5.3 生産工程の近代化

工程の近代化を進めるためには、第１優先課題として「不良率の大幅改善」があり、次に設備導入を含む能力向上・合理化がある。

以下の検討では、第１に工場の生産技術（設備技術）の実力を踏まえ、また工場が現在直面している経営、管理、技術の問題点を考慮して、現状の設備を有効に活用した不良率改善に関する検討を行う。素原料およびセラミックス製造工程はまとめて検討し、加工・組立工程は、フィルター、トラップ、発振子それぞれに工程に異なる箇所が多いので、別々に分けて検討する。

不良率の改善が進めば、現状の設備でもある程度まで増産・合理化が期待できる。近代化の第２段階は生産技術、設備技術の実力が向上し、経営状況が改善された時点を想定し、増産・合理化のための設備導入を検討する。加工・組立工程の各製品ごとに、目標良品率の達成を前提とし、段階に分けた設備導入計画を検討する。なお、現在稼動していない導入設備の稼働について検討する（これは不良率改善、現状の合理化に関連する問題である）。また、セラミック製造工程については、現在の設備能力で可能な生産量について検討する。

5.3.1 素原料調達の近代化

(1) 素原料調達

1) 荷姿と保管方法の改善

素原料の荷姿は購入先と交渉して、可能な限り水分の侵入の少ない缶に変更してゆくのがよい。また、保管方法は棚の上などに保管し、土間に直接おかないようにする。

2) 入荷素原料のロット管理の実施

素原料はロット管理をしなければならない。そのためには、素原料のロットの揃ったものを購入することが重要である。

(2) 素原料の分析

1) 分析項目の再検討と分析装置の整備

a) 分析項目

購入する全ての素原料について、次の項目の測定をする必要がある。

- 灼熱減量値
- 不純物
- 粒度（分布）

b) 分析装置

これらを測定する装置として、次の装置について適切なものを揃えることが必要である。

- 灼熱用の炉
- 発光分光分析装置
- パーティクルサイズアナライザー（粒子径分析器）

2) 素原料の品質改善

分析結果からみて素原料について下記項目の改善が必要である。素原料の品質がよくなければ、生産工程で努力しても製品の品質レベルの向上には限度があるので、購入先へ要求すべきことは要求し、粘り強く改善を検討することが重要である。また、工場内の保管についても、品質を劣化させないよう留意する必要がある。

a) 水分と灼熱減量

水分、灼熱減量値を極力小さく、かつバラツキの少ないものを購入する必要がある。

b) 不純物

素原料の中でもとくに Pb_3O_4 に不純物が目立って多い。安定した品質のセラミックの生産、および素原料の配合の検討には、不純物の少ない素原料を購入することが必要である。

c) 粒度分布

ZrO_2 の粒度は小さくし、バラツキの少ないものを要求しなければならない。

MnO_2、$SrCO_3$ に粒度の大きいものがある。粒度の大きいものがあると、均一に混合しにくいので、粒度の小さいものを要求しなければならない。

(3) 素原料の乾燥工程

素原料の乾燥は問題があると思われるので、購入品質や保管方法などを改善して各素原料の水分、灼熱減量を管理することと、素原料の乾燥を止めることを検討したほうがよい。

(4) 原料開発体制の強化

現状は、内外の情報を追いかけて検討している段階で、創造的な雰囲気に欠けている。この状況を改善するには、優れた研究実績のある指導者を短期間でも（1週間）よいから招聘し、研究のやり方、進め方についての指導を受け、検討を行うのがよいと考える。現在直ちに実行するのには、資金面などの障害があるかも知れないが、長期的視点で研究開発体制を強化することは、近代化の重要な課題と思う。

5.3.2 セラミック製造工程の近代化

(1) 素原料の秤量、配合工程

現在生産には、$Pb(Zr,Ti)O_3$ の一部を置換した 2 成分系の配合を適用しているが、研究開発では 3 成分系の検討を行っているとのことである。研究開発をぜひ成功させるよう、一層の努力を期待する。

(2) 混合粉砕工程（第 1 次、第 2 次）

排出スラリー中の異物の除去

焼成されたセラミックスの孔（ポア）、ピンホール発生防止のために重要である。

第 1 次混合粉砕も第 2 次混合粉砕も問題点は共通である。

第 3 工場の混合粉砕工程の排出スラリーは、篩通しをして異物を除去することが必要である。異物の中には、ジルコニア玉石の破片が含まれているので、年間 2 回位は玉石のチェックを実施し、壊れ始めのものは除き、新品と入れ替えることが必要である。

第 1 工場の排出スラリーも、篩通しを行うことが必要である。第 1 工場では、とくにスチールボールを使用しているので、その摩耗粉が微粉として混入している。スチールボールをジルコニア玉石に変更することが必要である。

(3) 乾燥、整粒工程

1) 噴霧乾燥粉の鉄錆の除去

焼成されたセラミックスの孔（ポア）、ピンホール発生防止のために重要である。

第 3 工場に設置されている噴霧乾燥粉から鉄錆の粉が検出される。（全量 97kg の中の#80 よりの粗粒の部分から多く検出される）。しかし、現地調査の期間中の検査では、発生箇所が何処であるか突き止めるに至らなかった。今後も機会を見て錆がどこから入ってくるのか

検討を続けてほしい。

鉄錆の発生箇所を調査することと別に、乾燥粉から磁石で鉄錆粉を除く必要がある。脱鉄機（市販の既製品はないであろう、現地調査時に参考として略図を示してある）を工場または外注で製作して使用するのがよい。

2) 乾燥炉乾燥、自動篩整粒

第1工場で行っている原料を乾燥し、バインダー混合、プレス成型、ローラーミル粉砕、往復自動篩で整粒する現在の方法は、非常に手間はかかるが、噴霧造粒のような鉄粉が混入する心配はない。

(4) 乾燥工程、ロール成型工程

1) バッチ乾燥器の清掃

バッチ式乾燥器の内壁が錆びて、送風器の風により剥がれた錆が乾燥中の原料の上に乗る状態であった。現地調査時に、乾燥器の内部を掃除し、内壁を塗装しなおし、バットを市中で選んで購入した紙で包むことにより、鉄錆粉の混入を防げることを示した。今後も、バットを紙で包むこと、定期的に乾燥器の清掃を継続することが必要である。

また、第2次乾燥は本焼炉の上での乾燥を併用することを推奨する。

2) ロール成型中の空気混入対策

ロール練り工程で、原料中に空気が取り込まれ薄い気泡となって残る問題がある。ロール練り工程そのものを変更するなどの根本的解決を考える前に、ロール練り工程の処理条件を検討し、よりよい条件に改善することが必要である。処理条件の検討には、品質改善手法による検討も有力な手段と考えられる。

(5) プレス成型工程

プレス成型中の厚みチェック方法の改善

角形状ユニットの成型に使用している自動プレス成型機（第3工場）は、とくに問題はないと思われる。ただし、成型体の厚みチェックが簡単にかつ頻繁に行えるように、測定ゲージに照明スタンドを用意することが必要である。

第1工場の円形状ユニット（トラップ、発振子用）の成型は、1回ずつ原料を秤量し成型

(6) 匣組み工程

シキ粉の異物除去

匣組みする時に、成型体の間にふっているシキ粉は、各社のノウハウがあって一概に言えない点があるが、異物は焼成体に影響が残り好ましくないので取り除くようにする必要がある。

(7) 焼成工程

自動トンネル炉も、循環式トンネル炉も設備として問題点があるとは思えない。焼成炉の扉の開閉により入る風についても、工場の現状ではそれほど問題があるとは思えない。もし、焼成炉の扉が頻繁に開閉され風が入る影響が無視出来ない場合には、風を防ぐ方法を工夫しなければならない。

(8) セラミック製造工程の環境・安全衛生対策

圧電セラミックスはとくに鉛化合物などの有毒物質を含むので、排水、排気については常に留意しチェックをしなければならない。排水は沈澱槽で沈降分離し排水している。現状の排水量では問題はないが、将来排水量が増えた時点には検討が必要になろう。焼成炉からの排気については、一度測定をして確認しておく必要がある。

また、セラミック製造工程の作業者、技術者に対する安全・衛生対策を講ずることが必要である。従業員の健康に配慮し職業病を防ぐため、防塵マスクや手袋などの保護具は作業者、技術者にゆきわたるように十分な数量を準備して、作業中は必ず励行させるように、工場幹部、管理監督者が留意しなければならない。

5.3.3 フィルター加工・組立工程の近代化

とくに加工・組立工程の不良率の改善は、地道な取り組みがあって初めて達成される。言い換えれば、ある日突然良くなるというのは、そうたびたびあるものではない。1 つの山を登るように最後まであきらめずに達成できるまで執念を持って、取り組むところに改善が進む。達成ができないのは熱意が不足していると反省すべきである。また、そのように取り組める仕組み（組織、体制、評価）を考えることも必要である。

以下の各節で各製品ごとに、主な改善策を細かく説明するが、加工工程の不良率改善の要点は次のとおりである。

① セラミックのピンホール減少対策を進める。

② ラップのバラツキ改善を進める。
その改善の糸口としてロットごとのバラツキを調査すると良いロットもあるので、その作業者はどんな方法で作業しているのか、設備はどうか、等4Mの分析が必要である。

③ 良くなるまであきらめずにP-D-C-A（計画、実行、チェック、処理）を繰り返す。

④ 改善は管理者、技術者と作業者が一体となって行うこと。

⑤ 質を重視する工程は、量と質の両面からどちらかといえば質に重点を置いたボーナスを考える等、人の管理面にも配慮すること。

この工場は、治具類はよく考案されているので、この点はさらに伸ばし、不足している点は改善を重ねて、目標達成に取り組むことが重要である。

厚み縦振動を用いるフィルターと、厚みすべり振動を用いるトラップ、発振子とは、加工工程の異なる箇所が多いので、区分して記述する。

(1) フィルター加工・組立工程の良品率

まず各工程の現状良品率と目標良品率を整理してみると以下の表のようになる。

表5.2 現状および目標良品率（フィルター）

工程	現状		目標		目標良品率
	良品率(%)	逆累積(%)	良品率(%)	逆累積(%)	−現状良品率
調合	95.0	18.6	95.0	64.9	0
混合	100.0	19.5	100.0	64.9	0
乾燥	100.0	19.5	100.0	64.9	0
仮焼	100.0	19.5	100.0	64.9	0
ｽﾌﾟﾚｰﾄﾞﾗｲﾔｰ	100.0	19.5	100.0	64.9	0
プレス	100.0	19.5	100.0	64.9	0
焼成	90.0	19.5	90.0	68.3	0
ラップ	85.0	21.7	98.0	76.0	13 (3)
洗浄	95.0	25.5	99.5	77.9	4.5 (7)
銀塗り	99.6	26.9	99.5	78.3	0
銀焼	97.5	27.0	99.0	78.7	1.5 (9)
分極	90.0	27.7	95.0	79.5	5 (6)
△F選別	60.0	30.8	95.0	83.7	35 (1)
印刷	93.2	51.3	99.0	88.1	5.8 (5)

工　程	現　状		目　標		目標良品率 －現状良品率
	良品率(%)	逆累積(%)	良品率(%)	逆累積(%)	
エッチング	95.0	55.0	99.5	88.5	4.5 (7)
カット	94.5	57.9	98.0	89.0	3.5 (8)
はんだ付け	97.5	61.3	99.0	90.8	1.5 (9)
周波数調整	70.0	52.9	95.0	91.7	25　(2)
ワックス付	99.6	89.8	99.5	96.5	0
樹脂ディップ	98.0	90.2	99.0	97.0	1　(10)
特性選別	92.0	92.0	98.0	98.0	6　(4)
検査	100.0		100.0		0

（　）内数値は改善数値の大きい順を表したものである。

現状では、この表のように分極後の△F 選別、周波数調整、ラップの良品率が非常に悪いため、これらの改善を主として進め、その後特性選別、印刷、エッチング、分極、カット、銀焼、はんだ付け工程の改善を進めることにより、目標値を達成しなければならない。

この目標値は、工場側が提示した目標値が64%と、ちょうど同じような値となった。焼成工程では10%の不良がでているが、この工程の改善を進めると、目標値を確実に上回るようになるので改善できる項目がある場合は、当然改善すべきである。

以下、不良率改善効果の大きい工程の改善案を示す。

(2) 分極後の△F 選別工程（工程名：△F 選別）

△F 選別工程では周波数も同時選別しているため、現状の不良項目別発生率は図 5.1のようになっている。

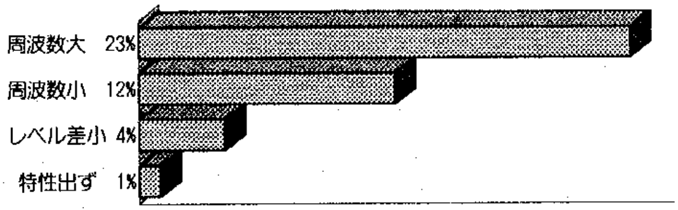


図 5.1　△F 選別工程の不良率

このグラフのようになっており、周波数大・小不良を0にすることで60%から95%に改善することができる。この周波数大・小不良は下記により改善を達成できる。

① ラップの厚みのバラツキを現状の4μmから2μmに改善する。また指示された厚みの±1μmに全数入るようラップ精度を改善する。

② 銀電極の厚みバラツキを現状の1.0μmから0.2μmに改善する。

③ 分極条件の安定化を図る。

④ ピンホールのないセラミックを生産する。

⑤ 厚みの決定方法の改善を図る。

①の改善には、

a) ラップキャリアの材質改善と精度の改善を図る。

b) ラップ作業者別厚みバラツキ調査を行い、良い作業者の方法に統一する。

c) エアマイクロメーターを導入し、厚み測定の精度を改善する。

d) ラップ液供給方法、ラップ液の濃度、定盤の面精度など、ラップ技術の追求を進め、最良の条件を把握する。

②の改善には、

a) 銀塗り方式から蒸着方式への変更を図る。

b) 銀塗り方式の場合は、銀電極の厚みバラツキ改善案を追求する。
人別にデータを取る。銀ペーストの濃度変化を調査する。銀ペースト印刷時の加圧量と厚みの影響を調査する。ワークとパターンとのギャップ寸法を調査する。

③の改善には、

a) 分極条件が変わるとユニットの周波数（音速）が大きく変動する。分極条件と周波数の関係を図5.2に示す（このデータは第2回調査時に工場側で取得した）。

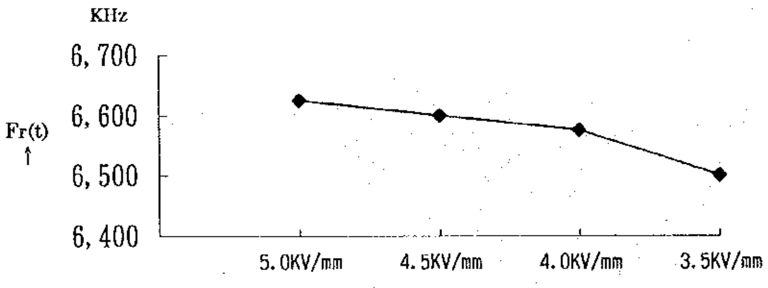
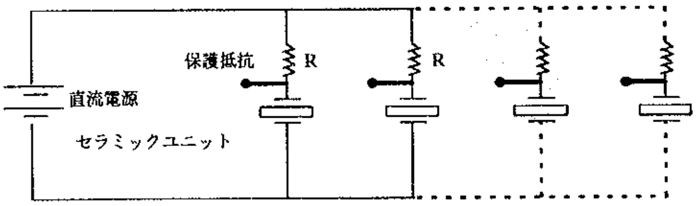


図5.2　分極条件と周波数の関係

このように5KV/mmと4KV/mmで50KHzもの変化を起こす。したがって個々のセラミックユニットにかかる分極電圧は常に一定電圧がかかるように管理、コントロールすることが重要である。
このため分極端子板の保護抵抗のチェックや、ユニット1枚ずつに実際に印加されている電圧の確認を行う必要がある。仮に、これらの管理がまずく、3.5KV～5.0KVの範囲でユニットにかかる電圧がバラついた場合、125KHzの周波数変動が発生する。これは6.5MHzのフィルターの場合、厚みが6.7 μm も変化したことになる。したがって分極条件、温度、時間一定の場合、電圧の安定化は大変重要である。

b) 分極端子板の改造を行う必要がある。
a)の結果からユニットに印加されている電圧のチェックが簡単にできるように、分極端子板を次のよに改造する必要がある。



━ （太線部分）を分極端子板に設置する。
（端子をはんだ付し、端子板の上部へ持ってくる。）

図5.3 分極装置回路

分極電圧の一定化というのは、単に電源の電圧の一定化ではない。すなわち図 5.3のようにユニット1枚ごとに保護抵抗を入れているため、ユニットの絶縁抵抗（IR）の値によってユニットに印加される電圧が変動する。したがって太線部分の電圧が一定になるように管理、コントロールする必要がある。絶縁抵抗の悪いユニットは太線部分の電圧が低く出るため、それらのユニットは取り除き、安定化を図る。このような処置を行うため、端子の改造が必要となる。

④の改善には、
調合－混合－乾燥－仮焼－スプレードライヤー－プレス－焼成の各工程でゴムや酸化鉄（錆）、異物の混入のないように改善する。日常点検、検査等で品質維持ができるシステムを作り管理する（5.2.2 セラミック製造工程の近代化参照）。

