

素形材

2022
JUNE
Vol.63 No.6

6

特集 型技術のIoT/DX

金型加工のデジタルトランスフォーメーション

100年に一度の大変革期を乗り切る、
素形材産業の「DX:IoT/M2M・センシング技術」

素形材へのリバースエンジニアリングの応用

金型製造業におけるデジタルトランスフォーメーション

お客様の輝きにつなげるマツダのモノづくり
～デジタル技術を活用した金型製作～

芝浦機械のDXに対する取り組みと、精密加工分野での応用事例

政策TREND

ウクライナ情勢に関する外為法に基づく措置について、
適切な価格転嫁等に関する経済産業大臣名の要請文書発出について

TOPICS

「特別講義」第41回 カーボンニュートラルと鑄造業（その2）

「特別講義」第42回 異種材料の塑性流動結合技術

100年に一度の大変革期を乗り切る、素形材産業の「DX:IoT/M2M・センシング技術」

佐藤 声喜

(株)KMC

製造立国日本の最重点テーマはDX:Smart工場に向けた製造改革である。2017年に開催されたIndustry4.0の日独セミナーから5年、日本はIoT・M2M・センサを基礎技術とし、総合的なDX:デジタル技術を進化させてきた。本稿では最新DXソリューションと導入事例を紹介する。

1. はじめに

100年に一度の大変革期、自動車ではCASE (Connected、Autonomous、Shared、Electric) とされる技術革新が幕を開け、わが国のものづくりも大きな転換点にある。SDGsやカーボンニュートラルといった世界的な環境対応への取り組みもこれ

からの企業には求められており、製造業を支える素形材にとっても避けては通れない。本稿ではその核心となる「DX:IoT/M2M・センシング技術」の現状と取り組み企業の事例を紹介する。

2. DXの取り組み背景と目的

2.1 ドイツのIndustry4.0以降におけるデジタル革新と日本のDXの取り組み

2017年11月、ドイツが政府および産業界で推進するIndustry4.0と、日本のデジタル革新への取り組みに関する日独セミナーが開催された。セミナーでは、当時最先端とされた独シーメンス、そして日本からは三菱電機と筆者が国内企業の取り組み事例を紹介し、課題や展望を討論した。その後はIoT (Internet of Things) やM2M (Machine to Machine)、Smart Factoryなど次々と新たなソリューションが提唱され、現在はDX (Digital Transformation) の時代と言われる。いつの時代も製造業にとっては生き残りをかけた熾烈な競争であり、技術革新だけでなく新型コロナ、ウクライナ侵攻によるエネルギーの高騰、人口減やカーボンニュートラル等の企業環境の変化にも対応しなければならない。不確実な時代であり、経営トップのかじ取りが難しい時代だ。

しかしながら筆者は、日本のものづくりの根本は三現主義やカイゼン等のノウハウの積み上げの上に成り立ち、“人と生産設備・素形材・システム”との共栄にあると確信する。本稿は“人とDX”というテーマで論じたい。

2.2 日本におけるDXの導入目的と現場主義

図1に当社が提唱し、お客様と製造現場で共に推進するDXの進め方“電承(デジタル伝承)サイクル”を示す。DXは経営革新やSmart工場など利益と画期的なQCD効果をもたらすが、一番重要なことは現場のムリ・ムダ・ムラを徹底的に排除して競争力ある現場にすることである。その為には“データを取る・見る・分析・活かす”のPDCAサイクルを手の内化しなければならない。

