

日本プラスチック工業連盟誌

プラスチック

Japan Plastics

8

2025



プラスチック
オフィシャルサイト

- 特集:プラスチック成形効率化のメソッド ●特設記事:プラスチック接合の現在地
●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 ENGEL victory

モジュール式システムにより、お客様の革新的なアイデアに柔軟に対応します。



25年以上の実績を誇るタイバーレス構造
精密成形や多色成形にも対応。比較的小さな型締め力で
大きく複雑な金型やコアプル等を搭載可能。



正確なプラテン平行度
ENGEL特許技術により、タイバーレスでありながら、
高いプラテン平行度と均一な型締め力を実現。



広い金型領域
金型領域へのアクセスがしやすく、素早い段取替えが可能。
取り出しロボット・周辺機器の接続が自由自在。



ENGEL
be the first

www.engelglobal.com/ja/jp

特集

プラスチック成形効率化のメソッド

成形センシングと成形不良予兆監視システムの特徴と事例

<Σ軍師II AI Plus>

(株)KMC 佐藤 声喜

1. はじめに

製造現場でもAIシステム導入の要望は多いが、導入・運用までにはさまざまな課題がある。目的は不良の分析・削減そして予兆監視にあるが、最大の課題はAIに“食わせる”ための成形現場データをうまく特定できないため、実際に効果を感じられるシステムはまだ少ないのが現状である。本稿では、そうした課題に対応する最新のAIによる予兆監視システムと実際の構築事例を紹介する。

2. 成形製造現場の抱える課題と

進まないセンサ・センシングとAIの課題

自動車をはじめとした部品業界、特に成形メーカーは不良を作らない・生産を止めない仕組みへの挑戦が続いている。最近では人手不足、特に成形・生産に熟練した技術者不足が顕著であり、不良をなくし生産を止めずに、生産性を向上させないと利益が出ないという危機感がある。その対策としてこのデジタル化時代、新たな取組みが進行し始めた。成形不良分析や不良対策に関し、AIの活用という必然の要望になるが、問題はそのネタになる“不良データの質、量”が全く議論されず情報が不足していることにある。

本節では、最初にAIシステムを不良削減に活かすために必須であるデータを食わす最新の成形センシングから解説する。

3. 成形不良削減・生産を止めないための “成形データセンシング”

成形不良の約70%は金型起因と言われる。残念ながら成形メーカーの金型内製率はおよそ20~30%であり、安い金型を協力金型メーカーに求める現実がある。金型センシングは型費削減という購買方針

のため遅れている。しかしながら、コロナ明けの製造業は100年に一度の大きな環境変化に遭遇し、“儲ける”には不良削減に真剣に取り組まなければならないという方針転換が起きた。人手を使わないデジタル化・データ分析を通じた不良予知・防止、特に主原因である金型センシングに向けた投資が始まっている。型費が増加しても十分に見合う投資効果(仕損費削減・生産性向上)が見込まれている。

