新製品投入期間を短縮する「デジタルファクトリーソリューション」

松浦　由武（まつうら　よしたけ）

1　まえがき

近年，自動車メーカーに代表される製造業は，グローバル戦略を強化してきた。北米，欧州から，アジア，とりわけ中国市場にその力点を移し，現地での生産・販売拠点の立上げも急ピッチで進行している。中国における人件費の低さは，いまのところ現地生産での最大のメリットだが，中国全土の巨大なマーケットが背景となり，その進行をさらに加速していることはいうまでもない。

1990年代の海外市場における販売戦略は，各国のマーケットを意識した個別の商品構成となっていたが，進出の加速とともにマーケット自体が変化し，小型乗用車市場の拡大に見られるニーズの共通化と，価格差の縮小が進み，近未来的には，同一車種の世界同時生産，同時発売が可能な生産・販売体制の構築が，競争優位の基本条件になると予測されている。

本稿では，組立加工型製造業において，「グローバル戦略」に勝ち残るために，IT（Information Technology）を軸とするエンジニアリング技術と，柔軟な生産ラインの運用を目指した最新のソリューションを概説する。

2　ディジタルエンジニアリング

市場ニーズの多様化に対応して，企画・設計から量産に至るプロセスのリードタイム短縮化の課題は，PLM（Products Lifecycle Management）として各メーカーで取組みが検討されている。特に企画・設計業務には三次元データを中心としたディジタルエンジニアリングが浸透し，効果を上げ始めている。

先進企業の自動車業界では，さらに「従来の仕組み，プロセスに潜む本質課題を可視化し，それをシンプル化・効率化し，コンカレントに変革するためのツール」として活用されている。

自動車業界におけるこれまでのディジタルエンジニアリングの活用は，1996年から車両・製品の開発検討に，さらに1998年以降は設備検討を対象に製品開発から生産準備プロセスの画期的なリードタイム短縮に貢献してきた。前者ではコンピュータ支援による試作レスプロセスの実現や図面段階での問題解決に適用され，後者ではプレス型費のコスト低減や新ボディラインなどのリーンな生産方式に寄与してきている。

表１　ディジタルエンジニアリングの変遷

	1996年～	1998年～	2000年～
対　象	車両・製品検討	設備検討	海外支援・工場運用
目　的	製品開発～試作の効率化（リードタイム短縮）	工程計画～設備製作の効率化（リードタイム短縮）	海外生産準備～保全の効率化（リードタイム短縮）
具体的内　容	○コンピュータ支援による試作レスプロセスの実現 ○図面段階での問題解決	○仮想設備・作動事前検討による新ボディラインなどのリーンな生産方式の実現 ○プレス成形シミュレーションによるプレス型費の低減	○作業・保全のディジタルマニュアル化

そして2000年以降の現在では，生産ラインの高稼動率確保のため新たに国内および海外の工場運営への活用にディジタルエンジニアリングの適用範囲の拡大を進めつつある。**表１**に自動車業界におけるディジタルエンジニアリングの変遷を示す。

3　生産における現実的な運用面の課題

前述したディジタルエンジニアリングは，確実に効果を上げつつあるが，現実的な運用面での課題も多い。以下にその対策を記す。

(1)　情報をビジュアルに分かりやすくする。

(2)　情報をリアルタイムに共有する（必要とする情報が必要なときに必要なだけ手に入る）。

(3)　知識・ノウハウを資産化する（ものづくりにおける高技能を製品設計へ確実にフィードバックする）。

この対策内容は，設計業務から生産準備業務に改革の焦点が移動し，最終的に，生産そのものに展開している。

松浦　由武

情報システム分野におけるソリューション事業全般の企画開発業務に従事。現在，常務理事。電機システムカンパニー情報システム事業部長。

しかし，これらだけでは冒頭に述べた世界同時生産，同時発売は実現しない。

(4)　設計の標準化

(5)　生産設備の汎用化

(6)　設備設計期間の短縮

(7)　需給調整における工場間の生産量バランス

などの対策が必要である。

4　富士電機の提案（「デジタルファクトリーソリューション」）

富士電機は，長年の自社および顧客各社で培ってきたノウハウと経験を生かし，生産準備から生産開始までにおけるさまざまな活動を総合的に支援し，この情報を，企画・設計業務にフィードバックすることで，「製品」と「生産ライン」の最適設計を，手戻りのない最短期間で実行できる情報システム環境を「デジタルファクトリーソリューション」として提供する。これは前述の，生産におけるリエンジニアリングを支援するものである。

