表 3.3.2　サンプル数 n と $d_2$ の関係

| サンプル数 n | $d_2$ |
|---|---|
| 2 | 1.128 |
| 3 | 1.693 |
| 4 | 2.059 |
| 5 | 2.326 |
| 6 | 2.534 |
| 7 | 2.704 |

### (c) 全社的に在庫量を減らそうとする活動が設定されていない。

YZ20THI、 YZ20P、 SOM-2000 の推移をみると、生産は一定の速度で作り、出荷は市場の速度で抑えられている。その結果、売れ残ったものが在庫になっている。売れる速さに合わして製造していないところに、製品在庫が大量に発生する原因がある。

## 3.4　工程管理

### 3.4.1　工程管理の現状

生産計画ならびに生産統制など工程管理を中心とした管理状況を把握するため、組立職場、機械加工職場ならびにレンズ磨き職場について図 3.4.1 に示す手順で調査を行った。なお、現場の実態を調査するために、組立職場、機械加工職場ならびにレンズ磨き職場において稼働分析を実施した。

1. 工場概要把握
製品の構成と仕様
工場組織
業務分担ならびに人員体制
主要製品の製造工程

↓

2. ワーク・サンプリングによる稼働分析
機械加工ならびに組立職場における稼働率の算出
不稼働要因の洗い出しと管理状況の推定

↓

3. インタビューによる管理状況調査
工程管理、在庫管理、購買・外注管理、品質管理などの担当者
（管理状況、問題点などの抽出）

帳票分析

↓

4. 重点項目における詳細分析

↓

5. 改善案の作成

↓

6. 報告書作成・報告

図 3.4.1　生産管理調査の手順

## (1) ワークサンプリングによる稼働分析による製造現場の現状

組立職場、機械加工職場ならびにレンズ磨き職場において、人を中心にワークサンプリング法により稼働分析を行った。結果を表 3.4.1 に示す。

ワーク・サンプリングによる稼働分析とは、職場の稼働率向上を図る目的で、対象とする職場の現状を定量的に把握し、不稼働要因を明らかにし、改善対象を明確にするものである。具体的には、確率の法則を活用して、観測者がランダムに定めた時間に現場で瞬間観測を行い、稼働状況を把握する方法である。ワーク・サンプリングの原理としては、通常人間が日頃頭の中で行っていることである。たとえば「新潟は美人が多い」といわれているが、それは新潟に行って新潟駅を降りた時、女性を見て頭の中でサンプリングする。美人を稼働、その他を不稼働と置き換えたのが、ワークサンプリング法の原理である。

したがって、稼働率は次のように表す。

$$\text{稼働率} = \frac{\text{稼働のサンプリング数}}{\text{総サンプリング数}} \times 100$$

表 3.4.1 より、機械加工、組立ならびにレンズ加工職場の平均稼働率は 51.6% となっている。稼働率が 51.6% になっている原因としては、職場余裕、作業余裕、段取作業、用達余裕などであるため、図 3.4.2、図 3.4.3、図 3.4.4 ならびに表 3.4.2 に示す。

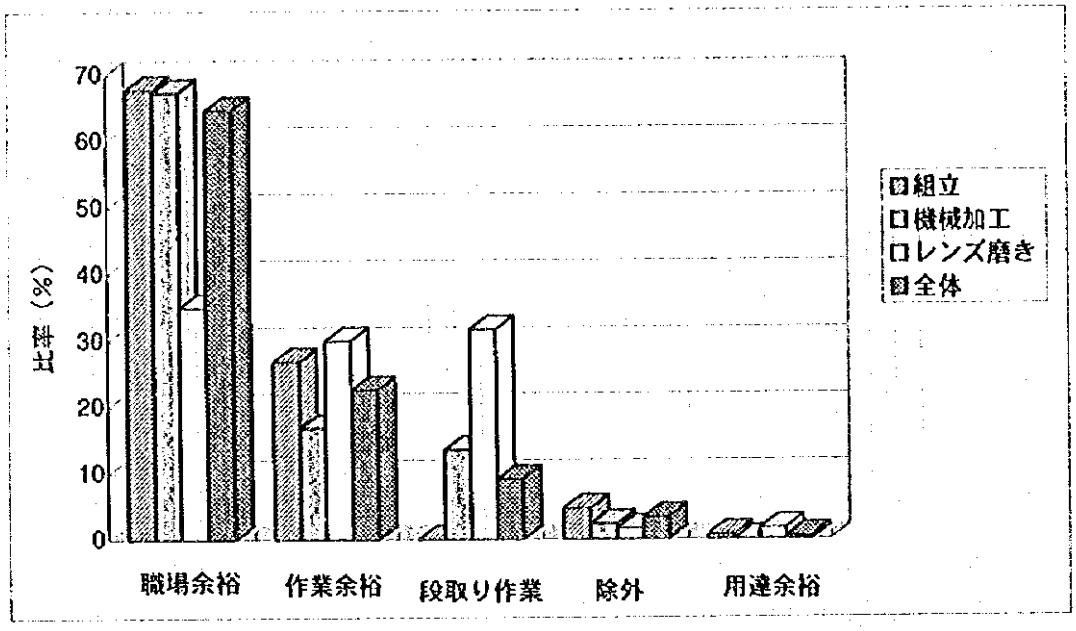



図 3.4.2　不稼働分析

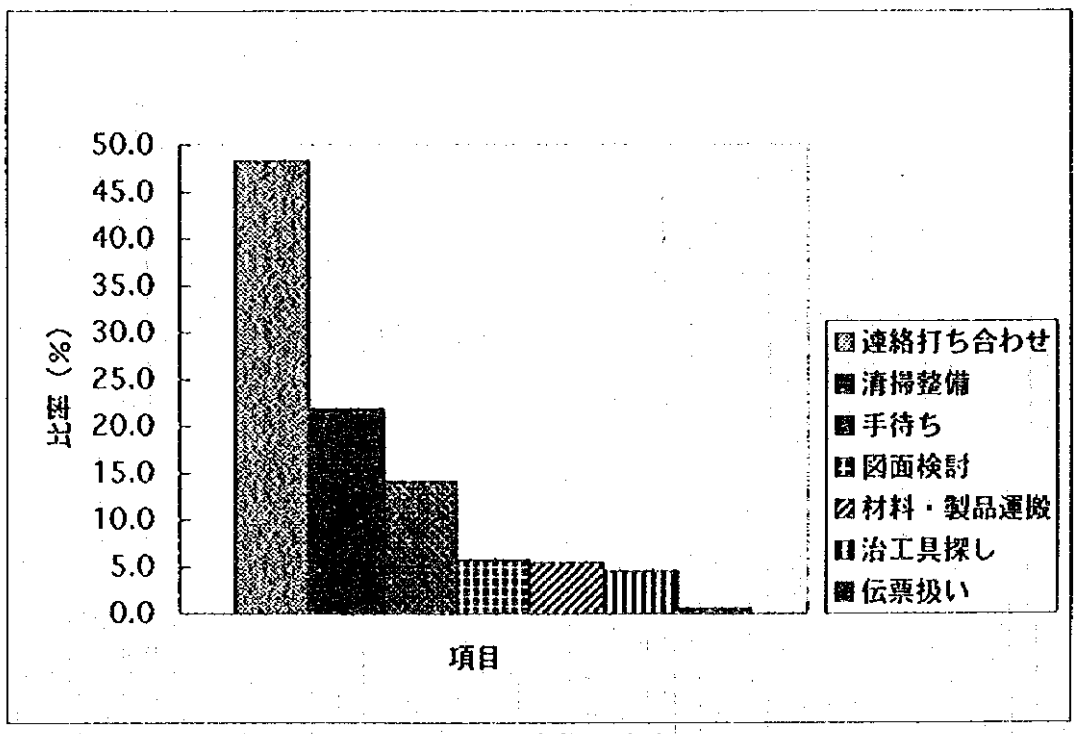



図 3.4.3　職場余裕の内容項目

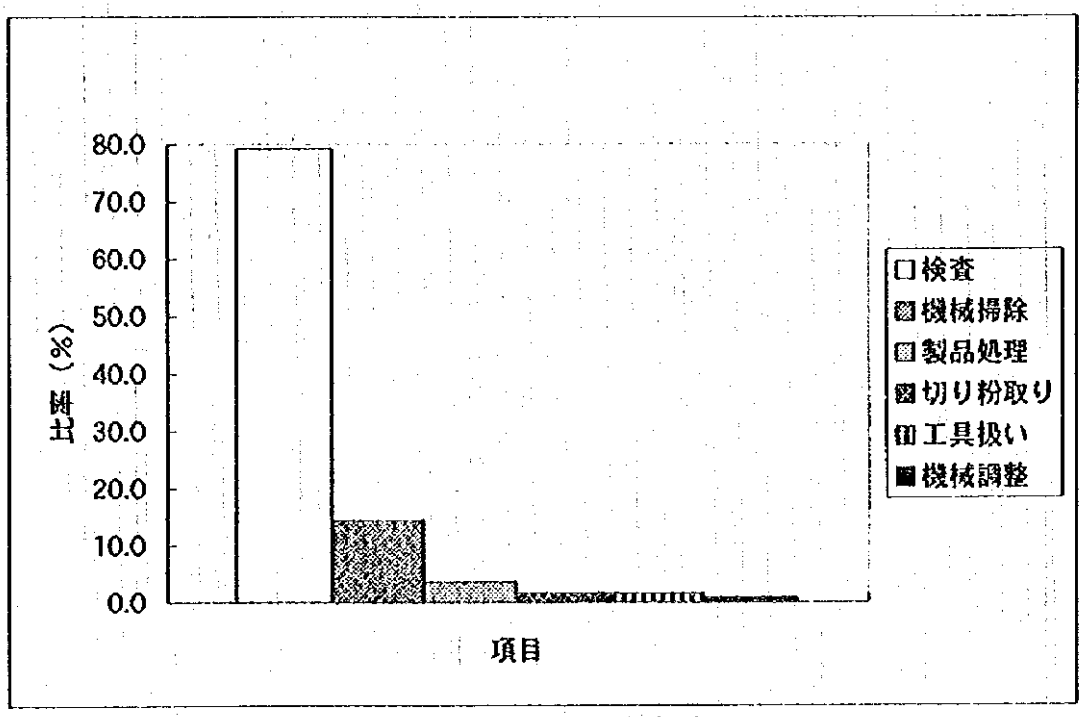



図 3.4.4　作業余裕の内容項目

表 3.4.1　各職場における稼働分析結果

n=1,367　観測日　3/6 PM13:00~16:20 ,3/13 PM13:00~15:00,3/14PM13:15~14:15

| | | 稼働 | 不稼働 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 稼働 | 付随作業 | 段取り作業 | 作業余裕 | | | | | | 職場余裕 | | | | | | | 用達余裕 | | 除外 | |
| | | | | | 製品処理 | 工具扱い | 機械調整 | 切粉取り | 機械掃除 | 検査 | 連絡打ち合わせ | 治工具探し | 図面検討 | 材料・製品運搬 | 伝票扱い | 清掃整備 | 手待ち | 手洗い | 水のみ | 雑談 | 手休め |
| 組立 | 個数 | 296 | | 5 | 1 | | | | 74 | 103 | 14 | | 13 | 1 | 14 | 57 | 1 | 1 | 14 | | |
| | 比率% | 49.7 | | | 0.84 | 0.17 | | | | 12.5 | 17.4 | 2.36 | | 2.19 | 0.17 | 2.36 | 9.61 | 0.17 | 0.17 | 2.36 | |
| 機械加工 | 個数 | 180 | | 41 | | 1 | 1 | 2 | 5 | 42 | 94 | 3 | 24 | 3 | 1 | 79 | | | | 7 | |
| | 比率% | 37.3 | | 8.49 | | 0.20 | 0.20 | 0.41 | 1.00 | 8.70 | 19.4 | 0.62 | 21 | 16.4 | | | | | | 1.45 | |
| レンズ | 個数 | 231 | | 19 | | | | | 16 | 2 | 9 | 2 | | 7 | | | 3 | | 1 | 1 | |
| | 比率% | 79.4 | | 6.53 | | | | | 5.50 | 0.69 | 3.08 | 0.69 | | 2.41 | | | 1.02 | | 0.34 | 0.34 | |
| 小計 | | 586 | 120 | 60 | 5 | 2 | 1 | 2 | 21 | 118 | 206 | 19 | 24 | 23 | 2 | 93 | 60 | 1 | 2 | 22 | |
| 合計 | | 706 | | 60 | 149 | | | | | | 427 | | | | | | | 3 | | 22 | |
| 比率% | | 51.6 | | 4.4 | 10.9 | | | | | | 31.3 | | | | | | | 0.2 | | 1.6 | |

表 3.4.2　不稼働分析表

| | 組立 | 機械加工 | レンズ磨き | 全体 |
|---|---|---|---|---|
| 職場余裕 | 67.78 | 67.33 | 35 | 64.6 |
| 作業余裕 | 26.85 | 16.83 | 30 | 22.54 |
| 段取り作業 | 0 | 13.53 | 31.68 | 9.08 |
| 除外 | 4.7 | 2.31 | 1.66 | 3.33 |
| 用達余裕 | 0.6 | 0 | 1.66 | 0.45 |
| 合計 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

図 3.4.2、図 3.4.3、図 3.4.4 ならびに表 3.4.2 により、全体的ならびに各職場の特徴としては次の点があげられる。

### (a) 全体的な特徴

1. 不稼働の内容は、職場余裕が 64.6%、作業余裕 22.54%、段取り作業 9.1%、除外 3.3% ならびに用達余裕が 0.45% である。
2. 職場余裕の内容項目は、連絡打ち合わせ、清掃整備、手待ち、図面検討、材料製品運搬、治工具探しの順番であった。

### (b) 組立職場の特徴

1. 稼働率が 49.7% であった。不稼働の内訳は職場余裕 67.8%、作業余裕 26.9%、除外が 4.7% であった。
2. 職場余裕の発生項目は、連絡打ち合わせ、手待ち、清掃整備、治工具探し、材料製品運搬の順であった。
3. 作業余裕の中では、検査が多く発生している。

### (c) 機械加工職場の特徴

1. 稼働率が 37.3% であった。不稼働の内訳は職場余裕 67.3%、作業余裕 16.8%、段取り作業 13.5%、除外が 2.3% であった。
2. 職場余裕の発生項目は、連絡打ち合わせ、清掃整備、図面検討の順であった。
3. 作業余裕については、組立職場と同様に検査が多くみられた。
4. 段取り作業は 13.5% 発生しているため、機械における段取り発生回数が多く、時間がかかっていることが推察される。

### (d) レンズ磨き職場の特徴

1. 稼働率が 79.4% と他の職場に比べてかなり高くなっている。これは、作業指示がある程度徹底しているとともに、作業の性格が単純手作業で作業者に指示しやすいためである。
2. 職場余裕の発生項目は、連絡打ち合わせ、材料製品運搬、手待ちと続いていた。
3. 作業余裕については、機械掃除が多く発生している。

4. 段取り作業は 6.5% 発生し、小刻みな段取り作業が多く発生している。

次にワークサンプリング法による稼働分析については添付資料 5 に記述する。

### (2) 生産計画の現状

生産計画は需要予測ならびに販売計画に基づいて立てられており、年間生産計画、3 ヵ月生産計画ならびに月次計画と区分され作成されている。しかし、生産能力を勘案した計画ではなく、能力以上の生産数については外注に依存しているなど、機械的に作成されている。作業現場の生産計画は主任と 3 人の副主任で毎週 1 回作成調整し、現場に対して口頭で指示している。機械職場の実労働時間は 8 時間であるが、その内 2 時間は準備作業などに振り分けられており、1 日の機械稼働時間は 6 時間を目安に行なっている。

標準工数は新製品立ち上げ時に設定され、1 年後に改訂されることになっている。SOM-2000 での組立時間は表 3.4.8 のようになっている。

作業順序については現場で立てているので、加工の優先順位は余り考慮されていない。

表 3.4.8　SOM2000 のユニット部品

| コードならびに名称 | 製品仕様書部位 | 標準工数（工／人） | 重点部品 | 生産期間（ヵ月） | 組付け順序 |
|---|---|---|---|---|---|
| 01 架台 | 1 ～ 28 | | | 1 | 1 |
| 02 XY ステージ | 25 | 1.8 | | 1 | 2 |
| 03 傾斜アーム | 12 | 1.8 | | 1 | 3 |
| 04 焦点調整部品 | 13 | 1.7 | ◎ | 1 | 4 |
| 05 双眼鏡筒 | 29、30 | 3 | ◎ | 1 | 5 |
| 06 顕微鏡ボディー | 36（光学調整 ＋ 0.6 ） | 3 | ◎ | 2 | 6 |
| 07 助手用顕微鏡 | 31 ～ 35 | 3 | ◎ | 2 | 7 |
| 08 照明部品 | 42、43 | 2.5 | | 2 | 8 |
| 09 フィット スイッチ | | | | | 9 |

### (3) 生産計画作成時における現状

生産計画の流れは図 3.4.5 の通りであり、需要予測、販売計画、年間生産計画、3 カ月生産計画、月次生産計画、現場での生産計画の流れで製造指示がなされている。

生産計画は、大きく分けて部品加工計画と組立計画は区分されており、組立の 1 ヵ月前に部品加工が終了するように計画されているが、実際は約 90% の部品しか納入されていない。部品遅れの要因としては次のことが考えられる。

1. 機械加工では穴あけ作業などに手間がかっている。
2. 部品点数が約 500 点もあり、部品計画自体が作られていないのが現状である。
3. 第 3 工場の MC、 NC 機械加工の作業者 30 名はほとんど訓練校の学生であり、習熟されていない。

1. 需要予測
↓
2. 販売計画
↓
3. 年間生産計画
↓
4. 3 カ月生産計画
↓
5. 月次生産計画（3 カ月のローリングプラン方式）
↓
6. 現場へ指示

図 3.4.5　生産計画のフロー

### 3.4.2 工程管理の問題点

工程管理面における問題点を、ワークサンプリングによる稼働分析からみた製造現場の問題点、生産計画上の問題点ならびに帳票システム上の問題点を次に示す。

#### (1) ワークサンプリングによる稼働分析からみた問題点

#### (a) 組立職場

1. 稼働率が 49.7 ％と低い。その原因としては、作業余裕率が 30.1 ％、職場余裕比率が 16.9 ％と高い比率になっている。
2. 作業余裕率の高い原因は、機械の整備や検査作業の多さにある。
3 職場余裕比率の中で、連絡打ち合わせが多く、生産計画と作業指示が大雑把なっていることが推察される。同様に、手待ちが 9.61 ％発生し、部品の供給体制に問題があることが推察される。
4. 雑談が多く、職場の管理がなされていない。

#### (b) 機械加工職場

1. 稼働率が 37.3 ％と低い。
2. 機械加工では致し方事であるが、段取りが 8.5 ％発生しており、段取り削減目標と実効策がなされていない。

3.. 図面における不備が発生し、現場での対応に時間がかかっていると推察される。これは、設計部門の責任であり、恐らく設計ミスがかなりのレベルで発生していると推察される。

4. 生産計画が緻密でないため、作業指示、指導が頻繁に発生し、生産効率を下げている。

5. 機械加工で生ずる切り屑を効率良く収集することが行なわれていないため、機械掃除に多くの時間がかかっている。

6. 組立職場同様、雑談が多く発生している。

さらに、問題点とその発生要因をまとめると表 3.4.9 の通りになる。

表 3.4.9　ワークサンプリングからみた問題点とその発生要因

| 現象面からみた問題点 | 問題の発生要因 |
|---|---|
| 稼働率　51.6% | → 管理が機能しづらい<br>→ 作業方法に工夫の余地がある<br>→ 効率的なレイアウトではない |
| 1. 職場余裕（不稼働に対して 64.6%） | |
| 1) 連絡打ち合わせ　31.10% | → 生産指示、統制が適切ではない |
| 2) 清掃整備　14.10 | → 屑の出やすい加工処理方法 |
| 3) 手持ち　9.10 | → 生産計画、現場への指示がきめ細かくされていない |
| 4) 図面検討　3.60 | → 図面ミスの発生（寸法、穴の位置など） |
| 5) 材料・製品運搬　3.50 | → 効率的なレイアウトではない |
| 6) 治工具探し　2.80 | → 5S がなされていない（モノの置き方が乱雑） |
| 7) 伝票扱い　0.31 | |
| 2. 作業余裕（不稼働に対して 22.54%） | |
| 1) 検査　17.85 | → 工程でモノを作り込む姿勢が少ない |
| 2) 機械掃除　3.18 | → 切り屑の出やすい加工方法 |
| 3) 製品処理　0.77 | |
| 4) 工具扱い　0.29 | → 作業域内レイアウトに工夫の余地がある |
| 5) 切り粉取り　0.29 | → 切り屑の出やすい加工方法 |
| 6) 機械調整　0.16 | → 機械の老朽化、メンテナンスの不備 |
| 3. 段取り作業（不稼働に対して 9.08%） | → 段取り作業の短縮努力が少ない |
| 4. 除外 (3.33%) | |
| 雑談　3.33% | → 現場管理が機能していない |
| 5. 用達余裕（不稼働に対して 0.45%） | |

### (2) 生産計画上の問題点

1. 生産計画が機械的に立てられ、実行レベルの計画になっていない。
2. 月次計画の数量計画から週間レベルの計画へ細かくおとされておらず、大雑把な生産計画となっている。
3. 生産指示は口頭指示となっているため、作業指示がきめ細かく伝わりにくい。
4. 標準工数資料が初期に要した工数を基にしているので、量産したときに工数が異なる。
5. 段取りは2時間以内に終わらせる目標であるが、実績についてはあまり取られていない。

### (3) 工数設定上の問題点

1. 標準工数は、新製品立上がり時に設定されているので、繰り返し生産されている製品では習熟により実績工数は下がっているはずである。
2. 段取りに関する標準工数の把握が甘い。
3. 作業順序は現場で立てているので、優先順位は考慮されていない。

### (4) 帳票システム上の問題点

各伝票はそれぞれの部門に送られることにより、チェックされるが、材料や部品・ユニット部品などの伝票が多いため、煩雑である。表 3.4.10 の通り、手書きの伝票が多くあるが、使われていないものや設計当初の目的と異なって使用されているものがある。

表 3.4.10　手書き帳票

| 帳票名 | 内　容 | 使用状況 |
|---|---|---|
| 原材料収料単 | 原材料の受領 | 半製品組立に使用しておりコンピュータ化の方向 |
| 収料単 | 原材料の受けとり | 5枚複写で現在使用 |
| 領料単 | 原材料の払い出し | 4枚複写で現在使用 |
| 現品票（兼材料出庫票） | 主に部品加工用に作成され各工程別の出来高不良個数　完成時期などが明記 | 使用されていない |
| 棚札 | 部品の入庫数量、出庫数量、在庫数を記載 | 倉庫に使用 |

従って、材料ならびに部品の流れを一元化した帳票システムが望まれる。

## 3.5. 品質管理

### 3.5.1　品質管理の現状

手術用顕微鏡では完成品の一次合格率は 85% 以上で、製品倉庫に納入する迄には合格率を 100 %にすることになっている。しかし、不合格についての記録は一切とられていない。

### (1) 品質アンケート結果

表 3.5.1 の様式でアンケート調査を行った。アンケート用紙は 787 枚配付し、回収されたのは 536 枚であり回収率は 68.1% であった。回答状況は次の通りである。

問 1 の「当社の製品の品質に関心がありますか」に対して、図 3.5.1 に示すように「大いに関心がある」が 518 人と全体の 97% が製品の品質に関心を持っている。

問 2「大いに関心がある」と答えた理由については、図 3.5.2 に示すように「会社の発展に必要だから」が一番多く 311 人と全体の 60% が解答している。その他、「不良、手直しが多いから」、「上司が品質にうるさいから」が続いている。「何となく」が 95 人と全体の 18% を占めている。

問 3「何ともいえない」、「あまり関心がない」と答えた理由については、図 3.5.3 に示すように、「品質より納期、生産量に関心があるから」が 10 人、「上司が品質に無関心だから」が 5 人、「仕事に興味がないから」、「なんとなく」が続いている。

その他列挙された不良発生原因は図 3.5.4 の通りである。すなわち、「原材料が悪いから」が 245 件と全体の 15%、「受入検査でよく検査してくれないから」が 237 件と 15%、「作業標準が不備だから」が 152 件と 9.4%、「ついうっかり」が 134 件と 8.3%、「検査設備が不備」が 128 件と 8%、「機械設備が不備」が 108 件と 6.7%、「納期に追われて」が 105 件と 6.5%、「技術が未熟だから」が 97 件と 6%、その他「人手が足りない」、「作業場所が狭いから」、「仕事に興味がない」、「不注意」、「取引先の発注の仕方・内容に不備があるから」、「人間関係が悪い」、「上司の指導不足」などが続いている。

表 3.5.1　品質アンケート調査用シートの様式

## ＜品質アンケート調査表＞

不良、手直しの防止について、あなたの率直な意見をお聞かせください。
該当する数字の上に○印をつけてください。無記名で結構です。

### Ⅰ．品質に対する関心の度合について

問1　あなたは、当社の製品の品質に関心がありますか。
1．大いに関心がある
2．あまり関心がない
3．何ともいえない

問2　［大いに関心がある］と答えた方
その理由をお聞かせください。
1．会社の発展上必要だから
2．上司が品質に対してうるさいから
3．不良、手直しが多いから
4．なんとなく
5．その他

その他に○印をつけた方の記入欄

問3　［何ともいえない］［あまり関心がない］と答えた方その理由をお聞かせください。
1．品質より納期、生産量に関心があるから
2．仕事に興味がないから
3．上司が品質に無関心だから
4．なんとなく
5．その他

その他に○印をつけた方の記入欄

### Ⅱ．当社の不良、手直しがなぜ発生するのか、あなたの考えている原因をお聞かせください。主な原因と思われるもの3つ以内に○印をつけてください。

1．原材料（外注品）が悪いから
2．取引先への発注の仕方・内容に不備があるから
3．受入検査でよく検査してくれないから
4．機械設備が不備だから
5．検査設備が不備だから
6．人手が足りないから
7．作業場所が狭いから
8．技術が未熟だから
9．治工具が不備だから
10．作業標準が不備だから
11．上司がよく教えてくれないから
12．仕事に慣れていないから
13．仕事にあまり興味がないから
14．職場の人間関係が悪いから
15．納期に追われてイライラして
16．作業する人の不注意によって
17．ついうっかりして
18．その他

