令和4年度

BIMを活用した建築生産・維持管理プロセス円滑化モデル事業
（先導事業者型）

維持管理BIMの高度化と迅速化

2022年11月14日

株式会社奥村組・株式会社アラヤ

検証・課題分析等の全体概要

今年度は昨年検証したFM-Integrationをベースとした維持管理システムを構築し、維持管理業務量削減の検証を行った。

今年度は引き続き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行い、システム内でのLCC算出やセンシング技術を取り入れた室内環境のシミュレーションから光熱費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。

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システムを構築する。

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するため、データマイニング用にカスタマイズしたテンプレートの整備やLidar等の点群技術を取り入れ、モデル作成の効率化の提案を行う。

検証の対象

標準ワークフローのパターン：⑥

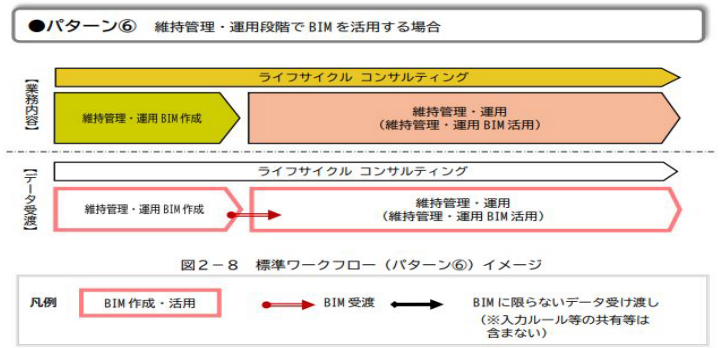


図２－８ 標準ワークフロー（パターン⑥）イメージ

検証する定量的な効果とその目標

検証A） 維持管理業務の削減
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B） 消費電力の予測シミュレーション
予測シミュレーションと実測値データを比較してAIによる補正を行い、AI補正をしない場合との業務時間を比較する。
⇒LCCの削減10%

プロジェクト概要

プロジェクト区分 ：新築
検 証 区 分 ：BIMを活用
発注者の役割 ：所有者（応募者）
用 途 ：事務所／実験施設
階 数 ：平屋建て～地上4階
延 床 面 積 ：454.76㎡～2054.42㎡
構 造 種 別 ：RC造、S造、S/RC造

分析する課題

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作成の合理化を行う。

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、iPhoneのLidarカメラなどで取得した点群測量データを利用しBIMモデル作成を行う手法の検証を行う。

応募者の概要

応 募 代 表 者 ：株式会社奥村組
共 同 応 募 者 ：株式会社アラヤ
事 業 期 間 ：令和4年
提案者の役割 ：発注者・ライフサイクルコンサルティング業者・維持管理者・運用管理者・環境シミュレーション・BIMモデル作成等コンサルティング

令和4年度維持管理BIMシステムの高度化・迅速化の検証

最新技術を用いたモデリングとデータ収集手法により、維持管理BIMモデル構築の工数を削減します

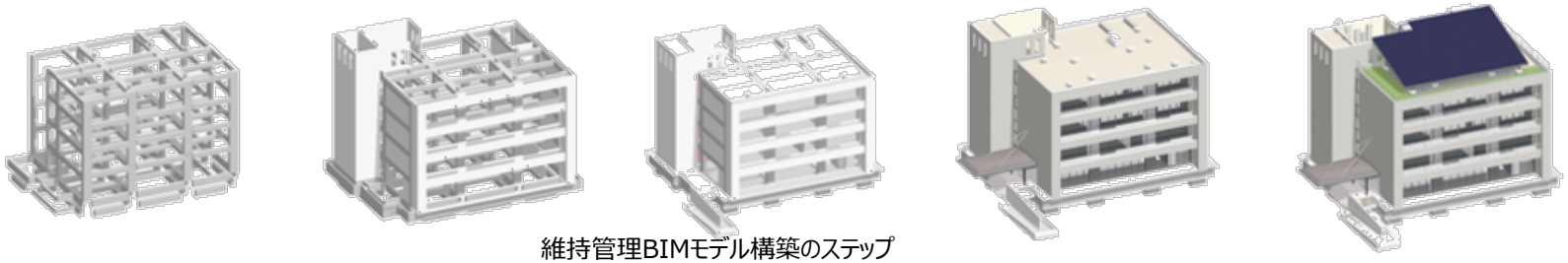
従来手法のモデリングフロー

作業工程が多い従来方法では、ひと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であるためこの課題を緩和する手法を検証する。

発注者の複数棟の建物管理

構造躯体 → 外壁・開口部 → 間仕切壁・建具 → 仕上・設備機器

構造躯体 → 外壁開口 → 内部 → 建具仕上 → 設備



維持管理BIMモデル構築のステップ

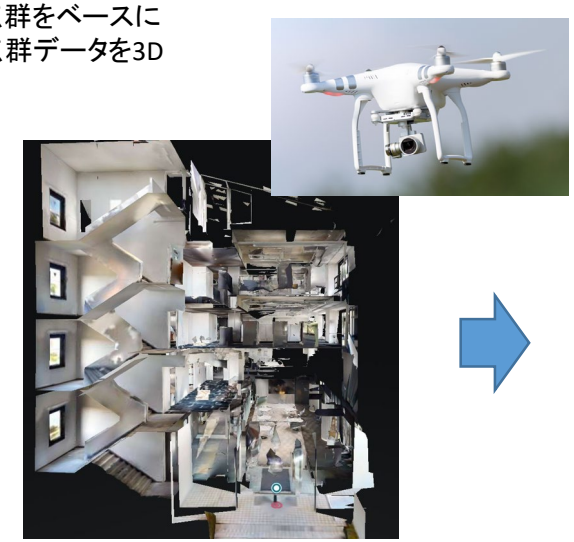
検証するモデリングフロー

既存建物の外装・内装をLiDARカメラ等を用いて点群データを取得する。通常は点群をベースにBIMツールにより3次元モデル化をおこなう。ここではメッシュアルゴリズムにより、点群データを3Dモデルに自動変換し3Dモデルをパーツに分類する手法も検証する

