

# MFCA手法の中国中小鉄鋼企業への適用

## Applying MFCA to a small steel company in China

経済学研究科経済学専攻博士後期課程在学

蒙 雪 超

MENG XUECHAO

### 目 次

はじめに—本研究の背景と目的—

I. MFCA の概念理論

II. MFCA の発展経緯と現状

III. 日本企業における MFCA の先行事例

iv. 中国中小鉄鋼企業 A 社への MFCA 導入事例

終わりに

参考文献

### はじめに—本研究の背景と目的—

近年中国は未だ発展途上にあるが、経済成長で成果を上げていることは周知のとおりである。しかし、その反面、環境問題も日々深刻化してきている。例えば、自然森林資源の無制限の使用によって生じる「砂塵嵐」現象、北京で生じた  $\text{pm}_{2.5}$  値の大幅な標準値超えや「ヘイズ」（中国語「霧霾」）などの大気汚染等々、多くの環境問題が生じている。中国政府が速やかに解決しなければならない最重要課題の一つが環境問題であり、このような状況下で、環境を早く復元したい中国にとって、環境管理会計の研究は実用性があることは明らかである。その中でもとくに日本ですでにノウハウが蓄積されているマテリアルフローコスト会計（以下 MFCA と略す）手法を中国で普及させることは、中国の産業廃棄物などの環境問題を解決するきっかけとなるであろう。以上が本研究の背景と目的である。

### I. MFCA の概念理論

#### 1. MFCA の定義と計算上の特徴

MFCA は経営者や現場管理者の意思決定に用いることで、環境負荷の低減とコストの低減を同時に

追及することを目的とした環境管理会計の手法のひとつである。廃棄物の削減によるコスト削減、ひいては生産性の向上を目指している。

MFCA では、製造プロセス中の原材料や部品などマテリアルのフローとストックを物量と金額の両面から測定する。MFCA ではコストをマテリアルコスト、システムコスト、配送・廃棄物処理コストに分類し管理する。

製造工程の各段階で使用する資源と、各段階で発生する不良品、廃棄物、排出物を物量ベースで把握し、それを金額換算することで、不良品や廃棄物、排出物などのロスのコスト金額を明らかにする。

このロスのコスト金額には、原材料費のほか、労務費や減価償却費などの加工費が配分され、廃棄物も製品の原価と同じように計算する。したがって、MFCA では廃棄物を「負の製品」と呼ぶ<sup>1</sup>。

MFCA では次のような考え方にに基づき、製品の製造コストの計算を行う<sup>2</sup>。

(1) 正の製品コストと負の製品コストに分離、計算する。

- ・正の製品コスト：次工程に受け渡されたもの（正の製品）に投入したコスト。
- ・負の製品コスト：廃棄物やリサイクルされたもの（負の製品）に投入したコスト。

(2) 全工程を通じたコスト計算を行う。

正の製品コストは、次工程では前工程コストとして新規投入コストに加え、投入コスト合計としてコスト計算を行う。

(3) すべての製造コストを 4 つに分類して、上記の計算を行う。

- ・マテリアルコスト (Material Cost, 以下 MC と略す) …材料費、ただし製品になる原材料だけでなく、洗浄剤・溶剤・触媒などの製品にならない材料も含めて、計算を行う。
- ・システムコスト (System Cost, 以下 SC と略す) …直接労務費、減価償却費、間接労務費などの加工費
- ・エネルギーコスト (Energy Cost, 以下 EC と略す) …(加工費の中の電力費、燃料費や用役費などのエネルギー費)
- ・廃棄物処理コスト (Waste Treatment Cost, 以下 WTC と略す) …廃棄物の処理費用

## 2. MFCA と通常の原価計算との違い

次頁の図 1 は通常の原価計算と MFCA の違いを示したものである。通常の原価計算は、アウトプットされた良品の単位あたりの原価を求めることにある。工場が発生したすべてのコストを製品別に集計し、製品別製造原価を計算することを主目的としている。図 1 の例のように、通常の原価計算方法で、製品の単位原価は 20 円/kg (通常の原価計算における単位原価 = 1,600 円 ÷ 80kg) であり、廃棄物の原価は無視され、全部が製品原価に算入される。しかし、MFCA で計算すると、製品の単位原

<sup>1</sup> 『マテリアルフローコスト会計手法導入ガイド』 (ver.3) 経済産業省 平成 21 年 2 頁

<sup>2</sup> 『マテリアルフローコスト会計手法導入ガイド』 (ver.3) 経済産業省 平成 21 年 5 頁

価は 16 円/kg, 廃棄物の単位原価も 16 円/kg (MFCA における製品と廃棄物の単位原価 (1,600 円÷100kg) である。通常の前価計算方法と比べると, MFCA 手法は廃棄物の原価を見落さない。

