生産工程管理者育成 テキスト

ナレッジチェーン・マネジメント

講義編(第 8 版)

金 沢 工 業 大 学
情報マネジメント研究所

はじめに

モノづくり企業においては、顧客の要求を的確に把握したうえで製品技術を有効に活用して顧客満足、顧客感動を得るための製品設計を行い、生産性の高い生産設備を効率的に活用して生産を行い、製品価値を増大するサービスを組み合わせることで顧客価値創造を行う必要があります。そのために、本科目では改善活動を「知識創造活動を目的とした学習プロセス」として認識し、「自らが変わって、周りを変える」ことのできる価値共創力のある工程管理者育成を目指します。

上記目的を達成するために、このプログラムでは設計、生産、手配などのビジネスプロセスにおける各現場のノウハウを知識化し、これを IT 治具を使って効果的に顧客価値創造を行うための顧客知、設計知および製造知の連携であるナレッジチェーンをどのように構築したらよいかについて以下の事項を解説し、実践して行きます。

（１）製品の設計開発に際し、顧客の要望を製品と部品の構成関係を示すファミリーツリーとして集約した上で、顧客要望の多様化の下で構成部品の標準化を進めるための方法と図面管理の重点とその標準化と継続的改善法。

（２）ファミリーツリー上で製品の組立および加工手順を検討し、製品生産に必要な人、物、設備の構成を明らかにし、所定の製品品質を維持しつつ、納期維持の信頼性向上と工程管理の経済性向上を実現するための工程管理活動を行う上での重点とその標準化と継続的改善法。

（３）高い信頼性と経済性を持った工程管理を実現するためには所要資材、部品の的確な調達活動が必要になります。製品設計・開発の意図をファミリーツリー上で設計、製造部門と共有し、信頼性と経済性の高い購買および外注管理を行うための重点とその標準化と継続的改善法。

（４）顧客満足や顧客感動を呼ぶ製品を設計・開発し、品質および納期に対する信頼性と経済性を高める努力の結果を顧客価値向上および原価低減として把握し、これを利益管理に結びつけることが製造業の課題になります。これを実現するための業務統合化の重点とその標準化と継続的改善法。

以上の学習内容を修得することによって、本科目の受講生は顧客価値創造の観点から、製品企画知、設計開発知および製造知の形成と連携を、IT 治具を駆使して行えるようになるでしょう。すなわち、製造現場のノウハウを設計・開発および販売・サービス業務に効果的に展開し、モノ造り技術の価値創造力を強化することを目的とした内容です。従来の IT 技術の製造現場への導入は欧米の計画統制・中央制御型の大型ソフトウェアを如何に活用するかの視点で進められてきたため、日本のモノ造り現場特有の改善・分散制御指向の管理形態になじまない点

が多くあったことを反省し、「IT 治具」という造語をつくり、便利で使いやすいソフトウェア補助教材を開発し、本テキストと併用することで学習効果の向上をねらっています。この補助教材は特に、個別受注生産形態のモノ造り現場のように日々変化する状況下で行われる日常的創意工夫を、ソフトウェアを使ってExcel ベースで容易に記録、伝達することができますので工程管理技術ノウハウを伝承することにも十分貢献する内容です。

なお、本テキストを作成するに当たり、貴重な社内資料を提供頂いた地元製造企業の方々および多くの著作物からの転載を快く了承して頂いた著者、作成者ならびに出版社各位に心から感謝します。

以上

平成２４年５月

金沢工業大学
石井和克

目 次

第1章 序論
1. ナレッジチェーン・マネジメントの体系
1.1 ナレッジチェーン 1頁
1.2 ビジネスプロセスと製品特性展開法 1頁
2. 顧客要求と製品設計
2.1 新製品開発管理 5頁
2.2 製品戦略 6頁
2.3 製品企画 9頁
2.4 ニーズアセスメントと融合モデル 12頁
2.5 商品特性展開による顧客要望の整理法 13頁
3. 部品表と図面管理
3.1 ファミリーツリー 20頁
3.2 製品設計標準化 21頁
3.3 図面管理 27頁
3.4 設計・生産・調達業務プロセス統合化のためのIT治具と部品表 31頁
参考文献 36頁
予習課題 37頁

第2章 部品表による工程管理
1. 生産技術と工程管理
1.1 生産技術の変化と工程管理 39頁
1.2 工程管理と受注処理 41頁
1.3 工程管理のパターン 43頁
2. 工程設計 46頁
3. 工程管理
3.1 生産計画の種類と内容 49頁
3.2 日程計画の立て方 50頁
4. 生産統制
4.1 生産統制とは 66頁
4.2 生産統制の方法 67頁
5. 工場レイアウト・プランニング
5.1 SLPの手順 69頁
5.2 P-Qチャート(品種・数量分析) 69頁
5.3 フロム・ツーチャート 72頁

5.4 アクティビティ相互関係表 72頁
5.5 アクティビティ相互関係図表 74頁
5.6 面積相互関連図 75頁
6. 在庫管理とバッファーシステム
6.1 工程間在庫の管理法 76頁
6.2 FMSのバッファーシステム 82頁
6.3 自動倉庫によるバッファーシステムの管理法 84頁
6.4 各工程専用バッファーシステムの管理法 88頁
7. 工程管理とIT治具 91頁
参考文献 92頁
予習課題 93頁

第3章 部品表による購買・外注管理
1. 部品表と部品展開
1.1 発注とは 95頁
1.2 所要量計算 96頁
2. 発注方式と在庫管理
2.1 在庫の種類と発注方式の評価尺度 103頁
2.2 基本的な発注方式 105頁
2.3 その他の発注方式 109頁
参考文献 114頁
予習課題 115頁

第4章 業務統合化管理
1. 業務統合化の前提 117頁
2. 標準化と改善活動の統合化
2.1 現状打破と管理のサークル 117頁
2.2 生産活動の評価 120頁
3 利益管理
3.1 原価・営業活動の量と利益の関係 122頁
3.2 利益図表(損益分岐図表) 123頁
3.3 三つの利益計算式 125頁
4 原価管理
4.1 原価とは 127頁
4.2 原価管理の必要性 128頁
4.3 利益図表と原価管理 129頁

4.4 セグメント別損益計算書による原価管理 130 頁
4.5 三段階の原価管理 131 頁
参考文献 136 頁
予習課題 137 頁
これまでの本講座受講生の個人課題のテーマ一覧 138 頁

第1章　序　　論

第1章 序論

1. ナレッジチェーン・マネジメントの体系

1.1 ナレッジチェーン

「ナレッジチェーン」ということばはあまり耳慣れない言葉だと思います。直訳すれば「知識の鎖」ということになります。ここでは「物づくり」を対象とした内容を扱いますが、「物づくり」が対象とする物とは、これを購入する顧客を喜ばせ、感動させることの価値を持った物を意味します。従って、物づくりをする人は顧客がどのようなものを喜ぶのか、あるいは感動するのかを知った上でそれを物づくりに反映してこそ、価値ある物づくりになるでしょう。自分の楽しみで物づくりするのではなく、誰かに喜んでもらう物づくりを考えます。そのためには顧客の要望を知り、これを自らの卓越した物づくり技術にしっかり結びつけることが心と物の価値を共に高める「顧客感動の物づくり」になるのではないでしょうか。つまり、顧客と物づくりをする人、そしてこれらを取り巻く人々が互いにしっかり理解し合い、心を結びつけて感動を呼び起こすための「知識の鎖」を組みあげることがナレッジチェーン・マネジメントの狙いです。この鎖は製造企業という組織を考えると、その組織を構成するメンバーの知識の鎖として結びつけることも意味します。

では、具体的にどのようにこの鎖を編み上げるのでしょうか。そのための考え方と方法の概略についてこの章では以下のことを解説します。

(1) 製品企画、設計・開発、生産、サービスの各々の活動において顧客価値向上のための知識創造を製品やサービスに要求される製品特性として認識した上で、これらを各種知識と関連付けて製品設計、工程設計に展開し、上記4活動を統合化して成果を高めるための考え方、
(2) 上記の考え方に基づく製品開発および設計活動の管理法、
(3) 設計活動の結果として表記される図面情報の管理法、
(4) 設計・生産・調達活動のプロセス統合化のための3つの部品表とその連携のためのIT 治具の機能

1.2 ビジネスプロセスと製品特性展開法

図 1.1 は工場という「物」を通じて顧客に感動をもたらせようと考えている様子を図示したものです。別の言い方をすると、工場プラントのビジネスモデルとも言えるかも知れません。顧客の笑顔を夢見て工場をデザインし、これを現実の工場として実現するために設計開発を行い、目指す工場を明確に定め、これを効率的な生産システムで生産し、顧客の手に渡した時、顧客がその工場に感動すれば企画、開発者をはじめ物づくりに関わった人たちは顧客の感動に共感して自分たちの物づくり技術に喜びを感じることが出来るでしょう。

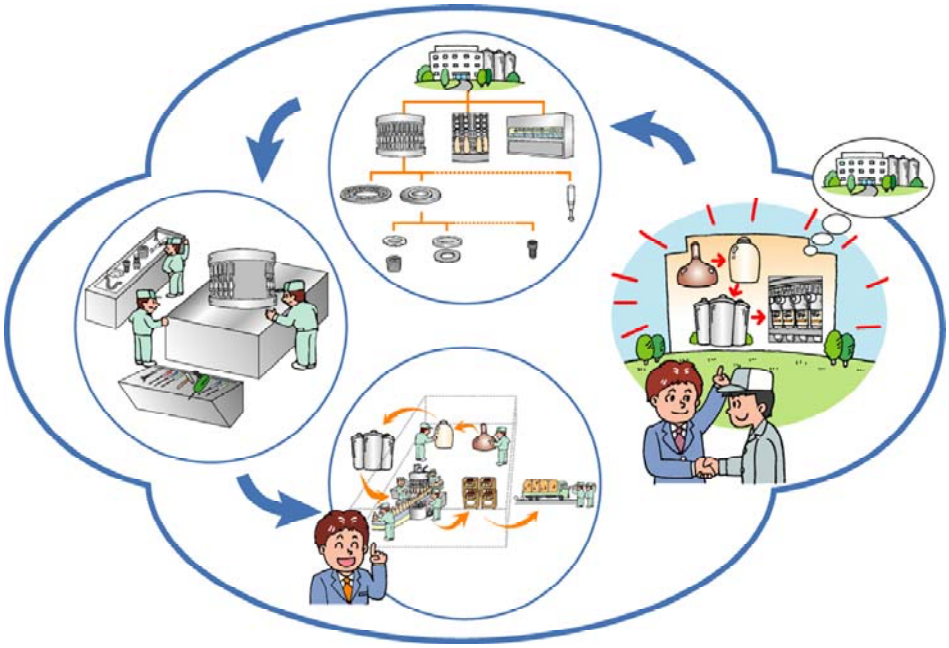


図 1.1 ビール工場を例としたビジネスモデル

さて、図 1.1 のビジネスモデルはそのプロセスを組織活動に結びつけると図 1.2 のような活動に展開されるでしょう。つまり、どんな物を作ったら良いかを考えるためには顧客が何を欲しがっているのか、あるいは、困っているのかを的確に把握する必要があるでしょう。そのためには、顧客の目線で、顧客が普段使う言葉で顧客の心に近づくための「顧客知」が必要でしょう。

次いで、顧客の問題を把握できたら、次に顧客の問題を技術によって解決するために顧客の夢の実現性を検討することが必要になるでしょう。この時、顧客の夢の達成度や満足度を測る技術的な物差しを定める必要があります。例えば、顧客の要望が「使い易い操作パネル」ということなら、「使い易い」が「操作する時間が短い」ということなのか、「操作に必要な回数が少ない」、「操作する時のハンドルのトルクが小さい」のか、というような検討が必要でしょう。この物差しで測って技術的解答である設計案の顧客満足度が見積もられます。この技術的尺度と顧客の心はシーソーゲームのようなもので、顧客は常に新しい価値を要求しますから、次から次と物づくりに携わる人は顧客の要望の変化に注意し、変化に追随出来る製品技術力の「設計知」を持つ必要があります。

設計知の成果は製品設計図の形で知識化され、これに基づき生産手段の検討が行われます。どんな材料(Material)を使い、どんな設備(Machine)を利用し、どのような技能を持つ作業者(Man)で生産を行うのか、いわゆる「工程設計」といわれる活動が必要になります。この際に「製造知」が必要になります。工程設計とは、顧客の要望である品種・品質(Quality)、コスト(Cost)および納期・数量(Delivery)を満たす「工程の3要素(Man,Ma-

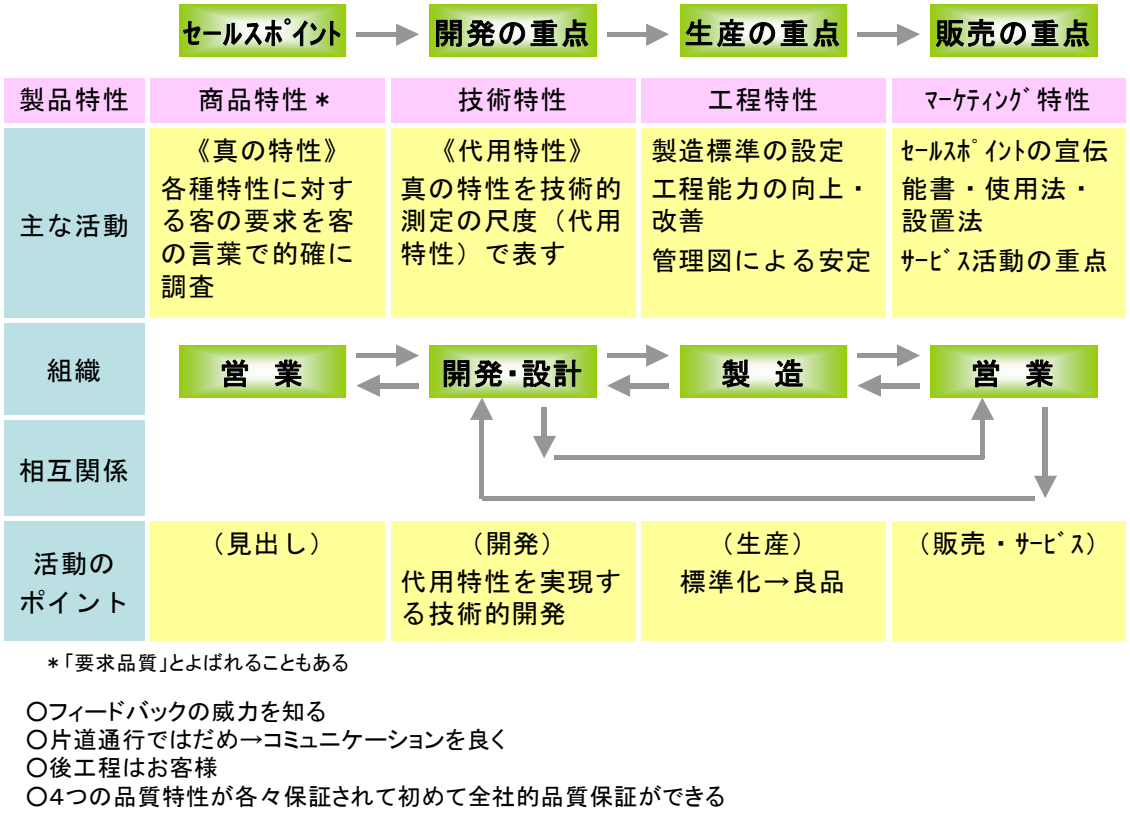


図 1.2 製品特性に基づくビジネスプロセスモデル

hine,Material)の最適設計問題となります。

生産が終わるといよいよ物づくり価値の最大の評価者である顧客にアプローチします。しかし、場合によっては直接最終製品の使用者であるエンドユーザではなく、代理店などの流通過程を経る必要が出てくるケースもあるでしょう。北陸地域の多くの産業製造企業では生産財(その製品を使って新たに製品を生産するような製品)の生産をしているのでエンドユーザと直接取引している場合は少ないのではないでしょうか。どのユーザが製品の真のニーズの保有者なのか、などの判断を的確に行い、このニーズにどう対処して生産された製品価値をサービス価値で増加させていくかという顧客知が再び必要になってきます。

顧客と同じ夢を共有し、その実現をするためには顧客知、設計知、製造知が必要であることを述べて来ましたが、これらの知識は、個人の持つ個人知と組織の持つ組織知とに分類することが出来ます。この個人知が組織知と融合(Fusion:F)した時、顧客と製造組織の共鳴性は格段に高まると共に、組織とそのメンバーとの共鳴性も同時に高まるでしょう。従って、個人知と組織知の融合をどのように行うかが大きな問題になると思います。この問題の解決の鍵がナレッジチェーンとその管理法にあると考えられます。

このテキストではこの問題を図 1.3 に示す4つの特性、商品特性、技術特性、工程特性、マーケティング特性とその融合(F)として捉え、その融合結果である知識創造成果を部品表として現す方法を取ります。図 1.3 は図 1.2 のダイナミックな動きを取り込んで描き直したものです。つまり、顧客との価値共創は、開発・設計→生産→サービスという一連の価値創造結果を一旦、市場(顧客)を介して評価・点検され、再び繰り返されるという活動になります。これは同じ製品を繰り返し生産する企業でも、一品生産企業でも顧客との間の価値創造活動は企業が存続する限り、永遠に継続、繰り返えされる営みだからです。

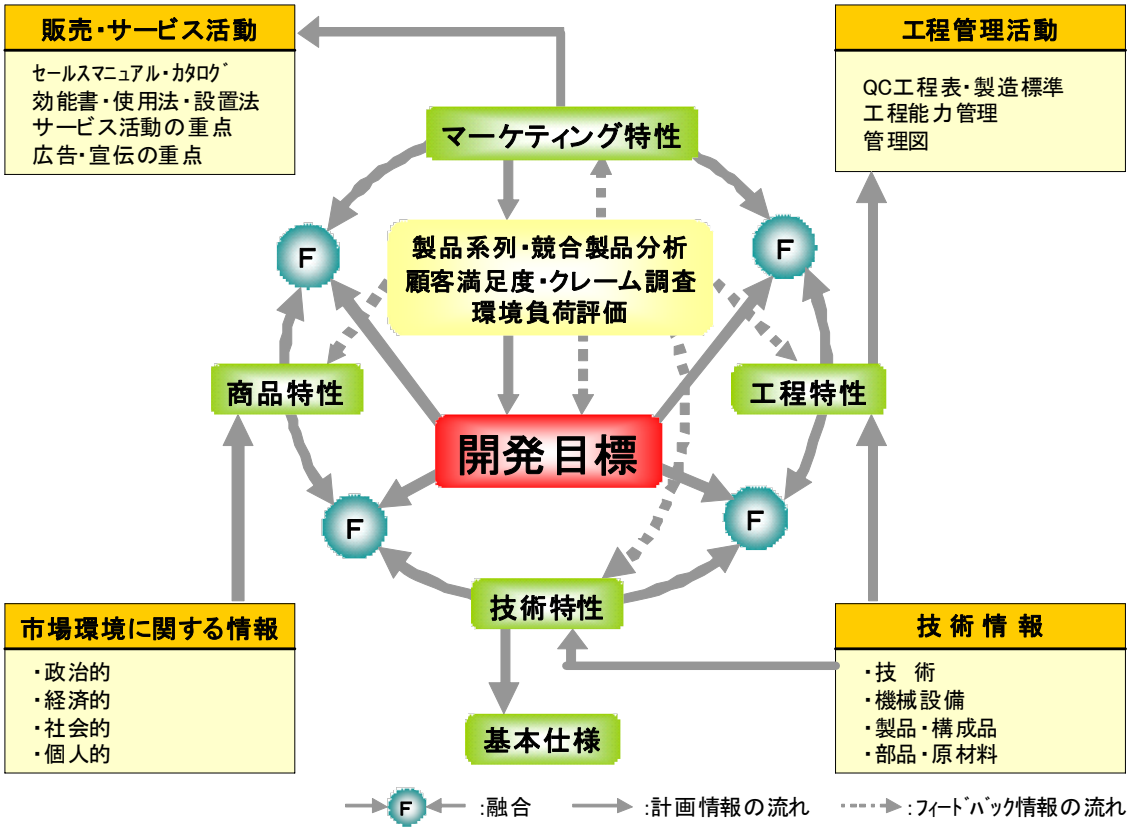


図 1.3 価値創造サイクルと4つの製品特性のサイクル

2. 顧客要求と製品設計

2.1 新製品開発管理

市場が多様化し、一方で技術革新が進むと結果的に製品寿命が短くなります。従って、製造業においては継続的に新製品の開発を行わないと経営の継続性に大きな障害が生じます。製品開発は試行錯誤であると言われますが、少しでも失敗を減らす努力が必要でしょう。本章では多様化し、変化の激しい市場の要求をいかにして収集し、これを製品開発や製品設計に結びつけたら良いかについて考え、失敗の少ない開発・設計のための技術の習得をします。

(1) 新製品開発管理の指標

技術の発展は絶えず新製品を生みだし、既存製品はこれに代わるより使用価値の高い新製品が生まれれば、それに駆逐されてしだいに亡びていくことになります。従って企業は、将来の市場の要望とその変化を予測し、技術力を高めて新製品を研究開発し、これを市場に送り出して市場の要望に応えると同時に、企業の発展と利益向上に導くような管理をしていくことが必要でしょう。

新製品管理を進めるためには、現状の新製品開発が上手く行っているか、いないかを判断する物差しを明確にすることが重要になります。その代表的なものとして、以下に示す新製品交替率と新製品開発効率[1]があります。一般に技術進歩の速い業界では多くの新製品が生まれる可能性が高くなります。技術が進めば進むほど、新製品交替率が高くなることは想像できるでしょう。従って、ある企業がその属する業界の新製品交替率の水準に対し高ければ、その企業はその業界では技術革新に適応していると判断できるでしょう。逆に、業界の水準より低い新製品交替率の企業は、技術革新に乗り遅れていると判断して良いでしょう。

また、その企業が自社の過去のデータから、新製品交替率を求めて将来も同様な技術開発を進めて行こうと考えるなら、新製品交替率をどのくらいにしなければならないか、過去の新製品交替率を将来に延長することにより推定しうるでしょう。このように考えると、新製品開発率を把握する事の重要性がお分かりでしょう。

$$\text{新製品交替率} = \frac{\text{ある期間の新製品売上高(利益)}}{\text{同上期間の総売上高(総利益)}}$$

$$\text{新製品開発効率} = \frac{\text{ある期間に成功したプロジェクト数(または予算額、実際使用額)}}{\text{同上期間の総開発および市場化プロジェクト数(同上)}}$$

(注1)村松林太郎、新版生産管理の基礎、国元書房、1998、p.23

(2) 新製品の定義・分類

新製品開発管理では新製品交替率や新製品開発効率などの指標を明確化し、現状を把握する事の重要性を理解できたことと思いますが、これを進めるためにはその指標を求めるためのデータ収集が必要です。その時、新製品の定義を明確にすることが重要性を持ってきます。

新製品の定義の代表的なものを表 2.1 に紹介します。

表 2.1 新製品の分類[2] (Johnson & Jones, How to Organize for New Products, p.52)

製品 目的		技術的新しさの増大 →		
		技術的変化なし	技術的改良	新しい技術
市場的新しさの増大 ↓	市場変化なし		再方式化 コスト削減ならびに品質改良の為、製品に小修正をなす。	新転換 コスト削減ならびに品質改良の為、製品に大修正をなす。
	市場の強化	再製品化 既存製品を現在の顧客に対し色々魅力的なものとする。	改良製品 現在の技術を改良することによって現存の顧客にとって色々有用な製品となす。	製品ラインの拡大 新しい技術を採用することによって現在の顧客に提供する製品ラインの拡張
	新市場	新用途 現在顧客となっていない顧客層に対し、既存製品の販売を拡張する。	市場拡大 改良した製品を提供 することによって新しい顧客層に販売を広げる。	製品多様化 新技術の採用で開発した製品を提供することによって新しい顧客層に販売を拡大。

2.2 製品戦略

(1) 製品開発戦略のパターン

製品開発には以下の2つの戦略があると言われます[3]。

① プロダクトアウト/技術プッシュ

技術の高さを強みとして次から次と新技術を使った製品開発を進めていくという戦略です。

② マーケットイン/ニーズプル

市場が求める製品を開発して行く戦略です。

(2) 製品・市場分析[4]

① 製品のライフ・サイクル(寿命)

「製品ライフ・サイクル(製品寿命)」という言葉には以下の2つの意味があります。

i) 技術的寿命

「この世の中に永遠なものはない」、と言われます。テレビも何十年も使えば映らなくなります。つまり、故障という状態です。修理可能なら修理によって再び機能を果たすことができますが、修理不可能なら廃棄になります。ある製品が一定の期間、所定の機能を失わない(故障しない)性質を「信頼性」と呼びます。

この信頼性を中心とした技術的寿命を対象とした工学分野を「信頼性工学」ということがあります[5]。

ii) 経済的寿命

製品技術の変化や市場の要求の変化があると製品が売れなくなることがあります。つまり製品の市場価値がなくなり、売れ行きが減少し、利益を生まなくなることを「経済的寿命がなくなった」ということがあります。例えば、テレビの例では白黒テレビにかわりカラーテレビが出てくると、白黒テレビはカラーテレビに取って代わられました。しかし、その時の白黒テレビはスイッチを入れれば映像は映りました。製品開発ではこの経済的寿命を対象とした「寿命曲線」が大きな問題になります。製品寿命曲線は図 2.1 に示すように横軸に製品を売り出してからの時間経過を、縦軸に出荷量や売上量を取るのが一般的です。また、寿命には段階と呼ばれる期間が設定されています。これは私たちの人生と同様で幼年期、青年期、壮年期、老年期に該当します。市場全体で見ると、製品の成長率は成長期が最も高い時期になります(表 2.2 参照)。この時期には多くの企業がしのぎを削る激しい市場競争が展開されます。

図 2.2 はある織機メーカーの織機の機種別寿命曲線の事例です。この事例を見ると3つの機種の世代交代が非常に明確に出ていると思います。みなさんの会社での主な製品の製品寿命はどのようになっているか調べて見てください。寿命曲線を把握することで現状の製品の寿命延命策として品質改良や原価低減策の立案、実施および評価を行うことが必要になります。

表 2.2 製品寿命の段階(4段階モデル)とその特徴

段階 / 特徴	導入期(幼年期)	成長期(青年期)	成熟期(壮年期)	減退期(老年期)
市場成長率	中	高	低	マイナス
市場規模	小	中	大	小・中

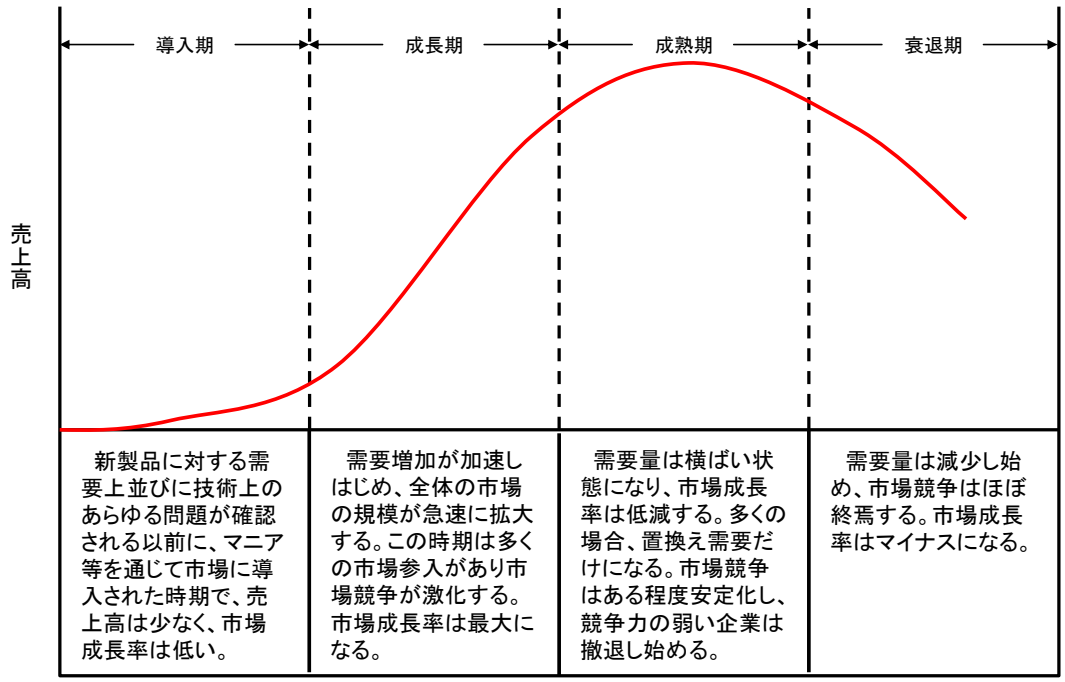


図 2.1 製品寿命曲線モデル[4](田村・村田、現代マーケティングの基礎理論、p.221)

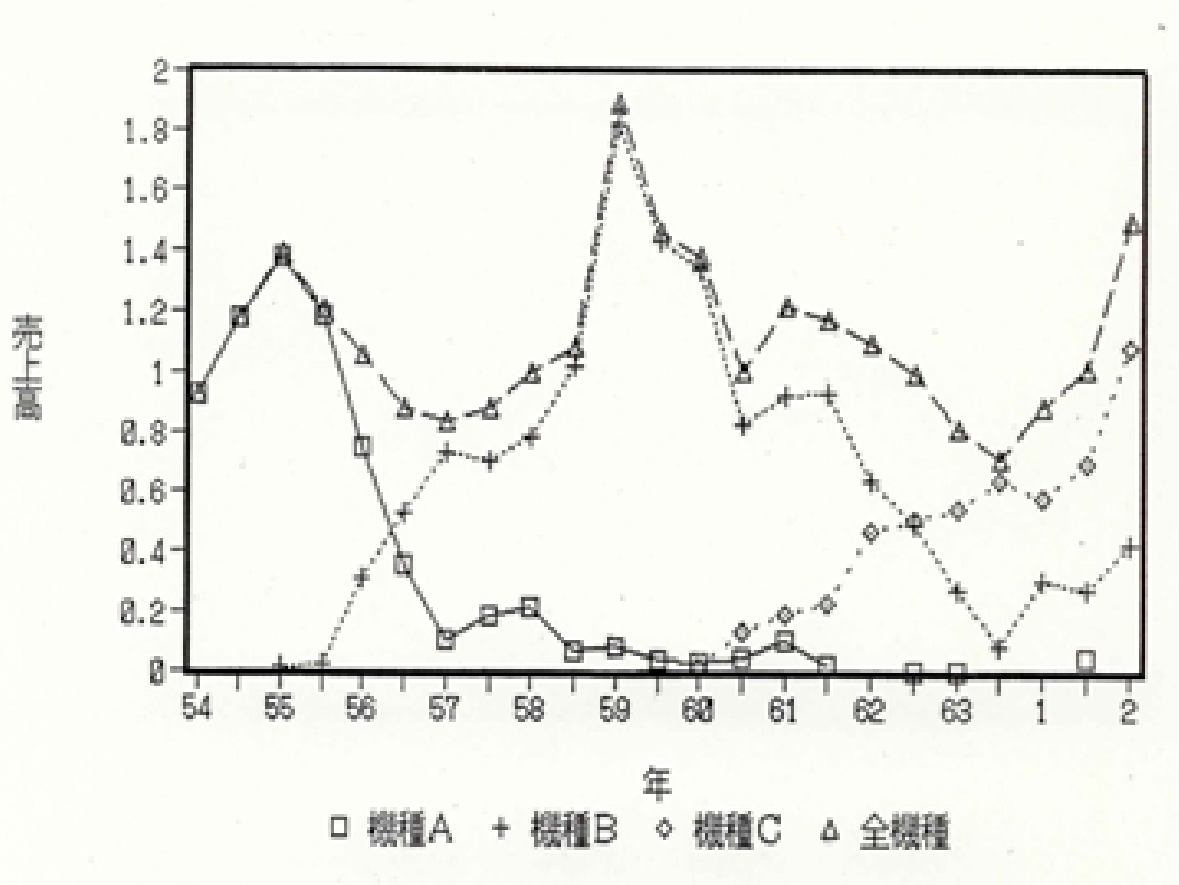


図 2.2 織布機械の製品寿命曲線の事例

② 市場成長性と市場占有率による製品評価

各製品にはそれぞれ経済的寿命があることを理解できたと思います。従って、各企業は継続的に製品開発や製品寿命延長策としての品質改良、原価低減策などを行う努力をしています。このことから、ある時点で自社が販売している製品群をみると、図 2.1 の寿命曲線に示される4つの段階の色々な段階に製品があることが継続的な製品開発の結果として出てきます。一方、各製品は市場において競合製品を持つことが一般的です。この市場競争における自社製品の競争力の強弱は「市場占有率(マーケットシェア)」によって測ることができます。市場占有率は対象製品の市場規模、例えば国内市場であれば該当製品の国内総売上金額や販売量(重量、容量などの物理量)に占める自社製品の売上金額や販売量の割合として求められます。

図 2.3 に示す市場成長性と市場占有率(マーケットシェア)に基づく製品分析[6]を的確に行うことは製品戦略として限られた資金を有効に活用し、企業活動、ひいては生産活動を継続するために重要な問題です。

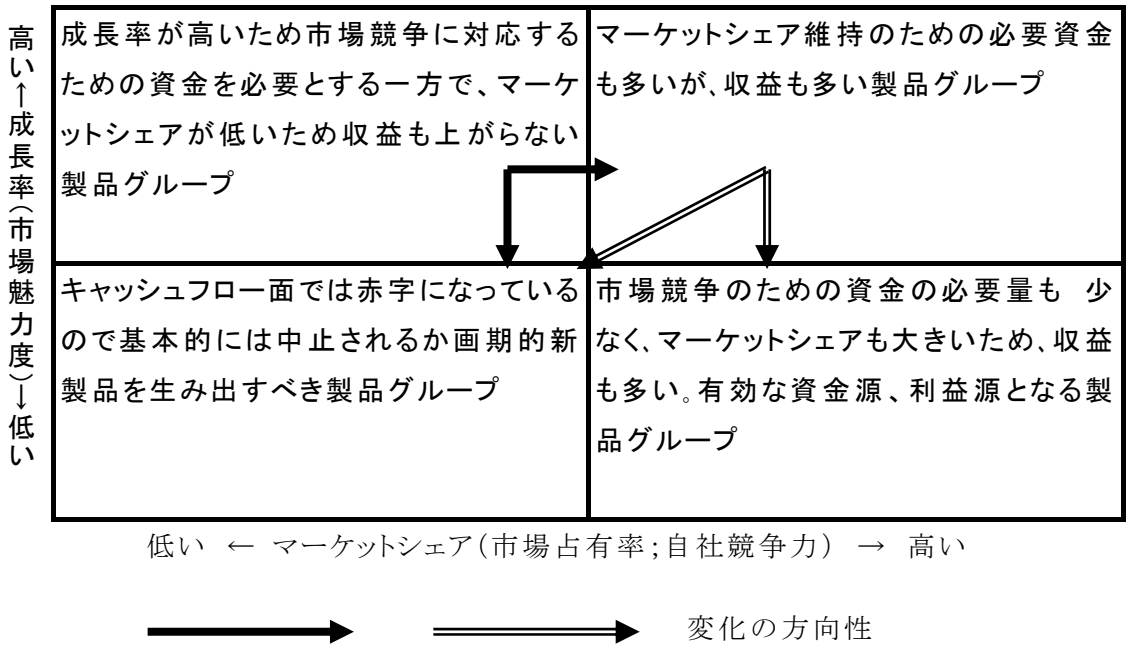


図 2.3 製品ポートフォリオ分析法(GE ﾓﾃﾞﾙをﾎﾞｽﾄﾝｺﾝｻﾙﾃｲﾝｸﾞが改善したもの)[6]

(近藤修司、技術マトリックスによる新製品・新事業探索法、日本能率協会、 1981、p.103 加筆)

2.3 製品企画

現状の製品についてその状況を的確に把握した上で、製品企画の立案に当たる必要があります。製品企画を立案するに当たっては、以下の2点が重要になります。

(1) どんな市場ターゲット・顧客を目標にするか?

「製品を誰に売るのか?」を明確にすることがまず重要でしょう。特に、生産財のような製

品は、「製品を使う人」、「管理する人」、「その製品を使ってビジネスをする人」など製品に対する要望を持つ人が同一でない場合は特に注意するとともに、「その製品を使ってビジネスをする人」の顧客、いわゆるエンドユーザについても配慮することも、「顧客の問題解決」を顧客価値として提供することが要求される今日では必要になります。

(2) どんな製品特徴を持たせるのか？

誰に売るのかが決まれば、次はその顧客に買ってもらえる製品を企画する事が問題となります。その企画は以下の条件を満たす必要があります。つまり、良く売れる製品とは以下の2点を少なくとも満たしている必要があります。

① 顧客の要求に適合した製品特性を持ったもの、
② 他社との競争に打ち勝つ特徴ある製品コンセプトを持ったもの。すなわち上記①の中から競争優位性のある特徴的製品特性と水準設定を持ったもの。

これらのことを行うための方法としては表 2.3 および 2.4 に示す表が便利でしょう。この表を使うと以下のことが期待できます。

① 重要なニーズを見落とさなくなる。
② ユーザの製品に対する評価尺度が理解できる。
③ 上記の②を基礎に製品に対する将来のユーザニーズの予測検討が可能となると共に重要な製品特性を選ぶことにより技術開発、生産準備の優先順位を決定できる。

表 2.3 製品戦略分析表

基本製品特性＊	現製品	競合製品	新(改良)製品
ニーズの変化↓＃ 1.仕様・性能 2.信頼性 3.安全性 4.保全性 5.操作性 6.見栄え(フィーリング) 7.運搬・保存性 8.TLCC＊ 9.ﾀｲﾐﾝｸﾞ 10.保証事項 11.廃棄性			

＊ TLCC/Total Life Cycle Cost:全ライフサイクルコストで、購入コスト→使用コスト→廃コストの総計

＃ニーズの重点の時間的変化は「1仕様・性能」→「2信頼性」→・・・の変化を辿るとうい仮説に基づく。今まで世の中に無かった製品に対しては、まずその製品に対する機能、仕様、性能に対してユーザーはニーズを自覚し、要求する。次いで、その機能が認知されると、時間経過や環境変化に対しても一定の機能や性能を有することへのニーズに移行すると考えられる。

表 2.4 製品基本特性表

基本特性＊	定　　義＊＊
仕様／性能	材料、製品、工具、設備等について要求する特定の形状、成分等CGS単位または元の比率で表せるもの。／製品の使用目的と合致性に関する項目で能力、精度等に直接関係を持ち、CGS単位の組合せで表せるもの。
信頼性	ある項目が与えられた条件で期間中要求された機能を果たすことができる性質
安全性	人間の死傷または資材に損失もしくは損傷を与えるような状態のないこと。
保全性	ある項目を使用および運搬可能な状態に維持したり、故障、欠点等を回復するための全ての処置および活動に関する性質。
操作性	操作、人力またはその他の方法によって対象とする機器に所定の状態変化を行わせること。
運搬／保存性	ある位置から他の位置へ移動または一定の場所に保存する場合に起こる状態の性質。
フィーリング	人間の感覚に基づく性質で官能値により表されるもの。
TLCC	Total Life Cycle Costの略。金額表示される内容(購入→使用→廃棄に関わる費用)
保証事項	アフターサービスの条件、保証期間等によって示される内容
廃棄性	製品の廃棄に伴う性質(解体容易性、分別容易性、リサイクル率など)
その他	

＊　これらの基本特性はこれまでの耐久消費財、生産財の開発事例の調査研究およびアンケート結果よりその有効性を検証していますが、ケースにより多少の修正・追加は必要でしょう。

＊＊ この定義は JIS の定義をもとに修正、追加を行いました。

(3) 環境条件およびユーザに関する情報収集

① 顕在ニーズと潜在ニーズ[7]

情報収集の過程でアイデアジェネレーションが行われます。より良いアイデアによって収集された情報の中から、ユーザニーズはより的確に把握できます。

i) ユーザニーズを調査することによって開発する製品の機能の重要な情報を得る可能性があります。

ii) ユーザとニーズの関係を「刺激－反応モデル」で表すと、顕在ニーズ(反応)は現

存する製品や現象(刺激)の調査を通してのみ得られます。それゆえ、現存しない現象や製品の本当に知りたい潜在ニーズを調査を通じて発見することは難しいでしょう。潜在ニーズを知るには、新しい有効な刺激を与えるアイデアジェネレーションが必要となります。

iii) 潜在ニーズが(ii)の結果から発見されたならば、再び情報を得るため最初のステップへ戻ります。

② 市場調査法

市場調査におけるデータ収集法は過去の調査や官公庁の既存データ(2次データ)を利用するか、新たに調査してデータ(1次データ)を取るかに大別されます。

2次データを使用する場合は費用の軽減性は期待できますが調査目的にどの程度合致したデータがあるかの検索と合致性の検討が必要になります。一方、1次データの場合は情報収集方法の設計・開発から実施に至る内容の自由度はありますが、そのための支出と成果の評価を十分行う必要が生じます。情報収集法としては以下のようなものが一般的に上げられます[4]。

i) マーケティング調査(質問法、パネル法、観察法など)

ii) マーケティング実験(実験室での実験、市場実験)

2.4 ニーズアセスメントと融合モデル[7]

「ニーズアセスメント」とはユーザニーズを的確に把握・評価し、製品戦略の下で自社の技術と融合し、製品設計を行い、仕様として具現化する過程です。「融合モデル」とはニーズアセスメントにおける創意工夫の過程を、

(1) 「真のニーズの認知に基づく問題の規定」

(2) 「規定された問題を解決するための技術的な可能性の検討」

という二つの機能の融合過程として捉え、新製品や新システムの開発をアイデアジェネレーションと創造的思考によって効果的に進めるための手順を明確にしようとすることを目的としています。

別冊の「演習編」に図 2.4 の融合モデルに基づいて「織布機械」および「布団乾燥機」の開発事例を紹介します。皆さんにも馴染みの深い商品だと思いますが、製品開発のプロセスを疑似体験し、製品開発にどんな意思決定と創意工夫(アイデアジェネレーション)が必要か?あなたなら各開発プロセスでの意思決定にどのようなアイデアを出し、意思決定を行うかを考えてみてください。

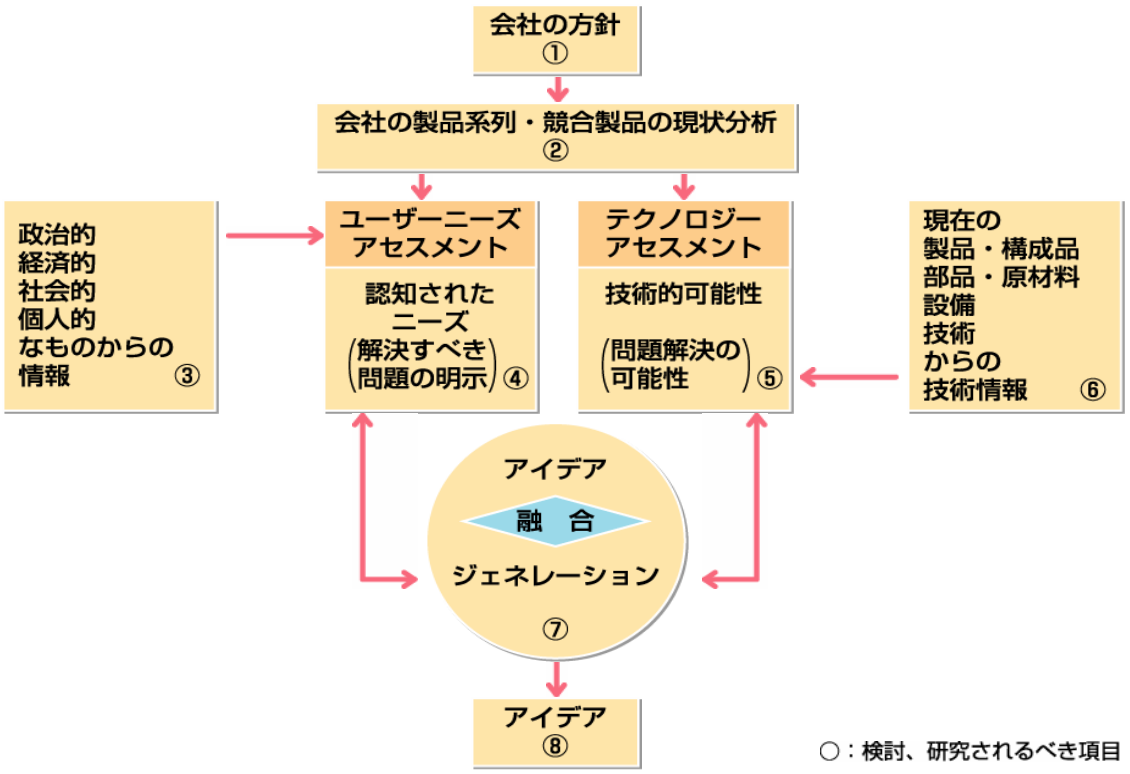


図 2.4 新製品開発のためのニーズアセスメントの融合モデル

2.5 商品特性展開による顧客要望の整理法

顧客の要望を的確に把握し、これを設計に効果的に反映させるための方法として(要求)品質表[8,9]や商品特性表[7]などと呼ばれる方法があります。商品特性展開表では顧客の要望(要求品質、商品特性または真の特性と呼ばれます)が開発・設計目標(技術特性または代用特性と呼ばれます)とどのような関係にあるかを明確に示す1つの表現手段です。このような表現手段を持てば、設計は常に顧客の要望を設計業務に的確に反映できます。また、営業は顧客の要望の情報収集をこの展開表の商品特性の欄に基づき行い、その変化を逐次把握し、開発・設計部門に伝えることが重要になります。

この展開表を作成するには価値分析・工学(VA/VE))[10]で良く用いられる機能展開法が有効です。これを基礎に各商品特性にレベルの概念を導入し、技術特性を求めて行く方法です。一旦これができると、後はいわゆる「品質表」[8]として標準化されます。

品質表だけでの管理だと、従来の顧客のニーズに対する水準変化への追従は可能ですが、新製品開発や顧客の新たな価値基準を取り入れた製品改良を行う場合には困難が生じます。従って、製品特性展解法と品質表の2つによる管理が必要となります。