⑤の改善には、

a) 厚みを決定するため、先行試験サンプルの分極印加電圧と本ロットの分極印加電圧を合わせる。

b) 厚み測定精度を向上させる。エアマイクロメーターを使い精度を上げる。または電気マイクロメーターの導入を図り、精度を上げる。
現状のマイクロメーターを使う場合は、測定者および測定器を固定し、先行試験と本ロットとの厚み誤差が可能な限り出ないようにする。

(3) 周波数（Fo）調整工程（周波数調整）（工程名：周波数調整）

周波数調整工程の現状不良項目と不良率は図 5.4のようになっている。

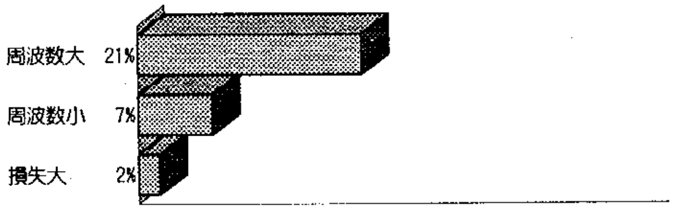


図 5.4　周波数調整工程の不良率

図 5.4から Fo 大、小の不良を減らすことで改善できる。この改善は、前節の△F 選別工程と同じ対策をとるほか、さらに次のアクションをとることが必要である。

① 周波数大に関しては△F 選別工程の周波数選別上限範囲を見直し、周波数調整工程での Fo 大発生率を削減させる。

② 周波数小に関しては、△F 選別工程の周波数下限範囲を見直し、周波数調整工程での Fo 小発生率を削減させる。

③ 上記①、②を実施すると、△F 選別工程の不良率を増加させる懸念があるので、△F 選別工程での周波数大不良は、印刷、エッチング後 Fo 調整用樹脂インクを表側振動電極部に印刷し、Fo を良品範囲まで低下させておくようにする。振動電極部に印刷したインクは乾燥焼き付け処理をしておく。また、その後のメッキは樹脂印刷されていない面（裏側振動電極部）がメッキされるので、メッキ時間が倍になるが調整は可能である。

(4) ラップ工程

ラップ工程の現状不良項目と不良率は図 5.5のようになる。

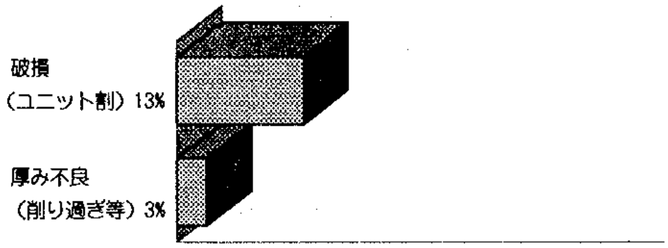


図 5.5　ラップ工程の不良率

上述の不良項目の改善を行うために、下記の対策をとる。

① 破損（ユニット割れ）防止対策として、個人別データ、機械別データ、ユニットロット別データを取るなど、いわゆる 4M（Man、Machine、Material、Methode）層別分析による原因の究明を行い、対策を取る。

② 厚み不良（削りすぎ等）防止対策として、指示厚みに近づいた場合（数μ m 手前になったら）、ラップ機を少しずつ回転させ、全数指示された厚みに入るよう、慎重な作業を行う。

この場合も上記①と同じように 4M 分析を行い、もっとも良い条件のものに統一していくようにする。

(5) 特性選別

特性選別工程の現状不良項目と不良率は図 5.6のようになっている。

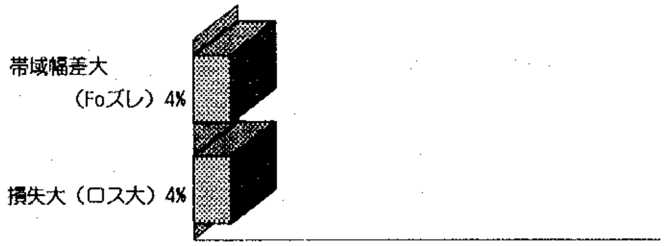


図 5.6　特性選別工程の不良率

これらの不良の改善を行うには、次の対策をとる。

a) 帯域幅差大（Fo ズレ）防止対策として、Fo 調整工程の Fo 良品範囲の見直しを行い、適正範囲に設定する。
各計測器ごとの対応ズレがないか調査を行い、適正範囲に設定する。
各製造ロットの Fo の $\overline{X}-R$ 管理図を作成し、ロットの Fo の中央値が規格の中央値よりずれないように、Fo 調整範囲に品質情報のフィードバックをかける。

b) 挿入損失大（ロス大）防止対策として、損失大の製品の分析を行い、原因の究明を行う。原因が判明すれば、原因ごとの対策を取る。例を示すと次のようになる。

表 5.3 挿入損失防止対策例

損失大の原因	対　策
セラミックピンホール	ピンホールが発生しないように、セラミック加工工程での異物混入防止を徹底する。
電極位置ズレ	印刷精度を向上する。印刷治具を点検する。
電極面積大小	同上。さらにエッチング液の管理を強化する（エッチング品質の管理）。
ワックス残留	樹脂焼付炉の適正投入量と温度、風量分布を調査し、改善する。
空洞面積小	点滴ワックスの位置ズレ、大きさを適正化させる。人別に確認する。
セラミック・クラック	素子カット工程および加工工程でのストレス低減を図るよう改善する。特性選別でのクラック発生率を前工程に広く報知し、各工程の作業者にクラックを起こさないよう意識付する。
電極断線	はんだ付け不良、はんだ剥離などについて、それぞれの原因究明を行い、対処する。

(6) スプレー印刷工程およびエッチング工程

この工程の現状不良項目と不良率は図 5.7 のようになっている。

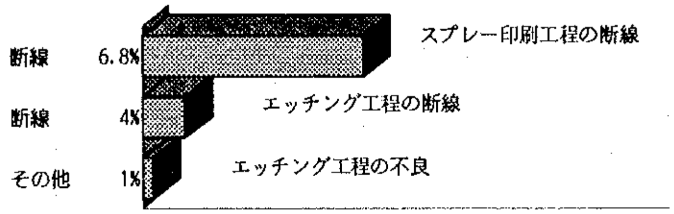


図 5.7　スプレー印刷工程およびエッチング工程の不良率

これらの不良の改善は、取り扱いを丁寧に行うことにつきる。印刷工程の断線の対策はインクをスプレーした後、マスクから取り出す時インクを削り取らないように丁寧に取り出すことを徹底する必要がある。エッチング時の断線も同様であり、原因究明を行い対策をする必要がある。

しかし、根本的には早く角板ユニットに切り替えて、印刷機で印刷できるようにすることが積極的な解決策となる。

以上で、とくに不良率の高い工程の改善案を記したが、これらを確実に改善することで、目標値の達成は可能となる。

5.3.4　トラップ加工・組立工程の近代化

(1)　トラップ加工・組立工程の良品率

まず、各工程の現状良品率と目標良品率を整理してみると、以下のようになる。

表 5.4　現状および目標良品率（トラップ）

工　程	現　状		目　標		目標良品率
	良品率(%)	逆累積(%)	良品率(%)	逆累積(%)	−現状良品率
調　合	95.0	16.4	98.0	64.1	3
混　合	100.0	16.4	98.0		
乾　燥	100.0	16.4	98.0		
仮　焼	100.0	16.4	98.0		
ｽﾌﾟﾚｰﾄﾞﾗｲﾔｰ	100.0	16.4	98.0		
プレス	97.0	17.3	98.0	65.4	1
焼成	97.0	17.8	98.0	66.7	1
ラップ*1	94.7	18.3	98.0	68.1	3.3
外周研磨	99.3	19.4	99.5	69.5	0.2

工　程	現　状		目　標		目標良品率
	良品率(%)	逆累積(%)	良品率(%)	逆累積(%)	一現状良品率
洗　浄	98.6	19.5	99.0	69.9	0.4
銀塗り	99.5	19.8	99.5	70.6	0
銀焼き付け	99.93	19.9	99.9	70.9	0
分　極	95.0	19.9	98.0	71.0	3
△F 選別	83.7	20.9	95.0	72.4	11.3　(3)
内周カット	86.4	25.0	97.0	76.3	10.6　(4)
ラップ*2	94.1	30.0	98.0	78.6	3.9
蒸　着	92.9	30.8	98.0	80.2	5.1
素子カット	76.0	33.1	95.0	81.9	19.0　(2)
はんだ付け	97.0	43.6	98.0	86.2	1
組立(導電ﾍﾟｰｽﾄ付)	99.0	44.9	99.0	87.9	0
周波数調整	51.9	45.4	95.0	88.9	43.1　(1)
ワックス付け	99.9	87.4	99.9	93.5	0
塗装(ﾃﾞｨｯﾋﾟﾝｸﾞ)	98.4	87.5	98.5	93.6	0
特性選別	88.9	88.9	95.0	95.0	6.5　(5)
検　査	100.0		100.0		

(　) 内数値は改善数値の大きい順を表したものである。

*1：ブロックユニットのラップ　　*2：短冊のラップ

この目標値は工場が提示した67%という数値に対し、ラップ1からの工程では、68.1%と67%をクリアしており、このレベルがまず妥当なレベルと考える。

以下、不良率改善効果の大きい工程の改善策を示す。

(2) 周波数調整工程

現状の不良項目と不良率は図5.8のようになっている。

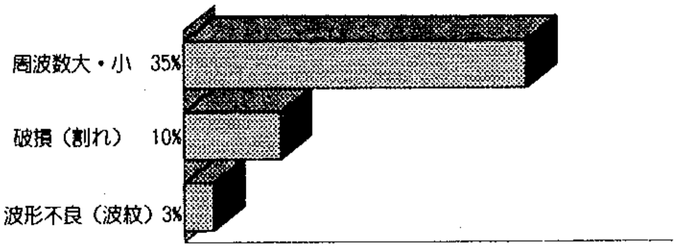


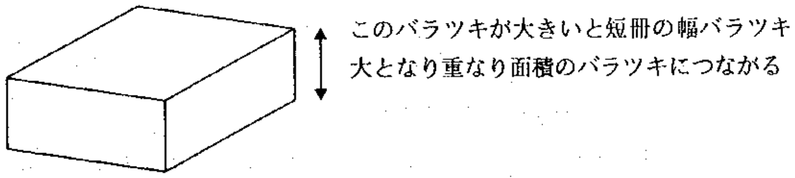
図 5.8　周波数調整工程の不良率

周波数大・小の不良と破損を改善することで、この工程の不良率改善は目標値を達成できる。まず、周波数大小不良の改善には、次の改善策が考えられる。

① 蒸着電極の重なり面積のバラツキを改善する。
② ラップの厚みバラツキを改善する。1 短冊内の厚みバラツキも改善する。
③ 分極条件の一定化を図る。
④ セラミックのポアを少なくする。
⑤ セラミックの温度特性を改善する。
⑥ 素子幅の適正寸法を設定する。
⑦ 素子カットの幅寸法バラツキを改善する。
⑧ 短冊状態の周波数と素子の周波数との対応精度を改善する。
⑨ 電極密着率を向上させる。
⑩ 短冊での周波数小は再ラップする。

①の改善には、

a) 治具ごとの重なり面積のバラツキを調査し、悪い治具は修正する。
b) 作業者別にバラツキを調整する。
c) ラップ 1 の厚みバラツキを改善する。



d) どうしても重なり面積のバラツキの改善が進まないときは、印刷・エッチング方式に切り替える（印刷機を稼動させることが必要ある）。

②の改善には（概略フィルターと同じ）、

a) キャリアの材質と厚み精度、厚み寸法を検討する。

b) ロットのバラツキが4Mの何から影響を受けているかを層別調査する。
個人別データをとり、もっともバラツキの少ない作業者の作業方法・条件に他の作業者も合わせるようにする。

③、④の改善方法はフィルターと同じ。

⑤の改善方法は各種文献を調査し、実験評価を繰り返し、良好な温度特性のセラミックを完成させる（5.3.1 素原料調達の近代化(4)原料開発体制強化参照）。

⑥の改善は、波形分割の生じないカット幅を実験し、そのカット幅に統一する。この時共振抵抗（Zr）、シェアーモード△F（△Fs）が不足する場合は、重なり電極面積を増加させる。

⑦の改善は、

a) 作業者別、機械別、ホイール使用経時別バラツキを調査し、良い条件に統一する。

b) どうしても改善できない場合は、ダイサーカット機を購入する。

⑧の改善は、

a) 短冊状態の周波数測定は接触状態により変化するので、このデータを取り変動が大きい時は測定端子の点検、修正を行う。毎日1回再測定し、一定状態を保つよう管理する。

b) 短冊状態の周波数分類後、指示した蒸着電極の厚みがついているか確認する（この確認方法は蒸着済みの短冊の周波数で行っても良い）。指示した周波数範囲に入っていない時、蒸着厚みを修正する。同時に、蒸着装置内の場所別の蒸着厚みバラツキも調査する。

c) 素子にしたときに周波数がズレを生じている場合は、短冊状態の周波数範囲を変更する（この場合、素子の重なり電極面積は正常なもので判定する）。

⑨の改善は、カット後の電極がめくれている素子があれば、電極密着力について調査する。

a) 蒸着前の洗浄方法の改善を図る。
超音波が全ユニットに当たるように一列ずつ並べ洗浄したユニットについて、蒸着電極の密着力をテストし、洗浄方法の良否を判定する。密着力のテストはセロテープを貼り付けた後、そのセロテープをはがし簡単にはがれるかどうかで判断する。

b) 良い洗浄条件が確立できれば、管理方法を決める。管理方法は、セロテープ剥離

テストと超音波振動子の管理で行う。

c) 電極の密着力が問題ないのに電極がめくれるときは、カット条件を調査する。カット条件はホイールの切れ味、カット機の送りスピード、冷却水の水量、水の当たり方を確認する。

破損の改善方法は、

a) ラップ、カット、分極、ユニットロット等のデータを調べ、作業者別、機械別に差がないか調査し、良い条件に統一する。
b) 周波数調整工程の作業者別に差がないか調査する。良い作業者の作業方法に統一する。
c) 不良率改善の目標値を各工程に掲示し、実績不良率の推移とロット別不良率を関係者全員に知らせ、作業者、管理者ともに破損を減らす運動を展開する。
d) セラミックのポアを減らす。
e) ワークおよび設備、治具などを丁寧に取り扱う。

(3) 素子カット工程

素子カット工程の現状の不良項目と不良率は図 5.9のようになっている。

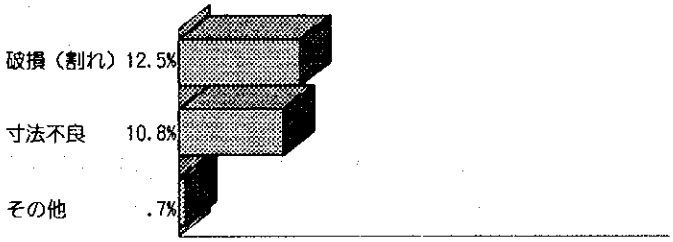


図 5.9 素子カット工程の不良率

破損（割れ）の改善は、

a) カット作業者（接着作業者、カット後素子バラし作業者を含む）ごとの破損不良率のデータを取り、良い人の作業方法に統一する。
b) ラップ、分極、蒸着工程の 4M 層別を行い、良いロットの条件に統一する。
c) ユニットのポアを減らす。
d) ワークおよび設備、治具などは丁寧に取り扱う。
e) 破損防止の不良改善運動を起こす。目標値を設定し、達成できるごとに P.D.C.A

（計画－実施－チェック－アクション）を繰り返す。ねばり強く取り組む。

寸法不良の改善には、

a) カット作業者別および接着作業者別データを取り、良い作業者の条件に統一する。
b) カットホイールの状態との因果関係を調査する。
c) どうしても良くならない場合ダイサーカット機を購入し、ダイサーでカットする。

(4) △F 選別工程

現状の不良項目と不良率は図 5.10のようになっている。

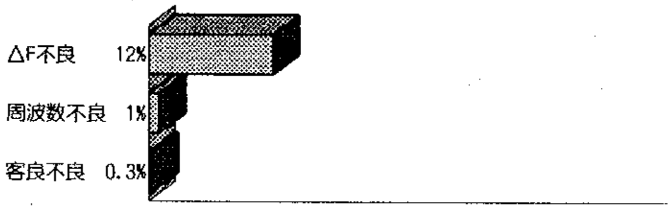


図 5.10 △F 選別工程の不良率

△F 小不良の改善には、

a) ユニットのポアを減らす。
b) 分極保護抵抗の点検を行う（保護抵抗は高圧をかけるので断線しやすい）。
   分極端子ごとの△F の値を調査する。毎日 1 回データを取る。△F の低い端子の場所があれば端子と保護抵抗を取り替える。
c) ラップ 1 の作業者別、機械別に△F のデータを取る。良い作業者の条件に統一する。
d) △F 小のユニットを分析する。
   再分極して△F が向上すれば分極条件を見直す。治具も点検する。ユニットにヒビやクラックが入っていないか調査する。ロットごとに調査し、ユニットロットによる差であれば、セラミックの改善が必要（ポアの減少）。外周部にリークした形跡があれば、分極オイルの汚れの点検、銀電極のダレがないかの確認を行い、対処する。

