

自動車組立ラインにおけるスケジューリングシステム

—殿内工業株式会社の適用事例—

Scheduling System for Automobile Assembly Line

従来、小形コンピュータによる生産管理システムは、資材の調達や在庫管理のような事務処理が中心であり、生産計画のような計画業務のシステム化は、今後の課題として残されていた。しかし、生産活動の効率化がますます叫ばれている現在、計画業務のシステム化は今後の生産管理システムの上で欠くことのできないものといえる。殿内工業株式会社では、このような状況のもとで、日程計画立案システムの開発が進められ、適用後の昭和51年1月以来順調に稼動している。このシステムは、工程別の生産予定の立案と工程の生産効率の向上とをねらったものである。

この論文では、日程計画立案システム確立の上で有効であった要因分析の手法及びその整理方法を中心に述べる。

安斉和之* Anzai Kazuyuki

石井 滋** Ishii Shigeru

入沢誠五** Irisawa Seigo

1 緒 言

殿内工業株式会社は、日産車体株式会社傘下企業グループの有力な一員として、車体の組立、塗装を主業務に行なっている。昭和50年8月に日立製作所の小形コンピュータHITAC 8150を導入し、翌51年1月から生産日程計画（以下、日程計画と略す）を自動化して、工場の工程進捗管理に利用している。日程計画の立案には多くの労力を要し、また計画の良否は生産効率に大きく影響する。このため、日程計画をコンピュータ化したいという要求は強い。しかし、効率の良い計画の立案には、製品や機械の種類、生産能力、作業手順や納期など、数多くの点を考慮する必要がある。このような理由か