LiDARカメラ等による点群計測 → 自動モデル化 → 手動モデル化

LiDARカメラ等による点群計測 → メッシュアルゴリズム → モデルのパーツ分類

LiDARカメラ



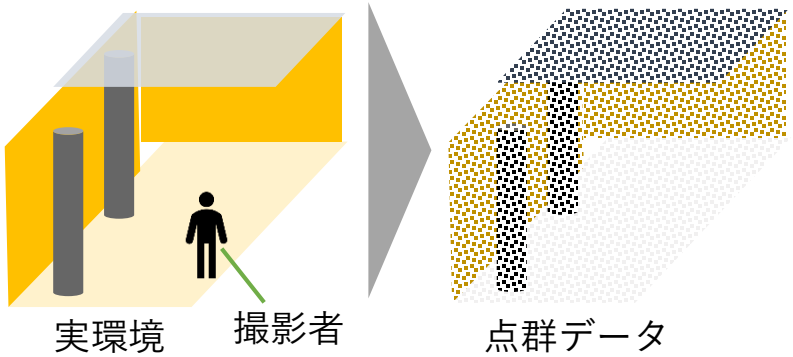
維持管理BIMモデル化

点群データ活用による維持管理BIMモデル構築の合理化

自動BIMモデル化の検証において、ルールベースによる3Dモデルパーツ分類を検証します

本年度モデル事業実施範囲

1：点群取得
iPhone利用

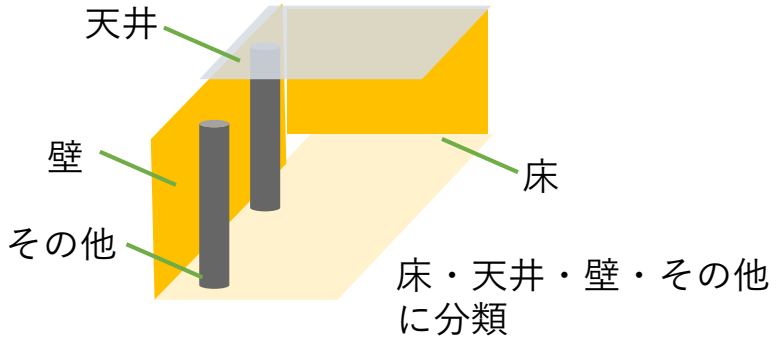


・ユーザーが屋内をスマートフォン等で撮影し、Visual-SLAMの技術により、屋内の点群データを収集する。
・色付きの点群も取得する（iPhone可能）
・天井高さ等が高すぎる場合は、別途取得手段が必要。

2：3Dモデル化

・メッシュ化アルゴリズムにより点群データを3Dモデルに変換する。
＊この時点では、パーツごとの区別はできていない

3：3Dモデルのパーツ分類
Unity利用



・天井・床・壁・その他に分類する。
面の向きを利用し、ルールベースにより分類する。
・さらに分類をおこなう際に、AIによる3Dセグメンテーションの前処理として有効に働く

4：BIM化に向けた3Dモデル修正
Unity利用

・BIMとして構成するためのモデル修正を行う
（プログラムにより可能な範囲で自動を想定）
＊例：壁と床が接合できていないので、接合させる等

5：BIM上での表示
（Revit等利用）

・BIMソフト(Revit等)上で、オブジェクトの形状を表示
・属性の紐づけ実施

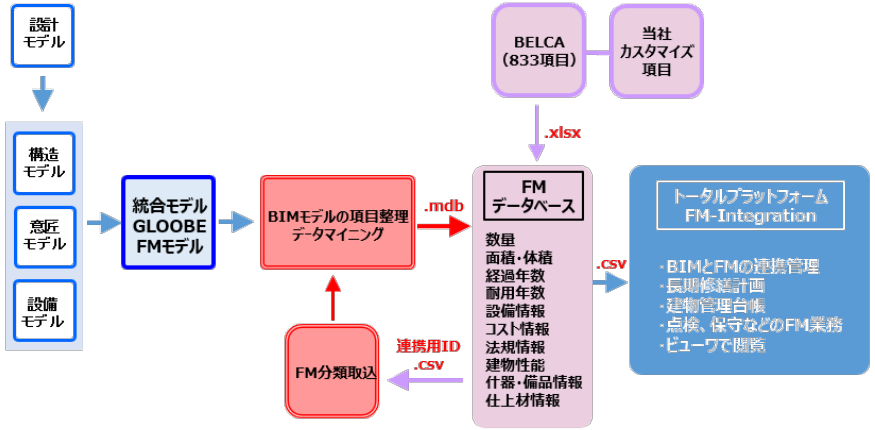
凡例：
実施ステップ案
利用想定のツール/ソフト等

令和3年度データマイニング手法を応用し、より多くの建物を容易に適用できる標準データセットを構築します

従来手法のデータマイニング

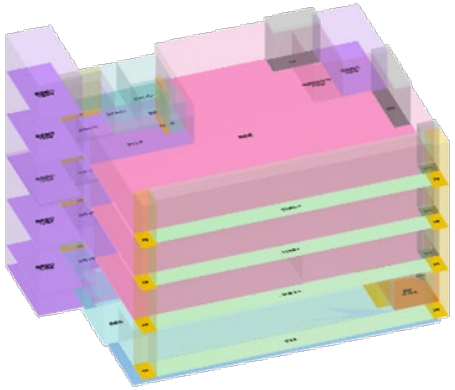
GLOOBEのユニークIDを使用し、BELCA分類を適用することによりデータマイニングをおこなっていたが、正確なデータベース構築ができる反面、作業量が多く、自動マイニングの効率を向上させるのに時間を要する。

