

中国企業における MFCA 導入事例研究

楊 軍

要旨

持続可能な発展の理念において、企業（汚染者）に対して汚染量を継続的に削減させるインセンティブを与えるという点から、考えてみると、中国の既存の原価計算は、企業に対して持続的に汚染削減に向かわせる機能を持っていない。環境会計技法である Material Flow Cost Accounting（略称：MFCA）の理論によれば、環境負荷となるロスの最小化により、中国企業が営利を追求しながら生産工程に隠れる環境負荷を発見し、その環境負荷を必要なレベルまで軽減するようなメカニズムを組み込むことが可能と考えられている。本研究は文献調査と現地調査を通じ、中国環境会計体系の現状を検討すると同時に、ある中国企業を具体事例として取り上げ、中国既存の原価計算技法の実務上の問題点を明らかにする。具体的には、材料加工型企業 A 社において資源生産性の最大化を目的とした MFCA 導入をおこなった。この導入事例研究は、中国既存の原価会計の技法で見落とされてきたロスに着眼点を置き、中国企業において初めて MFCA を適用することによりロスを発見・評価することで企業利益の追求と環境負荷の削減を両立することができた実証的研究である。最後に、環境経営のツールとして MFCA を中国企業の管理上に位置づける必要性を明らかにする。

はじめに

今日の中国において経済成長は年 7 ~ 9 % の高い成長率を達成しており、なかでも工業製造業の伸びが著しい。その反面、三廃（大気汚染、水質汚濁、固体廃棄物）の増加をはじめ環境問題が一気に深刻化しつつある。原材料・エネルギー消費の急速な拡大、資源・エネルギー利用効率の低さ等の指標は、いずれも環境悪化の方向に働いている。そのなか、工業固体廃棄物を例にとれば 2003 年の資料によって全国の発生量は 2002 年比 6.3 % 増の 10 億 t になって、環境悪化は経済発展との関連性があるとみえる。ゆえに、環境保全と経済発展との両立を同時に達成するため、環境経営の位置づけは重要であり、環境先進国から工業技術・環境技術だけではなく、環境会計の導入も中国企業にとって焦眉の課題である。

以上の問題意識をかかげ、本研究は中国企業への生産工程における環境配慮型技法の導入実験を通じ、この課題について検討していく。

研究方法として、まず、文献調査と現地調査を通じ、中国における環境会計体系の現状と日本企業によってこれまでに実施された環境会計技法を把握した上で、生産過程における中国企業の既存会計技法を整理する。次に、本研究のケーススタディーとして、中国企業 A 社の具体

事例を通じ、中国の環境政策と関連させながら環境負荷となるロスを最小化という視点で製造工程の物流を把握・分析を行い、廃棄物（ロス）の経済的価値を明瞭化し、廃棄物削減目標を提示・分析・達成できるように中国企業で実証を行う。最後に、実施した実験により得られた結果をまとめて、今後の研究の方向性と課題を提示する。

導入実験の方向

1. 中国における環境会計体系の現状

1992 年¹⁾以降、中国の環境会計体系に関する理論的研究については、許家林・蔡傳里（2004、p.91）の論述により環境会計に関する 216 本の研究論文がある。主にマクロ環境会計と情報開示型環境財務会計からスタートしたといえ²⁾、図 2 - 1 に示すように環境問題と繋がる生産工程において環境負荷の増加（例えば、廃棄物の発生による資源・エネルギー・労働時間などの無駄な消費）を直接に発見・抑制できる環境配慮型原価計算技法（環境管理会計の 1 つの技法）研究は現時点ではまだ進んでいない状態である。

実証的研究については、許家林・蔡傳里（2004、p.91）の論述によると、環境会計体系の実態分析を試みたものは王立彦等（1998）と李建発・肖華（2002）の 2 つの論

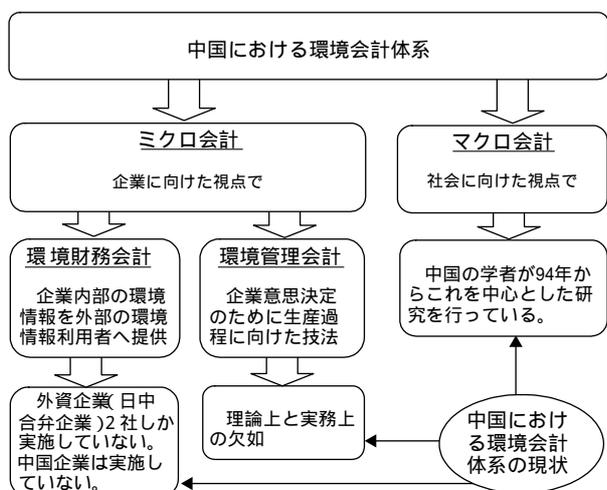


図2-1 中国環境会計体系における現状

典拠：李心合・汪艷・陳波（2002）、牛文元（2002）、耿建新・焦若静（2002）、謝徳仁（2002）、大島正克（2002）

文だけである。マイクロ環境会計における実務上の導入事例は、大島正克（2002、pp.189-224）³⁾の調査によると、2000年に日中合弁企業である蘇州横河電表有限公司と上海索広（ソニー）映像有限公司の2社だけが、3E研究所プロジェクト⁴⁾の協力を得て環境報告書⁵⁾の形で情報開示型環境財務会計を実施・公表している。現時点で中国企業として環境管理会計の実施事例は1例もない状態である。

一方、現在の環境問題に対して、日本では、経済産業省の環境会計プロジェクトの主催で2000年にスタートしたMaterial Flow Cost Accounting（略称：MFCA）という技法が、環境経営を推進する基幹ツールとして田辺製菓(株)をはじめ製造業30数社で位置づけられ、運用・活用されている。

2. 日本企業におけるMFCAのレビュー

MFCAとは、90年代後半にドイツの民間環境経営研究所（IMU）によって開発・展開されたもので、資源生産性の向上を通じて企業の営利活動と環境保全の同時実現を目指す環境管理会計ツールである。ここでいうMaterialとは、マスバランス⁶⁾の視点から企業が購入する原材料や部品・半製品で、購入した物財の形態ごとに（原料なら原料のまま、部品なら部品のまま）その流れを追いかける。

日本企業でのMFCA導入の現状については、表2-1のように概括でき、その手法は図2-2のように表すことができる。すなわち、生産工程に設置された物量測定セ

表2-1 日本企業におけるMFCA導入現状

日本企業におけるMFCA導入現状	
導入企業	<ul style="list-style-type: none"> -すべてが製造業 -大企業および中小企業 -静脈側産業やサービス産業への導入は無し
適用対象	<ul style="list-style-type: none"> -特定製品を生産する一直線状の工程ライン -多くが加工製造工程（一部で、組立工程も） -廃棄物処理は外注扱いであり、MFCAの補足対象外 -複数製品を生産する工場全体への導入は無し
マテリアルロス	<ul style="list-style-type: none"> -加工工程で排出する屑や検査工程での不合格品を挙げる例が多い -温暖化対策の観点から、投入原材料の化学的变化により発生したCO₂を明示する例 -水や包装材といった原材料以外に着目した例も -リサイクルとして自工程に再投入されたものは、あくまでもマテリアルロスとしての扱い
コスト	<ul style="list-style-type: none"> -多くの場合、マテリアルコスト・システムコスト・配送廃棄物処理コストで原価を把握 -マテリアルコスト以外のコストについては、特に大企業での導入において利用目的に応じたさまざまな工夫が見られる -多くのエネルギーを使用する工程では、エネルギーコストを1つの独立したコスト構成要素としている例がある

