

## 4 生産性向上と クリーナープロダクション（CP）の進展

## 4 生産性向上とクリーナープロダクション(CP)の進展

### 4.1 分析の枠組み

日本企業は、第二次大戦後めざましい生産性向上を達成したが、生産性向上に向けた取組の中には、結果として環境負荷低減にもつながり、生産性向上と環境負荷低減の両立を達成したものがある。

2度の石油危機以降急速に進展した省エネや、地下水揚水規制等を背景として進展した用水合理化等はその典型的な事例である。

そこで、本章では、省エネ（熱利用効率の向上等）、用水合理化（水使用原単位の低減、排水の再利用等）、歩留り向上（原材料投入原単位の低減、不良品発生率の低減等）が、排ガス・排水・廃棄物等の環境負荷低減につながった事例を収集し、それを踏まえて、日本の産業公害経験の過程で、生産性向上と環境負荷低減の両立がどのように達成されてきたかを示す。

まず、本調査における「生産性向上」と「クリーナープロダクション」の捉え方を示し（→4.1）、日本における生産性向上に係る取組の経緯（→4.2）と、クリーナープロダクションの展開（→4.3）を概観し、文献及びヒアリング調査により収集した事例を類型化して示す（→4.4）とともに、クリーナープロダクションの普及促進に有効に機能したと思われる情報伝達・人材育成・資金供給等のメカニズムを抽出する（→4.5）。

#### 4.1.1 本調査で言う生産性とは

生産性とは「投入量と産出量の比率」である。OECDは、生産性を「産出物を生産諸要素の1つの数量で割った値」と定義している<sup>1</sup>。

投入量及び産出量として下記のどれを用いるかにより、労働生産性、資本生産性、資源生産性等、各種生産性が定義される。

- ・投入量：労働、資本（土地・機械設備）、資源（燃料・水・原材料等）、等
- ・産出量：生産量、生産額、売上高、付加価値額、GDP、等

このうち、資源生産性の向上とは、すなわち燃料・水・原材料等のロスの削減であり、排ガス・排水・廃棄物等の環境負荷の低減に直結する可能性が高い。

資源生産性あるいはそれに類似した考え方は、

- 循環型社会形成推進基本計画（2003年3月閣議決定）における「物質フローの入口目標」：「資源生産性」<sup>※1</sup>
- 電気電子機器製造業等の先進的企業における環境経営指標：「環境効率」<sup>※2</sup>
- 「持続可能な開発のための世界事業会議」（WBCSD、旧BCSD）の提唱（1992年）による政策目標：「エコ効率」<sup>※3</sup>

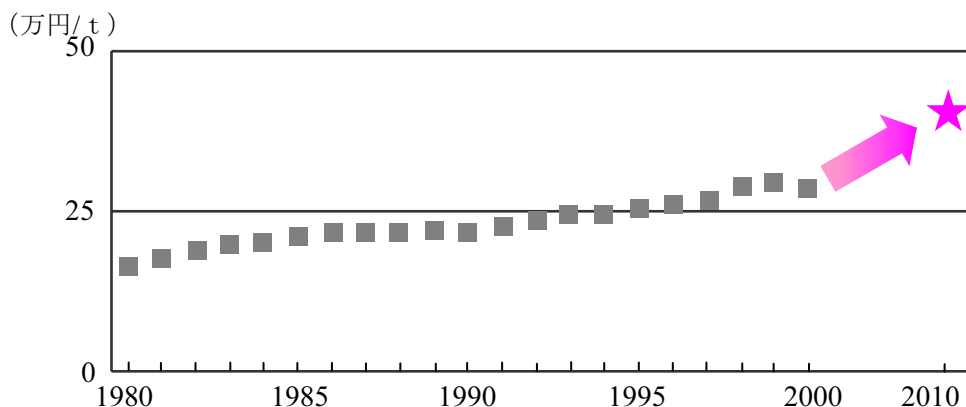
<sup>1</sup>生産性総合研究センター「生産性の定義」

生産性総合研究センターホームページ、<http://www.e-js.jp/productivity01/main.html>

4. 生産性向上とクリーナープロダクション (CP) の進展

のように、環境と経済の両立を示す目標像・指標として定義付けられ広まりつつある。一般的に「生産性」という場合、労働を投入量とした労働生産性を指すことが多いが、「資源生産性」は新しい用語であることから、本章では、一般的な「生産性」を用いる。

※1 「循環型社会形成推進基本計画」(2003年3月)では、物質フローの「入口」目標として、「資源生産性」(=GDP/天然資源等投入量)を2010年度に約39万円/t(1990年度の約21万円/tから概ね倍増、2000年度の約28万円/tから概ね4割向上)とすることを掲げている。



出典：環境省「循環型社会白書」2003年度版

図 4.1.1 資源生産性の推移

※2 大手電機メーカーA社では、下記定義による「環境効率」を、2000年比で、2004年に1.3倍、2010年に2倍(参考)とする目標を設定している。

$$\text{環境効率} = \text{売上高} / \text{CO}_2 \text{ 排出量}$$

但し、 $\text{CO}_2 \text{ 排出量} = \text{事業 CO}_2 \text{ 排出量} - \text{削減対策 CO}_2 \text{ 量} + \text{お客様使用時 CO}_2 \text{ 排出量}$

$$\text{環境効率} = \text{売上高} / \text{新規資源投入量}$$

但し、 $\text{新規資源投入量} = \text{総資源投入量} - \text{再生資源投入量}$

$$- \text{再利用資源投入量} - \text{再生可能自然資源投入量}$$

※3 WBCSD (BCSD、1993年)は企業のためのエコ効率基準として下記7種類を確認している。

- ・財とサービスの物質密度を極小化する。
- ・財とサービスのエネルギー密度を極小化する。
- ・有毒物質の拡散を極小化する。
- ・物質のリサイクル可能性を高める。
- ・再生可能資源の使用を極大化する。
- ・製品の耐久性を拡大する。
- ・財とサービスの密度を増大する。

### 4.1.2 クリーナープロダクション(CP)とは

クリーナープロダクション (以下「CP」とする) とは、生産工程で発生する環境負荷を制御する手法のうち、生産工程の変更や原材料または製品設計の変更等により環境負荷の発生自体を抑制する手法を指す。

環境負荷の原因物質が発生した後に処理設備で処理するエンド・オブ・パイプ (以下「EOP」とする) 手法に対し、環境負荷の発生原因にまで遡り、より発生源に近い箇所で問題の解消を図るものである<sup>2</sup>。

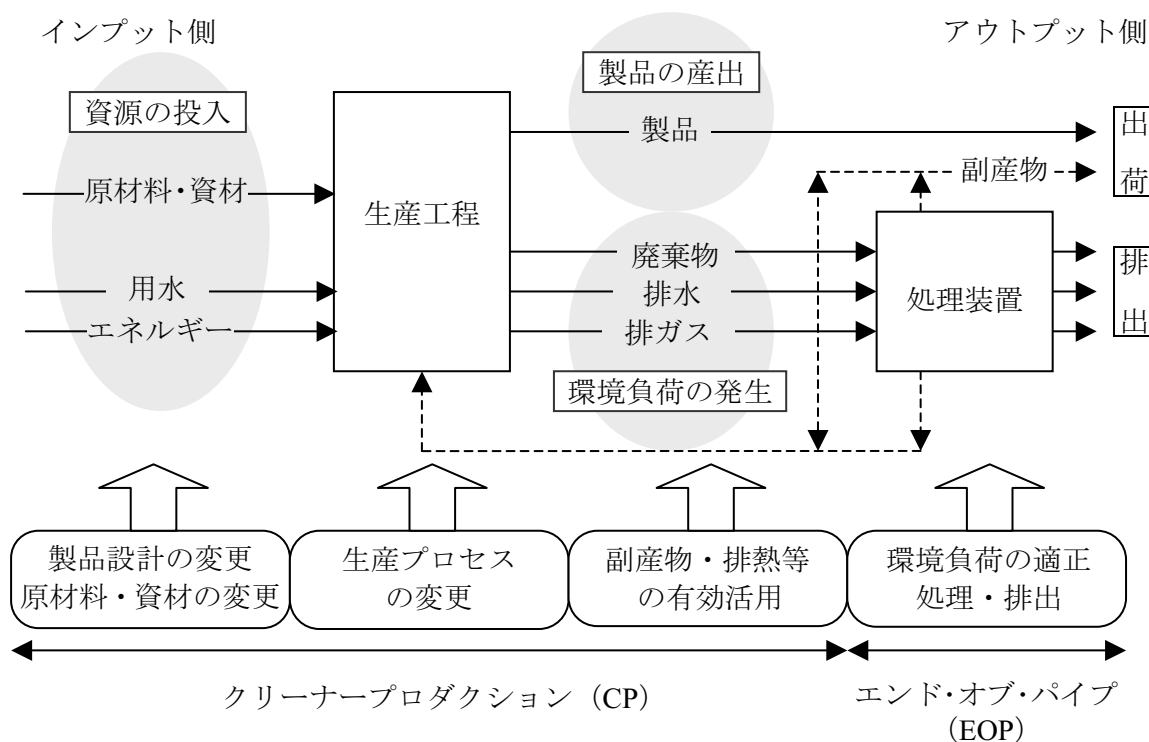


図 4.1.2 クリーナープロダクションの概念

一般に、CPは、EOPと比べ、経済的負担が比較的軽い（多額の設備投資を伴わずソフト的な手法で実施できる場合がある）、あるいは資源生産性の向上によるメリットが得られる（環境負荷の排出削減と併せて資源投入の削減も達成できる場合がある）など、企業にとって、導入に向けた障害が比較的小さい方法である。

一方、CPは、EOPと比べ、会社ごとの個別性が大きい（他社の成功事例やプラントメーカーの設備等をそのまま適用することはできない）、関係者が多岐に渡る（設計・調達・生産技術・製造等の部門横断的な検討が必要）ため、この意味では、導入に向けた課題が多い方法である。

<sup>2</sup> UNEPによる定義のように、広義には、製品の使用・廃棄段階での環境負荷の低減まで含めてCPとする場合もあるが、ここでは生産工程で発生する環境負荷の低減に係る取組のみを対象とする。

## 4.2 日本の製造業における生産性向上の経緯

### 4.2.1 TFPの変化とその要因

全要素生産性 (TFP : Total Factor Productivity) とは、生産構造全体としての効率性を表す指標である。全投入の集計量Xに対する生産量Yの比率 (TFP=Y/X) として定義され、生産全体の伸びから労働投入と資本ストックの増加による寄与分を除いた残差として、下式で算出される。

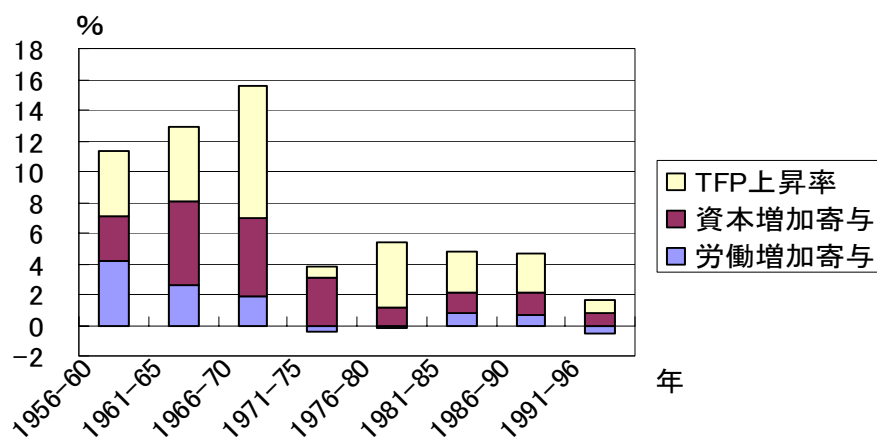
TFP 上昇率 = 実質付加価値増加率 - 投入量指数増加率

ここで、投入量指数増加率 = 労働費用/総費用 × 就業者増加率  
+ 資本費用/総費用 × 資本増加率

TFP上昇の要因として、技術の進歩、経営効率の改善、労働者の熟練、規模の経済の実現等があり、主に、長期的には技術体系と生産組織の進歩を、短期的には固定設備の操業率や労働者の技能水準の上昇を反映するとされる<sup>3</sup>。

日本の製造業の経済成長率を労働増加、資本増加、TFP上昇率の3要因に分解し、1956年以降の推移をみると、1960年代までは労働及び資本の増加が大きく寄与しているが、1971～75年以降それらは大きく減少し、1976～1980年以降における製造業の経済成長の過半は、TFP上昇によって生み出されている。

資源生産性の向上 (省エネ、用水合理化、歩留り向上等) もTFP上昇の一要因であり、特に1976～1985年のTFP上昇には、石油危機後急速に進んだ省エネをはじめ、資源生産性の向上が大きく寄与している。



出典：財団法人社会経済生産本部 『生産性の産業別比較』1998年より作成

図 4.2.1 製造業の成長会計分析

こうした生産性向上は、以下の3点で環境負荷低減に貢献したものと考えられる。

- ・資源生産性の向上により環境負荷 (=生産工程の物質・エネルギーロス) が低減

<sup>3</sup> 内閣府国民生活局 用語解説 <http://www5.cao.go.jp/seikatsu/koukyou/explain/ex21.html>

## 4. 生産性向上とクリーンプロダクション (CP) の進展

される。

- ・生産性向上のためのデータ収集や設備点検、工程・作業分析の過程で、環境負荷の原因となっていたロスが把握される。
- ・生産性向上により、公害防止に係る設備投資・経費の確保が可能となる。

## 4.2.2 日本における生産性向上の歴史的経緯

第2次大戦以降を7つの時期に区分し、生産性向上の傾向とその背景を下表に示す。

表 4.2.1 日本における生産性向上の歴史的経緯

戦後復興期 1945～54	<ul style="list-style-type: none"> <li>・限られた資源を石炭産業と鉄鋼業に集中投入（傾斜生産方式）</li> <li>→石炭の効率的利用が重要課題→熱管理法制定（省エネ法の前身）</li> <li>・朝鮮戦争特需</li> <li>→生産能力増強（産出増加のための生産性向上）が課題</li> <li>・日本科学技術連盟によるQCセミナー、日本工業規格（JIS）制定</li> <li>→統計的品質管理（SQC）がJISマーク表示認定要件とされ順次普及</li> </ul>
高度成長前期 1955～64	<ul style="list-style-type: none"> <li>・朝鮮戦争特需後の外貨獲得、輸出競争力強化が課題</li> <li>→日本生産性本部を設立し労使協調による生産性運動開始</li> <li>・日本科学技術連盟が職場小集団による改善活動を提唱</li> <li>→QCサークル、ZD運動、JK活動等の活動開始（本格普及は後期）</li> <li>・神武景気、岩戸景気、全国総合開発計画</li> <li>→民間設備投資が活発化、工場新規立地等の生産規模拡大投資増加</li> </ul>
高度成長後期 1965～72	<ul style="list-style-type: none"> <li>・65年不況克服過程で対米輸出本格化、以後、貿易収支黒字基調</li> <li>→輸出を前提とした規模の経済追求、巨大プラントの建設増加</li> <li>・完全雇用達成、以後、労働力不足への対応が課題に</li> <li>→ライン延長、設備自動化等、労働を資本で代替する省力化投資増加</li> <li>・いざなぎ景気、耐久消費財の生産急増（モータリゼーション等）</li> <li>→生産管理手法の体系化（全社的品質管理（TQC）、トヨタ生産方式等）</li> <li>・4大公害病等の公害被害が社会問題化、公害ダンピングとの非難</li> <li>→根本的な公害対策としてCP的手法が提唱されるがEOP手法が主流に</li> </ul>
第1次石油危機後 1973～78	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原油価格が約4倍に高騰</li> <li>→省エネ等、投入削減のための生産性向上が課題</li> <li>・インフレ抑制策による景気低迷</li> <li>→大型設備投資を伴わない合理化（減量経営）、トヨタ生産方式に注目</li> </ul>
第2次石油危機後 1979～85	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原油価格再高騰、高価格を織り込んだ生産体制の必要性の認識進む</li> <li>→石油危機で得たノウハウを設備にビルトイン、省エネ設備投資増加</li> <li>・NC工作機等の導入進み、生産設備ストック増加</li> <li>→設備の保守・改善等、既存設備を活用した生産性向上が課題に</li> </ul>
バブル経済期 1986～90	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プラザ合意後の円高で輸入原燃料価格下落、公害対策設備投資も一巡</li> <li>→省エネ、公害対策に向けた研究開発・設備投資減少</li> <li>・日米通商摩擦、円高、多品種少量生産化、等</li> <li>→輸出産業では多品種少量生産と原価低減の両立が大きな課題</li> <li>・経済のサービス化（第3次産業シフト）進展、製造現場では求人難</li> <li>→全自動・集約的機械体系の開発等、生産技術重視の生産性向上</li> </ul>
バブル崩壊後 1991～	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国内需要の停滞、アジア諸国との競争により原価低減圧力が強まる</li> <li>→労働・資本・原材料等、全般的な投入削減のための生産性向上が課題</li> <li>・埋立処分場の逼迫、処分基準の強化に伴い廃棄物処分費が高騰</li> <li>→廃棄物発生抑制に向けた歩留り向上対策、ゼロエミッション活動</li> <li>・環境マネジメントシステム（ISO14001等）、グリーン調達の普及</li> <li>→コスト・品質・納期に加え、環境による企業選別が強化</li> </ul>