その他に○印をつけた方の記入欄

### Ⅲ．不良、手直しの防止のための対策について、あなたのご意見をお聞かせください。

必ず記入してください。対策がわからないときは［不明］と記入してください。

### Ⅳ．あなたの所属部門・性別・勤続年数に○印をつけてください。

| | |
|---|---|
| 所属部門 | 1． |
| | 2． |
| | 3．その他 |
| 性別 | 1．男 |
| | 2．女 |
| 勤続年数 | 1．満3年未満 |
| | 2．3～5年未満 |
| | 3．5～10年未満 |
| | 4．10年以上 |

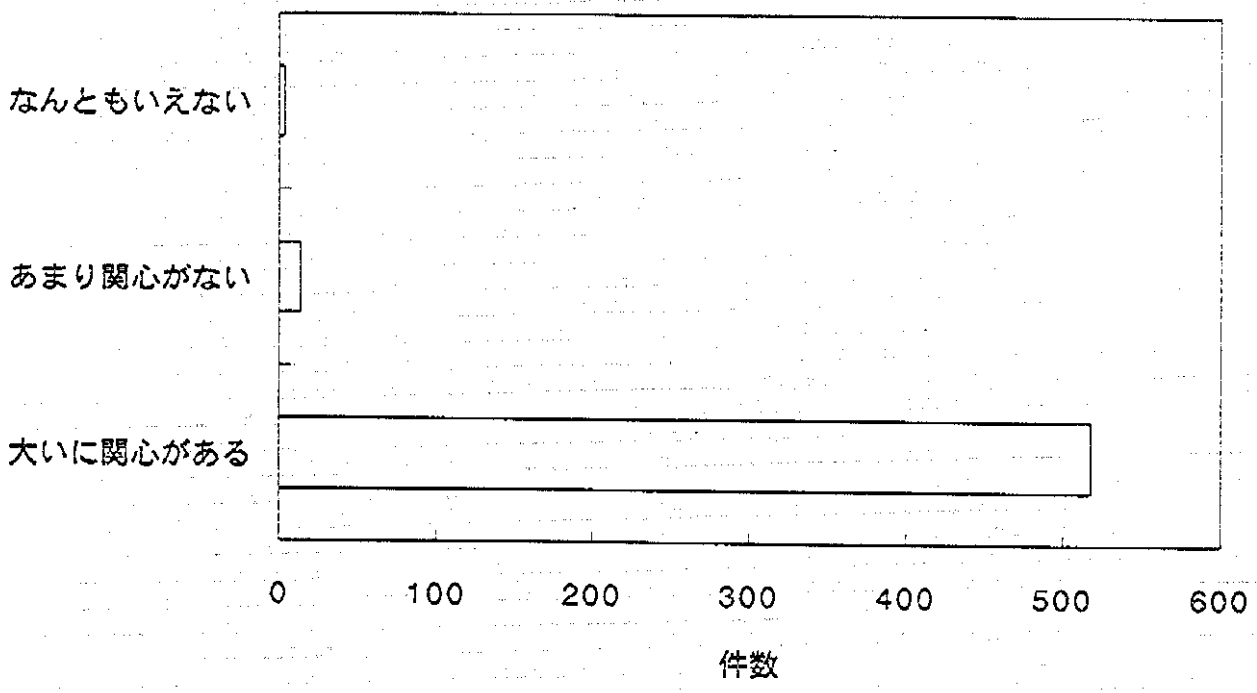



図 3.5.1　品質に対する関心度

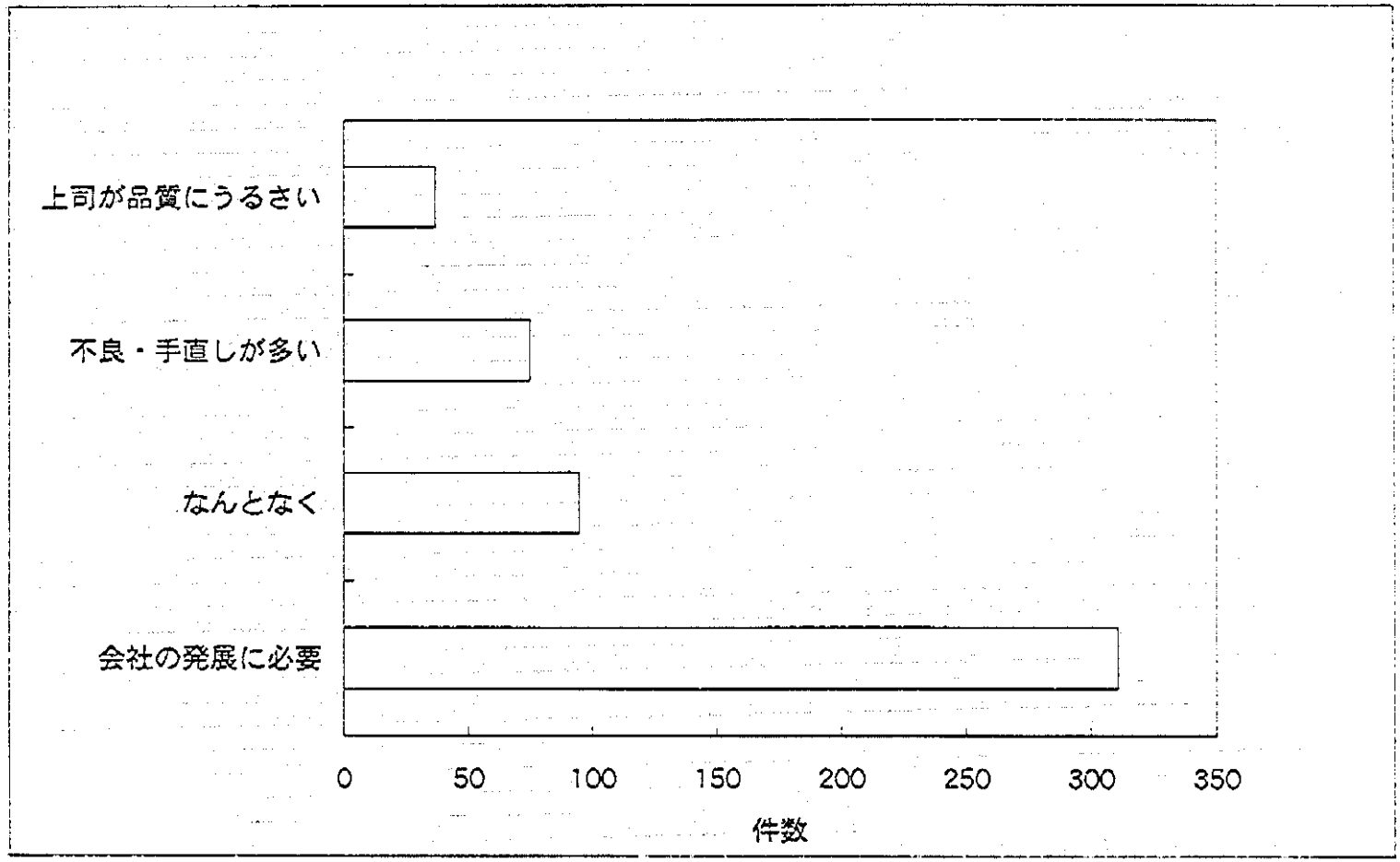

上司が品質にうるさい
不良・手直しが多い
なんとなく
会社の発展に必要
0
50
100
150
200
250
300
350
件数

図 3.5.2　関心の理由

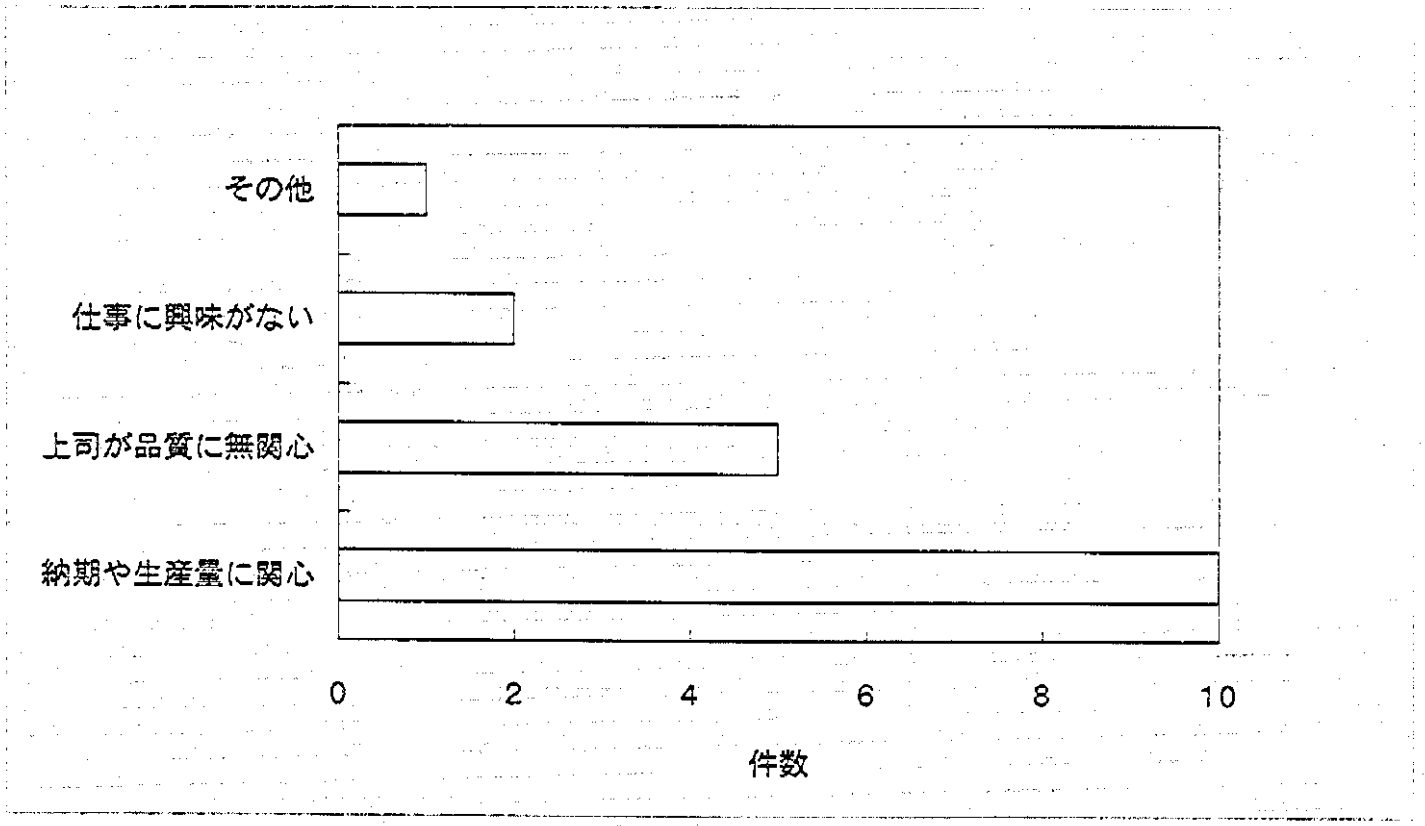



図 3.5.3　無関心の理由

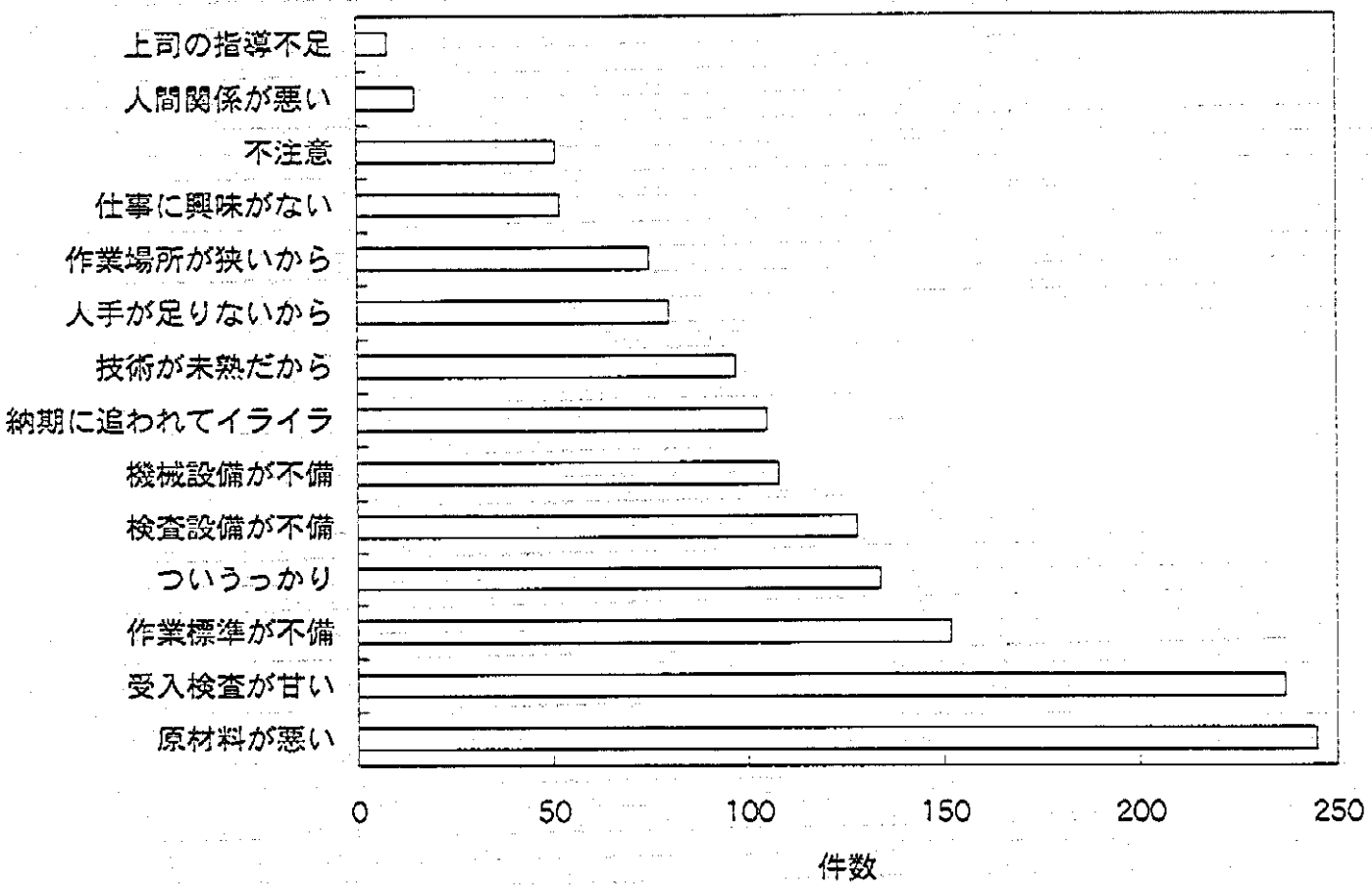



図 3.5.4　主な不良発生理由

### (2) アンケートに対する各部門の回答

品質アンケートにおいて、「不良、手直しの防止のための対策」について各部門から自由な意見を聴取したところ次の通り建設的な意見が多かった。

1. 第2分工場：職員の主観的潜在力を十分に発揮し、職員自身が企業の主役だと認識させ、「質量は命だ」という観念を確立させたら、質量の問題が解決するばかりでなく、製品品質のレベルが向上する。
2. 部門不祥：職場の規範を確立したり、改善したりし工程要求にしたがって操作し、従業員に質量要求を守らせ、「質量は企業の魂」ということを覚えさせる。
3. 研究所：職員の責任感、質量意識を増加し生産工程と検査手段を改善し、治工具と刃物の設計に力を入れ、購入品は技術要求によって厳しく検査する。
4. 労働保護科：質量管理と職員の責任感を強める。
5. 第2職場：良い原材料と測定器具を提供し、機械設備を更新する。不良品を絶対に出荷せず多くのボーナスを配付する。生産現場の衛生と温度をコントロールする。職員の資質を高め積極性を行かす。
6. 生産管理と製品品質などあらゆる面の設定を厳しくする。
7. 教育科：パッケージを固くすると輸送中は安全である。初期検査と工程内検査を強化すべきである。
8. 技術質量科：職員は設備性能を詳しく知るべきである。設計は正しくサンプルを作り、病院で試用し合格したら生産に移すべきである。
9. 業務弁公室：賞罰制度をはっきりと決める。原材料の購入をやかましくする。
10. 部門不祥：加工要求、組立、検品、運輸などの面を重視する。
11. 総務部：浪費に反対し節約を提唱する。幹部は職員と密接な関係を保つべきだ。
12. 労働組合：不合格の原材料を購入せず、不合格の製品を出荷しないことにする。お客様と病人に責任を持つべきだ。
13. 対外経済科：古い観念を変え、サービス意識を樹立して問題によってその解決方策を求める。
14. 部門不祥：油断が原因で起きたロスは賠償しなければいけない。設計パターンは正しくなくてはならない。市場需要の調査を行うべきである。
15. 部門不祥：大型部品から完成品までの質量を重視する。設計パターンの要旨をつかまえる。質量第一ということはただ掛け声にだけ留まってはいけないので、実際にそのとおりに行うべきである。
16. 生産調達科：それぞれの責任範囲をはっきりと明確にし、不良品ができたら時間どおりにその原因を分析して、その後そのようなミスを犯さないように保証する。

### 3.5.2 品質管理の問題点

当工場における製造現場の実態調査、アンケート調査ならびに技術質量科の管理者インタビューなどから次のような問題点を抽出した。

当工場における製造現場の実態調査、アンケート調査ならびに技術質量科の管理者インタビューなどから次のような問題点を抽出した。

1. 組立職場、機械加工職場、レンズ職場などで発生した不良・不具合についてのデータがとられていない。帳票では現品票（兼材料出庫票）が主に部品加工用に作成る様に設計されており、各工程別の出来高、不良個数、完成時期など欄があり、明記されることになっているが、現実使用されていない。したがって、不良・不具合データが掴めない現状では、不良・不具合情報を瞬時に現場に伝達することは難しいし、それに合わせたフィードバック体制も当然ながら整っていない。
2. 作業票などで作業工数レベルの作業実績を収集していないので、不良・不具合が発生したときの損失金額と手直しに発生する工数と新たに発生する材料費が把握出来ない。
3. 客先からのクレーム発生件数ならびに内容が設計、製造に十分伝わらないため、同じようなクレームが発生している。したがって、以前発生した客先クレームのデータと新たに発生したクレーム内容を比較検討するための履歴管理が機能していない。
4. 品質アンケートより、 作業者の中には品質意識を持っていない者がいる。すなわち、「自分たちはものを作ればいい、作ったものは検査係りが検査してくれる」という意識である。品質は工程で作り込むという思想とはかけ離れている。
5. 材料の品質に問題があり、生産現場で不良が発生することがある。品質の良い材料を仕入れたいが、掛けが可能な取引先は限られており、結果とした甘んじている状況である。一面、受入検査も十分されておらず今後の課題となる。

## 3.6 安全管理

### 3.6.1 安全管理の現状

#### (1) 安全管理体制

安全管理の体制としては、安全管理委員会が設置され工場長を中心とした各メンバーにより政策決定がなされた後、労働保護科が実行することとなっている。委員会の開催は不定期ではあるが、当社の規定により3ヵ月に1度あるいは重大な事故が生じたときに開催され、原因の徹底的な究明、責任所在の明確化、本人に対する再教育などを行ない、再発防止に努めている。

#### (2) 安全委員による改善指示

労働保護科に安全委員が1名おり、全ての作業現場を対象として安全検査を行い監督している。安全検査結果は労働保護科で整頓改善通知表に記入され、科長と副工場長サインののち、現場へ指示される。

#### (3) 安全教育

安全教育は蘇州市全体で毎年 11 ～ 12 月にかけて安全大点検が行なわれ、消防局が中心となり各企業の審査をおこなったり、従業員に対して防火、強盗防止などのテストを実施し 90 点以上の優秀者には賞品がだされている。当社内部での安全教育の対象は新入社員と配置転換対象者である。教育内容は労働防衛科によるもの、作業現場の主任によるものならびに班長を中心とした安全教育の 3 つからなっている。新入社員では 90 分程度、配置転換の対象者については短時間で注意点を指示している。

### (4) 安全管理について

安全管理については、蘇州市全体年間 4 回の大点検を行い、その結果を医薬管理局が中心となり、各企業に改善命令がなされるなど市と企業が一体となって取り組まれている。

## 3.6.2 安全管理の問題点

安全管理については市の指導のもとで行なわれている。しかし、安全管理の第 1 歩である 5S（整理、整頓、清掃、清潔、躾）については行う必要がある。とくに、はさみのプレス作業など安全対策のかけた作業も散見されるとともにモノが乱雑に置かれ危険な作業場が所々にある。さらに、作業環境が悪く当調査団が訪問した 3 月中旬で 10 ℃前後であり、物づくりにとっては決して好ましい状況とはいえない。

### (1) 安全管理

安全管理については市の指導のもとで行なわれている。しかし、実行レベルでは多くの問題を抱えている。

1. 安全管理の第 1 歩である 5S（整理、整頓、清掃、清潔、躾）については行なわれていない。
2. 機械加工職場や組立職場などでは、部品、工具などが乱雑に床に置かれている。床面には、切削屑が散乱しており、作業者がつまずいて転んだりすれば怪我の原因となる。
3. 手術用のはさみを製造しているプレス作業では、安全装置もなく危険である。プレス機械にもし異常が発生しても、すぐ機械を停止出来ない状態である。日本では、プレス機械の場合、機械の作動中に手が入らないようにするため、スイッチは両手で押すのが原則であるが、当工場では片手のスイッチを採用している。
4. 各工場に共通していえることは、安全対策のかけた作業が各所に散見されるとともにモノが乱雑に置かれ危険な作業場が多い。さらに、作業環境が悪く油やほこりにまみれた職場があり、しかも暖房もなく、当調査団が訪問した 3 月中旬で 10 ℃前後であった。

### (2) 5S

5S とは管理のバロメータであり、次の意味合いである。

整理 (Seiri)、整頓 (Seiton)、清掃 (Seisou)、清潔 (Seiketu)、躾 (Shituke) の頭文字をとって 5S という。

1. 整理：要るものと要らないものを分け要らないものを捨てる。要らないものを捨てない

と次の整頓が出来にくい。

2. 整頓：要るものがすぐ取りだせる状態をいう。良く引き出しなどにモノを入れるが、引き出しを出して探しているようでは、整頓が出来ている状態とはいえない。

3. 清掃：掃除をする

4. 清潔：掃除をすれば清潔になる。

5. 躾：前記四つを習慣化させるように躾する。

## 3.7 設備管理

### 3.7.1 設備管理の現状

工場における生産設備の充実に伴い設備管理の重要性は益々認識される。設備管理とは、設備の配置、更新、補充から調達、運転、維持を経て廃却にいたる設備を効果的に活用するための管理全般で、設備本来の機能を発揮する状態に維持するとともに、故障、欠陥の回復するための処置及び活動を設備保全という。

生産設備は保全状態によつて、製品の品質や製造原価が直接影響をうけるのは当然のことであるが、近年では新設設備の高価格化に伴い、その稼働率を高める為に一日の機械稼働時間を多くする形がとられているので、機械の休止は生産に重大な支障をきたすことになり、生産設備の良好なメンテナンスは、それを防止する為には必須の条件となる。設備の高価格化は製造原価に占める償却費率が上昇を続けており、生産設備の能力を最大限に引き出すこと、即ち機械生涯のアウトプットを最大にし、同時にメンテナンスやランニングコストを含めた生涯コスト (life cycle cost) を最小にするかは、本質的に重要なことになる。

蘇州医療器機工場の設備管理は、江蘇省医薬局（94年度判）設備管理制度があり、それを工場で遵守する形で実務的に運営されている。江蘇省医薬局設備管理制度とは、次の項目からなつている。

1. 設備管理各クラス責任制度
2. 設備前期管理制度
3. 設備現場管理制度
4. 設備使用保全制度
5. 設備検査修理管理制度
6. 設備パーツ管理制度
7. 設備潤滑管理制度
8. 動力設備管理制度
9. 設備事故管理制度
10. 設備検査・評価制度
11. 設備技術フアイル管理制度

12. 設備固定資産管理制度

これらは設備管理について、幅広く規定されている。工場での設備管理部門は技術改造弁公室があたり、特に設備現場管理は設備毎に常に良好な技術状態におき設備の寿命を延ばすため保守点検表を整備し、設備の潤滑の部位、油の種類、潤滑方式、方法、量、周期を定め設備の劣化を防止している。保全のための設備検査修理は機械修理グループが巡回検査を実施し修理記録をのこし、修理および修理の指導を行つている。

### 3.7.2 設備管理の問題点

近年工場の金属加工設備を含め、急速に設備の充実がされているが、一度これ等の設備が故障を起こすと生産の低下、日程の混乱、品質の低下コストの浪費など数々の問題が発生する。従って、機械設備の信頼性を高め、故障を未然に防止することの重要性は益々強調される。一般に、設備保全に対する取り組みの段階は 1. 事後保全、2. 予防保全、3. 改良保全、4. 保全予防があるが、この区分に従って設備管理が定着しているとはいえない。

1. 初期清掃が徹底していない。

始業時に、設備本体を中心とするゴミやヨゴレの一斉排除、給油、増し締めの実施および設備の不具合部分の発見とその改善ならびに復元が確実に実施されていない。

2. 自主点検チェックシートの作成と実施がされていない。

短時間で清掃、給油、増し締めを確実に維持できるような行動基準を作成し、日常、定期に使用できる時間枠が示されていない。

3. 修理履歴記録が整備され活用されていない。

一部の設備は、修理記録表が残されているが、全体に徹底したものになっていない。汎用機械での修理履歴は記録されていない。将来の機械の保全には、修理履歴から予知。予防保全の体制作りの基礎資料となるので、必ず修理履歴を記録し残すことを徹底すべきである。

4. 機械回りの整理、整頓が十分行われていない。

機械回りに部品が乱雑に置かれた状態で、整理、整頓に問題があり、作業安全上からも一定位置に部品置き場を定めることに徹底すべきである。

## 3.8 教育・訓練

### 3.8.1 教育・訓練の現状

当社の教育・訓練体系は次の通りである。

#### (1) 中級作業者（技術４級以上）訓練

現状あまりやっていない。

#### (2) 管理者のコンピュータ教育

#### (3) 幹部クラスの教育

off-JT が中心で、工場の予算に基づいて行なっている。

### (4) 党委員会

政治トレーニング

上記のように、当工場における教育・訓練体系は極めて単純である。新入の作業者についての教育は行っていない。中級作業者については、技能・技術的な訓練を行うことになっているが、ここ数年行っていないのが現状である。管理部門でコンピュータを使用する所では、外部のコンピュータ研修に参加させている。幹部クラスの教育については、工場の予算に基づいて、蘇州市で行なわれる研修会に参加させている。1995 年度では、管理者を中心として、ISO9000、現代企業内部管理、対外貿易業務、財務会計電算機、コンピュータ研修などの研修に延べ 140 名送り出している。社内でも、新人の光学工や仕上工 24 名を対象として技能トレーニングを行っている。

