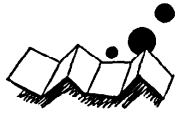


解説



FA 用情報処理技術

生産管理トータルシステム†

岡田 和保**

1. はじめに

生産管理システムの始まりは、1774年の米国フランクリンストープにおける部品表の使用であると言われている。その後1880年代に統計的管理方式が考えられ、1940年代には発注点手法が出現している。しかし、生産管理にコンピュータが応用され始めたのは、1950年代であり、本格的な生産管理システムの歴史は僅か30年ほどのものである。この時代は、部品展開による所要量計算が中心であり、「管理」という名の下に督促を中心とした後追システムの時代であった。1960年代に入ると、現在、革新的生産管理システムとして注目されている計画を中心としたMRP(Material Requirements Planning)が出現している。このMRPは、コンピュータの発展と相まって、1970年代にはほぼ完成しており、名称も後にシステムをつけManufacturing Resource Planning Systemと言う意味の生産管理トータルシステムになっている。このMRPシステムは、1974年に早稲田大学吉谷龍一教授らによって日本に紹介され、近年日本でも、効果の高い事例がいくつか出されている。さらに1980年代に入ると生産管理システムは、設計から製造までの一貫したFAの中の一つの要素と位置づけられてきており、更なる発展が期待されている。

本稿では、FAの動きの中で生産管理システムに要求される事項とMRPを中心とした生産管理トータルシステムの概要を述べる。

2. 生産管理システムの要件

FAの観点から見た生産管理システムには、次の要件がある。

(1) 技術情報の正確性と変更の容易性

部品表、製造手順、NCデータなどの技術情報は、製造の基礎である。これが不正確で簡単に変更できないようでは、人間の目によるチェックを前提としていない自動化工場では、役に立たない製品を作ってしまう危険性が大きい。

このことを解消するには、設計と生産を一緒にした技術情報を持ち、データの正確性と変更の容易性を達成すべきである。

(2) スケジュールの正確性

コンピュータで管理されているスケジュールは、作成当初は正しくても、時間がたつにつれ製造現場の変更についていけず、不正確になってきており、結局使われなくなっているのが現状である。

自動化された工場では、コンピュータですべてのスケジュールを管理し、作業指示を行わねばならないため、スケジュールは、常に正しく、これに基づいて作業できるものでなければならない。このため、変更がおこったときには、すぐにスケジュールに反映できるシステムでなければならない。

(3) 能力負荷・作業順序計画の徹底

機械が少ないときには、工場の能力は、人間の能力によることが多く、少々の負荷の変動、順序の変更は、人手で対処可能であった。しかし、工場の自動化が進むと、能力に変動が少ない機械を基準としたスケジュールを立案しなければならず、能力負荷計画、作業順序計画の徹底が図られねばならない。

(4) 機械の稼動状況の監視と技術情報へのフィードバック

機械といえども故障しないわけではなく、しかも多数の機械を扱うとなれば、これらの機械の保全が重要になってくる。このためには、個々の機械の特性を考えた、予防保全を中心とした工場保全が重要になり、機械の稼動状況を監視する必要がある。しかも、この稼動状況を集約して、機械稼動率や能率として、技術情報へフィードバックし、次の計画へ反映させること

† Integrated Manufacturing System by Kazuyasu OKADA
(Mechatronics Systems, Fujitsu Limited).

