

「産業DXのためのデジタルインフラ整備事業」 成果報告会

- 人・ロボット・システムを有機的に結合するスマートビル基盤に関する研究開発
- ビルOSによるビル内サービスロボットの有効活用と外部システム連携の実証

2025年4月23日

鹿島建設株式会社

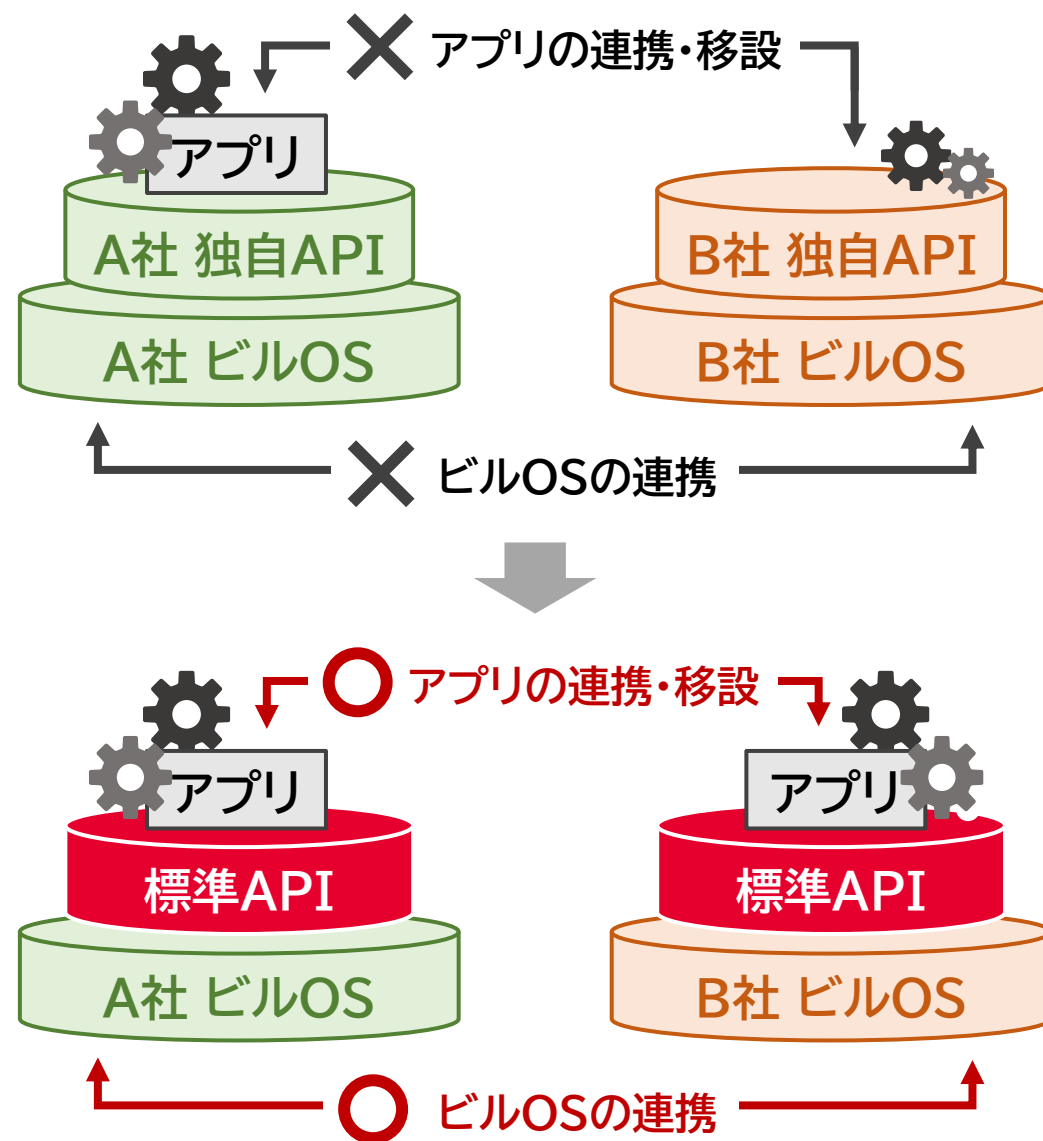
本テーマの背景・目的

背景

- スマートビル事業の中核を成すビルOSについてはゼネコン各社・メーカー等がそれぞれ独自のビルOSを発表しているが、これらは協調領域を持たず相互運用性が十分とは言えない。

目的

- 本事業では「スマートビルガイドライン」に従い協調領域を持ったビルOSを開発する。
- ビルOS独自アプリケーションを標準APIで接続して運用することでビルOSの相互運用性とスマートビル事業の有効性を実証的に検証し、その成果をもってスマートビル事業の活性化に寄与する。



