

2. 2 建設コンサルタンツ協会の取り組み

『施設管理組織における DX の実践～「道の駅むつざわ」を
フィールドとして～』

澁谷 宏樹

(一社) 建設コンサルタンツ協会

第45回鋼構造基礎講座

「建設DX, i-Constructionが創る未来～業界の取り組み最前線～」

施設管理組織におけるDXの実践

～「道の駅むつざわ」をフィールドとして～

2023年11月16日

(一社)建設コンサルタンツ協会

パシフィックコンサルタンツ(株) 品質技術開発部 つくば技術研究センター

兼務 東京大学大学院 工学系研究科 i-Constructionシステム学寄付講座

澁谷 宏樹

自己紹介

名 前： 澁谷 宏樹
入 社： 2016年 4月
出 身： 東京都東村山市
現 職： 東京大学大学院工学系研究科
 i-Constructionシステム学寄付講座 共同研究員
出向元： パシフィックコンサルタンツ(株)
 品質技術開発部 つくば技術研究センター
経 歴：



| | |
|--------|---|
| 2016/4 | <ul style="list-style-type: none"> パシフィックコンサルタンツ（株）入社 大規模スポーツ施設等の開発業務に従事 |
| 2019/8 | <ul style="list-style-type: none"> i-Con寄付講座 共同研究員 着任「道の駅むつざわ」をフィールドに、BIM/CIMやIoTを活用した施設管理システムを開発 DXを推進する施設管理組織の立場から、効果的なDX推進手法をテーマに研究に取り組む |
| 受賞 | <ul style="list-style-type: none"> 令和3年度土木学会全国大会第76回年次学術講演会 優秀講演者表彰 土木学会建設マネジメント委員会第4回「i-Constructionの推進に関するシンポジウム」 優秀講演賞 |

開発した台帳管理システム(ユーザによる要件定義)

むつぎわ スマートウェルネス 施設管理システム

トップ画面 台帳レコードグラフ分析
台帳レコード 新規登録 グラフへ

検索条件

対象施設

- > 機械室 [1]
- > 浄化槽 [2]
- > 露天風呂 [3]
- > 太陽光パネル [4]
- > 直売所 [5]
- > 温泉遠流用貯湯マンホール [6]
- > ミストサウナ [7]
- > レストラン [8]
- > エントランスホール [9]
- > コジエネ [10]
- > 浴室 [11]



検索結果

| 登録NO | 登録日 | 登録所属 | 登録者氏名 | 施設ID | 対象施設名 | 具体箇所 | 台帳分類 | 対応日 | 内容 | 今後の対応 | 対応者所属 | ドキュメント |
|------|------------|-------------------|-------|------|-----------|---------------------|--------|-----|----|-------|-------|--------|
| 1 | 2021/02/03 | パシフィックコンサル タンツ | 澁谷 | 20 | 防災倉庫 | 屋根 | 設備トラブル | | | | | |
| 2 | 2021/02/03 | パシフィックコンサル タンツ | 澁谷 | 20 | 防災倉庫 | 屋根 | 工事・修繕 | | | | | |
| 3 | 2021/02/03 | パシフィックコンサル タンツ | 澁谷 | 5 | 直売所 | 南側庇 | 設備トラブル | | | | | |
| 4 | 2021/02/03 | パシフィックコンサル タンツ | 澁谷 | 5 | 直売所 | 南側庇 | 工事・修繕 | | | | | |
| 5 | 2021/02/03 | パシフィックコンサル タンツ | 澁谷 | 9 | エントランスホール | 南側外壁 (ガラス) 総合受付前 | 設備トラブル | | | | | |
| 6 | 2021/02/03 | パシフィックコンサル タンツ | 澁谷 | 9 | エントランスホール | 南側外壁 (ガラス) 総合受付前 | 工事・修繕 | | | | | |
| 7 | 2021/02/03 | パシフィックコンサル タンツ | 澁谷 | 25 | 身体障害者駐車場 | | 設備トラブル | | | | | |
| 8 | 2021/02/03 | パシフィックコンサル タンツ | 澁谷 | 25 | 身体障害者駐車場 | | 工事・修繕 | | | | | |

検索結果を絞り込む CSV書き出し

開発した小規模アプリ

① 温浴施設換気支援アプリ

日付：2022年2月23日

！ "東"側脱衣室のCO2濃度が900ppmを超えています。窓を30分間開けてください。
 ！ "西"側脱衣室のCO2濃度が900ppmを超えています。窓を30分間開けてください。

| 測定項目 | 推奨値 | 東側脱衣室 | 西側脱衣室 |
|-------|-----------|----------------|----------------|
| CO2濃度 | 1000ppm未満 | 980ppm (22:18) | 950ppm (22:18) |
| 室内温度 | 18℃以上 | 16.14℃ (22:17) | 14.7℃ (22:19) |
| 室内湿度 | 40%以上 | 47% (22:17) | 37% (22:19) |

図 換気支援アプリ モニタリング画面

② 商品購入者数予測アプリ

$$\text{購入者数} = -2.3 \times \text{降水量} + 0.5 \times \text{平均気温} + 0.1 \times \text{風速} + 1.3 \times \text{まん延防止} + -3.9 \times \text{緊急事態宣言} + 25.4 \times \text{祝日} + 28.5 \times \text{日曜} + 20.8 \times \text{土曜} + I \times \text{平日} + J \times \text{月} + K \times \text{年} + L \times \text{時間} + 18.1$$

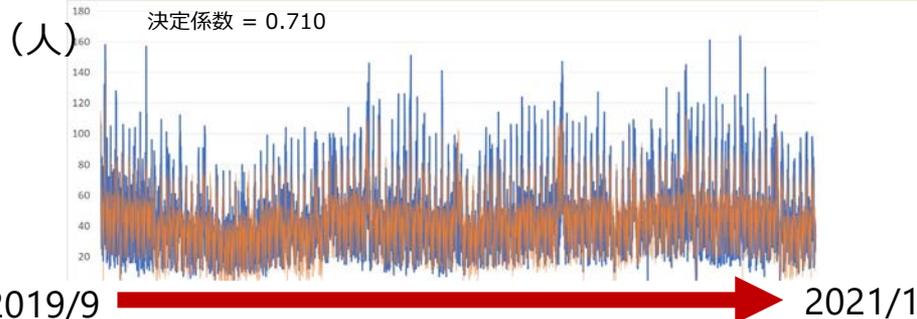


図 購入者数の実測値と予測値

③ PMV空調制御アプリ

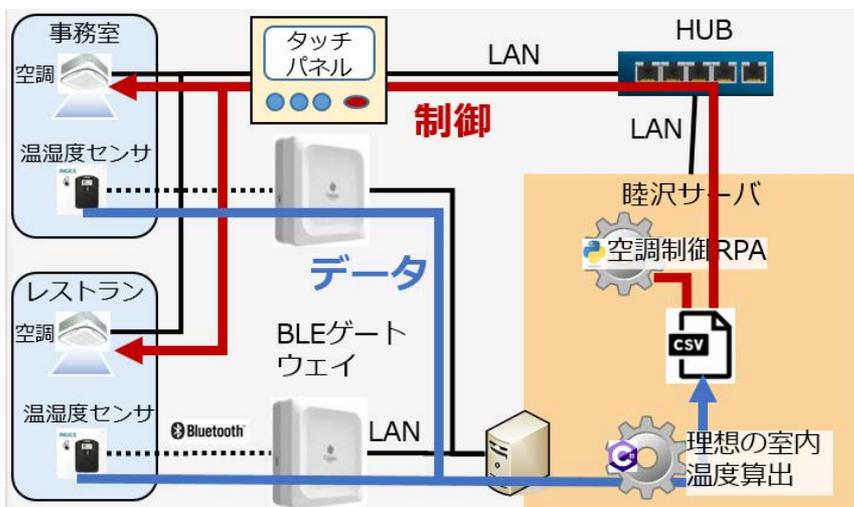


図 システム構成図

④ 重量センサによる利用者数カウントアプリ

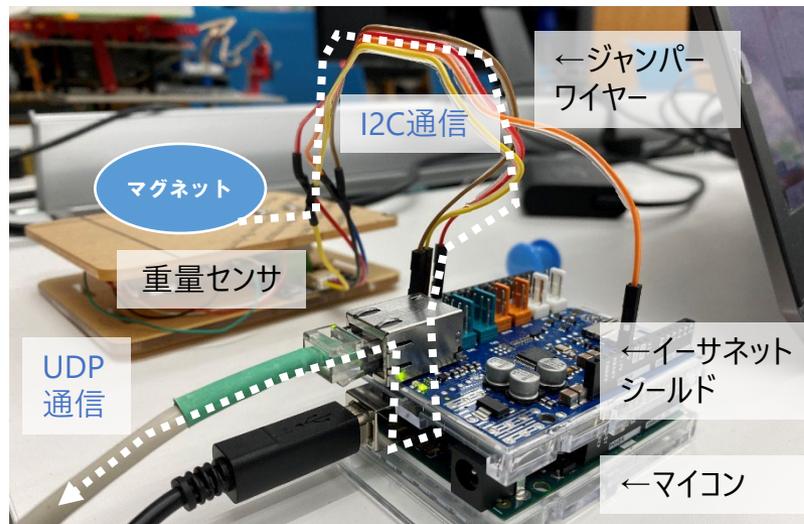


図 構築したハードウェア

発表構成

施設管理組織におけるDXの実践 ～「道の駅むつざわ」を事例として～

1. はじめに
2. システム開発未経験者による要件定義の実践
3. アジャイルによる小規模アプリ内製開発の実践
4. 内部非IT人材のリスキリングの実践
5. おわりに

1. 1 研究のフィールド

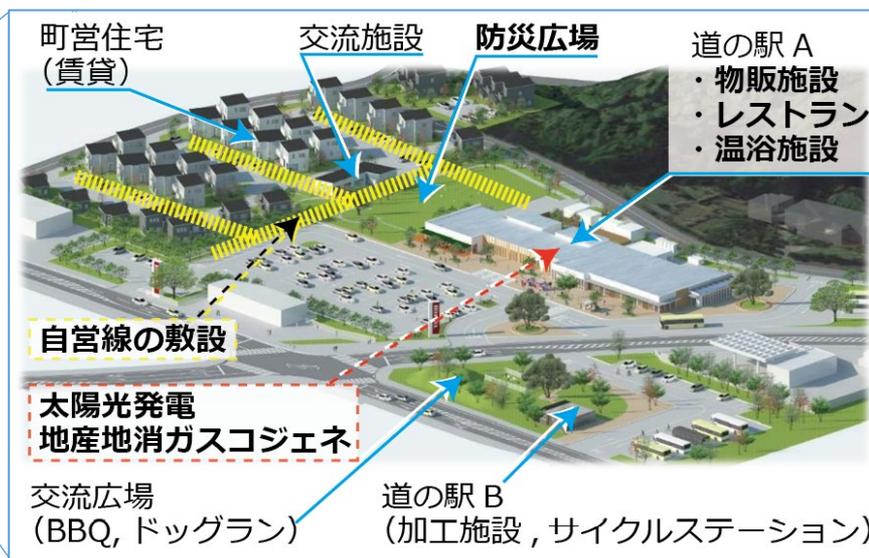
【対象】 むつざわスマートウェルネスタウン（敷地面積 約2.86ha, 2019年オープン）

所在：千葉県長生郡睦沢町（人口6,812人, 面積35.59km², 都市圏に含まれる）
 管理：むつざわスマートウェルネスタウン（株）代表企業 パシフィックコンサルタンツ（株）
 特徴：設備管理に高度な技術を要する機器設備類（温浴設備、発電機器類）を導入



睦沢町位置図

出典：エヌ・ティ・ティ・インフラネット株式会社



施設概要図

出典：パシフィックコンサルタンツ株式会社

※

睦沢SWTの持続的な発展のために「3者協定」を締結（2020/4/28）

- ・千葉県長生郡睦沢町
- ・東京大学大学院 工学系研究科 i-Constructionシステム学寄付講座
- ・パシフィックコンサルタンツ株式会社

2.1 背景と目的

【背景】 我が国は**慢性的なIT人材不足**、FM組織は**限られた人材でDXを推進する工夫**

- 【目的】
- システム開発未経験者が主体となつて3次元モデルを活用したFM支援システム開発プロジェクトを実践
 - システム規模、工期、工数、品質（換算欠陥率）、費用を測定し、JUAS統計調査（※）との比較評価

