「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

／協調領域の開放により多様なサービスを創出可能なスマートビルOSの開発

2025年4月23日

公立大学法人大阪、ダイキン工業株式会社、株式会社竹中工務店

本テーマの背景・目的

【目標】未来社会におけるスマートビル

協調領域で創出されるアプリケーションによる拡張性・機能性の高いビルの実現と、ステークホルダーへの利益還元を通じたビル価値の向上

- ビル管理の効率化と最適化、低コスト化
- ソフトウェア・アップデートによる拡張性
- ビル外データとの協調による新サービス
- ビル連携を通じたスマートシティへの展開

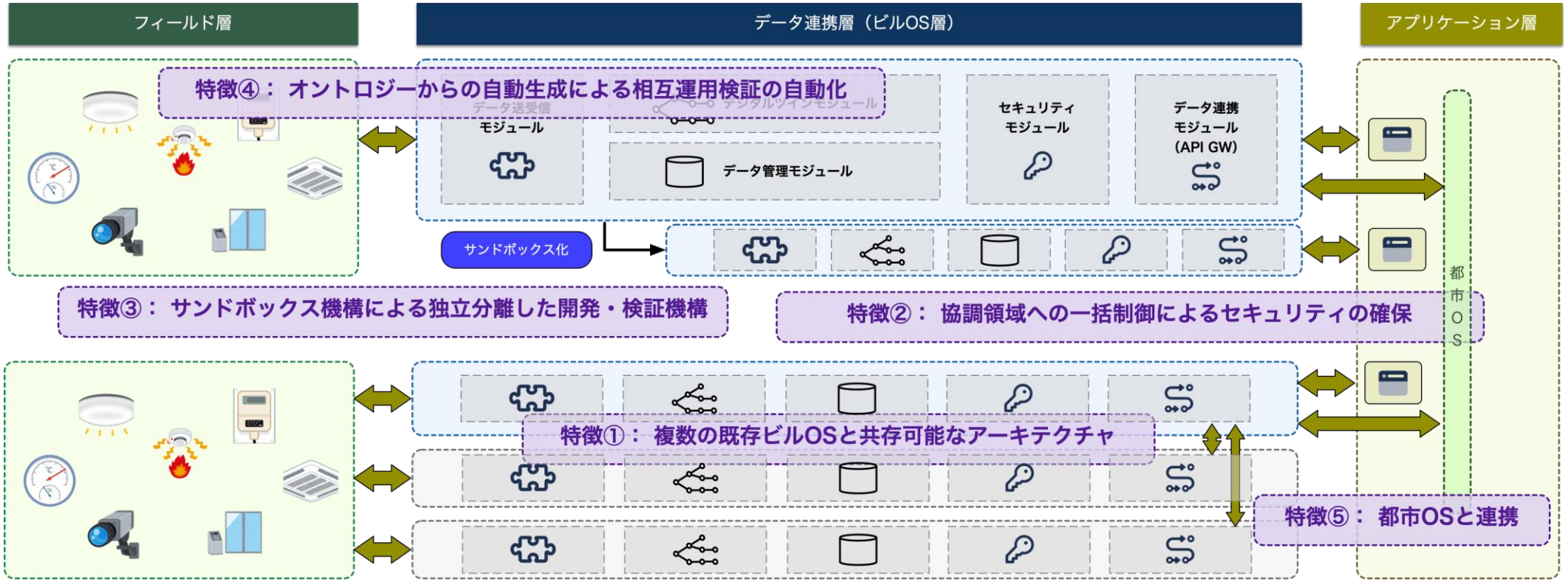
【課題】

ベンダロック
普及
アプリケーション
人材育成
など

【方法】協調領域によるビルOSの魅力向上

協調領域の開放と**ビルOSの低コスト化**によるアプリケーション開発促進を通じた発展性の高いビルOSの開発と人材育成

- 協調領域を安全に実現可能なビルOSアーキテクチャ
- 相互運用検証の自動化による運用負担軽減
- OSS の活用によるビルOSの低コスト化
- 大学実証フィールドを用いた実践的演習を通じた人材育成
- 都市OSへの接続によるスマートシティへの展開



本テーマの背景･目的

大学・都市をプログラムする

- デジタルとフィジカルが融合する CPS で仕組みを作るのは「アプリ」
  - 課題解決を「アプリによる解決」から始めるアプリ・ネイティブ思考
- 「作ったら終わり、できたら終わり」ではなくソフトウェア更新によって常に最新にアップデートされる設備・エリア
  - さまざまな機能をプログラムにより連携させて新しいサービスを創る
- キャンパス全体を実験フィールドとして学生が自由にプログラム
  - キャンパスを操作するプログラム作成を演習課題に
  - 「自分でもできる」を実体験

プログラマブル基盤による
イノベーション創出と共創

Creation by Programmability
～　自由に組み立てる

情報システム、設備等あらゆるものを機能パーツ化し、それらを組み合わせる（プログラムする）ことによって自由に「コトづくり」を行えるプログラマブル・キャンパスの実現

- 設備においては、あらかじめ共用可能なセンサの配置だけでなく、将来的な設備追加にも柔軟に対応できる建物構造の設計
- 中央監視（空調、照明、エネルギー）とのデータ・API 連携
- アプリケーション開発を支援するプラットフォーム基盤