本テーマの概要

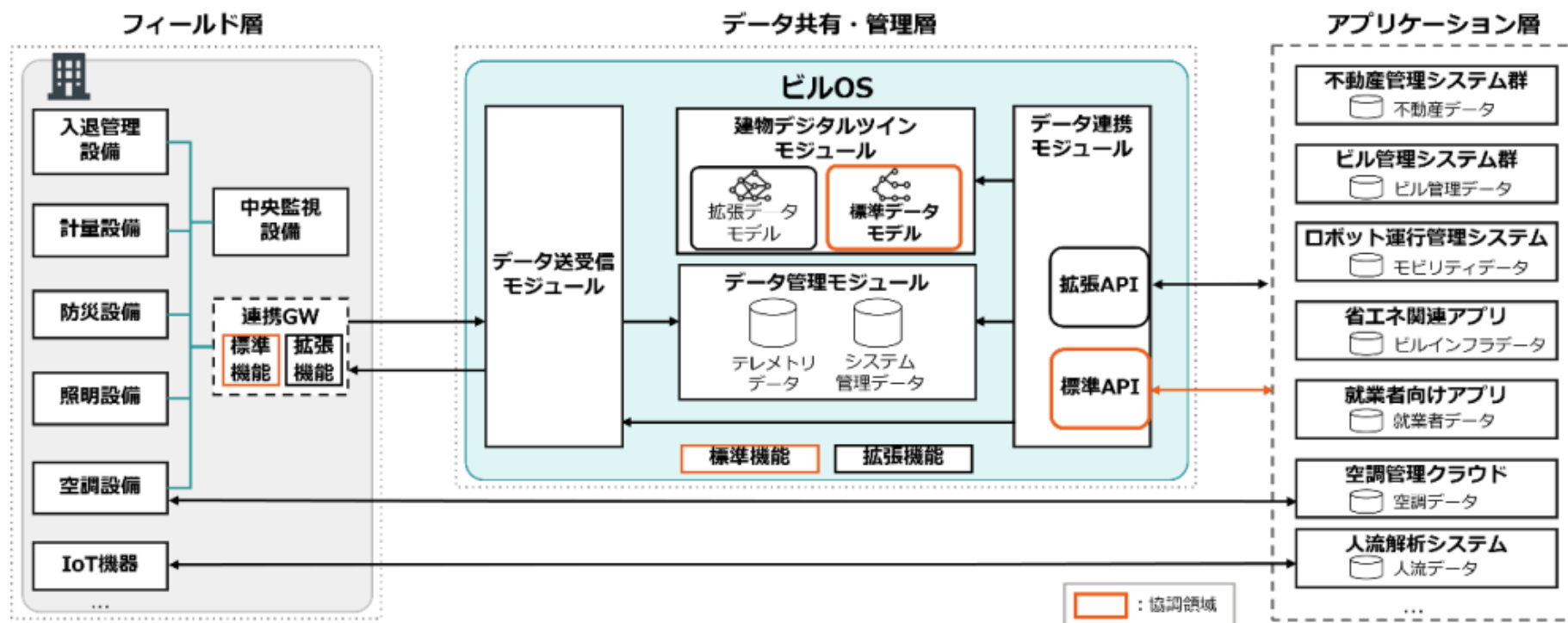
協調領域を有するビルOSを導入

IPA DADC発行の「スマートビルガイドライン」に則った協調領域を有するビルOSを導入し、ビルオーナー・テナント・管理者等の生産性や体験価値向上のためのビルOS独自アプリケーションを有効活用する研究を実施。

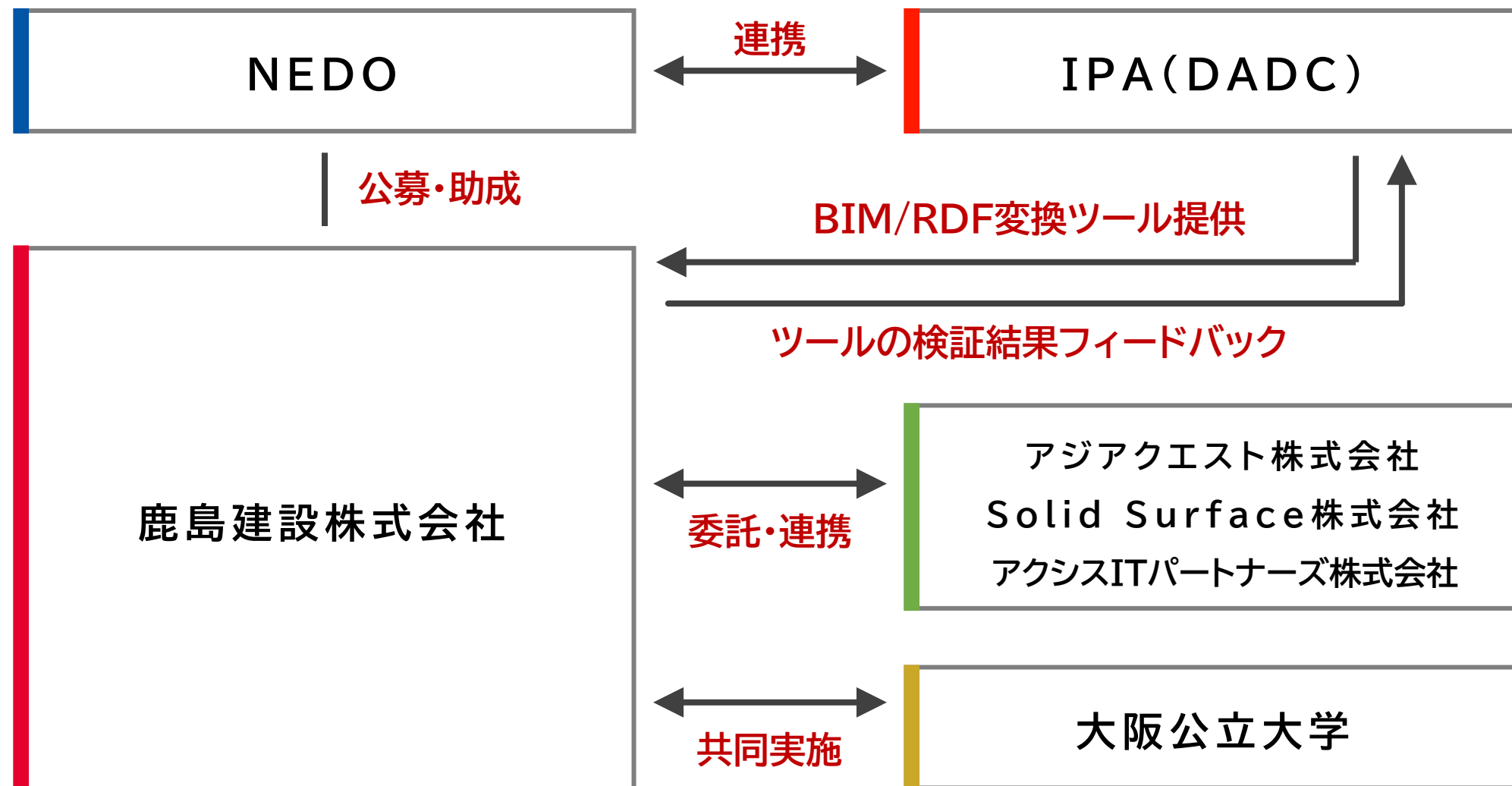
ビルOSと独自アプリケーションの連携によるサービス運用

ビルOSとビルOS独自アプリケーションの連携によるサービスを実際に運用し、制御や活用の実務的ノウハウを蓄積。

【スマートビルシステムアーキテクチャガイドライン】



実施体制



実施項目

ビルOSと独自アプリケーションの連携によるサービス運用

- ① サービスロボット制御の環境適合システムの開発
- ② エネルギー使用状況の分析・レポート作成の自動化システムの開発
- ③ AI制御によるエレベーター運行制御最適化システムの改良
- ④ 可視化プラットフォームとビルOSを連携させる標準APIの開発

協調領域を有するビルOSを導入

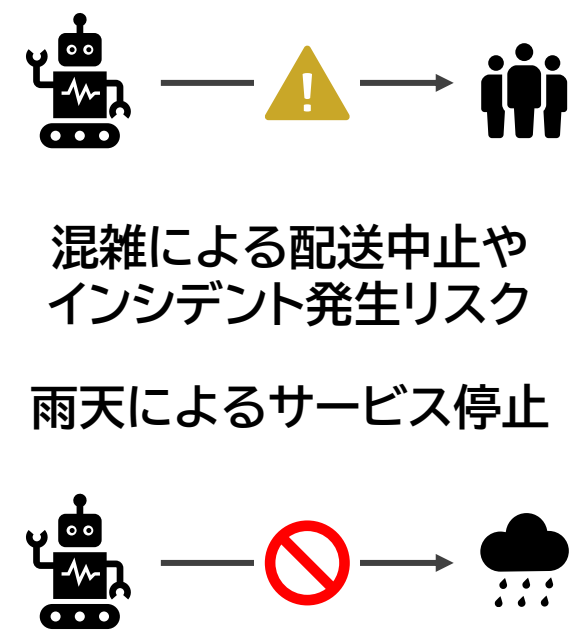
- ⑤ データモデルの標準仕様の作成
- ⑥ BIMからRDFへ変換するツールの評価・検証
- ⑦ ビルOSと事業性①～③で開発するシステムとのインターフェイス(標準API)の開発
- ⑧ ビルOSの実装
- ⑨ 相互運用性を検証するテストツールの整備

