

IoT実践導入方法と具体例紹介

(IoTを導入しようとする企業への実践的支援)

武蔵通産株式会社
代表取締役 服部 修

1

IoTを如何に使うか

広い応用を持つIoT技術だが、共通して言えることは

IoTは目的ではなく、目的達成の手段である

その前に、営利を目的とする企業として求めるものは

直接の目的は 利益を最大限にする

その手段は 作業効率を最大限にする

具体的には 効率を下げる原因を究明して改善する

改善後の結果は 残業0、規格外品0、安定的な雇用維持

その為には

- ①より細かな生産データを基にした現状把握
- ②実行可能な改善策の立案とその実施
- ③改善策の実施状況の測定と確認

細かく見てみよう



企業活動は生産装置と従業員で支えられている

作業効率は装置稼働率と言い換える事もできる

例えば、製造業に於いて作業効率と言えば

- ①製造装置の稼働率を最大にする
- ②製造装置の停止時間を最小にする
- ③作業者の配置や効率を最大にする



その為に改善活動やISO活動を行っている

しかし、現実には結果が伴っていない場合が多い

何故？

改善が進まない要因が内在している

何故、効果的な改善活動ができていないのか？

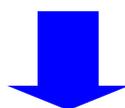
改善活動の中身に欠陥があるのでは？

製造データ取得段階での問題点

- ①切れ目の無い製造データが取得できていない
- ②取得する製造データ種が少ない
- ③製造データ取得方法に取る人の個性が出る

要因分析段階での問題点

- ①データ量が多くて分析に時間が掛かる
- ②適切な分析方法が判らない



忙しいよう～（現場の声）

問題を解決するにはどうしたら良いだろう？



結果として不十分な改善活動計画になってしまう

改善活動専門で雇われた製造員は先ずいない

日本の製造員は多機能だ！ 主な仕事だけでもこれくらいある

- ①生産業務に従事する
- ②製造設備の状態確認をする
- ③作業日報やその他報告書を作成する

そう、非常に忙しいです



時には会社の行事や奉仕活動にも参加させられる

これでは継続的な製造設備の稼働状況を把握するのは無理

設備の稼働状況を機械に収集・分析させたらどうだろう！

- ①機械なら定期的に且つ確実に収集できる
- ②機械ならデータに作業者の個性が出ない
- ③コンピューターなら集計と計算が得意

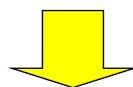
ここで言う機械をIoT機器と考えたらどうだろう

平成29年度埼玉県産業公社企画の「IoT実践講座」では

改善実績は金額で11%程度でした

埼玉県が行った施策から次のことが言えます

- ①IoT機器は改善ツールとして有効だが、改善額は限定的
- ②稼働率改善と言う目的に絞ったので結果が出た
- ③データを取るのが目的では無く、どう分析するかである
- ④中小企業でもやる気があれば充分実行が可能



中小企業がIoTを実践する時の要素が見えてくる

ここからは製造業を例として考えを進める

最も重要な事は 「何でもできる」は何もできないと同じ

目的を絞り込んでIoT機器を導入する

ここで見えてくる事は

- ①IoT機器の設備投資は改善実績に見合った範囲にする
- ②目標は利益に直結する内容に絞る
- ③重要なのは結果の分析で、データを取る事ではない
- ④分析結果は放置せず、必ず対策案を検討する
- ⑤立案した対策案は必ず現場にフィードバックする

