

設備と人の実績可視化による 生産性・品質安定性の向上

ファシリテータ

神戸製鋼所 池田英生

エディター

マツダ 小森悠一

いすゞ自動車 萩原 徹

オークマ 永井昭彦

CEC 吉川和宏

CKD 武藤定義

TIS 森 哲也

B-EN-G 小林 剛

日本特殊陶業 大須 理恵

パナソニック 横田忠男

ブラザー工業 伊藤彰洋

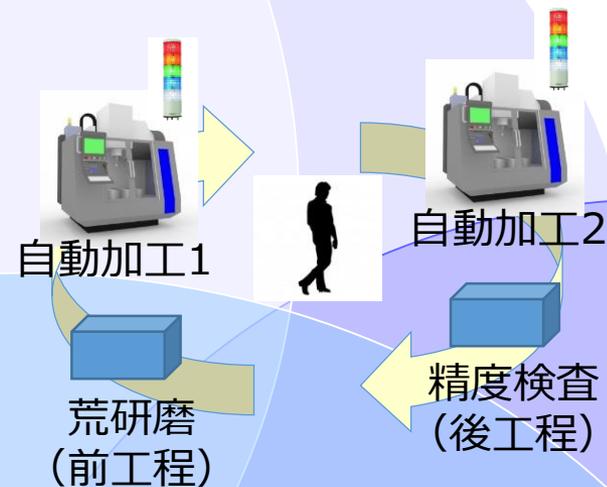
三菱電機 光安康人

多品種生産の工場では、 自動工程と人作業の組み合わせに工夫が必要

対象：機械加工など**自動化**の進んだ**加工設備**と、
その前後の**段取り・検査等の人作業**とが
混在する製造現場

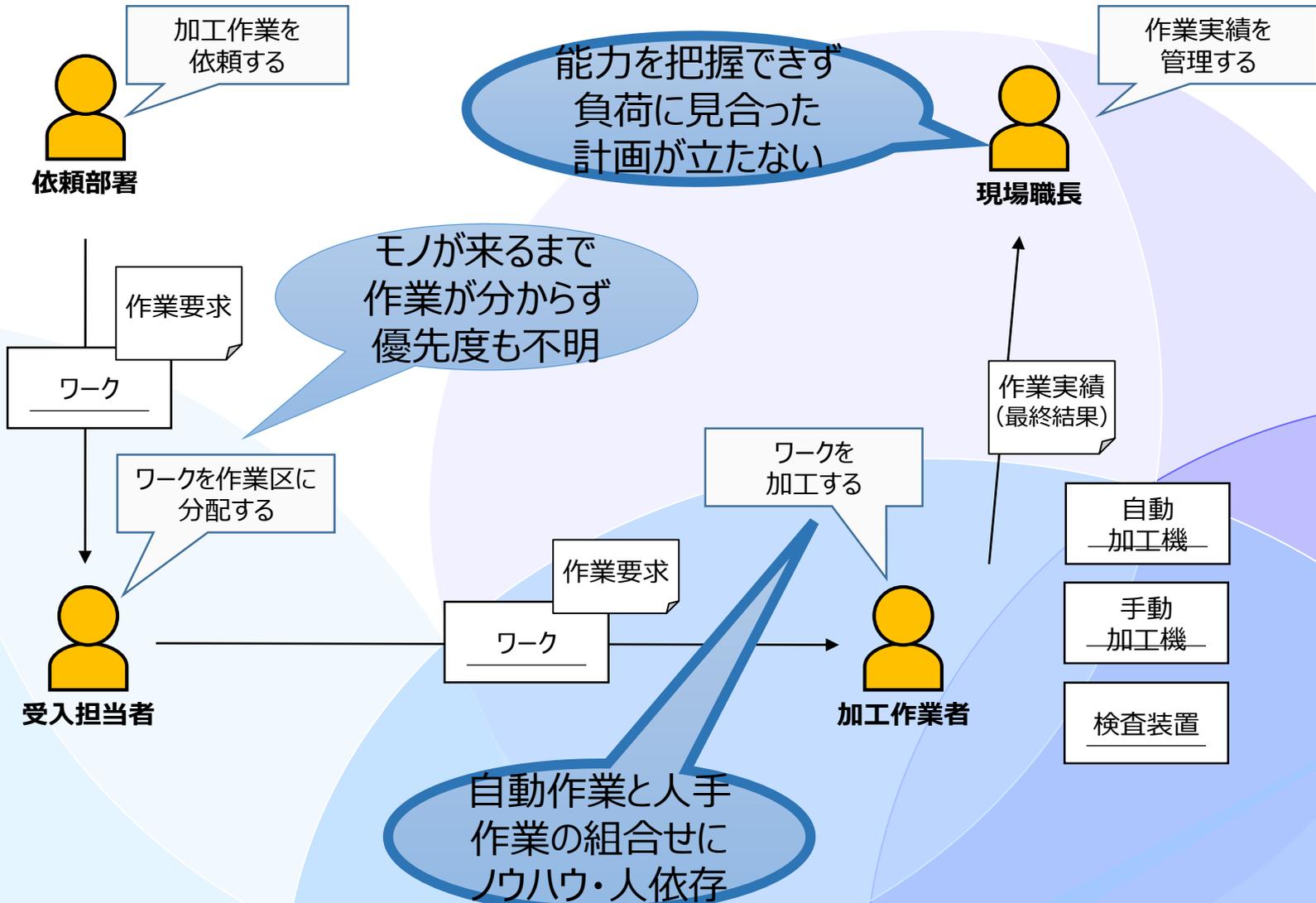
多品種生産の中では、作業者は流れてくる品目の順序も考慮し、**自動工程の合間**に**人作業**をうまく組み合わせ、効率的に工程全体を組み立てる必要があります。

ベテラン作業者の**効率生産の「コツ」**を、**設備稼働データ**や**人動線データ**の**組み合わせ分析**によって可視化します。

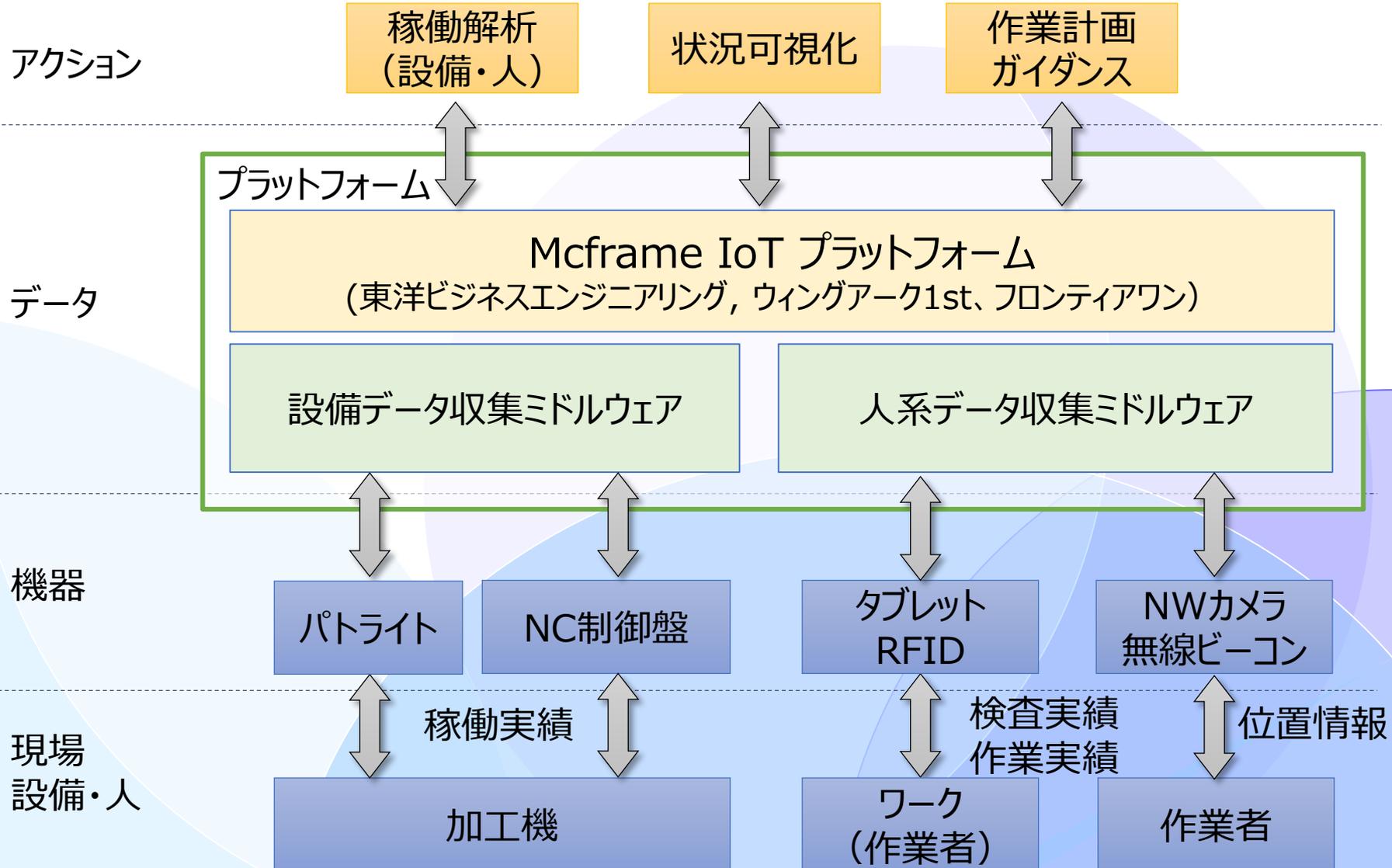


設備と人の「うまい」組み合わせをIoTで可視化
生産性向上に繋がります

AS-IS (現状と課題)