その他職業高校の 3 年生を対象として 5 ヵ月間職業教育している。卒業後は 90 %程度が当工場に採用されている。当工場としては、学生 1 人あたり 2,100 元負担し、将来の作業者を確保している状況である。

## 3.8.2 教育・訓練の問題点

モノづくりを行なう作業者を対象に基礎的な教育訓練が必要である。とくに、学生を職業訓練として作業に従事させている現状では、次のような基本的な教育が必要である。すなわち、職場マナー、安全教育、作業標準教育、品質、機械操作、製品知識、社内方針、原価と出来高、命令・報告などを 1 ～ 2 日くらいかけて教育する必要がある。

生産現場ならびスタッフにおいて、仕事の遂行に必要な専門技術・知識、技能教育ならびに品質管理教育が求められる。さらには、今後多様な製品を効率的に作るためにも多能工の育成が欠かせない。

## 3.9 環境対策

## 3.9.1 環境対策の現状

環境問題の多くは、都市、生活型公害や地球温暖化問題等に見られるように、通常の工場活動や日常生活一般による環境への負荷の増大に起因する部分が多く、また、地球環境問題に見られるように、地球規模の空間的広がりと将来世代にもわたる時間的広がりをもつている。従って現状の問題を検討する際にも、将来を見据えた考察が必要となる。この環境問題について、中華人民共和国環境保護法で次の通り法制化している。

第一章　総則

第一条　生活環境と生態環境の保護改善、汚染及びその他の公害を防止し、人の健康を守り、社会主義近代化建設の発展促進のために本法を制定する。

第四章　環境汚染及びその他の公害の予防処理

第二十四条　環境汚染及び他の公害を引き起こす職場は、環境保護活動を必ず計画の中に組み込み、環境保護責任制を作らなくてはいけない。

有効な措置をもつて、生産過程及びその他の状況で作り出せれる廃ガス、廃水、固型廃棄物、粉塵、悪臭、放射性物質、騒音、振動、電磁波等環境の汚染及び環境に危害を及ぼすものを予防し処理することを規定している。工場はこの規定を遵守するため

環境保護各クラス責任制

境統計管理制度

環境保護科学研究と設計管理制度

”三廃”整備管理制度

環境モニター管理制度

その他の環境保護管理制度

環境保護審査制度

の工場規定を定め、これにより環境保護に対する工場長以下の責任と任務を明確にして、日常工場での環境保護の対処を行つている。

特に、環境統計管理では工場の廃水、廃棄物等の統計記録を上部機関への報告、整備管理、環境保護の研究、環境モニター等を組織業務としている。工場環境としては既に環境保護上問題となる粉塵、騒音、振動の要因となる鋳造、鍛圧関係の加工は第二工場に移されているので、本社工場での対象は具体的には、大気汚染関係ではボイラーからの排ガス等はサイクロンで粉塵を落とし排出しているが、現状では脱硫装置は設置してない。水質汚濁関係は表面処理工場の排水は中和し河川に流している。騒音については粉体塗装の粉体回収装置、循環ファン、コンプレッサー排気等が対象になるが環境基準は、工場が住宅地域であるのが昼間：60フォン、夜間：25フォンの基準があるがそれをクリアーしている。公害としてはその他に振動、悪臭があるが基準もなく対策もされていないのが現状である。

### 3.9.2 環境対策の問題点

公害を予防するには、どのような汚染物質が発生し、それがどのように、またどれほど地域に影響を与えるかを予測することからはじまる。予測情報が誰にでも理解でき、いつでも公開されれば対策が可能となる。

現在の工場の中での環境問題の対象は次のものが考えられる。

#### (1) 排気

排気関係では有機溶剤の使用、表面処理工場においての各工程より発生する各種の有害物質及び粉塵、騒音、振動から工場作業者の生命健康、環境に対する社会的責任がある。排気の方法は、高濃度の状態で局所的に捕捉除去し、大気中に放出する局所排気と低濃度ではあるが作業場全体を空気を汚染している状態に新鮮な外気を入れ全体の汚染濃度を許

容濃度以下にして大気中に放出する全体排気があるが排気量が多い場合は室内の熱損失を伴うので出来るだけ局部排気装置の可能性を検討すべきである。

### (2) 排水

排水は、多くは光学素子加工での研削・研磨工程及び表面処理の前処理として酸、アルカリを使用、メッキ工場より排出せれる有害物、重金属の排出源は、メッキ浴及び処理浴が主であり加工物に付着して水洗水で希釈されたものが通常排水となる。一般に、排出水は水洗水とめつき浴及び処理浴の老化液で、濃度の低い水洗水は多段バツチで水量を少なくし、各種の方法により濃縮し回収除去をする。老化廃液も同様処理を行い回収出来なかうた規制物質は総合排水として処理されるのが現況であるが、放流水の管理（安全チェツク、水質測定の記録等）排水処理後のスラリー（泥漿）が発生し、これを固液分離しスラジ（汚泥）を乾燥、焼却、固化処理は依託処分する必要がある。

### (3) 騒音

粉体塗装における粉体回収装置も騒音を発生するが、対策として密閉遮断、吸音材料で密閉するか、ときには消音器の取り付けによる騒音の環境基準以下にすることの対策すべきである。

# 第4章　財務管理の現状と問題点

# 第４章　財務管理の現状と問題点

## 4.1 財務管理状況

### 4.1.1 財務管理の現状

当工場では、1993 年 7 月に改正された企業財務会計制度に基づいて資産負債表（貸借対照表）、損益表（損益計算書）ならびに産品生産成本表（製造原価報告書）を作成しているため、これらを用いて各勘定科目の検討を行った。

#### (1) 資産負債状況

1993 年度～ 1995 年度の資産負債表より期間平均をとり、表 4.1.1 ～ 4.1.3 に示した。さらに資産負債表から表 4.1.4 の修正資産負債表を作成した。表 4.1.4 より 1993 年度から 1995 年度にかけて総資産及び総資本は 40,343,401.95 ～ 88,751,826.38 元と 2.12 倍に増加している。

#### (a) 流動資産

総資産増加の大きな要因の 1 つは流動資産の増加であるが、主なものは次のとおりである。

##### 1) 受取勘定の大幅な増加

1993 年度平均の 2,493,568.32 元、1994 年度平均の 5,349,348.97 元、1995 年度平均 9,864,257.77 元と 1993 年度から 1944 年度にかけて 2.1 倍、1994 年度から 1995 年度にかけて 1.8 倍とこの 3 年間で約 4 倍に膨れあがっている。

##### 2) 仕掛品、製品在庫の増加

仕掛品在庫については、1993 年度平均の 6,050,782.83 元、1994 年度平均の 8,447,216.90 元、1995 年度平均の 9,614,484.96 元と 1995 年度 /1993 年度比率が 1.6 倍と増加している。製品在庫については、1993 年度平均の 3,348,344.92 元、1994 年度平均の 5,465,101.57 元、1995 年度平均の 6,555,016.97 元と 1995 年度 /1993 年度比率が 2 倍とかなりの割合で増加している。

#### (b) 固定資産

固定資産については、1993 年度平均の 18,208,086.70 元、1994 年度平均の 34,172,265.31 元、1995 年度の 48,489,668.96 元と 1995 年度 /1993 年度比率が 2.7 倍に増加しているなど設備投資額の大幅な増大がみられる。その調達源泉をみると次の問題がある。

##### 1) 固定資産の増加が固定負債によりまかなわれていない

固定資産の増加は流動負債と固定負債の増加によっているが、固定資産増加は 1995 年度 /1993 年度比率が 4 倍あるのに対して、固定負債の増加比は 2.1 倍にとどまっている。また、流動負債の増加は 1995 年度 /1993 年度比率が 1.9 倍となっている。これは設備投資に対して、長期の借入金で賄っているのではなく、短期の借入金で賄っていると思われる。しかし、中国経済は成長過程にあるので当面は大きな問題にはならないと思う。

### (c) 流動負債

流動負債の中で 1993 年度平均 -6,089,126.98 元、 1994 年度平均 -5,753,636.21、 1995 年度平均の -1,364,698.13 元と減少傾向にあるものの、支払勘定がマイナスであることは資金繰りに影響を与えている。

## 表 4.1.1　1993 年度貸借対照表

（単位：元）

| 資産 | 1993年年初 | 1993年期末 | 平均 | 負債及び所有者権益 | 1993年年初 | 1993年期末 | 平均 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 流動資産 | | | | 流動負債 | | | |
| 貨幣資産 | 6,479,454.26 | 1,528,134.25 | 4,003,794.26 | 短期借款 | 7,280,000.00 | 11,730,000.00 | 9,505,000.00 |
| 短期投資 | | 13,280.00 | 6,640.00 | 支払手形 | | | 0.00 |
| 受取手形 | | | 0.00 | 支払勘定 | -2,309,380.07 | -9,868,873.88 | -6,089,126.98 |
| 受取勘定 | 1,616,453.12 | 3,370,683.51 | 2,493,568.32 | 前受勘定 | | | 0.00 |
| 減：不良勘定準備 | | | 0.00 | その他支払勘定 | 44,545.60 | 367,592.06 | 206,068.83 |
| 受取勘定正味金額 | | | 0.00 | 支払賃金 | 345,049.62 | 345,049.62 | 345,049.62 |
| 前払勘定 | | | 0.00 | 支払福利費用 | | -316,865.10 | -158,432.55 |
| その他受取勘定 | 2,334,741.28 | 2,468,675.51 | 2,401,708.40 | 未払税金 | 398,599.47 | 333,378.40 | 365,988.94 |
| 在庫 | 10,066,355.37 | 14,816,855.06 | 12,441,605.22 | 未払利潤 | | | 0.00 |
| | | | | その他未払勘定 | 1,075,171.16 | 318,291.97 | 696,731.57 |
| 割掛待費用 | | 363,772.51 | 181,886.26 | 先受費用 | | | 0.00 |
| 処理待流動資産正味損失 | 197,434.27 | 137,434.27 | 167,434.27 | 1年以内満期到来長期負債 | | | 0.00 |
| | | | | その他流動負債 | | | 0.00 |
| 1年以内満期到来長期債券投資 | | | 0.00 | | | | |
| その他の流動資産 | | | 0.00 | | | | |
| 流動資産合計 | 20,694,438.30 | 22,698,835.11 | 21,696,636.71 | 流動負債合計 | 6,833,985.78 | 6,158,573.07 | 6,496,279.43 |
| 長期投資 | | | | 長期負債 | | | 0.00 |
| 長期投資 | 428,448.55 | 448,888.55 | 438,668.55 | 長期借款 | 10,980,000.00 | 19,580,000.00 | 15,280,000.00 |
| 固定資産 | | | | 支払債権 | | 72,600.00 | 36,300.00 |
| 固定資産減価 | 13,446,356.91 | 23,459,815.26 | 18,453,086.09 | 長期支払勘定 | | | 0.00 |
| 減：累計減価償却 | 3,242,927.49 | 4,028,045.49 | 3,685,486.49 | その他の長期負債 | | | 0.00 |
| 固定資産正味価値 | 10,103,429.42 | 19,431,769.77 | 14,767,599.60 | その内：住宅運転金 | | 1,517,515.24 | 758,757.62 |
| 固定資産清算 | | | 0.00 | 専項支払勘定 | 2,680,520.77 | 2,530,520.77 | 2,605,520.77 |
| 建設途中工事 | 4,739,259.32 | 2,141,734.88 | 3,440,497.10 | 長期負債合計 | 13,660,520.77 | 23,700,636.01 | 18,680,578.39 |
| 処理待固定資産正味損失 | | | 0.00 | | | | |
| 固定資産合計 | 14,842,668.74 | 21,573,504.65 | 18,208,086.70 | 負債合計 | | | |
| 無形及び据置資産 | | | 0.00 | 所有者権益 | | | 0.00 |
| 無形資産 | | | 0.00 | 手取資本 | 14,187,638.38 | 8,805,105.61 | 11,496,372.00 |
| 据置資産 | | | 0.00 | 資本積立金 | | | 0.00 |
| | | | | 余剰積立金 | 1,283,430.66 | 6,056,913.56 | 3,670,172.11 |
| 無形及び据置資産合計 | | | 0.00 | その内：公益金 | | 79,398.35 | 39,699.18 |
| その他長期資産 | | | 0.00 | 未払配利潤 | | | 0.00 |
| | | | | 所得者権益合計 | 15,471,069.04 | 14,862,019.23 | 15,166,544.14 |
| | | | | | | | |
| 資産合計 | 35,965,575.59 | 44,721,228.31 | 40,343,401.95 | 負債及び所有者権益合計 | 35,965,575.59 | 44,721,228.31 | 40,343,401.95 |

## 表 4.1.2　1994 年度貸借対照表

（単位：元）

| 資産 | 1994年年初 | 1994年期末 | 平均 | 負債及び所有者権益 | 1994年年初 | 1994年期末 | 平均 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 流動資産 | | | | 流動負債 | | | |
| 貨幣資産 | 1,528,134.25 | 1,584,434.24 | 1,556,284.25 | 短期借款 | 11,730,000 | 16,880,000 | 14,305,000.00 |
| 短期投資 | 138,280 | | 69,140.00 | 支払手形 | | | 0.00 |
| 受取手形 | | | 0.00 | 支払勘定 | -9,868,873.88 | -1,638,398.54 | -5,753,636.21 |
| 受取勘定 | 3,370,683.51 | 7,328,014.43 | 5,349,348.97 | 前受勘定 | | | 0.00 |
| 減：不良勘定準備 | 683.51 | | 341.76 | その他支払勘定 | 3,617,592.06 | 7,355,895.74 | 5,486,743.90 |
| 受取勘定正味金額 | | | 0.00 | 支払賃金 | 345,049.62 | 179,000.28 | 262,024.95 |
| 前払勘定 | | | 0.00 | 支払福利費用 | -316,865.10 | -881,998.14 | -599,431.62 |
| その他受取勘定 | 2,468,675.51 | 3,947,181.13 | 3,207,928.32 | 未払税金 | 333,378.40 | 120,474.15 | 226,926.28 |
| 在庫 | 14,816,855.06 | 18,915,863.48 | 16,866,359.27 | 未払利潤 | | | 0.00 |
| | | | 0.00 | その他未払勘定 | 318,291.91 | 359,870.30 | 339,081.11 |
| 割掛待費用 | 363,772.51 | 1,406,335.41 | 885,053.96 | 先受費用 | | | 0.00 |
| 処理待流動資産正味損失 | 137,434.27 | 77,434.27 | 107,434.27 | 1年以内満期到来長期負債 | | | 0.00 |
| | | | | その他流動負債 | | | 0.00 |
| 1年以内満期到来長期債券投資 | | | 0.00 | | | | |
| その他の流動資産 | | | 0.00 | | | | |
| 流動資産合計 | 22,698,835.11 | 33,259,262.96 | 27,979,049.04 | 流動負債合計 | 6,158,573.07 | 22,374,843.79 | 14,266,708.43 |
| 長期投資 | | | | 長期負債 | | | 0.00 |
| 長期投資 | 448,888.55 | 384,048.55 | 416,468.55 | 長期借款 | 19,580,000 | 33,610,000 | 26,595,000.00 |
| 固定資産 | | | | 支払債権 | 72,600 | 72,600 | 72,600.00 |
| 固定資産減価 | 23,459,815.26 | 50,224,585.36 | 36,842,200.31 | 長期支払勘定 | | | 0.00 |
| 減：累計減価償却 | 4,028,045.49 | 7,139,940.87 | 5,583,993.18 | その他の長期負債 | | | 0.00 |
| 固定資産正味価値 | 19,431,769.77 | 43,084,644.49 | 31,258,207.13 | その内：住宅運転金 | 1,517,515.24 | 1,236,498.77 | 1,377,007.01 |
| 固定資産清算 | | | 0.00 | 専項支払勘定 | 2,530,520.77 | 2,530,520.77 | 2,530,520.77 |
| 建設途中工事 | 2,141,734.88 | 3,686,281.48 | 2,914,008.18 | 長期負債合計 | 23,700,636.01 | 37,449,619.14 | 30,575,127.58 |
| 処理待固定資産正味損失 | | | 0.00 | | | | |
| 固定資産合計 | 21,573,504.65 | 46,771,025.97 | 34,172,265.31 | 負債合計 | | 59,824,463.33 | 29,912,231.67 |
| 無形及び据置資産 | | | 0.00 | 所有者権益 | | | 0.00 |
| 無形資産 | | | 0.00 | 手取資本 | 8,805,105.67 | 8,805,105.67 | 8,805,105.67 |
| 据置資産 | | | 0.00 | 資本積立金 | | 3,122,246.28 | 1,561,123.14 |
| | | | | 余剰積立金 | 6,056,913.56 | 8,662,522.20 | 7,359,717.88 |
| 無形及び据置資産合計 | | | 0.00 | その内：公益金 | 79,398.35 | 1,313,683.25 | 696,540.80 |
| その他長期資産 | | | 0.00 | 未払配利潤 | | | 0.00 |
| | | | | 所有者権益合計 | 14,862,019.23 | 20,589,874.15 | 17,725,946.69 |
| 資産合計 | 44,721,228.31 | 80,414,337.48 | 62,567,782.90 | 負債及び所有者権益合計 | 44,721,228.31 | 80,414,337.48 | 62,567,782.90 |

## 表 4.1.3　1995 年度貸借対照表

（単位：元）

| 資産 | 1995年年初 | 1995年期末 | 平均 | 負債及び所有者権益 | 1995年年初 | 1995年期末 | 平均 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 流動資産 | | | | 流動負債 | | | |
| 貨幣資産 | 1,584,434.24 | 2,635,837.57 | 2,110,135.91 | 短期借款 | 16,880,000 | 20,030,000 | 18,455,000.00 |
| 短期投資 | | | 0.00 | 支払手形 | | | 0.00 |
| 受取手形 | | | 0.00 | 支払勘定 | -1,638,398.54 | -1,090,997.71 | -1,364,698.13 |
| 受取勘定 | 7,328,014.43 | 12,400,501.10 | 9,864,257.77 | 前受勘定 | | | 0.00 |
| 減：不良勘定準備 | | | 0.00 | その他支払勘定 | 7,355,895.74 | 11,320,316.98 | 9,338,106.36 |
| 受取勘定正味金額 | | | 0.00 | 支払賃金 | 179,000.28 | 57,362.50 | 118,181.39 |
| 前払勘定 | | | 0.00 | 支払福利費用 | -881,998.14 | -1,304,713.16 | -1,093,355.65 |
| その他受取勘定 | 3,947,181.13 | 8,237,641.55 | 6,092,411.34 | 未払税金 | 120,474.15 | 449,483.78 | 284,978.97 |
| 在庫 | 18,915,863.48 | 18,823,423.19 | 18,869,643.34 | 未払利潤 | | | 0.00 |
| | | | | その他未払勘定 | 359,870.30 | 377,307.06 | 368,588.68 |
| 割掛待費用 | 1,406,335.41 | 1,338,792.87 | 1,372,564.14 | 先受費用 | | | 0.00 |
| 処理待流動資産正味損失 | 77,434.27 | | 38,717.14 | 1年以内満期到来長期負債 | | | 0.00 |
| | | | | その他流動負債 | | | 0.00 |
| 1年以内満期到来長期債券投資 | | | 0.00 | | | | |
| その他の流動資産 | | | 0.00 | | | | |
| 流動資産合計 | 33,259,262.96 | 43,398,994.78 | 38,329,128.87 | 流動負債合計 | 22,374,843.79 | 29,838,759.45 | 26,106,801.62 |
| 長期投資 | | | | 長期負債 | | | 0.00 |
| 長期投資 | 384,048.55 | 3,482,008.55 | 1,933,028.55 | 長期借款 | 33,610,000.00 | 35,910,000.00 | 34,760,000.00 |
| 固定資産 | | | | 支払債権 | 72,600.00 | 72,600.00 | 72,600.00 |
| 固定資産減価 | 50,224,585.36 | 53,726,403.20 | 51,975,494.28 | 長期支払勘定 | | | 0.00 |
| 減：累計減価償却 | 7,139,940.87 | 9,485,516.98 | 8,312,728.93 | その他の長期負債 | | | 0.00 |
| 固定資産正味価値 | 43,084,644.49 | 44,240,886.22 | 43,662,765.36 | その内：住宅運転金 | 1,236,498.77 | 1,064,767.92 | 1,150,633.35 |
| 固定資産清算 | | | 0.00 | 専項支払勘定 | 2,530,520.77 | 2,500,520.77 | 2,515,520.77 |
| 建設途中工事 | 3,686,381.48 | 5,967,425.13 | 4,826,903.31 | 長期負債合計 | 37,449,619.14 | 39,547,888.69 | 38,498,753.92 |
| 処理待固定資産正味損失 | | | 0.00 | | | | |
| 固定資産合計 | 46,771,025.97 | 50,208,311.95 | 48,489,668.96 | 負債合計 | 59,824,463.33 | 69,386,648.14 | 64,605,555.74 |
| 無形及び据置資産 | | | 0.00 | 所有者権益 | | | 0.00 |
| 無形資産 | | | 0.00 | 手取資本 | 8,805,105.67 | 8,805,105.67 | 8,805,105.67 |
| 据置資産 | | | 0.00 | 資本積立金 | 3,122,246.28 | 7,050,695.38 | 5,086,470.83 |
| | | | | 余剰積立金 | 8,662,522.20 | 9,279,800.03 | 8,971,161.12 |
| 無形及び据置資産合計 | | | 0.00 | その内：公益金 | 1,313,683.25 | 1,371,370.13 | 1,342,526.69 |
| その他長期資産 | | | 0.00 | 未払配利潤 | | 2,567,066.06 | 1,283,533.03 |
| | | | | 所得者権益合計 | 20,589,874.15 | 27,702,667.14 | 24,146,270.65 |
| | | | | | | | |
| 資産合計 | 80,414,337.48 | 97,089,315.28 | 88,751,826.38 | 負債及び所有者権益合計 | 80,414,337.48 | 97,089,315.28 | 88,751,826.38 |

表 4.1.4　修正貸借対照表

（単位：元）

| 項　目 | 1993 年 | 1994 年 | 1995 年 |
|---|---|---|---|
| 流動資産 | 21,696,636.71 | 27,979,049.04 | 38,329,128.87 |
| 当座資産 | 8,905,710.98 | 10,113,711.54 | 18,066,805.02 |
| 棚卸資産 | 12,441,605.22 | 16,866,359.27 | 18,869,643.34 |
| 固定資産 | 18,298,086.70 | 34,172,265.31 | 48,489,668.96 |
| 資産合計 | 40,343,401.95 | 62,567,782.90 | 88,751,826.38 |
| 流動負債 | 6,496,279.43 | 14,266,708.43 | 26,106,801.62 |
| 固定負債 | 18,680,578.39 | 30,575,127.58 | 38,890,704.47 |
| 自己資本 | 15,166,544.14 | 22,725,946.69 | 29,146,270.65 |
| 負債・資本合計 | 40,343,401.95 | 62,567,782.90 | 88,751,826.38 |

## (2) 損益状況

表 4.1.5 に 1993 年度から 1995 年度の修正損益表を示すが、これより製品販売収入は 1993 年度の 31,286,844.98 元、1994 年度では 29,227,170.61 元、1995 年度の 16,923,984.39 元と推移し、1995 年度 /1993 年度比率が 1.2 倍に上昇している。製品販売利潤は 1993 年度の 9,431,503.24 元、1994 年度では 13,283,319.83 元、1995 年度の 16,923,984.39 元と推移し、1995 年度 /1993 年度比率が 1.8 倍と製品販売収入を凌いでおり好ましい状況である。しかし、問題がないわけではない。利潤総額は 1993 年度に 5,004,784.52 元であるが 1995 年度では 4,008,521.66 元に減少している。大幅な総資産の増加にもかかわらず、売り上げの増加は微増にとどまっている。現状の設備投資については効果がすぐに現れないので、今後遅れて効果が現れてくると考えられる。資産負債表ならびに損益表に基づいて経営分析を行ったので、次に述べる。

表 4.1.5　比較損益表

（単位：元）

| 収益・費用 | 1993 年度 | 1994 年度 | 1995 年度 |
|---|---|---|---|
| 1. 製品販売収入 | 31,286,844.98 | 29,227,170.61 | 36,085,991.61 |
| 減：製品販売原価 | 17,673,363.96 | 14,341,289.74 | 17,175,281.22 |
| 製品販売費用 | 909,653.54 | 1,362,110.37 | 1,593,901.91 |
| 製品販売税および付加 | 3,272,324.24 | 240,450.67 | 392,824.09 |
| 2. 製品販売利潤 | 9,431,503.24 | 13,283,319.83 | 16,923,984.39 |
| 増：その他業務利潤 | -287,265.20 | -308,722.10 | 157,677.49 |
| 減：管理費用 | 3,017,861.07 | 6,445,794.81 | 10,031,032.68 |
| 財務費用 | 450,258.15 | 2,067,617.65 | 2,851,692.93 |
| 3. 営業利潤 | 5,676,118.82 | 4,461,185.27 | 4,198,936.27 |
| 増：投資収益 | 80,635.70 | 32,234.56 | 11,739.76 |
| 営業外収入 | 0.00 | 14,674.56 | 4,979.36 |
| 減：営業外支出 | 752,170.02 | 200,443.32 | 207,133.73 |
| 4. 利潤総額 | 5,004,784.52 | 4,307,651.07 | 4,008,521.66 |
| 減：所得税 | 3,500,000.00 | 851,388.19 | 868,385.90 |
| 5. 正味利潤 | 1,504,784.52 | 3,456,262.88 | 3,140,135.76 |

## (3) 経営分析結果

### (a) 総合

#### 1) 経営資本対営業利益率

経営成績の総合的な結果である経営資本対営業利益率は表 4.1.6 のように 1993 年度から 1995 年度にかけて 14 %から 5 %へとかなりの低下を示している。これを、売上高営業利益率と経営資本回転率に分解してみると、表 4.1.7 のように両者とも低下していることから、営業利益率の低下と経営資本回転率の低下の相乗作用であることが分かる。（図 4.1.1、図 4.1.2 参照）

表 4.1.6　財務分析結果（その 1）

| | 1993 年 | 1994 年 | 1995 年 |
|---|---|---|---|
| 経営資本対営業利益率 | 14 % | 7 % | 5 % |

