

FAを支える生産管理システム

湯沢 亘(ゆざわ わたる)

① まえがき

円高を背景とした昨今の企業情勢は、製造業を中心として一段とその厳しさを増しているが、各企業は有力な対応手段としてのFA(Factory Automation)化に強い関心を示している。

このような状況のもとでFAは、製造現場あるいは製造オペレーションの自動化からのボトムアップ志向で進められてきたが、最近においては、CIM(Computer Integrated Manufacturing)とか、ブレインズファクトリーというようなコンセプトのもとに総合理化、生産システムの統合化をトップダウン志向で検討するところが増えてきた。

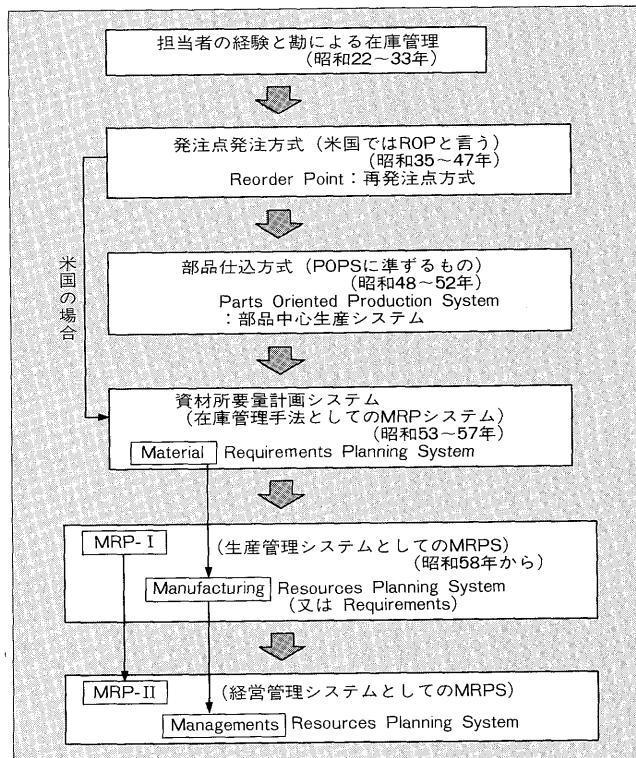
そして、そのプロセスのなかで必然的に生産管理システムの重要性が再認識され、同時にクローズアップされているが、その焦点は、経営管理、営業、技術、設計、生産の統合化という、“統合化生産管理システム”としての側面と、“FA生産システムを支える生産管理システム”としてのSFC(Shop Floor Control: 製造現場管理)の側面にある。

富士電機では、このことに早くから着目し、“トータルFA”を推し進めるなかで、その重要なコンポーネントの一つとして統合生産管理システムとしての“富士電機の工場経営管理システム(F-MRPS: Fuji Management Resources Planning System)”を開発し、業種や規模を問わず、多くの企業に提供してきた。

F-MRPSは図1に示すように、米国で発展し、今や各国が競って導入しているMRPS(Material Requirements Planning System: 資材所要量計画システム)の最も発展した段階であるMRP-IIのレベルを目指すものであり、更にMRPSのウエイクポイントといわれているSFCについて、富士電機の長年つちかってきた生産技術を応用し補完したものである。

F-MRPSについては、既に『富士時報』Vol. 58 No.9(1985)に紹介されているので重複を避け、本稿においては、FAを支える生産管理システムという視点に立ち、生産管理システムの動向と課題及びニーズを整理したのちに、

図1 MRPの発展経過



富士電機としてのFA用生産管理システムの開発と導入についてのコンセプトとテクノロジーを紹介する。

② 生産管理システムの動向と課題

生産管理実践の立場から、その動向を眺めてみると、大きく分けて二つの流れがある。

一つは、最終製品や部品の所要量を、生産計画や資材所要量計画として策定し、それを中心に全体のシステムを構築していく流れで、主として生産管理の上流部分に重点を置いたアプローチである。MRPSがその代表例である。

