

機械工場における生産管理システム

Production Control System for Machining Shop

多種少量生産形態における機械工場では、繰返し性に乏しく例外処理的事項が多発するなどの要素が多いため、生産管理に多くのマンパワーを要していた。このため、競争力強化の立場から管理コストの大幅な削減(省力化)、工場完成の短縮などいっそうの改善が要求されるに至った。これらの要求に応ずるため、まずあるべき管理システムを設定し、これに合わせて現場レイアウトを改善するシステム指向型の改善のため、HIDIC 350を導入しダイナミックな生産管理システムとした。

HIDIC 350を核とした新生産管理システムは、(1) 情報・データ収集・分析処理の即時性、(2) オンラインでの工程情報の的確な把握、(3) 負荷計画の弾力性、(4) 部品の同期化を主な機能とするコンパクトなシステムである。

井上圭太郎* Keitarô Inoue

早川 博** Hiroshi Hayakawa

1 緒 言

大量且つ多様化する需要、激化する市場競争、安全・無公害化への社会的要請などの生産環境の中で、生産体制の即応性、生産コストの低減、製品の高品質化を実現するために、生産工場においては個々のスタティックな管理から脱して、需要、生産の状況に即応したダイナミックなトータル システムとしての生産管理、制御が必要である。すなわち、生産量の増大は単なる設備の増設、エリアの拡大、人員の増加のみで対処できるものでなく、生産性の向上を指向する限り管理技術の質的な変革が要求されてくる。

管理の質的な変革とは、生産規模に最も適合した管理システムへの脱皮である。生産工場の中でもとりわけ多種少量生産形態における機械工場では、繰返し性に乏しく例外処理的事項が多発するなどの要素が多いため、生産管理に多くのマンパワーを要していた。このため、競争力強化の立場から管理コストの大幅な削減(省力化)、工場完成の短縮などいっそうの改善が要求されている。これらの要求に応ずるため、まず、あるべき管理システムを設定し、これに合わせて現場レイアウトを改善するシステム指向型の改善のためHIDIC 350を導入し、ダイナミックな生産管理システムを実現した。

以下、多種少量生産形態における機械工場の、省力化及び工場完成短縮をねらいとして、HIDIC 350を核とした新生産管理システムの概要について述べる。

2 コンピュータ コントロール導入の背景

2.1 生産システムのハイアラキ構成

製造工業における生産、販売に関する機能レベルは、一般に図1に示すようになる。すなわち、各機能及び機能担当部署によってマネジメント レベル、プロダクション コントロール レベル、及びプロセス コントロール レベルと大きく三つのレベルからなるピラミッド構成となる。

上位レベルほど生産計画、需要予測など経済的変数が重要な役割を果たすようになり、物理的変数に対する重要性が減少する。また、レベルが高いほどコントロール アクションの回数が減り、意思決定の複雑さが増すと同時に人間の判断する必要性が高まる。

一方、下位レベルほど物理的変数に対する瞬間的なコント

ロール アクションが要求され、しかも、ヒューリスティック (Heuristic) な判断を要しないので省力化、自動化の対象となる。

機械工場においても例外ではない。従って、各レベルには上記要求機能に適した電子計算機及び制御機器を配置する必要がある。図2に生産工場におけるシステムの基本機能を示す。

2.2 制御用電子計算機導入の必要性

汎用電子計算機の導入による情報管理システムの強力な推進の結果、受注から発送に至るトータル システムの確立をみても、(1) 管理コストの大幅な削減、(2) 工場完成短縮、納期保証、(3) 情報量の量的増大と、多種少量生産という質的複雑さに起因する情報処理の遅延防止などの問題が必然的に発生してくる。

特に機械工場は原料工場からの生産阻害要因を吸収して、最終工程である組立工場への円滑な部品供給をその機能とするため、管理の複雑化、多様化、管理サイクルの短縮を要求するものであり、生産量の変化と管理の複雑さに弾力的且つ全体的な判断で対応し、即時的にアクションのとれる体制に対して有効な方法を採用したのが制御用電子計算機によるコントロール方式である。

