

IVI公開シンポジウム2024-Spring-
2024年3月14日(ハイブリッド開催)

【業務シナリオWGセッション④】 AIとデジタルツイン

セッションモデレーター

IVI代表幹事(神戸製鋼所) 高橋 英二



業務シナリオセッション④ ～AIとデジタルツイン～

■セッションモデレーター 高橋 英二 /神戸製鋼所

テーマ / 発表者	
【9E01】 製造業メタバースとAIのデジタルツイン	包原 孝英(安川電機) 遠塚 弘(レイマック) 佐藤 寛太郎(日本ヒューレット・パカード)
【9A01】 メタルマスク業界の二刀流工場革新	伊藤 憲秀(イトウプリント)
【9B02】 予知保全・ものづくり可視化システムの実装	牛山 順一(ミスズ工業)
【9C02】 ロット生産工場CPS化による部品置場の最適化	渡邊 敬文(マツダ)



製造業メタバースとAIのデジタルツイン (カーボンニュートラル・スコープ3 Ready)



松岡 康男



佐藤 博義

石川 晴行

秋元 一泰

龔 剣

坂根 誠司

佐藤 寛太郎

芦田 早織

金子 純也

出頭 寿子

DPMSs(同)

(株)エーディーエステック

華為技術日本(株)

華為技術日本(株)

華為技術日本(株)

日本ヒューレット・パカード(同)

日本ヒューレット・パカード(同)

日本ヒューレット・パカード(同)

Morning Project Samurai(株)

Morning Project Samurai(株)



遠塚 弘

包原 孝英

種村 徹

山田 隆

大谷 聡

梶本 篤志

(株)レイマック

(株)安川電機

(株)牧野フライス製作所

(株)神戸製鋼所

connectome.design(株)

アビームコンサルティング(株)

Special Thanks

伊藤 憲秀 (イトウプリント)

牛山 順一 (ミスズ工業)

北原 学 (ミスズ工業)

土屋 春幸 (ミスズ工業)

森 満帆 (ニチダイ)

河田 健一 (ダイキン工業)

平田 俊明 (東京情報デザイン専門職大学)

藤澤 和典 (DPMSs)

・9A01,9B02WG(16名)

・先進研究会: ASG020, ASG021



産業用メタバースによるAIのデジタルツインを試行。

・加工装置に設置したIOT(マルチセンサー＋画像)データを収集し装置の健全性を早期に診断する仕組みの実装。CIOF(企業間データ流通PF)のメタバース化をAIデジタルツインとして試みる。

AS-IS

各種センサーを活用したAI技術の産業分野への導入・実装、大量データ見える化、リアルタイム品質管理をはじめ、企業間CIOF連携の再調整

TO-BE

本WGは、エッジAIの活用スケーラビリティ実現を梃子にした産業構造におけるビジネスモデル変革実現が見える化。企業間AIのデジタルツインをメタバースで可視化。

ゴール

・ニチダイ、ミスズ、イトウプリント、東京都立大学、お茶ノ水女子大学、塑性加工学会関係企業を実証検証場所として各種ソリューション提供と実証検証を実施。
・適用ソリューション: CIOF、CN、ローカル5G、HPEソリューション(見える化、画像AI、カメラIE)、レイマック照明技術&画像AI、画像AI評価、センサーAI、RNN(生成AI)活用、メタバース活用による製造DX、ドローン、3D空間データ活用等々、メタルマスク検査技術、ASG020/ASG021/ASG022/CIOFタスクフォース/CNタスクフォース連携での新テクノロジーも活用して製造現場の可視化に向けて新規チャレンジ。

WG
8E01
8B03/02
↓
WG
9E01
9A01/9B02



1)産業用メタバーースによるAIのデジタルツインを試行

発表者:包原

2) Omniverseを活用したデバイス選定の最適化

発表者:遠塚

3) Litmus Edgeによる見える化

発表者:佐藤(寛)

9E01 + 2WGの共通テーマで活動 !!

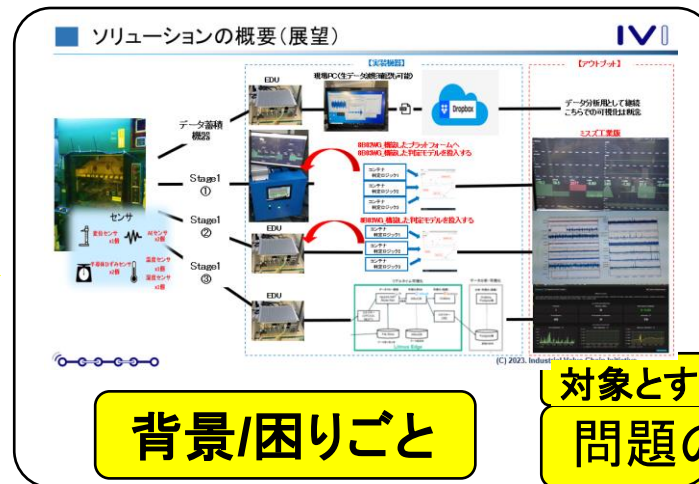
9E01

製造業メタバース
と
AIのデジタルツイン

様々なコンサルテーション、ソリューション、コンポーネンツ、アイデアを提供して、2WGがゴールを達成できるようにサポートします。ASG020、ASG021とも連携しつつ、その活動のなかから新たに得た発見、知見、技術を糧にしてNEXT Challengeにつなげる。

9B02:ミスズ
予知保全・ものづくり可視化システムの実装

9A01:イトウプリント
メタルマスク業界の二刀流・工場革新



対象とする工場や設備/部品
問題の発見と共有



テーマ選定経緯

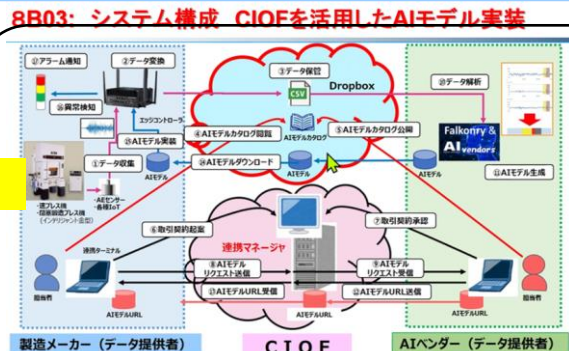
※ CIOF成果を活用し、以下3WGの共通テーマで活動 !!



9A01:イトウプリント メタルマスク業界の二刀流・工場革新



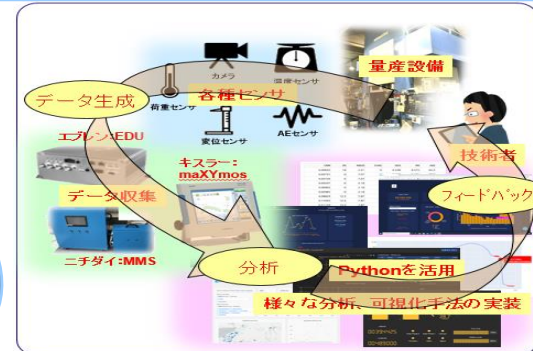
9B02:ミスズ AIを用いた予知保全システムの実装



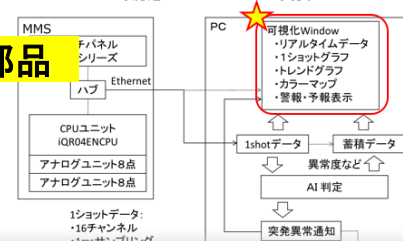
8B03: ソリューションの概要(展望) ー外観検査ー



8B02:ニチダイ ものづくり可視化プラットフォームの実装



可視化プラットフォームの実装!



背景/困りごと

目指す姿

今年度合流

対象とする工場や設備/部品

【経緯:CIOFによる企業間連携とマナタイズ⇒CNスコープ3】



昨年度活動

今年度

2022年度は4WG組織とASG関連トータル187名の中で活動

- 8A02: 伊藤プリントの二刀流・工場革新
イトウプリント 伊藤 憲秀, 他11名 (2022年度から開始)
- 8B02: ものづくり可視化プラットフォームの実装(鍛造編)
ニチダイ 森 満帆, 他8名 (2021年度 7D02:鍛造プレス機のインプロセス管理の継続)
- 8B03: AIを用いた予知保全システムの実装
ミスズ工業 牛山 順一, 他6名 (2021年度 7B02:高速プレス機の不良検知:センサー画像AIの継続)
- 8E01: プレス機DX(AI)とCIOF企業間連携
東芝 松岡 康男, 他17名 (2021年度 7E01:AI流通基盤による企業間連携の継続)

4WG全体42名+ASG020(60名)+ASG021(27名)+
+CIOFプロジェクト(22名)CNタスクフォース(36名)等々で
IVI全体として187名の方々と今年度は活動中。



CIOFによる
「製造DXとデータ流通・取引き契約」

CIOF活用によるCNスコープ3への挑戦

製造業メタバースとAIのデジタルツイン

■これまでの成果を生かして : CIOF連携の企業

●CIOF活用して製造業のエコシステムを構築:

CIOF環境を整備をしつつ

- ①製造加工品質のインプロセス管理
- ②製造加工時のセンサデータを収集しエッジAIを実装できた。

CIOF:モノづくりデータ活用組織の更なる展開へ

スマートファクトリーJapan構想

・右側18社の協力+
17社のメンバー企業
総勢35社、2団体の
協力を頂き活動

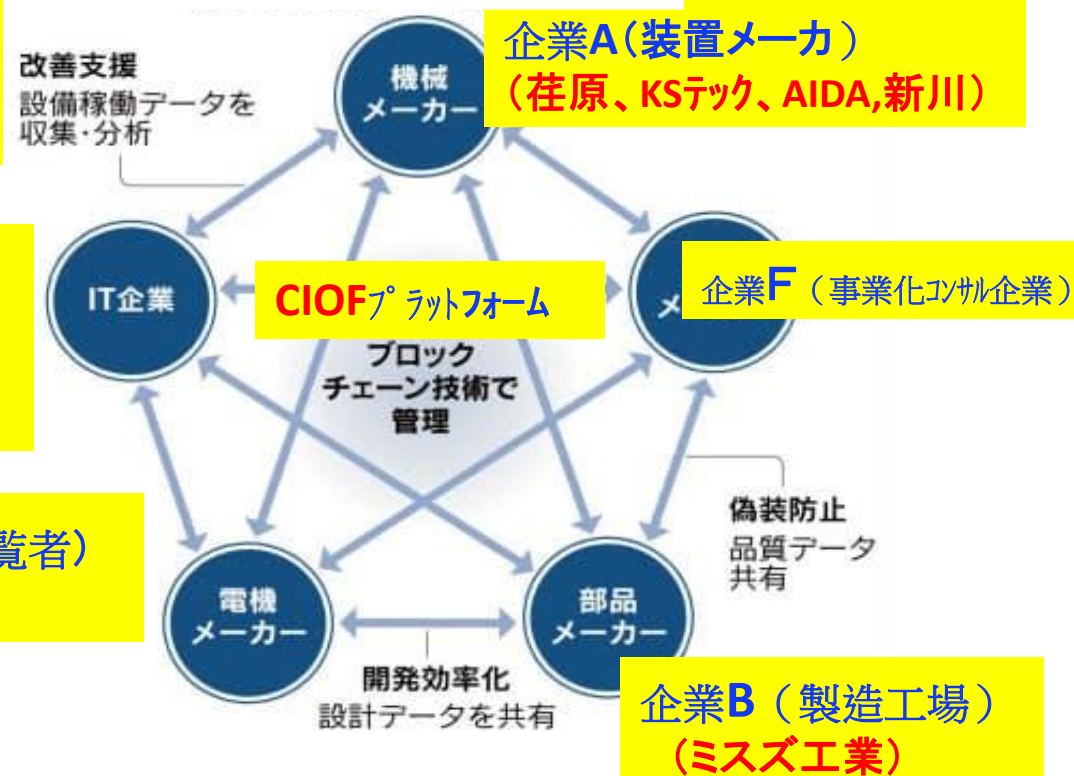
コンソーシアム連携

DTA、JASST、JIIA、SIP、EPFC、
DPFC,ASG020,021,022、他

企業E (サポート企業)
AR遠隔リモート監視
(DBI、TST)

企業C (AI企業)
(Falconry、Sas_Via、
CX-M、Matolab、他)
(ASG:AI深層学習研究チーム)

企業D (公開情報閲覧者)
スタートアップ企業



狙い:役者すべてがWin-Winになるマネタイズモデルを創造する



課題設定(メタバース、AIデジタルツイン、オープンラボ)



実装方針

①製造現場のメタバース空間の構築

⇒iPhoneアプリを使用して現場を撮像、
加工処理し、3D空間を再現。
管理情報の共有(ディスプレイ表示)

②NVIDIA Omniverse活用(検査条件最適化)

③教育現場(大学)のメタバース空間の構築



レーザ加工室(ITOP)



高速プレス機(ミスズ)



実証実験の計画

①メタバース:

・中小企業でも出来るメタバース活用事例(IVI、大学連携)

⇒ミスズ(プレス工程、見える化)

⇒ITOP(CAD室、加工室),メタルマスクHUB(進捗管理見える化)

⇒外観検査条件の最適化(NVIDIA Omniverse活用)

⇒モック&アイデアソンまとめ(3/E)

②AIデジタルツイン

・ミスズ(見える化、予知保全) ⇒ **IVIコンポーネントへの実装**

(Litmus Edgeによるデータ可視化(Grafana),EDUへのAI実装)

・オープンラボ構想(CIOF,CNスコプ3ユースケース検討継続)



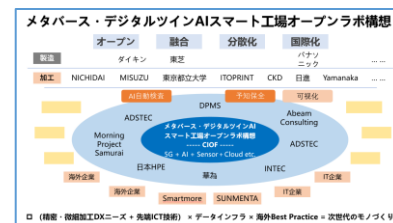
ソリューションの概要(展望)

本WGは、エッジAIの活用スケーラビリティ実現を梃子にした産業構造におけるビジネスモデル変革実現を見える化。企業間AIのデジタルツインをメタバースで可視化。

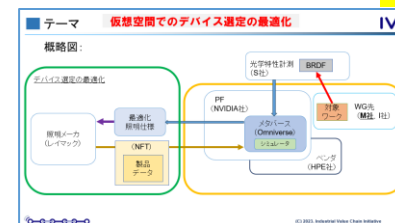
・ニチダイ、ミスズ、イトウプリント、東京都立大学、塑性加工学会関係企業を実証検証場所として各種ソリューション提供と実証検証を実施。

・適用ソリューション: CIOF、CN、ローカル5G、HPEソリューション(見える化、画像AI、カメラIE)、レイマック照明技術&画像AI、画像AI評価、センサーAI、RNN(openAI)活用、メタバース活用による製造DX、ドローン、3D空間点群データ活用(メタバースPFx2)等々、メタルマスク検査技術、ASG020/ASG021/ASG022/CIOFタスクフォース/CNタスクフォース連携での新テクノロジーも活用して製造現場の可視化に向けて新規チャレンジ。

オープンラボ構想



NVIDIA Omniverse メタバース

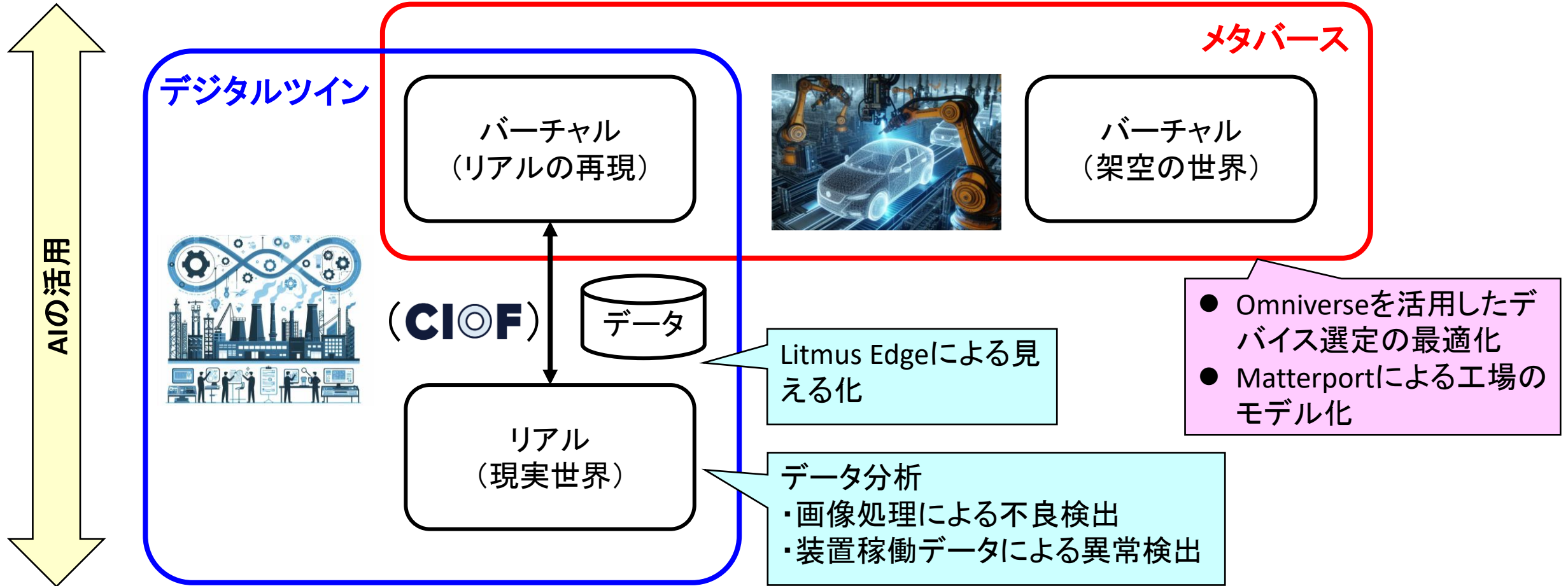


Litmus Edge (データ可視化ツール: grafana)



■ 実証検証：産業用メタバースによるAIのデジタルツインを試行

9E01、9A01、9B02(※)の3WGで連携して試行中



※ 9A01:メタルマスク業界の二刀流工場革新、 B02: 予知保全・ものづくり可視化システムの実装



1) 産業用メタバーースによるAIのデジタルツインを試行

発表者: 包原

2) Omniverseを活用したデバイス選定の最適化

発表者: 遠塚

3) Litmus Edgeによる見える化

発表者: 佐藤(寛)

メタバース (Omniverse) でのミスズ工業開発事例紹介

インダストリアル・バリューチェーン・イニシアチブ

シナリオWG 9E01

遠塚 弘（株式会社レイマック）

9E01

製造業メタバース
と
AIのデジタルツイン

メタバース (Omniverse) でのミスズ工業開発事例

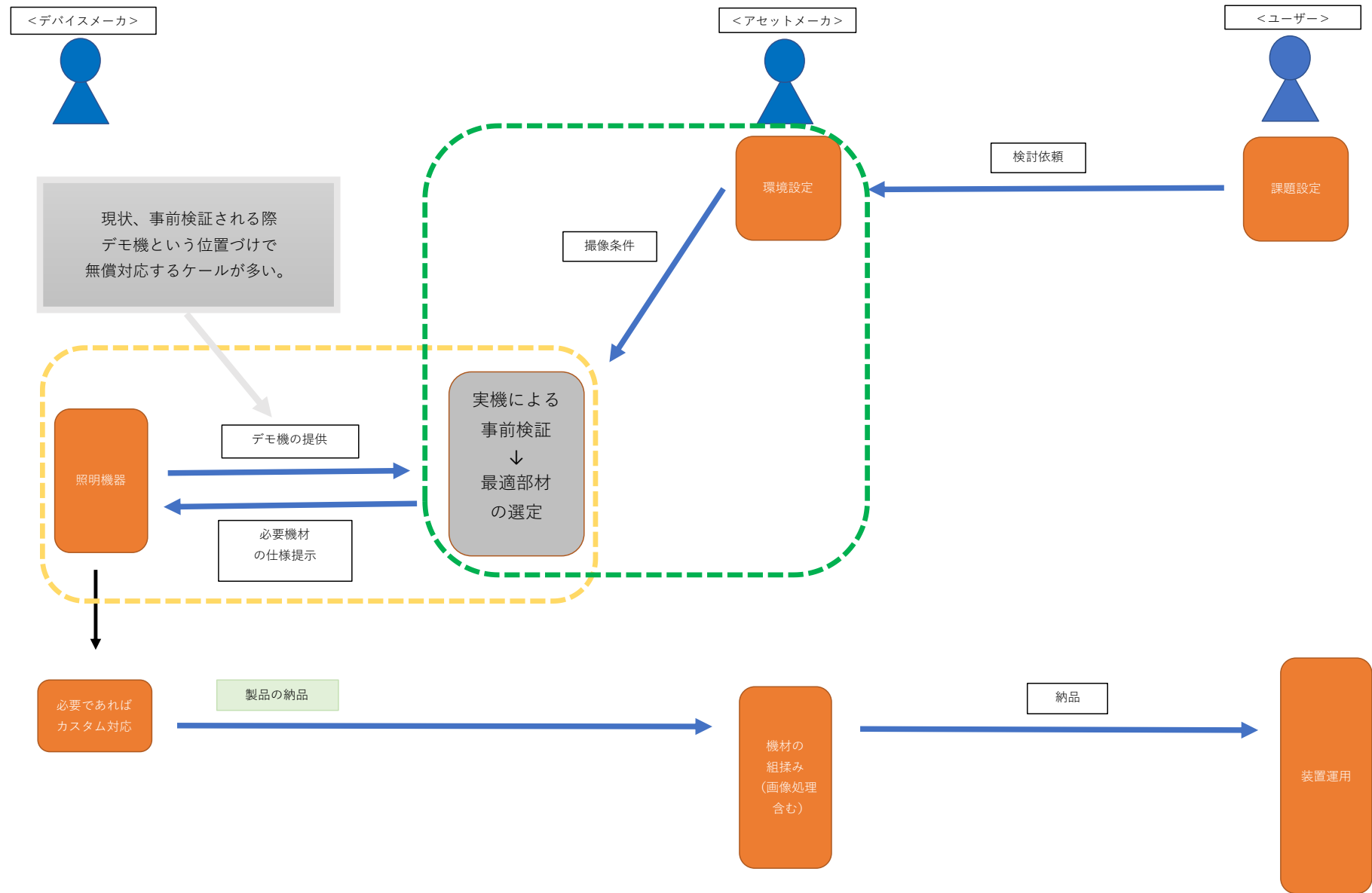
1. 背景（困り事）
2. 目指す姿（マシンビジョンデバイス選定の最適化）
3. 考察

9E01

製造業メタバース
と
AIのデジタルツイン



背景:





<デバイスメーカー>



<アセットメーカー>



現状、事前検証される際
デモ機という位置づけで
無償対応するケールが多い。

環境設定

撮像条件

照明機器

デモ機の提供

実機による
事前検証
↓
最適部材
の選定

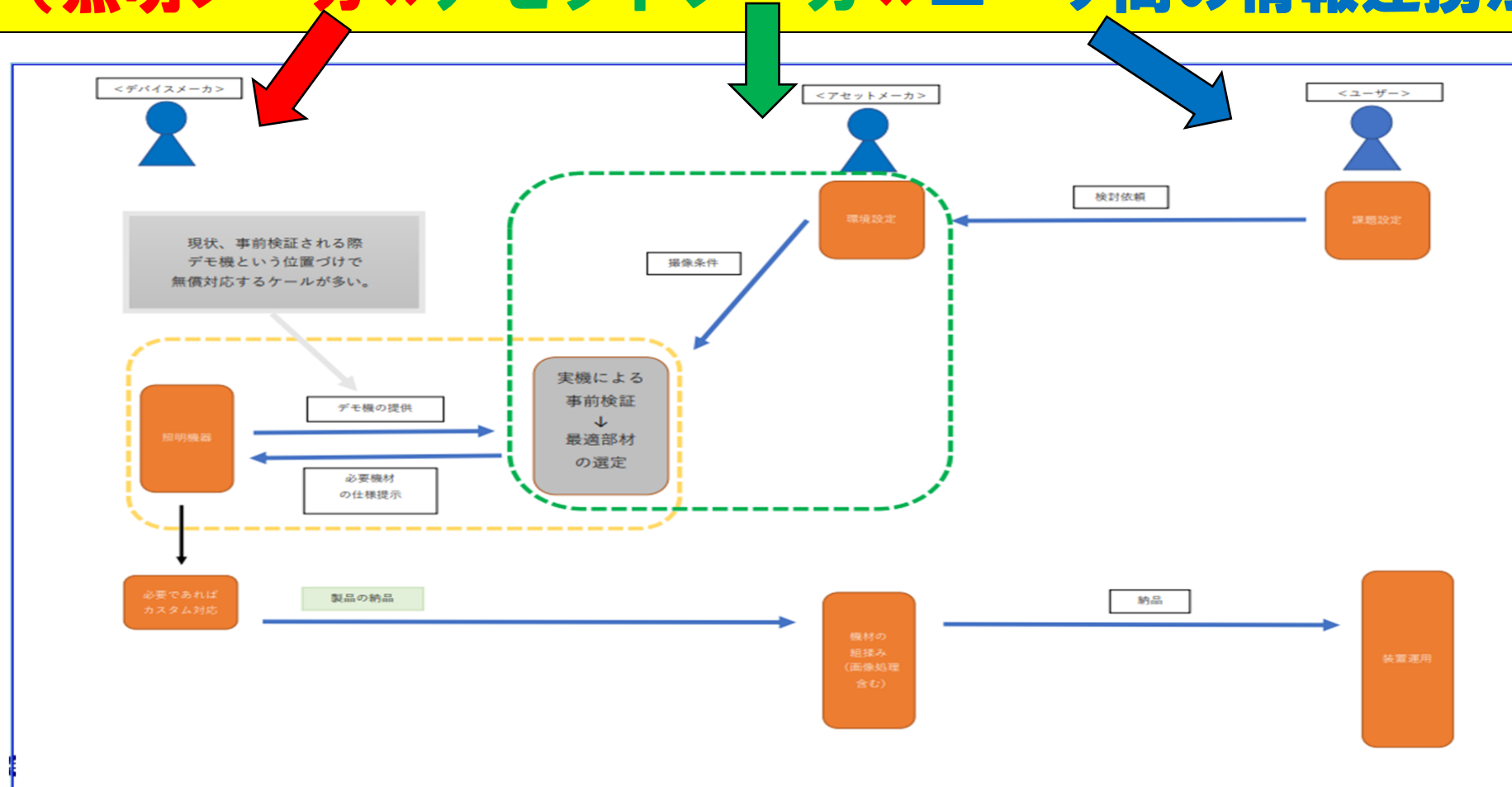
必要機材
の仕様提示





- ① 外観検査における照明デバイス選定が現物合わせでその場しのぎ、
- ② 照明デバイスの最適化の為に情報連携が十分でなく苦勞。

(照明メーカー⇔アセットメーカー⇔ユーザー間の情報連携がない)

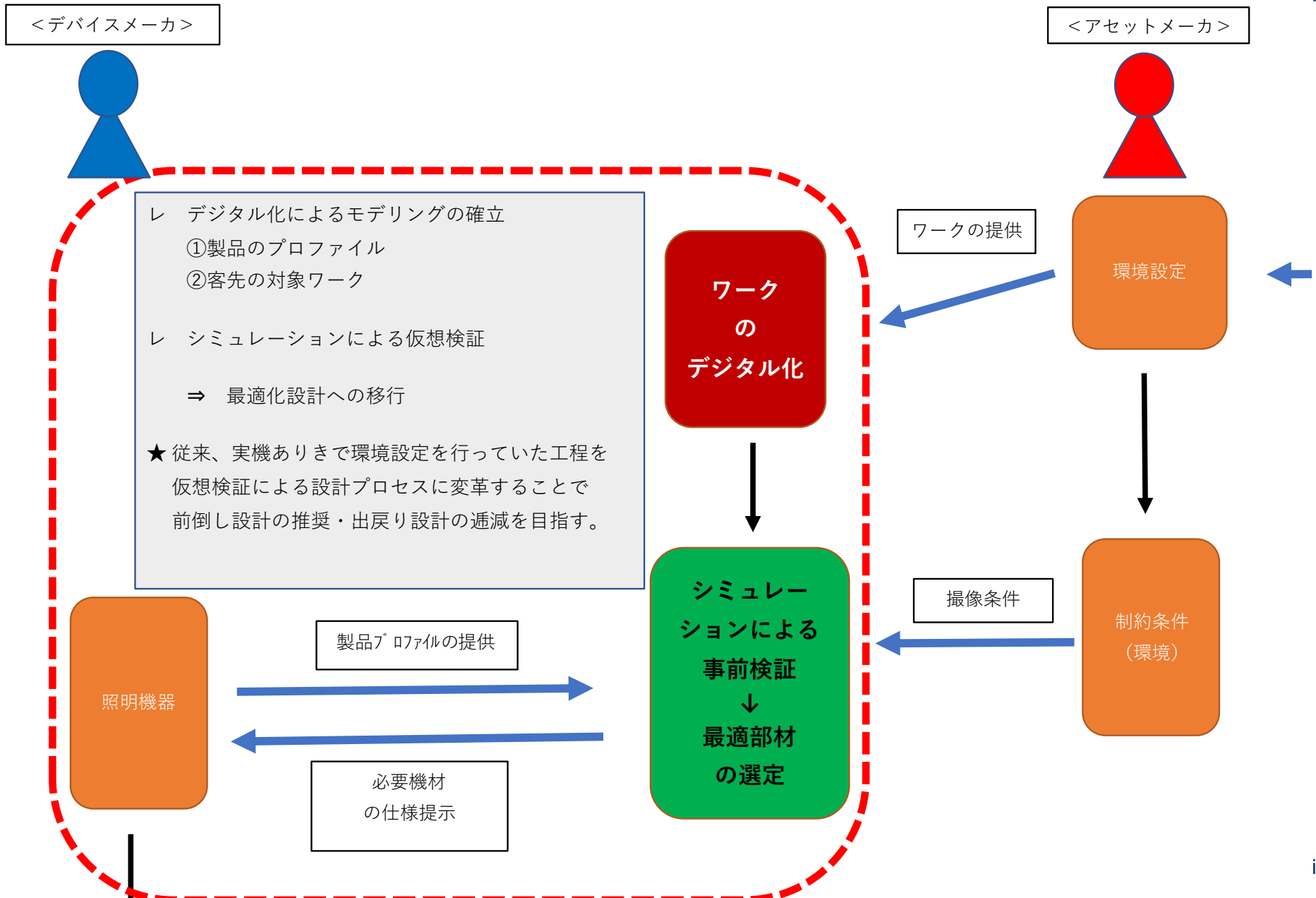


9E01
製造業メタバース
と
AIのデジタルツイン



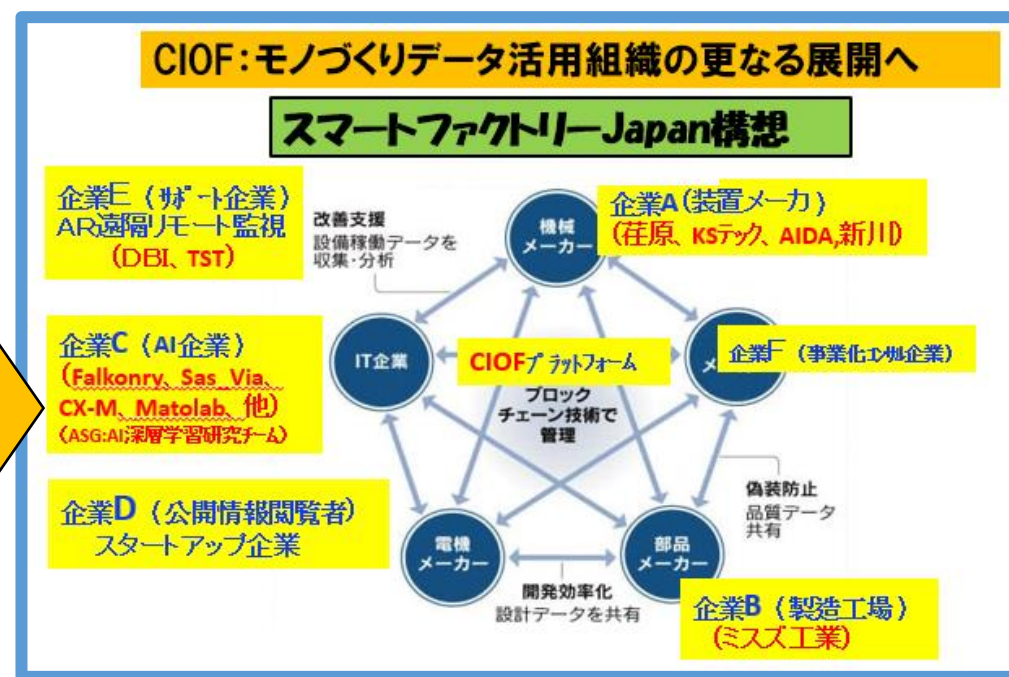
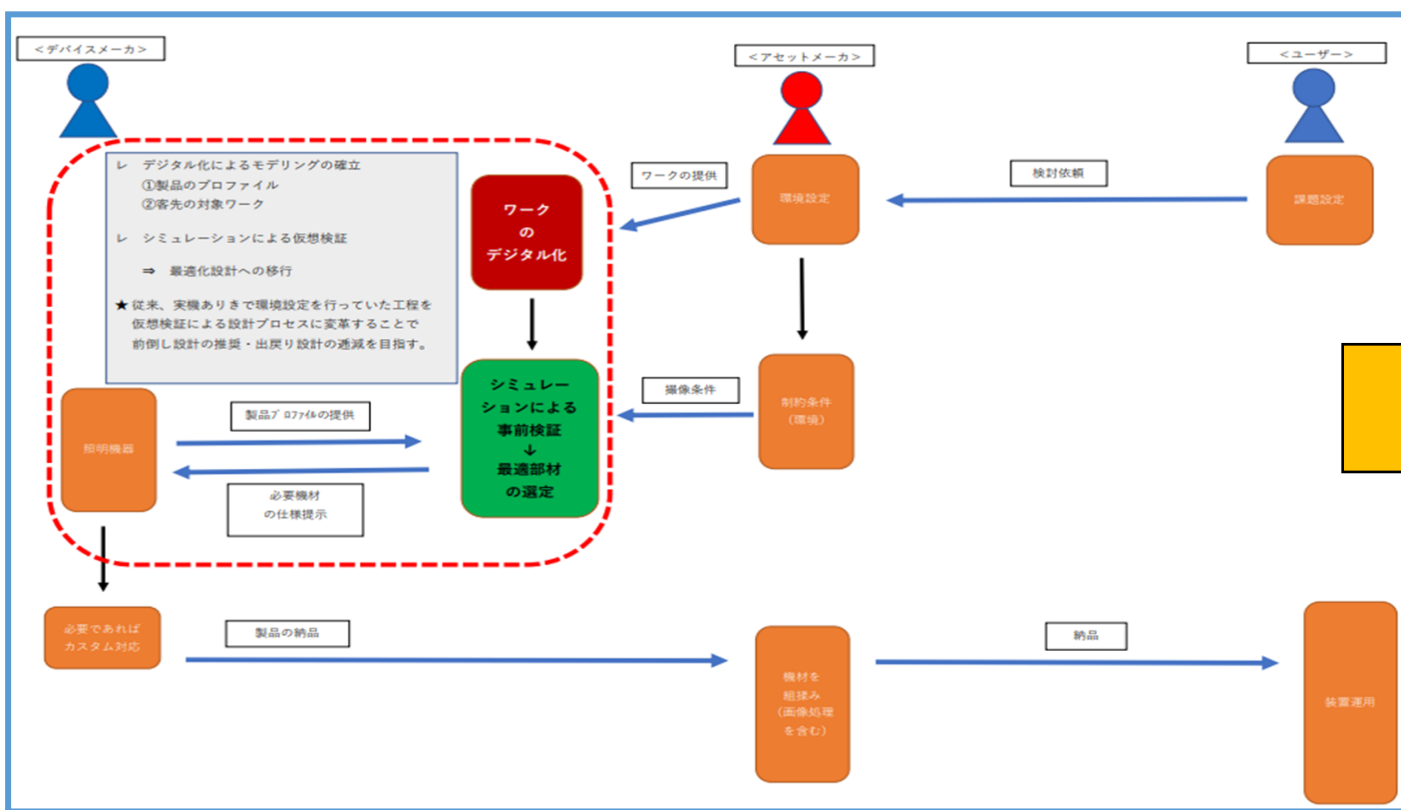


TO-BE:



- ① 外観検査における照明デバイス選定が現物合わせでその場しのぎ、
- ② 照明デバイスの最適化の為の情報連携が十分でなく苦勞。

CIOF: (照明メーカー⇄アセットメーカー⇄ユーザ)