※一般社団法人 日本情報システム・ユーザー協会：ソフトウェアメトリックス調査2020システム開発・保守調査報告書，2020年4月

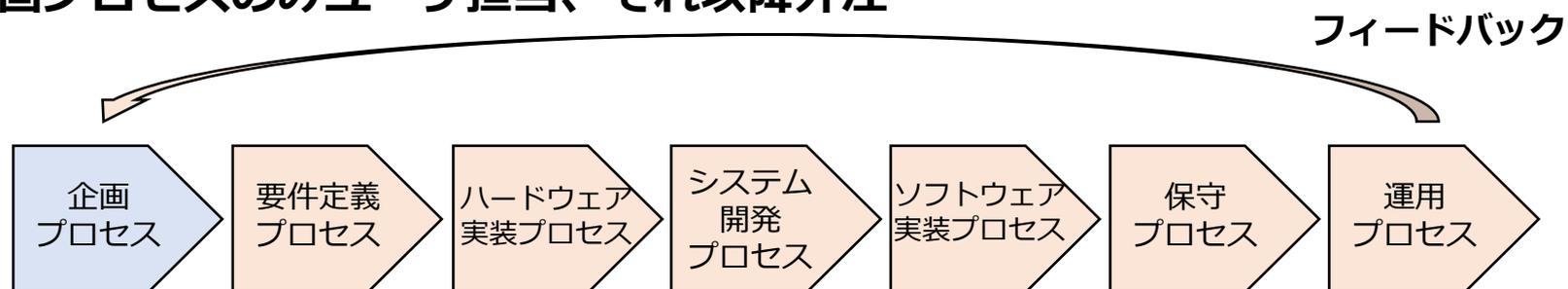
表 プロジェクトの概要

| 項目 | 評価対象プロジェクト |
|---------|--|
| 目的 | 3次元モデルを活用したFM支援システム開発・導入による維持管理の省力化・高度化 |
| 開発主体 | パシフィックコンサルタンツ(株) |
| 開発期間 | 2020/9/1～2021/4/30：要件定義，設計～結合（統合）テスト，ユーザ総合テスト，初期フォローアップ（企画プロセスは2020/1/1～2020/8/30） |
| リリース日 | 2021/3/25 |
| システムユーザ | 現場チーム：3名 マネジメントチーム：7名 |



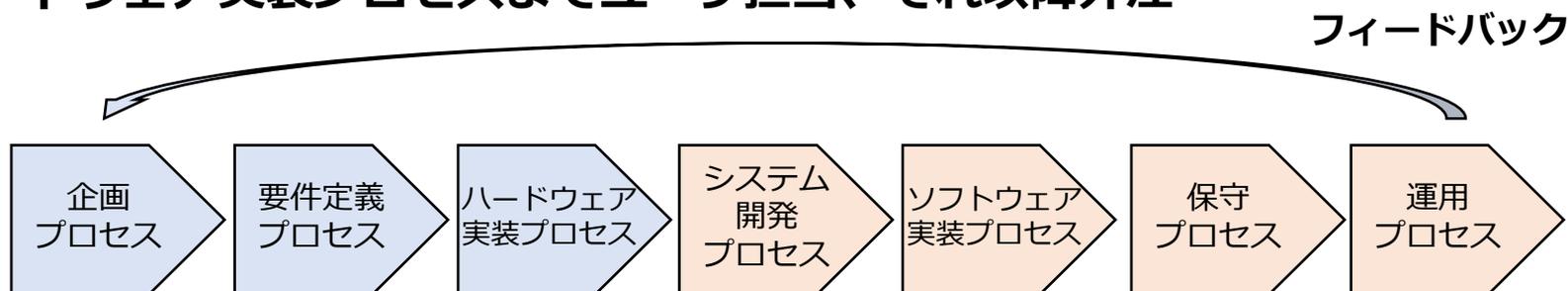
2.2 開発プロセスの特徴

【ソーシング】 ユーザニーズを適切にシステムに反映するために、要件定義をユーザが担当
企画プロセスのみユーザ担当、それ以降外注



ユーザ企業とシステム会社間で業務内容やシステムの認識に行き違いが頻出

ハードウェア実装プロセスまでユーザ担当、それ以降外注

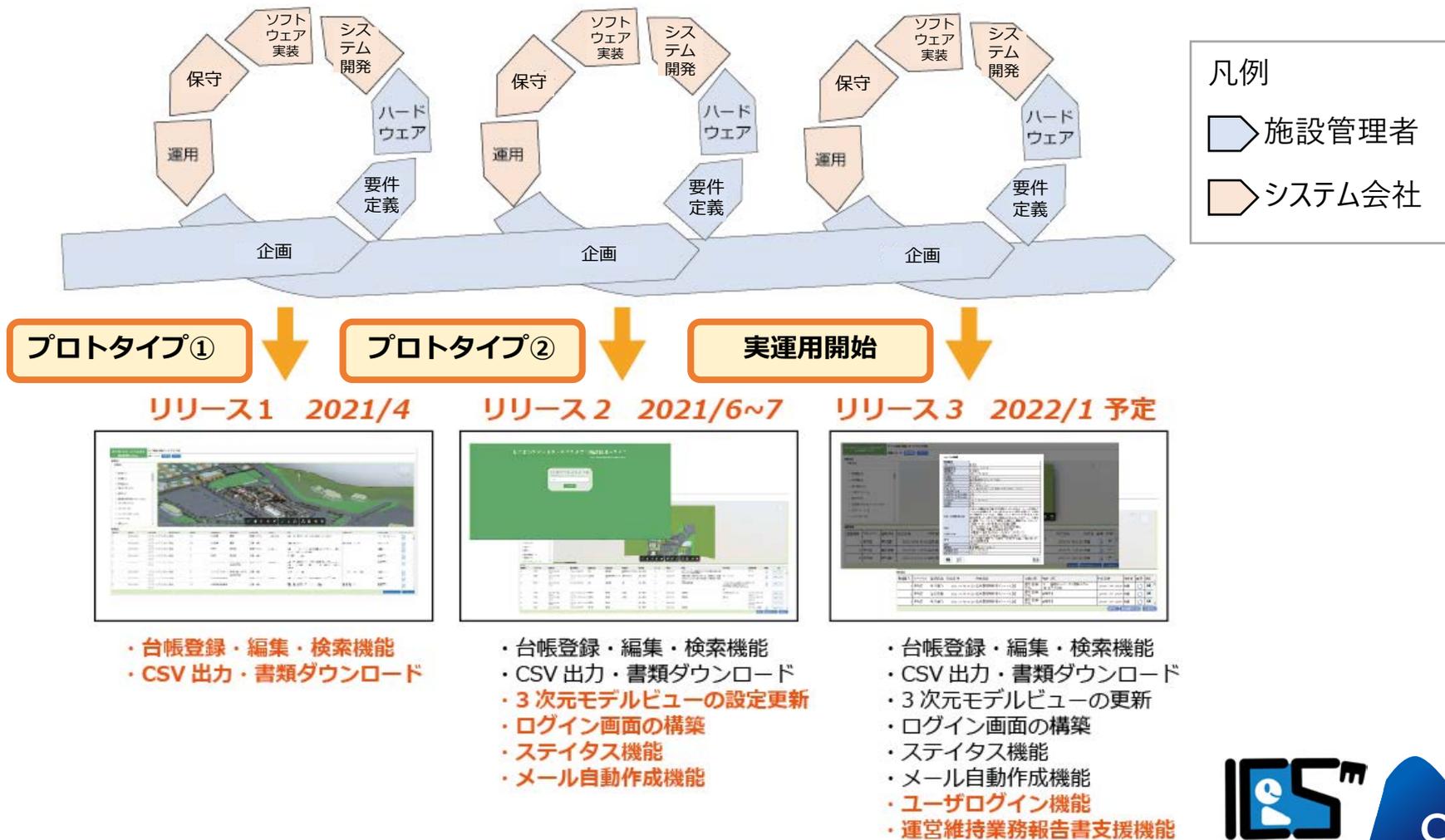


ユーザ企業のニーズをそのまま反映した開発が可能

凡例  ユーザ企業  システム会社

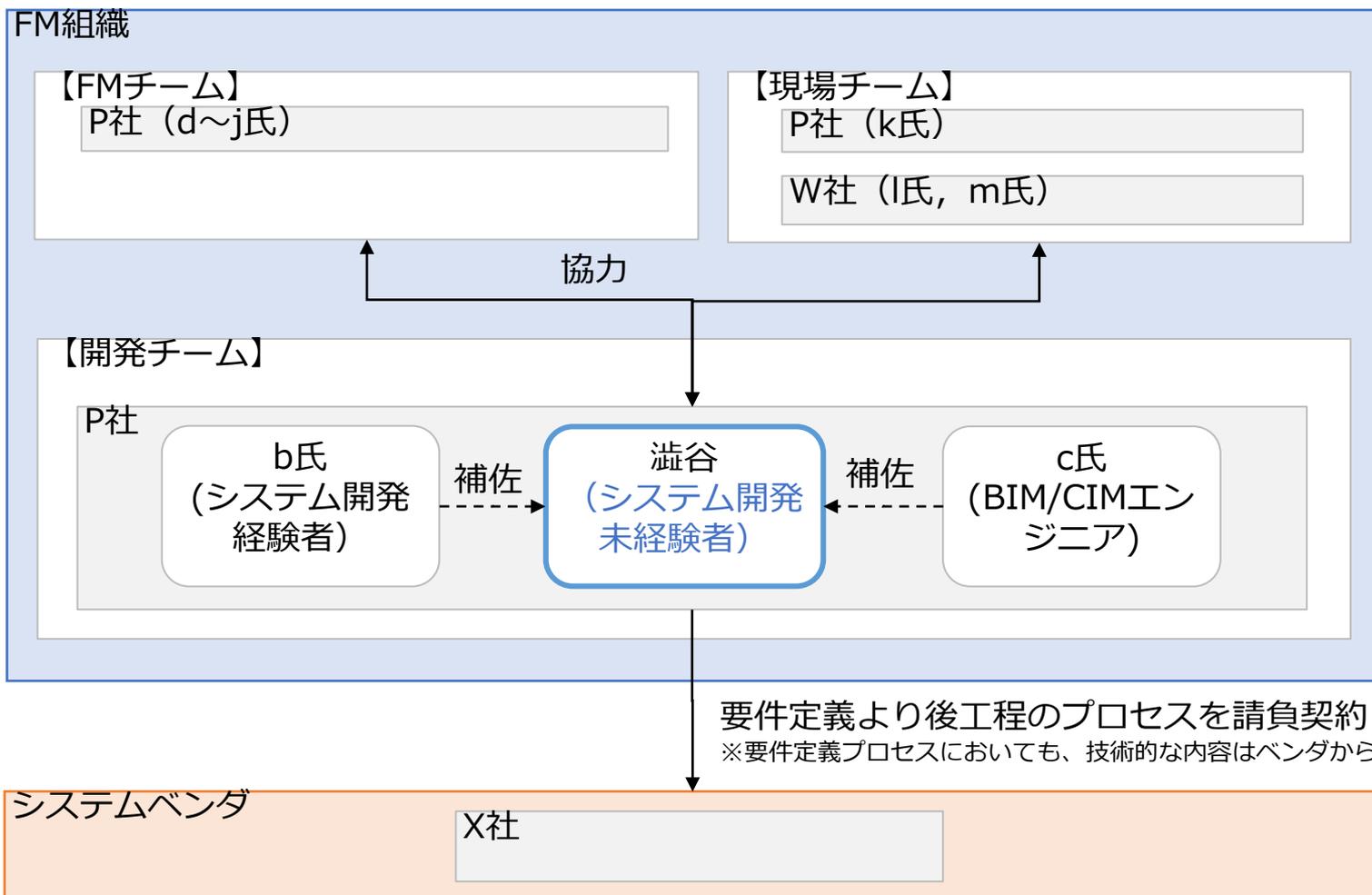
2.2 開発プロセスの特徴

【開発モデル】プロトタイプ（試作品）をユーザに利用してもらいフィードバックを受けながらプロトタイプの改善・改良を行う**進化型プロトタイプモデル**を採用した



2.2 開発プロセスの特徴

【体制】 FM組織のFMチーム・現場チーム・開発チームで**協力体制**を構築



2.2 開発プロセスの特徴

【特徴】 システム開発未経験者が主体的にプロジェクトを推進、並行してリスキリング (⇒4) システム開発経験者らは補佐役

| No. | タスク | 主な概要 | a氏 (システム開発 未経験者) | b氏 (システム開発 経験者) | c氏 (BIM/CIM工 エンジニア) |
|-----|---------------|---|------------------------|-----------------------|---------------------------|
| 1 | 要求の把握 | 現場チーム・FMチームにヒアリングをして要求を把握するタスク | ◎ | ○ | △ |
| 2 | 機能要件の抽出と選定 | 上記1で把握した要求から必要な機能要件を抽出し、開発の優先順位を付けるタスク | ◎ | ○ | — |
| 3 | システム構成図の作成 | 上記1・2の内容を基に、システム構成図を作成するタスク | ◎ | ○ | — |
| 4 | 画面設計 | 上記1・2・3の内容を基に、画面デザインを設計するタスク | ◎ | ○ | — |
| 5 | DB設計・構築 | 上記1・2・3の内容を基に、DBを設計し構築するタスク | ◎ | ○ | — |
| 6 | ハードウェア実装と通信設定 | 上記1・2・3の内容を基に、サーバやルータ等のハードウェアの実装や通信設定を行うタスク | ◎ | ○ | — |
| 7 | 品質・コスト・工程管理 | プロジェクトの品質・コスト・工程を管理するタスク | ◎ | ○ | △ |
| 8 | ベンダマネジメント | システムベンダのタスクをマネジメントするタスク | ◎ | ○ | △ |
| 9 | 3次元モデル | 3次元モデルをWEBブラウザ上に表示するための技術を調査するタスクや、3次元モデルを更新するタスク | ◎ | △ | ○ |

