

生産管理情報システムの現状と動向

Information Systems for Production : State of Arts and Trends

本稿は、最近の厳しい経営環境下での生産管理情報システムの現状と動向について概観した。現下の生産システムに対する要請は、複雑かつ多様である。これらの要請に応ずるためには、総合的計画・管理機能が必要であり、これらが戦略的計画に対して即応することが重要である。以上の機能の実現を支援する技術を二、三例示する。

また、これらシステムの効率的な開発が重要な課題としてクローズアップされてきており、システム開発のための分析・計画技術、評価技術や、汎用ソフトウェアの開発など、種々のアプローチが試みられており、それについて二、三の事例を示した。

関 進* Seki Susumu
三留和幸* Mitome Kazuyuki
小林征二** Kobayashi Seiji

1 緒 言

さきに本誌上で、「生産システムの現状と動向」について報告した¹⁾。その後、昭和48年の石油ショックを契機に、我が国の経済は、高度成長時代から一転して低成長時代に突入し、多くの企業は、限られた資源と限られた市場をめぐる激しい競争の場に置かれることになった。このような環境下において、一方では漸次難しくなりつつある社会的制約を満たしながら、多様化し変動の激しい市場の要請に有効に応じつつ、企業ニーズを満たすことのできる強い企業体質の確立が緊急課題となってきた。生産管理システムは、そのような体質の

確立のための重要な一翼をになうものとして、その改善に日夜たゆまぬ努力が続けられている。

本稿は、日立製作所社内・外で生産管理システムの開発に参画して得た知見をもとに、生産管理システムの現状と今後の課題についてまとめたものである。

2 生産管理システムに対する最近の要請

現下の厳しい環境条件のなかで、生産活動に何が要請され、どのような対応策が考えられるかを整理して示したものが図1

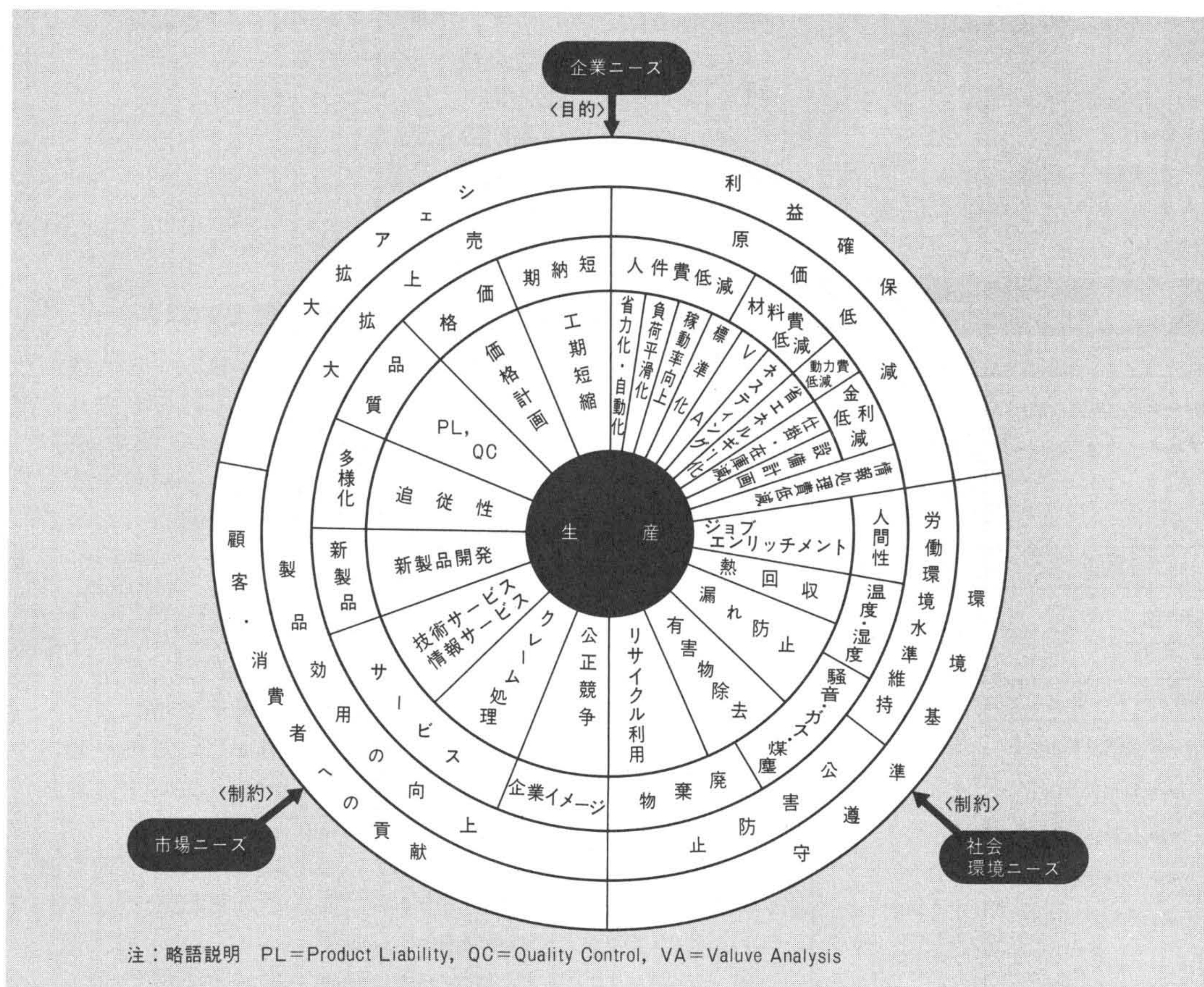
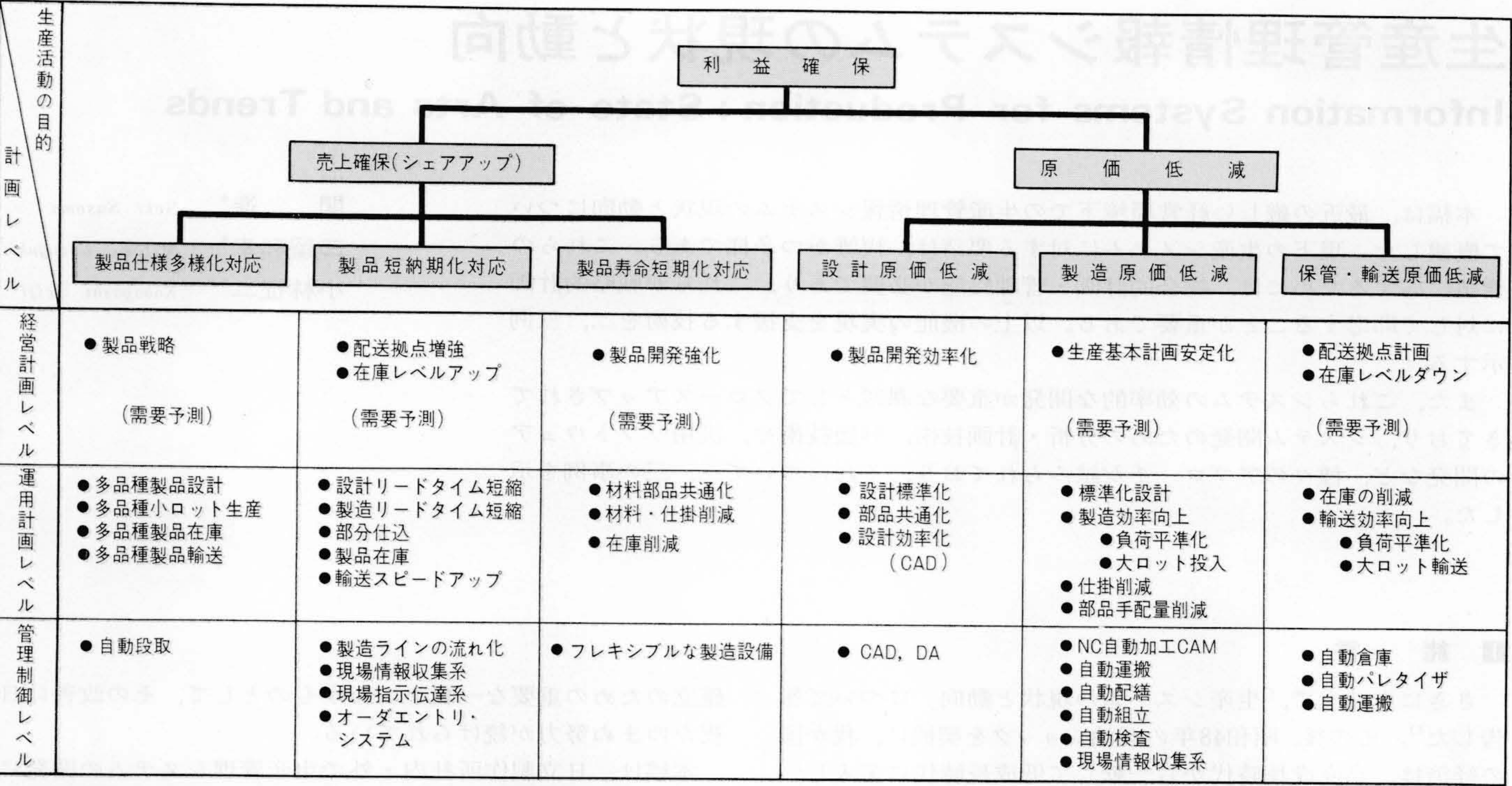


