

平成17年度 経済産業省委託
エネルギー使用合理化環境経営管理システムの
構築事業

『大企業向け MFCA 導入共同研究
モデル事業調査報告書』

平成18年3月

株式会社日本能率協会コンサルティング

はじめに

持続可能な社会の実現を目指した産業界の取り組みの中で、資源の有効利用や廃棄物の削減は、大きなテーマ領域である。廃棄物の分別回収やリサイクルおよびゼロエミッションなど、多くの企業が、それぞれの事業所で何らかの取り組みをしている。

しかし、事業活動の中での資源の有効利用の取り組みは、まだ現場の管理者や担当者がそれぞれの部門、領域において工夫するという取り組みが多く、より効果的、組織的な取り組み方が求められている。また、環境配慮の取り組みが同時に経営面にもプラスになる取り組み方を、企業は求めている。

マテリアルフローコスト会計は、資源の有効利用を、組織的に、かつより効果的な方法で進めていくための手法である。すなわちマテリアルフローコスト会計は、資源のロスである廃棄物を、経営的なロスと言える『負の製品コスト』に換算し、資源のロスを誰の目にも見えるようにする。またマテリアルフローコスト会計は、ものづくりのプロセスを通して、一貫したマテリアルの流れとコストの流れを追いかけることで、部門間の連携したコストダウンを行う際にも、非常に有益な情報を提供する。マテリアルフローコスト会計を通して検討されるコストダウンのテーマは、多くは廃棄物の発生量そのものを削減し、その結果としての材料の使用量の削減につながるものである。

弊社株式会社日本能率協会コンサルティングは、平成 16 年度より経済産業省から委託を受けて、本調査研究を実施してきた。本調査研究では、2 年間で 14 社がモデル事業に参加し、19 件の適用事例を作ることができた。またその中で、マテリアルフローコスト会計の手法は一段と進化してきている。

本調査研究の報告書では、そうしたマテリアルフローコスト会計の手法の進化と、今後の課題を報告できた。今後、企業がマテリアルフローコスト会計を導入、適用する際に、非常に有益な情報になるものと考えている。

本調査研究において、モデル事業委員会の委員各位には、マテリアルフローコスト会計の効果的な適用の拡大、および進化つながる多くの助言をいただいた。また本調査研究のモデル事業に参加された企業の各位には、マテリアルフローコスト会計の適用実験の場を提供していただくとともに、マテリアルフローコスト会計の情報の活用、それを使った管理や改善に関して、多くの有益な意見をいただいた。昨年度の調査研究のモデル事業に参加された企業の各位にも、多くの有益な意見と本調査研究にご支援をいただいた。その他、企業・機関の各位に多大な御支援をいただいた。さらに本調査に御指導・御支援いただいた経済産業省へ改めて御礼申し上げる次第である。

平成 18 年 3 月

株 式 会 社 日本能率協会コンサルティング
代表取締役社長 秋 山 守 由

目次

はじめに

第1章 調査概要	1
1 - 1 . マテリアルフローコスト会計の開発と普及の経緯	1
1 - 2 . 調査の目的	2
1 - 3 . モデル事業の平成 16 年度からの経緯と平成 17 年度の概要	2
1 - 4 . 平成 16 年度のモデル事業の概要	4
1 - 5 . 平成 17 年度のモデル事業の概要	5
1 - 6 . MFCA 導入共同研究モデル事業における調査の進め方	7
1 - 7 . モデル事業の委員会	8
1 - 8 . 本年度の事業の全体総括	9
第2章 製造段階の MFCA の理論と考え方	10
2 - 1 . MFCA の基本的なコンセプトと考え方	10
2 - 2 . 本モデル事業における MFCA の計算手法	12
2 - 3 . MFCA におけるマテリアルコストの計算の考え方	13
2 - 4 . MFCA におけるシステムコスト、エネルギーコストの計算の考え方	22
2 - 5 . MFCA 計算モデルの定義や、物量センター定義の考え方	27
第3章 製造段階の MFCA モデル事業の調査研究結果(企業別)	33
3 - 1 . サンデン株式会社	34
3 - 2 . 株式会社トッパン建装プロダクツ	44
3 - 3 . ハウス食品株式会社	53
3 - 4 . 富士製粉株式会社	63
3 - 5 . 新日本理化株式会社	73
3 - 6 . ダイソー株式会社	81
第4章 物流段階の MFCA の理論と考え方	90
4 - 1 . 物流段階の MFCA について	90
4 - 2 . 物流段階の MFCA の計算方法に関する今後の課題	90
4 - 3 . 物流段階の MFCA における環境への影響の評価に関する今後の課題	92
4 - 4 . 物流段階の MFCA における評価損、陳腐化の扱いに関する今後の課題	95

第5章 物流段階の MFCA モデル事業の調査研究結果	97
5 - 1 .グンゼ株式会社	97
第6章 効果的なMFCA の活用に関する考え方	113
6 - 1 .MFCA の計算結果、データの見方	113
6 - 2 .MFCA の活用、展開の流れ	116
6 - 3 .改善を進める上での MFCA 活用のメリット	120
第7章 昨年度のモデル事業参加企業における MFCA の活用状況	123
7 - 1 .MFCA 研究会の開催	123
7 - 2 .昨年度のモデル事業参加企業の MFCA 活用状況	123
第8章 今後の MFCA の普及、進化にむけての課題	125
8 - 1 .本モデル事業の成果と課題	125
8 - 2 .MFCA の普及、拡大に関する課題	135
付章(1) MFCA セミナーの概要	137
付章(1) - 1 .MFCA セミナーの実施概要	137
付章(1) - 2 .MFCA セミナー参加者からのアンケートの結果と考察	137
付章(1) - 3 .パネルディスカッションの概要	141
付章(1) - 4 .MFCA に関するよくある質問	142
付章(2) MFCA ホームページの紹介	144
付章(2) - 1 .開設したMFCA ホームページの概要	144
付章(2) - 2 .MFCA ホームページ 早分かり『マテリアルフローコスト会計』	145
付章(3) 参考文献	151
添付資料 MFCA セミナーテキスト	153

第1章 調査概要

1-1. マテリアルフローコスト会計の開発と普及の経緯

マテリアルフローコスト会計（Material Flow Cost Accounting、以下、MFCA と記す）は、平成 12 年（2000 年）に日本に紹介されて以降、徐々に普及拡大を続けてきている。最初にその経緯を記す。

この概略の経緯を、図 1-1 に整理した。

	平成 11 年度	平成 12 年度	平成 13 年度	平成 14 年度	平成 15 年度	平成 16 年度	平成 17 年度	
新規導入企業数 (日本・公開：)		1 社	3 社	2 社	5 社	23 社	8 社	
累積導入企業数 (日本・公開：)		1 社	4 社	6 社	11 社	34 社	42 社	
経済産業省関係の研究事業	研究ステージ	環境管理会計の調査		MFCAの基礎研究		環境管理会計の普及研究		MFCA普及活動と活用手法研究
	環境管理会計の調査研究	「環境ビジネス発展促進等調査研究：内部管理のための環境管理会計手法の構築」 MFCAワーキング			「環境ビジネス発展促進等調査研究：環境管理会計」 環境管理会計手法ワークブック(H14年6月)			
	MFCA導入と普及促進モデル事業						大企業向けMFCAモデル事業	
							中小企業向けMFCAモデル事業	
IGESプロジェクト				企業と環境プロジェクト MFCA導入調査				

(注記： の企業数は、経済産業省関係の研究事業とIGESプロジェクトに参加し、MFCAの導入事例を公開している企業の数である)

図 1-1 日本における MFCA の普及の経緯

環境経営意識の高まりを受け、平成 11 年度より 3 年間に渡る「環境ビジネス発展促進等調査研究（環境会計）」が始まった。平成 11 年度は主に、欧米の環境会計の動向調査、環境管理会計の手法調査、および LCA と環境会計の統合可能性の調査研究が中心であった。特に環境管理会計に関しては、企業の自主的な環境保全活動を促進するという意味で、その期待が高まった。

平成 12 年度は、平成 11 年度の海外動向調査結果を受け、環境管理会計の具体的な手法の開発に取り組んだ。テーマごとに以下に記す 4 つのワーキンググループが設置され、調査研究が行われた。

- ・環境配慮型設備投資決定手法の検討（WG1）
- ・環境配慮型原価管理システムの開発（WG2）
- ・マテリアルフローコスト会計の開発（WG3）
- ・環境配慮型業績評価システムの検討（WG4）

WG3『マテリアルフローコスト会計の開発』に関しては、ドイツの環境経営研究所(IMU)からもたらされた MFCA の情報をもとに、ワーキンググループが設置され、研究が始まったものである。平成 12 年度に、日本での最初の MFCA 導入適用事例となる日東電工株式会社で、実験的な試行が行われた。

平成 13 年度も、平成 12 年度に引き続き、環境管理会計の具体的な手法の開発に取り組んだ。MFCA に関しても、平成 12 年度に引き続きワーキンググループを設置し、その有用性を検証するために、平成 12 年度の継続調査を行った日東電工株式会社、および、新たに田辺製薬株式会社、タキロン株式会社、キヤノン株式会社の協力を得て、合計 4 社での導入実験が行われた。

この 3 年間の研究成果は、平成 14 年 6 月に『環境管理会計手法ワークブック』として、経済産業省から発行され、その中で上記 4 社の MFCA の適用事例が紹介されるとともに、MFCA の基本的なコンセプトと手法が確立した。

その後も、平成 14 年度からは「環境ビジネス発展促進等調査研究（環境経営総合手法）」の中で、MFCA の調査研究は継続された。また同時に、IGES（財団法人地球環境戦略研究機関）による「企業と環境プロジェクト」においても、新たに 2 社で導入実験がなされた。平成 16 年度からは、MFCA の普及と活用手法研究を目的とした「MFCA 導入適用共同研究モデル事業」が、大企業向けと中小企業向けに分けて始まった。

これら一連の産官学連携した MFCA の調査、研究と普及の取り組みの結果、平成 17 年度には、これらの一連の MFCA の導入適用の研究に参加した企業は、累積で 42 社にまで増加し、様々な業種における MFCA の導入、適用の事例が構築できた。

1 - 2 . 調査の目的

1 - 1 で整理した一連の取り組みにより、MFCA は研究段階から普及拡大段階に移行している。しかし、MFCA をより普及させ、企業の自主的な環境保全活動を促進させるためには、新たに MFCA を導入しようとする企業がスムーズに MFCA を導入できる環境を整備することが課題となってきた。

その中で、平成 16 年度から始まった本事業「大企業向け MFCA 導入適用共同研究モデル事業」においては、MFCA の手法、MFCA を導入するうえで解決すべき課題、および MFCA を活用して環境効率の向上とコストダウンの同時実現や両立を図るマネジメントのノウハウを収集、整理することを目的として、調査・研究を行なってきた。

1 - 3 . モデル事業の平成 16 年度からの経緯と平成 17 年度の概要

「大企業向け MFCA 導入適用共同研究モデル事業」は、平成 16 年度から平成 17 年度にかけて行われている。

平成 16 年度のモデル事業においては、MFCA の計算手法、活用手法の基礎的な研究を行っている。このモデル事業には、8 社 12 事業所が参加した。MFCA の計算手法に関しては、平成 14 年 6 月に経済産業省から発行された『環境管理会計手法ワークブック』に、MFCA の基本的なコンセプトと手法が説明されている。平成 16 年度のモデル事業における研究は、

それを、企業、工場のマネジメントの実務に適合しやすくさせるための基礎的な手法研究である。

平成 17 年度のモデル事業においては、平成 16 年度のモデル事業の成果をもとにして、より効率的に MFCA を導入、適用させるための手法と、より効果的に MFCA の結果を活用する手法を研究した。平成 17 年度のモデル事業には、7 社 7 事業所が参加した。

その 2 年間の事業の全体概要を、表 1-1 に整理した。

表 1-1 平成 16 年度、平成 17 年度のモデル事業の全体概要

MFCAの研究		平成16年度	平成17年度
MFCA 適用手法 研究	MFCA 計算手法 研究	計算手法研究(基礎) ・基本ロジックの標準化(簡便法) ・製造現場で管理しやすい 表記ツール	計算手法研究(応用):第2章 ・マテリアルコストデータ収集、整理 汎用的なデータ収集、整理手法 金属加工のデータ収集、整理手法 化学工業のデータ収集、整理手法 ・システムコストのデータ収集、整理 ・エネルギーコストのデータ収集、整理
	MFCA 活用手法 研究	効果的なMFCA適用(基礎) ・対象製品の選択 ・物量センターの定義 ・計算結果の活用方法 ・TPMなどの改善手法との関連	効果的なMFCA適用(応用):第2章 ・切り替えの物量センター化 ・平行加工工程 ・工程内リサイクル
	拡張MFCA 研究		MFCA導入後の運用手法:第6~7章 (H16事業参加企業との研究会) ・工場管理の仕組みとの連携 ・継続的な月次管理でのMFCA活用 ・設備投資の経営判断での活用
適用領域	適用業種	H16参加企業(対象製品)	H17参加企業(対象製品): 第3章、(ゲンゼ物流は第5章)
製品の 製造MFCA	衣料品	ゲンゼ(衣料品)	
	食品		ハウス食品(加工食品) 富士製粉(小麦粉プレミックス製品)
	電気製品組立	四変テック(標準変圧器)	
部品、部材の 製造MFCA	金属加工		サンデン(コンプレッサー部品)
	金属加工・ 部品組立	NTN(軸受部品) 松下電器(モータ)	
	成型・ 印刷加工	ホクシン(MDF木質繊維材) ゲンゼ(樹脂ベルト) TPS茨木、厚木(段ボール、紙器)	トッパン建装プロダクツ(樹脂壁紙)
	電子部品、 電気部品	ゲンゼ(液晶タッチパネル) ジェイティシエムケイ(プリント配線板) 矢崎電線(ケーブル) 四変テック(蛍光灯用安定器組立)	
材料の 製造MFCA	化学材料		新日本理化(アルコール:素材製造) ダイソー(ファインケミカル:開発段階の適用)
拡張型MFCA	商品物流		ゲンゼ物流(衣料品)
(注記: TPS=トーカーパッケージングシステム)			
MFCA普及	活動項目	H16活動内容	H17活動内容
	セミナー	・MFCAセミナー開催(H17.3) 東京、大阪各1回	・MFCAセミナー開催(H17.12) 東京1回(エコプロダクツ展2005)
	ホームページ 開設		・MFCAホームページ開設(H17.12)

表 1-1 において、平成 17 年度の列に記載された各項目の右に、章番号が記入されている。これは、本報告書のその項目に関連した記述がされている章の番号である。

1 - 4 . 平成 16 年度のモデル事業の概要

昨年度、平成 16 年度の「大企業向け MFCA 導入適用共同研究モデル事業」では、次の内容でモデル事業を行った。

これは、モデル事業を経済産業省から委託した株式会社日本能率協会コンサルティングと、モデル事業参加企業の公募に応募した製造企業とが、MFCA 導入研究のプロジェクトを作り、モデル事業参加企業の工場で、MFCA の導入研究を行う事業である。

昨年度の MFCA 導入共同研究モデル事業参加企業を、表 1-2 に記す。

表 1-2 平成 16 年度のモデル事業参加企業、工場

No.	企業名	工場、事業所名	MFCA 適用製品
1	松下電器産業株式会社	モータ社武生地区	モータ部品
2	NTN 株式会社	岡山製作所	軸受部品
3	グンゼ株式会社	メンズ&キッズカンパニー宮津工場	男性用衣料品
4		エンブラ事業部 江南工場	樹脂ベルト
5		電子部品事業部	液晶タッチパネル
6	ホクシン株式会社	岸和田工場	MDF 中質繊維板
7	ジェイティシイエムケイ株式会社	本社工場	プリント配線板
8	トーカンパッケージングシステム株式会社	茨城工場	段ボール製品
9		厚木工場	紙器製品
10	四変テック株式会社	本社工場	標準変圧器
11		高瀬工場	蛍光灯用安定器
12	矢崎電線株式会社	沼津製作所	電線ケーブル

昨年度の 12 件のモデルは、加工型（素材製造、および部材や部品加工）のモデル 8 件、加工組立型（部品加工と組立）のモデル 2 件、製品組立型のモデル 2 件（部品組立、製品組立）で構成されていた。

昨年度の 12 件のモデルで定義した 12 件の MFCA 計算モデルの現状分析結果から、負の製品コストの構成比率の平均を図 1-2 に示す。

負の製品コストは、廃棄物の材料費と、廃棄物になった材料に廃棄されるまでの工程で投入した加工費やエネルギー費用などで構成される総合的なロスコストである。なお、MFCA に関する言葉の定義は、第 2 章「2 - 1 . MFCA の基本的なコンセプトと考え方」「2 - 2 . 本モデル事業における MFCA の計算手法」を参照していただきたい。

このグラフにおいては、MFCA の計算結果から出される負の製品コストを、以下の 4 つのコストに分類して、その総投入コストに占める比率の平均で表している。

MC：マテリアルコスト（材料費など）

SC：システムコスト（労務費、設備償却費などの経費）

EC：エネルギーコスト（電力費、燃料費など）

廃棄処理：廃棄物の処理費用から、廃棄物の売却益を差し引いたコスト

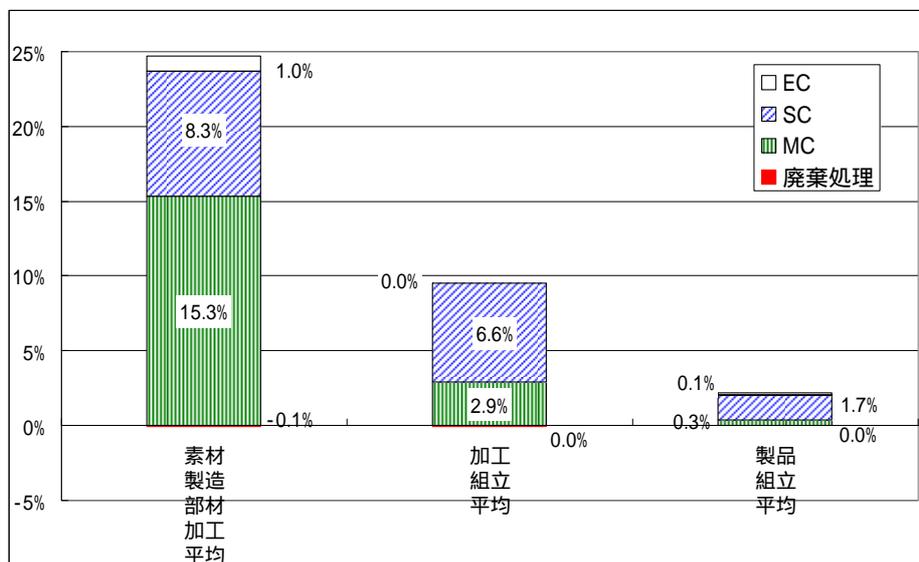


図 1-2 平成 16 年度モデル 業態別 負の製品コストの構成比率の平均値

図 1-2 から分かるように、加工型のモデルにおいて負の製品コストが最も大きくなっている。また加工型のモデルでは、負の製品コストの中でも、MC が SC、EC、廃棄処理よりも大きく、MC は SC の 2 倍近くある。これは、対象製品の加工型の製造プロセスにおいては、加工に伴う廃棄物の発生量が多く、そういうところでは、材料費のロスが負の製品コストの中でも最も大きくなるということを表している。

それに対して、加工組立型のモデル、組立型のモデルは、負の製品コストの比率が、加工型のモデルに対してかなり小さい。組立工程においては、材料のロスが比較的発生しにくい。加工組立ラインにおいても、加工を伴うことがあるものの、加工だけの製造に比較すると廃棄物は発生しにくい。MFCA は、廃棄物に投入した経済的な価値（コスト）を測定し、廃棄物の発生量の削減を促す管理会計の手法とも言えるため、MFCA は製造プロセスにおいて、廃棄物が比較的発生しやすい加工型の製造プロセスにおいて、ロスを表しやすい手法であるということが明確になった。

これらの研究成果は、平成 17 年 3 月に、東京と大阪でセミナーを開催し発表するとともに、報告書として発表している。

1 - 5 . 平成 17 年度のモデル事業の概要

本年度、平成 17 年度の「大企業向け MFCA 導入適用共同研究モデル事業」においては、次の（１）から（４）の事業を行った。

(1)MFCA 導入共同研究モデル事業(製造プロセス MFCA、拡張型 MFCA)

これは、平成 16 年度と同様に、モデル事業を経済産業省から委託を受けた株式会社日本能率協会コンサルティングと、モデル事業参加企業の公募に応募した企業とが、MFCA 導入研究のプロジェクトを作り、MFCA の導入研究を行う事業である。

平成 17 年度のモデル事業参加企業を表 1-3 に記す。

表 1-3 平成 17 年度 MFCA 導入共同研究モデル事業参加企業

No.	企業名	工場、事業所名	MFCA 適用製品
1	サンデン株式会社	赤城事業所 加工工場	コンプレッサー部品加工
2	株式会社 トッパン 建装プロダクツ	トッパン建装プロダクツ 幸手工場	フィルム製品の製造
3	ハウス食品株式会社	関東工場	加工食品の製造
4	富士製粉株式会社	食品工場	小麦粉プレミックス製品の製造
5	新日本理化株式会社	徳島工場	アルコール製品の製造
6	ダイソー株式会社	尼崎研究所	ファイケミカル製品(開発)
7	グンゼ株式会社	グンゼ本社、グンゼ物流	衣料品(物流段階の MFCA)

平成 17 年度は、製造段階の MFCA 導入研究を行うモデル事業 6 件と、拡張型 MFCA として、物流段階の MFCA 導入研究を行うモデル事業 1 件を行った。

サンデン株式会社の事例は、金属の機械加工のプロセスにおける事例である。株式会社トッパン建装プロダクツの事例は、樹脂のフィルム製造の事例である。ハウス食品株式会社、富士製粉株式会社の 2 つの事例は、いずれも食品製造の事例である。

新日本理化株式会社、ダイソー株式会社の事例は、化学反応のプロセスを対象とした事例である。新日本理化株式会社の事例は、素材製造の事例と位置づけられる。ダイソー株式会社の事例は、製品開発段階での MFCA 適用と位置づけられる。両者とも、従来に発表されていないタイプのモデルである。

グンゼ株式会社の事例は、拡張型 MFCA として、商品の物流段階での MFCA 適用を実験した事例である。これも、従来に発表されていないタイプのモデルである。

(2)昨年度のモデル事業参加企業との研究会

昨年度、平成 16 年度のモデル事業参加企業が集まり、MFCA の計算、分析結果の活用、および、MFCA の継続的な活用などに関して、それぞれ導入後の状況を報告し、討議、研究を行った。

この研究会には、以下の 5 つの企業が参加した。

松下電器産業株式会社、グンゼ株式会社、ホクシン株式会社、ジェイティシイエムケイ株式会社、四変テック株式会社

(3)MFCA セミナー開催

平成 17 年 12 月 16 日に、エコプロダクツ展 2005 の会場において、MFCA の普及を目的としたセミナー『環境管理会計セミナー 進化するマテリアルフローコスト会計』を実施した。

(4)MFCA ホームページの開設

MFCA の普及を目的として、MFCA の研究や導入事例に関する情報を閲覧できるホームページを開設した。

1 - 6 . MFCA 導入共同研究モデル事業における調査の進め方

前項の(1) MFCA 導入共同研究モデル事業は、次のように進めた。

経済産業省から委託を受けた、株式会社日本能率協会コンサルティング(以下、JMAC と記す)が事務局となり、大企業向けの MFCA 導入適用モデル事業として実施した。

大企業とは、資本金 3 億円超あるいは従業員数 300 人超の企業と定義し、参加企業を公募した。公募の対象企業は MFCA 手法の導入を計画・希望する企業が対象となっている。1 社で複数の工場、製品でのモデル事業への参加を認めてある。公募の結果、先に記した表 1-3 の 7 社がモデル事業に参加することが決定した。

図 1-3 に、当初の MFCA 導入共同研究モデル事業の計画として、その工程表を示す。

		17年4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	18年1月	2月	3月
モデル事業の実施準備	参加企業の募集準備、公募	→											
	参加希望企業へ事業内容の説明	発表(5月10日)											
	事前調査、参加企業との契約内容調整	→											
	参加企業の決定	→											
モデル事業 テーマ 1)、2)の実施	1)業種別製造プロセスのMFCA適用モデル事業 2)拡張型のMFCA適用モデル事業	(複数のモデル事業で実施。以下の工程は、1件のMFCAモデル事業の工程イメージ)											
	対象製品、ライン決定	→											
	MFCAによる現状分析	→											
	改善課題、施策検討	→											
	MFCAによる改善余地診断 (コスト面、環境効率面)	→											
	MFCAの適用効果、メリットの検証、課題抽出	→											
MFCA導入共同研究 モデル事業結果まとめ	報告書まとめ	→											
	報告書内容の確認、修正	→											
	報告書の印刷、提出	→											

図 1-3 平成 17 年度 MFCA 導入共同研究モデル事業の工程表

参加企業により、スタート時期が若干遅くなる企業はあったが、おおむね、本年度内に、次の検討を終えることができた。

対象製品、ライン決定

MFCA による現状分析

改善課題、施策検討

MFCA による改善余地診断（コスト面、環境効率面）

MFCA の適用効果、メリットの検証、課題抽出

検討会の回数は、企業により若干異なるが、平均 7 回の検討会を行った。データ収集、MFCA 計算、改善課題の検討がすばやくできた場合は、4 回の検討会でモデル事業を終えている。

グンゼ株式会社との物流段階の MFCA は、日本初の MFCA の適用ケースであり、MFCA の考え方から構築した結果、最も多くの検討会を要し、都合 9 回の検討会を行った。

1-7. モデル事業の委員会

この事業全体の進め方、MFCA の考え方、モデル事業の MFCA 適用事例における MFCA 適用に関する評価とアドバイスを行うため、委員会を設置した。

委員会は、表 1-4 に示す委員で構成されている。委員長は、神戸大学大学院経営学研究科 國部克彦教授に委嘱した。

表 1-4 MFCA モデル事業委員会 委員氏名:委員長を除きあいうえお順に記載

氏名	所属	役職
國部克彦	神戸大学大学院経営学研究科	教授
安城泰雄	キヤノン株式会社 グローバル環境推進本部 環境統括技術センター	担当部長
伊坪徳宏	武蔵工業大学 環境情報学部 環境情報学科	助教授
	独立行政法人産業技術総合研究所 ライフサイクルアセスメント研究センター	LCA 手法研究チーム長
圓川隆夫	東京工業大学 大学院 社会理工学研究科経営工学専攻	教授
喜多川和典	財団法人 社会経済生産性本部 (中小企業向け MFCA モデル事業)	エコ・マネジメント・ センター長
中嶋道靖	関西大学 商学部	教授
古川芳邦	日東電工株式会社 ガバメントリレーション部	サステナブル・マネジメ ント推進部長
水口剛	高崎経済大学 経済学部 経済学科	助教授

1 - 8 . 本年度の事業の全体総括

本年度、平成 17 年度「大企業向け MFCA 導入適用共同研究モデル事業」は、昨年度、平成 16 年度のモデル事業の研究成果をもとに行なうことができ、MFCA 適用の研究内容が充実したと言える。

1) MFCA 導入適用時に、効率的かつ効果的な計算モデル構築を構築することは、昨年度から個別の事例の中で指向してきたことである。今回は、以下の項目に関して、その考え方を整理することができた。

(製造での MFCA 適用の考え方は、第 2 章参照)

(商品物流における MFCA の考え方は、第 4 章参照)

- マテリアルコスト、システムコスト、エネルギーコストのデータ整理方法
- 工程内で材料がリサイクルされる場合の計算の考え方
- 切り替え工程を、本来の加工工程から独立させる物量センター定義の考え方
- 商品物流の段階における MFCA 適用の考え方

2) 次の領域で MFCA の適用実験が行われ、MFCA 適用の幅が広がってきた。

(製造での MFCA 適用事例は、第 3 章参照)

(商品物流における MFCA の事例は、第 5 章参照)

- 素材製造型のものづくりでの適用 (新日本理化株式会社の事例)
- 化学工業における適用 (新日本理化株式会社、ダイソー株式会社の事例)
- 製品開発段階における適用 (ダイソー株式会社の事例)
- 商品の物流段階における適用 (グンゼ株式会社の事例)

3) 昨年度のモデル事業参加企業との研究会を開催し、昨年度の MFCA 導入企業の導入後の MFCA の活用が論じられ、MFCA 導入後の展開や継続活用の流れが整理できた。

(詳細は本報告書第 6 章、第 7 章参照)

4) エコプロダクツ展 2005 中で行った、環境管理会計セミナーの中で、多くの質問が参加者から出され、活発な議論が行われた。またその結果は、「MFCA に関するよくある質問」という形で整理できた。

(詳細は付章 (1) 参照)

5) 本年度のモデル事業の中で、MFCA のホームページの開設することで、MFCA 導入を検討する企業が、MFCA に関する情報を得やすくなった。

(詳細は付章 (2) 参照)

しかし、MFCA の普及や進化に関しては、まだ課題がある。それは本報告書の第 8 章で整理した。

第2章 製造段階の MFCA の理論と考え方

2 - 1 . MFCA の基本的なコンセプトと考え方

(1) マテリアルフローコスト会計の定義

マテリアルフローコスト会計(Material Flow Cost Accounting、以下 MFCA と記す)は、経営者や経営管理者の意思決定に用いる内部管理目的の管理手法のひとつとして、ドイツの環境経営研究所 (IMU) によってその原型が開発された。

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し、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経済的価値を明らかにする。このロスには、原材料費のほか、加工費や労務費も配分され、より総合的な意思決定に用いられるように工夫されている。

(2) 正の製品コスト、負の製品コスト

MFCA 計算のイメージ図を、図 2-1 に示す。

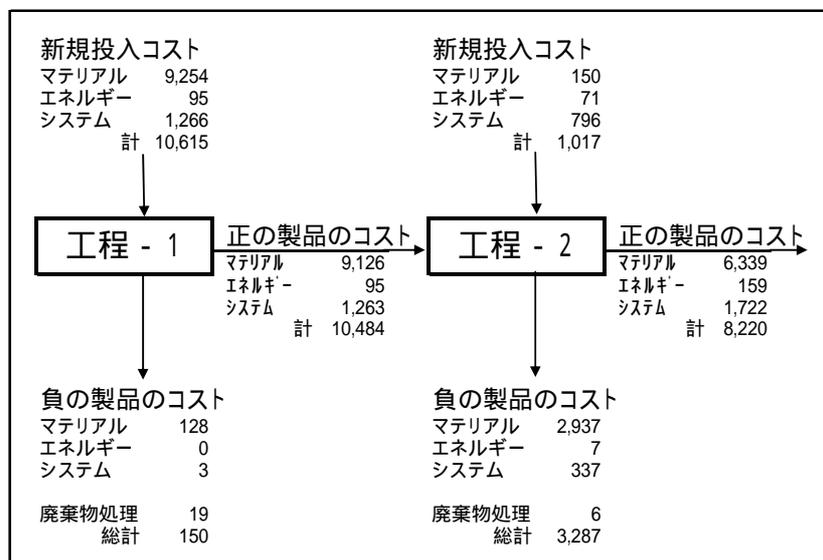


図 2-1 MFCA の計算イメージ

図 2-1 において、正の製品コスト、負の製品コストとある。これは MFCA を日本で初めて企業で適用した日東電工の古川芳邦氏が、最終製品（良品）を構成するマテリアルとして、次工程に引き継がれていくマテリアルのことを “ 正の製品 ”、そうでなく廃棄物、排出物になるマテリアルを “ 負の製品 ” と表現し、その後、普及したものである。

MFCA においては、図 2-1 の工程-2 のように、投入コスト（新規投入コストと、前工程

から引き継がれる正の製品コストの合計)を、再び次工程に引き継がれ、製品につながる“正の製品のコスト”と、廃棄物、排出物とともに捨てられるロスコスト“負の製品のコスト”に分離計算する。すべての工程ごとに、この計算を繰り返す。この計算により、最終製品にならない廃棄物や排出物としての“負の製品”を作るために、どれだけの経済的価値を投じてしまっているかが明確になる。

金属機械加工や樹脂の成型加工などでは、その加工工程の途中で、投入材料の端材や不良品などにより発生する廃棄物に対して、「廃棄物にも前工程で費用をかけている」と言って、端材や不良の低減に取り組んでいる企業が多い。しかし、ほとんどの場合、“歩留率(端材の反対である材料として残る重量比率)”や、“不良率”を指標として、管理、改善を図るにとどまり、前工程で投入したコストを含めて管理していない。MFCAを適用すると、「廃棄物にも前工程で費用をかけている」ということが、コストとして明確に計算できるわけである。

(3) MFCAの基本的な考え方

MFCAの計算の基本的な考え方を、日本におけるMFCAの原点といえる「環境管理会計手法ワークブック」(平成14年6月、経済産業省発行)から引用する。

投入された原材料(主原料・補助原料に区別なく、すべてマテリアルと総称する)を物量で把握し、マテリアルが企業内若しくは製造プロセス内をどのように移動するかを追跡する。その測定対象として、最終製品(良品)を構成するマテリアルではなく良品を構成しないロス(無駄)分に注目し、ロスを発生場所別に投入された材料名と物量で記録し、価値評価しようとする手法である。そして、このロス分をマテリアルロスと呼び、マテリアルロスを削減することで、環境負荷を低減しかつコストの削減を同時に達成することが目的である。

MFCAにおけるコスト要素は、「マテリアルコスト」・「システムコスト」・「配送/処理コスト」の3要素である。製造プロセスをマテリアルフローコスト会計の対象域とする場合、製造原価をこの3つに、分類する。

マテリアルコストが最も重要なコストで、製造工程に投入される原材料すべてを指し、原材料ごとにその投入始点から終点までその原材料として物量的に追跡する。そして、その物量に単価を乗じて、投入原材料ごとにマテリアルコストが場所別に算定される。

この中で、原材料ごとの物量の追跡ということをもう少し具体的にいうと、次のようになる。

1番目の工程で投入されるマテリアルが複数の種類、例えば材料Aと材料B、材料Cであるならば、その材料A、B、Cそれぞれについて、2番目の工程に移動した物量、廃棄された物量を把握する。工程-2においては、前工程から引き継がれる材料として、1番目の工程から移動した物量として、材料A、B、Cごとに把握するとともに、2番目の工程で新たに加わる材料Dの物量とともに、投入した物量とする。2番目の工程からその次の工程に

移動する材料の物量と、廃棄される材料の物量は、材料 A、B、C、D ごとに、1 番目の工程で投入された材料も含めて、材料ごとに把握する。

2 - 2 . 本モデル事業における MFCA の計算手法

この MFCA モデル事業においては、参加企業各社の製品、プロセスに合わせて、MFCA の計算モデルを構築している。MFCA の計算モデルは、昨年度のモデル事業実施の際に準備した、表計算ソフトを使用した MFCA 計算のテンプレートを改良しながら、参加企業各社に合わせてカスタマイズしている。

昨年度のモデル事業で準備した MFCA 計算のテンプレートは、a) b) c) 3 つの考え方で計算ロジックを作っている。

a) 複数の材料が合体して、次工程に移動する場合、仕掛品としてその物量を把握する

本来の MFCA の計算の考え方では、「原材料ごとにその投入始点から終点までその原材料として物量的に追跡する(「環境管理会計手法ワークブック」より引用)」であるが、計算モデル構築を簡便に行なうため、上記の考え方を採用している。

b) コストを工程ごとに、MC、SC、EC に分けて集計する

MC : マテリアルコスト (材料費、主材料、副材料、補助材料ごとに分けて計算する)

SC : システムコスト (直接労務費、設備償却費、外注費、間接費などの経費)

EC : エネルギーコスト (電力費、石油、ガスなどの燃料費)

c) SC、EC の正の製品、負の製品への配賦は、仕掛品の物量値の次工程移動量 (正の製品の物量) と廃棄量 (負の製品の物量) の重量比率を使うことを原則とする

なお、b) の MC (材料費) を、主材料、副材料、補助材料と分けているが、それは次のように定義している。

- ・ 主材料 : 前の工程で何らかの加工が加えられてきた製造途中の半製品、仕掛品。最初の工程には前工程がないが、その加工で最も主となる材料を指す。
- ・ 副材料 : その工程で、製品の構成材料、構造部材に加わる材料や部品。次工程では、主材料を構成する材料の一部として扱われる。
- ・ 補助材料 : 使用しても、製品の構造には加わらない材料。切削油や触媒などをいう。その工程で消費されるが、次工程には引き継がれない。

なお、MFCA 計算のテンプレートの考え方についての詳細な説明は、平成 16 年度大企業向け MFCA モデル事業報告書の「第 2 章 2 - 2 . 大企業向け MFCA モデル事業における計算手法上の工夫」を参照していただきたい。

2 - 3 . MFCA におけるマテリアルコストの計算の考え方

多くの企業の MFCA の導入、適用の際の課題のひとつは、投入したマテリアル、原材料の工程ごとの物量移動量の把握と整理である。

MFCA では、物量の移動量を、すべて重量で把握することを基本としている。本節では、MFCA を実施する際の必須の作業である、原材料の工程ごとの物量移動量の把握、整理の考え方と方法について、説明する。

(1) 物量移動量の把握、整理が適用の際の課題になる理由

企業によって状況は異なるが、課題になる理由として、以下のようなことがあげられる。

- ・ 材料の投入量を重量で管理せず、別の単位（数量、長さ、面積など）で管理している
- ・ 廃棄物を、工程別に測定をしていない
- ・ 補助材料までは、工程ごとの投入量、出来高、廃棄物の測定をしていない
- ・ 化学工業などにおいては、化学反応により投入した材料がまったく別の材料に生まれ変わるため、投入材料ごとの正の製品物量、負の製品物量を、すぐに算出できない

主材料や副材料に関して、廃棄物の物量を測定していない場合でも、理論的に計算した廃棄物の物量が、測定するものと大きな差がない場合は、計算値で代用可能である。大企業の場合、主材料や副材料の加工歩留ロスや、不良ロスは、測定値、もしくは計算値として、何らかの形でデータがあることが多い。ただし、主材料や副材料のロスの物量が、工程ごとに測定もされておらず、計算により求めることもできない場合は、何らかの方法で測定、もしくは理論計算を行う必要がある。

補助材料の場合、その単価が高い物は、その投入量を管理していることが多い。補助材料の場合は、投入量 = 廃棄物量と見なすことができ、その場合は MFCA の計算にスムーズに取り込める。その単価が低い物の場合に、MFCA 計算上の問題になることが多い。この場合は状況により異なる。

補助材料に関するロスが大きいと見なされる場合（例えば、設備のメンテナンス不足により、切削油が必要以上に使用されている場合）は、ある期間を限定して測定して、工程ごとの投入量や廃棄物量のデータを押さえる必要がある。

一方、補助材料に関するロスが小さいと見なされる場合は、システムコストの管理間接費の中に含めて、MFCA の計算を行うことも考えられる。例えば、機械のメンテナンスや操作に使用する軍手やウェスも、厳密に言えば MFCA の計算上の中では、補助材料のひとつとして、材料として組み込む必要がある。しかし、軍手やウェスは、単価的には非常に安価であり、MFCA の計算上の影響が非常に小さいことが普通であり、また、それ単独での環境への影響も非常に小さいことが多い。

ただし、廃棄処理に厳密さが求められる有害な化学物質や放射性物質を扱う場合などは、補助材料として厳密に測定して、MFCA に組み込むことが必要である。化学物質や放射性

物質に汚染された軍手やウェスは、その廃棄物処理にかかる環境への影響も、また処理費用も、大きいものになるためである。

工程ごとの管理単位が異なる場合、あるいは、工程ごとに別の材料に代わっていく場合は、ものづくりの特性によって整理方法が異なるので、事例を交えて整理する。

(2)MFCA における通常の物量移動量の把握と整理の考え方

ここでは、主な材料の投入量や仕掛品、製品の出来高、ロス量などを重量で管理している場合に MFCA を適用する際の、工程ごとの物量移動量の把握と整理の考え方を述べる。

MFCA では、材料と材料費の工程ごとの投入量、および次の工程に移動する材料“正の製品”の物量とその材料費“正の製品マテリアルコスト”(以降、正の製品 MC と呼ぶ) および、廃棄物になる材料“負の製品”の物量とその材料費“負の製品マテリアルコスト”(以降、負の製品 MC と呼ぶ)を、計算、整理することが、最も重要である。

その整理をすべての工程を通して行う基本的なイメージを、表 2-1 に示す。

表 2-1 MFCA におけるマテリアルとコストの移動量の整理表

MC整理表		品種			期間								
工程	工程名	In/Out	分類	MC区分	名称	投入物量 (kg)	正の製品物量(kg)	負の製品物量(kg)	単価 (円/kg)	投入MC (千円)	正の製品MC(千円)	負の製品MC(千円)	
工程1	混合A	Input	投入資源	主材料1	配合材料A-1	123,400.0	119,722.7	3,677.3	10.0	1,234.0	1,197.2	36.8	
		Input	投入資源	主材料2	配合材料A-2	12,340.0	11,851.3	488.7	50.0	617.0	592.6	24.4	
		Input	投入資源	副材料1	配合材料A-3	1,234.0	1,173.0	61.0	100.0	123.4	117.3	6.1	
		Input	投入資源	副材料2	配合材料A-4	123.4	116.1	7.3	500.0	61.7	58.0	3.7	
		Input	投入資源	副材料3	配合材料A-5	12.3	11.5	0.9	1,000.0	12.3	11.5	0.9	
		Input	投入資源	補助材料1	洗浄剤		20.0	0.0	20.0	50.0	1.0	0.0	1.0
		Output	正の製品	生成物1	仕掛品A			132,874.6		14.9		1,976.6	
Output	負の製品	生成物2	残留物、不良品				4,255.1				72.8		
工程2	混合B	Input	投入資源	主材料1	仕掛品A	132,874.6	127,559.7	5,315.0	14.9	1,976.6	1,897.6	79.1	
		Input	投入資源	副材料1	配合材料B-1	12,093.2	11,491.0	602.2	100.0	1,209.3	1,149.1	60.2	
		Input	投入資源	副材料2	配合材料B-2	1,209.3	1,137.3	72.1	500.0	604.7	568.6	36.0	
		Input	投入資源	副材料3	配合材料B-3	120.9	112.5	8.4	1,000.0	120.9	112.5	8.4	
		Input	投入資源	補助材料1	洗浄剤		20.0	0.0	20.0	120.0	2.4	0.0	2.4
		Output	正の製品	生成物1	仕掛品B			140,300.5		26.6		3,727.8	
		Output	負の製品	生成物2	残留物、不良品				6,017.6				186.1
工程3	充填	Input	投入資源	主材料1	仕掛品B	140,300.5	140,200.0	100.5	26.6	3,727.8	3,725.2	2.7	
		Input	投入資源	副材料1	容器	12,618.0	12,618.0	0.0	16.7	210.3	210.3	0.0	
		Input	投入資源	副材料2	キャップ	193.5	193.5	0.0	72.5	14.0	14.0	0.0	
		Input	投入資源	補助材料1	洗浄剤		20.0	0.0	20.0	120.0	2.4	0.0	2.4
		Output	正の製品	生成物1	製品			153,011.5		25.8		3,949.5	
Output	負の製品	生成物2	残留物、不良品				120.5				5.1		