◎ : 主体となって実施するタスク

○ : 他の担当者が主体となって実施し、補佐的に関わるタスク

△ : 実施にはかかわらないが、タスクの情報を共有する

— : 何も行わない

2.3.1 施設管理業務の課題把握

【方法】 頻繁に現地を訪問（1回/1週間）、**現場チームの業務を観察・ヒアリング**して課題把握

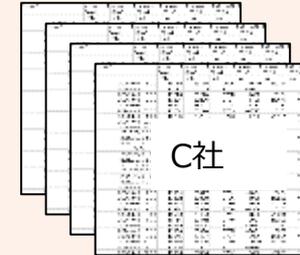
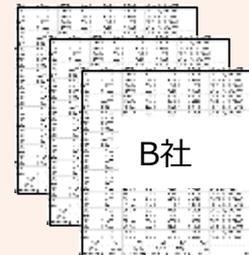
台帳管理：共通の様式はなく、紙媒体による管理が主である

- クレーム台帳
- 設備トラブル台帳
- 日報・月報
- 点検記録（日常・定期）
- 工事記録
- ……



量的データ：各システムで個別に蓄積されている

- 気温・発電量 : A社システム
- 水道・電力消費量 : B社システム
- 空調設定温度 : C社システム
- 施設利用者数 : D社システム
- 浄化槽の水位 : E社システム
- ……



情報の一元化が課題

2.3.2 機能要件一覧表と優先順位付

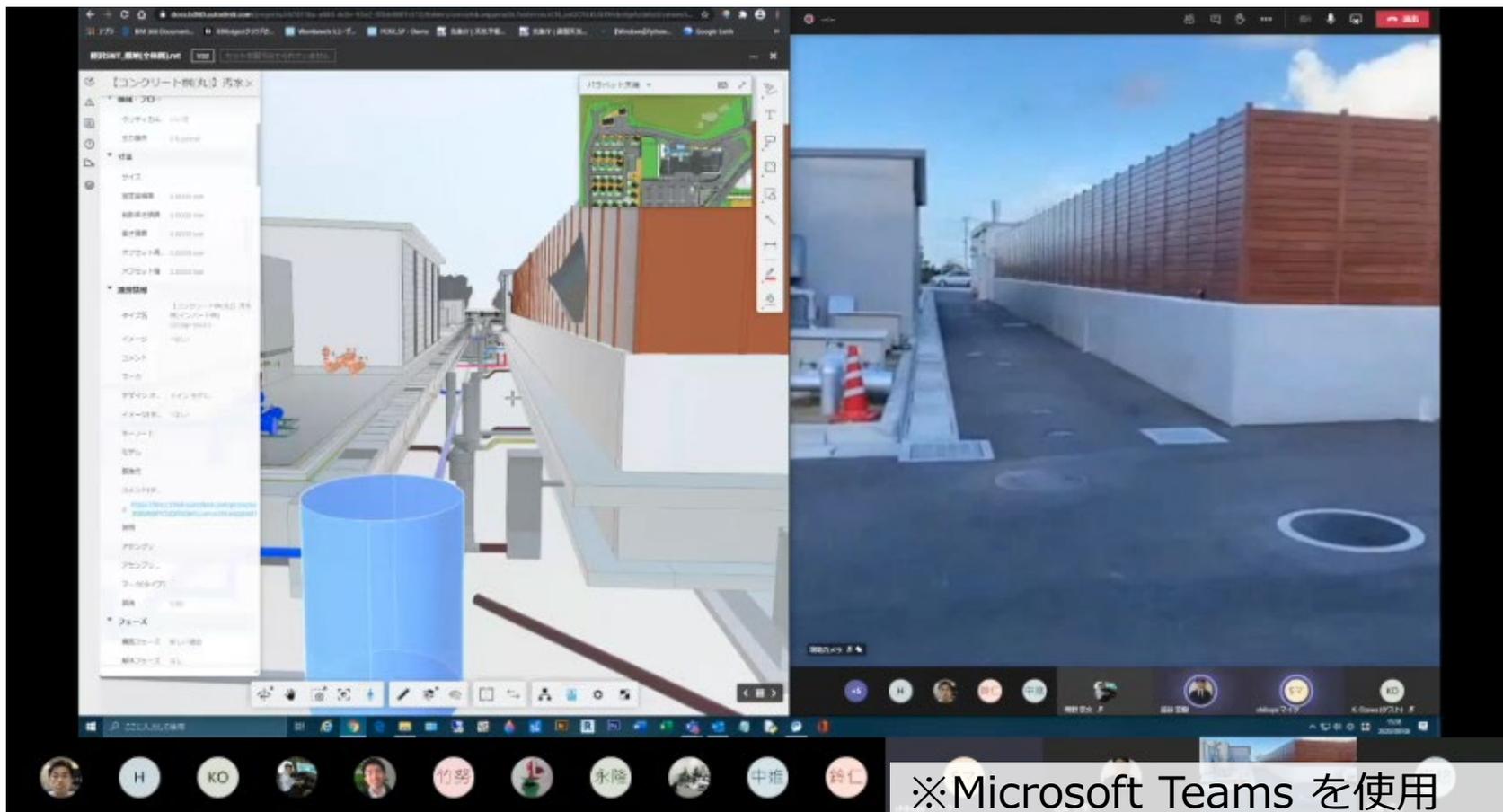
【開発機能】 全ての機能を開発することは、コスト・時間の観点から難しい
 マネジメントチーム・現場チームと相談し、**課題の優先度に基づき開発機能を選定**

| 機能要件一覧 | | 開発機能の優先順位 |
|-------------------|------------------------------|-----------|
| 3次元モデルと連動した台帳管理機能 | 3次元モデルと属性情報を検索・閲覧する機能 | 1 |
| | 3次元モデルと台帳管理の連動機能 | 1 |
| | 台帳を登録・編集する機能 | 1 |
| | 台帳を検索・出力する機能 | 1 |
| コミュニケーション機能 | 3次元モデルに気づきを入力する機能 | |
| | リアルタイムの会話が可能なチャット機能 | |
| | 予定や結果を投稿する掲示板機能 | |
| 保全分析機能 | 3次元モデルと保全分析の連動機能 | |
| | 現地の映像を確認する機能 | |
| | 浄化槽水位の異常検知機能 | 3 |
| | 発電機の状態を分析する機能 | |
| | 温浴設備の状態を分析する機能 | |
| | 電気設備の状態を分析する機能 | |
| | 航空写真から施設全体を分析する機能 | |
| 省エネ・コスト分析機能 | 快適度と省エネのバランスを確保した空調温度を提案する機能 | 2 |
| | CO2濃度モニタリングによる換気提案機能 | 3 |
| | 適正な在庫管理をする機能 | |
| | 適正なガス・水道・光熱費を分析する機能 | |
| | 適正な人件費を分析する機能 | |
| | 適正な販売価格を分析する機能 | |
| | 売り上げ確認機能 | |
| 勤怠管理システムと連動する機能 | | |

2.3.3 概念実証(PoC)

【目的】 システム開発の前に、類似の商用ソフトで有用性を確認すること

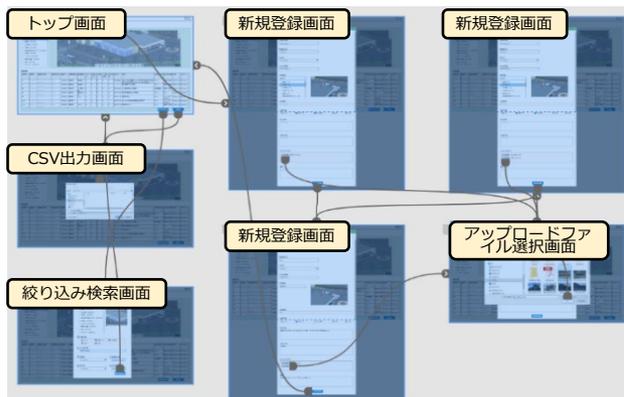
【実施結果】 **緊急時の有効性を確認**（復旧時間の短縮、移動時間削減、原因追求の迅速化）
 ただし、商用ソフトは**日常業務で使用する機能の追加やカスタマイズは困難**



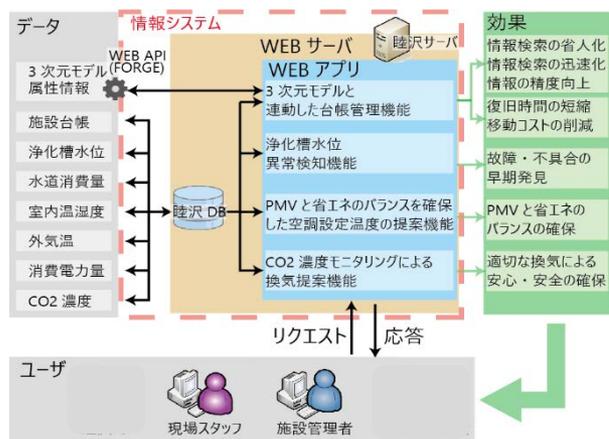
【場面①】 温泉排水槽：2020年9月8日 実施

2.3.4 要件定義書の作成

- 画面設計、帳票設計、システム構成、ER図等をシステム開発チームが作成



画面遷移図



システム構成図

| 施設・設備トラブル報告書 | |
|------------------|--|
| 作成日 2021/4/30(土) | |
| トラブル内容 | |
| 発生(発見)日時 | |
| 統括管理への報告日 | |
| 発生場所 | |
| 内容・状況 | |
| 対応内容 | |
| 対応依頼 | |
| 対応 | |
| 対応・処理実施内容 | |
| 原因 | |
| 今後の対策 | |
| 備考 | |

帳票設計図

2.3.5 3次元モデルとDB連携

・オープン1年間 (2019年9月1日~2020年8月31日) で点検等が実施された主要施設 (42箇所) を管理対象に設定

表 主要な管理対象施設

| 施設ID | 施設名 |
|------|--------------|
| 1 | 機械室 |
| 2 | 浄化槽 |
| 3 | 露天風呂 |
| 4 | 太陽光パネル |
| 5 | 直売所 |
| 6 | 温泉還流用貯湯マンホール |
| 7 | ミストサウナ |
| 8 | レストラン |
| 9 | エントランスホール |
| 10 | コジエネ |
| 11 | 浴室(E) |
| 12 | 厨房 |
| 13 | 受水槽(温泉) |
| 14 | 空調設備 |
| 15 | サイクルステーション |
| 16 | 花卉温室 |
| 17 | 休憩室 |
| 18 | 風除室 |
| 19 | キッズコーナー |
| 20 | 防災倉庫 |
| 21 | ドライサウナ |
| 22 | 集荷場・倉庫 |
| 23 | サウナ(E) |
| 24 | B敷地駐車場 |
| 25 | 身体障害者駐車場 |
| 26 | 一般駐車場 |
| 27 | ドッグラン |
| 28 | シューズロッカー横の倉庫 |
| 29 | 浴室(E)側機械室 |
| 30 | 授乳室 |
| 31 | 休憩室内の機械室 |
| 32 | 休憩室倉庫 |
| 33 | EPS |
| 34 | 脱衣室(W) |
| 35 | 脱衣室(E) |
| 36 | WC |
| 37 | 厨房トイレ |
| 38 | 受水槽(上水) |
| 39 | EV車駐車場 |
| 40 | ボイラー |
| 41 | 防災広場マンホール |
| 42 | 防災広場・遊具周辺 |