(5) 内周カット工程

現状の不良項目と不良率は図 5.11 のようになっている。

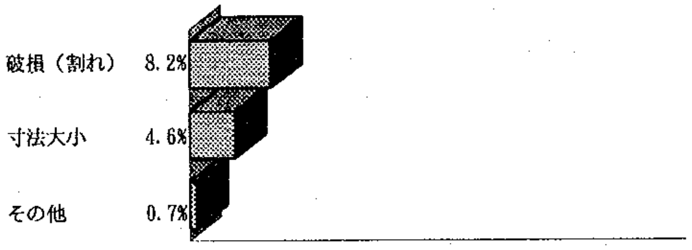


図 5.11 内周カット工程の不良率

破損不良の改善は、(3)項の破損の改善と同じである。

寸法大小の改善は、(3)項の寸法不良の改善についてと同じである。どうしても良くならない場合は、内周スライシングマシンを購入し、その機械でカットする。

(6) 特性選別工程

現状の不良項目と不良率は図 5.12 のようになっている。

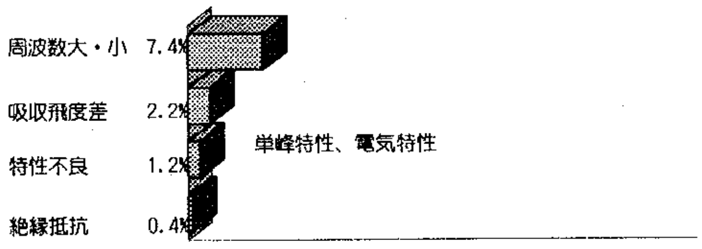


図 5.12 特性選別工程の不良率

周波数大・小の不良改善は、

a) 周波数の分布のデータを取り、分布の中心を規格の中心に合わせるように周波数調整工程の範囲を変更する。
b) a)のデータは連続しているロットで取り、$\overline{X}-R$ 管理図として活用し、1 ロットだけであわてものの過ちとしないように注意する。
c) 季節変動に対しどうコントロールするかを、b)のデータから読み取り対処する。
d) 温度特性を改善する。
温度特性の改善が進まないときは、周波数調整工程と完成品特性選別の工程検査、出荷検査の工程は部屋の温度を 25±3℃にコントロールする。
e) 周波数調整の作業者、選別器別ごとのデータを取り、良い作業者、選別器の条件に統一する。

絶縁抵抗不良改善は、
a) 導電ペースト塗布作業者別のデータを取り、良い作業者の作業方法に統一する。
b) 不良品の分析を行い、発生原因の追究と対策を取る。
c) 絶縁抵抗不良が 0 となるまで改善を進め、絶縁抵抗選別を廃止する。

上記以外の不良は、
a) 不良品の分析を行い、発生原因の追究と対策を取る。
b) ワックス残留については樹脂焼付オーブンの適正投入量を調査し、ワックス残留とならない条件に設定する。樹脂オーブンが不足する時には、新規購入とする。
また、ワックスの量と樹脂の量に注意し、データを取り管理範囲を決め管理データを取る。

5.3.5 発振子加工・組立工程の近代化

(1) 発振子加工・組立工程の良品率

各工程の現状良品率と目標良品率を整理してみると以下の表のようになる（Z3.58 の場合）。

表 5.5　現状および目標良品率（発振子）

工　程	現　状		目　標		目標良品率
	良品率(%)	逆累積(%)	良品率(%)	逆累積(%)	－現状良品率
調　合	95	21.6	97	79.1	2
混　合	100	22.8	100	81.6	0
乾　燥	100	22.8	100	81.6	0
仮　焼	100	22.8	100	81.6	0
ｽﾌﾟﾚｰﾄﾞﾗｲﾔｰ	100	22.8	100	81.6	0
プレス	97	22.8	98	81.6	2
焼成	97	23.5	98	83.2	2
ラップ1*1	94.7	24.2	99	84.9	4.3 (7)
外周研磨	99.3	25.6	99.5	85.8	0.2
洗　浄	98.6	25.8	99.5	86.2	0.9
銀塗り	99.5	26.1	99.5	86.7	0
銀焼き付け	99.93	26.2	100	87.1	0
分　極	95	26.3	99	87.1	4　(8)
△F 選別	83.7	27.7	99	88	15.3 (2)
内周カット	90	33.0	99	88.9	9　(4)
ラップ2*2	91.3	36.7	99	89.8	7.7 (5)
蒸　着	95	40.2	99	90.7	4　(8)
素子カット	92	42.3	99	91.6	7　(6)
はんだ付け	96	46.0	99	92.5	3　(9)
組立(導電ﾍﾟｰｽﾄ付)	99.7	47.9	99.8	93.5	0
周波数調整	60	48.1	97	93.6	37　(1)
ワックス付け	99.5	80.1	99.5	96.5	0
塗装(ﾃﾞｨｯﾋﾟﾝｸﾞ)	96.8	80.5	99	97	2.2 (10)
特性選別	83.2	83.2	98	98	14.8 (3)
検　査	100		100		

（　）内数値は改善数値の大きいものの順位を表したもの

*1　ブロックユニットのラップ　　　*2　短冊のラップ

この目標値は工場が提示した目標値の 81%とほぼ合致した。ただフィルター、トラップに比べてさらに現状との乖離があまりに大きいため、目標値を達成するためには、工場長以下全社活動を盛り上げ、具体策を打つとともに、各職場で活動を展開していかないとかけ声だけでは達成は不可能と思われる。

以下、不良率改善効果の大きい工程の改善策を示す。

(2) 周波数調整工程

現状の不良項目と不良率は図 5.13のようになっている。

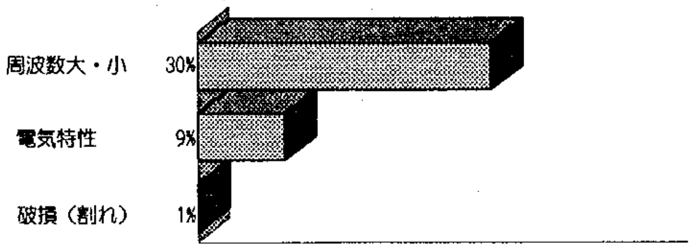


図 5.13 周波数調整工程の不良率

周波数大小の改善は、トラップと同じ対策を打つことで改善ができる。

電気性能の改善は、次の検討を進める。

a) 電極ハガレなら、蒸着前の洗浄改善を検討する（トラップと同じ）。

b) クラックなら、前工程の取扱改善を検討する。

c) セラミックポアなら、ポア削減対策を行う（セラミックの異物対策など）。

d) 電極面積小なら、蒸着治具、作業方法の見直しを行う。

e) 波形分割なら、カット寸法の見直しを行う。

(3) △F 選別工程

現状の不良率および改善案はトラップと同じである（5.3.4 (4)参照）。

(4) 特性選別工程

現状の不良項目と不良率は図 5.14のようになっている。

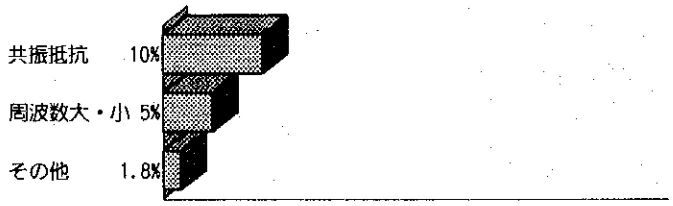


図 5.14 特性選別工程の不良率

共振抵抗大の改善は、不良の分析を行い原因の究明を行う必要がある。この時、上述の(2)周波数調整工程の電気性能の改善の項と同じ内容のことが多いので、参考にする。そのほかには次の点を検討する。

a) ワックス残留なら、樹脂ディップ焼付炉の適正投入量の条件を決めて実施する。また、焼付炉ごと、炉内の場所ごとのデータを取り、良いところの条件に統一する。
   根本的には専用外装樹脂に切り替えることが望ましい。値段が上がっても不良率が改善できる方がメリットがあると考えられる。
b) 全体的に共振抵抗レベルが低い場合
   素子の長さ、カット幅、電極重なり寸法、導電ペースト塗布面積等の見直しと再設計を行う。

周波数大小不良の改善は、トラップと同じ改善案を実施する（5.3.4 (6)参照）。

(5) 内周カット工程

現状の不良項目と不良率は図 5.15のようなっている。

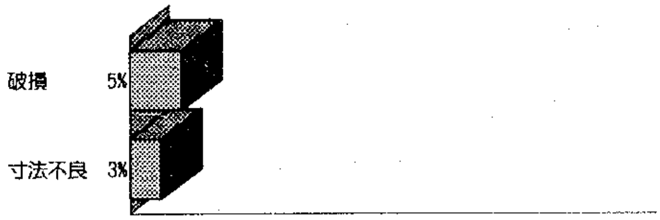


図 5.15 内周カット工程の不良率

破損不良の改善については、5.3.4 (3)のトラップの素子カット工程と同様の分析、対策を進める。

寸法不良の改善については、

a) カット作業者別および接着作業者別データを取り、良い作業者の条件に統一する。
b) カットホイールの状態との因果関係を調査する。
c) どうしても良くならなければ、新内周カット機を購入してカットする。

(6) ラップ2工程（短冊ラップ工程）

現状の不良項目と不良率は図5.16のようになっている。

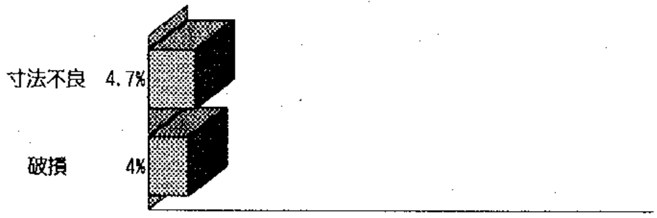


図5.16 ラップ工程の不良率

これらの改善については、5.3.3 (4)フィルターのラップ工程の改善と同様に分析、調査を行い対策をとる。

5.3.6 増産合理化のための近代化

(1) フィルター加工・組立工程の能力向上

工場の目標として、人員増加をせず年間3,600万個の生産を達成することがある。これについての検討を行う。

前提条件として、①角板形状とすること、②良品率は目標値を達成していること、③印刷機、カット機は稼動していること、④不良率改善に有効である投資は実施すること、の4項目が達成されているものとする（とくに①、②、③は重要な条件である）。

表5.6は、上記前提条件の下でフィルター（LT6.5MB）年間生産量3,600万個（300万個/月）の必要人数を算出した表である。

表5.6 フィルター加工・組立工程の必要人員数

工程名	取扱数（枚）	良品数（枚）	良品率（%）	ノルマ	必要人数（名）	備考
噴霧造粒	29,914	26,923	90.0	－		
プレス成型	26,923	26,115	97.0	3,800	7.1	
焼 成	26,165	23,503	90.0	－		
ラップ	23,503	23,033	98.0	600	39.2	
洗 浄	23,033	22,918	99.5	4,800	4.8	

工程名	取扱数 (枚)	良品数 (枚)	良品率 (%)	ノルマ	必要人数 (名)	備考
銀塗り	22,918	22,804	99.5	1,300	17.6	ﾌﾁ取りﾊﾟﾀｰﾝとする
銀 焼	22,804	22,575	99.0	—		
分 極	22,575	21,447	95.0	3,000	7.5	
両頭研磨						*1 工程廃止する
△F 選別	21,447	20,374	95.0	2,900	7.4	
ｽｸﾘｰﾝ印刷	20,374	20,171	99.0	1,000	20.4	印刷機を使用する
エッチング	20,171	20,070	99.5	2,000	5.1	
カット	20,070	19,668	98.0	3,875*2	5.2	ｽﾗｲｼﾝｸﾞﾏｼﾝ使用
はんだ付け	157,347*	155,774*	99.0	2,400	65.6	
周波数調整	155,774	147,984	95.0	1,800	86.5	
ワックス付	147,984	147,245	99.5	2,100	70.5	
塗装(ディップ)	147,245	145,772	99.0	2,400	61.4	
選別特性	145,772	142,857	98.0	3,000	48.6	
検 査	142,857	142,857	100.0		1	21 日稼動 300 万個/月
計					447.9	

*1 工程廃止の根拠 ：フチ取り電極化とするため、銀電極のショート品がなくなるため。
*2 3,875 枚の根拠 ：ホイール 3 枚を組み込み長辺カットを 1 回で済ます。
ホイール 5 枚を組み込み、短辺カットを 1 回で済ます。
この方法で日本での標準時間（ST）が約 15 分/1,000 個であることを根拠とした。

この計算表から角板ユニットを使用し、不良率改善、印刷機、カット機の稼動を前提としても 448 名の人数が必要となり、かつ不足する設備は投資しなければならない。しかし一挙に現状設備を大幅に増加させるのでは合理化効果が低いため、次のステップで新設備導入を考える。

1) 第 1 ステップ（1996 年〜1997 年）

① 現有設備、人員で不良率改善を進める。
② 作業改善の後半で不足する設備は購入する。
③ 特性選別で使用するフィルターの波形測定計測器は、将来の自動選別を考慮に入れ、ネットワークアナライザー型を購入する。ネットワークアナライザーのメリットは、測定精度がよいこと、スプリアスレベルが同時測定できること、合否（G.NG）判定の表示がでること（人が目で読み取る必要がない）である。デメリットは価格が高く、したがって測定器は昼夜 3 勤で稼動させ、台数は抑えるようにする。
④ 周波数調整は、1 個ずつの周波数調整からユニット単位の周波数調整に切り替える。この場合、印刷機が稼動している必要がある。また、能力不足の時は昼夜 3 勤で稼動させるよう検討する。
⑤ 塗装はすでに準備されているマルチディップ機を稼動させる。

⑥ オーブンは不足分を、購入する。ただし夜間の稼動を検討する。大型オーブンの購入も検討する。

2) 第2ステップ（1997年～1998年）

良品率向上に従って、不足する設備を順次購入する。

① ラップ盤を購入する。スピードコントロール付き、ラップ液自動供給付き。
② 蒸着装置を購入する。
③ 印刷機を購入する。
④ カット機を購入する。

3) 第3ステップ（1999年～）

設備稼働の技術力、設備製作技術力の実力がついた時点で、次の合理化機を購入する。

① 自動はんだ付け機を購入し、稼動させる。
② 自動ワックス付け機を購入し、稼動させる。
③ 自動特性選別機を購入し、稼動させる。

人員増なしに10倍の生産をするためには、実力に応じた合理化機の導入を考えねばならない。しかし、合理化機を稼動させる実力が伴わなければ、必要に応じて昼夜3勤体制を取り、人員増をはかるか、生産数量を制限するかどちらかの手段しかない。どちらにするのか決断は、今後の工場の改善状況によるので、状況に応じた最良策を採用することが必要である。

(2) トラップ加工・組立工程の能力向上

工場の目標として人員を増加せず、年間2,400万個の生産を達成することがあるが、これについての検討を行う。

前提条件として、①良品率は目標値を達成していること、②必要と思われる投資は実行されること、の2点が実施されているものとする。

表5.7は、上記前提条件の下でのトラップ（X6.5MB）年間2,400万個（200万個/日）の必要人員数を算出した表である。

表 5.7　トラップ加工・組立の必要人員数

	取扱数	良品数	良品率 (%)	ノルマ	必要人数 (名)	備　考
調　合	635	622	98.0			
混　合	622	622	100.0			
乾　燥	622	622	100.0			
仮　焼	622	622	100.0			
ｽﾌﾟﾚｰﾄﾞﾗｲﾔｰ	622	622	100.0			
プレス	622	610	98.0	250	2.5	
焼成	610	597	98.0	−	−	
ラップ1	597	586	98.0	550	5.5	
外周研磨	586 枚	583 枚	99.5	800	0.73	
洗　浄	583 枚	577 枚	99.0	1,000	0.58	
銀塗り	577 枚	564 枚	99.5	800	0.72	
銀焼き付け	574 枚	573 枚	99.9	−	−	
分　極	573 枚	562 枚	98.0	300	1.91	
△F 選別	562 枚	534 枚	95.0	550	1.02	
内周カット	534 19,215 短冊	18,638 短冊	97.0	1,200	16	36 短冊/枚(ﾌﾞﾛｯｸ)
ラップ2	18,638 短冊	18,266 短冊	98.0	1,500	12.4	
蒸　着	18,266 短冊	17,901 短冊	98.0	1,700	10.7	
素子カット	17,901 短冊 232,714 個	221,078 個	95.0	30,000	7.8	13ｴﾚﾒﾝﾄ/短冊 6.5ｴﾚﾒﾝﾄ×2/完成品
はんだ付け	110,539 個	108,324 個	98.0	1,500	11.3	
組立(導電ﾍﾟｰｽﾄ付)	108,324 個	107,241 個	99.0	1,000	108.3	
周波数調整	107,241 個	101,879 個	95.0	900	119.2	
ワックス付け	101,879 個	101,777 個	99.9	3,300	30.9	
塗装(ﾃﾞｨｯﾋﾟﾝｸﾞ)	101,777 個	100,251 個	98.5	2,400	42.4	
特性選別	100,251 個	95,239 個	95.0	3,500	28.6	
検　査	95,239 個	95,239 個	100.0		0.5	21 日稼動/月 200 万個/月
計					396.55	

表 5.7の計算から、トラップ 2,400 万個の生産には、ユニット工程を含め約 400 名の人数が必要となる。フィルターと同じように各ステップに合わせて、設備導入を検討する。

1) 第1ステップ（1996年~1997年）

① 現有設備、人員で不良率の改善を進める。
② 作業工程で不足する設備を購入する。
③ ②の場合、不足する設備は昼夜3勤体制の稼動も考える。
④ 周波数調整は、短冊状態で行い工数の改善を行う。この場合は、周波数調整用インクを印刷方式で塗布する工法とするため、印刷機を購入する。印刷機は手塗り方式のものでもよい。
⑤ 樹脂塗装は、すでに購入済みのマルチディップ機を稼動させる。
⑥ 周波数調整、特性選別、検査の部屋を25±3℃にする。

2) 第2ステップ（1997年~1998年）

① 樹脂焼付炉を、不足に応じて購入する。将来を考えて、大型炉の購入も検討する。
② 内周スライスカット機を購入する。
③ 蒸着機を購入する。
④ 特性選別用計測器を購入する。