項目毎に見て行きましょう



IoT機器を導入するとコストが掛かる。適正範囲は？

設備投資と人件費を合わせて考える

念頭に置く事は 改善率は装置毎で10%前後

- ①効果金額が少ないので小規模の装置にする

工場全体敷設は避け、必要な部分のみ敷設

- ②改善活動は作業者の関与が不可欠

改善活動には従業員が行うものなので、適正投資額には人件費を含めて計算する

- ③出来合いのIoT機器の導入がお勧め

IoT技術開発は高価で、自前開発はお勧めしない



製造装置の稼働率改善 に的を絞る

何を見るか 稼働率下げている多くの要因

1. 製造装置が製品の生産を行っている時間

装置が実際に製品を作っている時間を知る

効果: サイクルタイム短縮や製造条件見直しに寄与する

2. 通電されていても装置が休止状態の時間

通電中だが製品を作っていない時間を知る

効果: 段取り方法や人員配置の見直しに寄与する

3. 故障、停止、エラーで停止している時間

手動停止や自動停止などで止まった時間を知る

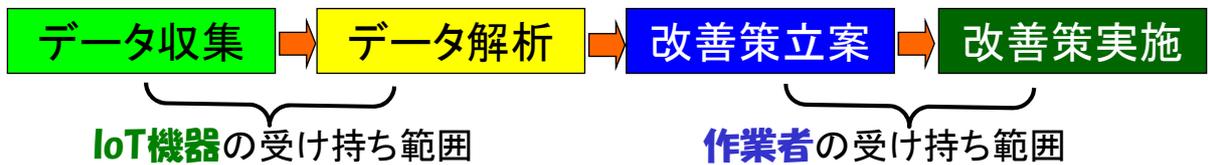
効果: 装置保守や消耗品交換頻度の見直しに寄与する

無理無駄無くせ



データ収集と分析はIoT機器にやらせれば良い

IoT機器と作業者の役割区分



IoT機器にはこんな特性があるからです

1. 定期的で決まった作業を得意とする

コンピュータが絶え間なくIoT機器の制御を続ける

2. ファイル操作、計算、グラフ表示が得意

ディスクに保存したデータの呼出し、ビッグデータの計算、液晶画面へのグラフ表示等決められた作業を得意とする



従来の改善手法を用いて対策を立案

埼玉県産業振興公社の施策の場合は

改善活動専門のコーディネータ三神様が指導した

実際に行った事は

1. 施策参加企業を定期的に訪問した
2. 改善対策の聞き取りを行った
3. 指摘や指導を行い、方向性を明確にした



重要なことは

改善手法は従来の方式で充分、この方法で改善活動を行って来た企業は多いが**第三者の目**で見える事が大事

武蔵通産株式会社

11

改善確認でもIoT機器が活躍する

改善確認作業もデータを取って、分析することから始まる

改善活動は切れ目の無く行う必要がある

精度の高い改善施策を実施する事で、付帯効果として得られる利点が見えてくる。

元気に切れ目なく!

付帯効果として考えられる応用例

1. 現場作業改善への応用
2. 人事考課と基準書の見直しへの応用
3. 設備投資判断への応用



改善活動を行った結果見えてくるものを説明しましょう⇒

武蔵通産株式会社

12

できることは 日々の稼働率監視と効率改善施策**1. 日々の装置稼働率監視**

- ①製造装置の稼働状況把握と稼働日報等作成の自動化
- ②製造装置の改善点把握と保守内容と時期の予見
- ③ISO9001準拠の製造データ収集

2. 生産効率追求施策

- ①異なる条件下での生産効率比較検討
例:異なるサイクルタイムを持つ装置を2台持ちさせた時の最高効率条件の探査
- ②ラインバランスの検証と人員配置の検討
例:ネック工程解消の為の設備能力査定と適正人員配置検討用の基資料収集
- ③投入検討製造設備の仕様と投入時期見極め
例:生産性向上の為、新規設備を導入する際に現設備の効率最適化を行った結果を基に仕様や導入時期を決定する

取得データには作業者の作業時の個性が反映される

なぜ? 製造手順は基準書で規定されていても作業者の癖が反映される場合が多く、日生数が作業者の行動に影響を受ける事がある。この現象を解析ソフトのグラフから読み解く事ができる場合がある。

取得データに作業者名を入れる事で次の事が可能になる

①稼働寄与率に従った人事考課用資料

複数の作業者が同じ工程を担当する場合、作業者ごとの設備稼働率を判定し、人事考課用の資料として用いることができる

②不合理な製造基準書の見直し

製造基準書はその製造に最適な条件で作成されている筈だが、そうでない場合もある。解析ソフトにグラフに表現される作業者共通の問題点から、不合理な基準を見出すことが可能になる

製造設備の最大能力を知る事が正しい投資判断に至る

なぜ？ 生産設備には日稼働率がほぼ100%の時が存在する。それは解析ソフトのグラフから読み取る事が可能で、その時の生産個数をその装置の最大能力と判断することができる