図1 生産を取り巻く環境からの要請に対する対応
複雑な市場ニーズ、社会環境ニーズの制約のもとで、どのようにして企業ニーズを達成するかが課題である。

* 日立製作所システム開発研究所 ** 日立製作所ソフトウェア工場



注：略字説明 CAD=Computer Aided Design CAM=Computer Aided Manufacturing DA=Design Automation NC=Numerical Control

図2 変動する環境条件のもとで、生産管理に関連して要請される事項
もとで、生産管理に関連して多くの事項が要請されている。

である。すなわち、同図に示すような市場ニーズ、社会環境ニーズの制約のもとで、どのようにして図示のような企業ニーズを達成するかが課題である。特に本稿の主題である生産管理を主体に考えると、対応すべき環境変化の要素として、

- (1) 顧客の製品に対する仕様の多様化
- (2) 製品ライフの短期化
- (3) 企業間競争激化による低価格化

があり、これらの条件の下で、売上げと利益の確保、又は増大のために、どのようにして製品の総合的な原価を低減する

かが課題である。図2は、この課題に対して何が要請されるかを整理して示したもので、各要請は、相互に関連が深く、相反するものも多い(図3)。これらのバランスを考え、総合的な最適化を図るのが、生産管理システムでの問題であり、次に挙げる点が重要な検討事項である。

- (1) システムの統合化
 - (a) システム化範囲の拡大
 - (b) 計画機能の充実
 - (c) 経営戦略とのリンク
- (2) 生産管理システム開発の効率化

3 生産管理システムの統合化と実現上の課題

従来、いわゆる生産管理システムでは、帳票処理の機械化が主であり、計画機能をもっていたとしても、それぞれの部署ごとの部分的計画機能にとどまっていたのが大半であった。外部環境の変化に即応する効率的システムを実現するためには、関連各部署の計画が、互いに整合性を維持しながら、変化に即応しなければならない。そのために、関連各部署を統合した計画・管理機能が必要になってくる。

- この課題を解決するに当たっては、
- (1) 外部環境の変化の特性
 - (2) 対象となる企業内関連部署の変化に対する特性
- に基づいて、系全体の挙動を把握し、望ましい挙動を想定することによって真の要請を明らかにし、それに対する計画・管理システムの基本構想を設定する必要がある。
- このような観点からみると、一般的にいつて、変動の激しい環境下の総合的計画・管理系に要求される機能として、
- (1) 外界変動の予測を支援する機能
 - (2) 変動に対する経営的な対応計画を支援する機能
 - (3) 計画変更に強い、即応性の高い体質を実現する運用計画・管理機能
- が重要であり、そのためには図4に示すように、