①サービスロボット制御の環境適合システムの開発

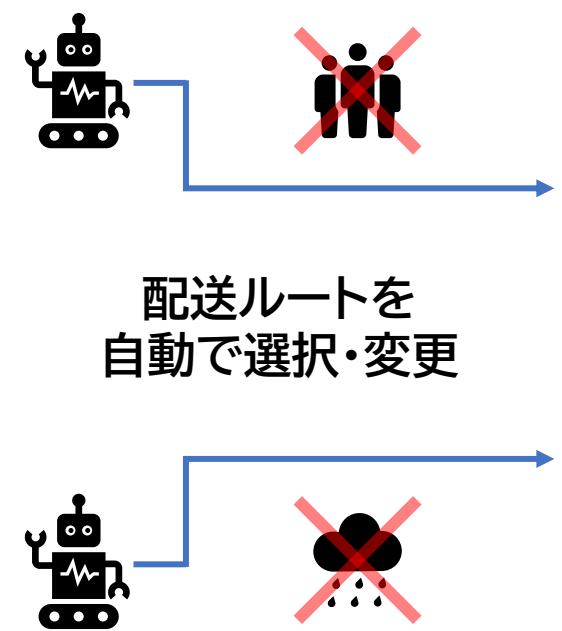
環境適合システムを「適用しない機体(1号機)」と「適用する機体(2号機)」を運行させ、サービス提供時間および平均インシデント発生件数の比較を行った。

環境適合システムが**混雑時・雨天時に屋内の配送ルートを自動で選択・変更**することで「**インシデントの抑制効果**」や「**サービスの継続性向上**」などのメリットが期待できる。

導入前



導入後



インシデント抑制効果

環境適合システム	配送1回当たりの平均インシデント発生件数
適用しない	0.5件
適用する	0.2件

平均0.3件の減少に成功

サービス継続性向上

環境適合システム	降雨によるサービス停止時間
適用しない	12:59
適用する	00:00

約13時間提供時間が増加

②エネルギー使用状況の分析・レポート作成の自動化システムの開発

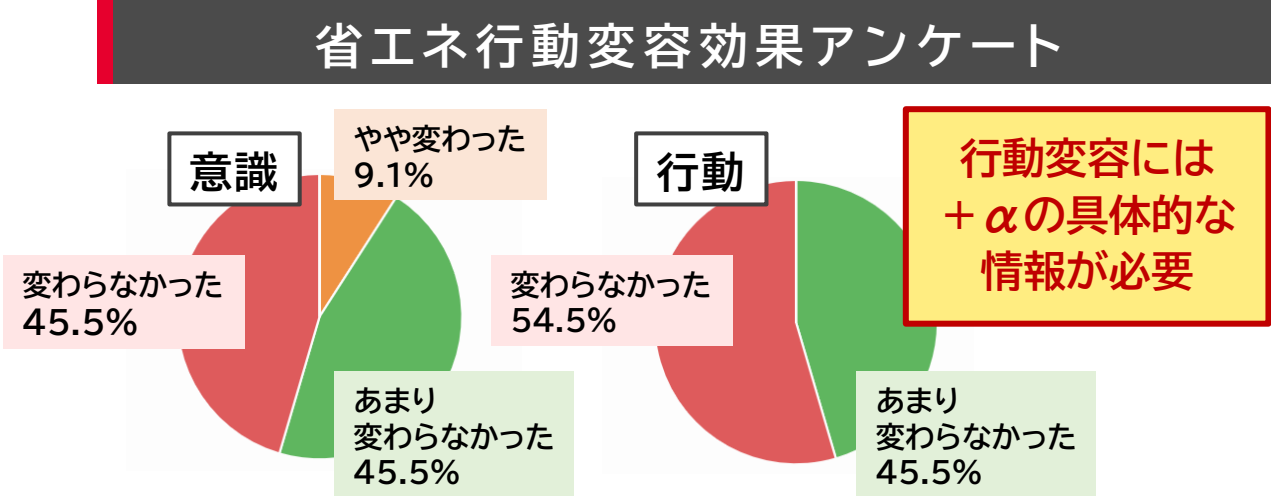
エネルギー使用状況の単純図示化では省エネ行動変容につながりにくい。また、こうしたレポートはノウハウに基づいて人が作成しており、費用対効果が低いため、自動化により経済性を向上させる。

電力量の検針およびレポート出力を自動化することで「**エネルギーレポートの作成の工数削減**」しリアルタイムに電力量などをサイネージに表示することで「**省エネ活動に対する行動変容(意識変容)**」が期待できる。



