



Title	部品中心の生産管理システムに関する研究
Author(s)	栗山, 仙之助
Citation	大阪大学, 1975, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/24566
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

部品中心の生産管理システムに関する研究

1974年10月

栗山仙之助

報告番号・乙第154号

栗山仙之助

主論文 部品中心の生産管理システムに関する研究

(主論文のうち印刷公表したもの)

1 EDPによる量産工程管理

IE

8巻7号

昭和41年7月1日

1 生産管理を中心としたトータル・システムズ

データ・プロセッシング

3巻49号

昭和42年5月15日

1 トータル・システムの実施とその効果

Family FACOM

4巻2号

昭和42年7月20日

1 EDPによる生産管理システム

IBM Review

17号

昭和42年7月31日

1 ターン・アラウンド・システムについて

経営機械化論文集

68号

昭和42年11月10日

1 経営要素を活用するシステム

技術と企業

5巻7号

昭和43年7月10日

1 経営情報システムによる企業体質改善

技術のあしおと

11巻41号

昭和43年11月1日

1 EDP業務作業標準規定

事務管理

8巻2号

昭和44年2月1日

1 部品展開を中心とした生産管理システム

経営機械化論文集

69号

昭和44年3月10日

1 EDPによる生産管理システムにおける部品展開について

日本工業経営学会誌

43号

昭和45年7月20日

1 オンラインによる経営情報システム

IBM Review

30号

昭和45年9月16日

1 DPモデルによる売上配合

日本工業経営学会誌

54号

昭和48年3月31日

1 経営機械化へのアプローチ

技術と企業

10巻11号

昭和48年11月10日

1 最適プロダクション・ミックスと利益計画

大阪工業大学紀要

18巻2号

昭和49年2月20日

1 部品中心生産管理システムに関する研究

(部品標準化率の最適化)

大阪工業大学紀要

18巻3号

昭和49年4月25日

1 在庫管理におけるマルコフ過程の応用

(陳腐化商品の最適在庫政策)

大阪工業大学紀要

19巻1号

昭和49年9月10日

1 移動時間を考慮した順序づけ問題の研究

大阪工業大学紀要

19巻1号

1 部品中心の生産管理システムに関する研究

(第1報, 部品中心生産のシステム設計と実験)

日本機械学会論文集

40巻337号

昭和49年9月25日

(主論文のうち未公表のもの)

- 1 Studies of Parts - Oriented Production Management System - System Design of Parts - Oriented Production and Experiments.
(部品中心生産管理システムの研究 - 部品中心生産のシステム設計と実験)

原稿 40枚

Memoirs of the Osaka
Institute of Technology

19巻2号

昭和49年12月20日掲載予定

- 1 部品標準化率の最適化(オーダー・エントリー・システムに関する研究)

日本経営工学会誌

投 稿 中

- 1 陳腐化製品の在庫管理に関する研究

日本経営工学会誌

投 稿 中

- 1 部品中心の在庫管理システムにおける管理特性の解析

執 筆 中

日本経営工学会誌投稿予定

- 1 オーダー・エントリー・システムにおける受注計画に関する研究

執 筆 中

日本経営工学会誌投稿予定

1 サービス部品在庫管理システムの研究

執筆中

日本経営工学会誌投稿予定

1 部品中心の生産管理システムに関する研究

(第2報スケジューリングに関する研究)

執筆中

日本機械学会論文集投稿予定

昭和49年11月26日

大阪大学工学部長
小笠原 光信 殿大阪工業大学紀要委
委員長 福島 正人

論文の紀要掲載について

下記の者の論文は次回発行の本学紀要
に掲載するものです。

記

1. 著者 大阪工業大学工学部工業経営学科教授 栗山仙之助
2. 論文標題 Studies of Parts-Oriented Production Management System
(System Design of Parts-Oriented Production and Experiments)
3. 原稿枚数 本文(英文)40枚, 図7枚, 表8枚
4. 掲載論集 大阪工業大学紀要理工篇 第19巻第2号
(昭和49年12月20日発行予定)

部品中心の生産管理システムに関する研究

昭和 49 年 10 月

栗山仙之助

部品中心の生産管理システムに関する研究

摘 要

わが国の機械工業は、国際経済の時代において、国内外の生産体と完全競争状態にありその傾向は益々強まりつつある。

このような国際競争場裡にあって、生産体が成長発展を続け、社会の繁栄を促すには、経営の合理化において他にないと考えられる。

最近特に、機械工業界においては、市場が拡大し、顧客の要求が多様化すると共に、必然的に生産体は製品の多様化を迫られるようになってきた。一方生産体間の激しい競争は納期の確保、および短縮、適正在庫水準の維持、生産性の向上等を益々重要なものにしてきている。

このような製品多様化の中での合理化という問題の解決方法として、本論文では顧客の要求を標準部品の組み合わせによって対処する部品中心の生産管理システムを提唱すると共に、特に理論的な展開を中心として、部品中心の生産管理方式を適確な形でモデル化し、実験を行ない、その特徴を明確化する。

更に実際の生産体において、数理科学的手法と情報処理技術による部品中心の生産管理システムを適用して計画し、実施し、評価・検討した経営活動の実態とその効果について述べる。

第1章「緒論」は、部品中心生産管理システムの意義とその特徴についての概念を述べ、つぎに本システムの基本的モデルについて説明し、実際に適用した機械工業における部品中心生産管理システムを主体とした経営管理の実態とその展開について概説する。

更に部品中心生産管理システムが経営活動において果すべき役割と期待効果について論じている。

第2章「部品中心生産管理システムの設計と実験」では、部品中心生産管

理システムの理論を展開し、具体的に設計を行ない、このシステムの設計に基づき、モデルを設定して従来の製品中心生産管理システムと実験的に比較、検討を行なった結果、サービス率の向上、在庫量の低減、生産リードタイムの短縮など、本論文で展開した部品中心生産管理システムの有効性を立証している。

第3章 「部品中心の生産管理システムにおける生産計画」は、本システムにおける生産計画を理論的に検討している。まず製品計画段階において、販売の多様化方針と生産管理における標準化方針との二律背反する問題を解決するための計算式を導き、部品標準化率最適化の理論を展開する。これらの手法により需要量を確保しながら部品中心生産管理システムの効果を発揮することができることを明らかにしている。次に本システムをより有効にするところの新しい需要予測手法について述べ、従来の代表的手法と比較してその誤差率が小さく優れていることを実験的に立証している。これに基づく最適利益を勘案した生産計画の立案をダイナミック・プログラミング(DP)を用いて行ない、その有効性を明らかにしている。さらに本システムにおける部品加工スケジューリングの実験を行ない、各種設定モデルにおける優先規則の優位性を明確にしている。

第4章 「部品中心生産管理システムにおける在庫管理」では、サーボ理論による部品中心生産管理システムにおける在庫管理システムの管理特性について述べ、製品中心在庫管理システムと比較して、安定性、速応性がすぐれ、サービス率が向上し、在庫量が減少することを明らかにしている。次に本システムの受注引合段階において部品引当をリニア・プログラミング(LP)手法により行ない、その有効性を定量的に立証している。

第5章 「部品中心生産管理システムにおける情報システム」においては、まず部品中心生産情報システムと他のワークシステムとの関係とその意義を論じ、本情報システムの基本原理とその中核となる部品展開の新しい手法につい

て理論的に述べ、その有効性を明らかにしている。つぎに部品中心生産情報システムの実施運営に関して詳述するとともに、部品中心生産管理システムにおいて、電子計算機の高度利用による情報システムが最も重要な役割を演ずるものであることを明らかにしている。

第6章「部品中心生産管理システムの実践的活動に関する研究」では、第5章までにおいて求めた理論的な部品中心生産管理システムの応用と実践的活動について論ずる。まず本システムの機能とその概要について述べ、次に各機能におけるその実施運営に関して詳述している。更に本システムにおける新しい業績評価システムを理論的に述べている。かくして生産体において実際に本システムを適用実施することにより、売上高利益率、総資本回転率、総資本利益率、生産性などの経営指標を向上することができたことを定量的に立証している。

最後の第7章「結論」においては、現情勢下の経営における生産管理の重要性と環境の変化に適時的に対処できる部品中心生産管理システムの必要性を述べ、またその効果について理論的研究と事例研究の両側面から明確にしている。

以上の通り、本論文は部品中心の生産管理システムを研究するために、システムを設計し、モデルを作成して、実験を行ない、その理論的方法と更に実際の機械工業における総合的計画および管理の応用・実施について述べると共にその成果について明らかにするものである。

目 次

第 1 章	緒 論	1
1.	緒 言	1
2.	生産形態の変遷	2
3.	部品中心生産管理システムの概念	3
4.	部品中心生産管理システムのモデル	4
5.	部品中心生産管理システムの実際機械工業への適用	6
6.	機械工業の経営における部品中心生産管理システムの意義づけ	7
7.	結 言	9
第 2 章	部品中心生産管理システムの設計と実験	11
1.	緒 言	11
2.	部品中心生産管理システム設計の前提	11
3.	部品中心生産管理システムの設計	12
4.	モデル実験とその結果	16
5.	結 言	32
第 3 章	部品中心の生産管理システムにおける生産計画	33
1.	製品計画—部品標準化率の最適化	33
2.	需 要 予 測	43
3.	プロダクト・ミックスによる生産計画—最適利益計画	55
4.	部品中心生産管理システムにおける部品加工スケジューリング	65
第 4 章	部品中心生産管理システムにおける在庫管理	79
1.	在庫管理システムにおける管理特性の解析	79
2.	部品在庫管理における部品引当計画	95

第 5 章	部品中心生産管理における情報システム	109
1. 緒 言		109
2. 部品中心生産管理システムとサブシステム		111
3. 部品中心の生産情報システムにおける基本原理		116
4. 部品中心生産情報システムとデータ・ベース		120
5. 部品中心の生産情報システム		141
6. 結 言		153
第 6 章	部品中心生産管理システムの実践的活動に関する研究	155
1. 緒 言		155
2. 部品中心生産管理システムと経営計画		158
3. 部品中心生産管理システムにおける生産実施段階		163
4. 部品中心生産管理におけるインフォメーション・フィード バック・コントロール・システム		182
5. 部品中心生産管理システムにおける部門別業績評価システム		191
6. 部品中心生産管理システムによる生産管理実施の結果		208
7. 結 言		212
第 7 章	結 論	215
謝 辞		220
記 号 表		221
参 考 文 献		228

第1章 緒 論

1 緒 言

わが国の機械工業は、欧米に匹敵するがごとき生産技術の進歩が行なわれつつある。

特に、電気機器、写真機および自動車をはじめとする量産工場においてそれは世界のトップクラスに位する。

しかし近年の経済高度成長につれて、一層個性化・多様化した消費者要求に対処するために、生産体は市場動向を的確に把握し、それに弾力的に適応することを考えなければならない。従って量産工場といえども多種少量生産の形態をとらざるをえない。このような多種少量生産は従来の製品中心の生産方式では生産リード・タイム（受注から出荷までの時間）が長く、従って多種類・大量の製品在庫を保有する必要がある。この場合には在庫費用がかさみ、また売れ残りによる大量陳腐化の危険が多い。

本論文ではこのような従来の製品中心生産方式の欠点を排除し、多様化製品生産、工期短縮、製品在庫の減少、サービス率の向上等により売上高を増大し、資本回転率を高めて総資本利益率を向上させる経営の効率化と資源の節減を意図した新しいタイプの生産方式、すなわち部品中心の生産管理システムについて論理的概念を展開し、それに基づいてシステム設計を行ない、モデル実験によってその特質を明らかにする。

次に機械工場において、この部品中心生産管理システムを柱とし、数理科学的手法と電子計算機による正確にして迅速な情報処理技術を用いて計画し、実施し、評価・考察した経営活動の実態とその結果について述べる。

2 生産形態の変遷

機械工業においては、生産管理は経営の中でも中枢的な分野を占めるものである。生産管理は手工業時代における成行管理から科学的管理の祖であるテイラーによる課業管理を経て、フォードによって採用されたコンベア・システムに代表される同時管理の時代に至った。¹⁾

同時管理における少種大量生産方式は品質の安定、コスト低減、生産性向上等を通じて経済の発展、生活水準の向上に大きな役割を果たしてきた。従って、従来のコスト・ダウンは製品を極力標準化し、大量生産の方式をとることにより達成する方向で進められてきたといえよう。しかし最近、市場が拡大し、顧客の要求が多様化すると共に、必然的に生産体は製品の多様化を迫られるようになってきた。一方機械工業間の激しい競争は、納期の確保および短縮、適正在庫水準の維持、生産性の向上等をますます重要なものにしてきている。

従って機械工業としては、製品の多様化の中での合理化という新しい課題をかかえることになった。

この問題の解決は決して容易ではない。というのも、ただ単に注文の多様化の傾向をそのまま生産システムの中に受け入れることにすると、生産の立場からはいわゆる一品料理の生産方式とか、多品種少量生産になってしまう。これは、従来の製品中心の生産方式をとる限りにおいては、製品の在庫は増大し、機械加工時間は増加するために、生産の立場からは好ましくない方向である。そこでその対応策の一つと考えられるのは顧客に対しては多種類に見えるが、生産サイドでは少品種になるような生産方式が考えられる。

これが次節に述べる部品中心の生産管理システムであり、これは今後の機械工業として取り組むべき重要な問題の一つである。また一方、機械生産では、生産加工の管理—計画・実施・統制—のシステムに着目し、その中で生産の全般的計画、スケジューリング、経済的加工²⁾の諸問題に焦点をあてて、最適

意思決定の理論的背景を考慮し、電子計算機による情報処理のあり方等について考究することが肝要である。

3 部品中心生産管理システムの概念

大量生産の長所を生かしつつ、生産リード・タイムを短縮し、以ってサービス率を向上し、製品在庫量を減少して、かつ市場における需要の多様化に対応しようとする方法の一つとして、需要側からは多種類に見えるが、生産側では少品種大量生産になるような生産方式が考えられる。³⁾ これは製品構成部品の共通化、標準化による組合せ生産方式、すなわち部品中心の生産管理方式であり、そのための生産情報システムが提案されている。⁴⁾ これは部品をオプションとしたワイド・セレクション方式による製品受注、部品展開、部品引当資材計画、部品製造命令、組立日程計画、納期管理などを中央の電子計算機と各事業所の端末装置によるオンライン・リアルタイム方式で処理しようとするもので、マーケティングの立場からのオーダー・エントリー・システムと関連がある。⁵⁾

これらに関しては最近二、三の文献で紹介されている。しかし、それらの研究は部品中心生産方式の考え方の提案とか事例研究が主体であって、いずれも理論的な解析が行なわれているわけではない。第2章では特に理論的な展開を中心として部品中心生産管理方式を的確な形でモデル化し、実験を行ない、その特徴を明確化している。かくして部品中心生産管理システムについて系統的に論じ、製品中心生産管理システムと比較・検討を行った結果、部品中心生産管理システムが優位であることを定量的に立証する。部品中心生産管理システムにおいては、その有効性は部品の標準化が進むほど顕著であると思われるので、この問題についてこれまで系統的な研究が行なわれていない点を明らかにする。また受注・生産・出荷の週サイクル中心の考え方を定義し、不確定な一

次情報と確定する二次情報に基づく部品中心の生産管理システムを設計する。

4 部品中心生産管理システムのモデル

多様化製品生産は、生産加工の立場からは製品中心より部品中心の生産活動へ移行することによって工期の短縮をはかることに通じる。すなわち前節で述べたように多様化製品においても部品には共通性が多いことに着目し、図 1.1

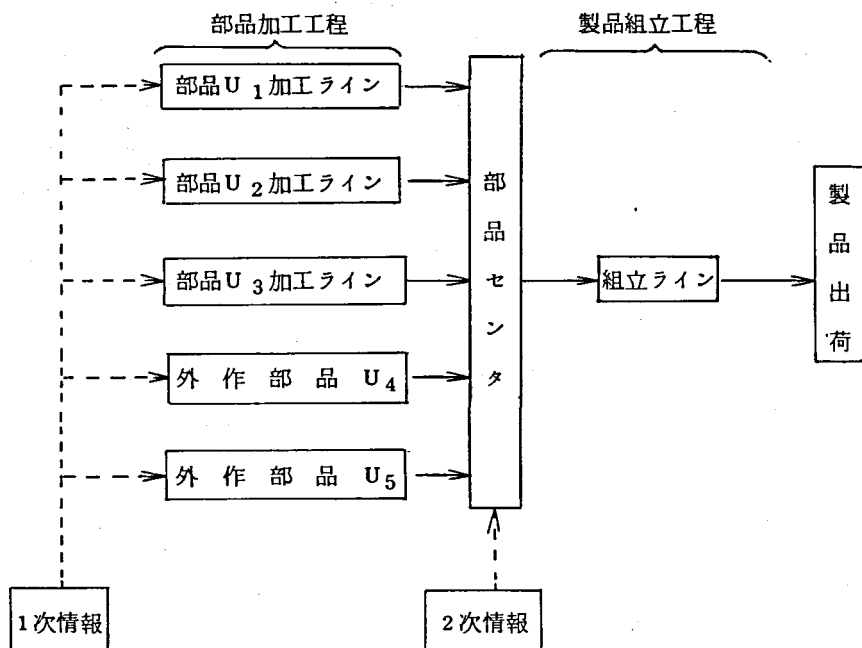


図 1.1 部品中心生産システムの生産工程

に示すように需要見込である一次情報により部品加工工程で先行生産して、部品センターで部品在庫を持ち、確定受注である二次情報に応じて部品センターの在庫部品を組立ラインにおいて巧みに組合せて多様化製品を作りあげ、出荷する。

この場合は受注製品中心生産方式に比較して工期は組立リード・タイムですみ、部品製造のリード・タイムの分だけ工期が短縮される。また図 1.2 に示すような見込製中心生産方式の場合に比べて、製品在庫は原則として持たないので在庫費用は軽減し、なお売れ残りによる大量陳腐化の危険が少ない。

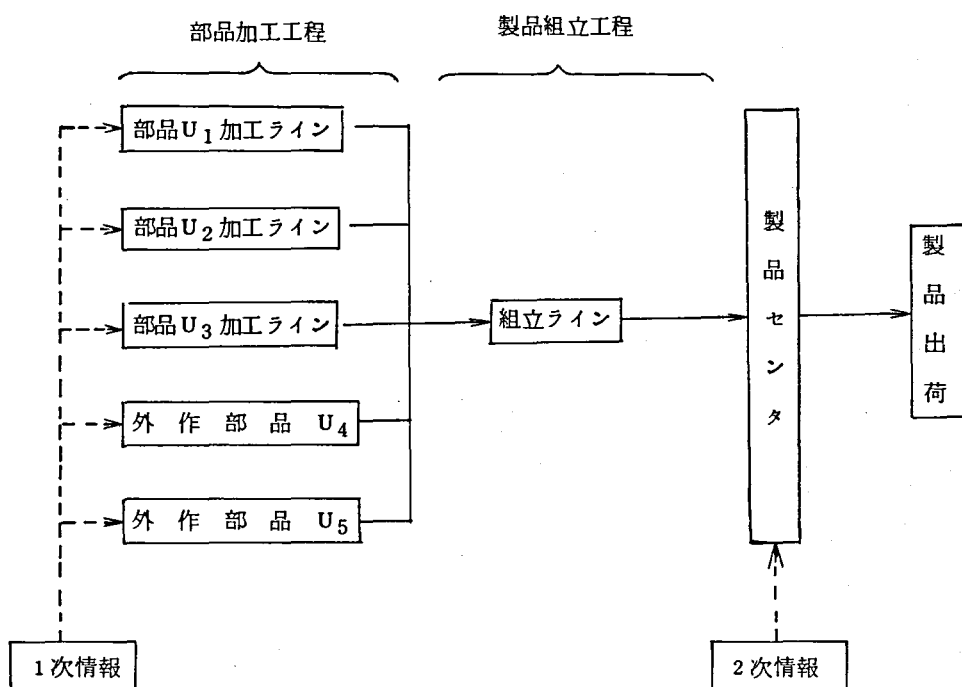


図 1.2 製品中心生産システムの生産工程

このような部品中心生産方式は部品の立場からは見込生産、製品の立場からは受注生産の体制をとり、主体となる部品の先行生産に当って生産ロット量を増加するために、何十年も前から I E の分野で強調されている“標準化”が肝要である。これは G T の思想とも関係する。

しかし過度の部品の標準化は、個性化・多様化を要求する消費者を満足させることが困難となるゆえ部品標準化率を定義し、第 3 章ではその最適化を図っている。

また部品先行生産のための需要予測誤差は、部品センタにおける部品在庫量を過剰にする恐れがあるので、的確な需要予測が重要である。このことに関しても新しい需要予測手法である傾向予測分析法を提案している。

部品中心生産方式の効率化を図るためには、生産計画の段階において最適利益計画に基づくプロダクト・ミックスとそれを部品加工するスケジューリング

手法の問題がある。この問題を解決する方法としてダイナミック・プログラミング（DP）によるプロダクト・ミックスとスケジューリングにおける優先順位手法の決定について述べている。

部品中心生産方式の特性を発揮して、生産活動の効率化を図るための中枢的な役割を果たすものとして部品の在庫管理が考えられる。

第4章では部品中心生産管理システムにおける在庫管理の管理特性を明らかにすると共にその合理的な方法について論じている。

部品中心生産管理方式の最適管理のためには、単に加工実施の段階だけでなく、計画・実施・統制各レベルを総合化した情報の管理が必要である。そこで第5章ではトータル・システムズを基本原理とした部品中心生産情報システムが設計されており、理論的ならびに実際の生産効果が検討されている。

次に実際の機械生産において、これまで述べた数理科学的手法を最適意思決定のための理論的背景とし、電子計算機による情報処理技術を用いた部品中心生産管理システムの実践的運営と活動およびその成果について論究している。

5 部品中心生産管理システムの実際機械工業への適用

本システムの現実における実行可能性を示すために、ある機械工業において実際に適用・実施している。

この機械工業では、製品を製造、販売しており、本社機構を持つ商品事業部制を採用している。

その中の一つの機械工場では民生用電気機械を製造しており、製品機種、製品構成部品種類、生産数量等の生産規模は実験モデルよりもはるかに大きい。部品はほとんど内作されていて、付加価値率はかなり高い。

工場は部品を生産加工する部品工場とそれを保管し、管理する部品センタおよび部品を組立加工する組立工場からなり、部品、組立両工場とも自動化が徹

底しており、部品センタは自動倉庫によって運営されている。以上のような機械工場の生産管理を、電子計算機を用いてオンラインによる部品中心生産管理システムを実施している。

6 機械工業の経営における部品中心生産管理システムの意義づけ

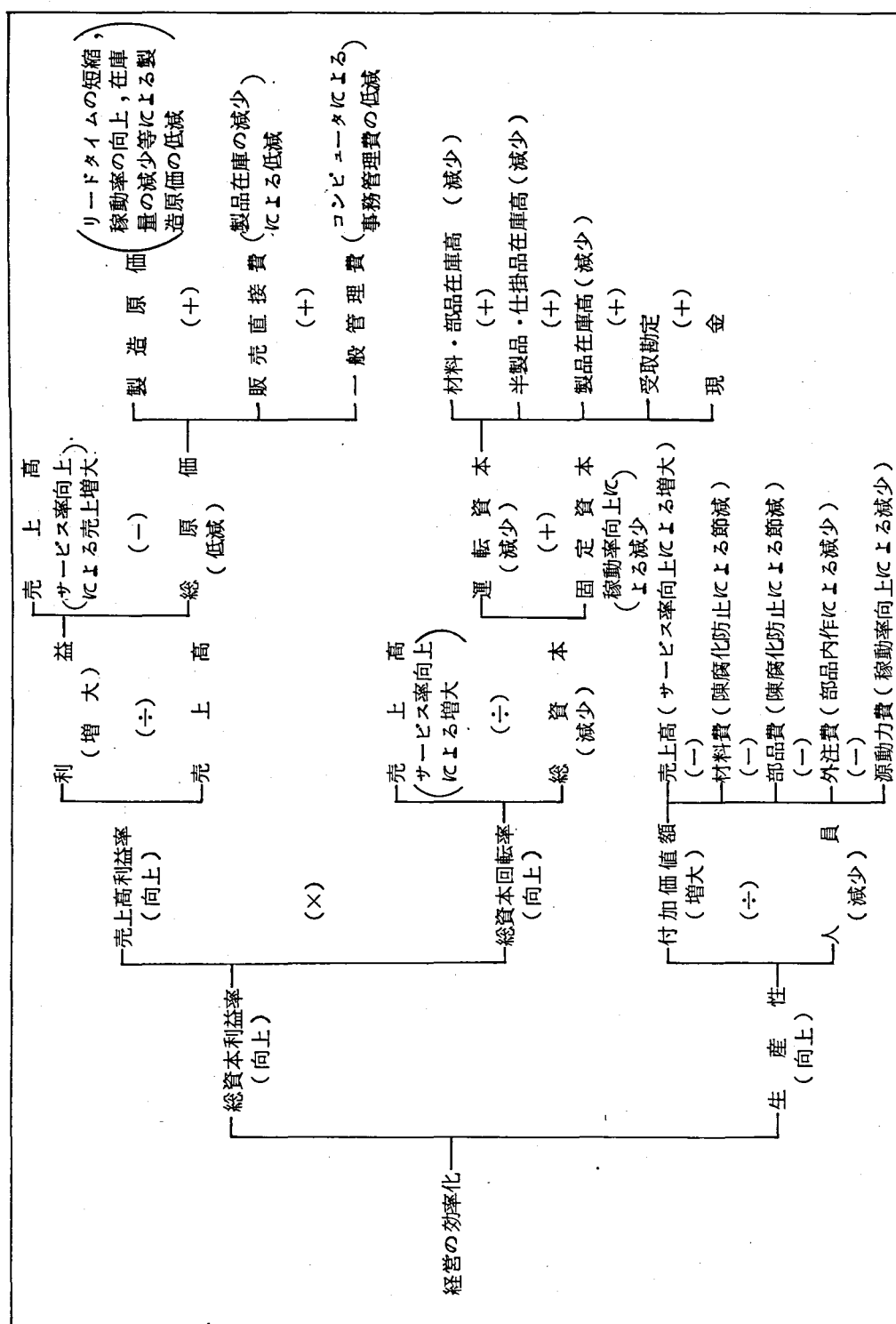
部品中心生産管理システムはリード・タイムを短縮し、サービス率を向上し、製品在庫を減少する等の生産管理の立場からその効果が期待される。またこのシステムは経営の立場からどのような影響をもたらすであろうか。これを検討するために、経営の効率化を図る主な尺度として総資本利益率と生産性が考えられる。

図 1.3 は部品中心の生産管理システムの効果と経営の効率化におよぼす影響との関係を明らかにしたものであって、図 1.3 に見られるように部品中心の生産管理システムによるリード・タイムの短縮と部品生産工程における稼働率の向上、および在庫量の減少は製造原価を低減し、また製品在庫の減少は販売直接費を低減して総原価を低減する。また部品中心生産管理システムによるサービス率の向上は売上高を増大し、両々相まって利益を極大化し、売上高利益率を向上させる。

一方、部品中心生産管理システムにより材料、部品、仕掛品、半製品、製品の在庫高は減少し、運転資本を圧縮して、稼働率の向上は固定資本を有効的に活用する。

以上の結果、総資本回転率を向上し、総資本利益率を向上することができる。

なお部品中心の生産管理システムによる製品、材料の陳腐化防止は材料、部品、外注費を節減する。また売上高の増加は付加価値額を増大し、部品中心生産情報システムにおける電子計算機の活用による省力化と相まって生産性を向上する。



かくして部品中心生産管理システムは、機械工業における経営の効率を高めることが可能であると考えられる。

7 結 言

これからの機械生産は、個性化・多様化の時代に対処するための多種少量生産方式を考える必要がある。そして従来の固有の加工技術に加えて、最適意思決定論、電子計算機による情報処理技術を主体とする管理工学ならびにその周辺技術を考慮して、インターディシプリナリィに総合的見地から論究すべきである。その意味で本論文では、機械生産において、市場の動向を的確に把握し、それに弾力的に適応する部品中心生産管理システムを設計し、実験によりその優位性を立証する。またこのシステムの特性を発揮して生産管理を行なうための意思決定の理論的背景と部品中心生産情報システムにおける情報処理について述べる。更にこれらを基盤として実際の機械工業における生産に適用し、その経営効率を高めることの可能性等について論述する。

第2章 部品中心生産管理システムの設計と実験

1 緒 言

近年の経済高度成長につれて一層個性化，多様化した消費者要求に対処するために，生産体は市場動向を的確に把握し，それに弾力的に適応することを考えなければならない。このような多種少量生産は従来の製品中心の生産方式では生産リード・タイム（受注から出荷までの時間）が長く，従って多種類，大量の製品在庫を保有する必要がある。この場合には在庫費用がかさみ，また売れ残りによる危険が大きい。本章ではこのような従来の製品中心生産方式の欠点を排除し，多様化製品生産，工期短縮，製品在庫の減少，サービス率の向上等を意図した新しいタイプの生産方式，すなわち部品中心生産管理システムについて論理的概念を展開し，それに基づいてシステム設計を行ない，モデル実験によってその特質を明らかにする。

2 部品中心生産管理システム設計の前提

第1章で述べた点をふまえて本章では，この部品中心生産管理システムの設計とそれに基づくモデル実験によってその特質を検討するための前提として，次の考慮をはらう。

- ① 部品はできるだけ大きいロットにまとめて，安定した見込生産を実施し，組立開始時に準備されているようにする。
- ② 製品は確定した受注情報に基づき，先行生産された部品在庫を引当て，組立生産を行なう。
- ③ 製品に関する市場の需要変動に対しては，部品在庫を積極的に活用して対処する。
- ④ 生産の管理サイクルを可能な限り短かくして，需要変動に柔軟に対処せし

める。

3 部品中心生産管理システムの設計

3.1 システムの構成原理

本研究で設定した部品中心の生産管理システムの方式を図 2.1 に示す。シス

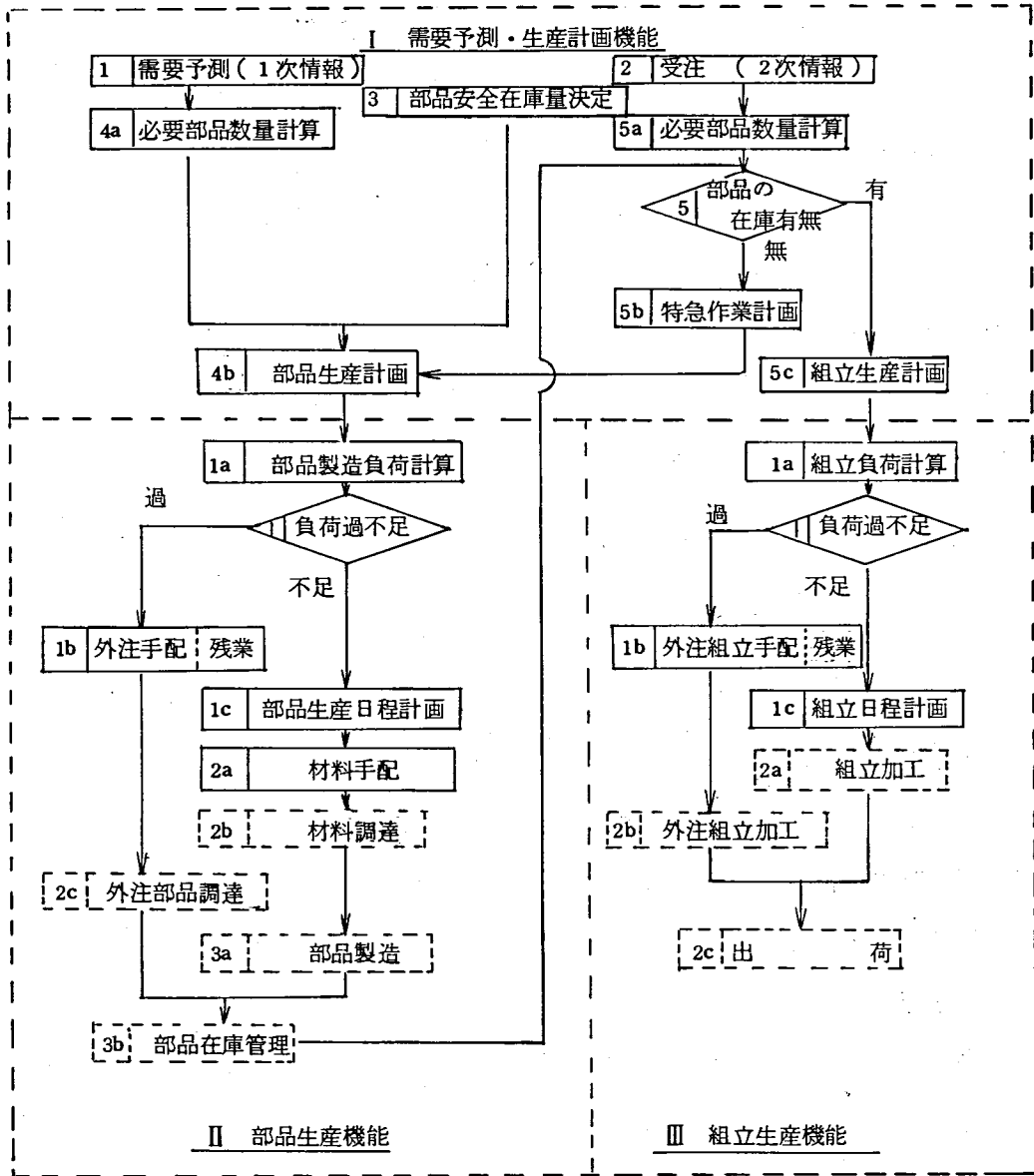


図 2.1 部品中心生産管理システム・フローチャート

テムは3つのモジュール——需要予測・生産計画機能，部品生産機能，組立生産機能——から構成されている。⁶⁾

3.2 システム・モジュールの機能

3.2.1 モジュールⅠ：需要予測・生産計画機能

このモジュールでは需要予測処理と生産計画作成を行なう。これは部品生産と製品組立生産の基本となるものである。

- (1) 需要予測処理： 本システムにおける需要予測は，本来的には部品生産のために行なうものである。過去の需要実績に基づいて，設定した予測手法により行なわれる。かくして求められた需要予測数量を部品生産のための一次情報とする。
- (2) 受注： 受注は一次情報に対して，顧客との引合により納期が設定されて確定されたもので，これを二次情報とする。
- (3) 安全在庫量決定： 一次情報と二次情報との間には通常は偏差が存在するので，それは安全在庫を持つことによって吸収することにする。安全在庫量はここでは予測誤差の標準偏差を基にしてきめる。
- (4) 部品生産計画： 部品生産計画は毎週（たとえば金曜日）に一次情報に基づいて今後の w 週間について行なう。

一次情報として予測されたある週 t の製品需要量 F_{pt} を部品展開して，必要部品数量 $(J_{pt})_j$ を求める。 $(J_{pt})_j$ については在庫調整を行なった w 週間前の手配分，すなわち在庫調整数量 $(I_{ct-w})_j$ を考慮して，実際の生産手配数量 $(P_{rt})_j$ を決める。たとえば w 週間前の在庫量 $(I_{qt-w})_j$ が安全在庫量 I_{aj} の水準より下回っておれば，その分量を $(J_{pt})_j$ に加えたものを $(P_{rt})_j$ とする。逆に上回っている場合はその分量を $(J_{pt})_j$ より減じたものを $(P_{rt})_j$ とする。

在庫調整数量 $(I_{c_{t-w}})_j$ は安全在庫量から当週の在庫と $(w-1)$ 週前までの在庫調整数量合計を減じたものであり、生産手配を現時点とすれば、安全在庫量から w 週前の在庫量と $(2w-1)$ 週前から $(w+1)$ 週までの在庫調整数量合計を減じたものとなる。かくして、部品の生産手配数量は次式で求まる。

$$(Pr_t)_j = (Jp_t)_j + (I_{c_{t-w}})_j \quad (2.1)$$

$$(I_{c_{t-w}})_j = I_{a_j} - \{ (I_{q_{t-w}})_j + \sum_{J=t-2w+1}^{t-w-1} (I_{c_J})_j \} \quad (2.2)$$

$$t = 0, 1, 2, \dots, m$$

$$j = 1, 2, \dots, \hat{n}$$

(5) 組立生産計画：組立生産計画は部品生産計画と同様に毎週（たとえば金曜日）、二次情報に基づき、翌週の一週間分について行なう。二次情報として受注した製品の種類とその数量 F_{st} について部品展開をして、必要部品数量 $(J_{st})_j$ を求める。次に部品生産手配数量 $(Pr_t)_j$ に前週末部品在庫量 $(I_{q_{t-1}})_j$ を加えた部品出荷対象数量 $(I_{st})_j$ ，すなわち組立生産の週頭在庫量を確認して、 $(I_{st})_j$ が $(J_{st})_j$ よりも多い場合には F_{st} を組立計画数量 Pa_t とする。その時、部品出荷数量 $(Sh_t)_j$ は $(J_{st})_j$ となる。 $(I_{st})_j$ が $(J_{st})_j$ よりも少ない場合は顧客と交渉して、 $(I_{st})_j$ を製品として組立てた数量 As_t をもって Pa_t とするか、あるいは不足部品については、特急作業計画を立てて至急に部品製造手配を行なう。かくして製品の組立計画数量は次式で求める。

$$(I_{st})_j = (Pr_t)_j + (I_{q_{t-1}})_j \quad (2.3)$$

$(Ist)_j \geq (Jst)_j$ のとき

$$\begin{cases} Pat = Fst \\ (Sh_t)_j = (Jst)_j \end{cases} \quad (2.4)$$

$(Ist)_j < (Jst)_j$ のとき

$$\begin{cases} Pat = Ast \\ (Sh_t)_j = (Ist)_j \end{cases} \quad (2.5)$$

$$t = 0, 1, 2, \dots, m$$

$$j = 1, 2, \dots, \hat{n}$$

3.2.2 モジュールⅡ： 部品生産機能

ここではモジュールⅠからアウトプットされた生産計画結果に基づいて、部品生産を実施する。

(1) 部品生産日程計画： 部品生産計画に基づいて、部品加工に関する負荷計算を行ない、優先順位により割り付け、部品生産日程計画を作成する。この際過負荷の場合は残業をするか、あるいは部品加工工程間の負荷調整をして、部品生産日程計画を行なう。

(2) 外注部品と材料の手配： 内作不可能な部品に関しては、外作注文書を発行し、外注にて加工する。部品製造に必要な材料の数量は部品生産日程計画に基づいて、部品の種類と数量について部品展開と材料在庫引当を行ない、正味必要数量を算出して、材料手配をし、これによって材料を仕入先より調達する。

(3) 部品製造と在庫管理： 調達された材料を用いて、部品生産日程計画に基づき、部品を製造し、部品倉庫に保管して、管理する。

3.2.3 モジュールⅢ： 組立生産機能

このモジュールではモジュールⅠからアウトプットされた組立生産計画に基づき、モジュールⅡで準備された部品を使って、製品組立を行なう。

(1) 組立日程計画：モジュール I の(5)の組立生産計画に基づいて，組立負荷計算を行ない，ある優先規則により割り付けを行なう。過負荷の場合は，残業時間を組込んで組立日程計画をたてる。それ以上の過負荷の場合は，外注組立の手配を行なう。

(2) 製品組立加工と出荷：組立日程計画に従って，組立加工を行ない，製品を完成して，出荷する。⁷⁾

4 モデル実験とその結果

4.1 実験モデルの設定

前節で設計した部品中心生産管理システムの特性を検討するために，次のような実験モデルを設定する。

4.1.1 製品種類，部品構成および標準生産数量

本実験でとりあげる製品は $P_1, P_2, \dots, P_6$ の合計 6 種類で，各製品の部品構成ならびに標準生産数量は表 2.1 に示す通りである。各製品は $U_1,$

表 2.1 製品の部品構成

製品	部品構成					週当たり標準 生産数量
	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	
P_1	U_{11}	U_{21}	U_{32}	U_{43}	U_{51}	100
P_2	U_{11}	U_{21}	U_{31}	U_{41}	U_{51}	100
P_3	U_{11}	U_{21}	U_{31}	U_{41}	U_{52}	80
P_4	U_{11}	U_{22}	U_{31}	U_{42}	U_{52}	80
P_5	U_{11}	U_{22}	U_{32}	U_{42}	U_{52}	70
P_6	U_{11}	U_{22}	U_{32}	U_{43}	U_{53}	70

$U_2, \dots,$
 U_5 の 5 個の構成部品 (注 2.1) よりなり，各構成部品の種類は $U_{11}, U_{21}, \dots, U_{53}$ の合計 11 種類であり，製品の標準生産数量は週

(注 2.1) 部品と部品が集まってできた組立部品を総称して構成部品という。

当り合計 500 台とする。

4.1.2 生産管理方式

本実験では次の生産管理方式を設定する。

- (1) 生産計画サイクル： 月サイクルと週サイクルの二つの場合を設定する。
- (2) 安全在庫量： 理論的には種々の設定方式があるが，ここでは一定率を乗じた値にする場合と，一次情報と二次情報の予測誤差の偏差に基づいて算出した場合を設定する。
- (3) 生産方式： 本章で提案する部品中心生産と従来の製品中心生産の場合について検討する。

以上の三つの条件を組合わせて，生産管理システムの実験モデルとしては表 2.2 に示す 8 種類を考え，これらをモデル番号 1, 2, ..., 8 とする。

表 2.2 生産管理システム・モデル

生産管理 サイクル	安全在庫量	生産方式	モデル番号
月サイクル	定率基準	製品中心	1
		部品中心	2
	偏差基準	製品中心	3
		部品中心	4
週サイクル	定率基準	製品中心	5
		部品中心	6
	偏差基準	製品中心	7
		部品中心	8

4.1.3 生産手順： 部品中心生産では、図 1.1 に示す生産工程で生産する。すなわち部品は一次情報に基づいて、部品加工工程で内作、あるいは外注にて外作し、いずれも部品センタにストックする。これらの部品を用いて、確定二次情報に基づき、組立ラインにて、製品組立を行ない、出荷する。他方、製品中心生産では図 1.2 に示すように、製品は一次情報に従って生産され、製品センタにストックされる。これは確定した情報に従って出荷される。

4.2 部品中心と製品中心生産管理システムの比較・検討

4.2.1 実験目的

4.1 節で作成した実験モデルを用いて、システム環境（一次情報と二次情報に差を与え、作為的にシステムの環境をかえる）を変化させた実験を行ない、部品中心生産による市場変動への適応可能性ならびに従来の製品中心生産管理システムに対する優位性を比較・検討する。

4.2.2 実験手順

(1) 環境変数値の発生

この場合の環境変数は、一次情報（予測需要量）と二次情報（確定需要量）である。いずれも一様乱数表を用いて発生させた。一次情報は二次情報に対して一ヶ月以上先行させ、二次情報は時系列的な変動を $\pm 20\%$ とした。

本来は一次情報に基づいて二次情報を設定すべきであるが、本章では次の理由により二次情報を基準にして一次情報を設定した。すなわち計画から実施の期間を変えることによって、二次情報は同じであっても一次情報の精度が変化することと、表 2.2 に示す生産管理システム・モデルを同じ二次情報で比較するためである。なお表 2.2 で示す週サイクルと月サイクルの比較を行なう便宜上、1 週は 6 日、1 月は 4 週（24 日）として取扱う。一次情報と二次情報の差の絶対値を二次情報で除して百分率で表わした数値を情報誤差率と名付け、

表 2.3 需要 MODEL (月サイクル)

	製品	Mn					Mn+1					Mn+2					合計
		Wh	Wh+1	Wh+2	Wh+3	小計	Wh+4	Wh+5	Wh+6	Wh+7	小計	Wh+8	Wh+9	Wh+10	Wh+11	小計	
(Fp) 一次情報	P 1	91	97	166	118	472	95	68	163	162	488	138	54	73	48	313	1273
	P 2	95	113	136	70	414	126	84	85	174	469	82	90	173	75	420	1303
	P 3	79	63	54	126	322	116	106	58	38	318	90	114	51	99	354	994
	P 4	55	37	57	47	196	57	81	124	6	268	69	70	62	40	241	705
	P 5	94	60	79	87	320	82	67	28	37	214	71	60	89	80	300	834
	P 6	76	62	83	100	321	91	91	39	111	332	70	100	61	26	257	910
	計	490	432	575	548	2,045	567	497	497	528	2,084	520	488	509	368	1,885	6,019
(Fs) 二次情報	P 1	103	102	93	102	400	90	84	118	85	377	107	83	85	106	381	1,158
	P 2	115	92	109	88	404	103	116	96	107	422	108	108	97	110	423	1,249
	P 3	69	78	85	77	309	85	71	67	95	318	88	72	84	91	335	962
	P 4	66	75	77	85	303	75	77	85	80	317	72	85	88	90	335	955
	P 5	71	69	61	60	261	73	68	82	57	280	82	80	84	61	307	848
	P 6	78	61	70	65	274	81	74	58	66	279	79	83	82	80	324	877
	計	502	477	495	477	1,951	507	490	506	490	1,993	536	511	520	538	2,105	6,049
情報誤差率 (%)	P 1	-12	-5	78	16		6	-19	38	91		29	-35	-14	-55		
	P 2	-17	23	25	-21		22	-28	-11	63		-24	-17	78	-32		
	P 3	14	-19	-36	63		37	49	-13	-60		2	58	-39	9		
	P 4	-16	-51	-26	-45		-24	5	46	-92		-4	-18	-29	55		
	P 5	32	-13	29	45		12	-1	-66	-35		-14	-25	6	31		
	P 6	-2	1	18	54		12	23	-33	68		5	20	-25	-67		

表 2.4 需要MODEL (週サイクル)

	製品	Mn					Mn+1					Mn+2				合計
		Wh	Wh+1	Wh+2	Wh+3		Wh+4	Wh+5	Wh+6	Wh+7		Wh+8	Wh+9	Wh+10	Wh+11	
(Fp) 二次情報	P 1	91	98	129	108		95	74	140	116		138	64	79	83	1,215
	P 2	95	106	122	81		126	95	90	134		82	96	135	96	1,258
	P 3	79	64	70	96		116	94	63	72		90	100	67	95	1,006
	P 4	55	49	67	70		57	80	105	50		69	75	76	70	823
	P 5	94	63	70	71		82	67	55	49		71	67	87	68	844
	P 6	76	62	76	79		91	86	49	84		70	94	72	58	897
	計	490	442	534	505		567	496	502	505		520	496	516	470	6,043
(Fs) 二次情報	P 1	103	102	93	102		90	84	118	85		107	83	85	106	1,158
	P 2	115	92	109	88		103	116	96	107		108	108	97	110	1,249
	P 3	69	78	85	77		85	71	67	95		88	72	84	91	962
	P 4	66	75	77	85		75	77	85	80		72	85	88	90	955
	P 5	71	69	61	60		73	68	82	57		82	80	84	61	848
	P 6	78	61	70	65		81	74	58	66		79	83	82	80	877
	計	502	477	495	477		507	490	506	490		536	511	520	538	6,049
情報誤差率 (%)	P 1	-12	-4	39	6		6	-12	19	36		29	-23	-7	-22	
	P 2	-17	15	12	-8		22	-18	-6	25		-24	-11	39	-13	
	P 3	14	-12	-18	25		37	33	-6	-24		2	39	-20	4	
	P 4	-16	-34	-13	-18		-24	4	23	-37		-4	-12	-14	-22	
	P 5	32	-9	14	18		12	-1	-33	-14		-14	-16	3	12	
	P 6	-2	1	9	22		12	16	-16	27		5	13	-12	27	

この誤差率は 4 週をこえ 5 週までを 40% 以下, 5 週をこえ 6 週までを 60 % 以下, 6 週をこえ 7 週までを 80 % 以下, 7 週をこえ 8 週までを 100 % 以下とする。二次情報に対する一次情報は以上述べた誤差率の範囲内で一様乱数表を用いて, 表 2.3 需要モデル (月サイクル) 表 2.4 需要モデル (週サイクル) のようにランダムに設定する。

(2) 安全在庫量の設定

安全在庫は第 1 章第 4 節で明らかにしたように, 製品中心生産の場合は製品で, 部品中心生産の場合は部品で持つ。その最大数量は, 本章では標準生産数量の 30 % とし, 個々の部品については 4.1.2 節(2)で述べたように標準生産数量の一定率 30 % のものと, 予測誤差の標準偏差に基づくものとに区分している。製品については予測の誤差率を同一としている。従って製品中心で安全在庫量を設定した場合は, 上述した二つの方法 (定率基準および偏差基準) と同じ在庫量となる。それゆえ表 2.2 のモデルでは 16.1 および 16.3, 16.5 および 16.7 においてそれぞれ同じ実験結果となる。かくして本実験の場合の各週における各部品の安全在庫量として, 定率基準安全在庫量 $\hat{I}a_j$ ならびに標準偏差基準安全在庫量 Ia_j は次式で与えられる⁸⁾

$$\hat{I}a_j = \alpha_z \cdot Hx_j, \quad j=1, 2, \dots, \hat{n} \quad (2.6)$$

$$Ia_j = \frac{\sigma_j}{\sum_{j=1}^{\hat{n}} \sigma_j} \cdot \sum_{j=1}^{\hat{n}} \alpha_z \cdot Hx_j, \quad j=1, 2, \dots, \hat{n} \quad (2.7)$$

ここに

α_z : 定率

Hx_j : 週当り部品の標準需要量

表 2.5 受注・製造・在庫一覧表 (第 t 週)

部 品 部品種類	U ₁	U ₂		U ₃		U ₄			U ₅		
	U ₁₁	U ₂₁	U ₂₂	U ₃₁	U ₃₂	U ₄₁	U ₄₂	U ₄₃	U ₅₁	U ₅₂	U ₅₃
1次情報 (予測数量) (Jp _t) _j	496	263	233	269	227	189	147	160	169	174	153
5週前在庫調整数量 (Ict-5) _j	12	22	-10	21	-9	10	-12	14	32	1	-21
前週末在庫量 (Iqt-1) _j	192	166	68	59	176	118	28	121	125	17	125
生産手配数量 (Pr _t) _j	508	285	223	290	218	199	135	174	201	175	132
出荷対象数量 (Ist) _j	700	451	291	349	394	317	163	295	326	192	257
2次情報 (受注確定数量) (Jst) _j	490	271	219	264	226	187	145	158	200	148	142
出荷数量 (Sh _t) _j	490	271	219	264	226	187	145	158	200	148	142
週末在庫量 (Iqt) _j	210	180	72	85	168	-130	18	137	126	44	115
在庫調整数量 (Ict) _j	-208	-206	-2	-13	-195	-130	72	-150	-141	52	-119
4週前から前週までの 在庫調整数量合計 (Ics) _j	101	107	-6	4	97	64	-37	74	86	-39	54
安全在庫量 Ia _j	103	81	64	76	70	64	53	61	71	57	50

σ_j : 週当り部品の予測誤差の標準偏差

j : 部品の種類

$\hat{n}$: 部品の種類の数

である。

(3) 受注—生産—在庫の流れに関する算定手順

これは表 2.2 の各モデルについて、次の手順に従って行なう(表 2.5 を参照)

① 週サイクル部品中心生産管理システム(モデル 6 および 8)

(i) 3.2.1 節(4)で述べたように第 t 週における生産手配数量 $(Pr_t)_j$ は式 (2.1), (2.2) により 5 週前に一次情報として、予測された数量 $(Jp_t)_j$ と同じく 5 週間前の在庫調整数量 $(Ic_{t-5})_j$ を加えたものとする。

(ii) 次に式 (2.3) により上記(i)にて求めた $(Pr_t)_j$ に前週末在庫量 $(Iq_{t-1})_j$ を加えた組立開始時の部品出荷数量 $(Ist)_j$ が求まる。

(iii) $(Ist)_j$ が $(Jst)_j$ よりも大きい場合は円滑に組立てが行なわれる。このときの $(Jst)_j$ を部品出荷数量 $(Sh_t)_j$ とする。従って第 t 週末在庫量は $(Iq_t)_j$ となる。

次に $(Ist)_j$ が $(Jst)_j$ よりも小さい場合には、部品出荷対象数量の不足となり、 $(Ist)_j$ を $(Sh_t)_j$ とする。

(iv) 在庫調整数量 $(Ic_t)_j$ は式 (2.2) として与えられ、5 週間後の生産計画に用いられる。

② 月サイクル製品中心生産管理システム(モデル 1 および 3)

月サイクルの場合は生産の管理サイクルを月単位に、製品を中心として毎月末に次々月の生産手配を行ない、4.2.2 節(3)①に準じた算定手順で計算を行なう。

③ 表 2.2 の残りのモデル 2, 4, 5, 7 についても 4.2.2 節(3)①

および 4.2.2 節(3)②に準じて行なう。

(4) サービス率および在庫量の計算

サービス率ならびに部品ないし製品在庫量は、各モデルの実験結果を比較するために便宜上週単位で行ない、それぞれの長短についてはその平均値により検討することにする。

この場合の在庫量 $(Iq_t)_j$, 在庫率 $(Ir_t)_j$, サービス率 $(\varphi_t)_j$ は次式で与えられる。

$$(Iq_t)_j = (Is_t)_j - (Sh_t)_j \quad (2.8)$$

$$(Ir_t)_j = (Iq_t)_j / (Sh_t)_j \quad (2.9)$$

$$(\varphi_t)_j = \{(Sh_t)_j / (Jst)_j\} \times 100 \quad (\%) \quad (2.10)$$

$$t = 0, 1, 2, \dots, m$$

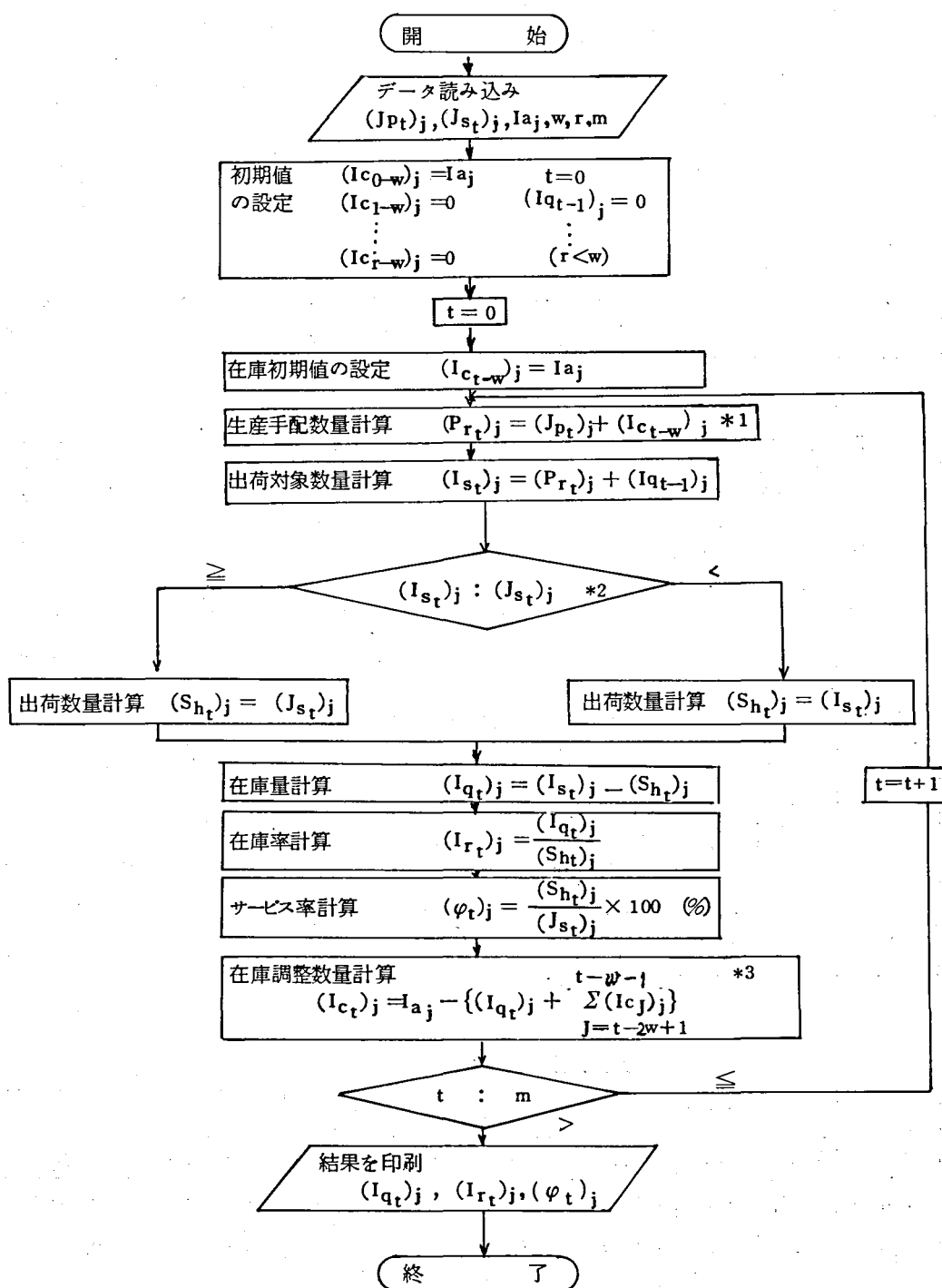
$$j = 1, 2, \dots, \hat{n}$$

(5) モデル実験の計算処理用論理フローチャート

図 2.2 は各モデルの在庫量およびサービス率を電子計算機処理するロジック・フローチャートである。4.2.2 節(1)により得た $(Jpt)_j$, $(Jst)_j$ および 4.2.2 節(2)の Ia_j をインプットする。ただしこの場合、 $w = 5$, $m = 11$ とおく。次に $(Ic_{0-w})_j$ の初期値を Ia_j として、以下 4.2.2 節(3)の算定手順に従って 0 週より 11 週までの 12 週間分について計算を行ない、各モデルの $(Iq_t)_j$ ならびに $(Ir_t)_j$ および $(\varphi_t)_j$ の結果をアウトプットする。