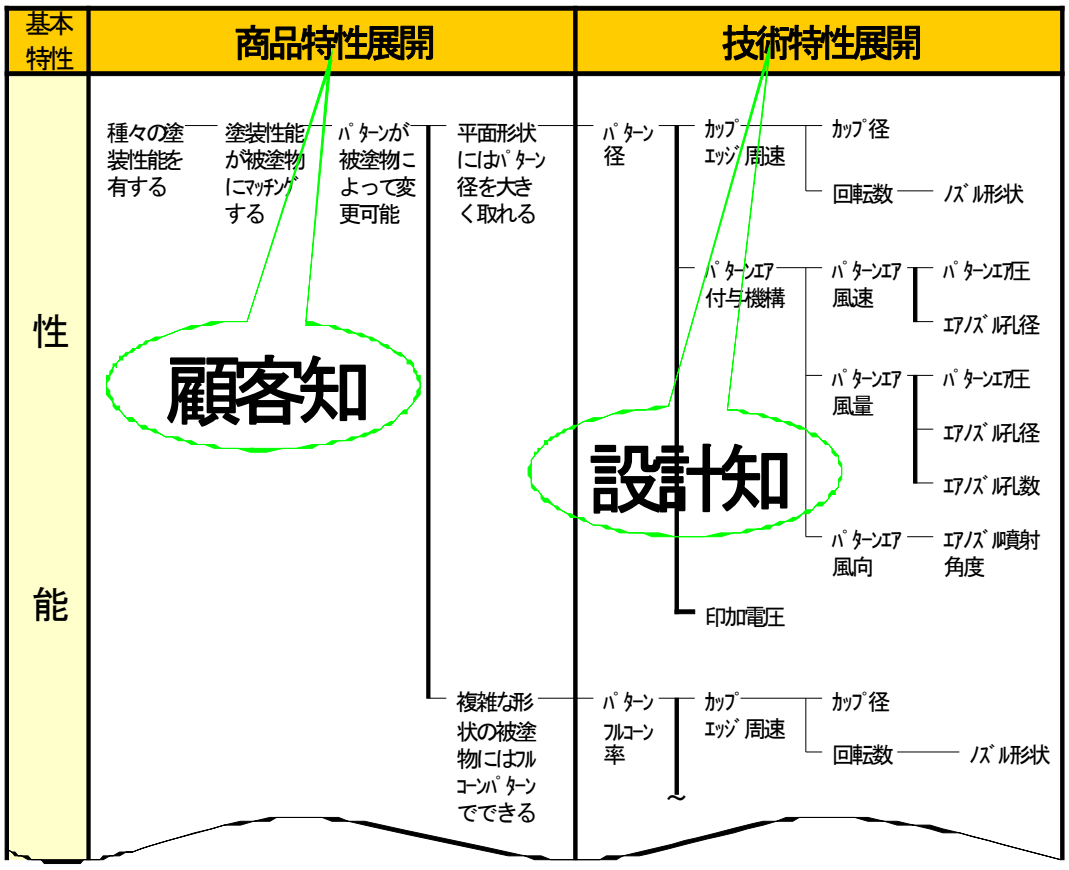
商品特性展開表事例および品質表例として、表 2.5～表 2.10 に以下の事例を紹介しますので参照してください。

(1) 塗装機開発事例
(2) エアコン開発事例
(3) 女性用化粧品開発事例
(4) 歯科材料開発事例
(5) ボトリングマシーン
(6) チェーン(工程 FMEA の例)

(1) 塗装機の開発事例

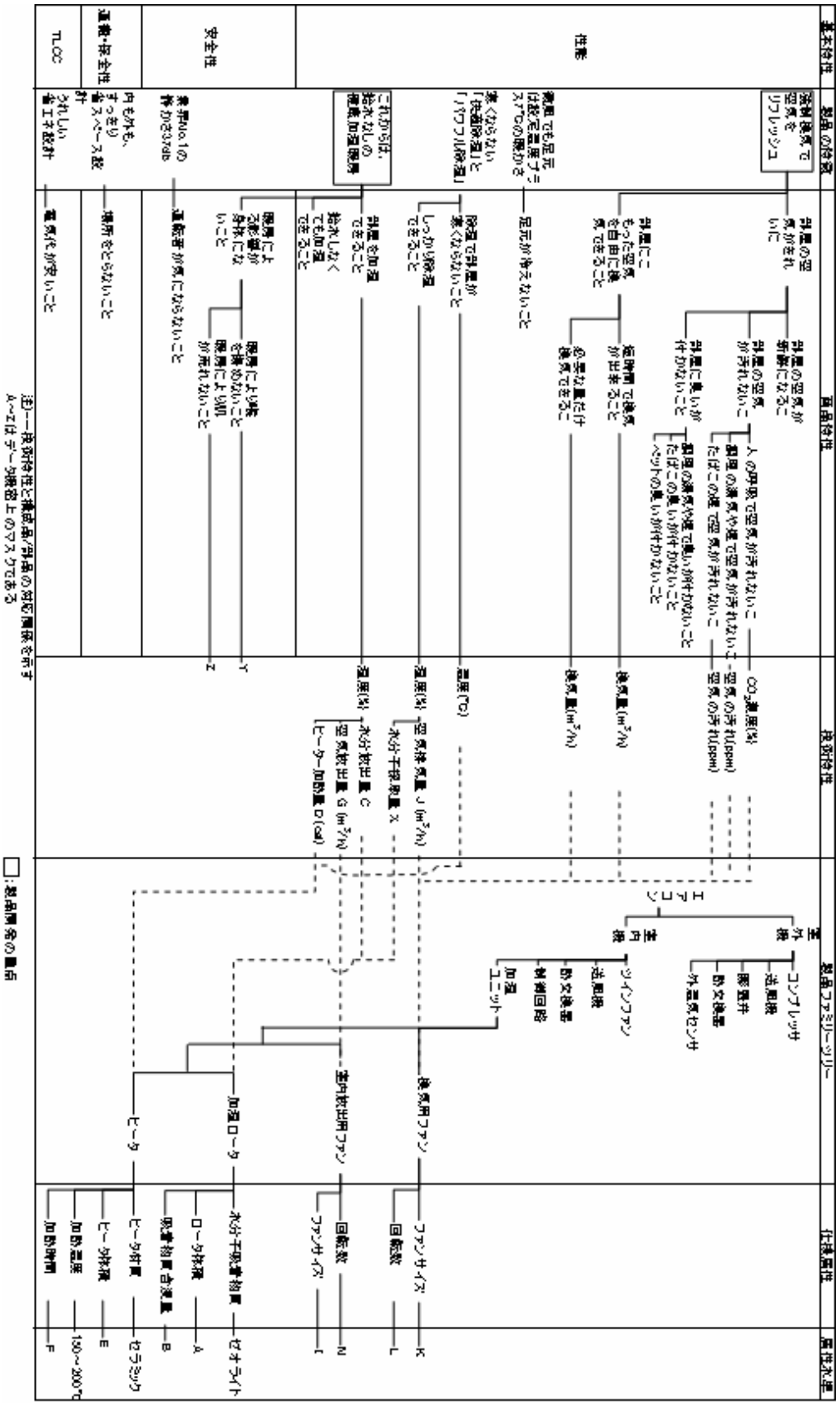
この事例については第2章で「工程設計」の事例として改めて紹介します。

表 2.5 顧客知と設計知の鎖(チェーン)例「塗装機の製品特性展開表(一部)」



(2)エアコン開発事例

表 2.6 エアコン開発事例の製品特性展開事例



(3)女性用化粧品ケーキファンデーション開発事例

表 2.7 女性用ケーキファンデーションの製品特性展開事例



(4)歯科材料開発事例

表 2.8 歯科材料開発の製品特性展開事例



(5)ボトリングマシーンの改善事例

この事例は第4章の「価格破壊」の例でも紹介します。

表 2.9 ボトリングマシーンの製品改良の製品特性展開事例

基本特性	要求品質／商品特性／顧客の要望	技術特性	技術特性水準値	技術仕様
仕様／性能	生産スピードが速いこと	充填本数／分	600	
	コンパクトであること	高さ		ﾛｰﾀﾘｰﾃｰﾌﾞﾙの高さ-計量ﾕﾆｯﾄの高さ-ｺﾝﾄﾛｰﾗｰの数 1/4に削減
		容積		ﾛｰﾀﾘｰﾃｰﾌﾞﾙの容積-計量ﾕﾆｯﾄの容積-ｺﾝﾄﾛｰﾗｰの容積
	充填精度が高いこと			
信頼性	故障しないこと			
安全性				
保全性	ﾒｲﾝﾃﾅﾝｽし易い			
操作性				
運搬／保存性				
フィーリング	音が静かなこと			
TLCC	設備のエネルギー効率が高い ― 動力の伝達効率が高いこと			
保証事項				
廃棄性				
その他				

(6)チェーンの品質表事例

表 2.10 は工程 FMEA と呼ばれる品質管理の方法です。行方向が、不具合現象である「動かない」、「効率低下」など、顧客のクレーム事項として認識されるもので、これに基づき顧客の要望が表現されます。つまりこれはチェーンに対する要求の顧客の言葉で表現された特性である「商品特性」になります。これを原因系に展開して、「動かない」原因は「切れる」からと分析し、さらに「切れる」という物理現象を部品構成に展開します。つまり、「切れる」という現象はチェーンの構成部品である「外プレート」、「内プレート」、「ピン」に展開された上で、個々の構成部品の「切れる」現象の原因となる「破壊」現象として分類し、「疲労破壊」、「塑性破壊」、「脆性破壊」に分けます。

一方、列方向は製品構成を「部位」として分類した上で、各構成単位での設計要件としての「引っ張り強さ」、「チェーンの長さ」などの技術的計測尺度に展開されその水準が「規格」として設定されます。つまり、技術特性と技術特性水準の決定結果を示しています。

表中の「◎:関連性、影響性が強い」、「○:関連性、影響性がある」は表 2.5～表 2.9 に示す展開に基づき、データや経験を通じてその関連性を明らかにした上で記載されますので、表 2.5～表 2.9 と表 2.10 の間には作成過程に必要な時間がかかります。しかし、この時間を如何に短縮するかが顧客価値創造競争力の1つになります。

表 2.10 からはチェーンが切れる(チェーンが切れない事が商品特性)の技術特性は「引っ張り強さ」と「表面硬さ」となっていることが分かります。しかし、顧客の要望は変化します。その変化は以下の2点にあることに注意する必要があります。

① 現状の要求項目(商品特性)に対する要求水準レベルの変化(より強く、より硬く)

② 新たな要求項目(商品特性)

上記②に対しては表 2.10 のようなマトリックス形式では対応できませんので、表 2.5～表 2.9 のような展開表形式が必要になります。

表 2.10 チェーンの工程FMEA事例

工程QAマトリックス (要因から故障ﾓｰﾄﾞへの展開)					商品特性	1．動かない							2．効率低下									3．組付不可		
						切れる							伸びる					過張力		ガイド	装着不可		
部品名 チェーン					推定原因 部位	外プレート			内プレート			ﾋﾟﾝ	内プレート			ﾋﾟﾝ		チェーン			チェーン		合いﾏｰｸ
品 番					推定原因 事象	疲労破壊	塑性破壊	脆性破壊	疲労破壊	塑性破壊	脆性破壊	脱落	折損	歯面摩耗	穴摩耗	塑性変形	摩耗	曲り	初期長さ長	初期長さ短	屈曲不良	偏摩耗	初期長さ短	内幅小	ズレ無し
(社内品番)																								
作成部門																								
部位	No.	技術特性	重品	不良ﾓｰﾄﾞ	規格																			
	1	引張強さ	重保	低	記入例	KN		○			◎		◎	◎											
完成品チェーン	2	ﾁｪｰﾝ長さ		長／短														○長	○短			◎短		
外プレート	2	表面硬さ		高／低			○	○	○															

3. 部品表と図面管理

3.1 ファミリーツリー

把握した顧客要求を技術特性に展開し、設計開発の成果として製品の設計図面が作成されます。この図面から製品の構成に基づき組立図や構成部品図が作成されます。その際、製品と構成部品の関係を表示するファミリーツリーと呼ばれる表記法が多く用いられます。このファミリーツリーには次のような機能があります。

(1) 製品の部品構成とその階層構造を明らかにし、構成部品の親子関係を示す。
(2) 構成上の単位部品および中間組立部品を明らかにする。なお、単位部品とは購買により入手できる部品形態を意味します。
(3) 製品の組立手順を明らかにする。
(4) 調達、製造の単位を明らかにする。
(5) 図面の構成単位を明らかにする。

身近な例でこのファミリーツリーを紹介します。「オムライス」という料理品目を皆さんはご存じでしょうか。比較的ポピュラーな料理品目ですから、一度は料理(生産)された経験を持たれている方も多いのではないかと思います。これをファミリーツリーで表記すると以下のようになります。

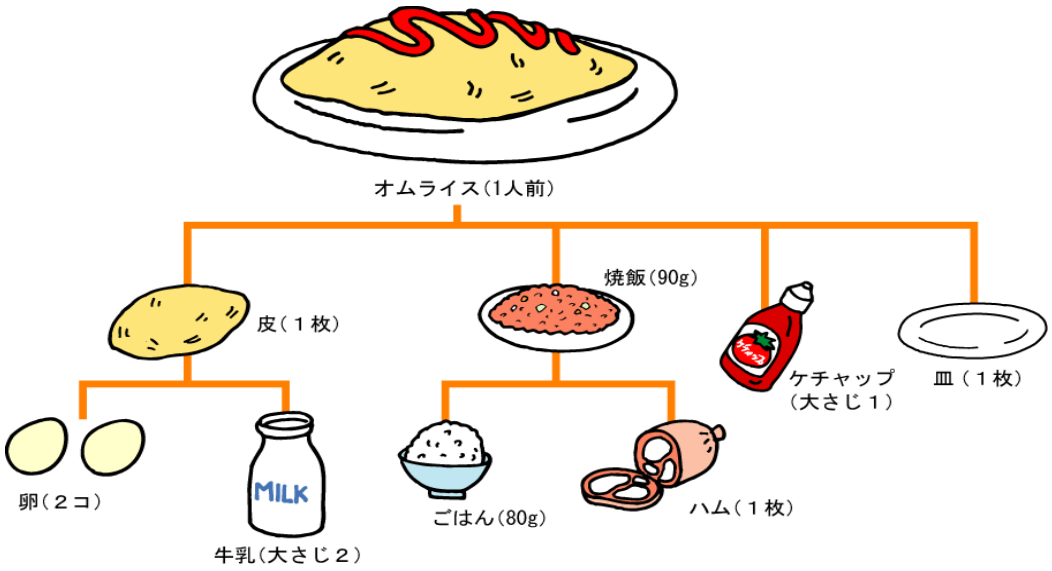


図 3.1 オムライスの製品ファミリーツリー表示例[11]

(平野裕之監修、MRP システム導入マニュアル第2巻学習編(ビデオ)、日刊工業新聞(1987)に加筆)

オムライスは「卵の皮」、「チャーハン」、「ケチャップ」で「皿」に最終の盛りつけをします。また、卵の皮とチャーハンは中間組立品となり、別々に料理され、準備する必要があり、これらの設計も料理品目の設計対象になります。卵、牛乳、ご飯、ハム、ケチャップが単位部品となりますが、ご飯は水と米を炊くところから始めると、ご飯は中間組立品になる場合も出てきます。料理では特に図面は書かないのが一般的です。これはある程度内容が一般化しているからでしょう。しかし、フランス料理などではこれらを「レシピ(分量表)」として明記して、標準化しているといわれています。そのため、フランス料理はある程度標準化されているので、世界の何所で食べてもある程度の味の品質水準を維持できるのだそうです。このことからフランス料理は料理の世界標準になったと言われます。

ファミリーツリーの情報は表 3.1 に示すストラクチャ部品表に書き換えることがあります。この表は主に購買・外注手配計画のための基礎情報として使用されます。詳しくは、購買・外注管理の第3章で解説します。

表 3.1 ストラクチャ部品表(数量はオムライス1人前)

親部品		オムライス		皮		チャーハン	
子部品	数量	皮	1枚	卵	2個	ご飯	80g
		チャーハン	90g	牛乳 大さじ	2杯	ハム	1枚
		ケチャップ 大さじ	1杯				
		皿	1枚				

以上のように、ファミリーツリーを使って製品の部品構成を検討し、加工、組立順序を検討し、購買・外注手配の検討など単一部品から中間組立を経て最終製品にいたる部品構成と製造過程を、親子関係を通じて樹状の図で一貫して表示出来ることから設計、製造、購買およびサービス業務の担当者が開発当初から参画し、開発製品の内容理解と業務連携を行う上で、大変有効なものです。

3.2 製品設計標準化[12]

(1) ファミリーツリーによる部品共用化

製品設計標準化の中で製品の部品構成と部品選択の標準化について以下解説します。

図 3.2 は3つの製品 A_1、A_2、A_3 から構成される製品系列 A:{A_1、A_2、A_3}の3つのファミリーツリーを示した図です。製品系列とは製品の使用用途、品質特性値および部品構成の類似製品で構成された複数種類の製品群を言い、例えばボトリングマシーンにおける液体充填用シリーズ製品や建設機械のブルドーザーの製品シリーズがこれに該当します。この図を例に以下、部品構成の標準化と部品選択の標準化について説明します。

① 共用部品の検討

図 3.2 のファミリーツリーには以下の3タイプの共用化が見いだせます。

a) 製品間共用

異なる製品間で同じ位置にあり、要求品質特性値が同じ部品を見出し共用化を進める(a_6、e_1、e_3)

b) 製品内共用

同一製品内で共用可能なユニットや部品を見出し共用化を進める(a_3、a_4)

c) 擬似共用

同一製品内でファミリーツリーの同一位置にあり、常に複数個1組として使用される共用で、例えば、4輪自動車のタイヤのようなものを考えてください(a_1)。

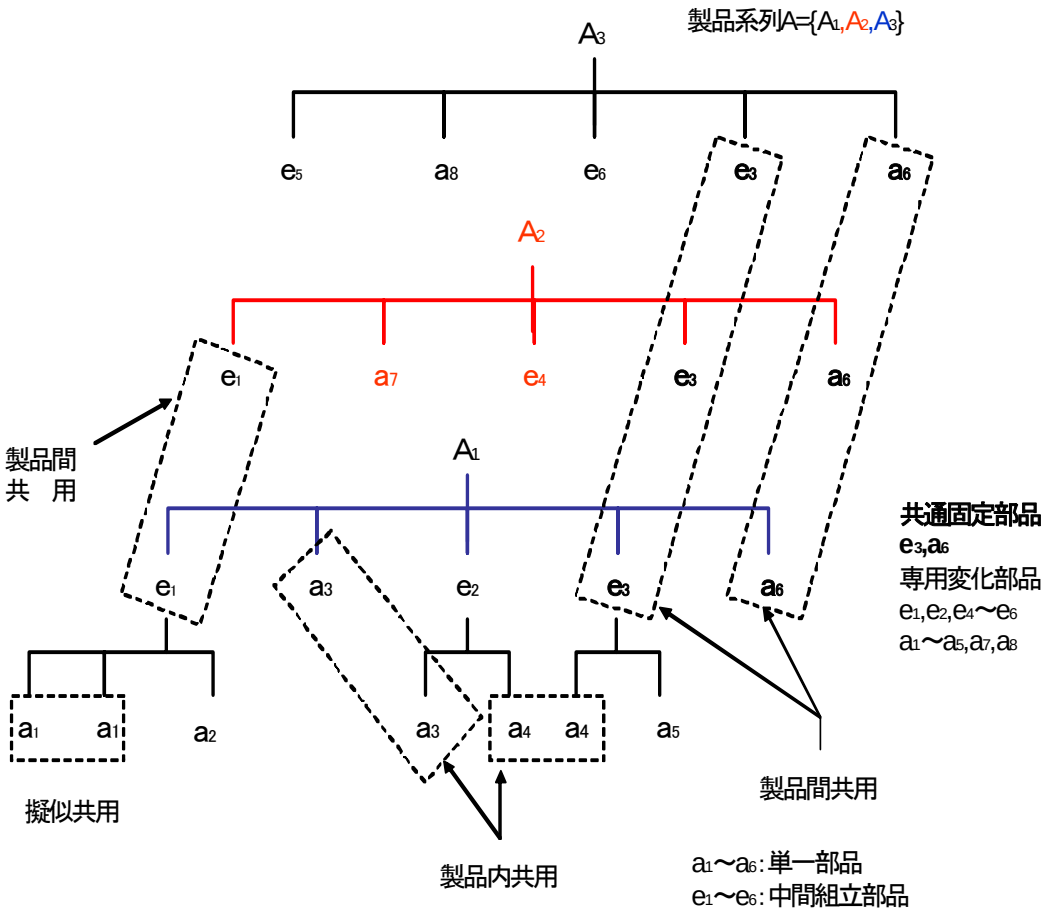


図 3.2 部品共用化とファミリーツリー[12](平野、製品設計標準化に関する研究、p.46)

② 共通固定部品と専用変化部品の選択

製品系列において、仕様により変化しない部品である「共通固定部品」と、仕様を満たし製品の特徴を出すために変える部品である「専用変化部品」を明確に区別し、製

品系列の部品選択の標準化を進めます。図 3.2 では共通固定部品が{a_6、e_3}、専用変化部品が{e_1、e_2、e_4～e_6、a_1～a_5、a_7、a_8}になっています。

(2) 組合せ設計

新製品設計に際してはその全部品を新しく設計することは効率性および信頼性の面から一般には行われず、それまでの既存設計および標準部品や既存設計部品などの技術蓄積を優先的に使用し、それで設計目的が達成され得ないときに初めて新規設計を行い、その組合せの中から新しいものを創造することを目指します。これを組織的に行う設計技法を「組合せ設計」と呼ぶことがあります。この組合せ設計の基本は以下の事項です。

① 標準品および既存図や使用経験のある部品を最大限に利用する
② 既存設計の一部変更あるいは既存図面の組合せによって新図を作成する
③ 既存図や既存部品を探して利用することの容易な情報システムを作る
④ 標準品の利用の容易な管理方式を確立する

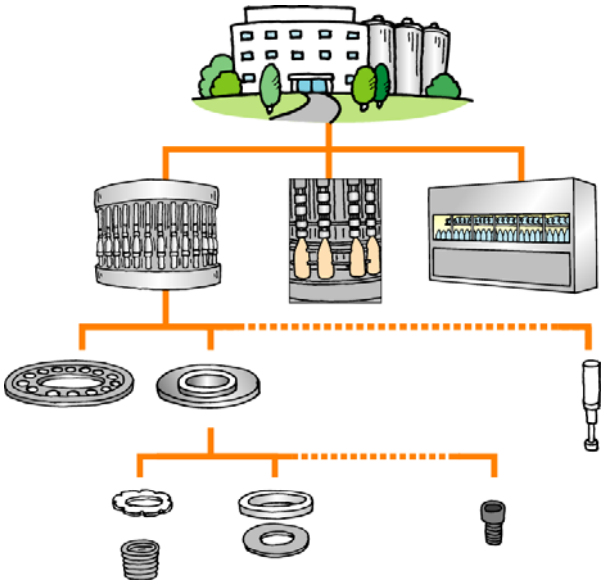
組合せ設計の標準化に対する期待効果は以下のようなものが考えられます。

① 部品の共用化、標準品化、種類の縮減による製品の標準化の推進
② 現製品系列の各製品間およびモデルチェンジ製品間の標準化の推進
③ 設計および製造の効率化および開発力の強化
④ 技術蓄積とその有効活用
⑤ 製品多様化への対処

(3) ファミリーツリーによる顧客要求の製品化と設計標準化の事例

これまでに顧客の要望、すなわちユーザニーズを的確に把握し、製品設計技術を効果的に使い、標準化技術で効率化と製品の信頼性向上を進めるための問題と対処法について解説してきました。その中でファミリーツリーが設計、生産、手配の各業務を製品開発のねらいを共有しつつ効率的に進める上で有効であることを検討しました。この項では、ボトリングマシーンの事例を通じて、ファミリーツリーを用いた顧客要望の製品設計への反映の仕方および製品設計標準化の様子を解説します。

図 3.3 はボトリングマシーンのファミリーツリーの一部です。このファミリーツリーの製品および構成品に顧客要望がどのように関係しているかを示したものが図 3.4 です。ボトリングマシーンの顧客は食品、薬品、洗剤などの製造、販売会社です。この製品に顧客が要求する事項はある程度標準化され図 3.4 にあるように、「生産品目」、「容器」、「生産量」、「ラベル・パッケージ方法」、「制御方法」に分類されます。最終的に顧客に納入される単位である「ライン」と呼ばれる最終納入品は複数の企業によって受注されることもあります。このラインを構成する「製番」と呼ばれるレベルでは工場間での生産配分が検討されることがあります。製番を構成する「部組」と呼ばれるレベルの仕様決定に上記の要求事項の大半が直接反映されます。



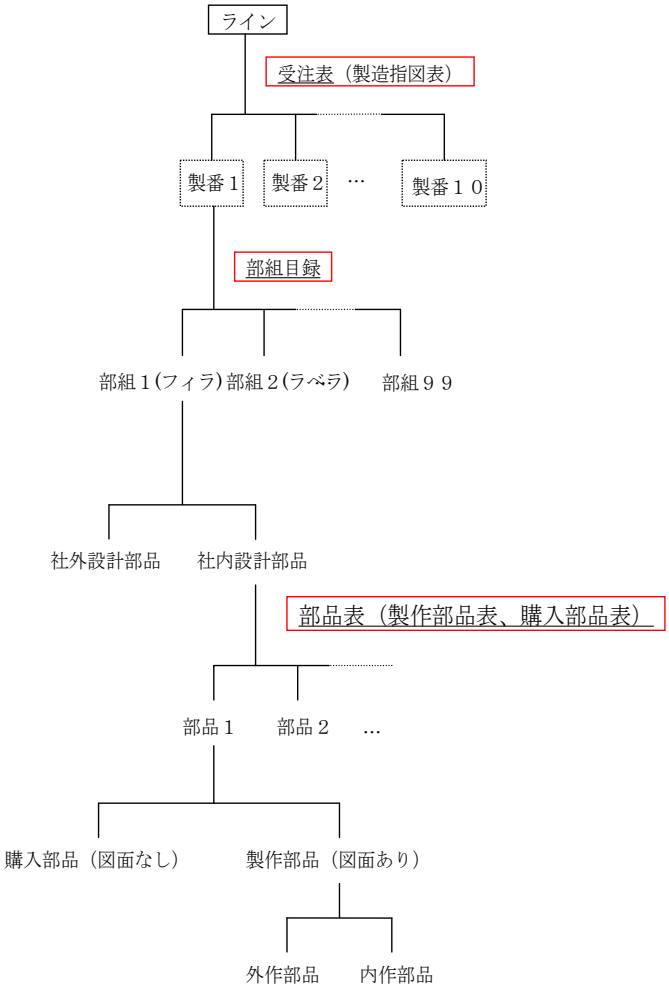


図 3.3 ボトリングマシーンのファミリーツリー
（□部品表として存在するもの）

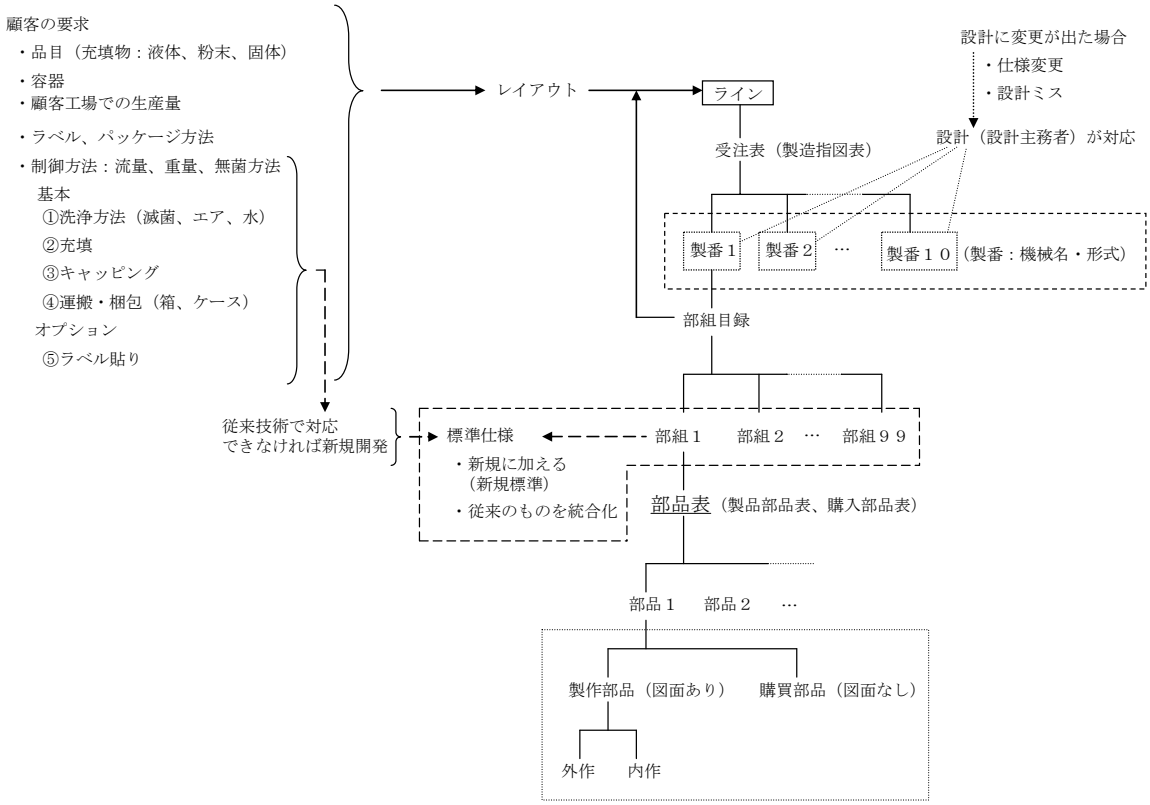


図 3.4 ボトリングマシーンの顧客要望と製品ファミリーツリーの構成部品との関係事例

さらに、ボトリングマシーンの部組の1つであるフィラ(充填機)の部品構成と顧客要望の関連図が図 3.5 になります。図 3.5 を見ると顧客の要望である「メンテナンスし易い」、「故障しにくい」といった保全性や信頼性に関する要望、「伝達ロスの削減」などの TLCC に関する要望、「音が静かなこと」などのフィーリングに関する要望はクラッチユニットに集中していることが分かります。ユーザニーズを満たすためにはクラッチユニットは重要部品の1つと考えることができるでしょう。

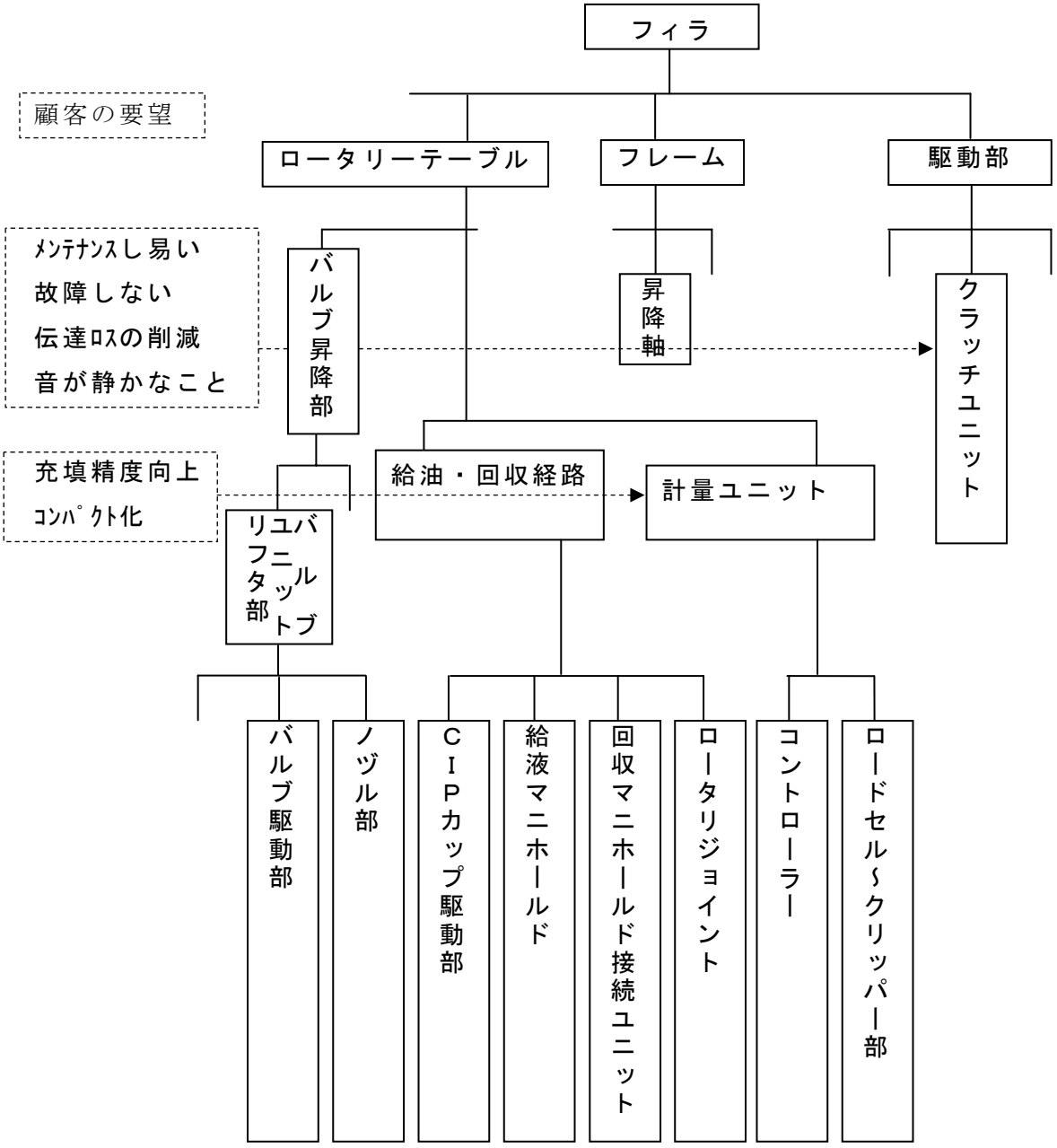


図 3.5 フィラの主な部品構成と顧客要望の関係図

写真 3.1 の上段の2つの写真は「フィラ」と呼ばれる「部組」で瓶や缶などの容器内にビールやジュースなどの液体を充填する機械です。この機械には液質に応じて各種の充填方式があります。また、写真 3.1 下段の左2つの写真は「キャッパ」と呼ばれる部組で、容器にキャップを取り付ける機械です。キャップの種類によって各種のタイプがあります。写真 3.1 下段の右端の写真は「ラベラ」と呼ばれる部組で、容器にレベルを貼り付ける機械です。予め切断されているラベルを貼る枚葉ラベラと、ロール状のラベルを切断して貼るロールラベラの2種類があります。

このように部組レベルに標準仕様が準備されており、この仕様と顧客要望の摺り合わせから、新規設計部品の有無が判断されます。この段階で「組合せ設計」が確認できます。しかし、顧客要望が標準仕様に合致する割合は低く、年間で約 10 万枚の新規図面作成が行われます。

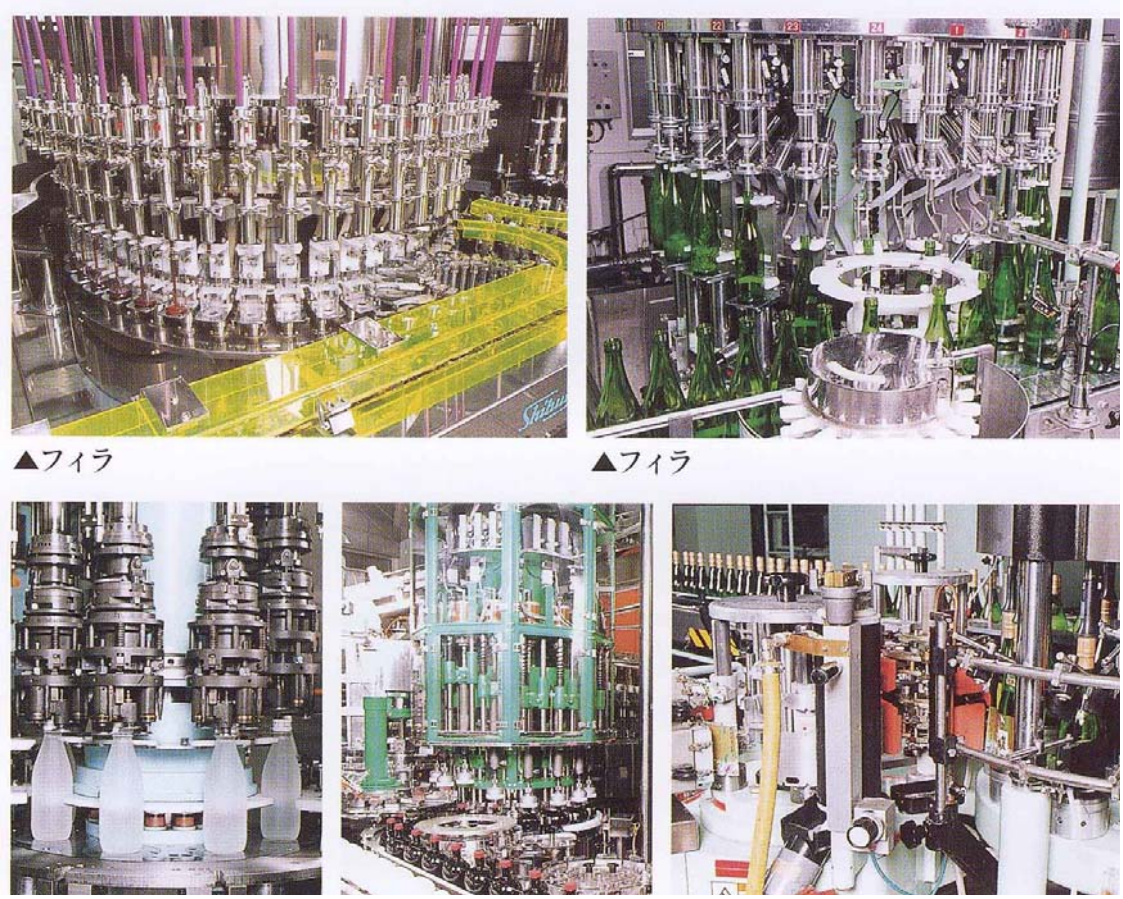


写真 3.1 ボトリングマシーンの部組(フィラ、キャッパ(下段左)、レベラ(下段右))

3.3 図面管理[13]

3.3.1 図面管理概論

図面管理とは図面の作成、出図、変更、回収などの諸活動を効果的かつ、効率的に行う活動を一般に呼びます。図面管理を的確に行うために検討すべき項目は以下のようなものになるでしょう。

(1) 図面様式、
(2) 図面番号、
(3) 表現法、
(4) 種別とその取扱法。

上記の事項は、図面管理の結果として「遅れ」、「誤り」、「誤解」の恐れのない図面を適宜配付することが出来る状態を維持、改善するための仕組み作りの要素になります。

このテキストでは、上記事項の内、図面番号および図面の種類について解説します。

(1) 図面番号

図面番号は以下の目的で人為的に付けられるものです。

① 他の図面と区別する、

② 同類の図面を集める。

そのための番号付けの方法として代表的なものには、以下の2つがあります。実際にはこの2つを組合せたものが使用されています。

a) ユニバーサル・システム

他図面と区別することを目的とするもので、連続する数字により、次の番号は、「図面の大きさ」、「名称」などに関係なく、製図されて行く順序に付けていくものです。この方式は品種数が多く、品種当たりの生産量の少ない多品種少量生産形態の企業で多く見られます。その例を、以下に示します。

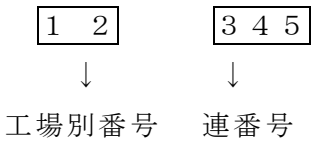


図 3.6 ユニバーサル・システムの例

b) コーデッド・システム

他の図面と区別する機能と分類する機能とを満足させる方式で、以下に示すように最初の第二桁の記号を使用して、その図面を示す部品のおおよその特性を表示し、その後最小分類内の一連番号を与える方式です。この方式はある程度生産量がまとまっており、比較的品種数の少ない量産形態の企業で多く見受けられます。

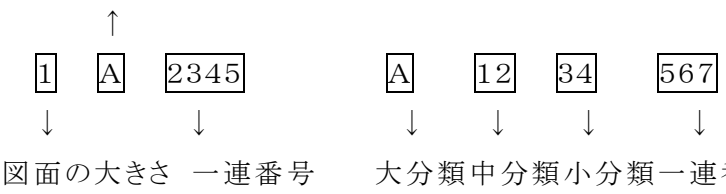


図 3.7 コーデッド・システムの例[11](日本経営工学会、経営工学便覧、p.847)

(2) 図面の分類

図面の分類にはいくつかのものがありますが、その分類視点別に見ると以下の3種になります。

① 用途の違いによる分類

計画図、製作図、注文図、承認図、見積図、説明図など、

② 内容の違いによる分類

組立図、部分組立図、部品図、詳細図、工程図、結線図、配線図、配管図、系統図、基礎図、据付図、配置図、装置図、外形図、構造線図、曲面線図など、

③ 図面の作成プロセスの違いによる分類

原図、複写図(焼付図)、控図、廃図、略図、部品表、説明書など

以下に、図面の作成プロセスの違いによる分類に基づき、原図と複写図の取扱方法について解説します。

1) 原図の管理

① 原図台帳

すべての原図は原図台帳に登録しておく必要があります。その原図台帳には以下の事項が記載されている必要があります。

＊ 図面番号
＊ 原図登録日付
＊ 図面改訂日付(版数変更)
＊ 図面のサイズ
＊ 棚卸日付
＊ 廃図日付
＊ 所属部署名、署名

② 原図の棚卸し

一定期間ごとに原図を回収し、以下のチェックを行う。

＊ 貸出中の図面をすべて回収する、
＊ 回収した図面を整理する、
＊ 原図台帳と照合する、
＊ 登録図面かどうか、訂正番号、訂正日付、製品機種との照合
＊ 破損・汚損図面の修理
＊ 図面廃棄の判断、処理

③ 原図の廃図

廃図の必要性としては以下の考え方があります。

＊ 類似品が多数ある場合など整理を必要とするとき(1物品、1番号、1価)
＊ 構造的欠陥など製品そのものの存在が社会的意味を持たないとき。

2) 複写図の管理

① 複写図の棚卸し

周期的にすべての複写図を棚卸するために回収することが望ましい、

② 複写図の配付

複写図の配付法には以下のものがあります。

＊ 配付制:配付基準に従って機械的に配付する方法、

＊ 貸出し制:必要な人がその都度貸出し、用済み後に返却する方法、

＊ 送り付け制:必要と思う部門へ、その都度送付する方法

① 複写図の廃棄

機密保持や誤使用防止のために不要となった複写図は回収し、廃棄を徹底する必要があります。

3.3.2 図面管理システムの構築

表 3.2 は図面管理システムの構築の一般的な開発段階を示したものです。この表を1つの目安として、あなたの会社の図面管理の現状およびシステムの運用状況を分析してみて下さい。

表 3.3 は A 社の図面管理システムの変遷事例です。A 社では初期→旧図番期→新・旧図番混在期→現在の4段階に分けて認識しています。A社の例を表 3.2 の段階に当てはめると、初期から旧図番期が第一段階の「図面管理の標準化」の段階に、新・旧図番混在期から現在までが「図面管理のシステム化および統合化」の段階に相当するでしょう。なお、表 3.3 に示される段階の変化に伴う移行期の存在とその管理が実は大変重要で問題の多い時期となることも注意して下さい。

表 3.2 図面管理システム開発経緯における主な段階

段階		状況・内容
1	図面管理の標準化	この段階は設計部門、製造部門、購買・外注部門が各部門ごとに業務遂行して来た従前の図面管理方式の不徹底や設計変更などの変化に対応する際に生じるトラブル解消策として図面管理の明確化、標準化を図る段階。
2	図面管理のシステム化および統合化	標準化された各部門の図面管理方式を部品番号システムと図面番号システムを2つのシステムとして全社的に統合化し、部門ごとの違いに よるトラブルや対応の遅さを改善するための システム化を図る段階。このような動きは、 全社的改善活動としての情報システム化や合理化のような動きをきっかけにすることが多い。
3	戦略的図面管理システム化	グローバル化、製品寿命の短縮化、顧客要望の多様化などの環境変化に対し、品質、リード タイムや原価に関する競争優位の確保を目指し経営戦略として製品開発、生産、サービスを 一貫して管理できるシステムとしての図面管理システムの創出を図る段階。

表 3.3 A 社における図面管理システムの変遷経緯例

図面管理の要素	初期	旧図番期	新・旧図番混在期	現在
図面番号体系	ユニバーサル体系	ユニバーサル&コーデッド混在	コーデッド体系	コーデッド体系
図面番号桁数	6桁、8桁	6桁、8桁、11桁	8桁、11桁、12桁	12桁(データ管理は13桁)
原図の定義	紙図面	紙図面	紙図面	データ(CADおよびイメージ)
原図台帳	担当者一任	分類台帳と部門内番号台帳	分類台帳と部門内番号台帳	ホストシステム内に統合
保管場所	設計部門	設計部門	原図庫	データ管理部門
保管方法	部門独自	部門独自	全社統一	全グループ統一
保管作業	設計者による手作業	設計部門の女性による手作業	設計部門の女性による手作業	システムによる全自動
参照媒体	紙図面	アパッチャカード	アパッチャカード(一部イメージ化)	イメージデータ
参照方法	青焼き	青焼き	コピー	パソコン
参照作業	設計補助者による手作業	特定担当者による手作業	特定担当者による手作業	プリンターから出力
図面改定方法(原図)	紙図面に追記	紙図面に追記	紙図面に追記	別データとして作成
図面改定方法(管理)	部品表を訂正	部品表を訂正	部品表を訂正後再発行	部品表データと原図データを自動チェック
出図担当部署	設計部門	設計部門	設計部門	調達部門
部品手配担当部署	調達部門	調達部門	調達部門	調達部門
部品表と図面のソート	手作業	手作業	手作業(一部自動)	自動
複写図廃棄責任部署	調達部門	調達部門	調達部門	調達部門
控図の保管方法	製造・調達部門ごとに保管	製造・調達部門ごとに保管	製造・調達部門ごとに保管	控図の廃止(必要に応じて参照)
控図の差替え	設計が配布し各部門で差替え	設計が配布し各部門で差替え	設計が配布し各部門で差替え	差替え配布を廃止
生産管理情報との連携	なし	なし	なし(一部参照可能)	連携して参照可能
部組番号体系	なし	なし	生産管理情報と連携	生産管理情報と連携