エネルギーレポート作成時間削減				
	建物への移動時間	検針時間	入力時間	合計時間
人力作業	60分	30分	15分	105分

作業時間の削減を確認



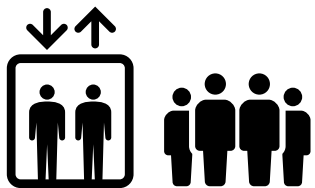
③AI制御によるエレベーター運行制御最適化システムの改良

ELV運行制御最適化システムのアルゴリズムを改良し、昼食時間帯のELV待ちの行列等の待ち時間の短縮を図る。

運行制御AIを改良しエレベータの「**平均運転間隔**」を改善することで
待ち時間の短縮につながり、ビル利用者の**快適性・利便性の向上**が期待できる。

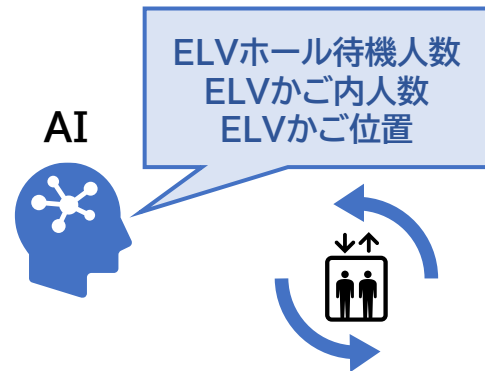
導入前

昼食時に
エレベータ待ちが発生



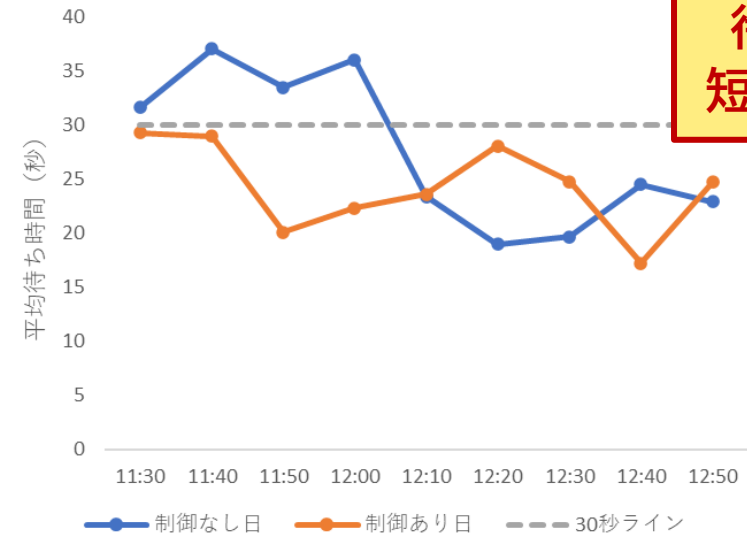
導入後

運行制御AI
アルゴリズムの改良



AIを用いた
平均運転間隔の改善

時間帯別の平均待ち時間の比較



平均5秒の
待ち時間
短縮を確認

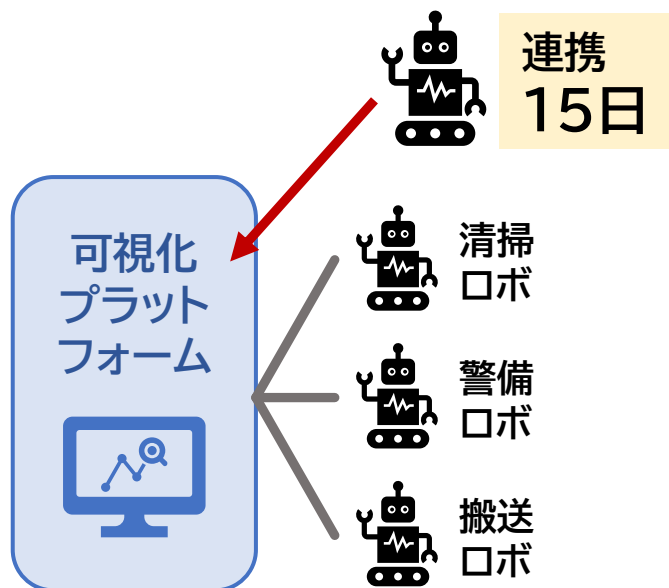
④可視化プラットフォームとビルOSを連携させる標準APIの開発

現在は可視化プラットフォームに直接情報を取り込んでおり、連携先毎に開発が必要。情報を集約したビルOSと連携することで開発工数の削減を図る。

ビルOSと可視化プラットフォームを連携させる標準APIを開発することで、
都度発生していた連携システムごとの開発が不要になり「**開発時間の削減**」が期待できる。