システム構成・プラットフォーム



■ 実証実験概要

【実証実験】

実験先 : マツダ 刃研工場
対象設備 : 機械加工機、放電加工機
対象製品 : 機械加工工具・治具
※機械加工ラインで使用する工具・治具を
低リードタイムで再研磨・再生するライン

収集データ : 設備実績、作業・検査実績、
作業者動線（位置情報）

実験先 : 神戸製鋼所 機械加工工場
対象設備 : 機械加工機
対象製品 : 産業機械の内作加工部品
※受注設計機械の内作加工部品を
高精度で製造するジョブショップライン

出力データ : 設備実績、作業・検査実績
作業者動線（位置情報）

【目指す姿】

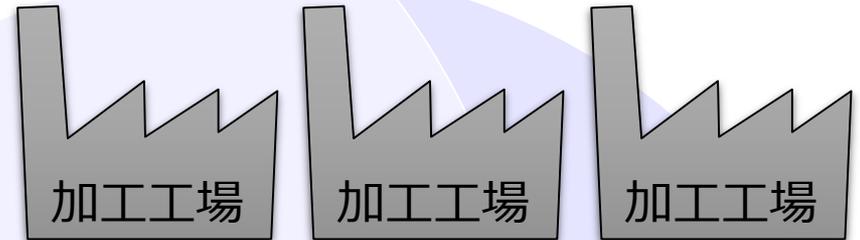
- ① 設備・工程実績と人の動線情報を組合せ、作業の無駄やベテランの作業順序を分析できる。
- ② 分析した結果を効果的に作業者にフィードバックして、生産効率を向上させることができる。

【課題】

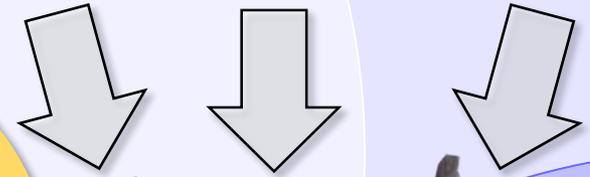
- ① 人の位置や作業内容の簡易で高精度な把握手段と、効率的な分析手法。
- ② 分析結果を元にした、作業指示やガイダンスの方法。

■ 実証実験① マツダ 刃研工場

刃研工場



回収と再生品の配達
(毎朝・毎夕)



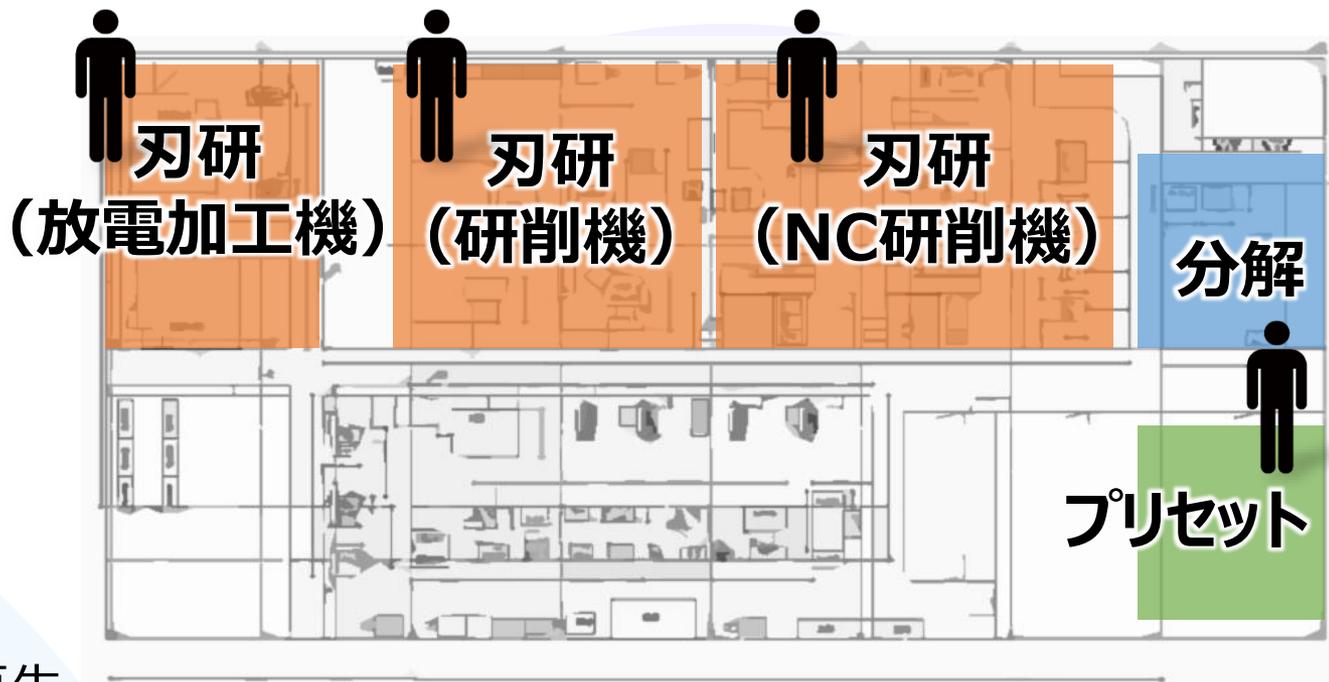
寿命となった刃物

ドリル、タップ、リーマ、チップ等

主な業務：刃物の再生
主な工程：分解・刃研・プリセット
負荷：刃研本数と刃具の種類
日々平均： 850本, 140種
月平均： 2~3万本, 500種

■ 実証実験① マツダ 刃研工場 レイアウト

刃研工場



主な業務：刃物の再生

主な工程：分解・刃研・プリセット

負荷：刃研本数と刃具の種類

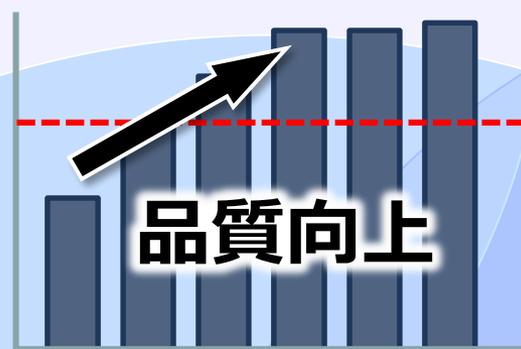
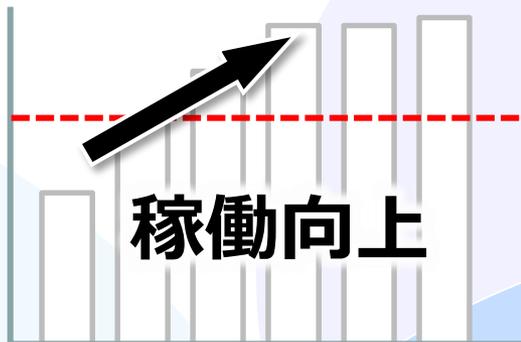
日々平均： 850本, 140種