もう一つは、直接的に最適化生産を目標とした、詳細スケジューリングを中心に据えて、周辺システムを構築していく流れで、主として生産管理の下流部分、すなわち製造



湯沢 亘

昭和27年入社。生産管理業務及び生産システムの開発に従事。現在、富士電機エフ・エー・エンジニアリング(株)取締役兼生産システム本部長。

現場に直結する SFC に重点を置いたアプローチである。OPT (Optimized Production Technology) というマネジメントシステムがごく最近発表されたが、該当するものと考えている。

この二つの流れは、現時点での各企業の生産管理システム導入の現実的な姿であるが、両者の包含する範囲が必ずしも一致していないこともあり、後者は前者の補完的役割を果たすものであるとする見方もある。

2.1 MRP 志向の動き

図 1 に示したように、MRPS は、1950年代の終わりごろから1960年代にかけて導入が始まり、1960年代から1970年代にかけて、それまでの在庫管理手法に代わり、資材所要量計画システムとしてスタートした。その中核をなすものは、“独立需要と従属需要”というコンセプトと所要量計算のための“従属展開計算ロジック”というソフトウェアテクノロジーである。そして、その上に計画策定にかかわる各種のテクノロジーが加わり、全体がセットされて、計画主導形システムとして発展してきた。その後、1970年代の後半から1980年代にかけて、クローズドループ MRP というコンセプトにより生産管理の全域を包含するところまで進展したが、ここ数年の間に、計画主導、クローズドループ、従属展開という MRP の三つの基本コンセプトを、販売・流通・営業、技術、経営管理の各部門にまで広く適用し、統合化されたマネジメントシステムとして発展するまでになった。この段階に到達したシステムは、CIM 化に対応できるレベルにあるといつてよい。そして、この段階においては、単なる部品展開のシステムから脱却し、また、テクノロジーとしての MRP ではなく、経営管理のフィロソフィーとして理解すべきところまで進展してきた。

図 2 生産形態と管理方式の比較

生産形態	計画と受注の双頭形システム				統合システム
	製品仕込方式	製番手配方式	半製品仕込方式	部品仕込方式	
装置工業 大量生産	○	---	---	---	→(○)
	○	---	---	---	→(○)
機械工業 多種少量生産 受注個別生産 (一品料理)	○	○	○	○	○
	○	○	○	○	○
○ 双頭形システムの場合は、フェーズ合わせが繁雑となり精度が低く、経営管理との整合に問題あり。 ○ MRPS では計画対象期間に対して 100% の意志表示をする。(受注個別生産であっても) すなわち受注残及び商況の積上げだけがない。 → 経営計画との連動	最終製品の需要予測を行い、見込みによる仕込オーダーを発行し製品を在庫する方法。 部品手配は仕込オーダーにより行うことを基本とする。 ただし部品及び原材料などの在庫管理を併用することもある。	受注の都度、受注製番により部品調達・組立・試験などすべてを処理する。ただし共通部品などの在庫管理併用が一般的。	最終製品は受注個別手配であるが、半製品又はユニットレベルで共通度を見い出し、見込在庫する方法。 半製品組立に使用する部品は半製品仕込オーダーにより手配。 ただし、最終製品の組立に直接使用される個別部品は最終製品手配製番による個別手配が中心(一部常備)。	最終製品は個別手配であるが、使用部品の大半は生産計画に基づいて計画的に在庫し、部品レベルでリスクを負担。部品の所要量計算はサマリ式。また、最終製品を受注すると受注仕様を展開し、必要な部品を引当してすればやく製品化していく。	販売計画と従属性のある生産計画をたてるなどを前提とし、生産計画の品目別レベルを最終製品とする。最終製品の手配は品目別期間別生産計画により発動される。更に計画数と受注確定数は計画段階にて整合される。 使用部品は従属展開(ストラクチャ式)により、週バケットの範囲でジャストインタイムとなるよう計画及び管理がなされる。原材料・間接材料・副資材など以外は原則として見込在庫を持たない方式。