** 富士通(株)メカトロニクスシステム部

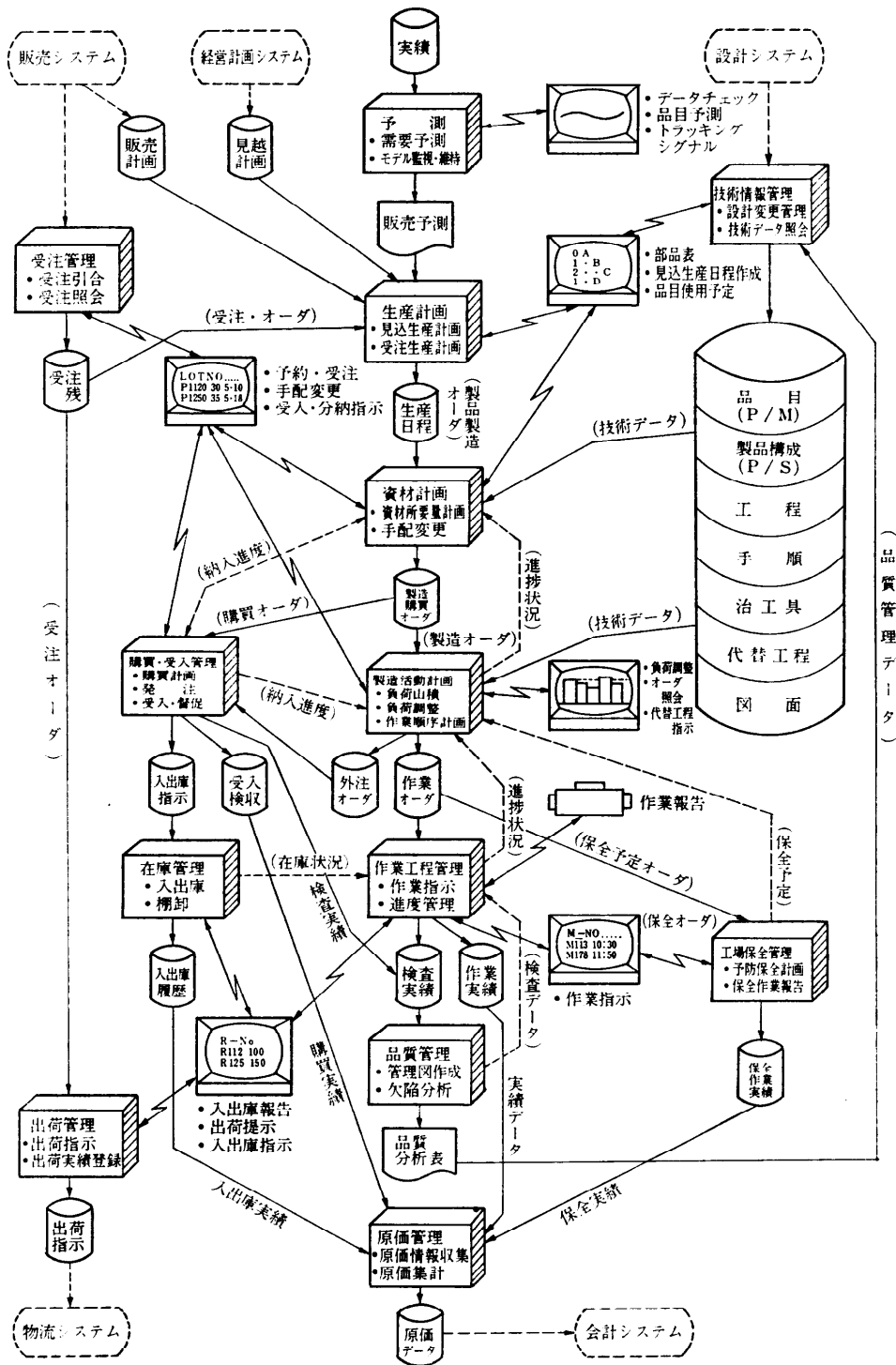


図-1 生産管理トータルシステム

が重要である。

(5) 品物の確認と数の正確性

機械はミスをしたくないと思いがちであるが、機械が前提としたおりの状況でないといことは言えない。このため、品物の認識機能を高め、正確な在庫管理が必要とされる。

(6) NC データの供給管理

従来は、CNC に NC データを蓄えたり、ミニコンを使用して、NC 機械の群管理を行っていたが、現在は多品種少量生産になり、受注生産が増大しており、管理すべき NC データも膨大になってきている。このため、NC データは、部品表などと一緒に技術情報の 1 つとして管理し、工程制御用コンピュータからの要求に応じて、生産管理から自動供給する必要がある。

(7) 治工具管理

通常の部品は払出されると消費され、戻ってこないことが原則であったが、治工具は戻ってくることを原則として、その寿命も含めて管理しなければならない。このため、従来は、あまりコンピュータでは管理されていなかった。しかし、製造上、治工具が必要なことは明らかで、部品の出材とともに、治工具の払出指示、交換指示、補正を行うなどの治工具管理は FA には、必須である。

3. 生産管理トータルシステムの概要

生産管理とは、「企業のもつ 人、物、金、設備と情報を活用して、顧客の要求する 品質、納期、価格(原価)を満たすこと」と言うことができる。その基本は、変化に対応してジャスト・イン・タイムのスケジュールを立案することと、その実行の管理である。このことをトータルシステムとして捉えると図-1 に示すように 13 サブシステムに分けられる。

