

「インダストリー4.0」が目指すもの

— 進化したITによるものづくりの姿 —



野村総合研究所 産業ITイノベーション事業本部付
上級コンサルタント

ひやくたけ たかひろ
百武 敬洋

専門は商品の企画・開発および生産管理における業務改革・システム刷新の支援

ドイツでは製造業の強化に向けた「インダストリー4.0」の取り組みが進められている。「インダストリー4.0」は国家的産業戦略であると同時に、ITを活用したものづくりの姿の指針でもある。本稿では、主に後者に焦点を当て、製造やサプライチェーンのシステム整備のあり方について解説する。

企業の枠を超えたオープンな 産業ネットワークの構築

「インダストリー4.0」の目的は、ドイツ製造業の生産性向上と競争力強化である。この目的を達成するために、従来は企業系列ごとに閉じる傾向があった産業ネットワークに対してオープンな共通規格を導入するのが「インダストリー4.0」でうたわれている産業政策である。これにより、企業規模の大小にかかわらず、共通規格に準拠する企業・工場が連携して、あたかも単一の企業であるかのようにものづくりができるようにすることを目指しているのである。

「インダストリー4.0」では、これを実現するためには企業の枠を超えた次の3つの統合が必要であるとしている。

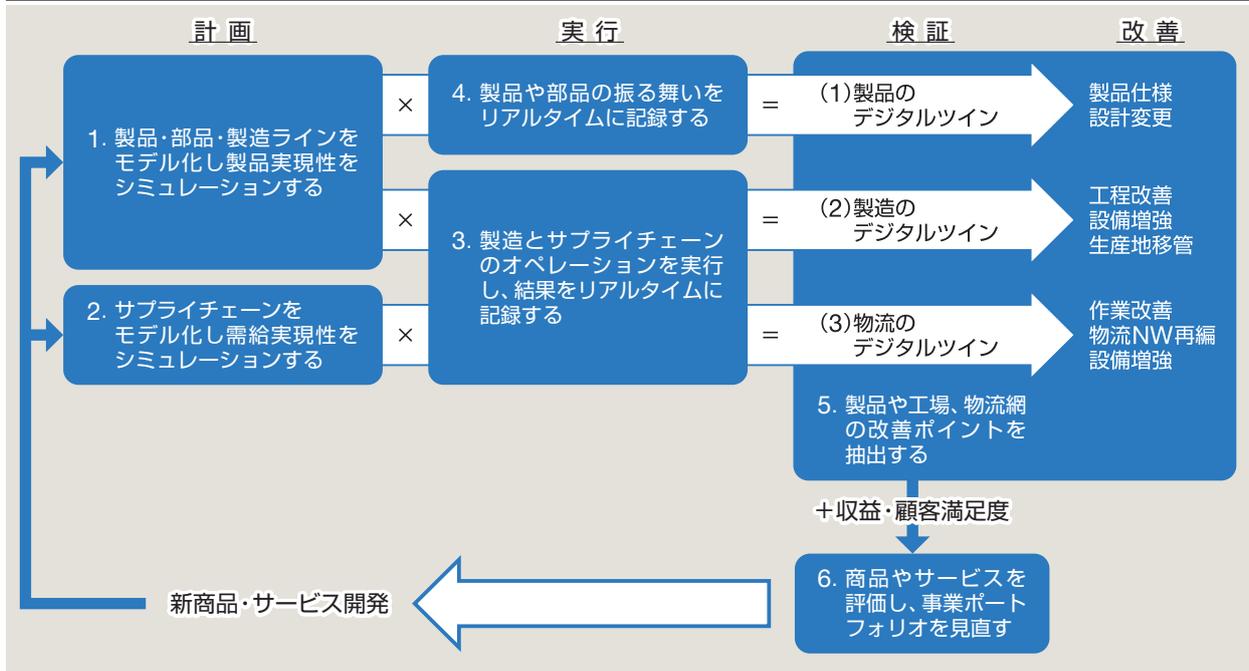
- ① 部品原材料メーカーから最終納品先までのサプライチェーン管理の統合
- ② 製品企画・設計からアフターサービスまでの開発情報プロセスの統合
- ③ 工場のラインや機器など、設備メーカーの枠を超えた計画・実績管理の統合

「CPS」によるデジタルツインの 構築

各企業に対しては、共通規格による産業ネットワークに参加するための条件として「Cyber-Physical System (CPS)」を構築する必要性を説いている。「CPS」は、製品のライフサイクルにおける以下の6つのシステムで発生する一連のデータを連係させる仕組みであると筆者は捉えている。