データを“取る”とは、経験や勘に頼る現場技術者の「視・聴・嗅・味・触」の五感、生産設備、金型、

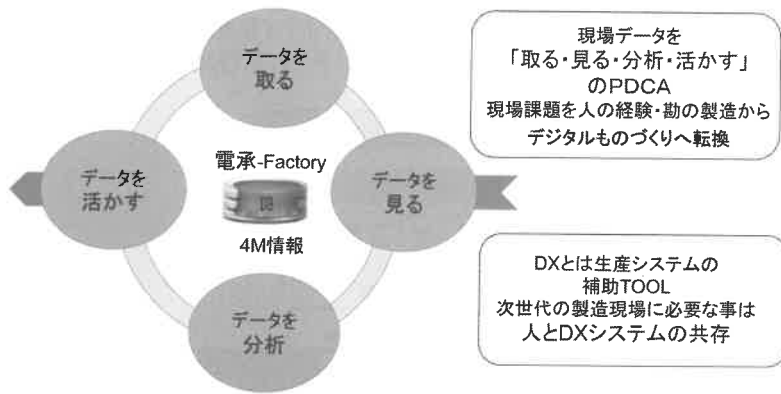


図1 DX:Smart Engineering Method:KMCのデジタルカイゼン手法

素形材（材料）のコンディションをデジタルデータとして取得することである。“見る”とはこれらの変化点をリアルタイムにデジタル監視すること、“分析”とは「なぜ不良が起きるのか」「なぜ生産性が低下し、利益が出ないのか」などを論理的に分析すること、“活かす”とは「不良をゼロにすること」、そして「設備故障、金型故障、生産停止を未然に防止し、同じ失敗を繰り返さない」ことである。すなわち、DXで現場力を磨き、過去の失敗を繰り返さない新たなDX人材を育成することである。

3. DX : IoT/M2M・センシング技術の現状と取り組み企業

3.1 コニカミノルタの「Digital Manufacturing」

コニカミノルタ(株)は、2015年より国内工場へIoT・M2Mシステムの導入を進め、2017年からはマレーシア・中国などの海外生産拠点を結び、“人・場所・国・変動”に依存しない生産方式「Digital Manufacturing」に着手した。さらに、主要サプライヤー11社をマレーシアのマラッカに集約し、徹底した品質管理システムによる不良削減と生産性向上、物流ゼロなど、IoTによるグループ一体の新たなサプライチェーンを構築している。こちらも世界初の試みであり、当時のマハティール首相が出席されたオープンセレモニーの様子はアジア諸国へ配信され大いに注目を集めた。同社の海外展開をサポートすべく、当社は“金型管理・設備管理・測定管理・在庫管理”の各アプリケーションで構成された「M-Karte（生産電子カルテ[®]）」を納入（図2）。2018年には国内外（日本・中国・マレーシア等）の生産拠点に「M-Karte」導入が完了している。また、

システム運営と保守を目的としてマラッカに子会社（KMCS）を設立し保守サポートを強化した（詳細は日経出版“経営者に問う 現場発IoT・M2M革命”を購読されたし）。

また、日本では“世耕プラン”として補修部品用金型における外注への保管料未払いが問題視されているが、同社ではいち早く「AMS（アセット・マネジメント・システム）」を構築（図2）。当社製品の「QR銘板[®]」とタブレットを活用して、世界に350社以上存在するサプライヤーの金型管理（資産・所在・廃棄・命数管理等）を実施している（保管期間は約10年）。

これまで述べてきたコニカミノルタの事例をはじめ、自動車Tier1やTier2等、当社ではグローバルに展開する企業の国内外の顧客や製造拠点を結ぶ「DX:電承Factoryソリューション」を提供している（図3）。

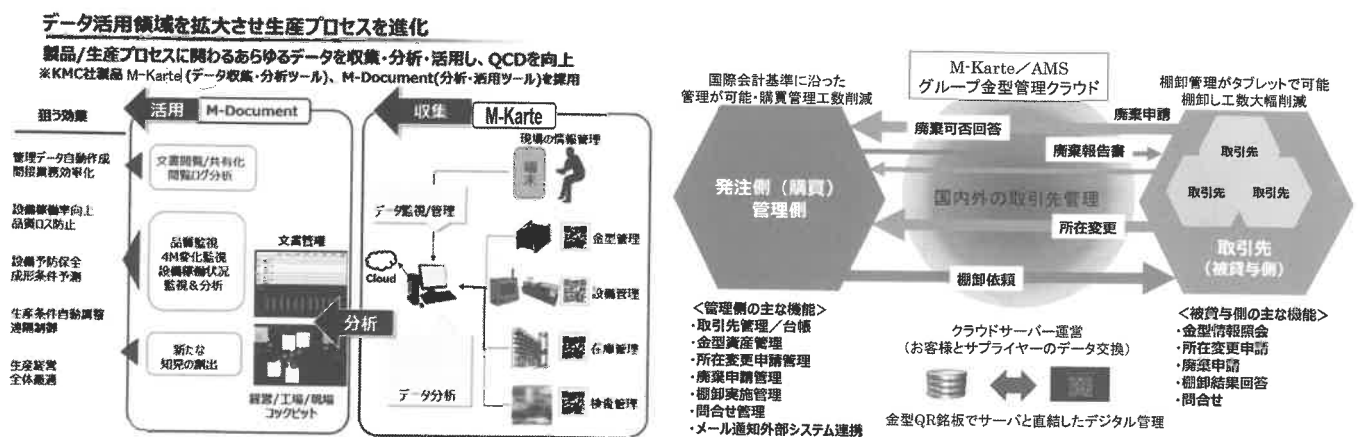


図2 コニカミノルタのDX：グローバル生産監視とAMS：グループ金型棚卸管理

製造現場の4M情報(人・設備・材料・工程)をクラウド一元管理・トレサビリティを実現
 KPI指標管理:(Q):不具合削減 (C):製造原価削減 (D):納期短縮 (P)生産性向上

