

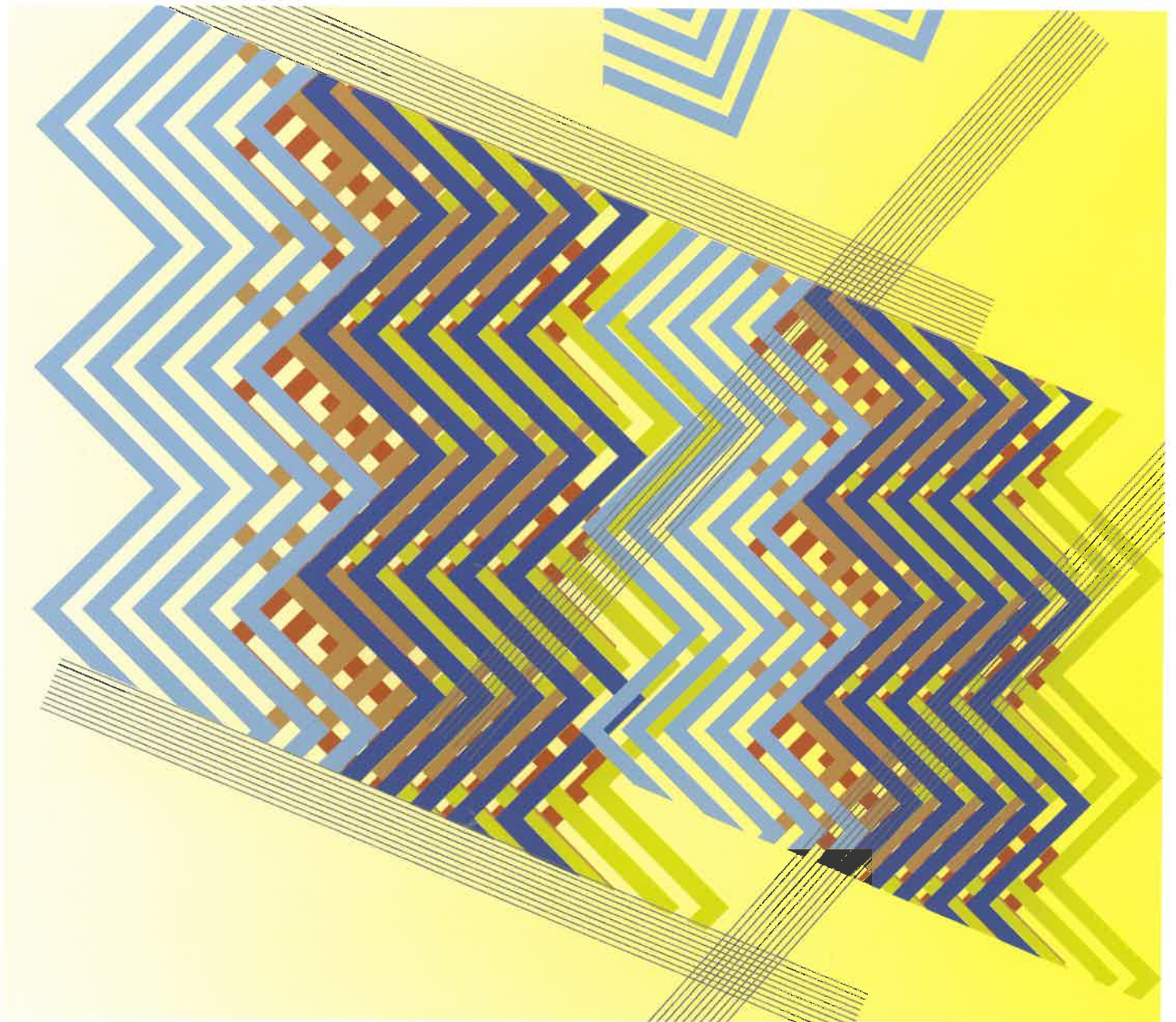
# プラスチックエイジ

プラスチック産業・技術の総合情報誌

PLASTICS AGE **8**  
Vol.68 2022 Aug.