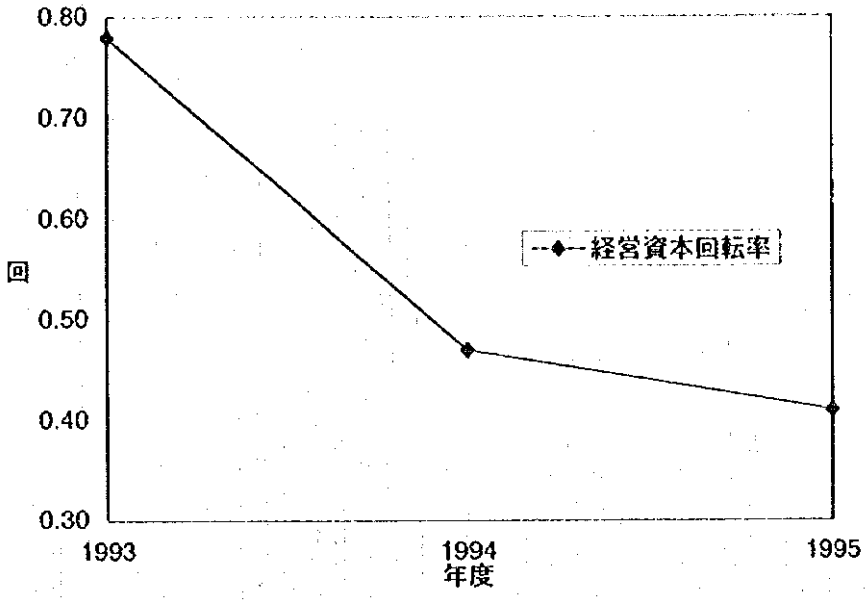



図 4.1.1　経営資本回転率

※用語説明

経営資本対営業利益率とは、企業が本来の目的である経営活動に使用している投下財産、すなわち営業用の純資本投資がその活動によってどれだけの利益を上げたかをみるものである。この比率が高いほど、企業の収益がよいことになる。（営業利益）÷（総資本 - 社外投資 - 建設仮勘定）× 100( % ) で計算される。

## (b) 収益性

### 1) 売上高対総利益率

利益の源泉である売上高対総利益率は 1993 年度の 29 %、 1994 年度で 44 %、 1995 年の 47 % と順調に上昇している。

### 2) 売上高対営業利益率

売上高営業利益率は 1993 年度の 18 %、 1994 年度で 15 %、 1995 年の 12 % と売上高対総利益率と逆の減少傾向を示している。

### 3) 経営資本回転率

経営資本回転率も売上高対営業利益率と同様に 0.78 回から 0.41 回へ低下し業績を落としている。

### 4) 売上高対販管費比率

売上高に対する販売費および一般管理費の比率は 1993 年度の 11 %、 1994 年度の 29 %、 1995 年度の 36 % と 1995 年度 /1993 年度比率が 3 倍以上増加している。これは売上高総

利益の上昇をはるかに上回る人件費の上昇とそれに伴う諸費用の上昇があげられる。

### 5) 加工高対人件費比率

売上高に対する販売費および一般管理費の比率の伸びは人件費の上昇によるところが多く、この影響は加工高対人件費比率にもあらわれ、1993年度の34％から1995年度にかけて55％へと急速に上昇しているなど、人件費の高騰が経営を圧迫しつつある。

※用語説明

・売上高対総利益率

売上高対総利益率とは、売上高に対する利益の割合を示すもので、特に利益をどれだけ上げたかは経営の最終的な関心事であり、収益性を判断するための基本的な1つの比率である。（売上高 - 売上原価）÷（売上高）× 100(％)で計算される。

・売上高対営業利益率

売上高対営業利益率とは、企業は企業の収益性、経営能率の良否を示す重要な比率で、利幅の程度を表すものである。（営業利益）÷（売上高）× 100(％)で計算される。

・経営資本回転率

経営資本回転率とは、事業に投下された資本の回転速度を表すものである。この回転率が高いのは、資本の利用度が高いことを意味している。（売上高）÷（総資本 - 社外投資 - 建設仮勘定）（回）で計算される。

・売上高対販売費および一般管理費比率

売上高対販売費および一般管理費比率とは、1単位の売上に対する費用がどれだけかかったかを示すもので、これが少ないほど販売コストや経費効率がよいことになる。（販売費・一般管理費）÷（売上高）× 100(％)

・加工高対人件費比率

ここでいう生産高とは、売上高より仕入製品を差し引いたものである。加工高とは、生産高より直接材料費、間接材料費、買入部品費ならびに外注加工費を差し引いたものである。加工高対人件費比率とは、加工高に対する人件費の割合を示すもので、賃金と生産効率の可否を検討する場合に参考になるものである。（人件費）÷（生産高 - 直接材料費 - 間接材料費 - 買入部品費 - 外注加工費）× 100(％)で計算される。

表 4.1.7　財務分析結果（その２）

| | 1993 年 | 1994 年 | 1995 年 |
|---|---|---|---|
| 売上高対総利益率 | 29 % | 44 % | 47 % |
| 売上高対営業利益率 | 18 | 15 | 12 |
| 経営資本回転率 | 0.78 | 0.47 | 0.41 |
| 売上高対販売費および一般管理費比率 | 11 | 29 | 36 |
| 加工高対人件費比率 | 34 | - | 55 |

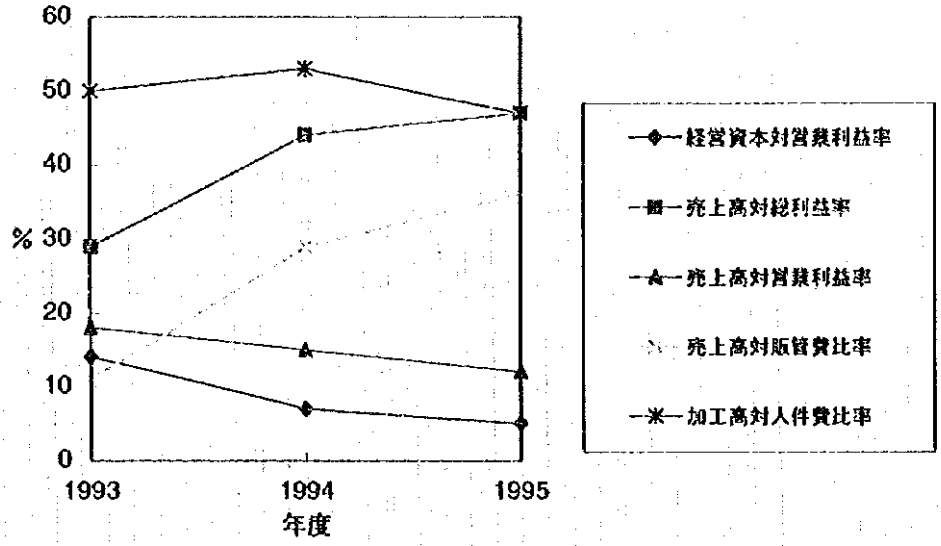



図 4.1.2　収益性

## (c) 安全性

### 1) 流動比率

流動比率については 1993 年度 334 %、 1994 年度 196 %と高い数値を示していたが、1995 年度には 147 %へと低下している。内容的には後述する仕掛品回転率と製品回転率の低下すなわち在庫の増加により、流動比率の数値よりも当座比率の数値にその結果が現れている。（表 4.1.8、 図 4.1.3 参照）

### 2) 当座比率

当座比率は 1993 年度 137 %、 1994 年度 71 %、 1995 年度 69 %と低下し、安全性が低下していることを示している。しかし、実態はさらに売掛金の回収が進みにくく厳しい状態になっている。同時に、売掛金の未回収は販売時点で販売税 17 %の立て替えを示し、資金繰りをさらに厳しくさせている。これは当社に限ったことではなく、中国国営企業が共通に抱えている問題となっている。

### 3) 仕掛品、製品回転率

仕掛品回転率は 1993 年度の 5.17 回、 1994 年度の 3.46 回、 1995 年度の 3.75 回と低い数値を示している。同時に仕掛品の回転期間は 1995 年度の 97 日となっている。製品回転率は 1993 年度の 9.34 回、 1994 年度の 5.35 回、 1995 年度の 5.51 回と仕掛品同様低い数値を示している。製品の回転期間は 1995 年度では 66 日となっている。

### 4) 受取勘定回転率

受取勘定は 1993 年度 12.55 回、 1994 年度 5.46 回、 1995 年度 3.66 回と下がり、その金額は売上の伸びを大きく上回っている。また、売掛金の回収期間が長くなったり回収できないものが発生している。

### 5) 総資本対自己資本比率

総資本対自己資本比率は 1993 年度の 38 %から 1995 年度の 33 %へとわずかに低下している。

表 4.1.8 財務分析結果（その３）

| | 1993 年 | 1994 年 | 1995 年 |
|---|---|---|---|
| 流動比率 | 334 % | 196 % | 147 % |
| 当座比率 | 137 | 71 | 69 |
| 仕掛品回転率（仕掛品回転期間） | 5.17 (71 日 ) | 3.46 (105 日 ) | 3.75 (97 日 ) |
| 製品回転率　（製品回転期間） | 9.34 (39 日 ) | 5.35 ( 68 日 ) | 5.51 (66 日 ) |
| 受取勘定回転率 | 12.55 | 5.46 | 3.66 |
| 総資本対自己資本比率 | 38 | 36 | 33 |

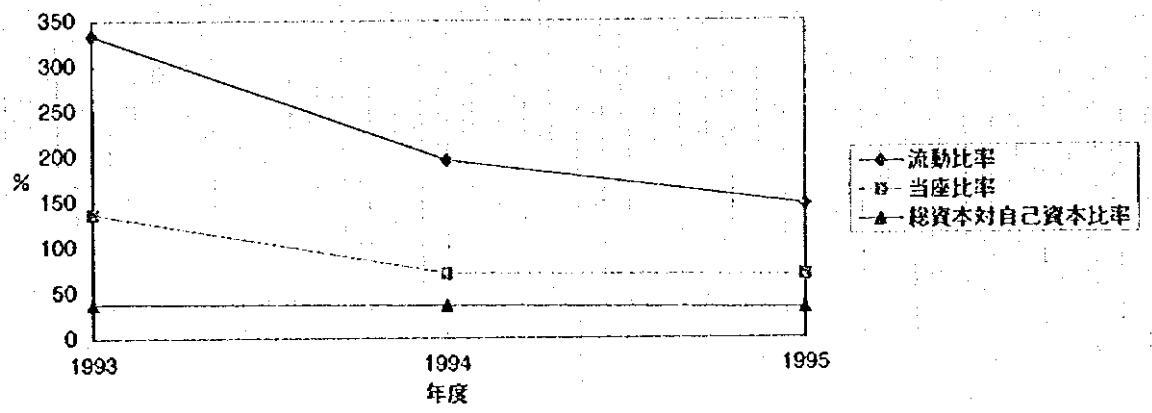



図 4.1.3 安全性

※用語説明

・流動比率

流動比率とは、1年以内の借入と、これを返済するのに必要な財源を比較する比率で、この比率が大きいほど返済能力があり、経営の安全が保たれていることを示す。いわば企業の信用度を示すもので、150％以上を確保することが望ましいとされている。

（流動資産）÷（流動負債）×100(％)で計算される。

・当座比率

当座比率とは、流動資産のうち、さらに流動性の強い現金、売掛金などと流動負債の割合をみようとするものである。（現金預金＋売掛金＋受取手形）÷（流動負債）×100(％)で計算される。

・仕掛品回転率・製品回転率

仕掛品回転率・製品回転率とは仕掛品、製品の在高は前期末と当期末の平均により、仕掛期間すなわち製品の手持ち期間を知ることができる。すなわち、販売能率および資本利用の経済性の良否を判断する基本的な比率の1つである。

（売上高）÷（仕掛品）（回）、（売上高）÷（製品）（回）で計算される。

・受取勘定回転率

受取勘定回転率とは、1年間における売上代金の回収速度をあらわす。この回転率が高いのは、売上代金の回収が早いことを意味し、低いのは代金の回収が遅いことを意味する。（売上高）÷（売掛金＋受取手形）（回）で計算される。

・総資本対自己資本比率

総資本対自己資本比率とは、企業が借りている資本と自己調達している資本の割合を示す。この比率が高いほど望ましいとされている。（自己資本）÷（総資本）×100(％)で計算される。

## (d) 生産性

### 1) 生産高

1人あたり生産高は1993年度の37,923元、1994年度の36,172元、1995年度の45,221元と推移しているが、1995年度/1993年度比率は1.2倍に留まっている。（表4.1.9参照）

### 2) 加工高

1人あたり加工高は1993年度の18,983元、1994年度の19,235元、1995年度の21,242元と推移し、1995年度/1993年度比率は1.1倍に留まっている。（図4.1.4、図4.1.5参照）

### 3) 加工高比率

付加価値率の指標である加工高比率は1993年度の50％から1994年では53％に一旦上昇し、1995年では47％に低下している。この原因としては、製品の高度化に伴う仕入製品・部品の増加があげられ、致し方ないことであるが、生産効率のより一層の向上、加工不良の削減、歩留まりの向上、VEによる代替材の活用など材料費の節約が望まれる。

表 4.1.9　財務分析結果（その４）

| | 1993 年 | 1994 年 | 1995 年 |
|---|---|---|---|
| １人あたり生産高 | 37,923 | 36,172 | 45,221 |
| １人あたり加工高 | 18,983 | 19,235 | 21,242 |
| 加工高比率 | 50 % | 53 % | 47 % |

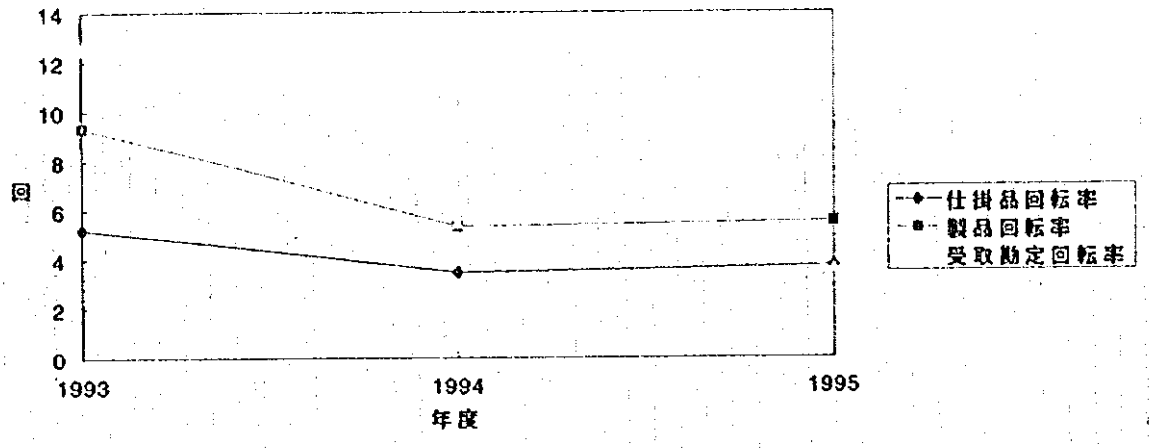



図 4.1.4　活動性

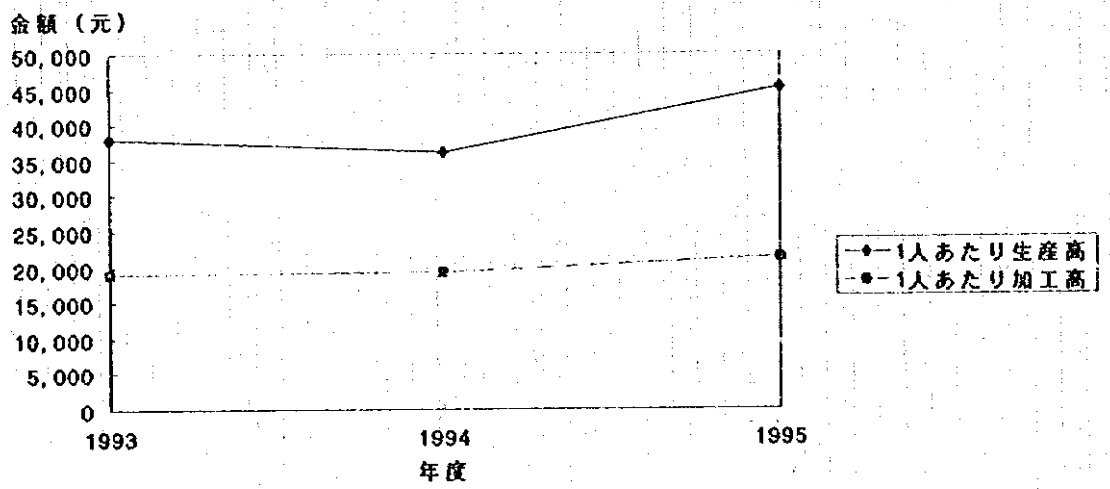



図 4.1.5　生産性

※用語説明

・生産高とは次の算式で計算している。すなわち、（生産高）＝（製品販売収入 - 仕入商品）である。

・加工高については次のとおりである。（加工高）＝（生産高 - 材料費 - 外注加工費 - 仕入製品）

・加工高比率

加工高比率とは、生産高のうちに占める加工高（生産高 - 直接材料費 - 間接材料費 - 買入部品費 - 外注加工費）の割合を知るものである。加工高÷生産高×100(％)で計算される。

### (4) 財務管理の手法

財務科においては、損益表、資産負債表、製造原価表などの決算資料について手書きで行っている。特に、資産負債表では計算ミスが発生しているなど、監査体制が明らかになっていない。決算書の数字が読みにくく、関連部門の管理者のみが使用している。売掛金の未回収部分については経営科との協力に基づいて回収を促進すべきである。

## 4.1.2 財務管理の問題点

### (1) 財務状況

貸借対照表ならびに損益計算書の実績数値、財務分析ならびに財務科のインタビュー調査より問題点は次のとおりである。

・資金繰りが苦しくなっている。

・収益性が低下している。

・生産性が高くなっていない。

まず第一に、受取勘定の金額が 1993 年度平均の 2,493,568.32 元、1994 年度平均の 5,349,348.97 元、1995 年度平均の 9,864,257.77 元と 1995 年度 /1993 年度比率が 3.96 と飛躍的に上昇している。これは製品販売収入の 1995 年度 /1993 年度比率の 1.15 をはるかに上回っている。受取勘定が増えれば増えるほど資金繰りが苦しくなると同時に、未回収額も 1995 年度では製品販売収入の約 1/3 にも達している。未回収の場合にも、販売時点での販売税 17％の立て替え払いが資金繰りをさらに苦しくしている。

また、産成品（製品在庫）の 1995 度 /1993 年度比率が 1.57 ならびに在産品および自制半成品在庫（仕掛品在庫）の 1995 年度 /1993 年度比率が 1.30 倍と上昇し、資金繰りを圧迫している。

それらの結果が、受取勘定回転率あらわれ 1993 年の 12.6 回から 1995 年度では 3.66 回と大幅に減少するなど資金繰りの悪化を呈している。

収益性については、売上高総利益率が増加しているのに対して、売上高に対する販売費および一般管理費の増加により売上高対営業利益率が低下している。利益の源泉である売

り上げ利益率が増加していることは好ましいが、コストをコントロールし積極的に利益を出そうとする努力に欠けている。併せて、設備投資が増えた割りには、生産性がさほど高くなっていない。導入設備の有効稼働を計り、より一層の向上が望まれる。

### (2) 財務管理の手法

損益表、資産負債表、製造原価表などの決算資料について手書きで行い、見にくいのと同時に資産負債表では計算ミスが発生している。決算書は経営の結果であり、数値が間違っていることは、事前の監査体制が機能していないといえる。

## 4.2 製造原価分析

### 4.2.1 製造原価分析の現状

### (1) 直接材料費

製造原価表及び製造原価図 (1) より、直接材料費は 1993 年度 15,626,164.64 元であるが 1994 年度は 11,520,423.72 元に減少し、1995 年度では 13,181,184.84 元に若干上昇しているが、1993 年度よりも少ない額で 1995 年度 /1993 年度比率が 0.84 倍であり安定している。（表 4.2.1 参照）

表 4.2.1　製造原価表

| | 1993 年度 | 1994 年度 | 1995 年度 |
|---|---|---|---|
| 直接材料費 | 15,626,164.64 | 11,520,423.72 | 13,181,184.84 |
| 労務費 | 3,586,075.10 | 4,886,088.08 | 4,937,643.81 |
| 製造経費 | 4,874,136.46 | 3,718,169.35 | 4,017,050.55 |
| 外注加工費 | - | 2,164,756.71 | 1,405,953.31 |
| 完成品仕入高 | - | - | 4,547,953.31 |
| 当期総製造費用 | 24,086,376.20 | 22,289,437.86 | 28,089,211.78 |
| 期首仕掛品棚卸高 | 4,411,894.26 | 7,689,671.40 | 9,204,762.40 |
| 期末仕掛品棚卸高 | 7,689,671.40 | 9,204,762.40 | 10,024,207.52 |
| 当期製品製造費用 | 20,808,599.06 | 20,774,346.86 | 27,269,766.66 |

### (2) 労務費

労務費は 1993 年度 3,586,075.10 元、1994 年度 4,886,088.08 元、1995 年度 4,937,643.81 元であり、1995 年度 /1993 年度比率は 1.38 倍となり、年平均 19 % 程度の賃金上昇がみられ、確実にコストアップ要因になっている。

### (3) 外注加工費

外注加工費は 1994 年度 2,164,756.71 元であるが、1995 年度は 1,405,953.31 元とむしろ減少

している。

### (4) 完成品仕入高

完成品仕入高は 1995 年度に 4,547,379.27 元発生しているが、今までの外注加工費を大きく上回るほどの値である。

### (5) 総製造費用

総製造費用は 1993 年 24,086,376.20 元、 1994 年度には 22,289,437.86 元に一旦減少したのち、1995 年度には 28,089,211.78 元に上昇し、 1995 年度 /1993 年度比率が 1.17 と上昇している。しかし、表 4.2.2 より各年度の構成比率については、直接材料費ならびに労務費については余り大きな増加はない。しかし、 1994 年度より外注加工費が発生し、 1995 年になると完成品仕入高が発生し総製造費用を上昇させている。これを製造原価図 (2) のように直接材料費、外注加工費ならびに完成品仕入高を合計し外部購入価値として合算してみると、製造原価に占める外部購入価値は 1993 年度の 64.9 %から 1994 年度の 61.4 %を経て 1995 年度の 68.1 %へと推移している。（表 4.2.2 参照）

表 4.2.2　製造原価に占める各費用の推移

| | 1993 年 | 1994 年 | 1995 年 |
|---|---|---|---|
| 外部購入価値 | 64.9% | 61.4% | 68.1% |
| 直接工数 | 14.9 | 21.9 | 17.6 |
| 製造費用 | 20.2 | 16.7 | 14.3 |
| 当期総製造費用 | 100 | 100 | 100 |

## 4.2.2 製造原価分析の問題点

表 4.2.1 より、製造原価に占める労務費ならびに製造経費の金額推移をみると横這い状態で余り大きく変化していないが、表 4.2.2 の様に直接材料費、外注加工費ならびに完成品仕入高を合計してみると、次のことがわかる。

1. 材料費、外注加工費、製造経費などの外部購入価値は上昇している。
   材料費、外注加工費、製造経費などの外部購入価値の上昇は、工場内部の努力で解決するものではなく、コストとして社外に出るものである。従って、製造原価が確実に上昇する原因になる。
2. 歩留まり管理、材料取り計画により取り数の工夫、仕損じの削減などのデータをとり管理していない。
3. 人件費については、実績工数に基づいた計算ではなく、職場の平均給与から算出されている。
4. 内外作区分基準の基準が設定されていないため、能力を上回る仕事を単に外注加工に出

すなど、安易に外注に出す傾向が強い。

5. 全社的に各製品毎に目標原価を設定し、実績と比較し原価を押さえるなど、トータル原価管理が行われていない。

# 第5章　工場側の工場近代化計画

# 第５章　工場側の工場近代化計画

蘇州医療器械工場では第９次５ヶ年計画に於いて以下の近代化計画を有している。

計画の最終年度、2000年に於ける主要製品の合計生産額は51,000万元/年と見込まれる。この内、診断対象製品の眼科手術用顕微鏡については、各タイプを合わせて1,700台/年、生産額は6,800万元/年となる。また、手術用顕微鏡では、各科合わせて3,000台/年、生産額は12,000万元/年となる。年次別、用途別の生産計画は表5.1.1に示す通りである。

表5.1.1　用途別手術用顕微鏡生産計画

| 顕微鏡用途 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | （台/年） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 眼科用 | 675 | 950 | 1,150 | 1,450 | 1,750 | |
| 脳外科用 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | |
| 咽喉科用 | 25 | 50 | 100 | 150 | 200 | |
| 形成外科用 | - | 50 | 100 | 150 | 200 | |
| 整形外科用 | - | 50 | 100 | 150 | 200 | |
| 産婦人科用 | - | - | 50 | 100 | 150 | |
| 合計 | 800 | 1,300 | 1,800 | 2,400 | 3,000 | |

眼科用医療機器の市場について、特に、眼科手術用顕微鏡の主な使用対象となる白内障患者に関して以下の通り分析している。

中国の人口は12億人で、盲人比率は0.49%で、全国に558万人の盲人がいる計算になる。盲人全体に占める白内障の割合は約70%で、白内障盲人は400万人となる。また、失明はしていないが、視力の低下している白内障患者（手術対象者）は1,000万人以上にのぼると推定されている。

急速に国民が経済的に豊かになり、加えて、白内障の術式が進歩してきたため手術待ちの患者が増加している。

顕微鏡以外の各種製品を含めた設備投資総額は10,000万元、2000年までの累計利潤は13,364万元を見込んでいる。

手術用顕微鏡については、海外製品と較べて性能に隔たりがあり、製品の外観、照明系の明るさ、識別力、焦点深度の改良、信頼性とメンテナンス性の向上、操作性の向上を計画している。また、付属品を揃えて、眼科以外の用途、脳外科、耳鼻咽喉科、形成外科、整形外科、産婦人科用などに拡大してシリーズ化する。また、つり下げ式モデル、簡易携帯型モデルを開発する計画がある。

