

プラスチック産業・技術の総合情報誌

プラスチックスエージ

8

Vol.65 2019 Aug.

PLASTICS AGE

特集 成形工場の自動化・コストダウン、 高度化技術



連載

●私的プラスチック工業史 -人と技術とプラスチック-

コンパクトM2M・IoT「Σ軍師e」による射出成形の製造データ収集・監視・分析

佐藤 声喜* 福嶋 一人**

はじめに

IoTが本格的に日本に紹介されたのは4年前の2015年の日独セミナー（筆者講演）頃であるが、当社は2010年の創業よりIoT・M2M（マシンツーマシン）^注システム開発に取り組み、自動車や部品製造企業への納入実績を重ねてきた。最近、既存の古い設備からでもデータが取れるのか、そして取ったデータをどう活用するのか、小さく始められないか、といった声を多く聞く。本編では、成形機から周辺機器、双葉電子工業のマーシャリングシステムと連携した金型センサまで一括でデータ取得を行うコンパクトM2Mシステム「Σ軍師e」と「コンパクトIoT」システム連携によるデータ分析技術を紹介する。

注) M2M: Machine to Machineの略。モノ(機械)とモノ(機械)があらゆる通信手段(ネットワーク)を用いてつながり合う仕組みや、その送信形態を意味する。

1. 「Σ軍師e」コンパクトM2Mシステムの概要と特色

IoT・M2Mシステムは展示会でもPLC、データロガー、IoTシステム、大手ITメーカーのプラットフォームまで様々な商品が紹介されているが、導

入はそれ程進んでいない。要因は、工場内にある古い設備で、設備メーカーが提唱する最新のIoT対応設備には投資も必要となることである。また、工場には種々設備があり、例えば各メーカーの成形機をつないでデータを取得するには、制御情報まで公開することになりかねないとの懸念もある。導入事例は、大手企業の無人工場や新工場で、一般の部品製造企業では投資ができない。そもそもIoTへの誤解もあり、M2Mは機械設備のデータ統括管理・監視分析システムで、IoTは工場内の人、機械、工程、材料などの4M情報を統括管理・監視分析するシステムである。1項では新開発のコンパクトM2M「Σ軍師e」のねらいとシステムの概要から解説する。

1.1 すべての設備情報を収集する「Σ軍師」シリーズの概要

古い既存設備の工場でもデータ取得は可能でSmart工場化は可能である。「Σ軍師e」は、メーカー不問、新旧不問のマルチベンダー対応M2Mシステムである。多くの製造工場では10年から20年前、時には30年前の設備が現役稼働中で、通常7年の設備償却後の機械で稼働率を上げ利益を絞り出すのが製造業の宿命だからである。その古い設備からのデータ収集には、設備メーカーごとのデータフォーマットの違いや、出力形態もRS232CやLAN・

USBポートなど様々で、その対応が必要となる。設備監視には、設備の温度、圧力、振動、流量などの後付けでセンサを追加する必要もある。どこまで設備データを取ればよいのか。例えば成形不良削減には、部品製造に関する成形機、周辺機器、金型センサ、ホットランナ、ガスインジェクション、後付けセンサ等、成形部品製造に関する全設備データの取得が最終的には必要になる。Smart工場の真のねらいはロボットなどの自動化だけでなく、(Q)不良を出さない、(D)設備を止めない、製造サイクルが早い、(C)製造・設備コストが安い工場である。図1に、「Σ軍師e」と連結可能な設備、周辺機器、センサ等と今回紹介する「Σ軍師e」INJ-Package構成を紹介する。「Σ軍師e」は、汎用PC・Windows上で稼働するソフトウェアで、後述のコンパクトIoT連携やデータ容量拡張もしやすく、アプリケーションソフトもバンドル可能なシステムとなっている。また、工場の悪環境下には、粉塵、昇温対策を施したBOXと工場用PCによる「Σ軍師e」を用意している。表1に、「Σ軍師」シリーズの機能特色一覧を示す。