それぞれの工程で、Input (投入資源) を、MC 区分の種類 (主材料、副材料、補助材料) ごとに整理する様式になっている。また、その工程での Output (生成物) は、次の工程に移動する正の製品と、廃棄される負の製品ごとに、整理する様式になっている。

表 2-1 の様式では、Input される材料の種類ごとに、次のものを算出し、整理する。

- 投入材料の物量(kg)
- 次の工程に移動する材料の物量“正の製品物量”(kg)
- 廃棄される材料の物量“負の製品物量”(kg)
- 材料の単価(円/kg、もしくは千円/kg)
- 投入 MC (円、もしくは千円): 投入物量 × 材料の単価
- 正の製品 MC (円、もしくは千円): 正の製品物量 × 材料の単価

- 負の製品 MC (円、もしくは千円): 負の製品物量 × 材料の単価

表 2-1 の Output (生成物) の正の製品は、それぞれの工程で生産されるものである。工程 1、工程 2 など途中の工程では仕掛品であり、最終工程の工程 3 では製品である。

それぞれの工程の生成物である“仕掛品”は、次の工程では主材料のひとつになる。従って、生成物(次工程では投入資源:仕掛品)の材料単価を、計算しておくこと、次の工程の計算で便利である。生成物の材料費単価は次の計算で行う。

- 生成物の材料単価 (円/kg、もしくは千円/kg) = 正の製品 MC ÷ 正の製品物量
- 正の製品 MC: その工程における投入材料の正の製品 MC の合計
- 正の製品物量: その工程における投入材料の正の製品物量の合計

投入した材料が、次の工程以降では、一体のものとして扱える場合は、こうした仕掛品として扱う形をとることで、MFCA 計算をシンプルにすることができる。また、仕掛品の単価を求めておくと、ある工程で生成される物の物量が、その次の工程の仕掛品の投入物量と異なる場合(この場合は、仕掛品在庫が増減する)でも、表 2-1 の計算を容易に行うことができる。

表 2-1 のそれぞれの投入資源のデータを、別の様式で、一旦整理しておくこと、考えやすいことがある。特に製品の構成材料の種類が多く、生産量の変動が大きい場合は、その方法を採用するほうが多い。

表 2-2 は、バッチ生産方式の材料の混合加工において、表 2-1 の主材料、副材料のマテリアル物量とコストの関係を整理するイメージを表したものである。

(注記: バッチ生産は次のように定義されている。『装置産業における生産形態・少量生産において適用され、機械工業におけるロット生産に対応し、1 バッチごとに準備作業、主体作業とも 1 回(バッチ処理に応じて)発生する。』昭和 59 年、日刊工業新聞社より発行された『経営工学用語辞典』より引用)

表 2-2 MFCA における工程ごとのマテリアルコストの整理

工程番号	工程-1	比率	注記								
生産バッチ数量	100	100%	この表は、バッチ生産方式をとっているひとつの工程で表したものである。								
良品バッチ数量	98	98%	左の生産バッチ数量:100は、1つのロットで、100回のバッチを繰り返して行ったことを意味している。								
不良品バッチ数量	2	2%									
投入材料	バッチ単位の材料In/Out				ロット単位の材料In/Out			単価 材料 単価 (円/kg)	マテリアルコスト		
	1バッチ 投入物量 (kg)	正の製品 物量 (kg)	負の製品 物量 (kg)	加工 材料 歩留率	1ロット 投入物量 (kg)	正の製品 物量 (kg)	負の製品 物量 (kg)		投入コスト (千円)	正の製品 コスト (千円)	負の製品 コスト (千円)
配合A-1 主材料	1,234.0	1,221.7	12.3	99.0%	123,400.0	119,722.7	3,677.3	10.0	1,234.0	1,197.2	36.8
配合A-2 主材料	123.4	120.9	2.5	98.0%	12,340.0	11,851.3	488.7	50.0	617.0	592.6	24.4
配合A-3 副材料	12.3	12.0	0.4	97.0%	1,234.0	1,173.0	61.0	100.0	123.4	117.3	6.1
配合A-4 副材料	1.2	1.2	0.0	96.0%	123.4	116.1	7.3	500.0	61.7	58.0	3.7
配合A-5 副材料	0.1	0.1	0.0	95.0%	12.3	11.5	0.9	1,000.0	12.3	11.5	0.9
配合A 合計	1,371.1	1,355.9	15.2	98.9%	137,109.7	132,874.6	4,235.1		2,048.4	1,976.6	71.8
1ロット出来高(kg)	132,874.6										

表 2-2 は、ひとつのロットで、100 回のバッチ生産を行っている例である。最も重要なデータは、それぞれの材料ごとの次の物量データである。

- 1 バッチあたりの投入物量(kg)
- 1 バッチあたりの正の製品物量(kg)
- 1 バッチあたりの負の製品物量(kg)

投入物量は、製造条件として規定されているはずである。投入物量に対する正の製品物量、負の製品物量の関係も、(標準原価計算などにおいて)なんらかの基準を設けていることが多い。

しかし MFCA では、これらの数値は、測定値などの実績に基づいて算出するのが原則である。MFCA では、規定値や基準値と実態との差のロスを明確にする役割が重要であるためである。

従って、投入物量、正の製品物量、負の製品物量は、実績値を元にした平均値として計算する必要がある。また、規定値や基準値と、実態との差のバラツキが大きい場合は、改善の課題のひとつになるため、別途、明記しておく必要がある。

ただし、実際の適用の場面では、工程ごとのそれぞれの物量値を測定することが極めて困難な場合もある。そのような場合は、理論値や実験値、あるいは別の物量値などから計算せざるを得ない。

個々の配合材料は、混合容器へ投入する時と、取り出す時にロスがでる。投入時のロスとは、個々の材料の容器や袋の残留物である。取り出す時のロスとは、混合容器の中や配管などの残留物などである。これらが 1 バッチごとに発生する負の製品である。

1 ロット(表 2-2 の場合は、100 バッチ分)の投入物量、正の製品物量、負の製品物量は、不良品によるロスも含めて計算する必要がある。バッチ生産においては、バッチごとに検査を行い良品、不良品の判定がなされることが多い。その場合、1 ロットあたりの材料の物量計算は、次の計算式により整理できる。

- 1 ロットの投入物量(kg) = 1 バッチ投入物量(kg) × 生産バッチ数量
 - 1 ロットの負の製品物量(kg) = 1 バッチの負の製品物量(kg) × 生産バッチ数量 + 1 バッチの正の製品物量(kg) × 不良品バッチ数量
 - 1 ロットの正の製品物量(kg) = 1 バッチの正の製品物量(kg) × 良品バッチ数量
- 上記の計算結果は、次の関係になるはずである。

- 1 ロットの投入物量(kg) = 1 ロットの負の製品物量(kg) + 1 ロットの正の製品物量(kg)
- それぞれの材料ごとに、この実績物量(kg)に材料単価をかけると、投入 MC、正の製品 MC、負の製品 MC が求められる。

表 2-1 の工程 3 の充填工程では、工程 2 でできた仕掛品 B を、容器に充填しキャップで閉じる工程である。この工程の出来高、および使用する容器とキャップは、個数で管理している。表 2-1 に整理する前に、最終製品 1 個に充填する仕掛品 B の物量と、製品 1 個当りで使用する容器やキャップなどの個数、単位重量を別途整理したうえで、表 2-1 に転記すると効率的である。

また各工程で、ロット終了後に容器や配管などに残った原材料や仕掛品を洗浄するということが多いが、そのときに使用する洗浄剤(補助材料)の物量とコストも、表 2-1 の計算に組み込む必要がある。別途整理したものを、表 2-1 に転記すると効率的である。

(3) 金属の機械加工の MFCA における物量移動量の把握、整理の考え方

金属の機械加工は、加工産業の中でも最も一般的な加工のひとつである。ここでは、金属の機械加工において MFCA を適用する際の、工程ごとの物量移動量の把握と整理の考え方を述べる。

機械加工においては、材料の投入量や出来高を数量で管理していることがほとんどである。また、それぞれの工程での加工による材料のロス、品種（大きさや加工形状）により大きく異なるため、機械加工における MFCA は、品種ごとに行なうことが効果的であることが多い。

表 2-3 は、上記の特性を踏まえて、機械加工における材料移動量の計算、整理 format のイメージである。機械加工の中の素材切断と鍛造を、例にしている。

表 2-3 金属の機械加工における材料移動量の計算整理表

	A	B	C	D	E	F	
1	機械加工における材料移動量整理表						
2	工程			数値	（数式、備考）		
3	分ける工程 (素材切断)	棒材外形() (cm)	購入品の棒材外径	5.0	購入品の棒材外径(公差中間)	素材の特性 材料1個当りの材料効率計算	
4		素材重量密度(g/cm3)		8.0			
5		棒材長さ(cm)		300.0	購入品の棒材長さ(公差中間)		
6		棒材重量(g)		47,100.0	$=3.14 \times (D3/2)^2 \times (D3/2) \times D5 \times D4$		
7		切断個数(個)	棒材1本から取れる数量	130	端材部を除き、棒材1本から取れる切断部材の数量(設計値)		
8		切断長さ(cm)	部品1個当り	2.00	切断部材の長さ(設計値)		
9		切断重量(g)	部品1個当り	314.0	$=3.14 \times (D3/2)^2 \times (D3/2) \times D8 \times D4$		
10		製品使用重量(g)	棒材1本から取れる切断部材の重量	40,820.0	$=D9 \times D7$		
11		端材、切粉の重量(g)	棒材1本から発生する端材と切粉の重量	6,280.0	$=D6 - D10$		
12		(参考値) 棒材両端の端材部の長さ		12.0	両端の端材長さ		
13		(参考値) 棒材両端の端材部の重量(g)		1,884.0	$=3.14 \times (D3/2)^2 \times (D3/2) \times D12 \times D4$		
14		(参考値) 棒材1本から発生する切粉の重量(g)		4,396.0	$=D11 - D13$		
15		投入棒材数量(本)	投入した材料数量	1,000	投入した棒材の本数		あるロット、期間全体の材料効率計算
16		計算上の出来高数量	計算上の切断部材数量	130,000	$=D15 \times D7$		
17	実際の出来高数量(個)	次工程に送られた部材数量	129,500				
18	不良数量(個)	不良品の数量	500				
19	(参考値) 不良率		0.38%	$=D18 / D16$			
20	(参考値) 良品率(%)		99.6%	$=D17 / D16$			
21	MFCA計算値	材料投入量(kg)	47,100.0	$=D6 \times D15 / 1000$			
22	MFCA計算値	正の製品重量(kg)	40,663.0	$=D9 \times D17 / 1000$			
23	MFCA計算値	負の製品重量(kg)	6,437.0	$=D21 - D22$			
24	変形工程 (鍛造)	鍛造前重量(g)	部品1個当りの切断重量	314.0	$=D9$	材料1個当りの材料効率計算	
25		鍛造後重量(g)	成型、バリ除去、ボン抜きした後の鍛造重量	250.0			
26		重量変化(g)		64.0	$=D24 - D25$		
27		(参考値) 除去するバリの部分の重量		4.0			
28		(参考値) ボン抜き部分の重量(g)		60.0			
29		材料歩留計算	材料歩留率(%)	79.6%	$=D25 / D24$		
30		工程投入数量(個)		125,000	投入した切断部材の数量		
31		出来高数量(個)		122,000	生産できた良品数量		
32		(参考値) 使用不可能な数量		3,000	$=D30 - D31$		
33		(参考値) 試験品数(個)		100	(不良品を使用するときがある)		
34	(参考値) 不良数(個)		2,200				
35	(参考値) 不良率(%)		1.8%	$=D34 / D30$			
36	(参考値) 切り替え時の調整数量(個)		700				
37	(参考値) 切り替えロス率(%)		0.6%	$=D36 / D30$			
38	(参考値) 良品率(%)		97.6%	$=D31 / D30$			
39	MFCA計算値	材料投入量(kg)	39,250.0	$=D30 \times D24 / 1000$	あるロット、期間全体の材料効率計算		
40	MFCA計算値	正の製品重量(kg)	30,500.0	$=D31 \times D25 / 1000$			
41	MFCA計算値	負の製品重量(kg)	8,750.0	$=D39 - D40$			

金属の機械加工の場合は、投入した材料の変化を見る必要がある。従って、まず、投入

した材料 1 個ごとの、その工程における加工前後の材料の状態を、重量で把握する必要がある。

- 加工前の材料 1 個あたりの重量(kg)
- 加工後の部品 1 個あたりの重量(kg)
- 加工により、投入された材料が分割される場合の分割数量(個)
- 加工前の材料 1 個あたりの負の製品の重量(kg) (加工時に発生する切粉の重量と、端材の重量の合計)

なお表 2-3 の 29 行目に“材料歩留率”があるが、これも実績に基づく値である。標準原価計算などで材料歩留率を規定している場合があるが、その数値を MFCA の計算を行なうべきではない。投入材料の寸法のバラツキ、加工寸法のバラツキが大きい場合は、標準で持っている材料歩留率よりも悪い状態になっていることがあるためである。バラツキが大きい場合は、改善の課題のひとつになるため、別途、明記しておく必要がある。

その次に、加工された部品は、不良などにより除去されるものがあるため、MFCA 計算の対象ロット、期間における不良品数、もしくは良品数を踏まえて、対象ロットあるいは対象期間あたりの計算を行う。

- 投入材料の物量 (kg) = 投入材料 1 個の重量 (kg / 個) × 投入材料の数量 (個)
 - 負の製品物量 (kg) = 材料 1 個あたりの負の製品の重量(kg) × 投入した材料の数量(個) + 加工後の部品 1 個の重量(kg) × 不良品の数量 (個)
 - 正の製品の物量 (kg) = 加工後の良品 1 個の重量 (kg / 個) × 加工後の良品数量 (個)
- 上記の計算結果は、次の関係になるはずである。
- 投入材料の物量 (kg) = 正の製品の物量 (kg) + 負の製品の物量 (kg)

負の製品の発生にはいくつかの要因があり、要因ごとの影響度を把握しながら MFCA の計算を行なうと、改善の検討や日常の管理と連携しやすい。工程設計や製造現場の日常管理項目を取り入れて、物量移動量の把握、整理をしたほうがいい。

素材切断は、素材を複数の材料に分割する加工である。表 2-3 の素材切断のように、素材を切断する際には、素材を機械にチャックする部分が端材として残る。素材切断は鋸で切断することが多いが、その場合は、鋸の刃厚分の切粉が発生する。これらの端材や切粉(負の製品)は、設備の能力によってバラツキを生じることがある。設備の能力によるバラツキが大きい場合は、表 2-3 で表している切断個数(棒材 1 本から取れる数量、表 2-3 の例では 130 個)もばらつくことが多くなる。その場合は、切粉や端材などの実際のバラツキを測定しておく必要がある。

鍛造加工は、材料を変形させる加工である。変形させる加工には、事例とした鍛造などの塑性変形の加工のほかに、旋盤やフライスなどの切削加工が一般的である。鍛造や切削などの加工では、投入材料 1 個当りの投入前後の重量変化に、投入数量を乗じることで、切粉による負の製品の物量を計算できる。

素材切断、鍛造加工、どちらの場合も、不良品や試験品、切り替え調製品のように、加

工後に使用できなくなる物（負の製品）が発生することがある。その場合、負の製品物量は、不良などの数量の実績値を測定し、それに加工後の重量を乗じて計算できる。

また、金属の機械加工の場合のマテリアルコストの計算に関しては、材料が変化せず、副材料も入らないことが多い。その場合は、それぞれの工程の材料の投入物量、正の製品物量、負の製品物量に、材料の単価をかけることにより、容易に求めることができる。

(4) 化学反応の MFCA における物量移動量の把握、整理の考え方

化学工業の MFCA は、今までその事例の報告がなかった分野のひとつである。本年度のモデル事業において、2つの企業で MFCA の適用を実施することができたが、化学工業においても、MFCA の有効性が実証できた。

化学工業においても、材料の移動量の把握と整理が、MFCA の導入、適用上の課題であると思われる。化学工業における材料移動の特徴と課題を以下のように整理した。

- 化学反応前後で、投入した材料が変化する。その際の理論的な物量変化は、化学反応式により定義できる。
- 化学反応により、目的物質以外の物質が生成されることが多い。
- 目的物質以外の物質は、副生成物として利用されることもあるし、不純物として精製、除去され、廃棄物となることもある。
- 副生成物を、正の製品あるいは負の製品、どちらで扱うかが明確でなかった。
- 複数の工程の化学反応がある場合、化学反応により新たに生成された物質が、次工程での投入材料になるが、その材料の単価をどのように定義するかが明確でなかった。

ここでは、上で述べた特徴と課題の中で、化学工業の MFCA における物量移動量の定義や、マテリアルコストの定義の方法について説明する。

表 2-4 化学反応工程における反応前後の材料移動量の整理

反応工程：物量の Input/Output 計算

プロセス (反応)	Input 投入材料	Input 分類	Input 物量	主要材料の生成物への移動物量				Output 生成物	正の製 品物量	負の製 品物量	合計物 量
				化学 物質A	化学 物質B	化学 物質C	化学 物質D				
反応	化学物質 A	新規投入	50.0	3.00	0.00	45.00	2.00	化学物質 A	3.00	0.00	3.00
	化学物質 B	新規投入	10.0	0.00	1.00	3.00	6.00	化学物質 B	1.00	0.00	1.00
								化学物質 C	48.00	0.00	48.00
								化学物質 D	8.00	0.00	8.00
	溶媒	新規投入	5.0	-	-	-	-	溶媒	5.00	0.00	5.00
	触媒	新規投入	5.0	-	-	-	-	触媒	0.00	5.00	5.00
	容器洗浄 剤	新規投入	100.0	-	-	-	-	容器洗浄 剤	0.00	100.00	100.00
合計			170.0				合計	65.00	105.00	170.00	

表 2-4 は、化学工業における化学反応の工程における、反応前後の材料の移動量の整理イメージを示している。表 2-4 の例は、化学物質 A と化学物質 B を反応させ、化学物質 C (目的物質) と化学物質 D (副生成物) を製造するという例で作った。

表 2-4 を説明するために、表 2-4 の一部、化学反応による主材料の移動量を整理した部分だけを抜き出したものが、表 2-5、表 2-6 である。

表 2-5 化学反応前後の材料移動量計算 現実

			主要材料の生成物への移動物量			
Input 投入材料	Input 分類	Input 物量	化学 物質A	化学 物質B	化学 物質C	化学 物質D
化学物質 A	新規投入	50.0	3.00	0.00	45.00	2.00
化学物質 B	新規投入	10.0	0.00	1.00	3.00	6.00

表 2-5 は、反応により、投入した物質が、どの物質にどれだけ移動したかを示している。

化学物質 A : 50(kg)のうち、3(kg)は変化せず、化学物質 A のまま残る物量値である。

化学物質 A : 50(kg)のうち、45(kg)は、化学物質 B の一部と結合し、化学物質 C になる物量値である。

化学物質 A : 50(kg)のうち、2(kg)は、化学物質 B の一部と結合し、化学物質 D になる物量値である。

化学物質 B : 10(kg)のうち、1(kg)は変化せず、化学物質 B のまま残る物量値である。

化学物質 B : 10(kg)のうち、3(kg)は、化学物質 A の一部と結合し、化学物質 C になる物量値である。

化学物質 B : 10(kg)のうち、6(kg)は、化学物質 A の一部と結合し、化学物質 D になる物量値である。

および は、材料を過剰投与している状態を示し、化学反応の中のロスと言える。

および の数値がゼロの状態は、理想の反応と言えるかもしれない。

化学物質 C と D を作る場合、理想どおりの反応が行なわれるとすれば、化学物質 A の投入量を 50(kg)から 47(kg)に、化学物質 B の投入量を 10(kg)から 9(kg)に減らしても、同等の化学物質 C と D を生成させることができる。

表 2-6 は、表 2-5 の数値を、その理想状態の数値に置き換えたものである。

表 2-6 化学反応前後の材料移動量計算 理想

			主要材料の生成物への移動物量			
Input 投入材料	Input 分類	Input 物量	化学 物質A	化学 物質B	化学 物質C	化学 物質D
化学物質 A	新規投入	47.0	0.00	0.00	45.00	2.00
化学物質 B	新規投入	9.0	0.00	0.00	3.00	6.00

表 2-4 において、化学反応において過剰に投与した材料 (化学物質 A、化学物質 B) や、反応において精製された不純物は、その後の (ろ過や蒸留、遠心分離などの) 精製工程で

除去される。

表 2-7 は、その精製工程における、精製前後の材料の移動量の整理イメージを示している。

表 2-7 MFCA における精製工程における精製前後の材料移動量

精製工程：物量のInput/Output計算

プロセス (反応)	Input 投入材料	Input 分類	Input 物量	主要材料の生成物への移動物量				Output 生成物	正の製 品物量	負の製 品物量	合計物 量
				化学 物質A	化学 物質B	化学 物質C	化学 物質D				
精製	化学物質 A	仕掛品	3.0	3.00				化学物質 A	0.0	3.0	3.00
	化学物質 B	仕掛品	1.0		1.00			化学物質 B	0.0	1.0	1.00
	化学物質 C	仕掛品	48.0			48.00		化学物質 C	48.0	0.0	48.00
	化学物質 D	仕掛品	8.0				8.00	化学物質 D	8.0	0.0	8.00
	溶媒	仕掛品	5.0	-	-	-	-	溶媒	0.0	5.0	5.00
	容器洗浄 剤	新規投入	100.0	-	-	-	-	容器洗浄 剤	0.00	100.00	100.00
	合計			165.0				合計	56.00	109.00	165.00

表 2-7 は、表 2-4 の Output 生成物の正の製品となるものが、投入材料である。

化学物質 A : 3(kg)、化学物質 B : 1(kg)、化学物質 C : 48(kg)、化学物質 D : 5(kg)、および、溶媒 : 5(kg)が、精製工程の投入材料とその物量である。この精製工程は、化学反応そのものは行なわずに、溶媒中から目的とする物質を抽出、もしくは不要な物質を除去する工程である。

表 2-7 では、化学物質 C : 48(kg)と化学物質 D : 8(kg)が正の製品として抽出され、その他の化学物質 A : 3(kg)、化学物質 B : 1(kg)、および、溶媒 : 5(kg)が除去され、負の製品となったことが示されている。

表 2-4、表 2-7 のように、反応工程、精製工程の前後の投入物質の移動量が整理されれば、それぞれの材料の物量値に、単価をかけると、MFCA で使用するマテリアルの投入コスト、正の製品コスト、負の製品コストを求めることができる。

表 2-8 MFCA における反応工程における反応前後のマテリアルコスト移動量

反応工程：物量のInput/Output計算

プロセス (反応)	Input 投入材料	Input 分類	材料単価 (円/kg)	Input 物量	投入MC (千円)	主要材料の生成物への移動物量				Output 生成物	正の製 品物量	負の製 品物量	合計物 量	正の製 品MC	負の製 品MC	廃棄物処 理単価 (円/kg)	廃棄物処 分費用 (千円)
						化学 物質A	化学 物質B	化学 物質C	化学 物質D								
反応	化学物質 A	新規投入	1,000	50.0	50.00	3.00	0.00	45.00	2.00	化学物質 A	3.00	0.00	3.00	3.00	0.00		
	化学物質 B	新規投入	10,000	10.0	100.00	0.00	1.00	3.00	6.00	化学物質 B	1.00	0.00	1.00	10.00	0.00		
										化学物質 C	48.00	0.00	48.00	75.00	0.00		
										化学物質 D	8.00	0.00	8.00	62.00	0.00		
	溶媒	新規投入	100	5.0	0.50	-	-	-	-	溶媒	5.00	0.00	5.00	0.50	0.00		
	触媒	新規投入	1,000	5.0	5.00	-	-	-	-	触媒	0.00	5.00	5.00	0.00	5.00	120.00	0.60
	容器洗浄 剤	新規投入	100	100.0	10.00	-	-	-	-	容器洗浄 剤	0.00	100.00	100.00	0.00	10.00	30.00	3.00
合計				170.0	165.5				合計	65.00	105.00	170.00	150.50	15.00		3.60	

表 2-8 は、表 2-4 の反応工程における、反応前後の材料物量の移動データに、コストデータ（材料単価、投入 MC、正の製品 MC、負の製品 MC）を追加したものである。

表 2-4 から表 2-8 のイメージで、各工程における反応前後の投入材料の物量、およびマテリアルコストの移動量を算定、整理できれば、化学工業における MFCA の導入、適用も、それほど難しくないとと思われる。

なお、副生成物に関しては、回収した後に、別の製造原料として利用されることが多い。その場合は、廃棄されることはないので、正の製品として扱うことになる。ただし、副製品の中で回収されず、廃棄されるものは、当然ながら負の製品になる。

2 - 4 . MFCA におけるシステムコスト、エネルギーコストの計算の考え方

MFCA に関してよく聞かれる質問のひとつは、システムコストやエネルギーコストに関することである。

MFCA の特徴のひとつは、廃棄物になった材料に対して、その材料費としてのロスだけでなく、その材料の加工に投じた経費を加えて、負の製品コストとしてのロスを明確にするという点である。加工に投じた経費も、廃棄物の発生した工程の経費と、その前工程の経費、および後処理（廃棄物処理）の経費も見るということも、特徴のひとつである。したがって、MFCA では、経費としてのシステムコストやエネルギーコストは、非常に重要な意味を持っている。

ここでは、MFCA におけるシステムコスト、エネルギーコストの計算の考え方について説明する。

(1) MFCA におけるシステムコスト、エネルギーコストの計算の手順

MFCA では、システムコストと呼ばれる直接、間接の経費、電力、ガス、石油などのエネルギーコストを、次の手順で計算する。

1) 物量センター（工程）別の経費の計算

これらの経費は、企業のコストセンター単位に配賦、管理されている。MFCA 計算における物量センター（MFCA 計算上の工程の単位）は、コストセンターの単位よりも小さいことが多く、配賦されている経費を、物量センターごとに分ける必要がある。

2) 製品別の経費の計算

ひとつのライン、工程で複数の製品を加工されており、製品別に MFCA の計算を行う場合は、さらに製品別に経費を分ける必要がある。

3) 正の製品コスト、負の製品コストの計算

それぞれの工程で、材料のロス、廃棄物（負の製品）が発生する場合は、その工程で投入された経費と、前工程から引き継いだ経費を、正の製品コストと負の製品

コストに分ける必要がある。

(2)MFCA におけるシステムコストの計算の考え方

MFCA において、システムコストと呼ばれるものには、製造原価の中の次のような経費のことである。

直接労務費、外注加工費

設備償却費、設備維持費、金型費

間接経費、間接労務費、間接材料費

これらの経費は、企業の中でコストセンターごとに直課もしくは配賦されている。コストセンターの単位は、企業、工場によって異なる。

システムコストの計算は、基本的には、MFCA の物量センターの単位でシステムコストを計算した後、製品別の MFCA を行なう場合に製品別に按分して算定する。

図 2-2 に、2 つのコストセンター A と B を通る物の流れを示す。

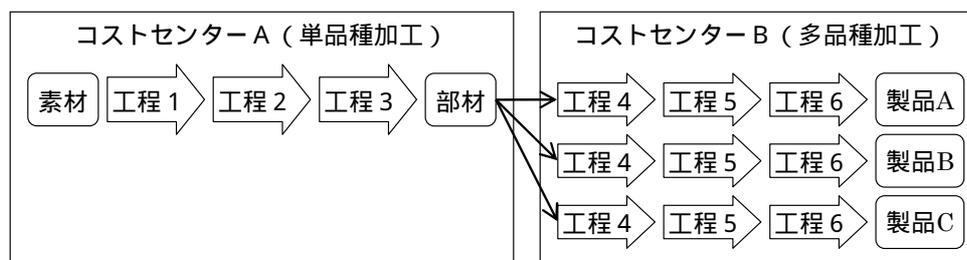


図 2-2 コストセンター

図 2-2 のコストセンター A は、単一の加工を 3 工程で行なっている。その工程通りに MFCA の物流センターを設定するのであれば、システムコストを 3 つの工程に分けて算定する必要がある。

図 2-2 のコストセンター B は、多品種の製品を 3 工程で製造している。その工程通りに MFCA の物流センターを設定し、かつ MFCA の計算を製品ごとに行なう場合は、製品別、工程別にシステムコストの計算を行なう必要がある。

の直接労務費、外注加工費は、コストセンターごとに直課されていることが多い。さらに、作業日報や配置要員数などから工程別に計算できることが多い。外注加工費も、外注で加工している工程や製品が明確であるため、製品別、工程別の計算は容易である。

の設備償却費、設備維持費、金型費は、コストセンターごとに直課されているものが多いが、配賦されているものもある。製造設備の償却費や設備維持費用、金型費などは、製造工程と密接につながっているため、工程別の計算は容易にできる。土地や建物、あるいは工程間の共通設備は、場合によって異なるが、個々の工程の占有スペース比率、あるいは、要員の配置比率などで按分することが多い。

の間接経費、間接労務費、間接材料費は、通常は、コストセンターごとに配賦されている。これも、場合によって異なるが、個々の工程の占有スペース比率、あるいは、要員

の配置比率などで按分することが多い。ただ、間接材料費の中には、工程での実際の作業に使用するものが入っていることがある。2 - 3 .(1)の最後に述べたような、軍手やウェスなどは、通常は、間接材料費として処理しても構わないと思われる。ただし、化学物質や放射性物質に汚染されているなど、特別な後処理が必要な場合は、補助材料として抜き出し、補助材料としてマテリアルコストに含めるほうがいい。

コストセンターBのように、同じ工程で複数の製品を製造し、製品別に MFCA の計算を行なう場合、製品別のシステムコストは Activity Based Costing (活動基準原価計算) の考え方を応用し、次のように配賦するのが基本である。

- 直接労務費：製品別の投入工数
- 設備償却費：製品別の設備稼働時間

しかし、そうした工数や時間に関するデータが測定されていない場合は、生産量で按分して求めることが多い。製品ごとの加工時間に大きな差がない場合は、生産量による按分でも、問題ないことが多い。

(3)MFCA におけるエネルギーコストの計算の考え方

MFCA において、エネルギーコストと呼ばれるものには、製造原価の中の次のような経費のことである。

電力費

ガス費

重油費

上記以外のエネルギーコスト(石炭、コークス、蒸気、圧縮空気)

電力費でも、空調や照明などに用いる、通常の電力費だけであれば、システムコストの中の建物などの共通の設備償却費と同じ考え方で、工程ごとに配賦しても、それほど問題はない。ただし空調でも、半導体製造などのクリーンルームの空調など特殊な場合は、通常の製造設備と同じように、製造工程との関連を明確にして配賦するべきである。

工場の製造設備は、設備によっては、かなり大きなエネルギーを使用する。使用するエネルギーは電力、ガス、重油、石炭、コークスなどの直接的なエネルギー、あるいは、それを使って作られた蒸気や圧縮空気などの間接的なエネルギーである。

MFCA は、工程別の加工費を重視するため、これらのエネルギーの投入量を、工程別に正確に把握することは、計算の精度に非常に大きな影響を与える。熱処理や熱回収など、エネルギーを大量に使用する設備や工程がある場合は、特に、その影響が大きい。

ただし、実際には、工程や設備単位のエネルギー使用量を測定、把握できているケースは少ない。

ガスや重油、石炭、コークスなどは、使用工程が、特定の工程に絞られることが多い。電力使用量などは、電力計などを用いれば、測定は比較的容易である。しかし、蒸気や圧縮空気などは、共通の設備で作ったものを、配管でそれぞれの工程に供給しており、正確

な利用実態を把握するためには、配管に流量計を取り付けるなど、設備を改造する必要がある。

MFCA の導入、計算時に、工程別に正確なエネルギー使用量を把握するのが難しい場合は、何らかの配賦基準を設けて、エネルギー使用量を工程別に按分する必要がある。

電力に関しては、その配賦の仕方としてよく用いられる方法は、設備ごとの定格電力量を調査し、物量センター単位の設備の定格電力の合計値を使って按分するという方法である。この方法は、設備の稼働状態が似通っている場合に使える方法であり、精度も悪い。設備の稼働状態の違いが大きい場合は、その稼働状況を加味して、按分の条件を設定すべきである。

エネルギー使用量の大きい製造ラインで MFCA を適用する場合、その導入当初は、やむを得ず、こうした精度の低い配賦方法でスタートするにしても、順次、より精度の高い計算方法や、実際のエネルギー利用量の測定などを試みるべきである。

(4)MFCA におけるシステムコスト、エネルギーコストの整理方法

表 2-9 は、MFCA のモデル事業の中で使用している、システムコスト、エネルギーコストの整理の format である。

表 2-9 システムコスト、エネルギーコスト整理表

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1				工程番号	工程1	工程2	工程3	工程4	工程5
2				工程名	素材加工	1次加工	2次加工	仕上げ加工	検査、梱包
3				対象ラインの総生産量	5,500	24,000	24,000	36,000	36,000
4				対象製品の出来高量	1,100	6,400	6,400	15,000	15,000
5				間接費などの配賦率計算	20.0%	26.7%	26.7%	41.7%	41.7%
6				投入した加工費、経費、間接費合計(千円)	1,554	11,868	2,908	3,932	1,945
7									
8	当工程の	直接労務	工程総人員	(人)	2	6	6	4	2
9	直接労務	費データ	工程投入工数	(人・分)	19,200	57,600	57,600	38,400	19,200
10	費		配賦率	(%)	20.0%	26.7%	26.7%	41.7%	41.7%
11			費率	(千円/人・分)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
12		直接労務	投入直接労務費	(千円)	153.6	614.4	614.4	640.0	320.0
13	当工程の	設備償却	期間総額	(千円)	1,500	20,000	2,000	1,000	500
14	間接費	費	配賦率	(%)	20.0%	26.7%	26.7%	41.7%	41.7%
15			配賦金額	(千円)	300	5,333	533	417	208
16		間接労務	期間総額	(千円)	2,000	5,000	2,000	1,000	500
17		費	配賦率	(%)	20.0%	26.7%	26.7%	41.7%	41.7%
18			配賦金額	(千円)	400	1,333	533	417	208
19		間接材料	期間総額	(千円)	1,000	5,000	2,000	3,000	1,000
20		費	配賦率	(%)	20.0%	26.7%	26.7%	41.7%	41.7%
21			配賦金額	(千円)	200	1,333	533	1,250	417
22	当工程の	電力費	期間電力使用量	(kwh)	200,000	600,000	200,000	200,000	150,000
23	エネルギー		期間電力費総額	(千円)	2,400	7,200	2,400	2,400	1,800
24	ギーコス		配賦率	(%)	20.0%	26.7%	26.7%	41.7%	41.7%
25	ト		配賦金額	(千円)	480	1,920	640	1,000	750
26	当工程の	外注加工	外注加工費総額	(千円)	100	5,000	200	500	100
27	その他の	費、設備	配賦率	(%)	20.0%	26.7%	26.7%	41.7%	41.7%
28	直接経費	維持費	配賦金額	(千円)	20	1,333	53	208	42
29				備考					

表 2-9 は、複数の製品を生産している製造ラインを想定して作った format である。その中に書かれてある工程名、数値は仮想のものである。

- 製品別の配賦率計算(表 2-9 3~5 行目): 各工程に配賦された経費は、その工程の総生産量と、MFCA の対象製品の生産量の比率で配賦率を設定し、配賦する方式をとつ

ている。

- 直接労務費の計算（表 2-9 8～12 行目）：直接労務費は、各工程の要員数に、MFCA 対象期間の稼働時間と賃率、上で述べた配賦率を乗じて計算している。ただし、製品ごとの工数が把握され、直接労務費が工程別、製品別に、別途計算できる場合は、表 2-9 12 行目に直接、入力すればよい。
- 直接労務費以外の経費の計算（表 2-9 13～28 行目）：間接費（設備償却費、間接労務費、間接材料費など）、エネルギーコスト、労務費以外の直接経費は、先に述べた（1）（2）の考え方で、工程別のコストが計算されていれば、それぞれの値に、上で述べた配賦率（表 2-9 5 行目）をかけることで計算できる。

(5) システムコスト、エネルギーコストを正負の製品コストに配分する考え方

本モデル事業においては、システムコスト、エネルギーコストは、次の方針で正の製品コスト、負の製品コストへの配分を行っている。

- 廃棄物の発生する工程では、システムコスト、エネルギーコストを、投入された主材料の物量比率に比例して、正の製品コスト、負の製品コストに配分する。
- 主材料は、基本的には前工程からの仕掛品とする。前工程のない最初の工程は、加工時の主な構成材料となる材料とする。

その関係の事例を図 2-3 で示す。なお、この図はシステムコストに絞って表している。

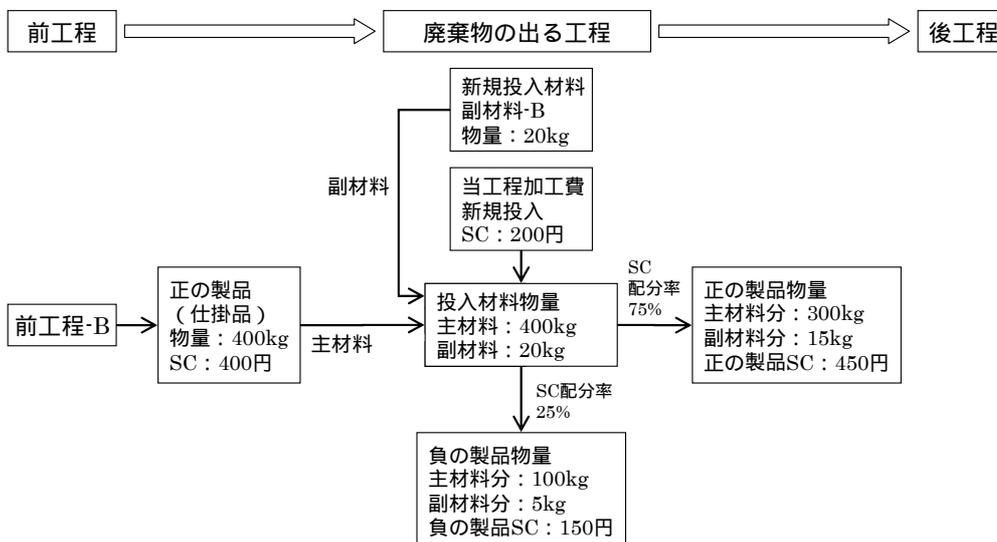


図 2-3 システムコストの正負配分イメージ

この工程では、前工程からの仕掛品（400kg）の材料が、主材料として投入される。そのほかに、この工程で新たに投入される副材料（20kg）がある。

主材料は、この工程で 75%（300kg）が正の製品に、25%（100kg）が負の製品になる。

前工程から引き継がれたシステムコスト（400円）と、この工程で新たに投入され

たシステムコスト(200円)の、合計600円が、この工程で投入されるシステムコストである。

システムコストは、主材料の比率と同じに、75%(450円)が正の製品コストに、25%(150円)が負の製品コストになる。

この事例では、副材料も同じ比率で正の製品と負の製品になっているが、副材料の歩留率が主材料の歩留率と異なっても、システムコスト、エネルギーコストの配分には影響を与えない。

副材料の物量を、システムコストやエネルギーコストの正負の配分比率に関係させないでおく理由は、前工程から引き継いだシステムコスト、エネルギーコストも含めて、正負の配分をするため、前工程から引き継いだ材料(主材料:仕掛品)の物量に比例して、正のコスト、負のコストを配分するのが、理にかなっていると思われるからである。

また、塗装の塗料なども副材料のひとつであるが、それは、加工後にほとんど蒸発してしまう。そうしたもので、システムコスト、エネルギーコストの正負の配分を行うことに抵抗があったこともある。

ただし、システムコスト、エネルギーコストの正負の配分の方法は、この方法が正解というものは、まだ明確でなく、上記に関しても、副材料を含めるべきとの意見もあると思われる。

この件に関しては、今後の事例の中での検証や、議論が必要と思われる。

2-5.MFCA 計算モデルの定義や、物量センター定義の考え方

昨年度、平成16年度の大企業向けMFCAモデル事業報告書、“3-2.物量センターの定義方法”では、物量センターの定義に際して、「実際の工程通りに物量センターを細かく区切ると、MFCA分析の精度は高まる。しかし、それに比例してMFCA計算モデルの構築、データ定義、入力などMFCA計算の実務が煩雑になる。」と述べた。

このため、本年度、平成17年度の大企業向けMFCAモデル事業においては、MFCAの計算結果に影響の出ない範囲で、シンプルな物量センターの定義を心がけた。

ここでは、本年度、平成17年度の大企業向けMFCAモデル事業を通して得られた“MFCAにおける物量センター定義”について、工夫した事項に関する考え方を述べる。

(1)切り替え工程の物量センター独立

ひとつのライン、設備で、複数の製品、品種を生産している場合、生産製品や品種を変えることを“切り替え”と呼んでいる。切り替えに関しては、多くの企業において、稼働ロス、すなわち時間のロスとして、切り替え時間の短縮に取り組んでいる。