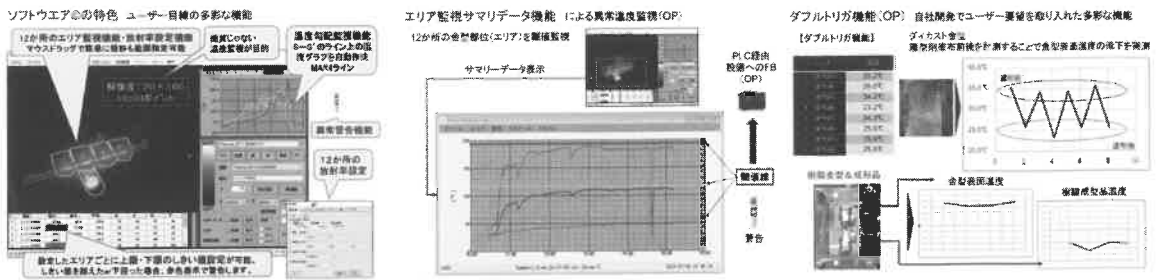
3-1 金型表面温度監視センサ：

サーモモニタリン

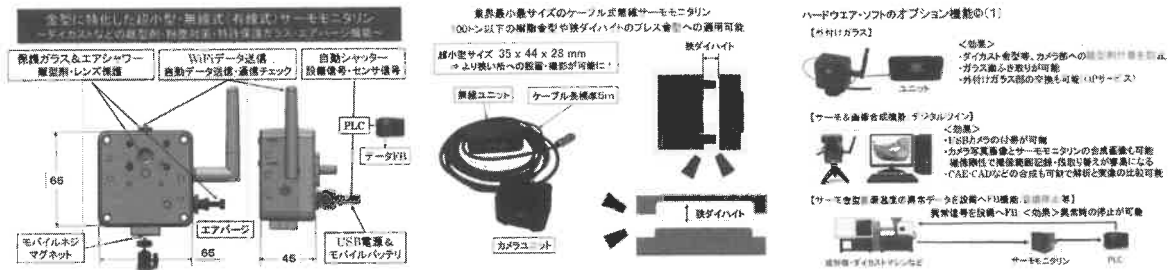
成形不良の主原因となる金型異常監視(良品条件変動)に最も有効とされるのが金型表面温度異常(変動)である。人間の病気診察で体温を調べるのと同様に、金型表面温度変動を見れば不良(病気)が発見できることは成形現場の常識である。従来、安価なハンディタイプのサーモカメラを用いた手動検査が行われているが、手間がかかり、正確性や記録性に乏しく、量産監視には実用的ではない。また、高解像のカメラ(ピント)方式もあるものの非常に高価であり、データ収集方法がカード方式等に限定されているため、量産監視・運用には適さない。「サーモモニタリン」は、無線式・有線式(POE:データ電源同時ケーブル方式)のシステムであり、データ監視や記録も自動で行うことができる(第1図)。

データ通信は、Wi-Fi無線方式とPOEケーブルによる有線方式の選択が可能である。堅牢なアルミボディと業界最小サイズ・粉塵/離型剤対策はエアパージ機能により、また、成形解析にデジタルツインを活用したり、異常信号を成形機にフィードバックして自動的に停止させる仕組みもあり、成形現場での運用を考えたシステムとなっている(第2図)。

自動撮像された金型表面温度を活かすには、成形不良につながる異常温度を抽出、監視し、異常を即



第1図 サーモモニタリンソフトウェア®の特徴



第2図 サーモモニタリンのハードウェア®の特徴

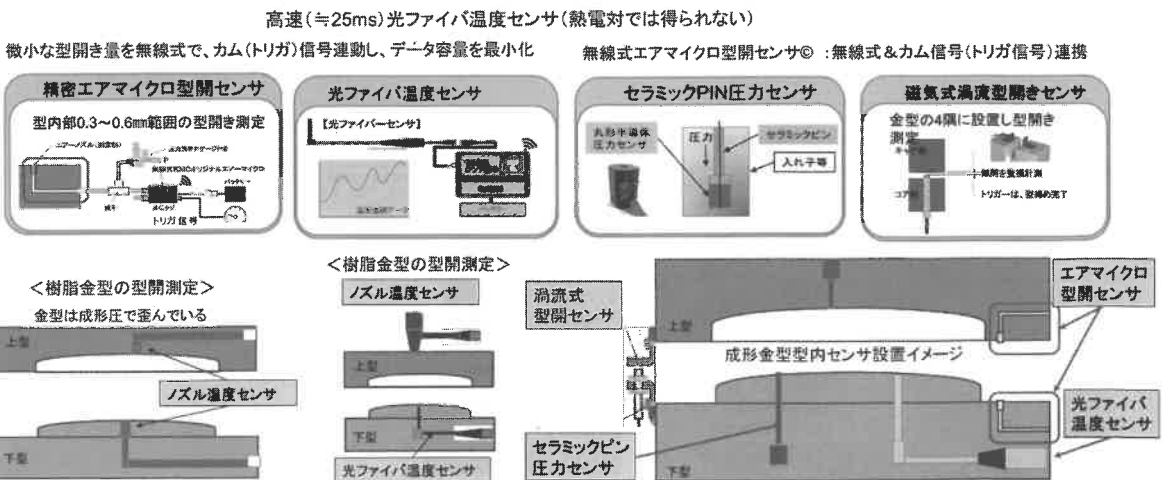
座に通知、警告することが必要だ。サーモモニタリンは12カ所のエリア監視、温度補正機能（テカリ等への対策）、エリア温度サマリデータ監視機能（横軸：時間、縦軸：温度）、閾値管理機能、1ショット内での製品と金型温度ダブルトリガ機能など多彩な温度データ分析・監視ソフトウェアとハード一体で68万円となっている。数十台の成形機・工場に全適用できる安価な価格設定が好評を得ている。