3 制御用電子計算機HIDIC 350の機能

このような背景により導入された制御用電子計算機HIDIC 350の機能は、機械工場の特殊性から次の機能を果たすべきものとされた。

- (1) 情報、データの収集・分析処理の即時性
- (2) オンラインでの工程情報の的確な把握
- (3) 負荷計画の弾力性
- (4) 部品の同期化

すなわち、経営計画及び生産計画に基づく日々の生産活動が実施に移されるが、人員・設備の故障、不良発生、部品欠品など生産を阻害する要因により工程に乱れが生ずる。そこで、大形電子計算機のバッチ処理システムに有りがちな硬直性をもったシステムではなくて、一定の生産設備と人員でいかに多くの製品を正確に作り上げるかを解決し、その時点、時点で最適の計画達成を果たすダイナミックなコントロール

* 日立製作所大みか工場 ** 日立製作所水戸工場

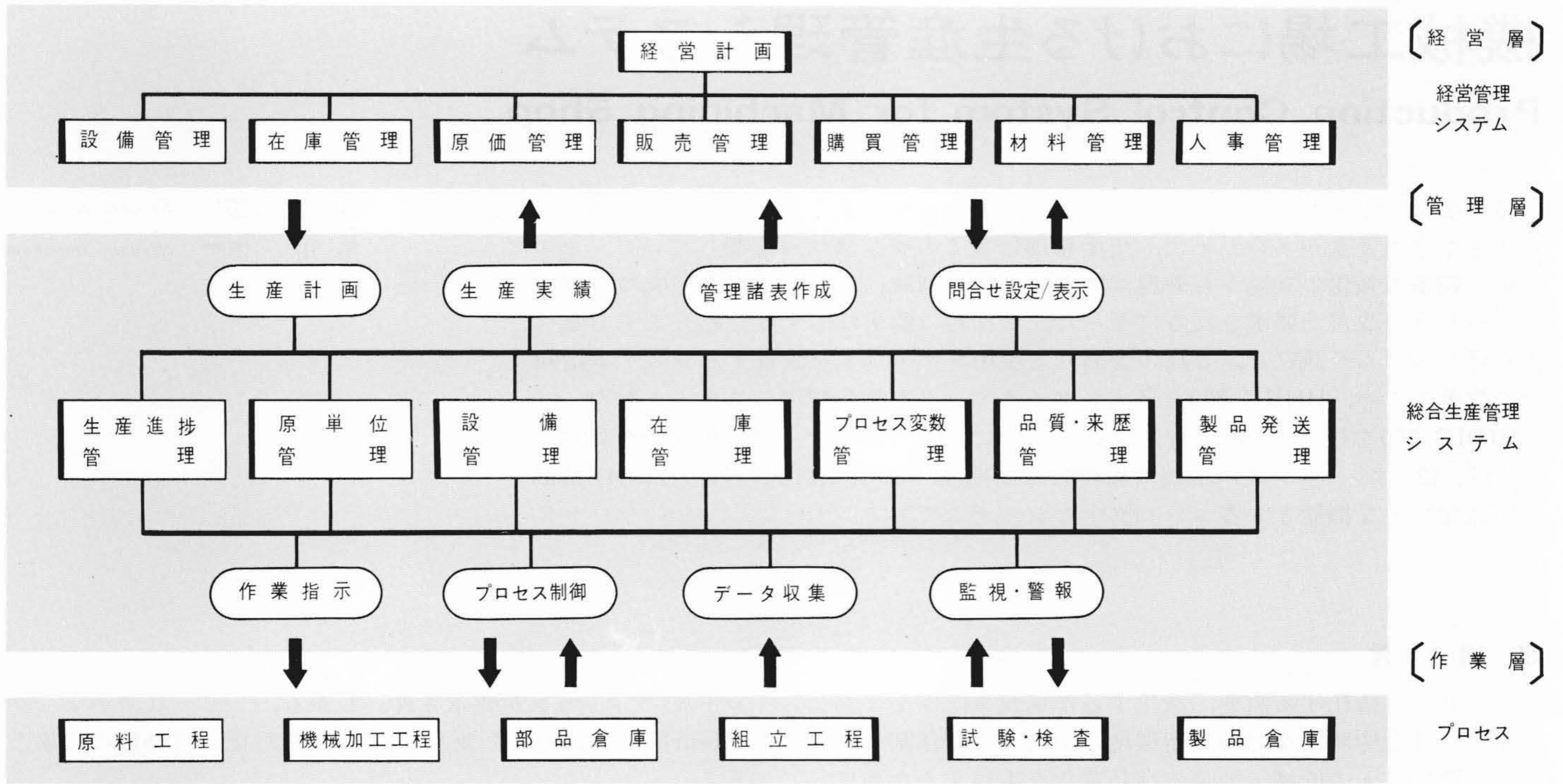


図1 生産システム機能概念図 生産システムのハイアラーキ構成と各レベルの機能を示す。

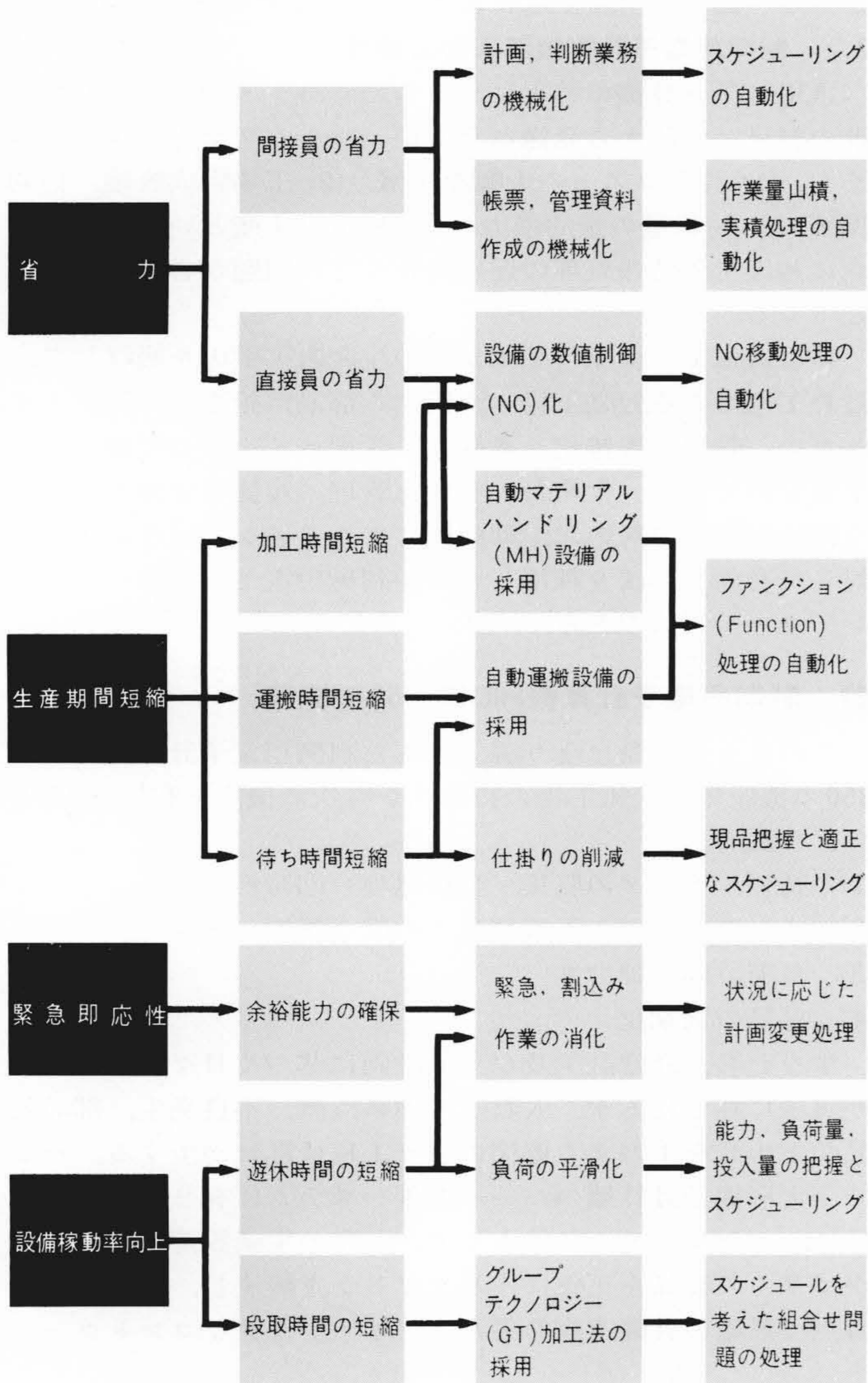


図2 システムの基本機能図 生産システムに要求される機能を示す。

システム—計画と実際の調整—が制御用電子計算機の機能である。

4 生産ラインの概要

図3に機械工場生産ラインの概略を示す。原料工場から送られた部品は、材料整理倉庫へ保管され機械工程の日程計画に基づきバリオンコンベヤの周囲に配置された生産ライン、及び大物品、特殊品は専用ラインへ投入され機械加工される。機械加工の完了した部品は、めっき、塗装などの後処理工程を経て立体倉庫へ格納される。