**特集** 成形工場の省エネ／DX化に向けて

イエローページ ホットランナ



# 射出成形現場に適用進むDX： 成形IoT&M2Mソリューションと事例

佐藤 声喜\*

## はじめに

コロナ禍に続き、ウクライナ・ロシア戦争に円安と全く予測不能な時代に直面している我が国の製造業。こうした激動の時代を生き抜くには、変化に対応できるスピード感が重要だ。近年では日本の製造現場でもようやくデジタル変革が進行しはじめ、その取り組み事例や成功事例が注目を集めている。本稿では射出成形に特化したDXソリューションと導入事例について紹介しながら、これからのデジタル製造現場を論じたい。

## 1. 製造業向けのDXソリューション導入の課題と真の目的

DXの導入に向けた最大の問題点

は、“経営層が考える課題”に対し、解決策と考えているDXへの期待が“製造現場の課題”とあまりにもかけ離れていることにある。「DXの導入ありき」の姿勢では何もカイゼンしない。DXの真の目的は、“売上・利益アップ”と“原価低減”であり、現場を楽にするためのツールでなければならない。筆者はこれまでのコンサル業を通じて、高価なDXシステム・ソフトを導入したものの「使えない」と運用を辞めてしまった現場を数多く見てきた(表1)。

製造現場にはQCDと生産性向上だけでなく、昨今はカーボンニュートラル(CO<sub>2</sub>削減)を見据えた2030年までの具体的な取り組み目標や、SDGsという社会の持続的成長に即した経営目標も追加された。果たして製造現場はどのような対応が必要で、どんな施策、特に期待のDXが何を解決する手段となりうるのか。後節で論じていく。

## 2. 射出成形の現場課題とDXへの取り組み指針

### 2.1 DX導入に向けた自社の“製造力の棚卸”とデジタルカイゼンに向けた指針

経営課題の解決において一番重要なのは現場改革である。そのためにはDXへの取り組みの前に、製造現場の課題・悪さ加減を“定量把握”することが重要だ。当社ではユーザーの依頼を受けて、技術コンサル部門が“製造力の棚卸”を行い、定量評価と先達企業(同業他社)とともにユーザーの製造現場・生技と議論し、カイゼン方策を立案する。そして目指す姿を共有しながら、段階的なDX:デジタルイノベーションの取り組みを実施していく。図1に「製造力棚卸」調査の事例を示す。

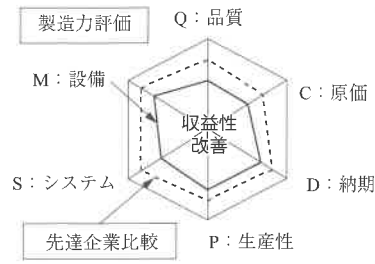
製造現場のDX化は現場をデジタルカイゼンの文化へ変えることにもつながり、人材育成とPDCAを回せる体質への転換も求められる。製造業の方々

表1 経営課題・期待と製造現場の現状課題とのギャップ

経営層の課題・期待	共通項目		現場の課題
DXで売上・営業利益率UP, 原価低減	トップが現場を知らない		DXが何か分からない, 投資効果が言えない
製造不良“ゼロ”・流出クレーム“ゼロ”	Q:品質	不良率5%	経験と勘頼り・原因不明・対策見えず
原価低減, 毎年10%・顧客要求達成	C:コスト	人件費UP	人件費・材料費高騰・原価低減策がない
短納期化・サイクルタイム30%削減	D:納期	多品種・少量	段替え増・作業の無駄増, チョコ停増
省人化・生産性30%UP, 停止80%削減	P:生産性	人員不足	生産停止, 低スキル傾向, 海外実習生
デジタル化で管理・間接工数80%削減	S:システム	ソフト不備	製造現場では紙書き・EXCELベース
自動化・設備投資1/2・既存設備活用	M:設備	旧設備95%	古い設備が多く, メンテ不足・故障続き