このソリューションの特徴である，複数の生産拠点の，生産設備（工具類も含む）管理をベースに，生産能力情報，加工情報〔NC（Numerical Control）プログラム〕，工具ごとの加工条件，製造ノウハウ（例えば同じ性能の加工機でも微妙な調整で各機ごとにワークの仕上りに差異が生じる），稼動情報などをデータベース（DB）上で共有し，分析する機能は，各国の生産を同時に立ち上げるうえで，必須の情報インフラストラクチャーとなる。**図1**に「デジタルファクトリーソリューション」の目的を示す。

ソリューションの核となるのは以下のシステムである。

(1)　新製品または改良製品の立上げプロジェクトの実行ノウハウを収集・共有化する「ナレッジフローシステム」

(2)　生産ラインの能力情報および製造ノウハウを収集・共有化することにより支援する「設備稼動管理システム」

(3)　生産ラインならびにラインでの製品の組立性，加工性を事前検証する「生産シミュレーション支援システム」

4.1　ナレッジフローシステムの機能

4.1.1　業務システムのエンジニアリング（Plan）

業務をプロセスモデルとして記述し，業務システムに取り込む。

(1)　ビジネスプロセスモデル描画ツール iGrafx〈注〉 PROCESS

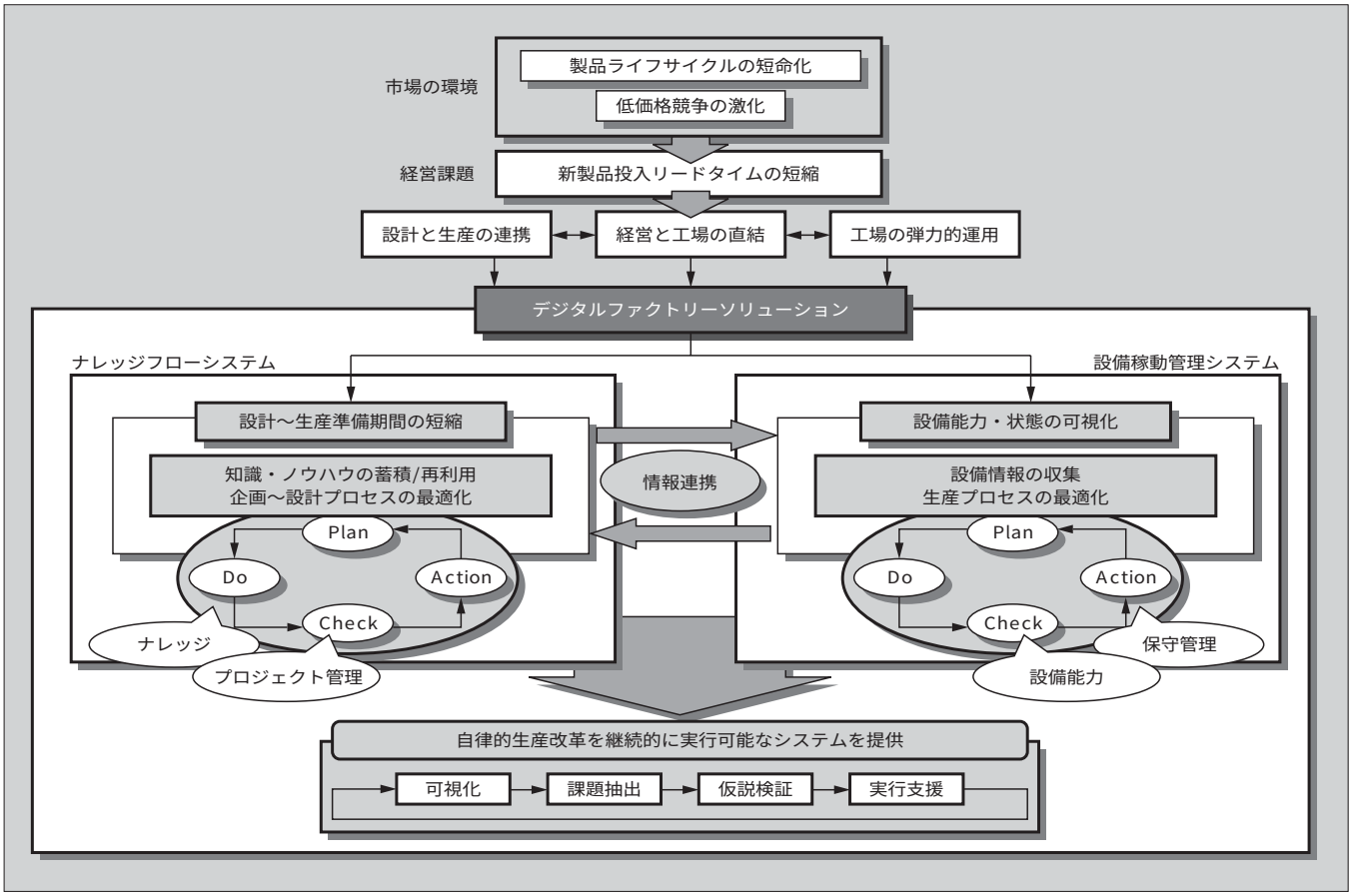
プロセスモデルは，アクティビティ（業務）の連なりとして表現する。記述したプロセスモデルを取り込んでワークフローに自動変換することができる。