バリオンコンベヤは西ドイツで開発されたもので、従来は小形で既製の工場などで使用されていた。今回、これを機械工場でも使えるように超大形で重量物に耐えられるように開発したものである。

また立体倉庫は、入・出庫の頻度、対象物の重量、投資効率などから運転方式を手動とし、物の所在の明確化による入・出庫の改善と床面積の縮小を図った。

5 機械工場における生産管理システム—その特長を中心として—

図4は機械工場生産ラインのコンピュータコントロール機能の概略を示すもので、このうち特長といえる幾つかのシステムについて説明する。

5.1 ダイナミック スケジューリング

工場における生産管理とは、生産計画に従って部品、材料、人、生産設備を同期化させ生産目標を達成することである。すなわち、一定の生産設備、一定の人員でいかに多くの製品を正確に作り上げ、生産計画を守ってゆくかがポイントになる。この「計画」と「実際」との調整、統合のために生産管理要員が存在したのであり、制御用電子計算機導入のねらいもまたいかに両者を結びつけるかにあると考えられる。すなわち、「与えられた生産計画に基づき—工程内の各現場や部署などにおける具体的な作業の手順を立てること」から始まり、

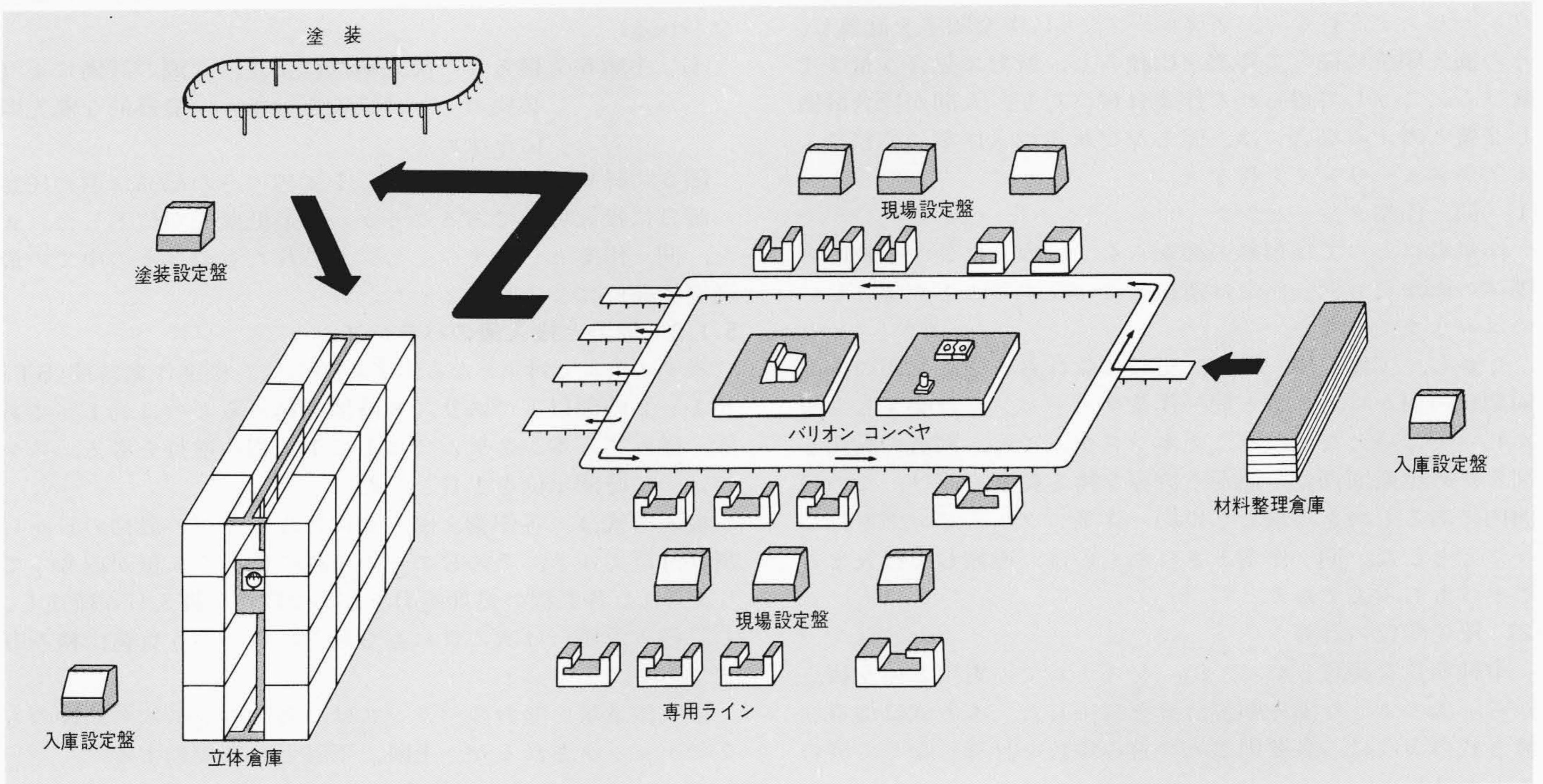


図3 機械工場生産ラインの概要 機械工場における生産ラインを鳥かんと図で示す。

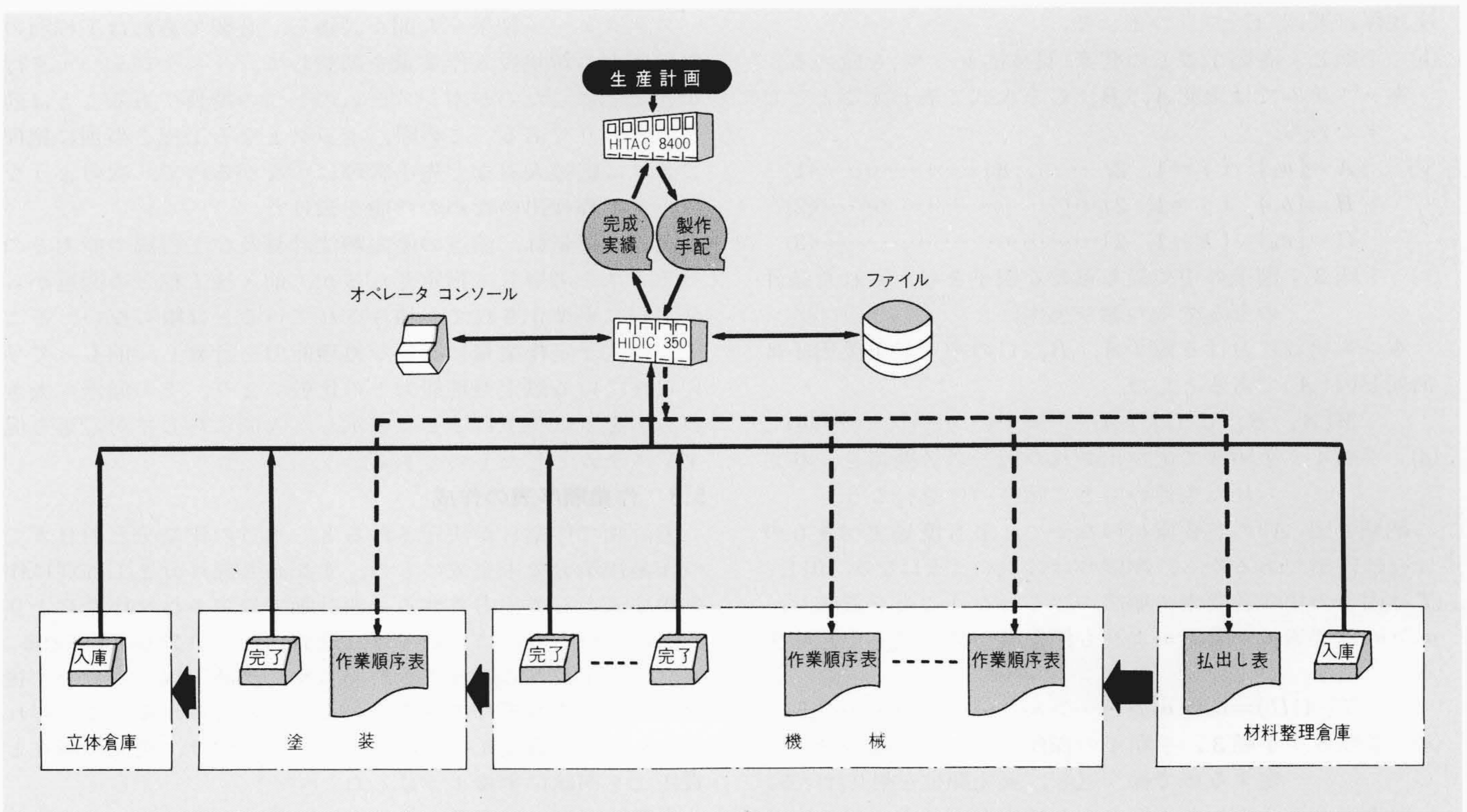


図4 機械工場生産ライン コンピュータ コントロール機能図 機械工場におけるコンピュータ コントロールの機能を示す。

日ごとの「各現場の作業員、設備の負荷バランスを考慮しながら生産効率の最大化を図り」、「状況の変化に応じて(例：日程計画のずれ、部品欠品、設備故障発生、作業員出勤状況、休止時間変更など)ダイナミックに立て直し対処してゆく」方式である。

