

# 製造・開発現場での製造原価低減

伊 藤 進

## 目 次

- I. 序 言
- II. 製造現場での製造原価低減
  - 1. 現場改善による原価低減
  - 2. ベンチマーキング，産業廃棄物利用による原価低減
  - 3. サテライト方式・モジュール化による原価低減
  - 4. 雇用面・勤務体制・人材育成による原価低減
  - 5. 合理化投資による原価低減
- III. 開発現場での製造原価低減
  - 1. 新製品開発に伴う原価低減
  - 2. 製造技術開発による原価低減
  - 3. コンカレント・エンジニアリングによる原価低減
  - 4. 再資源化，環境を配慮した設計と原価低減
- IV. 結 語

## I. 序 言

国境を越えたグローバル競争は製品レベル，部品レベル，設計・開発レベルにまで及んでいる。大競争時代には，企業が生産・開発国を選択することが不可欠になる。このような経営環境のもと日本企業では，一方では独創的な技術，売れる製品づくりが，他方では原価低減，海外生産が企業経営の中心テーマになっている。増収効果による増益効果もあるが，トヨタ自動車では，乾ききったぞうきをさらに絞るといわれるような経営努力の積み重ねによる原価低減が増益要因の7割（2003年3月期）を生み出している<sup>1)</sup>。

消費者の高級品離れ，例えば高級車の販売不振が発生し，いっこうに上向かない国内販売のために設備投資削減，原価低減で利益を捻出する企業が多い。上場企業の2004年3月期の連結経常利益は過去最高益を塗り替える。しかし，企業利益が向上しても，国際競争の激しさは変わらない。最近の円高・ドル安傾向は輸出企業にとって収益悪化懸念となっている。中国等アジアの企業が安い労働力を武器に価格競争力を強めている。売り上げの低迷，販売競争が激しい現在，依然として，原価低減が経営課題の中心の一つである。

1) 「トヨタ利益の7割北米で稼ぐ」『日本経済新聞』，2003年5月9日，3頁。

日本の製造業は1990年代からバブル崩壊、デフレ下で、人員削減、過剰生産能力の縮小、事業統合・閉鎖・集約、合併による再編、効率向上等によって経営体としての収益力の強化（原価低減）を最優先課題としてきた。中国メーカー等に対抗して価格競争力を強めなければならないため、価格は同じでも機能や性能を高めないし高機能・高性能でも価格を引き下げなければならない。しかも、消費者の多くは不要な余分な機能のついたもの、割高な製品は買わない。欲しいものを納得できる価格で購入する。このような経営状況のもとでは、価格競争力の観点からは製造原価の低減は避けて通れない。現在、日本企業の経営者は、長引くデフレに加え中国等の低価格製品との競合で価格、技術力、品質といった順に戦略を重視する傾向にある<sup>2)</sup>。主力事業の国際競争力を高めるには、製造原価の低減は不可欠なのである。製造工場、設備投資の対象を製造原価低減のため中国に移している企業も多い。企業の業績が連結で評価されることから、グループ一体となって原価低減に取り組むことも必須である。

原価低減額は、一般的にまず、中期経営計画において、中期利益目標を達成するため、それとの関連で計画される。例えば、3年なら3年という中期経営計画のなかで、中期利益（収益）目標との関連で中期原価低減目標額が設定される。次に、単年度の利益計画に割り当てられ、短期利益計画において原価低減額が示され、それを達成するよう経営努力、改善が行われるのが一般的である。バブル崩壊後の低成長下ないし不況下で、企業は原価低減を利益管理の一方の柱として強化している。事業再構築、組織変革、人員削減、設計・開発の効率化、生産現場での効率化、調達効率化、海外生産等によって固定費のみならず変動費をも低減する取り組みが企業で実行されている。

日本の企業においては、製造原価低減目標としてどのようなものをあげているのか、製造原価を低減するための下位目標としてどのようなものをあげているのかについて例示で、例えばフューチャービジョン、東芝のパソコン事業の場合についてあげておきたい<sup>3)</sup>。

フューチャービジョンでは、製造工程を見直し要素技術を開発し、部材数・工程数を半分以上にすることによって製造原価を低減し、特に次世代液晶ディスプレイの大幅な製造原価低減目標を次のように示している。

部品点数の削減、標準化等により製造原価を10分の1低減。

生産設備の開発、製造工程の見直しにより工場設備投資額を10分の1～5分の1低減。

生産の自動化によって労務費を10分の1低減。

東芝のパソコン事業においては、製造原価を低減するための下位目標について次のように示している。

パソコンの開発機種を30%削減。

部品点数を20%削減。

2) 「質・技術より価格重視」『日本経済新聞』、2003年11月19日、12頁。

3) フューチャービジョンの例示は「工程・部材を半分以上に」『日本経済新聞』、2003年10月3日、17頁。東芝の例示は「東芝、パソコン事業再構築」『日本経済新聞』、2003年9月17日、11頁。

低価格パソコンについては台湾メーカー等への生産委託を拡大。

製造原価の安い中国工場での生産を拡大し、日本の工場での生産を縮小。

本稿では、製造原価の低減、特に製造現場、設計・開発現場における製造原価の低減について、2003年の日本企業を中心にして以下考察したい。

## Ⅱ．製造現場での製造原価低減

### 1. 現場改善による原価低減

製造現場では、ムダの排除、製造技術・ライン・工程の改良・改善、材料の成形技術の工夫等によって、歩留まりの向上、品質の向上、作業時間の短縮等を図り、製造原価の低減が図られる。このような改善は日々の積み重ねによる改善が原動力になる。現場改善では、問題点を発見しその問題の発生原因を徹底的に追求し、問題を解決する改善によって原価の低減が図られる。

#### (1) 作業時間の短縮

製造現場では現場の個々人について作業の改善が行われる。現場作業員の作業・動作改善を通じて作業時間を短縮し、現場作業員の節減ないし残業時間の短縮を引き起こして、直接労務費の低減を図る。例えば、SMCでは<sup>4)</sup>1歩余計に歩くとコスト上30銭分のムダが発生すると考えて、作業員の動作に焦点をあてる。そして、製品の組み立てに必要な部品を棚から取り出すピッキング作業等の作業動作を改善する。ムダな作業を削減することによって作業時間を短縮し、直接労務費の低減を図る。ムダな動きに時間がかかればそれだけ製造時間が余分にかかり、残業代等も増加する。厳しさを持って現場の作業改善を促すことは管理者の重要な役割の一つである。