月平均： 2~3万本, 500種

■ 実証実験① マツダ 刃研工場

現場の困りごと

作業の無駄や
ベテランの作業順序を分析して
生産性の高い職場に！



■ 実証実験① マツダ 刃研工場

作業の無駄や
ベテランの作業順序を分析して
生産性の高い職場に！

設備の稼働データと
人の位置や作業内容を、
突き合わせて分析しよう

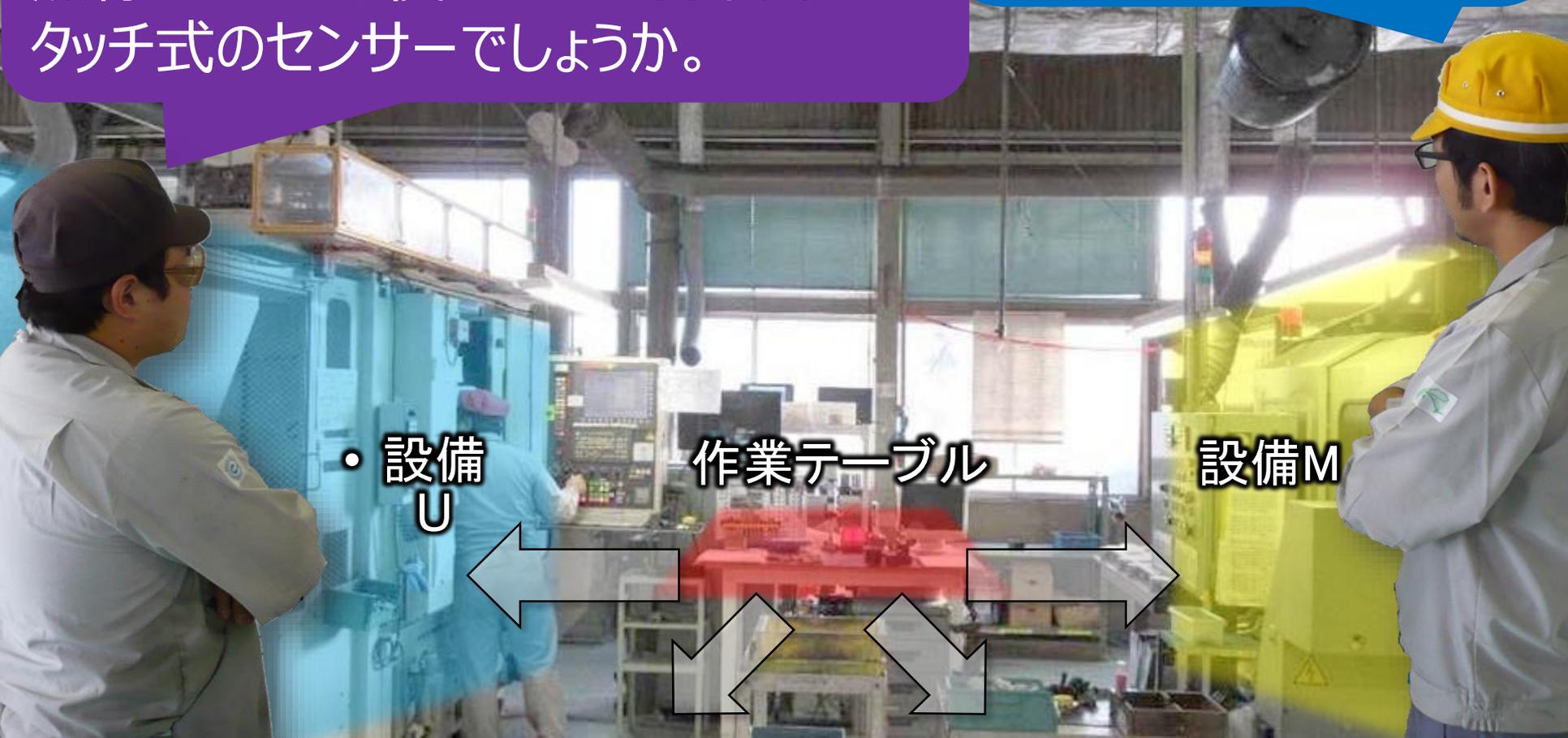
設備はいいツールがあります。 **向上**

作業はどうやって把握しようか

作業の把握と言っても、1人が複数の設備、多種類のワークを掛け持っているので悩みます。

作業エリアがコンパクトなので無線ビーコンは使いにくいでしょう。タッチ式のセンサーでしょうか。

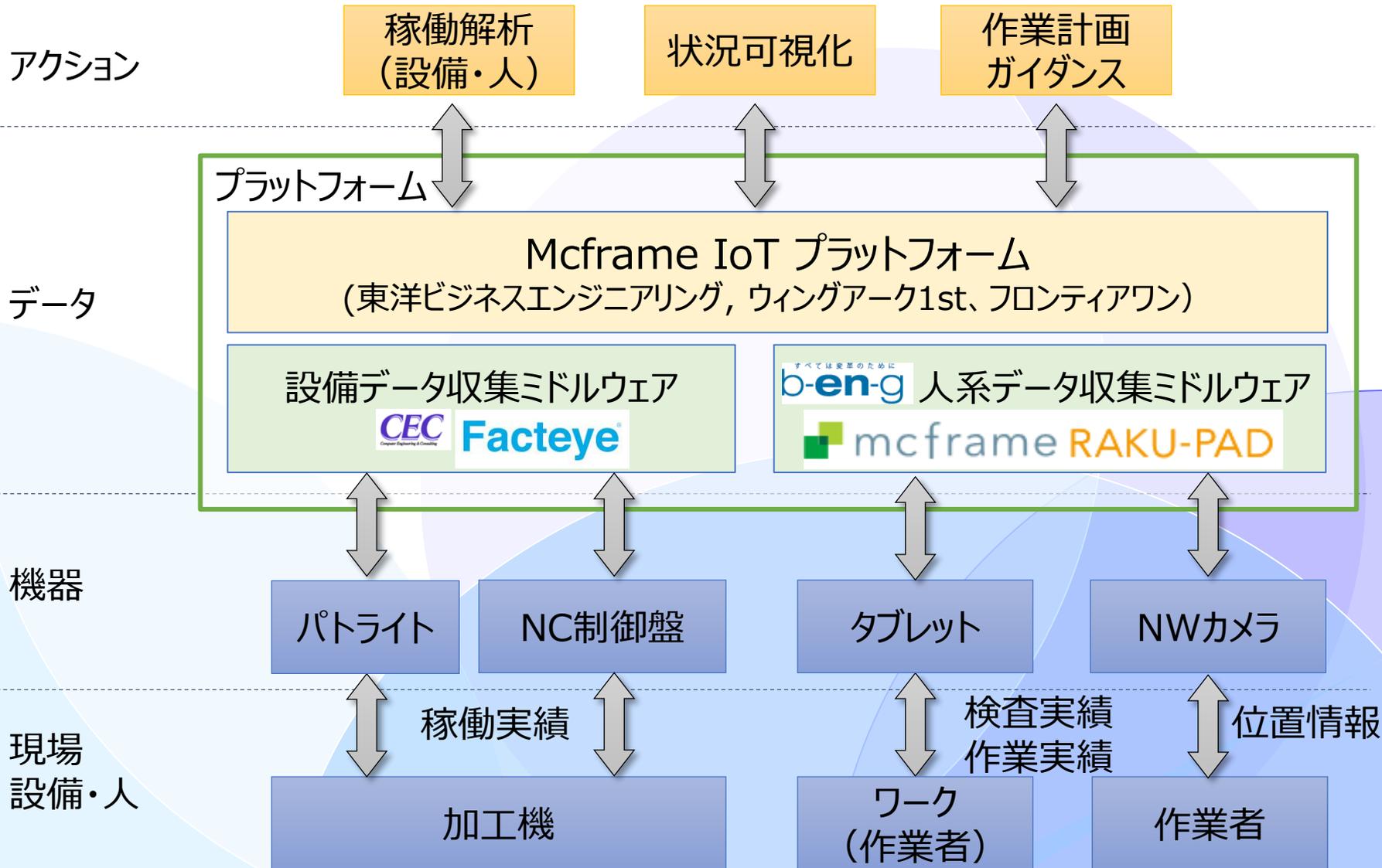
タッチ式にすると、作業者はいつものペースで仕事ができんじゃろ。カメラで自動的に分析ができればいいのになあ。