ら日程計画の立案は、コンピュータ化が難しい業務とされ、過去、小形コンピュータによるシステムの具体例は少なかった。

本稿は、小形コンピュータによる日程計画立案システムの一例として、殿内工業株式会社のスケジューリングシステムについて紹介する。

2 スケジューリングシステム開発の背景とねらい

殿内工業株式会社の生産形態は、ライン方式による少品種多量生産形態といえる。図1に示すように、生産システムは

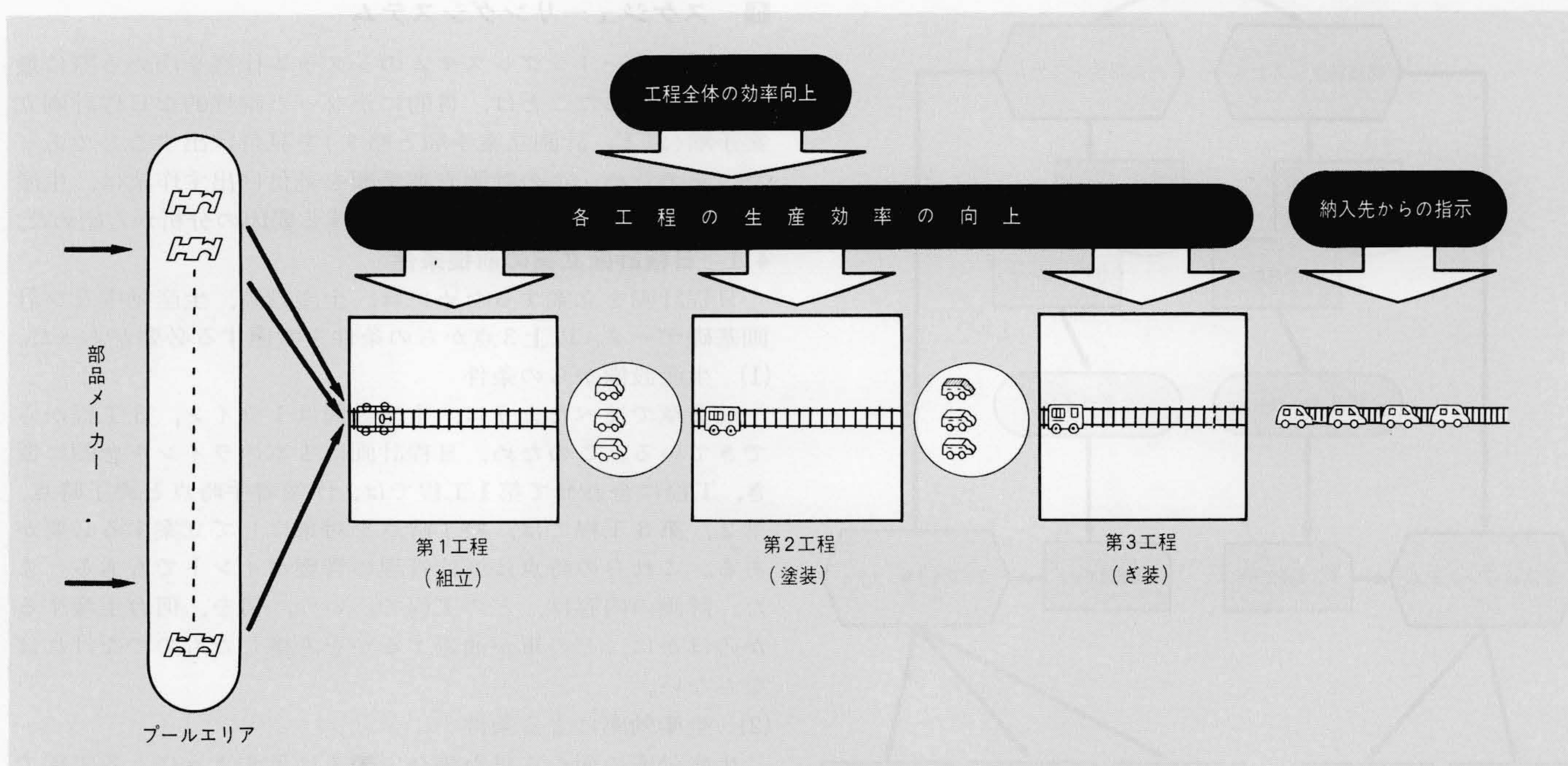


図1 殿内工業株式会社における生産システム 生産工程は、組立工程、塗装工程及びぎ装工程の3工程に大別され、これらの工程が1本のラインを形成している。

* 殿内工業株式会社 ** 日立製作所ソフトウェア工場

部品メーカーから納入されたシャーシ、ドア、ルーフ、サイドパネルなどの部品を組み立て、車のボディを作り、塗装を行なう。更にその後、車の利用目的に合わせた車内の部品を取り付け、納入先に納める。生産システムの主な特徴は、

- (1) 車種は仕様の違いから50種類に分類される。
 - (2) 仕様によって幾つかのグループを作り、グループごとに繰り返し生産を行なうタクト方式を採用する。
 - (3) 納入先から指示された日程と順序に従って、完成車を納めることを前提にしている。
 - (4) 生産ラインは1本である。
 - (5) ラインは大別して3工程から成り、第1工程の作業着手順に従って製品の完成順が決まる。
 - (6) 第1工程の作業開始から完成車となるまで15時間以内であり、作業時間は短い。
- が挙げられる。

2.1 システム開発の背景

従来、殿内工業株式会社では毎月28日に納入先から翌月の要求情報を受け取り、月末までに日程計画を立案していた。日程計画とは、工程別に「いつ」、「どの車を」、「どんな順序で」、「何台」生産するのかを決定することである。しかし、

立案作業は3,000台もの車について短期間に行なう必要があり、日程計画は工程条件を十分に満たせず、生産効率の良い計画には至らなかった。そこで、なんらかの方法により、「少ない労力で、かつ短時間に効率の良い日程計画を立案したい」という強い要望が生じた。このため、HITAC 8150の導入を契機にスケジューリングシステムの開発が開始された。

2.2 システム開発のねらい

システム開発に当たっては、次のような目標を設定した。

- (1) 日程計画立案作業の省力化
日程計画の立案に要する労力の省力化を図り、短時間で立案する。
- (2) 日程計画の最適化
 - (a) 納期遅延が起こらないような計画にする。
 - (b) 各工程で生産効率が高まるような計画にする。
 - (c) スケジューリング手順を論理的にし、分かりやすいものにする。
- (3) 工程進捗管理の管理レベルの質的向上
 - (a) 作業指示がスムーズに行なえるような計画にする。
 - (b) 工程の管理ポイントに適合するような計画にする。