- ① 製品・部品・製造ラインをモデル化し製品実現性をシミュレーションするシステム（3次元CADシステム、部品表、生産ラインシミュレーターなど）
- ② サプライチェーンをモデル化し需給実現性をシミュレーションするシステム（販売管理、サプライチェーン管理など）
- ③ 製造とサプライチェーンのオペレーションを実行し、結果をリアルタイムに記録するシステム（製造資材計画、製造実行管理など）
- ④ 製品や部品の振る舞いをリアルタイムに記録するシステム（製品情報収集基盤など）

図1 製品のライフサイクルとデジタルツインの関係



⑤製品や工場、物流網の改善ポイントを抽出するシステム（データマイニングなど）

⑥商品やサービスを評価し、事業ポートフォリオを見直すシステム（製品・部品・原価収益管理など）

ここでモデルというのは、現実（Physical）の物をサイバー（Cyber）空間の中にそっくり再現したものであることから、デジタルツイン（現物のデジタルな双子）と呼ばれる。「インダストリー4.0」は、「CPS」によって製品・製造・物流のデジタルツインを構築し、ものづくりの実態をリアルタイムに可視化し制御できる企業を目指すことを提言していると解釈できる。（図1参照）

3つのデジタルツインについて簡単に解説しておく。

①製品のデジタルツイン

3次元CADシステムなどによる製品解析モデル（製品のデジタルツイン）を鏡として、

製品情報収集基盤で収集した出荷全製品・部品の挙動との比較分析を行う。

これまでは、どうしてもときに故障が起きやすいかを知るためには、実際に故障した製品やロット単位で原因を調査するしかなかったが、これからは全出荷製品の挙動分析に基づくシミュレーションが可能になる。データ分析の母数が飛躍的に増大するので、故障予測の精度が格段に向上する。ひいては、クレームやニーズに対して先手を打った仕様・設計の変更もできるようになり、製品の生涯収益の改善をもたらすことが期待される。

②製造のデジタルツイン

生産ラインシミュレーターによって作成された製造ラインの解析モデル（製造のデジタルツイン）を鏡として、MES（Manufacturing Execution System：製造実行システム）で収集した全製造工程および製造ラインの挙動の比較分析を行う。

これにより、製造工程別のQCD（品質、価格、納期）を精度高く分析することが可能になり、新製品における製造工程のQCDの予測、生産工場変更の実現可能性の事前評価などが可能になる。結果として生産準備期間が短縮されるので、新製品投入の早期化も可能になる。

③物流のデジタルツイン

サプライチェーンを構成する、サプライヤーから最終納品先までの生産拠点の生産能力、途中に経由する在庫拠点の在庫能力や荷さばき能力、拠点間をつなぐ物流経路の能力をモデル（物流のデジタルツイン）化し、これを鏡として、実際に発生した需要に基づいた製造・物流の実績との比較分析を行う。

これにより、物流拠点別、物流経路別のQCDを高い精度で分析することが可能になり、ひいては需給ギャップの解消を目指した生産・物流設備への投資や拠点統廃合の影響分析ができるようになる。その結果、先手を打ったサプライチェーンの再構築が可能になり、供給能力不足による機会損失も削減できると考えられる。

以上の3つのデジタルツインの構築は、従来は現場ごとに閉じられていた暗黙知を、広く明示的な知識（形式知）として共有することを容易にする。これは製造技術を全体として高めるために極めて有用である。ドイツでは、この3つのデジタルツインを軸に、製造技術に関する優位性を維持しハイエンド市場でのシェアを確保するとともに、今後急拡大する新興国市場向けに、より少ない労力で高品質なサプライチェーンを構築する能力を高め、生産能力拡大のスピードを加速すること

を狙っていると思われる。

いずれのデジタルツインで収集した情報も、その活用の仕方は各企業の独自競争領域であり、今後は競争優位が情報分析能力によって生み出されるという傾向がより強まるであろう。