3) 第3ステップ（1999年~）

① 自動特性選別器を導入する。
② 組立の自動機を導入する。自動ワックス付け機を導入する。
③ 量の拡大に応じて不足するラップ盤、カット機、蒸着機、ユニットプレス機、その他必要なものを導入する。

各ステップの設備導入の考え方はフィルターと同じである。また、後述する発振子も同じ加工形態を取るので、発振子の状況も加味して判断していく必要がある。

(3) 発振子加工・組立の能力向上

前提条件として、①良品率は目標値を達成していること、②必要と思われる投資は実行されることの2点が実施されているものとする。

表5.8は、上記の前提条件の下での発振子（Z3.58M）年間6,000万個（500万個/月）の必要人員数を算出した表である。

表 5.8　発振子加工・組立の必要人員数

	取扱数 (ﾌﾞﾛｯｸ)	良品数 (ﾌﾞﾛｯｸ)	良品率 (%)	ノルマ	必要人数	備　考
調　合	672	652	97			
混　合	652	652	100			
乾　燥	652	652	100			
仮　焼	652	652	100			
ｽﾌﾟﾚｰﾄﾞﾗｲﾔｰ	652	652	100			
プレス	652	639	98	250	2.6	
焼成	639	626	98			
ラップ1	626枚	620枚	99	550	1.2	
外周研磨	620	617	99.5	800	0.8	
洗　浄	617	614	99.5	1,000	0.6	
銀塗り	614	610	99.5	800	0.8	
銀焼き付け	507	607	100			
分　極	607	602	99	300	2.1	
△F 選別	602	596	99	550	1.1	
内周カット	596	17,682短冊	99	1,200	14.7	30 短冊/枚(ﾌﾞﾛｯｸ)
ラップ2	17,682短冊	17,505	99	1,765	10.0	
蒸　着	17,505	17,330	99	1,700	10.3	
素子カット	17,330	257,352個	99	30,000	8.6	15ｴﾚﾒﾝﾄ/短冊
はんだ付け	257,352個	254,779	99	2,000	128.7	
組立(導電ﾍﾟｰｽﾄ付)	254,779	254,269	99.8	1,400	182	
周波数調整	254,269	246,641	97	800	317.8	
ワックス付け	246,641	245,408	99.5	3,800	64.9	
塗装(ﾃﾞｨｯﾋﾟﾝｸﾞ)	245,408	242,954	99	2,000	122.7	
特性選別	242,954	238,096	98	1,800	132.3	
検　査	238,096	238,096	100		1	
計					1,134.5	21 日稼動 500 万個/月

表 5.8の計算結果から発振子の場合、後半工程に 1,100 人以上の多数の作業人員が必要となる。考え方としては、トラップと同じ手順で順次設備導入を進めながら、増産・合理化を行う。

いずれにせよ 10 倍の生産を全く人員増加せず達成するというのは無理があり、許容される範囲で（持てる設備、人員、技術力で）一杯に能力を引き出すことを考え、その中で不足する工程の設備を必要量に応じて増設していくことが最良と考える。この場合、注意しなければならないのは、動かせない設備を入れて、そのままにしておくということは企業経営上大変な損失となるので、自信のない設備導入を行わないことである。その場合は、人員増で

対処すればよい。また、設備も24hr稼動させることで、8hr稼動の3倍の能力になる（この場合、作業員はそれぞれの勤務時間に出勤させねばならないため、不足する人員を補充していく必要はある）。

(4) 既設の非稼働設備の稼働

以上に増産合理化に購入した方がよい設備および必要とする設備をあげたが、これらの設備も購入しただけでは稼動しない。購入メーカーから稼動させるためのノウハウをしっかり伝えてもらい稼動させられる実力をつけ、機械を維持していくことが重要である。工場の近代化を進めるには、設備を稼動させる技術力が不可欠であるが、すぐにでも稼動させて効果のでる設備がすでに設置されており、これらの稼動をまず急がねばならない。以下その例を示す。

1) スクリーン印刷機（写真5.1参照）

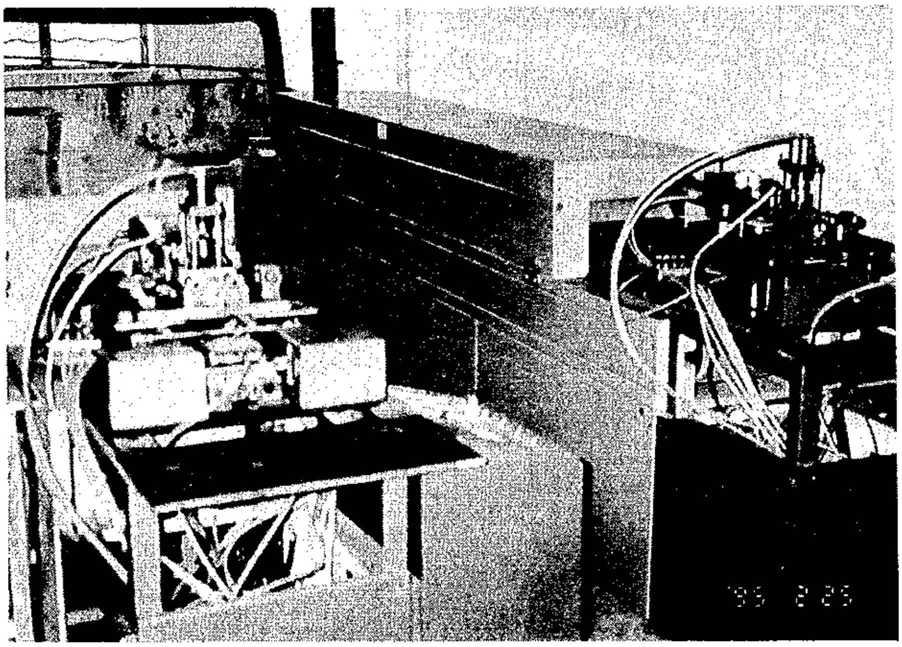


写真5.1 スクリーン印刷機

この印刷機がすでに3台入荷しているが、稼動できていない。稼動させるための基礎技術力が印刷機メーカを含めて不足している。しかし、部分的にでも稼動させるようにすべきである。たとえばシューターがうまく動かないのであれば、ワークは手で入れたり、出したりして印刷部のみ動かせばよい。乾燥コンベアがうまく動かないのであれば、オーブンで乾燥

すればよい。印刷部が動かないのであれば、印刷部のどこが動かないのか、どの部分が悪いのか、調査し手を打てばよい。

とくにこの設備はフィルターの角型をラインに乗せるとき、重要な設備である。

2) 樹脂塗装機（マルチディップ機）（写真 5.2参照）

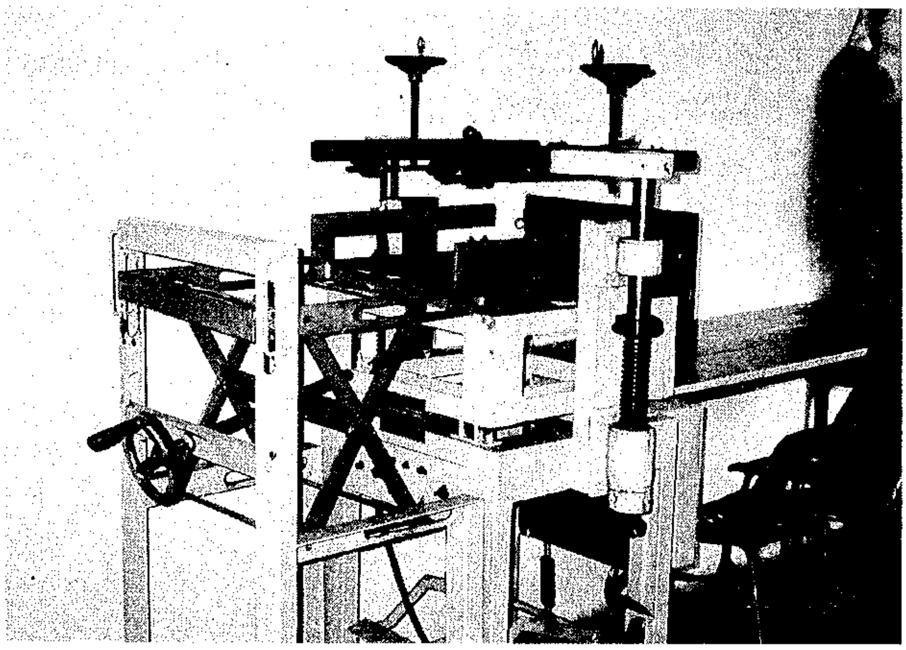


写真 5.2　マルチディップ機

この設備も 3 品種の増産の場合に、効果を発揮する設備である。すなわち、樹脂塗装（ディップ）工程のみで 3 品種の数量を目標値通り生産するとなると、実に 226.5 名の作業者が必要となる。その理由は、1 本ずつディップしているためであり、この装置を使えば多量に 1 度でディップできることになり、作業者の大幅削減ができる。この設備の稼動も急がねばならない。

しかしこれらの設備を稼働させる技術力が不足しているためか、一向に稼動する様子がうかがえない。したがって、合理化を行うための設備稼動の技術力を構築することが、大変重要な課題であり、設備稼働の実力向上に応じて合理化設備の導入を考えていく必要がある。もしこの技術力向上が伴わなければ、人を増員し増産していく以外に手がない。

現状の工場の実力を考えると、不良率を改善し、利益をだすようにし、技術力のある人材を育成し、そのレベルに合わせた合理化を図ること、これを繰り返し繰り返し実施して、工場の実力を高めていくことが、真の近代化であると考える。

(5) セラミック製造工程の設備能力

セラミック製造工程の現有設備の素子換算の生産能力を推定する。

1) 前提条件

次のような前提条件を設定する。

- 対象とする素子の生産比率は、フィルター：トラップ：発振子＝30:20:50 とする。
- 素子の総合良品率は、下記の目標良品率を前提とする。

フィルター	:	64%
トラップ	:	67%
発振子	:	81%

- セラミックユニット1枚に必要な原料、及び一枚のユニットから取れる素子の数は下記の通りとする。

フィルター	:	3.5g	8 素子/ユニット
トラップ	:	45g	243 素子/ユニット
発振子	:	50g	450 素子/ユニット

2) セラミックス製造工程の生産能力

第3工場のセラミックス製造工程の主要設備の生産能力は次の通りである。

		設備能力（前後作業時間を含む）	
第1次混合（ボールミル）	:	100kg/24hr	1台
仮焼（仮焼炉）	:	50kg/24hr	1台
第2次混合（ボールミル）	:	100kg/24hr	1台
噴霧乾燥	:	25kg/24hr (150kg/日 6hr)	1台

上記から、1日の設備能力は100%フル稼働で50kg である。年間稼働日数を260 日（週休2日）として、第3工場のセラミックス原料の年間製造能力は下記のように推定される。

（50kg×260×0.9）×0.9=11,700kg

設備稼働率：90%（定期点検、修理などを10%と推定）

原料から成型までのロス：10%と推定

仮焼炉以外の設備は、50kg/日以上の能力があるので、仮焼炉を1台増設することにより、100kg/日の能力にすることが可能である。年間能力は23,400kgになる。

3) 素子換算の設備能力

1)の仮定のもとに、10,000枚の素子の生産に必要な原料は、下記の計算により2,775gとなる。

フィルター	3,000÷0.81÷8×3.5g＝1,620g
トラップ	2、000÷0.67÷243×45g＝574
発振子	5、000÷0.64÷450×50g＝868
	合計3,062g

2)で算出した原料の生産量から、生産できる素子の数量は下記のように推定される。

- 現有能力の場合　　11,700kgからは約 3,820万個
- 仮焼炉を1台増設した場合　　23,400kgからは約 7,640万個

現在のままでも、第3工場だけで3,800万個のセラミック原料の生産は可能であり、仮焼炉を1台増設すれば7,600万個以上の能力が期待出きる。但し、(1) で設定した前提条件が大きく変われば、再検討が必要である。また、上記の主力設備以外の設備に若干の補強がいるようになるかも知れない。増産に対しては、プレス機及び焼成炉の能力の限界を検討しておく必要がある。上記の量以上の増産に対しては、レイアウトを含めた工場全体としての計画が必要となるであろうが、それは目標とする良品率を達成してからの問題である。

何れにしても、セラミック製造については、現有の設備そのものに大きな問題はなく、近代化で述べたような品質の改善に関する項目を実行することと、機能を劣化させないよう設備の維持保全をよくすることが重要である。

5.4　生産管理の近代化

生産管理の近代化は、第３章に述べた現状と問題点を踏まえて、その具体的な対策を検討する。
現在の工場の最大の問題点は「不良率が極めて高い」ということである。したがって、第１段階はまず「不良率の大幅低減」であり、第２段階が「生産量の増大」であると考えている。しかしこれらの２つは乖離したものではなく、むしろ表裏一体の課題と成果である。現在の不良率は80～90%であり、不良品を廃棄しているが、生産にかかった費用は全く回収できていない。この不良率を良品率に変えていくことによって、回収した費用のすべては工場の収益になるものである。

「不良率の大幅な低減」という品質改善の問題は、TQC 弁公室のみでできるような簡単なルーチン作業ではない。工場全体が自らの意識改革と勉強と実行力で解決するほかないのである。生産管理の中の各管理項目と担当部署はすべて管理を品質に置き換えた位置づけで考えることを提案する。それは「設計品質」「調達品質」「在庫品質」「工程品質」「品質品質」「安全品質」「設備品質」「教育訓練品質」「環境品質」という名称で呼ぶことが適切であるからである。すべての部署が、品質改善に大きく関係しているのである。以下、近代化計画にには、各管理項目がこのような名称（思想）の下に提案する。

すでに工業国で長年に亘り実績を上げてきた全社的統計的品質管理（TSQC）を全員で推進し、問題を発見し、それを解決していくことが実質の近代化である。この方法で工場が現在直面している問題を回避することなく「不良率」という障壁を乗り越えたとき、自動化すべき工程とその具体的手段が見えてくるであろう。また、CAM（コンピュータ支援生産システム）などの導入もそれから検討すればよい。この経験なしでは、過去と同じ失敗を繰り返すことになる。

診断調査中に強い印象を受けた共通点は、工場幹部、中間管理者の多くの方の答弁に、問題を回避する傾向がみられたことである。「不良率の低減」という問題点を解決するために、初めから言い訳をしていたのでは、誰もその糸口を見つけることはできない。言い訳や問題回避は禁止事項として、全員の創意を導き出すようにし、小集団活動などを検討することも有効と考える。問題の解決は自己改善しかないのである。

以上を前提にして、近代化の第１ステップとしてすぐにしなければならない事項、効果の上がる事項について提案を行う。教科書に書いてあるような一般的な事項は避けて、工場の実状に即した中身を重視した速効性のある内容に絞って整理した。生産管理、品質管理、計量管理などの教科書は多くあり、それらに載っていることはもちろん大切なことである。以下の各管理項目の提案事項を実施し、実績を上げることができたならば、さらなる近代化の第２ステップ以降としてこれらに取り組んでいけばよい。

5.4.1 設計管理の近代化（設計品質）

製品の品質を決定する起点は設計にあり、設計品質といわれる理由である。市場・ユーザーの要求仕様に合致する「電気的性能、信頼性」などを「どのような材料」を使用し、「どのように組み合わせ」て、「どのように作り」「どのように試験・検査」を行って、それらの状態を「どのようにして期待値を証明」するかを決定する、電子部品の設計部門としての重点事項を提案する。

(1) 設計標準の準備

1) 設計用原材料データの収集と分析・整理・分類

当工場は圧電セラミックス材料を主材とするセラミックフィルター、セラミックトラップ、セラミック発振子を生産している。これらを設計するに当たりそれぞれの電気特性を決定するセラミック素子の物理的特性は何であり、そしてその値はそれぞれどのように影響をし合うのかをデータをもって知ることである。したがって、それらの電気特性、物理的特性とセラミックを製造するときの配合比、焼結条件などとの関連、ロット内・ロット間の再現性を分析・整理・分類することである。これらの整理されたデータは、当工場固有のものである。

2) 設計技術の整理

当工場で生産している製品は、すべて圧電セラミックスの振動を応用したものである。その各種振動モードとそのメカニズムと共振周波数を決定する要素技術が何であるかを整理することである。同時にそのバラツキと誤差との相関性なども把握することである。

3) 製品の実力性能、信頼性データ収集と分析・整理・分類

各製品の性能の実力値を具体的なデータで把握することと、それを電子機器に実装したときの性能との整合性とその維持の確認のデータを収集・整理することである。信頼性試験は単独項目および複合、重複して行い、性能の実力値と信頼性を左右する技術要素が何であるかを分析・整理・分類することである。これらのデータは繰り返し収集することで次回の開発及び設計時に活用できる。

4) 設備の性能、能力の把握

各製造設備の適正性能と適正能力を明確にすることである。各設備の性能と能力はその設備の設計時に決まっているため、構造方式をよく理解した上で、適正な使用をしなければならない。そうでないと過負荷になったり、負荷の変動で性能が変化することが多いからである。

(2) 設計の標準化

1) 標準仕様書と得意先仕様書との整合性

① 作成する製品仕様書は、標準化しておくべきである。理由は設計担当者が変わってもその使用方法、判断基準が変化することなく、同一の設計が可能となるからである。

② 得意先要求仕様書は、得意先によって変化する。同じ製品であっても用途によって変化するためである。それらを用途別、得意先別に整理して最大公約数、最小公倍数的に標準化した社内仕様書を作成し、社内仕様書の種類を増やさないように努力することである。

