

共同研究テーマ2

デジタルトリプレットに基づく進化指向型予知保全 システムの開発

※1
D3

※2
SoS層
企業層

アーキテクチャデザインのシステム化と最適化



アーキテクチャの整理
アーキテクチャの分析
アーキテクチャより企業全体での生産・設計の最適化

※1
D3

システム層
工場層

エンジニアを支援するデジタルトリプレット



スマート生産システムの
カイゼン・更新
製品ライフサイクル
エンジニアリング
支援
スマート生産システムの
故障診断

※1
D3

ユニット層
生産ライン




製品のデジタル化
3Dスキャンニング
設備の知能化
センシング技術
センサ融合基盤技術
故障検知技術
先端加工技術
次世代
溶接技術の開発

※1 D3 : Digital triplet


※2 SoS層 : System of Systems

ヒトCPS
人層
Cyber Physical System


人の測定基盤技術の開発
運動・筋電図・脳波



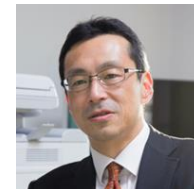
人をアシストする設備



ヒトをモデル化



三竹 祐矢
助教



梅田 靖
教授

共同研究者@2024

東京大学：坂本 聖[M2]

ダイキン工業：浜 靖典、赤松 政紀、野口 直也

止まらない工場の実現に向けて

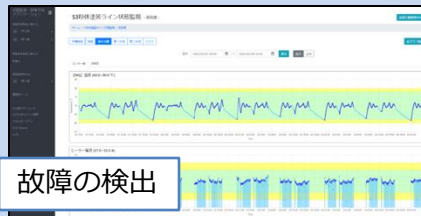
- グローバル拠点の増加による設備数の増加、オートメーション化による生産設備の複雑化、工場IoT化により**設備保全に必要とされる知識や技術が増加・高度化**
- ダイキンの強み：**故障予知アプリ**による故障検出、適切な診断・処置を行う**熟練保全マンの保全力**
- 一方で、作業者の離職率の向上や熟練技能者の引退による**知識・技能の維持・継承の問題**が顕在化

125以上のグローバル空調生産拠点



予知保全活動

故障予知アプリ



熟練保全技術者の 設備保全知識の活用



+

グローバルに生産拠点が拡大する中で
熟練者の知識を活用した“設備保全力強化”が急務に

保全に係る知識蓄積における現状と課題

設備
ライフサイクル

設備開発

設備導入

設備運用
(保全活動)