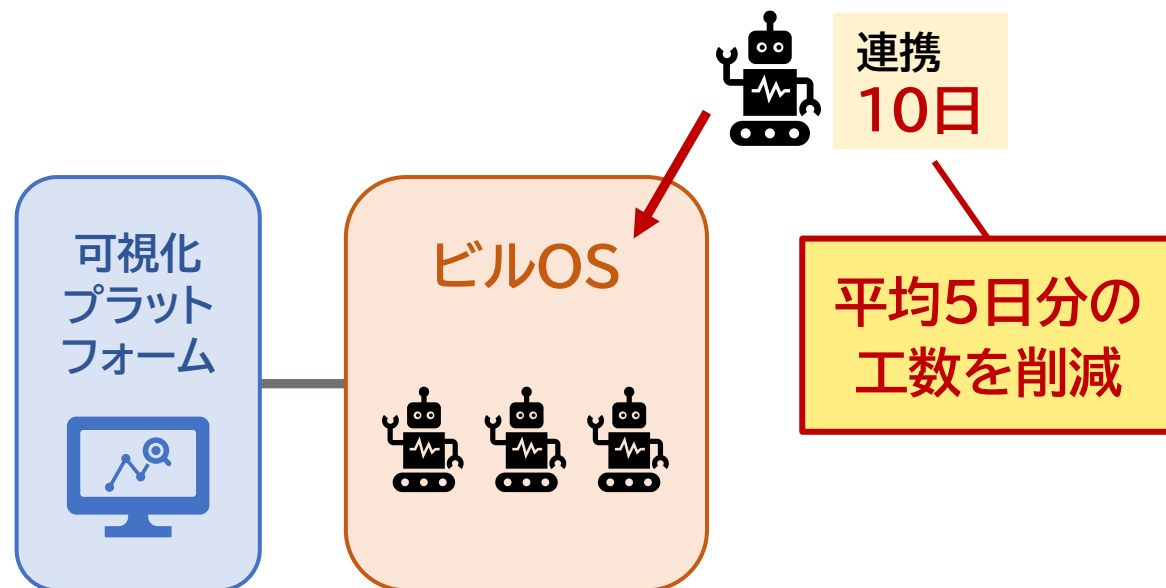
導入前

連携システム毎に開発が必要



導入後

ビルOSとの連携のみ

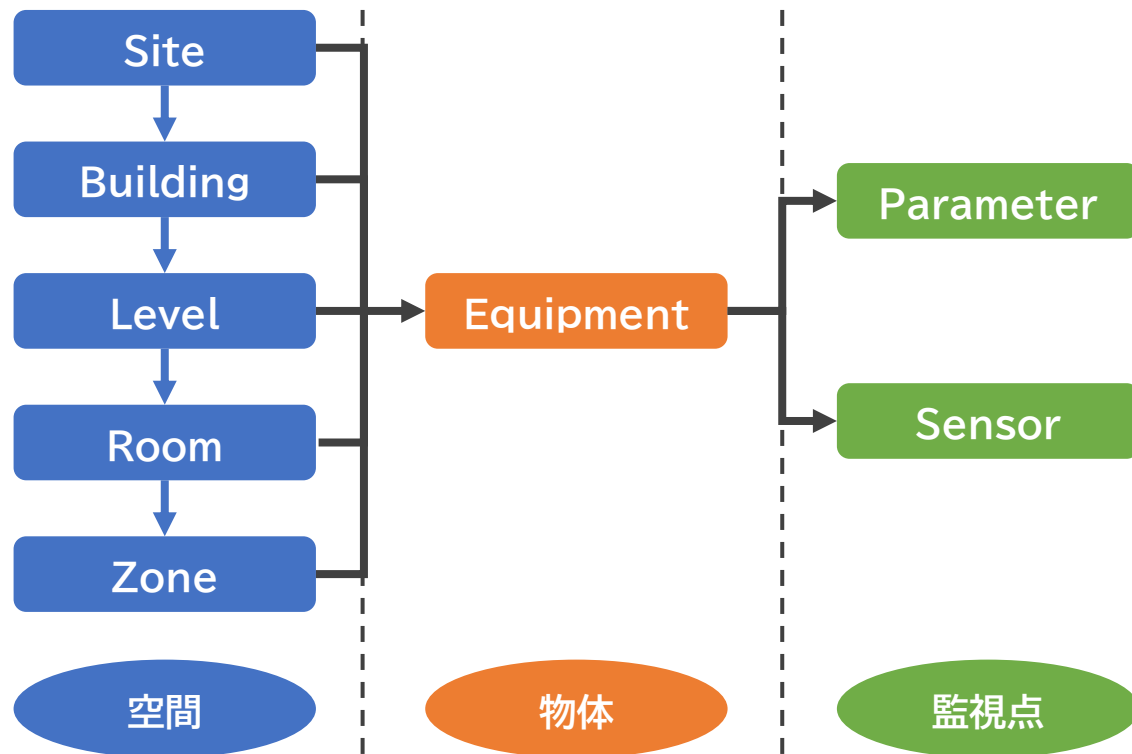


⑤データモデルの標準仕様の作成

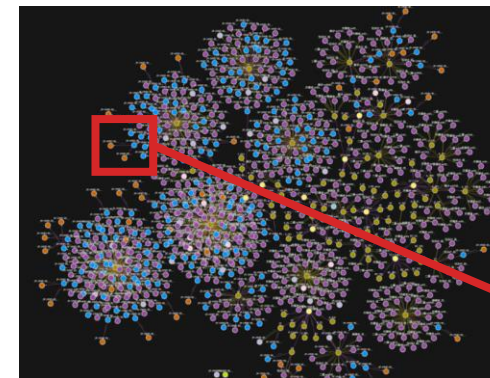
ビルOSのデータモデルは統一されておらず、相互運用性が低い。

建物データのオントロジーのRealEstateCore v4を元にデータモデルの標準仕様を定め、相互運用性を高める。

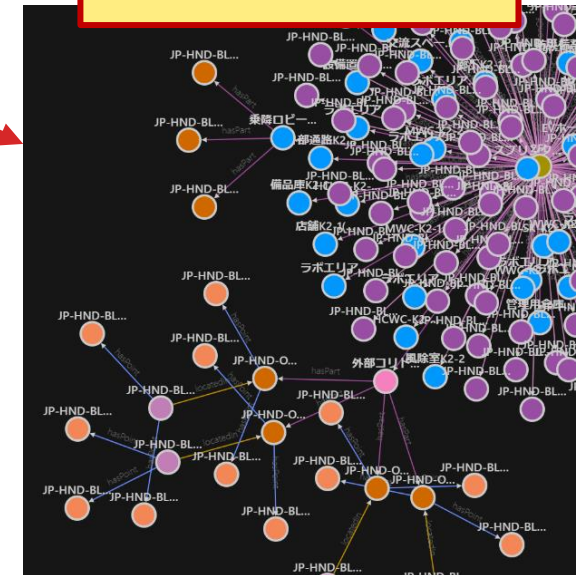
鹿島ビルOSデジタルツインモデル仕様



実装したデジタルツイン



データモデルの
標準仕様を策定



⑥BIMからRDFへ変換するツールの評価・検証

自社開発ビルのデジタルツインを以下の2つの方法で作成し比較を行った

IPA DADC開発のBIMからRDFツールの評価・検証を行う。
BIMからデータモデルを作成することで構築にかかる工数を削減可能。

1. 各ノードの情報を記載したExcelファイルを作成し、プログラムにて取込



作業内容	工数
Excel作成	32時間
Excel取込プログラム実行	15分

2. IPA DADCより受領したツールを使用してBIMから取込



作業内容	工数
Excel作成	不要
DADC受領ツール実行	15分

平均
32時間の
工数削減

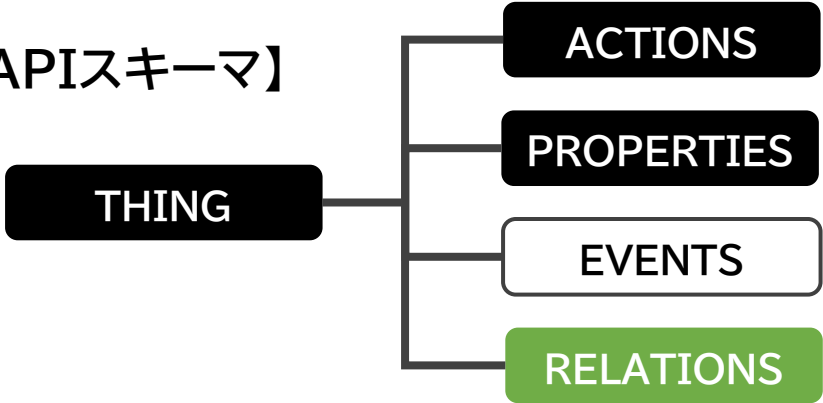
※BIM…コンピュータ上に現実と同じ建物の立体モデル(BIMモデル)を再現したものであり、設計・施工・運用など建築のライフサイクル全体にわたり活用される。
※RDF…メタデータを記述するための汎用的な手法を定めた仕様の一つ。ウェブのリソースに実装された情報を概念的に記述したり、モデリングしたりするための一般的な手法として使われる。
※ADT…Azure上でデジタルツインを実現するサービス。デジタルツインは、現実から収集したデータをコンピュータ上で実現する技術であり、リアルタイムデータを使った分析や検証など様々な用途で活用される。