3-2 最新の無線式・有線式の

成型内温度センサ（研究開発商品）

当社では、自動車メーカー・Tier1などから次世代型内センサの開発依頼があり、販売を開始した。センサ費用は型費の増加をもたらすものの、それにより得られる不良仕損費削減や量産金型監視工数の最小化、生産を止めない、成形機連携FBシステムなどに取り組んでいる（第3図）。

成形金型内での微小な型開量（エアマイクロセンサ）、型内の凝固温度センサ（光ファイバ温度センサ）



第3図 先進的な精密・高速・ハイブリッドな「型内センサ」で金型内の挙動を可視化する技術開発

サ)、ノズル温度センサ、金型の変形（渦流式型開センサ）、型内の各部位の圧力（セラミックピン圧力センサ）などが開発され、樹脂金型内の挙動が正確に可視化できる時代になった。

4. 成形現場のセンサ・センシング・M2Mシステム・IoT & AIシステム構築

4-1 成形ハイブリッドセンシングシステムと導入効果事例

成形センサには金型・設備・材料・環境センサとそのデータを一括収集し、IoT & AIで不良監視と分析・予兆監視する総合的なシステム構築が進んでいる。成形現場の変動する不良因子をリアルタイムにセンシングし、M2Mシステム「Σ軍師Edge」で一括データ収集するシステムだ。設備・材料・環境温度センサは無線式振動・熱電対・電流・温湿度センサが用意されており、古い成形設備にも安価で簡単にに取り付けることができる。Σ軍師Edgeは、工場フィールドで各センサのデータ監視・グラフ化が可能であり、閾値設定により異常値を赤色灯などで現場作業者に異常を知らせることができる。また、異常信号は成形機・取り出しロボットなど設備へFBされ、不良拡散を防ぐソフトウェアとなっている（第4図）。

Σ軍師Ⅱを導入し、効果を上げているメーカーを紹介する。和興フィルタテクノロジーは「シルバー不良の削減に取り組み、約1年で樹脂成形の不良削減効果が得られた」と公表した。成形など良品条件を標準化し、現場で守り切る取り組みが安定生産につながったとのこと。基本中の基本である①温度、②圧力、③時間、④速度、⑤量を一定条件で管理（監視）できるΣ軍師Ⅱがあれば不良は起きないと言える。

4-2 Σ軍師Ⅱ & AIソフトを組み合わせたデータ分析・予兆監視システム「Σ軍師Ⅱ AI Plus」

AIソフトのΣ軍師Ⅱへの実装リクエストは多い。具体的には、

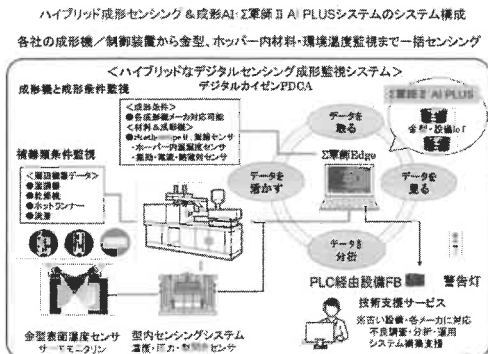
- ① 製造現場から生産技術に依頼しなくても現場で不良の原因を知りたい。
- ② 品質管理の七つ道具であるパレート図のようにAIソフトで分析結果を出してほしい。
- ③ その結果を基に現場で金型や生産条件・設備を調べて生技からデータ分析の結果が欲しい。
- ④ 分析結果から不良の予兆監視ができれば問題なし。

との声があった。

早速、岡谷鋼機・中部合成樹脂工業と共同で、「Σ軍師Ⅱ AI Plus」を開発した。不良分析の有効性を評価した結果、十分使えるとの結論に至った。2024年からデータ取りを始め、今に至るまで継続して、分析、照合、追跡調査を行っている。JSW650トンの成形機で生産している成形条件データとサーモモニタリンから得られる金型表面温度データをリアルタイムに収集、これに生産データと不良データを紐づけ、AIの活用による不良因子を突き止めることに役立てている（第5図）。

5. 成形不良の削減には金型監視システムが重要

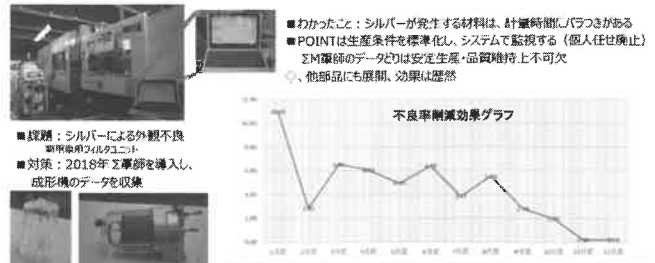
不良原因は金型センシングだけで対策できるわけではない。ショット数に応じた金型メンテナンスを適切に実施しないと成形不良の原因となる。また、メンテナンスは金型や部品ごとに違いがあるため、金型毎に不具合や部品交換履歴など、良品を維持するにはそのデータ化が必須となる（第6図）。

