

日本プラスチック工業連盟誌

# プラスチック

Japan Plastics

8

2023



プラスチック  
オフィシャルサイト

- 特集：本格化する水平リサイクル
- 特設記事：本格化する水平リサイクル
- 特別企画：プラスチック関連輸入機器・ソフトウェア ファイル

## タイバーレス射出成形機

Less is More



### 完璧な射出精度

精密な射出制御で、精密成形や多色成形にも対応可能な  
ENGELタイバーレス射出成形機



### 卓越したフレキシビリティ

プラテンを広く端部まで利用可能であり、比較的小さな  
型締力で大きく複雑な金型やコアプル等を搭載可能



### 自由自在な金型設計

金型領域へのアクセスが容易、素早い段取り替えが可能  
また、タイバー機で実現できなかった取り出しロボット、  
周辺機器の接続があらゆる方向に対して自由自在



### 最高のプラテン平行度

タイバーレスでありながら、完璧なプラテン平行度と  
均一な型締力をENGEL特許技術により実現

Visit us  
at  
K 2022

## 特設記事 プラスチック成形のさらなる効率化

# 導入進む成形DXソリューションとデジタルカイゼン

株KMC 佐藤 声喜

### 1. はじめに

コロナ後を見据えた製造業のDX検討が急激に増えてきた。背景には、製造現場での人手不足や不良削減、コストダウン要求が根強くあるが、導入企業は20%未満であり検討中が60%強となっており決断は遅い。本稿では、その指針となる「成形DX」と事例・導入効果を紹介する。

### 2. 成形DXソリューション導入事例とその効果

#### 〈成形企業の課題とDXへの期待〉

成形現場の最大の課題は、不良削減といってもよい。その他、不良の原因となる金型・設備・材料管理に関する課題が散見しており、結果大きな仕損費となっている。DXの導入目的は、広義にはデジタルで事業転換を図るとされるが、部品製造会社では足元の現場課題の解決が最優先であり、利益確保に向けて原価低減が最優先課題である（第1表）。もちろん、

作業不足、熟練者退職、外国人実習生不足などの生産能力の心配も否めない。経営者・現場管理者のDXへの期待はその具体的な解決の提案・ソリューションにある。

成形現場のQ（品質）C（コスト）D（納期）は管理・改善は現場任せ・作業者任せ、特に経験や勘、五感といった戦後の成長時代の成功体験に基づいた属人的製造が底流にある。今、DXにより漠然としたデジタル製造から脱却を図り、次世代DX成形企業への転換と持続的な成長が期待される。しかし、どう取り組めばよいのか、その道筋が描けない、投資費用等大きな疑問で“一歩”が踏み出せない。