4.2.3 実験結果

図 2.2 の計算手順に従って、表 2.2 に示す各生産管理システム・モデルについてコンピュータ・シミュレーションを行なって、製品別、週別のサービス率および部品ないし製品の在庫量を検討した結果を表 2.6 に示す。このように本実験結果によれば、週サイクルで偏差基準安全在庫をもつ部品中心生産管理



注 * 1 , * 2 は生産方式 (部品, 製品) により異なる。* 3 は計画サイクル (月, 週) により異なる。

図 2.2 サービス率及び在庫量計算ロジック・フローチャート

表 2.6 サービス率・在庫量比較表

モデル 番 号	条 件			サービス率 φ (%)	平均在庫量 $\bar{I}_q$	在庫率 I_r
	計 画 サイクル	安全在庫	生産方式			
1, 3	月	定 率	製品中心	95.5	330	0.687
2	月	定 率	部品中心	96.2	308	0.636
4	月	偏差基準	部品中心	96.5	295	0.607
5, 7	週	定 率	製品中心	97.5	217	0.441
6	週	定 率	部品中心	98.4	198	0.400
8	週	偏差基準	部品中心	99.2	184	0.367

システムが最も有利であることがわかる。この場合、環境変数である一次情報、二次情報の変動が大きいにもかかわらず、サービス率は99.2%、平均在庫量は184、在庫率は0.367週間分と極めて良好である。

サービス率と在庫量に関して、設定した各種条件——生産計画サイクル方式、安全在庫方式、生産方式——について比較すれば、表2.7、2.8、2.9に示

表 2.7 計画サイクル比較表

モデル 番 号	サービス率 φ			平均在庫量 $\bar{I}_q$			在庫率 I_r		
	月	週	比	月	週	比	月	週	比
1, 5	99.5	97.5	1:1.021	330	217	1:0.657	0.687	0.441	1:0.642
2, 6	96.2	98.4	1:1.023	308	198	1:0.643	0.636	0.400	1:0.629
4, 8	96.5	99.2	1:1.028	295	184	1:0.624	0.607	0.367	1:0.605
平均	96.1	98.4	1:1.024	311	200	1:0.642	0.643	0.403	1:0.625

表 2.8 安全在庫方式比較表

モデル 番 号	サービス率 φ			平均在庫量 $\bar{I}_q$			在庫率 I_r		
	定率	偏差	比	定率	偏差	比	定率	偏差	比
2, 4	96.2	96.5	1:1.003	308	295	1:0.958	0.636	0.607	1:0.954
6, 8	98.4	99.2	1:1.008	198	184	1:0.929	0.400	0.367	1:0.918
平均	97.3	97.9	1:1.006	253	240	1:0.947	0.518	0.487	1:0.940

表 2.9 生産方式比較表

モデル 番 号	サービス率 ϕ			平均在庫量 $\bar{I}_q$			在庫率 I_r		
	製品	部品	比	製品	部品	比	製品	部品	比
1, 2	95.5	96.2	1:1.007	330	308	1:0.993	0.687	0.636	1:0.926
3, 4	95.5	96.5	1:1.010	330	295	1:0.894	0.687	0.607	1:0.884
5, 6	97.5	98.4	1:1.009	217	198	1:0.912	0.441	0.400	1:0.907
7, 8	97.5	99.2	1:1.017	217	184	1:0.848	0.447	0.367	1:0.832
平均	96.5	98.3	1:1.019	294	246	1:0.900	0.564	0.503	1:0.891

すように、計画サイクルとしては週サイクルが、安全在庫量としては偏差基準による方法が、生産方式では部品中心生産方式がそれぞれ優れていることが結論としていえる。

4.3 部品中心および製品中心両生産方式における部品の標準化度合の影響

4.3.1 実験目的

部品中心生産の特質は、当然部品の標準化の度合に応じて変ってくる。

サービス率、在庫量、生産リード・タイムがこれに応じてどんな影響を受けるかについて、部品中心と製品中心の両生産方式に関して比較・検討を行なう。

4.3.2 実験モデルの設定

本実験では5個の構成部品からなる5種類の製品について、部品の種類の数に従って標準化率（ η ）がそれぞれ80%，60%，40%，20%，0%からなるAⅠ，AⅡ，AⅢ，AⅣ，AⅤの5種類の部品構成モデルを表2.10に示す通り設定し、製品1台当りの各部品の使用部品数量はすべて1個とする。

ここに標準化率と称するのは、製品における構成部品の数量 P_m から部品の種類の数 P_n を減じたものを構成部品の数量で除した商を百分率で表わしたものである。

$$\eta = \frac{P_m - P_n}{P_m} \times 100 (\%) \quad (2.11)$$

表 2.10 製品の部品構成モデル

モデル NO.	製品	構 成 部 品					標準化率 % (%)
		U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅	
AI	P ₁	U ₁₁	U ₂₁	U ₃₁	U ₄₁	U ₅₁	80
	P ₂	U ₁₁	U ₂₁	U ₃₁	U ₄₁	U ₅₁	
	P ₃	U ₁₁	U ₂₁	U ₃₁	U ₄₁	U ₅₁	
	P ₄	U ₁₁	U ₂₁	U ₃₁	U ₄₁	U ₅₁	
	P ₅	U ₁₁	U ₂₁	U ₃₁	U ₄₁	U ₅₁	
AII	P ₁	U ₁₁	U ₂₁	U ₃₁	U ₄₁	U ₅₁	60
	P ₂	U ₁₂	U ₂₂	U ₃₂	U ₄₂	U ₅₂	
	P ₃	U ₁₂	U ₂₂	U ₃₂	U ₄₂	U ₅₂	
	P ₄	U ₁₂	U ₂₂	U ₃₂	U ₄₂	U ₅₂	
	P ₅	U ₁₂	U ₂₂	U ₃₂	U ₄₂	U ₅₂	
AIII	P ₁	U ₁₁	U ₂₁	U ₃₁	U ₄₁	U ₅₁	40
	P ₂	U ₁₂	U ₂₂	U ₃₂	U ₄₂	U ₅₂	
	P ₃	U ₁₃	U ₂₃	U ₃₃	U ₄₃	U ₅₃	
	P ₄	U ₁₃	U ₂₃	U ₃₃	U ₄₃	U ₅₃	
	P ₅	U ₁₃	U ₂₃	U ₃₃	U ₄₃	U ₅₃	
AIV	P ₁	U ₁₁	U ₂₁	U ₃₁	U ₄₁	U ₅₁	20
	P ₂	U ₁₂	U ₂₂	U ₃₂	U ₄₂	U ₅₂	
	P ₃	U ₁₃	U ₂₃	U ₃₃	U ₄₃	U ₅₃	
	P ₄	U ₁₄	U ₂₄	U ₃₄	U ₄₄	U ₅₄	
	P ₅	U ₁₄	U ₂₄	U ₃₄	U ₄₄	U ₅₄	
AV	P ₁	U ₁₁	U ₂₁	U ₃₁	U ₄₁	U ₅₁	0
	P ₂	U ₁₂	U ₂₂	U ₃₂	U ₄₂	U ₅₂	
	P ₃	U ₁₃	U ₂₃	U ₃₃	U ₄₃	U ₅₃	
	P ₄	U ₁₄	U ₂₄	U ₃₄	U ₄₄	U ₅₄	
	P ₅	U ₁₅	U ₂₅	U ₃₅	U ₄₅	U ₅₅	

需要モデルとしては期間を6週間にとり、全製品の総需要は週当たり250台とし、各製品については週平均50台の需要があるものとする。このような需要変動を1から100までの一様乱数を用いて発生させた。

各週における各製品の生産手配数量は50台とし、安全在庫はもたせないで、在庫の初期値は零とする。

4.3.3 実験手順

作成したモデルについての次の手順により実験を行なう。

(1) サービス率および部品在庫量の比較手順

実験手順は3.2.2節(3)に準ずるが、ここでは在庫調整は行なわないで、部品の在庫量 $(I_{qt})_j$ に生産手配数量 $(Pr_t)_j$ を加えたものを出荷対象数量 $(Is_t)_j$ とする。 $(Is_t)_j$ が受注確定数量 $(Js_t)_j$ よりも小さいときは $(Is_t)_j$ を出荷数量 $(Sh_t)_j$ とし、大きい場合は $(Js_t)_j$ を出荷数量とする。このときの $(Is_t)_j$ と $(Js_t)_j$ の差を $(I_{qt})_j$ として、次週へ繰越す。上記手順を各モデルについて6週間繰返して、総出荷数量 Sh 、総受注確定数量 Js 、在庫量 I_q を計算し、3.2.2節(4)に準じてサービス率 ϕ および週平均在庫量 $\bar{I}_q$ を求める。

(2) 生産リード・タイムの比較手順

実験手順は表2.10を用いて、3.3.3節(1)に準じて行なう。しかし上述の(1)では $(Is_t)_j$ が Js よりも小さい時に $(Is_t)_j$ と $(Js_t)_j$ の差は考慮せず品切れとしたが、ここではそれを確定受注残 $(Or_t)_j$ として次週に繰越し、次週の $(Pr_t)_j$ で消化して、 $(Or_t)_j$ が完全になくなるまで繰返す。以上の手順に従い、各モデルの各週における週単位所要生産リード・タイム (k) における出荷数量 (Sh_k) を求めて、各モデルの平均生産リード・タイム $(\bar{L})$ を次式で計算する。なお生産手配した当週以内の生産リード・タイムは零とする。

$$\bar{L} = \sum_{k=1}^{\ell} k \cdot H_k, \quad k=1, 2, \dots, \ell \quad (2.12)$$

$$H_k = \frac{Sh_k}{\sum_{k=0}^{\ell} Sh_k}, \quad k=0, 1, 2, \dots, \ell \quad (2.13)$$

ここに H_k は所要生産リード・タイム k のときの出荷数量比率とし、 ℓ は最大所要生産リード・タイムとする。

4.3.4 実験結果

上述の計算手順により6週間分のコンピュータ・シミュレーションを行なった。その結果、部品の標準化率がサービス率、在庫量、リード・タイムに及ぼす影響を部品中心、製品中心両生産方式について、それぞれ図2.3, 2.4, 2.5に示す。ここで製品中心生産方式は部品中心生産方式における $\gamma = 0\%$ の場合

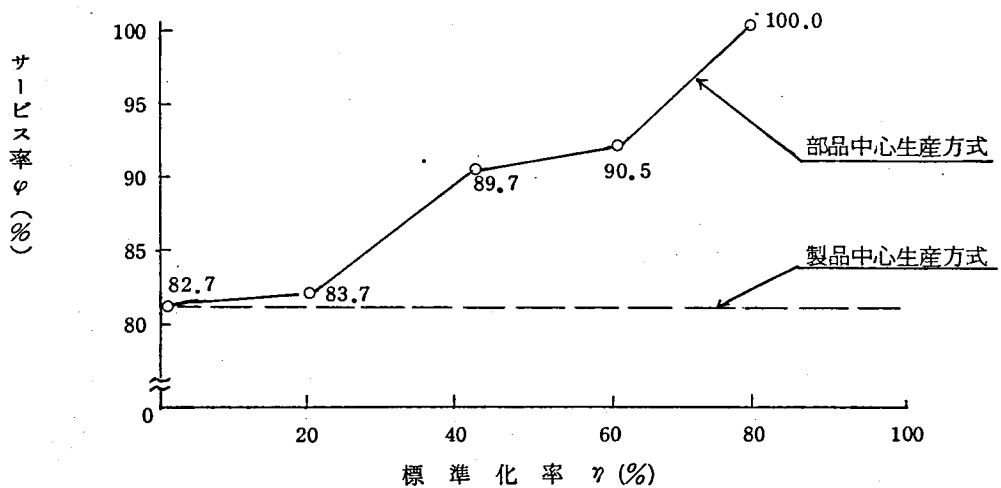


図2.3 サービス率 — 部品中心生産方式と製品中心生産方式の比較

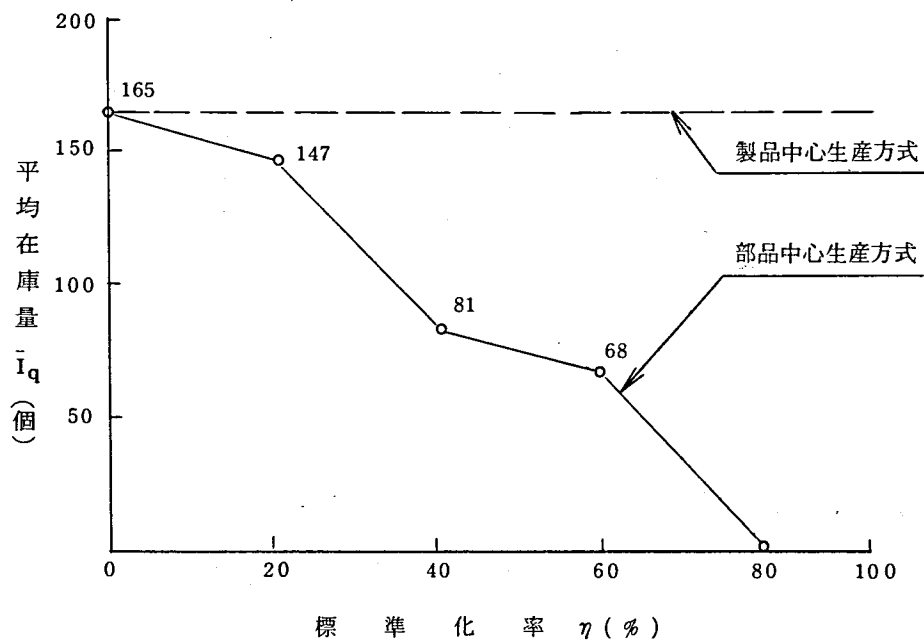


図 2.4 週平均在庫量 — 部品中心生産方式と製品中心生産方式の比較

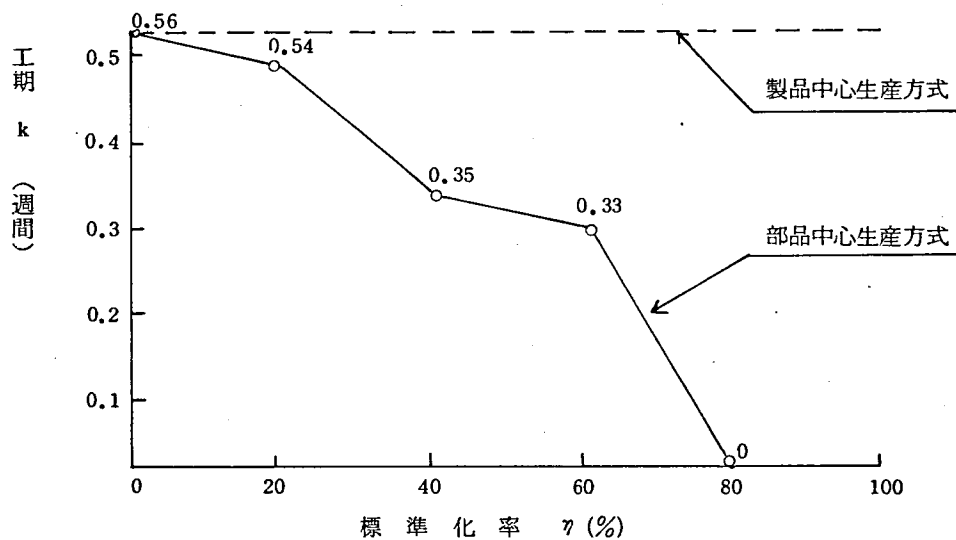


図 2.5 工期 — 部品中心生産方式と製品中心生産方式の比較

に相当する。サービス率に $\eta = 0\%$ 場合は 82.7% であるが、標準化が進むに従って良好になり、 $\eta = 80\%$ でサービス率は 100% 近くになる。在庫量は $\eta = 0\%$ の場合は 165 (0.795 週間分) で、標準化率が進むにつれて低減する。

生産リード・タイムは $\gamma = 0\%$ の場合は 0.56 週で最も長くなるが、 $\gamma = 80\%$ の場合は、生産リード・タイムが零となる。

このように部品中心生産方式では標準化率が大きくなるほどサービス率が向上し、在庫量は低減して、生産リード・タイムは短くなることがわかった。

以上の結果、いずれの場合においても製品中心生産方式は部品中心生産方式に劣ることが判明した。

5 結 言

① 本研究では市場の多様化要求に適時的に対処して製品を供給するための新しい生産方式として、部品中心生産管理システムの理論を展開し、具体的に設計した。

② このシステム設計に基づいて、従来の製品生産システムと比較・検討を行った結果、サービス率の向上、在庫量および在庫率の低減、生産リード・タイムの短縮等、本研究で展開した部品中心生産管理システムの有効性が立証された。

③ 部品中心生産管理システムの有効性は構成部品の標準化が進むほど顕著になることが定量的に示された。

第3章 部品中心の生産管理システムにおける生産計画

1 製品計画 — 部品標準化率の最適化

1.1 緒言

多様な客の要望を対象にして注文をまとめていく場合でも、製品の設計システムを工夫することによって、客の要求を満しつつ、しかも生産システムを単純にすることができる。これは第1章で論じたが、製品計画の観点から述べると次のようになる。

① 標準製品に適切な補助部品を付加したり、取りはずしたりして、機能上、外観上の異なる製品を作り出せるようにすること。

② 標準化させた部品、組立部品などを組み合わせることにより、機能上、外観上の異なる製品を作り出せるようにすること。

いずれの場合も、部品を組み合わせたり、部品に若干の変更を加えたりして多種多様な仕様の製品を作り出していこうというのである。

そして標準化により、各製品間で共通部品を増加させればサービス率が向上し、在庫量は低減して、生産リード・タイムが短縮される。以上に関しては既に第2章「部品中心生産管理システムの設計と実験」で立証したところである。しかし過度に標準化が進めば製品には個性がなくなり、個性化、多様化が要求される今日においては消費者の要求を満たすことが困難となって、購買意欲が低下することも考慮しなければならない。すなわち多様化と標準化の二律背反する問題において、部品標準化の最適化を図る必要がある。

つまり最適な部品標準化率を求めることであり、その目的は部品中心の生産管理システムにおいて生産と販売上の観点からその最適化を図り、定量的に確かな意思決定を行ない、経営効率を高めることである。

そこでこの問題を検討するために、第2章4.3.2節で定義した部品標準化

率を用い、三種類の部品構成モデルを設定して、シミュレーション手法により各部品標準化率に対するサービス率および在庫量を求め、その理論式を導き、標準化による需要低減の影響を各部品標準化率に対して算出し、比較・検討した。その結果、最適な部品標準化率を求めることができた。

1.2 部品中心生産管理システムにおけるサービス率および在庫量の計算

1.2.1 実験目的

ここでは部品中心生産管理システムにおける部品構成の異なる三種類の実験用モデルを用いて、部品の標準化の程度および標準生産数量の異なる構成部品の組合せの変化に応じ、サービス率および在庫量をシミュレーション実験により定量的に求める。

1.2.2 モデルの設定

(1) 製品種類、部品構成および標準生産数量

本実験でとりあげる製品は、 P_{10} , P_{11} , $\dots$, P_{19} の合計 10 種類で、各製品の部品構成は、部品の種類に従って部品標準化率を 0% から 90% まで 10% ずつ変化させて、それぞれ部品構成を異にするモデル B I, B II, B III の三種類を設定した。その一部を表 3.1 に示す。各製品は 10 個の部品により構成されていて、製品 1 台当りの各部品の使用数量はすべて 1 個とする。構成部品数量は U_{00} , U_{01} , $\dots$, U_{99} の合計 100 個であり、各製品の週当り標準生産数量は、 P_{10} , P_{11} , P_{12} , P_{13} は 100 台、 P_{14} , P_{15} は 80 台、 P_{16} , P_{17} は 70 台、 P_{18} , P_{19} は 60 台とする。故に全製品の標準生産数量は週当り 820 台である。

(2) 生産管理方式および生産手順

本実験では次の生産管理方式を設定する。

① 生産計画サイクル：週サイクル

表 3.1 部品構成モデル

部品構成モデルⅢ											
部品構成モデルⅡ											
部品構成モデルⅠ											
7	P	構 成 部 品									
		U ₀	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅	U ₆	U ₇	U ₈	U ₉
90	P ₀	U ₀₀	U ₀₁	U ₀₂	U ₀₃	U ₀₄	U ₀₅	U ₀₆	U ₀₇	U ₀₈	U ₀₉
	P ₁	U ₀₀	U ₀₁	U ₀₂	U ₀₃	U ₀₄	U ₀₅	U ₀₆	U ₀₇	U ₀₈	U ₀₉
	P ₂	U ₀₀	U ₀₁	U ₀₂	U ₀₃	U ₀₄	U ₀₅	U ₀₆	U ₀₇	U ₀₈	U ₀₉
	P ₃	U ₀₀	U ₀₁	U ₀₂	U ₀₃	U ₀₄	U ₀₅	U ₀₆	U ₀₇	U ₀₈	U ₀₉
	P ₄	U ₀₀	U ₀₁	U ₀₂	U ₀₃	U ₀₄	U ₀₅	U ₀₆	U ₀₇	U ₀₈	U ₀₉
	P ₅	U ₀₀	U ₀₁	U ₀₂	U ₀₃	U ₀₄	U ₀₅	U ₀₆	U ₀₇	U ₀₈	U ₀₉
	P ₆	U ₀₀	U ₀₁	U ₀₂	U ₀₃	U ₀₄	U ₀₅	U ₀₆	U ₀₇	U ₀₈	U ₀₉
	P ₇	U ₀₀	U ₀₁	U ₀₂	U ₀₃	U ₀₄	U ₀₅	U ₀₆	U ₀₇	U ₀₈	U ₀₉
	P ₈	U ₀₀	U ₀₁	U ₀₂	U ₀₃	U ₀₄	U ₀₅	U ₀₆	U ₀₇	U ₀₈	U ₀₉
	P ₉	U ₀₀	U ₀₁	U ₀₂	U ₀₃	U ₀₄	U ₀₅	U ₀₆	U ₀₇	U ₀₈	U ₀₉
40	P ₀	U ₀₀	U ₀₁	U ₀₂	U ₀₃	U ₀₄	U ₀₅	U ₀₆	U ₀₇	U ₀₈	U ₀₉
	P ₂	U ₀₀	U ₀₁	U ₀₂	U ₀₃	U ₀₄	U ₀₅	U ₀₆	U ₀₇	U ₀₈	U ₀₉
	P ₃	U ₀₀	U ₀₁	U ₀₂	U ₀₃	U ₀₄	U ₀₅	U ₀₆	U ₀₇	U ₀₈	U ₀₉
	P ₄	U ₀₀	U ₀₁	U ₀₂	U ₀₃	U ₀₄	U ₀₅	U ₀₆	U ₀₇	U ₀₈	U ₀₉
	P ₅	U ₅₅	U ₅₁	U ₅₂	U ₅₃	U ₅₄	U ₅₅	U ₅₆	U ₅₇	U ₅₈	U ₅₉
	P ₆	U ₆₆	U ₆₁	U ₆₂	U ₆₃	U ₆₄	U ₆₅	U ₆₆	U ₆₇	U ₆₈	U ₆₉
	P ₇	U ₇₇	U ₇₁	U ₇₂	U ₇₃	U ₇₄	U ₇₅	U ₇₆	U ₇₇	U ₇₈	U ₇₉
	P ₈	U ₈₈	U ₈₁	U ₈₂	U ₈₃	U ₈₄	U ₈₅	U ₈₆	U ₈₇	U ₈₈	U ₈₉
0	P ₉	U ₉₀	U ₉₁	U ₉₂	U ₉₃	U ₉₄	U ₉₅	U ₉₆	U ₉₇	U ₉₈	U ₉₉
	P ₀	U ₀₀	U ₀₁	U ₀₂	U ₀₃	U ₀₄	U ₀₅	U ₀₆	U ₀₇	U ₀₈	U ₀₉
	P ₁	U ₁₀	U ₁₁	U ₁₂	U ₁₃	U ₁₄	U ₁₅	U ₁₆	U ₁₇	U ₁₈	U ₁₉
	P ₂	U ₂₀	U ₂₁	U ₂₂	U ₂₃	U ₂₄	U ₂₅	U ₂₆	U ₂₇	U ₂₈	U ₂₉
	P ₃	U ₃₀	U ₃₁	U ₃₂	U ₃₃	U ₃₄	U ₃₅	U ₃₆	U ₃₇	U ₃₈	U ₃₉
	P ₄	U ₄₀	U ₄₁	U ₄₂	U ₄₃	U ₄₄	U ₄₅	U ₄₆	U ₄₇	U ₄₈	U ₄₉
	P ₅	U ₅₀	U ₅₁	U ₅₂	U ₅₃	U ₅₄	U ₅₅	U ₅₆	U ₅₇	U ₅₈	U ₅₉
	P ₆	U ₆₀	U ₆₁	U ₆₂	U ₆₃	U ₆₄	U ₆₅	U ₆₆	U ₆₇	U ₆₈	U ₆₉
	P ₇	U ₇₀	U ₇₁	U ₇₂	U ₇₃	U ₇₄	U ₇₅	U ₇₆	U ₇₇	U ₇₈	U ₇₉
	P ₈	U ₈₀	U ₈₁	U ₈₂	U ₈₃	U ₈₄	U ₈₅	U ₈₆	U ₈₇	U ₈₈	U ₈₉
	P ₉	U ₉₀	U ₉₁	U ₉₂	U ₉₃	U ₉₄	U ₉₅	U ₉₆	U ₉₇	U ₉₈	U ₉₉

②安全在庫量：定率基準安全在庫

③生産調整：毎週末に行なう

生産は第2章4.2.2節に示される手順により行なう。

1.2.3 実験手順

実験手順は第2章4.3.3節に準じて行なう。

1.2.4 実験計算結果

3種類の部品構成モデルについてコンピュータ・シミュレーションを行ない、各部品標準化率に対するサービス率(φ_{η})、1週平均在庫量($\bar{I}q_{\eta}$)を上記計算手順に従って求めた。その結果をそれぞれ図3.1, 3.2に示す。

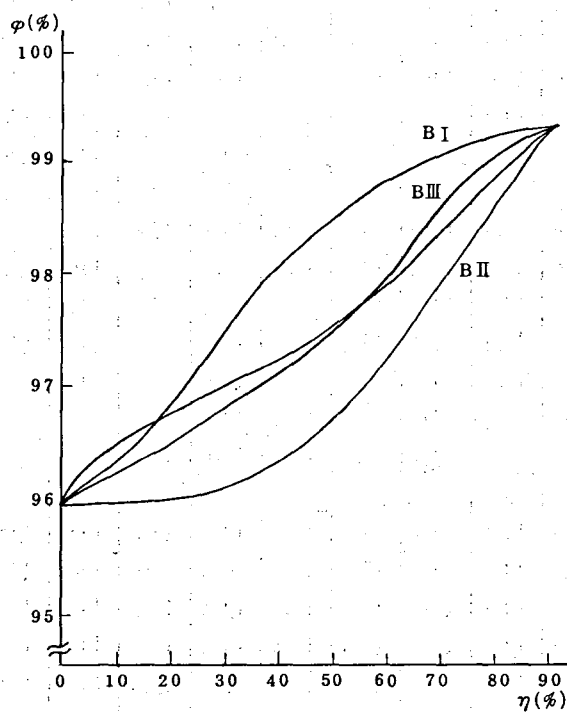


図3.1 標準化率(η)とサービス率(φ)の関係

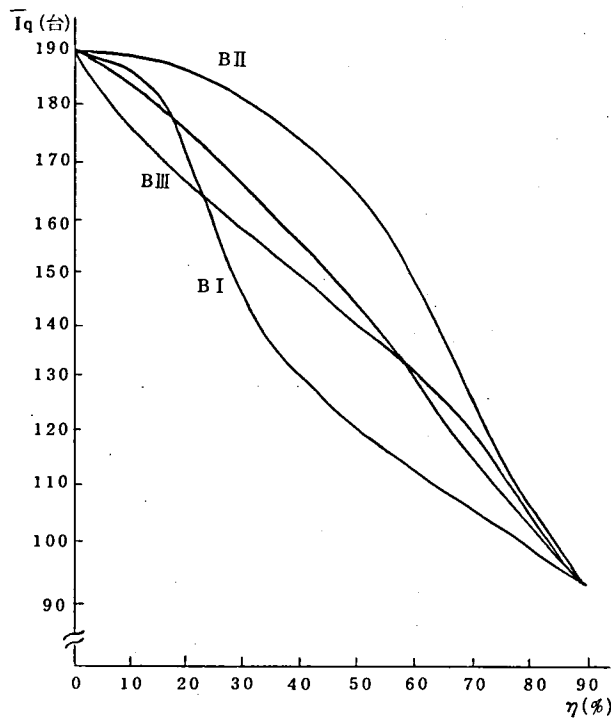


図 3.2 標準化率(η)と週平均在庫量 ($\bar{I}_q$) の関係

1.3 部品標準化率の最適化

1.3.1 サービス率および在庫量の計算式

1.2.4 における結果に基づき、 φ_η 、 $\bar{I}_{q\eta}$ のそれぞれの平均値を修正指数型曲線の式 $Y = c - a \cdot b^x$ に近似して、その結果を一般式として次のように表わすことができる。

$$\varphi_\eta = 90.598 + 5.217 \times 1.059\eta \quad (\%) \quad (3.1)$$

$$\bar{I}_{q\eta} = 308.526 - 119.090 \times 1.067\eta \quad (\text{個}) \quad (3.2)$$

1.3.2 部品標準化率と需要低減の関係

経済現象の解析にしばしば H. Wald の弾力性分析が用いられているが、ここでは各部品標準化率についての需要低減率を過去の統計的資料に基づいて推測し、これを用いて部品標準化率の最適化を図る。ここで、部品標準化率と需要低減率との関係を次のように考えることができる。すなわち部品標準化率弾

力係数を K とすると、 K は次式で表わすことができる。

$$K = \frac{\Delta \xi / \xi}{\Delta \eta / \eta} \quad (3.3)$$

ここに

ξ : 需要低減率

$\Delta \xi$: 需要低減率の変化量

η : 部品標準化率

$\Delta \eta$: 部品標準化率の変化量

弾力性と回帰式との関係は、式 (3.3) より $\text{Log } \xi = K \text{Log } \eta + C$ (C は積分定数) であり、ここで $C = \text{Log } A$ (A は定数) とおくと、 $\text{Log } \xi = \text{Log } \eta^K + \text{Log } A$ となる。

故に

$$\xi = A \cdot \eta^K \quad (3.4)$$

すなわち指数関係であり、その指数が部品標準化率弾力係数である。⁹⁾

1.3.3 在庫利益指数の定義および計算式

一般に経営分析において、投下された総資本利用の有効性 (生産性, 収益性) を示す指標として総資本利益率¹⁰⁾ が用いられるが、ここでは総資本中の部品在庫投資の効率的運用の指標として、また部品標準化率最適化のための評価尺度として在庫利益指数 (ρ) を定義する。そしてこの値が最大となるときの部品標準化率を最適部品標準化率とする。 ρ とは部品在庫金額で利益を除した値であり、ここで利益とは販売収入に売上利益率を乗じた値から需要低減による損失および在庫のための在庫経費と品切れによる信用失墜としての損失を減じたものである。

在庫利益指数計算式は 1.3.1 節で求めた $\varphi \eta$, $i_{q\eta}$ の計算式を用いて次式により示される。

$$\rho = \frac{F_p \{ \varphi_{\eta} r (1 - 2\xi) - \lambda_0 (1 - \xi) (1 - \varphi_{\eta}) \}}{w \bar{I}_{q\eta} (1 - \xi)} - \frac{\beta}{1 - \xi} \quad (3.5)$$

ここに

F_p : 需要予測数量 (台)

$\bar{I}_{q\eta}$: 週平均在庫量 (個)

w : 期間 (週)

ξ : 需要低減率

β : 保管費率

r : 売上利益率

λ_0 : 品切損失率

φ_{η} : サービス率

ρ : 在庫利益指数

η : 部品標準化率

1.3.4 部品標準化率最適化の実験

(1) 実験目的

部品標準化に関し、生産と販売上の要求である標準化と多様化の相反する問題において、 ξ 、 β 、 r 、 λ_0 の要因が ρ に与える影響を検討すると共に、 ρ の値から最適部品標準化率を定量的に求めることを目的とする。

(2) 実験手順

1.3.3 節で設定した(3.5)の計算式を用いて、 $\beta = 0.5\%$ (週当り)とし、表3.2に示す需要低減モデル CⅠ、CⅡ、CⅢ、CⅣに対して r 、 λ_0 を変化させ、表3.3に示す12種類のモデルを設定する。それぞれのモデルについて図3.3の手順に従って ρ の計算を行ない、その結果に基づき、最適部品標準化率について検討する。

表 3.2 需要低減率表 (ξ)

状態 η (%)	C I (K = 3.46)	C II (K = 3.64)	C III (K = 3.77)	C IV (K = 3.88)
90	0.20	0.30	0.40	0.50
80	0.13	0.19	0.25	0.31
70	0.08	0.11	0.15	0.19
60	0.04	0.06	0.08	0.10
50	0.02	0.03	0.04	0.05
40	0.01	0.01	0.01	0.02
30	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00
0	0.00	0.00	0.00	0.00

表 3.3 実験モデル表

実験モデル No.	K	r	λ ₀
C I - 1	3.46	0.10	0.20
C I - 2	3.46	0.20	0.40
C I - 3	3.46	0.30	0.60
C II - 1	3.64	0.10	0.20
C II - 2	3.64	0.20	0.40
C II - 3	3.64	0.30	0.60
C III - 1	3.77	0.10	0.20
C III - 2	3.77	0.20	0.40
C III - 3	3.77	0.30	0.60
C IV - 1	3.88	0.10	0.20
C IV - 2	3.88	0.20	0.40
C IV - 3	3.88	0.30	0.60

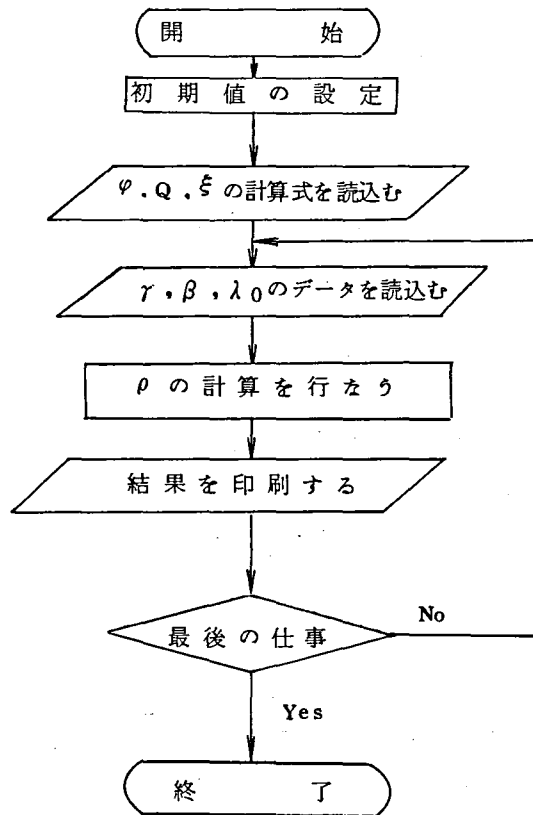


図 3.3 在庫利益指数計算フロー・チャート

(3) 実験結果と考察

在庫利益指数計算式により求めた結果を，標準化率と在庫利益指数のグラフで図 3.4 に表わし，各実験モデルにおける最適部品標準化率（ η^* ）と最大在庫利益指数（ ρ^* ）を表 3.4 に示す。その結果，以下のことが判明した。

- ① 需要低減率の最大が 50 % のとき， η^* は 60 %，需要低減率の最大が 20 % のとき， η^* は 85 % になる。
- ② ρ^* は γ および λ_0 により大きく影響される。例えば γ が 0.1，0.2，

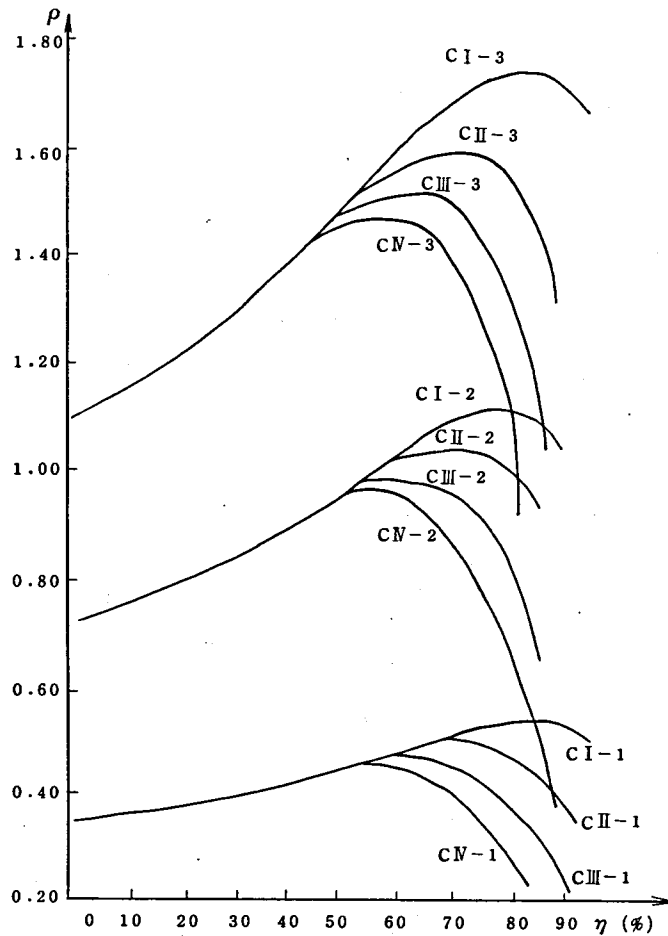


図 3.4 在庫利益指数グラフ

0.3 のとき ρ^* は 0.58, 1.21, 1.84 となる。すなわち ρ^* は r の増加につれて増大する。

③ η^* は r および λ_0 の変化にはあまり関係がなく、 ξ により大きく影響される。すなわち ξ が増大すれば η^* は小さくなる。

④ 図 3.4 の在庫利益指数グラフにより、各需要低減予測モデルに対する最適部品標準化率を定量的に直接、容易に求めることができる。

1.4 結 言

本節では次のような結論が得られた。

① 在庫利益指数を設定

して、部品標準化率最適化の理論を展開し、その計算式を導き、販売の多様化方針と生産管理上の標準化方針との二律背反する問題の最適化の経営的な分析を行なった。

② 式(3.5)を用いて

製品計画の段階において最適部品標準化率を設定

し、これに基づいて合理的な製品設計が行なわれる。

③ かくして、計画した需要量を確保しながら在庫量を低減させ、サービス率を高め、納期を短縮して、部品中心生産管理システムの効果を発揮することができる。

2 需要予測

2.1 緒 言

需要予測をいかに効果的に行なうかは、生産体の経営において非常に重要な意味を持っていて、生産計画の出発点としての需要予測のあり方は、生産計画

表 3.4 各実験モデルの最適部品標準化率と最大在庫利益指数

実験モデル	最適部品標準化率 (η^*)	最大在庫利益指数 (ρ^*)
CI - 1	85	0.580
CI - 2	85	1.210
CI - 3	85	1.840
CII - 1	75	0.591
CII - 2	75	1.066
CII - 3	75	1.622
CIII - 1	65	0.481
CIII - 2	65	1.007
CIII - 3	65	1.523
CIV - 1	60	0.464
CIV - 2	60	0.972
CIV - 3	60	1.481

自体の価値を決定づけるものといえる。

部品中心の生産管理システムにおいては、部品の標準化と部品の適正な在庫によって、外界因子による変動外乱を吸収し、サービス率を高め、顧客の要望を満足せしめようとするものであるが、的確に需要を予測し、その予測誤差を最小にすることによって、部品中心生産管理システムの特性を一層発揮せしめることができる。

需要予測は、あくまでその方法論によってその価値が決定づけられてしまうものである。そこで、いかなる予測手法を選択するかということがきわめて重要な意味をもってくる。

一般にいえることは、ある特定の予測方法というものがすべての生産体にとって必ずしも最適な方法であるとはいえない。

従って生産体が必要予測を行なうにあたっては、その取り扱っている製品とか評価基準によって選択する予測手法も当然変ってくるものといわねばならない。また予測する期間、すなわち長期、中期、短期、月次、週期によっても予測手法は変ってくる。

ここでは先の製品計画に基づいて、部品中心の生産を行ない、成長性があり、季節変動するある民生用電気機械に関する的確な需要予測の方法について述べることにする。

予測手法としては、時系列を追って変量を分析しようとする時系列分析、変量間の相関係数により分析しようとする相関分析などの各種予測手法がある。

本システムにおける需要予測は、生産計画——材料調達——生産——出荷に至る一連の生産管理サイクルのためのものであり、予測期間は発注から出荷のリード・タイムで制約される比較的短期を対象とするものである。

従って予測手法の選択においては、Brown 流指数平滑法、Winters 流指数平滑法および傾向予測分析法を用い、判定基準としては、予測結果と実績値と

の誤差率が最小のもので、かつ5%以下のものとする。

2.2 傾向予測分析法

① Mか月先の1か月の需要予測を毎月行なう。

② 過去N+2か月間の実績値 S_x をとる。

これは次のように表わされる。

$$S_{x\hat{t}-1}, S_{x\hat{t}-2}, \dots, S_{x\hat{t}-(N+2)}$$

ただし、 $N \geq 12$ とし、 $\hat{t}$ は月を表わす添字である。

③ この実績値の3か月の加重平均を求める。

$\hat{k}$, $\hat{\ell}$, $\hat{m}$ は0と1の間の数とし、加重平均値を S'_x とする。

$$\left. \begin{aligned} S'_{x\hat{t}-1} &= \hat{k} S_{x\hat{t}-1} + \hat{\ell} S_{x\hat{t}-2} + \hat{m} S_{x\hat{t}-3} \\ S'_{x\hat{t}-2} &= \hat{k} S_{x\hat{t}-2} + \hat{\ell} S_{x\hat{t}-3} + \hat{m} S_{x\hat{t}-4} \\ &\vdots \\ S'_{x\hat{t}-N-1} &= \hat{k} S_{x\hat{t}-N-1} + \hat{\ell} S_{x\hat{t}-N-2} + \hat{m} S_{x\hat{t}-N-3} \\ \hat{k} + \hat{\ell} + \hat{m} &= 1 \end{aligned} \right\} \quad (3.6)$$

④ 上式で求めたN個の加重平均値に対して最小自乗法(1次)を適用する。

$$f(A, B) = \sum_{\hat{t}=\hat{t}-N}^{\hat{t}-1} \{ S'_{x\hat{t}} - (A\hat{t} + B) \}^2 \quad (3.7)$$

上式において $f(A, B)$ を最小にする A, B を求めるために、次式(3.8),

(3.9)を計算する。

$$A \sum_{\hat{t}} T_{\hat{t}}^2 + B \sum_{\hat{t}} T_{\hat{t}} = \sum_{\hat{t}} S'_{x\hat{t}} \cdot T_{\hat{t}} \quad (3.8)$$

$$A \sum_{\hat{t}} T_{\hat{t}} + NB = \sum_{\hat{t}} S_{x\hat{t}} \quad (3.9)$$

その解を $\hat{A}$, $\hat{B}$ とすると傾向直線は次式で表わされる。

$$X = \hat{A}T + \hat{B} \quad (3.10)$$

⑤ 予測対象月およびそれに対する前年同月の傾向値を求める。

傾向値を $\hat{S}_x \hat{t}$ とすると式 (3.10) より

$$\hat{S}_x \hat{t}_{+M} = \hat{A}T_{\hat{t}=\hat{t}_{+M}} + \hat{B} \quad (3.11)$$

$$\hat{S}_x \hat{t}_{+M-12} = \hat{A}T_{\hat{t}=\hat{t}_{+M-12}} + \hat{B} \quad (3.12)$$

を得る。

⑥ 前年同月の加重平均値と傾向値の比をもって、その月の季節指数 $S_v \hat{t}$ とする。それは次式で求まる。

$$S_v \hat{t}_{+M-12} = \hat{S}'_{x \hat{t}_{+M-12}} / \hat{S}_x \hat{t}_{+M-12} \quad (3.13)$$

⑦ 傾向値に季節指数を乗じて需要予測値 $F_p \hat{t}$ を求める。

$$F_p \hat{t}_{+M} = S_v \hat{t}_{+M-12} \cdot \hat{S}_{\hat{t}_{+M}} \quad (3.14)$$

2.3 傾向予測分析法と指数平滑法の比較実験

2.3.1 予測実験モデル

表 3.5 は季節変動が緩慢な民生用電気機械製品 X A, 表 3.6 は季節変動が比較的著しい製品 X B の 1971 年から 1973 年における需要実績値データである。前者を需要予測モデル(D), 後者を需要予測実験モデル(E)として, 各々, 1971 年～1972 年のデータを用いて 1973 年の需要を予測する。

予測手法としては, ① Brown 流指数平滑法, ② Winters 流指数平滑法, ③ 傾向予測分析法を用い, それぞれの予測手法において最適なウエイト付けを行ない, 各々の予測値を相互比較することにより最適予測手法を選択する。11)

2.3.2 Brown 流指数平滑法による予測

Brown 流指数平滑法による予測期待値 $E_f \hat{t}$ は, 次式で求められる。12)

$$F_e \hat{t} = \alpha S_x \hat{t} + (1 - \alpha) F_e \hat{t}_{-1} \quad (3.15)$$

表3.5 需要予測実験モデル (D)

データ 月	実績		
	1971年	1972年	1973年
1	73	78	87
2	75	88	105
3	79	95	110
4	95	104	121
5	93	110	127
6	98	114	128
7	102	112	127
8	92	109	121
9	96	106	124
10	88	100	112
11	83	94	107
12	78	90	109
合 計	1,052	1,200	1,378

$$Se_{\hat{t}} = \alpha Fe_{\hat{t}} + (1-\alpha) Se_{\hat{t}-1} \quad (3.16)$$

$$E_{f\hat{t}} = \left(\frac{2-\alpha}{1-\alpha} \cdot Fe_{\hat{t}-1} \right) - \left(\frac{1}{1-\alpha} \cdot Se_{\hat{t}-1} \right) \quad (3.17)$$

ただし

$Sx_{\hat{t}}$: $\hat{t}$ 時点における実績値

$Fe_{\hat{t}}$: $\hat{t}$ 時点における 1 次
平滑期待値

表 3.6 需要予測実績モデル (E)

データ 月	実績		
	1971年	1972年	1973年
1	183	229	234
2	218	243	264
3	230	264	302
4	242	272	293
5	209	237	259
6	191	211	229
7	172	180	203
8	180	196	210
9	171	196	210
10	194	201	219
11	193	236	245
12	181	235	242
合 計	2,364	2,700	2,910

$Se_{\hat{t}}$: $\hat{t}$ 時点における 2 次平滑期待値

α : 平滑化定数, $0 < \alpha < 1$

$\hat{t}$: $1, 2, \dots, \tilde{m}, \tilde{m}=36$

また, 予測誤差率 ϵ_E は次式で
求められる。

$$\epsilon_E = \frac{\sum |Sx_{\hat{t}} - E_{f\hat{t}}|}{\sum Sx_{\hat{t}}} \times 100(\%) \quad (3.18)$$

表 3.5 の実験モデル (D)

を用いた実験において, 式

表 3.7 Brown流指数平滑法による予測結果 実験モデル(D)

($\alpha = 0.7$)

項目 年月	実験 Sx_t	平滑値 Fe_t	平滑値 Se_t	$\frac{2-\alpha}{1-\alpha} \cdot Fe_t$	$\frac{1}{1-\alpha} \cdot Se_t$	予 測 期待値 Ef_t	誤 差 $Sx_t - Ef_t$	誤差合計 $\sum e $
1972 1	78							
2	88							
3	95							
4	104							
5	110							
6	114							
7	112							
8	109							
9	106							
10	100							
11	94	100	96.5					
12	90	93.0	94.1	403.0	313.5			
1973 1	87	88.8	90.4	384.8	301.3	90	- 3	
2	105	100.1	97.2	433.9	324.0	84	21	
3	110	107.0	104.1	463.8	347.0	110	0	
4	121	116.8	113.0	506.2	376.7	117	4	
5	127	123.9	120.7	537.1	402.2	130	- 3	
6	128	126.8	124.9	549.4	416.5	135	- 7	
7	127	126.9	126.3	550.0	421.1	133	- 6	
8	121	122.8	123.8	532.0	412.8	129	- 8	
9	124	123.6	123.7	535.7	412.3	119	5	
10	112	115.5	118.0	500.5	393.2	123	- 12	
11	107	109.5	112.1	474.7	373.6	107	0	
12	109	-	-	-	-	101	8	76

(3.15), (3.16), (3.17) により計算された結果は, $\alpha = 0.7$ とい
いた時, 予測誤差が最小となり 表3.7の通りである。

予測誤差率 ε_{ED} は, 式(3.18)により次の通り計算できる。

$$\varepsilon_{ED} = (76 / 1378) \cdot 100 = 5.52 \%$$

また同様にして、表 3.6 の実験モデル (E) を用いた実験結果は、 $\alpha = 0.8$ とおいた場合、予測誤差が最小となり、予測誤差率 ϵ_{E_E} は次の通りである。

$$\epsilon_{E_E} = 8.18 \%$$

なお $Fe_{\hat{t}}$ の初期値は過去 3 ケ月の平均値を用い、 $Se_{\hat{t}}$ の初期値は 1972 年 11 月と 12 月の $Fe_{\hat{t}}$ の平均値を用いた。

2.3.3 Winters 流指数平滑法による予測

Winters 流指数平滑法による予測値 $\hat{D}_{\hat{t} \cdot M}$ は次式で求められる。¹³⁾

$$\hat{S}_{\hat{t}} = \alpha_A \cdot \frac{Sx_{\hat{t}}}{F_{\hat{t}-L}} + (1-\alpha_A) (\hat{S}_{\hat{t}-1} + \hat{R}_{\hat{t}-1}) \quad (3.19)$$

$$\hat{F}_{\hat{t}} = \alpha_B \cdot \frac{Sx_{\hat{t}}}{\hat{S}_{\hat{t}}} + (1-\alpha_B) \cdot \hat{F}_{\hat{t}-L} \quad (3.20)$$

$$\hat{R}_{\hat{t}} = \alpha_C \cdot (\hat{S}_{\hat{t}} - \hat{S}_{\hat{t}-1}) + (1-\alpha_C) \cdot \hat{R}_{\hat{t}-1} \quad (3.21)$$

$$\hat{D}_{\hat{t} \cdot M} = (\hat{S}_{\hat{t}} + M \cdot \hat{R}_{\hat{t}}) \cdot \hat{F}_{\hat{t}+M-L} \quad (3.22)$$

ただし、

$Sx_{\hat{t}}$: $\hat{t}$ 時点の実績値

$\hat{S}_{\hat{t}}$: $\hat{t}$ 時点で算出した基本値

$\hat{F}_{\hat{t}}$: $\hat{t}$ 時点で算出した季節変動指数

$\hat{R}_{\hat{t}}$: $\hat{t}$ 時点で算出した傾向値

α_A : 基本値算出の平滑式の平滑化定数

α_B : 季節変動指数算出の平滑式の平滑化定数

α_C : 傾向値算出の平滑式の平滑化定数

$\hat{D}_{\hat{t} \cdot M}$: $\hat{t}$ 時点に求めた $\hat{t} + M$ か月先の需要予測値, $\hat{t} = 1, 2, \dots, \hat{m}$

M は自然数

$\tilde{L}$: 季節変動周期 (12 か月)

また、予測誤差率 ϵ_D は次式で求められる。

$$\varepsilon_D = \frac{\sum |Sx_{\hat{t}+1} - \hat{D}_{\hat{t}} \cdot M|}{\sum Sx_{\hat{t}}} \times 100 (\%) \quad (3.23)$$

表 3.5 の実験モデル (D) を用いた実験において式 (3.19), (3.20), (3.21), (3.22) により計算された結果は, $\alpha_A = 0.3$, $\alpha_B = 0.4$, $\alpha_C = 0.01$ とおいた場合, 予測誤差が最小となり, 表 3.8 の通りである。

表 3.8 Winters 流指数平滑法による予測結果 実験モデル (D)

($\alpha_A = 0.30$, $\alpha_B = 0.40$, $\alpha_C = 0.01$)