(2)　データフローの整理

プロセスモデルの各アクティビティに着目して，そのアクティビティで使用する業務データの入出力を整理する。ここで定義した情報を利用して，業務システム制御用の

〈注〉iGrafx ： Coral Corp. の登録商標

図1　「デジタルファクトリーソリューション」の目的



テーブル群を自動生成する。

(3)　ワークフロー上の各種フォーマット（依頼書，指図書など）画面の作成

フォーム構成用の部品を自動生成する。HTML（Hyper Text Markup Language）エディタで記述されたレイアウトにこれらの部品を割り付ける（ドラッグ＆ドロップ）ことで，データアクセス制御テーブルとリンクした動作スクリプトを自動生成する。

4.1.2　ビジネスプロセスとナレッジマネジメント（Do）

可視化したプロセスに基づいた業務実行を支援する。

(1)　業務実行管理

標準ルールに従って業務を実行するために，プロセスモデル情報をもとにワークフロー管理を行う。エンジニアリングツールによりプロセスモデル情報は随時変更できる。また，業務履歴分析機能で利用するために実行履歴管理を行う。ここで業務データとワークフロー実行履歴とを関連づけて保存することで多様な分析を可能としている。例えば，業務の滞留，待ち行列などを把握することができる。

(2)　進捗（しんちょく）管理

プロジェクト状況をリアルタイムで閲覧するために，一覧表・ガントチャート・プロセスモデル図で表示を行う。

(3)　ディスカッション

業務実行中に相談，連絡，討議などを行うための機能である。ディスカッション履歴にはプロジェクト・業務情報を自動で付加・保存し，ナレッジ検索機能で有効に活用できるようにしている。

