

MZプラットフォーム：中小製造業のIT化支援 からIoT化応用へ

古川慈之

産業技術総合研究所 製造技術研究部門

本日の内容

- 中小企業のIT化を支援するMZプラットフォーム
 - 中小企業のIoT活用について
 - MZプラットフォームの紹介
- 中小企業のIoT化を支援するスマート製造ツールキット

用語解説：IoTとスマート製造

- Internet of Things (IoT) : モノのインターネット
 - あらゆるモノをインターネットに接続して新たな価値を生み出そうとする考え方およびそれに付随する技術
- スマート製造
 - 情報通信技術 (IT/ICT) や人工知能 (AI) 技術を駆使して製造業における生産活動を高度に進化させた状態
※工場自動化 (FA) や高度な加工技術・計測技術・制御技術を前提として

中小企業のIoT活用について1

- 製造業におけるIoT活用には2つの側面
 - 製品のIoT化: 自社製品をネットワークに接続して価値を生み出す
 - 生産のIoT化: 生産設備等をネットワークに接続して生産活動を高度化する(≒スマート製造)

→本講演での対象は生産のIoT化

中小企業のIoT活用について2

- 生産のIoT化も2つに分かれる
 - 計測系のIoT化: ネットワークに接続することで生産活動を外部から観測可能にすること
 - 実行系のIoT化: ネットワークに接続することで生産活動を外部から変更可能にすること
- 中小企業のIoT活用は計測系が主な対象

中小企業のIoT活用について3

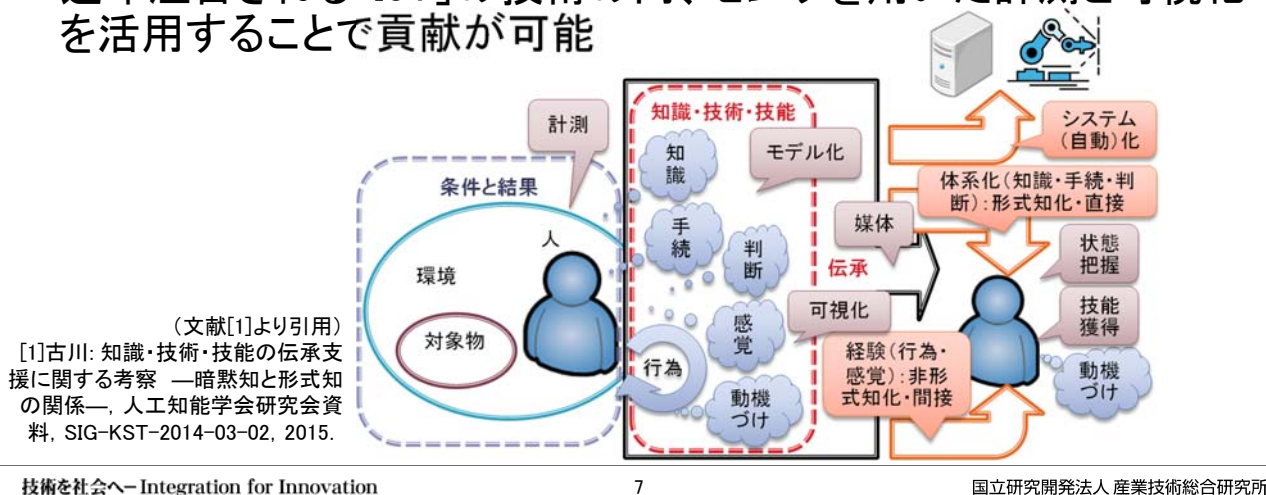
- 計測系を対象とした生産のIoT化による効果
 - 生産活動の進捗把握のリアルタイム化
 - 生産活動の状態認識に基づく自動通知
 - データに基づくカイゼン活動
 - データに基づく技能分析と人材育成

※生産活動実績等を時刻とともに収集し、可視化や分析を実施することで実現

→ IoT化は単なる手段(ひと昔前のIT化と同じ)

参考：技能伝承とIoT化

- 企業内の業務に関する知識・技術・技能の伝承支援には、まずそれらの存在を明確にし、**可視化**することが必要
- 次に**分析**で新たな知識を獲得し、さらにその知識を活用して業務を定型化・**自動化**することが重要
- 近年注目される「IoT」の技術の内、センサを用いた計測と可視化を活用することで貢献が可能

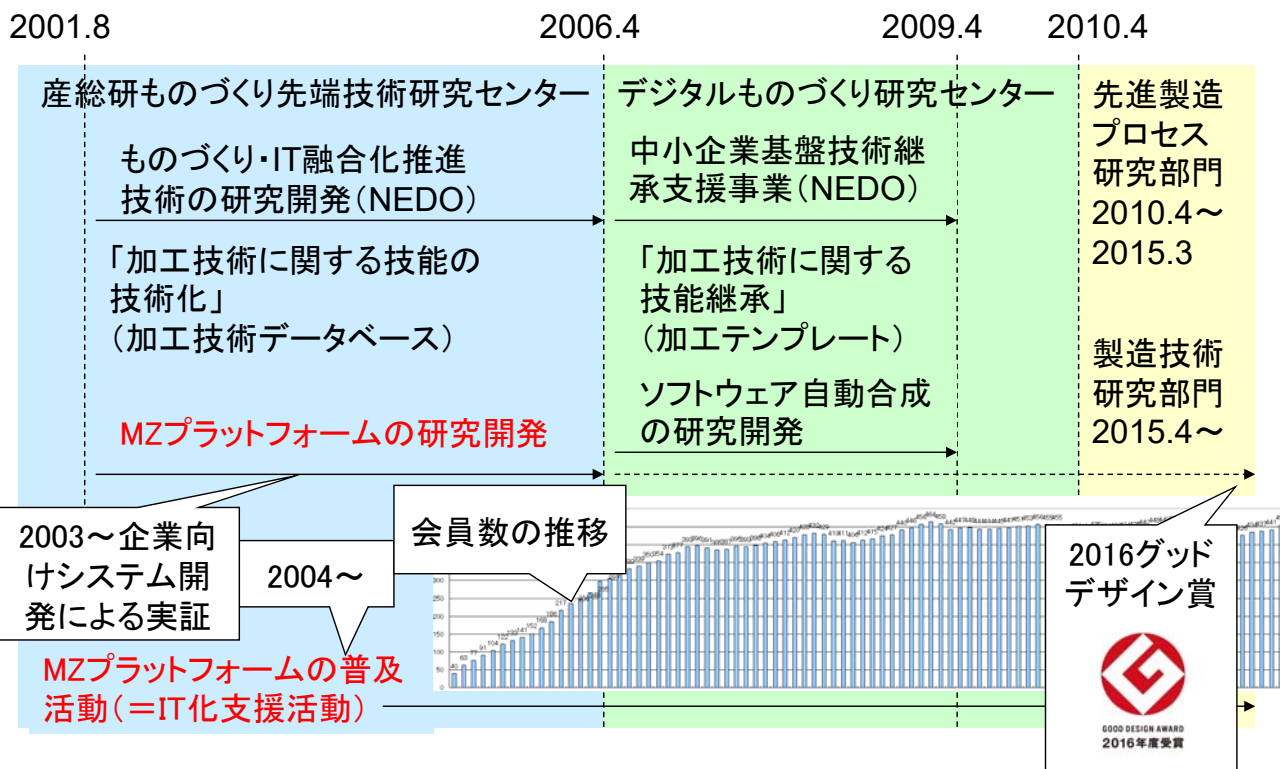


中小企業のIoT活用について4

- IoT活用による効果を得るには、生産活動実績等の収集と可視化や分析が必要
 - IT化が必要: データベース・可視化や分析用のソフトウェア
 - 業務分析や業務改善が必要: IT化の前提として
 - IT化や業務改善を実施する人材確保と育成が必要

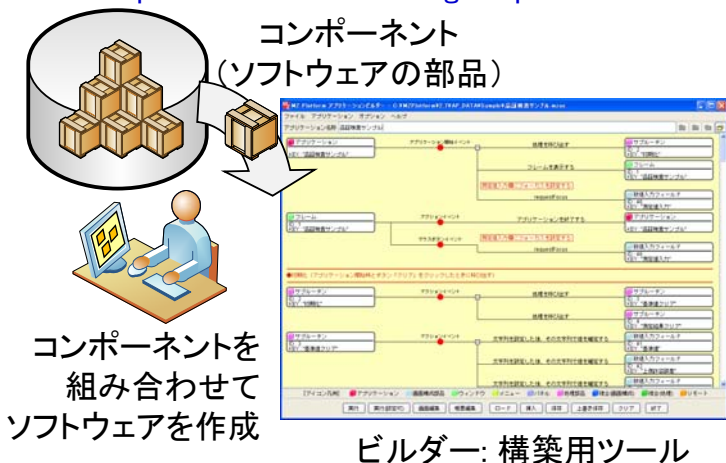
→ 自社に必要な目標を設定し、コストや効果を試算して導入を決定する必要がある

産総研のIT/IoT化支援活動：現在までの経緯



MZプラットフォームとは

- 産総研が開発したソフトウェア基盤
 - 正式名称: MZ Platform (読み方: エムズイープラットフォーム)
 - 目的: 中小製造業のIT化支援(自社用ソフトウェア構築= **エンドユーザ開発**支援)
 - 特徴: 高度なスキルがなくても(≒ **ソースコードを書かずに**)ソフトウェアを作成できる
 - 対象: 主にPC上で動作するアプリケーションソフトウェア
 - 動作環境: Windows/Linux + Java (+ Java3D)
 - 会員登録制で**無料**
<https://ssl.monozukuri.org/mzplatform/>



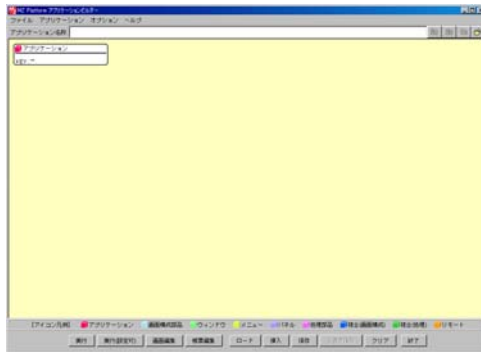
開発例

受注・工程・品質管理

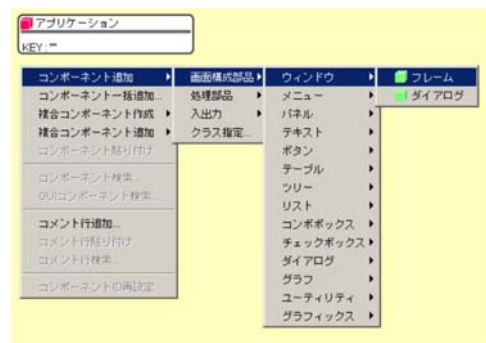
日程・進捗管理

MZプラットフォームによるシステム開発イメージ

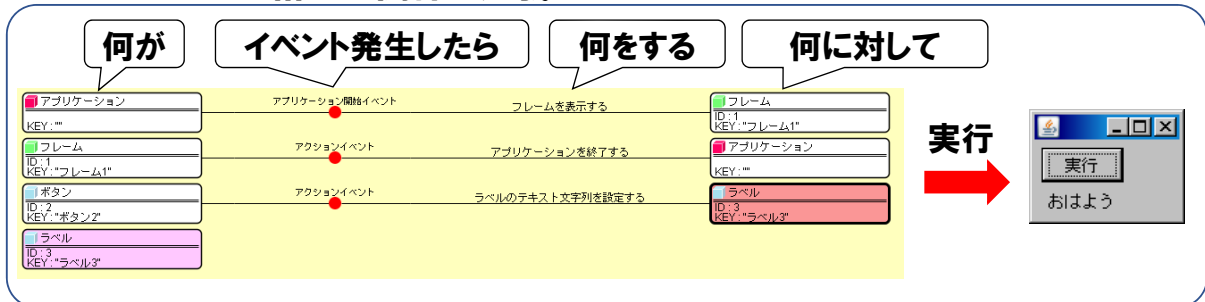
開発を行う画面(ビルダー)