\* Seiki Sato  
 ㈱KMC 代表取締役  
 Tel. 044-322-0400  
 Fax. 044-322-0401

【棚卸項目：QC/DPSM】



<QC工程表からの現場力・棚卸項目>

- Q:品質管理力(再発不良・自動検査)の棚卸
- D:工程内滞留(設備・供給・待ち)の棚卸
- C:不良と滞留からの原価改善の棚卸
- P:生産性棚卸(不良・滞留・故障)の棚卸
- S:システム(ERP・MES・品質管理等)の棚卸
- M:設備棚卸(生産設備・治工具)の棚卸

図1 「製造力棚卸」調査の事例(KMC技術コンサル資料)

項目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
生産数	14,538	15,265	15,723	16,037	16,679	17,680	17,856	17,499	18,024	18,385	19,672	21,245	208,603
不良数	1,622	1,556	1,693	1,383	1,599	1,706	1,920	1,900	1,874	1,965	2,128	2,201	21,548
不良率	11.2%	10.2%	10.8%	8.6%	9.6%	9.7%	10.8%	10.9%	10.4%	10.7%	10.8%	10.4%	10.3%
【不良内訳】													
シルバー	349	397	314	369	550	354	464	385	360	441	393	552	4,930
バリ	436	252	495	289	250	451	321	394	460	414	384	382	4,527
ヒケ	208	228	286	208	260	230	116	273	269	299	315	309	3,002
ショート	273	229	236	277	288	265	268	341	324	312	354	398	3,565
寸法不良	94	76	79	80	33	88	89	87	90	92	98	127	1,036
白化	15	15	16	16	17	18	18	17	18	18	20	64	251
色	29	31	31	32	33	35	36	35	36	37	39	106	481
外観不良	73	76	79	37	83	88	89	87	90	92	98	106	995
その他	145	252	157	80	83	177	518	280	225	261	427	155	2,761

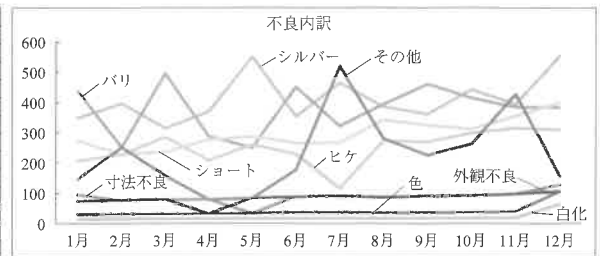


図2 Q(成形不良)調査の事例,生産全体・部品別・材料別・成形機別に詳細調査を実施

には、自社の“製造力棚卸”とともにDXへの挑戦を提案する。

## 2.2 製造力分析と成形不良分析の事例

射出成形の現場における最大の課題は“成形不良”といわれる。もちろん、客先への不良流出は絶対に阻止しなければならない。成形不良率としては、一般的に大企業で1%程度、中堅企業では3%~8%くらいとされるが、中小企業では人手不足などにより不良管理ができていないところもある。

一方、企業規模を問わず不良原因の分析・対策ができていない企業も多い。“不良ゼロ”を目標にするものの一向に改善の兆しが見えない状況だ。成形不良の原因調査には生産全体・部品別・成形機別、材料別等詳細調査を実施しながら、不良事象における原因・対策・評価・歯止めの基本的なPDCAを実施しないと再発の防止には結びつかない(図2)。

しかしながら、人手不足の製造現場に改善を求めようとしても、“紙記録”

が主体の既存の情報収集やEXCELでの分析作業では追いつかない。そこでDX:デジタル情報収集(タブレット記入とM2M:自動データ収集)と分析自動処理(ITソフト)である当社のDXソリューションのM2M:Σ軍師II,金型電子カルテ,設備電子カルテがこれらの課題を解決する。