このような MRP の発展経過に沿って、図 2 に示すよう各企業は、生産形態や受注構造、販売構造の違いがあるにしても、大勢として MRP 志向に動いているといつてよい。それには厳しい企業環境への対応、CIM 化、FA 化への対応のために、今までの方法を反省し、新システムに切り替えていくという必然性がある。

しかし、MRPS にも SFC というウイークポイントがある。

生産管理システム実践の場面において、応用の仕方は、実に多種多様である。特に SFC に至っては、千差万別であるといつてよい。そのために、MRP においては、SFC についての明確な説明があまりなされていない。これがウイークポイントといわれる第一の原因である。第二の原因としては、MRP 導入の実践場面において、SFC まで手がまわっていないということである。

この問題は FA 化の進展につれて、一層クローズアップされるようになってきた。このような状況について換言すれば、ハードウェアテクノロジーの進歩とともに、ボトムアップ式に進展してきた FA と、トップダウン式に進展してきた生産管理とは、SFC においてリンクすることになるが、ソフトウェアテクノロジーとしての SFC がおくれをとっているため、十分なコントロールができていないということである。ここに、FA 化された製造ショップを効率的に稼動させていくためのソフトウェアテクノロジーとしての生産管理システムへの課題があるといえる。

2.2 SFC 志向の動き

SFC 志向の動きは、トップダウン式に進展してきた生産管理システムのウイークポイントを早く埋めなくてはならないという課題を解決しようとする一つの動きでもあり、

昨今の情勢のもとで加速してきているが、もう一面ではMRP-IIのように高度な大規模システムを、一気にやりとすることは、それに要する資金、パワー、全社的な協調という面から考えて、急の場に間にあわない。そこで、一連のシステムのなかから、直接“物を作る”ことに関係の深い部分を優先的に扱っていこうという選択をした結果の動きである。

この動きは、FA化の進展に伴って、更に顕著なものとなってきた。特に多額の投資をして構築したFA製造ラインを、いかに効果的に稼動させ得るかは大きな課題であり、それをコントロールできるSFCシステム出現への期待は大きい。

しかしながら、一般的にはそれへの対応は、まだ不十分な現状にあるといわざるを得ない。

SFCの実態は、実に多種多様であり、個別性が強い。変動する生産量と短期化する納期、多発する設計変更の制約のもとで、ハードウェアテクノロジーの進歩により、多機能化、高速化、フレキシビリティが向上された製造ラインの高効率稼動を実現することは難問であり、現状では、それを支える明解なコンセプトも、アルゴリズムも、まだ一般化されていない。それどころか、フレキシビリティの向上は、コントロールシステムにとっては複雑性が増すばかりであり、下手をすると、逆に足を引っ張りかねない状況にあるといってよい。

③ 生産管理に対するニーズ

前述したような動向のもとでの生産管理に対するニーズを具体的にとらえてみる。

生産管理システムは、その時々のニーズに対応するかたちで進展してきたが、経営環境が厳しくなるにつれて、経営目標も段々と高くなり、また生産管理の果たすべき役割も、その包含すべき範囲の広がりとともに重くなってきた。そのことによって、次々と新しいニーズを生み、多様化してきた。

3.1 オーソドックスな生産管理諸問題の解決

- (1) 棚卸資産の低減
 - (a) 仕掛け品滞留の防止
 - (b) 在庫低減
 - (c) 不健全資産発生の防止（死蔵品、過剰品など）
 - (d) 在庫品動態管理の充実化
 - (e) 品切れ、欠品発生の極小化
- (2) 納期遅延の防止
- (3) 欠品や能力の過不足による製造活動の混乱状態からの脱却
- (4) 生産基準データの整備と管理
- (5) 部品供給のジャストインタイム化
- (6) リードタイムの短縮
- (7) 計画策定手法、手順の確立と精度向上
- (8) 管理業務のフォーマル化、省力化