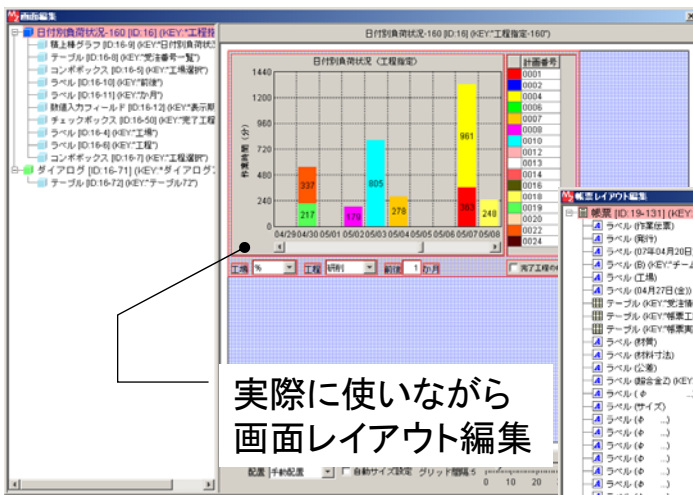
必要なコンポーネントを選択



コンポーネント相互の関係を定義



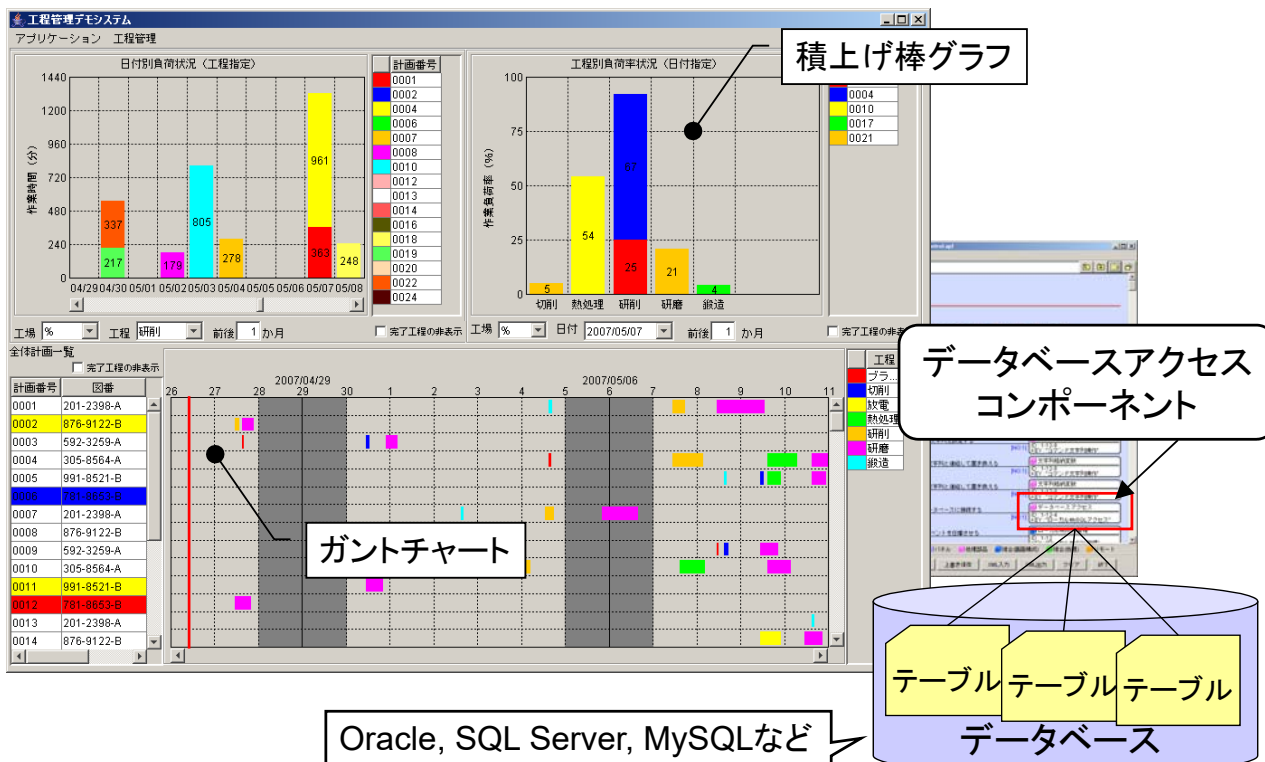
画面レイアウトと帳票編集



バーコードや表、画像を貼りこんだ帳票の作成



データベース連携とデータのグラフ化



コンポーネントの種類(トータル約200種類)

画面表示	グラフィック	グラフ	ユーティリティ
<ul style="list-style-type: none"> ◆フレーム ◆ダイアログ ◆メニュー ◆タブ ◆ラベル ◆テキストフィールド ◆数値入力フィールド ◆ボタン など32個	<ul style="list-style-type: none"> ◆イメージビューワー ◆3Dビューワー ◆ライト作成 など5個	<ul style="list-style-type: none"> ◆棒グラフ ◆折れ線グラフ ◆面グラフ ◆散布図 ◆バブルチャート ◆円グラフ ◆ヒストグラム ◆ガントチャート など14個	<ul style="list-style-type: none"> ◆進捗バー ◆日時選択パネル ◆乱数発生器 ◆バーコード変換 ◆QRコード変換 ◆外部プログラム通信 ◆音声入力・出力 ◆音声録音・再生 など22個
<ul style="list-style-type: none"> ◆条件制御・演算制御 ◆等価演算(=) ◆比較演算(≥) ◆論理積演算(AND) ◆Null判定 ◆繰り返し制御 ◆加算(+) ◆乗算(×) ◆関数電卓 など23個	<ul style="list-style-type: none"> ◆タイマー ◆カレンダー ◆システム情報 ◆時計計測 	<ul style="list-style-type: none"> ◆変数 ◆文字列格納変数 ◆任意精度実数 ◆実数格納変数 ◆日付格納変数 ◆オブジェクト格納変数 ◆画像データ格納変数 ◆テーブル格納変数 など30個	<ul style="list-style-type: none"> ◆ファイル入出力 ◆CSV入力・出力 ◆テキストファイル入力・出力 ◆画像ファイル入力・出力 ◆XML変換 ◆Excelファイルアクセス など13個
	<ul style="list-style-type: none"> ◆データベース ◆データベースアクセス 		
	<ul style="list-style-type: none"> ◆帳票印刷 ◆帳票 		

MZプラットフォームのユーザ

基本的な考え方: 必要な人による必要なソフトウェアの開発

(1) エンドユーザ企業の従業員

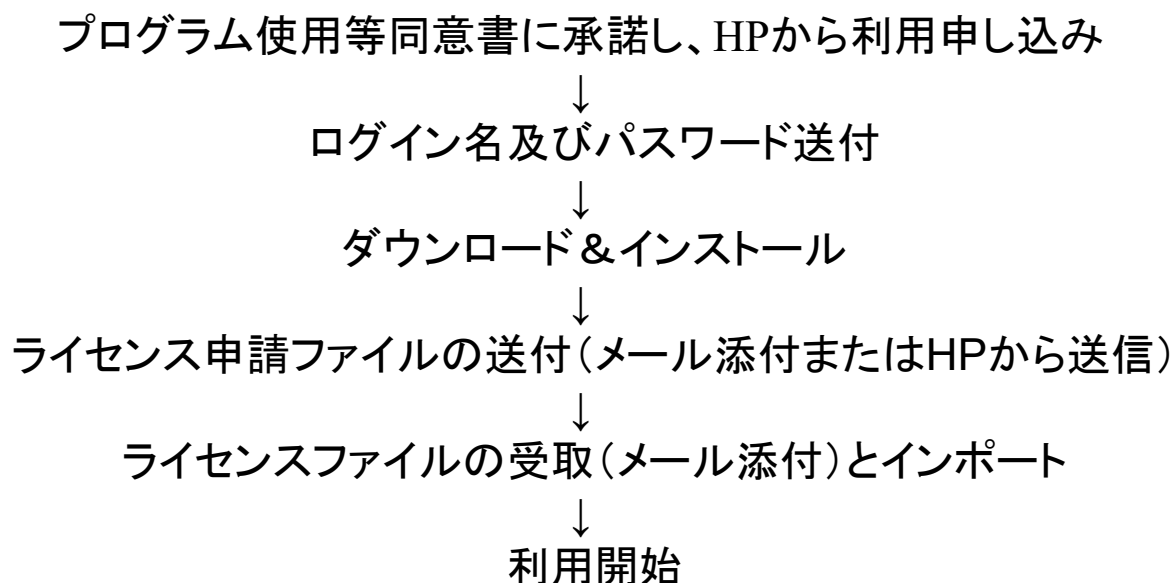
- ・ 現場情報のリアルタイム化と見える化の実現
- ・ 定量化された現場情報に基づく業務改善の推進

(2) ソフトウェア開発企業

- ・ 開発費の低価格化による新たな顧客層の開拓
- ・ エンドユーザである中小製造業に対するサービス
- ・ 自社パッケージ製品に対するカスタマイズ／補完機能の開発

MZプラットフォームの利用手順

https://ssl.monozukuri.org/mzplatform/riyou_tejyun/

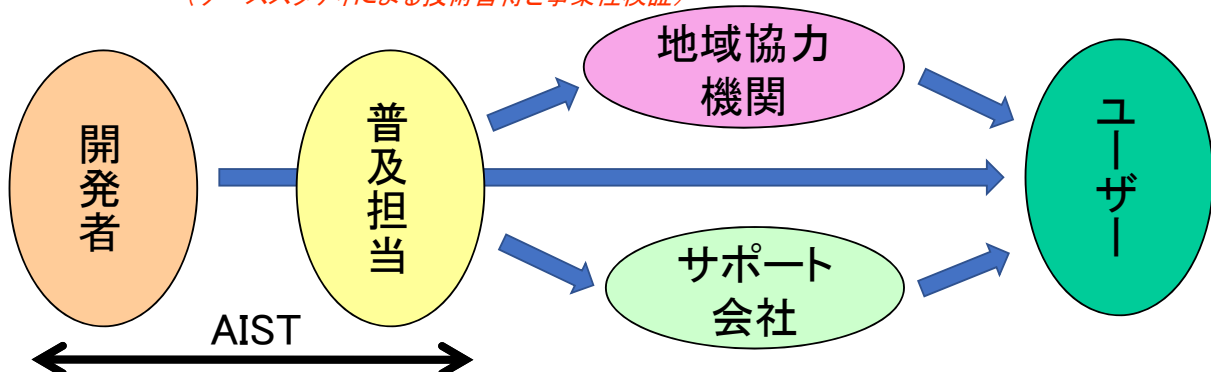
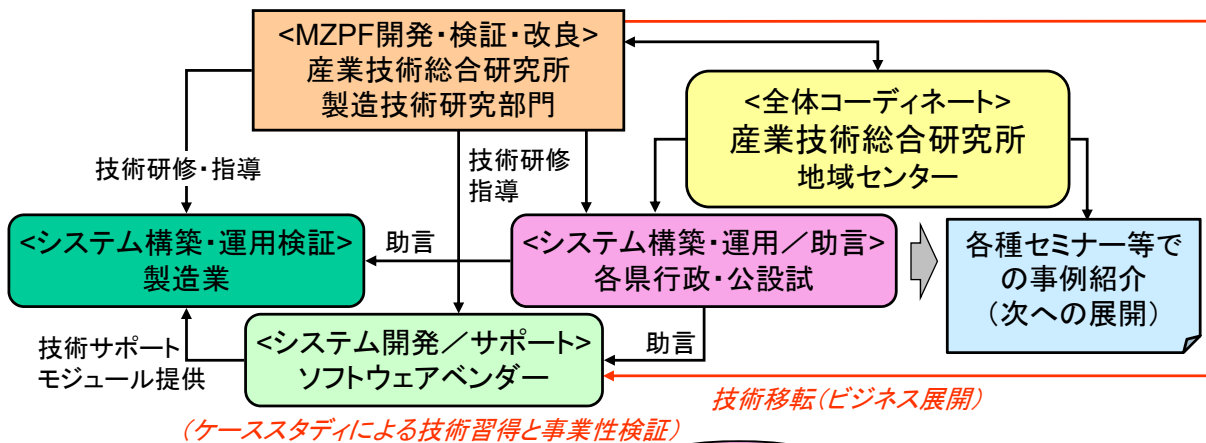


(注) 営利活動に利用する場合は、別途産総研との技術移転契約が必要。
技術移転契約締結済み企業は現在11社。

MZプラットフォームのサポート

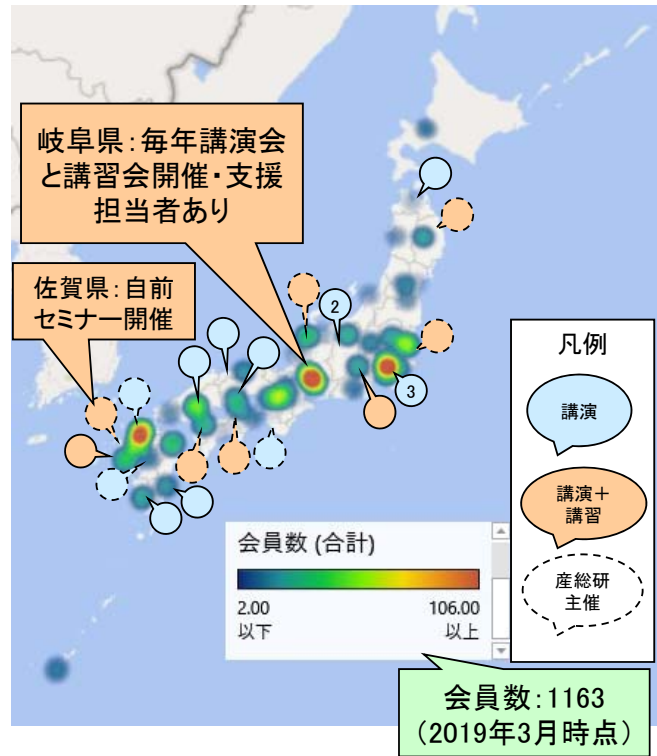
- ご質問、ご要望
 メールまたは掲示板への投稿をお願いします。
mzsupport-ml@aist.go.jp
<https://ssl.monozukuri.org/mzplatform/forums/>
- よくある質問(FAQ)
https://ssl.monozukuri.org/mzplatform/faq_top/
- 各種資料ダウンロード
<https://ssl.monozukuri.org/mzplatform/download/>
- 技術研修と技術コンサルティング(有償)
<https://ssl.monozukuri.org/mzplatform/technical-training/>
 - 技術研修: 標準的な講習の受講@つくば
 - 技術コンサルティング: 独自課題への取り組み支援