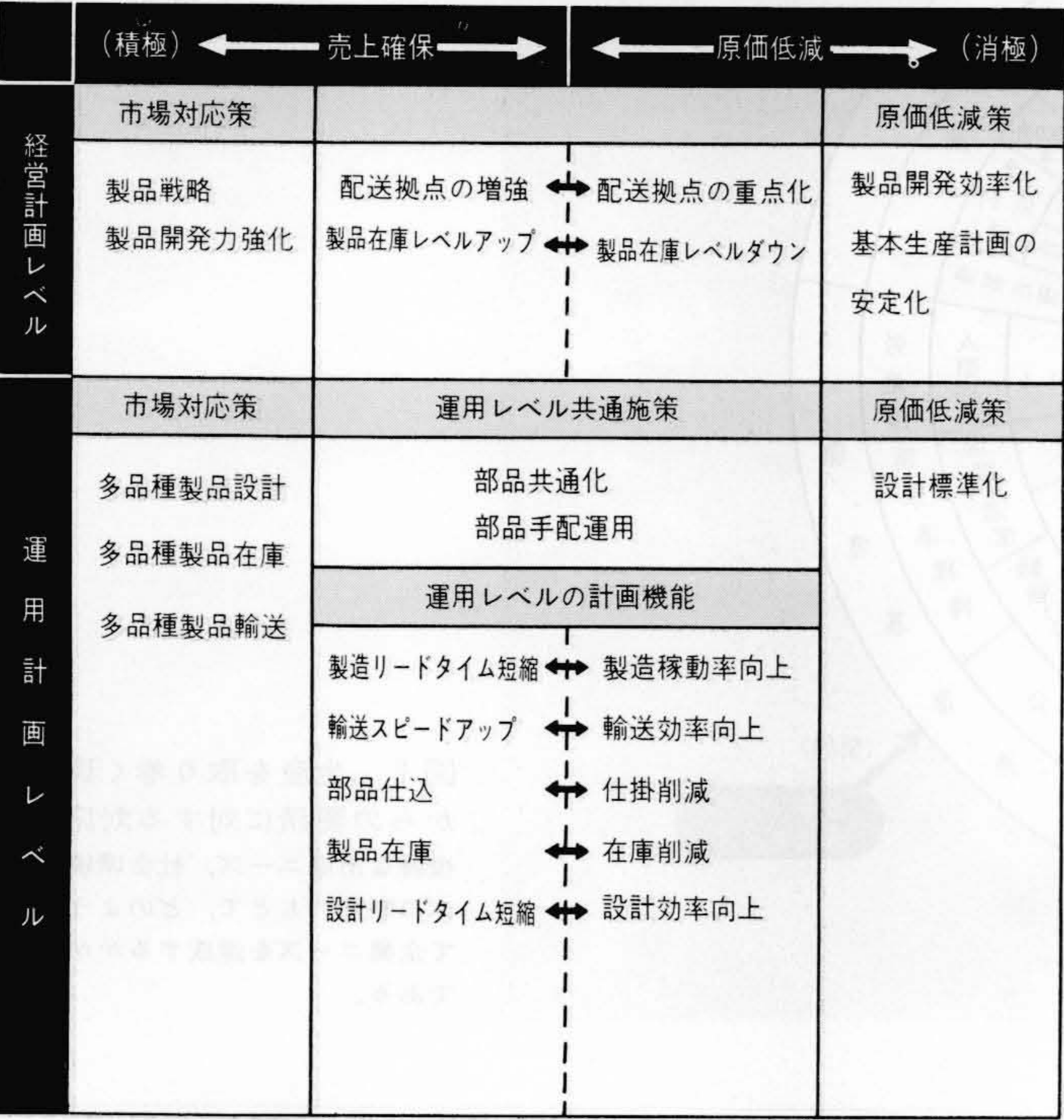


図3 各要請の位置づけ 各要請は相互に関連が深く、相反するものも多い。

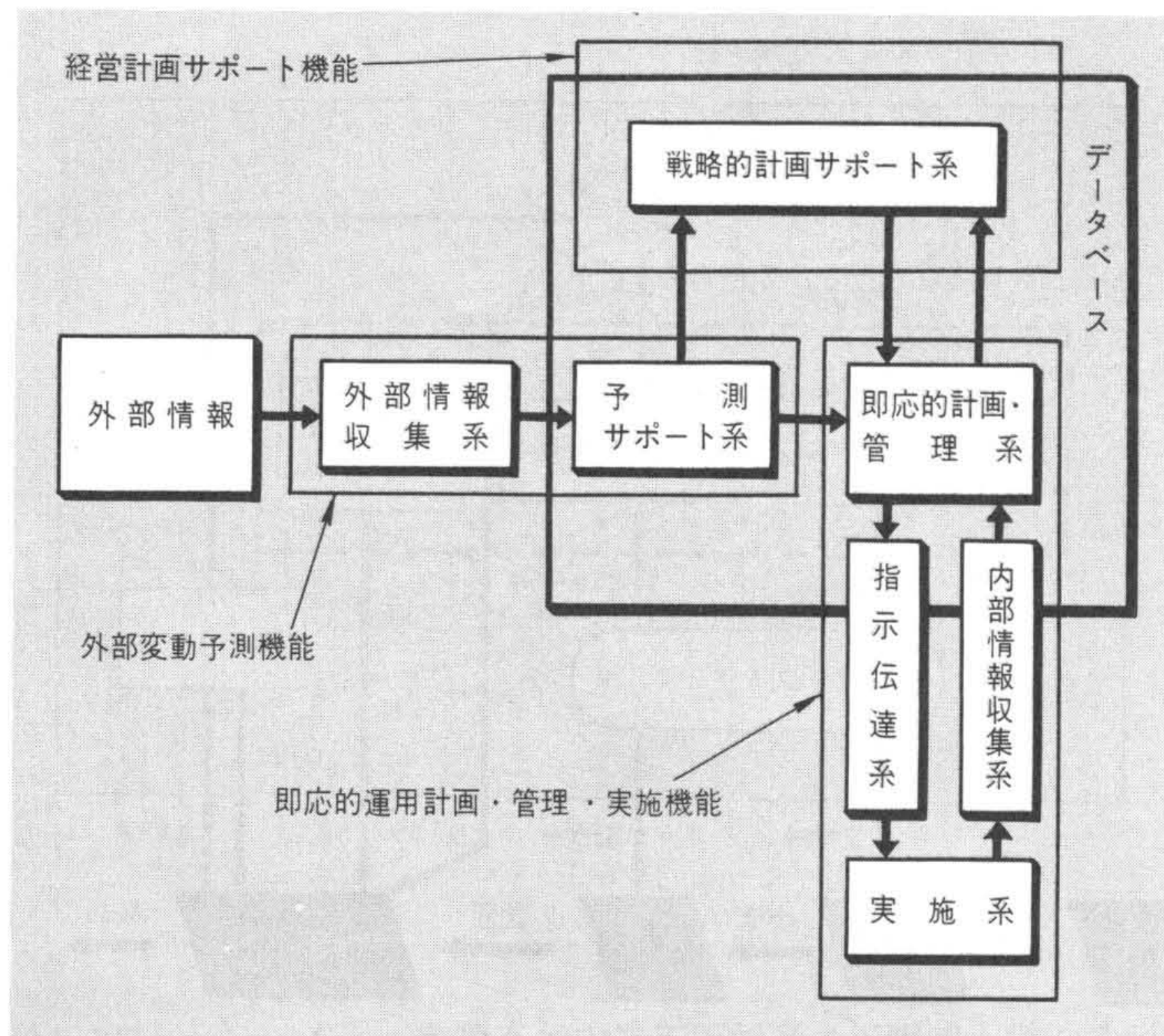


図4 即応的生産システムの構成 変動の激しい環境下の総合的計画・管理系に要求される一般的構成を示す。

- (1) 外界の状態を把握するための外部情報収集系
- (2) 企業内の状態を把握するための内部情報収集系
- (3) 情報の一元的な蓄積・管理のためのデータベース
- (4) 戦略的総合計画の立案をサポートする戦略計画系
- (5) 総合計画に基づき、運用計画を立案する運用計画系
- (6) 各種計画・指示を実行部署に伝える指示伝達系
- (7) 効率的な実施系（管理制御の対象で、本稿の主眼から外れるので、以下説明は省略する）

の実現が必要である。このような要請の内のかなり広い範囲を目指した生産管理システムも実現されている^{2)~6)}。図5²⁾はそれらの具体例を示すものである。

一方、このようなシステムの複雑・大形化に伴い、システ

ムの信頼性、保守性、弾力性、拡張性などが重要な問題になってきている。生産管理システムでは、システムに要求される機能は必ずしも固定的ではなく、環境の変化に応じて修正を要求される。特に、システムのカバーする範囲が広くなれば、それだけ例外的な事態の発生する可能性は大きくなり、環境の変化による修正の可能性も大きくなる。しかし、これらの例外的事態をシステムの論理の中にあらかじめ網羅することは困難であり、したがって、例外処理能力の大きな人間の判断を有効に活用することが、弾力的なシステムを構成する上で一つの要点であり、そのような観点に立った、マンマシンインタフェースを重視したシステムの開発も行なわれている⁷⁾。

これらシステムの実現に際しては、最近進歩の著しい次のような、ハードウェア技術、ソフトウェア技術が適用され、効果を挙げている。

- (1) データベース構築及びマネジメント技術⁸⁾
- (2) オンライン・ネットワーク技術^{9)~13)}
- (3) オンライン端末^{14), 16)}
- (4) マイクロコンピュータ利用技術¹⁷⁾

