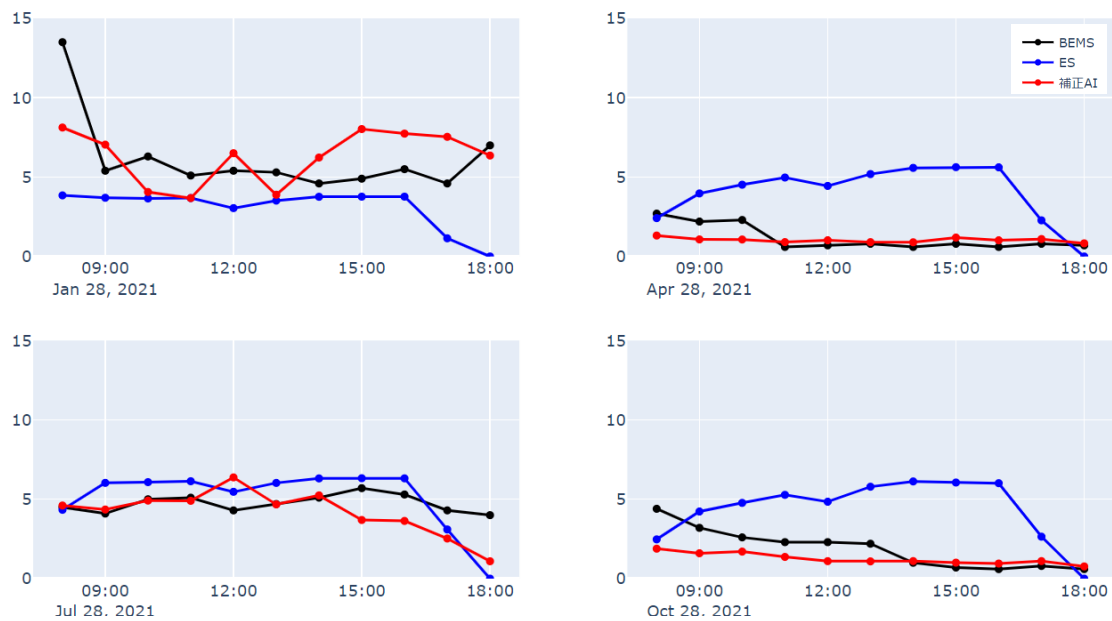


図 4-1-23 補正 AI による消費エネルギー予測

表 4-1-24 予測値の精度（定量評価）

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

(3) 複数棟の維持管理

技術研究所内の施設のうち、昨年度のプロジェクトで維持管理 BIM を構築した管理棟、室内環境実験棟以外の施設について、本年度は『スペース入力』を用いた簡易入力方法により BIM モデルを作成した。これを FM-integration に連携させて対象施設台帳を作成し、複数棟の管理について検証する。

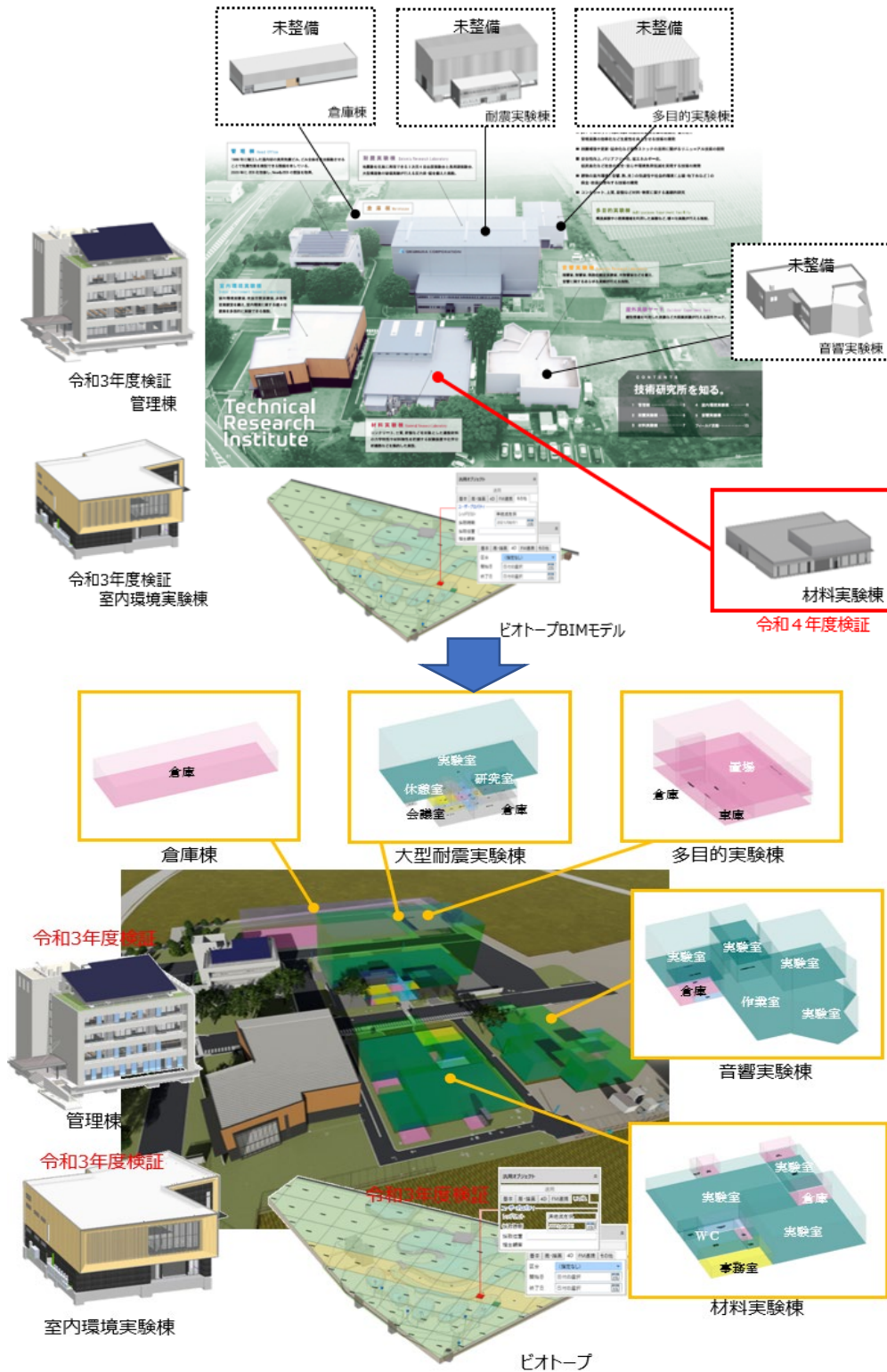


図 4-1-25 複数棟の維持管理 BIM システム

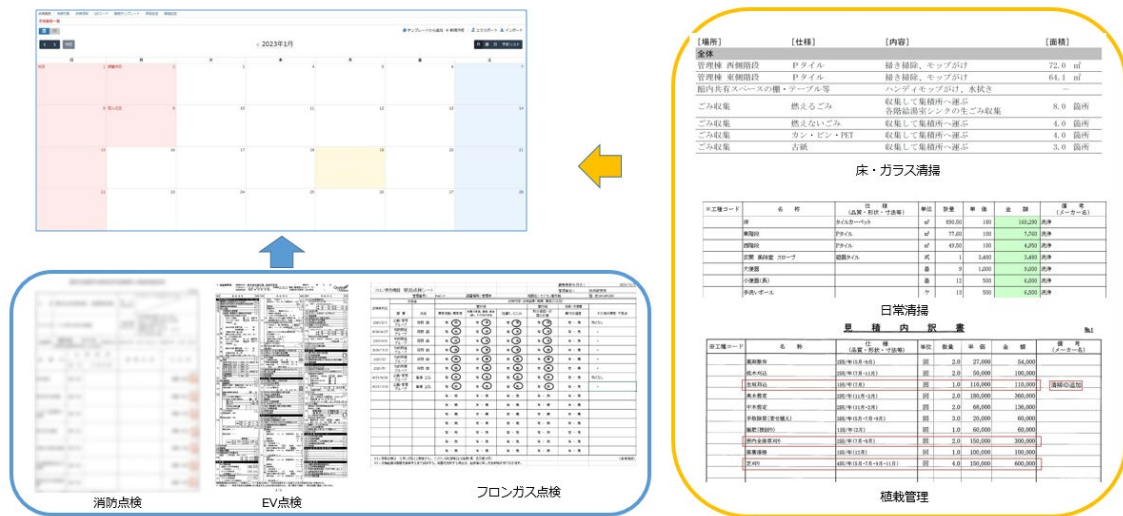


図 4-1-26 技術研究所の維持管理業務

① 技術研究所の維持管理業務のヒアリング

昨年度のモデル事業では管理棟と環境実験棟の維持管理 BIM システムを導入した。本年度は他の建物の維持管理 BIM システムの構築にあたり、維持管理担当者に全体の維持管理業務について下記の項目のヒアリングをおこなった。

表 4-1-27 維持管理業務の項目

1	施設整備
2	設備・備品・工具の整備
3	設備整備保守
4	緑地管理
5	警備関係
6	日常清掃

② 維持管理業務におけるFM-Integrationの活用

ヒアリングを実施した業務を FM-Integration に搭載するための検証をおこなった。

A 施設整備

技術研究所では各種実験に伴う工事について、担当者が社内稟議書、見積、工事管理、予算の管理をおこなっている。予算について従来はエクセルシートに記録して事務担当者が管理している。

工事内容	担当	問い合わせ日	見積もり額	工事完了	完了報告日	実行額	ファイル名
給水設備更新		2020/11/12		2021/1	2021/2/8		20201112給水設備
ピオトップ改修整備		2021/2/17		2021/6	2021/9/16		20210217ピオトップ改修整備
管理棟屋上整備		2021/6/21		2021/8	2021/9/1		20210621屋上整備
多目的実験棟休憩所		2021/10/20		2021/12	2021/12/10		20211020多目的休憩所
管理棟水道使用量BEMS管理		2022/1/27		2022/3	2022/3/31		20220127管理棟水道使用量BEMS管理
蓄電システム整備		2022/1/27		2022/3	2022/6/23		20220127蓄電システム整備
室内環境実験棟ブラインド工事		2022/2/10		2022/3	2022/6/22		20220210室内環境実験棟ブラインド工事
管理棟4階照明改修		2022/6/1		2022/10	2022/11/10		202206014階照明改修
多目的実験棟屋外電源整備		2022/6/29		2022/9	2022/10/3		20220629多目的実験棟電源
耐震実験棟分電盤増設		2022/9/15		2023/1			20220915耐震実験棟分電盤
管理棟特定負荷コンセント工事		2022/10/21		2022/11	2022/12/28		20221021特定負荷工事
管理棟4階ブラインド工事		2022/12/9		2023/3			202212094階ブラインド工事
管理棟耐震棟社外wifi工事		2022/12/26		2023/3			20221226社外wifi

図 4-1-28 施設整備の項目

施設整備の各内容の EXCEL データについて、FM-Integration の建物台帳に建物別（管理棟・室内環境実験棟）に取り込んだ。各工事の設備モデルのオブジェクトには、関係工事の図面・見積書・仕様書・取扱い説明書の PDF データの紐づけをおこなっている。今後は各工事が実施される際に FM-Integration 内のデータを更新し業務効率化を図る。ここでいう効率化は資料へのアクセスの利便性に寄与する程度であるが、BIM モデルとの連動による情報整理に関しては担当者の評価は高い。

エリア番号	エリア名称	建物番号	建物名称	部屋番号	部屋名称	工事番号	工事名称	工事金額	工事年度
1	東日本					003	蓄電システム整備	2,000,000	2,022
1	東日本					004	側溝グレーチング交換	1,000,000	2,022
1	東日本	002	多目的実験棟			000	多目的実験棟屋外電源整備	1,000,000	2,022
1	東日本	004	管理棟			002	管理棟4階照明改修	1,000,000	2,022
1	東日本	004	管理棟			1004	管理棟特定負荷コンセント工事	1,000,000	2,022
1	東日本	004	管理棟			1005	改修新設工事	2,000,000	2,021
1	東日本	004	管理棟			1007	管理棟耐震棟社外wifi工事	1,000,000	2,023
1	東日本	004	管理棟			2020_001	部品交換	1,000,000	2,020
1	東日本	004	管理棟			1006	管理棟4階ブラインド工事	1,000,000	2,023
1	東日本	007	大型耐震実験棟			001	耐震実験棟分電盤増設	1,000,000	2,023
1	東日本	008	音響実験棟			005	音響棟外壁補修	1,000,000	2,022