設備
廃却

設備開発者



試験報告書
工程FMEA
設備仕様書, 等



完成図書
電気配線図, 組立図
機器取扱説明書...等



設備改造実

① 開発・導入時の設備運用のノウハウが、実際の運用時に活かしてきれていない

故障予知
アルゴリズム
開発者



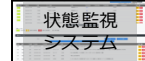
試験報告書
設計FMEA



予知アルゴリズム
仕様書



予知アルゴリズム
運用実績



保全技術者



③ 設備運用の実績データが保全知識や設備仕様反映できていない

保全診断処置実績



② 保全の処置実績を再利用可能な形で蓄積できていない

熟練者の知識を継承し、活用し続ける環境が整っていない



保全実績を蓄積し、知識として再利用できる仕組みが必要

本テーマの目的・アプローチ

目的

現場で得られる実績に基づき保全知識を常に更新し続け、
止まらない工場を実現する予知保全システムの構築

アプローチ

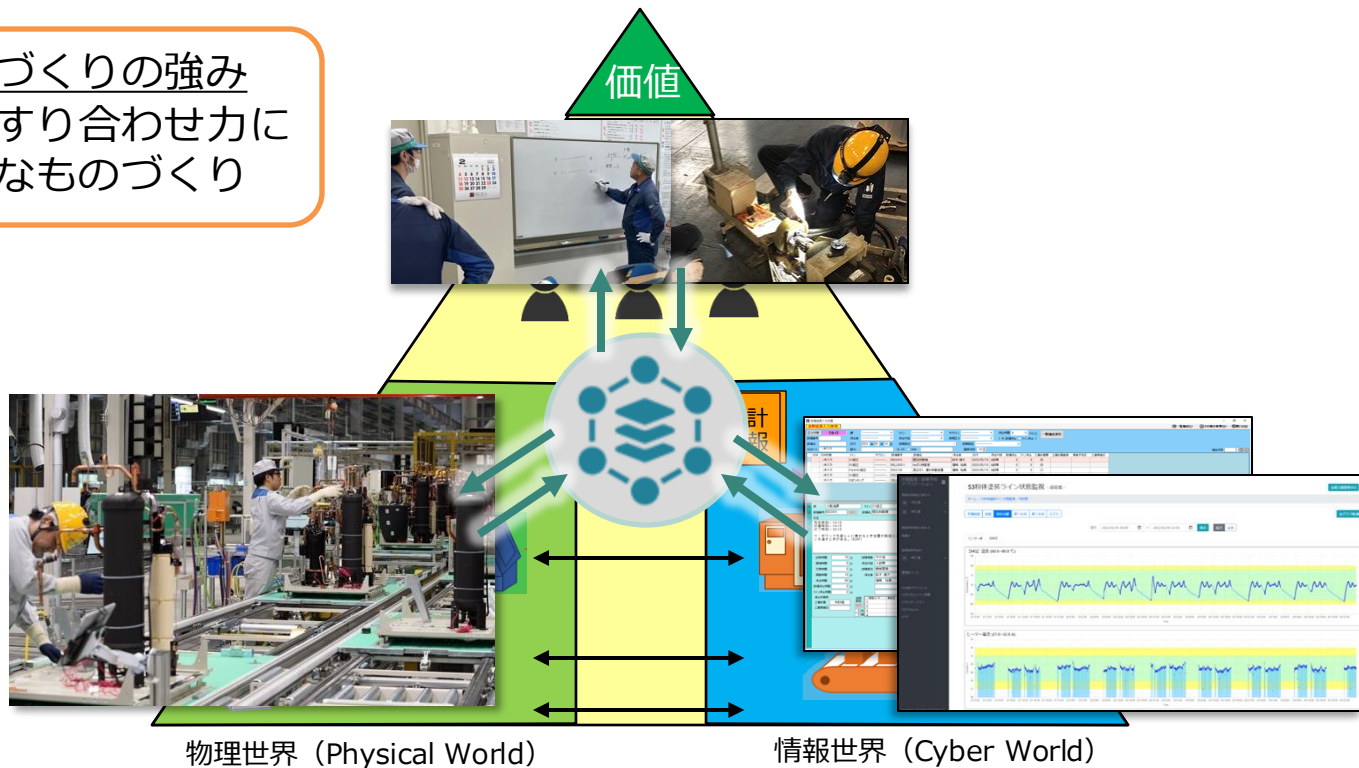
デジタルトリプレットに基づく
知識 × データ連携による保全知識の更新と活用

デジタルトリプレット (Digital triplet, D3)