製品の普及、市場動向分析と市場競争力強化のため、「医療器械技術開発センター」を設立する。

2000年までの総投資額は約7,000万元で、この内機械設備の費用は5,131万元である。機

械設備の内訳は表 5.1.2 に示す。

表 5.1.2　機械設備投資内訳

| 部門 | 設備台数 * | 総投資額（万元） | 内外貨分（万 $） |
|---|---|---|---|
| 光学工場 | 20 (2) | 1,816.3 | 200 |
| 冶工具工場 | 24 | 146.2 | |
| 金属加工工場 | 60 | 753 | |
| 手術用器具 | 107 (1) | 710.5 | 80 |
| 水晶体レンズ | 6 (3) | 583.4 | 70 |
| 研究所 | 16 (3) | 863 | 100 |
| 管理部門 | 22 | 103.6 | |
| 共通設備 | 6 | 110 | |
| 組立工場 | 3 | 45 | |
| 合計 | 264(9) | 5,131 | 450 |

*（　）は輸入品の台数

# 第6章　工場近代化計画

# 第６章　工場近代化計画

## 6.1 近代化計画の概要

### 6.1.1 近代化計画の考え方

工場近代化計画は 1. 生産工程、 2. 生産管理、 3. 財務管理の各々の視点より、工場診断の結果、見出された問題点を解決する具体的、現実的な手段について集大成したものである。

1. 生産工程では、生産技術の改善、製品性能の改良、将来の増産計画に対応する設備計画を目的として近代化計画を作成する。
2. 生産管理では、工場診断の際に行ったワーク・サンプリングによる稼働分析、インタービューによる管理状況調査、品質アンケート調査等で判明した種々の問題を中心に、その実施方法を具体化することにより近代化計画を作成する。
3. 財務管理では、いわゆる財務管理状況については過去数年の財務諸表の分析より実状を把握し、改善すべき経営課題を指摘する。製造原価管理については、財務諸表及び社内の帳票類、手術用顕微鏡の製品別原価計算書より実体を把握し、原価管理手法の改善について近代化計画を作成する。

現在、当工場は診断対象品目である眼科手術用顕微鏡以外に、各種眼科医療用器械、人工水晶体 (IOL)、眼科手術用器具等、眼科医療に関する多種の製品を生産している。従って、機械加工、光学加工、表面処理の工程は各種の製品用（ IOL を除いて）の部品が混在して生産されている。また、将来、眼科以外の医療各科に手術用顕微鏡を開発することにより積極的に需要拡大を計ろうとしている。出来るだけ診断対象品目に重点を置くが、分離できない問題も多い。

調査団の工場近代化計画は、出来るだけ中国側の第９次５ヶ年計画に対応させて策定することとする。

従って、増産のための設備については前記の本来の工場近代化計画の改善成果を織り込んだ上で、生産設備の基本計画、すなわち主要機器のリスト、主要機器仕様、概算設備費の算出する。設備投資の経済効果については財務分析を行う。

製品の需要予測はこれらの近代化計画作成の重要な前提条件となるため、中国の眼科医療の動向を見極める必要がある。しかし、本調査団は独自に市場調査を実施する機能を持たないため、工場から提出された予測データーをもとに、先進諸国の過去の傾向等を加味して数字を検証した。

結果的には、第５章、表 5.1.1 に示す工場側から提示された数量に従って計画を進めることとする。 2000 年に於ける眼科手術用顕微鏡の生産台数は 1750 台であるとする。

### 6.1.2 計画の概要

工場近代化計画の主要項目は表 6.1.1 に示すとおり、全部で 65 項目にのぼる。

生産工程に関するものは 33 項目で、原則として設備投資が不要で、直ちに着手できるもの（短期計画） 23 項目、実施するために設備が必要なもの（長期計画） 9 項目，その他 1 項目となる。設備投資の必要な項目は生産性向上と製品品質改善及び増産の 2 つに大別できる。主要な設備投資は、金属部品加工設備、板金加工設備、高速レンズ研磨機、超音波自動洗浄機、レーザー干渉計、レンズ芯取機、球面成型器等である。

生産管理に関するものは 24 項目で、ほとんど設備投資は不要である。コンピューターによる工程管理システムの導入について取り上げたが、すでに必要な機材はほぼ導入されているため、若干の追加投資に止めた。

財務管理に関するものは 8 項目で、資金管理の強化と標準原価計算法の導入が主要問題となる。

増産計画に対応した必要人員の考え方については、生産性の向上を考慮しても増員の必要があり、 1996 年 800 台 / 年までは現人員でまかなえるが、 2000 年での眼科手術用顕微鏡 1,700 台 / 年に対しては 165 人の増員を想定した。

実施スケジュールは、生産工程については 1997 年半ばまでに現行設備の操業に関する改善を完了し、 2000 年までに生産増にあわせて 2 次に分けて設備投資を実施するとした。生産管理に関しては出来ることは可及的速やかに着手することとし、特別期間を定めずに、毎年問題を取り上げながら活動を続けていく。

所要資金は、 14,524 千元必要とする。

財務分析は 1997 以降の投資計画について実施した。内部収益率 (IRR) は税引後 40.37% となり、収益性があることが判明した。

表 6.1.1　工場近代化主要項目 (1/2)

| No. | 分類 | 小分類 | 項目 | 完了時期 | 参照 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 工程 | 製品開発 | バラエティリダクション(VR)手法による部品数減 | 97/12 | 添付6(1)(a) |
| 2 | 工程 | 製品開発 | 設計期間2/1化手法による開発期間短縮 | 97/12 | 添付6(1)(b) |
| 3 | 工程 | 生産計画 | 資材所要量計画(MRP)の推進 | 97/12 | 添付6(2)(a) |
| 4 | 工程 | 工場計画 | グループテクノロジー(GT)手法の導入 | 97/12 | 添付6(3)(a) |
| 5 | 工程 | 金属部品 | 部品の加工精度の向上 | 97/12 | 6.2.2(1) |
| 6 | 工程 | 金属部品 | 加工工程での部品の移動距離の短縮 | 97/12 | 6.2.2(2) |
| 7 | 工程 | 金属部品 | 実機稼働率の向上 | 97/06 | 6.2.2(3) |
| 8 | 工程 | 金属部品 | 部品加工の進捗管理（ハ行防止） | 97/06 | 6.2.2(4) |
| 9 | 工程 | 金属部品 | 部品完成品の品質保証体制 | 97/12 | 6.2.2(5) |
| 10 | 工程 | 光学部品 | ダイヤモンドペレット皿の採用 | 97/12 | 6.2.3(1)(a) |
| 11 | 工程 | 光学部品 | ポリウレタンみがきの採用 | 97/12 | 6.2.3(1)(c) |
| 12 | 工程 | 光学部品 | はめこみ式レンズ保持法の採用 | 97/12 | 6.2.3(1)(d) |
| 13 | 工程 | 光学部品 | 高速レンズ研磨機の導入 | 98/12 | 6.2.3(1)(b) |
| 14 | 工程 | 光学部品 | 超音波洗浄装置の導入 | 98/12 | 6.2.3(2)(b) |
| 15 | 工程 | 光学部品 | 工場の作業環境の改善（空気洗浄機等の導入） | 97/06 | 6.2.3(3) |
| 16 | 工程 | 光学部品 | レーザー干渉計の導入 | 97/12 | 6.2.3(4) |
| 17 | 工程 | 光学部品 | 工程管理技法の改善 | 97/06 | 6.2.3(5) |
| 18 | 工程 | 光学部品 | 廃水処理の改善（重金属の除去） | 97/06 | 6.2.3(6) |
| 19 | 工程 | 組立工程 | モジュール型生産システムの採用 | 97/06 | 6.2.4(1) |
| 20 | 工程 | 組立工程 | 工程管理の強化 | 97/06 | 6.2.4(2) |
| 21 | 工程 | 組立工程 | 工場の作業環境、空気清浄度の改善 | 97/06 | 6.2.4(3) |
| 22 | 工程 | 組立工程 | 作業標準の整備 | 97/06 | 6.2.4(4) |
| 23 | 工程 | 組立工程 | ビジュアル化した調整工具による光学調整 | 97/06 | 6.2.4(5) |
| 24 | 工程 | 組立工程 | 互換性と総合精度の保証 | 97/06 | 6.2.4(6) |
| 25 | 工程 | 表面処理 | メッキ処理の品質試験の充実 | 97/06 | 6.2.5(1) |
| 26 | 工程 | 表面処理 | 塗装処理の品質試験の充実 | 97/06 | 6.2.5(2) |
| 27 | 工程 | 検査 | 検査業務の役割分担の変更 | 97/06 | 6.2.6(1) |
| 29 | 工程 | 検査 | 製品の信頼性試験、故障解析の充実 | 97/06 | 6.2.6(2) |
| 30 | 工程 | 設備計画 | 金属加工設備能力の増強 | 99/12 | 6.2.8(1) |
| 31 | 工程 | 設備計画 | 板金加工設備能力の導入 | 99/12 | 6.2.8(2) |
| 32 | 工程 | 設備計画 | 多目的型真空蒸着装置の導入 | 99/12 | 6.2.8(3) |
| 33 | 工程 | 人員計画 | 増産に対応する増員 | 99/12 | 6.2.9 |

表 6.1.1 工場近代化主要項目(2/2)

| No. | 分類 | 小分類 | 項目 | 完了時期 | 参照 |
|---|---|---|---|---|---|
| 34 | 管理 | 調達管理 | コストダウンのためのVEの推進 | 98/09 | 6.3.1 |
| 35 | 管理 | 在庫管理 | 販売、生産、在庫計画の一元化 | 98/06 | 6.3.2(2) |
| 36 | 管理 | 在庫管理 | 小ロット生産方式の導入 | 98/06 | 6.3.2(2) |
| 37 | 管理 | 在庫管理 | 仕掛品倉庫スペースの縮小 | 98/06 | 6.3.2(2) |
| 38 | 管理 | 在庫管理 | 日程計画の充実：生産計画と資材計画のリンク | 98/06 | 6.3.2(2) |
| 39 | 管理 | 在庫管理 | 在庫管理システムの確立 | 98/06 | 6.3.2(2) |
| 40 | 管理 | 在庫管理 | 設計変更処理の合理化 | 98/06 | 6.3.2(2) |
| 41 | 管理 | 工程管理 | 5Sの推進 | 96/12 | 6.3.3(1) |
| 42 | 管理 | 工程管理 | 適切な標準時間に基づく工数の設定 | 97/03 | 6.3.3(2) |
| 43 | 管理 | 工程管理 | 生産計画の数量計画から日程計画への展開 | 97/06 | 添付8(2) |
| 44 | 管理 | 品質管理 | 全社的品質管理活動の導入 | 98/09 | 6.3.4 |
| 45 | 管理 | 安全管理 | 個別職場の安全管理の推進 | 96/12 | 6.3.5 |
| 46 | 管理 | 安全管理 | 危険場所の特定と対策 | 96/12 | 6.3.5(4) |
| 47 | 管理 | 安全管理 | 災害統計の記録と活用 | 96/12 | 6.3.5(5) |
| 48 | 管理 | 教育訓練 | 階層別教育訓練体系の導入 | 98/09 | 6.3.6 |
| 49 | 管理 | 一般 | パーソナルコンピューターによる工程管理システム | 98/06 | 6.3.7 |
| 50 | 管理 | 一般 | トータルコストダウンの導入 | 98/09 | 6.3.8 |
| 51 | 管理 | 設計管理 | 技術継承システムの構築 | 98/09 | 6.3.9(1) |
| 52 | 管理 | 設計管理 | 要素技術開発の先行 | 98/09 | 6.3.9(5) |
| 53 | 管理 | 設計管理 | 工業デザイナーの養成 | 98/09 | 6.3.9(6) |
| 54 | 管理 | 設備管理 | A,B,C区分（重要度区分）による管理 | 98/09 | 6.3.10(1) |
| 55 | 管理 | 設備管理 | 古い設備の活用 | 98/09 | 6.3.10(2) |
| 56 | 管理 | 設備管理 | TPM活動と教育の推進 | 98/09 | 6.3.10(3) |
| 57 | 管理 | 環境対策 | 水質汚濁対策の実施 | 98/09 | 6.3.11(3) |
| 58 | 財務 | 財務管理 | 資金支払能力を示す指標の定期的把握 | 98/09 | 6.4.1(1) |
| 59 | 財務 | 財務管理 | 資金繰表による経常収支の管理 | 98/09 | 6.4.1(2) |
| 60 | 財務 | 財務管理 | 資金運用表による財政状況変動の管理 | 98/09 | 6.4.1(2) |
| 61 | 財務 | 原価管理 | 標準原価計算法の導入 | 98/09 | 添付12(1) |
| 62 | 財務 | 原価管理 | 直接経費標準の設定 | 98/09 | 添付12(1) |
| 63 | 財務 | 原価管理 | 直接経費の差異分析の実施 | 98/09 | 添付12(1) |
| 64 | 財務 | 原価管理 | 原価管理：毎月直接原価計算による原価管理の実行 | 98/09 | 添付12(2) |
| 65 | 財務 | 原価管理 | 原価引き下げの検討 | 98/09 | 添付12(3) |

## 6.2 生産工程の近代化計画

### 6.2.1 近代化計画の一般的な進め方

蘇州医用器機工場が策定している工場近代化計画のねらいは次の通りである。2000年を目途に企業が発展していくために、国際的視野で眼科医療器械の発展動向及び市場を分析把握し、市場が現在必要としている医療器械を、常に開発、研究、製作し、高度技術、高性能、高い信頼性、高い付加価値を持つ製品を開発し供給することにより市場と生産規模を拡大する。医療器機技術開発センターを設立し、先進的高精度の設備と測定機器を装備することにより、技術向上を通じて製品の市場競争力をさらに強化する近代化計画を立案している。将来の製品系列は表6.2.1に示すような開発製品を含めたものとなる。

表 6.2.1　2000年における主要製品

| | |
|---|---|
| スリットランプシリーズ | 50度眼底カメラ |
| 手術用顕微鏡シリーズ | 3次元内視鏡 |
| IOL | 弱視治療器械 |
| 検眼鏡シリーズ | 快速検血器械 |
| 双眼立体倒像鏡 | レーザー治療器械シリーズ |
| 硝子体切断機 | 手術器械 |
| 白内障超音波乳化器 | その他 |

このための主な技術改造の内容は、企業の近代的管理レベルを高め、強化し、製造コストを下げ、資金を合理的に運用し、回転を速め、新製品開発力をレベルアップをはかり、設計品質と開発スピードを上げ、モデルチェンジを早めること、製品の品質レベルを向上するためのCADシステムを含め、健全なコンピューター管理ネットワークの構築を重要な手段としている。

これ等の工場近代化計画を実現するには次の5つの柱となる条件が揃い、初めて可能と考える。

1. 経営方針・経営ポリシー
2. 製品開発計画の実現
3. 販売計画の実現
4. 生産計画の実現
5. 工場計画の実現

これ等の5要素の実現方法については添付資料6を参照して下さい。

蘇州医用器機工場における金属部品加工に用いられている現有の主体機械加工設備は比較的に新しく導入された先進的加工設備であり、加工それ自体の生産性は高い。しかし、

近代化計画に対しての取り組みは、個々の工程の生産性ではなく、これらの機械を中心にして如何に効率良く、部品の完成品を作るかの生産システムに関わる問題に集約される。従って、近代化計画の金属部品加工を、現状の個別加工の組み合わせから、部品加工工程の流れ化を狙う生産システムである、GT技法により、部品加工全体の生産性の向上につながるシステム作りを提案する。

### (1) GT技法

多様化製品を迅速に生産するため組立中心を主体とする生産方式とする。その組立に使う金属部品は、A、B、C部品とし部品手配および部品在庫管理は図 6.2.7 の区分とする。

A部品：組立に使われる主要部品で部品原価の高い部品とし、原則とし組立と同期加工生産とする。

B部品：部品原価は中程度で、最適経済ロット数で加工を行い作業量の山積みの増減により社内加工もしくは外注加工とする調整部品。

C部品：部品原価は廉価品で標準貯蔵量の常備在庫数を持ち、発注点管理部品とし、在庫数が発注点に達したとき発注手配する。

基準計画

| | 生産月＋２月前 | 生産月＋１月前 | 生産月 |
|---|---|---|---|
| 区分 | | 組立（５～10種） | |
| A部品 | 材料投入 | 機械加工 | 表面処理 |
| B C部品 | 材料投入<br>機械加工 | | 表面処理 |

図 6.2.7 金属部品加工の基準計画

金属部品の加工にグループテクノロジィ GT (Group Technology) の手法の導入が考えられる。その際の対象となる加工物はA部品とする、一般にGTの対象となる加工物は寸法の類似、形状の類似、加工の類似であるが、類似性の判断は大枠的なもので括り、先述のように角形状のものを角大、角中、角小、丸形状のものを丸大、丸中、丸小の単位に分け、加工の流れを基本として最大公約数的な機械配置とする混成旅団的機械グループとし、系統の分類にしたがつて集約された類似加工品は、原則として材料投入されるとグループ内の機械によつて加工され、逐次加工工程を経て加工完成までの一貫加工が行われる。従つて、加工品の品質は各グループが責任を持つ。GTは別名「部品群加工」といわれ、多様な類似品のグループ化を基本とする多種少量生産の原理並びに方法論で、多様な部品・製品の類似物を集約し、”部品ファミリィ”としてグループを組み、設計を標準化・合理化し各グループに適切な生産設備と治工具を当て、段取時間、工程間運搬、加工待ちを減縮し、大量生産方式に近い効果を与え生産性を向上しようとする生産技法である。多種少量生産はのGTの適用の最も大きい効果は、生産設備の配置、つまり機種別レイアウトから流れ作業方式に近ずけ得ることにある。適切なGTレイアウトが設定されると、部品加工のための工程設計はGTに沿つたものになり効率化される。以上、GTは多種少量生産に対する1つの合理的なアプローチとして、効果的手段であるといえる。以下その利点・欠点をまとめると次のとおりとなる。

設計面：標準化・規格化されて、コンピュータ支援設計 (CAD) や数値制御 (NC) 加工用プログラミングも容易になる。

計画面：生産の工程計画・日程計画が容易になる。MRPも、しやすい。

製造面：量産的流れ作業化が促進され、段取時間の短縮に伴う段取費用が減少する。治工具によるツーリング・コストの削減、作業員の熟練度が少なくてすむ。

管理面：製造原価が低減し、品質が向上して管理業務が容易になる。欠点としては、設備故障に起因する停滞が大きくなる。

B部品およびC部品は比較的工程数も少なく部品加工としては手離れの良い物が想定されるので、生産期間、段取費、在庫維持費、品切れ損失を考慮し、経済的ロット・サイズを決定し、それによる加工が望ましい。

### 6.2.2 機械加工工程の改善策

#### (1) 完成部品の加工精度向上

眼科用手術顕微鏡のX-Y微動部と架台取り付け部、接眼鏡筒と顕微鏡本体の嵌合部、対物レンズ枠と顕微鏡本体部等は、何れの部品でも互いに互換性を必要とする部分で、部品は規定の限界寸法に仕上げられていることが必要条件である。

その他の部品も組立に際し、何れの部品を組み立ても製品作りができることが量産組立の条件になる。（互換性の原理）この為には個々の部品が組立に必要な精度につくられて

いる。これを組立段階で、設計値を含めて再チェツクすることから問題の掘り下げをする。全般に、分解調査では変肉部品の真円度不良が多く見られ、加工工程での歪み対策が必要である。

機械工業において、単一製品の大量生産が可能になったのは、寸法誤差の小さい部品を加工し、それを組み合わせて製品にする“互換性の原理”が確立されて、アメリカ式工場制度が完成されたことによる。いたずらに高い設計精度を求めず、真に必要な精度を確保するための加工と、その品質保証体制により経済的で柔軟性のある生産加工システムを構築することが適正な方法である。例えば、各工程の加工精度が許容値内にできていても、加工の基準が違うと部品として必要とする機能性能を満足しないことは当然で、この部品は組立段階で不具合部分を修正して組立作業を行うことになる、これらの部品品質情報が迅速に部品加工部門に流れないと、依然としてムダな作業が続くことになる。組立での今日の品質情報は、必ず今日中に加工部門に流す情報システムをルール化しなければならない。部品加工部門は、これを受けて直ちに中心となり問題解決に努めるようにする。

### (2) 部品の加工工程での長い移動距離の短縮と停滞の減少

GT技法を用いて部品加工の類似性から分類し、加工機械を隣接配置し工程間移動距離を短縮することで停滞を減少させる。

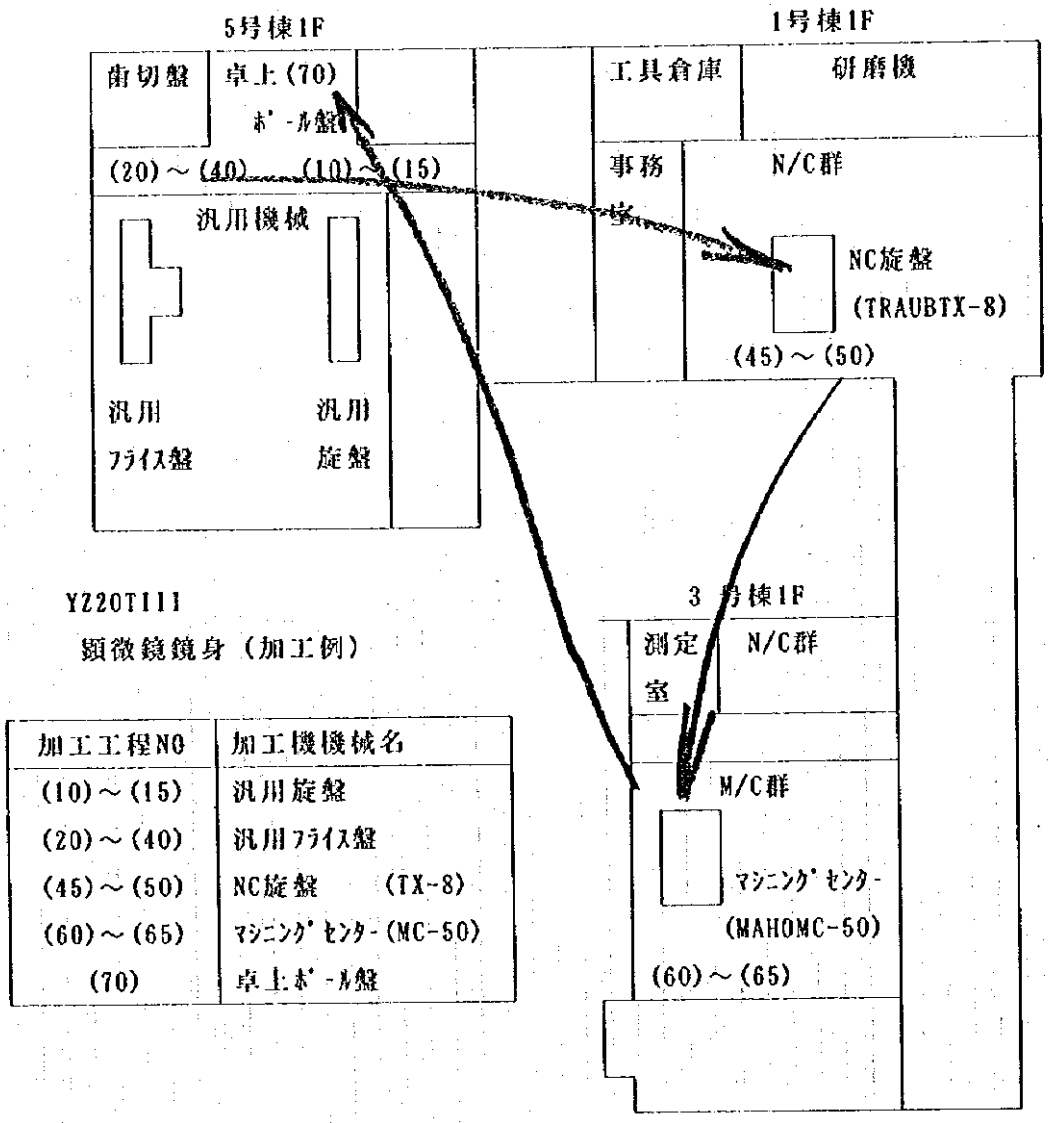
現状の主要部品は工場の建物間を移動し、更に機械間を移動しながら加工されるのでその間に停滞を頻繁に繰り返す。それを防ぐため、GT技法は解決に最適な方法である。前述の手順で主要部品の選定、部品のグループ化、最適機械配置による加工群作りにより、近接した機械での加工により部品移動距離の短縮と、次加工工程での停滞を除くようにすべきである。

以下に、顕微鏡鏡身の加工 (YZ20THI) を例にとって、GT技法による工場設備再配置の様子を示す。図 6.2.8 は機械加工工場の現状で加工部品が行ったり来たりして、移動距離が長い。これに対して、図 6.2.9 は改善された機械配置を示す。

変更点は以下の通りである。

1) 機械の近接性を付ける（機械配置）。
2) 加工工程の類似性のあるものを集約する。
3) 加工物の大きさで系列化する。
4) 類似性で集約された「部品ファミリー」の加工群にする。
5) 「部品ファミリー」の加工品質は同一責任とする。

（現行の流れ）




YZ20T111
顕微鏡鏡身（加工例）

| 加工工程NO | 加工機械名 |
|---|---|
| (10)～(15) | 汎用旋盤 |
| (20)～(40) | 汎用ﾌﾗｲｽ盤 |
| (45)～(50) | NC旋盤　(TX-8) |
| (60)～(65) | ﾏｼﾆﾝｸﾞｾﾝﾀｰ(MC-50) |
| (70) | 卓上ﾎﾞｰﾙ盤 |

図 6.2.8　現状の機械加工工場の部品移動図

(GT仕の流れ)