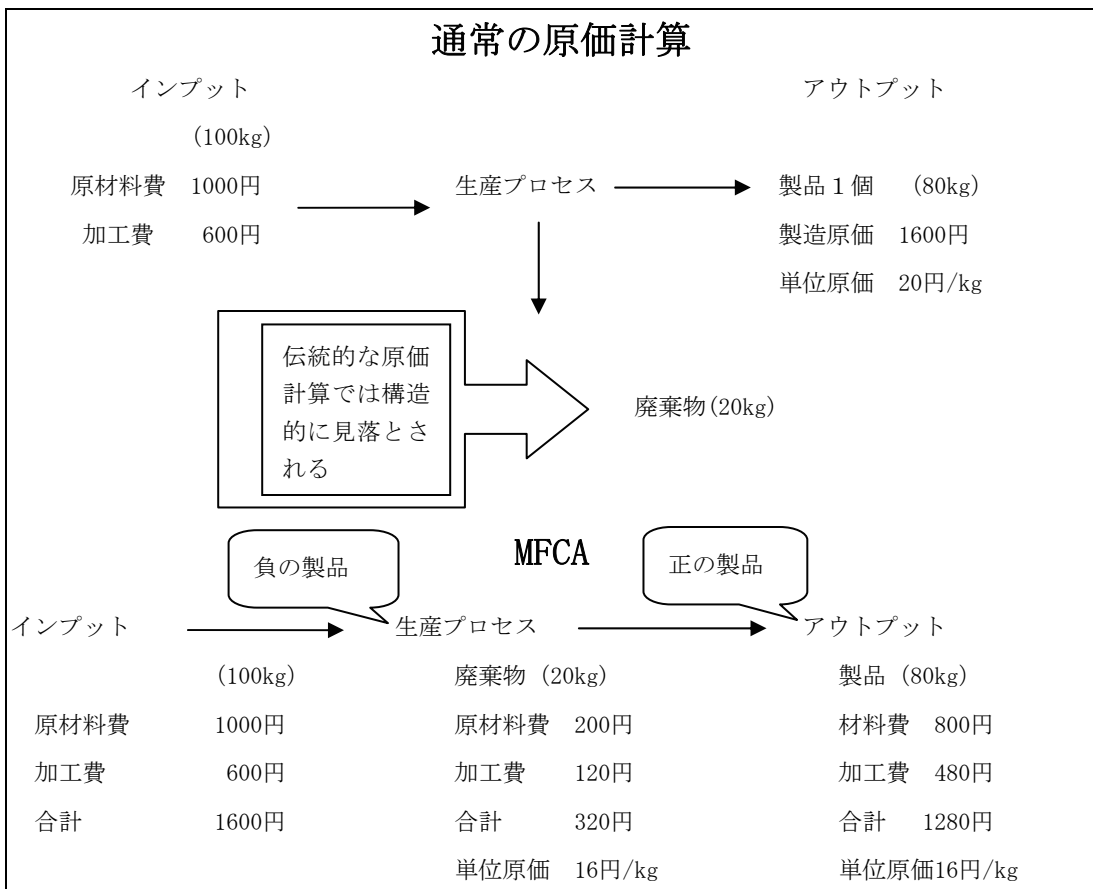
## II. MFCA の発展経緯と現状

### 1. ドイツ及び日本における MFCA 研究の発展経緯と現状

MFCA は, 1990 年代後半にドイツ, アウダスブルク大学の B. ワグナー教授と同教授が創設した IMU (経営環境研究所) の M. ストローベル博士らが開発した手法で, ドイツでは国家プロジェクトやバイエルン州のプロジェクトとして, 多くの企業に導入されて, 大きな成果を挙げてきた。

ワグナー教授はもともとエコバランスを研究しており, 同教授の指導によるクネルト社のエコバランスは, ドイツのエコバランス実務を代表する包括性を備えたものであった。しかし, エコバランスでは, 企業への物質投入が重量単位でしか表現できないため, 経営者の関心を引きにくいという限界があり, この点を克服するために, ワグナー教授のグループは, エコバランスにコスト情報を統合することによって, MFCA を開発したのであった。

図 1 通常の前価計算と MFCA の違い



出典：中寫道靖・國部克彦『マテリアルフローコスト会計』（2002）日本経済新聞社

その後、MFCAは、2003年にドイツ環境省・環境庁が刊行した「環境コストマネジメントガイド」(FEM/FEA, 2003)で、環境管理会計の主要手法として紹介されている。さらに、環境管理会計の基礎をマテリアルのフローにおく考え方は、2005年に発表されたIFAC(International Federation of Accountants)の「国際ドキュメント:環境管理会計」(IFAC,2005)においても引き継がれており、同書では、MFCAの実践例としてドイツ企業とキャノンの事例が掲載されている。

日本では、経済産業省が長年にわたって環境管理会計の手法開発に取り組んできたが、MFCAは2000年から同省のプロジェクトに組み込まれ、2002年の「環境管理会計手法ワークブック」では環境管理会計の主要手法の一つとして解説されている。経済産業省では、その後もMFCAの普及・開発に努力しており、2004年から2005年にかけては、大企業と中小企業への普及プロジェクトに着手し、30社以上へのモデル導入を実施した。2006年にはMFCAに関するセミナーが日本全国で開催され、併せて手法の高度化に関する調査も実施された。2007年以降もMFCAの指導員を育成するプログラムを開始するなど積極的な普及活動が行われ、2008年以降は日本発の提案としてMFCAの国際標準化への動きも見られた。

日本では経済産業省が主導で日本国内でのMFCAの開発と普及を図ってきたが、MFCAの国際標準化も日本から提案された。その結果2008年に国際標準化機構(International Organization for Standardization)の中の環境マネジメントについての技術委員会(Technical Committee)であるISO/TC207にMFCAの規格を検討するワーキンググループWG8(MFCA)が設立された。ISO/TC207/WG8におけるMFCAの国際標準規格の検討では、提案国日本から國部克彦氏(神戸大学大学院教授)が議長、古川芳邦氏(日東電工株式会社)が幹事を務めるとともに、日本代表のエキスパートとして中嶋道靖氏(関西大学商学部教授)と二神龍太郎氏(キャノン株式会社)の両名が参加する等、日本主導でMFCAの国際標準規格の検討が進められた。以上の経緯により、2011年にMFCAがISO14051として発行される運びとなった。

このようにドイツで生まれ、日本で発展してきたMFCAは、国際的に環境管理会計の基盤としての地位を確立し、国際標準化への道を辿った。

## 2. 中国におけるMFCA研究の背景、現状と問題点

1990年代以降、ステークホルダーの環境情報開示要望を満足させるための手段の1つとして、環境管理会計はホットな研究領域になりつつある。特に欧米や日本の政府機構や国際機構、そしてグローバル企業など多くの企業が環境管理会計を重視するようになってきた。これらの影響を受け、中国では環境管理会計に関する研究が急速に展開されている。しかし、中国の環境管理会計及び環境原価管理に関する研究は遅れていると言わざるをえない。現在の中国の企業会計原則と企業会計制度では、会計報告及び情報開示において、環境コストの内容などを明確にすることを要求していない。つまり環境コストは現行会計制度の下では隠れているのである。企業がどのくらい汚染物や廃棄物を排出し、