#### (2) 小集団活動

現場の一人一人が原価低減問題に取り組み、当事者自身で解決することが基本ではあるが、小集団を単位としてチームを作り原価改善する企業も多い。この場合、従業員に一方的に命令する人間性無視の管理ではなく、従業員の人間性を重視し尊重して、生産性の向上、品質の維持、欠陥品の低減、安全性の向上、製造工程の省力化等といった原価低減をもたらすためのアイデア、知恵をチーム単位で提出してもらい、小集団チーム全員で原価低減していくことが重要である。

日本ゼオンでは<sup>5)</sup>平均7～8人からなる小単位（オーガンと呼んでいる）別に改善を行っている。オーガンの責任者は原価低減テーマを設定し改善を実行する。前期までの3年間で平均1件あたりの原価低減額は413万円で、原価低減総額は99億円になるという。このように小単位に分けての現場重視の改善による原価低減の成功は、責任の明確化と末端の生産現場であっても業績への貢献を実感させる仕組み作りとにあり、改善効果が金額で示され、チーム成果に報いる（賃金）制度

4) 「SMC、徹底的に無駄なくす」『日本経済新聞』、2003年12月6日、15頁。

5) 「収益改善の現場、日本ゼオン」『日本経済新聞』、2003年8月20日、15頁。

作りにある。若い社員であっても改善の達成感が味わえるし、原価低減効果の大きいテーマの発案者には特別手当が支給される。年俸制の社員に対しては契約更新時の業績評価項目にもなっている。このような工夫によって、小集団チームによる原価低減に対するモチベーションの向上を図ることは有意義といえる。

### (3) 製造ラインの改良

いすゞ自動車は<sup>6)</sup> 来春、タイでSUV（スポーツ・ユーティリティ・ビークル）の生産を始め、東南アジア各国で販売する。製造ラインを一部改良することによって生産コストを低減できるといふ。タイ工場で現在生産している米ゼネラル・モーターズ（GM）と共同開発したピックアップトラックの設計をベースにした新型車を開発することで、現在の製造ラインを一部改良して使える。その結果、工場の稼働率は向上し、新型車を低コストで生産できる。

### (4) マテリアルフローコスト会計と工程の改善

企業の産業廃棄物が問題になっている現在、企業の製造現場では、いかにして工程で発生する廃棄物の量を削減して原価低減を図るのかといった工程の改善による製造原価低減を課題とするようになってきている。そこでは、生産効率の悪い廃棄物の多い工程が経営管理上問題になる。企業は廃棄物の量とコストとを工程別に計算して明示し、廃棄物の多い工程を改善することによって廃棄物の量とコストとを低減するという原価管理問題に对应していく必要がある。原価計算分野では、一つの解決方法としてマテリアルフローコスト会計の導入が考えられている。マテリアルフローコスト会計では、まず生産工程に投入される材料費、加工費から完成品、仕掛品の量と原価のみならず工程で発生する不良品、廃棄物の量・比率（投入量に占める比率）、そのコスト・比率（製造費用に占める比率）を工程別に計算して明示する。次に、不良品・廃棄物の多い、そのコストの多くかかっている工程を選択して効率の改善方法を検討し、改善策を見つけ出す。その結果として、製造原価の低減が図られる。

日東電工では<sup>7)</sup> エレクトロニクス用粘着テープの生産工程にマテリアルフローコスト会計の導入を試みた。そして、製造費用に占めるマテリアロス・コストを工程別に計算した。その結果、エレクトロニクス用粘着テープの製造費用に占めるマテリアロス・コストが約30%、そのうち切断工程でのロス・コストが約80%にものぼることが明らかにされた。そのため、コスト上のロスが最も多く発生した切断工程でのマテリアロス・コストを低減するための原価改善策を講じることが急務となった。そこで、マテリアロス・コストを低減するための切断工程の改善策を検討して改善策を講じた。また、その前工程である塗工・加温工程での運転条件をも改善した。これらの改善措置によってマテリアロスを約7%改善し、製造原価の低減を図った（経済産業省・環境管理会計手法ワークブック）。

6) 「いすゞタイでSUV生産」『日本経済新聞』、2003年5月23日、11頁。

7) 産業・環境研究会「環境管理会計、経営効率の改善にも寄与」『日本経済新聞』、2003年9月2日、29頁。

## 2. ベンチマーキング，産業廃棄物利用による原価低減

### (1) ベンチマーキング

優秀な工場・工程の改善手法，製造手法，原価低減手法を学習し，それを他の工程，工場に広げて定着させていくベンチマーキング手法の導入は，企業全体にとっての製造原価低減に有効といえる。

ところで，家庭用品は単価の下落が続いている。そこで，ライオンは<sup>8)</sup> 製造原価低減のためにベンチマーキング手法の導入を図る。衣料用洗剤で独ヘンケルのデュッセルドルフ工場とライオンの千葉工場における製造原価を工程別，費目別に比較し，これを基礎としてヘンケルの製造ノウハウを学習する。そして，製造原価低減を図るのである。同社は同業種の海外のライバル企業以外，社内においてもベンチマーキング手法を活用して製造原価低減を図る。千葉，大阪，川崎の3工場が発生する製造原価を工程別，費目別に比較し分析し，改善策を考える。そして，既存の設備を有効に活用する改善措置を講じ，生産性向上を通じて原価低減を図る。すなわち，衣料用洗剤について，まず上記の3工場が発生する製造原価に関し，材料の受け入れから包装に至る5つの工程における直接労務費，エネルギー費，減価償却費等の6費目を工程別に比較・分析し，この分析結果に基づいて原価効率の点で最優秀な工場を選択・決定する。次に，各工程別・費目別に最優秀の工場のノウハウを他の2つの工場現場が習得し，製造現場の原価低減を図る。今後ベンチマーキング手法の対象工場や対象費目を増加させ，製造原価低減の拡大を図っていくという。