1.2 「Σ軍師e」による樹脂成形コンパクトM2M・IoTシステムの紹介

(1) 「Σ軍師e」INJ-Packageとその特色

「Σ軍師e」による樹脂成形現場向

* Seiki Sato

** Kazuhito Fukushima
(株)KMCソリューション企画推進本部
 Tel. 044-322-0400 / Fax. 044-322-0401

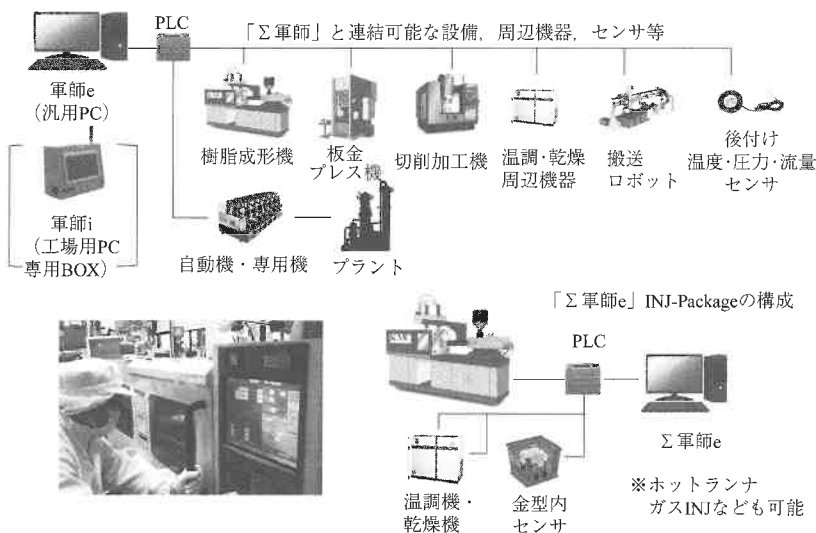


図1 「Σ軍師」による設備連携と「Σ軍師e」INJ-Package構成

表1 「Σ軍師」シリーズの機能特色

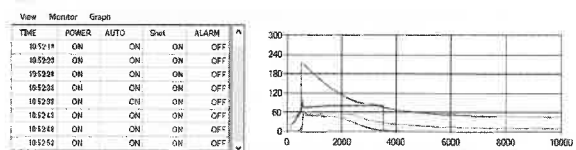
1	メーカー不問	各メーカーの設備、周辺機器まで一括収集対応。樹脂成形、プレス機、マシニングセンタ、鋳造、専用自動機など。
2	設備新旧不問	古い設備にも対応。
3	データ管理機能	生産設備本体に加え、周辺機器、各種センサまで一括管理。閾値管理、傾向値管理、収集データ保存、M-Karte(4M)連携。
4	連携設備台数	最大8台（取得情報数により変動）
5	各種センサ対応	振動、温度、圧力、流量センサなど。
6	情報機器対応	各社PLC、専用APMとも連携。
7	ネットワーク	LAN、EtherCATなどに対応。
8	工場対応	防塵、昇温に対応した堅牢な専用BOXを用意。
9	表示機能	アナログ表示、デジタル表示、各種グラフが選択可能。個別要求の図表にもカスタマイズ対応。
10	設置工事	Σ軍師との機械設備、PLC、センサ接続回路設計。設置工事までワンストップ対応。
11	年間保守対応	ソフトウェアバージョンアップ、Q&A対応、設備変更。
12	データ活用技術指導	技術指導員による製造技術コンサル指導（別費用）。

けのコンパクトなM2Mシステムとして「軍師e」INJ-Packageを新開発した。コンパクトなM2Mシステムは、成形機に加え、温調器、乾燥機器等の周辺機器と、型内情報までワンストップでコンパクトに一括データ収集することを特色としている。

型内センサは、双葉電子工業製の「モールドマーシャリングシステム」と連携し（当社直販可）、樹脂圧力、表面温度、流速の各センサ情報を「Σ軍師e」に取り込み、成形機、周辺情報と型内データをリアルタイムに自動で一括集計・監視・分析が可能になった。今までは、設備メーカーごとにバラバラに情報収集・監視・見える化機能などが存在し、ユーザーにとって管理が煩雑で、現場作業者が走り回って確認や集計作業まで行っていた。