4 計画機能の充実

前3章で述べたように、生産管理システムの統合化が進められているが、特にその中で重要なのは計画機能の充実である。

製造業などでの生産管理の従来の考え方は、計画段階で願望的な作業計画を立案し、実行段階で関係者の調整により、作業順序を決定するという方式が多かった。このような方式では、事後処理的な例外管理が多く、電子計算機の効果的な活用が難しく、電子計算機は単に実績レポートの発行や、願望的な作業計画の印刷のために使われることが主であった。

最近、生産管理のシステム化の動向とともに計画重視の方向に向かいつつあり、計画段階で工場全体としての最適化を図るとともに、実行段階で発生するであろう不具合点を事前に発見して、必要な対策を事前に実施することによって、事

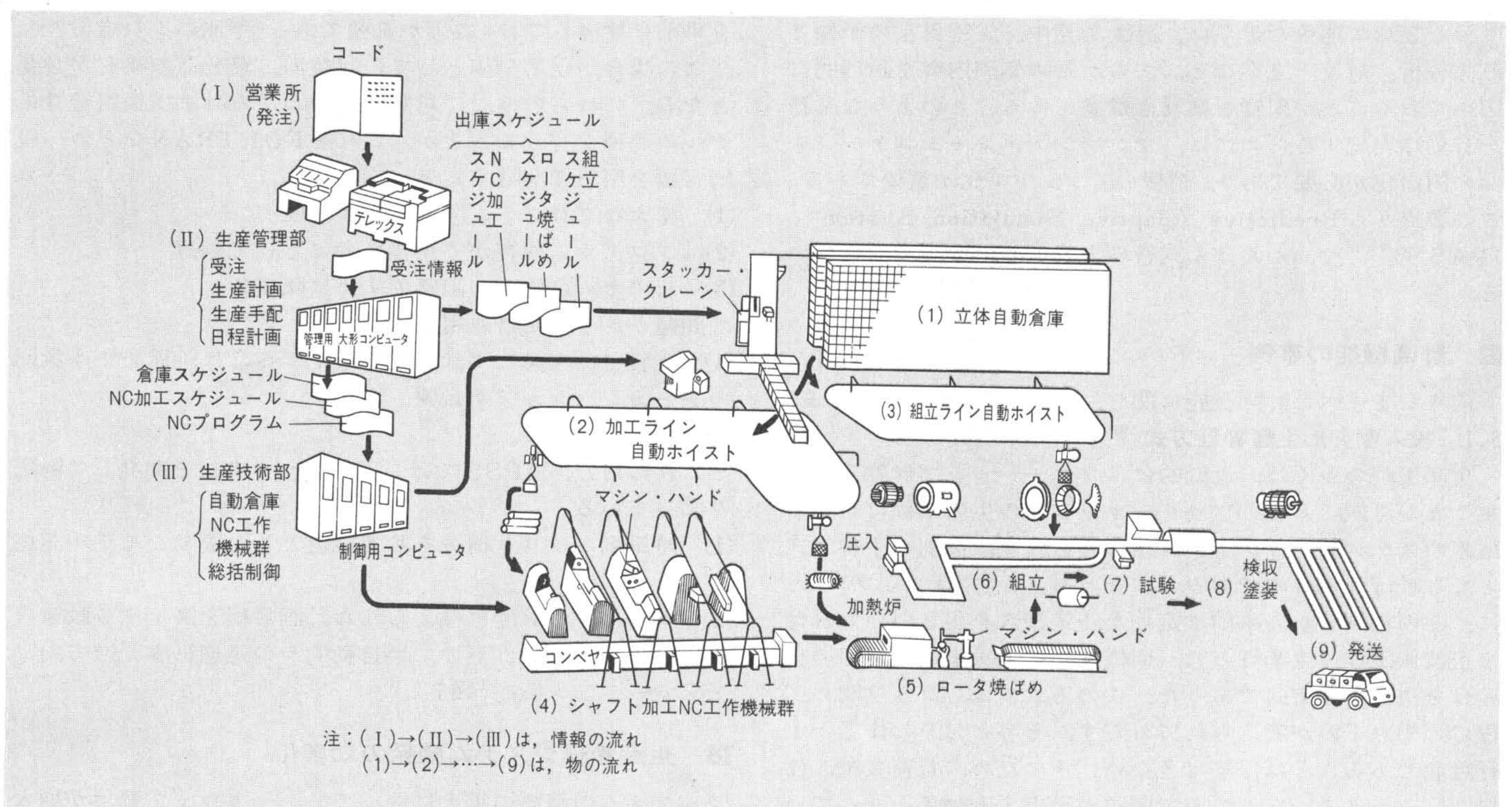


図5 多品種少量生産形態の電動機製作用自動化総合生産システム

広い範囲の要請の実現を目指したシステムも現実に開発されてきている。

後的な非効率な管理から脱却するよう動きつつある。

具体的には次に述べるような事例がある。すなわち、生産活動の内の基本的な部分として部品の手配計画業務があるが、この業務を精度よく効率的に実行するために、最近**Material Requirements Planning** (以下、**MRP**と略す)方式の実用化が活発である^{5), 18)}。**MRP**方式を用いて工程内の各部品の在庫を管理し、真の必要量を求め、タイムリーに手配することを可能にするシステムの開発が進められている。これにより、不良在庫の一掃ができ、仕掛削減に効果がある。

次の段階としては、作業順序などを最適に計画するスケジューリング(日程計画)機能の充実が重要となる。例えば、後述の投入制御形生産管理方式¹⁹⁾などが開発されている。

MRPやスケジューリングなど、実際の生産活動を直接的に規制する実行計画は、工場の関連する全部署間を調整・統合して立案する必要がある。そのためのシステムを新規に開発するには多大な工数と期間が必要となる。これを解決するため7.2で述べる標準的生産情報管理システム**Hitachi Production Control Processor** (“**HPP**”) ^{5), 6)}が開発されている。これを活用することにより、個々の企業が生産情報管理システムの開発期間が短縮される。

MRP、スケジューリングなどを有効に活用する前提の一つは、工場全体としての基本生産計画(マスタスケジュール)を合理的なものにする必要がある。この計画を作成するためには、需要の的確な把握が重要であり、需要予測機能の向上や、受注情報の迅速な伝達が必要で、この方面の事例としては、オーダエントリシステムの開発も進められている⁴⁾。

また一方、工場の人員計画や設備計画など長期的に工場の生産機能を規定する要因に関しては、将来の種々の事態を需要予測結果などに基づいて想定し、それにより対策を講ずる必要がある。そのような場合には、経営的な側面から長期的な収益やキャッシュフローなども考慮した計画の評価システムを開発する必要がある。このための支援システムとして、後述の**Management Planning Support System (MPSS)**²⁰⁾などが開発されている。

また3章で述べたように、計画業務中、工程異常の予知と原因分析、対策の立案など、あらかじめ処理内容を論理的に定めておくことが困難な業務も数多くある。このような業務を有効に実施するためには、マンマシン・コミュニケーションの円滑化が必要であり、情報のビジュアル化が重要である。この観点から**Predictive Adaptive Simulation System (PASS)**^{7), 21)}や、かんばん式管理方式²²⁾などが開発されている。