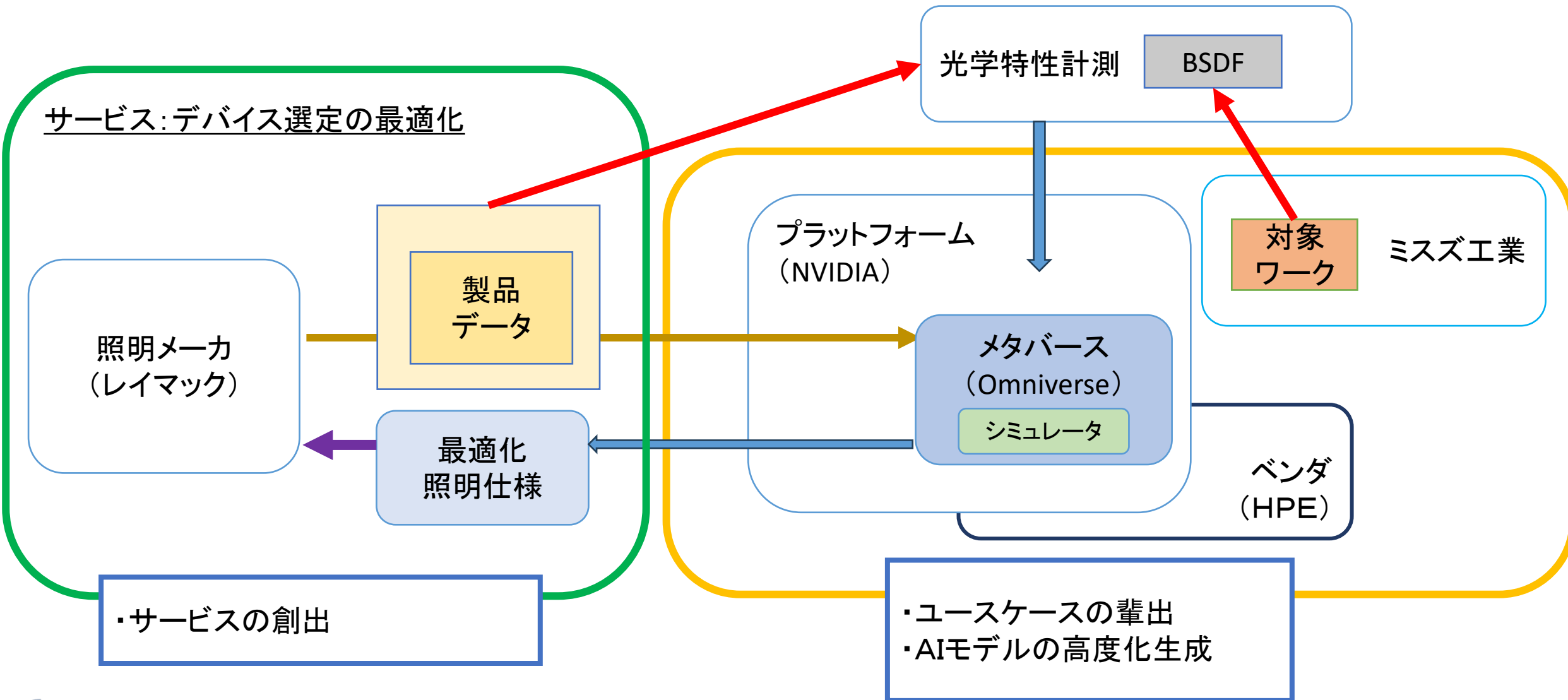


9E01
 製造業メタバースとAIのデジタルツイン





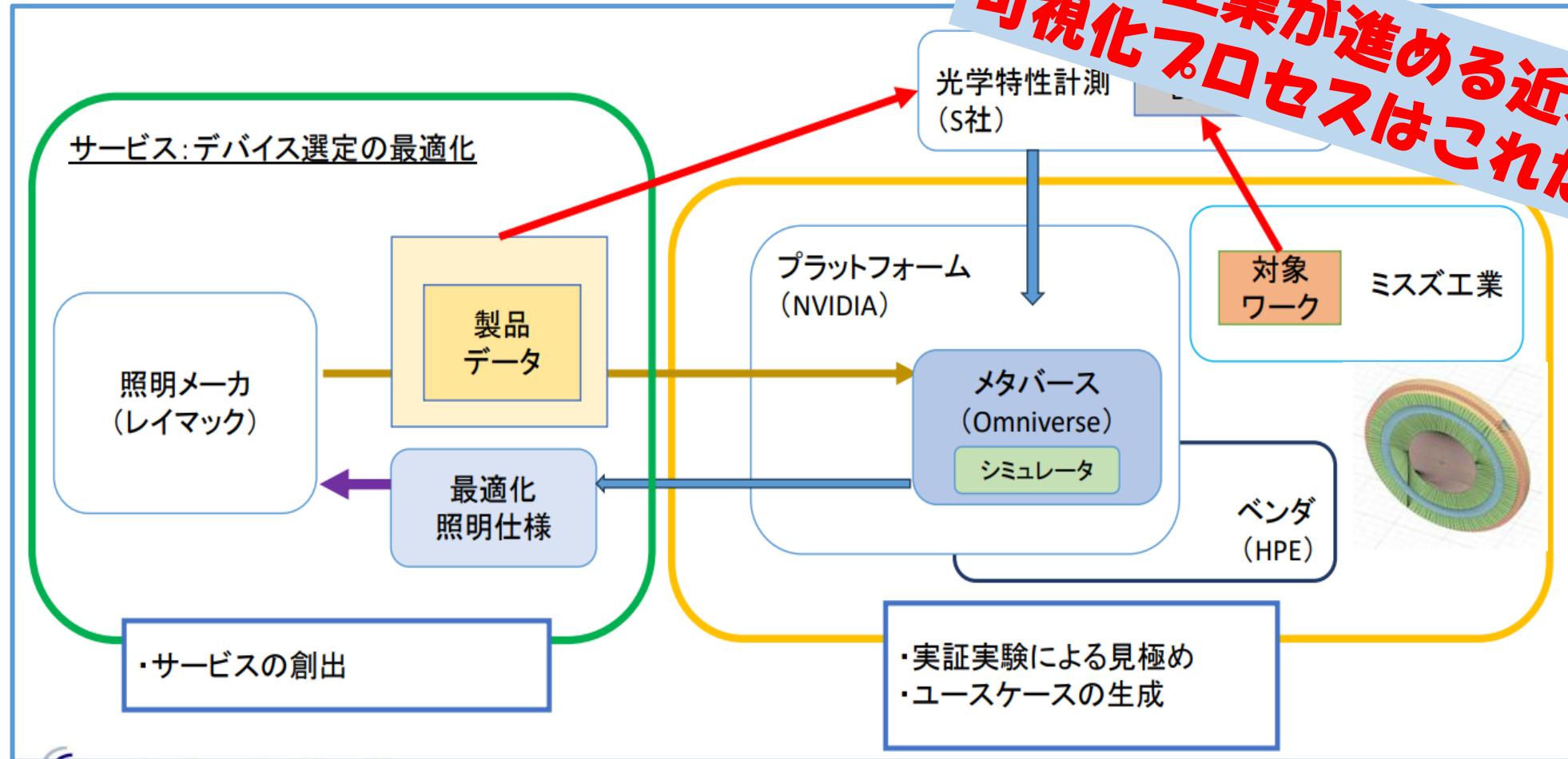
構図:



■ プレスDX（2つのメタバーササービス）へのチャレンジ



① メタバーサ（シミュレータ：Omniverse）を活用した
照明デバイス選定の最適化サービス。



（中小企業が進める近未来の
可視化プロセスはこれだ!!）

② 数少ない欠陥を基に生成AIで自由に欠陥の大きさ、場所を
メタバーサ（デジタル）上で再現するサービス。

（課題解決：AIの過学習対策にも貢献）



② 3Dメタバース（貴重な不良サンプルを生成AIで自動生成）



失われた30年

(中小企業が進める近未来の
AIによる可視化プロセスはこれだ!!)

今回の取組の初期段階で制作した動画です。
本活動の目指す処を簡易的に示しています。

Omniverseを活用し、忠実な実写により現実に行っている事象の再現性を高め
現場の課題をクリアし、設計効率が上がる環境を目指します。

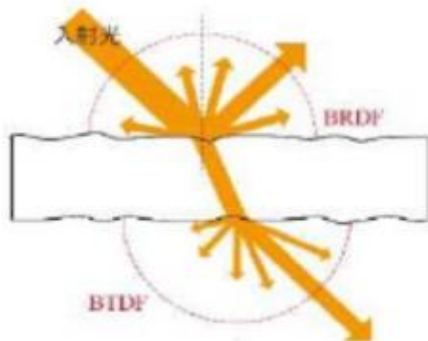
9E01

製造業メタバース
と
AIのデジタルツイン



双方向散乱分布関数 (BSDF) とは

双方向散乱分布関数 (BSDF: Bidirectional Scattering Distribution Function) は、物体に照射された光がどのような角度にどの程度反射または透過するかを表す指標であり、図1のように、反射成分をBRDF、透過成分をBTDFとよびます。塗装面のマット感やグロス感といった感覚や、すりガラス越しの物体の見え方などは、光の散乱度合い、すなわちBSDFの違いによるものであり(図2)、BSDFを測定することで、製品の質感評価等を行うことができます。近年では、コンピュータグラフィックス(CG)の分野でも、よりリアルな質感表現のためにCG作成時の入力パラメータにBSDFの測定データを入れるなどで活用されています。



※ BRDF: Bidirectional Reflectance Distribution Function
BTDF: Bidirectional Transmittance Distribution Function

図1 BSDF(BRDF/BTDF)の概念図

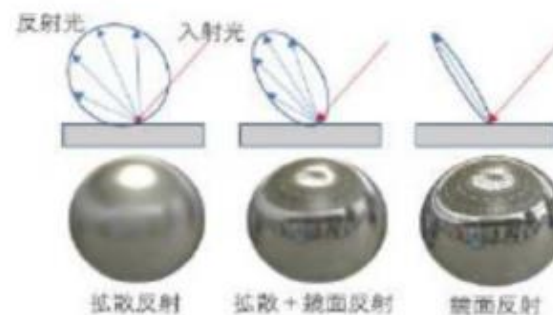
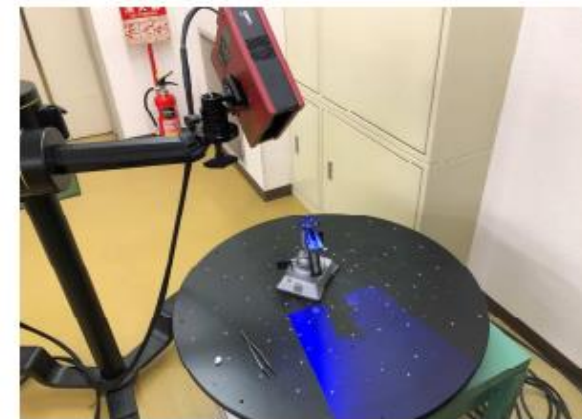


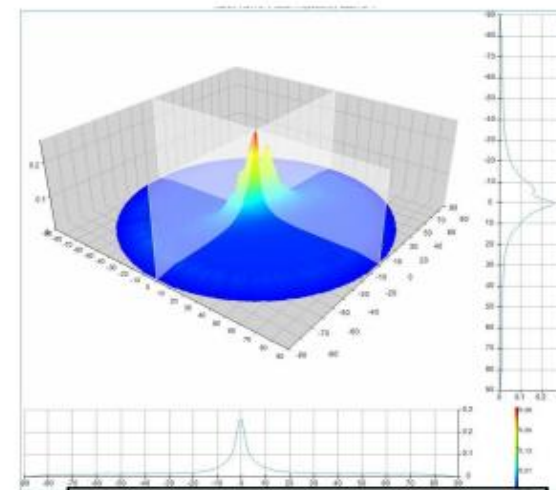
図2 光の散乱度合いによる物体の見え方の違い

出典元：東京都立産業技術研究センター

『BSDF測定装置 —製品の光散乱特性評価機器』より
<https://www.iri-tokyo.jp/site/tiri-news/202307-01-setsubi.html>



3Dスキャン



BRDF計測データ

BSDFの計測:

- ・計測ポイント (A O I) : (0° / 20° / 40° / 60°)
- ・照射光源 : R (630nm) / G (525nm) / B (465nm)

光源 (R/G/B) が計測ポイントの4か所
(0° / 20° / 40° / 60°) へ移動し
各波長毎の反射光を計測。

BTDF計測用_光源

計測対象 (ワーク)

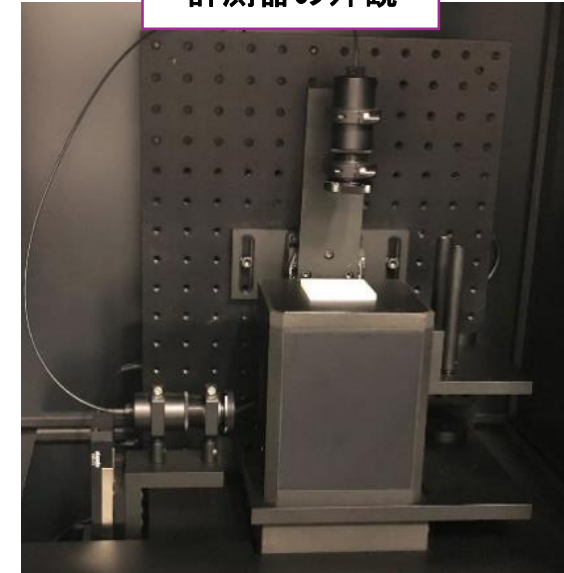
計測器の筐体

計測窓 (Φ10mm)

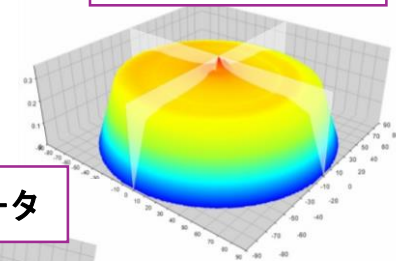
BRDF計測用_光源

明るさ計測部
(CMOS camera)

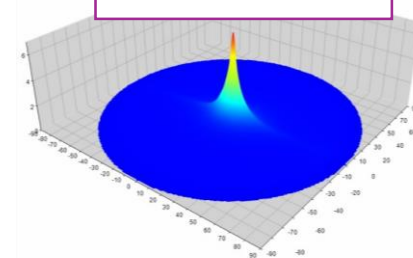
計測器の外観

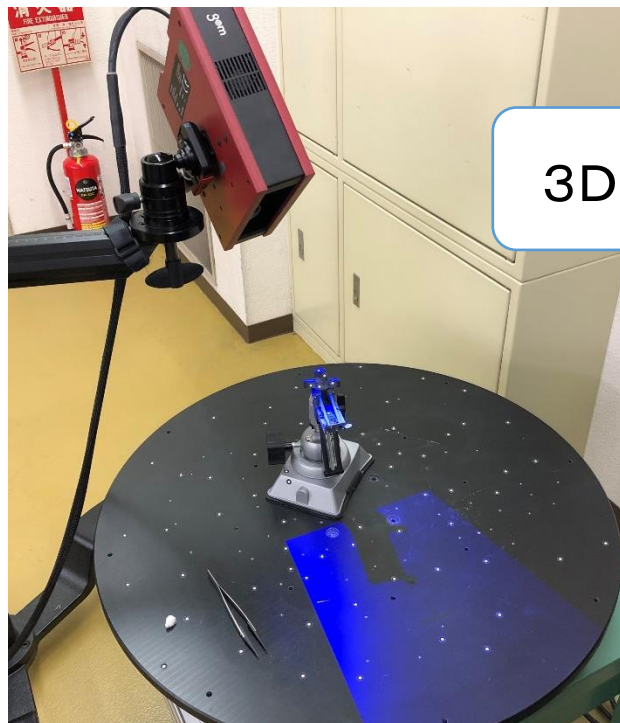


BTDF計測データ



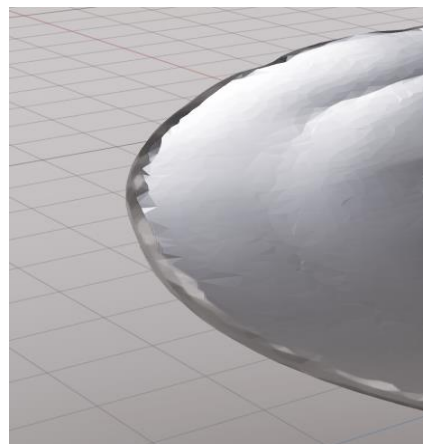
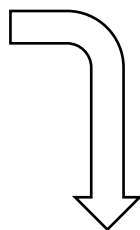
BRDF計測データ





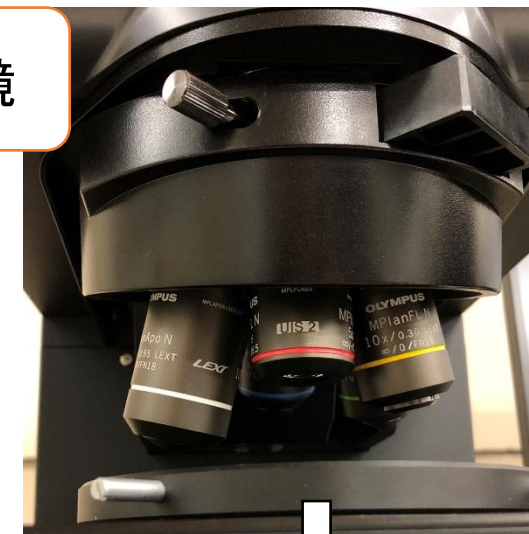
3Dスキャナー

STLデータを取込みマテリアルの情報として、BSDFデータを付加することで、より写実的なレンダリングが実現できる

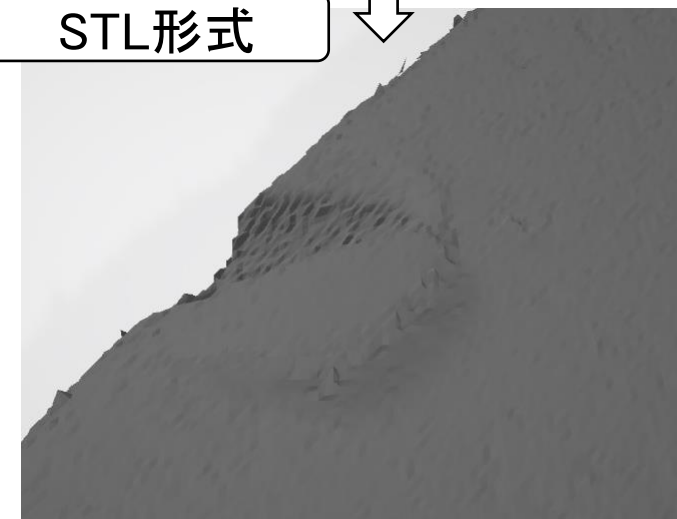


レーザ顕微鏡

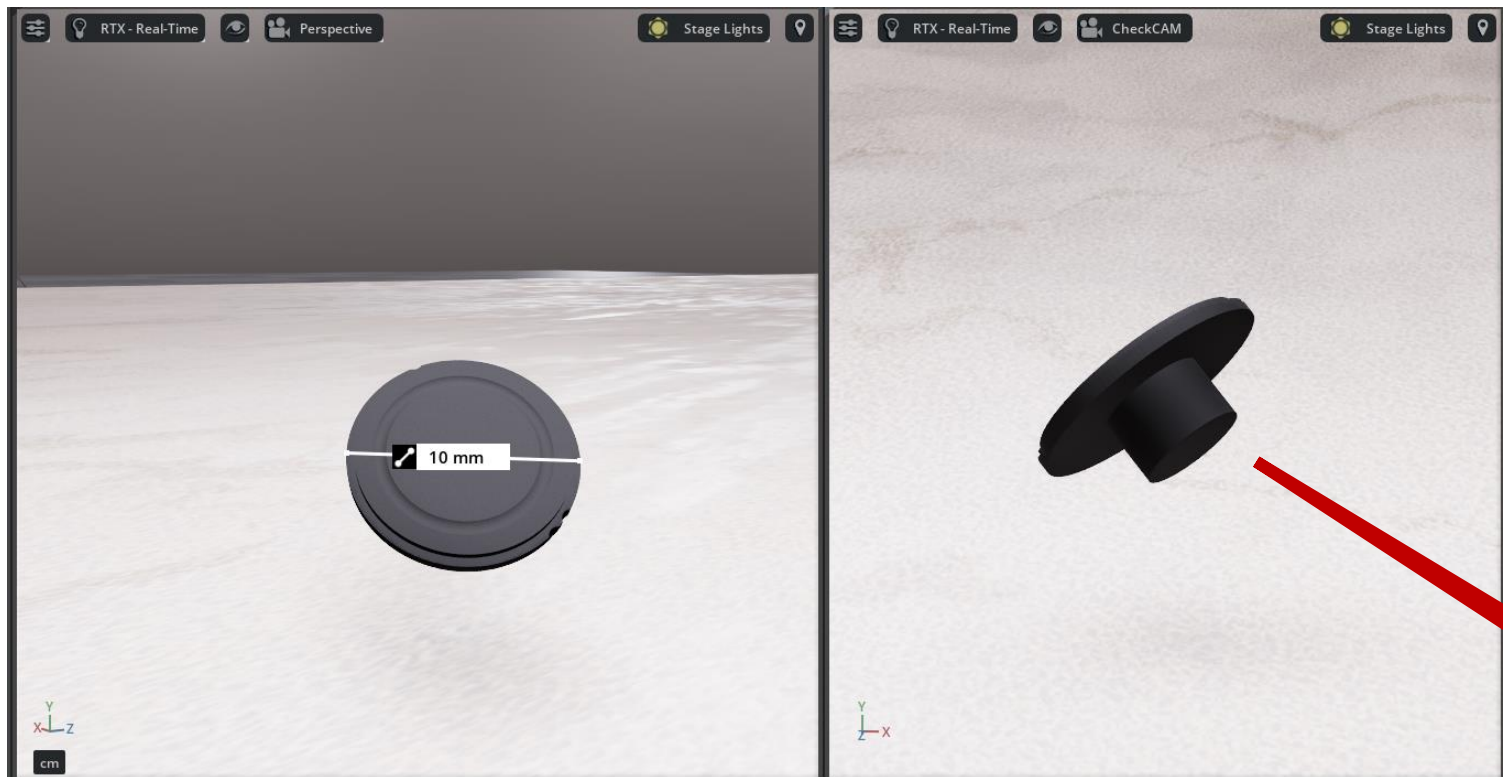
簡易デジタル顕微鏡



STL形式



オペレーション画面

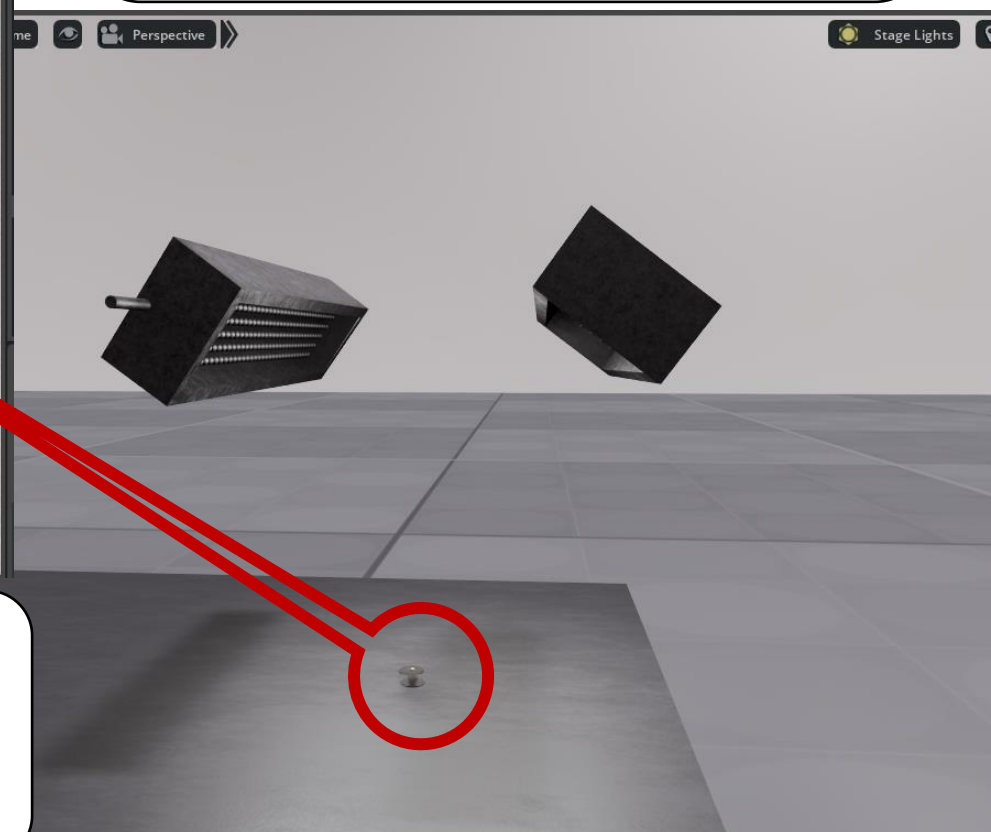


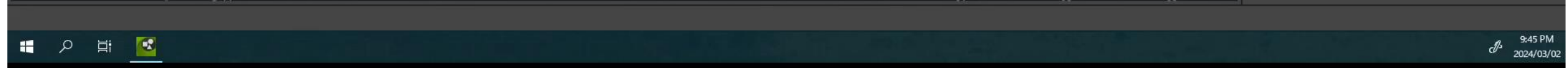
寸法計測など多様な機能を搭載

AIカメラを実装し、ワークを観測。
光源の条件を変え、不具合の
検出度合いを見極める

LED照明機器のデジタル情報の取込

- ・機構データ(3DCAD)
- ・照射情報(光線データ)





- 照明条件を可変し最適なデバイスの選定を目指す
 - 波長(色)、照射(均一性／直進性)、光量
- 忠実なオブジェクト化
 - 対象ワークのデジタル化(MESHデータ)
 - NG(不具合事象)の捕捉

- デバイスの条件設定
 - 波長、照射方向
- 忠実なデジタル化
 - 対象ワーク
 - NG事象の捕捉

9E01

製造業メタバース
と
AIのデジタルツイン





ご清聴ありがとうございました。

< Contact >

totsuka@leimac.jp



1) 産業用メタバーースによるAIのデジタルツインを試行

発表者: 包原

2) Omniverseを活用したデバイス選定の最適化

発表者: 遠塚

3) Litmus Edgeによる見える化

発表者: 佐藤(寛)

・**2019年** 高速プレス装置におけるインプロセス管理の実装を実験(ミスズ工業)

→AE波形をAIによりリアルタイム判定 & AIモデルの流通

→Litmus EdgeでEDUのデータを取り込み、コンテナ化されたAIアプリでリアルタイム判定

・**2020年** 生産工程の見える化とクラウド活用によるデータ流通実験(ミスズ工業)

→収集したデータをクラウドにアップロードしてリモートで各種分析を実施

→Litmus Edge上でEDUのデータを取り込み、クラウドへのデータアップロードを中継

・**2021年** 高速プレス装置のデータの収集と分析(ミスズ工業)

→データの変動の原因を特定する為、装置周辺のオペレーションを台帳化

→台帳作成を省力化する為のネットワークカメラとVMSによるリモートモニタリングシステムを導入

・**2022年** 高圧鍛造プレス装置のデータ可視化(ニチダイ)

→ニチダイMMSによる高圧鍛造プレス装置のセンサーデータによる可視化

→大量データの高速処理と可視化の為、HPE Ezmeral Data Fabric と Grafana (OSS) による実験

・**2023年** 高速プレス装置のデータ収集と可視化(ミスズ工業)

→ニチダイMMS+OSS (Python, PostgreSQL, Grafana) による可視化

→汎用IoTプラットフォームソフトウェアLitmus EdgeによるOSSを活用した可視化を実験

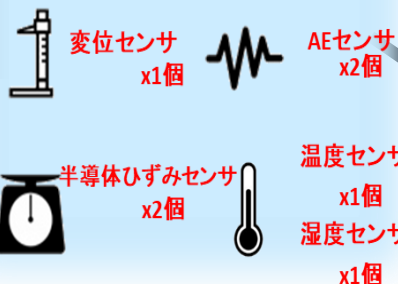


実証検証計画・・・9E01ワークは**STAGE3**を検証

9E01のワーク



センサ



データ蓄積
機器

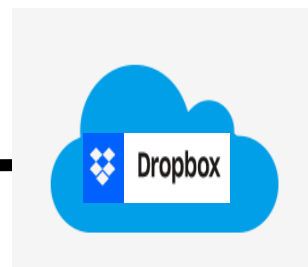
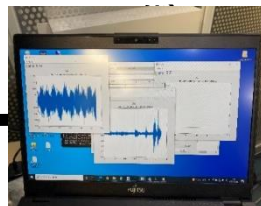
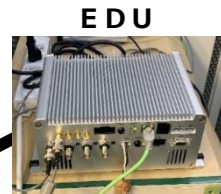
STAGE1
①

STAGE2

STAGE3

【実装機器】

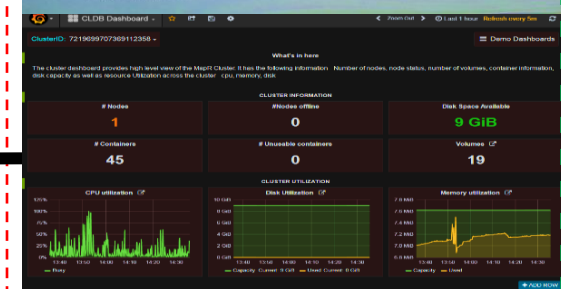
現場PC（生データ波形確認可）



【アウトプット】

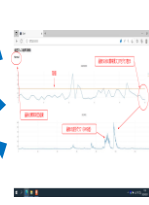
データ分析用として継続
こちらの可視化は断念

ミスズ工業版



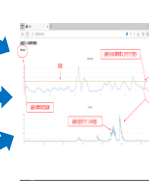
8B02WG_構築したプラットフォームへ
8B03WG_構築した判定モデルを投入する

コンテナ
判定ロジック1
コンテナ
判定ロジック2
コンテナ
判定ロジック3



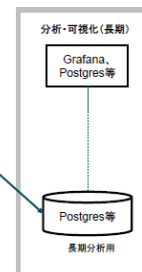
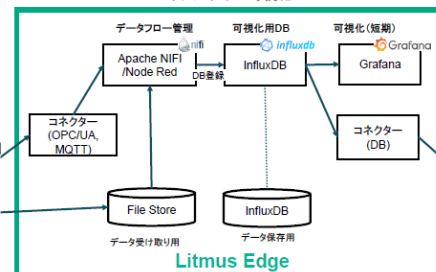
8B03WG_構築した判定モデルを投入する

