

製造現場の DX に貢献する製造実行システム

Manufacturing Execution System Encouraging DX on the Manufacturing Floor

中嶋 孝広 NAKAJIMA, Takahiro

喜多村 卓 KITAMURA, Takashi

近年、製造業では DX によって製造プロセスを効率化し、生産性や品質を向上させる、製造実行システム（MES）の導入が加速している。MES はさまざまなシステムと連携することで、製品のトレーサビリティの向上や、生産過程における問題の早期発見・解決などに貢献できる。富士電機は、製造現場を情報モデルとしてデジタルツイン化し、体系的に管理することで、食品製造をはじめとするさまざまな用途に対応できる MES を開発した。情報モデルの利用者間での共有や情報識別子の導入、生産情報モデルへの品質管理情報のひも付けなどの効果により、生産性と品質の向上に貢献できる。

In recent years, the manufacturing industry has been accelerating the introduction of manufacturing execution systems (MES) to improve the efficiency of manufacturing processes and enhance productivity and quality through DX. MES can be interfaced with various systems to help improve product traceability and to quickly detect and solve problems in production processes. Fuji Electric has developed a MES that can be used for various applications such as food manufacturing by digitally twinning manufacturing floors as information models and systematically managing them. The MES can share information models among model users, use information identifiers, and link manufacturing information models with quality management information, allowing it to contribute to high productivity and quality.

1 まえがき

DX（デジタルトランスフォーメーション：Digital Transformation）は、IT 技術の進歩によって、ビジネスプロセスの改善やイノベーションを促進する取り組みである。製造業においては、DX によって製造プロセスを効率化し、生産性や品質を向上させることが期待されている。

その中でも、製造実行システム（MES：Manufacturing Execution System）は、DX において重要な役割を果たすシステムである。MES は、製造現場におけるデータの収集・分析や生産ラインの制御・監視を行うシステムであり、生産性の向上や品質管理、在庫管理などに貢献する。例えば、生産ラインの稼働率を最適化し、生産量を増やすことができる。また、MES は基幹システム（ERP：Enterprise Resource Planning）と連携することで、製造現場だけでなく、サプライチェーン全体の可視化や、データの共有と分析が可能となる。これにより、製品のトレーサビリティの向上や、生産過程における問題の早期発見・解決なども実現できる。

本稿では、製造現場の DX に貢献する製造実行システムについて述べる。

2 製造実行システムの概要

2.1 製造実行システムとは

製造実行システムとは、製造工程の把握や管理、作業員への指示や支援などを行うために使われる情報システムである。工場の生産ラインの各製造工程と連携して使われる。主な機能として、作業指示管理、入出荷管理、品質管理、保守管理など MESA（Manufacturing Enterprise Solutions Association）-11 モデルで定義されている

11 種類¹⁾があり、適用される業態や目的に応じて必要な機能を導入する。

MES の適用対象である製造業は、生産する製品の作り方の点から、原材料や部品を加工してこれを組み立てる作業を主に行っている組立加工型製造と、製造プラントなどに原材料を逐次投入して生産するプロセス型製造の二つに大別される。例えば、自動車や機械、そしてその部品製造などは組立加工型製造であり、素材、食品、医薬品製造などはプロセス型製造といえる。富士電機では、それぞれの特性に合わせた 2 種類の MES パッケージソリューションを提供している。

MES の役割と位置付けを図 1 に示す。MES は、その上位には ERP や生産管理システムがあり、下位には製造設備を管理する DCS（Distributed Control System）、PLC（Programmable Logic Controller）などの制御システムがあり、上位システムと下位システムのデータの相互連携を実現する役割を担っている。

富士電機では、製造業の原点は現場におけるものづくり活動であり、MES はその現場と経営の橋渡し役を果たす位置付けと考えている。

2.2 富士電機の製造実行システム

富士電機はこれまで、図 2 に示す MES パッケージ「MainGATE シリーズ」を食品業界、化学業界、医薬業界などのさまざまな顧客に提供して、顧客の生産性向上や品質向上に貢献してきた。また、富士電機の DCS や PLC とシームレスな連携を実現することにより垂直統合ソリューションを提供してきた。