実態として、切り替え作業のほうに作業要員を多く必要とすることが多い。時間もかなりかかり、設備償却費も、それだけ高いものになる。しかも、切り替えの際にも、資源の

ロスが生じていることがある。

従来の MFCA の適用事例では、切り替え作業に要する要員、投入材料などの直接費も間接費も、その工程の投入コストに含めて計算していた。しかし、今回のモデル事業においては、切り替え工程で多くの資源が投入され、それが廃棄物となっている事例が幾つかあった。

それらの事例では、MFCA の物流センターとして、本来の工程の物流センターから、切り替え作業を切り離し、独立した物流センターにした。

この結果、切り替えを独立させない従来の方式と比較すると、負の製品コストの比率がかなり高くなり、切り替えの効率化を進める効果を持つと思われる。

(2) 平行加工工程の物量センターの統合

今回のモデル事業の中で、物量センターを定義する際に、平行した工程を統合して計算する物流センターと、その MFCA 計算モデルを定義した事例があった。

その事例を模式図にしたのが、図 2-4 である。

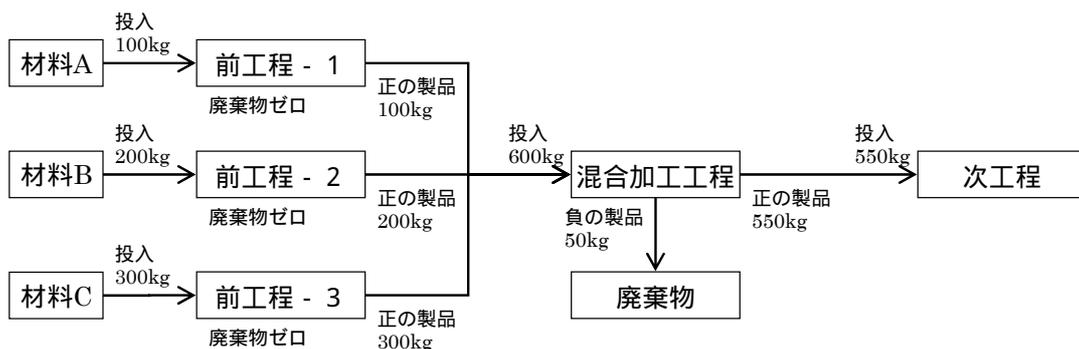


図 2-4 実際の工程通りの MFCA の物量センター

図 2-4 の事例は、つぎのような特徴があると仮定する。

- 混合加工を行う工程の前に、3 種類の原料を前処理する工程(前工程 - 1、前工程 - 2、前工程 - 3)がある。
- それぞれの前工程は廃棄物がゼロで、投入した材料すべてが、次の混合加工工程に送られる。
- それぞれ負の製品が発生せず、それぞれの工程ごとの負の製品コストはゼロである。
- 前工程 - 1、前工程 - 2、前工程 - 3で投入した MC、EC、SC すべて、正の製品コストとして、次の混合加工工程に送られる。
- 混合加工工程では、投入材料のロスがあり、負の製品が発生する。従って、負の製品コストが生まれる。

この事例で MFCA の計算モデルを構築する場合、図 2-5 のように、前工程 - 1、前工程 - 2、前工程 - 3 を統合した“前工程”という物流センターを定義し、それで MFCA の計算モデルを構築してもよい。

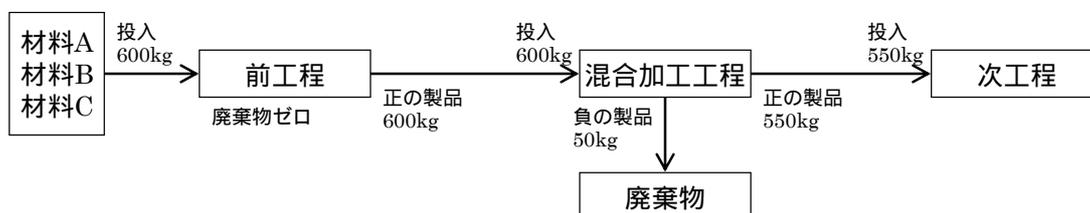


図 2-5 平行工程を統合した MFCA の物量センター

この場合、問題になる可能性があるのは、次の混合加工工程における材料のロス構成要素である。混合加工工程の材料のロスが、最初の投入材料、材料 A、材料 B、材料 C の構成比率と同じであれば、負の製品コストは、図 2-4 のように、実際の工程どおりに MFCA 計算モデルを構築する場合と異なることはない。ただし、混合加工工程の材料のロスが、最初の投入材料のうち、特定の材料だけの場合、負の製品コストは、図 2-4 と図 2-5 では異なる。

例えば、材料 A に揮発性の成分が含まれており、混合加工工程において、その材料 A の揮発性の成分の物量分だけロスになるケースを想定する。その場合、負の製品 MC は、材料 A の揮発性の成分の MC だけである。負の製品 SC や負の製品 EC は、前工程 - 1 から引き継いだシステムコストの分だけ、負の製品 SC になる。

このように考えると、平行した工程を統合できるのは、平行した工程で廃棄物が発生しないこと。さらに、その後工程での廃棄物が、平行した工程からその次の工程に移動した際の物量比率のまま推移することである。

(3) 工程内リサイクルが行われる場合の MFCA の計算方法

生産工程の途中で、加工された材料が規格を満足せず、かつ、前工程に戻して再加工しても、品質的な問題が見られない場合、その規格外の材料を前工程に戻す“工程内リサイクル”ということがよく行われる。

ガラス製品の製造が分かりやすい例である。成型加工されたガラス製品に、“欠け”や“濁り”などの見栄えに関する問題がある場合、そこまで加工された材料は、最初の材料投入段階に戻され、他の原材料と一緒に、生産材料として再利用される。したがって、工程内リサイクルされたものは、材料という資源のロスにはなっていない。

そのため、本来の MFCA の考え方では、廃棄物は発生せず、負の製品コストは発生しないことになる。

しかしリサイクルされた材料は、途中の工程を 2 回以上、通過する。上で述べたガラス製品製造の場合は、ガラス原料を溶融し成型するためのエネルギーという資源は、ロスとなっている。またシステムコスト、エネルギーコストも余計にかかっている。

本モデル事業における工程内リサイクルの MFCA 計算の考え方

本モデル事業においては、工程内でリサイクルする場合は、図 2-6 のように、工程を重複して通過した部分のエネルギーコストとシステムコストを、負の製品コストに組み入れる計算の考え方をとっている。なお、図中の単位のない数値は円である。

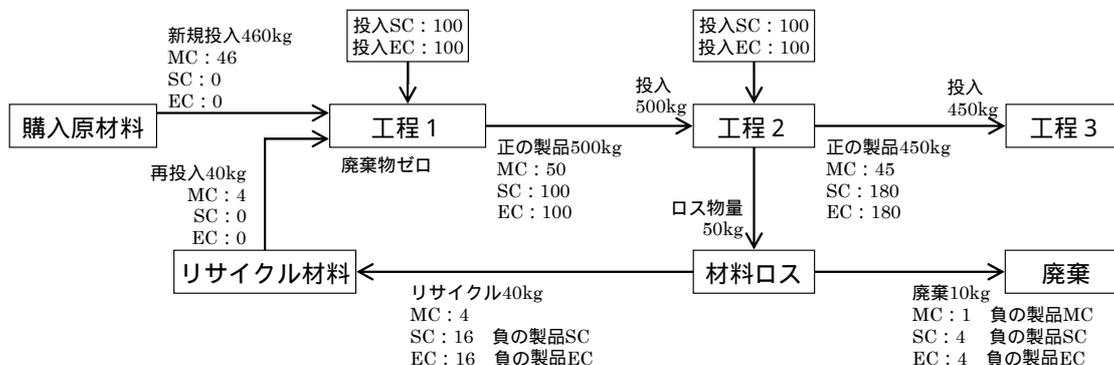


図 2-6 工程内リサイクルがある場合の MFCA の計算

図 2-6 は、次のような考え方で計算を行っている。

- リサイクルを行う材料 40kg の MC : 4 は、負の製品 MC とはしない
- 工程 1、工程 2 に投入した SC、EC のうち、リサイクルを行う材料の物量分の SC : 16、EC : 16 は、負の製品 SC、負の製品 EC とする
- 負の製品とした SC、EC は、リサイクル材料として投入する際には引き継がれない
- 従って、再投入した材料 40kg は、MC : 4 だけを正の製品コストとして持っていることになる

これは、図 2-7 で示す、一度、廃棄物を有価物として売却し、そのリサイクル品を売却価格と等価で購入して使用する際の MFCA 計算と、同じ結果になる。

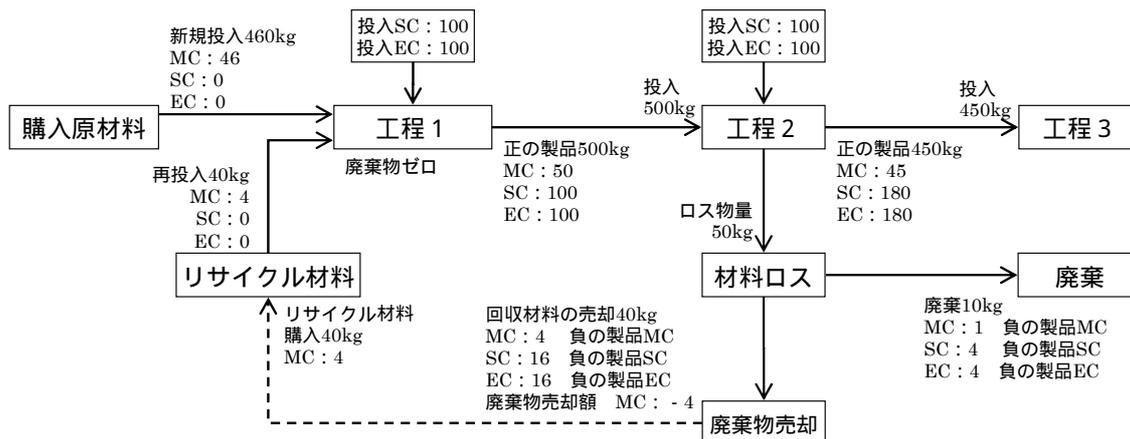


図 2-7 工程外リサイクルを行い、リサイクル品を材料利用する場合の MFCA 計算

図 2-7 で、材料のロスのうち、回収した 40kg はリサイクル材料として売却する際に、MC : 4、SC : 16、EC : 16 の負の製品コストを発生させると同時に、売却益が生まれる。売却価格が、リサイクル材料として購入する価格と同じとすると、負の製品 MC は売却価

格で相殺され、計算上は図 2-6 と同じになる。

工程内リサイクルに関する MFCA 計算の別の考え方

工程内のリサイクルの MFCA の計算の考え方に関しては、本モデル事業の中で採っている考え方のほかに、次のような考え方もある。

- リサイクルした材料は、副製品（本来の目的物とことなる、副次的な生成物質）と同じく、MC、SC、EC を引き継いだものとする。
- それを再投入する際は、MC だけでなく、SC、EC も含めて前工程コストとして投入する計算方法を採用。
- この計算方法を採用すれば、リサイクルして材料費は無駄にしていなくても、リサイクルを重ねている分、システムコスト、エネルギーコストが積みあがる。（高いものになっていることに気がつく）
- アウトプットはリサイクルしている分だけ、少なくなっているのに、アウトプットされる製品の単位量あたりのマテリアルの投入量は増えている。

工程内リサイクルに関する MFCA 計算の考え方の違い

で記した MFCA 計算の考え方と、で記した MFCA 計算の考え方と、MFCA の計算結果にどのような違いが生まれるかを、以下に整理する。

- 投入コストの総計： と に違いはないと思われる
- 正の製品コスト：正の製品 MC に差異はないが、正の製品 SC、正の製品 EC に関しては、の考え方の方が大きくなると思われる。の考え方では、リサイクルされた分量だけ、正の製品 SC、正の製品 EC が大きくなる。リサイクルして材料が再利用される場合も、前工程のコストを引き継ぐという意味では、の考え方が、MFCA の本来の考え方に沿っていると思われる。ただし計算結果の表し方として、正の製品 SC、正の製品 EC の工程内リサイクルによる増加金額を明確にする必要があると思われる。
- 負の製品コスト：負の製品 MC に差異はないが、負の製品 SC、負の製品 EC に関しては、の考え方の方が大きくなると思われる。の考え方では、工程内リサイクルによる SC、EC の増加金額を、負の製品 SC、負の製品 EC とするためである。工程内リサイクルにより増加したコストを負の製品コストと認定することで、ロスを明確にすることが容易であると思われる。

本モデル事業においては、下記の 2 点を狙い の考え方を採用し、それぞれのモデル事業において MFCA 計算モデルの構築を行っている。

- MFCA の計算を可能な限りシンプルなものにする
- ロスを負の製品コストとして集約して見せる

注記

2章「製造段階のMFCAの理論と考え方」は、平成16年度の研究成果をベースにして、本年度のモデル事業において進化させたものである。従って2章には、昨年度の報告書『平成16年度 大企業向けMFCA導入共同研究モデル事業 調査報告書』を引用した部分が数箇所ある。

2章、2-1節は、昨年度の報告書の「2-1. マテリアルフローコスト会計とは」の部分をそのまま引用した。(なお、読みやすくするために、文章の一部を修正した。)

2章、2-2節は、昨年度の報告書の「2-1. マテリアルフローコスト会計とは」の概要を整理し、記述した。

また、MFCAについての文献をはじめて読む人のために、本報告書の付章(2)-2に、本年度、開設したMFCAのホームページの一部を紹介している。これは、簡単にMFCAを理解するためのものがあるので、MFCAに関する予備知識がない場合は、本報告書の付章(2)-2を最初に読むことを推奨する。

第3章 製造段階の MFCA モデル事業の調査研究結果(企業別)

本年度の製造段階の MFCA 適用のモデル事業には、6 社が参加した。6 社の事例の特徴と MFCA 適用のポイントを、表 3-0 に整理した。その後で、参加企業ごとに、MFCA の適用事例を紹介する。

表 3-0 製造段階の MFCA モデル事業の概要

No.	事例の企業	製品、製造の特徴	MFCA 適用のポイント
1	サンデン株式会社	素材の切断から鍛造、切削という金属の機械加工の一連のプロセス。	金属部品の機械加工における材料効率の向上に主目的を絞った MFCA 適用事例。
2	株式会社 トッパン建装プロダクツ	多品種少量生産の建築材料の製造。印刷、樹脂加工など、切り替え時のロスが大きい。	多品種少量生産の効率化と資源効率向上の両立を目指した改善に向けての MFCA 適用事例。
3	ハウス食品株式会社	少品種大量生産の食品における加工製造プロセス。	切り替え工程、リサイクル工程など、MFCA の物量センターの定義方法の工夫が多い MFCA 適用事例。
4	富士製粉株式会社	小麦粉のプレミックス製品での適用。多品種少量生産の食品における、材料の混合加工製造プロセス。	ひとつの製造ラインで製造する全品種一括での MFCA 計算、および生産量の大きい品種、小さい品種での MFCA 計算結果の比較など、シミュレーション的な MFCA 適用事例。
5	新日本理化株式会社	連続運転設備における素材製造での適用。少品種大量生産型の化学工業プロセス。	化学反応を伴う製造プロセスでの MFCA 適用事例。設備投資採算性を評価する中での MFCA の活用方法の検討事例。
6	ダイソー株式会社	バッチ型の設備による、多品種少量生産型の化学工業プロセス。	化学反応を伴う製造プロセスでの MFCA 適用事例。適用時点は、製品の開発段階であり、原価企画的な MFCA の適用事例。

3 - 1 . サンデン株式会社

(鍛造切削など金属機械加工における MFCA)

(1)会社概要、工場概要

サンデン株式会社は、カーエアコン、カーエアコン用コンプレッサー、冷凍・冷蔵ショーケース、自動販売機、暖房機器などの開発・製造・販売を行っている。資本金 11,038 百万円、従業員数 2,854 名（単体）、8,593 名（連結）である。

今回、MFCA のモデル事業を実施した赤城事業所（サンデンフォレスト）は、21 世紀型工場を目指して、群馬地区の工場再編と生産革新を図るため、伊勢崎市の寿事業所の自動販売機・店舗システム工場、境事業所の住環境システム工場・電子機器工場を移転し、パーツセンター、物流センターとも統合して建設された事業所である。赤城事業所は、“サンデンフォレスト”と命名した広大な緑豊かな自然の中で「“創造”し、“挑戦”し、“貢献”する新拠点」をコンセプトに 2001 年 4 月に稼働を開始した。



現在、冷凍・冷蔵ショーケース、自動販売機、暖房機器の加工・組立工場、およびコンプレッサーの部品加工工場が操業を行っている。今回の MFCA 適用は、コンプレッサーの部品加工工場を実施している。

(2)MFCA 導入製品及び工程

MFCA 適用の対象は、エアコンに用いられるスクロール型コンプレッサー部品の機械加工工程である。このスクロール型コンプレッサーの主要部品には、渦巻き型の溝が施されている。

その製造工程の概要を、図 3-1-1 に示す。

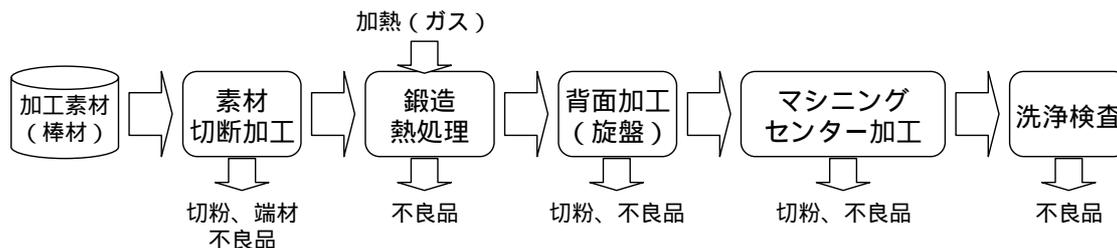


図 3-1-1 製造工程の概要

この部品は、図 3-1-1 の工程図にあるように、購入材料の棒材から、切断加工、鍛造・熱処理、背面加工、マシニングセンター加工、洗浄・検査の 5 つの工程で製造されている。

この部品は、コンプレッサーの仕様により、部品大きさ（直径、溝高さなど）が変わる。現在は、数種類の仕様のコンプレッサーに用いる部品の生産を行っている。

素材切断工程では、およそ 3 メートルの長さの棒材から、円盤状の鍛造素材を切断する。部品の種類により異なるが、1 本の棒材から 100 個前後の鍛造素材が切り出される。切断加工の際には、鋸刃の板厚分の切粉が廃棄物になる。また、棒材の前端と後端には、棒材の加工時に施されたチャック穴があり、鍛造素材にできないため、端材として廃棄される。鍛造時に欠肉による不良を生じさせないため、切り出した鍛造素材の重量は、全品管理しており、重量不足品は不良品として廃棄される。

鍛造では、円盤状の鍛造素材を、最終部品の形状に近い形に塑性変形させる。鍛造加工時の成形不良品は廃棄される。

背面加工、マシニングセンター加工の工程では、背面の取り付け穴などの旋盤加工と、スクロールの溝部のフライス加工などの切削加工を行なう。この際の切粉も廃棄される。

最後の洗浄検査の工程で、部品の加工精度を測定し、不良品を取り除く。加工精度の測定時には、部品についている切粉をきれいに除去しておく必要があるため、測定前に部品の洗浄を行なっている。洗浄廃液は、適正に処理を行なっている。測定で不良品と認定された部品も、廃棄される。

なお、各工程で発生する切粉、端材、不良品による廃棄物は、リサイクルのために分別され、全量、有価で売却している。

また、鍛造と熱処理は、設備や材料を高温にして加工を行なう。設備の立上時、チョコ停などの稼働のロス時間もエネルギーを消費する。省エネルギーのためには、稼働率向上も課題のひとつになっている。

(3) MFCA 導入の狙い、意図

最初にも述べたように、サンデン赤城事業所 (Sanden Forest) は、自然環境保全との共存をコンセプトに設けられた拠点である。またサンデン株式会社は、環境ビジョンとして、『製品ライフサイクルであらゆるムダを徹底的に排除し、「環境先進製品」を拡大します。』としている。

このような中で、従来から、LCA を積極的に取り入れ、環境に配慮した製品の開発や設計、製造に取り組んできた。サンデンの製品は、電気機器やその部品であるため、使用段階での電力やエネルギーの消費が大きい。そのため、LCA を行なうと、使用段階での環境への影響が非常に大きくなる。その結果は、先に述べたような開発や設計に、製品の環境配慮課題として取り入れてきたが、製造段階での取り組みを促すことに結びつきにかった。

そのため、製造部門としての環境への取り組み、すなわち製造段階の資源やエネルギーの無駄の排除をより促進させる取り組み方を、模索していた。

今回のコンプレッサー部品のような機械加工部品は、(2)でも述べたように、製造段階に切粉、端材、不良品が廃棄物として生じている。これは資源やエネルギーの無駄であり、コストの無駄である。MFCA は、こうした材料の無駄を、総合的なコストのロスと置き換え、その削減を検討するための支援ツールである。こうした製造段階の資源とコストのロスを徹底的に排除する取り組みを促進させることを狙い、MFCA の導入に踏み切った。

(4)MFCA 計算の基本的な考え方

(2)で述べたように、機械加工が中心の製造においては、各工程の加工歩留率の向上、不良率の低減が、切粉、端材、不良品による廃棄物の削減に直結する。これは廃棄物削減、資源投入量削減と、コストダウンの同時実現を達成するための基本的な課題である。

この部品はコンプレッサーの仕様に応じて大きさが変化し、その加工時の切粉、端材、不良品による廃棄物の発生量も、それに伴って変化する。従って、部品の品種により、負の製品コストの比率もかなり変化することが予測された。品種としては比較的少なく、個別品種ごとの材料歩留の向上や、不良率の低減が改善の主たる方向性であるため、品種別に MFCA の計算を行なうことにした。

鍛造は、設備的には鍛造と熱処理に分かれているが、連続一体の設備として運用されており、ひとつの工程として物流センターを定義した。また背面切削とマシニングセンター加工間で、ワークの付け替えを行なっており、投入量、出来高、不良率なども、背面切削、マシニングセンター加工の単位で管理しているため、この工程単位を物量センターの単位とした。洗浄検査は、本来はマシニングセンター加工に直結した検査ではあるが、設備が別の品種間共用となっており、流れ的にも不連続なので、物流センターとして独立させた。

(5)データ収集期間、方法

現状データの収集は、材料の投入量や製品や仕掛品の出来高、および各種経費などの実績データがしっかり集計されているある数ヶ月間を対象に、MFCA の計算を行なった。

直接労務費は、ラインごとに配置されている要員の人数から、工程別の費用を算出し、品種間の共用ラインに関しては、さらにそれを、品種別の出来高で、対象品種の経費を算出する方法を取った。

設備償却費は工程別の費用が計算されていた。また燃料費は、使用するのが鍛造工程だ

けだった。これらも、多品種共用のラインの場合は、品種別の投入数量で、対象品種の経費を算出する方法を取った。

電力費は鍛造課（素材切断から熱処理まで）と、加工課（背面加工から洗浄検査まで）の課毎に集計されていたため、それをさらに 5 つの工程別に主要設備の台数に比例配分し算出した。

(6) MFCA 計算、分析結果

マテリアル Input/Output 物量

この事例における加工の全工程は、すべて自社工場で行っており、工場内の管理データを細かく収集・整理できた。金属の機械加工プロセスの材料効率を明確にするためのデータ整理方法として format 化した。

この事例では、工程別のマテリアルの Input 量、Output 量の整理を、表 3-1-1、表 3-1-2、表 3-1-3 のように行なった。なお数値は、すべて仮の値である。なお切削は、背面切削とマシニングセンター加工に分けて物量センターを定義したが、format は全く同じである。

表 3-1-1 材料の物量整理表 素材切断工程

工程	項目	内容	数値
素材切断	棒材外形() (cm)	購入品の棒材外径(公差中間)	10.0
	素材重量密度(q/cm ³)	(比重)	7.9000
	棒材長さ(cm)	購入品の棒材長さ(公差中間)	300.0
	棒材重量(q)	(計算値)	186,045.0
	切断個数(個)	棒材1本から取れる数量	150
	切断長さ(cm)	部品1個当り	1.85
	切断重量(g)	部品1個当り	1,147.3
	製品使用重量(q)	棒材1本あたりから取れる切断部材の重量(計算値)	172,091.6
	端材、切粉の重量(q)	棒材1本から発生する端材と切粉の重量(計算値)	13,953.4
		(参考値) 棒材両端の端材部の長さ(cm)	8.0
		(参考値) 棒材両端の端材部の重量(q)	4,961.2
		(参考値) 棒材1本から発生する切粉の重量(q)	8,992.2
	投入棒材数量(本)	対象期間内に、切断した棒材の本数	1,000
	計算上の出来高数量	対象期間内に、取れるはずの切断部材数量	150,000
	実際の出来高数量(個)	次工程(鍛造)に送られた切断部材数量	149,250
	不良数量(個)	対象期間内に発生した切断不良品の数量	750
	MFCA計算引用数値	材料投入量(kg) kgに変換	186,045.0
MFCA計算引用数値	正の製品重量(kg) kgに変換	171,231.2	
MFCA計算引用数値	負の製品重量(kg)	14,813.8	

素材切断工程の材料効率と MFCA の関連を、表 3-1-1 を使って説明すると、素材の棒材(直径 10cm、長さ 3 m) を、1.85cm の厚みで等分に切断し、150 個の部材が作られる。投入した棒材の重量は、計算上の体積に密度を乗じることで 1 本あたり 186.045kg と計算できる。作られた部材も同様に 1 個当り 1.1473kg と計算できる。棒材 1 本あたりで 150 個の部材が作られるため、棒材 1 本 186.045kg のうち、172.0916kg がこの工程で製品になるはずの物量である。棒材 1 本あたり 13.9534kg が廃棄物となる。このうち 4.9612kg が端材部分であり、8.9922kg が切粉部分である。

MFCA 計算を行なう期間内に、1000 本の棒材が投入されたとすると、切断部材は 150,000 個生産されるはずだが、不良品 750 個あると、実際の出来高は 149,250 個になる。

MFCA 計算では、設定した期間内の投入した材料の物量値（投入棒材の本数×重量）186,045.0kg と、正の製品になる材料の物量値（切断部材重量×出来高数量）171,231.2kg、負の製品の材料の物量値（投入物量 - 正の製品の物量値）14,813.8kg だけを用いる。投入 MC（マテリアルコスト）、正の製品 MC、負の製品 MC は、それぞれの物量値に、材料の単価（円/kg）を乗じることで容易に計算できる。

このように、工程ごとに MFCA 計算に用いる数値（物量値とコスト）を、工程ごとの材料歩留率、不良率、投入数量と出来高数量などの管理数値と関連付けて整理しておくことにより、加工材料歩留向上の取り組み（鋸歯の厚みを薄くする、端材部の活用など）、不良低減活動の取り組みの効果予測や成果を、MFCA の計算による総合的なコスト削減効果で評価することが可能になる。

表 3-1-2 で例を示す鍛造工程、表 3-1-3 で例を示す切削工程も、上記の材料切断工程と同じ考え方で、MFCA で用いる材料投入量、正の製品物量、負の製品物量、投入 MC、正の製品 MC、負の製品 MC を計算する format を設計した。

表 3-1-2 材料の物量整理表 鍛造工程

工程	項目	内容	数値
鍛造	鍛造前重量(q)	部品1個当りの切断重量	1,147.3
	鍛造後重量(q)	成型、バリ除去、ボン抜きした後の鍛造後の重量	1,000.0
	重量変化(q)	計算値 (鍛造前重量 - 鍛造後重量)	147.3
		(参考値) 除去するバリの部分の重量(q)	100.0
		(参考値) ボン抜き部分の重量(q)	47.3
	工程投入数量(個)		149,250
	出来高数量(個)		148,000
		(参考値) 使用不可能な数量 (試験、不良、切り替え調整など)	1,250
		(参考値) 試験品数(個) (使用できなくなる試験に使用する数量)	250
		(参考値) 不良数(個) (寸法精度不良、欠肉、硬度不足など)	1,000
	MFCA計算引用数値	材料投入量(kg) kgに変換	171,231.2
	MFCA計算引用数値	正の製品重量(kg) kgに変換	148,000.0
	MFCA計算引用数値	負の製品重量(kg)	23,231.2

表 3-1-3 材料の物量整理表 背面切削工程

工程	項目	内容	数値
背面切削	切削前重量(q)	部品1個当りの切削前重量	1,000.0
	切削後重量(q)	部品1個当りの切削後重量	870.0
	切削時の重量削減量(q)		130.0
	工程投入数量(個)		148,000
	生産数量(個)		147,000
		(参考値) 使用不可能な数量	1,000
		(参考値) 試験品数(個) (破壊試験などの数量)	100
		(参考値) 不良数(個) (外径不良、加工不良など)	900
	MFCA計算引用数値	材料投入量(kg) kgに変換	148,000.0
	MFCA計算引用数値	生産重量(kg) kgに変換	127,890.0
	MFCA計算引用数値	負の製品重量(kg)	20,110.0

また、機械加工においては、切削油やウェスなどの補助材料を用いている。この工場においては切削加工の切削油などは非常によく管理されており、油漏れなどは発生しておらず、コスト的にも非常に小さい。今回の MFCA の適用は、主材料の材料効率向上に狙いを絞ったため、MFCA の計算においては、MC（材料費）としてではなく、SC（補助材料費）

として計上した。

データ付きフローチャート

MFCA の計算結果を 1 枚のシートでまとめたものを、「図 3-1-2 データ付きフローチャート」に示す。この数値は、表 3-1-1 から表 3-1-3 の架空の数値を元にした、製品 1 個を作るためのコスト計算結果である。なお、数値の単位は円である。

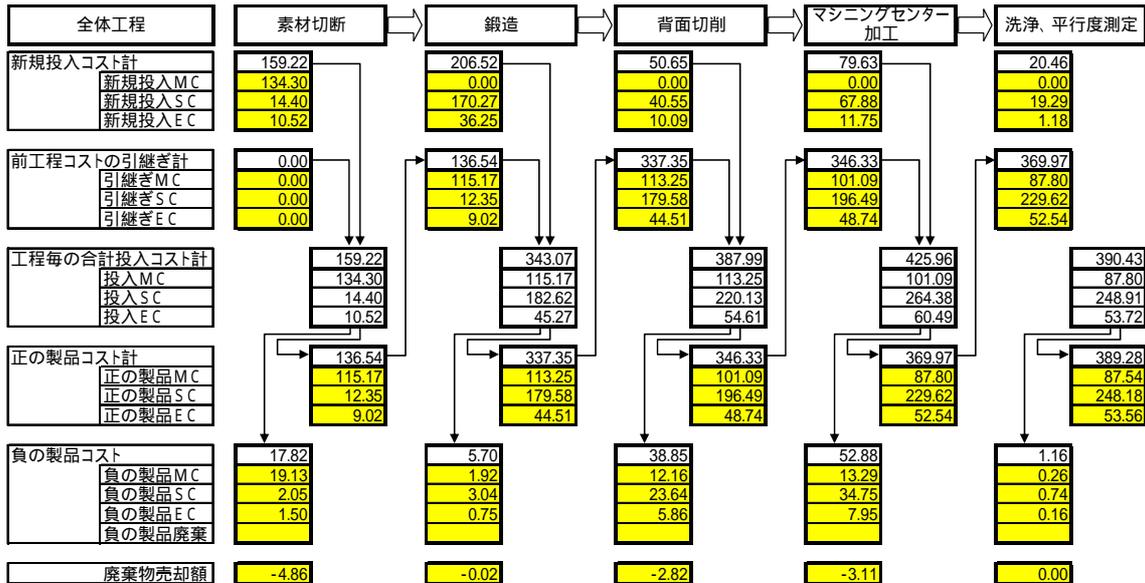


図 3-1-2 データ付きフローチャート

このデータを見て、特に、素材切断、背面切削、マシニングセンター加工において、負の製品 MC が大きくなっていることが確認できた。特に、従来からも加工の歩留向上に取り組んできたが、背面切削、マシニングセンター加工に気を取られ、素材切断工程での歩留向上はそれほど気にしていなかった。今回の MFCA 適用により、全工程を一貫した材料歩留の状況を俯瞰して捉えることができ、改めて、素材切断工程も含めた材料歩留向上と取り組み方を考え直すきっかけとなった。

また、こうした機械加工においては、初工程で材料を投入した後は、各工程では主材料の仕掛品を削り取る一方で、切削油などの補助材料やエネルギーを除けば材料の投入がないため、新規投入 MC は現れず、新規投入コストは SC や EC などが主となる。

その意味でも、鍛造、背面切削工程、マシニングセンター加工の SC 低減、EC 低減が、材料効率向上以外の課題として大きいことも、確認できた。

鍛造工程では、鍛造した後に熱処理を行う。鍛造自体も設備、金型やワークを高温に熱して行なうため、新規投入 EC が大きいことが分かる。

マテリアルフローコストマトリックス

表 3-1-4 に、マテリアルフローコストマトリックスを示す。これも図 3-1-2 と同じく、架空

の数値に基づいたものである。鍛造工程で、熱処理などをおこなうため、コスト全体に占めるエネルギー費用が、比較的、高くなっている。この表の数値も単位は円である。

表 3-1-4 マテリアルフローコストマトリクス

	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 コスト	計	廃棄物売却 額	総計
良品 (正の製品)	88 17.0%	54 10.4%	249 48.1%		390 75.4%		390 77.0%
マテリアルロス (負の製品)	47 9.0%	16 3.1%	64 12.4%		127 24.6%		127 25.1%
廃棄/リサイクル				0 0.0%	0 0.0%	-11	-11 -2.1%
小計	135 26.0%	70 13.5%	313 60.5%	0 0.0%	518 100.0%		507 100.0%

(7)ロスの考察と、改善検討のポイント

図 3-1-2 データ付きフローチャートや個別の MFCA データを確認しながら、工場の管理者、生産技術者が共同して、工程ごとに改善対象ロスとその現状を抽出し、表 3-1-5 改善課題一覧表に整理した。

表 3-1-5 改善課題一覧表

工程	ロス 分類	対象ロス	ロスの現状	検討の方向性、重点	改善の制約条件	改善テーマ	目標
素材切断	MC	棒材の切断の切粉	材料のロス 11%弱	端材・切粉の削減 ・先端端材部を短くする ・切断ののこぎり厚み小さくする ・チャック部の長さを短くする 結果として棒材1本から取れる製品が、*個分増	先端の端材削減:投入位置精度が課題 鋸刃の厚みは**ミリまで製作可能(曲がらずに加工出来ること)	・*mm *mm でトライ ・鋸刃の刃数:確認必要 ・端材の良品化トライ	2個増
鍛造	MC, SC	不良低減%	不良低減:鍛造の不良は、金型の習熟度に依存。新しい製品が立上るときは、不良率が高		連続稼働の実施(休憩時間も稼働)	* * * 個 * * 個 新機種:量産開始から目標半年
	SC	設備償却費の低減	時間稼働率 * %	生産量の増加 ・稼働率向上、加工スピード向上、稼働時間延長	鍛造の稼働率を上げるには、* * の能力向上が必要	切断機の増設	
	EC	エネルギーコスト	立上のエネルギーロス	設備立上時のエネルギーロス削減:24時間連続稼働(稼働日数は	生産量の増加		
背面切削	MC, SC	切削の切粉	歩留のロス * %	* * の切削代の削減:鍛造のパラツキが小さくなれば、切削代は小さくできる。	鍛造のパラツキが小さくなれば、切削代は小さくできる。	鍛造の切断重量変更トライ	6g以上削減
	MC, SC	切削の切粉	歩留のロス * %	* * 部分の切削代の削減	切削でC面取りをしているのを、鍛造で出す為には、上型の強度アップが必要。	不可能	
	MC, SC	切り替え時の調整ロス	* * 個	切替時の調整ロスの削減:治具の調整のため、調整ロスが出る。	芯が出しにくい	芯の出しやすいスライド式のチャックに変更トライ実施 1/未。	調整作業削減 * * 時間短縮

表 3-1-5 の右端の列に、「2 個増」などと記入されている例がある。

素材切断の端材の有効活用や切断時の鋸歯の板厚を薄くすることによる切粉量の削減、背面切削やマシニングセンター加工時の切削代の削減など、材料加工における歩留向上の取り組みは、個別には非常にわずかなものである。例えば、背面切削の切削代に関して、現状が 0.4mm (公差 ±0.1) であったのを 0.3mm (公差 ±0.05) にするというのが、具体

的な改善課題になる。これらの改善効果は、個々に見ると製品 1 個当り数グラムと非常に小さい。ただし、それらの個別の小さな改善の積み重ねが、最終的に、棒材 1 本から取れる製品化できる数量の増加（例えば、現状 素材 1 本あたり 150 個取れるのが、151 個取れるようになること）につながると、資源効率向上とコストダウンに直結する。

なお、この改善課題やその可能性の検討を行う際に、究極のものづくりの理想像を次のように定義した。

◆ 負の製品コストゼロ(切粉、端材、不良ゼロ)

この理想像は、到達できないかもしれないが、従来はあきらめていた改善課題、気にしていなかったロスを、改めて呼び起こし、この理想像に向けた改善を、徹底的に考えるきっかけになった。

ちなみに、この究極のものづくりの理想状態では、素材の棒材 1 本からできる製品が、従来の 1.5 倍程度になると試算されている。

表 3-1-5 の検討を通した議論から、こうした機械加工においては、図 3-1-3 のように、1 本の素材から取れる材料を増やす改善が重要であることが、再認識、共有化できた。

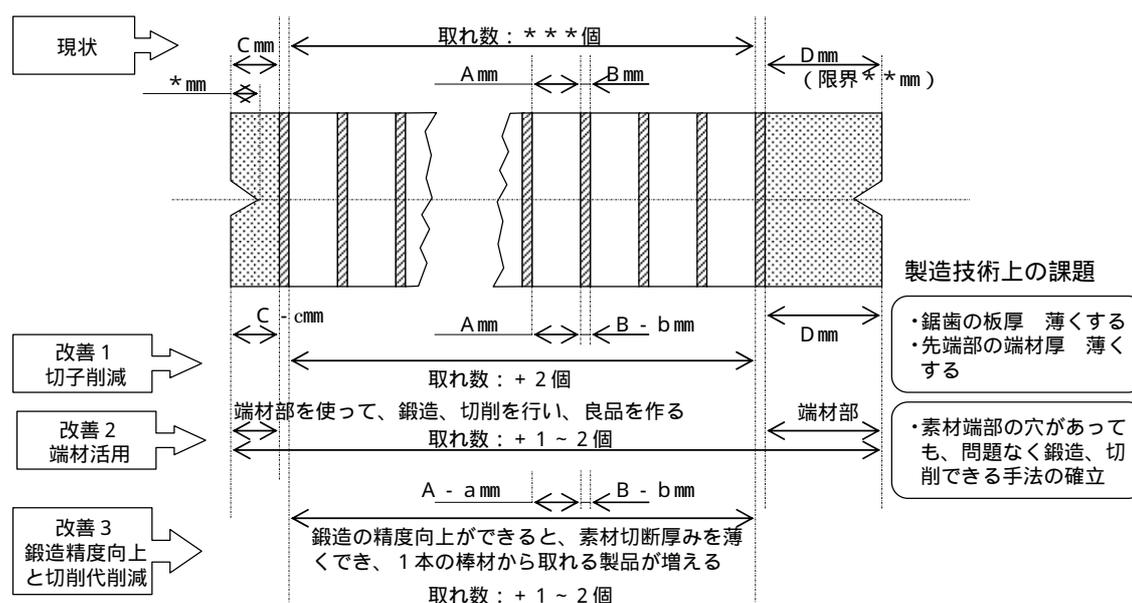


図 3-1-3 機械加工における材料効率向上の考え方の例

改善 1（切子削減）は、鋸歯の板厚（図 3-1-3 の現状：B 寸法）を加工品質上の限界まで薄くすることで、1 本の素材から取れる製品を増やすことを目論んでいる。改善-2 は、端材として廃棄していた部材（図 3-1-3 の現状：C 寸法、D 寸法の部分）を、製品として利用しようというものである。改善-3 は、鍛造後の背面切削やマシニングセンター加工における切削代を小さくして、その結果、切削時の部品の板厚（図 3-1-3 の現状：A 寸法）を小さくすることで、1 本の素材から取れる製品を増やすことを目論んでいる。

歩留を加工能力の限界まで高めると、後工程の加工時のバラツキの影響を受けやすくな

り、不良率が高くなる。従来の製造条件を振り返ってみると、各工程の不良率の低減を求めるあまり、素材切断や鍛造において、必要以上の切削代（余裕と言える）を残した寸法で製造していることに気がついた。こうした改善は、そうした余裕ゼロを目指すもので、それぞれ、素材切断、鍛造、切削などの技術力の限界に挑戦する課題である。

こうした製造プロセスにおける資源効率向上の取り組みは、その企業の製造技術力を試し、より高い技術力に挑戦するものである。

(8) MFCA 計算結果、データの活用上のポイント

製造コストダウンの取り組みにおいても、投入しているコストの大きな工程、ロスの大きな工程から優先して取り組む必要がある。

MFCA においては、総コストのほか、正の製品のコスト、負の製品コスト（ロスコスト）が工程別に明確になる。また、MFCA の中には、それぞれの工程での投入コスト、ロスコストのデータが残っているため、改善課題の設定やその優先度の判断においても、それらのデータが非常に有効である。