③ 「単純化（SINPLE)」「専門化（SPECIAL）」「標準化（STANDARD）」の 3S の考え方を設計段階の標準化に導入することである。

2) 設計手順の標準化

設計手順の標準化は、設計時の順序を定めるものであり、それぞれの部品の性能を「材料」「設備」「作業者」の選定順位、加工方法と検査試験法を適正に設定することである。手順を標準化しておく理由は、設計担当者が変わっても同一条件で同一設計が行われ、適正条件・状態で安定的な生産をするためである。

3) 設計目標値の設定

設計目標値の設定の必要性は、得意先仕様書、標準書に記載した各性能を示す定数を、生産するロット内、ロット間のバラツキなどを含めて、余裕をもって満たす必要があるからである。ここでも材料、設計、作業者、設備の変動による性能の差を知った上で、完成品の設計の狙いをそのつど確認することである。

(3) 工程検査、出荷検査、信頼性データ結果の照合

1) 工程、出荷検査、信頼性データの収集

工程検査、出荷検査、信頼性データは各製品別、ロット別、時系別的に実測した実力値を記録・収集・分析・整理・分担して活用することである。理由は合否の判定だけでなく性能の変化、信頼性データの変動、動向、異常を事前に、またそのつど知って早い対策をとるためである。QC 七つ道具のツールを駆使することが大切である。

2) 設計目標値との比較

設計目標値と工程検査、出荷検査、信頼性データの実力値を比較して、その整合性と相違点を明らかにすることである。測定値が限界値を超えたときには、その問題点を分析して、必要な対策を導き出すことが必要である。このようにしておくことで設計品質を確認することができる。また、コストダウン、合理化、不良率低減にも役立てることが可能である。

3) 工程不良、市場不良の分解・分析技術の確立（5.2.5 品質管理参照）

当工場では不合格となった不良品をすべて廃棄してしまっている。これらを分解・分析して、電気的性能不良項目とその程度と、具体的に絞り込めなかった物理的欠陥との相関をつかむ技術を確立することが、工場の近代化を加速する手段と考えて提案する（現地調査時に行った「不良品活用セミナー」の内容を参考にして、工場でできることから着手してほしい）。図 5.17は不良品の分解・分析方法のフローチャートを示す。

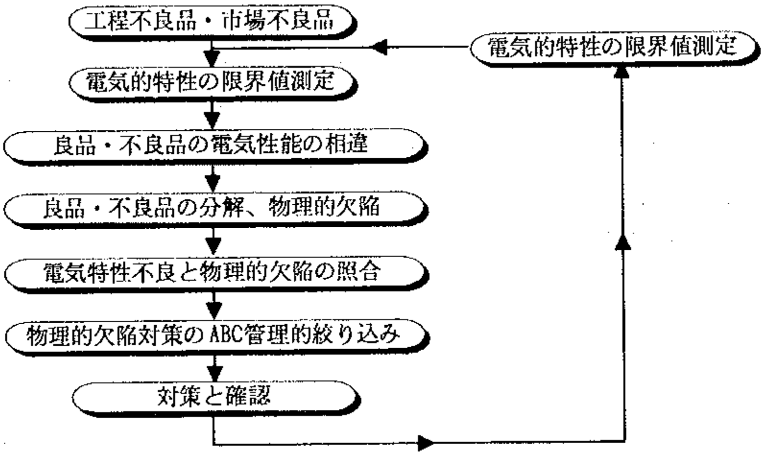


図 5.17 不良品の分解・分析方法のフローチャート

5.4.2 調達管理の近代化（調達品質）

製品の品質を下支えする具体的行動の第一歩が原材料、部材などの調達である。当工場の場合、少量調達のため調達市場では、技術的、価格的にも主導権がとれていないということが現状の問題点としてあげられる。しかし、調達する原材料、部材が製品の性能と信頼性を決定する一つの要因となることに留意すれば、調達品質を維持・改善する業務分担があるといえる。

(1) 購入仕様書の整理と実績の照合

原材料、部材の購入仕様は、生産弁公室や総工程師弁公室が発行する計画と品質管理指示書類に基づいて業務を実行しているが、調達品の品質的な視点からは見ていない。したがって調達品質を高め、維持するために、調達部門として購入仕様書の整理とその実績との照合を行い、情報発信形の調達を行うことが調達管理の近代化の第一歩である。

(2) 購入先調査・開拓

種々、制約のある現状であるが、(1)項と合わせて工場内外の調達関係の情報収集機関の要として、情報の受発信を積極的に行い、有効的な情報を内外に提供していくことも調達管理の近代化の第一歩である。

(3) 調達管理に関する次期テーマ

当工場の規模としては、現在の方式でも障害は少ないと考える。今後、調達量の増大に備えて、次のようなシステムについて検討し、準備しておくことが大切である。

① 原材料・部材所要量計画（MRP：Material Requirement Planning）の合理化
② 購買方式の合理化
- 定期発注方式
- 定量発注方式
- ダブルビン発注方式、など

③ 外注先調査、育成
- 技術指導
- 外注先開拓、など

5.4.3 在庫管理の近代化（在庫品質）

製品の品質を下支えする原材料、部材、仕掛品、完成品の在庫状態の問題点は、保管状態の悪さである。とくに原材料、部材の保管中の劣化の可能性は高い。診断調査中に指摘し、工場側でもできる部分から改善に着手されたとおりである。在庫品質の改善・維持の第一歩は保管状態の改善である。

(1) 倉庫内保管状態の整備

セラミックスの原材料の中には、袋詰梱包の粉体原料をコンクリート床面に直置で積み上げて、長い物は6カ月以上保管しているものがある。また塗料などの缶やケースの在庫、保管についても、液漏れが発生している劣化のものがある。前者は、吸湿・劣化・固化の原因になる。後者は、塗料等への吸湿のほか、ほかの在庫部材への汚損などが波及し、劣化させる。まずできることとして「パレット」を用意して、通気性の良い保管状態を確保することを提案する。このような保管中の劣化、損傷が不良発生の原因になることを、理解するのが在庫品質という考え方である。

(2) 倉庫内の温湿度管理

すべての倉庫に通気口はあるものの、温度・湿度計の設置はなく、温度・湿度の管理はされていない。今後の近代化のために、まず現状での各倉庫の温度・湿度の記録をとってデータを整理し、原材料、部材を劣化させない保管状況の設定に活用することを提案する。

(3) 破損品、長期在庫品の処理

先入れ、先出しをしているが、都合で使用しなくなった原材料、部材の処理法方を決定して、不要なものは売却、廃棄すべきである。

(4) 適正在庫の設定

原材料の在庫量のバラツキは大きいようである。調達管理、工程管理と情報交換して、適正在庫基準を設定し、在庫量を改善・維持することを提案する。仕掛かり在庫は、1 カ月と決めているが、実際には2週間でも支障なく生産が継続している。1週間になると支障のでるものもあると聞いた。仕掛かり在庫の適正在庫量も現場からの情報を活用して、必要最小限に短くするよう検討することを提案する。

5.4.4 工程管理の近代化（工程品質）

製品の品質を決定するのに設計品質と並んで重要視しなければならないのが、製品品質であり、これを全体的に管理するのが工程管理であり、工程品質である。工程管理を担当する部門は、生産量の確保とともに全工程にわたる工程品質の維持管理に重要な責任をもつ。とくに、当工場の不良率は極めて高いので、工程管理の近代化の方策を日常発生している不良品、不良率に着目して提案する。

(1) 工程不良（率）、完成品不良（率）とその原因相関

原料の投入から完成品に至るまで各工程の不良品と不良率の相関を明らかにする。後工程における選別を少なく、または選別しなくても良いように前工程として解決しなければならない不良要因・原因を明らかにする。設計部門、品質管理部門と情報を交換を行い、重点的対策の必要なところから１つひとつ潰すことを提案する。

(2) 工程の問題点の整理と序列付け

(1)と関連するが、各工程の技術的問題点と量的問題点を整理して、その大きい順に序列をつけて、重点的に解決しなければならないネック工程とその原因を明らかにする。序列付けに従って、(1)と同様に問題点を重点化して対策をとっていく。この作業は工程管理部門単独で容易に着手できる。

(3) 作業操作、作業条件の明文化

作業操作、作業条件は、作業者に渡っておらず、各工程の検査員の範囲にとどまっている。これを分かり易く再整理して、作業者に配布し、常に作業者が確認できるようにすべきである。記憶に頼ることは不良発生に気づくことに遅れる原因になる。

(4) 設備の保守と設備能力の再整理

設備は、日常点検を取り入れ、日常の生産能力の維持に努めるべきである。また設備の能力は構造などまた性能仕様書を反映したものであるかなど関係部門と情報交換して適正能力を把握しておくべきである（5.4.7 設備管理参照）。

(5) 工程中仕掛品の整備

工程中の仕掛品の多くは床面に直置になっている。これは作業台、棚などを整備して、改善すべきである。工程不良を作るほか、安全面でも障害になっている（5.4.6 安全管理参照）。

(6) その他の改善事項

① 管理監督者の実務教育チェック（5.4.8 教育訓練参照）
② 作業環境改善（5.4.9 環境管理参照）
③ 作業指示方法

5.4.5 品質管理の近代化

当工場の品質管理部門は、検査を分担し合否の判定をすることに重点がおかれ、品質管理に関しては不十分である。不良率低減という大きな課題を抱えている現在、品質管理の近代化のために実行を急がなければならない事項を提案する。

(1) 組織の見直し

品質は工場全体で作り込むべきものという考え方のもとに、全工場の中枢神経となるべき組織化が大切である。例えば TQC 弁公室を工場長直結とするか、または技術副工場長直結でもよいが、すべての組織、各工程に対して生産・技術の権限と責任を持ったスタッフとしての役割が果たせるような組織体系とスタッフの強化が好ましい。

(2) 品質管理の再認識

検査することが品質管理であり、また全てであるように認識されている。検査は作った製品が所定の性能を持ち、目標値に達しているか否かを判断する手段であり、品質管理の多くの手段の一つであることを理解すべきである。品質管理とは何かを再認識すべきである。例えば、「もっと経済的に、もっと役に立つ、しかもユーザーが満足してくれる製品の開発・設計・生産・販売をする活動を企業全体として、すべての部門が協力して、組織化・標準化して確実に実行することである」というような経営に関する考え方、見方である。

(3) 統計的品質管理データの収集

製品をロットごとに背番号を付けるようにして、原材料の受入検査データから、工程中の中間製品および完成品の出荷検査、信頼性試験データの収集を統計的手法を導入して分析、整理して一元的にチェックすることにより異常を早期に見つけるようにする。

(4) 不良品の分解・分析

設計管理の近代化でも提案したように、設計管理、工程管理などの各部門と協力、分担して、不良品を分解し不良に至らしめている物理的変化を良品と比べ、原因追究と対策をとることを提案する。不良品は問題点を教えてくれる貴重なサンプルである。

5.4.6 安全管理の近代化（安全品質）

不安定な姿勢で行う作業、仕掛品で塞いだ通路、危険な作業場などは人体への安全を妨げるだけでなく、作業への集中力を欠くなど、不良発生の原因になり得る。当工場には安全でない工程が多くみられる。まず作業者への安全対策をとることが安全管理の近代化で、これによって不良率の改善にもつながる。また安全管理は、工場幹部の安全意識と安全管理、安全教育の継続的な実行が大切である。

(1) 不安全箇所・不安全作業の改善

1) シンナー対策

臭気およびシンナー中毒の防止、引火の危険からの最優先の改善テーマである。とくに、レジスト・スプレー工程は、いずれ廃止する工程であっても、作業者への防塵、有機溶剤中毒の防止対策は最優先である。

2) 通路の障害物、照度確保

仕掛品の床面に直置しているが、所定の治具、台、棚を用意して通路を塞がないようにして、歩行の安全を図る。

遊休設備の物置き場になっている通路や暗い通路に電灯をつける。また切れている電球は取り替えて安全を確保する。

3) 危険作業の安全対策

ボールミル工程、スプレードライヤ工程などの回転機械、大型装置で作業するときは、「ヘルメット着用」「安全作業服の指定」「エマージェンシースイッチの設置」の工夫が必要である。

4) 分極工程の作業台改善

分極工程の絶縁作業台は非常に不安定である。安定した作業台に入れ替えることが大切である。

5) 構内通路の排水隧道のマンホールの管理

排水路の点検をした後、マンホールのコンクリート製の蓋が開放したままで放置されている。歩行中や夜間の落下事故につながる要因である。重たくてもそのつど開口・閉口するよ

う徹底すべきである。また、開閉が楽なように工夫する余地もあろう。

(2) 安全教育の継続

安全教育は軽視することなく、絶えず方法・手段を変えて実施しなければならない。一方通行で終わることなく、P.D.C.A（計画、実行、チェック、処置）を繰り返して、徹底させるシステムにすることを提案する。

5.4.7 設備管理の近代化（設備品質）

設備全体に共通していえることは各設備の仕様書、性能、能力、使用方法を通じて適切に決定して運用・維持されている様子がみられないということである。その裏付けの一つとして新しい設備が使用されずに放置されていることにもみられる。設備の保守点検においても同様であり、設備管理の近代化は現存する設備を適正にかつ完全に稼動することから始まるといえる。

(1) 設備保全の徹底

設備保全のシステムはできている。これを活用し、実行の徹底を図ることである。5.4.4 で提案したような日常点検を実施し、設備の性能継続に努めなければならない。ここでも P.D.C.A のサイクルを工程管理、設備管理の担当者、責任者の連携で実行することである。

(2) 工程、設備の荒廃の防止

工場の幹部、設備管理の責任者は、現場の設備の現状を一巡して、適切な保守が実施されているかをまずよく点検することである。なぜ、側面のカバー、裏面のカバーが取り外されているか、また半開きになっているか、基本的なことから徹底すべきである。現在の設備の老朽化を問題にする前に、なぜそうなったのかを反省し、今からでもできることを実施すべきである。

診断調査中に指摘した問題箇所については、担当者の努力によって、一部改善が進んだ例もある。継続してこれからも実行していくことである。

(3) 設備性能構造の把握

工程管理、設計管理にも共通するが、設備の故障を少なくし、性能を完全に発揮させ、稼動させるために各設備のメカニズムと構造を把握して、作業者に適切な使い方を指導することである。

(4) 設備分工場の稼働率向上

故障している設備、装置が多く目立つことに反して、設備分工場の修理用機械および作業者の稼働率が低いと思われる。故障の発見、故障内容、修理方法までシステム化して、設備の修理、改善を推進することである。設備管理部門と設備の修理部門の連携プレーを密にしてほしい。

(5) 治工具の管理

治工具の管理、保管は所定の棚、引き出し、ボードを用意して整理し、常に精度の維持、使用可能な状態に管理しておくことである。また、1回/月位は点検することである。

5.4.8 教育訓練の近代化（教育品質）

従業員の教育訓練の近代化は、当工場のひとつの要である。無錫市などが行う一般基礎および専門分野の教育と、工場の教育の整合性が必要である。工場にとって必要な教育はOJTで一般基礎、専門教育を実際的に活用していくことである。昇級や昇格も業務処理能力、管理処理能力とリンクさせるシステムが必要である。生産管理を通して工場のノウハウの育成につながる教育と能力の積み上げと行動力をつけるような訓練が大事である。

(1) 無錫市などのOFF.J.Tと工場内のOJTの整合性

企業外で行われるOFF.J.Tと工場内で行うOJTとの関係の整合性をとるように工場内教育カリキュラムを作成して、実行して、成果をみて、P.D.C.Aを継続する。その成果を明文化して工場自体のノウハウを作り上げる努力が必要である。このためにはとくに管理者の努力と勉強と実行を促していくことである。

(2) 全員の創意を導き出す活動

不良率の低減という問題を解決するためには、言い訳をするのではなく、解決の糸口を見つける努力をすることである。工場幹部、管理者が率先して言い訳や問題回避は禁止事項とし、全従業員の創意を導き出すような活動をすること。小集団活動を活発に行うこともその一つとして考えられる。

(3) 5S の導入

「整理」「整頓」「清掃」「清潔」「躾」の本質と必要性を理解し、中国文化と融合させることから始める。表面的な整理、清掃ではなく、製造の本質に迫った 5S を徹底することである。セラミック焼成ユニットの中に混入している異物はどこからくるのか？それだけ精密な原理で働く精度の高い製品を作っていることを十分認識することである。

5.4.9 環境管理の近代化（環境品質）

環境管理の対象は作業者に対する環境、自然に対する環境（公害）だけではなく、製品の品質を作り込む環境にも目を向ける必要がある。これらの環境管理の近代化は、全てではないが重複する部分も多い。

(1) 労働環境（5.4.6 安全管理参照）

作業者の働く労働環境で「シンナーなどの溶剤対策」「レジスト・スプレー作業環境」「ボールミル、スプレードライヤー工程の安全対策」の 3 つはもっとも優先すべき対策である。また、「作業場の清掃時の過水」「洗場の過水」「通路の仕掛品による占有」「通路の照度不足」「作業場の温湿度管理」「構内排水路マンホール」「廃棄物、廃材の不法投棄」などがそれに続く必要な対策と思われる。

(2) 自然環境（公害対策）

無錫市が測定した官許いう測定値で「鉛塵」「騒音」の 2 件は、標準値を超えている。これらの具体的対策がまず必要である。

(3) 製造環境

原材料の保管環境条件の設定が必要である。製造工程の周囲の温湿度、通風の状態、粉塵対策など製品の品質に影響する製造環境も上記の 2 つに合わせて整備する必要がある。