5 計画機能の事例

前4章で述べた計画機能に関し、二、三の事例を紹介する。

5.1 投入制御形生産管理方式¹⁹⁾

生産工程の多くは、近似的にはフローショップ形態とみなすことが可能である。フローショップ形の生産工程に対する従来のスケジューリング(日程計画)方式は、個別逆手番方式とでも呼ばれるものである。すなわち、各注文(ジョブ)ごとに、その納期日から事前に定めた一定日数を差し引いた日付を上流側工程の生産日とし、同様にして逐次上流側工程の生産日を決定する方式であった。この方式では、ジョブ間の工程での相互干渉が考えられておらず、そのとおりに作業が実行可能であることは保証できない。そのため、負荷変動、仕掛、リードタイムなどの面で問題が発生する結果となっていた。

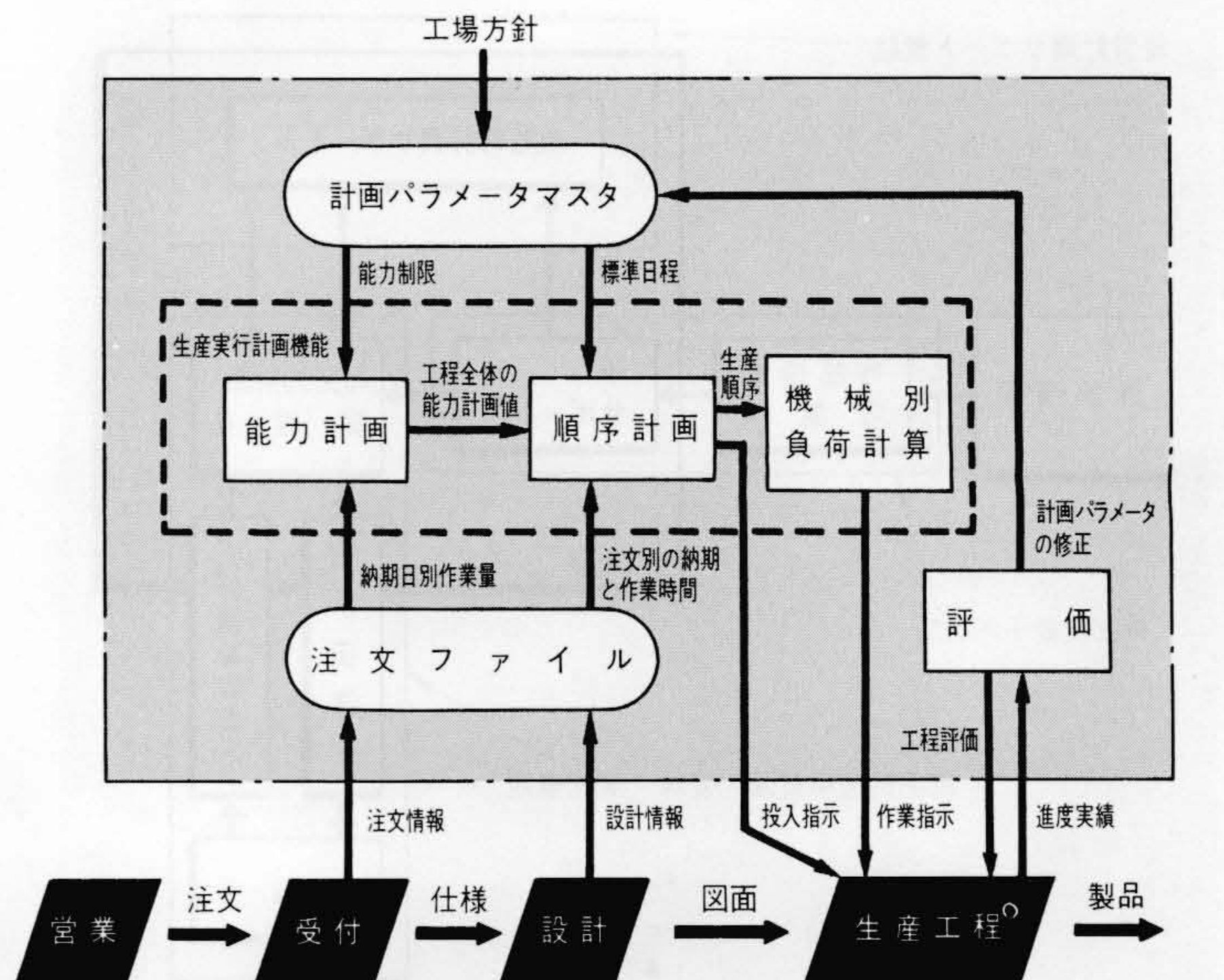


図6 投入制御形生産管理方式の基本構成 フローショップのスケジューリングシステムの基本構成を示す。

しかし一方、フローショップのすべての工程に注目して、最適のスケジュールを求めることは、計算時間が膨大となり実用化には問題があった。

そこで、生産能力的に最もネックとなる工程に注目して、時間遅れ要素をもつ1台の加工要素とみなす計画モデルにより、図6の手順に従って解く実用的な方式が開発された。この方式は、「初工程への投入量を制御することにより工程全体の流れの円滑化を図る」という基本思想に基づいており、そのため、投入制御形生産管理方式と呼ばれている。

5.2 汎用経営計画サポートシステムMPSS²⁰⁾

通常計画機能では処理しきれないような大幅な環境変動(例えば円高による輸出の急激な低下と、それに伴う生産計画量の変更)が起こった場合に、「基本生産計画など生産活動の大枠をいかに設定すればよいか」という問題があり、これらを事前に検討しておくことが重要である(不測事態対応計画)。

この場合、企業全体としての収益面、資金面の検討が必要となる。これらの検討に対して、いわゆる計画支援用経営モデルの適用が有効であるが、これをFORTRANなどの一般的言語を用いて開発すると、

- (1) 膨大なプログラム開発工数が必要
 - (2) プログラム内容が実務担当者にとって難解
 - (3) そのために修正が困難ですぐに陳腐化の問題があり、更に運用上では、
 - (4) 経営目標を満たす計画案を策定するには、極めて多数回のシミュレーションが必要
- などの問題がある。

これに対し、MPSSでは、次のような方式を開発して解決を図っている。

- (1) 時系列のツリー構造を基本構造とした簡易なモデル記述方式
- (2) トップダウン的に与えられた計画目標を満足する政策の組合せを、制約条件下で、半自動的かつ迅速に導く逆方向シミュレーション機能(図7)。