図 3-1-4 は、その検討において用いたコストデータのグラフの 1 例である。

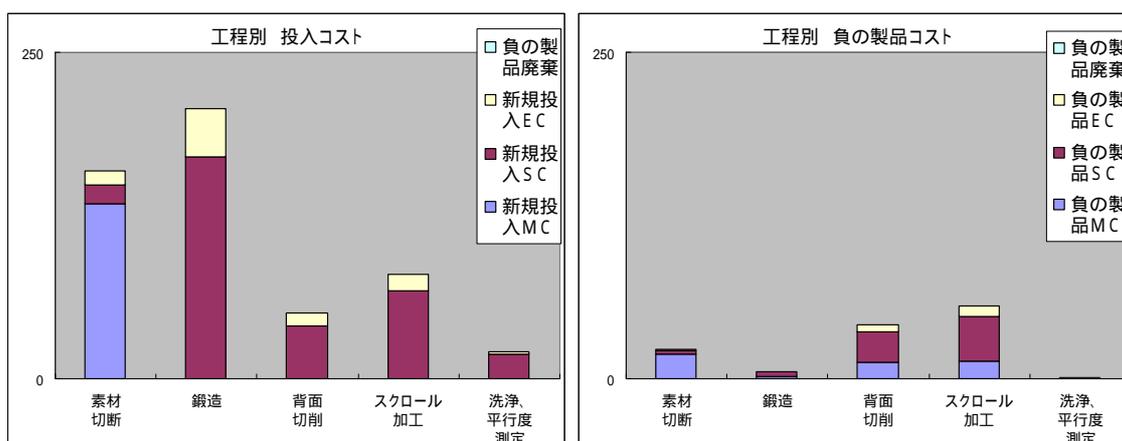


図 3-1-4 MFCA を活用したコストデータグラフの例

また、今回、構築した MFCA の計算モデルは、従来からも工程別に管理していた投入量、出来高量、不良品数、および課別のシステムコスト、エネルギーコストを、分かりやすく整理できるようにしてある。

従って、材料歩留向上、不良率低減の成果は、表 3-1-1 から表 3-1-3 などの format で整理した数値をパラメータとして変えるだけで、図 3-1-2 のデータ付フローチャートや、表 3-1-4 のマテリアルフローコストマトリクスの MFCA 計算で、コストとしての成果にすぐ表すことができる。そのため、改善効果の予測や実績を、コストの変化として簡単に表すことができるため、今後の工場での改善活動の取り組みにも、非常にメリットのあるツールである。

(9) MFCA 適用のメリットと適用上の課題

今回の部品加工工場における MFCA 適用に関して、そのメリットとして、次のような意見が、現場の管理者、生産技術者から述べられた。

■ MFCA の適用メリット

- ・ 従来まで、加工の歩留率はそれほど悪くないと認識していたが、それは鍛造以降の工程だけを見たものだった。MFCA で全工程を通した歩留率や負の製品コストを見たことで認識が改まった。改めて、全体の工程を通した歩留向上に努めたい。
- ・ 設計者が MFCA の負の製品コストを見ることが重要と思う。従来はここまでロス(負の製品コスト)があるとは認識していない。次の製品の設計に先立ち、従来の製品の設計の結果を設計者に見せたい。
- ・ 鍛造は、後加工をできるだけしないで済む設計に変えることが必要。そのためには、設計者と鍛造技術の技術力を高めることが重要。
- ・ MFCA を適用することで、モノづくりの段階での環境負荷低減として、工場や生産技術、設計が何をしないといけないか、非常に明確になった。(この製品の加工において、材料の使用量を 1%削減すると、LCA 的に見ると、上流段階で CO₂ の排出量を年間で 17,366 CO₂-kg 削減できる。)

また経営者層からは、「MFCA は、モノづくりの限界コストを考えることである」との意見も出ている。

■ MFCA の適用課題

MFCA の課題とは言えないが、今後の課題として、次のことがあげられる。

- ・ 今回、設定した改善課題は、技術的に挑戦的なものもあり、技術的な解決ができず、成果に結びつかないものも含まれている。ただし、そうした取り組みは、技術力の向上には確実につながるものである。

(10) 今後の展開(計画)

今回は、部品加工工場でのひとつの品種だけで MFCA を適用したが、他の品種にも適用を拡大しつつ、工場の日常(月次)の管理として MFCA を活用するようにしたい。すなわち、MFCA を利用して TPM 活動のテーマの絞込み、改善活動による効果の確認等を行うことを考えている。

また、別の製品へ MFCA の適用を拡大することも計画している。

3 - 2 . MFCA 導入事例 株式会社 トッパン建装プロダクツ 幸手工場 (多品種少量の建装材製造ラインへの MFCA の適用)

(1) 会社概要、工場概要

株式会社トッパン建装プロダクツは、株式会社トッパン・コスモの 100%出資の子会社で、平成 17 年 7 月 1 日に設立された会社である。従業員は 300 名で、本社所在地は千葉県柏市である。株式会社トッパン建装プロダクツには、柏工場、幸手工場の 2 工場があり、株式会社トッパン・コスモの生産拠点となっている。今回のモデル事業の対象となる幸手工場は壁紙、フィルム製品等を生産している。

また、株式会社トッパン・コスモは、凸版印刷株式会社の 100%出資子会社であり、平成 17 年 7 月 1 日に、凸版印刷株式会社の建装材事業部と株式会社トッパン・コスモが統合して生まれた会社である。建装材を中心とした事業の企画、製造、調達、販売を主たる業務としている。

(2) MFCA 導入製品及び工程

今回の MFCA モデル事業では、幸手工場のフィルム製品の製造ラインを対象としている。フィルム製品の製造は、大別すると三つの工程に分けられる。

印刷工程・・・原紙（フィルム）ロールに印刷を行う

加工工程・・・印刷済みの半製品（フィルム）にラミネート加工を行う。

巻替検査工程・・・加工済み半製品を製品サイズにカットするとともに最終検査を行う。

印刷、加工工程では、切り替え時の材料ロス（条件出しロス）が多く、巻替検査工程では巻き替える際のスリットによるロスが発生し、廃棄される。

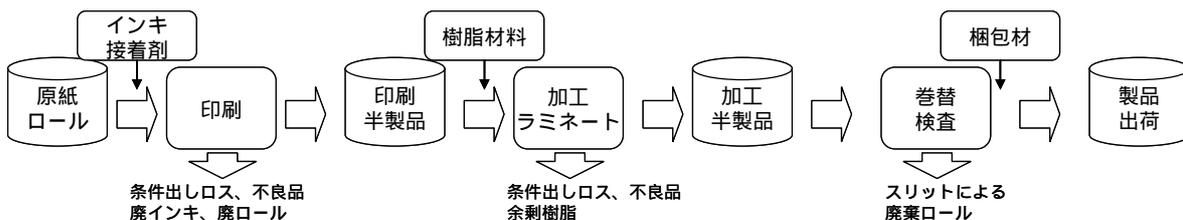


図 3-2-1 製造工程の概要

(3) MFCA 導入の狙い、意図

幸手工場では、早くから環境問題に取り組み、ISO14001 は 2000 年 3 月に認証取得、ゼロエミッションにも取り組んでいる。

また、生産効率化の面では、TPM (Total Productive Maintenance) を導入し、段取り時間短縮、品質ロスの削減、原材料ロスの削減に努めてきた。

このような状況に加えて、昨今の原材料価格の高騰で、材料費率がいっそう高まってきた。そのため原材料ロスをいかに顕在化するかという課題がより強くなってきた。このよ

うな背景の元、工程別、注文番号別に材料ロスを管理したいという工場のニーズに、MFCA がマッチしていると考え、今回のモデル事業に参加した。

(4)MFCA 計算の基本的な考え方

MFCA の対象となるフィルム製品は、受注品であり、アイテムは多岐にわたる。今回のモデル事業では、主力加工機で製造する製品群に限定し、これらを合算したデータをモデルとすることにした。

物量センターの定義については、上記の基本工程（印刷工程、加工工程、巻替検査工程）をベースにしたが、印刷、加工工程では、段取り時間（切替・調整時間）が長く、次に生産を行う製品のための調整（条件出し）時に、調整用の原材料ロスが発生するため、印刷工程、加工工程の前に、印刷調整工程、加工調整工程を物量センターとして設け、段取り、調整のロスコストを明確にすることにした。

(5)データ収集期間、方法

今回のモデルでは、対象モデルラインの特定月のデータ1ヶ月分をもとにMFCA 計算を行うことにした。

マテリアルコストデータは、印刷工程、加工工程、巻替検査工程の単位で従来から把握している原材料等のデータを活用した。印刷調整工程については、従来の印刷工程でのマテリアルのインプット、アウトプットのうち、調整で使用するもの（リード紙）を抜き出した。同様に、加工調整工程についても、従来の加工工程の原材料データから、加工調整時に使用するもの（PP樹脂、TT樹脂、リード紙）を抜き出した。

エネルギーコストについては、従来から設備毎に使用量を把握しているため、そのデータを活用した。

システムコスト、エネルギーコストは、従来の工程区分で把握したデータを、TPM の稼働率データを活用し、印刷調整工程と印刷工程、加工調整工程と加工工程に案分した。

(6)MFCA 計算、分析結果

マテリアル Input/Output 物量

この事例では、工程別のマテリアルの Input 量、Output 量の整理を、表 3-2-1 のように行なった。

表 3-2-1 材料の物量整理表

工程	工程名	In/Out	MC区分	名称	備考	投入、生産物の物量	不良品等の生産物量	単価	投入、生産物の金額	不良品等の生産金額
工程2	印刷調整	投入資源	主材料1	フィルム		xxx,xxx				
		投入資源	主材料2	インキ	(残肉評価済)	xxx,xxx				
		投入資源	副材料1	リード紙	(印刷用)	xxx,xxx				
		正の製品	生成物1	印刷フィルム		0				
		負の製品	生成物4	印刷フィルム(リード紙含む)			3,896			
		負の製品	生成物5	廃インキ						
工程3	印刷	投入資源	主材料1	フィルム		xxx,xxx				
		投入資源	主材料2	インキ		xxx,xxx				
		正の製品	生成物1	印刷フィルム		xxx,xxx				
		負の製品	生成物4	バラ			11,700			
		負の製品	生成物5	廃インキ						23,400
		負の製品	生成物6	廃ロール						11,132
工程4	加工調整	投入資源	主材料1	印刷フィルム						
		投入資源	主材料2	PP樹脂		xxx,xxx				
		投入資源	主材料3	TC樹脂		xxx,xxx				
		投入資源	副材料1	リード紙	(加工用)	xxx,xxx				
		正の製品	生成物1	印刷フィルム		0				
		正の製品	生成物2	PP樹脂		0				
		正の製品	生成物3	TC樹脂		0				
		負の製品	生成物4	PP樹脂口ス(垂れ流)			9,630			
		負の製品	生成物5	TC樹脂口ス(ドラム)			19,440			
		負の製品	生成物6	クリアロー	(リード紙含)		34,445			
工程5	加工	投入資源	主材料1	印刷フィルム		xxx,xxx				
		投入資源	主材料2	PP樹脂		xxx,xxx				
		投入資源	主材料3	TC樹脂		xxx,xxx				
		正の製品	生成物1	加工済みフィルム		xxx,xxx				
		負の製品	生成物4	耳ロス			20,680			
		負の製品	生成物5	バラ			4,500			
工程6	検査巻き替え	投入資源	主材料1			xxx,xxx				
		投入資源	副材料1	紙管・梱包	(費用のみ)	xxx,xxx				
		投入資源	副材料2	その他	(費用のみ)	xxx,xxx				
		正の製品	生成物1			xxx,xxx				
		負の製品	生成物4	着色耳ロス			20,300			
		負の製品	生成物5	廃ロール			6,533			
負の製品	生成物6	バラ			9,000					

【印刷調整工程】

この工程では、印刷の位置合わせ、色合わせのためにリード紙に仮印刷を行う。このリード紙が主な投入材料で、これは調整後すべて廃棄されるので負の製品となる。調整用のインキの使用量は把握していない。(印刷工程での使用量を含む)

【印刷工程】

この工程では、原紙ロール(フィルム)とインキを投入して、印刷済みロールを作成する。このとき負の製品として、廃インキ、廃ロール、バラ(インキの付いたフィルム)が生じる。

【加工調整工程】

この工程では、ラミネート加工、エンボス加工などの調整、条件出し時に使用する、PP樹脂、TT樹脂、リード紙が投入され、条件出し後、これらが負の製品として廃棄される。

【加工工程】

この工程では、印刷済みロールと、加工用のTT樹脂、PP樹脂が投入され、正の製品としての加工済みロールが作成される。負の製品としては、耳ロス、バラ、着色フィルムなどが生じる。

【巻替検査工程】

この工程では、加工済みロールが投入され、カット、検査が行われ、正の製品としての最終製品を製造する。このときスリットによる廃ロール、発見した不良品などが負の製品として生じる。

データ付きフローチャート

MFCAの計算結果を1枚のシートでまとめたものを、「図3-2-2 データ付きフローチャート」に示す。

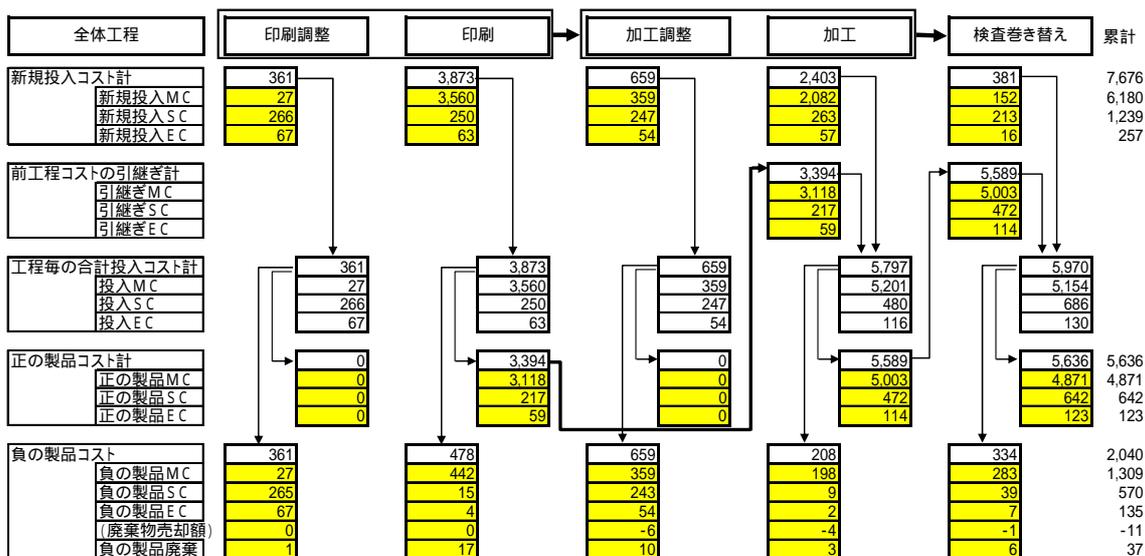


図3-2-2 データ付きフローチャート

負の製品の材料コストは、印刷工程、加工調整工程、巻替検査工程などで生じる。このラインの大きな特徴は、加工調整工程で、条件出しのため、および調整中に原料を垂れ流すための材料ロスが多く生ずることである。

負の製品のシステムコストは、印刷調整工程、加工調整工程が大部分を占めている。これは両工程とも切り替え時間の長さに起因する。

材料フローコストマトリックス

表3-2-2に、フローコストマトリックスを示す。先にも述べたが、このデータは、MFCA

計算の一部を、架空の数値に変更してある。

表 3-2-2 マテリアルフローコストマトリクス

	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 コスト	廃棄物売却 額	計
良品 (正の製品)	4,871 63.5%	123 1.6%	642 8.4%			5,636 73.4%
マテリアルロス (負の製品)	1,309 17.0%	135 1.8%	570 7.4%			2,014 26.2%
廃棄/リサイクル				37 0.5%	-11 -0.1%	27 0.3%
小計	6,180 80.5%	257 3.3%	1,212 15.8%	37 0.5%	-11 -0.1%	7,676 100.0%

このモデルの特徴は、原価構成の面からいうと、マテリアルコスト比率が 80%と高いことである。

負の製品コスト比率は、26.2%と比較的高い。負の製品コストのなかで、マテリアルコストが、全コストの 17%と高い比率を占めている。これは前記のように、印刷工程の不良、廃インキ、廃ロール等、巻替検査工程の耳ロス、不良等、加工調整工程の条件出し時の原料ロスに起因している。

負の製品コストの中のシステムコスト、エネルギーコストは、全コストに占めるシステムコスト、エネルギーコストの比率が低いことから、表中の構成比はそれほど高くない。しかし、システムコスト、エネルギーコスト中の負の製品コスト比率は非常に高い。これは、印刷調整工程、加工調整工程のシステムコストの多いこと（切り替え時間が長いこと）に起因している。

(7)ロスの考察と、改善検討のポイント

負の製品コストの改善に当たっては、マテリアルコストの低減の方策を徹底的に検討した。印刷工程、加工工程、巻替検査工程のマテリアルロスの低減だけでなく、印刷調整工程、加工調整工程（特に加工調整工程）についてのマテリアルロスについても徹底検討を行った。

また、システムコストについては、調整工程の時間短縮を中心に検討を行った。

表 3-2-3 マテリアルコストの改善検討

工程	負のMC	発生内訳	制約を打破するための改善案
印刷調整	廃ロール		
	バラ		
印刷	バラ		
加工調整	廃インキ		
	廃ロール		
	垂れ流し		
	耳ロス		
	クリアロール		
加工	廃樹脂		
	バラ		
検査巻替	スタートロス(バラ)		
	耳ロス		
	着色耳ロス		
	廃ロール		
	バラ		

表 3-2-4 システムコストの改善検討

工程	負のSC	作業内訳 (三色を前提)	制約を打破するための改善案	改善余地 (工数低減)	
加工調整	E/B版替え				
	樹脂替え				
	ツヤ調整				
	厚み調整				
加工	稼動・刷了				
	整理				

(8)MFCA 計算結果、データの活用上のポイント

今回の MFCA 計算モデルでは、切り替え工程を物量センターとして独立させ、切り替え時の材料コストシステムコストを明確にしたことが大きな特徴である。

昨年度の検討モデルと同様に、切り替え工程を分離させず MFCA 計算を行った結果を以下に示す。

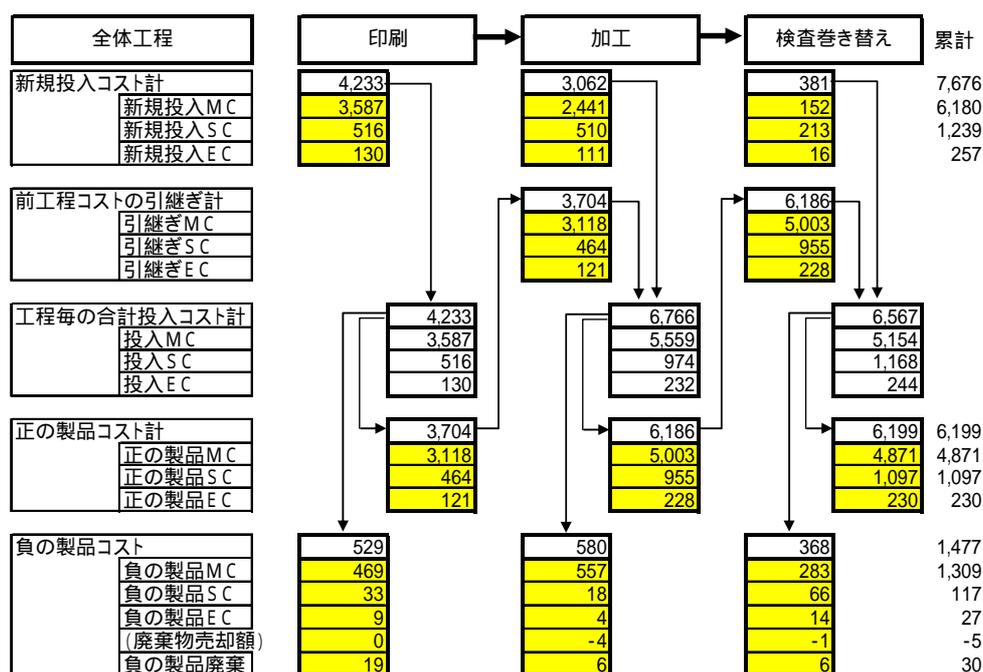


図 3-2-3 データ付きフローチャート

表 3-2-5 マテリアルフローコストマトリクス

	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 コスト	廃棄物売却 額	計
良品 (正の製品)	4,871	230	1,097			6,199
	63.5%	3.0%	14.3%			80.8%
マテリアルロス (負の製品)	1,309	27	117			1,452
	17.0%	0.3%	1.5%			18.9%
廃棄/リサイクル				30	-5	25
				0.4%	-0.1%	0.3%
小計	6,180	257	1,214	30	-5	7,676
	80.5%	3.3%	15.8%	0.4%	-0.1%	100.0%

当モデルの場合、マテリアルコストの構成比が高く、マテリアルロスが多く発生するため、従来の計算方法をとっても、負の製品コストは約 19%と高めの数値になっている。しかし、印刷調整工程、加工調整工程は「製品」を生み出さないため、この切り替えのロスを明確にするためには、切り替え工程を独立の物量センターにすることが、改善検討を行う上でも有効であった。

(9) MFCA 適用のメリットと適用上の課題

良かったこと

- ・従来の TPM に加えてマテリアルの側面を重視した手法を発見できて良かった
- ・コストとマテリアルロスの関係がより明確になった
- ・稼働率ロスとコストの関係も明確になった
- ・正のコスト、負のコストの概念により、改善への制約が取り払えた

- ・ 従来からのゼロエミッション活動の促進にも役立つ
大変だったこと
- ・ 切り替え工程の材料ロス把握に手間取った。
TPM との関係で明確になったこと
- ・ TPM で時間稼働率向上、良品率向上の両側面から改善活動を行ってきたが、TPM では時間稼働率に重点が行きがちだった。
- ・ MFCA は、材料フローの分析が主体であり、このラインは材料ロスの比率も高いので、TPM と併せて適用すると特に有効である。

(10)今後の展開(計画)

今回の MFCA 適用は、モデルラインの特定月に対する MFCA 計算で、多品種少量生産の中で、モデルラインで生産した全製品のデータを合算して計算を行った。今後は継続的な管理への適用を検討していきたい。工場の既存の情報システムと連携して、最終的にはアイテム別のコスト管理にも MFCA を活用できるようにしたい。

3-3.MFCA 導入事例 ハウス食品株式会社 関東工場 (装置主体の少品種大量生産型食品製造業への適用)

(1)会社概要、工場概要

ハウス食品株式会社は、大正2年創業、昭和22年設立の食品製造加工及び販売他を主たる業務としている企業である。同社はカレールウ、スパイス・シーズニングなどの香辛食品、シチュー、ハヤシ、グラタン、ラーメン等の加工食品、レトルト食品、飲料、デザート、スナックなどの製造・販売を主力事業としている。

関東工場は、栃木県佐野市にあり、昭和45年に竣工した工場である。香辛食品類、加工食品類、スナック類等の製造を行っており、従業員数544人(平成17年9月末)のハウス食品の主力工場である

(2)MFCA 導入製品及び工程

今回の MFCA 適用は、関東工場の ST ライン (A 製品製造ライン) を対象としている。このラインは既存製品である A 製品と、新製品である B 製品の顆粒製造共通ラインである。その製造工程の概要を下に示す。

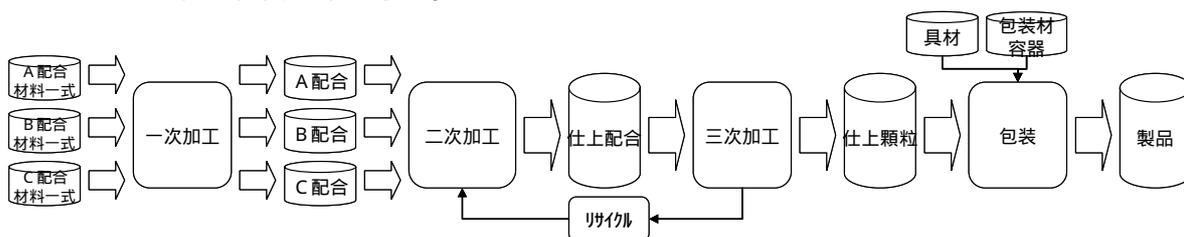


図 3-3-1 製造工程の概要

製造工程は、一次加工(各種原料を投入して A 配合、B 配合、C 配合を作成)と二次加工(B 配合に A 配合、C 配合を投入して加熱攪拌)、三次加工(加熱調理した仕上配合を顆粒状にする)、包装(具材と容器を投入し、仕上顆粒を包装し製品にする)の四つの工程に大別される。

三次加工工程で生ずる顆粒の整粒規格外品(顆粒が大きいもの、小さいもの)はリサイクルが行われ、二次加工工程に再投入されている。

新製品の B 製品製造に伴い、切り替え回数が増加している。

(3)MFCA 導入の狙い、意図

ハウス食品では、ISO14001 を 2000 年 3 月までに全工場に認証取得したのをはじめ、社会的に環境問題に積極的に取り組んでいる。また関東工場では廃棄物の削減とリサイクルをすすめ、2004 年 8 月から連続してゴミゼロを達成している。ST ライン (A 製品製造ライン) でも、整粒規格外品のリサイクルを行い、原料ロスを最小限にするとともに、一次

加工、二次加工では、空中に飛散する原料を回収して廃棄するなどの環境問題への取り組みを積極的に行っている。

MFCA については、製造工程の整粒不良などのロスをより徹底して管理、低減させるツールとしての期待とともに、それ以上に、製造部門の継続的な管理システム（環境面も加味した原価管理システム）としての活用可能性を検討するため、モデル事業に参加した。

(4)MFCA 計算の基本的な考え方

MFCA の計算対象

ST ラインでは、既存製品である A 製品と、新製品である B 製品が生産されているが、原料ベースで数種類、包装形態を加味するとさらに数倍の種類の製品が生産されている。

今回の MFCA 計算では、原料ベースでは、全体の約 7 割を占める A 製品のアイテム a を対象とし、包装については、アイテム a の各包装形態の数値を合算して計算した。

物量センター分割の基本的な考え方

物量センター（工程）の分割に当たっては、まず製造方法に沿って、一次加工、二次加工、三次加工、包装への分割を考えた。一次加工は、A 配合、B 配合、C 配合を作成するまでの各原料のロスを把握し、二次加工では、仕上げ配合のロス把握、三次加工では仕上げ顆粒を製造するときの整粒規格外品の把握を目的とした。また包装工程では、包材等のロスを測定することを目的とした。

再生工程という物量センターを設定

製品の性格上、主材料についてはリサイクルされるものが多く、負の製品の材料コストはそれほど多くないことが予測された。そして、リサイクルが行われる主材料についてはシステムコスト、エネルギーコストが多そうなことが予測された。リサイクルに伴うシステムコスト、エネルギーコストが、従来見ていなかった負の製品の材料コストであった。

そこで、今回の MFCA 導入に当たって、再生工程という物量センターを設定した。前述のように、現在、三次加工終了後の整粒規格外品を二次加工に再投入している。この際、再生用設備を使用していることもあり、再生にかかるシステムコスト、エネルギーコストを正確に把握するため再生工程を独立した物量センターとした。

再生工程のシステムコスト、エネルギーコストはすべて負のコストとし、再生工程で処理された材料は二次加工工程に再投入されることになる。

切り替えを物量センターとして設定

このラインは、基本的には少品種大量生産ラインであるが、品種切り替えに非常に長時間が必要である。この品種切り替えは、直前に生産した製品の原料等を洗浄する後始末と次の製品の準備が含まれる。各工程の切り替え、後始末のマテリアルコスト、システムコスト、エネルギーコストを明確にするため、再生工程を含む各工程に対して、切り替えという物量センターを設けて、MFCA 計算を行った。

切り替え工程は、各工程の製品生産終了後、タンク、パイプ等に付着した微量の原材料、仕掛品を洗浄する工程である。各工程（正味稼働）から、タンク、パイプ内の微量のマテリアルを引き継ぎ、それを洗浄処理する工程で、正のコストは発生しない。

(5) データ収集期間、方法

データの収集は、新製品の B 製品の生産が安定した後の特定月をモデルに行った。

マテリアルコストについては、モデル品種に関する各工程のインプット、アウトプットの実績を集計した。ただし、切り替え工程は、直前の生産工程で、タンク、パイプ等に付着した微量の原材料、仕掛品等を洗浄する工程で、あらたなマテリアルの投入はなく、直前の工程から微量の原材料、仕掛品等を引き継ぎ、それを洗浄することになる。ところが、現在、洗浄分のマテリアルの測定を行っていない。そこで、今回の MFCA 計算では、切り替え工程の直前の生産工程からの引き継ぎマテリアルは便宜上、ゼロとして計算した。

システムコストのうち労務費については、各工程の工数集計データから、切り替え工程を含んだ各物量センターへの投入工数を把握し、各工程の労務費を算定した。

電力料、用水費等のエネルギー費は、切り替えを含む各物量センターに、コストを配賦した。この配賦基準は MFCA 計算のために、あらたに設備部門が検討、設定した。

その他システムコストは、一旦、一次加工、二次加工、三次加工、再生、包装の 5 工程に配賦計算を行い、各工程のコストを、設備稼働率データを元に、正味稼働と切り替えに案分した。

(6) MFCA 計算、分析結果

マテリアル Input/Output 物量

この事例では、工程別のマテリアルの Input 量、Output 量の整理を、次の表のように行った。

一次加工では、投入された各原料を配合して、A 配合、B 配合、C 配合を製造するが、A 配合では、残留廃棄物と集塵ロスというロスが生じ、B 配合では、配管残留廃棄と頭抜きロスが生じ、C 配合では、集塵その他ロスが生じる。

表 3-3-1 材料の物量整理表

工程名	In/Out	名称	備考	投入、生産 の物量	不良品の 生産物量	単価	投入、生産 物の金額	(数式、備考)
一次加工	投入資源	A配合一式		×××,×××				
	投入資源	B配合一式		×××,×××				
	投入資源	C配合一式		×××,×××				
		合計		×××,×××				
	正の製品	A配合一式		×××,×××				
	正の製品	B配合一式		×××,×××				
	正の製品	C配合一式		×××,×××				
		合計		×××,×××				
	負の製品	集塵口					2	
	負の製品	残留廃棄物					465	
		頭抜き口					4	
		配管残留廃棄					648.0	
		集塵・その他口					802.7	
二次加工	投入資源	A配合一式		×××,×××				
	投入資源	B配合一式		×××,×××				
	投入資源	C配合一式		×××,×××				
	投入資源	再生材料	工程4の再生品の投入	×××,×××				
	正の製品	仕上配合		×××,×××				
	負の製品	釜コゲ・クッキング口					14	
	負の製品	液体受口					233	
	負の製品	クーラーその他口					525	
三次加工	投入資源	仕上配合		×××,×××				
	正の製品	仕上顆粒		×××,×××				
	負の製品	抜き取り口					18	
	負の製品	抜き取り口					68	
	負の製品	集塵・その他口					34	
	負の製品	2F回収口					189	
	負の製品	第1フィルター口					21	
	負の製品	整粒その他口					294	
	負の製品	再生材料					2,853	
	再生	投入資源	再生材料		2,853			
	正の製品	再生材料		2,853				
	負の製品							
包装	投入資源	仕上顆粒		×××,×××				
	投入資源	ハッキン		×××,×××				
	投入資源	カートン		×××,×××				
	投入資源	フィルム		×××,×××				
	正の製品	製品		×××,×××				
	負の製品	SIG計量機口					47.7	
	負の製品	SIG集塵口					718.9	
	負の製品	1KG原料口					405.1	
	負の製品	包装その他	原料口				555.5	
	負の製品	ハッキン口					56.8	
	負の製品	カートン口					575.1	
	フィルム口					107.2		

二次加工では、一次加工から、A 配合、B 配合、C 配合を受入れ、クッカーで仕上げ配合を製造する。このとき負の製品として、クッカーその他ロス、液体受ロス、釜こげ・クッキングロスが生じる。

三次加工では、仕上配合を投入して、仕上顆粒を製造するが、各設備での抜き取りロス、集塵ロスが発生するとともに、整粒規格外品が生ずる。この整粒規格外品の大部分が再生工程に送られる。

再生工程では、三次加工で回収した整粒規格外品を二次加工工程に送る。

包装工程では、三次加工で製造した仕上げ顆粒と包材を投入して最終製品を生産する。この工程では、原料の集塵ロスと、包装不良による包材のロスが生じる。

データ付きフローチャート

MFCA の計算結果を 1 枚のシートでまとめたものを、「図 3-3-2 データ付きフローチャート」に示す。

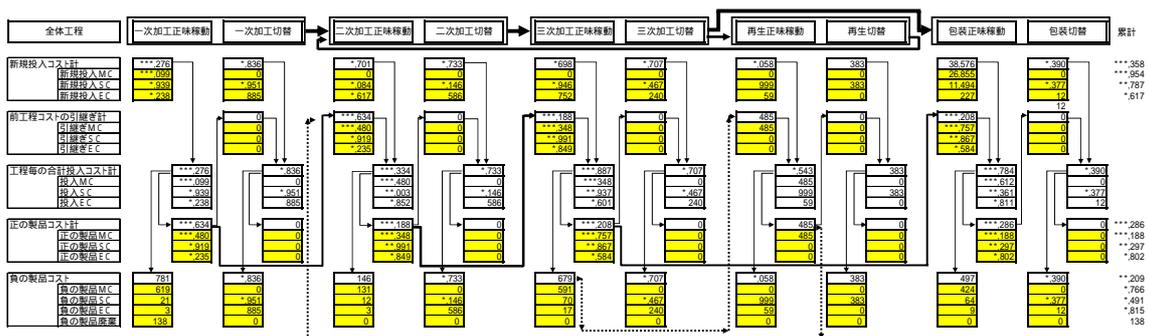


図 3-3-2 データ付きフローチャート

負の製品コストについてみると、材料コストは、三次加工正味稼働、包装正味稼働、二次加工正味稼働などで多く発生している。システムコスト、エネルギーコストなどは、三次加工切り替え、二次加工切り替え、包装切り替えなどで多く発生している。

材料フローコストマトリックス

表 3-3-2 に、フローコストマトリックスを示す。原価構成では、材料コストが約 80% を占め、システムコストが 18%、エネルギーコストが 3% となっている。材料コスト比率が高く、エネルギーコストの比率は低い。

材料ロス（負の製品）は、6.2%と非常に低い。その中でも、材料コストの負のコストが、全体の 0.9%と非常に少ないのが特徴である。材料ロスの中では、システムコストの比率が非常に高い。

表 3-3-2 マテリアルフローコストマトリクス

	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 コスト	計
良品 (正の製品)	***,188 78.1%	*802 2.0%	**297 13.6%		***,286 93.7%
マテリアルロス (負の製品)	*766 0.9%	*815 0.9%	*491 4.4%		**071 6.2%
廃棄/リサイクル				138 0.1%	138 0.1%
小計	***,954 79.0%	*617 2.9%	**787 18.0%	138 0.1%	***,496 100.0%

また、廃棄物処理コストも、全体の 0.1%と非常に少ないのも特徴である。マテリアルコストのロスが少なく、システムコスト、エネルギーコストについては、各切り替え工程で発生するロスが多いのが、このモデルの特徴である。

(7)ロスの考察と、改善検討のポイント

マテリアルコストについては、タンク、パイプの中の残留物をより少なくして、マテリアルコストの負の製品を少なくするとともに、各切り替え工程での切り替え時間（洗浄時間）短縮につなげるという検討を中心に行った。切り替え時間そのものを短縮するのも重要であるが、タンク、パイプ等の残留物が少なければ、切り替え時間はおのずと短くなるからである。また、残留原料の廃棄を減少する方策、三次加工において、集塵回収方法を改善して、廃棄からリサイクルに転じる方法なども検討された。

また、システムコスト、エネルギーコストについては、切り替え工程の切り替え時間を短縮する方向で検討を進めた。今回のモデルラインの場合、増産が期待されているので、切り替え時間が短縮できれば、生産量が増えるので経営業績に直結する。

切り替え時間の短縮については、洗浄、乾燥時間そのもの短縮と配管の分解、組み立て時間の短縮が検討された。

表 3-3-3 マテリアルコストの改善検討

工程	負のMC	発生内訳	制約を打破するための改善案
一次加工 切替	K配合 残留廃棄物	配管の内面付着(品種切替時洗浄)	プッシュ君の径を最大限界にする。(材質・形状他を業者と検討)
			プッシュ君の交換頻度を上げて、磨耗の少ないものを使用する。
一次加工 切替 一次加工	N配合 配管残留廃棄	ミキサー(日々洗浄 + 品種切替時洗浄)	満中量をストックしていれば、原料の熱変質を防止する。(最終生産終了後は、蓋の開閉をしない。)
		ストッカー(品種切替時洗浄)	ミキサーと同様に、エアブローによる原料を回収する。
		配管(品種切替時洗浄)	プッシュ君の径を最大限界にする。(材質・形状他を業者と検討)
			交換頻度を上げて、磨耗の少ないものを使用する。
			最短ルートにし、配管を短くする。
	フレキシブルホース部分の変更。(業者確認)		
	F配合 集塵・その他ロス	集塵	計量室を密閉式にして周囲への飛散してもよい様にする。
			篩通し室を密閉式にして周囲への飛散してもよい様にする。
			ダンパーの風量調整を行う。
		その他ロス(床こぼれロス)	原料による品種切替を無くし個別にする。
固まりにくい原料特性の物に替える 原料が固まらない装置に替える。			
三次加工	スクラバー-集塵回収ロス	集塵	異物混入や菌の発生が考慮された配管・サイクロンタンクで回収できれば再生できる。
	2F 整粒回収ロス	第2シッターのベルトコンベアーに付着した原料をスクラバーでかき落とした物。	原料の静電気は無くせないが、スクラバーの原料をホッパーへ入れることによるロス削減は現在実施中。
	6Fバグフィルターロス	集塵	異物混入や菌の発生が考慮された配管・サイクロンタンクで回収できれば再生できる。

表 3-3-4 システムコストの改善検討

工程	負のSC	作業内訳	制約を打破するための改善案
三次加工 切替	整粒機 切替作 業	充填ホッパー洗浄準備(コンテナ排出とコンテナ洗浄設定)	CPUのソフト変更(待ち時間5分 3分)実施済み。 CPU更新(中期課題) 待ち時間中に、洗浄排水用プースの取り付けを行う。
		充填ホッパー自動洗浄(時間割合:温水洗浄30、エアブロー瞬、乾燥70)	所定の菌数に達する迄の最短洗浄時間及び、最短乾燥時間の再設定をする。 乾燥時間を短縮するために、エアブロー方法の変更(既存ブローの圧向上、人によるブローなど)
		充填ホッパーシュートの手洗浄	弁形状の変更して、下部分迄自動洗浄できる様にする。
		6Fリサイクルホッパーのリサイクル品抜き取り:計量運搬	最終6バッチ分は、リサイクルホッパーへ戻さずに回収する。(切替時間は短縮、生産中の時間は増大) リサイクル品(製品)の規格を変更する。 リサイクル品の削減(造粒工程での押し出しの調整、冷風ダンパーの調整)
		リサイクルホッパー自動乾燥	所定の菌数に達する迄の最短乾燥時間の再設定をする。 人手によるエアブローにより、時間短縮
		リサイクルホッパーの配管・ロッカー殺菌組み込み	適正なネジ山数を検討し、ネジ山数を削減する。(組み込み時間の削減) 滅菌乾燥又は、滅菌液を使用する。
		縦配管自動洗浄	洗浄のプログラムの変更、乾燥能力の向上により、縦配管、横配管の同時洗浄化。 乾燥時間を再設定化する。
		製品タンク洗浄準備	充填ホッパー洗浄準備の待ち時間を活用する。
		第1シフター分解	ボルト以外の固定方法で機械を固定出来る様にする。 ボルトの数を減らす為に、設備改造をする。 分解パーツを削減する。
		第1シフターのクリーニング (クリーナー掛け、ウエス拭き)	予備パーツを持ち、クリーニングの外段取り化。(パーツを有効活用する。)
		第1リサイクル・横配管・充填繋ぎ組み込み	ボルト以外の固定方法で機械を固定出来る様にする。 ボルトの数を減らす為に、設備改造をする。 分解パーツを削減する。

(8)MFCA 計算結果、データの活用上のポイント

今回の MFCA 計算モデルでは、再生工程を独立させ、リサイクルに隠れたシステムコスト、エネルギーコストを明確にしたことと、切り替え工程を物量センターとして独立させたことが大きな特徴である。

昨年度の検討モデルと同様に、切り替え工程を分離させず MFCA 計算を行った結果を以下に示す。

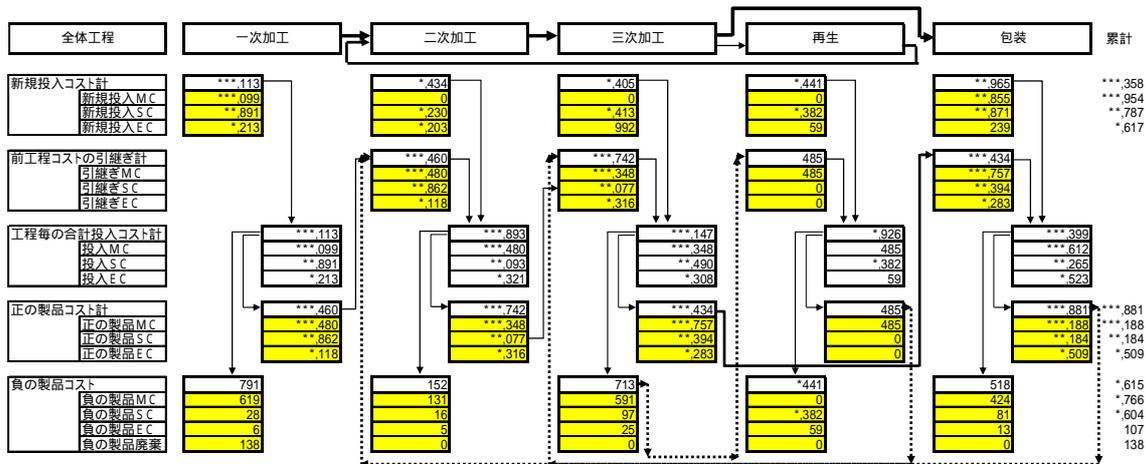


図 3-3-3 データ付きフローチャート

表 3-3-5 マテリアルフローコストマトリクス

	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 コスト	計
良品 (正の製品)	***,188 78.1%	*,509 2.8%	** ,184 17.1%		***,881 98.1%
マテリアルロス (負の製品)	*,766 0.9%	107 0.1%	*,604 0.8%		*,477 1.8%
廃棄/リサイクル				138 0.1%	138 0.1%
小計	***,954 79.0%	*,617 2.9%	** ,787 18.0%	138 0.1%	***,496 100.0%