3 スケジューリングシステムの役割

殿内工業株式会社の生産管理システムは、図2に示すように五つのサブシステムから構成され、納入先から指示される要求情報に従って日程計画が立案され、一方では部品調達業務が、他方では生産業務が展開される。スケジューリングシステムによって立案された日程計画は、そのまま現場に対する作業指示情報となり、また、日程計画によって部品調達計画が立案される。このように、日程計画は工場の生産活動の基礎情報とされ、重要な役割を担っている。したがって、このスケジューリングシステムは、殿内工業株式会社では生産管理システムの中核システムといえる。

4 スケジューリングシステム

スケジューリングシステムのシステム仕様を決める際に最も労力を要したことは、目的にかなった論理的な日程計画立案手順(以下、計画立案手順と略す)を見付け出すことであった。そのため、この計画立案手順を見付け出す作業は、生産の仕組み及び計画立案手順に影響する要因の分析から始めた。

4.1 日程計画立案の前提条件

日程計画を立案するためには、生産設備、生産効率及び計画基礎データ、以上3点からの条件を考慮する必要があった。

(1) 生産設備からの条件

前2章で述べたように、生産設備は1ライン、3工程からできている。このため、日程計画は1本のラインを念頭に置き、工程に合わせて第1工程では、作業着手時点と終了時点、第2、第3工程では、終了時点を対象にして立案する必要がある。これらの時点は進捗管理の管理ポイントでもある。また、計画の内容は、どの工程で、いつ、何を、何台生産するかのほかに、どの車が通過するかを考慮したものでなければならない。

(2) 生産効率による条件

生産効率の面から見た場合、表1に示すように、各工程ではそれぞれ異なった効率要因がある。このため、各工程では、車を工程に入れる順序を、それぞれの工程に最も適するような日程計画が必要とされる。表1に掲げた要因は、製造現場から数多く出された要因の中から、代表的なものをまとめて示したものである。