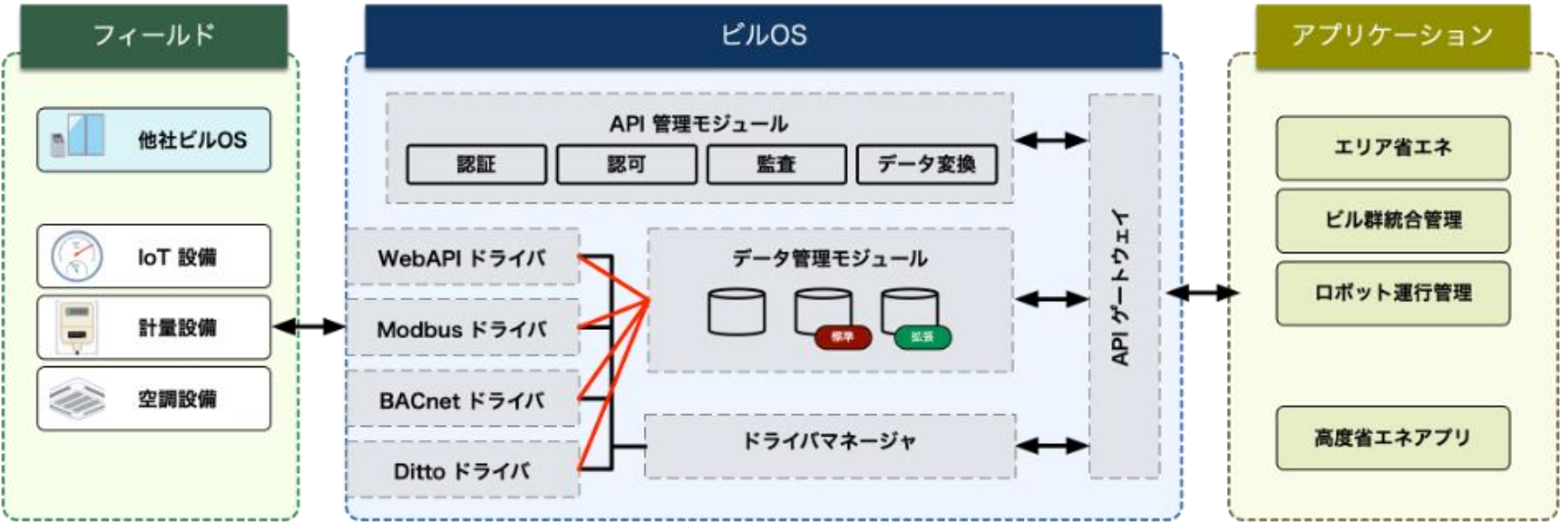
Collaborative Creation
～　共に学び共に創る

協創による「ことづくり」を推進し、産学官・住民が連携し森之宮キャンパスを実験場として新たなサービスを創出するエコシステムを構築

- さまざまなステークホルダーが日常的に交流し、協創の土台を形成するイノベーションスペース
- 新しい設備、機能を容易に実験できる「ラボ・スタジオ」
- 7000人の活動データをフィードバックできるプラットフォーム

本テーマの概要

- ✓ スマートエネルギー棟にビル OS を導入し、空調・照明をはじめとする建物設備の統合運用を実現
- ✓ ビル設備と IoT (Internet of Things) センサ、さらには個人の活動量計などを組み合わせ、さまざまなシーンに最適な環境を実現
- ✓ スマートエネルギー棟自体を教材としたビル OS 実学プログラムなどの実施により、スマートビル人材育成を支援

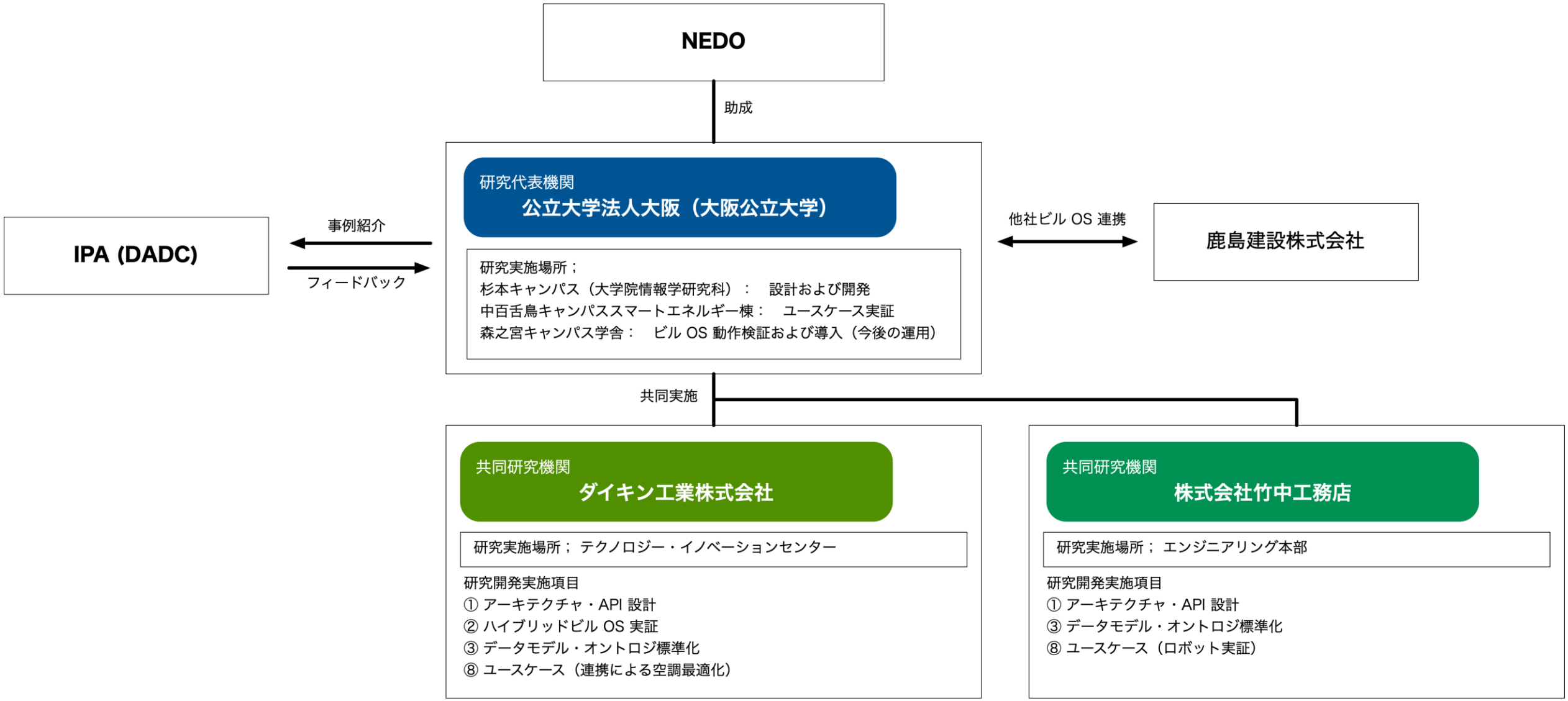


鍵となるのは「アプリケーション開発者」

- ビルOSの価値を決めるのは最終的には**利用者数**
- 利用者数は**アプリの充実度**によって決まる
- **協調領域の開放**と**人材育成**でアプリ開発者人口を増やし多様性を広げる
- 大学キャンパス**学舎を使い倒す！**
- 都市課題をアプリケーションで開発により解決する**アプリ・ネイティブ**思考の醸成

アプリケーション開発者がワクワクするビルOSの実現へ

実施体制


NEDO
助成
研究代表機関
公立大学法人大阪（大阪公立大学）
研究実施場所；
杉本キャンパス（大学院情報学研究科）：　設計および開発
中百舌鳥キャンパススマートエネルギー棟：　ユースケース実証
森之宮キャンパス学舎：　ビル OS 動作検証および導入（今後の運用）
IPA (DADC)
事例紹介
フィードバック
他社ビル OS 連携
鹿島建設株式会社
共同実施
共同研究機関
ダイキン工業株式会社
研究実施場所；テクノロジー・イノベーションセンター
研究開発実施項目
① アーキテクチャ・API 設計
② ハイブリッドビル OS 実証
③ データモデル・オントロジ標準化
⑧ ユースケース（連携による空調最適化）
共同研究機関
株式会社竹中工務店
研究実施場所；エンジニアリング本部
研究開発実施項目
① アーキテクチャ・API 設計
③ データモデル・オントロジ標準化
⑧ ユースケース（ロボット実証）