D3 = D2 (物理世界+サイバー世界) + 知的活動世界

現場の技術者の知識・思考を形式知化し、デジタルツインと統合することで価値を創出する

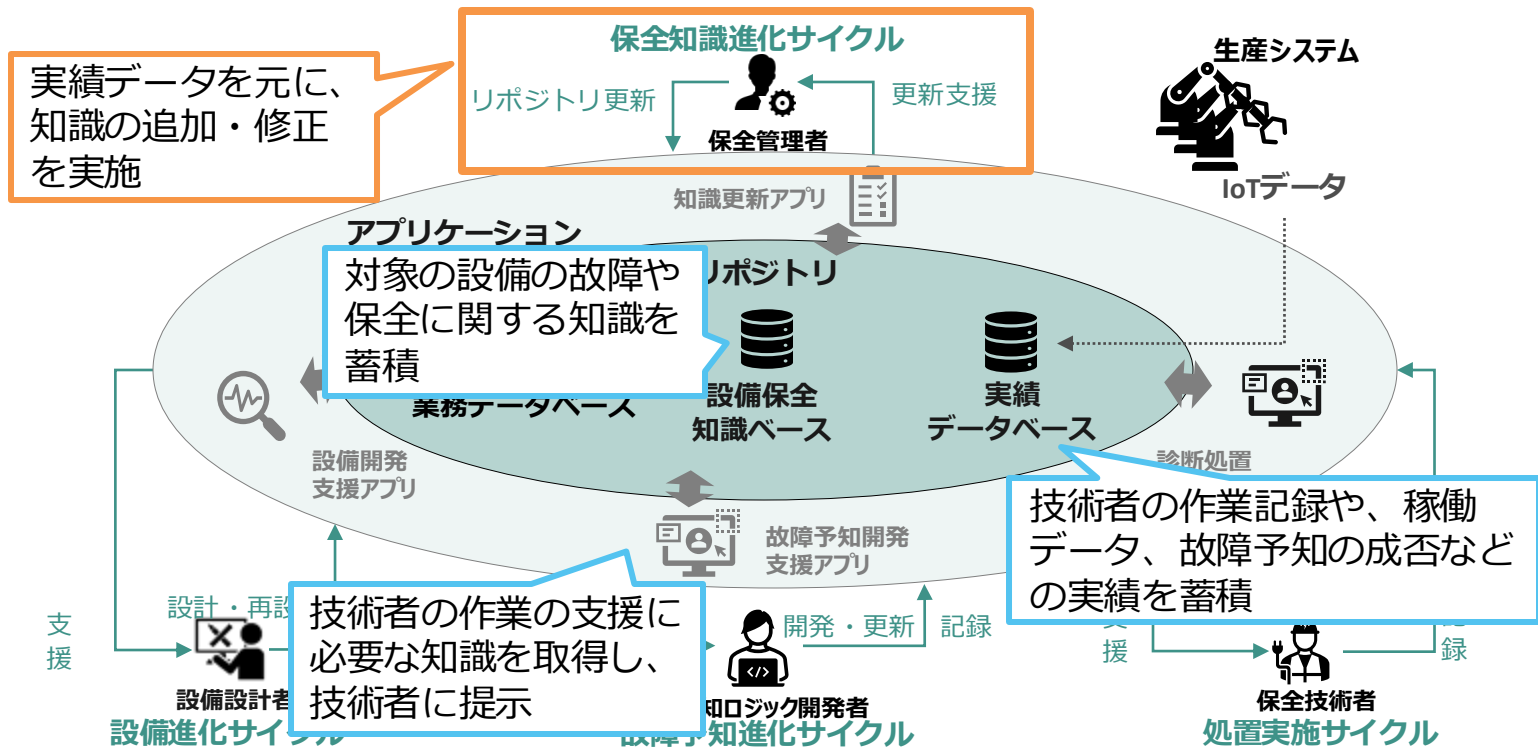
日本のものづくりの強み
カイゼンカ・すり合わせ力による
高品質なものづくり



本講座で目指す姿

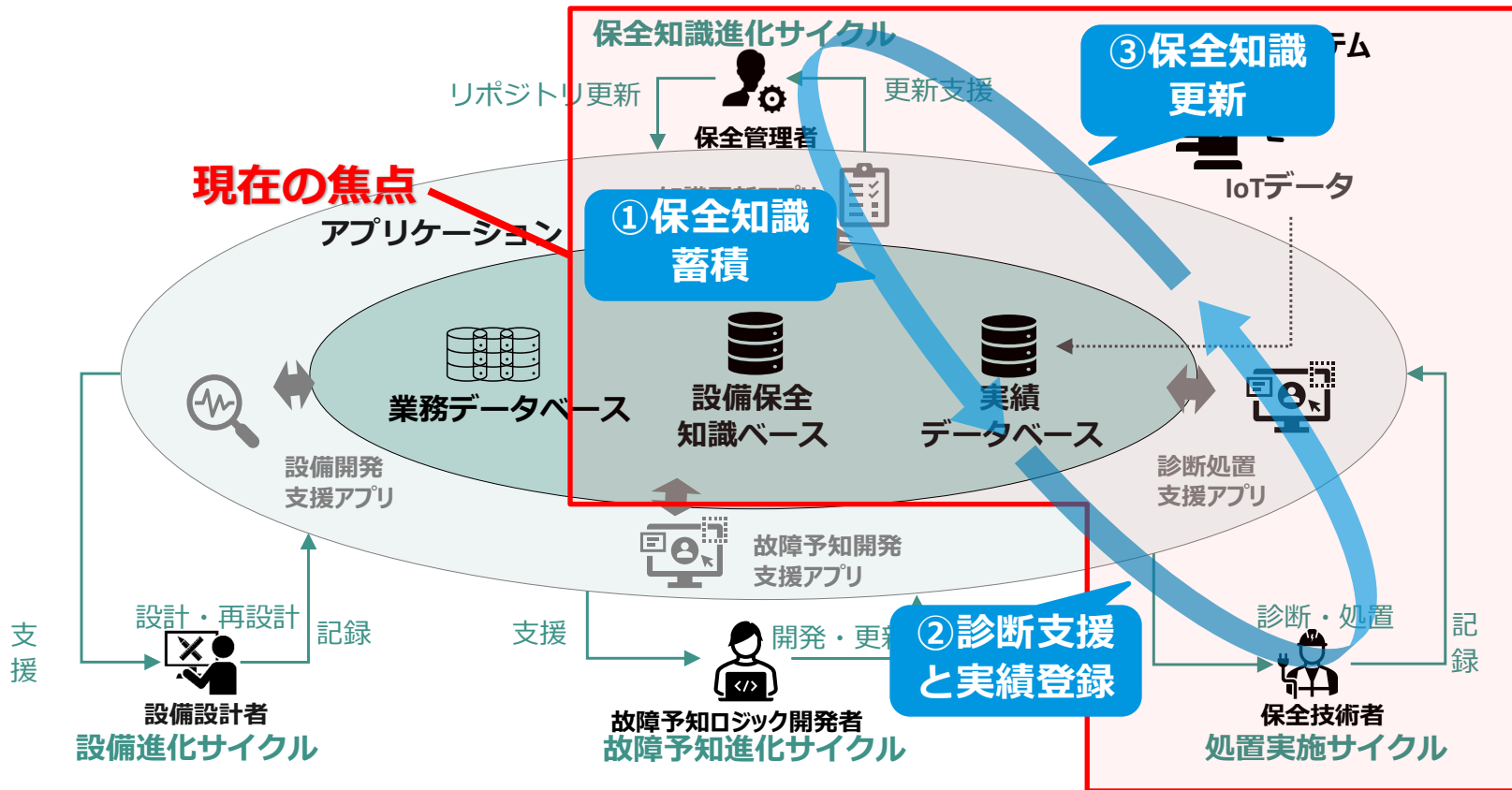
進化指向型予知保全システム

知識と実績データを蓄積するリポジトリと、リポジトリから必要な情報を抽出し、各技術者に提示するアプリケーションからなる予知保全システム



現在の取り組み対象