## 2.3 DX:成形M2Mシステム「Σ軍師II」と成形不良対策事例

成形条件は作業者の経験と勘に頼った“現場任せ”で設定されるケースが多い。基準となる成形条件を作っても、材料特性や金型の劣化状況、メンテナンスの状態、成形環境温度、冷却水温度などは日々変化するため作業者は基準をいじる。その結果、個人差や熟練度の差が生じ不良発生の原因となる。「なぜ?」と経営者は言われるが、現場に足を運び作業者と会話をしなければ真の実態はつかめない(経営層≠現場のギャップ)。

そこにデジタルを活用した、作業者

のスキルに依存しない“DX:デジタル成形システム”に期待がかかる。以下に当社のDX:成形M2Mシステムを活用した分析・対策の事例を紹介する。ポイントは製造データの収集に人手をかけず、コンピュータに収集と分析を任せることにある(図3)。

不良削減には、成形に係るすべての情報を一括監視できるようにシステム化することが必須だ。中途半端なデータ収集や見える化だけでは何も解決できない。当社はDXへの取組みに向けて「データを取る→見る→分析→活かす」のデジタルカイゼンPDCAを提唱し、仕組みと体制作り、そして人材育成を合わせて提案している。

## 2.4 DXによる具体的な成形不良対策の実例

### (1) 和興フィルタテクノロジー(株) (松山工場長談)

具体的な事例として、和興フィルタテクノロジーのDX導入事例を紹介する。同社は透明ナイロンを用いた樹脂製品製造の際、シルバーによる外観不

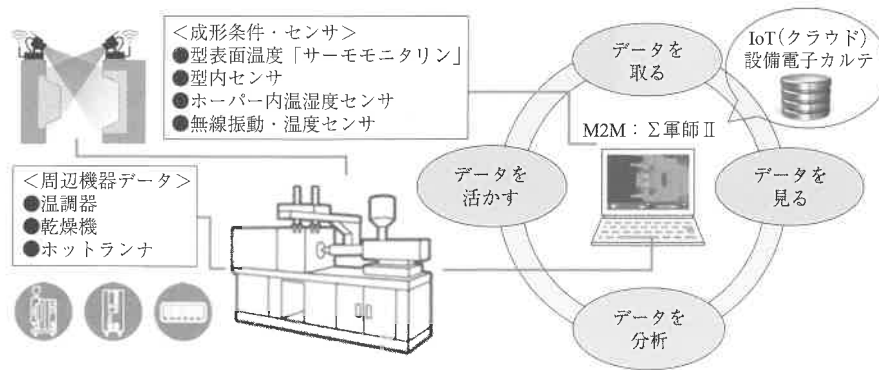


図3 DX：成形監視システム：Σ軍師II & 設備電子カルテとデジタルカイゼンPDCA

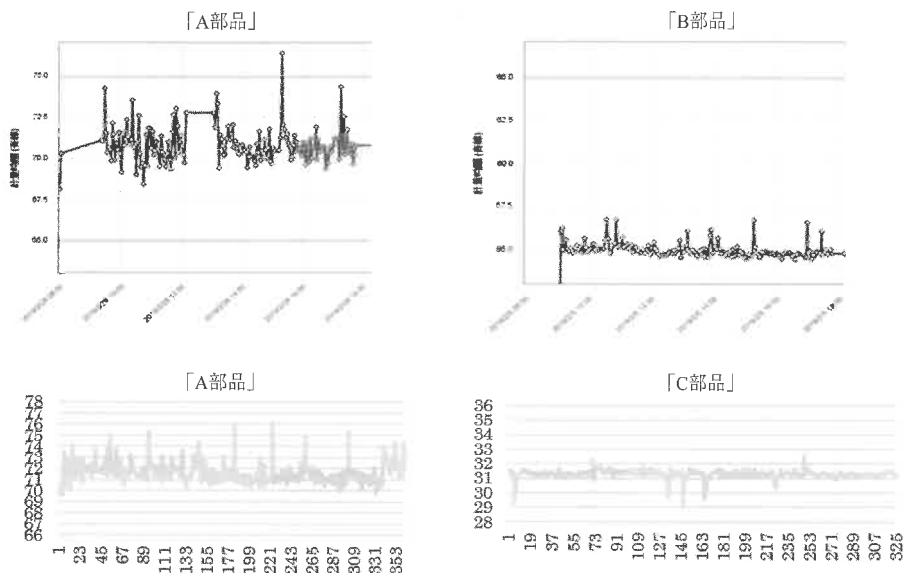


図4 「Σ軍師」データの計量時間のグラフ