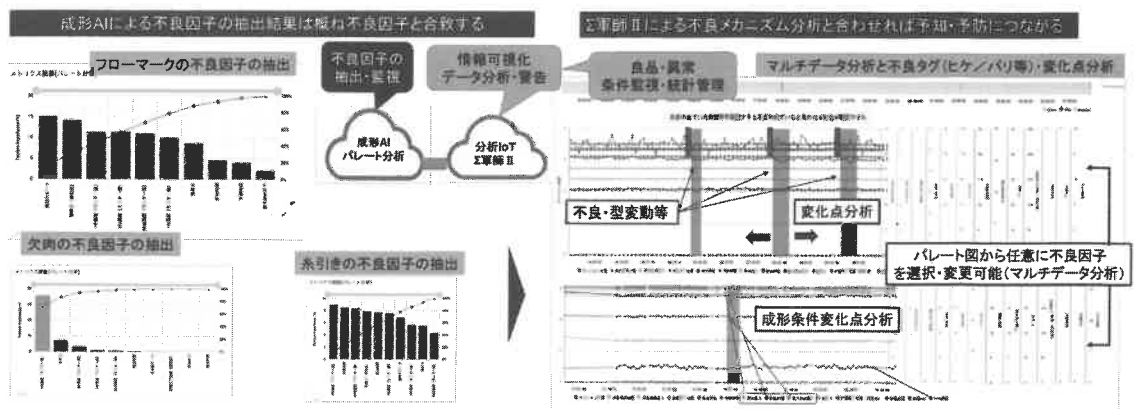


第4図 成形不良を監視するハイブリッドセンシングシステムと事例・効果

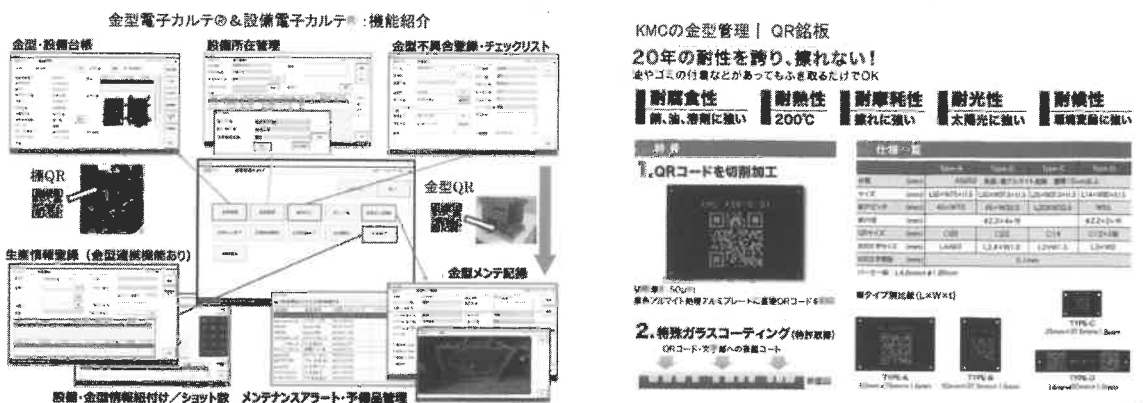
WAFTEC 和興フィルタテクノロジー様(技術支援コンサル事例)

成形機センシングシステムとΣ軍師Ⅱ、金型IoT導入・運用による不良削減効果
不良率1/10、1%以下達成、他部品への拡大展開中





第5図 成形不良のメカニズム分析と予兆監視成形AIによる成形データ分析・予兆監視の結果データ

第6図 金型IoT[®]によるメンテナンス管理と金型カルテ・20年耐性の金型用QR銘板[®]

6. おわりに

樹脂成形の金型・設備センシングや成形AI「Σ軍師Ⅱ AI Plus」はプレスやダイカスト、切削加工への工法でもシステム拡張性が進行している。時代はセンシング、特に金型、AIはその先にある。

【筆者紹介】

佐藤 声喜
(株)KMC 代表取締役社長