同業種，同社内での工場間，工程間におけるベンチマーキング手法の事例を見てきたのであるが，富士通は異業種の手法をベンチマーキング手法として導入し，製造原価を低減する。同社は<sup>9)</sup> 情報・通信機器の国内生産を維持するため，工場の棚卸資産と製品の発注から完成までの期間を半減し材料費・加工費を低減し，製造原価の30%低減計画を図る。高機能機は開発・設計，生産を1カ所に集約するメリットが大きいと考え，国内生産を重視する。コンピューターや通信機器は生産工程の自動化が進み，製造原価に占める労務費の比率が下がっていることもあって，海外生産比率を抑制して国内生産を見直す。中国や東南アジアへの生産移転を重視する NEC，東芝とは異なる戦略で対応する。そこで，中国製，台湾製に対抗できる価格競争力を身につけるため，ハード（サーバー，大型汎用機，外部記憶装置，通信機器等）の生産現場での生産性を高め，製造原価を低減することが不可欠である。その一つの方法としてベンチマーキング手法を導入して原価低減を図る。異業種であるトヨタ自動車をベンチマーキング企業として選択し，同社から原価低減や品質管理等で直接指導を受ける。そして，トヨタ生産方式，トヨタ原価低減手法等を主要工場に導入して生産現場での生産効率を上げ，製造原価低減を図るのである。

### (2) 産業廃棄物の利用

8) 「ライオン，工場間でコスト比較」『日本経済新聞』，2003年4月11日，15頁。

9) 「製造原価富士通，3割削減」『日本経済新聞』，2003年9月8日，1頁。

太平洋セメントは<sup>10)</sup> 全国の工場に毎日運び込まれる産業廃棄物（廃タイヤ、焼却灰、高炉スラグ等）を活用することによって製造原価を低減した。産業廃棄物のうち、例えば廃タイヤ、パチンコ台は石炭の代替的な燃料として使い工場の経費を削減する。焼却灰は溶解してセメントの原料として使用して材料費を低減する。そのうえ産業廃棄物の処理手数料収入も入る。産業廃棄物を使用し製造原価を低減して利益の増加を図る。構造的な売上の減少と円高の逆風を産業廃棄物の利用によって克服する。

### 3. サテライト方式・モジュール化による原価低減

自動車生産では、部品メーカーが部品を複数組み合わせ作り、完成車メーカーに納入するモジュール（複合）部品生産方式が完成車メーカーの製造原価低減等のために導入されている。モジュール生産による原価低減効果をさらに向上させるには、モジュール生産とサテライト方式とを結合させると良い。サテライト方式・モジュール化（サテライト工場でモジュール部品を生産）による原価低減効果は次のように考えることができる。サテライト方式の導入によって、モジュール部品を生産する部品メーカーの物流負担が軽減され、物流コストが低減する。完成車メーカーはこの物流コスト低減分から材料費調達コストの低減を図る。完成車メーカーは、モジュール化して納入する生産方式によって組み立て工程数が減らせ、製造原価が低減する。その分部品メーカーでは組み立て工程数が増えるが、組み立てることで部品の付加価値が高まる。一般的に、組み立てに要する労務費が完成車メーカーより部品メーカーの方が安い。その分労務費が全体で低減する。完成車メーカー、部品メーカーともにコスト面で利点がある。

トヨタ自動車グループの車両メーカー、トヨタ車体や関東自動車工業では<sup>11)</sup> サテライト方式の導入を図る。両社の場合には、自社工場の敷地内に取引先の部品メーカーに入居してもらうサテライト工場を建設して部品メーカーに賃貸し、部品メーカーは賃借するそのサテライト工場で複合部品を製造する。部品メーカーが製造する部品がモジュール化・大型化する（例えば、シート部品のような大きな部品）ほど、サテライト工場・モジュール化による部品メーカーの原価低減効果は一般的に大きくなると考えられる。サテライト工場では、自動車の組み立てと同じタイミングで部品メーカーが部品を生産し、組み立てラインに供給することになり、カンバン方式の精度が向上（在庫コストも低減）する。

### 4. 雇用面・勤務体制・人材育成による原価低減

企業は製造原価低減のため、国内の製造部門において正社員を抑制し、社員に占めるパート従業員や期間工、アルバイトの雇用を増加させる。作業を一括して外注する業務請負サービスを利用す

10) 「太平洋セメ，産廃宝の山に」『日本経済新聞』，2003年12月2日，17頁。

11) 「部品メーカーを自社工場に誘致」『日本経済新聞』，2003年7月5日，9頁。

る企業も増えている。なぜなら、そうすることによって労務費が低減でき、生産量の変動に応じた必要な工場内労働者を弾力的に確保でき、売上高の変動に原価を弾力的に対応させることができる。その結果、固定費と考えられる労務費が変動費化し、不況期における労務費の原価低減が容易となる。生産数量の季節変動が激しいメーカーにおいては、労務費の原価低減効果はさらに高くなるからである。

ところで、生産数量の季節変動が激しいメーカーでは、工場内労働者の作業人員の調整に時間と手間がかかる。パート、期間工、アルバイトは企業で労務管理する必要がある。製造ライン作業のアウトソーシング（業務の外部委託）では、工場内の作業を請負会社に一括して委託することになり、工場の指揮命令権は請負会社がもち、制度上スタッフに対して直接、業務命令が出せない。そこで、生産数量の季節変動が激しい製造業では、労務管理を外部委託でき、スタッフへの命令も可能な製造ライン派遣社員（今年3月から解禁）の雇用が今後増加していくものと考えられる。いずれにしても、人件費の安い中国等とのコスト競争の影響を受け、正社員が製造ライン請負に派遣社員か期間工かパートかアルバイトか、製造現場では作業の技術水準のみならず原価低減といった視点からも雇用（生産計画に応じて工場内労働者を弾力的に雇用）を考えることが不可欠になっている。