それらに対する処理にどれだけの費用を支出しているかなどの環境コストは、企業の「管理費用」または「製造原価」の下に隠れている。従って、企業の環境コストが総原価に占める割合は分からず、環境業績評価もできない。また中国では企業の環境情報開示に関してもまだ始まったばかりであり、その情報開示内容も統一されていない。上場企業であっても、環境コストに関して単純なそして定性的な表現が多く、定量的な表現が少ない。そのため環境コストの正確な把握ができていない。このように、製品や原価構成での比率でも大きく占めているはずの環境コストが、伝統的なコスト計算では、表示できず正確な支出状況は分からないのである。このような状況で、MFCA は環境負荷の低減とコストの低減を同時に追及する環境管理会計手法の一つとして、中国における研究の実用性を見出された。

中国での MFCA 研究の萌芽は 2003 年に見られる（張・鈴木〔2013〕158 頁）。しかし、2006 年までに発表された論文は、基本的に中国企業以外の事例と方法論の紹介にすぎなかった。その後、楊〔2006〕が初めて中国企業への MFCA 導入に関する日本語論文を発表し、相次いで三つの MFCA に関する中国企業への適用事例研究を論文として発表した。それでも、MFCA の中国企業への適用を試みる事例研究はごくわずかであり、問題点として、日本と比べファーストオーサーに実務家がほとんどいないこと、研究題名の不統一、MFCA 適用範囲の不明確、MFCA のもつ本来の研究目的からのズレ等が挙げられている（張・鈴木〔2013〕164-165 頁）。特に、中国の研究論文で提供された多くの計算モデルはかなり難しく、企業現場への導入も阻止されている。

なお、中国における MFCA の展開にあたっては次の 3 点が重要であると考えられている（張・鈴木〔2013〕）。

- （1）日本のように産官学連携を構築する政府による MFCA の舞台作りが重要である。「環境保護部」あるいは「国家発展と改革委員会」が MFCA の指揮をとり企業及び研究機関、大学などとの産官学連携体制を作ることである。
- （2）次に、「MFCA に関するガイドブック」を策定することが求められる。その際、MFCA を統一名称で表現することと、更に MFCA の目的、処理手順、計算方法、及びその評価について明確的に規定することが必要となる。さらには、実践事業システムを構築する。MFCA の実践企業を募集し、その実践企業に対する研修セミナーの開催や MFCA 実施時の支援・指導ができる体制の構築である。その支援・指導として MFCA アドバイザリーボードを設置し実践企業にアドバイザーを派遣する。
- （3）最後に、政策面では MFCA に関する奨励制度及び支援制度を制定する。MFCA の実施による導入効果・評価について現行の企業評価項目にプラスされるようにする。また MFCA の導入実績がある企業に賞（奨励金、名誉）を与えたり、融資の優先条件にしたりすることなどが重要で有効な導入推進施策となると考える。

### Ⅲ. 日本企業における MFCA の先行事例

#### ―田辺三菱製薬株式会社：医薬品製造会社の多品種少量生産の事例―

Ⅱ章までは、MFCA の概念理論及び発展経緯とその現状について言及した。本章では日本企業の具体的な MFCA の先行事例をサーベイする。Ⅳ章で中国中小鉄鋼企業への MFCA の導入を試みるために、業種は異なるが「マテリアルフローコスト会計―MFCA 事例集」（2010）の中で紹介されている製造業の標準的な導入事例（田辺三菱製薬株式会社）を先行モデルとし考察する。なぜなら、この標準的な導入事例から得られる手順は、業種が異なっても、ほぼ類似のステップを得て実施されると考えてよいからである。ここでは、企業情報、導入の対象、マテリアルロスの記述、MFCA の分析結果、改善結果等を明らかにする。

#### 1. 企業情報

田辺三菱製薬（株）は、医療用医薬品、ヘルスケア製品を中心とする医薬品の製造・販売を行っている。2007 年 10 月 1 日田辺製薬と三菱ウェルファーマが合併し、田辺三菱製薬（株）が発足した。本事例は、田辺製薬（株）時代のものになる。

- ・従業員数：10,030 名（連結 2009 年 3 月）
- ・売上金額：414,752 百万円（連結 2009 年 3 月）
- ・資本金：50,000 百万円

#### 2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

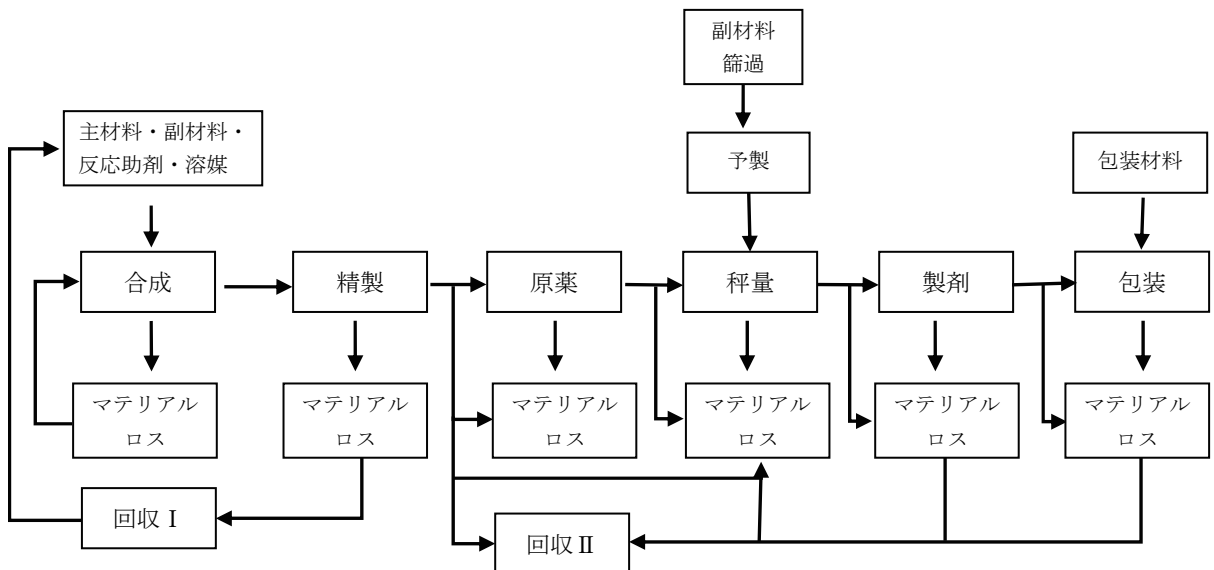
##### （1）対象製品と工程範囲

- ・医薬品の 1 製品群 1 製造ラインを対象に MFCA を導入した。
- ・製薬・製剤・包装の各工程を持つ多品種少量生産型の医薬品製造工程である（次頁の図 2 参照）。