To Be

IVIのプラットフォームを使うと
設備と人の分析が簡単に実現できる

実証実験① マツダ 刃研工場 システム構成

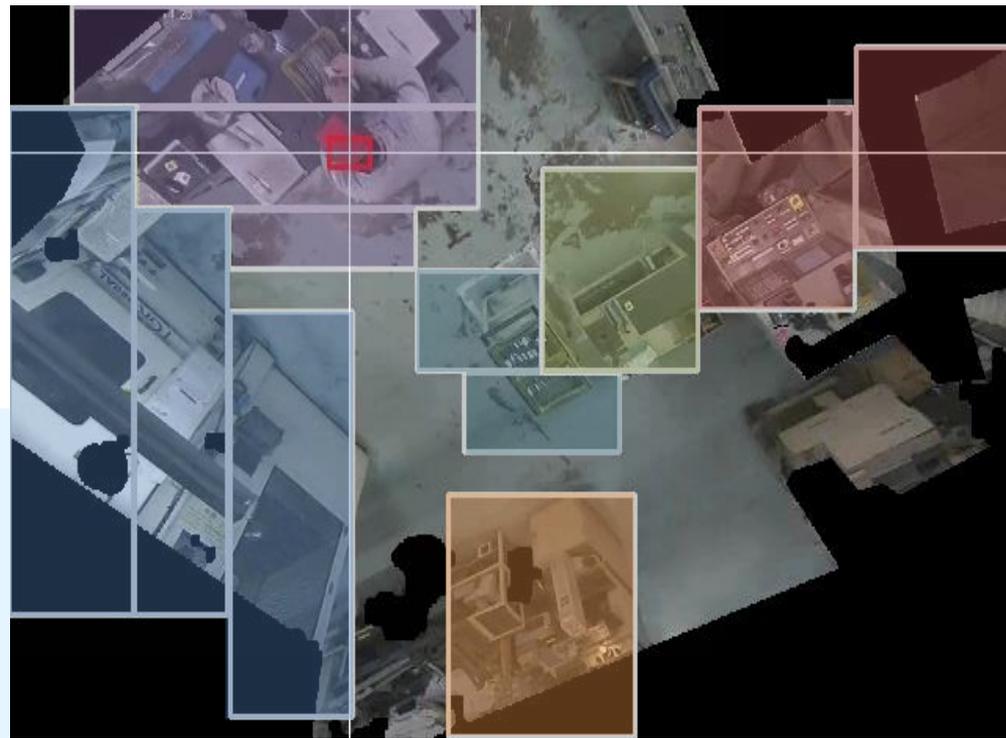


■ 実証実験① マツダ 刃研工場 作業内容取得

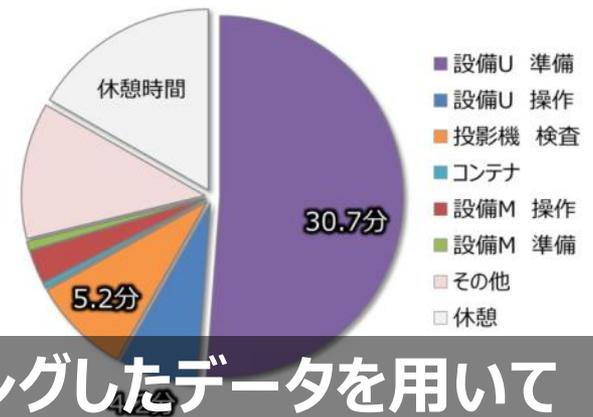


作業場の上部にカメラを設置し
作業の様子を記録するだけ

実証実験① マツダ 刃研工場 作業内容取得



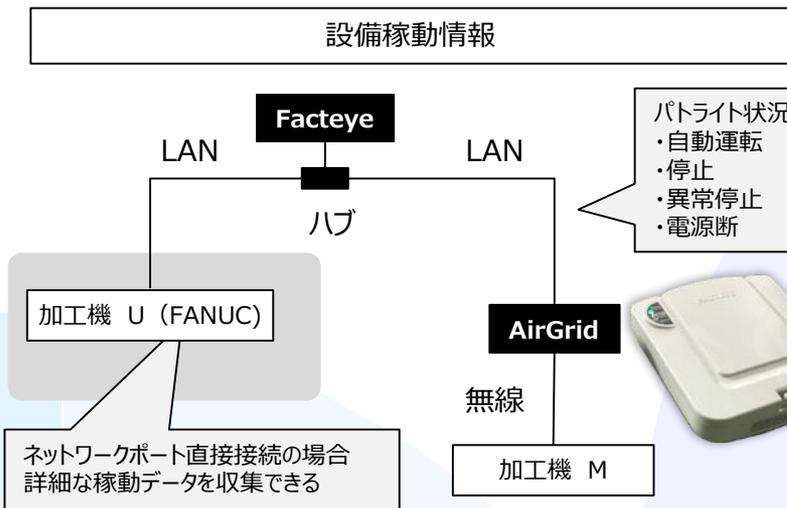
動画の座標に作業エリアを設定
作業者の動き（赤色）をトラッキング
→ いつ、どこにいたのかデータ化



動画を解析し、作業者の位置をトラッキングしたデータを用いて
各エリアでの作業時間、移動などを分析

■ 実証実験① マツダ 刃研工場 設備データ取得

設備データ収集構築



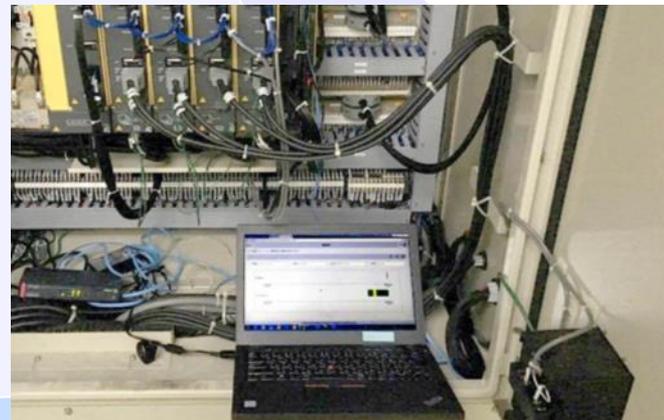
収集データ

- ・加工プログラム
- ・ワーク品種
- ・刃具ID
- ・加工中
- ・正味加工
- ・軸移動
- ・異常停止



- パトライト状況
- ・自動運転
 - ・停止
 - ・異常停止
 - ・電源断

Facteye 設備情報収集



ハードウェア

ノートPC 設備データ収集用
パトライト社製 AirGrid

ソフトウェア

設備の稼働監視・稼働実績管理システム

Facteye

CEC
Corporate Engineering & Consulting

加工機 U



加工機 M

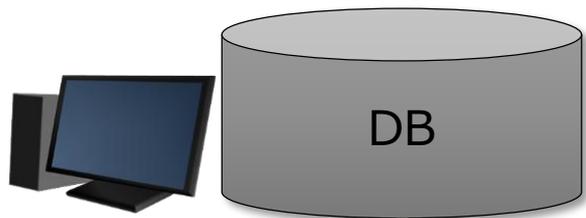


AirGrid



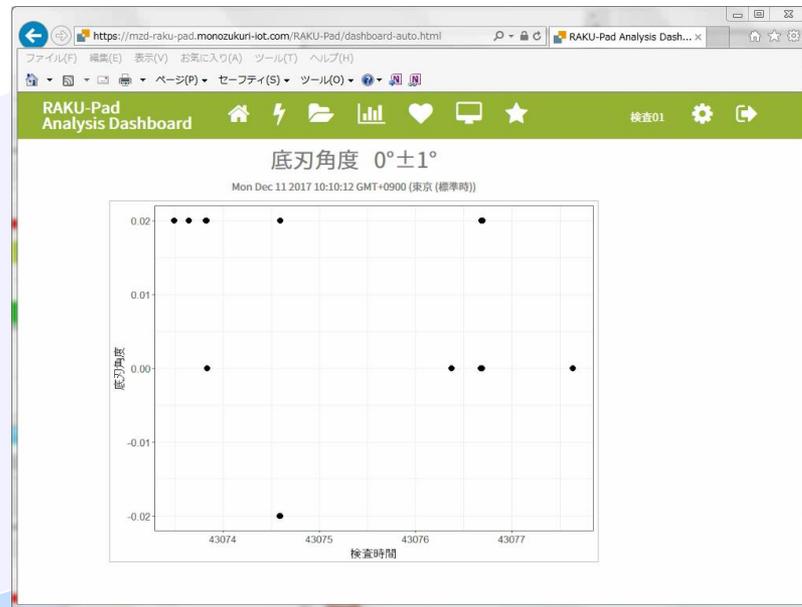
設備の稼働情報は、LANで接続するだけで
NCやパトライトから自動で収集

実証実験① マツダ 刃研工場 作業結果取得



i-reporter

RAKU-PAD
Analysis Dashboard



品質検査成績表

| 検査項目 | 検査結果 | 検査標準 |
|---------|----------------------------|-----------------------|
| 底刃角度 | $0^\circ \pm 1^\circ$ | $0^\circ \pm 1^\circ$ |
| 先端半径 | CD-3-0-1 | 0.230 |
| 寸法 | 20H0.1 | 0.030 |
| 下段 底刃角度 | $32^\circ 30' \pm 1^\circ$ | $30^\circ \pm 25'$ |
| 内径(外径) | 0.3(0.2) | 0.00 |
| 底刃半径 | 0.01(0.02) | 0.00 |