図 4-1-29 施設整備項目の FM-Integration 画面

B 設備機器・備品・工具の整備

技術研究所全体の設備機器等の整備に関しても、事務担当者が、見積、工事管理、予算管理をおこなっている。

品名	数量	金額(税抜き)	購入目的	仕訳	部署	備考
1 所内WiFi拡張	1式	1,000,000	管理棟3階、耐震実験棟の外部WiFi延長・AP増設・セキュリティ設定等	備品	企画管理G	2020年度
2 イナバ SMK-32SKN	1	1,000,000	喫煙スペース用ハウス	工具	企画管理G	2020年度
3 電気配線	1	1,000,000	喫煙スペースへの電気配線	M3-115 修繕維持費	企画管理G	2020年度
4 流量発信器からの電気配線	1	1,000,000	井戸水流量メーターの目視確認が難しいため、パルス信号で監視できるようにしたい	M3-115 修繕維持費	企画管理G	2020年度
5 web会議集中ブース	1	1,000,000	2ブース分	備品	企画管理G	2020年度
6 側溝グレーチング交換		1,000,000		M3-113 機械等経費	企画管理G	2020年度
7 多目的実験棟 分電盤増設	3	3,000,000	①溶接機コンセント、②電灯動力用分電盤、③休憩所照明、溶接機コンセント	M3-115 修繕維持費	企画管理G	2020年度
8 屋外分電盤設置	1	1,000,000	屋外実験ヤード分電盤整備	M3-113 機械等経費	企画管理G	2020年度
9 音響棟外壁補修	1	1,000,000		M3-115 修繕維持費	企画管理G	2020年度
10						
計		8,012,100円				

図 4-1-30 備・備品・工具の整備の項目

この中には Wi-Fi 工事や会議ブースなど備品類の整備も含まれていて、FM-Integration の備品台帳に登録をおこなった。備品自体は BIM モデル化されていないものもあり、入力範囲が課題である。

電気配線など BIM モデル化していないものは、建物台帳にデータを登録し運用しているが設備台帳に含めるのが望ましいという意見も多い。設備台帳は現在 BIM モデルごとの項目しか登録することができない。建物台帳のようにメインとなる台帳ページを作成するか、立方体や球体などの凡例的な BIM モデルを作成し、そのモデルに属性を与える方法など試行している。

C 設備整備保守

技術研究所では各種実験に伴う設備整備保守に関してもそれぞれの担当者が管理している。予算に関しても事務担当者がエクセルにまとめている。研究施設という建物の特性上、特殊な実験設備が含まれていて項目も多岐にわたる。

(単位:万円)

項目	予算	仕訳	備考	担当
天井クレーン設備				
1)定期点検(保守契約済)		M3-115	耐震棟、材料棟、音響棟、多目的棟、倉庫棟	
2)クレーン検査費		"	2022年度は耐震棟、多目的棟	
3)性能検査用5.0tウェイト(運搬含む)		"	年次点検時(2022.10.11)	
小計			アットクレーン、クレーン安全協会、	
給水設備				
1)定期点検(保守契約済)		M3-115	月次点検、濾過剤交換(次回2023年9月)、タンク清掃(年2回)	
2)薬品費		"	アクリロール(塩素剤)	
小計				
実験廃水処理設備				
1)定期点検(保守契約済)		M3-115		
2)薬品費他		"		
3)沈殿槽・凝集反応槽の改修				
小計				
電気設備				
1)定期点検(新規保守契約)		M3-115	2022年度より大型倉庫棟を追加	
小計				

図 4-1-31 設備機器の保守項目

実験のための設備機器は今回の対象外であるが、クレーン設備・空調機・消防設備など BIM モデル化をおこなっている項目のうち、品質管理部門に報告する必要がある項目や法定点検などの重要な項目に関しては FM-Integration の点検管理に掲載している。保守に関してはスケジュールをリマインドできる点について担当者から高評価を得た。

施設整備の各内容の EXCEL データについて、FM-Integration の建物台帳に建物別(管理棟・室内環境実験棟)に取り込んだ。各設備のモデルのオブジェクトには保守関係の図面・見積書・仕様書・取扱い説明書の PDF データの紐づけをおこなっている。

管理対象の機器に QR コードを貼り付けることにより、iPad 等のスマートデバイスにより手軽に情報の閲覧や点検の履歴を閲覧できる機能は担当者から評価が高い。

また、建物間をまたいで配置される設備機器もあり、この場合の管理方法に課題があった。FM-Integration のシステム上、設備を建物間で移動させてデータを管理することは困難で

あり、技術研究所の外構台帳においてデータを管理・運用することにした。

D 植栽・緑地管理

植栽・緑地について、昨年度は芝生のみ BELCA 分類をおこない維持管理費用を算出した。現在は樹木等単体の BIM モデルは入力していないため課題が残る。植栽・緑地の維持管理スケジュールを把握するには課題があり、今後 FM-Integration の点検管理の改修にも取り組む必要がある。

見 積 内 訳 書 No.1

※工種コード	名 称	仕 様 (品質・形状・寸法等)	単 位	数 量	単 価	金 額	備 考 (メモ一カ一名)
	薬剤散布	2回/年(5月・9月)	回	2.0		0	
	低木刈込	2回/年(7月・11月)	回	2.0		0	
	生垣刈込	1回/年(7月)	回	1.0		0	
	高木剪定	2回/年(11月・2月)	回	2.0		0	
	中木剪定	2回/年(11月・2月)	回	2.0		0	
	手取除草(寄せ植え)	3回/年(5月・7月・9月)	回	3.0		0	
	施肥(根切り)	1回/年(2月)	回	1.0		0	
	雨内全体草刈り	2回/年(7月・9月)	回	2.0		0	
	落葉清掃	1回/年(12月)	回	1.0		0	
	芝刈り	4回/年(5月・7月・9月・11月)	回	4.0		0	
	小計					0	

図 4-1-32 植栽・緑地管理の費用内訳

2022年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
芝刈り		① 2022/5/18		② 2022/7/20		③ 2022/9/21		④ 2022/11/30				
薬剤散布(樹木)		① 2022/5/21				② 2022/9/10						
低木刈込				① 2022/7/20				② 2022/11/30				
生垣刈込				① 2022/7/20								
中木剪定								① 2022/11/30		②		
高木剪定								① 2022/11/30		②		
草抜き		① 2022/5/18		② 2022/7/20		③ 2022/9/21						
施肥										①		
草刈り				① 2022/7/20		② 2022/9/21						
落葉清掃									① 2022/12/19			
その他(契約外)												ハナミズキ3本強剪定 I/キ1本強剪定
請求金額	-											-

図 4-1-33 植栽・緑地管理のスケジュール

E 警備関係

昨年度は警備費用の実績と延べ面積の歩掛数量と BIM モデルから概算の警備費用を算出したが、実際には警備会社に委託しているため、費用算出方法の是非が問われる。既存建物よりは新築建物の警備費用の算出に活用しやすい。

警備センサー類は現状モデル化をおこなっていないが、今後は BIM モデルに配置していきたい。

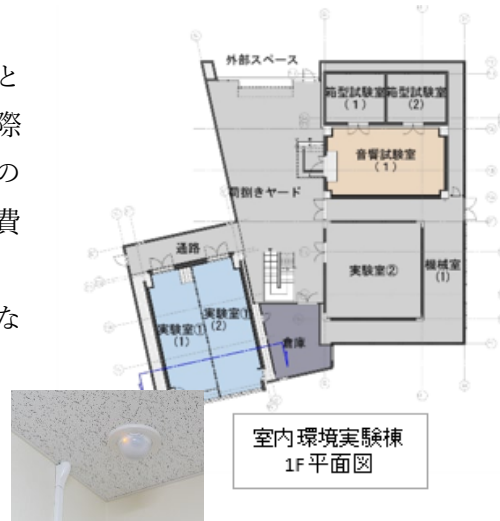


図 4-1-34 警備センサー配置

F 日常清掃

昨年度は清掃代金の実績と営繕基準をベースに、延べ面積の歩掛と BIM モデルから清掃費用を算出したが、実際には清掃会社に委託しているため、費用算出方法の是非が問われる。現在の契約内容は毎年更新されるため、システム化するメリットは少ないが、新規に契約する場合は、清掃エリアの可視化・数量化など契約内容の合意形成に活用できる。

- ・ WC などの共有部
- ・ 定期清掃（天井埃払い、床清掃、ガラス窓清掃）



図 4-1-35 日常清掃のスケジュール

③ 複数棟管理の実務

FM-Integration には複数棟を並列に管理する機能が備わっていて、従来手法で構築した管理棟、室内環境実験棟に加え、今回検証をおこなったコンパクト BIM による手法の材料実験棟を並列に管理することができる。

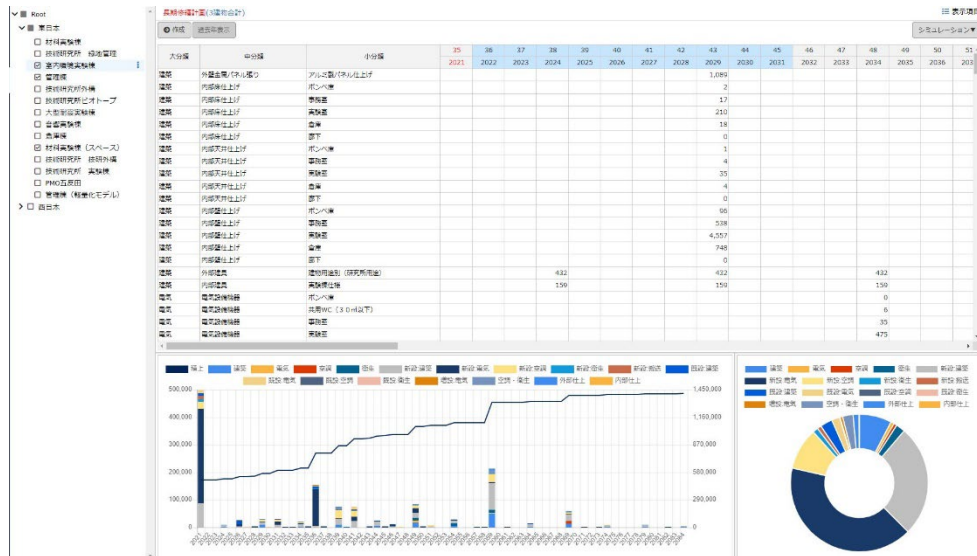


図 4-1-36 FM-Integration による複数棟並列管理

共通する部位部材情報を比較し、予算作成時活用するなどの場面が考えられるが従来の手法とコンパクト BIM 手法による数値の精度の開きがあり改善していく必要がある。

エリア名称	建物名称	大分類	中分類	小分類	棟番号	製品名	単価	数量	単位	更新高期	修繕高期	更新単価係数	修繕単価係数	修繕率
東日本	管理棟	既設:電気	情報通信	誘導電子盤	1	既設【監視】本…	68,445	1	個	40		1.959		
東日本	管理棟	既設:電気	情報通信	電話交換機	1	既設【監視】交…	5,438,300	1	台	20	3	1.486	1	0.081
東日本	管理棟	既設:空調	送風機	天井扇	1	【ファン類】ユ…	21,735	2	台	15		2.16		
東日本	管理棟	既設:空調	ダクト類	亜鉛鉄板ダクト…	1	【スライダ】ダ…	6,957	18	m	50		1.772		
東日本	管理棟	既設:空調	ダクト付用品	ペントキャップ	1	【ペントキャッ…	6,700	2	個	30		1.558		
東日本	管理棟	既設:空調	配管類	炭素鋼製管(白…	1	【配管】冷温水…	14,204	47	m	25		1.7		
東日本	管理棟	既設:衛生	配管類	硬質塩化ビニ…	1	【配管】給水配…	6,916	7	m	30		1.834		
東日本	管理棟	既設:衛生	配管類	硬質塩化ビ管(紺…	1	【配管】ドレン…	8,731	1	m	40		1.943		
東日本	管理棟	既設:電気	蓄電池電源	蓄電池ユニット	1	蓄電池ユニット	2,158,500	2	式	15	5	1.14	1	0.22
東日本	材料実験棟	ス…建築	外壁金属パネル	アルミ製パネル	1		43,916	656	m ²	40	10	1.26	1.26	0.03
東日本	材料実験棟	ス…建築	内部床仕上げ	ポレン床	1		5,140	4	m ²	30	10	1.95	1.95	0.03
東日本	材料実験棟	ス…建築	内部床仕上げ	事務室	1		4,421	64	m ²	30	10	1.95	1.95	0.03
東日本	材料実験棟	ス…建築	内部床仕上げ	実験室	1		5,260	680	m ²	30	10	1.95	1.95	0.03
東日本	材料実験棟	ス…建築	内部床仕上げ	倉庫	1		5,140	57	m ²	30	10	1.95	1.95	0.03
東日本	材料実験棟	ス…建築	内部床仕上げ	廊下	1		0	20	m ²	30	10	1.95	1.95	0.03
東日本	材料実験棟	ス…建築	内部天井仕上げ	ポレン床	1									
東日本	材料実験棟	ス…建築	内部天井仕上げ	事務室	1									
東日本	材料実験棟	ス…建築	内部天井仕上げ	実験室	1									
東日本	材料実験棟	ス…建築	内部天井仕上げ	倉庫	1									
東日本	材料実験棟	ス…建築	内部天井仕上げ	廊下	1									
東日本	材料実験棟	ス…建築	内部壁仕上げ	ポレン床	1									
東日本	材料実験棟	ス…建築	内部壁仕上げ	事務室	1									
東日本	材料実験棟	ス…建築	内部壁仕上げ	実験室	1									
東日本	材料実験棟	ス…建築	内部壁仕上げ	倉庫	1									
東日本	材料実験棟	ス…建築	内部壁仕上げ	廊下	1									
東日本	材料実験棟	ス…建築	外部建具	建物用塗料(研…	1									
東日本	材料実験棟	ス…建築	内部建具	実験機仕様	1									
東日本	材料実験棟	ス…電気	電気設備機器	ポレン床	1									
東日本	材料実験棟	ス…電気	電気設備機器	共用WC(30…	1									
東日本	材料実験棟	ス…電気	電気設備機器	事務室	1									
東日本	材料実験棟	ス…電気	電気設備機器	実験室	1									
東日本	材料実験棟	ス…電気	電気設備機器	倉庫	1									
東日本	材料実験棟	ス…電気	配線	配線、配管類(…	1									
東日本	材料実験棟	ス…空調	ダクト類	配管機一式(ダ…	1									