稼働率ほぼ100%の時の生産能力から次の事が実践できる

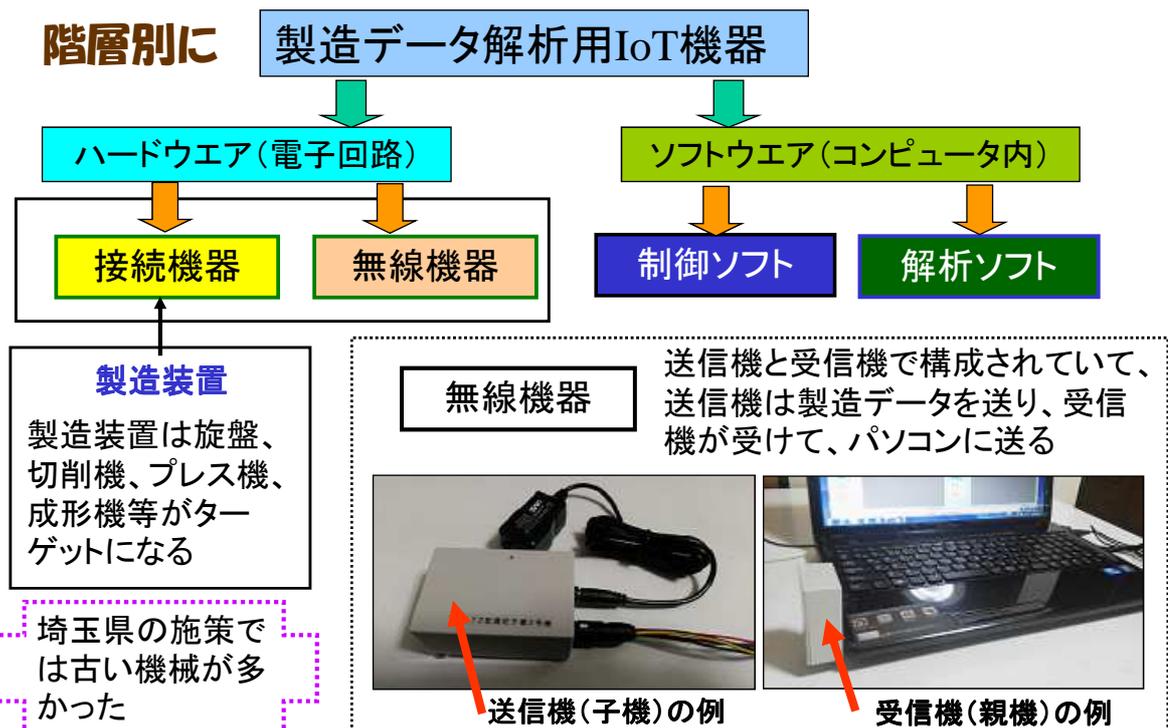
①設備投資すべきか？外注加工で済ませるか？の判断

最大生産能力が判る事で設備償却を含めた必要経費の総額が計算可能になる。現在及び将来に渡る生産量の伸びと比較して設備投資をすべきかの判断材料になる

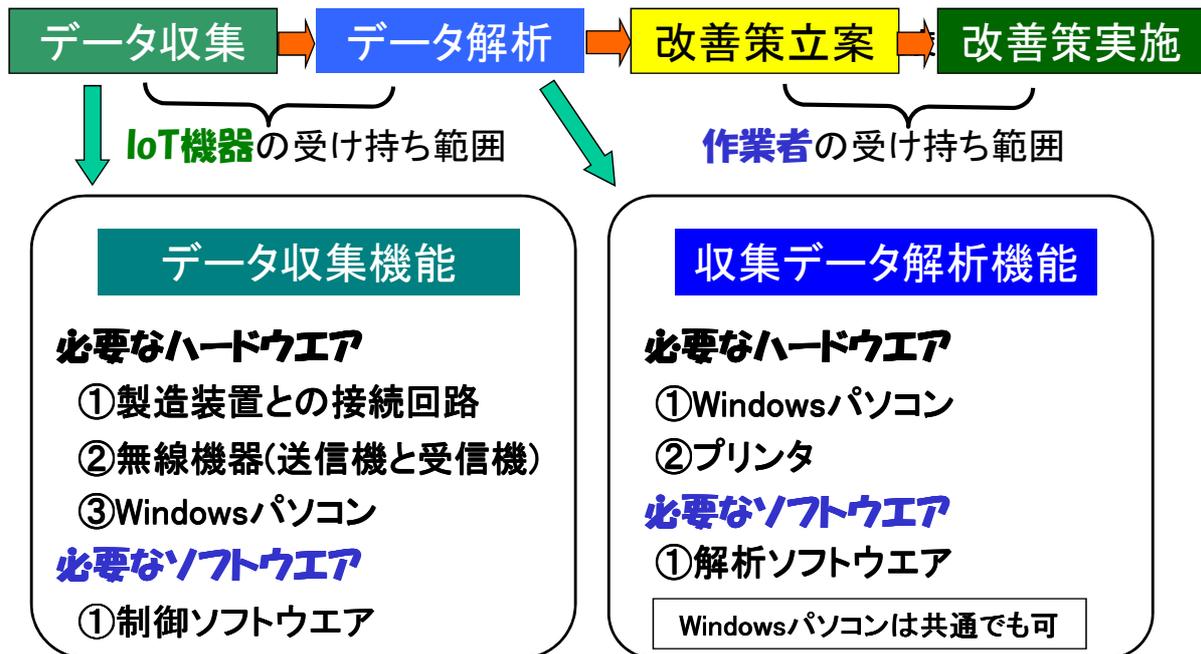
②外注加工に出す場合の委託加工費の適正化

最大能力に於ける製造原価は所謂「底値」に当たる。この値を知る事で外注出しの際の価格交渉で、適切且つ自社に有利な加工単価を提示できる

IoT機器の具体例を見ていこう



IoT機器と作業者の役割区分を忘れずに



装置稼働率を分析する為のデータとは？

通常、製造装置の制御盤上に表示されています

重要なのが次に示す5項目です。

- ①異常(自動停止) **装置が異常を感知し、装置を停止**
- ②手動停止 **製造員が異常を察知して、手動で停止**
- ③手動運転 **製造員が手動で装置を動かしている状態**
- ④自動運転 **自動制御で装置が生産を行っている状態**
- ⑤電源投入 **電源が投入され装置が可動状態にある**

それに加えて、次の様なものもあります

- ⑥温度変化 **装置の温度や製造条件温度等の温度値**
- ⑦速度変化 **原料の流量や刃具の回転数等の速度**

前頁の信号は2種類の収集方法に大別される

ON/OFFデータの場合

方法1: リレー接続方式

パイロットランプにリレーを付ける

長所 調整無しで安定したデータが取れる

短所 リレー敷設は装置メーカーに依頼して、作成してもらう必要がある

方法2: 光学アダプタ方式

光学素子で動作表示灯の点滅を直接デジタル信号に変換する

長所 製造装置側に全くの改造を施す必要が無い

短所 動作表示灯は形状や明るさに違いがあるので専用の回路と外装を設計する必要がある

数値データの場合

PLC接続方式

装置を制御するPLC機器の出力側からデータを収集する

長所 PLC機器には端子台があり、圧着端子でデータ接続ができる。

注意点

- ①出力規格がメーカーによって異なる
- ②ノイズ対策が不十分な場合がある
- ③内部が改造されている場合がある

3つの方法について詳細を見て行きましょう!