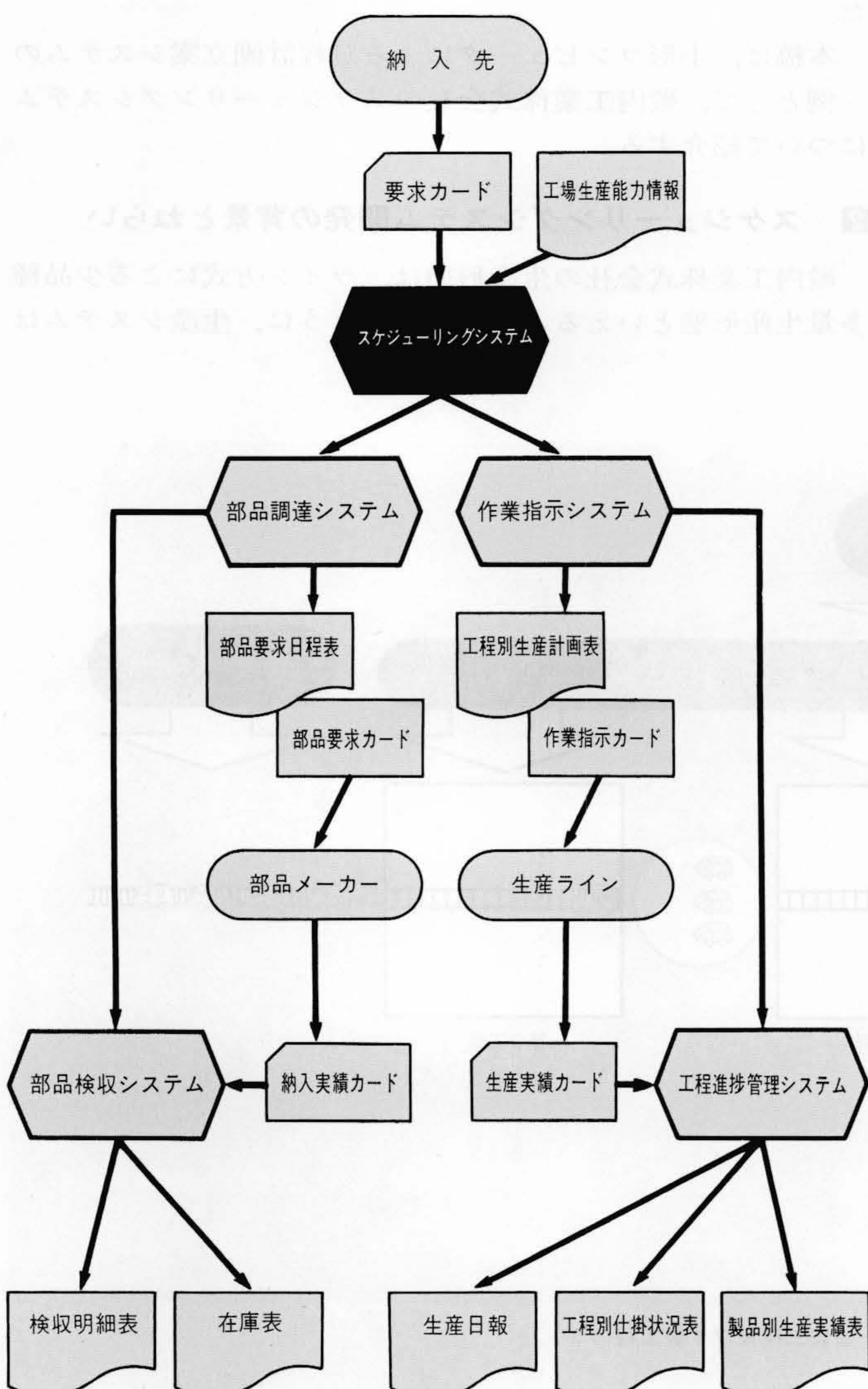


図2 殿内工業株式会社生産管理システム スケジューリングシステムは、生産管理システムの入口に位置し、部品調達、作業指示及び工程進捗管理に重要な役割をもっている。

表1 生産効率からの条件 各工程で、生産効率に影響する要因はそれぞれ異なっている。スケジューリングシステムは、これらの要因をバランスよく、取り入れる必要がある。

項番	工程名称	生産効率に影響を与える要因
1	組立工程	治工具の取り換え時間
2	塗装工程	色のまとまり具合
3	ぎ装工程	車種のまとまり具合

(3) 計画基礎データからの条件

日程計画の立案に使用可能なデータは、納入先から示される要求情報、すなわち負荷情報と工場の生産能力情報である。図3は、これら情報の内容を明示している。

4.2 スケジューリングの考え方とアルゴリズム

4.1項で記述した条件を前提にして、計画立案手順を検討した。同項では、各工程ごとに工程条件を満足した計画が必要であることを述べた。この計画は、工程と工程の間で多数の車をプールできるスペースがあることを前提にしている。しかし、現実にはスペースの広さに制限があり、また車がプールを許される時間も制限されることから、この計画立案方法は不可能な方法とされた。そこで、三つの工程を大きな一つの工程とみなして、計画立案手順を見つけ出すことにした(図4参照)。この作業は、製造現場から出された種々の条件を詳細に検討し、以下に述べるように整理することから始めた。

- (1) 立案に影響する要因の抽出(納期、車型、色など)
- (2) 要因の要素の設定(ロット数など)
- (3) 要素の優先順位の設定(納期、車型、色の順序など)
- (4) 生産効率と要素の関係の明確化(車型と治具)