5.5 財務管理の近代化計画

工場の財務管理の近代化に対する提言に向けて、これまでに述べてきた現状と問題点をふまえて、以下に具体的な方策を検討する。ここでは現状の問題点を財務管理と製造原価の両面から改善することを目的とするが、そのためには現行の取引形態や原価計算方法を見直すことが基本的な解決法になるものと考えられる。

5.5.1 財務管理の近代化

財務管理では売上債権の管理、資金繰りと企業業績管理についての問題点を踏まえつつその改善策を検討する。

(1) 売上債権の管理

1) 回収条件の管理

売上債権の管理は、回収条件の管理と売上債権の口座管理の両面から検討すべきである。早期に債権が回収されれば資金負担が軽減されることから、回収の早期化が必須である。しかし、製品の販売後のいつまでを回収期限とするかは、中国特有の会計慣行もあり一概に期限を規定するのは困難と思われる。

工場の製品の特徴として同一製品の見込み生産があり、このために見込み生産から製品在庫を経て、販売後の回収までの期間に亘る資金負担が必要となる。原材料の調達から製品在庫の資金負担については、いわば不可避的ないし政策的なものであり、ここでの議論からは除外する。したがって、ここでの議論は販売後の回収までの期間に亘る資金負担に限定する。

資金負担のスタートの時点は、製品の販売の時期である。電子部品という製品の性格上、輸送に手間がかからないため、先方の入庫検収で問題がない限り製品の発送時（輸送期間を無視すれば）が販売の売上計上時期と読み替えてもよいと思われる。ここからどのくらいの後に売掛金を回収するか、社内的に標準的な回収条件を定めることが必要である。例えば、「製品出荷の月末から 60 日」を標準的な回収条件とする。支払いは一般に月次の集計額を支払期日にまとめて回収することが多いため、このような形態となる。これが順調に運用されると 2.5 カ月分（0.5 カ月は売上の発生が平均的（つまり月の半ば）であったと想定するため）の売掛金残高が常時存在することになる。もし 10 万元の売掛金が標準的回収条件より 30 日早く入金したとすると、借入金の金利相当が節約されたことになる。すなわち、1 カ月回収が早くなった場合は以下の値引きが可能である。

節約金利相当額：10 万元×8%×30 日/365 日＝657 元（金利は 8%/年と仮定）

もちろん回収が 30 日遅れる場合は、これと同額の金利を負担してもらう必要がある。このような条件は、顧客の個別の契約のなかで回収条件が異なるため、「製品出荷の月末から 60 日」を一律にあてはめることは困難である。しかし、製品単価の交渉の過程では金利相当額の負担は当然考慮すべきである。

次に契約に定められた回収条件の履行を徹底するために、金利の概念を導入してもよいと考えられる。考え方は、既述の回収条件の改善による値引きと同様である。回収条件によって支払期日を遅延して回収するのか、または回収が遅延する債権は遅延する日数により金利を顧客に負担してもらうかである。具体的な計算は遅延または未回収債権の元本に国家銀行の短期借入金の金利を乗じ、日数で按分したものとなり、それは財務収入として処理される。

市場経済の導入は、金利概念の導入も意味すると思われるが、現行の中国の国有企業を始めとする国内企業の企業行動では十分に認識されているとはいえない。資本主義の社会では資金繰りの良否が企業の生死を決定するため、資金繰りの基礎となっている運転資金の金利概念を認識せざるを得ない。ところが中国では資金不足が必ずしも企業の倒産に結びつく訳でなかったため、運転資金とその借入れに要する金利の意識が極めて低かった。近時、外国投資企業の中国市場参入と、中国企業の倒産が現実のものになりつつあることから、従来の認識は改められつつある。

かかる状況下、回収条件に遅延金利の概念を導入することは特別なことではないといえる。ここでは遅延する債権から金利を徴収することが目的ではなく、契約条件に違反した場合に応分の負担が必要であるとの認識を顧客にもってもらい、回収遅延防止の牽制機能を果たす意味がある。従来の認識が普遍的な中では、遅延金利の導入は困難もあるかと思われるが、もし導入されれば回収管理で大きな効果を発揮すると思われる。このためには財務課と販売課との間で密接な情報交換が必要であり、詳細な回収データが提供できなければならない。

2) 売上債権の口座管理

ここでは将来の会計業務の電算化に対応した共同作業が必要となる。まず、新規取引の開始時には、相手先の信用調査が必要である。財務諸表が公表されていない相手先の信用度（信誉）を調査することは困難が伴う。相手先の法人登記や銀行などの関係先から信用状況の調査を間接的に実施することは不可欠である。もちろん製品の市場での販売状況は、信用状況の調査の点で非常に大きな意味を持つ。これらの状況から相対的に信用状況の低い相手先については、回収条件を厳しくし、少なくとも新規の顧客については前受金の割合を高めるこ

とにより、債権の保全を図る必要がある。

次に現在は行われていないが、顧客別にコードを設定し、かつ売掛金を契約番号別に管理する必要がある。工場の顧客は継続的なところが多く、回収管理は重要な問題であるがこれまでは管理上のデータが不足していた。例えば顧客別に売上計上時期により売掛金が捕捉できれば、電算機で売掛金を並べ替えることで年齢調べ（aging）が可能となる。これは標準的な回収条件があって、それと比較してどのぐらい滞留債権が多いか、期間を区切り、期末毎の未回収債権の残高を捕らえるものである。すなわち、1994 年の売掛金のうち、売上から 1 年以内、2 年以内、3 年以内、3 年超の債権がどのくらいあるのかが捕らえられることになる。このことは重点的に回収する必要のあるものを抽出したり、販売担当者別に回収管理の良否を判断するのに適している。また企業財務管理規定で長期滞留となっている債権について、3 年を超えて回収見込みのないものについて、貸倒れとして損金処理ができる旨規定しているが、その判断のためにも適切な情報が提供できる。現行の売掛金元帳（明細表）では、どの年度で売掛金が発生したかは判明できても、その売掛金残高がどの契約番号の売掛金から構成されているかはわからない。しかも、部分回収の売掛金もあり、どの部分が回収残となっているかは必ずしも分析できない。契約番号ないし出荷帳票単位の回収を常時はかるべきであり、散見されるまとまった金額単位（1 万元とか）での回収はできるだけ避けるべきである。

また、債権管理上で内部的な牽制機能を発揮するために、顧客に特定時点の債権残高を書面で問い合わせることも行うべきである。顧客が認識する仕入債務残高と工場の債権残高は、原則として一致するはずである。しかし支払時期の認識がずれていたり、従業員の不正等で差異が発生する可能性もある。この作業は、本来毎年 12 月末で実施するのが理論的には望ましいが、決算業務の繁忙期にぶつかることは実務的にも適当ではないため、9 月末等の適当な時期に実施し、必要に応じて修正が本決算に反映されるための時期の選定が必要である。この作業は確認（confirmation）といい、顧客毎の特定月末の売掛金残高を抽出し、かつ顧客の理解しやすいように時系列的に売上と回収状況が把握できる必要がある。例えば工場としては「当社の 1995 年 9 月 30 日現在の貴社に対する売掛金残高は、×××元であり、もし異なっていればその差異の内容を記載して返送してください。」と記載した文書を先方の財務部門に郵送する。もちろん、製品の到着時期のずれから差異が生じるのは仕方がないが、もしあってもその差異がきちんと説明のつくものである必要がある。この手続きは財務課等の管理部門から顧客に対して直接送付され、さらに同じく直接返送されることに意義がある。

以上、回収条件の管理も売掛金口座の管理も、電算機を活用することで可能とはなるが、時間的な制約を除けば手作業で対応することも可能である。できるところから管理を強め、将来の会計業務の電算化にも対応できるような準備作業が必要である。

(2) 資金繰りと企業業績管理

企業会計準則は財務諸表作成の原則であり、これに従うことは企業の体質を健全にし、企業の長期的な発展に寄与するものである。もし、その他の誘因が企業会計準則に従った処理を困難にするのであれば、仮に短期的には業績がよく見えても長期的には大きな損失となる場合があると思われる。

1994 年の工場の利益総額は約 40 万元であった。そのため企業所得税も 18 万元弱を納付している。形式的には企業の業績は問題なさそうに見えるが、企業会計準則の規定によった会計処理と原価計算をした場合にどのように変化するか検討する（表 5.9）。

表 5.9　業績の修正

1994 年	損益計算書の利益総額	40 万元	
	外貨借入金金利 (注 1)	−55 万元	
	売上原価中の材料過少 (注 2)	−29 万元	98 万元（修正合計額）
	遊休固定資産償却費 (注 3)	−14 万元	
	差引当期損失総額	−58 万元	

(注 1)　外貨借入金　987 万元×年利 5.6% = 55 万元

(注 2)　1994 年製造原価集計表中の材料費がマイナスとなっているものにつき、1991 年の材料費単価で計算した場合の原価増加額。

F φ 30	(1.52 元×30,051/個) + 14 万元 =	19 万元
F φ 60 φ 44	(2.03 元×5,314/個) + 5 万元 =	6 万元
中空	(1.05 元×3,369/個) + 4 万元 =	4 万元
		29 万元

(注 3)　遊休固定資産合計　180 万元
もし償却すると、180 万元×0.95÷12 年＝14 万元
（工業企業財務制度では、償却を認めていない。）

検討の結果、工場の業績は積極的に費用を認識すると大きな損失が生じている。とても企業所得税を納付できる状態ではない。これらの修正の背景には企業は発生主義（権責発生制）の原則に基づき、発生した費用と損失を当該期間に認識することにある。外貨借入金の利息は原則として発生した期の期間原価にすべきであり、現行の繰延資産で処理する方法は、たとえ財政局が認可しても企業会計準則や企業の長期的な健全性から見て容認できる方法ではない。

具体的な修正の内容は、売上原価中の材料費過小評価、遊休固定資産の減価償却および外貨借入金の金利の 3 点である。売上原価中の材料費過小評価は、製品製造原価中の材料費が負数となっているのが予定単価の設定に問題があるとの判断に立ち、過去の実績によりあるべき原価を計算して、それと負数を合計したものとする。さらに、工業企業財務制度第 30 条の規定により、遊休固定資産は減価償却をしないことになっている。これは国家の方針といってしまえばそれまでであるが、固定資産価値の下落はその使用に限定される訳ではない。技術の進歩等による陳腐化も諸外国の会計慣行では容認されているが、このことは電子工業のような技術進歩の速い産業に設備更新を促進するための効果をもつ。国家の産業政策の一環として税制や会計制度をとらえるのであれば、遊休固定資産の減価償却を認めるのは重要なことである。また外貨借入金金利の負担は、借入金元本に利率を乗じて算出した、1994 年で負担すべき支払利息を指している。現実にはこの金利負担が借入金の残高に上乗せされているために、当期の資金負担はないがこれも将来の返済額を増加させるものであり、将来に問題を残すものである。

以上の点から、現行の 40 万元の利益を確保しさらにこれらの潜在的損失を負担するには、製品単価の改定、製品原価の低減、または売上高の増大が必要となる。1994 年の損益計算書から推定すると変動費率（variable cost ratio）は約 40%、固定費（fixed cost）は約 900 万元。さらに上述の修正額約 1 百万元と借入金の元本返済額を毎年 50 万元返済し、さらに繰延資産を 10 年で償却するためには固定費で 1 千 1 百万元をカバーする売上高約 19 百万元が必要になる（表 5.10および図 5.18）。この結果、工場が健全な会計処理をし、かつ現行の利益を確保するにはさらに 4 百万元の売上高の増大が必要となる。製品の市場における競争の激化により、これを製品価格に上乗せすることは困難であり、さらに原材料価格の高騰が予想されるため、製品歩留りの向上を主とする原価低減を併用した売上高の増大が当面図られるべきである。

一方、工場は経営責任請負制を採用しており、その与えられた目標を達成する必要もある。これらの目標は多岐に渡っており、総合的な評価をすることができる。しかしながらこれらの目標はどちらかといえば、問題がなかった企業が積極的に業績を伸ばす場合には適合するものであろう。仮に問題がある企業がその問題の解決のためにあえて損失を計上するとか、

企業の体質強化のために長期的な視点で設備投資をし、その効果が将来に顕れるような企業行動に対する評価基準が明確でない。とすれば経営者の判断は現存する問題を先送りしても短期的経営目標を達成する方に誘惑される。この点は政策的問題であるため判断は困難であるが、企業のおかれた状況により、与えられる目標やその判断の指標も異なるべきであろう。問題を抱えている企業に対しては問題を解決することが先決である。例えば、利益は生じていなくとも潜在的損失をどのくらい減少させたか、遊休固定資産をどのくらい減少したか、自己資本比率をどのくらい高められたか等の指標で評価をすることも検討すべきである。経営請負責任制は短期的な経営者の業績に注目しがちであるが、国有企業の改造を考えるのであれば、企業の現在置かれている状況にあわせた目標が優先的に与えられるべきであろう。企業は過去の決定に基づいた企業行動の結果として現在の状況があるため、現在の経営者では責任を負えない部分もある。業績の善し悪しが過去の原因に依存するものは、その部分は捨象して純粋な当期の成果に帰属する部分で評価がなされるべきである。

表 5.10　損益分岐点分析

1. 変動比率の推定

売上原価	約 65%	=	5,864 千元	
販売費用	約 66%	=	223 千元	
		合　計	6,087 千元	A
		売 上 高	15,238 千元	B
		変動比率	約 40%	B÷A

2. 固定費の修正

固定費　＝　売上高　－　変動費
　　　　＝　15,238 千元　－　6,087 千元
　　　　＝　9,151　千元
修正額（表 5.9）＝980 千元＋元本返済 500 千元÷（1－33%）
　　　　＋繰延資産償却 516 千元
　　　　＝2,242 千元

3. 現行利益を確保する確定売上高

$$売上高 = \frac{固定費}{1-変動比率} = \frac{9{,}151千元+2{,}242千元}{1-0.4} = 19\ 百万元$$

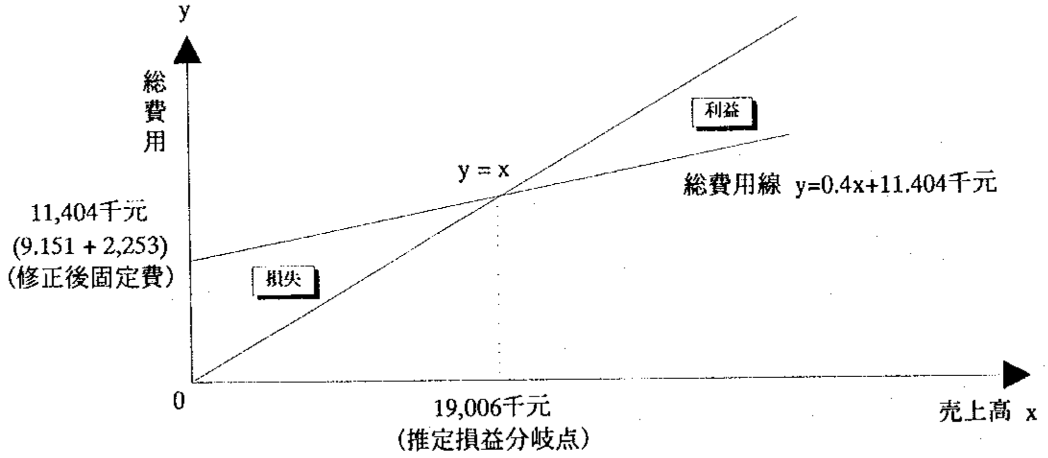


図 5. 18　損益分岐分析図

以上の現状把握に基づいた救済策が講じられなければ将来的な発展は望むべくもないと考える。

外貨借入金は金利が元本に繰り入れられ、それが金利を生む構造になっているため、早急な対策が必要である。元本の返済免除、金利の支払い免除、金利の利率低下、金利の支払い猶予が考えられるが、少なくとも売上高が 19 百万元を超え、健全な会計処理が採れるようになるまでは、金利の支払い猶予が適用されることが望ましい。もし、債務が免除されるのであれば会計上は債務免除益と繰延資産償却額、遊休固定資産の除却損を相殺できればそれが望ましい。

5.5.2 製造原価の近代化

工場の原価計算については 4.3 の製造原価分析の現状と問題点で指摘したように改善すべき点がある。仕掛品や半製品の評価につき予定原価が用いられるために、結果的に原価差異がすべて製品原価に反映されてしまうこと。さらに加工費（工費）の計算に仕掛品が除外されているために、仕掛品の加工進捗度により完成品の原価が大きく変動する可能性があった。まずこれらの点を考慮した原価計算制度を構築していくことが肝要である。

次に予定原価の一層の正確化を進めることも併せて行う必要がある。原価計算のうえでは予定単価の精度を高め、これを能率の判定基準まで進化したものを標準原価というが、製品の歩留りの安定化、操業度の平準化が達成される段階で、工場も標準原価の検討が必要となる。

以下に、原価計算方法の再検討と標準原価の導入について説明する。

(1) 原価計算方法の再検討

月次の原価計算で予定原価と製品製造原価が大きく乖離している現実がある。予定原価はあくまで予定であるため実際原価と異なることはやむを得ない。しかし予定原価にある程度能率の判断基準としての役割をもたせるのであれば、現実と大きく乖離することは避けねばならず、かつ適時にその見直しをしなければならない。材料費、人件費、製造経費等の単価に変化があれば当然見直し、会計制度の変更により製造原価の範囲に影響があればなおさら見直しが必要である。原価計算の検討の前提は予定原価の精度を高めることにある。その前提のうえに原価計算方法を検討すると、まず材料費と加工費（工費）を計算上分離して考える必要がある。

