

令和4年11月30日

産業技術連携推進会議 製造プロセス部会 IoTものづくり分科会

# 中小企業へのIoTシステム導入 事例紹介

(地独) 岩手県工業技術センター  
電子情報システム部  
主査専門研究員 菊池貴



地方独立行政法人

**岩手県工業技術センター**

IWATE INDUSTRIAL RESEARCH INSTITUTE

# 目次

- 背景
- 目的
- 事例紹介
  - 事例 1 鋳造工場における稼働監視システムの開発と導入
  - 事例 2 ワイヤ製造工場における多点計測システムの開発と導入
- まとめ

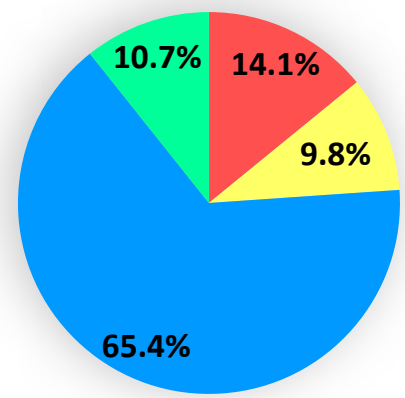
# 背景（IoTを活用した生産性向上）

- IoT導入による稼働状況の可視化、データ化
  - 電子機器の低価格化
  - ソフトウェア開発環境の普及
- 生産人口の減少
  - 自動化、省力化、ロボット導入
- 生産現場のスマート化が急務
  - つながる工場テストベッド事業
  - 岩手県：「ものづくり革新推進事業」、  
「ものづくりイノベーション推進事業」、  
「ものづくりDXシステム導入支援強化事業」

# 背景（IoT導入における課題）

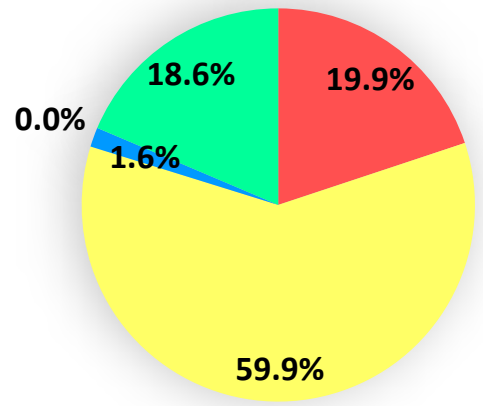
- 中小企業へのIoT導入が遅れている
  - システムの外製やカスタマイズは高コスト
  - 内製化できる人材の不足

IoT・AI等のシステム・サービスの導入状況



■ 導入している  
■ 導入していない  
■ 導入していないが導入予定がある  
■ わからない

IoT・AI等のシステム・サービスの導入効果



■ 非常に効果があった  
■ ある程度効果があった  
■ 変わらなかった  
■ 効果はよくわからない  
■ マイナスの効果があった

# 目的

- 中小企業へのIoTの普及、システムの内製化とメンテナンスを行える人材の育成
- 岩手県工業技術センターの取り組み
  - 安価でカスタマイズ可能な無線センサシステムの開発
    - これまで10社へ展開（試験導入含む）
  - IoTに関する技術移転、人材育成
    - センサ、回路、無線通信、シングルボードコンピュータ利用、プログラミング
  - 企業毎に個別指導

# 事例紹介

- 事例 1
  - (株) シグマ製作所
  - 鉄鋳物製造
  - H29～



- 事例 2
  - インターワイヤード (株)
  - ワイヤ製造
  - R1～



# 事例 1

- 鑄造工場における製造設備の稼働監視
  - 企業名：（株）シグマ製作所
  - 製品：鉄鑄物製造
  - 開始時期：平成29年
  - 問題意識：稼働率の向上
    - 装置の稼働率がわからない
    - 停止原因の調査（故障なのか、ラインの設計の問題か）
  - 実施内容：無線センサシステムの開発と適用
    - 砂型造型機、電気炉、モールドクーラーの監視
    - 稼働時間と停止時間の把握