図2に「Σ軍師e」INJ-Packageと双葉「マーシャリングシステム」金型センサ連携の状態図を示す。金型情報を「Σ軍師e」は自動収集し、1ショット成形ごとに設備情報を自動割り付けする。現場が求めるデータ取得と「自動整理で不良撲滅と安定生産に向けた稼働監視」が実現し、自動車業界の要求する「一個保証、製造トレーサビリティ（1ショットごとの全製造情報管理）」を可能にした。「Σ軍師e」は、データ容量にもよるが通常8台の成形機と周辺装置などの連結が可能である。稼働履歴管理や閾値アラーム機能も標準で装備されている。

また、双葉の金型センサの型内樹脂圧力、表面温度、流速情報を「Σ軍師e」に直接取り込み、アナログ表示や分析機能を内蔵したことで専用の別アンプを不要にし、安価な構成を実現した。システム的にも、従来4台接続だったが「Σ軍師e」ではで8台までデータ集約することが可能となった。従来の型センサは、高価で高精度な成形条件監視が必要な成形部品や金型しか適用されなかったが、システム価格が安価になったことで「Σ軍師e」は量



型内温度・圧力・表面温度の1ショット内温度相関グラフ



Σ軍師eの画面（最大8台の金型データ収集）



金型内センサはPLCを介してΣ軍師と連結

図2 コンパクトM2M「Σ軍師e」INJ-PackageのFutaba金型センサ連携

産工場の成形ラインにも適用できる道が開けたことは大きな進歩である。

M2Mシステムは工場間や他拠点、海外工場とのネットワーク接続はセキュリティ面からも推奨しない。当社は、他拠点・工場・海外連携には後述する「生産電子カルテ／M-Karte」と「Σ軍師e」を専用のドライバを介して必要情報のみデータ通信して対応しているほか、コンパクトM2Mには、プレスバージョンPRS-Packageと切削加工用にMC-Packageが開発されている。

(2) 「Σ軍師e」INJ-Packageの導入効果

射出成形設備からの製造データをどう活用するか、後述の実例紹介メーカーの事例もあるが、監視例の一端を紹介する。まず、M2Mの取り組みステップには3段階あり、レベル1は稼働率監視、レベル2が製造・設備データの収集・分析・改善である。ほとんどのメーカーがこれからこの段階に入るといって良い。例えば、品質の安定と工程内保証を目指すなら成形条件の上・下限値を設定した閾値監視がある。また、不良の未然防止には製造条件の傾向値監視が効果的である。ほか、生産性を阻害するチョコ停（設備異常）、ドカ停（設備故障）対策には、設備と金型の温度、圧力、振動などの設備・機器監視とメンテナンス管理、オーバーパックなどの成形条件監視も有効である。

また、金型メンテナンス管理も重要で、突発停止、成形不良の防止にも型メンテ履歴で経時変化をとらえることができる。この管理はIoTシステム「生産電子カルテ／M-Karte」で行う。現在の成形職場は、熟練の作業員頼りの経験と勘に頼った製造であり、今後生産人口減に対応し、M2Mによるデジタルデータ生産に変換していく必要がある。そうすれば成形技術者も本来の成形QCDに対する改善活動の時間が割けるようになる。これからは、自動でリアルタイムな製造データ取得によ

