

AI・IoT活用促進ワーキンググループ in 新発田

「ものづくり中小企業向け
「IoTリアルタイム生産情報システム」
の導入実証の取組について」

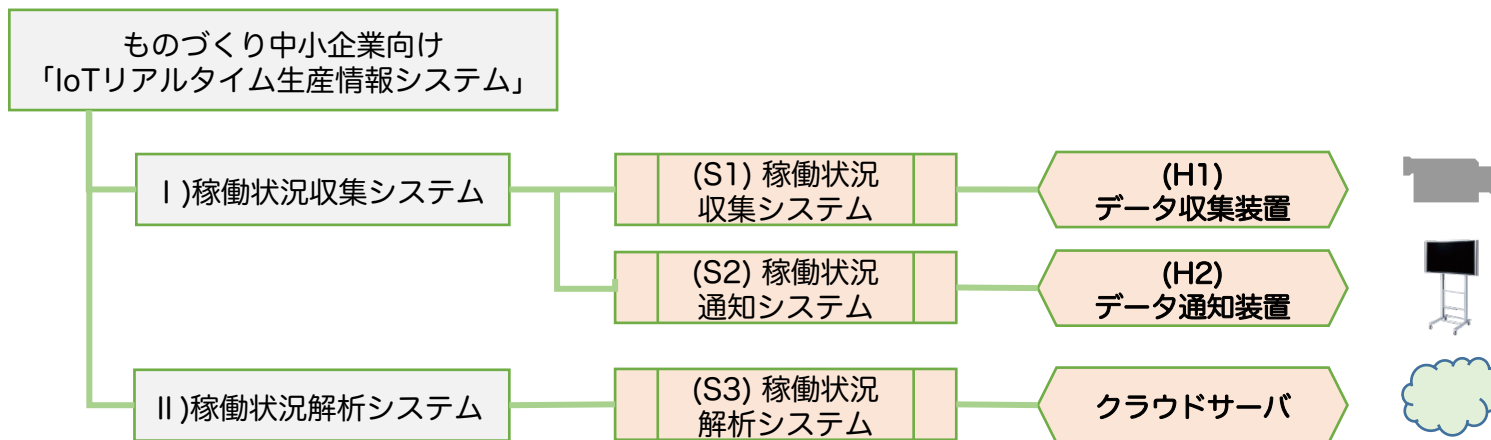
イーアールエス株式会社

平成29年 7月28日

目次

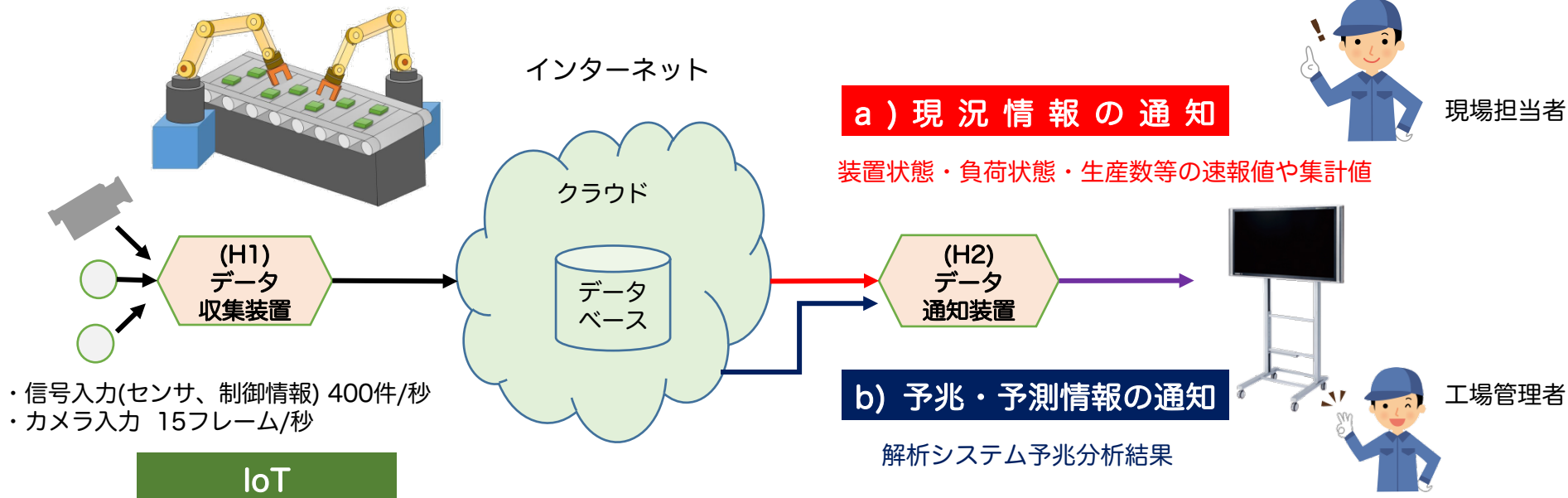
- 1 実証の全体概要
- 2 開発したシステムの仕様・機能・特徴等内容、開発工程
- 3 システムの運用方法
- 4 設定目標に対する評価

実証の全体概要 ものづくり中小企業の人手不足を解決するためのAI・IoT活用実証



生産情報(ビッグデータ)の自動収集

ビッグデータの解析(AI)と活用



共同企業体の構成



■ イーアールエス株式会社(全体統括・システム開発)
 売上 139百万 / 17名
 2015年 村上市に設立

■ 東洋電子工業(機器開発)
 売上 2,456百万 / 215名
 1959年 東京都立川市に設立
 1967年 山梨県甲府市に甲府工場設立
 1973年 村上市に新潟工場設立
 1990年 システム開発センター開設
 2000年 新潟市にシステム開発センター移転
 2008年 タイにToyo Electronics(Thailand)設立

村上市 新潟工場 185名
 新潟市 システム開発センター 17名

■ 三桂精機株式会社(導入ユーザ)
 売上 869百万 / 49名
 1989年 三桂精機 新潟工場設立

関連会社
 新潟三桂 村上市 109名
 三桂興産 村上市 41名
 三桂精機 村上市 49名

株式会社三桂製作所 東京都



三桂製作所/新潟三桂/三桂精機/三桂興産 グループ全体の製品 電設資材・可撓電線管

製品ラインナップ一覧

ケイフレックス



日本工作機械工業会規格に適合した耐油性のフレキシブル電線管です。

[詳細を見る>>](#)
[標準価格表を見る>](#)

サンフレキROBO



工作機械、ロボットなどの可動部に広く使用される樹脂製フレキシブル電線管です。

[詳細を見る>>](#)
[標準価格表を見る>](#)

ケイグラント



防液性、防塵性及び耐久性に優れており、ケーブルを確実にグラントできるケーブルコネクターです。

[詳細を見る>>](#)
[標準価格表を見る>](#)

パワーゴジラ



軽量で滑走性と耐久性に優れたケーブルホースガイドです。

[詳細を見る>>](#)

プリカチューブ



当社開発した日本初の複合材料製プライヤブル電線管です。一般電気工事などに多くの実績がございます。

[詳細を見る>>](#)

サンパイプ



国際規格IECに準拠したステンレス電線管です。食品・化学工場などに広く使用されています。

[詳細を見る>>](#)
[標準価格表を見る>](#)

グリップロック



厚鋼・薄鋼電線管、合成樹脂被覆鋼管などのネジなし継手です。

[詳細を見る>>](#)
[標準価格表を見る>](#)

サンパーツ



電材電装部品の総称です。ロックナット、プッシング等の部品中継端子ボックスなどがあります。

[詳細を見る>>](#)
[標準価格表を見る>](#)

サンケーブル



超耐油性、ハロゲンフリー、国際規格に準拠したケーブルです。

[詳細を見る>>](#)

サンキューブ



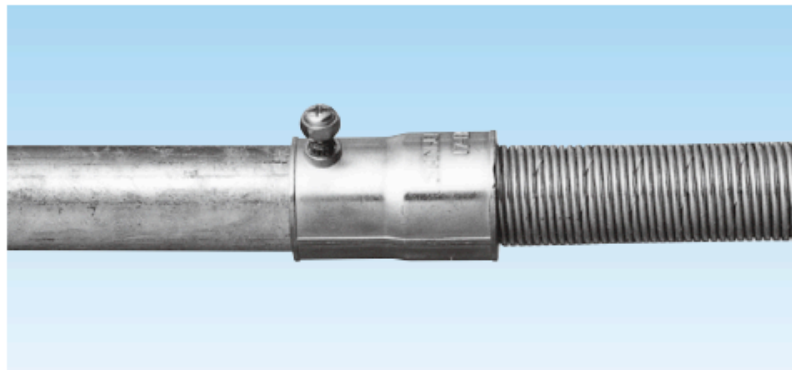
産業機械の電気配線の中継として使用される角型多極コネクターです。

[詳細を見る>>](#)

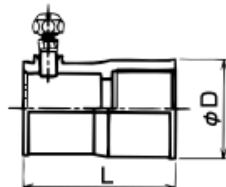
- ・ 自社製品 500ページのカタログ
- ・ カタログ掲載品の70%を村上市で生産
30%を海外で生産

三桂精機の生産品

ねじ込み式 標準プリカ+ねじなし鋼製電線管



- プリカチューブとねじなしの鋼製電線管を接続するためのコンビネーションカップリングです。
- プリカチューブの接続はねじ込み式、鋼製電線管の接続は、小ねじ止め式です。
- プリカチューブとカップリングの引張力は500N(JIS C 8461-22の分類コードは3ミディアム)です。
- 電線管とカップリングの引張力は#10~30にあって500N(JIS C 8461-22の分類コードは3ミディアム)、#38以上は1000N(JIS C 8461-22の分類コードは4ヘビー)です。
- 鋼製電線管はねじを切らずにご使用下さい。



規格	規格
JIS C8350	◎

【厚鋼電線管接続用】

納期区分	品番	接続できる電線管 プリカチューブ	厚鋼電線管	挿入できる ケーブル最大径	φD	L	重量 (g/個)	最小入数 (個/袋)
◎	PKI 12	12	G16	10	27.2	34.8	37	10
◎	PKI 15	15	G16	13	27.2	34.8	37	10
◎	PKI 17	17	G16	15	27.2	37.8	49	20

【ねじなし電線管／薄鋼電線管接続用】

納期区分	品番	接続できる電線管 プリカチューブ	ねじなし/ 薄鋼電線管	挿入できる ケーブル最大径	φD	L	重量 (g/個)	最小入数 (個/袋)
◎	VKC 10	10	E19/C19	8	25.2	34.8	35	20
◎	VKC 12	12	E19/C19	10	26.4	40.0	40	20
◎	VKC 15	15	E19/C19	13	26.4	40.0	55	20
◎	VKC 17	17	E19/C19	15	27.5	39.8	40	20
◎	※VKC 17-25	17	E25/C25	15	34.0	38.1	55	20
◎	VKC 24	PZ 24	E25/C25	21	34.9	44.0	60	20
◎	VKC 30	30	E31/C31	28	40.1	46.0	80	20
◎	VKC 38	38	E39/C39	34	48.8	54.3	135	10
◎	VKC 50	50	E51/C51	47	61.2	54.3	185	10
◎	VKC 63	63	E63/C63	59	76.2	55.6	240	4
◎	VKC 76	76	E75/C75	71	90.1	58.6	315	4

※印の品番は、JIS C 8350に該当しない製品です。

記号	名称	内容	発送日
◎	完成在庫品	完成品で在庫している製品	当日
○	組立品	部品で在庫、ご注文後組立てる製品	翌日
③	注文生産品	ご注文を頂いてから3日後に発送できる製品	3日後
⑤		ご注文を頂いてから5日後に発送できる製品	5日後
⑦		ご注文を頂いてから7日後に発送できる製品	7日後
確		納期の確認をお願いする製品	ご確認
Ⓜ	特注品	ご注文後、設計製作する製品	お打合せ
☆	製作準備中	金型等製作準備中の製品	お打合せ
—	将来生産予想品	将来、生産が予想される製品	お打合せ
	不生産品	製品化はしない製品	—