図 睦沢 SWTにおける主要な管理対象施設 位置図

2.3.5 3次元モデルとDB連携

- アイコンオブジェクトの「施設名」と「施設ID」をDBと連携

※技術的な内容は、ベンダから助言を得た

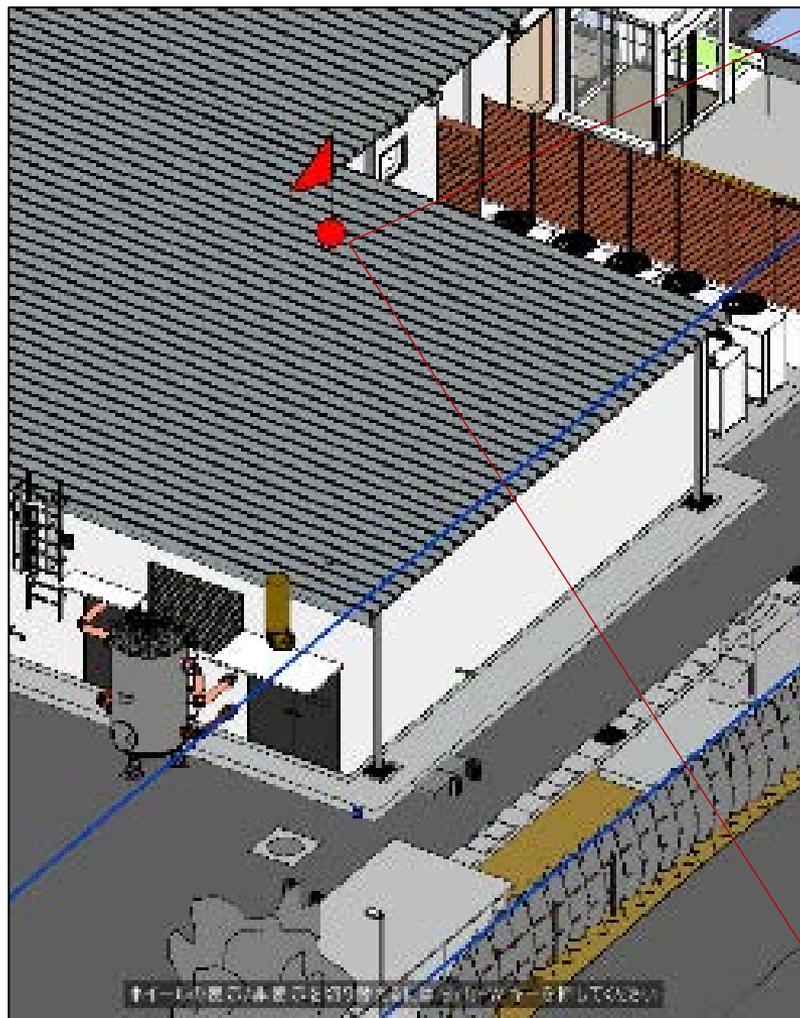


図 Revit 機械室

| プロパティ | |
|--|--------------------------|
|  | icon タイプ 1 |
| 一般モデル (1) タイプ編集 | |
| 拘束 ↑ | |
| 基準レベル | 外構-既存 |
| 基準レベルの立面図 | 25995.0 |
| ホスト | 舗装: アスファルト舗装 |
| ホストのオフセット | 6438.8 |
| 付近の要素とともに移動 | <input type="checkbox"/> |
| 寸法 ↑ | |
| 容積 | 0.079 m ³ |
| 識別情報 ↑ | |
| イメージ | |
| コメント | 施設名 機械室 |
| マーク | 施設ID 1 |
| フェース ↑ | |
| 構築フェース | 新築 |
| 解体フェース | なし |

図 機械室上空の「icon」プロパティ

2.3.5 3次元モデルとDB連携

- アイコンオブジェクトの「施設名」と「施設ID」をDBと連携

※技術的な内容は、ベンダから助言を得た

表 FACILITY テーブル (SQLServer)

| 施設ID | 施設名 | 施設ID | 施設名 |
|------|--------------|------|--------------|
| 1 | 機械室 | 22 | 集荷場・倉庫 |
| 2 | 浄化槽 | 23 | サウナ(E) |
| 3 | 露天風呂 | 24 | B敷地駐車場 |
| 4 | 太陽光パネル | 25 | 身体障害者駐車場 |
| 5 | 直売所 | 26 | 一般駐車場 |
| 6 | 温泉還流用貯湯マンホール | 27 | ドッグラン |
| 7 | ミストサウナ | 28 | シューズロッカー横の倉庫 |
| 8 | レストラン | 29 | 浴室(E)側機械室 |
| 9 | エントランスホール | 30 | 授乳室 |
| 10 | コジエ | 31 | 休憩室内の機械室 |
| 11 | 浴室(E) | 32 | 休憩室倉庫 |
| 12 | 厨房 | 33 | EPS |
| 13 | 受水槽(温泉) | 34 | 脱衣室(W) |
| 14 | 空調設備 | 35 | 脱衣室(E) |
| 15 | サイクルステーション | 36 | WC |
| 16 | 花卉温室 | 37 | 厨房トイレ |
| 17 | 休憩室 | 38 | 受水槽(上水) |
| 18 | 風除室 | 39 | EV車駐車場 |
| 19 | キッズコーナー | 40 | ボイラー |
| 20 | 防災倉庫 | 41 | 防災広場マンホール |
| 21 | ドライサウナ | 42 | 防災広場・遊具周辺 |

プロパティ


icon
タイプ 1

一般モデル (1) タイプ編集

拘束

| | |
|-------------|--------------------------|
| 基準レベル | 外構-既存 |
| 基準レベルの立面図 | 25995.0 |
| ホスト | 舗装: アスファルト舗装 |
| ホストのオフセット | 6438.8 |
| 付近の要素とともに移動 | <input type="checkbox"/> |

寸法

| | |
|----|----------------------|
| 容積 | 0.079 m ³ |
|----|----------------------|

識別情報

| | |
|------|---------|
| イメージ | |
| コメント | 施設名 機械室 |
| マーク | 施設ID 1 |

フェース

| | |
|--------|----|
| 構築フェース | 新築 |
| 解体フェース | なし |

図 機械室上空の「icon」プロパティ

2.3.6 開発した台帳管理システム

- ・ユーザが主体的に要件定義を行い、後工程をベンダに委託（請負契約）

ひつぎわ スマートウェルネス 施設管理システム

トップ画面 台帳レコードグラフ分析
台帳レコード 新規登録 グラフへ

検索条件

対象施設

- > 福祉室 [1]
- > 浄化槽 [2]
- > 露天風呂 [3]
- > 太陽光パネル [4]
- > 道徳所 [5]
- > 温泉循環用行楽マンホール 同
- > ミストサウナ [7]
- > レストラン [8]
- > エントランスホール [9]
- > コジエネ [10]
- > 浴室 [11]



検索結果

| 登録NO | 登録日 | 登録所属 | 登録者氏名 | 施設ID | 対象物設名 | 異状箇所 | 台帳分類 | 対応日 | 内容 | 今後の対応 | 対応者所属 | ドキュメント |
|------|------------|----------------------|-------|------|-----------|----------------------|--------|-----|----|-------|-------|--------|
| 1 | 2021/02/03 | パシフィックコンサル 渋谷 タング | | 20 | 池田倉庫 | 屋根 | 設備トラブル | | | | | |
| 2 | 2021/02/03 | パシフィックコンサル 渋谷 タング | | 20 | 池田倉庫 | 屋根 | 工事・修繕 | | | | | |
| 3 | 2021/02/03 | パシフィックコンサル 渋谷 タング | | 5 | 道徳所 | 雨漏り | 設備トラブル | | | | | |
| 4 | 2021/02/03 | パシフィックコンサル 渋谷 タング | | 5 | 道徳所 | 雨漏り | 工事・修繕 | | | | | |
| 5 | 2021/02/03 | パシフィックコンサル 渋谷 タング | | 9 | エントランスホール | 雨漏り外壁 (ガラス) 組合受付前 | 設備トラブル | | | | | |
| 6 | 2021/02/03 | パシフィックコンサル 渋谷 タング | | 9 | エントランスホール | 雨漏り外壁 (ガラス) 組合受付前 | 工事・修繕 | | | | | |
| 7 | 2021/02/03 | パシフィックコンサル 渋谷 タング | | 25 | 身体障害者駐車場 | | 設備トラブル | | | | | |
| 8 | 2021/02/03 | パシフィックコンサル 渋谷 タング | | 25 | 身体障害者駐車場 | | 工事・修繕 | | | | | |

最新検索履歴を呼び込む CSV連携済み

2.4 ユーザ企業による要件定義の効果

【効果】 発注者（ユーザ企業）主体の要件定義を実践することで、ユーザからの不満もなく、2023年1月現在も運用・利用されている「使えるシステム」を開発できた

概要

期 間 : 104日間 (2021/5/20~2021/8/31)
 ユーザ : 現場スタッフ3名, 施設経営者3名

結果

検索数 : 現場スタッフ 計**27回**、施設経営者 計**24回** 台帳検索
 検索時間 : **10秒以内/1回**

有効性の確認

- ① **検索の省人化** 現場スタッフを介さずに情報を取得
- ② **取得情報の正確性の向上** メタデータにより正確な情報を取得
- ③ **検索の迅速化** 運用期間中、計**981.5分**程度の削減効果

| | A 導入しなかった場合の検索時間 | B 導入した場合（今回）の検索時間 | C 削減時間（A-B） |
|--------|------------------|-------------------|-------------|
| 現場スタッフ | 270分程度 ※1 | 4.5分程度 ※3 | 265.5分程度 |
| 施設経営者 | 720分程度 ※2 | 4分程度 ※4 | 716分程度 |

※1：27回×約10分、※2：24回×約30分、※3：27回×10秒、※4：24×10秒



2.5 本プロジェクトの評価

【方法】 システム規模、工期、工数、品質、費用を、JUAS統計調査の平均値と比較・評価

※一般社団法人 日本情報システム・ユーザー協会：ソフトウェアメトリクス調査2020システム開発・保守調査報告書，2020年4月

表 本PJの評価結果（概要）

| 分類 | 指標 | 本PJ | JUAS (平均値) | 本PJの評価結果 |
|--------|-----------|---------|---------------|----------------------------------|
| システム規模 | KLOC値 | 131.136 | 397.90 | 平均値よりは少なかった。 |
| | ファイル数 | 4.000 | 22.50 | 平均値と比べて 18.5 少なかった。 |
| | 画面数 | 3.000 | 25.10 | 平均値と比べて 22.1 少なかった。 |
| | 帳票数 | 0.000 | 7.80 | 平均値と比べて 7.8 少なかった。 |
| | バッチ数 | 0.000 | 15.30 | 平均値と比べて 15.3 少なかった。 |
| 工期 | 工期比（要件定義） | 57.14% | 20.60% | 標準的な工期比と比べて 約37% 多かった。 |
| | 標準工期伸縮度 | 0.59 | 0.06 | 標準より長い 工期だった。 |
| 工数 | 工数比（要件定義） | 30.28% | 14.30% | 標準的な工数比と比べて 約16% 多かった。 |
| | 工数 | 6.51 | 6.80 | 平均的な 工数 であった。 |
| 品質 | 換算欠陥率 | 0.08 | 0.39 | 良好：Bランク（0.25未満） であった |
| 費用 | 総費用 | 726.82 | 818.00 | 10人月未満PJの 総費用平均と同程度 であった。 |
| | 実績外注比率 | 0.64 | 0.71 | 平均値と 近い 値だった。 |

【結論】

システム開発未経験者がFM支援システム開発に挑戦



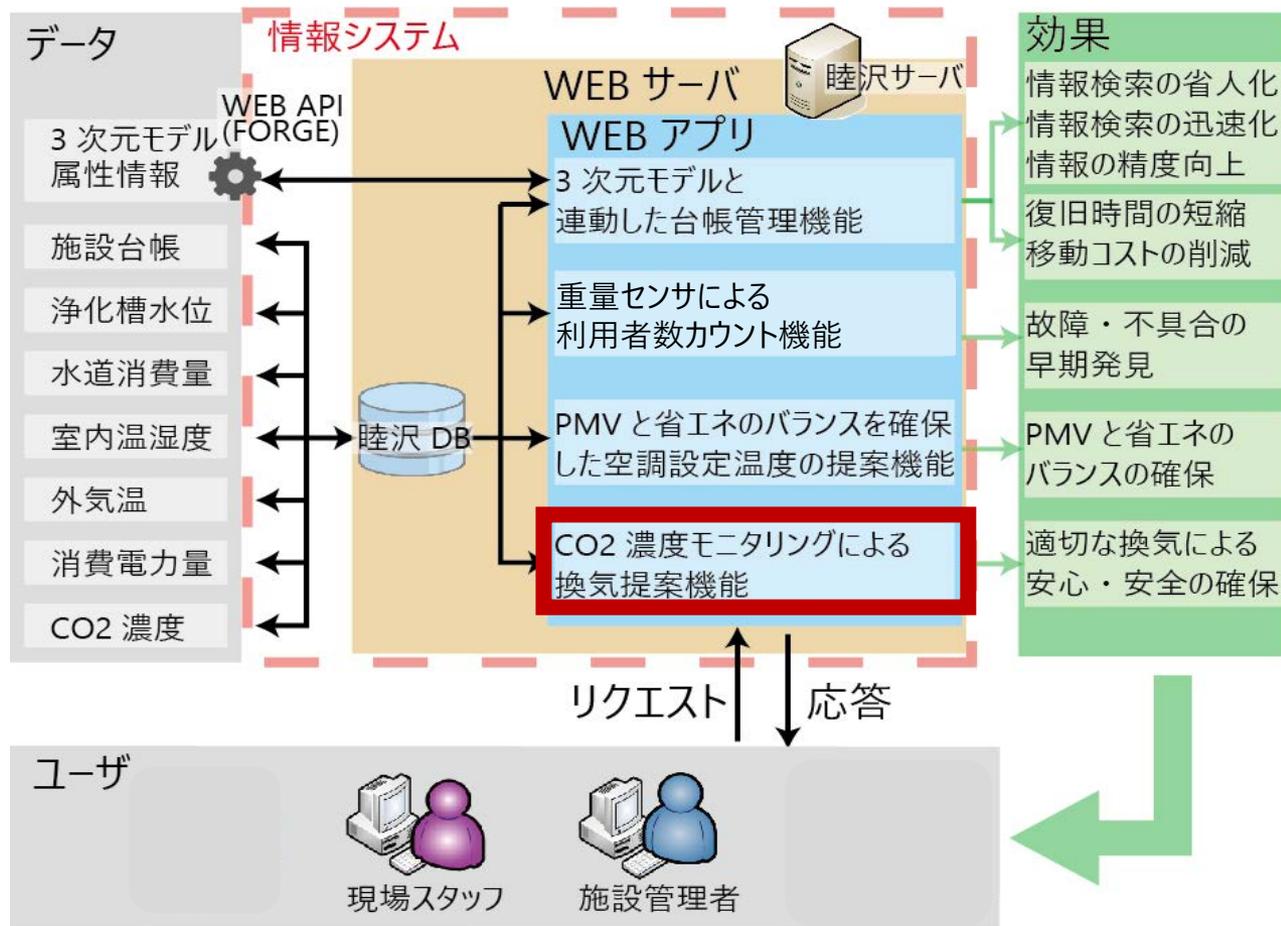
工期は標準と比して**長期化するリスク**はあるが、システム開発経験者らの支援があれば、**標準的な費用で、ユーザーニーズに適した「使えるシステム」**を開発できる可能性