保全活動における知識の進化サイクル



取り組み内容

取り組む研究課題

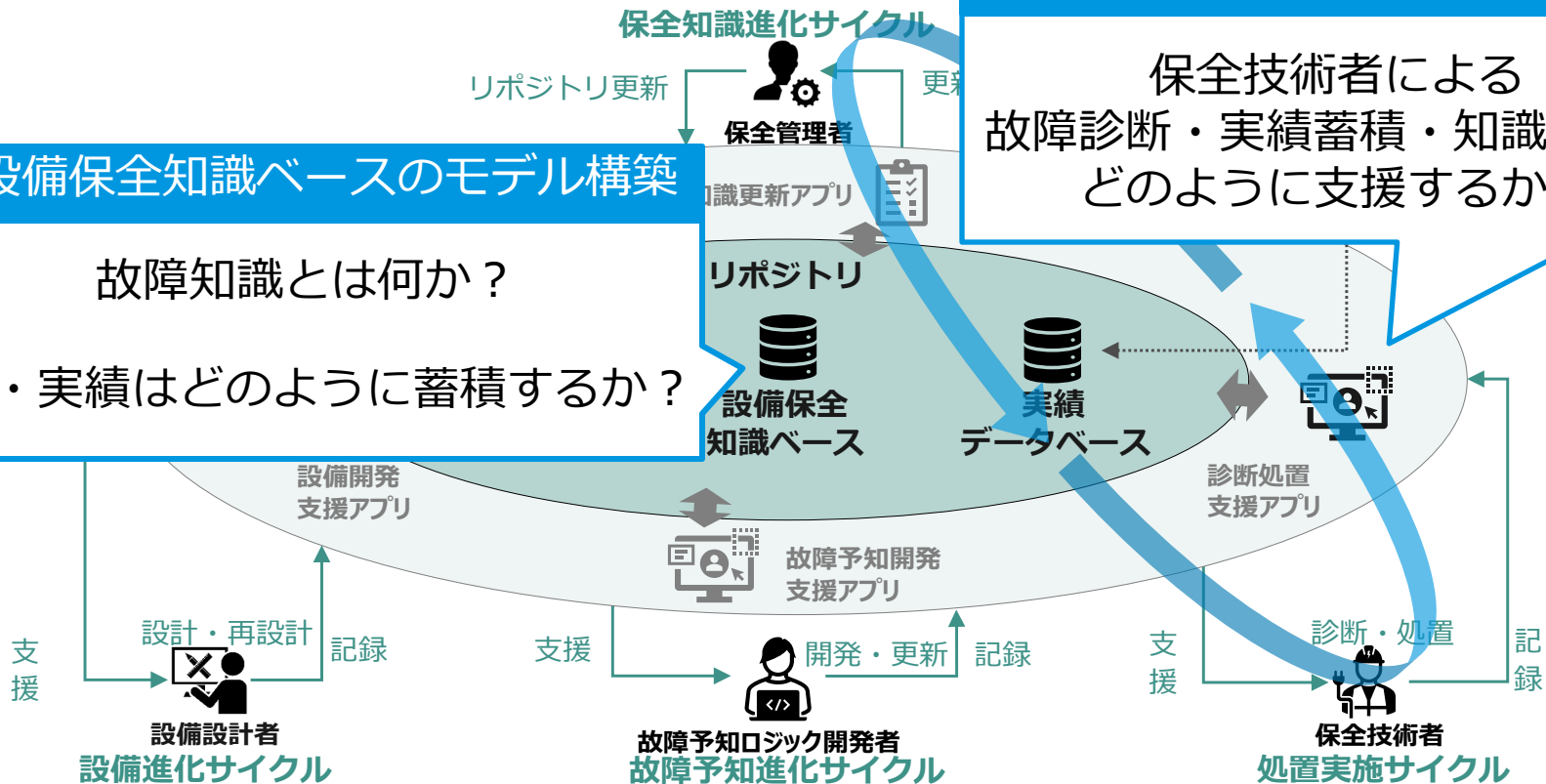
I. 設備保全知識ベースのモデル構築

故障知識とは何か？

知識・実績はどのように蓄積するか？

II. 設備保全業務システムの開発

保全技術者による
故障診断・実績蓄積・知識更新を
どのように支援するか？



I. 設備保全知識ベースのモデル構築

I-1. 保全知識の定義

設備の診断・処置



熟練保全マンの知識

- ・ 設備の機器構成
- ・ 想定される故障
- ・ 診断処置方法

知識とその関係性を整理

設備保全知識が含まれるドキュメントやデータの関係性