⑦ビルOSと事業性①～③で開発するシステムとのインターフェイス(標準API)の開発

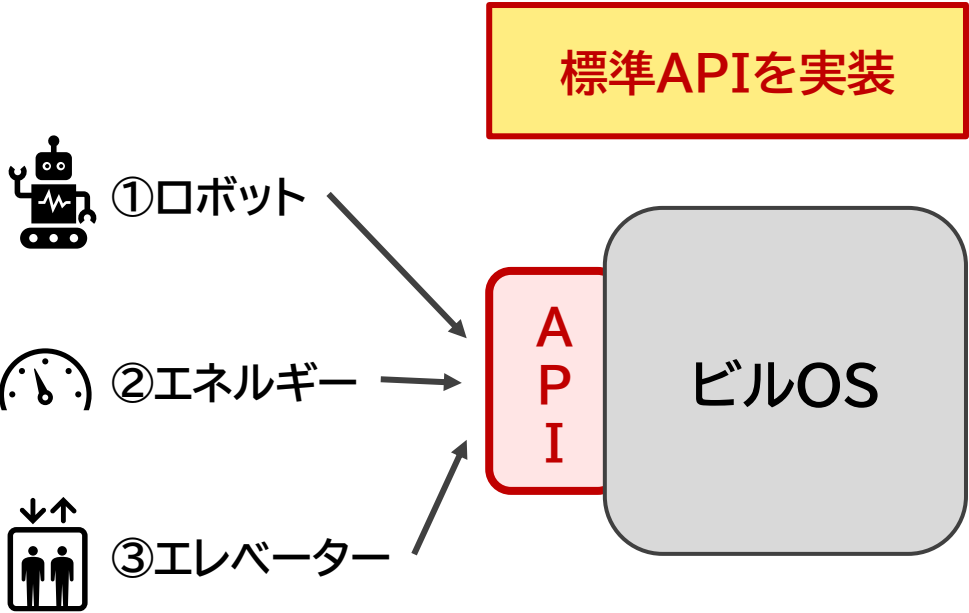
標準API仕様を策定し、事業項目①～③にて利用する標準APIを実装する事で
課題・改善点の抽出を行い、ビルOSの相互運用性を向上させる。

Web of Things を元に標準API仕様を検討・策定

【標準APIスキーマ】



種別	説明	備考
ACTIONS	THINGが持つ機能を実行させる操作を記述	-
PROPERTIES	THINGが持つ属性値を読み書きする操作を記述	-
EVENTS	THINGから通知を受ける形の動作を記述	ビルOSからアプリケーションへのPUSH通信を行わない為、本事業では作成しない事とした
RELATIONS	THINGに紐づくオブジェクトの取得を記述	通常のWoTには存在しないがデジタルツインのツリー構造を取得する為に追加

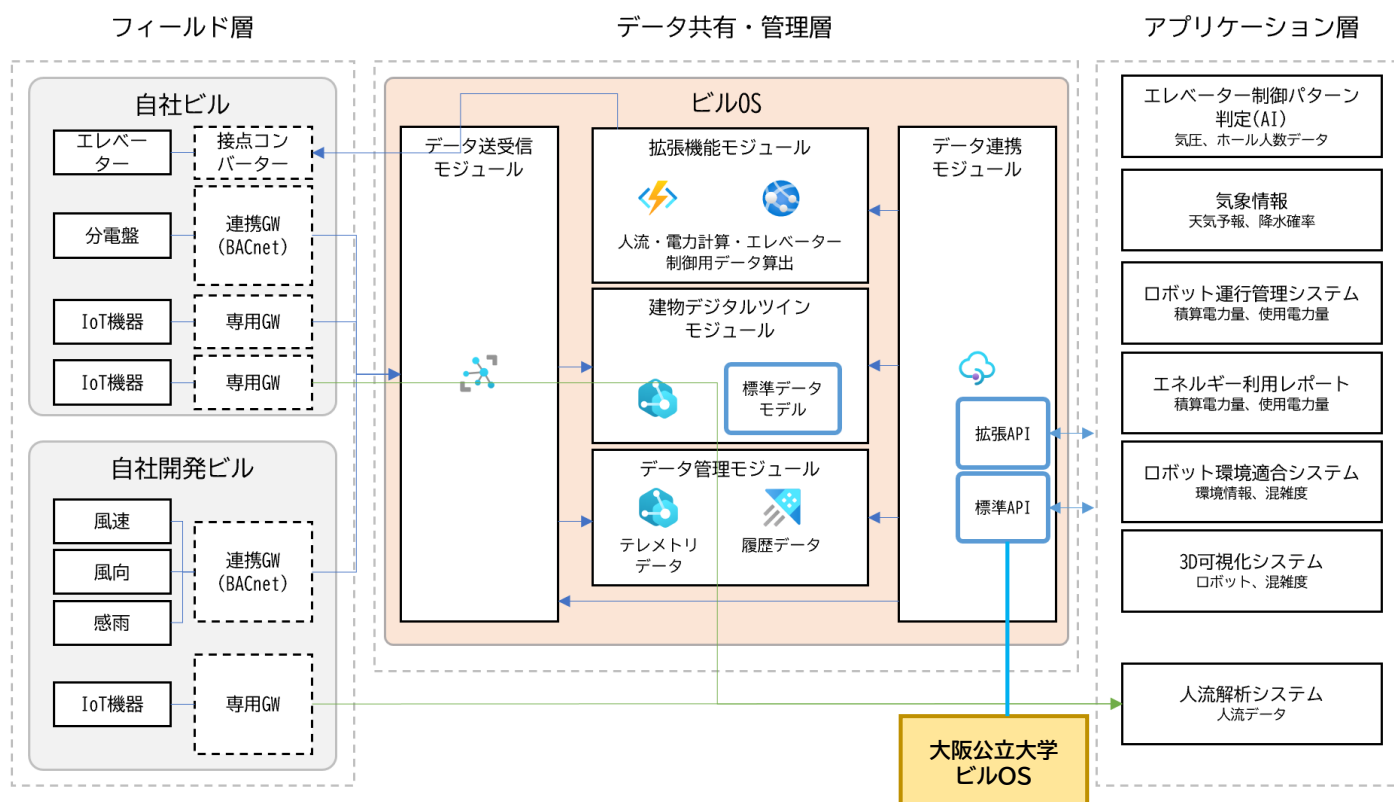


⑧ビルOSの実装

ガイドラインに従った標準仕様に則りビルOSおよびAPIを実際に実装・運用し、その相互運用性を確認した。

スマートビルシステムアーキテクチャガイドラインに従って、
標準APIを備えた鹿島建設版のビルOSを実装し、ビルOSの相互運用性向上を図る。

鹿島建設ビルOSと独自アプリケーション構成



鹿島建設版ビルOSを実装

大阪公立大学ビルOSと
鹿島ビルOSを連携

⑨相互運用性を検証するテストツールの整備

相互運用性を定量的に評価可能なツールを整備し、鹿島建設ビルOSを評価した。また、他助成先企業にも試用いただき意見を集約した。

政府相互運用性フレームワーク(GIF)の「データ品質評価ツール」を基に
項目の追加／削減を行い、鹿島建設版の「相互運用性評価ツール」を作成した。

評価ツールの作成

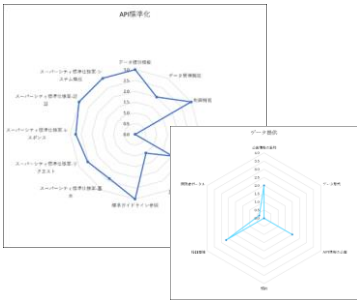


- 参考資料
- ・スマートビルアーキテクチャガイドライン(機能要件)
 - ・スマートビルデータガバナンスガイドライン
 - ・スーパシティのデータ連携基盤に関する調査業務
 - ・スーパシティ/スマートシティの相互運用性の確保等に関する検討会最終報告書
 - ・データ連携基盤を通して提供されるデータの品質管理ガイドブック
 - ・ビルシステムにおけるサイバー・フィジカル・セキュリティ対策ガイドライン
 - ・データカタログ作成ガイドライン
 - ・センシングデータの品質レベル評価のためのガイドライン