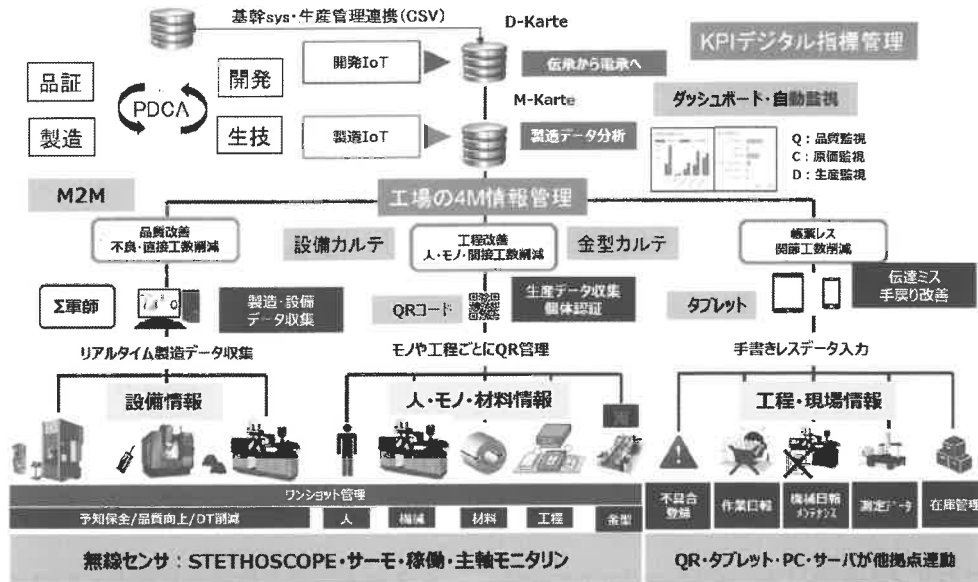


図3 当社が開発・販売しているDX:電承 Factory (Smart工場)ソリューション

3.2 樹脂成形DX:自動車Tier1 児玉化学工業(株)・和興フィルタテクノロジー(株)のDX導入と効果

近年、部品メーカーでのDX:IoT&M2Mシステムの導入が進んでいる。一番の目的は成形品の不良削減だ。当社ユーザーである児玉化学工業、和興フィルタテクノロジーは共に当社のM2M:Σ軍師システムにより設備条件データを取得・分析し、具体的な対策によって不良削減効果が確認されている(図4)。さらに、IoT:「設備電子カルテ」と「金型電子