マテリアルコストのロスが少ないため、切り替え工程を分離独立させないと、負の製品コストの合計が、全体の 1.8%と非常に少なくなる。今回の計算方法により、システムコスト、エネルギーコストのロスがより明確になる。

(9)MFCA 適用のメリットと適用上の課題

今回のモデル事業を経験して、工場の各担当者からは次のような声が上げられた。

- 良かった点
 - ・ マテリアルについては従来検討してきたのでロスが少ないことが再確認できた。
 - ・ 環境面に配慮してきたことが証明できた
 - ・ 工程別にロスを把握する手法なので、マテリアルロスの分析に使いやすい。
 - ・ A 製品以外のマテリアルロスの多いラインには、特に有用であろう。
 - ・ リサイクルをしても、ロスがあることが再認識できた。
 - ・ A 製品については切り替え時間のロスの大きさが金額で示されたのでよく分かった。

- ・歩留まり、切り替え、再生などのロスが金額で算定されるので分かりやすい。
 - ・正のコスト、負のコストの算定が分かりやすい。
 - ・あるべきコストに近づけるのに有効な手法である。
- 大変だった点
- ・主力製品をモデルにしたため、1回のロットでの生産期間が数日にわたり、かつ切り替え時間も長いため、月次集計の稼働率データが使えず、データの収集に手間取った。
 - ・成果を上げるためには、切り替え時間の分析が必要であり、MFCA 以外の分析が必要になった。

(10)今後の展開(計画)

工場トップから、MFCA が「工場の日常的な原価管理に MFCA を使えないか」というニーズがあったが、MFCA により、各種のロスが金額値で把握でき、かつ歩留率、稼働率等の既存の物量値指標とも連動できたので、今回のモデルラインにおいては、当面はモデル品種の MFCA 計算を毎月継続して算定すれば、日常の原価管理に使えるのではという見通しがついた。今後は、継続的な適用の方法について検討をしていく。

ただ、改善活動と結びつけるためには、切り替え時間、切り替えへの投入工数の管理が重要となるため、MFCA とどのように組み合わせていくかが、一つの課題である。

また、A 製品ライン以外については、マテリアルロスが A 製品ラインより多いので、MFCA を適用すると、より有効であろうとの見込みがある。今後は他ラインでの適用を検討していく。

また、新製品の立ち上げ、新ラインの立ち上げ時にはより有効であろうとも考えられるので、さらに検討を進めたい。

従来は、財務会計に結びつく原価計算と、製品別の直接原価計算しか行われていなかったが、製造部門のコストコントロールに有効な管理会計としての MFCA の活用を考えていく必要がある。

3 - 4 . M F C A 導 入 事 例 富 士 製 粉 株 式 会 社

(混 合 ・ 充 填 工 程 を 中 心 と し た 多 品 種 少 量 生 産 型 食 品 製 造 業 へ の 適 用)

(1) 会 社 概 要 、 工 場 概 要

富士製粉株式会社は、静岡県静岡市清水区に本社を置く売上げ 120 億円程度の製粉会社である。主たる業務として小麦粉及び食品二次加工品の製造販売、水産飼料販売活動を行っている。製造工場は、主に小麦粉を製造する製粉工場と各種小麦粉ミックス製品を製造する食品工場に分かれている。今回対象とするのは、3 年前に建てられた食品工場で、1 直 (8 h) で稼動している。

(2) M F C A 導 入 製 品 及 び 工 程

富士製粉では、数百種類の製品を製造しており、多品種少量型の生産を行っている。今回対象としたのは、食品工場の数ラインの中のある 1 ライン (仮に A ラインと呼ぶことにする) である。A ラインは多品種少量生産の中でも比較的大量生産ラインであり、主に業務用の 5 k g 袋から 2 5 k g 袋の製品を製造している。その製造工程の概要を、図 3-4-1 に示す。

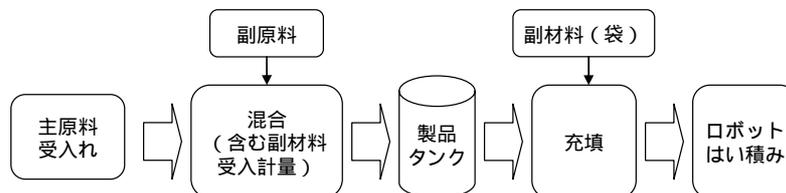


図 3-4-1 製造工程の概要

まず、主たる材料である小麦粉を製粉工場から受入れる。受入れられた小麦粉は、6 F に運ばれ、計量を経て混合工程に進む。混合工程では、多種多様な副原料 (コーンスターチ、砂糖など) などが投入され、混合される。そして製品タンクを経て充填工程で袋詰めされる。袋に入った製品は、ウエイトチェッカーで計量され、規定の重量内の製品はロボットによってパレットにはい積みされる。

製品は、多品種少量のため、A ラインだけでも、月間 5 0 回の品種切替が発生している。近年では、消費者がアレルギーに関して敏感になっているので、品種切替時の洗浄の高度化が求められている。

今回、対象とした製品は、生産時間に対する切替時間の比率が小さい代表製品 (以下製品 A と呼ぶ) 及び比率が大きい代表製品 (以下、製品 B と呼ぶ) について計算を行った。更に、今後の改善を考えると A ライン全体 (全製品) での計算が求められるので、多少手

間はかけても全製品を統合した計算も行うことにした。

(3)MFCA 導入の狙い、意図

製粉業界は、大手4社の他は100社程の製粉会社が国内市場で新製品開発、コスト削減、シェア獲得に凌ぎを削っている。富士製粉においても、更なる歩留まり向上や稼働率向上に取り組んでいる。

こうした中、富士製粉でのMFCAのモデル導入には次のような狙いがあった。

- ・ 生産工程で材料に起因する全てのロスを経済評価する。
- ・ 更なる歩留まり向上の改善ネタを見出す
- ・ 材料ロス以外にも稼働率にまつわるロス（切替のロスを含む）も定量化する。
- ・ ロスのミニマム化でどこまでコストが削減できるか見極める。

(4)MFCA 計算の基本的な考え方

切替工程の設置

品種切替が多くそれに起因するロスが多くあるので、その対応も考えたいとのニーズがある。従って切替工程に係るロスを明確化するために、品種切替を1つの物量センターと見立てて計算をすることとした。

この場合、設備（ミキサー及び製品タンク）に付着している小麦粉ミックス製品と付着している小麦粉ミックス製品を洗浄するために小麦粉（水での洗浄はできない）が投入される。これらは全て廃棄物となるため負の製品となり、この負の製品を生み出すためにかけられたシステムコスト、エネルギーコストは、全てロスになるように計算している。

余量ロス

小麦粉ミックス製品は、水分量によって重量が変化する。袋詰めした時は、多めに入っても時間が経つと水分量が減少し、重量が軽減される。従って、製品重量基準は、水分量の変化を加味して設定されている。製品重量は、多めに入っている場合には市場で問題になる事はないが、万一少ないとクレームの対象になる可能性がある。また、袋詰め時の設定を下限ぎりぎりになると、重量検査（ウエートチェッカー）ではじかれ、それに伴う作業が発生するため、作業者は余裕を持たせて多めに入れる傾向にある。余量の調整は、作業者が感とコツで、充填機の充填量を常に修正しながら行っている。コストダウンを進める中で、富士製粉では、この余量にもメスを入れる必要性を痛感していた。こうした経緯から、余量については、MFCAでは本来はロスにはならないが、会社にとってのロスを浮き彫りにするために、今回は取って余量をロスとして計算する事とした。

物量センター及びインプット/アウトプットの検討

MFCA において、物量センターをどの様に設定するかは重要である。これにより、作業の手間と後の改善活動のしやすさが異なってくる。MFCA はロスを明確化する手法であるので、隠れたロスが浮かび上がるように設定することをまず考える必要がある。一方、MFCA では、物量センター毎にデータを収集することが求められるので、細かく分けるほど一般的にデータの集計・按分・計算が複雑になる。従って、実務的な有効性と効率性を考えた場合、ロスがでないとわかっている工程は、物量センターとして独立させる必要はなく、また詳細に調査をしてロスを明確化すべき工程や今後の改善活動につなげられると考えられる工程は、細かく物量センターを設定する事が望まれる。

今回はまず、マテリアルロスの発生を議論し、明確にしていった。以下が主なマテリアルロスである。

- ・ 製品切替時の混合機、製品タンクの残渣
- ・ 製品切替時の残渣除去のための洗浄粉としての小麦粉
- ・ 充填工程での製品のこぼれ
- ・ 検査用サンプル
- ・ 製品の余量

この検討結果及び上記 を踏まえて物量センターを設定し、各物量センターのインプット/アウトプットの概要を示したのが、「図 3-4-2 マテリアルフローモデル概要」である。

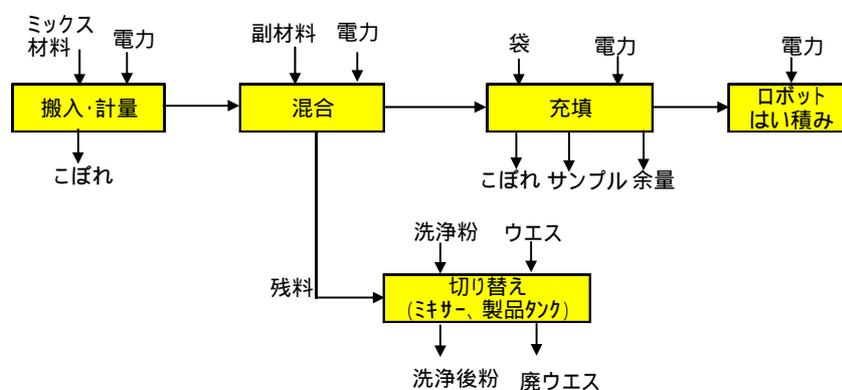


図 3-4-2 マテリアルフローモデル概要

モデル製品

(2) で述べたとおり、品種切替の悪さを定量的に明確化したいとのニーズから、当初は切替時間比率により、製品 A と製品 B をモデルとして選定した。更に、今後の改善を考え A ライン全体 (全製品) での計算も行う事にした。

(5) データ収集期間、方法

現状データの収集は、ある 1 ヶ月 (基準月) の原料の投入量や製品の出来高数量、原料・

製品のこぼれ量、生産時間、品種切替に要した時間などを調査した。

直接労務費は、食品工場全体の経理データを元に、作業員（複数人）の A ラインにかかる工数割合を見積もり、更に A ラインの各工程に按分している。これにより A ラインでの全製品についての各工程の直接労務費が明確になった。A ラインの製品への按分は、それを設備稼働時間の比率で按分している。

その他のシステムコスト（設備償却費、補助部門費、補助材料費など）は、食品工場全体の経理データを元に、設備稼働時間により、ラインに割り振り、更に設備稼働時間により、各工程に按分した。

電力費は、システムコスト同様食品工場全体の経理データを元に、設備稼働時間により、ラインに割り振り、更に各工程の設備稼働時間により、各工程に按分するという簡易法を採用した。電力費のウエイトは全体の 1%にも満たないと予想されたため、手間をかけて正確性をあげる必要はないと判断した。

(6) MFCA 計算、分析結果

マテリアル Input/Output 物量

富士製粉では、MFCA の計算を行ううえで、まず各工程で投入されるマテリアル (Input) の種類、物量、金額及びロスとして排出されるマテリアル (Output) の種類、物量、金額を明確にする作業を行った。マテリアルの種類は、既に「図 -2 マテリアルフローモデル概要」で明確にしているため、基本的にはその確認と物量及び金額を明確化する作業が中心となる。日常的にこれらのデータが取られていないものが多くあったので、かなりの作業量になった。

作業は、「表 -1 マテリアルコストデータ入力シート」で明確化した。本シートは、MFCA 計算の入力シートでもある。つまりマテリアルに関する情報は全てこのシートに入力することで、ここからリンクが貼られた MFCA 計算シートで自動的に計算が行われる。

なお、ここでは機密上は負の製品重量値のみ明記しておく。

表 3-4-1 マテリアルコストデータ入力シート

対象製品名: *****

データの測定時期: 2005年 月度

工程名	分類	MC区分	名称	投入、生産の物 量、廃棄物量 (kg)	単価 (千円/kg)	計算式(算出根拠)	備考
原料投入	投入資源	主材料1	小麦粉				
	投入資源	副材料1	副原料				
	正の製品	生成物1	ミックスパウダー				
	負の製品	生成物5	袋残留量(小麦粉)	115.6			
混合	投入資源	主材料1	ミックスパウダー				
	投入資源	副材料1	副原料				
	正の製品	生成物1	小麦粉ミックス				
切り替え	投入資源	主材料1	残渣				
	投入資源	補助材料1	洗浄粉				
	投入資源	補助材料2	ウエス				
	負の製品	生成物4	廃残渣	270.0			
	負の製品	生成物5	廃洗浄粉	1,600.0			
	負の製品	生成物6	廃ウエス	1.7			
充填	投入資源	主材料1	小麦粉ミックス				
	投入資源	補助材料1	紙袋				
	正の製品	生成物1	小麦粉ミックス製品				
	正の製品	生成物1	紙袋				
	負の製品	生成物4	過充填	5,631.4			
	負の製品	生成物5	こぼれ	80.4			
	負の製品	生成物6	サンプル	160.5			
	負の製品	生成物7	集塵機	68.1			
	負の製品	生成物8	紙袋	14.4			
ロボット はい積	投入資源	主材料1	小麦粉ミックス製品				
	正の製品	生成物1	小麦粉ミックス製品				

データ付きフローチャート

MFCA の計算結果を 1 枚のシートでまとめたものを、「図 3-4-3 データ付きフローチャート」に示す。製品 A、製品 B 及び A ライン全体について作成しているが、紙面の都合で A ライン全体のみ示す。なお数値は、すべて仮の値である。

負の製品コストは、月間 1,835 千円であり、そのうち切替工程(838 千円)、充填工程(977 千円)が大半を占める。また、負の製品コストの内訳を見ると、SC が 972 千円と最も多い。つまりマテリアルロスそのものよりも、マテリアルロスの発生に携わる人件費や設備償却費が大きい事がわかる。

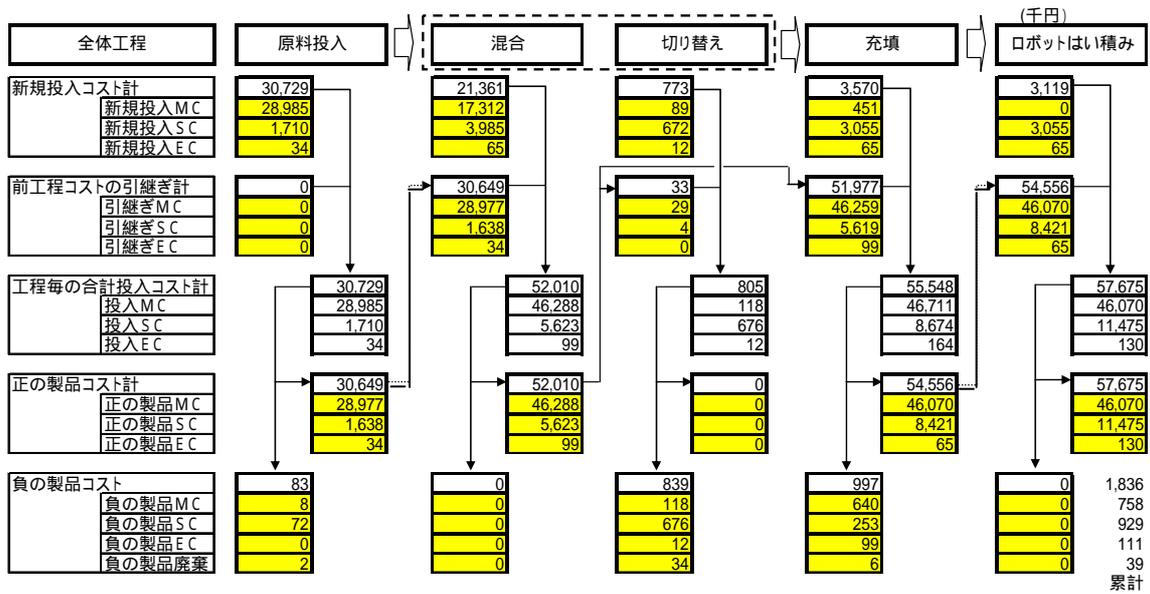


図 3-4-3 データ付きフローチャート

マテリアルフローコストマトリックス

表 3-4-2 ~ 3-2-4 に、A ライン全体 / 製品 A / 製品 B の 3 種類のフローコストマトリックスを示す。なお先にも述べたが、数値はすべて仮の値に基づいたものである。

< A ライン全体 >

- A ライン全体での月間コストは 59,594 千円である。
- 全体を通して正の製品の割合は約 97%、負の製品の割合は 3%である。
- 廃棄処理費用含めた負の製品コストは月間 41,304 千円になる。
- トータルコストを費目別に見ると、マテリアルコストが 79%、システムコストが 21%である。

表 3-4-2 マテリアルフローコストマトリックス

マテリアルフローコストマトリックス					(千円)
	マテリアルコスト	エネルギーコスト	システムコスト	廃棄物処理コスト	計
良品 (正の製品)	46,070,497	129,639	11,475,081		57,675,217
	77.3%	0.2%	19.3%		96.8%
マテリアルロス (負の製品)	766,092	110,769	1,000,747		1,877,608
	1.3%	0.2%	1.7%		3.2%
廃棄/リサイクル				41,304	41,304
				0.1%	0.1%
小計	46,836,589	240,408	12,475,828	41,304	59,594,129
	78.6%	0.4%	20.9%		100.0%

< 製品 A >

- 製品 A の月間コストは 10,339 千円である。
- 全体を通して正の製品の割合は約 98%、負の製品の割合は 2%である。

- 大量生産品であり、生産量の割に切替にかかる時間が少ないので、Aライン全体に比べ負の製品割合が低い。
- 廃棄処理費用含めた負の製品コストは月間 213 千円になる。

表 3-4-3 マテリアルフローコストマトリクス

マテリアルフローコストマトリクス					(千円)
	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 コスト	計
良品 (正の製品)	8,291,640 80.1%	21,948 0.2%	1,822,276 17.6%		10,135,864 97.9%
マテリアルロス (負の製品)	118,068 1.1%	14,086 0.1%	77,093 0.7%		209,247 2.0%
廃棄/リサイクル				3,554 0.0%	3,554 0.0%
小計	8,409,708 81.3%	36,035 0.3%	1,899,369 18.4%	3,554	10,348,666 100.0%

<製品 B>

- 製品 B の月間コストは 128 千円である。
- 全体を通して正の製品の割合は約 80%、負の製品の割合は 20%である。
- 少量製品であり、生産量の割りに切替に時間がかかるので、Aライン全体に比べ負の製品割合はかなり高い。
- 廃棄処理費用含めた負の製品コストは月間 26 千円になる。
- トータルコストを費目別に見ると、マテリアルコストが 73%、システムコストが 26%であり、Aライン全体と比べシステムコストのウエイトが高い。これは切り替え比率が高い事に起因する。

表 3-4-4 マテリアルフローコストマトリクス

マテリアルフローコストマトリクス					(千円)
	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 コスト	計
良品 (正の製品)	86,167 67.2%	0,270 0.2%	16,064 12.5%		102,501 79.9%
マテリアルロス (負の製品)	7,208 5.6%	0,369 0.3%	16,810 13.1%		24,387 19.0%
廃棄/リサイクル				1,431 1.1%	1,431 1.1%
小計	93,375 72.8%	0,639 0.5%	32,874 25.6%	1,431	128,318 100.0%

(7)ロスの考察と、改善検討のポイント

全体のロスの考察は次の通りである。

- Aライン全体では、負の製品コストは 3%程度である。
- しかし、金額的には月間 1,918 千円のロスを生じていることになる。
- 切り替えについては、当然のことながら生産時間に対する切り替え時間の比率が多いほどロス比率が大きい。
- 従って可能な限り品種切替時間（1回あたりの時間 * 回数）の削減が必要である。

- また、更にマテリアルロスに直接起因しない時間的なロスについても検討の必要性が明らかになった。(生産時間のばらつき、切替時間のばらつきなど)

工程ごとのロスとその対策を詳細に展開し、課題検討一覧表にまとめたが、ここでは紙面の制約上、改善検討の方向性とシミュレーション結果のみを記すこととする。

<改善の方向性>

こぼれ対策

ロス MC を直接的に改善するものである。主に充填工程での充填機から充填後の製品を落下させるときにこぼれが生じているので、充填機からの落下のさせ方の変更及び充填機メーカーと共同で新たな充填方式を検討する。

余量削減

今回、前述のように余量は負の製品として捉えているので、余量削減はロス MC 改善になる。今回は統計的手法を活用して余量の削減余地把握に取り組んだ。調査の結果、現状では一袋当たり製品の入れ目量よりも平均 230 g 多く入っていることがわかった。工場全体では、年間 300 トン以上の余量(ロス)が発生していることになる。さらに詳細に調査をすると、充填後の充填量の $\sigma = 40$ g (こぼれのばらつきを含む)、充填機の計量器ばらつきが平均 -2.8 、 $\sigma = 4.54$ 、更にウエイトチェッカーは、平均 $= 8.2$ 、 $\sigma = 5.03$ であることがわかった。

検討の結果、老朽化し精度が大きくばらつくウエイトチェッカーの更新を行い、さらに充填時間を数秒長くし充填量の制度を上げ、こぼれ量を削減するなどを講じ、各システムのばらつきを減少させ、入れ目量の平均を移動させることで、ウエイトチェッカーではじかれる(NGとなる)頻度は現状のままに、一袋当たり 80g の余量削減余地が見込まれることがわかった。

標準時間による管理

今回の調査で副次的に明らかになった大きなロスは、同一製品の製造においても生産時間がばらついていることである。更に切替時間のばらつきも非常に大きいことが明らかになった。これは、マテリアルのロスに起因するロスではないので、MFCA で取り扱うテーマではない。しかし、企業としてはなんらか手をつけなくてはならない大きな課題であることは間違いないので、その分析を行った。ここでは、結論だけを述べるに留めるが、生産時間の標準時間、品種切替のパターン化とパターンごとの標準時間を設定し、現状と比較すると、32%ほどのロス(設備総合効率68%)があることが明確になった。これは、他の制約を無視して、標準時間で生産が行われると、月のうち約6.5日は生産しなくても現状の物量は確保できることが明らかになった。

上記の検討結果を MFCA 計算シートで効果のシミュレーションを行った結果を「表 3-4-5 改善効果シミュレーション一覧」に示す。

表 3-4-5 改善効果シミュレーション一覧

改善大項目	コスト削減効果	備考
こぼれ対策	44 千円 / 月	こぼれ量半減
余量削減	412 千円 / 月	余量 80g 削減
標準時間による管理	2,235 千円 / 月	(参考) 6.5 日分設備稼働させず、その間の直接労務費、エネルギー費をゼロとした場合
上記全改善トータル	2,291 千円 / 月	

(8) MFCA 計算結果、データの活用上のポイント

MFCA は、マテリアルロスに起因するシステムコスト、エネルギーコストのロスを明確にすることが特徴である。富士製粉でも今回 MFCA を導入し、初めてこの部分のロスが明らかになった。但し、結果的にマテリアルロスにまつわるロストータルは、それほど大きな数字では無かった。

今回 MFCA の導入で 1 ヶ月の生産データを見えるようにしたことで、時間値のばらつきが大きい事が定量的に明確になり、標準時間的な管理が必要な事もわかった。MFCA の範疇を超えるが、こうしたことも含めた工場全体のロスが明確になる効果も大きかった。

また、今回は、MFCA 計算シートに関して、マテリアルコストデータシートとシステムコストデータシートを入力シートとして入力しやすいように改良したので、入力シートの変更に限り、上記(7)で述べたようなシミュレーションも瞬時に行えるようになった。

(9) MFCA 適用のメリットと適用上の課題

今回、MFCA を適用して、いろいろなメリットがあった。品種切り替えが多くロスを生んでいる事は感じていたが、従来は定量的な評価ができずにいた。今回 MFCA を導入して金額評価できたことが大きい。データ収集に苦労した事は、裏を返せば、現場でのデータ収集・管理の必要性を再認識することにもつながった。また、データを詳細に測定してみて、同じ品種の生産でありながら生産時間のばらつきが大きい事、また品種切り替え作業の管理の必要性も明確になった。

今後は、現場のデータ収集の管理レベルを向上させ、新たに意識してデータを収集するのではなく、常に MFCA でロスの管理ができるようにしてゆくことが望まれる。また、環境面での評価は今回しておらず、今後の展開が課題である。その他、推進上の課題は、(7)

で述べたとおりである。

また、富士製粉内で実施した MFCA 報告会で発表された活動メンバーの生の声を以下に記す。

■ よかった事

- ・現在のコスト計算では、出てこない負のコストが明確に計算出来る。
- ・少量生産での負のコストは人件費が大半を占めることが理解できた。
- ・標準時間管理の勉強が出来た。
- ・標準管理（時間）の重要性を再認識した。
- ・余量の対策を早急に行う必要性を認識した。
- ・統計資料を基にデータから機械装置の更新時期が明確になった。

■ 大変だった点

- ・データの収集には、思ったより時間 / 労力が必要であり、現場の日報の書き方 / データの精度の必要性を感じた。
- ・早速、不明確な日報の改善等を行った。

■ 今後の展開

- ・Aラインでの試算を行ってきたが、今後他の全てのラインでの展開を図ってゆきたい。
- ・切り替え時間等のデータの収集を行い切り替え時間マニュアルの作成し、現場に展開したい。

(10)今後の展開(計画)

今回は、食品工場でのひとつの生産ラインだけで MFCA を適用したが、食品工場の他のラインにも適用を拡大しつつ、工場の日常（月次）の管理として MFCA を活用するようにしたい。

また、コスト削減につなげられるように、こぼれ体策、余量の削減、標準時間管理を具体的に進めてゆくことを検討している。

3 - 5 . 新日本理化株式会社

(化学製品の素材製造、連続大量生産品の製造における MFCA)

(1) 会社概要、工場概要

新日本理化株式会社は、大正 8 年に創業し、水素添加技術、各種誘導体開発、高圧反応、有機合成、酸化反応などの技術領域を開拓し、油脂化学と石油化学という二つの分野を融合して独自のスタンスを築きあげた。資本金 56.6 億円（平成 15 年 3 月末）、従業員 361 名（平成 16 年 3 月末）となっている。

現在は、オレオ製品（脂肪酸、グリセリン、高級アルコール、不飽和アルコール、特殊アルコール、界面活性剤）、化成品（フタル酸エステル、脂肪族二塩基酸エステル、エポキシ系可塑剤、ベンゼン誘導体）、機能製品（酸無水物、樹脂添加剤、電子材料製品）の製造および販売を行っている。



今回のモデル事業に参加した徳島工場は徳島市にあり、高級アルコール、アニリン、シクロヘキシルアミン、水素化ビスフェノール A 等の水素関連製品のほか、樹脂透明化核剤も生産している。

(2) MFCA 導入製品及び工程

今回の MFCA を導入、適用対象は、高級アルコール製品の製造プラントである。徳島工場では、およそ 30 年の歴史のある製品であり、技術的には成熟した製品といえる。

今回、MFCA の導入、適用を図った高級アルコールの製造プラントでは、数品種の高級アルコールを製造している。

その製造工程の概要を、図 3-5-1 で示す。

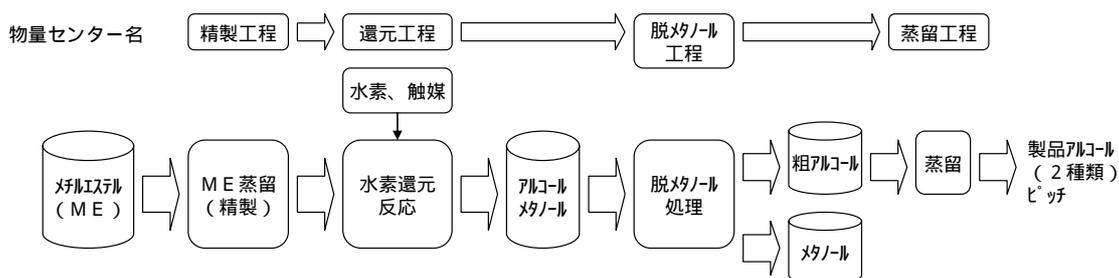


図 3-5-1 製造工程の概要

この製品の製造では、最初の精製工程で原料のメチルエステル(図中の ME: RCOOCH_3)を蒸留して精製する。その際、不純物としてピッチが発生する。この工程で発生するピッチは燃料として利用できる。次の還元工程では、精製したメチルエステルに水素を加え、水素還元反応をさせて、主製品のアルコール (RCH_2OH) と副製品のメタノール (CH_3OH) を生成させる。脱メタノール工程では、アルコールとメタノールの混ざった液からメタノールを取り出す。取り出したメタノールは、この工場内の別のプラントで原料として利用している。

残ったアルコールには、製品として使用する高級アルコールが存在している。最後の蒸留工程で、種類別に蒸留により分離して、最終製品を製造する。この最後の蒸留工程でも、不純物としてピッチが発生する。

水素還元反応では触媒を用いる。触媒は、原料のメチルエステル中の微量の不純物により被毒され、性能が劣化する。そのため、触媒の使用量増となる。使用済みの触媒は有価で売却できる。しかし、触媒の性能が劣化すると生産性が低下するため、より長期間の触媒の性能維持が課題となっている。

触媒の性能劣化を防ぐには、最初の精製工程での原料のメチルエステルの精製度を高める必要がある。しかし精製度を高めると、メチルエステルの収率が低下するというトレードオフの関係にあり、メチルエステルの収率向上と触媒の性能劣化防止は、この製品の製造の課題のひとつになっている。

水素還元反応で生成される副製品のメタノールは、脱メタノール工程で回収しているが、回収しきれない部分があり、メタノール回収の収率を高めることも課題である。

なおこの製造プラントは 24 時間連続の稼働となっている。

(3) MFCA 導入の狙い、意図

新日本理化学株式会社では、その環境管理システムにおいて、『環境管理システムは次の項目に配慮し、運用する』として、次の 5 項目をあげている。

- 1) 法遵守とリスク管理意識の高揚
- 2) 環境配慮活動 (省エネ・省資源・廃棄物削減) を通じたコスト低減
- 3) 継続的な環境汚染改善意識の高揚
- 4) お客様のグリーン調達要請への対応

5) 企業としての社会的責務の公約

MFCA は、上記の 2 番目の取り組みを推進するのに、非常に有効と思われた。

また、この製品と製造プラントは長い歴史を持っており、製造設備は、適宜メンテナンスや改良を行い、新しい技術にも対応してきた。しかし、(2) で述べたような収率や触媒に関する課題は、資源のロスにつながる事もあり、改善が求められていた。

また、海外のメーカーとも競争をしている製品でもあり、今後も競争力を維持させるためには、継続的な製造技術、設備の改良が必要である。

こうした背景の中で、今後の資源生産性向上と競争力強化(コストダウン)を図るために、製造技術、設備、およびその運用面での課題を定量化し、今後の技術開発や設備投資の方向性を明確にすることを狙い、MFCA の導入に踏み切った。

(4) MFCA 計算の基本的な考え方

MFCA 導入共同研究モデル事業において、この事例は、化学工業における MFCA 導入、適用の初めてのケースである。

化学反応が行なわれる工程では、投入した物質が、投入後には全く異なる(化学式の)物質に変わる。従って、化学反応における材料物質の投入物量と、生成物質の物量、および、その反応に関して、投入した材料物質の正の製品の物量、負の製品の物量の関係を明確にすることが、化学工業における MFCA 導入、適用の大きな課題であった。

この事例では、次の 4 つの工程を物量センターと定義した。

- 1) 精製工程：原料のメチルエステルを蒸留、精製し、不純物を除去する工程
- 2) 還元工程：メチルエステルの水素還元反応を行ない、アルコールとメタノールを生成させる工程
- 3) 脱メタノール工程：主製品のアルコールと副製品のメタノールを分離する工程
- 4) 蒸留工程：主製品のアルコールを、種類ごとに分離回収する工程

上記の工程(物量センター)はそれぞれ、複数の反応容器、蒸留塔、熱交換器などの設備で構成されている。しかし、上記の工程の単位が、収率向上、廃棄物の物量削減などの管理、改善を検討する単位であるため、物量センターを、これ以上細かく分けることはしなかった。

本年度の他のモデル事業では、切り替え工程を別工程とする例がある。しかし、本事例では、品種交換時に、前工程から投入された正の製品を除去、洗浄するというものではない。従って本事例においては、品種交換を還元工程から独立させた物量センター(切り替え工程)として、定義しなかった。

(5) データ収集期間、方法

MFCA の計算のためのデータ収集期間は、24 時間連続稼働のプラントであるので、実態を映し出しやすい、ある 3 ヶ月間とした。

主材料である原料のメチルエステルの投入物量、精製工程と蒸留工程で発生する廃棄物（ピッチ）の物量、および主製品であるアルコールの出来高の物量は、この製造プラントで物量を実測しているため、その実測値をそのまま用いた。

副材料の水素、および副製品のメタノールは、他の製品の製造プラントと共用しており、このアルコール製造プラント単独で、その投入物量、回収物量を測定していなかった。従って、今回の計算では理論値、および過去の実験計測データを基にして、投入物量、回収物量、ロス物量の物量などのデータを算定した。

(6) MFCA 計算、分析結果

マテリアル Input/Output 物量

この事例では、工程別のマテリアルの Input の物量、Output の物量を、表 3-5-1 のように整理した。この表は、投入材料の基準物量 1000ton に対して、投入される副材料、生成、回収される仕掛品の物量値を表している。なお、この表の数値は、実際の物量値を仮定の数値に変換したものである。

表 3-5-1 材料の物量整理表

物量のinput/output計算

物量センター	input 投入材料	input 分類	input 物量 (ton)		output 生成物	output 物量 (ton)	ロス 物量 (ton)	合計物量 (ton)	
精製工程	原料物質(粗メチルエステ)	新規投入	1,000	→	精製メチルエステル	850	50	900	
					ピッチ		100	100	
	合計		1,000		合計	850	150	1,000	
還元工程	精製メチルエステル	仕掛品	850	→	粗アルコール	800	20	820	
	水素(反応)	新規投入	20		メタノール	50	0	50	
	水素(過剰)	新規投入	5		水素(過剰)	5		5	
	H2投入合計	新規投入	25						
	触媒	新規投入	20		触媒	0	20	20	
	合計		895		合計	855	40	895	
脱メタノール工程	粗アルコール	仕掛品	800	→	粗アルコール	780	20	800	
	メタノール	仕掛品の不純物	50		回収メタノール	45	5	50	
	水素(過剰)	仕掛品の不純物	5		水素(蒸発)	0	5	5	
	合計		855		合計	825	30	855	
蒸留工程	粗アルコール	仕掛品	780	→	製品アルコール-1	390		390	
					製品アルコール-2	370		370	
					製品 小計	760			
	合計				ピッチ		20	20	
				合計	760	20	780		

表 3-5-1 に基づいて、この製造プロセスにおける材料の流れと、この表の見方を以下に説明する。

精製工程では、原料の粗メチルエステルから不純物（ピッチ）を分離する。表 3-5-1 では、精製工程において、不純物（ピッチ 100ton）とともに、本来、製品に使われるべき精製メチルエステルも 50ton が、原材料のロスになっていることを示している。

還元工程では、精製メチルエステル 850ton と水素（反応）20ton が還元反応をして、粗アルコールが出来高 800ton、そのロス分 20ton、および副製品メタノール 50ton が生成される。水素は、純粋に反応に用いる物量（20ton）以外に、水素（過剰）5ton が過剰に投入

される。この水素（過剰）は、この段階では粗アルコールとメタノールに溶け込んだ状態にあり、次の脱メタノール工程で蒸発する。

脱メタノール工程で、粗アルコール、メタノールの混ざった溶液から、メタノール 45ton を分離し、回収し、回収できずロスとなる物量が 5ton あることは示している。

最後の蒸留工程では、目的物質の 2 種類のアルコール（合計 760ton）が取得でき、ピッチ 20ton が発生する。

各工程の材料の投入と、出来高（Output）とロスの物量に応じて、投入材料の材料費単価を乗ずることにより、各工程の正の製品 MC、負の製品 MC を計算した。粗アルコールの製造単価は、上で述べたような材料の投入量に応じて、仕掛品の材料単価を計算したものを使用した。

データ付きフローチャート

MFCA の計算結果を 1 枚のシートでまとめたものを、「図 3-5-2 データ付きフローチャート」に示す。先にも述べたが、このデータは、MFCA 計算の一部を、架空の数値に変更してある。

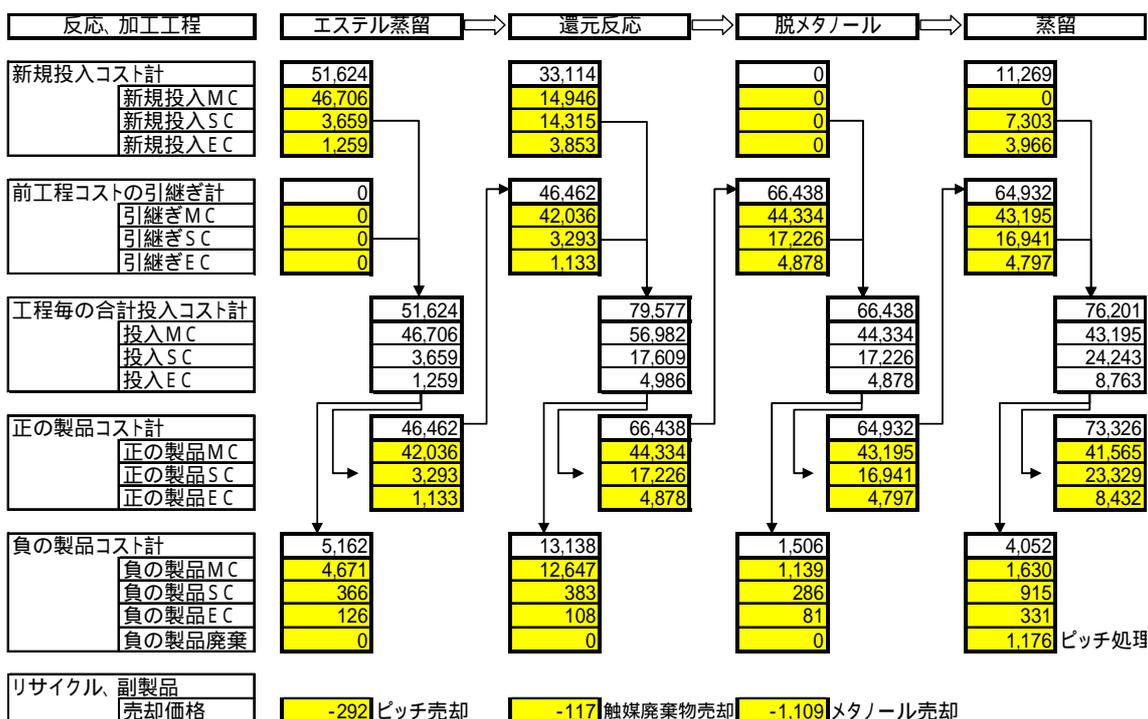


図 3-5-2 データ付きフローチャート

図 3-5-2 では、負の製品コストは還元工程が最も大きな数値になっているが、これは仮定の数値で計算したものであり、実際のデータに基づいて計算すると、精製工程、還元工程、蒸留工程の 3 工程で発生する負の製品コストが、ほぼ同等の数値になっていた。

マテリアルフローコストマトリックス

表 3-5-2 に、フローコストマトリックスを示す。先にも述べたが、このデータは、MFCA 計算の一部を、架空の数値に変更してある。

表 3-5-2 マテリアルフローコストマトリックス

	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 コスト	計	売却益	
良品 (正の製品)	41,565 42.8%	8,432 8.7%	23,329 24.0%		73,326 75.5%		73,326 76.6%
マテリアロス (負の製品)	20,087 20.7%	646 0.7%	1,949 2.0%		22,682 23.3%		22,682 23.7%
廃棄/リサイクル				1,176 1.2%	1,176 1.2%	-1,518	-341 -0.4%
小計	61,652 63.4%	9,078 9.3%	25,278 26.0%	1,176	97,184 100.0%		95,666 100.0%

この製品は、24 時間連続稼働のプラントで製造されており、設備償却費が大きくなるため、システムコスト比率が比較的大きくなる。

原料の精製工程でのロス、副製品のメタノールロス、および、触媒の被毒劣化により廃棄せざるを得ないため、負の製品コストは 23.7%の比率となっている。

(7)ロスの考察と、改善検討のポイント

この製品の製造プラントは、最初にも述べたように歴史のあるプラントである。その時々必要と思われる設備の改善は行なってきた。次に述べる A から D の 4 つの課題も、過去の歴史の中で改善を続けてきたものである。

しかし今回、改めてもう一度、改善（設備投資）の可能性を探るために、技術的な改善の可能性を再検討した。

A) 還元工程の触媒の劣化防止による使用量削減と、設備の稼働率向上

B) 精製工程のメチルエステルの収率向上と精製度向上

（ただし収率向上と精製度向上はトレードオフの関係にある課題）

C) 還元工程でできる副製品メタノールの収率向上

D) 蒸留工程などの熱交換器の熱回収率向上、省エネルギー化

（熱回収は、従来もかなり行っているが、まだ改善可能な部分がないか？）

それぞれの課題ごとに、資源投入量、収率向上、稼働率改善などの改善効果を予測し、MFCA を用いてそのコスト削減効果を計算し、投資可能性を評価した。その結果、課題 C と D は改善余地が小さく、設備投資した際の投資回収が難しいことが明確になった。

また、課題 A と B は、改善レベルによって、効果金額がかなり大きく変化するため、現状と L1、L2、L3 の 3 つの改善レベルを設定し、それぞれの改善効果を予測した。