注1.◎品の発送日欄の当日は、当日午後2時までにご注文いただいた製品に限り当日発送となり、午後2時以降は翌日となります。

注2.発送日の計算は、土・日・祭は除いて計算願います。

注3.ご注文数が多い場合は、発送日が遅れることがあります。

■三桂精機 コネクタ・カップラ 主体

約200品目
×10~20種類
多品種

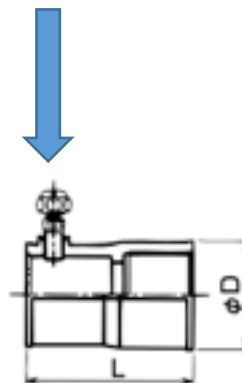
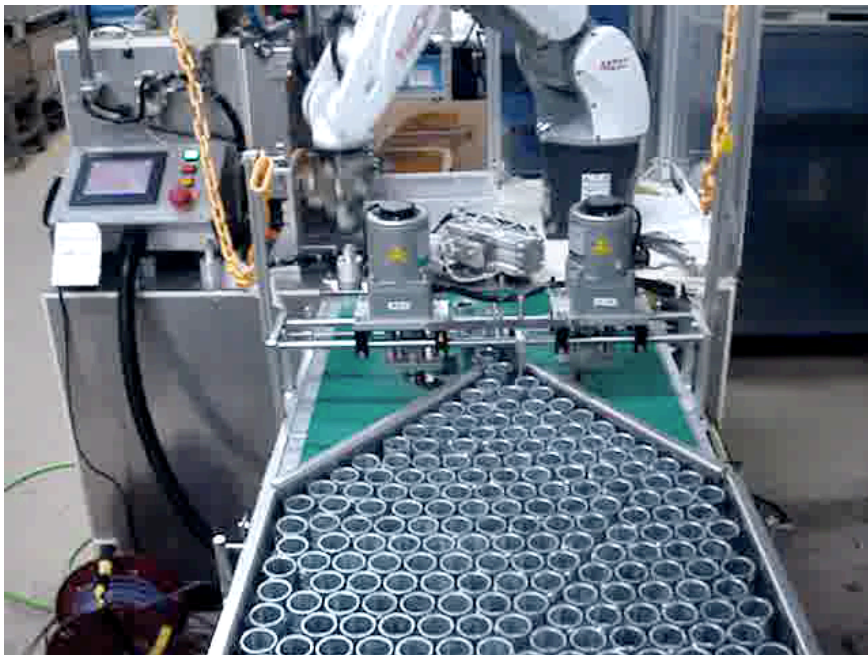
■主要販売先 工作機械メーカー等

■国内シェア
P社 50%
残り3社で 50%

■製品の属性 標準在庫品の定番品 ロングセラー

季節変動や需要変動
適正在庫と生産との
同調圧力が強い

カップラの生産工程

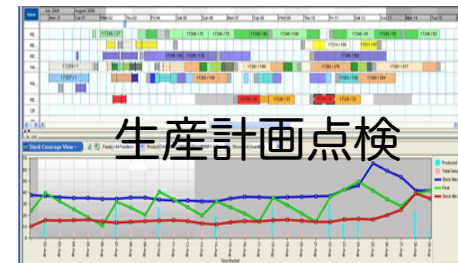
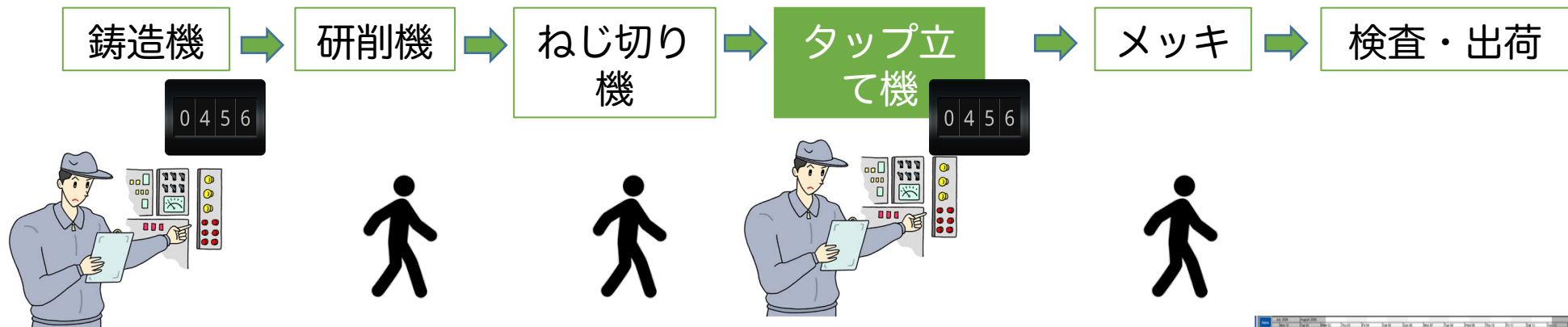


2交替18H 8:00~02:00
300個/H (排出かご1個分)

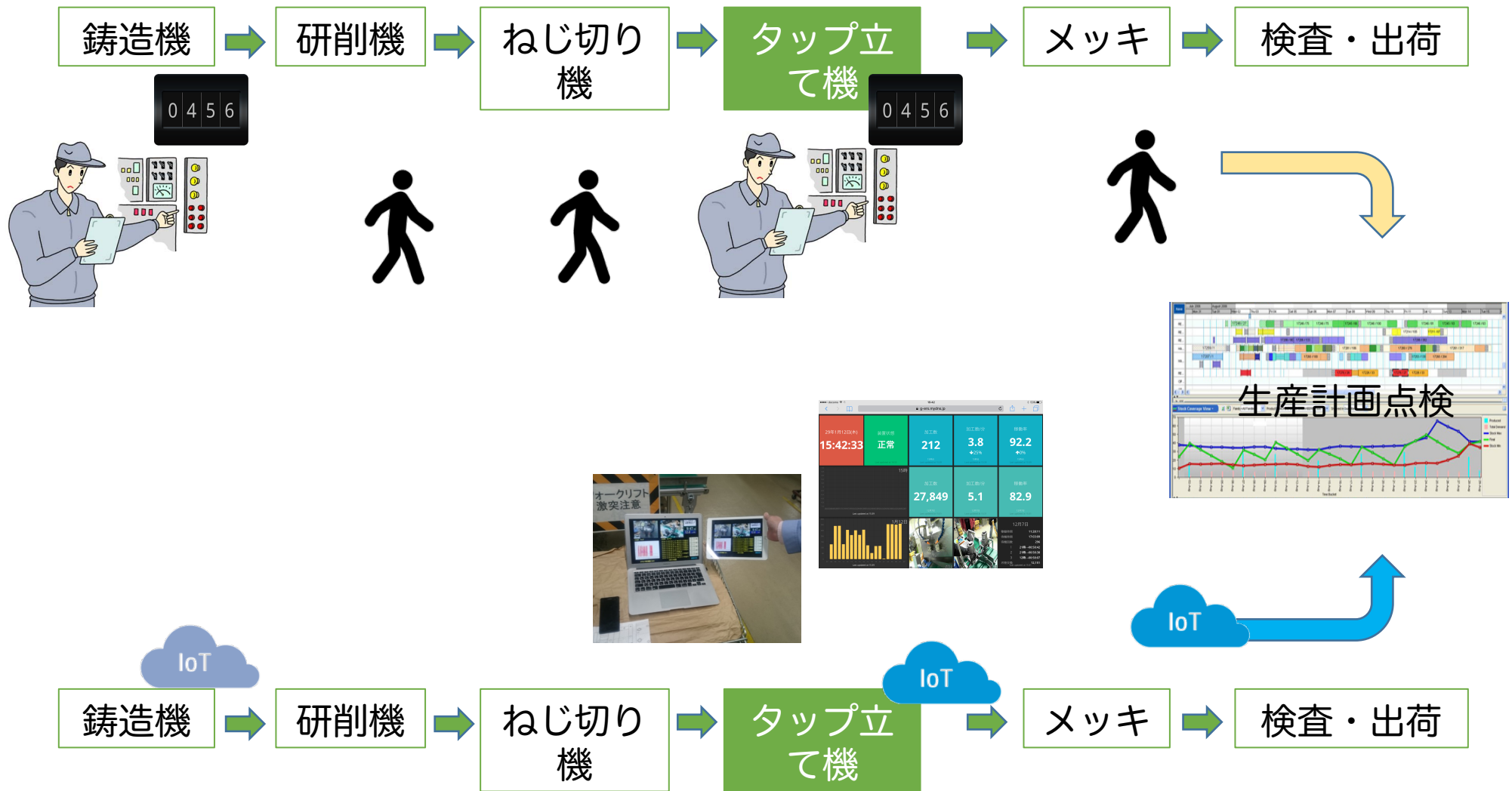
11種類 予定数を1.5ヶ月で生産
計画

主材質 亜鉛合金ダイカスト (ZDC2)	表面処理 電気亜鉛めっき (三価ユニクロ)	特性 非防水	環境 RoHS 対応	温度範囲 -45℃ ~150℃
----------------------------	-----------------------------	-----------	------------------	-----------------------

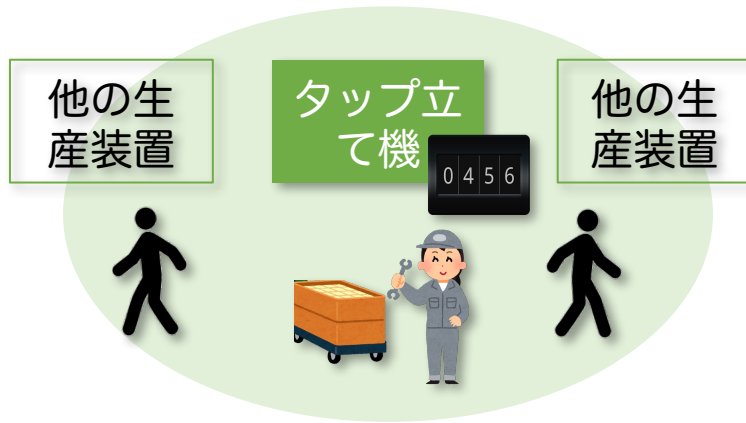
カップラの生産工程管理（現在、何をいくつか作って、いつ終わるか）



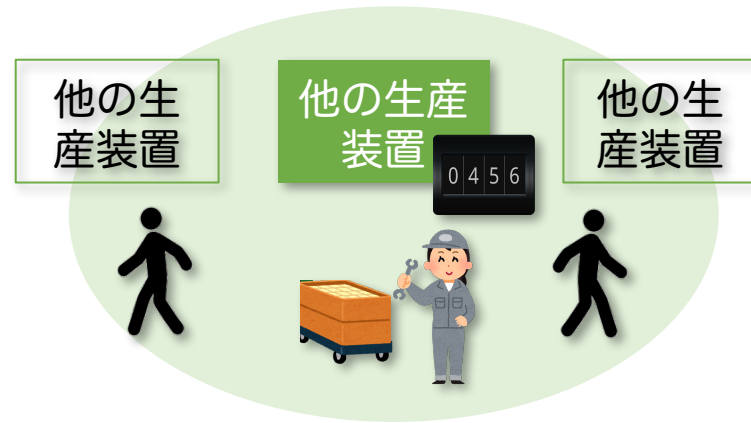
カップラの生産工程管理 (xIoT)



カップラの生産装置管理 (1名で3台の装置を管理)



ワークの補充
ワークの排出
機器の清掃
点検・確認



ワークの補充
ワークの排出
機器の清掃
点検・確認

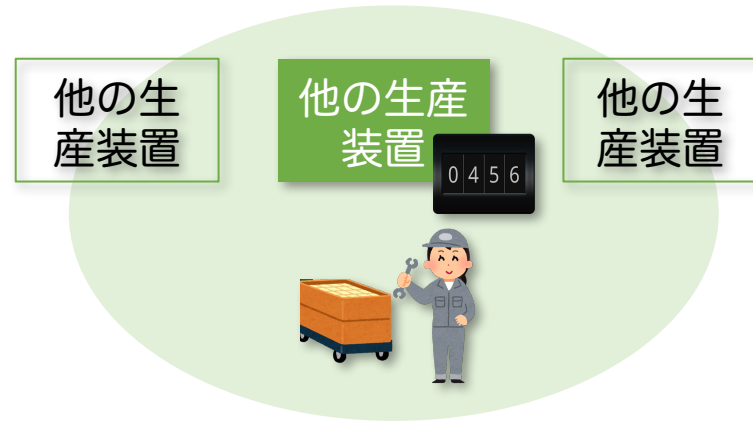


生産管理事務所

カップラの生産装置管理 (対処の遅れ = 生産待機時間)