##### （2）製造工程と物量センター

- ・ライン、設備は特定品種の専用設備と多品種共通の設備がある。
- ・製造工程の中にリサイクル工程を持つ。
- ・各工程をそれぞれの物量センターとした。

図2 物量センター毎のインプット/アウトプット



出典：平成 22 年度，経済産業省委託事業『MFCA 事例集 2011』，20 頁。

### 3. マテリアルロスの記述

#### (1) 各工程のロス

- ・主薬・副原料・補助材料・溶媒・包装材料を投入し，廃棄物・廃液・溶媒の大気排出が発生する。
- ・マテリアルロスはリサイクル（回収分）と最終廃棄物の合計である。

#### (2) MFCA データの収集と計算

原価計算データを情報システム部に依頼してデータをダウンロードし，1 年間の原材料費・労務費・間接費・マンアワー（直接作業時間）を収集した。

MFCA の計算については，物理学上の質量保存の法則を前提としたマスバランスに基づき，マテリアルコスト・システムコスト・配送/処理コストのそれぞれについて，物量と金額の両面から良品とロスに区分し計算した。

##### ①マテリアルコスト

田辺製薬では各製造工程におけるマテリアル（原材料）の使用と生産において，理論値と実績値の差額をマテリアルロスとして計算している。ここで，理論値とは，分子量計算から見積もられるロスゼロになる値である。ただし，全額ロスになるものは，個別に直接把握している。

##### ②エネルギーコスト

部門別使用量を物量センター（工程）にマシンアワーで配賦した後，ロスを原材料の重量比で把握。

## ③システムコスト

労務費：物量センター（工程）別にマシンアワーで認識し、ロスを原材料の重量比で把握。

設備費：機械装置の減価償却費と修繕費を対象とし、設備費をマシンアワーで物量センター（工程）別に配賦した。そして、その後、ロスを以下の計算式で把握した。

$$\text{物量センター別設備費} \times [1 - (\text{マシンアワー} / 24 \text{ 時間} \times 365 \text{ 日})]$$

これは、ロスを原材料の重量比で把握するより、機械稼動時間で直接把握した方がより適正と考えたからである。

その他システムコスト：製造間接費から労務費、設備費、エネルギーコスト、廃棄物処理コストを差し引いた額である。

その他システムコスト

$$= (\text{製造間接費}) - (\text{労務費} + \text{設備費} + \text{エネルギー費} + \text{廃棄費用})$$

## ④配送/処理コスト

配送コストは対象外とし、廃棄物処理コストを対象としている。廃棄物処理コストは廃液処理量・廃液焼却量により物量センター別に計上している。

## 4. MFCA 分析結果と改善結果

## (1) MFCA の導入データ付フローチャートの作成

マテリアルコスト・エネルギーコスト・システムコスト・配送/処理コストを物量センター（工程）別に物量と金額について、良品とロスを計算したデータから、データ付フローチャートを次のように記述している（表1、表2を参照、1の位は千円）<sup>3</sup>。

表1 MFCA マトリックス

	マテリアルコスト	システムコスト 並びに用役関連 コスト	廃棄物処理コスト	小計
良品	¥ 371,748	¥ 1,296,134	¥ 0	¥ 1,667,882
マテリアルロス	¥ 586,761	¥ 628,345	¥ 157,836	¥ 1,372,942
(内廃棄物)	(¥ 346,210)	( — )	(¥ 157,836)	¥ 504,046
計	¥ 958,509	¥ 1,924,480	¥ 157,836	¥ 3,040,825

出典：平成22年度、経済産業省委託事業『MFCA 事例集2011』，21頁。

<sup>3</sup> 「MFCA マトリックス」とは「良品」（正の製品）及び「マテリアルロス」（負の製品）の「マテリアルコスト」，「システムコスト」「エネルギーコスト」，「廃棄物処理コスト」を把握するために作った表のことをいう。

MFCA 手法の中国中小鉄鋼企業への適用

表2 物量センター別 MFCA マトリックス

物量センター コスト名	合成	精製	原薬	秤量	製剤	包装	合計
マテリアルコスト	¥259,330	¥207,996	¥34,483	¥20,437	¥23,737	¥40,778	¥586,761
(内、回収工程)	(¥125,510)	(¥88,762)	(¥2,116)	(¥19,591)	(¥3,038)	(¥1,535)	(¥240,551)
(内、廃棄物)	(¥133,821)	(¥119,234)	(¥32,368)	(¥846)	(¥20,699)	(¥39,243)	(¥346,210)
システムコスト	¥118,770	¥33,535	¥113,308	¥24,484	¥113,228	¥213,744	¥617,070
用役関連コスト	¥7,041	¥806	¥3,174	¥6	¥81	¥167	¥11,276
廃棄物処理コスト	¥126,048	¥2,100	¥23,868	—	¥1,941	¥3,879	¥157,836
計	¥511,189	¥244,437	¥174,833	¥44,927	¥138,987	¥258,568	¥1,372,942

出典：平成 22 年度，経済産業省委託事業『MFCA 事例集 2011』，21 頁。

(2) MFCA の導入による改善結果

経済産業省委託事業の『MFCA 事例集 2011』(21 頁)によると，MFCA 分析の結果，廃棄物処理コスト並びに原材料ロスの大い工程が特定できた。

〔合成工程の廃棄物処理コスト 126 百万円〕

〔製薬工程のマテリアルロス 285 百万円〕

この特定できた工程に対して，短期的実現可能性の高い廃棄物処理コストの改善にターゲットを絞り，改善策の検討を行った結果を基に，2003 年 5 月にクロロホルム吸着回収設備投資（投資額 約 66 百万円）とクロロホルムを回収促進する製造方法の変更，さらに廃棄物処理方法の変更を実施し，2003 年度実績ベースで計算した場合，次の成果が得られたと報告されている。