(1) 予測サブシステム

予測サブシステムは、受注や出荷などの実績データを受け、品目の需要予測を行う。ここで大事なことは、予測モデルの監視と人の判断の併用である。予測モデルは一度設定されると、それが現実に合わなくなってもめったに変更されないため、まったく意味のない間違えた判断を行う予測を行ってしまう。このため、実績値に応じて、予測モデルを監視し、モデルを修正する機能が必要である。また、予測はあくまで予測であり、従来の傾向が続くとしたらどうなるかを示したものにすぎず、人の判断の補助として使うべきである。

(2) 技術情報管理サブシステム

技術情報管理サブシステムは、生産管理に必要な部品表(品目と製品構成)、工程、手順、治工具、図面などの技術情報を一元管理し、最新の状態に維持する。FA の観点で見たとき、技術情報の管理は極めて大事であり、データの精度を上げ、変化に迅速に対応するために、設計システムである CAD/CAM との結合を図る必要がある。

(3) 生産計画サブシステム

生産計画サブシステムは、基本的には、製品の生産計画を立案する。しかし、最近の多品種少量生産に対応するためには、部分仕込みをし、受注に対応して製品を作り上げていく部品中心生産方式を考慮する必要がある。このため、仕込み品の計画を立案する見込生産計画と、受注に応じて製品の計画を立案する受注生産計画の 2 つの計画が必要であり、その 2 つの計画の整合性を図る必要がある。また、生産計画は、工場の負荷を決定することでもあり、人、物、金、設備を資源とみた負荷計画を行う必要がある。

(4) 受注管理サブシステム

受注管理サブシステムは、顧客または営業の受注・引合に対する応答と受注オーダーの生産計画への反映を行う。

(5) 資材計画サブシステム

資材計画サブシステムは、MRP の機能であり、図-2 に示すように、生産計画の入力を受け、部品表を使用して、内作品、購買品、外注品を問わず、すべての部

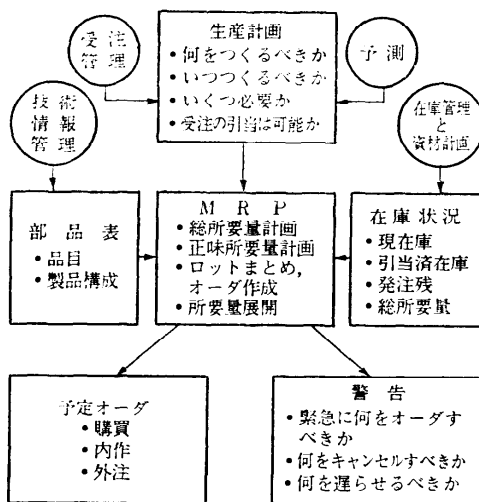


図-2 MRP の構造

品のスケジュールをジャスト・イン・タイムに作り出す。ここで言うジャスト・イン・タイムとは、各部品の待ち時間を含んだ製作期間である製造リードタイムを基準にしたものであり、待ち時間が“0”になるというものではない。

(6) 製造活動計画サブシステム

製造活動計画サブシステムは、資材計画で作られた部品のスケジュール（製造オーダー）を入力して、外注を含む工程別のスケジュール（外注オーダーと作業オーダー）を作り出す。このとき、各工程の能力と負荷のバランスをとる必要があり、人の判断が必要である。また、ここで言う工程とは機械と人の集まりを指す場合が多く、FAの観点からは、さらに機械一台一台のスケジュールに落とさなければならない。

(7) 購買・受入管理サブシステム

購買・受入管理サブシステムは、資材計画で作られた購入部品のスケジュール（購買オーダー）を入力して、業者や単価を決定し、発注を行う。また、製造活動計画サブシステムで作られた外注オーダーを入力して、外注業者への発注を行う。その後、購買及び外注オーダーの受入、検査、検収を行う。工場の自動化が進む中で、受入の自動化が忘れられる傾向にあり、業者が簡単に受入れを行えるような工夫が必要である。

(8) 在庫管理サブシステム

在庫管理サブシステムは、部品及び製品の入出庫と棚卸を行う。FAでは自動倉庫を前提としており、在庫管理としては、品目ごとのロケーション管理ができなければならない。また、在庫精度を上げるために棚卸は、週サイクル程度の循環棚卸を採用すべきである。

(9) 作業工程管理サブシステム

作業工程管理サブシステムは、作業オーダーを入力して、製造指示を行うとともに作業実績の収集を行う。

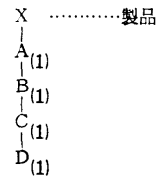
(10) 工場安全管理サブシステム

工場安全管理サブシステムは、予防保全を前提とした設備の保全計画と保全作業の管理を行う。FAが進むと保全は極めて重要になり、部品・製品の製造と整合性をとり、無駄のない計画を行わなければならない。また、移動しながら行う保全要員のスキル管理及び、保全の作業実績の収集を無駄なく行う必要がある。