3.1 背景と目的

【背景】 DXをスピーディに推進するには**“新たなIT投資（アジャイル）”への挑戦**が不可欠

【目的】 施設管理組織が**小規模アプリ開発をアジャイルで実践**し、**効果とその要因**を示すこと

【対象】 脱衣室換気支援アプリ（2022/2～4）



3.2 アプリ開発の経緯



道の駅むつざわつどいの郷
SMART WELLNESS TOWN MUTSUZAWA Tsudoi-no-Sato

施設案内 | アクセス | お問い合わせ | 視察案内



内湯



露天風呂



ドライサウナ



ミストサウナ

3.2 アプリ開発の経緯

問題の明確化：ヒートショックリスク

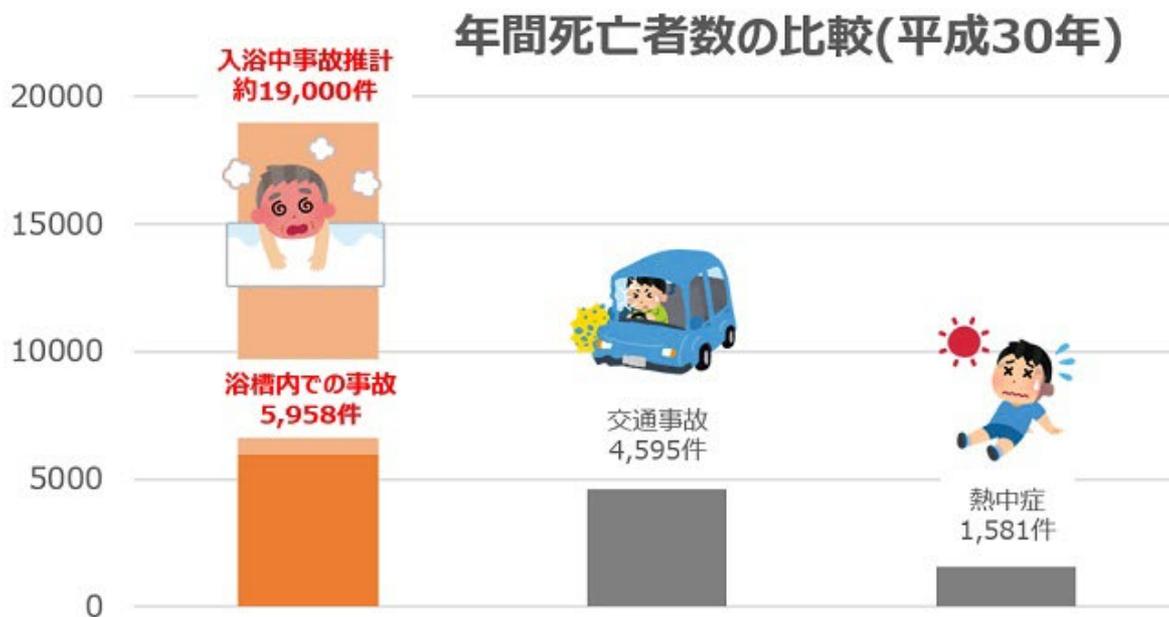


図 ヒートショックの発生要因と年間死亡者数

出典：一般財団法人 浜松光医学財団 浜松PET診断センター (<https://www.hmp.or.jp/whatsnew/column/2021/00148/>)

3.2 アプリ開発の経緯

問題の明確化：データ収集・分析（2022/2/3～2/14）

脱衣室の温度，湿度，CO₂濃度を収集（9-12時の12h，1hピッチ，各データ数144点）



図 西側脱衣室とセンサ設置箇所（東側も同様）

3.2 アプリ開発の経緯

問題の明確化：新型コロナウイルス感染対策とヒートショック対策が両立できていない

表 脱衣室環境の現状（2022/2/2～2/14）

| 冬場における「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気指標※ | 東側脱衣室 | 西側脱衣室 |
|----------------------------------|---|---|
| 室内温度：18℃以上 | × ・約 35% が推奨範囲外 （51点/144点） | × ・約 54% が推奨範囲外 （78点/144点） |
| 室内相対湿度：40%以上 | × ・約 23% が推奨範囲外 （33点/144点） | × ・約 55% が推奨範囲外 （55点/144点） |
| 必要換気量：1人あたり30m ³ /h以上 | ○ ・全て推奨範囲内 | ○ ・全て推奨範囲内 |
| 二酸化炭素濃度：1000ppm未満 | | |

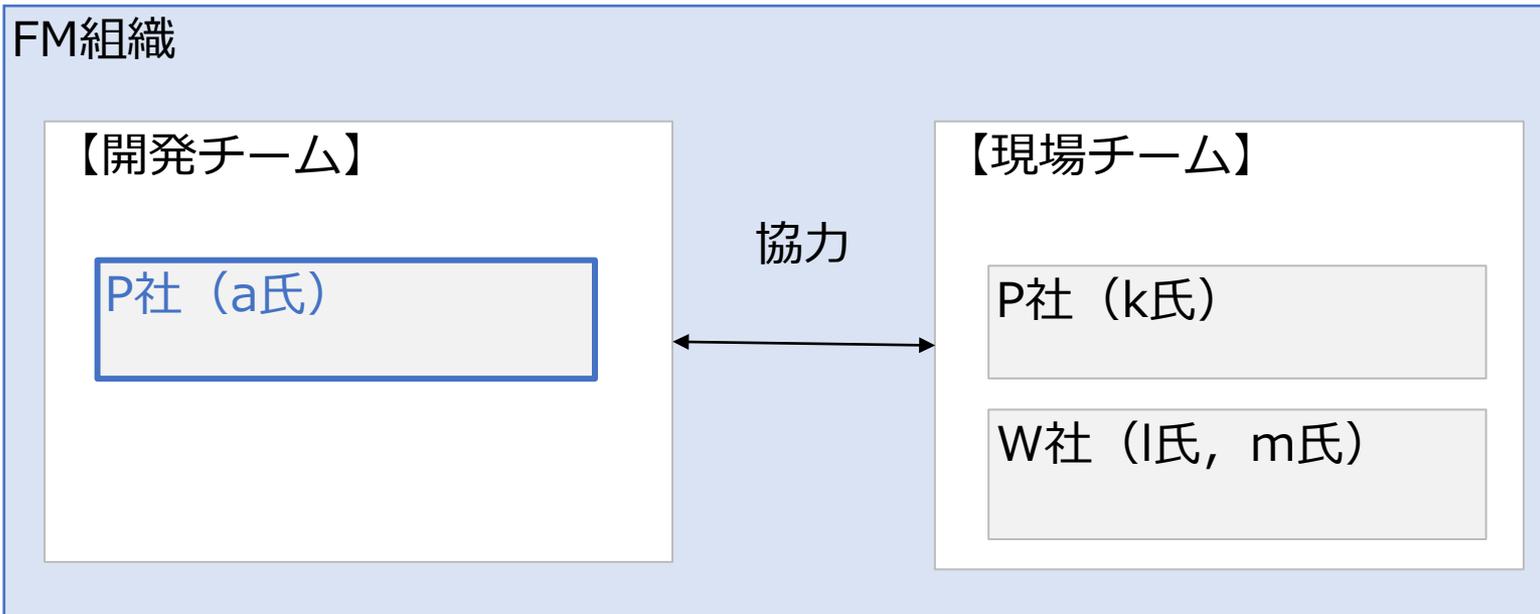
※厚生労働省,参考資料：冬場における「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気について,2020/11/27,<https://www.mhlw.go.jp/content/000698866.pdf>

窓の常時開放により、外気の影響を強く受け、室内温度の低下や乾燥をもたらした

対策（窓の開閉や空調制御等）の実行判断を支援するために、各脱衣室の室内環境（室内温湿度、CO₂濃度等）を監視するアプリの開発に着手

3.3 開発アプリ

開発体制：開発チームは1名、全ての開発プロセスを内製化
 開発者1名が現場チーム3名により沿いながら3カ月間で開発



3.3 開発アプリ

開発サイクル1週目 (2022/2/2~3/1)

要望①：CO₂濃度、室内温湿度を監視したい



タブレットを事務室に設置

日付：2022年2月23日

！ "東"側脱衣室のCO₂濃度が900ppmを超えています。窓を30分間開けてください。
 ！ "西"側脱衣室のCO₂濃度が900ppmを超えています。窓を30分間開けてください。

| 測定項目 | 推奨値 | 東側脱衣室 | 西側脱衣室 |
|--------------------|-----------|----------------|----------------|
| CO ₂ 濃度 | 1000ppm未満 | 980ppm (22:18) | 950ppm (22:18) |
| 室内温度 | 18℃以上 | 16.14℃ (22:17) | 14.7℃ (22:19) |
| 室内湿度 | 40%以上 | 47% (22:17) | 37% (22:19) |

図 温浴施設換気支援アプリ画面 (22/2/23 水時点)

運用方針：窓は基本閉めて、CO₂濃度が900ppmを超えそうなら開ける

3.3 開発アプリ

開発サイクル2週目 (2022/3/2~4/12)

要望②：窓の開閉状態を監視したい

日付：2022年4月7日



マグネット センサ



1cmより遠い→0 (OPEN)

1cm以内→1 (CLOSE)

| 測定項目 | 推奨値 | 東側脱衣室 | 西側脱衣室 |
|-------|-----------|----------------|-----------------|
| CO2濃度 | 1000ppm未満 | 818ppm (15:43) | 476ppm (15:47) |
| 室内温度 | 18℃以上 | 22.42℃ (15:43) | 20.04℃ (15:47) |
| 室内湿度 | 40%以上 | 64% (15:43) | 65% (15:47) |
| 窓の開閉 | - | OPEN (15:47) | OPEN (15:46) 追加 |

図 温浴施設換気支援アプリ画面 (22/4/7 木時点)

3.3 開発アプリ

開発サイクル3週目 (2022/4/13~4/26)

要望③：休憩室のCO₂濃度、室内温湿度を監視したい



休憩室

室内環境モニタリング

日付：2022年4月21日

| 測定項目 | 推奨値 | 東側脱衣室 | 西側脱衣室 | 休憩室 |
|--------------------|-------------|----------------|----------------|----------------|
| CO ₂ 濃度 | 1000ppm未満 | 477ppm (15:52) | 494ppm (15:57) | 518ppm (15:59) |
| 室内温度 | 18℃以上、28℃以下 | 23.77℃ (15:56) | 22.95℃ (16:00) | 25.21℃ (16:00) |
| 室内湿度 | 40%以上、70%以下 | 76% (15:56) | 76% (16:00) | 66% (16:00) |
| 窓の開閉 | - | OPEN (16:00) | OPEN (16:00) | - 休憩室の追加 |

図 温浴施設換気支援アプリ画面 (22/4/21 木時点)

