

ビルメンテナンスのDXを目指した 既存建物のデジタル化

芝浦工業大学
建築学部 建築学科・教授
志手 一哉

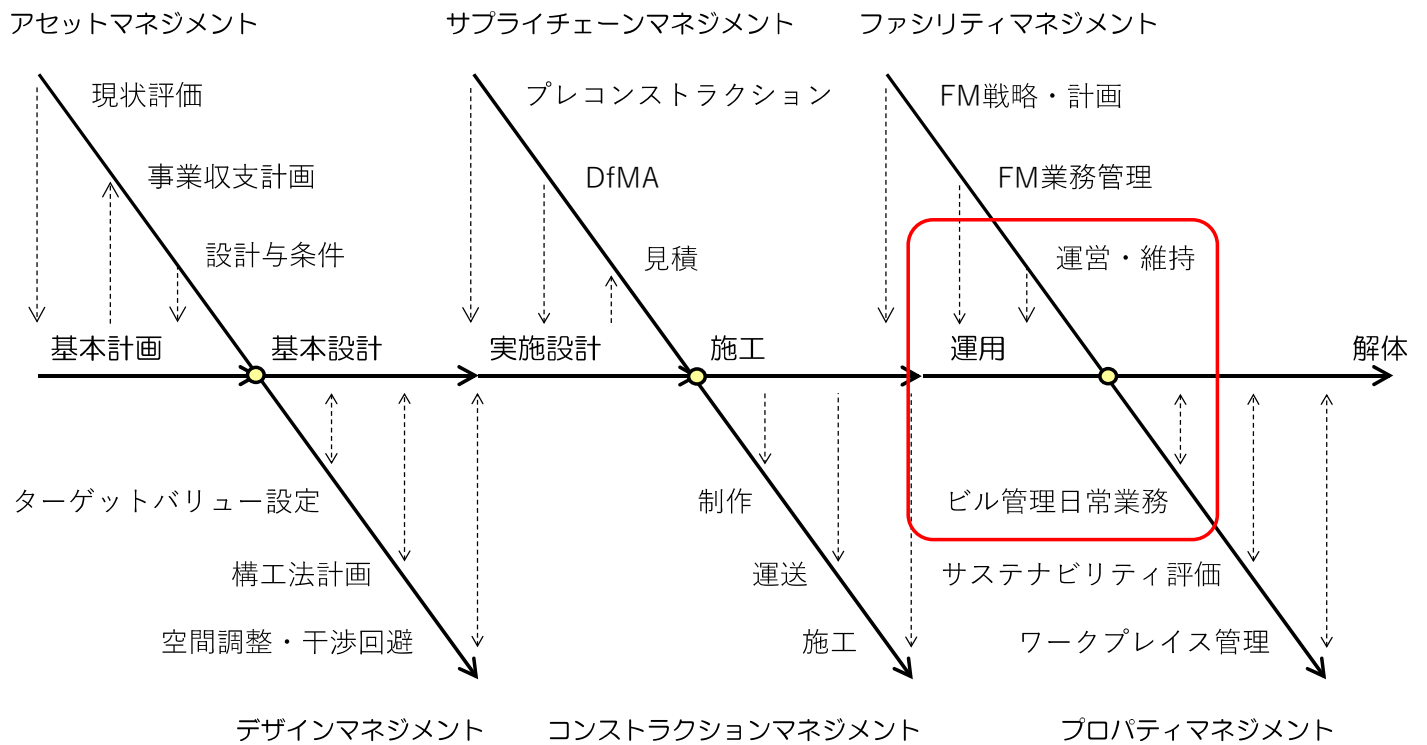
プロフィール

2

- 志手 一哉（しで かずや） 芝浦工業大学 建築学部建築学科・教授
 - 1992-2013：（株）竹中工務店
 - 施工管理 7 年、生産設計/IT推進 4 年、技術研究所 1 0 年
 - 2014-現在：芝浦工業大学
 - 建築生産マネジメント、ファシリティマネジメント、Building Information Modeling (BIM)
- 所属学協会
 - 日本建築学会、建築情報学会、日本開発工学会（理事）
 - 日本建築積算協会（理事）、日本ファシリティマネジメント協会
 - BIM教育普及機構（理事）、建設テック協会（理事）
- 主な学外活動
 - 国土交通省 建築BIM推進会議・建築BIM環境整備部会 部会長
 - 他、BIM関連推進団体委員多数
- 主な著作
 - 現代の建築プロジェクト・マネジメント（共著）
 - 建築ものづくり論 -- Architecture as “Architecture”（共同執筆）



