

# シリーズ IoT 工場の 現実

〔第3回〕-----  
小さな一歩から  
始める方法



製造現場では「データ収集に向けた設備投資などの費用がかかり過ぎる」と思われている。しかし創意工夫次第で、小規模かつ低コストにデータ収集・分析を実現する方法はある。小さく始めて、効果確認しながら規模を拡大していけば、得られたデータを用いて現場の改善も進む。実際の導入事例や製品・サービスを通して、工場のIoT化をどこから始めればいいのかを探る。

(野々村 洸)



## 小さく始めて大きく改善：朋友の事例

樹脂成形品の製造を手掛ける朋友（本社千葉県流山市）は、工場にある全9台の射出成形機をIoT化した（図1）。各設備の稼働状況を可視化し、工場全体の稼働率向上につなげた。

IoT化に利用したのは、低価格の小型PCボード（マイコン）「Raspberry Pi」と電流センサー<sup>\*1</sup>。1セットの価格はわずか約1万5000円だ。

射出成形機の電源ラインに電流センサーを設置し、検出した電流値のデータをクラウドに上げる。これにより、動作中なのか、停止中なのか、あるいは段取り替えによる一時停止中なのかといった稼働状況を把握できるようになった。そのデータを基に、段取り替えに時間が掛かっている作業者の教育を徹底するとともに、今まで日単位だった生産計画を時間単位に細

分化した<sup>\*2</sup>（図2）。これにより、設備稼働率を約80%にまで改善できたという。

実は、同社はそれまで正確な稼働率を把握できていなかった。「IoT化する前は、設備の稼働率は90%くらいと予想していた」（同社代表取締役の高田敬司氏）。しかし、実際に収集したデータを見てみると、稼働率は約60%だった。同社の従業員17人中8人が外国人で、詳細な日報を書けないからだ。また日本人の作業者も日報を書き忘れてしまうことがあった。

収集したデータから低い稼働率の原因を探ると、段取り替えに手間取って長時間一時停止していたり、日単位で生産計画を立てていたために射出成形する材料が届かずに稼働できなかったりといった課題が見えてきた。そこで前

\*1

電流センサーをつけられるように、電子工作でRaspberry Piに電子回路基板をつけている。

\*2

朋友はデータを用いて時間がかかっている作業を特定。その作業の教育用の動画を作成している。加えて作業に時間がかかる作業者に対し、個別に教育も行っている。

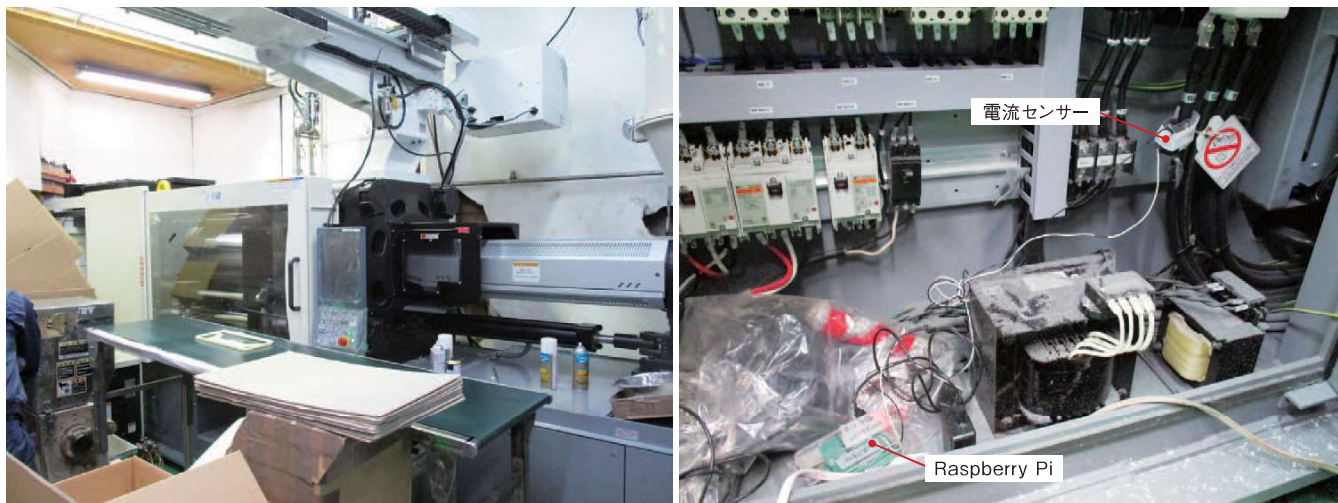


図1 射出成形機の稼働状況を電流センサーで可視化

工場内にある9台の射出成形機にRaspberry Piと電流センサーを設置して稼働状態を把握。センサーから取得したデータをクラウド上で管理している。従来は日単位で生産管理していたが、設備のIoT化によって時間単位での管理が可能になった。