ワークの補充
ワークの排出
機器の清掃
点検・確認

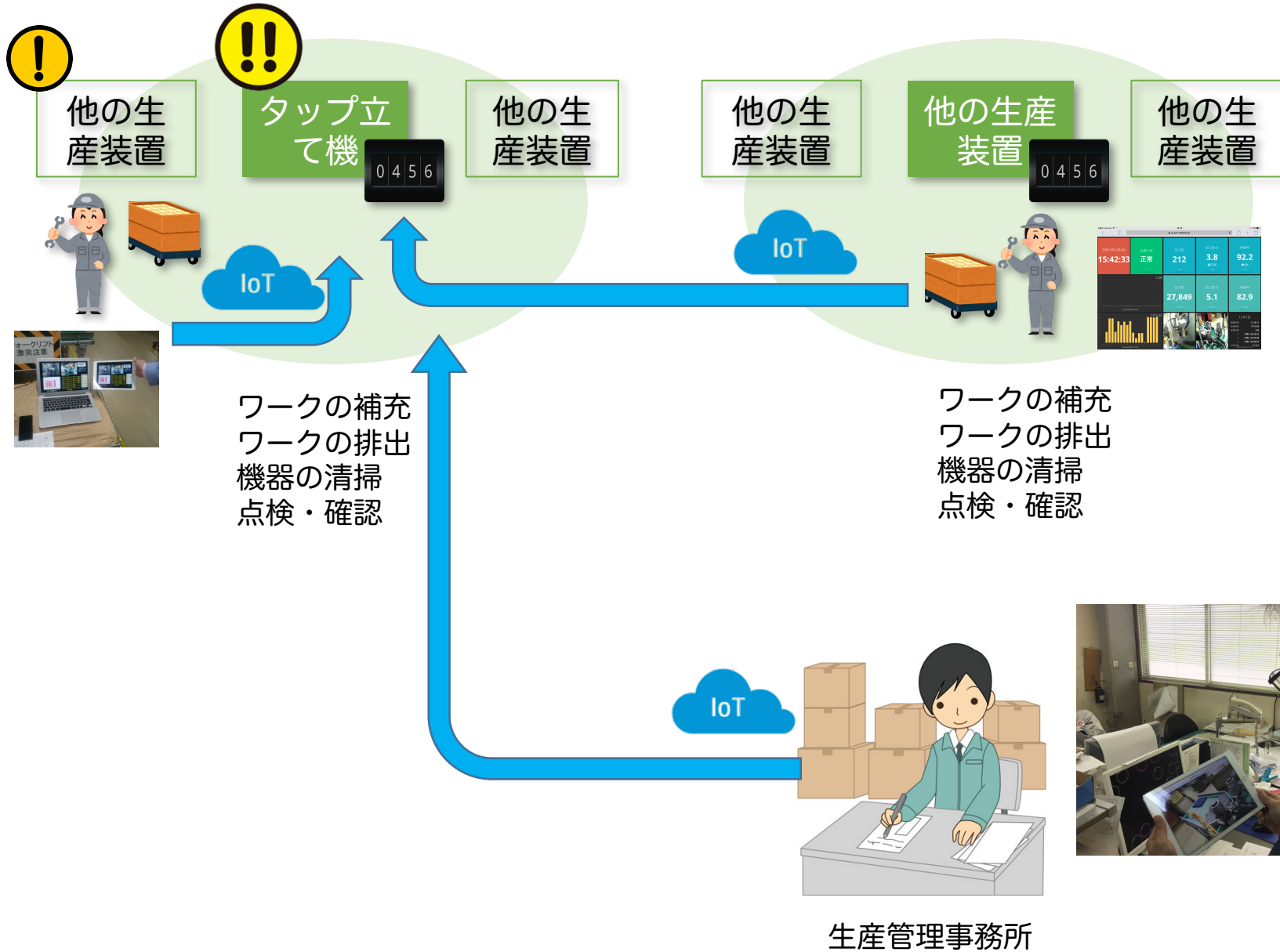


ワークの補充
ワークの排出
機器の清掃
点検・確認



生産管理事務所

カップラの生産装置管理 (xIoT)



システムの特徴 (IoT機器)

1ユニット当たり



デジタル入力	4ch	・フォトカプラ絶縁。 ・外部入力電圧：DC+24V±5%(max) /20mA(max) ・on/off時間=100usec
デジタル出力	4ch	・ドライ接点（フォトカプラ絶縁） ・外部機器側電源入力：DC+24V±5%(max) /20mA(max) ・on/off時間=200usec
アナログ入力	4ch	・AD変換(16bit ADC, 変換範囲=0~5V) ・電圧入力範囲：DC0V~+5V(max)
直流センサ入力	4ch	・ウインド・コンパレータ GPIOレベル認識 ・電圧入力範囲：±15V(max) ・センサ用電源出力（4CH分） ・DC±15V ±5%
		USB2.0×4/HDMI×1/ MicroSDスロット×1 ARM 1.2GHz/1GB/32GB WiFi/100BaseT DINレール取付プレート

■特徴

① 既存の生産設備に後付け可能なIoT機器

- ・セル生産・ライン生産システムに施工レスで後付け取付けが可能。
- ・信号入力はアナログ、デジタル各種25ms間隔で1秒当たり約400件のデータを収集可能。
- ・カメラ入力は1秒当たり約15フレームの画像(動画)データを収集可能。

② IoTネットワークセキュリティ対応

- ・暗号化認証機構により不特定の通信相手とつなげられても安全を確保。
- ・障害時の自動停止機能により、つながる相手に迷惑をかけない。
- ・クラウドへの接続情報を保持しない為、クラウドへの侵入による情報漏洩リスクが低い。
- ・プログラムはJPCERT/CCのCERT C セキュアコーディングスタンダードに準拠し開発。

③ オープンソースソフトウェア、オープンハードウェアによる構成

- ・オープンハードウェア、オープンソースソフトウェアを基盤として構成されているため、他の生産設備や他の業種への応用展開が容易。



非接触・後付型のメリット (IoT機器の入力 3種類)

センシング・入力の種類

特徴

① 接触 制御装置 直結型

- ・ PLC
装置全体の制御装置
- ・ CFD
ロボットの制御装置



全ての制御情報が集められる。



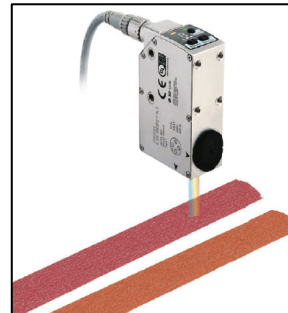
新規導入時や最新のIoT対応装置



制御システムの改造が必要になる。

② 非接触 後付型(工業規格)

- ・ 光電センサ
 - ・ 振動センサ
 - ・ 温度センサ
- など



特定の制御情報が高精度で集められる。



装置や制御システムの改造が不要。

③ 非接触 後付型(工業/民生)

- ・ CTセンサ
 - ・ USBカメラ
 - ・ マイク
- など



特定の制御情報が集められる。



装置や制御システムの改造が不要。

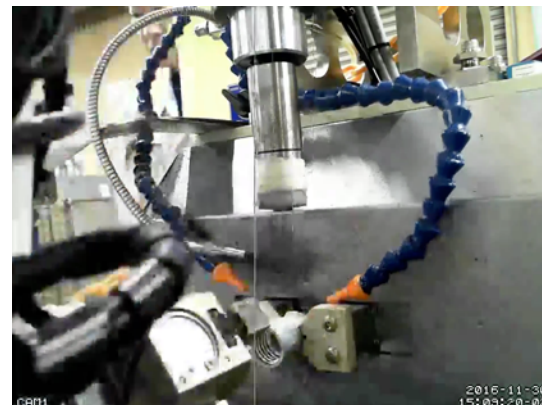


ひとつの入力からデータ分析によって複数の情報が集められる。

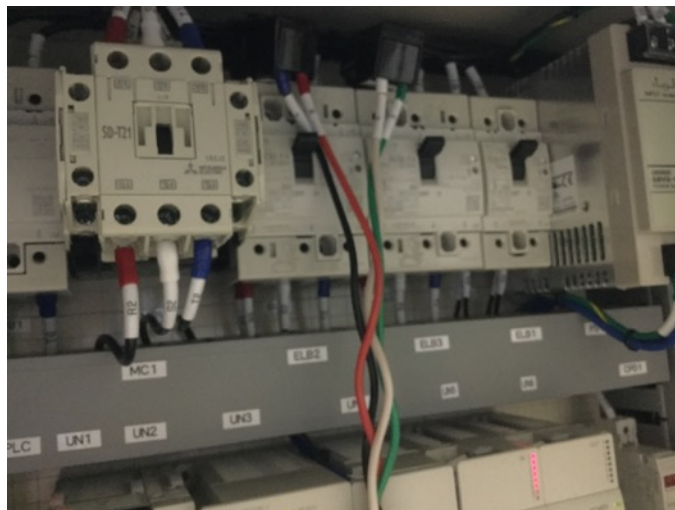
システムの運用方法 (IoT機器と非接触型入力機器の設置)



USB カメラ 2台



USB カメラ1映像



タップ系CTセンサ
CFD系CTセンサ
AC50Aフルスケール



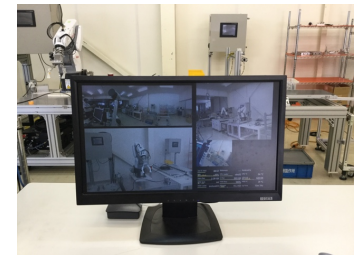
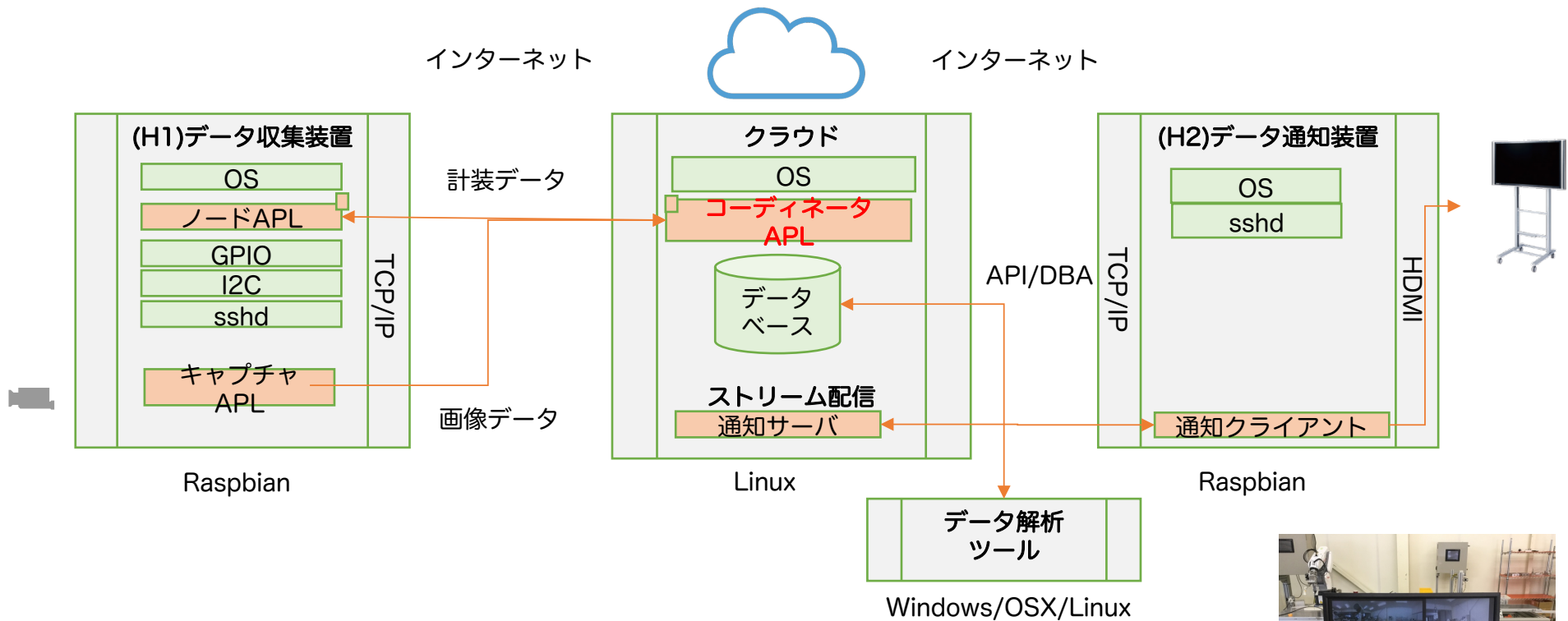
USB カメラ2映像



システムの運用方法 (表示装置)