3.4 プロセス分析

プロセス毎の作業時間・直接人件費を算出 ⇒ **合理的な予算（約40万円）** で開発できた

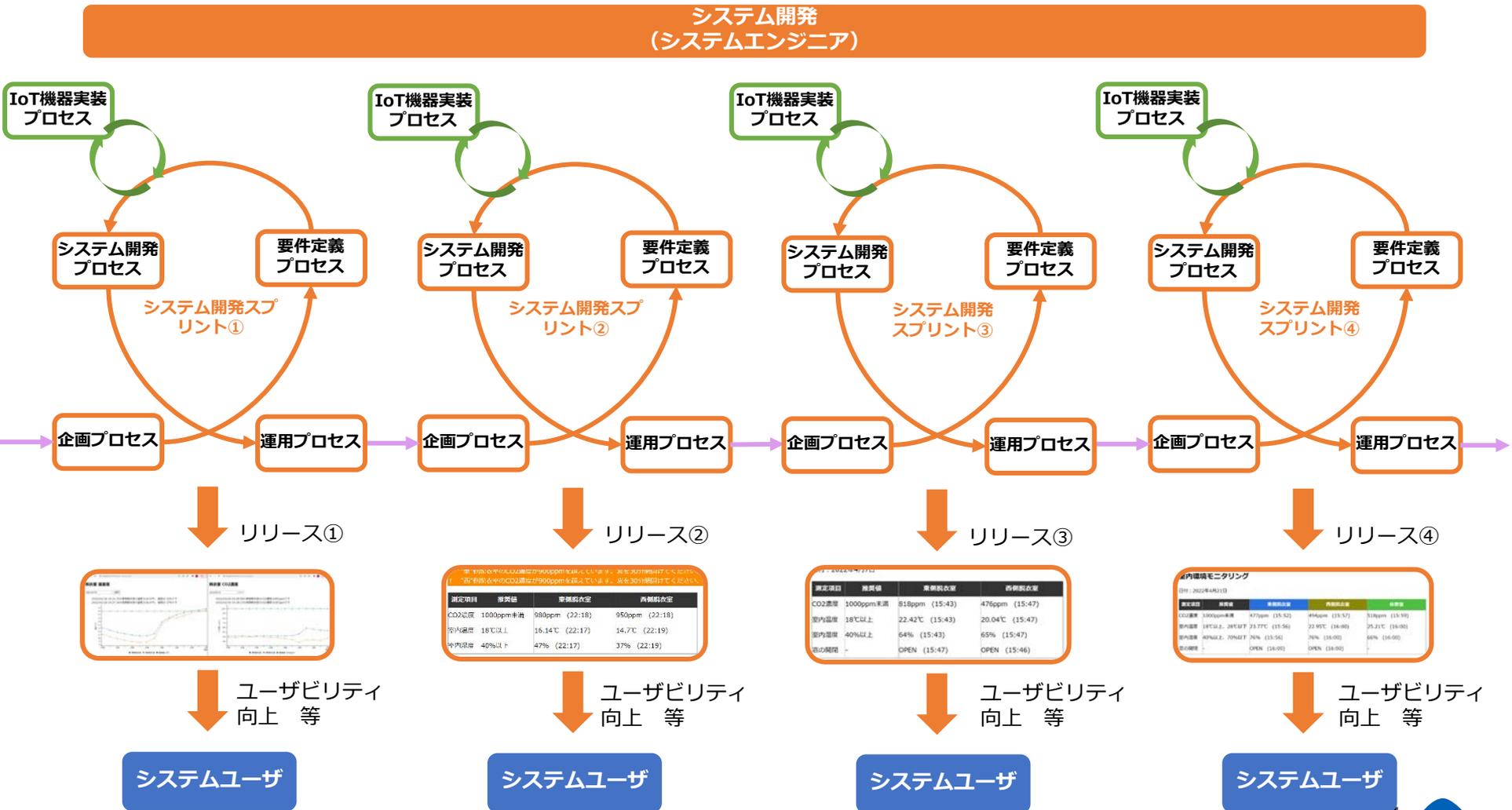
開発全体 2022/2/2～4/26の12週間：101h（Dev 65h, Ops 36h）、直接人件費414,100円

| 共通フレーム | | Dev Ops | ①1週目 | ②2週目 | ③3週目 | ④作業時間 (①+②+③) | ⑤作業日数 (④/8h) | ⑥直接人件費 (⑤*¥32800) | ※ |
|-----------------------|-----------------|------------|---------|----------|---------------|------------------|-----------------|----------------------|-----------|
| プロセス(大) | プロセス(小) | | 2/2～3/1 | 3/2～4/12 | 4/13～ 4/26 | | | | |
| 2テクニカル プロセス | 2.1企画プロセス | Dev | 14h | 0h | 0h | 14h | 1.75日 | ¥ 57,400 | |
| | 2.2要件定義プロセス | | 1h | 1h | 1h | 3h | 0.38日 | ¥ 12,300 | |
| | 2.3システム開発プロセス | | 2h | 0h | 0h | 2h | 0.25日 | ¥ 8,200 | |
| | 2.4ソフトウェア実装プロセス | | 12h | 11h | 1h | 24h | 3.00日 | ¥ 98,400 | |
| | 2.5ハードウェア実装プロセス | | 4h | 9h | 1h | 14h | 1.75日 | ¥ 57,400 | |
| | 2.6保守プロセス | | 0h | 7h | 1h | 8h | 1.00日 | ¥ 32,800 | |
| | ⑦ Dev 作業時間 小計 | | | 33h | 28h | 4h | 65h | 8.13日 | ¥ 266,500 |
| 3運用・サー ビスプロセス | 3.1運用プロセス | Ops | 26h | 5h | 5h | 36h | 4.50日 | ¥ 147,600 | |
| | ⑧ Ops 作業時間 小計 | | 26h | 5h | 5h | 36h | 4.50日 | ¥ 147,600 | |
| ⑨ DevOps 作業時間 合計(⑦+⑧) | | | 59h | 33h | 9h | 101h | 12.63日 | ¥ 414,100 | |

※設計業務 技師 (C) の基準日額 (円) から算出 (国土交通省、令和4年度 設計業務委託等技術者単価について、2022/2/18)

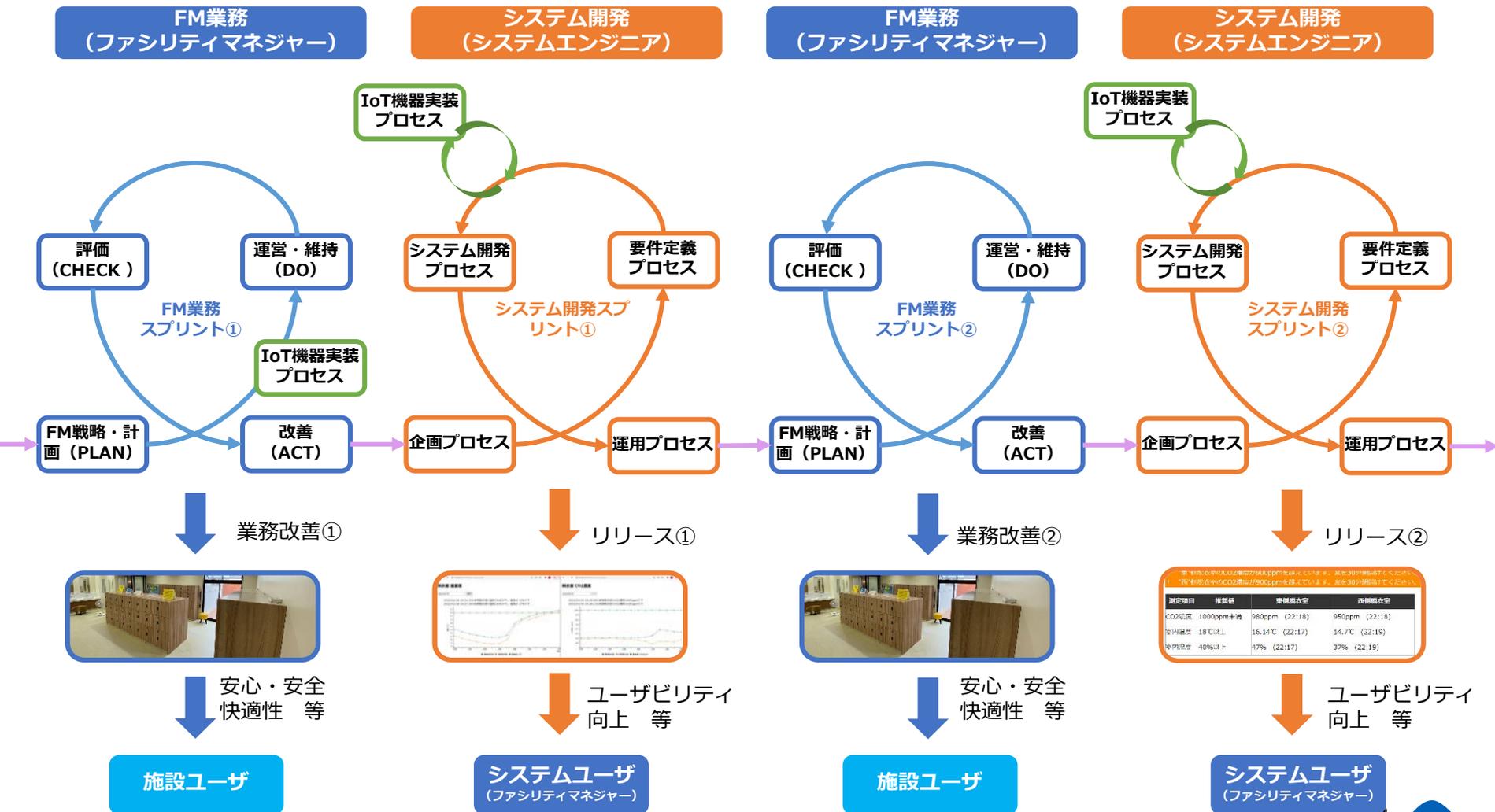
3.4 プロセス分析

一般的なアジャイル開発モデル (IT分野)



3.4 プロセス分析

業務一体型アジャイル開発モデル（ファシリティマネジメントとITの連携）



3.5 アジャイルの効果

【効果1】 データに基づいた窓の開閉や空調制御の判断が可能
 ⇒**室内環境の改善、暖房効率の向上及び空調の省エネ**

表：アプリ導入前（22/2/9～18）と導入後（23/2/9～18）における室内環境・空調消費電力量の変化

| 評価指標 | 東側脱衣室 | 西側脱衣室 |
|--------------|---|---|
| 室内温度（℃） | 【改善傾向】 <ul style="list-style-type: none"> 推奨範囲：約66%⇒約88% | 【改善傾向】 <ul style="list-style-type: none"> 推奨範囲：約45%⇒約52% 推奨範囲+推奨範囲に近い17℃～18℃：約71%⇒約86% 15℃を下回る時間帯 約5%⇒0% (冬季における大幅な室内温度低下を防止) |
| 二酸化炭素濃度（ppm） | 【良好な品質環境を維持】 <ul style="list-style-type: none"> 推奨範囲：100%⇒約86% 推奨範囲 + 許容範囲：100%⇒100% | 【良好な品質環境を維持】 <ul style="list-style-type: none"> 推奨範囲：100%⇒100% |
| 空調消費電力量（Kwh） | 【削減傾向】 <ul style="list-style-type: none"> 2022年期間と比べて1,483Kwh削減（4,057Kwh - 2,573 Kwh） 2021年期間と比べて390Kwh削減（2,963Kwh - 2,573Kwh） | |
| 室内相対湿度（%） | 【湿度上昇傾向】 <ul style="list-style-type: none"> 推奨範囲 約77%⇒約16% | 【湿度上昇傾向】 <ul style="list-style-type: none"> 推奨範囲 約75%⇒約59% |

3.5 アジャイルの効果

【効果2】 システム開発チームと現場チームのスムーズな連携 ⇒ 情報システムの品質向上

①CO₂濃度、室内温湿度の監視

②窓の開閉状態の追加

③休憩室の追加

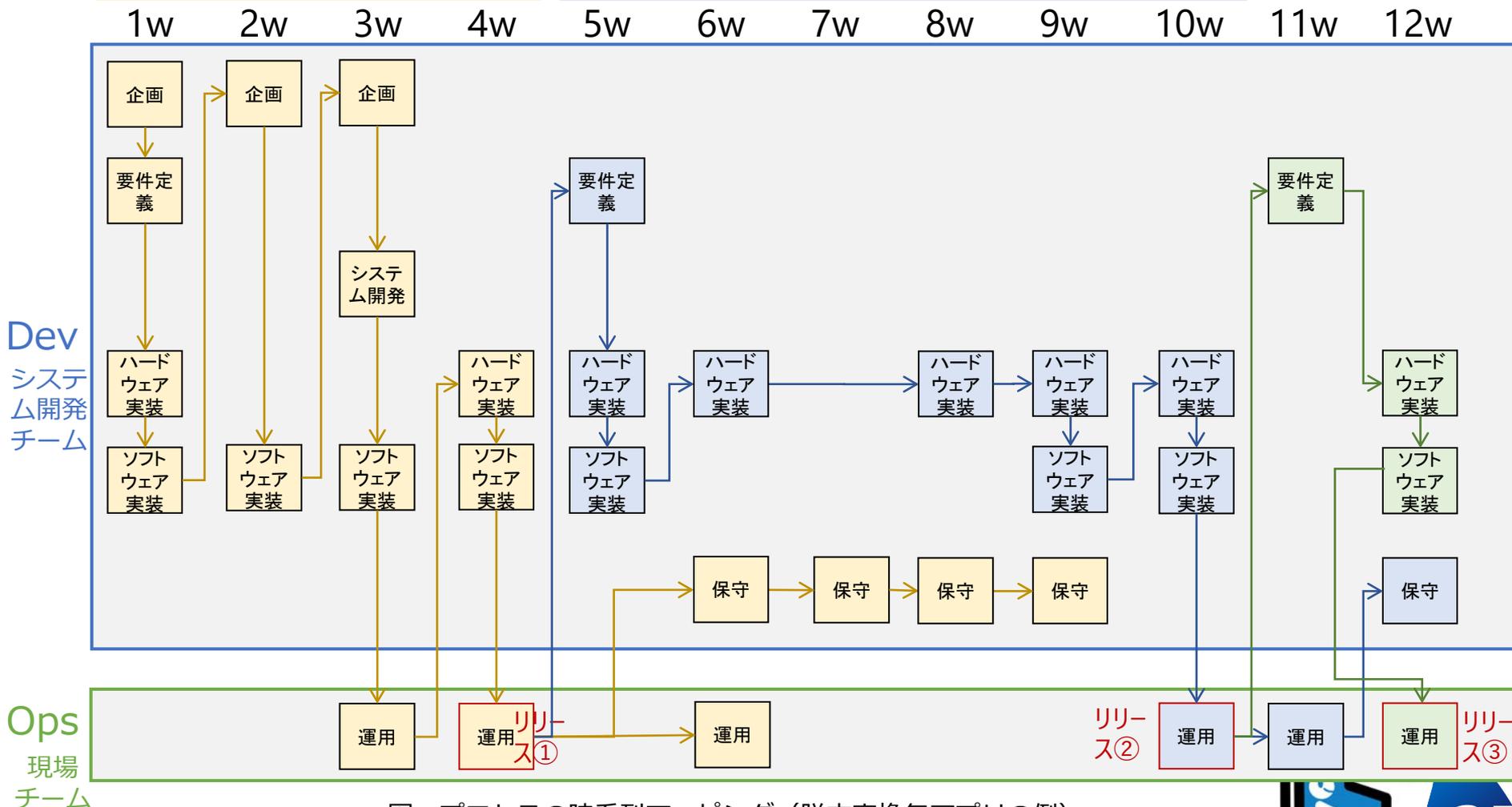


図 プロセスの時系列マッピング (脱衣室換気アプリの例)