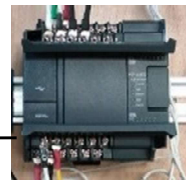
# 開発した無線センサシステム

- 装置の稼働／停止を判別し、1分単位で記録と可視化

**初期** 制御装置から信号を取得

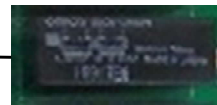


製造装置



制御装置

・故障、接続間違い、警報

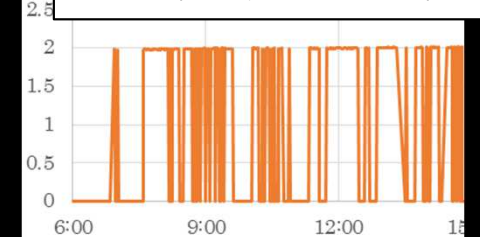


リレー



× 1

・見難い、分かり難い



・センサ変更

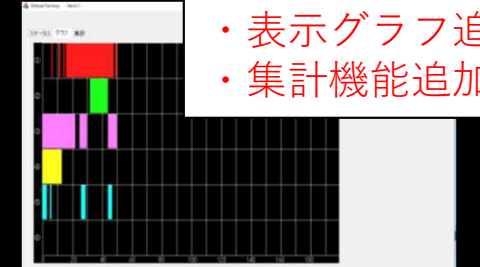


光センサ



× 6

・表示グラフ追加  
・集計機能追加



**現在** 光センサで間接的に取得

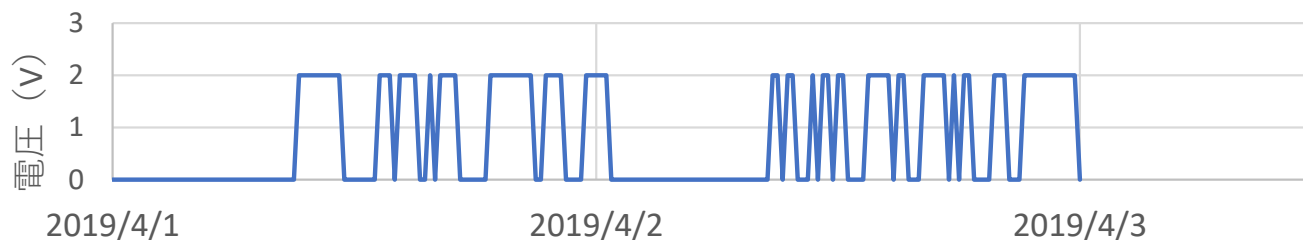
センサノード

携帯端末



# 無線センサノード

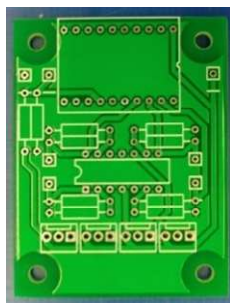
- 定期的にセンサ値を送信する



装置の稼動/停止の時系列グラフ

## プリント基板

- 独自設計



## センサ入力×4ch

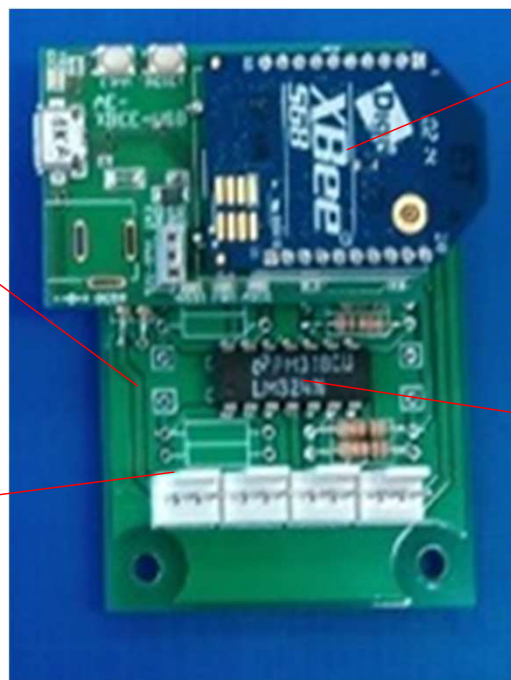
- 各種センサが接続可能  
(光、加速度、圧力、距離等)

## 無線通信基板

- Wi-Fi送信
- AD変換10bit

## 増幅回路

- OPアンプと抵抗で構成
- 抵抗の付替えで増幅率変更



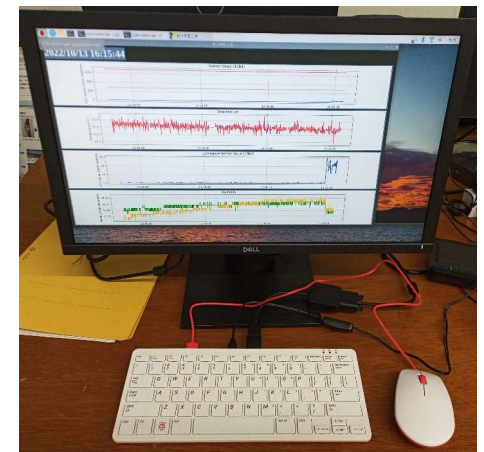
センサノードの外観

# 可視化装置

- 初期（タブレット端末）
  - OS:Android
  - 言語：Java
  - 長所：単独で完結、安価
  - 課題：誤作動、長期稼働に適さない、移植性

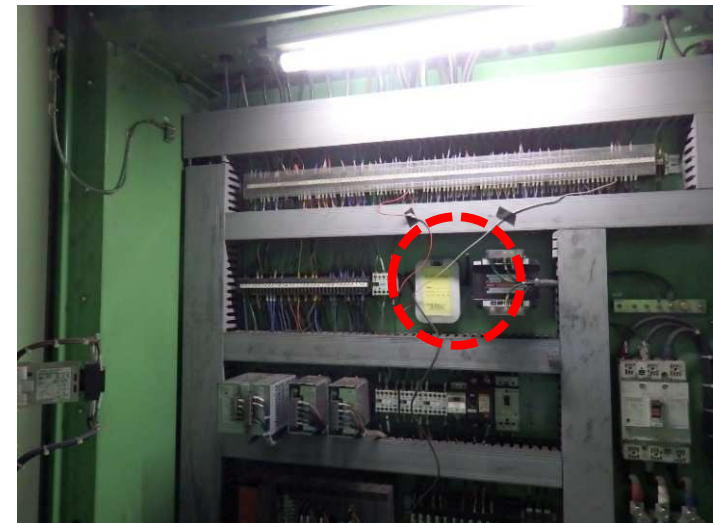
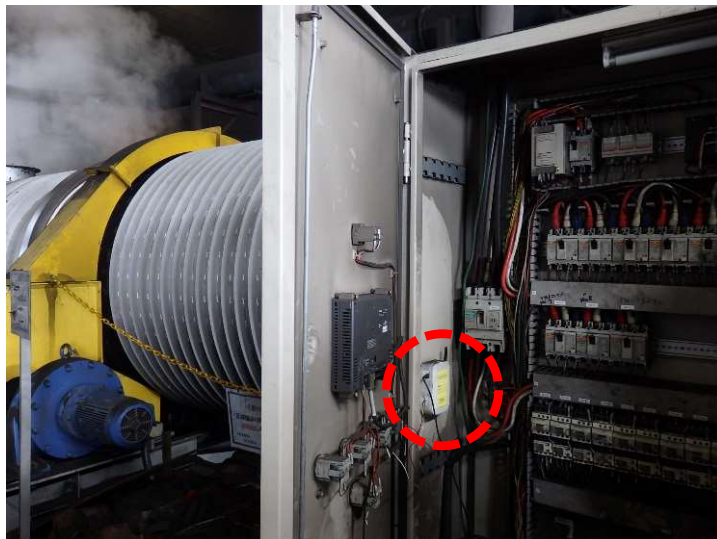