カルテ」の導入によって設備保全費削減、金型保全費削減、突発故障削減による生産停止時間の削減にも効果を発揮している。

3.3 プレスDX:(株)ウチダ製作所と(株)伊藤製作所におけるM2M:フォグコンピューティングの取り組み

金属プレス企業においても不良削減に向けたDX:IoT/M2M・センシングの取り組みが活発化している。ウチダ製作所、伊藤製作所、そして当社の3社

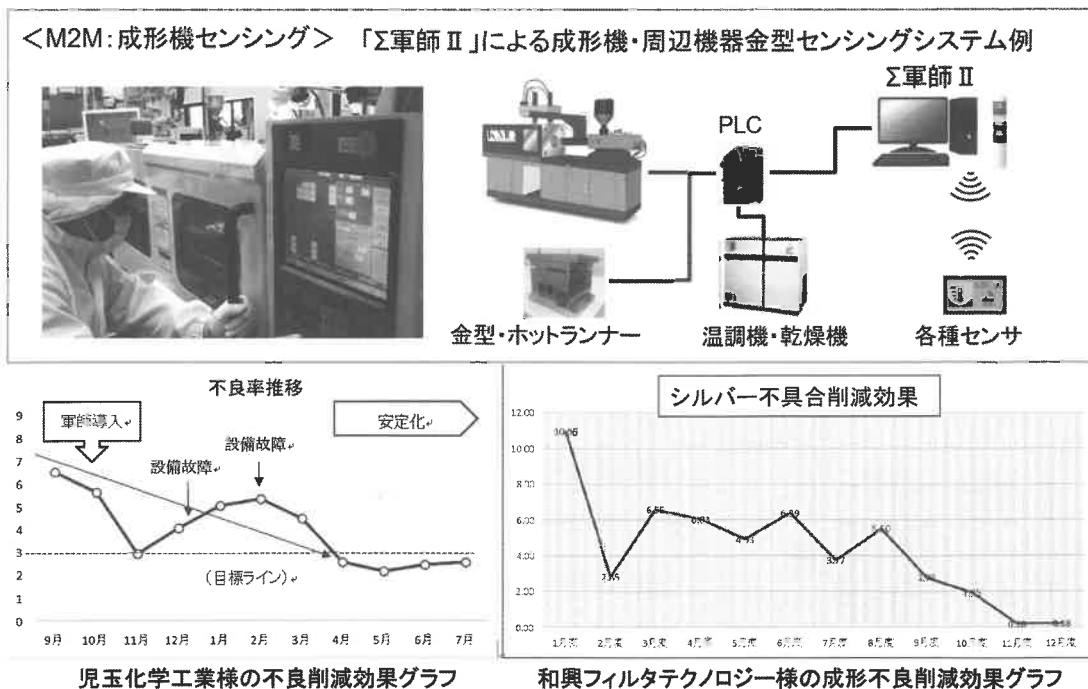
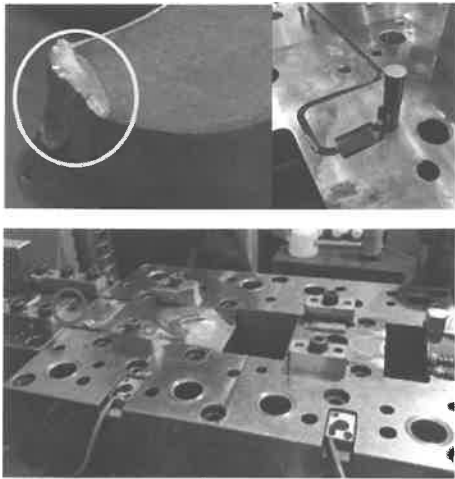


図4 「Σ軍師II」によるセンシングシステム例とユーザーの不良削減効果



Σ軍師Ⅱによる各センサの状態監視と回帰性の発見

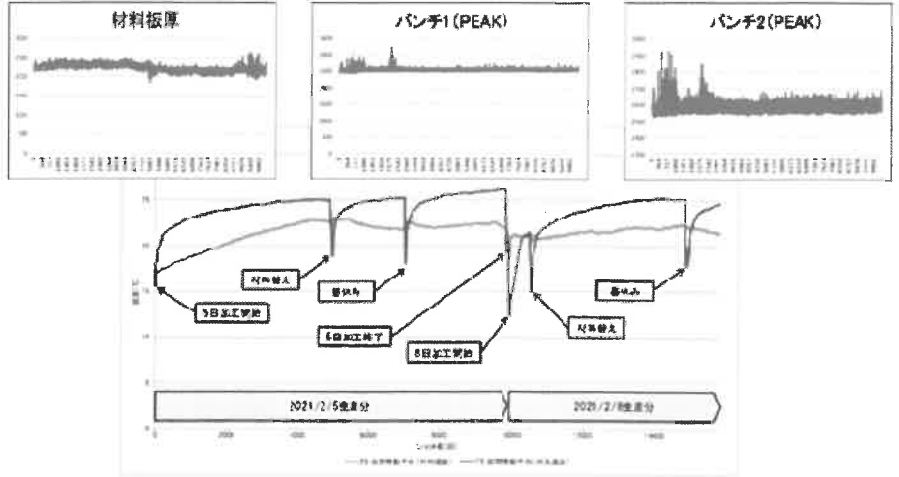


図5 「Σ軍師Ⅱ」によるフォグコンピューティングシステム

では、プレス現場の課題とされる“パンチ欠け”に対するセンシングとデータ分析を進めてきた。センシングシステムは世界初のパンチ刃先温度センサやパンチ荷重センサ、排圧センサ、加工機と金型の荷重変位センサ、およびM2Mシステム「Σ軍師Ⅱ」によるフォグコンピューティングを採用した(図5)。本システムにより取得したデータからパンチの欠けに対する回帰性(周期)が読み取れたことから、今後はデータを蓄積して予兆監視を確立させ、不良ゼロを目指す。プレスセンシングは大手 Tier1 でも実施されており、カス上がり・2枚抜き・打痕不良対策に期待されている。

