

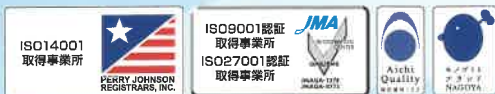
# 工場管理

FACTORY  
MANAGEMENT

8  
AUG.  
2024  
VOL.70  
NO.9

特集 経営効果を出すムダ取り事例集～自動化、デジタル化のその前に

好評連載 キラリと光る技術をM&Aでつなぐ



## 低圧エアブローの 適用範囲を切り拓く!



### フルタコンプレス

コンプレスCLB153 (三相200V仕様)  
コンプレスCLB154 (三相380V仕様)

省エネ  
最大72%  
削減



フルタ電機株式会社

# Smart Factoryに必要な次世代のDX デジタル工場管理・保全システム ～測定IoT・金型IoT～

KMC 佐藤 声喜 ユアサ商事 高橋 裕紀

国内の人口減少は確実に国内製造業の変革を促している。次世代の製造工場は、自動化設備だけでなくDXを活用したデジタル生産システムによる稼働監視や保全・在庫管理などのデジタル管理が必要とされている。本特別記事では生産性向上に向け、成形、プレス、機械加工などの部品製造DXと不正防止や品質規格に向けた最新のDX「デジタル工場管理システム」と事例を紹介する。

## 部品製造現場の課題と最新のDX～無線センサによるデジタル工場管理・保全システムの紹介

製造現場の抱える課題は、人口減少とともに人手に頼らない生産体制が急務となっている。樹脂成形・プレス・機械加工など製造現場はロボットなど自動化設備の導入が進んでいるが、真の課題は熟練作業員不足であり、特に経験、勘、職人技術に頼った旧来型の工場運営・製造体制には限界がきている。設備への生産条件のインプット、状態監視と条件変更などを判断する人が退職し、育成も遅れ、ノウハウは伝承されていない。そこで、設備情報をデジタルデータ化し、熟練作業員に代わる新たなDXとしてデジタル設備監視システムが求められてきた。

### 1. 古い設備への後付け無線センサとセンシングシステムによるリアルタイム監視システムと実施例

#### (1)生産設備の状態をリアルタイムに監視する無線センサとセンシングシステム

Smart工場ではデジタル武装された最新設備と全体の95%を占める古い既存設備(15～20年経過)で稼働している。Smart工場化の第1の課題は、

その旧設備のデジタルデータの取得、センサ・センシングシステムの導入にあり、旧設備にはワンタッチでの装着・配線レスの無線センサの要求が高い。有線センサでは回路図がないと設備移設は非常に困難であり、既設センサなどの断線が保全の大きな課題でもあった。当社では振動・熱電対・電流・温湿度など基本的センサ設備用に無線Wi-Fiセンサ「Stethoscope II」を提供している。

#### (2)Smart工場にも必要な無線センサによるDX～デジタル保全「デジタル保全キット」

Smart工場化で遅れているのが設備保全業務のデジタル化である。いくら新設備を導入しても保全はMUSTであり、古い既存設備や周辺機器の故障は絶えない。当社では、前述の「Stethoscope II」による「デジタル保全キット」で持ち運び自由なバッテリー方式(一部有線)の無線センサを低価格(90万円～)で供給している(図1)。

#### (3)工作機械の加工異常監視とデジタル保全「主軸モニタリング」と切削工場での実施例～東興機販 栃木工場

部品製造は、樹脂成形、板金プレス、機械加工など多岐にわたり、設備のデジタル監視とリモート監視ニーズは高い。設備稼働率監視、チョコ停、ドカ停などの設備起因の異常監視と設備保全システムだ。生産技術的には不良・不具合のメカニズム分析が必須であり、そのためには、設備へのセンサ追加による異常音(振動)、摺(しゅう)動部温度、電流負荷変動などのモニタリングデータがベースとなる。

図2に示す切削加工機用の「主軸モニタリング」の振動・電流・熱電対センサのハイブリッドセン

図1 各種 Wi-fi 無線式センサ「Stethoscope II」とリアルタイムデータセンシング「Σ軍師 mini」

|       | 振動・稼働                       | 電流                       | 熱電対                                | 温湿度                                       |
|-------|-----------------------------|--------------------------|------------------------------------|---|
| センサ形状 |                             |                          | 1CH                                | 4CH                                       |
| 通信方式  | Wi-Fi IEEE802.11g 2.4GHz 専用 |                          |                                    |   |
| 測定範囲  | ±16g<br>3,200Hz             | 20A: 0~20A<br>50A: 0~50A | K 型: -200~+1,372°C<br>※最大温度は熱電対に依存 | 温度: -30~80°C<br>湿度: 0~100%RH<br>(結露しないこと) |
| センサ種類 | 3軸 MEMS<br>加速度センサ内蔵         | 外付け<br>CTセンサ(20A/50A)    | K 型熱電対<br>(J 型・カスタム対応)             | センサテック製<br>温湿度センサ                         |