機能別に次のラインアップを取りそろえている。

○ MainGATE/PO：製造指図展開、製造指図

○ MainGATE/EM：製造イベント管理、製造進捗管理

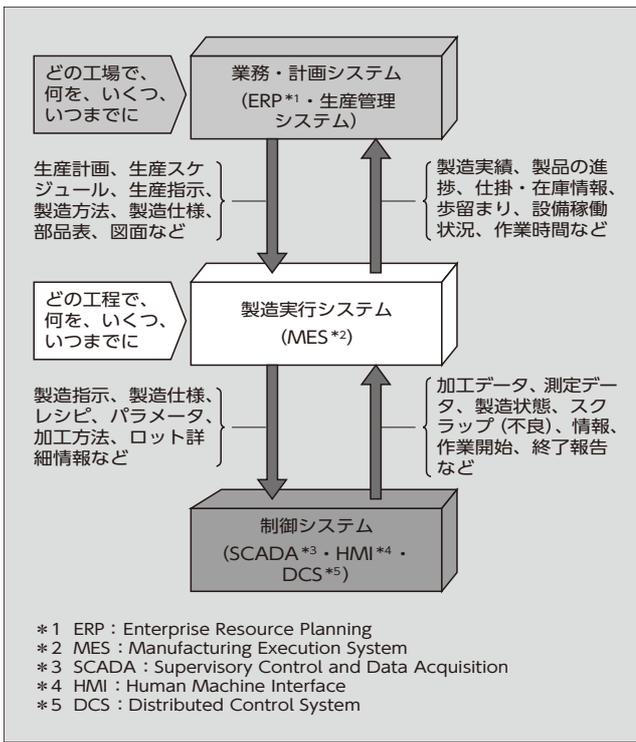


図1 MESの役割と位置付け

- MainGATE/IM : マスタ管理
 - MainGATE/PPA : 製造実績管理、トレーサビリティ
 - MainGATE/MSPC : 品質傾向管理
- これらは次の特徴を備えている。

- (a) MESの機能単位ごとにモジュールを用意
- (b) データの整合を維持しつつ、部分導入・切替えから計画的に機能拡張が可能
- (c) 高効率エンジニアリングツールの提供
- (d) 製造品目の追加対応、作業手順の変更、設備の増設などにも容易に追従可能
- (e) 利用目的からデータを自由に切出し

最大の特徴は、エンジニアリングツールが用意されていることである。少品種大量生産から多品種少量生産に製造の形態が変わってきている中、製造設備の追加変更や手順の変更、管理項目の追加に対して、エンジニアリングツールの利用によるシステム変更を可能としており、柔軟で汎用的なアーキテクチャを実現している。