製造原価低減のため作業員の勤務・生産体制を変更する企業も見られる。サッポロビールは<sup>12)</sup>ビール・発泡酒の生産で月を上旬、中旬、下旬に分け、各旬の最初の3日間に集中生産するという生産体制を、鮮度をアピールするという目的と原価低減を目的として導入する。通常は定時または2交代の勤務体制である。集中生産期間中は3交代制勤務に組み替えることによって稼働生産ラインを減らし、旬の初めに多めに作り込むことによって製造原価が低減するという。なぜなら、労務費は3交代勤務による深夜勤務手当等で増加するが、生産ラインの設備洗浄の手間等が削減されるため、製造原価全体では低減するからである。

物づくりは人づくりといわれて久しい。製造現場で機械化が進んでも、人に頼る作業は結構多い。製造作業現場で絶え間ない改善を支えるのは人である。人を大切にする経営姿勢が新たな変革を可能にする。自ら問題を解決する能力を持った人をつくるには、人材育成制度の導入が不可欠になる。世界大競争に勝つため、製造現場での職人を養成する新たな人材育成制度の導入の必要性がわが国で叫ばれている。溶接、加工等について個別に必要な専門分野で世界最高水準の最先端の製造技術を学ばせ、技術指導を施す等教育や経験を積ませて専門家を育成し、製造技術力を高めなければならない。製造工程での自動化の一方、トラブル発生時に的確に対応できる人材を増やし、各技術分野で突出したエキスパートを育成し、製造技術水準を引き上げていくことが世界で生き残るうえで不可欠である。最先端の製造分野で国際的製造技術力をつけることによって、世界レベルの品質、不良品減少、歩留まり向上等が可能になり、最先端の製造分野で製造原価低減が可能になる。製造

12) 「鮮度・コスト減両立」『日本経済新聞』、2003年6月21日、13頁。

現場で改善を続け、製造原価を低減するには、長期・安定的な雇用と人材育成が重要で、製造技術の向上、社員の勤労意欲の向上といった視点の重要性を現場では常に忘れてはならない。

## 5. 合理化投資による原価低減

バブル以後の日本企業においては、拡張投資、更新投資よりむしろ合理化投資を指向する企業が増加している。生産性を高めるために新しい機械を導入するといった、合理化投資によって製造原価を低減する。いわゆる、コストリダクションを指向する企業が増加している。

バブル経済の崩壊後、ゆるい景気回復期を除いて過剰設備の状況になっている。好況から不況に変化し、不況下では需要に対し過剰な供給量が発生し、生産設備の量が適正な水準を超える。その結果、収益に対して設備の減価償却費が圧迫要因として発生する。売上の伸びが期待できない以上、子会社を含むグループ企業全体で設備投資を選別ないし控え、不況下の需要に備える合理化投資策が設備投資の中心としての戦略になる。合理化投資策により労務費を減少（子会社も合理化投資を行えば連結の労務費はさらに減少）さすとともに設備投資（減価償却費）を減らし、1単位当りの製造原価の低減を図るのである。特に国内素材産業では、競争力のある製品に絞り、設備の大型化、高速化等により合理化して大量生産によってコストダウンを図る。そして、コスト競争力を強化し、国内外で販売していくといった戦略を採用する企業が増加している。また、減価償却費を減少させるため機械を内製し、必要最小限の機能に絞り、省人化・小型化を進め、修理も社内で行い製造原価を低減する企業もある。

日本たばこ産業（JT）は<sup>13)</sup> 設備投資による原価低減すなわちコストリダクションを導入する。一部のたばこ工場を閉鎖・削減し、工場閉鎖に合わせて中低速機の設備を更新し高速製造機を増設し、高速機での生産比率を高める。また、売れ筋の銘柄の生産や高速機での量産に向けた銘柄のたばこの生産を増やす。これらによって生産効率を高め、たばこの製造原価を低減し、コスト競争力の向上を指向する。

## Ⅲ. 開発現場での製造原価低減

### 1. 新製品開発に伴う原価低減

メガコンペティション、デフレ下では、一方では製品の市場性・商品力を高め、開発期間を短縮して他社製品に先行する新製品をタイムリーに開発し、顧客のニーズに対応した顧客の満足度を高める製品開発が求められる。他方では、品質、性能、機能等を改善しながら、製品の製造原価を低減するないし目標とする製造原価を達成するような、コストを考慮した設計・開発が求められている。

13) 「JT、高速製造機を増設」『日本経済新聞』、2003年10月18日、10頁。



日本には、ばく大な研究開発資産があり、日本を最先端・高付加価値製品の開発・生産現場として考え、中国等での開発・生産とは一線を画す企業が多い。しかし、たとえ最先端・高付加価値製品の開発・生産であっても、収益性の向上やライバル企業との価格・コスト競争に勝つことが必要であり、新製品開発の段階での原価低減は重要な意味を持つ。デフレ下で企業が利益目標を達成するには、新製品開発を通じて製造原価低減を図ることは不可欠な経営行為であり、特にFA化の進んだ製造現場では重要である。FA化の進んだ製造現場では、製造段階での原価低減の余地は少なくなっている。

#### (1) スケールメリットによる原価低減

現代は多品種少量生産の時代である。企業は価値観の多様化した多様な消費者のニーズに応えるように多品種の製品を開発する。多品種の製品を開発する企業であっても、スケールメリットという観点から新製品に使用する部品を共通化ないし共用化し、使用する部品を標準化する等部品の種類を削減する設計を通じての同一部品の大量使用によって、製造原価低減を図ることは不可欠である。新製品開発を通じての部品の規模のメリットを介して、製造原価を低減する工夫が以下の企業事例にみられる<sup>14)</sup>。

富士ゼロックスは、主力製品である複写機の印字機構を9種類から6種類に減らし、特定用途向け半導体を60種類から11種類に減らす等、設計で使用する部品の種類（点数）を削減し、機種ごとに異なっていた部品や設計仕様を共通化した新製品を開発する。これによって各同一部品の購入量を増加させ、製造原価の低減を図る。グループで連携を強化して、デザインや内外装は差異化しても、車台や部品を共通化して製造原価の低減を図る自動車完成品メーカーがある。マツダは一部の車台を筆頭株主である米フォード・モーターと共同開発し、マツダが独自開発した車台を、フォードが次期の乗用車に採用する等フォードと車台・部品の共通使用を積極化して部品コストを低減し、グループで製造原価低減を図る。三菱自動車工業は筆頭株主の独ダイムラークライスラーと軽自動車を共同開発し、三菱自動車は国内でダイムラーは欧州でそれぞれ生産して販売する。三菱自動車は燃費性能を高めた新型エンジンを生産してダイムラーにも供給し、主要部品の共通化やエンジンの共用化による生産拡大で製造原価低減を図る。ヤンマーは産業機械向け中小型ディーゼルエンジン（約1,050種類）を標準化し、顧客の理解を得ながら半分程度の種類に減らして生産し製造原価を低減する。同社は混流生産方式を採用している。機種の標準化によって顧客や用途に応じての細かい仕様等が減り、生産準備作業等の段取時間が大幅に短縮でき、部品在庫・製造原価の低減が可能になる。