項目 年月	実績	季節 指数	基 本 値			傾 向 値			予測値	誤 差	
			$\hat{S}_0=80.5$			$\hat{R}_0=1.00$				ε	$\sum \varepsilon $
			$Sx_{\hat{t}}$	$\hat{F}_{\hat{t}-12}$	$\frac{Sx_{\hat{t}}}{F_{\hat{t}-12}} \times A$	$\frac{(\hat{S}_{\hat{t}-1} + \hat{R}_{\hat{t}-1})}{\times (1-A)}$	$\hat{S}_{\hat{t}}$	$\frac{(\hat{S}_{\hat{t}} - \hat{S}_{\hat{t}-1})}{\times C}$			
1972/12	90	0.848	31.8	57.1	88.9	0.1	1.1	1.1	—	—	
1973/1	87	0.856	30.5	63.0	94.5	0.0	1.1	1.1	77	10	
2	105	0.911	34.6	66.2	100.8	0.1	1.1	1.2	86	19	
3	110	0.961	34.3	71.4	105.7	0.0	1.2	1.2	98	12	
4	121	1.090	33.3	74.8	108.1	0.0	1.2	1.2	117	4	
5	127	1.098	34.7	76.6	111.3	0.0	1.2	1.2	120	7	
6	128	1.135	33.8	78.7	112.6	0.0	1.2	1.2	128	0	
7	127	1.135	33.6	79.7	113.2	0.0	1.2	1.2	129	-2	
8	121	1.052	34.5	80.1	114.6	0.0	1.2	1.2	120	1	
9	124	1.049	35.5	81.1	116.6	0.0	1.2	1.2	122	2	
10	112	0.965	34.8	82.5	117.3	0.0	1.2	1.2	114	-2	
11	107	0.970	35.7	83.0	118.6	0.0	1.2	1.2	107	0	
12	109	0.914	—	—	—	—	—	—	109	0	60

また予測誤差率 ε_{D_D} は次の通りである。

$$\varepsilon_{D_D} = (60 / 1378) \cdot 100 = 4.35 \%$$

また同様にして表 3.8 の実験モデル (E) を用いた実験結果は, $\alpha_A = 0.3$

$\alpha_B = 0.2$, $\alpha_C = 0.01$ とおいた場合, 予測誤差が最小となり, 予測誤差率

ε_{DE} は次の通りである。

$$\varepsilon_{DE} = 2.85 \%$$

なお, 初期値の決定は次式によってなされた。

$$\hat{R}_0 = \frac{\hat{V}(\tilde{H}/\tilde{L}) - \hat{V}_1}{\hat{H} - \tilde{L}} \quad (3.24)$$

$$\hat{S}_0 = \hat{V}_1 - 6.5 \hat{R}_0 \quad (3.25)$$

$$\left. \begin{aligned} \hat{F}_{\hat{i}\hat{j}} &= \frac{S \times \hat{t}}{\hat{V}_{\hat{i}} - \{(\tilde{L}+1)/2 - \hat{j}\} \cdot \hat{R}_0} \\ \text{Ave } \hat{F}_{\hat{i}\hat{j}} &= \frac{F_{1\hat{j}} + F_{2\hat{j}} + \cdots + F_{\tilde{M}\hat{j}}}{\tilde{M}} \\ \hat{F}_{\hat{j}} &= \text{Ave } \hat{F}_{\hat{i}\hat{j}} \left(\frac{\tilde{L}}{\sum_{\hat{j}=1}^{\tilde{L}} \text{Ave } \hat{F}_{\hat{j}}} \right) \end{aligned} \right\} \quad (3.26)$$

ただし

$\hat{V}_{\hat{i}}$: $\hat{i}$ 年 1 か月当りの平均実績

$\tilde{H}$: 実績値の個数

$\tilde{L}$: 季節変動周期 (12 か月)

$\hat{i}$: 年

$\hat{j}$: 月

$\hat{t} = 12\hat{i} + \hat{j}$

である。

表 3.9 傾向予測分析法による予測結果 実験モデル (D)

($\hat{k} = 0.1, \hat{\theta} = 0.1, \hat{m} = 0.8$)

項目 年月	実績 Sx $\hat{t}$	加重値			加重移動 平均 S'x $\hat{t}$	傾向値 Sx $\hat{t}$	季節指数 Sv $\hat{t}$	予測値 Fp $\hat{t}$	誤差 Sx $\hat{t}$ - Fp $\hat{t}$	誤差合計 Σ Sx $\hat{t}$ - Fp $\hat{t}$	
		Sx $\hat{t}$ -2	Sx $\hat{t}$ -1	Sx $\hat{t}$							
1971/ 10 11 12	88 83 78				62.4	79.5	92.6				
1972/ 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	78 88 95 104 110 114 112 109 106 100 94 90	8.8 8.3 7.8 8.8 9.5 10.4 11.0 11.4 11.2 10.9 10.6 10.0	8.3 7.8 7.8 9.5 10.4 11.0 11.4 11.2 10.9 10.6 10.0 9.4	62.4 62.4 70.4 76.0 83.2 88.0 91.2 89.6 87.2 84.8 80.0 75.2 72.0	78.5 86.0 92.6 101.5 107.9 112.6 112.0 109.8 106.9 101.5 95.8 91.4	93.7 94.8 95.9 97.1 98.2 99.3 100.4 101.5 102.7 103.8 104.9 106.0	0.838 0.907 0.966 1.045 1.099 1.134 1.116 1.082 1.041 0.978 0.913 0.862				
1973/ 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	87 105 110 121 127 136 127 121 127 112 107 109						107.1 108.3 109.4 110.5 111.6 112.7 113.9 115.0 116.1 117.2 118.3 119.5		90 98 106 115 123 128 127 124 121 115 108 103	-3 7 4 6 4 0 0 -3 3 -3 -1 6	

2.3.4 傾向予測分析法による予測

表 3.9 は、表 3.5 の実験モデル (D) を用いて傾向予測分析法により予測を行なった結果である。

加重は、 $\hat{k} = 0.1$, $\hat{\ell} = 0.1$, $\hat{m} = 0.8$ であり、予測誤差率 ϵ_k は次式で示される。

$$\epsilon_k = \frac{\sum |S_{x\hat{t}} - Fp\hat{t}|}{\sum S_{x\hat{t}}} \times 100 \% \quad (3.27)$$

故に、表 3.9 と式 (3.27) より、予測誤差率は次の通りである。

$$\epsilon_{kD} = (40 / 1378) \cdot 100 = 2.9 \%$$

また同様に、表 3.6 の実験モデル (E) を用いた実験結果は、 $\hat{k} = 0.1$, $\hat{\ell} = 0.1$, $\hat{m} = 0.8$ と設定した場合、予測誤差が最小となり、予測誤差率は次の通りである。

$$\epsilon_{kE} = 2.30 \%$$

2.4.5 実験結果の考察

表 3.10, 3.11 は季節変動が緩慢な場合 (実験 D) と季節変動が比較的著

表 3.10 需要予測実験結果 (D)

予測手法 \ 項 目	実績合計	予測誤差	誤差率	備 考
Brown流	1,378		%	
① 指数平滑法 ($\alpha = 0.7$)		76	5.55	表 3.7 参照
② Winter流 指数平滑法 ($\alpha_A = 0.3, \alpha_B = 0.4, \alpha_C = 0.01$)		60	4.35	表 3.8 参照
③ 傾向予測分析法 ($\hat{k} = 0.1, \hat{\ell} = 0.1, \hat{m} = 0.8$)		40	2.90	表 3.9 参照

表 3.11 需要予測実験結果 (E)

予 測 手 法	項 目	実績合計	予測誤差	誤差率	備 考
①Brown流 指数平滑法 ($\alpha = 0.8$)		2,910	238	8.18 %	
②Winters流 指数平滑法 ($\alpha_A = 0.3, \alpha_B = 0.2, \alpha_C = 0.01$)			83	2.85 %	
③傾向予測分析法 ($\hat{k} = 0.1, \hat{l} = 0.1, \hat{m} = 0.8$)			67	2.30 %	

しい場合 (実験 E) における需要予測結果を表わしたものである。

① Brown 流指数平滑法において予測誤差率は、実験 D の場合 5.52 %，実験 E の場合 8.18 %であり、季節変動が比較的著しい場合においては予測誤差率が大きく、この手法はあまり有効であるとはいえない。

② Winters 流指数平滑法において予測誤差率は、実験 D の場合 4.35 %，実験 E の場合 2.85 %で、共に誤差率 5 %以下であり、比較的季節変動の著しい場合における方が追従性がよい。

③ 傾向予測分析法において予測誤差率は、実験 D の場合 2.90 %，実験 E の場合 2.30 %で、共に誤差率 5 %以下であり、三手法を通じて予測誤差率が最小である。

従って商品に成長性があり、その季節変動が緩慢な場合および比較的著しい場合においても、需要予測誤差率が最小であり、かつ 5 %以下であるので傾向予測分析法が最も優れていることが立証された。

2.5 結 言

① 本節において、予測手法採択の判定基準は予測誤差率が最小のもので、かつ5%以下であることを条件としている。

従って傾向予測分析法を採択することができる。

② 季節変動が緩慢な場合および比較的著しい場合のいずれにおいても、傾向予測分析法が優れていることが判明した。

③ 傾向予測分析法は予測誤差率が最小で、しかも他の予測手法に比較して計算手順が簡便であり、かつ計算時間が最小である。

従って本手法が最も優位である。

3 プロダクト・ミックスによる生産計画——最適利益計画

3.1 緒 言

最近の経済情勢、生産体間競争の激化に伴ない、経営の中心は従来のオペレーショナル・レベルの管理よりも経営計画にウェイトを移しつつある。

このような情勢下において、各生産体は最適な経営計画の立案に努力を傾注し、試行錯誤しているのが現実の姿である。

本節では需要予測に基づき、生産体における経営計画の中心となる生産計画について、利益を主体としたプロダクト・ミックスにより最適生産計画を作成しようとするものである。

その計画において、最適利益を得るためにダイナミック・プログラミング(DP)のモデルを作成し、電子計算機による数値解析を行なっている。なおプロダクト・ミックスによる生産計画に基づき、各製品の経営に対する貢献度分析を行なって生産活動の効率化を図った結果について述べる。

3.2 プロダクト・ミックスのためのDPモデル

利益を主体とする生産計画においては、各製品の責任として明白に把握できる費用（直接費用）と、期間費用としてのみ把握可能な費用（従って、製品各々の責任として認識するよりも経営力によってカバーすべき費用）とに分割し、限界利益（注3.1）をその評価尺度とすべきであり、次にこのプロダクト・ミックスのためのDPモデルについて論ずる。

N種類の製品があるものとし、製品*i*の販売高 G_{x_i} の時の限界利益は下記の通り求められる。

P_{v_i} : 製品1台当り価格

M_{c_i} : 製品1台当り材料費

S_{d_i} : 製品1台当り販売促進費

M_{h_i} : 製品1台当り工数

E_{c_i} : 製品1台当りその他直接費用

L_r : 労務費レート

$W_{a_i}(G_{x_i})$: 材料費低減率

$W_{b_i}(G_{x_i})$: 販売促進費増加率

$W_{c_i}(G_{x_i})$: 工数低減率

$g_i(G_{x_i})$: 限界利益

とする。この時の材料費は $M_{c_i} \{ 1 - W_{a_i}(G_{x_i}) \}$ (3.28)

販売促進費は $S_{d_i} \{ 1 + W_{b_i}(G_{x_i}) \}$ (3.29)

労務費は $L_r \{ 1 - W_{c_i}(G_{x_i}) \} M_{h_i}$ (3.30)

以上により G_{x_i} 販売した時の限界利益 $g_i(G_{x_i})$ は次式で表わされる。

$$\begin{aligned} \text{(注3.1) 限界利益} &= \text{売上高} - \text{変動費} \\ &= \text{利益} + \text{固定費} \end{aligned}$$

$$g_i (G_{x_i}) = \frac{G_{x_i}}{P_{v_i}} [P_{v_i} - \{1 - W_{a_i}(G_{x_i})\} M_{c_i} - \{1 + W_{b_i}(G_{x_i})\} S_{d_i} - L_r \{1 - W_{c_i}(G_{x_i})\} M_h - E_{c_i}]$$

(3.31)

販売高の制約条件として

L_{s_i} : 製品 i の政策最低販売高

L_x : 生産体の最低目標販売高

M_x : 生産体の最大可能販売高

また $G_{x_i} - L_{s_i} = y_i$ とおき

$$L_x - \sum_i^N L_{s_i} \leq \sum_i^N y_i \leq (M_x - \sum_i^N L_{s_i})$$

(3.32)

$$g_i (G_{x_i}) = G_i (y_i + L_{s_i}) = f_i (y_i)$$

(3.33)

と表わすことにする。各製品 i の最低目標販売高を越える製品 $1 \sim i$ における y_i の累計販売高を Z_i とすると、製品 1 のみを販売する時の限界利益は

$$f_1 (Z_1) = G_1 (Z_1)$$

(3.34)

更に製品 2 を販売する場合は

$$\text{Max} \{ f_1 (y_1) + f_2 (y_2) \} = \text{Max} \{ G_1 (Z_1) \quad 0 \leq Z_1 \leq Z_2 \leq (M_x - \sum_i^N L_{s_i})$$

$$+ f_2 (Z_2 - Z_1) \} = G_2 (Z_2)$$

(3.35)

同様に製品 3 を販売する場合は

$$\begin{aligned} \text{Max } \{G_2(Z_2) + f_3(Z_3 - Z_2)\} &= G_3(Z_3) \\ 0 \leq Z_2 \leq Z_3 \leq (Mx - \sum_i^N L_{s_i}) \end{aligned}$$

最適性原理 (principle of optimality) により, 製品 1 ~ i を販売した時の最大限界利益は

$$\begin{aligned} G_i(Z_i) = \text{Max } \{G_{i-1}(Z_{i-1}) + f_i(Z_i - Z_{i-1})\} \\ 0 \leq Z_{i-1} \leq Z_i \leq (Mx - \sum_i^N L_{s_i}) \end{aligned} \quad (3.36)$$

と表わすことができる。

y_i の最適配合を $(y_1^*, y_2^*, \dots, y_N^*)$ とし, $G_i(Z_i)$ なる y_i を $y_i^* = F_i(Z_i)$ と表わすと,

$$\left. \begin{aligned} y_N^* &= F_N(Z_N) \\ y_{N-1}^* &= F_{N-1}(Z_N - y_N^*) \\ y_{N-2}^* &= F_{N-2}(Z_N - \sum_{i=N-1}^N y_i^*) \\ &\vdots \\ y_2^* &= F_2(Z_N - \sum_{i=3}^N y_i^*) \\ y_1^* &= Z_N - \sum_{i=2}^N y_i^* \end{aligned} \right\} \quad (3.37)$$

すなわち, $y_N^*, y_{N-1}^*, \dots, y_1^*$ の順に y_i^* が決定される。この $(y_1^*, y_2^*, \dots, y_N^*)$ より, 最適配合 $(G_{x_1}^*, G_{x_2}^*, \dots, G_{x_N}^*)$ を決定することができる。

今, 任意の製品 i, j の限界利益 g_i, g_j が販売高 G_{x_i}, G_{x_j} に無関係に

$$g_i(G_{x_i}) \geq g_j(G_{x_j}) \text{ または } g_i(G_{x_i}) \leq g_j(G_{x_j}) \quad (3.38)$$

が成立するならば $g_i (Gx_i)$ の低いものから $L_{s_i} = Gx_i$ において、 $(Mx_i - \sum L_{s_i})$ に対して $g_i (Gx_i)$ の最大のものを求めるとその配合は最適配合となる。しかし實際上、式 (3.34) が常に成立するとは限らない。従ってこの売上配合に対しては DP モデルが有効と考える。14)

3.3 DP モデルによる数値解析

前述したプロダクト・ミックスの DP モデルは多数の製品とそれに対応した各種政策の代替案とが組合わされ、この計算は膨大なものとなる。そこで意思決定プロセスの迅速化を考慮し、電子計算機により計算を行なった DP モデルによる数値解析例を表 3.12～3.15 に示す。これは製品 X001～X005 に対する見積原価 (表 3.12 参照) と、政策代替案である原価変動要因 (表 3.13 参照) によって求められた限界利益テーブル (表 3.14 参照) を DP モデル

表 3.12 見積原価テーブル

項目 \ 製品	X001	X002	X003	X004	X005
企画台数	10,000	10,000	6,000	9,000	8,000
売 価	7,000	7,400	9,200	8,500	12,000
材 料 費	1,530	1,421	2,001	1,628	2,797
販売促進費	515	400	639	913	1,216
工 数	153	134	109	190	137

表 3.13 原価変動要因テーブル (X002)

項目 \ 販売高	6,000	8,000	10,000	12,000	14,000	16,000
販売台数	8,100	10,800	13,500	16,200	18,900	21,600
材 料 費	-5%	0%	2%	3%	3%	3%
販売促進費	-10%	0%	10%	30%	40%	50%
工 数	-20%	0%	10%	15%	20%	20%
限界利益	4,360	5,880	7,350	8,730	10,120	11,480

表 3.14 限界利益テーブル (単位 千円)

製品 販売高	X 001	X 002	X 003	X 004	X 005
0			0		
2,000	1,320		1,400		
4,000	2,680		2,840	3,000	2,400
6,000	4,080	4,360	3,140	4,560	3,660
8,000	5,600	5,880	5,520	6,160	5,040
10,000	7,200	7,350	6,800	7,600	6,400
12,000	8,760	8,730	8,040	9,120	7,560
14,000	9,940	10,120	9,240	10,500	8,400
16,000	11,360	11,480			
18,000	12,240				
20,000	13,400				

によって解析した最適売上配合表(表3.15 参照)である。表3.14は表3.12, 表3.13および製品各々の将来の販売政策から最低販売目標ラインに従って、式(3.29)より求められる。

表3.15では、まずステップ1において目標販売高20,000千円をX001で満たすことを考え、X001の販売高20,000千円、その時の限界利益13,400千円が表3.14より求められる。ステップ2においては、X001にX002を加味し、目標販売高20,000千円を満たす各々の販売高の組合せおよびその時の限界利益を表3.14によって求める。以下同様に順次X003, X004, X005を投入し、その時々々の限界利益を求めるのである。(表3.15参照)

最終ステップ5において目標販売高20,000千円を満たす組合わせはX005を4,000千円とX001, X002, X003, X004の販売合計16,000千円である事を求め、順次ステップをさかのぼる事により、X004, X003, X002, X001の販売高(※の付いたライン)を求めるのである。

表 3.15 最適売上配合表 (目標販売高 20,000)

(単位 千円)

項目 ステップ	販売高	製品の組合せと販売高		限界利益	限界利益率
1	20,000	(X 001)		13,400	67.0 %
2	20,000	(X 001)	(X 002)	14,640	73.2 %
	18,000	12,000	3,000	13,120	72.9
	16,000	12,000	6,000	11,560	72.3
	14,000	10,000	6,000	10,050	71.8
	12,000	2,000	12,000	8,672	72.3
	10,000	2,000	10,000	7,200	72.0
	※ 8,000	2,000	8,000	5,680	71.0
3	20,000	(X 001 と X 002)	(X 003)	14,640	73.2 %
	18,000	20,000	0	13,120	72.9
	16,000	18,000	0	11,560	72.3
	14,000	16,000	0	10,072	71.9
	12,000	12,000	2,000	8,672	72.3
	10,000	12,000	0	7,200	72.0
	※ 8,000	10,000	0	5,680	71.0
4	20,000	(X 001 と X 002 と X 003)	(X 004)	14,832	74.2 %
	18,000	12,000	8,000	13,360	74.2
	※ 16,000	10,000	8,000	11,840	74.0
	14,000	8,000	8,000	10,240	73.1
	12,000	8,000	6,000	8,680	72.3
5	※ 20,000	(X 001, X 002, X 003 と X 004)	(X 005)	14,240	71.2 %
	18,000	16,000	4,000	12,640	70.2
	16,000	14,000	4,000	11,080	69.3
最適配合		販売高	限界利益		
	X 001	2,000	1,320		
	X 002	6,000	4,360		
	X 003	0	0		
	X 004	8,000	6,160		
	X 005	4,000	2,400		
		20,000	14,240		

3.4 プロダクト・ミックスによる貢献度分析

DPモデルによって試算された生産計画案は、各製品についてその代替案との関連において評価し、より一層の利益効率を得るために具体的な政策へと展開する必要がある。その評価の一方法として貢献度分析図が考えられる。

貢献度分析図は各製品の限界利益率を縦軸に、売上配合率を横軸として各々の製品をプロットしたものである（図3.5参照）。この分布状態によって各製品を5つのグループに区分し、各々のグループ別に具体的な価格政策、販売促進策を講じて販売量が多く、限界利益率が高く、最も貢献度の高い製品機種種の集まりであるAグループへの転換を図るのである。

例えばBグループは限界利益率が高く、利益を潜在的に有するグループであるが、販売量は少ない。従って販売促進によってAグループへの移行が可能になる製品機種種のグループである。

Cグループは販売量が多いが、限界利益率は低い。従ってIE, VA等によって積極的に原価低減を図り、Aグループへの移行を図るべきグループである。

Dグループは売上配合率、限界利益率ともに低く、製品機種種の将来性、方針により原価低減、販売促進を図り、B, Cグループへの移行を図る必要がある。

Eグループは、最低許容限界利益率以下のグループであり、早急に販売、生産、原価を検討して具体的に施策を講ぜねばならない。¹⁵⁾

3.5 結 言

① DPモデルによる最適プロダクト・ミックスにより利益最適の生産計画を作成することができた。

② 本手法により、電子計算機を利用して膨大な計算を短時間で処理し、意思決定プロセスの迅速化を図ることができた。

③ 理論的な売上配合に基づく生産計画は、実際の生産活動において利益効率

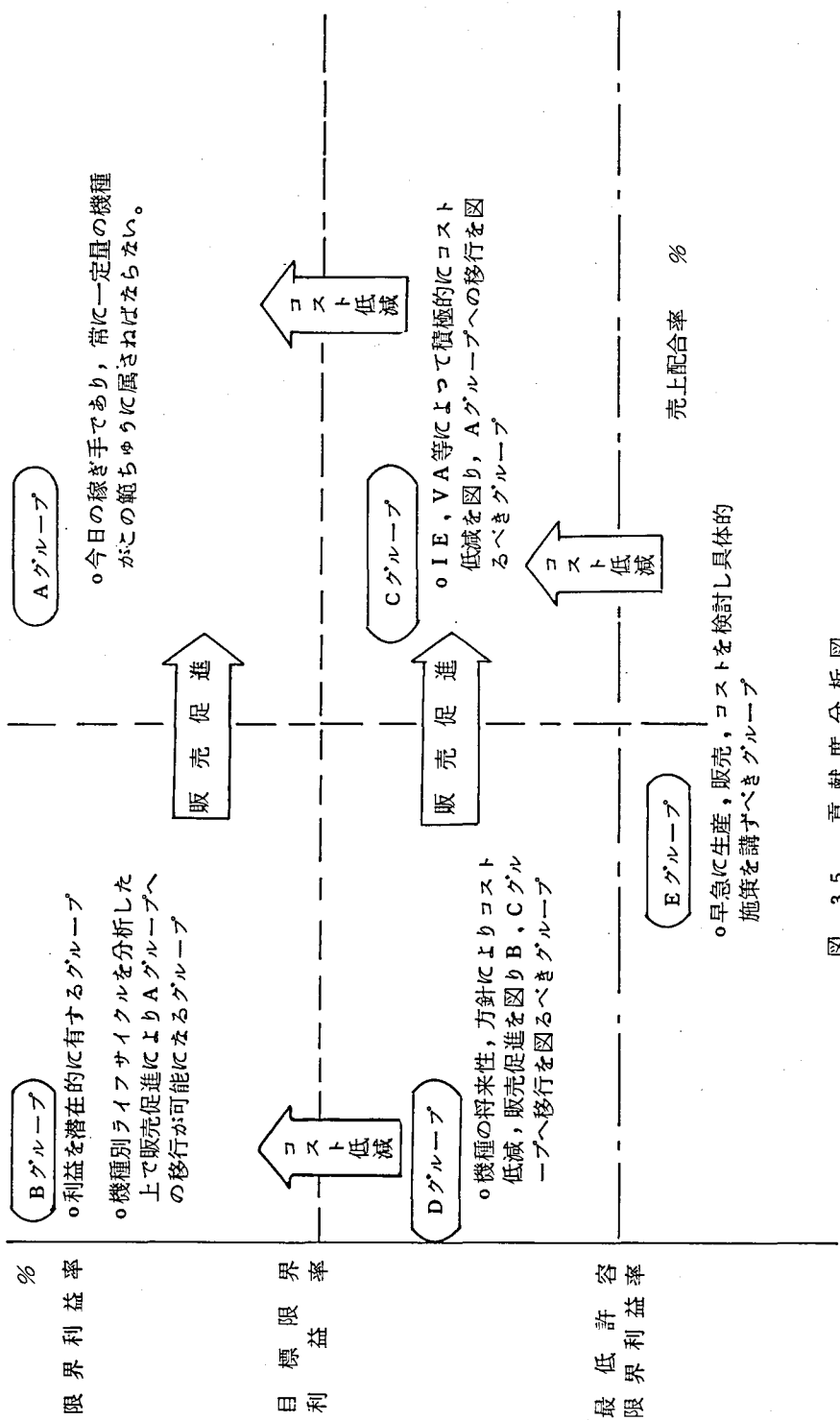


図 3.5 貢献度分析図

の向上をもたらした。

- ④ DPモデルによる最適プロダクト・ミックスに基づく貢献度分析により、製品企画に対する指示の具体化を図ることができた。

4 部品中心生産管理システムにおける部品加工スケジューリング

4.1 緒言

本節では、部品中心生産管理システムにおける部品生産のスケジューリングにおいて部品の標準化を考慮して、スケジューリング手法の優位性について論じる。

生産形態はジョブ・ショップ・タイプで、考慮要因として機械、作業員、工具の三つを考える。ここで部品の標準化を考慮した数種の実験モデルを設定し、優先規則に基づくスケジューリングのシミュレーションを行なうことにより、各部品標準化率における優先規則の特徴を把握し、¹⁶⁾ 優位なスケジューリング手法を求めることを目的とするものである。

4.2 部品中心生産管理システムにおける部品加工スケジューリングの概要

従来のスケジューリングは機械、仕事の二つの考慮条件によるアルゴリズムが展開されている程度で、技術革新による機械の自動化とそれに伴う工具の複雑さが重要な問題となってきた現在においては適用しがたい場合がある。

そこで本節では、この現実に応じして作業員、工具を考慮要因に加えたスケジューリングを考えるものである。実験の手順としては一定の条件下で考慮要因に基づく三種類のモデルを設定し、最小作業時間優先規則、部品別最遅着手時間優先規則および準備時間不要工程優先規則に基づきスケジューリングを行なう。また三種類のモデルにおいて部品の標準化を行なって上記同様に実験を行なった。そして、そのガント・チャートを作成し、生産リード・タイムを求めた結果、それぞれの部品標準化率に対する各優先規則の長短を把握することができた。

4.3 モデル実験とその結果

4.3.1 実験モデルとスケジューリング手法

(1) 部品生産の前提条件

実験モデルとしては次の要因を考える。

P_n : 部品の種類数 (種類)

M_b : 機械台数 (台)

L_a : 作業員数 (人)

T_a : 工具数 (個)

また手順計画の決定要因として次のものを考える。

- ① 総部品数量
- ② 部品別工程数と加工順序
- ③ 工程別使用機械, 工具, 作業員
- ④ 準備時間
- ⑤ 加工時間

そして工程の性格と優先規則の関係を比較・分析するために, 次の条件下で三つのモデルの手順計画表を作成する。

(i) モデル F I

- ① 総部品数量 : 一定
- ② 部品別工程数 : 0 を除く一様乱数を適用して決定する。
- ③ 工程別使用機械 : 機械番号をコード化して一様乱数に基づき使用機械を決定する。
- ④ 工程別使用工具 : 工具番号をコード化して一様乱数に基づき使用工具を決定する。
- ⑤ 工程別作業員 : 作業所要人数をコード化して一様乱数に基づき作業員数を決定する。

⑥ 工程別準備時間 : 0 を除く一様乱数を適用して決定する。

⑦ 工程別加工時間 : 0 を除く一様乱数を適用して決定する。

(ii) モデル F II

部品別工程数を一定とし、他はモデル F I と同様の条件とする。

(iii) モデル F III

使用工具数をモデル F I の場合の $1/2$ として、他の条件はモデル F I と同様に決定する。

(2) 優先規則

(i) 最小作業時間優先規則 (R_o)

① 部品の加工順序の技術的に可能な範囲内で作業時間 (準備時間 + 加工時間) が小さいものから着手する。

② 作業時間が同一の場合、準備時間の小さいものから着手する。

③ 負荷優先順位表を作成し、連続する負荷順位に対して使用機械、使用工具が同一の場合は準備時間をゼロとする。

(ii) 部品別最遅着手時間優先規則 (R_p)

① 部品別完了時間を比較して、最遅完了時間となる加工工程が隘路となる。

② 隘路工程の完了時間値から部品別工程の作業時間を差引いた値の小さいものから着手する。

③ ②の値が同一の場合は、準備時間の小さいものから着手する。

④ 連続する負荷順位に対して使用機械、使用工具が同一の場合は準備時間をゼロとする。

(iii) 準備時間不要工程優先規則 (R_n)

① まず作業時間最小のものを 1 つ選び、それから着手する。

② 続いて部品別工程順序を考慮して、使用機械、使用工具が同一のものを優先して負荷する。

③ 上記の手順を繰返す。

(3) スケジューリングのための前提条件

スケジューリング・シミュレーションの実施にあたり、各スケジューリング手法に対して次のような前提条件を設定する。

- ① 単位ジョブ中のラップ・フェージングを可能とする。すなわち、ある部品を加工するのに定められた J 番目の工程の開始は、J-1 番目の工程の作業ロットの完了を待つことなく着手できるものとする。
- ② 連続する作業に対して使用機械・使用工具が同一の場合は、後に続く工程の準備時間をゼロとする。
- ③ 部品別の各工程加工順序を変更することはできないものとする。
- ④ 時系列上に全作業が完了するまで連続的に作業を割付ける。
- ⑤ 各工程の作業は分割して負荷することはできないものとする。従って一度着手した作業は、途中で中止して再度負荷することは不可能である。
- ⑥ 一つの機械、工具および作業員は同時に二つ以上の作業に着手することができないものとする。

(4) 判定基準

ジョブ・ショップ・スケジューリング・シミュレーションにおける良否の判定は、次式により表わされる完了工期比率 δ とする。

$$\delta = \frac{K_a}{T_s} \quad (3.39)$$

ここに、

K_a : 全作業完了工期, T_s : 総作業時間

完了工期比率は、工程数のバラツキによる完了工期への影響を平滑化するために設定したもので、全部品が各々の時系列上で同時刻に開始できるという部

品加工の条件により有効性があるものである。

4.3.2 生産設備が一定の場合のスケジューリング

(1) 実験目的

本実験の目的は機械，工具，作業員の制約要因を考慮したモデルを設定し各モデルにおけるスケジューリング手法の優位性と，一定の生産設備における部品標準化による効果を定量的に求めようとするものである。

(2) 実験手順

実験は図 3.6 の実験計算フロー・チャートに従って行なう。概略は次のような手順である。

① 各実験モデルについて手順計画表を作成する。この一例を表 3.16 により表わす。

② ①で作成した各モデルの手順計画表をもとにして，部品標準化率 20%，40%，60%，80% の場合の手順計画表を作成する。

③ 4.3.1 節(2)の優先規則により，負荷優先順位表を作成する。

④ ③で作成した負荷優先順位表をもとに，4.3.1 節(3)の前提条件を考慮して各作業系列上に割付け，ガント・チャートを作成し，モデル F I，F II，F III について実験を行なう。

(3) 実験結果と考察

前述の方法においてコンピュータ・シミュレーションを 20 回実施し，その平均値をもとにして次のような結果を得た。

① モデル F I：図 3.7 に示すように部品標準化率 $n = 0\%$ において，完了工期比率 δ は最小作業時間優先規則 (Ro)，準備時間不要工程優先規則 (Rn)，部品別最遅着手時間優先規則 (Rp) の順で各々 0.31，0.29，0.28 を示している。 η の増大に伴っていずれの優先規則においても δ は減

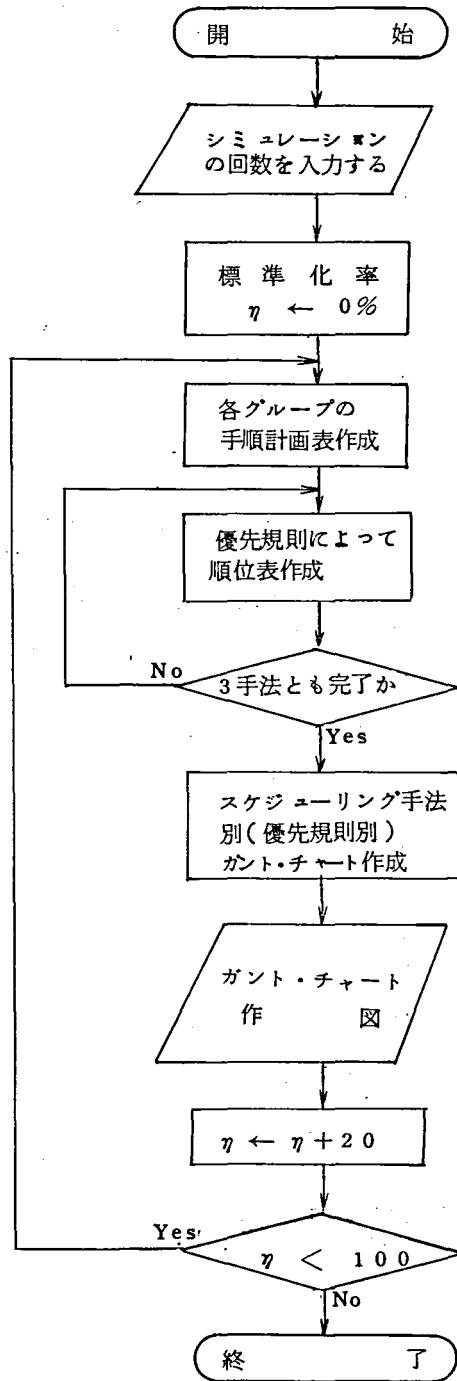


図 3.6 実験計算用 フロー・チャート

表 3.16 手順計画表 (モデルF I)

完成部品名	区 分	工程 1	工程 2	工程 3	工程 4
A	準備時間	9	9		
	加工時間	2	1		
	使用機械	M 2	M 5		
	所要人員	1	1		
	使用工具	T 3	T 9		
B	準備時間	6	5		
	加工時間	9	8		
	使用機械	M 1	M 2		
	所要人員	1	1		
	使用工具	T 6	T 9		
C	準備時間	2	2	9	
	加工時間	6	3	6	
	使用機械	M 1	M 2	M 1	
	所要人員	1	1		
	使用工具				
					T 3
H	準備時間	9	2		
	加工時間	1	4		
	使用機械	M 2	M 3		
	所要人員	1	1		
	使用工具	T 2	T 4		
I	準備時間	6	7	2	1
	加工時間	2	9	5	6
	使用機械	M 0	M 0	M 6	M 4
	所要人員	1	2	1	1
	使用工具	T 3	T 1	T 1	T 3
J	準備時間	4	4	2	
	加工時間	2	4	1	
	使用機械	M 0	M 2	M 0	
	所要人員	1	1	1	
	使用工具	T 1	T 4	T 5	

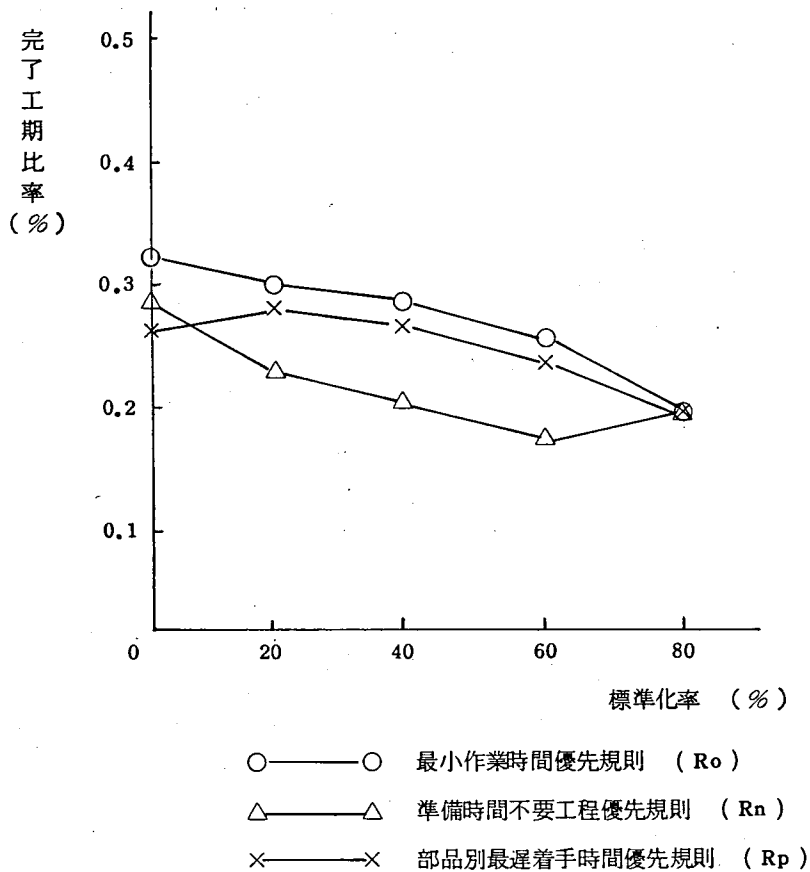


図 3.7 モデル F I

少の傾向を示しているが、 R_o 、 R_p はその傾向が緩慢である。一方、 R_n は急激に減少し、 $\eta = 60\%$ では $\delta = 0.19$ であり、 $\eta = 80\%$ では $\delta = 0.21$ となり増加している。これは R_n の特徴を顕著に示すものである。すなわち同一機械、同一工具の利用度合は η の増加に伴って大きくなるが、 η が増大しすぎると作業が特定の機械、工具に集中するために δ が増加するのである。このことから部品標準化を考慮した場合は、 R_n が最も良好であるといえる。またその効果は $\eta = 60\%$ の場合に最も著しくなっている。

② モデル F II：図 3.8 に表わされるように $\eta = 0\%$ において、 $\delta = R_o$ 、 R_n 、 R_p の順で各々 0.34, 0.32, 0.29 を示している。 R_o はモデル F I

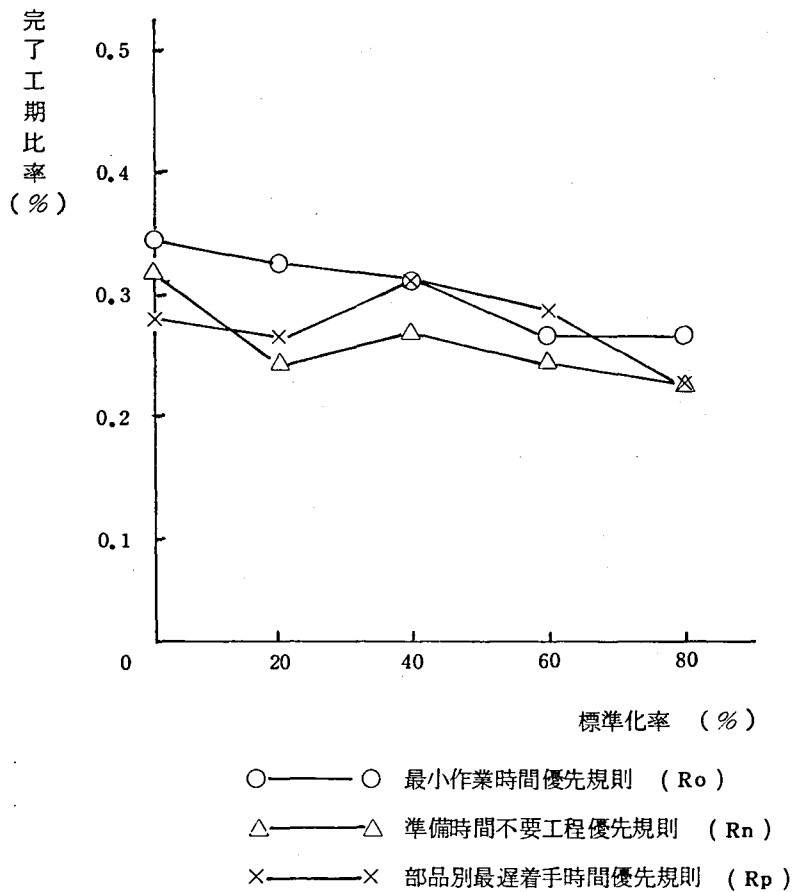


図 3.8 モデル F II

と同様の傾向を示しているが、Rp は η の増加に対する影響は少なく、緩慢な減少傾向が見られる。また Rn はモデル F I と同様に η の増加に伴って、 δ が比較的減少している。これらのことから部品の標準化を考慮した場合は、Rn が優れている。

③ モデル F III : 図 3.9 に示されるように $\eta = 0\%$ において、 δ は Ro , Rp , Rn の順で各々 0.44 , 0.42 , 0.40 を示している。 η の増大に伴って各優先規則とも δ は減少するが、 $\eta = 40\%$ を越えるとその傾向が著しく、 $\eta = 80\%$ では約 $1/2$ になる。このとき δ が最小になるのは Rn で 0.19

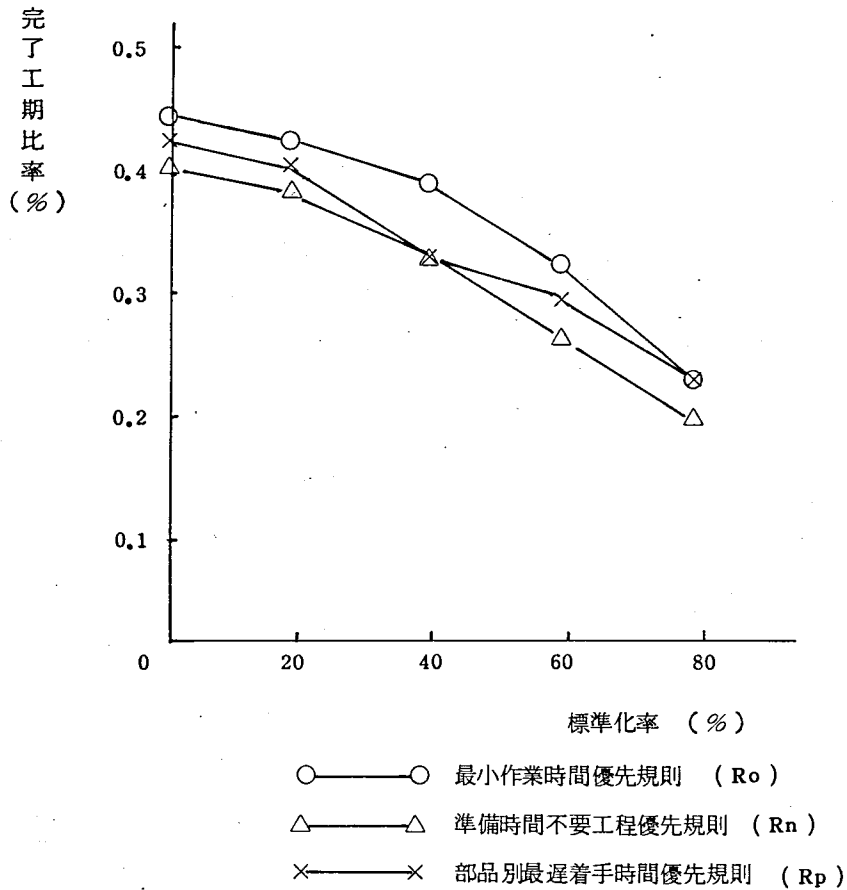


図 3.9 モデル F III

である。これらのことから各標準化率において δ が最小の値をとるRnが最も優位であるといえる。

η の増大に伴って各優先規則とも著しくその効果が高められているのは、モデルF Iと比較してF IIIが工具の点で考慮要因が厳しくなっていることによるものと考えられる。すなわち同一機械，同一工具の利用度合は多くなり，準備時間が不要となる傾向の増大が主な原因である。

4.3.3 部品標準化に伴って生産設備に変更がある場合のスケジューリング

(1) 実験目的

「生産設備が一定の場合のスケジューリング」は、結果的に全体の機械および工具の稼働率を低下させる。このことは、部品の標準化を行なうことにより機械と工具の使用に偏りが生じるためである。そこで全体の機械および工具の稼働率を向上させるためには、部品の標準化に伴って機械、工具の標準化を行なう必要があると考えられる。本実験では、このような場合における各スケジューリング手法の優位性と標準化による効果を定量的に求めようとするものである。

(2) 実験手順

部品の標準化に伴って機械、工具も標準化することから、標準化率 0 % の場合は、4.3.2 節(2)と同様に手順計画表を作成する。他の標準化率については、0 % の手順計画表を基にして作成し、機械、工具の標準化は部品の標準化と同様に考えて行なう。以下 4.3.2 節(2)の手順に従って実験を行なう。これをモデル G I , G II , G III とする。

(3) 実験結果と考察

生産設備も部品の標準化と同様に標準化し、シミュレーションを行なった結果を次に示す。

① モデル G I : 図 3.10 に示すように部品標準化率 $\eta = 0\%$ において完工工期比率 δ は最小作業時間優先規則 R_o , 準備時間不要工程優先規則 R_n , 部品別最遅着手時間優先規則 R_p の順に 0.29 , 0.27 , 0.24 である。 η の増大に伴って、各優先規則における δ は減少傾向を示している。これらの優先規則の中で、 R_n は比較的良好な結果を示している。

② モデル G II : 図 3.11 に表わされるように $\eta = 0\%$ において、 δ は R_o , R_n , R_p の順で各々 0.34 , 0.32 , 0.29 を示している。 η の増大に伴って各優先規則における δ は著しく減少し、 $\eta = 80\%$ で δ は R_o , R_n , R_p の順で各々 0.19 , 0.11 , 0.11 の値となる。この場合、 R_p , R_n は R_o よりも

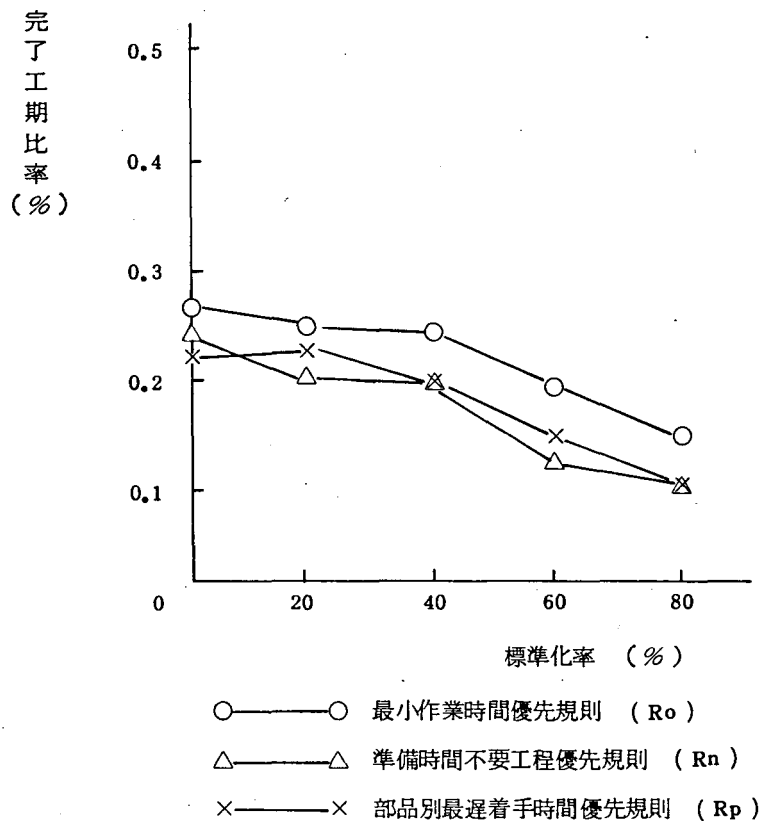


図 3.10 モデル G I

優れており、両手法間には大差が見られない。

③ モデル G II：図 3.12 に表わされるように $\eta = 0\%$ において δ は Ro , Rp , Rn の順で各々 0.42 , 0.41 , 0.40 の値を示している。 η の増大に伴って各優先規則における δ は減少傾向にある。しかし δ は $\eta = 20 \sim 40\%$ の間において急激に減少し、それと対照的に $\eta = 40 \sim 80\%$ における標準化の影響は緩慢で、Rp に関しては $\eta = 60 \sim 80\%$ において δ が増加している。これは設備の標準化に伴って増加した機械、工具をすべて利用することによって、同一機械、同一工具による準備時間不要工程となる度合が減少するためと考えられる。

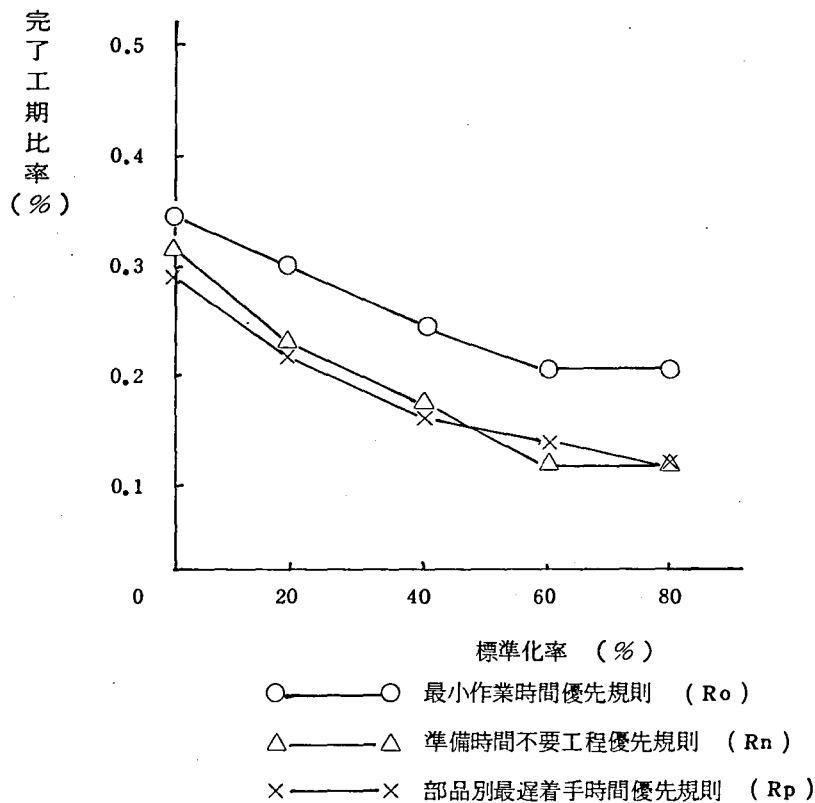


図 3.11 モデル G II

4.4 結 言

部品中心の生産管理システムにおける部品加工スケジューリングの実験結果より、次のことが明らかになった。

- ① 生産設備一定の場合のスケジューリングにおいては、 R_n が優れていることが明らかにされた。
- ② 部品標準化に伴って生産設備に変更がある場合のスケジューリングにおいては、準備時間不要工程優先規則および部品別最遅着手時間優先規則が良好であり、両手法間にはほとんど差異が認められないことが実験的に証明された。
- ③ 部品標準化率については、標準化率を増加させるほど完了工期比率が減少することが判明した。

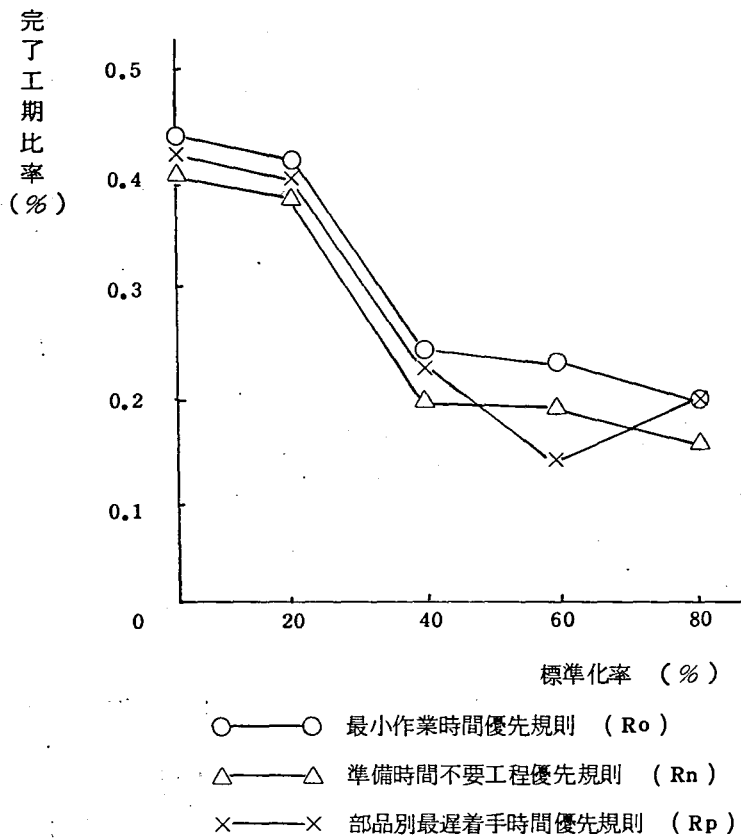


図 3.12 モデル GⅢ

④ ③の傾向は，部品の標準化と共に設備も標準化する場合において特に著しいことが証明された。

⑤ また工具数を制約するモデルにおいては部品標準化の効果が著しいことを明らかにした。

以上により，部品中心生産管理システムの有効性をより一層発揮するためには，部品の標準化に基づいて設備計画を行なうことが重要であることを定量的に立証した。

第4章 部品中心生産管理システムにおける 在庫管理

在庫管理は部品中心生産管理システムの特徴を発揮して、生産活動の効率化を図るための中枢的な役割を果たすものである。

次に部品中心生産の在庫管理システムにおける管理特性を明らかにする。

1. 在庫管理システムにおける管理特性の解析

1.1 緒言

近年、システム特性の出力の目標値への追従性を重んじる在庫管理システムにおいて、自動制御系理論の手法を取り入れる傾向が強くなってきた。これらは、システムを連続的なものとして取り扱っているH. A. Simon¹⁷⁾の研究にはじまり、離散系システムとして z 変換の手法を導入したVassian¹⁸⁾らの研究がある。しかしこれらはすべて、製品中心の生産管理システムにおいて在庫量の分散を最小にする発注方式の解析、あるいはシステムの制御性の立場から論ぜられている。そこで本研究では、第2章において設計し、実験的にその有効性を立証した部品中心の生産管理システムに関して、生産計画—部品製造—製品組立—在庫モデルを設定した。このモデルを解析するために線形制御系のサーボ理論を導入し、更に根軌跡法を用いてシステムの各部門特性を明確にすると共に、生産計画量、実際生産量、出荷対象量、在庫量の過渡解を求めて、より効果的な制御を目的とするものである。

1.2 部品中心の在庫管理システム・モデル

ここでは生産計画部門、部品生産部門、製品組立部門、部品倉庫部門からな

る部品中心の生産管理システムにおいて、線形制御系のサーボ理論を適用した在庫管理システム・モデルを作成する。一般的な部品中心の在庫管理システムは図 4.1 に示されるように、 n 種類の製品を対象とした在庫管理を行なう。