### 3. 成形DXへの取組みとその成果

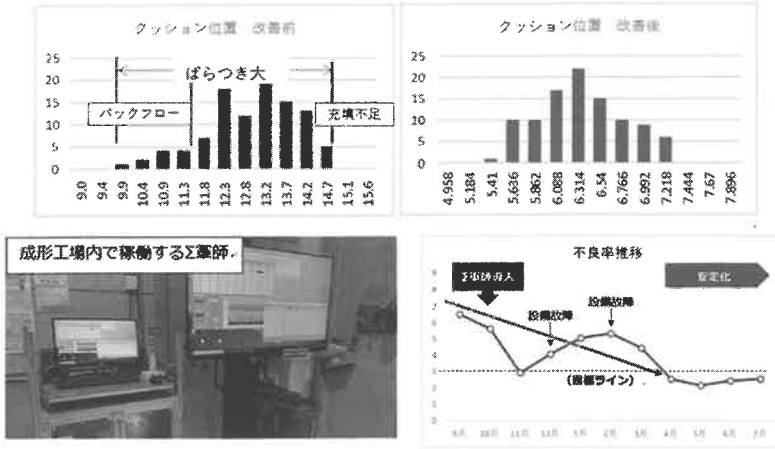
#### 3-1 児玉化学工業（山根工場長談）

第1図は同社がM2Mシステム「Σ軍師II」より成形条件を自動収集し、得られたデータからショート不良対策としてクッションのばらつきに着目しバル

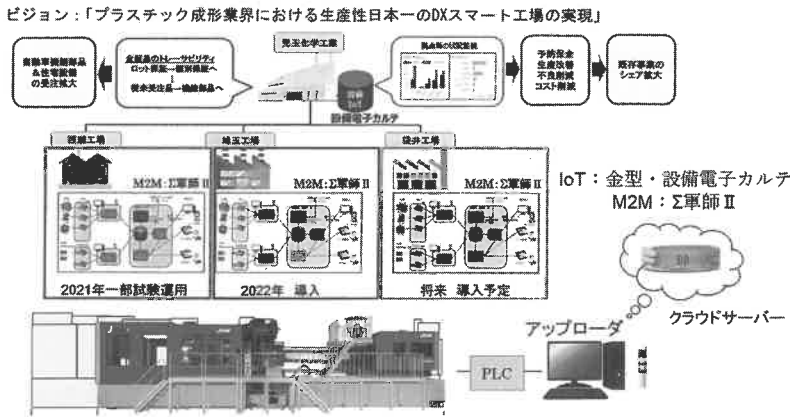
第1表 売上350億円/年規模の成形現場の課題

課題	悪さ加減	損失金額
成形不良	不良率 5%	直接仕損費3500万円/年
	金型起因（メンテ不足）	
	設備起因（メンテ不足・故障）	
	材料起因（管理不足）	
	作業者起因（スキル不足）	
成形不良が再発する	不良再発率 80%	
客先流出不具合	10件/年	対応仕損費600万円/年
立ち上げに時間がかかる	トライショット 平均30回/製品当たり	20分/良品までの時間
ダウンタイム	金型・設備突発故障	24回/年、約60時間/年
稼働率	稼働率	75%（トライ含む）
	べき同率（製品成形時間）	65%（段取り、トライ除）
保全費用	金型保全・保管費用	1500万円/年
	設備保全費	2800万円/年
外注成形費	外注費	3200万円/年

（出典：当社技術コンサル調査より）



第1図 Σ軍師IIの成形条件データから異常を発見し不良削減が進む成形現場



第2図 大型成形機の導入とΣ軍師II拡張、DXスマート工場ネットワーク構成

ブライミングを見直した結果である。最終的にはバックフロー対策としてチェックリング研磨等を実施したところ、ショートはほぼなくなった（1.8%が0.4%に削減）。他、Σ軍師データからシルバーや異物等の不良削減も可能である。6%以上あった成形不良が3%以下になり、効果を最大化するために他工場・他成形機への拡張展開を図っている。さらにDX：金型電子カルテ・設備電子カルテの導入も行い、金型起因や設備起因の不具合削減と金型・設備保全費の削減にも取り組んでいる。社長の号令一で、“企業文化を変える”DX挑戦としてデジタルカイゼンが今も続いている。

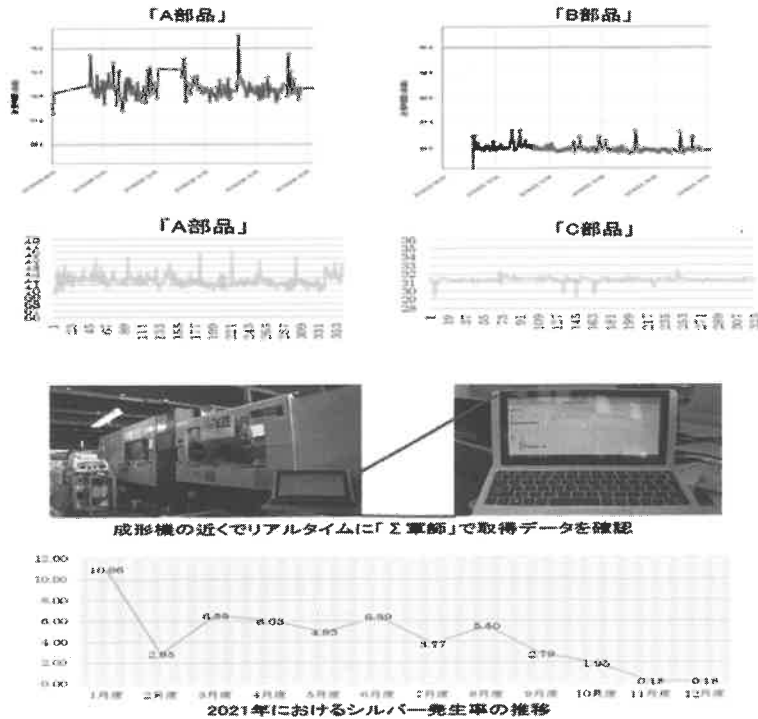
2021年度に開始したDX改革は、現在も開発が進行している（第2図）。2022年度は、西湘工場の成形機へのΣ軍師の展開と拡張、大物成形品の受注拡大対応として埼玉工場へ新規大型成形機にもクラウ