実施項目ごとの目標と根拠 ①

実施項目	目標	根拠
① アーキテクチャ・API設計 （担当：全機関）	本事業で設計するビルOSアーキテクチャ全体の設計と必要となるAPIの設計、およびプロトタイプの実装を行う。	ビルOS構築に必要となる基本機能であるため
② ハイブリッドビルOS実証 （担当：ダイキン工業株式会社、公立大学法人大阪）	既存の他社開発ビルOSとの共存により連携動作するビルOS全体（ここでは、ハイブリッドビルOSと呼ぶ）の実証を行う。	ビルOSの実装においては他プラットフォームとの連携は必須
③ データモデル・オントロジ標準化 （担当： ダイキン工業株式会社、株式会社竹中工務店）	異なるビルOS間で連携可能となるようオントロジおよびデータモデルの標準化を行う。	異なるベンダによる同一機能の設備を統合的に扱うためにはデータのモデル化が重要
④ 認証・認可・監査にもとづくアクセス制御設計 （担当： 公立大学法人大阪）	協調領域において各ステークホルダーが適切にAPIの使用及びデータの参照が行えるよう、認証・認可機構を導入するとともに、監査によるトレーサビリティを確保する。	プラットフォーム連携において異なるステークホルダが適切にAPI・データへのアクセスを提供するためにはセキュリティガバナンスが求められる
⑤ サンドボックス環境の実現 （担当： 公立大学法人大阪）	本番稼働中のビルOSにおいて、全体への影響を与えることなく実験環境を簡便に構築可能とするため、サンドボックス機構を導入する。	本番環境に影響を与えない、安全な開発・実証環境の実現のために必要

実施項目ごとの目標と根拠 ②

実施項目	目標	根拠
⑥ OSS リファレンスモデルの策定 （担当： 公立大学法人大阪）	ビルOS構築のためのコスト低減を行うことと同時に、可能な限り簡便に構築可能であることを実証するため、ビルOSの構成要素をオープンソースソフトウェア（OSS）の活用により実現する手法について検討する。	ビルOS構築の導入コスト軽減と普及に向けて必要
⑦ 検証プロセス及び手順の標準化 （担当： 公立大学法人大阪）	ビルに関する情報（設備、オントロジ等）に基づきAPIインタフェース群の自動生成を行う過程において、生成されたIDLを入力としたCI（継続的インテグレーション）ツールを用いた検証自動化を行う。	複雑化するビル OS API のテストを安全かつ漏れなく行えるようにするため
⑧ ユースケース1：建物運用情報の活用による空調最適化 （担当： ダイキン工業株式会社）	エアコン設備及び換気設備について、建物の設備管理上取得可能な情報に加え、他システムで管理されている建物運用情報を活用することで、さらなる空調の最適化を行う。本項目では、建物運用情報として「会議室予約システム」と「教務情報システム」を想定して実証を行う。	施設管理目的以外のデータと連携しながらより効率的な最適化を実現するため

実施項目ごとの目標と根拠 ③

実施項目	目標	根拠
⑨ ユースケース2：ビルOSと自律走行ロボットの連携実証 （担当： 公立大学法人大阪、株式会社竹中工務店）	ビルOSの協調領域として今後その可能性が大いに期待される自律走行ロボットとの連携実証を行う。	ビル OS の有効性を明らかにするため
⑩ サンドボックスを用いた実学演習 （担当： 公立大学法人大阪）	開発するビルOSの特徴であるサンドボックス環境を活用し実際の施設を対象とした実学演習プログラムを導入し、実際に学生への教育プログラムとして組み込むことを予定している。	ビル OS の発展にはビル OS 開発人材育成が必須となるため
⑪ ユースケース3：建物運用情報の活用による空調最適化 （担当： 公立大学法人大阪）	ビルOSにおけるフィールド層であるセンシング情報、による読み取り情報などを収集、蓄積し、ビルOSアプリケーションとして、施設空間内の環境情報、混雑状況、滞在状況などを可視化する	ビル OS の有効性を明らかにするため

研究開発スケジュール

分類	事業項目	目標	2023年度 Q1	2023年度 Q2	2023年度 Q3	2023年度 Q4	2024年度 Q1	2024年度 Q2	2024年度 Q3	2024年度 Q4
協調領域・競争領域の共存を実現するビルOSの実現	アーキテクチャ・API 設計	①ビルOSアーキテクチャの基本設計書、詳細設計書としてまとめ、実装			基本設計	詳細設計	開発		動作検証及び改修	
	ハイブリッドビルOS実証	②ハイブリッドビルOSに必要となるモジュールの設計、実装、実証			データ連携開発	モデル化	協調領域アプリ開発			
	データモデル・オントロジ標準化	③DK-CONNECT、協調領域のデータモデル化と標準化ドキュメント			DTDL による設備モデル化		外部データモデル化		とりまとめ	
協調領域で適切なAPI・データ制御をするためのAPI・データガバナンスの実現	認証・認可・監査にもとづくアクセス制御設計	④API ゲートウェイの設計・実装とアクセス制御機構との連携			基本設計	詳細設計	開発		動作検証及び改修	
	サンドボックス環境の実現	⑤サンドボックス機構の設計・実装および協調領域アプリケーション実証			基本設計	詳細設計	開発	連携 / 統合	動作検証及び改修	
OSS の活用によるビル OS 構築	OSS リファレンスモデルの策定	⑥各要素機能に対し候補となるOSSの調査ととりまとめ			調査および比較検討		選定		リファレンスモデル作成	
相互運用性検証	検証プロセス及び手順の標準化	⑦ビルOSのAPI検証に有効なCIツールの選定と検証自動化			調査および比較検討		自動化設計		開発・検証	
ユースケース実証	建物運用情報の活用による空調最適化アプリ動作検証	⑧会議室予約システム、教務情報システムを想定したシナリオ策定と実証				シナリオ検証・設計		協調領域アプリ開発		実証
	ビルOSと自律走行ロボットの連携実証	⑨自律走行ロボットを想定したシナリオ策定と実証				シナリオ検証・設計		協調領域アプリ開発		実証
	大学アプリケーション連携による空間環境可視化	⑪ビルOSとの連携によりフィールド層の情報を表示するアプリ開発と実証								開発 / 実証
ビルOS人材の育成	サンドボックスを用いた実学演習	⑩実学演習科目の科目設計と演習テキスト（ドラフト版）の作成								教材作成 / 模擬実習

実施項目ごとの目標達成状況 ①

実施項目	目標 （2025年3月）	成果 （2025年3月）	達成度 （見込み）	達成度の根拠/ 解決方針
① アーキテクチャ・API設計 （担当：全機関）	本事業で設計するビルOSアーキテクチャ全体の設計と必要となるAPIの設計、およびプロトタイプの実装を行う。	ビル OS 全体およびフィールド層との連携に必要となるドライバについて開発完了。ドライバについては当初想定よりも対応種類を増加。	◎	ドライバ種類について当初想定(5)から大幅に増加（15） ドライバ追加による接続機器・設備種類の増加
② ハイブリッドビルOS実証 （担当：ダイキン工業株式会社、公立大学法人大阪）	既存の他社開発ビルOSとの共存により連携動作するビルOS全体（ここでは、ハイブリッドビルOSと呼ぶ）の実証を行う。	DK-CONNECT および鹿島建設が運用するビル OS とのAPI・データ連携動作検証を完了。	◎	当初計画の DK-CONNECT に加え他事業者のビル OSとの連携も確認
③ データモデル・オントロジ標準化 （担当： ダイキン工業株式会社、株式会社竹中工務店）	異なるビルOS間で連携可能となるようオントロジおよびデータモデルの標準化を行う。	空調、照明、ロボットに関して、ユースケースにもとづいた共通データモデルを策定。DADC データモデル分科会で事例紹介	○	当初の計画通りの成果が得られたため