図3 スケジューリングシステムの入力情報 スケジューリングシステムの入力情報は、納入先から示めされる要求データと工場生産能力情報である。

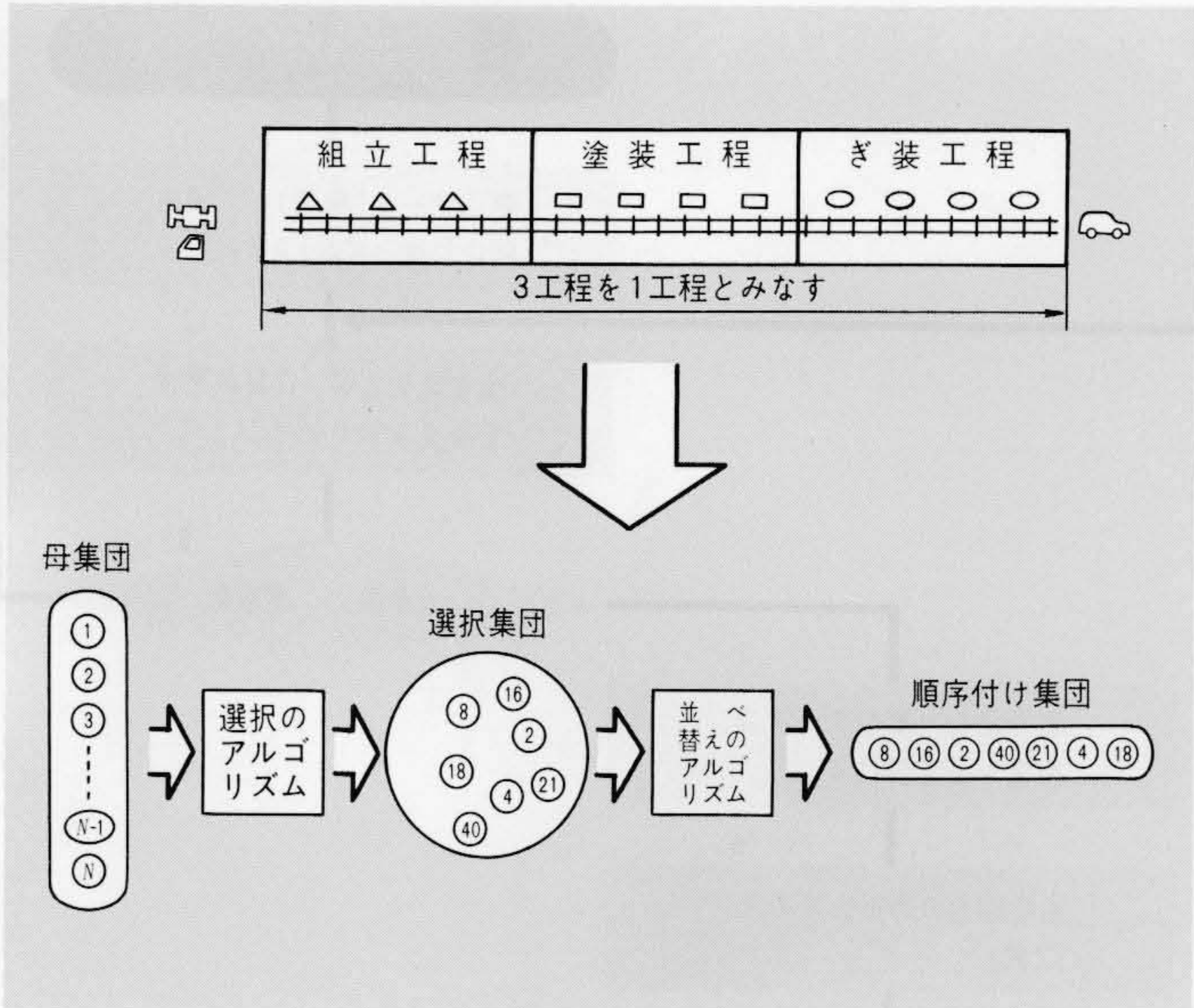


図4 スケジューリングの考え方 スケジューリング方法は、3工程を1工程とみなすことによって、選択の問題と並べ替えの問題に置き換えて考えることができる。

これらにより、計画立案手順は次の二つの問題を解決する方法に置き換えることができた。すなわち、

- (1) 母集団から「何を、どのような方法で抽出するか」という選択の問題
- (2) 抽出された車を「どのような順序にするか」という並べ替えの問題

図4は、スケジューリングの基本的な考え方を示している。次に問題の解決方法について記述する。

- (1) 車の抽出方法(選択の問題)
 - (a) 納期の早いものから抽出する。
 - (b) 車型と色の組み合わせに、工程の生産効率要因を考慮して優先順位を設定し、優先順位の高いものから抽出する。
 - (c) 最初は同一納期のものだけを抽出する。
 - (d) 生産能力に余裕がある場合、余裕分だけ(c)で抽出した車の次に納期の早いものを抽出する。
 - (e) 上記(d)の抽出方法は、車型別台数比で抽出する。
- (2) 作業順序の決定(並べ替え問題)
 - (a) 組立工程で使用する治工具の取換え順序が一定の法則になるように並べ替える。
 - (b) 治工具の取換え回数を最少にする。
 - (c) 塗装工程で、作業時間を長く要する車は連続する台数に制限を設け、1日の作業分の中に均等に分散させる。
 - (d) ぎ装工程で、作業時間を長く要する車についても、前記(c)と同様な方法を用いる。
- (3) アルゴリズム