述のような対策を施したわけだ。

市販品で構成した安価なシステムだが、故障したRaspberry Piは2017年8月から運用して1台だけ。「運用開始当初、どこに設置するのが最適か分からず、水没させてしまった。現在は射出成形機の制御部で保護しており、それからは1台も壊れていない」(同氏)。

実は、当初同社は、工場全体の稼働状況を把握するために、射出成形機のソフトウェア刷新を検討していた。しかし、保有している射出成形機のメーカーが3社にも及ぶ上、古い設備ではソフトウェア刷新をできなかったという。「かといって設備を全て買い替えるのは(経済的に)現実的でなかった」(同氏)。そこで選んだのがRaspberry Piを利用したシステムだった。

### 可視化が改善の第一歩

朋友のIoT化を支援した経営改善研究所(本社千葉県浦安市)所長の細野祐一氏は、導入前にRaspberry Piや電流センサーを自腹で揃え、設備の1台に取り付けて稼働状況を可視化できるか調べている。「Raspberry Piに関連す

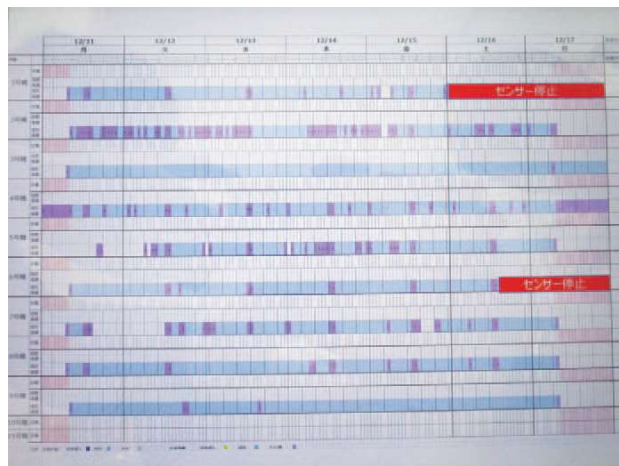


図2 時間単位で稼働状況を管理

動作中なのか、停止中なのか、あるいは段取り替えによる一時停止中なのかといった稼働状況を電流値で把握している。青色が動作中、紫色が段取り替えもしくはチョコ停を示している。

る書籍を購入し、電子工作やプログラミングした。複雑な知識は必要なかった」(同氏)。この試験によって電流値の計測だけで稼働状況がある程度判断できると分かったという。低コストで古い設備の稼働状況を可視化できるめどがついたため、残り8台のIoT化に踏み切った。

最終的にはクラウドサービスやWi-Fi環境の構築を含め100万円ほどの投資で、全9台分のIoT化を実現した。細野氏はIoT化の意義を「データが見えて何が嬉しいのかと言う人もいる。しかし、データを用いて現場を可視化したからこそ、稼働率を改善していこうという意識を持てる」と語る。



### 低コストだから試行錯誤できる

日経ものづくりが2017年12月に実施した調査では、「工作機械や設備などからデータを収集するに当たって困難な点は何か」という質問で、「データ収集のための設備投資コストが高い」(51.9%)、「設備が古くて対応できない」(41.9%)が多くの回答を集めた\*3。

しかし朋友の事例から分かるように、古い設備であってもIoT化は可能だ。そして、効果を見極めてから改善する範囲を広げていけば、無駄な投資を抑えて低コストでIoT化できる。

ただし、IoT化を阻む壁は他にもある(図3)。「IoTの入口まで案内する必要がある」。産業

\*3

ニュース配信サービス「日経ものづくりNEWS」の読者を対象にアンケート用URLを告知して2017年12月4～11日に実施。613の回答を得た。主な結果は、参考文献1)『「データ分析は必要」9割以上、既存設備からデータ収集に難」に掲載した ▶ <http://nkbp.jp/2EX78GG>