良が多く、仕損費も高額となっていた。そこで成形不良の削減を目的として、KMCのDX：M2Mシステムを導入した。

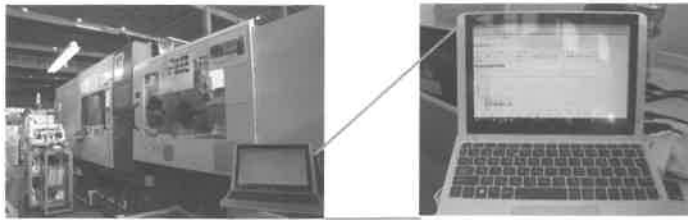
製造するフィルタユニットのカバー部分などは樹脂の成形品である。樹脂成形は「圧力」「温度」「速度」「量」「時間」の5要素が重要であり、これらが一定であればあるほど同じ品質のものが生産できる。しかし同じ材料であっても、ロットによって圧力が変わってしまうことがある。圧力が変われば相反する条件もたくさんあり、そこをどう見抜くかが樹脂成形において重要なポイントとなる。

図4は、KMCの「Σ軍師」から取った異なる2種類の材料における計量時間（樹脂材料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（図4左上）」という製品は数値が非常にバラついているが、樹脂の異なる「B部品（同右上）」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（同左下）」はバラつきが大きいのに対し、もう一方の別の樹脂「C部品（同右下）」では安定している。そこで計量時間がバラつく原因を探ったところ、静電気材料がホッパ内にくっついてきたということが

分かった。

シルバーの発生率を見ると、2020年の平均では8%ほどだったのが、2021年は全体で4～5%くらいまで下げることができた。イレギュラー的に発生した際の数値も含めてしまった結果ではあるが、確実にシルバーの発生率は下がっている（図5）。導入当初は不良撲滅が目的だったが、量産中に発生した不具合の状況をリアルタイムに確認し、潰し込みをしていくというのが最終的な目的になるかと考えている。今後、電動化・軽量化が加速する自動車業界は、樹脂製品の需要がますます高まっていくだろう。だからこ