3.4 設計・生産・調達業務プロセス統合化のための IT 治具と部品表

本科目ではこれまでの解説内容に基づき、「顧客知」、「設計知」、「製造知」の知識創造の結果を3つの部品表で表し、生産現場の知識化を表記することを基本とします。この方法は本章の図 1.2 および図 1.3 に示した考え方を基にして3つの部品表、「設計用部品表」、「製造用部品表」、「購買・発注用部品表」を「3.1 ファミリーツリー」で紹介した製品ファミリーツリーで関連づけた「IT 治具」を用いて構築したものです。この方法はみなさんが日頃現場で使用している Excel データで全て対応ができます。また、この方法で扱う情報の流れは第2章で再度その詳細を検討しますが図 3.8 に示す注文情報処理プロセスを基本としています。

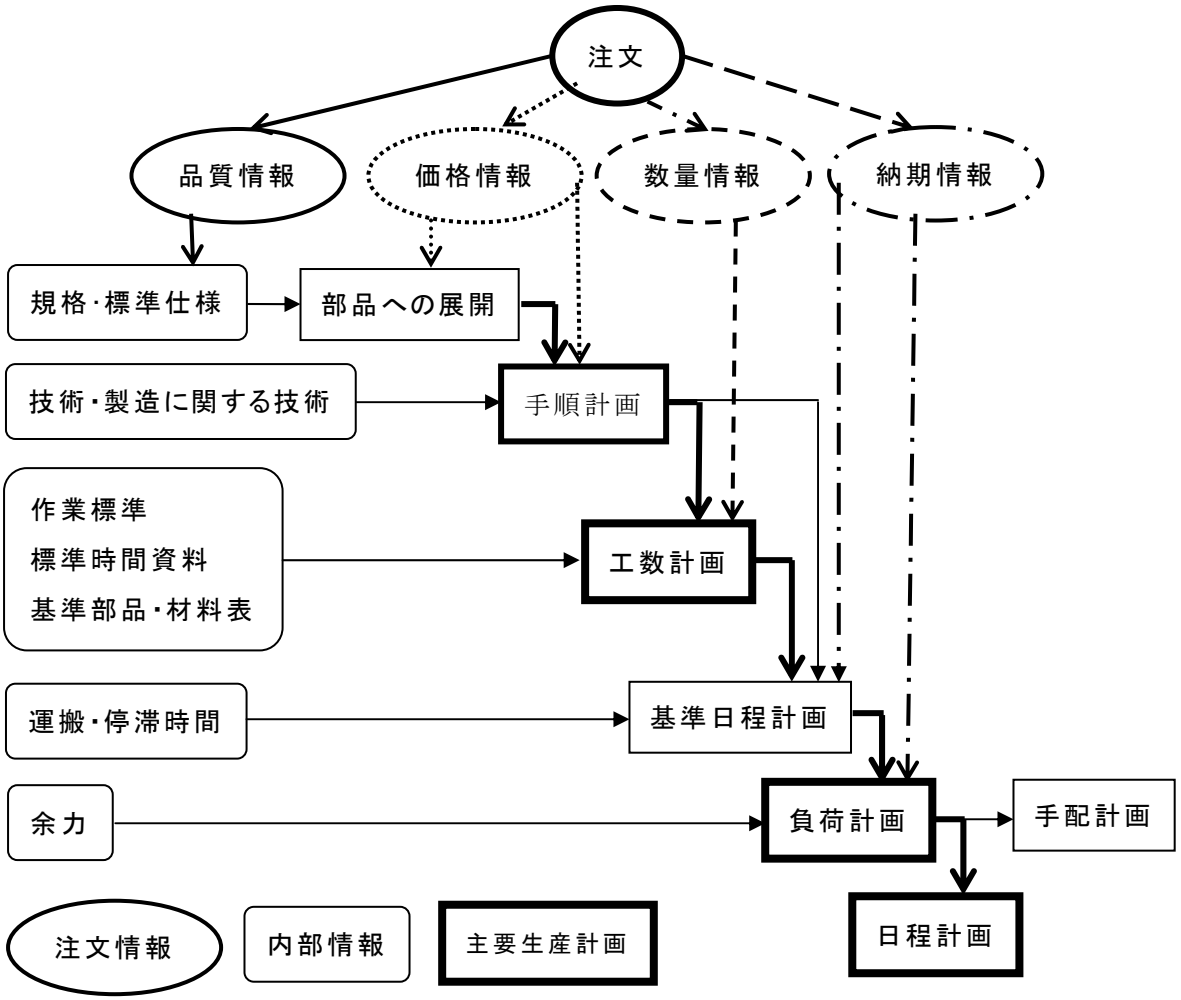


図 3.8 注文情報の処理プロセスの概要[1](村松、新版生産管理の基礎、国元書房、p270)

図 3.9 は図 3.8 の情報処理を、IT 治具を介して処理する手順を示した図です。IT 治具という用語は聞き慣れない言葉だと思いますが、皆さんの生産現場には物を作るための治具があると思います。この治具に対応する言葉として工具という用語があるのではないでしょうか。その違いは、出来合いの道具か、手作りの道具かで一般には使い分けられます。ソフトウェアでいうと標準パッケージソフトとカスタマイズ(顧客向け特殊ソフト)ソフトの関係に近い意味で、ここでは使用します。

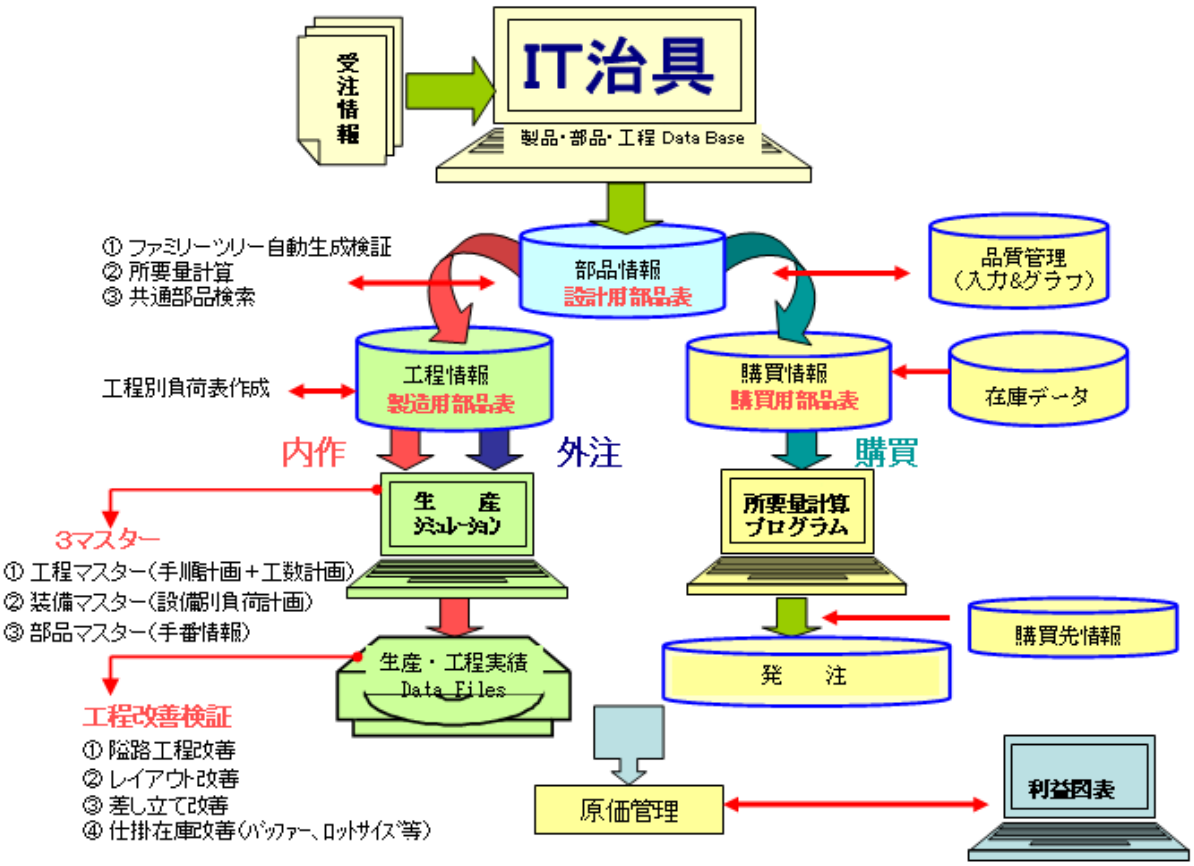


図 3.9 IT 治具のイメージと3つの部品表の概念図

図 3.10～図 3.12 は図 3.9 中の3種の部品表の基本形です。これを皆さんの会社で生産されている製品および行われている業務内容にあわせて手作りの部品表として IT 治具化して行く作業を第2章から始めましょう。

各部品表の構造は図 3.10 から図 3.12 に示す内容になっています。

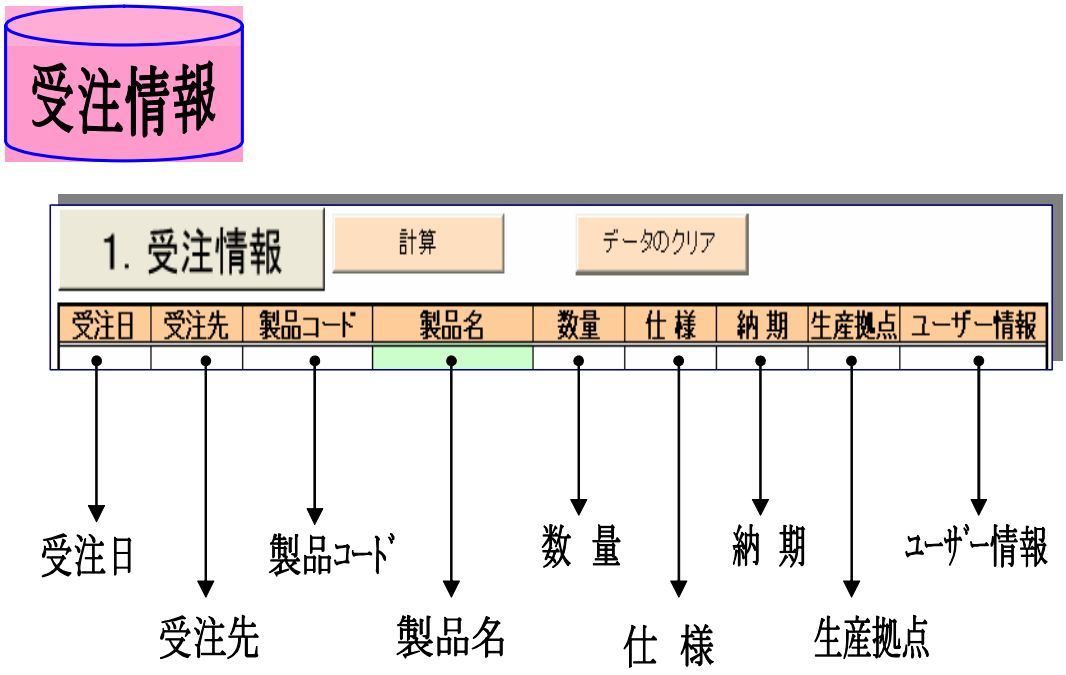


図 3.10 受注情報の部品表構造

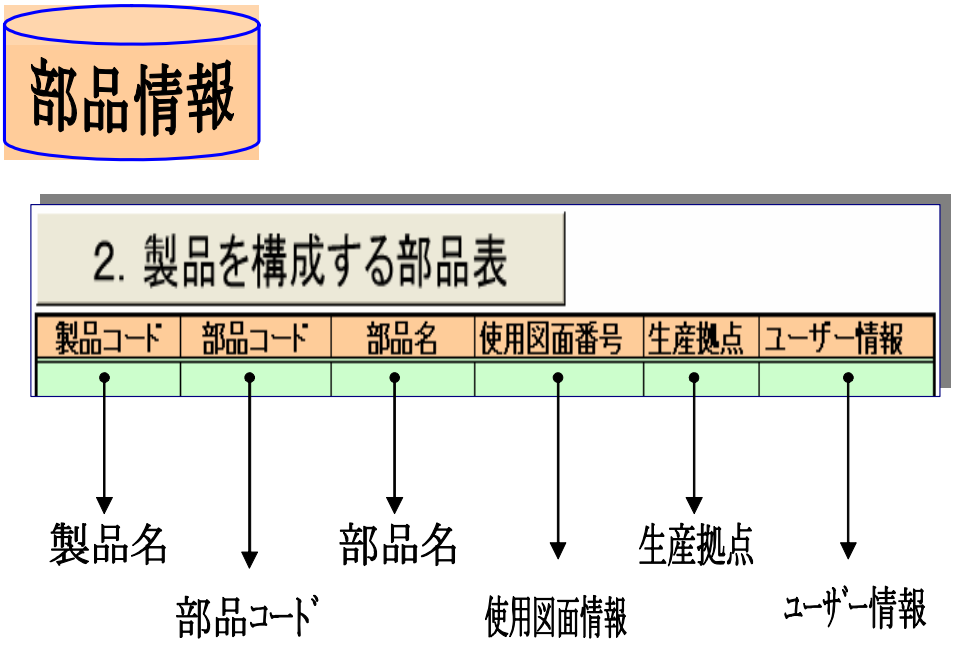


図 3.11 製品・部品情報の部品表構造

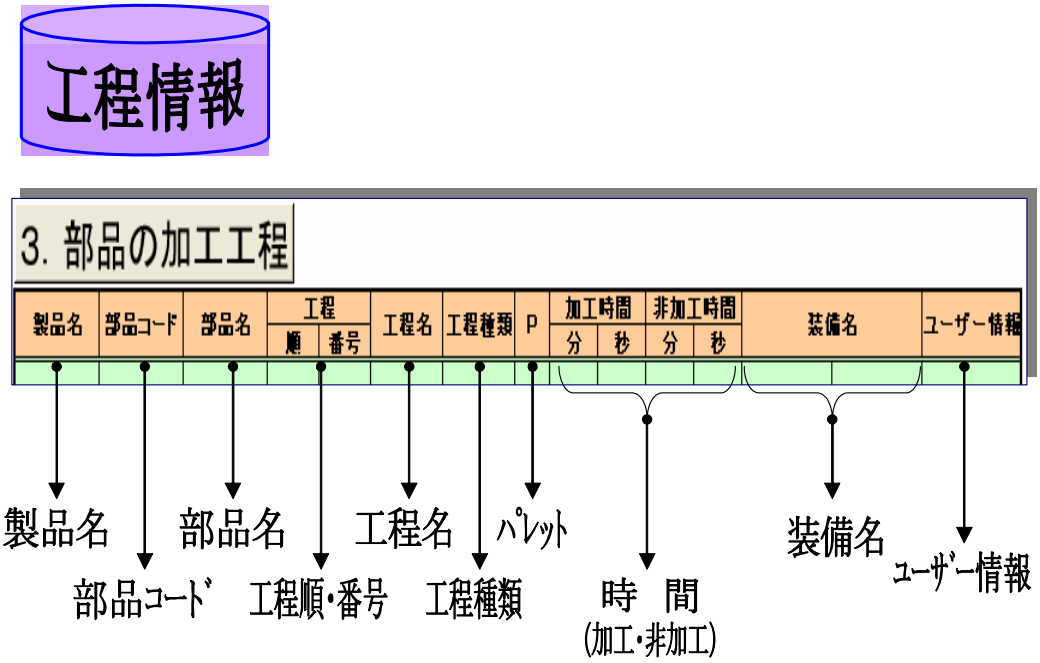


図 3.12 工程情報の部品表構造

なお、これらの部品表データは全て Excel ベースで統一されています。

Excel のファイル構造は図 3.13 に示すようの Book と Sheet およびセルから構成されています。

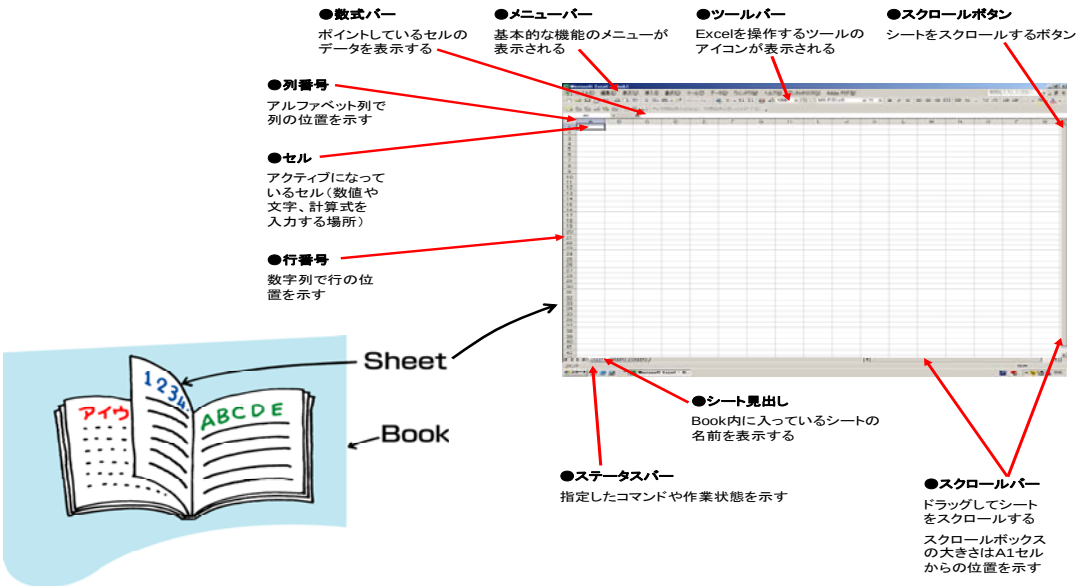


図 3.13 Excel のファイル構造イメージ図

参考文献

[1] 村松林太郎,新版生産管理の基礎、国元書房、1998、p.23,270

[2] Samuel C.Johnson & Conrad Jones, How to Organize for New Products, Harvard Business Review,1957,p.52

[3] Knut Holt, Market Oriented Product Innovation -A Key to survival in the Third Millennium-, Kluwer Academic Publishers, 2002, pp.1-7

[4] 田村幸一、村田昭治編、現代マーケティングの基礎理論、同文館、平成3年

[5] 市田 嵩、信頼性工学１２章、日科技連、1987

[6] 近藤修司、技術マトリックスによる新製品・新事業探索法、日本能率協会、 1981, pp.91-117

[7] 秋庭雅夫、黒田充、田部勉、石井和克、宮崎晴夫、市村隆哉、生産管理システムの設計-その研究と活用-、日本能率協会、1986

[8] 大藤正他、品質展開法 ； 品質表の作成と演習(品質機能展開活用マニュアル; 2)、日科技連出版社、1990

[9] 新藤久和編、実践的 QFD の活用 ； 新しい価値の創造 ； 日科技連品質機能展開研究会 10 年の成果、日科技連、1998

[10] (社)日本バリュー・エンジニアリング協会編、VE 活動入門、http://www.sjve.org/102_VE/images/301_activities.pdf、(2006.1)

[11] 平野裕之監修,MRP システム導入マニュアルーシステム検討者・開発者向け-第2巻学習編(ビデオ),日刊工業新聞、1987

[12] 平野敏也、製品設計標準化に関する研究:製品の部品構成の標準化を中心として、早稲田大学博士論文、1983

[13] (社)日本経営工学会編、経営工学便覧、丸善、1983、pp.847-849

予習課題

以下の各事項は本章の講義内容の受講効果を高めるために、講義を受講される前に予め自社の情報として調査、整理しておいて欲しい内容です。興味の深浅　もあると思いますが、できるだけ多くの事項について検討してみてください。

1. 現在のあなたのものづくりに対する気持ちを教えてください。自らのものづくりに感動を覚えることはありますか。それはどんな時ですか。顧客からの感謝の連絡を受けた時ですか。
2. あなたの会社の顧客はどのような人あるいは組織でしょうか。
3. 現在あなたの業務を進める上で最も重要と考えているものは「顧客知」、「設計知」、「製造知」のどれですか。また、その理由はどのようなことですか。
4. あなたの会社ではどのような新製品の定義をしていますか。また、その定義の内容で現在問題になっている点はどんなことですか。
5. あなたの会社の新製品交替率は現在どのくらいでしょうか？その水準は業界内あるいは自社の過去の水準に比べ、どのように評価出来ますか。
6. あなたの会社の新製品開発戦略はどのようなものですか。また、何故そのような戦略を取っていると考えますか。理由を簡単に説明してください。
7. あなたの会社の製品グループの製品寿命を調べて見てください。どの製品がどの段階にあるでしょうか。その結果を踏まえて自社の製品開発に関する意見を述べて下さい。
8. あなたの会社の主要製品の市場成長率と市場占有率を調べて見てください。
9. あなたの会社で製品開発または製品改良の事例を探して、以下の手順で調査して、報告してください。なお、その事例は過去のものが良いでしょう。

(1) 表 2.3 を使ってその新製品の特徴を確認してください。
(2) 表 2.4 を使ってその新製品に対する顧客要望を整理してください。
(3) 表 2.5～2.10 を参考に商品特性(顧客の言葉で表記した要望)と技術特性(設計目標になる技術的尺度)の関係を整理してください。【レポート課題】

10. あなたの生産職場で生産されている主な製品のファミリーツリーをスケッチして部品共用化の状況を調べ、製品設計標準化上の問題点を上げて下さい。
11. あなたの会社の図面管理方式について以下の事項を調査し、検討して下さい。

(1)図面管理責任者
(2)図面番号システム
(3)原図管理の内容(原図棚卸しの期間、廃図の基準など)
(4)図面管理における現在の問題点【レポート課題】。

なお、次章以降共に予習結果は以下のフォーマットで作成準備して講義日に持参して下さい。このシートに基づき他社の状況と相互比較し、自社の特徴を確認してください。

予習課題の解答作成フォーマット

第〇章予習課題・気づきワークシート			
予習課題番号	自社の結果	他社の参考になった事例	受講後の気づき・成果
1			
2			
～			

以上

第2章　部品表による工程管理

第2章 部品表による工程管理

1. 生産技術と工程管理

本章では第1章で学んだ顧客要望を反映した製品設計に基づき作成された製品図面に基づき、生産工程と運搬工程および倉庫からなる生産工場において以下のような問題の解決が図れる能力を習得します。

(1) 受注から出荷までの所要時間(リードタイム)の短縮

(2) 在庫削減

(3) 工場や生産職場の稼働率維持、向上

具体的な内容としては以下の問題に対する考え方と解決技術を解説します。

(1) 工場や生産職場の稼働率維持、向上

製品設計図面から製品を生産するためにどの部品をどの工程で生産するかを決定する工程設計の方法例を解説します。

(2) 日程計画の作成

工程設計に基づき、所定の期間で生産すべき各種注文または品種を生産するために、各工程における各注文、品種の生産開始、生産終了時点の決定法について解説します。

(3) 日程計画の見直し

設備故障や不良品の発生により、初期の計画と現場の実情が異なった場合の生産スケジュールの見直しについて解説します。

(4) 工場レイアウト計画の作成

多品種の製品を生産する工場内の生産設備をどのように配置したら良いかの工場レイアウト計画について解説します。

(5) 在庫管理とバッファーシステムの設計

生産現場では生産量や品種の変化により工程の負荷変動や工程順序の違いならびに生産時間の違いから工程間に仕掛(シカカリ)在庫(生産途中の仕掛品が生産工程間または倉庫に保管されている状態の在庫)が発生することがあります。この仕掛在庫の持ち方により、生産設備が遊休して稼働率が低下したり、リードタイムが長くなったりすることがあります。特に多段工程の生産現場では負荷量の最も多いネック(隘路)工程の管理に注目して設備稼働率向上を目的に意図的に仕掛在庫を持つ方法を生産現場で工夫しているところもあります。このように仕掛在庫を意図的に持つ方法(バッファーシステム)を解説します。

1.1 生産技術の変化と工程管理

工程管理とは広義には製品設計図に基づき製品生産のための生産工程を設計し、

製品設計で指定された製品品質、数量、納期および原価を満たすための一連の活動と解釈されています。生産工程とは製品生産に必要な設備(Machine)、労働資源(Man)、資材・部品(Material)のいわゆる「工程の3要素(3M)」と製品そのものを創り出す可能性としての固有技術を組み合わせたものを指します。従って、工程管理を進めるためには工程管理技術の変化はもとより、工程の3M や固有技術の変化にも対応しつつ顧客価値創造を継続的に改善していくことが必要です。

近年、物づくりを取り巻く環境は市場における価値観の多様化や製品寿命の短縮化から製品の多仕様化、多品種化が進んで来ています。一方、技術革新の進展により生産技術の自動化、ロボット化やコンピュータを使った製品設計や工程設計などの設計技術の自動化が促進されて来ました。このような背景から、製品寿命の短縮化や製品の多仕様化などの市場の変化に弾力的に対応するための生産システムとして Flexible Manufacturing System(FMS)[1]が 1980 年代から登場して来ました。このような市場変化と生産技術の変化の下での「ものづくり」の関係を俯瞰した工程管理が競争優位な生産現場の創出に欠かせないものになってきています。図 1.1 は市場と生産技術の変化を捉え、常に生産性向上に向けた工程管理の継続的改善を進めるためのイメージ図です。

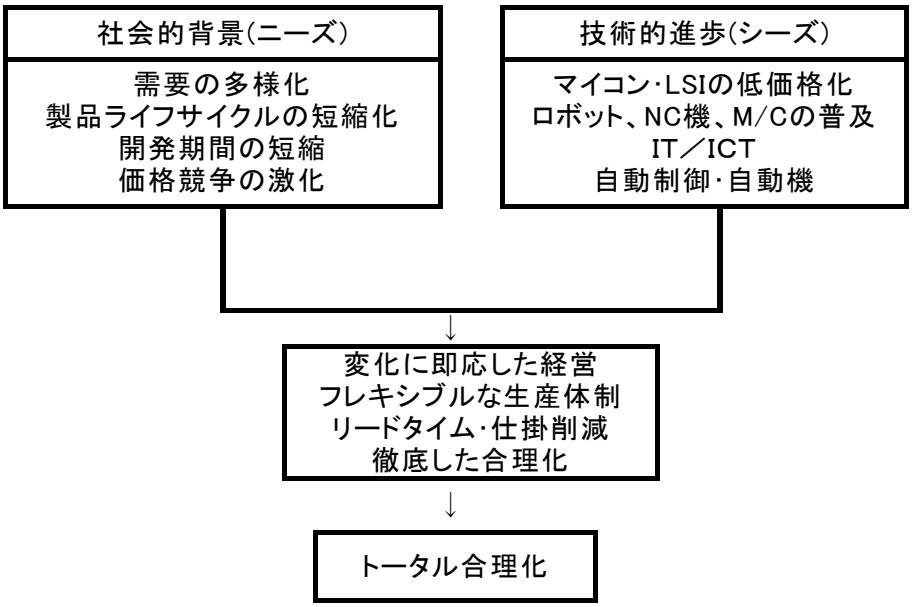


図 1.1 FMS 化の背景

FMS(エフエムエス)とは一般にマシニングセンター(M/C:数値制御工作機械に自動工具取替装置が組み込まれた生産機械)群を自動搬送車(AGV)で結びつけ、これに自動倉庫が組み込まれ、生産・運搬・在庫が全て自動化された機器で構成された生産システムで、正式な日本語名は付けられていませんので FMS と呼びます。

加工設備の自動化の視点で FMS の位置づけをすると、表 1.1 のようになります。自動

化レベルが高くなればそれに応じて投資金額が増加しますので、その効率的運用が工程管理上、益々重要性を持ってきます。

表1.1 加工技術の自動化形態と自動化レベル

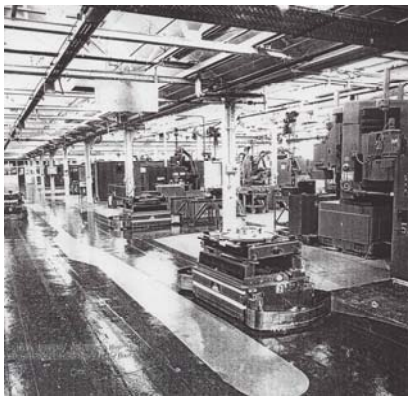
自動化ﾚﾍﾞﾙ＼形態	工作機械	NC*[1]	M/C*[2]	FMS*[3]	FA/CIM*[4]
動 力	○	○	○	○	○
加工制御		○	○	○	○
工具取替			○	○	○
搬 送				○	○
情報ﾈｯﾄﾜｰｸ					○

NC*[1]:Numerical Control
M/C*[2]:Machining Center
NC＋ATC(Automatic Tool Changer/工具自動交換ﾛﾎﾞｯﾄ)＋Tool Magazine
FMS*[3]:Flexible Manufacturing System
M/C＋AGVs(Automatically Guided Vehicles/無人搬送車)＋自動倉庫
FA/CIM*[4]:Factory Automation/Computer Integrated Manufacturing
FMS＋検査＋設計/FA＋開発＋販売

1.2 工程管理と受注処理

工程管理では生産工程を有効に活用し、顧客の価値創造を最大化することが要求されます。これを実現するためには注文情報をいかに有効に活用するか、がポイントになります。そこで、注文情報と工程管理の関係を図 1.2 で見てみましょう。図 1.2 は受注確定後から生産現場での作業指示までの一般的な流れを示しています。注文情報にも様々な情報がありますが、ここでは QCD(Quality, Cost, Delivery)の情報処理を中心に表現しています。

図 1.2 から注文情報が生産職場の作業指示にいたるまでに5つの意思決定が行われていることが判ると思います。その意思決定内容を計画機能、インプット、アウトプットおよび一般的なアウトプットの表記法(書類、伝票名)で整理すると表 1.2 のようになるでしょう。



あなたの会社の生産職場では工程管理に関わる表 1.2 に示されるような意思決の結果を表記する情報媒体(紙媒体あるいは電子媒体)をどのように呼んでいるか、調べて見てください。実は、このような情報をどのように作っているかが顧客価値の向上や生産設備の有効利用の結果を大きく左右する要素であり工程管理業務の腕の見せ所でもあります。また、このノウハウが如何に伝承されるかが生産企業競争力向上[3]の鍵の1つになります。

図 1.2 および表 1.2 から、重要な意思決定(表 1.2 の機能)がどのような情報を使って、どのように決定されているかをチェックし、不明瞭な点や不的確な内容を見いだし、改善→標準化のプロセスを継続的に行うことが工程管理技術の継続的向上の基礎となります。

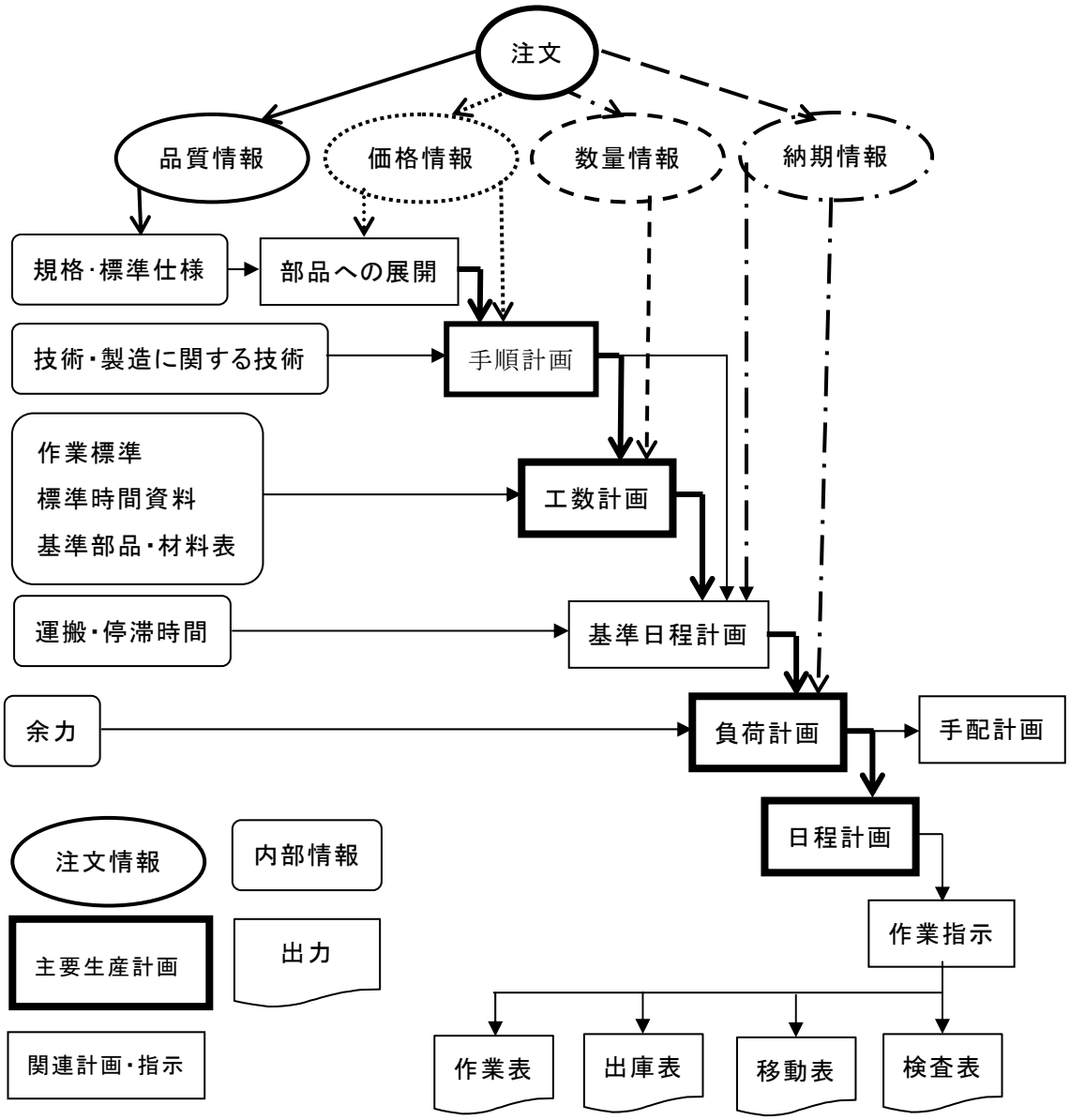


図 1.2 受注から作業指示に至るまでの計画情報の流れ[2]
(村松、新版生産管理の基礎、p.270)

表 1.2 受注処理から作業指示までの主な生産計画の内容[2]

(村松、新版生産管理の基礎、p.272)

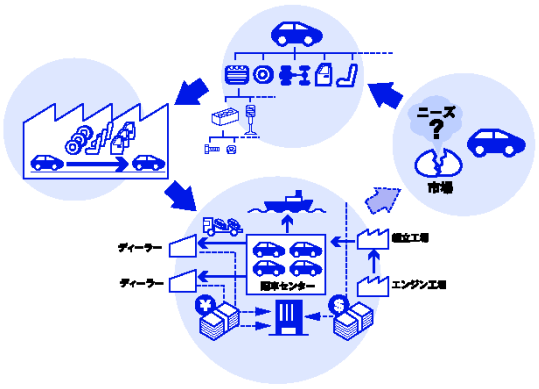
計画名	機 能	インプット	アウトプット	書 類
手順計画	製造のための加工方法、必要工程、資材、治工具、検査具および追加すべき設備、加工手順を決める	仕様、工程能力、技術資料	加工手順、必要治工具、必要な資材、 検査具及び設備	注文別･工程別手順表、使用部品、材料表、作業指示表
工数計画	手順計画で決められた注文の各工程における標準作業時間を算定し、作業負荷量を決める	数量、加工手順表、標準時間資料、工程能力	注文別･工程別工数	注文別工数表、工程別工数表
基準日程計画	注文を加工手順に従って並べ、各工程に必要な生産期間を決める	工程別標準時間、運搬・余裕時間、加工手順、納期、注文の構成表	注文別・工程別の基準日程	基準日程表、手番
負荷計画	注文の納期に応じた計画期間について各工程の余力と基準日程で決められた注文の工程毎の工数を比較し、納期内に生産が完了するように各工程へ負荷の割付を行う	工程別工数、余力、納期	工程別・計画期別負荷量	工程別負荷表
日程計画	各注文について工程別に作業開始、終了時刻、または注文品種の加工順番を決める	工程別負荷量、加工手順、標準時間	工程別の作業開始・終了時刻(スケジュール)	作業計画表、ガントチャート

1.3 工程管理のパターン

工程管理は生産工程と注文処理のパターンによって、表 1.3 および表 1.4 に示すいくつかの形態、方式に分類されます。あなたの会社の工場がいずれのパターンに該当するかをあらかじめ判別しておくと、パターンにあった適切な工程管理がスムーズにできるでしょう。また、これらのパターンによって必要となる工程管理技術が異なります。まず、あなたが担当する工場あるいは生産職場の特徴と以下のパターンマッチングを検討してみてください。

表 1.3 生産形態の分類[2](村松、新版生産管理の基礎、p.53)

＼生産形態 管理項目	(見込)連続生産形態	(受注)個別生産形態
製 品	製品仕様は生産者が決定	製品仕様は顧客が決定
品 質	市場調査により互換性があり品質変動を少なくする	顧客との折衝により製品仕様規格を明確にする
数量	需要予測により生産し、販売する	顧客との折衝により納期と数量が決定され契約後生産する
機械設備	専用設備	汎用設備
工程能力	工程間の数量および品質能力のバランスが重要	工程間の数量および品質能力のバランスは必要ない
計 画	事前の工程計画、配置計画に重点を置く	受注後の手順、日程および手配計画が重要
在 庫	生産水準を一定にし、需要変動に対処するため製品在庫の管理に重点を置く	納入期間の短縮と仕掛待減少のため仕掛在庫の管理に重点を置く
保 全	全工程の不稼働損失を少なくするため予防保全を行う	保全コストと不稼働損失を少なくするため事後保全に重点を置く
工程間 仕掛品	工程間干渉を少なくするために緩衝在庫を持つ	注文到着、加工手順および加工時間の関係から仕掛待在庫が生じ、その大きさは見込生産に比べ多い
標準化	製品、部品から技術、作業などすべてに対して標準化をする	標準資料の設定に重点を置く。部品や構成品の共通化と標準化に努力を要す
熟練	専門化、標準化、単純化のため習熟が早い	作業や段取替に対する熟練を必要し、熟練期間は長い
職長	工程の保全、解析と作業者の指導能力が必要	日程、手配、進捗および異常処理能力が必要



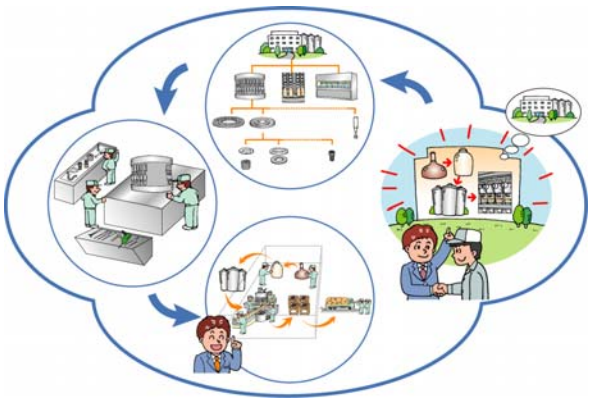
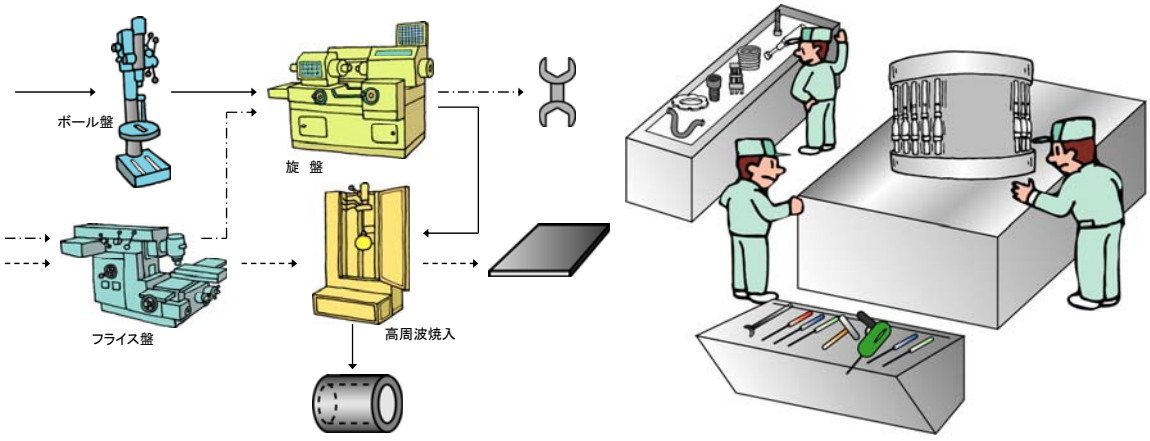


表 1.4 生産方式の分類[2] (村松、新版生産管理の基礎、p.57)

条件＼生産方式		ライン生産方式	ロット生産方式	個別生産方式
需要の条件	製品仕様	原則として生産者仕様、但し顧客仕様でも同一品種のある期間の要求量が連続的にあり、専用工程を経済的に設置することができる場合	ライン生産方式に準ずる。ただし、同一品種のある期間の要求量は連続的にあるが単一品種の専用工程の設置は経済的でない場合	すべての製品は客先仕様である
	品種数	単一または複数	複数	顧客の数または注文の種類数だけある
	要求量	期間の製品ごとの要求量は予測可能であるか、既知である	ライン生産方式に同じ	製品ごとの要求量は予測不可能
	納期	要求時に即座に納入が要求される	ライン生産方式に同じ	注文ごとの先行期間を認めた納期がある
工程の条件	生産速度	生産速度は平均需要量(要求量)に等しい	生産速度は平均要求速度より大きい	生産速度の概念はないが所要時間の概念がある
	生産工程	製品ごとの単一ラインまたは数品種の混合ラインを設置する	製品ごとの手順計画、日程計画に従って工程ごとのロットにまとめて生産する	注文ごとの手順計画、日程計画に従って各工程で生産する
	能力バランス	能力バランスを考慮した工程編成を行う	個別生産方式に準ずる	工程編成上、能力バランスの概念はない
	段取替	原則として段取替は考慮しない	個別生産方式に準ずる	各品種に段取替が必要である



2. 工程設計[4]

前章での製品ファミリーツリーは顧客の要望が製品を構成する部品や構成品(部組など)とどのような関係があるのかを整理したり、製品開発を進めるための問題点を確認する目的で使いました。この章での製品ファミリーツリーは製品と部品、構成品の関係情報を持ちつつ、これを製造工程との関係に結びつけて工程設計を行う際の使い方を紹介します。ここではこの製品ファミリーツリーを用いて工程設計を行う手順として「ファミリーツリー分析」とその手順を塗装機械の開発事例に適用した結果を紹介します。

なお、塗装機事例については別編の演習編にて詳細を紹介し、検討します。

ファミリーツリー分析の手順は次の通りです。

手順1　製品の基本仕様をファミリーツリーの形に整理する。

手順2　製品の構成品および部品の組合せと設計開発の際に目標とした技術特性との関係を明らかにする。

手順3　工程能力、コストおよび納期を考慮し、構成品および部品等を自社内で内製化するか外注または購買先から購入するかといった内外作・購買区分を明らかにする。

手順4　コストおよび納期条件と製品・仕掛在庫および生産指示方式等の生産システムとの関係を明らかにする。

以上の手順により工程図が決定され、加工・組立、検査、保管(在庫点)の各工程構成内容が定められます。第1章の表 2.5 に示した塗装機械開発事例の製品特性展開表を参照して下さい。顧客の要望(商品特性)「種種の塗装性能を有する」の技術特性として「エアノズル孔径」、「エアノズル孔数」、「エアノズル噴射角度」があります。一方、設計段階で機能設計された直後のファミリーツリーは図 2.1 です。

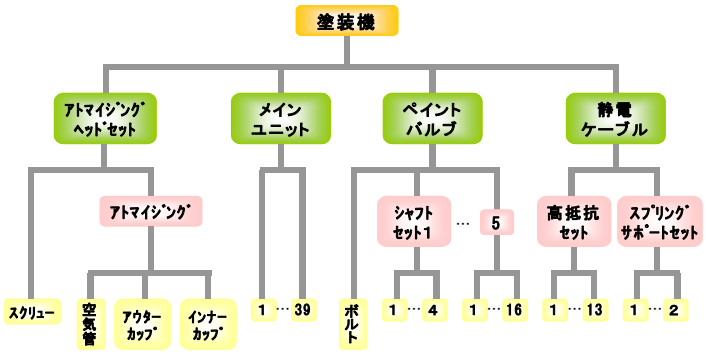
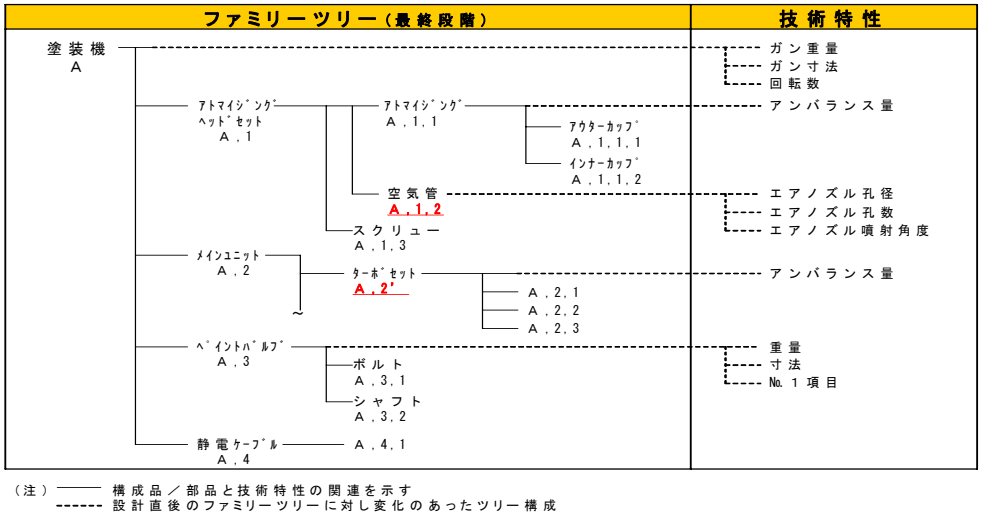


図 2.1　基本仕様から作成されたファミリーツリー

表 2.1 の左部分にあるファミリーツリーと図 2.1 を比べると「アトマイジング」のツリー形状が変化しています。図 2.1 ではアトマイジングを構成するアウターカップ、インナーカップ、空気管が同一レベルになっていますが、表 2.1 ではアウターカップとインナーカップは、空気管とは異なるレベルになっています。その原因は技術特性の「エアノズル孔径」、「エアノズル孔数」、「エアノズル噴射角度」にあることが分かります。つまり、顧客の要望の「種種の塗装性能を有する」とその技術特性の「エアノズル孔径」、「エアノズル孔数」、「エアノズル噴射角度」を工程設計上で明確にして品質の作り込みをすることの具体例です。同様の検討がメインユニットでも見出せます。