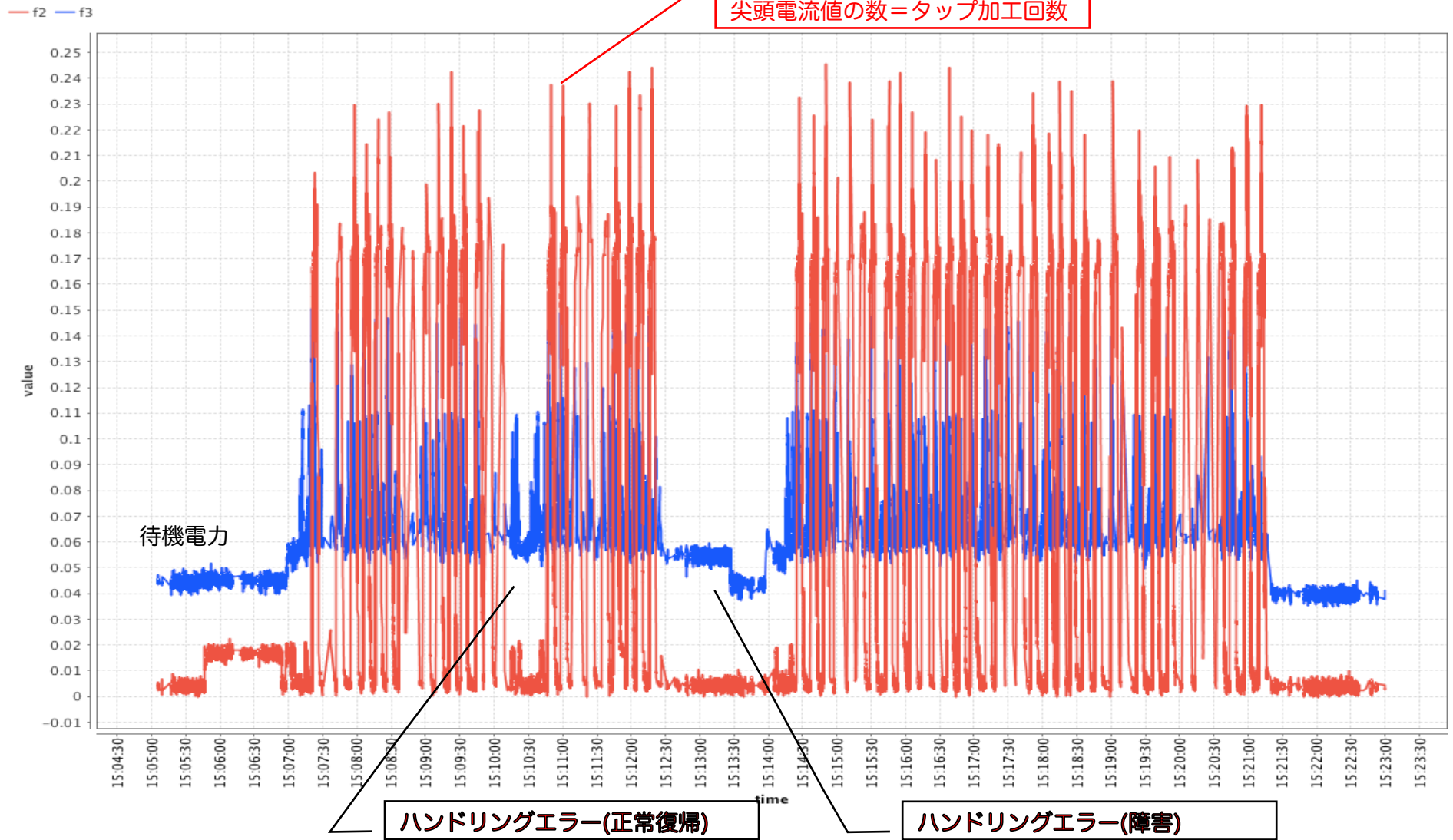
システムの運用方法 (全体構成)