共通部品を使用した設計によって新製品の製造原価低減に成功したとしても、新製品の新鮮さと

14) 富士ゼロックスの事例は「複写機、部品を共通化」『日本経済新聞』、2003年9月28日、1頁。マツダの事例は「マツダ、10車種投入へ」『日本経済新聞』、2003年10月16日、13頁。三菱自動車の事例は「三菱自動車、ダイムラーと軽開発」『日本経済新聞』、2003年7月8日、1頁。ヤンマーの事例は「ヤンマー、5年で半減」『日本経済新聞』、2003年5月17日、11頁。

か魅力を失ってはいけない。部品を共通化しても、常に顧客に近づくマーケット指向を持った製品設計を心がける必要がある。新製品の開発にあたっては、部品の共通化と新製品の独自性（収益性）との折り合いをどういう形でつけるかは重要な経営課題といえる。

## (2) 部品点数削減による原価低減

設計を通じて部品点数を削減し製造原価を低減することは、消費者のニーズを満たしながら安くつくるといううえで不可欠であり、国際競争に生き残るうえで重要な経営課題の一つである。部品点数を削減した新製品であっても、品質を向上させ、消費者のニーズを満たす製品の開発は可能といえる。メガコンペティション、デフレ下にあっては、国内の不採算品の生産から撤退し、人員や拠点の削減等によって固定費を低減する経営のみならず、新製品の部品点数を削減し、競争力ある調達先の部品・素材に絞り込んで調達することによって材料費である変動費をも低減する経営が指向されている。

トヨタ自動車は<sup>15)</sup> 2003年3月期、グループで3,000億円にのぼる原価低減を実現した。コスト低減の中心的な事例の一つはカラーラに代表される。新カラーラでは設計を全面的に見直して約3万点の部品点数を1%削減し、系列外からの調達先も採用して先代カラーラの製造原価を10%以上低減させた。その他、グループ企業である部品メーカーとの共同作業では部品の種類を削減し、例えばアイシン精機とは、数10種類あったドアロックを3～4種類に減らす等の設計を通じて材料費の低減を図った。日産自動車は<sup>16)</sup> 日立等と電気式四輪駆動（4WD）システムを共同開発し、製造原価を低減する。通常の4WD車ではエンジンの動力をプロペラシャフト等の部品で後輪に伝える必要があるが、前輪を通常のエンジンで駆動させ後輪をモーターで動かすこの電気式システムでは、そのような部品が不要になる。そのため車両を軽量化でき車内空間も広くでき、かつ四輪駆動のための部品が通常の3分の1、100点弱に減らせ、製造原価の低減が可能になった。

部品点数の削減を通じての原価低減とは、新製品の設計を工夫・改善して設計の完成度を上げることによって製造原価を低減することを意味する。それは部品点数の削減を可能にする設計図を完成することによって実現する。部品点数を削減する設計を通じての原価低減の仕組みは次のようである。設計を工夫・改善することによって新製品で使用する部品点数の削減を図る。素材・部品の点数の削減は、例えば不必要な機能をなくす設計を考えると、ねじ止めの箇所を減らす設計を工夫するとか、複数の部品・素材をユニット化するないし形状を変え一体化する等の設計によって行われる。部品点数の削減によって金型の数が削減され、生産工程数が削減されないし加工・組立作業が削減され、組み立て製造手順が合理化される。そして、材料消費量や作業工程数が削減され、加工時間（作業時間、機械運転時間）の短縮が可能になる。その結果として、材料費、金型費が低減し、直接労務費、設備に要するコスト等の加工費が低減する。

15) 「トヨタ利益の7割北米で稼ぐ」『日本経済新聞』、2003年5月9日、3頁。

16) 「日産、マツダに供給」『日本経済新聞』、2003年7月17日、11頁。

### (3) 新素材を使用する設計による原価低減

新素材を使用する設計を通じて、部品・製品の製造原価の低減が以下の事例のように行われている<sup>17)</sup>。住友金属工業は新しい燃料電池の構造部品を開発した。それは低温で容易に始動可能な構造部品で、新素材を使うことによって金めっき処理が不要となり、耐食性、導電性が高まり肉厚が薄くなり加工性に優れ（成型加工が容易）、その結果、材料費、加工費が低減し、燃料電池の製造原価の低減が可能になる。リコーは光ディスクの新素材として安価なペット樹脂（現在はポリカーボネート素材）を使用し、新しい製造技術を工夫することによって、プレーヤーの補正装置が不要な次世代光ディスクを開発した。その結果、1枚当りの製造原価が現在は数10円であるが、1円程度に低減でき、システム全体の製造原価が数10分の1に低減できるという。

## 2. 製造技術開発による原価低減

新しい製造技術ないし製造工程技術を開発することにより、製造原価の低減が図られる。製造現場での工程作業の能率向上・製造原価の低減は現場作業員の作業努力のみならず、新しい工程設計ないし製造技術開発にも依存する度合いが高い。新しい工程設計ないし製造技術開発に基づく製造原価低減の企業における事例を示したい<sup>18)</sup>。

ノースはロール状の銅はくを活用したプリント基板の新製造技術（作業工程が簡単な半導体実装技術）を開発し、同社の従来製法に比べ、厚さ2分の1の基板製造が可能になり、製造原価の低減を図る。日立製作所は回路設計、電極構造の工夫等によって、現在0.4mm角のチップを0.3mm角（ICタグ等に使う世界最小クラスの非接触IC）チップに小型化する技術を開発した。それによって1枚のシリコンウエハーから取れる数量が7割以上増え、生産性が上昇し、製造原価低減が可能になる。また、アンテナをチップ表裏に関係なく接着できる構造にし、小型化することによって品質も向上（折り曲げや落下に対する強度が向上）し、紙幣への組み込みも可能になる。