①廃棄物処理方法見直しによる経済結果

工場全体の廃液焼却処理を活性汚泥処理に変更することが可能となり，廃棄物処理コスト低減とクロロホルムの回収再使用により，年間約 54 百万円の経済結果（うち，省エネ効果 約 33 百万円/年）を実現

②クロロホルム大気排出量削減の大幅達成（環境自主行動計画）

クロロホルムの 96%を回収再使用しているが，残りは大気や廃液として排出していた。回収設備投資により，大気排出量をさらに抑制し，環境自主行動計画に掲げた排出削減目標の大幅達成を実現（クロロホルム大気排出量を 2003 年度までに 1999 年度比 10%削減—実績：73%削減）

③二酸化炭素排出量の大幅削減（環境自主行動計画）

廃棄物処理方法の見直しにより，廃液焼却処理を完全廃止したことから二酸化炭素排出量を 2,328 トン/年削減（1990 年度比 10%削減目標量である 5,647 トン/年）の 41%を占めている。

先行事例から MFCA 導入の手順が把握された。それは，MFCA 適用対象の明確化⇒マテリアル

フローモデル構築⇒データ測定⇒MFCAマトリックスの作成⇒改善のための施策の提示・実施・効果確認という手順からなる。次に、MFCAデータの収集と計算の方法を明らかにした。それはマテリアルコスト、システムコスト、エネルギーコスト、廃棄物処理コストに分類し計算されている。最後に、それらの計算結果を参考に、改善のための施策の提示と実施がなされ、その結果が明確化されている。また、MFCAの導入の意義も示されている。IV章の適用事例においては、計算結果を参考にした改善のための施策の一部の提示までは示された（より具体的な施策の提示と実施は、現場の管理者や作業員との共同作業となろう）。

#### IV. 中国中小鉄鋼企業A社へのMFCA計算の適用事例

III章で示した日本企業の導入先行事例を参考にしつつ、本章では中国中小鉄鋼企業A社にMFCAの計算を適用してみた（当社の実際の現場データを活用）。まずMFCAの対象プロセスを明確化し、データ収集と計算の方法を説明した。次にMFCAの計算を実施してみた。最後にマテリアルフローデーター一覧表（物量フロー図、MFCAマトリックスなども含まれた）を作成した。これらのことを踏まえ、計算結果から得られる改善策も提示した（ただし、具体的な改善策の実施とその効果測定については、今後の研究課題とした）。

##### 1. 企業情報及びMFCAの対象プロセスの明確化

###### （1）企業情報

生産内容 凹形鋼（1級品）

売上金額 21,600,211 元（約3億円）

資本金 41,375,182 元（約6億円）

###### （2）MFCAの対象プロセスの明確化

加熱、圧延、切断、整理包装という四つのプロセスを対象にMFCAを導入する。各工程をそれぞれの物量センターとする。次は四つのプロセスについて紹介する。

###### ①加熱

加熱炉でビレットを加熱する。

###### ②圧延プロセス

加熱したビレットは十何回の圧延プロセスを経て、最後製品になる。

###### ③冷却、切断

製品鉄鋼を冷える、規定サイズで切断する。

###### ④整理包装

切断した鉄鋼は規定数量で包装する。

## 2. マテリアルロスの記述

### (1) 各工程のロス

- ・ピレット・石炭・補助材料・包装材料を投入し、酸化鉄・廃ガス・廃品・抜き端材・抜きカス・二級品が発生する。
- ・マテリアルロスとはリサイクル（回収分）と最終廃棄物の合計である。

### (2) MFCA データの収集と計算

A 社に依頼し、2013 年 3 月の「原材料統計表」「コスト統計表」「管理費用明細表」「営業費用明細表」「生産物月間統計表」「生産物月間売上表」「損益計算表」及び「貸借対照表」を収集した。

#### ①マテリアルコスト

「原材料統計表」「コスト統計表」及び「生産物月間統計表」による各工程の正の製品と負の製品の物量によるマテリアルコストを計算する。

#### ②システムコスト

この会社は部門別データを実施していないので、今回はシステムコストとマテリアルコストを同じように物量で計算する。

#### ③配送/廃棄物処理コスト

配送と廃棄物処理コストは対象外とする。

## 3. マテリアルフローデータ一覧表

まず、A 社の「生産コスト統計表」に基づいて表 3 を作った。表 3 は A 社の工程別のマテリアルコスト及び全体に投入したシステムコストである（単位：元）。

表 3 工程別投入コスト

単位：元

原価要素	加熱	圧延・冷却	切断	整理包装	工程共通費	計
ピレット	24,129,933.22					24,129,933.22
石炭	788,904.91					788,904.91
ロール		195,708.00				195,708.00
包装物				51,394.80		51,394.80
						25,165,940.93
給料					380,000.00	380,000.00
電力量					249,339.78	249,339.78
加工費					35,245.00	35,245.00
修繕費					65,950.00	65,950.00
設備費					59,639.00	59,639.00
計	24,918,838.13	195,708.00		51,394.80	790173.78	25,956,114.71

次に、「原材料統計表」に基づいて表4を作成した。表4は工程別のマテリアルの投入量を示している（単位：トン）。つまり、物量的にマテリアルの投入量を把握する。

表4 工程別のマテリアルの投入量

単位：トン

マテリアルの種類	加熱	圧延・冷却	切断	整理包装	計
ビレット	7,762.54				7,762.54
石炭	949.46				949.46
ロール		30.00			30.00
包装物				15.00	15.00
投入計	8,712.00	30.00		15.00	8,757.00