図5に、車の抽出方法(選択問題)のアルゴリズムを示す。なお、並べ替え方法(並べ替え問題)については省略した。

5 システムの効果と今後の課題

5.1 システムの効果

システム開発のねらいは、日程計画立案作業の省力化、日程計画の最適化及び工程進捗管理の質的向上にあった。

以下、このねらいの効果について記述する。

- (1) 省力効果
日程計画立案作業の所要日数は、機械化以前は3日を要し

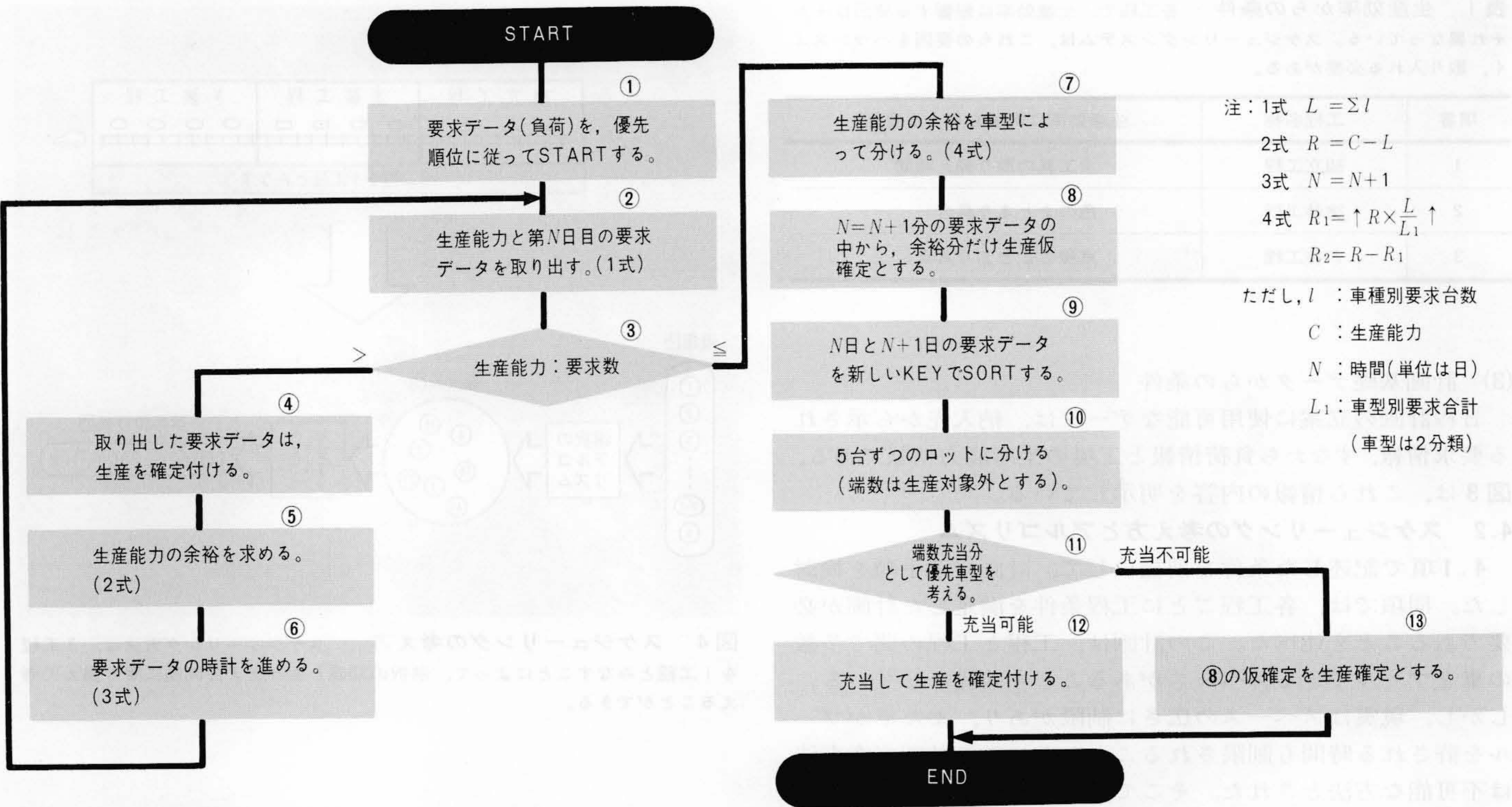


図5 車の選択問題のアルゴリズム 車の選択問題のアルゴリズムは、「どの車を何台、どのような優先順位に従って抽出するか」という問題を解いている。

たが、スケジューリングシステムの開発によって、この作業は3時間で処理できるようになった。また、立案作業について専門家が不要となり、省力効果は当初の期待値以上に大きなものになった。

(2) 日程計画の適用率

表2に、日程計画の製造現場での適用率を示す。同表に記した数値は、計画された日に作業が開始、又は終了した車の割合を示すものである。各工程によって適用率は異なっているが、全体で74.3%であることから十分実用に耐えるものであり、システム開発のねらいを満足させている。一方、各工程の適用率を見た場合、組立工程着手計画から91.0%、84.1%、68.1%、63.9%と作業の進行に従って順次小さくなっている。これは、スケジューリングシステムが、3工程を1工程とみなして日程計画を立案しているためである。特に、塗装工程ではシステム設計の時点で整理しきれない数多くの条件が問題にされたが、この問題が表面化していると判断する。

(3) 工程進捗管理の向上