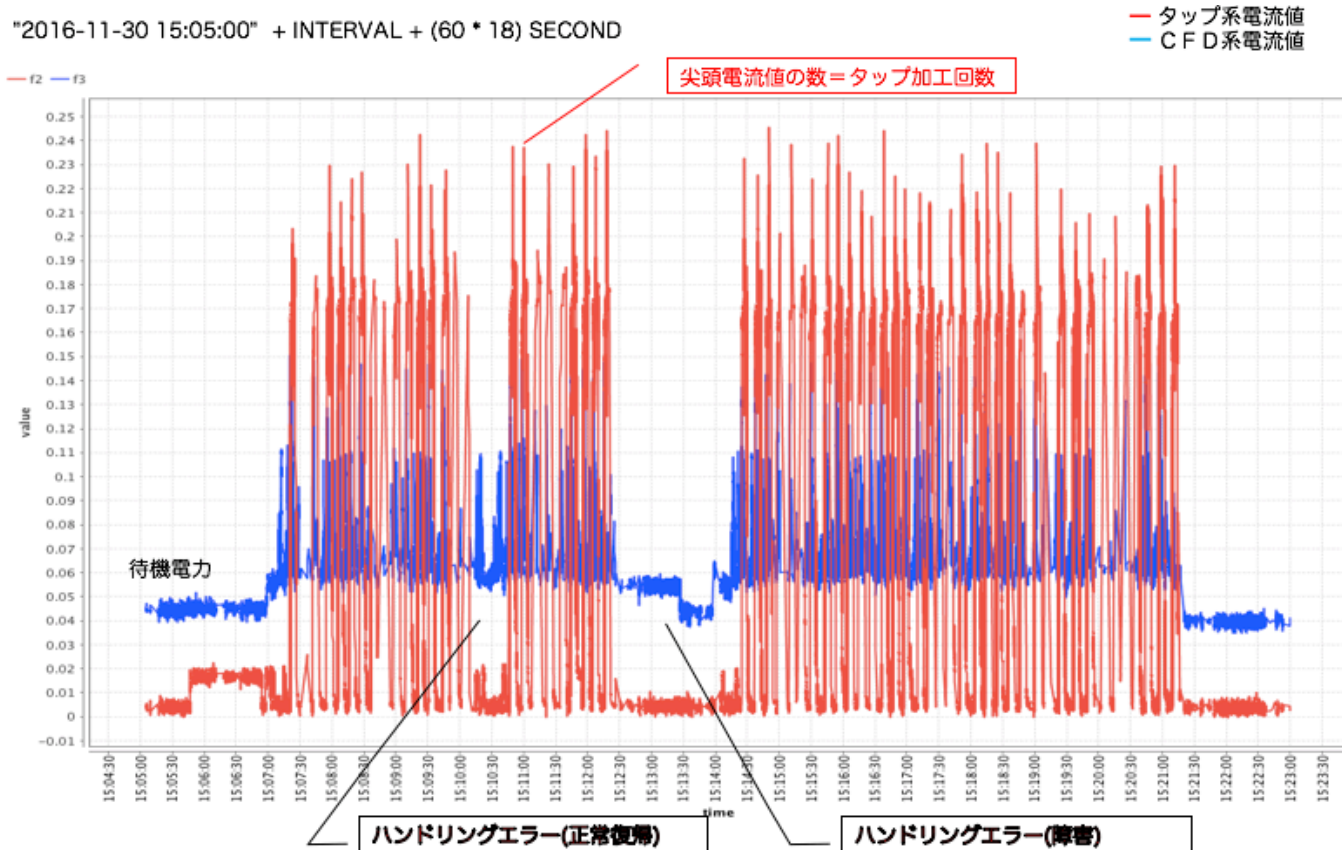
システムの運用に関するデータ① 加工回数の計数、消費電力の計測

"2016-11-30 15:05:00" + INTERVAL + (60 * 18) SECOND

— タップ系電流値
— C F D系電流値



システムの運用に関するデータ① 加工回数の計数、消費電力の計測



入力：CTセンサ

計測：タップマシン
負荷電流値
ロボット
負荷電流値

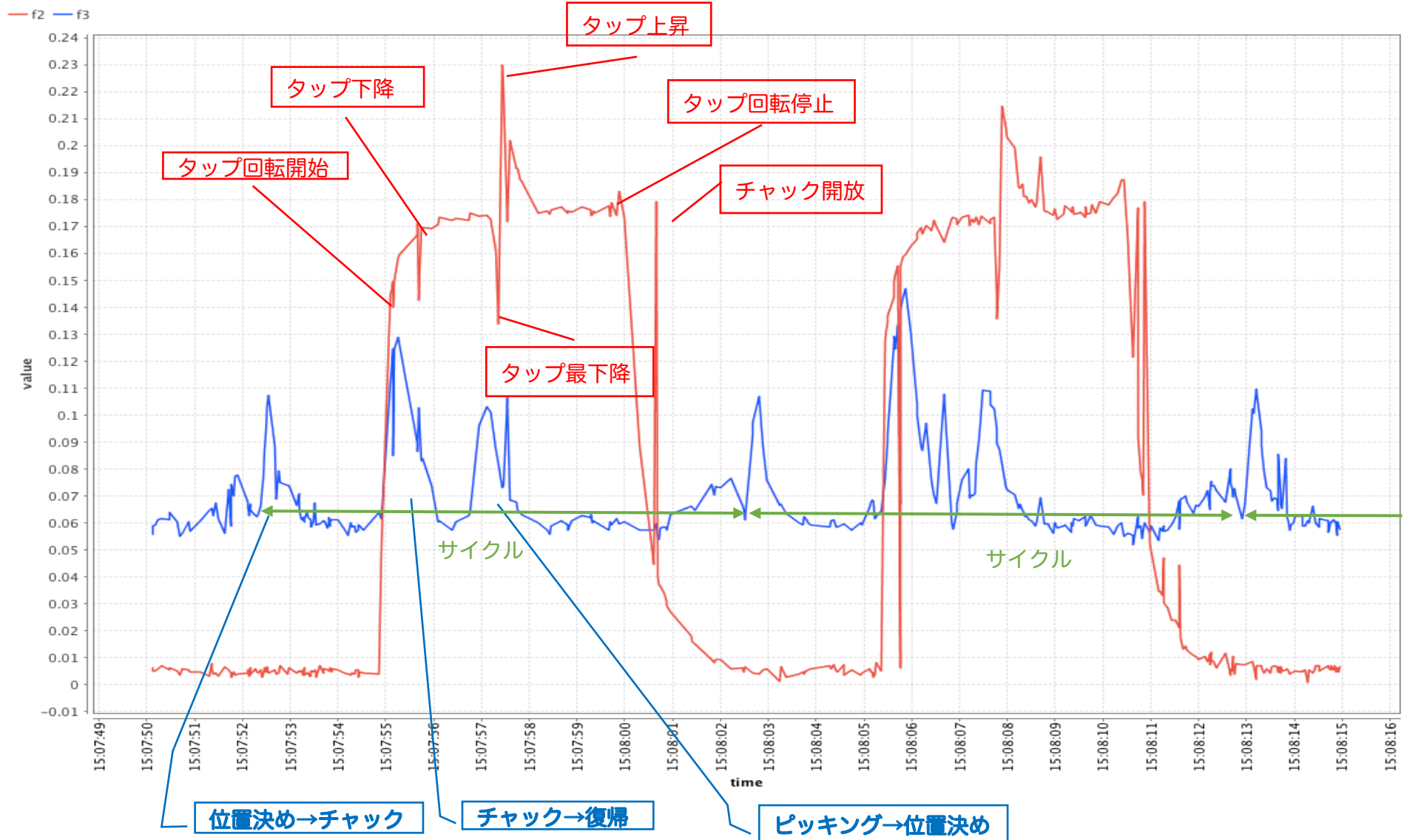
出力：加工回数、
稼働・待機時間、
消費電力

効果：実製造原価算出
(消費電力)、
稼働点検時間の削減

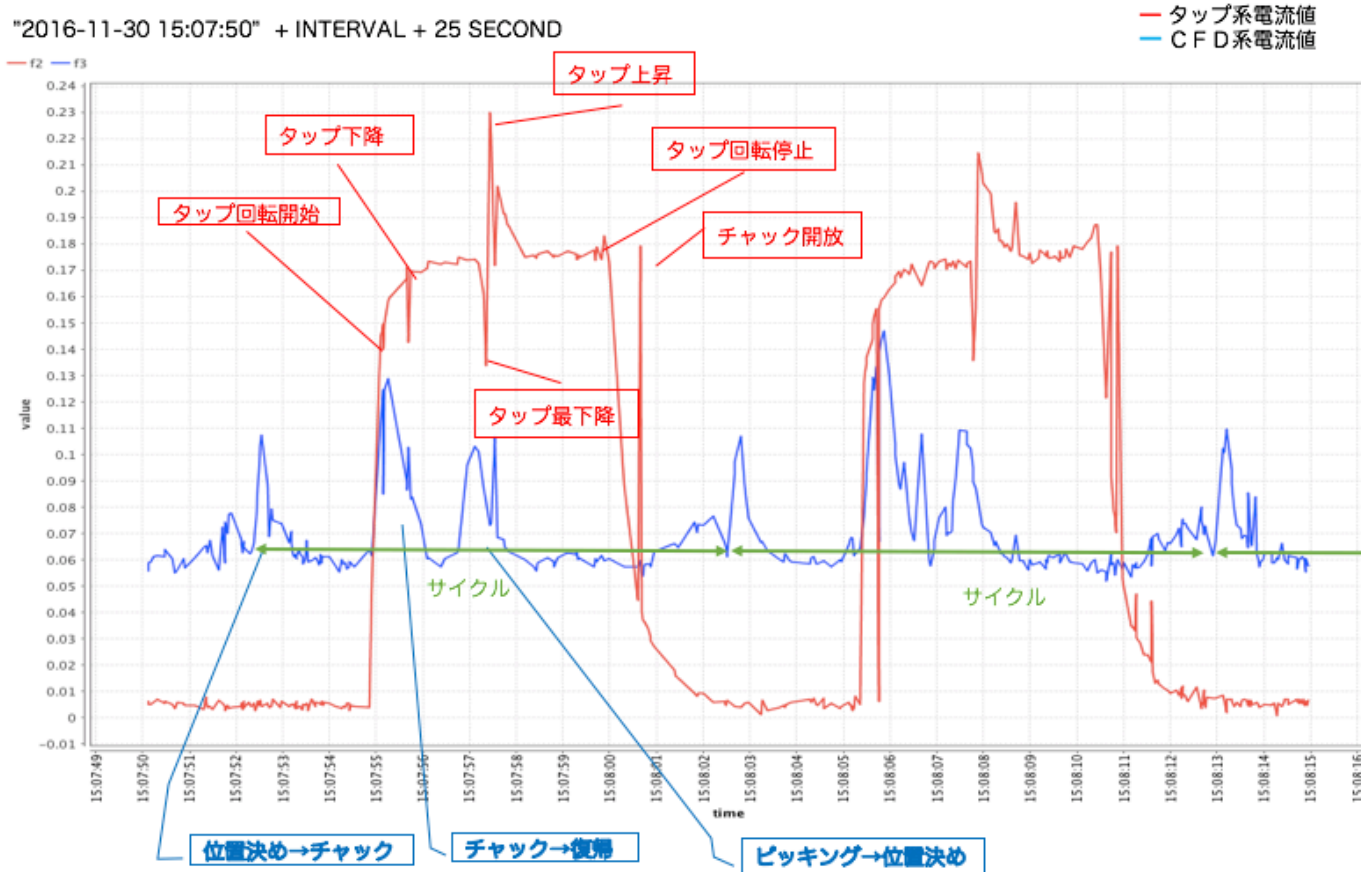
システムの運用に関するデータ② シーケンス制御状態の計測

"2016-11-30 15:07:50" + INTERVAL + 25 SECOND

— タップ系電流値
— C F D系電流値



システムの運用に関するデータ② シーケンス制御状態の計測



入力：CTセンサ

計測：タップマシン
負荷電流値
ロボット
負荷電流値

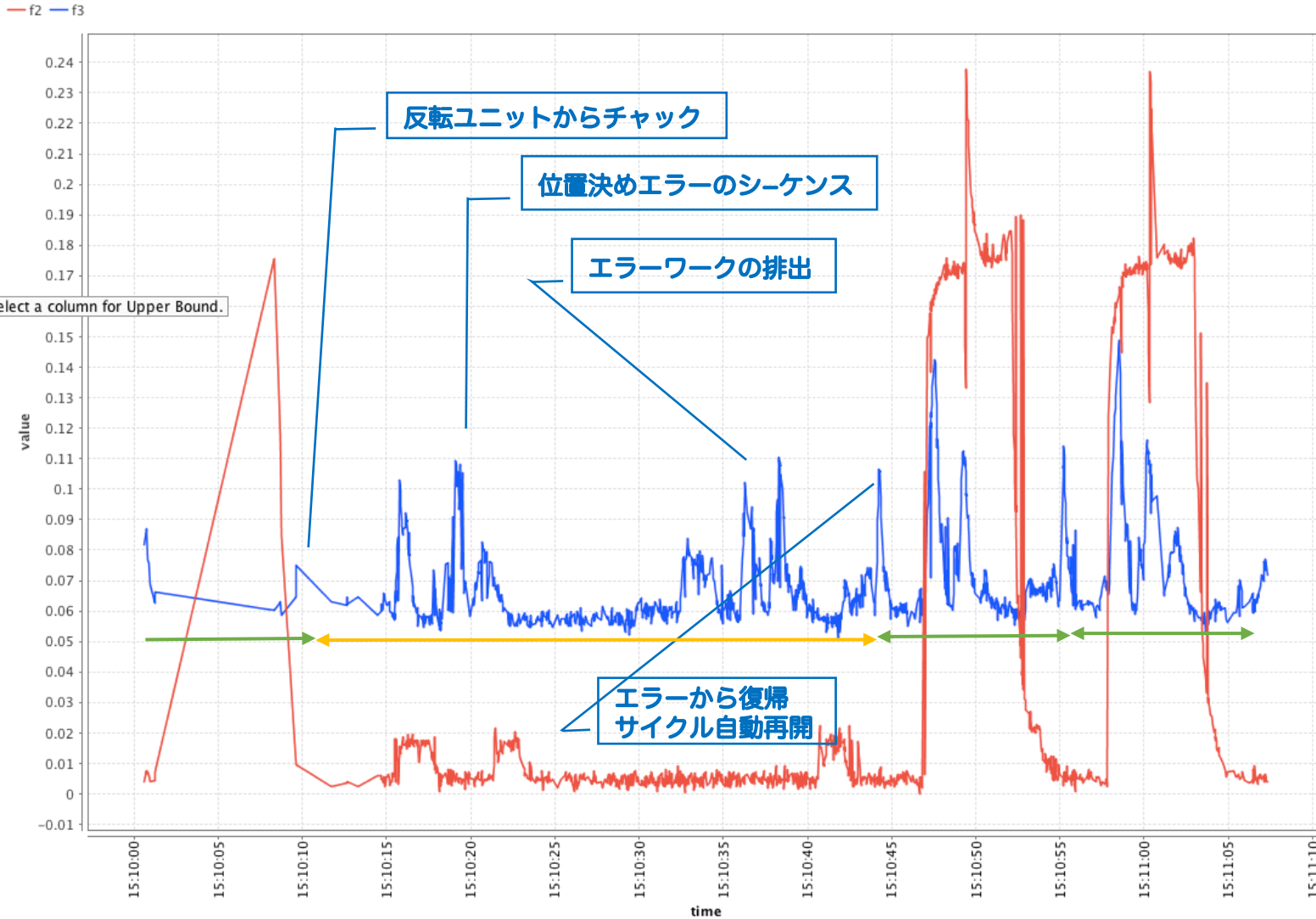
出力：実加工サイクル時間、
詳細なシーケンス
制御状態、
異常時の警告通知

効果：稼働点検時間の削減、
待機時間の防低減

システムの運用に関するデータ③ リトライの検出

"2016-11-30 15:10:00" + INTERVAL + 70 SECOND

— タップ系電流値
— C F D系電流値



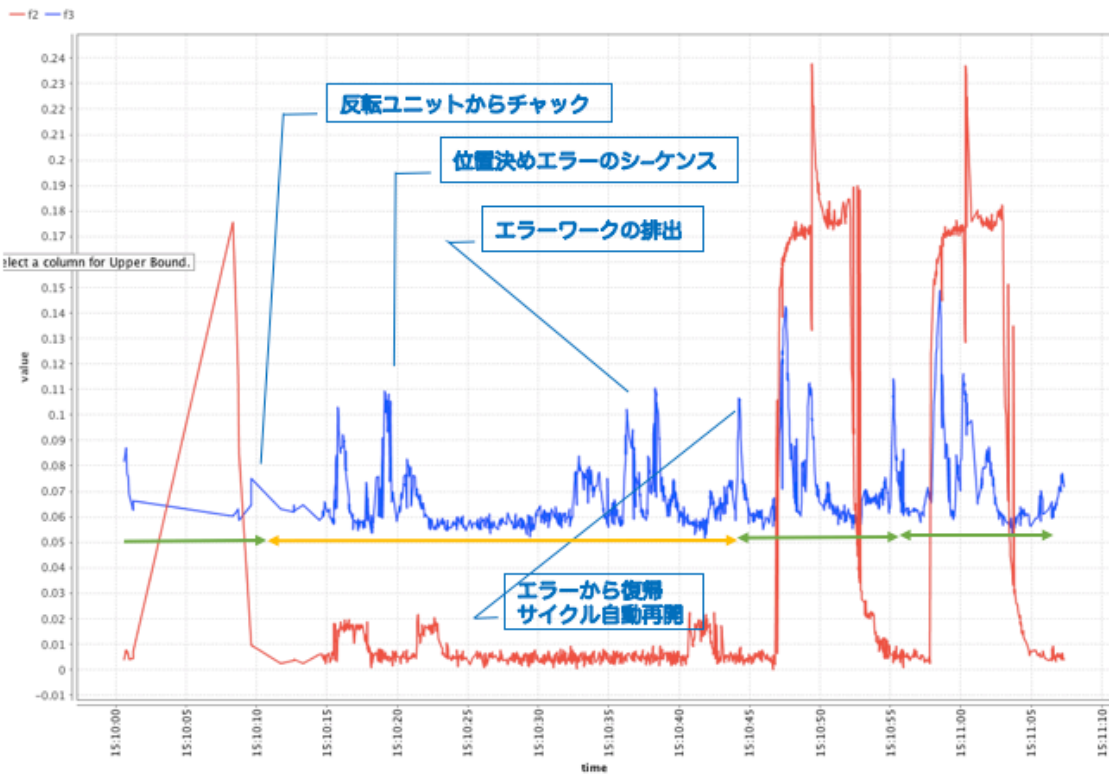
つかみ損ね



正常時

システムの運用に関するデータ③ リトライの検出

"2016-11-30 15:10:00" + INTERVAL + 70 SECOND



つかみ損ね



正常時

入力：CTセンサ

計測：タップマシン
負荷電流値
ロボット
負荷電流値

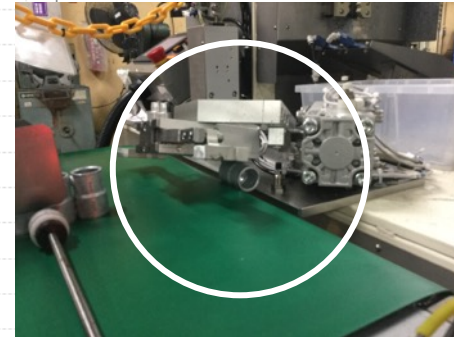
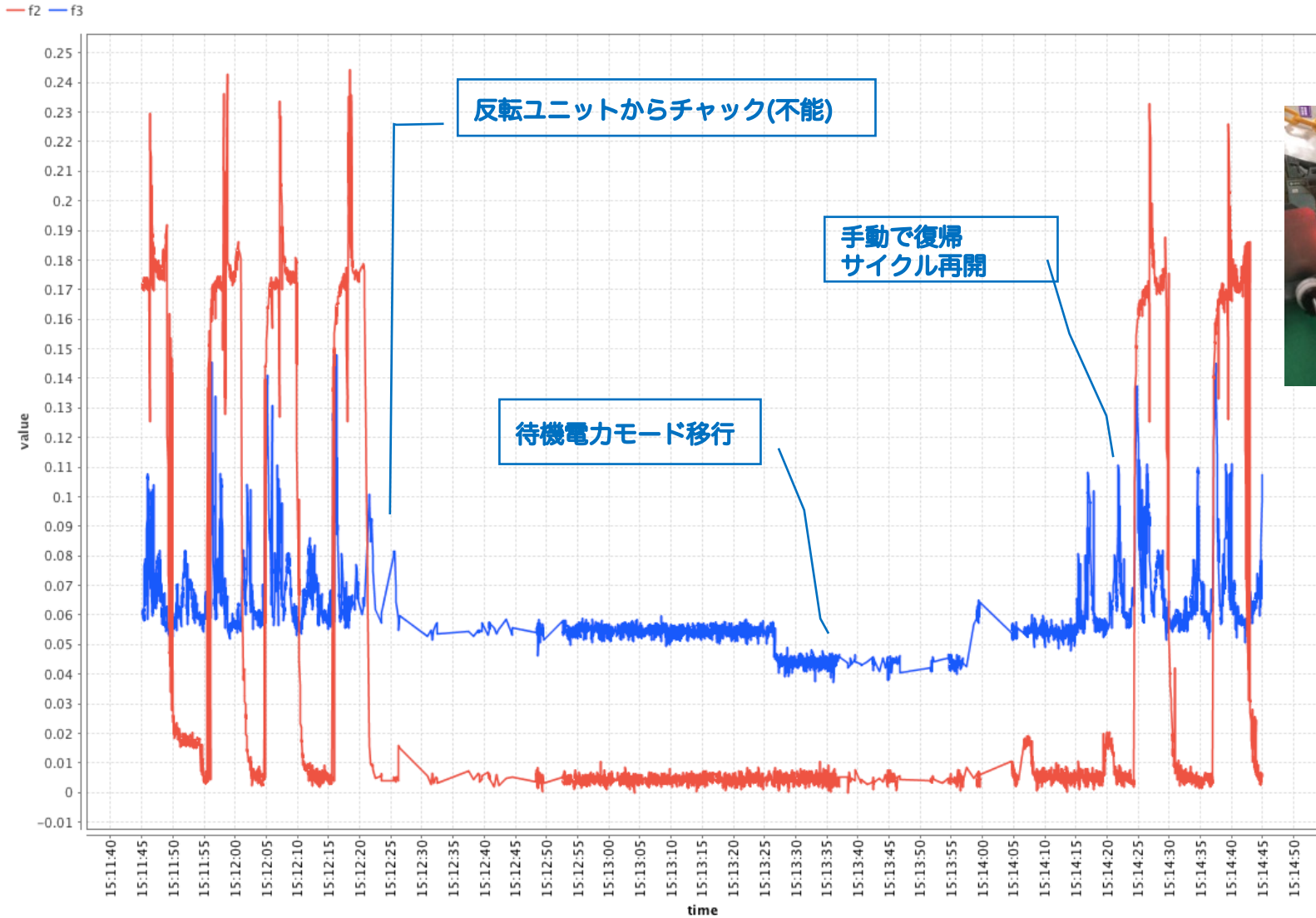
出力：シーケンス制御状態、
異常時の警告通知