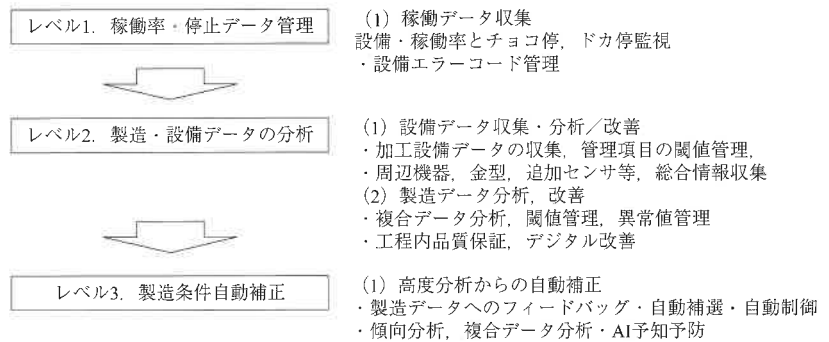


図3 段階的なM2Mの取り組みレベル



「Σ軍師」によるリアルタイム1ショット・条件管理と閾値監視

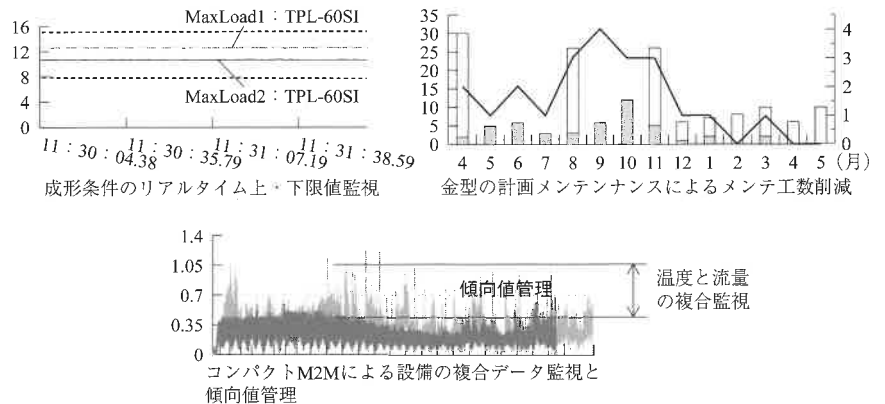


図4 コンパクトM2M・IoTによるデータ監視・分析例

る監視、分析の時代になる。図3に、段階的なM2M取り組みレベルを示す。図4にコンパクトM2M・IoTによるデータ監視・分析例を示す。

1.3 M2M・IoTシステムに必要な生産技術サポートとシステムサポート

M2Mシステムの導入には、どんなデータを収集し、どう分析するのか、生産技術的な検討も必須である。成形機の製造ログデータは30種以上あり、

成形機別に特有の機能もある。「何のために」「どの条件データを」「どのタイミングで」取得するのか、目的に応じてデータは取得されなければならない。ITベンダーからよく製造条件データはビッグデータになると指摘があり、無駄なデータはサーバー容量や契約料金がかかる恐れもある。「Σ軍師」はその製造データの選別や設備ごとの条件設定機能を有しデータの過剰を防止している。当社は、樹脂成形現場から寄せられる相談・課題に対して、専

門の技術コンサルティング部隊が長年現場に寄り添い、製造技術支援と改善提案を行ってきた。また、導入済みや構築済の生産管理システムやPLMとの連携、カスタマイズには当社のSE・ソフト部隊が相談に乗り、他社製ソフト連携も図る。デジタル製造は、過去にそれほど経験がなく、各社これからの挑戦であり、まずは1台からでも始めたほうが良い。

1.4 M2Mシステム導入に必要な工事

当社はワンストップでM2Mシステムの設計・設置工事を請負う唯一のメーカーと自負している。単に設備からのデータ取得といっても、情報取得回路の設計、PLCなどのラダー設計、更に電気工事まで必要になる。制御技術や設備・通信に詳しいエンジニアがいないと対応は不可能だ。ITベンダーや情報機器メーカーは多いが、その現場ごとの新旧、メーカー違いの設備に向き合う業者は少ない。また、設備に局所的に温度、振動、圧力、流量などの付帯センサの仕様検討や選定まで相談される場合もあり高度なMEMS知識も必要とされる。当社はすべてにワンストップで対応するのが特色である。

2. コンパクトIoTと「生産電子カルテ／M-Karte」

図5にコンパクトM2M、コンパクトIoT、総合的な製造IoTシステムの生産電子カルテ／M-Karteの段階的な取り組みステップとコンパクトIoTの見える化グラフ例を示す。