典拠：松本享・柴田学、日本環境経済・政策学会2005年大会で発表した資料より作成

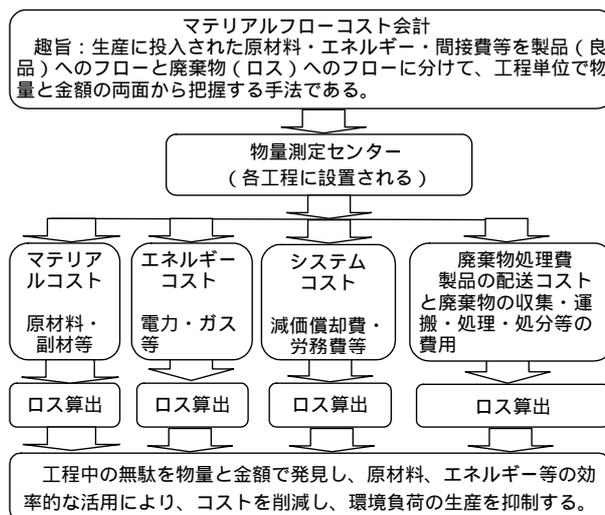


図2-2 マテリアルフローコスト会計手法の原則

典拠：中島道靖・國部克彦著（2002）pp.56-64より作成

ンター⁷⁾を通じ、企業内の物質とエネルギーのフローが変化する過程をフローモデルによって透明化し、製品にならないマテリアルを物量と金額の2つ情報で注目して、マテリアルロスを削減する対象の優先順位を決めると同時にマテリアルロスを削減するための投資額の上限を把握する。

3. 生産過程における中国企業の既存原価計算技法

(1) 現状

MFCA導入実験の実施に先立ち、2004年7月に中国企業A社⁸⁾で現地調査を行った。毎月1,440台のエンジンカバー製品を生産するためのコストの構成は図2-3に示す通りである。A社で計算された当該製品の原価計算書(表2-2参照)と損益計算書(表2-3参照)を見ると、仮定した正常な製造が行われているとすれば、投入された諸資源の(貨幣)価値はすべて当該の製造工程で産出した製品(良品)の製造コストとして算入され、また、使用された諸資源の費用は製品(良品)の価値に含まれている。製品の売上によって当該製品の製造コストが回収され、さらに利益が生み出されるという構図となっている。

(2) 問題点

環境に配慮した視点から中国企業の既存原価計算技法における問題点として、本研究の現場調査を通して、以

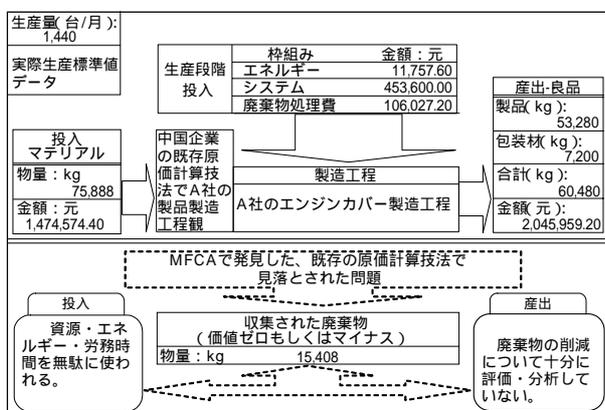


図2-3 中国の既存の原価計算技法におけるコストの構成
 典拠：A社エンジンカバー原価計算書より作成

下のことが分かった。

まず、図2-3において点線の矢印で示したように、A社工場での廃棄物に着目すると、廃棄物は製造工程とは切り離され間接的に発生しているものとして存在していることが分かった。すなわち、単に工場全体から発生する廃棄物とされ、発生原因・場所との関係は示されずに管理されているのである。そして、廃棄物分のコストが良品へ転嫁された消費価値との関連性も示されていない。廃棄物の実際の価値はゼロ、もしくは、むしろ廃棄物処理費用を発生させるものである。製品とは全く異なる個別の物質(損失を生み出すもの)として処理されるのがA社を含む中国企業の現状である。すなわち、産出

へのコスト配賦にアンバランスが存在している。

中国の既存の原価計算では、A社の当該製品の販売によって回収されるべき製造コストを算出する。価値回収計算が中国既存の原価計算の根本的な目的であって、良

表2-2 A社原価計算書(エンジンカバー)

既存の原価計算技法で計算した原価計算書	
計算期間： 実際生産標準値データ	単位：元
売上原価	2,045,959.20
直接材料：原材料・副材料	1,474,574.40
直接工時：従業員労働時間	453,600.00
間接費用：電力代・水代	11,757.60
廃棄物処理費	106,027.20
説明： 製品名：エンジンカバー 生産量(台/月)：1,440)	

典拠：A社エンジンカバー作業指示書と原価計算書より作成

表2-3 A社損益計算書(エンジンカバー)

既存の原価計算技法で計算した損益計算表	
計算期間： 実際生産標準値データ	単位：元
売上高	2,304,000.00
売上原価	2,045,959.20
売上利益	258,040.80
販売管理費	14,400.00
営業利益	243,640.80
説明： 生産量(台/月)：1,440 売上単価(元/台)：1,600	

典拠：A社エンジンカバー作業指示書と損益計算書より作成

品にコストをいかに割り振るかという点で精緻化されてきたといえ、その良品製品が販売されて市場で回収されるべき価値の計算を目的としている。同時に、環境負荷となる廃棄物を含んだ製造コストは売上原価の中に総額で含まれる。

次に、排污費の徴収・使用に対する管理を強化するために、環境政策の一つとして、2003年7月1日に中国国务院(国家行政機構)は『排污費徴収・使用管理条例』を施行した。この条例の第2条により、中国国内において環境に直接汚染物質を排出する企業と自営業者は、排污費を納付しなければならない。一方、中国の既存の原価計算技法と『中国企業会計制度』の第99条により、企業は汚染処理のための課徴金(廃棄物処理費、基準超過排污費)を生産コストに計上できる。例えば、図2-3に示すように、A社は1,440台の製品を生産するため

に毎月106,027.20元の廃棄物処理費を製品（良品）に乗せすることができる。したがって、中国の既存の原価計算技法は環境負荷を考慮せず、企業の汚染処理責任（社会的責任）を消費者に強制的に転嫁していることになる。

この既存の原価計算技法について考えると、市場経済が進み、価格競争が激しくなってきた場合、どこまでこうしたコスト算入とその価格転嫁という図式が通用するかが疑問である。

表2-2、表2-3および図2-3に示すように、企業自身によって負担されるべき責任（廃棄物の価値および廃棄物処理費）を消費者に負担させる（企業責任を消費者に負担させるのは製品不買の一つの理由である）と同時に、企業自身の環境負荷の増加と利潤の喪失により、中国企業は市場競争力が弱くなって、最終的に激しい市場競争から淘汰されてしまう。

(3) 問題点を解決するための仮説

A社の事例を通じて、廃棄物（製品の減損と仕損⁹⁾から構成される）は環境負荷ファクターとして生産プロセス上にどの程度で隠れているかが、中国既存の原価計算においてよく見落とされることがわかった。

以上の問題点に対して、環境負荷となるロスの最小化により、中国企業が営利を追求しながら生産工程に隠れる環境負荷を発見し、環境負荷を必要なレベルまで軽減するようなメカニズムを中国企業に取り入れることが必要であり、図2-4に示すように中国の既存の原価計算技法における良品と廃棄物に対してマスバランスを取ったコスト配賦上に仮説が必要だと考えられている。