- 改良版（Raspberry Pi 3 および 4）
  - 開発継続中
  - OS：Linux
  - 言語：Python
  - 長所：安価、安定化稼働、移植性



# 初期センサシステムの適用

- 装置を止めて配電盤に設置
  - 2台設置に半日
- PLCの配線が不明
  - 誤接続の発生、確認に時間がかかる、マニュアルが無い
- サージノイズが原因と思われるSSRの故障
  - 40年以上前に導入した海外製の中古の設備、PLCの仕様が不明

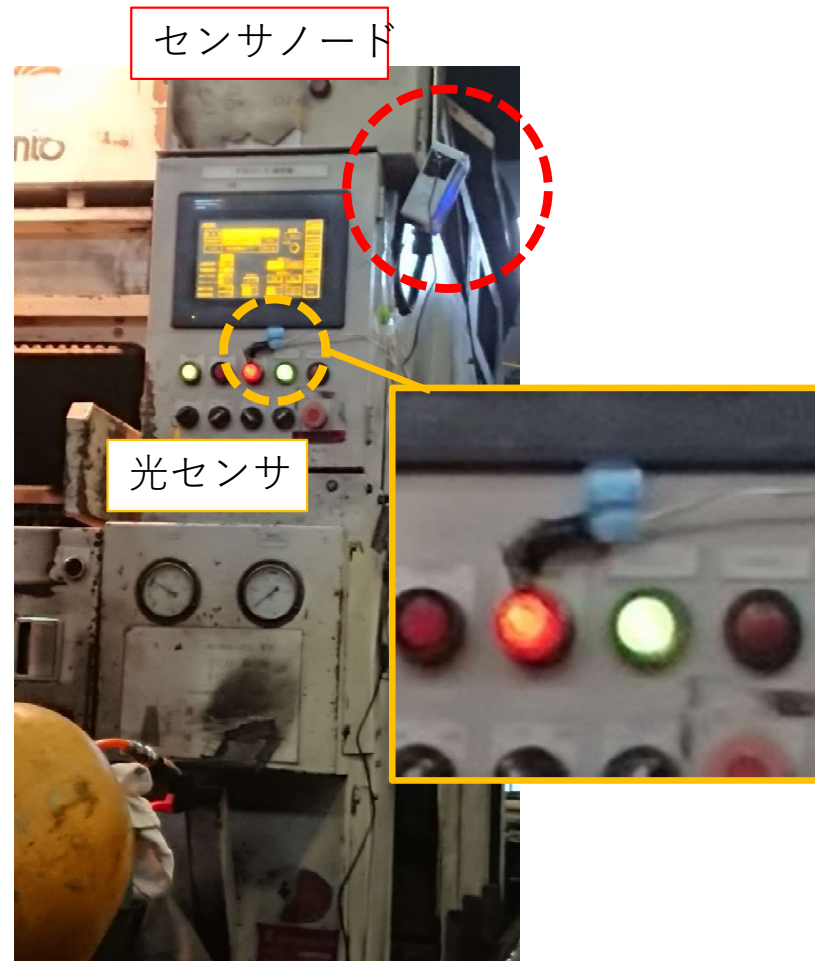


# 現行センサシステムの適用

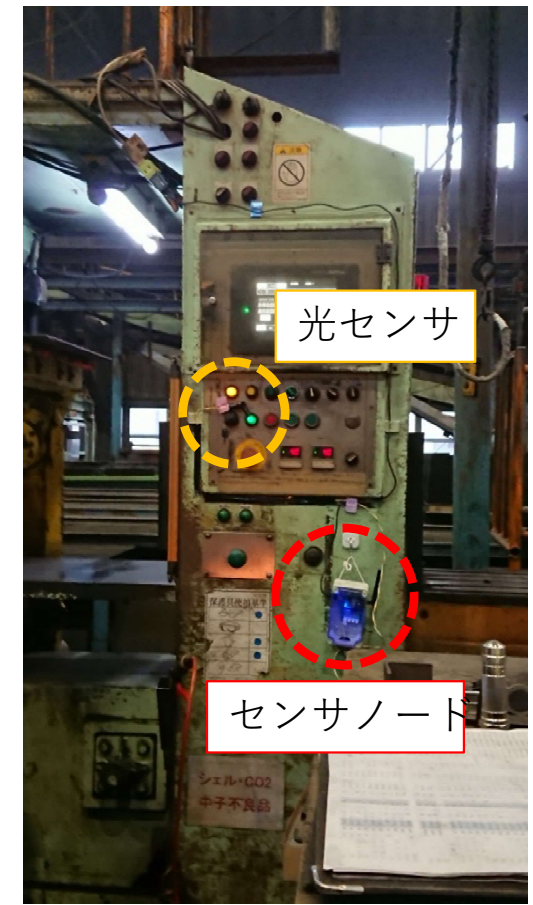
- 設置個所の特定が容易（ランプ、スイッチランプ）



①砂型造型機 1号



②砂型造型機 2号



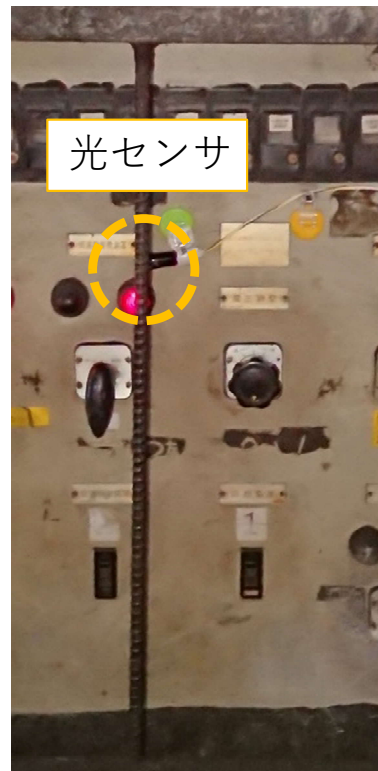