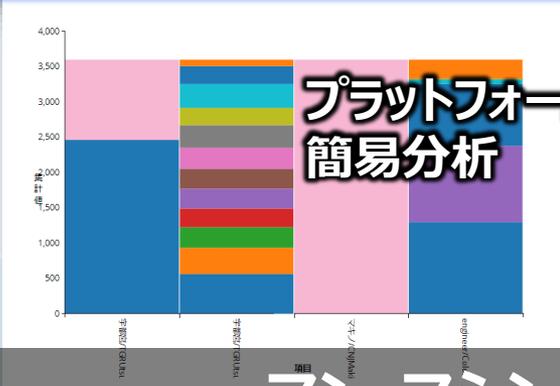
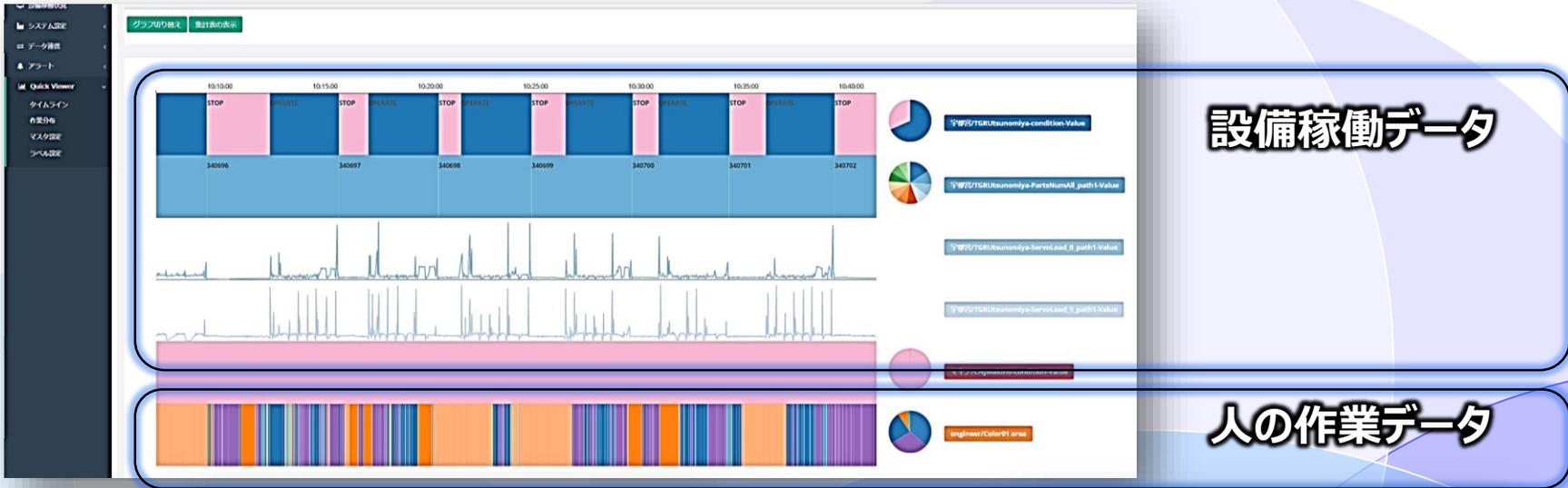


作業結果はデジタル化しただけでなく
管理者ともリアルタイムで共有化

工場

実証実験① マツダ 刃研工場 結果

マン・マシンチャート



A screenshot of a CSV data export showing detailed activity logs. The table has columns for "項目" (Item), "集計値" (Aggregated Value), "パーセント" (Percentage), and "集計値(分)" (Aggregated Value (min)).

| 項目 | 集計値 | パーセント | 集計値(分) | |
|--|--------------|----------|--------|------|
| 宇都宮/GRUtsunomiya-condition-Value | 2461.53 | 61% | 41.03 | |
| STOP | 11 | 0% | 0.18 | |
| SUSPEND | 1 | 0% | 0.02 | |
| 宇都宮/GRUtsunomiya-PartsNumAll_Path1-Value | 340,695 | 8% | 5.68 | |
| 宇都宮/GRUtsunomiya-PartsNumAll_Path1-Value | 340,697 | 8% | 5.68 | |
| 宇都宮/GRUtsunomiya-PartsNumAll_Path1-Value | 340,698 | 8% | 5.68 | |
| 宇都宮/GRUtsunomiya-PartsNumAll_Path1-Value | 340,699 | 8% | 5.68 | |
| 宇都宮/GRUtsunomiya-PartsNumAll_Path1-Value | 340,700 | 8% | 5.68 | |
| 宇都宮/GRUtsunomiya-PartsNumAll_Path1-Value | 340,701 | 8% | 5.68 | |
| 宇都宮/GRUtsunomiya-PartsNumAll_Path1-Value | 340,702 | 9% | 5.68 | |
| 宇都宮/GRUtsunomiya-PartsNumAll_Path1-Value | 340,703 | 7% | 5.68 | |
| 宇都宮/GRUtsunomiya-PartsNumAll_Path1-Value | 340,704 | 9% | 5.68 | |
| 宇都宮/GRUtsunomiya-PartsNumAll_Path1-Value | 340,705 | 7% | 5.68 | |
| 宇都宮/GRUtsunomiya-PartsNumAll_Path1-Value | 340,706 | 2% | 0.33 | |
| マキノ/CHUMakino-condition-Value | DISCONNECT | 1秒 | 0% | |
| マキノ/CHUMakino-condition-Value | STOP | 3599秒 | 100% | |
| engineer/Color01 area | null | 1303.749 | 36% | 21.7 |
| engineer/Color01 area | UT-MK_away01 | 1.5 | 0% | 0.0 |
| engineer/Color01 area | UT-MK_away02 | 1.5 | 0% | 0.0 |
| engineer/Color01 area | メンテナンス | 57.999 | 2% | 1.0 |
| engineer/Color01 area | マキノ操作 | 0.5 | 0% | 0.0 |
| engineer/Color01 area | マキノ準備 | 6.001 | 0% | 0.1 |
| engineer/Color01 area | 宇都宮稼働 | 678.986 | 24% | 14.6 |
| engineer/Color01 area | 宇都宮稼働 | 1076.269 | 29.9% | 17.9 |
| engineer/Color01 area | 真影機稼働 | 273.496 | 7.6% | 4.6 |