実施項目ごとの目標達成状況 ②

実施項目	目標 （2025年3月）	成果 （2025年3月）	達成度 （見込み）	達成度の根拠/ 解決方針
④ 認証・認可・監査にもとづくアクセス制御設計 （担当： 公立大学法人大阪）	協調領域において各ステークホルダーが適切にAPIの使用及びデータの参照が行えるよう、認証・認可機構を導入するとともに、監査によるトレーサビリティを確保する。	OAuth2 トークンスコープと時限認可テーブルの組み合わせによる柔軟な認可機構の実現と、監査の実装	○	当初の計画通りの成果が得られたため
⑤ サンドボックス環境の実現 （担当： 公立大学法人大阪）	本番稼働中のビルOSにおいて、全体への影響を与えることなく実験環境を簡便に構築可能とするため、サンドボックス機構を導入する。	サンドボックスに求められる機能要件を定め、それらを達成するための機構を実装	○	当初の計画通りの成果が得られたため
⑥ OSS リファレンスモデルの策定 （担当： 公立大学法人大阪）	ビルOS構築のためのコスト低減を行うことと同時に、可能な限り簡便に構築可能であることを実証するため、ビルOSの構成要素をオープンソースソフトウェア（OSS）の活用により実現する手法について検討する。	主要機能については OSS の活用による実装を完了。検討内容および選択結果はリファレンスモデルとして文書化	○	当初の計画通りの成果が得られたため

実施項目ごとの目標達成状況 ③

実施項目	目標 （2025年3月）	成果 （2025年3月）	達成度 （見込み）	達成度の根拠/ 解決方針
⑦ 検証プロセス及び手順の標準化 （担当： 公立大学法人大阪）	ビルに関する情報（設備、オントロジ等）に基づきAPIインタフェース群の自動生成を行う過程において、生成されたIDLを入力としたCI（継続的インテグレーション）ツールを用いた検証自動化を行う。	OpenAPI 記述から API の自動生成と CI/CD ツールへの連携による検証自動化の実証を完了	○	当初の計画通りの成果が得られたため
⑧ ユースケース1：建物運用情報の活用による空調最適化 （担当： ダイキン工業株式会社）	エアコン設備及び換気設備について、建物の設備管理上取得可能な情報に加え、他システムで管理されている建物運用情報を活用することで、さらなる空調の最適化を行う。本項目では、建物運用情報として「会議室予約システム」と「教務情報システム」を想定して実証を行う。	CO2センサとの連携による換気システムの動的な制御と、学務情報システムからの授業時間に関するデータ連携による空調制御を実証	○	当初の計画通りの成果が得られたため

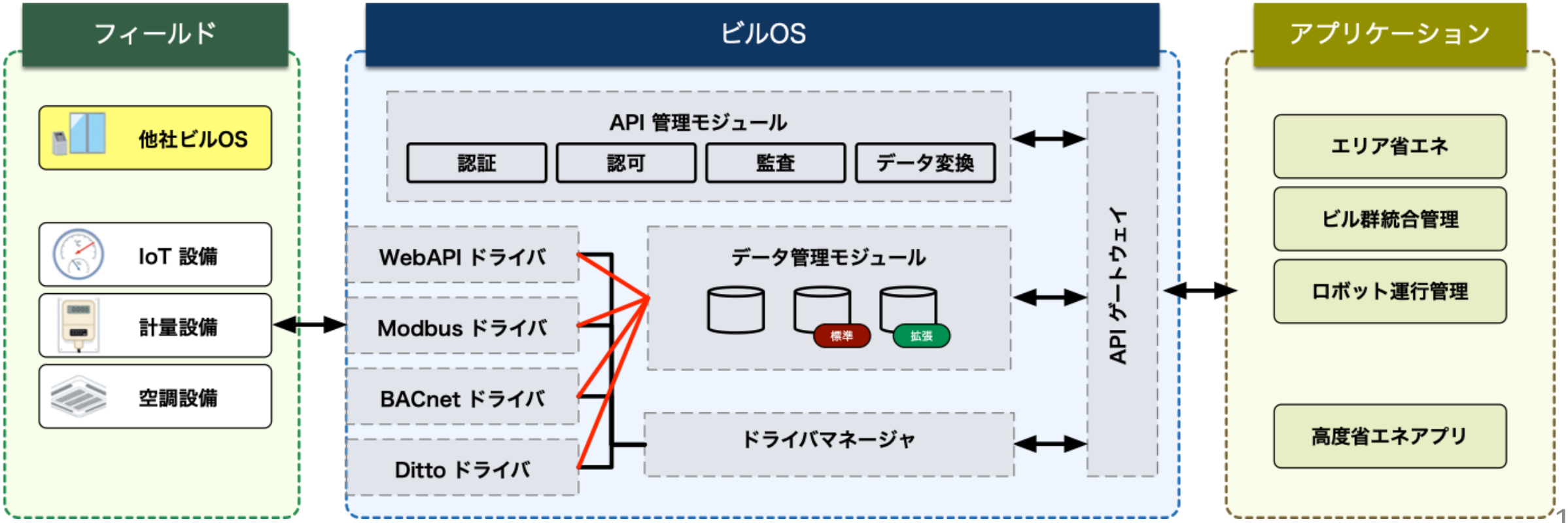
実施項目ごとの目標達成状況 ④

実施項目	目標 （2025年3月）	成果 （2025年3月）	達成度 （見込み）	達成度の根拠/ 解決方針
⑨ ユースケース2：ビルOSと自律走行ロボットの連携実証 （担当： 公立大学法人大阪、株式会社竹中工務店）	ビルOSの協調領域として今後その可能性が大いに期待される自律走行ロボットとの連携実証を行う。	ビル OS によるアプリケーションからロボット制御が行えるデモを実証	◎	対象ロボットの増加、エレベータ、自動ドア連携などの機能を追加
⑩ サンドボックスを用いた実学演習 （担当： 公立大学法人大阪）	開発するビルOSの特徴であるサンドボックス環境を活用し実際の施設を対象とした実学演習プログラムを導入し、実際に学生への教育プログラムとして組み込むことを予定	シラバス設計および関連教材の作成	○	当初の計画通りの成果が得られたため
⑪ ユースケース3：大学アプリケーション連携 （担当： 公立大学法人大阪）	フィールド層であるセンシング情報などを収集蓄積し、施設空間内の環境情報、混雑状況、滞在状況などを可視化	アプリケーションによる建物情報の可視化実証を完了	○	当初の計画通りの成果が得られたため