機械工場における生産管理システムでの骨子は、

- (1) 作業順序指定と生産同期化
- (2) 能力と投入量のバランスの2点である。

5.1.1 作業順序指定と生産同期化

週計画は、週1回、計画対象1週間分の作業日程計画を作成するものであるが、計画対象作業には前週残作業と新規投

入作業とがある。これらの全作業を対象に、まず同一作業のグルーピングを行ない、各グループごとに作業順序を計算し、その優先順位に従って作業を山積みし、能力に見合う量まで続ける。こうして得られた作業日程に対し、人間が総合評価し必要と考える場合には、能力及び新規投入作業の調整によるスケジューリングを行なう。

(1) 同一作業グルーピング

作業者にとっては習熟の面からも、段取りに要する時間の削減の面からも同一作業は連続して作業することが望ましいのはいうまでもない。

しかし、工場完成、納期、更にはこれらを守るための部品同期化の面から考えると同一作業グルーピングは必ずしも望ましいとはいえない。そこで本システムでは、両者の調和を図るため生産同期化の面から許容し得る範囲を設け、この範囲内にあるものを対象として同一作業のグルーピングを行なうこととした。同一作業とされたものは、連続して投入することはもちろんである。

(2) 優先順位の計算

単純明快な論理とオンラインシステムでの実用という観点から、次のような優先順位計算を採用した。本方式は加重加算方式のように、各要因ごとの重み係数を計算しなくて済むことが特長といえる。

(a) 手順1：優先順位に影響を及ぼす因子を抽出する。

本システムでは納期要因(A)、進行阻害要因(B)、作業連続保証要因(C)の三つとした。

(b) 手順2：各因子ごとの要素(具体的レベル)を定める。

本システムでは上記A、B、Cを次式で表わすこととした。すなわち、

$$A = \{a_i\} \quad (i = 1, 2, \dots, 8) \dots\dots\dots(1)$$

$$B = \{b_j\} \quad (j = 1, 2) \dots\dots\dots(2)$$

$$C = \{c_k\} \quad (k = 1, 2) \dots\dots\dots(3)$$

(c) 手順3：因子の中で最も重要な因子を与えられた条件のもとで一つ選び出す。

本システムにおける因子A、B、Cの中で最重要因子は納期要因(A)であるとした。

$$M[A, B, C|U] = A \dots\dots\dots(4)$$

(d) 手順4：手順3で選び出された因子の各要素を、与えられた条件のもとで順序づけを行なう。

納期要因(A)の各要素 a_i のなかで、最も優先すべきものは遅延作業であるから、順序づけは次のようになる。但し、Tは因子の中の各要素の順序づけを行なうことを意味し、 $a_8 > a_7$ は要素 a_8 が要素 a_7 よりも優先度が高いことを意味する。

$$T[A|U] = a_8 > a_7 > \dots > a_1 \dots\dots\dots(5)$$

(e) 手順5：手順3、手順4の操作をすべての組合せが確定するまで繰り返し、優先順位を割り付ける。

要素 a_8 が与えられた条件のもとで残存因子B、Cの中から重要因子を選び出す。本システムでは、

$$M[B, C|a_i] = C \quad (i = 8, 7, 6, 2) \dots\dots\dots(6)$$

$$M[B, C|a_i] = B \quad (i = 5, 4, 3, 1) \dots\dots\dots(7)$$

とした。このように、条件によって因子間の優先度を変更できるのが本優先順位計算手法の特長である。

次に、条件 a_8 のもとでCの要素の順序づけを行なうと、

$$T[C|a_8] = C_2 > C_1 \dots\dots\dots(8)$$

となる。更に、条件 a_8, c_2 のもとでの残存因子Bの順序づけを行なう。

$$T[B|a_8, c_2] = b_2 > b_1 \dots\dots\dots(9)$$

こうして、 (a_i, b_j, c_k) のすべての組合せの順序づけが行なわれる。

(f) 手順6：得られた優先順位により、人間の評価により必要のときは修正を行ない、最終的な優先順位を決める。

図5に計算例を示す。なお、1工程のみの部品は週の任意の曜日に投入可能であることから、最低優先順位とした。また、同一作業としてグルーピングされたものはその中での最高優先順位によるものとした。