用IoTの推進団体であるインダストリアル・バリューチェーン・イニシアティブ (IVI) 理事長で法政大学教授の西岡靖之氏はこう語る。どこからIoT化すればいいのか分からない、効果が分からないのにコストをかけられないといった悩みを抱える企業が多いのだ。また取材を通して、古い設備を改造したくない、過酷な環境下でもIoT化できるか不安といった声が多いことも見えてきた。

### まずは体験「10万円IoTキット」

どうやってIoT化すればいいのか分からない——。そんな企業に対するIoT化を支援しようと、IVIでは「10万円IoTキット」を提案している(図4)。朋友の取り組みを参考にし、

Raspberry PiやICカード/リーダー、電流センサーなどをセットにしたものだ。「IoTとは何かを、経営者や現場にいる人たちに体験してもらいたい」(IVIの西岡靖之氏)。

西岡氏はIoT化でコストがかさむ理由を、「設備からあらゆるデータを収集しようとしたら、センサー類の品質保証および運用時の手厚いサポートなどを求めたりするから」と指摘する。「最低限の設備や工程を可視化できればいい」「壊れたら直せばいい」という姿勢で取り組み、低コストでIoT化の効果を実感できる。どんなデータが取得できるのか、何が改善できるのかなどを、体験して知ってもらうのが10万円IoTキットの狙いだ。

例えば、工程管理を同キットで実践すると、



図3 IoT化を阻む壁

工場のIoT化には、コストが高い、古い設備に導入できない・改造したくない、効果が分からない、過酷な環境で使えるか不安といった、さまざまな壁がある。

### 10万円IoTキットの構成

- |                |                             |
|----------------|-----------------------------|
| • Raspberry Pi | • Raspberry Pi(電流センサー用基板付き) |
| • ICカード        | • ICカードリーダー                 |
| • 電流センサー       | • 環境&モーションセンサー              |
| • microSDカード   |                             |

図4 IoT化を手軽に体験できる「10万円IoTキット」

Raspberry PiやICカードと同リーダー、電流センサーなどから成る。「IoTとは何か」を低コストで体験してもらうのに必要な一式をそろえたという。ほぼ市販品で構成されている。



以下ようになる。作業者は、作業指示書とICカードの入ったクリアファイルを、作業着手時にICカードリーダーの上に置く。作業が終わったらクリアファイルを同リーダーから外すだけ。

ICカードに作業工程の情報をひも付けておけば、ファイルを置いた時刻と離れた時刻をクラウド上に記録され、該当する工程にどれだけ時間がかかったの分かる。

## ソフトウェアもコストを小さく

「ソフトウェアのコストを抑えれば、IoT化に失敗したときの損失を最小限にできる」。こう語るのはアンビエントデータ（本社東京）代表取締役の下島健彦氏である。同社は、Raspberry Piや「Arduino」などの小型PCボードから送られてくるセンサーデータの可視化・蓄積に特化したクラウドサービス「Ambient」を運営する（図5）。ユーザー登録すれば、一定の制限範囲なら無料で利用できる<sup>\*4</sup>。

いくらRaspberry PiやArduinoのような低価格のハードウェアを使っても、データの収集・解析のためのソフトウェアが高くては意味がない。それに頭を悩ます企業が多いことに着目した同社は、IoT化のソフトウェア・コストを抑えるべく、Ambientの提供を始めた。「低コストならアイデアを試行錯誤しやすくなる」（同氏）。

## 不良紙の発生を予測

Ambientを新聞輪転機で紙を折り畳む工程の「不良紙監視システム」の開発に利用しているのが、みなと山口合同新聞（本社山口県下関市）だ。印刷した新聞紙を谷折し、1部ずつ断

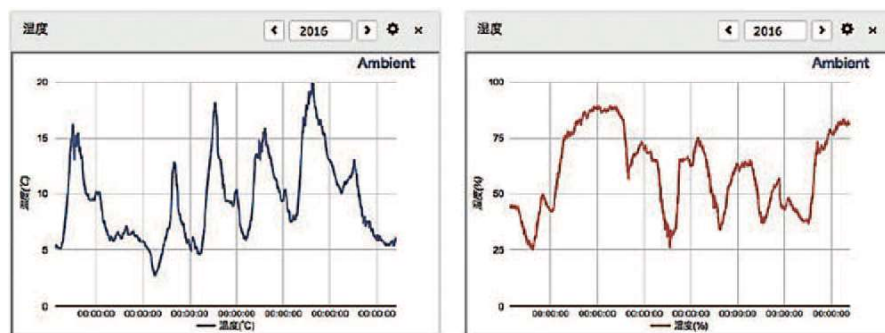


図5 無料で使えるデータ可視化ツール「Ambient」

Raspberry PiやArduinoといったマイコンから送られるセンサーデータを可視化するためのクラウドサービス。8台のマイコンとの接続および1年間のデータ保持を無料で利用できる。