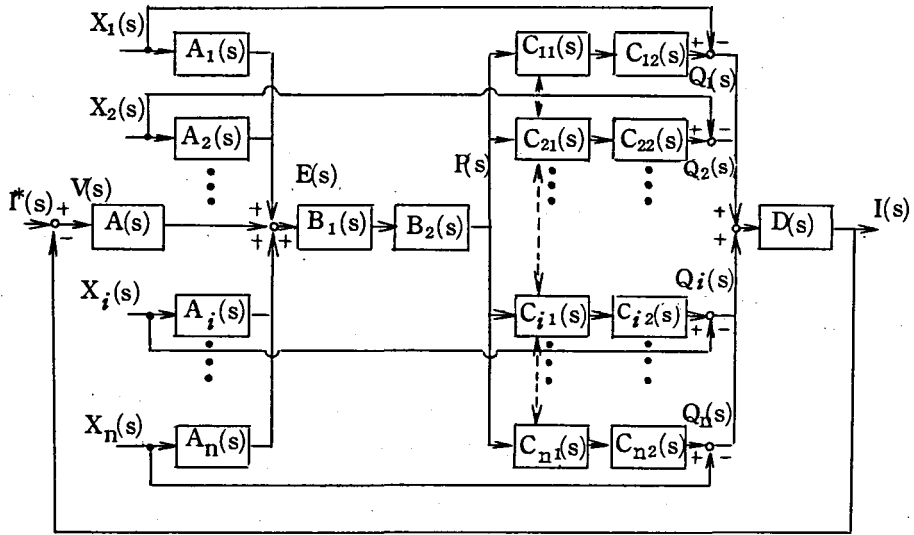


図 4.1 部品中心の在庫管理システムモデル

制御量として在庫量 $I(s)$ が用いられ、最適在庫量 $I^*(s)$ を基準に、生産計画部門 $A(s)$ において一括した部品在庫管理が遂行される。部品在庫管理には在庫および生産調整機能が含まれ、その効果は生産計画サイクルにより異なる。一方 n 種類の製品に対する需要予測、すなわち一次情報は各々の生産計画部門 $A_1(s) \sim A_n(s)$ で部品単位の予測が行なわれ、その結果、全予測部品量と在庫・生産調整量の合計が部品生産計画量として部品生産部門に送られる。部品生産部門においては、 n 種類の製品に対する部品生産を各々独立に行なうのではなく、ある部品生産ラインを複数の製品生産に使用する形態を考え、部品生産の時間遅れを $B_2(s)$ として、生産リード・タイム分布により表わす。 $B_1(s)$ は部品標準化の度合によるリード・タイムの変化を表わす。 $C_{11}(s)$ から $C_{n1}(s)$ を結ぶ破

線は各製品間における部品の互換性を意味し、これは部品標準化の度合により異なる。すなわち部品の標準化が進むほど製品間での部品の互換性が高くなり、製品組立においてリード・タイムが短縮されることを意味する。組立られた n 種類の製品は各々二次情報として入る n 種類の需要量に引当られ、出荷される。組立に使われなかった部品 $I(s)$ は部品在庫管理部門へフィード・バックされ、最適在庫量 $I^*(s)$ と比較し、在庫調整を行ない、生産計画量を修正する。

上述の内容を部品倉庫部門、製品組立部門、部品生産部門、在庫調整および生産計画部門の各々についてラプラス変換した形で定式化すると次のようになる。(注 4.1)

$$I(s) = D(s) \sum_{i=1}^n \{ Q_i(s) - X_i(s) \} \quad (4.1)$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

$$Q_i(s) = P(s) \cdot C_{i1}(s) \cdot C_{i2}(s) \quad (4.2)$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

$$P(s) = B_1(s) \cdot B_2(s) \cdot E(s) \quad (4.3)$$

$$E(s) = \sum_{i=1}^n \{ A_i(s) \cdot X_i(s) \} + A'(s) \cdot V(s) \quad (4.4)$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

$$V(s) = I^*(s) - I(s) \quad (4.5)$$

ここに

$A_i(s)$, $A(s)$: 生産計画部門の特性

$B_1(s)$, $B_2(s)$: 部品生産部門の特性

$C_{i1}(s)$, $C_{i2}(s)$: 製品組立部門の特性

(注 4.1) ここで、大文字は小文字のラプラス変換を表わす。

$D(s)$: 部品倉庫部門の特性

$i^*(t)$: 時刻 t における最適在庫量

$i(t)$: 時刻 t における実際在庫量

$x_i(t)$: 時刻 t における i 番目の製品需要量

$v(t)$: 時刻 t における在庫量偏差

$e(t)$: 時刻 t における生産計画量

$p(t)$: 時刻 t における実際生産量

$q_i(t)$: 時刻 t における i 番目の製品の出荷対象量

である。

1.3 在庫管理系の伝達特性

1.3.1 部品倉庫部門特性の決定

部品倉庫部門の基本関係式を次に表わす。

$$di(t)/dt = \sum_{i=1}^n \{ q_i(t) - x_i(t) \}, i=1, 2, \dots, n \quad (4.6)$$

これは、時刻 t における在庫量変化率がその時の出荷対象量と需要量との差で与えられることを意味する。ここでは初期在庫量を零、すなわち $i(0) = 0$ として式 (4.6) の両辺をラプラス変換すると次式が得られる。

$$I(s) = (1/s) \sum_{i=1}^n \{ Q_i(s) - X_i(s) \} \quad (4.7)$$
$$i = 1, 2, \dots, n$$

故に式 (4.1) と (4.7) を比較すれば、部品倉庫部門の伝達関数 $D(s)$ は次のように決定される。

$$D(s) = 1/s \quad (4.8)$$

1.3.2 部品生産部門特性の決定

部品生産は部品生産計画に従って行なわれる。この場合の生産リード・タイムが τ である確率を $f(\tau)$ とすれば、実際生産量 $p(t)$ は次式で表わすことができる。

$$p(t) = \int_0^t f(\tau) e(t-\tau) d\tau \quad (4.9)$$

この両辺をラプラス変換すれば次式が得られる。

$$P(s) = F(s) \cdot E(s) \quad (4.10)$$

故に式(4.3)と(4.10)を比較すれば、部品生産部門の伝達関数 $B_1(s) \cdot B_2(s)$ が次式のように決定される。

$$B_1(s) \cdot B_2(s) = F(s) \quad (4.11)$$

ここに $B_2(s)$ は部品生産リード・タイムとしての遅れ要素を表わし、 $B_1(s)$ は部品標準化の影響によって与えられる定数とする。部品生産部門は種々の部品を製造するために、一般的に指数分布で表わされる。

$$f(\tau) = m_0 \lambda e^{-m_0 \lambda \tau} \quad (4.12)$$

ここに

λ : 部品生産リード・タイムのパラメータ

m_0 : 部品標準化率によって決定される定数である。

式(4.10)、(4.11)、(4.12)から次式が得られる。

$$B_1(s) \cdot B_2(s) = m_0 \lambda / (s + m_0 \lambda), m_0 > 0, \lambda > 0 \quad (4.13)$$

すなわち $B_1(s), B_2(s)$ は次式で示される。

$$B_1(s) = m_0 (s + \lambda) / (s + m_0 \lambda) \quad (4.14)$$

$$B_2(s) = \lambda / (s + \lambda) \quad (4.15)$$

1.3.3 製品組立部門特性の決定

部品生産部門と同様に、製品組立のリード・タイムとして指数分布を仮定し、時間遅れ要素を $C_{i1}(s), C_{i2}(s), (i=1, 2, \dots, n)$ で表わす。

$$C_{i2}(s) = \mu_i / (s + \mu_i), i=1, 2, \dots, n \quad (4.16)$$

$$C_{i1}(s) \cdot C_{i2}(s) = k_i m_i \mu_i / (s + m_i \mu_i), i=1, 2, \dots, n \quad (4.17)$$

ここに

μ_i : i 番目の製品に関する組立リード・タイムを表わすパラメータ

m_i : 部品標準化率によって決定される定数

k_i : 需要量 $x_i(t)$ により定まる定数

である。

式 (4.16), (4.17) より

$$C_{i1}(s) = k_i m_i (s + \mu_i) / (s + m_i \mu_i), i = 1, 2, \dots, n \quad (4.18)$$

1.3.4 生産計画部門特性の決定

生産計画部門では、生産計画—部品製造—製品組立—在庫システムが需要量の変動に対して、定常偏差を残さないで安定するように在庫調整機能 $A(s)$ を決定しなければならない。

定常偏差がゼロ、すなわち、ラプラス変換の最終値定理より $\lim_{t \rightarrow \infty} i(t) = \lim_{s \rightarrow 0} s I(s) = 0$ となるように $A(s)$ を決定すればよい。^(注4.2) この場合、次のように決定する。

$$A(s) = (a + b s) / s^r, \quad a, b, r > 0 \quad (4.19)$$

ここでは $r \geq 1$ とする必要がある。そこで便宜上 $r = 1$ とする。

$$A(s) = (a + b s) / s, \quad a, b > 0 \quad (4.20)$$

このように設定すれば、システムには定常偏差が残らない。

在庫調整機能 $A(s)$ においては $i^*(t)$ を目標値として在庫調整が行なわれ、また需要予測機能 $A_i(s)$ は需要量 $x_i(t)$ により製品 i の需要予測を行なうものである。

1.3.5 需要量の設定

自動制御理論においては、単位ステップ入力を加えた時のシステムの過渡応

(注4.2) 本システムでは、Simon⁽¹⁾ の設定した式を採用するのが妥当であると考え、式 (4.19) とする。

答を調べれば、そのシステムの制御性の良否の判定のつくことが知られている。

このことから、本システムでは需要量がステップ状に変化する場合について考察する。すなわち製品 i の需要量を次のように設定する。

$$X_i(t) = \begin{cases} K_i \text{ (定数)} & ; t \geq 0, i = 1, 2, \dots, n \\ 0 & ; t < 0 \end{cases} \quad (4.21.)$$

上式をラプラス変換することによって、次式が得られる。

$$X_i(s) = K_i/s, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (4.22.)$$

ここで、 $\sum_{i=1}^n K_i = 1$ とする。

1.3.6 在庫量の決定

以上により決定された各部門特性値を用いて、システムの静特性および動特性を検討するために在庫量を求める。

式(4.1)～(4.5)より次式が得られる。

$$\begin{aligned} I(s) = D(s) \sum_{i=1}^n [B_1(s) B_2(s) C_{i1}(s) C_{i2}(s) \{ \sum_{i=1}^n \{A_i(s) X_i(s)\} \\ + A(s) \{I^*(s) - I(s)\} \} - X_i(s)] \end{aligned} \quad (4.23.)$$

ここで、最適在庫量 $I^*(s)$ は一定値に保つ目標値であるので、 $I^*(s) = 0$ においても一般性は失なわれない。そこで式(4.23)は次のように整理される。

$$I(s) = \frac{D(s) \sum_{i=1}^n [B_1(s) B_2(s) C_{i1}(s) C_{i2}(s) \{ \sum_{i=1}^n \{A_i(s) X_i(s)\} - X_i(s) \}]}{1 + A(s) D(s) B_1(s) B_2(s) \{ \sum_{i=1}^n \{C_{i1}(s) C_{i2}(s)\} \}} \quad (4.24.)$$

次に、前述の各特性値を上式に代入することにより、在庫量の一般形が次のように求められる。

$$I(s) = \frac{m_0 \lambda \sum_{i=1}^n \{k_i m_i \mu_i / (s + m_i \mu_i)\} \sum_{i=1}^n \{K_i A_i(s)\} - (s + m_0 \lambda) \sum_{i=1}^n K_i}{s^2 (s + m_0 \lambda) + m_0 \lambda (a + bs) \sum_{i=1}^n \{k_i m_i \mu_i / (s + m_i \mu_i)\}} \quad (4.25.)$$

1. 3. 7 基本在庫管理 システムの設定

部品中心の在庫管理システムの管理特性を解析するためには、二製品のモデルを用いて十分その特性を明らかにすることができると考えられるので、二製品の生産計画—部品製造—製品組立—在庫に関する解析を行なう。

図 4.1 および式 (4.25) において $n=2$ と設定し、これを基本在庫管理システムとする。また本システムでは製品 1, 製品 2 の需要量を各々 $x_1(t)=0.3$, $x_2(t)=0.7$ のステップ需要とし、予測部門では需要量が生産計画量にそのまま関係する考えるので、 $A_1(s)=A_2(s)=1$ とする。

従って式 (4.25) は次のようになる。

$$\begin{aligned} I(s) &= \frac{m_0 \lambda \{k_1 m_1 \mu_1 / (s+m_1 \mu_1) + k_2 m_2 \mu_2 / (s+m_2 \mu_2)\} - (s+m_0 \lambda)}{s^2 (s+m_0 \lambda) + m_0 \lambda (a+bs) \{k_1 m_1 \mu_1 / (s+m_1 \mu_1) + k_2 m_2 \mu_2 / (s+m_2 \mu_2)\}} \\ &= \frac{m_0 \lambda \{k_1 m_1 \mu_1 (s+m_2 \mu_2) + k_2 m_2 \mu_2 (s+m_1 \mu_1)\} - (s+m_0 \lambda)(s+m_1 \mu_1)(s+m_2 \mu_2)}{s^2 (s+m_0 \lambda)(s+m_1 \mu_1)(s+m_2 \mu_2) + m_0 \lambda \{k_1 m_1 \mu_1 (s+m_2 \mu_2) + k_2 m_2 \mu_2 (s+m_1 \mu_1)\} (a+bs)} \end{aligned} \quad (4.26)$$

1. 4 数値解析

1. 4. 1 数値解析の手順

1. 3. 7 において設定された基本在庫管理システムについて、部品中心生産管理システムのもつ静特性および動特性を数値計算により解明することを目的としている。ここでは、部品標準化率の変化に伴ってシステムの管理がどれだけ改善されるか、またシステムを安定にするための努力がどれだけ軽減され、その効果がどのように表われるかを動的に解析する。

元来、与えられた自動制御系が安定であるかどうかは、特性方程式の根の実数部がすべて負であるかどうかによって決定されてきた。

そこで特性方程式を因数分解して根を求めるのであるが、ここでは虚根を含

む 5 次式であるために通常の因数分解による方法は賢明ではない。また、時間領域においてある特定の状態の動特性を検討すると共に、周波数領域において一層広い観点からシステムの静特性を分析するために根軌跡法を導入する。そのために式 (4.26) より特性方程式として次式を得る。

$$s^2 (s+m_0 \lambda)(s+m_1 \mu_1)(s+m_2 \mu_2) + m_0 \lambda (a+bs) \{k_1 m_1 \mu_1 (s+m_2 \mu_2) + k_2 m_2 \mu_2 (s+m_1 \mu_1)\} = 0 \quad (4.27)$$

上式を次のように変形する。

$$\frac{bm_0 \lambda (s+a/b) \{k_1 m_1 \mu_1 (s+m_2 \mu_2) + k_2 m_2 \mu_2 (s+m_1 \mu_1)\}}{s^2 (s+m_0 \lambda)(s+m_1 \mu_1)(s+m_2 \mu_2)} = -1 \quad (4.28)$$

式 (4.28) より、零点は $s = -(a/b)$, $s = -\{m_1 m_2 \mu_1 \mu_2 (k_1 + k_2)\} / (k_1 m_1 \mu_1 + k_2 m_2 \mu_2)$ の 2 点、極点は $s = 0$ (重根), $s = -m_0 \lambda$, $s = -m_1 \mu_1$, $s = -m_2 \mu_2$ の 5 点となる。ここで λ , μ_1 , μ_2 , a/b をパラメータとし、それらの値を種々変化させた時のシステムの静特性について根軌跡法により検討する。その時、各々の場合について根の位置を決め、特性方程式の根が求められる。例えば $s = R_1, R_2, \dots, R_5$ のように根が求まれば

$$I(s) = A/(s+R_1) + B/(s+R_2) + \dots + E/(s+R_5) \quad (4.29)$$

として、部分分数分解法により未定定数 $A, B, \dots, E$ が決定される。定数 $A, B, \dots, E$ の値が求まれば、逆変換 $i(t)$ が可能になり、 $i(t)$ についての動特性の検討が行なわれる。 $e(t)$, $p(t)$, $q_1(t)$, $q_2(t)$ についても式 (4.1) ~ (4.5) より同様の手順に従ってその動特性が求められる。

1.4.2 システムの静特性の解析 (根軌跡法)

ここでは部品中心在庫管理システムの静特性を根軌跡法に基づき、数値計算を行なうことにより解析する。根軌跡法の利点は、特性方程式の根が直接容易に求められることであり、応答特性が迅速かつ完全に把握できることにある。そこで製品中心と部品中心の在庫管理システムについて、各々のシステムの安

定性，速応性を根軌跡図により比較・検討する。前者については部品標準化率 (η) が 0% の場合を，また後者については η が 30%，および第 3 章第 1 節において求められた最適な部品標準化率 60% の場合の 3 状態について $a/b = 0.10$ ， $a/b = 0.50$ の場合の根軌跡を図 4.2 ～ 4.7^(注4.3) に示す。ここに， a/b はシステムの制御パラメータであり，具体的には本システムの生産計画サイクルを表わすものである。例えば $a/b = 0.10$ は計画サイクルが週サイクル， $a/b = 0.50$ は月サイクルに相当する。図 4.2 は $\eta = 60\%$ ， $a/b = 0.10$ の場合の静特性を示している。ここでのすべての根は s 平面上の左半面に存在し，複素根の存在を示す根軌跡を基準に考えると明示された軌跡の範囲内でシステムは常に安定であり，管理の差異によりシステムが不安定になることは考えられない。また生産計画サイクルは $a/b = 0.10$ の場合であるから，毎週生産計画を立てることを意味している。これにより，システムの静特性において一層良好な安定性が確保されると同時に安定するための敏感な動特性が期待できる。

図 4.3 は $\eta = 60\%$ ， $a/b = 0.50$ の静特性を表わし，図 4.2 に比較して安定領域が少なく，システムが安定であるとはいえない。しかし管理水準を下げることを認めるとすれば，その水準に対してはある程度の安定性が確保できるものと考えられる。図 4.4 は $\eta = 30\%$ ， $a/b = 0.10$ の状態を示している。これを図 4.2 と比較すれば安定限界に達するのが早く，入力の変動に対して同一の管理水準を保つことの困難さが予想される。そこで図 4.2 の状態と同様の安定性，速応性を得るためには，厳しい管理を行なう必要がある。図 4.5 は $\eta = 30\%$ ， $a/b = 0.50$ の場合であり，図 4.4 と比較すると共に図 4.2，4.3 と比較すれば，システムの不安定性が容易に判別できる。このシステムにおいては如何なる厳しい管理を実施しても，図 4.2 ～ 4.4 のシステムと同等の安定

(注 4.3) ここで根軌跡中の () 内の数字は各考察点を示す。

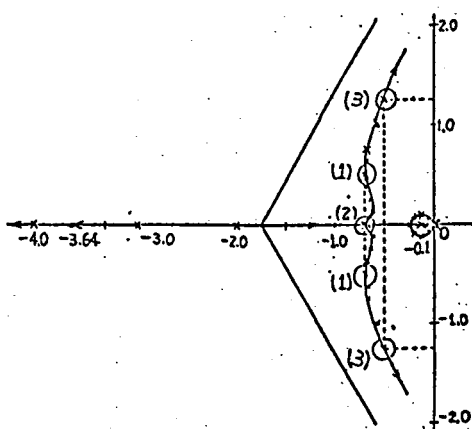


图 4.2 根軌跡 ($\gamma = 60\%$, $a/b = 0.10$)

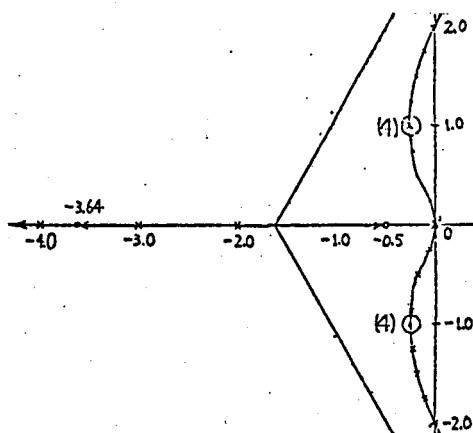


图 4.3 根軌跡 ($\gamma = 60\%$, $a/b = 0.50$)

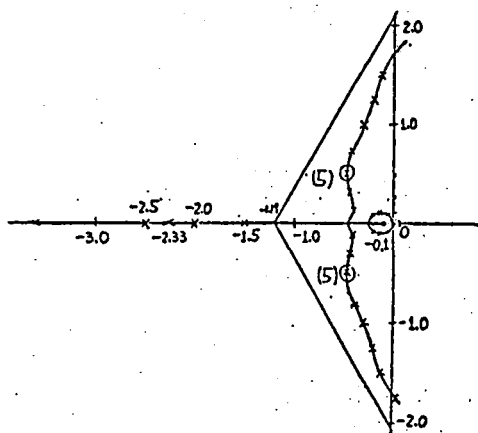


图 4.4 根軌跡 ($\gamma = 30\%$, $a/b = 0.10$)

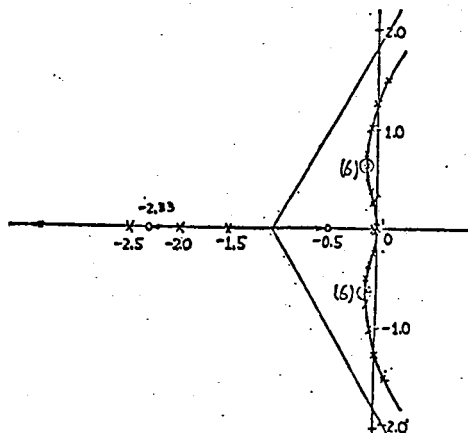


图 4.5 根軌跡 ($\gamma = 30\%$, $a/b = 0.50$)

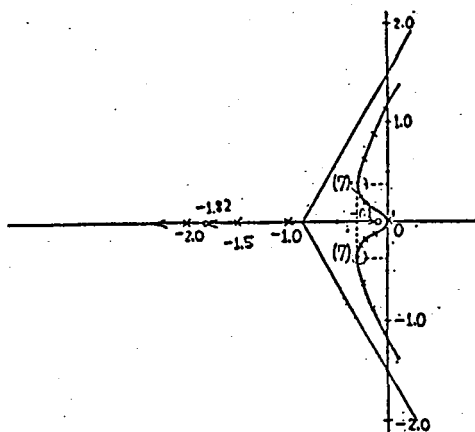


图 4.6 根軌跡 ($\gamma = 0\%$, $a/b = 0.10$)

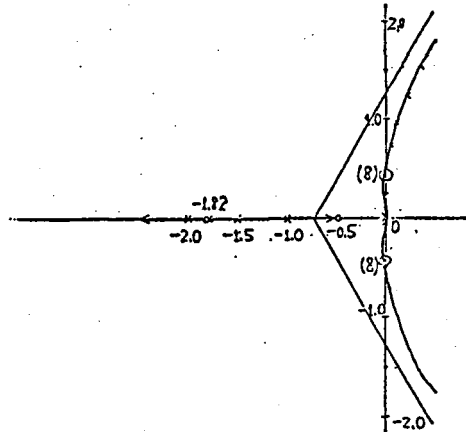


图 4.7 根軌跡 ($\gamma = 0\%$, $a/b = 0.50$)

性を保つことができず、逆に反応過敏なシステムになると考えられる。

図 4.6 は $\eta = 0\%$, $a/b = 0.10$, すなわち生産計画が週サイクルである製品中心の在庫管理システムの静特性を示している。この場合システムの安定領域が少なく、図 4.2 , 図 4.4 に比べ管理が困難である。またシステムが安定であっても各目標値に対する偏差が大きくなると考えられる。

図 4.7 は $\eta = 0\%$, $a/b = 0.50$ の状態を示している。この場合、大部分の根が s 平面の右半面に存在し、左半面に存在する根は少なく、システムが不安定であることを示している。

以上の結果より、 $\eta = 0\%$ より 30% が、 $\eta = 30\%$ より 60% の方が安定領域が広く、 $\eta = 60\%$ の場合では安定性が良く、図 4.2 は根軌跡上の広範囲において同程度の安定性、速応性を示し、最も容易に制御できるシステムといえる。また η が同じシステムでは、生産計画サイクルのパラメータである a/b の値が小さいほど安定性は良く、需要の変化に対して的確な応答ができると考える。すなわち本節では、根軌跡法を用いて検討を行なった結果、部品標準化率の変動に伴うシステムの静特性が計画サイクル別に明確に把握することができた。

1.4.3 システムの動特性の解析

根軌跡法により求められた結果に基づいて、根軌跡 (図 4.2 ~ 4.7) 中の各考察点における生産計画量 $e(t)$, 実際生産量 $p(t)$, 出荷対象量 $q_1(t)$, $q_2(t)$, 実際在庫量 $i(t)$ の過渡応答を求め、その結果を図 4.8 ~ 4.15 に示す。

1.5. 結果の考察

図 4.8 ~ 4.15 の結果に基づいて、システムの動特性を考察する。まず部品標準化率 (η) を 60% , 30% , 0% と変化させた時、 $a/b = 0.10$, $a/b = 0.50$ の各々について生産計画量 $e(t)$, 実際生産量 $p(t)$, 出荷対象量 $q_1(t)$,

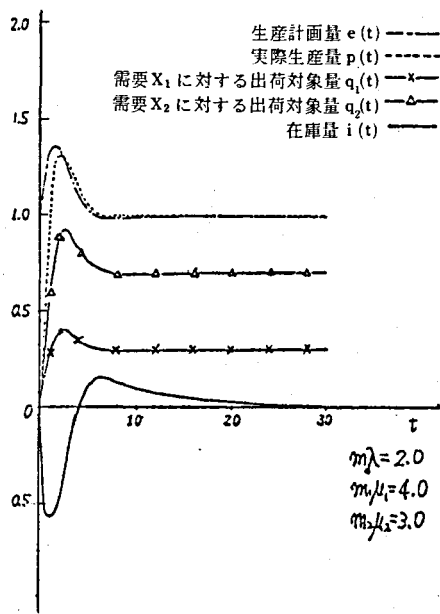


図 4.8 考察点 1 の動特性
 ($\eta = 60\%$, $a/b = 0.10$)

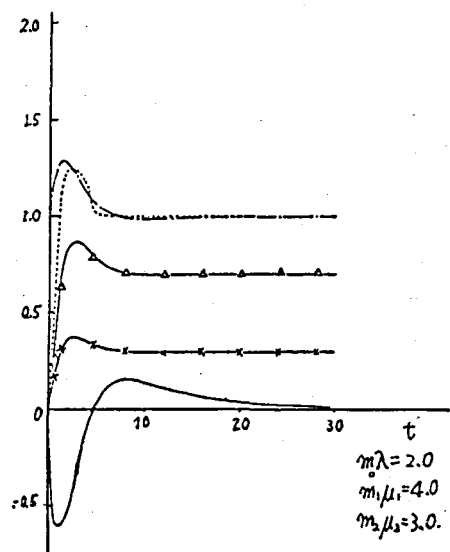


図 4.9 考察点 2 の動特性
 ($\eta = 60\%$, $a/b = 0.10$)

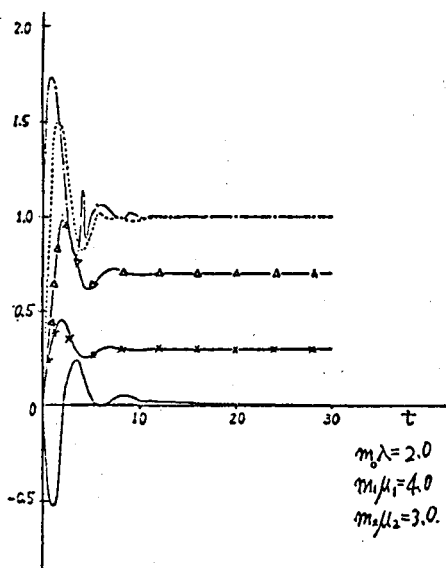


図 4.10 考察点 3 の動特性
 ($\eta = 60\%$, $a/b = 0.10$)

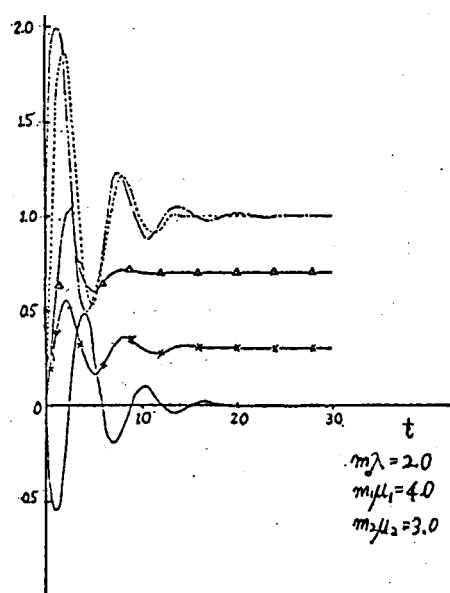


図 4.11 考察点 4 の動特性
 ($\eta = 60\%$, $a/b = 0.50$)

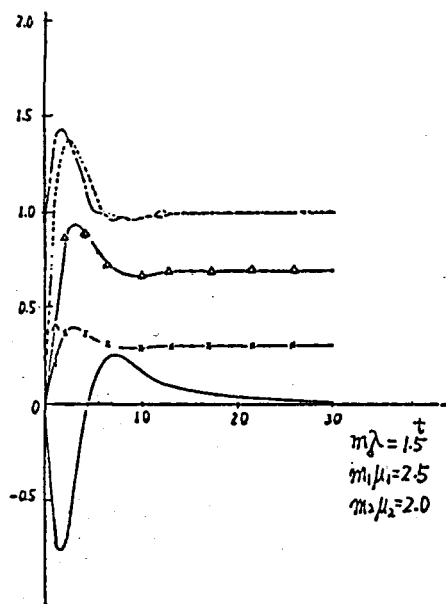


図 4.12 考察点 5 の動特性
($\eta = 30\%$, $a/b = 0.10$)

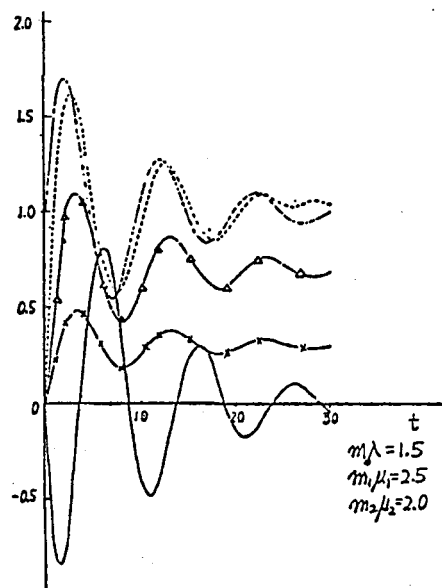


図 4.13 考察点 6 の動特性
($\eta = 30\%$, $a/b = 0.50$)

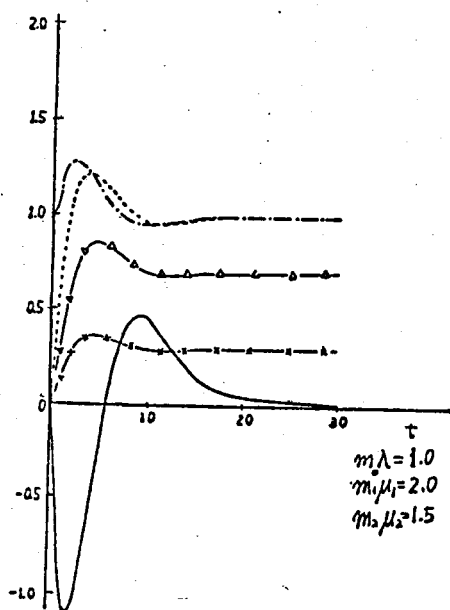


図 4.14 考察点 7 の動特性
($\eta = 0\%$, $a/b = 0.10$)

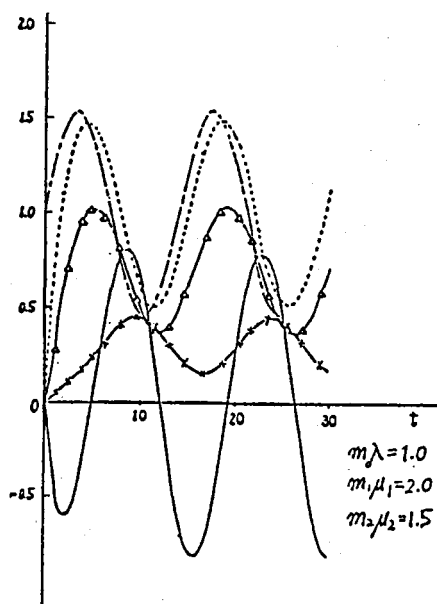


図 4.15 考察点 8 の動特性
($\eta = 0\%$, $a/b = 0.50$)

$q_2(t)$ に与える影響は少ないが、過渡状態としての在庫量 $i(t)$ および品切量^(注4.4)は η が大きくなるほど少なくなる。また η はアウトプットとしての在庫量と品切量に大きく影響することが判明した。以上のことから、本システムにおける在庫管理の重要性が指摘され、システムの安定性、速応性および整定時間^(注4.5)については η が大きくなるに従って改善されることが明らかになった。次に生産計画サイクル a/b が 0.50 の場合で、 η が 60%、30% の状態 (図 4.11, 4.13) を評価する。すなわち、根軌跡上の考察点 4, 6 は先の節で明らかにしたように s 平面上の左半面に存在し、システムが安定すると確認されているが、実軸から離れているために大きく振動しながら目標値に収束する。このことは、計画—生産—在庫の管理が複雑であり、システムの制御が困難になることを示している。図 4.7 の考察点 8 はシステムが不安定な静特性であることを示したが、その動特性は図 4.15 に示すように時間の経過に従って発散し、システムが混乱状態におちいることがわかる。一方、 a/b が 0.10 の場合で η が 60%、30%、0% の状態 (図 4.8, 4.9, 4.10, 4.12, 4.14) の動特性は、 $a/b = 0.50$ の場合に比較してシステムが安定であり、振動が少なく、変化に対する的確な応答が行なわれていることを示している。以上の結果から、 a/b の値が小さいほど、すなわち生産計画サイクルが短いほどシステムは的確な応答を示し、速応性が良好である。更に、 η が大きくなるほど品切量の減少、在庫量の減少が確認され、システムは安定することが明らかになった。このことを、最も良好なシステムである図 4.8 の数値を基準として表 4.1 に示す。

(注 4.4) ここで品切量とは最適在庫量を下まわる量をさし、見かけ上の品切量とする。

(注 4.5) 制御量と目標値との差がある許容範囲におさまるまでの時間をいう。

表 4.1 部品標準化率に対するシステムの特性

項目 \ η		60%			30%	0%
$a/b = 0.10$	安定性	(1) 良	(2) 良	(3) やや良	(5) 良	(7) 良
	速応性	やや速い	やや速い	速い	普通	やや遅い
	整定時間	1.0	1.0	0.9	1.2	1.3
	生産計画量 $e(t)$	1.0	1.0	1.3	1.1	1.0
	実際生産量 $p(t)$	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0
	出荷対象量 $q_1(t)$	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0
	出荷対象量 $q_2(t)$	1.0	1.0	1.2	1.0	1.0
	在庫量 $i(t)$	1.0	1.0	1.5	1.7	3.0
$a/b = 0.50$	安定性	(4)	やや悪		(6) 悪	(8) 悪
	速応性		速い		遅い	なし
	整定時間		0.9		1.8	∞
	生産計画量 $e(t)$		1.5		1.3	1.2
	実際生産量 $p(t)$		1.4		1.2	1.1
	出荷対象量 $q_1(t)$		1.1		1.2	1.1
	出荷対象量 $q_2(t)$		1.4		1.2	1.2
	在庫量 $i(t)$		3.0		5.2	5.2

1.6 結 言

本節では部品中心の生産管理システムにおいて、生産計画—部品製造—製品組立—在庫の一般的なモデルを作成し、線形制御系のサーボ理論を導入してシステムの各部門特性を明確にし、各部品標準化率、生産サイクル別に数値解析として根軌跡法を用いたシステムの静特性および生産計画量、実際生産量、出荷対象量、在庫量の過渡解を求め、より効果的な在庫管理システムの制御を行なうために比較・検討したものである。これにより以下のことが明らかになった。

- (1) 部品標準化率の変化は、生産計画量、実際生産量、出荷対象量に対して影

響は少ないが、在庫量には大きな影響を与える。

(2) 部品中心の在庫管理システムは、製品中心の在庫管理システムに比較して、安定性、速応性がすぐれ、品切量および在庫量が減少する。

(3) 在庫管理システムにおいて生産計画サイクルを短くするほど安定性は良くなり、速応性は速くなり、整定時間が短くなる。

(4) 部品中心の在庫管理システムにおいて、部品標準化率が高くなるほどシステムの安定性、速応性は向上し、整定時間が短くなる。

以上の結果、実際に最適なシステムを設計し、実施・運営するために部品中心の在庫管理を行ない、部品の標準化を図り、生産計画サイクルを短くする必要性等の有効な指針が得られた。

2. 部品在庫管理における部品引当計画

2.1 緒 言

本節では第2章において設計され、その有効性が実証された部品中心の生産管理システムを基礎にして、受注引合段階においてリニア・プログラミング (LP) 手法¹⁹⁾により部品引当を行ない、部品中心の生産管理システムの効果を一層高めることを目的とするものである。すなわち、一次情報により先行生産された部品在庫を有効に活用して最大の利益を得るために、ある優先規則に従い効果的に部品引当を行なうことが必要である。²⁰⁾そこで本節ではLP手法によって限界利益の大きいものを優先的に受注して製品を組立てる一連の解析を行ない、部品中心生産管理システムの効果が一層発揮できることを立証する。

2.2 部品中心生産管理システムと部品引当計画

本システムの体系はすでに第2章で述べられたように図2.1に示す通りであ

る。つまりシステムは三つのモジュール — 需要予測・生産計画機能，部品生産機能，組立生産機能 — から構成されている。本節では生産計画機能において，限られた部品在庫を有効に利用して生産の経済性を図るものである。

2.3 LP手法による部品引当

組立生産計画に従って組立生産が行なわれるが，その際LP手法によって全製品の限界利益が最大になるように部品引当を行ない，各製品の受注量を決定する。

今， n 種類の製品があり，製品 i の組立数量 Sh_i のときの限界利益を $g_i(Sh_i)$ とすると次のように表わされる。

$$g_i(Sh_i) = Pv_i \cdot Sh_i \cdot \theta_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (4.30)$$

ただし Pv_i : 製品 i の価格

θ_i : 製品 i の限界利益率^(注4.6)

上式で表わされる限界利益の全製品の合計から部品在庫の保管費用，製品品切れによるペナルティ費用を差引いたものを限界利益 $G(Sh)$ とすると次のように表わされる。

$$G(Sh) = \sum_{i=1}^n g_i(Sh_i) - \sum_{i=1}^n (d_i - Sh_i)C_i - \sum_{j=1}^{\hat{n}} (b_j - \sum_{i \in i_j} a_{ij} \cdot Sh_i)Hc_j \quad (4.31)$$

$i = 1, 2, \dots, n$

$j = 1, 2, \dots, \hat{n}$

ここに

b_j : 部品 j の出荷対象数量

(注4.6) 限界利益率 = $\frac{\text{製品1台当りの限界利益}}{\text{製品1台当りの価格}}$

C_i : 製品 i 1 台当りの品切ペナルティ費用

d_i : 製品 i に関する需要量

Hc_j : 部品 j 1 個当りの保管費用

$\sum_{j \in i} a_{ij} \cdot Sh_i$: 使用される部品の総量

a_{ij} : 製品 i 1 台当りに使用される部品 j

の数量

制約条件は次の通りである。

$$\left. \begin{array}{l} 0 \leq Sh_1 \leq d_1 \\ 0 \leq Sh_2 \leq d_2 \\ \vdots \\ 0 \leq Sh_i \leq d_i \\ \vdots \\ 0 \leq Sh_n \leq d_n \end{array} \right\} \quad (4.32)$$

$$\left. \begin{array}{l} 0 \leq \sum_{j \in i} a_{i1} \cdot Sh_i \leq b_1 \\ 0 \leq \sum_{j \in i} a_{i2} \cdot Sh_i \leq b_2 \\ \vdots \\ 0 \leq \sum_{j \in i} a_{ij} \cdot Sh_i \leq b_j \\ \vdots \\ 0 \leq \sum_{j \in i} a_{in} \cdot Sh_i \leq b_n \end{array} \right\} \quad (4.33)$$

式 (4.32), (4.33) の制約条件のもとで式 (4.31) の目的関数を最大にするような Sh_i , つまり製品 1 から n までの各々について決定された出荷量に従って製品を完成して出荷する。

2.4 生産手順

第 1 章で述べたように部品中心生産管理システムの場合, 図 1.1 に示された

生産工程で生産する。すなわち部品は一次情報に基づいて部品加工工程で内作あるいは外注にて外作し、いずれも部品センタにストックする。受注引合段階においてこれらの部品在庫に基づき、限界利益を最大にするように各需要に対する部品引当を行ない、これを確定受注とする。これに従って製品組立を行なった後、出荷する。

2.5 モデルによる実験

2.5.1 実験目的

システム環境を変化させた実験を行ない、部品中心生産管理システムのもとで部品引当にLP手法を用いることの有効性と市場変動への適応可能性を、12通りのシミュレーション結果によって示すことを目的としている。

2.5.2 生産管理方式の設定

本実験では次のような生産管理方式を設定する。

- ① 生産計画サイクル：週サイクル
- ② 安全在庫：標準偏差基準安全在庫
- ③ 生産方式：部品中心の生産管理方式

のもとで二次情報に基づき、LP手法を用いて部品引当を行なう場合と無作為に行なう場合について検討する。

2.5.3 部品構成モデルの設定

第2章で設定した部品中心生産管理システムのモデルと同様に、次のような実験モデルを設定する。製品は $P_1, P_2, \dots, P_6$ の合計6種類で、各製品の週当たり標準生産数量は各々100, 100, 80, 80, 70, 70とし、週当たり合計500台の生産数量であるものとする。各製品は表4.2～4.7に示すように $\eta = 30\%$ のときの部品種類は20種類、 $\eta = 40\%$ のときは17種類、 $\eta = 50\%$ のときは14種類、 $\eta = 60\%$ のときは11種類、 $\eta = 70\%$ のときは

表 4.2 部品構成モデル ($\eta = 30\%$)

構成部品の 個 数		構 成 部 品 種 類																				製 品 需要量
		U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅	U ₆	U ₇	U ₈	U ₉	U ₁₀	U ₁₁	U ₁₂	U ₁₃	U ₁₄	U ₁₅	U ₁₆	U ₁₇	U ₁₈	U ₁₉	U ₂₀	
製 品 種 類	P ₁ (Sh ₁)	a ₁₁			a ₁₄			a ₁₇				a _{1,11}					a _{1,16}					d ₁
	P ₂ (Sh ₂)	a ₂₁			a ₂₄				a ₂₈				a _{2,12}				a _{2,16}					d ₂
	P ₃ (Sh ₃)		a ₃₂		a ₃₄				a ₃₈					a _{3,13}				a _{3,17}				d ₃
	P ₄ (Sh ₄)		a ₄₂		a ₄₄			a ₄₇							a _{4,14}				a _{4,18}			d ₄
	P ₅ (Sh ₅)			a ₅₃		a ₅₅				a ₅₉						a _{5,15}				a _{5,17}		d ₅
	P ₆ (Sh ₆)		a ₆₂				a ₆₆				a _{6,10}					a _{6,15}					a _{6,20}	d ₆
部品在庫量		b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆	b ₇	b ₈	b ₉	b ₁₀	b ₁₁	b ₁₂	b ₁₃	b ₁₄	b ₁₅	b ₁₆	b ₁₇	b ₁₈	b ₁₉	b ₂₀	

表 4.3 部品構成モデル ($\eta = 40\%$)

構成部品の 個数		構成部品種類																	製品 需要量	
		U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅	U ₆	U ₇	U ₈	U ₉	U ₁₀	U ₁₁	U ₁₂	U ₁₃	U ₁₄	U ₁₅	U ₁₆	U ₁₇		
製 品	P ₁ (Sh ₁)	a ₁₁			a ₁₄			a ₁₇			a _{1,10}				a _{1,14}					d ₁
	P ₂ (Sh ₂)	a ₂₁			a ₂₄				a ₂₈			a _{2,11}			a _{2,14}					d ₂
	P ₃ (Sh ₃)		a ₃₂		a ₃₄				a ₃₈			a _{3,11}					a _{3,15}			d ₃
種 類	P ₄ (Sh ₄)		a ₄₂		a ₄₄			a ₄₇					a _{4,12}				a _{4,16}			d ₄
	P ₅ (Sh ₅)			a ₅₃		a ₅₅				a ₅₉				a _{5,15}				a _{5,17}		d ₅
	P ₆ (Sh ₆)		a ₆₂				a ₆₆			a ₆₉				a _{6,13}				a _{6,17}		d ₆
部品在庫量		b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆	b ₇	b ₈	b ₉	b ₁₀	b ₁₁	b ₁₂	b ₁₃	b ₁₄	b ₁₅	b ₁₆	b ₁₇		

表 4.4 部品構成モデル ($\eta = 50\%$)

構成部品の 個 数		構 成 部 品 種 類														製 品 需要量
		U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅	U ₆	U ₇	U ₈	U ₉	U ₁₀	U ₁₁	U ₁₂	U ₁₃	U ₁₄	
製 品 種 類	P ₁ (Sh ₁)	a ₁₁		a ₁₃		a ₁₅		a ₁₇				a _{1,11}				d ₁
	P ₂ (Sh ₂)	a ₂₁		a ₂₃		a ₂₅			a ₂₈			a _{2,11}				d ₂
	P ₃ (Sh ₃)		a ₃₂	a ₃₃		a ₃₅			a ₃₈				a _{3,12}			d ₃
	P ₄ (Sh ₄)		a ₄₂	a ₄₃		a ₄₅				a ₄₉				a _{4,13}		d ₄
	P ₅ (Sh ₅)		a ₅₂	a ₅₃			a ₅₆				a _{5,10}				a _{5,14}	d ₅
	P ₆ (Sh ₆)		a ₆₂		a ₆₄		a ₆₆				a _{6,10}				a _{6,14}	d ₆
部品在庫量		b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆	b ₇	b ₈	b ₉	b ₁₀	b ₁₁	b ₁₂	b ₁₃	b ₁₄	

表 4.5 部品構成モデル ($\eta = 60\%$)

構成部品の 個 数		構 成 部 品 種 類											製 品 需要量
		U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅	U ₆	U ₇	U ₈	U ₉	U ₁₀	U ₁₁	
製 品 種 類	P ₁ (Sh ₁)	a ₁₁	a ₁₂		a ₁₄				a ₁₈	a ₁₉			d ₁
	P ₂ (Sh ₂)	a ₂₁	a ₂₂		a ₂₄		a ₂₆			a ₂₉			d ₂
	P ₃ (Sh ₃)	a ₃₁	a ₃₂		a ₃₄		a ₃₆				a _{3,10}		d ₃
	P ₄ (Sh ₄)	a ₄₁	a ₄₂		a ₄₄			a ₄₇			a _{4,10}		d ₄
	P ₅ (Sh ₅)	a ₅₁	a ₅₂			a ₅₅			a ₅₈			a _{5,11}	d ₅
	P ₆ (Sh ₆)	a ₆₁		a ₆₃		a ₆₅			a ₆₈			a _{6,11}	d ₆
部品在庫量		b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆	b ₇	b ₈	b ₉	b ₁₀	b ₁₁	

表 4.6 部品構成モデル ($\eta = 70\%$)

構成部品の 個 数		構 成 部 品 種 類									製 品 需要量
		U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅	U ₆	U ₇	U ₈	U ₉	
製 品 種 類	P ₁ (Sh ₁)	a ₁₁	a ₁₂		a ₁₄			a ₁₇	a ₁₈		d ₁
	P ₂ (Sh ₂)	a ₂₁	a ₂₂		a ₂₄		a ₂₆		a ₂₈		d ₂
	P ₃ (Sh ₃)	a ₃₁	a ₃₂		a ₃₄		a ₃₆			a ₃₉	d ₃
	P ₄ (Sh ₄)	a ₄₁	a ₄₂		a ₄₄			a ₄₇		a ₄₉	d ₄
	P ₅ (Sh ₅)	a ₅₁	a ₅₂			a ₅₅		a ₅₇		a ₅₉	d ₅
	P ₆ (Sh ₆)	a ₆₁		a ₆₃		a ₆₅		a ₆₇		a ₆₉	d ₆
部品在庫量		b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆	b ₇	b ₈	b ₉	

表 4.7 部品構成モデル ($\eta = 80\%$)

構成部品の 個 数		構 成 部 品 種 類							製 品 需要量
		U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅	U ₆	U ₇	
製 品 種 類	P ₁ (Sh ₁)	a ₁₁	a ₁₂		a ₁₄		a ₁₆	a ₁₇	d ₁
	P ₂ (Sh ₂)	a ₂₁	a ₂₂	a ₂₃		a ₂₅		a ₂₇	d ₂
	P ₃ (Sh ₃)	a ₃₁	a ₃₂	a ₃₃		a ₃₅		a ₃₇	d ₃
	P ₄ (Sh ₄)	a ₄₁	a ₄₂	a ₄₃			a ₄₆	a ₄₇	d ₄
	P ₅ (Sh ₅)	a ₅₁	a ₅₂		a ₅₄		a ₅₆	a ₅₇	d ₅
	P ₆ (Sh ₆)	a ₆₁	a ₆₂		a ₆₄		a ₆₆	a ₆₇	d ₆
部品在庫量		b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆	b ₇	

9種類、 $\eta = 80\%$ のときは7種類であり、各々所定の5種類の部品によって構成されている。ただし、本実験では各製品1台当りの各部品の使用数量はすべて1個とする。すなわち式(4.31)で $a_{ij} = 1$ とする。このように構成部品モデルとして $\eta = 30\% \sim 80\%$ の6種類を設定する。

2.5.4 限界利益率および各種パラメータの設定

本実験では2.5.3で設定した6種類の部品構成モデルについて12通りのシミュレーション実験を行なう。

ここで各々の製品について限界利益率の変動する場合を考慮し、 $P_1, P_2, \dots, P_6$ の各々の限界利益率を50%, 20%, 30%, 40%, 50%, 40%に設定して、LP手法による部品引当と無作為による場合との効果を比較・検討する。そこで式(4.30)～(4.33)に表わされた各種パラメータは、表4.8のように設定する。ただし製品品切れによるペナルティ費用は各製品の限界利益の3倍に、また部品の保管費用については、近年の製品モデル・チェンジの激しさを考慮して、年間保管費率を48%とする。^(注4.7)

2.5.5 実験手順

本実験の手順はすべて第2章の実験手順に準ずるものである。

2.5.6 実験結果の考察

表4.2～表4.7に示す $\eta = 30\% \sim 80\%$ の各モデルのもとで、LP手法による部品引当と無作為による場合の2通りについて合計12通りのシミュレーションを各々15週間分行なった結果、図4.16～4.18においてLP手法による部品引当の有効性が明らかにされた。

図4.16は部品標準化率と総限界利益の関係を表わしたもので、 $\eta = 30\% \sim 80\%$ のいずれのモデルにおいても、LP手法による場合の方が無作為によ

(注4.7) 保管費率は各部品材料費に対して週当たり1%要するものとする。

表 4.8 限界利益率および各種パラメータ

(単位 千円)

製品種類 i	1	2	3	4	5	6					
単 価 $P v_i$	7	5	6	6	5	7					
限界利益率 θ_i	0.5	0.2	0.3	0.4	0.5	0.4					
限 界 利 益 g_i	3.5	1.0	1.8	2.4	2.5	2.8					
ペナルティ C_i	10.5	3.0	5.4	7.2	7.5	8.4					
保 管 費 (部品単位)											
$\eta = 30\%$ $H c_j (\times 10^{-3}) \setminus j$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	3	3	3	4	6	6	4	5	2	2	
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	10	14	14	5	8	10	11	11	8	8	
$\eta = 40\%$ $H c_j (\times 10^{-3}) \setminus j$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	3	3	3	4	6	6	4	5	2	10	
	11	12	13	14	15	16	17				
	14	5	8	10	11	11	8				
$\eta = 50\%$ $H c_j (\times 10^{-3}) \setminus j$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	3	3	5	6	4	2	10	14	5	8	
	11	12	13	14							
	10	11	11	8							
$\eta = 60\%$ $H c_j (\times 10^{-3}) \setminus j$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	3	5	6	4	2	14	5	9	10	11	8
$\eta = 70\%$ $H c_j (\times 10^{-3}) \setminus j$	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
	3	3	6	5	2	14	7	10	10		
$\eta = 80\%$ $H c_j (\times 10^{-3}) \setminus j$	1	2	3	4	5	6	7				
	3	5	5	2	14	7	10				