図 2.2 ではファミリーツリー分析の手順3までの検討結果までしか考慮されていません。手順4以降がこの章での中心的課題になります。

表 2.1 ファミリーツリー分析適用事例(塗装機械)



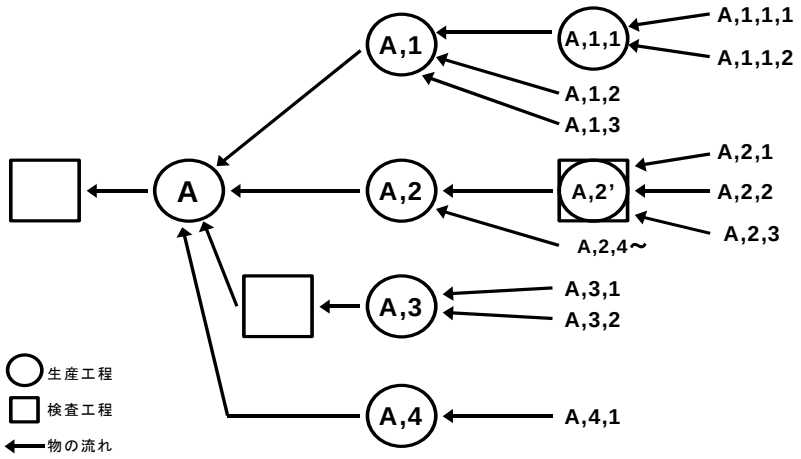


図 2.2 塗装機の工程図

皆さんの職場でもこの種の問題を整理してみて下さい。実は、この部分の問題解決法は従来ほとんど暗黙知[5]の世界にあったものです。ものづくり技術で日本が世界的に競争優位性を維持して来ている部分ですが、設計審査(DR:Design Review)[6]や各種打ち合わせにより実務的には処理されて来ています。

この際、自社の隠れたノウハウを掘り起こし、形式知化することが技術伝承の大きな技術要素になります。

第1章でチェーンの工程FMEAの事例を表2.10(p.19)で紹介しましたが、この例でも以下のファミリーツリーが前提になっています。

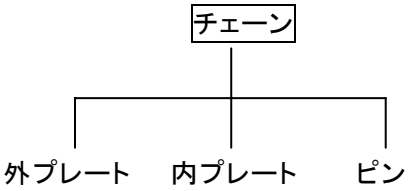


図 2.3 チェーンのファミリーツリー

3. 工程管理

工程設計に基づき生産工程の諸要素が決まると、この工程を効率的に使用し、製品の生産が行われます。この生産活動を顧客価値創造を最大化しつつ、効率的に行うための活動を生産管理と言うことがあります。生産管理活動の主な内容は以下の2点です。ここではその活動内容を解説します。

(1) 品種・品質、数量・納期および原価の視点で最適な生産計画を立案する、
(2) 上記計画に対し、実行推移の段階で計画と実績に差が生じた場合に適切な対策を立案、実施する。

3.1 生産計画の種類と内容

生産計画では需要予測に基づいて需要に応えられる工場の生産能力計画に始まり、予測量や受注量によってきまる生産数量とその生産期間を満たすように、日程計画、在庫や購入計画など様々な計画が作成されます。

あなたの工場ではどんな生産計画があるか具体的に上げてみてください。例えば、半期計画、月度計画、日程計画などが上がるかも知れません。これらの計画の内容をよく調べてみると、各計画の間にある関係が見出せるでしょう。

例えば、購入資材を使用して加工・組立を行っている工場では、資材が準備されていなければ加工・組立に着手できないでしょうし、資材を手配するためにはその資材の必要量である「所要量」が予測・計算されていなければなりません。また、加工着手から加工完了までだいたい1日で終了するが、資材を発注してから納入されるまでに1か月位かかる物も出てきます。このような工場では、生産現場で各製品を各生産設備で何時加工開始し、何時加工完了すればよいかを決定する「日程計画」と資材調達のための「資材購入計画」とを同時に作成しようとすることは適切ではないでしょう。

つまり、上記の例から分かるように生産計画を立案する際にはその対象となる計画の順序関係や計画が実施に移されて結果が出るまでの期間である「リードタイム(先行期間)」の違いを配慮することの必要性が分かると思います。このことから工場における主要な生産計画の種類はその目的と期間の長さ(リードタイム)から表 3.1 に示す3種類に大別されます。先に半期計画、月度計画、日程計画という計画のネーミングは計画の期間の長さに基づくものであり、在庫、資材購入などのネーミングは目的を反映したものと言えるでしょう。表 3.1 のように、大日程生産計画、中日程生産計画、日程計画は期間生産計画、月度生産計画、小日程計画などと呼ばれることもあります。

ところで、これらの計画は全ての工場で作成しなければならない、というわけではなく、例えば連続繰返し性の高い量産型工場では期間生産計画と月度生産計画に重点がおかれることが多く、繰返し性の低い個別生産型工場では月度生産計画と日程計画に重点がおかれます。

表 3.1 生産計画の種類とその特徴[2] (村松、新版生産管理の基礎、p.75)

種類＼計画の基礎	目　的	需要の情報	工程の情報
大日程(期間)計画 (生産能力計画)	将来の計画期間に必要な設備、人員、資材の必要量を決める	製品グループ゜単位または金額、重量単位などに換算した予測量	工程の現有能力は分かっている
中日程(月度)生産計画 (手配計画)	必要な設備、人員、資材の入手時期を決める	需要量と仕様および納期はほぼ確定	設備,人員,資材についてのある時点の状況は分かっている
日程(小日程)計画	生産の着手、完了時期を決める	需要量と納期は確定	必要な人員、資材は入手済み

3.2 日程計画の立て方

(1) 日程計画問題とは

北陸地域の産業機械製造業では個別生産型工場が多く見受けられます。そこで、前節の表 3.1 で取り上げた3つの生産計画のうち、ここでは日程計画について詳しく解説します。日程計画は工程設計の一部を構成します。なお、手配計画については後に購買・外注管理で、また、期間計画については業務統合化管理の中の利益管理と原価管理の中で解説します。

日程計画とは生産職場の各生産設備、例えば、旋盤やマシニングセンターなどで加工したり、加工された部品を組立たりする際に、生産対象の製品群や部品群などの生産品群をどのように順序づけて生産を行うかを決めて、生産開始時点と終了時点を明らかにする計画のことをいいます。これが「日程計画問題」です。

この日程計画問題には前提があります。それが「負荷計画」です。1日または1週間で生産しなければならない生産品群はこの負荷計画によって決定されます。つまり、「負荷計画」とは対象工場、あるいは職場の機械台数、機械の生産能力、稼働時間に基づく生産能力には一定の限度があるため、一定の計画期間中に処理する「仕事量」が生産能力を越えないように、各機械別に配分し、その調整を行うことを負荷計画といいます。ここでの仕事量とは一般に各職場あるいは機械に割り振られた各生産物の生産時間(工数)を累積した時間数で計測されます。

以上の内容をまとめると、「日程計画問題」とは図 3.1 のように表記出来るでしょう。この図に従って、日程計画問題を扱う上での基礎的な知識の解説をしましょう。

(2) スケジューリング方針

多くの日程計画案の中から一番良い計画、つまり最適な日程計画を決めることが工程管理者の重要な使命の1つになります。では、「最適な日程計画」とはどういう計画をいうのでしょうか。

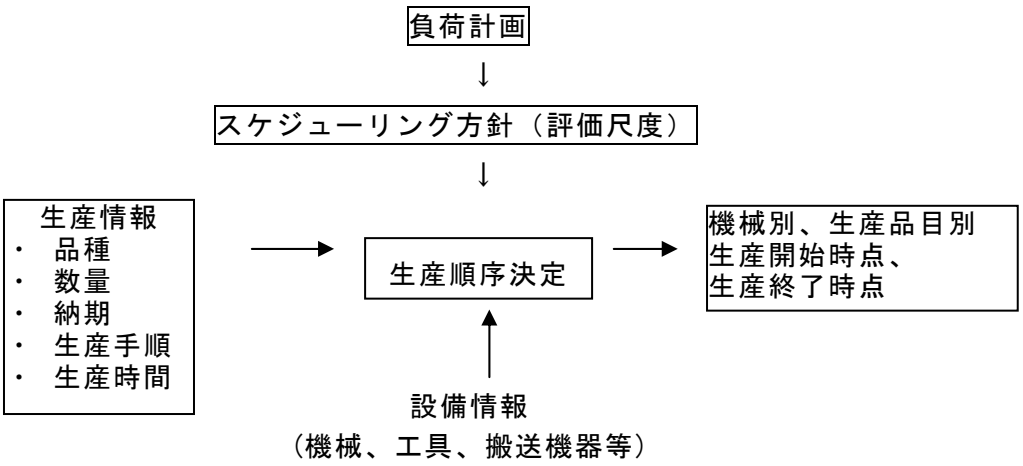


図 3.1 日程計画問題の概念図

例えば、全製品全てを最も早く生産完了する計画(総所要時間最小)でしょうか？仕掛在庫が最も少ない計画でしょうか？生産機械の稼働率が最大の計画でしょうか？

このように「最適な計画」を決める時には、計画の良否を判断する基準、物差しが必要になります。

その物差しを「評価尺度」と呼ぶことがあります。日程計画の評価尺度として一般に使用されるものには以下のものがあります。

1) 工程・設備に関して

① 工程・設備の稼働率または遊休時間

② 総所要時間(全ての仕事を完了するまでにかかる時間)

2) 注文、仕事に関して

① ショップタイム

ショップタイムとは注文や品種単位に最初の工程で生産開始してから最終工程で生産終了するまでの時間を呼びます。各注文や品種のショップタイムの平均値が一般には使用されます。

② フロータイム(所要時間、滞留時間)

フロータイムとは日程計画の対象注文群あるいは品種群の生産に対し、生産開始してから、各注文あるいは品種毎の最終工程での生産終了時点までの時間の長さをいいます。従って、上記 1)の②の総所要時間は最大フロータイムということになります。

③ 工程内待時間(平均、分散)

上記の①ショップタイムおよび②フロータイムも各注文(品種)の正味加工時間と工程内待時間(仕掛待時間)の合計になります。制約理論(後述)における仕掛管理はこの点に重点をおいています。

3) 納期に関連して

① 納期遅れ件数

② 納期遅れ時間(平均、分散、最大値)

4) その他

① コスト

② 工程間仕掛量

③ 利益

あなたの関係する生産現場での日程計画の良否を評価するための用いられる評価尺度を調べて確認して下さい。

(3) 対象職場(ショップ)のタイプとスケジューリング(日程計画)法

日程計画を立案することを生産スケジューリング、立案結果の計画内容をスケジュール(日程計画)と呼ぶことがあります。また、対象とする工場や職場をショップと呼ぶことがあります。

日程計画を立案するためには生産に必要な設備情報が必要になります。その設備の主なものは生産設備(検査を含む)、運搬設備と保管設備(自動倉庫やマシニングセンターに併設のパレットチェンジャーなど)になるでしょう。これらの設備はその機能から「工程」と呼ばれることがあります。生産工程、運搬工程と在庫点などと呼ばれます。製品を生産するための生産手順は、1つの工程を必要とする「単一工程」と2つ以上の複数の工程を必要とする「多段(階)工程」とに分類されます。

先に述べた日程計画問題が多段階工程の生産現場で生産される製品の場合は、その生産手順の特徴パターンによって以下の2つに分類されることがあります。

① ジョブ・ショップ型(ランダムタイプ)スケジューリング、

② フロー・ショップ型スケジューリング

1) ジョブ・ショップ型(ランダムタイプ)

ジョブ・ショップ型といわれる工場または職場(ショップ)の例を図 3.2 で紹介します。この生産職場には旋盤、マシニング、検査という3つの工程が設置されています。この工程を使って以下の A, B, Cの3種類の製品を生産しています。一方、これら製品の生産手順はそれぞれ以下のようになっています。

製品 A は 旋盤 → マシニング → 検査という順序で生産されます。

製品 B は 旋盤 → 検査 → マシニングの順で生産されます。

製品 C は 旋盤 → 検査という順序で生産されます。



製品 A



製品 B



製品 C

写真 3.1 生産品目

以上をまとめて図示すると以下のように表現されます。

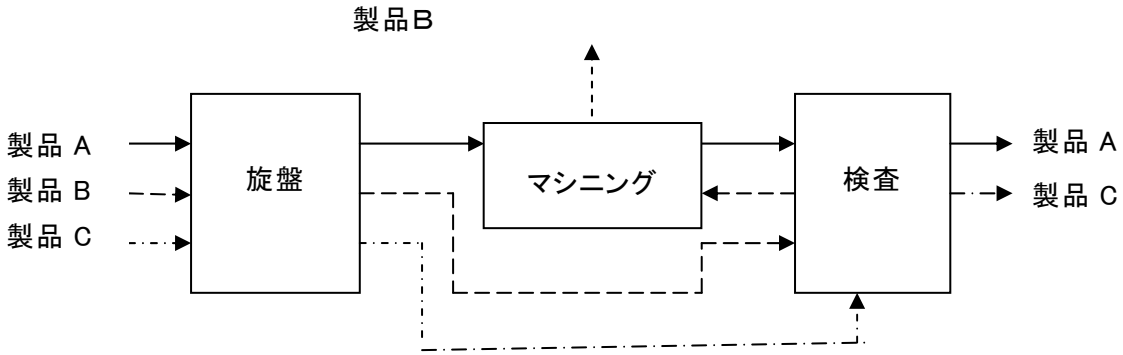


図 3.2 ジョブ・ショップ型生産工場の例

2)フロー・ショップ型

前述のジョブ・ショップ型生産工場に対して、全ての製品品種の生産手順が同一なものをフロー・ショップ型と呼びます。このような場合は一般的に「ライン」と呼ばれることが多くあります。フロー・ショップ型工場の例を図 3.3 に示します。

この例は A1, A2, A3の3製品が以下の加工手順で生産されます。

旋盤→マシニング→検査

各製品品種は 3 つの工程を同一の生産手順で生産されます、品種ごとに各工程の生産時間が違う場合が一般的です。

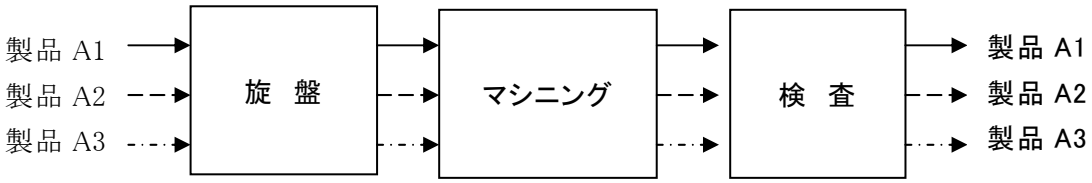


図 3.3 フロー・ショップ型生産工場の例

3)職場の型(ショップ・タイプ)のフレキシビリティー(弾力性)とプロダクティビティ(生産性)

フレキシビリティー(弾力性)とは生産品種の増加に対し、生産職場の対応力を示す指標です。「この生産職場はフレキシビリティー(弾力性)が高い。」とは多くの品種を生産できるという意味になります。この場合、生産品種の違いは以下の3つの視点での相違で判断されます。

① 加工手順が異なるか？

② 加工時間が異なるか？

③ 段取り替えが必要か？

一方、プロダクテイビティー(生産性)とは一定の成果を上げるために投入する物量、時間やコストの少なさを計る指標です。前節の最適なスケジューリング(日程計画)とは設備

の遊休時間を削減し、設備稼働率を上げるたに総所要時間を最小化することで生産性を向上する努力に他なりません。しかし、プロダクティビティーとフレキシビリティーは両立しません。その関係を職場の型の関係で示すと図 3.4 のようになるでしょう。

図3.4から、プロダクテイビティーはラインタイプ(流れ生産)→フロータイプ→ランダムタイプの順に高くなるが、プロダクティビティーは逆にラインタイプが最も高いということになります。また、各タイプの変更には、製品設計段階の改善、生産設備の改善や作業編成技術の改善による「整流化」や「平準化・平滑化」と呼ばれる改善活動が必要になります。

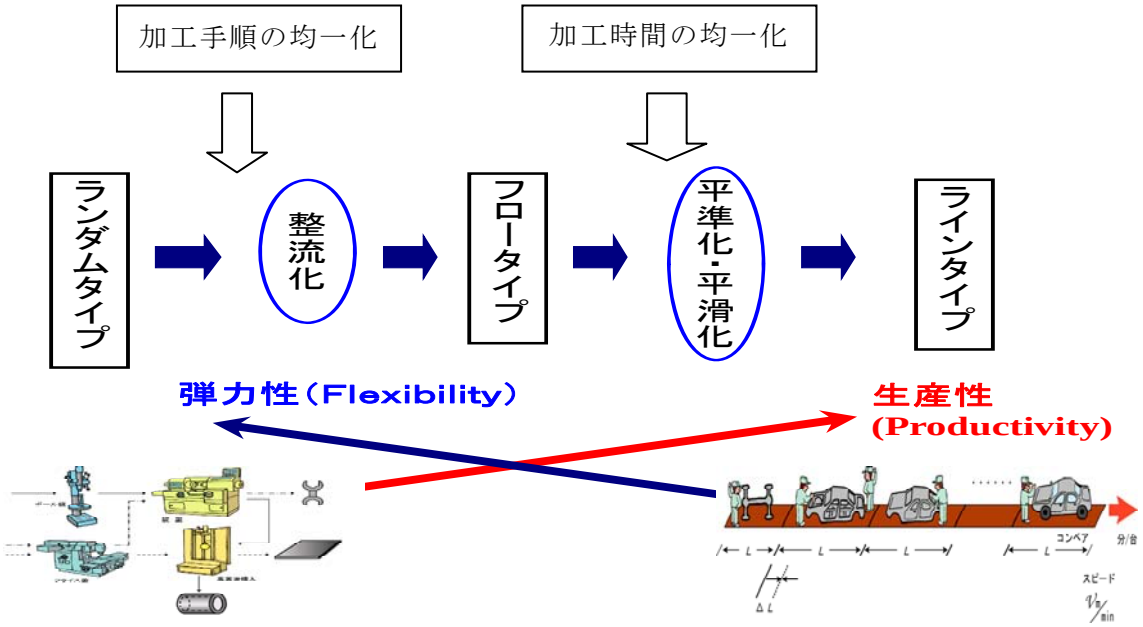


図３．４ 生産タイプと生産性・弾力性

(4)生産情報

図 3.1 にある生産情報は注文情報を生産設備と関連づけて図 1.2 に基づいて作成されます。その結果をまとめて表示したものが「製造用部品表」になります。

設計用部品表から製造用部品表を作るためには、まず、設計用部品表で構成部品を生産によって調達するか、購買によって調達するかの決定をする必要があります。ここでは生産による調達について考えて行きます。

次に、生産をするためには生産設備と作業者が必要になります。特に生産設備についてはその生産性能(機能、処理時間、品質水準(工程能力))を明らかにした上で、効率的な生産のための計画を工夫する必要があります。従って、前章で解説した顧客の要望と製品および構成部品の関係を検討した設計用部品表と同様に製造用部品表はものづくりのノウハウの結集と考えられるものです。この表形式のサンプルを以下に紹介します。

表 3.2 製造用部品表

製品コード	製品名	部組名	部品コード	部品名	工程				パレット	処理可能装備					工程情報
					順	番号	名	種類		名称	加工時間		非加工時間		
											分	秒	分	秒	

表 3.2 に示すように、この表の左部分は製品と構成品の関係情報が、右側には生産に必要な情報である工程(作業)およびその工程を処理するための必要設備と機械加工および段取時間(非加工時間)が設備の特記事項(工程情報)を含め情報として組み込まれています。
この表に基づいて、あなたの会社の職場について情報収集してみて下さい。

(5) 生産順序の決定法

いよいよ、日程計画の作成に取りかかります。
まず、以下の情報を確認する必要があります。

① 何時までに、
② どんな品種を、
③ 何個生産しなければならないか、

これらの情報が図 3.5 のように与えられたものとして、以下説明を続けます。

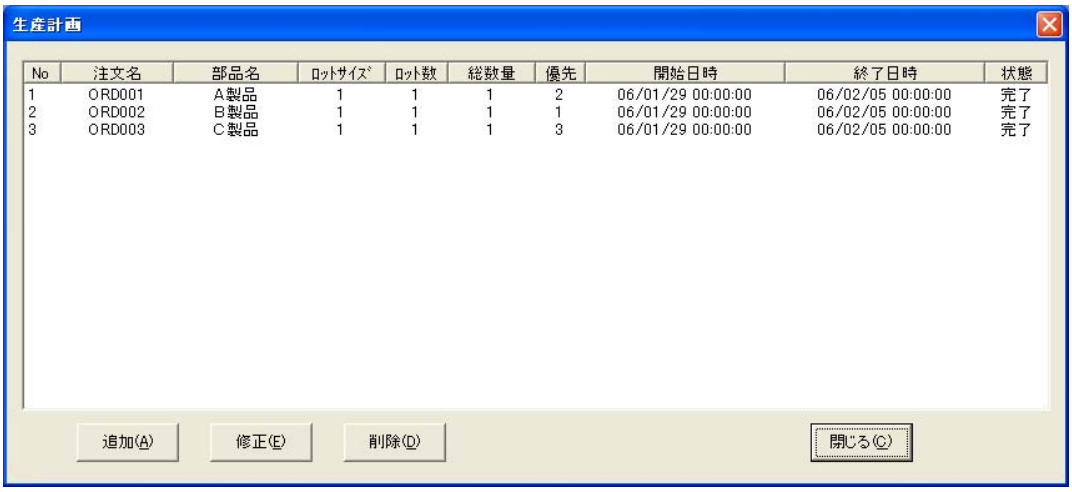


図 3.5 生産情報の一部の事例

図 3.5 から以下のことを読み取れます。

① 「何時までに?」→
生産開始可能日が 2006 年 1 月 29 日以降から 2006 年 2 月 5 日までに、
② 「どんな品種を?」→
製品 A、製品 B、製品 C の3品種を、
③ 「何個生産しなければならないか?」→

各製品1個ずつ、

なお、図中の「優先」の欄は生産順序であり、製品 B→製品 A→製品 C の順に生産を行うことを意味します。

次に、表 3.2 の製造用部品表が製品 A、B、C ごとに作成され、これを一覧表にまとめると、表 3.3 のようになりました。

あなたなら、どんな生産順序にしますか？

その理由は？

図 3.5 に記載されている優先順つまり、製品 B→製品 A→製品 C 以外に以下のような5つの優先案が考えられるでしょう。この全6通りの中から1通りだけ選択決定することが日程計画を決定することになります。

a 案:A 製品→B 製品→C 製品、

b 案:A 製品→C 製品→B 製品、

c 案:B 製品→C 製品→A 製品、

d 案:C 製品→A 製品→B 製品、

e 案:C 製品→B 製品→A 製品、

表 3.3 図 3.5 の生産計画対象製品の製造用部品表の統合表(単位:分)

製 品(注文番号)	A(No.001)	B(No.002)	C(No.003)
生 産 個 数	1 個	1 個	1 個
注文到着順(日付)	2 位(1 月 26 日)	1 位(1 月 25 日)	3 位(1 月 27 日)
注文納期	2 月 6 日	2 月 7 日	2 月 8 日
投入 (工程1)	10	10	10
旋盤 (工程2)	35	25	20
マシニング (工程3)	35	40	30
洗浄 (工程4)	15	10	15
検査 (工程5)	10	15	10
除去 (工程6)	10	15	10
総生産時間(分)	115	115	95

ところで、表 3.3 を見て、この工場はジョブ・ショップ工場か、フロー・ショップ工場か、どちらに該当するでしょうか。考えてみて下さい。

表 3.3 に示される生産情報に基づき生産順序を決定する方法は、6つの日程計画を立ててスケジューリング方針で定めた評価尺度をみてから決定してもいいかもしれませんね。しかし、今回は3品種だけでしたが、これが4品種、5品種となるとどうでしょう。4品種で 24 案、5品種で 120 案となります。

このように、日程計画案の作成問題は品種の数が増えると、膨大な数の案からの選択になるため、従来、日程計画を現場で作成している方々がその経験から簡単な優先規則を考案して来ています。これらをまとめて「生産優先規則」として現場の状況に応じて選

択使用しています。その主なものを以下に紹介します。

① 生産時間に着目して生産優先順序を決める方法

この方法の中で多く使われるのは「各工程の生産時間が短い製品品種から生産する。」という「最小生産時間(SPT: Shortest Processing Time)」法と呼ばれるものです。

② 到着時間に着目して生産優先順序を決める方法

この方法は受注した注文の受注日(到着時点)あるいは生産職場に生産指示が来た日(時点)の情報を使って生産優先順位を決める方法です。代表的な方法は、先に来たものを優先する先着順、または先入先出法(FIFO:First In First Out) とも呼ばれます。

③ 納期に着目して生産優先順序を決める方法

この方法は各注文の納期または工場内で定められる工程納期の情報を使って生産優先順位を決める方法で、代表的なものとして以下の2つがあります。

- 納期優先(EDD : Earliest Due Date)法 :早い納期の注文、品種を優先する方法
- 納期余裕最小(SLACK)法:納期から総生産時間を差し引いた納期までのユトリ時間(スラックということがあります)を計算して、その計算結果の小さい製品を優先する方法

④ 注文の特性に着目して生産優先順序を決める方法

以下の2つの方法が代表的なものです。

- 最大作業量(MWKR: Most Work Remaining)法:総生産時間の多いものを優先する方法
- 最大作業数(MOPR: Most of Process Remaining)法:工程数の多い製品を優先する方法

最大作業数法は総生産時間に関係なく、注文あるいは品種の工程数の多い製品を優先する方法です。従って、表 3.3 のようなフロー・ショップ型職場の場合は、全ての品目の加工手順が同一であることから、工程数が同じになるので、この場合は優先順位を決定できないことになります。この方法は次のジョブ・ショップ型の生産工場での日程計画が対象になります。

このように、先に解説したジョブ・ショップ型とフロー・ショップ型の工場、職場の分類は日程計画立案上、検討すべき生産優先規則を予め層別するのに有効であることは理解できたのではないでしょうか。

では、あなたの生産工場や職場で現在使用されている生産優先規則はどの方法でしょうか。あるいは、上記①～④の中には該当するものはなかったでしょうか。もし、該当するものが無かったとすると、もしかしたら、「世紀の大発見、特許もの」かもしれませんね。

(6) 日程計画案(スケジュール)の表示法

日程計画の良否を評価尺度に基づき決定するためには日程計画案を表示する方法が必要になります。日程計画案を表示する方法として最も一般的なものが図 3.6 に示す

「ガントチャート」と呼ばれる図です。

図 3.6 は表 3.3 を生産優先順序法の先着順(FIFO)法を用いた日程計画のガントチャートです。この図を見ると、縦に、「投入1」、「旋盤2」、「マシニング3」、「洗浄4」、「検査5」、「除去6」と設備名が列挙されており、その右側に3色の色の帯が示されています。この各帯から読み取れる情報は、

- 右端、左端はその設備での各品種毎の生産開始時点と終了時点を示しています。
- その長さは、生産時間を示しています、
- 初工程の投入の帯はその生産順序に従い左から、製品 B(緑), 製品 A(青)、製品 C(水色)の生産状態を示します、
- 製品 B は投入工程を終わると、次の工程である「旋盤」に行き、生産開始され、生産終了されます。この場合、投入工程から旋盤工程への運搬時間は無視されています。運搬時間を考慮するとどうなるでしょうか。これは、後でレイアウト案の作成問題と併せて検討しましょう。
- 旋盤工程には次に製品 A(青)が来ます。この時、旋盤工程ではまだ最初の製品 B が生産中ですので、製品 A は旋盤工程が空くまで加工待ちをすることになります。この状態を「仕掛待」、あるいは製品 B を「仕掛待在庫」と呼ぶことがあります。
- 製品 A～C を全て生産完了するまでにどれだけの時間(総所要時間)は最後の工程である「除去6」で最後に生産される製品 C(水色)の生産終了時点を読み取れば分かります。

では、表 3.3 の注文情報に対する日程計画案をすべて立案し、総所要時間を求めて以下の表 3.4 にまとめてみてください。

このことから、もしあなたの担当する職場の日程計画の評価尺度が対象とする全注文、品種を全て生産完了するまでの時間の長さである、総所要時間であるとすると表 3.4 の生産計画に対する最適な日程計画は「総所要時間最小」の生産優先順位に基づくものとなります。

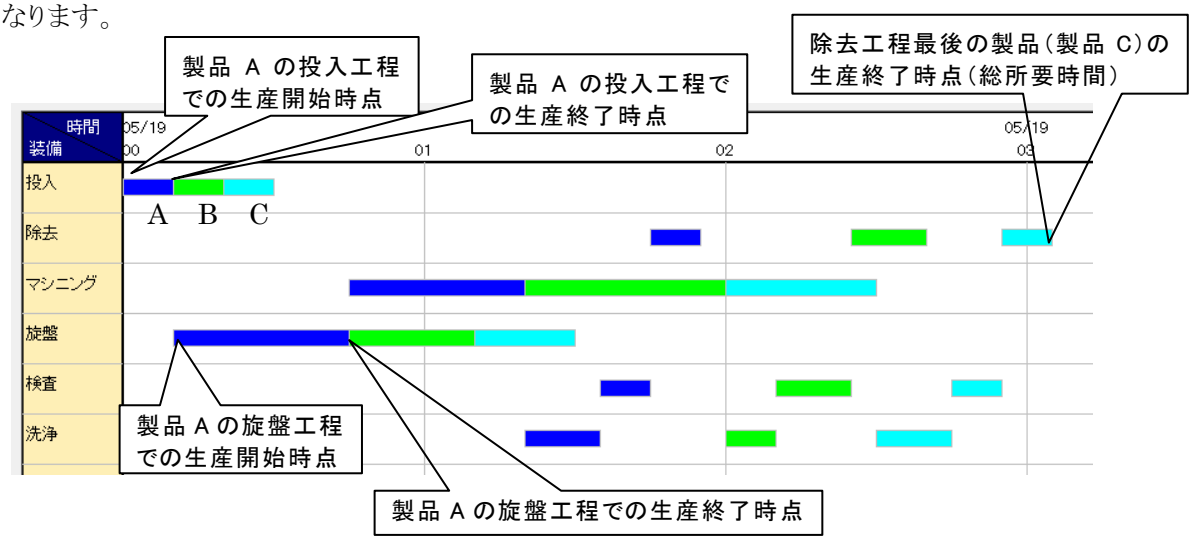


図 3.6 表 3.3 の納期優先法による日程計画のガントチャート

表 3.4 表 3.3 の生産優先規則別総所要時間の結果

生産優先規則	生産優先順位	総所要時間
先着順(FIFO)	B 製品→A 製品→C 製品	3時間5分
最小生産時間(SPT)	C 製品→A 製品→B 製品	3時間
納期優先(EDD)	A 製品→B 製品→C 製品	3時間5分
	B 製品→C 製品→A 製品	
	C 製品→B 製品→A 製品	
	A 製品→C 製品→B 製品	

この結論にあなたは納得されますか？

納得されない方の理由を想像すると以下のようなことではないでしょうか。

① 評価尺度が総所要時間だけになっているが、私の職場では別の評価尺度、例えば、仕掛在庫量などがあるので、結論は違ってくるのではないか。

② 上記結論は運搬時間が考慮されていないが、運搬時間によっては結論が異なるのではないか。

③ 生産設備に故障が発生したり、生産されたものが不良品であったりすることも生じるので、これらを考えると上記結論に納得出来ないところもある。

(7) 2工程総所要時間最小化問題の解法

最も単純な多段生産工程である2工程を対象とし、評価尺度(スケジュールーの良否の基準)を総所要時間最小化とした場合の最適計画を以下に紹介します。

① 2工程フロータイプの総所要時間最小化法(ジョンソンルール)

i)加工対象注文の全ての作業を一覧表化(N 個の注文の場合、2N 個の作業となる)し、全体の中から作業時間最小のオペレーションを探す。

ii)最小ものが第一工程(前工程)の中にあったら、その作業が属する注文を加工順位の第1番目に並べる。

iii)もし、第2工程の中にあったら、そのｵﾍﾟﾚｰｼｮﾝが属するｼﾞｮﾌﾞをｽｹｼﾞｭｰﾙの最後に並べる。

iv)その注文および作業を表から消す。

v)以上の手順を繰り返す。

vi)もし、同じ時間値のものがあったら、注文番号の小さい方の作業を先に並べる。第1工程の作業時間と第2工程(後工程)の作業時間が同じ値の時には、第1工程にかかる方を優先する。

以下に簡単な例題を紹介します。表 3.2 に示される注文表に対してジョンソンルールを適用して日程計画(生産順序)と総所要時間を求めてみましょう。この生産職場では1週

間を注文の山積期間として1週間の日程計画を立てています。各注文の加工手順は図3.7 に示す通りです。表 3.5 から例題の注文数は N=5 注文となり、作業の数は5(注文)×2(作業／注文)＝10(作業)となります。

なお、この問題では工程間の運搬時間は無視されて計画が検討されます。

また、各手順の最初の番号は p.59 のジョンソンルールの手順番号に対応します。

表 3.5 注文表[2]

受注番号	受注日	生産時間(時間)		納期
		加工工程 (第一工程)	組立工程 (第二工程)	
1	4/3	１５(時間)	１(時間)	4/22
2	4/4	１０	3	4/24
3	4/5	5	１０	4/26
4	4/6	8	6	4/25
5	4/7	2	２０	4/27
週合計生産時間		40(時間)	40(時間)	

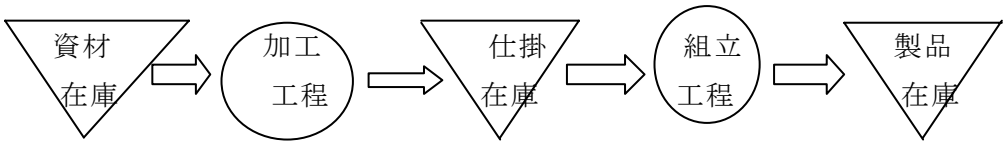


図 3.7 対象生産職場の工程図（加工手順）（○：生産、 ▽：在庫）

i)表 3.5 の10作業中の最小作業時間は1時間で、この作業は注文番号1の1時間でその作業は第二工程(組立工程)の作業になっていることが分かります。従って、手順 iii)に移ります。

iii)注文1は最小時間が第二工程にあるので、生産順序は5つの注文の最後、5番目に生産すればよいことになります。

iv)表 3.5 から注文1のデータを削除します。残る注文は2～5注文で、作業の数は8作業になります。

i)その中で、最小作業時間は注文5の第一工程(加工工程)の2時間となりますので、手順 ii)に移ります。

ii)注文5を5つの注文の最初、1番目に生産すればよいことになります。これで、5つの注文の順序の内、最初と最後の注文が決まりましたので、残りは2，3，4番目の生産順序の注文を決めればよいことになります。

iv)表 3.5から注文5を削除して、

i)残り3注文の6作業の中から最小時間を見つけます。注文番号2の組立工程(第二工程)の3時間が最小となりますので、手順 iii)に移ります。

iii)注文番号2を注文番号1の前、すなわち4番目に生産することにします。

以下、手順を繰り返すと、最終的に以下の生産順序が得られます。

注文5→注文3→注文4→注文2→注文1

この生産順序で日程計画をガントチャートで書くと図 3.6のようになります。この図から、総所要時間(注文5を加工開始してから、注文1の組立を完了するまでの時間)を求めて見ましょう。42時間となります。これより、短い総所要時間の日程計画案は見つかりません。総所要時間が42時間の場合はあるかもしれません。5注文で考えられる日程計画(生産順序)の総数は5×4×3×2×1=120(計画)となりますが、その中で最も総所要時間が短くなる日程計画がジョンソンルールの6ステップで求めることができます。

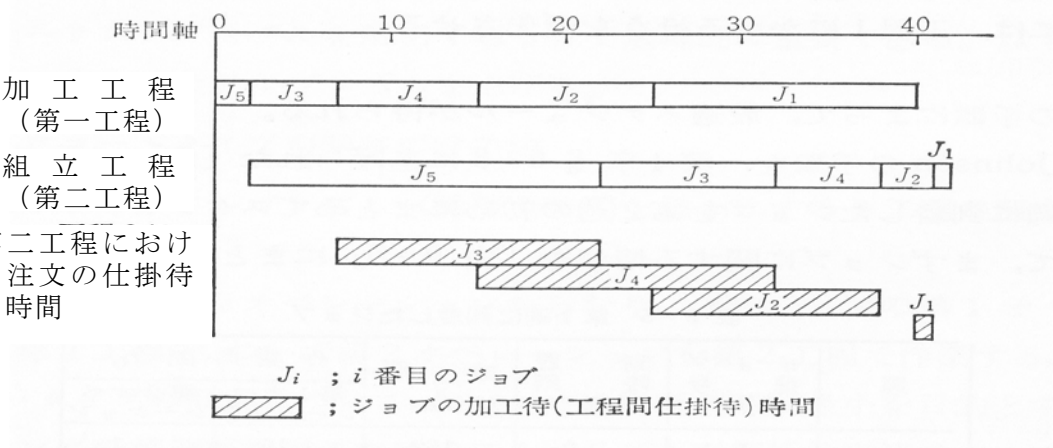


図 3.8 表 3.2 の注文をジョンソンルールで日程計画を立てた際のガントチャート

② 2工程ランダムタイプの総所要時間最小化法(ジャクソンの方法)

i)N 個の注文を加工手順のパターンに従い以下の4つにグルーピングする。

(a){M_1};工程1だけで加工される注文のグループ

(b){M_2};工程2だけで加工される注文のグループ

(c){M_1M_2};2つの工程で加工されM_1→M_2の順序で加工される注文のｸﾞﾙｰﾌﾟ

(d){M_2M_1};2つの工程で加工されM_2→M_1の順序で加工される注文のｸﾞﾙｰﾌﾟ

ii){M_1M_2}および{M_2M_1}の注文のグループにいて各々独立にジョンソンルールを適用する。なお、{M_1}および{M_2}の注文のグループについてはどのように並べてもよい。

iii)上記4つのグループの注文について、各工程毎に次のようなルールで工程毎の順序を決定する。

(a)工程1(M_1)では{M_1M_2}→{M_1}→{M_2M_1}

(b)工程2(M_2)では{M_2M_1}→{M_2}→{M_1M_2}

以下に簡単な例題を紹介します。表 3.6 は2工程ランダムタイプの注文表です。N=10個の注文があり、加工パターンは図 3.9 に示される4パターンになります。

表 3.6　2工程ランダムタイプ・スケジューリング問題の受注表[2]

注文番号	加工手順（加工時間）
J_1	M_1（5）→M_2（3）
J_2	M_1（4）→M_2（6）
J_3	M_1（4）
J_4	M_2（5）→M_1（2）
J_5	M_2（4）→M_1（6）
J_6	M_2（3）
J_7	M_1（5）
J_8	M_1（2）→M_2（7）
J_9	M_2（5）→M_1（3）
J_{10}	M_2（6）

M_1、M_2生産設備名を意味します。
→矢印は加工の順序を意味します
カッコ内の数字は生産時間を表し、単位は時間です。

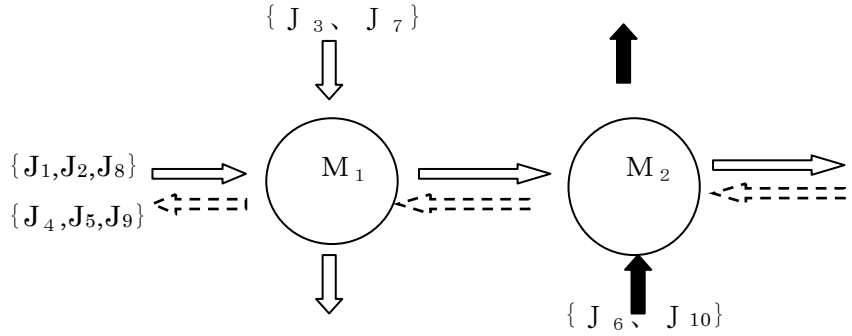


図 3.9 表 3.6 の注文の加工手順の 4 パターン

i)10個の注文を加工手順の4パターンは以下の注文グループになります。

(a){M_1};工程1だけで加工される注文のグループ:{J_3、J_7}

(b){M_2};工程2だけで加工される注文のグループ:{J_6、J_{10}}

(c){M_1M_2};2つの工程で加工されM_1→M_2の順序で加工される注文のｸﾞﾙｰﾌﾟ:
{J_1,J_2,J_8}

(d){M_2M_1};2つの工程で加工されM_2→M_1の順序で加工される注文のｸﾞﾙｰﾌﾟ
:{J_4,J_5,J_9}

ii){M_1M_2}および{M_2M_1}の注文のグループにいて各々独立にジョンソンルールを適用する。なお、{M_1}および{M_2}の注文のグループについてはどのように並べてもよい。

表 3.7 {$M_1 \rightarrow M_2$} の注文加工時間

注文番号	M_1 第一工程	M_2 第二工程
J_1	5	3
J_2	4	6
J_8	2	7

表 3.8 {$M_2 \rightarrow M_1$} の注文の加工時間

注文番号	M_2 第一工程	M_1 第二工程
J_4	5	2
J_5	4	6
J_9	5	3

iii)表 3.7 にジョンソンルールを適用すると、$J_8 \rightarrow J_2 \rightarrow J_1$

表 3.8 にジョンソンルールを適用すると、$J_5 \rightarrow J_9 \rightarrow J_4$

となります。

以上から、各工程毎に次のような生産順序になります。

(a)工程1(M_1)では$\{M_1M_2\} \rightarrow \{M_1\} \rightarrow \{M_2M_1\} = J_8 \rightarrow J_2 \rightarrow J_1 \rightarrow J_3 \rightarrow J_7 \rightarrow J_5 \rightarrow J_9 \rightarrow J_4$

(b)工程2(M_2)では$\{M_2M_1\} \rightarrow \{M_2\} \rightarrow \{M_1M_2\} = J_5 \rightarrow J_9 \rightarrow J_4 \rightarrow J_6 \rightarrow J_{10} \rightarrow J_8 \rightarrow J_2 \rightarrow J_1$

上記の生産順序(日程計画)をガントチャートで表示すると図 3.10 のようになり、総所要時間は39時間となります。

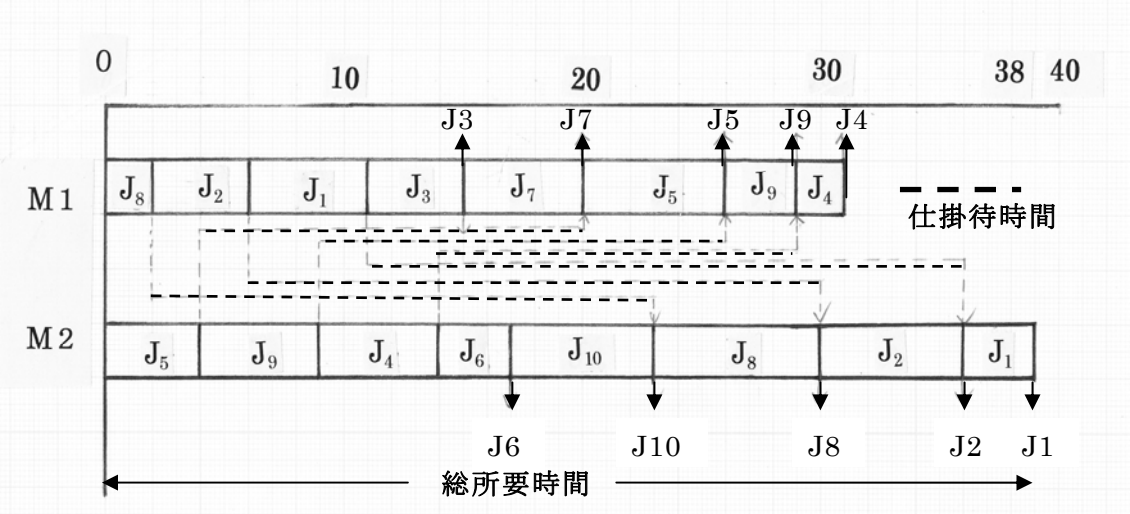


図 3.10 2工程ランダムタイプスケジューリングのガントチャート(ジャクソンの列挙法)

(8) 3工程以上のフロータイプの総所要時間を短縮するための計画法

最適解法ではありませんが、ジョンソンルールの頑健性(条件が外れても比較的良好な解が得られる性質)に基づき、総所要時間を短縮するための簡便な方法としてペトロフ V.A.Petrov) の方法を以下に紹介します。

この方法は3工程以上のフロータイプ問題に対し、2工程フロータイプ問題に変換した上でジョンソンルールを適用する方法です。

① M 個の注文または品種の N 工程の生産時間を以下の 2 つのグループに分ける。

$$T_{i1}=\sum_{k=1}^{h} t_{ik}、\quad t_{ik}：注文iの工程kの生産時間 \qquad (1)$$

$$T_{i2}=\sum_{k=h'}^{N} t_{ik} \qquad (i=1\sim M) \qquad (2)$$

ただし、 Nが偶数の時、

$$h=N\div 2 \qquad (3)$$

$$h'=h+1 \qquad (4)$$

Nが奇数の時、

$$h=h'=(N+1)\div 2 \qquad (5)$$

② （1）と（2）式で求めたT_{i1}を第一工程、T_{i2}を第二工程とした2工程フロータイム最小化問題としてジョンソンアルゴリズムを適用する。

それでは、表 3.3 のデータにペトロフの方法を適用してみましょう。この場合、注文の数は M=3 品種（A,B,C)、工程数 N＝6 工程（投入～除去）となります。従って、N は偶数ですので（3）式からｈ＝3ちなり、各注文品種の工程1から工程3までと、工程4から工程6までの生産時間を合計して（1)、(2）式を求めます。

表 3.9 表 3.3 のデータを 2 工程フロータイム問題に変換した表

品種(i)　工程	第一工程の生産時間(T_{i1})	第2工程の生産時間(T_{i2})
A	10+35+35＝80	15+10+10=35
B	10+25+40＝75	10+15+15＝40
C	10+20+30＝60	15+10+10=35

表 3.9 にジョンソンルールを適用すると、

i) 表 3.9 の6つの作業時間の最小値は 35 分で品種 A と C の第二工程にあるので、品種 A を優先し、3品種の最後の生産順とする。

ii) 次いで、品種 C を最後から2番目とする。

iii)以上から、生産順序は、B→C→A となる。

この時、ガントチャートは図 3.11となり、総所要時間は2時間55分となります。

表 3.4 と見比べて見ましょう。

先の図 3.6は納期順(EDD)の日程計画のガントチャート(総所要時間は3時間5分)でした。

図 3.12 は SPT による日程計画のガントチャートです。総所要時間は3時間になっています。

表 3.4 の6通り中の日程計画の中には必ず総所要時間が最小(最適)となるものが存在します。その最適解とペトロフの方法の結果を比べると、ペトロフの方法が最適解でなくても、比較的良好な解が見いだせること思います。ペトロフの方法は簡単さが魅力ですね。