機器配置図

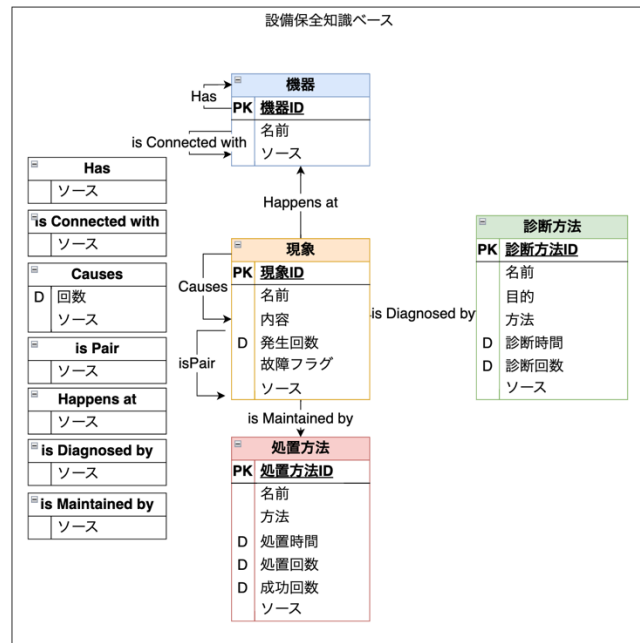
FMEA

保全診断処置実績



それぞれのフォーマット内で管理
→データとしてつながっていない

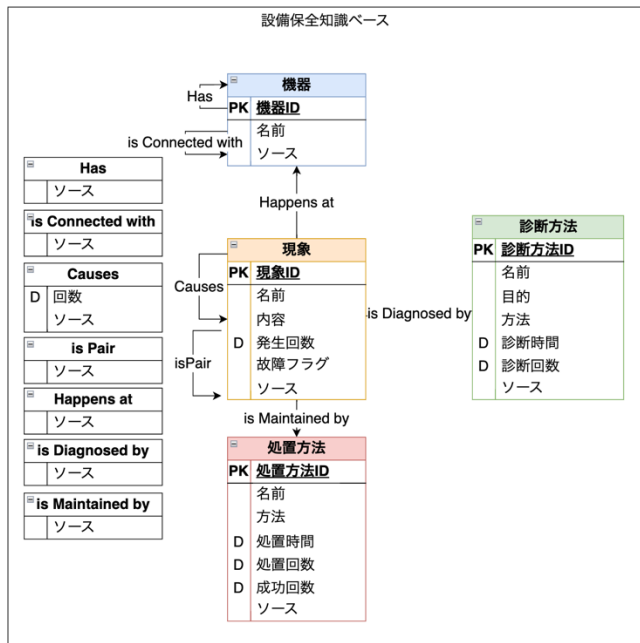
定義した設備保全知識ベースモデル
(リポジトリの定義書)



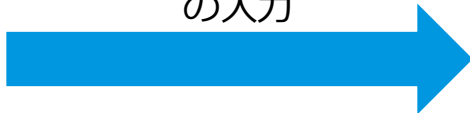
I. 設備保全知識ベースのモデル構築

I-2. 保全知識ベースの構築

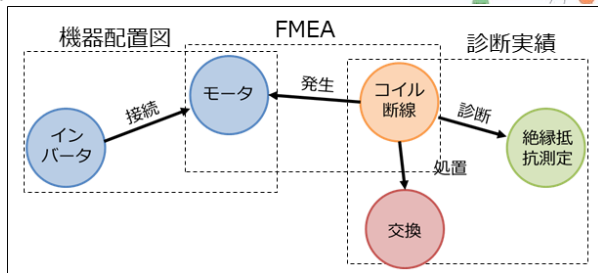
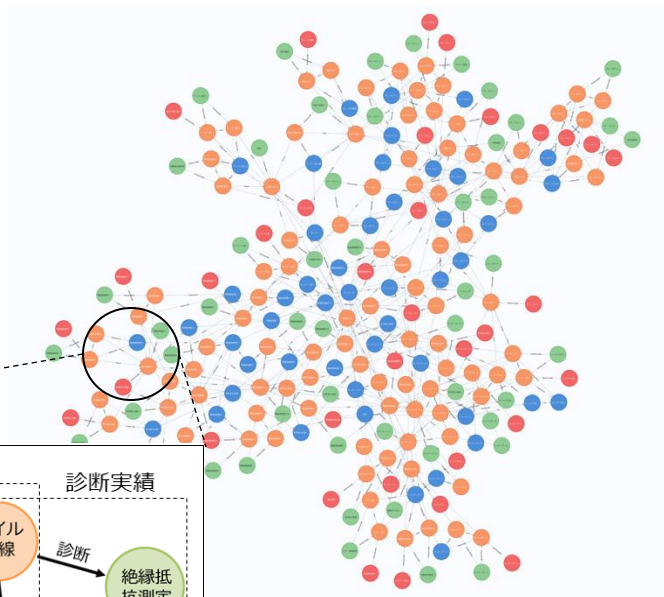
定義した設備保全知識ベースモデル
(リポジトリの定義書)



実際の設備の
FMEA・構造情報
の入力



インバータモータの駆動部の
設備保全知識ベース



バラバラだった知識の関係性を表現

II. 設備保全業務システムの開発

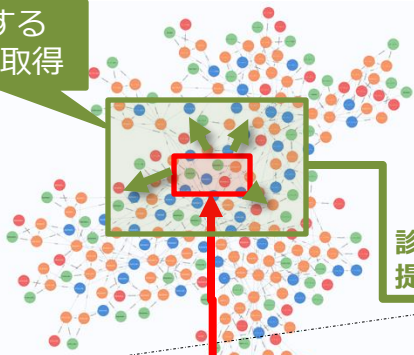
保全業務システム

保全技術者・保安全管理者の活動を支援する3つの機能を開発

1. **診断支援**：故障現象に応じた診断プロセスを提示
2. **処置実績記録**：起こった事象・原因・処置を記録
3. **保全知識更新**：実績に基づく保全知識の追加・修正