MZプラットフォームの普及・導入促進の連携体制



各地域の活動と普及状況

- 直近の3年間でMZとIoTに関する講演等の実績
 - 講演のみ: 岡谷、松本、(福岡)、JPCA・東京、宮崎、(熊本)、広島、SOPEJ・東京、AMTDA・東京、鹿児島、JMA・東京、米子、岡山、青森、(和歌山)、JSQC・東京、島根
 - 講習まで実施: 各務原、(金沢)、長崎、(高松)、(鳥栖)、甲府、(松山)、(北上)、新潟、関
- 会員数増加中
 - 年間200増のペース



MZプラットフォームユーザー会: 活用事例

https://ssl.monozukuri.org/mzplatform/top/mz_application_ex/

本日の内容

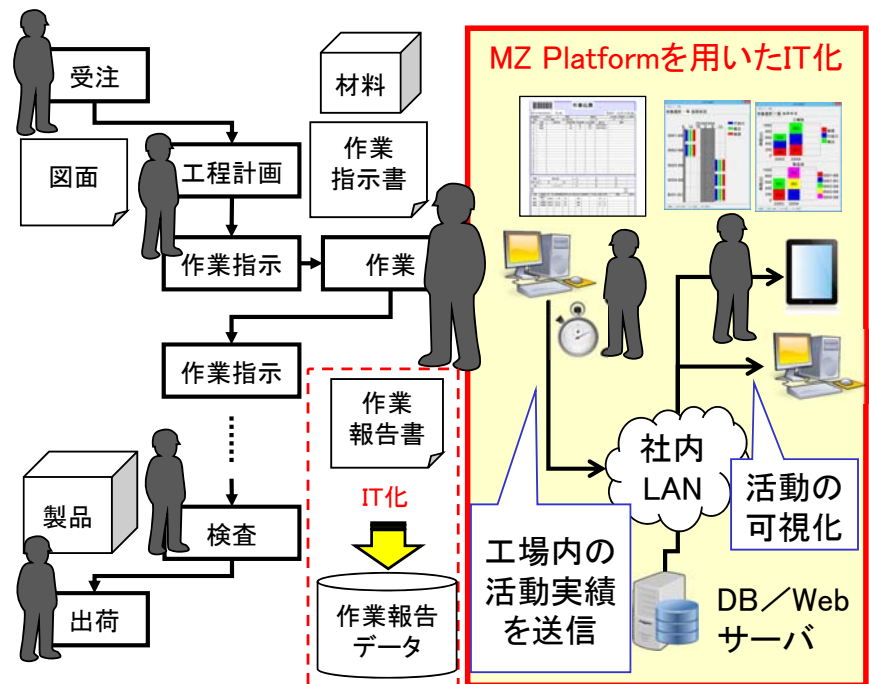
- 中小企業のIT化を支援するMZプラットフォーム
 - 中小企業のIoT活用について
 - MZプラットフォームの紹介
- 中小企業のIoT化を支援するスマート製造ツールキット

IoT化応用へ:スマート製造ツールキット

- IT化とIoT化の関係
- MZを拡張したスマート製造ツールキットの概要
- ツールキットの要素技術開発
 - 安価な超小型PCの利用
 - ウェアラブル機器の利用
 - 無線センサによる機械稼働状況モニタリング
 - 活動実績データ自動取得機器の自作

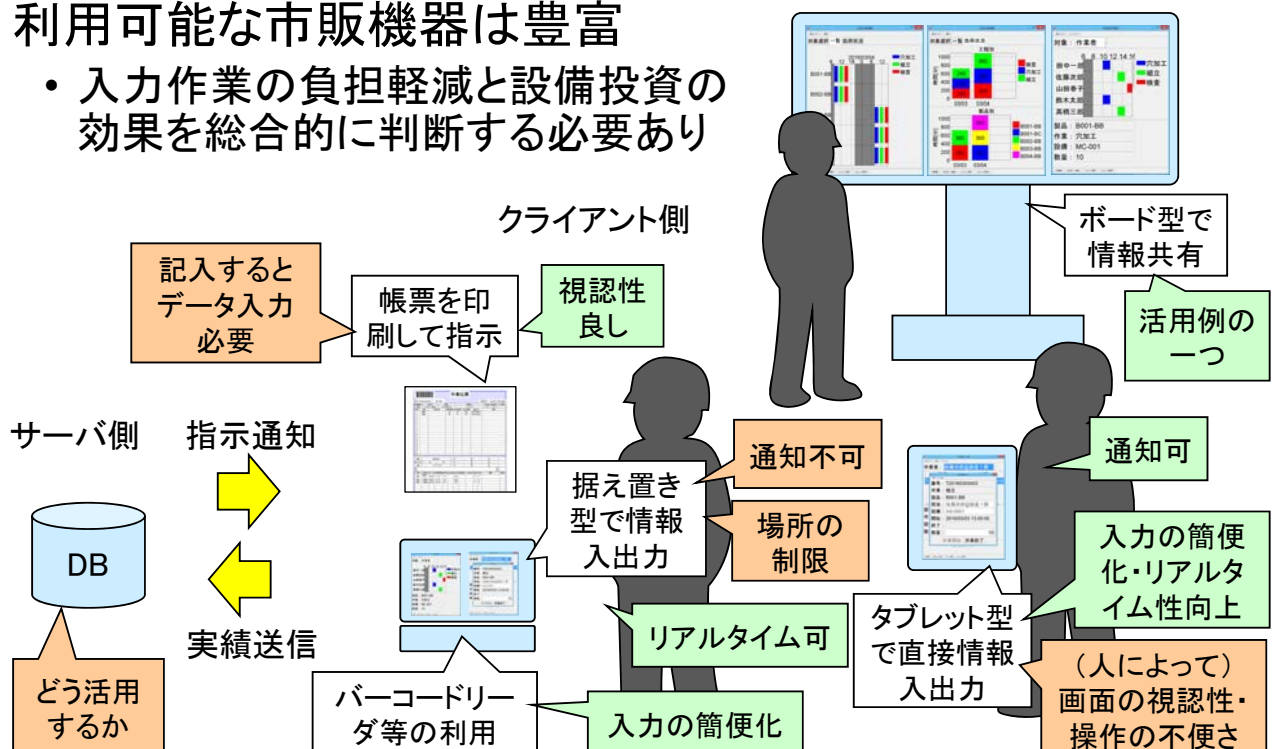
MZを用いたIT化：活動実績収集の例

- 工業製品(部品)の金属加工を想定
 - 受注した製品に関する加工の工程が計画され、作業指示書が発行される
 - 作業者は加工を実施し、開始と終了の日時等を報告する
- システム構築部分(IT化)はMZを用いたエンドユーザ開発の実績多数



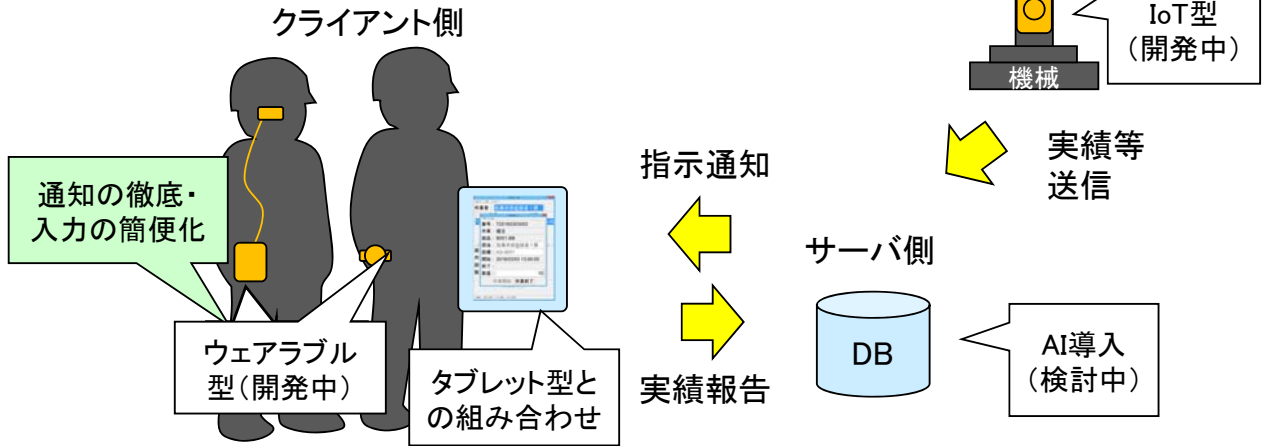
IT化の実現形態：情報の入出力

- 利用可能な市販機器は豊富
 - 入力作業の負担軽減と設備投資の効果を総合的に判断する必要あり



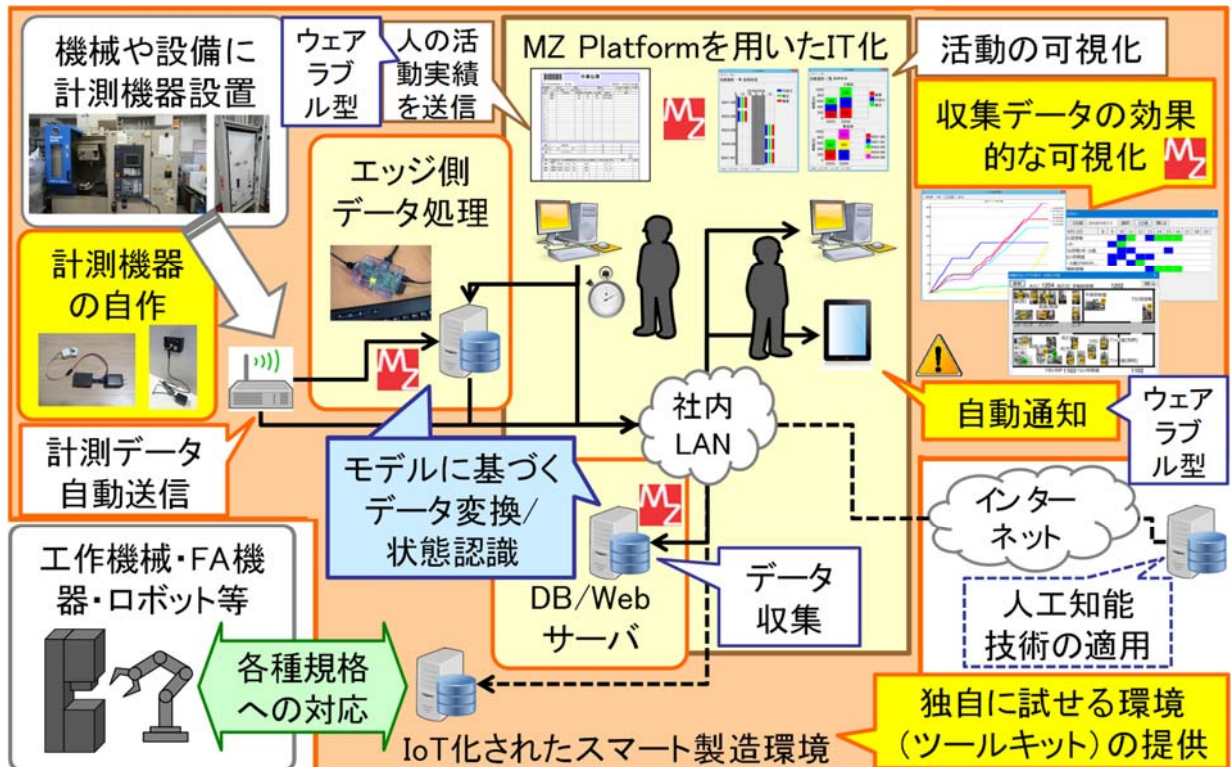
活動実績収集の効率化とAI導入に向けて

- ウェアラブル型とIoT型でデータ収集が効率化できるか検証中
- データ活用への人工知能技術(AI)導入を検討中
→いずれもエンドユーザ開発として



現在の主な研究開発対象の全体像

MZプラットフォームを拡張したスマート製造ツールキット



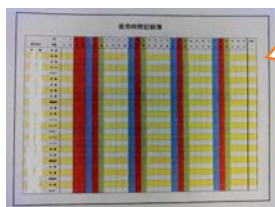
MZ Platform実行環境Raspberry Pi版

- 安価な超小型PCのRaspberry Pi上でMZ Platformアプリケーションを実行する環境を開発
 - 2017年4月にリリース(MZユーザ会ダウンロードページ参照)
 - ビルダー(作成機能)はなくローダー(実行機能)のみ
 - 現在は画面表示ありのMZアプリケーションの実行が主な用途のため、公式タッチパネルディスプレイ等の使用を推奨