る場合よりも総限界利益の大きいことが判る。また部品の標準化が進めば総限界利益が増大することも明らかに示されている。

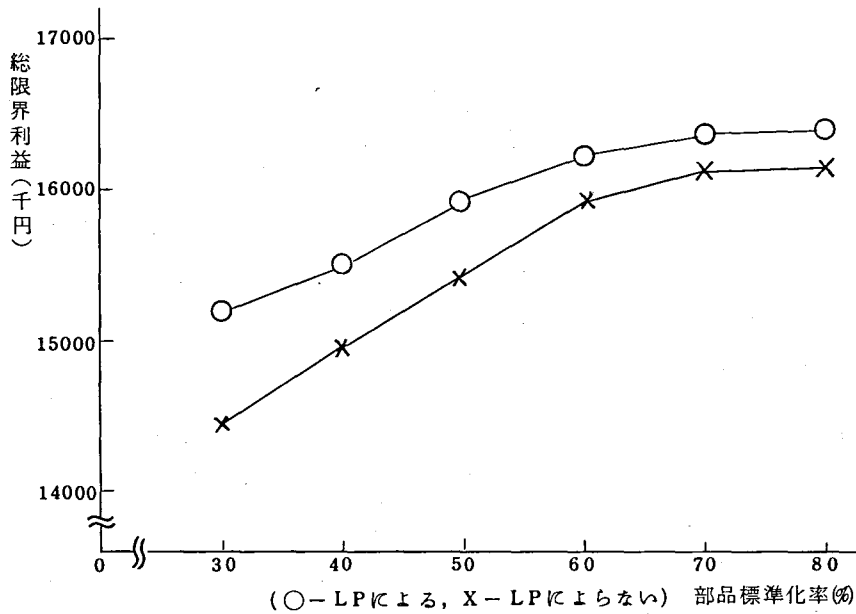


図4.16 部品標準化率と総限界利益の関係

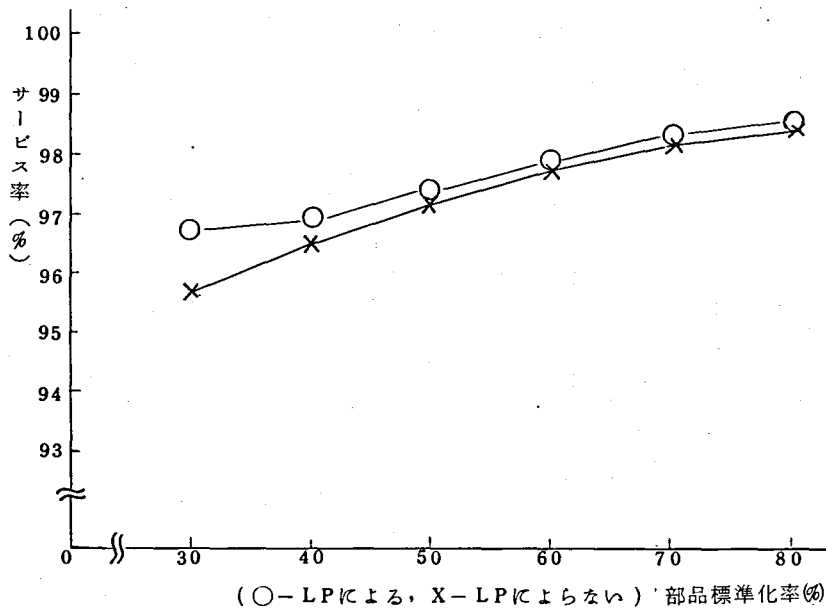


図4.17 部品標準化率とサービス率の関係

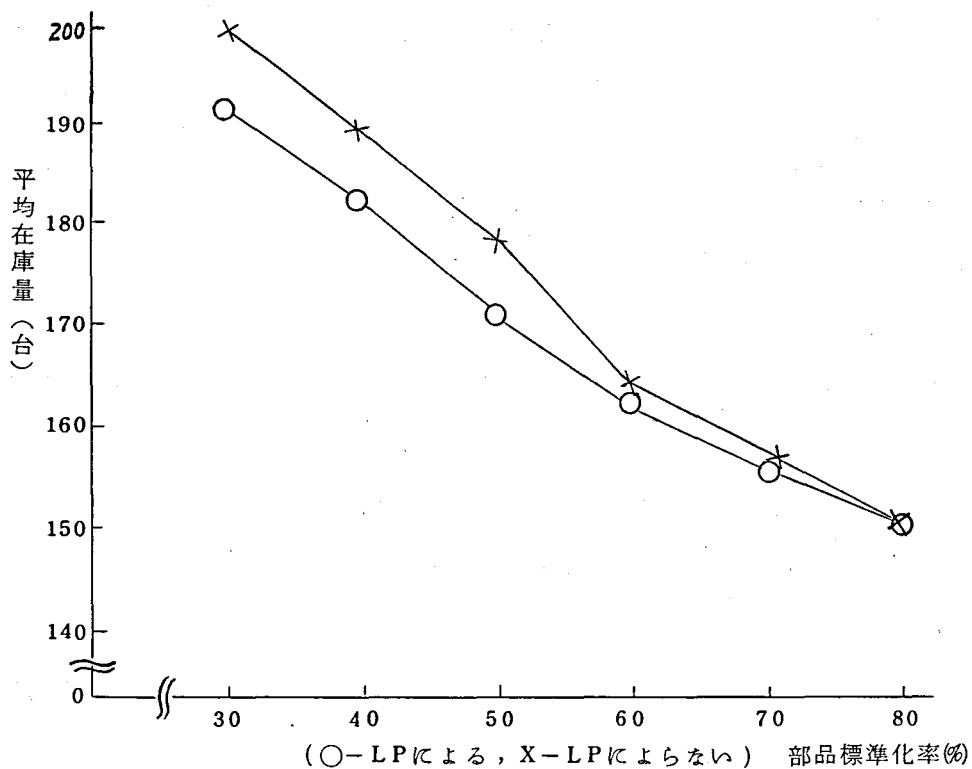


図4.18 部品標準化率と平均在庫量の関係

一方部品標準化に伴う総限界利益の増加率に着目してみると、LP手法による場合、 $\eta = 30\% \sim 40\%$ では1.019、 $40\% \sim 50\%$ では1.029、 $50\% \sim 60\%$ では1.023、 $60\% \sim 70\%$ では1.004、 $70\% \sim 80\%$ では1.001となり、標準化率の増大に従って増加率は低減する傾向にあることがわかる。またLP手法による場合と無作為による場合との利益差をみると、 $\eta = 30\%$ では700千円、 40% では400千円、 50% では500千円、 60% では300千円、 70% では200千円、 80% では180千円となり、標準化が進むに従ってその利益差は減少することがわかる。

図 4.1 7 は部品標準化率とサービス率の関係を表わしたもので、いずれのモデルにおいても LP 手法による場合の方が無作為による場合よりも高いサービス率を示している。また部品標準化に伴うサービス率の増加率に着目してみると、LP 手法による場合、 $\eta = 30 \sim 40\%$ では 1.002、 $40 \sim 50\%$ では 1.005、 $50 \sim 60\%$ では 1.005、 $60 \sim 70\%$ では 1.004、 $70 \sim 80\%$ では 1.002 となり、先の総限界利益と同じく、標準化率の増大に伴って増加率は減少することがわかる。

一方 LP 手法による場合と無作為による場合とのサービス率の差をみると、 $\eta = 30\%$ では 1.0%， 40% では 0.4%， 50% では 0.3%， 60% では 0.2%， 70% では 0.1%， 80% では 0.05% となり、標準化が進むに従って、先の総限界利益と同じく、サービス率の差は減少することがわかる。

図 4.1 8 は部品標準化率と平均在庫量の関係を表わしたもので、総限界利益、サービス率と同じく、いずれも LP 手法による場合の方が無作為による場合よりも平均在庫量が少なくなることを示している。また部品標準化に伴う平均在庫量の低減率は、 $\eta = 30 \sim 40\%$ では 0.947、 $40 \sim 50\%$ では 0.940、 $50 \sim 60\%$ では 0.947、 $60 \sim 70\%$ では 0.957、 $70 \sim 80\%$ では 0.968 となり、標準化が進むに従って減少している。また平均在庫量の差に着目すると、 $\eta = 30\%$ では 8 台、 40% では 7 台、 50% では 7 台、 60% では 2 台、 70% では 1 台、 80% では 0 台となり、標準化が進むに従って減少する傾向を示している。

2.6 結 言

部品中心生産管理システムの受注引合段階において、部品在庫量に基づいて部品引当を LP 手法により行なった場合と無作為に行なった場合とを比較・検討した結果、次のことが明らかになった。

- ① 総限界利益は、LP手法による部品引当の方が無作為に引当した場合に比べて高くなることが明らかになった。
- ② サービス率についても、LP手法による場合の方が無作為による場合よりも高いことが判明した。
- ③ また平均在庫量については、LP手法による場合の方が無作為による場合より低減することが明らかになった。
- ④ 第2章で立証したサービス率、平均在庫量と部品標準化率の関係と同様に、総限界利益は標準化が進むほど増大することが立証された。
- ⑤ 部品の標準化が進むにつれて総限界利益、サービス率の増加率が、また平均在庫量の低減率が減少する傾向にあることが判明した。
- ⑥ 部品の標準化が進むにつれて、LP手法による場合と無作為による場合の総限界利益、サービス率、平均在庫量の差は減少することが明らかになった。

以上のことから、本節において市場の多様化要求に適時的に対処して製品を供給するためにLP手法を用いて部品在庫を引当て、組立生産を行なう一連のシミュレーション実験を行なった結果、部品中心生産管理システムの機能を一層発揮できることが立証された。

第 5 章 部品中心生産管理における情報システム

1. 緒 言

機械生産システムは、常に外界との相互作用をもつ。機械工業における経営の問題は、このシステム全体としての利潤という生産体目的達成のために、全組織をいかに有効なものにするかということになる。

レーラ (Robert N. Lehrer) によれば、いかなるワーク・システム^(注5.1)も次の四つの副次的なシステムから構成されている。

- ① 物理的なシステム (physical sub-system)
- ② 人間のシステム (human sub-system)
- ③ 組織上のシステム (organization sub-system)
- ④ 情報上のシステム (information sub-system)

生産体はこの四つのサブシステムが調和を保って、それぞれが機能を発揮するとき有効に動くのである。

従って部品中心生産管理システムにおいてその特性を発揮するためには、これらサブシステム自身に特徴をもたせると共に各サブシステム相互に有機的な関係をもたせ、相互作用させることが肝要である。

物理的なシステムとは、機械生産するために使用される機械装置ならびにその操作を含む物理的な要因を中心とするものであり、人間のシステムとは、生産体中の人間の属性をいう。組織上のシステムは、生産体の組織の問題であり、情報上のシステムは情報の流れを主体とするものであるが、これらサブシステムの中で特に情報システムは他の三つのシステム活動をメカニカルにコントロールする意味において各サブシステムとの関連は非常に直接的であり、特に複

(注 5.1) レーラは生産体のシステムをワーク・システム (Work system) と定義している。

雑な部品中心の生産を的確に遂行するために大量の情報を正確にしかも迅速に処理することが要求される部品中心生産管理システムにおいては、情報システムが最も重要な役割を果たすものといえる。

また部品中心の生産管理のためには、これまでの論議からも明らかなごとく、単に生産実施の段階だけでなく、計画、実施、統制各レベルを総合化した情報の管理が必要である。

そのような総合的生産情報システムの手続と運用に際しては、データ・ベースの確立とその一元化を図らねばならない。

データ・ベースの一元化とは、多目的的なデータ・ファイルを持つことであり、部品中心生産情報システムにおいては、部品ファイルが重要な役割を演ずる。すなわち部品中心生産管理システムの最大の特徴は、部品の組合せの変化が製品の多様化する理論をフルに活用するものであるから、部品中心生産情報システムにおいては部品ファイルのあり方が問題になる。

従ってこの情報システムでは、部品ファイルの設計と部品展開の手法およびその情報処理について十分検討する必要がある。

そして部品中心生産情報システムでは、部品中心生産管理上必要な基本的データを包含したデータ・ベースを基盤とし、需要予測、生産計画、資材計画、在庫管理、生産手順計画、生産実施、評価・検討等の機能遂行のために総合的な情報処理を行なうことが肝要である。

本章ではこのような部品中心生産情報システムの総合化に着目し、その情報処理の基本原理について明らかにすると共にその中で特に部品中心生産管理の特徴を発揮する部品展開の手法とその情報処理について詳述する。

これらの情報処理の理論に基づいて実際の部品生産情報システムを設計し、その運用について論ずる。

なお第4章まで述べた部品中心生産管理の理論および本章で論ずる部品中心

生産情報システムの論理は機械工業の規模いかんを問わずすべての機械生産に適用できるが、その適用可能性を実証する意味において、事例研究として次の機械生産会社について説明する。

ここでは民生用・産業用電気機械を生産・販売しており、組織は事業部制を採用し、経営センタと10の事業部から構成されている。

事業所は大阪、名古屋、東京の三地区にあり、各事業部は、生産、販売、人事、経理等の独立生産体としての全ての機能を包含している。

従って生産管理—計画・実施・統制—のシステムは、各事業部の性格（製品、得意先、季節性等）に応じて独自なもので行なっている。

この中で、部品中心生産管理システムを適用する機械工場は、民生用電気機械を生産・販売している工場と、産業用電気機械を生産・販売している工場を対象とする。

前者の製品機種は150種類で、製品構成部品の種類は6,000点あり、生産数量は年間120万台で、生産規模はこれまでの実験モデルよりもはるかに大きい。

後者の製品機種は約60種類で、製品構成部品は4,000点あり、生産数量は約25万台である。

工場には部品生産工場と製品組立工場および部品管理センタを設置し、部品管理センタは自動倉庫を主体とする。以上のような機械工場の生産管理を電子計算機とオンラインによる部品中心生産情報システムを利用して効率的に運営実施する。

2. 部品中心生産管理システムとサブシステム

生産体においては、生産体自身が利潤という目的達成のために人・物・機械を部分として総合的に構成された自動的なシステムとみることができる。

部品中心生産においても常に外界との相互作用をもちながらフレキシブルに対応し、この生産体全体としての利潤という目的達成のために、全組織をいかに有効なものにするかということを考慮しなければならない。

部品中心生産管理システムとして次の四つのサブシステムについて考える。

2.1 部品中心生産管理とオーガニゼーション・サブシステム

オーガニゼーション・サブシステムとは、生産体の目的達成のための各機能の構成ならびに機能を発揮せしめる指令系ともいえるものであり、部品中心生産管理システムでは、その特徴を最も効果的に発揮するために次のような組織を考える。

部品センタを中核とし、部品生産工場と製品組立工場との有機的な組織を構成する。その組織図を図 5.1 に示す。

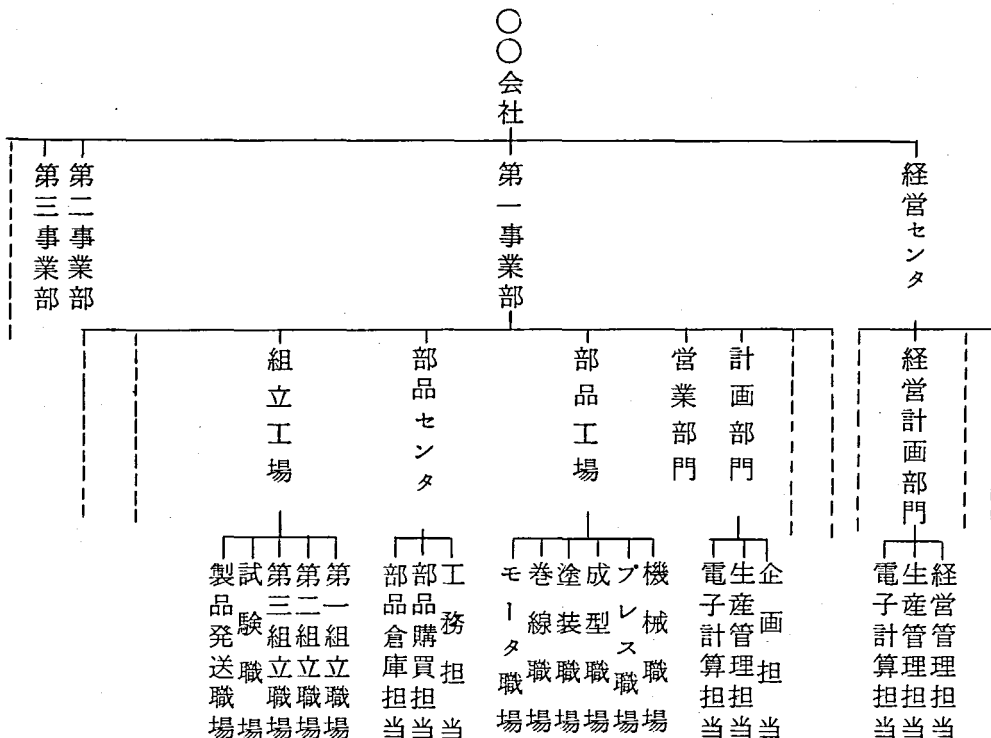


図 5.1 部品中心生産管理システム実施企業の組織図

部品工場では部品の生産加工を行なうものとする。部品センタは、購買、部品受入、保管、供給および工程管理を行なう。組立工場では部品の組立を行ない、製品として出荷するものとする。

これら製造部門と受注・販売活動を行なっている営業部門との調整をする計画部門を設ける。

計画部門は予測を行ない、生産計画をたて、部品製造命令書を発行する。部品工場では、製造命令に従って部品を先行生産するものとする。部品センタは、部品工場で作られた構成部品および外注部品を受入・保管し、営業における受注に応じて、これを組立工場に供給する。組立工場では、組立生産計画に基づいて製品を組立加工し、試験を行ない、完成品として出荷するものとする。

2.2 部品中心生産管理とヒューマン・サブシステム

ヒューマン・サブシステムとは、公式的には組織図により、非公式的には責任、権威あるいは指導力などで表わされ、いわゆる生産体中の人間の属性をいう。このシステムは人間関係、個性あるいは社会的な環境によって大きな影響がある。

部品中心の生産管理システムにおいては、トップがこのシステムに強い関心をもつことが必要であることは勿論であるが、特に計画部門と生産部門および販売部門の責任者相互の人間関係が重要である。それゆえ計画部門の責任者にはリーダー・シップを備え、生産管理業務に精通し、かつ専門的知識を有する権威ある人物を配置することが肝要である。

旺盛な責任感と業務遂行能力は各部門責任者とも具備すべき条件であるが、殊に部品工場責任者には生産技術・工程管理能力を、部品センタ責任者には原価・在庫管理能力を、組立工場責任者には品質管理能力を備えた人物を配置する。

2.3 部品中心生産管理とフィジカル・サブシステム

フィジカル・サブシステムとは、財貨サービスを生産するのに使用される機械装置ならびにその操作を含むもので、物理的な要因をその中心とするものである。すなわち材料の仕入れから生産、保管、出荷および流通過程での移動に関し、製品に対する加工、移動、保管等の物理的手段のしくみと考える。

先に述べたオーガニゼーション・サブシステムのもとに部品中心生産管理システムの特徴を一層発揮するためのフィジカル・サブシステムとして図 5.2 の工場配置図を設定する。

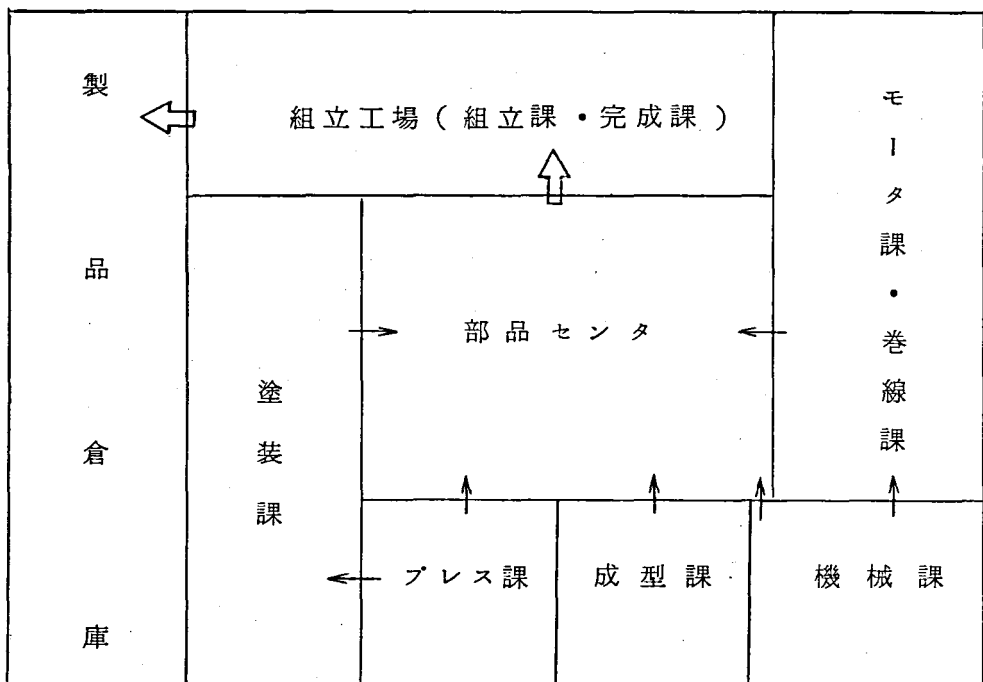


図 5.2 a 工場配置図

工場は部品を製造し、構成部品を組立てる部品工場と内作部品および外作部品を受入れ、保管して供給する部品センタ、また部品を組立て、製品化する組立工場との三つの部門に大別される。

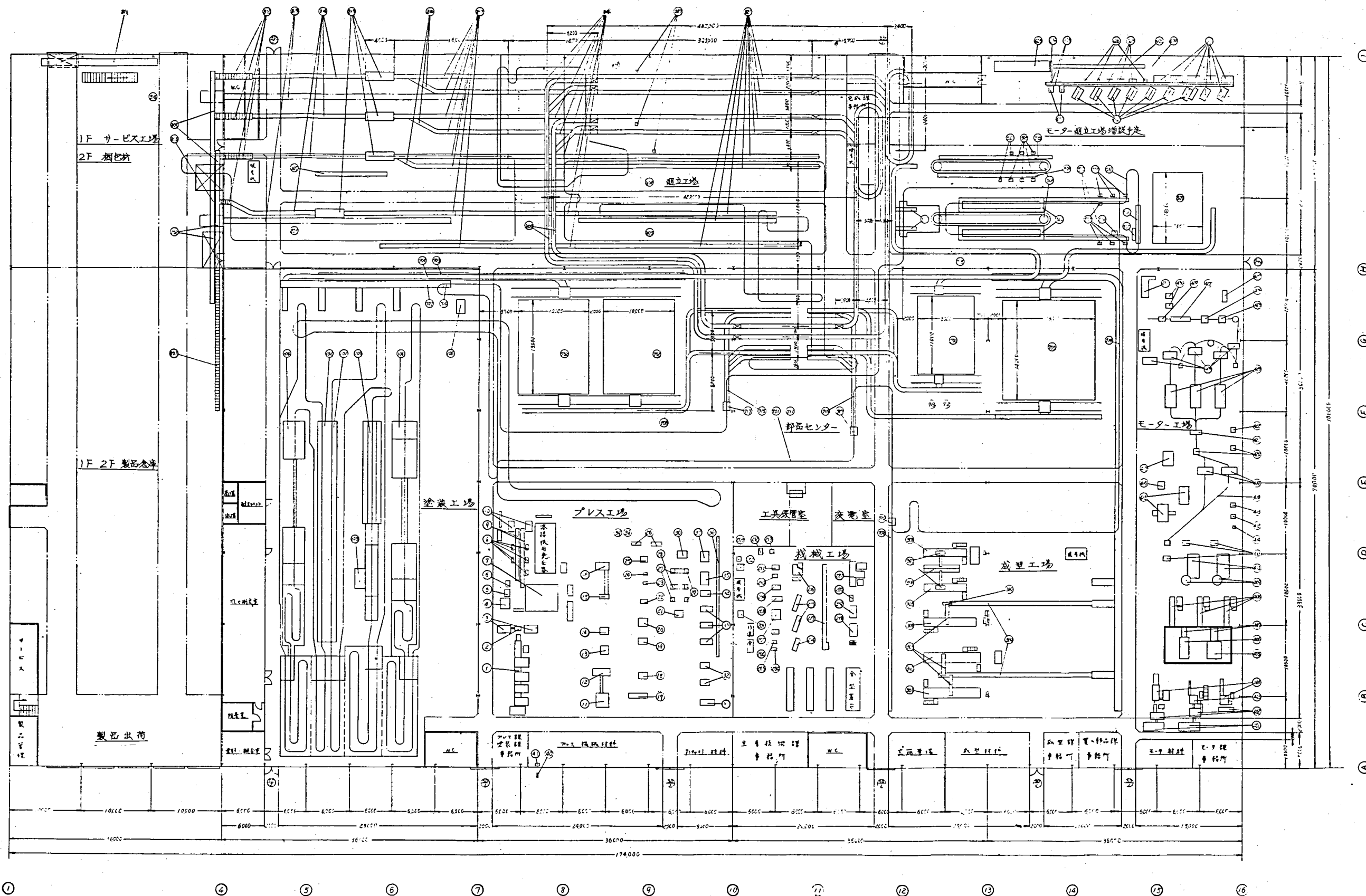


図5.2b 工場配置図

(1)

No.	設 備 名	数 量
1	トランスファープレスライン	1 式
2	オートハンド	1
3	100 t ハイフレックスプレス	2
4	YR-386 特殊抵抗溶接装置	1
5	YR-387 特殊抵抗溶接装置	1
6	YR-388 特殊抵抗溶接装置	1
7	換気扇自動溶接装置	1
8	スポット溶接機	5
9	フレーム搬送シュート	2
10	取付脚溶接機	2
11	100 t ダブルフランクプレス	1
12	カバー端面切削機	1
13	30 t ハイフレックスプレス	1
14	55 t ハイフレックスプレス	1
15	アンコイラ	1
16	100t ハイフレックスプレス	1
17	シャーリング	1
18	30t パワープレス	1
19	50t パワープレス	1
20	100t ロングスライドプレス	1
21	多軸タッブ専用機	1
22	羽根ボスカシメリーマ専用機	1
23	リベッティングマシン	1
24	卓上ボール盤	1
25	20t パワープレス	1
26	バランスングマシン	2
27	卓上ボール盤	2
28	多軸盤	1
29	タッピングマシン	3
30	横多軸盤	1
31	4 - A ターレット	1
32	3 - A ターレット	2

No	設 備 名	数 量
33	S T S - 2 型単能機	3
34	S L 型単能機	1
35	ヨークカバータッピングマシン	1
36	ヨークカバー搬送コンベア	1
37	ヨークカバータッピングマシン	1
38	フローベア	1
39	台 車	50
40	水中ポンプ	1
41	ポンプ	1
101	鉄パーカー装置	1 式
102	アルミパーカー装置	1 式
103	電着装置	1 式
104	静電装置	2 式
105	セトリングタンク	1
106	ファインボウリング	1
201	鋸 盤	1
202	炉入炉	1
203	焼入炉操査盤	1
204	卓上ボール盤	1
205	小型ボール盤	1
206	直立ボール盤	1
207	フライス盤	1
208	形削盤	1
209	スロツティングマシン	1
210	ドリル形磨機	1
211	バイト形磨機	1
212	カッティングマシン	1
213	グラインダ	1

(3)

№	設 備 名	数 量
214	旋 盤	1
215	6 尺 旋 盤	2
216	円筒研削盤	1
217	試作用コンベア	1
218	定 盤	1
219	洗 浄 器	1
220	脱磁器	1
221	平面研削盤	1
301	V-76A-2型成型機	1
302	V-76A-1型成型機	1
303	自動取出機	3
304	V-56A型成型機	1
305	V-44A型成型機	1
306	自動箱結機	1
307	自動取出機	2
308	V-36A型成型機	1
309	コロコンキャリア	2
310	自動箱結機	1
401	ステータ自動箱結機	2
402	ステータ自動面取機	3
403	ステータコア自動計量溶接機	1
404	ステータコア自動計量カシメ機	2
405	60t ダイイングマシン	1
406	125t 高速自動プレス	1
407	コイルグレードル	2
408	ロータコア自動スクュー取り機	3
409	溶解炉	2
410	ダイカストマシン	2

No	設 備 名	数 量
411	油圧プレス	3
412	12tパワープレス	1
413	40tパワープレス	1
414	アーバプレス	1
415	スルフィード研磨機	2
416	転造盤	1
417	カッティング	1
418	ロータ搬送用シュート	1式
419	荒引単能機	2
420	リーミング	2
421	シャフト圧入機	1
422	油圧プレス	1
423	インフィールド研磨機	3
424	仕上単能機	5
425	シャフト寸法検査機	1
426	バランスチェッカー	1
427	単能機	1
428	ラッカー塗布乾燥機	1
429	Eリング挿入機	1
430	超研磨	2
431	ロータ自動箱結機	1
501	モータ検査コンベア	2
502	モータ組立コンベア	2
503	油圧プレス	12
504	フェルト含浸器	1
505	超音波洗浄機	1
506	パーツボックス搬送コンベア	1
507	モータ部品フローラック	1
508	モータエージングコンベア	2
509	モータ組立コンベア	1

(5)

№	設 備 名	数 量
510	モータ組立コンベア	2
511	部品供給コンベア	1
512	アーバプレス	2
513	モータ組立コンベア	1
601	絶縁紙挿入機	2
602	捲線機	7
603	ワニス含浸装置	1式
604	中間搬送コンベア	1
605	組立コンベア	2
606	整形機	3
607	糸掛機	3
608	完成品搬送コンベア	1
609	自動検査機	1
610	コイル挿入機	7
701	パレット返送トロリーコンベア	1
702	塗装品ストック装置	2
703	塗装部品搬送コンベア	1
704	塗装部品搬送コンベア	1
705	成型品ストック装置	1
706	モータ完成品ストック装置	1
707	パーツボックスストックコンベア	1
708	塗装部品搬出コンベア	1
709	パーツボックスストックコンベア	1
710	パーツボックス自動積卸装置	2
711	パーツボックス	
712	成型品搬出コンベア	1
713	モータ完成品搬出コンベア	1
714	成型品搬送コンベア	1

(6)

No	設 備 名	数 量
715	モータ完成品搬送コンベア	1
716	パーツボックス搬送コンベア	1
717	パーツボックス自動積込装置	1
801	製品搬送キャリア	
802	傾斜ベルトコンベア	1
803	梱包コンベア	2
804	バレット循環コンベア	1
805	部品供給コンベア	2式
806	不良品搬送コンベア	2
807	補修用コンベア	1
808	ベルトコンベア	1
809	スラットコンベア	1
810	スチッチャー	2
811	梱包材搬入傾斜コンベア	1
812	製品搬送アキュムレーション	4
813	梱包材供給コンベア	2
814	製品搬送ベルトコンベア	4
815	封函機	4
816	集合装置	3
817	梱包コンベア	8
818	検査用コンベア	8
819	治具バレット	
820	アーバプレス	3
821	組立コンベア	9

部品工場は切削加工，溶接作業等を行なう機械職場，プレス作業を行なうプレス職場，プラスチック部品を射出成型する成型職場，部品を塗装する塗装職場，モータのステータを巻線加工する巻線職場，更にモータを組立て，半製品として完成させるモータ職場等の製造職場を構成する。機械職場は数値制御による群制御管理を行ない，巻線職場は自動巻線機を設置し，モータ職場は自動組立機を設備する等徹底した自動化・省力化を図る。

部品センタは，ラック・ビル方式の自動倉庫を設置し，部品工場からの受入，保管および自動供給を電子計算機により自動的に制御する。

二次情報（確定受注）に基づき，部品出庫から組立，完成，出荷までのリード・タイムを短縮して，受注即出荷の体制を敷くために組立工場はコンベア・ラインを可能な限り短くし，専門化し，かつ自動化する。

部品中心生産管理システムを採用する機械工場におけるフィジカル・サブシステムは，部品センタを中心とし，部品工場と組立工場を有機的に結合し，しかも各工程を徹底して自動化，省力化することが肝要である。

2.4 部品中心生産管理とインフォメーション・サブシステム

インフォメーション・サブシステムとは生産体の活動をささえる生きた血液の循環系統であり，絶えざる清新にして正確な情報の流れこそ部品中心生産管理システムの本来目的への活動の源泉となるものである。特に正確な需要予測と市場の変化にフレキシブルに順応し，複雑な生産管理を適確に遂行するために大量の情報処理が要求される部品中心生産管理システムにおいては，インフォメーション・サブシステムが最も重要な役割を果たすのである。

部品中心生産管理システムにおいて，生産体はこの四つのサブシステムが調和を保ってそれぞれが機能を発揮するとき，有効に動くのである。これらのサブシステムはそれぞれが独立ではない。その間には相互作用がある。

就中インフォメーション・サブシステムは、他の三つのサブシステムにおいて共通する情報を設計対象とする点で他のシステムとの関連は非常に直接的なものであるといえる。

殊に部品中心生産管理システムにおいては、三つのサブシステム活動をメカニカルにコントロールする高次元のシステムとして情報システムが最も重要な意味をもつものである。

従って本章では、部品中心生産管理における情報システムに関して詳述することにする。

3. 部品中心の生産情報システムにおける基本原理

3.1 生産情報システムと経営情報システム

経営情報システムは、生産体およびその環境に関して経営管理のための計画と統制に利用できる情報を迅速かつ正確に提供するシステムで、生産情報システムは当然経営情報システムに包含するものと解することができよう。

すなわち生産情報システムとは、電子計算機を基調とし、生産管理責任者にタイムリィにして広範囲にわたる生産業務の中核的な活動分野に関する重要な情報を提供することにより、生産管理者層に貢献できるように設計されたものであるといえる。²¹⁾

生産情報と経営情報の関係を部門別に、かつ管理階層別に示したものが図 5.3 である。

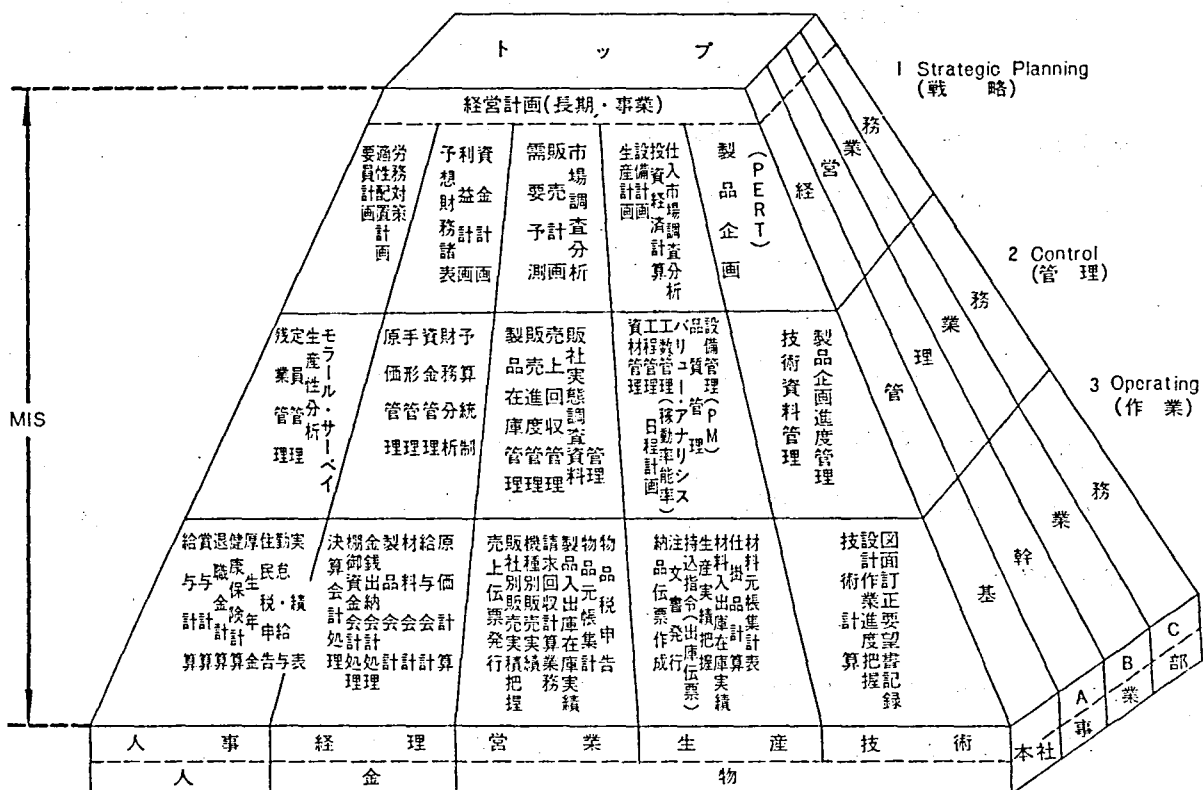


図 5.3 経営情報システムと総合経営管理

3.2 部品中心生産情報システムの種類と内容

部品中心生産情報システムは、実際問題として個々のサブシステムが多数集まってできたもので、このサブシステムは通常三つに大分類できる。すなわち作業情報システムと管理情報システム、それに方略情報システムからなる。²²⁾

3.2.1 部品中心生産情報システムと作業情報システム

作業情報システムとは、生産管理業務上の特定の實務に用いるデータを処理することに関係のあるシステムである。部品中心生産管理における特定の實務とは部品在庫記録、注文書の発行、納品伝票の作成、生産実績記録等である。

3.2.2 部品中心生産情報システムと管理情報システム

管理情報システムとは生産業務の基本的な活動をより効果的にし、機会損失を最小ならしめるための情報システムである。部品中心生産管理においては資材管理、在庫管理、工程管理、原価管理、品質管理等の情報システムがある。

3.2.3 部品中心生産情報システムと方略情報システム

方略情報システムとは意思決定の過程に集中し、問題解決のために設計されたシステムである。一時的な問題から繰返し発生する問題までを解決するためのシステムであって、このような機能が生産管理責任者の代替案比較作業を容易ならしめるわけである。部品中心生産管理においては、最も重要な需要予測とか生産計画あるいは設備投資の意思決定のための投資経済計算等に関する情報システムである。

3.3 部品中心生産管理のための情報処理方法

作業情報システム、管理情報システム、方略情報システム、あるいは三者総合の生産情報システムにおいても、それは常に次のような処理方法の一つとして設計される。すなわちそれらは、バッチ・プロセッシング・システムズ、インテグレートッド・システムズ、トータル・システムズのうちの一つに該当する。それらの処理方法の内にもそれぞれ変種があり、また一つのシステム内でも共に働くサブシステムを持っている場合がある。²³⁾

バッチ・プロセッシング・システムズを展開してゆく場合、システム・プランナは特定の部課の諸問題に自分の考えと行動を集中しなければならない。ところがインテグレートッド・システムズでは、特定の機能つまり調達、生産、販売といった機能の諸問題に方針を定めて、関連する部課にまたがってシステムを設計してゆく。トータル・システムズでは、組織上の基礎的要素を前提にして機能上のライン、部門別ラインの双方に関連することになる。つまりバッチ・プロセッシング・システムズは、給与計算とか、部品在庫記録、棚卸計算等の

個々の業務中心の情報処理であり、インテグレートド・システムズでは、材料調達、生産等の個々の機能中心の情報処理方法である。

従ってこれらは、市場の動向に応じて有機的、総合的に生産を管理しようとする部品中心の生産情報システムとしては不適切な情報処理方法である。

これに対してトータル・システムズでは、人・金・物等の経営要素を主体として、機能上のライン、部門別ラインの境界を越えて全体的に情報を処理しようとする方法であるゆえ、全体的、総合的な部品中心生産管理としては最も適切な情報処理方法であるといえる。

3.4 部品中心生産情報とトータル・システムズ

トータル・システムズは要素に基づいて組織化されたファイルが中心になっている。²⁴⁾ 情報は一組にまとめられたり、サイクルに方向づけられた適用業務を通過したりせず、直接その発生から要素ファイルまで流れてゆく。これらのファイル相互間には新しいインプットがあったり、アウトプットの要請があるたびに連続的な相互作用がある。すなわちこのアプローチでは、あらゆる基本的情報は完全に相互依存的なものとして認識される。目的は単一の情報をその歴史において一度だけデータ処理システムに投入することであり、そして情報の効用が続く限り、あらゆる要求に役立てるようしておくことである。²⁵⁾

ここで述べている部品中心生産情報システムでは、部品ファイルがデータベースの機能を果たすが、データベースの一元化、すなわち多目的的な部品ファイルの設計によって、生産日程計画、部品調達計画、原価管理、工程管理、在庫管理等の情報処理を同じファイルを用いて極めて正確、迅速に行なう。かくして生産管理責任者は、必要な時に正確な情報を極めて迅速に得ることにより、的確な意思決定のもとに正鵠を射たアクションを展開する。すなわち部品中心の生産情報システムは部品ファイルをデータベースにトータル・システ

ムズを基本原理とした情報処理システムの設計によって一層その特性を発揮し、
効率的な生産管理を行なうことができる。²⁶⁾

4. 部品中心生産情報システムとデータ・ベース

4.1 効率的な生産管理のための部品中心生産情報システム

効率的な生産管理システムとは物的生産能力と人的生産能力を管理手法という手段でもって総合的に計画し、運用するシステムであるといえよう。

従って生産管理の適用はトップ・マネジメント、ミドル・マネジメントから実務者におよび、その機能もPlan-Do-Seeの経営管理サイクルを包括しなければならない。

そのための部品中心生産情報システムとして、ここでは9つの機能 — 技術資料管理、在庫管理、需要予測、生産計画、負荷計画、生産手順計画、進捗管理、購買、評価・検討 — の関連ならびにシステムの手続と運用に際して必要なデータ・ベース²⁷⁾のあり方について検討する(図5.4参照)。本システムの特徴は図に示す通り、大別すると部品生産と製品組立の二つの段階からなり、各部分にPlan-Do-Seeの管理サイクルを含んでいることである。

データ・ベースには生産管理上必要な情報処理のための基本データを包含し、ディスク・ファイル上に記憶されていて、電子計算機とオンラインに連結する。多重入出力点からアクセス、更新、検索を可能にする。

部品中心生産情報システムの基本的なフローとしては、技術統計資料を初期のインプットとして製品の出荷までの全体的なフローを扱い、部品生産段階と製品組立段階よりなり、各段階は計画、実施、評価・検討の各部分からなる。

部品生産段階は需要予測に始まり、製品在庫記録より引当可能量ならびに生産予定・実施状況を調べ、正味製品生産必要数量を決定する。製品構成部品表

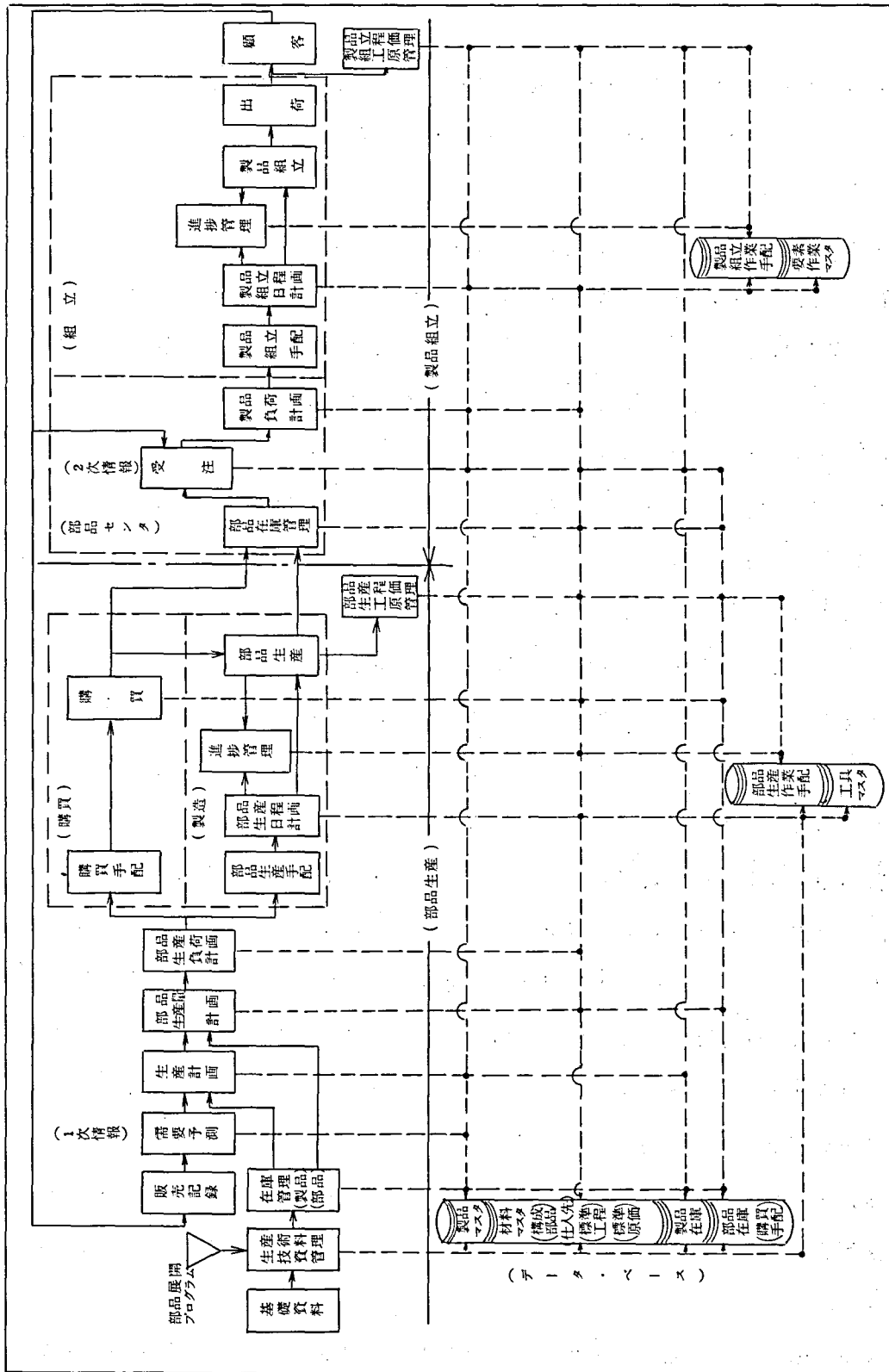


図 5.4 部品中心生産情報システムの構成

に基づいて部品展開が行なわれ、部品在庫記録より部品引当可能量ならびに部品生産予定・実施状況を検討して正味部品生産必要数量を決定し、部品の先行生産手配を行なう。

部品生産計画より部品生産のための負荷計画による平滑化の後に生産能力を検討し、内作部品、購入部品に関するロット量や調達期間を考慮して発注を行なう。購入材料・部品については、材料・部品在庫ファイル発注項目に登録される。内作部品に対しては、部品を生産する各職場に命令書が発行される。これに基づいて部品生産日程計画をたてる。

部品生産実施段階では、まず購買部門において注文に対するフォロー・アップと督促が行なわれる。

納品は部品センタまたは部品生産工程に入れられる。

部品工場内では部品の生産および組立部品の組立が遂行される。すなわち生産命令ずみの仕事に対して作業手配（差立）され、進捗管理が行なわれる。刻刻の生産報告に基づいて各職場における手配済仕事の記録を更新する。完成された部品は検査の後、部品センタへ格納される。

製品組立段階では、顧客の注文製品に対して部品展開が行なわれ、部品在庫記録より部品引当可能量および組立負荷計画より製品組立能力を調べ、受注を行なう。確定受注に基づいて、製品組立命令書が発行される。これにより製品組立日程計画をたてる。製品組立工場内では、製品の組立が遂行される。すなわち日程計画に対し各組立工程のラインバランスを考慮して作業手配され、進捗管理が行なわれる。刻々の組立完成報告に基づいて手配済仕事の記録を更新する。完成された製品は検査の後、直ちに顧客へ出荷される。なお部品生産および製品組立の各工程において標準と実績の原価を比較し、評価・検討が行なわれる。

以上の総合的な部品中心生産情報システムにより部品中心の生産管理業務は

効率的に運営・実施される。

次にこれら情報処理の基盤となる部品ファイルと部品展開の手法を中心に詳述する。

4.2 部品中心生産管理システムと部品表

4.2.1 部品表の種類

部品中心生産管理システムの特徴は、既に述べた通り「あらかじめ部品在庫を持つ」つまり「部品在庫を積極的、計画的に持つ」ところにあることは明らかであろう。

これに対して製品中心生産管理システムでは、このような部品在庫を持たないのが原則である。

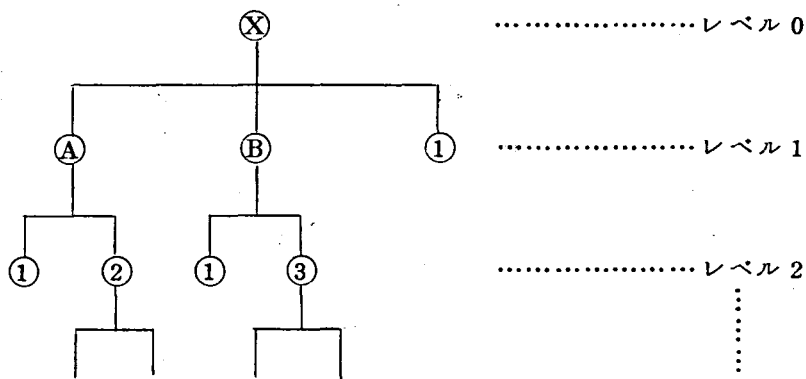
積極的に部品在庫を持つという意味をもう少しはっきりさせるために、製品と構成部品の種類と数量の関係を明確にする部品表を考えてみる。

例えば、図 5.5 ④は製品構成図である。これを部品展開用の部品表に書き直したものが⑤と⑥であり、⑤はいわゆるサマリィ表、⑥はストラクチャ表である。²⁸⁾

サマリィ表方式の方がシステムとしては簡単であるが、周知のように所要部品の総量しか計算ができない。もし展開時に部品の在庫があればこの分だけ差引き、正味量を計算しなければならないが、これは改めて別に行なわなければならない。

ところがストラクチャ部品表を用いれば、任意のレベルの在庫部品をつぎつぎに差引きながら一気に計算してしまう。従って部品の在庫があるときには、ストラクチャ表を用いるのが有利である。

ところで中間部品のあり方には二通りある。一つは「本来ない方が望ましいのにやむを得ず発生してしまったもの」と、他は「積極的、政策的に存在させ



(a) 普通のトリー表示

ⓧ	=	1
Ⓐ	=	1
Ⓑ	=	1
①	=	3
②	=	1
③	=	1

(b) サマリー型

ⓧ	=	1
Ⓐ	=	1
Ⓑ	=	1
①	=	1

Ⓐ	=	1
①	=	1
②	=	1

Ⓑ	=	1
①	=	1
③	=	1

(c) ストラクチャ型

図 5.5 部品表の例

ているもの」である。

従って、後者である部品中心生産管理では当然ストラクチャ表を採用すべきである。

4.2.2 EDPによる部品中心生産管理システムにおける部品展開のねらい

部品中心生産管理においてEDPを適用するに際して、そのシステムは次の

条件を具備しなければならない。

- ① 材料，構成部品，製品の在庫数量を把握できること
- ② 材料，構成部品，製品および各工程内の仕掛品を資産評価できること
- ③ 各工程内における加工不良，材料不良，現場紛失などの事故材料についても的確に把握できること
- ④ 生産日程計画と実績の比較が可能であること
- ⑤ 工程別の生産日程計画，作業指示のシステムが確立されていること
- ⑥ 原価要素別の実績の把握と標準の比較が可能であること
- ⑦ これまでに述べたことについて有機的にアクションがとられ，フィード・バックされる体制であること
- ⑧ 工程経路の変更に追従できるシステムであること
- ⑨ 部品の改良，変更による切替え時点のずれに対処できること
- ⑩ 製品，半製品，部品の構成の変更に迅速に対応できること

これらのうち①～⑦を満足させるには，ストラクチャ法による部品ファイルを持つ必要がある。

また生産管理のEDP化において一般的に最も障害となるのは，⑧～⑩の条件であり，その理由は，生産組織とその機能が常に流動性を持ち，工程編成は情勢に応じて自在に変更されるからである。また部品の設計変更がしばしば行なわれ，現有在庫との調整の問題が生ずる。あるいは，加工する時は工程図に基づき加工されるが，加工不良などの事故材料が発生し，逆の経路で返送される時，組立順序の逆に分解されることは少ない。

本システムは部品中心生産管理の特徴を発揮し，しかもこれらの条件に対応すべく，その解決を部品展開とファイル構成の手法に折込む新しい方法の研究開発を図ったものである。²⁹⁾

4.3.1 部品展開の原理

次に部品展開の原理を簡単な例をあげて説明する。

```

graph TD
    A((A)) --- T((T))
    B((B)) --- T
    T --- T1((加工))
    C((C)) --- M((M))
    D((D)) --- M
    E((E)) --- M
    M --- N((N))
    F((F)) --- O((O))
    G((G)) --- O
    H((H)) --- O
    I((I)) --- O
    O --- P((P))
    J((J)) --- Q((Q))
    K((K)) --- Q
    L((L)) --- Q
    Q --- R((R))
    U((U)) --- V((V))
    S((S)) --- W((W))
    T1 --- X((X))
    V --- X
    W --- X
    R --- X
    X --- X1((加工))
  
```

図 5.6 部品構成表の例①

㊀	
部品コード	使用量
㊁	1

㊂	
部品コード	使用量
㊃	1
㊄	1
㊅	1

㊆	
部品コード	使用量
㊇	1

㊈	
部品コード	使用量
㊉	1

㊊	
部品コード	使用量
㊋	1
㊌	1
㊍	2
㊎	1

㊏	
部品コード	使用量
㊑	1

㊒	
部品コード	使用量
㊓	1
㊔	2

㊕	
部品コード	使用量
㊖	1

㊗	
部品コード	使用量
㊘	1

㊙	
部品コード	使用量
㊚	1
㊛	1

㊜	
部品コード	使用量
㊝	1
㊞	2
㊟	2
㊠	1

㊡	
部品コード	使用量
㊢	2
㊣	4

図 5.7 部品構成表の例②

これらの関係を親コード，子コード，工程番号によりファイルを構成させることにする。この方法により図 5.6 における㊀，㊁，㊂，㊃および㊄の関係を表わすと図 5.8 の形になる。この表で親コードとは，その工程の材料がどの部品から構成されているかを表わし，子コードはどの部品または製品に組立てられるかを示す。従って親コードがブランクの部品は構成される部品がない。すなわち材料倉庫からの受入材料であることを示す。この内容に従い，図 5.8 を解析すると次のようになる。

工 程 No	工 程 名	親コード	図 番	子コード	標 準 使用数量
0 0 1	材 料 受 入		Ⓒ	0 1	1
0 0 2	"		Ⓓ	0 1	1
0 0 3	Ⓜ 組 立	0 1	Ⓜ	0 2	1
0 0 4	加 工 (1)			0 2	
0 0 5	材 料 受 入		Ⓔ	0 2	2
0 0 6	Ⓝ 組 立	0 2	Ⓝ	0 7	1

図 5.8 部品構成表の例③

- ① 材料Ⓒを 1 個受入れる
- ② 材料Ⓓを 1 個受入れる
- ③ 材料Ⓒと材料Ⓓを組立て、Ⓜができる
- ④ Ⓜを加工する
- ⑤ 材料Ⓔを 2 個受入れる
- ⑥ Ⓜの加工された材料とⒺを組立て、Ⓝができる

この関係を図 5.6 の全体について表わしたものが図 5.9 である。

この原理の特徴は親コードと子コードを設け、各工程間ならびに製品コードと部品コードの関係を明確化し、その把握により部品展開を行なうもので、従来の方法よりもファイルが小さくて済み、機械処理時間が早く、情報処理の面で極めて効率的である。³⁰⁾

工 程	工 程 名	親コード	図 番	子コード	標 準 使用数量
001	材料受入		Ⓒ	01	01
002	"		Ⓓ	01	01
003	Ⓜ組 立	01	Ⓜ	02	01
004	加工 (1)			02	
005	材料受入		Ⓔ	02	02
006	Ⓝ組 立	02	Ⓝ	07	01
007	材料受入		Ⓕ	03	01
008	"		Ⓖ	03	02
009	"		Ⓗ	03	02
010	"		Ⓘ	03	01
011	⓪組 立	03	⓪	04	01
012	加工 (2)			04	
013		04	Ⓟ	07	01
014	材料受入		Ⓙ	05	02
015	"		Ⓚ	05	04
016	Ⓠ組 立	05	Ⓠ	06	02
017	加工 (3)			06	
018		06	Ⓡ	07	02
019	材料受入		Ⓛ	07	01
020	Ⓢ組 立	07	Ⓢ	11	01
021	材料受入		Ⓐ	08	01
022	加工 (4)			08	
023		08	Ⓣ	11	01
024	材料受入		Ⓑ	09	01
025	加工 (5)			09	
026		09	Ⓤ	10	01
027	加工 (6)			10	
028		10	Ⓥ	11	01
029	Ⓦ組 立	11	Ⓦ	12	01
030	加工 (7)			12	
031	完 成 品	12	ⓧ		01

図 5.9 部品構成表の例④

4.3.2 部品マスタ・ファイルの作成

部品マスタ・ファイルの用途は部品展開のみならず、原価計算あるいは進捗統制、物品管理、作業管理との関連を持たせるため、部品展開の原理で述べたファイルの項目以外に図 5.10 に示す各種の項目を盛り込み、データ・ベースの一元化を図る。