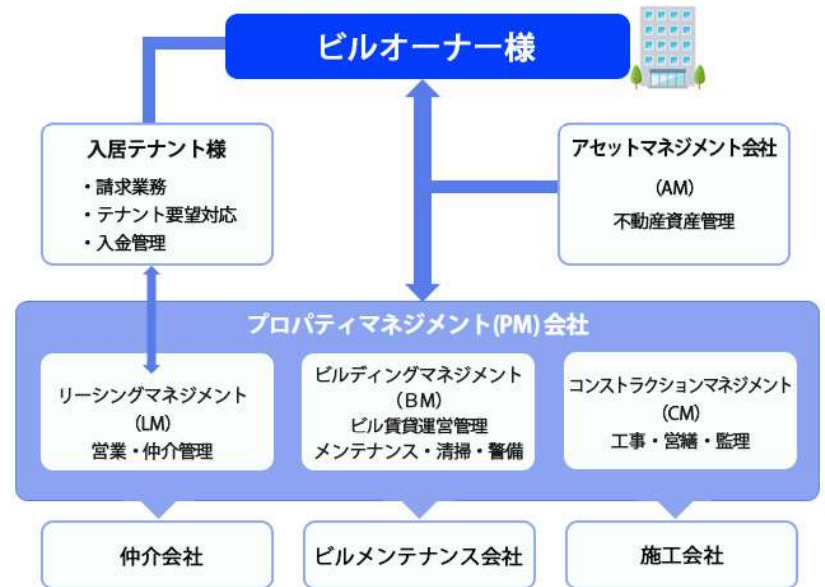
志手研究室の守備範囲



ファシリティマネジメント

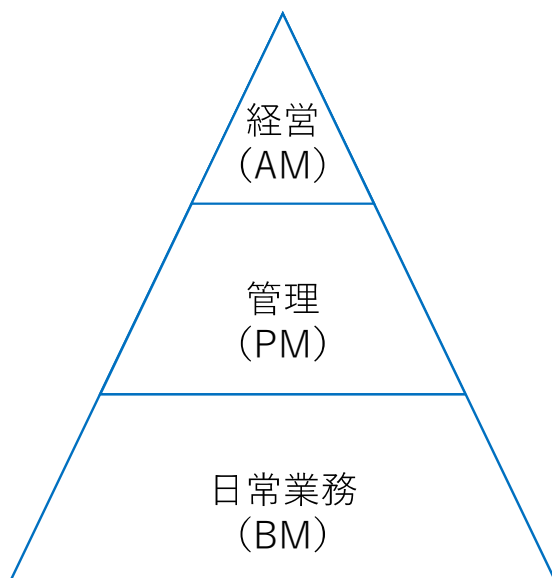
ファシリティマネジメントの関係者関係図

- AM（アセットマネジメント）
 - 投資家から委託を受けて資産全体を運用管理する役割
 - 不動産売買や賃貸借の運用業務、PMの選定や収益物件の売買の決定
- PM（プロパティマネジメント）
 - 現場で「賃貸経営」のための運営管理を行う
 - 委託元に対し、運営管理状況を定期的に報告する義務がある
- BM（ビルメンテナンス）
 - 「ハード」面の管理業務を担う
 - 清掃、景観管理、設備の点検、安全面を考慮した警備や防災、巡回など



ファシリティマネジメントの3つのレベル

- 「情報要求」は上位から下位へ、「データ」は下位から上位へ



経営レベルのFM

全ファシリティの統括的で、最適なあり方を求める戦略・計画レベルをいう。経営トップや経営戦略と連携しており、全社的な影響力が大きい。戦略的な視点が必要である。

管理レベルのFM

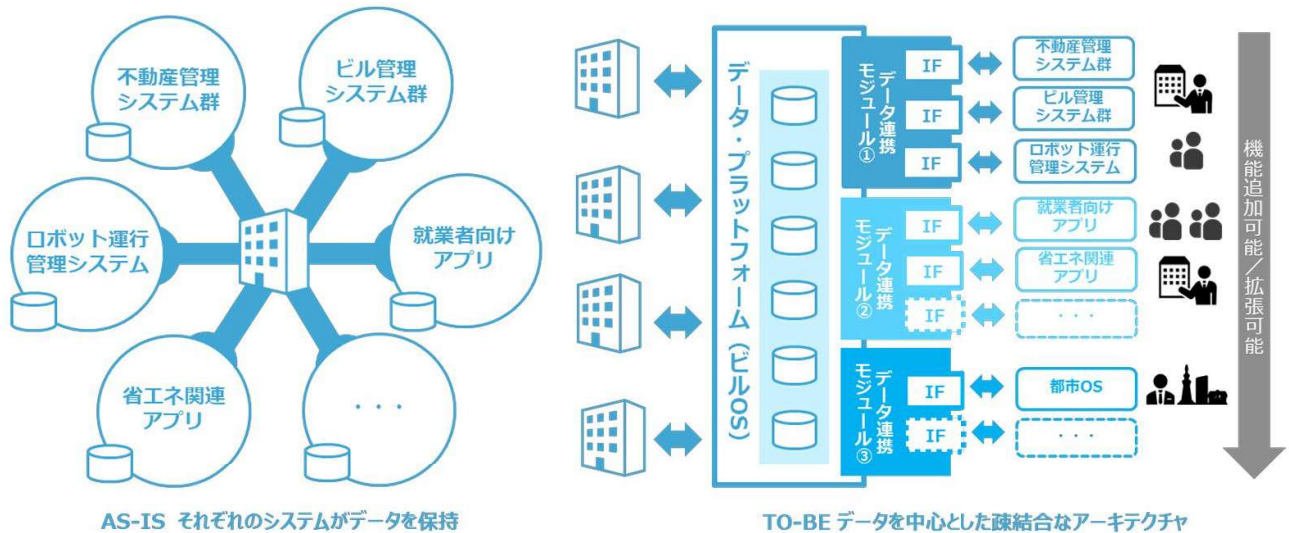
計画にもとづいたプロジェクトの実施、運営維持および評価を通じて、ファシリティの効率化、低コスト化、適正品質化を追求し、改善を図るなどのFM業務管理レベルをいう。個々の業務と連携し、適切な管理手法が求められる。実践的で戦術的なFMレベルである。

日常業務レベルのFM

日常のファシリティの運営維持の業務レベルをいう。ファシリティの現場で展開する日常業務が該当する。運営維持の合理化、計画化、定量化をめざす実務レベルである。

既存のビルシステムとスマートビル

- スマートビルはデータを起点としたサービス提供を行うために、共通のデータモデルやスキーマ、インターフェースを有したビルOSを有する。

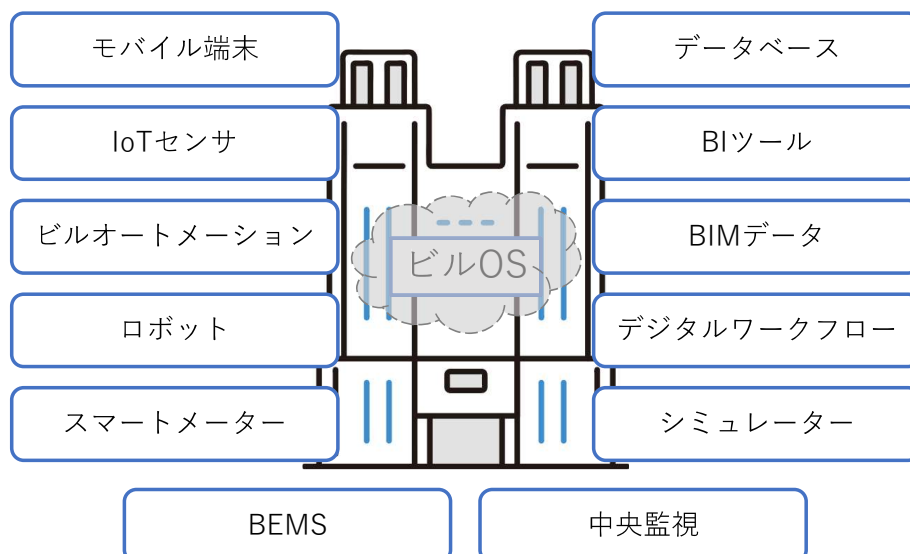


(独) 情報処理推進機構 (IPA) デジタルアーキテクチャ・デザインセンター (DADC) スマートビルプロジェクト「スマートビル総合ガイドライン」p.17より転載