- (9) 変動に対する即応性の向上
- (10) 多様化、短納期化していく、カストマーオーダーの受付と手配処理の迅速化
- (11) 受付オーダーの生産スケジュールへの即反映

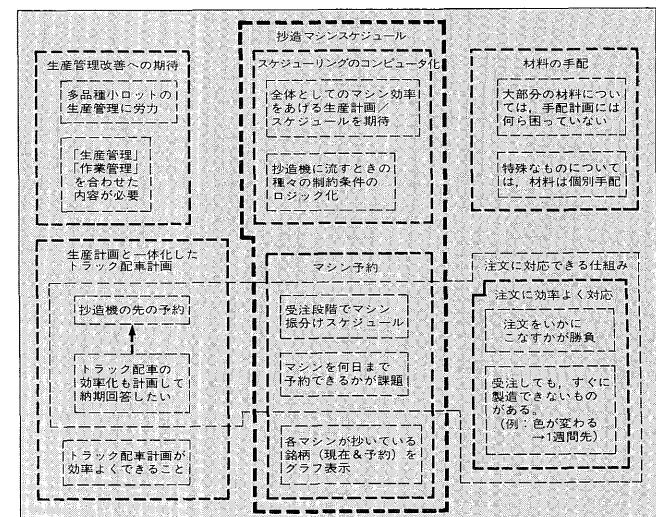
3.2 広義の生産管理に関する経営管理諸問題の解決

- (1) 経営管理と生産管理の有機的結合による予見性の向上と事前管理
- (2) 同上によるデシジョンサポート
- (3) 製・販の連動化
- (4) 技術・設計部門との連動化
- (5) コストマネジメント及びコストリダクションコントロールとの連動化
- (6) ハードウェア以外の原価要素についての生産管理的アプローチ（ソフトウェア、エンジニアリング、設計など）
- (7) データや情報の一元化と、一つの意志に基づく明確な命令、指示伝達の仕組み作り
- (8) 資金計画の明確化
- (9) 生産管理を軸とした総合理化
- (10) マネジメントシステムとしての統合化

3.3 FA化対応に関する諸問題の解決

- (1) FAに適合する生産管理システムの開発
 - (a) 組立ラインに対する部品供給システムの充実化
 - (b) SFCシステムの充実化
 - (c) マシンタイムをとり入れたシステム
 - (d) ライン異常発生時のバックアップと例外処理
 - (e) ワークセンタコントロールシステム
 - (2) FA生産ラインの効率的な稼動を支えるソフトウェアテクノロジーの開発
 - (a) 最適化スケジューリング＆ローディングシステム
 - (b) トリミング加工システム
 - (c) ネスティング加工システム
 - (d) ファミリー加工システム
- 以上のように項目として記したニーズは、次から次へと

図3 製紙トライミング生産管理上のニーズ



新しく生まれるニーズを包含しながら多様化してきた。それをとっても非常に複雑な問題であり、全体を一つの体系としてとらえ、生産管理システム全体のなかで解決しようとすると、非常に時間がかかることから、当面する問題を直接的にとらえていく傾向がある。図3にその一例を示す。