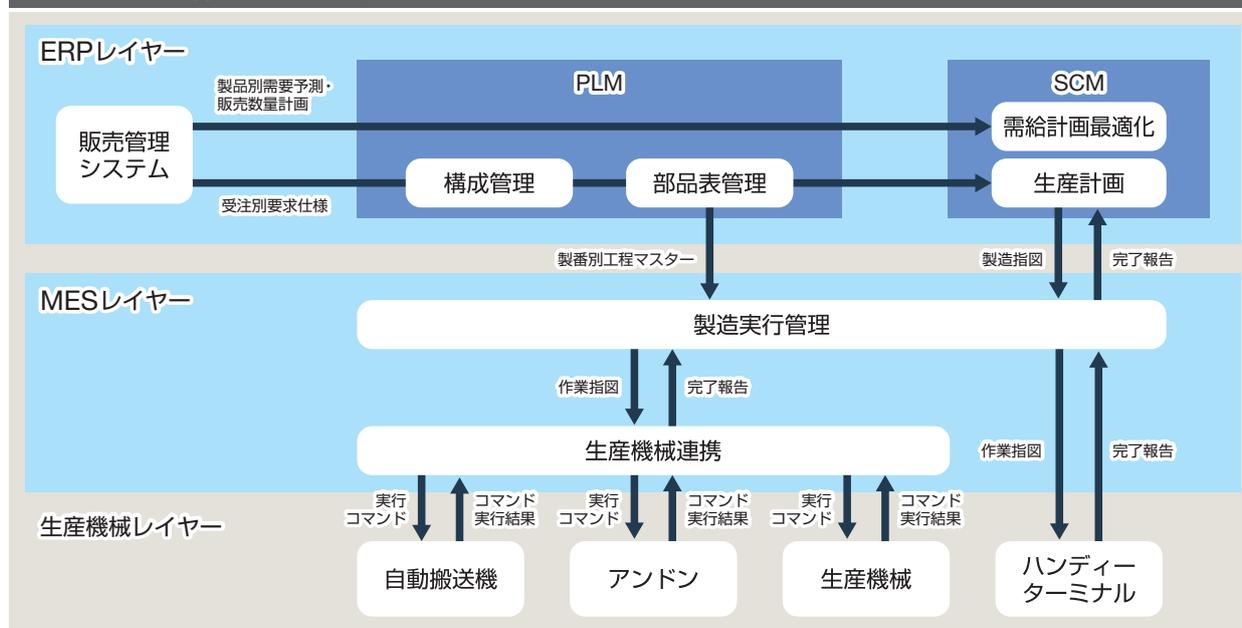
SAP製品群による製造管理システム

次に、企業内の製造管理システムについて見てみよう。ドイツ企業であるSAP社は、国策である「インダストリー4.0」の実現を支援する、ものづくり領域のアプリケーションの強化を続けている。

世界的な二輪車メーカーである米国Harley-Davidson社のペンシルバニア州ヨーク工場におけるシステム再編の事例は、SAP社のERP（基幹業務システム）と製造管理システムの統合の好例である。Harley-Davidson社では、車輪やシートなどのパーツを顧客が選んで組み合わせられるオーダーシステムを採用している。オーダーは即座に生産計画に反映され、必要な部品の調達、生産ラインへの配送などが最適化される。また生産ラインの機器の稼働状態はセンサーでモニタリングされ、作業には適切な指示が送られるなどの合理的な生産プロセスが実現されている。これらの合理化によって、生産のリードタイムをそれまでの21日から6時間へと大幅に短縮することに成功したという。（経済産業省「2015年版ものづくり白書」P.176より）

このような製造管理システムは、日本の自

図2 SAP製品群による製造管理システムの例



自動車・二輪車メーカーの個別仕様製品の製造方式としては一般的になっているが、特筆すべきは、その中心となるMESをはじめ、PLM（製品ライフサイクル管理）、CRM（顧客関係管理）、SCM（サプライチェーン管理）などがシームレスにつながる仕組みをSAP社の製品群で構築したことである。これによりSAP社は、これまでERPベンダーでは難しいと思われていた現場オペレーションの実行・記録も、自社製品群でカバーできることを証明した（図2参照）。

さらにSAP社は、複数の工場のMESを水平連携させて、1つのERPからコントロールする仕組みを、ゴム製品製造における世界的メーカーの欧州工場群で構築しつつある。MES単体の製品としては、SAP製品よりも優れた機能を備えたパッケージは存在するが、複数の工場を統合的に管理できる機能は現時点ではSAP製品にしかない。このような工場横断的なMES連携と、MESとERPの垂直接

続は、「インダストリー4.0」が提唱する「部品原材料メーカーから最終納品先までのサプライチェーン管理の統合」の実現に向けて標準的な機能になると思われる。

一方、3次元CADなどによる製品実現性のシミュレーション、製品や部品の振る舞いの記録については、SAP製品のみによる統合事例は現時点では見当たらない。前者については、米国PTC社、ドイツSiemens PLM Software社、フランスDassault Systèmes社などが提供する3次元CADシステムやファクトリーシミュレーター群の活用が不可欠になると思われる。後者については、米国が主導する「Industry Internet」の動きに乗った米国系パッケージベンダーの製品情報プラットフォーム構築サービスが普及しつつある。当面は、米国General Electric社の「Predix」、PTC社が2013年に買収した「ThingWorx」などのサービスプラットフォームの活用が想定される。 ■