コンテナ
判定ロジック1
コンテナ
判定ロジック2
コンテナ
判定ロジック3



リアルタイム可視化

データ分析・可視化



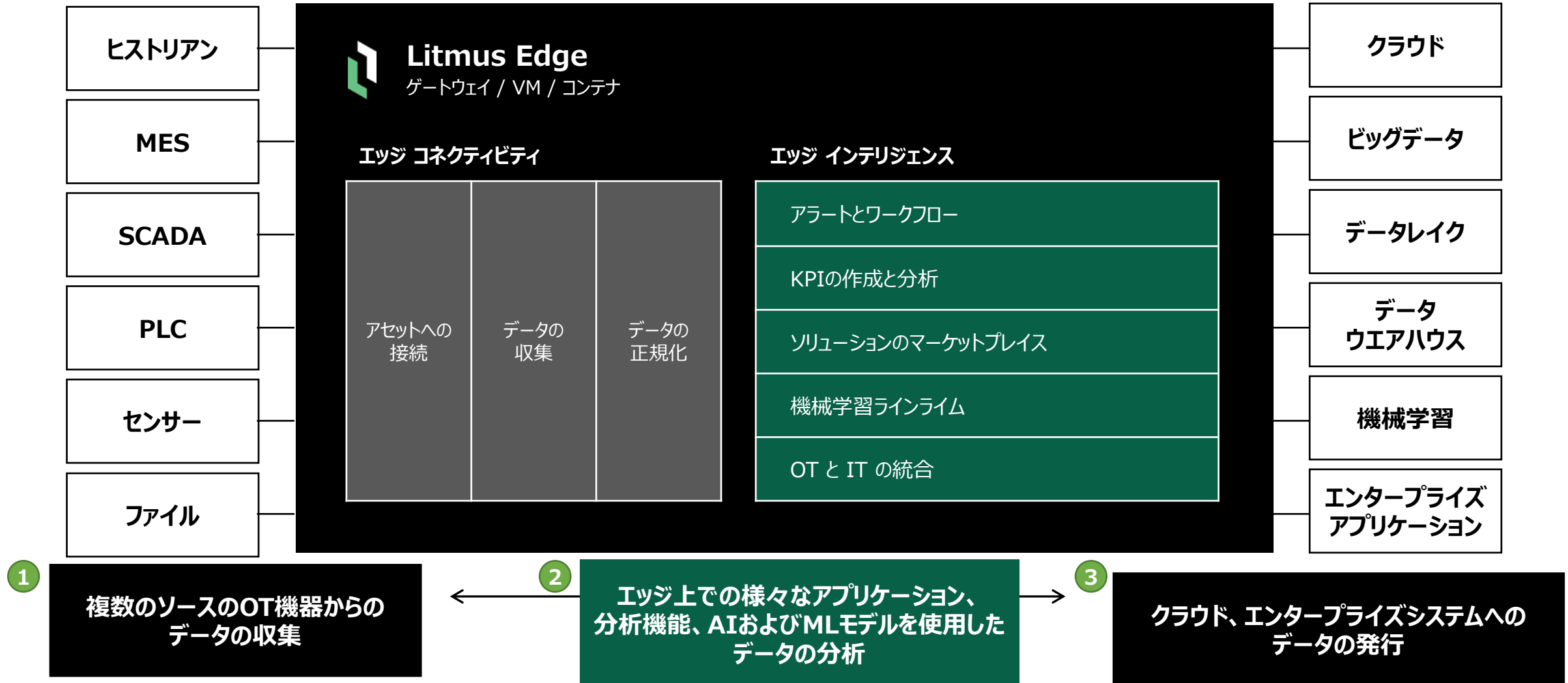
※STAGE3：分析用の可視化ソリューション

⇒IoTプラットフォームソフトウェアLitmus Edge
での実装

IoTプラットフォーム Litmus Edge



産業用デバイスとの接続とデータの収集・可視化・クラウド連携を高効率に実現



PLCや製造装置との連携インタフェースによる効率的なデータの収集が可能

クラウド、ビッグデータおよびエンタープライズシステムへの統合

データ処理、分析、視覚化およびアプリケーションへの展開

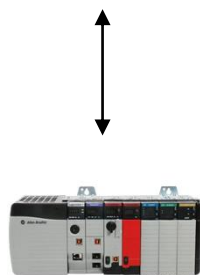
安全かつ正規化された共通データレイヤ



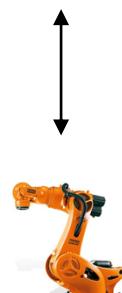
FANUC



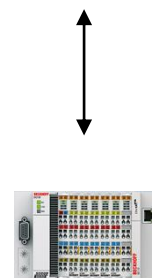
SIEMENS



RA Rockwell Automation



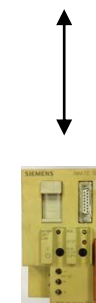
KUKA



BECKHOFF



ABB



OPC UA

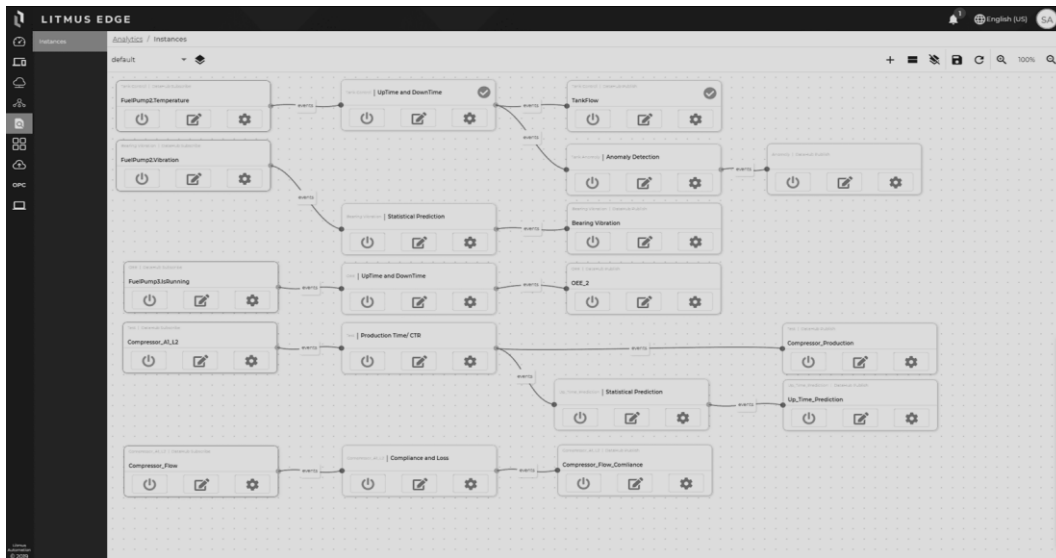
三菱、オムロン製PLCを始めとする
250種類以上の利用可能なデバイスドライバ

Litmus EdgeによるIoT可視化機能の開発

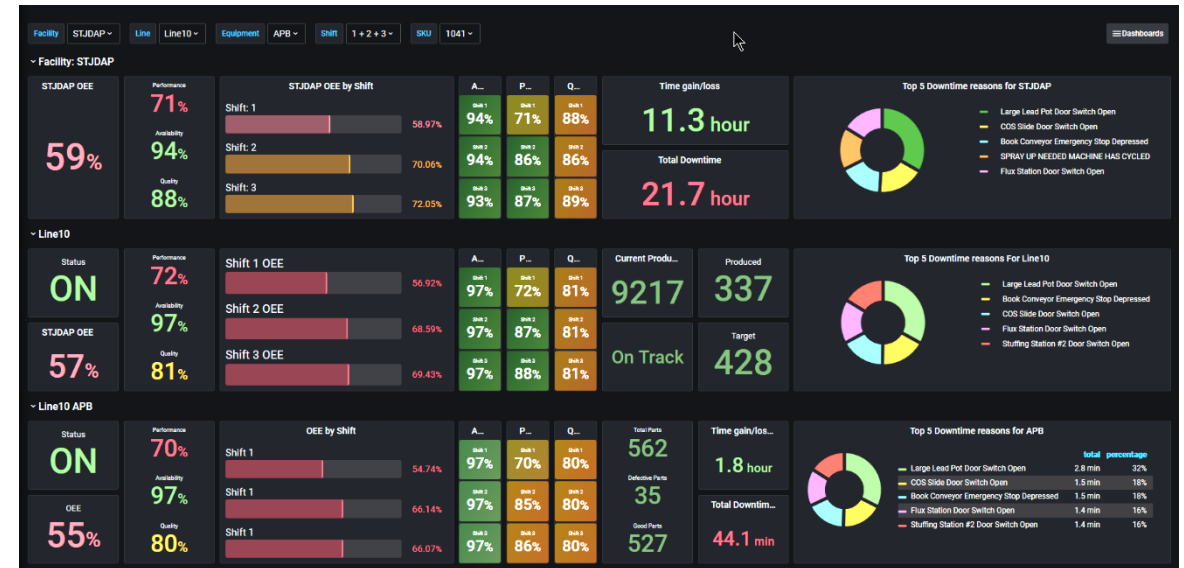


IoTデータの可視化や利活用をスピードアップする、Webベースの開発環境を提供

ローコード開発環境によりデータ変換や送受信のロジックを効率的に開発可能



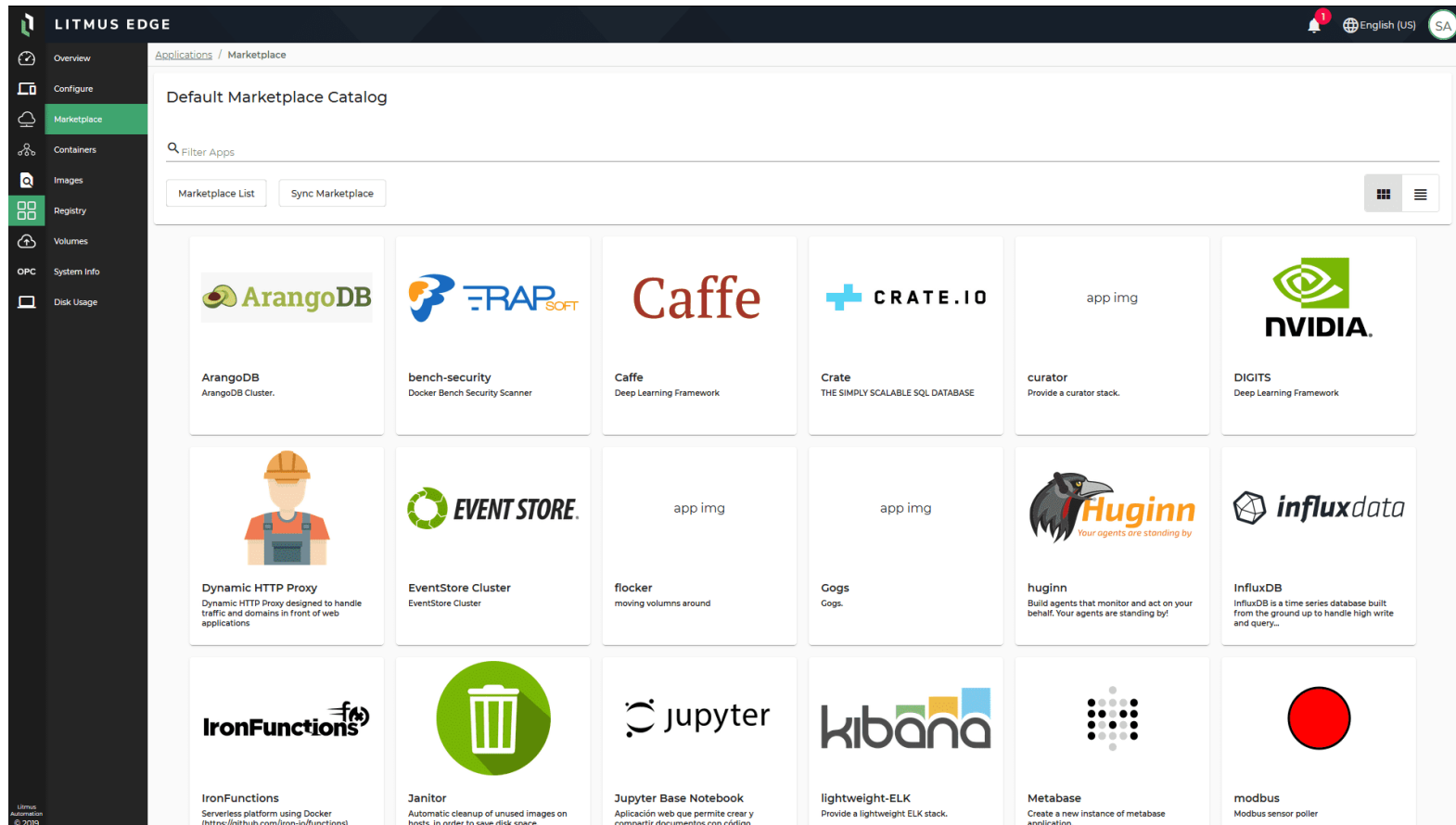
グラフ化ツール(OSS)を用いたダッシュボードの構築が可能



生産設備からのデータを効率的に収集し、稼働状況のリアルタイムな把握や分析が可能



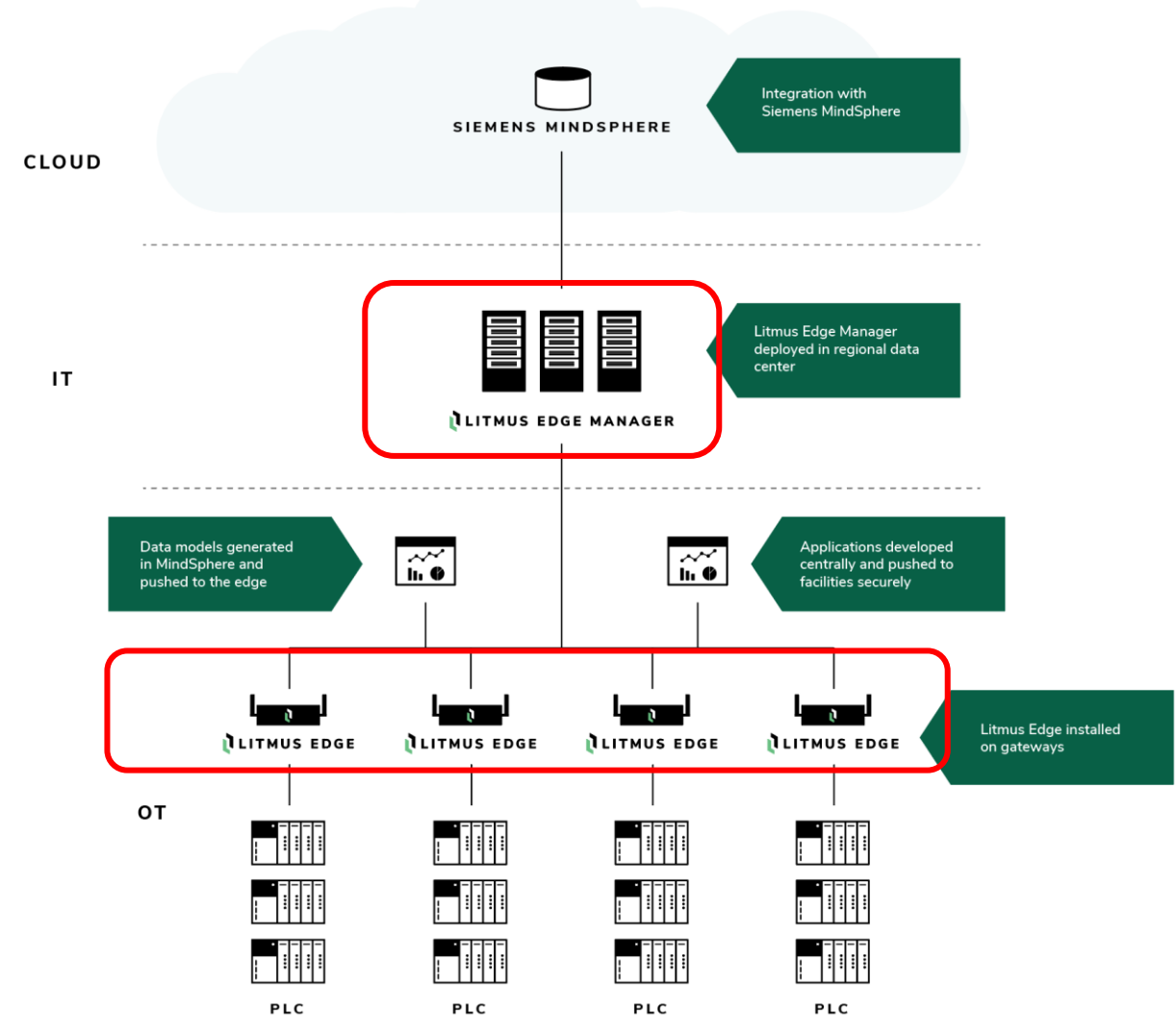
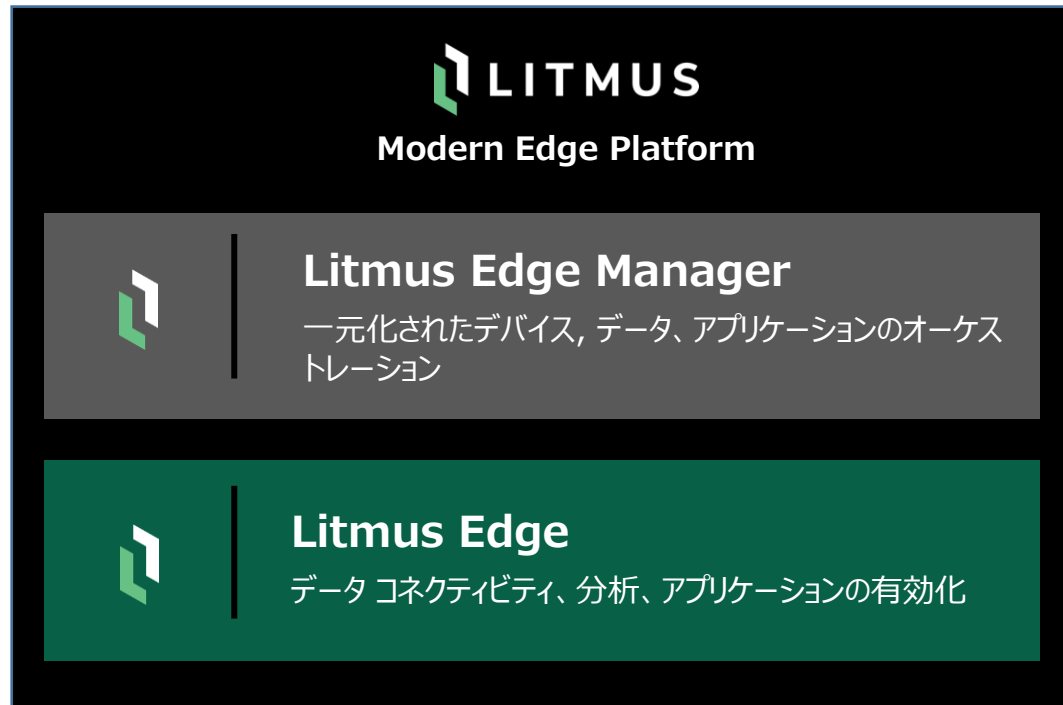
- ・OSSを中心としたさまざまなアプリケーションをマーケットプレイスからダウンロードしてコンテナとして実行可能
- ・データベース、グラフ描画、データ処理等の各種アプリケーションを容易に導入でき、収集したデータの格納、編集、分析をスピーディに実装する事が可能

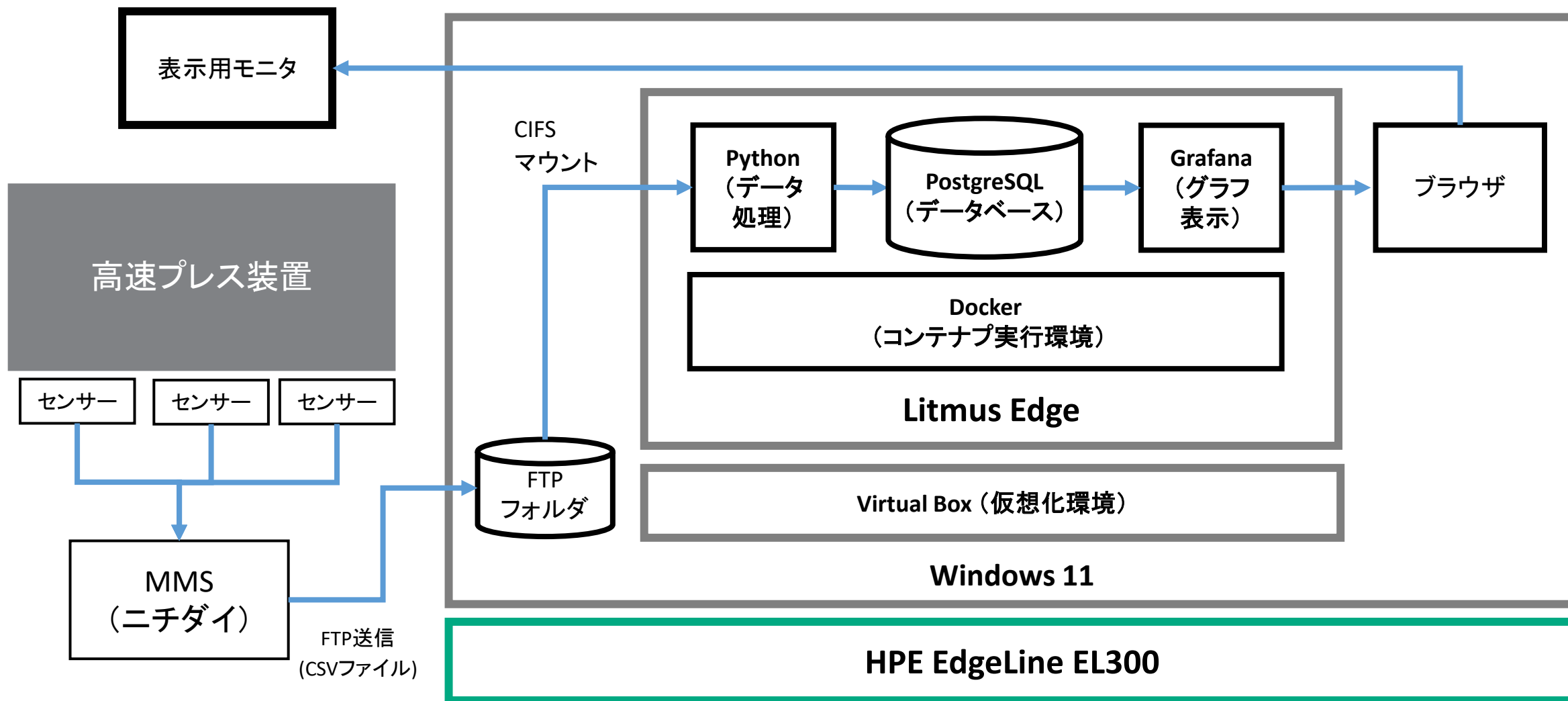


大規模な統合IoT環境を実現可能なスケーラビリティ



複数のLitmus Edgeを統合するLitmus Edge Managerにより大規模なIoT環境の統合運用を実現できる



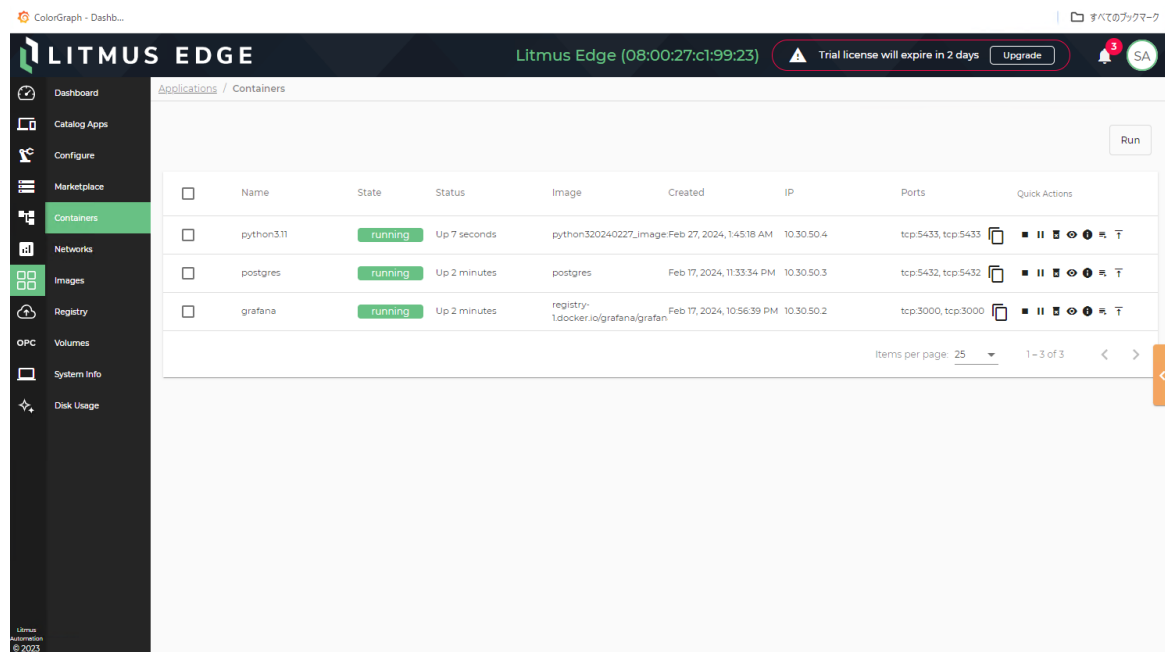


Pythonによるデータ処理、PostgreSQLのスキーマ、Grafanaによるダッシュボード等はWG 9B02で開発したものを利用



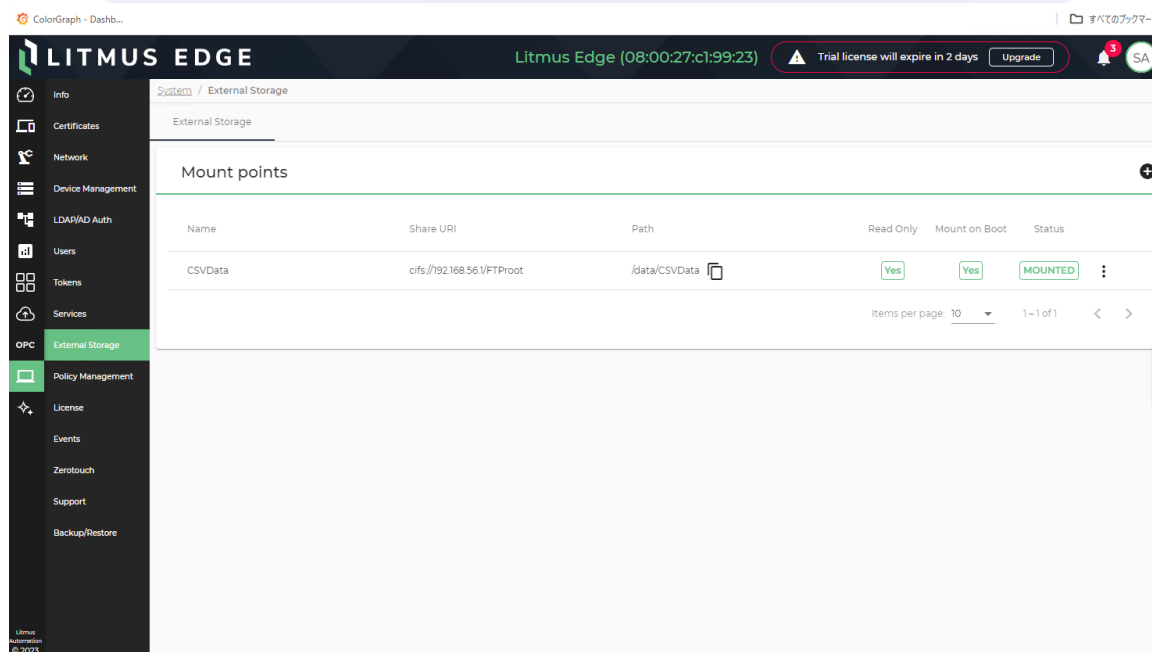


Litmus Edgeのコンテナ管理画面



- ・コンテナの状態確認や起動・終了等の操作を実行する画面
- ・コンソールを起動してコンテナに接続してのアプリケーションの実行状態の管理が可能
- ・今回は、Python、PostgreSQL、Grafanaをそれぞれ独立したコンテナとして実行

Litmus Edgeのボリューム管理画面

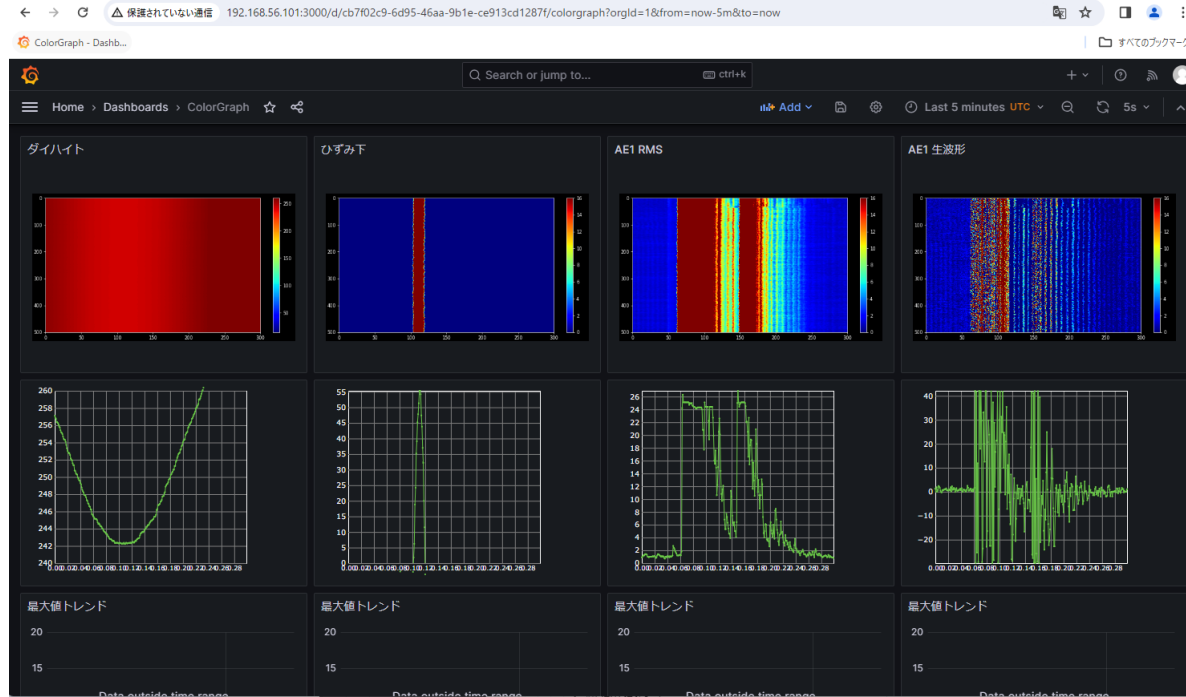


- ・Litmus Edgeでネットワーク経由でマウントしているボリュームの情報を表示する画面
- ・今回は、MMSからデータを受信するFTP領域をCIFS共有としてボリュームマウント

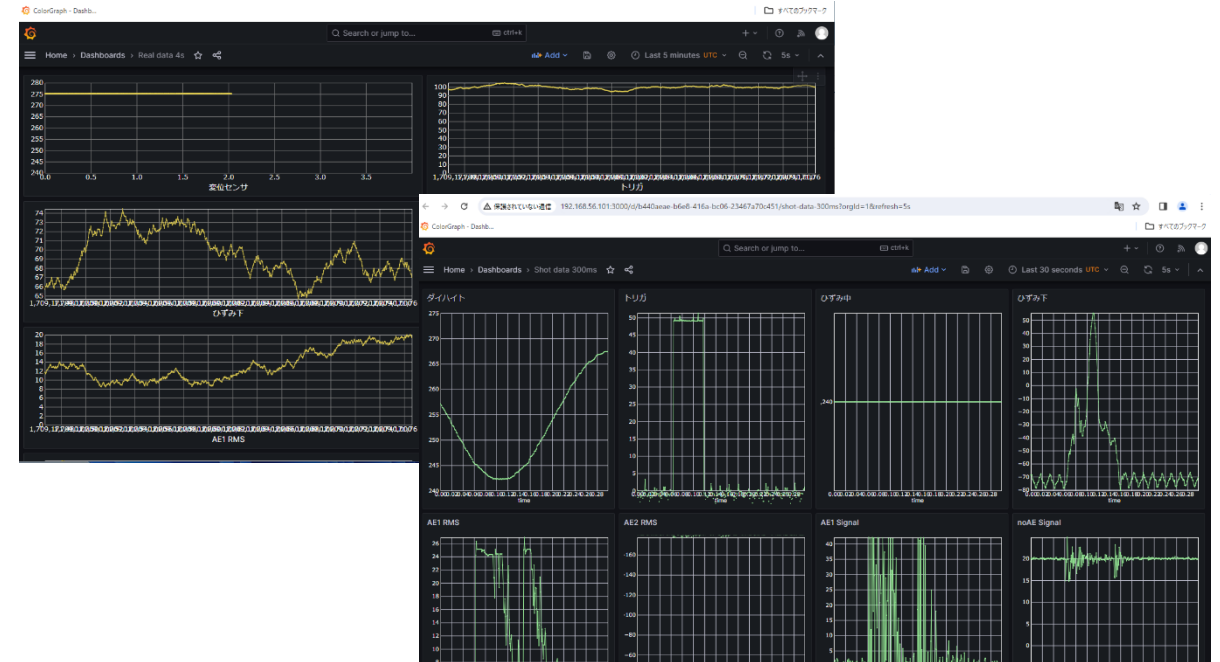




Grafanaの画面



- ・ショット毎の波形を準リアルタイム(数秒遅延)で表示できる事を確認。
- ・時系列データはヒートマップとして表示可能。



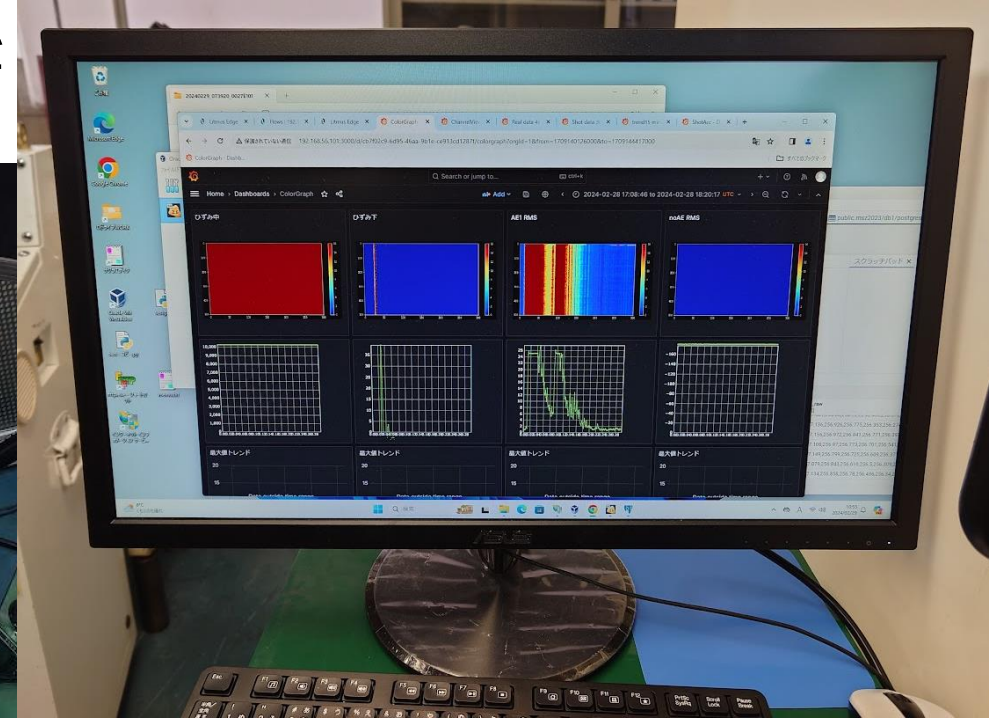
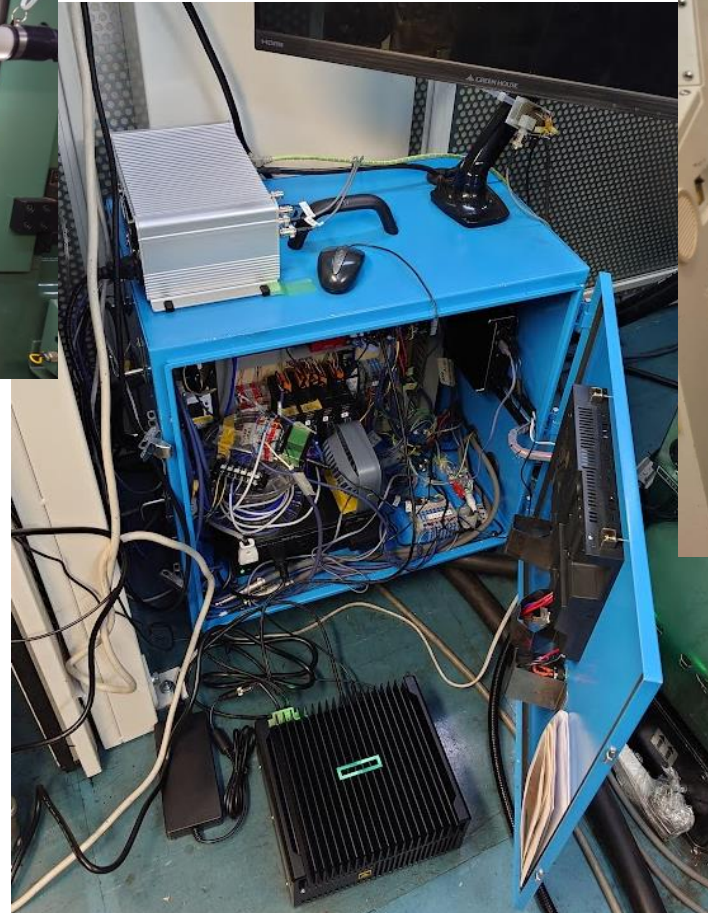
- ・Grafanaのダッシュボードはデータベースに対するクエリーとX軸Y軸のメトリックを変更する事で簡単にカスタマイズ可能。
- ・操作はすぐに覚えられるので、生産現場に必要な応じてカスタマイズしながら利用することができる。





各種センサーが取り付けられた高速プレス装置

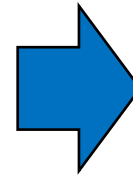
ニチダイMMS(青い箱)と
HPE EdgeLine EL300



PC上のブラウザに表示された
Grafanaによるダッシュボード

経緯

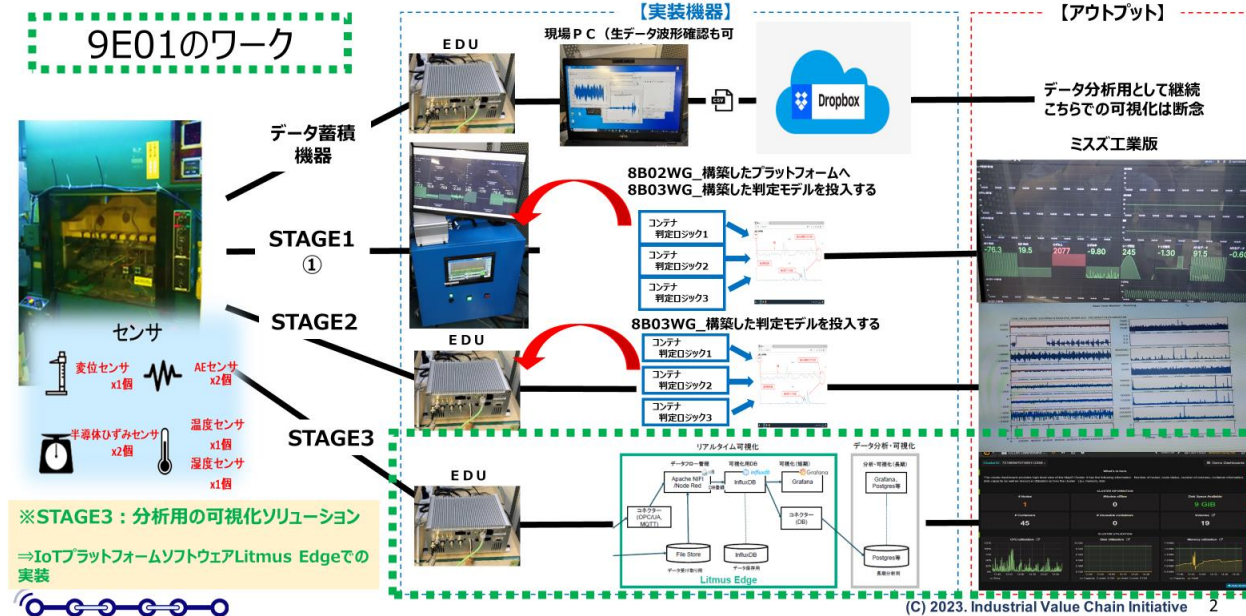
- ・2019年 高速プレス装置におけるインプロセス管理の実装を実験(ミスズ工業)
- ・2020年 生産工程の見える化とを目指したクラウドでのデータ流通実験(ミスズ工業)
- ・2021年 高速プレス装置のデータの収集と分析(ミスズ工業)
- ・2022年 高圧鍛造プレス装置のデータ可視化(ニチダイ)
- ・2023年 高速プレス装置のデータ収集と可視化(ミスズ工業)



成果および課題

- ①IoTプラットフォーム Litmus Edge上に高速プレス装置の可視化システムを実装。
- ②OSSで実装した異常判定、データ処理、グラフ化アプリケーションにより準リアルタイムでの可視化を実現。
- ③MMSからのデータ取り込みの高速性や安定性には改善の余地あり。
⇒実証検証を継続し、工場全体に横展開できるシステムの構築を目指したい。

実証検証計画・・・9E01ワークはSTAGE3を検証



ミスズ工業での3日間(2/27-29)の実装検証 お疲れ様でした



ミスズ工業: 山崎社長の応援を頂き、
・9E01(9B02, 9A01)メンバー(7名)
・塑性加工学会・IVIプレス可視化プロセス
メンバー(6名)、お茶ノ水女子大学(5名)が
ミスズ工業での実証検証見学と製造DX授業で終結。

IVIの緩やかに繋がる
ネットワーキング



ミスズでの実装検証、産総研(iCPS)3WG技術交流会、他



IVIの仲間が結集して『製造業メタバースとAIのデジタルツイン』をテーマに実証検証(2/28)パワーの元。

2/28:ミスズ工業での実装試験が無事終わりホット一息。(左)

2/20:産総研(iCPS)見学会&3WG技術交流会:まじめな集団(中央)

2/29:塑性加工学会・IVIプレス可視化プロセスメンバー/ミスズ終結(右)

お疲れ様でした



IVIの緩やかに繋がる ネットワーキング



9A01

メタルマスク業界の二刀流工場革新 (外観検査システムの実装と生産進捗の見える化)



伊藤 憲秀 (イトウプリント)



天野 竜一 (パナソニックインダストリー)

岩崎 年晴 (細川洋行)

大谷 剛将 (CKD)

嵯峨根 実 (日進製作所)

藤澤 和典 (DPMSs)

吉川 浩史 (MIRAI)

ご協力

西川 由馬 (名古屋工業大学大学院

CKDインターンシップ)