以上の問題意識について、本研究では中国企業への

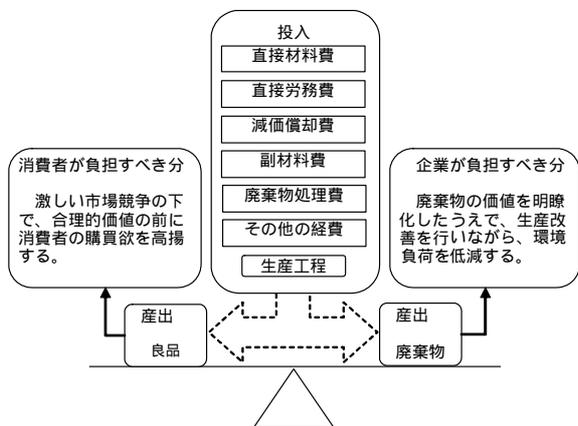


図2-4 中国の既存の原価計算におけるコスト配賦仮説

典拠：中嶋道靖・國部克彦（2002）pp.52-79を参照

MFCA導入実験を通して検討を行うことにする。

中国企業への導入事例

1. 導入事例の意義

(1) 目的

中国の既存の原価計算技法において、廃棄物となるマテリアル原価は最終製品原価に包含すべき対象としてしか認識されず、廃棄物個々が「価値」を構成するものとは認識されてこなかった。それに対して本研究の目的は、価値回収計算ではなく、廃棄物を製造する原価に適切な評価を与えることである。すなわち、廃棄物も一つの「負の製品」と認識することで、廃棄物の発生が企業経営全体にいかに関与するかを明らかにするのである。

(2) 導入対象企業とその選定理由

材料加工型製造ラインの方が組み立て型製造ラインより物量データを把握しやすいことから、MFCA導入対象としては、A社の第1工場エンジンカバー製造ラインを選定した。

選定理由は、以下の通りである。

1) A社の要請

中国の急速な市場経済の拡大の下、A社は激しい市場競争に直面しており、継続的な経営を行うために以下の2つのことが求められている。

国の諸法規（主に環境政策）を遵守しながら製品コストの削減により利潤増加のチャンスを探す。

製品を通じて市場競争力を高めるため、限りある資金で合理的かつ効率的に生産設備投資をする。

環境配慮型会計技法であるMFCAを新たな管理技法としてそこで、導入することを筆者と合意した。

2) 実験条件

当該製品がA社の主力製品であり、成型・研磨・ラッカー・組立というフル製造ラインをもつ。また、生産規模ならびに原材料比率が比較的高いため、有用な実験効果が得られると期待されると考えてMFCAの導入実験を実施した。

2. 導入する技法の特徴

本稿の に述べた中国の既存の原価計算の問題点に対し、本研究で採用する技法の特徴は、マスバランスの視点で廃棄物の価値を「製品」の一種とみなして、廃棄物コストを製品コストと共に独立的勘定として設定する。

産出を良品とロスに分割したうえで、図3 - 1に示すように5つの計算ステップを経て、図3 - 2に示すように実際生産標準値、実測値および改善後値の3つのデータを比較しながら、生産工程ごとに隠れたロスを発見すると同時にそれが存在する原因を明らかにすることである。

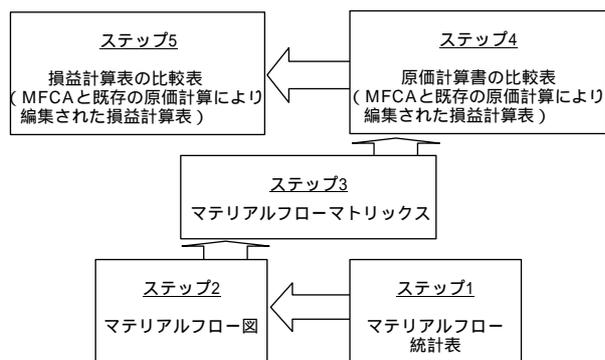


図3 - 1 MFCA 導入実験計算ステップ

3. 導入の内容

2004年7月に準備段階として、現地工場を視察し、MFCA 導入実験を実施するため、次のプロジェクトチーム（7名）を編成した。

総経理（日系企業の社長に相当）	1名
財務管理課（筆者を含む）	3名
（材料原価、人件費、減価償却費などデータを提供）	
生産管理課	2名
（生産フロー、良品とロスなどのデータを提供）	
工務管理課	1名
（電力、水などエネルギーなどのデータを測定・提供）	

当該製品の製造ラインの評価について、プロジェクトメンバーと調査方法を検討した結果、MFCA 導入実験の

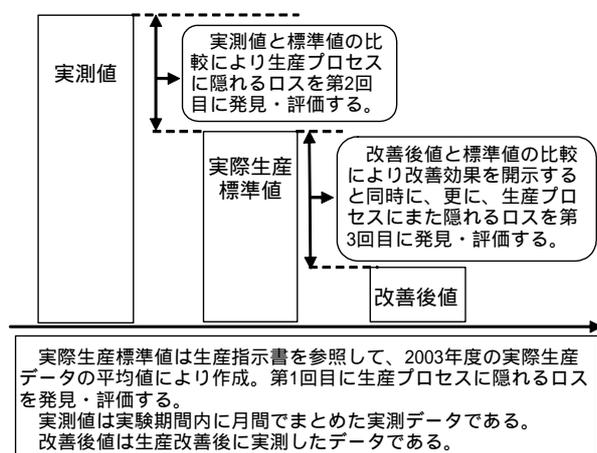


図3 - 2 MFCAにおける各データの相互関係図

プロセスを、以下のように分けた。

2004年8月～10月、主に上述したA社の財務管理、生産管理、工務管理3つのベースに基づき、研究期間の限りで期首、期末、在庫のデータを考慮せず、という単純化した事例を取り上げた。全製造ラインの生産工程ごとに物量測定センターを付け、製品および各材料に発生要因別の廃棄量の測定し、生産量1,440台/月で完成品を生産工程ごとに標準重量に換算した各マテリアルの標準値を表記し、物理学上の質量保存の法則に基づき、投入された物質は質量的には消滅せずに、企業内にストックされるか企業外に排出されるかのいずれかになるとして物量マスバランス表¹⁰⁾を作成した。

データの収集については、製造原価全体をマテリアルコスト（原材料、副材料¹¹⁾）、エネルギーコスト（電力、水）、システムコスト（主に人件費や減価償却費などの加工費）および廃棄物処理コストに分類し、各メンバーが生産工程ごとに原材料費、エネルギー費（全社の生産高に基づき、按分で当製造ラインの電力・水使用量を計算した）、労務費、廃棄物処理費のデータ測定を行い、マテリアルの素材別に物量情報と金額情報で物量マスバランス表として作成した。全製造ラインのマテリアルフロー図（物量単位と金額単位）を実験の実際生産標準値として図3 - 3のように把握した。全生産ラインの投入から産出（良品とロス）までについてのコスト分類別にMFCAのフローコストマトリックスとして作成したものを、表3 - 1および表3 - 2に示す。

4. 計算結果

MFCAの結果を通じて、中国の既存の原価計算技法では発見されない生産工程ごとに隠れている無駄（主に生産中に排出した廃棄物を処理するために支出された廃棄物処理費、および余剰に使用された資源・エネルギー・労働時間）を明らかにすると同時に、無駄の発生原因を物量単位と金額単位で定量的に表すことができた。物量測定センター（生産工程ごと）別にロスの発生状況が一目瞭然となり、以下のようにいくつかの問題点が明らかになった。

