

# 安価なセンサを使用した 工場内作業分析のためのIoTシステム

2020年 スマートエスイー修了制作

指導教員：大阪工業大学 本田 澄 先生

キヤノン株式会社 金井 宏樹

1. テーマ概要
2. 開発のアプローチ
3. プロトタイプ of システム構成
4. プロトタイプ of 導入結果
5. まとめ

## ■ 背景、課題

自社の工場には、IoTシステムの導入が進んでおらず生産効率向上の余地が大きい現場も存在する。

- 例) ・加工装置が古い  
・作業者が介在する (半自動)

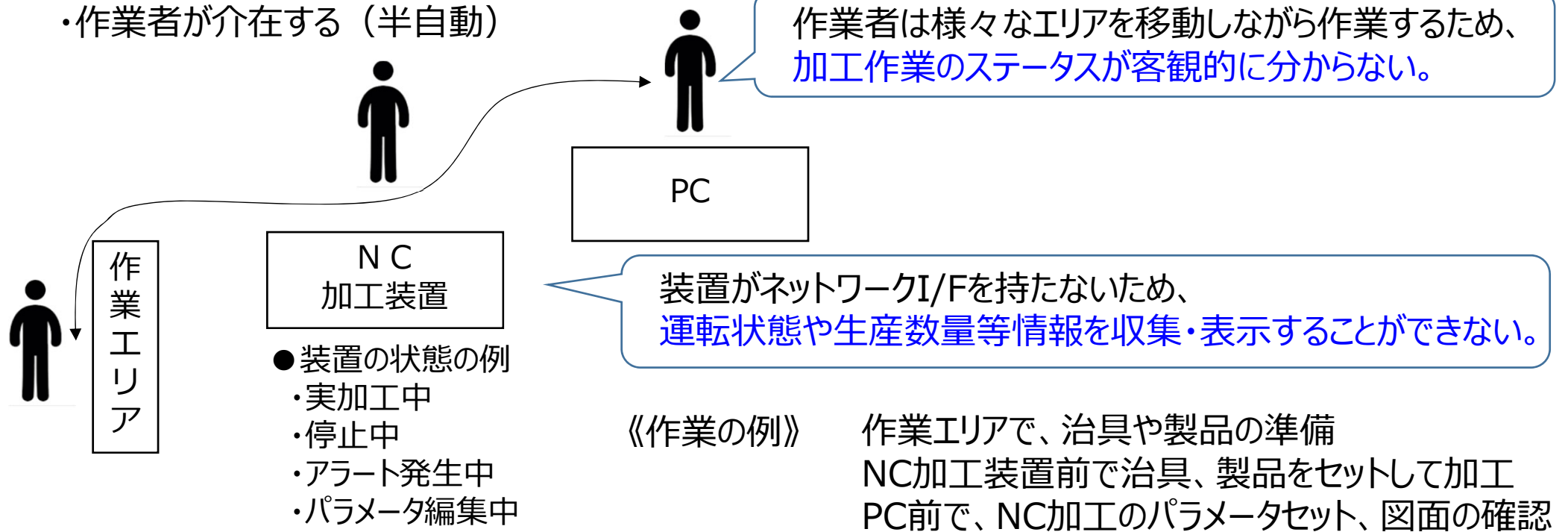


図. ターゲットとする生産ラインのイメージ

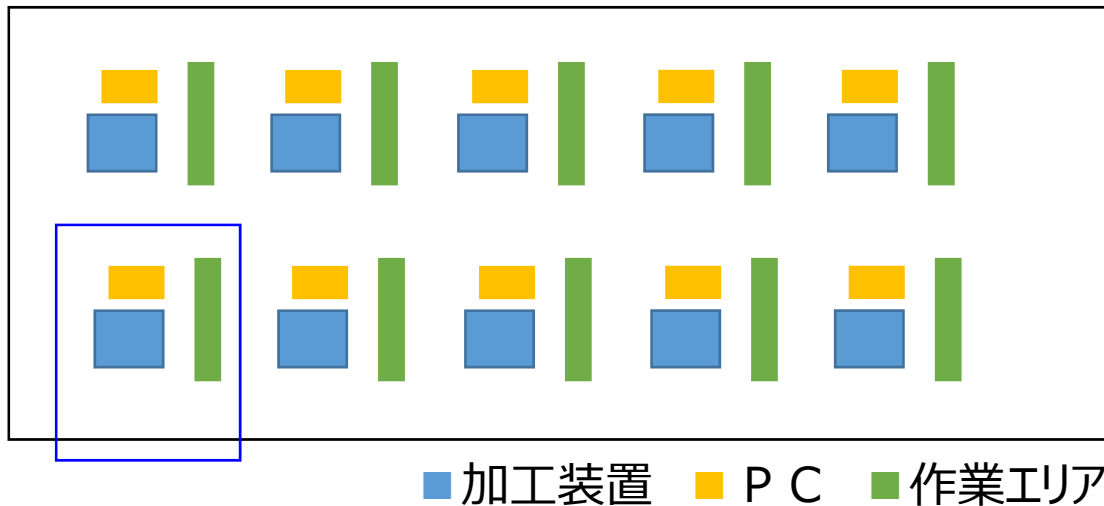
装置の運転履歴が分からない、作業者の行動のログが残らないために分析ができず、改善が進んでいない。  
また市販の作業分析装置は、導入に数百万円規模のコストが生じるため、安易に導入できない。

# 1. テーマ概要 (2)

## ■ 修了制作の目的

社内の半自動の加工ラインで、装置の停止原因の特定や工程順序の改善を行って生産性を向上させるための、「装置の状態と作業者の状態を可視化・分析を行うシステム」のプロトタイプを作成・導入する。

※目標コスト：15万円/装置1台



10台/1フロアのうち、まずは1台の加工装置をプロトタイプ導入の対象とする

図.ターゲットとなる生産ラインのイメージ

加工装置A 安価なセンサでも検出可能

装置状態	作業者位置	10:00	10:01	10:02	10:03	...
加工中	装置前					
	掲示板、PC					
	その他					
アラーム停止	装置前					
	掲示板、PC					
	その他					
装置停止中	装置前					
	掲示板、PC					
	その他					
自動運転中	装置前					
	掲示板、PC					
	その他					
作業中	装置前					
	掲示板、PC					
	その他					
その他						

装置はアラーム状態なのに人が放置している。できるだけ減らしたい状態。

装置の運転状態と、作業者の行動が自動でロギングできれば良いと思われる