品名	子コード	図番	親コード	物品収支区分	次工程	前工程	工程名	使用機械管理№	作業工程№	工程#	製品#	事業部#
投入正味材料費	前工程原価	所要工数累計	所要工数	工程合格率	材料歩留	標準時間 標準工数 標準工数累計	標準時間 標準工数 標準工数累計	人数	余裕率・効率	正味時間	工程区分	標準使用数量

製造間接費累計		製造間接費	製造間接費レイト	直接労務費累計	直接労務費	直接労務費レイト	付属材料費累計	付属材料費	不良材料費累計	正味材料費累計	投入不良材料費
マシン工程	マン工程										

製造原価	稼働率	稼働率見合分				総製造原価	他の作業場所		他の次工程	
		直接労務費	直接労務費累計	製造間接費	製造間接費累計		工程#	× 10	工程#	× 10

図 5.10 部品マスタ・ファイル

このファイルの構成について特に配慮を加えるのは、生産工程経路の変更に
対処できるように数個の次工程なる項目を設け、流動性を持つ工程編成に対し
て自在に追従できるようにすることである。

4.3.3 部品展開の手法

(1) 部品展開手法の用い方

部品展開の手法は一般に次の二つが考えられる。一つは部品中心生産管理シ
ステムにおいて、部品製造命令および生産日程計画作成のための部品展開に使
うとき、中間製品または各工程における最終段階の製品を展開する方法と、今
一つは物品管理で現物の実際在庫と理論在庫の数量を合わせるために工程の受
入段階までさかのぼり、工程との関連を考慮しながら部品をばらす方法がある。
しかし、いずれにしても両方の展開の可能性が前提条件となるが、ここで新し
く考えた部品展開の方法を用いて後者を中心に述べる。

各工程内の部品管理を行なう時、本来各作業工程ごとに受入、引渡を確実に
把握し、記帳すればその作業工程の在庫は

$$(\text{繰越}) + (\text{受入}) - (\text{引渡}) = \text{在庫}$$

となり、内容は明白である。

しかし、コンベア作業の一人一人の作業者に対して記録を取ることは実際の
でない。

そこで特定の例を除き、作業班の最終段階で確実に記録を取るようにする。
その場合、実際在庫と理論在庫を直接比較することができないので、理論在庫、
実際在庫ともに受入段階までさかのぼり、差異を把握するようにする。

次にこの方法の一般手順について述べる。

(2) 物品管理における部品展開手法

① 理論在庫計算モデル

材料倉庫、部品工場、部品センタ、組立工場の四つの部門からなる工場にお

いて、材料倉庫在庫の部品を①、④、⑤とし、部品工場の各工程における仕掛品を②、③、⑥、部品センタの在庫部品を⑦、⑧、⑨、⑩、⑪、組立工場における仕掛品を⑫、⑬、⑭とすれば、図 5.1 1 に示すような関係になる。

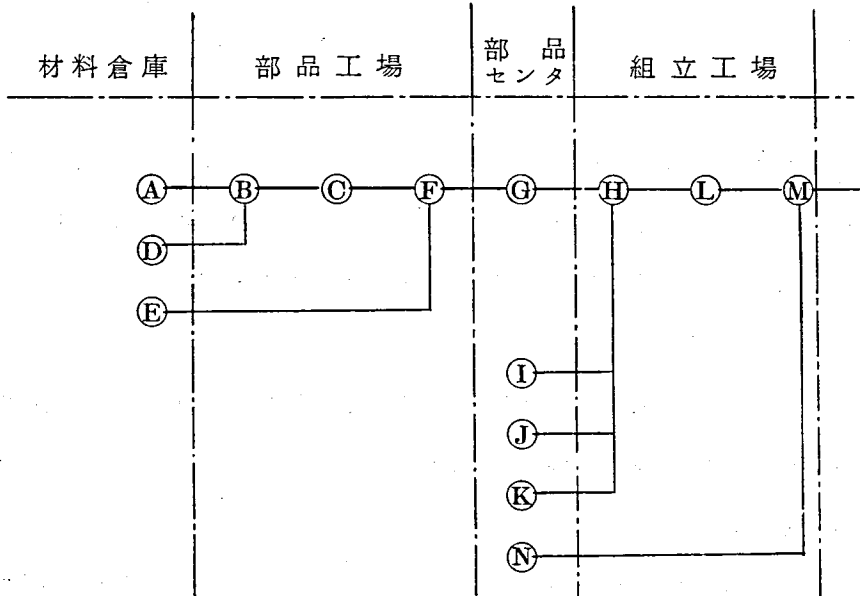


図 5.1 1 仕掛品在庫数量計算モデル

図 5.1 1 に基づき、ある期における部品工場の理論在庫量の計算を行なう場合、材料倉庫、部品工場における部品および仕掛品①②③④⑤⑥の繰越在庫量を I_{w1} , I_{w2} , ..., I_{w6} , 部品工場における受入部品①④⑤の数量をそれぞれ I_{x1} , I_{x2} , I_{x3} , 部品工場から部品センタへ引渡した部品⑥の数量を I_y とし、その時の①～⑥の理論在庫量を I_{z1} , I_{z2} , ..., I_{z6} とすれば図 5.1 2 に示す通りである。ただし構成部品の標準数量はすべて 1 個とする。

次に実地棚卸の結果①～⑥の実際在庫量が I_{A1} , I_{A2} , ..., I_{A6} であったとすると、部品工場の受入段階までさかのぼる部品展開により、①～⑥の実際在庫量はそれぞれ I_{B1} , I_{B2} , ..., I_{B6} となる。この関係を図 5.1 3 に示した。

	繰越在庫量	受 入 量	引 渡 量	理論在庫量
Ⓐ	I_{w_1}	I_{x_1}	—	I_{z_1}
Ⓑ	I_{w_2}	—	—	I_{z_2}
Ⓒ	I_{w_3}	—	—	I_{z_3}
Ⓓ	I_{w_4}	I_{x_2}	—	I_{z_4}
Ⓔ	I_{w_5}	I_{x_3}	—	I_{z_5}
Ⓕ	I_{w_6}	—	I_{y_1}	I_{z_6}

図 5.1 2 仕掛品理論在庫量計算例

実 際 在 庫 量		展 開 後 の 実 際 在 庫 量
Ⓐ	I_{A_1}	I_{B_1}
Ⓑ	I_{A_2}	I_{B_2}
Ⓒ	I_{A_3}	I_{B_3}
Ⓓ	I_{A_4}	I_{B_4}
Ⓔ	I_{A_5}	I_{B_5}
Ⓕ	I_{A_6}	I_{B_6}

図 5.1 3 仕掛品実際在庫量計算例

② 理論在庫計算と実際在庫との比較

i 理論在庫量の計算

図 5.1 1 および図 5.1 2 に基づき、部品・仕掛品Ⓐ～Ⓕの理論在庫 I_{z_1} , I_{z_2} , $\dots$, I_{z_6} を求める計算方法は次の通りである。

(i) Ⓐの理論在庫量の計算

Ⓐの繰越在庫量および受入れにより、部品工場におけるⒶの理論在庫量 (I_{v_1}) は次式で求まる。

$$I_{w_1} + I_{x_1} = I_{v_1} \quad (5.1)$$

同様にして③の繰越在庫量より①の理論在庫量 (I_{v2}) は

$$I_{v2} = I_{w2} \quad (5.2)$$

同様にして④の繰越在庫量より①の理論在庫量 (I_{v3}) は

$$I_{v3} = I_{w3} \quad (5.3)$$

同様に、⑤の繰越在庫量および引渡より①の理論在庫量 (I_{v4}) は

$$I_{v4} = I_{w6} - I_{y1} \quad (5.4)$$

式 (5.1), (5.2), (5.3), (5.4) より、部品工場における①の総理論在庫量 (I_{z1}) は次式で求まる。

$$I_{z1} = \sum_{i=1}^4 I_{vi} \quad (5.5)$$

(ii) 同様にして③～⑤の理論在庫量 I_{z2} , I_{z3} , ..., I_{z6} を求めることができる。

II 実際在庫量計算

図 5.1 1 および図 5.1 3 に基づき、部品・仕掛品①～⑤の部品工場の受入段階における実際在庫量 I_{B1} , I_{B2} , ..., I_{B6} を求める方法は次の通りである。

(i) ①の展開後の実際在庫量の計算

①の在庫より I_{A1}

③の在庫より I_{A2}

④の在庫より I_{A3}

⑤の在庫より I_{A6}

従って部品工場における部品・仕掛品を受入段階までばらした時の①の実際在庫量は次式で求まる。

$$I_{B1} = I_{A1} + I_{A2} + I_{A3} + I_{A6} \quad (5.6)$$

かくして部品工場における①の理論在庫量 I_{Z1} と実際在庫量 I_{B1} との差異を検討する。

(ii) ②～⑥の展開後の実際在庫量も(i)と同様にして求めることができる。

③ 理論在庫の数値計算例

②の理論在庫計算方法により、図 5.1.1 に基づき部品工場の理論在庫量の計算を行なうと図 5.1.4 の通りになる。ただし、構成部品の標準数量はすべて1個とした。

	繰越	受入	引渡	理論在庫
①	5	40		8
②	2			0
③	1			0
④	4	40		7
⑤	3	40		3
⑥	2		42	0

図 5.1.4 仕掛品在庫数値計算例①

この計算方法は次の通りである。

I 理論在庫の数値計算

(i) ①の理論在庫量

$$\text{①の繰越および受入れより} \quad 5 + 40 = 45$$

$$\text{②の繰越より} \quad 2$$

$$\text{③の繰越より} \quad 1$$

$$\text{⑥の繰越および引渡より} \quad 2 - 42 = -40$$

$$\text{合 計} \quad 8$$

(ii) ①の理論在庫量

①の繰越および受入れより	$4 + 40 =$	44
②の繰越より		2
③の繰越より		1
④の繰越および引渡より	$2 - 42 =$	-40
合	計	7

(iii) ⑤の理論在庫量

⑤の繰越および受入れより	$3 + 40 =$	43
⑥の繰越および引渡より	$2 - 42 =$	-40
合	計	3

次に図 5.15 に示す実際在庫量があったと仮定した時、在庫を展開すると同図の展開後実際在庫の数値になる。

	実際在庫	展開後実際在庫
①	3	8
②	3	0
③	1	0
④	2	7
⑤	2	3
⑥	1	0

図 5.15 仕掛品在庫数値計算例②

この計算方法は次の通りである。

ii 実際在庫の数値計算

(i) ①の展開後実際在庫

Ⓐの在庫より	3
Ⓑの在庫より	3
Ⓒの在庫より	1
Ⓕの在庫より	1
合 計	8

(Ⅱ) Ⓓの展開後実際在庫

Ⓓの在庫より	2
Ⓑの在庫より	3
Ⓒの在庫より	1
Ⓕの在庫より	1
合 計	7

(Ⅲ) Ⓔの展開後実際在庫

Ⓔの在庫より	2
Ⓕの在庫より	1
合 計	3

以上述べた展開を行なう手法の手順は次の方法をとった。

4.3.4 部品展開の手順

- ① 展開しようとする部品とマッチする部品をマスタ・ファイルからさがし出す。
- ② 次にその部品が展開すべきものかどうか、すなわち親コードの有無を調べる。

親コードを持っているものは、その親コードと同じ子コードを持つ部品に展開する必要がある。

- ③ 親コードがなければ、その部品はこれ以上展開できない。すなわち受入時点の部品であることを示している。

- ④ 親コードを持っている場合，図 5.16 のテーブル I^(注5.1) にセットし，その親コードと同じ子コードを持った部品をさがしながらさかのぼって行く。

テーブル I		テーブル II	
部品 コード	× N _n	部品 コード	× N _n

図 5.16 親コード，子コード関係テーブル

- ⑤ 同じ子コードを持った部品が親コードを持っておれば，それは更に展開が必要であるため，テーブル II へ移しておき，更に同じ子コードを持った部品をさがす。
- ⑥ 親コードを持っていなければ，その部品はこれ以上展開の必要のない受入時点の部品であることを示している。
- ⑦ テーブル I についてさがし終ると，テーブル II の内容をテーブル I に移動させ，そのコードについて更に①以下の処理を行なう。
- ⑧ テーブル II にセットするものがなくなれば部品展開は終了する。

4.4 部品中心生産管理システムにおける部品展開の適用とその効果

親子コードによる部品展開の原理を応用した 2，3 の適用例をあげて内容を述べる。

4.4.1 工程管理

最終完成段階における生産日程が作成されると，部品展開により内作工程については部品製造命令が，外作に関しては注文書がそれぞれ発行される。

(注 5.1) 電子計算機の記憶装置内に設定された記憶域をテーブル I，テーブル II とする。

同時に各部品製造工程の最終段階，すなわち部品センタへの納期，数量が算出されて工程別生産日程が作成される。

各工程は，この日程計画に基づき生産活動を進め，日々，計画と実績の差異を求め，検討を加える。このシステムの完成で生産管理，進捗調整の適切な EDP 処理が可能となり，工程別の進捗把握は勿論であるが，生産進捗状況に応じた納期指示，部品および材料出庫が可能となり，その他日程変更時にも的確な判断ができるようになる。

4.4.2 物品管理

物品管理システムにおけるデータのインプットは工程間および部品センタへの引渡しを引渡しカードによって行ない，ある工程での引渡しデータは次工程でのインプット・データとなっている。材料受入れについては，材料倉庫の入出庫ファイルから得る。

日々の管理は，生産工程物品管理表，完成工程管理表をアウトプットし，管理責任者はこれらの情報によってその日のワーク・ジョブの出来高，進捗状況，加工不良，現場紛失，材料不良の発生状況，仕掛品の停滞状況を把握し，対策を講ずる。

月末には部品センタの実地棚卸を行ない，部品ファイルよりアウトプットした部品元帳集計表と比較し，差異につき検討して処置を講ずる。工程内の材料，部品，仕掛品については，実地棚卸の結果をインプットし，仕掛品集計表をアウトプットして，在庫の評価を行ない，更に引渡し実績明細表により，工程間物品の受渡しの月間集計と共に理論在庫と実際在庫の比較を部品展開の手法で述べた方法により行ない，物品管理に役立てる。

4.4.3 原価管理

部品中心生産管理における生産工程の原価管理は，進捗管理の段階でその配慮を払う必要がある。そのため仕掛品集計表，引渡し実績明細表の評価の際，

各部品ごとにマスタ・ファイルによりその原価を材料費，直接労務費，製造間接費に分解する。それらを工程ごとに集計した値がその部門の標準の原価で，その原価に対し実際費用を比較し，ワーク・ショップ別の収支実績表を出し，予算統制に供するようにする。

原価要素の差異分析項目の主な点は次の通りである。

① 数量差異 (Vd)

$$Vd = Ms - Ma \quad (5.7)$$

ここに，Ms：標準材料費，Ma：実績材料費

② 作業時間差異 (Od)

$$Od = (Os - Oa) \cdot Lr \quad (5.8)$$

ここに，Lr：標準労務費レート，Os：標準直接作業時間，Oa：実績直接作業時間

③ 操業度差異 (Wd)

$$Wd = Ps - Vp \quad (5.9)$$

ここに，Ps：標準製造間接費，Vp：変動予算製造間接費

④ 管理可能差異 (Cd)

$$Cd = Vp - Pc \quad (5.10)$$

ここに，Pc：実績製造間接費

⑤ 製造間接費差異 (Pd)

$$Pd = Wd + Cd = Ps - Pc \quad (5.11)$$

以上のように単に数量的なものだけでなく，それぞれの項目ごとに金額評価することにより，原価意識の昂揚に役立つと共に，作業管理面でも能率分析表，稼働率分析表の分析効果とあいまって，適切な管理が行なえる。

部品中心生産管理においては構成部品の生産工程も多く，また製品中心生産管理システムの棚卸資産の殆んどが製品在庫であるのに対して，部品中心生産

管理の場合は部品在庫であるゆえ、原価管理上および財務会計上、特に正確な部品原価を把握する必要がある。なお各部品生産工程における業績を経営的に明確に評価することも肝要である。

このことに関しては、第6章第5節で詳述することにする。

5. 部品中心の生産情報システム

本節ではこれまでに述べた部品中心生産管理システムの理論と部品展開の手法に基づいて、コンピュータによる部品中心の生産情報システムに関して論ずる。

5.1 部品中心生産情報システムの概要

第2章第3節「システムの構成原理」に基づいて部品中心情報システムで設定した加工方式の概要は次の通りである。

① はじめに最終製品組立の数週間前に需要を予測する。しかしこれは需要の予測のためではなく、構成部品の予測のためであり、これを一次情報とし、ストラクチャ・レベル別の部品在庫量を決めて、これを量産方式により加工し、更に組立部品の組立てを行なう。

また、この情報によって外作部品も手配される。

② 最終製品の組立ては、製品の受注を二次情報とし、これに基づいて製品組立計画が決まると部品展開し、あらかじめ準備された部品や構成部品の組合せによって組立を実施する。

③ 二次情報と一次情報との差は、ある基準在庫（安全在庫）を持つことによって吸収する。

5.2 部品中心生産情報システムにおける情報処理

この生産方式の具体化のために、部品中心生産情報システムでは、図 5.17 に示す 9 つの情報処理モジュールを持つ。

① モジュールⅠ：需要予測処理

需要実績より指定された予測手法に基づいて需要予測処理を行ない、月次需要予測を作成する。

② モジュールⅡ：販売計画

月次需要予測に基づいて顧客と検討を行ない、第一次受注情報としてインプットし、仕向先別・製品機種別販売計画表および受注製品一覧表を作成する。

③ モジュールⅢ：生産計画処理

生産計画は販売計画に基づき、製品在庫ファイルよりの製品在庫数量を勘案して、毎週末に 5 週間先の生産計画表を作成する。

④ モジュールⅣ：部品製造命令処理

ここでは生産計画に基づき、部品展開と在庫引当を行ない、構成部品と部品の正味生産必要数量を算出する。その加工・組立てのための工数負荷計算を行なう。この結果、残業可能時間を含めて負荷に余裕のない場合は外注加工を行なう。

かくして、このモジュールのアウトプットとしては、工数負荷計算の結果と部品製造命令書が発行される。

⑤ モジュールⅤ：部品日程計画の作成と外作手配

部品日程計画では、一日当りの負荷工数を決定し、部品、構成部品共に、ある優先順位により割り付けて部品製造日程表を作成する。外作手配としては、モジュールⅣで算出した必要数量のものについて外作注文書、購入部品注文書、材料注文書および手配材料・部品一覧表を作成する。

⑥ モジュールⅥ：部品在庫管理

構成部品、部品または材料の在庫変動を製造あるいは納入実績から把握する。

⑦ モジュールⅦ：製品組立計画処理

二次情報（確定受注）に基づき、あらためて部品展開をして、部品在庫チェックを行ない、在庫数量不足の時は最適利益計画によるプロダクション・ミックスを考慮して、毎週末に翌週の一週間について製品組立計画表を作成する。なお負荷計算を行ない、組立作業の平準化をはかる。

⑧ モジュールⅧ：組立日程計画処理

ここではモジュールⅦに基づき、週間の組立計画をインプットし、組立日程表をアウトプットする。組立ラインへの割付けは、週間内における指示納期を維持し、かつ品種切替えを少なくするために適切な優先順位に基づいて行なう。

⑨ モジュールⅨ：製品在庫の管理

製品在庫は原則として持たない方針であるが、要生産数量が経済生産ロット数以下の場合には先行生産をすることにして、このモジュールでは製品在庫の管理を行なう。

5.3 部品中心生産情報システムにおけるオンライン・システム

5.3.1 オンライン・システムの意義

事業部制組織を採用し、経営センタを中心として各地に事業所を有している生産体において、前に述べた部品中心生産情報システムを効率的に運用するには、オンライン・システムが極めて有効である。³¹⁾

益々激化する生産体間の競争において、良い製品をより安く、必要な時期に顧客に提供することが生産体自身の発展の道であり、そのためには、生産体は経営管理機能を有機的にダイナミックに活動させなければならない。

トータル・システムズによる情報ファイルの一元化およびオンラインによる遠隔地の事業所と経営センタ間の集中的情報処理は、同質の同レベルで全生産体をコントロールし、タイムリィに共通地盤で統一ある意思決定を可能にした。

その結果、共通目標による総合管理の原則がつかぬかれ、常に全生産体が共通の目標に的確に対応していくことが行動原理となり、より創造的に強力な経営活動が各部門に展開される。

5. 3. 2 オンライン・システムの目的

オンライン・システムを考える場合に、通信回線による経営センタを中心とした各事業部間とのオンライン化と構内回線による事業部内におけるオンライン化および経営センタ内におけるトップ・ルームとのオンライン化がある。

次に三者のそれぞれの目的について述べる。

(1) 経営センタ、事業部間のオンライン・システムの目的とねらい

- ① 情報を集中化し、生産体を一体的なものとして、トップの方針を正確、迅速に各部門に徹底させる。
- ② 人間の判断、これを迅速に結合して、共通地盤で統一ある意思決定を行なう。
- ③ 事業部と経営センタによる事業部制の強化、確立を図る。
- ④ 各事業部に大型電子計算機を設置するよりも中央に大型電子計算機を設置し、事業部の経営規模に応じた電子計算機と高速通信回線によるオンライン・システムの方が費用の面から、あるいは人的な面からも経済的に有利である。

(2) 事業部内におけるオンライン・システムの目的とねらい

- ① 部品中心生産管理システムにおいて、過酷な情報処理要件を満たし、業務の管理水準を高める。
- ② 部品・組立両工場の各ワーク・センタと管理中枢センタをオンラインで結び、情報の収集、処理、伝達をタイムリィに行なう。³²⁾
- ③ トップはオンライン・システムにより計画と実績を把握し、経営活動の推進を図る。

5. 3. 3 部品中心生産情報システムにおけるオンライン・システムの概要と特徴

本事例研究では、経営センタ・大阪事業所に I B M 3 7 0 - 1 4 5 (2 5 6 K)^(注5.2)を設置し、東京事業所および名古屋事業所のシステム 3 7 0 - 1 2 5 とそれぞれ 4,8 0 0 B P S 高速通信回線で結び、更に経営センタにおいては、構内回線でトップ役員室および営業部門の I B M 3 2 7 0 遠隔表示装置と連絡する。

事業部コンピュータは構内回線で工場の各ワーク・センタと結び、部品中心の生産管理活動を展開する。

本システムの特徴は、経営センタにおいて集中的に経営管理情報を処理することとあり、情報は人（人材元帳）、金（総勘定元帳）、物（材料元帳・製品元帳）等の要素別にセンタでディスクにファイルしてある。

基本的なシステム・フロー、ファイル構成、プログラム・ロジック、帳票、カード等については、全社統一の方式を採用する。³³⁾

ただし、システムについては事業部の製品、特色に応じて、ある事業部では部品中心の生産管理システムを、あるところでは完全見込受注生産方式等、それぞれ独得の管理システムを採用する。かくして全社の基本的業務の標準化を確立することによって、企業拡大に伴うシステムの拡張も極めて容易である。

5.3.4 電子計算機組織

(1) 電子計算機システムの構成

本オンライン・システムのための電子計算機のシステム構成は図 5.1 8 の通りである。

① 経営センタ・コンピュータ

本社センタ・コンピュータは、I B M - 3 7 0 - 1 4 5 (2 4 0 K) の大型コンピュータを設置し、オンラインによる事業部の情報処理とトップ・ルームおよび本社業務の情報処理を行なう。

(注 5.2) 記憶容量を表わす。256 K バイト

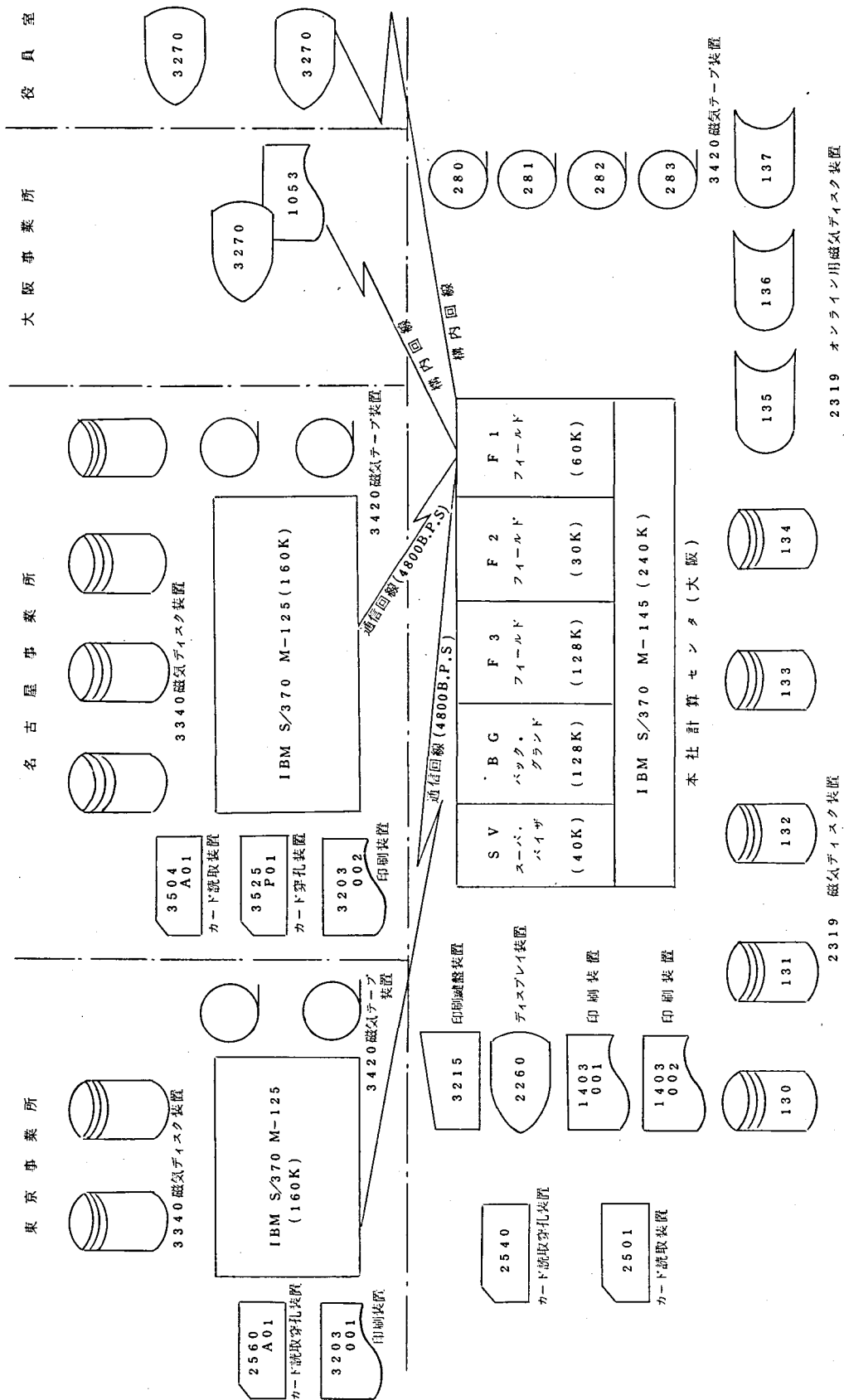


図5.18 電子計算機システム構成図

② 事業部コンピュータ

事業部コンピュータは、IBM 370-125 (160K) を設置し、本社センタ・コンピュータとコンピュータ・ツウ・コンピュータのオンラインを行なうと共にオフラインで事業部自身の業務を単独に情報処理する。

③ 端末機

IBM 3270 情報表示装置をセンタのCPUと構内回線で結び最高データ転送速度650K の速度で伝送し、一画面1920文字(80×24)の表示を行なう。

(2) ソフトウェア

① CICS (カスタマ・インフォメーション・コントロール・システム：顧客情報管理システム)

CICSを用いてプログラムを作成することにより、バッチ・プログラムと同レベルの人が容易にオンライン・プログラムを展開することができる。

② CICSの作成と登録

オンライン・プログラムは端末機の増設が容易にできて、また適用業務の種類もいつでも追加できるように分割されていることが望ましい。従ってプログラムは必然的に大きくなる特性を持っているので、この大きなプログラムを機能ごとに分割(セグメント)し、各々のセグメントをタスクとしてシステムに登録する。

③ CICSには以下のプログラムがある。

i KCP (タスク・コントロール・プログラム)

タスクとして登録された各セグメントを管理するプログラムである。

ii PIP (プログラム・イニシエーション・プログラム)

プログラムの開始手順を処理する。

iii SCP (ストレージ・コントロール・プログラム)

記憶域を有効に効率よく使うために用いる。

Ⅳ PCP (プログラム・コントロール・プログラム)

アプリケーション・プログラムをLOADしたりLINKしたりRETURNしたりする。

Ⅴ TCP (ターミナル・コントロール・プログラム)

回線上のデータの読み書きをする。

Ⅵ FCP (ファイル・コントロール・プログラム)

受け取ったデータまたは書き出すデータの読み書きをする。

Ⅶ ICP (インターバル・コントロール・プログラム)

必要な時に時間間隔を設定する。

Ⅷ アプリケーション・プログラム

回線の状況などは一切考慮せずに適用業務の処理のみをコーディングする。

④ マルチ・オペレーション

バッチ、バッチ・オンライン、リアルタイム・オンラインの三つのマルチ・オペレーションを行なう。従って経営センタ、大阪、名古屋、東京各事業所、トップ・ルーム、営業部門、工場との情報処理を同時に行なう。

5.4 部品中心生産情報システムと経営情報システム

5.4.1 経営情報システムの概要

経営情報処理センタにおいては、トータル・システムの基本原理に基づき、情報データを入・金・物の要素別にファイルを一元化する。市場調査、需要予測および長期経営計画、中期経営計画、事業計画の策定より生産・販売・在庫最適化の経営方略的な業務から、人事・経理・販売・生産の総合調整業務を経て、日程計画、資材・在庫管理それに加えて工程面の進度管理、原価管理、品質管理等の管理業務を行ない、更に計画と実績の対比評価をして、経理決算業

務にいたるまでの一連の総合経営情報を本社と遠隔地の事業部とを高速の通信回線（4,800 BPS）で結び、オンライン処理を行なう。

一方、構内回線で営業部門および工場部品センタと結び、3270情報表示装置を用いて部品在庫、受注、生産、出荷業務を実施する。更に同様に構内回線にてトップおよび役員室とセンタを結び、経営情報を3270に表示して、経営活動を促進する。

5.4.2 事業部における部品中心生産情報システム

以上、経営情報センタを中心に経営情報システムについて述べたが、ここでは事業部における部品中心生産情報システムについてその概要を述べる。

事業部制組織においては、受注－生産－出荷の経営活動の主体は事業部自身にある。従って事業部内では、計画、実施、評価、検討と、いわゆるPlan-Do-Seeの経営管理サイクルが繰り返されている。

(1) 計画の段階

- ① 技術部門で研究開発された製品は経営情報センタEDPにより需要を予測し、事業部電算室にアウトプットされる。
- ② 営業部門では、需要予測に基づいて販売計画書、月切注文書（送品要望書）を作成する。
- ③ 計画部門では、販売計画をインプットして本社センタEDPにて生産・販売・在庫計画を情報処理し、事業部電子計算機へアウトプットする。

(2) 部品製造段階

本章4.2節に基づく情報処理により部品を生産し、部品センタのラック式自動倉庫に格納する。

(3) 受注段階

- ① 営業担当は顧客の注文を受けると端末機でコンピュータに製品の有無を問合わせる。

原則として製品在庫は持たないのであるが、週当り需要が経済ロット量より小さい製品については、製品で在庫を持つ。

経済ロット量は次の計算式に基づいて決定する。

$$E_p = \sqrt{\frac{2 P_y \cdot D_c}{V \cdot \beta}} \quad (5.6)$$

ここに

E_p : 経済ロット数量

P_y : 年間生産数量

D_c : 一回段取費用

β : 保管費率

② 受注製品については、映像装置に映し出される製品元帳ディスク・ファイルの在庫の有無および受注可能数（受注残－在庫数）を確かめ、受注可能であれば自動的に売上伝票が発行され、出荷手続きがとられる。

受注・生産・出荷の状況は刻々とリアルタイムにアップ・ツウ・デイトされてディスク内の製品元帳ファイルは更新される。

③ 製品在庫のない場合は、受注製品を部品展開して必要部品の有無を確認する。この際、当週末までの製造計画部品も勘案される。

部品在庫があれば受注を確定して、翌一週間分の出荷命令書を発行する。

部品在庫がなければ顧客と納期を交渉して特急に部品を製造するか、注文を断る。

(4) 組立生産段階

① 組立工場はコンピュータにより出荷命令書に基づき組立生産計画を作成し、これに従って部品センタより材料・部品の供給を受けて組立生産を行なう。

② 最終完成品は出荷伝票により顧客に向けて出荷される。

(5) 評価・検討の段階

生産活動の結果は電子計算機により情報処理されて、事業部の損益計算書、貸借対照表、およびスタッフ、販売部、製造部の各部門の収支実績表ならびに製造部門における各職場の収支実績表を得る。

これらの決算諸表に基づき、事業部では事業部長を中心として、工場長などのスタッフが経営検討会議を行ない、問題点を検討して次月の計画および実施に万全の対策をたてる。

6. 結 言

① 本章では、部品中心生産管理システムと生産体における四つのサブシステム、すなわちフィジカル・サブシステム、ヒューマン・サブシステム、オーガニゼーション・サブシステムおよびインフォメーション・サブシステムとの関係について述べた。この中でも生産の情報システムとしてインフォメーション・サブシステムが他の三つのシステム活動をメカニカルにコントロールする意味において各サブシステムとの関連は非常に直接的であり、特に複雑な部品中心の生産を的確に遂行するために大量の情報を正確にしかも迅速に処理することが要求される部品中心生産管理システムにおいては、情報システムが最も重要な役割を果たすと考えられる。それ故本章では、部品中心生産管理における情報システムを主体として論じた。

② 生産体システムにおける情報システムの意義について述べた。

③ 部品中心生産情報システムの基本原理に関して述べ、特に部品中心生産管理を実施するための情報処理システムとしては、データ・ベースを一元化したトータル・システムズが最も有効であることを明確にした。

④ 部品中心生産情報システムにおけるデータ・ベースの意義とその主体である部品ファイルの重要性について述べた。更に部品中心生産管理システムの最大の特徴は、部品の組合せの変化が製品を多様化する理論をフルに活用するも

のである。従って部品の展開と総合が他の管理システムに比較して頻繁に行なわれる。それ故ここでは、効率的な新しい部品展開手法に関して検討しその効果を明らかにした。

⑤ 情報システムの基本原理と情報処理の理論に基づき、部品中心の生産情報システムの設計とその実施・運営に関して詳述した。

かくして本章では、部品中心生産管理システムにおいて過酷な情報処理条件を満たし、この管理水準を高めるには、電子計算機の高度利用による情報システムが最も重要な役割を演ずるものであることを明らかにした。

第 6 章 部品中心生産管理システムの実践的活動 に関する研究

1. 緒 言

第 5 章までは部品中心生産管理システムの概念と理論的な展開を中心に論述してきたが、本章ではこれらの理論に基づいて部品中心生産管理システムの運営と実施の実践的活動に関する事例研究について述べる。

1.1 部品中心生産管理システムの実践的活動の意義

部品中心生産管理システムのすぐれた特性に関しては、すでに第 4 章までにおいて理論的な展開を中心に解明し、第 5 章ではその情報処理の理論と手法について述べてきたが、これを実際の機械工業において実証するために、これらの理論に基づいて部品中心生産管理システムの運営と実施の実践的活動とその効果に関して明らかにする。

部品中心生産管理システムは実際には販売面を重視したオーダー・エントリー・システムとして現われている。³⁴⁾

これは部品をオプションとしたワイド・セレクション方式による製品受注、部品展開、部品引当、資材計画、部品製造命令、組立日程計画、納期管理さらに製品の設計方法や製造方式を含むものであり、つまり製造活動に重点をおいて販売活動を含んだかたちで設計されている。

1.2 部品中心生産管理システムの機能

以上の見地から、機械製造工業における部品中心生産管理システムの実践的活動に関して、つぎの 7 つの機能を中心に述べる。

1.2.1 予測と生産計画

予測は計画立案と実施の周期の始まりであり、基本的な生産計画を立て、すべての生産活動が開始される。

1. 2. 2 生産手順計画

機械と労力を考え、生産手順を立て実施に移す。

1. 2. 3 資材計画

使用材料の基本計画を立てる。

1. 2. 4 部品生産実施

生産手順計画に従って部品の製造を行なう。

1. 2. 5 在庫管理

資材計画に基づいて資材を手配し、部品センタでは部品を中心に管理する。

1. 2. 6 組立・出荷

確定受注に基づき、製品を組立て出荷する。

1. 2. 7 原価管理と業績評価

以上7つの機能を円滑に発揮することを評価・検討する。³⁵⁾

1. 3 部品中心生産管理システムにおける実践的運営の概要

部品中心生産管理システムにおける実践的運営図を図6.1に示す。広義の部品中心生産管理システムの運営実施は、新製品計画資料にもとづく意思決定をもってはじまる。これは顧客が求める製品は何か、いつ、どこで(どの部門が)、どれだけ、どのような方法で、いくらで、つくるかということであり、第3章第1節の製品計画の理論を適用して、部品の最適標準化を図る。

製品企画と並行して期間計画、個別計画を包括した長期・中期・短期の経営計画が作成される。各計画段階において、第3章第2節「需要予測」、第3節「プロダクト・ミックスによる生産計画」等の理論を応用して、品質、コスト、期間、数量、設備などの一連の生産活動計画が策定される。

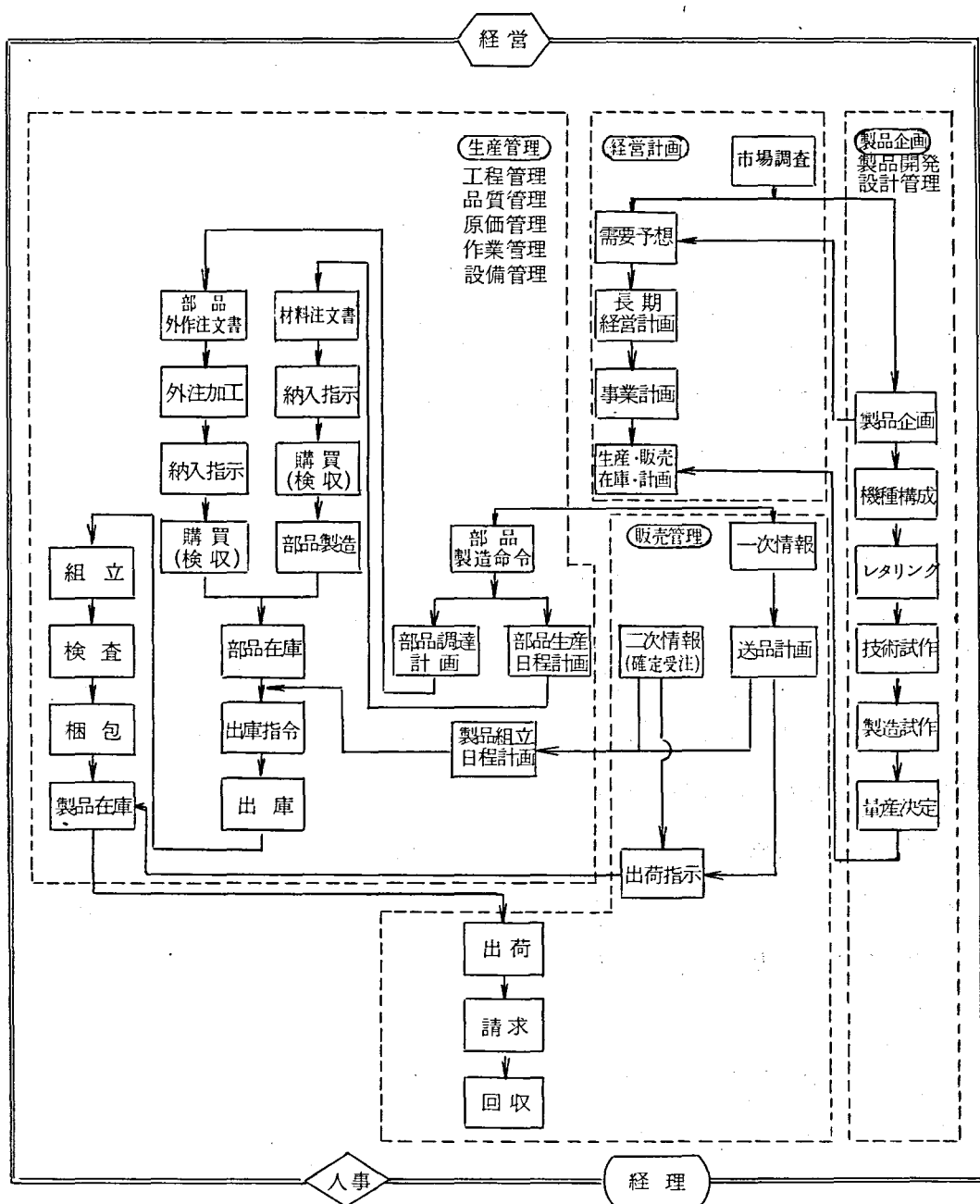


図 6.1 部品中心生産管理システムにおける実践的運営図

これらの計画と週サイクル需要予測等の一次情報に基づいて、トップあるいは事業部長による意思決定により部品製造命令書が発行され、部品の先行手配が行なわれる。

部品製造命令に基づいて負荷計算を行ない、内外作等を検討して第3章第4節「部品中心生産管理システムにおける部品加工スケジューリング」の理論に基づき、部品生産日程計画が班長—課長—工場長のラインで決定され、材料注文書を発行する。これに従って材料が購入され、部品工場にて部品製造を行ない、構成部品は組立てられて、部品センタにて部品在庫として保管する。

一方、外作部品については、部品調達計画に基づいて部品外作注文書が発行され、外注先にて製造される。これら部品は納入指示に従って納入され、検収を経て部品センタに保管される。

次に確定受注に基づく製品組立日程計画に従って、部品の在庫を確認しながら、第4章の在庫管理の理論を応用して、優先順位により最適な製品組立日程計画を作成する。部品は組立日程計画に基づく持込指令に従って組立工場に出庫され、製品として組立てられる。製品は検査工程を経て梱包され、完成品として製品倉庫に一時保管される。

製品は送品計画と二次情報の確定受注との出荷指示に従って出荷され、顧客に送り届けられる。この間、品質・原価・工程に関して、作業員や第一線監督者の複雑多岐にわたる意思決定がなされる。

2. 部品中心生産管理システムと経営計画

2.1 経営計画の意義

経営計画とは生産体活動に統一的な最終目的を表示する目標と生産体の人的エネルギー、物的エネルギーを目標に向かって一致させるよう指導する方針ならびに、方針に従う行動方法を規定する手続きおよび一定期間の活動を計数によって示

す予算を伴った具体的な事業計画の総合的な運営活動であり、広義の部品中心生産管理システムはこの経営計画を前提として考えられる。

経営計画の種類は、これを計画の期間からみる場合には、長期経営計画と中期経営計画および短期経営計画に分つことができる。

2.2 経営計画の特徴と部品中心生産管理システム

2.2.1 部品中心生産管理システムと長期生産計画

長期経営計画における長期生産計画は、生産体と永続と発展の方向の未来像を描いて、生産のあるべき姿を決める。いわば生産体指針的な性格を有するものであるが、科学技術の進歩が速い時代においては、数年という期間のうちに重大な変化を起す場合がしばしばある。そこで技術開発、製品開発を含むことになるのが長期生産計画の特徴である。

したがって部品中心生産管理における部品の標準化等に関しては長期的展望のもとに考慮することが肝要である。

2.2.2 部品中心生産管理システムと中期生産計画

長期生産計画が5年以上の期間計画であるのに対して、中期生産計画は2～3年の生産計画であり、長期生産計画を達成するための具体的な方法・手段のプログラミングである。

この計画では、設備投資、要員計画、資金計画等が主体となるが、特に老朽設備の更新、新設備の建設など設備投資的な性格が中期生産計画において強い。

部品中心の生産管理システムを実行するに際しては、その特性を発揮するために部品工場、部品センタ、組立工場等の設備そのものを、このシステムに適合した新しいものにすることが必要がある。旧来の製品中心の設備をそのままにして部品中心の生産管理システムを実施することは、部品の格納場所および搬入、搬出、その他運搬経路等の諸点に関して問題があり、極めて困難である。

従って部品中心生産管理システムの設計は、設備計画と同時にまたはそれ以前の段階、すなわち中期生産計画において十分に検討し、実施されねばならない。

2.2.3 部品中心生産管理システムと年間生産計画

大部分の生産体は1年を会計年度にとっている。従って年間生産計画は経済活動の基本的な区切りに対応する意味で大切であり、生産体によっては「事業計画」と称しているところもある。これは事業年度の行動予定であり、現実的・具体的な性格のものである。

事業計画システムの中で最も大きなウェイトを占めるものは、目標利益を満足させるための生産計画の立案である。すなわちどのような製品をどれだけ販売した時に最も利益が大きくなるかという点であり、過去の実績や需要予測に基づいて製品を種々組合せ、目標利益を達成する生産計画を立案することであって、この際にダイナミック・プログラミング(DP)を使ったプロダクト・ミックスによる生産計画——最適利益計画として既に第3章第3節において論じたところの数学的・論理的手法が応用される。この生産計画 $\longleftrightarrow$ 見積損益の算定という業務、すなわち利益計画が事業計画のかなめであるといっても過言ではない。

部品中心生産管理システムは、最終組立においては受注生産の形態を取るが、適正な目標利益を確保する意味において、それ以前の年間生産計画の段階では利益計画に基づき、生産計画を立案し、これにより需要を喚起しながら販売促進を図ることが肝要である。

2.2.4 部品中心生産管理システムと月次生産計画の策定

月次生産計画はいうまでもなく、他の長期生産計画、年間生産計画と同じく経営計画の一要素であり、ただ、月次生産計画がこれらの計画と相違する点は実際経営活動の着手に対する指示、命令となる点である。

また月次生産計画の主体は、生産と販売の調整にかかっているといえる。特

に部品中心の生産管理システムにおける月次計画に際し、誤った需要予測に基づく過大の生産計画はいたずらに部品在庫の増大をもたらし、棚卸資産回転率の低下→総資本回転率の低下→総資本利益率の低下を導くのである。逆に過小の生産計画は、部品不足のために遊休資産、過剰人員の増大をまねき、コスト・アップと売上高の低下の結果、売上利益率の鈍化→総資本利益率の低下を導くことになる。

以上のごとく、生産と販売の調整は月々の経営において最も重要な位置を占めるべきものである。しかしながら一般の生産体において、販売については営業部門、生産については生産管理部門等が別個に各々の立場からこれを管理しているのが現実の姿であろう。

しかし生産と販売はあくまでも有機的なつながりを持つ一つの活動である。

従って部品中心生産管理システムにおいては、オーダー・エントリー・システムの立場から両者を管理・推進していく専門スタッフ体制が必要である。本事例研究では、図 5.1 「部品中心生産管理システムの組織図」において計画部門がこの役割を果たしている。

次に部品中心生産管理における月次生産計画の策定手順は需要予測から始まる。その予測方法としては、最小自乗法、単純平均法、移動平均法、加重移動平均法、指数平滑法、前年同期比較法等があるが、本事例研究においては第 3 章第 2 節「需要予測」で述べた傾向予測分析法が有効である。

需要予測、予想の手順を経て最終的に意思決定した販売計画をインプットすることにより、部品在庫の方針に基づいて月間生産計画が自動的にアウトプットされる。

次に月間生産計画に基づき、週生産計画および部品生産日程計画を作成する。以上に関しては、本章第 3 節「部品中心生産管理システムにおける生産実施段階」で詳述する。

2.3 部品中心生産管理システムと製品企画

2.3.1 製品企画の各段階

製品企画の手順は業種、品質、方針などによって多少の相違はあるが、一般には次のように進められる。

① アイデア段階 ② 研究段階 ③ 製品設計と試作 ④ 本生産移行段階

部品中心生産管理システムとしては、特に ③ 製品設計、④ 本生産移行段階において配慮する必要がある。

2.3.2 製品設計

基本的な製品構造が決定すれば、最終製品を設計する。この際に、部品中心の生産管理システムでは、その特性を十分に発揮するために第3章第1節「製品計画—標準化率の最適化の理論」に基づき最適な部品の標準化に努める必要がある。

また一方、部品生産の生産性を上げる意味においてG T、すなわちオーピッツ教授（Prof.Dr.－Ing. Dr.N. C. Opitz）の「加工品分類法と部品グループ加工」^{36）}の構想によりできる限り構成部品を標準化してグループ加工が可能のように製品設計を行なうとともに、最終製品が最小時間で組立てられるように組立部品をカセット式にモジュール化することが肝要である。

この段階で適切な部品の標準化が行なわれていない場合は、第2章～第4章の理論で既に明らかにしたごとく、従来の製品中心の生産管理システムと結果的には何ら異なることなく、部品中心の生産管理システムの特性を十分に発揮することができない。

2.3.3 本生産移行段階

かくして本格的な生産に入るわけであるが、この段階において部品中心生産管理システムでは、技術部門、部品生産部門、製品組立部門、部品センタ、資材部門等これら関連部門は複雑となるゆえ、この間の計画と調整には十分に留

意する必要がある。

そのために技術資料として製造図面だけでなく、購入部品検査規格表、部品検査規格表、製品検査規格表、購買仕様書、作業標準書、製造基準工程表、標準工数表、見積原価計算書、部品表等の管理業務に関する資料を完備せねばならない。特に部品表は今までの論議からも明らかなごとく部品中心生産管理システムの中核をなすものであるから、その作成にあたっては絶対に正確を期さなければならない。

しかる後トップの的確な判断と意思決定により本生産に移行することが肝要である。

部品中心生産管理システムの生産活動では、この段階における技術資料の整備とトップの意思決定いかんがその成否を決定するものといっても過言ではない。

3. 部品中心生産管理システムにおける生産実施段階

3.1 生産手順計画

生産手順計画の起案面では、指定の生産量を機械能力と労働力の面から検討して製造計画をたてる。

3.1.1 生産手順計画の決定

製造基準工程、標準時間、標準工数等の生産手順計画の基本的事項については、普通生産技術、生産管理部門等のスタッフで決められることが多い。しかし目標管理と参画経営の見地から部品中心生産管理システムでは部品工場、組立工場の各職場長に経営責任の一端をになわせることにより、モラルを昂揚する意味で、これら生産手順計画を第一線監督者に決定せしめる方法が生産性を向上するために極めて有効である。

3.1.2 週サイクル生産日程計画の作成

月次生産計画に従って毎週末に5週間先1週間分の最終製品の生産計画を立てる。しかしこれは最終製品の組立てのためでなく、構成部品の製造のためである。

生産日程計画としては最終的な組立日程計画と、その前工程である部品生産工程がある。

一般に製品中心の生産管理では組立日程表が作成された後、その組立日程にタイミングが合うように前工程である部品生産日程を計画することになっている。この場合、前工程である部品加工は組立工程にタイミングを合わせようとするため、部品加工の経済的優先順位が無視される結果となる。

部品中心生産管理では、週サイクル生産計画に基づいて、最終製品組立日程計画に関係なく独自に最適な部品生産日程計画を作成することができる。

それはバッファとして部品センタが存在するからである。

部品中心生産管理では最終製品完成の週間生産計画の前週に1週間分(5日分)の部品が準備されておればよい。従ってGTの「部品グループ加工」の構想と第3章第4節「生産日程計画の理論」に基づいて、優先順位を定め1週間以内の期間において最も経済的な部品生産日程を後工程である最終製品組立工程に関係なく自由に作成することができる。

3.1.3 組立部品生産日程

部品の組立てからなっている組立部品の生産日程の場合は、組立部品の組立日程表が作成された後、その組立日程にタイミングが合うように前工程である部品生産日程を計画する。

(1) 組立部品組立日程計画

部品の組立日程は山積法によってEDP処理する。特急組立部品等で納期が指定されたものは、あらかじめ優先順位を決めておく。インプット・データとしては次のような項目がある。³⁷⁾

- ① 部品製造命令：命令番号，機種，生産数量，納期
- ② 標準工数（工程ごと）
- ③ 保有工数：人員，稼働率，能力，出勤率
- ④ 稼働日数
- ⑤ 機種の切換時間：ある製品から別の製品への製品切換時間

以上の諸条件をインプットして，図 6.2 のごとく EDP 処理を行なうのである。

この際組立日程作成の手順は次の通りである。

- ① 納期の決っている機種は絶対に遅れないように，納期の日から逆算して生産能力一杯に負荷していく。
- ② その他のものについては着手日から指定された日程範囲内で製品機種間の切換損失が最小になるように負荷していく。
- ③ 納期のない機種（週間日程中自由に作ってよい機種）を②のように負荷していったら納期の確定している機種に一部重なってしまう場合（図 6.3 (a) 参照）は，納期の決っている機種を前に移動して，その後に負荷していく（図 6.3 (b)）。この際納期が確定している機種の後にくる機種は，切換時間が最小になるように配列する。
- ④ 以上のように負荷を行ない，日数不足となるものは過負，すなわち能力不足台数として表わす。この場合は外注に出すとか，休日出勤，あるいはパート・タイマによって週間計画範囲内に負荷調整し，日程計画を作成する。

(2) 部品生産日程計画

組立部品組立日程表が作成された後，その組立日程にタイミングが合うように，前工程である部品生産日程を計画する。この場合，完成期日に注目して最終工程から逆に負荷していくバックワード・スケジューリング (backward scheduling) と，着手日から完成日に向けて計画を立てていくフォワード・スケ

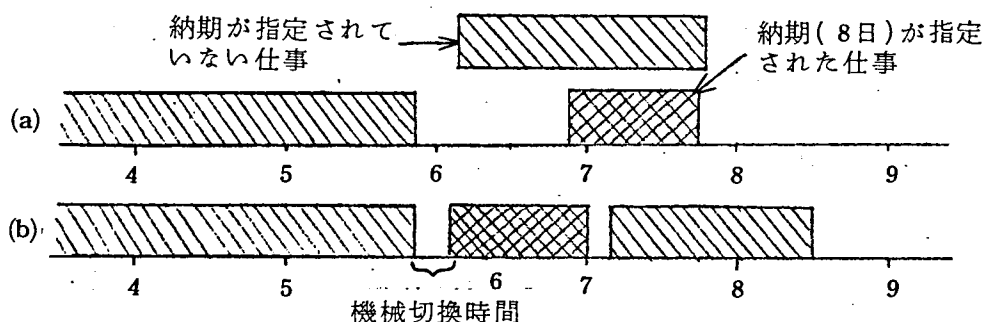


図 6.3 負 荷

ジューリング (forward scheduling) とがある。前者は生産能力を無視して計画するので、能力以上の負荷が各部品生産工程にかかることがある。後者は生産能力いっぱい負荷して各部品生産工程を連続的に有効に稼働させようとするもので、場合によっては部品センタ、または構成部品組立日程の納期に間に合わないことも出てくる恐れがある。