発表者: 伊藤 憲秀





①生産進捗見える化システム と ②開口検査システム の導入で業務効率の大幅改善を図る

■①現状：生産進捗を管理できていない

- ・各件名にかかる時間を把握できていない
- ・進捗状況が共有されず工程間で軋轢が生じることも



■①目指す姿：見える化で情報共有 & 改善

- ・件名ごとに各工程でかかる時間を見える化
- ・工程間で情報を共有
- ・見える化した情報を元に業務改善検討



■②現状：人による目視検査

- ・検査に時間かかる
- ・疲労により精度変化
- ・不良流出を防ぎきれない



■②目指す姿：開口検査システム導入による体制強化

- ・瞬時に良否を判定
- ・疲れ知らず、安定検査
- ・人とのダブルチェックで不良流出撲滅





伊藤プリント 事務所

2F

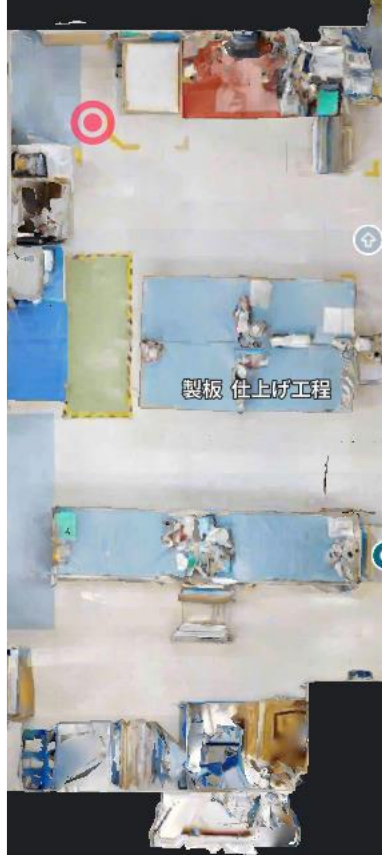


1F

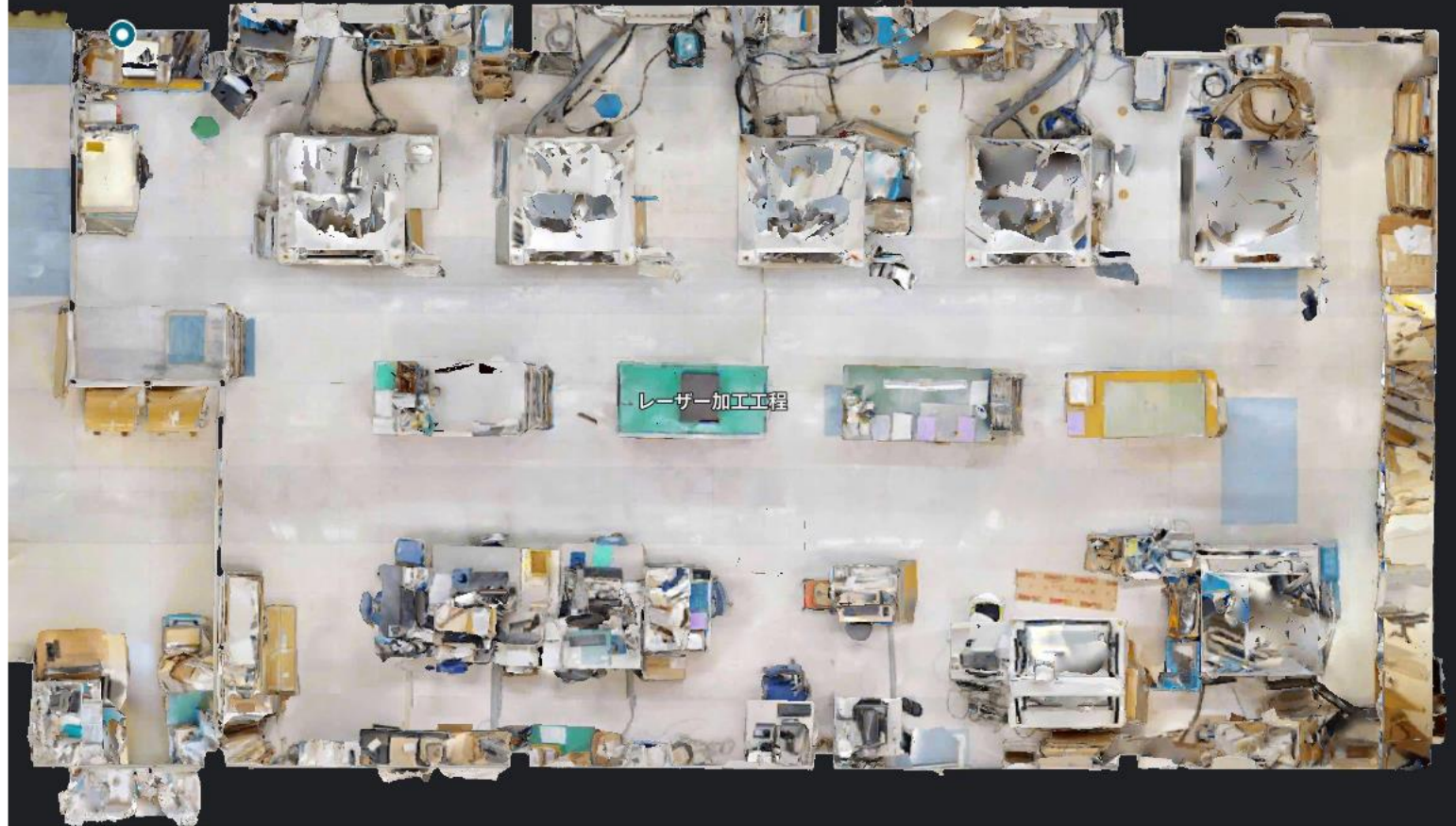
出荷工程



製版工程



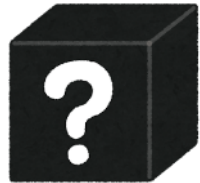
レーザー工程



見える化で情報共有 & 改善

■現状:生産進捗を管理できていない

- ・各件名にかかる時間を把握できていない
- ・進捗状況が共有されず工程間で軋轢が生じることも



■ありたい姿:見える化で情報共有 & 改善

- ・件名ごとに各工程でかかる時間を見える化
- ・工程間で情報を共有
- ・見える化した情報を元に業務改善検討



こちらはディスカッションをメインにしたテーマです

- ・まずは見える化する内容を定める為、各工程の代表者と定例ミーティングを実施
- ・イトウプリントとしての要望をまとめ、ワーキング内で意見交換
- ・内部、外部両面から見せるべき内容や見せ方について意見を出す事で内容をブラッシュアップ
- ・要件をまとめ実装の準備が完了した状態をめざす

何が見えてきたか



それぞれの立場から見える化システムの導入を検討したら何が見えるのか。

定期的には社内ミーティングを重ねることでお互いの工程に関心を持ち、理解を深めていきました。

IVIメンバーも交えたディスカッションは現状の作業フローの改善も視野に入れた具体的なものとなりました。



成果 見える化システム導入後の生産進捗表示イメージ



出荷日時: 2024/02/10

全行程の残品目数を一覧表示
現工程残数=

戻る

受注	編集	確認	レーザ	特殊	仕上げ	梱包	出荷	残合計
3	4	2	1	2	2	2	10	16

更新日時: 2024/02/10 13:00

MM2402001		数量	BD2402001				UV2402001				BD2402002			
案件名	A社	6	電	撥	HE	特	電	撥	Hf	特	電	撥	Hf	特
出荷日	2/10		検査				仕上げ				仕上げ			

← IDの頭2文字で分類
板…BD
仕上…FN
UV…UV

MM2402002		数量	BD2402003				FN2402001			
案件名	B社	2	電	撥	Hf	特	電	撥	Hf	特
出荷日	2/10		仕上げ				レーザー			

← 特殊処理の分類
進捗表示
着手(黄)…その工程で着手登録
完了(青)…その工程で完了登録

MM2402003		数量	BD2402004				FN2402002			
案件名	C社	2	電	撥	Hf	特	電	撥	Hf	特
出荷日	2/10		出荷				梱包			

出荷完了は、出荷ラベルを添付し、生産指示書を回収した時



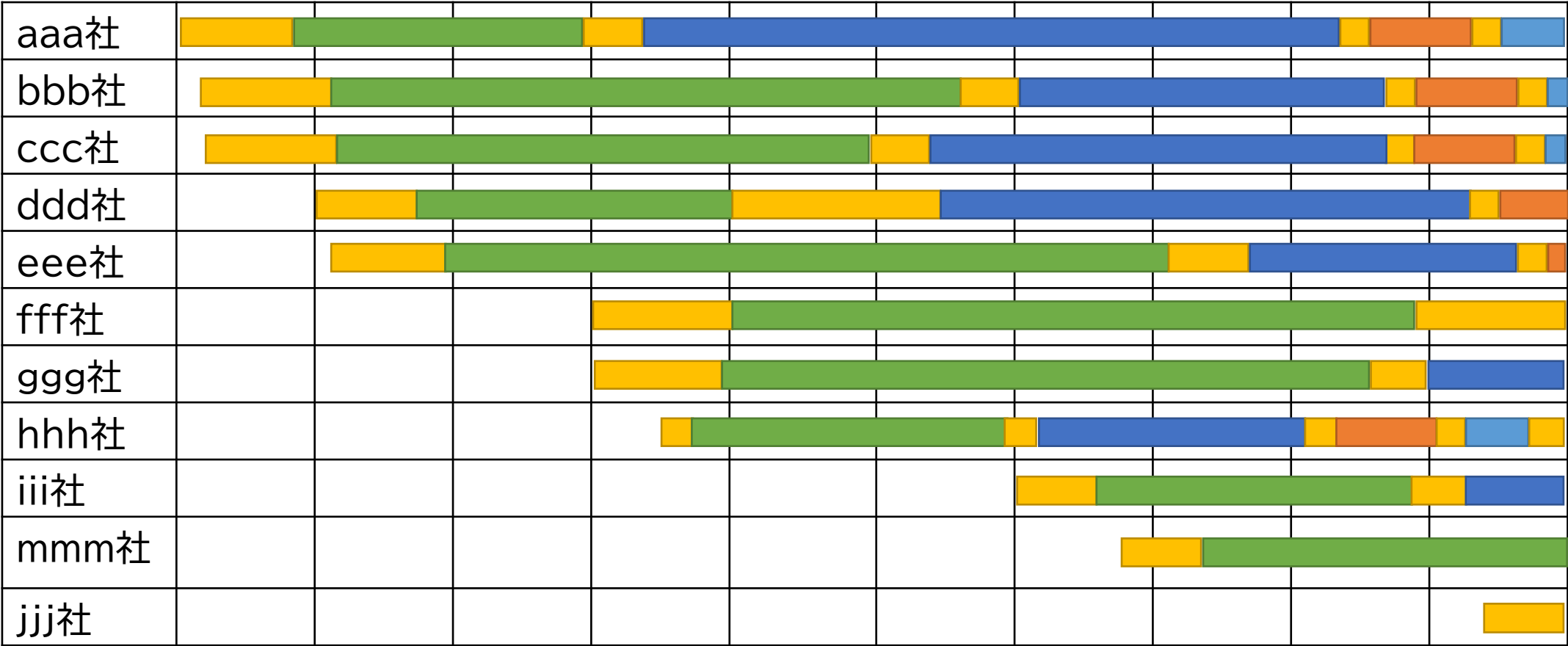


進捗確認ボード 時系列表示



待ち: 設計: 製造: 検査: 出荷準備: 工程は仮の工程設定です。

8:00 9:00 10:00 11:00 12:00 13:00

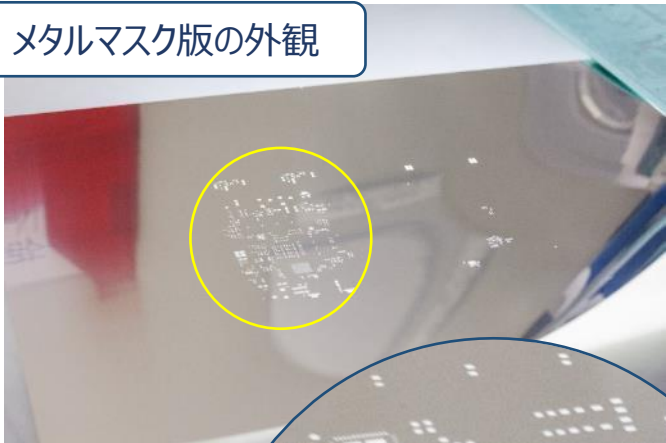


開口検査システムの導入

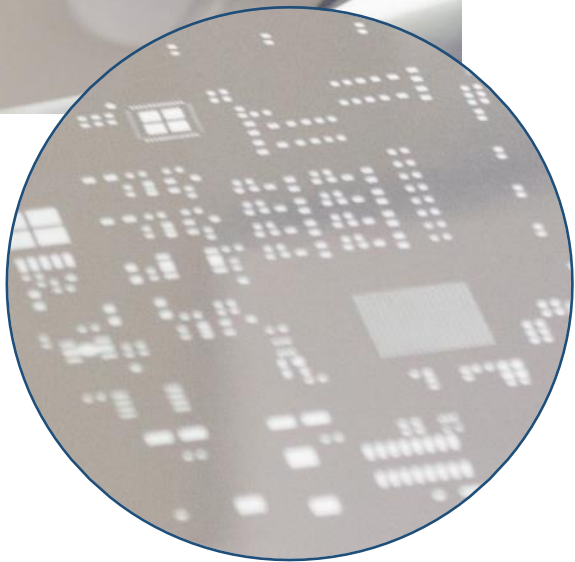


実装機ではんだを塗布する際に使用されるステンレス板のこと

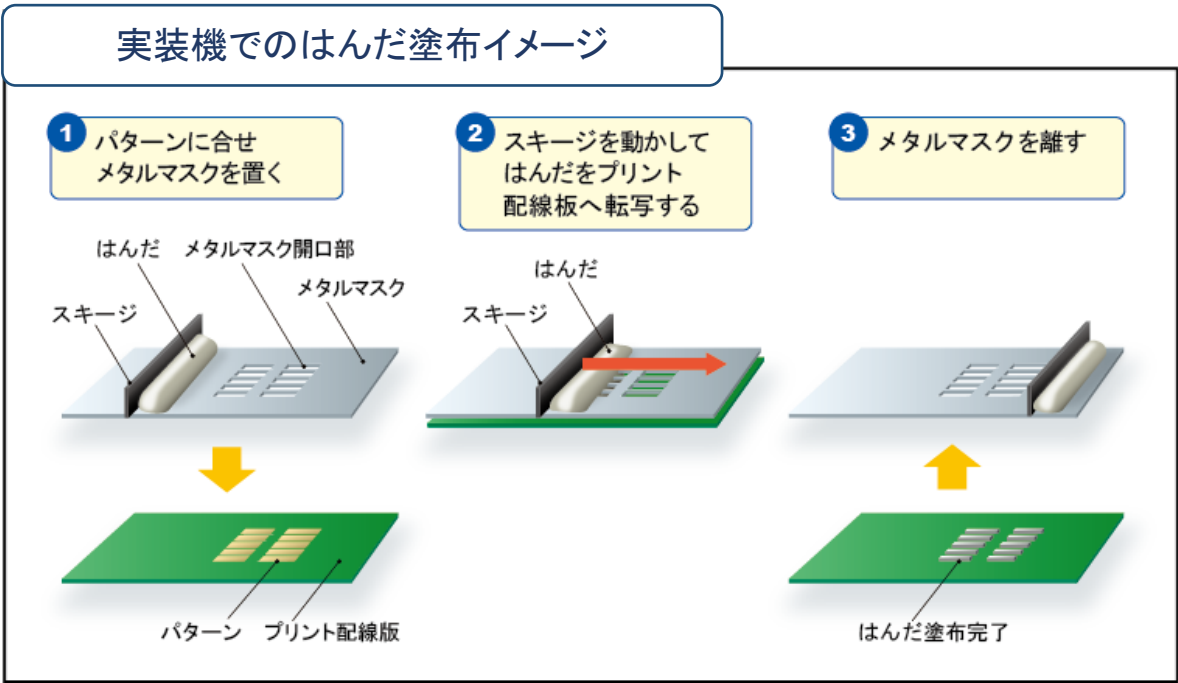
メタルマスク版の外観



レーザー加工機で
ステンレス板に
穴（開口）を空ける

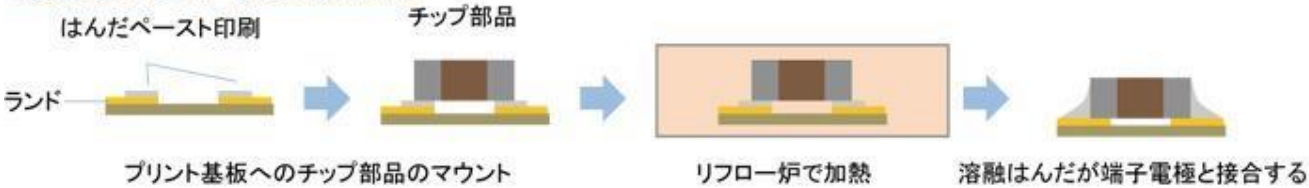


実装機ではんだ塗布イメージ



引用:コネクタのメタルマスク開口部の設計について (panasonic.co.jp)

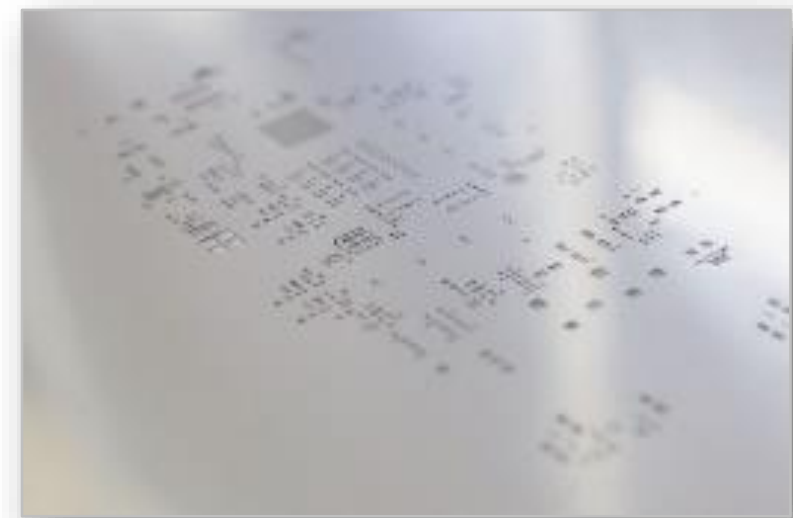
□表面実装とリフロー方式のはんだ付け



引用: <https://www.edge-link.omron.co.jp/news/147.html>

引用: <https://www.fusionpcb.jp/blog/?p=316>

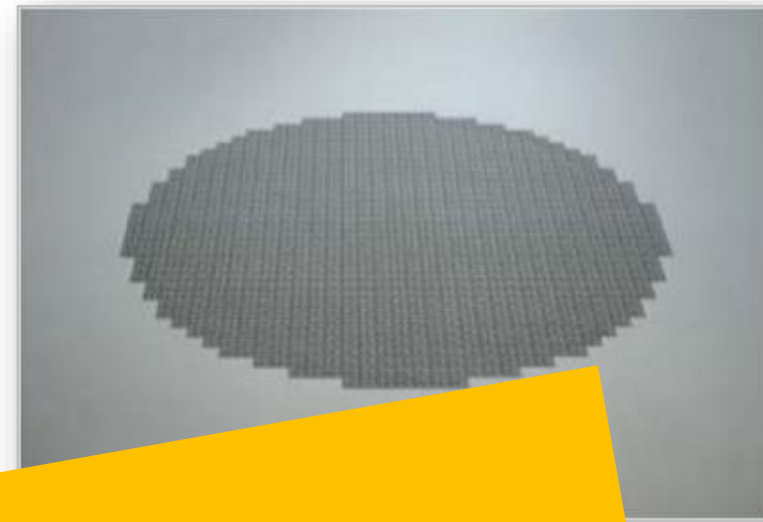




電子部品実装向けメタルマスク
穴数: 1~10,000穴



高密度実装やLサイズ基板
穴数: 10,000~50,000穴
穴径: 0.2mm以下



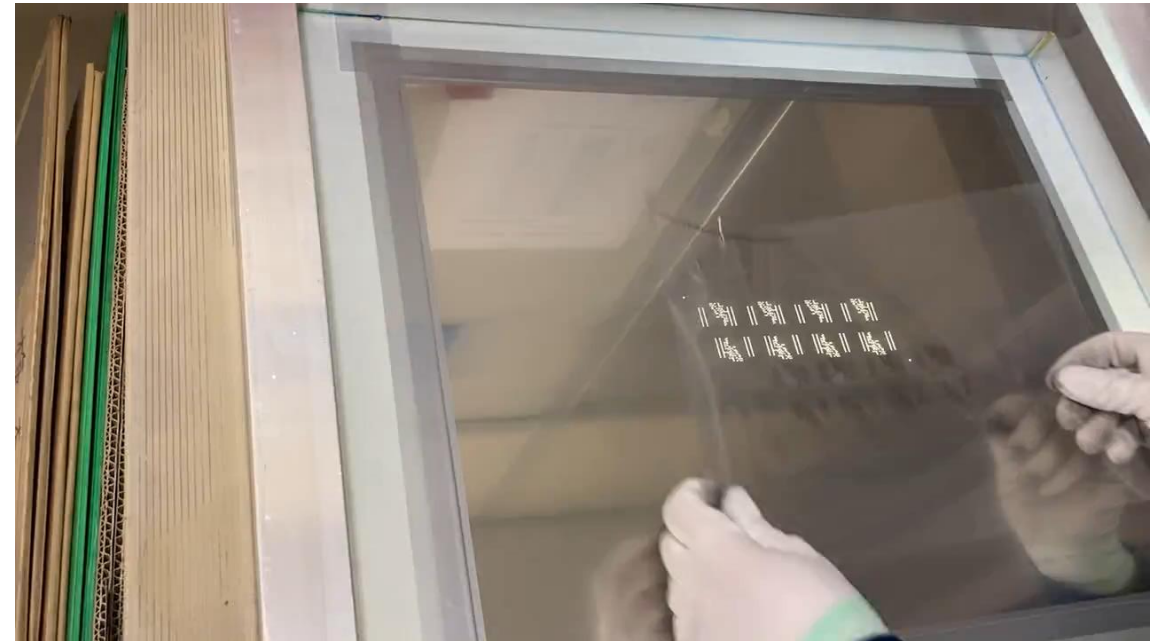
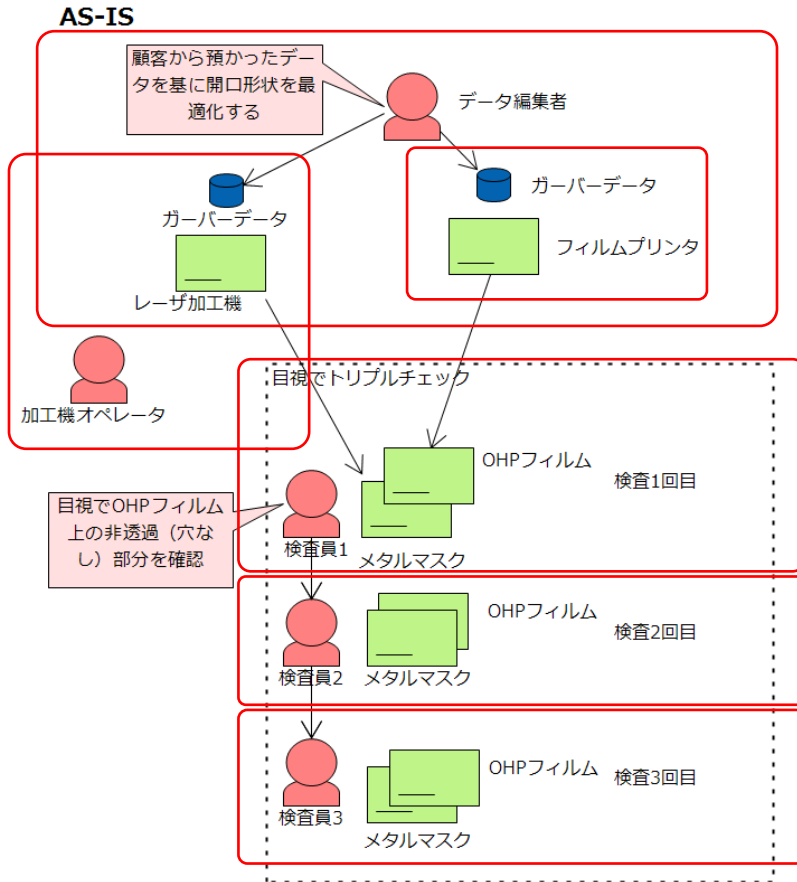
ICパッケージ・半導体・特殊用途
穴数: 50,000~1,000,000穴
穴径: 0.1mm以下

穴は小さく。多く。目視はもうキツイよ。。。



As-Is フィルムを使って開口検査

9A01_やりとりチャート



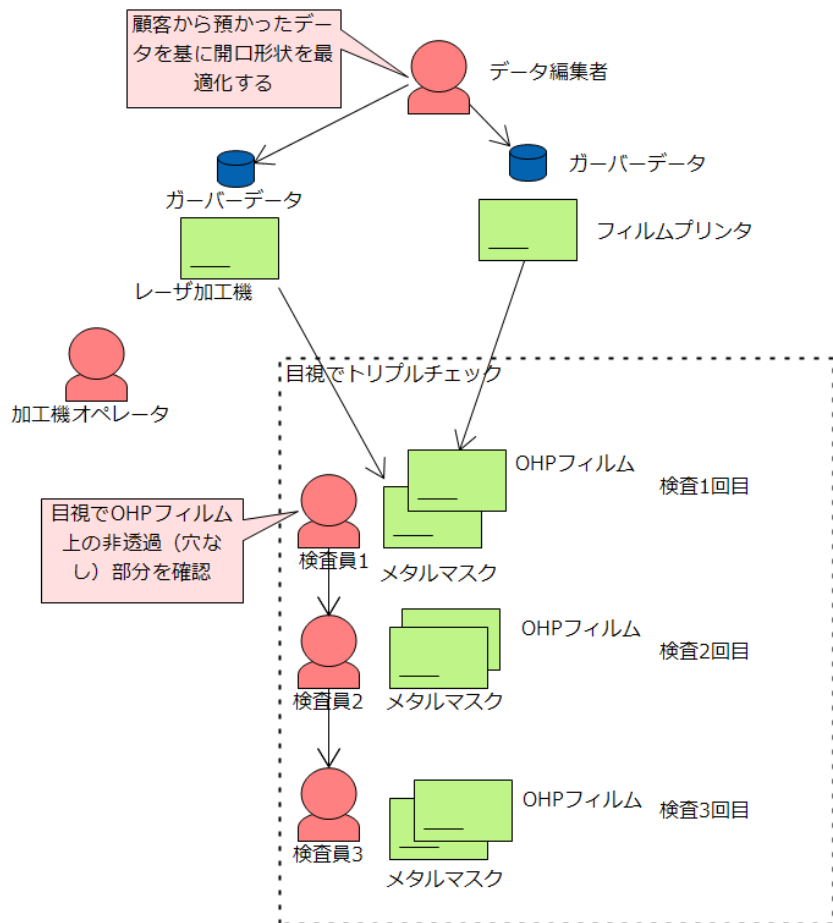


To-Be 開口検査装置を導入

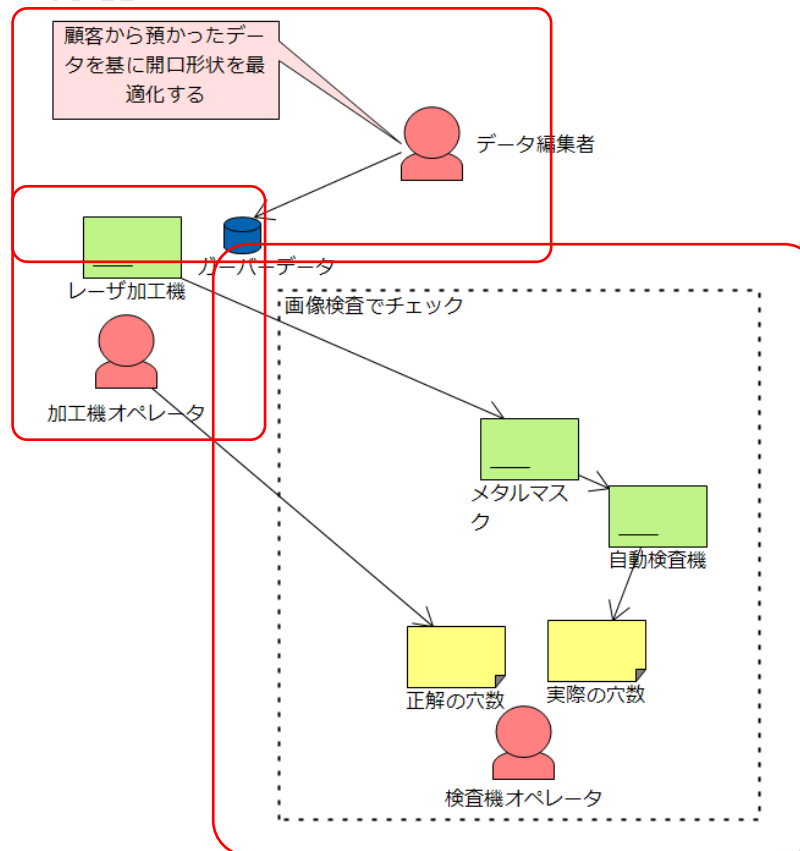


9A01_やりとりチャート

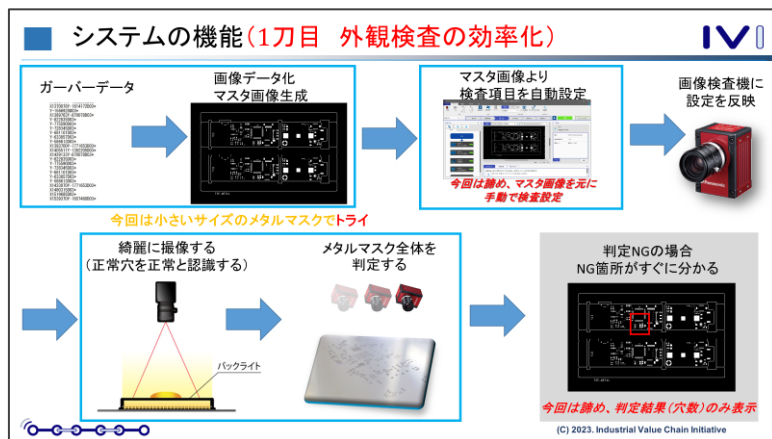
AS-IS



TO-BE



●成果：画像処理システムを使用した開口数検査システムの構築



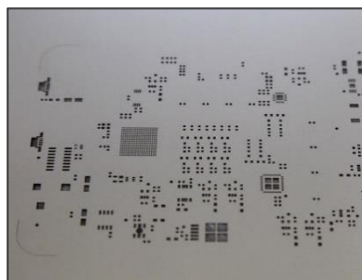
●課題：狭い範囲(80mm×60mm)しか検査できず現場実装できるものにならなかった

120万画素カメラ



産業用カメラは価格がネック

検査可能領域80mm×60mm



実際の製品は200mm角以上の
メタルマスクがほとんど

バックライトLED照明



照明も大型の特殊なものが必要

広範囲で高精細画像の取得を目指す



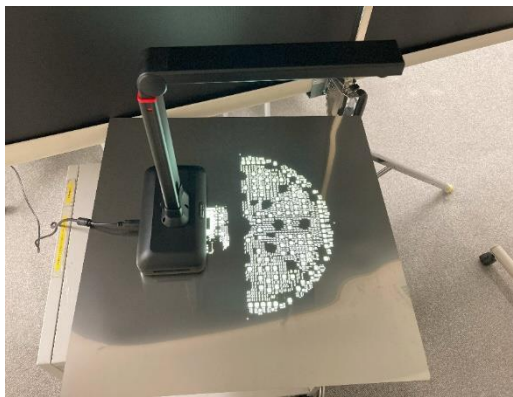
書画カメラを試しました

【なぜ書画カメラ？】
高画素で大きいサイズ見れそうだった

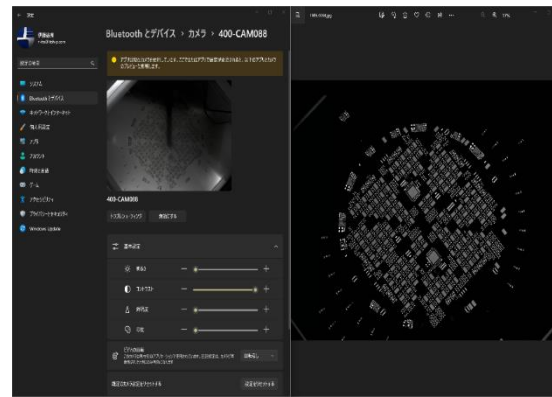
【何が課題だった？】

フォーカスとか明るさが毎回自動調整されてしまい
検査結果は稀に正解が出る程度で
再現性がありませんでした。

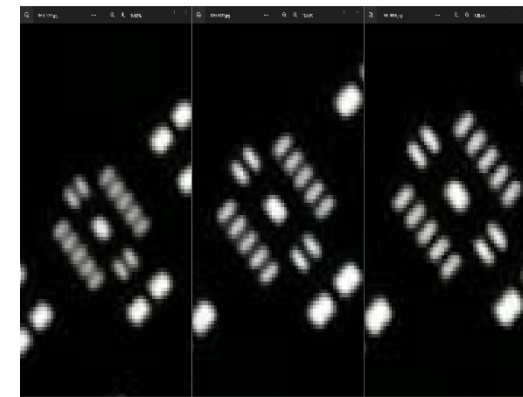
2000万画素書画カメラ



パラメータが
自動調整されてしまう



再現が難しい



* フォーカスや明るさのパラメータを固定したい *

デジタルスチルカメラを試しました

【何が解決できた？】
ピントボケのない高精細な画像を得られた
パラメータ固定で再現性もバッチリ

【何に苦労した？】
複数あるパラメータの最適な条件組合せを見つけ出す

【キーワードは】
2値化レベル、照明光量、視野(画素分解能)

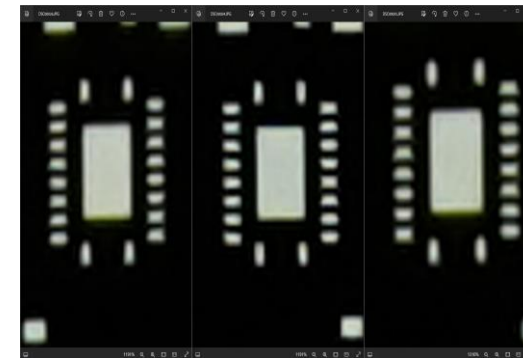
2010万画素
デジタルスチルカメラ

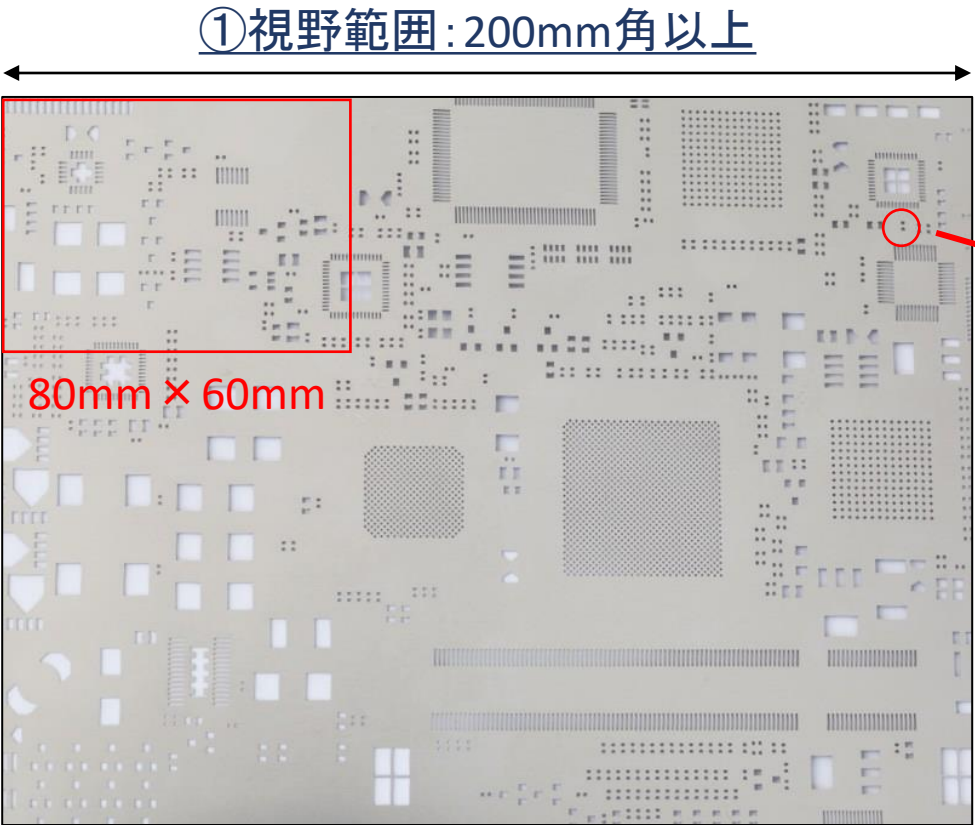


パラメータを
細かく調整 & 固定

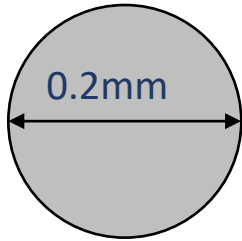


安定した
画像が得られる

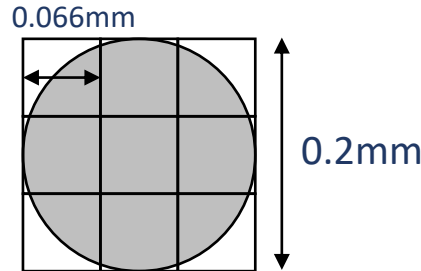




②要求精度: 最小径0.2mm



最小の開口



3画素以上で表現

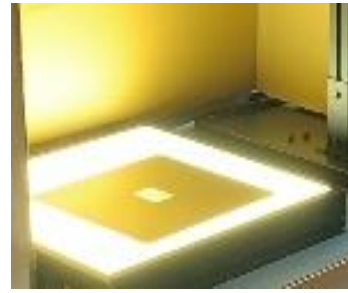
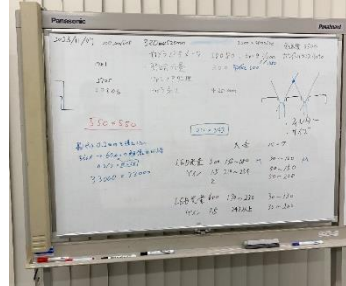
画素分解能(1画素で表現される長さ、視野を画素数で割ったもの)は
最小検出体の3倍以上の能力必要
⇒最小検出体を3画素以上で表現できると安定した検査が可能になる

例: 最小開口径0.2mmのメタルマスク版を検査するときの視野比較

最小検出物体	要求画素分解能	カメラ画素数	検査可能(視野)範囲
0.2mm	0.066mm/画素	120万画素(1280画素 × 960画素)	85mm × 64mm
		2010万画素(5472画素 × 3648画素)	365mm × 243mm