ド方式のΣ軍師IIも導入した。狙いは西湘、埼玉工場の成形不具合削減、成形品質のレベルアップにある。将来的には袋井工場や海外工場への展開も視野にある。クラウド金型IoT・設備IoTの導入活用で金型や設備メンテナンス強化と保全費用削減にも取り組んでおり、スマート工場の実現を目指している。

### 3-2 和興フィルタテクノロジー (松山工場長談)

同社では透明ナイロンを用いた製品製造の際、シルバーによる外観不良が多く、仕損費も高額となっていた。そこで成形不良削減を目的に成形DX：M2Mシステムを導入した。

製造するフィルタユニットのカバー部などは樹脂成形品である。樹脂成形は圧力、温度、速度、量そして時間の5要素が一定であれば同一品質品が生産できる。しかし同じ材料であっても、ロットによっ



第3図 成形部品毎の成形条件を比較しシルバー不良の原因を追究

て圧力が変わることがある。圧力が変われば相反する条件もたくさんあり、そこをどう見抜くかが重要なポイントとなる。

第3図は、当社のΣ軍師から取った、異なる材料における計量時間（樹脂を溶かして計る工程）のグラフである。シルバー発生率の高いA部品（左上）は数値が非常にバラついているが、樹脂の異なるB部品（右上）は安定している。停止等のノイズを除外しグラフ化したデータで見た場合でも、やはりA部品（左下）はバラつきが大きいのにに対し、別の樹脂C部品（右下）では安定している。計量時間がバラつく原因を探ったところ、静電気で材料がホッパー内にくっついていて、ということがわかった。

成形不良対策の基本は、成形条件などの標準や異常の判断基準を策定し、Σ軍師でその変化点を監視することにある。作業者が勝手に条件をいじっての対策では不良原因は一生闇の中。今一度、基本に戻る必要がある。

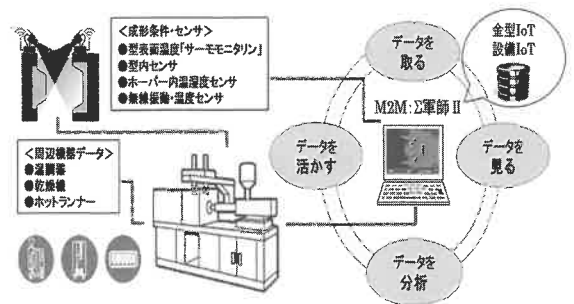
#### 4. 最新のソリューション

##### 4-1 成形メーカーが求める成形DXのシステム構成と運用

DXはどうやって取り組むのか、どこから始める

のが良いか、続けられるのか等の相談が多い。当社の技術支援コンサルでは、ていねいにその疑問に答えるとともに成形現場と一緒に課題を解決している。

第4図は成形DXソリューションのシステム構成である。重要なことは、対象の成形機のメーカー違い、古い年代の成形機に対応したシステムであること。また、不良対策には成形機の製造条件ロガーだけでなく、金型や設備の温調器、乾燥機などの周辺機器、設備や金型のセンサも時には必要になり、全データの一元管理とデータ分析、異常警告機能が必要になる。それが現場に求められる成形DXであり、



第4図 成形DX：データを取る→見る→分析→活かすのデジタルカイゼン

中途半端では“安物買いの銭失い”で不具合分析にはならない。また、運用にも「データを取る→見る→分析→活かす」の現場でのデジタルカイゼンが求められる。データサイエンティストやAIといった高度なスキルは必要としない。これからは”デジタル職人”の時代である。

#### 4-2 センシング技術

まずは“成形データを取る”ところから紹介する。一番分かりやすいのは金型の表面温度センサ「サーモモニタリン」であろう。金型表面には熱だまりや局所的な温度情報などさまざまな事象が起こる（見る）ので良品と不良品の変化点監視（分析）、異常時の警告や不良品の排除（活かす）などに活用される（第5図）。

サーモモニタリングは、金型だけでなく成形品の温度測定にも活用されている。第6図はバンパーなどの大物成形品等で、塗装やメッキなど2次工程が連動したラインの場合、直前に成形品の温度分布・熱だまりなどの異常を自動的に監視し、不良を次工