管理棟BIMモデル

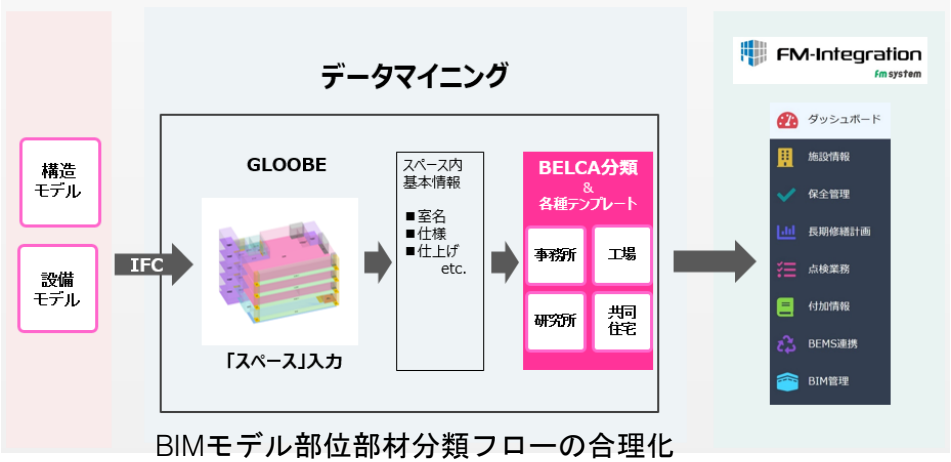


検証するデータマイニング

GLOOBE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。

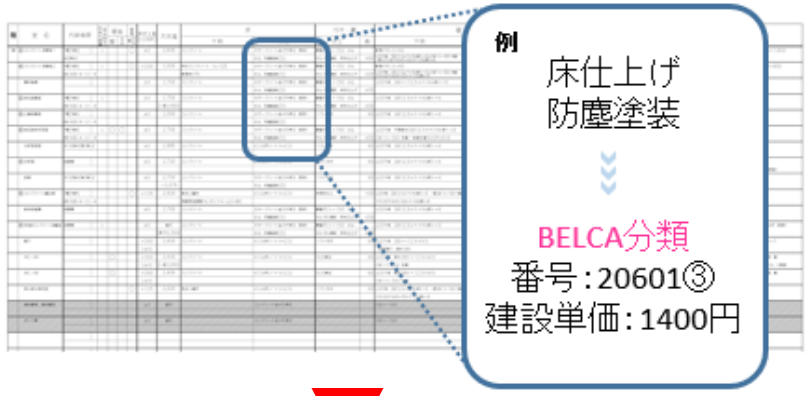


GLOOBEのスペース入力

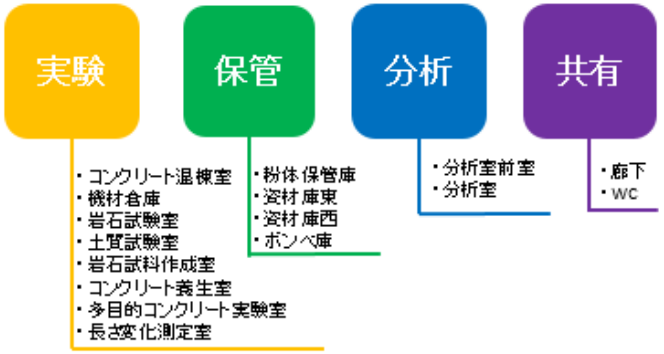


BIMモデル部位部材分類フローの合理化

◆ 材料実験棟の仕上表より**BELCA分類**に当てはめる



◆ 仕上をもとに、部屋をグループごとに振り分ける

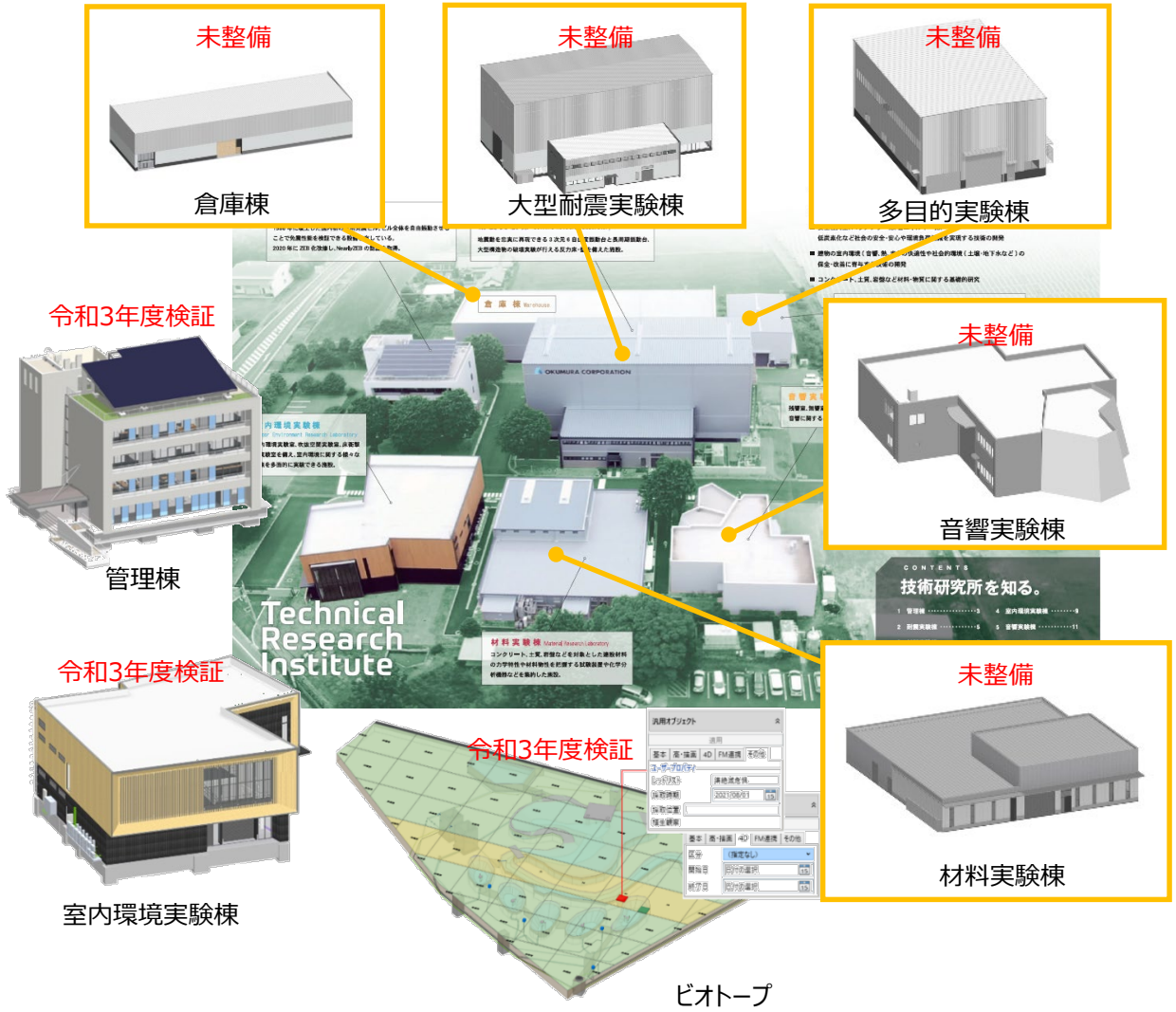