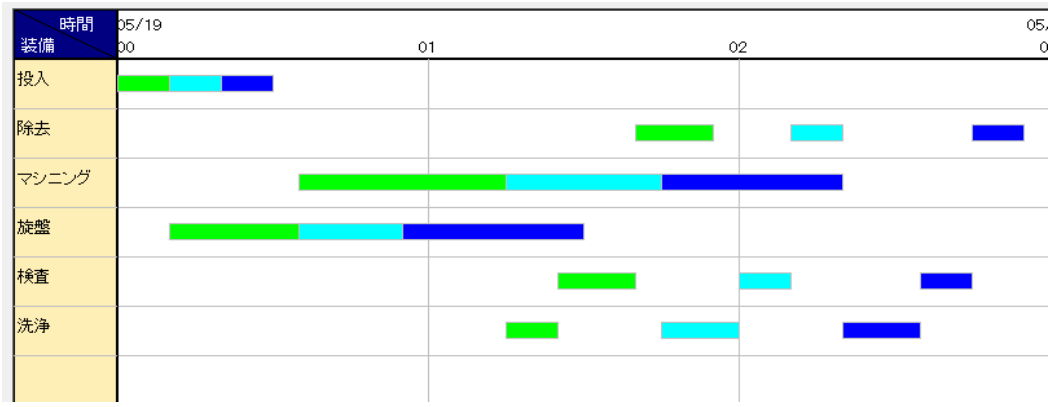


図 3.11 表 3.3 の注文をペトロフの方法(B→C→A)で日程計画したガントチャート

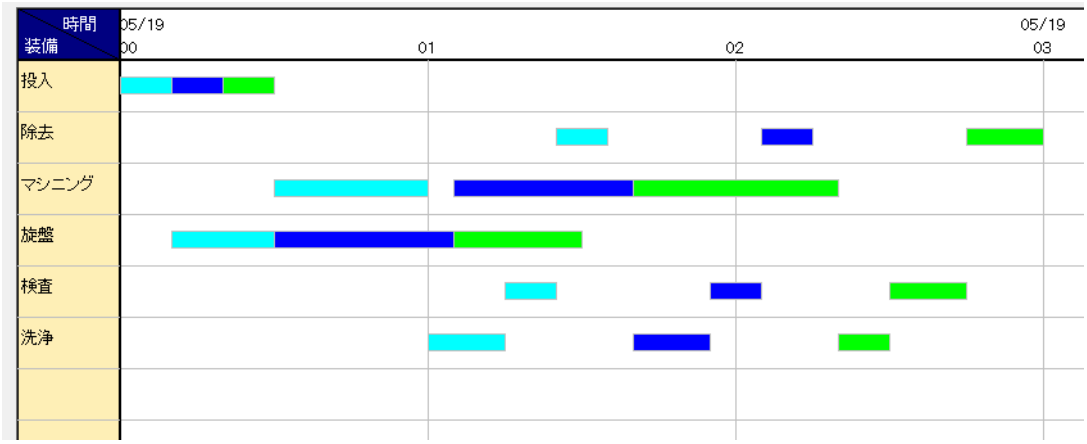
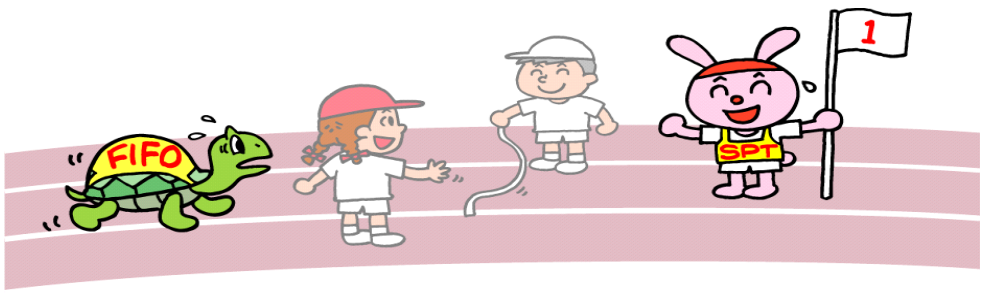


図 3.12 表 3.3 の注文を SPT の方法(C→A→B)で日程計画したガントチャート



4. 生産統制

4.1 生産統制とは

これまで解説してきた日程計画問題は予定された生産時間で生産活動が進むことを前提として来ました。しかし、実際の生産現場では以下に示す様々な要因により日程計画通り進まない場合が多々あります。つまり、計画とその実施結果に差異が生じます。その際、生産計画を達成するように生産を調整するのが生産統制と呼ばれる活動です。

生産が計画通り行かない理由としては、以下のようなものがあがるでしょう。

1) 生産計画立案時にはなかった特急製品が発生する
2) 工程内に不良品が発生する
3) 生産設備の故障、作業者の不在などの事態が発生する
4) 素材や必要部品の納入遅れが発生する
5) 設計部門からの出図遅れが生ずる
6) 治具の製作遅れや工具不足が生ずる
7) 運搬機器の故障などから物流の時間が変動する

あなたの生産職場で生産計画を狂わす原因になっているものには上記以外にどんなものが上がりますか。

さて、上記のような生産統制問題は生産計画とその実績との間に差が生ずることから起きます。従って、生産計画と生産統制の2面性を考慮して対処法を検討する必要があります。例えば、生産計画が適切でないと生産統制が複雑になり、その業務量が増大するばかりでなく、工程が混乱し統制しきれず、計画自体の達成も困難または、不可能となります。一方、生産統制の機能が不適切だと工程の動的な実態が分からず、適切な計画を作成することが困難になり、効率的な改善が行えなくなります。このことから、生産統制とは「生産計画を維持、改善するために各種の計画と実績の間の差について、

(1) 適切な時点と場所(計画の種類や業務プロセス)と方法で実績の測定と評価を行い
(2) 適当な処置と対策をとり
(3) それらを計画機能に活用

できるようにすること」を意味します。

あなたの業務に関連して、計画と実績との間に差が生じる問題がどのように起きているか調べてみてください。また、そのような差が生じた場合、あなたは以下のどの行動をとっているかを確認し、その理由も考えてみてください。

(1) 処置をとらない
(2) その処置を次の時期の計画作成の際にとる
(3) 差異が生じた時点以降の計画を変更する

4.2 生産統制の方法

生産計画と実績との間に差異が生じたとき、計画通りの結果を出すための方法としては次の3つの方法が一般にとられる。

(1) 変動を修正する方法

(2) 変動をなくすか小さくする方法

(3) 変動を何らかの方法で吸収し、変動の影響を無くすか、小さくする方法

(1) 変動を修正する方法

この方法はフィードバックコントロールやフィードフォワードコントロールなどの制御理論の考え方を基礎にして、変動の予測と差異のフィードバックを組み合わせた計画法を工夫するものです。経営計画のローリングプラン法や定期発注方式にその例が見いだせます。この方法では以下の改善視点が検討されます。

① 適切な予測方法の工夫

② 予測リードタイム短縮のための計画期間の短縮

③ 生産リードタイムの短縮

(2) 変動をなくすか小さくする方法

この方法はいわゆる標準化アプローチになります。

(3) 変動を何らかの方法で吸収し、変動の影響を無くすか、小さくする方法

この方法は生産統制を容易にするために、生産計画に予め変動を予測し、この変動を吸収する機能として緩衝システム(バッファーシステム)を組み込むものです。この緩衝機能の設計においては需要への適応性と経済性を高め、かつ、計画と統制の調和を図ることがポイントになります。

例えば、納入のサービス率を常に 100%に保つためには膨大な量の安全在庫を持つ必要があります。一方、在庫を持たないと在庫費用は少なくすることができますが、需要変動に対して出荷が対応できず、品切れを生ずるとともに発注量の変動が需要量変動より大きくなり、生産工程の経済性(操業度変動に伴うコスト増加)を著しく低下させることになります。

具体的な緩衝機能の例を表 4.1 に示しました。バッファーは表 4.1 に示すような「物」、「能力」、「時間」の3種類およびこれらを組み合わせた複合緩衝という形式があります。なお、能力の緩衝は一般的に経済性が悪いとされます。

あなたの生産職場にあるバッファーの例を見つけて、その機能と運営方法について検討してみてください。現場の改善点が見つかるかも知れません。また、あなた自身がユニークで効果的なバッファーシステムを考案してみてください。

具体的なバッファーシステムの分析、設計法については別編の演習編にて FMS を事

例として解説します。その内容は以下のような問題です。

(1) 運搬システムのための仕掛在庫機能の影響

(2) 仕掛在庫のバッファーシステムとしてパレットチェンジャーと自動倉庫を保管場所とするシステムについて、

(3) 設備故障や不良発生に伴う仕掛在庫スペースの活用法

表 4.1 緩衝機能(バッファーシステムの事例)[7]

種類	緩衝例	差異変動	備 考
物	資材	納品遅れ,納品不良,納品不足の発生	
	仕掛	生産計画の変更による資材出庫数量や出庫期日の変更,加工不良による資材再出庫	
		加工不良,納品不良などの変動	
	製品	需要変動による在庫不足で生ずる損失の防止	
	ﾊﾞﾝｸ、ﾌﾛｰﾄ	作業遅れの影響の吸収	ﾗｲﾝ生産
能力	外注	生産量変動、加工不良に伴う追加工、欠勤,機械故障	
	保管ｽﾍﾟｰｽ余裕	取扱数量,荷役ｽﾋﾟｰﾄﾞの変動による資材保管量の変動による保管ｽﾍﾟｰｽ不足	
	作業域余裕	加工時間の変動の吸収	ﾗｲﾝ生産
	残業、外注	受注量変動の次工程への影響回避	
	機械の代替性・融通性	機械干渉を少なくし、ｼｮｯﾌﾟﾀｲﾑ短縮や納期維持、機械稼働率の向上	ｼﾞｮﾌﾞ・ｼｮｯﾌﾟ生産
時 間	納期余裕	資材の納期遅れ	
	納期係数	製品の納期遅れ損失の削減	受注選択納期見積
	ﾘｰﾄﾞﾀｲﾑや計画期間の余裕	品種変動、納期変動の吸収	個別生産
	ﾌﾘｰﾌﾛｰﾄ	日程計画維持	PERT
複 合	残業と作業域余裕	需要量および品種構成比率の変動	ﾗｲﾝ生産
	残業と在庫	需要量変動	見込生産
	装置容量余裕と在庫	品種構成比率および負荷量変動	ﾌﾟﾚﾌｧﾌﾞ生産

5. 工場レイアウト・プランニング

工程設計で決定された、素材から製品までの生産プロセスを円滑に運営するためには、生産設備の配置(レイアウト)が適切であることが必要です。この章では、生産活動の特徴を生かしたレイアウト計画法とそのレイアウトが生産活動および設備の稼働率に与える影響を検討するための方法を解説します。

5.1 SLP の手順

システマテイック・レイアウト・プランニング(SLP)はリチャード・ミューサー[8]により開発された体系的設備配置計画手法です。

その手順は以下の通りです。この手順に従って、各項目を簡単に解説します。詳細は文献[8]～[9]を参照して下さい。

手順1　品種ごとの生産量の大小に着目して P-Q 分析を行う。

手順2　物の工程順序に着目する場合は「物の流れ分析」をプロセスチャート[6]などを使い行う。物の流れにパターンを見出せない場合は、アクティビティ相互関係表などを使って「近接性の分析」を行う。

手順3　流れ分析または近接性分析に基づきアクティビティ(設備、人、物)の相互位置関係を近接性に基づき決定する。

手順4　各アクティビティに必要な面積および敷地や建屋の制約条件となる面積を考慮して代替案を作成する。

手順5　代替案を評価基準に従って評価し、レイアウト案を決定する。

5.2 P-Q チャート(品種・数量分析)

レイアウトの決定は対象生産工場または生産職場における生産品種(P)ならびに生産数量(Q)の特徴に基づいて基本的な方針が決定されます。その際に用いられる情報としては以下のものがあります。

① 製品:どんな製品を生産するのか？
② 数量:各製品をどれくらい生産するのか？
③ 生産手順:各製品をどのように生産するのか？
④ きサポート活動:どのようにして生産活動が無駄、斑、無理(三ムダラリ)なく進められるように支援するのか？
⑤ タイミング:各製品をいつ生産するのか？
⑥ アクティビティ:どのような場所、部署等で生産するのか？

上記情報の中で特に生産品種(P:Product)と生産数量(Q:Quantity)の情報がレイアウトの形態決定に大きく関わります。これらの情報を分析する方法として図 5.1 に示すP-Q チャートが一般に用いられます。すなわち、生産量のまとまった品種は製品別に専用工程を設け、その製品の生産順序に従って専用設備を配置する「製品別配置」のレイアウトを取ることが有効になります。一方、品種当たりの生産量が少なく、品種が多い製品グループについては機能別の工程配置や定位置(固定式)配置をすることが有効となります。

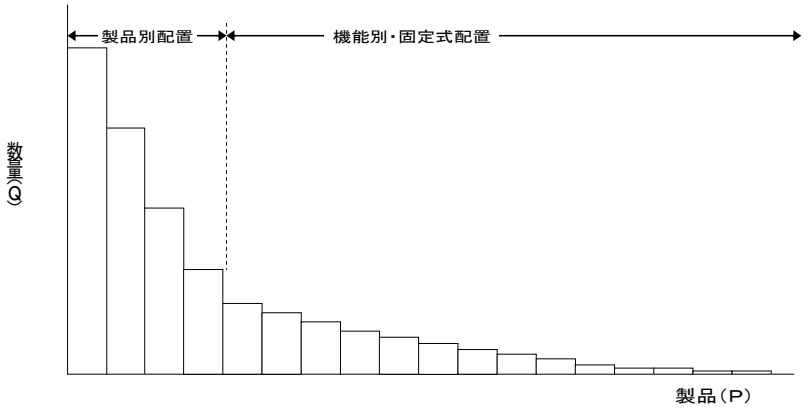


図 5.1 P－Q チャートとレイアウト・パターン

レイアウト・パターンを以下の図 5.2～図 5.4 に示します。あなたの工場や職場はどのパターンになるでしょうか。ボトリングマシーンを例に取ると、第1章、図 3.3 のファミリーツリーの部組レベルは固定式レイアウトに、また、その部組に使う部品レベルは機能別レイアウトになっています。

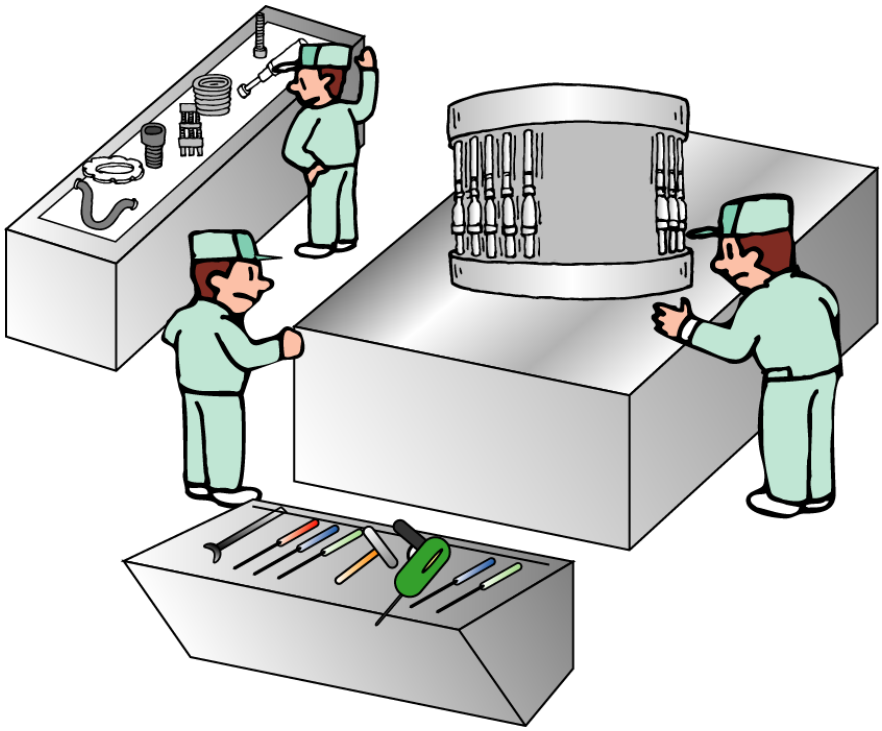


図 5.2 固定式・定位置レイアウト

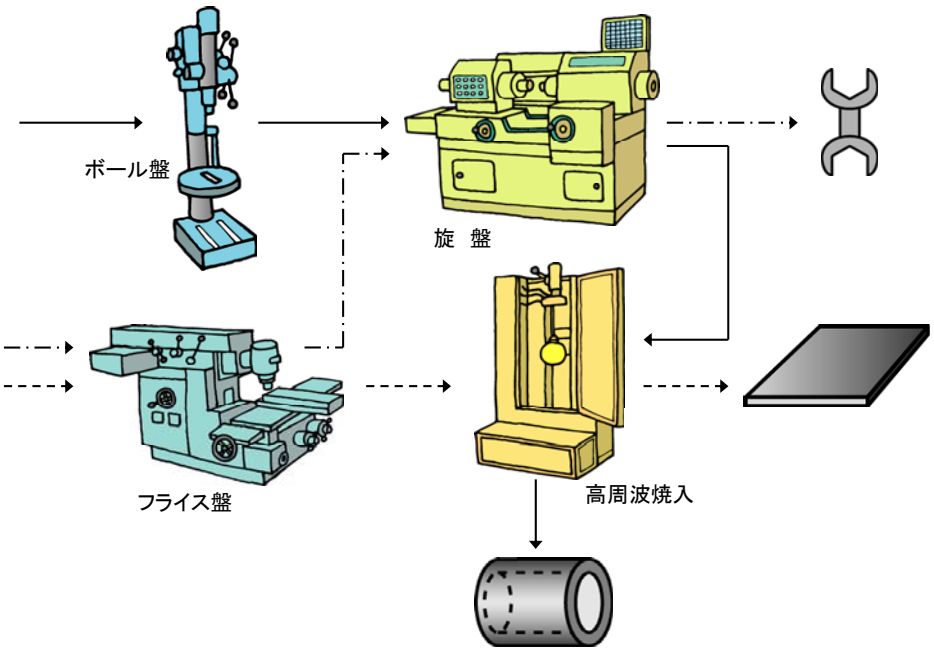


図 5.3 機能別レイアウト

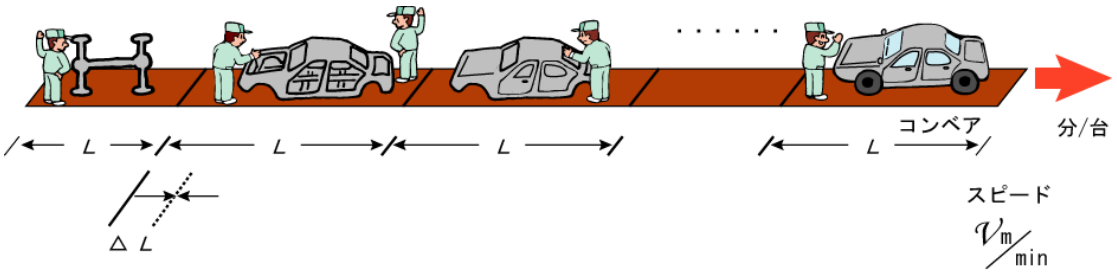


図 5.4 製品別レイアウト

5.3 フロム・ツー・チャート(物の流れ分析/From To Chart)

フロム・ツー・チャートは生産品の加工手順を表しているチャートで製品毎に加工手順の前後関係を調べてその移動(運搬)回数を記載して作成します。

表 5.1 のフロム・ツー・チャートの例は、生産すべき注文が4注文あり、各1個ずつ、計4個の生産を前提にしています。この時、各注文の加工手順は異なるのでジョブ・ショップ型の生産工場を前提にしています。また、設備の前提として同一性能の旋盤が2台、マシニングが2台、他の設備は各1台があるものとしています。全ての注文はまず、「投入」工程で段取りのための治具取付を行い、2注文はその後マシニングへ、残り2注文は旋盤加工されます。表中に小数点表示の回数がありますが、これは同一機能設備が2台ある旋盤とマシニングについては計算上、2分割するという計算法を取っています。このような計算処理をして得た表 5.1 を見ると、赤丸で囲んだ洗浄機から組立機への移動回数3回が最も移動回数が多いことが分かります。また、組立機から旋盤1への移動のように生産物が全く移動していない経路もあることもわかります。ただし、ここでの運搬回数とは運搬個数と同じ意味を持っています。

表 5.1 フロム・ツー・チャートの例

From＼To	ﾏｼﾆﾝｸﾞ1	ﾏｼﾆﾝｸﾞ2	旋盤1	旋盤2	検査機	洗浄機	投入・除去	組立機
ﾏｼﾆﾝｸﾞ1			0.5	0.5		0.5		0.5
ﾏｼﾆﾝｸﾞ2			0.5	0.5		0.5		0.5
旋盤1	0.25	0.25			1	0.5		
旋盤2	0.25	0.25			1	0.5		
検査機	0.5	0.5				1	2	
洗浄機							1	3
投入・除去	1	1	1	1				
組立機					2	1	1	

5.4 アクティビティ相互関係表

アクティビティ相互関係表は2つの設備の間の近接性を A,E,I,O,U,X の6ランクに分けて評価し、表示する図表です。図 5.5 に示すようにこれらの近接性の評価水準にはそれぞれに以下のような特定の色が定められています。また、相互関連図の表示には線種と本数が定められています。

A: Absolutely necessary:赤色／4本の直線(絶対必要)

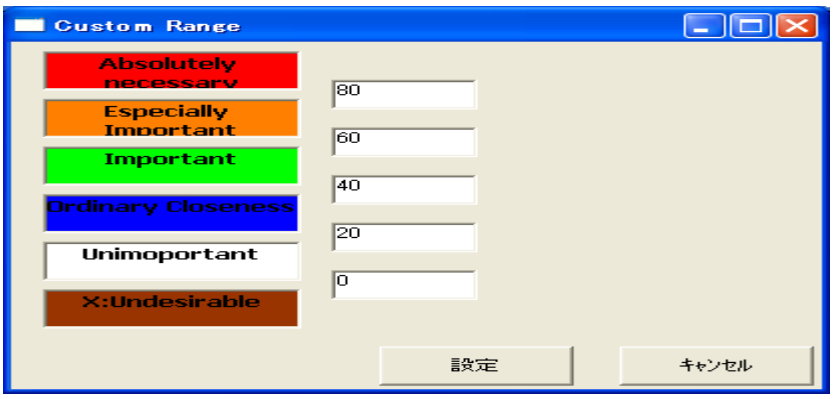
E: Extra important:橙色／3本の直線(非常に重要)

I: Important:緑色／2本の直線(重要)

O: Ordinary:青色／1本の直線(普通)

U: Unimportant:無色／線表示無し(重要でない)

X: Undesirable:茶色／1本のギザ線(不要)



近接性をフロム・ツー・チャートで求めた値に基づいて評価すると、マシニング1(MC1)→旋盤 1(Lathe1)の値が 0.5、旋盤 1(Lathe1)→マシニング1(MC1)の値が 0.25 の場合はマシニング1と旋盤 1 の近接性はフロム・ツー・チャートの相互移動の合計値(0.5＋0.25＝0.75)として計算します。以下、同様に表 5.1 の移動回数に基づき全ての設備間の近接性を評価します。その結果が図 5.5 です。

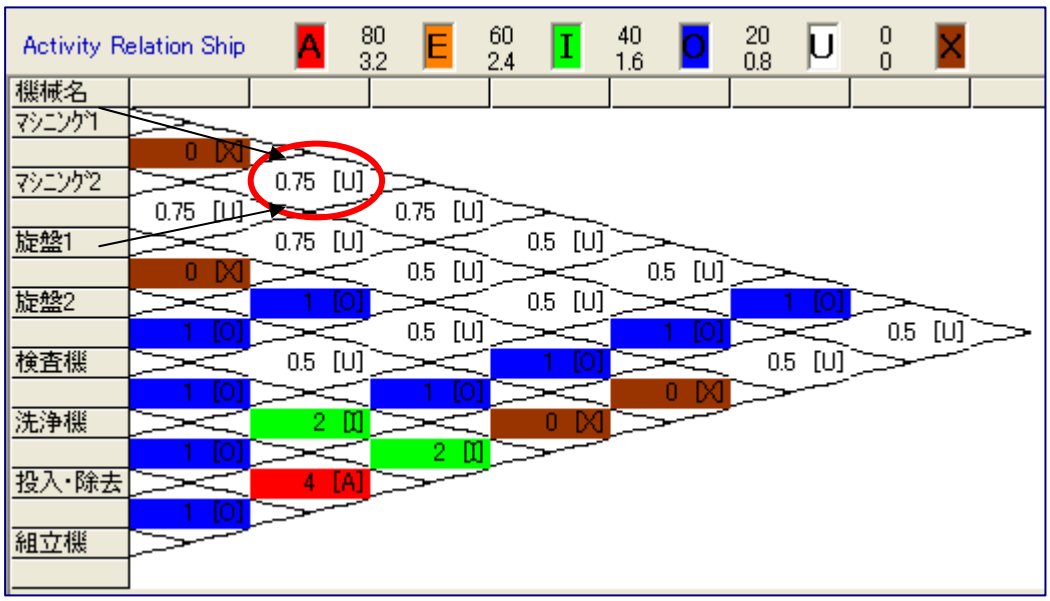


図 5.5 表 5.1 のフロム・ツー・チャートに基づき作成したアクティビティ相互関係表の例

5.5 アクティビティ相互関係図表

フロム・ツー・チャートおよびアクティビティ相互関係表で得られた情報を統合して、各設備の相対的位置関係を近接性の評価基準に沿って、

A:絶対必要な物同士を近くに、

順次 E→I→O・・

と配置します。

なお、各設備はその機能によって表 5.2 のような記号化を行い、近接性の強さはその設備間を結ぶ線の本数と種類で区別してアクティビティ相互関係図表として表記します。図 5.5 をアクティビティ相互関係図表で表すと図 5.6 になります。

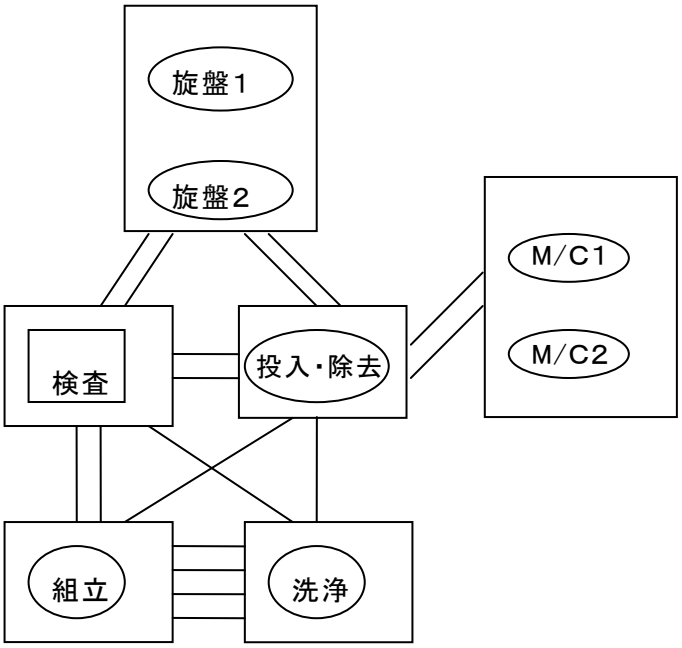


図 5.6 図 5.5 のアクティビティ相互関係表に基づき作成されたアクティビティ相互関係図表

表 5.2 アクティビティの記号とその意味[10]
(中井、プラント・エンジニアリング、p.192 に着色修正)

記号	色	アクティビティ、地区、設備の型
	赤*	作業または生産(部分組立と組立)
	緑	作業または生産(処理または製造)
	黄	アクティビティに関係ある輸送(受入れ、出荷、側線)
	黄	貯蔵
	青	検査、試験、照合
	青	サービス(保全、動力、福利厚生)
	茶	主要または補助地区の直接の部分でない事務所地域または事務所アクティビティ

注意:線図ではアクティビティの番号は中に記入する。
＊適宜使用

5.6 面積相互関連図

図 5.6 の各設備に必要な面積を配慮してこの面積の大きさを図上に表記して表現した図を面積相互関連図といいます。

あなたの工場のレイアウトを、IT 治具のレイアウトアデイタを使って作成してみて下さい。

その手順は以下の通りです。

(1) 各部品の工程手順と生産計画を入力する。

(2) IT 治具の FMS シミュレータ(V-FMS21(a))[11]で運搬量に基づく近接性の評価に基づき図 5.5 のアクティビティ相互関係表が作成する。

(3) これを基礎に様々なアクティビティ相互関係図表(図 5.6)を作成する。

(4) アクティビティ相互関係図表に基づき IT 治具のレイアウトエデイタでレイアウト図を作成する。

(5) FMS シミュレータ(V-FMS21(a))を使って生産スケジュールと運搬スケジュールのレイアウト案からリードタイム、生産および運搬設備稼働率を評価尺度として最適なレイアウト案を決定する。

6. 在庫管理とバッファーシステム

生産現場では「在庫は悪」と一般に言われます。しかし、これまで学んだ日程計画問題についてもう一度別の視点から考えて見ましょう。生産品種が異なると、

(1) 生産手順が異なる(ジョブ・ショップ型日程計画問題)

(2) 生産手順は同じでも各工程の生産時間が異なる(フロー・ショップ型日程計画問題)

そのために、各生産工程の前に仕掛在庫が生じたり、逆に、前工程(完成品側に対し素材、部品側の工程をこう呼ぶことがあります。生産順序が『前』方向という言う意味です。)からの生産品が送られて来ないために生産出来ない状態(遊休状態)が生じるために、日程計画を立てる際に色々と悩んだ経験をしたことがあるのではないかと思います。この悩み(困ったこと)を逆手に取れば、生産工程の遊休を回避するために、積極的に在庫を持つことも1つの方法として考えられます。このように、注文量の変動や品種による工程負荷量の変動、各工程の生産時間の変動に対し、工場操業度や工程および設備稼働率を安定化するための仕組みをバッファーシステムと呼ぶことがあります。バッファーについては本章の第4節「生産統制」で紹介しました。「緩衝」とは自動車が道路の凸凹による振動を乗り手に伝えないために、タイヤ、スプリング、シャシー構造、シートなどの変動吸収機能を組み込むように、需要の各種変動や設備故障や不良品の発生などの生産計画と実績間に発生する際の変動に対し生産システムを安定化させ、信頼性を高めるための仕組みがあります。

この節ではバッファーシステムとして工程間仕掛在庫を取り上げ、その管理方法について解説します。

6.1 工程間在庫の管理法

(1) 工程間(仕掛)在庫の発生メカニズム

生産現場においては物がいつも円滑に流れるとは限りません。したがって付加価値が付く処理以外の時間は物が在庫状態にあると言います。物が在庫状態の間は価値を生まず生産経費だけが生じるため、いかに在庫を減らしていくかが生産現場の重要な課題となります。しかし、適度の在庫は生産活動を円滑化するために効果を持つことがあります。このような在庫は緩衝的役割をはたすため、これをバッファーシステムとして積極的に生産活動の仕組みに取込むことがあります。

工場や生産職場で見られる在庫にも内容によって以下の 3 つのものがあります。

① 資材在庫:購買品や外注業者から納入された素材が生産されるまでの間の在庫

② 仕掛品在庫:工場や職場内の前工程と後工程の間の在庫

③ 製品在庫:生産完了製品が外部に出荷されるまでの在庫

図6.1は在庫の発生メカニズムを説明した図です。すなわち、在庫は工程間あるいは生産と需要の間など、生産速度の差、あるいは生産速度と消費速度の差によって生ずる

「物」の停滞という現象です。つまり、図6.1から前工程の生産速度が後工程の生産速度や消費速度より速いと在庫が溜まり続けるという現象が想像できると思います。このことから前後工程の生産速度が変動すると在庫の発生と後工程の品切れによる遊休とが発生することも予想がつくと思います。

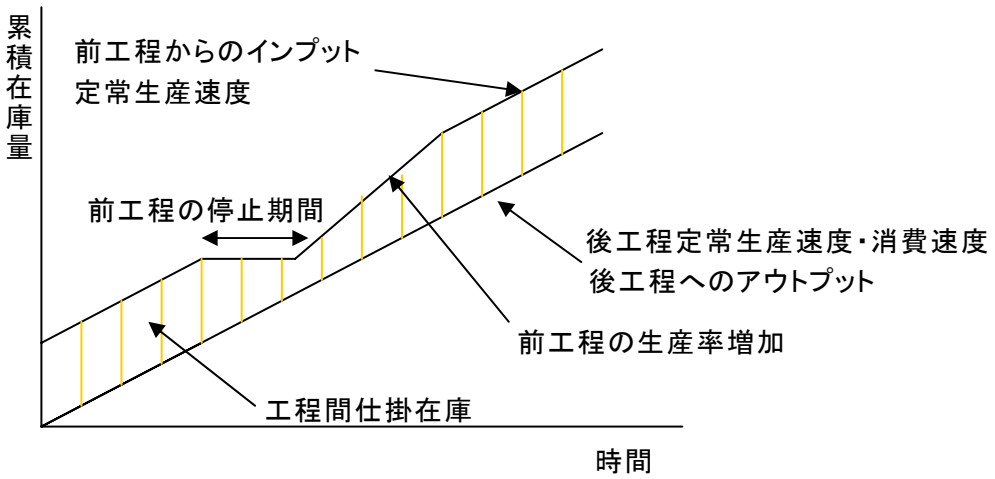


図 6.1 工程間仕掛在庫の発生メカニズム

(2) 制約理論(TOC)と隘路工程改善

このことを2工程以上の多段階の生産・在庫システムに拡大すると隘路(ネック)工程の概念が出てきます。このような隘路工程に着目して改善を進める方法が最近提案されています。制約条件の理論(TOC:Theory Of Constraints)[12],[13]と呼ばれるものです。制約条件とは目的達成の障害になるものを意味します。受注から原材料入手、生産、出荷、入金にいたるプロセスの各活動評価を利益への影響度で行うとすると、その利益はプロセスを構成する各業務の最も業務処理スピードの遅い(弱い)業務で決まると考えます。この弱い業務、または生産速度の遅い生産工程が制約条件になるという考え方です。その内容の一部にDBR(ドラム、バッファー、ロープ)スケジューリングという方法があります。これは複数の生産工程で構成される生産システムのスループット(売上―材料費)を増大させるためには、その構成要素である個々の工程の中で最も生産速度が遅い工程(ネック工程)、すなわち制約条件の改善を行うことが、ｽﾙｰﾌﾟｯﾄ増大に最も効果的な方法であり、多数ある改善対象の中にわずかに存在する(1000分の1)制約条件に改善活動を集中することで最も効率的方法だとしています。

その改善ステップとして図6.2に示す4つのステップが提案されています。

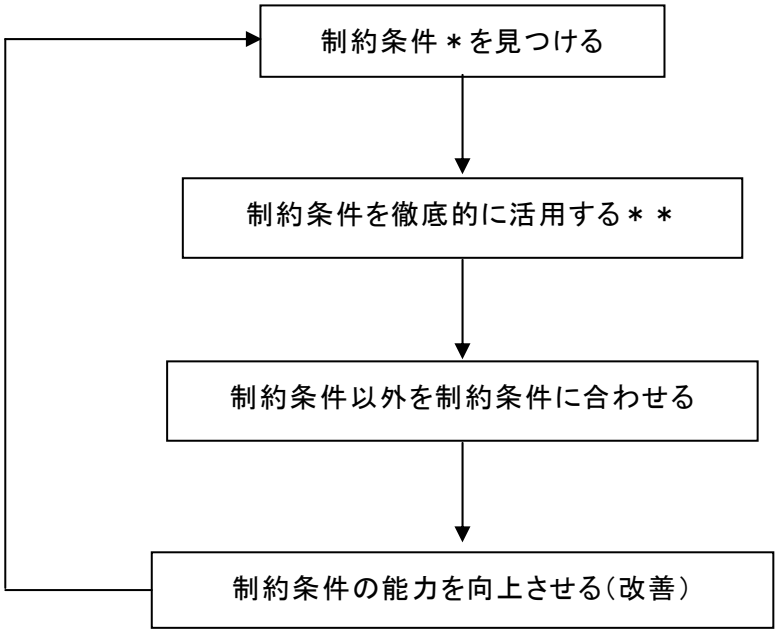


図6.2 制約条件の理論に基づく改善ステップ[9]

＊注:制約条件とは目的(例えば利益増加)の達成を阻害する要因(方針、生産能力制約となる資源(3M、製品の競争力など)を意味します。

制約条件の見つけ方および改善手順を以下に簡単に解説します。

手順1 対象プロセス、対象製品群を明確にする。

手順2 工程分析、P-Q 分析、流動性分析を活用し、工程設備の本来の能力、実際の能力を把握する。

手順3 対象プロセスの稼働停止ロス、速度ロス、不良ロスを把握する。(図 6.3 参照)

手順4 需要(平均負荷、負荷変動)、実際の能力、本来の能力関係から制約条件工程を特定する。

手順5 制約条件工程のロスの棚卸を行う。(図 6.3 参照)、ワークサンプリング[9],[14]の活用

手順6 隠れた能力を徹底活用するための施策を以下の視点から検討する。

① 食事＆休憩時間の稼働、残業、休日出勤による稼働

② 段取りマトリックス(表 6.1 参照)による段取り時間短縮
投入順序により段取時間が異なる場合、どんな順序でオーダーを流せば段取り時間削減できるか、段取りマトリックスを使って検討する。

③ 停止ロス、速度ロス、不良ロスの改善など

手順7 バッファーを活用した制約条件工程のスケジューリングを行う。
本章「4.2 生産統制の方法」の表 4.1 を参照すると良いでしょう。

手順8　スループットを最大にするプロダクトミックス(製品構成)を決める。

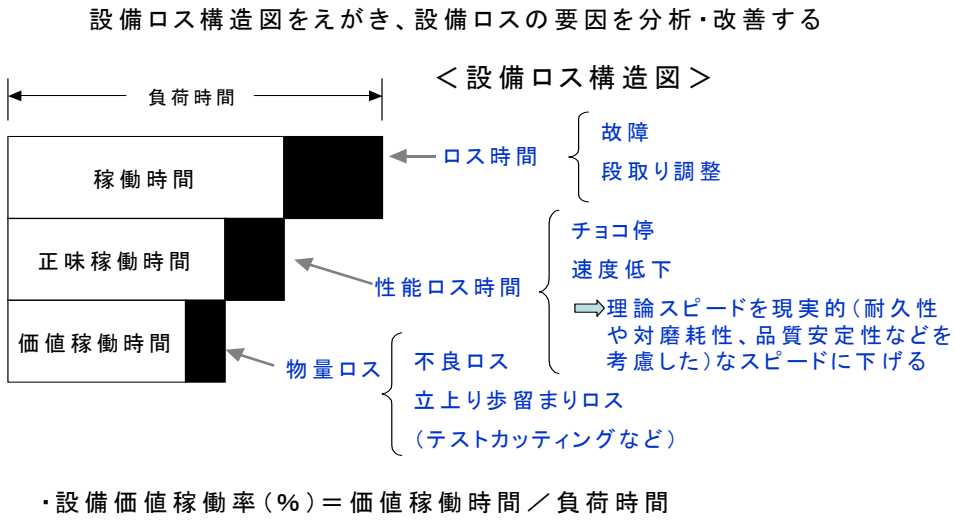


図 6.3　設備ロス構造図による設備ロス分析[13]

表 6.1　段取りマトリックスによる段取り改善[13]

From　To	製品A	製品B	製品C	製品D	製品E
製品A					
製品B					
製品C					
製品D					
製品 E					

段取り時間の削減(改善)→少ロット化→仕掛減少(リードタイム減少)

(3)　隘路工程(ネック工程)改善[15]

複数の工程から形成される生産工程の生産能力は、複数の工程の中で最も生産能力の低い(生産速度の遅い、つまり単位時間当たりの生産量が少ない)工程で決定されます。このようにシステムや工程全体の生産能力を決定する生産能力の低い工程をボトルネックあるいは単にネック工程(隘路工程)と呼びます。

ここではFMSを対象にボトルネックの意味を確認し、工程改善の時にはこのネック工程を改善することが有効であることを理解してみましょう。また、ネック以外の工程における工

程の分割や統合について検討します。

表 6.2(1),(2)のデータを使って検討してみましょう。表 6.2(1)ではマシニング(工程 3)がネック工程、表 6.2(2)ではマシニングの工程を旋盤とマシニングに分割したために、結果的に洗浄工程(工程 4)がネック工程に変更しています。

表 6.2(1) ネック工程改善事例の生産情報(工程表示時間単位: 分)

製品(注文番号)	A(No.01)	B(No.02)	C(No.03)	工程別負荷量(分)
生産個数	5個	5 個	5 個	
注文到着順位	1位	2位	3位	
ｾｯﾄｱｯﾌﾟ (工程1)	5	5	5	75
旋盤 (工程2)	15	20	10	225
ﾏｼﾆﾝｸﾞ (工程3)	40	30	20	**450**
洗浄 (工程4)	10	40	30	400
組立 (工程5)	20	10	−	150
除去 (工程6)	5	5	5	75
合計時間(分)	95	110	70	1,375

(注) 生産時間は各製品 1 個の生産にかかる生産時間を意味します。

表 6.2(2) ネック工程改善事例の生産情報
(表 6.2(1)のマシニングの工程分割を行ったもの)

製品(注文番号)	A(No.01)	B(No.02)	C(No.03)	工程別負荷量(分)
生産個数	5個	5 個	5 個	
注文到着順位	1位	2位	3位	
ｾｯﾄｱｯﾌﾟ (工程1)	5	5	5	75
旋盤 (工程2)	**25**	**25**	**15**	325
ﾏｼﾆﾝｸﾞ (工程3)	**30**	**25**	**15**	350
洗浄 (工程4)	10	40	30	**400**
組立 (工程5)	20	10	−	150
除去 (工程6)	5	5	5	75
合計時間(分)	95	110	70	1,375

(注)生産時間は各製品1個の生産にかかる生産時間を意味します。

図 6.5(1)～(4)は表 6.2(1)と 6.2(2)の結果および表 6.2(1)の条件のもと「セットアップ」と「除去」の2つの作業を1つの設備(セットアップステーション)で行った場合の総所要時間と設備稼働率を比較してものです。

なお、結果を出す際の運搬条件などは以下の通りです。

1) 設備故障は発生しないものとします。
2) パレット数は十分あるものとします。
3) 生産優先規則として FIFO(到着順)を用います。
4) レイアウトデータは演習時にファイルを配付します。
5) 自動倉庫をバッファとして使用します。
6) 運搬条件の設定
   ① AGV 速度:60m/分、Loading/Unloading 速度:1Sec.(秒)
   ② 各工程の Loading/Unloading 速度:5Sec.(秒)
   ③ スタッカークレーン速度:60m/分、Loading/Unloading 速度:1Sec.(秒)
   ④ レイアウトは図 6.4(1)、(2)の通り。

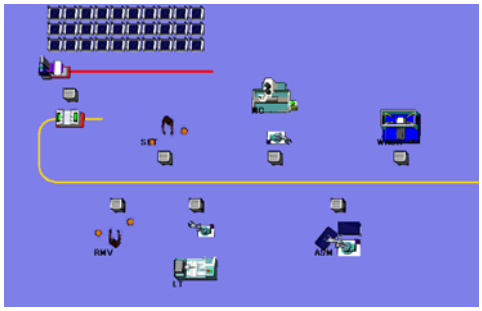


図 6.4(1)洗浄機1台の場合

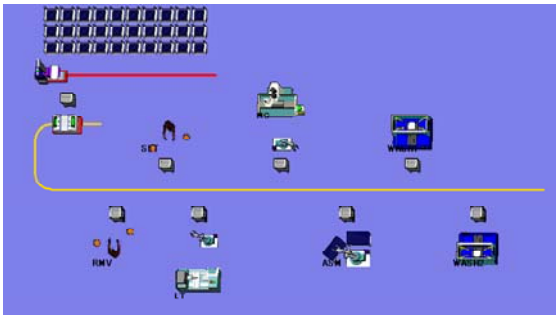


図 6.4(2)洗浄機2台の場合

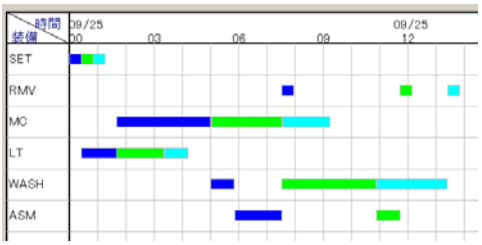


図 6.5(1) 表 6.2(1)①の結果

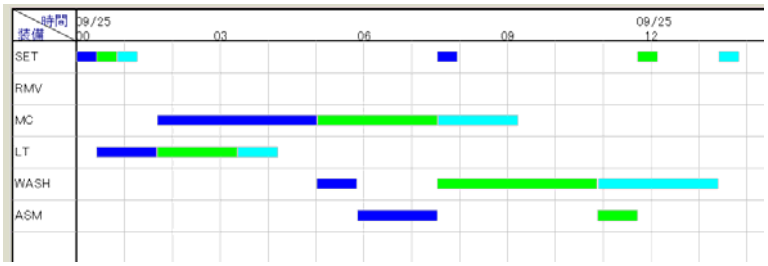


図 6.5(2) 表 6.2(1)②の結果

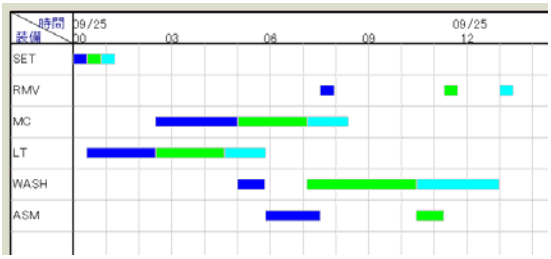


図 6.5(3) 表 6.2(2)③の結果

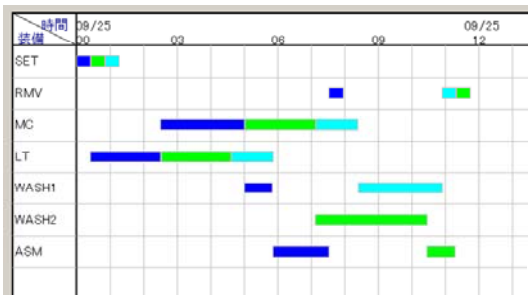


図 6.5(4) 表 6.2(2)④の結果

表 6.3 ネック工程管理演習結果のまとめ

データ項目＼条件		表 6.2(1)		表 6.2(2)	
		①セットアップと除去の分割/洗浄機1台	②セットアップと除去の分割/洗浄機1台	③セットアップと除去の分割/洗浄機1台	④セットアップと除去の統合/洗浄機2台
総所要時間		13 時間 50 分 24 秒	13:50:18	13:25:19	11:45:35
設備別稼働率	セットアップ	9%	18	9	10
	旋盤	27	27	40	46
	マシニング	54	54	43	49
	洗浄	48	48	49	28
					28
	組立	18	18	18	21
	除去	8		9	10