ライバル企業との共同開発によって、低コストで生産できる新技術を開発する例がみられる<sup>19)</sup>。ソニーグループは東芝との共同開発によって、制御用と画像処理用で2枚に分かれていたプレステ2の中核LSIを1枚に集約（1チップ化）し、チップ2枚の合計面積の6分の1に縮小し、製造原価を著しく低減する。ライバル企業同士であっても、相互に補完できる製造開発技術を持つ企業同士が手を組み、お互いの製造開発技術を組み合わせて開発するなら、新しい製造技術開発の成功による製造原価の低減効果は大きなものになる。

17) 住友金属工業の事例は「燃料電池低温でも始動」『日本経済新聞』、2003年10月29日、13頁。リコーの事例は「次世代光ディスク製造コスト数10分の1」『日本経済新聞』、2003年11月7日、17頁。

18) ノースの事例は「プリント基板厚さ、従来の半分に」『日本経済新聞』、2003年7月2日、13頁。日立の事例は「最小IC0.3mm角」『日本経済新聞』、2003年7月29日、13頁。

19) 山田周平「息吹き返すかメモリー産業」『日本経済新聞』、2003年6月11日、13頁。

### 3. コンカレント・エンジニアリングによる原価低減

新製品開発にあたってのコンカレント・エンジニアリング手法の導入は、すなわち新製品開発にあたって、開発部門と関連する部門（製造技術部門、製造部門、販売部門等）・部品事業部・研究所・部品メーカー・ライバル企業等との同時並行的ないし共同・協調による開発は、開発上のシナジー効果を発揮して品質を改良し、開発期間を短縮し、顧客ニーズにより対応した設計になる等によって、収益の増大を図るのみならず原価の低減を図るうえでもメリットが大きいと考えられている。コンカレント・エンジニアリングによって原価低減の効果をあげるには、特に開発にかかわるメンバー間での情報共有、アイデア交換、会議、コミュニケーション等を通じてシナジー効果を発揮することが重要といえる。

#### (1) 関連する部門とのコンカレント・エンジニアリング

コンカレント・エンジニアリングでは、部門間の異なる職種のメンバーからなる開発チームのもとで、成員の相互作用によるブレイクスルー、効率化、そのためのチームのフラット化等を図ることは原価低減上重要といえる。設計担当者は新製品の設計段階で、関連する生産技術担当者・製造担当者と情報を共有し、意見を聞いて、その意見を反映するような形で製品設計作業を進めることにより開発期間が短縮でき、生産活動の準備が早期にでき、不良品を減らす設計や現場が製造しやすい製品設計等が可能になる。その結果、無駄な工数を排除することができ、生産準備段階や製造段階に入ってから設計変更や不良品の発生を未然に減らすことができ、製造原価の低減を図ることが可能になる。高品質の製品設計、直接材料費や加工費といった製造原価の低減を図るうえで、このようなコンカレント・エンジニアリングの効果は大きい。

例えば、製造工程担当者が設計担当者に対して、加工が困難な部分を一体成型し、溶接部分をなくして製造原価を低減するアイデアを提案し、設計担当者が努力・工夫してこの提案を取り入れた設計図を完成し、強度の向上と軽量化が実現したとする。この結果、品質は向上し、同時に工程の作業が簡素化し、製造原価低減が実現する。設計の早い段階から製造現場の意見を取り入れ、製品設計を協力して完成すれば、新製品の品質向上とともに生産がスムーズになり、製造原価低減の効果はいっそう大きなものになる。

顧客のニーズをよく知る営業担当者が新製品開発に参加する場合には、開発の初期段階から顧客のニーズをより反映した製品開発になり、コストアップ要因になる設計変更が減少し、マーケティング面での効果的な検討も早くからできるようになる。収益面での効果は高く、コスト低減にも結びつく。技術畑・開発部門の力が強く、営業部門・製造現場の意見を聞かない製品開発の場合には、斬新な新製品を生み出せるかもしれないが、顧客のニーズやマーケットが無視されやすく、設計現場の一方的な図面に従って生産されることになり、収益面での弊害のみならず製造原価低減にとっての弊害も生まれやすい。

#### (2) 部品メーカーとのコンカレント・エンジニアリング

コンカレント・エンジニアリングでは、社内の部門間のコンカレントな活動のみならず部品メー

カーまでも巻き込んで、社外の協力・系列部品メーカーと同時並行的ないし共同・協調して新製品を開発するケースがみられる。部品メーカーを巻き込んだの同時開発型（常駐ないし共同）製品開発方式を採用する完成品メーカーにとっては、製造原価を低減するうえで部品メーカーによる協調・協力体制は不可欠であり、機能的なチームに組むことも重要な意味をもつ。特に、多部品を使用する自動車完成品メーカーが、部品の品質・機能・性能、他の部品とかかわって達成される品質・機能・性能等を向上させながら新車を低コストで開発するには、部品メーカーとの同時開発ないし部品メーカーによる協調・協力は欠かせない。部品メーカーには、完成品メーカーがカバーできない部品技術・設計の提案や、原価低減についての提案が強く求められる。コンカレント・エンジニアリングによって、部品メーカーには大幅な設計変更に対応できるメリットが生まれ、他社に先行して部品を開発する機会が得られる。そして、完成品メーカーから事前に部品を大量受注すれば、部品メーカーは大きなコスト上のメリットを得ることになる。