出典：三井逸友『MINERVA現代経済学叢書26 日本の生産システムの評価と展望』ミネルヴァ書房、1999  
矢部洋三他『新訂現代日本経済史年表』日本経済評論社、2001 をもとに作成

### a 生産性向上前史(～1945年)

日本には、非鉄金属・石炭等の鉱山があるが、江戸時代以前の主要輸出品であった貴金属類は早期に枯渇し、他の非鉄金属も質・量ともに限られ、工業生産の拡大に伴い輸入資源への依存度を増した。また石炭も、明治時代から第2次大戦復興期までの工業生産を支えたが、本格的な経済高度成長を迎える以前に急速に石油への代替が進んだ。そのため、経済高度成長期及びそれ以降の生産性向上は主要天然資源の大部分を輸入に依存した中で進展した。

こうした、重化学工業の基盤となる石油・鉄鉱石等の天然資源に乏しく、国際的な市況及び社会経済状況の変化に大きく影響を受けざるを得ない点が、日本における生産性向上を特徴付ける大きな要因の一つとなっている。

なお、第2次大戦後に進展した生産性向上(次節で整理)と直接のつながりはないが、江戸時代や第2次大戦中等、海外からの資源供給がないまたは乏しい時代を経験していることが、少ない資源を有効に活用する習慣・ノウハウ・システムの形成につながり、結果的に資源生産性向上に向けたキャパシティビルディングの意味を持ったのではないかと考えられる。

江戸時代には、鎖国体制のもと、第1次産品、畜産糞尿・し尿、紙・繊維、金属製品等を循環的に利用する仕組みがあり、例えば薪・炭を燃やした灰を買い集め、農業や製造業(日本酒・和紙・繊維・染色・陶磁器等)の原材料として販売する問屋(灰屋)が事業として成立していた<sup>4</sup>。

第2次大戦中には、石油・鉱石・くず鉄・機械・食料等の供給を遮断された中、物資増産を図るために工場診断・技術指導等を行う組織が設立された。終戦後、これらが母体となって(社)日本能率協会や(財)日本科学技術連盟が発足し、GHQの指導・援助を受けつつ生産性向上・品質向上・工業標準化等の普及に寄与することとなった。

戦後復興期から経済高度成長期にかけての時期には、江戸時代に原形を持つ資源循環システム(古紙・金属屑・空瓶の回収システム等)や、第2次大戦前後の食料・物資不足を経験した経営者・技術者が多く残っており、これらが資源生産性向上の素地となった<sup>5</sup>。

### b 戦後復興期(1945～1954年頃)

#### b.1 傾斜生産方式

終戦直後における日本の工業生産は戦前ピーク時(1934～1936年平均)の1/10以下のレベルに落ち込んでおり、食料や生活必需物資の大幅な供給不足、戦時公債等による過剰な通貨供給から、急激なインフレーションに見舞われていた。

終戦直後、復員軍人760万人、外地からの引き上げ者150万人、軍需産業停止に伴う離職者400万人が存在し、500万人近くが農業に吸収されたものの、なお雇用確保が深刻な問題となっていた。また、消費財の生産設備は戦前の20～30%程度しか残っていなかったが、逆に重化学工業分野では、戦時中に消費財産業から設備移転されたため、旧式ながら戦前の180%の設備能力を持っていた。一方、対外貿易は戦時中から引き続

<sup>4</sup> 牧野昇・大石慎三郎・吉田豊「ニッポン型環境保全の源流」『現代農業』9月増刊号, 1991, pp.66-70

<sup>5</sup> 今回実施した事業者ヒアリングでも「公害規制強化以前から、原燃料価格の動きと関係なく、『モノを無駄にしない』という創業者社長の方針で実施していたことが、結果的に公害対策にもなっていた」という事例が複数企業(食料品加工、繊維・染色)から挙げられた。

き封鎖状態にあり、1946年の輸出入はともに戦前の1/10以下で、戦時中の軍需向け原燃料ストックも1947年3月頃には尽きると見られていた<sup>6</sup>。

したがって、投入側の諸要素（労働・設備・原燃料等）のうち最も不足していたのは原燃料であり、限られた原燃料の有効活用による早急な生産力回復、特に国内炭の増産が至上命題であった。そのため、経済安定本部（1946～1952年）は、輸入原燃料（重油・瀝青炭・コークス等）を鉄鋼業と石炭産業に集中的に投入し、産出された石炭を鉄鋼業へ、鉄鋼を石炭開発に再投入する「傾斜生産方式」（1947～1948年）をとり、鉄鋼・石炭の大幅増産を達成し、順次他産業への波及を図った。

この時期、貴重な石炭の有効活用を図るため、熱管理規則（1947年）、熱管理法（1951年）が制定され、熱管理士制度が導入された。これが現在の省エネ法（1979年）の原型となり、省エネのみならず、工程ごとのインプット・アウトプットデータの把握を習慣付け、その後の資源生産性向上の基礎となった<sup>7</sup>。

## b.2 緊縮財政

1947～8年、中国内戦で共産党の優位が強まったことを受け、GHQの日本占領政策は民主化・非武装化から経済自立促進へとシフトし、1949年には対日賠償請求案が大幅緩和されるとともに、1ドル=360円の単一為替レート設定、各種補助金の削減、国民生活切詰めによる輸出増加等、緊縮財政を基本とする一連の政策（ドッジライン）が講じられた。そのため、終戦後、預金封鎖・新円切替え前後（1946年）の時期を除いて続いてきたインフレが収束した半面、倒産・失業が再び増加した。

こうした状況を背景として、収益確保、競争力強化のため原価低減・品質向上の必要性が高まり、生産性向上に向けた取組が活発化した。

この時期、トヨタ自動車も労働争議・過剰在庫により倒産の危機に瀕し、この経験から得た教訓が、後年、サプライプッシュ方式からデマンドプル方式へ（「作りすぎのムダが最大のムダ」）、工程内品質管理（「後工程はお客様」、「品質は工程で造り込む」）といった考え方につながり、トヨタ生産方式の端緒となった。

## b.3 朝鮮戦争による戦時特需発生・民間消費拡大

1950年、朝鮮戦争勃発により戦時特需が発生し、鉄鋼業・繊維産業を中心に輸出が増大した。また、戦時特需の効果は中小企業を含め幅広く及んだため、国民の生活レベルが向上し、被服や家具・什器等に対する民間消費が増えた。そのため、朝鮮戦争が北緯38度線で膠着状態となり戦時特需が減少した1951年以降も、国内消費により好況が続いた。

この間、豊富な外貨収入により原材料輸入の拡大が可能となり、また民間企業の設備投資・新技術導入が活発化した。これにより、従来生産要素のうちネックとなっていた設備と原燃料の投入量が増えたが、業種によってはさらに上回る需要拡大があり、「作れば売れる」状態が続いたため、産出を拡大する方向での生産性向上が進んだ。

## b.4 統計的品質管理(SQC)の導入

戦災復興期から高度成長期前期にかけて、インダストリアルエンジニアリング (IE)、オペレーションズリサーチ (OR) 等、様々な生産管理・生産性向上手法がアメリカか

<sup>6</sup> 竹内宏『ちくまライブラリー16 昭和経済史』1988, pp.104-110

<sup>7</sup> 相馬喜代太郎「熱管理20年の歩みと今後の動向」『プラントエンジニア』1971年9月



ら導入されたが、最も早く本格的な導入・普及が進んだのが統計的品質管理（SQC：statistical quality control）である。

SQCは、大量生産の工業製品を対象とし、統計的手法を活用して品質のばらつきを把握し抑える手法で、第2次大戦中、高品質・安価な軍需品を大量生産するためにアメリカの戦時工業規格に適用され広まった。

日本への本格導入は、1946年、日本の電話事情の悪さに音を上げたGHQが通信機メーカーにQCの採用を勧めたがきっかけとされる。その後、1949年に工業標準化法に基づき日本工業規格（JIS）が制定され、翌年JISマーク表示制度がスタートすると、SQCに基づく品質保障の実施状況が審査対象とされたことから次第に普及した。

この課程で日本科学技術連盟（日科技連、1946年発足）は、1950年にW.E.デミング博士、1954年にJ.M.ジュラン博士を招聘し、経営者等を対象とするセミナーを開催、1950年より雑誌「品質管理」を発行、1951年にはデミング賞（優れた研究・普及業績に対して送られる本賞、顕著な業績向上を達成した企業に送られる実施賞等）を創設するなど、日本におけるQCの普及に大きな役割を果たした。

### c 高度経済成長期前期(1955～1964年頃)

この時期、神武景気（1956～1957年）、岩戸景気（1959～1961年）により、日本は本格的な高度成長過程に入った。いずれも旺盛な民間設備投資が牽引力となり、1960年代に入ると、貿易自由化、国民所得倍增計画（1960年）、全国総合開発計画（1961年）等が刺激となり、新規工場立地、規模の経済を追求した生産規模拡大投資が増加した。

この時期、生産性向上については以下のような動きがあった。

#### c.1 日本生産性本部設立

1953年、朝鮮戦争の休戦協定成立により戦時特需がなくなり、貿易収支は再び赤字に転落したため、特需に依存しない輸出振興が課題となっていた。輸出競争力獲得のためには品質及び生産性の向上が大きな課題となっていた。

このような中で、アメリカ政府から生産性向上のための技術援助申し入れがあり、これを契機に、「政府・経営者・労働者の参画による国民運動的な」生産性向上を推進する機関の設立が決定された。

当時最大の労働組合であった総評は生産性運動への参加を拒否していたが、生産性運動3原則（①雇用の維持・拡大、②労使の協力と協議、③成果の公正分配）に賛同して参加を決定し、1955年、日本生産性本部が民間団体として設立された。

こうした労使の協調に重点を置き、設立当初から労働組合が参画していた点が、日本における生産性運動の大きな特徴となっている<sup>8</sup>。

また、この時期には、「現場監督者のための品質管理講座」（1956年、日本短波放送）、「新しい経営とQC」（1957年、日本放送協会）、「QC及び標準化」（1959年、日本放送協会）等、QCはマスメディアによっても浸透していった<sup>9</sup>。

<sup>8</sup> (財)関西生産性本部 『生産性運動の昨日・今日・明日』2001, pp4-5及びpp.46-49

<sup>9</sup> NHK取材班他 『日本解剖2 経済大国の源泉』1987, p71

### c.2 小集団活動(QCサークル、ZD運動、JK活動)の端緒

1962年、日科技連が雑誌「現場とQC」を発行し、同誌を通して、下記3点を目的とする現場小集団活動(QCサークル)の結成を呼びかけた。

- ①現場の第一線監督者のリーダーシップ・管理能力を高める
- ②作業員まで含む全員参加で改善意識・モラルの向上を図る
- ③全社的な品質管理の一環として職場での管理定着の核として活動する

QCサークル活動を活発化させるため、日科技連内に設けられたQCサークル本部では、地域ごとに支部組織を組織化し、支部、地区組織ごとに行事を開催するほか、QCサークル活動の相互交流(QCサークル全国大会開催)、優秀な活動に対する表彰(QCサークル本部賞授与)等を行い、普及を図った。

また、個別企業では、QCサークル活動や自主的な勉強会に対する時間外手当や教育助成金の支給、社内でのQCサークル大会の開催、模範となる活動の表彰等により、小集団活動を支援した。

### c.3 海外視察の増加

1950年代後半、下表のような各種生産管理手法に関する訪米視察団派遣が急増した。

表 4.2.2 1950年代後半の生産管理手法に係る海外視察例

分野	活動
IE	3S専門家視察団(1956)、IEトレーニング視察団(1959)
OR	OR調査団(1959)
品質管理	品質管理調査団(1958)
その他	コスト管理調査団(1955)、Transportation視察団(1956) マーケティング調査団(1956)、オフィス管理調査団(1956) 人間関係調査団(1956)、産業訓練調査団(1957) 労使関係調査団(1957)、包装技術調査団(1958)

出典：Asian Productivity Organization, *New Paradigm of Productivity Movement*, 1989, pp8-9より作成

### d 高度経済成長期後期(1965～1972年頃)

1960年代半ばの不況期をはさみ、1960年代後半には再び大型景気(いざなぎ景気)を迎え、さらに高度成長が続いた。

この時期、労働力不足が問題となる一方、黒字基調の貿易収支等を背景として輸入原燃料の調達と比較的容易となり、生産性向上のうち資源生産性向上の占める位置付けは相対的に低下した。

#### d.1 大規模プラント建設による規模の経済追求

過剰生産による1965年の不況(なべ底不況・証券恐慌)からの脱出過程で対米輸出がビルトインされ、海外市場への輸出を前提とした規模の経済追求が図られた。また、1965年にはほぼ完全雇用を達成し、戦後はじめて労働力不足への対応が必要となった。

そのため、この時期の生産性向上は、労働投入を抑えつつ産出を拡大することに重点が置かれ、ベルトコンベアの延長、設備の巨大化・省力化が図られ、世界でも最大規模の巨大プラントが續々建設された。ただし、右肩上がりの需要増を見込んだ設備投資のため、設置当初は稼働率が低く、その引き上げが課題とされていた。

#### d.2 小集団活動の普及、生産管理手法の体系化

1960年代半ば以降、QCサークルをはじめ、ゼロディフェクト (ZD) 運動、自主管理 (JK) 活動等、同様の機能を持つ職場少数団活動の普及が本格化した。

また、SQCをベースとし、上記のような小集団活動を組み込み、工場にとどまらず全社的な展開を図る全社的品質管理 (TQC、TQM) やトヨタ生産方式等、生産性向上に係る手法の体系化が進んだ。

#### d.3 QWL 運動、はたらきがい、フレキシビリティ

1960年代後半以降、わずかずつながら離職者が増加し、工場現場労働生活の総合的な人間性の回復を目指す運動が生じQWL(quality of working life)運動と呼ばれた。

こうした動きを反映し、上記のような大規模プラントとは全く反対に、近年になって電気・電子機器等の工場で多く見られるようになった、モジュール生産・セル生産、ベルトコンベア排除、フリーフローライン、小集団モジュール生産等、フレキシビリティ重視へのシフトの試みが見られるが、主流とはならなかった。

#### e 第1次石油危機後(1973~1978年頃)

1973年の第1次石油危機による原油価格高騰と、その後のインフレ抑制策の影響により景気は急減速した。そのため、1974年のGDPは戦後初のマイナス成長となり、マイナス成長からの回復後も低成長の時代が続いた。