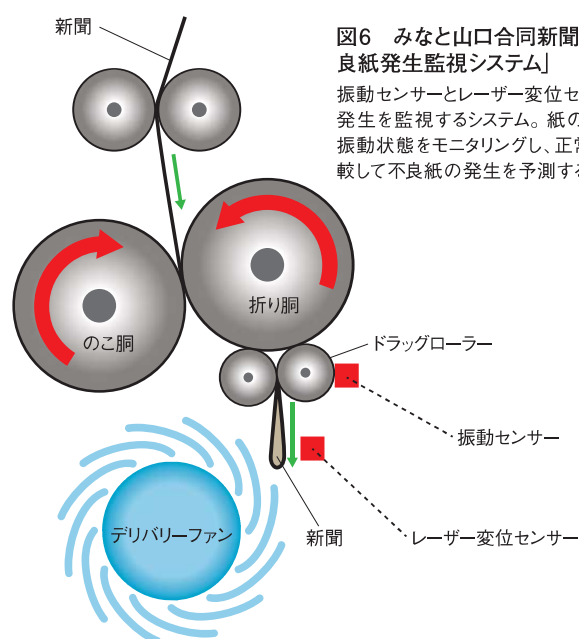


図6 みなと山口合同新聞が開発中の「不良紙発生監視システム」

振動センサーとレーザー変位センサーで不良紙の発生を監視するシステム。紙の通過タイミングと振動状態をモニタリングし、正常時と異常時を比較して不良紙の発生を予測する。

裁する「折機」と呼ぶ設備に、レーザー変位センサーと振動センサーを設置し、不良の発生を検出できるようにした（図6）。

折機の動作は、[1] 運搬されてきた新聞紙を折り胴にある突起で「ドラッグローラー」に押し込む、[2] のこ胴に付いている刃で新聞紙を1部ずつ断裁する、[3] ドラッグローラーで新聞紙を半分に折る、[4] デリバリーファンで新聞紙をコンベアーまで運ぶ、となる<sup>\*5</sup>。

不良紙監視システムでは、レーザー変位センサーで新聞紙の通過タイミングを、振動センサーで設備の揺れを検出し、Ambientで両データをモニタリングする。正常時と異常時のデー

<sup>\*4</sup>

無料で利用できるサービスはRaspberry Piなどのマイコン8台、データ保持1年間という制限がある。月額2000円（税抜）を負担することにより、8台のマイコンをつなげられるようになる。有料の際はデータの保持期間が無期限となる。

<sup>\*5</sup>

レーザー変位センサーでは、ドラッグローラー排出後の新聞紙の通過タイミングを見ている。



図7 設備を撮影して稼働状況を監視

「SOFIXCAN Ω Eye」は、設備をカメラで撮影し、画像処理で稼働状況を監視する。ユーザーは動作ランプやアラームランプなどの位置を専用ソフトウェアで指定。それら古い設備のランプが点灯すると、メールやSNSを通じて作業者に異常を知らせる。アラームが発生した時間前後の動画を自動で記録したりもできる。



タを比較すると、不良の発生を予測できる。

同社は以前、データの分析・可視化に大手IT企業のクラウドサービスを利用していた。しかし、自社では不要な機能が多過ぎて扱いにくいなどの課題があった。そこで、センサーデータの可視化・蓄積に絞って低コストで使えるAmbientに切り替えた。

また、一般的に輪転機では折機に振動センサーを設置し、異常振動を検知すると不良紙を排除する仕組みを採用している。しかし、新聞紙の枚数や紙の送り速度によって異常判定のパラメーターを細かく変える必要がある。

しかし、新システムでレーザー変位センサーと振動センサーのデータを照らし合わせたところ、異常時に新聞紙の通過タイミングに遅れが出るのが分かってきた。今後同社は、印刷時のデータを収集・蓄積するとともに、機械学習などを活用して異常判定のパラメーターを自動調整しながら不良紙発生を予測できるシステムを開発していく考えだ。