デジタル保全キット(センサパッケージ)

これからはセンサ異常監視  
報告書はデジタルデータ

無線センサ  
保全キットで現場急行

異常警告

事務所でリモート監視

無線アナログユニット  
他社センサにも対応  
可能(カスタマイズ)

異音・潤滑不足  
無線センサで  
異常の遠隔監視

図2 切削加工機の異常監視「主軸モニタリン」と東興機販栃木工場の mini Smart FACTORY システムの工場設備監視システム

<Stethoscope IIによる主軸モニタリン>

MV4・ツガミ様ご協力

<モータ過電流監視>  
主軸やテーブル動作モータの電線にクランプして過電流計測

<主軸振動監視>  
主軸に振動センサを設置  
工具ビビリ、加工不良監視

<主軸温度監視>  
通常、3か所に熱電対を設置  
主軸温度計測で安定域の監視

国内外の工場・複数拠点  
複数機種種のデータ管理

WiFi

Σ軍師II

<Σ軍師IIによるデータ分析・予兆管理>

不良・良品の発生点管理

多量観測設定による振動異常発生分析

任意のデータ比較マルチデータ分析

多量観測管理と警告機能

異常データ発生  
(黄色灯)

<無線センサ・主軸モニタリンによる加工監視システム&Σ軍師IIによるセンシングデータ分析・故障の予兆管理システム>

<mini SmartFactory>

<SYSTEM構成>

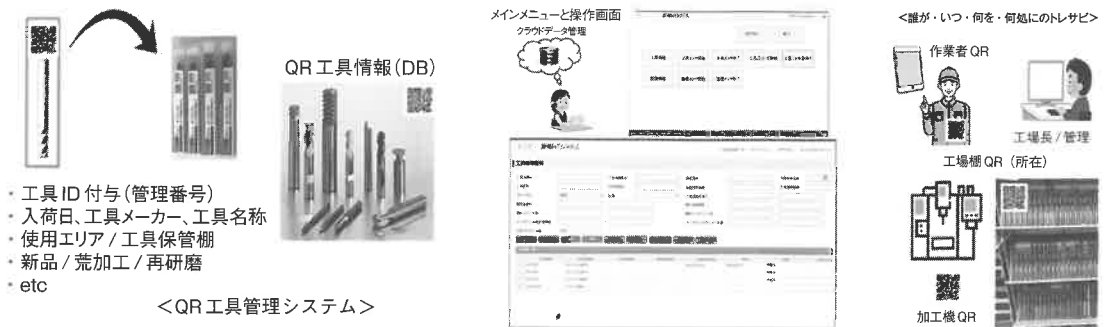
- ◇主軸モニタリン  
振動・熱電対・電流  
機内温湿度の各センサを  
加工機に設置  
稼働率監視センサ(振動)
- ◇工場内温湿度センサ
- ◇設備 IoT: 保全カルテ
- ◇QR 工具管理システム
- ◇測定 IoT: 測定カルテ
- ◇稼働監視盤

<工場内設備リアルタイム監視盤> <MC・NC 旋盤などへの「主軸モニタリン」の設置と機内・工場内温湿度監視>

図3 金型IoT：金型保全・貸与先金型管理システム&設備管理システム、QR治工具管理システム



<金型IoT：金型電子カルテ & QR 銘板、設備IoT：設備電子カルテ>



シングデータは「Σ軍師Ⅱ」で一括管理され、故障、工具異常、加工部品異常をリアルタイム監視するシステムである。

#### (4) 中小企業でもはじまったSmart Factory～東興機販における切削加工工場のデジタル工場事例

東興機販は、1966年創業の工作機械販売の専門商社である。各種治具などの一品加工を得意とし、多品種小ロット型の工場を有して顧客の生産の効率化に寄与してきた。しかしながら、発注がくると図面を作業者に渡し、完結するまで作業者任せのいわゆる“個人流し”の職場であり、作業の効率化や進化に課題を抱えていた。不良があっても作業者が再加工し、工場内の治工具探しが大変で、ムダな発注やムダな治工具在庫が散在する職場であった。測定も加工後図面に記入し、また測定室で手書きの測定表を作成していた。加工時間短縮や新加工技術導入など生産性を上げようにも個人頼りであるため、このままでは新規の受注獲得にも限界があり、事業としての先行きに不安を抱えていた。