原油価格等の高騰により再び資源生産性の向上が重要かつ喫緊の課題となったため、この時期に検討・実施された生産性向上の中には、省エネ・用水合理化をはじめ、CPに該当するものが多く見られる。

##### e.1 原油価格高騰への対応としての省エネ

原油価格高騰に対応し、産業部門における省エネが急速に進展した。

ただし、この段階では、原油価格上昇は一時的な現象との見方が強く、また早急な対応が必要とされたため、大規模な設備投資を伴わない合理化 (燃焼改善や断熱化等) が工夫された。

##### e.2 マイナス成長、低成長への対応

第1次石油危機を契機として高度成長から安定成長へと移行し、画期的な新規商品を除いて右肩上がりの市場拡大は見込みにくくなったため、生産性向上の目的は産出の増大から投入資源の抑制 (同じ産出をいかに少ない投入で生産するか) へと移行した。

こうした社会経済状況を背景として、「売れる分だけつくる」減量経営、特にトヨタ生産方式に注目が集まった。

### e.3 公害対策投資・費用の増加への対応

1970年の公害国会以降、産業公害に対する規制が順次強化され、景気低迷により設備投資総額が縮小する中、排煙脱硫装置をはじめとする公害対策設備投資は急増し、1975年にピークを迎えた。

こうした、主にEOPによる公害対策設備投資及び経費の負担が大きくなるとともに、その負担削減のため、環境負荷物質の発生を予め抑えようとする動機が強まり、CP的な取組（「クローズドシステム」等）の検討が広まった。

### e.4 産業構造の転換

原油価格高騰により、原油の海外依存度がとりわけ高い日本の製造業の国際競争力は低下し、特にエネルギー多消費型の素材産業は基幹産業としては存立し得ない状況となった。

こうした動きと並行して、国内総生産に占める第3次産業の比率が上昇し、このことが結果的に日本全体としての資源生産性向上につながった。

## f 第2次石油危機後(1979~1985年頃)

### f.1 省エネ設備投資の増加

第2次石油ショックを受けて、原油価格高騰は一時的な現象ではなく高価格の条件の下でも利益を挙げられる体制づくりが必要との認識が広まり、第1次石油ショック後の技術開発成果等を活用した設備投資等の恒久的な対策が講じられた。

### f.2 生産設備ストックの保守・改善

1970年代後半にNC工作機の導入が進み相当の能力の生産設備ストックが蓄積されてきたこと、また今後は右肩上がりの成長は見込めず新規設備投資のリスクが大きいため、既存設備を活用した生産性向上を図るケースが多く、設備の保守・改善が大きな課題となった。

こうしたニーズを受けて、TPM（Total Productive Maintenance）の普及が進んだ。

## g バブル経済期(1986~1990年頃)

省エネ法に基づくエネルギー管理員制度導入等の体制整備が進んだが、第2次石油ショック後の原油価格高騰が一段落し、次第に安定・低下するとともに、省エネに向けた動機付けが薄れ、取組は停滞した。

さらに、1985年のプラザ合意以降の急速な円高により輸入資源の価格が下落し、石油のみならず資源生産性の向上全般に対する動機付けも後退した。

円高に伴い、輸出産業では生産性向上・原価低減の必要に迫られたが、上記の要因から原燃料費は比較的安く抑えられていたため、生産性の向上は優先的な課題とはみなされなかった。

## h バブル崩壊後(1991年頃以降)

バブル崩壊後の経済低迷、アジアからの製品輸入増加や組立加工製品メーカー工場の海外移転等を背景として、さらなる原価低減要請が強まり、原燃料の使用状況についても見直しが進んだ。

4. 生産性向上とクリーンプロダクション (CP) の進展

特に、廃棄物の最終処分場の逼迫等を背景として、従来は大気・水質汚染と比べて対応が遅れていた廃棄物の適正処理及び循環的利用に係る規制が大幅に拡充された。

その際、個別部門・工程ごとの生産性向上の余地は残り少なく、個別改善の積み重ねが必ずしも全体最適にはつながりにくい状況にあったこと、また1990年代後半に、ISO14001をはじめとする環境マネジメントシステムが急速に普及し、企画・設計－原料調達－生産技術－生産管理－公害・環境対策等の部門間連携が進んだこと等の要因が、CP関連の取組促進につながったものと考えられる。

4.2.3 生産性向上手法の体系化

戦後復興期から高度成長前期にかけて、統計的品質管理 (SQC)、インダストリアルエンジニアリング (IE)、オペレーションズリサーチ (OR)、予防保全 (PM) 等の生産管理法が導入され、特徴的な就業形態 (終身雇用等) や取引形態 (系列取引等) を織り込みつつ、日本独自の展開を見せた。代表的なものとして下記が挙げられる。

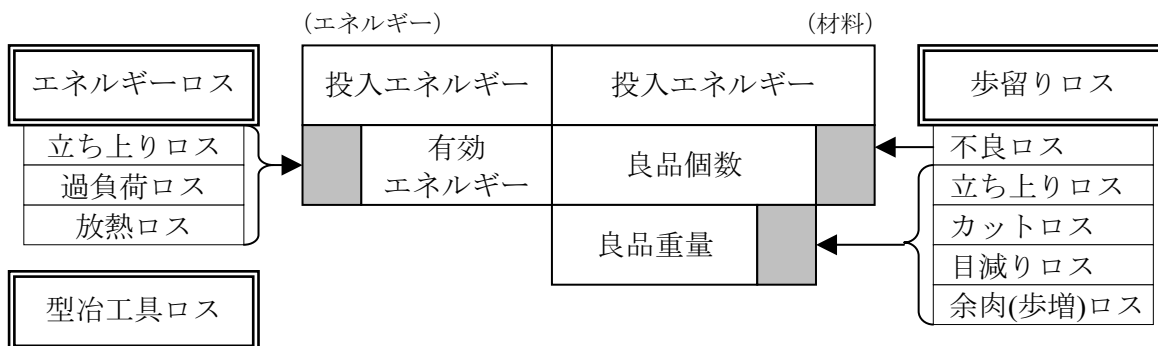
- ・ TQC (Total Quality Control) またはTQM (Total Quality Management)
- ・ トヨタ生産方式 (JIT : Just In Time) またはリーン生産方式
- ・ TPM (Total Productive Maintenance)

これらに共通して見られる特徴として下記がある。

- a. 徹底したロスの削減を目指し、まずロスを顕在化させることを重要視する
- b. 生産工程に限らずより上流 (企画・設計・調達等) を含めた問題解決を志向する
- c. 現場小集団による改善活動等、ボトムアップの仕組みを組み込んでいる

これら生産性向上手法は、CPを意図したものではないが、上記 a～c (特に a と b) はCPと共通する考え方である。また、削減すべきロスの一環として「エネルギーロス」や「歩留りロス」を捉えており、実際に環境負荷低減効果を挙げている事例がある。

原燃料が高価格または調達困難な時代 (戦後復興期や第1次・第2次石油危機後等)、国内市場の縮小・デフレ傾向により過剰在庫に苦しんだ時代の経験を踏まえ、UNEPによるCPの提唱 (1989年) 以前から、実質的にCPに当たる取組が進められていた。



出典：(社) 日本プラントメンテナンス協会 Total Productive Maintenance

図 4.2.2 TPMにおける「原単位効率化阻害の3大ロス」の捉え方

**a. TQC(全社品質管理)**

TQCは、製品過程、経営体の機能部門、組織の階層構造、の3つの軸をもって製造現場から全社的に展開されたが、それらの展開方向を示すと、以下のようになる。

表 4.2.3 TQCの全社展開の構造

TQCの展開軸	起源	展開方向
製品過程	製品製造	開発、調達、販売
経営体の機能部門	製品の品質管理	人事・財務等の経営管理、原価・進捗・設備等の生産管理
組織の階層構造	職場の第一線	中間管理職、経営トップを含む全員参加

出典：熊谷智徳 「日本の工業経営の発展と将来」 『現在社会と生産技術』1992 p.335より作成

TQMの発展に関しては、日科技連がデミング賞<sup>10</sup>を設けて、TQMやその統計的手法等の研究・普及に優れた業績のあった者（デミング本賞）、TQMを実施して顕著な業績の向上が認められる企業（デミング実施賞）を表彰してきた。1951年の賞の創設から2000年までに約170社がデミング実施賞を受賞しており、受賞企業の受賞報告講演要旨によると、TQMの展開によって次のような効果が報告されている。

表 4.2.4 デミング賞による有形効果

有形効果		年代 企業数	1950	1960	1970	1980	1990	計
			34	16	34	54	39	178
経営面	成長性		1	9	21	46	30	107
	収益性		5	7	15	37	25	89
	生産性		1	5	25	20	19	70
	安全性				4	5	1	10
経営要素面	品質	工程不良・工程管理	22	6	15	19	18	80
		完成品検査	11	1	2	13	8	35
		ユーザー・デメリット低減	8	9	26	42	26	111
		ユーザー・メリット増加		3	6	16	16	41
		市場競争		1	12	17	9	39
	コスト	原価低減	10	5	8	21	14	58
		合理化		4	4	3	7	18
	量・納期	生産性	4	2	5	14	6	31
		在庫	3	2	7	4	8	24
		納期		3	5	17	12	37
	安全	安全・環境	1		6	14	5	26
	人材	人材育成		2	14	40	28	84
	社会	社会貢献					1	1
部門活動面	開発力			6	18	35	24	83
	営業力			1	1	7	2	11
	情報化						3	3
総合	自己評価点					8	8	

出典：日科技連 「Deming Prize 50」2000 p29より作成

<sup>10</sup> デミング賞は、戦後の日本に統計的品質管理を普及し、日本製品の品質を世界最高水準に押し上げた大きな礎となったW・E・デミング博士の業績を記念して1951年に創設されたTQMに関する世界最高ランクの賞である。（デミング賞委員会 デミング賞のしおり2003による）

表 4.2.5 デミング賞による無形効果

無形効果		年次	1950	1960	1970	1980	1990	計
		企業数	34	16	35	54	39	178
経営面	1 体質改善の促進			3	12	39	15	69
	2 経営ビジョンの確立					10	15	25
	3 経営方針の明確化と徹底		6	10	16	33	16	81
	4 全社的協力体制の確立		3	11	27	48	20	109
	5 責任・権限の明確化		4	2	6	12	7	31
	6 部門間連携の円滑化		1	5	22	37	15	80
	7 グループワイドQMの充実			2	3	11	2	18
品質保証面	1 品質保証体制の確立		1	3	10	16	13	43
	2 顧客・社内情報伝達の円滑化		3	2	12	19	8	44
	3 相手の立場・後工程の意見尊重		3	1	7	24	13	48
	4 顧客の信用の向上			1	4	10	5	20
	5 品質リーダーシップ			2	5	9	1	17
	6 技術の蓄積と向上		3	1	3	10	4	21
姿勢・手法面	1 QCの考え方・手法の普及		16	6	21	18	14	75
	2 標準化の促進		9	4	5	4	1	23
	3 データの大切さの理解		2	2	15	14	2	35
	4 結果主義からプロセス主義へ			3	15	20	10	48
人間的側面	1 品質意識の向上		5	8	20	37	14	83
	2 原価意識の向上			5	7	8	7	27
	3 問題意識・改善意識の向上		2	2	15	27	17	63
	4 問題解決能力の向上		2	2	15	29	15	63
	5 自主管理能力の向上			4	17	20	10	51
	6 モラルの向上			4	18	12	14	48
	7 人材の育成			1	8	11	9	29
社会貢献	1 顧客・社会への責任と貢献			1	1	5	1	8
従業員面	1 生きがいのある明るい職場作り			1	3	13	7	24
	2 従業員の福祉の向上		1	1	1	1	1	5
	3 労使関係の良好化			2	1		1	4

出典：日科技連 「Deming Prize 50」 2000 p31より作成

## b. トヨタ生産方式

多品種生産の条件のもとで発生しがちなロスを顕在化させ、徹底的に排除しようとする手法の体系である。

トヨタ生産方式では、削減すべきロス（ムダ）の代表的なものとして以下の①～⑦を挙げている。

- ①手持ちのムダ……機械による自動加工時、材料が切れた時等の待ち時間のムダ
- ②作りすぎのムダ……すぐには使用・消費されない不必要な在庫が溜まるムダ
- ③運搬のムダ……非効率な移動や本来（工夫により）不要となる積替え等のムダ
- ④加工のムダ……加工時の不具合により本来不要な時間や作業が必要となるムダ
- ⑤在庫のムダ……効率化のため大ロットで生産し不要な在庫を増やしてしまうムダ
- ⑥動作のムダ……非効率的な動作や本来（工夫により）不要となる動作を行うムダ

⑦不良のムダ……製造された不良品や原材料、不良品の製造に要した時間等のムダ

上記①～⑦のロスを顕在化させ、そのロスを排除していく際の基本的な方法論として、以下の2つを挙げている。

○上記のうち②～⑦は、実際に作業に携わっている作業者にとってはムダとして認識されにくい。そのため、これらを監督者も作業者も簡単に分かりやすい（目で見てもムダと分かる）①の「手持ちのムダ」へと変換していくことが重要であり、その後、手持ちのムダをなくしていくことが重要である。

○ムダの改善は、作業改善と設備改善の2通りに大別されるが、下記の理由から、原則として作業改善から設備改善への順番で行う。

- ・コスト削減という本来の目的に照らし、まずは費用のさほどかからない作業改善を行うべき。
- ・作業改善は変更が可能であるが、設備改善は一度行うと変更しにくい。
- ・作業改善前に設備改善を行うと、作業の標準化等が十分でないため、設備を十分に活かしきれない場合が多い

また、ロスの顕在化、改善、未然防止のため、以下のような方式を活用している。

- ジャスト・イン・タイムのための「かんばん方式」
- 需要の変化に対応するための「平準化」
- 生産リードタイム短縮のための「段取り時間の短縮」
- ラインの同期化のための「作業の標準化」
- 1個流しと作業者数を柔軟に増減するための「機械レイアウト」
- 少人化のための「改善活動」と「提案制度」
- 自動化のための「目で見える管理方式」
- 品質管理促進のための「機能別管理方式」

トヨタ生産方式の導入・展開の推移を次頁に示す。



表 4.2.6 トヨタ生産方式の導入・展開の推移

	(1945～55年)	(55～65年)	(65～75年)	(75～85年)	(85～)	
ジャストインタイム	(a)工程の流れ化・同期化	(50年 機械加工工程の流れ化) 50年 機械加工と組付けラインの同期化 55年 組み立て工場と車体工場の同期化 (60年 工場間の同期化(全工場))		75年 工程間の同期化推進 (流れ生産に適した設備の開発)		
	(b)運搬方式	53年 機械工場で呼出方式 55年 定量セット運搬(水すまし方式) 59年 乗継方式(工場間)		70年 全工場で運搬呼出方式 73年 乗継方式(仕入先) 77年 巡回運搬方式 77年 中継運搬方式		
	(c)段取替え短縮	62年 プレスの段取り替えの短縮(本社プレス) 71年 プレスの段取り替えのシングル段取り(全プレス工場) 75年 協力メーカーのシングル段取り				
	(d)かんばん方式	48年 後工程引取り 53年 機械工程でかんばん方式導入 53年 平準化生産 62年 かんばん方式の全面採用(社内)				
	(e)外注品管理	55年 納入部品の納入単位定数制採用 61年 外注品赤青札方式(納入後調整) 65年 外注部品にかんばん方式採用 77年 バーコードリーダー採用(かんばん自動読取機)				
	受注・生産・納車システム	66年 旬間オーダー・システム採用 70年 デイリー・オーダー・システム(現セリカ) 74年 ニュー・オーダー・システム(NOS) 79年 NOSリードタイム短縮 85年 リードタイム短縮プロジェクト				
	(f)生産指示	57年 順序表の採用 63年 ジャストインタイムな生産指示の採用 インタライターの使用 71年 核工場生産指示方式の開発 80年 生産指示に自動機械の採用・貼り紙自動プリンター ・記憶装置・テレビ・バーコード 86年 生産指示システムに新技術の採用				
自動化	(g)多工程持ち・標準作業	47年 機械の2台持ち 49年 機械の3～4台持ち(人の仕事と機械の仕事の分離) (53年 標準作業の設定) 63年 多工程持ち		75年 全工程に標準作業の展開		
	(h)目で見る管理 工程内品質管理	50年 目で見る管理アンドン方式の採用(エンジン組付けライン) 62年 機械工程の制御の開発 ・フルワーク制御・ボカヨケ 66年 エンジンの自動化ライン完成(自動化、ジャストインタイムの織込み) 70年 車体工場(ボディプレス)で自動化ラインの展開 70年 工長研修、組長研修にトヨタ生産方式のカリキュラムを織込む 70年 トヨタ生産方式の体系化 80年 新技術(NC、ロボット)による自動化ラインの展開 82年 品質の工程内つくり込み強化				
トヨタ生産方式の教育体系	76年 自主研修会活動 78年 標準作業トレーナーコース 80年 管理者コース、技術員コース 82年 基本の徹底					