次に、A社の「生産物月間統計表」に基づいて表5を作成した。表5は各工程における生産物の産出量を示している（単位：トン）。本論文では1級品以外の産出物は「負の製品」として取り扱っている。当工場では本来1級品を作ることを目的としており、その過程で生ずる完成品のうち1級品としての規格を満たさないものを結果として2級品と見なしているからである。よって、日本の「原価計算基準」で規定されている「等級別原価計算」の等級品のように能動的に2級品を生産しているわけではないことに留意されたい。その理由として、MFCAの導入前は、2級品の正常市価を等価係数として用い原価を配分するのではなく、売却価値を主産物の原価から控除するという、副産物や作業屑のような処理をしていることから明らかである（日本の「原価計算基準」22・28を参照のこと）。

表5 工程別の産出物の物量

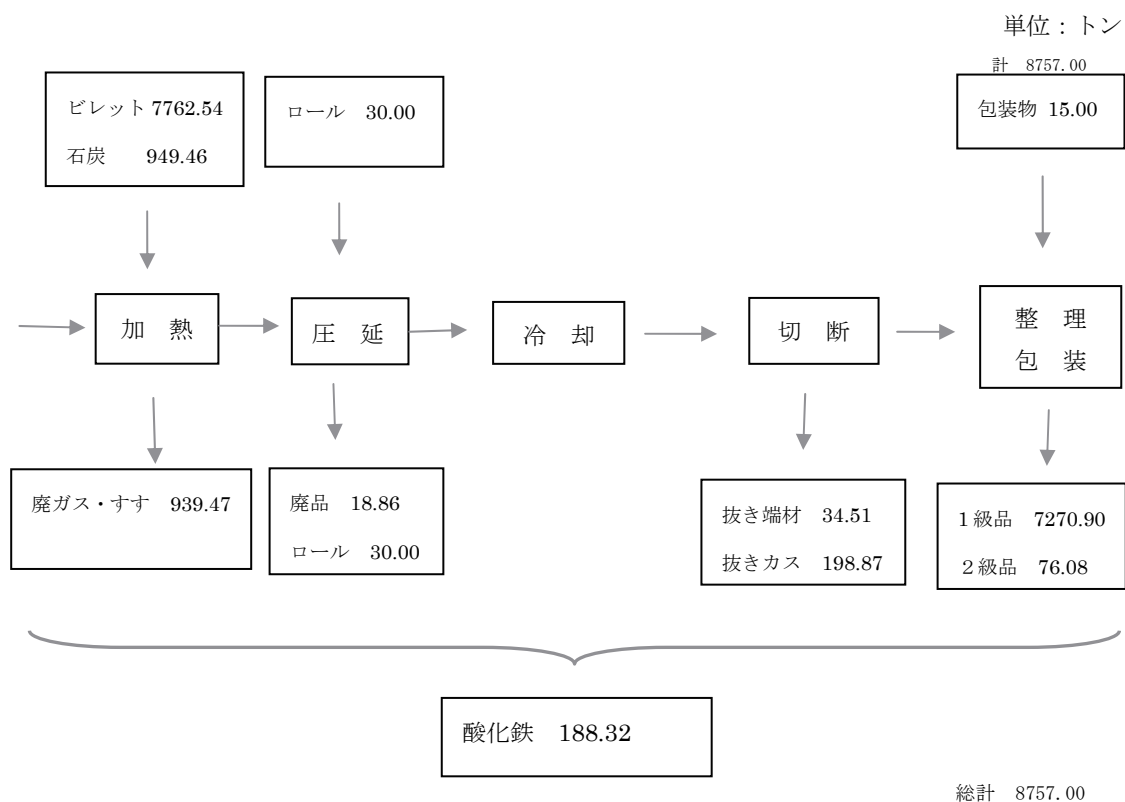
単位：トン

	加熱	圧延・冷却	切断	整理包装	計
廃ガス・すす	939.47				939.47
廃品		18.86			18.86
ロール		30.00			30.00
抜き端材			34.51		34.51
抜きカス			198.87		198.87
酸化鉄				188.32	188.32
2級品				76.08	76.08
1級品				7,270.90	7,270.90
計	939.47	48.86	233.38	7,535.30	8,757.00