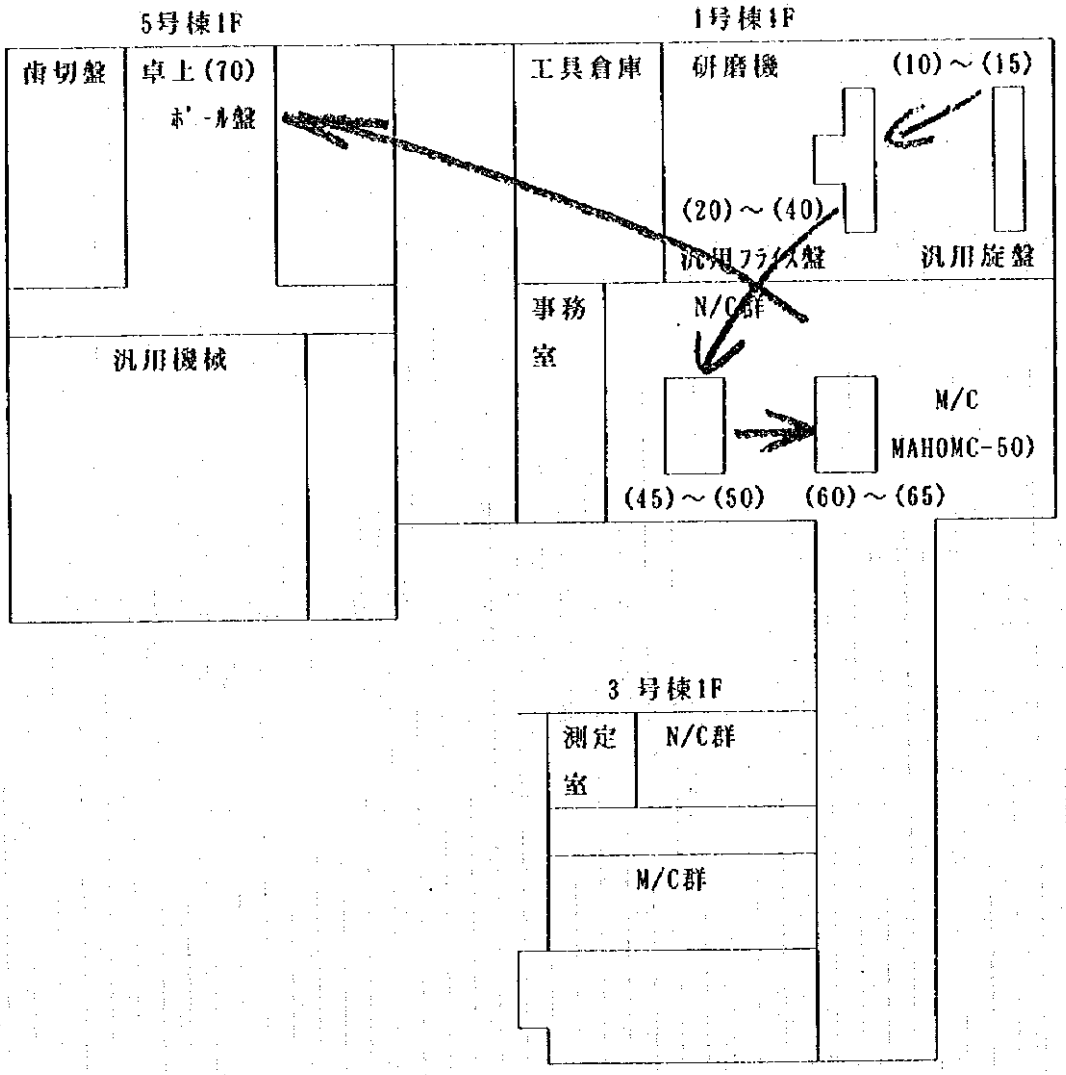



図 6.2.9 改善後の機械加工工場の部品移動図

### (3) 実機械稼働率の向上

段取り専従者のグループによる、事前段取り（機械稼働中に次の段取りを準備する）と段取りの標準化を行う。

工場の稼働分析での不稼働要因は頻繁に起こる段取り変更によるものが多い。これは加工のロットサイズを大きくすることで防ぐことが出来るが、部品の作りすぎのムダに繋がる。いかに段取りによる機械停止をすくなくするかは、機械稼働中に事前段取り作業を多くするか、手慣れた段取り作業による短縮をするかになる。当分は、段取り換えは熟練作業者による段取り専従者のグループを編成し、そのグループによる作業とし、次に作業を標準化することで、逐次、教育移管する体制を作るべきである。また、GT分類すること

は段取り換えの短縮にもつながる。

### (4) 順序の跛行する部品加工とムダな姿勢の改善

#### (a) 工程管理

部品箱に組立基準の部品加工の完了時を表記した「製番」を明示する。更に部品の跛行防止、MHの改善の為の部品置き台を配置すべきである。(目で見る管理)

部品加工は、原則的に組立中心の製造番号管理方式による日程計画により、材料投入から加工途中でも進捗状況が一目で確認できるようにすべきである。部品箱に製番を表示、工場全体を目で見る管理のできる進捗管理にすることで、製造番号管理による部品加工の跛行を防ぐようにする。

#### (b)MHの改善

品物を何回も積み降ろしたり、運搬したりしても、品物の価値は上がらない。かえって品物を傷めたり、汚したりすることになる。一般的に製品・部品をとわず、生産過程で加工に要する工数以外の検査・停滞・貯蔵に要する時間(M.H)は総加工工数の数倍に達する。したがって、次の3つのMH改善の原則によりMHの工数を最小限にすべきである。

1. 移動の数をできるだけ少なくする。
2. 移動の距離をできるだけ短くする。
3. 移動をできるだけ短くする。

現状のMHの内容を細かく分析し、職場全体の物の流れを効率化し、かつ安全な流れとする努力が必要である。例えば、各機械間に統一した高さの部品置き台を揃え配置することで、図6.2.10に示すような整然とした機械周りになり、部品加工の状況が一望できるように改めるべきである。

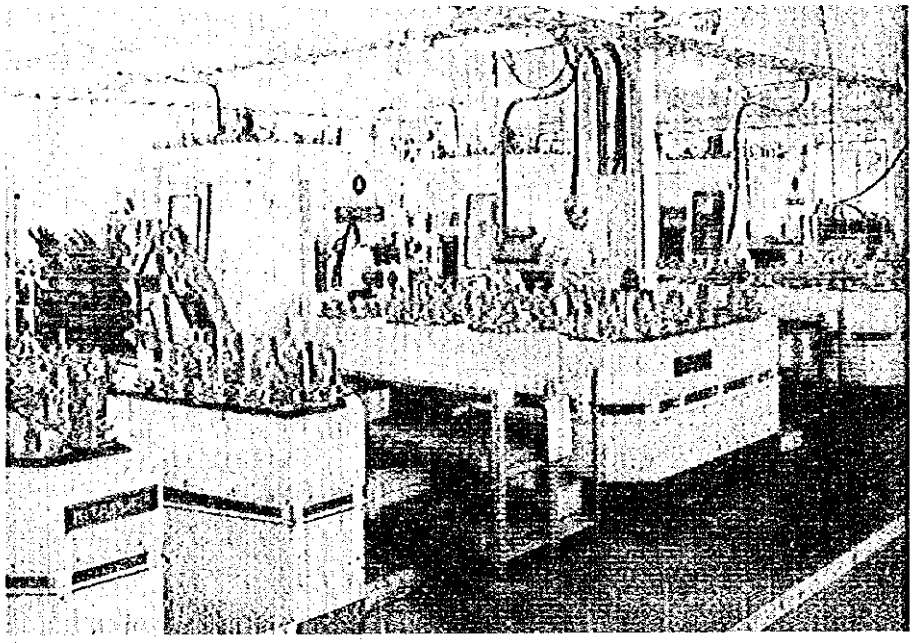


図 6.2.10　整然とした部品加工（日本の工場）

### (5) 部品完成品としての品質保証責任体制の強化

GT 手法で分類された部品を同一グループで加工することで、部品としての品質を最終の工程まで保証できる体制にする。

現状の工程別部品品質保証体制では、部品完成での品質保証にはならない。GT 分類されて部品主要部分がこのグループ内で加工されれば、加工された品質は当然、このグループの加工責任となる。品質上の問題が生じた場合は、ここの責任者を主体にした問題解決がはかれる。その場合、どこに加工の急所があるかが判然とするので、早急な問題解決につながる。

## 6.2.3 光学部品の生産システムの改善策

一般に光学器械に用いられているレンズ・プリズムなどの光学部品は図 6.2.11 のような概要の加工工程で製作されている。

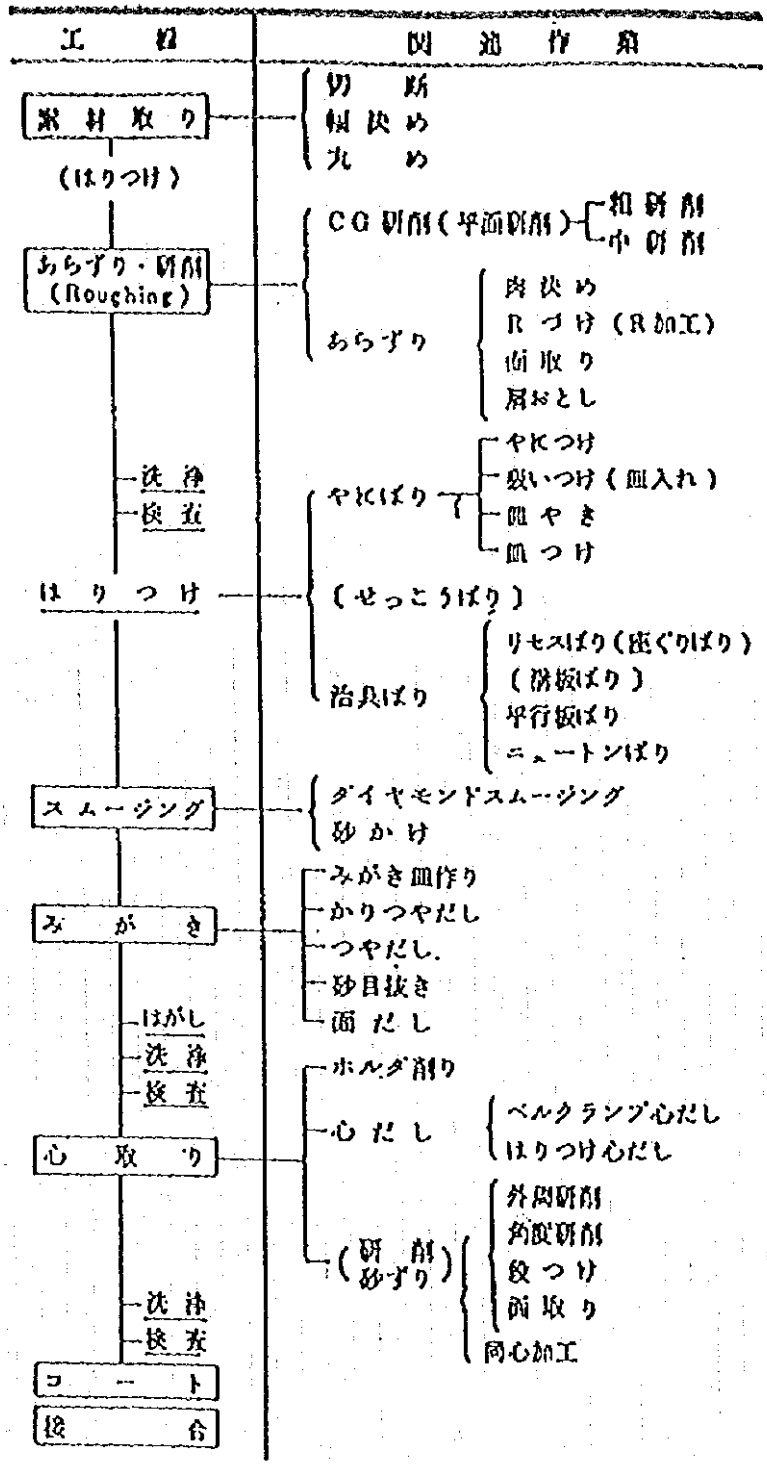



図 6.2.11　レンズ（プリズム）の製作工程

あらずり・研削 (roughing) 工程は形状決め (form-giving, shaping) の工程で、主としてダイヤモンド砥石による研削が用いられ、ときに粗ラッピングも使われる。スムージング (smoothing) は、研削後の形状精度・寸法精度を整えて、次のみがき工程に必要な表面粗さにまで仕上げる工程であり、加工法としては、遊離砥粒によるラッピングが用いられる。みがきは、スムージングで得られた形状精度を保つて、表面を充分な平滑さに仕上げる工程である。レンズの心取りは、その外径から定まる機械的中心と光軸とを一致させるように加工する工程である。以上の工程間で、必要に応じてはりつけ・はがし・洗浄・検査などが行われる。

従って、光学部品の生産システムは独特で、各々の光学素子ができるまでに、同一面を仕上げるのに多くの加工工程を経て作られる。その生産システムを如何に合理的に近代化するかが、今回の大きな課題といえる。

資料によると手術用顕微鏡の部品加工及び組立に要する作業時間の割合は、図 6.2.12 に示す。レンズ・プリズム類を加工に要している割合は全体の部品・組立の作業時間の 34 %を占めている。これは部品点数に多くの時間をかけている事を示している。蘇州医用器機工場の光学部品の特徴で、金属部品および他の部品の加工に比べ単体部品が完了するまでに多くの加工工程を経ていることを示している。ちなみに、手術用顕微鏡 YZ20T に使われているレンズ部品の加工工程の概要は図 6.2.13 のようになる。この工程に要する、1 台当たりの標準時間は全体で約 248h で、工程別にみると表 6.2.2 が示すように、みがき加工 42.4 %、荒ずり、砂掛け加工 23.5 %、プリズムみがき、と続く。

（単位：分／台）

| 工場区分 | | 時　間 | |
|---|---|---|---|
| 光学工場 | 2工場 | 14,890 | (34.0%) |
| 機械工場 | 3工場 | 20,508 | (46.8%) |
| 組立工場 | 6工場 | 8,400 | (19.2%) |
| 計 | | 43,798 | (100.0%) |

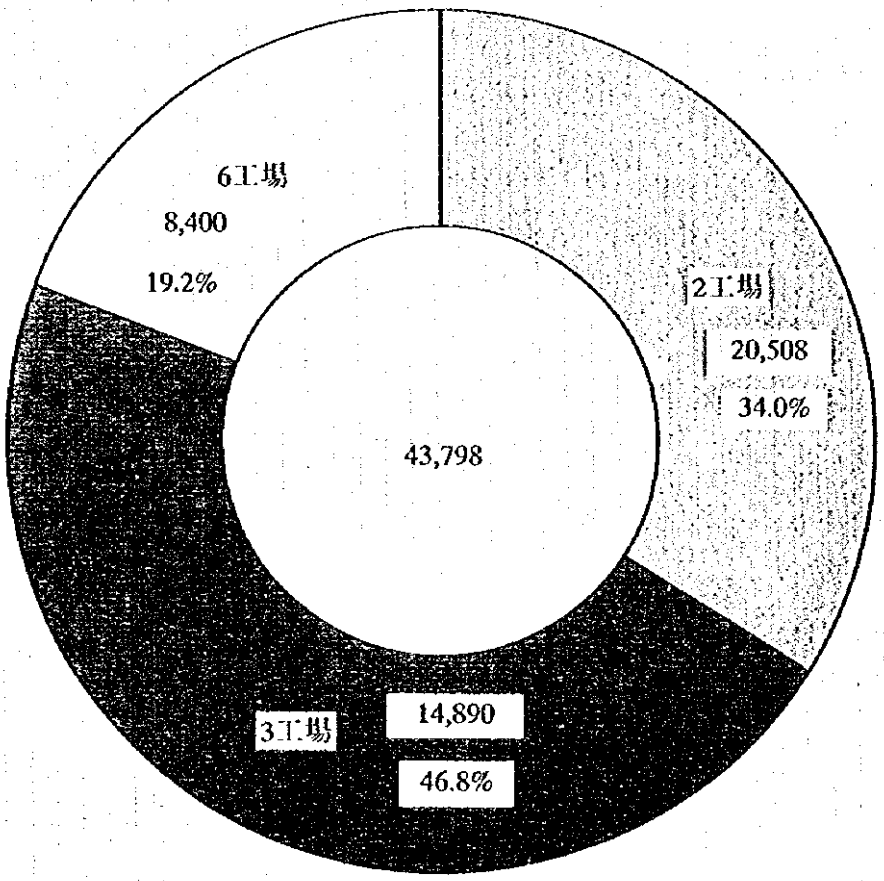



図 6.2.12　手術用顕微鏡の工場別標準時間内訳 (YZ20TIII)

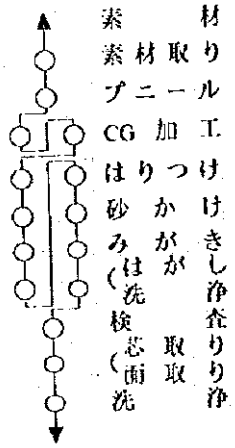



図 6.2.13　レンズ加工工程

表 6.2.2　光学部品の工程別加工時間一覧（1例）　　分/台

| 工程 | 切断 | ＊　荒 | ＊　細 | ＊　平 | 蒸着 | 貼付け | 心取り | 合計 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 時間 | 523 | 3498 | 6319 | 2379 | 838 | 468 | 865 | 14890 |
| % | 3.5 | 23.5 | 42.4 | 15.9 | 5.6 | 3.1 | 5.8 | 100 |

＊　荒：あらずり、砂掛け　　＊　細：レンズみがき　　＊　平：プリズムみがき

一般の光学機器に使われているレンズ及びプリズムの製作公差は表 6.2.3 の通りで、レンズ類をこの製作公差に仕上げるための各工程での取りしろと表面粗さは、次の表　6.2.4 に示す一例が参考になる。

表 6.2.3　一般レンズ類の製作公差

| 部品の区分 | 直径(mm) | 厚さ(mm) | 面精度 | 一般寸法(mm) | 角　度 |
|---|---|---|---|---|---|
| 普通品 | ±0.07（直径の約1/100） | ±0.2（直径の約2/100） | 縞 5～10本 | ±0.25 | 5～15分 |
| 精密品 | ±0.02 | ±0.1 | 縞 2～ 3本 | ±0.1 | 1～ 3分 |

表 6.2.4　工程別の加工しろ（取りしろ）と表面粗さ

| 工程 | 取りしろ | 表面粗さ (Pmax) |
|---|---|---|
| あらずり・研削 | 第 1 面　0.5 ～ 2.0　mm<br>第 2 面　0.5 ～ 1.0　mm | 6 ～ 10　μ m |
| スムージング | 20 ～ 50 μ m | 0.3 ～ 3　μ m |
| みがき | 10 ～ 20 μ m | 0.01 ～ 0.02 μ m |

各々の加工しろは、次の工程で表面の欠陥層を完全に除去するためのもので、加工による表面あらさで異なる。触針式粗さ計で測定した最大粗さ値 (Rmax) の約 4 倍ぐらいになる。先に述べたが、あらずりからみがき工程の中で、最近の技術動向として、生産システムに研磨加工機の精度向上と併せ、遊離砥粒によつていた加工領域を固定砥粒での加工を多く取り込むことと、各工程間での準備時間を削減することにより生産効率を大幅に改善することが行われている。そこで、新方式として、レンズ加工の CG 工程以降のスムージング、みがき、工程への高速研磨加工機の導入によるダイヤモンドペレット皿のダイヤモンドスムージングとポリウレタン皿による高速みがきと、1 個加工での生産方式による大幅な作業効率の改善を提案する。

### (1) 新レンズ加工方式の提案

現状の光学部品の加工は遊離砥粒を主体に行う砂掛け・研磨の作業で、低圧で、低回転のオスカー研磨機により、徐々に、目的の形状と精度に仕上げる加工方式である。加工に要する正味作業に前後し準備の作業時間が必要で、当然、作業の正味時間を含め、かなりの時間を加工にかけることになる。加工される部品の最終精度は必要とするものであるが、最初のあらずりの加工精度が必要とする仕上げに近いものであれば、いたずらに加工時の取り代（仕上げ代）を多くすることは不要となる。必要精度を損なわずに加工の効率を上げ、早く目的の精度に近づく作業であれば、全体の加工コストを下げることになる。

光学素子の加工効率を向上する為にダイヤモンドの固定砥粒（D ペレット）を使う高速研磨機とポリウレタンみがきによる 1 コ加工方式を提案する。

個別工程による加工方法を図 6.2.14 に示す。

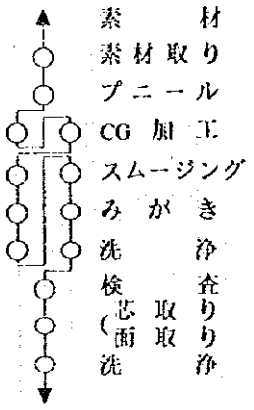



図 6.2.14　1個加工工程

現在の遊離砥粒による、あらずり・砂掛け工程に換え、CG加工後の形状精度・寸法精度を整える工程にダイヤモンドペレット皿を使い、次のみがき工程に必要な形状・精度に一気に仕上げる。その後に微細な遊離砥粒を使い、ポリウレタン皿による平滑な仕上面を得る。

原則的には、やに貼り加工でなくレンズホルダーによる1個加工とする。

### (a) 高速研磨機

高速・高圧の一定の条件で加工すれば、一定の（所要の）精度が得られるように、予め加工条件を設定したのち、固定砥粒のダイヤペレット皿による研磨で連続的に加工を行う機械で、カンザシはみがき皿の球心に向かい円弧運動（振幅 0 ～ 70 ㎜、回転数 50 ～ 125）を行い、更にカンザシの加圧切換が可能である、皿軸回転数は 1000 ～ 2000rpm の高速回転と機械剛性があり、凹面レンズは皿の上でみがき、凸面レンズは皿の下でみがく、レンズの保持は填め込み方式による1個加工で深面を加工後反転し浅面の加工となる。対象機械として HHL-2-210 S となる。

D ペレットで加工された浅面を、更に高速研磨機で従来のピッチに代わるポリウレタンのみがき皿で所定の精度に仕上げ、反転して深面を同じくポリウレタンのみがき皿で仕上げることでレンズの両面の加工を完成する。対象機械は HBL-6-210 S による。

### 1) 高速研磨機を導入した後の現有設備の利用法について

オスカー式の現有設備は、原則的には逐次主体となる高速研磨機と代替し、全体の生産効率の向上を図るべきであるが、超高精度品、大径（100 φ以上）品または曲率の強いレンズの加工には現有オスカー式の研磨機が依然として有効である、従って、現有機を工場のこの様な製品の加工に使用するので、現有設備の一部は今後も使用する。

高速研磨機は、第１次としてＤペレット用のHBL-2-210S ＊ ２台とポリウレタン用のHBL-6-210S ＊ ５台の導入の際に機械設置のための床面積は７＊ 11.5 ＝ 80.5 $m^2$であり、現有の建屋の何れの階でも設置可能である。

また、第２次導入に際しても現在の光学棟の中で、導入設備を一つの階に集約するか、もしくは、階に分けて分散配置することで、設置はスペース的に可能である。

### (b) ダイヤモンドペレット

ダイヤモンドペレットは、ダイヤモンド砥粒と特殊配合の金属粉末を混合し、熱処理した焼結合金で、砂を使用せず、水だけの供給で加工できる。

ダイヤモンドペレットによる精研削の特徴と問題点を挙げると、次のとおりである。

加工面：砂掛けより表面あらさが細かく、Ｄペレットで 0.2 ～ 0.3Rmax ぐらいにすることができる。

加工精度：Ｄペレット皿の精度が加工面に良く移る。

加工時間：砂掛けの 1/2 ～ 1/5、みがき工程では 10 ～ 30 ％の短縮。

コ ス ト：少量生産にはコスト高（ペレット価格）になる。

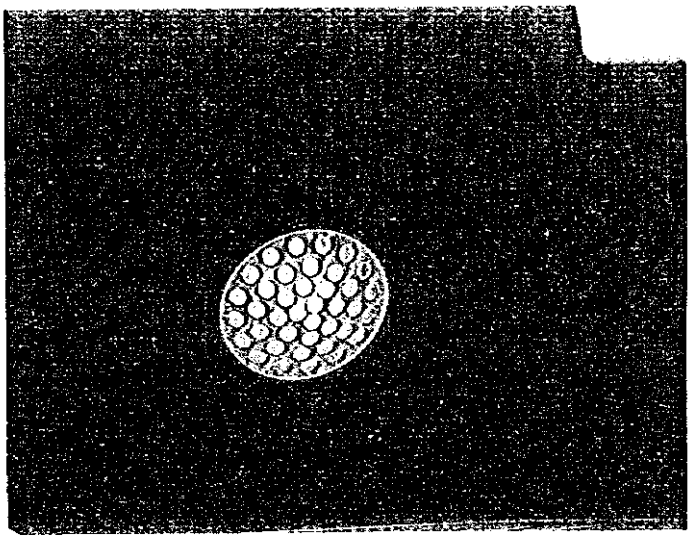


図 6.2.15　ダイヤモンド皿

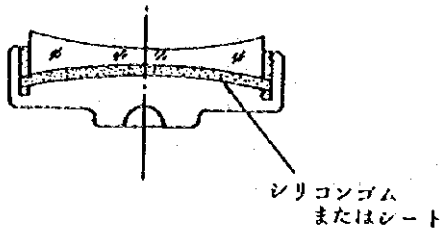
### (c) ポリウレタンみがき

ポリウレタン磨きは、従来のピッチ研磨に代わり、熱によるみがき皿の変形がきわめて少なくなり、その特徴を生かして高速研磨が容易になる。しかし、熱の発生は、低速研磨に比較し、はるかに大きくなるので、効果あるクーラントとみがき皿のR補正などにより加工物の変形をカバーし、要求精度を出すようにする。

### (d) レンズの保持

加工に伴うレンズの保持は、加工物の大きさ、形状および要求される品質などから決まるが、加工時間が短縮されると、図 6.2.16 のはめ込み式が生産的である。

はめ込み式



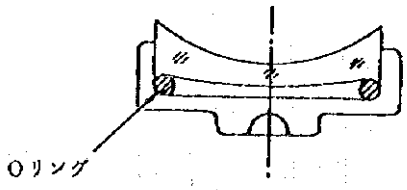




図 6.2.16　レンズの保持

## (2) 洗浄工程の改善

洗浄精度の向上、準備作業の削減と作業効率の改善及び職場の安全管理の為の超音波自動洗浄装置の導入する。

光学部品の加工での洗浄作業は比較的に軽視され、設備を必要とせず、時間と資材（有機溶剤）があれば良いとしてきたが、環境問題と相まつてガラス表面への蒸着加工（多層コート）の普及により、現在行つている浸漬洗浄による洗浄作業を、高精度化と能率化から、洗浄設備の導入によって行う。

### (a) 精密洗浄の必要性

工業分野のなかから精密洗浄分野が誕生したのは比較的に新しく、今日では、従来の工業洗浄では考えられなかつた微少、あるいは微量の汚れも洗浄の対象として取り上げられるようになり、要求される洗浄度も格段と高いものとなつた。代表的な工業分野としては、時計などの細密・計測機器・光学部品などのオプトニックス機器、ベヤリングのような精密回転機器、プリント基板やそれらの部品で分子領域・真空域の電顕用途の部品類等が挙げられる。特に集積回路の基盤となる半導体分野や医学生物領域における精密洗浄もその例外ではない。

### (b) 洗浄作業の種類および特徴

#### 1) 浸漬洗浄

溶剤をいれた槽に洗浄物を浸漬して、洗浄物に付着している塵埃、切粉、研磨剤、切削

油、ピッチ、油脂、不純物などを浸透溶解する方法で、現在光学部品の工程で使われている。最も簡単な方法であるが、洗浄時間が長く汚れを完全に洗いおとす事は、不可能で安全衛生にも問題がある。