ハイテク製品の場合<sup>20)</sup>、ハイテク製品の性能が日進月歩で向上するなか、完成品メーカーと部品メーカーとの間での部品仕様の変更が頻繁に発生している。完成品メーカーの発注量見通しの増減（30%程度の増減はあたりまえ）は部品メーカーにとっては部品のコスト高になる。部品メーカーが開発段階から完成品メーカーと共同して開発にあたれば、部品を事前により大量受注でき、需要予測がより正確になり、製造装置の進歩により不良品発生率も低下しており、部品コストは大幅に低下する。まとまった確実な発注を受けることができれば、部品メーカーには、部品の価格を下げてコストの回収が可能になり、値引き余地が生まれる。完成品メーカーの製品設計が完了した後では、部品メーカーは改善の余地や生産技術向上の余地、コスト低減する余地が小さくなる。そのため製品設計の早い段階から完成品メーカーとの同時開発に参画した方が有利といえる。これに対して完成品メーカーは、開発段階からの部品メーカーとの同時開発によって、部品メーカーの部品コストの把握が容易になり、また部品の大量発注と引き換えに値下げ要求がしやすくなり、部品の低コスト調達が可能になる。完成品メーカーにとってもコスト上のメリットが大きい。完成品メーカーにとっては、ハイテク製品の需要拡大のために新製品の性能向上と製造原価低減・価格抑制が不可欠であり、部品の低コスト調達が不可欠であるのが現状である。

### (3) ライバル企業とのコンカレント・エンジニアリング

ライバル企業とのコンカレント・エンジニアリングを通じて、新製品・新部品の製造原価の低減を図る事例がみられる。NTT ドコモと米インテルは<sup>21)</sup> ドコモのフォーマ向け携帯電話に使う高性能大規模集積回路（音声・データ通信、画像処理等複数の機能を1個で処理できる高性能新型LSI）を共同開発する。頭脳部品である半導体の共同開発を通じて製品（端末や通信機器）の性能を向上（小型・低消費電力化）させると同時に、製造原価（フォーマ端末の製造原価はムーバの最上位機種

20) 「開発から関与、コスト減」『日本経済新聞』、2003年7月11日、31頁。

21) 「ドコモ、インテルと半導体開発」『日本経済新聞』、2003年11月15日、1頁。

に比べ1万円以上高い)を大幅に低減させることを図る。すなわち、ライバル企業とのコンカレントな活動を通じて部品の高性能、低コスト化を実現させ、製品の低コスト、低価格によって普及を加速させ、世界標準の獲得を狙う。トップの強力なリーダーシップなしには、ライバル企業同士の開発のコンカレント体制は実現できない。

#### 4. 再資源化、環境を配慮した設計と原価低減

製品開発、技術開発といった開発現場が中心になり、リサイクルないしリユースによる原価低減ないし収益拡大が図られる。かつて、企業の経営活動は製品を開発してから消費者が使用するまでであり、使用済みの製品については企業の経営とは何ら関係がなかった。しかし、1990年代から使用済み製品の不法投棄防止や資源循環のために、メーカーには使用済み製品を再資源化する意識ないし責任が生まれてきた。現在では、廃製品の再資源化や環境を配慮した製品設計を行う企業が一般化ないし拡大している。再資源化や環境問題への対応といった経営視点は今やわが国1国の問題ではなく、地球規模での問題として企業経営に求められている。メーカーは環境負荷への責任を持つのみならず、使用済み製品の処理・再資源化にまで責任を持つ。生産の効率化、製造原価低減といった視点でこれまで進められてきた生産活動の中に、資源問題、環境問題への対応・配慮が求められている。そこで、環境問題、資源問題に対応した製品を開発すると同時に、リサイクル・リユースに関わる原価を低減する製品設計が開発上不可欠になる。

企業が環境負荷を低減し、再資源化を実現する一つの方法は、3つのR (Reduce, Reuse, Recycle)といった経営課題に積極的に取り組み、3Rを実現することである。もちろん、3Rを実現しても、赤字経営にならないように製造原価を常に低減していかなければならない。リデュースを通じての製造原価低減については、歩留まり向上、不良品の削減を目的とした原価管理・品質管理を通じて従来から製造現場で行われてきた。これに対し、リユース、リサイクルについての原価低減は、製品開発・設計、リサイクル技術を中心にして行われている。開発・設計面でのリユース、リサイクルによる原価低減は、解体しやすい製品構造・簡素な製品構造になるような製品設計、リユース可能な素材・部品開発、採用する製品設計、生産効率化のための技術開発等を通じて可能になる。

企業の環境対応が企業に対する評価に影響を与える。環境を配慮した設計に基づく製品を開発する企業・製品を消費者が評価する時代である。リユース、リサイクルに取り組み、製造原価の低減に成功し、収益をあげている企業が出現しつつある。

日本IBMは<sup>22)</sup> 製品の省エネルギー、リサイクルを容易にする設計や、設計段階での環境配慮に取り組む。その際、製品開発にあたっては環境負荷を小さくするような環境配慮型設計を指向するのみならず、製造原価を低減して経営体質を強化することも不可欠と考えている。そこで、パソコンが製造・販売され使用され回収され再利用されるまでの循環生産システムを確立し、製品のライ

22) 産業・環境研究会「設計に工夫、リサイクル費用を軽減」『日本経済新聞』、2003年9月4日、29頁。

フサイクル全体をみてリサイクルを念頭に、解体するのに人手や時間がかからない設計・デザイン等を工夫する。パソコンのねじの数等を削減して作業時間、処理時間を短縮し、労務費やリサイクルによる部品コスト、製造原価の低減を図る。

リコーは<sup>23)</sup> 複写機の開発にあたり、設計全体を見直してリユース部品を増加させ、プラスチック素材等のリサイクルを進める。すなわち、使用済み製品の部品・素材への再資源化を促進し、新規資源の投入を削減して資源保護・製造原価の低減を図る。複写機はリースが中心であるために、契約終了後に製品がリース会社やメーカーに戻り、使用済み素材・部品を安定して入手できる。そこで、新製品の設計にリユース、リサイクルの素材・部品を使うことが可能になる。ただし、原価低減の視点からは、リユースする部品についてはモジュール（複合）部品設計にし、解体時に容易に取り出せるように設計構造を工夫して、解体処理コストを低減することが有意義である。また、旧製品のモジュール部品をそのまま転用できる製品設計を考えたり、複数世代で（複合）部品をリユースできるように（複合）部品の耐久性を高めることも製造原価の低減を図るうえで不可欠といえる。同社は1998年に環境負荷を低減するため、トナーカートリッジの回収・再生を実現したが、新品の部品でカートリッジを作るよりも製造原価が高くついた。そこで、カートリッジの回収率を高め、基幹部品の再生技術を確立し、主要部品の長寿命化を図って、リユース率を高めた。その結果、新規投入部品が削減され、廃棄コストが削減された。新製品の製造原価は低減し、今ではトナーカートリッジの再生による製造原価は新品の部品で作るよりも低コストである。