成形機の近くでリアルタイムに「Σ軍師」で取得データを確認

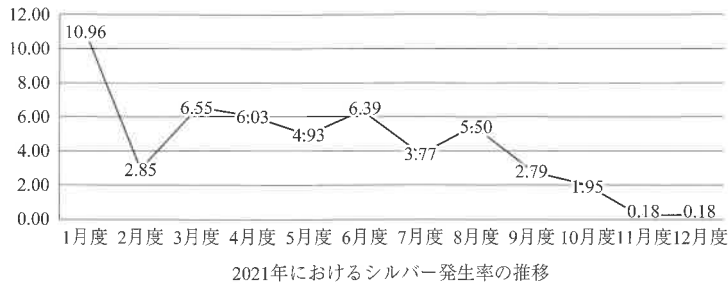


図5 和興フィルタテクノロジー（株）における、「Σ軍師データ」を活用した不良対策の効果

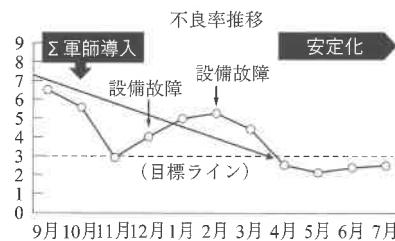
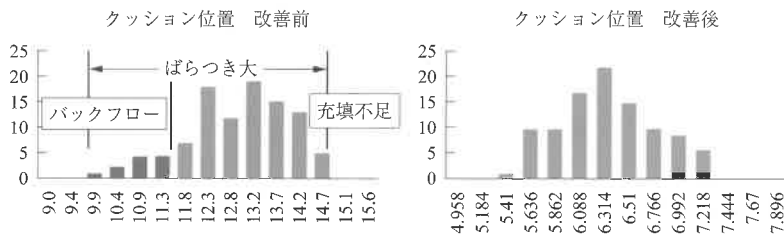


図6 児玉化学工業株式会社における、デジタルデータを活用した不良対策と効果

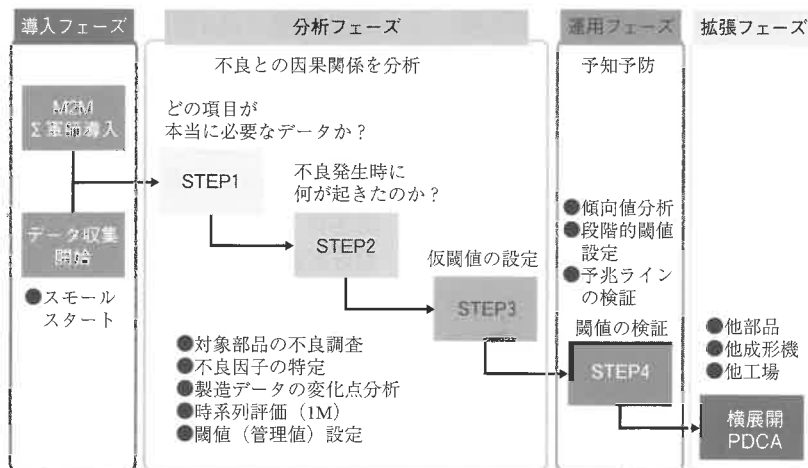


図7 「データを取る→見る→分析→活かす」PDCAを回す技術支援コンサル

そ、勘だけでなく理論に基づくノウハウをしっかりと蓄積していきたい。

## (2) 児玉化学工業株式会社

児玉化学工業における導入事例は、本誌2021年11月号で具体的に紹介しているので参照されたい。図6はM2Mシステム「Σ軍師」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ブタ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（対策前1.8%が0.4%に削減）。

このほか、「Σ軍師」データからシルバーや異物等の不良削減も実施中であり、全体で6%以上あった成形不良が3%以下になってきたとの報告もある。後述する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・設備保全費用の削減にも取り組んでいる。社長の号令一下、「企業文化を変える」DX挑戦として、製造現場でのデジタルカイゼンが今も続いている。

## 2.5 不良削減に向けた技術支援サービス：DX：デジタルデータの分析と技術コンサル

DX：成形監視システムを導入しただけでは不良削減や仕損費低減などの原価低減は難しい。収集したデジタルデータを分析して活かすにはそれなりのノウハウが必要であり、そのためのDX人材の育成には「先生役」が必要だ。

当社では製造現場へのDX導入だけでなく、ユーザーに寄り添いデータの見方から分析・閾値管理による不良予知、対策手法の提案といった技術支援を行うサービスを実施している（図7）。DX導入の難しさは、現場の誰もがデジタルに製造データを見たことがないという点にある。不良削減には、