③砂型造型機 3号

# 現行センサシステムの適用

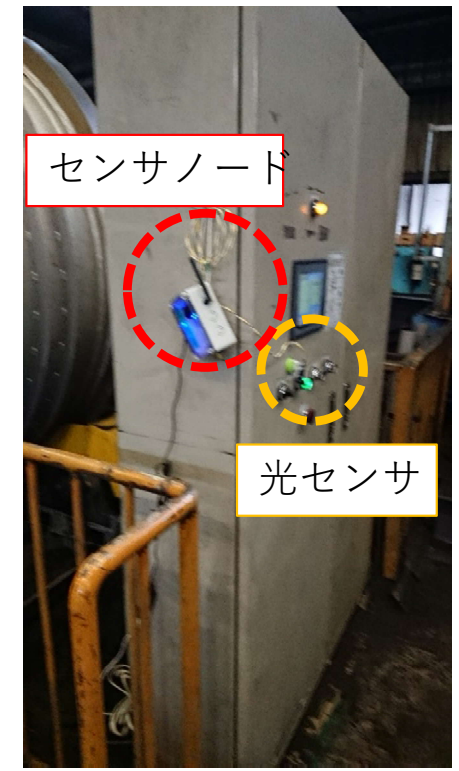
- 装置が稼働中に設置可能
- 製造設備 6 台への設置が 3 時間で完了



④電気炉1号

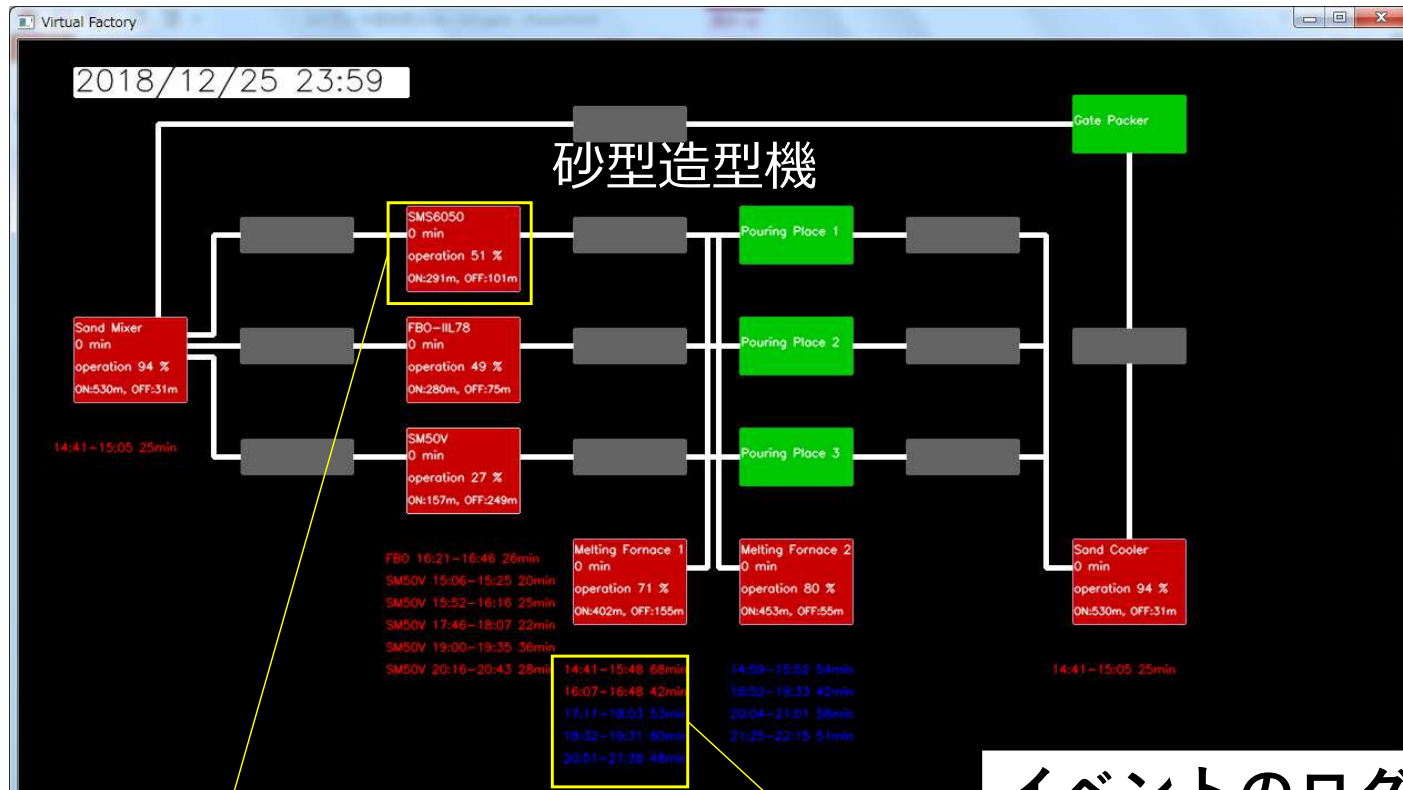


⑤電気炉2号



⑥モールドクーラー

# 可視化ソフトの開発



- 青：稼働中
- 赤：停止中
- 緑：人手作業

## 砂型造形機の稼働情報

SMS6050  
0 min  
operation 51 %  
ON:291m, OFF:101m

装置名  
稼働/停止時間  
稼働率  
総稼働時間、総停止時間

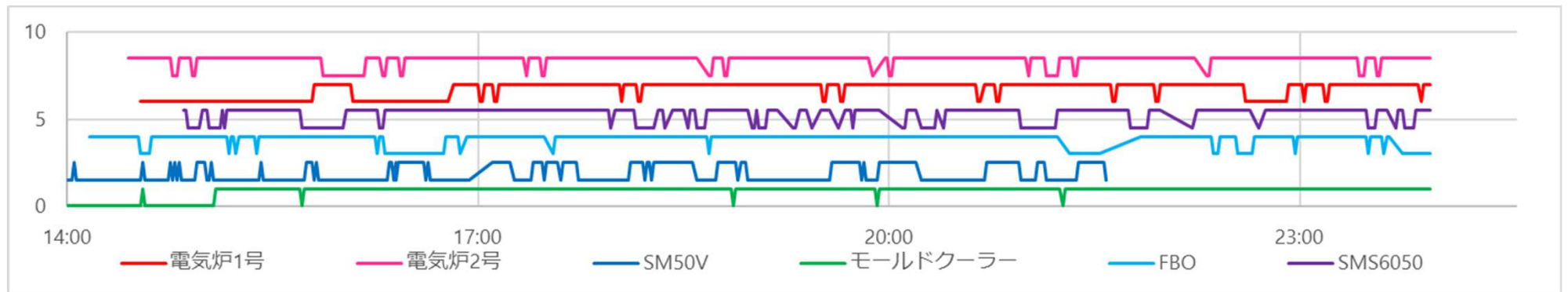
## イベントのログ

14:41-15:48 68min  
16:07-16:48 42min  
17:11-18:03 53min  
18:33-19:31 60min  
20:01-21:35 48min

既定停止時間超過

既定稼働時間超過

# 稼働データの取得



装置名	電気炉1	電気炉2	造型機1	造型機2	造型機3	クーラー
稼働率 (%)	71	80	51	49	27	94

## ◆電気炉

稼働時間における保持時間の比率が予想より大きい

## ◆造型機

造型機1、2と比較して、造型機3は稼働率27%と低い

# 現在の取り組み状況

- 無線センサシステムに関する技術移転実施中
  - センサノードの製作、システム運用技術
- 自ら設置し管理
  - 鋳造工場の装置監視
  - 加工工場の装置監視
  - 点検の自動化
- 生産シミュレーションによる生産性向上
  - ボトルネックの特定と改善効果の試算
  - シミュレーション結果を参考にした設備導入