設備保全知識ベース

関係する
知識の取得



現場の状況から検索

<状況検索・提案>

対象 発生現象

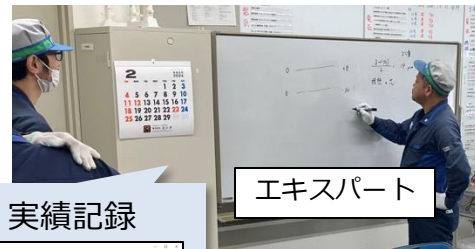
診断・機器対象 診断方法

診断・処置の支援



1. 診断支援

実績蓄積と知識更新



2. 実績記録

3. 知識更新

実績の追加

知識の追加／修正

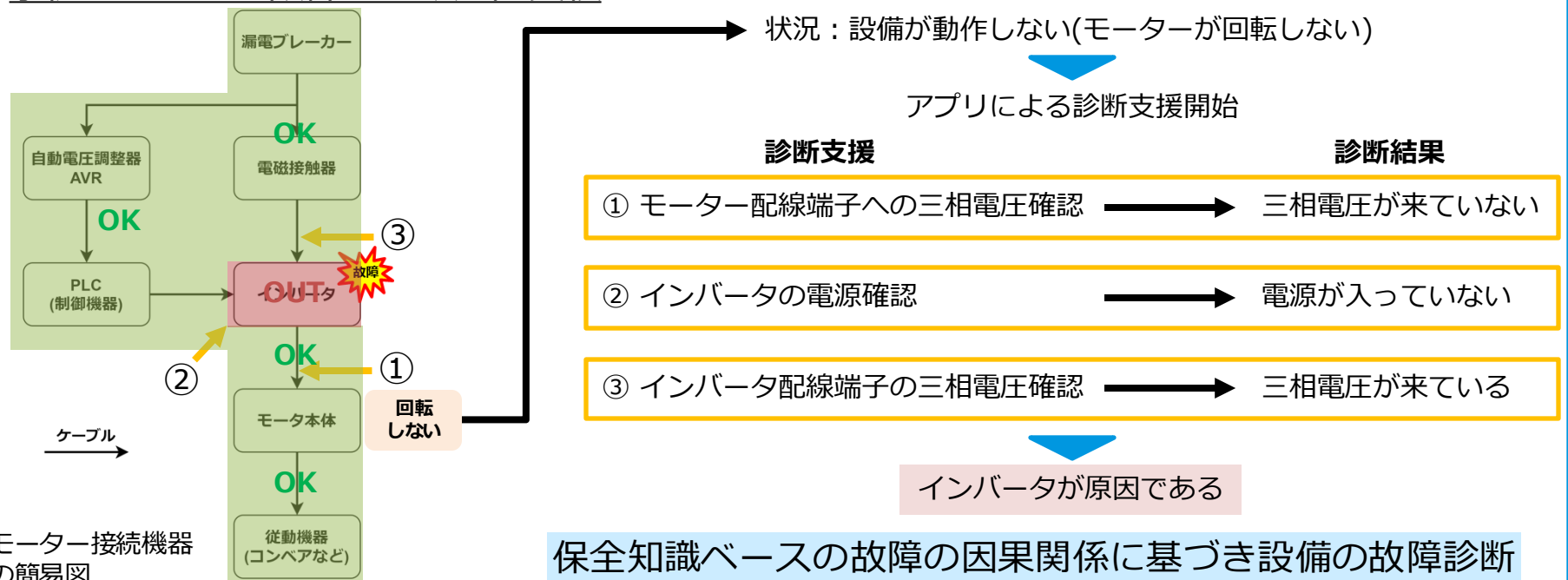
検証：実際の保全現場におけるシステム運用

検証環境

- ・対象：ダイキン工業 臨海工場の保全グループを対象
- ・10月中旬からの2か月間、診断処置の支援と設備保全知識の蓄積・更新を検証



事例：モーター故障の診断処置実績



状況：設備が動作しない(モーターが回転しない)

アプリによる診断支援開始

診断支援

診断結果

- ① モーター配線端子への三相電圧確認 → 三相電圧が来ていない
- ② インバータの電源確認 → 電源が入っていない
- ③ インバータ配線端子の三相電圧確認 → 三相電圧が来ている