スマートビルとビルメンテナンス

- 所謂、スマートビル化
- 理想と現実のギャップを如何に埋めていくか

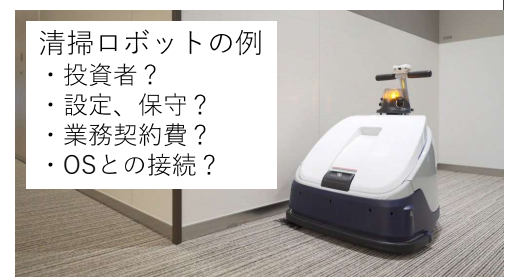
どこにどの技術から導入するかが重要



- システムの所有者は誰か
- 投資対効果をどう考えるか
- AM/PM/BM業界におけるエンジニアの不在
- 既存建物への実装
- 受益者は誰か

清掃ロボットの例

- ・ 投資者？
- ・ 設定、保守？
- ・ 業務契約費？
- ・ OSとの接続？



デジタル技術をどう評価するか

ドローンで撮影した画像

- Phantom 3 Professional、4K動画
- 汚れ、クラック、錆、塗装の膨れは判別可能



この取り組みをどのように評価するか

- 市販の機器を使っただけで新規性がない
- 劣化状態を自動判別できなければ意味がない
- 細かな劣化を見逃してしまうので役に立たない
- 社内開発した技術ではないから水平展開の俎上に乗らない

ギャップ

現場の視点では

- ✓ 劣化診断用の足場を架けなくて良い
- ✓ 大規模修繕工事の概算を算出するには十分
- ✓ 炎天下で診断しなくて良いので助かる
- ✓ 修繕工事用の立面図を描かなくて済むので楽

研究室での活動例

維持管理業務におけるBIMの活用への期待と現実

- ・ 維持管理に必要な情報を設計・施工段階で特定することが難しい
- ・ BIMデータ（To be build）と実態（As build）の整合性確保が難しい
- ・ 維持管理会社自身が使いやすいツールを自ら選定できない
- ・ BIMモデル構築に高いコストがかかるのに日常レベル業務ではあまり使わない



2025/9/12

「点群BIM－維持管理システム」の開発

2022年度～2024年度
国土交通省：SBIR 建設技術研究開発助成制度



ELYSIUM



芝浦工業大学
SHIBaura INSTITUTE OF TECHNOLOGY

NT GEOTECS

D G R E G O

既存建物のBIMデータ化は費用対効果が低い
点群をそのままBIM的に利用する「点群BIM」を考案
維持管理プラットフォームと一体的に開発を推進

開発前に維持管理の実務者へのヒアリング、アンケートなど1年かけたフィージビリティスタディを実施
把握したユースケースの実現に向けてスコープを絞った技術開発を実施

PoC段階ではビルメンテナンス会社や清掃会社と共同研究を締結し使い勝手も検証

初年度：1年間のフィージビリティスタディ

22

・維持保全業務におけるデジタル化のニーズ調査と技術開発のスコープ設定

維持保全業務実務者へのヒアリング調査

- 実施期間：2022年10月～11月
- 対象：8事業者
 - マンション管理、賃貸住宅管理、公共施設管理、民間事業施設管理、ビルメンテナンス、ビル設備管理、プラント設備管理、鉄道設備管理
- 内容：下記の4分類における現況とその課題
 - 「維持管理用データの整備」「維持管理用データの管理」「現場での維持管理作業」「管理会社の業務」

点群BIMを実現する技術開発の仕様検討

- 実施期間：2023年1月～3月
- 内容：ユースケース分析結果を元に整理
 - 「点群BIMデータを用いた施設維持管理システム」のシステム構成の整理
 - 「点群BIMデータ化」を実現する要素技術の整理

点群BIMを用いた維持保全業務ユースケース分析

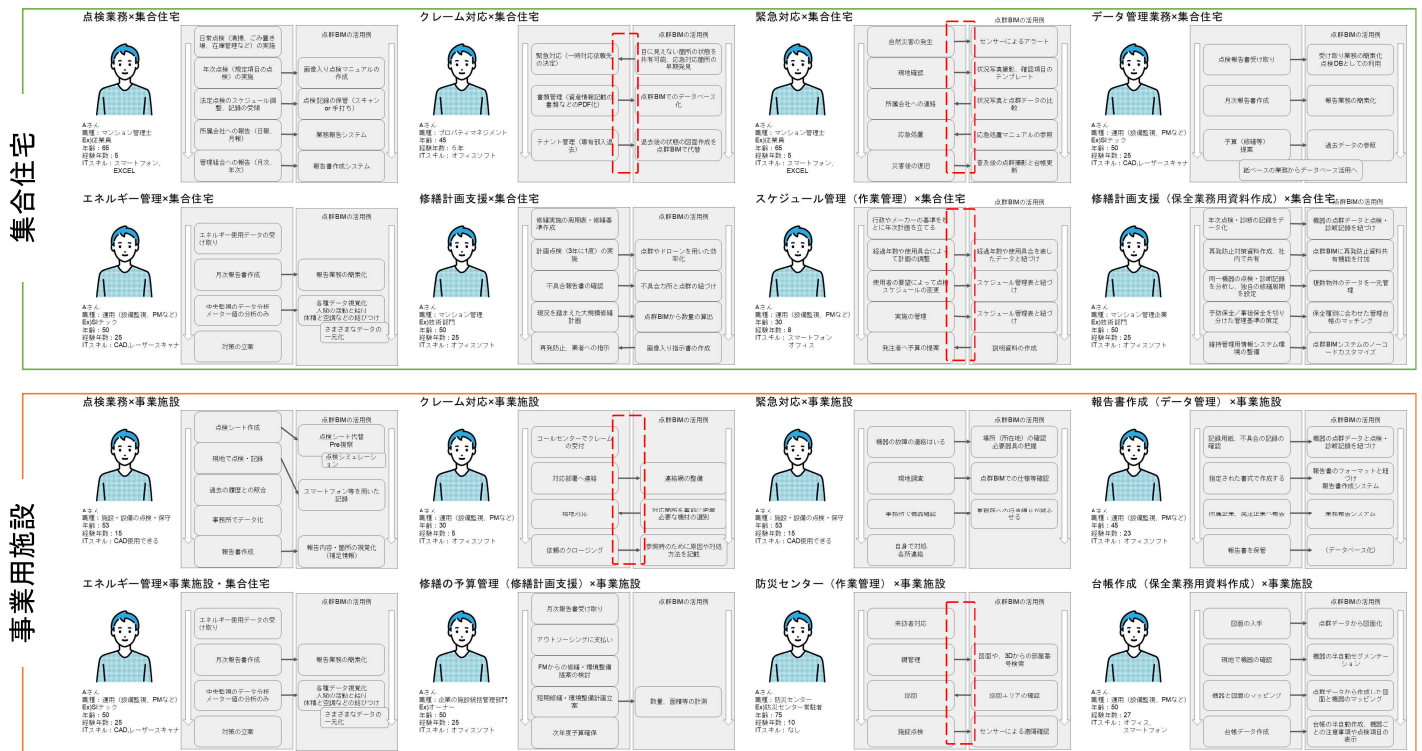
- 実施期間：2022年12月～2023年1月
- 対象：集合住宅と事業施設の別に各8パターン
 - 「日常点検」「クレーム対応」「緊急時対応」「データ管理」「エネルギー管理」「修繕計画」「作業管理」「保全業務用資料作成」
- 内容：ヒアリング結果に基づいてユースケースを検討
 - ペルソナを設定し、業務の流れを記述し、それに対する点群BIMデータの使い方を検討