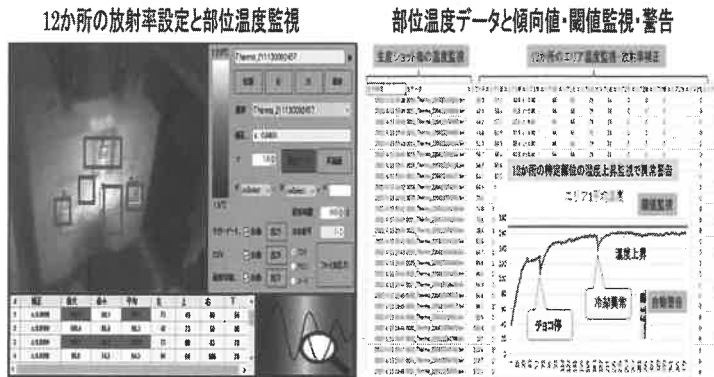
程に流さない仕組みである。金型と成形品の温度監視が今後増えそうである。

#### 4-3 無線センサによる成形機や周辺機器と金型の内部センシング

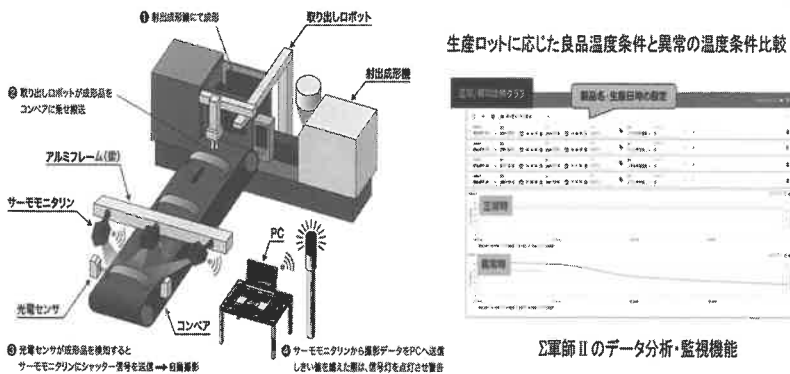
当社では振動・熱電対・電流・温湿度の各無線Wi-Fiセンサ「Stethoscope II」を開発、販売を開始した。

金型の局所的な表面温度測定には従来有線式熱電対センサを使用していたが、今回無線化を可能にした。また、成形機のスクリュ部や溶融経路の温度計測、温調・乾燥機・冷却配管等の温度管理にも活用できる。また、温湿度センサは前述したようにホッパーと工場内温湿度監視に活用される。四季の温度変化に対応して成形条件を変更する現場にとって、有益な情報となり得る。電流と振動センサも始業点検や設備異常監視に活用される。無線の利点は、省配線と断線対策で、移設などの自由度が高いことにある（第7図）。

「Stethoscope II」の適用効果は、金型内センサの



第5図 サーモモニタリンのデータ可視化・分析ソフトによる成形不良抑止



第6図 サーモモニタリンによる成形品の異常温度監視システム



第7図 Stethoscope IIのラインアップと成形装置・金型への適用

無線化、成形機・周辺機器の温度や振動センシングの無線化で不具合削減や設備故障の予知予防に大きな効果がある。また、始業点検の自動化・デジタル保全にも効果を発揮する。

## 5. 成形条件モニタリングとデータ分析

### 5-1 M2M:

#### 成形条件モニタリングとデータ分析

成形不良の撲滅には、圧力、温度、速度、量そして時間の標準を策定し、データロガーやセンシングで製造条件をデジタル管理していく。当社のM2Mシステムとデータ分析のΣ軍師IIはその要望に対応している成形総合監視システムと自負している。現状、設備調査からシステム設計、PLCや設置工事、ネットワークの敷設までワンストップで対応し高評価を得ている。「取ったデータをどうするか」と質問を頂くが、基本的な成形条件と金型管理の支援から運用までサポートするのが技術支援コンサルの強みでも