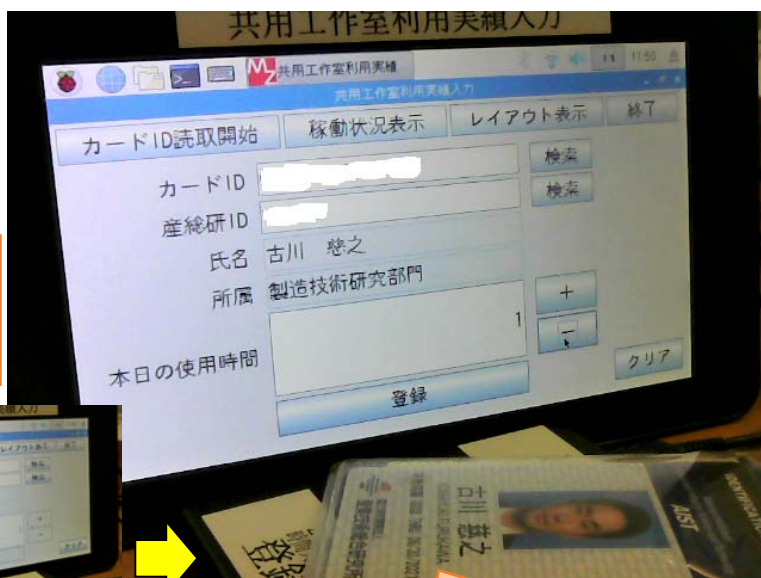
事例:産総研つくば東共用工作室のIT化

端末設置イメージ



従来は日ごとの利用時間を紙に記入

鍵カードと産総研IDの登録を済ませれば、鍵カードのタッチのみで使用者情報の入力不要



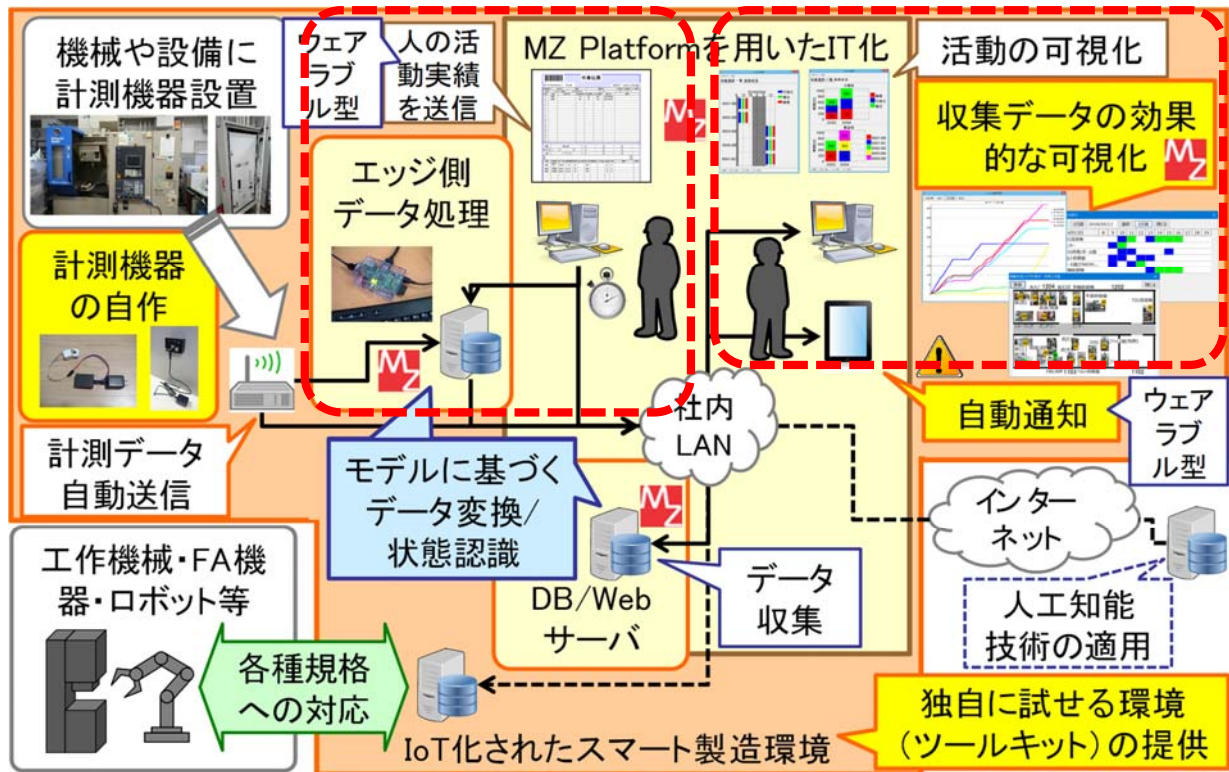
本日の使用時間を変更して登録ボタンを押すだけ → 集計の自動化が可能

使用記録

Raspberry Pi版 MZ実行環境 + カードリーダー



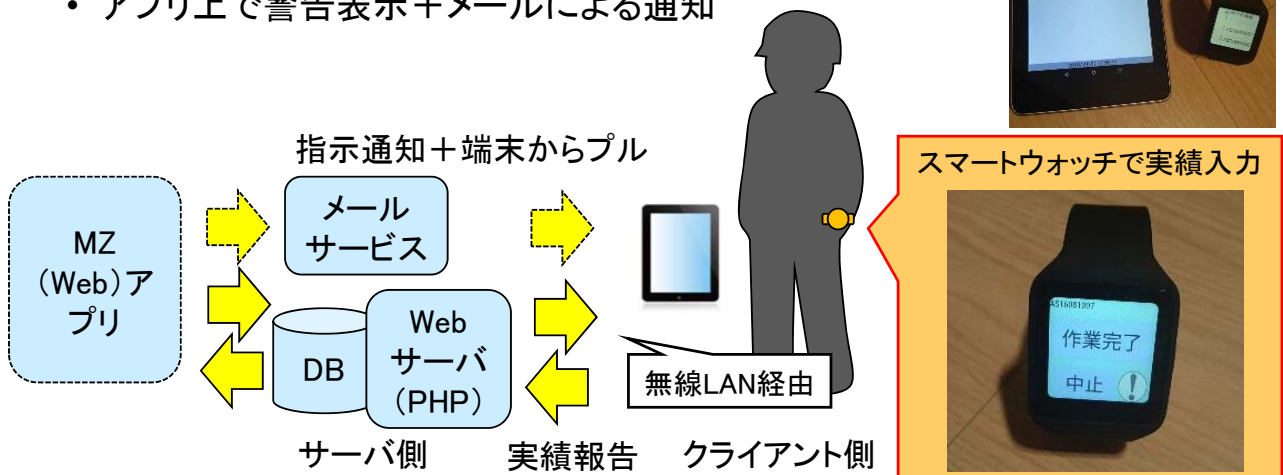
スマート製造ツールキット内の位置づけ



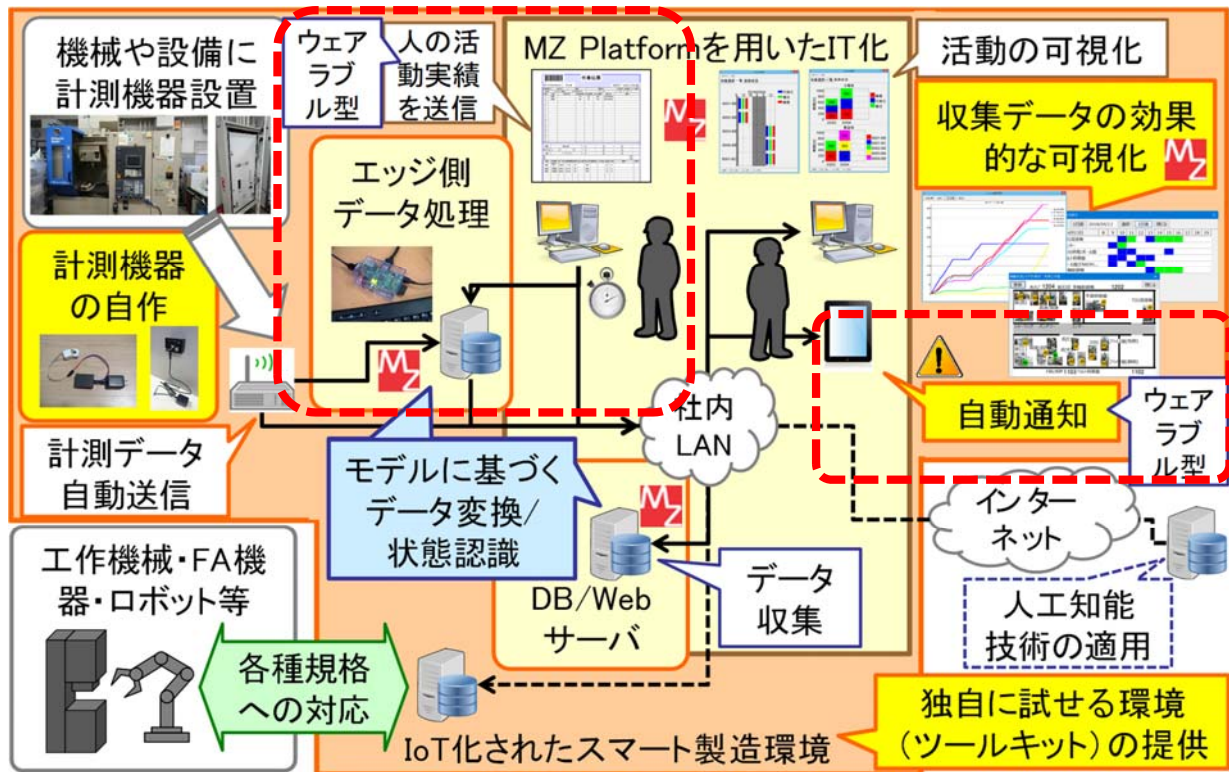
ウェアラブル型の研究開発状況:

腕時計型作業実績入力システム

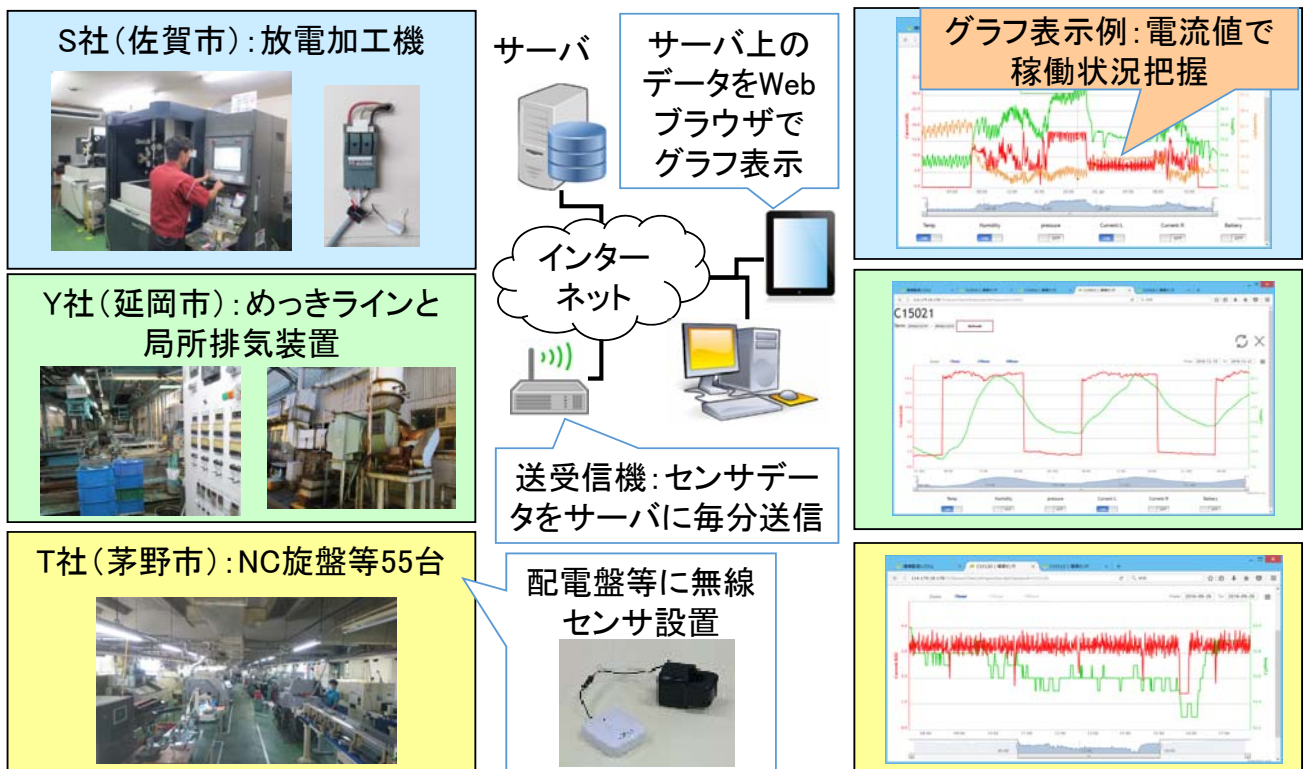
- 機能: 手元で簡単に実績入力
- 構成: Android端末とスマートウォッチ (Android Wear)
 - 端末単体でも動作可能とした
 - ユーザ定義データベースと接続可能なカスタマイズ機能
 - アプリ上で警告表示+メールによる通知