実証実験を重ね場実装へ



実装した開口検査装置の概要

0.2mm程度の微細な穴も十分な画素数でとらえ安定した検査結果が得られます

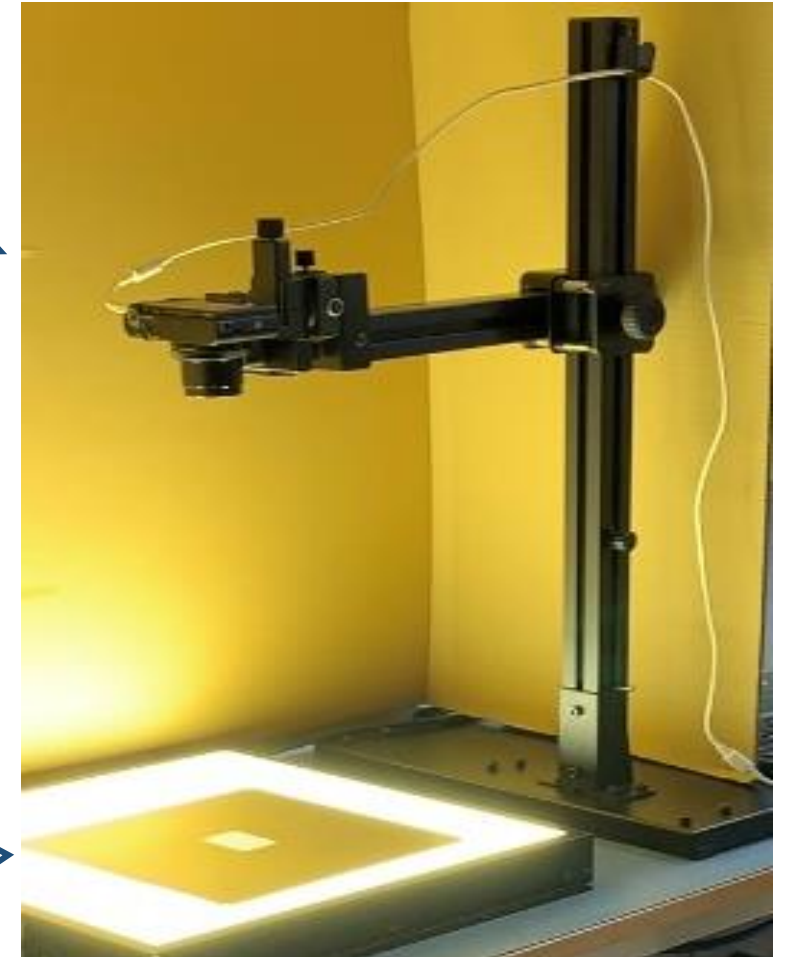
Facilea



カメラ
Sony
RX100V

画像処理
CKD
Facilea

照明
Leimac
IFDseries



開口検査装置の設置場所

1F

出荷工程

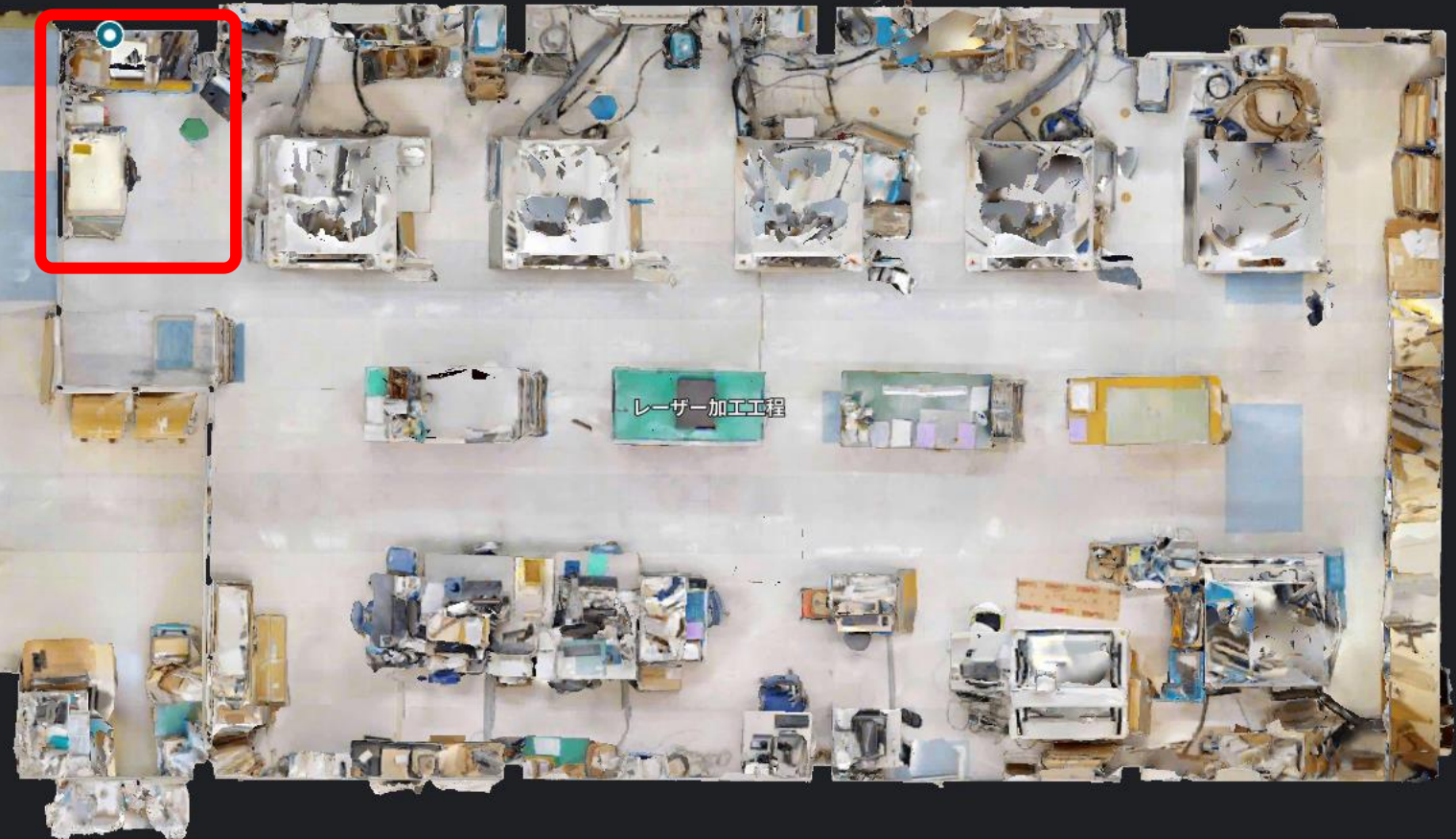


製版工程



このエリアに
開口検査装置を実装する

レーザー工程





開口検査装置を使った検査の様子





特殊用途：バンブ用メタルマスク版の検査

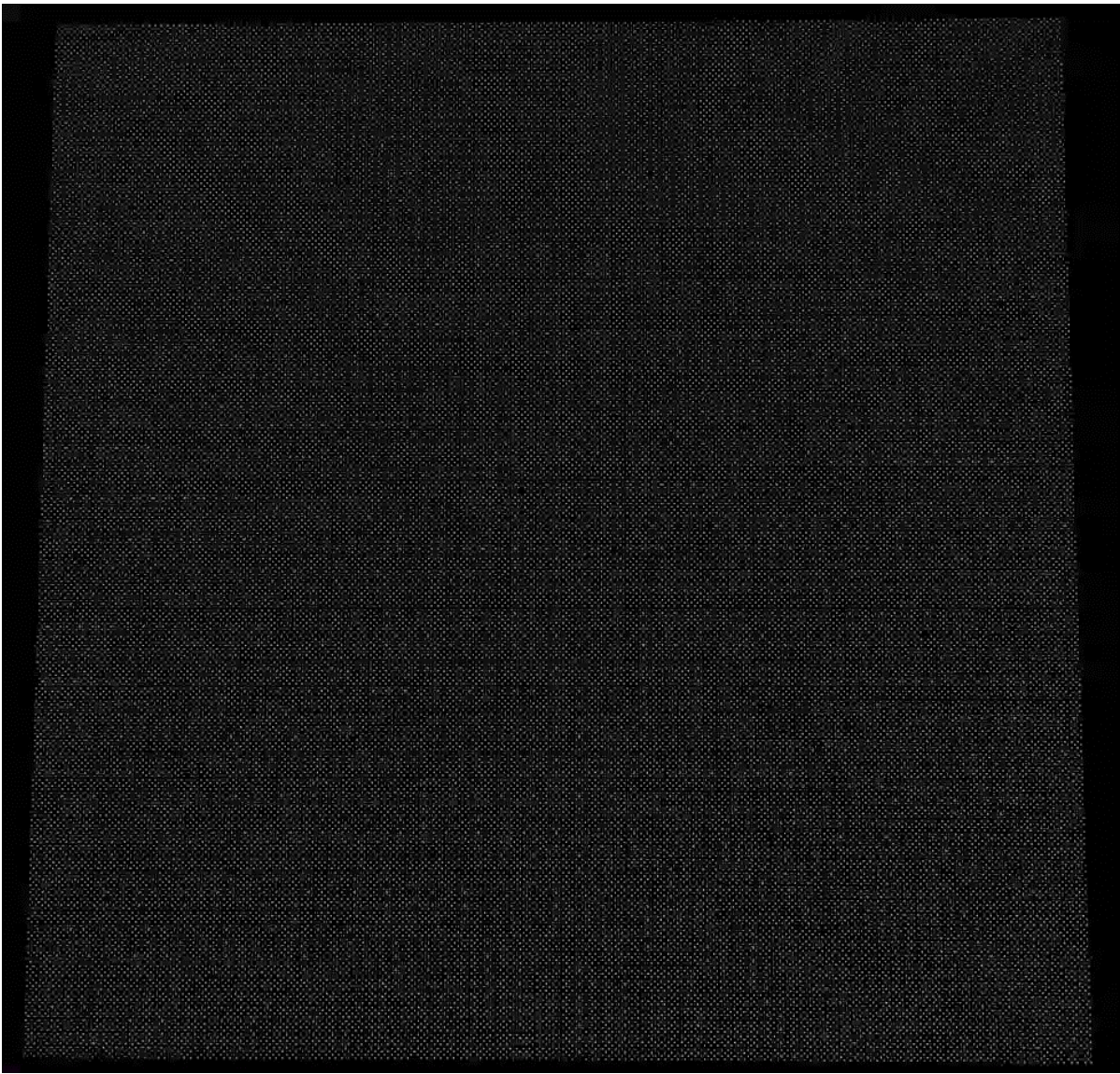
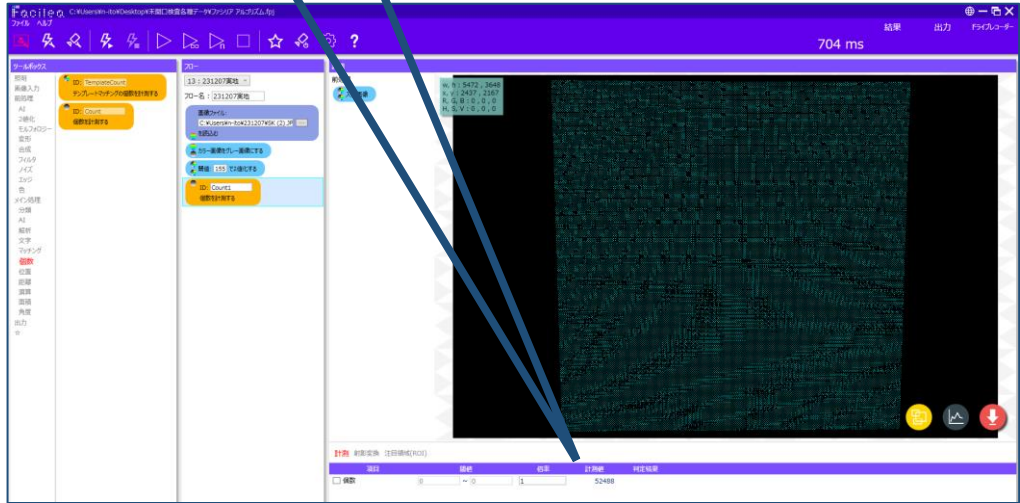
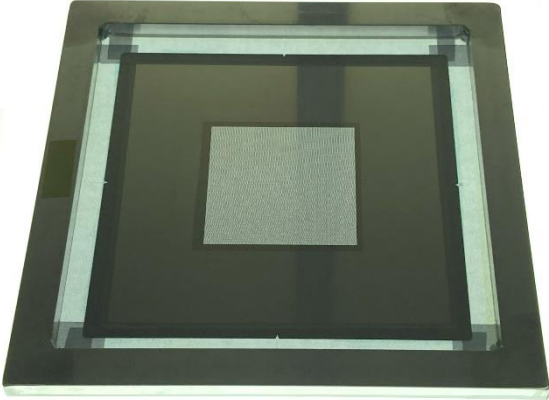


照明や撮影条件の最適化により
0.1mm以下の穴、密集した穴の検査も一瞬で可能となりました

計測値

52488

未開口なし！



現場の為の見える化を実現する

- 一過性ではない話し合いを重ねることで見える化システムの導入と共に工程全体の目的を共有し続ける。

開口検査機をさら使いやすく

- データ連携しコードを読み取ると自動でメタルマスク版に合わせた検査設定になる
(現状は作業者が開口サイズに合わせて調整)
- 視野(高さ)調整も自動化

見える化システムの導入と開口検査システムの充実で
より早く、より高品質なメタルマスクを提供し
メタルマスク業界の「工場革新」をリードしていきます。



ご清聴ありがとうございました。

9A01

伊藤 憲秀 (イトウプリント)
天野 竜一 (パナソニックインダストリー)
岩崎 年晴 (細川洋行)
大谷 剛将 (CKD)

嵯峨根 実 (日進製作所)
藤澤 和典 (DPMSs)
吉川 浩史 (MIRAI)

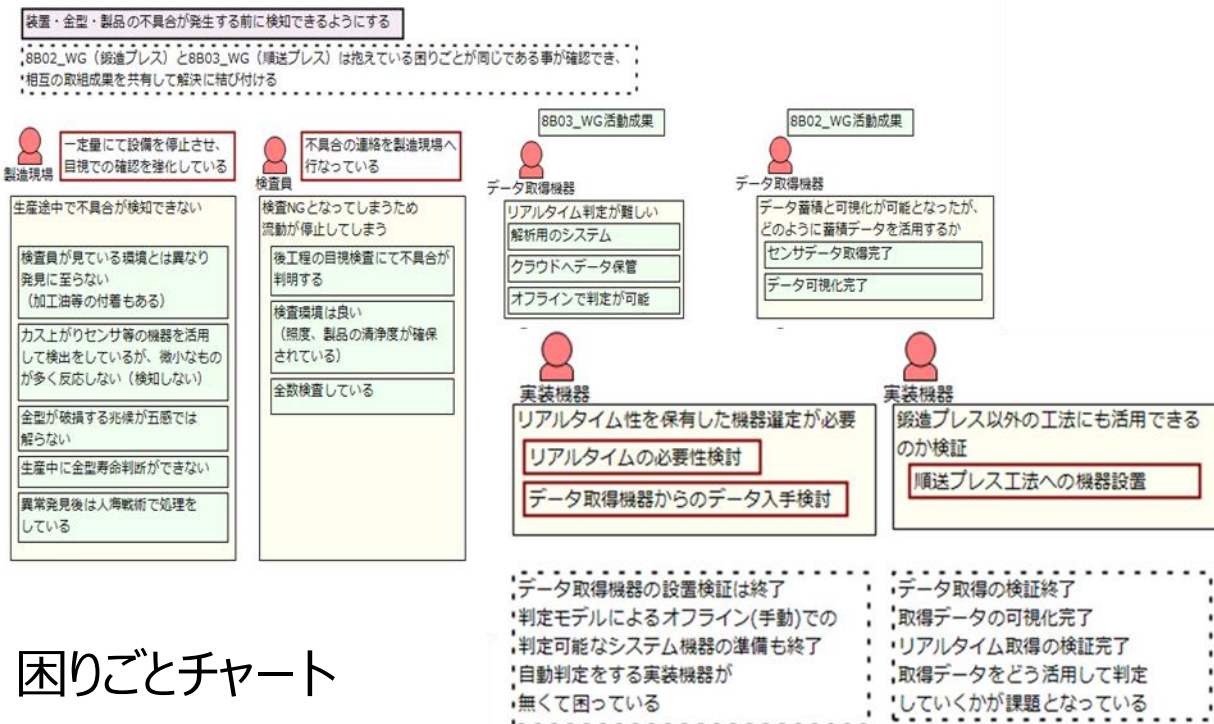
ご協力
西川 由馬 (名古屋工業大学大学院
CKDインターンシップ)

予知保全・ものづくり可視化システムの実装

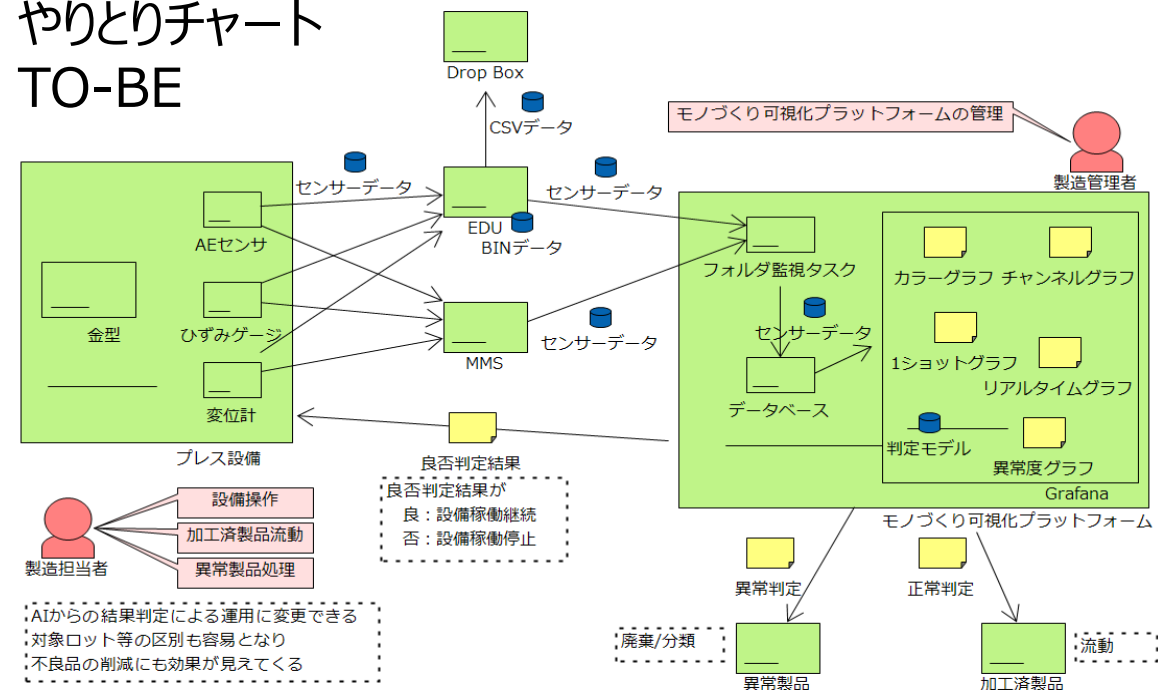
牛山順一  (ミスズ工業)
土屋春幸  (ミスズ工業)
浅川想太  (ニチダイ)
河田健一 (ダイキン工業)
金 秀英 (ヤマナカゴーキン)
富松重行 (電業社機械製作所)
分部 靖 (日本キスラー)

北原 学 (ミスズ工業)
森 満帆 (ニチダイ)
長洲慶典 (長野県工業技術総合センター)
平田俊明 (東京情報デザイン専門職大学)
衣笠静一郎 (アズビル)
水原宝英 (神戸製鋼所)
青柳伸幸 (エブレン)

高速プレス／鍛造プレスにおいて生産途中で異常を発見する事が困難なため、異常が確認されると被害が甚大になります
顧客への異常流出を防ぐ事が第一ですが社内としても大きなロスとなるため、異常を事前に発見する仕組みが必要とされる



やりとりチャート TO-BE



現状の課題と解決にも類似する要素が含まれているため、お互いの活動成果である

『データ分析からモデル生成』 『データの可視化プラットフォーム』 の活動を融合してお互いの現状の課題を解決すること

前年度の振り返り – ソリューションの概要と成果 –

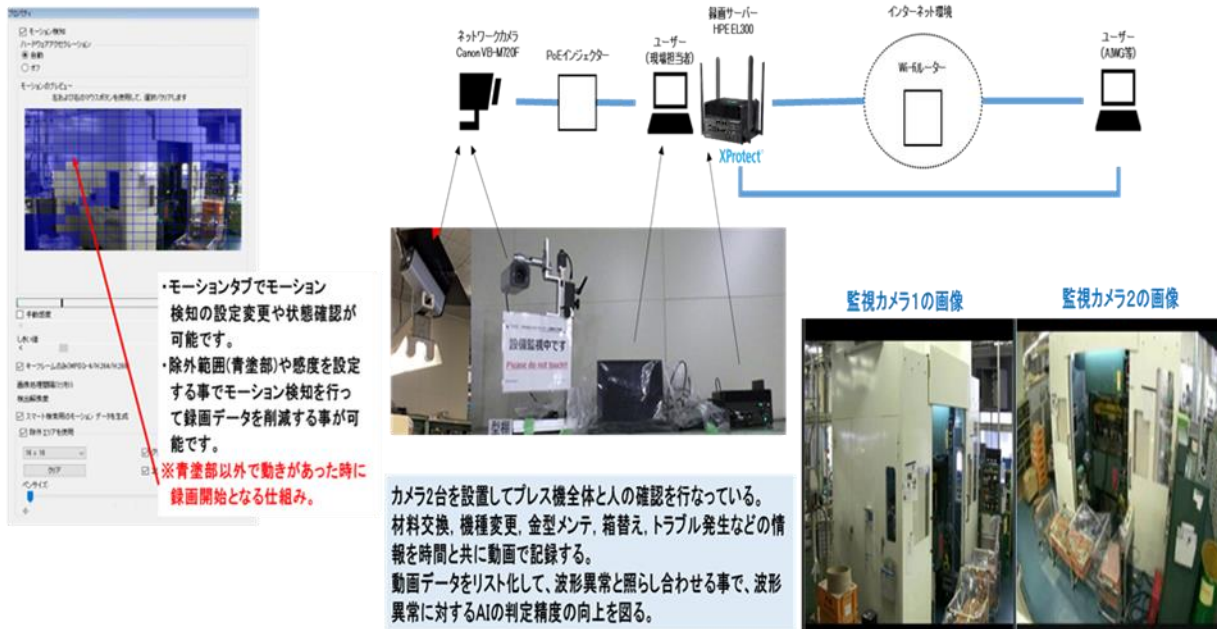
データ収集



プレス機にAEセンサーを取り付けEDU経由でDropBoxにデータを蓄積が可能となった。

Dropboxへの蓄積が実現





画像データからの作業履歴

日付	時間	作業内容	理由	品目番号	品目名	ロット番号	良品数	型修理履歴	備考	設置画像データ (写真有/写真/無)	担当
2022/4/7	9:22-39	停止	作業開始	0000-000000	品目0					(写真有/写真/無)	
2022/4/11	17:34-31	部品検査	全箇所確認	0000-000000	品目0	3105-1				1.50枚/1.001枚	A
2022/4/11	17:37-30	部品検査		0000-000000	品目0	3105-1					A
2022/4/11	17:47-50	シリン/圧気筒・検査		0000-000000	品目0	3105-1					A
2022/4/11	17:48-19	全箇所確認		0000-000000	品目0	3105-1					A
2022/4/11	17:57-35	油切れ		0000-000000	品目0	3105-1	2,510				A
2022/4/11	17:58-02	全箇所確認		0000-000000	品目0	3105-2					A
2022/4/11	18:13-47	油切れ		0000-000000	品目0	3105-2	2,510				A
2022/4/11	18:13-53	全箇所確認		0000-000000	品目0	3105-3					A
2022/4/11	18:21-54	停止	カメタリ	0000-000000	品目0	3105-3			センサー停止後、配内確認済		A
2022/4/11	18:36-15	部品検査	油切れ	0000-000000	品目0	3105-3					A
2022/4/11	18:37-34	部品検査	全箇所確認	0000-000000	品目0	3105-3					A
2022/4/11	18:39-10	全箇所確認		0000-000000	品目0	3105-3					A
2022/4/11	18:39-22	シリン/圧気筒・検査		0000-000000	品目0	3105-3					A
2022/4/11	18:40-59	全箇所確認		0000-000000	品目0	3105-3					A
2022/4/11	18:48-40	油切れ		0000-000000	品目0	3105-3	2,510				A
2022/4/11	18:48-52	全箇所確認		0000-000000	品目0	3105-4					A
2022/4/11	19:04-41	油切れ		0000-000000	品目0	3105-4	2,510				A
2022/4/11	19:04-40	全箇所確認		0000-000000	品目0	3105-5					A

画像データからの作業履歴

2022/4/13	19:11:10	日付	時間	作業内容	理由	品目番号	品目名	ロット番号	良品数	不良処理履歴	備考	録画画像データ (写真/動画/画像)	担当
2022/4/13	19:20:48	2022/7/26	9:51:43	増産	作業確認	48500-0	48500-0						
2022/4/13	19:22:49	2022/7/26	9:52:00	増産	計測済	48500-0	48500-0						S
2022/4/13	19:23:15	2022/7/26	13:38:15	増産		48500-0	48500-0						S
2022/4/13	19:34:02	2022/7/26	13:38:30	増産	不良品付	48500-0	48500-0						S
2022/4/13	19:35:19	2022/7/26	14:39:43	増産(組立)		48500-0	48500-0						S
		2022/7/26	14:41:22	増産(組立)		48500-0	48500-0						S
		2022/7/26	14:43:20	増産	待合箱	48500-0	48500-0						S
		2022/7/26	15:49:13	増産	戻る	48500-0	48500-0						S
		2022/7/26	15:49:15	増産(組立)		48500-0	48500-0						S
		2022/7/26	16:15:13	増産(組立)		48500-0	48500-0						S
		2022/7/26	16:15:24	ファンヒーター・検査		48500-0	48500-0						S
		2022/7/26	16:27:56	増産(組立)		48500-0	48500-0		3239-2				S
		2022/7/26	16:28:11	増産		48500-0	48500-0		3239-2				S
		2022/7/26	16:28:30	増産(組立)		48500-0	48500-0		3239-2				S
		2022/7/26	16:28:32	増産		48500-0	48500-0		3239-2				S
		2022/7/26	16:29:41	増産(組立)		48500-0	48500-0		3239-2				S
		2022/7/26	16:31:54	増産(組立)		48500-0	48500-0		3239-2				S
		2022/7/26	16:32:06	増産(組立)		48500-0	48500-0		3239-3				S
		2022/7/26	16:32:36	増産	カウントアップ	48500-0	48500-0		3239-3				S
		2022/7/26	16:32:38	増産(組立)		48500-0	48500-0		3239-3				S
		2022/7/26	16:33:12	増産		48500-0	48500-0		3239-3				S
		2022/7/26	16:33:21	増産(組立)	計測済	48500-0	48500-0		3239-3				S
		2022/7/26	16:34:14	増産(組立)		48500-0	48500-0		3239-3				S
		2022/7/26	16:34:15	増産(組立)		48500-0	48500-0		3239-3				S

※画像データの中で通常とは異なる作業と思われるところを色分けしておく

■センサーデータ取得システムから

[illegible]

■行動監視システムから

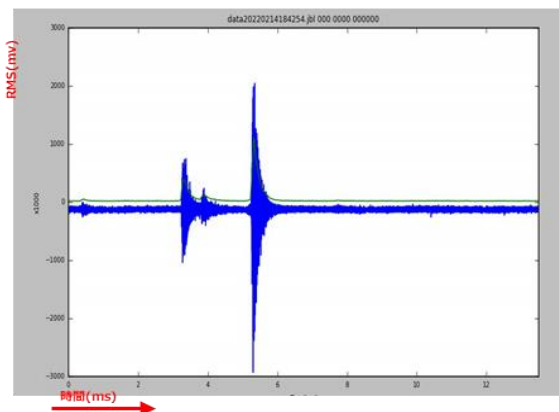
表データテーブルの中身例

社員ID	姓	氏名	部署	基本給	コミ	給与	給与割増率	給与	従業員数
1	田中	太郎	10	10000	0.1	11000			1
2	山田	次郎	20	20000	0.2	22000			2
3	佐藤	三郎	30	30000	0.3	33000			3
4	鈴木	四郎	40	40000	0.4	44000			4
5	高橋	五郎	50	50000	0.5	55000			5
6	渡辺	六郎	60	60000	0.6	66000			6
7	中村	七郎	70	70000	0.7	77000			7
8	小林	八郎	80	80000	0.8	88000			8
9	西村	九郎	90	90000	0.9	99000			9
10	田中	太郎	10	10000	0.1	11000			10

センサーデータと作業の一致が実現

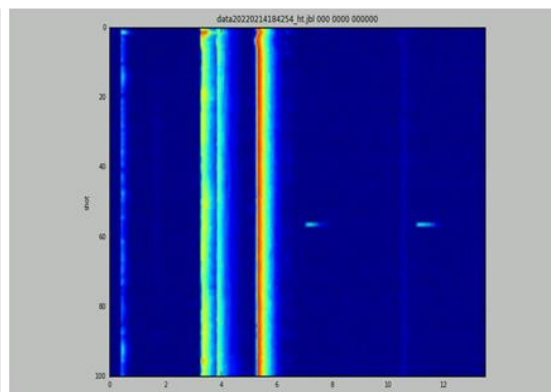
包絡線処理

与えられた曲線族と接線を共有する曲線



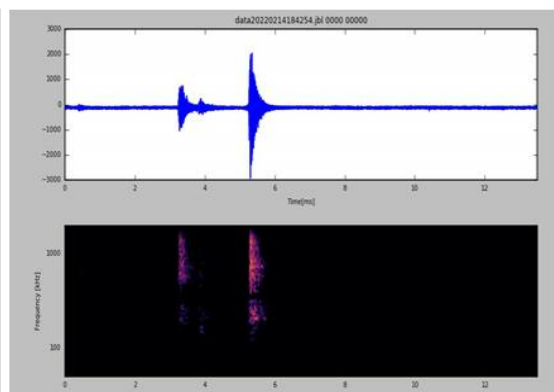
カラーマップ

色に関連付けられる一連の値



ウェーブレット変換

周波数解析の手法の一つ



判定 (AI) モデル

センサーデータから異常度変換により判定 (AI) モデル生成の実現

《データ分析準備》

①後半2山を位置固定で切り出し*

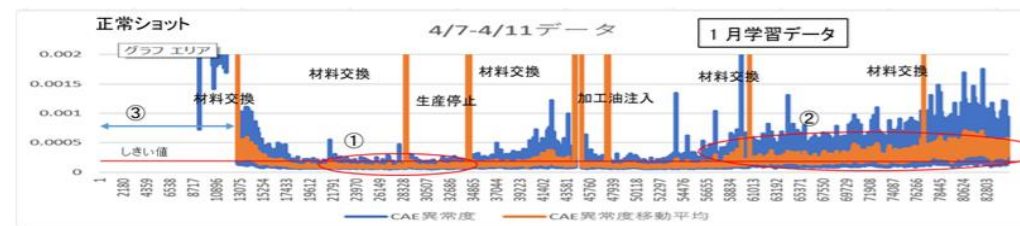


②学習データ追加**



**1月学習データ(300+4500ショット)に対してデータ追加

20220407143812~20220411195655(部品D:84964ショット)



- ①1月データ(1/6-1/8,1/20)での評価結果に比べて異常度のベースラインが上昇。
- ②異常度が上昇傾向にあり、しきい値を超えてきている。
⇒材料交換等?のタイミングで波形パターンの変化があり得る(正常データ)。
⇒今回は良否判定のため、この区間も正常範囲と扱い、学習モデルに追加。
- ③波形ピーク位置が他の区間とはずれており、高い異常度となっている。
⇒今回は評価対象外とするが、別途、ピーク位置起点での切り出して再評価する。
- ④材料交換、生産停止⇒開始、等のタイミングで異常度が急増。

様々な状況で学習データとして取込、異常度検証を実行し閾値を確立させる



・別用途で使用していた高スペックのPCを活用していく（右図表記）
・Windows WSLの環境整備も実行できる許可が取れた

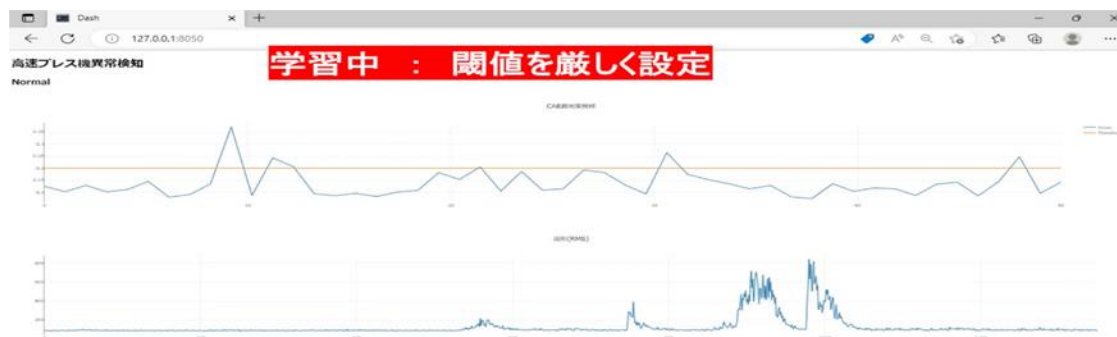
・データファイル転送でPCへの取込も可能であるとIT部門と確認済
・どのLinuxをインストールするか確認依頼があった

波形データ

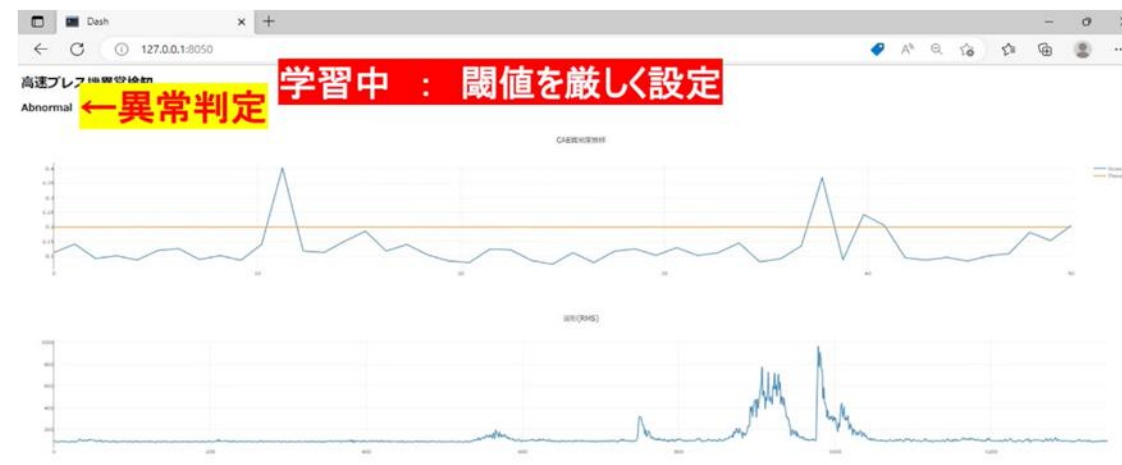
実装方針

- ・解析用PCはWindows WSL(Linux)上にDockerコンテナを構築する。
- ・コンテナ化することにより、独立した複数の判定ロジックでのアンサンブル学習を狙う。
- ・実装の簡単化のためにファイル受け渡しとしたいが、全ショットでは処理が間に合わない可能性が高く、ショットを間引くなどの対策が必要。
- ・結果表示は、簡単なWebでの表示を基本とし、環境に応じて検討する。

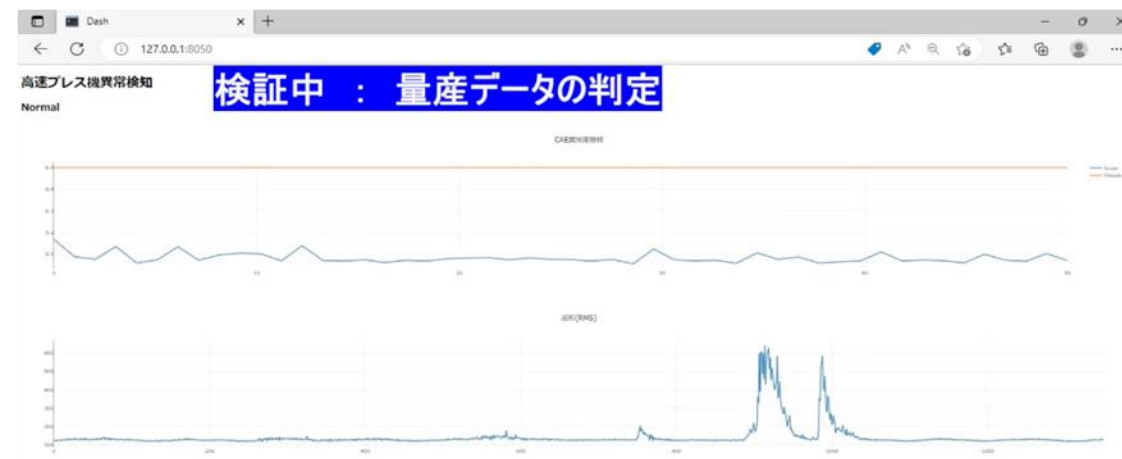
判定（A I）モデルによる異常判定の実現



はじめに仮設定により正常と異常の判定を確認しました



異常を示しています



波形は安定しているため閾値を超える事は、この検証では確認できませんでしたが
今後も継続してセンサデータの検証をしていきます

システムでの検証は完了して、実装の見通しが立ちました
しかし・・・

全てが手作業のため、実装の実現性がありません

異なるプレス工法企業（ニチダイ／ミスズ工業）の協働による

プレス業界の革新へのチャレンジ

を合言葉に、

将来につながる「**予知保全を備えた可視化プラットフォーム**」の構築を目指します

- 鍛造金型メーカーのニチダイにおいて前年度 I V I の活動を経てすでに実用化されている
プレス機可視化プラットフォームをミスズ向けに適用すること
実績重視
- 可視化プラットフォームに異常判定を追加し、リアルタイムで異常を通知できるようにすること
機能性重視
- オープンソースを活用することで、初期費用の削減とワーキンググループが終了しても
自社で維持管理できる体制づくりに考慮すること
実用性重視