表3 - 3に示すように、廃棄物処理コストは全工程投入コスト（2,045,959.20元）の5.18%に上り、廃棄物処理コストが大きい。これは、主に生産の段階にあたる研磨工程で発生していたことが分かった。

現場の調査によると、研磨工程では前工程真空ポンプ

A社マテリアルフロー図 - (実際生産標準値データ) 製品: A社のエンジンカバー 生産量(台/月): 1,440
 注: 材料単位: kg コスト単位: 円

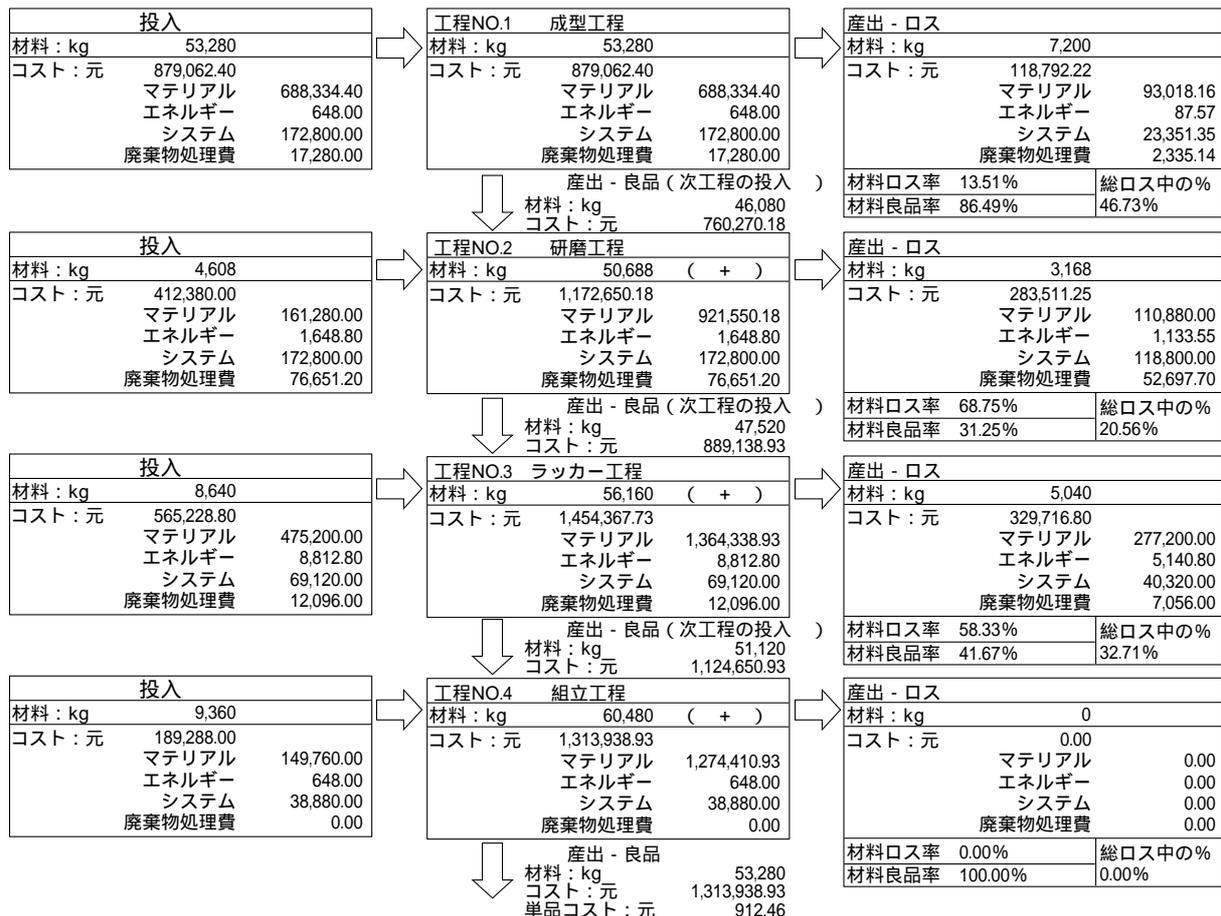


図3 - 3 マテリアルフロー図 (実際生産標準値データ)

典拠: A社エンジンカバー-実際生産標準値データより作成

表3 - 1 A社マテリアルフローコストマトリックス (実際生産標準値データ) - 産出 (良品)

工程別	物量 kg	マテリアル 金額: 円	エネルギー			システム		廃棄物処理費		各工程小計 金額: 円
			工業用電	工業用水	小計	金額: 円	労働時間	汚水	固体物	
成型工程	46,080	595,316.24	A 623	0				0.00	14,944.86	760,270.18
			B 560.43	0.00	560.43	149,448.65	2,491		14,944.86	
研磨工程	47,520	810,670.18	135	157				21,577.50	2,376.00	889,138.93
			121.50	393.75	515.25	54,000.00	900		23,953.50	
ラッカー工程	51,120	1,087,138.93	4,080	0				0.00	5,040.00	1,124,650.93
			3,672.00	0.00	3,672.00	28,800.00	480		5,040.00	
組立工程	53,280	1,274,410.93	720	0				0.00	0.00	1,313,938.93
			648.00	0.00	648.00	38,880.00	648		0.00	
全工程合計			5,558	157				21,577.50	22,360.86	全工程良品合計 (売上原価)
			5,001.93	393.75	5,395.68	271,128.65	4,519	43,938.36		

A: 物量単位 工業用電単位: kwh、単価 (元/kwh): 0.90 労働時間単位: h 汚水処理費@: 元/t 137.00
 B: 金額単位 工業水電単位: t、単価 (元/t): 2.50 生産量 (台/月): 1,440 固体物処理費@: 元/kg 2.40

典拠: A社エンジンカバー-実際生産標準値データより作成

の真空度が原因で製品の表面に大量の小さな穴ができるため、研磨工程において2回検査を行い、それらの穴を

埋め込む。その後、艶出しするため月間約504tの工業用水と布やすりを用いて製品の表面を磨く。工場外へ排

表3 - 2 A社マテリアルフローコストマトリックス（実際生産標準値データ）- 産出（ロス）

工程別	物量 kg	マテリアル 金額：元	エネルギー			システム		廃棄物処理費		各工程小計 金額：元
			工業用電	工業用水	小計	金額：元	労働時間	汚水	固体物	
成型工程	7,200	93,018.16	s 97	0	87.57	23,351.35	389	0.00	2,335.14	118,792.22
			t 87.57	0.00					2,335.14	
研磨工程	3,168	110,880.00	297	347	1,133.55	118,800.00	1,980	47,470.50	5,227.20	283,511.25
			267.30	866.25					52,697.70	
ラッカー工程	5,040	277,200.00	5,712	0	5,140.80	40,320.00	672	0.00	7,056.00	329,716.80
			5,140.80	0.00					7,056.00	
組立工程	0	0.00	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00
			0.00	0.00					0.00	
全工程ロス合計 kg 15,408		481,098.16	6,106	347	6,361.92	182,471.35	3,041	47,470.50	14,618.34	732,020.27
		全工程合計	5,495.67	866.25	6,361.92	182,471.35	3,041	62,088.84		全工程ロス：元

s：物量単位 工業用電単位：kwh、単価（元/kwh）：0.90 労働時間単位：h 汚水処理費単価（元/t）：137.00
t：金額単位 工業用水単位：t、単価（元/t）：2.50 生産量（台/月）：1,440 固体物処理費単価（元/kg）：2.40