図 4-1-37 FM-Integration による複数棟にまたがる帳票出力

④ 今後の維持管理BIMシステムへの期待

技術研究所は 1986 年の竣工後 35 年が経過しリニューアル改修を進めているが、老朽化が進む部位も多く存在する。地中配管類の不具合や想定外の故障なども増えている。

また技術研究所担当者は、全業務の 3 割程度を維持管理業務に従事するため、できるだけ維持管理 BIM システムを使って業務の削減をおこないたい。

技術研究所の担当者へのヒアリングを通しては、その他にも下記のような要望があり、FM-Integration の機能向上で対応していきたい。

- ・落ち葉等による雨どいの詰まりが発生している。センサーを FM-Integration に連動させて発報するような仕組みを構築したい。
- ・屋外広告物の申請など、忘れがちな業務を点検管理に組み込む。
- ・設備の故障時に連絡する業者がわからない。例えば無線 LAN の不具合のときは、まずどこに機器があるかを調べるのに苦労する。過去の工事履歴を FM-Integration に蓄積することで活用できる。

⑤ まとめ

以上のように、維持管理 BIM システムの実践および複数棟管理による効果は下記のように考察できる

表 4-1-38 維持管理 BIM システムの効果

1	施設整備	BIM モデルと連動した台帳管理にメリットがある。 改修工事による BIM モデルの更新に関しては課題がある。
2	設備・備品・工具の整備	備品類を BIM モデルとしてどこまで入力するか課題であるが、凡例的な BIM モデルを活用するなどを検討している。
3	設備整備保守	設備機器に QR コードを添付し、現地で直接 FM-Integration を閲覧することができるメリットがある。
4	緑地管理	植栽・緑地の BIM モデル化に課題がある。 敷地内のビオトープと合わせて検討していきたい。
5	警備関係	警備機器の配置などは可視化することでメリットがある
6	日常清掃	清掃範囲の可視化にメリットがある。
7	複数棟管理	共通する部位部材情報の閲覧は便利であるが、各等の入力レベルの違いが障壁となる

(4) コンパクト BIM (課題 A 参照) ★

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する。(図 4-1-39)

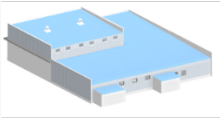

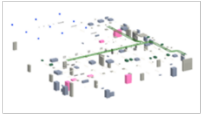

従来手法による詳細モデル作成においては、意匠・構造モデルを GLOOBE、設備モデルを Rebro で作成した。コンパクト BIM 作成においては、GLOOBE のスペースと用途区画を用いて入力している。作業時間の違いは大きく、コンパクト BIM 入力の方の作業時間の方が 1/10 程度になる。

詳細モデルの作業時間 225h

意匠・・・詳細モデル

構造・・・簡易入力(図面が少ないため)

設備・・・電気・給水

	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	GLOBE	GLOBE	Rebro	GLOBE

簡易モデルの作業時間: 100h

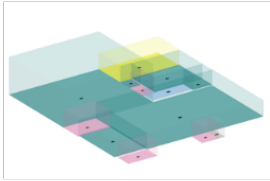

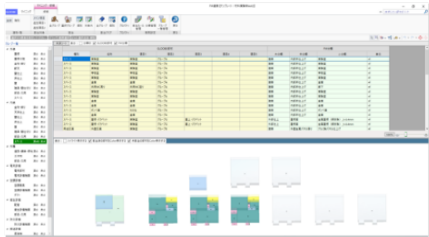
	スペース	維持管理BIM連携
	 	
作業時間/h	80	20
使用ソフト	GLOBE	GLOBE

図 4-1-39 従来手法とコンパクト BIM の維持管理 BIM 作成時間

またコンパクト BIM における長期修繕計画を従来の手法と比較した。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。

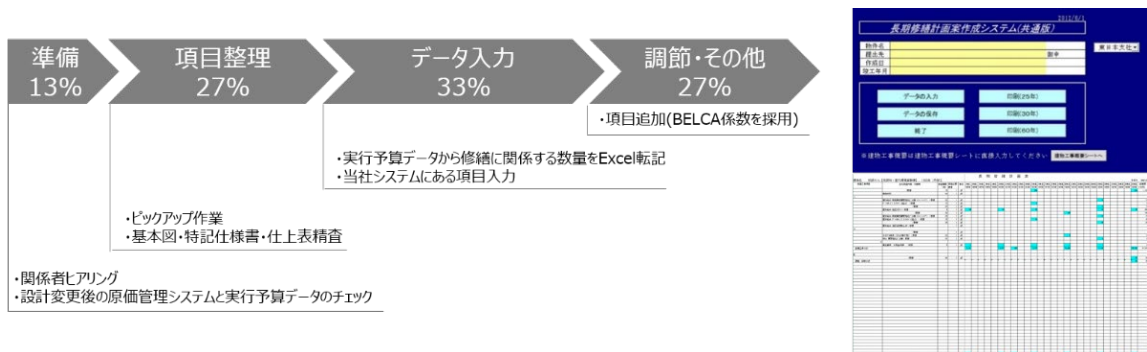


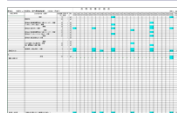
図 4-1-40 従来手法による長期修繕計画

以前の報告書より：長期修繕計画作案

作業内容	管理棟	実験棟
準備	7.75	7.75
項目整理	15.5	15.5
データ入力	23.25	15.5
調節・その他	15.5	15.5
合計	62	54.25
	116.25	

■考察

- ・実行予算の内訳項目を長期修繕計画の修繕工事項目に紐づけ作業が作業の大部分を占める
- ・項目数が少なく、新に係数や周期等を設定追加する必要があり手間を要する
- ・竣工時の単価を反映させておいても将来的にはあまり意味をもたない



作業内容	管理棟	実験棟
モデル合成	7.75	7.75
FM分類割当	15.5	7.75
データ移行・調整	23.25	15.5
長期修繕計画作成	7.75	7.75
合計	69.75	38.75
	108.5	

■FMソフト使用のメリット

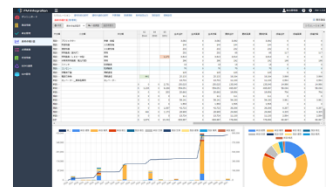
- ・オブジェクト情報が多い
- ・調整、シミュレーションが簡易

■デメリット・懸案事項

- ・設備モデル3D化、属性情報入力内容指示など、予め取決めが必要、またオプション料金が発生する
- ・実際にはグループ化してメンテナンスされているオブジェクトがモデル内で認識されるのか検証

マインニングルールは作成済として計上

業務削減率 7%



検証A) 維持管理BIMシステムを用いて行う維持管理業務量

⇒ 維持管理業務時間の削減 5~10%目標

業務時間削減量

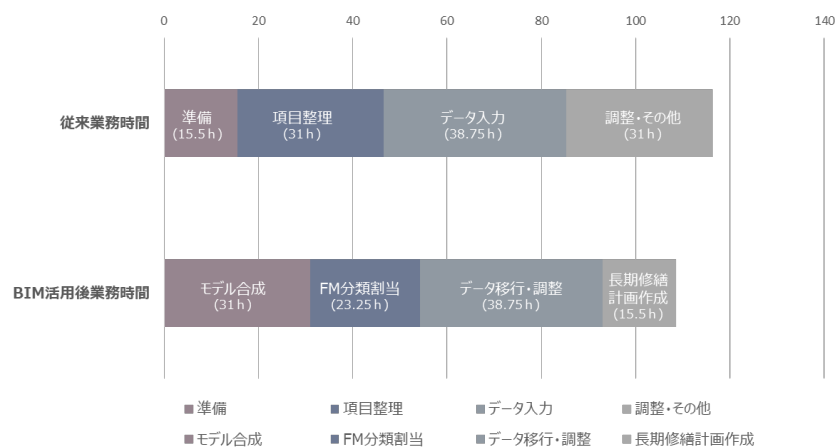
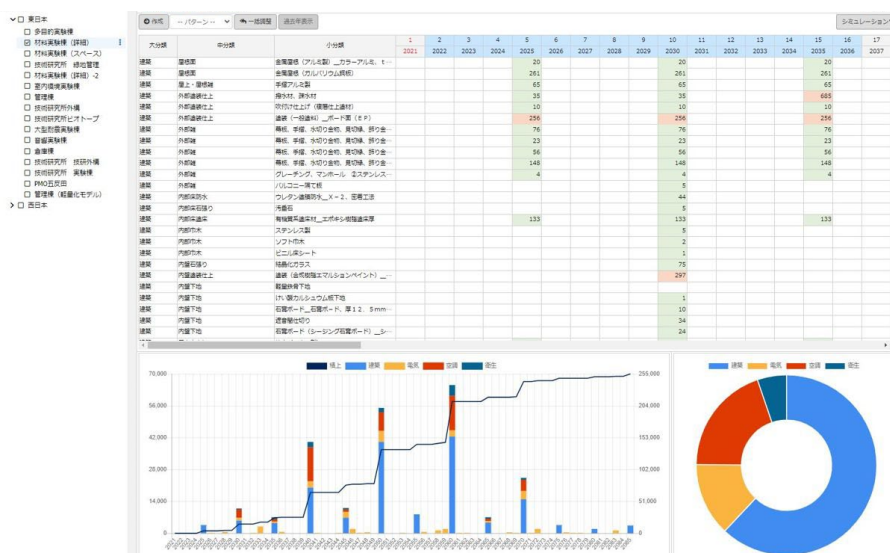


図 4-1-41 従来手法と維持管理 BIM の長期修繕計画作案にかかる業務量比較

また定量評価としては第 3-1 章の検証結果より、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。立案に要する業務量は大きく軽減できるが、歩掛によりデータマイニングをおこなっているため違いが発生するのは否めない。マスターデータの整備により改善されていく。※

	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%



■コンパクト BIM

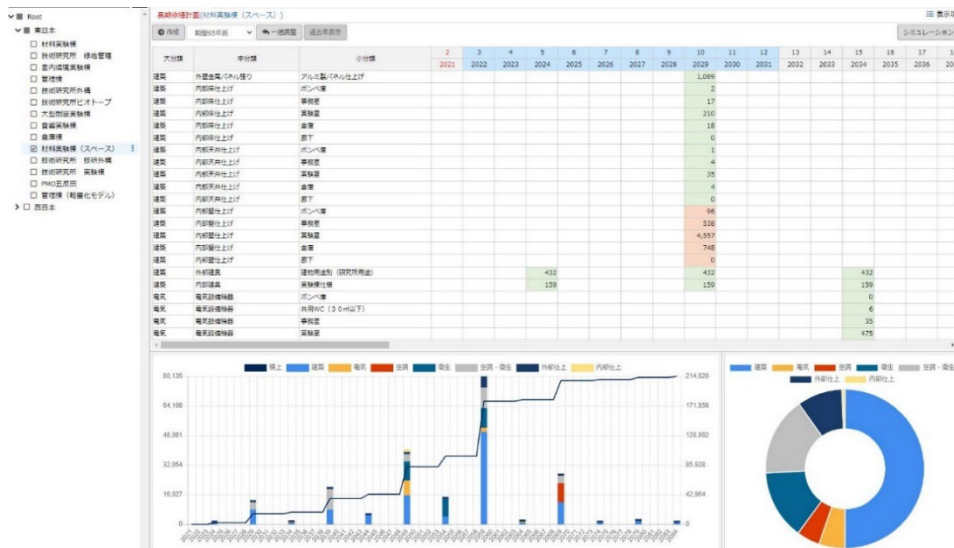


図 4-1-42 従来手法とコンパクト BIM の長期修繕計画精度比較

(5) 考察

以上、本章でとりあげた4つのテーマについてまとめる。(表4-1-43)

総合的に評価し、消費電力予測の誤差やコンパクト BIM による長期修繕計画の誤差はまだ改善の余地が残されているが、圧倒的に維持管理 BIM 構築の作業量は削減でき、光熱費情報の蓄積や複数棟管理による定性的効果は見えるため、目標の10%以上の改善効果があると考察する。

表 4-1-43 定量評価と定性評価

	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%	—

4-2 消費電力データのシミュレーション（検証 B）

4-2-1 定量的に検証する効果、目標、効果を測定するための比較基準分析する課題

建物の設備リプレイス予測や中長期修繕計画の提案には、BIM 情報だけでなく、消費電力コストや修繕・保全コストの情報が必要である。特に消費電力コストの情報を用的ことで最適な設備リプレイス時期の予測や最適な部材の選定が可能となる。