④ FAシステムを支える生産管理システムの開発 ・導入のコンセプトとテクノロジー

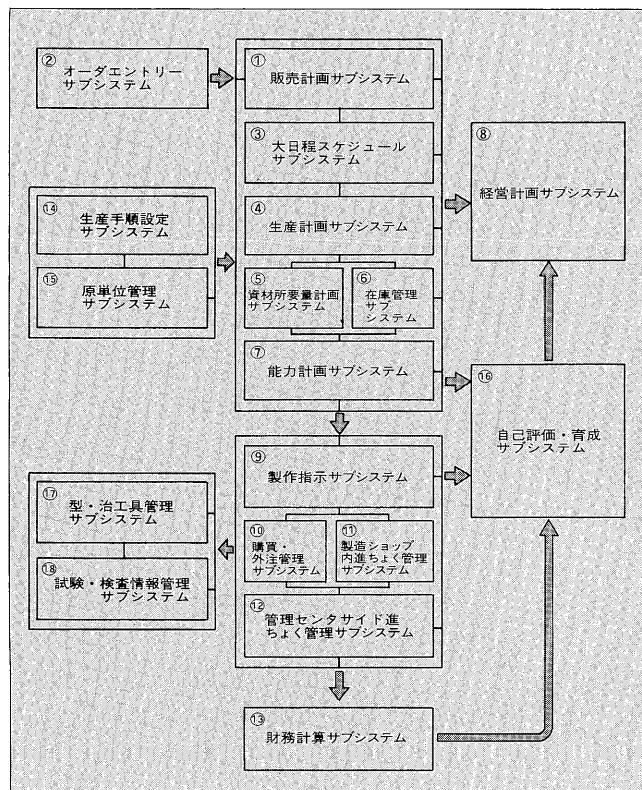
これまで述べたような、生産管理の動向や課題及び多様化していくニーズに対応していくために、富士電機ではF-MRPSを開発し(図4、図5)、CIM化のための統合システムとして、またFA化のために充実したSFCシステムを装備して、多数の企業に提供してきたことは前述したとおりである。

F-MRPSの基本構成は、図4に示すように、18のサブシステムからなっているが、業種業態・規模の違いによりそのシステム構成についても、また、各々のサブシステムについても、多数のバリエーションを持っている。更に、導入企業の個別要求に応ずるために個別開発を行うことも少なくない。

生産管理は多種多様であり、同じシステムコンセプトを持つものでも、応用の仕方は千差万別であり、個別性の強いものとなる。したがって、F-MRPSといえども、それを、おしきせに導入しても十分な成果は得られない。

F-MRPSを導入することそのものは、生産管理改善の有力手段なのであって目的ではない。問題解決のために、いかに上手にF-MRPSを利用していくかが重要な点であ

図4 F-MRPS構成図



る。

このために、富士電機においては、まず第一に、導入企業の抱えている問題、課題の的確な把握と、それについて、事実としての定量的な分析結果による現状認識、関係者の共有化、組織目標、開発コンセプトの明確化などを行い、その上で確信をもって新システムの提案を行うこと、第二に、ソフトウェア開発にあたっては、豊富な体験をベースに、ソフトウェアのモジュール化を行い、その活用率を高めることによって、できるだけ安く、早く新システムが提供できるようにすることを基本姿勢としている。

4.1 システム改善にあたっての基本姿勢

(1) システムズアプローチを基本とする(図6)