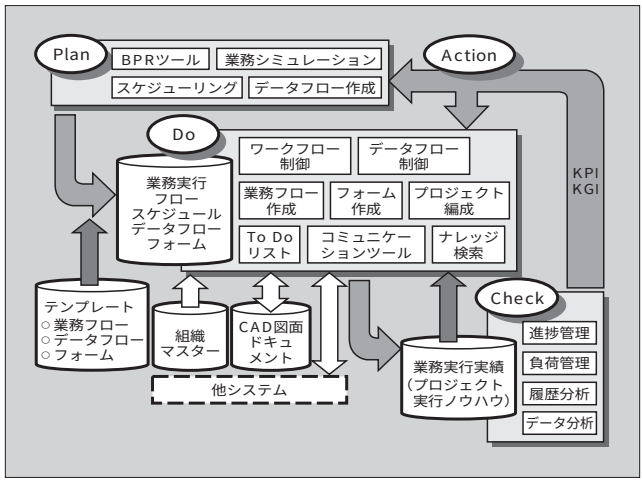
(4)　ナレッジ検索

業務実行結果と，課題検討時に用いた添付ドキュメントやディスカッションの結果などをプロジェクト・業務を特定するキーワードとリンクして保存している。この情報を利用し，検索時点で実施している業務に関連するキーワードを付加して検索を実行することにより，ユーザーが直面している課題にとって有用な情報の存在に気づく可能性を高めている。

4.1.3　業務分析とプロジェクトノウハウ活用（Check）

業務プロセスを改善するためには，作成したプロセスモデル（業務フロー図）を固定化するのではなく，実際に業務を行ってみた結果をもとに改良することが重要である。ナレッジフローシステムでは業務プロセス履歴（タイムスタンプ，例外処理）を記録し，業務実績を複数プロジェクト間で比較するなど，多角的に分析することができる。**図2**にナレッジフローシステムの機能構造を示す。

図2　ナレッジフローシステムの機能構造



4.2　設備稼動管理システムの機能

(1)　システムの目的

本システムは生産情報・設備情報をリアルタイムで把握・管理し，生産情報・設備情報の共有化，生産現場の「ものの可視化」を実現するものである。

生産現場における製造・保全部門では，リアルタイムで設備アラームや稼動情報の集中管理と設備プログラムの一元管理ができる。また，過去の履歴がシステムに蓄積されるため，生産性向上や保全活動のための分析に活用することができる。

生産技術部門では本システムにより全社の生産設備情報の管理を行うとともに，設備の実際の稼動率やサイクルタイムなど能力情報をリアルタイムで把握することができる。これにより，工程設計および作業設計の脱技量化，脱属人化，ならびに品質向上を実現する。その結果，製品の設計から量産までの生産準備段階における最適設計およびリードタイムの短縮が可能となる。

(2)　システム構成と機能

本システムは加工組立型生産ラインを対象として，次の3階層から成る。

①　現場情報収集システム
②　実績収集サーバ
③　全社サーバ

図3に生産ライン設備情報システムの構成を示す。

①の現場情報収集システムは設備情報を伝送する情報収

図3　設備稼動管理システムの構成

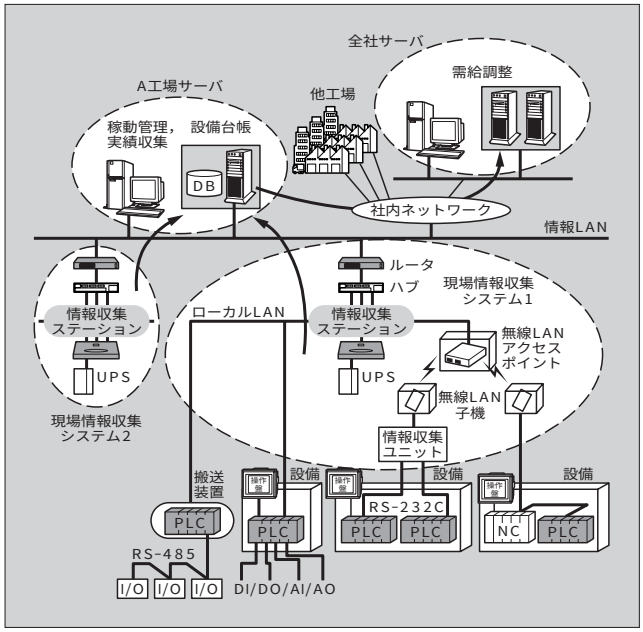


図４　作業性シミュレータによる組立作業の表示例

集ユニット，無線 LAN（Local Area Network）（有線 LAN でも可）と情報収集ステーションにより構成される。情報収集ステーションでは設備ごとに生産設備の生産能力情報・加工情報，工具の加工条件，稼動情報データを収集する。