出典：佐武弘章『トヨタ生産方式の生成・発展・変容』東洋経済新報社，1998，pp.16-17

### c. TPM(全社的TPM)

TPMは、(社)日本プラントメンテナンス協会により、次のように定義づけられている。

- ・生産システム効率化の極限追求をする企業体質づくりを目標にして
- ・生産システムのライフサイクル全体を対象とした“災害ゼロ・不良ゼロ・故障ゼロ”などあらゆるロスを未然防止するしくみを現場で構築し
- ・生産部門をはじめ、開発、営業、管理などのあらゆる部門にわたって
- ・トップから第一線作業員にいたるまで全員が参加し
- ・重複小集団活動により、ロス・ゼロを達成すること

TPMは、(社)日本プラントメンテナンス協会が開発したプログラムであり、自動化の進んだ工場において、必要なものを必要なときに必要なだけ生産するというJIT生産の完全実施を支えるものであるといえる。また、TPMは、TQCと同じように、企業の体質改善を目標としているが、TQCが「品質(アウトプット側)」を対象に管理の体系化という手段をとるのに対し、TPMは「設備(インプット側)」を対象に現場現物のあるべき姿の実現を図るのが特徴である<sup>11</sup>。

TPMは、設備管理(設備の企画、設計、保全、廃棄)として展開されてきており、1950年代に予防保全(Preventive Maintenance)として始められ、1960年代に生産保全(Productive Maintenance)となり、1970年代に入ってタイムベースド・メンテナンス中心のTPMへと発展していった。その後、1980年代に入ってコンディションベースド・メンテナンス中心のTPMとなって現在に至っている。

日本においては、第二次世界大戦後、アメリカから予防保全の考え方が導入された。当時の日本では、設備が古く、突発故障に悩まされていたものの、故障したら修理するという事後保全の考え方であった。予防保全の考え方が導入されてからは、設備の保全基準をつくり、点検、整備、交換などが、保全部署を中心に行われた。その後、アメリカのGE社より最も生産性の高い保全という意味で、生産保全という言葉が出された<sup>12</sup>。生産保全は、生産設備のみならず、工程と作業システム(設備・労働・活動)と管理システムからなる生産システムの保全を指す<sup>13</sup>。アメリカから導入された予防保全、生産保全をとりいれ、日本の企業体質に合った形に仕上げたのが、全員参加のPMといわれるTPMである。

1980年代に入ってからコンディションベースのTPMは、設備の状態を基準にして設備保全の時期を決める方法をとっており、この方法を適用するためには、設備の状態を診断するための設備診断技術の開発と適用が必要である<sup>14</sup>。

TPMの普及のため、(社)日本プラントメンテナンス協会では、革新的なTPM技術の研究開発、PM賞の審査・表彰、TPMの知識の普及とサークル活動活性化のための情報発信、個別企業のTPM推進に関するコンサルティングなどを行っている。

<sup>11</sup> 社団法人日本プラントメンテナンス協会 TPMについて <http://www.jipm.or.jp/tpm/main.html>

<sup>12</sup> 長田貴他 『ものづくり改革のためのTPM』1997, pp.9-12

<sup>13</sup> 熊谷智徳 「日本の工業経営の発展と将来」『現在社会と生産技術』1992, p347

<sup>14</sup> 社団法人日本プラントメンテナンス協会 「昭和61年度 製造プラントメンテナンス技術－設備保全の体系化－に関する調査研究報告書」1987, pp.15-18

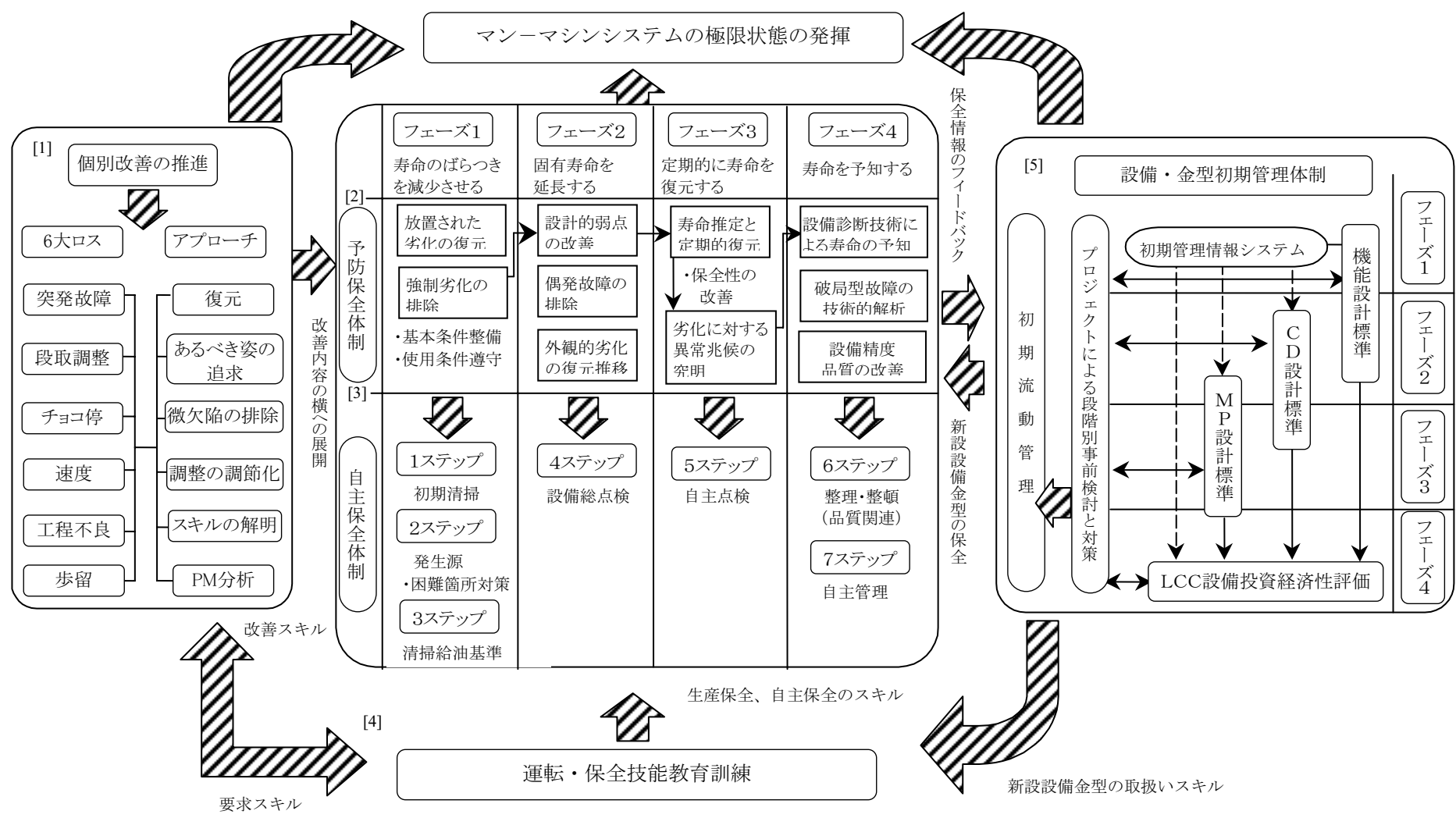


図 4.2.3 TPMの展開手順の事例

出典：(社) 日本プラントメンテナンス協会「1986年度製造プラントメンテナンス技術－設備保全の体系化－に関する調査研究報告書」1987, p19

### 4.3 CPの進展とその背景

#### 4.3.1 CPIに向けた動機付けの類型化

CPにより期待される効果には、

- ・インプット側：資源投入量の抑制による原燃料費の低減、希少資源の保全
- ・アウトプット側：環境対策コスト・リスクの低減、環境負荷の低減

の両面性があり、その時々々の社会・経済状況に応じて取組実施に踏み切った主な動機は異なり、概ね以下の3通りに大別される。

- a. 投入資源の高価格・調達難への対応
- b. 環境負荷処理コストの抑制
- c. 製品価格の引下げ圧力への対応

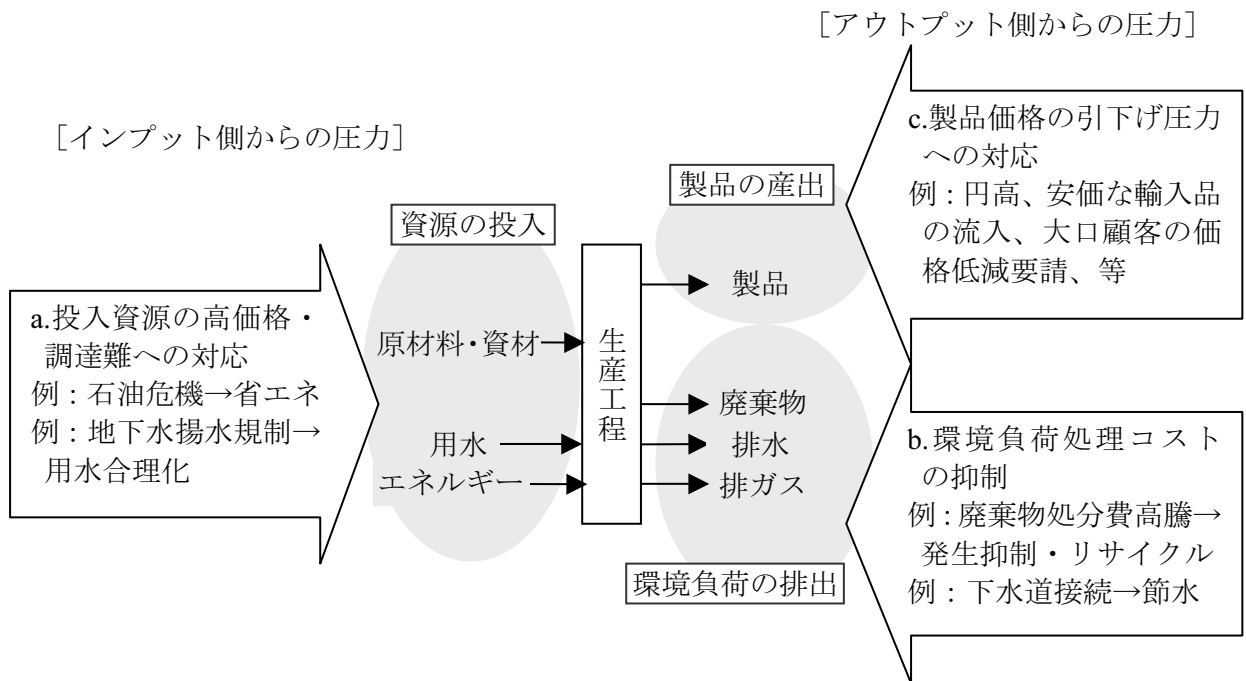


図 4.3.1 CPへの取組動機の類型

#### 4.3.2 CPへの取組動機の推移

「4-2-2 日本における生産性向上の歴史的経緯」の時代区分ごとにCPへの取組動機の推移と主な背景要因を整理し下表に示す。

表 4.3.1 CPへの主な取組動機の推移

	a.投入資源の高価格 ・調達難への対応	b.環境負荷処理 コストの抑制	c.製品価格の引下げ 圧力への対応
戦後復興期 1945～54	◎石炭等原燃料全般的 に不足	—	—
高度成長前期 1955～64	○地下水揚水規制	—	—
高度成長後期 1965～72	△	○公害規制強化、下水道 整備地域拡大	—
第1次石油危機後 1973～78	◎原油及び石油製品価 格高騰	◎EOP施設普及、総量規 制導入	○
第2次石油危機後 1979～85	◎原油及び石油製品価 格高騰	○総量規制地域拡大、下 水道普及	△
バブル経済期 1986～90	—	△	△円高
バブル崩壊後 1991～	△	◎廃棄物処分費高騰、排 出者責任強化	◎景気低迷、安価な輸 入品流入

凡例 ◎：主要因 ○：影響あり △：一部業種に影響あり —：不明またはなし

a～cの動機付けを与えた主な事象とそのインパクトを受けて展開されたCP事例を以下に示す。

#### a. 投入資源の高価格・調達難への対応としてのCP

燃料・水・原材料等の価格上昇または調達難に対応して使用量の削減を図り、その結果として排ガス・排水・廃棄物等の発生も抑制されたもの。

契機となった事象として、第1次・第2次石油危機のほか、地下水取水規制、さらに遡ると戦後復興期の原燃料不足等がある。

この動機による取組は1970年代以前に多く、1980年代半ば以降、原油価格の安定化や円高に伴う輸入原材料価格低下により減少している。主な事例を以下に示す。

- ・傾斜生産方式により石炭増産が軌道に乗り始めたが未だ供給不足が課題となっていた1947～48年、熱管理規則制定、熱管理士制度創設、熱管理協会設立により、現在の省エネ法、エネルギー管理士制度、省エネ診断事業の原形が整備され、以後、石炭の利用効率化が図られた<sup>15</sup>。
- ・1950年代、工場の地下水取水による地盤沈下が問題化し、大都市圏の自治体は地盤沈下抑制のため地下水利用企業に用水合理化の指導を行った。1956年、工業用水法制定により地下水揚水が規制され、地下水から工業用水道または上水道への代替が進むとともに用水合理化が進んだ。
- ・1960～70年代、渇水時の給水制限、上水道料金の累進化等を経験した地域で、工場の安定操業、コスト削減のため、用水合理化が進んだ<sup>16</sup>。
- ・第1次石油危機（1973）、第2次石油危機（1979）に対応して省エネルギーが急速に進展した。第1次石油危機直後には、機器の断熱化や燃焼管理を中心とした設備投資を伴わない省エネ対策中心の対応を行った。第2次石油危機後には、第1

<sup>15</sup> 相馬喜代太郎「熱管理20年の歩みと今後の動向」『プラントエンジニア』1971年9月によると、石油危機以前に既に相当程度の原単位効率化を達成した実績があった。

<sup>16</sup> 本多淳裕『クローズドシステムへの挑戦—ソロバンに合う公害対策』（財）省エネルギーセンター 1975によると、累進料金制を導入した東京都では、累進徴集分以上に節水が進み収入減となったという。