五感を頼りに設備や金型などの生産異常を発見し、対処してきた。製造現場のDXソリューションに求められるのは、取ったデータを分析し、予兆管理などに活かすことである。当社では、各種センサ・設備機器情報のデジタルデータを分析し、異常原因、変化点を監視する「Σ軍師Ⅱ」というソフトウェアを販売している。「マルチデータ分析」「傾向値分析」「異常値(スパイク)分析」「多重閾値管理機能」などの機能を有し、不良に紐づく要素ごとに監視・分析が可能だ(図6)。分析にはAIを用いた手法も存在するが、製造現場の生技担当者からは“不良のメカニズム(理屈・ロジック)”解明の要望が強い。

3.4 「Σ軍師Ⅱ」によるデータ分析機能

製造現場では、従来から現場の作業者の経験や勘・

また、取得データを活かすシステムとして、前述のDX:「金型電子カルテ」「設備電子カルテ」による保全・計画メンテナンスや生産トレーサビリティ、

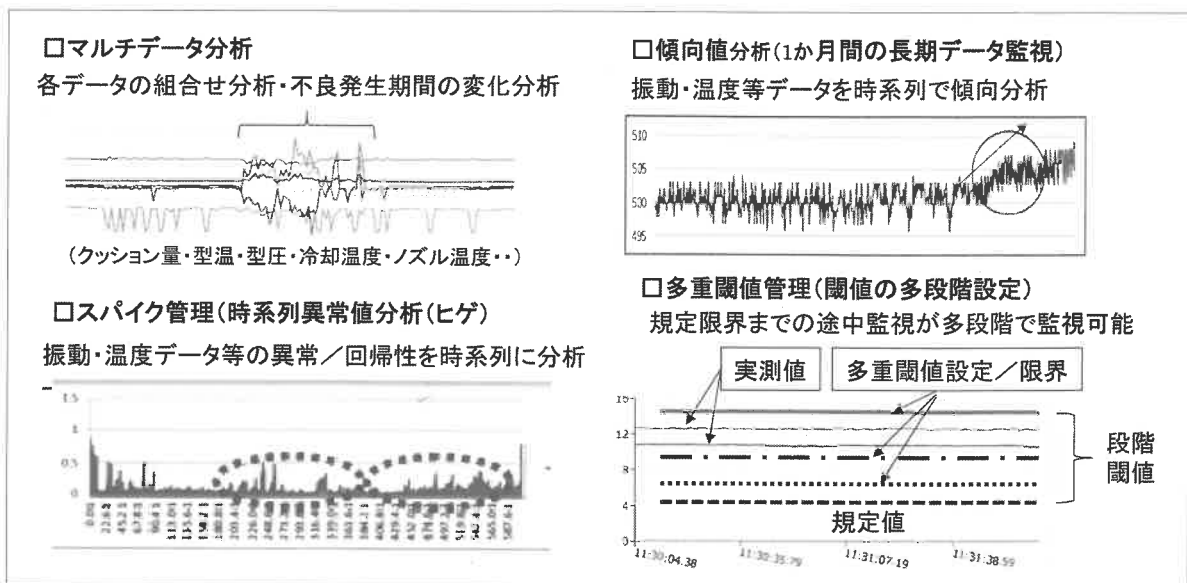


図6 「Σ軍師Ⅱ」によるデータ分析機能

およびQ・C・D等のKPI指標管理ができるDX:「生産電子カルテ」がある。

3.5 国産パネ工業のDX:金型IoTシステム「金型電子カルテ」によるデジタル金型管理への取り組み

部品不良の原因は、①金型②設備③製造条件の大きく3つに分類される。中でも最近特に注目されているのが金型起因の不良である。金型を外注先に依頼する企業が多く、かつ外注先も中国や韓国が多くなり品質が低下していることから金型起因の不良が頻発している。また、金型のメンテナンスも50%以上を外注に依存している企業も多く、金型メンテナンスの強化や型部門の再強化(再興)に取り組む企業が増えている。