6 生産管理システム開発の効率化

システムの範囲の拡大に伴って、ハードウェア費用が増大することは当然であるが、ソフトウェアの開発及びメンテナ

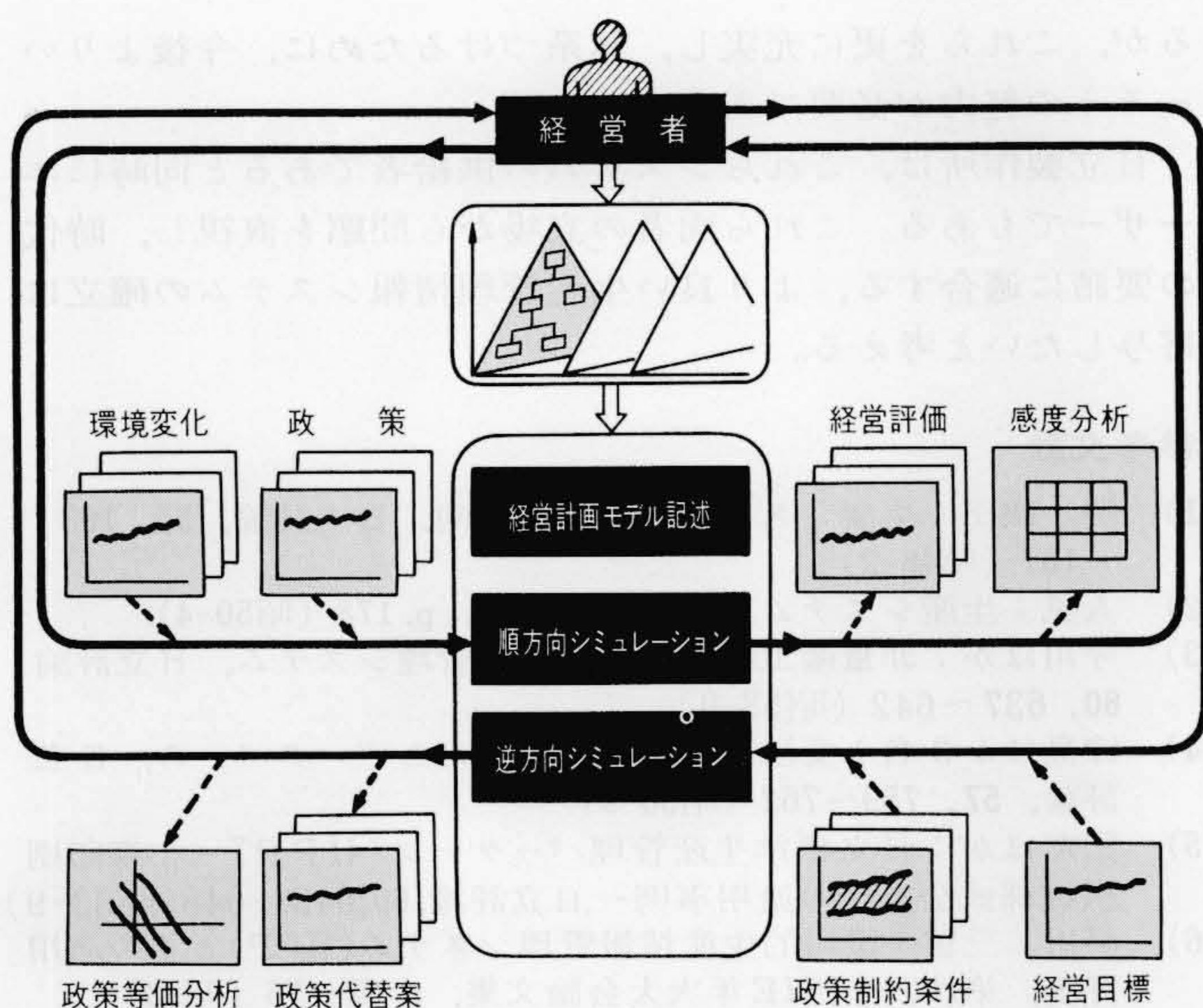
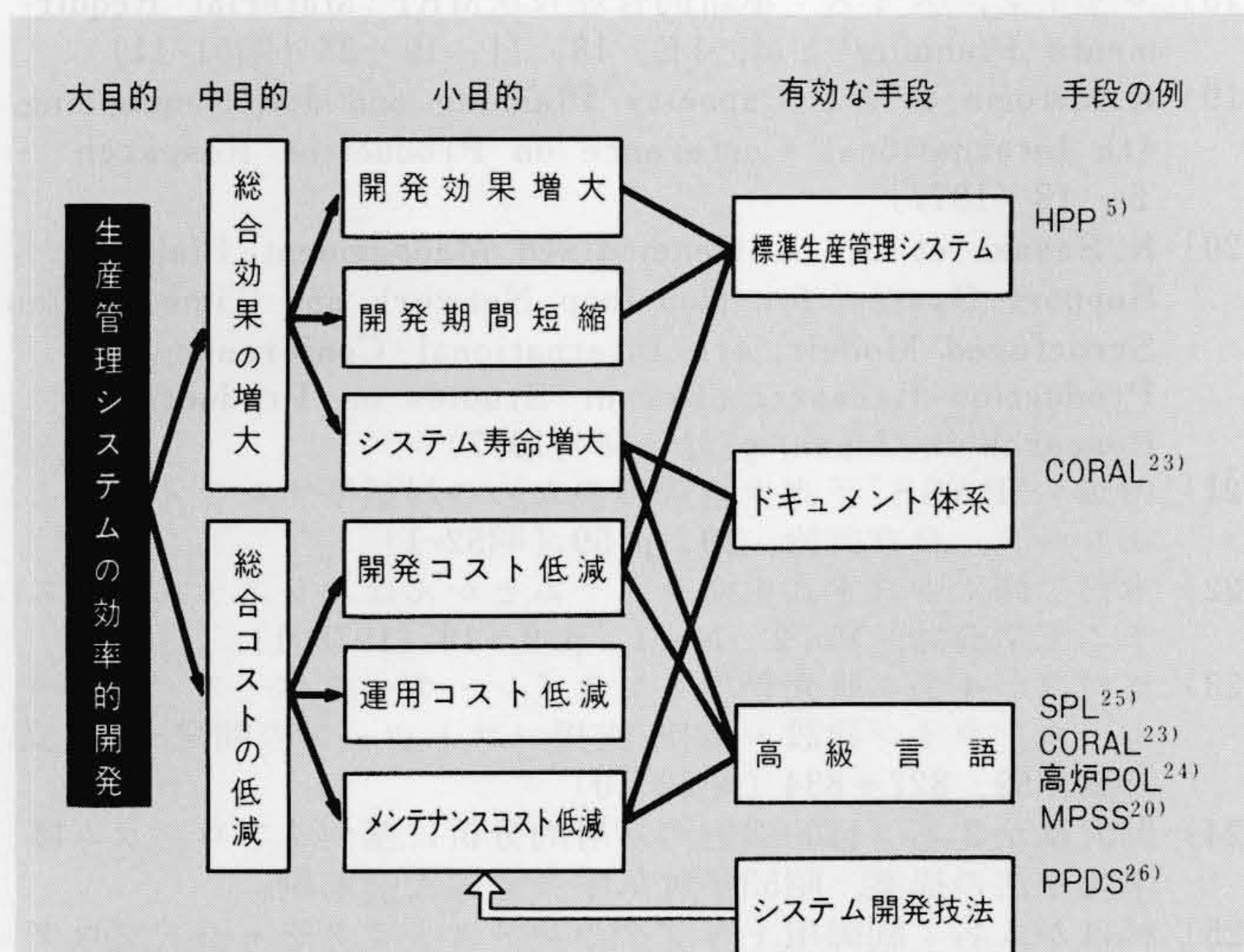