不良タグ情報と設備データ同期表示・変化点分析機能

設備データを時系列に表示・傾向値管理



設備ごとの複数データ収集・多重閾値管理機能

マルチデータ表示で異常を抽出・スパイク分析機能



図8 新開発 DX：M2Mシステム：「Σ軍師Ⅱ」の機能紹介（特許申請済）

良品と不良品の“変化点”をデータで捉えることが不良原因の究明と対策に不可欠である。

### 3. DX：成形監視システム

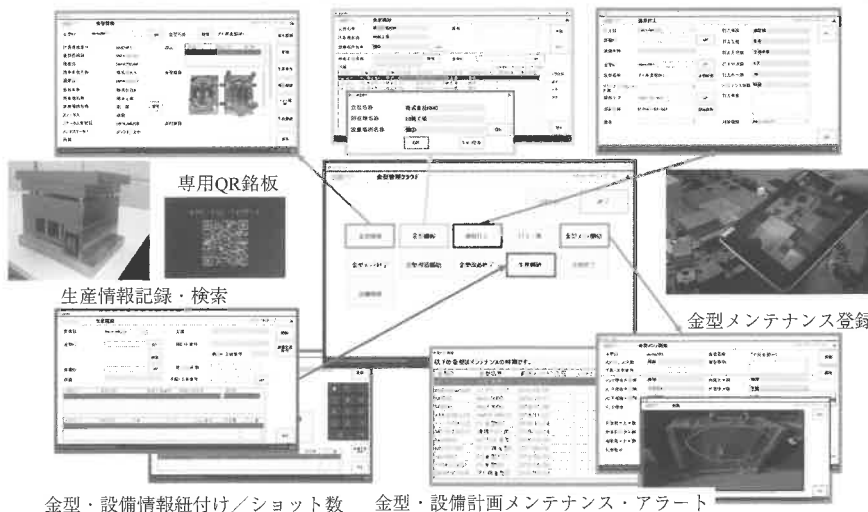
#### 3.1 M2M：Σ軍師Ⅱの機能説明

当社がこのほど新開発した「Σ軍師Ⅱ」は、業界初の各種分析機能を用意している（図8）。優秀なベテラン成形技術者の育成には時間がかかる。そこで、Σ軍師Ⅱにはベテランが着目する気づき・分析ロジックをソフトウェアが支援するという仕組みを実装した。例えば、部品不良が発生した時刻にタブレットから“不良登録”を行うことで、その前後のデータの比較が可能となる。この他にも時系列傾向値分析や異常値（スパイク）分析、多重閾値設定機能によって、不良の予兆管理・警告も行うことができる。

#### 3.2 IoT：設備電子カルテ&金型電子カルテ

射出成形の現場では、製造条件だけでなく金型と設備の管理も重要だ。良い部品を生むにはこれら3つの要素をDXで管理することで、初めて工程内品質を担保することができる（図9）。

金型・設備情報（金型台帳） 金型・設備所在（国・工場・棚） 不具合・チェックシート日報記録



金型・設備情報紐付け/ショット数 金型・設備計画メンテナンス・アラート

図9 DX：設備IoT「設備電子カルテ」&金型IoT「金型電子カルテ」



図10 電承Factory

#### 3.3 KMCの提供する電承Factory

製造現場において、人材不足や自動

化・省力化のテーマは永遠に続く。そうしたなか、QCDの持続的カイゼンと会社の永続的成長（SDGs）を目指すにはDX：Smart Factoryの活用が不

可欠であろう。加えて、昨今のカーボンニュートラル（CO<sub>2</sub>削減）への対応に向けては不良削減によってムダな再製作や電力を使わないことが効果的となる。当社では「稼働モニタリン」や「電流センサ」等の各種無線センサによる省力化も提案している。当社が開

設しているWebサイト「電承Factory」をぜひ見ていただきたい（図10）。

## ま と め

昨今、DX SierやAI、更にはデータサイエンティスト等が台頭してきた。

しかし、製造の基本は“製造現場”にあり、「現場」「現物」「現実」の3現主義が基本であることを忘れてはいけない。DXの推進は、まずデジタルデータに触れてみることで、そしてシステムと人材育成の両面における取組みが重要だ。



改訂 第22版 好評発売!