点群BIMデータで扱う資機材および管理情報調査

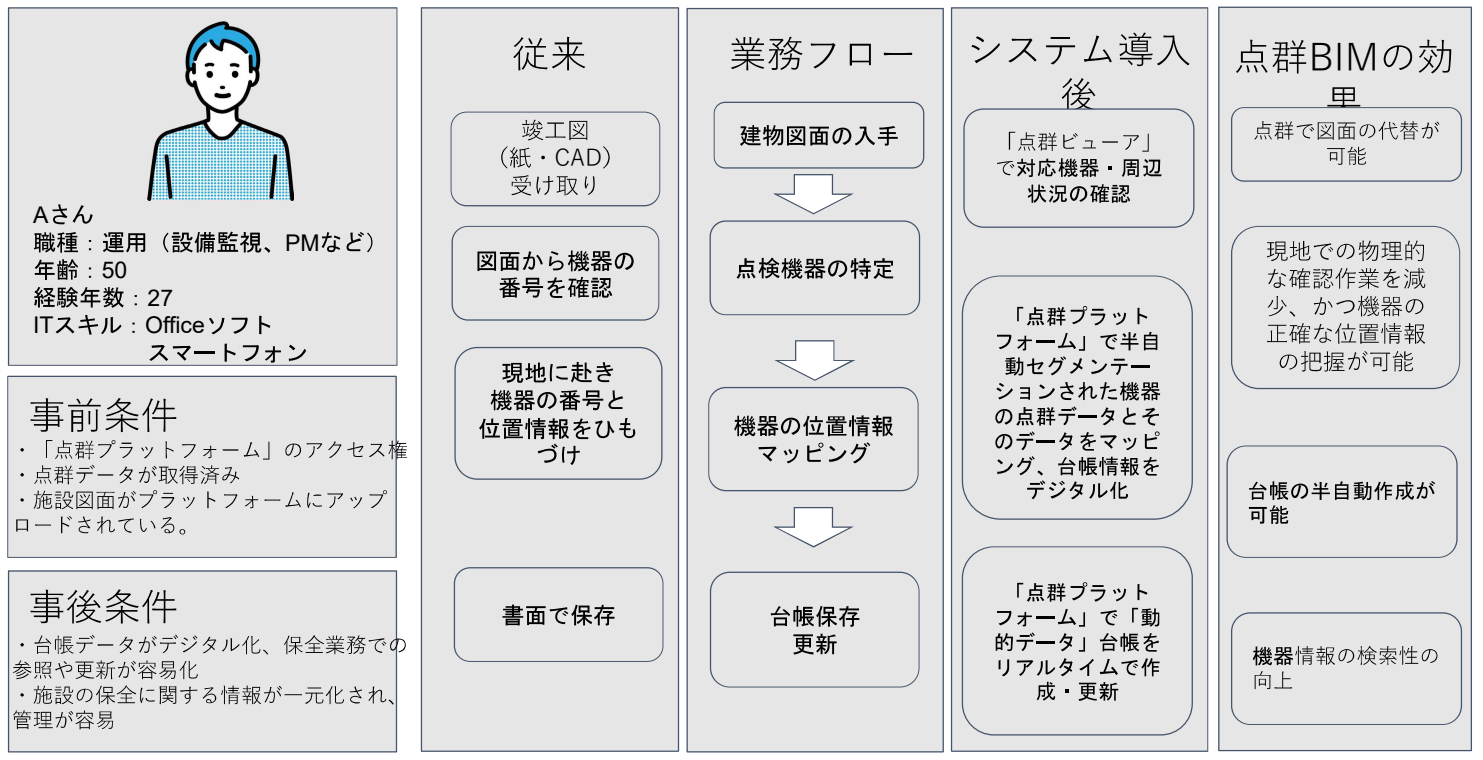
- 実施期間：2022年12月（Webアンケート）
- 対象：施設の維持管理・運用業務を担当している個人
 - 集合住宅が61人、事業施設が88人
- 内容：下記の6分類における優先順位の把握
 - 「年齢・経験年数」「利用できるICTツール」「管理対象とすべき部位・機械」「対象とすべき管理情報」「対象とすべき作業」「管理対象とすべき居室・空間」