再資源化・資源循環は、周知のように分解、分別、破碎処理等でコストがかさみ、家電、パソコン、自動車等で消費者が費用を負担するか、あるいはメーカーにコストを強いる。しかし、使い捨てカメラ、トナーカートリッジ等で見られるように、再資源化の法的義務がなく消費者が費用を負担しない場合であっても、環境対策に積極的に取り組むことによって再資源化を進め、企業の原価低減努力によって採算が取れる場合もある。広告効果の高い環境対応を公表して販売促進に生かすことは、収益性を高めるといった視点からは有意義といえる。

#### IV. 結 語

本稿では、日本企業の製造現場での製造原価低減（Ⅱ節）および開発現場での製造原価低減（Ⅲ節）について2003年を中心に考察してきた。日本企業の現場での製造原価低減が進めば、日本市場向けの製品は日本で生産した方がいい結果が生まれる可能性が出てくる。なぜなら、海外生産では天候や流行等の面で国内市場の変化に機敏に対応するのが難しく、国内の輸入品在庫が大幅に増加する可能性がある。また、中国等の低コストの海外拠点で生産しても、物流コストの面で採算が取

23) 「複写機部品の再生黒字に」『日本経済新聞』、2003年7月11日、13頁。「複写機部品再使用率リコー、10%に」『日本経済新聞』、2003年8月24日、7頁。

れない場合も生ずるからである。スズキのチョイノリの例に見られるように、付加価値が小さい低価格品であっても、設計の工夫によって組み立てが簡単にできる場合には、日本での低コスト生産が可能になり、日本での生産が有効になりうる。

製造・開発現場では、エンジニア・作業員の原価低減努力が強く求められている。そのためエンジニア・作業員の原価低減についての意識、理解が不可欠である。原価低減のためには、現場責任者への権限委譲やメンバーを集めてメンバー相互間での協力、社内での原価低減情報のオープン化、共有化も有意義といえる。全工場のラインの生産ノウハウ、歩留まり、製造・開発現場の原価改善等についての情報を社内でもオープン化し、各現場での生産手法、原価低減手法のノウハウを全社で共有し、全社・一丸となって原価低減の効果をあげていくことはきわめて重要である。原価低減を効果的に実施していくには、原価低減に対する最高経営責任者の強い意志・リーダーシップ・支援および関連する担当者に対する教育の実践が求められる。製造原価低減のために合理化投資が中心になっている現状ではあるが、設備投資の抑制が続くと景気回復後に供給能力が不足し、成長の制約要因になる恐れがある。

経済の成長が止まり、デフレ下、先行き不透明な時代になって海外生産やリストラ（事業の再構築）戦略を策定し、工場を閉鎖・集約して人員を削減し、変動費型（固定費を低減）の身軽な体質の企業を指向し、製造原価を低減する企業が増加している。このような戦略的な製造原価低減についての問題は今後の研究課題としたい。

日本企業の製造業の復権・成長には、原価低減だけでは限界がある。企業が収益性を高めて生存し発展していくには、原価低減だけではなく、創造的なアイデア、研究開発を通じて高付加価値・差別化したないし独創的な新製品、部品・素材をも開発・生産していかなければならない。そのためには日本企業の国内での生産の空洞化・開発の空洞化を避け、日本における製造・開発現場の力を強化していくことが不可欠である。しかるに今、日本の製造・開発現場に大きな問題が発生している。それは、製品の低コスト生産のため中国等での海外生産が増加して、技術者・技術が海外のライバル企業に流出し、日本企業の製造現場の国際競争力をコスト面から失いつつあるといった問題である。コストの比較計算から、海外の方が安いというコスト上の合理性といった理由から、最先端の製品でさえ海外生産すれば、やがて日本企業は競争優位を失うものと考えられる。そうならないためには、日本企業の日本での将来の成長といった視点から製造・開発現場の国際競争力を強化し、優位性を高めていかなければならない。

そこで現在、開発のみならず生産ノウハウも競争力の源泉と考え、最先端の製品開発と最先端の製品を製造する現場の技術とを保持する努力が、日本企業において実践されている。最先端の製品開発と製造技術とを機密保持し、ブラックボックス化するという戦略が実行されているのである<sup>24)</sup>。最先端の開発・製品技術、生産・工程技術を海外に移転しないないし売却しないで、国内の

24) 「復活日本の工場」『日本経済新聞』、2003年6月23日、1頁、9頁。



製造現場に残し国内の工場に閉じ込めるという戦略である。工場を秘密化し、工程の担当が違えば社員の立ち入りも禁止する。また、技術の秘密を保持するために先端技術の提携を拒否し、製造装置を独自設計したり、製法に関する特許は出願しない等といった戦略がとられている。

現場の重要な最先端の生産技術はブラックボックスとして日本工場に残して日本工場の国際競争力を強化し、日本企業の製造・開発現場の長期的な生存・発展を図る。日本の製造業によりやく秘密工場・製造のブラックボックス化といった成長のための明るい光が見え出し始めた。日本企業の製造・開発現場では、すでに上述してきた製造原価低減のみならず、最先端の開発・独自の製造技術・製造のブラックボックス化による世界シェア、高収益の獲得も日本企業として日本の将来の成長にとり重要な経営戦略として考えられる。

## Manufacturing Costs Reduction in Japanese Companies

Susumu ITO

### ABSTRACT

This paper examines the characteristics and methods of manufacturing costs reduction in Japanese companies in the year 2003. It deals with the cost reduction of research and development departments and production departments. In production departments, we try to reduce our manufacturing costs by Kaizen, bench marking, modular design, and so forth. In research and development departments, we try to reduce our manufacturing costs by developing and designing a new product, developing a new industrial technology, concurrent engineering, and so forth. In the year 2003, prices went down, but decrease in manufacturing costs caused the increase of gross margin.