表 6.3 はネック工程改善(工程の分割、統合)の結果をまとめたものです。
表 6.3 の①と③を比較すると表 6.2(1)でネック工程であったマシニングから表 6.2(2)のネック工程である洗浄工程(後工程)変化にすると総所要時間が 25 分程度短縮していることが分かる。このことからネック工程の位置は後工程ほど総所要時間短縮の視点からは有効と言えるであろうか。

同表の③と④を比較すると、表 6.2(2)でのネック工程である洗浄工程で設備を2台に増加することで総所要時間が1時間 40 分短縮されている。この改善策では設備投資が生ずる。この改善策は効率的であろうか。

同表の①と②を比較するとセットアップと除去工程の分割(①)と統合(②)の影響を見ることができる。表 6.3 の①と②からは統合した方が，わずかに総所要時間が短く、かつ、稼働率向上効果にもなっている。これは常に起こる現象であろうか。このような統合化の効果が生じる原因、条件は何か。

以上の点を考慮し、ネック工程改善策としての工程の分割・統合、および能力増加策の効果と効率について、あなたの管理担当職場ではどの様な情報が把握され、日々の活動に活用されているかを整理してみて下さい。

6.2 FMS のバッファーシステム

FMSなどの自動化の進んだ生産システムにおいては各設備の稼働率を上げ、搬送による待機時間を最小にするため、仕掛在庫を管理していくつかのバッファーシステムを持っています。バッファーを持つことにより、FMSにおける物流の効率が高まり、システムの全体的効率が向上する結果を期待するからです。ここでは具体的なFMSにおけるバッフ

ァーシステムの例を紹介します。

(1) オートパレットチェンジャー(APC: Auto Pallet Changer)

パレットチェンジャーは機械等の工程処理設備の前に設置することにより、物流装置と生産機械との間でパレットの橋渡しをすると同時に、バッファー機能を保有し、物流を効率的に行う役割を持っています。

以下の写真はその具体的な例です。かなり大型の設備になっていますが、この生産設備によってボトリングマシンーンの大型部品(ファミリーツリーの部品レベル)が製造されます。



写真 6.1 パレットチェンジャーの例(澁谷工業株式会社本社工場)

(2) 自動倉庫の概要

自動倉庫は工場内や物流センターなどに多く使用されています。ラック倉庫とも呼ばれることがありますが、機能としては保管機能と入庫・出庫機能および入庫出庫管理が自働化された設備と制御機器を総称しています。完成品を保管する機能にとどまらず、加工工程や組立工程での仕掛品を保管し、これらをバッファーとして機能させ、生産の流れを制御する要素として機能します。

自動倉庫の主要構成要素は、物を保管するラックと物を出し入れするスタッカークレーンです。スタッカ-クレーンは走行する上部および下部フレームと、その間をつなぐマスト、マストに沿って昇降する荷台から成っています。

なお、自動倉庫での入出庫には生産物を運搬・保管するための治具として すべての生産物にパレットが必要になりますが、このパレットをラックの何所に「置くか」、あるいは、「取り出すか」のパレット管理としては以下の2方式があります。

① ランダム方式

空いている自動倉庫のラックの中でも取り出すのに近い位置から使用する方式であるので取り出し時間が短縮できる。

② 固定番地方式

常に固定の位置にパレット等を収納する方式であるので現物管理がしやすい。

以下に、ボトリングマシーンの製造で使用されている自動倉庫の例を示します。



写真 6.2 自動倉庫(中央部分にスタッカークレーンが見える.澁谷工業㈱提供)

6.3 自動倉庫によるバッファーシステムの管理法

本節ではジョブ・ショップ型の FMS を対象に自動倉庫を工程間仕掛品の一時保管場所として使用する方法について、バッファーシステムの効果を検討します。

6.3.1 対象 FMS ラインの条件[10]

(1) 生産設備および生産計画の内容

対象とする生産工場は旋盤が1台、マシニングセンターが1台、洗浄機が1台、ワーク設置のための投入ステーションが 1 台、ワークを除去のための除去ステーションが 1 台、搬送車及び自動倉庫が1台ずつで構成され、そのレイアウトは図 6.4 に示されるようになっています。

対象 FMS ラインで生産される品目は表 6.4 に示される4品種で、各部品ファイルから読み出された生産順序を見ると品目により生産手順が違うことから、ジョブ・ショップ型の日程計画立案問題になっていることが分かります。

(2) 日程計画立案法

表 6.4 に対し、生産優先順位法として、先着順(FIFO)で計画を立てて見ます。すると、生産優先順位は以下のようになります。

製品 D→製品 A→製品 B→製品 C

(3) 物流機器(AGV、スタッカ-クレーン)の設定条件

① AGV 速度:60m/分

② AGV から各工程への Loading／Unloading 速度：5Sec.(秒)

③ スタッカークレーン速度：60m/分, Loading／Unloading 速度：5Sec(秒)

なお、今回は生産設備および運搬設備には故障は発生せず、生産工程では不適合品の発生も無いものとします。

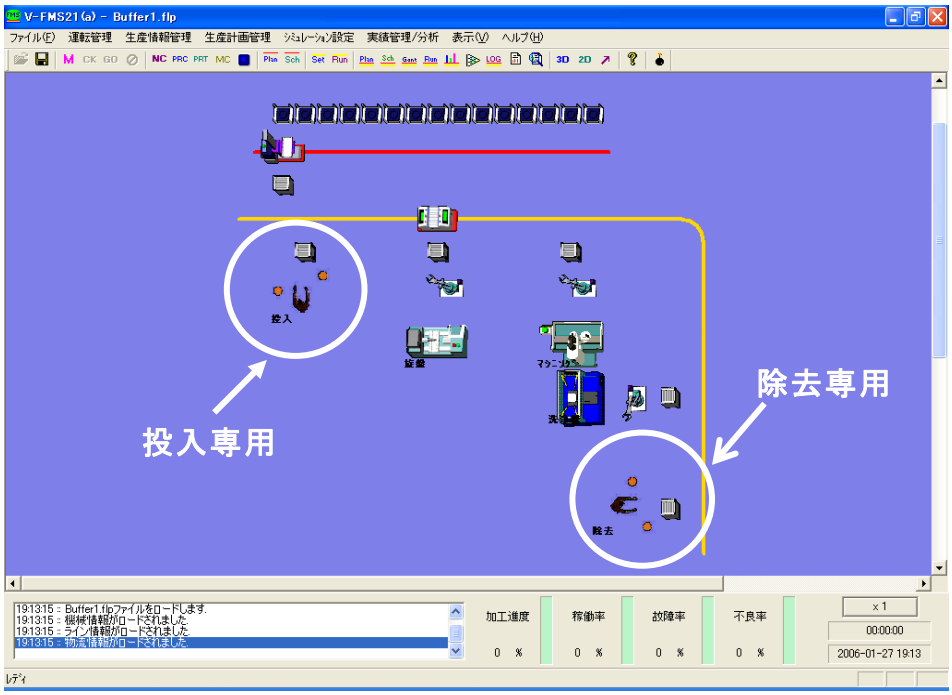


図 6.6 自動倉庫をバッファーシステムとして持つ FMS ラインのレイアウト図

表 6.4 対象工場の生産品目と生産数量および加工時間(工程表示時間単位：分)

製品	A	B	C	D
生産数	1個	1個	1個	1個
注文到着順	1位	2位	3位	4位
投入 (工程1)	5	5	5	5
旋盤 (工程2)	35	10	—	20
マシニング (工程3)	15	—	10	40
洗浄 (工程4)	5	5	—	—
除去 (工程5)	5	5	5	5
全生産時間	65	25	20	70

6.3.2 自動倉庫バッファーシステムの効果評価

上記条件の下で自動倉庫を工程間仕掛在庫の一時保管場所として使用する自動倉庫バッファーシステムで FMS ラインを管理した場合と、自動倉庫を一時置き場として使用しない場合の結果を以下の3点で評価してみましょう。

(1) 総所要時間

(2) 設備稼働率

(3) 設備使用回数

(1) 総所要時間の評価

図 6.7 は左が自動倉庫バッファーシステムによる管理法、右がバッファーシステムを持たない管理法の結果をガントチャートで表示したものです。

生産優先順法が到着優先順であるので、投入工程の欄で左から、製品 A(青色)→ 製品 B(緑色)→ 製品 C(水色)→ 製品 D(黄色)の順になっています。

自動倉庫をバッファーシステムとして使用することにより各設備における待機時間が減り、その分総所要時間が短縮されていることが確認できます。

また、人が作業に当たる投入作業と除去作業についてみると、自動倉庫をバッファーとして使用しない場合は、投入と除去作業に一人ずついないと日程計画が実行できないが、自動倉庫をバッファーとして使用する場合、投入で製品 A,B,C,D の取付け作業をすべて終了したあと、除去で取外し作業を行うことができるので作業者が一人で実行可能となり、省人化が図れることが分かります。



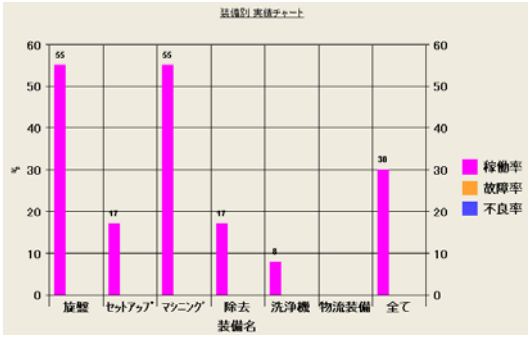
(自動倉庫バッファーシステムを持つ FMS)　　(バッファーシステムを持たない FMS)

図 6.7　自動倉庫をバッファーシステムとして持つ FMS と持たない FMS の日程計画

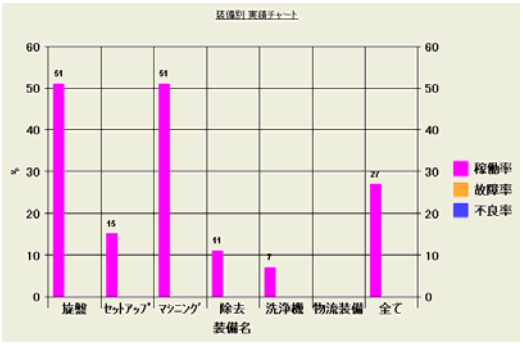
(2) 設備稼働率の評価：設備稼働時間

次に、自動倉庫バッファーシステムが設備稼働時間にどのような影響を与えるかを検証してみましょう。図 6.8 は左が自動倉庫バッファーシステムによる管理法、右がバッファーシステムを持たない管理法の結果を設備ごとの稼働率で表示したものです。

自動倉庫バッファーシステムの方が生産設備全体として稼働率が高くなっており、バッファーシステムの期待効果が確認されます。その分、自動搬送車(AGV)やスタッカークレーン(ASRS)などの物流機器に対する負荷が高まることが予想されますが、結果のデータ上は確認できません。表 6.4 では生産数量が各品種1個ずつとなっている点を考慮すると、生産数の増大がこの現象にどう影響するか検討する必要性を感じます。



（自動倉庫バッファーシステムを持つ FMS）



（バッファーシステムを持たない FMS）

図 6.8 自動倉庫バッファーシステムとバッファーシステムを持たない FMS の設備稼働率

(3) 設備使用回数の評価

先の設備稼働率の評価で運搬機器への影響が確認できませんでした。自動倉庫バッファーシステムでは頻繁に自動倉庫と各生産工程との運搬が生ずるはずです。そこで、今度は設備の使用回数を見ることにしましょう。

表 6.5 は左が自動倉庫バッファーシステムによる管理法、右がバッファーシステムを持たない管理法の結果を設備ごとの使用回数で表示したものです。自働搬送車(AGV)とスタッカークレーン(ASRS)の使用回数を見ると、自動倉庫バッファーシステムでは頻繁に自動倉庫とスタッカークレーンが使用されている様子が確認できます。稼働率が変わらず、使用回数が多いということは運搬距離が短い運搬を頻繁に行っていることの結果であることが予測できます。

以上、総所要時間、設備稼働率および設備使用回数の結果をまとめると表 6.5 のようになります。

表 6.5 自動倉庫をバッファーとして使用する場合としない場合の比較

評価項目		自動倉庫をバッファーとして使用する	自動倉庫をバッファーとして使用しない
総所要時間		7:44:34	8:26:59
稼働時間	AGV	7 分	7 分
	S/C	1 分	1 分
稼働回数	AGV	23 回	20 回
	S/C	14 回	8 回

6.4 各工程専用バッファーシステムの管理法

前節では自動倉庫を各工程の共通の工程間仕掛在庫の一時保管場所として管理するバッファーシステムを検討しました。このシステムでは仕掛在庫を毎回自動倉庫まで運ぶ必要があるために搬送設備の使用頻度や負荷が多くなることが考えられました。そこで、1つの考え方として各工程に共通の保管場所を持つのではなく、各工程専用の保管場所(ステーションと呼ばれる装置)を設けてバッファーシステムとして管理する方法があります。この方法は自動倉庫バッファーシステムに比べ運搬負荷を低減すると共に自動倉庫バッファーシステムより生産設備稼働率向上が期待できます。

そこで、この各工程専用バッファーシステムを採用し、これを効果的に運用するための方法として、各工程にどれだけのバッファーステーションを設置したらよいかを検討する方法を解説します。

対象とする FMS では以下の4品種を表 6.6 の生産手順と生産計画に従って生産する必要があります。



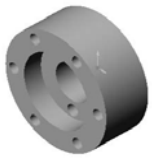
製品 A(Clover-Down)

Order No. 001



製品 B(Head-Down)

Order No. 002



製品 C(Head-Up)

Order No. 003



製品 D(Square-Down)

Order No. 004

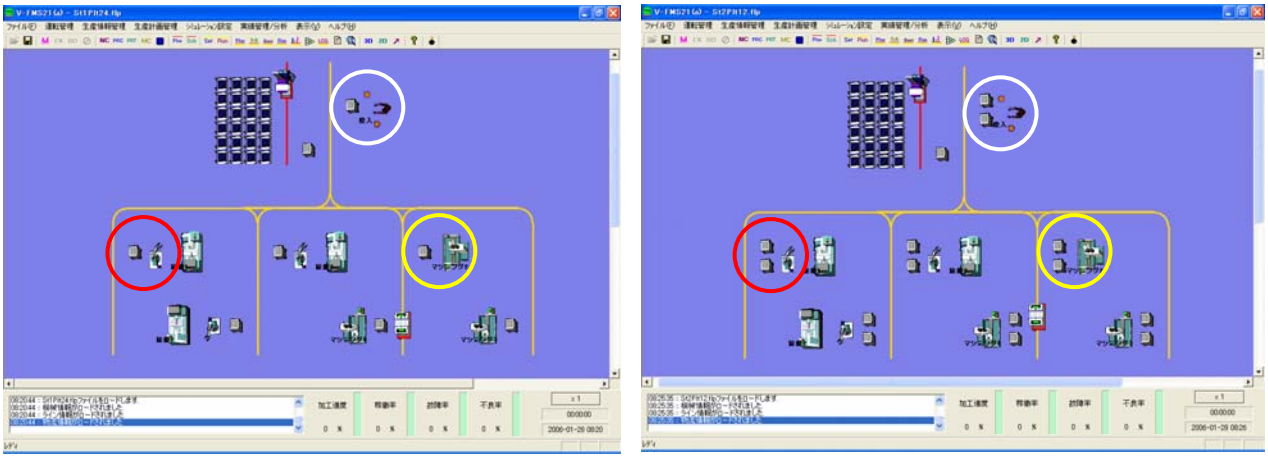
6.4.1 工程専用バッファーシステム適用の条件

対象とする工場には3台の旋盤、3台のマシニングセンター、ワーク設置のための投入ステーションが1台 、そして自動倉庫と AGV のある物流システムで構成されています。

各装備にはすべての工具が備えられていて、旋盤ではすべての旋盤工程を、マシニングセンターでは全てのマシニングセンター工程が処理できます。

以上の設備条件に対して旋盤、マシシングおよび投入ステーションに専用のバッファースペースとして仕掛在庫1個分(1ステーション)と2個分(2ステーション)を設置した場合を検討してみましょう。

図 6.9 の上図は各設備にステーションを各1台ずつ設置した場合のレイアウト図、下図は各設備に各2台ずつのステーションを設置した場合のレイアウト図です。



(各工程にステーションが1個の場合) (各工程にステーションが2個の場合)

図 6.9 工程別専用バッファーシステムのレイアウト図

6.4.2 工程専用バッファーシステムの管理法の評価

表 6.6 に示される4製品を生産優先順位法として先着順(FIFO)で生産優先位を決めると以下のようになります。

製品 D→製品 A→製品 C→製品 B

また、物流機器(AGV、スタッカークレーン)の設定条件は以下の通りとします。

(1) AGV 速度:60m/分

(2) AGV から各工程への Loading/Unloading 速度:5Sec.(秒)

(3) スタッカークレーン速度:60m/分, Loading/Unloading 速度:5Sec.(秒)

(4) 設備故障無し、不適合品の発生なし、パレットは十分ある。

以上の条件のもとで、シミュレーションを行った結果を図 6.10 および表 6.7 に示します。

表 6.6 製品品目と加工手順

製品	A	B	C	D
生産数	3個	4個	4個	3個
到着順位	1位	2位	3位	4位
工程1	設置1 (1分)	設置1 (1分)	設置1 (1分)	設置2 (1分)
工程2	外径1 (2分)	外径1 (2分)	外径1 (2分)	内面 (14分)
工程3	精密加工1(3分)	精密加工1 (3分)	精密加工1 (3分)	精密加工(6分)
工程4	外径2 (2分)	荒削1 (3分)	外径2 (2分)	荒削1 (4分)
工程5	精密加工2(3分)	外径2 (2分)	精密加工2 (3分)	除去2 (1分)
工程6	Milling3 (15分)	精密加工2 (3分)	高内径仕上 (2分)	—
工程7	除去1 (1分)	高内径仕上 (2分)	精内径仕上 (2分)	—
工程8	—	精内径仕上 (2分)	中ぐり (3分)	—
工程9	—	中ぐり (3分)	ドリル1 (5分)	—
工程 10	—	ドリル1 (5分)	ドリル3 (5分)	—
工程 11	—	ドリル2 (7分)	除去1 (1分)	—
工程 12	—	面削 (12分)	—	—
工程 13	—	除去1 (1分)	—	—
全工程時間	27 分	46 分	29 分	26 分

いずれも、左がステーション数1、右がステーション数2の結果です。

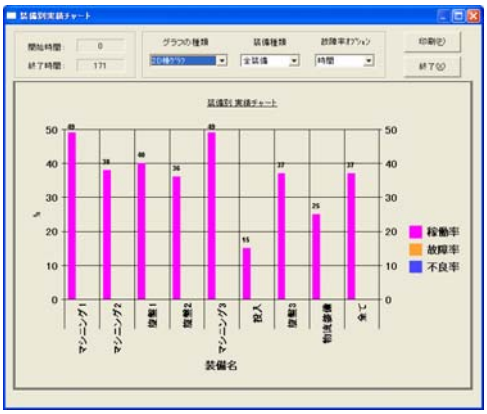


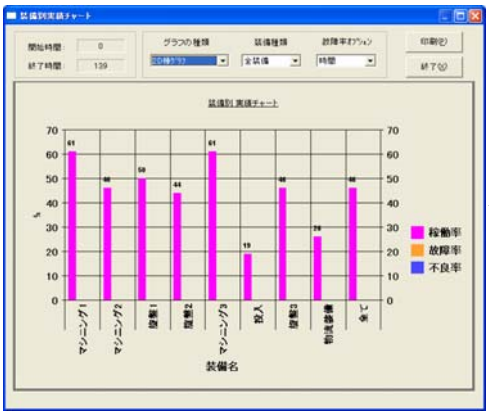
稼働ガントチャート (Station 数:1)



(Station 数:2)

50%





70%

(ステーション数1の結果)　　(ステーション数2の結果)

図 6.10 工程専用バッファーシステムの総所要時間および設備稼働率の結果

表 6.7 ステーション数が1個と2個の場合の結果比較

比較内容＼ステーション数	1個	2個
総所要時間	2時間 51 分 48 秒	2時間 19 分 24 秒
AGV 稼働回数	172 回	149 回
AGV 稼働時間	78 分	69 分
S/C 稼働回数	126 回	80 回
S/C 稼働時間	7分	5分

以上の結果よりステーションが 1 個である場合に比べ2個の場合は以下の効果が確認できます。

(1) 総所要時間は 2 時間 51 分から 2 時間 19 分と 32 分間短縮しています。

(2) 自動搬送車(AGV)の 動作回数が 172 回から 149 回へと 23 回減少しています。

(3) スタッカークレーン(S/C)は 126 回から 80 回へと 46 回減少しています。

7. 工程管理とIT 治具

本章では顧客要望に基づき製品設計された製品図面情報をファミリーツリーを媒体として設計用部品表から製造用部品表に情報展開する過程を商品特性、技術特性および工程特性としての一連の製品特性展開として把握する考え方(第1章図 1.3 参照)を前提に、工程設計および工程管理を進める方法を解説しました。そしてこれらの検討には生産・在庫・運搬の諸計画における創意工夫が業務評価尺度(管理特性)であるリードタイム、仕掛在庫、稼働率に影響をおよぼすことから、これら計画の工夫が各種業務評価尺度に及ぼす影響を簡便に担当者や関係者に「見える化」された形で提示できることの必要性を認識できたと思います。

そこでこれらを実現するための道具としてIT 治具を使用しました。ここで改めてIT 治具と工程管理の関わりを示すと図 7.1 の左部分のようになります。

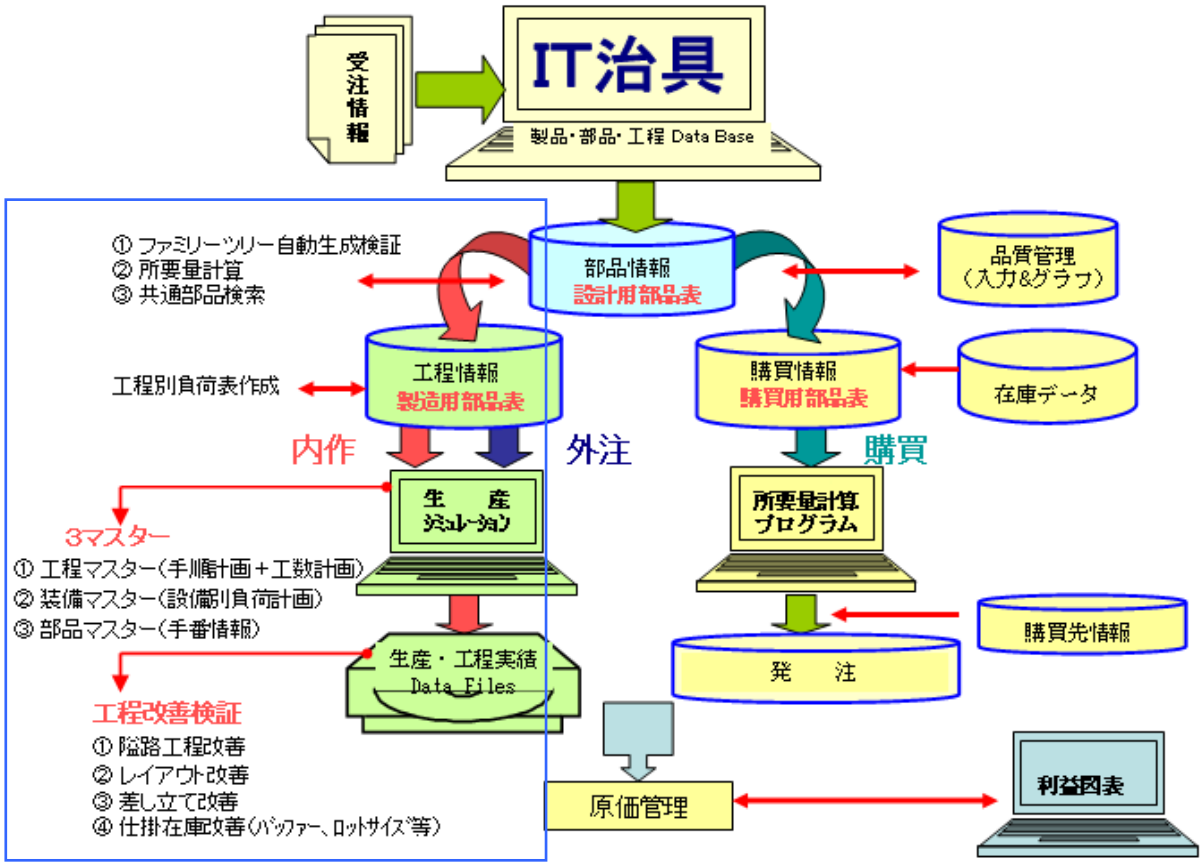


図 7.1 工程管理とIT 治具の関係

参考文献

[1] 古賀久雄、FMS の設計 ; Flexible Manufacturing System、日刊工業新聞社、1985

[2] 村松林太郎、新版生産管理の基礎、国元書房、昭和 58 年、p.53,57,75,270,272

[3] 藤本隆宏、生産システムの進化論-トヨタ自動車にみる組織能力と創発プロセス-、有斐閣、1997

[4] 石井和克、市村隆也、村松林太郎、品質保証のための工程設計法、金沢工業大学研究紀要 A、No.28、1988、pp.33-43

[5] 野中郁次郎、竹内弘高著,梅本勝博訳、知識創造企業-The Knowledge-Creating Company-,東洋経済新報社、1996

[6] 北川賢司,最新設計審査技術、テクノシステム、1987

[7] 石井和克、特殊部品と標準部品とから構成される製品の生産方式に関する研究ーコンクリート系プレファブ住宅の部材生産において複合緩衝を組み込んだ生産システムの設計法-、早稲田大学博士論文、1985

[8] R.ミューサー、十時昌訳、工場レイアウトの技法、日本能率協会、1973

[9] 藤田彰久,新版IEの基礎,建帛社,平成4年、pp.57~85,199-230,257~291

[10] 中井重行、プラント・エンジニアリング、丸善、1985、p.192

[11] New Technology Systems TUTORIAL & 使用説明書、NETS,2005

[12] 稲垣公夫、TOC 革命-制約条件の理論-、日本能率協会マネジメントセンター、2002

[13] 横屋俊一、制約理論(TOC)とは？パワーポイント資料、2007

[14] 千住鎮雄、川瀬武志、佐久間章行、中村善太郎、矢田博、作業研究－経営工学シリーズ 14－[改訂版]、日本規格協会、1987、pp.117-138

[15] 情報マネジメント学科、平成 23 年度工学専門実験・演習ⅠⅡⅢ指導書、金沢工業大学、2011、pp.Ⅱ1-Ⅱ62

予習課題

1. あなたの工場または生産職場における工程設計の要素(人、資材・部品、機械設備など)を具体的に列挙してください。
2. あなたの工場ではどんな計画が、どのような名前で呼ばれていますか。
3. あなたの工場は連続生産形態でしょうか、個別生産形態でしょうか。
4. 現在、あなたの担当する職場や生産設備、あるいは工場では1週間、あるいは1ヶ月間で何種類の生産品を何個程度生産していますか。また、その「生産優先順位」はどのように決めていますか。その時、悩むことがあったら箇条書きに列挙してください。
5. あなたの担当する生産職場で生産されている品種、その品種の生産手順を図 3.2 と 3.3 に習って記述してみてください。
6. あなたの生産現場における部品表を作って別途配布するファイルに入力してみてください。
7. あなたの工場では通常、何品種位を日程計画の際に考えなければなりませんか。
8. あなたの生産工場や職場で現在使用されている生産優先規則はどのような方法でしょうか。
9. あなたが日程計画を決定する際に用いる評価尺度はどのようなものですか。その尺度の内容とその採用理由を説明してください。
10. あなたが作成した部品表を基に日程計画案を作成して、あなたが現状で作成している日程計画の問題点を考察して、改善方法を提案してください。
11. あなたの生産職場や工場で計画通り生産活動が進まない原因がありましたら、出来るだけ挙げて見てください。また、そのようになった場合の対処策を挙げてください。
12. あなたの担当する生産職場の機械毎の故障率と不良率を調べてください。
13. あなたの工場または職場ではどんなﾊﾞｯﾌｧｰｼｽﾃﾑがあるか p.62 の「表 4.1 緩衝機能(バッファーシステムの事例)」を参考にして探してみてください。
14. あなたの工場の P－Q チャート(図 5.1)を作成して見て下さい。
15. あなたの工場や職場のレイアウトのパターンは図 5.2～図 5.4 のどれに該当しますか。
16. 現在あなたの工場のレイアウトに関する問題点を列挙して下さい。
17. 現在あなたの工場または職場のネック工程を調べてその工程の負荷量の平均値と変動幅および稼働時間を調べて下さい。
18. ネック工程に対する負荷平準化方策として取られている内容を調べて下さい。
19. 以上の各演習課題を通じ、あなたの工場または職場で実際に起こっている問題を取り上げて解決法を検討してください。

なお、予習結果は以下のフォーマットで作成準備して講義日に持参して下さい。

予習課題の解答作成フォーマット

第2章予習課題・気づきワークシート			
予習課題番号	自社の結果	他社の参考になった事例	受講後の気づき・成果
1			
2			
～			

以上

第3章　部品表による
購買・外注管理

第3章 部品表による購買・外注管理

1. 部品表と部品展開

前章までは顧客の要望を製品設計に反映した上で、製品の構成部品の標準化と組立、加工の手順を検討し、工程設計と図面管理の結果として得られる生産手順を基に日程計画により納期の維持と生産活動の経済性向上を図るための課題とその検討方法を解説してきました。しかし、この日程計画が予定通り進むためには生産に必要となる購買資材や部品、および外注品の納入が的確に行われることが前提になります。つまり、生産計画には能力計画、手配計画、日程計画の3種類があり、先に検討した日程計画は手配計画を前提にして立案されることからも、購買・外注管理における手配計画の問題は日程計画との関係からその重要性が理解できると思います。

本章では手配計画の視点、特に発注方式を中心として購買・外注管理の課題とその解決法について以下の点を解説します。

(1) 製品設計の結果を、ファミリーツリーを通じて購買品あるいは外注品に区分し、製品の生産計画情報から部品展開して部品の所要量を求める方法
(2) 所要量に手持在庫を加味し、発注量を決定する方法
(3) 複数の工程、あるいは複数の業務間で発注量を調整決定する多段階の発注方式

1.1 発注とは

(1) 発注の目的と生産活動支援への役割

一般に外注企業や購入先に部品や資材の必要量を要求することを「発注」もしくは「納入指示」といいます。そしてその目的には少なくとも以下の4点の決定・指示が含まれます。

① どの発注先が、
② 何を、
③ 何時までに、
④ どれだけのものを
納入すべきか、です。

一方、①の発注先が社内の工場や工程であるときは「生産指示」と呼ばれることがあります。従って、発注も生産指示も②から④は同じであり方法論も変わりません。

発注方式が生産活動に果たす役割は次の3点です。

① 生産計画を円滑かつ経済的に遂行するために、必要な時期に必要な量の資材や

部品が準備できるようにすること、

② できるだけ製品、仕掛品、資材や部品の在庫量を削減し、在庫費用を低減しうるようにすること、

③ 発注の時期や発注量が変動して発注先の生産活動や調達活動に悪影響を与えない、安定した発注指示を行うこと。

(2) 購買と外注の違い

私たちは「購買・外注」という表現をよく使いますが、その違いはどういうことでしょうか。その違いを明確にすることで管理活動を的確に行えるとともに、その改善もより効果的になるでしょう。

購買は提供者の成果である『もの』を買うことに対し、外注はその可能性としての『能力』を買うことと言われます。従って、第1章第3節の図面管理の節で触れましたが、購買品には一般的に図面の提示がありませんが、外注品については図面の提示が必要になります。このような点からも購買と外注を区別する必要性があります。さらに、外注には以下の3つの利用目的がありますので、その目的に応じた外注管理が必要になります。

① コスト

社内で生産するコストに比べ外注先のコストの方が安い場合に外注を利用することがあります。この場合、外注先の**コスト**情報を的確に把握しておく必要があります。

② 品質

特殊な加工や組立技術を必要とするため自社内の生産工程の品質能力では生産できない場合に外注を利用することがあります。この場合、外注先の**工程能力**の把握が重要になります。

③ 能力余裕

受注量が急激に増加し、生産能力不足に対する対策として設備投資を検討する際に、需要の将来に対する見通しが充分でない場合、一時的に外注を利用し、需要動向を見定めることがあります。この場合、外注先の**生産余力情報**の把握が重要になります。

1.2 所要量計算

ある期間に生産すべき製品の種類と数量が生産計画で決められると、この生産計画を達成するために必要な資材、部品、構成品の所要量が計算され、その結果に手持在庫量を調整して発注が行われます。この関係を図示すると図 1.1 になります。

1.2.1 部品表:Bill of Material(B/M または BOM)

これまでに部品表という言葉は何度となく出てきました。部品表は B／M(ビーエム)とか BOM(ボム)などと呼ばれることもあります。

発注業務に関連して使用される部品表には以下の2つの種類があります。

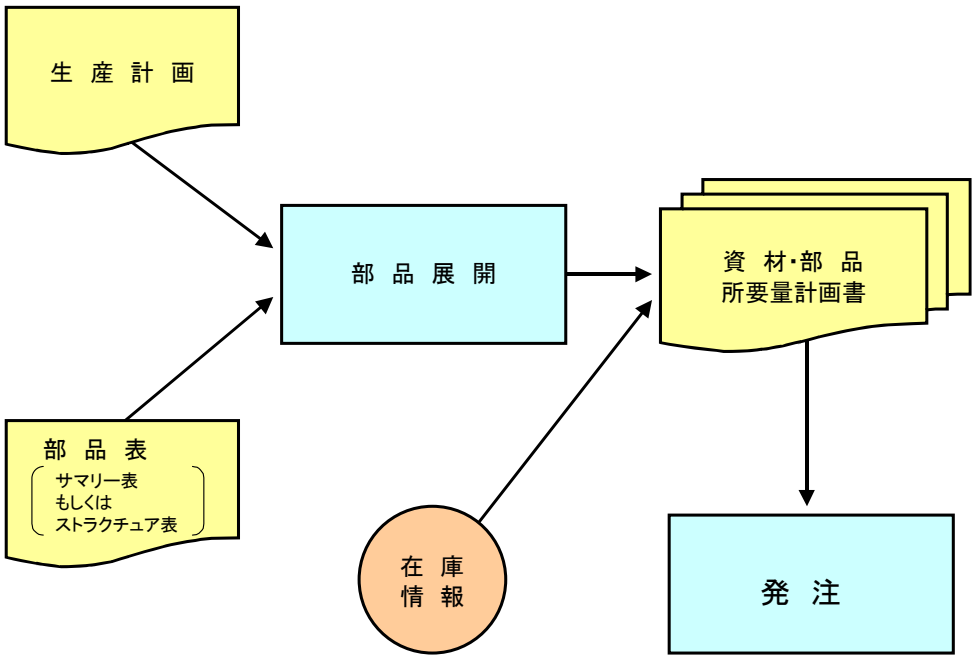


図 1.1 所要量計算の手順[1] (村松、新版生産管理の基礎、p.127)

(1) サマリー部品表

製品の部品構成が比較的単純で、中間組立部品在庫を持たないような場合に用いられます。

(2) ストラクチャ部品表

製品の部品構成が複雑である時や共用部品が多く、中間組立部品在庫を持つような場合に用いられます。

これらの部品表には各最終製品を1単位作るのに、その製品に必要な部品、構成品がおのおの何単位必要かの関係を示す情報が表示されています。

1.2.2 サマリー部品表と所要量計算

サマリー部品表とは部品の構成関係や相互関係の情報を含めず、最終製品1単位に必要な部品名と各部品の必要数量を表示したものです。表 1.1 はサマリー表の例です。

表 1.1 の例では、製品 A を1単位作るためには、部品 a、b、c、d、e、f をそれぞれ1単位、5単位、3単位、8単位、10 単位、4単位必要であることを示しています。製品 B、C も同様に各1単位作るために部品 a から f までの必要単位数量が一覧できます。従って、今、この工場での生産計画として製品 A, B, C をそれぞれ1単位づつ生産する場合を想定する

表 1.1 サマリー表の例[1] (村松、新版生産管理の基礎、p.127)

部品名(コード)＼製品名(コード)	A	B	C	・・・・
a	1	10	6	
b	5	8	9	
c	3	7	11	
d	8	4	2	
e	10	0	4	
f	4	6	5	

と、必要となる部品 a～f の数量は以下のように求まります。

部品 a:1(製品 A 用)＋10(製品 B 用)＋6(製品 C 用)＝17 単位
部品 b;5(製品 A 用)＋8(製品 B 用)＋9(製品 C 用)＝22 単位
部品 c:3(製品 A 用)＋7(製品 B 用)＋11(製品 C 用)＝21 単位
部品 d:8(製品 A 用)＋4(製品 B 用)＋2(製品 C 用)＝14 単位
部品 e:10(製品 A 用)＋0(製品 B 用)＋4(製品 C 用)＝14 単位
部品 f:4(製品 A 用)＋6(製品 B 用)＋5(製品 C 用)＝15 単位

この結果から、現在の各部品の手持ち在庫量を差し引いて発注量が定まります。もし、製品の生産計画量が変動したり、発注先の納入遅れや不適合品の混入が心配な場合は、そのための安全在庫を加味することになるでしょう。

1.2.3 ストラクチャ部品表と所要量計算

ストラクチャ部品表は単に数量情報だけではなく、親部品と子部品という関係で全ての構成を表示したものです。このストラクチャ部品表はすでに紹介したファミリーツリーを基に作成されます。

そこで、第1章の「オムライス」の例を使ってストラクチャ部品表とこれを使った発注量計算法について解説します。図 1.2 はオムライスのファミリーツリーです。これをストラクチャ部品表に表したものが表 1.2 になります。従って、ストラクチャ部品表とファミリーツリーは同じ製品と部品を表現するための表と図の関係であり、表裏一体のものということになります。

表 1.2 から分かることは、オムライス1人前は皮1枚、チャーハン 90 ㌘ およびケチャップ大さじ1杯を構成品とし、さらに皮1枚は卵2個と牛乳大さじ2杯から、チャーハンはご飯 80 ㌘ とハム1枚で生産されます。従って、購買または外注の対象になる単一部品は以下の6点になります。

① 卵
② 牛乳
③ ご飯
④ ハム
⑤ ケチャップ
⑥ 皿

なお、ご飯は前日の残りものと考えてください。

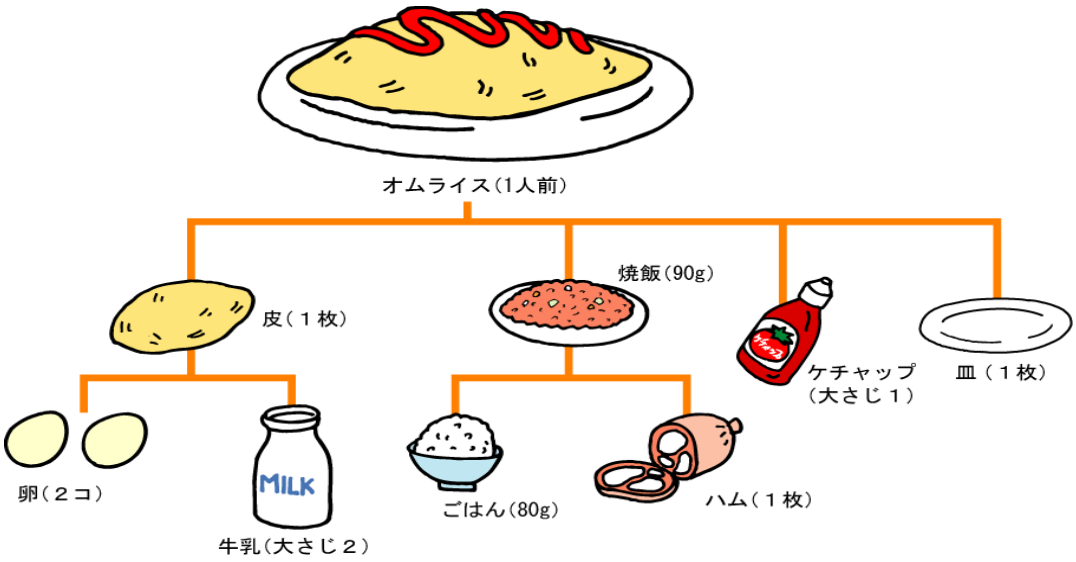


図 1.2 オムライスのファミリーツリー[2]

(平野裕之監修、MRP システム導入マニュアル第2巻学習編(ビデオ)、日刊工業新聞(1987)に加筆)

表 1.2 オムライスストラクチャ部品表(数量は1人前)

親部品		オムライス		皮		チャーハン	
子部品	数量	皮	1枚	卵	2個	ご飯	80g
		チャーハン	90g	牛乳 大さじ	2杯	ハム	1枚
		ケチャップ 大さじ	1杯				
		皿	1枚				

この情報を先に解説したサマリー部品表で表示するとどうなるでしょうか。表 1.3 がオムライスのサマリー部品表になります。

表 1.3 オムライスのサマリー部品表

製品＼部品	卵	牛乳	ご飯	ハム	ケチャップ	皿
オムライス	2個	大さじ2杯	80 ｸﾞﾗﾑ	1枚	大さじ1杯	1枚

表 1.2 のストラクチャ部品表を使って以下の問題を考えてみましょう。

4人前のオムライスを生産します。条件は以下の通りです

① 在庫として卵は現在冷蔵庫に4個あります。

② 中間組立品として皮が2枚冷蔵庫にあります。

以上の条件で、卵をいくつ買いに行ったら良いか、という発注(購買)問題を考えてみましょう。

まず、表 1.3 のサマリー部品表を使うと簡単そうですから、これを使って検討してみましょう。

オムライスが4人前ですから、卵の必要量は、

4人×2個(オムライス1人前に必要な卵の単位数)＝8個

冷蔵庫に卵の在庫が4個ありますから、これを差し引いて、買いに行く卵の数量は、

8－4＝4個

これで正解でしょうか？

次に、ストラクチャ部品表を使った発注量計算を行ってみましょう。

この方法はレベル・バイ・レベル法と呼ばれる方法です。この方法は表 1.4 のような表を使って計算します。

表 1.4 オムライス4人前を作るのに必要な卵の購入(発注)量

部品名	要求量				冷蔵庫内の手持在庫量	正味所要量	子部品の構成							
	ﾚﾍﾞﾙ0	ﾚﾍﾞﾙ1	ﾚﾍﾞﾙ2	ﾚﾍﾞﾙ3			部品	数量	部品	数量	部品	数量	部品	数量
ｵﾑﾗｲｽ	4				0	4人前	皮	1	ﾁｬｰﾊﾝ	90	ｹﾁｬｯﾌﾟ	1	皿	1
皮		4			2→0	2	卵	2	牛乳	2				
ﾁｬｰﾊﾝ		360			0	360g(4人前)	ご飯	80	ﾊﾑ	1				
ｹﾁｬｯﾌﾟ		4			0	4杯(大さじ)								
皿		4			0	4枚								
卵			4		4→0	0								
牛 乳			4		0	4杯(大さじ)								
ご 飯				320	0	320g								
ハ ム				4	0	4枚								

この表の作り方は以下の通りです。

① 最左欄の「部品名」欄には上から、ストラクチャ部品表の親子関係に基づき「親→子」の順に製品、部品名を列挙していきます。

② 最右欄の「子部品の構成」欄にはストラクチャ部品表の親子関係に基づき親部品1単位を作るのに必要な子部品の単位数量を列挙します。
例えば、オムライス1人前は皮1枚、チャーハン90㌘、ケチャップ大さじ1杯を必要とします。次に、皮1枚は卵2こと牛乳大さじ2杯を必要とします。

③ 製品および部品に関する手持在庫情報を中央の「冷蔵庫内の手持在庫量」の欄に記入します。

④ 次に、左から2番目の「要求量」の欄のレベル0のオムライスの部分に製品の生産量「4人分」を記入します。この生産数量に対して、まず手持在庫で対応できないかを確認します。表ではオムライス在庫、つまり作り置きはありませんので、その右の「正味所要量」の欄にオムライスの必要数量の4人分を記入します。

⑤ オムライス4人前の必要量をレベル1のオムライスの子部品の欄に記入します。オムライスの子部品である皮はオムライス1人目で1枚必要ですから、4人前で4枚必要になります。チャーハンおよびケチャップも同様です。

⑥ レベル1の皮4枚に対し、皮の手持在庫は2枚ありますから、皮の正味所要量は、
4－2＝2枚
になります。この時、皮の手持在庫は全て消費されますから、手持在庫は2→0となります。

⑦ 皮2枚を作るのに、その子部品の卵と牛乳をどれだけ必要かを求めて要求量のレベル2の欄に記入します。皮1枚に卵2個ですから、皮2枚作るためには卵4個が必要になります。

⑧ 卵4個の要求量に対し、卵の手持在庫量は4個ですから、これを引き当てて正味所要量は、
4（手持在庫）－4（要求量）＝0（正味所要量）、
この時、卵の手持在庫量は4→0となります。

⑨ 卵はその他の中間組立部品には使われていませんので、ここで卵の正味所要量、すなわち購買数量は「0個」となります。

以上のことから、サマリー部品表で求めた卵の購買数量4個とストラクチャ部品表で求めた購買数量0個の差はどこから出てきたのでしょうか。

ポイントは皮の在庫量、すなわち中間組立部品在庫の情報がサマリー部品表には無いので、このような差が生じました。

みなさんの職場や工場でこのような問題は生じていませんか。一度、点検してみてください。

以上の手順が所要量計算ですが、実際の業務では部品点数も多く、計算量も多いのでこの手順を図 1.3 に示す IT 治具の右側部分の「購買・外注部品表」を使って、本来検討しなければならない在庫量の削減や品切れ防止策としての安全在庫量の決定法、発注量や在庫量変動の削減のための方法について工夫をする時間を作り出し、有効な方法を考え出して実行することが顧客価値創造のための購買管理になるでしょう。