効果：待機時間の防低減

システムの運用に関するデータ④ 障害の検出

"2016-11-30 15:11:45" + INTERVAL + 180 SECOND

— タップ系電流値
— C F D系電流値

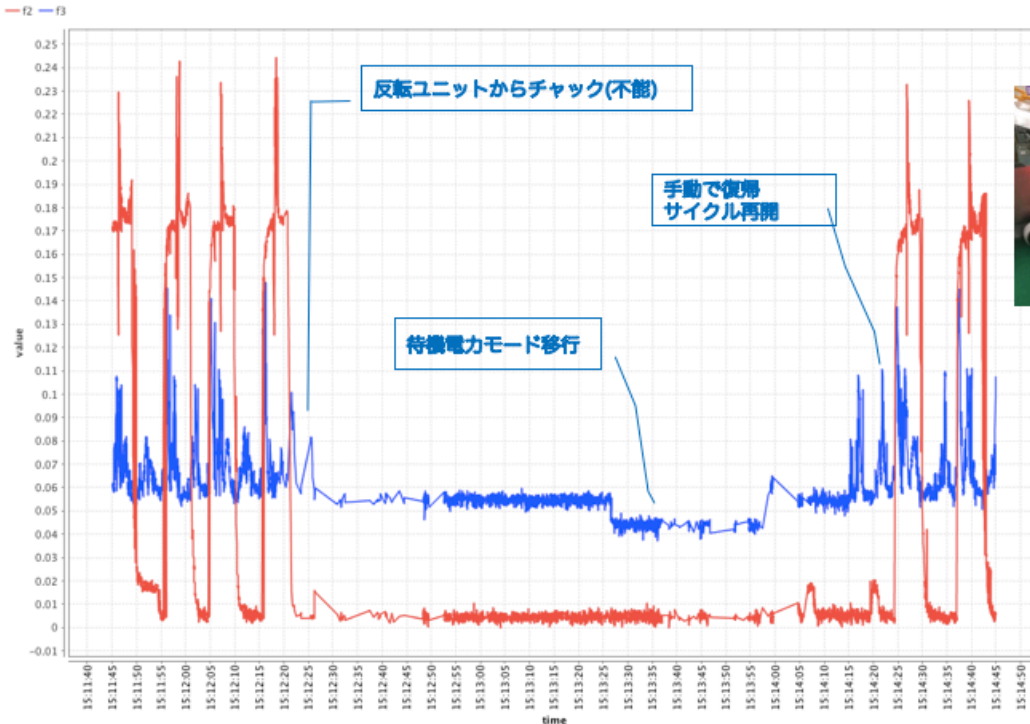


ワークが転倒し反転ユニット下側に挟まる。

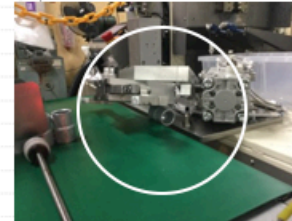
装置センサーで検出できずパトランプ正常表示のまま停止する障害

システムの運用に関するデータ④ 障害の検出

"2016-11-30 15:11:45" + INTERVAL + 180 SECOND



— タップ系電流値
— CFD系電流値



ワークが転倒し反転ユニット下側に挟まる。

装置センサーで検出できずバトランプ正常表示のまま停止する障害

入力：CTセンサ

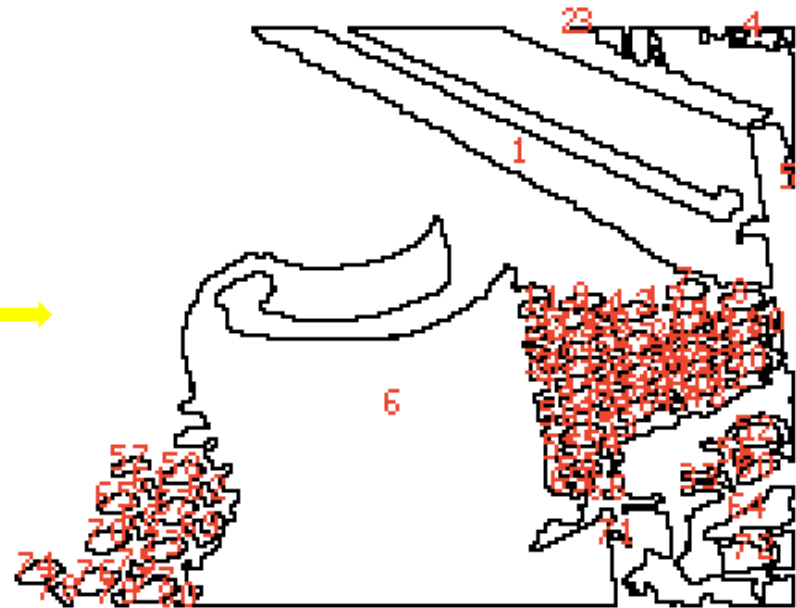
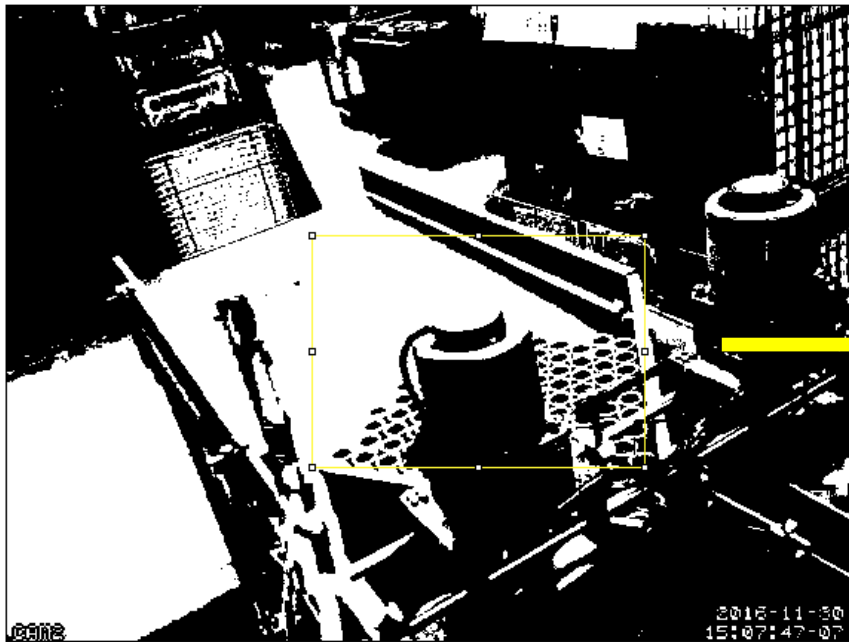
計測：タップマシン
負荷電流値
ロボット負荷電流値

出力：異常時の警告通知

効果：待機時間の防低減

システムの運用に関するデータ⑤ コンベア上のワークの残量検出

570x427 pixels; 8-bit (inverting LUT); 238K



Slice
ssk. jpg

Count
80

Total Area
15771

Average Size
197.137

%Area
45.132

Mean
254.854

Major
0

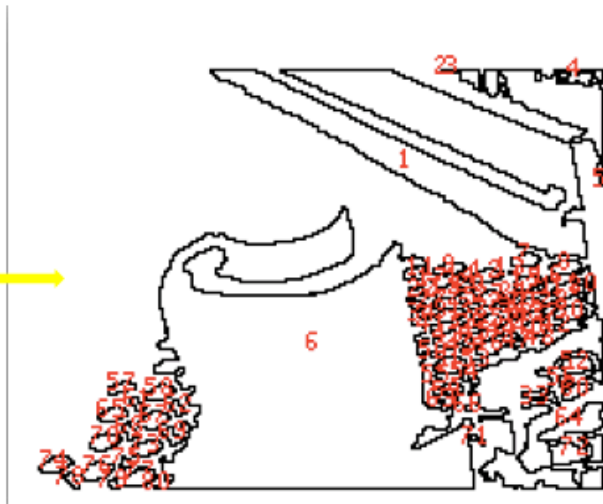
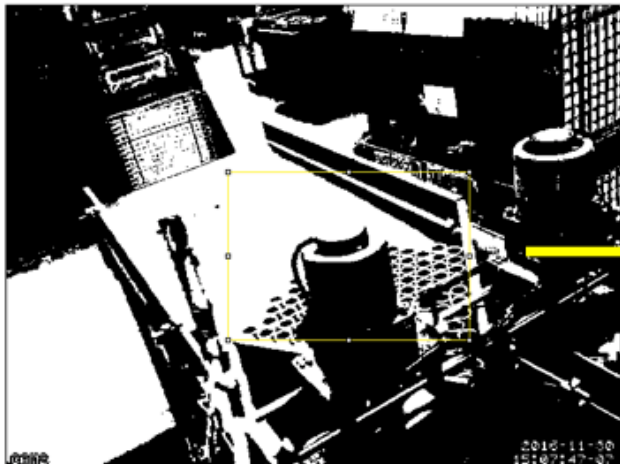
Minor
0

Angle
0

※特徴点の数

システムの運用に関するデータ⑤ コンベア上のワークの残量検出

570x427 pixels; 8-bit (inverting LUT); 238K



入力：USBカメラ

計測：画像処理による
特徴点抽出

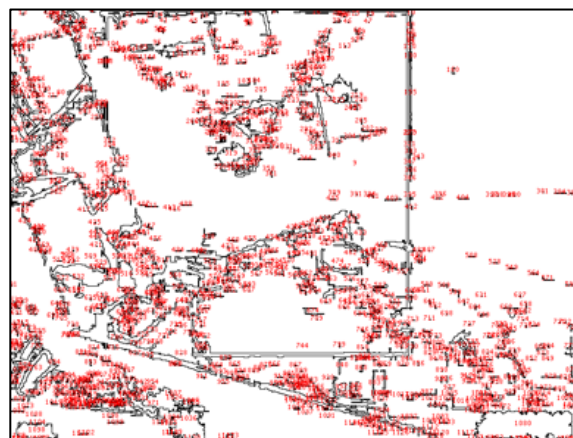
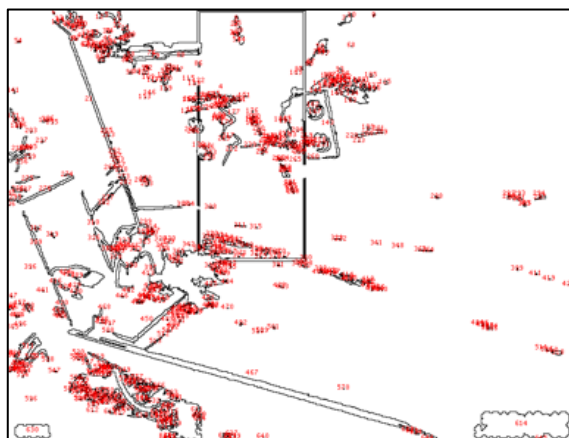
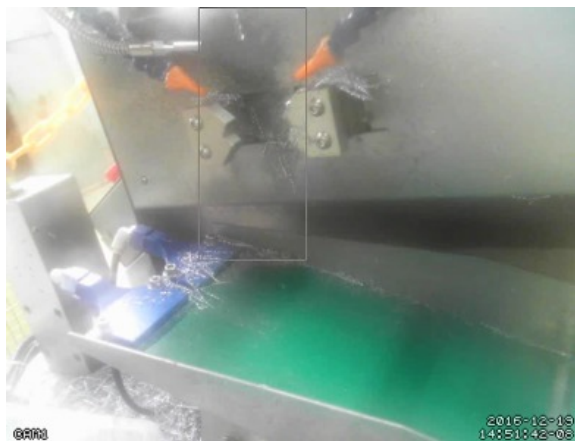
出力：コンベア上の
ワーク残量
ワーク補充警告通知