参考資料を
ベースに作成した

相互運用性を
直接的に検証する機能の
要望が多かった

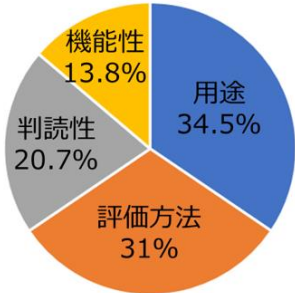
鹿島ビルOS採点結果



鹿島ビルOSは
高得点となった

各社フィードバック

【フィードバック項目別割合】



回答内容	回答 (全29件)
用途	10
評価方法	9
判読性	6
機能性	4

事業化の戦略・具体的取組

■ 事業化の取組

- 国内における自社設計・施工・ビル管理を受注するプロジェクトでの導入を想定。
協調領域を持つビルOSは**競合製品との差別化**に繋がり、強い競争力を持つ。
- 中核事業である建設事業・開発事業の強みを活かし、2025年度は**全国の顧客網へ集中提案**を図る。
2027年度より右肩上がりの受注を想定し、建物OSとアプリのセット導入にて**販売単価の向上**を狙う。

サービス/製品名	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度
サービスロボット制御の環境適合システム	顧客探索/営業		実装受注/導入調整	
エネルギーレポート自動作成システム	顧客探索/営業		実装受注/導入調整	
AI制御によるELV運行制御最適化システム	顧客探索/営業		実装受注/導入調整	
可視化プラットフォーム	顧客探索/営業		実装受注/導入調整	
ビルOS	営業/受注/開発		実装/導入	

アウトカム達成に向けた具体的取組

- 新築物件でのビルOS/アプリのセット導入を中心とし、並行して既存建築ビルにおけるアプリ単体の導入を行う。本事業において開発したビルOSは相互運用性が高く、かつ**コア機能に特化した建物OS**のためプロダクトとしての強い製品力を持つ。
- 2025/2026年度は新築顧客への導入提案を中心とし
2027年度より受注開発メインとなり、以後導入数での大きな増加を想定。

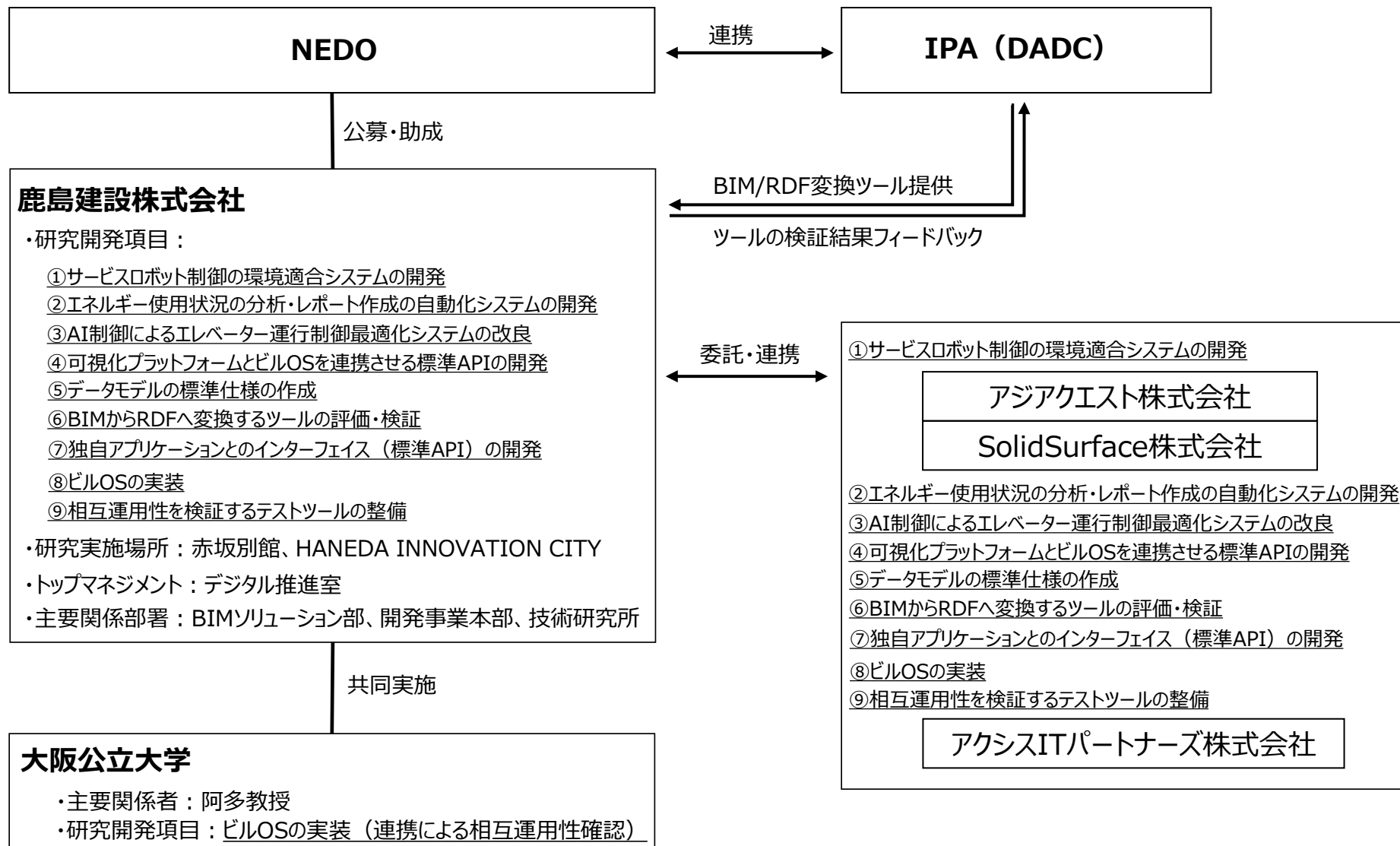
(売上想定)

単位：千円

サービス/製品名	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度
サービスロボット制御の環境適合システム	15,000	50,000	150,000	500,000
エネルギーレポート自動化作成システム	6,000	20,000	60,000	200,000
AI制御によるELV運行制御最適化システム	9,000	30,000	90,000	300,000
可視化プラットフォーム	15,000	50,000	150,000	500,000
ビルOS	75,000	250,000	750,000	2,500,000
小計	120,000	400,000	1,200,000	4,000,000
合計				5,720,000