※グループ分けは、変更予定

令和3年度構築の2棟の維持管理BIMを拡充し、敷地全棟のモデルを構築、複数等同時管理を検証します

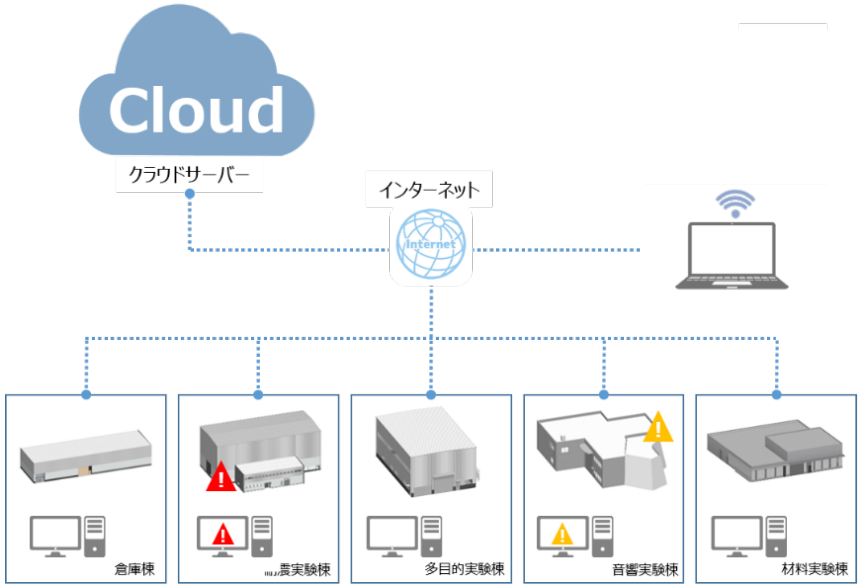
■敷地全体施設の維持管理BIM化

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



■複数棟同時管理の検証

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



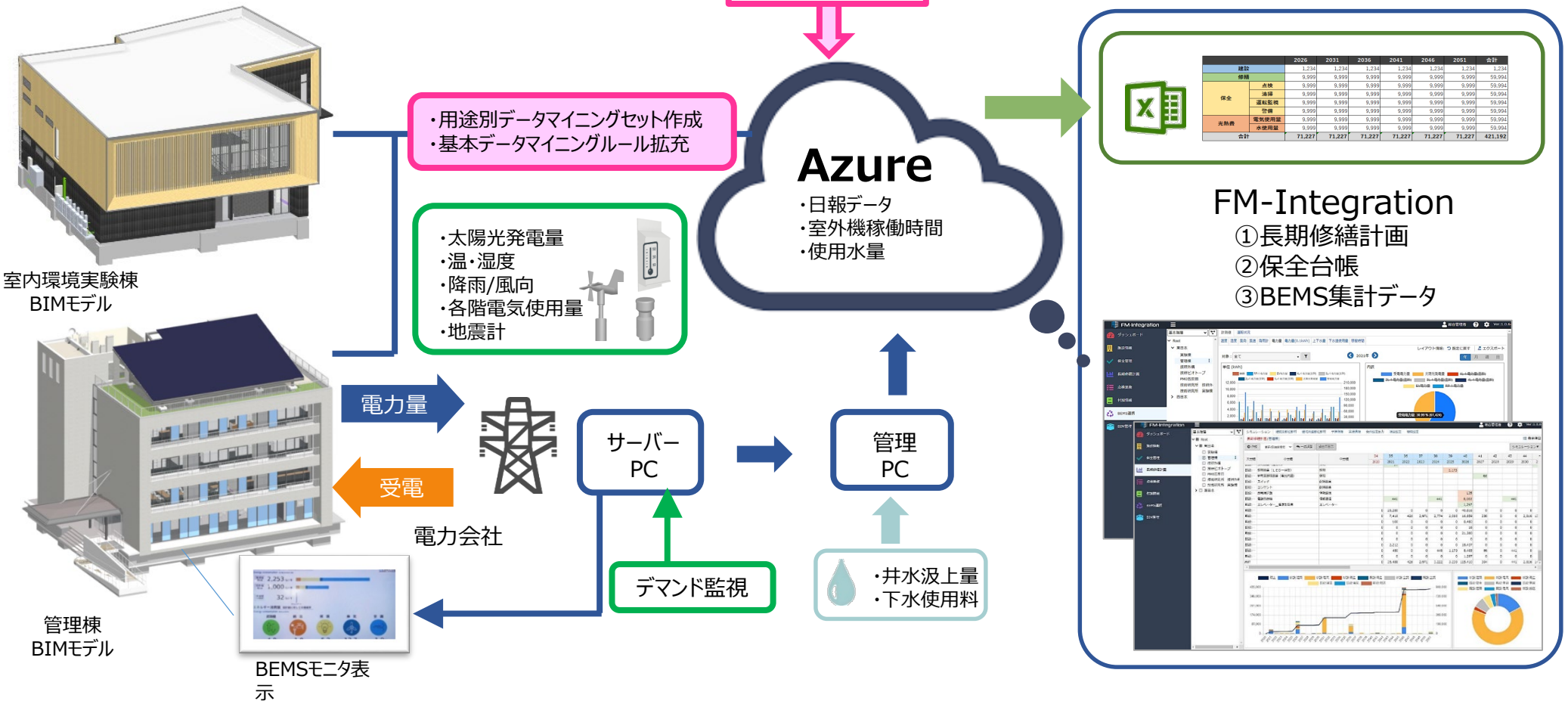
- FM-Integrationの複数棟にわたる長期修繕計画の検証
- エクスポート、インポートの検証
- 技術研究所施設管理業務として検証
- 検査、点検業務のスケジューリング、一元管理
- 群管理

令和3年度構築のFM-Integrationを実務運用します

建物管理者が実際に維持管理BIMシステムを使用して日常の保守点検業務や長期修繕計画に基づく修繕業務をおこない、実運用における課題をあらゆる角度から分析する。実務に寄り添った検証をおこなうことで問題点の洗い出しと課題解決を図る。

■解決する課題

①専門職ではない技術研究所職員の運用
②ランニングコストまで含めたライフサイクルコストの把握
③BIMモデル連携によるメリットの明確化
④保全業務に「おける使い勝手
⑤やさしい維持管理システムと高度化の比較