点群BIMを用いた維持保全業務ユースケース分析

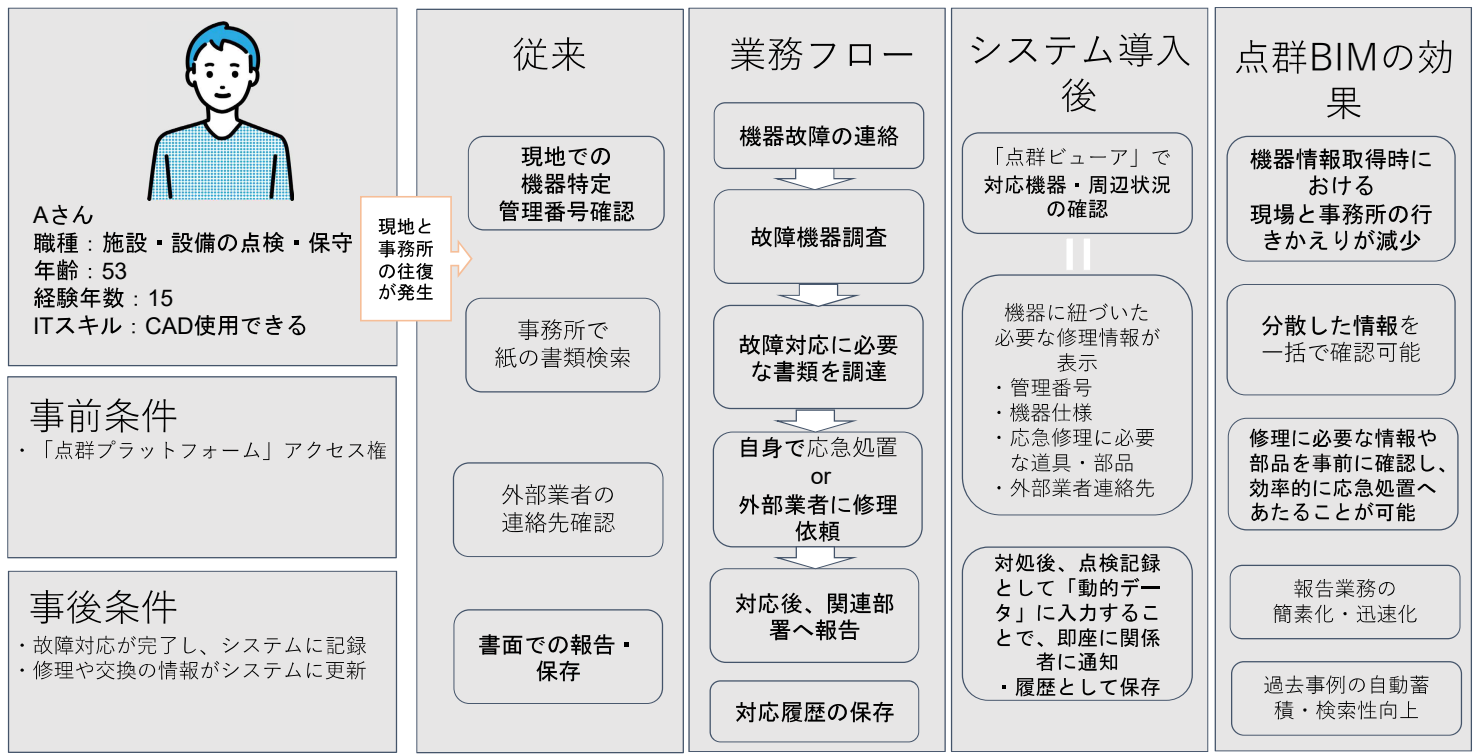
23



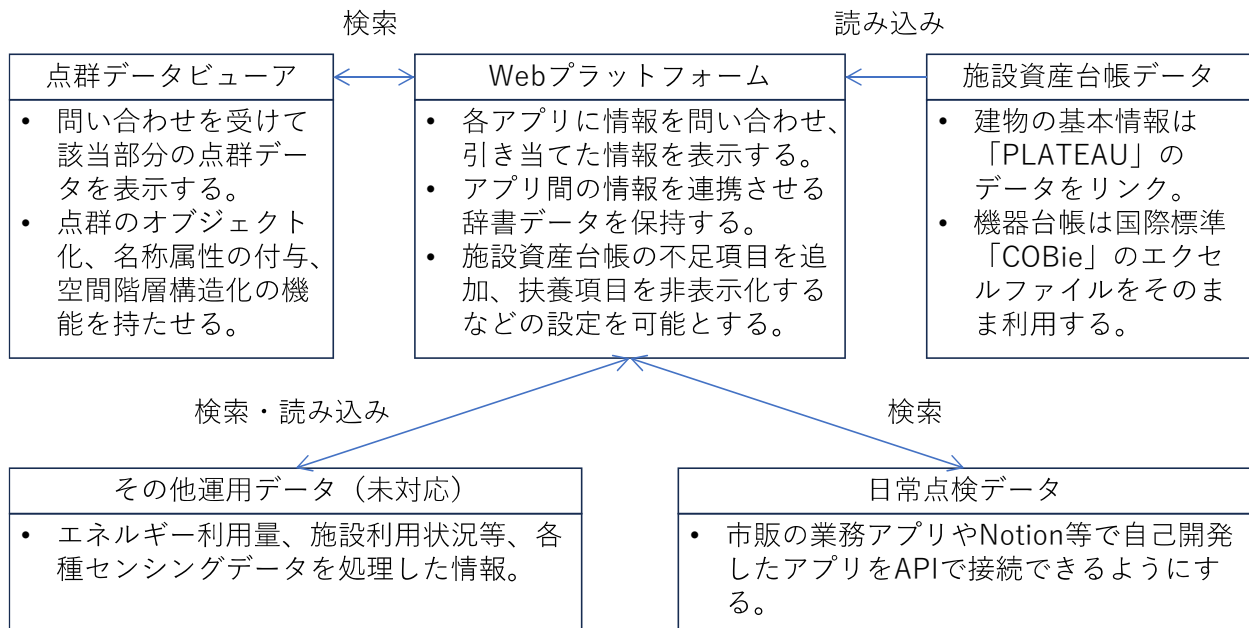
ユースケース①：台帳作成・保全業務用資料作成×事業施設



ユースケース②：緊急時対応×事業施設

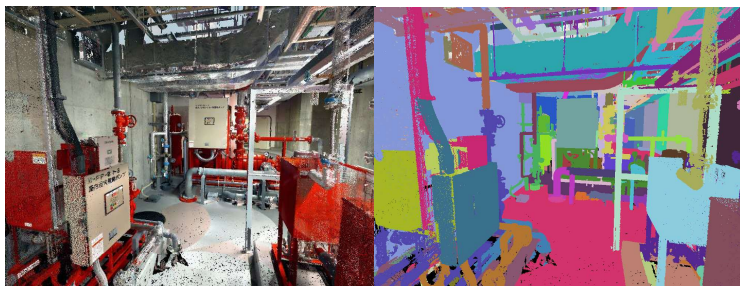


点群BIM維持管理システムの構成



「点群BIM」の要素技術

27



① 部位・機器のセグメンテーション



② OCR読み取りラベリング

設備名 (図面名称)	図面上的記号	自動検出結果
変電設備	A	受電盤No.1(常用線)(1系SF215)
		受電盤No.2(予備線)(052F251)
		高圧環電盤(No.1)
		N/A
	B	N/A
	C	一極動力?経盤(400V)
		一極動力盤(400V)
	D	N/A
	E	防災・保安電灯盤
		防災・保安電灯変圧器盤
		電源切替盤
	F	防災・保安動力盤(No.1)
		防災・保安動力盤(No.2)
		直流電源装置
蓄電池	G	蓄電池盤
	H	