3.5 アジャイルの効果

【効果3】現場チームの意識変化（スタッフ3名）

表 現場チーム3名から要求

| No. | 名前 | 要望日時 | ITによる課題解決の依頼 | 対応内容 |
|-----|----|-----------|--|---------------------|
| 1 | C氏 | 2022/2/3 | 温浴施設の利用人数をITを活用してカウントできないか | 温浴利用者数カウントアプリの開発 |
| 2 | C氏 | 2022/3/3 | レストランの利用人数をITを活用してカウントし、分析する方法はないか | 検討したが、費用対効果が低いため未実施 |
| 3 | B氏 | 2022/3/11 | 夏場のピザ窯における職員の体調管理を行うため、ピザ窯に温湿度センサを設置し、監視できないか | ピザ窯温湿度監視アプリの開発 |
| 4 | D氏 | 2022/6/30 | 夏場に向けて直売所の温度管理の必要性が高まっている。直売所に温湿度センサを設置し、監視できないか | 直売所温湿度監視アプリの開発 |
| 5 | B氏 | 2022/9/13 | 生産者の方が直売所の温湿度を確認できるモニタリングアプリを導入できないか | 直売所温湿度監視アプリの更新 |

3.5 アジャイルの効果

【発現要因】 効果発現には、**情報にアクセスしやすい環境**や**柔軟に要件を変更できる仕組み**が大事

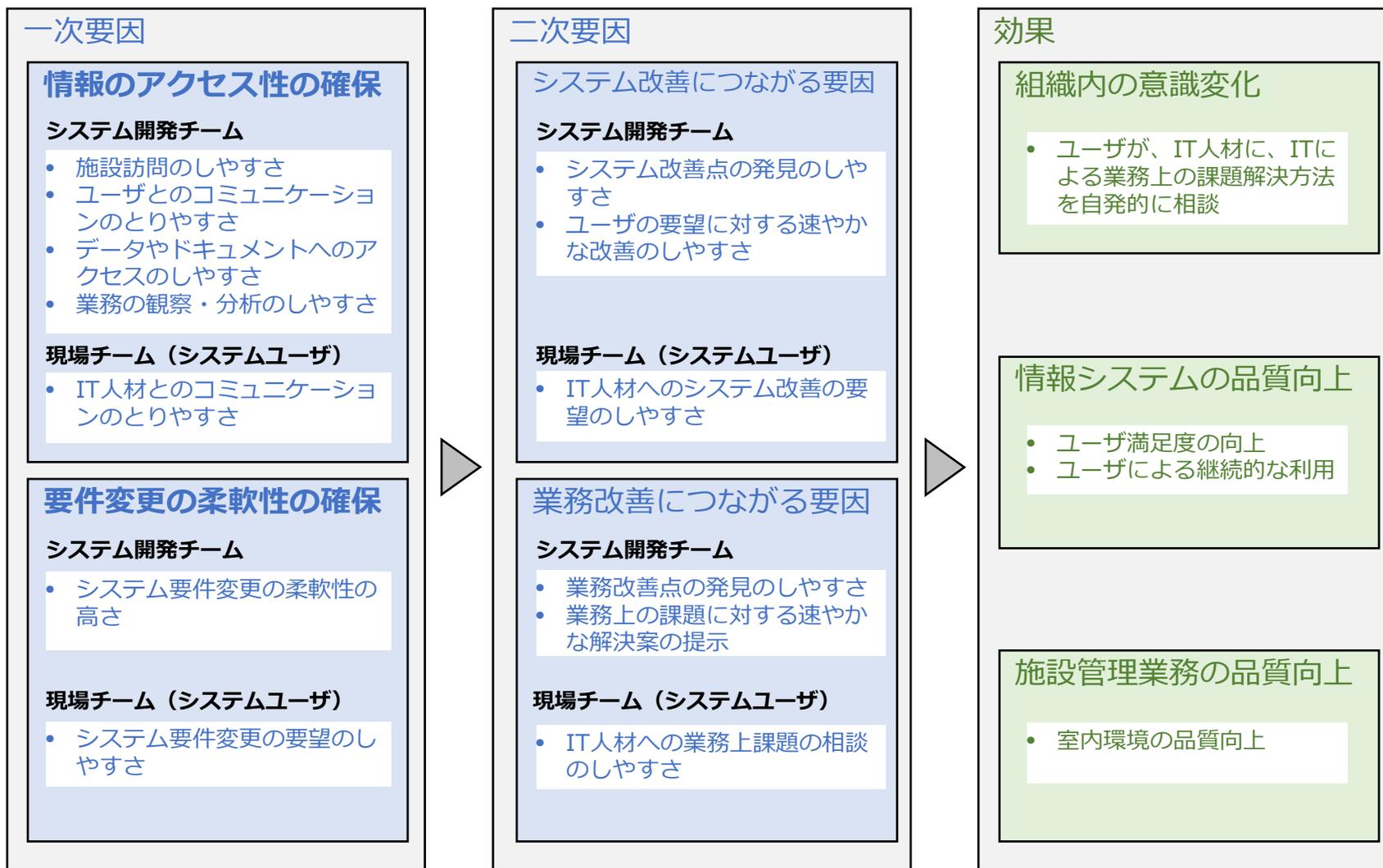


図 アジャイルの効果とその発現要因

4.1 背景と目的

【背景】 **慢性的なIT人材不足**の中でDXを進めるために、**内部人材のシフト**が期待されている

【課題】 一方で、**リスクリングをどのように成功させるか**が一つの課題

【目的】 施設管理組織内の**非IT人材を対象にリスクリング**を実践し、その**特徴と効果**を示すこと

| DX人材の候補 | 長所 | 短所・課題 |
|------------|--|---|
| ①中途採用 | <ul style="list-style-type: none"> 専門人材を早く調達可能 社内人材のリスクリング（再教育）や教育の手間がかからない 社内にノウハウが残る | <ul style="list-style-type: none"> 採用コストなどが高くなる 適切な人材を採用できるか不確実 仕事が合わないと退職してしまう 仕事がなくなった場合の処遇問題など |
| ②新卒採用 | <ul style="list-style-type: none"> 専門人材を早く調達可能 社内人材のリスクリングや教育の手間がかからない 社内にノウハウが残る など | <ul style="list-style-type: none"> 適切な人材を採用できるか不確実 社内教育が良くないとうまく育たない可能性がある 仕事が合わないと退職してしまうなど |
| ③外部専門人材の活用 | <ul style="list-style-type: none"> 専門人材を早く調達可能 教育の手間がかからない など | <ul style="list-style-type: none"> 契約や発注の手間がかかる 社内の人間関係、業務に慣れていない 定期的に人が入れ替わる ノウハウが社内に残らない など |
| ④内部人材のシフト | <ul style="list-style-type: none"> 社内の人間関係、業務に慣れている 新規採用、中途採用の労力がない 人材の有効活用ができる、ノウハウが社内に残る 社外に発注する手間がかからないなど | <ul style="list-style-type: none"> リスクリングが必要 配置換えによる新しい仕事のフォローが必要 DX人材として育たない可能性もあるなど |

4.2 リスキリングの実践

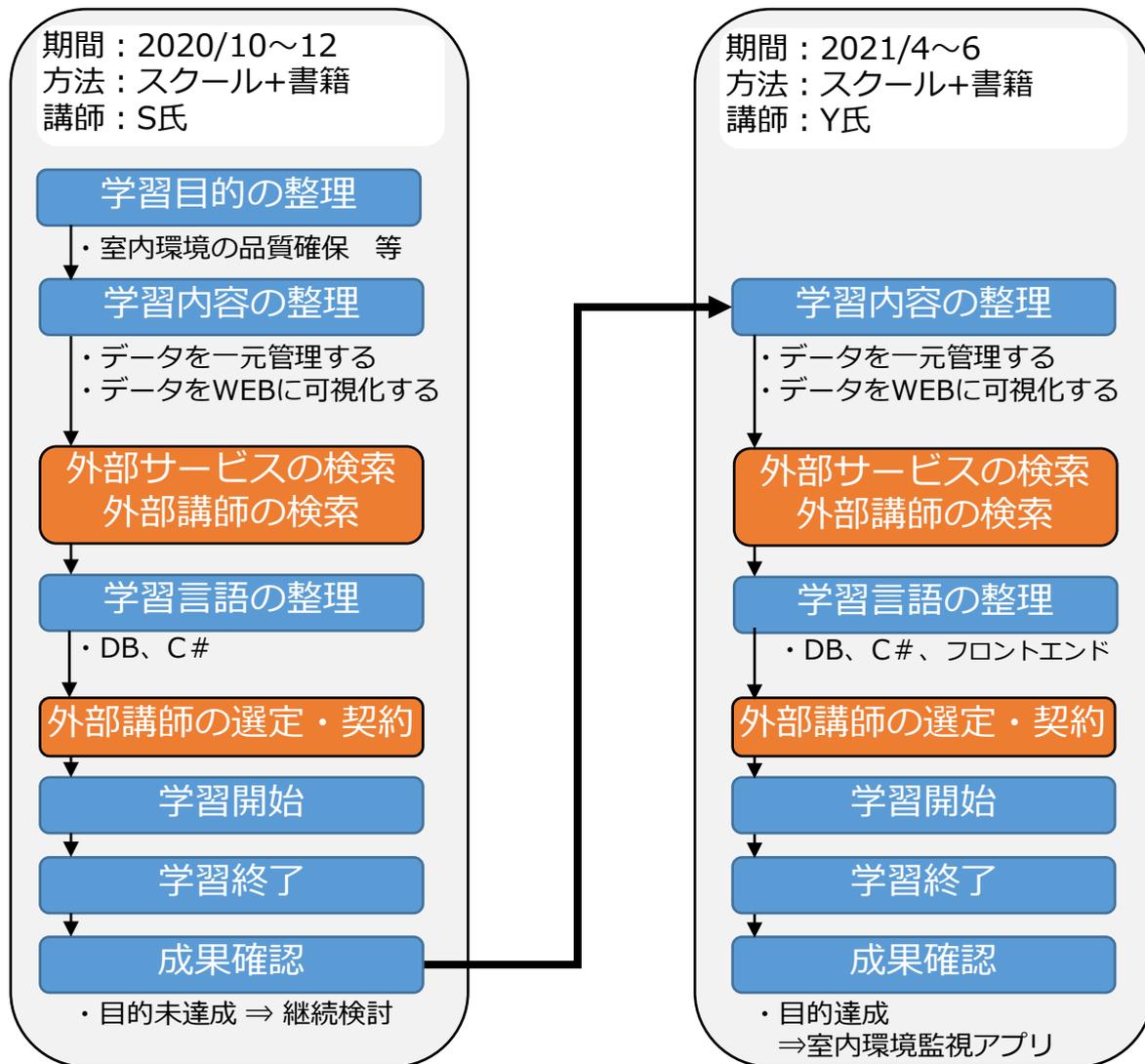
IT人材の育成：内部非IT人材のリスキリング

表 対象者（澁谷）のスキル変化

| 年月 | リスキリング着手時点（2020/10/1） | 9ヶ月経過時点（2021/6/30） |
|------------|---|---|
| 年齢 | 29 | 30 |
| 学歴 | 工学系研究科大学院修了 | 工学系研究科大学院修了 |
| 産業分類 | 学術研究、専門・技術サービス業 | 学術研究、専門・技術サービス業 |
| 職業分類 | 09-建築・土木・測量技術者 092土木技術者 | 09-建築・土木・測量技術者 092土木技術者 |
| 業務経験 | 都市及び地方計画業務 4年 施設運営・維持管理業務 1年 | 都市及び地方計画業務 4年 施設運営・維持管理業務 1年 システム開発業務 9ヶ月 |
| システム開発経験 | なし | あり（9ヶ月間） |
| プログラミングスキル | なし | C#（175h） SQL（98h） HTML,CSS,Javascript（72h） |
| ITツールスキル | Microsoft：WORD,EXCEL,PPT Adobe：Illustrator,Photoshop Autodesk：Autocad | Microsoft：WORD,EXCEL,PPT,VisualStudioCode, SQLServer Adobe：Illustrator,Photoshop,XD Autodesk：Autocad,Revit |