建物で使用される消費電力には空調、照明、OA 機器などが上げられる。特に空調に関する消費電力は、全体の中でも大きな割合を占めており、また建物の部材(壁、床、窓など)を変更したときの空調性能への影響も大きい。そこで、空調に関する消費電力を算出するために、建物エネルギーシミュレータを活用するケースがある。建物エネルギーシミュレータとは、暖房や冷房、換気、照明などを考慮した建物のエネルギー消費をシミュレーションするプログラムの総称を指す。エネルギーシミュレータに部材の種別情報を含む BIM データを入力することで、部材を変えたときの空調機器の消費電力の予測も可能になる。

しかし、シミュレータで設定可能な条件やインプット可能なデータには限りがあり、現実を模擬しきれないため、エネルギーシミュレータを用いても必ずしも精度の高い予測結果が算出できるわけではない。そのため、消費電力の予測シミュレーションと実測定データとを比較して 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う。

4-2-2 効果検証等の進め方（検証の前提条件等を含む）、実施方法 ・体制課題分析の進め方（検討の前提条件を含む）、実施方法 ・体制

(1) 検証データ

検証は奥村組技術研究所管理棟のデータを用いて実施する。管理棟は 4 階建て RC 造で研究開発業務がおこなわれている施設である。管理棟の各フロアには複数のパッケージエアコンおよび熱交換器が設置されており、更に屋上に各フロアに対応するパッケージエアコンの室外機が 4 台設置されている。

本検証では、建物エネルギーシミュレータの予測対象としてフロアごとの空調消費電力を用いるものとする。これは、部材の交換を行う際には建物全体あるいはフロア単位で行われることが多いため、部屋単位の詳細な消費電力予測は不要であると考えられること、また、フロアの構造、利用方法に応じて消費電力の傾向は大きく変動するため、建物単位での予測では予測精度が劣化する傾向があると考えたためである。また、本検証におけるフロアごとの空調消費電力とは各フロアにおけるパッケージエアコン、熱交換器、フロアに対応する室外機の消費電力の総和と定義する。

技術研究所管理棟には BEMS データおよび BIM モデルが存在する。BEMS データは、各階の温度、湿度、消費電力量といった建物状態データと、外気温、外気湿度、風向風速、降雨量といった天候データから構成されており、1 時間おきに取得された

日報データのうち 2021/01/01~12/31 分を使用して検証をおこなう。図 4-2-1 に BEMS データの一例を示す。また、本検証で取得した BEMS データ項目の一覧を Appendix-1(表 4-2-18)に示す。フロアごとの空調消費電力は、例えば 1 階の場合は「20 : 1L-1 電力量(空調)」と「36 : PAC-1 電力」の和から算出される。また、BIM モデルは図 4-2-2 に示すように建物全体の 3D データ、部材の情報および設備データが格納されている。

番号 DNO	1 411025	2 411026	3 411037	4 411038	5 411081	6 411082	7 411053	8 411054	9 411083	10 411084	11 411085	12 411086	13 411087	14 421089	15 421091	16 421033	17 421045	18 421049	19 421061	20 740101	2 74010
時刻																					
1時	24	53	25	44	22	46	25	44	16	77	376	1 UNDER		4	0	1	1	0	1	0	0
2時	24	55	25	44	21	47	25	45	15	83	449	1 UNDER		4	0	2	0	1	1	1	0
3時	24	57	25	45	21	48	25	47	15	89	78	1 UNDER		4	0	1	1	1	1	1	0
4時	24	58	24	48	21	49	25	48	14	91	470	1 UNDER		4	0	1	1	1	1	1	0
5時	24	59	24	48	21	49	24	49	14	94	431	1 UNDER		5	0	2	0	0	1	1	1
6時	24	60	24	49	21	49	24	49	14	93	89	0 UNDER		3	2	1	1	1	1	1	0
7時	24	62	24	52	21	53	24	50	17	80	357	0 UNDER		0	5	1	1	1	1	1	0
8時	24	62	24	51	21	54	24	52	21	65	111	1 UNDER		0	10	2	1	2	1	1	0
9時	24	59	24	54	22	56	25	56	22	56	126	4 UNDER		1	13	2	2	2	1	7	0
10時	25	55	25	52	22	56	25	55	22	53	38	1 UNDER		0	12	2	2	2	2	2	7
11時	25	53	25	50	22	55	25	53	21	56	134	2 UNDER		3	7	2	1	2	2	2	6
12時	25	53	25	51	22	54	25	53	21	58	90	1 UNDER		4	5	1	2	2	1	7	7
13時	25	53	25	51	22	53	25	52	21	57	168	3 UNDER		4	6	3	2	2	2	7	7
14時	25	56	25	55	22	57	25	56	19	76	145	1 UNDER		4	5	1	2	2	2	6	6
15時	25	59	25	59	22	62	25	62	18	86	126	2 UNDER		6	4	2	1	2	1	7	7
16時	25	59	25	59	22	63	25	63	19	77	156	3 UNDER		6	3	2	2	2	2	7	7
17時	25	60	25	55	22	65	25	65	19	80	148	5 UNDER		8	2	2	2	2	1	7	7
18時	25	62	25	60	22	68	25	68	18	95	166	3	1	9	0	2	2	2	2	6	6
19時	25	66	25	54	22	69	25	69	17	97	440	1 UNDER		6	0	2	1	2	1	1	1
20時	24	68	25	53	22	69	24	69	17	93	199	4 UNDER		6	0	1	0	2	2	0	0
21時	24	68	25	54	22	69	24	69	17	92	112	4 UNDER		6	0	1	1	2	1	1	1
22時	24	68	25	54	21	69	24	69	17	91	137	3 UNDER		6	0	2	1	2	2	0	0
23時	24	69	25	54	21	68	24	70	17	90	137	3 UNDER		6	0	1	1	2	2	0	0
24時	24	68	25	57	21	66	24	69	18	77	196	2 UNDER		5	0	1	0	2	1	1	1
最大値	25	69	25	60	22	69	25	70	22	97	470	5	1	9	13	3	2	2	2	7	7
最小値	24	53	24	44	21	46	24	44	14	53	38	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
平均	24	60	25	52	22	58	25	58	18	79	204	2	1	4	3	2	1	2	1	3	3
負荷率	96	87	100	87	100	84	100	83	82	81	43	40	100	44	23	67	50	100	50	43	43
日合計	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	104	74	38	28	39	33	71	71
月累計	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	342	672	177	122	150	143	223	223

図 4-2-1 BEMS データの一部

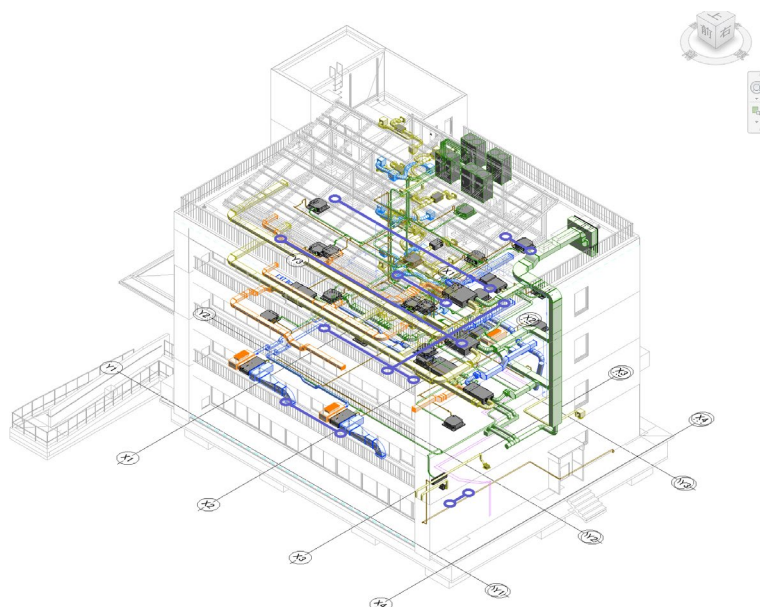


図 4-2-2 技術研究所管理棟 BIM モデル

(2) 検証に使用するツール

BIM データの作成は GLOBBE Architect*1 および Rebro*2 を用いて作成し、これらのデータの読み込みには Revit*3 を用いる。また、建物エネルギーシミュレータには Revit にも標準で組み込まれている EnergyPlus*4 を用いる。

<参考 URL>

*1 GLOBBE Architect : <https://archi.fukuicompu.co.jp/products/gloobe>

*2 Rebro : <https://www.nyk-systems.co.jp/product/feature>

*3 Revit : <https://www.autodesk.co.jp/products/revit/overview>

*4 EnergyPlus : <https://energyplus.net/>

(3) 検討の進め方

本検証では、BIM×エネルギーシミュレータ×AI を活用し、エネルギーシミュレータのみを用いた従来の消費電力予測より精度高く消費電力を算出できる仕組みの構築を目指す。それにより、従来よりも最適な設備リプレイス予測や中長期修繕計画の提案が可能になり、維持管理コスト削減に繋げることができる。特に本プロジェクトの範囲では、まずエネルギーシミュレータと AI を組み合わせることで、従来のエネルギーシミュレータ単独による電力予測よりも高精度な予測が可能となるかを検証する。図 4-2-3 に本検証の全体構成を示す。

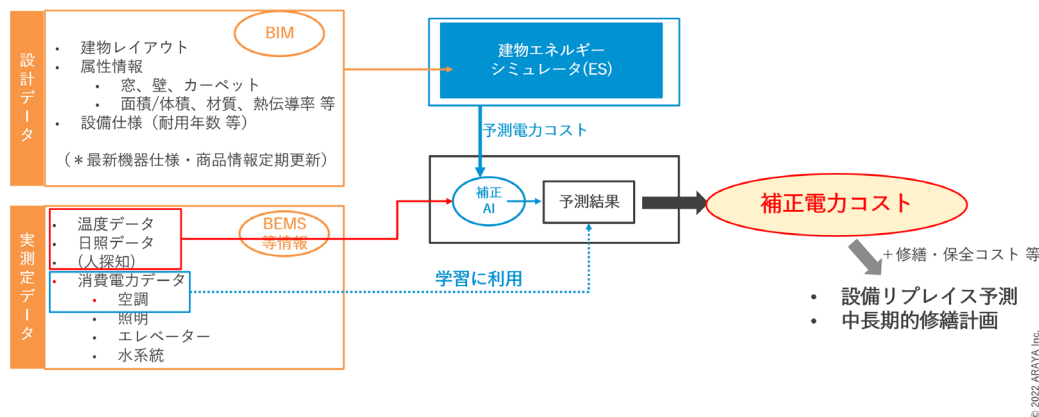


図 4-2-3 本検証の全体構成

検証は以下のステップに従って進めるものとする。

1) BEMS データの確認

- BEMS データの内容を確認し、各フロアにおける年間を通じた消費電力量の傾向を確認する

2) 建物エネルギーシミュレータの精度検証

- エネルギーシミュレータを用いて奥村組技術研究所管理棟 BIM モデルから電力コスト予測を実施

- 同管理棟の BEMS データと比較し、エネルギーシミュレータを用いた予測の課題を抽出

3) 建物エネルギーシミュレータ補正 AI の開発

BIM データ、BEMS データ、エネルギーシミュレータの予測値を用いて補正電力コストを導出する補正 AI を構築

(4) 体制

BIM データの作成は奥村組が実施し、以降のエネルギーシミュレータを用いたシミュレーションおよび補正 AI の作成、検証をアラヤが執り行うものとする。

表 4-2-4 体制・役割分担

	奥村組 BIM 推進室 (BIM マネジメント)	技術研究所	アラヤ
光熱費情報の蓄積		○	
BIM モデル構築	○		
ES による予測			○
補正 AI 作成			○

4-2-3 効果検証等の結果

1) BEMS データの分析

図 4-2-4 に BEMS で取得されたフロア別の空調消費電力を、図 4-2-5 に月別の累計空調消費電力を示す。フロアによって若干の差異はあるが、いずれのフロアも共通して以下のことが確認できる。

- 夏期および冬期に大きく空調を使用している
- 中間期(5,6月および9,10月)では、ほとんど空調は使われていない
- 夏期より冬期の方がより多くの電力が使用されている