腕時計型作業実績入力システム スマート製造ツールキット内の位置づけ



IoT型データ収集: 無線センサによる機械稼働状況モニタリング



無線センサによる機械稼働状況モニタリング 事例：産総研つくば東共用工作室のIoT化1

従来は機械の使用時間を紙に記入

移動状況表示

更新 1日前 2018/04/13 選択 1日後 閉じる

4月13日	8	9	10	11	12	13	14	15	16
共用 TIG溶接機									
共用 コンター									
共用 ドリル研磨/ボール盤									
共用 ベルト研磨盤									
共用 ボール盤(ENKOH...)									
共用 多軸制御機									

機械ごとの使用記録と集計はほぼ(※)自動化可能
(※一部コンセント共有の機械は判別不可)

稼働状況レイアウト表示：共用工作室

更新 糸のこ 1204 砥石切 多軸制御機 1202 閉じる

平面研削盤 TIG溶接機
高速/両頭
シェアリング バンドソー コンター
ポ(E) フ(B) フライス盤(牧野)
旋(江) 両頭/ポ伊 旋(滝) 旋(中) フライス盤(静岡)
ド研/ポ伊 1103 ベルト研磨盤 1102

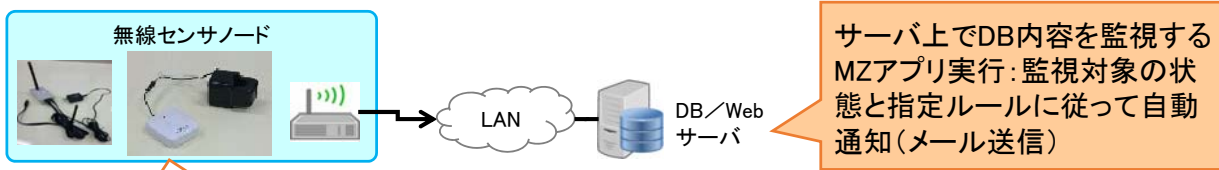
無線センサノード

LAN

DB/Webサーバ

状況閲覧

無線センサによる機械稼働状況モニタリング 事例：産総研つくば東共用工作室のIoT化2



無線センサ使用時の課題：電池電圧低下と無線電波未達を自動で検知したい

1分に1回DB内容を確認

MZ データベース接続と監視:MZ-IoT1

テーブル更新 テスト 電圧低下通知初期化 未受信通知初期化 終了

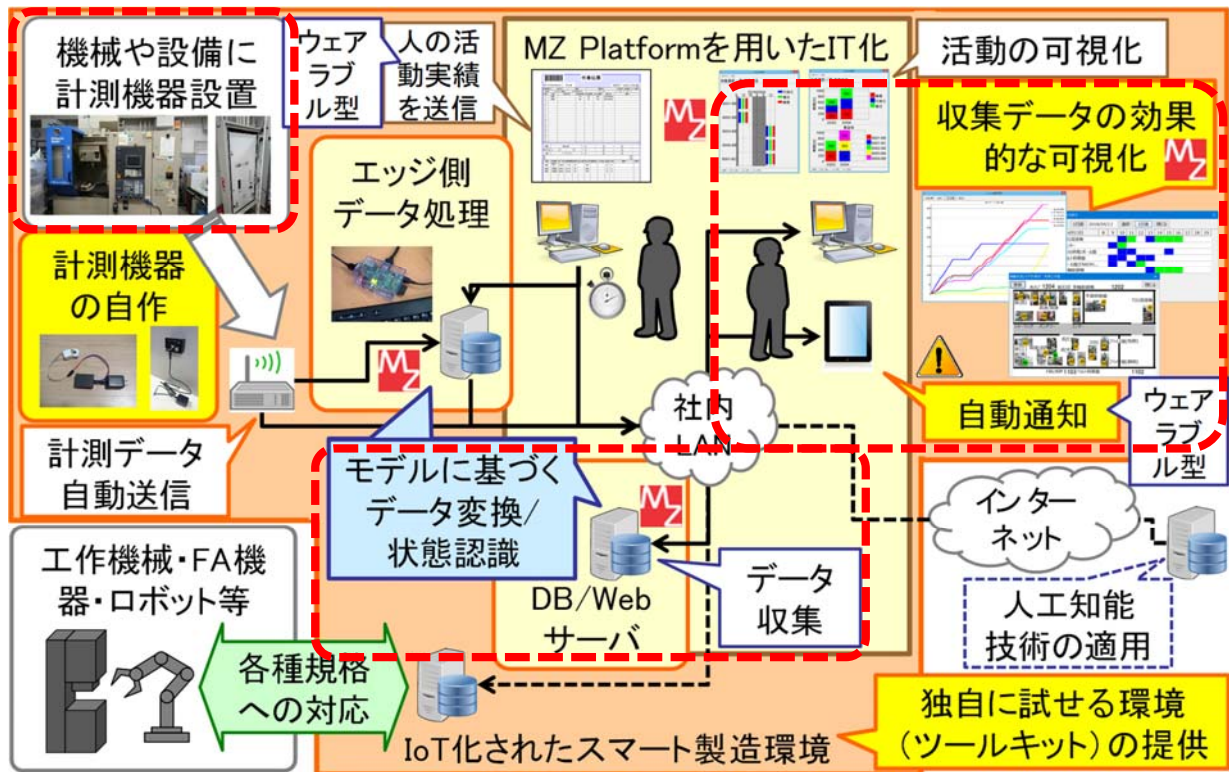
	説明	センサ	受信機	受信後経過時間(分)	RSSI	電圧
5	共用 平面研削盤	C15035	R10086	0	78	2.99
6	共用 ボール盤(中根)	C15040	R10086	0	102	2.99
7	共用 シェアリング	C15047	R10086	20	37	2.99
8	共用 コンター	C15044	R10086	0	72	2.99
9	共用 フライス盤(静岡)	C15041	R10086	0	93	2.99
10	共用 旋盤(滝沢)	C15042	R10086	0	110	2.99