③ 機器の画像分類



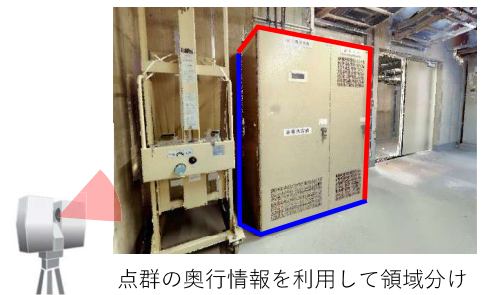
④ 要素別点群密度の変更



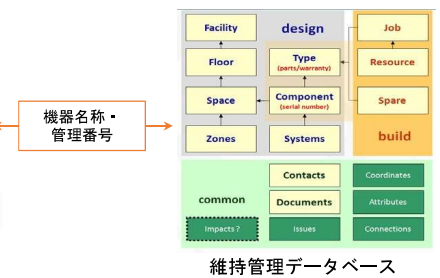
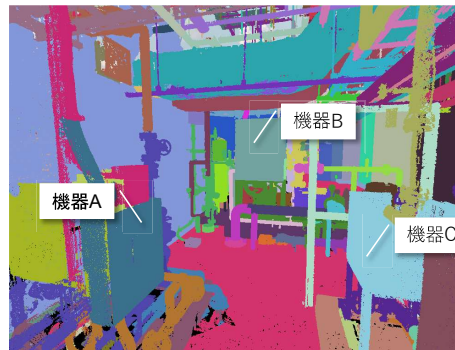
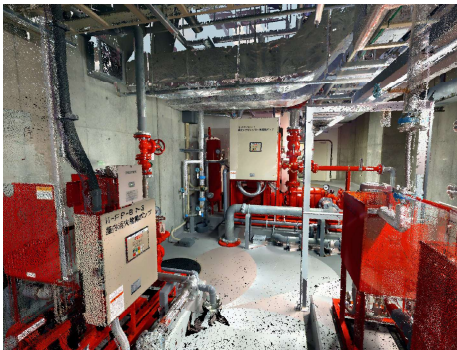
⑤ 点群空間データとセンサデータの統合

点群データのセグメント分け

- 3Dレーザースキャナで得た点群データについて、資機材の単位に自動でセグメント分け
- 維持管理データベースと紐づけできるよう、各領域に自動で属性付与



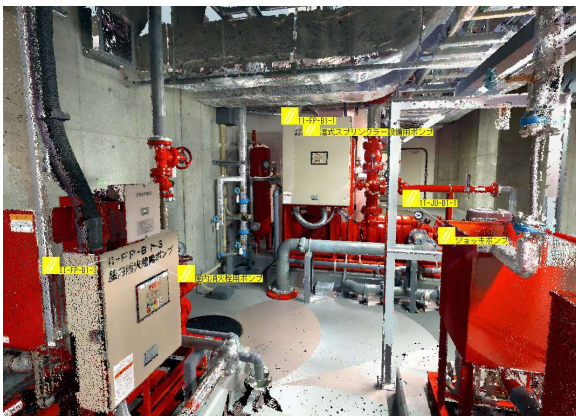
点群の奥行情報を利用して領域分け



点群を自動でセグメント分けした結果の例

点群内の文字情報を自動抽出してラベル化①

- 文字列を自動認識してテキスト化
- 認識した文字列の位置を3Dモデル空間の座標にマッピングし、点群データの該当箇所に3次元注記として生成



文字列の自動認識結果の例

設備名 (図面名称)	図面上の記号	パネル名称 (実測値)	自動検出結果
受変電設備	A	受電盤No.1(常用線)(I系・52F15)	受電盤No.1(常用線)(I系・52F15)
		受電盤No.2(予備線)(II系・52F25)	受電盤No.2(予備線)(052F251)
		高圧饋電盤(No.1)	高圧饋電盤(No.1)
		高圧饋電盤(No.2)	N/A
	B	一般電灯変圧器盤	N/A
		一般電灯盤	N/A
	C	一般動力変圧器盤(400V)	一般動力??器盤(400V)
		一般動力盤(400V)	一般動力盤(400V)
蓄電池	D	一般・防災・保安動力変圧器盤	N/A
		一般動力盤	N/A
	E	防災・保安電灯盤	防災・保安電灯盤
		防災・保安電灯変圧器盤	防災・保安電灯変圧器盤
		電源切替盤	電源切替盤
	F	防災・保安動力盤(No.1)	防災・保安動力盤(No.1)
		防災・保安動力盤(No.2)	防災・保安動力盤(No.2)
	G	直流電源装置	直流電源装置
	H	蓄電池盤	蓄電池盤

文字列自動抽出結果の例

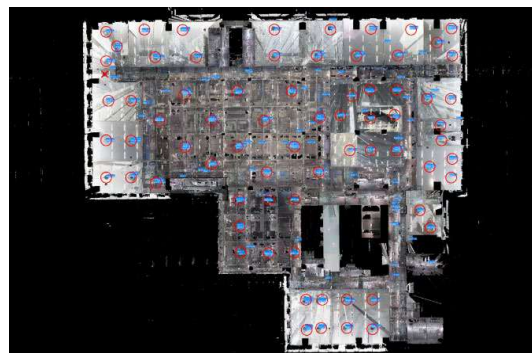
点群内の文字情報を自動抽出してラベル化②

30

- 文字列による対象特定は、銘板のある機器や、種類が印字された配管など、一部の資機材に限られる
- より汎用的に特定の資機材を検出する方法として、スキャナ画像からAI処理で直接的に物体検出する方法を試行