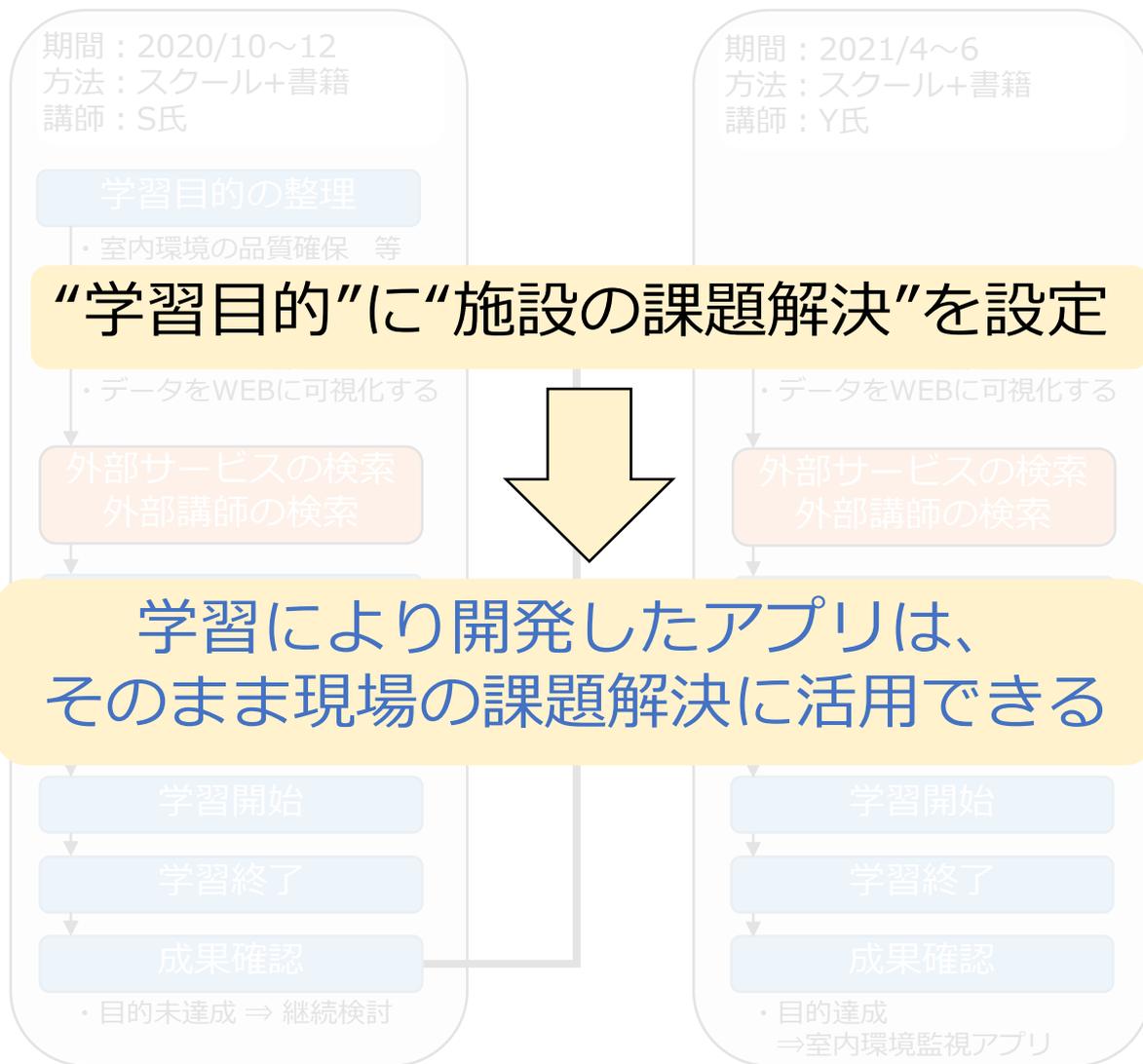
4.2 リスキリングの実践

IT人材の育成：内部非IT人材のリスキリング



4.2 リスキリングの実践

IT人材の育成：内部非IT人材のリスキリング



4.2 リスクリングの実践

【スキル】 今回構築したモジュールと習得したプログラミングスキル（2020/10～2021/6）

| 構築モジュール | 必要なプログラミングスキル | |
|--|--|--|
| | プログラミング言語 | 開発ツール |
| ①データ受信プログラム 受信サーバと同一のネットワークセグメント内のクライアント（ゲートウェイ）からTCP/IP通信やUDP通信でデータを受信し、指定のDBのテーブルにデータをインサートするプログラム | ・サーバサイド言語 （例：C#、Java、PHP） | ・IDE （例：VS Code） |
| ②SQLスクリプト DBのテーブル構築（CREATE、ALTER、DROP等）、データ操作（INSERT、SELECT、TRUNCATE等）をDBMSから実行するSQLスクリプト | ・SQL | ・DBMS （例：SQL Server、Oracle Database、MySQL、PostgreSQL） |
| ③WEB API アプリケーション WEB APIのコントローラを構築し、DBに接続して取得したデータをフロントエンドにJSONで引き渡して、WEBブラウザ上でグラフやテーブル表示するプログラム | ・サーバサイド言語 （例：C#、Java、PHP） ・フロントエンド言語 （HTML、CSS、Javascript等） | ・IDE （例：VS Code） ・APIテスター （例：Talend API Tester） |

4.2 リスクリングの実践

IT人材の育成：内部非IT人材のリスクリング；一般的な学習時間の約1/8！

| 評価項目 | エンジニアになるためのリスクリング (既往のアンケート調査) | エンジニアになるためのリスクリング (澁谷 実績値) |
|---------------|--|---|
| ①期間 | 平均 15.1ヵ月※1 | 9ヶ月 ・ 273日, 2020/10/1~2021/6/30 |
| ②総時間 | 2,491.5時間 ・ 5.5時間/日*約459日 (約459日=365÷12ヵ月*15.1ヵ月) | 345時間 |
| ③時間/日 | 5.5時間/日※1 | 約1.3時間/日 ・ 345時間 ÷ 273日 |
| ④総費用 (a+b) | 約1,018万円~約1,361万円 --- a.直接人件費 約1,018万円 ・ 2,491.5時間*4,087.5円 ・ 時給は令和2年度設計業務委託等技術者単価の技師(C)相当 b.レッスン費 (書籍代等は除く) 0円~約344万円 ・ 主要プログラミングスクールの料金表※2から15ヵ月分費用の最小値・最大値を計算 | 約216万円 --- a.直接人件費 約141万円 ・ 345時間*4,087.5円 ・ 時給は令和2年度設計業務委託等技術者単価の技師(C)相当 b.レッスン費 (書籍代等は除く) 75万円 ・ オンラインスクールA社, 9ヵ月 |

※1 侍エンジニア塾：【調査レポート】現役エンジニアに聞いた、エンジニアになるまでの1日の平均学習時間と学習期間を発表(2022年10月3日)

[<https://www.sejuku.net/blog/143792>] (最終検索日：令和5年3月24日)

※2 株式会社ショーケース：プログラミングスクールの費用を比較(2022年11月10日) [<https://www.showcase-tv.com/programming/school-price>] (最終検索日：令和5年3月24日)

4.3 リスキングの効果

【効果①】 小規模アプリ開発による施設の実課題解決

- リスキングの目的を施設の課題解決としたことで、リスキングの過程で開発したアプリをそのまま現場に活用できた。

【効果②】 内製化による効果

- アプリ開発を内製できたことで、取引コスト削減や組織の内部能力蓄積（アプリ開発ノウハウ、リスキングノウハウ等）といった内製効果を確認できた

【効果③】 他の非IT人材のリスキング意識の高まり

- 被験者がリスキングを実践したことで、周囲の従業員が被験者から刺激を受けてリスキングに挑戦するといった組織内従業員の意識変化がみられた。

5. 1 本日の発表のまとめ

道の駅むつざわをフィールドに、限られた人材でDXを工夫しながら実践し、以下の成果を得た

2. システム開発未経験者による要件定義の実践

⇒DX推進・サポート体制

システム開発未経験者が主担当者でも、システム開発経験者らの支援があれば、標準的な費用で、ユーザニーズに合った「使えるシステム」を開発できる可能性

3. アジャイルによる小規模アプリ内製開発の実践

⇒DXマインドセット・組織文化

施設管理組織内の内部IT人材が現場チームを巻き込みながら、小規模アプリをアジャイルで内製開発することで、現場チームのITによる課題解決の意識変化を確認

4. 内部非IT人材のリスキリングの実践

⇒DX人材確保・育成

施設管理組織内の非IT人材を対象にリスキリングを実践し、その効果（施設課題解決、意識変化、リスキリングの効率化）を確認した

DX推進を支援するツール

参考：施設管理者のための企画支援ツール

公共施設管理者とIoTシステム開発者のコミュニケーションを支援するツール

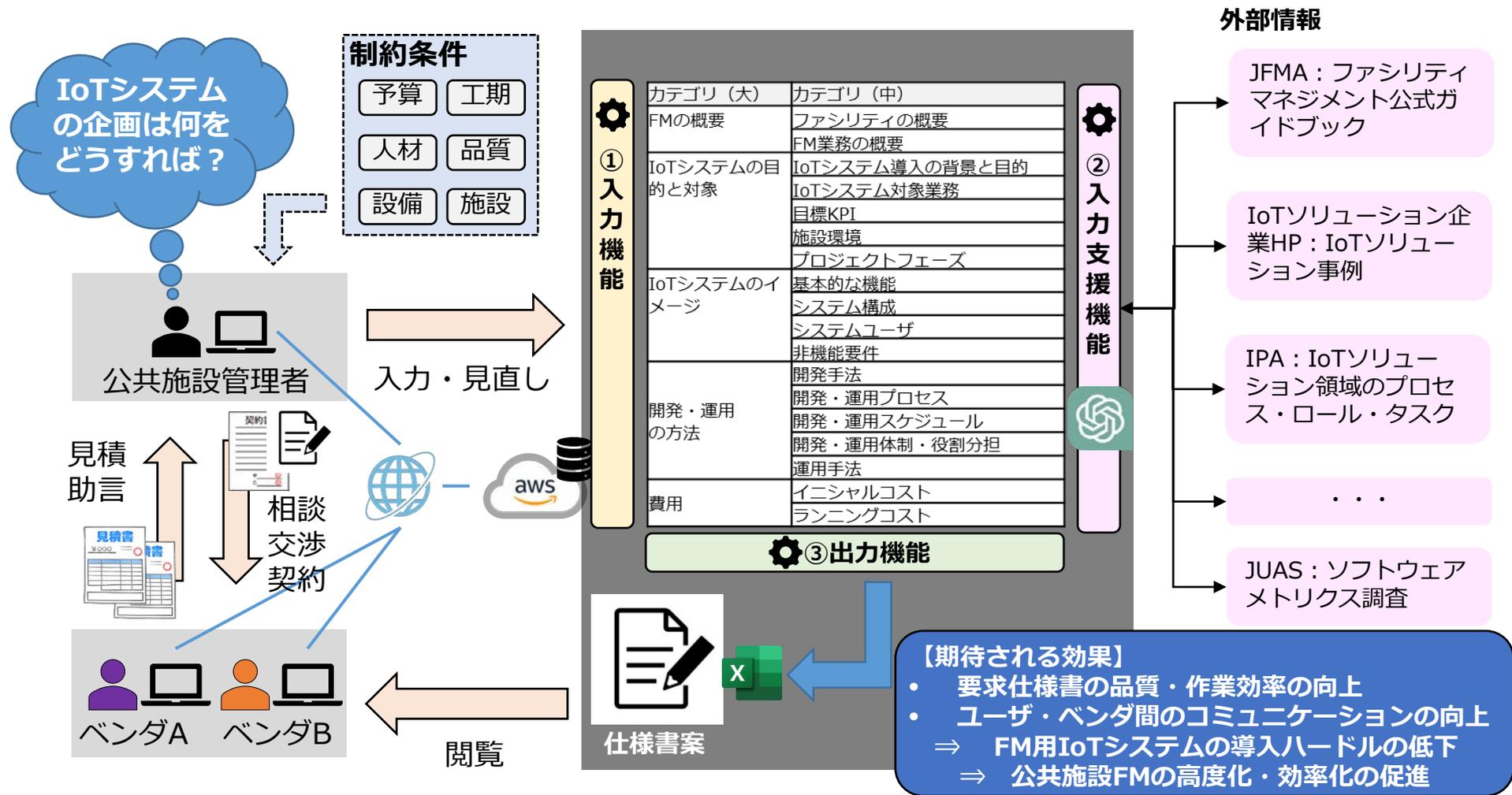


図 IoTシステム企画支援ツールのイメージ (2023/10/24 時点)

ご清聴ありがとうございました