EOF

(参考資料)実施体制



(参考資料)実施項目ごとの目標と根拠

実施項目	概要	目標	根拠
①…サービスロボット制御の環境適合システムの開発	環境適合システムを用いて気象・人流(混雑)データを基に走行経路判断を行う	環境適合システムと統合管制システムとの連携によるロボットの走行	市場のロボット制御には環境適合するシステムは見当たらない
②…エネルギー使用状況の分析・レポート作成の自動化システムの開発	電力使用量を収集・分析しビル管理者向けレポートを自動作成する	レポート自動作成とリアルタイムデータによる省エネ行動変容の促進	現在は省エネ行動変容に繋がりにくく、レポート作成は人の手による作業
③…AI制御によるエレベーター運行制御最適化システムの改良	ELV運行制御システムのAIアルゴリズム改良による運行最適化	AIアルゴリズム改良による平均運転時間と待ち時間の短縮	各ビルにおける実際の利用状況を基に更なる改良が出来る可能性がある
④…可視化プラットフォームとビルOSを連携させる標準APIの開発	標準APIを用いた可視化プラットフォームとビルOSの連携	標準API開発および可視化プラットフォームとビルOSの連携	現在は可視化プラットフォームに直接データを取り込むため、工数が嵩む
⑤…データモデルの標準仕様の作成	RealEstateCoreに基づき、データモデルの標準仕様をAzureDigitalTwinsで作成	ADT上で作成したデータモデルを用いた上記①～④に係る実証運用	現状のビルOSのデータモデルはサイロ化が進んでおり相互運用性に問題
⑥…BIMからRDFへ変換するツールの評価・検証	IPA DADC作成のBIMからRDFへ変換するツールの実証実験と改善点等の抽出	変換ツールを利用可能な状態にするための作業と、課題と改善点の抽出	現状IPA DADCで開発された後、利用実績がなく利用価値があるのか不明
⑦…ビルOSと事業性①～③で開発するシステムとのインターフェイス（標準API）の開発	ビルOSとビルOS独自アプリケーション（上記①～③）を連携する標準APIの開発	標準APIの仕様検討とビルOSへの実装および上記①～④の実証運用	現在は標準が定められておらず相互運用性に関する問題がある
⑧…ビルOSの実装	スマートビルガイドラインに従い協調領域を持ったビルOSを実装する	ビルOSを実装し上記①～④に係る実証運用と相互運用性検証	市場のビルOSは同様各社独自仕様のため、相互運用性に問題がある
⑨…相互運用性を検証するテストツールの整備	上記⑧にて実装するビルOSの相互運用性を検証するテストツールの開発・整備	開発・整備したテストツールを実際に用い、課題・改善点を抽出する	実装したビルOSの相互運用性に問題がないかを確認する必要がある

(参考資料)研究開発スケジュール

▲：基本原理確認 ●：基本技術確立

実施項目	2023年度 下期	2024年度
①…サービスロボット制御の環境適合システムの開発	▲原理・技術検証	●要件定義・設計・調達 システムの実装 実証 まとめ
②…エネルギー使用状況の分析・レポート作成の自動化システムの開発	▲原理・技術検証	●要件定義・設計・調達 システムの実装 実証 まとめ
③…AI制御によるエレベーター運行制御最適化システムの改良	▲原理・技術検証	●要件定義・設計 システムの実装 実証・分析 まとめ
④…可視化プラットフォームとビルOSを連携させる標準APIの開発	▲原理・技術検証	●要件定義・設計 システムの実装 実証 まとめ
⑤…データモデルの標準仕様の作成	▲原理・技術検証	●要件定義・設計 ADTへの実装 実証 まとめ
⑥…BIMからRDFへ変換するツールの評価・検証	(IPA DADCにて開発) BIMモデル作成・ツール修正 実証 まとめ	
⑦…ビルOSと事業性①～③で開発するシステムとのインターフェイス（標準API）の開発	▲原理・技術検証	●要件定義・設計 システムの実装 実証 まとめ
⑧…ビルOSの実装	▲原理・技術検証	●要件定義・設計 システムの実装 実証 まとめ
⑨…相互運用性を検証するテストツールの整備	▲原理・技術検証	●要件定義・設計 ツール作成・整備 実証 まとめ

(参考資料)実施項目ごとの目標達成状況

実施項目	目標	成果	達成度	達成の根拠 ／解決方針
①…サービスロボット制御の環境適合システムの開発	気象/人流データを基に配膳ロボットの走行経路判断を行う環境適合システムを開発する	環境適合システムの開発と有効性の確認	○	サービスの継続性向上およびインシデント抑制効果を確認した
②…エネルギー使用状況の分析・レポート作成の自動化システムの開発	電力使用量を収集/可視化し、エネルギーレポートを自動作成するシステムを開発する	レポート作成自動化システムの開発と有効性の確認	○	レポート作成工数の削減を確認した
③…AI制御によるエレベーター運行制御最適化システムの改良	開発済みのAI運行制御システムのAIアルゴリズム部分を最適化する	AIアルゴリズムの改良による待ち時間・平均運転間隔の最適化	○	待ち時間および平均運転間隔の短縮効果を確認した
④…可視化プラットフォームとビルOSを連携させる標準APIの開発	ロボット位置情報をビルOSに集約し、ビルOSと可視化PFの連携を標準APIで行う	ビルOSとの連携による位置情報および混雑情報の可視化	○	開発工数の削減を確認した
⑤…データモデルの標準仕様の作成	RealEstateCoreに基づいた標準データモデルをAzure Digital Twinsで作成する	標準データモデルの仕様策定と実運用	○	標準仕様の作成とADT上での実運用を実施した
⑥…BIMからRDFへ変換するツールの評価・検証	IPA DADC作成のBIMからRDFへ変換するツールの評価・兼用を行い、課題や改善点を抽出する	ツールの実行および評価・検証による改善点の抽出と改善案	○	ツールの修正およびBIMからデータモデルの作成を実施した
⑦…ビルOSと事業性①～③で開発するシステムとのインターフェイス（標準API）の開発	ビルOSと研究開発項目①～③で開発するアプリケーションを連携する標準APIを開発する	標準APIの仕様策定と実運用	○	標準API仕様の策定とビルOSへの実装と実運用を実施した
⑧…ビルOSの実装	スマートビルガイドラインに準じた協調領域を持ったビルOSの開発を行う	ビルOSの実装と実運用および相互運用性検証	◎	ビルOS実装と実運用を実施した ／大阪公立大学と共同による相互運用性検証を実施した
⑨…相互運用性を検証するテストツールの整備	ビルOSの相互運用性を検証するテストツールの作成および整備を行う	相互運用性検証ツールの開発と整備およびフィードバック収集	○	検証ツールを開発し、他助成先企業からの意見収集を実施した