対象が生産管理システムであっても、まず生産システムとしてとらえることを基本とし、その構成要素である物の

図5 F-MRPSの特長

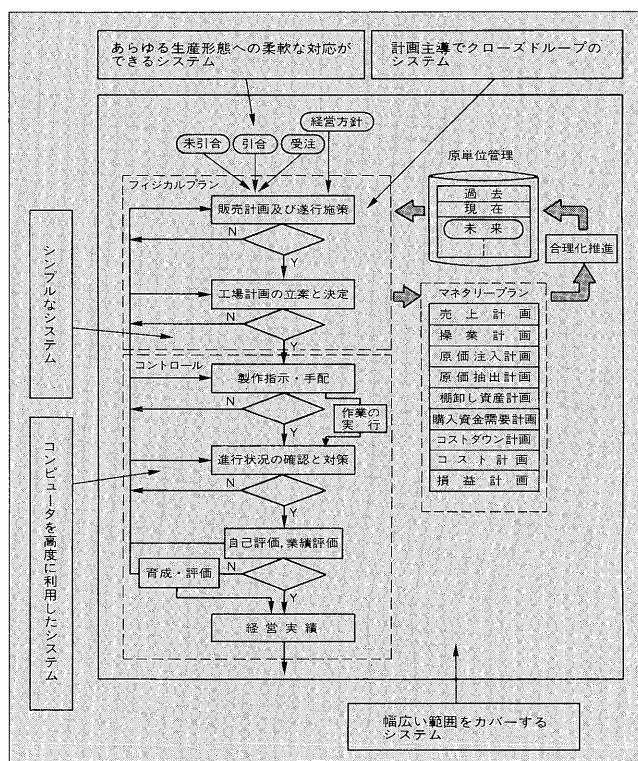


図6 システムズアプローチ

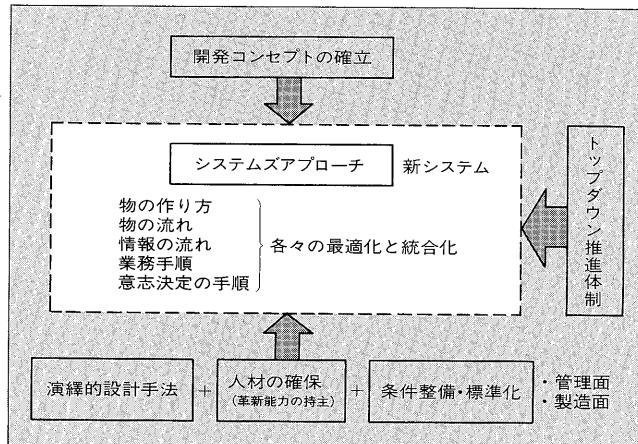
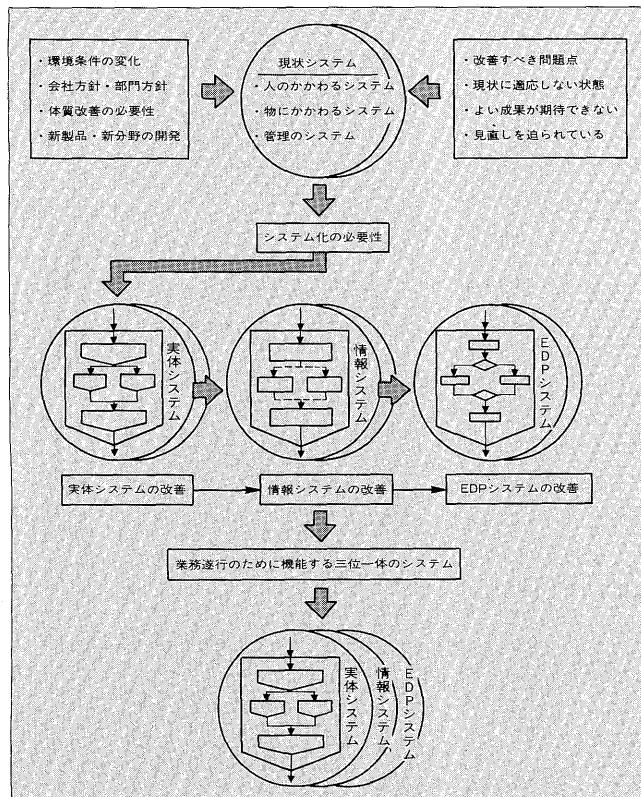


図7 実体システムと情報システムの構築



作り方、物の流れ、情報の流れ、業務の手順と仕組み、また、その間に介在する意志決定や判断の手順、タイミングなど、総合的に調査分析をし、各々の最適化を図ると同時に統合化をしていくというアプローチを行っている。

(2) 業務の実体システムの改善が優先

観念的にはわかりきっていることであるが、とかく、コンピュータハードウェア先行形、情報処理先行形、汎用ソフトウェア先行形に陥りやすいのが現実である。その結果、コンピュータや、汎用ソフトウェアの制約を受けて、システムが有効利用できないというサンプルは山ほどある。

そういった誤りを犯さないようにするために、図7に示すような構築手順を定め、用いている。また、これによりコンピュータと人の分担範囲、管理ツールの適切な選定、パッケージソフトウェアに対する考え方、使い方が明らかになっていく。