通常、着手日と納期とはすでに部品組立日程の段階で決められているので、このような場合、各機械の稼働可能日より順次生産計画数と標準時間とにより生産能力いっぱい負荷を進めていくフォワード・スケジューリング方式をとるが、納期に間に合わないような時には、過剰作業時間分を残業または外注加工に依存することにして、納期に間に合うように負荷し直す (図 6.4)。以上は機械生産設備に注目した部品生産日程計画であるが、これに作業人員を加味して生産能力を調整し、ムリ、ムダ、ムラのない生産を行なう対策をあらかじめ立てる必要がある。この場合、

$$\text{保有工数} = \text{人員} \times \text{就業時間} \times \text{日数} \times \text{出勤率} \times \text{稼働率} \times \text{能率}$$

$$\text{過不足工数} = \text{保有工数} - \text{負荷工数}$$

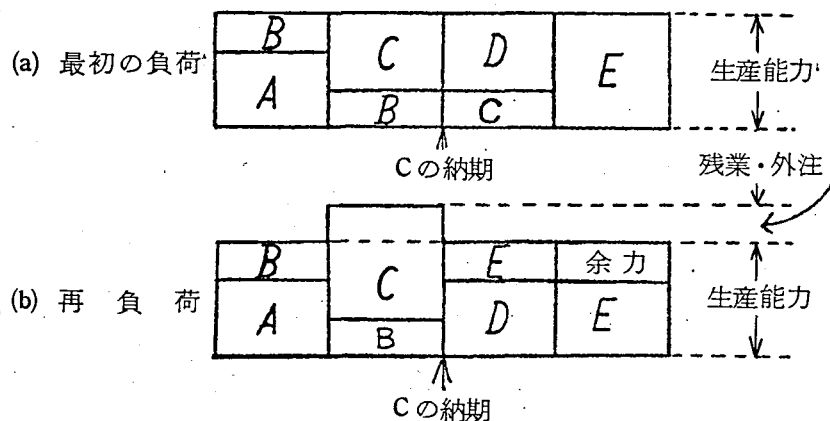


図 6.4 納期を考慮に入れた負荷

となる。

以上の計算を作業班（ワーク・センタ）ごとに行ない、全工場で過不足の工数を明確にして各種対策をたてる。すなわち余力のある作業班から工数不足の作業班へ出向させる等、工場責任者は全体のバランスを考えて調整を行ない、決定・指示する。

(3) 負荷対策と工場責任者の意思決定

機械、人のいずれに対しても初期の段階で隘路工程を見つけ、能力不足分については、残業あるいは外注に依存するとか、人員不足に対しては臨時工、パート・タイマの採用等の手段を購じておかないと、前工程遅れのために組立工程では材料待ちとなって、しばしばコンベアがストップし、組立完成日が遅れるだけでなく、場合によっては納期に間に合わず、顧客に迷惑をおよぼす結果となる。

生産前に工場責任者の適切な意思決定により万全の対策が立てられていたならば、生産実施面で苦勞しなくても円滑な生産活動を遂行することが可能であることに留意すべきである。

3.2 資材管理

3.2.1 部品中心生産管理における資材管理の意義

資材管理の要諦は、品質の保障された材料を所望の時期に、所定の場所に、必要な数量だけ供給することである。

部品中心生産管理においては、部品製造のための材料の調達および最終製品組立のための外作部品の発注の場合があるが、いずれの場合においても必要な材料・部品の見落とし、時間的な見込み違い、数量の間違いなどは生産の中断を招き、所定の日時に部品センタへの入庫が不可能になり、サービス率の低下を招くことになる。

また一方、部品生産は跛行し、製品に組立不可能な部品が大量にストックする結果となり資本的な圧迫を来たすばかりでなく、もし設計変更があればすべて使用不可能におちいり莫大な陳腐化費用を発生せしめることになる。

そこで本システムの特性を発揮し、効果的な資材管理のために以下の事項に留意することが大切である。

3.2.2 部品表ファイル

最終製品1個を生産するのに必要な構成部品の種類と数量を表わす部品表の内容を磁気テープあるいは磁気ディスクに収めたものが部品表ファイルである。既に第5章第3節で述べた通り、部品中心生産管理システムを有効に運用するためには、プロダクト・ストラクチャ法 of ファイル構成にする必要がある。

3.2.3 発注手続

第4章第1節「部品中心生産管理システムにおける在庫管理の理論」に基づいて、定期発注法により注文書の発行を行なう。

図6.5のように毎週末（例えば金曜日）に5週間先の1週間分の発注を行なう。かくして、発注—納品—出庫—生産のサイクルを5週間で繰り返す。材料調達に当っては、品番コード、品名、手番、仕入先名、納品条件などをインプ

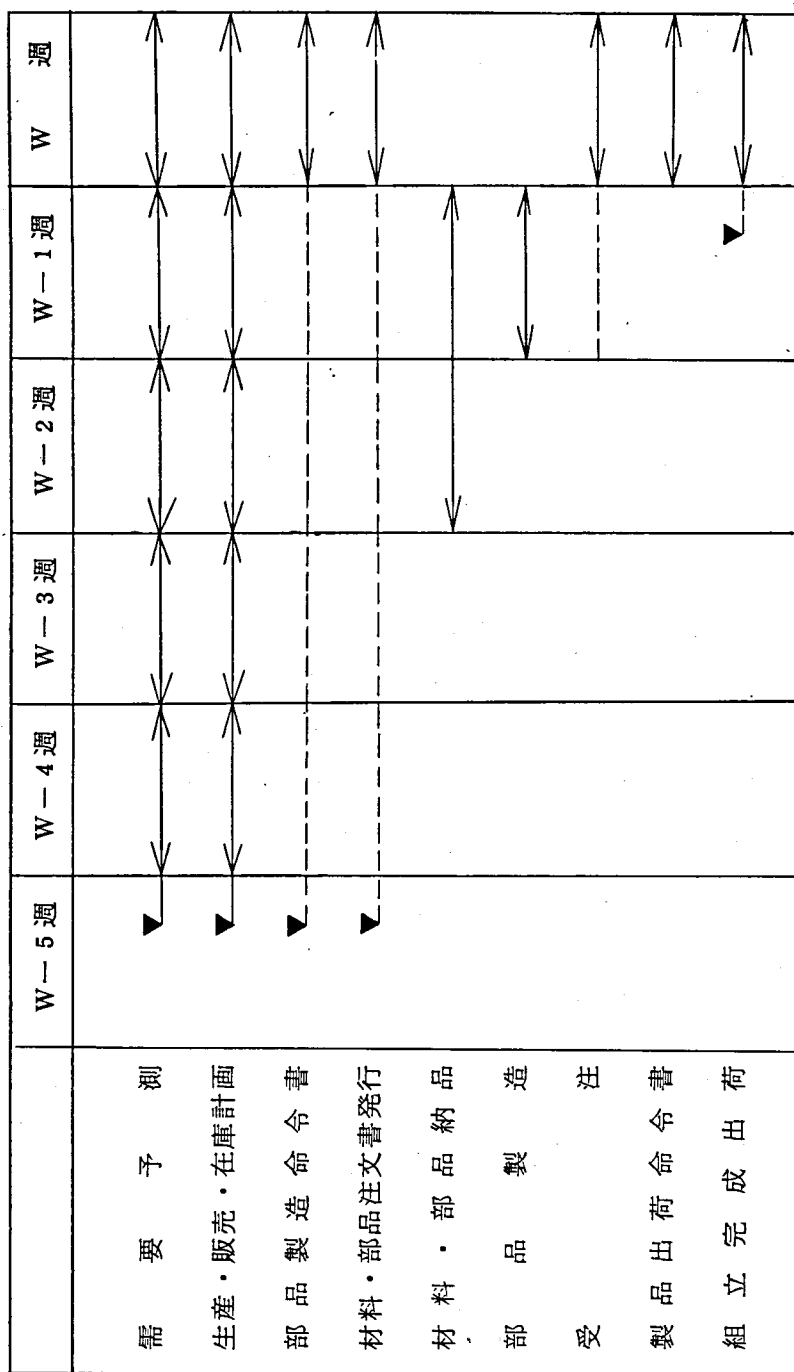


図 6.5 部品中心生産管理システム・製造サイクル

ットした部品マスタ・ファイルと生産日程ファイルから部品展開して部品の総所要量を求め、ディスクに格納された部品・材料実績ファイルの在庫数および注文数によって発注数量を求める。

3.3 部品生産実施

3.3.1 作業指令

部品生産日程計画の実績消化状況に応じて、組立・加工の前日に部品マスタ・ファイルから作業指令カードをアウトプットする。

これは作業職場別工程別に発行され、その内容は次の通りである；図番，品名，作業班番号，工程番号，作業指示数量，標準工数，1時間当り生産個数。

この作業指令に際しては，部品生産日程の進捗状況と内外の生産状況の変動に応じて，最も経済的・合理的な方法を生産管理担当者が立案し，製造担当者の意思決定により発令して実施する。

作業指令カードはデュアル・カード式になっており，現場で作業実績を記入すれば作業報告カードとなり，それを端末機にインプットしてインラインでコンピュータ室に伝送し，作業能率・稼働率報告のインプット・データとなる。

3.3.2 材料持込指令

作業指令カードを現場で確認した後コンピュータにインプットし，部品マスタ・ファイルより自動的に部品展開して，材料持込指令カードを作成すると同時に持込指令一覧表，材料支給伝票を作成する。

材料持込指令カードは，作業職場に対してはディスパッチングの機能を発揮し，倉庫においては出庫指示伝票になる。この際出庫指示した材料に在庫がない場合，資材督促指令書をアウトプットする。購買担当者はこれに基づいて仕入先に対して納品の督促を行なう。他方，工程担当者は持込指令一覧表ならびに不足部品連絡書に基づいて，加工組立作業前日に購買部と工程の最終打合せ

を行なう。

これらの一連の作業は映像表示装置をターミナルとして、コンピュータ・シミュレーションを繰り返すことにより決定する。

すなわち欠品が多くて作業不可能と判断された時には他の部品の作業指令カードをインプットし、最適な生産・材料出庫指示を行なう。

以上の処理により明日必要な材料が保障され、仕掛材料は皆無となり、同時に円滑な生産が行なわれるわけである。この時点における製造担当者、責任者の意思決定はまさに生産の流れが円滑にいくか、止まるかの瀬戸際であって、工程管理のキー・ポイントである。

かくして材料・部品を確保すれば第3章第4節「部品中心生産管理システムにおける部品加工スケジューリング」に基づいてジョブ・ショップのディスパッチングを行ない、部品の加工および構成部品の組立を行なって、部品センターへ部品生産日程に従って格納する。

3.4 部品中心生産管理システムにおける在庫管理

3.4.1 部品中心生産管理システムにおける在庫管理の意義

部品中心生産管理システムにおける在庫管理の目的は部品の最適在庫を維持することであり、部品中心生産管理システムの本来的特性としての在庫の低減、サービス率の向上、リードタイムの短縮等はその在庫管理システムに依存するところが極めて大であり、また最も意義ある問題でもある。³⁸⁾

本節では部品在庫品に対する管理活動と実行活動に関して述べる。

3.4.2 部品在庫管理システムにおける納期管理

(1) 納期管理の意義

部品中心の在庫管理において重要なことは的確な需要予測もさることながら、受注に応じてタイムリィに組立を行なうためには納期通りに部品および構成部

品を部品センタに確保するということである。

材料、部品の遅れは製品組立ラインをストップするばかりでなくサービス率の低下を招き、その結果信用問題になり、場合によっては前者よりも後者の方が生産体にとって将来におよぶ損失をこうむることになる。

従って在庫管理におけるところの納期管理が、この問題の解消に大きな役割を演ずるわけである。³⁹⁾

(2) 納品手続

納品伝票はコンピュータで作成し、仕入先にあらかじめ送付しておく。仕入先は指示された納品日に品物と納品伝票を受付まで持参する。受付は生産日程計画に基づいて、あらかじめコンピュータからオートパンチされた納品カードを仕入先別に当日分および納期遅れ分について整理保管していて、この納品カードと納品伝票と後ほど説明する購買元帳とを照合チェックする。

その時、指定納期よりも納品が早ければ拒否するし、遅れている時は注意すると同時に特急の捺印の上、品物と共に検収に回付する。

検収結果が指示通りであれば、あらかじめオートパンチされた納品カードはそのまま端末機を通してインラインによりコンピュータにインプットされ、磁気ディスク内の材料・部品実績ファイルに納品記録されると同時に在庫数量は増え、注文残数量は減り、それぞれ磁気ディスク実績ファイルは更新される。

このように還流的に処理する方法をターン・アラウンド・システム⁴⁰⁾と称している。つまり、ある仕事をさせる時には、ドキュメントはコンピュータが作り、指示する。アクションが終ると、端末機器により再びコンピュータに戻される。そしてコンピュータのファイルは自動的に更新される。

この方法はコンピュータからアウトプットされるので、インプット・ミスが全然なく、リアルタイムにしかも省力化されているので、最も経済的であるといえる。

(3) 納期管理の方法

先に述べた納品手続でカードがインプットされ、コンピュータ処理されれば、購買元帳と兼ねた納品進捗日報をプリント・アウトする。

その内容は次のような事項を記載している。

- | | |
|---------|--------|
| ① 部品コード | ② 品名 |
| ③ 注文番号 | ④ 注文数量 |
| ⑤ 部品不良数 | ⑥ 納品数量 |
| ⑦ 注文残数量 | ⑧ 納期 |
| ⑨ 納品指示数 | ⑩ 遅れ日数 |
| ⑪ 進捗 | ⑫ 単価 |

以上の内容は端末機である映像表示装置にリアルタイムに表示される。購買担当者は、このディスプレイ表示により外注先に督促を行ったり、納期の変更、注文書の取消等の適宜に応じた処置を講ずる。

3.4.3 部品在庫管理システムにおける現品管理

(1) 実地棚卸の目的

棚卸は生産管理の基本である。棚卸は材料部品の品名、在庫数、瑕疵および陳腐化等、評価に必要な事項について洩れなく実地調査し、帳簿残高と照合確認して、材料・部品運用の効率化と財務諸表における資産の表示を適正にするために行なうのである。

(2) 棚卸の方法

部品中心生産管理システムにおける棚卸は勿論、材料、部品、構成部品に関して重点的に行なわれる。

しかし、月末一時に10,000点におよぶ部品の現物照合をすることは、時間的にも精度に関しても問題になる。そこで毎日コンピュータからアウトプットされる材料・部品入出庫在庫状況と棚札または自動倉庫からアウトプットされ

た在庫記録と現物三者の照合を部分的にデイリィに行ない、全材料が時点を異にしても月一回照合チェックされるようにする。

不照合の際は在庫訂正カードを発行し、コンピュータにインプットして、材料・部品の実績ファイルの在庫高を訂正する。

この方法を常時巡回棚卸法⁴¹⁾と称し、部品中心生産管理システムにおいて特に必要である。

(3) 部品棚卸表

日々の実地棚卸は上述の通り行なわれているので、棚卸は月末の部品有高の状況をディスク・ファイルからコンピュータでアウトプットし、これに基づいて帳簿棚卸により部品棚卸表を作成する。

3.5 最終製品組立作業

3.5.1 最終製品組立日程計画

最終製品組立日程計画は、二次情報（確定受注）に基づき、毎週末（例えば金曜日）に翌一週間分について作成する。

この際の組立計画は第4章第2節に述べた優先順位と負荷計算を行なって設定する。

3.5.2 部品の供給

最終製品の組立てに必要な部品は、部品センタの自動倉庫システムにより、組立日程計画に従って自動的に組立工場における組立ラインに供給される。

3.5.3 組立作業編成

部品中心生産管理システムにおいては、原則として製品在庫を持たないため、受注即組立出荷の生産体制をとらねばならない。

従って可能な限り組立作業時間を短縮するような組立作業方法を考える必要がある。

そのために本節では、組立工場における各組立ラインに対して作業指令を行なうに際して、個々の作業者に作業を配分するための効率的な方法について述べる。

最終製品をコンベアで流れ作業により組み立てるには、半田付、ねじの締付などの要素作業に分けて分業方式をとるのが普通である。この際、作業時間の作業量のバラツキは避けられないが、前工程よりも後工程の方が作業量が少ないか、または作業速度が大で要素作業時間が短い場合は手待ちになる。組立工程や製造工程などにおいて、作業者間あるいは機械間などの生産時間のバランスをとり、全体の工程が支障なく円滑に稼動できるように計画することがライン・balancingである。この問題は重要であって、大抵の生産体では現場第一線の監督者の手にゆだねられているものの、その上手・下手では大きな開きがあり、場合によっては二倍以上作業能率が違うことがある。この場合は、第一線監督者の意思決定いかに生産性向上の鍵がにぎられているのである。

3.5.4 コンピュータによるライン・balancing

コンピュータでライン・balancingをとるためには、次のような手順がとられる。

- ① 要素作業に分解する（図 6.6 参照）
- ② 各要素作業の制約条件を調べる
- ③ 標準作業時間を設定する
- ④ 最適ライン・balancingを決定する

i 各要素作業の優先順位テーブルを作成する。表 6.1 は図 6.6 の前後関係を示す表であって「1」は第一列に示す要素作業が第一行に示す要素作業に優先することを意味する。

ii 優先順位を計数的に表わす

各要素作業の標準時間に、優先関係によって後続くすべての要素作業の標

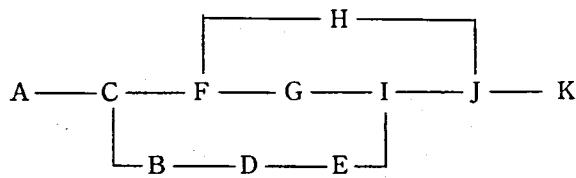


図 6.6 組立ラインの構成

表 6.1 組立ラインの前後関係

要素作業	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
A			1			1	1	1	1	1	1
B			1	1	1	1	1	1	1	1	1
C						1	1	1	1	1	1
D					1				1	1	1
E									1	1	1
F							1	1	1	1	1
G									1	1	1
H										1	1
I										1	1
J											1
K											

準時間を加えたものを位置的重みとする。たとえば要素作業 A の位置的重みは表 6.2 のごとく、

$$32 + 20 + 23 + 20 + 5 + 32 + 10 + 30 = 172 \left(\times \frac{1}{100} \text{ 分} \right)$$

となる。

表 6.2 要素作業の位置的重みの計算
(単位：1/100 分)

要素作業	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
A			1			1	1	1	1	1	1
標準時間	32		20			23	20	5	32	10	30

Ⅲ 各要素作業を位置的重みの順番に並べかえる（表 6.3 参照）。

Ⅳ 作業ピッチ・サイクルは、

作業ピッチ・サイクル

$$= \frac{\text{該当機種当り総標準時間}}{\text{作業人数（工程数）}}$$

として決定する。

Ⅴ 位置的重みの一番大きい要素作業から

トップの工程に割り当ててゆく（表 6.4 参照）。

表 6.3 要素作業の順序づけ

要素作業	位置的重み
A	172
B	165
C	140
D	120
E	92
F	87
G	82
H	72
I	45
J	40
K	30

表 6.4 要素作業の割当：サイクル・タイム 100 （単位：1/100 分）

工程	要素作業	位置的重み	標準時間	累積時間	未割当時間	割 当
第 1 作業工程	A	172	32	32	68	完了
	B	165	10	42	58	完了
	C	140	20	62	38	完了
	F	120	23	85	15	完了
	G	92	20	105		不可能
	D	87	5	90	10	完了
	E	82	10	100	0	完了

G は割当不可能なため D，E を割り当て、G は次の作業工程に割り当てる。

第 2 作業工程	G	92	20	20	80	完了
	I	72	32	52	48	完了
	H	45	5	57	43	完了
	J	40	10	67	33	完了
	K	30	30	97	3	完了

Ⅵ その作業工程の未割当時間（手待ち時間）と次に位置的重みの大きい要素作業の標準時間とを比較する。未割当時間の方が大きければ、その要素作業を割当てる。

- vii 未割当時間の方が小さければ、優先順位の要求を満たし、かつ標準時間が未割当時間より小さい他の要素作業をさがす。
- viii あればその要素作業を割当てる。
- ix なければ次の作業工程に割り当ててゆく。
- x 与えられた作業工程数で足りない場合は、作業ピッチ・サイクルを大きくして（ $1/100$ 分ずつ増す）vに戻り、再割当を行なう。
- xi 以上の計算を繰り返して与えられた作業工程内に要素作業の割当が完成すれば、次に作業者の配置を行なう。
- xii 標準作業時間の大きい工程に、レイティング係数の大きい（能率のよい）作業者を順次配置してゆく。その結果、更に作業工程間のバラツキを少なくし、かつ作業ピッチ・サイクルを小さくすることによって工程平均稼働率を改善する。

図 6.7 および図 6.8 はライン・バランシングをコンピュータで行なうためのフロー・チャートであって、これによって要素作業カードおよび作業者カードを利用して作業編成表をアウトプットさせることができる。第一線監督者はこの表に基づいて作業員の配置を指示する。かくしてその時与えられた条件で最も効率的な作業ラインが編成されて、組立工期は短縮し一層生産性を高めることができる。

3.5.5 最終製品の出荷

製品が組立てられ、梱包されて最終製品として完成すれば、出荷指図書に基づいて各仕向先に出荷される。出荷確認の後、売上カードは機械にインプットされ、製品元帳ファイルの在庫数は更新される。なお売上傳票の発行の際、製品数量、運賃計算等がなされた送り状がアウトプットされる。同時に梱包ケースに添付される仕向先記入の絵符もコンピュータで作られて、梱包製品に添付される。

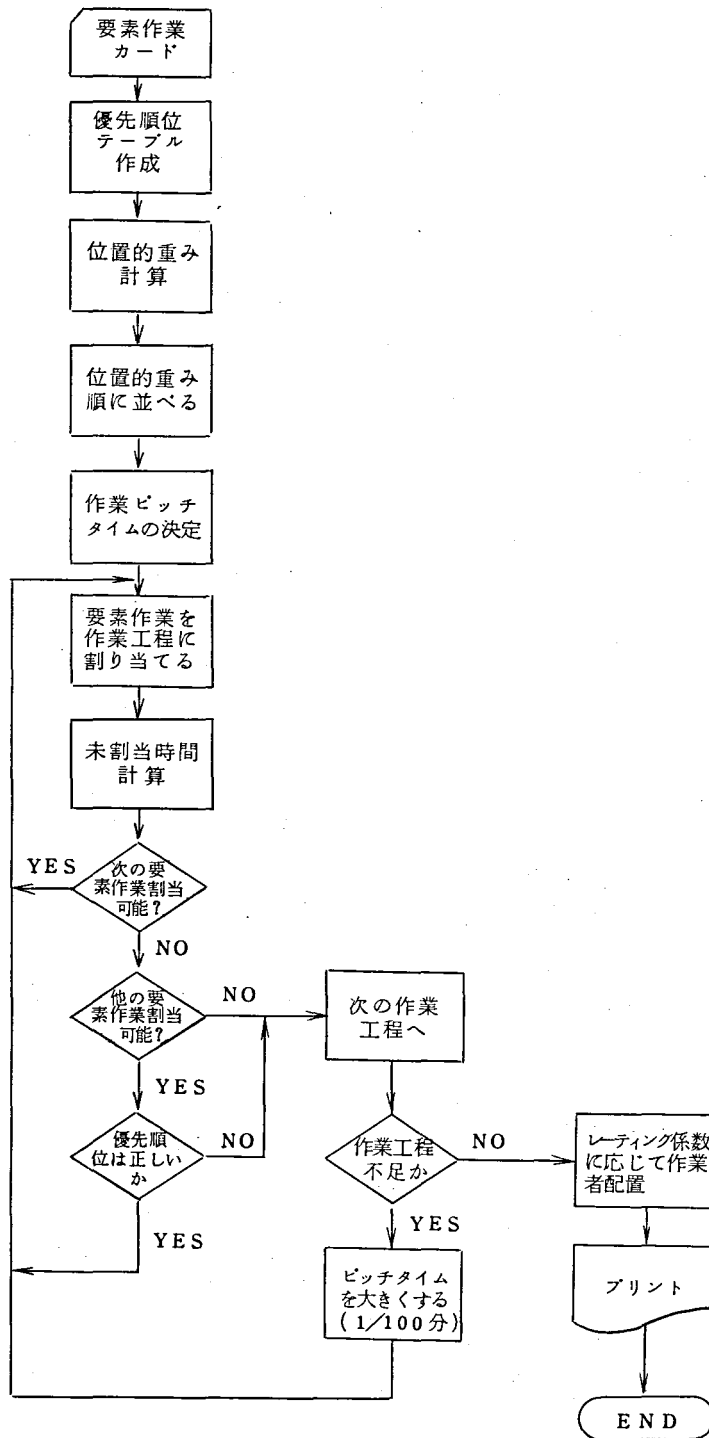


図 6.7 ライン・バランシング・プログラミング・ダイアグラム

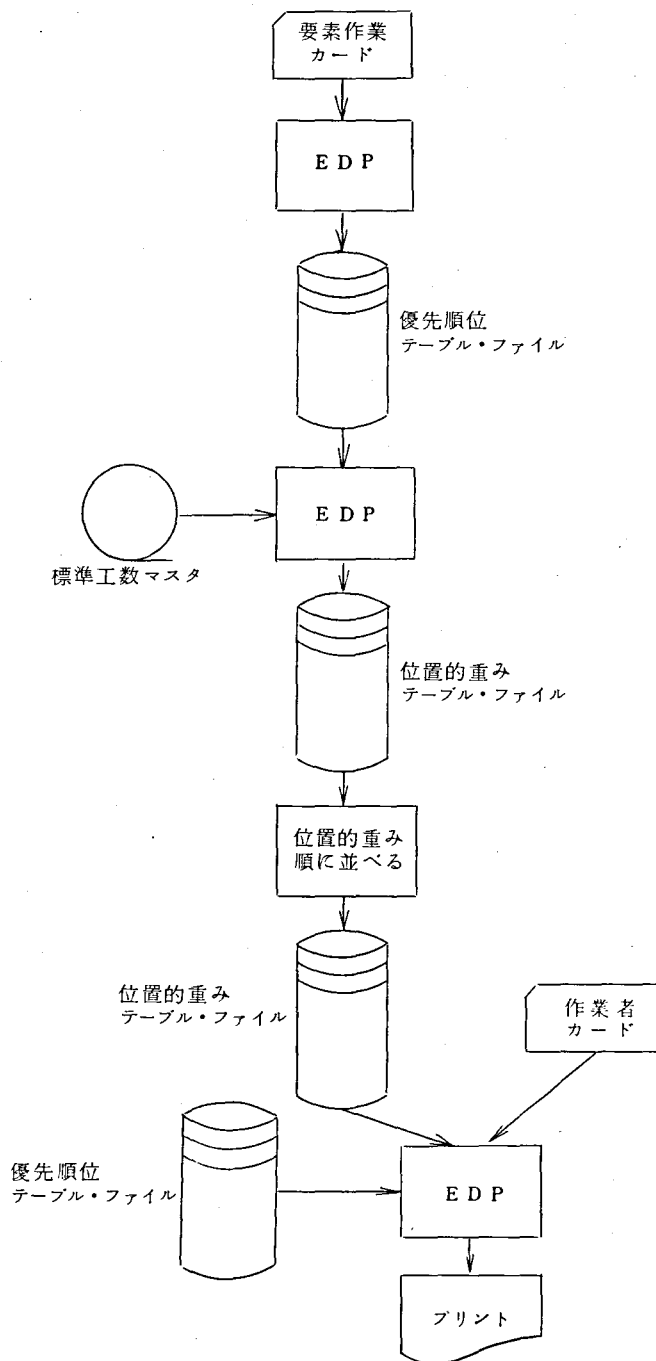


図 6.8 EDP ライン・バランスング

部品中心の生産管理システムは別名 オーダ・エントリィ・システムとも呼ばれて、その真髄は部品製造・受注・組立・出荷を直結させることである。このことは生産体にとってどのような利益がもたらされるであろうか。

まず第一に顧客の要望をダイレクトに生産面に反映させることが可能である。

部品の生産・在庫・受注状況を正確に把握して、タイムリィに行なわれる組立・出荷業務は、販売競争の熾烈な今日、顧客に満足を与え、しかも計画的な送品は輸送その他経費等の流通段階における経費を節減することができる。

4. 部品中心生産管理におけるインフォメーション・フィードバック・コントロール・システム

いかなる生産体でも、市場の変化、労働力、資材費の変動、材料不足、機械の故障、設計変更、その他種々の変動がある。それらは場合によって予見できるが、時には予告もなく突然発生する。従って経営管理者は、生産活動過程における正確にして迅速な生産管理情報に基づき、常にダイナミックに的確に意思決定し、方策を直ちに実行可能な指示の形に示すようにしなければならない。

本節では、部品中心生産管理システムにおける品質、工程および原価に関するインフォメーション・フィードバック・コントロール・システムについて述べる。

4.1 部品中心生産管理システムにおける品質管理

4.1.1 品質管理における評価・検討

部品中心生産管理システムにおける品質管理は、外注工場にて生産された調達部品、部品工場で生産された内作部品および製品組立工場において組立てられた製品の品質管理に大別される。

部品中心生産管理システムにおいては、部品の精度が最終組立製品に大きな

影響を与える。また部品が部品センタに一時ストックされるので、最終製品組立にて問題点が発見されるまでにある程度の時間的経過を必要とするゆえ、特に部品工場における品質上の問題発見に徹底を期さなければならない。

従って部品工場における品質保証が最も重要な意義をもつものである。

部品・製品検査の結果に基づいて、部品および製品の出来具合、および統計的に分析した報告書が作成される。

旧来の評価資料は一定期間、部品・組立生産業務の実績データの形のままで集計しておき、期末にこの一連のデータをバッチごとに順番に処理し、報告書は一定期間ごとに作成して検討されるのが普通であった。現在行なわれている部品中心生産管理システムにおけるデータ処理の新しい概念では、作業データは順不同にコンピュータにインプットされ、各データは品質管理基準と比較分析され、基準との乖離が一定限度を越えるとただちに異常報告書が作成されるようになっており、従って一定期間の終りまで、つまり完全な一群の業務が処理されるまで待つ必要はない。更に例外事項だけを報告し、通常の作業状態までを報告するという無駄を省く。

管理者は例外事項が発生すると直ちに詳細にして適切な情報を受け、それに基づいて的確な意思決定を行なって、フィードバック・アクションをとることができるのである。

4.1.2 品質保証情報システム

部品中心生産管理における品質保証情報は、図 6.9 に基づき次のように体系づけられる⁴²⁾

(1) PQA (Procurement Quality Assurance)

① 受入検査

- (i) 検査を実施するか無検査にするかの決定
- (ii) 購買仕様書、受入検査規格表、チェック・リストの提供

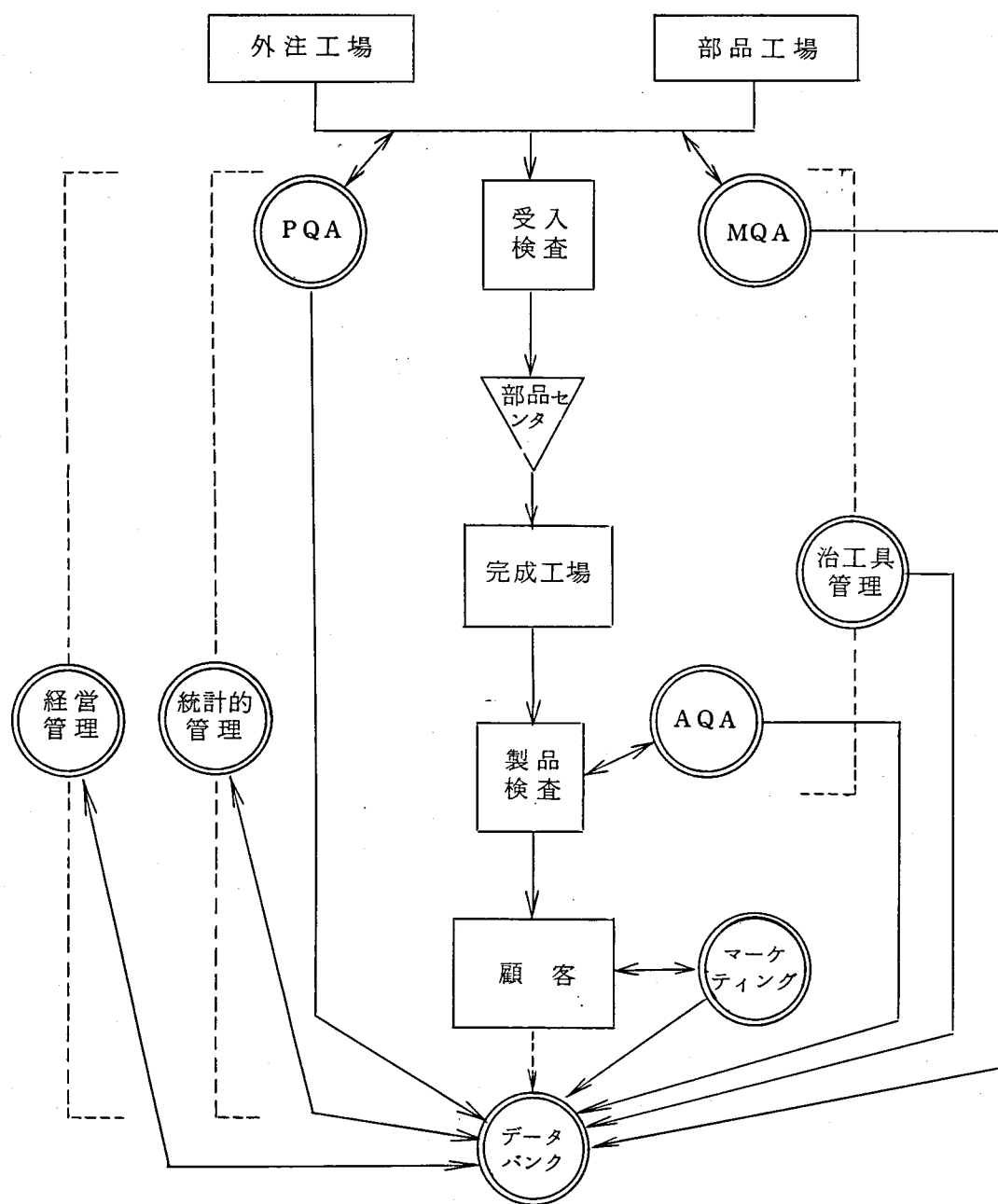


図 6.9 品質保証システム・フロー

(Ⅲ) 検査記録の保管

② 外注管理

- (i) 供給者ごとの品質状況リストの提供
- (ii) 供給者の格付
- (Ⅲ) 原因別，部品別リストの提供
- (Ⅳ) 供給者ごとの入荷状況リストの提供
- (v) 無検査保証部品リスト
- (vi) 特採申請リスト

③ 試作部品検査

- (i) 試作部品の評価レポート
- (ii) 試作部品の承認，非承認リスト

(2) M Q A (Manufacturing Quality Assurance)

- ① 部品工場の部品製造工程における管理図
- ② 工程ごと，項目ごとの検査報告レポート
- ③ 作業者の技能管理
- ④ 工程能力調査
- ⑤ 工程の歩留
- ⑥ 部品製造工程規格表，チェック・リスト

(3) A Q A (Assembly Quality Assurance)

- ① 完成工場の製品組立工程における管理図
- ② 最終完成品検査報告レポート
- ③ 製品検査規格表
- ④ 抜取方式指定
- ⑤ 再加工，廃却部品リスト
- ⑥ 品質改善要求書の作成，督促

⑦ 客先出荷製品の品質情報

(4) Management Report

① 工数負荷分析（部課別，プロジェクト別）

② 再加工，廃却費のコスト分析

③ 工数の将来計画作成

(5) 統計的レポート

管理図，度数分布，分散分析，回帰分析，相関，実験計画法

(6) 治工具管理

① 治工具の在庫管理

② 工具台帳の管理

③ 定期検査計画の作成

(7) マーケティング

クレーム情報の処理

(8) 品質保証データ・バンク

4.1.3 品質情報の機械処理

事業部，工程名，機種名，部品名等をブレパンチした検査報告カードに，部品工場における機械加工，塗装あるいは組立工場における組立，最終製品完成等の各作業職場で実際の検査結果をオンライン端末機器を用いてコンピュータにインプットすると，E D P処理の結果，上記品質保証報告書がアウトプットされる。

4.1.4 品質情報に基づく意思決定とアクション

4.1.2の品質保証情報の各項目に関して，標準以上に不良が出た場合は異常の事態とし，機械設備，部品，作業方法等に関して要因分析を行ない，調査する。他方工程進捗状況，納期等より勘案して生産を中断すべきか，続行するか

の的確な意思決定を行なう。また作業者に注意を喚起し、作業標準書を検討して作業指導を行なう。なお週間、月次等の期間報告については、パレート図を画いて重点的に問題点の排除に努める。その際合格率が標準値を下回った時は***、目標値を下回った時は*のマークを評価欄に打ち出しておくとし便利である。このようにミドル・マネジメントおよび第一線監督者の判断と意思決定に供する作業管理資料は、できるだけ見やすく、アクションの取りやすい様式にしておくことが肝要である。

4.2 部品中心生産管理システムにおける工程管理

部品中心の生産管理における全体的工程管理システムは図6.10の通りであり、以下それぞれについて説明する。

4.2.1 仕入先材料・部品完成段階

①の仕入先における材料や外注部品の製造完成段階における工程管理は、納期管理の事前管理ともいえるべきものである。

生産工程の中断は生産性に大きく影響するが、中断の原因の中で最大の要因は生産体の形態や製品の内容にもよるが、部品中心生産管理システムにおいては仕入材料、外注部品の納期遅れの影響が最も大である。従って納期管理、中でもその事前管理ともいえるべき仕入先における材料・部品の完成段階における工程管理がこの問題の解消に大きな役割を演ずるわけである。

仕入先完成報告を端末機からオンラインでインプットして、材料ファイルから仕入先完成状況表をアウトプットし、仕入先の工程進捗状況をチェックする。仕入先の進捗が遅れば督促するのは勿論であるが、購買責任者はその要因を調査して、技術的、経済的、労務的立場から支援しても回復不可能な時は、生産日程計画の変更、製造仕様の変更などの的確な意思決定を行なって、納期遅れによる被害を最小限度にとどめると共に事後の生産の円滑化を図らねばならな

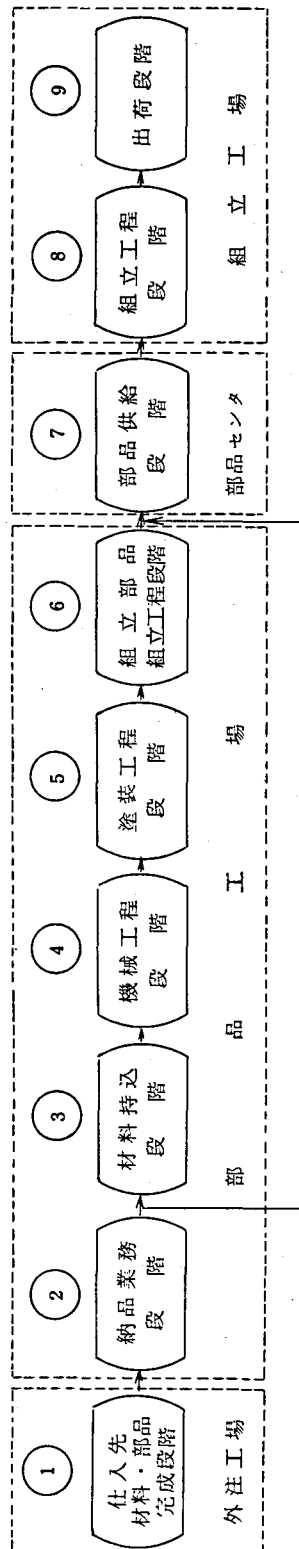


図 6.10 総合工程管理システム

い。

4.2.2 納品業務段階

②に関しては、本章 3.4.2 「部品在庫管理システムにおける納期管理」に述べた通りである。

4.2.3 材料持込段階

納品された材料・部品は、③において部品製造日程表に基づいて、材料持込指令票により部品製造工程に供給される。このことに関しては、本章 3.3.2 「材料持込指令」で述べた通りである。

4.2.4 部品製造工程段階

④～⑥の部品製造工程では、部品製造日程ファイルと部品製造工程間引渡カードによって EDP 処理のうえ工程管理状況表をアウトプットし、これにより部品工場内各工程における進捗統制を行なうと共に仕掛品状況を把握する。部品工場長は、かくして計画の変更、技術・労務の支援、あるいは外作等の意思決定を行ない、全工程の進捗を調整する。各工程の責任者は部品製造工程管理表の受入、引渡状況を確認し、前工程が遅れている場合には督促し、自工程の遅れについては残業、休日出勤、あるいはパート・タイム・ワークや外作依頼等の具体的対策を立てて回復に努める。部品中心生産管理システムにおいては製品在庫を持たない。したがって日程通り部品を確保することが最も重要な問題である。

4.2.5 部品供給段階

⑦に関しては本章 3.5.2 「部品の供給」に述べた通りである。

4.2.6 組立工程段階

⑧の組立工程段階では、組立日程計画ファイルと組立工場における生産完成カードによって EDP 処理のうえ組立工程管理状況表をアウトプットし、これにより組立工場内各工程における進捗統制を行なうと共に仕掛品状況を把握す

る。

4.2.7 出荷段階

⑨の最終完成品出荷段階では送品カードをインプットして、出荷日程ファイルと共にEDP処理して出荷進捗状況表をアウトプットし、出荷の進捗管理を行なう。

4.3 原価管理システム

4.3.1 原価統制の理念

原価統制とは原価標準が実現されるように執行活動を指導・規制すると共に、原価効率を増進する措置を講ずることである。そのためには各階層の経営管理者に対して原価責任を明確にし、執行活動の達成目標たる原価標準を伝達し、意欲付け（モチベーション）を行なう。次に原価の実際発生額がわかれば原価標準との差異を算定し、その原因分析を行ない、原価効率を増進する措置をとる新しい意思決定をすることが必要である。

4.3.2 原価標準の決定

原価は時間と物量から構成されているのであるが、部品中心生産管理における原価管理システムでは、最も時間と物量を消費する部品工場における各部品の生産工程の原価管理に重点をおくべきである。

また部品中心生産管理において、棚卸資産の評価は在庫部品が主体である。従って在庫部品およびその仕掛品の評価方法が絶対に必要である。

そこで、まず原単位の標準設定の手順を説明する。部品工場・組立工場における製造基準工程、標準時間を設定し、材料・部品の標準単価は期首事業計画策定時に設定するのである。しかし原価標準が甘すぎると、放漫経営になって期待した利益を確保することが困難になり、他方シビアに過ぎて標準単価があまりにも実績とかけ離れた場合には、現業部門のモラルは低下して成行管理

の状態になる。従って経営効率を上げる意味で妥当な標準原価を設定する意思決定は極めて重要な経営活動であり、ある程度目標を加味し、計画期間中に達成可能な数値の標準原価を決定することが肝要である。

(1) 標準原価計算書

図 6.11 の原価管理システム・フロー・チャートに示す通り、標準工数ディスク・ファイルとインプットしたレイト・カードにより機械処理して標準原価計算書をアウトプットする。これによって各部品工程・組立工程および各製品機種種の製造原価がわかる。

(2) 仕掛品集計表

仕掛品元帳実績ファイルと仕掛品マスタ・ファイル（標準原価ファイル）とを機械処理して月末時に仕掛品の評価計算を行ない、仕掛品集計表（棚卸表）を作成する。これは貸借対照表、損益計算書等の経理業務につながる。

(3) コスト・センタ別収支の検討

工場における作業職場を生産管理面からは「ワーク・センタ」、原価管理面からは「コスト・センタ（原価管理単位）」と一般に呼称しているが、各コスト・センタについて、図 6.11 に示す原価管理システム・フローのごとく標準原価ファイル、月次生産・販売計画ファイルと予測収支マスタ・ファイルとをインプットして、機械処理のうえ予測収支計算表をアウトプットする。

5. 部品中心生産管理システムにおける部門別業績評価システム

5.1 部門別業績評価システムの意義

一名「責任場所別原価管理」とも呼ばれる新しい部門別業績評価システムについて述べる。

このシステムは経営の場における仕事の価値判断のために生み出されたものであり、経営者に有益で正しい情報を提供すると共に適切な経営意思決定に役

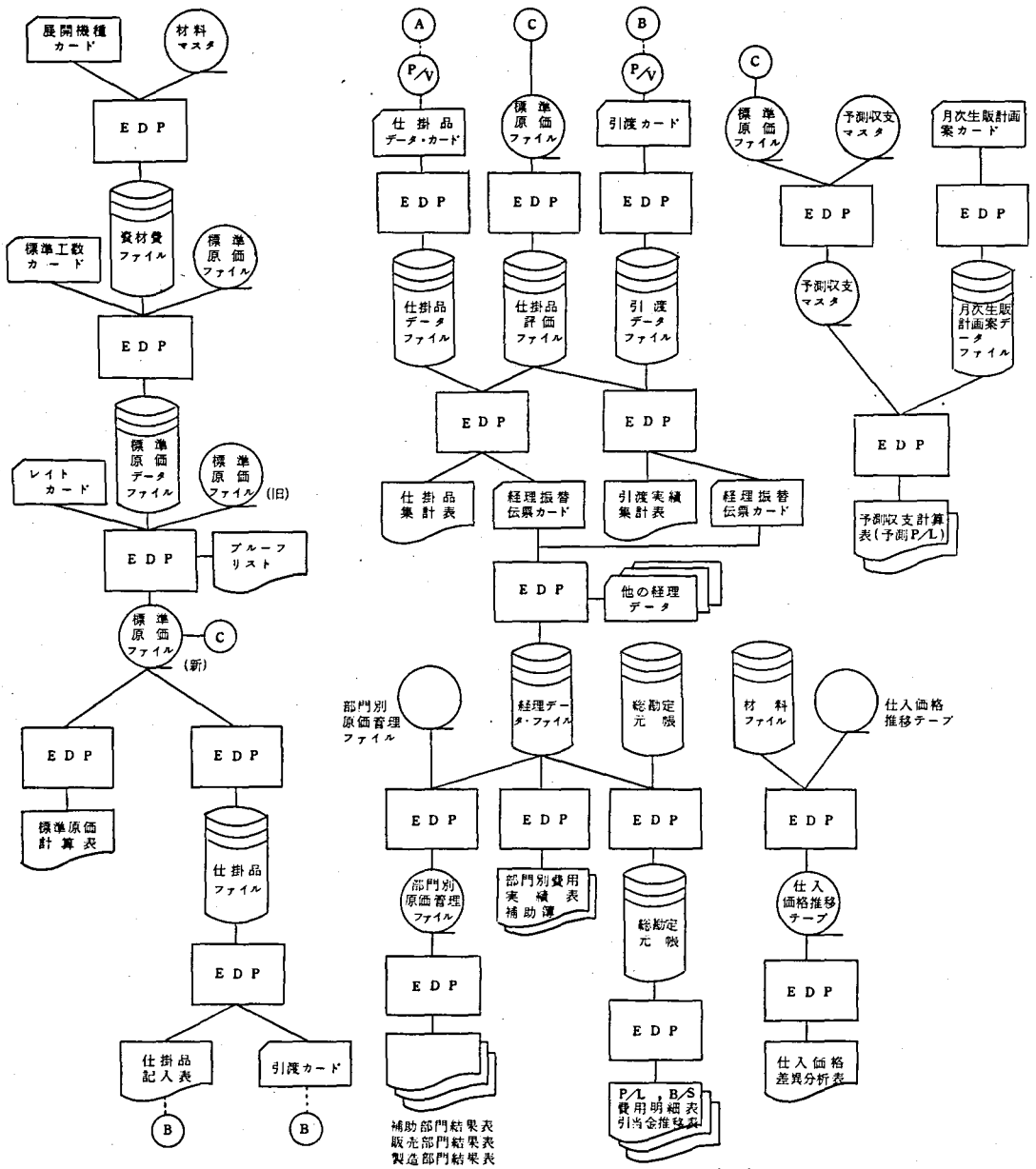


図 6.11 原価管理システム・フロー・チャート

立つ。その内容は次の通りである

- ① 流動する経営活動の変化を適切に受けとめることができること
- ② 経営者の意思が事前に数量化され、更に経済価値としており込まれていること
- ③ トップの方針を体して各部門責任者は進歩的・積極的業務計画を策定すること
- ④ 計画の実行度測定が行なえること
- ⑤ 組織上のすべての活動を包括していること
- ⑥ 予算あるいは標準の決定・承認に当って、仕事の遂行に必要な権限の付与と事業遂行責任を明確にし、意義づけること

このような基本的な仕組みを持つシステムのもとに、各管理者は価値判断を行ないながら改善し、前進する。

5.2 部門別業績評価システムの手法

5.2.1 手 順

このような部門別業績評価システムの実施手順は次の通りである。

- ① 経営機能の明確化とそれにもとづく責任場所の設定
- ② 向上計画の立案
- ③ 標準の設定
- ④ 部門別原価管理による決算
- ⑤ 原因の分析
- ⑥ フォロー・アップ

5.2.2 部門別業績評価システム・モデルの設定

このような部門別業績評価システムモデルとして、部品中心生産管理システムを採用し、X商品を製造・販売しているA社について考える。

まずA社各部門の経営機能を明確化し、それに基づく責任場所を設定すると次のようになる。

機 能	責 任 場 所
資材の仕入, 保管, 供給	購 買 部 門
部品の製造, 供給	部 品 工 場
最終製品の組立完成	組 立 工 場
販売および管理	販 売 部 門

5.2.3 各経営責任場所における向上計画の設定

(1) 購買部門

- ① 材料費 M_C のコスト低減: ke_1 円/個 $\rightarrow$ ke_2 円/個

(2) 部品工場

- ① 部品製造合格率 B_D の向上: $p_{c_1} \rightarrow p_{c_2}$
 ② 標準時間 M_T の短縮: t_{j_1} 分/個 $\rightarrow$ t_{j_2} 分/個
 ③ 労務費 L_C の上昇: ke_3 円/時間 $\rightarrow$ ke_4 円/時間

(3) 組立工場

- ① 完成品 B_D の向上: $p_{c_3} \rightarrow p_{c_4}$
 ② M_T の短縮: t_{j_3} 分/個 $\rightarrow$ t_{j_4} 分/個
 ③ L_C の上昇: ke_5 円/時間 $\rightarrow$ ke_6 円/時間

ここに

$ke_{\hat{a}}$, $\hat{a} = 1, 2, 3, 4$: 金額(円)

$t_{j_{\hat{c}}}$, $\hat{c} = 1, 2, 3, 4$: 時間(分)

$p_{c_{\hat{b}}}$, $\hat{b} = 1, 2, 3, 4, 5, 6$: 比率

5.2.4 標準の設定

年間の生産・販売計画 S_K は d_{k_1} 個として、各責任部門につき次の通り標準

を設定する。

(1) 購買部門

購買部門の総予算は ke_7 円とし、また活動は年間材料 ke_8 円 ($= d_{k_1} \cdot ke_2$) を仕入れ、保管・供給するものとすれば、購買部門は部品工場より材料取扱高の p_{c_5} ($= ke_7 / ke_8$) を収入として得、これによって責任経営をまっとうするものとする。

(2) 部品工場

部品工場は購買部門との契約によって材料を ke_2 円／個で仕入れるものとし、また部品工場の総経費予算 ke_9 円、計画作業時間を j_{h_1} 時間 ($= d_{k_1} \cdot t_{j_2} / 60$) とすれば、部品工場は作業時間当り ke_{10} 円 ($= ke_9 / j_{h_1}$) の経費をもって、部品製造、供給という経営機能をまっとうするものとする。

以上によって当該部品の標準引渡原価は次のように設定される。ただし単位を円とする。

ここに

j_{h_1} : 作業時間を表わす数字の記号とする。

$$\text{材料費 } Mc = ke_2 / p_{c_2} = ke_{11}$$

$$\text{購買費 } Kc = ke_{11} \cdot p_{c_5} = ke_{12}$$

$$\text{労務費 } Lc = ke_4 \cdot t_{j_2} / 60 = ke_{13}$$

$$\text{間接費 } Oh = ke_{10} \cdot t_{j_2} / 60 = ke_{14}$$

$$\text{標準引渡原価} = \sum_{a=11}^{14} ke = ke_{15}$$

(3) 組立工場

組立工場は部品工場との契約によって、材料を ke_{15} 円／個で仕入れるものとする。

また組立工場の総経費予算 ke_{16} 円，計画作業時間は j_{h_2} 時間 ($=d_{k_1} \cdot t_{j_4} / 60$) とすれば，組立工場は作業時間当り ke_{17} 円 ($=ke_{16} / j_{h_2}$) の経費をもって，製品の組立・完成という経営機能をまっとうすることになる。

以上によって当該製品の標準製造原価は次のように設定される。

ただし単位を円とする。

部品工場からの標準受入原価 $= ke_{15}$

$$Lc = ke_6 \cdot t_{j_4} / 60 = ke_{18}$$

$$O_h = ke_{17} \cdot t_{j_4} / 60 = ke_{19}$$

$$\text{標準製造原価} = ke_{15} + ke_{18} + ke_{19} = ke_{20}$$

(4) 販売部門

販売部門は組立工場との契約によって，製品を ke_{20} 円／個で仕入れ，販売部門の総予算は ke_{21} 円とし，検討の結果，最終的に以下の販売価格 (P_v)，利益 (P_f) が計画されたものとする。

標準製造原価 $= ke_{20}$

$$\text{販売及び管理費} = ke_{21} / d_{k_1} = ke_{22}$$

$$\text{総原価} = ke_{20} + ke_{22} = ke_{23}$$

これに利益 ke_{24} 円 ($P_v \cdot P_\rho$) を見込むと， P_v は ke_{23} 円と設定される。

総販売高は ke_{26} 円 ($= ke_{23} \cdot d_{k_1}$) とし，販売・管理経費レートは，製品取扱高の p_{c_6} ($= ke_{21} / ke_{26}$) とする。

5.2.5 部門別業績評価システムにおける月次決算

当該生産体において当月各責任部門の仕入・生産・販売活動は次の通りであった。すなわち，購買部門は d_{k_2} 個分の材料を仕入れて部品工場に d_{k_2} 個分の材料を供給し，部品工場は d_{k_2} 個分の材料を仕入れて部品を製造し，完成工場

へ d_{k_3} 個分の部品を供給した。更に完成工場は d_{k_3} 個分の部品を仕入れ、最終製品を組立てて販売部門へ引渡し、販売部門は製品を d_{k_4} 個出荷・販売した。

なおこのモデルはロジックを明解にするために、材料、仕掛品、製品の在庫はないものとする。

(1) 購買部門の決算

購買部門は実際材料を ke_{27} 円／個で d_{k_2} 個仕入れ、材料費は ke_{28} 円 ($=ke_{27} \cdot d_{k_2}$)、経費の発生額は、 ke_{29} 円とし、部品工場よりの収入は材料費 ke_{31} 円 ($=d_{k_2} \cdot ke_2$) 経費 ke_{32} 円 ($=ke_{31} \cdot p_{c_5}$) とすれば、決算は表 6.5 のようになる。

表 6.5 購買部門決算

	部品工場 より収入	実 績	差 異
材 料 費 (Mc)	ke_{31}	ke_{28}	ke_{34}
経 費 (O_h)	ke_{32}	ke_{29}	ke_{35}
計	ke_{33}	ke_{30}	ke_{36}