ここで、L1、L2、L3 は、次のような水準である。

L1：現状の設備で、その製造条件（反応スピードなど）を最適化して運用する場合

L2：ネック工程の設備に、新しい技術を開発し、適用した場合

L3：理想的な技術による理想的なプラントの運営ができると仮定した場合

(8) MFCA 計算、データの活用上のポイント

(7) の改善課題 A と B の改善効果を、MFCA を用いて予測、シミュレーションした。その結果をグラフ化した例のひとつを、図 3-5-3 で示す。

なお、図中の L1 レベル、L2 レベル、L3 レベルは、(7) の最後に説明したものである。

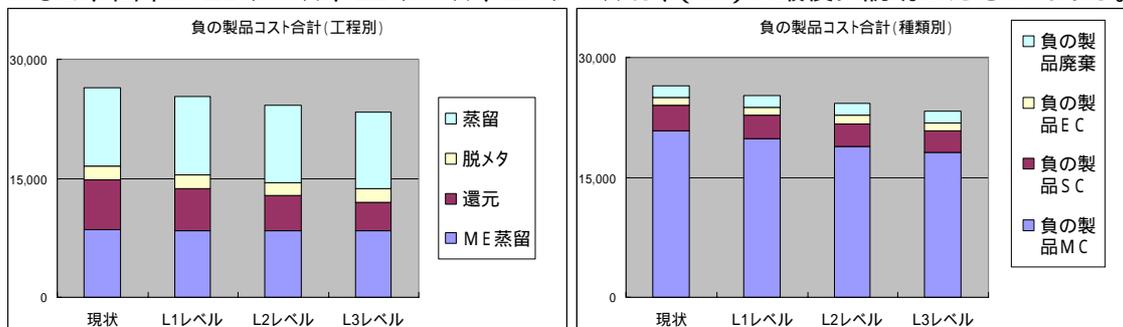


図 3-5-3 負の製品コストの変化予測

工程改善、設備改善、管理改善は、収率の向上、廃棄物量の削減、材料投入量の低減などの材料効率の変化と、労務費、設備償却費、外注委託費などシステムコストの変化、電力費や燃料費などのエネルギーコストの変化につながる。

MFCA の計算モデルに、こうした材料の投入量、製品の収量、廃棄物発生量、および、経費関係をパラメータとして組み込んでおいたため、こうしたコスト変化の予測、シミュレーションをすぐ行なうことができた。

また、(7) の改善課題 A が実現できると、設備稼働率が向上する。今回の MFCA 対象製品は、市場の需要量が供給量を上回っているため、稼働率が向上して生産量が増えると、売上も拡大できる。従って、稼働日数の変化、生産量の変化も同時に計算し、従来は機会を損失していたと思われる売上の拡大効果も合わせて見積もり、投資採算評価のデータとして活用することにした。

(9) MFCA 適用のメリットと適用上の課題

今回の MFCA 適用を行なった製品は、従来は MFCA 適用事例がほとんど見られなかった化学工業のプロセスであり、MFCA の適用が難しいのではないかと、当初は危惧された。というのは、今回の製品の化学反応プロセスにおいては、主材料、副材料、仕掛品、主製品、副製品、廃棄物、排出物が液体や気体である。その材料の投入量、製品や仕掛品の出来高、廃棄物や排出物の量が、工程別に実測されているものもあるが、様々なプラントと共用になっているため、製品別に実測されていないものもあったためである。

しかし、実測データに加えて、理論計算値、実験値からの推定値を加味することで、各工程の物量移動量を、表 3-5-1 材料の物量整理表のように算出することができれば、従来の MFCA 適用事例と同様に、比較的容易に MFCA の計算を行なえることが分かった。

また、今回の MFCA 適用を行なった製品は、年間の生産量は数千トンに上る、連続大量生産を行なっている。収率の向上などの改善を行なうためには、製造工程や設備の改善が

必要なものがほとんどになっている。

MFCA を適用すると、それぞれの改善を行なった場合のコスト変化を最初に予測できる。その結果、設備改善やそのための技術開発を詳細に検討する前に、その設備改善の投資可能金額が明確になり、詳細な検討着手の判断や、検討順位が合理的に判断できるメリットがあると思われる。

それと、今回取り入れた検討方法のひとつとして、現状水準に対して、改善目標のレベルを、L1、L2、L3 の 3 段階で設定した。L2 レベルは、技術的な挑戦目標の意味合いがあるが、その水準に到達すれば、この程度のコストメリットがあるということが見え、「これで、年間、数百万円のコストが下がるのであれば、これは、改善しないといけない」という、技術開発や改善の意欲が沸くという声も、現場から聞こえてきた。

このことは、技術的な挑戦目標が、コストや経営面の挑戦目標とリンクし、明確になることは、技術力強化の取り組みの促進にも、非常に有益であることが伺える。

以上の点から、当製品における MFCA の導入、適用のメリットを以下のように整理した。

■ MFCA の適用メリット

- ・設備の改善のコスト変化を検討の最初に予測でき、投資可能金額が明確になる
- ・コストメリットが具体的になることで、技術開発や改善の意欲が沸く
- ・技術的な挑戦目標が、コストや経営面の挑戦目標とリンクし、明確になる

■ MFCA 適用上の課題と対策

- ・化学工業では工程別の物量の Input と Output を測定していない部分があり、適用が難しい
実測データに加えて、理論計算値、実験値からの推定値を加味することで適用は可能

(10) 今後の展開(計画)

今回の MFCA の対象とした製品の、(7) で述べた改善課題は、収率や稼働率の改善目標とそのコスト面の成果目標が明確になったため、今後も L1 レベル、さらには L2 レベルの達成に向けた改善を、継続的に検討、実施する予定である。

また、(3) でも述べたように、環境管理システムにおいて『環境配慮活動(省エネ・省資源・廃棄物削減)を通じたコスト低減』することを明言している。今回のモデル事業の結果、MFCA が連続大量生産の製造プロセスでも、メリットがあることが明確になった。従って、他の製品にも順次 MFCA を適用し、環境配慮としての「省エネ・省資源・廃棄物削減とコスト低減」の取り組みを促進させる予定である。

ただし、そのためにはまず、MFCA の計算法を再度理解し、その教育を社内で展開する必要があり、来年度以降、MFCA の教育、普及を社内で展開したい。

3 - 6 . ダイソー株式会社

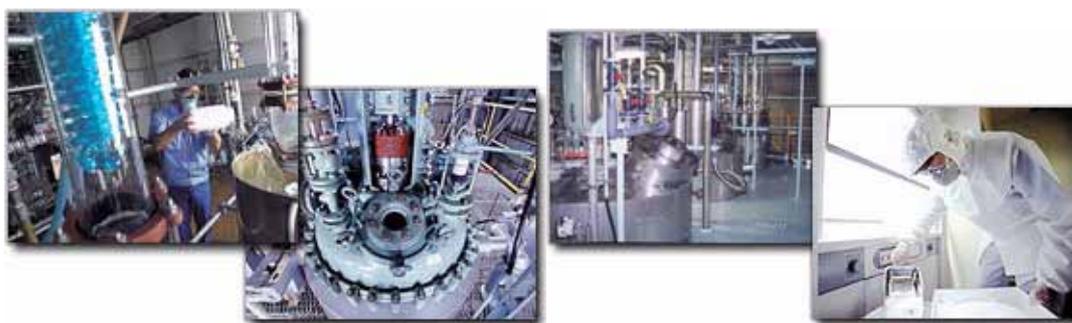
(多品種少量生産の化学品製品開発段階での MFCA 適用)

(1) 会社概要、工場概要

ダイソー株式会社は、1915 年に大阪曹達として、水銀法を日本で初めて企業化し、かせいソーダの製造を開始した。

2005 年 9 月末時点の資本金 10,027 百万円、従業員 707 名 (連結)、595 名 (単体) となっている。

創業時から取り扱っている数多くの基礎化学品群と、エピクロルヒドリンゴム、ダップ樹脂、塩素化ポリエチレンなどの機能化学製品は、今日では世界中に供給している。さらに医農薬、化粧品、食品など広い分野の研究を支援するシリカゲル、医薬中間体として世界に向けて供給される光学活性体 (キラル化合物)、工業用から小型民生用まで幅広く用いられる貴金属酸化物電極など、ダイソーの製品は様々な産業界において不可欠な素材となっている。



今回の MFCA 適用は、開発中の製品での適用ということで、工場ではなく、尼崎研究所にて MFCA 適用の検討を行なった。

(2) MFCA 導入製品及び工程

MFCA の適用対象製品は、ある開発中の新製品である。製品開発段階における MFCA の適用は、過去に事例として公開されていないものであり、MFCA の製品開発段階での適用の可能性や課題を探る意味がある。

その新製品は、ダイソーの製品群の中でもファイン製品として位置づけられる、ある品種群の新品種である。これは、多品種少量の生産体制を取っている。品種が異なっても、基本的な製造プロセスは変わらないが、投入する材料 (薬品) や量、および製造条件などが、品種ごとに異なっている。

こうした化学品の新品種の開発は、基本的には次の 3 段階のステップに分けて進める。

第 1 段階は、研究開発段階であり。市場や顧客の課題や要求事項を調査し、その課題や要求に応える、新製品や新品种の仕様 (化学式、化学構造、物性) を決める段階である。

第 2 段階は、製品開発段階である。第 1 段階で決めた仕様の製品 (化学物質) を満足さ

せるための基本的な作り方を固める段階である。この段階では、化学反応のプロセス（どのように化学反応をさせるか、あるいは、不純物をどう除去するか）反応させるために投入する薬品の種類と量、および反応などに用いる設備など、基本的な製造条件を固める段階である。実験室レベル、および量産時に近いレベルの量を製造し、その生産性と製造品質（精度、不純物の量、物性）を評価する。

第 3 段階は、量産準備段階である。量産出荷するための詳細な製造条件、および各種の製造時の段取りの手法を確立する段階である。

このように化学品の製造プロセスと各プロセスの基本的な製造条件は、製品開発段階において決められることが多い。製造プロセスと基本的な製造条件を見直すと、各プロセスでの物性や品質の評価をやり直す必要があり、量産準備段階以降において、それを見直すことは少ないと思われる。従って、詳細な製造条件や稼働条件などが量産準備段階以降における工程改善の中心的課題になりがちである。

一方、研究開発段階においては、製造プロセスそのものがまだ固まっていないことが多く、MFCA を適用するためのデータが揃わないと思われる。

このような中で、多品種少量生産の化学品に MFCA の適用を行うのであれば、派生品種の製品開発段階で適用することが、最も効果的ではないかと思われた。

なお、MFCA 適用対象の製品は、開発途中のものであるため、詳細な工程を提示することはできない。各プロセスでは、化学反応や、ろ過などを行っている。

なお製品開発としては、基本品種を量産している中での派生品種の開発である。個々の品種ごとの生産量は比較的小さい。製造プロセスや設備は、基本品種と同じであり、使用する薬剤の種類と量、製造条件が品種により異なるという特徴を持っている。



図 3-6-1 製造工程の概要

(3)MFCA 導入の狙い、意図

ダイソー株式会社では、事業活動において地球温暖化防止をはじめとする環境負荷低減・法的小よびその他の要求事項の遵守・緊急事態への対応のために、主力 3 工場で環境マネジメントシステムの国際規格である ISO14001 の認証を取得し、継続的な改善を図っている。また、全社を上げて、省資源・省エネルギー・廃棄物の削減・リサイクルなどの活動に取り組んでいる。特に、省エネルギーに関しては、工場で副生する水素というクリーンエネルギーの利用、コージェネレーションによる熱回収などにも取り組んでいる。

また、産業廃棄物削減に関しては、製造工程から副生した有機化合物を原料とした塩酸製造設備、廃液燃焼設備で塩酸と蒸気を回収し、資源として利用するシステムで廃棄物の削減、有機スラッジの肥料化、ごみの分別回収とリサイクルなどに取り組んでおり、2004

年度の再資源化率は 56%であり、前年度より 7%向上した。

しかしこれらの取り組みは、エンドオブパイプ (end of pipe) の対策 (排出された化学物質を環境に排出される直前で回収・再利用したり、処理したりする) である。今後の企業のモノづくりにおける環境対策として求められるのは、「クリーナー・プロダクション (cleaner production)」と呼ばれる、工程内対策である。これは、廃棄物そのものを生まない、排出量を削減する取り組みである。その意味でこれは、モノづくりの革新、すなわち生産性向上、コストダウンにつながる取り組みである。

MFCA は、当社での今後のモノづくりにおける環境配慮の取り組みとして、モノづくりの革新につながる取り組み方に変える可能性があり、その効果、メリットと課題を検証する意味で、MFCA の適用に踏み切った。

また、こうした化学品の製造プロセスでは、プロセスごとに見た収率がそれほど悪くなくても、プロセスが複雑になるに従い、全体の収率が低下し、製造コストが上昇する。製品の競争力強化に向けては、収率向上が常に重要な課題ではあるが、どのプロセスに注目して改善するべきかに関しては、主材料の収率や材料費を中心に課題設定を行っていた。そのため、開発段階での原価企画手法として MFCA を活用することにより、資源生産性の向上とコストダウンの両立を、より効果的に行いたいと考えていた。

(4)MFCA 計算の基本的な考え方

今回の製品は、量産段階ではバッチ生産方式を取っている。主に 4 つの工程で生産を行っている。(注記、バッチ生産方式は、多品種少量生産に適した生産方式である。)

その第 2 工程と第 3 工程は、ひとつの設備を使用した連続的なプロセスになっているため、ひとつの物量センターとした。

また、第 1 の物流センターの工程、第 2 の物流センターの工程で用いる設備は、それぞれの反応を行った後、設備の反応容器内に残った溶剤などをきれいに洗浄する必要がある。その結果、製造品種の切り替え時に洗浄用の溶剤を多数投入し、また時間もかなりかかっていることが分かった。

そのため、第 1 の物流センター、第 2 の物流センターを、それぞれ反応の物流センターと、切り替えの物流センターに分離し、切り替え時の材料のロスとコストのロスを明確にすることにした。

その結果、5 つの物流センターを設定し、MFCA 計算モデルを構築した。それを、図 3-6-2 に示す。

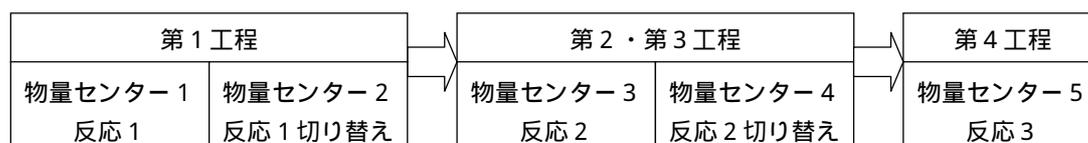


図 3-6-2 MFCA 計算モデルで定義した物量センター

また、今回の適用対象製品は、製品開発段階のものであるため、詳細な製造条件は固まっていないため、システムコスト、エネルギーコストに関しては、既存製品の生産における費用をベースに設定した。

(5) データ収集期間、方法

マテリアルの物量は、研究所で使用しているスケールアップ試作用の生産設備で試作を行う際の 1 バッチあたりの投入量や出来高などの実績値を用いた。なお、スケールアップ試作とは、開発時に量産性の評価や量産時の製造条件確立のための実験用の製造設備であるが、量産段階とほぼ同じ条件で製造できる。(注記、ここでの 1 バッチとは、1 回の生産の単位を言う。)

システムコスト、エネルギーコストに関しては、この新製品は量産前であるため、量産時のシステムコスト、エネルギーコストの実績値はない。従って、既存品種を量産している工場の 1 ヶ月の経費実績から推定した。多品種少量生産のため、1 バッチあたりの生産量は変動するが、1 バッチごとの設備のサイクルタイム、直接労務費などには大きな差がない。そのため、1 ヶ月の経費総額を、1 ヶ月に生産しているバッチ数で按分して、1 バッチあたりのシステムコスト、エネルギーコストとして算出した。

この製品の製造では、設備の稼働に用いる電力しか使用しないため、エネルギー使用量は小さいと推定できたので、エネルギーコストは製造経費の電力費を、設備の稼働時間で按分して算出した。

(6) MFCA 計算、分析結果

マテリアル Input/Output 物量

この事例は、工程別のマテリアルの Input 量、Output 量の整理を、新日本理化株式会社で行った材料の物量整理方法を応用し、表 3-6-1 のように整理した。なお、数値は実際の物量値、単価を、すべて仮の数値に置き換えたものである。

表 3-6-1 材料の物量整理表

物量のinput/output計算

(この表の数値は、すべて仮の数値である。)

プロセス (反応)	Input 投入材料	Input 分類	材料単価 (円/kg)	Input 物量	材料費 (千円)	主要材料の生成物への物量配賦				Output 生成物	Output 物量	ロス 物量	合計物 量	Output 材料費	廃棄物処 理単価 (円/kg)	廃棄物処 分費用 (千円)
						基礎 原料	試薬1	試薬2	試薬3							
反応1	基礎原料	新規投入	10,000	50.0	500.00	50.00	2.00	1.00	1.00	目的材料	54.00	0.00	54.00	540.00	-	-
	試薬1	新規投入	10,000	5.0	50.00		2.00			試薬1	2.00	0.00	2.00	20.00	-	-
	試薬2	新規投入	10,000	5.0	50.00			3.00		試薬2	3.00	0.00	3.00	30.00	-	-
	試薬3	新規投入	10,000	5.0	50.00				3.00	試薬3	3.00	0.00	3.00	30.00	-	-
	溶媒1	新規投入	1,000	5.0	5.00					溶媒	5.00	0.00	5.00	5.00	-	-
	触媒1	新規投入	1,000	5.0	5.00		1.00			触媒1	6.00	0.00	6.00	15.00	-	-
	触媒2	新規投入	1,000	5.0	5.00			1.00		触媒2	6.00	0.00	6.00	15.00	-	-
	溶媒2	新規投入	100	20.0	2.00				1.00	副生成物	1.00	0.00	1.00	10.00	-	-
反応1切 り替え	容器洗浄 剤	新規投入	100	100.0	10.00					容器洗浄 剤	0.00	100.00	100.00	10.00	25.00	2.50
	容器洗浄 水	新規投入	0	400.0	0.03					容器洗浄 水	0.00	400.00	400.00	0.03	0.00	0.00
	合計			600.0	677.0					合計	100.00	500.00	600.00	677.03		

表 3-6-1 では、図 3-6-2 で示した 5 つの物量センターのうち、反応 1、反応 1 切り替えのものだけを表している。反応 2、反応 2 切り替え、反応 3 も、表 3-6-1 と同じ様式で整理した。

この材料の物量整理表のデータをもとにして、工程別に MC (マテリアルコスト) の計算を行った。それが表 3-6-2 工程別 MC 計算表である。なお、数値は実際の物量値、単価を、すべて仮の数値に置き換えてある。

表 3-6-2 工程別 MC 計算表

MC計算		(この表の数値は、すべて仮の数値である。)							
工程	物量センター	材料種類	投入物量	正の製品物量	負の製品物量	投入コスト	正の製品コスト	負の製品コスト	廃棄物処分コスト
反応1	反応1工程	主材料、仕掛品	100.00	100.00	0.00	667.00	667.00	0.00	0.00
	反応1切り替え工程	補助材料	500.00	0.00	500.00	10.03	0.00	10.03	2.50
反応2	反応2工程	主材料、仕掛品	100.00	54.00	46.00	667.00	540.00	127.00	0.80
	反応2工程	副材料	300.00	18.96	281.04	30.00	1.90	28.10	7.03
	反応2切り替え工程	補助材料	200.00	0.00	200.00	0.02	0.00	0.02	0.00
反応3	反応3工程	主材料、仕掛品	72.96	54.00	18.96	541.90	540.00	1.90	0.00
	反応3工程	補助材料	50.00	0.00	50.00	1.00	0.00	1.00	0.00

すなわち、投入 MC、正の製品 MC、負の製品 MC である。それぞれの工程ごとに、主材料 (仕掛品)、副材料、補助材料に分けて計算してある。主材料 (仕掛品) は、最初の工程から投入し、2 つ目の工程以降は、仕掛品として前工程から移動してきた材料である。副材料は、その工程で新たに投入される材料である。補助材料は、洗浄剤のように、その工程だけに投入され、次の工程には移動せずに廃棄される材料である。

データ付きフローチャート

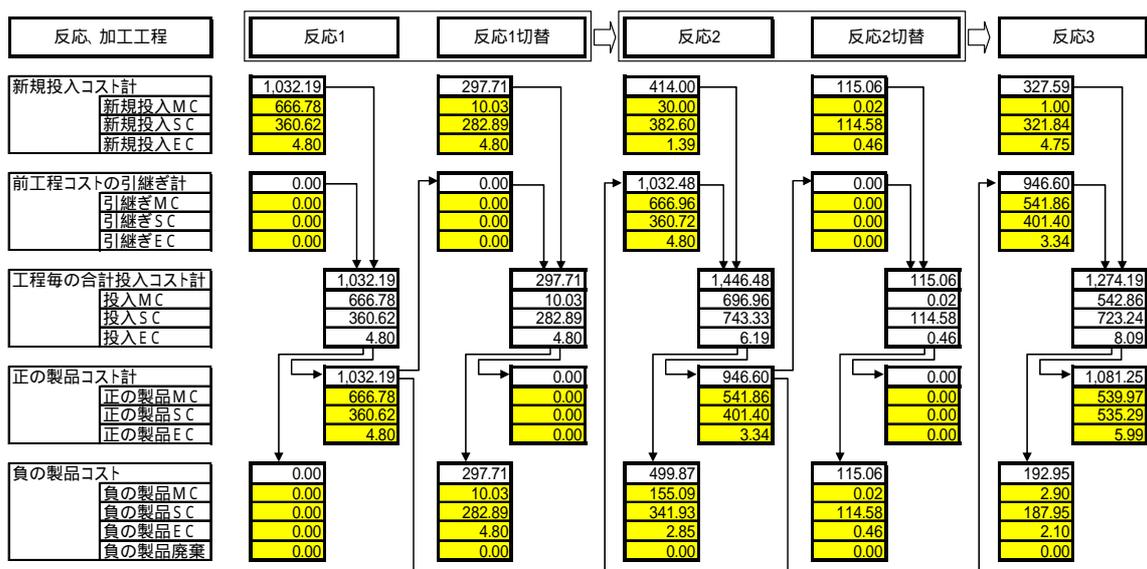


図 3-6-3 データ付きフローチャート

システムコスト、エネルギーコストも含めた、MFCA の計算結果を 1 枚のシートでまと

めたものを、図 3-6-3 データ付きフローチャートに示す。なお、数値は実際の物量値、単価を、すべて仮の数値に置き換えたもので計算した。単位はすべて千円である。

マテリアルフローコストマトリックス

表 3-6-3 に、マテリアルフローコストマトリックスを示す。なお、数値は実際の物量値、単価を、すべて仮の数値に置き換えてある。単位はすべて千円である。

表 3-6-3 マテリアルフローコストマトリックス

	マテリアルコスト	エネルギーコスト	システムコスト	廃棄物処理コスト	計
良品 (正の製品)	540 24.7%	6 0.3%	535 24.5%		1,081 49.4%
マテリアルロス (負の製品)	168 7.7%	10 0.5%	927 42.4%		1,106 50.6%
廃棄/リサイクル				0 0.0%	0 0.0%
小計	708 32.4%	16 0.7%	1,463 66.9%	0	2,187 100.0%

表 3-6-3 を見ると、投入したコストの 50.6%はロス（負の製品コスト）である。ここまで負の製品コストの比率が高くなっているのは、多品種少量のバッチ生産であり、1 バッチあたりの生産量も、量産時の実際の 1 バッチあたりの生産量の中でも小さい数量で計算していることにも起因している。

(7)ロスの考察と、改善検討のポイント

図 3-6-3、表 3-6-3 の MFCA の計算結果を、製品開発を担当しているプロジェクトチームで分析し、その時点で想定していた試薬の種類と量が、量産時のコストのロスに直結することから、その改善の必要性を認識した。

表 3-6-2 を見ると、負の製品 MC の大半が“反応 2”で生じている。“反応 2”の負の製品 MC を大きくしている要因の大きなものとして、“反応 1”で投じられた試薬の中で、反応に用いられなかったものが、“反応 2”で捨てられることが上げられた。また、“反応 1 切り替え”、“反応 2”、“反応 2 切り替え”では、負の製品の物量（廃棄物の物量）が、非常に大きい。

図 3-6-3 を見ると、“反応 1”以外の物量センターで、負の製品コストが発生している。特に、製品につながらない“反応 1 切り替え”と、“反応 2 切り替え”での、負の製品コストが大きい。

従来、設定されていた製造条件では、“反応 1”での化学反応を確実なものとし、物性値を保障するために、いくつかの試薬が過剰に投入されていた。しかし、過剰に投入された試薬の量に比例して、“反応 2”で廃棄される材料と、“反応 2 切り替え”で使用される洗浄材料の種類と量が増加していたのである。また、洗浄材料の種類と量に比例して、洗浄時間も増加し、切り替えに投じられるシステムコスト（これはすべて負の製品 SC となる）を大きくしていることも問題であることが分かった。

この製品は、現在、製品開発段階にあり、製造時に各工程で投入する薬剤の種類と量を、実験しながら決定する段階にあった。そのため、この MFCA の計算結果を元に、従来は過剰に投入していた薬剤の種類と量を削減するための検討と実験を行った。

薬剤の種類と量を変更した仕様で実験的に試作し、製造された製品の品質、物性値や、精製度（不純物量）に問題のないかどうかを確認した。

その結果、従来は過剰に投入していた薬剤の種類と量を、ある部分、削減することが可能であることが分かった。

その改善効果の予測も、MFCA の結果を活用した。表 3-6-4 は、材料投入量削減の改善効果見積りを行った結果の一覧表である。なお、数値は実際の物量値、単価を、すべて仮の数値に置き換えてある。

表 3-6-4 MFCA による改善効果予測

(この表の数値は、すべて仮の数値である。)

投入量の変化する材料	工程改善前の投入量、単価			工程改善後の投入量、単価			改善効果(削減)		
	材料単価 (円/kg)	Input 物量	材料費(千 円)	材料単価 (円/kg)	Input 物量	材料費(千 円)	Input 物量	材料費(千 円)	
試薬1	新規投入	10,000.00	5.00	50.00	10,000.00	4.00	40.00	1.00	10.00
試薬2	新規投入	10,000.00	5.00	50.00	10,000.00	3.00	30.00	2.00	20.00
試薬3	新規投入	10,000.00	5.00	50.00	0.00	0.00	5.00	50.00	50.00
触媒1	新規投入	1,000.00	5.00	5.00	1,000.00	5.00	5.00	0.00	0.00
触媒2	新規投入	1,000.00	5.00	5.00	1,000.00	5.00	5.00	0.00	0.00
洗浄剤1	新規投入	100.00	100.00	10.00	100.00	100.00	10.00	0.00	0.00
洗浄剤2	新規投入	100.00	100.00	10.00	100.00	0.00	100.00	10.00	10.00
洗浄剤3	新規投入	100.00	100.00	10.00	100.00	100.00	10.00	0.00	0.00
			325.00	190.00		217.00	100.00	108.00	90.00
							物量削減 率	材料費削 減率	
投入材料全体	合計	1,150.00	708.05	合計	1,042.00	618.05	9.4%	12.7%	

この表によると、次のような効果があるものと思われる。

- 材料投入量： 108kg、9.4%削減（総投入量：1,150kg から 1,042kg へ）
- 投入コスト： 90 千円、12.7%削減（材料費：708.05 千円から 618.05 千円へ）

なお、これはこの製品のある 1 バッチの生産量に対しての材料コスト削減の効果である。システムコストもこれに合わせて削減される。ただし、そのシステムコスト削減効果は、1 バッチの生産量に応じて変化する。

(8)MFCA 計算結果、データの活用上のポイント

図 3-6-4 は、工程別の負の製品コストの比率を示したものである。なお、数値は実際の物量値、単価を、すべて仮の数値に置き換えたもので計算してある。

この製品では、製造品質の確実さを求めるあまりに、材料の過剰投与を行っていたが、材料費の面だけで見ると、過剰な薬剤投与のロスはそれほど大きなものではないと感じていた。しかし、実際に MFCA の計算を行うと、材料の過剰投与が、システムコストのロスにつながり、そのロスコスト（負の製品コスト）全体は、かなりの重大なものであることが分かった。

図 3-6-4 を見ると、それが良く理解できた。

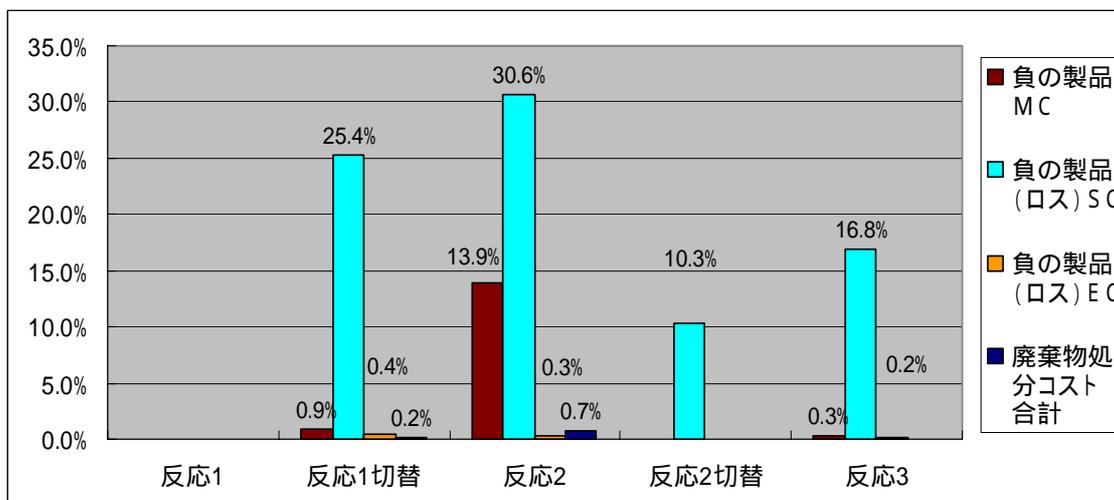


図 3-6-4 工程別負の製品コスト比率

今回の MFCA 適用のモデル事業に参加し、基本的な MFCA の計算モデルが確立できた。MFCA 計算結果を分析する中で、試薬の種類と量に関する改善着眼が生まれ、改善のための試作、実験を行い、改善が可能であることまで確認できた。

(9) MFCA 適用のメリットと適用上の課題

従来の原価計算の仕組みには、量産段階のシステムコストは、それぞれの品種群を生産するラインごとに、配賦されている。しかも、今回のような多品種少量生産の製品は、受注に応じて 1 バッチの生産量が変わることもあり、システムコストを品種や生産オーダーごとに見ることは、十分に行っていなかった。

しかし MFCA を行うことで、システムコストのロスの大きさに気づくことができた。しかもそれは、従来はあまり重視していなかった一部の試薬の（過剰に投与していたことによる）マテリアルロスに起因しているものである。MFCA により、すべての投入材料とコストを、工程ごとに分析することの重要さがわかった。

先に述べたが、当社の製品で MFCA の適用を図るには、製造方法や基本的な製造プロセスが確立し、量産条件を固める製品開発段階での適用が最も効果的と思われる。MFCA を適用する上で、表 3-6-1 材料の物量整理表を設定し、MFCA 計算モデルを作るところが、適用上のポイントになると思われる。

今回の MFCA の適用を行った品種の製品群は、同じ製造プロセスで、製造時の投入材料の種類と量が変わるだけである。従って、別の品種で MFCA の計算を行うためには、今回作った材料の物量整理表と、MFCA 計算モデルを流用するだけで、MFCA の計算を容易に行うことができる。

しかし別の製品群では、製造プロセスから異なってくるため、その製品にあわせた MFCA の計算モデルを構築する必要がある。製品開発段階は、各種の技術検討や試作、実験を同

時に行う必要があり、非常に忙しい。

従って他の異なる品種群の製品で MFCA を展開するためには、製品開発の仕事の流れと仕組みの中に原価企画として MFCA を位置づけるとともに、簡単に MFCA の計算モデルを構築するようなツールの工夫、もしくは仕組み、および教育が必要と思われる。

また今回、MFCA を適用した製品は受注生産の時もあり、1 バッチの生産量が変化するときがある。それに比例して投入材料量は増減するが、1 バッチあたりのシステムコストはほとんど変わらない。受注量より多めの基準単位量で生産すると、製品の単位重量あたりのシステムコストは安くなるが、その一方で在庫が増えるという問題もある。生産計画として、この MFCA 計算結果を活用することで、総コスト低減と在庫削減のバランスを取らせることも可能性として考えられ、今後の課題と思われる。

これらのメリット、課題を整理すると、次のようになる。

- 製品開発段階で MFCA を適用するメリット
 - ・ MFCA により、すべての投入材料とコストを、工程ごとに見ることが重要。
 - ・ 今回の MFCA の適用製品群は、今回の MFCA 計算モデルを流用するだけで、MFCA の計算を容易に行うことができる。
- 他の異なる品種群の製品の開発段階で MFCA を適用するための課題
 - ・ 製品開発の仕事の流れと仕組みの中に原価企画として MFCA を位置づける。
 - ・ 容易に MFCA の計算モデルを構築することができるツールの工夫、もしくは仕組みと教育が必要。
- 量産における MFCA の適用課題
 - ・ 総コスト低減と在庫削減のバランスを取らせる MFCA の活用法の研究

(10) 今後の展開(計画)

今回の MFCA 適用製品は、派生品種の新製品開発であり、MFCA の計算モデル定義などを比較的容易に行なうことができた。

今回のモデルとした品種と同じ品種群の新製品開発では、MFCA の計算モデルをそのまま流用でき、その中のパラメータを変えるだけで、MFCA の計算を行なうことができる。従って、この品種群に関しては、開発段階での MFCA による原価企画（原価見積り、原価改善の検討）を、以降の新製品で行なう予定である。

その他の品種群での製品開発段階での MFCA の適用に関しては、適用上の課題を整理したうえで、適用拡大の計画を検討したい。

第4章 物流段階の MFCA の理論と考え方

4 - 1 . 物流段階の MFCA について

本年度の大企業向け MFCA モデル事業においては、商品物流の段階の MFCA 適用実験の事例がある。従来、公開されている MFCA 適用事例は、すべて製造プロセスにおける適用事例であり、商品物流における MFCA は、はじめて公開されるケースである。

商品物流段階での MFCA 導入を行ったのは、グンゼ株式会社である。今回、グンゼ株式会社で行った商品物流における MFCA の計算方法などの考え方は、本報告書の事例編に、詳細に記述してあるため、そちらを参考にしていきたい。

本章においては、改めて、商品の物流段階において MFCA を適用する上での、基本的な考え方、今回の物流での MFCA 適用実験での適用の考え方、およびそれを通して得られた今後の課題を整理した。

4 - 2 . 物流段階の MFCA の計算方法の考え方

(1) 商品物流における基本的な問題

製造 MFCA は、もともと、加工に伴う廃棄物の削減を狙い、そのコスト的なロスを明確化し、加工に伴う廃棄物の発生量の削減を狙ったものである。しかし、商品の物流段階では、製造段階と異なって、基本的に、商品そのものへの加工が施されることはない。

しかし、商品の物流段階では、次の 3 つの問題が潜んでいる。

商品の廃棄の問題

正味期限や使用期限のある商品の場合においては、物流段階にある商品の在庫が長期化すると、商品価値が損なわれ、廃棄せざるを得なくなる。その場合は、製造段階の MFCA と同じように、負の製品コストが発生する。

無駄な輸送の問題

商品の物流は、本来は工場から顧客へ向かう物の流れだけであるべきである。しかし、それ以外の物の流れ、即ち、返品、返送、横持ちという、物を顧客に届けるということに直結しないという意味で、“無駄な”物の流れがある。こうした“無駄な”物の流れは、商品という資源そのものを損なうわけではないが、輸送エネルギー、すなわち燃料のロスであり、CO₂ の排出量を増やすなど、環境に対する負荷を大きくしている。また、経営的には、物流コストを増大させ、企業に必要以上のコスト負担を強いていることである。

資源と資金を眠らせるというロスの問題

その他に、不良在庫、長期在庫という物の滞留の問題がある。これは商品としての廃棄物が発生するのでもなく、無駄な輸送を行うのでもないが、本来は有効に活用すべき資源を眠らせる行為である。経営的には、購入した原材料や投入した製造経費を眠らせ、キャ

ッシュフロー、企業の資金繰りを悪化させる。また、デザイン要素の大きな商品や技術革新の早い分野の商品は、在庫期間が長くなるに従い、販売時の価格が安くなる。販売価格が安くなることは、売上のロスであり、収益を悪化させる。

資源生産性を下記の式で定義した場合、上記 3 つの問題はいずれも、資源生産性を悪化させる行為である。

- **資源生産性 = 売上金額 ÷ 投入資源量**

(2) 商品物流のあるべき姿

理想的な商品物流の状態を、ここでは次のように定義する。なお、この商品物流の MFCA において、“物” は主に商品のことを指す

商品の廃棄ゼロ：物流段階で正味期限、使用期限切れに伴う商品の廃棄がない。

無駄な物の流れゼロ：商品の物流は、本来は工場から顧客へ向かう物の流れだけであるべきである。それ以外の物の流れとしての、“返品”、“返送”、“横持ち”という、無駄な物の流れがない。

不必要な物の滞留ゼロ：資源と資本を無駄に眠らせる物の滞留はゼロ。当然、在庫の長期化による販売価格の低下（陳腐化）も発生させない。

(3) 商品物流における MFCA の基本的な考え方

製造段階の MFCA では、加工に伴う廃棄物ゼロが究極の理想像であろう。その理想像に近づくために、廃棄物の材料コストと廃棄物になった材料に投じられた経費を負の製品コストとして、コストのロスを明確にするというものである。

一方、商品の物流段階においては、究極の理想像は、商品の廃棄ゼロ、無駄な物の流れゼロ、不必要な物の滞留ゼロと、ポイントが 3 つになると思われる。

商品の廃棄に関するロスは、製造段階の MFCA の概念“負の製品コスト”と同じになるが、無駄な物の流れ、不必要な物の滞留に関するロスは、製造段階の MFCA の概念では対応できない。従って、商品物流の MFCA では、製造 MFCA の概念を拡張する必要がある。

今回のモデル事業では、無駄な物の流れ、不必要な物の滞留を、負の物流と定義することとした。

この概念の拡張は実験的なものであり、今後の MFCA の適用実験やそれを通じた議論が必要と思われる。

(4) 本モデル事業における MFCA 適用の考え方

今回の事例の衣料品は、事実上、正味期限も使用期限もなく、商品が廃棄されることが非常にまれである。したがって、商品そのものの廃棄をもとにした、負の製品コストという見方で、環境と経営への悪影響を表すという手法は効果が少ない。

しかし一方で、今回の事例のように、返品などが物流の課題である企業は少なくない。

また、返品そのものは、顧客に商品を送った行為と、そのための輸送エネルギーを無駄にしており、その意味では、返品は環境に対して余計な負荷与えている行為といえる。

したがって、今回の物流の MFCA の事例では、返品などの物流行為としての無駄な物の動き、および不必要な物の滞留を、**負の物流**と定義して、そのロスのコストとして定量化することに心がけた。

その中では、上でも述べたように、返品という行為により商品の廃棄物を発生させているわけではないので、返品物流も正の製品システムコストと位置づけ、その正の製品システムコストにおけるロスとして、別途、計算する方法をとった。

(5) 物流段階の MFCA の今後の課題

返品物流を、工程内リサイクルと同じ考え方をとるのであれば、負の製品システムコストと見なして計算することも可能ではないかと考えられる。

また、今回の事例では、社内にある既存のデータシステムのデータから、物流 MFCA を行うための基礎データを抽出したが、その中の返品実績のデータは、十分な精度ではなかった。返品を大きな課題として、物流段階の MFCA を実施するのであれば、返品実績などの物流データの精度に、十二分な注意を払う必要があることも、今後の課題としておきたい。

4 - 3 . 物流段階の MFCA と環境影響評価の関係に関する考え方

(1) 商品物流における環境への影響とは

環境管理会計手法である MFCA は、環境への負荷の低減につながる企業の改善活動を促すことを狙い、企業におけるコスト面の問題の大きさを表す手法と言える。製造段階の MFCA は、環境への負荷削減として、主に廃棄物の発生量の削減、および投入材料の削減につながるものとして、明確である。

商品の物流には、4 - 2 (3) で定義したように次の 3 つの問題がある。それぞれ、環境への負荷を大きくしている。

商品の廃棄 (負の製品) : 物流段階の廃棄物を増やし、廃棄された商品の製造、輸送に投じた資源も無駄にしている

無駄な物の流れ (負の物流) : 輸送燃料そのものの無駄な利用であり、燃料の消費を増やし、CO₂ など環境負荷物質を必要以上に多く排出させている

不必要な物の滞留 (負の物流) : 長期在庫、不良在庫となった商品の製造や輸送、保管に、必要以上に資源を無駄に投入している

この中で、 の資源ロスに関しては、製造段階の資源ロスまで含めると、製造の MFCA と連携しなければ、資源ロスの大きさは見えない。

従って、物流段階の MFCA においては、無駄な物の流れ、および、それに伴う輸送燃料

やエネルギーの無駄な消費との関係を、明確にする必要があると思われた。

(2)本モデル事業の事例における環境影響の評価の考え方

本事例では、CO2 排出量を、図 4-1 の計算式を基本に算定した。

(計算式 - 1)

$$\text{輸送の CO2 排出量 (ton-CO2)} = \text{輸送重量 (ton)} \times \text{配送距離 (km)} \times \text{CO2 排出量原単位 (kg-CO2 / ton-km)} \div 1000$$

(計算式 - 2)

$$\text{輸送重量 (ton)} = \text{出荷ダンボール個数 (個)} \times \text{入り数 (デカ / 個)} \times \text{ケース重量 (kg / デカ)} \div 1000$$

(計算式に使用した変数、係数)