図.当初のアウトプットイメージ

## ■ システム導入により期待される効果

- ・ 人手で実施している装置の稼働率を集計する工数（装置台数50台×30分/日）が削減できる。
- ・ 装置の長時間停止原因の分析や工程順序の改善等に繋げることができ、装置稼働率の向上が期待できる。

## 2. 開発のアプローチ

### ■ 課題解決に向けたアプローチ

課題解決に向け、本修了制作では下記のアプローチで開発を実施した。

フェーズ	アプローチ	達成基準
1. 要求分析	各ステークホルダの要求を体系化し、真のニーズを分析する	<input type="checkbox"/> ステークホルダーとその要求が明確になっている <input type="checkbox"/> 上記のステークホルダー間での合意
2. ソリューションの提案	課題解決に向けた最適なソリューションを分析し、IoTシステムの構造に落とし込む	<input type="checkbox"/> 各ステークホルダの要求を満足するソリューションになっている <input type="checkbox"/> 関係ステークホルダー間での合意
3. プロトタイプの実験	センサやIoTデバイスの選定、プロトタイプの実験と製作を行う	<input type="checkbox"/> 要求を満足するシステムである <input type="checkbox"/> 目標コスト以下で製作可能 <input type="checkbox"/> 期限内(2週間)で準備可能である
4. プロトタイプの実験結果の検証	実験環境におけるプロトタイプの実験結果を確認を行う	<input type="checkbox"/> 別途用意した品質基準を満足していること <input type="checkbox"/> 発生したトラブルを対策している
5. プロトタイプの実験結果の導入	生産ラインにプロトタイプを導入し、動作の確認と、得られたデータの分析を行う	<input type="checkbox"/> データの可視化が正確にできている <input type="checkbox"/> データの分析により、装置稼働率を向上する見込みが立っている <input type="checkbox"/> 関係ステークホルダー間での合意