## MFCA 手法の中国中小鉄鋼企業への適用

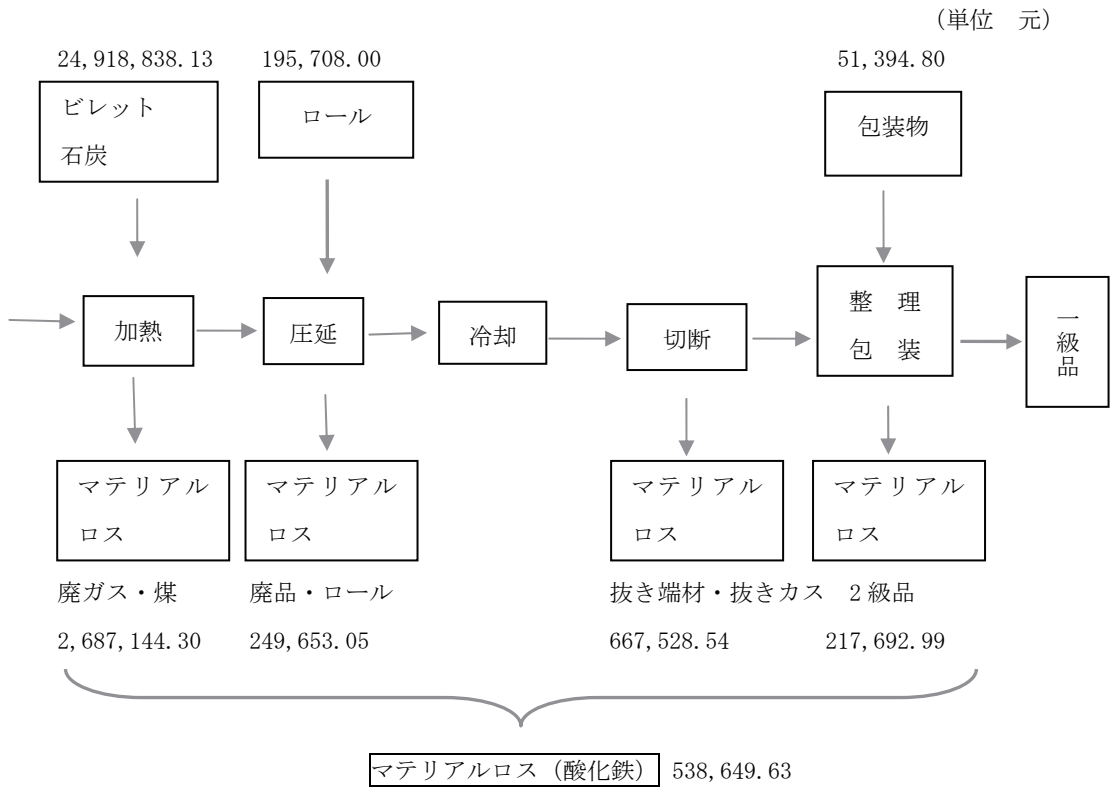
図 3 は表 4 と表 5 に基づいて作成した工場全体の物量フロー図である。

図 3 物量フロー図



ここでは、日本企業における MFCA の先行事例を参考にして、当工場における工程別のデータ付きマテリアルフローコストのフローチャート（図 4 参照）を作成した。なお、各産出物のマテリアルコストは物量比率により計算したものである。

図4 マテリアルフローコストのフローチャート



①ビレット・石炭のMC+ロールのMC+包装物のMC=25,165,940.93

②マテリアルロスのMC合計=4,360,668.51

③1級品のMC=①-②=20,805,272.42

と計算する。

## MFCA 手法の中国中小鉄鋼企業への適用

表 6 は、各産出物のシステムコスト、マテリアルコスト及び合計、単位原価を示している。

各産出物のシステムコスト＝工程共通費総計（表 3 参照）×各産出物の物量比率（図 3 参照）

表 6 産出物別のコスト集計表

産 出 物	システムコスト	マテリアルコスト	合計（MC+SC）	単位 元
				単位原価
廃ガス・煤	85,062.61	2,687,144.31	2,772,206.92	2,950.83
廃品	1,707.65	53,945.05	55,652.70	2,950.83
抜き端材	3,124.84	98,714.30	101,839.14	2,950.83
抜きカス	18,006.04	56,814.24	586,820.28	2,950.83
酸化鉄	17,051.17	538,649.63	555,700.80	2,950.83
2 級品	6,888.37	217,692.99	224,581.36	2,951.99
1 級品	658,333.10	20,805,272.42	21,463,605.52	2,951.99

表 7 は A 社のデータに基づき、MFCA を導入した後のマトリックス表を示している。

表 7 MFCA マトリックス

マテリアルフローコストマトリックス				単位 元
コスト分類	マテリアルコスト (MC)	システムコスト (SC)	計	
良品	20,805,272.42	658,333.10	21,463,605.52	
マテリアルロス	4,360,668.51	131,840.68	4,492,509.19	
(内廃棄物)	2,882,852.30	280,770.61	3,163,622.92	
計	25,165,940.93	790,173.78	25,956,114.71	

以上の分析を通して、MFCA を導入した後の各産出物のコストが明確した。1 級品(正の製品) 及び 2 級品・酸化鉄・抜きカス・抜き端材・廃品・廃ガス・煤(すす) などのマテリアルロス(負の製品) のコストを物量及び金額的に把握することができた。従来価値が見えない廃ガス・すすなど「負の製品」の単位原価も明らかにできた。以上のような計算は、現場管理者と経営者に「負の製品」の価値を新しく認識させ、改善を推進する。

#### 4. 改善策の提示

##### (1) 現場管理の厳格化

例えば日本の TPM 及び TQC などを導入し、現場管理を徹底して、生産性を向上する。

##### (2) 部門別工程別にコストを把握すること

特に工程別の機械作業時間を把握する。

##### (3) 1 級品以外の負の製品（廃品、抜き端材、抜きカスなど）を減らすこと

企業内できちんと基準を決めることで、抜き端材・抜きカスの量も減らすことができる。

##### (4) エネルギー投入量を合理的にコントロールすること

石炭の使用量を合理的にコントロールすることで、廃ガス・煤（すす）の量も減らすことができるし、初期投入する原材料の量も減らすことができる。

#### 5. MFCA と従来の原価計算結果の比較

表 8 は、MFCA による単位原価と A 社の従来の原価計算による単位評価額及び実際売価を比較した表である。以前の廃ガス・すす・廃品・抜き端材・抜きカス・酸化鉄・2 級品など「負の製品」の単位原価は実際売価と同じように評価されている<sup>4</sup>。その残りは全部 1 級品に負担させる。それで、1 級品従来の単位原価は MFCA の単位原価より 500 元ぐらい高くなった。しかし、MFCA の単位原価は物量で按分するから、「負の製品」の単位原価と 1 級品の単位原価はほとんど同じようになった。

表 8 MFCA の単位原価と従来の評価額及び実際売価

単位：元			
	MFCA の単位原価	従来の評価額	売 価
廃ガス・煤	2,950.83	—	—
廃品	2,950.83	2,700.00	2,700.00
抜き端材	2,950.83	2,940.00	2,950.00
抜きカス	2,950.83	2,700.00	2,696.02
酸化鉄	2,950.83	1,000.00	1,027.88
2 級品	2,951.99	2,940.00	2,948.74
1 級品	2,951.99	3,418.39	3,625.55

<sup>4</sup> 前期のストックも含まれているので、「従来の単位評価額」と「実際売価」は少し違いがある。

## MFCA 手法の中国中小鉄鋼企業への適用

表9は、1級品を含めたMFCAによる各産出物の単位損益と従来の原価計算方法による単位損益(実際売価－評価額)を比較した表である。この表を通して、各産出物の損益を明らかにした。従来の原価計算で見えない「負の製品」の価値を明確化した。

表9 産出物の単位損益の差

	従来	MFCA
廃ガス・すすその他	-	-2,950.83
廃品	0.00	-250.83
抜き端材	10.00	-0.83
抜きカス	-3.98	-254.81
酸化鉄	27.88	-1,922.95
2級品	8.74	-3.25
1級品	207.16	673.56