- 出荷ダンボール個数：出荷したダンボールの個数（1年間の実績）
- 入り数：ダンボール1個に入る商品の平均数量、1年間の実績から平均数量を算出
- デカ：アパレル業界でよく使用される数量の単位、1デカ = 商品10枚
- ケース重量：輸送重量として算出するための係数。今回の事例では事例企業のEMS上の基準値を用いている。（商品10デカあたり24kg）
- 配送距離：各物流拠点の配送距離、今回の事例では事例企業のEMS上の基準値を使用
- CO2 排出量原単位（0.176 kg-CO2 / ton-km）：CO2 排出量の原単位の係数。今回の事例では事例企業がEMS上の基準として以前から使用している数値を使用した。国土交通省「環境負荷の小さい物流体系の構築を目指す実証実験」で使用されているCO2 排出量原単位は、0.174 kg-CO2 / ton-km（営業用普通トラック）であった。

平成13年度の統計データに基づく輸送機関別CO2 排出原単位(表1)を利用する。

表1 輸送機関別CO2 排出原単位(H13)

輸送機関	CO2 排出原単位 [g-CO2/t·km]
鉄道	21
内航船舶	38
営業用普通トラック	174
自家用普通トラック	388

- * 貨物1トン(1km)を1km輸送するときに排出するCO2の量
- * 普通トラックとは積載量3トン以上のもの
- * 標準的な積載率の場合に使用する

図 4-1 CO2 排出量の計算式

商品の物流段階において、商品の廃棄がない場合、商品物流における環境への影響で最も大きいものは、商品の輸送にともなうエネルギー資源の消費であり、CO2 排出による気

候変動であり、都市部での輸送に限って言うと、ディーゼルエンジン車による輸送時のPM（粒子状物質）の排出や騒音などの公害問題であると思われる。

返品などの輸送のロスが、環境への負担を増していることは理解できて、それがどの程度のものか、コストだけでは理解しがたいと思われる。したがって、今回のモデル事業の事例においては、商品物流における環境への影響度を見るために、輸送によるCO₂排出量を算出し、それを定量化することを心がけた。

出荷ダンボール个数、入り数、ケース重量、配送距離は、輸送のケースにより、おおきく変化する。この事例では物流拠点が、LC(Logistic Center)とDC(Distribution Center)の2種類あるが、LC、DCと顧客間の距離も、LCとDC間の距離も、それぞれ数箇所あるLC、DCにより変わる。

正確なCO₂排出量を求めようとすれば、それぞれのLC、DCの物流拠点ごとに、それぞれの輸送タイプ別の輸送数量と、それぞれの輸送距離を測定し、図4-1の式で計算したCO₂排出量の総和として求めるべきである。

しかし今回の事例においては、計算モデルを単純化するため、次の手順で、CO₂排出量の計算を行なった。

1 デカの商品を1km輸送する時の平均CO₂排出量： 4.22×10^{-7} (ton-CO₂ / km) を計算。

LC、DC、それぞれの輸送タイプ別の平均輸送距離を算出。(各拠点の輸送タイプ別の輸送距離は、EMS上の基準値を使用)

LC、DC、それぞれの輸送タイプ別の輸送数量の実績を集計。

輸送タイプ別にCO₂排出量を計算：輸送数量 × 平均輸送距離 × 平均CO₂排出量

このCO₂排出量の計算結果を、輸送タイプ別に整理したのが、図4-2である。

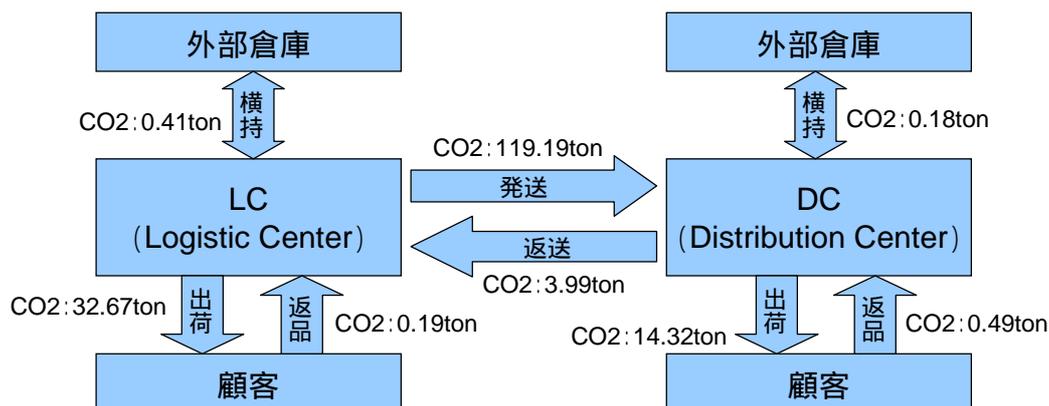


図 4-2 物流拠点間の輸送タイプ別、CO₂ 排出量

なお、図4-2のCO₂排出量は、通常のLCAで計算に加える輸送終了後の空荷の戻り便によるCO₂排出量は、計算に含めていない。それは、次の理由による。

- ・ 外部の輸送業者に委託した輸送であり、複数の企業が委託した荷物を混載している
- ・ 輸送後のトラックを空荷で帰すか、あるいは戻り便を利用して別の企業の委託を受け

た輸送を行うかは、その輸送業者の問題である

(3) 物流段階の MFCA における環境影響評価に関する今後の課題

今回の事例では、非常に広範囲の物流網での物の動きを、モデルとして単純化して CO2 排出量を求めている。その計算方法、精度として、必要な要件を満たしているか、今後、検証が必要と思われる。

また、今回は、CO2 排出量以外の視点、PM（粒子状物質）の排出量や騒音に関しては、計算を行っていない。物流の MFCA において、どこまで環境の視点を組み込むかは、今後の課題と思われる。

4 - 4 . 商品の評価損、陳腐化の問題と MFCA との関係に関する考え方

(1) 商品の評価損、陳腐化の問題と今回の事例

多くの場合、在庫が長期化すると、時間とともに販売価格は安くなる。在庫品が多く長くなるほど、この販売価格低下は、企業経営にとって大きな問題になる。

今回の事例の衣料品でも、同じ問題が言われていたため、商品物流の MFCA の計算と平行して、販売価格の実績を抽出し、その低下の実態を探ろうとした。

しかし、今回は物流段階の MFCA の適用実験として、単年度のデータに絞って計算や分析を行ったため、ひとつの商品が、翌年、その翌年に、どのように販売価格が低下したかの実績までは把握できなかった。

ただし、商品ごとの生産開始年、生産中止年のデータは別途、抽出し、在庫の長期化したものほど販売価格が低下するという傾向ははっきり見えた。

(2) MFCA における評価損、陳腐化の取り扱いの基本的な考え方

販売価格が原価を下回らない限り、陳腐化による商品の販売価格の低下は、会計上はコストの問題とはならず、売上のロスである。MFCA はコストを扱う計算であるため、売上のロスを MFCA の計算に組み入れることはできない。

陳腐化した商品に対して、評価損を計上する企業もある。それを行うと、長期在庫、不良在庫による売上のロスが明確になり、在庫の削減や物流の効率化にもつながる可能性がある。

しかし評価損は MFCA の概念の中に入っていない。また、実際に評価損を計上する基準などに難しい側面がある。

従って、陳腐化に伴う売上のロスに関しては、物流 MFCA の負の物流コストの計算と別に行い、損益に対する影響を評価した。

(3)MFCA に関する評価損、陳腐化に関する今後の課題

評価損や陳腐化の問題に関しては、MFCA として、あるいはその枠組みを拡張した環境管理会計として、どのように扱うか、まだ十分に議論ができていない。例え、評価損をコストと見なして MFCA の計算に組み入れるにしても、その時点では商品は廃棄されていないため、本来の MFCA の考え方による負の製品コストとしては見なせないためである。

評価損や陳腐化の問題まで包含した手法として、損益計算と連携した MFCA というものを、検討する必要があるのではないか。

この課題に関しては、今後も議論が必要と思われる。

第5章 物流段階の MFCA モデル事業の調査研究結果

5 - 1 . グンゼ株式会社

(商品物流での MFCA 適用実験)

(1)会社概要

グンゼ株式会社は、アパレル事業、およびプラスチックフィルムなどの機能資材関連事業を展開している。資本金は 261 億円、従業員は海外を含めた連結で 8,221 名になる。

昨年度、宮津工場（衣料品）、亀岡（エルマ：電子部品）、江南工場（エンブラ）の 3 工場が、MFCA モデル事業に参加した。

今年度のモデル事業においては、昨年度の宮津工場で行った衣料品製造の MFCA に関連させて、衣料品の商品物流段階での MFCA 適用にトライした。

衣料品は、グンゼ全体の売上の 60%を占める基幹事業である。年間の売上高は、1000 億円近くにも上る。

(2)MFCA 導入製品及び工程

今回の MFCA の対象は、衣料品の商品物流である。

衣料品といっても、グンゼでは、男性用インナー、女性用インナー、ストッキングなど幅広く事業を展開している。また男性用のインナーだけとっても、流通している商品の品種は、品番数で 8000 品種にもなる。SKU と呼んでいるサイズ別、色別の品種で見ると、品種数は数万点になる。これだけ多くの品種の商品を、工場から顧客へ届けるのが、商品物流である。届け先は、日本全国津々浦々の流通会社の店舗である。届け先には、大手のスーパーの店舗もあれば、小さい小売店舗やその卸問屋、さらには通信販売のような無店舗販売のベンダーもある。

物流網というが、こうした非常に広範囲な物の流れを扱うのが、物流 MFCA である。

図 5-1 にその商品物流の概念図を示す。

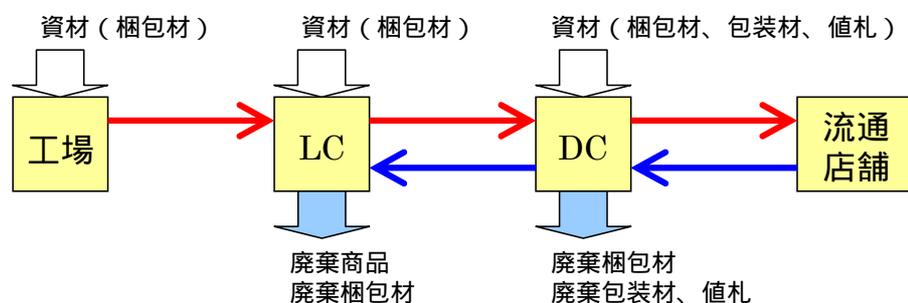


図 5-1 物流工程の概要

国内および海外の工場で製造された製品は、工場製品ごとにダンボールに梱包され、国内 4 箇所の LC (LC : Logistic Center) に集約、備蓄される。その後、販売計画や顧客

(流通店舗)からの注文に応じて、商品は国内十数か所のDC(DC: Distribution Center)に送られる。各DCで、送付先の流通店舗ごとに送付する商品を集め、梱包しなおして、そこから運輸業者に委託して直接あるいは間接的に、顧客の店舗に配送される。DCから顧客に送付する際には、顧客店舗特有の値札等に付け加えることもある。(なお、一部の商品は、LCから販売代理店を通して顧客の店舗に届けられる)

顧客の流通店舗で売れ残った商品の多くはDCに返品される。返品された商品は、活性化として顧客店舗特有の値札を剥がしたり、包装の付け替えを行ったりすることがある。

物流においては、商品そのものは変化しないが、梱包材、値札、包装材などが付け替えられ、それらが廃棄物になる。

返品された商品の中で、汚れや傷などにより、再販売できない場合は、商品そのものを廃棄することになる。その場合は、一旦LCまで戻され、その上で廃棄処理される。ただし、廃棄される商品は非常にわずかである。

後でも述べるが、衣料品の物流における廃棄物は、非常に小さい。MFCAは廃棄物の原価を中心にロスを把握する手法であるため、今回の商品物流におけるMFCA適用では、廃棄物のロスだけで見ても、本当のロスは見えてこないと思われた。

一方、こうした衣料品の商品物流においては、顧客で売れ残った商品の返品、DCで不良在庫として溜まった商品をLCへ戻す返送、DCやLCの外部倉庫に移送したり戻したりする横持ち物流など、ロスとみなされる物の流れがある。こうしたロスの物流は、商品の廃棄物は発生させていないが、輸送の燃料(エネルギー)を無駄に消費し、余計なCO2や排気ガスを排出している。輸送そのものの環境負荷に、無効な輸送のためのものが含まれているのである。

従って、今回の物流MFCAの適用実験にあたっては、通常の製造MFCAで用いている正の製品、負の製品の概念に加えて、正の物流(顧客に向かう物の流れ)、負の物流(返品など顧客に向かわない物の流れ)の概念を投入し、その環境負荷としてのロスと、経営資源(コスト)としてのロスを明確にする手法を研究した。

図5-2に、その概念図を示す。

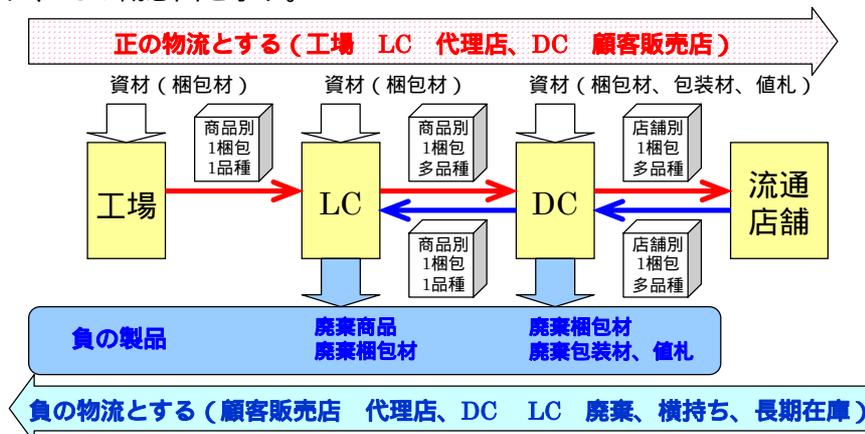


図5-2 物流MFCAにおける考え方

(3) MFCA 導入の狙い、意図

グンゼ株式会社は、明治29年に、創業者・波多野鶴吉によって地域産業（蚕糸業）の振興のために設立された会社である。創業の精神は「人間尊重と優良品の生産を基礎として、会社をめぐる全ての関係者との共存共栄」であり、創立以来、経営方針に反映され今日まで連綿と受け継がれている。

環境保全是、その中でも、重要なテーマであり、8項目のグンゼの環境行動指針を定めている。そのうちの1項目、3項目、4項目を以下に示すが、省資源、省エネルギーと廃棄物の削減は、グンゼの環境への取り組みの非常に大きなテーマである。

- 1) 事業活動の全ての場面において、環境負荷の低減に努める。
- 3) 資源、エネルギーの効率的利用を図り、省資源・省エネルギーを推進する。
- 4) 廃棄物の発生量の低減に努めるとともに、発生した廃棄物の減量化・回収・再利用化を推進する。

物流分野でも、環境への取り組みを強化している。その対策として、『製品や部品などの輸送の効率化により、CO₂などの環境負荷物質の削減に向けた取り組みを推進しています。今後は、モーダルシフトを含め、対応を強化していきます。』としている。

しかし、先にも述べたように、輸送の効率化を進める上では、物流そのものの効率を評価するための情報が必要である。その意味で、(2)の最後に述べたように、負の物流と呼べる物流のロスを明確にする必要があった。

また、昨年度の MFCA モデル事業に参加した宮津工場において、衣料品に関しては製造段階でのロス以外に、物流段階の課題も大きいことを関係者から指摘されていた。

このような経緯もあり、今回、商品物流を対象とした MFCA モデル事業に参加した。

(4) MFCA 計算の基本的な考え方

物流段階の MFCA に関しては、日本国内での適用事例の報告は全くなかった。従って、今回のグンゼ物流における MFCA の適用においては、物流での MFCA の考え方の仮説を構築しながら、必要なデータ収集と、計算を行い、考え方の仮説を評価するという、研究開発的な進め方になった。そのため、データ収集、計算などが、かなり試行錯誤を繰り返しながらの作業となった。

その試行錯誤を通して得られた商品物流における MFCA の考え方を、以下に整理した。

- ・ 商品の物流（製造後の商品の流れ）を対象に、その物流のロスを明確にする
- ・ 顧客（すなわち売上）に向かう物の流れを正の物流、それ以外の物の流れを負の物流として、物流のロスと定義する
- ・ 負の物流（物流のロス）には、次の物の流れが含まれる。

返品：顧客から商品（顧客で売れ残った商品）が戻ること

返送：より上流の物流拠点に戻る（返送：グンゼの場合は DC・LC）

横持ち：同じレベルの物流拠点間（LC 拠点間、DC 拠点間、LC・DC と外部

倉庫間)の物の移動

在庫：年度末の在庫

この中で、 に関しては、ビジネス上、ある程度の在庫は必要であるが、原則として在庫(物の滞留)はロスとみなして、期末の在庫数量を負の物流とした。

さらに、正の物流、すなわち、顧客に向かう物の流れにも、負の物流の影響が及ぶことに留意した。

- ・ 正の物流の中にも、負の物流に関連した物の流れが含まれる
- ・ すなわち返品された物量数量は、販売のロスであり、負の物流とみなされる
- ・ 遡って、正の物流の中の返品に相当する物流量は、負の物流に相当する

この考え方は、本モデル事業の中で採用している、以下の製造プロセスの MFCA における工程内リサイクル(材料が上流工程に戻る)を行う場合と同じ考え方である。

- ・ 上流の工程に戻った物量比率と同じ比率で、戻った工程間でそれまでに投入したコスト(SC、EC)を、負の製品コストとする
- ・ 上流の工程に戻すためのコスト(SC、EC)も、負の製品コストとみなす
- ・ これらの負の製品コストは、正の製品コストに含めず、従って、次工程での投入コストには引き継がない。

(5) データ収集期間、方法

MFCA 用のデータは、ある商品群、約 300 品番の 2004 年度 1 年間のデータを収集した。

グンゼの商品の物流は、グンゼ本体と 2 社の関連会社が分担して行っているため、データが、各社のシステムに分散しており、それぞれから必要なデータを集約した。

ここでは、品番別、拠点別に次のようなデータを集約した。

1) 物流数量(品番別、物流拠点別)

- ・ 期初在庫、期末在庫
- ・ 入荷数量(LC:工場から、他のLCから、顧客からの返品、DCからの返送)(DC:LCから、他のDCから、顧客からの返品)
- ・ 出荷数量(LC:顧客への販売出荷、DCへの発送、他のLCへの発送)(DC:顧客への販売出荷、LCへの返送)
- ・ 廃棄商品の数量(結果的に対象商品の実績はゼロだった)

2) 商品の貨幣価値(品番別)

- ・ 販売実績単価(年度平均)
- ・ 販売基準単価(年度平均)

3) 物流経費(拠点別、費目別)

- ・ 労務費(発送、返送業務の直接費)
- ・ 保管・設備・維持費用(建物、設備の償却、賃貸費用、電力費)
- ・ 包装費用(ダンボール、包装材、値札など、物流加工での資材費)

- ・ 間接費用（各物流拠点の間接費用）
- ・ 加工、物流業務委託費用（物流加工、発送業務の外部委託費用）
- ・ 保管委託費用（外部倉庫などの賃貸費用）
- ・ 輸送費用（拠点間、顧客への販売出荷、外部倉庫への横持ちなど輸送委託費用）

これらの物流費用に関しては、3社でそれぞれの経理上の科目が微妙に違っているため、上記のような項目に集約しなおした。これらの費用を品番別の物流数量で按分し、販売出荷数量、上下物流拠点への発送、横持ち物流の費用のSC単価（費用／物流量）を品番別に算出した。

（6）物流 MFCA における環境負荷とその評価の考え方

製造段階における MFCA は、製造時に発生する廃棄物の物量とその経済的な価値（コスト）を評価し、負の製品コストとしてロスを明確にすることで、廃棄物の発生量を削減、抑制することが狙いであった。製造段階は、ある物（製品）を作るために、資源を投入、加工しており、製造段階における MFCA は、その資源使用量を改善すべき主な環境負荷と見ている。

一方、商品物流においても廃棄物は発生する。それは、次のようなものである。

- ・ ダンボール：物流拠点で商品を、大量輸送用のダンボールから、配送用のダンボールへと詰め替える際に発生する。
- ・ 包装材、値札：顧客への発送時、あるいは、顧客からの返品時に、包装材や値札を付け替える場合に、発生する。
- ・ 商品：商品そのものが物流段階（在庫としての保管期間を含む）で商品価値をなくすことで、陳腐化し廃棄される。これは食品のように賞味期限がある場合、あるいは壊れやすい物の場合に多い。

商品物流段階における MFCA は、製造（特に加工）段階と異なり、物（商品）を構成している要素を加工して、その特性や構造、形状を変えることがない。商品物流にも物流加工と呼ばれるものがあるが、それは商品を客先に送付する際に、客先向けに商品の包装材や値札などを付け替える行為であり、商品そのものを加工するものではない。

商品そのものの廃棄がなされる場合は、資源面、経済価値面での影響は大きい。しかし、アパレル商品の場合、基本的には商品そのものが腐るものでも壊れるものでもない。また、ダンボールや包装材、値札などの廃棄物は、資源面、経済価値面でも影響は、比較的低いと思われる。

一方、商品物流の場合は、輸送にともなうエネルギー（資源）消費と、輸送車の排気ガス排出による CO2 排出、環境汚染などが環境負荷として考慮すべき課題であると思われる。

今回のゲンゼのアパレル商品物流における MFCA 適用に関しては、適用対象商品群では、実績として、データ収集期間内での商品そのものの廃棄がなかった。

しかし、先に述べたように、ダンボールや包装材などの資材の廃棄物は物流拠点で発生

しており、その廃棄物発生量を MFCA の計算モデルに組みこんだ。

また、輸送時の CO2 排出量を、MFCA に関連して評価するため、物流拠点間、物流拠点と顧客店舗間の輸送基準距離から、商品 1 デカ (10 枚) あたりの輸送ルート別の輸送物量 (ton-km) を設定し、そこから、輸送時の CO2 排出量を計算することを行なった。

(7)MFCA 計算、分析結果

物流 MFCA における Input/Output

今回のモデル事業に応募した、物流の MFCA 適用においては、次のようなデータ収集と整理をおこなった。

なお、物流の数量は、ある商品群 約 300 品番の 2004 年度 1 年間の経理などのシステムから得られた実績数量である。また、SC 単価は仮の数値に置き換えてある。

1) 商品(物)の移動、滞留状態の確認

このモデルにおいては、工程別のマテリアルの Input 量、Output 量の整理を、図 5-3 のように整理した。なお、図中の 2 重線に囲われた中の数量というのは、すべてデカという数量単位である。(デカはアパレル業界でよく用いられる数量の単位で、1 デカ = 10 枚である) 以降の図中、表で使用される数量も、すべてデカの単位である。

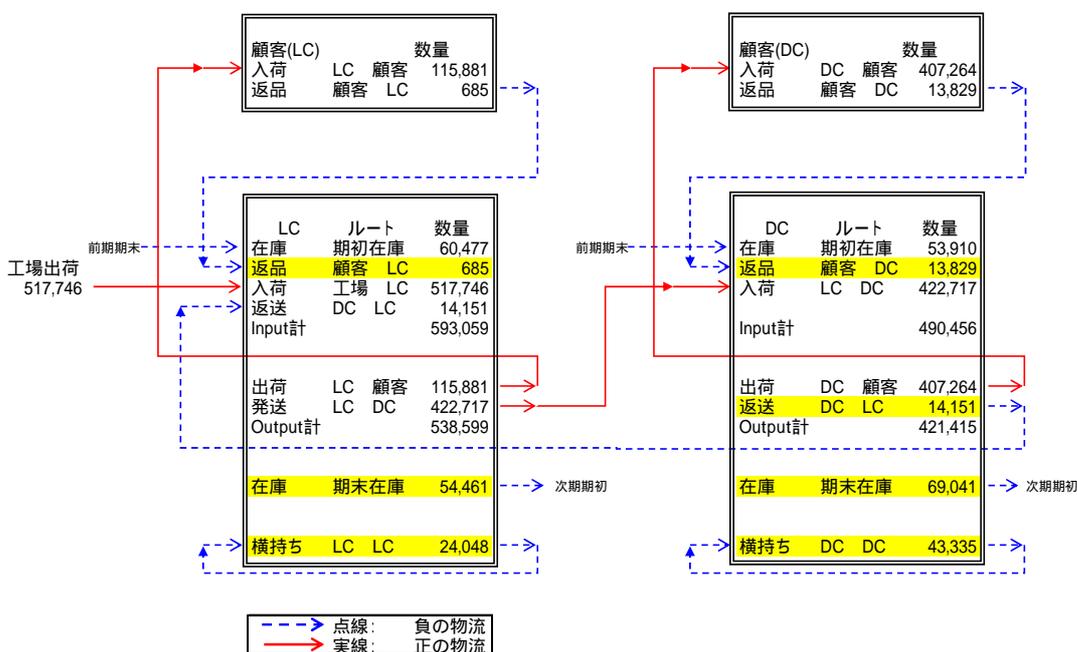


図 5-3 商品物流の MFCA における物量遷移図 現状

2) 拠点(LC, DC)ごとの物流量に応じた、物流コストの産出

図 5-3 は、以下の表 5-1、表 5-2 の LC 拠点、DC 拠点ごとの物流量の Input/Output をもとに作成し、集約したものである。

表 5-1、表 5-2 では、同時に、(5) 3)の方法で別途求めた物流経費から算出、設定した SC 単価を、それぞれの物流量に乗ずることで、物流ルートごとの物流コスト、およびその、負の物流コストを算出した。

表 5-1 LC 拠点の物流量 Input/Output 表

LC	ルート	数量	投入SC	負の物流配賦率	負の物流コスト
在庫	期初在庫	60,477	-		
返品	顧客 LC	685	23	100%	23
入荷	工場 LC	517,747	-		
返送	DC LC	14,151	-		
Input計		593,060			
出荷	LC 顧客	115,881	10,580	0.6%	63
発送	LC DC	422,717	38,594		0
Output計		538,599			
在庫	期末在庫	54,461	4,820	100%	4,820
横持ち	LC LC	24,048	813	100%	813
	SC合計		54,830		5,718
	返品率	0.6%			

表 5-2 DC 拠点の物流量 Input/Output 表

DC	ルート	数量	投入SC	負の物流配賦率	負の物流コスト
在庫	期初在庫	53,910	-		
返品	顧客 DC	13,829	7,286	100%	7,286
入荷	LC DC	422,717			
Input計		490,456			
出荷	DC 顧客	407,264	158,344	3.4%	5,377
返送	DC LC	14,151	1,292	100%	1,292
Output計		421,415			
在庫	期末在庫	69,041	31,773	100%	31,773
横持ち	DC DC	43,335	19,228	100%	19,228
	SC合計		217,923		64,955
	返品率	3.4%			

表 5-1、表 5-2 によると、この商品群に関しては、LC 拠点での返品率は 0.6%、DC 拠点での返品率は 3.4%である。なお、LC、DC の平均返品率では 2.8%であった。

表 5-1 の出荷 (LC 顧客) は、負の物流配賦率が 0.6%となっている。出荷そのものは正の物流であるが、出荷した数量の 0.6%が返品されており、出荷数量の 0.6%は、販売という意味では無駄となった数量であり、その出荷の物流コストは負の物流コストと見なすということである。表 5-2 の出荷 (DC 顧客) で、負の物流配賦率が 3.4%となっているが、これも同じ意味である。

表 5-3 は、表 5-1、表 5-2 の結果を合わせ、LC、DC トータルで見た、物流コスト合計と、その中の負の物流コストの合計である。

表 5-3 負の物流コストの計算

物流合計	物流コスト(SC)合計	272,752
	負の物流として明確な、負の物流コスト	63,942
	正の物流コストの中の、負の物流コスト	6,731
	負の物流コスト合計	70,673
	負の物流コスト比率	25.91%

返品や返送、横持ちの物流行為は、戻りという面で明確にロスと分かるので、100%負の

物流コストと見なして問題ないと思われる。しかし正の物流の物流量の中で、返品された物流量は、販売につながらず、結果的に無駄であったため、正の物流コストの中の返品比率分は、負の物流コストと見なせるとされる。

こうした負の物流コストをロスと定義すると、表 5-1、表 5-2 で計算した負の物流コストを、その次の工程に引き継ぐ必要はなくなり、物流のロスの計算をシンプルにする効果があると思われる。

データ付きフローチャート

MFCA の計算結果を 1 枚のシートでまとめたものを、「図 5-4 SC データ付き物量遷移図」に示す。図中の (投入 SC) の上下、もしくは横に記入してある数字は、そこを通る矢印の部分の物流に投入した経費 (投入 SC) である。その単位は千円である。また期末在庫の右側の『次期期初』の下の数字は、在庫経費であり、その単位も千円である。

この図は、図 5-3 商品物流の MFCA における物量遷移図に、表 5-1、表 5-2 の投入 SC のデータを書き加えたものである。

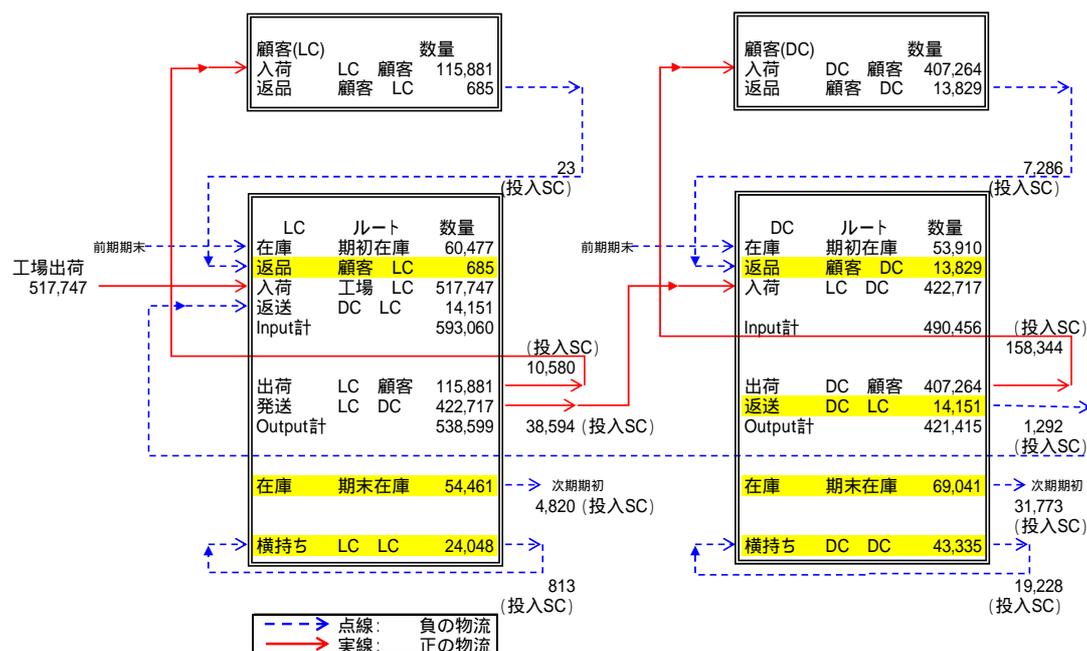


図 5-4 SC データ付き物量遷移図 現状

この図 5-4 は、製造 MFCA の「データ付きフローチャート」としての表し方と異なっている。その理由を以下に述べる。

- ・ 製造は、物の加工にとまなう材料の増減があるが、商品物流では (商品そのものの) 物の加工はなく、投入コストは (輸送費を含めて) システムコストがほとんどになる
- ・ 製造では、物の流れが基本的には 1 直線であるが、商品物流では広がりがありすぎて、製造 MFCA の表し方は、返って複雑になるとされた。
- ・ 広がり大きな、物 (マテリアル) の流れと、それに投入したコストを把握するには、

図 5-4 のようなマップ方式の方がよいと思われた。

マテリアルフローコストマトリックス

表 5-4 に、マテリアルフローコストマトリックスを示す。

この中で、マテリアルコストの良品（正の製品）は、販売品の簿価金額になる。ただし、数値は仮定の数値に置き換えている。

また、マテリアルコストのマテリアルロス（負の製品）は、物流拠点で交換された包装材、ダンボールなどの資材費である。交換であるため、交換に投入された資材費がすべて、廃棄されたと見なして計算した。

表 5-4 マテリアルフローコストマトリックス

	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 コスト	計
良品 (正の製品)	4,000,000 93.62%	0.00%	260,478 6.10%		4,260,478 99.71%
マテリアルロス (負の製品)	12,274 0.29%	0.00%	0.00%		12,274 0.29%
廃棄/リサイクル				0 0.00%	0 0.00%
小計	4,012,274 93.90%	0	260,478 6.10%	0	4,272,752 100.00%

ここでは、商品そのものの廃棄がないため、システムコストはすべて良品（正の製品）と見なした。表 5-4 の負の製品コスト比率 0.29%が示すように、通常の製造 MFCA の概念だけでは、アパレル商品のように、廃棄物の出にくい商品の物流のロスの顕在化、定量化は難しいと言える。

このシステムコストに、ここまで述べてきた、正の物流コスト、負の物流コストの概念で整理したのが、表 5-5 である。

表 5-5 正の物流、負の物流のコスト

物流コスト	正の物流シ ステムコスト	負の物流シ ステムコスト	計
良品 (正の製品)	192,986 74.09%	67,493 25.91%	260,479 100.0%
マテリアルロス (負の製品)	0 0.00%	0 0.00%	0 0.00%
廃棄/リサイクル			0 0.0%
小計	192,986 74.1%	67,493 25.9%	260,479 100.0%

表 5-5 のように、正の物流、負の物流の概念を持ち込むと、この商品群の物流コストのロスは 25.91%であり、無効な物の流れという意味での物流のロスが非常に明確になる。

表 5-5 では、マテリアルロス（負の製品）のコストがゼロになっているが、賞味期限切れなどにより商品の廃棄が発生する食品物流などの場合は、マテリアルロス（負の製品）のコストが入るものと思われる。

物流における廃棄物発生量と輸送時の CO2 排出量

商品物流においては、LC、DC から顧客に商品を出荷するときと、顧客から返品された際に、ダンボールの詰め替え、包装材や値札の付け替えなどにより、廃棄物が発生する。

まず拠点ごとに、出荷、返品の数値単位の廃棄物発生量基準を、実績をもとに計算した。その廃棄物発生量基準を、今回の MFCA で出した商品の物流ルートごとの物流数量を乗じて、商品の物流ルートごとの廃棄物発生量を計算した。

表 5-6 は、廃棄物の発生量の計算表である。表 5-7 は、CO2 排出量の計算表である。

表 5-6 拠点、ルート別の廃棄物発生量計算

LC	ルート	数量	廃棄物物量
在庫	期初在庫	60,477	-
返品	顧客 LC	685	2
入荷	工場 LC	517,747	-
返送	DC LC	14,151	-
Input計		593,060	
出荷	LC 顧客	115,881	292
発送	LC DC	422,717	0
Output計		538,599	
在庫	期末在庫	54,461	0
横持ち	LC LC	24,048	0
	SC合計		294
	返品率		0.6%

DC	ルート	数量	廃棄物物量
在庫	期初在庫	53,910	-
返品	顧客 DC	13,829	34
入荷	LC DC	422,717	-
Input計		490,456	
出荷	DC 顧客	407,264	1,027
返送	DC LC	14,151	0
Output計		421,415	
在庫	期末在庫	69,041	0
横持ち	DC DC	43,335	0
	SC合計		1,061
	返品率		3.4%

廃棄物発生単位量	LC	ルート	廃棄物物量
	返品	顧客 LC	0.00245
	入荷	工場 LC	-
	返送	DC LC	-
	出荷	LC 顧客	0.00252
	発送	LC DC	0.00000
	在庫	期末在庫	0.00000
	横持ち	LC LC	0.00000

廃棄物発生単位量	DC	ルート	廃棄物物量
	返品	顧客 DC	0.00245
	入荷	LC DC	-
	返送	DC LC	-
	出荷	DC 顧客	0.00252
	発送	DC LC	0.00000
	在庫	期末在庫	0.00000
	横持ち	DC DC	0.00000

表 5-7 拠点、ルート別の CO2 排出量計算

LC	ルート	数量	CO2排出量
在庫	期初在庫	60,477	-
返品	顧客 LC	685	0.19
入荷	工場 LC	517,747	-
返送	DC LC	14,151	-
Input計		593,060	
出荷	LC 顧客	115,881	32.67
発送	LC DC	422,717	119.19
Output計		538,599	
在庫	期末在庫	54,461	0.00
横持ち	LC LC	24,048	0.41
		0	152.46

DC	ルート	数量	CO2排出量
在庫	期初在庫	53,910	-
返品	顧客 DC	13,829	0.49
入荷	LC DC	422,717	-
Input計		490,456	
出荷	DC 顧客	407,264	14.32
返送	DC LC	14,151	3.99
Output計		421,415	
在庫	期末在庫	69,041	0.00
横持ち	DC DC	43,335	0.18
		0	18.98

CO2排出単位量	LC	ルート	CO2排出量
	返品	顧客 LC	2.82E-04
	入荷	工場 LC	-
	返送	DC LC	-
	出荷	LC 顧客	2.82E-04
	発送	LC DC	2.82E-04
	在庫	期末在庫	0.00E+00
	横持ち	LC LC	1.69E-05

CO2排出単位量	DC	ルート	CO2排出量
	返品	顧客 DC	3.5E-05
	入荷	LC DC	-
	返送	DC LC	-
	出荷	DC 顧客	3.5E-05
	発送	DC LC	2.8E-04
	在庫	期末在庫	0.0E+00
	横持ち	DC DC	4.2E-06

輸送による CO2 の排出量の計算も、廃棄物と同様に、拠点、ルートごとの CO2 排出量

の基準を作成し、それに輸送数量を乗ずることで計算した。

商品の物流は、主にトラックによって行なわれ、工場から LC、LC から DC や顧客、DC から顧客、およびその逆に商品が流れる。また、横持ち物流というのは、LC や DC と外部倉庫間の物流である。

これらの輸送は、外部の輸送業者に委託している。特に、DC と顧客間の輸送は、他の企業が輸送を委託した商品と一緒に運ばれることも多い。

図 5-3 商品物流の MFCA における物量遷移図に、表 5-6、表 5-7 の廃棄物発生量、CO2 排出量のデータを書き加えたのが、図 5-5 である。なお、梱包などの廃棄物は、顧客でも発生しているはずであるが、データがないので、図中に表してある廃棄物の量は、すべてグンゼの物流拠点 LC、もしくは DC で発生するものだけを表している。

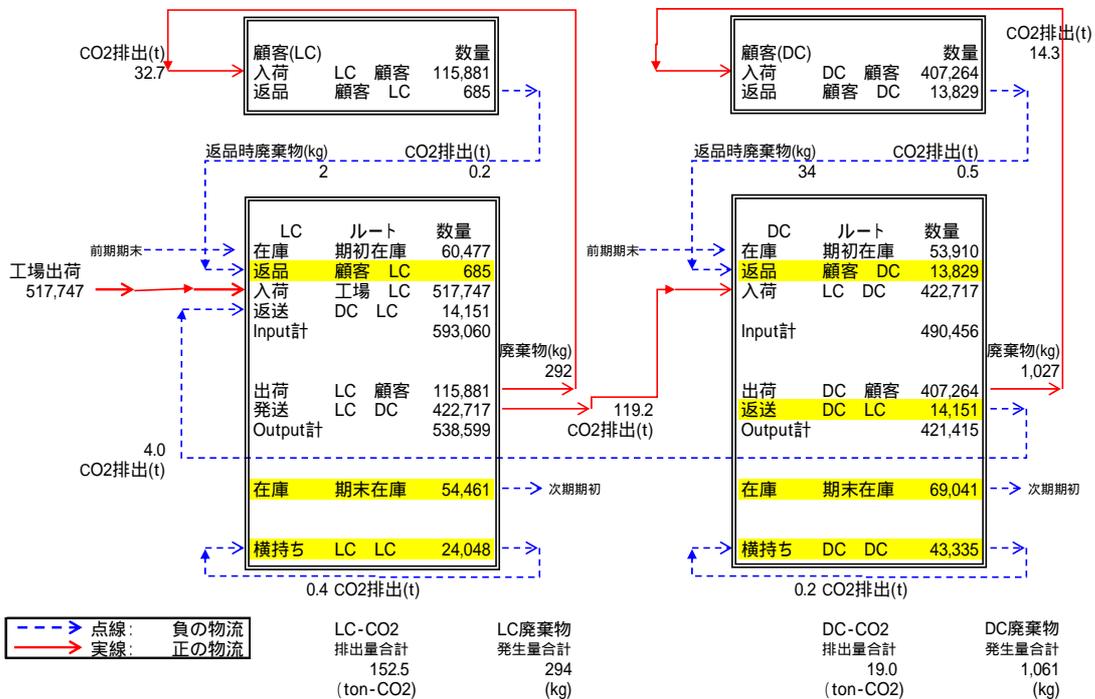


図 5-5 廃棄物、CO2 排出量付き 物量遷移図

(8) ロスの考察と、改善検討のポイント

表 5-4 のマテリアルフローコストマトリクス（これは、仮定の数字に置き換えてあるが）によると、販売した商品の簿価（製造コスト）4,000,000 千円に対して、システムコスト 260,478 千円と、ダンボールや包装材などの資材費 12,274 千円、合計 272,752 千円の物流コストが投入されている。ダンボールや包装材などの資材費は、物流における廃棄物となっている。表 5-5 では、投入されたシステムコストの 25.91%が負の物流として、ロスと見なせることを示している。

一方、商品物流は、製造された商品を顧客に届ける行為であり、その結果は、売上という経済価値をもたらす行為である。その中で、簿価（製造コスト）が販売価値（売上金額）

になる。しかし、在庫が長期化すると販売価値が下がるという問題があるため、商品物流における管理会計としては、販売価値の評価は避けて通れない。

商品物流における、資源ロスの削減とコストダウンという見方からすると、返品削減、横持ち物流の削減が重要な課題である。在庫は、廃棄物は発生させないものの、長期在庫になったということは、不要不急のものを作ってしまったということである。また、キャッシュフロー、陳腐化による販売価値低下の問題もある。