テーブル表示 通知履歴

60分経過でメール送信

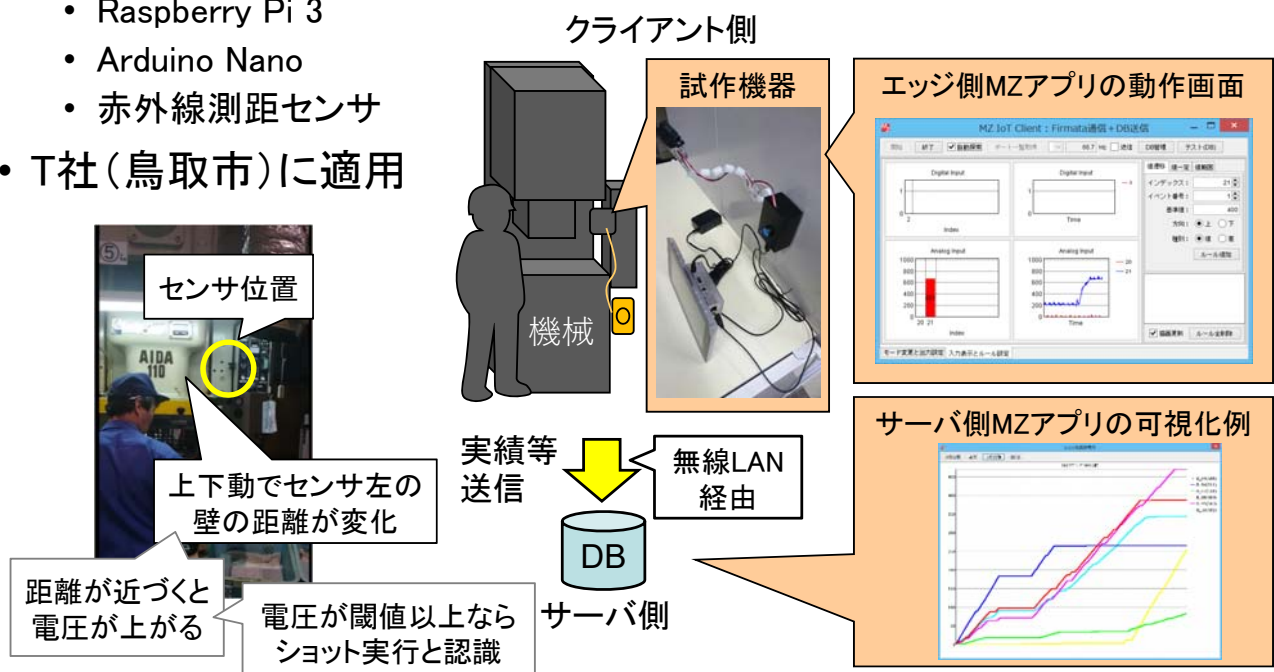
2.93未満でメール送信

無線センサによる機械稼働状況モニタリング スマート製造ツールキット内の位置づけ

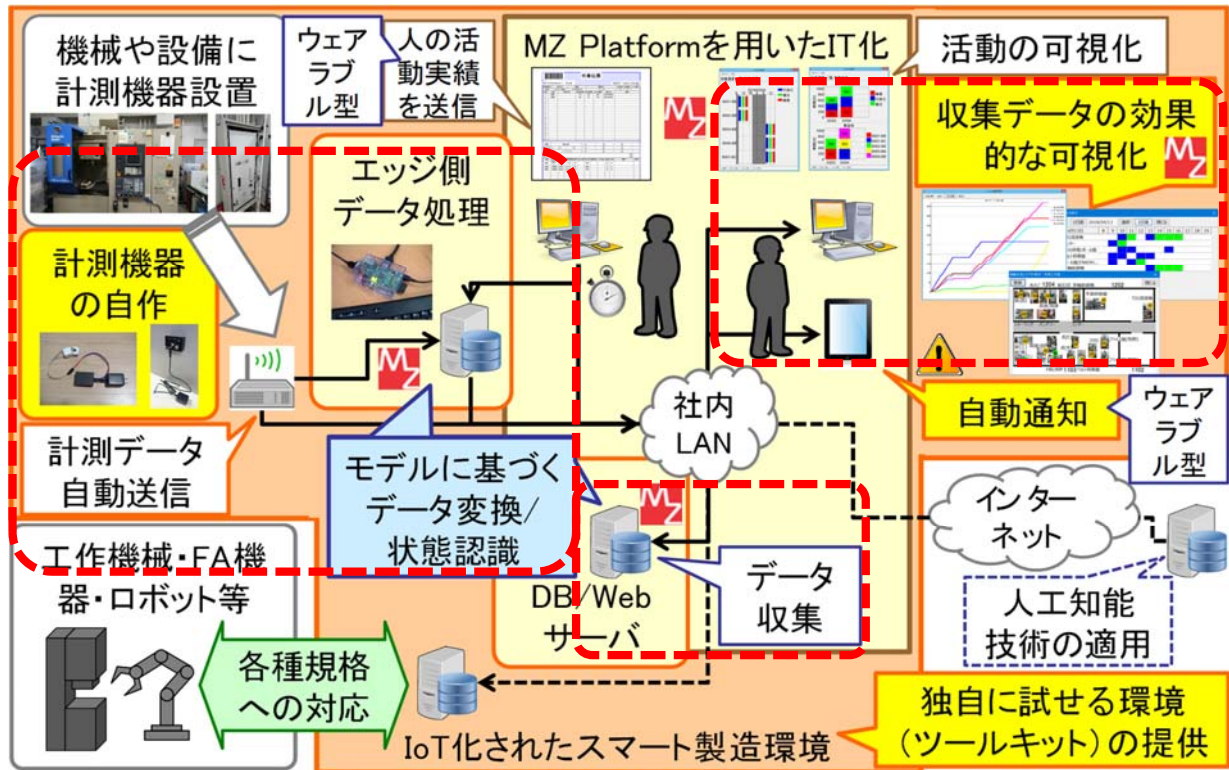


IoT型データ収集： 活動実績データ自動取得機器の自作

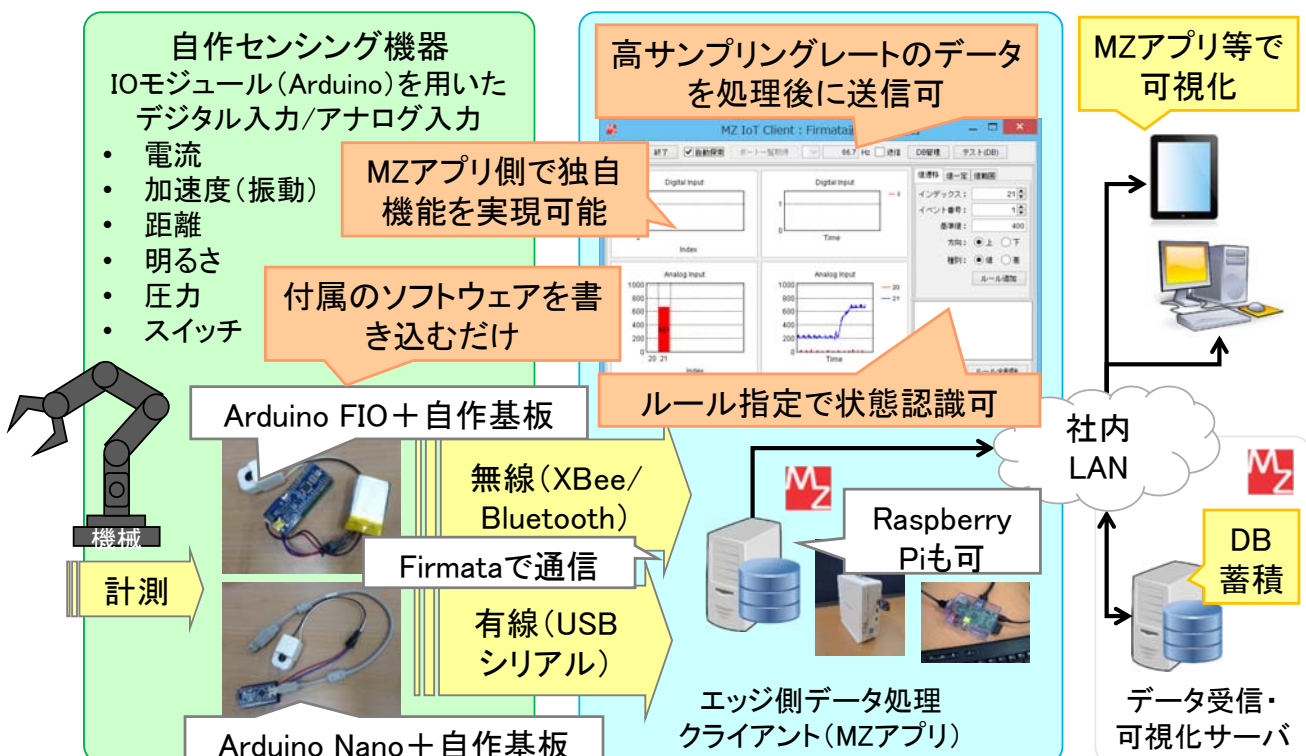
- 事例：既存プレス機に後付けでショット回数の自動取得
 - Raspberry Pi 3
 - Arduino Nano
 - 赤外線測距センサ
- T社（鳥取市）に適用



活動実績データ自動取得機器の自作 スマート製造ツールキット内の位置づけ



産総研スマート製造ツールキットの機能 自作センシング機器による計測システム構築



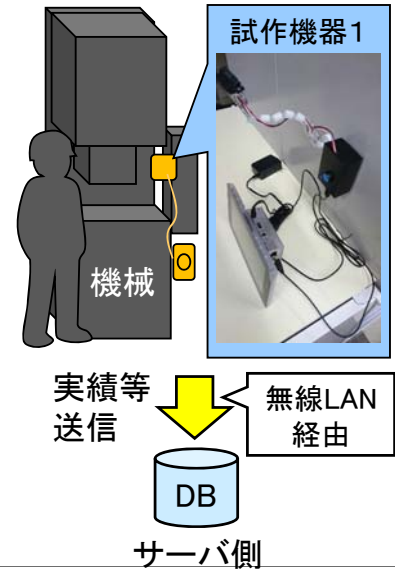
適用先: 株式会社田中製作所(鳥取市)

<http://www.heart-tanaka.co.jp/>

- 株式会社レクサー・リサーチとの共同研究の一環として <http://www.lexer.co.jp/>
- 既存の金属プレス機に関する稼働実績の自動収集
 - 試作機器1: 小型PC(Raspberry Pi 3) + IOモジュール(Arduino Nano) + 赤外線測距センサ
- 文献: 古川, エンドユーザ開発とIoT活用による現場作業者活動実績の可視化, 人工知能学会研究会資料, SIG-KST-032-01, 2017. (2017年度研究会優秀賞)

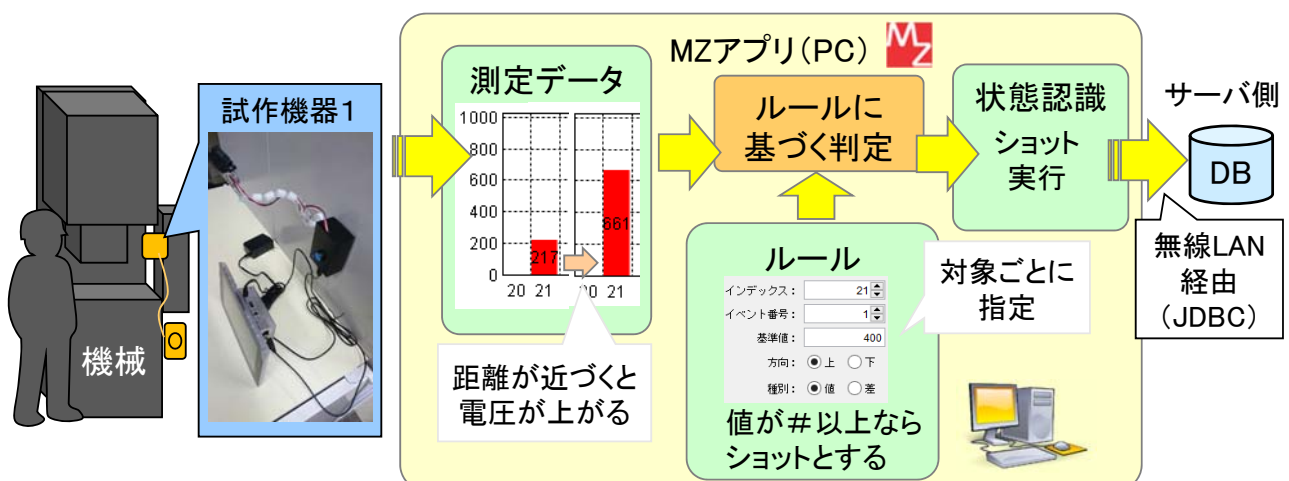


※製品写真は同社ホームページより転載



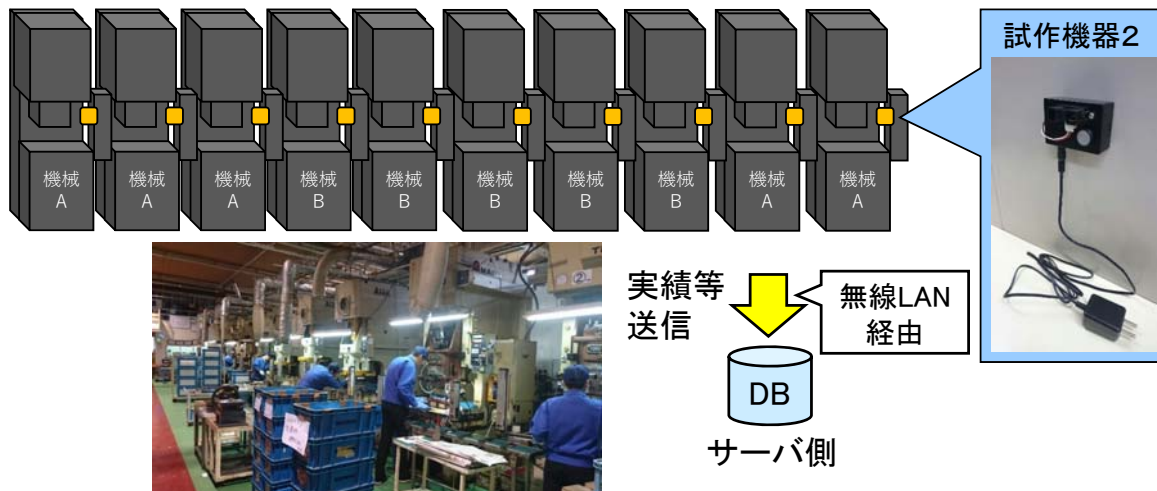
稼働実績データ収集(試作機器1)

- 赤外線測距センサでプレス機の下降動作を認識
 - 設置状況と対象の制約: プレス機上部を対象にすれば検出可
 - 設置状況に応じたセンサ仕様(検出距離)の選定
 - 認識結果を実績データとしてDBに登録 **※部品代約27000円**



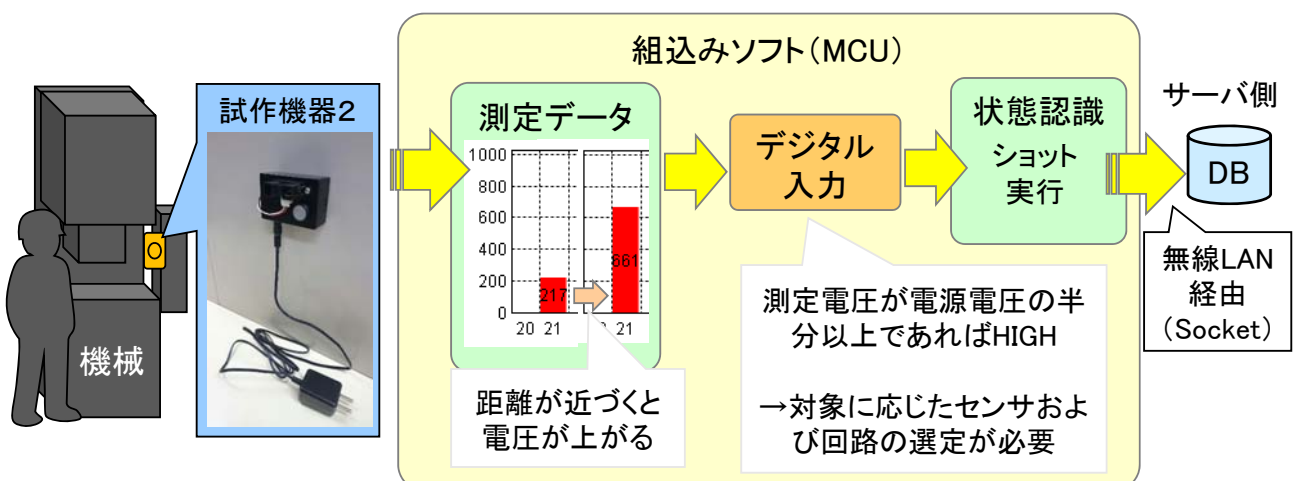
実証実験に向けて:適用範囲の拡大

- 既存の金属プレス機10台(1ライン分2機種)に関する稼働実績の自動収集に変更
 - 生産管理システムとの連携に向けて
 - 全てPCベースで設置すると現場運用の負担増 → **機器簡略化**

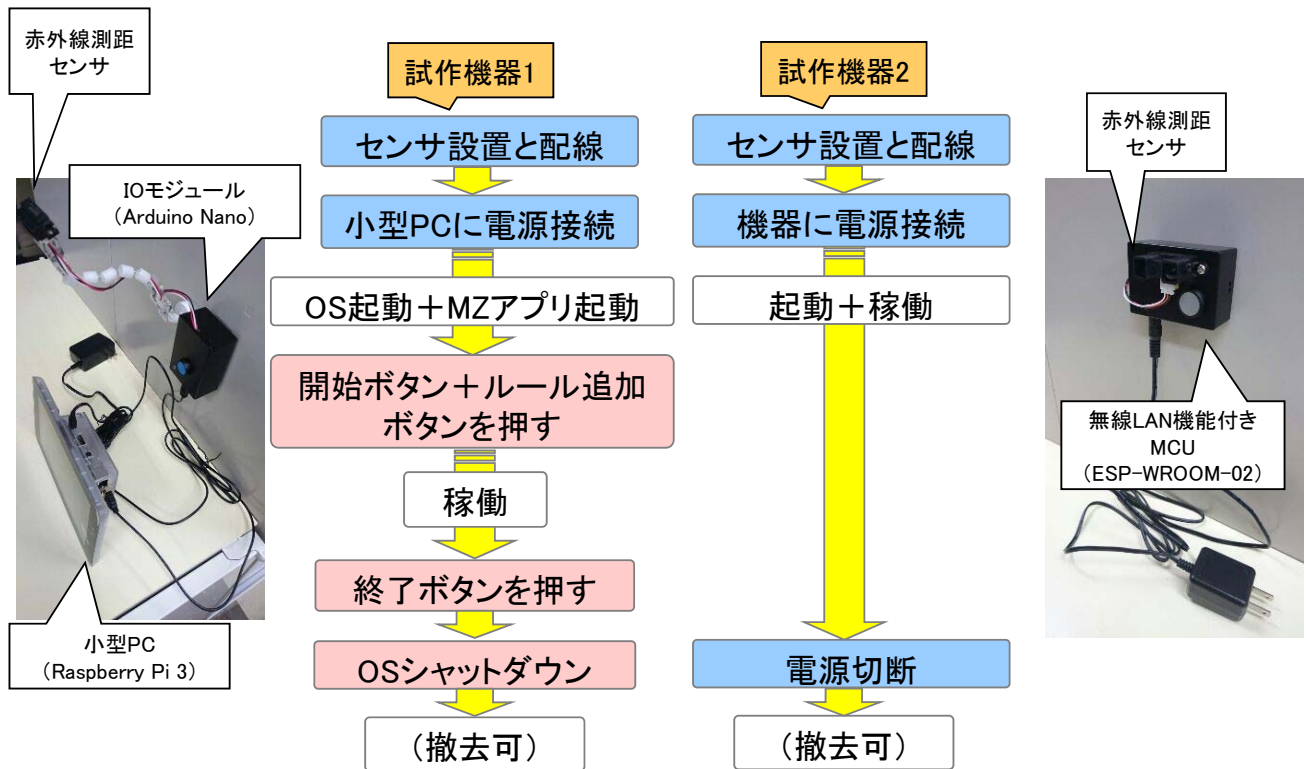


稼働実績データ収集(試作機器2)