典拠：A社エンジンカバー実際生産標準値データより作成

表3 - 3 A社マテリアルフローコストマトリックス（実際生産標準値データ）- 投入

工程別	投入材料 物量 kg	マテリアル	投入コスト							各工程 投入コスト 小計	
			エネルギー		システム	廃棄物処理費					
			工業用電	工業用水	労働時間：h	汚水 %	%	固体物 %	%		
成型工程	53,280	688,334.40	s 720	0	2,880	A	B	C	D	879,062.40	
			t 648.00	172,800.00	0.00	0.00%	17,280.00	16.30 %			
研磨工程	4,608	161,280.00	432	504	2,880	69,048.00	65.12 %	7,603.20	7.17 %	412,380.00	
			1648.80		172,800.00						
ラッカー工程	8,640	475,200.00	9,792	0	1,152	0.00	0.00 %	12,096.00	11.41 %	565,228.80	
			8812.80		69,120.00						
組立工程	9,360	149,760.00	720	0	648	0.00	0.00 %	0.00	0.00 %	189,288.00	
			648.00		38,880.00						
全工程投入 コスト合計		75,888	1,474,574.40	11,664	504	7,560	69,048.00	36,979.20	5.18 %	G	2,045,959.25

説明： s：物量単位 t：金額単位
材料単位：kg コスト単位：元 生産量（台/月）：1,440 工業用電力単位：kwh、単価（元/kwh）：0.90
B = Aと成型工程から組立工程までの配送及び廃棄物処理費の合計との比率 工業用水単位：t 単価（元/t）：2.50
D = Cと成型工程から組立工程までの配送及び廃棄物処理費の合計との比率 汚水処理費単価（元/t）：137.00
G = 全工程投入コストに占める廃棄物処理費の割合 固体物処理費単価（元/kg）：2.40

典拠：A社エンジンカバー実際生産標準値データより作成

表3 - 4 A社マテリアルフローコストマトリックス（実際生産標準値データ）- 産出

工程別	産出 - - 良品			産出 - - ロス				各工程 産出小計	
	物量 kg	金額 元	投入材料 工程別良品率	物量 kg	金額 元	ロス率 E	ロス率 F	物量 kg	金額 元
成型工程	46,080	760,270.18	86.49 %	7,200	118,792.22	13.51 %	46.73 %	53,280	879,062.40
研磨工程	47,520	889,138.93	31.25 %	3,168	283,511.25	68.75 %	20.56 %	50,688	1,172,650.18
ラッカー工程	51,120	1,124,650.93	41.67 %	5,040	329,716.80	58.33 %	32.71 %	56,160	1,454,367.73
組立工程	53,280	1,313,938.93	100.00 %	0	0.00	0.00 %	0.00 %	53,280	1,313,938.93
良品の単品 当たり	37	912.46	全工程ロス合計 単品当たり	15,408	732,020.27	全工程ロス総量と材料投入総量との比率 20.30 %			

説明 生産量（台/月）：1,440
E = 工程別のロス率、 F = 本工程ロス量と全工程ロス総量との比率

典拠：A社エンジンカバー実際生産標準値データより作成

表 3 - 5 工業用電力分析表

実際生産標準値データ		ロスに使用された工業用電力量		
工程別	物量単位 kwh	金額 元	総投入との 比率	無駄に使用 される比率
成型工程	97	87.57	0.83%	1.59%
研磨工程	297	267.30	2.55%	4.86%
ラッカー工程	E 5.7 12	5140.80	G 48.97%	I 93.54%
組立工程	0	0.00	0.00%	0.00%
全工程投入 コスト合計	F 6,1 06	5,495.67	H 52.35%	

説明：
 G=本工程ロスに使用された工業用電力（ E ）と全工程投入工業用電力合計（ 11,664kwh ）との比率。
 I = ラッカー工程ロスに使用された工業用電力（ E ）と全工程ロスに使用した工業用電力合計（ F ）との比率。
 H = 全工程ロスに使用された工業用電力合計（ F ）と全工程投入工業用電力（ 11,664kwh ）との比率

典拠： A 社エンジンカバー実際生産標準値データより作成

表 3 - 6 工業用水分析表

実際生産標準値データ		ロスに使用された工業用水		
工程別	物量単位 t	金額 元	総投入との 比率	無駄に使用 される比率
成型工程	0	0.00	0.00%	0.00%
研磨工程	E 347	866.25	G 68.75%	I 100.00%
ラッカー工程	0	0	0.00%	0.00%
組立工程	0	0.00	0.00%	0.00%
全工程投入 コスト合計	F 347	866.25	H 68.75%	

説明：
 G=本工程ロスに使用された工業用水（ E ）と全工程投入工業用水合計（ 504t ）との比率。
 I = 研磨工程ロスに使用された工業用水（ E ）と全工程ロスに使用した工業用水合計（ F ）との比率。
 H = 全工程ロスに使用された工業用水合計（ F ）と全工程投入工業用水（ 504t ）との比率

典拠： A 社エンジンカバー実際生産標準値データより作成

表 3 - 7 労働時間分析表

実際生産標準値データ		ロスに使用された労働時間		
工程別	物量単位 h	金額 元	総投入との 比率	無駄に使用 される比
成型工程	389	23,351.35	5.15%	12.80%
研磨工程	E 1,980	118,800.00	G 26.19%	I 65.11%
ラッカー工程	672	40,320.00	8.89%	22.10%
組立工程	0	0.00	0.00%	0.00%
全工程投入 コスト合計	F 3,041	182,471.35	H 40.23%	

説明：
 G=本工程ロスに使用された労働時間（ E ）と全工程投入労働時間合計（ 7,560h ）との比率。
 I = 研磨工程ロスに使用された労働時間（ E ）と全工程ロスに使用した労働時間合計（ F ）との比率。
 H = 全工程ロスに使用された労働時間合計（ F ）と全工程投入労働時間（ 7,560h ）との比率

典拠： A 社エンジンカバー実際生産標準値データより作成

出された汚水は政府の環境保護部門で処理されるため、汚水処理費¹²⁾として月間約69,048元がかかる。これは、全生産工程の廃棄物処理費（106,027.20元）の65.12%に上る。

表3-4に示すように、負の産出としてロスは全工程材料投入の20.30%に上る。特に、

a. 研磨工程ではロス率は約68.75%（本工程内での投入材料とロス産出との比率）に上る。

b. ラッカー工程ではロス率は約58.33%（本工程内での投入材料とロス産出との比率）に上る。

c. 真空ポンプの真空度と金型の構造という2つ原因で、成型工程では投入材を使用する際に大きなロス（投入材料53,280kg、コスト879,062.40元、産出口ス7,200kg、コスト118,792.22元、本工程材料ロス率13.51%）が存在し、本工程ロス量と全工程ロス総量との比率は46.73%に上る。

表3-5に示すように、ロスに使用された電力は6,106kwhで、全工程の52.35%に上り、5,495.67元のロスが発生したことが分かった。特に、ラッカー工程では、無駄に使用された電力（E）が、全工程投入電力の48.97%に上り、全工程でロスに使用された電力合計との比率は93.54%に上る。

表3-6に示すように、ロスに使用された工業用水は347tで、全工程の68.75%に上り、866.25元の無駄が研磨工程で発生したことが分かった。

表3-7に示すように、ロスに使用された労働時間は3,041hで、全工程の40.23%に上り、182,471.35元のロスを発生させたことが分かった。その中で、研磨工程のロスが65.11%であり、全工程の26.19%にあたる。