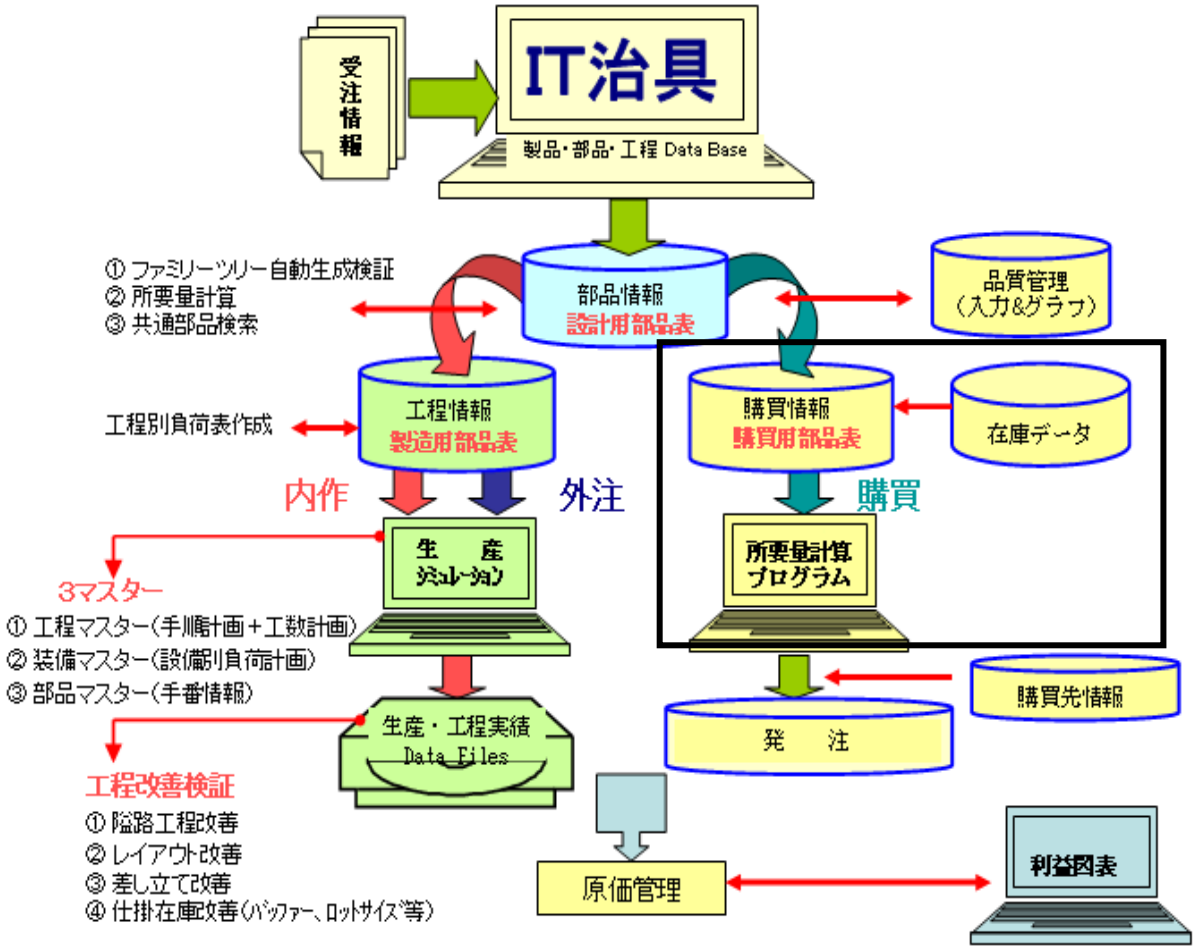


図 1.3 所要量計算にける IT 治具の役割

2. 発注方式と在庫管理

前節では製品の生産計画、部品表および在庫量の情報を基に発注量を求める所要量計算について解説しました。本節では、この所要量を具体的にどのように発注していくかについて在庫管理の視点から代表的な発注方式の解説を行います。

2.1 在庫の種類と発注方式の評価尺度

(1) 在庫機能と種類

在庫とは「物」が一時的にある場所に留まる現象を指します。この在庫には図 2.1 に示すように発生する位置によって製品在庫、中間仕掛在庫、資材在庫というように区別されることがあります。このことはこれまでの製品設計から工程設計、購買・外注の各業務の連携をファミリーツリーで情報共有することの関係から解説を行って来ました。すなわち、ファミリーツリーの製品、中間組立部品、単一部品という区分は在庫区分の製品在庫、中間仕掛在庫、資材在庫に該当します。

一方、在庫という現象の発生原因は第2章の生産工程における仕掛在庫の部分で解説しましたが、納入速度と消費速度の変動から在庫発生や品切れが起こることによるものでした。このことから品切れが起こることを防止するために在庫によって調整を行う機能をもたせた在庫を緩衝在庫(バッファー)といい、生産活動や調達活動において品切れによる納期遅延や工場や生産設備の稼働率低下を防止して信頼性や経済性を向上するための在庫管理が重要性を持って来ます。

購買・外注管理においては中間仕掛在庫および資材在庫が主な対象になります。

(2) 発注方式の評価尺度

それでは、信頼性と経済性を兼ね備えた発注方式を工夫し、改善効果を上げるための努力の結果の評価はどのような尺度(物差し)で行えば良いのでしょうか。以下に代表的なものを上げておきます。みなさんの会社ではどのような評価尺度が購買・外注管理業務において設定されているでしょうか。この尺度が明確でないと、業務改善は進みませんし、そのための努力や創意工夫の結果の評価が組織的知識創造につながって行かないことになりますので、購買・発注業務遂行上重要な問題になります。

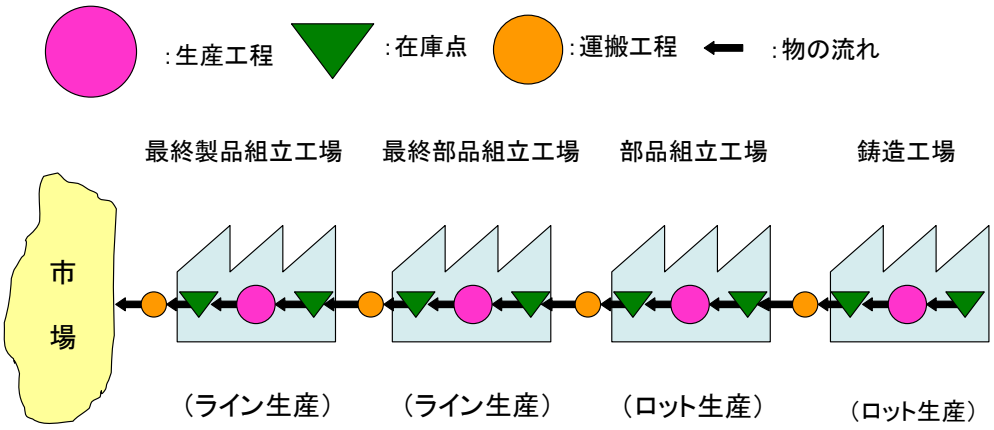


図 2.1 各種の在庫発生現象[3]
(秋庭他、生産管理システムの設計、p.105)

(3) 関連費用

信頼性の面からは品切れや納入遅れに対する損失費用などがあります。経済性の面からは在庫費用、発注費用、発注管理費用(情報収集や各種指導に関わる費用)などがあります。これら諸費用を総計して最小化をはかるという考え方です。

① サービス率

費用最小化の方法における品切れや納期遅れに対する損失費用の見積もりが困難であるので、以下に示すようなサービス率を定義してそれに一定の目標水準を設定する方法で、費用とは別の尺度を併用するという考え方です。

サービス率＝受注中品切れを起こした回数÷総受注回数

あるいは回数の代わりに数量、金額および数量と時間の積を用いる場合もあります。

② 発注量・在庫量の変動

発注量変動が大きいと発注業務の変動や発注管理費用の増大を招き、ひいては発注先の操業度を不安定化することにより協力関係が損なわれるなどの利害関係者への配慮から、発注量変動を押さえる。一方、在庫量変動が大きいと一定の安全在庫(バッファー)の下でのサービス率が減少することから、一定のサービス水準を維持するための安全在庫を減らすためには在庫量変動を小さくする必要があることから、サービス率向上と安全在庫水準の低減の両方を目指して在庫量変動を押さえるという考え方。

2.2 基本的な発注方式

発注方式として最も基本的なものには表 2.1 に示す2つの方式があります。実際に現場で使用されている発注方式はこれらを変形したり、組合せたりしたものですが、その適用方法の管理や改善を行う場合には、これら基本的な発注方式の特徴を正確に理解しておくことが必要です。

表 2.1 定量発注方式と定期発注方式の特徴

方式名＼特性項目	発注間隔	発注量	適用上の注意点
定量発注方式	変化	一定	(1) 在庫調査期間の影響 (2) 需要量変動に傾向がある場合 (3) 対象とする品目および在庫段階
定期発注方式	一定	変化	(1) 予測誤差の影響 (2) 発注量変動の制御

(1) 定量発注方式

この方式は図 2.2 に示すように予め発注点と呼ばれる在庫水準を設定しておき、入出庫の際に在庫記録を更新して手持在庫量が発注点に達したか否かを判断し、在庫量が発注点を下回っていれば予め決めておいた発注量をその時点で発注する方式ですから、需要量が変動していれば発注間隔が不規則に変化しますが、発注量は常に一定になります。

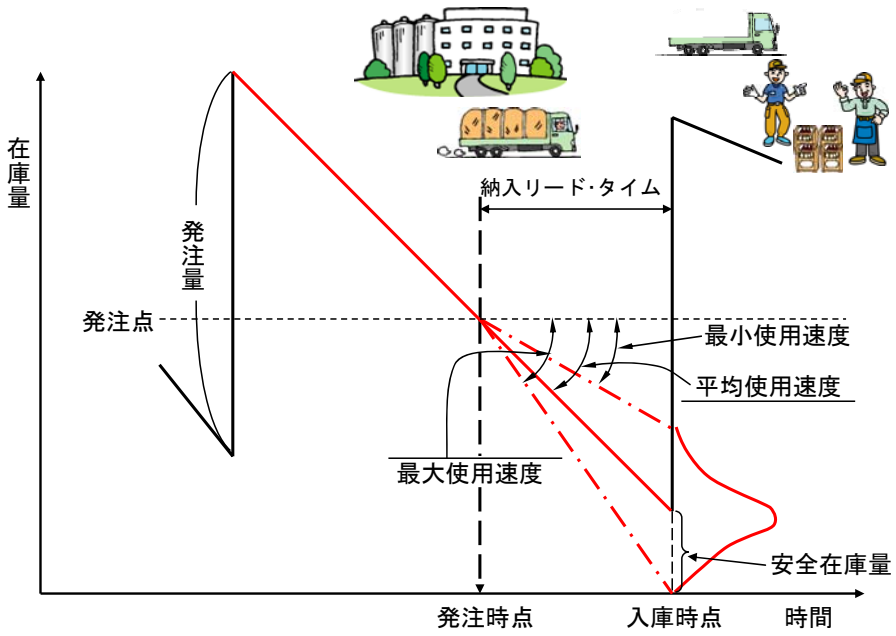


図 2.2 定期発注方式のメカニズムと在庫推移[1]
(村松、新版生産管理の基礎、p.140)

この方式を採用するための前提条件は以下の2点です。

① 発注時点から納入時点までの期間である納入リードタイムが見積もれること、

② 納入リードタイム中の消費量が統計的に平均とバラツキが変化しないこと。

また、この方式の設計上のポイントは以下の2点です。

① 発注量の決定法

定量発注方式は予め発注量(発注ロットサイズ)を決めておく必要がありますが、その発注量を決定(設計)する際には以下の2点を考えて行う必要があります。

＊ 発注量を大きくすると発注回数や段取り回数が減り、オペレーションコストは安くなる、

＊ 発注量を小さくすると平均在庫水準が減少し、在庫維持コストは少なくなる。

上記の2つの費用を考慮して合計費用を最小化する発注ロットサイズを決定する方法が経済的ロットサイズと呼ばれる発注量の決定方法です。この方法を採用するためには在庫情報以外に発注業務に関わるコスト情報ならびに在庫保管や維持に関わる在庫コスト情報が必要になります。これらの情報が得られると図 2.3 に示されるような「最適経済発注量」が求められます。

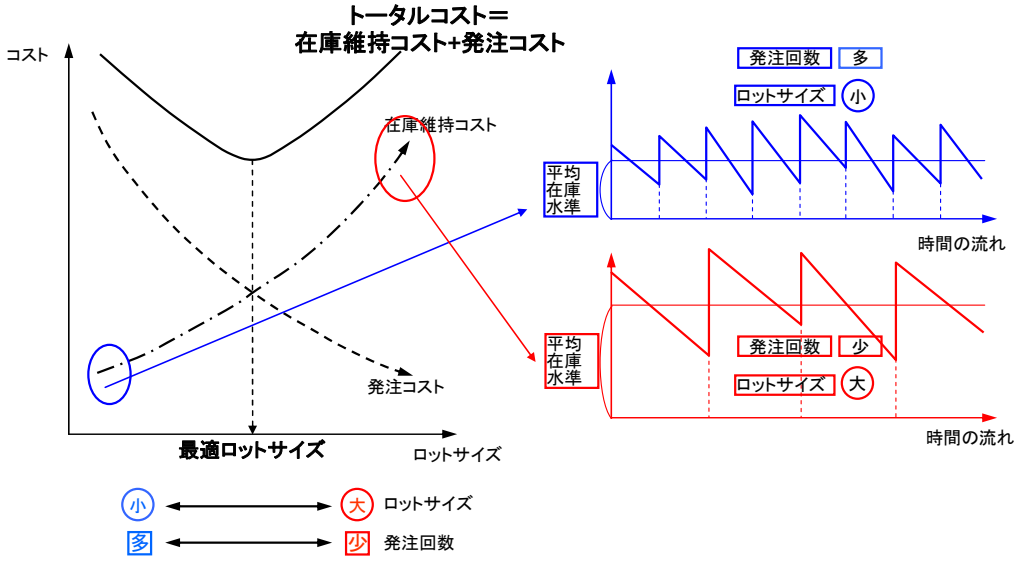


図 2.3 経済的ロットサイズ(最適ロットサイズ)決定の考え方

② 発注点の決定法

発注点の決め方は図 2.2 に示されるように、納入リードタイム中の使用量と最大使用速度を考慮した安全在庫量から決定されます。安全在庫量を決定する際には最大使用速度と最小使用速度について過去のデータから納入リードタイム中の使用量分布を知る必

要があります。この分布に基づき、品切れ率を設定する必要があります

表 2.1 の適用上の注意点は具体的には以下の内容になります。

① 在庫調査期間の影響

定量発注方式では手持在庫量が発注点を切ったかどうかを常に調査しておかなければならないので、納入リードタイムに比べて在庫調査期間が無視できるほど小さければ、入出庫の都度、手持在庫量を更新して発注点との比較をするだけで良いことになります。しかし、在庫調査期間が長い場合、あるいは入出庫の都度在庫調査をすることが費用上好ましくない場合は、ある長さの調査期間を設けることがあります。この場合は納入リードタイムに在庫調査期間を考慮して(通常は在庫調査期間の半分)を加えて発注点を決める必要があります。

② 需要変動に傾向がある場合

需要変動に増加傾向や減少傾向などの変動要素がある場合には、一定の発注点では品切れや在庫増大を招く方式であるため、注意を必要とします。対策としては需要変動に対する的確な情報収集と発注点のタイムリーな変更が考えられます。

③ 対象とする品目と在庫段階

定量発注方式では発注間隔が変動するため、生産活動が一定の計画間隔ごとに立てられるような工程や発注先に対しては好ましい方式ではありません。また、納入リードタイムが不安定な品種や発注先の場合よりも、常備品や一般市販品のようにほぼ安定して納入される品目に適しています。

(2) 定期発注方式

定期発注方式は絶えず期末在庫量を一定水準に保つようにフィードバック制御の機能を持った発注方式で、予め定めた発注間隔に対し、必要量を予測量あるいは受注量として毎回算出し、納入リードタイムを考慮して期末在庫を引き当てた上で発注量を算出します。この方式の在庫量推移図を図 2.4 に示します。図 2.4 から分かるように、この方式ではある発注時点から次の発注時点までの間隔である「発注間隔」が常に一定であり、ある時点で発注したものは一定の納入リードタイム(L 期)経過後の時点に納入される方式です。

定期発注方式における納入リードタイムとは要求もしくは発注時点から納入もしくは入庫時点までの期間を指します。図 2.4 では、

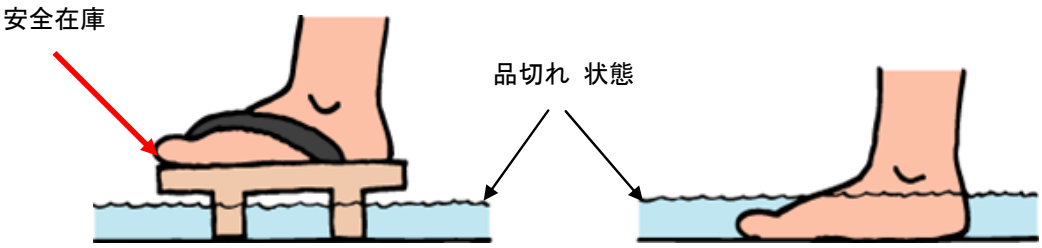
＊ 期末発注、

＊ 期首納入

の方式をとっています。つまり、t 期末に発注して、t+1 期首に納入する場合の納入リードタイムはゼロであり、t 期末に発注して、t+L+1 期首に納入する場合の納入リードタイムはＬとなります。

発注間隔は通常生産計画を立案する計画期間の長さから決定されます。例えば、月度生産計画においては発注間隔を月度生産計画に合わせることにより計画の同期化が図れて都合が良いでしょう。

縦軸は在庫量を示しています。ノコギリ型をした線が在庫量の時間的推移状況です。上記の発注間隔からノコギリの目のピッチは等間隔ですが、高さが違います。これは毎回の発注量が違うからです。右下がりの部分は在庫が消費されて減っていく様子を示しています。直線ですから消費スピードが期間中、一定であることを示していますが、消費スピードが変化しても問題の本質は変わりません。各期間で在庫量が最大になるのは期首、最小になるのは期末です。これは期末発注、期首納入で作図しているからです。従って、発注方式の評価尺度で問題になった品切れの問題は最小在庫量である期末在庫量がポイントです。期末在庫量がプラス、つまり手持在庫状況にあれば品切れが生じませんが、これがマイナスになると品切れの発生となります。これを防止するために安全在庫(バッファー)を設ける訳です。つまり、安全在庫とは期末在庫に「下駄を履かす」ことになります。



発注方式の評価尺度の解説の際に「期末在庫量変動の減少」という管理方法を紹介しましたが、図 2.4 で期末在庫量が各期で変動した状況を想像すると、この変動が大きい時はたくさんの在庫を持つ状況と、逆に在庫が少なすぎて品切れる状況とを繰り返すことになりますから、最も少ない期末在庫状況に応じた安全在庫量の設定が必要になります。つまり、安全在庫を減らし、品切れを減らしてサービス率を向上することは期末在庫量変動を抑えることで解消することになるわけです。

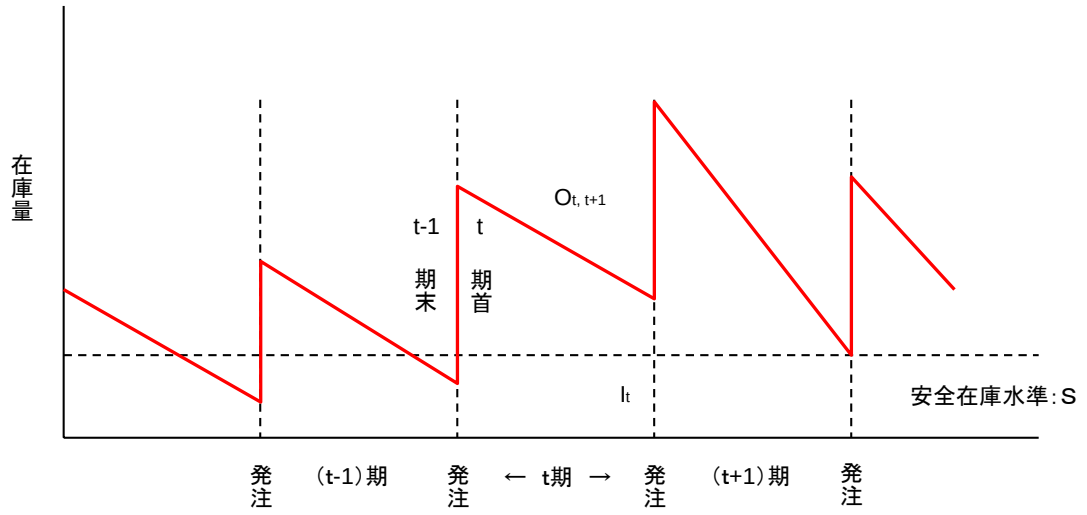


図 2.4 定期発注方式のメカニズムと挙動
(リードタイム＝0:即納の場合)[1]
(松村、新版生産管理の基礎、p.145)

定期発注方式を適用する際の注意点には以下のことが上げられます。

① 予測誤差の影響

定期発注方式の期末在庫量のバラツキに対して安全在庫量の設定を考える必要があります。この期末在庫量のバラツキは納入リードタイム中の総予測誤差のバラツキで決まるということが理論的に分かっています。従って、需要予測情報を使って定期発注方式の発注量を決定する際には、予測方式に基づく予測誤差については予測時点だけの誤差ではなく、納入リードタイム中の合計予測誤差に注意を払う必要があると言うことです。

② 発注量変動の制御

定期発注方式は発注間隔が一定であるため、需要量が変動すると発注量の変動が生じます。さらに、この方式では期末在庫情報を発注量算定の際に考慮してフィードバック機能を有していることから、この在庫情報の使い方を誤ると発注量変動をさらに増幅する結果となります。この点を充分検討する必要があります。

2.3 その他の発注方式

定量発注方式と定量発注方式以外の発注方式を簡単に解説します。

(1) 2(ダブル／ツー)ビン方式

図 2.5 に示すように一定量を収容できる2つの箱(箱1と箱2)を準備し、まず初めに2つ

の箱を在庫品で満たしておきます。出庫要求があると、一方の箱(箱1)から出庫します。このように箱1から出庫し続け、箱1が空になったら箱1を満たす分だけ発注をします。それと同時に箱2から要求量を出庫し始めます。発注分が入庫したら空になっている箱1に貯蔵します。箱2が空になったら今度は箱1から出庫すると同時に箱2を満たすだけ発注をします。

以下この手順を繰り返して行きます。

2ビン方式の最大の特徴は、現品管理を行う点です。その他の発注方式のように在庫情報の更新や整備する必要はなく、現場の責任で発注時点の確認と発注が行える点です。

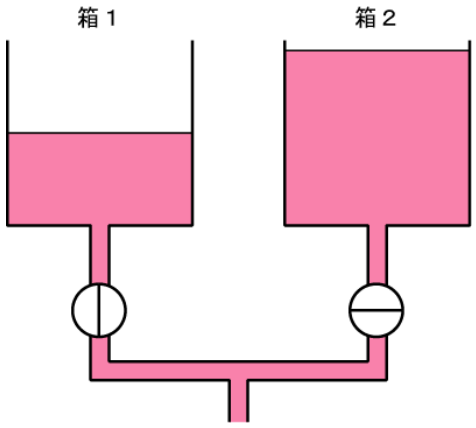


図 2.5 2ビン方式の概念図[1](村松、新版生産管理の基礎、p.149)

(2) 最大在庫量を制御する方式

在庫補完スペースに制限があり、どうしても最大在庫を制御しなければならないような在庫管理の発注方式を紹介します。この方式では「有効在庫量」という情報を用います。有効在庫量とは以下のように手持在庫量と発注済みではあるが未納入の発注残を合計したものを言います。なお、注文を受けた際に手持ち在庫が無く、品切れが生じた場合に発注者が納入を猶予してくれるような場合には、その量である受注残を差し引くような処理も考慮すると、以下のように有効在庫量が計算されます。

有効在庫量＝手持在庫量＋発注残(Stock on order)―受注残(Back order)

手持在庫(量):現在手元にあり、即座に要求(需要)に対応できる在庫

発注残:現在手元には無いが、すぐに(遅くともリードタイム後)には入荷する事が判っている量

受注残:受注時に品切れた量

図 2.6 にその方式としてS-s-T 方式を示します。左には定量発注方式の在庫推移図を参考までに示します。図 2.2 と比較してみると有効在庫量の意味が良く理解できると思い

ます。

S-s-T 方式は定量発注方式と定期発注方式を融合させたような複合方式です。

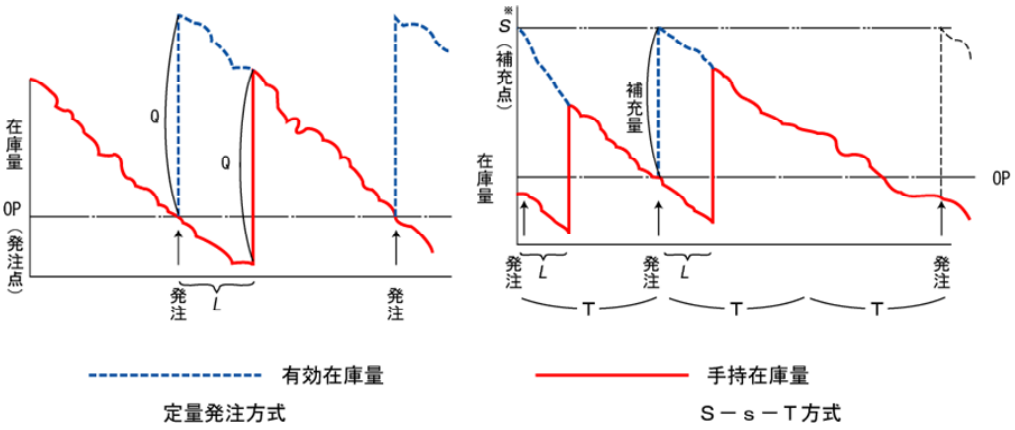


図 2.6 S-s-T 方式の概要[5](黒田、生産管理-経営工学ﾗｲﾌﾞﾗﾘｰ7-、pp.59-60)

なお、図中の記号の意味は以下の通りです。

T:在庫調査期間(在庫状況の調査間隔)

OP:発注点(これより有効在庫が下がったとき発注が行われる量)

S*:補充点(これと有効在庫量の差が補充(発注)量になります)→最大在庫量

Q:発注ロットサイズ(補充点とは異なり、別の基準でその量が決まる、例えば経済発注量)

L:納入リードタイム

D:平均需要量

(3) かんばん方式

かんばん方式を在庫管理方式の視点で見ると,前述の(2)で解説した「最大在庫量を制御する方式」の1つと考えられます。

かんばん方式の概念図を図 2.7～2.9 に示します。かんばんには「引き取りかんばん」と「生産指示かんばん」の2種があり、この2種のかんばんが工場内のものの動きを制御する基本になります(図 2.7 参照)。

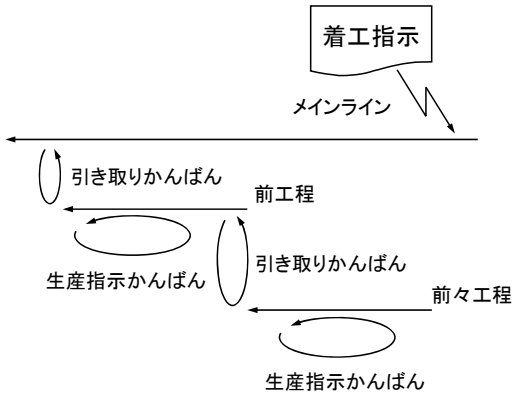


図 2.7 かんばん方式における生産指示かんばんと引き取りかんばんの概念図[3][4]
(秋庭他、生産管理システムの設計、p.103)

2つの「かんばん」および「物」の動きを図 2.8 および図 2.9 に示します。かんばん方式は「後(原材料に対して製品側)工程引き取り」が基本になりますので、後工程で生産あるいは使用されることがあってはじめて情報やものが動きます。つまり、かんばんと物(製品や部品)が一体になっている時が在庫状態を意味します。物とかんばん(情報)が離れることで、かんばんは生産指示や運搬指示の情報を伝達する媒体になります。従って、かんばん方式における最大在庫量は全てのかんばんが物と一体になっている状態の時に生じますから、最大在庫量はかんばん枚数になります。この最大在庫量を削減したければかんばん枚数を減らせば良い訳です。しかし、安易にかんばんを減らせば後工程に品切れによる待ち(遊休)が生じます。後工程に遊休を生じさせず、最大在庫を減らすためにはかんばんが外れてからかんばんと物が一体化する時間、つまり生産リードタイムを短縮するための改善が必要になります。

基本的にはかんばん方式は在庫を持たないと運用できない仕組みですが、これを改善活動と組合せることで継続的に在庫削減を進めるというかんばん方式運用法が問題になります。従って、かんばんを物に付けただけでは在庫が減ることはない、と言うことを十分認識しておく必要があるでしょう。

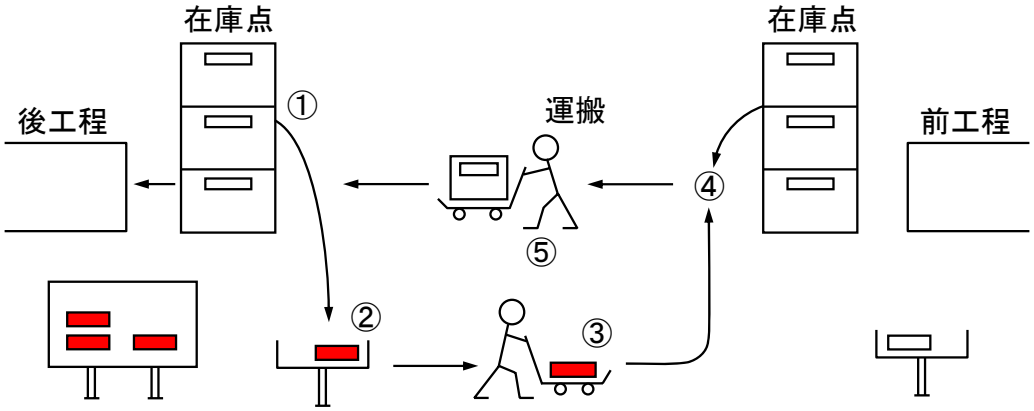


図 2.8 引き取りかんばんと物の流れ[3]
(秋庭他、生産管理システムの設計、p.101)

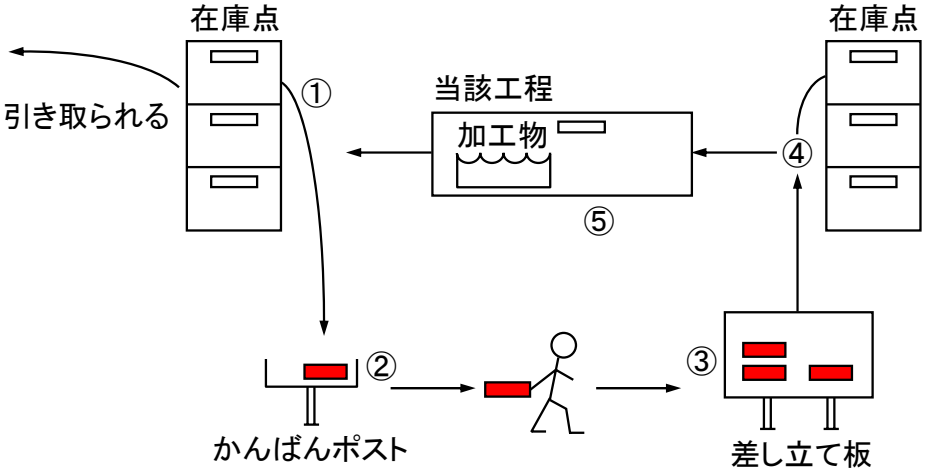


図 2.9 生産指示かんばんと物の流れ[3]
(秋庭他、生産管理システムの設計、p.102)

参考文献

[1] 村松林太郎、新版生産管理の基礎、国元書房、1983、p.127,140,145,149

[2] 平野裕之監修,MRP システム導入マニュアルーシステム検討者・開発者向け-第2巻学習編(ビデオ),日刊工業新聞;1987

[3] 秋庭雅夫、黒田充、田部勉、石井和克、宮崎晴夫、市村隆哉、生産管理システムの設計-その研究と活用-、日本能率協会、1986、pp.101-105

[4] Masuyama,A., Idea and Practice of Flexible Manufacturing System of Toyota, Preprint of International Conference on Productivity and Quality Improvement, 1982

[5] 黒田充、田部勉、圓川隆夫、中根甚一郎、生産管理ー経営工学ライブラリー7、朝倉書店、1989、pp.59-60

[6] 秋庭雅夫編著、佐久間章行、高橋弘行之、吉田祐夫、生産管理(改訂版)ー経営工学シリーズ 13ー、日本規格協会、1992

[7] 中根甚一郎編著、総合化 MRP システム、日刊工業新聞社、1987

予習課題

1. あなたの会社では外注先を決定する際にどのような基準で選定を行っていますか。また、外注を利用する目的は何ですか。これを踏まえて、現在の外注管理における問題点を明らかにしてください。
2. あなたの会社の購買、外注管理部門で使用している部品表を調べて、サマリー部品表かストラクチャ部品表かを確認してください。その上で、その部品表を使用している理由と使用上の問題点を検討してください。
3. あなたの会社の購買品の主なものについてサマリー表形式とストラクチャ表形式で部品表を作成してみて下さい。オムライスのようなケース(仕掛在庫量の把握方法と仕掛在庫量情報の活用法の問題点)が生じていないかを確認して下さい。
4. あなたの会社では購買や外注業務の評価尺度としてどのようなものを使っているかを調べて、現状の業務の評価をしてみてください。その時、どんな問題が出てくるか考察してください。
5. あなたの会社で使用している発注方式を調べ、その評価尺度(業務の良否を判断する基準で品切れ率(回数)、費用等で本テイスト p.102 に解説)から現状の発注方式の問題点を整理してください。
6. 上記2～5の結果を以下の購買用部品表の形式で整理して下さい。

購買用部品表

製品コード	製品名	部組コード	部組名	部品コード	部品名	数量	分類	購入先／発注先	在庫情報	図面番号	備 考

7. あなたの会社における購買品の中で最も納入リードタイムの長い品目は何か、また、その品目に対する発注はどのようになされているか明らかにしてください。その上で、納入リードタイム(足)の長い購買品の管理上の工夫を考察して下さい。

なお、予習結果は以下のフォーマットで作成準備して講義日に持参して下さい。

予習課題の解答作成フォーマット

第3章予習課題・気づきワークシート			
予習課題番号	自社の結果	他社の参考になった事例	受講後の気づき・成果
1			
～			

以上

第4章　業務統合化管理

第4章 業務統合化管理

1. 業務統合化の前提

これまでの第1章から第3章までは顧客要望を基礎として製品設計から生産および調達活動をより密接に連携させ、ものづくり技術を顧客価値創造に展開するための標準化を進めるための考え方とファミリーツリーを使った方法論を解説してきました。その過程で製品品質水準の維持向上並びにリードタイムの短縮を進める一方で工場操業度や設備稼働率の向上並びに在庫量の削減といった改善活動についても触れてきました。このことを通じて企業競争力を向上するためには標準化と改善の2つの活動が重要であることが認識できたと思います。

本章ではこれまでの学習内容のまとめとしてまず、標準化と改善の相互関係を理解した上で、品質向上とリードタイム短縮のための管理活動の成果を売上向上とそのために費やした原価との視点でとらえ、収入と支出から創造される利益の管理方法として品質、リードタイム並びに原価を最適化するための考え方と方法論を以下の項目で解説します。

(1) 標準化と改善による統合化の考え方
(2) 利益創出方法を考案するために利益図表を使う方法、
(3) 原価計算、原価計画、原価改善の考え方と方法およびその相互関係。

2. 標準化と改善活動の統合化

2.1 現状打破と管理のサークル

「現状打破」という用語の対照語は「現状維持」になります。これらは「標準化」と「改善(標準改訂)」という表現で考えると分かりやすいかもしれません。これらの概念をいわゆるPlan-Do-Check/Act の管理のサークルを使って整理すると、図 2.1[1]に示すようにサークルを回す際に2つの異なる目的が同時に要求されることを意味します。すなわち、

＊ 現状打破(標準改定)
＊ 現状維持(標準徹底)

です。これらの活動のポイントは以下のように表現できます。

① 業績の新しい水準に向かっての現状打破、
② 現状打破から生まれた結果の確保

現状打破により新たな目標水準達成のための方策や仕組みを展開しなければ、市場における競争力を維持できず、結果としてその優位性を失うリスクは大きくなります。また、組織としての活力は組織の効果的成長・発展に結びつかない事になります。一方、現状打破にはリスクとその行動を起こすための大きなエネルギーと知識創造が必要となります。また、打破(変革)に対する抵抗も生ずるでしょう。現状維持は現状打破により生まれる成

果を確保するために打破された状況をいかに迅速に標準化・徹底化し、失敗のリスクを収拾していくかにポイントがあります。この現状維持を短期間に収め、習熟効果[2]によってもたらされる余裕が次の現状打破への活力となり、リスク対応力を提供するのです。この余裕の作り出し方と使い方が組織の「成長」と「マンネリ」を分けるポイントとなります。

つまり管理のサークルの回し方は現状打破による「攻め」の管理と現状維持による「守り」の管理を組織の内外の状況を見極めながら使い分けて行く必要があることが分かると思います。従って、管理者は上記の使命を成就するために常に以下の2点を配慮する必要があります。その 2 点とは、

① 常に新たな問題意識(組織が成長するために何を解決しなければならないか)、
② 問題解決のための仕掛(システム)・道具の開発、

です。

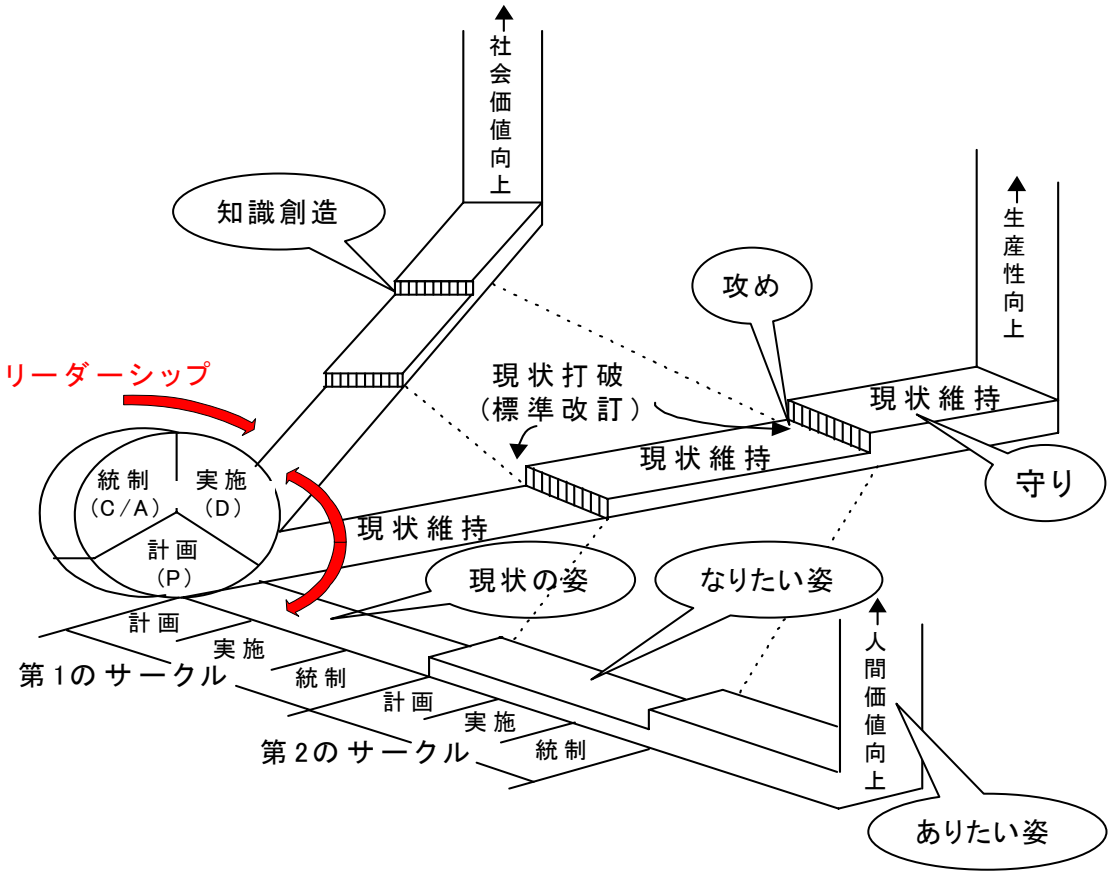


図 2.1 価値創造活動を基盤とする管理のサークルとリーダシップの2つの型

以上の現状維持と現状打破が管理のサークルを回すことで現場の強さ、職場の強さ、会社の強さが継続的に向上し、競争力向上のスパイラルが形成されることになります。

この現状維持と現状打破を含む管理のサークルは ISO9000[3]ならびに 14000[4]の基本モデルにもなっています。実はこれらはいわゆる日本発の「改善(KAIZEN、continual improvement)モデル」とよばれるものですが、この改善の源泉を分類すると以下の3つに

分類されます。

① 標準との差異の原因を除去することによる改善(標準化の徹底)

このための方法としては5S(整理・整頓・清掃・清潔・躾)、ISO9000-1994、14000 などが上げられます。

② 既存の装置やノウハウなどをもっと良く利用し、さらに勉強して有効性を増加させることによる改善(仕組の運用方法の改善)

わが国産業が全社的改善活動として展開し、成果を上げた TQC や TPM に見られる小集団活動(QCC[5]、JK、ZDなど)が代表的方法になるでしょう。

③ 既存の水準を現状打破し,有効性のより高い水準を確立することによる改善(仕組の改善)

このための方法としてわが国発の方法論として方針管理があります。Business Process Reengineering(BPR)[6]や6σ(シックス・シグマ)マネジメント[7]もこれに該当する方法でしょう。

以上の管理のサークルの回し方を前提として、その回す力が従来のリーダーシップ力といわれていたものです。しかし、図 2.1 では管理のサークルによって標準化と改善を交互に繰り返す活動を目指すものとして「価値」と言う言葉がつかわれています。価値とは広辞苑によれば、「物事に役に立つ性質・程度」、「誰もが『よい』として承認すべき普遍的な性質、『真・善・美など』」と定義されています。「よい」と感ずるものは人を感動させます。多くの人が「よい」と感動することで共鳴し、増幅されて共感に至れば普遍的な真・善・美に到達するでしょう。この共感にはこれまで「物の豊かさ」、「経済的豊かさ」などがありましたが、最近はこれらの豊かさに加え「心の豊かさ」について議論されるようになって来ました。福祉や環境、企業の社会的責任の問題など社会性を強く持った問題、すなわち社会を構成する個人が多様な価値観を持って生活している中で多様な価値観の下での利害関係を調整した上で、より共感性の高い「社会価値」向上を目指そうとする問題です。「人間価値」とは個人が一人一人持つ、生き甲斐や働き甲斐といった人生の夢や目的に関わる価値をいいます。自己実現という言葉で表現されることもあります。みなさんの会社、職場、現場は1つの社会です。それぞれに社会価値を持ち、相互に関連性を持っています。一方、企業はそれを取り巻く環境に対し社会価値を提供しています。顧客、地域社会、国、国際社会とその対象は益々広がっています。

さて、あなたの人間価値と職場の価値、会社の価値について考えてみてください。あなたの「ありたい姿(生き甲斐、人生の目標など)」、「なりたい姿」、その上で、職場、会社の「ありたい姿(社是、社訓、経営理念など)」、「なりたい姿(経営方針、経営計画など)」を整理して、現在の仕事に対する取り組み方を分析、評価し、価値向上について考えましょう。その時、表 2.1 の価値モデル[1]と図 2.1 の価値創造のための管理のサークルを参考に価値の位置づけとその創造活動を確認すると良いでしょう。この表は価値を計量特性である物理量、経済量、心理量とした分類基準と、その価値の評価者と言われる利害関係者

による基準の2つの二元構造を持っています。今持ち続けている価値と今後創造しようとする価値。そして、自分を取り巻く利害関係者の現在と将来を見つめることができます。

この価値の位置づけが新たなリーダーシップ力として管理者に要求される能力になります。より多くの人が共感する新たな価値づくりの方向性を見出しましょう。

表 2.1 価値の分類

価値の評価者 (Stakeholders) ＼ 価値の内容	心 ← 経済 → 物																			
	心の豊かさ	人類の知的財産拡大	ﾌｧﾝﾀｼﾞｰ性	美的感覚	新社会ｼｽﾃﾑづくり	社会性・環境性	ｺﾝｾﾌﾟﾁｭｱﾘﾃｨ性	ｺﾐｭﾆｹｰｼｮﾝ性	ｴﾝﾀｰﾃｲﾒﾝﾄ性	嗜好性	快適性	経済性・利益性	生産性・効率性	迅速性	新規性・斬新性	製品とｻｰﾋﾞｽの統合性	利便性	安定性	信頼性	機能性
内 ↑	対ｻﾌﾞﾗｲﾔｰ																			
	対従業員																			
	対経営者																			
	対ﾊﾟｰﾄﾅｰ																			
↓	対株主																			
	対顧客																			
	対地域社会																			
	対国家																			
外	対人類																			
	対地球環境																			

2.2 生産活動の評価

企業という組織の社会的価値の多くは物理量および経済量としてその価値創造を利害関係者と共有しています。生産活動を効果的に進めるためには生産活動における価値創造の状況を評価する何らかの尺度が必要になります。この尺度として代表的なものとして、以下の4つのものが使われます[8]。それぞれを使用する際の留意点をまとめると表 2.2 のようになります。

表 2.2 生産活動の評価尺度

評価尺度	利点	問題点
利　益	経営活動の最終的評価の1つで、生産活動が利益にどれだけ貢献したかが正しく評価できれば最も都合の良い指標	利益＝販売収入－(製造原価＋一般管理費＋販売費)であり、一般管理費、販売費が一定であっても販売価格や販売量の影響を受ける
製造原価	品質と納期の制約の基でどれだけ原価の低減を行ったかで評価する最も一般的な指標	使用した生産諸資源が等しくても購入単価の影響受け、購買活動の良否や原材料市場の影響を受ける
生産性	生産諸資源の有効利用の尺度で産出量/投入量で求める。産出量としては売上金額、生産金額、生産量、付加価値がある。投入量には総支出、使用した労働量、設備、エネルギー･原材料	分子と分母の組合せで多数の指標が出てくる。
原単位	1／生産性で求める。投入量は生産性と同じだが産出量は生産数量のみを用いる	分子と分母の組合せで多数の指標が出てくる。