製造データの変換方法について

要点 IoT無線機が送れる形のデータに変換する

IoT無線機は通常デジタルデータしか送受信できない

注釈: デジタルデータ=0又は1で表現できるデータのこと

ON/OFFデータと数値データでは変換方法が異なる

ON/OFFデータの場合

ON/OFF状態を0又は1に変換する

ON状態



1

OFF状態



0

数値データの場合

AD変換器を使って数値化する
例えば

摂氏0度	➡	10
摂氏50度	➡	510
摂氏100度	➡	1010

ON/OFFデータと数値データの具体的な変換方法を次の頁から見て行きます

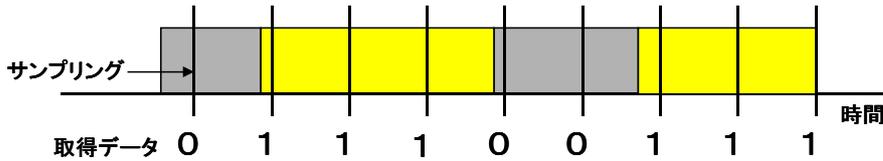
参考: AD変換器(Analog to Digital Converter)は電圧を数値化する一手段です

パイロットランプ点滅と同期した信号をデータにする

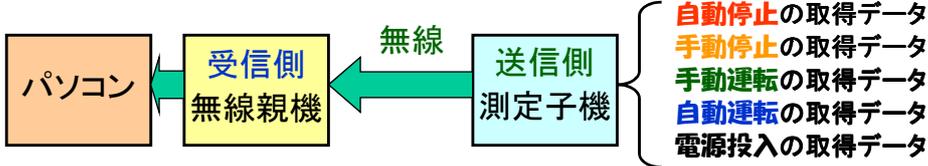
その原理とは、原則パイロットランプが

点灯時 稼働 = 1 消灯時 停止 = 0

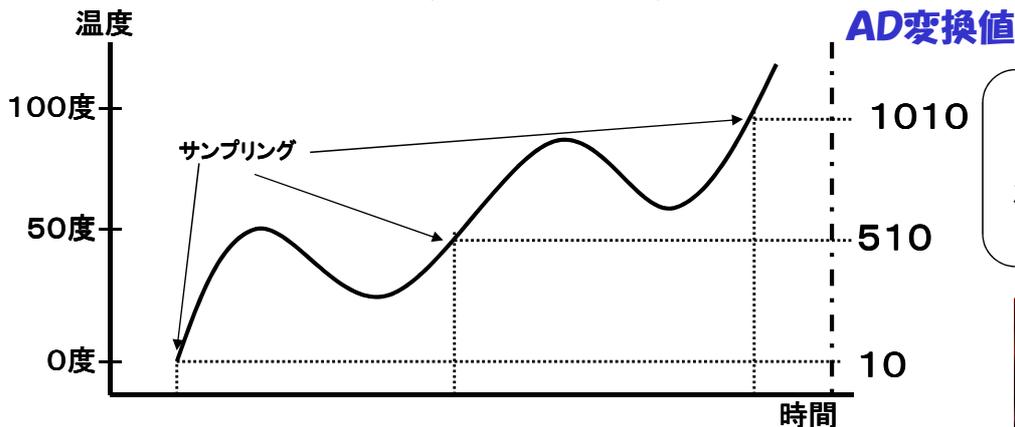
データを取る間隔(サンプリング)と取得データの関係



データを取得したら直ぐに無線で送る



温度を例としてAD(電圧⇒数値)変換を行います



サーモスタット制御の場合、温度信号は揺動しますよ



データ形状



正しいデータ取得を阻む要素がある

+ 製造装置のラインノイズ

製造装置、特に古い装置はノイズ対策が施されていないので、信号がノイズに汚染される

対策方法 ライン・ノイズ除去フィルターを搭載する

特許出願中

+ ON/OFFデータの場合

問題点1