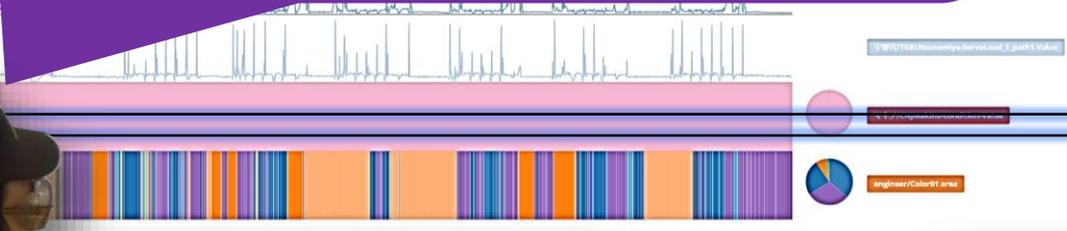
マン・マシンチャートやガントチャートが
簡単・自動で作れるように

設備の運転状況と
作業者がどこでなにをしていたのか
おおむね把握できるようになりました。

設備データのステータスを停止状態で
絞り込めば、その時の作業者の状況を
簡単に確認できますね

易 結果

設備が止まっている時に
作業者は何をしていたの
かな



人の作業データ



プラットフォーム上で
簡易分析

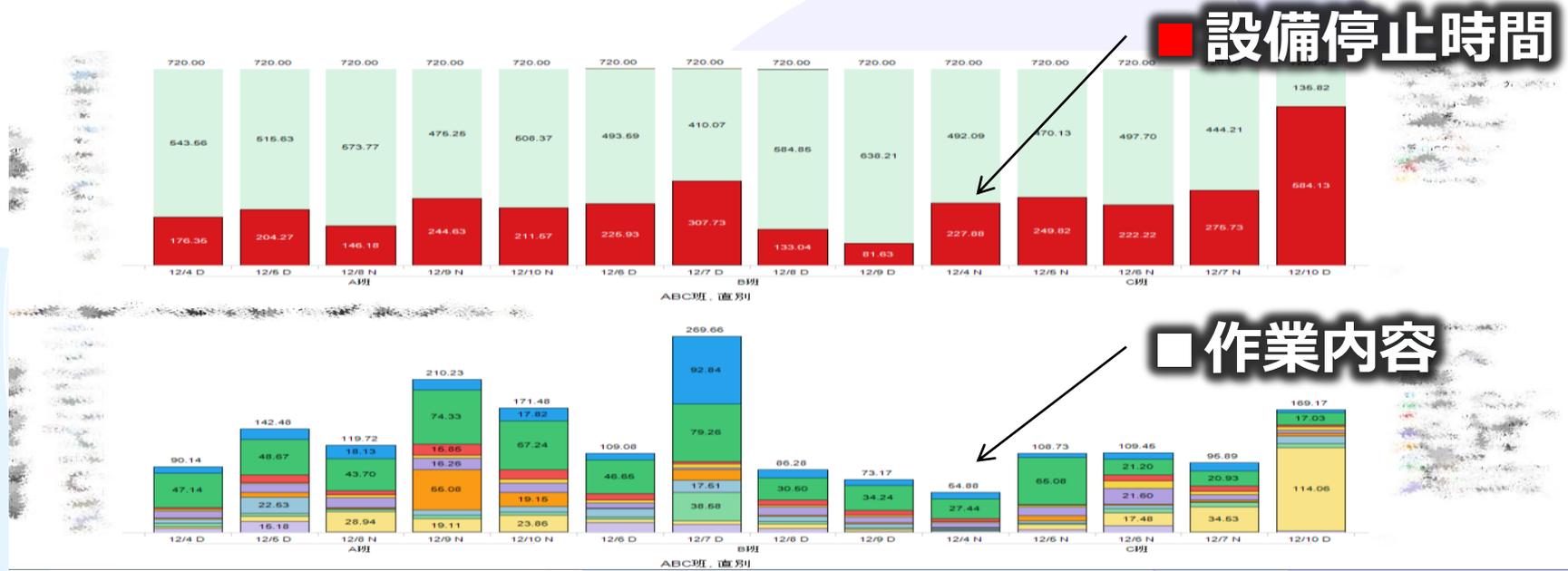


CSVデータ取り出し

| | 項目 | 集計値 | パーセント | 集計値(分) |
|----|--|--------------|----------|--------|
| 1 | デバイス/属性 | | | |
| 2 | 宇都宮/IGRUsunomiya-condition-Value | OPERATE | 2461.5分 | 68% |
| 3 | 宇都宮/IGRUsunomiya-condition-Value | STOP | 11 | |
| 4 | 宇都宮/IGRUsunomiya-condition-Value | SUSPEND | | |
| 5 | 宇都宮/IGRUsunomiya-PartsNumAll_path1-Value | 340,695 | | |
| 6 | 宇都宮/IGRUsunomiya-PartsNumAll_path1-Value | 340,696 | | |
| 7 | 宇都宮/IGRUsunomiya-PartsNumAll_path1-Value | 340,697 | 284秒 | 8% |
| 8 | 宇都宮/IGRUsunomiya-PartsNumAll_path1-Value | 340,698 | 265.5秒 | 7% |
| 9 | 宇都宮/IGRUsunomiya-PartsNumAll_path1-Value | 340,699 | 283秒 | 8% |
| 10 | 宇都宮/IGRUsunomiya-PartsNumAll_path1-Value | 340,700 | 276秒 | 8% |
| 11 | 宇都宮/IGRUsunomiya-PartsNumAll_path1-Value | 340,701 | 301秒 | 8% |
| 12 | 宇都宮/IGRUsunomiya-PartsNumAll_path1-Value | 340,702 | 316秒 | 9% |
| 13 | 宇都宮/IGRUsunomiya-PartsNumAll_path1-Value | 340,703 | 251秒 | 7% |
| 14 | 宇都宮/IGRUsunomiya-PartsNumAll_path1-Value | 340,704 | 336秒 | 9% |
| 15 | 宇都宮/IGRUsunomiya-PartsNumAll_path1-Value | 340,705 | 255秒 | 7% |
| 16 | 宇都宮/IGRUsunomiya-PartsNumAll_path1-Value | 340,706 | 89秒 | 2% |
| 17 | マキノ/CMMachine-condition-Value | DISCONNECT | 1秒 | 0% |
| 18 | マキノ/CMMachine-condition-Value | STOP | 3599秒 | 100% |
| 19 | engineer/Color01 area | null | 1303.749 | 36% |
| 20 | engineer/Color01 area | UT-MK_away01 | 1.5 | 0% |
| 21 | engineer/Color01 area | UT-MK_away02 | 1.5 | 0% |
| 22 | engineer/Color01 area | コンテナ | 57.999 | 2% |
| 23 | engineer/Color01 area | マキノ操作 | 0.5 | 0% |
| 24 | engineer/Color01 area | マキノ準備 | 6.001 | 0% |
| 25 | engineer/Color01 area | 宇都宮準備 | 878.986 | 24% |
| 26 | engineer/Color01 area | 宇都宮稼働 | 1076.269 | 29.9% |
| 27 | engineer/Color01 area | 投影機検査 | 273.496 | 7.6% |

実証実験① マツダ 刃研工場 結果

マン・マシンチャート分析事例 設備手待ち時の作業者の状態



| 行ラベル | A班 | | | | | B班 | | | C班 | | | | |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| | 12/4 D | 12/5 D | 12/8 N | 12/9 N | 12/10 N | 12/6 D | 12/8 D | 12/9 D | 12/4 N | 12/5 N | 12/6 N | 12/7 N | 12/10 D |
| Mオペレーション (脱着) | 2.1 | 10.1 | 5.6 | 15.9 | 13.2 | 8.7 | 7.3 | 6.1 | 4.1 | 0.2 | 8.3 | 7.5 | 2.5 |
| M 準備・検査 | 3.0 | 2.0 | 4.2 | 3.2 | 5.3 | 4.2 | 2.5 | 2.2 | 1.9 | 2.6 | 10.1 | 5.0 | 4.7 |
| 移動 (NCカメラエリア内) | 4.6 | 4.2 | 3.2 | 4.5 | 3.7 | 3.4 | 3.7 | 1.6 | 2.4 | 2.3 | 5.8 | 6.0 | 5.7 |
| 移動_NC⇄グラインダ (窓側) | 5.9 | 15.2 | 0.1 | 0.4 | 0.4 | 13.7 | 5.5 | 1.2 | 2.2 | 3.9 | 9.9 | 0.7 | 2.4 |
| 移動_NC⇄グラインダ (中央通路側) | 2.1 | 7.3 | 28.9 | 19.1 | 23.9 | 4.6 | 6.2 | 3.9 | 0.3 | 7.0 | 17.5 | 34.5 | 114.1 |
| U オペレーション (脱着) | 8.6 | 14.7 | 18.1 | 14.0 | 17.8 | 9.1 | 10.9 | 8.8 | 8.2 | 5.8 | 8.9 | 10.9 | 4.4 |
| U 準備・検査 | 47.1 | 48.7 | 43.7 | 74.3 | 67.2 | 46.7 | 30.5 | 34.2 | 27.4 | 65.1 | 21.2 | 20.9 | 17.0 |
| 荒研ぎ作業 | 6.0 | 22.5 | 15.3 | 15.7 | 11.1 | 11.1 | 3.3 | 11.1 | 11.1 | 11.1 | 11.1 | 11.1 | 10.5 |
| 中央コンテナ | 1.1 | 5.9 | 2.5 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 4.1 |
| 投影機 検査作業 | 9.5 | 12.0 | 13.3 | 16.3 | 12.4 | 6.5 | 10.7 | 7.9 | 5.7 | 11.8 | 21.6 | 7.2 | 3.9 |
| 総計 | 9.0 | 14.3 | 12.0 | 21.0 | 17.1 | 10.9 | 8.6 | 7.3 | 5.5 | 10.9 | 10.9 | 9.6 | 16.9 |