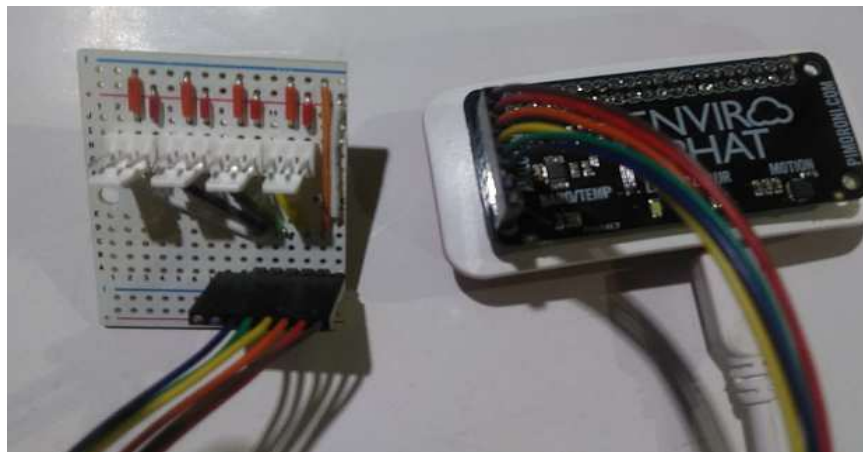


# 事例 2 紹介

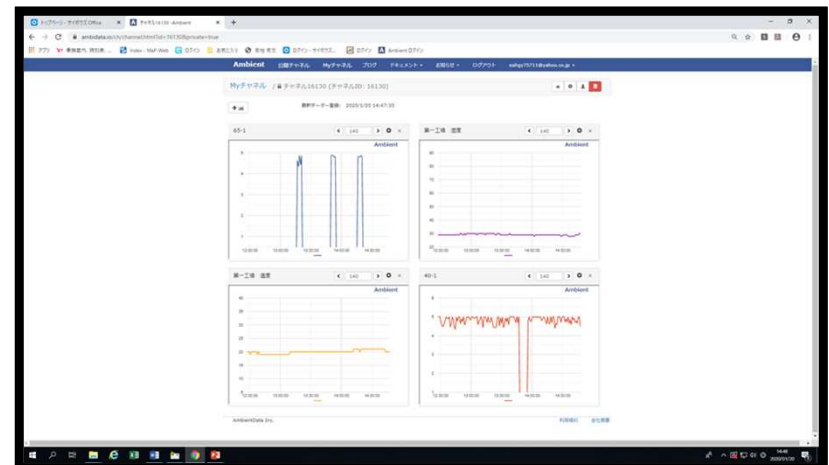
- 対象企業：ワイヤ製造
- 開始時期：令和元年
- 問題意識：
  - 生産設備の稼働状況の把握
  - 東京本社と岩手工場の情報共有
- 実施内容：
  - Raspberry Piとクラウドを利用した監視システム（R1、2）
  - 多点計測システムと設備稼働モニタの開発（R3～）

# Raspberry Pi とクラウドを用いた監視システム

- Webセミナーの教材を利用したシステム
  - Raspberry Pi Zero、センサ基板（Enviro PHAT）、無料クラウド（Ambient）を利用
  - Pythonでセンサ値を取得し、クラウドにアップロード
  - クラウド側で自動的にグラフ化



センサ基板とRaspberry Pi Zero



クラウドのデータ表示画面

# システムの改良

- 当初はランプの明滅で稼働状態を取得
  - ランプが無い装置の稼働状態を把握できない
- ⇒ 巻取機のボビンの回転を取得
  - Arduinoと赤外線距離センサを利用した回転状態の判別
- グラフ表示方法の検討



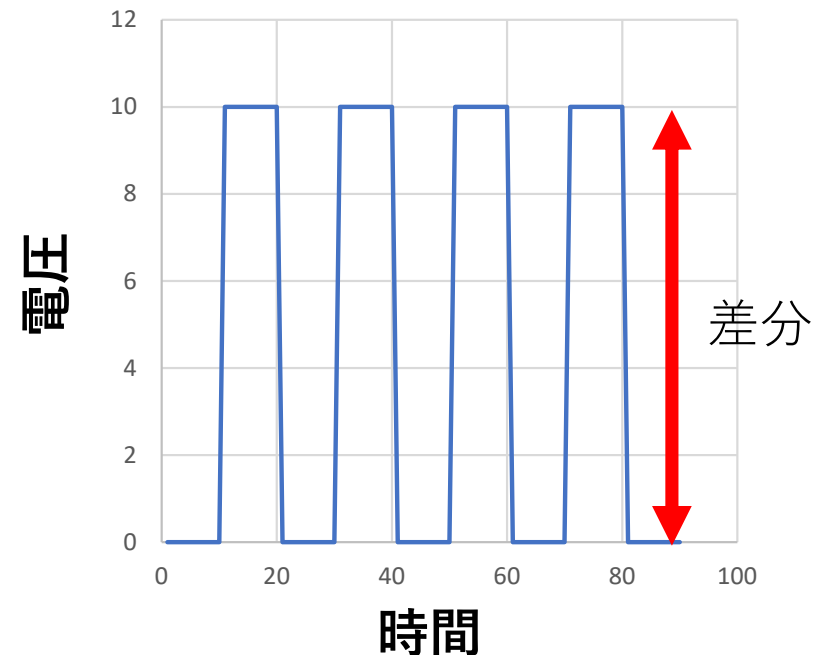
ランプの明滅の取得



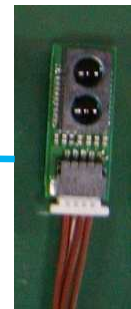
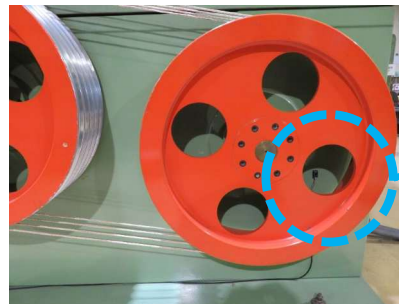
巻取機のボビン

# 回転状態の取得

- 赤外線距離センサを利用
  1. 一定時間センサ値を取得
  2. Arduinoで差分を計算
  3. Arduinoから電圧出力
- 光センサにも応用し、ランプの点滅も取得可能に