スケジューリングシステムの開発と同時に、工程進捗管理システムが開発された。このため、工程の仕掛状況が明確に把握され、作業が遅れている車にはその原因の追求と対策指示がスピーディーに行なえるようになり、管理の精度が高められた。このような効果ある工程進捗管理システムは、スケジューリングシステムを適用することによって容易に開発することができた。

5.2 今後の課題

スケジューリングシステムは、計画重視型のシステムであり、現場の運用によって支援されている面が多い。これは、計画自身の適否の問題と工程内の不良発生、部品の不足など、突発的な要因によって計画が達成できないという問題があるためと考えられる。スケジューリングシステムの今後の課題としては、よりいっそう計画自身の最適化を図るとともに、

表2 日程計画の適用率 スケジューリングシステムで作成された日程計画の適用率は全体で74.3%であり、システム開発のねらいは満足された。

項番	計画名	適用率(%)	前工程との差	0	50	100%
1	組立工程 着工計画	91.0	—			
2	組立工程 完了計画	84.1	6.9			
3	塗装工程 完了計画	68.1	16.0			
4	ぎ装工程 完了計画	63.9	4.2			
全 体		74.3	—			

突発的な要因をシステムに取り入れ、これを日程計画に反映させることが重要であると考える。

6 結 言

従来、日程計画立案業務のコンピュータ化は難しいとされていたにもかかわらず、殿内工業株式会社ではシステム開発が成功した。これは、日程計画の内容を欲ばらずに、実現可能でかつ実用に耐え得る範囲に限定して、確実な設計を行なったことによる。また、システム開発の中で最も難しく、また最も重要なことは、計画立案要因の明確化と整理にあった。生産管理システムが製造業の中核システムであり、計画の良否がシステムを左右することを考えたとき、今後、日程計画システム開発の要求はますます大きくなり、コンピュータへの期待はいっそう高まるであろう。