ハード的にはコンパクトIoTはコンパクトM2M「Σ軍師e」の汎用PCに実装され、M2Mとの親和性を高めて安価にIoTが利用できる。コンパクトM2Mは設備のリアルタイム情報監視・表示・分析グラフであるが、コンパクトIoTは、そのコンパクトM2Mの製造データを長期的な視点で時系列的に製造条件データ分析・傾向値管理機能を有している。

また、設備ごとの製造データマージ、監視、分析にもコンパクトIoTで見える化・グラフ表示を行う。例えば、各設備の稼働率監視グラフや設備データを重ねて表示する監視データ等をユーザーの要望に合わせてグラフ化できる。

更にコンパクトM2M・IoTの上位に、工場全体の4M情報管理が可能な製造IoT「生産電子カルテ／M-Karte」システムが用意されている。M-Karteは後述のコニカミノルタなどが国内外の拠点工場に全面採用している。例えば、

どの工場の、どの成形ラインで、どの成形機でどの金型を使用して何個生産したか。また、金型と設備データの紐付けも可能で金型寿命管理ができる。金型メンテナンス履歴も管理でき突発故障防止、メンテナンス工数削減のための計画メンテナンス機能もある。図6には製造IoT・M2Mシステム「生産電子カルテ／M-Karte」のシステム構成を示す。

3. IoT・M2Mシステム導入の先達企業の事例紹介

当社の顧客はすでに国内外の多くの製造工場でΣ軍師、M-Karteを運用している。ほとんどが旧設備の工場であり、20以上の事業所、25ライン、600設備の製造情報の監視を「Σ軍師」で行っている。最近は大企業だけでなく中小企業でも「生産電子カルテ／M-Karte」と連携したIoT・M2Mシステムの採用が進んできた。また、先達企業は、自社工場だけでなくサプライヤーとのIoT連携や設計・生技連携など様々な取り組みも並行して実施している。

(1) コニカミノルタの各内外の製造拠点とサプライヤー事例

コニカミノルタは、複合機をはじめとして、商業印刷や光学システム、ヘルスケア商品など事業の拡大を進めている。生産においては、人・場所・国・変動に依存した生産プロセスを課題と捉え、“デジタルマニュファクチャリング”を掲げQCDの各視点から生産プロセス改革を進めている。その中で、生産現場に密着した情報収集を得意とする同社のIoT・M2Mソリューションに着目し、現場の生産情報を収集・分析する「M-Karte」、及びそのデジタル帳票を全社的に共有する「M-Document」の開発／導入を決定。成形機やプレス機などの設備情報収集には「Σ軍師」を採用している。

複合機は1万数千点から構成されて

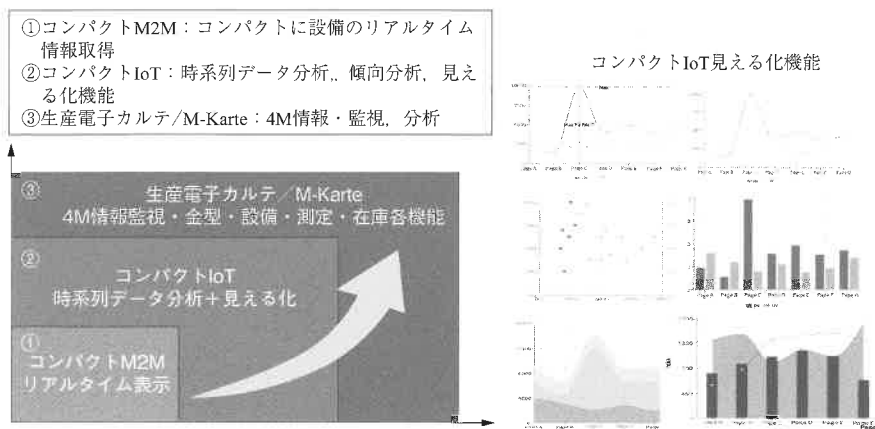


図5 コンパクトM2M・IoTの段階的取り組みと見える化

おり、生産設備も各メーカーの成形機が並び、古い設備であった。当社は、その古い多様な設備と周辺機器、流量センサなどの追加、型内センサ、ホットランナ等高精度成形を実現する「Σ軍師」によるM2Mシステムを構築した。そして製造・生産プロセスに関す