令和3年度構築　技術研究所維持管理BIMシステム『FM-Integration』

ライフサイクルコストを把握し維持管理へ活用するため、エネルギー消費量を正確に把握するAIを開発します。

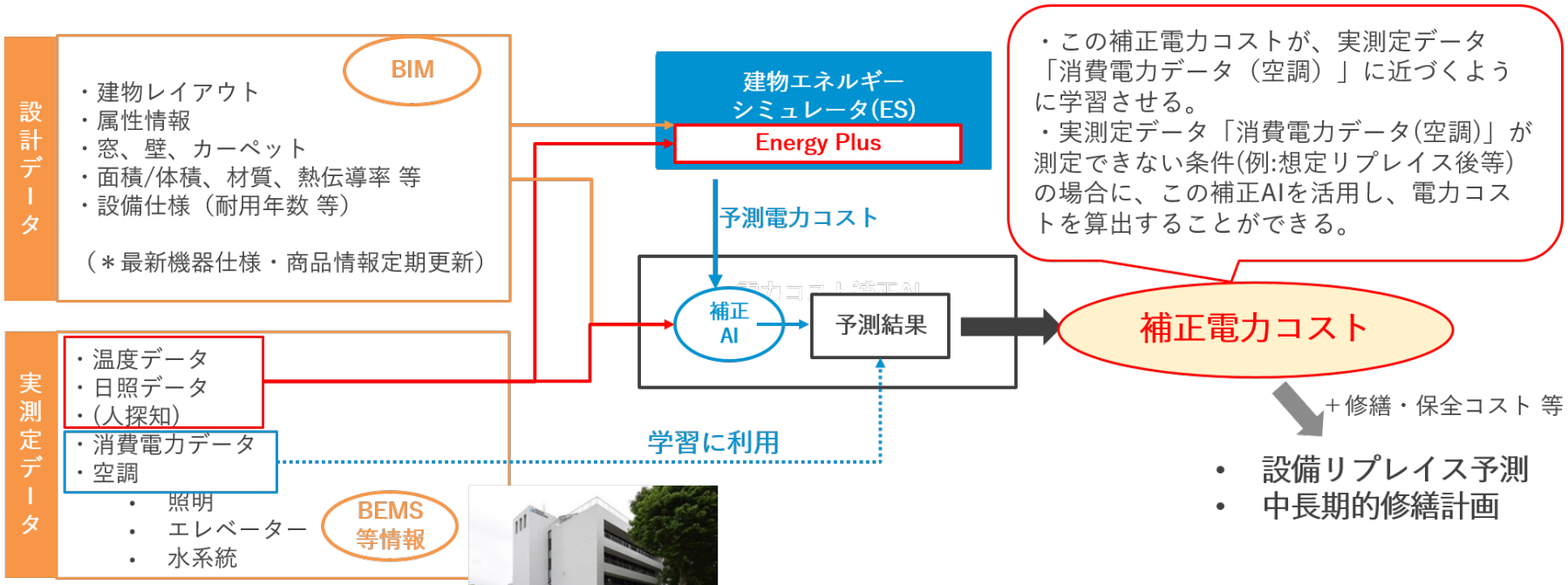
■解決する課題

・設備リプレイス予測（時期・仕様）や中長期修繕計画の提案を行うためには、建物のハード情報（BIM情報のみ）だけでなく、消費電力コストや修繕・保全コストの情報等が必要である。
・その中の消費電力コストを算出するためには、建物エネルギーシミュレーターを活用するケースがある。しかし、シミュレーター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、必ずしも精度の高い結果が算出できるわけではない。
・そこで、今回は、BIM×シミュレーター×AIを活用し、消費電力コストをより精度高く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（発注者メリット）。

	項目	ステップS ・補正AIの開発を実施し、部材変更(複数)による評価も行う。 ・精度向上のためにアラヤCFDを活用した仕組みを構築する。	ステップD ・補正AIの開発を実施し、部材変更(複数)による評価も行う。 ・精度向上のために既存CFDを活用した仕組みを構築する。	ステップC ・補正AIの開発を実施し、部材変更(複数)による評価も行う。	ステップB ・補正AIの開発を実施し、部材変更(1部材)による評価を行う。	ステップA ・補正AIの開発を実施し、部材変更をしない状態で、評価を行う。
1	エネルギーシミュレーターの精度検証	○	○	○	○	○
2	エネルギーシミュレーター結果の補正AIの開発	○	○	○	○	○
3	部材を変更したときの性能検証（1部材のみ）	－	－	－	○	－
4	部材を変えたときの性能検証（複数部材(10部材程度)）	－	－	○	－	－
5	熱流体解析（CFD）×AIの活用	○ (NN*1による高速CFD)	○ (既存CFDソフト)	－	－	－
6	エネルギーシミュレーターと連携した効果検証	○	○	－	－	－
7	部材を変えたときの性能検証	○	○	－	－	－