### 触れたくない古い設備をカメラでIoT化

IoT化したいが、いまさら古い設備を改造し

たくない、コストもかけたくないという声も多い。これに応えるのが、ソフィックス（本社横浜市）が開発した「SOFIXCAN Ω Eye」である（図7）。カメラで撮影した映像を画像処理して設備を監視するシステム。操作盤を撮影するカメラと、画像処理などを行うRaspberry Piを設置するだけで、設備の稼働状況や異常を把握できる。19万8000円（税別）と、導入しやすい価格に抑えた。

ユーザーはSOFIXCAN Ω Eye用のカメラを設置した上で、撮影する設備のどこに電源ランプや運転ランプ、アラームランプなどがあるのかを専用ソフトウェアで指定する。設備の稼働状況をランプの点灯状況から把握するわけだ。加えてアラームランプが点灯した際、設備の担当者にメールやソーシャルメディアを通して異常を知らせる機能を持つ。異常が発生した前後30秒間の動画も自動保存する。

同製品を開発したのは「古い設備の内部に触れたくないという顧客がいた」（同社）から。古い設備の内部にセンサー類を設置することについて、故障のリスクがある、マニュアルがないため何かあっても修理できない、という不安の声



があったという。そこで、設置するだけで稼働状況などを確認できる製品としてSOFIXCAN Ω Eyeを開発した。2018年3月には、メーター針からデータを収集できる機能を追加する。同機能追加後も製品価格は据え置くという。

### 過酷な環境下でデータを収集

過酷な環境下にある設備を手軽にIoT化するツールも登場している。横河電機はプラント設備などで、振動と温度のデータを収集できるセンサー「Sushi Sensor」を開発した(図8)。防塵・防水(IP66/67)に対応しており、-20～85℃の環境下で利用できる\*6。「プラント設備などの厳しい環境で利用できるセンサーが欲しいとの要求に応えた」[横河ソリューションサービス(本社東京都武蔵野市)コーポレート本部経営企画センターMK部部長IIoT推進室リーダーの崎田智博氏]。

価格は7万円(税抜、予定価格)である。同製品はLPWA(Low Power Wide Area)の通信規格「LoRaWAN」を利用し、ゲートウェイを通じて同社のクラウドへとセンシングデータを送る。無線通信を利用することで、有線ケーブルの敷設などにかかるコストを抑制する。

一概には言えないものの、横河電機によると通常プラント設備などの施設で広範囲に有線ケーブルを敷設すると、数百万円規模のコストがかかる場合があるという。「効果が分からないのに多額の費用をかけられないという顧客は多い」(横河電機IAプラットフォーム事業本部新分野開発センサー新ビジネス開発部事業創出課課長の斎藤昌久氏)。

現状、プラント設備の監視は、重要な設備以外は作業者が設備を触ったり、目視したりして

異常がないかを調べている。作業者の負担が大きいことに加え、「正常時や異常時のデータを収集できていないため、将来的に技術伝承に問題が起こる可能性がある」(同氏)。横河電機はセンサーの普及とデータ収集を通じて、人手不足の状況でも容易にプラント管理ができる仕組み作りを狙うという。

さらに同社は、Sushi Sensorとプラント制御を組み合わせた利用も検討している。例えば、センサーで温度や振動の異常を検知したら、自動でプラント設備の生産量を下げるといった具合だ。これにより、定期メンテナンスまで運用を続けてメンテナンスの頻度を増やさないようにしたり、繁忙期での故障を防いだりする。今後、振動や温度以外をセンシングできるセンサーの開発も検討している。

\*6  
2018年3月の発売を予定。

#### 参考文献

1) 吉田,「『データ分析は必要』9割以上、既存設備からのデータ収集に難」,『日経ものづくり』,2018年1月号, pp.68-70. ▶ <http://nkb.jp/2EX78G6>



底面にねじ穴がある。  
磁石に変更も可能。

図8 過酷な環境下でもIoT化

防塵・防水(IP66/67)を備えたIoT用のセンサー。振動と温度のデータを取得し、通信規格「LoRaWAN」でクラウドにデータを送る。-20～85℃の温度で使用できる。2018年末までに防爆にも対応する予定である。