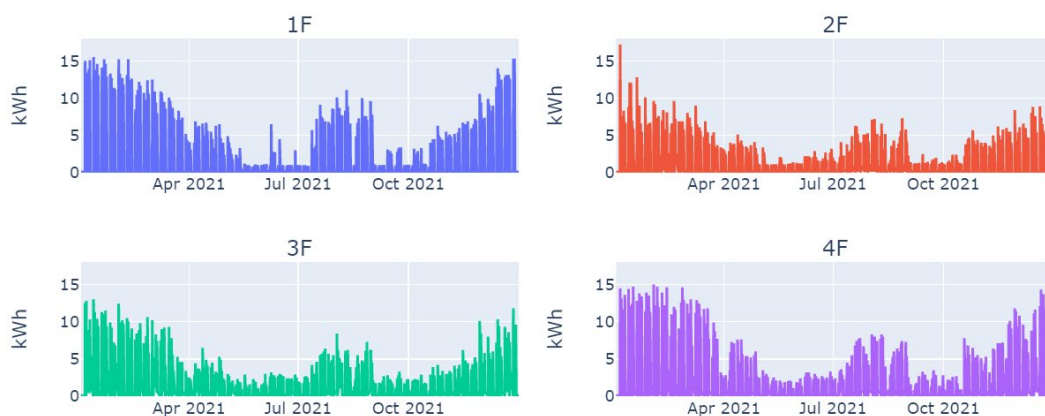


図 4-2-4 フロア別空調消費電力

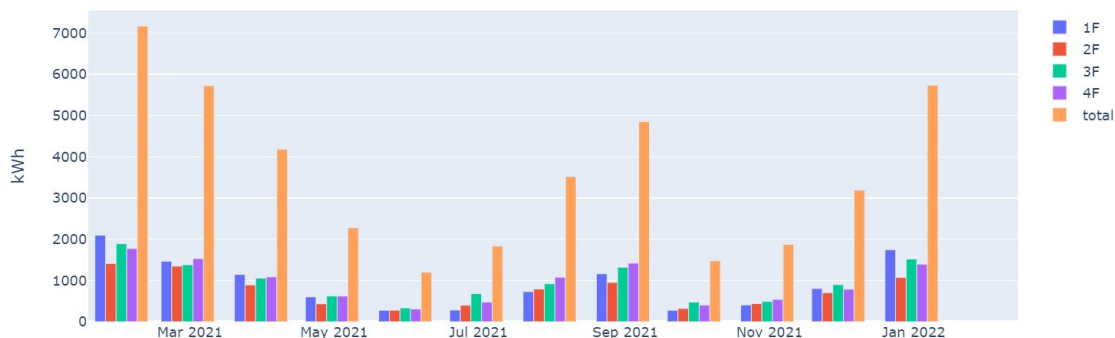


図 4-2-5 月別の累計空調消費電力

図 4-2-6 に各フロアおよび外の気温を示す。室温については、年間を通して 20 度前半～27 度程度を維持している。外気温と比較すると、外気温が室温より高くなるのは 7 月、8 月であり、室温と比べて 5～8 度程度高くなっている。5,6 月、9,10 月はかなり室温と気温が近くなっており、その他の月は大きく気温が下回る傾向が確認できる。これは、図 4-2-4 および図 4-2-5 で示した管理棟の空調の使用状況と一致しているといえる。

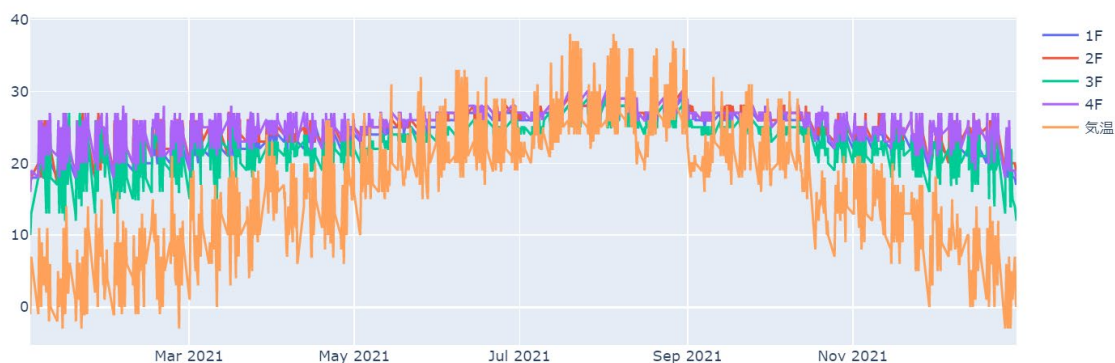


図 4-2-6 各フロアおよび外の気温

2) 建物エネルギーシミュレータの精度検証

EnergyPlus を用いて本建物のフロア別空調電力消費電力の予測をおこなう。以降は、簡単のため管理棟 4 階についての結果を示すものとする。図 4-2-7 に 4 階の間取り図を示す。4 階は研究室となっており、1 台の熱交換器および 6 台のパッケージエアコンが配置された構成となっている。

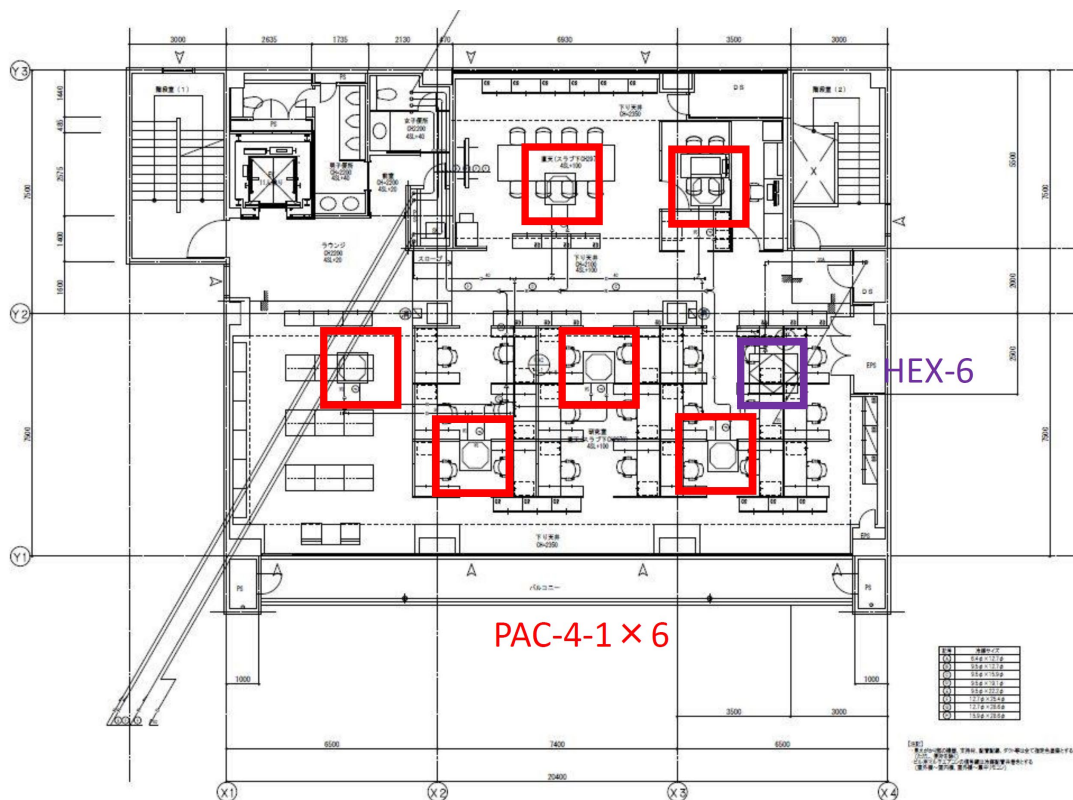


図 4-2-7 技術研究所管理棟 4 階間取り図

シミュレーションは天気情報および、BIM データから取得した建物の情報、シミュレーション条件等を入力として実行され、各フロアの 1 時間ごとの空調消費電力予測結果が出力される。エネルギーシミュレータへの入力の一部を図 4-2-8 に示す。

図 4-2-8 (a) は壁、天井の部材情報である。このように、各部屋に接する部材の種類を全て入力し、シミュレーションをおこなう。また図 4-2-8 (b)、(c) に示すように、壁や天井などの部材については別途その構造や材質も定義している。

図 4-2-8(d) に示すように、各エリアにおける在室人数の情報を定義している。本検討においては在室人数に関する実際のデータは取得していなかったため、仮の値として 10m² に 1 人の割合で人がいるとして在室人数を算出している。

空調システムの構成、スペックについて、BIM データから取得した情報をシミュレーションへの入力に用いている。一例として、熱交換器に関する入力値を図 4-2-8(e) に示す。

気象情報は、図 4-2-8(f) に示すように、Revit 内につくば市周辺の気象ステーションの情報を取得して入力に用いている。また、シミュレータへ図 4-2-8(g) に示すように詳細な位置情報を入力に与え、現地の気象情報を用いてシミュレーションをおこなっている。

空調のスケジュール運転については、図 4-2-8(h) に示すように、一般的なオフィスの

稼働時間に合わせて午前 8 時から午後 6 時までの時間帯で行っている。実際には時間外業務の時間帯に空調を稼働させることも考えられるため、実情に応じた時間帯を設定することは今後の課題である。

空調の設定温度については BEMS データで取得していないため、本検討では図 4-2-8(i)に示すように冷房時 27 度、暖房時 25 度に設定している。設定温度は、図 4-2-9 に示す午前 10 時～14 時におけるフロアの実際の室温を参考に、決定した。

```
InternalMass,  
  Merged B-128-137-I-C-164 - B-128-137-I-C-164 Reversed, !- Name  
  4 インチ鉄筋コンクリート天井, !- Construction Name  
  PAC-4, ..... !- Zone Name  
  0.0596374999999979; ..... !- Surface Area {m2}  
  
InternalMass,  
  Merged E-113-136-I-W-28 - E-113-136-I-W-28 Reversed, !- Name  
  R-0 メタル フレーム壁, ..... !- Construction Name  
  PAC-4, ..... !- Zone Name  
  3.0723303552; ..... !- Surface Area {m2}
```

図 4-2-8 (a) 壁、天井の部材情報

```
Construction,  
  4 インチ鉄筋コンクリート天井, !- Name  
  コンクリート打ち 緻密 鉄筋; !- Layer 1  
  
Construction,  
  Construction 1, ..... !- Name  
  Window Material Simple Glazing System 1; !- Layer 1  
  
Construction,  
  R-0 メタル フレーム壁, ..... !- Name  
  石膏ボード 5/8 インチ(GP02), ..... !- Layer 1  
  通気スペース, ..... !- Layer 2  
  石膏ボード 5/8 インチ(GP02); ..... !- Layer 3
```

図 4-2-8 (b) 部材の構造情報

```

Material,
  石膏ボード 5/8 インチ(GP02),      !- Name
  MediumRough,                      !- Roughness
  0.015879,                          !- Thickness {m}
  0.160266,                          !- Conductivity {W/m-K}
  801,                                !- Density {kg/m3}
  837.36,                             !- Specific Heat {J/kg-K}
  0.9,                                !- Thermal Absorptance
  0.7,                                !- Solar Absorptance
  0.7;                                !- Visible Absorptance

```

図 4-2-8 (c) 部材の材質情報

```

People,
  136 スペース_people,              !- Name
  PAC-4,                            !- Zone or ZoneList Name
  オン - 午前 8 時~午後 6 時,      !- Number of People Schedule Name
  People,                            !- Number of People Calculation Method
  2.6943797,                         !- Number of People
  ,                                  !- People per Zone Floor Area {person/m2}
  ,                                  !- Zone Floor Area per Person {m2/person}
  0.3,                               !- Fraction Radiant
  0.555555555134304,                !- Sensible Heat Fraction
  activity_131.8819816;              !- Activity Level Schedule Name

```

図 4-2-8 (d) エリア内の在室人数情報

```

HeatExchanger:AirToAir:SensibleAndLatent,
  空調システム Heat Exchanger,      !- Name
  Always On Discrete,                !- Availability Schedule Name
  Autosize,                          !- Nominal Supply Air Flow Rate {m3/s}
  0.76,                               !- Sensible Effectiveness at 100% Heating Air Flow {dimensionless}
  0.68,                               !- Latent Effectiveness at 100% Heating Air Flow {dimensionless}
  0.81,                               !- Sensible Effectiveness at 75% Heating Air Flow {dimensionless}
  0.73,                               !- Latent Effectiveness at 75% Heating Air Flow {dimensionless}
  0.76,                               !- Sensible Effectiveness at 100% Cooling Air Flow {dimensionless}
  0.68,                               !- Latent Effectiveness at 100% Cooling Air Flow {dimensionless}
  0.81,                               !- Sensible Effectiveness at 75% Cooling Air Flow {dimensionless}
  0.73,                               !- Latent Effectiveness at 75% Cooling Air Flow {dimensionless}
  Node 11,                            !- Supply Air Inlet Node Name
  Node 13,                            !- Supply Air Outlet Node Name
  Node 14,                            !- Exhaust Air Inlet Node Name
  Node 7,                             !- Exhaust Air Outlet Node Name
  0,                                  !- Nominal Electric Power {W}
  Yes,                                !- Supply Air Outlet Temperature Control
  Plate,                              !- Heat Exchanger Type
  None,                               !- Frost Control Type
  1.7,                                !- Threshold Temperature {C}
  ,                                  !- Initial Defrost Time Fraction {dimensionless}
  ,                                  !- Rate of Defrost Time Fraction Increase {1/K}
  Yes;                                !- Economizer Lockout

```

図 4-2-8 (e) 熱交換器の設定情報

茨城県つくば市

検索(S)

気象ステーション(W):

- 665794 (0.00 キロメートル先)
- 665795 (12.71 キロメートル先)
- 665979 (12.71 キロメートル先)
- 665609 (12.71 キロメートル先)
- 665793 (12.71 キロメートル先)
- 665610 (15.61 キロメートル先)
- 665608 (18.02 キロメートル先)
- 665980 (20.12 キロメートル先)

図 4-2-8(f) 気象情報

```
Site:Location,
  茨城県つくば市,
  36.083519,
  140.0766296,
  9,
  4.8768;
!- Name
!- Latitude {deg}
!- Longitude {deg}
!- Time Zone {hr}
!- Elevation {m}
```