### 2) 手拭き

手拭きは現在、光学部品の工程のどこでも行われている方法で、光学機器の技能者の必須の標準作業であるが、充分な訓練で正確な作業が必要である。溶剤としては、エタノール、エーテルの混合液や軽油（白ガソリン）等も用いることがある。

### 3) 蒸気洗浄

蒸気洗浄は溶剤を加熱し蒸発して、上昇する蒸気を洗浄物の表面に凝縮させて洗浄する方法で、洗浄物を槽から取り出せば急速に乾燥する。溶剤は蒸気となつて上昇するが、開口部の水冷管で露結させ水分分離器に集め、再生し洗浄槽に循環する。

### 4) 超音波洗浄

図 6.2.17 に超音波洗浄機の写真を示す。表 6.2.5 と表 6.2.6、図 6.2.18 に構成及び構造を示す。

図 6.2.17　超音波洗浄機 (13 機 )

表 6.2.5 超音波洗浄装置の構成

| 構成要素 | 方式 | 備考 |
|---|---|---|
| 高周波発振器 | 自励発振方式<br>主発振付電力増幅方式<br>（帰還型発振方式） | トランジスター（真空管）<br>出力：300W，500W（250～600W） |
| 振動子 | 磁歪型（フェライト）<br>電歪型（PZT） | 振動数（フェライト）：28KHz（20～30KHz）<br>〃（PZT）：20～40KHz，40～90KHz<br>許容入力：300W，500W（250～600W）<br>型　式：槽装着型，投込型 |
| 洗浄槽 | 単槽式<br>多槽式 | 槽の大きさ，形状，設置数は各種<br>材質：一般にステンレス |
| 洗浄籠 | 単体フック方式<br>複数ホルダー方式 | 材質：ステンレス，アルミュウム，黄銅，プラスチック（テフロン，ナイロン，ポリプロ） |
| 附属装置 | 沪過機 | ポンプ：シールレス，ステンレス製 200ℓ/H<br>フィルター：綿，合成繊維製　3～5 μ |
| | 蒸留機 | 熱　源：電気ヒーター，スチーム<br>容　量：50～100ℓ/H |
| | 洗浄液冷却循環装置 | チューニングユニット（10～15℃）<br>冷却蛇管，循環貯蔵槽，熱交換器 |
| | 純水装置 | イオン交換樹脂式 |
| （その他）<br>洗浄籠移送装置 | 連続送り<br>間欠送り（タクト式）<br>選択タクト式 | チェーンコンベアー，エアーシリンダー |
| 洗浄籠リターン装置 | | チェーンコンベアー，ベルトコンベアー |
| 洗浄籠供給排出装置 | | チェーンコンベアー，ベルトコンベアー |
| 空気清浄装置 | | クリーンルーム，クリーンベンチ |
| 排煙装置 | | フード，ダクト |

表 6.2.6　超音波自動洗浄装置 (1) の構造

| 槽No | 液　組　成 | 機　構 | 超音波 | 洗浄時間 | 備　　考 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | パークロールエチレン | 超音波 | 500W | 18~22秒 | 蒸留機，循環 |
| 2 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | （1，2槽兼用） |
| 3 | 市水＋洗剤Ⓐ | 〃 | 〃 | 〃 | 貯蔵槽，循環 |
| 4 | 〃＋〃Ⓑ | 〃 | 〃 | 〃 | 〃　〃 |
| 5 | 市　水 | 〃 | 〃 | 〃 | 放　流 |
| 6 | 市水＋洗剤Ⓑ | 〃 | 〃 | 〃 | 貯蔵槽，循環 |
| 7 | 市　水（純水） | 〃 | 300W | 〃 | 放　流 |
| 8 | 〃（〃） | 〃 | 〃 | 〃 | 7槽へオーバーフロー |
| 9 | イソプロピルアルコール | 〃 | 〃 | 〃 | 貯蔵槽，循環（フィルター） |
| 10 | 〃 | 浸漬 | | 〃 | 〃　〃（〃） |
| 11 | 〃 | 超音波 | 300W | 〃 | 〃　〃（〃） |
| 12 | イソプロピルアルコール（フロンソルブ） | 蒸気 | | 45~60秒 | 間接加熱油タンク，循環（水分分離器） |

レンズ籠移送時間　：　8～10秒

レンズ径状範囲　：　15～45φ

洗浄籠　：　単体フック式，複数ホルダー式（6個／籠，25φ）

洗浄個数　：　8000～15000（個／7.5H）

移送方法　：　自動連続送り（チェーンコンベアー）

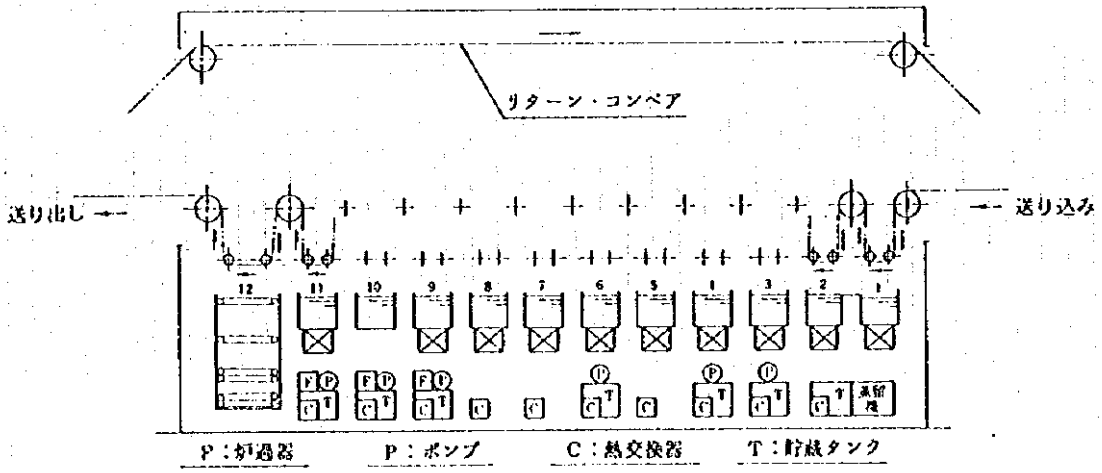



図 6.2.18　超音波自動洗浄装置 (1) の構造

超音波洗浄は洗浄液に洗浄物を浸漬し、その液中に超音波を照射して洗浄する方法で急速に利用されるようになつた。液中に超音波を照射すると、相当大きな加速度が洗浄物と液の境界面に加わりキャビテーション（減圧により液体中に空洞のできる現象）を発生し、機械的力が生じ洗浄物表面の付着物は、この力の繰り返しで除去される。

### (c) レンズ加工における洗浄例

レンズ加工における洗浄作業は、①第1面研磨後洗浄　②第2面研磨後洗浄　③心取後洗浄　④コート、接合前洗浄に分類できる。各洗浄工程での洗浄前の汚れ状態および要求される洗浄度は異なるが、目的に応じては、各洗浄工程すべてに満足する自動洗浄装置の例を示す。

光学ガラス部品の洗浄作業は超音波洗浄装置の導入により、処理量、洗浄効果とも向上し、従来の玉洗い、手拭き作業での洗浄検査工程に要した人手を省くことが可能になり、また職場環境も著しく改善できる。

## (3) 加工環境の改善

現状の光学素子の加工工場は老朽化し、高精度の工場環境としては作業効率からも問題がある。早急に建物を含めた工場環境の改善が必要である。

当面は作業場への空気清浄機およびクリーンユニットの設置を実施したい。先に述べたが、比較的にきれいな居室における空気中の粉塵でも10μm程度のものが多くふくまれている、粗い砥粒が飛散する恐れのある加工は別室で行い、十分洗浄してから加工物を搬入する、使用済みの研磨剤や破損した加工物などをすみやかに室外に運び出すなどの予防保全につとめる。改善された研磨工程の場所には許可された作業者のみ入室され、他の者が入室されないなど、作業者の意識向上と保守管理など清浄度を保つための十分な教育をすることが肝要である。

## (4) 検査装置類の整備

表面加工の作業工程の精度判定は工場原器による方法を用いて、正確な判定を簡単に行う為にレザー干渉計を導入する。

検査装置は、正しい作業を進めるためには不可欠である。現状の平面・球面とも検査には加工用の原器による干渉縞による良否の判定による接触方式が用いられているが、この方式は簡単で作業性があるが、判定に熟練を要とする。レーザー干渉計を導入すれば無接触で測定できるため、精度向上に役立つ。また、角度の測定には分光計が用いられている。原器プリズムを測定治具と組み合わせてオートコリメターで比較して測定するが、最近は光電型のものが普及しており、精度、測定時間の点からも、これらの測定機器の導入を提案する。

## (5) 工程管理技法の改善

加工工程が多岐にわたり、進捗管理の記録は繁雑であるので、記録の正確性を向上する為のコンピュータを活用し、事務処理の軽減を図る。

光学部品は多くの工程を経て完成される。従って、これらの部品の時事刻々と変化する進捗状況をアップツーデートでフォローする工程管理は、加工の変化を記録するだけでも相当の労力を必要とする。これを記帳による方法で管理していると、データーを何らかに生かすには、また人の手を加えデーターを加工しないと求めるデーターにはならない、また、生かす事のない記録に貴重な工数をかけるムダは避けなければならない。この要求に正確に答える機器は、パーソナルコンピューターであり、早急にこの器具設置による管理方式に改善し、現業の管理者は事務処理に追われることなく生産改善に注力できるようにする。（これは光学材料加工工程特有の問題である。）

### (6) 排水処理の改良

光学素子の加工時に使われる排水及び混濁する切粉処理を将来とも禍根の起きない方法で処理する。

光学素子の加工過程で使われる多くの水処理については、ガラス材料に含まれる鉛は昔から良く知られている毒性の強い金属である。鉛中毒は有史以来知られていて、職業的暴露を主に扱ったおびただしい文献がでている。水が関係する事例もいくつかあるという。最近の排水処理法として、沈殿剤として硫酸塩（硫酸アルミニュームの中のイオンが鉛を硫酸鉛として沈殿させ、アルミニュウムが凝集剤として作用する）が沈殿と凝集の両者を兼ねるので、硫酸アルミニュームをアルミニュームとして鉛の半量を加え、水酸化ナトリュームでpH7.5～11.5とする方法で処理する。

### (7) 蒸着工程の改善

顕微鏡光学系には多数の光学素子が組み込まれている。その素子の構成上ガラスと空気の境界面が多数存在し、その表面反射によって透過光量は著しく減少する。1面での表面反射は4％、したがって透過光量は96％であつても10面では $(1-0.04)^{10}$ だから66.5％となつて透過光量は著しく減少することになる。さらに、その反射光は2次、3次の反射によってフレアーやゴーストの原因になる。これを防止または減少させるためには反射防止膜を施すことにより改善されるが、現行の単層反射膜では反射防止効果に限界があり、かつ分光特性が平坦でないため十分ではない。この欠点を補う方法として多層反射防止膜が有効な手段となる。多層反射防止膜も光の干渉の応用で蒸着材料と膜厚を選択することで、各境界面からの反射光を打ち消し合つて反射を減少させるが、蒸着方法や膜厚の制御に高度の技術を必要とするので、これが可能であり薄膜蒸着の為の排気開始から完成まで、一貫した蒸着プロセスの制御を安定し、多層薄膜の量産化と複雑な蒸着工程が無人化で行える多層用精密薄膜形成装置の導入を提案をする。これにより顕微鏡光学系における①透過光量の増加②フレアーの減少③コントラストの向上④ゴーストの減少により製品の光学性能の向上を図ることが期待できる。

### (8) その他のレンズ加工設備の更新

光学素子の加工の内、材料取り以降で最初の工程であるCG（球面創成）加工を行う球

面成型機及び球面みがき後の芯取り工程のレンズ芯取機については、当初は現有の既存設備で能力的に対応可能であると判断したが、その後の調査により、何れも現有設備は老朽化しており、製品の所要精度を十分に満たすことは出来ず、それを補う為の修正作業をかなり必要とすることが判明した、そこで、トータルコストの削減をねらって、新たに球面成型機及びレンズ芯取機の更新を提案する。

### (a) 球面研削盤

CG工程の加工精度は、CG以降のみがき工程の工数に対し大きく関わるものであり、このCG工程での精度向上は全体工数削減に大きく影響する重要な要因である。

しかし現状は、レンズ・砥石軸の振れによる加工面にうねりの発生、球面精度、表面あらさの低下及びレンズ軸オートストップ精度の劣化による中心厚のバラツキがあり、これらを修正後次工程の加工に入ることになる。この修正に要するムダを削減するために設備の更新する。

### (b) レンズ芯取り機

レンズ芯取り工程は、部品加工の最終工程に近く、ここでの加工不良は前工程を含め、コストを大きくムダにする。芯取りされたレンズの偏心精度は、作業者の熟練度、レンズ形状、芯取り機械精度などに左右されるが、特に、ベルクランプ方式による芯出し加工は機械の共軸性と軸摺動部の嵌合精度が精度確保の必要条件である。既に長期間の稼働（1965年製）で老朽化している現有加工機では所要精度（偏心0.02以内）の加工には十分に対応できないために設備の更新する。

## 6.2.4 製品組立の改善策

生産量に見合う分業化したライン組立型形態で、同一組立プロセスを、平準化し、繰り返し日産組立することができれば、品質は安定し、生産期間も短縮され、未成品の堆積、滞留が除かれ、非生産的運搬が極小で、生産統制が容易で安定した組立生産システムとなる。今後の手術用顕微鏡系列の計画を想定すると、2000年には年間3000台規模であり、これは月平均250台の数量となるので、ライン組立の対象にすべき生産量となる。機種的には他種類の製品となるが、更に、提案のVRによる製品設計による製品系列になれば、組立作業もこの特徴を生かした製品作りが期待できる。そこで、それに近づけた、次の製品組立生産システムの構築を提案する。

なお、光学系の組立工程に関係の深い光学系の調査結果に関しては添付資料13に記述する。

### (1) モジュール型生産システム (modular production system)

製品組立の本流を流れ作業型工程にし、それに、部分ユニット組立品を製品組立に同期し供給し全体の製品組立を行い、その組立形態で類似系列の製品を混流生産する。混合品種のライン投入は循環連鎖の「生産比逆数方式」で製品の在庫を削減する。

製品組立作業に含まれる要素作業を最適に編成して、流れ作業型工程を設定し、適切なタクト・タイムを決めて多品種の組立作業を行う生産システムの仕組みを作る。基幹の組立ラインは手術用顕微鏡基として、これを中心に顕微鏡支持装置部の支持部、アーム部、カプラー部、フットスイッチ部の組立生産が同期されて基幹ラインに供給され全体の製品構成が組立られる。いわゆる同一の組立ラインでいくつかの異なる製品を組み立てること一”混流生産”が行われるようにする。この場合では、単一品種の場合と同様、最適のサイクル・タイム、ワーク・ステーション数などを決定すると同時に、品種の投入順序を決める。サイクル・タイムとしては、”固定方式”で、計画期間におけるM種類の組立対象品の生産計画量を、Qj(j=1,2,・・,M)とし、組立ラインの稼働時間をSとすれば、サイクル・タイム(t)は、次式になる。

$$t = \frac{S}{\sum_{j=1}^{M} Q_j}$$

品種jの総加工時間がTjであれば、この品種の生産量が$Q_j$だから、総生産時間は、$Q_j * T_j$であり、全品種に関する総生産時間は　$Q_0 = \sum_{j=1}^{M} Q_j T_j$　となる。したがって、ワーク・ステーション数としては、少なくともこれをSで割った値以上の整数値が必要である。

生産の対象となっている品物について、混合品種ラインに投入する順序を決めて、周期的に循環させるに当たり、各ワーク・センターに対し、作業時間が大きく遅れが発生する品物を続けて投入すると、作業干渉が起り支障があるので、ワーク・センターに支障が起こさないような有効な方法として「生産比逆数方式」が提案されている。まず、$Q_1$, $Q_2$, ・・・$Q_M$の最大公約数qを求め、次に対象品目の各々について、生産比率逆数

$$q_j = \frac{q}{Q_j} \quad (q = 1,\ 2,\ 3 \cdots,\ M)$$

を計算する。そしてこの値が小さい品目から選んでいき、選ぶごとに、この値を$q/Q_0$ずつ増していく。その際、同一品目ができるだけ連続して選ばれないように、品目指標jの小さいものから選ぶ。このやり方を、生産比$Q_1 : Q_2 : Q_3 : \cdots Q_M$に等しい品目数の比率を持つ循環連鎖ができるまで繰り返す。

以上の理論を例題によって示すと次のようになる。

組立の対象となる3種類の部品の生産量が、A400、B200、C100である時に、これら3品目の生産投入順序を決める。3つの部品生産量の最大公約数は100であるから、

$$q_1 = 100/400 = 1/4,\ q_2 = 100/200 = 1/2,\ q_3 = 1/1$$

となる。そこで、さきの手順で循環連鎖を求めると、次表のようになる。

| 計算過程 | 品目 1 | 品目 2 | 品目 3 | 連鎖 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1/4* | 1/2 | 1 | 1 |
| 2 | 1/2 | 1/2* | 1 | 12 |
| 3 | 1/2* | 1 | 1 | 121 |
| 4 | 3/4* | 1 | 1 | 1211 |
| 5 | 1 | 1* | 1 | 12112 |
| 6 | 1* | 1 1/2 | 1 | 121121 |
| 7 | 1 1/4 | 1 1/2 | 1* | 1211213 |

計算過程の7で得られた連鎖に関する各品目の数の比率は、4:2:1で生産量の比率に等しいから、この段階で循環連鎖が決定される。従い最大公約数の100でA,B,A,A,B,A,Cの順で投入する。

### (2) 工程管理

生産計画を工場全体に周知徹底し、平準化による工期短縮を行い、完成予測の精度向上、ネツク工程の調整、変化に柔軟な生産対応が出来るように工程管理を強化する。

工程管理とは、一定の品質と数量の製品を所定の期日までに生産するために、工場の資源（人的労力、機械設備、材料）などを経済的に運営すために工場の生産活動を統括的に統制することである。具体的には、計画と進行、調整で、予め作られた工程計画により組立作業の順序を決定し、作業場所を決め、作業計画の日程に合わせ必要な部品を準備・払い出し、必要な治工具を準備、作業者を配置し、製品組立進捗状況の一連の業務であるが、現状は組立工場の管理する部分と生産課との両者の連携で行われるもので、特に製品の販売部門との完成予測などと情報の密着などで重要となる。その目的機能としては、次のようになる。

#### (a) 生産指示の徹底

計画を工場全体に周知徹底し、現状が計画・実績とに差異の有無を表示する。

#### (b) 仕掛かり削減、工期の短縮

ライン全体の平均的工期の短縮のために、各工程の平準化により途中滞留を削減する。

#### (c) 完成予測の精度向上

工程仕掛かりをリアル・タイムで把握し、進捗状況と完成スケジュールを予測する。

### (d) 特急品の対応

諸々の事情から、緊急止むおえず特急で作業するものがでた場合、関係者の了解を得て生産する手配と進捗の責任体制を明確にする。

### (e) ネツク工程に対する調整機能

能力最大のアウトプットが求められたとき、それに対応するためにボトル・ネック工程のアウトプットを最大にする適切な処置、ネツク工程に対する調整機能を強化する。

### (f) フレキシビリテイ

改善や変更などは日常起きる物であり、それに柔軟に対応できるフレキシビリティーをもつ。製品組立では、作業に必要な部品が揃わないために、効率の良い仕事にならないことが屡々で、工場の効率の鍵を司る機能で、ラインの体質改善と一体になつた生産管理システムの確立に努力すべきである。

## (3) 工場環境

医用器機として使われるために相応する工場環境を整備する。工場内に塵埃を持ち込まない、工場内で塵埃発生する作業を行わないようにする。

医用器機としての手術用顕微鏡は、清浄環境の手術室で使われる。眼内レンズ手術や硝子体手術その他の重要な手術を行う場合、空気中の浮遊細菌や、入室者、患者からの細菌による汚染を最小限にする努力が必要である。そのための環境条件として、アメリカ連邦規格による病院の要求清浄度を清浄環境基準の NASA 規格で表すと下記のようである。

| | | | |
|---|---|---|---|
| 一般手術室 | クラス* | 100,000 | |
| 清浄手術 | クラス | 10,000 | |
| 超清浄手術 | クラス | 100 | ＊；1ft³中のゴミの数を表わす。 |

眼科の眼内手術を考える場合、手術室の清浄度は少なくともクラス 10,000 以下と言われている。

従って、このような場所で使われる機器の組立工場の職場環境として、次に示す環境を採用すべきである。

| | | | |
|---|---|---|---|
| 組立工場の環境としては | 全般で | 600,000～300,000クラス | |
| 光学調整 | | 100,000クラス | |
| レンズ組込 （クリーベンチ） | | 10,000から1,000クラス | |
| 温度 | 23から25℃ | 湿度 | 60%以下 |

更に、少なくとも組立工場内に塵埃類を持ち込まない、工場で作業中塵埃類を発生させないことを注意し、工場管理として徹底すべきである。

## (4) 作業標準（作業指示書）の整備

安定した作業内容を明確に指示し実施するため、作業指示書を整備し指示と作業のバラツキをなくす必要がある。

安定した製品品質を製造段階で作るには、その作業は作業指示書にて作業者に明確に指示を行い、同じ作業で全数の組立作業が実施出来るようにする。そのためには、要素作業には作業指示書を常に整備して、徹底した作業指示を実施することで作業のバラツキをなくする。

### (5) ビジュアル化された調整工具による光学調整

技能経験を必要とする光学調整をTVモニター像に拡大し調整作業を容易に改善することで、安定した作業方法に換える。

焦点調整、光軸調整、倒れ調整、倍率調整とも調整工具を使用する。現行方法では、調整工具を使い、接眼部から目視による観察像を見ながらの位置調整をするが、目視の眼球位置に撮像管（1吋相当）を置き、撮像管の像を12吋のTVモニター上で見ると電子倍率でおよそ18倍に拡大されたＴＶ像を見ながら調整することができ、作業精度と肉体的疲労のない安定した調整作業になる。

一般に光学調整作業には、次の5種類がある。

1. 焦点調整：レンズ・プリズム・レチクル・偏向子等を通して、見える物体（物体像）と遠くの物体または微細な対象物体の像が、指定された位置・姿勢で鮮明に見えるようにする作業である。なお、視度誤差調整作業やフランジ焦点距離出し、fバック出しも含む。
2. 光軸調整：光学系を構成する光源、レンズ、プリズム等光学素子、絞りなどの中心を連ねる直線＝光軸と言い、光学上にある遠くの物体または微細な物体の像が視界の中央に見えるようにする作業で、無限値平行光出し、左右光軸平行度出し（上下方向と左右方向とに分けて、角度（分）で表す）なども光軸調整。
3. 倒れ調整：機械・形状系から起因する倒れを含み、垂直な物体の像が垂直に、水平な物体の像は水平に見えるようにする作業とスケールを垂直に位置・姿勢を直したり、物体像に合わせら利する作業である。
4. 倍率調整：光学系によって生じる既知値の物体の像の大きさと、肉眼で見る物体の大きさとの比を鏡筒長を補正し位置・姿勢出しする作業である。
5. 光量調整：光学系において、より良い像を得るため光線束、光量などを制限する機能を有効にする作業である。

これらの光学調整は、比較的に技能経験のある作業者がコリメターその他の調整工具を使い光学像を観察しながら調整する作業であるが、光学像を電気信号に変換しTV像にかえてモニター上で作業の内容を視覚的に捉えられるようにすることで、一層作業の安定化がはかられる。

### (6) 品質アクションと総合精度の保証

製品の品質向上への丹念な挑戦を進める。（品質記録、互換性部分の限界方式に確認）

1993 ～ 1995 年までの間で手術用顕微鏡が組立完成月で検査された、一次検査の合格率は、資料によれば 84 ～ 92 %である。より安定した製品品質にするための不良低減、歩留まり向上は、日々の作業から吸い上げる細かな品質情報を、丹念に不良内容を分析し対策する地道な活動がライン歩留まり向上に繋がるものと考える。

不良対策の基本は正攻法で事実 (fact) に立脚させる。

↓

統計的品質管理手法の活用 (QC 7 つ道具（添付資料）参照)

↓

変動要因を少なくする（作業標準の遵守、公差概念の導入）

一般に製造工程に於ける不良は前工程の作業が正しく行われなかつため、または、その部品が不具合であると、組立途中でそれらを修正して次の作業に進め、製品が完成されていく。従って、製品が完成するまでの組立過程で、どのような履歴があつたかを記録し、更にそれが販売されてユーザーによりどのように使われ不具合が生じたか、その原因は、どのような内容か、どのように処置したかが一貫し捉えることができれば、その製品の貴重な情報となる。それを生かした対策ができ、高い品質の製品を育てることが出来、その情報が次の新製品に繋げることもできる。この様な生きた品質情報の活用をルール化したい。

手術用顕微鏡は部分的に組み替えできる構造部があり、その互換性には充分な品質保証がなければならない、互換性部分は互いに僅かのバラツキがあつても支障を生じない限界ゲージ的管理が必要で、製品保証ではランダム抜き取り検査で必ず確認したい。

### 6.2.5 表面処理の改善策

表面処理は、技術的には製品の機能・性能・精度にはあまり関係のない外観部品であるが、製品に対する品位イメージを直覚的に強く印象つけるものであるため、十分な技術的配慮を肝要とする。製品は一見して一流製品と比較する場合、見劣りがする。これは総体的な外観を含め、製品のデザインにも問題があることからくるものである。部品的評価は多少部品品質の問題はあるが意味のないものである。しかし、今後製品の持つ品位を高めるためにも外観部品のレベルアップは大きな課題である。

#### (1) 優れたメツキ処理にするための品質試験の充実

作業管理の確認のためのメッキ厚さ測定、標準見本による外観検査（光沢の度合、曇り、その他）の実施。

検査項目は、メッキ厚さ測定、耐食性試験、硬さ試験、密着性試験、外観試験である。

1. メツキ厚さ測定：メッキ試験の中で最も基本的で重要な項目であり、実用でコンパクトな電解式厚さ測定器が開発されている。
2. 耐食性試験：人工的に作られた腐食環境の試験槽の中に試料を放置し一定時間後の腐食状態を調べる。
3. 中性塩水噴霧試験：酢酸酸性塩水噴霧、二酸化硫黄試験、その他腐食試験硬さ試験微小硬さ計（マイクロビッカース硬さ計）で荷重 1000gr 以下の圧子でできたピラミット形のくぼみを測定し硬さを求める。
4. 密着性試験：めつき時に膨れ等の密着不良が無くともストック期間中または組立等で密着不良が発生する例がある。陰極電解試験、押し出し試験、たがね打ち込み試験、引き剥がし試験等
5. 外観試験：光沢の度合、曇り、しみ、膨れ、ざらつき、ピット、焦げ、付まわり不良、きず、平滑性等を主とした肉眼により観察し試験する。しかし、判定は個人差がでるので試験は標準見本と比較する。