- **PCなし**でIOと無線LAN経由のデータ送信を実現
 - 無線LAN機能付きMCU(ESP-WROOM-02)の利用
 - センサ設置・データ送信方法は同様(機種に応じて検出距離のみ変更) **※部品代約4500円**



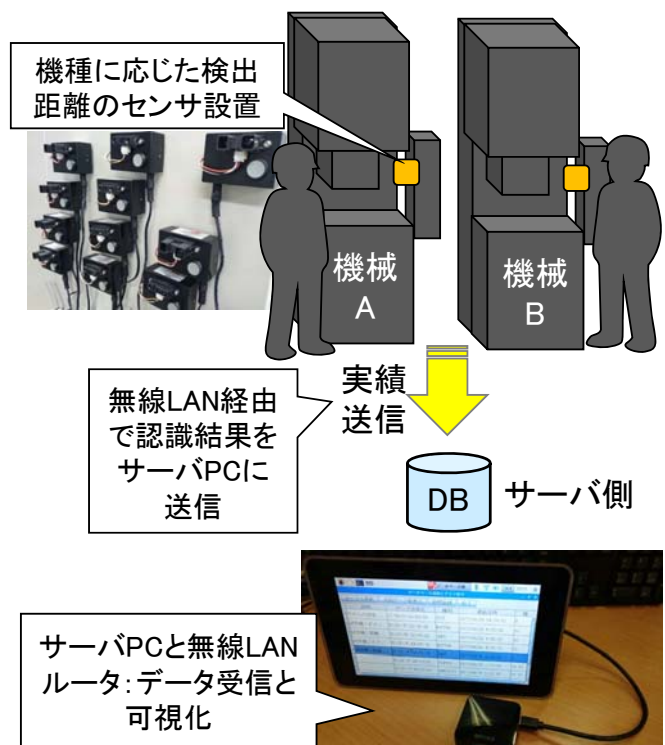
機器の簡略化による運用への効果



実証実験用機器構成

- 試作機器2 (10台分)
 - 赤外線測距センサ: SHARP GP2Y0A21YK0F / GP2Y0A02YK0F
 - データ送信用にサーバPCのIPアドレスと無線LAN設定を含めてソフトウェア書き込み
- 無線LANルータ
 - Buffalo WMR-433W
- サーバPC
 - Raspberry Pi 3

※サーバ側部品代約20000円

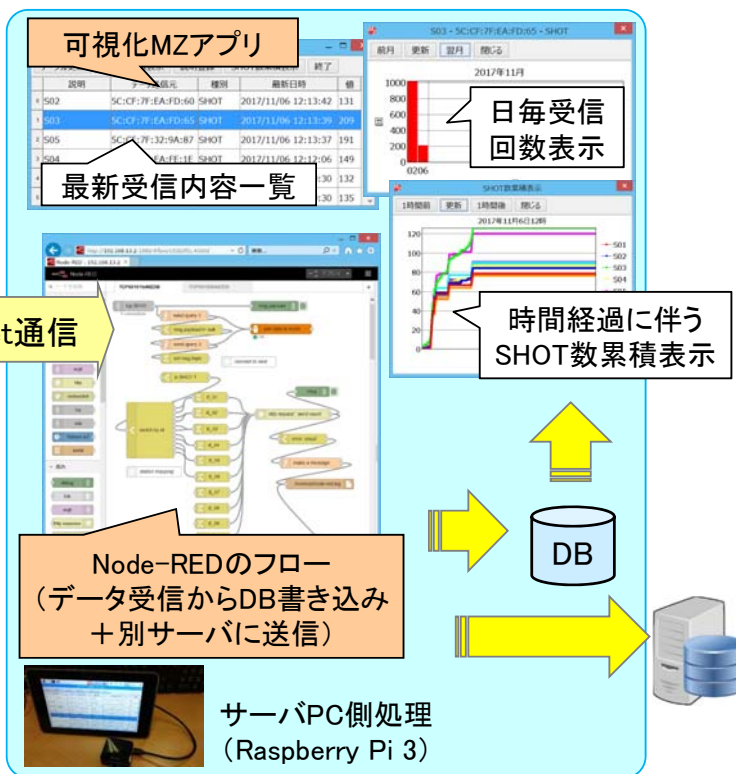


実証実験用サーバPC側ソフトウェア

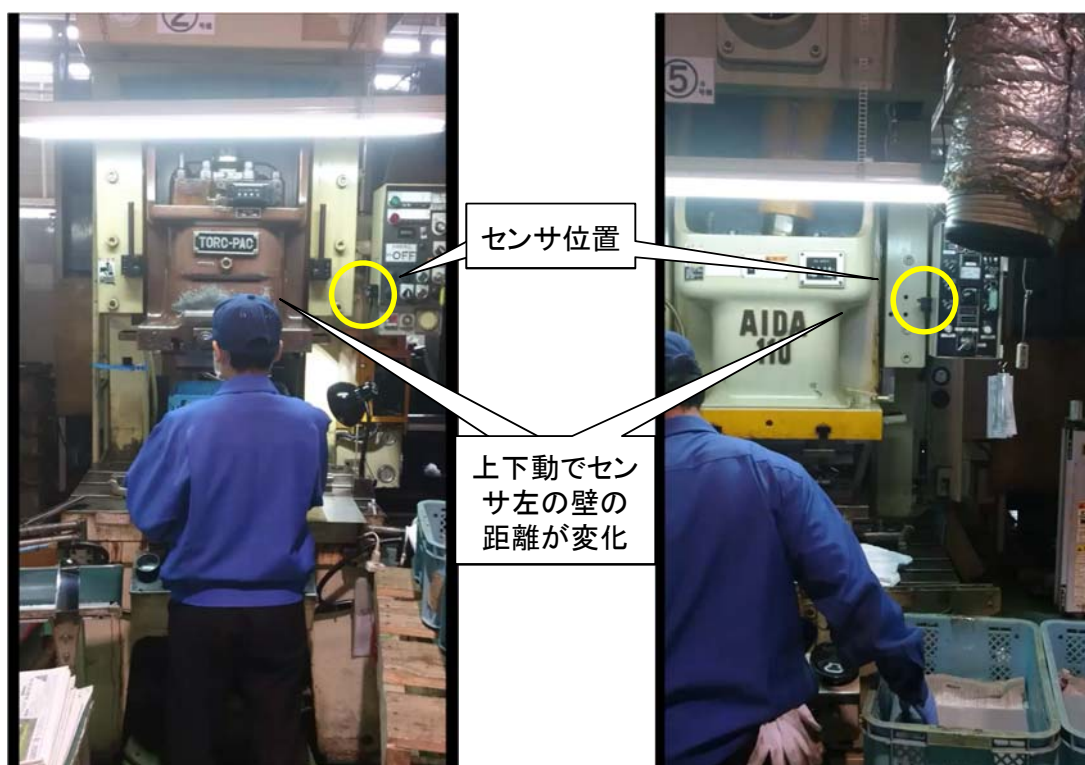
- データ受信: Node-RED
- DB: MySQL
- 可視化: MZアプリ

試作機器2
認識結果をCSV文字列で送信
(MACアドレス),(種別),(数値)

Socket通信

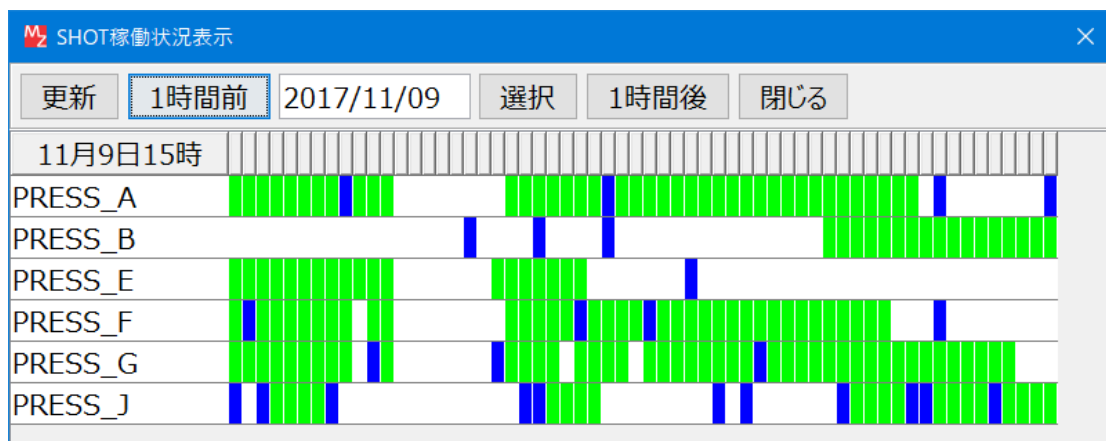


稼働実績データ収集の様子



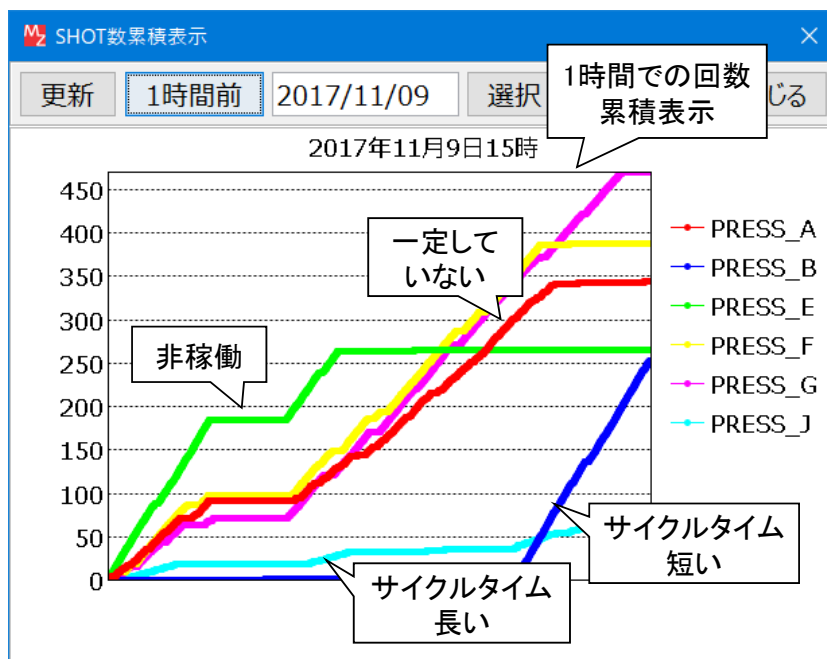
稼働実績データ収集結果の可視化例1

- 各機械の単位時間あたりの稼働回数で色分け表示
 - 下図は1分あたり3回未満で青、3回以上で緑、白は非稼働状態
 - 単位時間・表示範囲の設定次第で表示が変わる



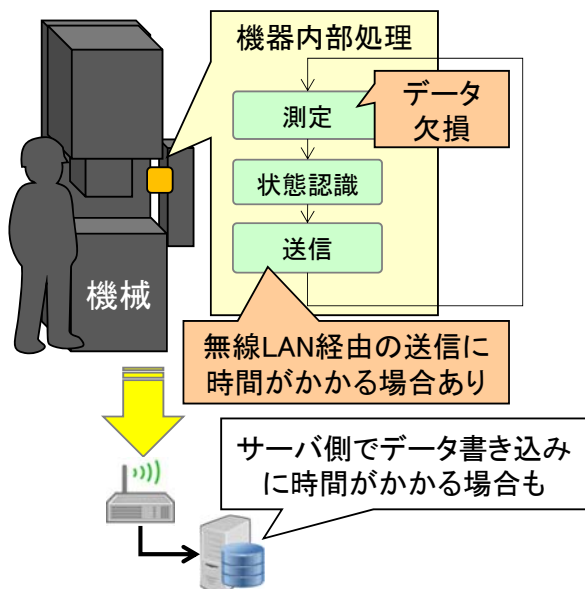
稼働実績データ収集結果の可視化例2

- 各機械の稼働回数を時間で累積表示
 - 傾きはサイクルタイムの長短に対応
 - 水平部分は非稼働状態
 - 傾きが一定でない場合や途中で水平ラインが表れていれば改善の余地がある可能性
 - データに応じて効果的な可視化方法の検討が必要