ON/OFF信号を正しく1と0に判定する方法が必要

解決策1

ON/OFF信号を比較器を使って1と0に変換する

どう解決しているか1

当社製PDAT2型にはバイアス電圧回路と比較器が標準装備されている

+ 数値データの場合

問題点2

接続機器間で動作基礎となる基準電圧に差がある

解決策2

電圧整合器を間に挟む

どう解決しているか2

当社製NBLA1型がオフセット電圧と信号増幅率の整合を同時に行う

必要作業

接続送信機の存在確認と自動測定

通常のデータ収集はパソコン立ち上げ後、立上後2ステップで完了

接続送信機の確認

無線ネットワークに接続している送信機の個体と個体数をスキャンし、異常が無いか確認する

自動測定

測定開始のボタンを押すと設定条件に従ってデータを取得し、保存し、終了ボタンを押すまで継続

登録測定子機状況			
アドレス: 30-01 MAC: 0030-6631-0000-37F5 名称: PDAT118mmx62 通信機器種別: 設定チャンネル: 動作中 設定チャンネル: 37F5 設定チャンネル: 一時停止	測定子機が未登録です	測定子機が未登録です	測定子機が未登録です
測定子機が未登録です	測定子機が未登録です	測定子機が未登録です	測定子機が未登録です
測定子機が未登録です	測定子機が未登録です	測定子機が未登録です	測定子機が未登録です
測定子機が未登録です	測定子機が未登録です	測定子機が未登録です	測定子機が未登録です

送信機確認の画面例

入切

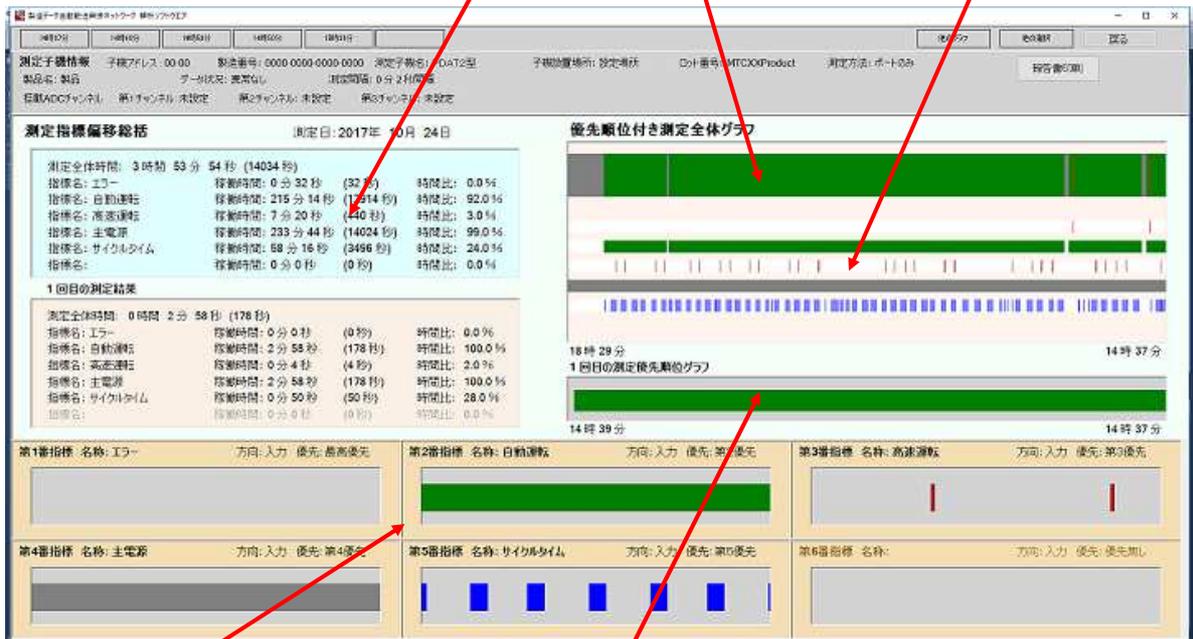
MAC: 0030-6631-0000-37F5
 ロット番号: Sanky0901
 設置現場: 鑄造装置
 製品名: タイカスト品