図 4-2-8 (g) 管理棟の位置情報

```
Schedule:Year,
 オン - 午前 8 時~午後 6 時,
 Fractional,
 オン - 午前 8 時~午後 6 時 Week Rule - Jan1-Jan4,
 1,
 1,
 1,
 4,
 オン - 午前 8 時~午後 6 時 Week Rule - Jan5-Dec31,
 1,
 5,
 12,
 31;
```

図 4-2-8 (h) 空調運転のスケジュール設定

```

Schedule:Day:Interval,
  Schedule Day 199,                                     !- Name
  Temperature Schedule Type Limits,                   !- Schedule Type Limits Name
  No,                                                 !- Interpolate to Timestep
  08:00,                                             !- Time 1 {hh:mm}
  29.7777777777778,                                 !- Value Until Time 1
  18:00,                                             !- Time 2 {hh:mm}
  27,                                               !- Value Until Time 2
  24:00,                                             !- Time 3 {hh:mm}
  29.7777777777778;                                 !- Value Until Time 3

```

図 4-2-8 (i) 空調運転の室温設定

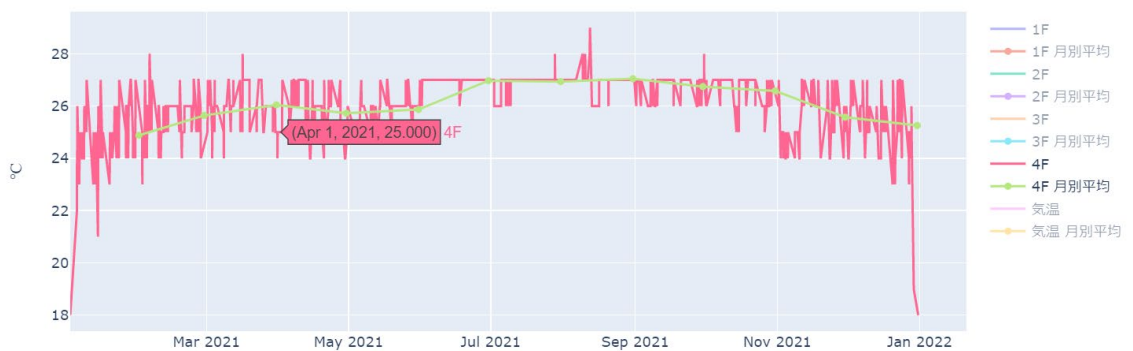


図 4-2-9 4F 室温

以上のような入力パラメータを用いて、エネルギーシミュレータによる空調消費電力の予測を行った。ただし、本検討では一部パラメータに Revit や EnergyPlus の初期値を用いているため、完全な精密なシミュレーションには至らず、これらの入力パラメータや条件設定の精緻化は今後の課題である。

図 4-2-10 に管理棟 4 階における 1 年間の空調消費電力シミュレーション結果を示す。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られる。

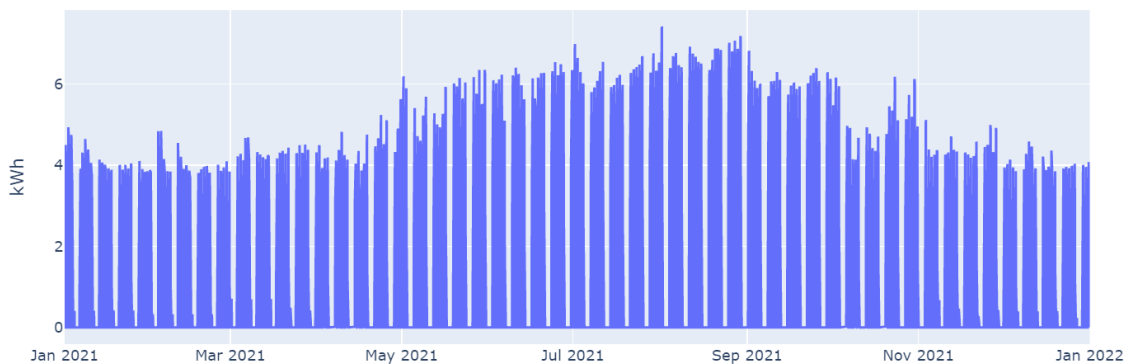


図 4-2-10 ES による管理棟 4 階空調消費電力予測値

図 4-2-11 に 1/28、4/28、7/28、10/28 の予測値(ES)と実測値(BEMS)を示す。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。また、夏期(7/28)は、日中の電力推移を概ね予測できている。18 時以降については、おそらく実際には時間外業務等で引き続き空調が使用されたと考えられるが、シミュレーション上ではスケジュール運転の範囲外であるため、予測できていない。ただし、本プロジェクトの使用目的が部材リプレイス時の消費電力推定であることを考慮すると、スケジュール外の使用電力の予測を精密に行う必要はないと考えられる。

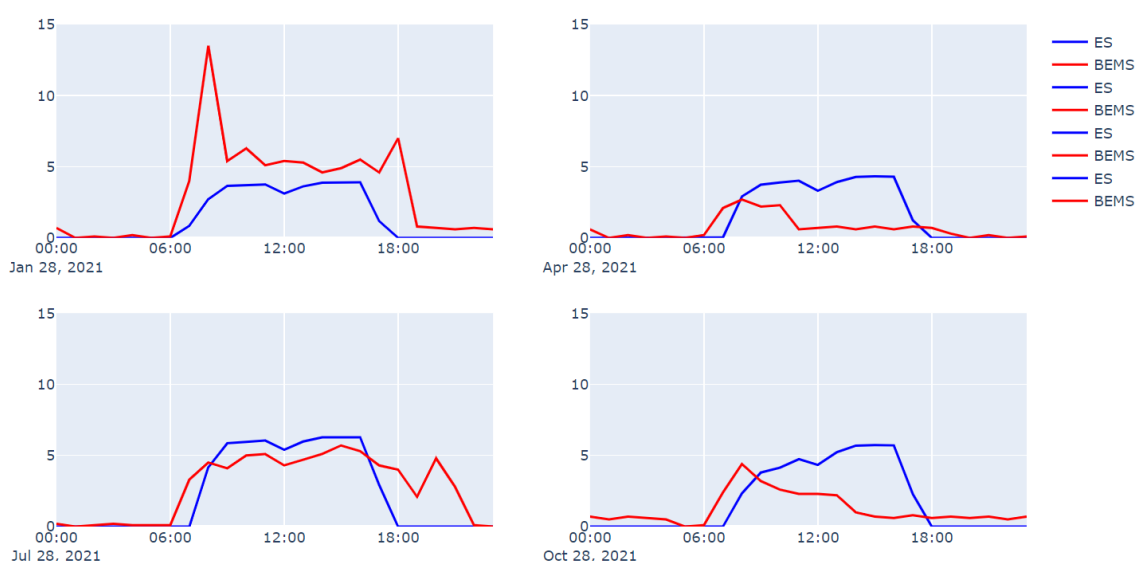


図 4-2-11 個別の日付における予測値(ES)と実測値(BEMS)の比較

3) 建物エネルギーシミュレータ補正 AI の開発

建物エネルギーシミュレータ補正 AI(以降、補正 AI と呼称する)はエネルギーシミュレータの予測結果を実測値に近づくように補正するニューラルネットワークモデルである。図 4-2-12 に示すように、補正 AI は入力として、BEMS データとして取得された気象情報およびフロアの温度/湿度、そしてエネルギーシミュレータの予測値をとるニューラルネットワークである。本ニューラルネットワークは、チャンネル数 64 である 10 層の隠れ層から構成される。

補正 AI の学習時には、BEMS データに含まれるフロアの空調消費電力が教師データとして与えられ、教師データに近い値を出力するようにニューラルネットワークの重みパラメータが更新されていく。本検証では、1 年分の BEMS データのうち各月 4~26 日のデータを学習に、1~3 日のデータをバリデーションデータ(学習中のモデルの精度を評価するためのデータ)に、27~31 日のデータをテストデータ(最終的なモデル精度評価をおこなうためのデータ)として利用した。また、学習は土日のデータおよび空調機器が稼働し

ていない時間帯(消費電力量が 0.1kWh 以下)のデータは除外している。

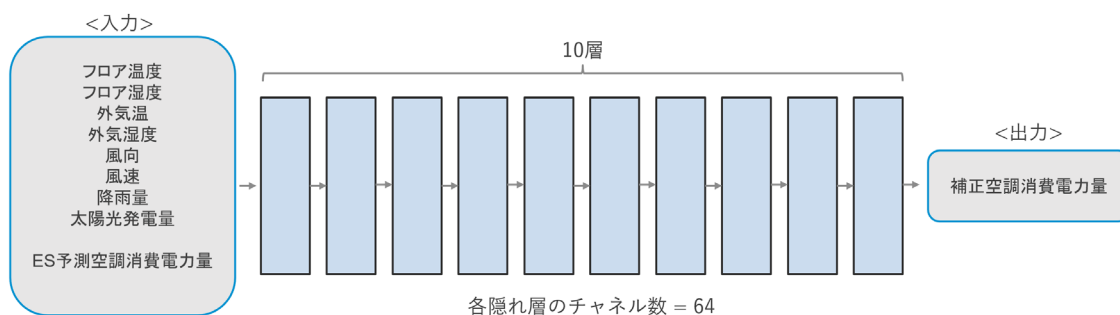


図 4-2-12 補正 AI の構成

月別に平均を取った実測値(BEMS)・エネルギーシミュレータ予測値・補正 AI 予測値を図 4-2-13 に示す。なお、2月 は 28 日が日曜日であるため、テストデータが存在しない。

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ことが見られる。

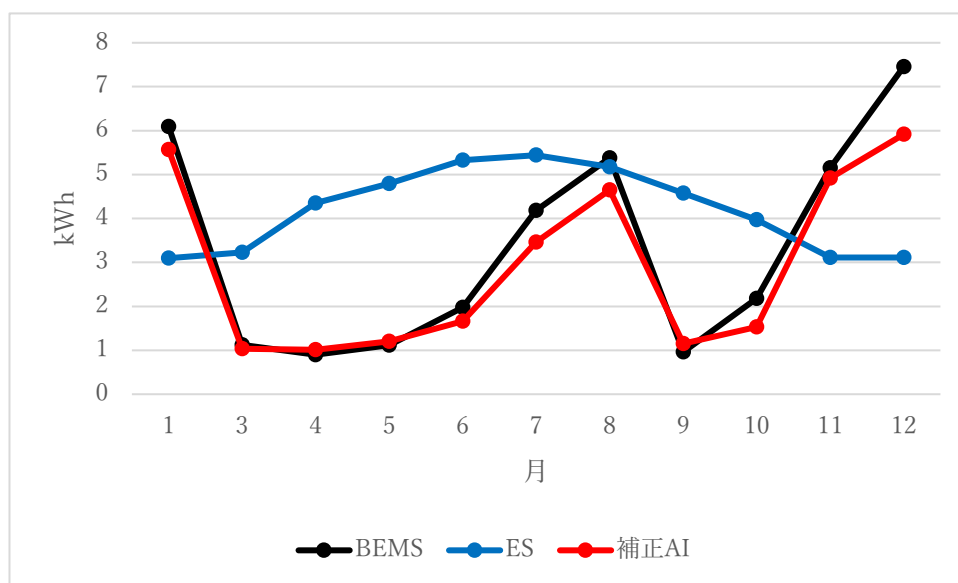


図 4-2-13 月別の BEMS データ・ES 予測値・補正 AI 予測値

図 4-2-14 に 1/28、4/28、7/28、10/28 の ES 予測値と補正 AI 予測値と実測値 (BEMS)を示す。

中間期(4/28,10/28) につい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、実測値に近い値を予測できていることが見られる。

一方、冬期(1/28)および夏期(7/28)は、朝の立ち上がりのタイミングではエネルギー

シミュレータと比較して実測値の変動に追従する傾向はあり、改善傾向は見られるものの、実測値と比較するとやや値のばらつきが目立つ結果となっている。実測値の変動、エネルギーシミュレータの予測の傾向のいずれもシーズンごとに異なるため、対策としては補正 AI も 1 年全てのデータを用いて学習するのではなく、シーズンごとに異なる補正 AI を作成することで改善できると考えられる。