はじめに材料費の計算を具体的に表 5.11に例示する。

第一次配賦： 材料費は月初仕掛品に含まれる材料費(実際原価)と当月投入半製品の材料費(内部振替単価のため予定原価を用いる）および当月投入材料費（実際原価）の合計額を完成品と月末半製品および月末仕掛品の完成品換算数量で按分する。例えば完成品に必要な材料は 13 単位であり、700 個の完成品には 9,100 単位の材料が必要となる。完成品換算数量の合計額 17,300 単位で按分すると、完成品と月末半製品および月末仕掛品の材料費が算出される。ただし、半製品は予定原価に直すため、再配賦が必要となる。

第二次配賦： 第一次配賦で算出された半製品の材料費と予定原価の差額を、再び完成品と月末仕掛品に配賦する。これにより、完成品の材料費は 12.61 元/個となる。従来の方法では 12.57 元/個であるため、あまり差がないように見えるが換算数量の算出がうまくいっているため、この程度の差で済んだと見たほうがよい。少なくとも材料費が負数となるような結果はこの差額配賦法を採る限り生じない。

さらにここでは数量を単純化して単一製品が製造されるように設定されているが、もし複数の製品が製造されるのであれば、等価係数を用いることになる。そのためには完成品だけを等価係数で按分するのではなく、仕掛品や半製品についても等価係数を考慮すべきである。これは加工費についても同様である。

表 5.11　材料費の計算

製造原価－材料費

	借方	貸方	個数	予定消費量	完成品換算数量
1,000元	月初仕掛品	完成品	700	13	9,100
6,000元	当月投入半製品	半製品	600	12	7,200
10,000元	当月投入材料	月末仕掛品	100	10	1,000
計 17,000元			計 1,400		計 17,300

〈第一次配賦〉

完成品　$17{,}000\text{元} \times \dfrac{9{,}100}{9{,}100+7{,}200+1{,}000} = 8{,}942\text{元}$

半製品　$17{,}000\text{元} \times \dfrac{7{,}200}{9{,}100+7{,}200+1{,}000} = 7{,}075\text{元}$

仕掛品　$17{,}000\text{元} \times \dfrac{1{,}000}{9{,}100+7{,}200+1{,}000} = 983\text{元}$

計　17,000 元

〈第二次配賦〉

完成品　$(7{,}075-7{,}200\text{元}) \times \dfrac{9{,}100}{9{,}100+1{,}000} = (-)113$

仕掛品　$(7{,}075-7{,}200\text{元}) \times \dfrac{1{,}000}{9{,}100+1{,}000} = (-)12$

計　(-)125

当月製品製造原価（材料費）＝ 8,942 － 113 ＝ 8,829 元
(@12.61 元)
月末半製品残高（材料費）＝ 7,075 ＋ 125 ＝ 7,200 元
月末仕掛品残高（材料費）＝ 983 － 12 ＝ 971 元
計　17,000 元

〈従来の方式〉

17,000 － (600×12＋100×10) ＝8,800 元（@12.57 元）
（半製品）（仕掛品）

当月製品製造原価 ＝ 8,800 元
月末半製品残高 ＝ 7,200 元
月末仕掛品残高 ＝ 1,000 元
計　17,000 元

次に加工費の計算を表5.12に例示する。

第一次配賦：加工費は月初仕掛品の中にも当然含まれている。その金額は1,000元とし、当月発生加工費は12,000元とする。当月投入半製品は、加工費は含まれているものの既に加工自体は完了しているとし、材料費と加工費に分解することはしない。加工費は材料費と加算されて半製品として再び製造工程に投入される。半製品はいったん投入されたのちは完成品となり、半製品として期末残高となることはないと想定している。

ここで加工進捗度を導入し、完成品と半製品は加工進捗度を100%とする。仕掛品はそれぞれの工程で加工進捗度を細分することは可能である。しかし、25%、50%、75%ぐらいにとどめるのが望ましく、過度に細分することは計算を煩雑にするばかりである。加工工程が多段階に分かれる工場の場合、「どこまでが25%とする」というようにある程度わりきる必要があろう。それに基づいて例示では加工進捗度が50%のところに100個仕掛品があったと仮定している。これにより完成品換算数量で按分するとこの表のようになる。

第二次配賦：さらに月末半製品の予定原価を6,000元とし、按分原価との差額を完成品と月末仕掛品に再配賦する。その結果最終的に完成品の加工費は9.3元となり、従来の方式では8.57元となる。

原価差額を配賦する方法では、従来の方式と異なり完成品原価のみに原価差額の影響額を負担させるおそれはなく、かつ仮に予定原価の設定が妥当でなくても仕掛品や完成品との間で相対的に差異が大きくなければ異常な原価が算出されることはない。

表 5.12　加工費の計算

製造原価－加工費

	借方	貸方	個数	予定消費量	進捗度	完成品換算数量
1,000元	月初仕掛品	完成品	700	10	100%	7,000
0元	当月投入半製品	半製品	600	10	100%	6,000
12,000元	当月投入材料	月末仕掛品	100	10	50%	500
計 13,000元			計 1,400			計 13,500

〈第一次配賦〉

完成品　$13{,}000\text{ 元} \times \dfrac{7{,}000}{7{,}000+6{,}000+500} = 6{,}471\text{ 元}$

半製品　$13{,}000\text{ 元} \times \dfrac{6{,}000}{7{,}000+6{,}000+500} = 5{,}778\text{ 元}$

仕掛品　$13{,}000\text{ 元} \times \dfrac{500}{7{,}000+6{,}000+500} = 481\text{ 元}$

計　13,000 元

〈第二次配賦〉

完成品　$(5{,}778-6{,}000\text{ 元}) \times \dfrac{7{,}000}{7{,}000+500} = (-)207$

仕掛品　$(5{,}778-6{,}000\text{ 元}) \times \dfrac{500}{7{,}000+500} = (-)15$

計　(-)222

当月製品製造原価（加工費）　＝　6,741　－　207　＝　6,534 元
(@9.3 元)

月末半製品残高（加工費）　＝　5,778　＋　222　＝　6,000 元

月末仕掛品残高（加工費）　＝　481　－　15　＝　466 元

計　13,000 元

〈従来の方式〉

12,000　－　(600×10 元)　＝　6,000 元（@8.5 元）

（当月発生加工費）（半製品）

当月製品製造原価　＝　6,000 元

月末半製品残高　＝　6,000 元

月末仕掛品残高　＝　0 元

以上から完成品単価

	材料費	加工費	合　計
差額配賦方式	12.61 元	9.30 元	21.91 元
従来の方式	12.57 元	8.57 元	21.14 元

(2) 標準原価計算の採用

実際原価計算の枠の範囲で既述のとおり、原価計算方法を検討した。さらに進むと標準原価計算の採用が考えられる。しかし、その前提として製品の歩留りが安定し、かつ生産の操業度に大きな変動がないことが重要である。これらの条件を満たしたのであれば、標準原価計算の採用が可能となる。段階的に原価計算の精度を高めた結果として標準原価計算が採用されるべきであり、すぐに採用することは現実的に困難である。

標準原価計算とは、「製品単位当たりの標準的原価金額を統計的手法により科学的に算定し、原価構成項目ごとに実際生産量に基づく実際原価とそれに対応する標準原価を比較することにより差異を捕捉し、原価管理に役立てる方法」を指す。ここで製品単位当たりの標準的原価は原価標準（cost standard）といい、あらかじめ設定された事前原価である。これに対し標準原価（standard cost）は原価標準と実際生産量に基づいて計算される事後的な原価である。また能率の尺度となる原価は、客観的なデータにより設定される必要があり、技術者により統計的、科学的手法で慎重に決定されなければならない。この原価標準の設定こそ標準原価計算の根幹をなすものであり、もしこの設定がいい加減で、尺度として信頼できなければ標準原価計算自体が無意味となる。信頼できる原価標準が設定されれば、定期的に標準原価と実際原価を比較し、その差異を分析することで原価管理に役立てることができる。標準原価計算では、標準原価ばかりでなく実際原価も計算し、両者を照合して得られた差異を分析することになる。差異が発生してもその金額が重要なものでなければ、それに注目する必要はなく、標準原価に近似した適正水準の原価と判断できる。一方、差異が大きく出た場合、その原因がどこにあるか分析することが原価管理上必要になる。

1) 標準原価計算の手続き

標準原価計算の具体的手続きは次のようになる。

① 各コストセンター（cost center）ごとに製品別の原価標準を設定する。
② （原価標準）×（実際数量）で標準原価を計算する。
③ 実際原価を計算する。
④ 標準原価と実際原価との比較による標準原価差額の計算をする。
⑤ 標準原価差額の差異原因分析を行う。
⑥ 関連管理者に対し原価管理者から原価報告を実施する。

まず原価計算の上で重要なことは、現場管理者を原価標準の設定に参画させ、事前的な原価目標を認識し、その達成のための動機づけ（motivation）を行うことにある。さらに、日常管理において現場管理者は標準原価という目標に対し、現場での作業を統制する。最後に月末に、現場管理者に対し、標準原価と実際原価およびその標準原価差異と発生原因を報告し、原価管理状況を審査する。これを受けて現場管理者はその情報に基づいて改善を行う。この事前管理、日常管理および事後管理の３段階の管理が標準原価計算を支えている。標準原価差額の分析の結果、標準の設定が不適当と判断されることも有り得る。その場合は原価標準を再度検討し、現状に即したものに定期的に見直す必要がある。参考のため、以下に標準原価の種類、考え方について記載する。

2) 標準原価の種類

標準原価の種類には、当座標準原価（currennt standard cost）と基準標準原価（basic standard cost）の２つがある。当座標準原価は計画期間での達成すべき目標としての標準原価である。すなわち１年ないし６カ月ごとに改訂が予定され、価格や能率水準が変更された場合にも実状にあわせた変更がなされる。これは原価管理ばかりでなく期間損益計算目的にも用いられる。一般的に標準原価として認められているのは当座標準原価を指す。これに対し基準標準原価は実際原価の変動傾向を知る尺度として用いられるもので、価格や賃金などの水準が変化しても改訂されることはない。

次に原価標準を設定する場合、価格水準（price level）、能率水準（performance level）、操業水準（out put level）の組合せで標準原価が設定される。

まず価格水準については、理想価格水準（ideal price level）、正常価格水準（normal price level）、当座価格水準（current price level）がある。理想価格水準は材料費、労務費、経費等の価格がもっとも有利に決定された場合の価格基準で、最低価格、最低賃率を用いる。正常価格水準は将来の数年間の予想変動要因を考慮した平均的価格水準である。当座価格水準は次期の予想価格水準であり、予定価格水準ともいう。

次に能率水準は、理想能率水準（ideal performance level）、正常能率水準（normal performance level）、達成可能能率水準（attainable performance level）、期待実際能率水準（expected actual volume level）の４つがある。理想能率水準は現有設備をもって達成可能な最高の能率水準であり、減損、仕損等の許容額を含まない目標としての水準であり、実際には達成が期待できない。正常能率水準は将来の数年間の予想変動要因を考慮した平均的に期待される能率水準である。達成可能能率水準は除去することのできない程度の不能率は許容額として含められるが、高能率のもとでのみ達成可能な能率水準である。期待実際能

率水準は過去の平均能率に基づいて、次期において無理なく実現しうる合理化から生じる能率の上昇を考慮にいれた能率水準である。

さらに操業水準も、理論的生産能力水準（theoretical capacity level）、実際的生産能力水準（practical capacity level）、平均操業水準（average capacity level）、期待実際操業水準（expected actual bolume level）の 4 つがある。理論的生産能力水準は、最高の能率で操業が一切中断しない場合の理想的な状態でのみ達成される操業水準である。これはその他の操業度を判定する基準値としての意味を持つ。実際的生産能力水準は理論的生産能力から、機械の故障、修繕、段取り、不良材料、工員の欠勤など、不可避的な作業休止による生産量の減少分を差し引いて得られる実現可能な年間の最大操業水準をいう。言い換えれば実際に達成可能な最大の操業水準である。平均操業水準とは、販売上予想される季節的および景気変動の影響による生産量の増減を、長期的に平均した操業水準である。期待実際操業水準とは次の 1 年間に予想される操業水準である。年間の予算の基礎となる操業水準であるから、予算操業度に相当する。

これらの組合せの中から、標準原価として適当と考えられるのは、当座価格水準、達成可能能率水準、および期待実際操業水準を組み合わせて設定した標準原価といえる。このため比較的短期間で設定を見直す必要がでてくる。この現実的標準原価は、経済状況が安定していない現在では、原価管理ばかりでなく、利益管理や棚卸資産価額の決定にも使用される。一般に標準原価計算制度の標準原価としては通常この現実的標準原価が用いられる。

3) 原価標準の設定

原価標準が正確であり信頼できるものであることが、標準原価計算を成功させる鍵となる。その設定は、各部門の担当者で構成する委員会が統計的、科学的調査に基づく所要物量値と単価を定めていく。期間は 6 カ月から 1 年間程要するのが一般的である。作成された原価標準は標準原価カードとしてまとめられる。これは製品一単位当たりを製造するために要する、原価の標準消費額を原価要素別、部門別に示したカードである。

4) 直接材料費標準の設定

まず材料消費量の標準は、標準材料仕様書に基づき設定する。この消費量には作業くず、仕損、減損等の正常な発生量を含めるべきである。また材料価格標準は購買部門と生産部門が協力して設定する。材料価格は外部的な要因で変動するが、現在と将来の価格の動向を予想して決定する。価格標準は購買部門の業績測定に用いられるとともに、「価格変動が企業の原価と利益におよぼす影響」を測定するためにも用いられる。

5) 直接労務費標準の設定

標準作業時間の設定は、作業条件が標準化されているなかで、動作研究、作業研究を専門とする技術者が行う。標準作業時間のなかには工員自身の責任でない疲労、生理的要求、遅延などの余裕時間を含める。しかし、段取り、手待ち、機械の故障などの時間は製造間接費のなかで考慮することが通常であり、作業能率の厳格度をどの程度に設定するかが問題になる。ここでは正常な技能を備えた工員が、努力すれば達成可能な高能率水準とすべきである。標準賃率は部門別の実際平均賃率や個別標準賃率が用いられる。

6) 製造間接費標準の設定

製造間接費は変動費部分と固定費部分があるために、それぞれ別の対応をせねばならない。固定費部分は操業度のいかんに拘らず一定額が発生するため、予算で管理し、変動費部分は、操業度に応じて変動費率を乗じて標準間接費を計算する。固定費部分を操業度に応じて固定費率を設定する場合があるが、管理不能費のため変動費と異なり、原因の分析も考慮する必要がある。

5.6 実施スケジュール

5.6.1 前提条件

工場近代化の実施スケジュールを図 5.19 に示す。このスケジュールは以下の前提条件のもとに作成した。

1) 中国側は近代化計画最終報告書を受領した後、直ちに実施計画の検討を開始する。
2) 近代化計画の実施は 3 段階にわけて考える。
   - 「短期計画」は、不良率低減（良品率の向上）に重点をおく。
   - 「中期計画」は、不良率低減に伴って既存建物の範囲内で、増産に必要な設備の更新・増設の計画である。需要と資金計画の条件が満たされているものとする。
   - 「長期計画」は、工場側が想定している増産目標に対応する。自動化設備を導入した大幅な増産計画で、既存建物内の増設では対応できないと推定される。