実施項目の成果と意義（抜粋 ①-1）

① アーキテクチャ・API設計（担当：全機関）

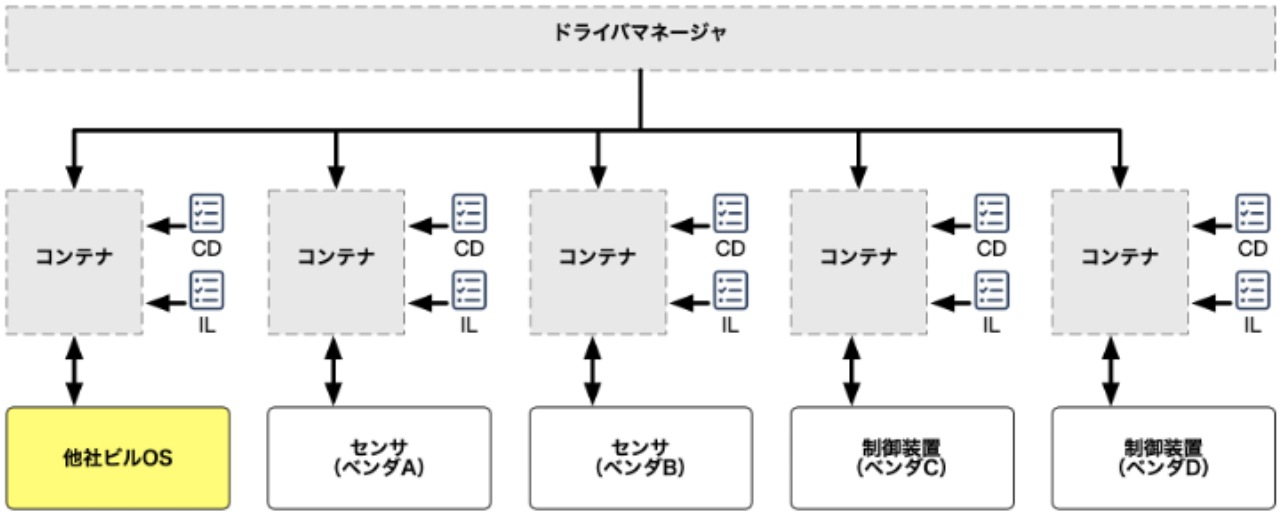
- ✓ フィールド層はドライバによる抽象化
- ✓ 他社製ビル OS はフィールド層の1要素
- ✓ Web API ドライバにより連携（API は APIGW→ドライバM経由、データはデータ管理M経由）

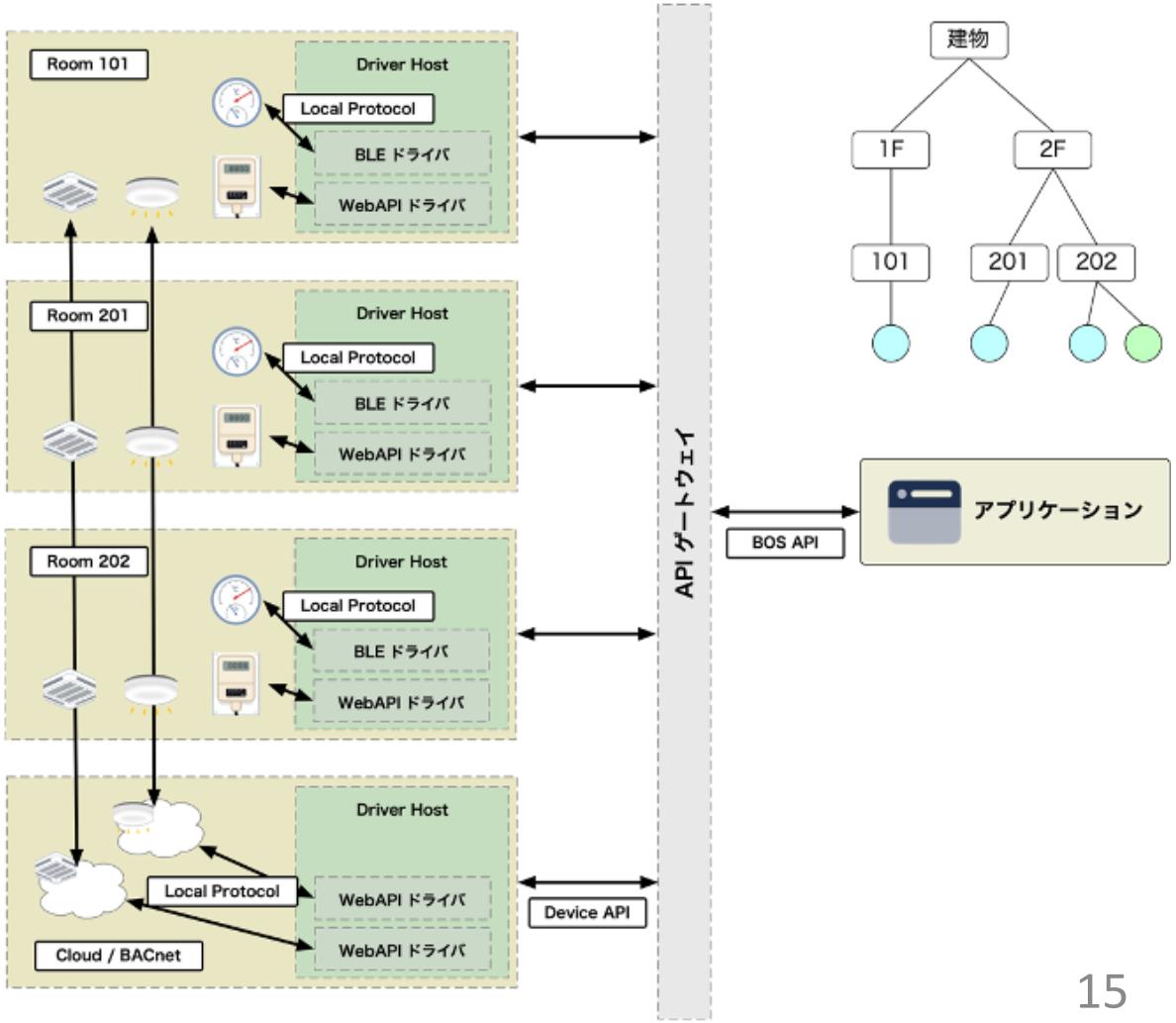


実施項目の成果と意義（抜粋 ①-2）

① アーキテクチャ・API設計（担当：全機関）

- ✓ ベンダ依存部分の実装と抽象化を実現するため「ドライバ」概念を導入
- ✓ ドライバはコンテナ仮想化により実装
- ✓ オンプレミス・クラウドにかかわらずドライバ経由で連携可能
- ✓ 各設備を建物構造にマッピングするためオントロジを導入