### (2) 優れた塗装処理にするための品質試験の充実

塗装基準を定め、塗装見本による外観検査と作業管理、抜き取り検査により、塗膜の碁盤目密着性試験の実施。

塗装の目的は、塗料を被着物の表面に塗り広げ、薄い塗膜により被着物の保護や美装を施し、商品価値を高めることである。試験項目として、塗膜の状態、膜厚、光沢、硬度等、その他に耐候性試験などがある。当面は塗装基準を定め、塗装見本による作業のバラツキを抑える作業管理を行い、塗装品の品位の水準を維持する。塗装前の部品の点検を行い、もし仕上げ程度が悪い場合には、それを前工程に戻し直させる。塗装でパテ付けや水研ぎで直すには、あまりにも時間がかかる。日常の作業管理として塗膜の密着性試験を実施して、抜き取り検査で碁盤目試験を実施する。

## 6.2.6 検査工程の改善策

### (1) 検査業務の役割分担の変更

検査工程は、資材その他の受入検査からはじまり、工程間検査、半成品検査、治工具の検査、完成品検査などの検査がある。

製品品質を高めるため、現状の品質保証部門が担当する工程間検査、半成品検査および完成品検査を製造部門に移管し、製造部門と品質保証部門との製品の品質責任分担を明確にした形の組織機能にすることを提案する。

検査業務、品質保証部門、役割分担（製造品の検査は製造部門、製品の品質責任は品質保証科）

現状：製造部門の全検査業務は全て品質保証科

変更：製造部門の検査業務は全て製造部門の検査担当

変更の狙い：

製造部門は経済性を含め、自部門で製造責任とその品質責任を持つ、
その為に必要な品質管理体制を構築する。
品質保証科は、製品品質の保証をする活動を中心とする。

区分例

| 項目 | 品質保証科 | 製造検査担当 |
|---|---|---|
| 製造の中間工程検査<br>部品完成検査 | なし | あり |
| 品質監査 | あり | なし |
| 完成品検査 | あり | なし |
| 特殊試験(信頼性他) | あり | なし |
| 外部受入品検査 | 基本は書類審査 | なし |

必要であれば品質保証科の検査要員を製造部門に移籍する。

一般に検査とは「品物を何らかの方法で測定した結果を判定基準と比較して、個々の品物の良・不良またはロットの合格、不合格を判定すること」であるといわれ、品質があるべき品質に合致しているかを確認することであり、製造過程における工程間検査、半成品検査、完成品検査は、図面どおりの製品であることを保証する仕事の一部として製造部門が自ら行うべきものである。

品質保証とは「顧客の要求する品質が完全に満たされていること、保証するために、生産者が行う品質管理の体系」と定義されていて、信頼性技術の活用や品質管理活動を前提にしている。「顧客の満足度」に対する工場における顔の役割を努めるのが品質保証部門になる。従って、工場から出荷する全製品の品質を保証する部門であり、工場の外部に対する品質の責任は全て品質保証部門がこれを負うことになる。

### (2) 品質保証試験の充実

そこで従来の製造品の検査業務は製造部門が行い、品質保証部門は製造部門の品質管理の状況を監査し、むしろ主体は製品の信頼性を高めることに重心をかえ、工場の外に向いて行動する品質保証部門と、工場の中で品質管理の実務を行う製造部門と分ける。

このように分担を分けることで製造部門は自らの品質管理体制と製造コストに責任を持

ち、品質保証部門は製品の品質保証の技術である、信頼性試験（環境試験、寿命試験、加速寿命試験、破壊試験など）、故障解析、保全性についての技術を高めるための試験装置類を充実する。それによる製品の信頼性試験は単に合格、不合格をきめるだけのものではなく、製品の弱点の検出や解析に役立つことが主眼であり、試験の手順や測定項目等を予め十分検討し、もっとも経済的に実施することができるので、客観的に製品品質の評価ができ、製品品質の向上につなげることができる。

更に製品品質情報センターとして、外部品質、品質履歴の記録・収集を任務とする。

### 6.2.7 梱包工程の改善策

一般に、表 6.2.7 に示すようなステップで梱包設計は行われる。

表 6.2.7　梱包設計のステップ

| | |
|---|---|
| 製品強度の事前検討 | 振動試験、衝撃試験、加速度試験 |
| ↓ | |
| 保存環境、輸送条件、納入状態を設定する | |
| ↓ | |
| 部分・ユニットの分離を決める | |
| ↓ | |
| 梱包箱の数をきめる | |
| ↓ | |
| 梱包内のレイアウトを決める | |
| ↓ | |
| 梱包内に収納する総重量を算出する | |
| ↓ | 材質の標準化 |
| 梱包内の緩衝材の必要性を決める | |
| ↓ | |
| 梱包・開梱の作業性の検討 | |
| ↓ | |
| 箱の大きさを決める | 標準化：段ボール箱の大きさ、種類、印刷形式、荷扱いマーク、その他 |
| ↓ | |
| 各種の環境試験 | 製品規格を満足するかを確認 |
| ↓ | |
| 不具合の修正（結合性、重量バランス、その他） | |

調査の対象である手術用顕微鏡の梱包は、多少梱包に過分にみえる部分もあるが、全体としては相応と判断される。

これらの梱包技術は、各社独自に培う技術であり、過去の各種の貴重な経験の体積に基ずき、集大成されたものである。従って、今後このデーターを如何に活用するかは、標準化の大切な役割となると考えるので、これに注力されたい。

梱包資材は役割を終わるとその後は廃棄される、今後の資源採集から廃棄に至る各段階での環境への負荷が高まることを踏まえ、物資の循環を促進する、リサイクルの促進、発生抑制、再生利用を考慮にいれた技術としたい。

梱包され、製品として保管されている製品倉庫の環境としては、一定の温度と湿度の環境条件を満たしたい。（温度 23 ～ 25 ℃湿度 60 %以下）更に、出荷される製品は倉庫に先入れした製品から出荷する、先入れ先出しを確実に実施することのできる、製品棚での保管管理にすべきである。

### 6.2.8 設備計画

設備投資計画の基本的考えかたは、第一は、現有設備を工夫と改善により有効に稼働させる、次いで 2000 年計画に向けての生産設備を段階的に逐次充足する計画として、状況変化により柔軟に対処しながら、下記の基本方針を基に検討する。

設備投資の基本方針

1. 設備投資は企業の成長と安定との均衡を失わない規模において定める。
2. 最低経済単位以上のできるだけ大規模の設備投資を行いつつ、かつ操業度を維持し高める計画とする。
3. 技術的には進んだ設備であり同時に、経済的に最上有利な設備投資を行う。
4. 需要と技術の変化に対する弾力性
5. 設備投資を行うに当たつては、設備の代替案の比較を良く行い、最も有利な案をとる。
6. 総合投資たる長期計画の一部として設備投資を行う。
7. 設備投資の実施を第 1 次と第 2 次の 2 期に分け、第 2 次の実施は第 1 次の効果を確認の上行う。計画を図 6.2.19 に示す。

顕微鏡部品の加工は、大別すると素材加工、板金加工、機械加工となるが、この内、素材加工と板金加工は第 2 分工場にあり、主な機械加工は本社工場に、架台部品加工は第 2 分工場と分散されている。その他に光学部品加工、表面処理、製品組立があるが、近代化計画の為の機械設備投資としては、主に金属加工と光学部品加工が対象とし、他の加工設備は現有設備での計画とする。

この設備計画の基礎となる手術用顕微鏡の生産台数は全科合計（眼科及び他科の合計）3,000 台／年（ 2000 年）である。

従って、診断対象製品の眼科用に限定した必要設備はおおよそ全体に対する眼科用の生産台数の比率 1,750/3000 ≒ 0.6 でよいと考える。

これは、眼科用とその他各科用の基本的な製品構造は同じで、いずれも同様の生産工程が必要であると考えられることによる。

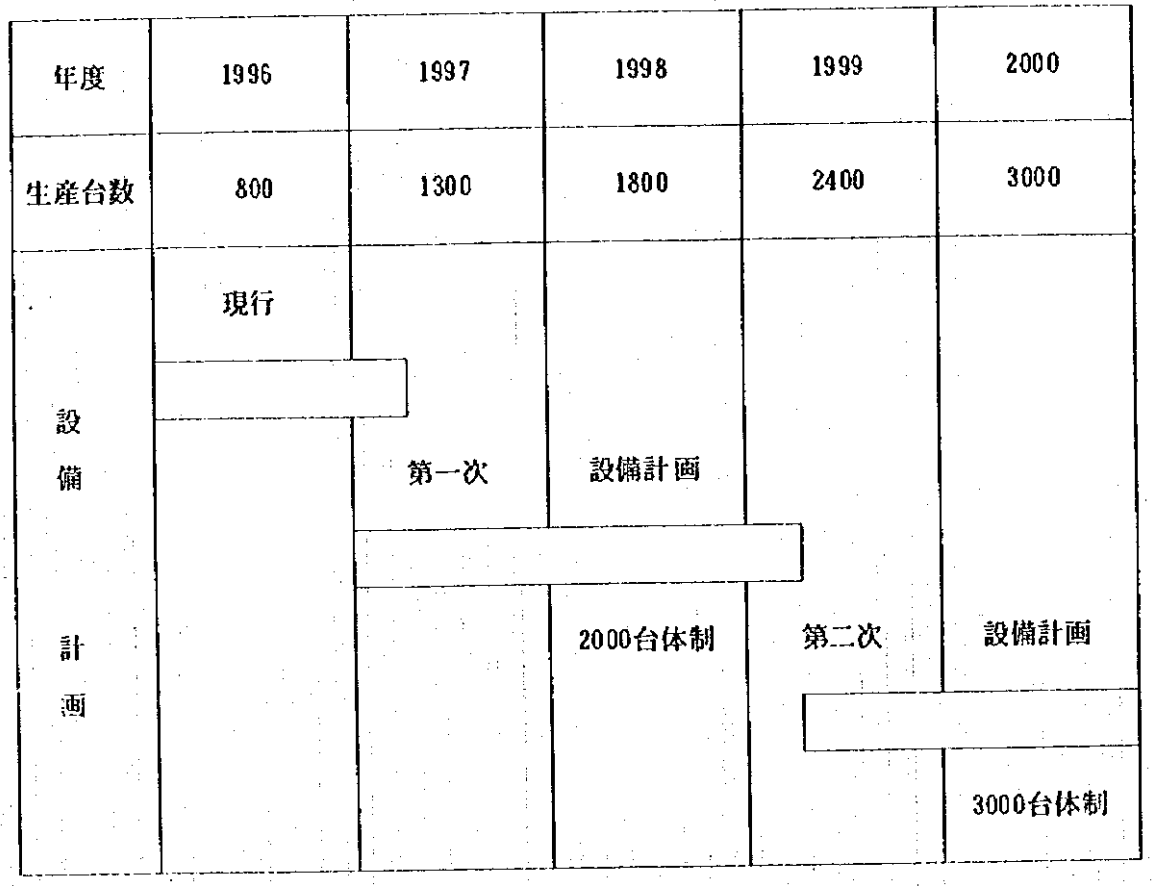



図 6.2.19　設備投資実施計画

## (1) 金属部品加工の設備投資

設備投資の対象は、金属部品の内、切削加工部品は、原則としてＡ部品（重要部品）のみを対象とし増産の推移に合わせて表 2.6.8 に示すように、段階的に設備投資計画を実施する。他のＢ、Ｃ部品（小物部品）は現有設備の有効活用を前提に、さらに不足設備の充足は、加工を自製とするか外注とするかの判断によるが、部品の多様性、品質の重要性、安定性などの長期経営計画での判断の上で決定する。

表 6.2.8　金属加工用補充機械設備

| | 補充機械（台数） | | | 仕　様 |
|---|---|---|---|---|
| | 合計 | 第1次<br>1997～1998 | 第2次<br>1999～2000 | |
| ﾏｼﾆﾆﾝｸﾞｾﾝﾀｰ | 5 | 3 | 2 | テーブルサイズ移動量<br>500x500mm X:850mmY:400mm |
| N/C 旋盤 | 7 | 4 | 3 | 各軸移動距離<br>X軸180xZ軸340mm |
| 汎用旋盤 | 6 | 3 | 3 | センター間距離　700mm<br>往復台上のふり:240mm |
| フライス盤 | 4 | 2 | 2 | テーブル移動<br>左右550前後200上下400mm |
| 円筒研削盤 | 1 | 1 | 0 | 両センター間500mm<br>振り200mm<br>標準砥石　405x75x127mm |
| 計 | 23 | 13 | 10 | |

## (a) 算出の前提条件

1. 現有設備の内、顕微鏡関連製品の部品切削加工に関わっている割合は今後の増産の場合も、前提として現行の割合に変更がないものとする。
2. 今後開発される製品群については、構造・機能・性能に違いがあるも、部品構成上は、現行の SOM-2000 とほぼ同じ内容であることを前提とした。
3. 同じ仕事を繰り返していれば、製品単位あたり工数は、しだいに低減していくことを考慮した。

## (b) 金属部品加工設備の能力算出方法

現状の金属部品加工に使われている主要機械 (M/C, N/C) は 3 交替制によるフル稼働状況にあり、前記の前提条件で今後の増産対応するためには、相応の設備補充を必要とする。

この設備補充数の算出には、次の項目を考慮した。①現行生産能力に対し生産量増加の割合、②作業の習熟、製作技術の改善、生産管理技術の実施と改善等による工数低減があり、これを習熟度の向上とし、両者を勘案の上、設備が必要であるものとし補充設備数を算出した。

### 1) 顕微鏡部品加工割合

各種製品の工数実績データから手術用顕微鏡の部品の加工に使用された時間割合（寄与率）を推定し、保有台数に寄与率を乗じて台数を求める。

寄与率＝手術用顕微鏡工数の寄与の割合

| 工作機械 | M／C | NC旋盤 | 汎用旋盤 | フライス盤 | 研削盤 |
|---|---|---|---|---|---|
| 現有保有台数 | 6 | 10 | 8 | 6 | 1 |
| 寄与率(台数) | 0.47(2.8) | 0.40(4.0) | 0.43(3.5) | 0.38(2.3) | 0.26(0.3) |

### 2) 機械所要台数算定係数（設備係数）

導入時期を下記のように3期に分ける。現状の生産能力を800台/年として、各々1000、2000、3000台/年に増加するとする。

生産増加率(a)は各々前期の終わりに対するものである。

習熟度(b)は現在を1として、期毎に改善されていくとした（小さいほど習熟度は高い）。

設備係数(a*b)は両者を乗じたものである。（　）内は現状からの通算値である。

すなわち、2000年には顕微鏡の生産設備は現状の1.72倍必要であることになる。

| 年　度 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
|---|---|---|---|---|---|
| 生産能力（台数） | 800 から 1000 | | 2000 | | 3000 |
| a　生産増加率 | 1.25 | 2.0 | | 1.5 | |
| b　習熟度 | 0.875 | 0.75 | | 0.70 | |
| a*b　設備係数 | 1.09 | 1.5(1.64) | | 1.05(1.72) | |

### 3) 補充機械台数

顕微鏡生産のための現有所要台数に1.72を乗じて、端数を切り上げて、補充機械台数を算出する。

| 工作機械 | M／C | NC旋盤 | 汎用旋盤 | フライス盤 | 研削盤 |
|---|---|---|---|---|---|
| 現有所要台数 | 2.8 | 4.0 | 3.5 | 2.3 | 0.3 |
| 補充機械台数 | 5 | 7 | 6 | 4 | 1 |

補充台数の算出＝所要台数＊設備係数

## (2) 板金加工設備の投資

顕微鏡の部品加工設備は、顕微鏡鏡基その他の部品金属部分は切削加工が主体であるが顕微鏡支持部は板金加工による加工が多くあり、現在は板金加工の全てを外注としている

が、しかし、将来の増産の要求数量を満たす加工能力に現状では疑問がある。加工設備の充足に対し支援体制が必要であるようである。更に今後の製品が電子制御による電子化方向への指向は、必然的にシャーシー部をはじめ板金部品の活用が増加することが予想されるので、固有技術としての板金プレス技術を、今後の加工技術として見直すべきではないか、プレス作業は金属加工技術の中において最も生産性のすぐれた加工法で、きわめて能率的であり均一性のある製品が得られる、今一つ有利な点はスクラップの回収が100％であって、その歩留まりの高いことは他の加工法の追従をゆるさないが、これらが今日ではプレス作業を中心にして塑性加工が、花形として脚光を浴びつつある理由である。当然ながら認識を一歩進めて考えると、切削加工品をいかに塑性加工品に変更できるかで、今後の部品コスト削減法とし注目しなければならない、従って、今回の近代化計画の増産計画を確実にするために板金加工を主体とする架台部分の内製化計画を考慮したい。幸い板金加工の固有技術は既存技術であり、これを拡大する方向で第2分工場は架台部の加工設備補充を提案する。設備設置時期は3000台体制となる1999年から計画し、設備の設置完了時期は2000年の初期とする。対象の板金設備は下記の表による。（技術資料は添付資料4参照）

| 機械名称 | 仕　　様 | 台　数 |
|---|---|---|
| プレスブレーキ<br>FBLIII-3512 | テーブル長さ1,200mm<br>加圧能力351on, 最大ｽﾄﾛｰｸ150mm<br>曲げ長さ1,200mm,機械重量3.0ton | 1 |
| パンチプレス<br>SP-3011 | 加圧能力30ton, ｽﾄﾛｰｸ長さ160mm<br>入力方式ﾃﾝｷｰ、入力可能工程数1000<br>移動速度MAX25m/min. | 1 |
| 計 | | 2 |

### (3) 光学部品加工の設備投資

光学素子は医療器機光学製品の中枢部に使われ、基幹部品である。いずれも高精度を必要とするので、現状は遊離砥粒を使い共ずりの加工原理的で、高精度に仕上げるために、ゆっくり仕上げる方式である。その為必然的に、製品に占める光学素子の加工コストの割合は高い。しかし近代化計画の実現には、製品原価の低減には欠かせない課題であり、提案の改善に、新加工方式の高速研磨加工による方法での加工を行うため、基幹となる次の加工設備及び光学部品精度向上のための評価装置類の投資を行う。

尚、光学部品加工設備投資は、現有設備と新たに導入する新設備を有機的に組み合わせ光学部品のコスト削減に早期に効果が期待できる設備を第1次設備投資の対象とし、製品の性能向上に寄与する設備投資を、第2次設備投資とする。

### (a) 高速研磨機

目的：手ずり・あらずり工程にペレット精研削を行うための加工機、ポリウレタンみがきを行う加工機。

| 機械名称 | 仕　様 | 台　数 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 合計 | 1次 | 2次 |
| HHL2-210s<br>高速レンズ研磨機 | 皿軸数2軸（単独駆動）<br>カンザシ加圧2段切り替え | 4 | 2 | 2 |
| HBL6-210s<br>高速レンズ研磨機 | 皿軸数6軸、カンザシ1段<br>皿回転数 1000rpm | 10 | 5 | 5 |

### (b) 超音波自動洗浄機

目的：光学部品加工の工程間の洗浄作業の削減および工場環境改善。

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 超音波<br>自動洗浄装置 | 高周波発振器：自動発振<br>振動子：磁歪型<br>洗浄籠移送装置：連続送り | 1 | 1 | - |

### (c) 多目的型真空蒸着装置

目的：光学部品の透過光量の増加、フレアー、ゴーストの防止のための反射防止、反射増加膜蒸着による製品性能の向上

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| BMC-700<br>真空薄膜形成装置 | 基板ドーム径　620 Φ<br>排気系：拡散ポンプ<br>設置面積　2500, 2500, 2400 | 1 | - | 1 |

### (d) レーザー干渉計

目的：加工物の球面・平面のプロファイルを非接触で光波長オーダーで測定することができ部品品質の向上

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| コンパクト<br>レーザー干渉計 | 測定対象：平面・球面<br>測定感度：λ/2 約0.2 | 1 | 1 | - |

### (e) 球面成型機

目的：カップ型ダイヤモンド砥石を使って球面研削機械で、同時に各種のレンズ形状に合わせて容易に面取りを行える。部品品質の向上がはかれる。

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ＳＧ－２<br>球面成型機 | 加工レンズ径：15φ～70φ<br>スピンドル傾斜角：42°<br>スピンドル回転数：9000rpm | 2 | 1 | 1 |

### (f) レンズ芯取機

目的：光軸に対して同じ軸で対向するカップ型ホルダー間にレンズを挟んで芯出しし、所定の形状寸法にして外形を研磨する機械で、精度の良い機械を使えば部品品質の向上になる。

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ＰＣ－２<br>レンズ芯取機 | レンズ軸　：6, 9, 12回転<br>砥石軸　：3700 rpm<br>研削レンズ直径：max.85φ | 2 | 1 | 1 |

### (g) 光学部品加工設備の能力算出方法

以下に示す算出方法により設備能力を決定した。

#### 1) レンズ生産数量

手術用顕微鏡の生産台数

| | |
|---|---|
| 年間生産台数 | 3,000台 |
| 月間生産台数 | 250台 |
| 日産台数 | 250 / 22 = 11.4台 |

レンズの生産数量

顕微鏡1台当たりの組み込みレンズ数　　平均40個

月産生産数量　　250 x 40 = 10,000個

不良率　　20%

投入数　　12,000個

月産加工面数　　25,000　（両面加工）

日産加工面数　　24,000 / 22 = 1,090面

## 2) 高速研磨機の能力

2軸高速レンズ研磨機

Dペレットで砂掛け工程を行う。

1面の加工時間(S/T) = 2.5分（平均）

1日の運転時間　　8hr x 60min = 480min

1軸の加工能力　　480 / 2.5 = 192個

日産能力（4台分）　　192 x 2 x 4 = 1,536面

6軸高速レンズ研磨機

ウレタン皿で研磨工程を行う。

1面の加工時間(S/T) = 20分（平均）

1日の運転時間　　8hr x 60min = 480min

1軸の加工能力　　480 / 20 = 24個

日産能力（10台分）　　24 x 6 x 10 = 1,440面

機械干渉（稼働率）

2軸高速レンズ研磨機　　1,090 / 1,536 x 100 = 71%

6軸高速レンズ研磨機　　1,090 / 1,440 x 100 = 76%

## 3) 超音波自動洗浄機

レンズ籠移送時間　　-- 10秒

レンズ径　　15 -- 45mm

移送方法　　自動連続送り（チェーンコンベアー）

洗浄時間　　-- 60秒

洗浄籠　　単体フック式（30個/籠、25mm）

サイクルタイム(S/T)　　1.2分

洗浄能力　　480 / 1.2 x 30 = 12,000個/日

## 4) 多目的型真空蒸着装置

例　　マルチコート、ドーム径：620mmdia（３０mmdiaレンズで約120個）

工程

1. レンズをリング枠に入れ、ドームにリング枠を入れ蒸着物質（5-6種類）をセッ

トする。

2. 真空装置の扉を封止し、排気ドーム内の真空度を上げる。

3. 真空度 1 x 10E-5 Torr 程度で蒸着、蒸着後冷却開封。

4. ドームよりレンズを取り出しモニターガラス、分光特性測定。

蒸着能力

1 -- 4本でのL/T　　約6時間（1日2サイクル）

2 x 120個 = 240個/日

但し、単層コートではL/T: 約2時間となる。

### 5) 球面研削盤

1面の加工時間　(S/T) = 0.8分（平均）

1日の運転時間　8時間 x 60分 = 480分

1台の加工能力　480 / 0.8 = 600面

日産能力（2台分）　600 x 2 = 1200面

### 6) 自動芯取機

1面の加工時間　(S/T) = 1.5分（平均）

1日の運転時間　8時間 x 60分 = 480分

1台の加工能力　480 / 1.5 = 320面

日産能力（2台分）　320 x 2 = 640個

## 6.2.9 人員計画

人員計画策定の基本方針は下記の通りとする。

1. 将来全体の生産規模が拡大しても、製品系列での手術用顕微鏡関連（手術用器具、スリットランプ等）と他の製品との生産比率は現状比率と同じく推移することを前提とする。
2. 現状での各工場別に直接作業者が手術用顕微鏡関連に関わっている工数の作業者数を算定する。
3. 近代化計画に対する工数低減は、前半は現有設備を中心に今回の改善事項の実施と一部設備導入効果によるものとし、増産対応は計画の設備導入と合わせた実現とする。

現状の人員数は表 6.2.9 に示すように分析した。

人員数の見積は全科用合計 3,000 台／年（2000 年）を基にしているので、眼科用に限ると、この 1,750/3000 ≒ 0.6 でよい。

表 6.2.9　現状人員

| 工場別 | 寄与率　% | 直接作業者数 | 顕微鏡製造者 |
|---|---|---|---|
| 金属加工工場 | 34.4 | 55 | 20 |
| 準　備 | 47.0 | 17 | 8 |
| 表面処理工場 | 40.0 | 20 | 10 |
| 光学部品工場 | 50.0 | 42 | 21 |
| 組立工場（総合） | 45.4 | 33 | 15 |
| 組立工場（電気） | 15.0 | 14 | 2 |
| 小計 | 42.0 | 181 | 76 |

注：光学工場の蒸着、プラ・プリズム、組立工場のトプコン、新製品は除いた。

将来の増員計画は表 6.2.10 に示す通りとなる。

表 6.2.10　増員計画

| | (1995) | 1996 | 1998 | 2000 |
|---|---|---|---|---|
| 手術用顕微鏡生産台数 | 500 | 800 | 1800 | 3000 |
| 金属加工工場 | 20 | 20 | 15/35 | 9/44 |
| 表面処理工場 | 10 | 10 | 7.5/17.5 | 4/21.5 |
| 光学部品工場 | 21 | 21 | 16/37 | 9/46 |
| 組立工場（総合） | 15 | 15 | 11/26 | 6/32 |
| 組立工場（電気） | 2 | 2 | 1.5/3.5 | 1/4.5 |
| その他 | 8 | 8 | 6/14 | 3/17 |
| 小計 | 76 | 76 | 57/133 | 32/165 |
| 1人当りの生産性 | (1) | 1.6 | 2.1 | 2.8 |

1人当りの生産性は現状を1として2000年には2.8に増加するとするが、増産のための設備の導入のため89人増加する。