動作中	自動停止
1	1
STM	リミット
1	1
一時停止	アラーム
1	0

現在値

自動測定画面例

日処理結果の表示 結果の数値表示 優先順位付きグラフ 指標毎集中グラフ

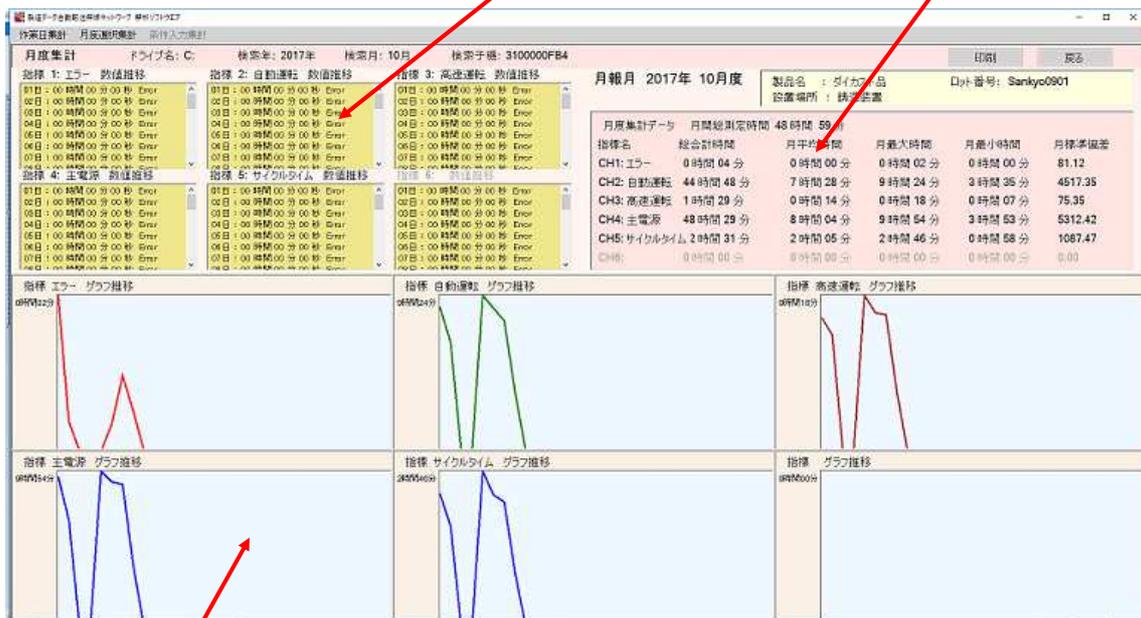


指標毎のセグメントグラフ

セグメント毎優先順位付きグラフ

← 時間の流れ

月度処理の結果表示 指標毎の月度数値推移 指標毎の統計値



指標毎の月度グラフ推移

← 時間の流れ

日報の書式例

製造設備稼働状況報告日報(10月27日の結果)

報告日: 2018年7月8日
測定時間: 2017年10月27日
測定時間: 2秒

稼働時間集計
測定時間等: 8時35分 ~ 18時37分迄
稼働時間全体: 596分06秒 (35766秒)

指標名	稼働時間	秒数換算	割合(%)
エラー	0分00秒	(0秒)	0.00%
自動運転	564分12秒	(33852秒)	94.00%
高速射出	18分50秒	(1130秒)	3.00%
主電源	594分12秒	(35652秒)	99.00%
射出動作	166分40秒	(10000秒)	27.00%
	0分00秒	(0秒)	0.00%

優先順位及び指標個別グラフ

時間割グラフ

報告者コメント
上記の様に報告申し上げます。

月報の書式例

製造設備稼働状況報告書(10月度)

報告日: 2018年7月8日
測定時間: 2017年10月
測定時間: 2秒

項目	稼働時間	稼働率							
稼働時間	596分06秒	94.00%	94.00%	94.00%	94.00%	94.00%	94.00%	94.00%	94.00%
エラー	0分00秒	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
自動運転	564分12秒	94.00%	94.00%	94.00%	94.00%	94.00%	94.00%	94.00%	94.00%
高速射出	18分50秒	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%
主電源	594分12秒	99.00%	99.00%	99.00%	99.00%	99.00%	99.00%	99.00%	99.00%
射出動作	166分40秒	27.00%	27.00%	27.00%	27.00%	27.00%	27.00%	27.00%	27.00%

統計値

指標名	稼働時間	稼働率							
エラー	0分00秒	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
自動運転	564分12秒	94.00%	94.00%	94.00%	94.00%	94.00%	94.00%	94.00%	94.00%
高速射出	18分50秒	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%
主電源	594分12秒	99.00%	99.00%	99.00%	99.00%	99.00%	99.00%	99.00%	99.00%
射出動作	166分40秒	27.00%	27.00%	27.00%	27.00%	27.00%	27.00%	27.00%	27.00%

月度グラフ

作業コメント

2018年10月の月報です。

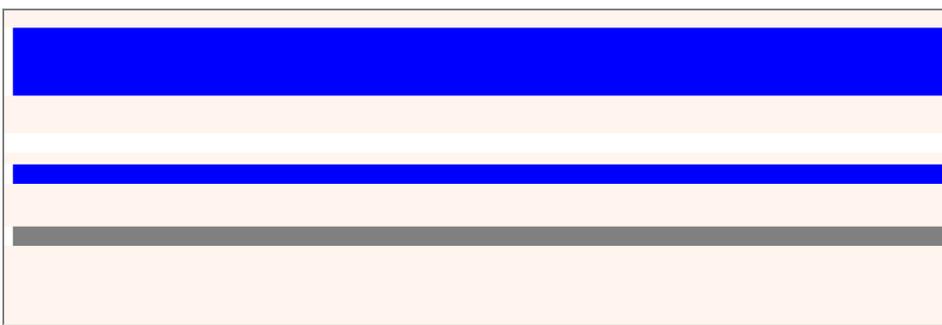
実測例1:稼働率ほぼ100%の場合

通電時間＝稼働時間(自動運転)の場合
主電源ON時間と自動運転ON時間がほぼ同一値を示す

測定全体時間: 1時間 12分 16秒 (4336秒)

指標名: エラー	稼働時間: 0分00秒 (0秒)	時間比: 0.0%
指標名: 自動運転	稼働時間: 71分32秒 (4292秒)	時間比: 98.0%
指標名: 高速射出	稼働時間: 0分00秒 (0秒)	時間比: 0.0%
指標名: 主電源	稼働時間: 71分32秒 (4292秒)	時間比: 98.0%
指標名: 射出動作	稼働時間: 0分00秒 (0秒)	時間比: 0.0%
指標名:	稼働時間: 0分00秒 (0秒)	時間比: 0.0%