当社ユーザーの国産パネ工業もその1社で、昨年からはDXによる金型管理の強化に乗り出し、当社の「金型電子カルテ」(図7)を採用された。その他でも、同様の取り組みを目指すイワタプレス工業などで採用が進んでいる。

「金型電子カルテ」は、タブレットで金型の不具合やメンテナンス情報を現場でデジタルに記録していく。蓄積した情報をもとに金型の計画メンテナンスを実施していくことで金型の突発故障の予防が可能だ。その他にも、日報やチェックシート、不良/不具合打ち上げ等、従来の紙による記録からタブレットによる記録でペーパーレスを実現する。前述の

コニカミノルタでは金型の突発故障回数が1/2に減少、メンテナンス時間も48%削減された。

同様に設備起因の不具合や不良を防止する取り組みも並行して進められており、設備保全費用の削減や不良削減の効果が報告されている。意外にも金型・設備保全に取り組まれていない企業は多く、素形材の治工具や木型、ライン設備管理等のDXソリューションのご相談も増えている。

3.6 アルプスアルパイン(株)の「生産-設計コネクテッドシステム」の取り組み

アルプスアルパインとは2012年より“同じ失敗を2度繰り返さない”をテーマに活動を進めてきた。2021年12月に開催された「IoT・M2Mフォーラム」では、これまでの活用内容について事例を発表頂いた(図8)。

元来、設計・生技/金型・製造は水と油的に相反する課題も存在し、融合が難しかったが、部門間の情報伝達齟齬による手戻りは実に開発工数の50%というデータもある。会社・各部署・人に蓄積されたナレッジ(知識・ノウハウ)を共有化して開発効率を最大化するDX:「開発IoT/ナレッジ電承」が新たな技術伝承のシステムとして注目されている。同様の取り組みはポーライト(株)より、2021年の日本金型工業会・オンライン技術セミナーにて“技術伝承”の取り組みとして事例発表されている(筆者は日本金型工業会技術委員、技術伝承WGメンバー)。

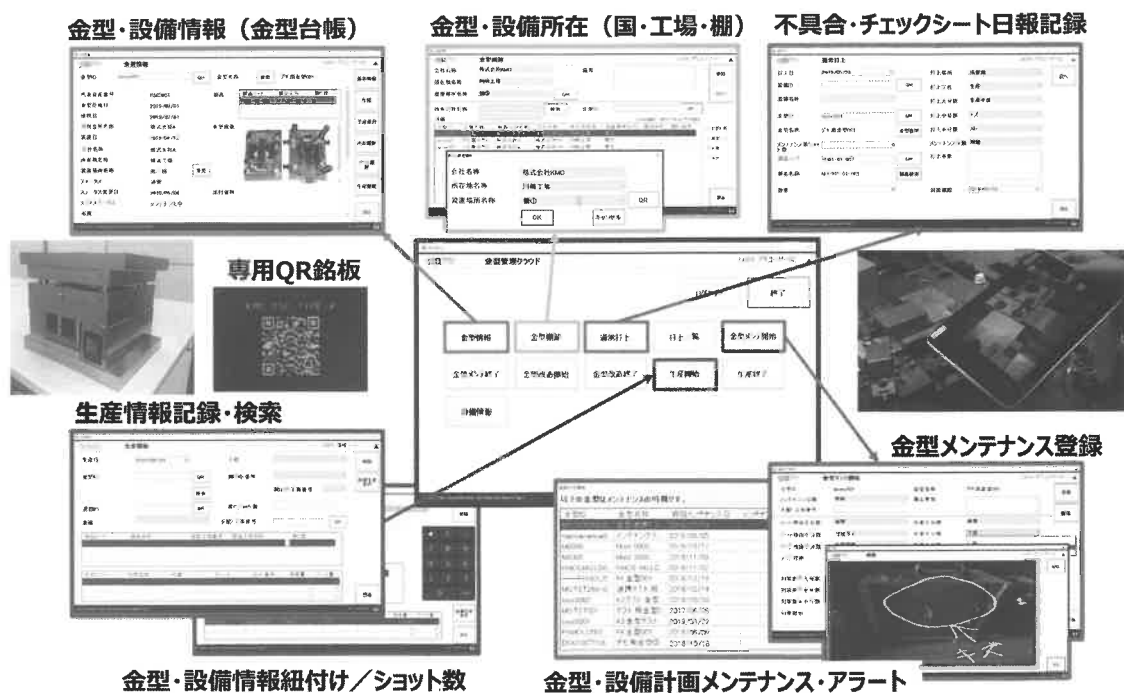


図7 普及が進むDX:金型IoTシステム「金型電子カルテ®と専用QR銘板®」「設備電子カルテ®」

【設計-生産コネクテッドシステム】

設計から生産現場まで一気通貫で、**関連4部門**が利用可能なシステム/しくみを構築。
本システムは、**金型・ものづくりコンサルティング会社 (KMC社)**が保有するシステムの一部を活用