次石油危機で蓄積されたノウハウ・技術開発成果を組み込んだ省エネ設備投資が行われた。

表 4.3.2 CP取組事例1: 投入資源の高価格・調達難への対応としてのCP

実施企業	洋菓子メーカーH社
会社概要 (ヒアリング時)	資本金：10,000万円 売上高：53億円（2000年8月期） 業務内容： シュークリーム、シューアイス、マロングラッセ、ケーキ等の製造販売
実施場所	兵庫県M工場（1997年に閉鎖）
実施時期	1970年代
取組内容	<p><b>(1)牛乳・生クリームの歩留り向上及び洗浄排水削減</b></p> <p>○1970年代初頭以前から、製造設備・容器に付着した牛乳・クリーム等を洗浄・排水せず、牛乳は少量の水で洗い、クリームはかきとって、次の仕込みの原材料に使用していた。</p> <p>○さらに、クリームのかきとりを安全かつ効率的に行うため、クリーム調整装置内にワイパーを取り付ける等の工夫をした。</p> <p>※1974～1975年頃、品質管理の観点から再利用範囲を再検討し、かきとったクリーム（洗浄水の混入なし）は再利用（焚き直し）し、かきとり後に容器に少量付着しているクリームは洗浄・排水することとした。</p> <p><b>(2)マロングラッセ製造工程の廃糖液の再利用</b></p> <p>○マロングラッセの製造工程で栗を煮る糖液は、使用回数を重ねると劣化する。廃糖液の一部はとんかつソース原料としてソースメーカーに引渡し、残りは産業廃棄物（動植物性残さ）として処理業者に委託処分していた。</p> <p>○廃糖液を活性炭に通して繰り返し利用できるようにし、糖液の調達費を削減するとともに、廃糖液の廃棄量をほぼ0とした。活性炭も再生して再利用することができる。</p> <p><b>(3)パイプライン内部に付着したクリーム等の乾式洗浄</b></p> <p>○場内では調整したクリームをパイプラインで輸送している。従来、パイプライン内に残ったクリームを水で押し流し、排水として排出していた。</p> <p>○1974～1975年頃、パイプ径に合わせた大きさのスポンジ製のボールをパイプライン内に挿入し、それをエアで圧送してクリームを押し出すこととした。スポンジによりパイプライン内を拭き取ることができるため、クリームの残留が少なく、水と混ざらないため押し出したクリームを全量使用できる。</p> <p><b>(4)製造設備の定置洗浄</b></p> <p>○一日の始業・終業時や、（同一ラインで複数製品を製造するため）製造品目の段取り替え時に、クリーム調整装置や配管を、分解・洗浄・殺菌・組立していた。そのため、洗浄用水の使用量が多く、また平均稼働時間8時間/日のうち、ラインの分解・洗浄・殺菌・組立に2時間程度を要していた。</p> <p>○1980年代初頭頃、ラインの主要部分（原料投入-調整-輸送-保管）を定置洗浄に変更。設備を分解せずに酸・アルカリ・熱湯を順に流して洗浄・殺菌することとした。酸とアルカリは中和され、河川放流に支障ないpHとなり、沈殿物も生成しないため、従来と同様の有機物汚濁負荷に対応すればよい。これにより時間生産性が大幅に向上するとともに、排水が少量・濃厚化し処理しやすい排水とすることができた。</p>
背景 (なぜ必要だったか)	○ヒアリング対象者が入社した当初(1972年)から原材料を無駄にしないよう徹底された。創業者(故人)のような昔気質の菓子職人にとってはごく当たり前のこととして、排水規制が強化される以前から、同業他社でも実施されていたものと思われる。結果的に排水負荷削減にも有効だった。
手段 (なぜ可能だったか)	○具体的な取組方策は、工場単位で、生産管理・製造、商品開発等の担当者からなるプロジェクトチーム(トップは製造部門長)を形成して検討・実施した。上記対策の多くは、1974～1975年頃のM工場におけるプロジェクトチームの検討による成果である。

表 4.3.3 CP取組事例2: 投入資源の高価格・調達難への対応としてのCP

実施企業	製紙メーカーD社
会社概要 (ヒアリング時)	資本金：1,620万円 売上高：54億円（1995年） 従業員数：70名 業務内容：古紙からの印刷紙（出版用更紙）・包装紙製造
実施場所	静岡県本社工場
実施時期	～1973年頃
取組内容	古紙パルプ製造工程及び抄紙工程における白水循環 ○2つの製造ラインのうち1ラインで1973年にフィルターを設置し、繊維分を回収し原料として利用するとともに、ろ過後SS200ppm程度となった水を原料溶解工程で再利用。 ※他の1ラインでも、1973年以前から上記とほぼ同様の白水循環を実施。
背景 (なぜ必要だったか)	○主な汚濁負荷発生源は、原料浸漬施設、漂白施設、抄紙施設。これらは水質汚濁防止法の特定施設に該当。排水量は10,000t/日。 ○1960年代前半に地下水が塩水化し、飲料水が塩辛くなる、添加薬品が効かないなどの被害が発生。1967年に地下水利用業者と国・県・市が参加する岳南地域地下水利用協議会を発足させ、地下水対策に必要な調査、水利用の合理化、東駿河湾工業用水道建設の促進を行うとともに、新規井戸の設置について届出承認制を導入。1971年「静岡県地下水採取の適正化に関する条例」が制定され揚水規制開始。（その後1977年に条例改正によりさらに規制強化。） ○工業用水完成（1966年）以前は全て地下水を使用していたが、現在は工業用水（2,100t/日）と地下水（8,100t/日）を併用。工業用水は契約水量2,500 t/日で月100万円の定額制。2,500t/日を超えると30円/t。地下水は取水規制により一日最大揚水量9,000 t。 ○場内で排水処理後、岳南排水路協同組合（1952年設立）の管理する岳南排水路（1973年完成）へ放流。放流コストは1.9円/m <sup>3</sup> 。岳南排水路は、製紙工場排水の河川放流による水質汚濁が問題となっていたため、排水を沖合いまで運ぶために設置された排水管。計画排水量130万t/日、現状実績116万t/日。排水路利用企業は、放流水質について次の条件を満たすよう協定を締結。 ・PH：5.5～8.5 ・SS：最大60 ppm（数年前までは65 ppm）、日平均45 ppm ・COD：最大80ppm、日平均60ppm ○揚水規制以前から歩留り向上（繊維回収）と用水節減のため白水循環を行っていたが、地下水揚水規制と排水規制（岳南排水路への排水開始）により白水循環が促進された。
手段 (なぜ可能だったか)	○製造部が技術的な検討を行い、対策を立案・実施。フィルターの設置については、設備メーカーとの打合せを踏まえて決定。 ○技術情報については、用水合理化指導書、静岡県紙パルプ技術協会の交流会、静岡県富士工業技術センターの講演会等が参考になった。 ○公的助成の利用なし。
効果	○製品（紙）1 t 当たり水使用量（用水原単位）、1970年頃は150 t 程度、現在は約100 t。 ※大企業では高機能フィルターで高度処理した水（SS：10～20ppm程度）を広範な用途に再利用しており用水原単位は100 t/t-紙より低い。しかし、高度処理には多大な設備投資が必要で、中小企業はなかなか導入できない。また、当工場は小ロット生産のため、紙替え（1～2回/日）に対応して使用する水を替えなくてはならない（白い紙の製造に赤い水は使えない）など、循環利用上の制約がある。

表 4.3.4 CP取組事例3: 投入資源の高価格・調達難への対応としてのCP

実施企業	製糖メーカーM社	
会社概要	業務内容：精製糖並びに砂糖関連商品の製造、販売 ※M社は、2001年、製糖メーカー2社の合併により発足した新会社。下記は前身2社のうち1社の工場における取組。1980年当時の従業員数は約300人、年間生産量14～15万t。	
実施場所	東京都本社工場	
実施時期	1980年頃	1980年代前半（第二次石油危機後）
取組内容	<b>工程排水の排煙脱硫装置用水への再利用</b> ○排煙脱硫装置用水を上水道から工程排水に変更し、さらに排煙脱硫装置排水の一部を工程に戻して利用。 ○上水道使用量を20～30%削減。	<b>自動計測システムの生産管理への導入</b> ○最も優秀な職人の経験を踏まえ、燃料使用の少ない効率的な作業方法をマニュアル化し、自動計測システムを構築。誰が操作しても、最も優秀な職人と同じ方法で生産管理が行えるようにした。 ○生産時間を短縮（5時間→3～4時間）するとともにエネルギー使用量も削減。
背景 (なぜ必要だったか)	○揚水規制で地下水は利用できず、精製工程には上水道、冷却水等には海水を使用。 ○排水の下水道放流を前提として工場建設許可を受けており、下水道接続が必須。 ○上水道料金（下水道料金含む）は当時670円/tで、年間約3～4億円に上り、用水合理化が経営方針として掲げられていた。	○第二次石油危機によりエネルギーコストが約3倍に急増し、エネルギー使用量削減が経営方針として掲げられていた。 ○作業方法の違いによりエネルギー使用量が大きく異なることが把握され、生産管理への自動計測システム導入による省エネ効果が期待されていた。
手段 (なぜ可能だったか)	○技術課が中心となって対策立案を行い、対策案の内容・費用・効果予測について役員会の了承を受けて実施した。	○技術課（特にエネルギー管理士）が中心となって対策立案を行い、対策案の内容・費用・効果予測について役員会の了承を受けて実施した。 ○自動計測システムはコンピュータの性能向上・低価格化により実現可能となった。外部委託先との共同作業により構築。 ○技術情報の収集には省エネルギーセンターの省エネ技術講習会が参考になった。 ○公的助成は利用せず、システム構築費用は省エネによる燃料コスト削減で回収。
効果	○用水原単位が20～30%向上。	○エネルギー効率が30%以上向上。

## a 環境負荷処理コストの抑制を意図したCP

環境規制強化に対し、EOP手法では対応困難または設備投資・処理コストが膨大となるため、その抑制のためにCP導入を図ったものである。

契機となった事象として、下水道整備地域の拡大、公害規制強化（濃度規制・総量規制）、廃棄物処分費の高騰等がある。主な事例を以下に示す。

- ・1960年代以降、順次下水道整備地域が拡大し、新たに下水道接続を義務付けられた企業では、排水コスト削減のため用水合理化に取り組んだ。
- ・1973年の瀬戸内海環境保全総合措置法以降、水質総量規制が順次適用され、用水合理化や汚濁負荷原因物質の使用削減が進んだ。
- ・1967年の大気汚染防止法による硫黄酸化物（SO<sub>x</sub>）規制当初、当初は排煙脱硫装置の実用化が進んでおらず、原油の低硫黄化、重油脱硫装置の設置が進められた。その後規制値の強化に伴い、排煙脱硫装置の導入が進んだが、二酸化硫黄（SO<sub>2</sub>）排出削減量のうち、燃料転換及び省エネルギー（CP）による寄与分は、排煙脱



硫 (EOP) による寄与分を上回るものと推計されている<sup>17</sup>。

- ・水俣病をはじめ重金属による健康被害が社会問題化し、生産工程からの有害物質漏出防止が課題となったが、EOP 対応では漏出防止困難でありより根源的な対策が必要との判断から、アセトアルデヒド製造 (カーバイト法→エチレン法)、苛性ソーダ製造 (水銀電解法→イオン交換膜法) の新技術導入が進んだ。
- ・1980 年代後半に廃棄物排出量が急増し、1990 年代には埋立処分場の逼迫、焼却・埋立等に係る処分基準の強化を背景として廃棄物処分費が高騰した。また、廃棄物処理法改正により排出者責任が強化された。こうした環境コスト・リスクを回避するため、排出事業者は従来焼却・埋立していた廃棄物の発生抑制・リサイクル、有害物質の使用削減を進めた。

表 4.3.5 CP取組事例4：環境負荷処理コストの抑制を意図したCP

実施企業	鑄鉄管メーカーK社																								
会社概要 (ヒアリング時)	資本金：18億5,500万円 売上高：136億1,500万円 (2002.3) 従業員数K工場360名 (社内270人, 外注90人), 全社では436人 業務内容：ダクタイル鑄鉄管 (上下水・ガス・工水・農水用等)、ダクタイル鑄鉄異形管、ダクタイル鉄蓋、ポリエチレン管 (水道・ガス用)、レジンコンクリート管、弁、栓, その他の製造販売及び附帯工事																								
実施場所	埼玉県K工場																								
実施時期	1981年～																								
取組内容	<p><b>耐火物 (キュボラ) の補修頻度の削減</b></p> <p>○2炉で交互に操業。1981年頃、3日吹き (3日操業したら火を落とし耐火物の張替えを行い、その間別の炉で操業) から1週間吹きに延長した。その後、下記のように順次延長し、現在は8週～14週となっている。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>キュボラ吹き日数</th> <th>キュボラ炉修耐火物費</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1981年5月～</td> <td>1週間吹き</td> <td>原単位で350円/t程度</td> </tr> <tr> <td>1983年12月～</td> <td>1.5週間吹き</td> <td>原単位で270円/t程度</td> </tr> <tr> <td>1984年10月～</td> <td>2週間吹き</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1986年5月～</td> <td>3週間吹き</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1998年11月～</td> <td>6週間吹き</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1999年3月～</td> <td>8週間吹き</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2001年～</td> <td>14週間吹き</td> <td>原単位で200円/t程度</td> </tr> </tbody> </table> <p>○以前は、吹き終わったらキュボラの底部を開放し、コークス・残滓及び摩耗した耐火物を落下させ、底部を閉じ、再度耐火物を施工し、次の操業に備えたが、現在は炉底は開放せず、横のマンホールを開いてここから炉修をしている。</p>		キュボラ吹き日数	キュボラ炉修耐火物費	1981年5月～	1週間吹き	原単位で350円/t程度	1983年12月～	1.5週間吹き	原単位で270円/t程度	1984年10月～	2週間吹き		1986年5月～	3週間吹き		1998年11月～	6週間吹き		1999年3月～	8週間吹き		2001年～	14週間吹き	原単位で200円/t程度
	キュボラ吹き日数	キュボラ炉修耐火物費																							
1981年5月～	1週間吹き	原単位で350円/t程度																							
1983年12月～	1.5週間吹き	原単位で270円/t程度																							
1984年10月～	2週間吹き																								
1986年5月～	3週間吹き																								
1998年11月～	6週間吹き																								
1999年3月～	8週間吹き																								
2001年～	14週間吹き	原単位で200円/t程度																							
背景 (なぜ必要だったか)	○産業廃棄物処分費が年々増加していたため、発生抑制及びリサイクルによる処分量削減を図った。																								
手段 (なぜ可能だったか)	○製造部が主体となって、他社見学、自社試験、耐火材メーカーとの打合せ等を繰り返し実施。 ○耐火物の材質変化、操業技術の改善 (炉温コントロールによる温度変化幅の縮小等)、原材料処理の変化等により、炉修頻度の削減が可能となった。																								
効果	○炉修頻度の削減等により耐火物の廃棄物発生量は約1/10に減少。																								