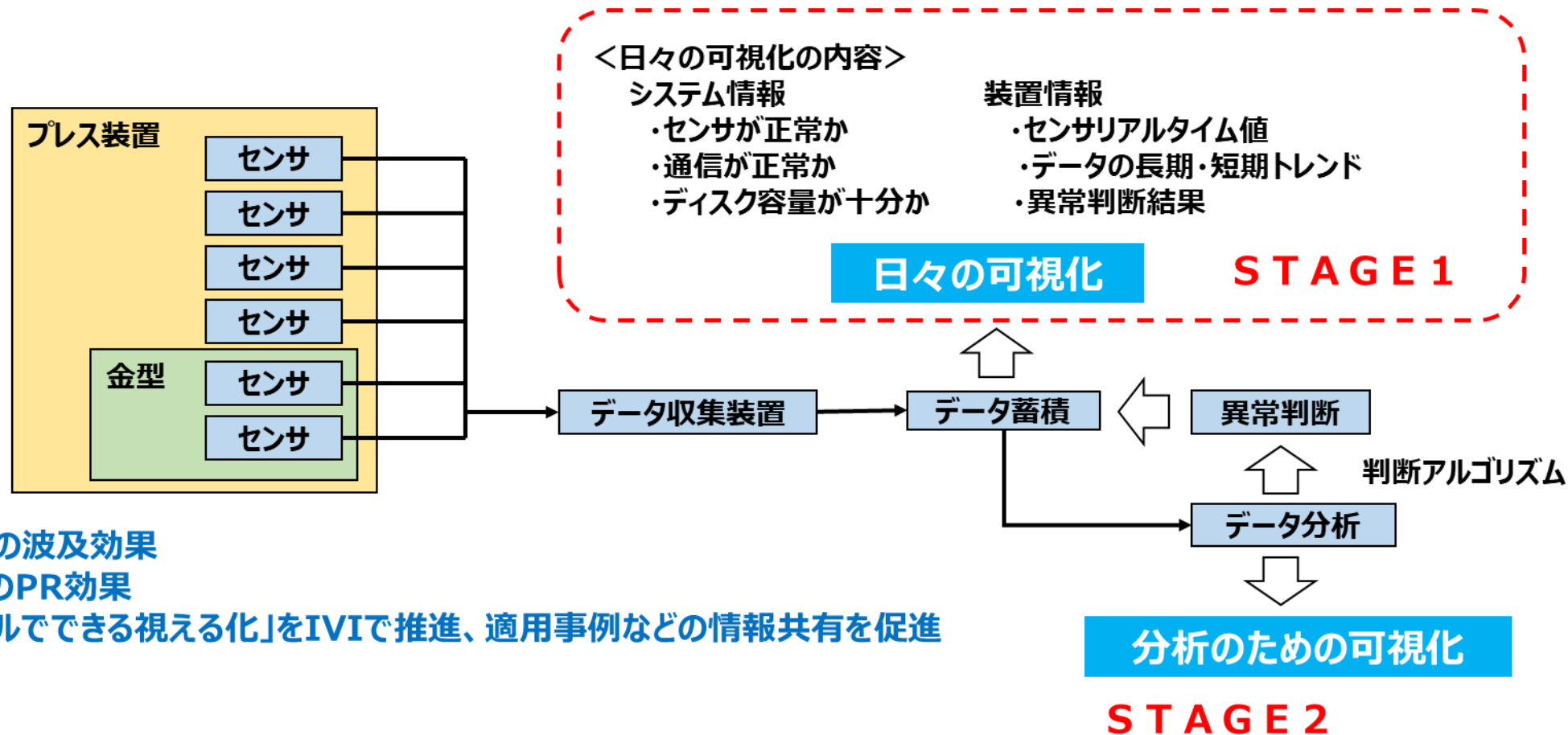
・2つの可視化の実現

STAGE 1 : 日々の可視化

STAGE 2 : 分析のための可視化

リアルタイム性を保有した判定モデルによる可視化

全てのデータを蓄積した可視化

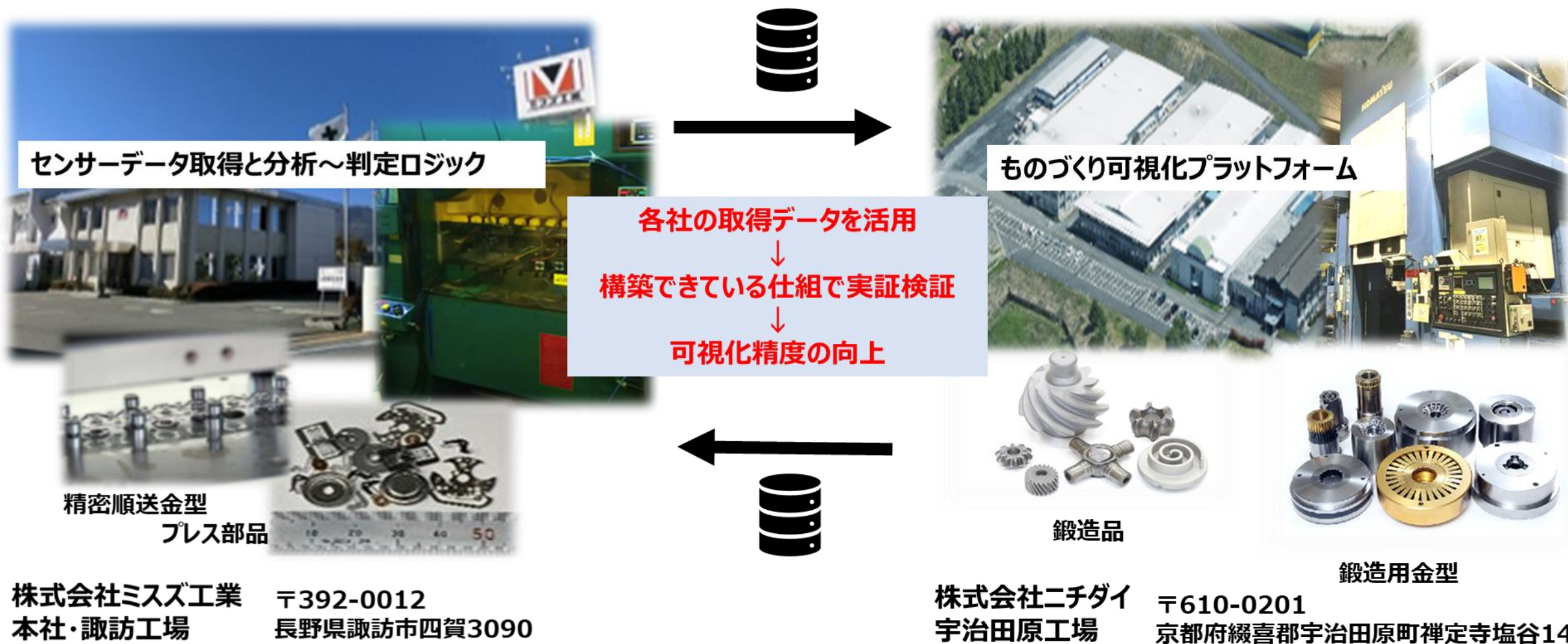


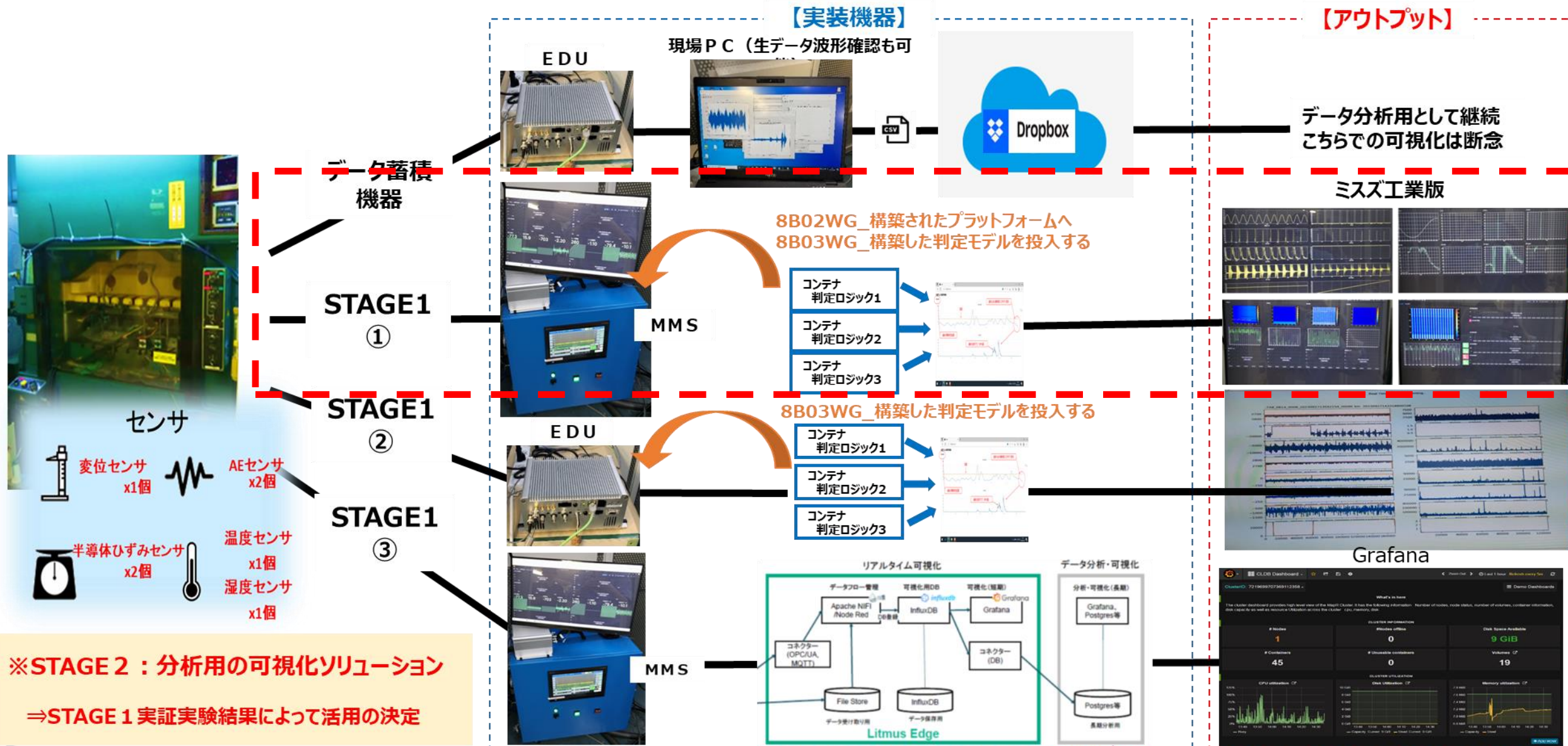
日々の可視化の波及効果

・社内向けのPR効果

・「現場レベルでできる見える化」をIVIで推進、適用事例などの情報共有を促進

実証検証シナリオ – 対象とする工場や設備／部品 –





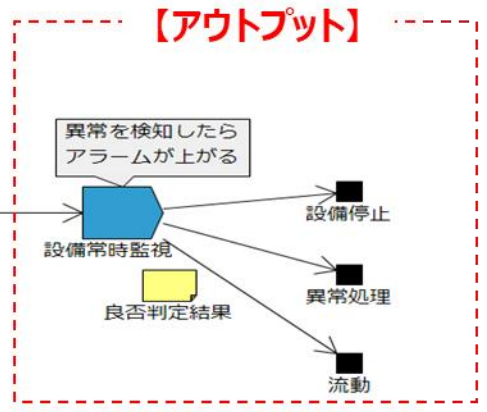
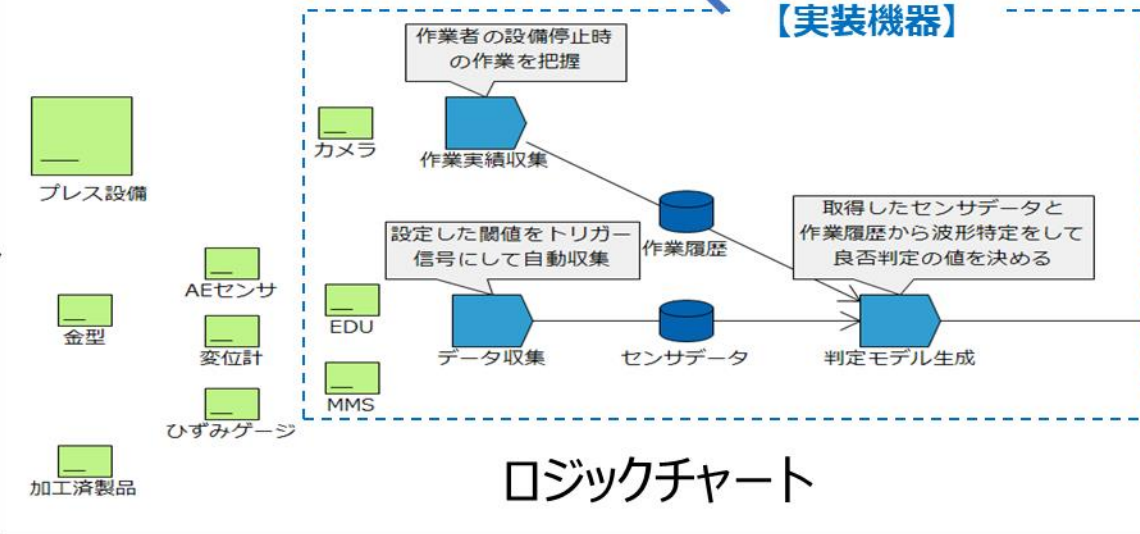
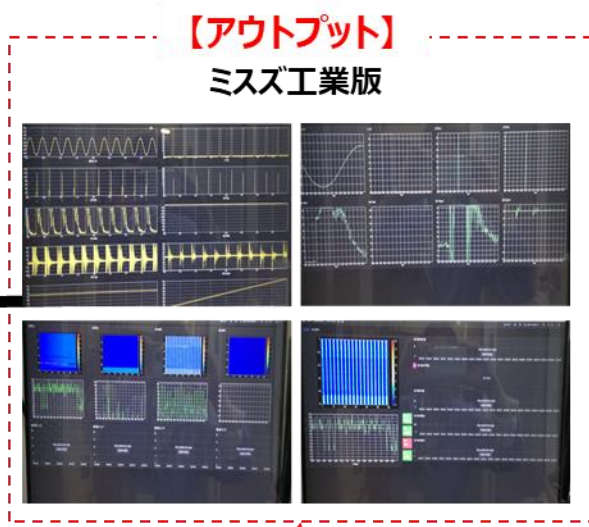
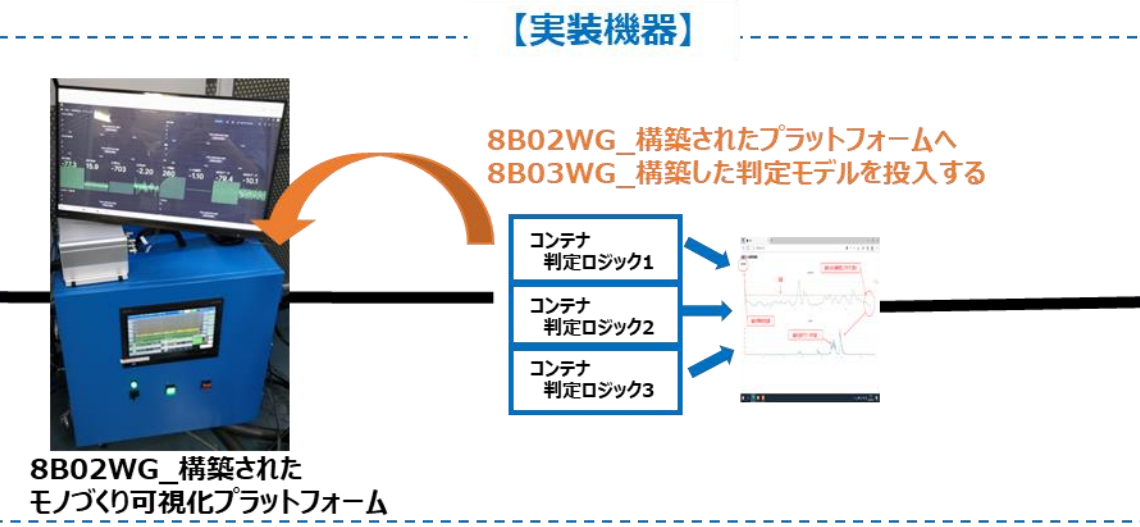


システムの構成



センサ

- 変位センサ x1個
- AEセンサ x2個
- 半導体ひずみセンサ x2個
- 温度センサ x1個
- 湿度センサ x1個



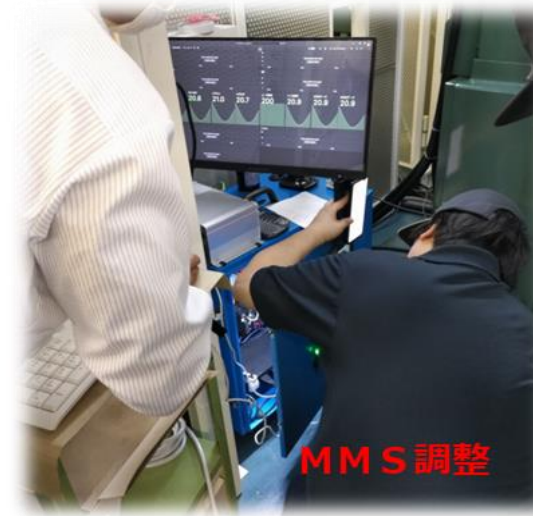
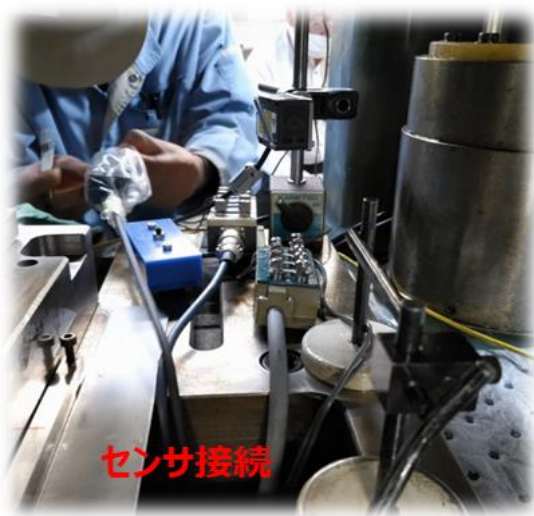
ロジックチャート



活動の成果 — 機器設置 —



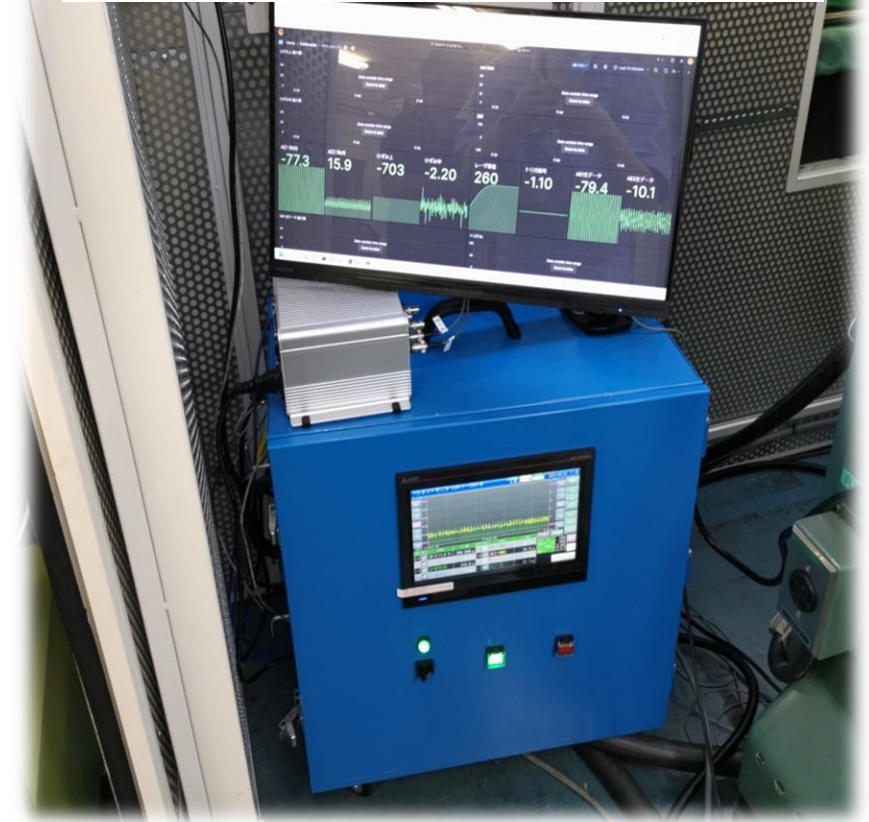
センサ・EDU・プログラム・配線の猛者集団が集結 → 接続が完了



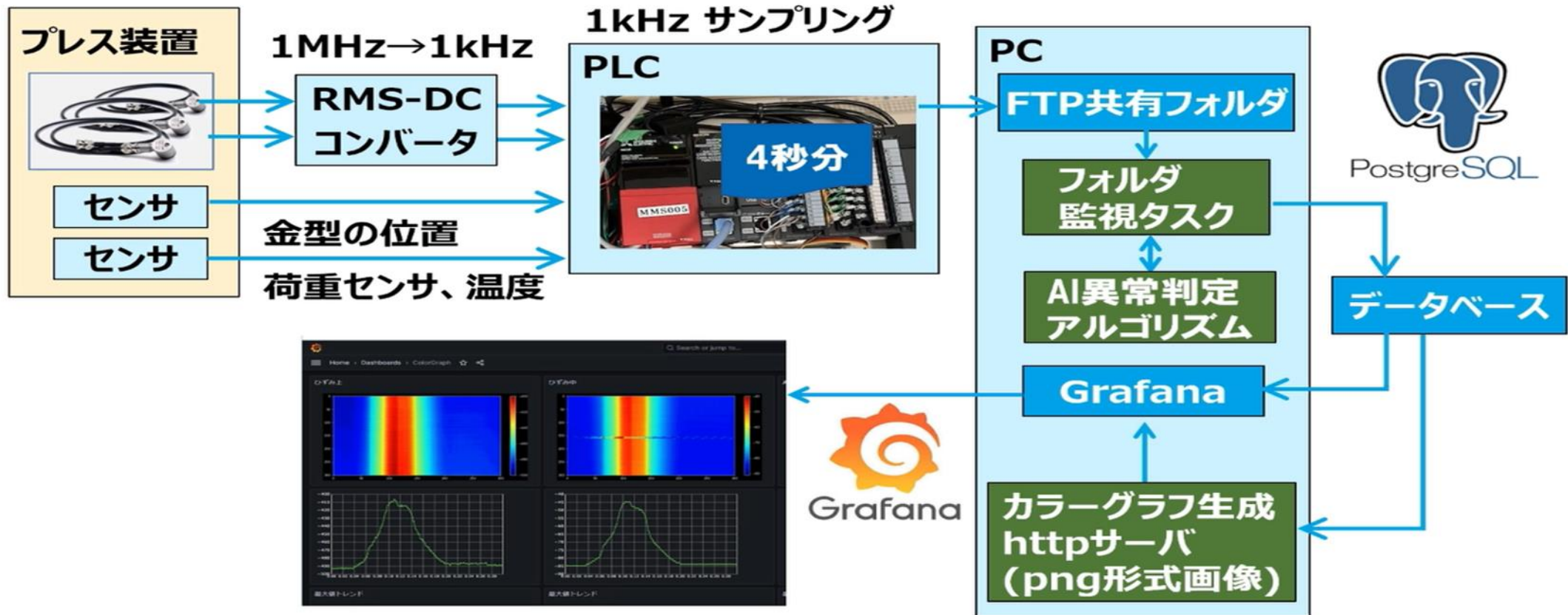
実装機器接続前



実装機器接続完了



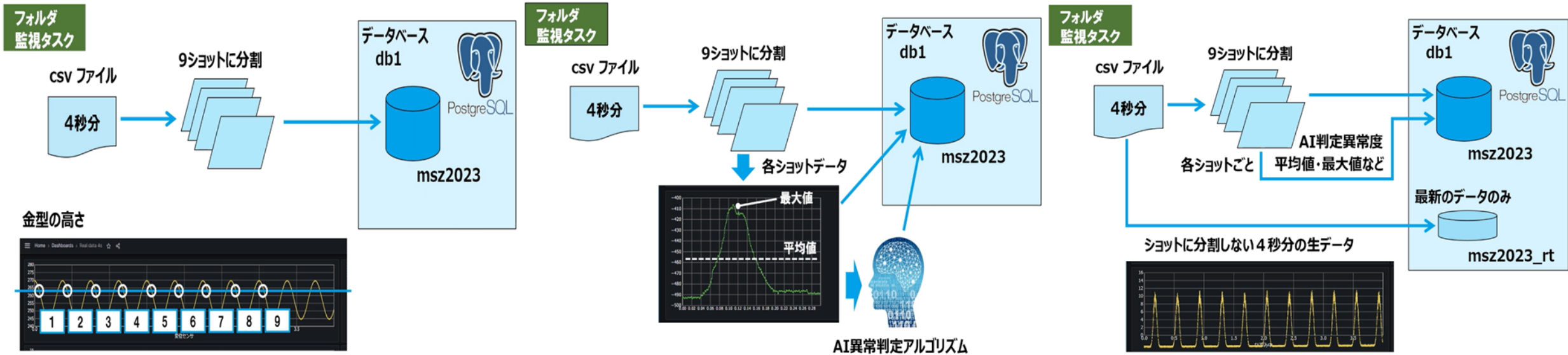
RMS-DCコンバータによりA E波形（1MHz）からRMS値（1kHz）への変換により、P L Cで扱えるようになり、前年度のP y t h o nプログラムの変更とフォルダ監視タスクとA I 異常判定アルゴリズムを追加することでG r a f a n aを活用した可視化が実現



PLCから送られるデータを待ち受けます

追加されたファイルを読み込み金型の高さを基準に各ショットに分解して

長期トレンド分析に必要な各ショットの代表値をデータベースに保存します

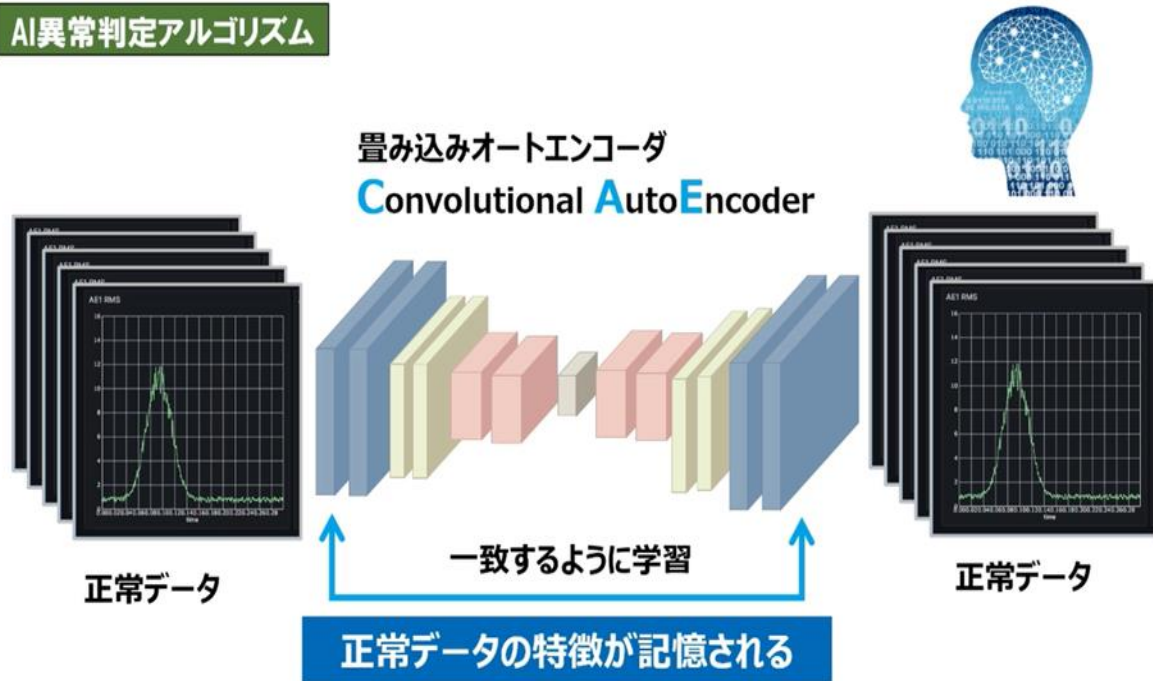


センサのデータをリアルタイムに確認できるように各ショットに分割する前の4秒間の生データも最新のみ保存

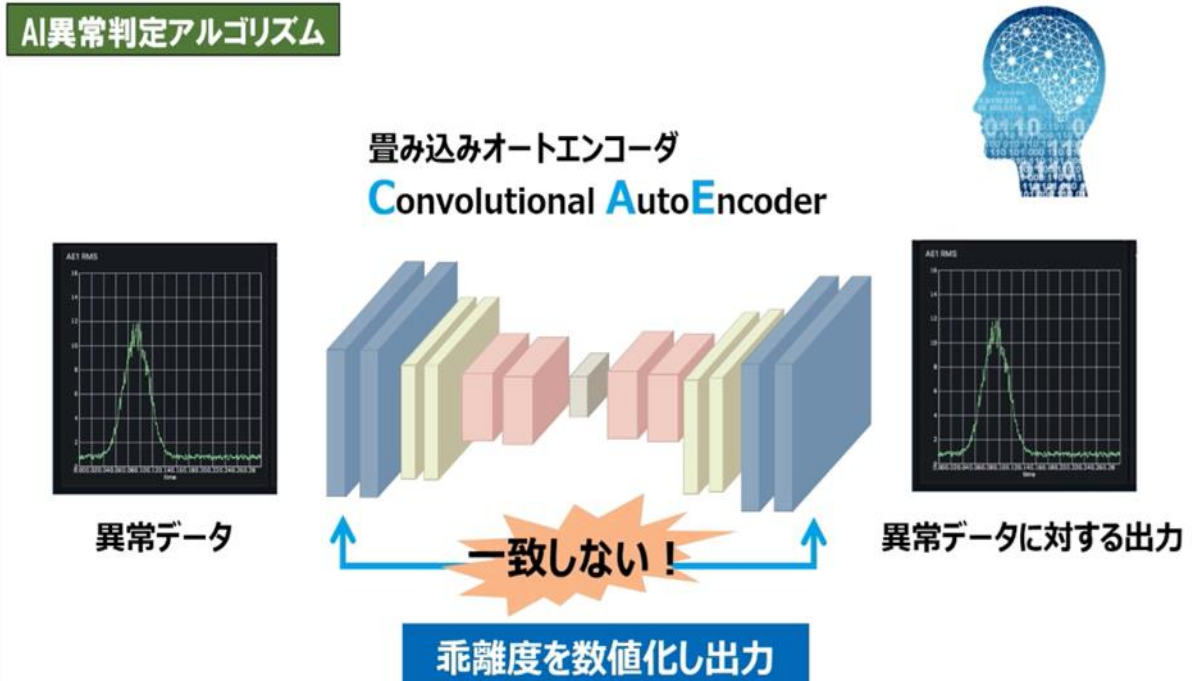
ディープラーニングの手法である畳み込みオートエンコーダを使用

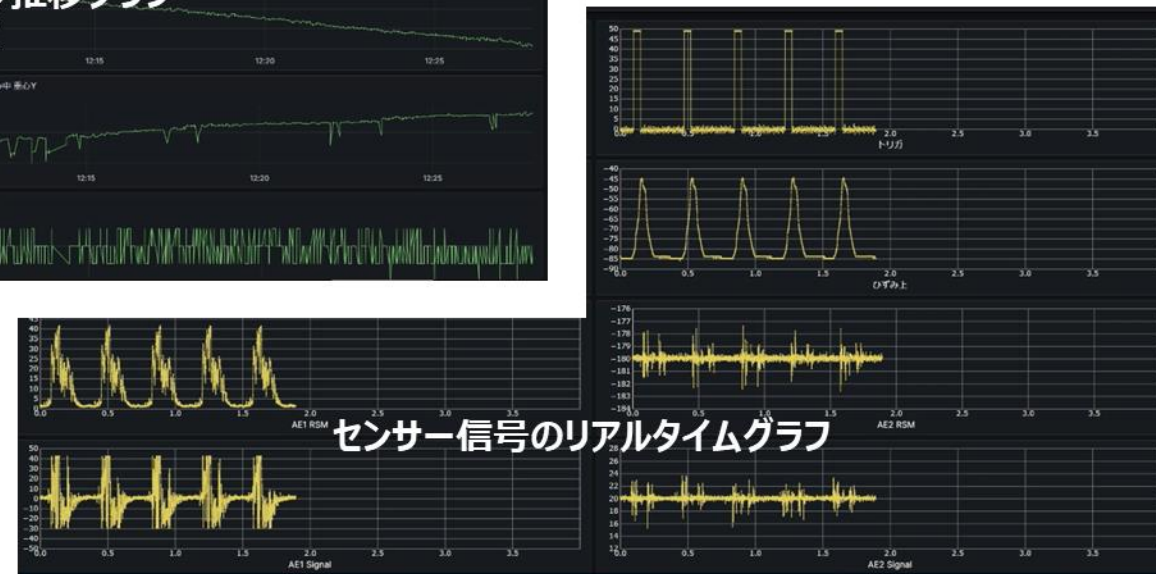
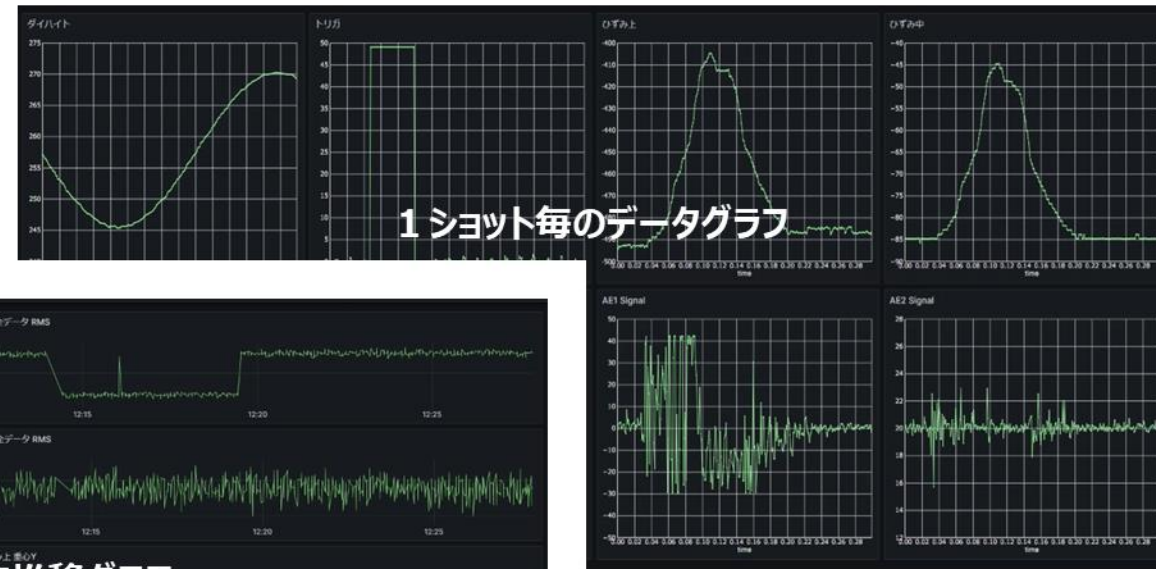
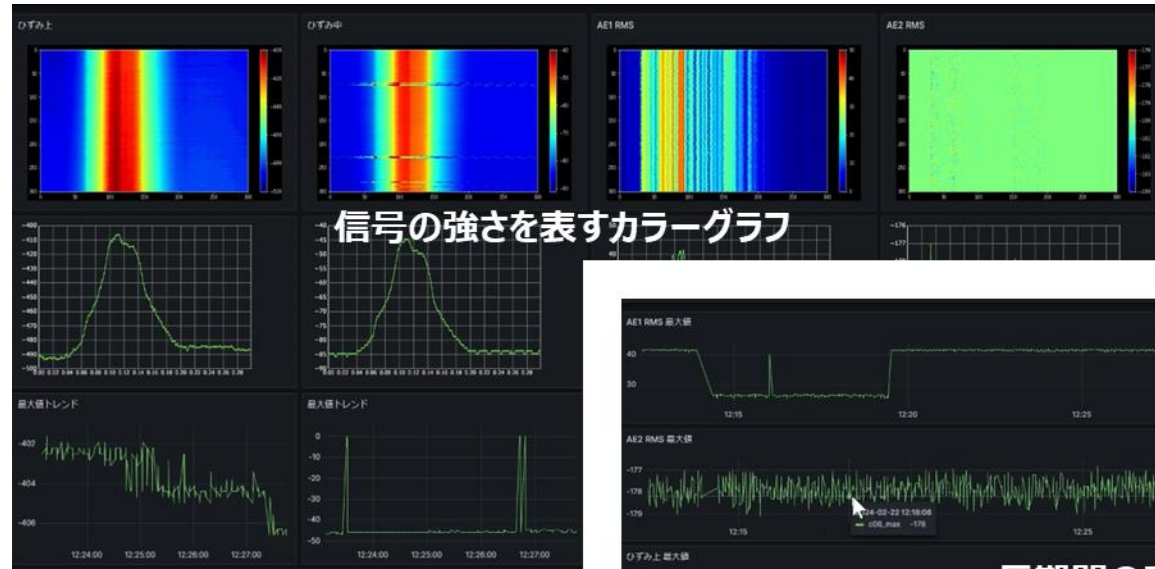
金型に異常がない状態を学習させておき、新たな波形を入力した時の異常度の数値を出力できる