る現場のあらゆる情報を収集・分析・活用することでQCDの向上を図り、得られた効果は大きい。すでに国内製造拠点、中国・マレーシアなどの海外生産拠点に同様にIoT・M2Mシステム展開している。また、国内外のサプライヤーにも次々導入検討が進んでい

て、製品Assyに関するすべての企業とのネットワークによる“デジタルマニュファクチャリング”改革が進行している。図7にコニカミノルタにおける、IoT時代の“新たなものづくり”資料を示す。

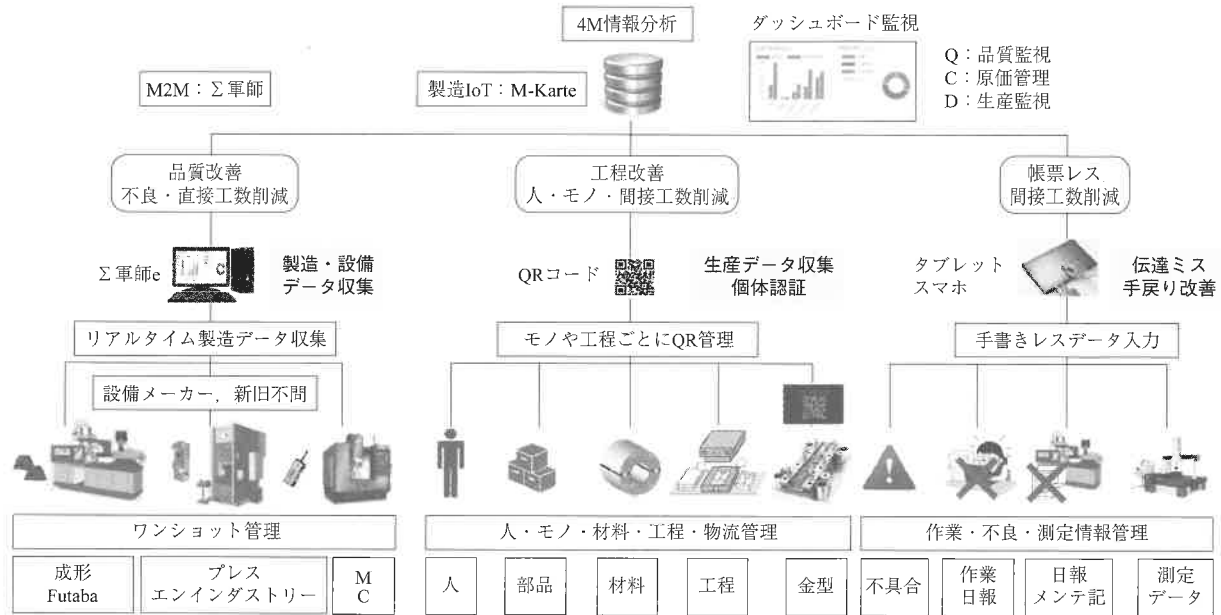
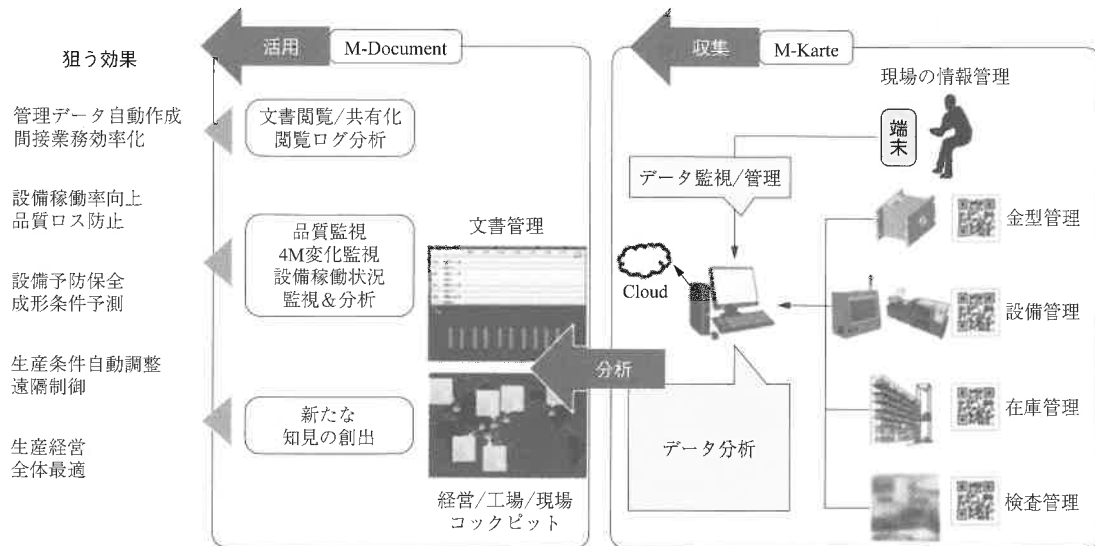