2023年3月、同社の渡邊義久社長はこのままでは切削事業は「じり貧」であり、一気にデジタル

化し、職場の文化を変えたいとデジタル志向のMini Smart FACTORY構想を練り上げ、同年4月から改革に着手し3カ月で立ち上げた(図2)。

渡邊社長は「中小切削加工メーカーでは当社と同様の課題を持つ企業が多く、これまで相談を受けても返答できなかった。そのため栃木工場を切削DXソリューションのショールームとして最新化し、自らもデジタル製造に向き合い、同業各社には参考にしていただくとともに研鑽していきたい。当社は東北を中心に加工機を販売しており、今後は導入したソリューションをKMCと共同で積極的に提案・販売していく。まずは栃木工場の進化の過程の見学をお願いしている」と積極的だ。

#### (5) Smart工場における「DX：金型管理システム&QR工具管理システム」と事例紹介

工場内の工具などの在庫管理にもデジタル管理が要望され、さまざまなシステムが提案されているが、当社はQRコードを個体管理ツールとした金型・治工具管理システムを提供している。

##### ① 金型管理

近年“世耕プラン”に端を発した補修部品用金型の保管料未支払いを中小企業いじめとして摘発まで行っている。自動車の場合はおおむね20年間

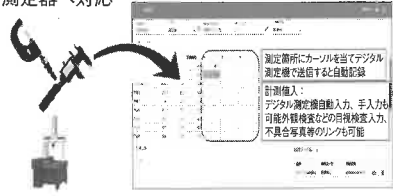
図4 各社3次元測定機や測定具に対応する「測定IoT：測定電子カルテ」の機能説明

<測定に関わるすべてをデジタル情報でデータベース化>

- ☑ノギス・マイクロなどの検査工具・3次元測定の測定値をデジタル検査表に自動転記
- ☑バリなきことや外観目検査などの感性検査もデジタル測定表に記載可能
- ☑カメラ・タブレットによる測定物不良写真やコメントのデータ添付、ピンゲージ測定も入力可能
- ☑標準的なスタンダード検査表をシステムが用意、または自社測定表、客先検査表への転記もサポート
- ☑測定器の校正管理機能が標準機能
- ☑品質管理機能のCPK・X-Bar/Rチャート、各種品質管理パレート図が標準装備


**測定IoT：測定電子カルテ**  
部品・金型・治具などのデジタル測定化と自動測定表作成

各種デジタル測定器へ対応



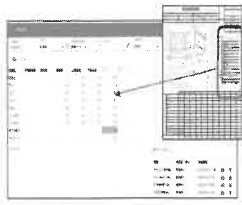
3次元測定機 デジタル測定・マニュアル測定入力

<デジタル測定・自動測定表作成システム概要>



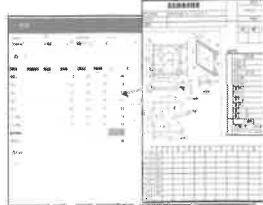
クラウドサーバ  
現場測定者

マニュアル測定・外観、感性検査入力




測定値入力ボード・添付データ

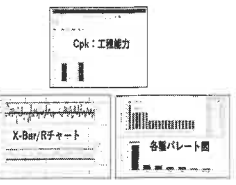
標準デジタル検査表、オリジナル検査表




標準測定表→客先別測定表対応



付帯情報：写真・Excelなど一括管理



品質管理統計処理・各種不良分析



測定器校正管理

の量産・保管期間があり、その所在・保管・廃棄管理を協力部品メーカーが担っているが、その保管料の支払いがなされず社会問題になっている。原因は、旧来の発注契約(補修部品供給責任)にあるが、中小企業では数千型を保管しているが管理されていない。国際会計基準に向けた資産管理のニーズも高まり、当社ではQRコードと連携した「金型IoT：金型管理・貸与型管理システム(特許)」を提供している(図3)。

②工具管理

中小企業の機械加工現場には工具ごとにQRを添付した「QR工具管理システム」の提供を開始した。工具費・工具検索時間が30%は削減できる(図3)。

Smart工場におけるデジタル測定機と連携するDX～測定IoT(測定電子カルテ)による品質管理

近年、大手自動車、部品メーカーでの“検査不正”が絶えない。日本製造業の強みは「品質」であるが、製造現場の性善説の作業任せの測定・検査・品証では検査不正の危険がある。対策は、人手を介さない「デジタル測定と自動記録・合否判定・自動検査表」にあり、デジタル測定値から