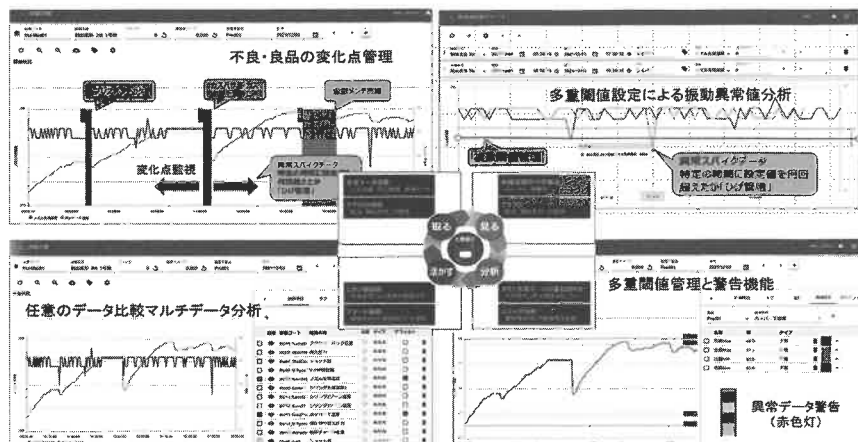
ある。第8図はΣ軍師II（デジタル工場長）のデータ分析機能の一例を示す。特色は製造データを一元管理し必要な不良モード、不具合モード、変化点管理、品質管理を1システムで可能にしたことである。

### 5-2 金型電子カルテと設備IoT:

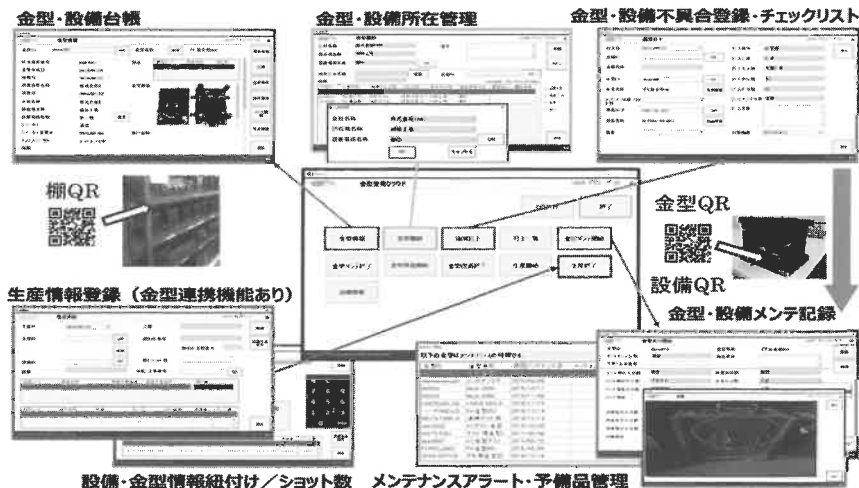
#### 設備電子カルテ

成形現場の不良原因の80%は金型の保全不足にあると言われる。良品状態が維持できれば不良は発生しない、変化が大きいのは金型にあると言っても過言でない（もちろん、設備起因、材料起因、成形条件設定不備も問題である）。QRコードと金型・設備管理機能を連動させているシステムで、特許化されている。また、20年耐性の専用QR銘板も特許化され好評である（第9図）。

上記に加え測定IoT：測定電子カルテがあり、ロット不良等発生時、金型・設備・条件までさかのぼれるシステム構成となっている。ISO 9001やIATFなどの品質保証では必須機能になる。



第8図 Σ軍師IIによるデータ分析、変化点管理、異常警告機能



第9図 金型IoT&設備IoTシステム

## 6. おわりに

成形DXは現場の課題を解決する手段として本物になってきた。生産が減少している今が取り組みのチャンスである。どんなシステムも購入だけでは手の内化できない。

### 【筆者紹介】

佐藤声喜  
 ㈱KMC 代表取締役社長

ニュース

## AC Biode、PETボトルからメタノールへの解重合に成功

AC Biode㈱は、PETボトルからメタノールへの解重合に成功した。

PETボトルは、プラスチックの中でも比較的リサイクルしやすいものであり、従来のケミカルリサイクルにて、テレフタル酸（TPA）とエチレングリコール（EG）を回収する方法は既に存在する。同社は、独自手法を用いて（特許申請済）、メタノールまで解重合することに成功した。今後は、スケールアップしてテストを実施し、国内または海外にて、3年以内の商業化を目指す。

ポリエチレンやPETボトル等をモノマーに解重合することに成功し、特許も複数申請中である。

AC Biodeは、「化学技術により、地球の温暖化ガス削減と海洋プラスチックはじめグローバルなごみ問題解決・リサイクル率向上に貢献する」をミッションに掲げ、交流電池と回路の開発、廃プラ解重合触媒等の開発（Plastalyst）、各種吸着剤開発展開等を行っている。ルクセンブルクに法人、英国ケンブリッジ市に事務所があり、欧州と日本等で事業展開している。