本日は紹介

# 3. プロトタイプのシステム構成

## ■ システムのアーキテクチャ

### センサ

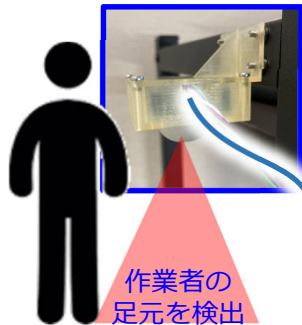
#### 装置 制御盤内



クランプ式電流センサ x8Ch

#### 各作業エリア

赤外線人感センサ x3Ch



### エッジ端末・ゲートウェイ端末

- ・ 接続したセンサで定期的(1分間隔)に測定する
- ・ 測定値を2値化(0 or 1)して無線で送信

Measure Time	Ch1 電源	Ch2 サイクル	Ch3 ホット	Ch4 フラム	Ch5 主軸	Ch6 扉	Ch7 刃	Ch8 編集
2020/7/17 20:00:00	1	1	0	0	1	1	1	0
2020/7/17 20:01:00	1	1	0	0	1	1	1	0
2020/7/17 20:02:00	1	0	0	1	0	1	1	0

#### エッジ端末①

Measure Time	Ch1 装置前	Ch2 作業エリア	Ch3 PC前
2020/7/17 20:00:00	1	0	0
2020/7/17 20:01:00	0	1	0
2020/7/17 20:02:00	0	0	0

#### エッジ端末②

### サーバ・アプリケーション

- ・ 2台のエッジ端末のtimestampの合わせ
- ・ センサの0,1信号を対応した状態の名称を付与

#### データ処理



Measure Time	装置、作業者の状態
2020/7/17 20:00:00	{ "装置": "加工中", "作業者": "装置前" }
2020/7/17 20:01:00	{ "装置": "加工中", "作業者": "作業エリア" }
2020/7/17 20:02:00	{ "装置": "加工中", "作業者": "その他エリア" }

定期的に (1時間に1回) 生データを渡す

処理したデータを格納する



検索

表示



#### データベース

#### データの表示 (ダッシュボード)

#### ゲートウェイ 端末

イーサネット



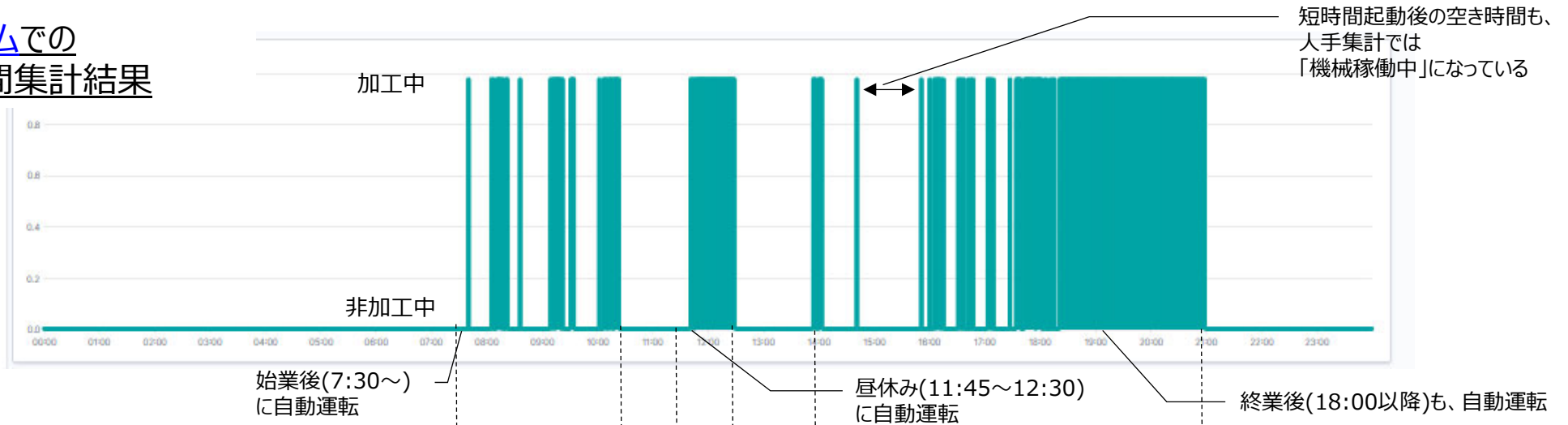
サーバ(タブレット)

コスト : 14.8万円/装置1台

# 4. プロトタイプを生産現場への導入結果 (1)

## ■ 人手での集計データとの比較

### 本システムでの加工時間集計結果



### 人手での機械稼働時間集計結果

		0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
8/20(木)	機械稼働									■	■	■		■		■	■	■	■	■	■	■	■			
	機械停止																									