組立工程に使用された包装材としての段ボール箱とビニール包装袋のロスは発見されなかったが、現場調査によると、当該製品はエンジン生産メーカー17社へ提供している、各生産メーカーへの輸送では製品の品質を確保するため段ボール箱とビニール包装袋を使用する。環境配慮の視点で見れば、製品を下流企業へ輸送すると、包装材として5,769kgの段ボール箱と1,440kgのビニール包装袋が廃棄物になる可能性があるとの推測される。

5. 生産改善

実験結果における効果を半期で出すことによって、経営トップと工場が、生産改善の必要性を企業意思決定に

反映させるようにするために、実験データの集計範囲は3ヶ月間（2004年12月から2005年2月）とし、手作業により生産現場で毎日収集された実測データを月に一回まとめ、MFCAの原則（図2-2参照）に基づいて、収集された資料とデータをExcelにより、実験の実測値を求めた。

3ヶ月間を経て、プロジェクトメンバーを含めA社の経営トップは、月ごとに編集されたMFCA計算結果を時系列的に比較すると共に、自社の既存の原価計算技法で編集された原価計算表を比較対象とすることによって、A社の経営トップはエンジンカバー製造ラインに隠れていた無駄を明確に把握した。中国の既存の原価計算技法は環境負荷となる点が見つけ難く、上げられるはずの利益をも見落としやすく、無駄にしてしまったことを認識したのである。総経理をはじめA社の経営トップは、MFCAの結果に基づいて経営改革をおこなうべく、先ずA社の第1工場徹底した無駄の排除による資源生産性の最大化を行うことを課題とした。

生産改善のため、第1工場工場長の提案で排水のクロード化・廃棄物最小化に鋭意取り組んで、2005年2月に環境配慮型生産設備投資を最優先とする以下の4つの経営判断が下された。

施策1として、廃棄物最小化に向けて、ロス増加の誘因であるカバー表面にある小さな穴の発生を抑制するため、2.816万元をかけて高圧真空吸着装置2台の更新を決定した。

施策2として、金型が頻繁に使用されるため、72万元をかけて6台の金属製金型を新たに導入した。

施策3として、廃棄物処理コストを削減するため、社内で汚水を処理・再利用可能とするために、排水のクロード化を推進し、37万元をかけて汚水処理装置を設置することを決定した。

施策4として、資源保護のため、A社は取引先と協議したうえで、再使用が可能な折りたたみ式のプラスチック容器が5.184万元をかけて144個採用し、循環的に物流包装資材を使用するシステムを新たに導入した。

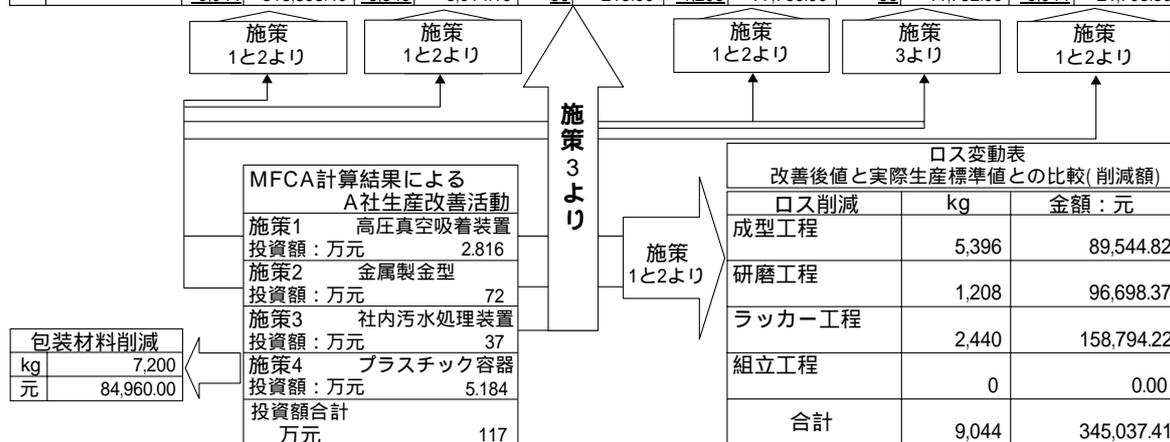
6. 改善結果

約2ヶ月間の準備段階を経て、2005年4月から更新された生産設備の運用を通じ、同じ生産量で実験の改善後値としての2005年4月生産データと実際生産標準値データとを比較すると、表3-8に示すように、以下のような結果となった。

高圧真空吸着装置と金属製金型の運用を通じ、投

表3-8 生産改善効果

改善後値と実際生産標準値との比較(削減額)	マテリアルコスト		エネルギーコスト				システムコスト		廃棄物処理費コスト			
	kg	金額: 元	電力		工業用水		労働時間		汚水		廃棄固体物	
			kwh	金額: 元	t	金額: 元	h	金額: 元	t	金額: 元	kg	金額: 元
成型工程	5,396	59,398.40	170	153.00	0	0.00	504	30,240.00	0	0.00	5,396	12,950.40
研磨工程	1,208	42,780.00	37	33.30	86	215.00	504	30,240.00	86	11,782.00	1,208	2,899.20
ラッカー工程	2,440	133,200.00	2,992	2,692.80	0	0.00	288	17,280.00	0	0.00	2,440	5,856.00
組立工程	0	83,520.00	150	135.00	0	0.00		0.00	0	0.00	0	0.00
合計	9,044	318,898.40	3,349	3,014.10	86	215.00	1,296	77,760.00	86	11,782.00	9,044	21,705.60



典拠：A社エンジンカバー実際生産標準値データと2005年4月生産データの比較より作成

入材料を9,044kgと総合コスト（マテリアル、エネルギー、システム、廃棄物処理費の4つコストの合計）が433,375.10元削減された。

投入エネルギーを約3,229.10元削減、電力3,349kwhと工業用水86tが削減された。

投入システムコストを77,760元削減、労働時間は1,296h削減された。

廃棄物処理コストが33,487.60元（そのうち研磨工程の汚水処理費11,782元）削減され、廃棄物処理コストと全工程投入コストとの比率が5.18%から4.50%に下がった。

廃棄物（ロス）が9,044kg、コスト345,037.41元削減でき、ロス率（全工程ロス総額と全工程材料投入の比率）は20.30%から9.52%に低減した。

折りたたみ式のプラスチック容器の使用によって、毎月の包装材として約84,960元を削減すると同時に、使用した5,760kgの段ボール箱、1,440kgのビニール包装袋から廃棄物になる可能性も徹底的に排除することができた。

分析

現地調査から約1年間の導入事例の実施を通じて、中国の既存の原価計算技法と比較して、本研究におけるMFCAのメリットが、以下のように整理できた。

表4-1に示すように、MFCAによって、市場で認識されない価値（マテリアルロス）の存在や時間的無駄が顕在化され、既存の原価計算技法による財務諸表（主に損益計算書）上には現れない利益機会の損失が見えはじめている。

ゆえに、「市場で価値が表れない資源の利用は無駄であり、環境負荷になる」という観点でMFCAを環境経営のツールとして中国企業に位置づければ、隠れた環境負荷を顕在化し、資源生産性の向上を達成することができる。

現在の中国においてA社を含む多くの中国企業は、「わが社はコスト意識が末端まで浸透しており、TQCより歩留まり管理も完璧に実施している」と考えている。確かに、多くの工場では問題箇所がすでに判明していることが少なくない。しかし、その問題解決のために、どの程度の投資であれば許容されるのかを明示することは、必ずしも十分ではなかった。