一方で、現行パッケージには次のような改善すべき点があることが分かってきた。

現行パッケージのデータベース構造は、ロット No. とバッチ No. をキーとしているため、これにひも付かない

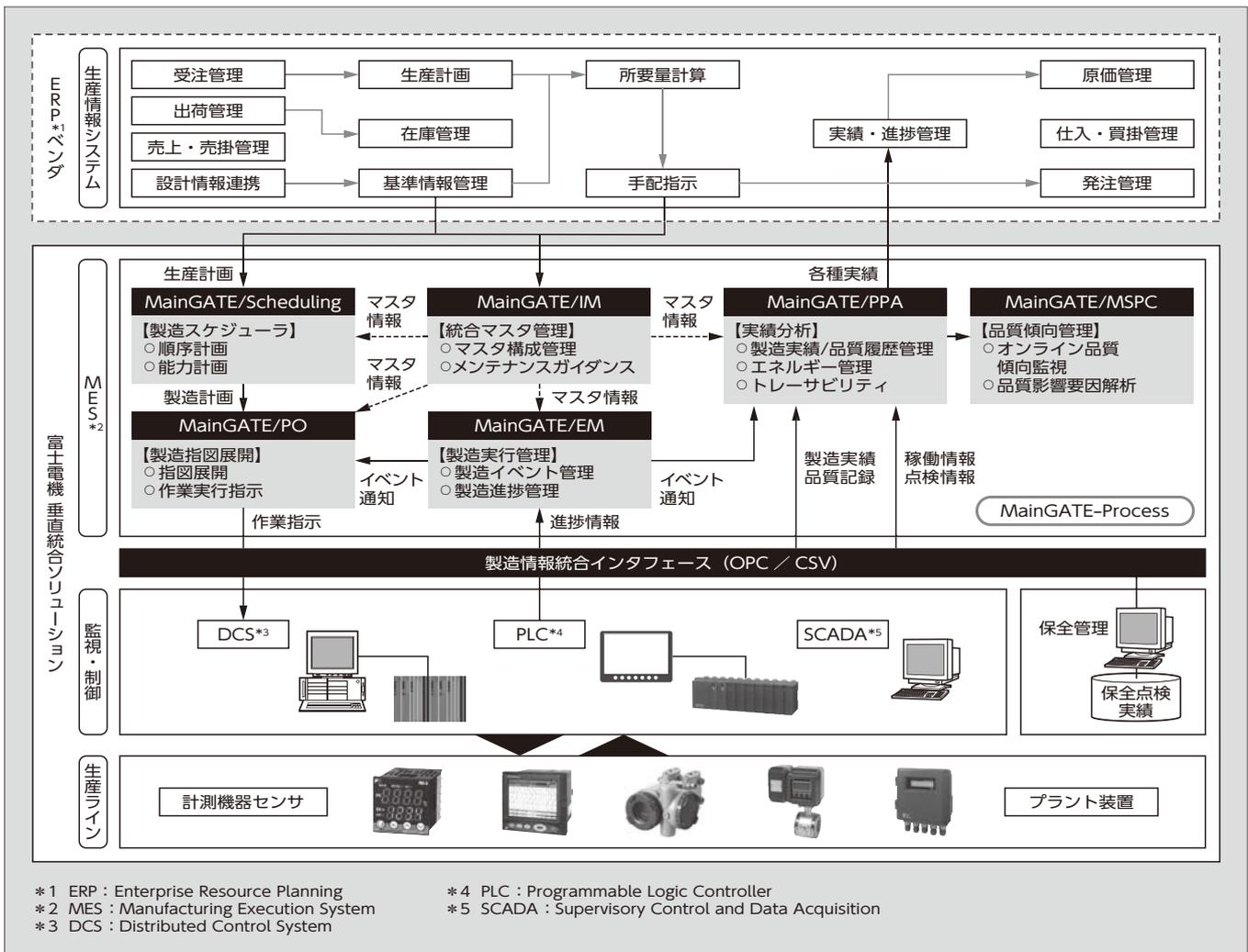


図2 「MainGATE シリーズ」

在庫などのデータはサポートがされていなかった。

また、管理階層が一つ下である原料管理などの作業支援系の機能は、個々の顧客要求に応じてアドオン機能として個別に対応していた。

さらに、蓄積したデータを操業、品質、保全などのさまざまなニーズで活用するためにはフレキシブル性の高いデータ構造が望ましく、データ連携機能を容易に実現できるオープンなアーキテクチャの採用への要求が高まっていた。現状のパッケージでは、特に設備軸でのデータ管理をサポートしておらず、当該軸を含む多軸でのデータ管理は個別に対応していた。

③ 新しい製造実行システム

現行パッケージの特徴を継承しながら新たなニーズにも応えるために、新しい MES パッケージの開発を進めている。現システムのエンジニアリング機能は、実装されている機能に特化しているため、効率が良い反面、機能の変更や他用途での利用が困難であった。そこで新しいシステムでは、製造現場を OPC UA の概念である情報モデルとしてデジタルツイン化することで、必要な情報を体系的に管理してさまざまな用途に対応できるようにする。

3.1 情報モデルと情報オブジェクト

新システムでは、情報を“情報モデル”とそれを具体化した“情報オブジェクト”という概念で表現する(図3)。

この情報モデルとは、情報を標準化した基本モデルを意味する。情報オブジェクトは、情報モデルの形式で製造現場の設備や製品・材料などで具体化した情報である。

情報モデルを定めることで、企業や工場といった単位でのものづくり標準が規定できるため、今まで工場や作業区といった単位で個別の作業手順だったものづくりの標準化が可能となる。ものづくりの標準化は、管理を容易化し、生産効率・品質の向上につながる。

製造実行に関わる現場情報は、次の3種類に分類することができる。

(1) 設備情報モデル・情報オブジェクト

製造現場における、生産設備セグメントの構成を表現するモデルとなる。ISA-95^(注2)が規定する“プロセスセグメント”に相当する。現場の物理的な構成を表すため、階層構造で表現される。階層は基本的に次の7階層で構成される。