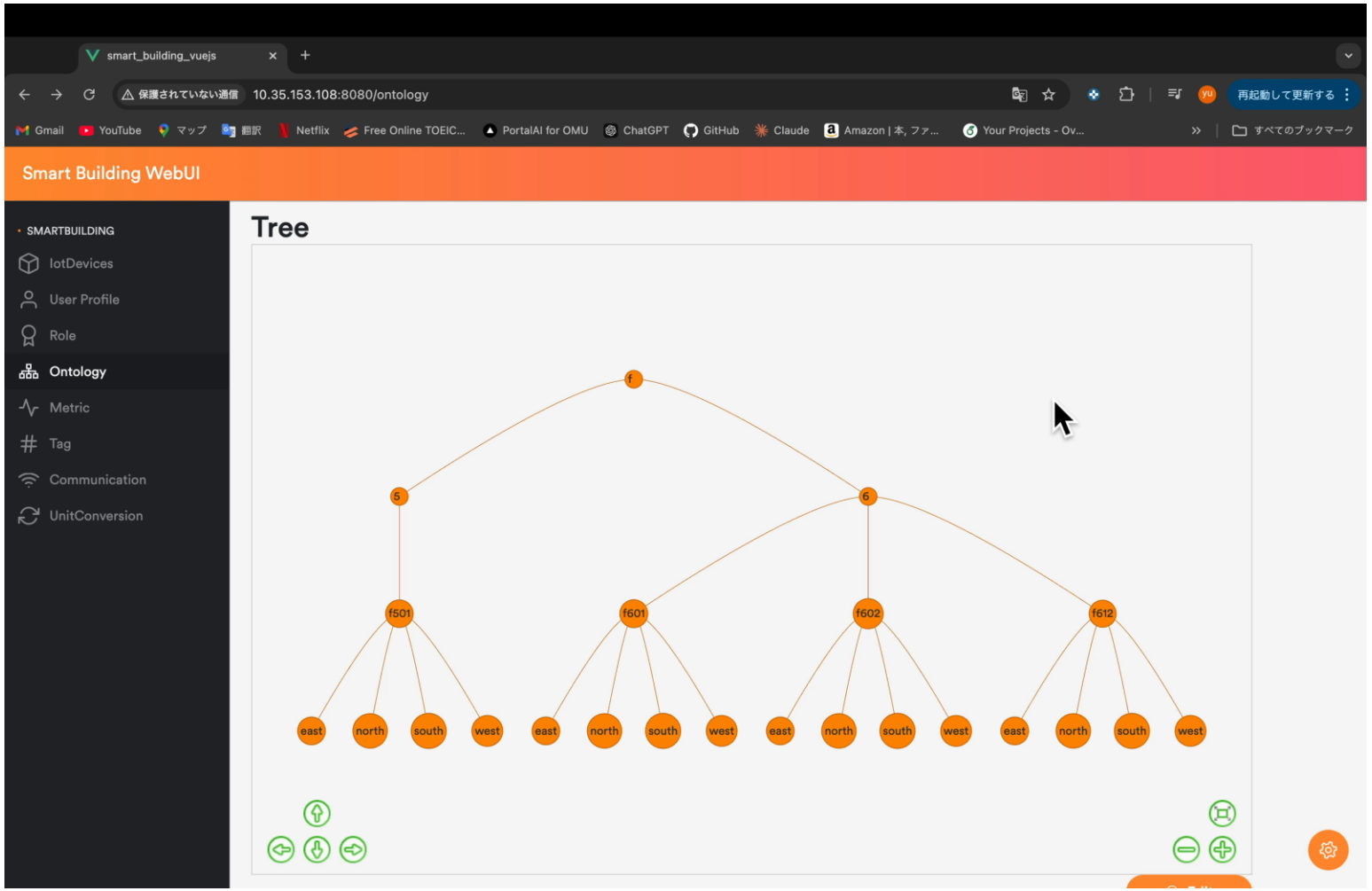


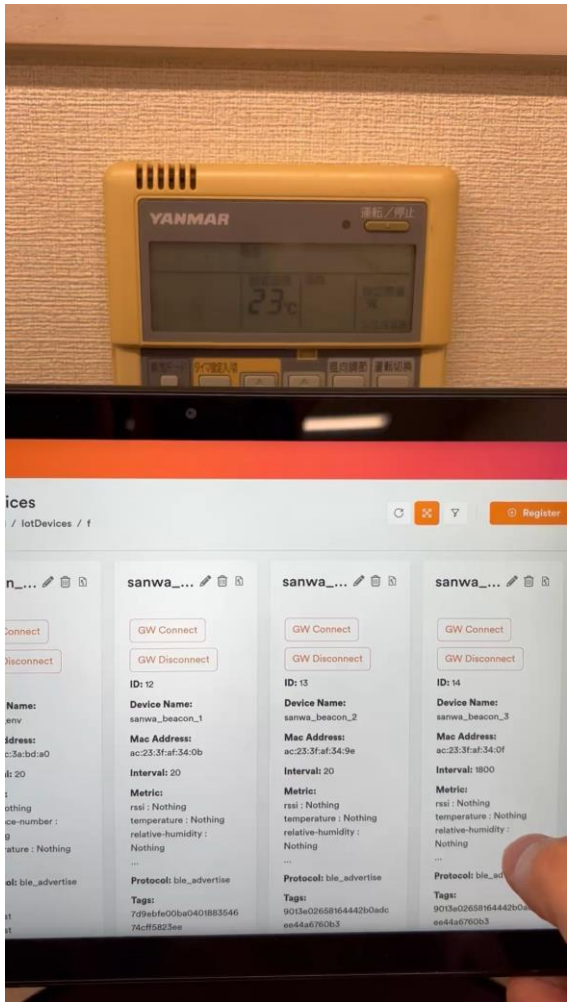


実施項目の成果と意義（抜粋 ①-3）

① アーキテクチャ・API設計（担当：全機関）

✓ビル OS の導入により異なるベンダのさまざまな設備・機器を統合的・統一的に制御・データ取得することが可能

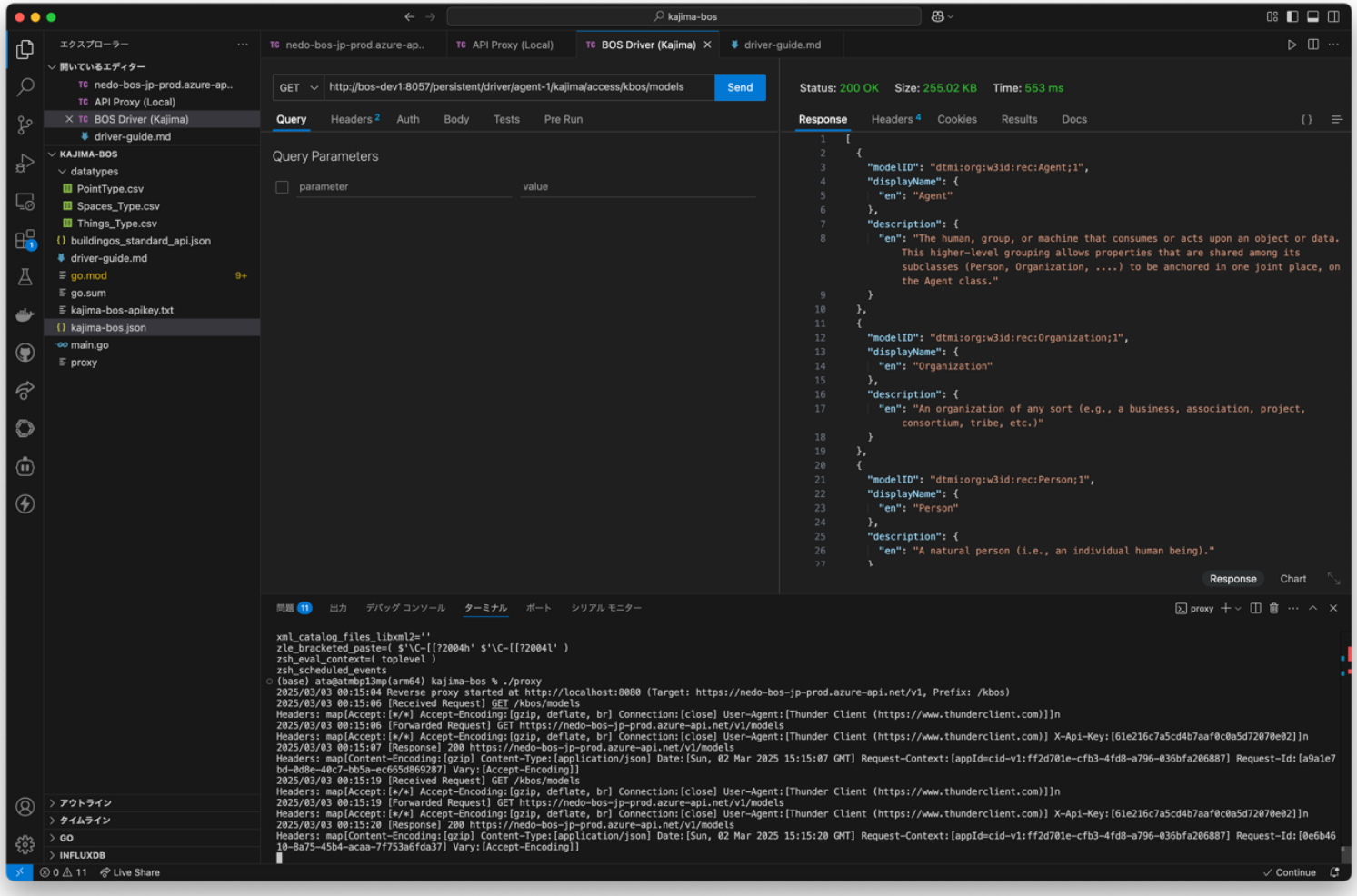




実施項目の成果と意義（抜粋 ②）

② ハイブリッドビル OS 実証

✓ 他社製ビル OS （2種類）の API・データ連携の実証を完了、ビル OS 連携による協調領域の拡大が期待



ダイキン工業株式会社

空調を中心とした機器情報取得・制御プラットフォームを対象とし、本ビルOSにおけるフィールド層の一部として位置づけ連携

鹿島建設株式会社

別施設に導入されたビルOSと連携することで、複数ビル間の連携および統合管理のためのデータ・API 連携を実証

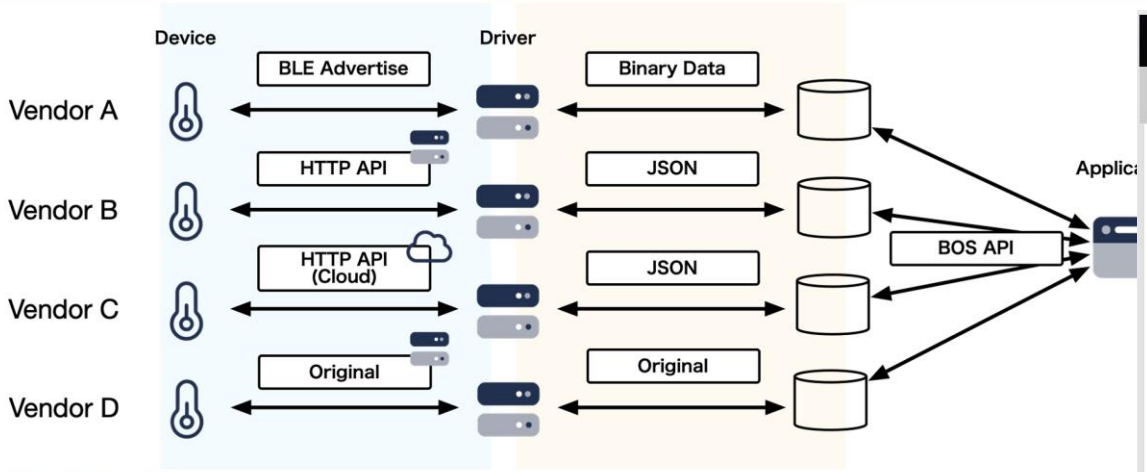
実施項目の成果と意義（抜粋 ③）

③データモデル・オントロジ標準化

✓ DADC データモデル分科会にて実例を元にしたデータモデル検討結果を紹介、多くの関心を集めた

デバイス（設備＋ IoT）からのデータ取得

✓ 同じ種類の情報をベンダに関係なく取得したい
✓ デバイスからの情報取得はベンダによって全く異なる
✓ 通信プロトコルとペイロード解析



Osaka Metropolitan University

Graduate School of Informatics

データモデルの標準化（内部での）

✓ ひな形を作って「継承」によりデータモデルを拡張

```
{
  "name": "environment_sensor",
  "version": "1.0",
  "description": "Common fields for Environment Sensors",
  "creator": "SPLab, Osaka Metropolitan University",
  "fields": {
    "temperature" : {
      "description": "温度",
      "outputType": "float"
    },
    "relative_humidity": {
      "description": "湿度",
      "outputType": "float"
    },
    "UV_index": {
      "description": "紫外線指数",
      "outputType": "float"
    },
    "atmospheric_pressure": {
      "description": "気圧",
      "outputType": "float"
    },
    "discomfort_index": {
      "description": "不快指数",
      "outputType": "float"
    }
  }
}
```

ひな形： environment_sensor

```
{
  inherit_from: [ "environment_sensor"]
  "version": "1.0",
  "creator": "SPLab, Osaka Metropolitan University",
  "description": "for OMRON Environment Sensor",
  "inherit_from": ["environment_sensor"],
  "input": {
    "format": "binary",
    "byteOrder": "little"
  },
  "fields": {
    "vendor_id" : {
      "order": 1,
      "inputType": "ushort",
      "outputType": "int"
    },
    "sequence_number": {
      "order": 2,
      "inputType": "uchar",
      "outputType": "int"
    },
    "temperature" : {
      "order": 3,
      "inputType": "short",
      "scale": 0.01
    },
```