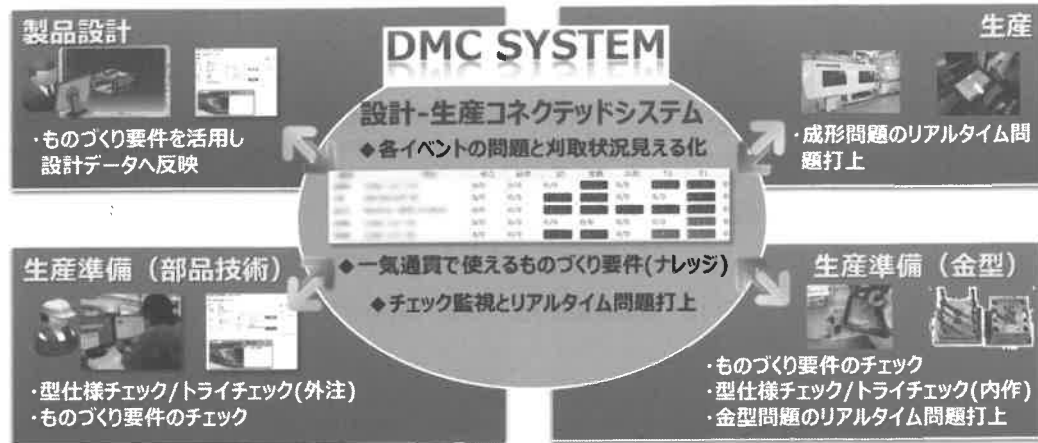


図8 アルプスアルパインの生産・設計コネクテッドシステム

4. 最新のDX：IoT・M2M・センシングソリューションの動向

4.1 サーモモニタリン：金型表面温度センシングシステム

製造現場において最も重要視されるのが“不良の削減”である。金型の表面温度をモニタリング（監視）すれば金型内の冷却効率の変化や不良原因を監視することができる。従来よりハンディタイプのビューワや高価なカメラシステムも存在するが、連続撮影の課題やシステムの価格、画像データ処理などの課題があった。そこで、当社の開発した小型かつ無線式で自動撮像が可能な「サーモモニタリン」というソリューションが注目され、ダイカスト鋳造をはじめ鋳鍛造、射出成形、ゴム型などの生産現場で活躍している。



図9 無線金型表面温度センシングシステム「サーモモニタリン」

4.2 稼働モニタリン：設備稼働自動監視システム

生産性の評価は、プレス機や加工設備の稼働監視が一般的であるが、システムが高価なことや設備改造・配線工事等の煩わしさで工場内全ての設備監視には至っていないケースが多い。当社の「稼働モニタリン」(図10)は、無線振動/加速度センサをワンタッチで設備に装着可能で、その日から稼働率の積算が可能だ。また、稼働・段取り・停止の3段階の監視が可能な表示ソフトウェアがセットとなっており、実稼働率の把握等活用範囲が拡大される。単発プレス等の人作業設備にも適用可能だ。

4.3 主軸モニタリン：加工機主軸センシングと進化する無線センサ

切削加工においては、工具摩耗、欠損、加工精度不良など根本的な課題があるが、現有の古い切削加工機に後付け可能なセンシングシステムは無かった。そこで当社では、各種無線センサと評価ノウハウを併せ、「主軸モニタリン」として無線式加工・工具モニタリングシステムを開発・販売を始めた。振動による加工異常・温度による主軸の伸び、電流による負荷変動を同一システム上でモニタリングが可能だ。

4.4 最新の「DX：IoT/M2M・センシング技術」ソリューションの紹介

当社の提供するDXソリューションは、「電承Factory (<https://www.densho-factory.com>)」というサイトで個々のソリューションの解説を、ユーザー事例と併せて紹介している。ぜひ参照されたい。