- (a) 工場
 - 製品を生産するための工場
- (b) 作業区
 - 工場を機能別に分けた単位
- (c) ワークセンター
 - 作業区をさらに生産管理上の単位として細分したものであり、作業指示を出す単位
- (d) 装置タイプ
 - 使用目的ごとに分別された設備群
- (e) 装置
 - 使用目的ごとに物理的に分別された設備

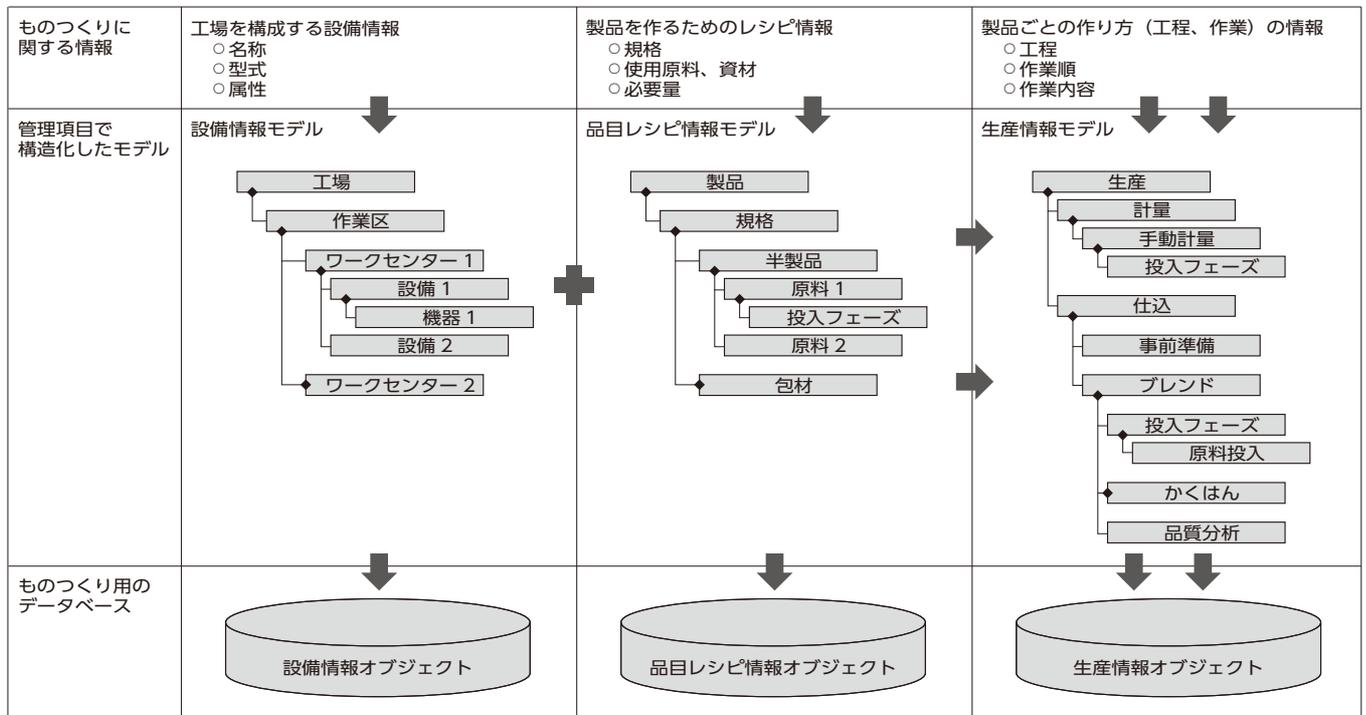


図3 情報モデル・情報オブジェクトの概要

〈注1〉 OPC UA : OPC Foundation の商標または登録商標

〈注2〉 ISA-95 : ISA (自動機器に関する国際的な標準化団体 :

International Society of Automation) が定めた物作りに関わる情報システムのための標準化規格をまとめたものである。

(f) 機器

仕込み、かくはん、温調といった一つの制御機能を司る単位

(g) 計装機器

ポンプ、バルブ、流量計などの制御

(2) 品目レシピ情報モデル・情報オブジェクト

ある製品、半製品、中間品の構成と属性情報、およびその製品を生産するためのレシピ（原料、包材、所要量）ならびに品質を管理するための検査項目を表すモデルとなる。ISA-95に規定されている“オペレーションセグメント”に相当する。製品の構成を次の階層構造で表現する。