ひな形とマージ（上書き）

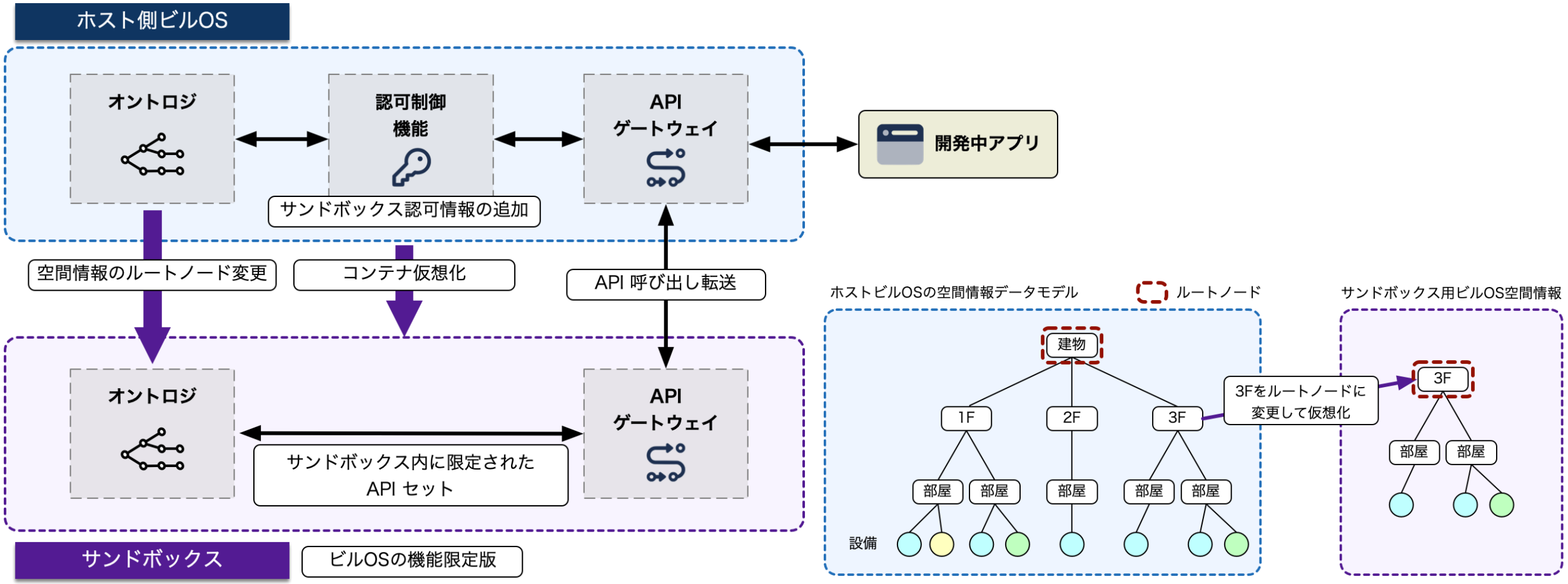
```
"temperature" : {
    "order": 3,
    "inputType": "short",
    "scale": 0.01,
    "description": "温度",
    "outputType": "float"
},
```

Osaka Metropolitan University

実施項目の成果と意義（抜粋 ④）

⑤ サンドボックス機構

✓ 特定の部屋・時間帯に限定してアクセス権を分離することで、共用環境中に開発環境を容易に構築



実施項目の成果と意義（抜粋 ⑤）

⑨ ユースケース2：ビルOSと自律走行ロボットの連携実証

✓ 2社のロボットをエレベータ、自動ドアと連携しながらタスクを実施するユースケース実証を完了

プログラマブルなビルの実現に向けて

- ロボットをアプリが操作
  - 他の設備との連携（エレベータに乗る、自動ドアを通る）
  - 連携非対応ロボットへの対応
  - 交通制御（狭い通路を複数のロボットが相互通行）
  - 人との接触を避ける（混雑時は待機）
- アプリの他への展開
  - 異なるメーカのロボットを単一アプリで同一動作
- 群ロボットを使った新しいアプリ
  - ロボットごとに役割分担
  - 協調動作によるより大きなタスクの実行

実施項目の成果と意義

今後の展開に向けて（社会実装フィールドとしてのキャンパス活用）

- ✓ 新築のスマートエネルギー棟（2025.2竣工）と森之宮キャンパス学舎（2025.3竣工）の両方に開発ビル OS を導入→両施設において同じアプリケーションが動作
- ✓ 概念検証から小規模実証、大規模実証を経て社会実装に向けた一気通貫の検証が可能
- ✓ スマートエネルギー棟をテスト環境とするアジャイル開発（DevOps）の実現
- ✓ 民間企業等の新技術をビル OS を通じて「ビルの新機能」としてアプリ連携を実現
- ✓ スマートビルを通じた共創活動の推進

概念検証 → 小規模実証 → 大規模実証・社会実装

アプリ開発

導入

更新

導入

更新

事業化の戦略・具体的取組

スマートビル OS 導入・運用サービス：
開発したスマートビル OS をビル設備に構築・導入するための支援（コンサルティング含む）、および運用管理サービス

助成金事業終了後に大学発ベンチャー企業を設立し、IPA DADC発行のスマートビルガイドラインに準拠したビルOS、インターフェース、APIを提供することを目指す。

事業展開のロードマップ

- 2023～2024年度：実証実験を通じた要件・機能の具体化、システム検証・評価を実施。
- 2025～2026年度：
  ビルOS関連製品の市場調査、課題検討、商品企画構想、サービス実用化の検討を進める。
- 2026～2028年度：
  特定顧客・物件でのトライアル販売を行い、事業性判断後に商品企画・開発を具体化。
  大学発ベンチャー企業として販売活動を本格化する。
- 2028年度以降：
  グローバル市場調査、ビルOS標準化動向の確認を行い、海外展開を検討。
  ダイキン工業のグローバル共通プラットフォーム活用も視野に入れる。

アウトカム達成に向けた具体的取組

「産業DXのためのデジタルインフラ整備事業」基本計画より抜粋

スマートビルの市場拡大

- スマートビル基盤等を日本において早期に整備することで海外に先んじて日本における市場拡大に貢献
- 日本企業が優位な状態で海外市場へ参入

本事業によるビル OS の普及

- 大学という中立的立場から「協調領域の拡大」を目指す
- 他社ビル OS をフィールド層の要素として連携することで、プラットフォーム間連携の役割を果たす
- 既設ビルへの導入拡大を目指すことでビル OS を広域展開させる

＋

ビル OS 人材の育成

- ビル OS 開発だけでなく、ビル OS を活用・運用・アプリケーション構築できる人材育成プログラム
- 大学キャンパスを対象とした実証フィールドの提供
- スマートビル共創機構を通じたデータモデル・API の標準化
- 開発者コミュニティの組成

スマートビル市場の優位性に貢献