(11) 出荷管理サブシステム

出荷管理サブシステムは、販売部門の要求に応じて、完成した品物の出荷指示を行うとともに、出荷実績の収集を行う。

(12) 品質管理サブシステム



注) ()内は原単位（親品目一つ作るのに必要とされる子品目の量）。

図-3 品目の構成（部品表）

品質管理サブシステムは、購入品、内作品、外注品などの検査実績に基づき、管理図や品質分析表の作成を行い、工程を常に統計的管理状態にしておく。

(13) 原価管理サブシステム

生産活動に必要な材料費、労務費、機械稼働費などの原価データの収集を行い、直接費の原価計算と費目別、部門別などの各種集計表を作成する。

4. MRP

MRPは、とりたてて新しい考え方でなく、古くからある素朴な考え方であり、製造現場の発想をコンピュータの力を借りて実現したものすぎない。MRPの中心は部品展開であるが、従来の所要量を求めるという部品展開と違って、いつ必要かという納期をも一緒に求める手法である。

4.1 基本論理

MRPの基本論理は、次のような所要量の算出方法である。

いま、図-3のような品目の構成（部品表）があったとする。すなわち、品目Dから品目C、B、A、Xと作って行く。また、各品目の必要とされる量（原単位）は、上位品目1単位につき1単位とする。さらに、各品目の現在庫を次のように仮定する。

品目A：3、品目B：15、品目C：8、品目D：47

このとき、製品Xが100必要だとしたとき、各品目はいくつ必要であろうか。

原単位がすべて1のため、各品目が各々100必要とされると考えて、

品目A：100-3=97

品目B：100-15=85

品目C：100-8=92

品目D：100-47=53

必要であるとする間違いである。

この場合、次のように各品目ごとにその必要量（総所要量）を求めるべきである。

品目Aの総所要量	: 100
品目Aの現在庫	:(-) 3
<hr/>	
品目Aの正味所要量	: 97 (総所要量-現在庫)
品目Bの総所要量	: 97
品目Bの現在庫	:(-) 15
<hr/>	
品目Bの正味所要量	: 82
品目Cの総所要量	: 82
品目Cの現在庫	:(-) 8
<hr/>	
品目Cの正味所要量	: 74
品目Dの総所要量	: 74
品目Dの現在庫	:(-) 47
<hr/>	
品目Dの正味所要量	: 27

この計算では、品目ごとに正味所要量を求めて、それを下位品目の総所要量にしている。すなわち、品目Dに着目すると、品目Dはその上位品目であるC、B、Aの現在庫に既に、その含まれているということである。このことは、次の計算で確かめることができる。

品目Dの正味所要量	: 27
品目Dの現在庫	: 47
品目Cに含まれている品目Dの量	: 8
品目Bに含まれている品目Dの量	: 15
品目Aに含まれている品目Dの量	: 3
<hr/>	
品目Dの合計	100

以上は単に正味所要量を求めただけであるが、これを必要とされる時期（期間）を考慮して行うことがMRPの基本論理である。

4.2 処理手順

MRPの処理手順は、次のようになる。

- ① 総所要量の算出
- ② 正味所要量の算出
- ③ スケジュールの作成
- ④ 一段階展開
- ⑤ 処理の繰り返し

以下、これを説明する。

(1) 総所要量の算出

総所要量とは、文字どおり、その品目の需要の総量であるが、「4.1 基本論理」で示したように、最終製品に使われる総量というわけではない。これは、1つ上位の品目のスケジュール（オーダー）のために払出される量を意味する。共通品目については、色々な品目に使われているのですべての品目に必要とされる量の

	期 間								合 計
	1	2	3	4	5	6	7	8	
総 所 要 量	25		35		10	45		25	140

注) 期間ごとに総所要量が示されている。

図-4 総所要量の日程

	期 間								合 計
	1	2	3	4	5	6	7	8	
総 所 要 量	25		35		10	45		25	140
発注残(入庫予定)	48				41				89
使用可能在庫	14	37	37	2	2	33	-12	-12	-37
正 味 所 要 量						12		25	37