5.1.2 能力と投入量のバランス

本システムで対象となる作業の80%は、標準作業時間(ST)が1~2時間以下であり、8時間を超えるものは約1%である。従って、本システムでは1日1工程の進行を考え、スケジュール時間単位を1日とした。

投入方式は、各作業を優先順位に従って週の最初の日から割り付けてゆき、その日のその工程の作業投入量が前もって与えられた各工程の処理能力を超えなければ投入日が確定し、もし超えた場合は次の日にもち越されるという負荷山積み方式である。

投入作業量と能力のバランスは、各工程別に次の条件のもとでチェックされるが、上限、下限ともに変動する。

$$1.2 \geq \frac{\sum \text{投入予定作業ST}}{\sum \text{初期設定能力時間}} \geq 0.8 \dots\dots\dots(10)$$

5.2 ネット工程の検出

スケジュール結果を人間が評価し、必要であれば工程別の処理能力や新規投入作業量を調整して、リスケジュールを行なうことにしたのが本システムの一つの特長であることは前述のとおりである。この際、ネックとなる工程を事前に把握できれば応援人員など先手管理につながるため、次のようなネック工程検出のための機能を設けた。

投入作業量は、前述の優先順位計算及び工程別の能力とのバランスを考慮して指定されるが、前・後工程との関連から全工程に平準化されて山積みされているとは限らない。そこで、投入予定作業量に必要な処理能力を計算し、前もって与えられている設定処理能力との比較により、その偏差の大きいものをネック工程として表示し、人間に対して対応策を促すシステムとしたものである。

5.3 作業順序表の作成

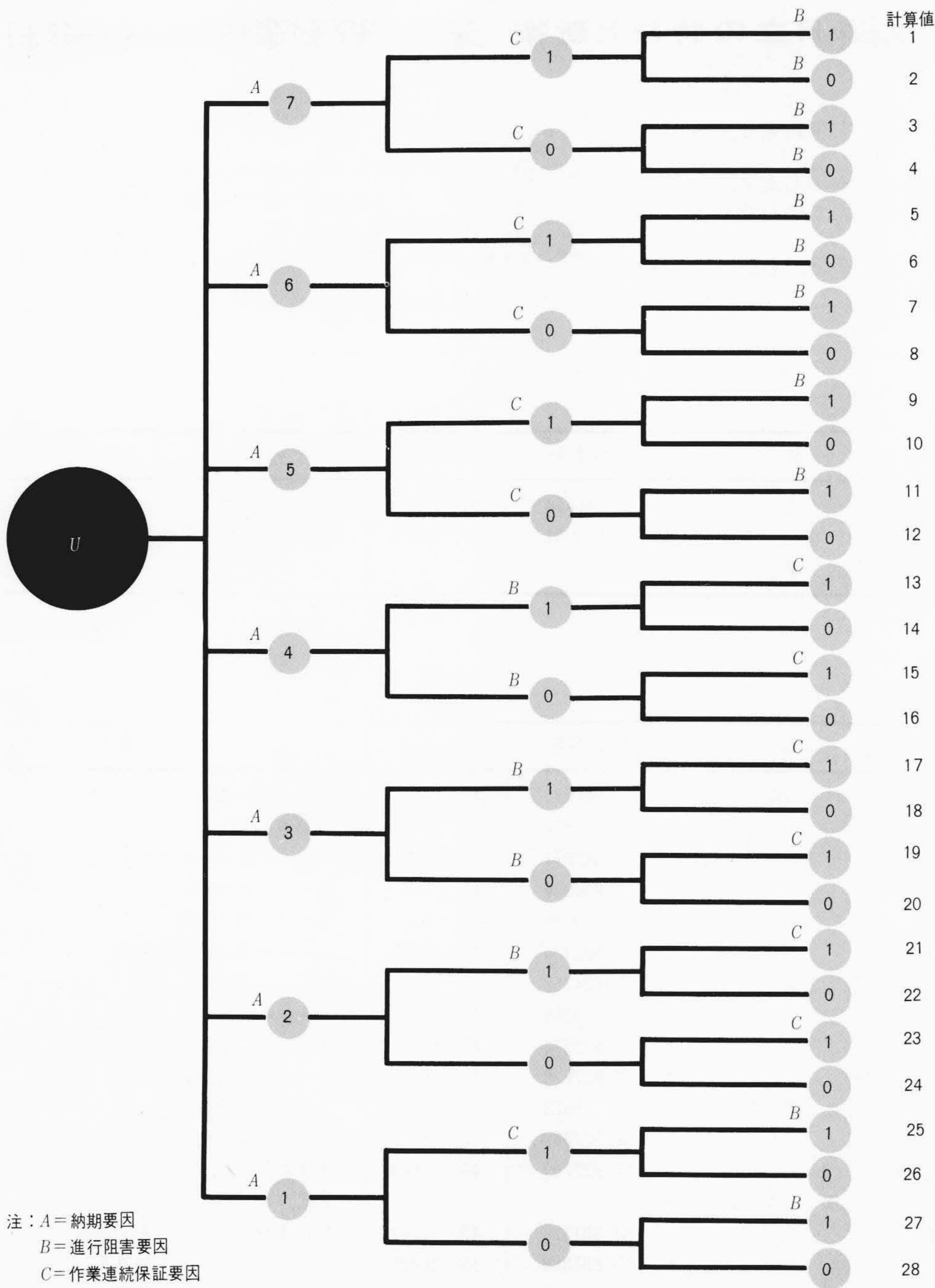
週計画で作業日が決定されると、当日の作業分と前日までの作業指示分で未完成のもの、すなわち遅れ分を工程別に作業順序表として出力される。週計画で決定された作業日より遅れているものについては、通算の遅れ日数も記載される。また、前工程から遅れてきた場合や、当該工程のみでなく後工程も遅れるおそれのある場合なども考えられるので、遅れを出している責任元にその旨のマークを付け、現品の所在と責任元を明確にするようにした。