### 終わりに-本研究のまとめと今後の課題-

本研究では、まずMFCAに関する理論的先行研究を考察し、日本と中国のMFCA手法発展の歴史と現状を振りかえりながら、日本企業における先行事例のモデルをサーベイした。そのうえで、中国のある中小鉄鋼企業における実際の工場のデータを用い、MFCAの計算を実施する事例研究を行った。今後は、本研究の計算結果をもとに、この工場にこれまで以上に入り込み、より具体的な改善のための施策を現場の管理者や工員とともに考えて生きたい。廃棄物をはじめとした負の製品の発生を削減するための施策の実施をこの工場に促し、さらにその効果を次のステージで考察する。例えば、加熱炉の設備更新によって、原材料である石炭の投入量を減らす同時に、廃ガス・煤(すす)及び煤塵なども減らすことができる(現にこの工場では新しい加熱炉に更新したようであるが、その効果についてはこの論文ではまだ取り上げていない)。この更新の効果としてコストと環境負荷を同時に低減できることが確認できれば、環境配慮型設備投資決定とMFCAの結合モデルの導入をこの企業に促すこともできよう。同時にこの課題を解決するため、並行してMFCAと環境配慮型設備投資決定の理論研究も実施し、このフィールドスタディのさらなる進展の参考としたい。

【参考文献】(アルファベット順)

- 天野明広・國部克彦・松村寛一郎・玄場公規編『環境経営のイノベーション』生産性出版, 2006年。
- 平岡秀福『現代の会計と財務諸表分析』創成社, 2008年。
- 平岡秀福・大野智弘・井出健二郎・細海昌一郎『原価計算工業簿記演習第三版』創成社, 2004年。
- 國部克彦『実践マテリアルフローコスト会計』産業環境管理協会, 2008年。
- 前田清隆『会计学』創価大学出版, 2005年。
- 門田安弘編著『管理会計レクチャー』税務経理協会, 2008年。
- 中嶋道靖・國部克彦『マテリアルフローコスト会計(第2版)』日本経済新聞出版社, 2008年。
- 中嶋道靖・木村麻子「MFCAによる改善活動と予算管理」VOL.36NO.2『原価計算研究』, 2012年。
- 安城泰雄・下垣彰『図説MFCA(マテリアルフローコスト会計)』JIPMソリューション, 2011年。
- 古川芳邦・立川博巳「ISO14051の動向とMFCAのグローバルな展開について」『工場管理』VOL.57 NO.11, 2011/10, 4~7頁。
- 國部克彦「MFCAの今日的な意義と展望」『工場管理』VOL.57 NO.11, 2011/10, 2~3頁。
- 中嶋道靖「MFCAキットによるマテリアルフローコスト会計のポイント」『工場管理』VOL.57 NO.11, 2011/10, 8~11頁。
- 楊軍「中国製造業におけるMFCA導入事例研究」『立命館大学政策科学会.政策科学』13巻2号, 2006/2, 109-121頁。
- 楊軍「資源生産性の向上に向けた広域マスマバランスシステム-複数の中国製造業への適用実験を事例として-」『立命館大学政策科学会政策科学』14巻1号, 2006/10, 63-78頁。
- 楊軍「資源生産性の最大化に向けたグローバルマスマバランスシステム-日中企業間でのマテリアルロス削減事例を通じて-」『立命館大学政策科学会政策科学』14巻2号, 2007/2, 199-215頁。
- 楊軍「中国製造業における環境配慮型管理法の開発研究-企業マスマバランスシステムを中心に」『立命館大学政策科学会政策科学』15巻2号, 2008/2, 123-135頁。
- 張本越・鈴木和男「中国におけるMFCA研究の現状と今後の課題」『国際経営論集』45巻, 2013/3, 157-167頁。
- 「実践マテリアルフローコスト会計」VOL.41 NO.10『環境管理』産業環境管理協会, 2005年。
- 「特集 マテリアルフローコスト会計」VOL.20 NO.1『経営システム』, 2010年。
- 「特集 ものづくりにおけるマテリアルフローコスト会計手法の活用」VOL.61 NO.3『クオリティマネジメント』, 2010年。
- 「JIS Q 14051:2012 環境マネジメント—マテリアルフローコスト会計—一般的枠組み」日本工業規格, 2012年。  
(<http://kikakurui.com/q/Q14051-2012-01.html>)
- MFCAキット「MFCA手法導入ガイド(2009年度版)」, MFCAホームページ(<http://www.jmac.co.jp/MFCA/>)  
「マテリアルフローコスト会計手法導入ガイド」(ver.3)経済産業省, 平成21年3月(2009年)。  
([http://www.meti.go.jp/policy/eco\\_business/MFCA/MFCA-guidever.3.pdf](http://www.meti.go.jp/policy/eco_business/MFCA/MFCA-guidever.3.pdf))  
「マテリアルフローコスト会計—MFCA事例集2011」経済産業省, 平成22年度(2010年)。  
([http://www.jmac.co.jp/MFCA/thinking/data/MFCA\\_Case\\_example\\_j2011.pdf](http://www.jmac.co.jp/MFCA/thinking/data/MFCA_Case_example_j2011.pdf))

【中国語参考文献】

- 谢琨・梁凤港「关于环境净效益分析决策工具——物料流量会计」『四川会计』, 2003/3。
- 甄国红「材料流动成本核算的基本原理」『经济纵横』, 2007/7。
- 冯巧根「基于环境经营的物料流量成本会计及应用」『会计研究』, 2008/12。
- 温水良一・朱卫东・程品龙「日本中小企业MFCA运用状况与问题研究」『财会月刊』, 2009/7。
- 邓明君・罗文兵『日本环境管理会计研究新进展』华东经济管理, 2010/2。
- 孙美・永田胜也「物料流量成本会计的发展及向中国的引进」『财会月刊』, 2011/5。
- 王丹惠「论战略管理思想下的物流成本管理」『财会月刊』, 2011/5。