なお、生産性および原単位についての具体的な事例については澁谷弘利氏の著書「受注生産-勝利への方程式-」[9]の第1章～2章に詳しく記載されていますので、参照してください。

3. 利益計画

3.1 原価・営業活動の量と利益の関係

会社の経営成績を示す損益計算書には、表 3.1 に示したように、6つの利益が表示されます。それらの利益の中で、本業の営業成績を示している利益が営業利益です。

営業利益は、営業活動の結果を示すものであり、支払利息などの財務費用をカバーし、税金控除後の処分可能利益のもとになるものです。営業利益がマイナスの状態が続けば、会社の存続が危うくなることも考えられます。そこで、経営計画を検討する際には、会社が置かれている内外の環境を詳細に分析し、会社存続に必要な営業利益が実現できる利益計画を立てなければなりません。ここでいう利益計画とは、期間が1年以内の短期利益計画のことをいいます。

表 3.1 損益計算書 (単位:千円)

Ⅰ 売 上 高	1,000	
Ⅱ 売 上 原 価	500	商品や製品の収益力を示します。
売 上 総 利 益	**500**	
Ⅲ 販売費・一般管理費	300	本業の営業成績を示します。
営 業 利 益	**200**	
Ⅳ 営 業 外 損 益	△ 50	
経 常 利 益	**150**	
Ⅴ 特 別 損 益	△ 50	
税引前当期純利益	**100**	
法 人 税 等	40	
当 期 純 利 益	**60**	
繰 越 利 益	40	株主総会における利益処分の対象になる利益(処分可能利益)です。
当期未処分利益	**100**	

短期利益計画は、会計的に表現すると、見積り損益計算書(損益予算)のことになります。そこでは、売上高・売上量・生産高・生産量・操業度などで測定される営業活動の量が重要な要素になります。

営業活動の量は、経営者にとって操作可能な要素であり、これを変化させたときに原価がどう変動するかを予測できれば、予想売上高から予想原価を差し引いて営業利益を予測できます。したがって、短期利益計画に役立つ会計情報は、原価・営業活動の量・営業利益の相互関係(原価(Cost)・営業活動の量(Volume)・利益(Profit)の相互関係は、CVP 関係ともいいます)についての情報であり、特に、原価・営業活動の量の関係は、営業利益を予測させる重要な情報なのです。そのような観点から、表 3.1 に示した損益計算

書からもたらされる会計情報は、短期利益計画には役立たないことが分かります。

以上のことから、短期利益計画に役立つ会計情報としての原価は、営業活動の量との関係で示される必要があり、営業活動の量の変化に対する対応によって変動費と固定費に分類されます。

変動費とは、営業活動の量の変化に応じて発生額が変化する原価をいいます。 変動費には、小売業の売上原価や変動販売費、製造業の変動製造原価や変動販売費があります。

これに対して、固定費とは、営業活動の量の変化に影響されることなく一定額が発生する原価のことをいいます。固定費には、小売業の固定販売費・一般管理費、製造業の固定製造原価や固定販売費・一般管理費があります。

原価を変動費と固定費に分類して作成される損益計算書を直接原価計算方式の損益計算書といい、その形式は表 3.2 の通りです。

表 3.2 直接原価計算方式の損益計算書 (単位:千円)

Ⅰ 売 上 高	(@ 100 円 × 10,000 個)		1,000 (100%)
Ⅱ 変 動 費			
1. 変動製造原価	(@ 40 円 × 10,000 個)	400	
2. 変動販売費	(@ 20 円 × 10,000 個)	200	600 (60%)
貢献利益			**400** (40%)
Ⅲ 固 定 費			200
営業利益			**200**

(以下, 表2.1と同じ)

貢献利益:固定費を回収し, 営業利益を獲得するために貢献する利益です。

(以下表 3.1 と同様)

3.2 利益図表(損益分岐図表)

直接原価計算方式の損益計算書の情報を入手すれば、それを基に利益図表(損益分岐図表)を作成し、原価・営業活動の量・利益の関係を検討することができます。

表 3.2 の直接原価計算方式の損益計算書を基に利益図表を作成すれば、図 3.1 のようになります。

利益図表の作成では、横軸に売上高をとり、縦軸に収益・費用をとって、売上高＝収益の正方形を作ります。次に、原点から右上隅にかけて勾配 45° の売上高線を引きます。

この会社の固定費は200 千円ですから、縦軸に200 千円の点をとり、そこから横軸に平行に線を引けば固定費線を引くことができます。さらに、横軸の売上高 1,000 千円の点か

ら上に登り、固定費線から上に600千円上った点と、縦軸の200千円とを結ぶと変動費線を引くことができます。固定費と変動費の合計を総原価といいますので、この場合の変動費線は総原価線を表しているということができます。

利益図表において、売上高線と総原価線の交点を損益分岐点といいます。この損益分岐点では、売上高－総原価＝0 となりますから、利益も損失も発生していません。損益分岐点から垂線を下ろして横軸に到達した点を損益分岐点の売上高といいます。すなわち、売上高 500 千円では利益も損失も発生しません。売上高が 500 千円を超えると、

売上高線＞総費用線

となりますので利益が発生します。逆に、売上高が 500 千円未満であれば、

売上高線＜総費用線

となりますので損失が発生します。

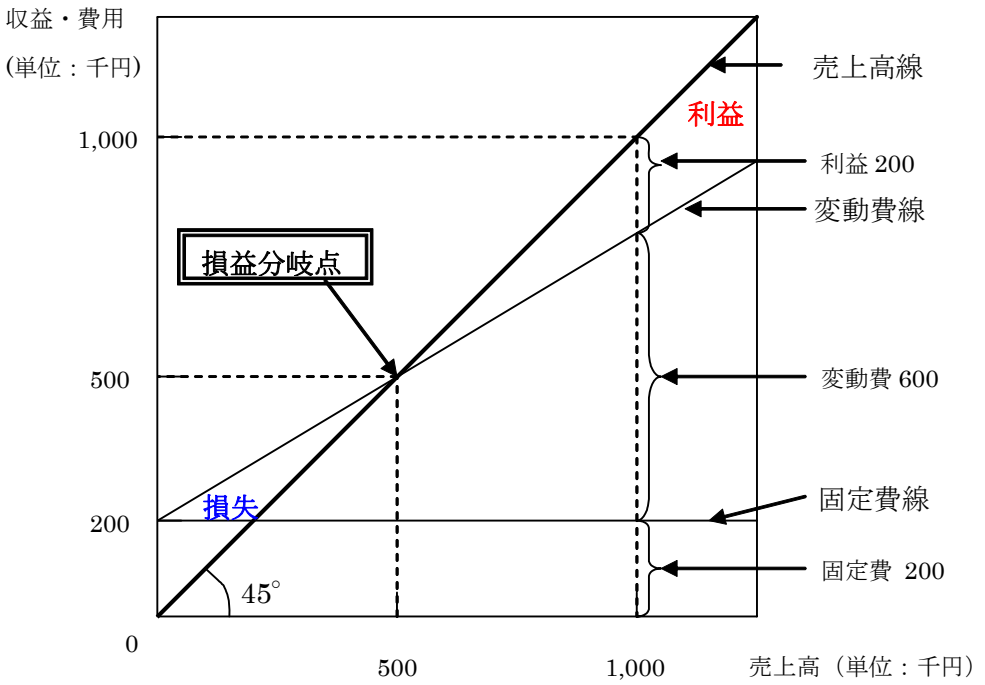


図 3.1 利益図表

売上高線－総費用線＝利益(マイナスの場合は損失)ですから、一定の利益(希望利益)を確保する売上高を求めようとする場合には、売上高線と総費用線の間に一定の利益を確保し、そこから横軸に垂線を下ろして売上高を求めることができるのです。

このように利益図表を使うと、売上高が増減したときに、原価がどのように変化し、利益がどうなるかという、原価・営業活動の量・利益の関係がわかるのです。

3.3 三つの利益計算式

(1)「結果としての利益」と「必要利益」(「目標利益」)

経営活動に会計情報を活用する場合には、「営業利益」についてどのように理解するかが重要になります。決算データから作成する損益計算書に示される「営業利益」は、当該会計期間に発生した営業収益額から同期間に発生した営業費用額を差し引いたものであり、いわゆる「結果としての営業利益」です。「結果としての営業利益」は、過去の営業成績を示すものであり、その意味で有用な会計情報ですが、利益計画策定のために有用な会計情報とはいえません。なぜなら、会社を取り巻く経営環境は刻々と変化し、会社の経営もその変化に対応しなければなりませんが、過去の営業利益が会社の将来を保障してくれるわけではないからです。そこで、会社が利益計画を策定する際には、会社の将来を保障してくれる営業利益に関する会計情報が必要になります。この場合の営業利益は、それによって、財務活動に必要な費用をまかない、納税準備・会社のリスク対応準備・成長のための内部留保・配当準備のために必要とされる利益ですから、「必要営業利益」と呼ばれます。また、利益計画策定の際には達成目標となる営業利益ですので、「目標営業利益」とも呼ばれます。

会社を取り巻く経営環境が、次期も当期と同様であるとの仮定の基に予想する営業利益を「予想営業利益」といい、会社が次期にはこれだけの利益が欲しいと考える営業利益を「希望営業利益」といいます。利益計画を策定する際に、「予想営業利益」と「希望営業利益」とを比較・調整して、より適正な達成目標となる営業利益額を決定しますが、これを「目標営業利益」といいます。

(2) 三つの利益計算式

原価・営業活動の量・利益の関係を、単価に注目して考えると、以下の3つの考え方があります。

原価 ＋ 利益 ＝ 価格 (1)

価格 － 原価 ＝ 利益 (2)

価格 － 利益 ＝ 原価 (3)

式(1)は、発生額を費目別に積み上げた原価に「必要利益」を加算して販売価格を決定するという考え方です。この考え方は、会社にとっては理想的なものですが、自社だけが販売価格を決定できる場合にのみ可能なものです。販売競争が厳しい業界では採用できません。販売価格は市場において決定されるものであり、会社が操作できるものではありません。したがって、同種製品について他社が自社よりも安い場合には、自社の製品は売れなくなってしまうのです。

式(2)は、会計情報を過去情報として捉える考え方です。一般的に販売競争を前提とすれば、販売価格は市場で決定されるものですから、会社が操作することはできません。一方、原価は製造・販売のために必要とさる営業費用であり、営業活動の結果として発生

した費用ということになります。販売価格と原価が過去情報であれば、営業利益は「結果としての利益」になります。この場合、原価の発生が一定に維持されたとしても、営業利益は販売価格に左右されることになり、営業利益がマイナスになることもありえます。

式（3）では、販売価格が市場によって決定されることを前提にしていますが、営業利益は確保されなければならない「必要利益」として考えられています。この考えの下では、原価は所定の範囲内に納められる「許容原価」ということになります。この考え方に基づいて作成された会計情報こそが、利益計画の策定に貢献するものであり、原価管理に貢献するものということになります。

4. 原価管理

4.1 原価とは

(1) 原価の意味[10]

会社が行う営業活動とは、一定の財貨・サービスの生産・販売活動をいいますが、この活動において原材料等の財貨や労働力を消費します。この消費額、すなわち費用のことを原価といいます。原価計算基準(企業会計審議会 昭和37年11月8日設定)によれば、原価には、財務活動による費用や異常な状態によって発生した費用(損失)は含まれません。したがって、原価とは、表 3.1 の損益計算書において、売上高から営業利益を算出するまでの過程で差し引かれる費用の総額であることが分かります。

(2) 原価の分類[10]

① 原価の形態別分類

原価は、何を消費するかによって、材料費、労務費、経費の3種類に分類することができます。すなわち、

原材料などの物品を消費することによって発生する原価・・・・・材料費

労働力を消費することによって発生する原価・・・・・・・・・・労務費

原材料・労働力以外のものを消費することによって発生する原価・・経 費

② 原価の製品との関連における分類

原価は、その発生を特定製品の製造と結びつけて捉えることができるかどうかによって、直接費と間接費に分類することができます。すなわち、

その発生を特定製品の製造と結びつけて捉えることができる原価を「直接費」、その発生を特定製品の製造と結びつけて捉えることができない原価を「間接費」として分けます。

直接費と間接費は、形態別分類と組み合わせることによって、直接材料費、直接労務費、直接経費、間接材料費、間接労務費、間接経費となります。これらは、すべて製品の製造活動に関わって発生する原価であり、製造原価といいます。これに対して、製造原価以外の原価を営業費といいます。これには、製品の販売活動から発生する販売費と、製造活動・販売活動以外の活動から発生する一般管理費とがあります。したがって、製品の原価とは、製造原価に営業費を加えたものであり、これを総原価といいます。総原価に必要な営業利益を加えると製品の販売価格になります。

以上の関係を図で示すと、図 4.1 のようになります。

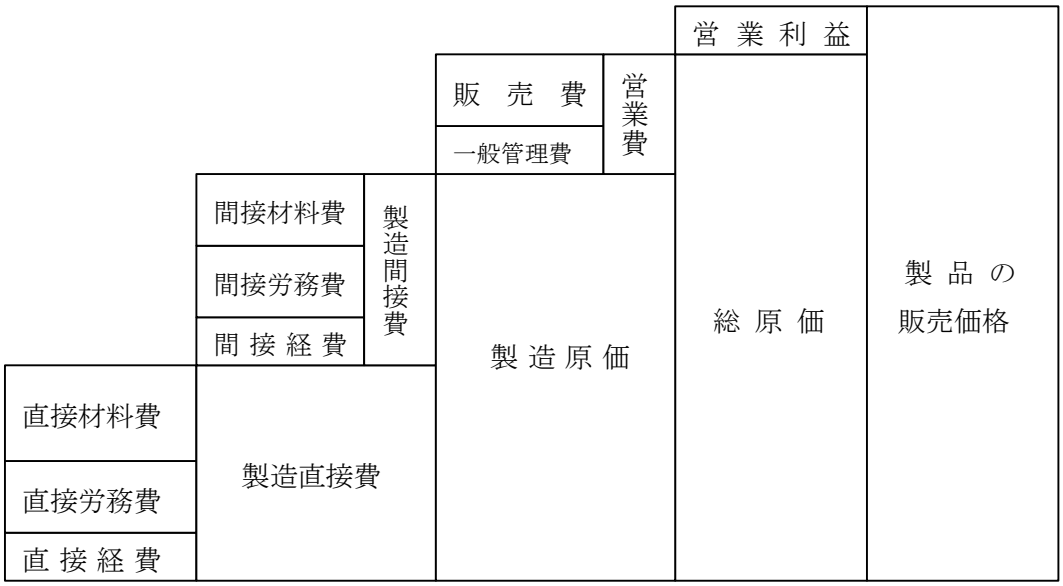


図 4.1 原価の構成と販売

③ 原価計算方式

原価計算法には様々の方式がありますが、ここでは代表的な2つの方法について触れておきます。詳細は原価計算の関連図書[10]に譲ります。

あなたの会社や現場で採用されている原価計算方式を調べて見て下さい。

表4.1 原価計算方式の分類

方式名	適応生産方式	計算のﾀｲﾐﾝｸﾞ	間接費の配賦
個別原価計算	個別受注生産方式	製品完了時点（不定期）	予定配付
総合原価計算	連続見込生産方式	一定期間間隔	実績配付

4.2 原価管理の必要性

原価管理(活動)とは、営業利益目標を達成するために会社が行う諸活動を計画(Plan)・実施(Do)し、その成果を評価(Check)し、必要な処置をとる(Action)活動のことをいいます。

会社は、社会のニーズを満たす製品を供給することによって、社会に貢献することになります。社会に貢献できる会社こそがその存続を認められることになりますが、価格競争に勝ち残ることも大きな要因です。価格競争に負けた企業は、結果的にその製品の市場からの退場を余儀なくされるからです。すなわち、自社製品の価格競争力を高めることが、原価管理が必要とされる理由になるのです。

原価管理の有用なツールとして従来から用いられてきたものは標準原価計算による原

価差異分析です。この場合、科学的手法によって標準原価が計画され、生産活動が実施されます。その結果である実際原価は標準原価と比較され、差異分析がおこなわれて、活動の能率が評価されることになります。さらに、その評価結果に基づいて原価改善の措置がとられることになります。

4.3 利益図表と原価管理

利益計画と原価管理を考える場合に役立つものが利益図表です。利益図表には、原価について、総原価、変動費、固定費が示されています。これらは営業活動によって増減損益分岐点を変動させます。すなわち、利益に影響を与えることになります。

(1) 固定費が増減する場合

会社が設備の改善や拡張を行う場合や人件費を増額させる場合には、固定費が増加します。また、人件費の削除や経費の大幅なカットは固定費を減らします。前者は損益分岐点を押し上げ、後者は損益分岐点を押し下げます。

この関係を図示すると図 4.2 になります。

(2) 変動費が増減する場合

原材料費、エネルギー費用、販売費などの変動費が変動した場合には変動費が増減します。この変動費の増減は変動費率の変化によって示されます。

以上の関係を利益図表で示したものが、図 4.3 です。

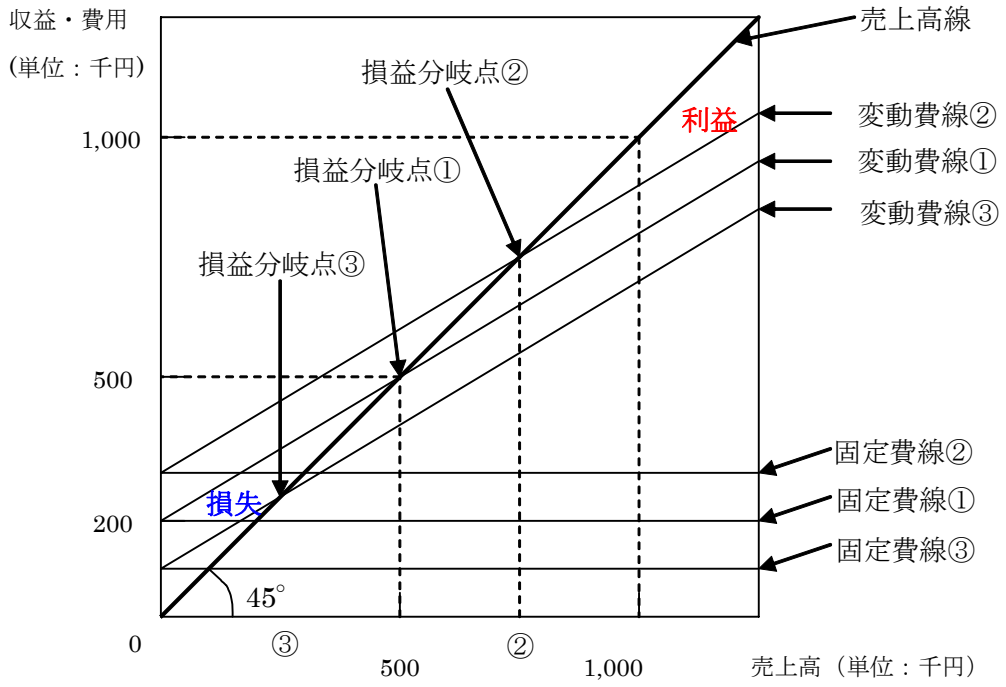


図 4.2 利益図表(固定費が増減する場合)

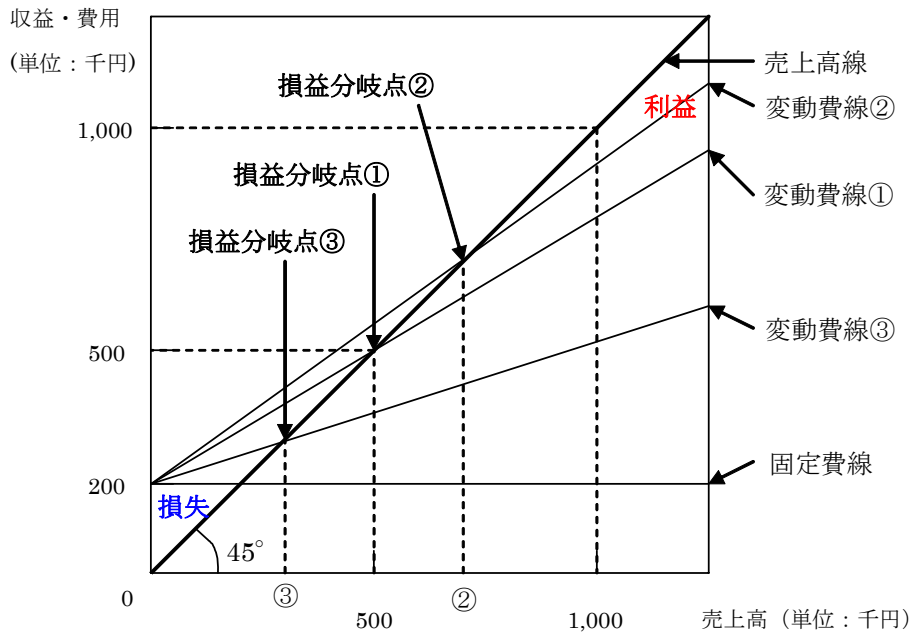


図 4.3 利益図表(変動費が増減する場合)

4.4 セグメント別損益計算書による原価管理

会社の営業活動を、部門・製品・地域などのセグメント別に捉えて、その会計情報(セグメント別損益計算書)によって行う原価管理は、「たて」と「よこ」の原価管理として知られているものです。ここで、「たて」の原価管理とはセグメント別損益管理のことであり、部門別、製品別、地域別、工場別に作成される損益計算書を基に原価管理が行われます。また、「よこ」の原価管理とは費目別管理のことであり、材料費、労務費、経費、販売費、一般管理費の別に原価管理が行われます。

以上の内容を図示すると図 4.4 のようになります。

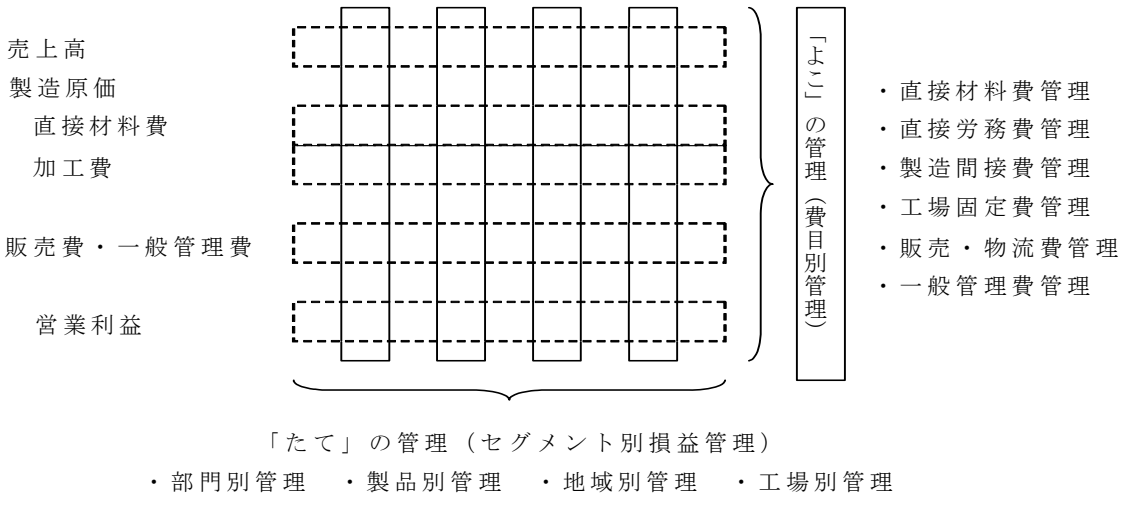


図 4.4 「たて」と「よこ」の原価管理

4.5 三段階の原価管理[10]、[11]、[12],[13],[14],[15]

会社が原価管理に取り組む場合、製品の品質を落とさないことが前提になります。たとえ発生する原価を削減しても、製品の品質が低下してしまったのでは顧客のニーズに応えたことにはなりません。そのようなことから、原価管理に関する伝統的な原価計算においては、製品の品質を保証するために原価は発生するものであると考えていました。そこで、他社に負けない品質の製品を企画し、生産段階・販売段階において無駄を無くし、いかに価格競争力をつけるかが原価管理の中心課題になっていたのです。

しかしながら、少品種・大量生産の時代から多品種・少量生産の時代に移行すると、原価管理は製品の企画から生産・販売・廃棄に亘る戦略的コスト・マネジメントとして考えられるようになりました。

戦略的コスト・マネジメントとしての原価管理には、三つ段階あります。

第一の段階は「原価企画」です。これは Plan の段階であり、新製品の企画・開発時において、目標利益を確保するために設定された目標原価を作り込む活動のことをいいます。

第二の段階は「原価維持」です。これは Do・Check の段階であり、原価企画により設定された目標原価を、標準原価管理や予算管理によって維持する活動をいいます。

第三の段階は「原価改善」です。これは Action の段階であり、目標利益を実現するために、目標原価改善額を決定し、これを工場や部門に割り当て、小集団活動による個別改善活動などを通じて原価改善目標を実現する活動をいいます。

三つの段階のうちで最も重要なものは「原価企画」です。

4.5.1 原価企画[10][11]

原価企画は、トヨタ自動車が 1960 年代から独自に開発した戦略的利益管理・原価管理方式であり、今日では国の内外に普及しています。

(1) 原価企画の根底にある考え方

原価企画の根底に一貫している考え方は、会社のあらゆる活動は顧客重視の市場主義を前提に行うというものです。すなわち、顧客の希望は市場価格に反映され、それが会社のすべての活動や計画を規制していると考えます。

そこで、新製品の企画・開発に際しては、顧客が希望する製品の品質、原価、納期(QCD:quality、cost、delivery time)を検討することになります。具体的には、以下の4項目です。

＊ 顧客は誰か、
＊ 販売対象市場はどこか、
＊ 顧客がその製品に望む品質・信頼性の程度はどの程度か、
＊ 使用上の安全性やリサイクル可能性はどうか

を検討し、さらにその製品に対して顧客はいくら払うのかを検討します。

このような検討の中から、新製品の品質や特性が決定し、予想販売価格が決定することになります。一方、利益計画策定の際に計算される利益は「必要利益」ですから、利益計算式(式3)によって「許容原価」を算出します。

すなわち、新製品の品質や特性は全て「許容原価」に跳ね返りますから、「許容原価」は製品の設計・開発段階で製品へ作り込まれることになり、「許容原価」の大筋は原価企画の段階で決まってしまうことになります。

(2) 源流管理の考え方[10]

原価管理を実施するに際して、原価企画が重要視される理由の一つが源流管理の考え方です。仕損を例にとれば、製造工程の比較的早い段階で発見された仕損より、後の段階で発見された仕損のほうが、会社にとって損失が大きくなります。それは完成品に近づくほど多くの原材料費や加工費がかかっているためです。もし、顧客に販売したあとで製品の不具合が発見されたならば、その損失は多大なものになる可能性があります。

新製品を企画・開発して、製造・販売していく過程を川の流れに例えるならば、会社の損失をできる限り小さくするためには、川の上流ないし源流から管理するほうが、その効果が大きいということになります。すなわち、損失の発生を未然に防ぐという点からすれば、商品企画、製品の設計、生産準備の段階で十分に検討して原価管理をしたほうが良いということになります。

原価の大半は製造段階で発生しますが、原価の大部分は設計段階でその発生額が決まってしまいますので、製造段階の原価管理では大きな効果を得ることができないのです。

(3) 原価企画の段階で行われる目標原価達成活動[10]

原価管理において原価企画が重要視される他の理由は、原価企画の段階で作り込まれる「許容原価」が達成すべき「目標原価」になるという点にあります。

現在の製造技術水準と方法を前提として、その製品を製造・販売するために要すると見積もられる原価を「成行原価」といいます。「成行原価」は現在の製造技術水準と方法を前提として費目別原価を積み上げたものですから、顧客重視の市場主義を前提に計算される「許容原価」と等しくなるとは限りません。もし、「成行原価」が「許容原価」より大きい場合には、「必要利益」の達成が困難になってしまいます。

そこで、原価企画の段階で計画される「許容原価」は、「必要利益」を獲得するために達成すべき「目標原価」として作り込まれなければなりません。

また、原価は、削減努力をしないで放置しておくと、賃上げ、インフレ、製品の品質向上などの原因で常に上がってしまいます。原価企画の段階で決定してしまった原価について、製造段階で削減することは容易なことではありません。そこで、原価企画の段階において、「成行原価」と「目標原価」を比較し、原価削減目標額を決定するとともに、それを達成するための活動が必要になるのです。

以上に述べたように、原価企画の核心は、新製品の設計・開発段階で、顧客の望む製

品の特性・品質を維持しつつ、原価削減の方法を追及し、「目標原価」を作り込む点にあるのです。

(4) 原価企画のポイント

原価企画の段階で「目標原価」及び「削減目標原価」を合理的に決定するためには、設計、生産技術、購買、製造、販売、経理など関係各部門から専門家を集めて、製品開発プロジェクトを進めるようにします。その際には、プロジェクト活動全体を統合管理する責任者であるプロジェクト・マネージャーをおき、その責任者のリーダーシップのもとに英知を結集して職能横断的チーム活動を行うことが大切です。

この活動によって、新製品の設計・開発段階において、各部門が所有する情報をチームとして共有し、各部門が独自に活動する場合に生じる無駄や損失を極力少なくすることができます。

原価企画を行う際のポイントは、つぎのとおりです。

① 原価は責任部署に応じて示すこと。
② 原価低減の動機付けを明確にすること。
③ 目標を公平に設定し、確実にフォローすること。
④ 全社員に原価低減の意識付けを行うこと。

4.5.2 原価維持[10]

原価維持とは、新製品の目標原価、既存製品の予算原価ないし標準原価を、発生する場所別、責任者別に割り当て、それらの発生額を一定の幅の中に収まるように、伝統的な標準原価管理および予算管理によって管理することです。

原価維持の方法は、つぎの通りです。

(1) 標準化の進め方

原価維持のためには標準原価による管理が有効な手法です。近年は顧客の多様なニーズによる製品ライフサイクルの短縮化が進行し、原価標準の設定が困難な状況も見受けられますが、製品を構成するコンポーネント、さらにそれを構成する部品レベルで、多様化した種類を整理・統合し、標準化を図ることもひとつの方法です。

(2) 変動費の管理

変動費については標準原価によって管理します。標準原価管理の核心は標準消費量による管理です。具体的には、材料の歩留管理、工程や作業の原単位管理などですが、いずれも経済的資源の投入量と産出量との比較に基づく管理です(表 2.2 参照)。

(3) 準変動費および固定費の管理

準変動費は変動予算で管理し、固定費は固定費予算で管理します。

(4) 自由裁量固定費の管理

固定費のうち広告費、試験研究費、従業員教育費、交際費などの自由裁量費については、毎年度その額が検討されるゼロ・ベース予算で管理するのもよい方法です。

4.5.3 原価改善

原価改善とは、日常活動を中心とする原価低減活動であり、主として小集団活動によって行われています。製造現場では、多かれ少なかれ慢性ロスが発生します。この慢性ロスは、設備の信頼度(与えられた条件で、規定の期間中、要求された機能を果たす確率)が低いために発生するものです。慢性ロスは次のステップを順次実行することによって解決します。

(1) 慢性ロスがどのような現象なのかを明確にします。
(2) 現象の物理的解析を行います。
(3) 現象が成立する条件を整備します。
(4) 成立する各条件について、設備、材料、方法との関連性を検討し、因果関係があると思われる要因をリストアップします。
(5) 各要因について、調査方法を検討します。
(6) 調査項目ごとに、不具合点を摘出します。
(7) 不具合点につき改善案を立案します。

以上のようなステップで、慢性化した不具合現象を物理的に解析し、不具合現象のメカニズムを明らかにし、それらに影響すると考えられるすべての要因をリストアップする分析手法を「PM分析」といいます。ここでPMとは、現象(phenomena)を、物理的(physical)に解析し、メカニズム(mechanism)、設備(machine)、人(man)、材料(material)、方法(method)との関連性を追及する要因解析の考え方を意味しています。小集団活動において、製造現場で発生する慢性ロスについて、徹底的な分析が行われ、改善策に対する可能性が追求されることになります。

4.5.4 VE(Value Engineering:価値工学)、VA(Value Analysis:価値分析による原価低減)

原価低減と価値向上を目指す方法としてVE/VAを簡単に紹介しておきます。

詳細は参考文献[16]～[21]に譲ります。

1) VEの定義

最低の総コスト(ライフサイクルコスト)で必要な機能を確実に達成するため、組織的に製品またはサービスの機能の分析・総合・評価を行う方法です。特に、製造段階を対象とした時、VA(Value Analysis)ということもあります。価値工学では次式で示される価値指数を定義し、その分子である機能を高め、分母のコストを下げることで価値向上法を検討します。

価値指数(V)＝顧客の要求する機能の達成度合／取得し使用するための費用
＝機能(Function,但し機能を金額換算することが一般的)/コスト(Cost)

2) VEの主な手順

① 機能定義(名詞+動詞):

(例)洗濯機→「汚れを落とす」、扇風機→「風を作る」、テレビ→「映像を映す」

② 機能系統図(Functional Analysis System Technique diagram/FAST)作成

最上位機能(顧客の要求)、基本機能、補助機能の関係を目的→手段の関係により体系化し樹木構造状に表現する。

③ 価値評価→機能の金額表示とコスト配分→改善着手順位と目標設定

④ 価値改善のための情報収集とアイデアジェネレーション

3) VEとファミリーツリーを組み合わせた原価低減(原価破壊)の事例

図4.5はボトリングシステムのVEを使った原価破壊の事例の一部です。詳細は演習編で解説します。

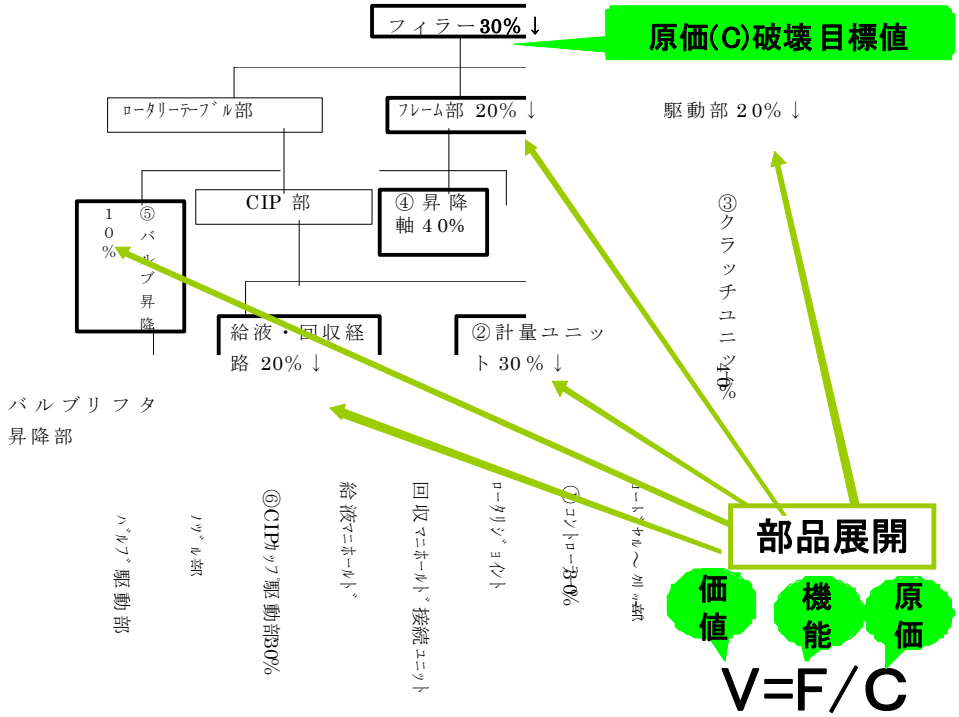


図 4.5 ファミリーツリーとVEアプローチの統合事例

参考文献

[1] 平木秀作、市村隆哉、片山博、石井和克、加茂紀子子、国際協力による自動車部品相互補完システム、渓水社、2003、pp.190-194

[2] Grant, Robert M., Contemporary strategy analysis, Blackwell publishing, 2004

[3] 横山吉男、武川和洋、Q&AISO9001 活用ハンドブック、共立出版、2003

[4] 平林良人、入門 ISO14000(2004 年版対応)-ISO14000'S 審査登録シリーズ第1巻-、日科技連出版社、2004

[5] QC サークル本部編、QC サークル綱領、日本科学技術連盟、1983

[6] 日沖博道、BPM がビジネスを変えるーBPR を越える「業務プロセスの継続的改革」、日経 BP 企画、2006

[7] ダイヤモンドシックスシグマ研究会編、図解 コレならわかるシックスシグマ、ダイヤモンド社、1999

[8] 村松林太郎、新版生産管理の基礎、国元書房、1983、pp.9-12

[9] 澁谷弘利、受注生産 勝利への方程式―予実原価管理とコスト破壊―、ダイヤモンド社、2005

[10] 岡本清、原価計算、六訂版、国元書房、2000

[11] 田中雅康、原価企画の理論と実践、中央経済社、1995

[12] 本間建也、図解 損益分岐点がわかる本、日本実業出版社、1985

[13] 高須久、戦略的経営とコスト・マネジメント、品質、Vol.28、No.2、1998,pp.5-9

[14] 長沢伸也、コスト・マネジメントにおける原価企画、品質、Vol.28,No.2,1998, pp.10-19

[15] 谷津進、原価作り込みシステムの構築とそのマネジメント、品質,Vol.28, No.2,1998, pp.27-32

[16] 倉林良雄、菅原喜雄、村田光一、製品・技術関連と価値工学、コロナ、1987,p.28

[17] 倉林良雄、菅原喜雄、村田光一、中小企業のためのVEによる製品・技術開発、日刊工業新聞社、1987

[18] 手島直明、実践価値工学-顧客満足度を高める技術-、日科技連出版社、1993

[19] (社)日本ﾊﾞﾘｭｰ・ｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ協会、VE 活動入門-初めて取り組む企業へのガイド-、http://www.sjve.org/102_VE/images/301_activities.pdf、(2008.3.25)

[20] (社)日本バリュー・エンジニアリング協会、VE 基本テキスト http://www.sjve.org/102_VE/images/302_basic.pdf、(2008.3.25)

[21] 土屋裕監修、産能大学 VE 研究ｸﾞﾙｰﾌﾟ、新・VE の基本-価値分析の考え方と実践プロセス-、産業能率大学出版部、1998

予習課題

1. あなたが考えるあなたの「なりたい姿」と会社の「なりたい姿」を比較してその関連性(共通性と相違性)を簡単に説明して下さい。
2. あなたの会社でこれまでに品質、生産性、原価低減などの改善活動が行われてきた経緯があれば、その沿革を調べ、その改善活動が以下のどの活動に該当するか分類して下さい。

① 標準との差異の原因を除去することによる改善(標準化の徹底)
② 既存の装置やノウハウなどをもっと良く利用し、さらに勉強して有効性を増加させることによる改善(仕組の運用方法の改善)
③ 既存の水準を現状打破し,有効性のより高い水準を確立することによる改善(仕組の改善)

3. あなたの会社または工場の利益図表を月別試算表などの資料を基にIT治具の利益図表作成ツールを使って作成して利益創出方法を考察してください。
4. あなたの会社では「三つの利益計算式」のどれが最も端的に実情を表していますか。

   原価 ＋ 利益 ＝ 価格
   価格 － 原価 ＝ 利益
   価格 － 利益 ＝ 原価

   また、その判断根拠を説明してください。
5. あなたの会社の原価計算方式を調査し、原価計算上の問題点を整理してください。
6. あなたの会社や職場で原価改善活動をどのように行っているか以下の事項を調査して検討してください。

(1) 原価改善活動推進責任者
(2) 原価改善の具体的活動項目
(3) 原価改善組織の概要
(4) 原価改善活動の具体的目標
(5) 活動成果
(6) 今後の課題

なお、予習結果は以下のフォーマットで作成準備して講義日に持参して下さい。

予習課題の解答作成フォーマット

第4章予習課題・気づきワークシート			
予習課題番号	自社の結果	他社の参考になった事例	受講後の気づき・成果
1			
～			

これまでの本コース受講生の個人課題のテーマ一覧

平成18年度

1. IT 治具を活用した工程管理業務の合理化の検討(㈱明石合銅 明石康宏)
2. 生産計画の精度向上による原価低減(ライオンパワー㈱ 小西友樹)
3. 成形機の負荷率低減(冨士工業㈱ 小林健一)
4. 材料及び購買部品における発注方法の改善(日新産業㈱ 島﨑裕子)
5. 工程毎の品質保証(ライオンパワー㈱ 新開和行)
6. 工程管理業務の省力化(タガミ・イーエクス㈱ 田上隆幸)
7. 主要製品工程負荷低減(㈱北菱 谷口直樹)
8. 組み立て工程のリードタイム短縮(小松電子㈱ 土田昭夫)
9. 機能、構造面を分けたステークホルダー(利害関係者)ニーズ分析について(アメリカンツール(合) 中村克洋)
10. 加工計画立案システムの構築(㈱東振精機 秦恵介)
11. ナレッジチェーン・システム構築の研究(澁谷工業㈱ 長谷川一治)
12. レピア織機の受注から納入までのリードタイム低減(㈱石川製作所 沼田宏之)
13. 工程間生産能力バランスの改善(大同工業㈱ 村橋隆雪)
14. マスターの部品表を作る(IDM)(伊藤工業㈱ 吉田明寛)

平成19年度

1. 金型鋳造段取改善によるリードタイム短縮(オカダ合金㈱ 岡田等)
2. 社内システム(構築、再構築)導入における、不具合発生率低減(澁谷工業㈱ 小山祐二)
3. 生産計画の明確化と事務部門との統合化(㈱林鍛造所 高平裕輔)
4. 引合～請負業務の標準化改善(タガミ・イーエクス㈱ 中島洋輔)
5. 資材の先入・先出方法変更と発注点管理の確立およびムダ作業の削(石川サンケン㈱ 宮島裕治)
6. ブームラインの1個流し生産(㈱北菱 北口隆史、金沢工大院 鈴木保仁)
7. ホンタイ Assy のリードタイム短縮(㈱石川製作所 田村信昭、金沢工大院 清水賢)
8. BE 工程の停滞時間 10%削減(㈱永島製作所 平澤亨、金沢工大院 橋場大由樹)
9. レイアウト改善の提案(㈱梶製作所 村上央典、金沢工大院 土橋裕樹)
10. 完成品在庫および仕掛品の削減(㈱東振精機 桶貴博)

平成20年度

1. WA コネクタ-増産対応のための生産リ-ドタイム短縮-段取り時間削減効果について-(タガミ・イーエクス㈱ 池崎圭一)

2. 間接業務の効率化-PT 生産部門(BOM G)作業工数30%削減に向けて-(㈱FJIT プロダクツ 岩本良)
3. ノズル BKT(ナカ)の加工リードタイムの短縮(オカダ合金㈱ 岡田英樹)
4. 外製製作部品納期達成率の向上(澁谷工業㈱ 北村秀次)
5. 分解品の納期及び進捗管理の改善(㈱石川製作所 北村竜宏)
6. ショット作業サイクルタイム短縮(㈱北菱 高田充)
7. MT100 リードタイム短縮-設備要因の不良低減による突発工数削減-(石川サンケン㈱ 辻秀明)
8. 組立在庫品手配数量の予測方法確立-製造部品表の作成と日程計画の連動-(㈱別川製作所 長田健二)
9. 合理的な部品表の構築とその維持・管理(RB コントロールズ㈱ 西田禎)
10. 金型管理システムの再構築-情報管理による金型費削減-(㈱東振精機 南ゆかり)

平成21年度

1. 未経験製品のコスト見積りシステムの構築(㈱タガミ・イーエクス 太田詩朗、金沢工大院 半井悠太)
2. 図面イメージ関連作業の短縮(澁谷工業㈱ 石森学)
3. 個別原価の早期把握(高松機械工業㈱ 村田康行)
4. 新製品の原価差異の見直し(高松機械工業㈱ 米田秀樹、金沢工大院 山本泰弘)
5. 部品加工計画の最適化(㈱東振テクニカル 森裕之、金沢工大院 門野祐紀)
6. 足回り部品の開発期間短縮(㈱板尾鉄工所 嶋橋 聡)
7. 中物造型ライン小日程計画の時間短縮(津田駒工業㈱ 石原英行、金沢工大院 安澤 翔太)
8. 大型 NC 円テーブルの原価低減(津田駒工業㈱ 安田健一)
9. 機械加工完了日遵守(津田駒工業㈱ 親宏一)

平成22年度

1. ロール加工における利益管理の構築(㈱梶製作所) 宮江義英、金沢工大院 林佑介)
2. 新製品製作日程の最適化(高松機械工業㈱ 船木一興、金沢工大 京極健)
3. 日程管理システムにおける入力項目件数の 20%削減(澁谷工業㈱ 高本宏和、金沢工大院 舟橋直正)
4. ブームラインネック工程の工数 10%低減(㈱北菱 田辺真哉)
5. 組立の生産性向上(㈱タガミ・イーエクス 吉田知功)
6. 新機種生産立ち上がり時に於ける各種トラブルの解消(㈱板尾鉄工所 上田武)
7. 引合から見積提出までのリードタイム短縮(㈱東振テクニカル 澤村雄一、金沢工大

院　三瓶頌太）

平成23年度

1．ノズル加工工程の生産計画（津田駒工業㈱　北村和人、金沢工大　吾妻広之）

2．ブームラインの生産性向上（㈱北菱　濱邊靖友、金沢工大　辻本典正）

3．看板による資材管理（㈱ハチバン　里瀬英司、金沢工大　松本匡生）

4．製造現場の残業削減（共和電機工業㈱　中川寛治、金沢工大　宮川尚士）

5．顧客テストピースの加工時間の工数低減（高松機械工業㈱ 阿部羅純一）

以上

ナレッジチェーンマネジメント講義編テキスト（第 8 版）

2006 年 11 月 30 日　　初版発行
2007 年　9 月 10 日　　第2版発行
2008 年　3 月 26 日　　第3版発行
2008 年　9 月 29 日　　第4版発行
2009 年　6 月　6 日　　第5版発行
2010 年　7 月 15 日　　第6版発行
2011 年　7 月　2 日　　第7版発行
2012 年　5 月 29 日　　第8版発行
編集者　石井　和克
倉島　千徳
武市　祥司
中野　真

発行所　金沢工業大学 情報マネジメント研究所
〒924-0838　石川県白山市八束穂 3-1
TEL：076-274-7733　FAX：076-274-7061
e-mail：ishiik@neptune.kanazawa-it.ac.jp
URL: http://www2.kanazawa-it.ac.jp/ishii/
公開テキスト「ﾅﾚｯｼﾞﾁｪｰﾝﾏﾈｼﾞﾒﾝﾄ講義編(Web 版)」
URL:http://w3e.kanazawa-it.ac.jp/jinzai/