作業順序表には現品との照合を容易にするため、一連番号を付けてある。

作業順序表は、電子計算機の故障などによるシステムダウンと明日の作業準備に対処するため、当日と翌日の2日分を毎日作成することになっている。

5.4 オンラインでの工程情報の把握

材料入庫、部品完成入庫、各工程完成、外注品の完成、塗装、めっきなどの後処理工程完成の入力は、そのつど現場に設置されている設定盤からオンラインで収集され、各部品の進捗状況の把握と先手管理に役立っている。進捗状況はリクエストに応じて表示される。



優先順位	a_i	b_j	c_k
1	7	1	1
2	7	0	1
3	7	1	0
4	7	0	0
5	6	1	1
6	6	0	1
7	6	1	0
8	6	0	0
9	5	1	1
10	5	0	1
11	5	1	0
12	5	0	0
13	4	1	1
14	4	1	0
15	4	0	1
16	4	0	0
17	3	1	1
18	3	1	0
19	3	0	1
20	3	0	0
21	2	1	1
22	2	1	0
23	2	0	1
24	2	0	0
25	1	1	1
26	1	0	1
27	1	1	0
28	1	0	0

図5 優先順位の計算例 優先順位の実際の計算例を示す。

6 結 言

以上、多種少量生産形態の機械工場における省力化、工場完成短縮をねらいとした、HIDIC 350導入を核とした新生産管理システムの概要について紹介した。

本システムを成功に導いたポイントは、

- (1) HIDIC 350の導入により、データ処理に即時性をもたせたこと。
- (2) データ端末機をくふうし、オンラインでの確に工程情報を把握できるようにしたこと。
- (3) バリオン コンベヤの活用により、搬送業務を自動化したこと。
- (4) 作業負荷計画に弾力性をもたせたこと。
- (5) 部品同期化を基本に、まず機械工場に導入したこと。などである。

我々は類似工場、類似職場へ本システムの適用を図るとともに、多様化するニーズに応じて今後いっそうの努力を傾注してゆく所存である。

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 (昭48-2)
- (2) 三森「生産システムにおけるスケジューリング理論」日立評論55, 168 (昭48-2)
- (3) 真船，淡川ほか「生産システムにおける省力機器」日立評論55, 174 (昭48-2)
- (4) 武井，井上ほか「自動車工業における生産管理システム」日立評論55, 188 (昭48-2)
- (5) 岡野ほか「生産(コンピュータ経営実務講座5)」ダイヤモンド社
- (6) 宅間，佐藤ほか「最近の制御用計算機の応用」日立評論55, 501 (昭48-5)