<sup>17</sup> 日本の大気汚染経験検討委員会『日本の大気汚染経験－持続可能な開発への挑戦』ジャパンタイムズ 1997

表 4.3.6 CP取組事例5: 環境負荷処理コストの抑制を意図したCP

実施企業	電気めっき業協同組合
会社概要 (ヒアリング時)	出資金：1億3,455万円 組合員数：めっき業7社、関連企業1社 計8社 沿革：1970年東京都がめっき業の公害防止と共同化のマスタープランを策定 1971年東京都めっき工業組合が、城南地区組合員から参加者を募る 1974年組合設立総会 1975年めっきセンター落成式 業務内容：排水処理事業、分析、開発事業、樹脂再生事業
実施場所	東京都K工場団地
実施時期	1975年頃～
取組内容	洗浄工程における多段洗浄の導入
背景 (なぜ必要だったか)	○全国的には、排水処理費の低減と有害物質の排出防止が目的だが、東京都の工業用水の未給水地区では、上水道を使用せざるを得ず、上水道料金の値上げによりさらに用水合理化が促進された。地下水の利用が可能な地域では用水コスト（ほぼ電気代のみ）3円/t程度なのに対し、東京都では上水道料金（下水道料金含む）が700円/t程度かかった。 ○当時、めっき工場のシアン廃液による人身事故が発生し、都市部のめっき業に対する警察の取締りが非常に厳しくなり、対策を講じなければ事業継続が困難な状況だった。
手段 (なぜ可能だったか)	○1970年代まではいくらでも仕事があり、投資回収の見通しが立ちやすかった。 ○欧米の技術を参考とし、めっき業界の技術者、大学の研究者が連携して多段洗浄法を開発した。年2～3回開催される業界の勉強会（通産省の補助金で運営）、公設試験研究機関（工業技術センター等）の指導等により順次普及。 ○なかでも通産省の公害防止指導事業による影響が大きい。 ・1971年、通産省鉱山石炭局が、業界の排水対策を徹底するため、めっき工場の巡回指導を実施。学識経験者、全国鍍金工業組合連合会等めっき業界の指導者からなる電気めっき排水処理研究委員会を構成し、研究委員会が作成した指導テキスト（電気めっき排水処理指導基準）に基づき、各地の公設試験研究機関が工場での指導に当たった。 ・1984年度からは、巡回指導に加え、全国6地区（北海道・東北、関東、中部、近畿、中国・四国、九州）のブロック別に、地方通産局が、排水処理技術等の研修会を開催。テキスト作成は、全国鍍金工業組合連合会環境委員会が担当。 ○組合未加入だと公害対策上不利なため、1960～70年代はめっき業者の組織率が高く（約3,300社のうち2,400社が組合に加入）、普及が円滑に進んだ。
効果	○従業員1人1日当たり水使用量は1975年頃全国平均で約8 t。その後、1986年には3.7 t（再利用水を除くと3.4 t）、1992年には2.47 tと減少している。特に給水制約の厳しい工場団地（東京都大田区京浜島）では生活用水を含め0.2～0.8t/人・日にまで減少。 ○多段洗浄の導入により、排水濃度が高まり排水処理施設がコンパクトで済むため、排水処理に係る費用も削減できた。

表 4.3.7 CP取組事例6: 環境負荷処理コストの抑制を意図したCP

実施企業	皮革製品メーカーN社
会社概要 (ヒアリング時)	資本金: 35億円 従業員数: 492名 (2003年3月31日現在) 業務内容: 皮革製品35% (靴用・車両内装用・袋物用等)、コラーゲン39% (ソーセージケーシング・化粧品用)、ゼラチン17% (写真用・医薬用・食品用)、その他9% ※現在は皮革生産が縮小し、コラーゲン・ゼラチンの比率が拡大。 ※N社は、中小事業者が多い皮革産業にあって、最大手企業の一つ。公害・環境対策はじめ、商品開発・技術開発分野では業界のリーダー的地位にある企業である。
実施場所	東京都T工場
実施時期	1978年頃 (1950年前後から検討してきた技術を活用)
取組内容	<b>クロム鞣し廃液の分別回収・再利用</b> ○クロム鞣し廃液を、他の排水と分別して回収し、クロムを不純物をフィルターで濾し取り、薄くなった分クロム鞣し剤等を添加して、クロム鞣し工程で再利用した。
背景 (なぜ必要だったか)	○石灰漬け・脱毛工程からタンパク質中心の有機排水、クロム鞣し工程からクロムを含む無機排水が発生する。他の産業排水と比べ沈殿物が多く、BOD値で2,000~15,000mg/Lと負荷変動が大きい。管理が難しい。 ○1972年に排水処理施設 (下水道放流のための除害設備) を整備したが、当初はクロム鞣し廃液も併せて処理していたため、クロムの下水道放流基準を満たせなかった。 ※なめし皮製造業については、他業種よりも緩やかな暫定排水基準が適用されているが、その暫定基準も従来の排水処理では達成困難だった。 ○近隣に住宅が多数立地しているため周辺環境対策としても排水処理が必要だった。
手段 (なぜ可能だったか)	○1950年頃から、副産物・未利用資源の有効活用の観点から、クロム鞣し廃液や石灰漬け・脱毛工程廃液中のタンパク質等の回収・利用方法を検討しており、実用化レベルに近い技術があった。 ○当社では公的助成を受けず、独自に技術開発・施設整備を行ったが、他の皮革メーカー、特に中小事業者は、下記のような公的支援を受けている場合がある。 ・公設試験研究機関の支援・・・東京都立皮革技術センター、兵庫県立工業試験センター等の公設試験研究機関が情報提供等の支援を行っている。 ・公共関与による共同排水処理施設・・・兵庫県姫路市・竜野市・川西市、和歌山県和歌山市等の皮革産業集積地では、行政が共同排水処理施設を整備・運営している例がある。 ・皮革産業はいわゆる同和地域に多く見られる産業である。そのため、皮革産業の公害対策には、同和対策資金が投入されている場合がある。
効果 (自社での導入)	○クロム鞣し剤の購入量を約20%削減することができた。自社のクロム鞣し廃液を再び自社の同一工程で利用するため、クロム鞣し剤のほか、必要な各種薬剤を含んでおり、不足成分を補充するだけで、比較的容易に再利用することができる。そのため、各種薬剤の使用量も削減でき、成分調整も容易となった。 ○クロム鞣し廃液を他の工程排水と分離することにより、排水処理コストを削減することができた。設備投資額5,000万円未満 (排水処理施設・システム全体への設備投資額約5億円の1割以下)。クロム鞣し剤等の購入費削減、排水処理コスト削減により、概ね2~3年程度で回収することができた。 ○排水中のクロム排出量をほぼ0とすることができた。
(他社への普及)	○事業規模・敷地・使用薬剤に合わせて設計でき、小規模事業者にも適用可能。(投資額100万円程度の小規模システムの設計・導入事例あり。) 東京都立皮革技術センターも、クロム鞣し廃液の分別回収・再利用を評価し、同業他社への普及を図った。 ○しかし、下記要因から、実際に他社で導入された事例は少ない。 ・なめし皮製造業の排水の下水道や河川への放流については、他業種よりも緩やかな暫定放流基準が適用されており (2001年3月に暫定基準が廃止されたが、5年間の移行期間があり一律基準完全適用は2006年4月から)、かつ検査・監督が十分ではなかったため、導入へのインセンティブがはたらかなかった。 ・3K業種として労働力確保が困難となりつつあったため、施設の運転管理のための要員を割くことができない事業者が多かった。

表 4.3.8 CP取組事例7：環境負荷処理コストの抑制を意図したCP

実施企業	繊維・化成品メーカーK社
会社概要 (ヒアリング時)	資本金： 220億4000万円 売上高： 1,010億円 (2002年度) 従業員数： 1,945名 業務内容： 綿合繊 (52.4%)、羊毛 (10.7%)、化成品 (24.4%)、その他 (12.5%) ※ ※その他にはプラントエンジニアリング (排ガス処理装置、水処理装置等) 含む。
実施場所	大阪府H工場 (現在は生産拠点集約化のため移転し閉鎖)
実施時期	1969年～1970年
取組内容	<b>アルカリ廃液を活用した排煙脱硫装置の開発・導入・販売</b> ○Y川の排水規制強化を受け、1969年2月から排水中和装置の研究を本格化し、1970年3月にアルカリ廃液を活用した排煙脱硫装置を開発。1970年9月、業界に先駆け、H工場に1号機を設置し大きな効果を挙げた。 ○晒し加工工程で発生する苛性ソーダ廃液 (pH11程度) の中に、亜硫酸ガスと炭酸ガスを含む酸性のボイラ排ガスを吹込み気泡状として化学反応を起こしやすくし、排水のpH値を下げるとともに、排煙中の亜硫酸ガスも除去。ジェットスクラバの原理を利用し、エネルギーロスが少なく、ガスと液の接触面積を大きくした。比較的簡易な施設で、従来の硫酸を用いた中和処理と比べて経済的な処理が可能なのが特徴。
背景 (なぜ必要だったか)	○自社排水 (晒し加工工程で使用する苛性ソーダに起因する強アルカリ性廃液) をY川に放流していたが、水質汚濁防止法 (後に大阪府の上乗せ基準、瀬戸内海環境保全特別措置法による総量規制等の適用を受けるが、取組実施当時は水質汚濁防止法のみ) 対応のため、硫酸による中和処理を行うこととなり、その処理費が高んだ。 ○重油焚きボイラー (当時の燃料はC重油) からの排ガス、大気汚染防止法 (後に大阪府告示によるSOx総量規制等の適用を受けるが、取組実施当時は大気汚染防止法のみ) の排ガス基準への適合が必要とされていたが、当時は (現実的に導入可能な) 排煙脱硫装置がなかった。低硫黄燃料に代替すればSOx低減は可能だが、当時は燃料の価格差が大きかったため導入せず、他の対応策が必要だった。
手段 (なぜ可能だったか)	○開発は全て自社で実施し、行政等の支援なし。自社内に工場生産設備、化学等の知識を持つスタッフがいたため自社開発が可能だった。
効果 (自社での導入)	○水質汚濁、大気汚染を合わせて防止するとともに、従来使用していた中和剤 (硫酸) の調達や低硫黄燃料への燃料代替を不要とした。 ○そのため、硫酸での中和による排水対策、燃料代替による排ガス対策を実施した場合と比べれば、設備投資額を数年で回収することができた。
(他社への普及)	○この排煙脱硫装置は大阪府公害課から特別の評価を受け、また同業他社等にも販売することにより業界全体、地域全体としての公害軽減にも寄与するのではないかと助言を受けて、1970年3月にエンジニアリング事業部を新設し、公害防止産業に進出。売上げを急速に拡大した。販売先は染色工場が中心。その他、ボイラを持ち、アルカリ廃液が発生する業種。脱硫装置の主な適用対象規模は30 t/時～500 t/時のボイラ。 ○さらに排ガス規制強化に対応して改良を加え、アルカリ廃液の発生しない工場にも適用できるボイラ排煙の脱硫専用装置、洗煙・脱硝・脱臭装置を開発した。アルカリ剤としてカルシウム・マグネシウム系の薬品を使用。紙・パルプ産業等での導入実績多数。 ○当時は通常の燃料と低硫黄燃料との価格差が大きかったこと、1974年の公害健康補償法によりSOxに対する課徴金制度が導入されたことから、当時は導入による経済的メリットが大きかった。そのため多くの企業に当社の装置が普及した。

## b 製品価格の引下げ圧力への対応の一環としてのCP

自社製品の相対的な競争力低下、大口顧客 (親会社等) からの納入価格低減要請等に対応し、全般的な原価低減対策の一環としてCPに取り組んだもの。

契機となった事象として、生産拠点の海外シフト、輸出型産業の場合は円高、内需型産業の場合は安価な輸入品の流入による競争力低下等がある。

急激に円高が進んだ1980年代半ば以降に輸出型産業で、その後1990年代に景気低迷、アジアからの製品輸入増加を背景として、多くの業種に波及した。

a や b のような、特定の資源の使用削減、特定の環境負荷の排出抑制ではなく、トータルとしての原価低減が求められており、具体的な削減対象はさまざまである。

1990年代後半には、ISO14001の認証取得、環境報告書の公表、サプライチェーンのグリーン化（グリーン調達等）が進み、これらの動向を背景としたCP事例、例えば、

- ・ ISO14001に係る活動の一環として廃棄物の発生抑制に取り組む
- ・ グリーン調達の一環として生産工程での環境負荷の少ない原材料を選択するなどの取組が見られるようになった。

表 4.3.9 CP取組事例8：製品価格の引下げ圧力への対応の一環としてのCP

実施企業	飼料メーカーS社	
会社概要 (ヒアリング時)	資本金：1,200万円 従業員数：80名、下請け外注者（原料運搬業務）120名 業務内容：フィッシュミール、魚油、魚粕等の製造販売	
実施場所	埼玉県S工場	
実施時期	1981年、1984年	1990年代
取組内容	<p><b>廃熱回収型濃縮装置導入による蛋白質回収</b></p> <p>○廃熱回収型濃縮装置2機（投資額：1.2億円＋3億円）を導入。</p> <p>○原料の熱加工後、スクリープレスで固液分離し、その絞り液を固・液分離機で①魚油、②魚粉、③可溶性蛋白質を含む液分に分離。③を廃熱回収型濃縮機に導き蛋白質成分（濃厚液）を高率で回収して乾燥機前のフィッシュミールに添加することにより高蛋白飼料とする。</p> <p>※魚油や魚粉は従来より別途再利用。</p>	<p><b>原料回収効率の向上による歩留まり向上</b></p> <p>○発生源での原料収集から工場での加工までの時間を短縮することにより、腐敗を防止し、利用可能な原料の比率を向上。</p>
背景 (なぜ必要だったか)	<p>○フィッシュミールは魚粉や代替蛋白（大豆等）と競合するため、鯛の漁獲量や大豆の作柄によって大きく影響を受ける国際市況品である。鮮魚店・スーパー等からの原料（魚のあら）収集料金を安価に抑えつつ、競争力を維持するためには、不断の品質向上・効率化が必要。</p> <p>○市街地立地のため、周辺環境対策として悪臭対策や排水処理が重要。</p>	
手段 (なぜ可能だったか)	<p>○一般的な排水処理や排ガス処理技術と異なり、利用可能な業種が限られマーケットの小さい技術・設備なので、国内では十分な情報が得られず、フィッシュミール製造の盛んな北欧等を訪問して技術情報を収集した。</p>	<p>○高速道路が整備されて交通事情が良くなり、原料の短時間収集が可能となった。</p> <p>○日曜・正月以外は毎日原料収集を行い、受入れ当日に加工する体制を構築した。</p> <p>※他地域で公社が運営する同業態の工場では9時～5時操業が基本で、原料収集から加工まで時間がかかり歩留まりが低い。</p>
効果	<p>○排水中の蛋白質の8～9割を回収・再利用。</p> <p>○蛋白質及び油分の回収により排水中のBOD負荷削減、悪臭低減にも寄与。</p>	<p>○原料の滞貨・腐敗による悪臭を防止。</p> <p>○腐敗により使用できず廃棄する動植物性残さの量を削減。</p>

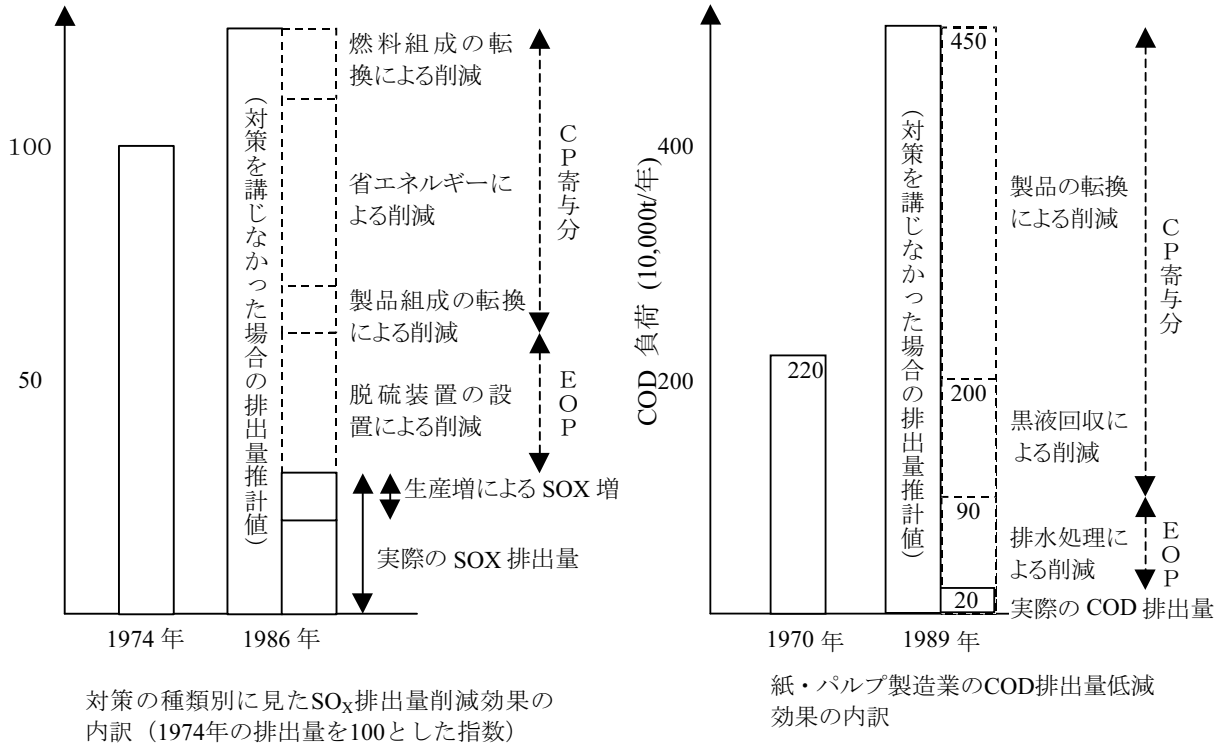
表 4.3.10 CP取組事例9: 製品価格の引下げ圧力への対応の一環としてのCP