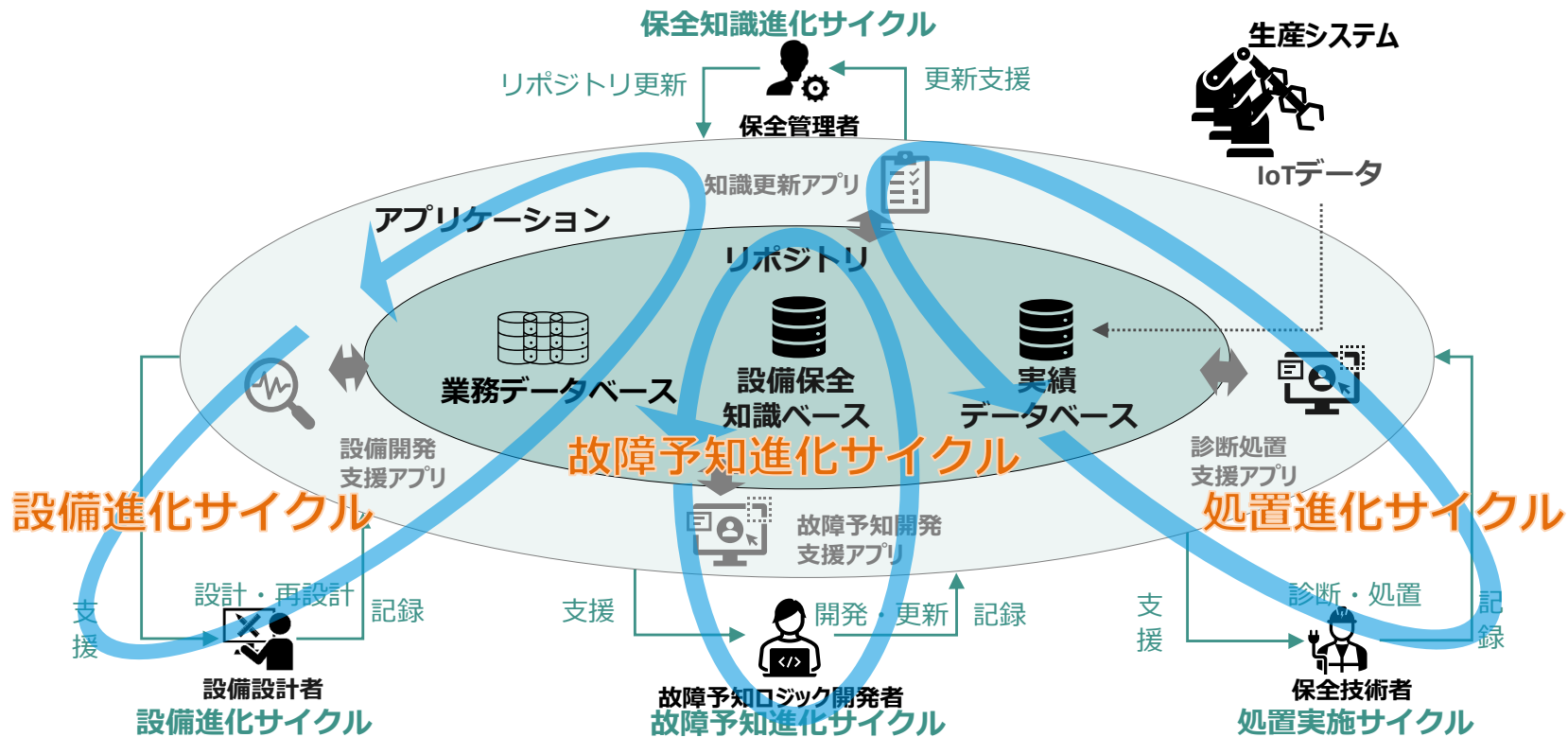
インバータが原因である

保全知識ベースの故障の因果関係に基づき設備の故障診断を行い、原因にたどり着くことができた

モーター接続機器の簡易図

おわりに：進化指向型予知保全システム実現に向けて

故障予知アルゴリズム開発・設備設計まで含めた包括的な知識更新の仕組みの実現



おわりに：進化指向型予知保全システム実現に向けて

故障予知アルゴリズム開発・設備設計まで含めた包括的な知識更新の仕組みの実現

今年度下期は検証後、システムの課題を抽出し、現場運用に向けた要件定義
次年度以降に故障予知・設備進化サイクルを対象とした設計・開発を実行予定

次年度以降の取り組み対象

今回の内容

次年度、現場での運用
開始を検討

設備進化サイクル

故障予知進化サイクル

処置進化サイクル