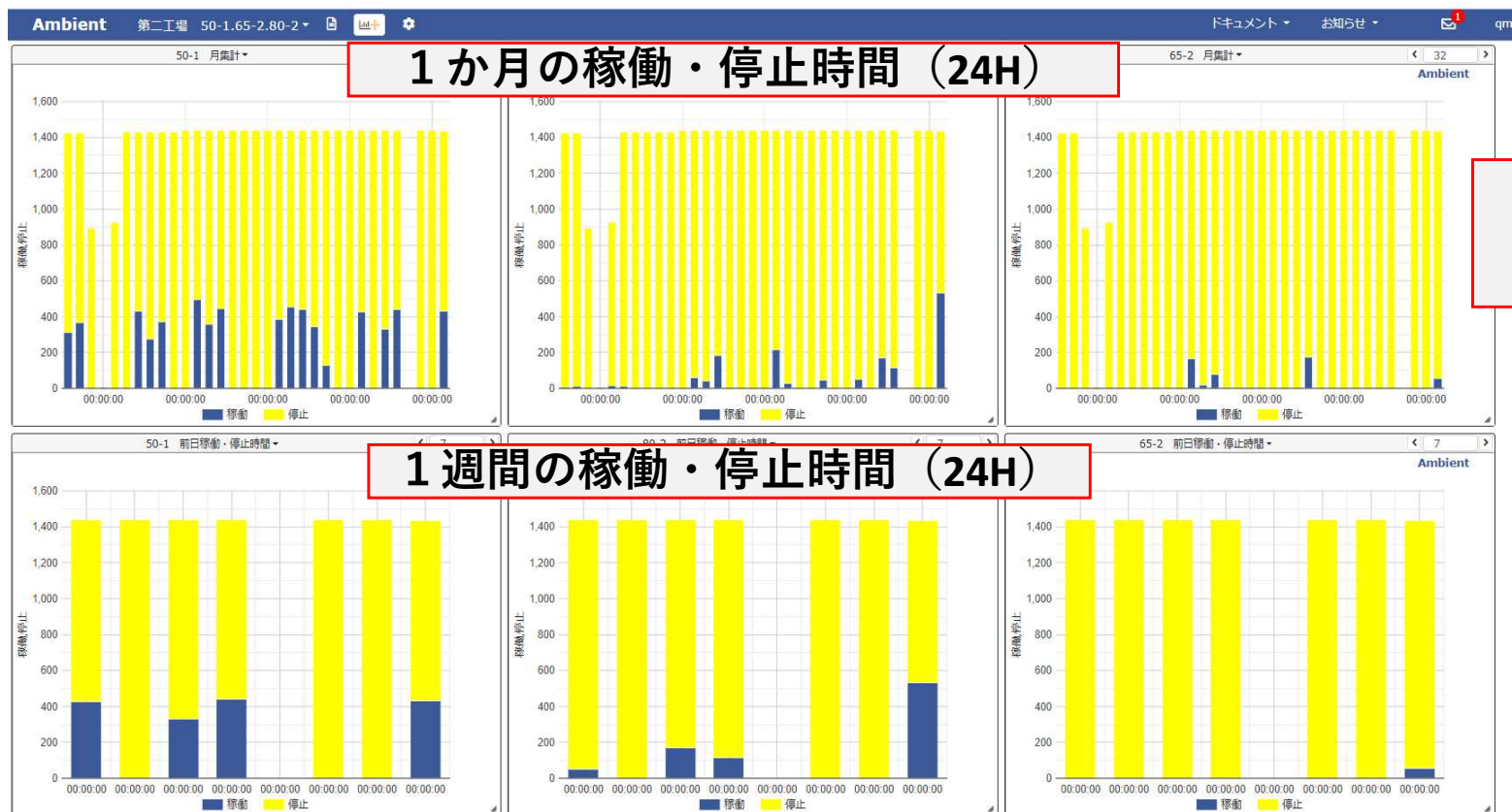
Arduinoと試作した基板



赤外線距離センサの設置例

# クラウドの表示グラフの検討

- 折れ線グラフから積み上げ棒グラフへ変更  
※システムが稼働して、初めて要望が出る

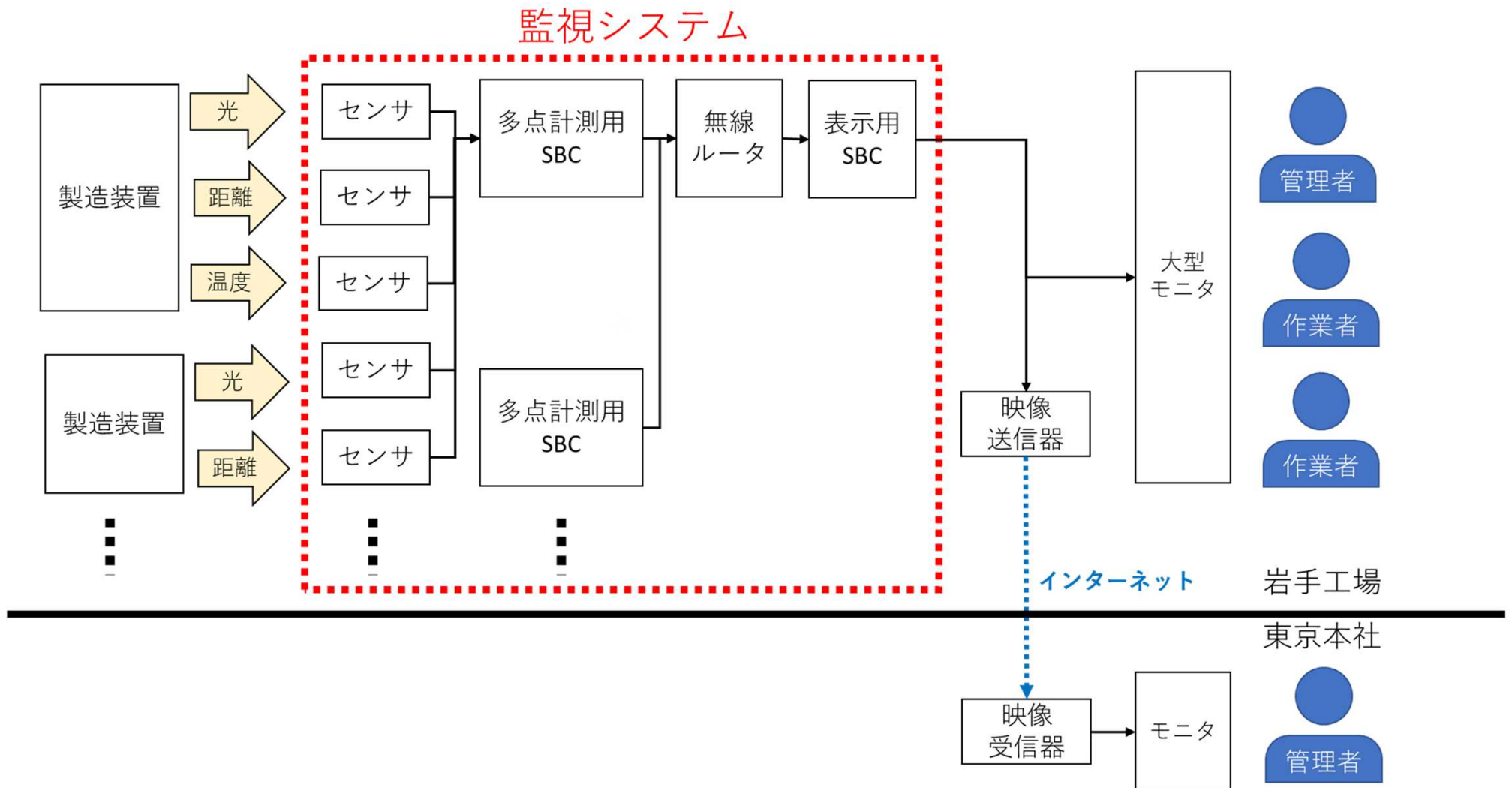


青⇒稼働  
黄⇒停止

# 多点計測システムと設備稼働モニタの開発

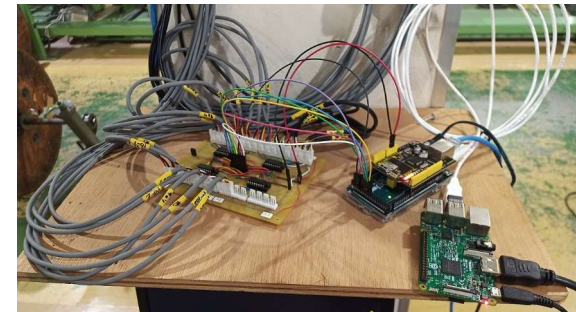
- 目標：監視対象装置の拡大、稼働状態の細分化
- 課題：
  - 監視対象の拡大 ⇒ センサノード数増
  - 稼働／停止に加えて段取りの取得 ⇒ センサ数増
  - 装置台数増に伴う管理業務の増加
  - 既存センサ基板の終売
  - クラウドの制限（データ量、メンテに伴う停止）
- 実施内容
  - **Arduino Mega**を用いた多点計測装置の開発
  - 設備稼働モニタと遠隔表示機器による情報共有

# システム構成

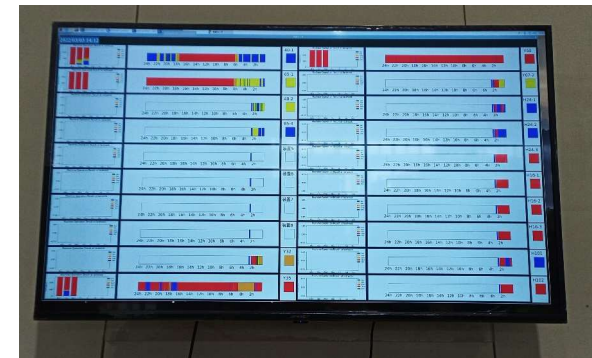


# 監視範囲の拡大と稼働状態の細分化

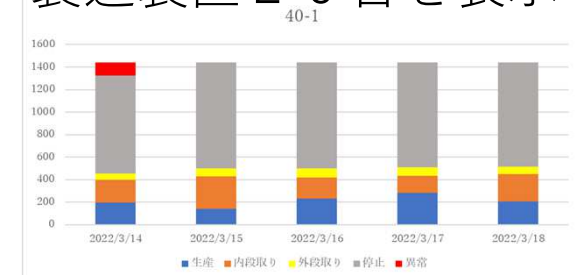
- **Arduino Mega**で多数のADC用ICを制御
  - 単体で200ch超
  - LANで複数台接続
- 大型モニタで装置20台を一括表示