実施企業	金属加工メーカーJ社	
会社概要 (ヒアリング時)	資本金: 23億6,500万円 従業員数: 436名(2003年4月1日現在) 業務内容: ドラム缶、ペール缶、高圧ガス容器の製造販売	
実施場所	神奈川県K工場	
実施時期	1992年	1998年
取組内容	<b>天地板取りの2列化による鋼板歩留り向上</b> ○ドラム缶は胴(側面)と天地板からなり、胴は当初から歩留りほぼ100%だが、天地板には歩留り向上の余地があった。 ○装入コイル幅を660mmから1,240mmに変更し、ドラム缶の天地板の打ち抜き方法を改善(天地板取りを2列化)した。	<b>オーバースプレー塗料の回収・再利用</b> ○内面塗装で用いる低圧微粒化塗料は高価なため、最も多用される塗料(内面塗装用塗料使用量の80%)を対象として、オーバースプレー分の回収・再利用を実施。 ○塗装ライン下に漏斗状の受け皿を設けてオーバースプレーの塗料を受け、一斗缶に集める簡単な仕組み。4つのブースの1つで取組を試行し、経過を見て全ブースに展開
背景 (なぜ必要だったか)	○ドラム缶の製品価格は、4,000円/本程度(1970年代)から3,000円/本程度へと漸減傾向。顧客の価格支配力が強く、特に90年代半ば以降、納入価格低減圧力が強まった。 ○ドラム缶1本当たり製造原価のうち、鋼材価格が50%以上を占める。コスト削減の観点からは、鋼材、塗料、溶剤等の歩留り向上が重要。	
	—	○ドラム缶の価格低下への対応として、塗料の使用原単位を下げるという工場全体としての目標があった。
手段 (なぜ可能だったか)	○K工場リフレッシュ計画(1992~1996年)に基づく設備更新に当たり、歩留り向上を視野に入れた取組を組み込んだ。 ○製造原価管理は創業当初から実施しており、生産性向上に係る重点課題の抽出、投資効果の評価を実施できるバックデータが揃っていた。公害・環境対策のための設備投資についても、通常の設備投資と同様、投資効果の評価を実施。 ○ドラム缶業界では比較的オープンにお互いの工場を視察しており、同業他社の取組が参考になった。また、ドラム缶工業会でも専門委員会を設置し、生産性向上、環境対応等について調査・普及・広報を行っている。	
	—	○QC活動(JK活動)の一環として従業員の改善提案制度があり、有効な改善提案には報奨金が支払われる仕組み。本事例は、ラインオペレータの改善提案が社内で高い評価を得て実施された取組。
効果	○天地板の歩留りが78.5%から84.2%に向上し、鋼材使用量を77t/月減少、鋼材調達コストを46,200千円/年削減。 ○主力製品である200Lプレーン缶の場合、製造原価のうち鋼材調達が50%以上を占めるため、このコスト削減効果は相対的に見て大きい。	○月平均430kg/月の塗料を回収・再利用。特段の設備投資なしで、回収した分だけ塗料の調達を抑えることができた。 ○回収実施以前のオーバースプレー塗料は塗装ブース循環水中に混入し、塗料カスとして委託処理。この内面塗料の塗料カス排出量を1,240kg/月から800kg/月へ約1/3削減することができた。

### 4.3.3 CPIによる効果

環境負荷低減効果のうちクリーナー・プロダクション (CP) が占める比率について、以下の推計結果が示されている。

限られた例ではあるが、従来の日本の産業公害対策による環境負荷低減効果の中で、広い意味でCPに該当する取組によるものが相当の比率を占めていることが分かる。



出典：EX Corporation, “Japan’s Experience in Urban Environmental Management”, Metropolitan Environment Improvement Program, World Bank, 1996 より作成

図 4.3.2 環境負荷低減効果に占めるCP寄与率

## 4.4 CPの取組ステップ

### 4.4.1 準備段階: CP実施に向けた動機付け・体制づくり・データ整備

ロス削減に取り組む前に、まずロスを顕在化させる必要があり、CP実施の準備段階で下記 a～c を実施することが、生産性向上、環境負荷低減の双方に有効である。

#### a. 5S(整理・整頓・清掃・清潔・躰)<sup>18</sup>

直接の目的は作業効率の改善だが、作業効率のみにとどまらず、作業環境等も含め、自らの職場全般の継続的改善に向けた現場の意識向上が図られている。必ずしもロス削減を目的とするものではないが、整理・整頓・清掃の過程で作業環境や設備の不具合を発見し、ロスを目に見える形にすることができ、ロス削減に向けた端緒となる。

設備投資を伴わずに対処可能な初歩的なロス（地上の配管・設備からの液漏れ等）にはこの段階で対処する。

また、設備改修に踏み込んでロスを目に見える形にした事例として下記がある。

表 4.4.1 CP取組事例10: ロスの顕在化

実施企業	インクメーカー I 社
会社概要 (ヒアリング時)	資本金：20億円 従業員数：859名（東京工場：420名） 業務内容：新聞インキ、オフセットインキ、グラビアインキ、画像処理ケミカル製品の製造
実施場所	東京工場
実施時期	1970年頃～
取組内容	○下水道接続を機に、冷却水チラー設備を設置し、製品冷却工程における冷却水循環使用を実施。→上水使用量（≒下水排水量）を4,500m <sup>3</sup> /月から3,000m <sup>3</sup> /月へ削減。 ○過去の水使用量実績から工場内の地下埋設管での漏水が推定されており、また、実際に漏水による道路陥没が発生した。→漏水箇所の補修にとどまらず、地下に埋設されていた給水配管を原則として全て架空配管とし、漏水を見やすくした。 →以来漏水事故なし。

#### b. 管理すべきロス及び環境負荷の特定

改善の前提となる現状を把握し、重点的に取り組むべき課題を抽出する。これは、環境負荷削減の観点から見ると、「著しい環境側面」（ISO14001の管理対象）の特定に相当する。この段階では、工程ごとではなく、まず工場の系全体としてのロス及び環境負荷を把握し、下記のような、経営上重要なロス及び環境負荷を抽出する。

- [ロス] ・実際の使用量が計算上必要な量を大幅に上回っている原材料・燃料  
・単価の高い原材料・燃料 等
- [環境負荷] ・法令違反に問われるおそれのある環境負荷  
・周辺住民の苦情等により安定操業上の支障となりうる環境負荷 等

<sup>18</sup> 整理とは「要るものと要らないものの区分をして要らないものを一掃すること」、整頓とは「要るものをどこにどのように置くかを決めて明示し、実行すること」、清掃とは「ごみ・汚れをなくし、設備等の異常を発見し、所期能力を発揮できるようにすること」、清潔とは「整理・整頓・清掃された状態を維持し、ロスを未然に防止すること」、躰とは「4Sの行動を習慣化すること」を指す。



### c. ロス及び環境負荷の発生工程・原因の究明

前項で特定した重要なロス及び環境負荷について、工程別の発生量及び寄与率を把握し、重点的に対策を講ずるべき工程を抽出する。例えば、排水中の物質Aの環境負荷が問題となっている場合、工程ごとに「排水量×物質Aの濃度」を算出し、工場全体の総和の中で占める比率（環境負荷寄与率）の高い工程はどこか、を明らかにする<sup>19</sup>。

排ガス量・排水量・廃棄物量等について、工程ごとにはモニタリングされていない場合が多いため、例えば排水についてはオリフィス流量計やVノッチを設置して計測する必要が生じる。この過程では、特に独力では対応困難な中小企業について、都道府県の公設試験研究機関や、公認の環境分析機関が協力している例がある。

さらに、ロスや環境負荷の大きい工程について、その発生原因を、原材料、製造設備、製造方法、操業条件の各側面から究明する。

トヨタ生産方式では、表面的な原因にとどまらず、対策の発見につながる「真因」に行き着くためには、「『なぜ』を5回繰り返す」ことが必要と唱えている<sup>20</sup>。

#### 4.4.2 実施段階:ロス削減の視点

ロスの発見、削減方法の検討の着眼点として下記がある。

- ・比較的容易に削減できるロス（放熱、液漏れ等）はないか
  - ・資源消費・環境負荷の原因となる原材料や工程をなくせないか
  - ・原材料等の不良ロス・歩留りロス（加工時の端材、飛散する塗料、清掃・段取り替え時の洗浄排水や廃棄物、資材搬入用容器包装等）をなくせないか
  - ・自社生産工程で発生する廃棄物等を自らまたは他社で原材料等として使えないか
- 文献・ヒアリング調査で得たCP事例を着眼点ごとに整理し、下記の4つに大別して、次頁以降に示す。

- A. 資源消費・環境負荷の大きい工程の不要化
- B. 生産プロセスにおけるロスや環境負荷の削減（リデュース）
- C. 循環資源の有効利用（クローズドループのリユース・リサイクル）
- D. 循環資源の有効利用（オープンループのリユース・リサイクル）

#### 4.4.3 展開段階:他工場への普及、PDCAサイクルによる継続的改善

複数工場を持つ事業者では、まずモデル工場で取組を進め、その成果を他工場にも適用する手法が取られた。系列企業グループ内で他社への展開が図られた事例もある。

また、ロス削減を組み込んだ作業・設備のあり方は、作業標準・設備保全基準等として定式化され、さらにそれを固定化せず、ISO14000やISO9000等のマネジメントシス

<sup>19</sup> 1970年代初頭より、不要物の排出を工程ごとに数量化した「ネガティブフローシート」（またはバックフローシート）を作成すべきことが提唱されている。（中庄二・菱田一雄・本多淳裕『公害防止技術ハンドブック』1972、本多淳裕『工場での排出削減Q&A』2003）

<sup>20</sup> 大野耐一「トヨタ生産方式」1978では、「『なぜ』を5回繰り返す」ことにより真因に至る例として、下記を挙げている。

「機械が動かなくなった。」→①「なぜ機械は止まったか。」  
「過負荷がかかってヒューズが切れたからだ。」→②「なぜ過負荷がかかったのか。」  
「軸受け部の潤滑が十分でないからだ。」→③「なぜ十分に潤滑しないのか。」  
「潤滑ポンプが十分汲み上げていないからだ。」→④「なぜ十分に汲み上げないのか。」  
「ポンプの軸が摩耗してガタガタになっているからだ。」→⑤「なぜ摩耗したのか。」  
「ストレーナー（濾過器）がついていないので切粉が入ったからだ。」

テムの普及を背景として、PDCAサイクル<sup>21</sup>の考え方に基づいて、継続的な見直し・改善が図られた。

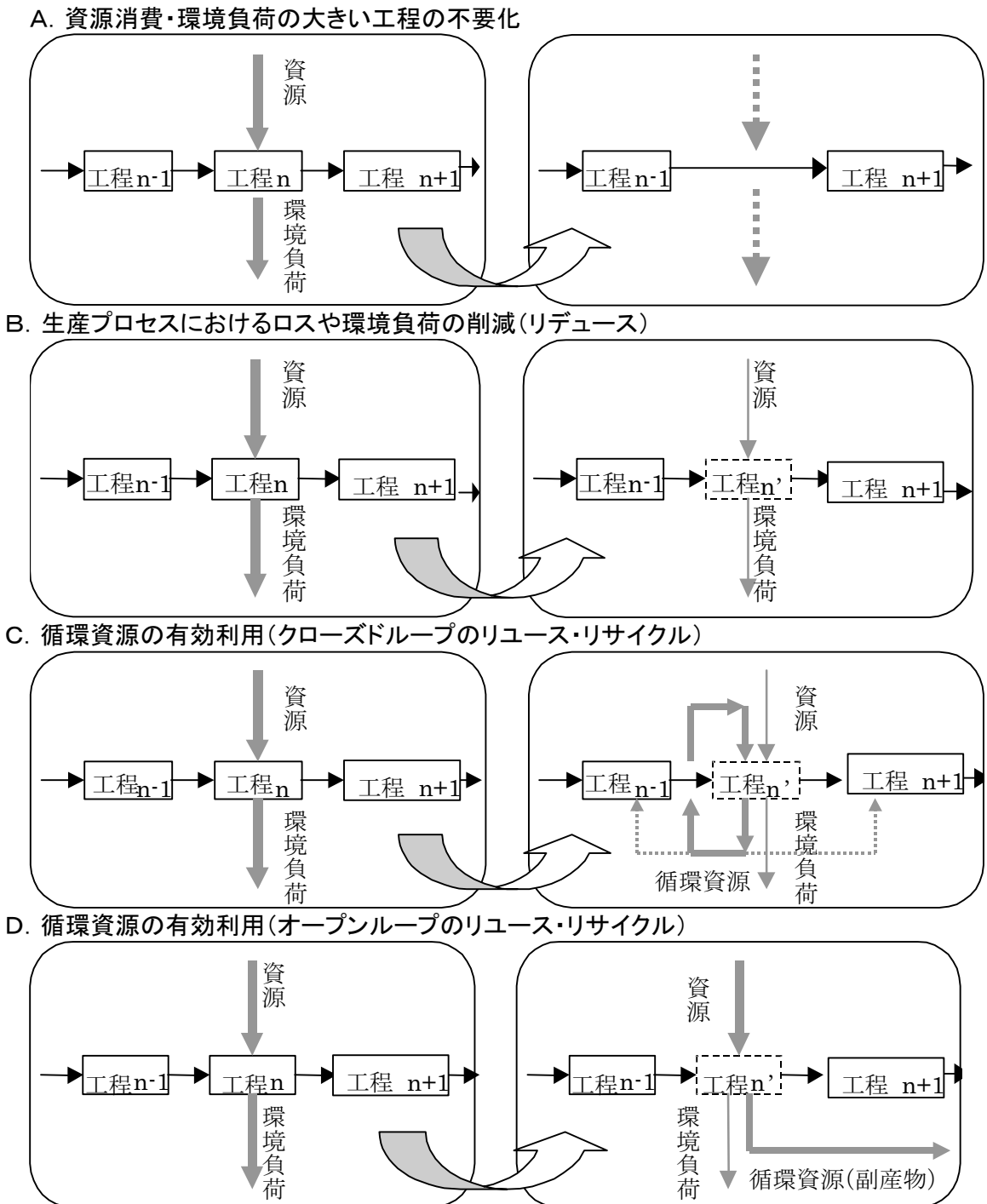


図 4.4.1 CPIに係る取組の方向性のイメージ

<sup>21</sup> 計画を立て (Plan)、実行し (Do)、結果を評価して (Check)、不都合な点を改善し (Action)、計画にフィードバックすることで継続的な改善を図るサイクル。この考え方を体系化したデミング博士の名前をとって、デミングサイクルとも言う。