マン・マシンチャートから設備停止時の人の作業内容を抽出

単位：分

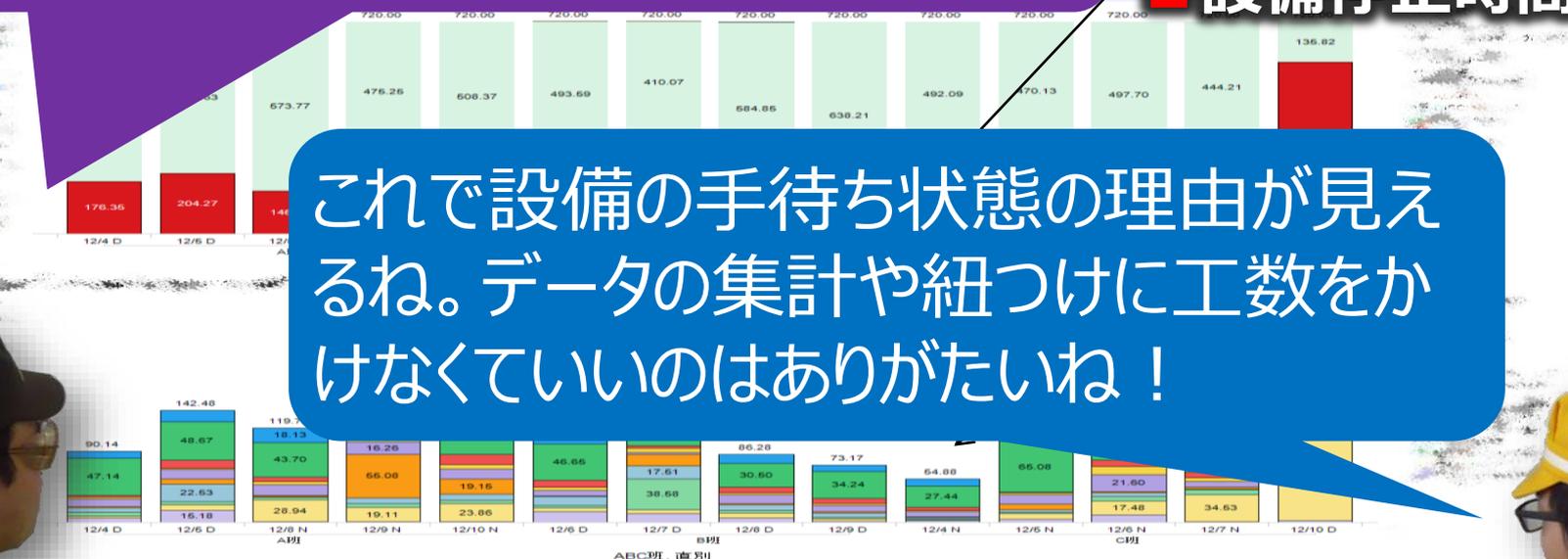
■ 実証実験① マツダ 刃研工場 結果

プラットフォームのおかげで
1週間分のデータがすぐに抽出できました。

稼働の状態

■ 設備停止時間

これで設備の手待ち状態の理由が見えるね。データの集計や紐つけに工数をかけなくていいのはありがたいね！



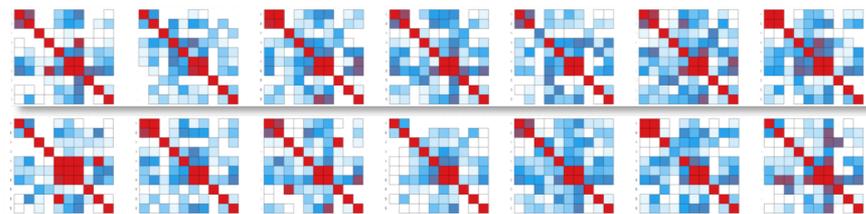
| 稼働のパターン | A班 | | | | | B班 | | | C班 | | | | | | | | | | | | |
|---------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|
| | 12/4 D | 12/5 D | 12/6 N | 12/6 D | 12/10 N | 12/6 D | 12/8 D | 12/9 D | 12/4 N | 12/5 N | 12/6 N | 12/7 N | 12/10 D | | | | | | | | |
| 稼働率 (%) | 8.3 | 7.5 | 2.5 | 10.1 | 5.0 | 4.7 | 5.8 | 6.0 | 5.7 | 9.9 | 0.7 | 2.0 | 17.5 | 34.5 | 8.9 | 10.9 | 21.2 | 20.9 | | | |
| 稼働率 (%) | 4.5 | 1 | 1.7 | 2 | 1.7 | 2 | 1.1 | 5.9 | 2.3 | 55.1 | 19.2 | 1.2 | 1.7 | 1.8 | 0.8 | 7.6 | 1.7 | 2 | | | |
| 稼働率 (%) | 9.5 | 12.0 | 13.3 | 16.3 | 12.4 | 6.5 | 10.7 | 7.9 | 5.7 | 11.8 | 21.6 | 9.0 | 14.3 | 12.0 | 21.0 | 17.1 | 10.9 | 8.6 | 7.3 | 5.5 | 10.9 |
| 稼働率 (%) | 9.0 | 14.3 | 12.0 | 21.0 | 17.1 | 10.9 | 8.6 | 7.3 | 5.5 | 10.9 | 10.9 | 9.0 | 14.3 | 12.0 | 21.0 | 17.1 | 10.9 | 8.6 | 7.3 | 5.5 | 10.9 |