図7 MPSS-G1の適用概念 汎用経営計画サポートシステムMPSSでは、通常の順方向シミュレーションのほか、逆方向シミュレーションもできる。

システムに要するマンパワーの増大は一般に予想以上に急速なようである。一方、新規システムの総合的開発効果を事前に正當に評価することは技術的にも困難であり、開発効果が開発コストに見合うかどうかの事前評価が難しい。一般に、帳票処理の電子計算機化による省人効果など、作業レベルの機械化の効果は比較的評価可能であるが、より本質的な寄与をねらった計画機能の評価が難しい。このことから、特に計画機能についての大規模な開発は、必要とされながらも回避されがちであるように思われる。この問題を解決するために、要請の明確化や、それに対する提案、評価機能を含むシステム開発のシステマティックなアプローチと、そこで有効と思われるシステム技法の体系化が重要な課題となる。図8は生産管理システムの効率的開発を下位目的と手段とに展開したものであり、



注：略字説明

HPP=Hitachi Production Control Processor
CORAL=Canon Oriented Real-Application Language (キヤノン株式会社)
SPL=Structured Programming Language
POL=Problem Orient Language
MPSS=Management Planning Support System
PPDS=Planning Procedure to Develop System

図8 生産管理システムの効率的開発 生産管理システムの効率的開発の目的と手段との関連を展開した図である。

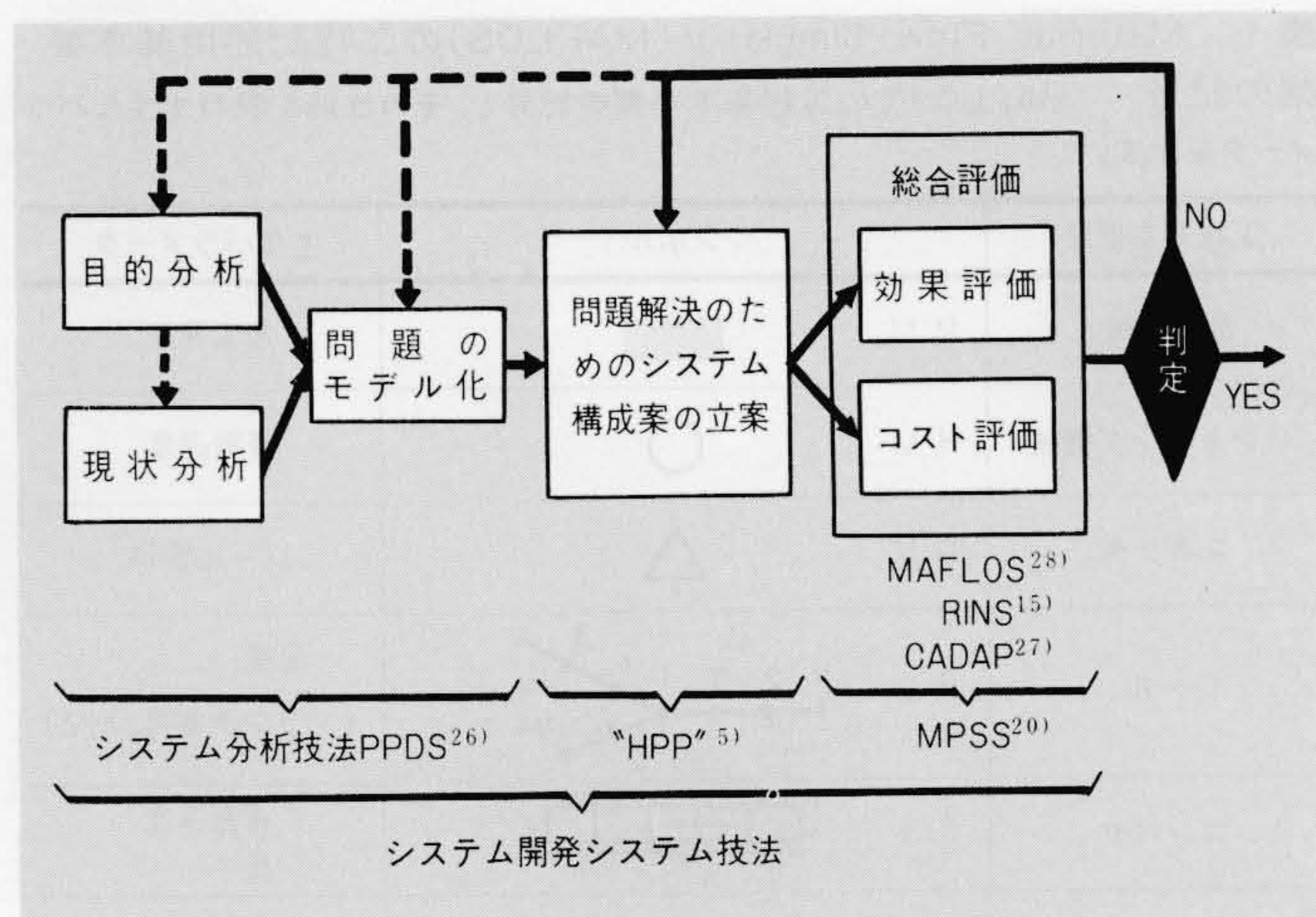


図9 システム開発の過程と支援技法やプログラムの例 システム開発の各過程に対して、種々の支援技法やプログラムが開発されている。

図9は、システム開発の一般的アプローチと、生産管理システムの場合の支援技法やプログラム例を若干付記したものである。

システム開発の効率化については、現在、種々の試みが進められつつあり、今後の発展が期待される。

7 生産システム開発支援プログラムの事例

7.1 汎用生産工程シミュレータ^{15), 28)}

目標とする性能を満足する生産システムを設計するためには、性能を評価するためのシミュレーションが有効な手法の一つである。生産システムの主な性能、すなわち生産能力、製造リードタイムなどは、次に述べるような要因の組合せによって決定される。

- (1) 製品群の組合せ
- (2) 製造設備の能力及びレイアウト
- (3) 生産管理・制御方式

したがって、生産システムの設計案が作成されると、その性能が目標値に達しているか否かを判断するために、シミュレーションにより性能を評価し、最適構成案を決定する必要がある。これを容易に実施するために、様々なシミュレータが開発されている。

Material Flow Simulator (MAFLOS)^{28), 29)} は、任意に外部から与えた管理のアルゴリズムのもとでの生産工程内の物の流れを、詳細に模擬することを可能にしたシミュレータで、その特長は、

- (1) 物流機構と合わせて、生産管理・制御機構の模擬が可能。
- (2) 物流機構の模擬精度が高い。
- (3) 生産システムのモデル化が容易である。

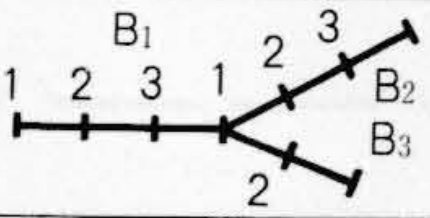
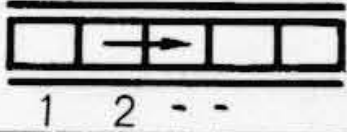
などである。MAFLOSでは、あらゆる生産工程の構成を内蔵する7種の工程記述要素(表1)の組合せにより表現し、電子計算機に入力することができる。このように直観的で分かりやすいため、モデル化が容易である。