②の実績収集サーバは工場ごとなど適切な管理単位で複数の収集ステーションからデータを収集蓄積して DB 化するとともに，Web 形式で蓄積したデータの公開，データ分析などのサービスを提供する。

中小規模の場合は①，②のみで全体システムを構築することが可能だが，実績収集サーバが複数ある場合は全社サーバを設置して全社の情報を一元管理する。これにより，工場ごとのワークの作り分けを需給調整と合わせて計画可能となる。

4.3　生産シミュレーション支援システムの機能

4.3.1　NC シミュレーション

ワークと工具との干渉のチェックやサイクルタイム，刃具使用時間，切削量の算出など，NC プログラムの事前チェックを可視化して実施することができる。また，稼動中のプログラムで問題を生じた場合，さまざまな分析や対策を仮想的に行うことができる。三次元シミュレータをベースに次のような機能を付加している。

(1)　複数台の工作機械，ワークピース，搬送ラインの連携
(2)　NC プログラムとパラメータファイルからシミュレーションデータを自動作成
(3)　シミュレーション結果を XML（eXtensible Markup Language）形式で出力し，Web 形式でグラフ，表として表示

4.3.2　組立性シミュレーション

三次元組立シミュレーションを行うことにより，製品の不具合や作業の安全性を事前に検証することができる。また，工程の負荷分散，ラインの最適化，作業標準書の作成などを仮想空間で実施することが可能となる。

しかし，シミュレーションを行うためにはモデルの作成が必要であり，これに非常に時間がかかる。そこで，前述の三次元シミュレータをベースにモデルの作成効率化のツールとして以下を開発した。

(1)　作業員の基本姿勢，基本動作ライブラリ
(2)　ライブラリのシミュレータへの入出力ツール

また，ラインシミュレーション機能を用いて中間バッファの容量，利用率の評価，次工程ラインへの供給能力評価，各工程での作業員負荷の平準性評価，各ライン，各工程の稼動状況評価を行うことができる。結果として，ラインのボトルネック状況の確認，バッファ容量・在庫量の最適化，適正なロットサイズの決定が可能となる。**図４**に作業性シミュレータによる組立作業の表示例を示す。

5　あとがき

本稿では，組立加工型製造業を中心に今後の生産戦略における課題からソリューションまでを概説した。日本の製造業全体を見ると，自動車産業の生産性はきわめて高い。これは，高度な生産管理技術のたまものといえよう。

また，他の産業でも自動車における生産管理手法を競争力の回復につなげることは不可能ではないと考えられる。藤本隆宏教授は，「某大手エレクトロニクス企業の国内工場では，最近自動車メーカーの生産方式を本格導入した結果，国内工場の生産性が，数か月で実に 3 倍になった。この工場は，日本でトップ 10 %には入ると推定される立派な工場だったが，それでも，先進的な自動車メーカーとの生産性の差は 3 倍以上もあった」と指摘[(5)]している。

富士電機は，企業にソリューションを提案し，同時に多くを学ばせていただきながら，自らの製造業としての経験を，より現実的な情報ソリューションとして熟成させ，工場と経営を結ぶ情報システムの構築を提案し続ける所存である。

参考文献

(1)　横田四郎ほか．情報システム事業の展望．富士時報．vol.76, no.5, 2003, p.249-252.
(2)　東谷直紀ほか．デジタルファクトリーソリューション．富士時報．vol.76, no.5, 2003, p.258-265.
(3)　澤田善次郎．グローバル時代の生産戦略．日本生産管理学会，第 17 回全国大会講演論文集．2003, p.55-57.
(4)　酒井浩久，天坂格郎．デジタルエンジニアリングによる V-MICS-EM の提案と実証．日本生産管理学会．第 17 回全国大会講演論文集．2003, p.75-78.
(5)　藤本隆宏．アーキテクチャ発想で中国製造業を考える．〈http://www.rieti.go.jp/jp/papers/journal/0206/rr02.html〉. 2002.

e-Front runners

＊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。