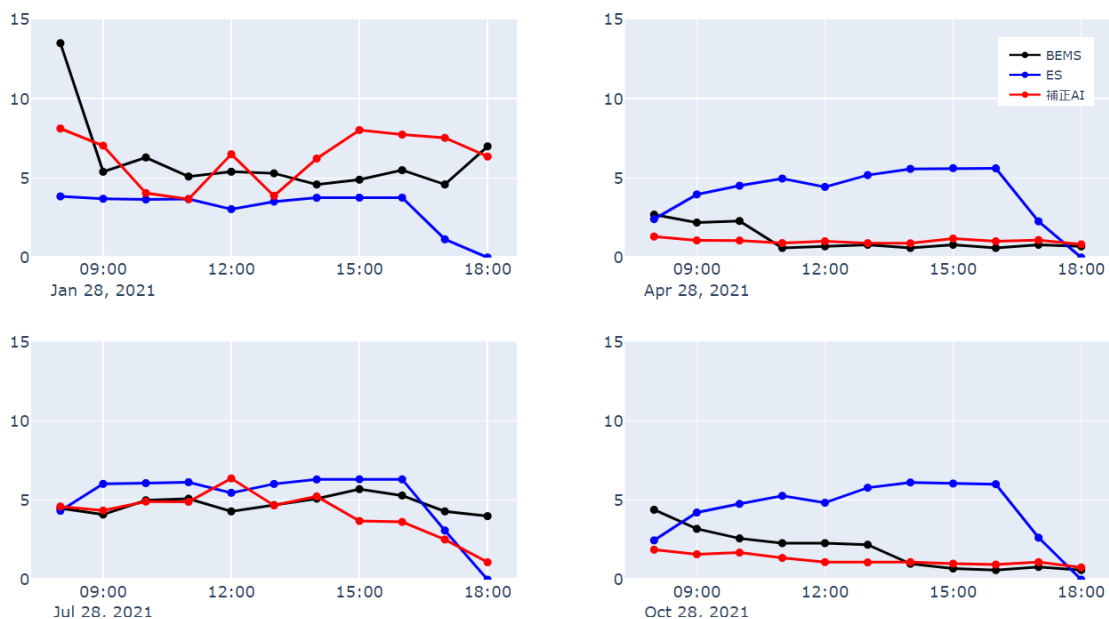


図 4-2-14 補正 AI による予測結果

表 4-2-15(a) にエネルギーシミュレータと補正 AI の平均予測誤差を、表 4-2-15(b) に平均パーセント予測誤差を示す。平均予測誤差は実測値と予測値の差分を表す絶対評価指標であり、パーセント予測誤差は実測値に対しての予測値の誤差量を割合で表した相対評価指標である。予測誤差はテストデータのうち 8 時~18 時の時間帯のデータを用いて評価した。また、土日のデータはテストデータから除外している。

エネルギーシミュレータの平均予測誤差は 2.714kWh、補正 AI による予測誤差は 0.770kWh となり、全体としては予測誤差を 71.6% 低減することができている。また、エネルギーシミュレータのパーセント予測誤差は 220.1%、補正 AI によるパーセント予測誤差は 34.6% となり、185.5% の精度改善ができている。

表 4-2-15(a) 平均予測誤差の比較

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

表 4-2-15(b) パーセント予測誤差の比較

ES パーセント 予測誤差(%)	補正 AI パーセント 予測誤差(%)	パーセント誤差 低減率(%)
220.1	34.6%	185.5

表 4-2-16 に月ごとのエネルギーシミュレータと補正 AI の平均予測誤差およびパーセント予測誤差の一覧を、図 4-2-17 に月ごとのエネルギーシミュレータと補正 AI の平均予測誤差をグラフ化した結果を示す。

図 4-2-17 よりすべての月でエネルギーシミュレータと比較して補正 AI を用いることで予測誤差が改善されていることが確認できる。また、月別にみると、12月、1月、7月、8月などの夏期、冬期は比較的誤差低減率が低く、4月、5月、9月、11月などの中間期は大きくなっていることがわかる。

表 4-2-16 月別予測誤差の比較

月	ES 予測誤差 (kWh)	補正 AI 予測誤差(kWh)	誤差低減率 (%)	ES パーセント 予測誤差 (%)	補正 AI パーセント 予測誤差(%)
1	2.91	1.69	41.90	52.95548	26.87881
2	-	-	-	-	-
3	2.00	0.48	75.97	261.741	41.12735
4	3.13	0.50	84.03	472.5511	69.43983
5	3.31	0.21	93.79	374.6576	20.16623
6	3.26	0.48	85.17	225.3052	23.54487
7	2.05	0.99	51.51	59.78725	24.8011
8	1.56	1.34	14.62	40.03583	26.64913
9	3.25	0.42	86.96	431.9674	48.72913
10	2.36	0.84	64.46	180.2469	35.80678
11	2.59	0.73	71.74	55.36249	17.60955
12	4.08	1.79	56.21	61.38337	24.36867
平均値	2.76	0.78	68.45	216.30381	33.22426

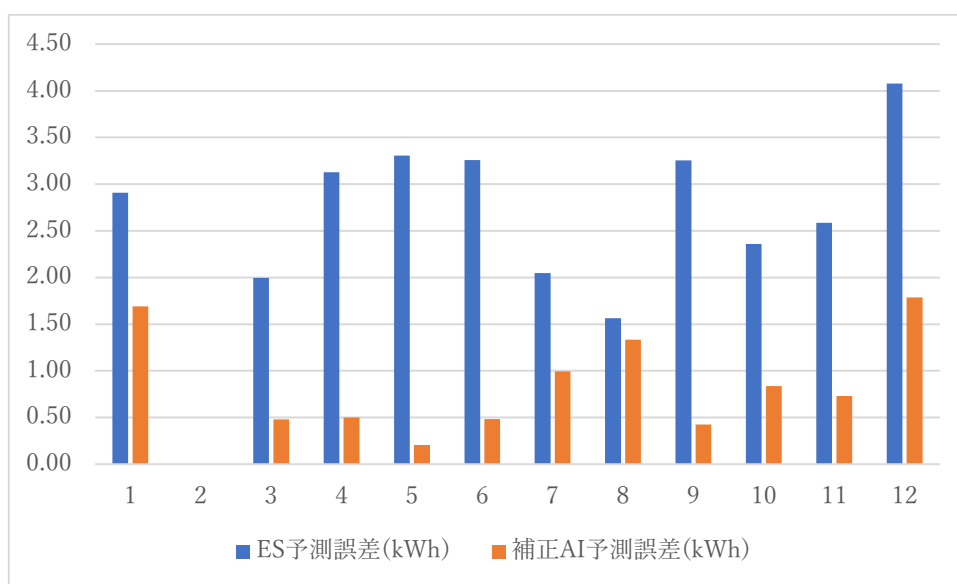


図 4-2-17 月ごとの ES 予測誤差および補正 AI 予測誤差

4) まとめと今後の課題

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おこなった。エネルギーシミュレータの予測誤差 2.714kWh に対して本検証で作成した補正 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、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を大幅の大幅な改善を達成した。

今後の検討項目として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やシーズンに合わせたモデル作成による補正 AI 精度改善等が上げられる。また、本検証では初期検討として現行の管理棟の BIM データを用いて補正 AI を作成したが、次ステップとして建物の部材を変更したときにも精度良く予測が可能かを検証する必要がある。

Appendix-1 BEMS データ

表 4-2-18 Appendix-1 BEMS データ項目一覧

番号	名称	単位
1	1階 温度	°C
2	1階 湿度	%
3	2階 温度	°C
4	2階 湿度	%
5	3階 温度	°C
6	3階 湿度	%
7	4階 温度	°C

8	4階 湿度	%
9	外気温度	°C
10	外気湿度	%
11	風向	°
12	風速	m/s
13	降雨計	mm/h
14	受電電力量	kWh
15	太陽光発電電量	kWh
16	1L-1 電力量(主幹)	kWh
17	1L-1 電力量(主幹)	kWh
18	2L-1 電力量(主幹)	kWh
19	3L-1 電力量(主幹)	kWh
20	4L-1 電力量(主幹)	kWh
21	1L-1 電力量(空調)	0.1kWh
22	1L-1 電力量(照明)	0.1kWh
23	1L-1 電力量(換気)	0.1kWh
24	1L-1 電力量(給湯)	0.1kWh
25	2L-1 電力量(空調)	0.1kWh
26	2L-1 電力量(照明)	0.1kWh
27	2L-1 電力量(換気)	0.1kWh
28	3L-1 電力量(空調)	0.1kWh
29	3L-1 電力量(照明)	0.1kWh
30	3L-1 電力量(換気)	0.1kWh
31	3L-1 電力量(給湯)	0.1kWh
32	4L-1 電力量(空調)	0.1kWh
33	4L-1 電力量(照明)	0.1kWh
34	4L-1 電力量(換気)	0.1kWh
35	4L-1 電力量(給湯)	0.1kWh
36	PAC-1 電力	0.1kWh
37	PAC-2 電力	0.1kWh
38	PAC-3 電力	0.1kWh
39	PAC-4 電力	0.1kWh

40	EV 電力量	kWh
41	RP-1 電力量	kWh

第5章 結果から導き出されるより発展的にBIMを活用するための今後の課題

5-1 事業者として今後さらに検討・解決すべき課題

本事業では従来の手法を見直し、より合理的または迅速なBIMモデル活用を模索する取り組みをおこなってきた。この検証によりたくさんの課題やテーマが生まれている。次年度以降は下記のようなテーマについて引き続き検証を続けていきたい。

5-1-1 今後考えられるテーマ

(1) 長期修繕・保守費用の概算算出の方法論の構築

今回は簡易モデルを利用して長期修繕費用の概算費用算出の検証をおこなったが、部位部材情報の項目によっては修繕費用の誤差が大きく検討を加える必要がある。今回は研究施設用途の概算費用算出のマスタデータを構築しているが、この考え方をを使うことで他の用途にも展開ができる。また、修繕費用だけでなく保全費用の概算マスタデータを構築し、概算費用算出の検証もおこないたい。

(2) FM-Integrationの拡充

BEMSの情報からETLツールを利用して電気料金などを算出したが、全てのLCCコストを集計・加算してFM-Integrationに表示できるよう機能の拡充をおこないたい。

FM-Integrationの各建物台帳に保全計画等のエクセルデータをアップロードすることで維持管理者の情報管理の一元化に努めたが、FM-Integrationの機能に制約がありその都度アップロードする必要があるため、今後はOffice365やDropboxと連携して使用者のユーザビリティ向上をめざす。

(3) 消費電力AIの精度向上

消費電力の予測を将来の更新計画に活かすためには、部材変更をシミュレーションしながら消費電力予測ができるシステムの構築が必要になる。限られたパラメータだけの予測と実測値をもとにした補正AIでは精度に限界があるため、CFD解析などをシミュレーションに取り込むことも考えたい。またこの考え方が確立することでCO2発生量予測など、カーボンニュートラルの取り組みにも応用が可能と考えられる。

(4) 点群データを基にした自動モデル化のアルゴリズム改良

シンプルな形状の室に対しての自動モデル化は実現できているが、やや複雑な形状の室に対しては課題が残っている。コンパクトBIMに用いる室形状はシンプルな直方体をベースとしているが、より柔軟に形状を再現するためにはアルゴリズムを改良・開発をおこなう必要がある。またLidarスキャナ測定対象の室の状態（家具什器があるなど）に対しても自動モデル化の結果は左右されるため、測量条件を考慮しながらアルゴリズム改修・開発の範囲を見極めた検証が必要となる。

さらに、点群をもとに自動モデル化をおこなった室形状の BIM モデルから『スペース』を抽出し、コンパクト BIM による概算費用算出データ連携につなげるため、3D モデルからのスペース抽出に関しても検証を進めていく。

5-1-2 定量的な効果見込み

効果検証のポイントと定量的な効果見込みを図 5-1-2 に示す。

項目	効果検証のポイント	定量的な効果見込み
FM-Integration 拡充	日常業務において FM-Integration を運用し効果の検証と課題抽出をおこなう	維持管理業務量 10%削減
概算保守費用の算出	長期費用と同様に簡易モデルから保守費用の算出をおこなう	維持管理 BIM 作成業務 10%削減
用途別マスターデータの充実と活用	データマイニング情報、マスターデータ整備を他の用途に展開、維持管理 BIM 作成を実践する	維持管理 BIM 作成業務 10%削減
LCC 算出機能の拡充	ETL ツール活用により FM-Integration 上でトータル LCC を算出できるようにする	定性的な効果を期待

図 5-1-2 今後検討すべき課題と定量的な効果見込み

5-1-3 今後の課題検討に向けたロードマップ

今回は技術研究所内の材料実験棟の簡易モデルと詳細モデルの作成をおこなったが、耐震実験棟などその他の建物の維持管理 BIM システムの構築も引き続きおこなう。並行して用途別のマスターデータの整備をおこなう。自動 BIM モデル化のアルゴリズム改良をすすめ、データマイニングの合理化手法との連携を検証していく。技術研究所のすべての建物を FM-Integration で管理できる仕組みを構築する。消費電力予測の精度を高め、機器資材の更新時期の提案に活用できるよう検証をすすめる。