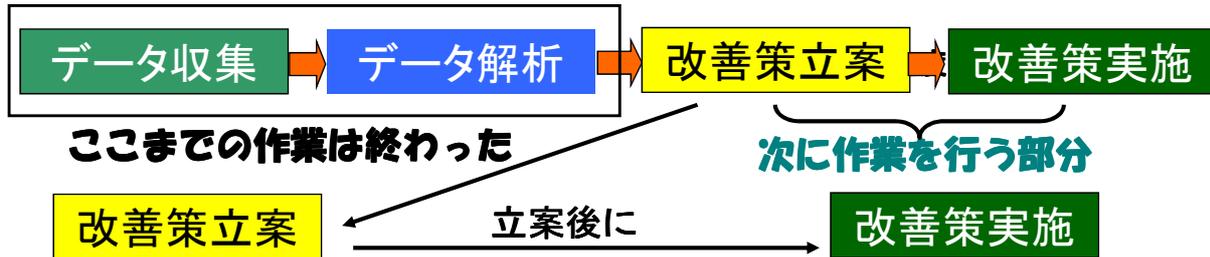
自動運転と主電源の時間が同じになっている為、電源投入と同時に自動運転が開始された



10時59分

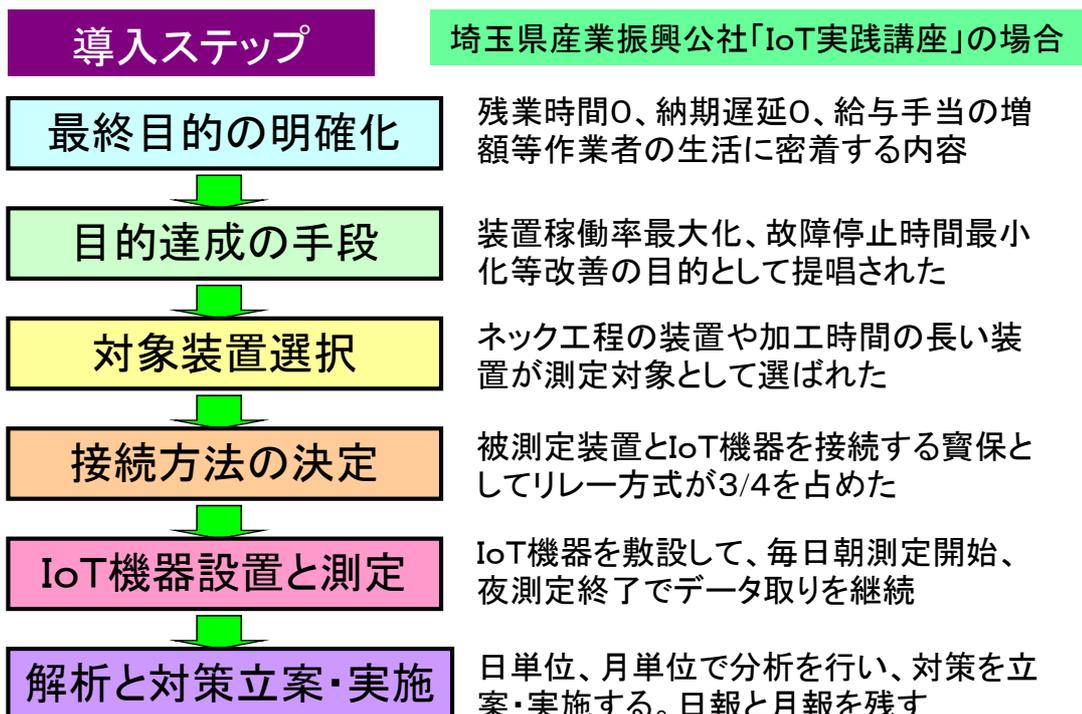
9時31分

作業手順 従来のQC手法を用いて改善策を立案と実施



- 解析済データを検証し、次の事に留意しながら改善計画を立案する
- ①無駄な通電時間 装置電源を入れるのが早過ぎないか？作業が終わったのに装置電源を入れ放なしになっていないか？
 - ②自動停止が多い 装置調整が正しく行われているか？停止時の回復手順は準備され、作業員に周知されているか？
 - ③停止時間が長い 手動停止や1サイクル後の停止時間が長い場合は作業者の仕事が多く、全てに対応できない場合はないか？
 - ④熟練度は充分か 作業者が充分熟練していないと、作業員別の停止時間が長くなる傾向にある。再トレーニングの検討もすべき