また、生産工程で、作業員が同時に多数の機械を受け持っている場合や、多数の加工物を一括して加工する場合など、リソース間の競合が複雑な工程に対して、容易に工程モデルを組み、リソースの挙動を模擬することができるシミュレータとして**Resource Interference Simulator (RINS)**¹⁵⁾がある。

7.2 標準生産情報管理システム“HPP”^{5), 6)}

生産管理システムの建設には、通常1～3年、100～300人/

表1 Material Flow Simulator (MAFLOS)の工程記述用基本要素の記号 MAFLOSでの工程基本要素の記号と、その性能を表わす主なパラメータを示す。

工程基本要素	シンボル	主なパラメータ
加工機械	P/M 	加工速度
ハンドリング機械	H/M 	運搬速度
コネクタ	C/N 	レール番号
レール	R/L 	座標 (ブランチ番号, X, Z)
コンベヤ	C/V 	運搬速度 長さ
コンベヤガイド	C/G 	座標 (X)
ストレージ	S/G 	容量 (X, Y, Z)

月を要するといわれている。これを効率化し、短期間で少ない人月で個々の企業の生産管理システム開発を可能にするため、汎用的な標準生産情報管理システム“HPP”が開発された。

“HPP”は、繰返し形生産工場(加工・組立製造業)を主な対象としたもので、生産情報管理に関する概念とそのプログラムから成る。すなわち、(1)生産情報管理のための標準データベースと、(2)それを管理するためのデータベース・マネジメント・システム、(3)個々の業務処理を行なうアプリケーション・プロセッシング・システムなどから成り、プログラムの規模は120Kステップ(言語はCOBOL)である。

“HPP”では、工場全体をストックポイントとショップに分けてモデル化することにより、任意の生産工程に対して適用できるよう汎用化が図られている。

ストックポイントに対する計画機能としては、部品展開、部品の総所要量計画及び在庫(仕掛)部品引当てを行ない正味所要量を求める、いわゆるMRP機能である。

また、ショップに対する計画機能としては、工程別所要量計算、製造ロットサイズ計画、工程別生産能力計画及びジョブ投入順序計画の機能が、ショップ形態と合わせて用意されている。

“HPP”の特長をまとめると次に述べるとおりである。

- (1) 事後処理的なシステムではなく、計画重視形のシステムである。
- (2) データベースにより、データの一元管理を図り、各業務機能の有機的な結合を可能にした。
- (3) 生産管理の分野での定型業務のプログラム化を図り、非定型的判断業務を支援するシステムである。

8 結 言

以上、生産管理情報システムの現状と動向について概説した。先に本誌上に「生産システムの現状と動向」¹⁾について報告した当時は、まだ高度成長経済のもとにあって、労働力不足の中で、いかに多様化した生産要求を満たしながら成長するかが主題であった。低成長経済時代の現在では、経営環境の多様さを反映して、経営計画に即応できる体質造りが主題となり、当時の動向であった生産のシステム化は、より厳しい条件のもとで加速されつつある。特に、そのための総合的計画・管理機能が重視されているが、一方、それと同時に、それらシステムの効率的開発が強く要請されている。これに応ずるため、本稿で述べたような多くの技術が開発されてい

るが、これらを更に充実し、体系づけるために、今後よりいっそうの努力が必要であろう。

日立製作所は、これらシステムの供給者であると同時にユーザーでもある。これら両者の立場から問題を直視し、時代の要請に適合する、より良い生産管理情報システムの確立に寄与したいと考える。

参考文献

- 1) 関、磯田：生産システムの現状と動向，日立評論，55，163～167（昭48-2）
- 2) 人見：生産システム工学，共立出版，p. 178（昭50-4）
- 3) 今川ほか：非量産工場における生産管理システム，日立評論60，637～642（昭53-9）
- 4) 津島ほか3名：受注在庫出荷システムとデータベース，日立評論，57，759～762（昭50-9）
- 5) 国友ほか：日立標準生産管理パッケージ“HPP”—小森印刷機械株式会社への適用事例—，日立評論，60，643～648（昭53-9）
- 6) 早川，三留：汎用的生産情報管理システム(HPP)とその適用評価，第19回全国IE年次大会論文集，p. 67～76（昭53）
- 7) 田畑ほか：予測適応形生産管理システムの開発，日立評論，60，649～654（昭53-9）
- 8) 酒井ほか2名：データベースシステムの動向と評価，日立評論，57，753～757（昭50-9）
- 9) 平子ほか3名：オンラインシステムの動向と評価，日立評論57，731～737（昭50-9）
- 10) 植田ほか3名：端末アプリケーションの動向，日立評論，59，105～112（昭52-2）
- 11) 小野ほか2名：工業システムにおける端末アプリケーション日立評論，59，131～136（昭52-2）
- 12) 松本ほか3名：リモートバッチによる受注出荷システム，日立評論，59，835～838（昭52-10）
- 13) 河合ほか3名：製造業における端末アプリケーション，日立評論，59，125～130（昭52-2）
- 14) 浦城ほか3名：端末システムの動向，日立評論，59，81～88（昭52-2）
- 15) 栗原ほか4名：生産工程シミュレータ(RINS)の開発，電気学会全国大会（昭52-7）
- 16) 桑原ほか4名：プロセスディスプレイ装置，日立評論，59，95～99（昭52-2）
- 17) マイクロコンピュータとその応用小特集，日立評論，57（昭52-5）
- 18) レイトン，スミス：革新的管理技法MRP(Material Requirements Planning)とは，IE，18，11，19～25（昭51-11）
- 19) K. Mitome et al.: Capacity Planning and Job Sequencing, 4th International Conference on Production Research 5—13 (1977)
- 20) K. Sasaki et al.: A Generalized Management Planning Support System for Non-loop Network and Time Series Structured Models, 4th International Conference on Production Research (Recent Studies on Production Research in Japan, p. 51～58)(1977)
- 21) 田畑：“PASS”予測生産管理のための対話型オンラインシミュレータ，日立評論，59，p. 59（昭52-1）
- 22) 木村 修：トヨタ式生産システムとかんばんシステム，システム工学会誌，Vo. 2，No. 1，p. 9～18（1978-1）
- 23) 本村ほか4名：販売管理オンライン・データベース・システム—オンライン建設・維持/支援ソフトウェアの開発—，日立評論，59，827～834（昭52-10）
- 24) 前沢ほか2名：目的機能の階層的分析に基づくプログラム標準化手法の提案，昭53年電気学会全国大会前刷。
- 25) 林ほか3名：制御用トップダウン・ストラクチャードプログラミング言語—SPL—，日立評論，60，235～240（昭53-3）
- 26) 春名：多関与者を有するシステムの計画技法—PPDS—，技術と経済，8—10，p. 46～51（昭49-11）
- 27) K. Takeda et al.: A Practical Computer Program for Design of Assembly Systems, Proceedings of CAM-I's International CAM Congress, Canada pp. 220～228(1974)
- 28) 三留ほか：汎用生産工程シミュレータ“MAFLOS”の開発，シミュレーション技術II，コロナ社，p. 110～122（昭53）
- 29) 荻本ほか5名：ロボット群制御による自動加工ライン統合生産システム，日立評論，58，743～748（昭51-9）