AI異常判定アルゴリズム



AI異常判定アルゴリズム





G r a f a n a の活用によりアラート機能の設定も実現しました



A I が判定した異常度が一定の値を超えると通知する設定

異常値にしてみると・・・

L I N Eとメールに通知されることを確認できました



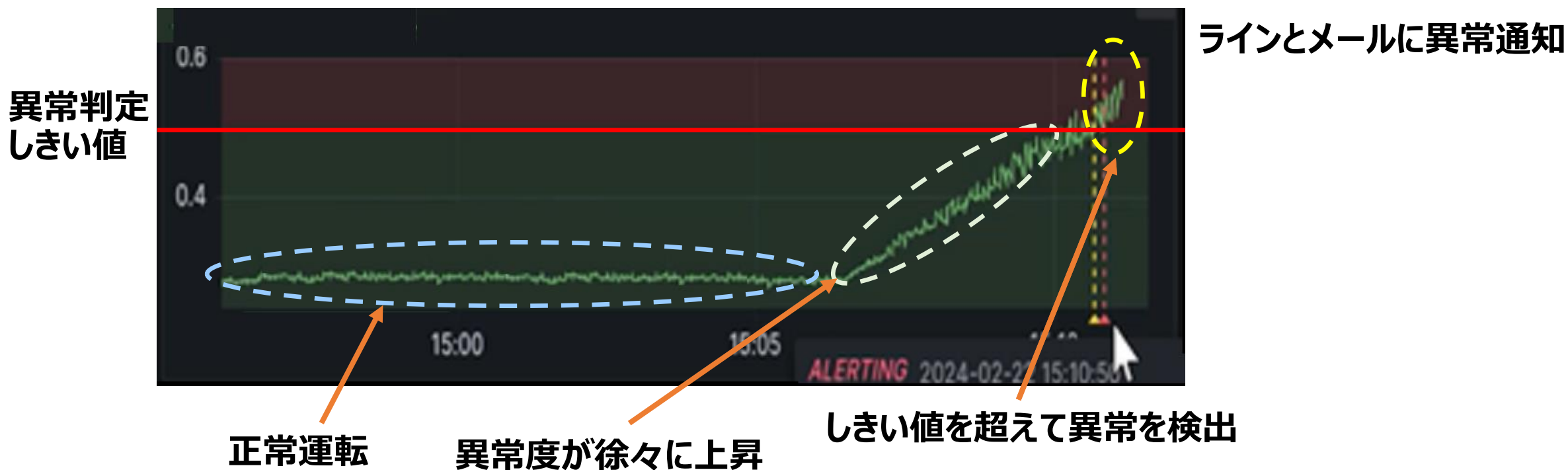


工法の壁を越え！！



現場への実装が実現しました

A I 異常判定アルゴリズムにより



異常度による**異常判定・異常通知**が実現しました

9B02_会合記録一覧

No.	開催日	開催時間	開催場所	議題
1	6月8日	13:00~17:30	機械振興会館+オンライン	第1回業務シナリオ合同WG
2	6月28日	10:30~12:00	オンライン (Teams)	第1回アドホック
3	7月13日	13:00~17:30	オンライン (Teams)	第2回業務シナリオ合同WG
4	8月10日	13:00~17:30	機械振興会館+オンライン	第3回業務シナリオ合同WG
5	9月14日	13:00~17:30	オンライン (Teams)	第4回業務シナリオ合同WG
6	9月20日	13:00~16:30	ミスズ工業+オンライン	第2回アドホック_実証実験内容整合編
7	9月22日	9:00~17:00	ミスズ工業	第2回アドホック_機器設置作業編
8	10月14日	13:00~17:00	機械振興会館+オンライン	公開シンポジウム2023-Autumn-
9	10月14日	13:00~17:00	ミスズ工業	*センサ接続調整
10	10月18日	13:00~15:00	ミスズ工業	*センサ接続調整
11	10月20日	13:00~19:00	ミスズ工業	*MMS機器接続調整+見学
12	10月31日	13:30~16:00	ミスズ工業	*センサ接続調整
13	11月9日	13:00~17:30	オンライン (Teams)	第5回業務シナリオ合同WG
14	11月13日	13:30~15:30	ミスズ工業	*センサ接続調整
15	11月29日	9:00~17:00	ミスズ工業	*MMS機器接続調整+取得data確認
16	12月14日	13:00~17:00	機械振興会館+オンライン	第6回業務シナリオ合同WG
17	1月11日	13:00~17:00	オンライン (Teams)	第7回業務シナリオ合同WG
18	1月22日	13:00~17:00	イトウプリント	9A01実証検証
19	2月1日	11:00~17:00	ニチダイ	モノづくり可視化プラットフォーム実証研究会
20	2月2日	10:00~12:30	ダイキン工業	
21	2月8日	13:00~17:00	オンライン (Teams)	第8回業務シナリオ合同WG
22	2月27日	15:00~17:00	ミスズ工業	9E01実証検証_事前確認
23	2月28日	9:30~17:00	ミスズ工業	9E01実証検証
24	2月29日	9:30~12:00	ミスズ工業	9E01実証検証_まとめ
25	2月29日	13:00~17:00	ミスズ工業+オンライン	お茶の水女子大学様_工場実習

3WGアドホック

: 4回

3WG連携ミーティング (毎週月曜)

: 22回

勉強会 (Grafana、PostgreSQL)

: 2回

ASG-020 : 次世代センシングメソッド創出研究分科会

: 8回

ASG-021 : AI・データ分析活用研究分科会

: 11回

今後の課題

- ・システム精度の向上を図り、他部品への展開につなげたい
- ・低コストでの機器導入
- ・他拠点への展開

ロット生産工場

サイバーフィジカルシステム

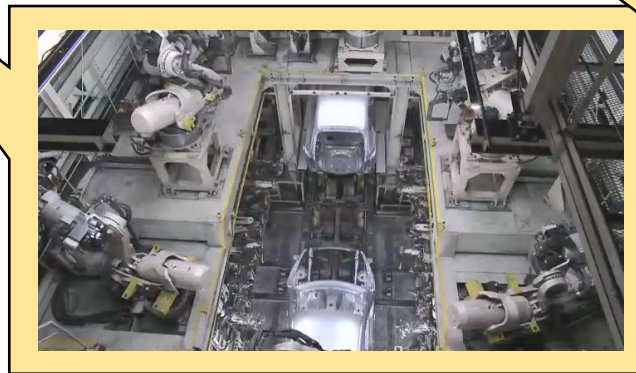
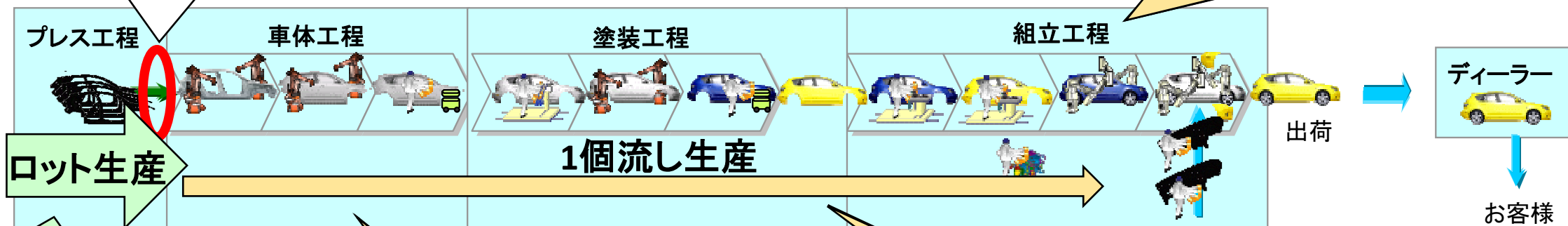
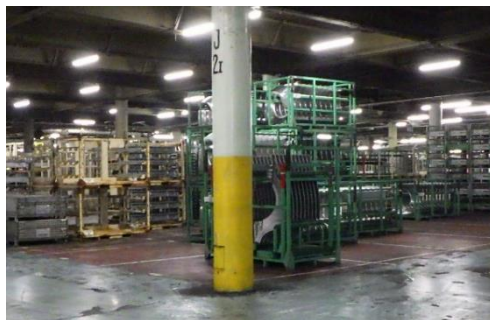
CPS 化による部品置場の最適化

渡邊 敬文  (マツダ)
荒津 亘  (マツダ)
小松 誠司  (マツダ)
石田 修一  (ヤマザキマザック)
片田 博之  (ヒロテック)

大山 賢治 (プロテリアル)
鎌田 真 (神戸製鋼所)
前田 智彦 (富士通)
八十嶋 慎太郎 (シーイーシー)
石原 圭祐 (牧野フライス)

自動車生産の流れ

今回の対象
異なる生産方式の間
部品置場での困りごと



プレス生産の歴史 と これまでの置き場展開



プレス生産の生産性向上 **過去30年で3倍**

自動化でスピードアップ

人力での部品搬送

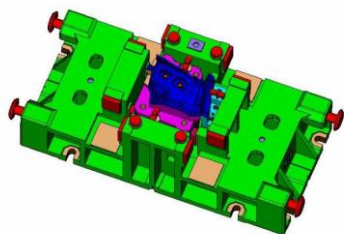


ロボットによる部品搬送

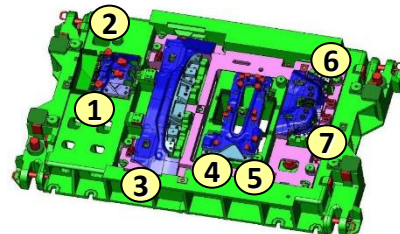


同時加工部品数増加

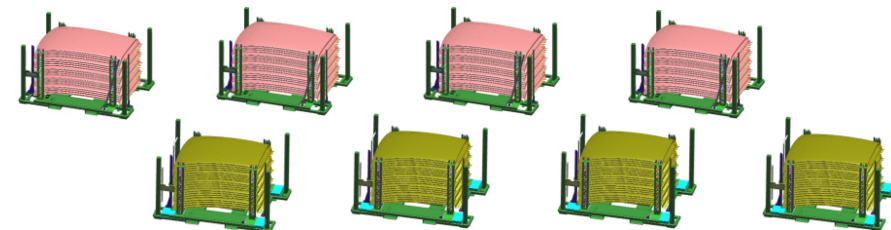
1部品加工金型



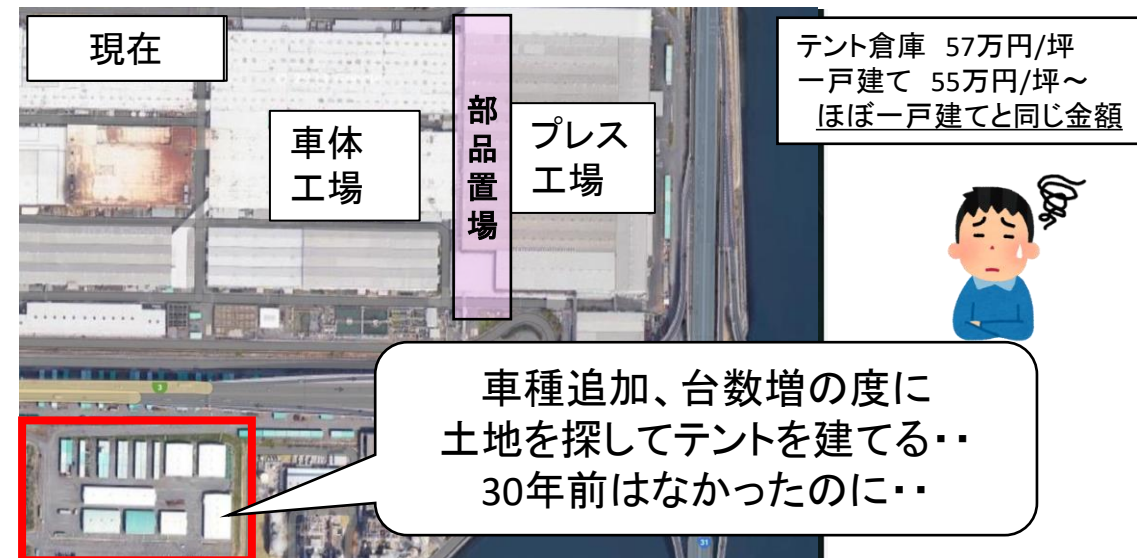
7部品同時加工金型



生産部品の数が大幅に増加



工場の敷地面積は変わらない



車種追加のたびに不動産業務で対応。でも私は**エンジニア**だ！

もし部品置場がなかったら・・・



プレス工程

車体工程

ロット生産
変種変量
スピード速い



1ライン



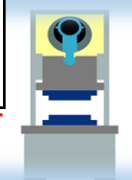
部品X 100個作った



2ライン



部品Y生産の
空容器足りない

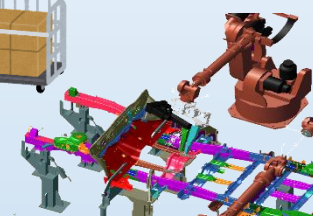


3ライン

13ライン
1000種類
1日50,000個生産



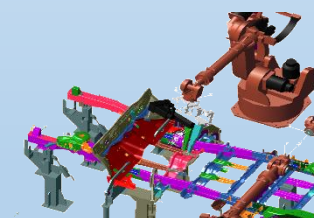
物流が混線して危ない



車体Aライン

1個送り組立
スピード遅い

部品X 100個も置けない
部品Yは？



車体Bライン

5車種
供給先 6箇所
1日2,000台生産

生産進度の差、物流の乱れにより、生産が継続できない

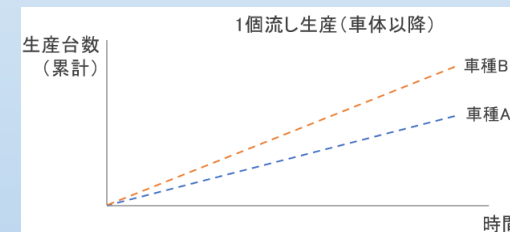
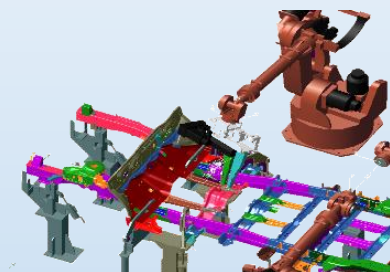
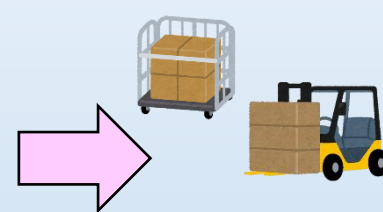
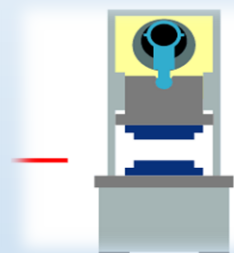
役割：前後の生産の仕組みが違っても、淀みなく生産を継続する



プレス工程

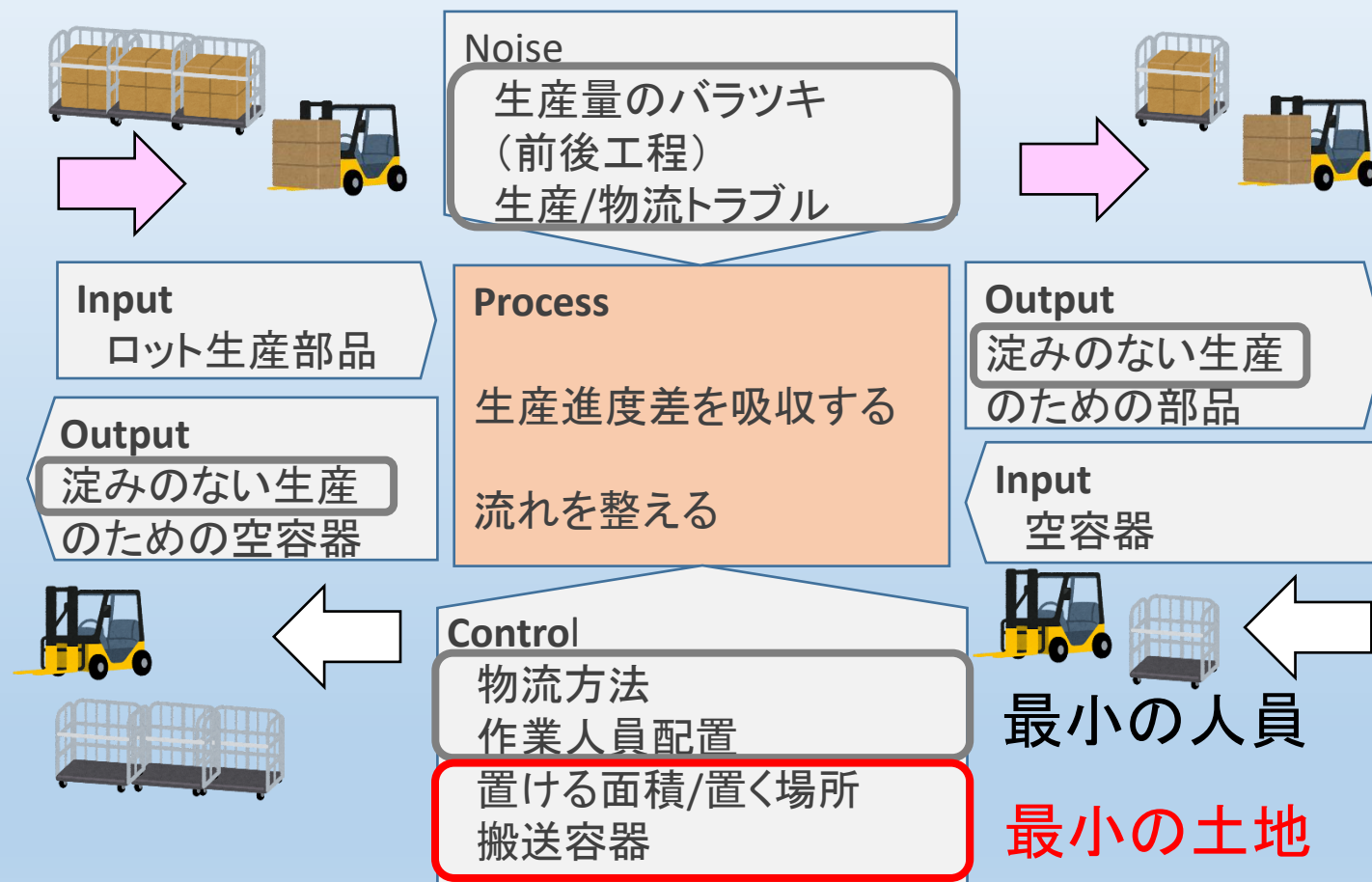
部品置場

車体工程



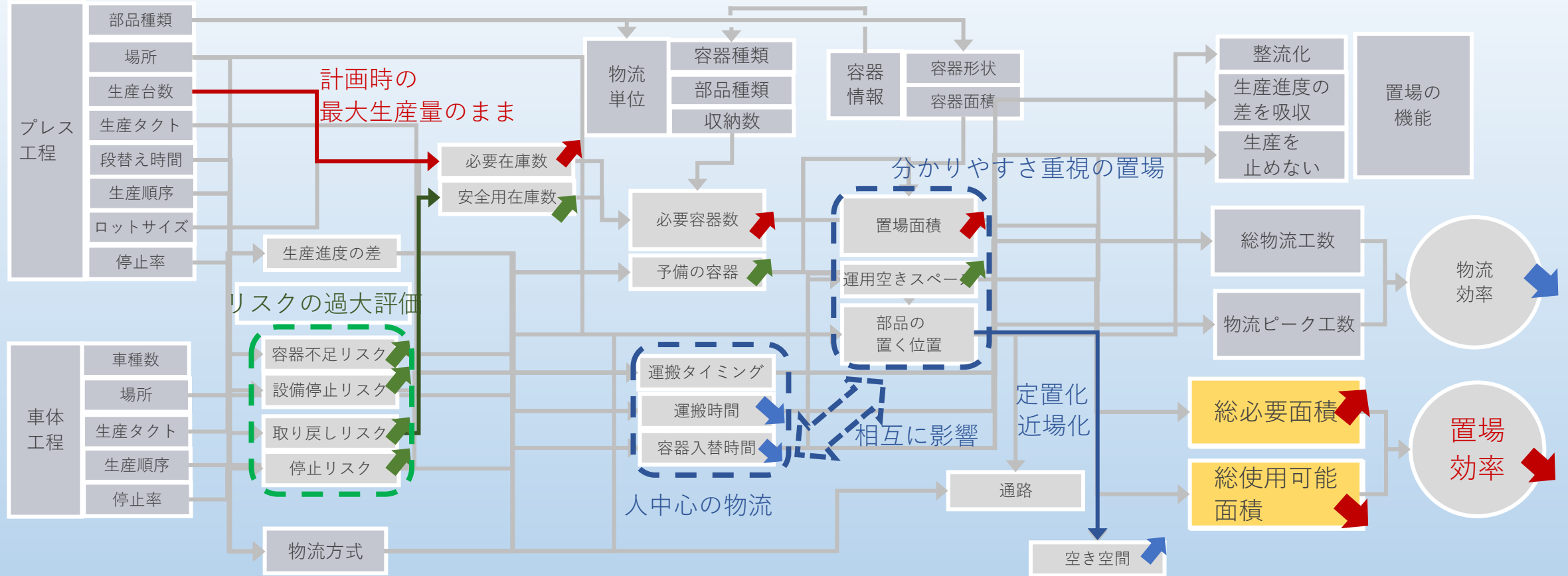
ロット生産
変種変量
スピード速い

1個送り組立
スピード遅い



最小人員での淀みのない生産を、**最小の土地**で実現したい

置場の機能/効率と前後工程との関係



生産台数変動に
追従できていない

バラツキ、トラブル停止
リスクの過大評価

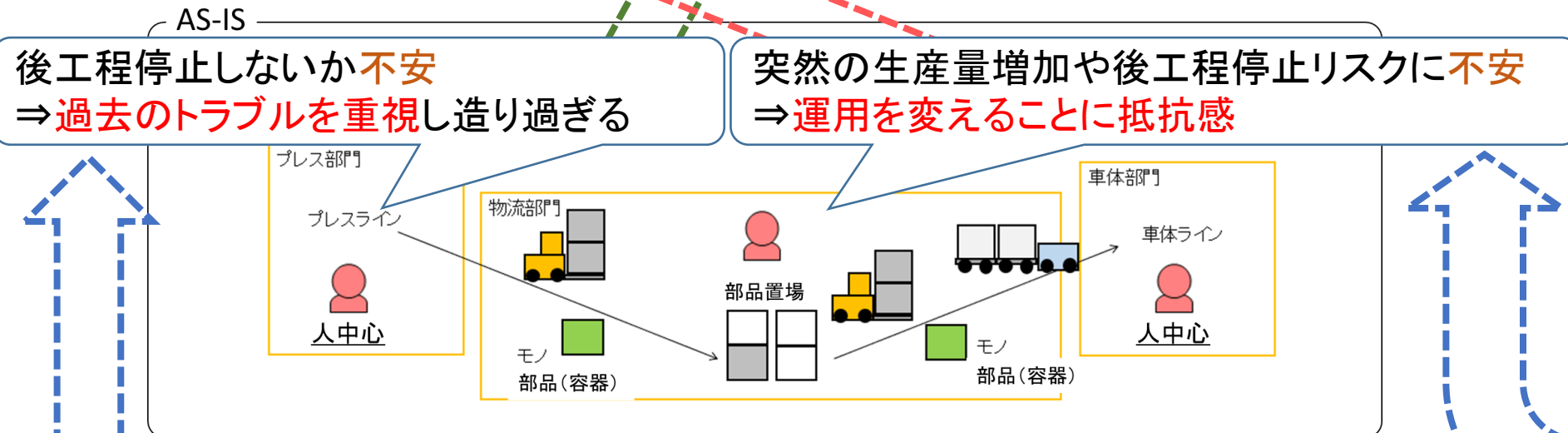
置き方と物流効率の
相互影響が分からない

置場効率に関するパラメータを抽出し、課題を抽出した

生産台数変動に
追従できていない

バラつき、トラブル停止
リスクの過大評価

置き方と物流効率の
相互影響が分からない



時間変化が見えず
置場の実力が分からない



今は大丈夫なの？
危ないの？



変えたら
悪くなる？良くなる？



未来の定量予測が
できない

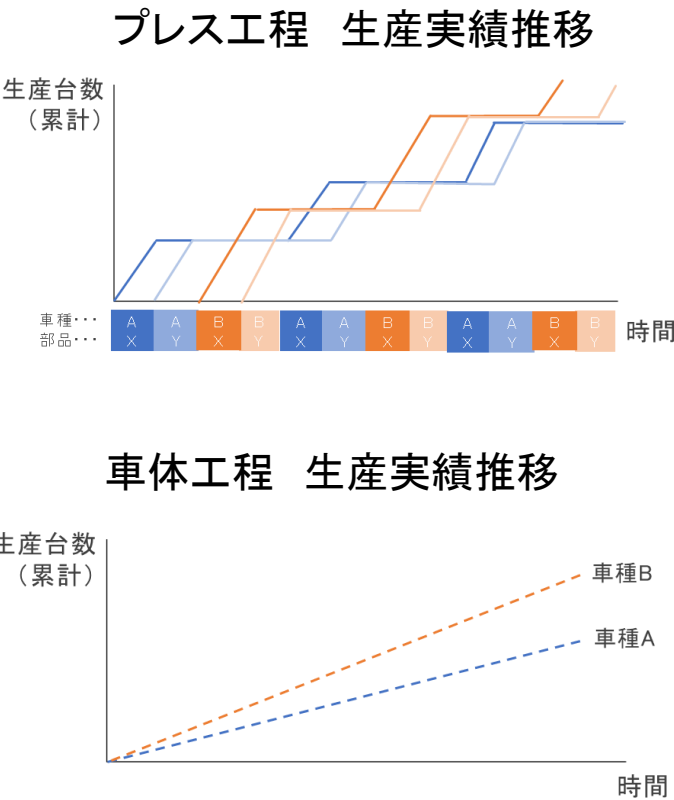
時間変化が見えない、未来の定量予測ができない置場運用プロセスを変える



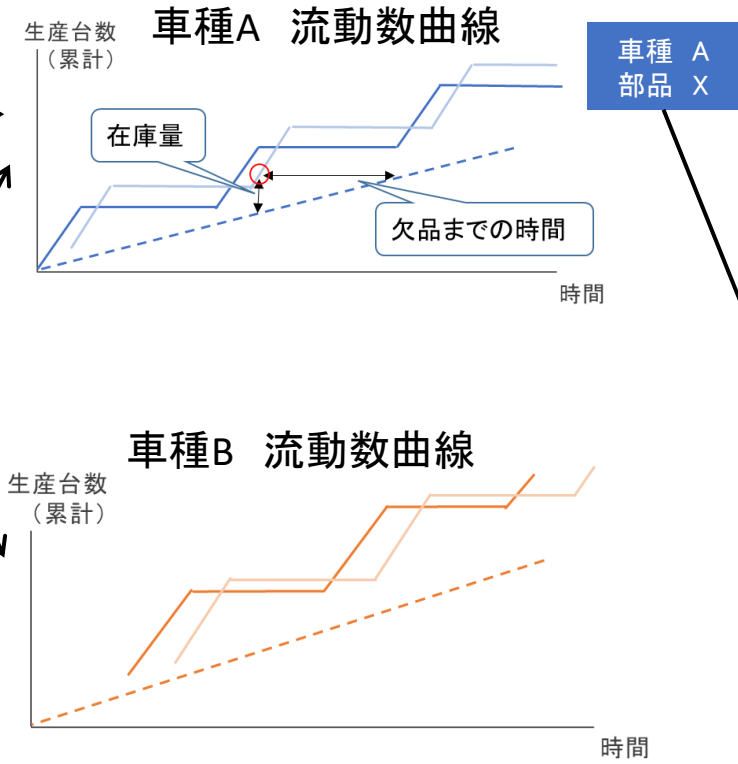
解決の方向性① 時間変化を可視化する



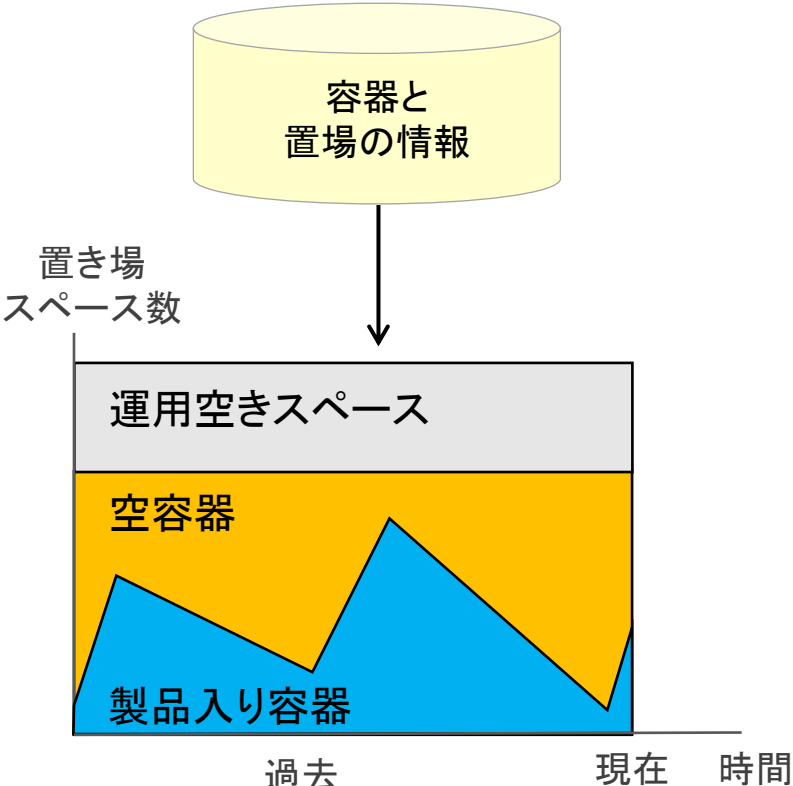
生産実績



在庫



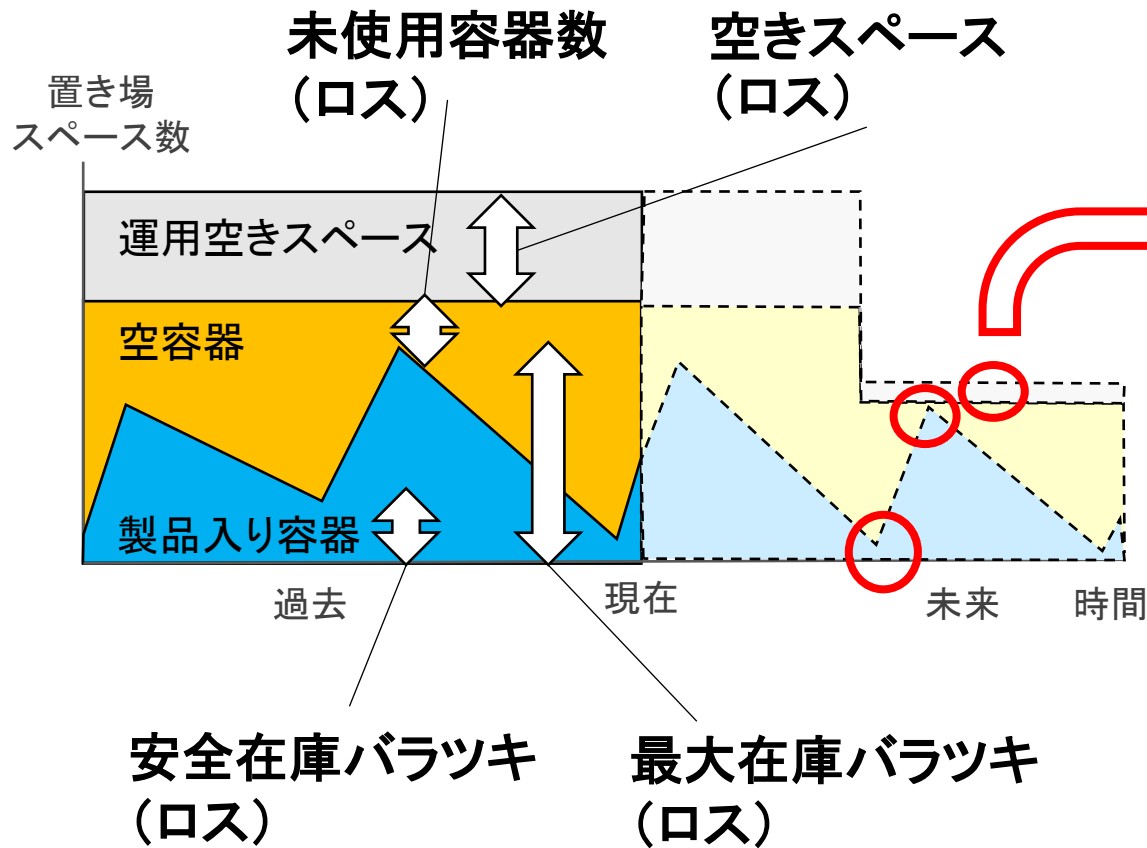
置場



つながっていない生産実績データをつなげて、置場を可視化する

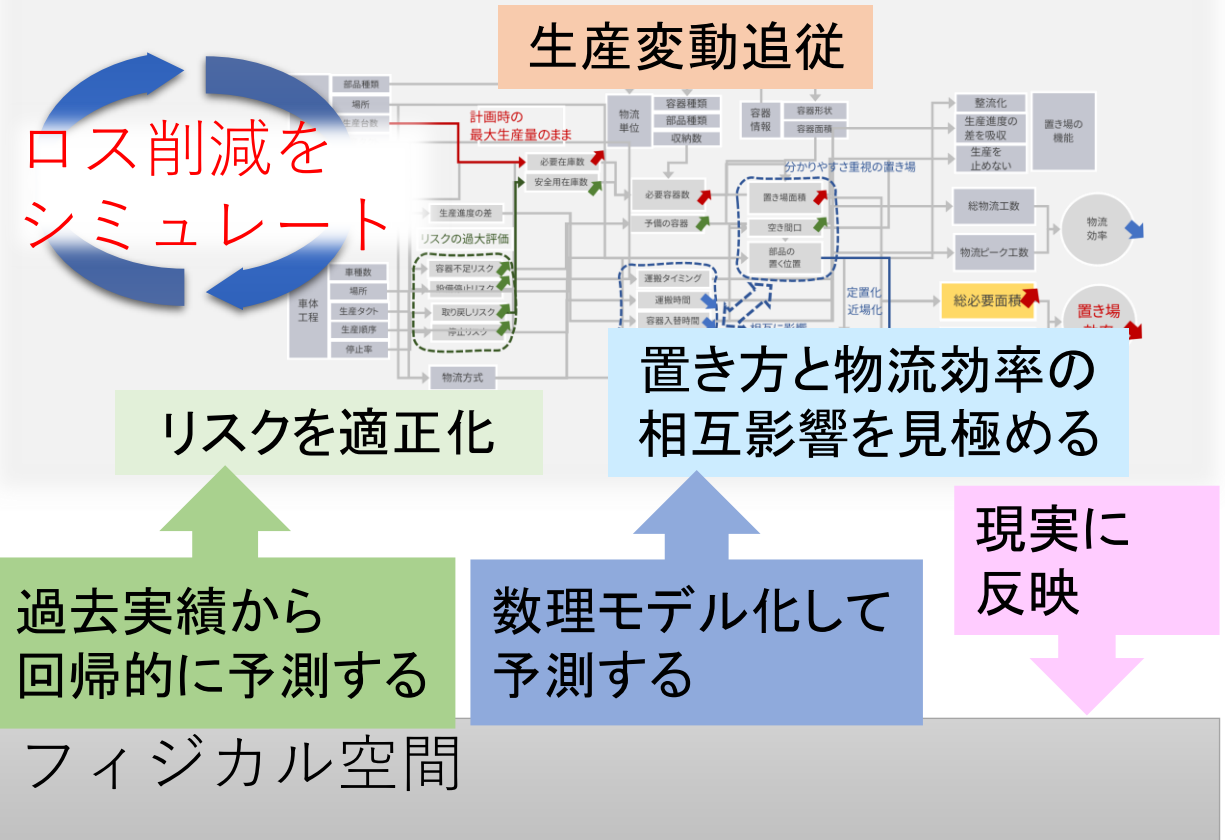


解決の方向性② 未来を予測する



置場のサイバーフィジカルシステム

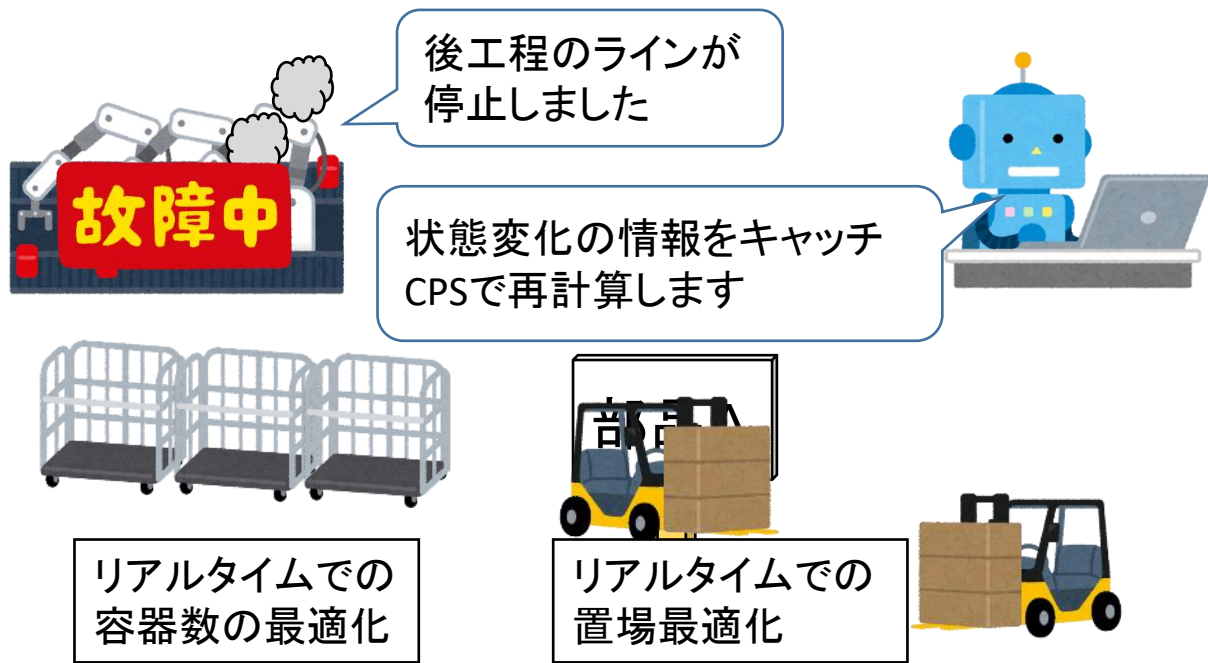
サイバー空間



サイバー空間で検証し、現実に反映するロス削減のCPSを実現する

目指す姿

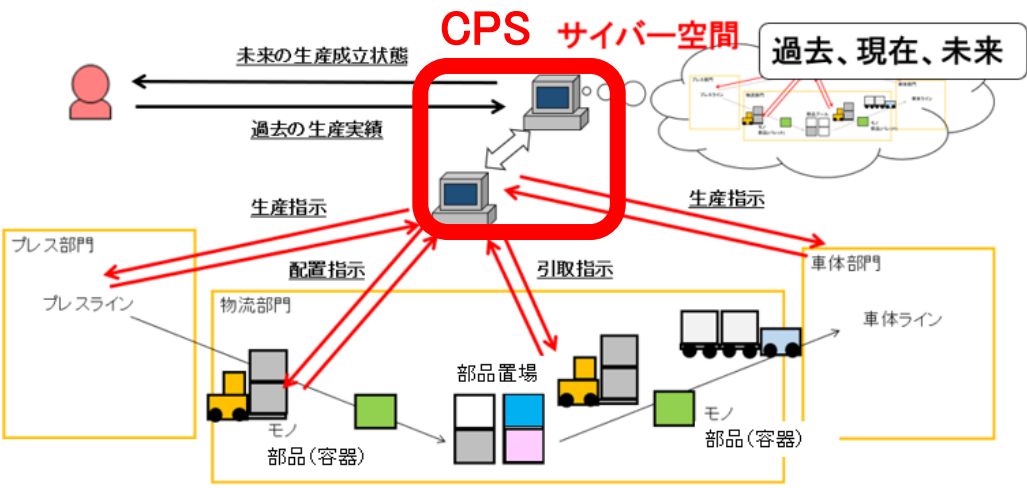
生産計画/リスク変動に追従し、
部品置場全体の置場を自由に活用できる
置場効率、人員効率の良い置場