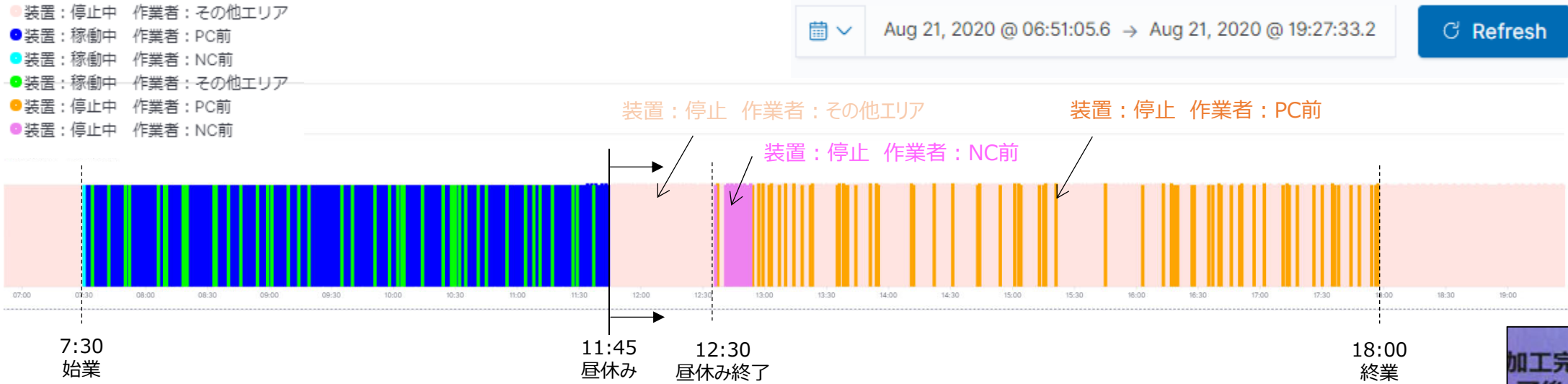
- 現時点での人手での集計の精度がかなり粗いため単純な比較はできないが、本システムで概ね正しいデータが取れていると思われる (昼休みや終業後の自動稼働中、センサの誤検知は発生していないため)
- 取得したデータが正しいとすると、稼働率は人手での集計より低く算出される (今まで水増しされて集計されていた可能性が高い)
- 現時点での人手での集計が粗いので、システムの精度を確認するためにより細かい集計を行ってもらう



# 4. プロトタイプの生産現場への導入結果 (2)

## ■ 装置の状態と作業者の位置のデータの分析例

### 本システムでの集計結果



### 人手での機械稼働時間集計結果



- 昼休み(11:45)以降、装置は停止状態。作業者は、「その他エリア」にいることが多い。装置が停止しているにもかかわらず作業者が不在のため、**人員が不足している**と推定される。
- 人手での集計を確認すると、昼休み以降「**作業者不足**」の状態になっており、データを裏付ける結果になっている。
- 上記は極端な例ではあるが、このようにデータを可視化することで、例えば「**人員が不足している工程を検出して、適切な人員を割り当てる**」といった使い方ができると考えられる。



## ■ まとめ

- ・安価なセンサを使用して「**装置の状態と作業者の位置情報**」を取得し、可視化するシステムのプロトタイプを作成し、生産現場へのテスト導入に成功した。
- ・本システムの導入により、下記を達成できる見込み。
  - ① 人手で実施している装置の稼働率を集計する工数の削減
  - ② 装置の停止原因の分析や工程順序・人員の改善等による、装置稼働率の向上

## ■ 所感

- ・1か月弱という短い期間で、要求分析からIoTシステムのプロトタイプを導入まで行うために、様々な工夫を施した。
  - ・サーバからのデータの取り出し、送付を容易にするため、タブレットPCにOSSのDBを導入してデータを収集した。
  - ・要求の分析やGQM+Strategiesの作成により、後戻りのない開発ができた。
  - ・3Dプリンタでセンサ基板用の筐体を作成し、制作期間の短縮を図った。
- ・IoTシステムの導入に際しては、センサ、組み込み、ソフトウェア、ネットワーク等、多岐の技術領域を俯瞰し、組み合わせる力が重要であることを実感した。