図3-3に示すように、廃棄物（ロス）に「価格」を

表4-1 両技法計算結果の比較（MFCA導入実験結果）

MFCA技法により編成した損益計算表 計算期間：実際生産標準値データ		売上原価の構成を区分し、生産工程中の環境負荷を明瞭化 = 利潤増加の1つ鍵！	既存の会計損益計算表 計算期間：実際生産標準値データ	
売上高	2,304,000.00		売上高	2,304,000.00
売上原価（良品）	1,313,938.93	売上原価（良品）	2,045,959.20	
マテリアルロス（ロス）	732,020.27	売上利益	258,040.80	
売上利益	258,040.27	販売管理費	14,400.00	
販売管理費	14,400.00	営業利益	243,640.80	
営業利益	243,640.80	説明：製品名：エンジンカバー 生産量（台/月）：1,440 売上単価（元/月）：1,600		
説明：製品名：エンジンカバー 生産量（台/月）：1,440 売上単価（元/月）：1,600				
生産調整を通じ、MFCA導入実験の成果： 売上原価削減：88337.69元（= A - B） ロス発生削減：345037.41元（= C - D） = 営業利益増加：433375.10元（= E - F）			利潤増加は達成（433375.10元）したが、MFCAの視点で問題が依然に存在し、生産工程に対して継続的な改善も必要！故に、環境配慮型経営を促成！ 利潤増加した売上原価にまた25%（金額単位で）のロス（386982.85元）が存在！投入から産出までの再調整を促す	
MFCA技法により編成した損益計算表 計算期間：200504データ			既存の会計損益計算表 計算期間：200504データ	
売上高	2,304,000.00		売上高	2,304,000.00
売上原価（良品）	1,225,601.25	売上原価（良品）	1,612,584.10	
マテリアルロス（ロス）	386,982.85	25%（= D / G）のロスがまた存在		
売上利益	691,415.90	売上利益	691,415.90	
販売管理費	14,400.00	販売管理費	14,400.00	
営業利益	677,015.00	営業利益	677,015.90	
説明：製品名：エンジンカバー 生産量（台/月）：1,440 売上単価（元/月）：1,600		説明：製品名：エンジンカバー 生産量（台/月）：1,440 売上単価（元/月）：1,600		

典拠：参照資料 A社エンジンカバー-実際生産標準値データと2005年4月生産データの比較、A社エンジンカバー-2005年4月の損益計算書と原価計算書

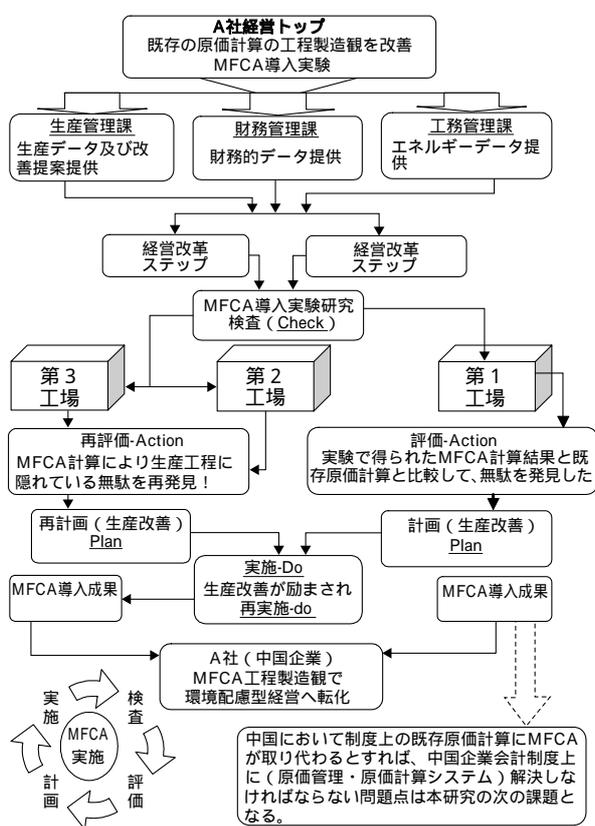


図 4 - 1 MFCA 導入実験によりA 社企業経営トップ転換効果図

典拠：本研究の導入結果とA社の意見より作成

つけることにより、各生産工程の環境面での非効率性を克服するためには、どの程度の投資が許容されるかが明確になる。つまり、これまでのTQC生産改善活動の範囲を質的に超えて、生産工程での革新すべき契機を、本研究において提供できるのである。

本研究の技法は単なる環境保全のためだけの原価計算技法ではない、図4-1に示すように、環境配慮の観点から、A社第1工場の成功事例を他工場に水平展開するというシナリオを描くことができれば、企業経営が全体的にISO14000sを推進する機能を持つことになるともいえる。例えば、導入に当たり、生産管理課だけでなく、財務管理課と工務課をはじめ全社の経営トップがチームを組んで環境経営を推進した。

本稿の - 4 - (6) を参照すれば、顧客が企業の場合には、その企業でもマテリアルフローがある。したがって、サプライヤーや納入先の企業でも同様の手法を導入し、連結することで、グリーンサプライチェーン全体を計測、管理することができるようになるはずである。この技法をグリーンサプライチェーン全体に拡大でき

ば、原材料の採取から末端ユーザーに製品が供給されるまでの全工程で、どこが非効率な箇所かを明らかにすることができ、その有効性を飛躍的に高めることが期待できる。また、同じ企業の工場間や関係会社間では、実現の可能性がかなり高いと思われる。

．おわりに

1．本研究の成果

本稿のまとめとして、理論面と実務面の二側面から、本研究の成果を以下のように示す。

(1) 先行性

本研究はA社のわずか一製品に対し、中国の既存の原価計算技法の理論上と実務上では認識できなかった生産工程における材料のロスコストを顕在化し、より物流バランスについて合理的に維持・表示・分析などを行うことができた。この技法は中国企業で初めての会計技法として廃棄物の削減により資源生産性を向上させる技法となり、ロス発見と分析に極めて有効で、企業利益追求と環境負荷削減を両立させることが可能な実践的環境経営ツールであることを実証したといえる。

(2) 実効性

本研究は中国既存の原価計算技法と比べて（表4-1参照）A社経営トップをはじめ中国企業の意思決定に、有用でタイムリーな情報を提供した。

1) 本研究の技法は中国企業でよく行われたTQC技法よりも情報量が多いため、生産改善ポイントの発見が容易となった。良品とロスに対して、材料コストのみならず、人件費、エネルギーコスト等すべての製造経費が累積されてコストとして計上されるため、歩留・不良率が悪くない工程から発生するロスについて、発生率が低い場合にも思わぬ高コストから損失があったことに気付くことができた。特に、材料のロスが廃棄物処理費用のコストを超えてかなり大きなコストであることを認識することにより、ロスの発生抑制に対する認識が高まった。

2) 実測したデータをもとにロス分析を徹底することで、原材料削減といった省資源対策はもちろんだが、判断材料の提供により環境投資の効率化を促進し、企業の製造力の強化をも推進できた。

2．本研究の限界

本導入実験の当初には、MFCAの計算において企業コ

ストと社会コストを両方対象にすることを考えたが、データ入手条件の限界により、A社の企業コストだけを対象とした。もし、社会的コストを追加できると、例えば、各物量測定センターで排出しているCO₂などの量を測定して金額評価し、ロスに別枠で加えることで、さらに新しい環境経営情報が提供できる。