エネルギーシミュレータAI開発のステップ

本年度モデル事業実施範囲

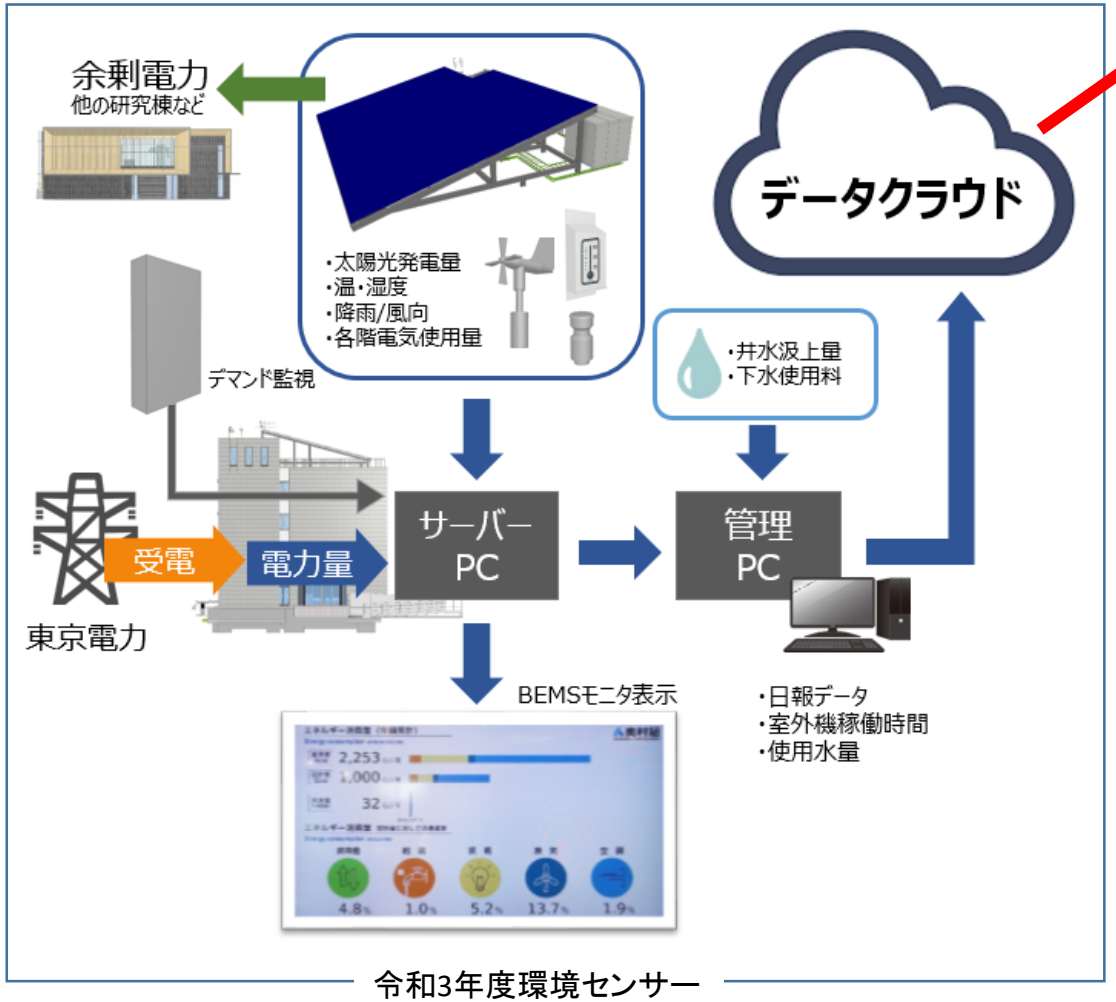


エネルギーシミュレータAIによる補正電力コスト算出フロー

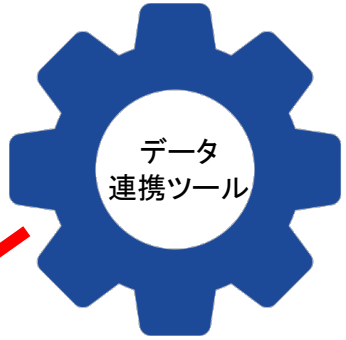
各種センサー情報とデータマイニングやBIMモデル構築の合理化によりトータルLCC算出を検証します

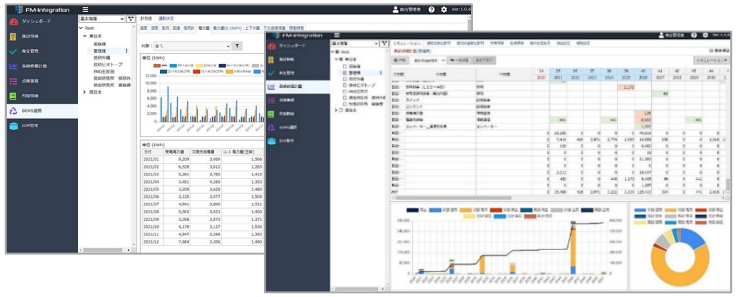
■センサーから得られる情報を分析し維持管理BIMシステムへの応用を検証

令和3年度の各種センサーから得られる実施値データを用いてディープラーニングをおこなうことにより補正予測AIのディープラーニングに役立てます。また、その他の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対して有益な情報を探る。



令和3年度環境センサー



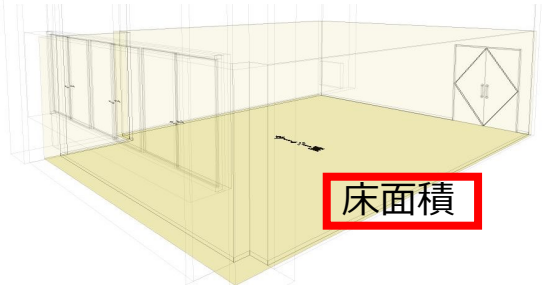


長期修繕計画

		床仕上	壁仕上	天井仕上
研究所	実験室	防塵塗装	塗装	塗装
	共用部	長尺シート	クロス	化粧石膏ボード

BELCA分類より主要な室の仕上げ材を設定

LiDARカメラの点群からBIMモデル化



スペースより床面積を算出

FM-Integration

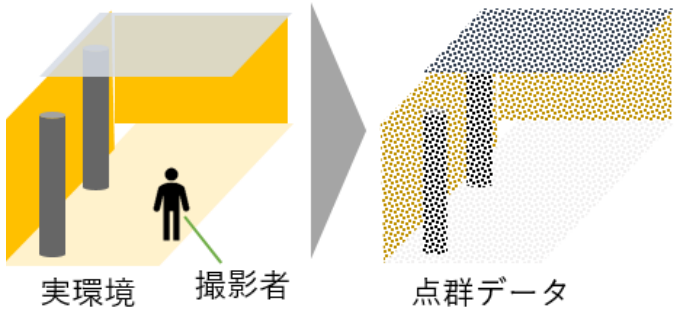
- 建物台帳、保全台帳
- 中長期的修繕計画
- 設備リプレイス予測
- ランニングコスト計算

技術研究所におけるLiDARデータ取得後の3Dモデル化ほか、各テーマを並行して進めていきます

各種センサーから得られる情報を予測精度向上に活かしトータルランニングコスト算出を検証します

中間報告範囲

1：点群取得
iPhone利用

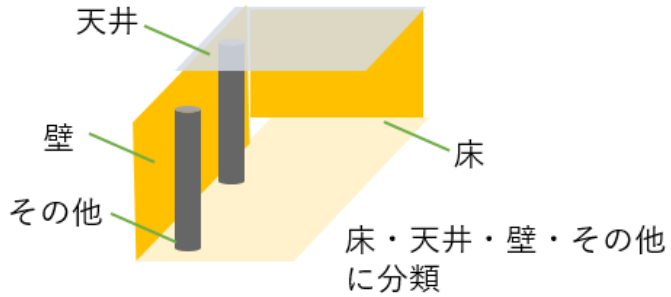


・ユーザーが屋内をスマートフォン等で撮影し、Visual-SLAMの技術により、屋内の点群データを収集する。
・色付きの点群も取得する（iPhone可能）
・天井高さ等が高すぎる場合は、別途取得手段が必要。