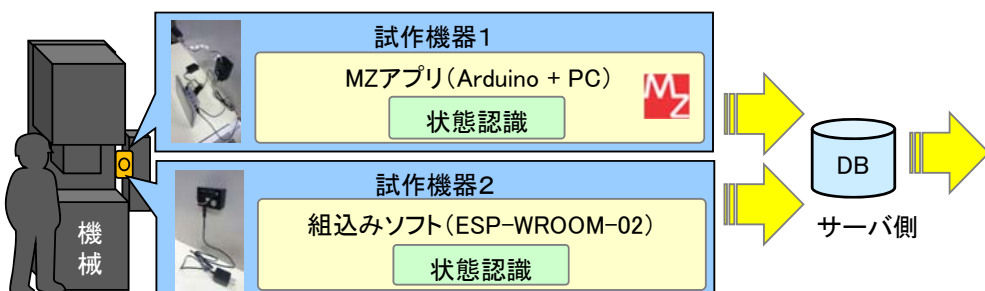
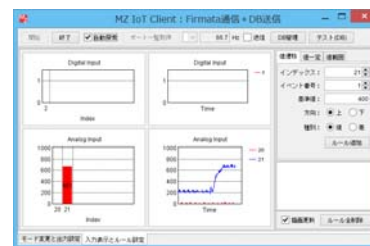
適用事例の課題: 実証実験結果から

- 送信に時間がかかるとカウントができずにデータが欠損する



考察

- 試作機器1 (PCあり)
 - 実験しながら認識対象とセンサ出力の関係を把握できる
 - PC側のMZアプリでデータ処理を柔軟に変更可能
 - 同時に多数扱う場合は実運用が難しい場合もある
- 試作機器2 (PCなし)
 - 認識対象とセンサ出力の関係が把握できていれば現場での実運用に適している
 - マイコン側の組込みソフトウェアと回路の作成が必要で変更が容易ではない
- データ可視化
 - 対象に応じた可視化方法を個別に検討する必要がある
→ ツールキット側で対象に応じた可視化サンプルを提供することを計画



一年後の経過報告

- 研究会発表時(2017年11月)の質問とコメント(一部抜粋集約)

<http://www.sigkst.org/data/default/C2E83332B2F3B8A6B5E6B2F1/SIG-KST-032-01-comment.pdf>

- ・ 安価なマイコンの活用だと故障が心配
- ・ 金属の破片やクズの影響、粉塵のある環境では？

- ・ 当時の回答

- ・ 事例の環境は比較的良いが、その後の経緯を報告する

- ・ 経過報告(2019年3月時点) :

2017年11月9日に設置して以来、**1年以上稼働中**

- ・ 現場での運用はかなり簡略化したが、やはりシステムの起動順序が前後して**正常に記録されていない**ことがあった
- ・ 安価なマイコンや回路の経年劣化による故障は(まだ)ないが、自作機器10個中2個が作業者の**不注意で落下して破損**した
- ・ 安価な小型PCをデータベースサーバにしているが、**データ容量と動作は問題なし**

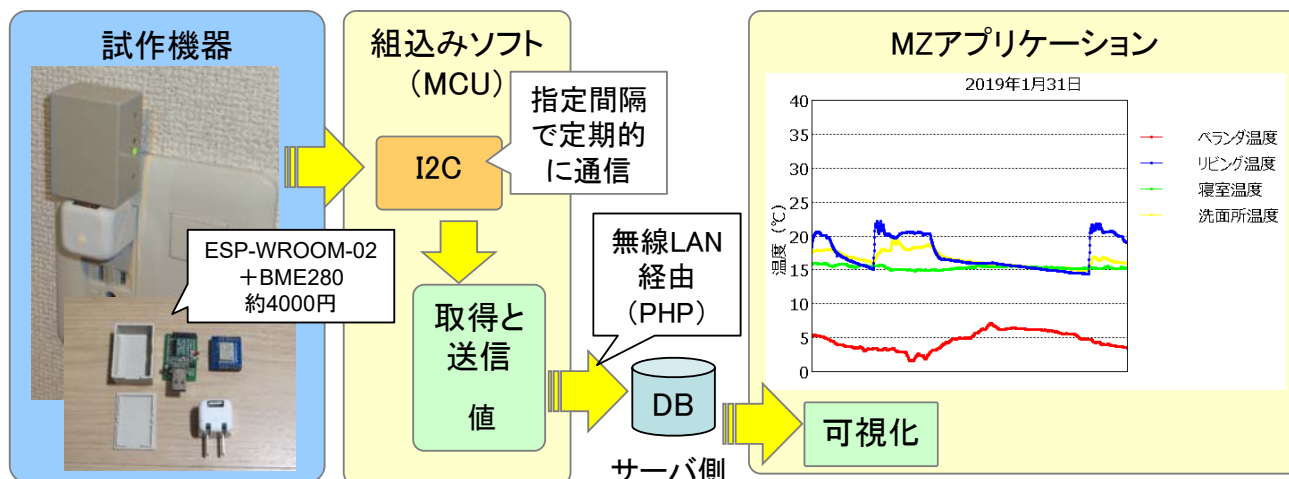
同じマイコンを用いた別の事例

- ・ 自宅マンションで環境測定(温度・湿度・気圧)

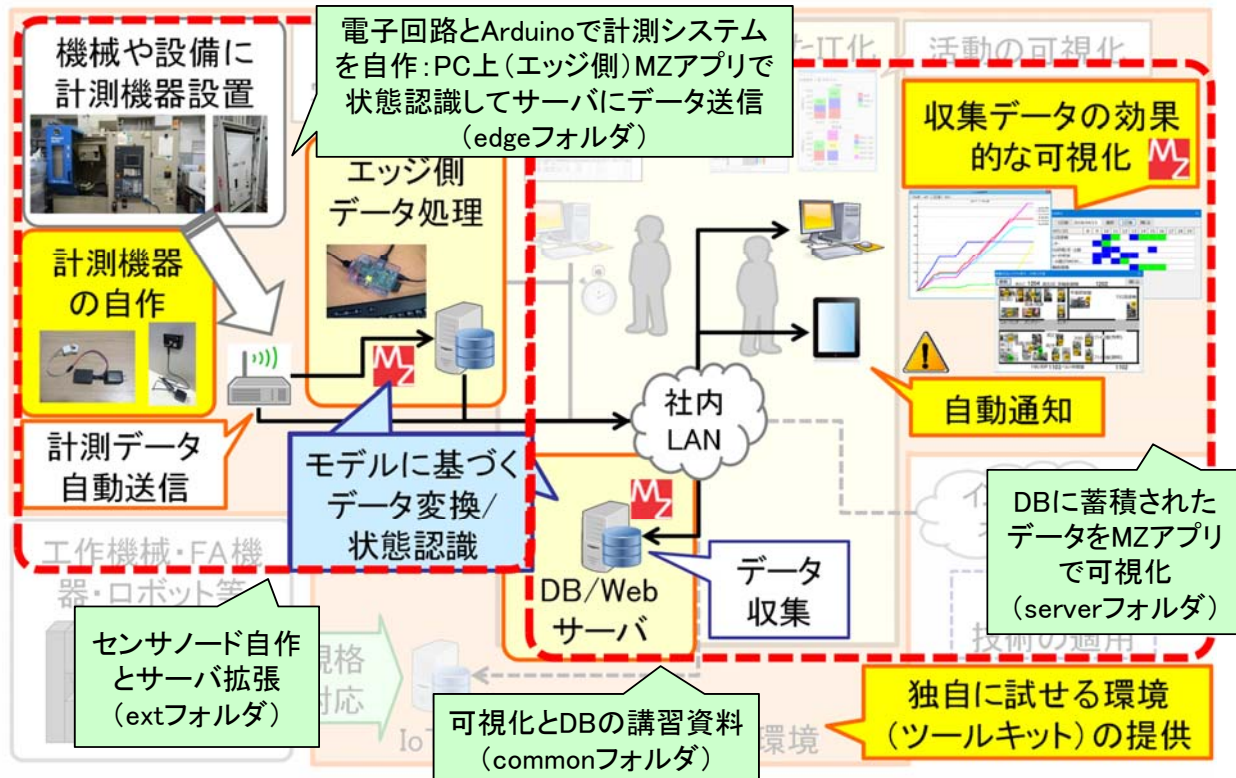
- ・ リビング・寝室・洗面所・ベランダに設置

- ・ 現状:2018年2月に設置して以来、**1年以上稼働中**

- ・ センサ出力値の信頼性は未検証だが、マイコンを含む回路の経年劣化による故障は(まだ)ない



配布版ツールキットの範囲：各種コンテンツとして提供

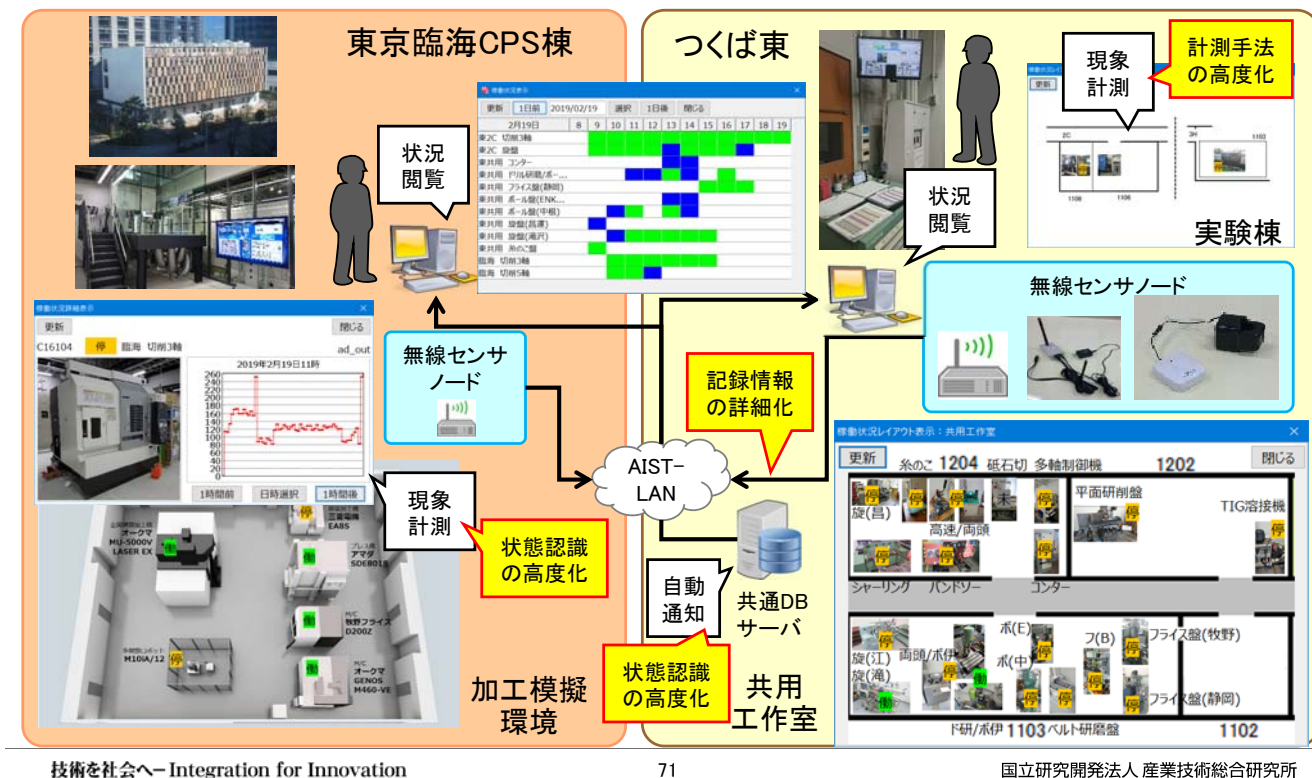


ツールキット展示物の作成 (CEATEC2018)

- センサノードからのデータ収集
- エッジPCを用いたセンサ出力の可視化
- サーバ側DBの可視化



スマート製造ツールキット適用事例の拡大とAI適用に向けて 産総研つながる工場モデルラボの稼働状況可視化



まとめ

- 中小企業のIoT活用について
- MZプラットフォームの紹介
 - IT化用のエンドユーザ開発支援ツール
- IoT活用支援に向けたスマート製造ツールキットの開発状況について
 - エッジ側データ処理: Raspberry Pi版MZ実行環境
 - ウェアラブル型: 腕時計型作業実績入力システム
 - IoT型1: 無線センサによる機械稼働状況モニタリング
 - IoT型2: 活動実績データ自動取得機器の自作