(a) 製品

主に工業において原材料を加工した後の完成品をいう。

(b) 半製品

製品を生産するために必要な全ての工程を完了していない中間の製品のことであり、半製品は、一定の工程が終了してそのまま外部に販売可能か、少なくとも工程外に貯蔵可能な状態のものをいう。

(c) 中間品

製造の中間工程にある製品をいう。この段階の製品を抜き取って問題がないかのチェックを行い、問題がないことが確認できれば以降の工程に入る。中間生産品と呼ばれることもある。中間品は、以降の製造過程を得て最終製品となるもので、作りかけの状態である。

(d) 副産物

あるものを生産する過程で、それに付随して必然的に得られる他の産物である（回収品）。

(e) 包材

包装に用いる材料で、紙、プラスチックフィルムなどや木箱、段ボール箱なども含まれる。

(f) 原料

製造・加工して製品を作る際に元とするものである。

(3) 生産情報モデル・情報オブジェクト

生産情報モデルに関しては、基本的にはISA-88^(注3)の手順制御モデルに準じた構造となる。生産情報モデルの各生産手順情報には、指図値や実績値および計測値など、製造に関わる情報が管理される。

品質検査も生産手順の一つとなるため、品質検査結果も生産情報モデルにひも付いて管理されることとなる。

3.2 情報モデルの適用による効果

(1) 品質管理の効率化

工場生産される製品の品質管理は欠かせない。現状の品質管理は手作業で品質チェックリストを作成し、利用している場合が多い。新システムでは、生産情報オブジェクトにて、生産実績や計測値に加えて、品質検査結果も生産

手順と併せて管理される。よって品質管理用にデータを並べるだけで必要なチェックリストを容易に作成できる。

(2) 蓄積したデータの活用

(a) 情報オブジェクトの利用

新システムを利用すると、各情報オブジェクトとひも付いた形で生産過程の情報が蓄積される。このため、設備を軸とする場合は設備情報オブジェクトを通して、同様に原料などを軸とする場合は品目レシピ情報オブジェクトを通して、また、生産軸からの場合は生産情報オブジェクトを通して、必要な階層の情報にアクセスして情報を得ることができる。その結果、情報モデルを共用する利用者との間で必要な情報を容易に連携することができ、情報の分析・評価といった業務へのデータ活用が可能になる。

(b) 情報識別子の利用

情報モデルにより、現場の状態が階層構造で管理されるので、階層をたどることで必要な情報を入手できる。しかし、例えば、複数の製品生産に使われるある設備の生産実績を取得したい場合、情報モデルだけだと、各製品の生産情報モデルを一つずつたどる必要があり効率的でない。こうした用途に対応するため、あらゆる情報項目に情報識別子を付与する。これにより、一度取得した情報識別子をキーにすれば必要な情報に直接アクセスできる。

4 あとがき

製造現場のDXに貢献する製造実行システムについて述べた。

今後は、富士電機製品のみならず、他社製の機器や設備とも情報モデルをベースに連携するシステムを実現して、富士電機の自社工場のコンセプトでもあるつながる工場を実現するソリューションをお客さまに提供することにより、お客さまの生産性向上と品質向上にますます貢献していく所存である。

参考文献

- (1) MESA International Whitepaper, <https://www.mstc.or.jp/mfgx/spec/mesx-wp.pdf>, (参照 2023-03-24) .



中嶋 孝広

産業分野向けの製造管理ソリューションのエンジニアリング業務に従事。現在、富士電機株式会社パワエレ インダストリー事業本部情報ソリューション事業部 DX 技術部 MES/EMS 技術課長。



喜多村 卓

公共分野向けおよびIoTシステムの開発に従事。現在、富士電機株式会社パワエレ インダストリー事業本部情報ソリューション事業部 DX 推進室システム開発部次長。

〈注3〉ISA-88：バッチに関する国際標準規格であり、バッチプロセスのひな型（プロセス、装置、制御、管理を含む）を提唱したものである。



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。