  - Raspberry Pi 4 と Pythonを使用
  - 受信、記録、集計、可視化
  - 現在、過去24時間、今週の稼働状態
- センサ値の組み合わせから、「稼働／停止／内段取り／外段取り／異常」の5状態を判別



試作センサ基板



製造装置20台を表示



5状態を判別、グラフ化



# 現在の取り組み状況

- 稼働状況の更なる細分化
  - 内段取りを3つに分類し、それらの判別の取り組み
    - センサに合わせたペレット排出口の改造
    - リミットスイッチを用いた工具の利用状況取得
- 可視化技術に関する技術移転
  - 稼働状況の細分化に伴うプログラムの拡張
  - Pythonによるプログラム開発の支援
  - 将来的に、システム改修を自ら行えることを目指す

# まとめ

- 中小企業へのIoTの普及、システムの内製化とメンテナンスを行える人材の育成の取り組み
- 2つの事例について紹介
  - 事例1：鋳物工場における装置の稼働状況取得の取り組み
    - センサシステムの開発
    - 装置個別の稼働状況取得
  - 事例2：ワイヤ工場における装置の稼働状況取得の取り組み
    - 巻取機の回転状態の取得
    - 多点計測システムの開発
- 今後は更なる高度化を目指し支援を継続
  - 新技術（ローコードツール、VPN）の導入
    - ⇒ つながる工場テストベッド事業
  - 業務システムとの連携
    - ⇒ MZプラットフォーム