4.2 開発導入手順及び演繹的設計手法の確立と運用

FAシステムや、統合化生産管理システムのような、大規模システム、あるいは革新性の強いシステムの開発・導入にあたっては、その手順や設計手法が確立されているか否かが、手法の良否とともに、成否のかぎを握っているといつても過言ではない。

富士電機では、この点を考慮し、社内・外にわたる多くの実績と体験をベースに検討を重ね、一連の技法として体系化し、外販向けシステムにも多くの活用実績をあげてきた。本件に関しては、本特集号の別稿(FAシステム計画法)にて紹介しているので、ここでは省略する。

4.3 現状分析による問題の的確な把握

通常の生産活動のなかで表れてくる問題のほとんどは、結果的現象であり、また定性的な表現が多い。例えば、棚卸資産が多いとか、納期が混乱しているなどはすべてこれに該当する。システム改善にあたっては、原因を一次、二次と調査分析し、これを改善しなくてはならない。また、その結果を関係者全員が等しく事実として認識し、共有化することが肝要である。

このために、富士電機では、IE(Industrial Engineering)分析技術を駆使して、現状分析にあたり、的確な問題の把握と原因の究明による改善施策の立案、改善システムの提案に役立てており、多数の企業に対して実績をあげている。分析項目は次のとおりであるが、目的に応じ選択される。

- (1) P-Q 分析 (物と量の分析)
- (2) From-to 分析 (物流分析)
- (3) 工程分析
- (4) 稼動分析
- (5) 作業時間分析
- (6) 有効作業分析
- (7) 動作分析
- (8) リードタイム分析
- (9) 在庫品動態分析
- (10) 仕掛品分析
- (11) 事務機能分析
- (12) 帳票分析
- (13) 生活分析

4.4 最適化のためのテクノロジー

生産管理システムの導入や再構築を行う場合に、ただ単にEDP化したりシステム化しても、与えられた成果目標を達成することはなかなか難しい。

富士電機では、生産管理やFA化のニーズにこたえるため、豊富な経験と実績をベースに、また長年の間に蓄積した生産技術をベースに多くの管理技法を開発してきた。そこで以下にそれらの概要を紹介する。

(1) 品目管理技法

生産管理の基本的な問題であるが、市場ニーズが多様化していくなかで、どの企業も製品や部品の種類が増加傾向にある。この現象が生産管理を複雑にし、計画の存立を危うくしている元凶でもある。そのため計画主導形システムが導入できないという状況にあり、その反動で、製番方式に流れている傾向がある。こういった状況のなかでは、コンピュータを導入しても活用できない。また、事業所においては、その規模や生産高に応じて管理できる品目種類には限界がある。それをオーバーすると生産活動は混乱状態に陥る場合が多い。

品目管理技法は、そのような状態を改善したり、防止するため、極力、管理対象品目の種類を削減し、全体をシンプルにすることを目的として、何を製品品目とし、何を部品品目とするかを決める技法である。抜本的には、製品

開発段階からの“形式と部品数の削減”に関する技法が用いられるが、開発以降の状態に対しては、工場の内・外に及ぶ製造拠点や、製造方式、管理方式との関連で決められる。また品目の決定とともに、その品目に関する量とコストも管理対象となる。

(2) ショップ編成技法

従来、特に多種少量生産工場においては、ジョブショッピングの職場編成が主流を占めていたが、この形態は管理ポイントが多く、またリードタイムも長いという問題がある。そこで、ワークショップとか、ワークセンタという従来とは異なる発想でのショップ形態を作り、再編成していく技法である。

(3) B/M(Bill of Material：部品構成表)作成技法

通常、設計図面情報をもとに、単純に作られたプロダクトツリー B/M はレベルの数が非常に多く実務に供し難い。そこで、品目管理やショップ編成、製造方法との関連においてレベルの数を少なくする方法がある。また、設計図面をもとにした B/M 1 種類で済めば非常に簡単であるが、実際には営業、技術、設計、製造、購買、計画と様々な関連から、複雑になると 1 種類では管理できなくなる。そこで、生産設計的な側面から、イマージナリー B/M、プランニング B/M、製造 B/Mなどを、それぞれの目的に応じて作っていく必要があるが、そのための技法である。