効果：補充漏れによる生産
停止時間の削減

Slice	Count	Total Area	Average Size	%Area	Mean	Major	Minor	Angle
ssk.jpg	80	15771	197.137	45.132	254.854	0	0	0

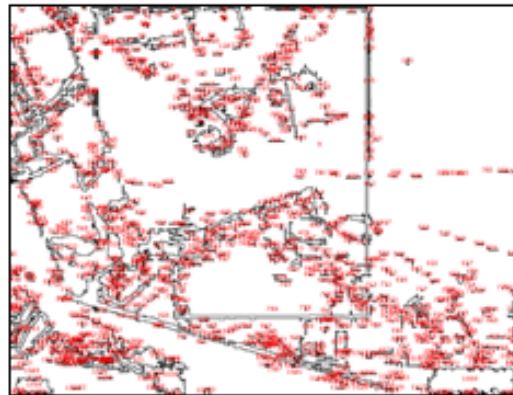
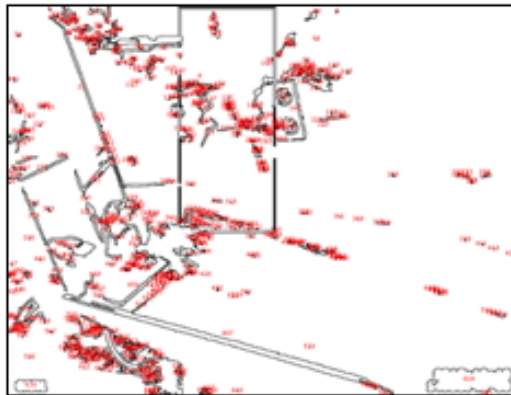
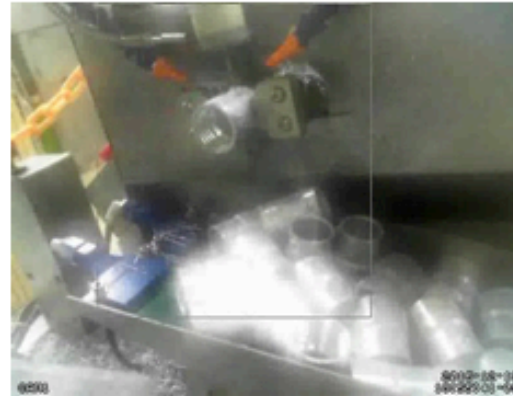
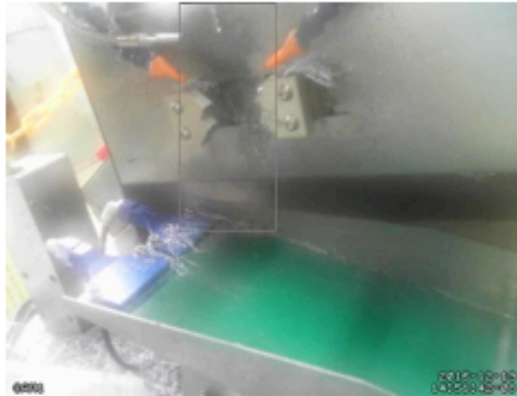
※特徴点の数

システムの運用に関するデータ⑥ 排出つまりの検出



Slice	Count	Total Area	Average Size	%Area	Mean
正常	645	38124	59.107	7.838	252.73
異常	1142	54853	48.032	11.277	254.059

システムの運用に関するデータ⑥ 排出つまりの検出



入力：USBカメラ

計測：画像処理による
特徴点抽出

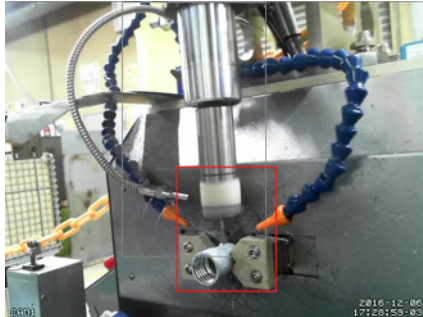
出力：排出状態の検出
出つまり警告の通知

効果：ワークの回収時間
削減
付帯作業の発生抑止

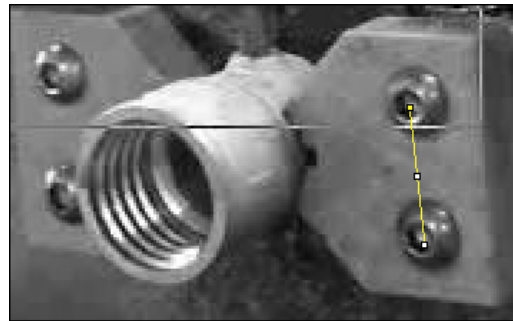
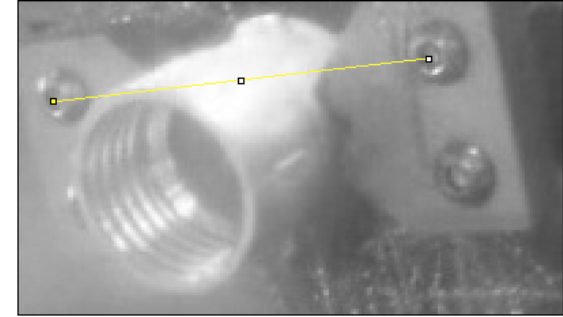
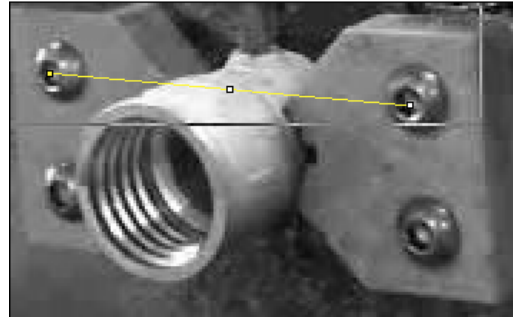
Slice	Count	Total Area	Average Size	%Area	Mean
正常	645	38124	59.107	7.838	252.73
異常	1142	54853	48.032	11.277	254.059

システムの運用に関するデータ⑦ ワークの種類判別と計数

①カメラ画像



② 「チャックとワーク」
特徴抽出、領域特定
haar, SVM



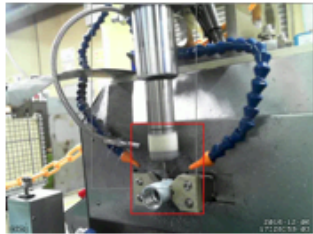
	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	127	154.292	37.048	242.933	-4.989	126.479
2	49	108.536	41.083	196.583	-84.053	48.260

③ チャックとの比率から
サイズを判別

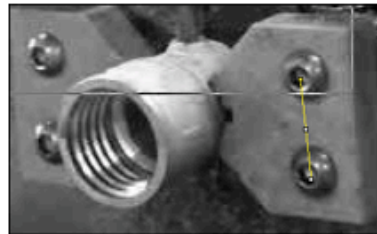
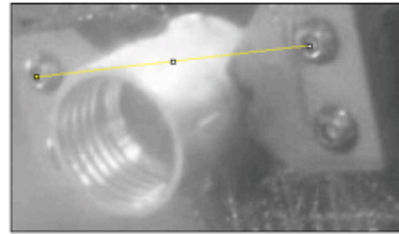
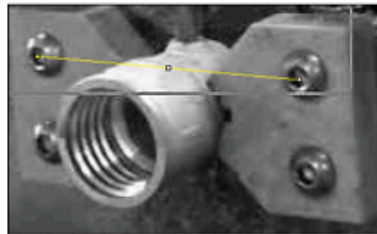
	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	140	201.915	113.881	253.004	6.203	138.868
2	48	145.046	117.206	215.643	-77.735	46.971

システムの運用に関するデータ⑦ ワークの種類判別と計数

①カメラ画像



②「チャックとワーク」
特徴抽出、領域特定
haar,SVM



	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	127	154.292	37.048	242.933	-4.989	126.479
2	49	108.536	41.083	196.583	-84.053	48.260

③ チャックとの比率から
サイズを判別

	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length
1	140	201.915	113.881	253.004	6.203	138.868
2	48	145.046	117.206	215.643	-77.735	46.971

入力：USBカメラ

計測：画像処理による
サイズ計測

出力：加工中ワークの種類
加工回数

効果：稼働点検時間の削減

在来手法による画像処理の汎用化の必要性

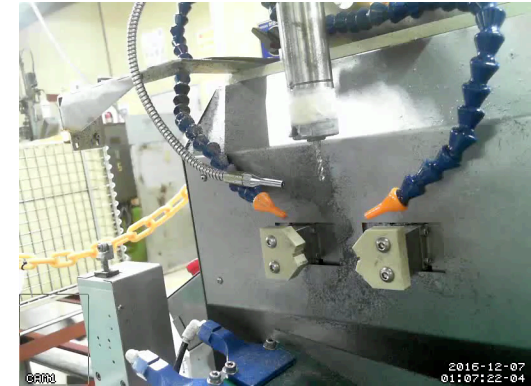
潤滑油の飛散、カメラのハレーション、位置ずれ、切粉の飛散、ワーク詰り



12月6日



12月20日



- ・既存の生産装置に手を入れたくない(入れられない)
- ・ひとつの入力でたくさんデータをあつめたい



- ・状況が**変化するたびに**プログラムを修正したくない



汎用化したい

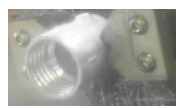
AI(機械学習)を活用した画像処理① 汎用化の試み



chuck



w17



w24

■カテゴリ
 chuck 22枚
 w17 146枚
 w24 106枚
 w30 0枚

■訓練データ/テストデータ
 chuck 180枚/180枚
 w17 180枚/180枚
 w24 180枚/180枚

■スクラッチ学習
 base_lr: 0.001
 lr_policy: "step"
 dropout 50%
 ■識別率 94%

w17



0.9998 - "w17"
 0.0002 - "chuck"
 0.0000 - "w24"
 0.0000 - "w30"

データセットに無い、
 かつ、カメラの位置が違う画像



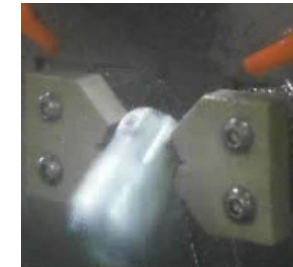
0.9956 - "w17"
 0.0035 - "chuck"
 0.0009 - "w24"
 0.0000 - "w30"

データセットに無い画像
 に落書き



0.5083 - "w17"
 0.4917 - "chuck"
 0.0000 - "w24"
 0.0000 - "w30"

データセットに無い、
 かつ、切り取り範囲が違う画像



0.7879 - "w17"
 0.1437 - "w24"
 0.0683 - "chuck"
 0.0001 - "w30"

w24



1.0000 - "w24"
 0.0000 - "chuck"
 0.0000 - "w17"
 0.0000 - "w30"

データセットに無い画像



0.9999 - "w24"
 0.0000 - "chuck"
 0.0000 - "w17"
 0.0000 - "w30"