画像内の物体検出の様子

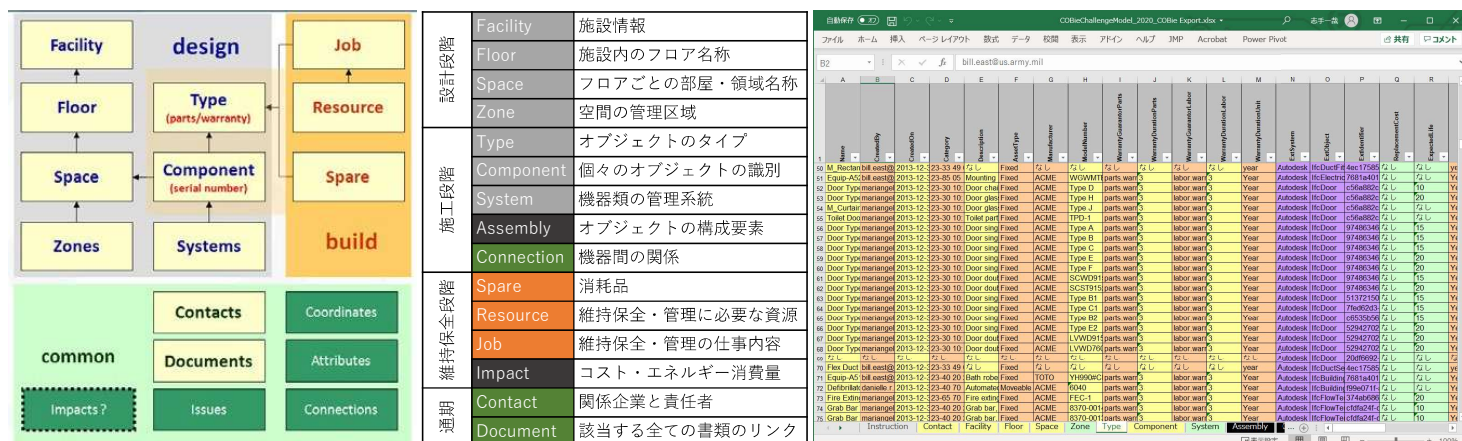


エアコン検出箇所の正誤確認の様子
* 点群を表示した3D空間上に注記として生成。
エアコン72機のうち、71個を検出

施設・機器の台帳データ「COBieフォーマット」

31

- 形状を含まない建物情報データの引き渡しに焦点をあてたデータ形式
- テーブル間でリレーショナルデータベース（RDB）の構造となっている
- 一般的な使い方は、BIMソフトウェアからCOBieファイルを出力し、CMMSで読み込んで台帳データに展開する
- 本研究では、既存建物のCOBieファイルを作成し、そのまま台帳DBとする

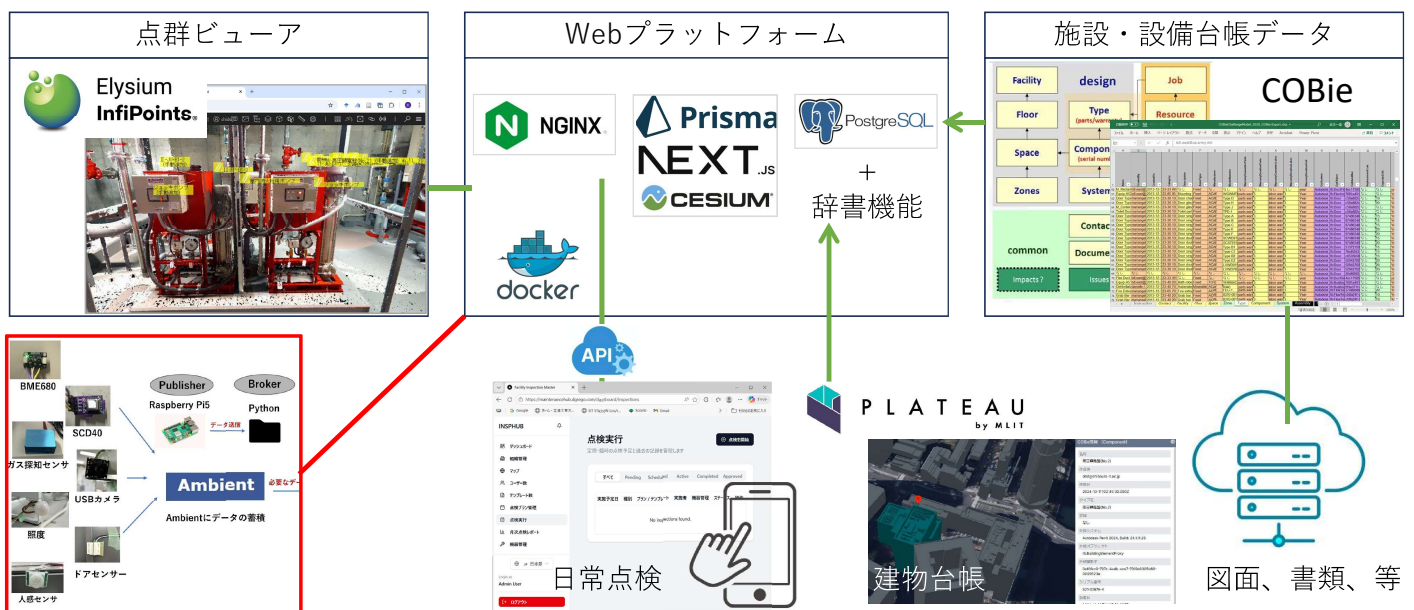




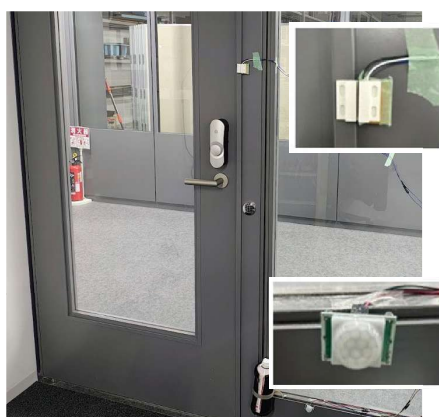
「点群BIM-維持管理システム」の構成

35

- 「意味情報」を用いて、点群オブジェクト、COBieの機器台帳、点検ツールの機器名称をリンクし、各データの検索や抽出を可能とする



後付けセンサによるデジタルツイン化



- ドアの入退室・CPU温度・空調機の稼働率・照度・湿温度・CO₂濃度・VOC・気圧・粉塵の10個のデータを収集
- 標準化し、リアルタイムで取得可能な形式に整える
- 点群BIM上で可視化を行い、デジタルツイン化する