(4) 計画手法

最も一般的なものは、ウイクリーサイクル、ウイークバケットのネットチェンジ手法として知られている資材所要量計画手法があるが、その他、経営管理上の諸計画である、マネタリープラン、販売計画、生産計画、資源計画などについての計画手法が開発されている。手法のなかには、計画作成手順、決裁手続き、計画変更の判断方法と手順などを明確化したものが含まれている。

(5) 在庫品の動態管理手法

在庫品各々についての動きの状態（デッド、スリーピング、スロームービング）を管理する側面と、品切れや欠品率という管理レベルを管理する側面、更には部品供給管理上欠かせない、欠品検出とアロケイトについての管理を含む手法である。

(6) 原単位管理手法

原単位とは生産基準としての、品目別、工程別の標準工数、リードタイム、単価などの総称である。原単位管理とは、それらを一元的、継続的に正しく維持することと、先行き期間の原単位（未来原単位という）の極小化を図ることである。原単位データのシステム上のメモリ領域は、過去 2 領域、現在 1 領域、未来 6 領域となっており、未来原単位設定のサポートをする資材情報管理システムや、工数や単価をすばやく算出するための見積りシステムも付加されている。

未来原単位の極小化をリーズナブルに行うことは、コストダウン、棚卸資産の削減、リードタイムの短縮などにつながる重要な管理手法である。

(7) ワークセンタコントロールシステム

生産管理のホストコンピュータからの製作指令を受けた後、ワークセンタ内のディティールスケジュールとローディング、作業編成、ラインバランス、要員配置、配膳などをフロントコンピュータにて計画し、作業指示と進ちょく管理をするシステムである。

(8) DNC システム

NC 機加工セルの直接制御を行い、無人連続スケジュール運転を行わせるシステムで、NC 旋盤、マシニングセンタ、NC ボール盤、レーザ加工機、NC プレス、プリント板実装ラインなどを対象とするものがある。

(9) グループテクノロジー (GT) 応用加工システム

多種少量生産の機械工場において、類似異種部品の同時加工に適用されるシステムである。

(10) トリミング&スケジューリングシステム

主として製紙工場に適用されるもので抄造機の効率的稼動をねらったものである。

(11) ネスティング加工システム

材料歩留りの向上と、残材の有効活用をねらった引抜長尺物の加工や、多種少量生産のプレス工場において、異種部品の組合せ同時加工により、NC プレスの有効活用をねらったシステムである。

(12) ファミリー加工システム

同一製品を構成する異種部品の組合せプレス加工に適用されるキット加工システムである。

(13) スケジューリング&ローディングシステム

最適化生産を目的として行うスケジュールシミュレーションシステムである。

5 あとがき

生産管理システムは、CIM 化や FA 化のためのキーポートであるが、一般的には、コンピュータを含むハードウェアテクノロジーの急速な進歩に比べ、ソフトウェアテクノロジーとしての生産管理システムの進歩は、ややゆるやかであり、若干のおくれをとっている。そんな状況のなかで、富士電機では、CIM 化を意識したトップダウン形の統合生産管理システムと、ボトムアップ形の FA を意識した SFC システムの両方を体系化して提供してきたが、今後共急速に進展していくであろう FA システムを文字どおり支える生産管理システムとしては課題が多い。特に最適化生産のためのソフトウェアテクノロジーの開発・充実が急務である。

参考文献

- (1) 星孝雄：FA 生産システムを支える生産管理システム、日本機械学会誌、No.817 (1986)
- (2) 湯沢直：ニューメカ講座 MRP、日経メカニカル、日経マグロウヒル社 (1986)
- (3) 古屋真ほか：FA の生産管理システム (F-MRPS)、富士時報、Vol.58、No.9、pp.552-559 (1985)



*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。