いざ導入へ：IoT機器導入の流れと纏め



選択の勘所 改善して一番効果の大きい装置順に選択する

効果の大きい装置とは

IoT実践講座の参加者は事前に装置を把握してた

ネック工程の装置

大量の製品を流すとラインが滞る工程。この工程の装置の稼働率を上げると、その効果はライン全体に波及する。

工程時間が長い装置

1サイクルの時間が長い装置は作業者が作業を掛け持ちする機会が多いので、作業ロス時間が多くなる傾向にある

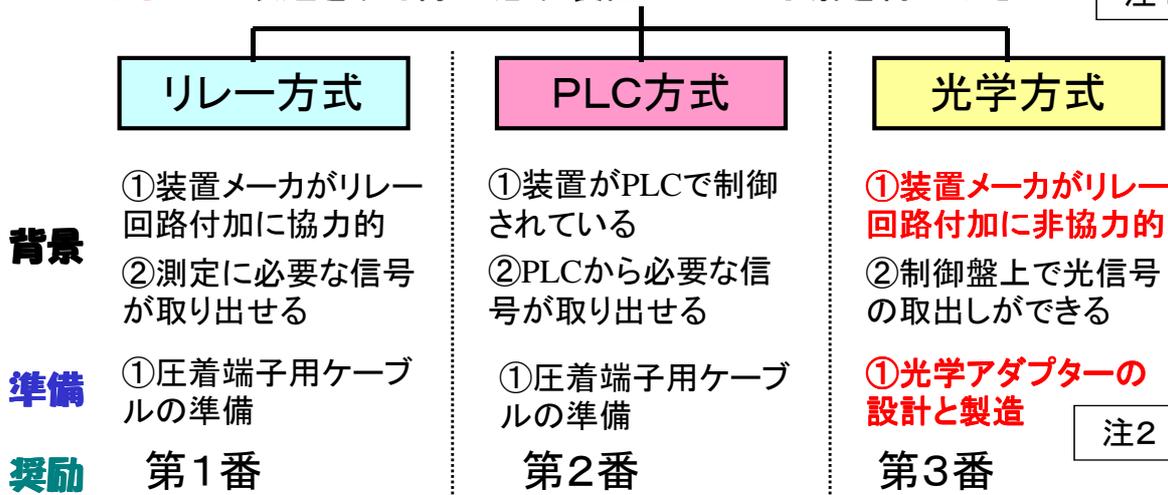
故障が多い装置

どのような場合に故障停止を起こすかを知る事で調整や保全方法が見えてくる。自動機の場合、無停止運転で大きな効果が期待できる



注意事項 改造をする際は必ず装置メーカーの了解を得て下さい

注1

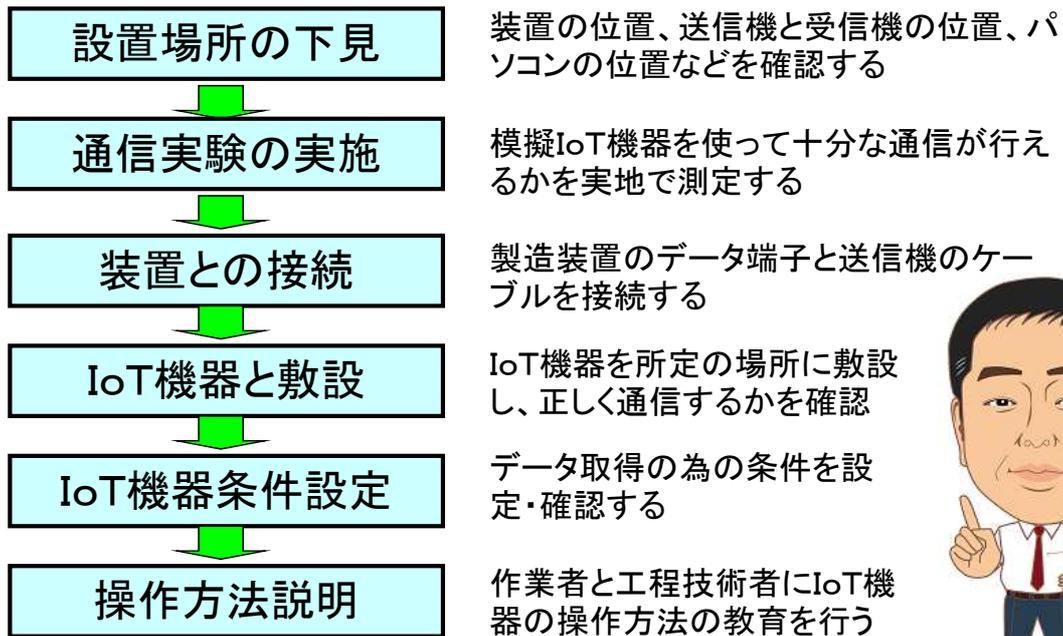


注2

注1: 無断で配線を引き出すと未承諾改造とみなされ、設備保守に問題が生じる

注2: 光学アダプター製作はカスタマイズ作業であり、特注になる

「IoT実践講座」では当社が次の技術サポートを行いました



IoT機器を用いてデータを取り効果を検証

改善効果の検証方法

改善前と同じ条件でデータ取りを行い結果を比較し、**金額差**で出す



継続定期的なデータ取りの推奨

「継続は力なり」⇒最新の設備状態を把握することが可能になる

まとめ

IoT機器を使う事は何も新しい事を始める訳ではなく、作業の一部を機械に担当させると言う考え方で進めると違和感が出ない

以上