のCPK(偏りを考慮した工程能力指数)などの統計処理や不良分析もデジタル処理で自動化できる。国際的にも品質管理規定は強化され、適合しないと商売ができなくなる。

部品メーカーの悩みは、各社ごと専用のデジタル測定表(一部Excel対応)ソフトがあるが、一元管理できず、結局手書き測定表で対応し、後でまとめる作業を行っており、その工数はムダである。また、測定表も、工程内測定(品証)と品質管理部門が作成する測定表は異なり、かつ客先提出用の測定表は顧客ごとにユニークな検査表の指定があり、そのすべてのデジタル測定表に対応できるソフトウェアは存在しない。

当社は、その課題すべてに対応するDX：測定IoT(測定電子カルテ)を新開発・販売を開始した(図4)。「測定IoT：測定電子カルテ」は、デジタル測定機メーカーのミットヨ：ノギス・マイクロなどのソフトツールから東京精密やキーエンスなど測定器メーカーの高精度な3次元測定機、粗さ計などの測定データに対応しているため、一元管理が可能となり、工数削減などに大きく寄与することが可能となる。

## ユアサ商事が提案するデジタル測定機と連携した品質管理ソリューション

製造業を取り巻く外部環境は、現在カーボンニュートラルを筆頭にさまざまな課題が顕在化しており、その変化のスピードも速くなっている。その中で、ユアサ商事はDXの浸透促進が製造業において喫緊のソリューションであると認識している。

その1つが、人口減に対するソリューションだ。現在、2022年度のものづくり白書において、この20年間で約157万人もの就業者数の大きな減少がクローズアップされている。特に、34歳以下が約121万人減っている中で、65歳以上は33万人増加している現象は見逃ごせない。こういった現象を見た際に、65歳以上の方のレガシー（ノウハウ）のデジタル化の急務が垣間見える。当社は、ユーザーが保有するレガシーのデジタル化とその運用こそがソリューションと考え、商社の立場で一緒にお手伝いをできる人材の育成を目的として、昨年度よりDXコンサルプロジェクトを開始した。

2つ目に、多品種少量生産に対するソリューションである。従来の製品工法の変化も垣間見え、オペレーターが工場内を歩いて、紙ベースで確認作業をする程度のスピード感では市況に対応しづらい。さまざまな品種を製造されている顧客ならなおさらだ。機械の前でデジタル端末から手引書や加工条件、治具管理や注意事項を閲覧参考できるような新しいスピード感のある製造現場の構築が急務であると考えた。DX化により、工場内の人が誰でもアクセスできることで、問題点や改善点など多くの意見を拾うことができ、従来よりも早くスピード感をもって、改善活動に入ることができ、スキルにこだわらない工法やオペレーター配置も可能なDXソリューションを実行することができる。とりわけ、製造業の測定現場の人手を介さないDXとしてデジタル検査と記録、品質管理は、検査不正防止から企業の信頼性を担保するには必須である。

当社はさまざまなハードやソフトウェアがあふれだしてきている今だからこそ、その顧客に合う最適な商品選定やそのデータ運用が、真に必要と

なるニーズであると考え、KMCとの協業の中で製造業の課題解決に向けた製造現場ソリューションを図ろうとしている。その1つとして当社が販売する3次元測定機などの各種デジタル計測機器、デジタルノギス・マイクロなどの検具データから手書きレスで直接デジタル検査表を作成できる「測定IoT：測定電子カルテ」（図4）を提案し、中小企業から中大手企業まで製造現場のDX改革をお手伝いする。具体的には2024年7月5日からの“関東グランドフェア”から最新の計測機とともに東北・関西・中部・九州の各展示会場にてご紹介する。DX改革は、簡単に構築できるものではないからこそ、「お客様に寄り添い、共に歩む」ことが必要なはずだ。

☆

☆

モノづくりは100年に1度の変革期の真ただちにあるが、まだ、多くの製造業の経営者、管理者は認識が甘い。製造現場のDXは大企業が先行して取り組んでいるが、製造立国日本のモノづくり・国力は“倭の国サブライチェーン”で達成すべきで、その中心はデジタル品質管理といえる。

筆者：佐藤 声喜(さとう せいき)

(株)KMC 代表取締役社長

所在地：〒213-0012

川崎市高津区坂戸3-2-1KSP 東棟 606

TEL：044-322-0400

筆者：高橋 裕紀(たかはし ゆうき)

ユアサ商事(株) 工業マーケット事業本部

工業マーケット企画部

所在地：〒101-8580

東京都千代田区神田美土代町7

TEL：03-6369-1999