表 4.4.2 文献調査・ヒアリング調査により収集した主なCP事例の分布状況

資源（環境負荷）の種類 ロス削減の着眼点		省エネルギー （→排ガス・排熱対策）	用水合理化 （→排水対策）	原材料の歩留り向上 （→廃棄物対策）
資源消費・環境負荷の大きい原材料・工程をなくせないか	その工程は必要か、省略できないか	—	・液体原料搬入容器の通い容器化による洗浄省略 [化学]	
	その工程がいらぬ原材料等はないか	—	・脱脂・洗浄済み布地の調達 [染色]	・クロム鞣し済み原料の調達 [皮革]
	ロス・環境負荷のより少ない原材料等はないか	・燃料の転換（低硫黄原油、重油脱硫、C重油→A重油→灯油→ガス等）	・液漏れ防止による床洗浄不要化 ・薬剤添加による濃厚液飛散防止 [食品]	・高純度原料の使用による収率向上、処理残さ削減
ロス・環境負荷の少ない設備・操業方法はないか	ロス・環境負荷の少ない機器・設備への変更	・熱利用プロセスの断熱化 ・低SOX・NOXボイラー、コジェネ導入	・電気伝導度等の計測によるメッキ液交換時期の適正化 [金属（表面処理）]	・打抜き方法変更による加工ロス・端材削減 [金属] ・塗装色替え時の塗料カス削減 [金属、機械]
	ロス・環境負荷の少ない操業方法への変更	・燃焼改善 ・負荷平準化 ・低温処理プロセスの開発	・乾式洗浄や蒸気洗浄による洗浄廃液の少量・濃厚化 [食品] ・化成処理の操業条件・薬剤変更によるN・P負荷削減 [金属]	・工程ごとの検査厳格化による不良品廃棄・再組立の回避 [機械]
生産工程の副産物等を再び自ら利用できないか	投入資源のカスケード利用	・低温排熱の有効利用	・向流多段洗浄 [金属（表面処理）]	・残染料の低品位原料への利用（残塗料を混合し黒色染料として利用） [繊維（染色）]
	循環資源の分別回収・同一工程への再投入	・排熱回収・有効利用	・冷却水の回収・再利用	・クロム鞣し材の回収再利用 [皮革] ・プラスチック成形端材の再投入 [プラスチック]
	循環資源の分別回収・自社内他工程での利用	・排熱回収・有効利用		・晒し工程のアルカリ排水をボイラー排ガス脱硫に利用 [繊維]
生産工程の副産物等を他社で利用できないか	循環資源の分別回収・有効利用先への引渡し	・排熱回収・熱供給（売電等）		・各種廃棄物の引渡し・リサイクル
	循環資源を原材料とする新製品開発	—		・廃液からのタンパク質等の有効成分回収 [食品、皮革]

注：上表中の [ ] 内は、該当取組事例のある業種。業種名の記載のないものは比較的多くの業種で共通してみられる取組

## 4.5 中小企業へのCP普及促進メカニズム

日本の経験から、中小企業にCPの普及を進める上で有効に機能したと見られる仕組みを抽出する。その際、途上国の企業におけるCP普及上、情報・人材・資金の不足が大きな障害となっている<sup>22</sup>ことを踏まえ、情報提供、人材育成、資金供給に大別して整理する。

また、併せて、CPへの積極的な取組の前提として重要な動機付け、及び複数施策の組合せ上の留意点について、日本の経験からの反省点を含めて記述する。

### 4.5.1 情報提供に係る仕組み

日本では、公害防止の施策・技術、生産性向上の手法等に関する情報は主に下表のルートを経由して中小企業に伝達された。こうした、国—都道府県—市町村レベルの階層構造を持つ複数ルートの存在が、公害防止・省エネ等の普及に寄与した。

民間企業、特に中小企業に対し、公害防止に係る施策・技術、生産性向上の手法等に関する情報を伝達するため、下記のルートが活用された。

表 4.5.1 中小企業への普及広報ルート

類型	具体例	公害防止等		生産性 向上
		施策	技術	
行政	地方通商産業局			○
	都道府県中小企業振興所轄部署	○		○
	都道府県環境・公害対策所轄部署	○	○	
公設試験 研究機関	都道府県・政令市の工業技術センター、工業試験場、 地場産業振興センター等	○	○	○
	都道府県・政令市等の公害研究所、環境科学研究所等	○	○	
事業者の 業界団体	通商産業省所轄の公益法人	○		○
系列企業 グループ	出資・取引関係のある親会社—子会社		○	○
中小企業 団体	全国中小企業団体中央会—都道府県中小企業団体中央 会—各種中小企業組合（事業協同組合、企業組合、商 工組合等）	○		○
中小企業 支援機関	中小企業振興事業団（現：中小企業総合事業団） 都道府県等中小企業支援センター	○		○

<sup>22</sup>国際協力事業団連携促進委員会「連携促進事業（クリーナープロダクション）報告書」2001

類型	具体例	公害防止等		生産性 向上
		施策	技術	
商工会議 所等	日本商工会議所一都道府県商工会議所連合会一商工会 議所 全国商工会連合会一都道府県商工会連合会一商工会	○		○
公益法人 (生産性)	(財) 日本生産性本部 (現: 社会経済生産性本部) (財) 日本科学技術連盟、(社) 日本能率協会 (社) 日本プラントメンテナンス協会			○
公益法人 (環境)	(社) 産業環境管理協会 (旧: (社) 産業公害防止協 会) (財) 省エネルギーセンター、(財) 造水促進センター	○	○	
サービ ス ブ ロ ウ ダ イ バ 	中小企業診断協会一都道府県支部一中小企業診断士			○
	プラントエンジニアリングメーカー	○	○	

凡例 ◎: 主要ルート ○: 事例あり △: 事例未確認 - : 不明またはなし

ただし、縦の情報伝達が円滑に進んだ一方、横の連携は必ずしも十分とは言えない面があり、環境負荷低減（公害対策）に関する情報と生産性向上に関する情報はそれぞれ別ルートで伝えられ、企業内でも別の部署で所轄され、CPを意図して両者の連携が図られることは少なかった。

また、CPという視点に特化した技術及び適用事例等の情報集約化及び普及広報はごく少なく<sup>23</sup>、その多くが1990年代後半以降のものである<sup>24</sup>。それ以前は、省エネ以外のCP促進を意図した普及広報は国レベルでは行われず、都道府県・市町村レベルの担当者の努力に負う部分が大きかった。

#### a. 都道府県の公設試験研究機関による技術相談・指導

都道府県の工業試験センター等は、地域の産業構造・業種構成に応じた体制を持ち、地域の主要産業における生産性向上と公害防止両面に通じたスタッフがいるため、両者を関連付け、CPにつながる情報提供・技術指導を行った事例がある。また、下記b～eについても、工業試験センター等の職員が、個別企業への技術指導・人材育成を行っている事例が多い。

#### b. 業界団体・中小企業組合による勉強会

環境負荷の大きい業種の業界団体（メッキ業界等）が通商産業省等の助成を受けて定期的な勉強会を開催し、同業の中小事業者に対してCP技術（用水合理化等）の普及啓発を行った事例がある。

<sup>23</sup> CPの概念がさほど広くは普及していないこと（実質的にCPに該当する取組が行われていてもCPとして認識されていない等）、企業の競争優位を保つノウハウと見なされ取組事例が公表されにくいこと等による。

<sup>24</sup> 1970～80年代のCP事例を紹介したわずかな例外として本多淳裕氏の一連の著作がある。

### c. 商工会議所による情報交換・技術指導幹旋

地域の複数の商工会議所が合同でリサイクル技術委員会を形成し、技術情報の交換や廃棄物交換制度（ある工場で発生する副産物を他の工場に引き渡して有効利用する仲介を行う仕組み）の運営を行った事例がある<sup>25</sup>。

### d. 親会社から系列子会社への情報提供・技術指導

親会社（完成品メーカー等）から子会社（下請部品メーカー等）に対し、定期的な納入価格低減要請とともに、原価低減に向けた情報提供・技術指導が行われ、その一環として親会社で成功したCP技術が子会社に伝えられた事例がある。

### e. 公益法人等による省エネ診断

（財）省エネルギーセンターが、1978年の設立以来、政府の補助金を受け、中小企業に対するエネルギー使用合理化に係る診断指導を実施している。また、都道府県レベルでも、ほぼ同時期から、公設試験研究機関職員が省エネルギー診断チームを形成し、診断手法の開発、モデル企業での診断指導とそれを踏まえたマニュアル作成等を実施した事例がある<sup>26</sup>。

また、間接的にはあるが、下記もCPの普及促進に寄与したと考えられる。

### f. プラントメーカー

1960年代末から1970年代にかけて、順次強化される公害規制に対応し、かつ顧客ごとの環境負荷排出状況に適合した技術・設備を開発することは、プラントメーカーにとっても困難であり、顧客（環境負荷の排出事業者）と協力して排水・排ガスの種類や量、汚染物質の問題点、基準の適合性、現在の処理方法等を確認しながら、共同でデータ収集、開発・設計に当たるケースが多かった。

こうした経験から、次第に排出事業者の側にもEOPのエンジニアリングに係るノウハウが蓄積されるとともに、自社生産プロセスに係るデータ整備が進み、後日CPに取り組む際にこうしたノウハウやデータが活用された。

### g. 中小企業診断士等

製造業の中小企業に対しては、鉱工業部門<sup>27</sup>の中小企業診断士が、公的診断制度等により、経営診断や生産性向上に係る助言を行っている。今回調査では具体的事例を収集することはできなかったが、こうした診断によりロスが顕在化され、あるいは生産プロセスに係るデータ整備が進み、CPの普及に寄与したものと考えられる。

## 4.5.2 人材育成に係る仕組み

伝えられた技術が受け手側中小企業で実施され、円滑に運営されていくためには、人材育成が重要となる。上記の情報伝達事例でも、単なる情報提供に留まらず、公設試験研究機関職員による技術指導を通して受け手側の人材育成が図られている。

<sup>25</sup> 本多淳裕、大阪東部地区商工会議所リサイクル技術委員会「工場での排出削減Q&A－3 R実践現場マニュアル」（財）省エネルギーセンター、2003

<sup>26</sup> 吉田総夫「大阪府下中小企業における省エネルギー診断活動の成果と問題点」『省エネルギー』vol.35, No.7, 1983

<sup>27</sup> 2001年の制度変更により、現在は中小企業診断士の部門区分は廃止されている。

国レベルでは、省エネ法（1979年）に基づくエネルギー管理者制度（熱エネルギー管理士、電気エネルギー管理士）が人材育成に貢献した。

このうち、熱管理に係る制度は、熱管理規則（1947年）、熱管理法（1951年）に基づく熱管理士制度まで遡る長い実績があり、省資源・省エネルギーのみならず、工程ごとのインプット・アウトプットデータの把握を習慣付け、CP全般の基礎となったものとして評価できる<sup>28</sup>。

上記の中小企業診断士も公的資格とされ、訓練が行われた。企業スタッフでも、中小企業診断士の資格を取る者が相当ある。

#### 4.5.3 資金供給に係る仕組み

日本では中小企業を主対象とする政府系金融機関が資金助成を行い、公害防止対策の中小企業への普及に寄与したが、CP対策投資は公害防止投資と見なされず、省エネ関連以外は助成制度の対象外とされていた。そのため、中小企業におけるCP投資は、通常の生産設備投資と同様、地域の中小金融機関からの融資に多くを依存していた。

技術開発面では、1972年以降「クロードプロセス技術開発」に対する補助金制度が設けられたが、対象は素材産業の大企業の案件（水銀を使用しない苛性ソーダ製法の開発等）に限られていた。

そのため、各種助成制度が設けられたEOP投資と比べ、CP投資の方が資金調達上の困難が大きかった面がある。

#### 4.5.4 動機付けに係る仕組み

情報提供・人材育成・資金供給をCP導入につなげるためには、経営層の積極的な取組意欲と、従業員への意思表示が前提となる。そのため、日本でのCP対策の進展は社会経済環境に大きく左右され、結果的に最も企業経営の厳しい時期に設備投資・経費支出を強いられることとなった。

危機に直面する以前の段階で、予めCPへの取組を促進するような動機付けが求められるが、その際、実務者レベルに先立ち、経営層を対象とした普及啓発が必要であり、同業他社等における具体的成功事例を示すことが有効である。

#### 4.5.5 施策実施の組合せについて

上記施策の適切な組み合わせによる成功事例として、省エネ分野における下記の3点セットがモデルとなる<sup>29</sup>。

- ・法によるガイドラインの提示、省エネ診断 → 情報提供、動機付け
- ・エネルギー管理士制度、省エネ診断 → 人材育成
- ・省エネ税制・低利融資等 → 資金供給

また、インプット側の資源調達コスト削減だけで収支のとれるCP対策は比較的少数であり、アウトプット側での環境負荷処理コスト削減と併せてCPの優位性がより明かとなる。そのため、CP促進のためにも適切なレベルの環境規制とその厳格な執行が望まれる。その際、環境負荷の排出に対する規制の執行が不十分な（実質的に環境負荷

<sup>28</sup> 相馬喜代太郎「熱管理20年の歩みと今後の動向」『プラントエンジニア』1971年9月

<sup>29</sup> 松井賢一編著『エネルギー―戦後50年の検証』電力新報社、1995

の不適正な排出がチェックを受けない) 状態では、インセンティブが働かないため、CP促進の観点からも、技術的可能性や企業の技術的・経済的対応能力等を見極めた適切なレベルの規制と、その厳格な執行が望まれる。



## 参考文献

- 相馬喜代太郎「熱管理20年の歩みと今後の動向」『プラントエンジニア』1971.9
- NHK取材班他『日本解剖2 経済大国の源泉』日本放送出版協会, 1987
- 大野耐一『トヨタ生産方式』ダイヤモンド社, 1978
- (財)関西生産性本部『生産性運動の昨日・今日・明日』生産性出版, 2001
- 熊谷智徳「日本の工業経営の発展と将来」『現在社会と生産技術』1992
- 国際協力事業団連携促進委員会「連携促進事業(クリーナープロダクション)報告書」2001
- 佐武弘章『トヨタ生産方式の生成・発展・変容』1998
- 財団法人社会経済生産本部『生産性の産業別比較』1998
- 生産性総合研究センター「生産性の定義」
- 竹内宏『ちくまライブラリー16 昭和経済史』1988
- 中庄二・菱田一雄・本多淳裕『公害防止技術ハンドブック』1972
- 長田貴他『ものづくり改革のためのTPM』1997
- 日科技連「Deming Prize 50」2000
- 日本の大気汚染経験検討委員会『日本の大気汚染経験—持続可能な開発への挑戦』ジャパンタイムズ, 1997
- 社団法人日本プラントメンテナンス協会『昭和61年度 製造プラントメンテナンス技術—設備保全の体系化—に関する調査研究報告書』1987
- 本多淳裕『クローズドシステムへの挑戦—ソロバンに合う公害対策』(財)省エネルギーセンター 1975
- 本多淳裕、大阪東部地区商工会議所リサイクル技術委員会『工場での排出削減Q&A—3R実践現場マニュアル』(財)省エネルギーセンター, 2003
- 牧野昇・大石慎三郎・吉田豊「ニッポン型環境保全の源流」『現代農業』9月増刊号, 1991
- 松井賢一編著『エネルギー—戦後50年の検証』電力新報社, 1995
- 三井逸友『MINERVA現代経済学叢書26 日本の生産システムの評価と展望』ミネルヴァ書房, 1999
- 矢部洋三他『新訂現代日本経済史年表』日本経済評論社, 2001
- 吉田総夫「大阪府下中小企業における省エネルギー診断活動の成果と問題点」『省エネルギー』Vol.35 No.7, 1983
- Asian Productivity Organization, New Paradigm of Productivity Movement, 1989
- EX Corporation, “Japan’s Experience in Urban Environmental Management”, Metropolitan Environment Improvement Program, World Bank, 1996
- 社団法人日本プラントメンテナンス協会 TPMについて <http://www.jipm.or.jp/tpm/main.html>
- 内閣府国民生活局 用語解説 <http://www5.cao.go.jp/seikatsu/koukyou/explain/ex21.html>