シナリオ

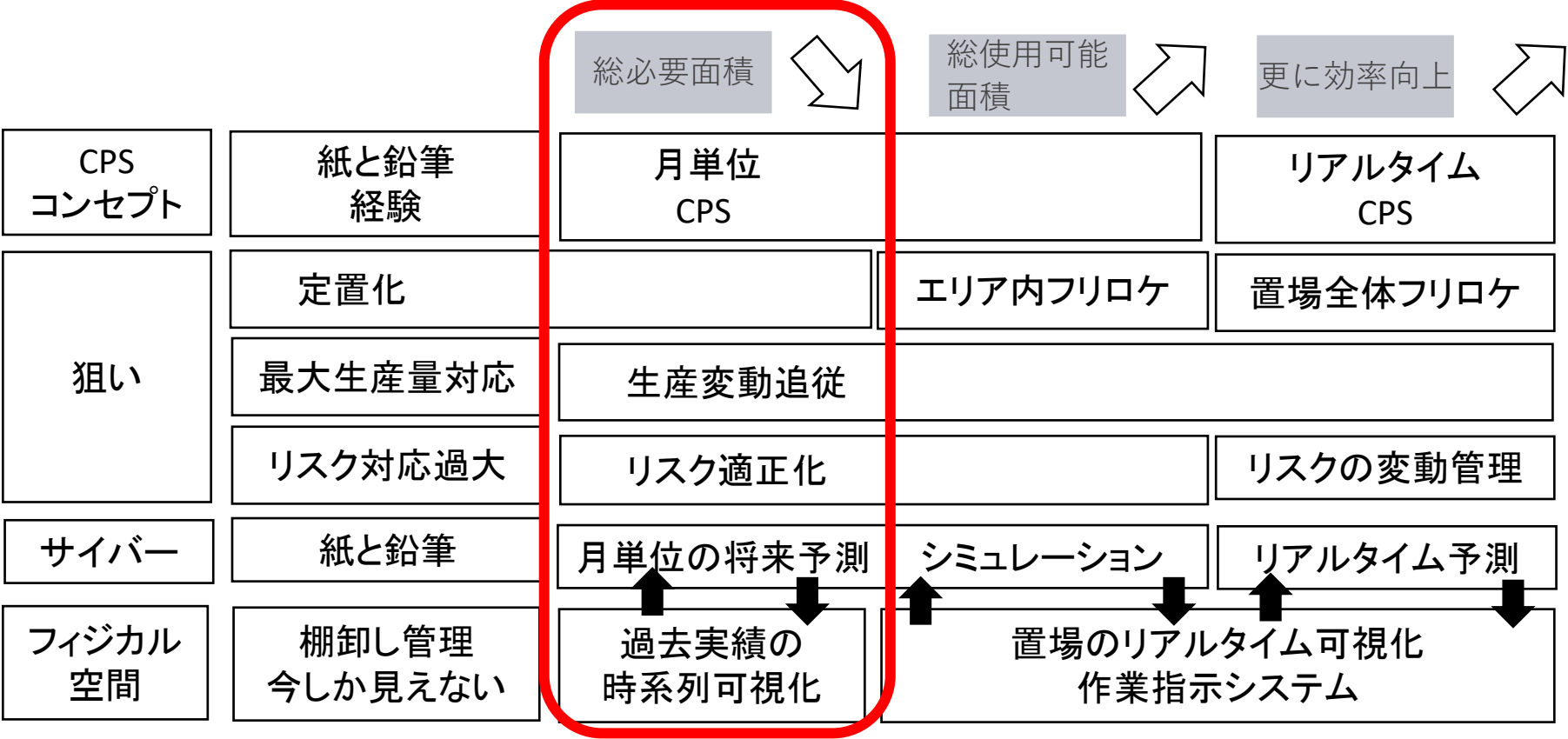
過去の置場を時系列で可視化し、
回帰とモデル計算を組み合わせた
CPSを使って置場を管理する

TO-BE



回帰と数理モデルを取り入れたCPSを使った置場管理に挑戦

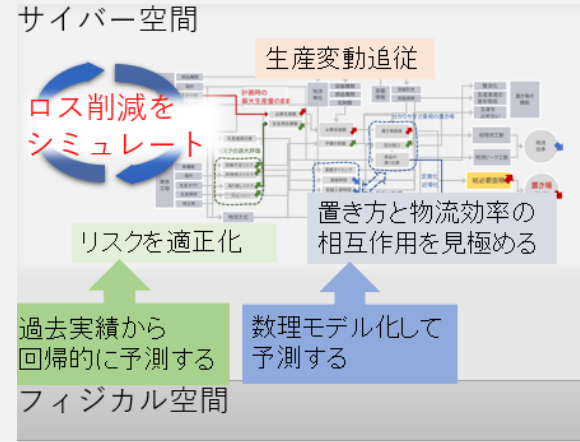
CPSコンセプトの発展ロードマップ



今回の活動範囲

今回の実現手段

- ①可視化/回帰予測にBIツールを使い、
- ②シミュレータと組み合わせてプロセスを構築



BIツールとシミュレータで、生産変動に追従する置場管理を実証する



従来の部品置場運用

具体的な流れ

- ・置場管理システムがなく、実態が分からない
- ・見えそうな実績データは各種システムに散在

施策の具体化

漠然とした
アイディアはあるが
施策が具体化されない

今回の実証実験 月単位CPSの実証

BIツールで検証
(Microsoft Power BI)

- ・前後工程の実績データを使って、過去の置き場の在庫量推移を可視化

減らせる容器の
種別や置場が分かり、
回帰モデルで
大枠の削減数が判明

シミュレータで検証
(CEC RaLC)

- ・特定の条件下で現場が問題なく回ることをバーチャルに検証

物流との相互影響を
見極め、問題の出ない
削減数を確定

現場実証

- ・過去実績と未来予測を使い現場に説明し、現場で実証

不安を解消した
削減プラン提示

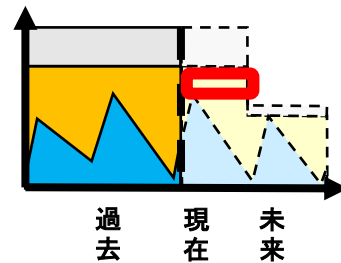


2つのツールを使って、現場実証までの流れを確立した

BIツールで検証: Power BIによる可視化と削減概要決定



- 前後工程の実績データを使い、過去の置場の在庫量推移を可視化
- 過去実績から、生産量や時間のバラつきを回帰的にモデル化



社内にあった既存データ

加工仕上実績
(部品点数)

引取実績
(部品点数)

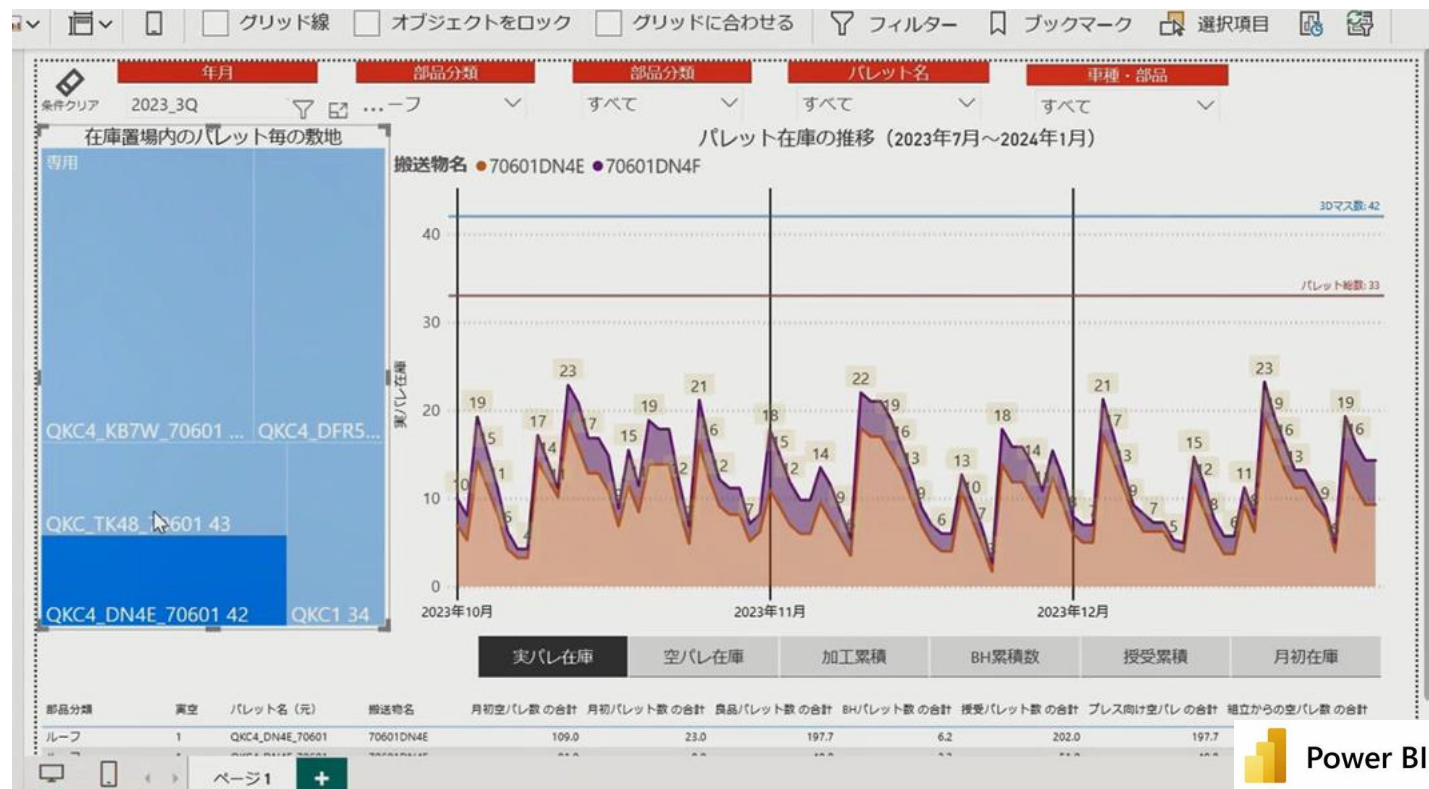
容器
設計書
など

今回作った入力データ

プレス工程から
来る容器数

組立工程に送
る容器数

容器マスタ
置場マスタ
置場用途マスタ



過去の可視化により、直近の生産計画から容器数の最適化が可能に

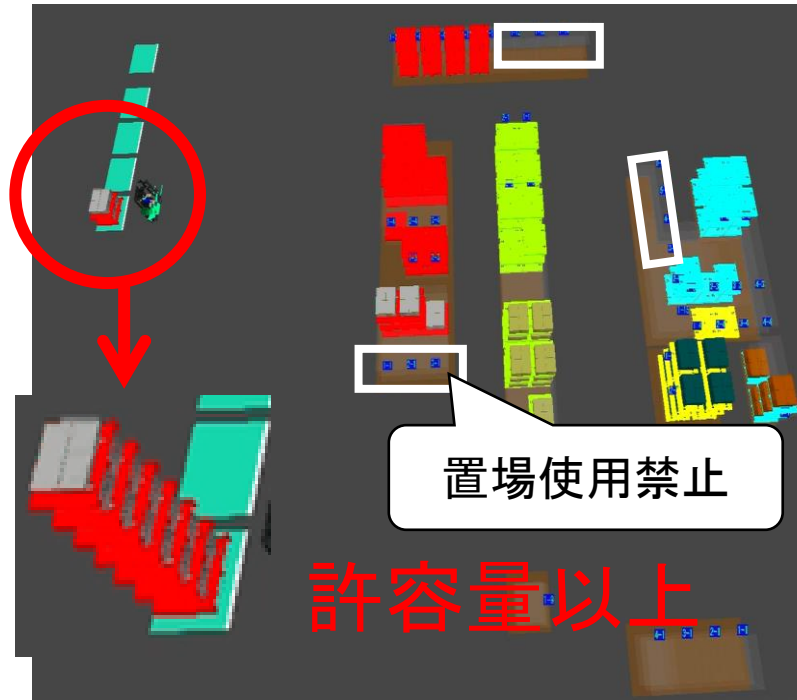


■ シミュレータで検証：RaLCによるサイバー空間での運用確認

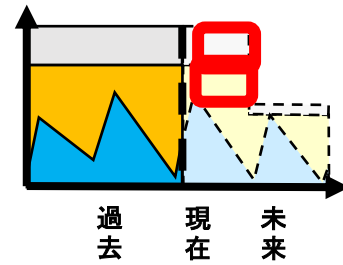
- ①狙いの容器数、置場レイアウトでの物流作業性を確認
- ②置場と物流の相互影響を見て、削減限界を探る



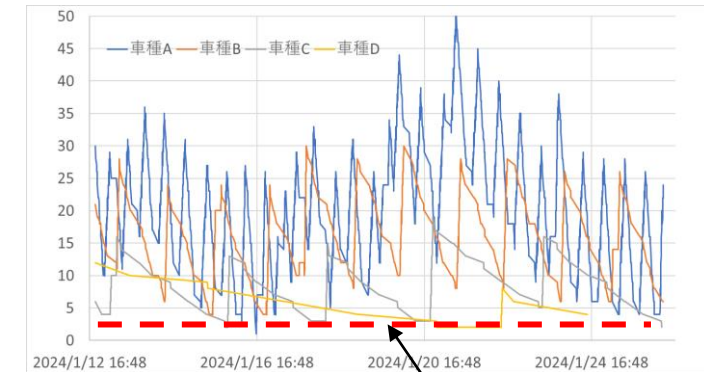
生産成立



生産不成立



容器の推移をグラフ化し
欠品が生じないことも確認



安全在庫容器数

物流上必要な運用空きスペースの最適化に対し、シミュレータの有用性を確認



活動期間中の出来事① 容器数が合わない

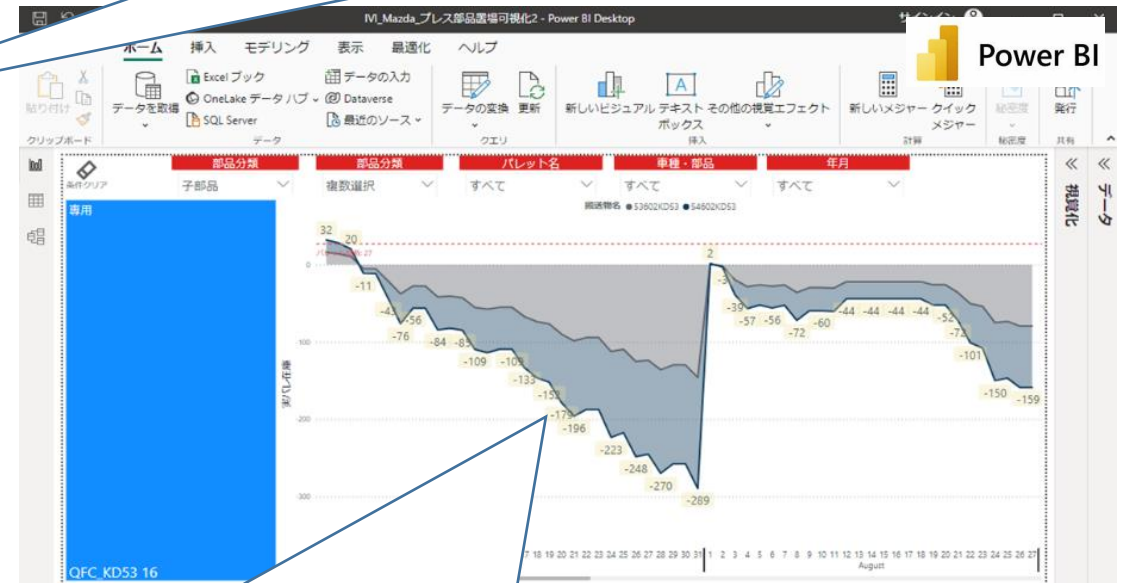


活動期間中は順調に……とはいかず、色々なトラブルがありました



12月度 対面アドホックMtg

海外出荷される部品の生産データが別管理されていました。



在庫がマイナス(不足、欠品)になるのですが、データ合ってますか？



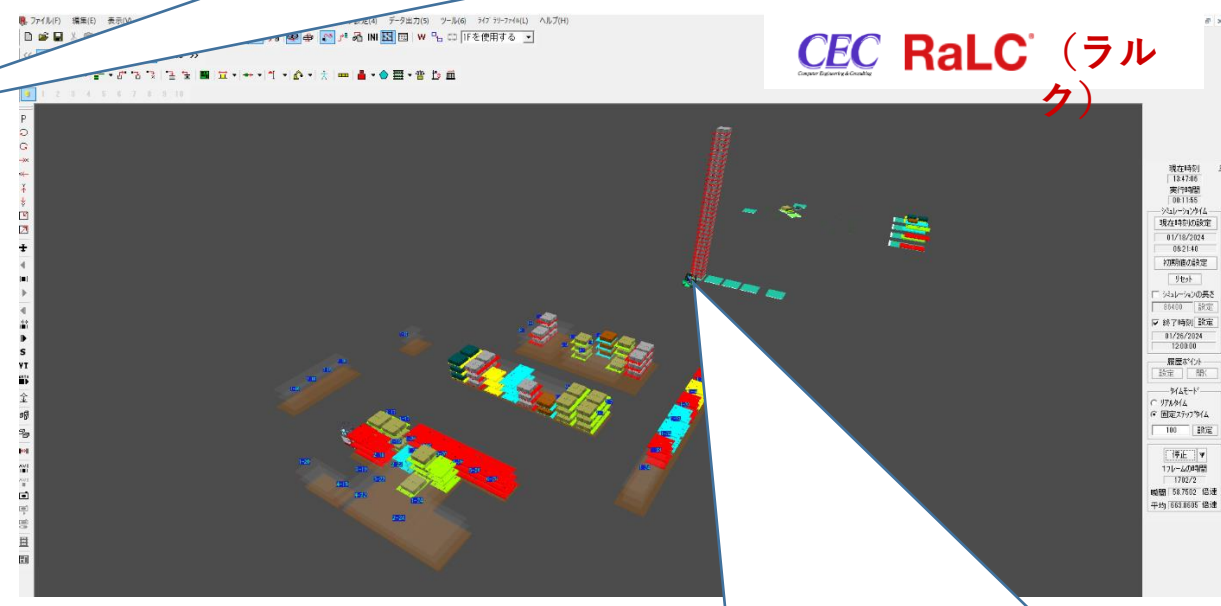
活動期間中の出来事② 置場が足りてない

活動期間中は順調に……とはいかず、色々なトラブルがありました



12月度 対面アドホックMtg

仮置き場所があり、そこに一時部品を置いていました

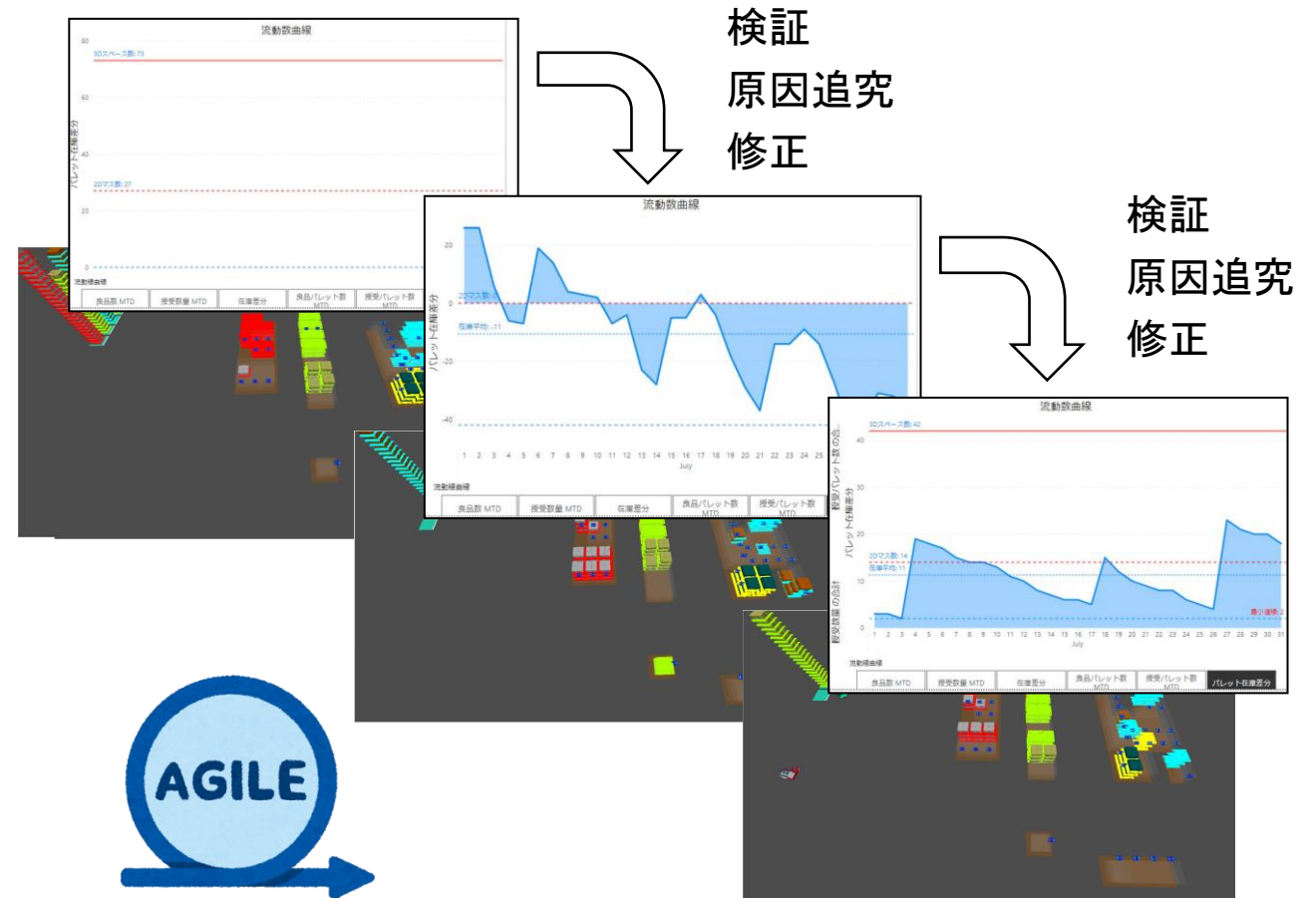


置場が不足するので、在庫が山のようになるのですが

部品置場の現場では、
古いシステムをつないで、
生産の変化に対応してきたが...

データの構造理解すらできてなかった
⇒可視化してはじめて問題に気づく

現場の創意工夫が暗黙知として蓄積
⇒シミュレーションでモデル化して
はじめて問題に気づく



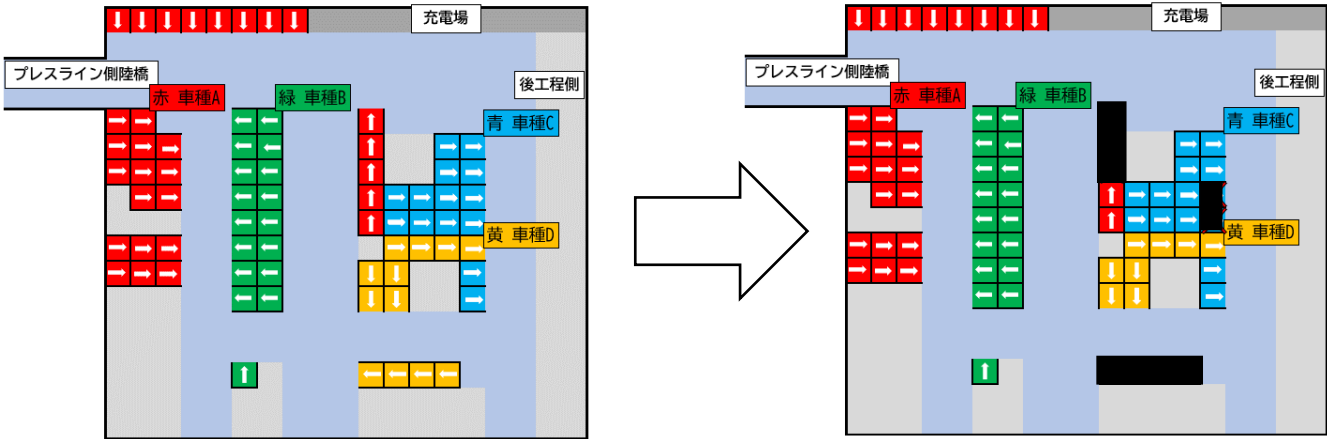
何度も検証、原因追究、修正を繰り返し実証実験で使えるCPSを構築した



実証実験シナリオ：デジタルツインによる予測と実証結果



ルーフ置場で実証実験

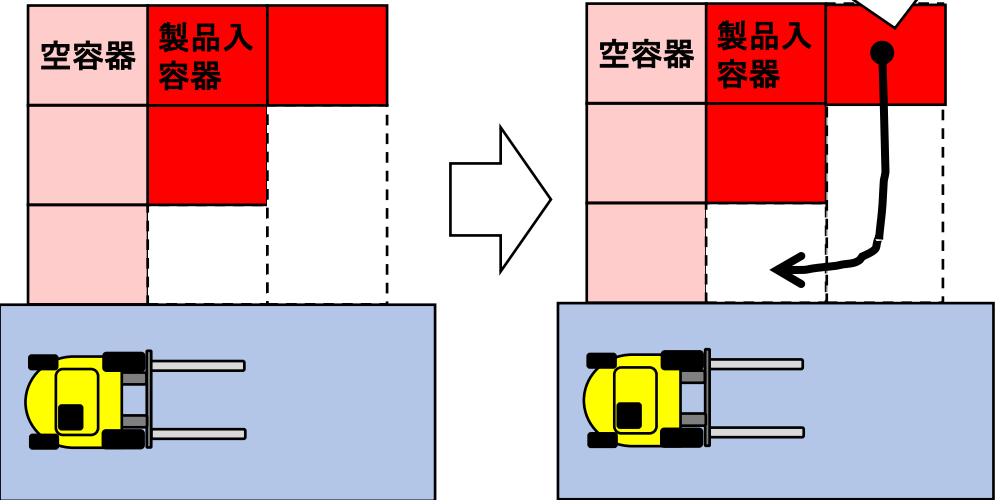


変更前のレイアウト 72マス 実験時のレイアウト 63マス

ロス指標	実験前	予測	(実証結果)
・未使用容器数	12	→ 0	(問題無し)
・運用空きスペース数	18	→ 13	(問題無し)

<実証実験での気づき>

容器を整理
すれば削減可能



置場総数に対して余力あり
→ 更なる削減余地がありそう

物流作業時の作業時間まで算出できるようになれば、生産が成立する最小置場数の判断できる

ルーフ置場12%の削減を実現！



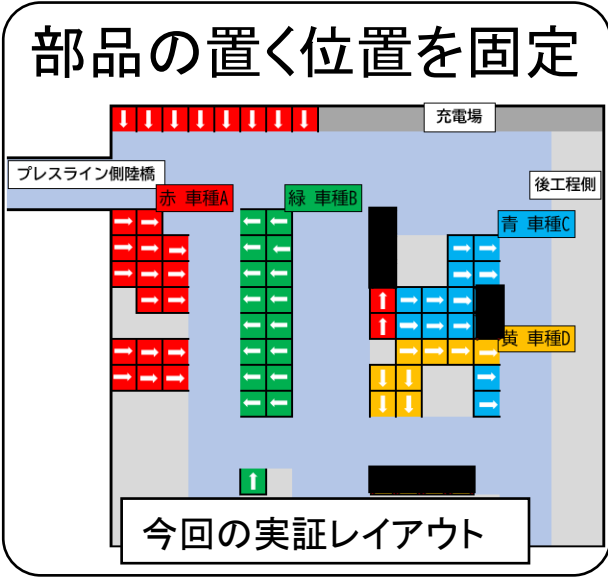


更なる置場効率向上に向け、フリーロケーションをサイバー空間で検証した

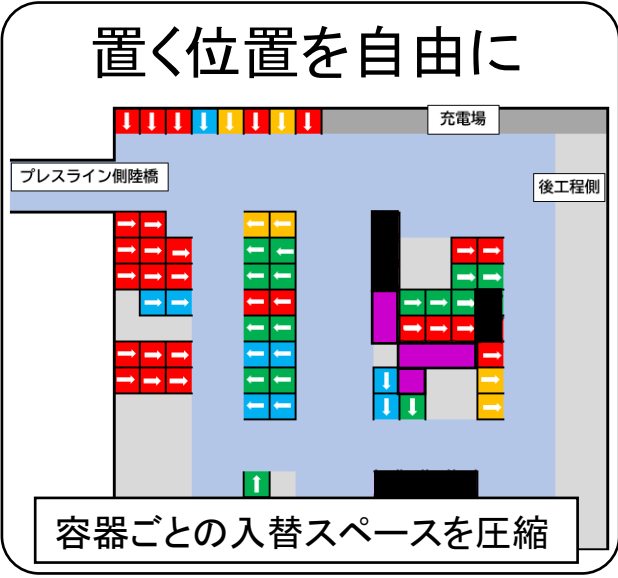
次のSTEPの効果
エリア内フリロケを、

CPS コンセプト	紙と鉛筆 経験	月単位 CPS	エリア内フリロケ	置場全体フリロケ	リアルタイム CPS
狙い	定置化	最大生産量対応	生産変動追従	リスクの変動管理	
サイバー	紙と鉛筆	月単位の将来予測	シミュレーション	リアルタイム予測	
フィジカル 空間	棚卸し管理 今しか見えない	過去実績の 時系列可視化	置場のリアルタイム可視化 作業指示システム		

構築した
シミュレーションで
先取り検証



置き場 63マス



57マス

更に8%減(実証前から20%)



フィジカル空間では
部品容器の場所が
作業者に分からない
⇒部品容器の
リアルタイム可視化が必要

フリーロケーション効果をサイバー空間で事前に確認できた



現実の置場管理に適用できる、月単位のCPSの有効性を確認した。

成果1: 過去の置場の時系列可視化

生産実績と置場情報をつなぎ、生産時のバラつきまで可視化した。

→ 運用リスクを定量化し、生産台数に合わせた必要置場を算出できた。

成果2: サイバー空間での置場変更の検証

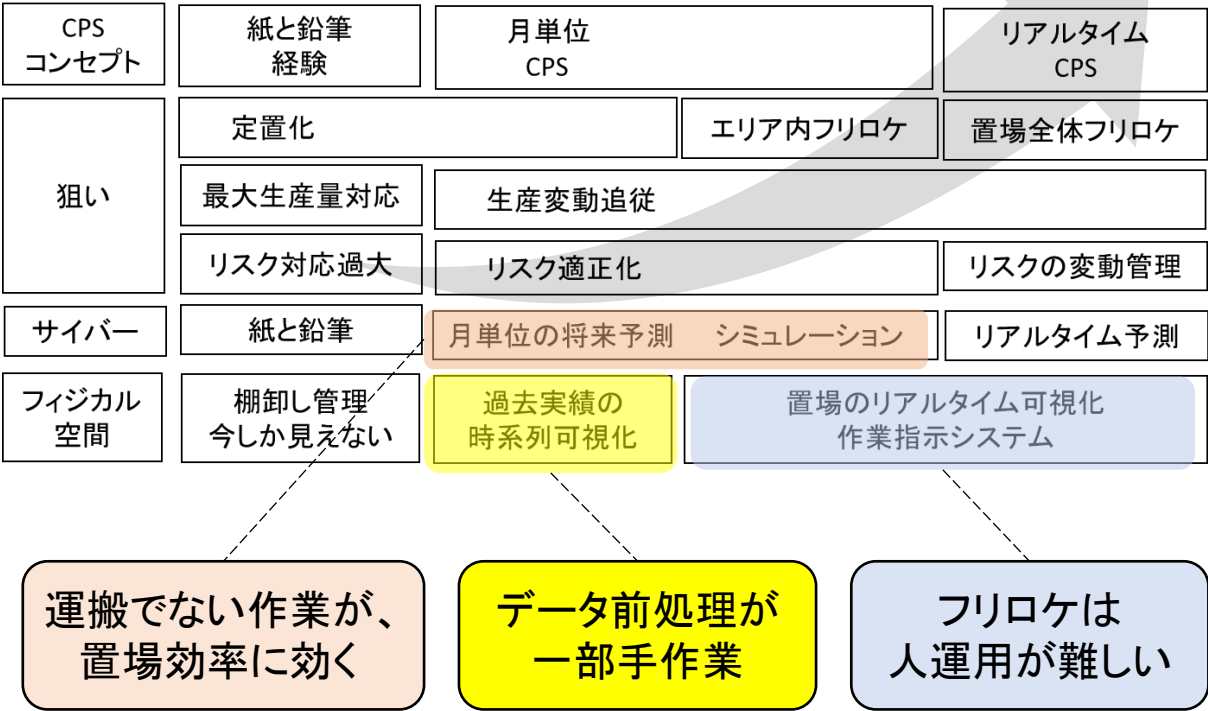
検証環境、評価指標を構築し、物流と置場の相互影響を確認できた。

→ 提案を現実へ反映できた。また、フリーロケーション効果も確認した。

複雑な置場も実績データ/シミュレーションで管理できる

- ① 物流作業のさらなるモデル化
→ 置場内の準備作業など、
直接運搬以外のモデル化
- ② 可視化作業の自動化
→ 各データをつなぐ作業を
自動化し継続運用へ
- ③ 置場のリアルタイム可視化
→ フリーロケーション実装へ
容器の場所の可視化/搬送指示システムの実装

CPSロードマップと課題





充実した1年間を共に過ごした、頼もしいIVIワーキングメンバー

御清聴ありがとうございました