図6 M-Karteによる4M情報管理とΣ軍師の設備データ連携

データ活用領域を拡大させ生産プロセスを進化

製品/生産プロセスに関わるあらゆるデータを収集・分析・活用し、QCDを向上
 ※KMC社製品 M-Karte (データ収集・分析ツール)、M-Document (分析・活用ツール) を採用



(コニカミノルタ提供資料より)

図7 コニカミノルタにおけるIoT時代の“新たなものづくり”

(2) アルパインの同じ失敗を繰り返さないものづくりIoTとサプライヤー連携事例

自動車部品ティア1として自動車メーカーに幅広い音響製品、ナビなどを供給するアルパイン。アルパインが機構設計を担当し、成形・金型・塗装等の生産技術のマザー拠点となっているのがアルパインマニュファクチャリング

である。設計に対し、金型製造要件や成形要件などを指摘して量産設計に反映するが、課題は過去の同じ失敗を繰り返すことにあった。金型・成形ノウハウを共有して量産までの間に不具合要件を潰しこむため、不具合分析と標準化を徹底して行い、システム化を目指した。その技術支援コンサルタントとシステムに採用されたのが当社

の「ナレッジ電承」と「金型・生準カルテ」である。開発や生産技術、製造に関わるあらゆるノウハウをデータベースに蓄積して共有できるこのシステムを3年かけて構築した。

機構設計・金型には「ナレッジ電承」をベースにし、金型製作、部品製造現場では、樹脂成形のトライ情報をリアルタイムに収集できる「金型・生準カルテ」を導入。サプライヤートライ情報もデータを収集でき、その結果を分析して新たな標準やノウハウとして蓄積、PDCAを回すことで同じ失敗を繰り返さないDMCシステム「設計～生産コネクテッドシステム」の確立を目指した。このように、M2Mで量産の製造データを取るだけでなく、金型製作や成形トライ情報を生かした生産準備フェーズでのIoT活用も重要である。図8に開発IoT「D-Karte」と製造IoT「M-Karte」の融合ソリューションを示す。

(3) 中小成形部品製造業の取り組み

当社の金型管理クラウドと金型用QR銘板による金型管理の提案が、川崎市の中小零細製造業の「生産性向上働き方改革モデル事業」に採択された。背景には経産省・中小企業庁からの下