デジタルノイズ



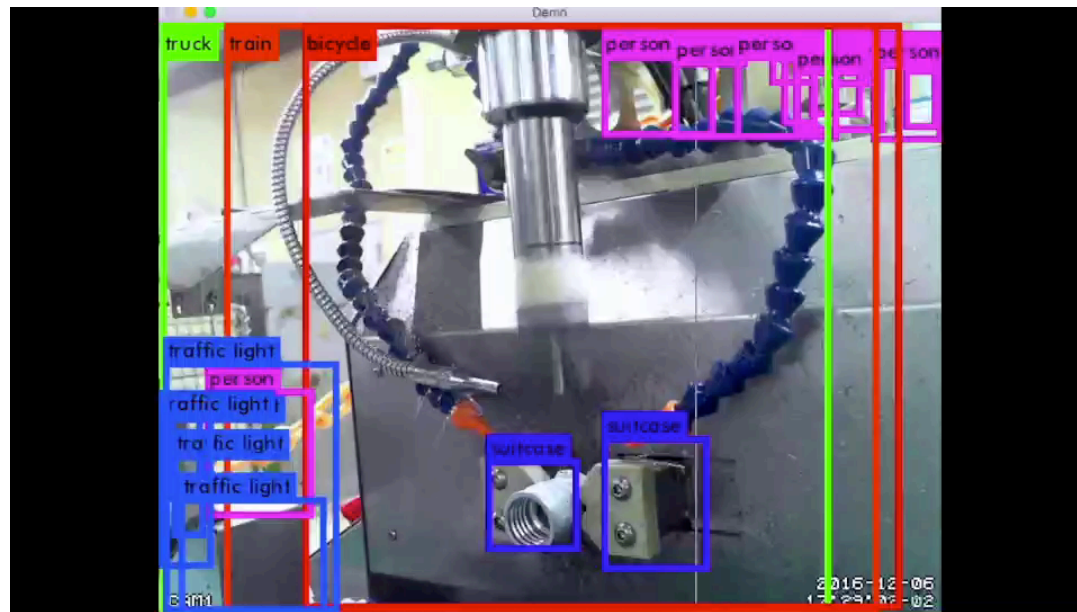
1.0000 - "w24"
 0.0000 - "w17"
 0.0000 - "chuck"
 0.0000 - "w30"

データセットに無い、
 かつ、切り取り範囲が違う画像

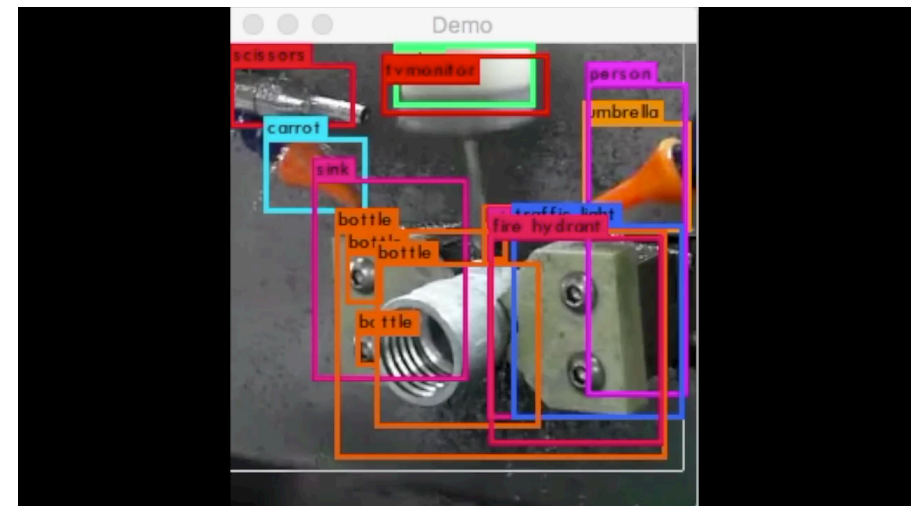


0.9940 - "w24"
 0.0032 - "chuck"
 0.0027 - "w17"
 0.0000 - "w30"

AI(機械学習)を活用した画像処理② 汎用化の試み



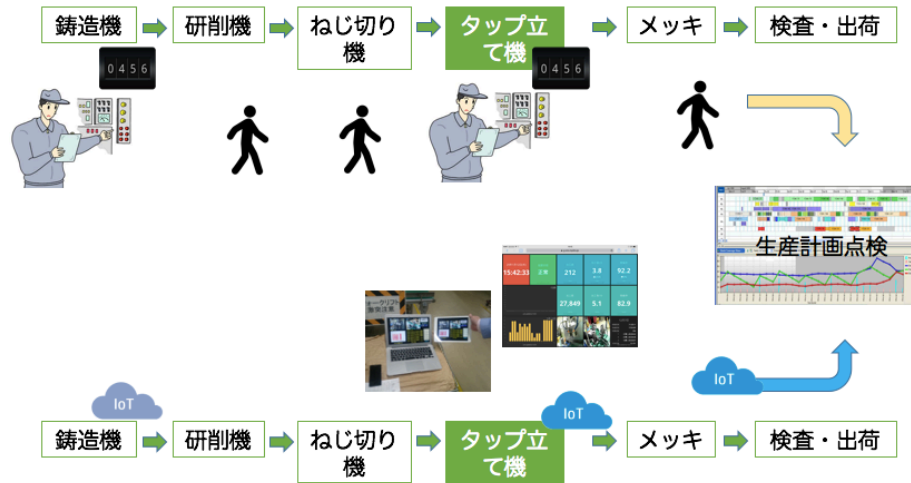
- 動画からリアルタイムで識別
- 検出した物体の位置情報が判る



本実証における目標

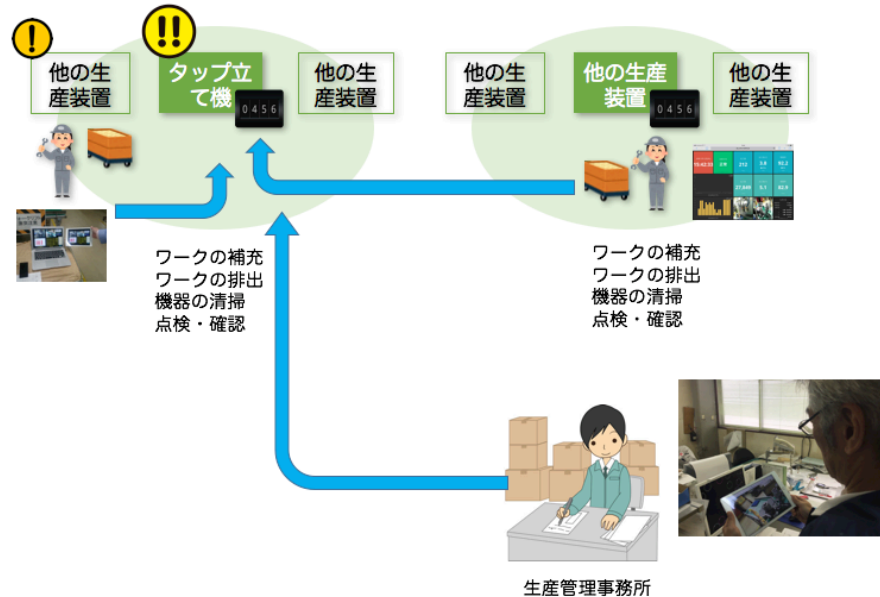
- ① 稼働状況点検時間の10%削減
- ② 設備電力使用量、稼働時間・非稼働時間データによる実際製造原価の算出
- ③ 加工材料(ワーク)切れの事前アラームによる設備待機時間の10%削減

設定目標に対する評価① 稼働状況点検時間の10%削減



① 生産管理担当者

30分 → 27~8分



② 装置管理担当者

3分 → 0分

■装置の消費電力（実測値）

稼働電力 0.56kW (タップ:0.42kW □ボット0.28kW)
待機電力 0.01kW (タップ:0.008kW □ボット0.006kW)

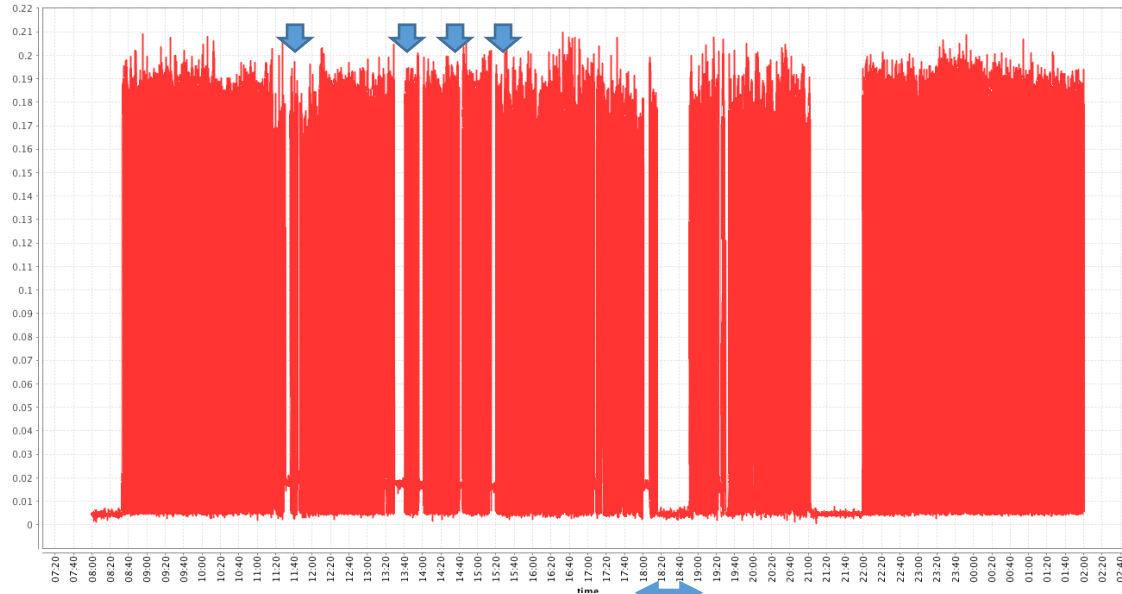
■2017年 2月21日の稼働状況での例

生産開始 08:15 生産終了 18:40

稼働時間 10h18m 10.3h $0.56\text{kW} \times 10.3\text{h}$ 5.8kWh
待機時間 00h07m 0.1h $0.01\text{kW} \times 0.1\text{h}$ 0.001kWh

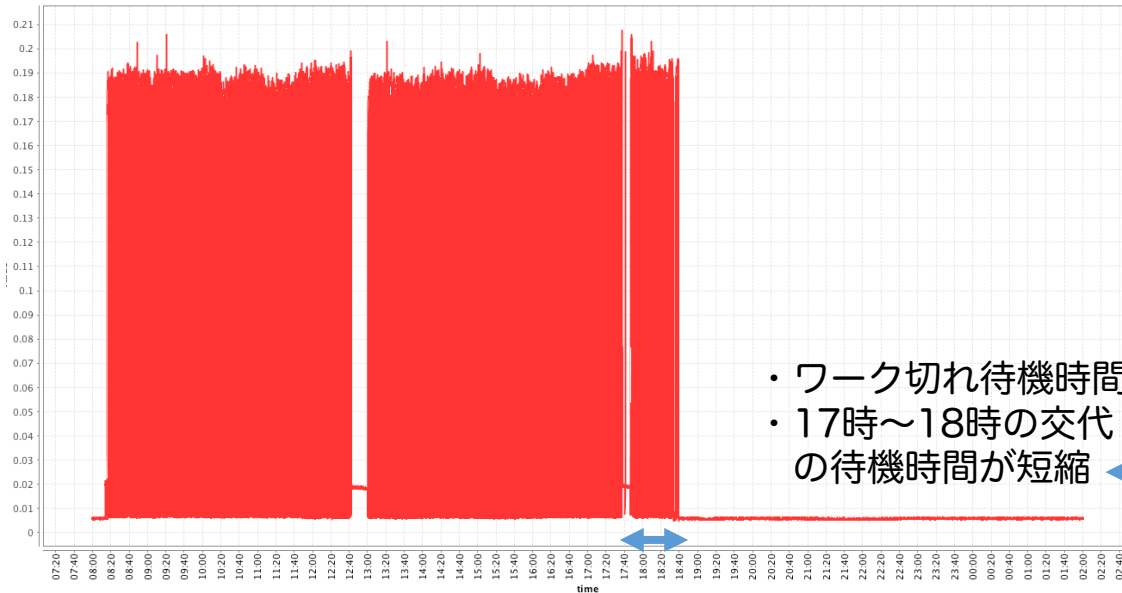
電力使用量 5.8kWh

設定目標に対する評価③ 加工材料(ワーク)切れの事前アラームによる設備待機時間の10%削減



① 事前アラーム機能リリース前

ワーク切れ待機回数 4回
ワーク切れ待機時間 28m52s



② 事前アラーム機能リリース後

ワーク切れ待機回数 0回
ワーク切れ待機時間 0s

- ・ワーク切れ待機時間が短縮↓
- ・17時～18時の交代・引き継ぎ時間帯の待機時間が短縮←

更なる効果を得るために、考えられる今後の展開