5.6.2 実施スケジュール

ここに示すスケジュールは、基本計画に相当するもので、全てが順調に進むものとして立てた概略計画である。

近代化計画の実施スケジュールの概要は次のとおりである。

(1) 生産工程の近代化計画

「短期計画」　1996 年～1997 年　約 2 年
不良率の低減（良品率の向上）を主体とする計画。
不良率改善に必要な設備の投資だけを考える。

「中期計画」　1997 年～1998 年　約 2 年
良品率が向上することにより、不足する設備をいれる計画
生産計画に従って順次、購入する。

検討および準備	1997 年始め～1997 年末
発注、納入、据付	1997 年半ば～1998 年末
稼働	1998 年始め～1998 年末

短期計画の後半は、増産のために一部設備能力の増加が必要になる可能性があるので、一年の重複期間を想定した。

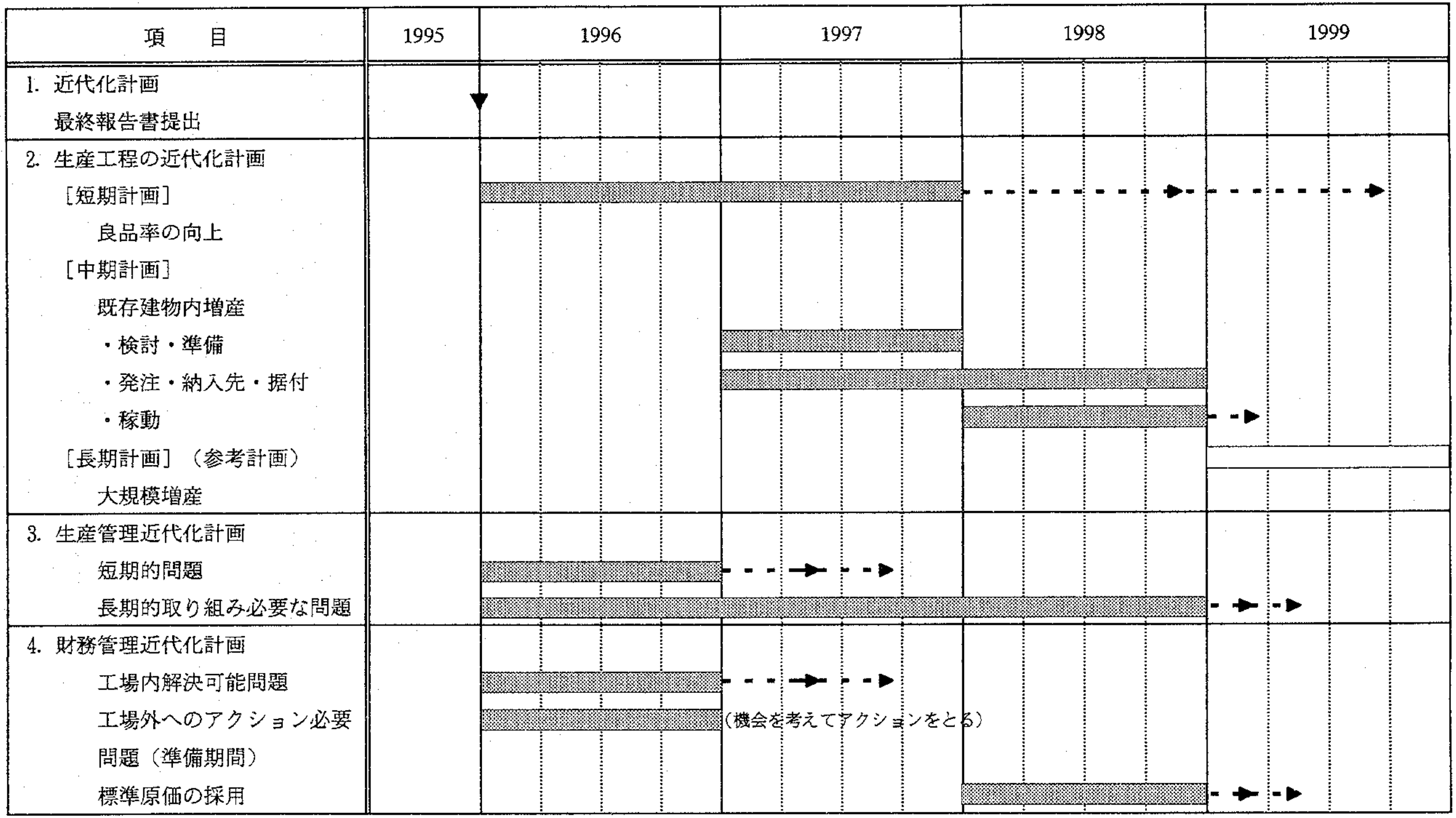


図 5.19　近代化計画の実施スケジュール

「長期計画」　1999年以降

「短期計画」「中期計画」の成果を踏まえて実施するさらなる増産計画

良品率の目標達成と、技術力の向上が必須条件で、需要と資金計画が伴っていなければならない。既存建物とは別に工場レイアウト、要員計画など、工場の長期構想に基づく計画の立案が必要である。既存設備の有効活用に重点をおくという本診断調査の範囲を越えており、参考計画である。

(2) 生産管理の近代化計画

短期的問題着手、実施	1996年始め～1997年末
長期的取り組み必要な課題	1996年始め～1998年末

何れも重点化して順次実施する。

(3) 財務管理の近代化計画

工場内で解決可能な課題	1996年始め～1996年末
工場外へのアクション必要な課題	1996年始めから検討し1996年中に準備完了する

生産工程および生産管理の近代化の主要課題である「良品率の向上」は、目標を達成しない場合はもちろん、達成しても終わりにせずさらに向上目標を設定して継続するべきものである。財務管理の近代化も実施結果をフォローし改善を重ねなければならない。(図中に点線で示す)「改善は継続しなければならない」「継続は力である」。

(4) 実行プログラム

近代化計画の実行プログラムは概略、表5.13のようにまとめられる。この表に示す全体の計画と工場の目標は厳密に対応するものでなく、一応の目安と考えていただきたい。

表5.13 実行プログラム

年度	短期計画（第1ステップ） 1996〜1997	中期計画（第2ステップ） 1997〜1998	長期計画（第3ステップ） 1999
工場の目標			
1)生産量 2)良品率	フィルター　：63.75% トラップ　：67.50% 発振子　：81.00%	9,000万個 左と同じ、または以上	12,000万個 左と同じ、または以上
実施内容			
生産工程	良品率の向上	既存建物内の設備増強	合理化設備の大幅導入
生産管理	短期的問題実施	長期的課題の遂行	
財務管理	短期解決可能な問題の実施	長期的課題の遂行	
設備計画			
	良品率向上に必要な部品、設備を購入、設置	良品率向上により不足する設備の増強	長期構想に基づく自動化設備を含む設備増設
留意事項			
		需要の確認（市場拡大） 資金計画の確認	良品率の目標達成 技術力のレベルアップ 需要の確認 資金計画の確認

*注）工場の目標は、全体の計画と厳密に対応するものではなく、一応の目安である。

5.7 近代化に必要な経費

5.3 において検討した生産工程近代化に必要な設備をまとめ、近代化計画に要する所要資金の算出に必要な設備費について述べる。

5.7.1 近代化計画に必要な設備

5.3 生産工程の近代化計画で検討した必要な設備は、短期、中期、長期計画別に表 5.14 のようにまとめられる。

(1) 調達先の区分

すでに中国で製作されている設備で、機能上問題のないものは国内調達（中国製）として考える。国外調達の設備は高価でかつ外貨で購入しなければならない。したがって性能や精度などに多少差があっても機能上大きな問題のないものは、中国内で調達出来るものを使うのが現実的であると考える。国外調達の設備は、中国内にサービスセンターなどがないと、アフターサービスに費用がかかることも考慮しなければならない。

国外調達が必要と思われる設備は次のとおりである。

- ネットワークアナライザー
- ダイサーカット機（現在の機械で寸法不良、破壊の改善が出来ない場合に購入を検討）
- 内周スライシング機（同上）
- カット機（フィルター素子カット）

このほかに、ラップ機は中国の国内調達も可能と思われるが、スピードコントロール付き、ラップ液自動供給付きの機械を数台国外調達し、その後は国内調達の機械の改造の可能性を検討するのがよいであろう。

このほかの設備は、現在使用している設備の新しい形式のものを国内調達することでとくに問題はない。日常の整備、保全を確実に実施し、機能を維持するように使用することが重要である。ジルコニア玉石、およびラップキャリヤのようなものは、消耗品と考えて毎年の経費予算に計上しておくことが必要である。

表5.14　近代化計画に必要な設備計画

短期計画 （第1ステップ）	中期計画 （第2ステップ）	長期計画 （第3ステップ）
①　セラミック製造用		
灼熱用の炉 発光分光分析装置 粒度分布測定装置 ジルコニア玉石	仮焼炉 ユニットプレス機	――――
②　フィルター用		
*ネットワークアナライザー 樹脂焼付炉 蒸着装置 ラップキャリア エアマイクロメーター 分極端子板の改造	*ラップ盤 2) 蒸着装置 印刷機 *カット機	自動はんだ付け機 自動ワックス機 自動特性選別機
③　トラップ用		
*ダイサーカット機 1) *内周スライシング機 1) 樹脂焼付炉 ラップキャリア 分極端子板の改造 周波数調整用印刷機 （手塗り方式） 選別・検査室の温湿度 調整設備	*内周スライシング機 1) *ネットワークアナライザー 樹脂焼付炉 蒸着装置	自動組立機 自動ワックス付け機 自動特性選別機
④　発振子用		
トラップと同じ	トラップと同じ	トラップと同じ

*は国外調達、無印は国内調達

1)　ダイサーカット機、内周スライシング機は現在の機械で寸法不良、破壊の改善がどうしてもできない場合に、国外調達を検討

2)　ラップ機は、数台国外調達し、その後は国内調達も検討

(2) 設備台数の算出

設備台数は、生産計画と設備の生産能力の計算をもとに算出される。加工設備の生産能力は製品の生産条件、作業方法などによって決まる。現在、工場では個々の機器の設備能力がはっきり把握されていないが、不良率の低減対策で作業条件、作業方法を確立するとともに、設備能力を把握することが必要である。その設備能力をもとに勤務形態、稼働率を考慮して、工場で生産計画に応じた設備台数を算出すれば設備計画を作成できる。

5.7.2 設備費の見積

(1) 見積の範囲

見積の範囲は、近代化計画で国外から調達しなければならない設備機器に限定する。設備台数の算出は工場側で行うものとし、一台当たりの価格を提示する。

また、長期計画に含まれる自動化設備は見積の範囲外とする。理由は、現状ではこれらの自動化設備は電子部品メーカー自体が自社開発しており、汎用性がなく一般市場で購入できないからである。また、その運転指導には操業経験のある技術者が長期間操業指導しないと使いきれない設備であり、この意味ではノウハウを含むプラント輸出の性格をもつので、見積は不可能である。

(2) 見積方法、条件

設備機器は、1995年時点でのFOB価格とする。従って輸出梱包、諸掛かり、通関手数料を含む概算価格である。また、据付、取扱い指導の為の技術者派遣費用、およびメーカーへの研修生派遣費用は含まない（国外の受入企業の事情、考え方などによりことなり研修期間・研修費用などが変わる）。

(3) 国外調達設備の概算見積価格

1) ネットワークアナライザー　1セット600万円
測定周波数　10KHz～300MHz
検査工程用（アクティブプローブおよびプローブパワーサプライ含む）

2)　ダイサーカット機　1台　1,100万円

加工物サイズ　162×162mm

スピンドル回転数　1,500～30,000rpm

3)　内周スライシング機　1台　1,300万円

加工物サイズ　90 φ×350mm ℓ

4)　カット機（フィルター素子用）　1台　1,000万円

テーブル作業面積　280×90mm

切断速度　4～80mm

5)　ラップ盤　1台　800万円

ワーク最大径・最小厚み　80mm φ、0.15mm

キャリア数　最多8枚

無段階変速　0～72rpm

ラップ液自動滴下装置、撹拌タンク付き

5.8 近代化計画実施上の留意点

下記の点に留意して工場近代化計画を実施することが望まれる。

(1) 不良率低減運動の実施

工場が目標としている不良率の大幅な改善は、簡単に達成出来るとは思えない。工場幹部、中間管理者、スタッフが中心になって、改善を進めていかなければならないが、工場全員の協力が必要である。作業者に現在の不良の状態を知らせ、改善に積極的に協力させ、改善結果を表示するなど、工場全体を活性化する運動として不良率低減（良品率向上）運動を実施することを検討頂きたい。

(2) 基本的技術力の向上

報告書の中で強調したように、近代化の実施にとって最も重要なことは、基本的な技術力を向上することである。技術力は単なる知識でなく、現場の実践に裏付けられた管理技術、要素技術、設備技術などを、工場の自助努力で育てることが急がれる。バラツキの減少に対し、良くなるまであきらめずにP.D.C.A.を繰り返すことにより、要素技術を身につけた人材が育成される。技術力の基本は人材育成であり、 OJT 教育、社外からの優れた指導者による指導などにより、工場の技術力を高めてほしい。

(3) 設備導入の考え方

報告書の中でも述べたように、「先ず設備を導入して近代化」という考え方をあらためなければならない。設備の購入に当たっては、工場自身で使用し維持できる確信のあるものを採用しなければならない。特に、工場で使用経験のない設備については、作業員と設備員の育成が必要である。国内外の情報だけで、メーカーまかせの設備導入は危険であり、工場自身で判断出来ない設備を簡単に購入してはならない。

(4) 問題点の重点化

工場の抱える多くの問題点を整理しないまま、すべて解決していくという方法は効率的でない。企業でもっとも大切なことは、収益を上げることである。収益性の視点から、問題を重点化するのが、理解し易い方法である。経営管理の問題から生産管理、生産工程の問題を抽出し、重要度を収益と必要な投資額で序列を付け、問題点の重点化を誤らないことが大事である。また、全製品を同時に対象とせず、重点製品の重点課題に集中して、その成果を他の製品に広げることも、効率的な進め方である。

(5) 設備能力の把握と設備計画の作成

設備能力は、カタログに記載されている能力が生産能力ではない。製品、使用条件、稼働率などにより、工場で使用する設備能力を把握しなければならない。その能力が適正な使用条件のもとに維持されているかをチェックすることも必要である。現在の工場の能力を正しく把握することが、設備計画の前提である。近代化計画では、不良率改善で不足すると思われる設備をあげたが、工場自身で適正能力を把握し必要台数を検討して、バランスのとれた設備増強計画を検討してほしい。

(6) 実行スケジュールの作成

本報告書で示した実行スケジュールは、全てが順調に進むとした最短スケジュールである。実行段階では、問題点の重点化を考えて、工場内外の種々の条件を考慮して、工場の能力にあった、実効のあがるようなスケジュールを作成して頂きたい。生産工程の設備計画については、年次生産計画と資金調達能力から、工場で必要な設備台数を算出し投資可能な実行計画を作成して頂きたい。

(7) 市場動向の調査

工場の長期生産計画は、圧電セラミックスのマクロ需要に基づいている。工場の実際の増産計画は、実際に受注可能な販売量をもとに立てられなければならない。国内の需要先の動向、他社との競合状況、国内外の同業メーカーとの競争力評価が必要である。技術開発計画、設備計画もそのような調査結果を反映して決める必要がある。

(8) 環境の整備

現在、環境について深刻な問題は発生していないが、問題がないわけではない。市当局の基準に合格するよう改善すること、従業員の作業環境を改善することは急がれる。増産に先んじて、工場の内外に問題の生じないよう検討を怠らないことが必要である。

6

結論と勧告

第6章　結論と勧告

6.1 結論

(1) 工場近代化の優先課題

1) 工場の最大の問題点は工程の不良率が高い（良品率が低い）ということである。財務面からは資金繰りが苦しく、企業収益にも問題を抱えているので、既設設備を活用して収益の向上を図ることが急務である。

2) したがって工場近代化の第一優先課題は「不良率の大幅低減」である。既存設備を活用して良品率を向上すれば、ひいては生産能力の増加、収益の向上につながる。

(2) 不良率の高い要因

1) セラミック製造から加工、組立、塗装、の生産工程全体に問題がある。しかし、製品ごとに工程別に不良原因の統計的解析がされておらず、対策に必要なデータがとられていない。改善のアクションの結果のチェックもはっきりした形では行われていない。

2) 工場内の品質管理体制の機能が不十分で、全従業員に品質の現状を認識させ改善していく意識が低い。工場内の請負責任制が、量の目標達成の方に重点がかかっている。

3) 精密部品である圧電部品を生産している意識と感覚が工場全体に薄い。製品および設備の取扱いが丁寧でなく、設備、製造環境の維持保全が良くない。

(3) 不良率の低減対策

1) 不良原因の序列化と、良くなるまで P.D.C.A.（計画、実行、チェック、処置）のサイクルを繰り返すことが基本である。

2) セラミック製造工程で最も大事な対策は、孔（ポア）のないセラミックスを製造することである。不純物の少ない原料を使用し、製造工程における異物の混入防止、除去対策を徹底的に実施することである。

3) 加工・組立工程における改善の重点は、工程における加工バラツキの減少と、加工品の取扱いを丁寧にすることである。特にラップ工程の厚みバラツキおよび破損を減らすことを優先し、分極、カット、蒸着などの工程の不良対策を順次実施する。

4) 工場長直結の TSQC（全工場統計的品質管理）体制をとり、要員および組織間の連携活動を強化し、良品率向上を全工場の運動として進める。

(4) 設備計画

1) 第１段階は、不良率低減に実質的に効果のある必要最小限のものを購入する。第２段階は良品率が向上することによって、増産のネックになる設備から、資金手当の可能な範囲で購入する。工場で改良する自信のないもの、取扱い、保全に自信のもてない設備の導入は慎重にする。

2) 既に設置されているスクリーン印刷機、マルチデイップ機を出来るだけ早く稼働させるように努力し、良品率向上と生産力向上に役立たせる。

3) 工場が目標としている生産計画の達成には、第３段階として既存建物とは別に工場レイアウト、要員計画、自動化設備の検討などを含む工場の長期構想に基づく計画の立案が必要である。良品率の目標達成と、技術力の向上が必須条件で、需要と資金計画が伴わなければならない。

(5) 財務管理

1) 売掛金残高が多く、長期滞留分の回収が進んでいないため、資金繰りは苦しい。回収遅延防止のため、売上債権の回収条件を検討する。また、債権管理データを把握する目的で、顧客別、契約番号別に売上債権の口座管理を実施する。これらは将来会計業務の電算化に対応する準備作業でもある。

2) 売上原価中の材料費過小評価、遊休固定資産の減価償却未計上、外貨借り入れ金の金利の繰り延べ資産算入があり、損益計算書は企業業績の正しい実態を示していない。企業会計準則にしたがった適正な会計処理を心掛け、企業の実態を正しく把握することが、長期的に企業体質を健全にする。その上に立って、早急に外貨借入金の債務免除、金利支払猶予などの適用のアクションをとる必要がある。

3) 国家の政策的問題であるが、国有企業の経営請負責任制について、問題を抱えている企業には、長期的視点にたって利益目標の代わりに、不良資産の処理、借入金の返済など、問題を解決するような指標で評価することを検討した方がよいと考える。企業の過去の原因に依存する指標については現在の責任者の管理不能な部分であり、それで評価するのではなく企業健全化に果たす成果で評価がなされることが望ましい。

6.2 勧告

(1) 良品率向上の組織的な推進と OJT の実践を通して、技術改善の意欲と実力のある人材を育成し、工場の管理技術、設備技術、要素技術を高め、ノウハウを蓄積することを勧告する。

(2) 長期的視点に立ち、優れた実績をあげた経験者の指導を受ける機会を求め、技術改善体制の強化を図ることを勧告する。

- 提言

改善に終わりはない。当面は良品率の目標を達成しても、さらに目標を見直して良品率の一層の向上を継続することを提言する。「継続こそ力である」。