ISBN978-4-89263-026-2

# プラスチック読本

(地独) 大阪産業技術研究所  
プラスチック読本編集委員会  
プラスチック技術協会

共編

体 裁 B5判 500頁  
定 価 6,050円  
(本体5,500円+税10%)

1954年の初版以来65年、読みつがれてきた実務者のための入門書。かなり高度で新しい内容を分かりやすく解説しています。プラスチックの性質、成形加工法、応用技術に関する基礎的知識を整理、更に最新技術も収録。講習会のテキスト、また各社での新人教育用に最適の書。

## 第1編 総論

序論／高分子の合成法／高分子のマイクロ構造と物性／力学的性質／電気的性質／化学的性質／熱的性質／成形加工法序論／我が国のプラスチック工業事情

## 第2編 材料各論

**熱硬化性プラスチック**—フェノール樹脂／アミノ樹脂（ユリア樹脂、メラミン樹脂）／不飽和ポリエステル、ビニルエステル樹脂、ジアリルフタレート樹脂／エポキシ樹脂／ポリウレタン／ケイ素樹脂／ポリイミド／その他の熱硬化性プラスチック

**熱可塑性プラスチック**—塩化ビニル樹脂、塩化ビニリデン樹脂／酢酸ビニル樹脂、ポリビニルアルコール、ポリビニルアセタール／ポリスチレン、AS樹脂／ABS樹脂、AXS樹脂／メタクリル樹脂／ポリエチレン、EVA樹脂、EVOH樹脂／ポリプロピレン／その他のポリオレフィン／フッ素樹脂／ポリアミド／ポリアセタール／ポリカーボネート／ポリエステル／ポリフェニレンエーテル／ポリフェニレンスルフィド／ポリアリレート／ポリスルホン、ポリエーテルスルホン／ポリエーテルエーテルケトン／液晶プラスチック／繊維素プラスチック／熱可塑性エラストマー／その他の熱可塑性プラスチック

## 第3編 配合剤及びコンパウンド技術

**配合剤**—可塑剤／塩化ビニル樹脂用安定剤／難燃剤／酸化防止剤／紫外線吸収剤／着色剤／帯電防止剤／滑剤／抗菌・防かび剤／改質剤／核剤

**強化材・充てん材**—強化材／充てん材

**コンパウンド技術**—プラスチックのカラーリング／PVCコンパウンディング／ポリマーブレンドおよびポリマーアロイ／混合機および混練機

## 第4編 成形加工法（含成型）および成形機の周辺機器

**成形加工法**—圧縮成形／トランスファ成形／積層成形／射出成形／押出成形／吹込成形／ラミネーション／カレンダー加工／注型／積層成形技術（3Dプリンタ、AMなど）／ペースト技術／粉末技術／強化プラスチックの成形／反応成形

**二次加工**—熱成形／溶接・接着／成形品の表面装飾

**成形機の周辺機器**—乾燥機／材料供給装置／温度調節器／取出機／粉碎機

**CAEによる成形技術の高度化—樹脂流動解析—**

## 第5編 材料特論（I）—高性能・高機能プラスチック

**高性能プラスチック**—強化プラスチック／ナノコンポジット／発泡プラスチック／耐熱性プラスチック／ポリマーアロイ  
**機能性高分子**—感光性樹脂／イオン交換樹脂／高分子分離膜／高吸収性高分子／医用高分子／導電性高分子／環境対応プラスチック（生分解性プラスチックとバイオマスプラスチック）

## 第6編 材料特論（II）—応用

機械材料／電気・電子材料／光学材料／耐食材料／建築・土木材料／輸送機器／包装材料

## 第7編 分析、試験法

プラスチックの分析／プラスチックの試験法

## 第8編 プラスチックのリサイクル

**付 録** 国際単位系（SI）および単位換算表／プラスチック関係学会・協会リスト／主要なプラスチックの性能一覧表

## 索引

(株)プラスチックスエージ

〒101-0047 東京都千代田区内神田2-6-2 矢板ビル 4-3 URL: www.plasticsage.co.jp/  
Tel. 03-3256-1951 Fax. 03-3256-1954 Eメール: bksp@plasticsage.co.jp