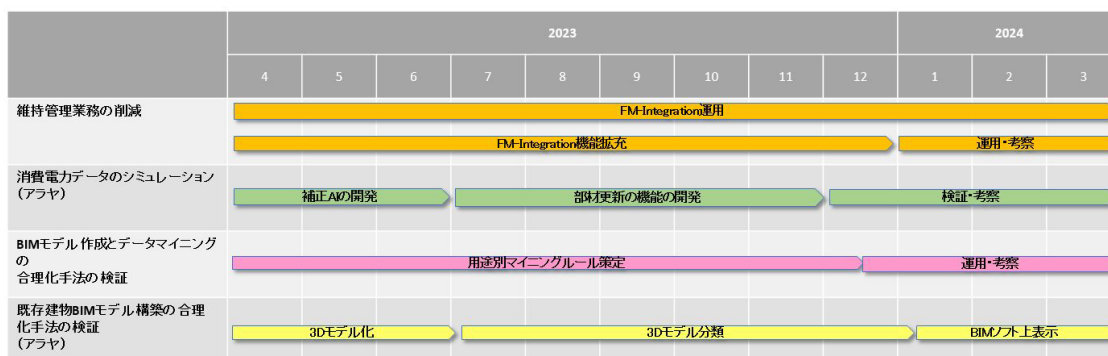


図 5-1-3 今後の課題解決に向けたロードマップ

5-2 建築 BIM 推進会議や関係部会・関係団体に検討してほしい課題

本事業を実施して得られた成果をもとに建築 BIM 推進部会、関係部会で検討してほしい課題を表 5-2-1 に示す。

表 5-2-1 各団体への提案課題

No.	部会	分類	提言する課題
1	建築 BIM 推進部会	ワークフロー	維持管理 BIM 作成に特化したワークフローについて
2	建築 BIM 推進部会	情報発信	既存建物の BIM モデル化の手法や助成制度の整備などの情報発信
3	建築 BIM 推進部会	情報発信	発注者が維持管理システムやデータマイニングについての知見を持つための情報発信
4	建築 BIM 推進部会＋ ④BIM による積算の標準化 検討部会	基準制定	BELCA 基準を基にした概算の修繕・保守費用算出のマイニングルールの制定
5	建築 BIM 推進部会＋ ②BIM モデルの形状と属性 情報の標準化検討部会	考察	BIM ソフトウェアと環境シミュレーションソフトウェア間のデータ互換性についての考察
6	建築 BIM 推進部会＋ ②BIM モデルの形状と属性 情報の標準化検討部会	考察	BIM モデルのスペースオブジェクトの利活用の考察

5-3 今後のガイドラインの見直しに向けた具体的な提言

本事業を実施して得られた成果をもとにガイドライン見直しに向けた提言を示す。

表 5-3-1 ガイドライン見直しの提言

No.	章・節	第2版該当箇所		提言	理由
		頁	本文		
1	2.BIMの標準ワークフロー 2-1.業務区分(ステージ)の考え方	21 図 2-1	維持管理・運用 BIM 作成 維持管理・運用 BIM 更新	維持管理・運用 BIM・システム作成 維持管理・運用 BIM・システム作成	維持管理・運用 BIM だけでは維持管理業務はできないため、BIMを維持管理システムに取り込んだ維持管理・運用 BIM システムを定義してワークフローに明記したほうがよいのではないのでしょうか。
2	2.BIMの標準ワークフロー 2-1.業務区分(ステージ)の考え方	23	BIMと各種データを維持管理・運用システムなどに取り込むなどにより BIM を活用	BIMを活用するために構築したシステムを維持管理・運用 BIM システムと定義する。	維持管理・運用 BIM だけでは維持管理業務はできないため、BIMを維持管理システムに取り込んだ維持管理・運用 BIM システム(本事業では FM-Integration にあたる)を定義して本文に明記したほうがよいのではないのでしょうか。
3	2.BIMの標準ワークフローについて 2-3.標準ワークフローのパターンについて	35 表 2-3	1 列目の項目	維持管理 BIM システム作成者を追加する	維持管理・運用 BIM だけでは維持管理業務はできないため、BIMを維持管理システムに取り込んだ維持管理・運用 BIM システムの作成者を追加したほうがよいのではないのでしょうか。
4	4.パターン別ワークフローについて 4-3.維持管理・運用段階で BIM を活用する	86 図 4-6	列の項目	維持管理 BIM システム作成者を追加する	同上

5-4 まとめ

簡易モデルからいかに LCC に関わる情報を抽出できるか、LiDAR カメラで取得した点群データから簡易モデルを自動的に作成し、スペース情報を用いていかに効率的に既存建物を維持管理 BIM モデル化できるかを今回のモデル事業の主題としてきた。発注者が保有する既存建物の維持管理方法の検証をすすめる上でも今後もこのテーマを重要課題と考えている。

簡易モデルを用いた情報活用は建物の企画段階での事業計画や LCC 算出にも応用できるため、発注者メリットに貢献できる取り組みであると考えられる。簡易モデルから構成された維持管理 BIM システムと連携したデジタルツイン構築や、消費電力や CO2 のシミュレーション補正に AI を利用するなど、BIM モデルをベースとした DX 推進を進めていく。

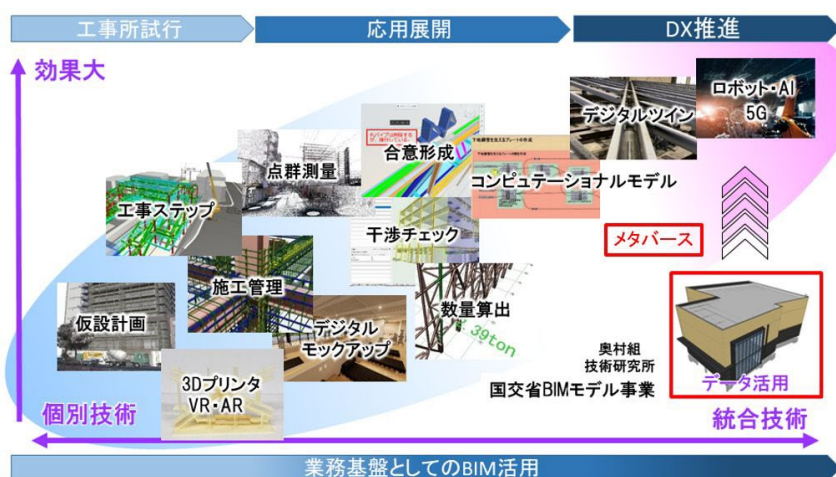


図 5-4-1 奥村組の BIM 活用

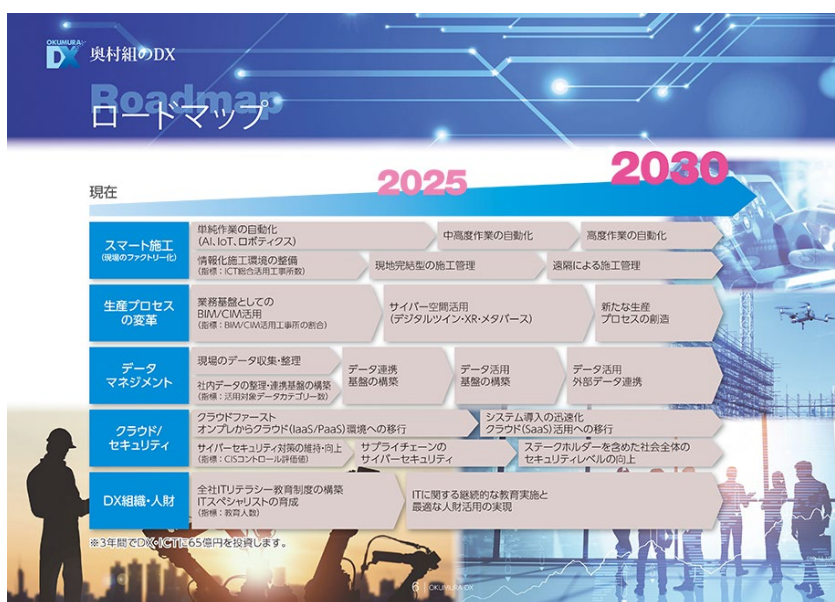


図 5-4-2 奥村組の DX ロードマップ

第6章 BIM発注者情報要件（EIR）、BIM実行計画（BEP）の検証結果

6-1 維持管理BIMシステム作成のためのEIR・BEPの特徴

現存する多くの建物の維持管理BIMシステムの作成をいかに効率化するか課題A・Bの検証結果を踏まえ、標準ワークフローパターン⑥にあたる維持管理・運用段階でのEIRとBEPを作成した。

EIR・BEPの項目の主な特徴としては下記になる。

- ①簡易モデル作成のための項目追加
- ②簡易モデル作成のための現地調査方法の項目追加

6-2 維持管理BIMシステム作成のためのEIR・BEPの構成

本事業の検証結果をもとに維持管理BIMシステム作成のEIR・BEPのフォーマットを作成した。作成にあたり設計BIMワークフローガイドライン・建築設計三会（第1版）を参考にしている。また昨年度のモデル事業で作成した改修工事用EIR・BEPの構成を基本としている。（参考資料3、4参照）

今回作成した維持管理BIM作成用EIR・BEPは以下の構成になる。

表6-2-1 維持管理BIM作成用EIRの構成

文書	内容
① EIR本文	プロジェクトのEIRを示す
② 別表1 BIMモデルデータの作成内容	部位ごとのBIMモデルの形状・情報を示す

表6-2-2 維持管理BIM作成用BEPの構成

文書	内容
① BEP本文	プロジェクトのBEPを示す
② 別表1 BIMモデルデータの作成内容	部位ごとのBIMモデルの形状・情報を示す

6-3 維持管理 BIM システム作成のための EIR

昨年度の BIM モデル事業で作成した改修工事用 EIR の構成を基本としている。(参考資料 3 参照) 変更点や追記した項目を上げる。

①BIM 関連のスケジュール

BIM 関連のスケジュールの関係者欄から設計者・施工者を削除する。

②プロジェクト要件

既存 BIM モデルの作成用 EIR については、既存モデル構築の有無の項目は残している。利用する場面の想定としては既存 BIM モデルからスペース情報だけを取り出し、用途区画モデルを追加する案件が考えられる。

③改修工事要件

今回は維持管理 BIM 作成に特化しているため改修工事要件は削除しているが、現地調査方法の項目はプロジェクト要件に追加した。また今回検証を行った「LiDAR 測量」の項目を追加している。

④維持管理システム対象項目

今回 BEMS から電気料金を算出する機能を追加したので「光熱費」の項目を追加している。

⑤BIM モデル連携対象項目

本事業では消費電力のシミュレーションに BIM モデル連携をおこなったが、維持管理 BIM システムに連動するにはシステム改変が必要となる。EIR において「消費電力シミュレーション」項目の追加はおこなっていない。引き続き検証を続ける。

⑥データマイニング基準__建物台帳・長期修繕計画

本事業では長期修繕計画の自社作成基準として概算費用算出のデータマイニング基準の整備をおこなった。

⑦BIM モデル作成範囲、BIM モデルデータ

本事業では長期修繕計画の概算費用算出のためにスペース入力と用途区画入力をおこなった。「BIM モデルデータの作成内容」にその項目を追加した。改修工事特記を「特記」に改め、改修工事関係の項目は削除した。

⑧改修工事モデルデータ対象部材特記

今回は維持管理 BIM 作成に特化しているため改修工事モデルデータ対象部材特記は削除している。

6-4 維持管理 BIM システム作成のための BEP

昨年度のモデル事業で構築した改修工事用 EIR の構成を基本としている。(参考資料 4 参照) 変更点や追記した項目を挙げる。

①BIM 関連体制表、BIM 関連スケジュール

BIM 関連体制表、BIM 関連スケジュールの関係者欄から設計者・施工者を削除している。

②設計段階での BIM 活用、施工段階での BIM 活用

設計段階での BIM 活用、施工段階での BIM 活用の項目を削除している。

③BIMモデル作成範囲、BIMモデルデータ

本事業では長期修繕計画の概算費用算出のためにスペース入力と用途区画入力をおこなった。「BIM モデルデータの作成内容」にその項目を追加した。

④改修工事モデルデータ対象部材特記

改修工事モデルデータ対象部材特記の項目を削除している。

⑤BIM モデルデータ構成特記事項

本事業では長期修繕計画の概算費用算出のためにスペース入力と用途区画入力をおこなった。「BIM モデルデータの作成内容」にその項目を追加した。改修工事特記を「特記」に改め、改修工事関係の項目は削除した。

6-5 まとめ

(1)用途ごとの EIR・BEP の整備

現存する多くの建物の維持管理 BIM システムを効率的に構築するための簡易モデル作成の定義をおこなった。スペースと用途区画の要件を主な情報源とするため、随時入力する BIM モデルのオブジェクトを追加するなどの修正が必要になってくると考えている。建物用途ごとの検証をすすめていくことになるが、場合によっては用途によって EIR・BEP の内容が変わってくることもあると考えられる。

(2)環境シミュレーションモデルと維持管理 BIM

検証 B の検証結果として環境シミュレーションをおこなうために必要となる BIM モデルの作成要件などの検証をすすめていけば、EIR・BEP として提示することが可能になるのではないかと考えている。そのためには BIM ソフトウェアソフトウェアと環境シミュレーションがうまく連携することが前提条件となるため、異なるソフトウェア間の連携に関してこれからも検証をおこない検証結果を EIR・BEP の項目に反映する。

(3)LCC 算出と保全業務管理

今回の検証の通り簡易 BIM モデルから長期修繕計画の概算費用を算出することは可能であるが、中間報告でご指摘いただいたように、簡易モデルから実際の細かな保全業務管理をおこなうことは難しい。費用算出は今回構築した維持管理 BIM システムを利用し、保全業務管理は従来の方法を利用するハイブリッドな利用方法が必要となり、EIR・BEP の構成も考慮する必要がある。

(4)コンパクト BIM 作成手法の汎用性

今回の BIM モデル事業では GLOOBE の「スペース」と「用途区画」を活用してモデリングし長期修繕費用の概算をおこなったが、その他の BIM ソフトウェアについても同様の方法が可能であるかは今後の検証としていて、EIR・BEP の整備もその結果によるものとする。