2：3Dモデル化

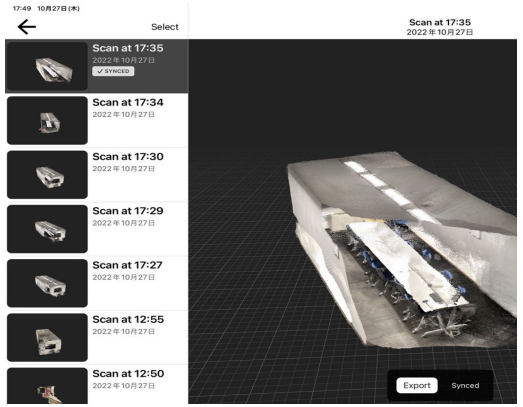
・メッシュ化アルゴリズムにより点群データを3Dモデルに変換する。
*この時点では、パーツごとの区別はできていない

3：3Dモデルのパーツ分類
Unity利用



・天井・床・壁・その他に分類する。
面の向きを利用し、**ルールベース**により分類する。
・さらに分類をおこなう際に、AIによる3Dセグメンテーションの前処理として有効に働く

iPad PROの LiDAR カメラを用いて、テスト対象室の内観を撮影



iPadアプリ

点群データ

PLYデータ

点群データ外観

点群データ内観

エネルギーシミュレータによる電力コスト予測を実施、実測値データ比較の準備をおこなっています

中間報告範囲

#1 ES精度検証

- ES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
- 各種条件(時間帯、フロア、天候 etc.)における管理棟のBEMSデータと比較し、ESを用いた予測の課題を抽出

#2 ES補正AI開発

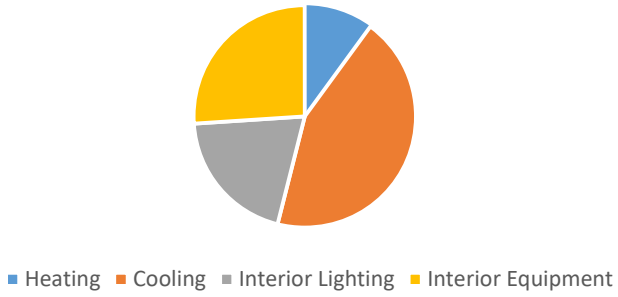
- BIMデータ、BEMSデータ、ESの予測値を用いて補正電力コストを導出する補正AIを構築

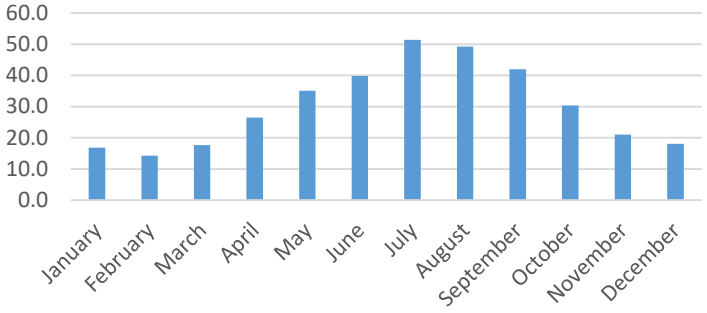
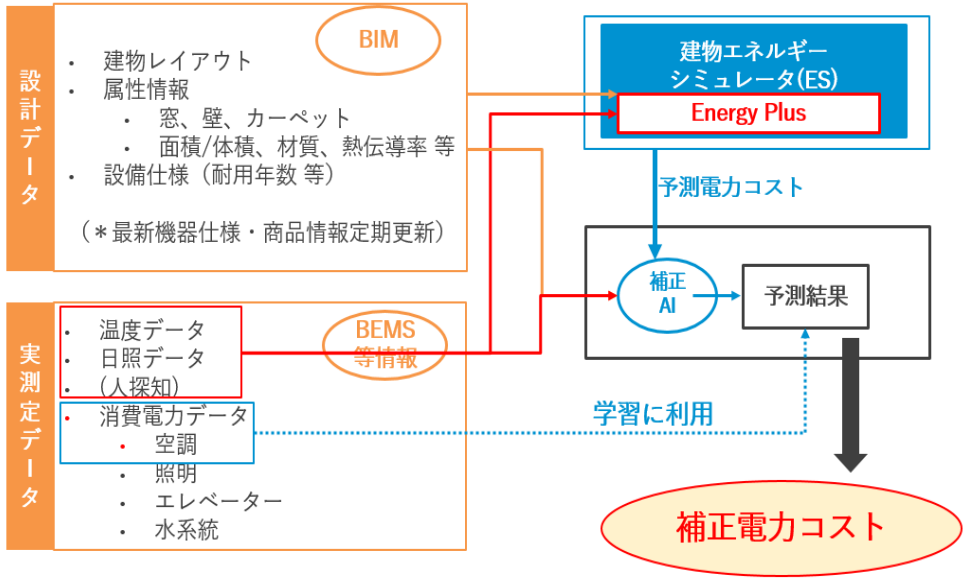
#3 補正AIの精度検証・改善

- 補正AIを用いて補正電力コストを予測
- ESで予測した電力コストと比較し、#1で抽出した課題の改善度を確認
- 必要に応じて補正AIの改善検討を実施

□ エネルギーシミュレータ(ES)を用いた電力コスト予測を実施

消費電力量 (kWh)



□ フロア別・月別等の条件で結果を分析

予測冷房消費熱量(GJ)