注) 使用可能在庫の負の値は表示しないことも可能。また、14は現在庫である。

図-5 正味所要量の算出

	期 間								合 計
	1	2	3	4	5	6	7	8	
リードタイム=4 ロッドサイズ=50									
総 所 要 量	25		35		10	45		25	140
発注残(入庫予定)	48				41				89
使用可能在庫	14	37	37	2	2	33	-12	-12	-37
正 味 所 要 量						12		25	37
予 定 オ ー ダ		50							

リードタイム

図-6 スケジュールの作成

総量になる。

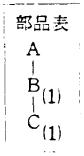
通常、これら従属型の所要量は、スケジュールを順次下位品目に展開することで求めることができる。しかし、品目がサービス部品るときや研究用、試作用に払出されるときなどは、直接、そのための所要量が総所要量に加えられる。

図-4は、総所要量の日程である。ここで、期間は通常、週と考えられているが、必ずしも週と固定されているわけではなく、3日、1日などが考えられる。

(2) 正味所要量の算出

正味所要量とは、総所要量から在庫と発注残（入庫予定）を差し引いた量である。これを逆に解釈すると期間末の使用可能在庫になる。この計算は、総所要量に在庫と発注残を引当てるので、引当とも言われる。ただし、この引当は、実際にその所要量を他に転用できないように確保してしまうわけではない。いわば、仮の引当である。

レベル 1 品目 A	期 間									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
総所要量	15		10	5	20	10		15	10	
発注残(入庫予定)			11							
使用可能在庫	17	2	2	3	-2	-22	-32	-32	-47	-57
正味所要量				2	20	10		15	10	
予定オーダー		2	20	10		15	10			
レベル 2 品目 B		↓	↓	↓		↓	↓			
総所要量		2	20	10		15	10			
発注残(入庫予定)										
使用可能在庫	26	26	24	4	-6	-6	-21	-31	-31	-31
正味所要量				6		15	10			
予定オーダー		6		15	10					
レベル 3 品目 C		↓		↓	↓					
総所要量		6		15	10					
発注残(入庫予定)										
使用可能在庫	7	7	1	1	-14	-24				
正味所要量				14	10					
予定オーダー		14	10							



注) 品目の予定オーダーが次々に求められる。

図-7 MRP の処理手順

図-5 に、正味所要量算出の例を示す。この図において、発注残は、該当期間に納期で表示されている。

(3) スケジュールの作成

MRP では、正味所要量に対応してスケジュール(予定オーダーという)が作られる。このとき次のことを行う(図-6)。

① オーダ量

算出された正味所要量を基にロットまとめを行い、オーダー量を決定する。ロットまとめには、固定したまとめ量にしてしまう方法や、数期間分をひとまとめにするなど種々の方法がある。

② オーダの完了日(納期)

数期間の正味所要量をまとめた場合、通常最初の正味所要量の期間が、オーダーの完了日(納期)になる。

③ オーダの発行日

オーダーの完了日からその品目を調達するのにかかる期間でありリードタイムを差し引くことによってオーダーの発行日を求める。

リードタイムは通常期間を単位としている。しかし、期間はある管理単位であるから、表示上の問題と

捉えると、コンピュータの内部的な計算では、期間が1日とした方が良いかも知れない。このためには、リードタイムも1日の単位となる。

(4) 一段階展開

部品表を使用して、各オーダーに必要とされる下位部品の所要量を次式により求める。

$$\text{所要量} = \text{オーダー量} \times \text{原単位} \times \frac{1}{(1 - \text{不良率})}$$

(5) 処理の繰り返し

上記で述べた総所要量、正味所要量の算出、スケジュールの作成及び一段階展開の各処理を最下位レベルの品目まで繰り返す。この例を図-7 に示す。

この図においては、品目 B、C は他に上位品目がない専用部品と考えられているが、現実には、上位品目が多数ある。これに対処するためには、処理しようとする品目がもうこれ以下には出てこないレベル(ローエストレベル)になったときに上記で述べた各処理が行われる。このような処理を、数万、数十万とある部品表を使って人手で正確に処理することは不可能に近く、コンピュータの助けが必要だったわけである。

5. おわりに

MRP を中心とした生産管理トータルシステムは、ジャスト・イン・タイムを志向した在庫を極端にへらし、しかも欠品が生じないシステムである。しかし、現在、無人化工場として脚光を浴びている FA の事

例は事前の準備をしっかりとやり、かなりの在庫を前提としたシステムのような気がしてならない。本当に必要なことは、生産管理システムにより、物の流れの仕組みを作り、その上で、物の流れをスムーズにするように自動機を配置すべきではないだろうか。

(昭和58年12月5日受付)