アルパインに納入した「同じ失敗を繰り返さない」システム計画では、製造現場の生産電子カルテ/M-KarteとのPDCA連携が進行している

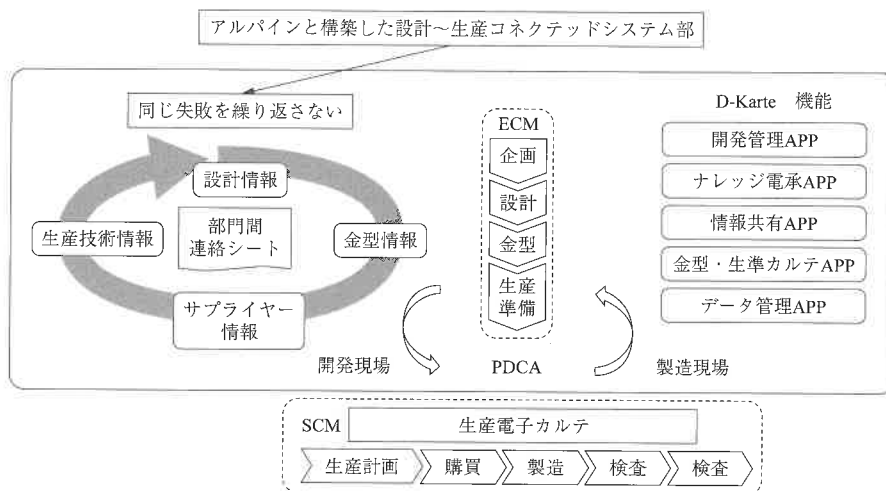


図8 開発IoT「D-Karte」と製造IoT「M-Karte」の融合ソリューション

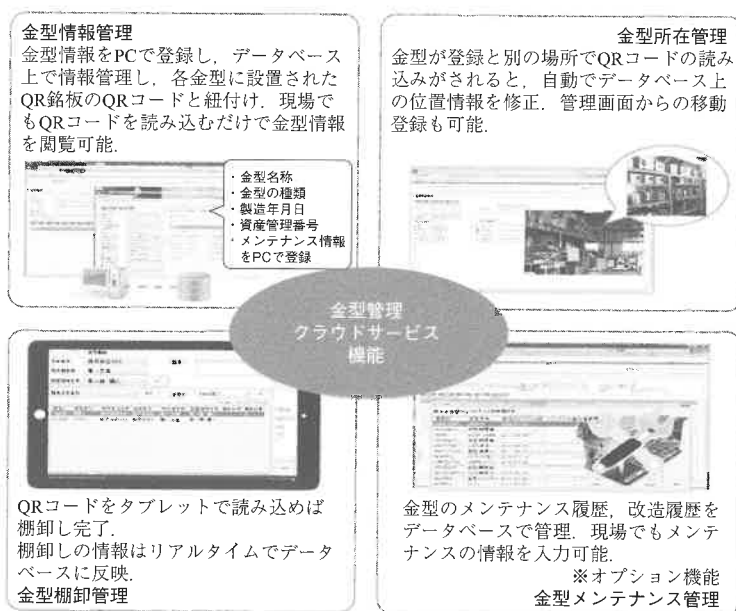
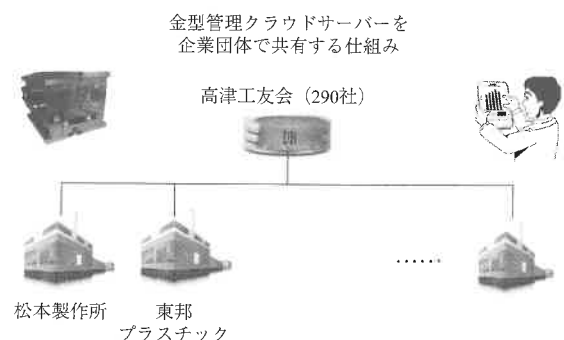


図9 川崎モデルの高津工友会企業との「金型管理クラウド」活用



請けいじめ、金型保管料の未払い、進まない金型廃棄の問題がある。川崎市内の高津工友会の2社の賛同を得て取り組みを開始して効果が実証され始めた。両社とも成形部品製造会社であり、成形には設備管理・データのほかに金型管理・データも重要なファクターであるため紹介する。増え続ける金型の管理に対し月額2万円からスタートできるサービスである。図9に川崎モデ

ルの高津工友会「金型管理クラウド」を示す。

おわりに

IoTは始まったばかりで、今から着手しても遅くはない。射出成形は多くの設備・機器連携によって製造されるので中途半端ではなくコンパクトに全データ取得を推奨する。製造IoT分野

において、重要な最初の取り組みはM2Mによる製造の監視と分析システムであろう。

参考文献

- 1) 佐藤声喜, 福嶋一人, “製造現場のIoT スモールスタートの決定版 リアルタイム設備群情報を一括取得するコンパクトM2M&監視盤IoT,” 自動認識, (5) 29 (2019).