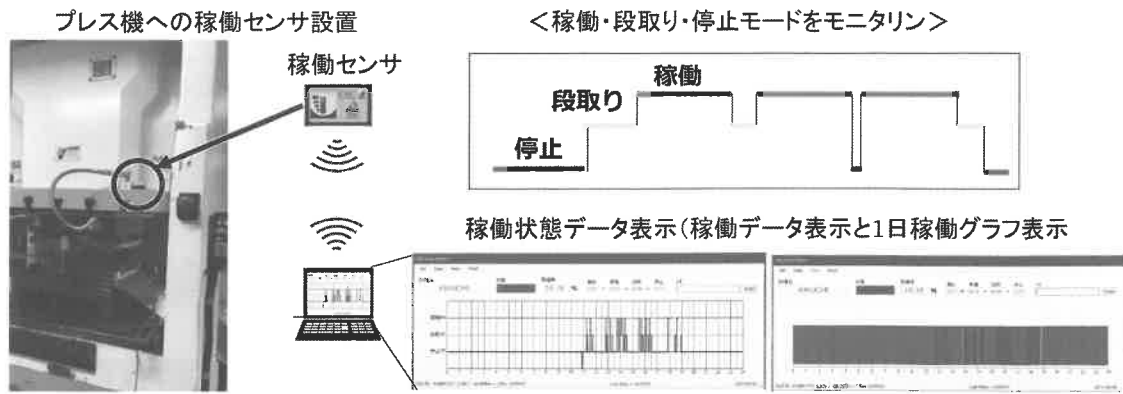


図 10 無線稼働監視システム「稼働モニタリン」

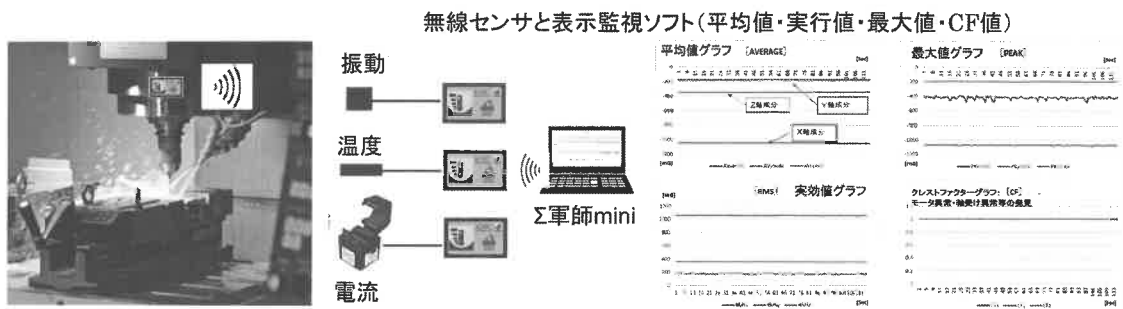


図 11 無線式加工・工具モニタリングシステム「主軸モニタリン」

金型IoT
MOLD IOT SOLUTION

設備IoT
MACHINE IOT SOLUTION

開発IoT
DEVELOP IOT SOLUTION

超高性能センサー
HIGH PERFORMANCE SENSOR

電承Factory

図 12 DX ソリューションサイト「電承 FACTORY」

5. 今後の展望

日本の製造業の源泉は素形材の上にある。1つの提言は素形材の国内需給率の確保にあり、メーカーとサプライヤーが一体となった協調と強化が必要だ。DXは始まったばかりのため手探りではあるが、確実に製造現場に導入され効果を上げている。次世代の若手エンジニア・DX人材育成・現場作業者のデジタル力アップと共に生産性世界トップ5を狙いたい。

参考文献

- ・日経事業出版センター，現場発 IoT・M2M 革命，2019年8月23日，佐藤声喜
- ・博士論文「プロセスとナレッジの融合によるデジタル開発システム」2008年，佐藤声喜
- ・プラスチックスエージ，月刊プラスチックスエージ，2020年11月号，P50～58，佐藤声喜 他
- ・製造業の持続的成長に向けたDXソリューションの選定と、成形事業における実践企業
- ・日刊工業新聞社，プレス技術，2021年10月号，P80～88，佐藤声喜 他
- ・金属プレス不良削減に向けたDX導入～プレスセンシングの開発と実践～
- ・日刊工業新聞社，型技術，2021年7月号，P100～101，佐藤声喜
- ・本格化してきた「金型IoT」による部品製造工場のDX改革
- ・日本工業出版，機械と工具，2021年10月号，P59～67，佐藤声喜 他