3. 今後の課題

本研究では、MFCAの導入範囲は一工場の一製品の製造ラインに限定されたが、マテリアルロスが製造工程のどこでどの程度（物量と金額）発生するかが分かることから、ロスを削減するための活動を導くことができるといふ効果が明らかになった。

しかし、このような生産工程の改善だけでマテリアルロスを削減できるわけではない。マテリアルロスの発生原因によっては、製造プロセスの上流の設計・開発段階での取り組みが必要な場合も考えられる。この段階で設計が変更されれば、材料も変更されるため、サプライヤーとの協力、あるいはサプライヤーの変更が求められる。本稿の4で分析したように、中国企業におけるサプライヤーへMFCAを導入する場合の有効性について検討する必要がある。そして、それに対する理論的・実証的検討は本研究の次の課題となる。

謝辞

本研究は国際日本文化研究交流財団の助成により行われたものであり、ここで記して謝辞を述べたい。

注

- 1) 大島正克(2002)によって、1992年5月に中国会計学会の学会誌『会計研究』で、葛家澍・李若山による「90年代西側会計理論の新思潮-環理会計理論」(中国語:「90年代西方会計理論の一個新思潮 綠色会計理論」)において「環境会計」が論じられたことが最初だと言われている。
- 2) 中国会計学の学者が、主に『会計研究』を通じて、市場経済の下でマクロ的視点から環境と資源保護の意識を高めるために環境会計を確立する必要性及び環境会計の測定単位・方法等を論じた。同時に環境を考慮した財務管理に対して情報開示型環境財務会計の探求も強調した。代表的論著は張梅琳(1997)「綠色財務管理初探」、孟凡利(1999)「環境会計研究」、耿建新等(2002)「上市公司環境会計信息披露初探」等がある。その中、孟凡利(1999)は以下の章で構成され 環境問題に対する会計の挑戦 環境会計及びその発生する客観的要

求と理論の基礎 環境会計の目標、仮定と原則 環境会計情報システムの構築 環境問題の財務への影響 環境パフォーマンス 環境会計コントロール 環境会計分析 環境会計は現実的な保障システムに向こう、内容的には極めて網羅的である。

- 3) 大島正克(2002)「中国における環境会計研究の生成と現状 中国の環境保全対策とその日中協力に関連させて」『亜細亜大学アジア研究所紀要』第29号、pp.193-213を参考。
- 4) 3E研究院プロジェクトとは正式には「慶応義塾大学と清華大学のエネルギー・環境・経済(Energy Environment and Economy)をめぐる共同研究プロジェクト」をいい、略称を「3E研究院プロジェクト」としている。1999年9月に東京、10月に北京において発足し、目的は日中両国間のエネルギー・環境・経済の3分野における共同研究と人材交流さらには政策提言などを日中共同で推進することにあった。
- 5) 蘇州横河電表有限公司の環境報告書は2002年3月15日に『蘇州横河電表有限公司:環境保護活動2002』というテーマ、わずかA4版4頁のリーフレット形式で日本環境省の環境会計ガイドラインに基づき、内部向け或いは特定機関を対象として作成されたものではなく、中国において外部のすべてのステークホルダーに向けた作成されディスクロージャーデータとして公開している。上海索広(ソニー)映像有限公司の環境報告書は2002年月日に『環境活動報告:Environmental Management Report FY2001』というテーマ、A4版4頁で公開している。
- 6) マスバランスとは企業がどのような環境負荷をかけているかをみるために、主に欧州で開発された技法である。この技法は一般に外部から企業内に入る物質を物質名と物量で把握・表記し、他方それに対して企業から外部へ出る物質も物量で把握・表記する、物質の種類ごとに物量で測定・表示する方法で、企業による物質面での生態系への負荷関係を明らかにしようとするものである。(中島道靖・國部克彦、2002、『マテリアルフローコスト会計』、p.56を参考)
- 7) 一つの生産工程にマスバランスを測定するために設定された計算測定点である。MFCAではこの計算測定点を物量測定センターと呼び、その物量測定センターへの投入・産出・在庫(期首・期末の在庫若しくは仕掛け)を各材料別に物量で把握・記録する。
- 8) A社は1994年に創業された中国煙台市にある民营企业である(1994年以前は集団所有制の郷鎮企業であった)。2005年1月の時点では、
登録資本:150万ドル 占有面積:6000平方メートル
売上高:7,900万元/年間 工員数:370名
主要製品:強化プラスチック(玻璃鋼)工業用カパー
生産規模:強化プラスチック工業用カパー51,000台/年間
販売先:エンジン生産メーカー17社(中国企業15社、外国企業2社)
企業の認証:2002年5月、『ISO9000』の認証を得る。

- 9) 減損とは、製品の加工中に、原材料が蒸発、粉散、ガス化、煙化などによって消失するか、あるいは製品化しない無価値の原材料部分の発生をさす。また、なんらかの原因で加工に失敗し、品質標準や規格標準に合致しない不合格品の発生が、仕損じである。
- 10) 物流マスバランス表とは、マスバランスの視点で企業の実態を環境負荷面から物質的に把握し、企業に入る投入量と企業から産出量における企業の物質支出対照表である。その表をもとに、投入量の削減（資源の有効性）と産出量（特に環境負荷の大きな物質など）の削減を実行することを目的とした。マスバランスの結果によって環境汚染物質の削減目標を計画し、その優先順位を経営上確定することになる。
- 11) 各生産工程で使用される原材料・副材料を実測計量し、各マテリアルの価格をかけて算出することとした。システムコストは労務費・減価償却費とし、財務データを基に該当する費用額を算定した。ただし、労務費については各生産工程での作業時間を個別に記録して算出した。今回は直接製造作業に関する費用のみとし、補助部門の経費を含んでいない。廃棄物処理費は各生産工程で発生したkg当たりの処理費用単価をかけて算定した。エネルギーコストは各物量測定センターの設備ごとの積算電力量・水使用量に電力単価・水単価をかけて算定している。物量センターごとに測定メーターは設置されていないが、今回は全社の生産高に基づき、按分でA社社務管理課が当製造ラインのサンプル電力・水使用量を測定・計算した。
- 12) 『排污費徴収・使用管理条例』の第2条と第12条の規定より、A社は毎月に污水处理費と費を地元政府の環境管理部門に納付している。

参考文献・資料

- 中島道靖・國部克彦（2002）『マテリアルフローコスト会計』日本経済新聞社
- 國部克彦（2004）『環境管理会計入門』社団法人産業環境管理協会
- 大島正克（2002）「中国における環境会計研究の生成と現状-中国の環境保全対策とその日中協力に関連させて-」『アジア研究所紀要』第29号
- 國部克彦・中島道靖（2003）「環境管理会計におけるマテリアルフローコスト会計の位置づけ-環境管理会計の体系化へ向けて」『会計』第164巻第2号、8月号
- 張梅琳（1997）「綠色財務管理初探」『上海大学学报-社科版』2月
- 王立彦ら（1998）「我国企業環境会計実務調査分析」『会計研究』No.130
- 謝徳仁（2002）「企業綠色經營系統与環境会計」『会計研究』No.171、1月
- 牛文元（2002）「綠色GDP与中国環境会計制度」『会計研究』No.171、1月
- 李心合・汪艷・陳波（2002）「中国会計学会環境会計專題檢討会綜述」『会計研究』No.171、1月
- 耿建新ら（2002）「上市公司環境会計信息披露初探」『会計研究』No.171
- 許家林・蔡傳里（2004）「中国環境会計研究回顧与展望」『会計研究』4月