空調機の稼働状況ステータス

- USBカメラ
- 色認識（緑枠）
- OCRでの読み込み（青枠）

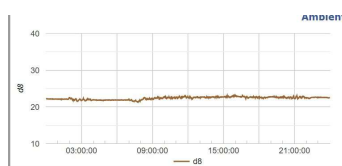
ドア開閉のデータ

- 磁気式リードスイッチ、人感センサ
- 人感センサ（外）→リードスイッチ＝入室
- 人感センサ（内）→リードスイッチ＝退室

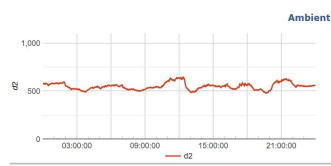
各センサによる測定データの例



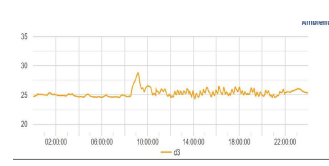
研究室（外）CO₂濃度



研究室（外）温度



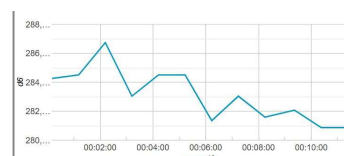
研究室（内）CO₂濃度



研究室（内）温度



気圧



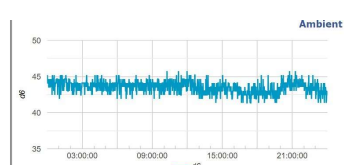
ガス



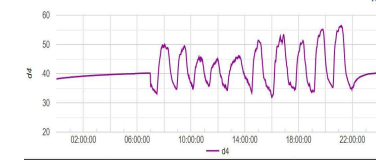
粉塵（PM2.5）



照度



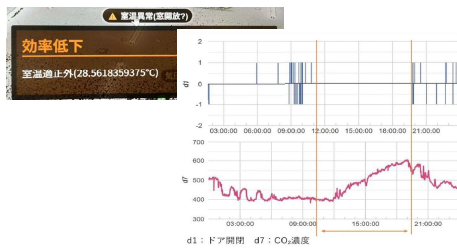
CPU温度



湿度

計測値の掛け合わせ（データの再利用）

① 換気・密集 (CO₂濃度×ドア開閉)



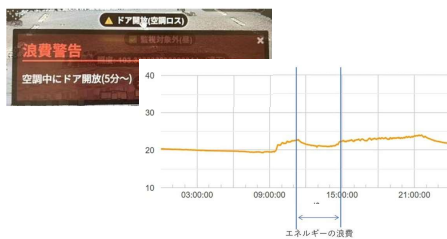
② 日射負荷の分析 (照度×室温×時刻)



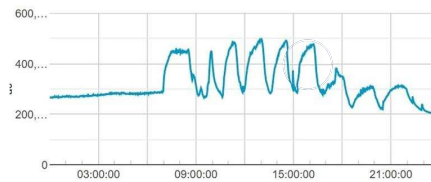
③ 快適性と空調効率の可視化 (室温×湿度×空調)



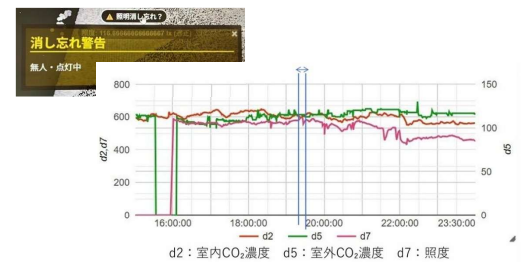
④ エネルギー浪費の可視化 (空調×ドア開閉×室温)



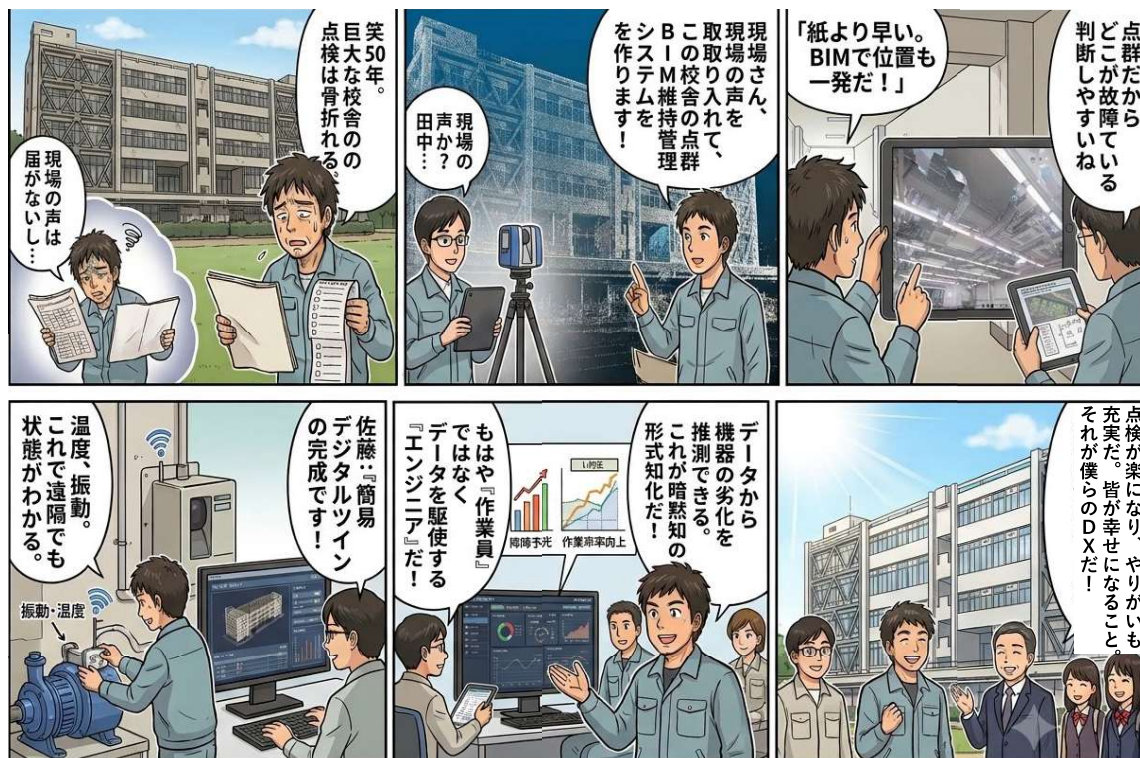
⑤ 異常ガス・火災予兆検知 (ガス濃度×温度)



⑥ 照明の消し忘れ検知 (照度×時刻×CO₂濃度)



まとめ



ご清聴をありがとうございました