(2) 部品工場の決算

部品工場が A 社計画通りの標準時間および品質で d_{k_3} 個分の部品を製造したものとすると、組立工場への引渡しは次の通りとなる。

ただし単位を円とする。

$$Mc = ke_{37} (= ke_{11} \cdot d_{k_3})$$

$$Kc = ke_{38} (= ke_{12} \cdot d_{k_3})$$

$$Lc = ke_{39} (= ke_{13} \cdot d_{k_3})$$

$$O_h = ke_{40} (= ke_{14} \cdot d_{k_3})$$

$$\text{標準引渡原価} = ke_{41} (= \sum_{a=37}^{40} ke)$$

しかし実際作業時間は、 j_{h_3} 時間かかり、 d_{k_2} 個分の材料を仕入れて部品を製造し、 d_{k_3} 個分を組立工場に引渡した。

従って実際の消費高に見合う予算は次の通りとなる。

ただし単位を円とする。

$$Mc = ke_{42} (= ke_2 \cdot d_{k_2})$$

$$Kc = ke_{43} (= ke_{42} \cdot p_{c_5})$$

$$Lc = ke_{44} (= ke_4 \cdot j_{h_3})$$

$$O_h = ke_{45} (= ke_{10} \cdot j_{h_3})$$

$$\text{予算製造原価} = ke_{46} (= \sum_{a=42}^{45} ke_a)$$

すなわち ke_{46} 円相当の仕事がなされていなければならない。

一方支払実績は Lc が ke_{47} 円、 O_h が ke_{48} 円であったとすれば実績製造原価は ke_{49} 円となり、部品工場の決算は表 6.6 のようになる。

表 6.6 部品工場の決算

	① 標準	② 予算	③ 実績	④-⑤ 能率差	⑥-⑦ 稼働率差	⑧-⑨ 製造差異
材料費 (Mc)	ke_{37}	ke_{42}	ke_{42}	ke_{50}	—	ke_{58}
購買費 (Kc)	ke_{38}	ke_{43}	ke_{43}	ke_{51}	—	ke_{59}
労務費 (Lc)	ke_{39}	ke_{44}	ke_{47}	ke_{52}	ke_{55}	ke_{60}
間接費 (O_h)	ke_{40}	ke_{45}	ke_{48}	ke_{53}	ke_{56}	ke_{61}
計	ke_{41}	ke_{46}	ke_{49}	ke_{54}	ke_{57}	ke_{62}

(3) 組立工場の決算

組立工場が当初計画通りの標準時間と品質で d_{k_4} 個の最終製品を組立てたものとすれば、標準製造原価は次の通りになる。

ただし単位を円とする。

$$Mc = ke_{63} \quad (= ke_{11} \cdot d_{k_4})$$

$$Kc = ke_{64} \quad (= ke_{12} \cdot d_{k_4})$$

$$Lc = ke_{65} \quad (= ke_{13} \cdot d_{k_4})$$

$$O_h = ke_{66} \quad (= ke_{14} \cdot d_{k_4})$$

$$\text{標準受入原価} = ke_{67} \quad (= \sum_{\hat{a}=63}^{66} ke)$$

(組立工場)

$$Lc = ke_{68} \quad (ke_{18} \cdot d_{k_4})$$

$$O_h = ke_{69} \quad (ke_{19} \cdot d_{k_4})$$

$$\text{標準製造原価} = ke_{70} \quad (= \sum_{\hat{a}=67}^{69} ke)$$

しかしながら実際作業時間は j_{h_4} であり、部品工場からの受入個数は d_{k_3} であったとすれば、実際の消費高に見合う予算製造原価は次の通りとなる。

ただし単位を円とする。

(部品工場)

$$Mc = ke_{71} \quad (= ke_{11} \cdot d_{k_3})$$

$$Kc = ke_{72} \quad (= ke_{12} \cdot d_{k_3})$$

$$Lc = ke_{73} \quad (= ke_{13} \cdot d_{k_3})$$

$$O_h = ke_{74} \quad (= ke_{14} \cdot d_{k_3})$$

$$\text{予算受入原価} = ke_{75} \quad (= \sum_{\hat{a}=71}^{74} ke)$$

(組立工場)

$$Lc = ke_{76} \quad (= ke_8 \cdot j_{h_4})$$

$$O_h = ke_{77} \quad (= ke_{17} \cdot j_{h_4})$$

$$\text{予算製造原価} = ke_{78} \quad \left(= \sum_{\hat{a}=75}^{77} ke \right)$$

すなわち ke_{78} 円相当の仕事がなされていなければならない。

一方、実際の支払いは L_c が ke_{79} 円、 O_h が ke_{80} 円であったとすれば実績製造原価は ke_{81} 円となり、組立工場の決算は表 6.7 のようになる。

表 6.7 組立工場の決算

		① 標準	② 予算	③ 実績	④-⑤ 能率差	⑥-⑦ 稼働率差	⑧-⑨ 製造差異
受 入 原 価	材料費 (M_c)	ke_{63}	ke_{71}	ke_{71}	ke_{82}	—	ke_{93}
	購買費 (K_c)	ke_{64}	ke_{72}	ke_{72}	ke_{83}	—	ke_{94}
	労務費 (L_c)	ke_{65}	ke_{73}	ke_{73}	ke_{84}	—	ke_{95}
	間接費 (O_h)	ke_{66}	ke_{74}	ke_{74}	ke_{85}	—	ke_{96}
	計	ke_{67}	ke_{75}	ke_{75}	ke_{86}	—	ke_{97}
労 務 費 (L_c)		ke_{68}	ke_{76}	ke_{79}	ke_{87}	ke_{90}	ke_{98}
間 接 費 (O_h)		ke_{69}	ke_{77}	ke_{80}	ke_{88}	ke_{91}	ke_{99}
合 計		ke_{70}	ke_{78}	ke_{81}	ke_{89}	ke_{92}	ke_{100}

(4) 販売部門における決算

販売部門における商品仕入れの予算は ke_{70} 円で、工場への実際支払額は ke_{70} 円であったとし、商品の仕入予算と支払いの間における差異はなかったものとする。

実際経費は ke_{101} 円であったとすれば、経費予算は ke_{102} 円 ($= ke_{25} \cdot d_{k_4} \cdot p_{c_6}$) であるゆえ ke_{103} 円 ($= ke_{101} - ke_{102}$) の利益を計上することになる。

従って販売部門の決算は表 6.8 の通りになる。

表 6.8 販売部門の決算

	予 算	実 績	差 異
仕 入	ke_{70}	ke_{70}	—
経 費	ke_{102}	ke_{101}	ke_{103}

(5) モデル A 社における総合決算

A 社が当月 X 商品を生産・販売したことによる総合結果は、表 6.7 ~ 6.8 に基づき、次の損益計算書の通りになる。

ただし単位を円とする。

損 益 計 算 書

材 料 費	ke_{63}
購 買 費	ke_{64}
労 務 費	$ke_{104} (= ke_{65} + ke_{68})$
間 接 費	$ke_{105} (= ke_{66} + ke_{69})$
標準製造原価	ke_{70}
販 売 高	$ke_{106} (ke_{25} \cdot d_{k_4})$
標準販売品原価	ke_{70}
標準販売利益	$ke_{107} (= ke_{106} - ke_{70})$
標準販売管理費	ke_{102}
当月標準利益	$ke_{108} (= ke_{107} - ke_{102})$
製造部門結果	$ke_{109} (= ke_{62} + ke_{100})$
購買部門結果	ke_{35}
販売部門結果	ke_{103}
材料価格差	ke_{34}
当 月 利 益	$ke_{110} (= ke_{108} + ke_{109} + ke_{35} + ke_{103} + ke_{34})$
当月売上高利益率	$p_{c7} (= ke_{110} / ke_{106})$

5.3 部門別業績評価システムの数値例

本節では、5.2節のモデルと手法により数値計算を行なう。

5.3.1 向上計画の設定

(1) 購買部門

- ① 資材費のコスト低減：190円／個→171円／個

(2) 部品工場

- ① 部品製造歩留の向上：90％→95％
② 標準時間の短縮：25分／個→24分／個
③ 労務費の上昇：240円／時間→300円／時間

(3) 組立工場

- ① 完成品合格率の向上：99％→100％
② 標準時間の短縮：12分／個→9分／個
③ 労務費の上昇：240円／時間→300円／時間

5.3.2 標準の設定

年間の生産・販売計画は200,000個として、表6.9の各部門の予算に基づき、5.2.2節の手順と手法に従って部門経費レート（表6.10参照）、標準原価（表6.11参照）を設定する。

表6.9 各部門年間予算

千円

	計	購買課	部品工場	完成工場	販売課
管理費	12,000	3,000	3,000	2,000	4,000
灯熱費	2,000	300	1,000	500	200
償却費	5,300	600	3,000	1,000	700
他	2,300	400	600	400	900
計	21,600	4,300	7,600	3,900	5,800

表 6.10 部門経費レート

購 買 部 門	部 品 工 場	組 立 工 場	販 売 部 門
千円 材料取扱高 34,200	時間 計画作業時間 80,000	時間 計画作業時間 30,000	円 標準単価 426
千円 予 算 4,300	千円 経 費 予 算 7,600	千円 経 費 予 算 3,900	千円 販 売 高 101,200
材料取扱高の 0.126	経費は作業時間当り 円 95	経費は作業時間当り 円 130	千円 経 費 予 算 5,800 販売高の 0.057

表 6.11 標準原価

部品工場より組立工場への 標準引渡原価	組 立 工 場 標準製造原価	販 売 部 門 販 売 価 格
材 料 費 180 円	標準受入原価 361 円	標準製造原価 426 円
購 買 費 23 円	労 務 費 45 円	販売及び管理費 29 円
労 務 費 120 円	間 接 費 20 円	利 益 51 円
間 接 費 38 円		
合計：標準引渡原価 361 円	合計：標準製造原価 426 円	合計：販売価格 506 円

5.3.3 月次決算の数値例

当該生産体において当月、購買部門は 21,500 個分の材料を仕入れて部品工場に 21,500 個分の材料を供給し、部品工場は 21,500 個分の材料を仕入れて部品を製造し、完成工場へ 20,200 個分の部品を供給した。更に、組立工場は、20,200 個分の部品を仕入れ、最終製品を組立てて販売部門へ引渡し、販売部門は製品を、20,000 個出荷・販売したものとすれば、各部門における月次決算は 5.2.3 節の手法により表 6.12, 6.13, 6.14, 6.15 のようになる。

表 6.12 購買部門決算

千円

	部品工場より収入	実 績	差 異
材 料 費	3,677	3,548	+ 129
経 費	463	400	+ 63
計	4,140	3,948	+ 192

表 6.13 部品工場の決算

千円

	Ⓐ 標 準	Ⓑ ^① 予 算	Ⓒ ^② 実 績	Ⓐ÷Ⓑ ^③ 能率差	Ⓑ-Ⓒ ^④ 稼働率差	Ⓐ-Ⓒ ^⑤ 差 異
材 料 費	3,636	3,677	3,677	- 41	—	- 41
購 買 費	465	463	463	+ 2	—	+ 2
労 務 費	2,424	3,000	3,100	- 576	- 100	- 676
間 接 費	768	950	1,000	- 182	- 50	- 232
計	7,293	8,090	8,240	- 797	- 150	- 947

表 6.14 組立工場の決算

千円

		Ⓐ ^① 標 準	Ⓑ ^② 予 算	Ⓒ ^③ 実 績	Ⓐ-Ⓑ ^④ 能率差	Ⓑ-Ⓒ ^⑤ 稼働率差	Ⓐ-Ⓒ ^⑥ 差 異
受 入	材料費	3,600	3,636	3,636	- 36		- 36
	購買費	460	465	465	- 5		- 5
	労務費	2,400	2,424	2,424	- 24		- 24
	間接費	760	768	768	- 8		- 8
	計	7,220	7,286	7,286	- 73		- 73
労 務 費		900	810	800	+ 90	+ 10	+ 100
間 接 費		400	351	300	+ 49	+ 51	+ 100
計		8,520	8,447	8,386	+ 66	+ 61	+ 127

表 6.15 販売部門決算

	予 算	実 績	差 異
仕 入	8,520	8,520	0
経 費	577	400	+ 177

$$\text{経費予算} = 506 \times 20,000 \times 0.057 = 577 \text{ 千円}$$

これら諸表に基づき、

A社が当月X商品を生産・販売した総合結果である損益計算書を作成すると次のようになる。

ただし単位を千円とする。

損 益 計 算 書

材 料 費	3,600
購 買 費	460
労 務 費	3,300
間 接 費	1,160
標準製造原価	8,520
販 売 高	10,120
標準販売品原価	8,520
標準販売利益	1,600
標準販売管理費	577
当月標準利益	1,023
製造部門結果	- 820
製造補助部門結果	+ 63
販売部門結果	+ 177
材料価格差	+ 129
当 月 利 益	+ 572
当月売上高利益率	5.7 %

5.3.4 業績評価とフォロー・アップ

(1) 業績評価

もともとA社は10%の利益を予定していたのであるが、部品工場における加工不良あるいは作業時間の延長等による製造損のために組立工場、購買、販売部門では利益を計上したにも拘らず、全体としては572千円の利益額、すなわち売上高利益率5.7%を計上したにとどまったことになる。

実際の部品中心生産管理システムにおける生産体活動は複雑多岐にわたるから、上記の業務作業は図 6.11 に示す通りコンピュータで情報処理される。

(2) 問題点の分析

全社および各部門の決算によって以下の事柄を分析しうる。

① 当社の活動が計画通り行なわれたとすると、当月の利益は1,023千円となるべきであった。しかしながら、現実の利益が572千円となった最大の責任は部品工場にある。

② 部品工場の利益は-947千円である。

この原因は能率、稼働率の価格差によるものであり、実際作業時間10,000時間を費やして20,200個分の生産しか上げ得なかったことに起因している。

すなわち8,080時間で20,200個の生産を完了する計画が実際には歩留の低下、正味工数の増大等によって10,000時間を費やした時間の差1,920時間が能率低下による損失であり、実際労務費支払い額3,100千円に相当する10,333時間と実際作業時間10,000時間との時間差333時間が稼働率低下による損失である。

③ フォロー・アップ

部門別業績評価システムにおいては、トップの意思決定により示された事業計画目標および方針に基づいて、各部門すなわち事業部（経理単位）、部（経営単位）、課または作業職場（原価管理単位）ごとに売上高、生産高、利益、

材料費，労務費，経費，標準時間，能率，稼働率，合格率等に関する向上計画が各部門責任者の意思決定のもとに策定せられる。トップと各部門責任者との間に交渉（ネゴシエーション）が繰り返されて両者の契約の形で最終的に決定，承認される。

各部門における月々の実績評価は，上述の期首標準原価と比較して原価分析を行ない，対策を立案し，フィードバック・アクションが講ぜられる。

上の事例では部品工場が他の部門に比べて大きい損失を出しており，従って反省が行なわれ，作業管理面では工程別能率稼働率分析表により，能率・稼働率低下の要因を分析して，モラルの向上，機械故障点検あるいは合格率の向上，作業者訓練その他の対策を立てるといった積極的な措置を講じなければならない。

5.4 部門別業績評価と総合決算システム

決算業務とは決算時における生産体の財産状態，すなわち生産体の期間損益の実態とその原因を把握することである。いうまでもなく生産体は，決算期間という人為的な期間に基づき生産体活動の成果を認識，分析し，それによって今後の経営活動に対処するのである。従ってトップ・マネジメントにとって決算は，プラン・ドウ・シーというマネジメント・サイクルの一つの要ともいえるべきものであり，これらの情報は正確，迅速にトップ・マネジメントに報告されねばならない。

しかしながら，生産体一般の状態は月次決算の場合でも月のなかばは早い方で，はなはだしきにいたっては月末近くに前月の決算が終り，すでに次の決算が控えているといった状態である。このような状態では，せっかく苦勞して作成したレポートも経営活動に反映させられないばかりでなく，そのために費やされる事務工数と費用は全く無駄な投資となる。

このような状態を解決するためには、決算業務システムを経営活動に必要な一要素である金に関する総合システムの最終をしめくくるサブシステムという認識に立ってシステム設計を行なう必要がある。図 6.12 に見られるように各経営機能と有機的に結びついたシステム設計を行なうことが肝要である。EDPによる決算処理は次のような手順で行なわれる。

- ① 製品元帳、給与データ、固定資産、材料元帳、仕掛品元帳、経理データ等のファイルから自動仕訳（振替伝票の発行）を行なうと同時に総勘定元帳ファイルをメンテナンスする。
- ② 総勘定元帳ファイルと過去の総勘定推移テーブルから、事業部別の損益計算書、貸借対照表、その他全社決算明細書をアウトプットする。
- ③ 事業部総勘定推移テーブル、全社総勘定推移テーブルから機械処理を行ない、全社の損益計算推移書、貸借対照表、その他全社決算明細書をアウトプットする。
- ④ 更に前述した部門別業績評価システムに結びつき、各部門別における収支実績表がアウトプットされる。

生産体における部品中心生産管理システムの有効性は、この決算システムによって明確にされるのである。

6. 部品中心生産管理システムによる生産管理実施の結果

本章第5節までに述べた通り、実際のS機械工場において、部品中心の生産管理システムを実施した結果は次の通りである。

6.1 S機械工場の結果

- ① 製品の在庫量は出荷数量の30日分が減少し、材料部品では生産使用量の6日分が減少した。

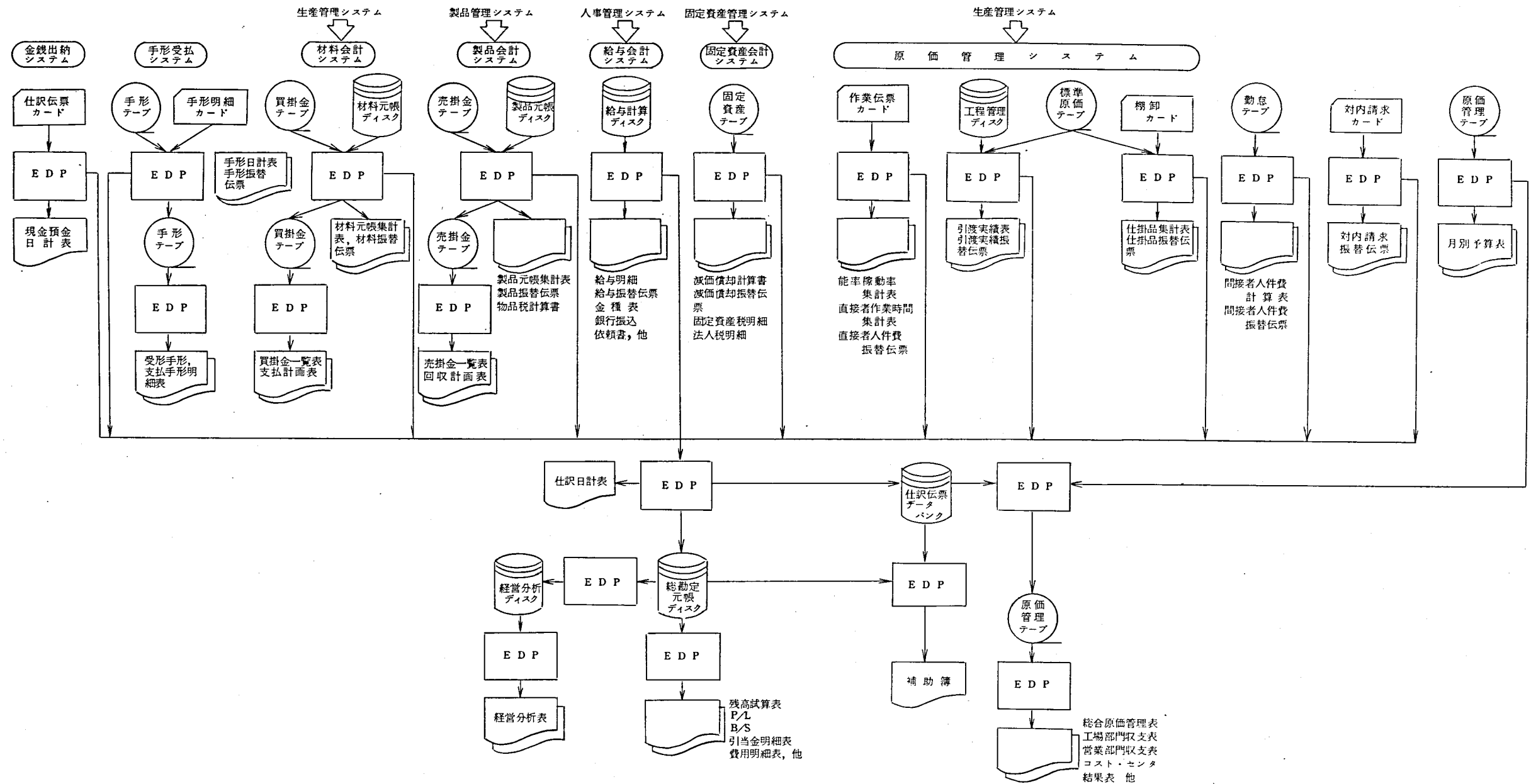


図 6.12 総合決算 EDP システム・フロー

- ② 受注→製造→出荷の生産管理サイクルが56日間短縮された。
- ③ 製品の品切れが減少して、サービス率は6%向上した。
- ④ 部品中心の生産管理では、製品中心のように組立工場のトラブルがそのまま直接に部品工場の稼動に影響するようなことはなくなり、部品工場の稼動率が6%向上した。

6.2 S生産体における経営指標の推移

部品中心の生産管理システムを導入したS生産体における実施後3カ年間の全社決算に基づく経営指標の推移と全国平均との比較をすれば表6.16のようになる。

表6.16 経営指標の推移

項 目		(注・1) 年 度	4 6	4 7	4 8
売 上 高 利 益 率	%	S 社	5.7	5.8	5.9
		(注・2) 全国平均	4.3	4.2	—
総 資 本 回 転 率	回	S 社	1.5	1.6	1.6
		全国平均	1.1	1.1	—
総 資 本 利 益 率	%	S 社	8.6	9.3	9.4
		全国平均	4.7	4.6	—
生 産 性 (1人当り付加価値)	冊	S 社	4,566	5,342	6,871
		全国平均	2,601	2,991	—

(注・1) 年度は当年4月より翌年3月までの1年間とする。

(注・2) 主要企業経営分析, (昭和48年), 13, 日本銀行統計局

- ① 売上高利益は部品中心の生産管理システム実施以前に比較して、3.5%上昇した。
- ② 総資本回転率は6%向上した。

- ③ 総資本利益率は 9 % 上昇した。
- ④ 生産性は 51 % 向上した。
- ⑤ いずれの経営指標においても、全国生産体の平均値よりもはるかに優れている。

7. 結 言

本章では、部品中心生産管理システムの概念と理論に基づき、システムの運営と実施の実践的活動に関する事例研究について述べた。

- ① 部品中心生産管理システムの意義とその機能について明らかにした。
- ② 部品中心生産管理システムにおける経営計画について、その重要性和機能に関して詳述した。
- ③ 部品中心生産管理システムにおける生産の実施段階における問題について述べ、特に最終製品の組立日程を短縮するためのライン・バランシングの手法に関して詳述した。
- ④ 部品中心生産管理におけるインフォメーション・フィードバック・コントロール・システムである品質、工程、原価の各管理につき、その特徴と実際の運営に関して述べた。
- ⑤ 部品中心生産管理システムにおける部門別業績評価システムに関し、モデルによりその手順と手法について述べるとともに数値例をあげて具体的に説明した。
- ⑥ 部品中心生産管理システムを実際の工場に適用実施した事例研究の結果、従来の製品中心生産管理システムに比べて製品在庫の減少、管理サイクルの短縮、サービス率の向上、稼働率の向上などの効果が明らかにされるとともに、その生産体の経営指標の推移と全国生産体の平均値を比較して、売上高、利益率、総資本回転率、総資本利益率、生産性の向上などの効果が実証された。

かくして本章においては、部品中心生産管理システムの理論に基づき、機械⁴³⁾とシステムおよび人間行動を一体化させて、生産体の経営効率を高める具体的方法とその適用実施した事例研究につき陳述し、その効果を実証的に明らかにした。

第 7 章 結 論

わが国の機械工業界は、第二次世界大戦において壊滅的な打撃を受けた。しかし終戦後、工業立国の国是に基づき、いち早い再建の努力とその後のわが国の経済成長により、造船、自動車、民生用電気機械、カメラをはじめその生産量は世界で第一位、二位を占めるにいたっている。また数度の設備の拡張と合理化は、諸外国に対し優位な競争力を持つに至らしめ、ある耐久消費機械は90%を輸出に向ける生産体もみるに至り、今日では、わが国で開発、発展した機械製造技術が欧米先進国へ輸出される例もみられる。かくして、わが国経済は古今未曾有の大発展を遂げるに至った。

しかしながら緒論に述べた通り、国内市場における機械工業生産体間の競争の激化に加え、諸外国への輸出環境が悪化した。すなわち

- ① 最近の石油資源の高騰とそれによる電力、ガス等の一連のエネルギー資源が大幅に値上げされた。
- ② これに伴って、資材、運賃、諸物価が上昇した。
- ③ 史上最大の賃上げは米国の平均賃金の70%になり、先進諸国との賃金格差はなくなった。
- ④ 一方、開発途上国は急速な工業化を行ない、国際競争力が増強された。

以上のことは、今後のわが国機械工業の経営の前途に多難なものを感じしめる。

これらに対処するためには、単なる固有技術による合理化のみならず、組織的な合理化態勢、特に生産管理を中心とする経営管理のあり方を、生産体の目標とする最適な利益獲得に向ける必要がある。

そこで著者は、省資源、省エネルギー、省力化の見地のもとに利益最大を目的とする経営管理システム、特に生産管理システムを科学的に設計することの重

要性に鑑み、システム工学的研究を試みた。

ところが従来の生産管理は、生産オリエンテッドの立場から品質の安定、コスト低減、生産性向上を指向して、製品を極力標準化し、大量生産の方式をとることにより、その目的を達成する方向で進められてきたといえよう。しかし最近、市場が拡大し、顧客の要求が多様化すると共に、必然的に生産体は製品の多様化を迫られるようになってきた。従って生産体としては、製品の多様化の中での合理化という新しい課題をかかえることになり、従来の製品中心の生産管理システムでは激しい環境の変化に即応し難く、その効果を十分に発揮することができなくなった。

そこでこの対応策の一つとして、顧客に対しては多種類にみえるが、製造サイドは少品種になるような生産方式が考えられる。これは部品の標準化と標準部品の組合せによって対処する部品中心の生産管理システムであり、今後の機械工業として取り組むべき重要な問題の一つでもあって、この問題に関しては最近二、三の文献で紹介されている。しかし、これらの研究は部品中心生産方式の単なる考え方の提案に過ぎず、いずれも理論的な解析が行なわれていない。

本論文では、機械工業における経営の効率化を図る新しい生産方式の一例として部品中心の生産管理システムを提唱した。特に理論的な展開を主体として部品中心生産方式を的確な形でモデル化し、実験を行ない、その特徴を明確化すると共に部品中心の生産管理システムにおける生産の計画と管理システムの機構とその挙動を解析的に研究し、システムの目的関数を最適化ならしめる方法を求めた。

一方、製品の製造・販売を行なっていて、しかも製品開発から部品を製造して製品の組立完成までの機能を有する典型的な機械工業である民生用電気機械工場と産業用機械工場における部品中心の生産管理システムの例をとりあげて、その計画および実施とコントロールに関するシステムの解析、そのモデルの

設計およびコントロールの方法を検討した理論に基づく応用についても詳述した。

更に部品中心生産管理システムにおける業績評価の方法についても取り上げ、検討した結果を記した。

研究結果を要約すると、第1章では本論文で研究対象とする部品中心の生産管理システムの意義とその特徴についての概念を述べ、次に部品中心生産管理システムが経営活動において果たすべき役割の重要性について論じた。更に本システムの実行可能性を示すために実際に適用した機械工場の概要について述べると共に適用機械工場における部品中心生産管理システムを中核とした経営管理の実体とその展開について概説した。

第2章では、部品中心生産管理システムの理論を展開し、具体的に設計を行ない、このシステムの設計に基づいてモデルを設定し、従来の製品中心生産管理システムと実験的に比較・検討を行なった結果、サービス率の向上、在庫量の低減、生産リード・タイムの短縮等、本論文で展開した部品中心生産管理システムの有効性が立証された。なお部品標準化率を定義づけ、本システムの有効性は構成部品の標準化が進むほど顕著になることを定量的に示した。

第3章においては、第2章の結果に基づき、部品中心の生産管理システムにおける生産計画の研究を理論的にとりあげた。

まず製品計画段階において販売の多様化方針と生産管理上の観点からの標準化方針との二律背反する問題を解決するために、在庫利益指数を設定して、部品標準化率最適化の計算式を導いた。この式を用いて、シミュレーションにより計画した需要量を確保しながら在庫量を低減させ、サービス率を高め、納期を短縮して、部品中心生産管理システムの効果を一層発揮できることを立証した。

次に部品中心の生産管理システムをより有効にするところの需要予測の誤差

を最小にするために新しい需要予測手法を提案し、従来の Brown, Winters の指数平滑法と比較して、ここで提案した需要予測手法が極めて優位であることをシミュレーションにより定量的に明らかにした。

第 3 節では需要予測に基づき、D P モデルによる最適プロダクト・ミックスとそれを出発点とする利益計画システムを設計し、実際に適用して製品企画に対する指示の具体化により、生産活動の効率化、利益率の向上等の効果があげ得たことを述べた。

更に第 4 節では、部品中心生産管理システムにおける部品加工スケジューリングにおいて部品の標準化を考慮し、その最適化スケジューリング手法の優位性について論じた。そして部品中心生産管理システムの有効性をより一層発揮するためには、部品標準化に基づいて設備計画を行なうことが重要であることを定量的に立証した。

第 4 章は、第 2 章および第 3 章の生産計画に基づき、サーボ理論による部品中心の在庫管理システムの管理特性について述べ、部品中心の在庫管理システムは製品中心の在庫管理システムに比較してシステムの安定性、速応性がすぐれ、サービス率が高く、在庫量は減少し、部品標準化率が高くなるほどその傾向が顕著となることを定量的に立証した。

つぎに二次情報に基づいて、部品センタにおける L P モデルによる部品引当が部品中心生産管理システムの効果を一層高からしめることをシミュレーション実験により定量的に明らかにした。

第 5 章では部品中心生産管理における情報システムについて論じた。部品中心生産情報システムの基本原理とその中心原理である新しい部品展開の方法を開発し、実際の部品中心生産管理における情報システムを設計した。そして電子計算機がこのシステムにおける生産管理サイクルの短縮、頻繁に行なわれる部品展開と結合の膨大な計算作業および生産管理情報量の増大に対して正確、

迅速に処理することにより、部品中心生産管理システムの本来目的が達成されることを明らかにした。

第6章では、第5章までの部品中心生産管理システムの理論に基づき、機械とシステムと人間行動を一本化させて生産体の経営効率を高めることを主眼とする部品中心生産管理システムの実践的活動に関する応用研究について述べた。

まず部品中心生産管理システムの実践的活動の意義と機能について述べ、各機能における理論の応用とその効果について明らかにした。

次に部品中心生産管理システムにおける経営計画と生産の実施段階における諸問題について論じた。

更に部品中心生産管理システムにおける品質、工程、原価の各管理についてその特徴と実際の運営に関して述べ、特に部品中心生産管理システムにおける部門別業績評価システムに関し、その手順と手法について詳説した。

かくして部品中心の生産管理システムを実施・運営した結果、従来の製品中心生産管理システムに比較して極めて優位であることを定量的に明らかにすると共に、本システムを採用した生産体における経営指標と全国生産体の平均値を比較し、売上高利益率、総資本回転率、総資本利益率、生産性などが極めて優れていることを立証した。

機械工業が今後の多難な経営の諸問題を解決して利益を確保し、成長・発展を図るためには、生産管理システムが重要である。

就中、市場の多様化と変転極まりない経営環境の変化に即応できる部品中心生産管理システムは従来の製品中心生産管理システムよりも極めて有効であることを理論的、実験的、実践的の各方面にわたる研究から本論文により実証された。

謝

辞

本研究の遂行にあたり，多くの方々の諸々の御援助と御便宜を賜りました。
特に直接終始熱心な御指導と御助言をいただいた大阪大学人見勝人教授に深く感謝致します。

またこれまで長年にわたる御恩顧と御支援をいただいた松下精工株式会社西田千秋社長に心からの感謝の意を表します。

さらに御多忙中，懇篤な御校閲をいただいた大阪大学西田俊夫教授，牧之内三郎教授，長谷川嘉雄教授に対し，心からお礼申し上げます。

研究の過程で親切に種々御激励と御援助をいただいた大阪工業大学青井忠正学長，恩師竹山増次郎教授，大鹿諒教授に対し，謹んで感謝の意を表します。

なお本論文の作成にあたり，数々の御便宜を与えられ，御指導いただいた大阪大学中村信人先生，ならびに多大な御協力をいただいた大阪大学中島勝先生をはじめ吉田照彦先生，奥田和重技官，大阪工業大学下左近多喜男助手，小林登氏，能勢豊一氏の諸氏のほか大阪大学人見研究室，松下精工株式会社，大阪工業大学工業経営学教室の方々に深く感謝致します。

記 号 表

記 号	記 号 の 定 義	単 位
A_{st}	組立可能数量	台
a_{ij}	製品 i に使用される部品 j の数量	個
$A(s)$	生産計画部門の特性 (生産調整)	/
$A_i(s)$	製品 i に関する生産計画部門の特性 (予測)	/
b_j	部品 j の出荷対象数量	個
B_D	歩留	/
$B_1(s), B_2(s)$	部品生産部門の特性	/
C_d	管理可能差異	円
C_i	製品 i の 1 台当りペナルティ費用	円
$C_{i1}(s), C_{i2}(s)$	製品組立部門の特性	/
D_c	1 回段取費用	円
d_i	製品 i の需要量 (2 次情報)	/
$D(s)$	部品倉庫部門の特性	/
$\hat{D}_{t \cdot m}$	Winters 流指数平滑法による予測値	/
E_{ci}	製品 1 台当りその他直接費用	円
E_{ft}	Brown 流指数平滑法による予測値	/
E_p	経済ロット数量	台
$e(t)$	時刻 t における生産計画量	/
$F_{e\hat{t}}$	$\hat{t}$ 時点における 1 次平滑期待値	/
F_p	需要予測数量	台
F_{pt}	製品需要予測量	台
F_{st}	製品受注数量	台
$\hat{F}_{\hat{t}}$	$\hat{t}$ 時点で算出した季節変動指数	/

記 号	記 号 の 定 義	単 位
$Fp_{\hat{t}}$	傾向予測分析法による $\hat{t}$ 時点の需要予測値	/
$g_i(Sh_i)$	販売量 Sh_i のときの限界利益	円
$g_i(Gx_i)$	販売高 Gx_i のときの限界利益	円
$G(Sh)$	正味限界利益	円
Gx_i^*	製品 i の最適販売高	円
Gx_i	販売高	円
$\tilde{H}$	実績値の個数	個
Hc_j	部品 j の 1 個当り保管費用	円
Hx_j	週当り部品の標準需要量	個
Hk	所有工期 k のときの出荷数量比率	/
i	製品の種類	/
$\cdot \hat{i}$	年	年
Ia_j	標準偏差基準安全在庫量	個
$\hat{I}a_j$	定率基準安全在庫量	個
$(Ict)_j$	在庫調整数量	個
Iq	在庫量	台
$(Iqt)_j$	週末在庫量	個
$\bar{I}q_{\gamma}$	標準化率の変化に対する週平均在庫量	個
$(Irt)_j$	在庫率	%
$(Ist)_j$	部品出荷対象数量	個
$i(t)$	時刻 t における在庫量	/
$i^*(t)$	時刻 t における最適在庫量	/
$(Jpt)_j$	必要部品数量 (1 次情報)	個

記 号	記 号 の 定 義	単 位
J_s	総受注確定数量	個
$(J_{st})_j$	必要部品数量 (2 次 情 報)	個
j	部品の種類	/
$\hat{j}$	月	月
k	週単位所要工期	週
K_i	需要量 $x_i(t)$ より定まる定数	/
k	1 番目のウェイト	/
K_a	全作業完了工期	時間
K	部品標準化率弾力係数	/
K_c	購買費	円
l	最大所要工期	週
$\hat{l}$	2 番目のウェイト	/
L	平均工期	週
$\tilde{L}$	季節変動周期	/
L_a	作業員数	人
L_c	直接労務費	円
L_r	標準労務費レート	円
L_{s_i}	製品 i の政策最底販売高	円
L_T	工期	日
L_x	生産体の最底目標販売高	円
m_o	部品標準化によって決定される定数	/
m	週の数	週
m_i	部品標準化率によって決定される定数	/

記 号	記 号 の 定 義	単 位
$\hat{m}$	3 番目のウェイト	/
Ma	実績材料費	円
Mb	機械台数	台
Mc	材料費	円
Mc_i	製品 1 台当り材料費	円
Mh_i	製品 1 台当りの工数	/
Ms	標準材料費	円
M_T	標準時間	分/個
M_x	生産体の最大可能販売高	円
n	製品の種類	台
$\hat{n}$	部品の種類の数	個
O_a	実績直接作業時間	時間
O_d	作業時間差異	円
O_h	間接費	円
$(O_r t)_j$	確定受注残	台
O_s	標準直接作業時間	時間
Pa_t	組立計画数量	台
P_c	実績製造間接費	円
P_d	製造間接費差異	円
P_f	利益	円
P_i	製品の種類	/
P_m	構成部品数量	個
P_n	部品種類数量	個

記 号	記 号 の 定 義	単 位
$(Pr_t)_j$	部品生産手配数量	個
P_s	標準製造間接費	円
$p(t)$	時刻 t における実際生産量	/
P_v	販売価格	円
P_{vi}	製品 1 台当り価格	円
P_y	年間生産数量	台
$q_i(t)$	時刻 t における i 番目の製品の出荷対象量	/
R_n	準備時間不要工程優先規則	/
R_o	最小作業時間優先規則	/
R_p	部品別最遅着手時間優先規則	/
$\hat{R}_t$	$\hat{t}$ 時点で算出した傾向値	/
S_{di}	製品 1 台当り販売促進費	円
$S_{e\hat{t}}$	$\hat{t}$ 時点における 2 次平滑期待値	/
Sh	製品総出荷数量	台
Sh_i	製品 i の組立数量	台
Sh_k	所要工期当りの出荷数量	台
$(Sh_t)_j$	部品出荷数量	個
$S_{v\hat{t}}$	傾向予測分析法による $\hat{t}$ 時点の季節指数	/
S_x	製品需要実績値	台
$S_{x\hat{t}}$	$\hat{t}$ 時点における実績値	台
S'_{xt}	加重平均値	/
$\hat{S}_{x\hat{t}}$	傾向予測分析法で求めた $\hat{t}$ 時点における傾向値	台
$\hat{S}_{\hat{t}}$	$\hat{t}$ 時点で算出した基本値	台

記 号	記 号 の 定 義	単 位
t	時間	週
$\hat{t}$	月を意味する添字	月
T_a	工具数	個
T_s	総作業時間	時間
U_j	部品の種類	/
U_{ij}	構成部品	/
V	製品単価	円
V_d	数量差異	円
$\hat{V}_i$	$\hat{i}$ 年 1 カ月当りの平均実績	円
V_p	変動予算製造間接費	円
$v(t)$	時刻 t における在庫量偏差	/
w	期間	週
$W_{a_i}(G_{x_i})$	材料費低減率	%
$W_{b_i}(G_{x_i})$	販売促進費増加率	%
$W_{c_i}(G_{x_i})$	工数低減率	%
W_d	操業度差異	円
$x_i(t)$	時刻 t における i 番目の製品需要量	/
y_i	製品 i の販売高と政策最低販売高との差	/
Z_i	製品 $1 \sim i$ を販売するときの販売高	円
a	平滑化定数	/
a_A	基本値算出の平滑式の平滑化定数	/
a_B	季節変動指数算出の平滑式の平滑化定数	/
a_C	傾向値算出の平滑式の平滑化定数	/

記 号	記 号 の 定 義	単 位
α_z	安全在庫率（定率）	%
β	保管費率	%
r	売上利益率	%
δ	完了工期比率	%
ε_D	Winters 流による予測誤差率	%
ε_E	指数平滑法による予測誤差率	%
ε_K	傾向分析法による予測誤差率	%
η	部品標準化率	%
η^*	最適部品標準化率	%
θ_i	製品 i の限界利益率	%
λ_0	品切損失率	%
λ	部品生産工期のパラメータ	/
ξ	需要低減率	%
ρ	在庫利益指数	/
ρ^*	最大在庫利益指数	/
σ_j	週当りの部品予測誤差の標準偏差	/
$(\varphi_t)_j$	サービス率	%
φ_η	部品標準化率の変化に対するサービス率	%
τ	生産工期	時間
μ_i	i 番目の製品に関する組立工期を表わすパラメータ	/

参 考 文 献

第 1 章

- (1) 木暮正夫「生産管理の発展と体系」現在経営学講座，第5巻，第1節，PP. 15 - 24，1963，有斐閣。
- (2) 人見勝人「機械生産加工の最適化管理と情報処理」日本機械学会誌，第76巻，649号，1973 - 1，PP. 44 - 53。
- (3) 中根甚一郎「部品中心生産システム」早大生産研究所報，no.21，1969-10，P. 35。
- (4) 人見勝人ほか13名「部品中心情報システムの設計」IE Review，13 - 2，1972，P. 87。
- (5) 人見勝人「生産の意思決定」1972，P. 235，中央経済社。

第 2 章

- (6) 栗山仙之助，藤村栄二，中村信人，人見勝人「部品中心の生産管理システムに関する研究（第1報 部品中心生産のシステム設計と実験）」日本機械学会論文集，第40巻，337号，1974 - 9，PP. 2693 - 2700。
- (7) S. Kuriyama: Studies of Parts-Oriented Production Management System; System Design of Parts-Oriented Production and Experiments, Memoirs of the Osaka Institute of Technology, vol.19, no.2, 1974, PP. 43 - 60.
- (8) G.W. Plossel and O.W. Wight: Production and Inventory Control-Principles and Techniques, PP. 99 - 107, Prentice-Hall.

第 3 章

- (9) 栗山仙之助，下左近多喜男，能勢豊一，藤村栄二「部品中心生産管理システムに関する研究（部品標準化率の最適化）」大阪工業大学紀要，第18巻，

第 3 号 , 1974 - 4 , PP.207 - 218.

- (10) I E用語辞典編集委員会編「I E用語辞典」1973, P.167, 日刊工業新聞社.
- (11) 栗山仙之助「電子計算機経営情報システム研究」1968, PP.119 - 123, 日本経営出版会.
- (12) R. G. Brown : Smoothing , Forecasting , and Prediction of Discrete Time Series , 1965, Prentice-Hall.
- (13) P. R. Winters : Forecasting Sales by Exponentially Weighted Moving Averages, Management Science, vol.6, no.3 , 1960, pp. 324 - 342.
- (14) 南純一, 栗山仙之助「D P モデルによる売上配合」J I M A (日本工業経営学会誌) , 54 号 , 1973 - 3 , pp.24 - 28.
- (15) 栗山仙之助, 南純一「最適プロダクト・ミックスと利益計画」大阪工業大学紀要, 第 18 巻, 第 2 号, 1973 - 2 , pp.71 - 78.
- (16) 関根智明「スケジューリングの理論」1971 - 10, 日刊工業新聞社.

第 4 章

- (17) H . A . Simon : On the Application of Servo-mechanism Theory in the Study of Production Control, Econometrica, vol. 20, 1952, pp.247 - 268.
- (18) H . J . Vassian : Application of Discrete Variable Servo Theory to Inventory Control, Operations Research, vol. 3, no.3 , 1955, pp.272 - 278 .
- (19) A . Charnes, W . W . Cooper and A . Henderson : An Introduction to Linear Programming, 1953, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- (20) 栗山仙之助「経営機械化特論」1973, 日本経営出版会.

第 5 章

- (21) 栗山仙之助「経営機械化へのアプローチ」技術と企業, 第 10 巻, 11 号,

- 1973 - 11, PP.17 - 24, 大阪科学技術センタ.
- (22) 栗山仙之助「経営情報システムによる企業体質改善」技術のあしおと, 第11巻, 41号, 1968 - 11, PP.55 - 58, 大阪技術振興協会.
 - (23) John Dearden : How to Organize Information Systems, Harvard Business Review, vol.4, no.3, Mar.-Apr. 1965, PP.304 - 316.
 - (24) 栗山仙之助「生産管理を中心としたトータル・システムズ」データ・プロセッシング, 第3巻, 49号, 1967 - 5, PP.19 - 24, 日本データ・プロセッシング協会.
 - (25) 栗山仙之助「経営要素を活用するシステム」技術と企業, 第5巻, 7号, 1968 - 7, PP.32 - 36, 大阪科学技術センタ.
 - (26) 栗山仙之助「トータル・システムズ実施とその効果」Family Facom, 第4巻, 2号, 1967 - 7, PP.34 - 40, 富士通株式会社.
 - (27) The Production Information and Control System, 1968, IBM ; [生産情報管理システム(昭和43年)日本IBM] .
 - (28) 吉谷龍一「部品中心生産システムと新しい在庫管理方式」IE, 第16巻, 第4号, 1974 - 4, PP.53 - 56, 日本能率協会.
 - (29) 栗山仙之助「EDPによる生産管理システムにおける部品展開について」JIMA(日本工業経営学会誌), 43号, 1970 - 7, PP.17 - 22.
 - (30) 栗山仙之助, 藤村栄二, 古沢可昭「部品展開を中心とした生産管理システム」経営機械化論文集, 69号, 1969 - 3, PP.381 - 394, 日本経営出版会.
 - (31) 栗山仙之助「オンラインによる経営情報システム」IBM Review, 30号, 1970 - 9, PP.11 - 19, 日本IBM株式会社.
 - (32) 秋葉博, 人見勝人, 西川仙之「ジョブ・ショップのためのオンライン工程管理」1972 - 9, 日本経営出版会.
 - (33) 栗山仙之助, 藤村栄二, 近藤隆三「EDP業務作業標準規定」事務管理, 第8巻, 2号, 1969 - 2, PP.31 - 35, 日刊工業新聞社.

第 6 章

- (34) 人見勝人「第二編プロダクション・マネジメント・システム」現代経営学

- 全集，第14巻，経営システム，松田武彦編著，1973，pp.128 - 129，ダイヤモンド社。
- (35) 栗山仙之助「EDPによる生産管理システム」IBM Review, 17号，1967 - 7，pp.112 - 123，日本IBM株式会社。
- (36) H. Opitz und H. Rohs: Anpassung der Werkzeugmaschinen an die Fertigungsaufgabe, Industrie-Anzeiger, 80, 1958, Nr. 63.
- (37) 栗山仙之助「EDPによる量産工程管理」IE, 第8巻，7号，1966 - 7，pp.607 - 617，日本能率協会。
- (38) 栗山仙之助「在庫管理」企業の経理・会計事項取扱全書，第7章，1974 - 6，pp.187 - 208，日本実業出版社。
- (39) 栗山仙之助「生産情報システム」経営管理情報サブシステム集，1973 - 6，pp.7 - 75，大阪科学技術センタ。
- (40) 栗山仙之助，藤村栄二「ターン・アラウンド・システムについて」経営機械化論文集，68号，1967 - 11，pp.114 - 125，日本経営出版会。
- (41) IBM, Communication Oriented Production Information and Control System, N-5, 1972 - 3, 23, International Business Machines Corporation.
- (42) 藤間正男「品質情報システム」品質管理，vol. 2, no. 11, 1971 - 11, pp. 1317 - 1327，日本科学技術連盟。
- (43) 栗山仙之助，他「日本の電子計算機室管理」1968 - 3，日本能率協会。

本論文に関係した発表論文

1 研究論文

- (1) 栗山仙之助，藤村栄二，中村信人，人見勝人「部品中心の生産管理システムに関する研究（第1報 部品中心生産のシステム設計と実験）」日本機械学会論文集，40巻，337号，1974-9，pp. 2693-2700.
- (2) 南純一，栗山仙之助「DPモデルによる売上配合」JIMA（日本工業経営学会誌），第54号，1973-3，pp. 24-28.
- (3) 栗山仙之助「EDPによる生産管理システムにおける部品展開について」JIMA（日本工業経営学会誌），第43号，1970-7，pp. 17-22.
- (4) 栗山仙之助「EDPによる量産工程管理」IE，8巻，7号，1966-7，pp. 607-617，日本能率協会.
- (5) 栗山仙之助「生産管理を中心としたトータル・システムズ」データ・プロセッシング，3巻，49号，1967-5，pp. 19-24，日本データ・プロセッシング協会.
- (6) 栗山仙之助「EDPによる生産管理システム」IBM Review，17号，1967-7，pp. 112-123，日本アイ・ビー・エム株式会社.
- (7) 栗山仙之助「オンラインによる経営情報システム」IBM Review，30号，1970-9，pp. 11-19，日本アイ・ビー・エム株式会社.
- (8) 栗山仙之助「トータル・システムズの実施とその効果」Family FACOM，4巻，2号，1967-7，pp. 34-40，富士通株式会社.
- (9) 栗山仙之助，藤村栄二「ターシ・アランド・システムについて」経営機械化論文集，68号，1967-11，pp. 114-125，日本経営出版会.
- (10) 栗山仙之助，藤村栄二，古沢可昭「部品展開を中心とした生産管理システム」経営機械化論文集，69号，1969-3，pp. 381-394，日本経営出

版会.

- (11) 栗山仙之助「経営要素を活用するシステム」技術と企業, 5巻, 7号,
1968-7, pp. 32-33, 大阪科学技術センタ.
- (12) 栗山仙之助「経営機械化へのアプローチ」技術と企業, 10巻, 11号,
1973-11, pp. 17-24, 大阪科学技術センタ.
- (13) 栗山仙之助「経営情報システムによる企業体質改善」技術のあしおと, 11
巻, 41号, 1968-11, pp. 55-58, 大阪技術振興協会.
- (14) 栗山仙之助, 南純一「最適プロダクション・ミックスと利益計画」大阪工業
大学紀要, 第18巻, 第2号, 1973-9, pp. 71-78.
- (15) 栗山仙之助, 下左近多喜男, 能勢豊一, 藤村栄二「部品中心生産管理シス
テムに関する研究(部品標準化率の最適化)」大阪工業大学紀要, 第18巻,
第3号, 1974-4, pp. 207-218.
- (16) 栗山仙之助, 下左近多喜男, 能勢豊一, 中桐大寿「在庫管理におけるマル
コフ過程の応用(陳腐化商品の最適在庫政策)」大阪工業大学紀要, 第19
巻, 第1号, 1974-9, pp. 7-18.
- (17) 野村重信, 宇井徹雄, 栗山仙之助「移動時間を考慮した順序づけ問題の研
究」大阪工業大学紀要, 第19巻, 第1号, 1974-9, pp. 31-41.
- (18) S. Kuriyama: Studies of Parts-Oriented Production Managem-
ent System —System Design of Parts-Oriented Production
and Experiments, Memoirs of the Osaka Institute of Techn-
ology, vol.19, no.2, 1974, pp. 43-60.

2 著 書

- (1) 栗山仙之助「電子計算機経営情報システム研究」1968, 日本経営出版会.
- (2) 栗山仙之助「経営機械化特論」1973, 日本経営出版会.

- (3) 栗山仙之助「見込量産システムにおける生産の意思決定」生産の意思決定
(人見勝人著)，第9章，1972-9，pp. 279-329，中央経済社。
- (4) 栗山仙之助「在庫管理」企業の経理・会計事項取扱全書，第7章，1974-6，pp. 187-208，日本実業出版社。
- (5) 栗山仙之助「生産情報システム」経営管理情報サブシステム集，1973-6，pp. 7-75，大阪科学技術センタ。
- (6) 栗山仙之助，他「日本の電子計算機室管理」1968-3，日本能率協会。

3. その他の発表論文

- (1) 栗山仙之助「EDPによるトータル・システムの実施とその効用」41年度日本工業経営学会春期研究発表会予稿集，1966-5，pp. 161-166。
- (2) 栗山仙之助「EDPによるトータル・システムの計画の段階について」41年度日本工業経営学会秋期研究発表会予稿集，1966-10，pp. 115-118。
- (3) 栗山仙之助「EDPによる設備管理について」42年度日本工業経営学会春季研究発表会予稿集，1967-5，pp. 95-100。
- (4) 栗山仙之助「EDPによるタイム・スタディとコスト・コントロール」42年度日本工業経営学会秋季研究発表会予稿集，1967-11，pp. 175-181。
- (5) 栗山仙之助「EDPによる生産日程計画とディスパッチング」43年度日本工業経営学会春季研究発表会予稿集，1968-5，pp. 78-82。
- (6) 栗山仙之助，生地稚昭「経営情報システムにおける販売計画（論文発表）」44年度日本工業経営学会春季研究発表会予稿集，1969-5，pp. 171-178。
- (7) 栗山仙之助「オンラインとトータル・システムによる経営情報システム」45年度日本工業経営学会春季研究発表会予稿集，1970-5，pp. 147-153。

- (8) 栗山仙之助，中本不二夫「EDPによるオーダー・エントリー・システム」45年度日本工業経営学会秋期研究発表会予稿集，1970-10，pp.167-172.
- (9) 栗山仙之助，南純一「EDPによるスキルズ・インベントリィ・コントロール」46年度日本工業経営学会春季研究発表会予稿集，1971-5，pp.233-238.
- (10) 栗山仙之助，南純一「EDPによるトータル・プロフィット・コントロール・システム」46年度日本工業経営学会秋季研究発表会予稿集，1971-11，pp.63-66.
- (11) 栗山仙之助，南純一，万野良伸「オンライン・リアルタイム方式による販売管理システム」47年度日本工業経営学会秋期研究発表会予稿集，1972-11，pp.283-286.
- (12) 栗山仙之助，南純一，新村博「適正在庫モデルによるサービス部品管理システム」47年度日本工業経営学会秋季研究発表会予稿集，1972-11，pp.296-299.
- (13) 栗山仙之助，藤村栄二，井上斎，金田善信「部品標準化に関する一考察」48年度日本工業経営学会春季研究発表会予稿集，1971-5，pp.341-344.
- (14) 栗山仙之助，新村博，仲谷裕茂「最適輸送モデルによる出荷指示システム」48年度日本工業経営学会春季研究発表会予稿集，1973-5，pp.373-376.
- (15) 栗山仙之助，下左近多喜男，能勢豊一，藤村栄二「オーダー・エントリー・システムに関する研究（部品標準化率の最適化）」48年度日本工業経営学会秋季研究発表会予稿集，1973-11，pp.75-78.
- (16) 中本不二夫，金田善信，栗山仙之助「自動化倉庫を中心とした部品供給シ

システム」48年度日本工業経営学会秋期研究発表会予稿集，1973-11，pp. 44-52.

(17) 野村重信，宇井徹雄，栗山仙之助「スケジューリング問題における移動時間を考慮した順序づけの研究」49年度日本工業経営学会春季研究発表会予稿集，1974-5，pp. 37-40.

(18) 中桐大寿，竹原明伸，栗山仙之助，下左近多喜男，能勢豊一「陳腐化製品の在庫管理に関する研究」49年度日本工業経営学会春季発表会予稿集，1974-5，pp. 53-56.

(19) 藤村栄二，栗山仙之助，中村信人，人見勝人「部品中心の生産管理システムに関する研究（部品加工のスケジューリング）」日本機械学会講演論文集，no. 725-10，1972-10，pp. 163-166.