作業者や昼夜、負荷状況などで
作業のパターンに違いがあるのかな

■ 実証実験① マツダ 刃研工場 結果

作業内容データ 参考事例：作業順序分析

グラインダーへのアクセス通路選択



昼勤務

夜勤務



※数値は一週間の往来カウント

例えば、昼夜で歩行ルートを選択に違いがあった
ベテランと初心者の作業順序の違いも見えてくるはず

実証実験② 神戸製鋼所

■ 工場概要

産業機械の内作部品を加工する
機械加工工場

ワークサイズ：最大8m

加工時間：10分～800時間

■ 実験対象

大型加工機械 12台 / 作業員 8名

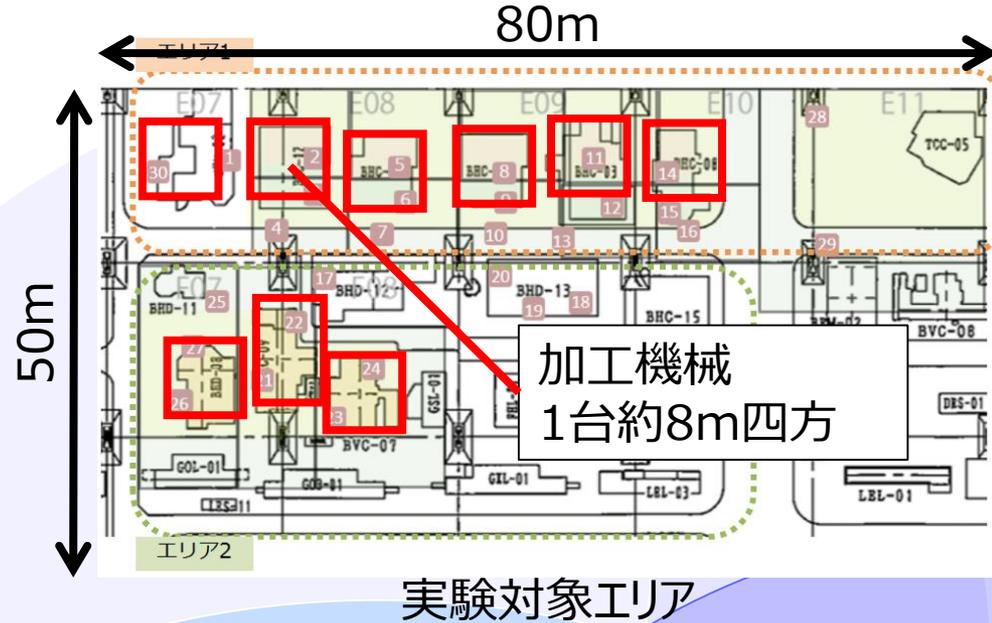
■ 現場の特徴

特徴①：エリアが広く、死角が多い

⇒画像分析用カメラの取付に工夫がいる

特徴②：操作盤と段取場など、作業場が十分離れている

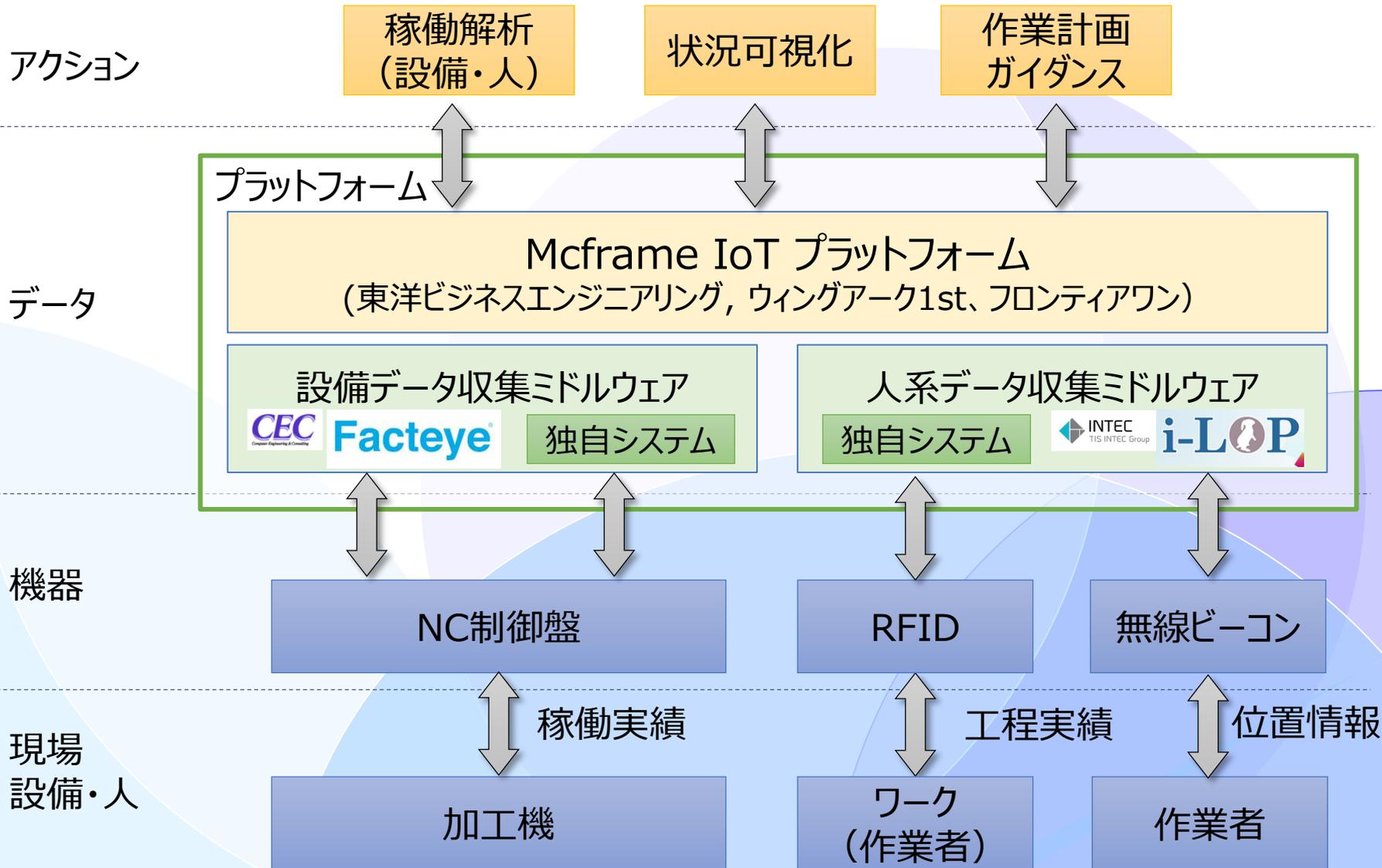
⇒精度数mで作業員位置が分かれば作業を分析できる



工場内の様子

大型の機械加工工場では、作業員の把握は
カメラより無線ビーコンの方が向いている

実証実験② 神戸製鋼所 システム構成



実証実験② 神戸製鋼所 作業内容取得

取得したデータは
クラウドにリアルタイムで
アップロード

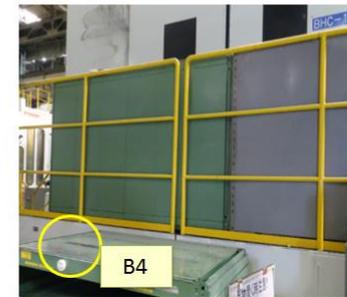


スマートフォン

最寄のビーコンの
ID、信号強度を検出し
作業者のいるエリアを特定

作業者8人がアプリ入り
スマートフォンを携帯

無線ビーコン

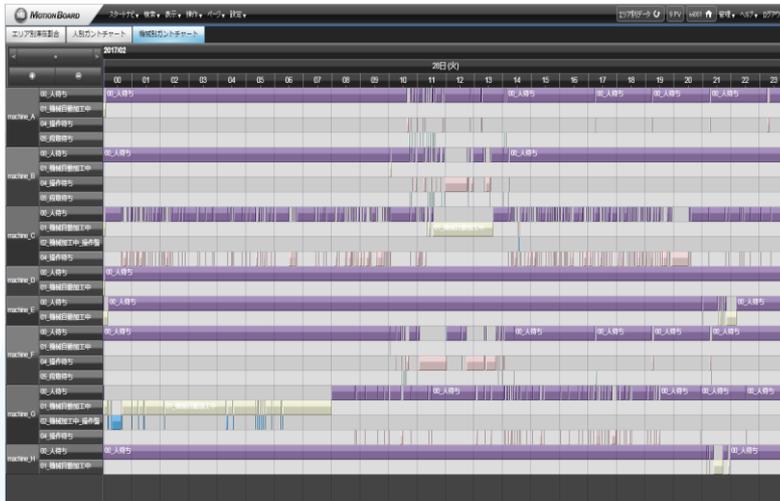


加工機の操作パネル、段取場など
30カ所に無線ビーコンを設置

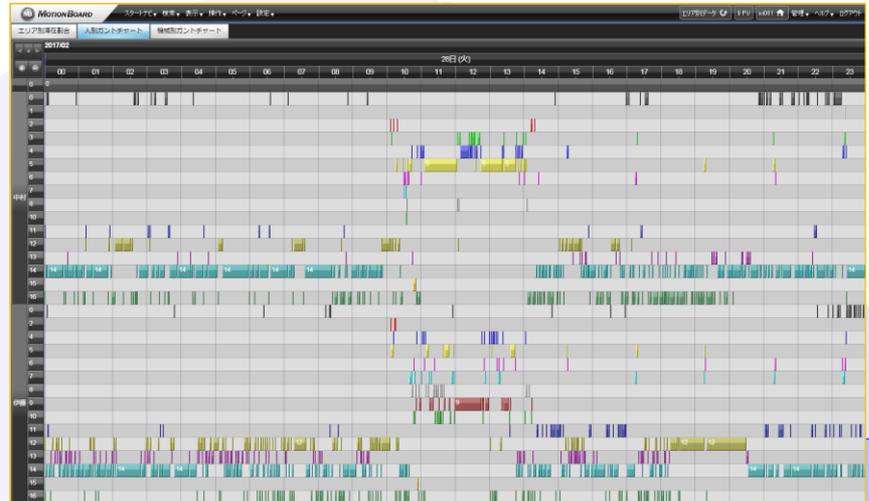
前処理等の工夫により、金属環境の工場内でも
数m程度の位置精度で作業者の位置を特定

実証実験② 神戸製鋼所 結果

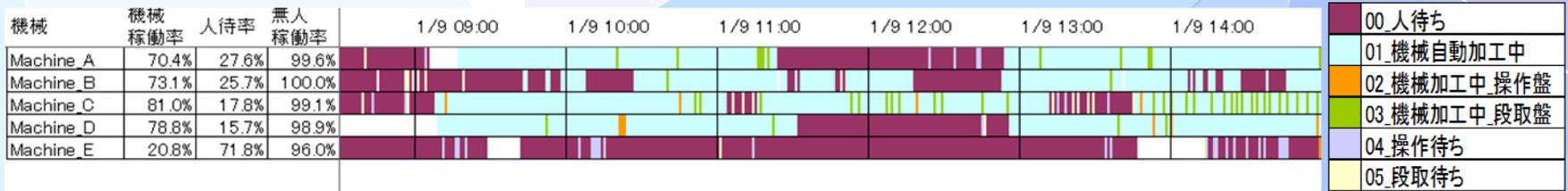
設備稼働ガントチャート



作業者移動分析ガントチャート



生産性分析チャート



特徴の大きく異なる工場でも、同様の分析をおこない、同じプラットフォームが有効であることを確認した

■ まとめ

- **自動設備と人作業のうまい組み合わせをIoTで可視化**する仕組みをIVRA-Next準拠の**可視化プラットフォーム**を用いて構築した。
- プラットフォームの実証実験を、
①加工工具研磨工場、②大型部品加工工場、という
大きさやリードタイムの**大きく異なる2つの工場**で実施した。
- 工場の特性に応じて**異なる情報取得手段を組み合わせ、
同じプラットフォーム、同じ分析手法で、有効な分析**ができることを
確認した。