(9) MFCA 計算結果、データの活用上のポイント

(8) で述べた課題をトータルで検討するための情報が必要と思われた。

そのため、表 5-8 で、販売数量に販売の単価を乗じた売上金額と、販売数量に簿価の単価を乗じた簿価金額を計算した。ここでの簿価金額は、販売した商品の製造コストと同じである。なお、商品の販売単価、簿価の単価など、機密度の高いデータが含まれているため、数値の一部を記号に置き換えて表している。

表 5-8 販売品の売上価値と簿価:現状

販売総額	ルート	販売数量	販売単価	売上金額	備考
旧在庫販売	期初在庫	57,193	b	****,779	
新品販売	LC 顧客	465,952	a	****,156	
返品	顧客 LC	-14,514	a	****,502	
		売上合計		****,433	

簿価総額	ルート	販売数量	簿価単価	簿価(製造コスト)	備考
旧在庫販売	期初在庫	57,193	b	****,482	
新品販売	LC 顧客	465,952	b	****,808	
返品	顧客 LC	-14,514	b	****,074	
		販売品の簿価合計		****,216	

表 5-9 は、表 5-8 の計算に MFCA の計算で用いた物流コストを加味した、この対象商品群の 1 年間の損益計算である。

表 5-9 物流 MFCA を応用した損益計算:現状

損益計算	項目	実績金額	備考
	販売数量(返品数量は含む)	523,145	見かけの販売
	返品を除いた販売数量	508,632	実際の販売
	返品を除いた販売品の売上金額	****,433	売上金額
	販売品の簿価合計	****,216	B/S上の資本の減少
	在庫品の数量合計	123,502	
	在庫金額(在庫品の簿価合計)	****,881	
	生産数量(工場出荷)合計	****,747	
	製造コストの合計	****,133	製造経費
	物流コスト合計	****,752	販売経費
	総コスト	****,886	
	総合損益	****,465	

表 5-8 の販売単価、簿価単価は、品番ごとに異なる。同じ品番でも客先や販売時期、生産工場によって変化する。また、長く在庫として持っている商品ほど、販売単価は値下がりする。ここでは便宜上、対象製品群、約 300 品番の平均値を単価とした。また、旧在庫販売は、期初に在庫で持っていたものの販売であり、新品販売は、その年度内に工場から出

荷されて販売されたものである。別の販売実績データによると、生産終了後 3 年ほどで販売単価は 50%程度にまで下がるというものもある。そこで、古い在庫品の平均販売単価は、平均簿価と同じ単価に設定した。

それに対して、表 5-10、表 5-11 は、“返品ゼロ、横持ちゼロ、在庫量は正味販売数量の半月分”という理想状態を設定し、物流 MFCA の計算を行ったものである。

表 5-10 LC 拠点の物流量 Input/Output 表:理想状態

LC	ルート	数量	投入SC	負の物流配賦率	負の物流コスト
在庫	期初在庫	21,193	-		
返品	顧客 LC	0	0	100%	0
入荷	工場 LC	508,631	-		
返送	DC LC	0	-		
Input計		529,824			
出荷	LC 顧客	115,196	10,517	0.0%	0
発送	LC DC	393,434	35,921		0
Output計		508,631			
在庫	期末在庫	21,193	1,876	100%	1,876
横持ち	LC LC	0	0	100%	0
		SC合計	48,314		1,876
		返品率	0%		

表 5-11 DC 拠点の物流量 Input/Output 表:理想

DC	ルート	数量	投入SC	負の物流配賦率	負の物流コスト
在庫	期初在庫	16,393	-		
返品	顧客 DC	0	0	100%	0
入荷	LC DC	393,434	-		
Input計		409,828			
出荷	DC 顧客	393,434	152,967	0.0%	0
返送	DC LC	0	0	100%	0
Output計		393,434			
在庫	期末在庫	16,393	7,544	100%	7,544
横持ち	DC DC	0	0	100%	0
		SC合計	160,511		7,544
		返品率	0%		

表 5-10、表 5-11 を、図 5-4 と同じ SC データ付き物量遷移図にしたのが、図 5-6 である。

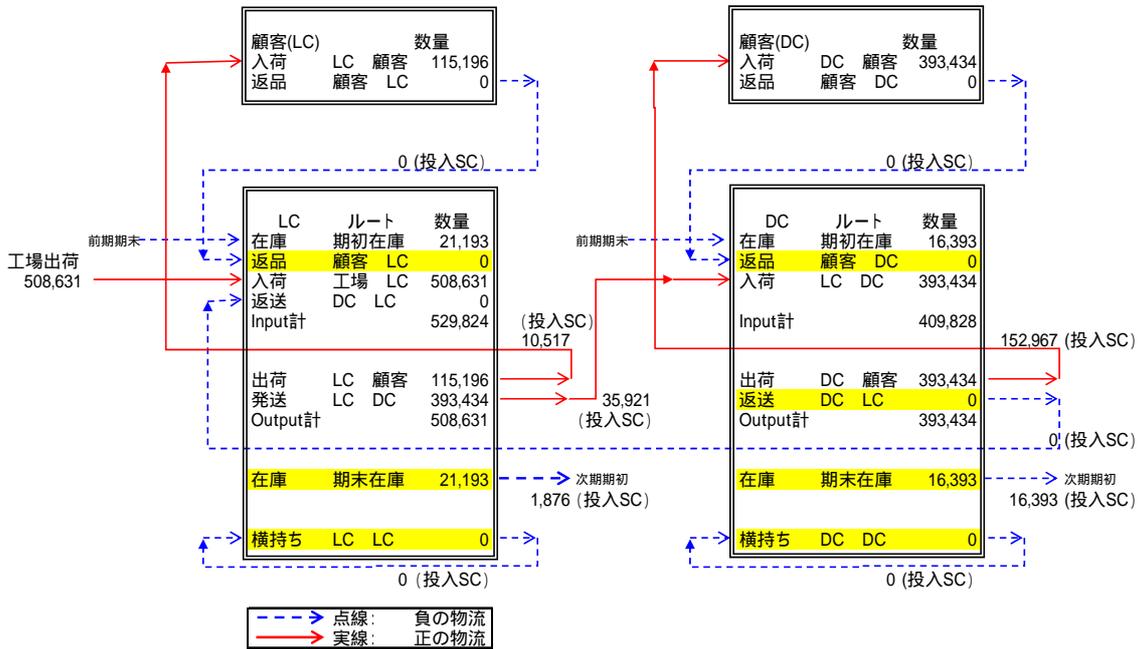


図 5-6 SC データ付き物量遷移図:理想状態

表 5-8 の売上計算、表 5-9 の損益計算を、上で述べた理想状態の数値に置き換えた。売上の理想状態を示しているのが表 5-12、総合的な損益の実績と理想状態との差異を示しているのが、表 5-13 である。

表 5-12 販売品の売上価値と簿価:理想

販売総額	ルート	販売数量	販売単価	売上金額	備考
旧在庫販売	期初在庫	18,793	b	****,532	
新品販売	LCDC 顧客	489,838	a	****,428	
返品	顧客 LC	0	a	0	
		売上合計		****,960	

簿価総額	ルート	販売数量	簿価単価	簿価(製造コスト)	備考
旧在庫販売	期初在庫	18,793	b	****,978	
新品販売	LCDC 顧客	489,838	b	****,233	
返品	顧客 LC	0	b	0	
		販売品の簿価合計		****,211	

表 5-13 物流 MFCA を応用した損益計算:現状と理想

損益計算	項目	理想金額	実績金額	理想 - 実績	変化率
	販売数量(返品数量は含む)	508,631	523,145	-14,515	-2.8%
	返品を除いた販売数量	508,631	508,632	-1	0.0%
	返品を除いた販売品の売上金額	****,960	****,433	84,527	2.3%
	販売品の簿価合計	****,211	****,216	-5	0.0%
	在庫品の数量合計	37,586	123,502	-85,916	-69.6%
	在庫金額(在庫品の簿価合計)	****,956	****,881	-479,925	-69.6%
	生産数量(工場出荷)合計	****,631	****,747	-9,116	-1.8%
	製造コストの合計	****,211	****,133	-50,922	-1.8%
	物流コスト合計	****,825	****,752	-63,927	-23.4%
	総コスト	****,035	****,886	-114,850	-3.6%
	総合損益	****,925	****,465	148,459	30.1%

表 5-13 の損益計算の現状と理想の比較結果を見ると、“返品ゼロ、横持ちゼロ、在庫量は正味販売数量の半月分”という理想状態になれば、見掛けの販売数量は 2.8%減るが、返品をのぞいた実質の販売数量は変わらず、在庫が少ないだけ陳腐化のロスが避けることができるため、売上金額は 2.3%増加する。

一方、在庫は限りなく少なく、返品もゼロということは、工場で余分に作る必要がないため、工場出荷量は 1.8%減り、その分、この期の製造コストは減少する。物流コストは非常に効率化でき、23.4%減るため、製造と物流の総コストが 3.6%削減できる。

その結果、総合損益としては 30.1%利益が増える。

理想状態は資源やエネルギーのロスが限りなく少なく、しかも総合損益が非常に高まる。理想状態が完全に実現することはないにせよ、その状態に向けて改善を進めることは、企業の社会的責任面でも、経営的にも、非常に価値の高い取り組みであることが分かる。

(10) MFCA 適用のメリットと適用上の課題

今回の物流 MFCA の計算結果によれば、負の物流コストが 25.9%と、現状の商品物流に非常に多くのロスがあることが分かった。

また、売上、および（陳腐化による価格低下という意味での）売上のロスも含めた計算を行うことにより、「売れ残る物を作らず、流さず、資源やエネルギーの無駄をなくす」取り組みを行う上での課題を明確にできることが分かった。またこの取り組みは、環境負荷を低減しながら同時に企業の損益向上にも寄与することも理解できた。

しかし、最初にも述べたように、商品物流における MFCA 適用は、初めてのケースであるため、試行錯誤を繰り返しながら、データの収集や整理、計算モデル構築と計算結果の確認を行ってきた。そのため、データの収集と計算に非常に手間がかかった。

また、今回のプロジェクトの中においては、計算に用いるデータを手持ちのデータから計算、推定することで求めたものが多くあったが、それは実態と異なるものもある。

従って、物流での MFCA を行い、日常の管理や改善に用いていくためには、経理や物流管理のシステムを、より上手に活用する手法が必要と思われる。

まだ実験段階といえる物流 MFCA ではあるが、このメリット、課題は、次のようになると思われる。

■ MFCA の適用メリット（期待）

- ・ 従来、よく見えていなかった物流段階のロスが見えてきた。
- ・ 本質的な物の流れのロス（返品、横持ち、長期在庫など）を改善することにつながると思われる。
- ・ そうした改善により、本来、必要なものだけの物の流れに近づくことで、物流のエネルギー消費量削減につなげることが可能。
- ・ 生産の作りすぎのロスも、見えるようになることで、必要なものだけを作る体制、仕組み作りが促進できる。

- ・ それは、生産段階の資源消費量の削減につながる。
- ・ 物流分野における CO2 排出量の削減は大きな課題であるが、図 5-5 のようなデータを見ることで、CO2 排出量の削減の取り組みとして、どのような手を打つことが効果的なのか、施策を考えやすくなる。

■ MFCA の適用課題

- ・ 物流は、ひとつの物だけを見ることができず、非常に大きなデータを扱う必要があり、管理、改善にはシステム化が必要と思われる。
- ・ 改善としての手法、考え方と、物流 MFCA で見えるロスとの関係が、まだあいまいである。

(11) 今後の展開(計画)

まだ、物流の MFCA は、その計算の仕組みや活用方法の面では完成の域には達していないが、アパレル商品のモノづくりからお客さんに届けるまで、MFCA で一貫したロスの評価を行う可能性が見えてきた。

現在、グンゼでは販売起点の SCM を進めており、生産からお客様までの商品の流れ(物流)の効率化に取り組んでいる。今回研究した物流の MFCA を、今後の SCM の取り組みに生かしていく予定である。

第6章 効果的な MFCA の活用に関する考え方

この章では、MFCA の計算結果をどのような視点で見るとすべきか、および MFCA を活用した改善の取り組みにどのように活用するかについて説明する。

6 - 1 . MFCA の計算結果、データの見方

(1) マテリアルフローコストマトリクス: 全工程を通じた生産の効率指標

マテリアルフローコストマトリクスは、MFCA の計算結果を表す図表として、最も一般的なものと思われる。

表 6-1 に、マテリアルフローコストマトリクスの例を示す。

表 6-1 マテリアルフローコストマトリクスの例

マテリアルフローコストマトリクス (単位:円)

	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 コスト	計
良品 (正の製品)	154.5 26.2%	29.2 5.0%	172.0 29.2%		355.6 60.4%
マテリアルロス (負の製品)	129.6 22.0%	15.7 2.7%	72.2 12.3%		217.5 36.9%
廃棄/リサイクル				15.9 2.7%	15.9 2.7%
小計	284.0 48.2%	44.9 7.6%	244.1 41.4%	15.9 2.7%	589.0 100.0%
負の製品コスト/ 投入コスト	45.6%	35.0%	29.6%		36.9%

マテリアルフローコストマトリクスからは、MFCA の対象製品、あるいはライン全体の生産効率を指標として見ることができる。

マテリアルコスト(MC)の小計 284.0 は、投入コスト総計 589.0 の 48.2%を示している。これは材料比率を表している。

良品(正の製品)のコスト合計 355.6 は、投入コスト総計 589.0 の 60.4%である。それを 100%から差し引いた 39.6%は、製品にならない廃棄される材料や、廃棄される材料を加工するために費やしたコスト、および廃棄物の処理に費やしたコストであり、コストのロスである。

MFCA のデータは、コストという視点で統一的に表された、製品やラインのものづくり全体の生産効率指標と言える。

表 6-1 のマテリアルフローコストマトリクスには、通常の表の下の行に、負の製品コストと投入コスト合計の比率(すなわちロス率)を示す行を追加している。ここでは、その比率をマテリアルコスト(MC)、エネルギーコスト(EC)、システムコスト(SC)、合計コストごとに出している。表 6-1 の例では、MC のロス率は 45.6%、EC のロス率が 35.0%、SC のロス率が 29.6%となっている。

通常、マテリアルロス（廃棄物）のロスコストは、MC（原材料費）だけで捉えていることが多い。しかし MFCA では、EC や SC も、廃棄された材料の加工に投入されたロスを経算するため、その EC、SC のロスコストも明確になる。そのロスコストは、廃棄物になった材料の、廃棄物となる工程までの途中の工程で投入したエネルギーコスト、システムコストもロスコストに含めて計算する。従って、従来考えていた以上のコストのロスが、MFCA により明確になり、驚くことが多い。

(2)MFCA 計算結果と改善の着眼点

図 6-1 は、表 6-1 のマテリアルフローコストマトリクスのデータをグラフ化したものに、コスト分類項目ごとの改善着眼を示したものである。

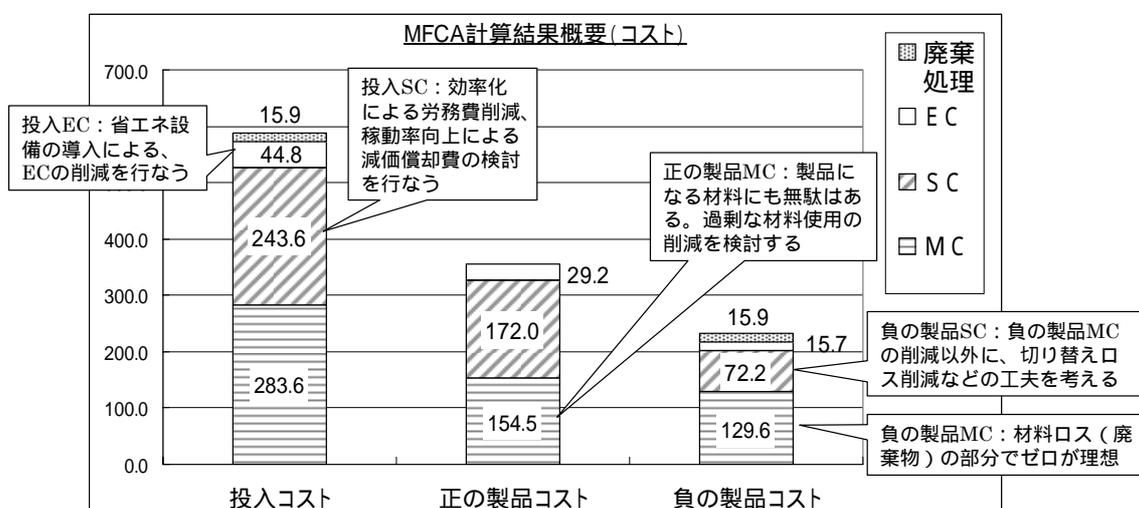


図 6-1 マテリアルフローコストマトリクスと改善着眼

図 6-1 の棒グラフは、左が投入コスト合計を、中央と右がその内訳として正の製品コストと負の製品コストを表している。それぞれ、MC（マテリアルコスト）、SC（システムコスト）、EC（エネルギーコスト）、廃棄処理（廃棄物の処理コスト）のコストで構成されている。

負の製品コストは、改善の最も重要な部分である。特に負の製品 MC は、投入した材料そのもののロスであり、資源の有効利用の点からも経済性の視点からも、“ゼロが理想”である。負の製品 MC が発生することで、負の製品コストの SC、EC、廃棄処理のコストも生まれるのである。

また、負の製品 MC が発生しなくても、負の製品 SC、EC が発生することがある。例えば、切り替え時の装置の洗浄は、装置内に残った微量の残留物を洗浄する行為である。残留物が微量であるため、負の製品 MC はわずかでも、切り替えに時間がかかると、負の製品 SC はかなり大きなものになる。また不良品などを前工程に戻す工程内リサイクルでは、材料そのもののロスは生まれなくても、元に戻した工程部分のコストは重複するため、その間に投入した SC や EC は負の製品コストになる。（本事業における MFCA の適用では、

この考え方を採っている。詳細は2章2 - 5を参照。)

正の製品コストの部分も、改善を考える必要がある。正の製品 MC は、図 6-1 のグラフのデータを見る限りロスには見えない。しかし、製品になるものにも無駄な部分が残っていることがある。要求品質以上の強度を持った設計は、過剰な材料の使用になる。

EC や SC は、投入コストとして削減を考えるべき部分がある。熱処理設備の省エネ、熱効率の向上は、投入 EC を削減する課題である。設備の稼働率を高めることは、製品 1 個あたりの投入 SC、EC を小さくする効果がある。熱処理の工程がある場合は、稼働率が低いと立ち上げ、立ち下げ時のエネルギーのロスが大きくなるため、稼働率の向上は、投入 EC 削減の効果が非常に大きい。

(3) データ付きフローチャート (CT スキャン的な分析)

図 6-2 は、表 6-1 を作成する元になった、各工程 (物量センター) のコスト分類毎のデータの流れをまとめたものである。

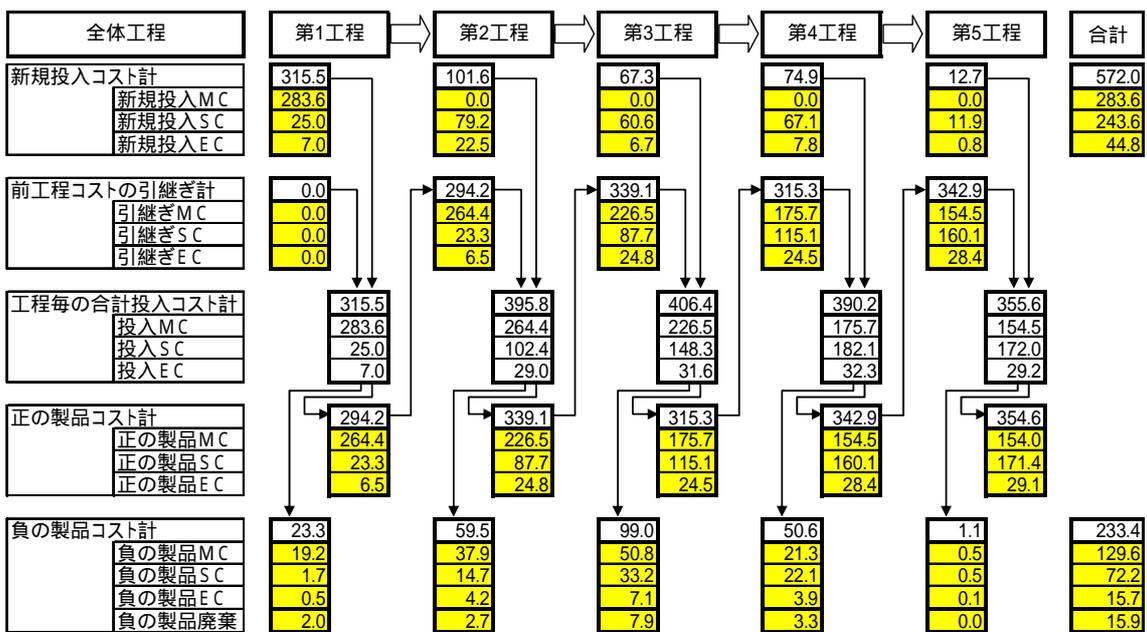


図 6-2 データ付きフローチャートの例

各工程の投入コストは、“新規投入コスト”の欄と“前工程コストの引き継ぎ”の欄に分けて示されている。これらの投入されたコストの合計は、“工程毎の合計投入コスト計”の欄に示されている。各工程の“新規投入コスト”の合計値は、この製品製造の総コストになる。

各工程で投入されたコストは、正のコストと負のコストに分けられる。それぞれ“正の製品コスト計”の欄と、“負の製品コスト”の欄に示されている。

各工程の正の製品コストの数値は、次工程の“前工程コストの引き継ぎ計”欄に引き継がれる。負の製品コストは、次工程に引き継がれない。図 6-2 の右端の合計値が、この製品

製造のロスコストの総計になる。

このように、データ付きフローチャートでは、各工程の投入コストと各工程の負のコストの発生程度が示される、これらによって、各工程の改善検討の優先順位が決定される。“負の製品コスト”(特に“負の製品MC”)の絶対額、および発生割合の大きな工程から優先的に改善を行うべきであることが一目で理解できる。

MFCAはCTスキャンであると言われることがある。それは、図6-2のように、ものづくりの工程ごとに、投入コストと、そのコストの中の製品につながった有効なコスト(正の製品コスト)と、製品につながらず廃棄物とともにロスとなったコスト(負の製品コスト)に分けて、プロセスの状態を見ることができる。これにより、プロセス全体の中で、どこが改善のポイントであるかを、探りやすくなるからである。

6-2.MFCAの活用、展開の流れ

(1)MFCAと標準原価計算(原価管理)

「MFCAは標準原価計算との違いは何か?」という質問を受けることがある。この両者を原価低減という観点から比較すると次のようになる。

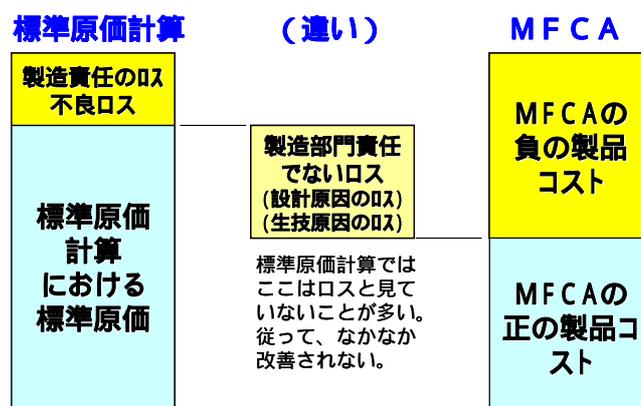


図6-3 標準原価計算とMFCAの違い

標準原価計算は、製造(直接)部門責任のロスを管理するために行うものである。まず標準の原価を定める。そこでは製造原因の材料歩留率、稼働率など、製造部門ごとに管理すべきロスを標準として定め、部門ごとに実績を測定し、標準との差異を管理、分析、改善を行う。しかしその標準には、製造部門責任でないロス(設計上の歩留ロス、例えば機械加工時の端材等)はロスと見なされない。

また、標準原価計算においては、原価差異を少なくしたいという意識も働きがちで、標準原価に、製造原因の不良などのロスのうち、経常的に発生する部分を組み込んでしまうこともある。

それに対して、MFCAでは、製造部門責任のロスも設計や生産技術部門責任のロスも、製品にならない部分はすべて負の製品とする。そのため、標準原価計算ではロスとして管

理していなかった部分も含めて、ロスが明確になる。また MFCA は、原価低減だけを目的とするのではなく、資源生産性向上と原価低減の両立や同時実現を目的としており、そのために、マテリアルフローに着目したコストを計算する手法である。

MFCA は、材料の投入量、材料の加工ロスである廃棄物、不良品の廃棄物などの測定値、実績値にもとづいて、マテリアルフローに着目しておこなうコスト計算である。従って、歩留率、不良率など、測定値や実績値にもとづく製造現場の管理指標と密接な関連を持ち、標準原価計算に組み込まれている歩留率、不良率などの標準の良否を検証し、補正する。

また MFCA は“負の製品コストゼロ”という究極の理想コストを示す。究極の理想に向けての改善はとどまることがない。それに対して、標準原価計算では原価差異分析に必要な範囲内で物量値を考慮する。簡便な反面、歩留がまだ悪い状態でも、標準原価に近づき、その差異がなくなれば、改善が停滞する懸念がある。

これらの標準原価計算と MFCA の関係を整理したのが、表 6-2 である。

表 6-2 標準原価計算と MFCA

	標準原価計算	MFCA
目的	コストダウン(原価維持)	資源生産性向上・コストダウン
管理単位	部門(課・係)	マテリアルフロー[物量センター(工程)毎]
原価の尺度	現実的標準原価ないし過去の平均原価	原価改善余地も含んだ理想原価 (究極の理想:負の製品コストゼロ)
物量管理指標との関係	原価差異分析に必要な範囲で連動	歩留率、不良率、稼働率等と関連が大きく、標準原価計算の基準としている歩留率、不良率を検証、補正する

(2)MFCA の活用の流れ

MFCA 導入後の管理、改善には、おおきく図 6-4 に示すような流れがある。。

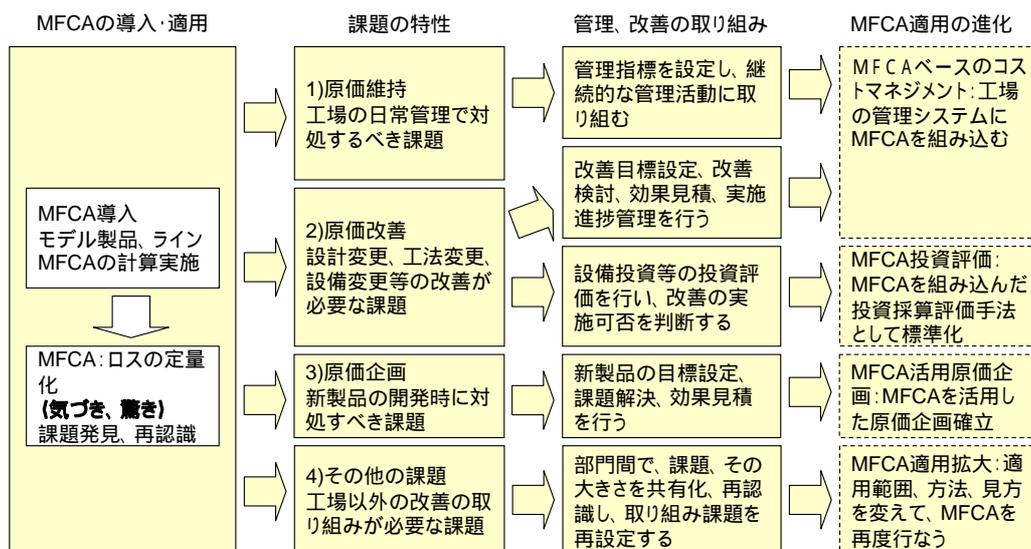


図 6-4 MFCA の活用、展開の流れ

MFCA の適用は、現在のものづくりの生産性を総合評価した結果として、負の製品コストとしてのロスを確認にする。そこから、現在のものづくりにおける課題を発見する。あるいは、そのロスの大きさから、その課題の再認識を行なう。

ものづくり、およびそこにおける課題の特性から、取り組み方は変わる。近年、原価マネジメントを、原価維持、原価改善、原価企画の三つの側面に分類することが多い。ここでは、その考え方を適用し、この三つの側面での MFCA の活用と、原価マネジメント以外の側面との四つの側面から、活用の課題を考える。

(3)原価維持:製造直接部門中心の日常管理課題

原価維持とは、標準原価計算、管理のように、歩留率、収率、不良率、稼働率等と原価数値を結びつけ、それらのあるべき姿としての「標準」に近づけるようにする管理活動である。これらは、製造直接部門を主体とした、日常的な管理活動をベースにした原価低減活動である。

MFCA の計算結果をもとに設定した課題が、工場の現場、生産計画管理部門の取り組みで解決できるものが中心の場合は、日常的な管理や改善活動の推進を管理する仕組みに、MFCA を組み込むことが望ましい。

MFCA は、廃棄物の測定値、実績値をベースに、歩留率、収率、不良率などの現状を再認識し、標準原価計算などで設定されているものを見直し、そのコスト的な意味合いを明確にする。その上で、MFCA により、そうした現場の管理指標をコストに置き換えてみることができるため、製造現場での原価低減目標の設定、成果の検証、原価低減改善の進捗管理などにも効果がある。

特に、各工程での歩留率、不良率などが、現場の作業方法、管理方法によってバラツキが生じている場合、そのバラツキを少なくするには、日常的な業務管理を強化する必要がある。その目標や結果を、MFCA の負の製品コストのロスで表すことは、日常管理を推進する上で、非常に良いツールになる。

こうした製造現場の改善活動は、課単位、QC サークルなどのグループ単位で行われることが多い。しかし、担当する工程のことだけを考えた改善に走ることもよく見られる。MFCA を適用すると、上流工程、下流工程とのコスト的なつながりが非常によく見えるため、他の工程のことも考えた改善（他の課やグループが担当する工程での改善成果が大きい改善）が進みやすくなることも期待できる。

また、多くの企業は、その工場の現場で、材料投入量、生産出来高、歩留率、不良率、稼働率などのデータを取り、それぞれのロスをできるだけ少なくしようとしている。しかし、それらの結果としての総合的な生産性指標を設けて、より効果的な改善、究極的な理想のものづくりに向けての、日常の改善活動を進めることができている企業は少ない。

MFCA は、そうした取り組みのツールとなりえる。

(4)原価改善:技術部門、生産技術部門等のスタッフ部門中心の改善活動

原価改善は、設備変更、設計変更、工程改善などの技術部門、生産技術部門などのスタッフ部門を中心とした既存製品の改善活動をいう。

改善の目標設定や効果見積と、その進捗管理のツールとしての MFCA の活用

MFCA により定量化したロス（負の製品コスト）を削減するためには、設備改善や工程改善が必要である事が多い。これは、設備や治工具の能力に余裕がある場合、あるいは逆に能力不足を起こしている場合である。この改善には、製造技術、生産技術の検討が必要で、場合によって、製造能力を実験して検証することも必要になる。また場合によって、設備や金型を変える必要も生ずる。

従って、これらの改善は、工場の現場、生産計画、管理の部門だけでは、取り組むのは難しい。製造技術、生産技術、設備設計などの部門を含んだ別の改善推進体制を構築し、改善をすすめる必要がある。

こうした改善の実施には、製造技術、生産技術のネック課題を解決することも必要になることが多い。しかし、ネック技術を解決しようとする改善の取り組みは、ものづくりの技術力を明確にし、高め、伝承する効果が大きい。

これらの改善活動の目標設定や、改善効果見積、改善の進捗管理などに MFCA を活用すると、MC、SC、EC を総括した金額を尺度としたマネジメントを行うことができ、マネジメントの有効なツールとなる。

原価維持の側面と、ここで述べた原価改善の側面を統合したマネジメントシステムに、MFCA を活用することが望ましい。

設備投資の採算評価のためのツールとしての活用

製造方法の大幅変更を行う場合には、設備投資が必須になる。投資採算評価を行う場合に大きな課題となるのが、投資効果の算定である。

MFCA を投資採算評価に活用すると、材料効率をベースに、SC、EC をも含めた効果計算ができるため、従来の採算評価手法以上に、設備投資の意思決定を容易にすると思われる。

また、設備投資を行う際には、設備の改善案を作ってから、その投資採算性を評価するというのがよくある流れである。しかし、具体的な改善案を作った後にその投資採算性を評価すると、採算性が悪いという評価結果が出て、せっかく検討した改善案が、無駄になることも多い。

MFCA を適用すると、現状のコスト構造や負の製品コストから、改善として目指すコスト改善目標を最初に設定し、そこから逆に、投資可能金額の目標を設定し、その目標を満たすような設備の改善案を検討するという方法で、設備投資を検討できる。この方法は、改善検討の無駄を少なくするが、MFCA にはこうした活用方法もある。

(5)原価企画:新製品の開発設計段階における改善活動

資源効率向上および原価低減を、革新的な水準の改善を行うためには、既存製品を、改良、改善するだけでは困難なことが多い。このような場合、新製品の企画、開発段階から取り組む必要がある。このような場合の、目標設定、効果見積に MFCA を活用することが有用である。

製品開発、設計部門は、トータルな製造原価や、その中の材料費構成、および加工する材料の個々の歩留率は把握し、設計段階で原価を少しでも安くしようと、設計上で工夫をしている。しかし、加工費用は材料の歩留率しだいで変わること、およびそれは、設計が決める製品や部品の構造に、大きく依存していることを、十分認識している設計者はそれほど多くない。

そういう意味でも、設計者が自分の設計した製品の総合的な歩留率や、その結果としての MFCA 分析結果、負の製品コストを見ることは、設計の質を振り返り課題を再認識することであり、設計の質を高める効果がある。

(6)その他の課題

MFCA を実施することで、ものづくりの改善と別の課題に気がついたり、再認識したりすることもある。工場関係者の中では取り組むことのできない課題である。例えば、工場を出た後の物流の段階でのロス、原材料が工場に入る前工程でのロスである。

こうしたロスや課題は、MFCA の適用対象の範囲が変わるため、計算のためのデータを取り直す必要がある。あるいは、改善の取り組み体勢を組みなおす必要がある。

6 - 3 . 改善を進める上での MFCA 活用のメリット

(1)改善活動の特性

改善というものは、継続的なものである。また時間のかかるものである。これは、MFCA を適用するしないに関わらず言えることである。

生産する製品、品種は時代とともに改廃し、生産設備は次第に老朽化したり、新しい技術の設備に置き換わったりしていく。その中で、日常の管理課題は、生産計画、段取り、作業内容など、主に管理者や作業者によるバラツキと、それに起因するロスを削減するものである。継続的に管理、改善を進める必要があり、管理を緩めると、いつの間にか元の生産性の水準に戻ることもありえる。

一方、生産工程の考え方や、設備の能力に起因するロスは、生産工程や設備を改善しないと削減が難しいことがある。その中で、技術的な可能性、設備投資するに値するだけの製品の市場性、投資採算性を評価して、工程や設備、およびその生産管理システムの開発を行なう必要がある。新しいライン、設備が立上っても、狙いとする生産性の水準や、それ以上の水準に向けて、継続的な改善も必要である。従って、その改善課題を検討、実施

し、効果を確認するまでの期間は、長くならざるを得ない。

このように、継続的に管理、改善を進める中で、あるいは工程や設備の見直しを進める中では、目標の水準と現状の水準の差異を可視化することは大きな意味があり、その面でも、MFCA はツールとしての価値が高い。

(2)MFCA は理想のものづくりの姿をイメージする

改善活動をしっかり行なってきた企業でも、MFCA の導入メリットを感じることは多い。

MFCA を導入しなくても、企業は様々な改善活動を取り組んでいる。その中では、ものづくりの理想の状態をイメージし、その理想に近づけようと改善を続けているのである。しかし、従来の制約条件から離れられず、無意識的に理想状態の水準を引き下げた上で、改善課題、テーマを設定することが多い。

MFCA では、現状のものづくりの問題を、負の製品コストとして明示する。負の製品コストはロスである。“負の製品コストゼロ”は、究極の理想とするものづくりの姿を示している。MFCA を導入するメリットのひとつは、“負の製品コストゼロ”という究極の理想状態を見ることで、従来の制約条件から抜け出して、理想のものづくりの状態をイメージしやすくする効果がある。

生産現場での日常の管理、改善活動は、稼働率、歩留率、不良率などという個別の指標で目標設定や管理を行っていることが多い。これらの指標を MFCA の計算結果に置き換えて表すことで、コストという視点で統合化できる。さらに、“負の製品コストゼロ”という究極の理想状態を置くことで、歩留率向上、不良率低減の取り組みを、「目標を達成した」という理由でとどめさせない効果がある。

製品の開発設計部門は、新製品の設計段階に原価企画を行い、企画した原価目標を達成しようと、原価低減の取り組みを必死に行なっている。しかし、従来の制約条件に、知らないうちに縛られているのは同じである。既存製品の MFCA の計算結果を見ることは、自ら設計した製品の“ロスの大きさ”を気づかせる効果が期待できる。それは、今までと異なる発想に基づき、より資源生産性の高い設計を考えるきっかけになり得る。

(3)TPM と MFCA のシナジー効果

TPM (Total Productive Maintenance : 全員参加の生産保全) は、日本で生まれた代表的なマネジメント手法であり、設備主体の製造業で有効な管理手法と言われている。TPM では、設備総合効率 (時間稼働率×性能稼働率×良品率) を総合的な指標とするが、この設備総合効率は、MFCA を使うことで、容易に原価の数値に置き換えることができる。物量値による管理に加えて、金額値による管理が行えるようになる。

今回のモデル事業に参加した企業でも、TPM を実施している企業があり、それらの企業でも、MFCA は TPM を、より有効なマネジメント手法とすると評しているところは多い。

また MFCA は、マテリアルに重点をおいた手法であるので、マテリアルロスの比較的多い企業にとっては、良品率向上のための分析手法としても有効である。このように、TPM 実施企業のうち、マテリアルロスが多い企業（材料のリサイクルを行っている場合も含む）にとって、MFCA の導入は既存の TPM 活動とのシナジー効果が大きいと思われる。

一方、マテリアルロスが比較的少ない企業にとっては、改善のポイントは時間稼働率、性能稼働率の向上である。そこでは TPM 固有の稼働ロスの分析が有効であり、このような企業にとっての MFCA は、時間のロスである稼働ロスを金額値に換算する手法としての意味合いが強い。

第7章 昨年度のモデル事業参加企業における MFCA の活用状況

7 - 1 . MFCA 研究会の開催

MFCA 導入後の MFCA 分析結果の活用方法、および MFCA の継続的な運用方法などを検討するため、2005 年 12 月 2 日に大阪で MFCA モデル事業研究会を開催した。

昨年度（平成 16 年度）のモデル事業参加企業のうち、松下電器産業株式会社、グンゼ株式会社、ホクシン株式会社、ジェイティシイエムケイ株式会社、四変テック株式会社の 5 社が集まり、MFCA の活用状況を報告し、今後の課題等についての討議等を行った。

この研究会には、上記企業 5 社の担当者のほか、MFCA 委員会の國部委員長（神戸大学大学院）、中島委員（関西大学）、導入支援を行ったコンサルタント 3 名が参加した

研究会参加の 5 社は、いずれも昨年度のモデル事業に参加した企業である。松下電器産業株式会社は、このモデル事業に参加する以前に、MFCA の導入実績がある。またグンゼ株式会社は昨年のモデル事業に、3 つの事業所でモデル事業に参加した。

7 - 2 . 昨年度のモデル事業参加企業の MFCA 活用状況

(1)MFCA のメリット(全般)

MFCA の効果について、各社ともに、物量センター（工程）毎にマテリアルの流れを捉え、マテリアルコストだけではなく、システムコストも含めて、正のコスト、負のコストを算定することで、環境面、コスト面双方の改善活動に展開しやすいとしている。従来から行われている設備稼働率管理、歩留管理、不良率管理などを、コストという視点で統一した尺度で見ることにより、より効果的、総合的なマネジメントを行っている。

四変テック株式会社では、チョコ停の管理をコストと結びつけることによって、改善が進んだとしている。

松下電器産業株式会社では、今後、中国など海外工場において、MFCA の計算、分析結果が生きていくとしている。

(2)年度の環境目標、コストダウン目標に取り込む

MFCA 導入の 2 年目に当たり、各社でそれぞれの工夫が見られる。

そのひとつとして、ジェイティシイエムケイ株式会社から、年度の経営目標に MFCA の計算結果を組み入れている事例が報告された。ISO14000 の年度目標に、製品単位当たり負のコストの低減を掲げて、目標の展開を行っている。

ホクシン株式会社でも、年度のコストダウン目標に負のコストの低減を掲げ、月次でそ

の進捗および成果の管理を行っている。

(3) 継続的な月次の MFCA 計算

モデル事業の MFCA 計算では、モデル製品のモデル月の MFCA 計算を行っていることが多いが、これを毎月行うことにより、工場の日常管理ツールとして活用を志向している。

グンゼ株式会社では、事業所によって活用の重点は異なるが、ある事業所では、簡易的な MFCA 計算ツールを開発し、月次の MFCA 計算を行っている。さらに同種の製品を生産している各課での比較ができるようにしている。

また、ジェイティシイエムケイ株式会社でも月次の MFCA 計算を行い、別途設定した年度の改善目標に対する各工程の進捗管理に活用している。

(4) 設備投資などの経営判断に活用

設備投資の投資採算計算を行う際に、マテリアルコストだけではなく、システムコストを加えたメリット計算ができるため、設備投資の採算計算に MFCA 計算を活用している。

グンゼ株式会社では、設備投資の効果のシミュレーションを行う際に MFCA の数値を活用した。また、ホクシン株式会社でも MFCA 計算を取り込んで、設備投資計画の見直しを行っている。

さらに、各社で新工場建設や新製品開発に MFCA 計算結果を活かす検討が行われている。

(5) モデルから実践へ

MFCA モデル事業参加から 2 年目の各社のディスカッションの中で、MFCA の今後の活用の方向性が見えてきた。各社の工場のマネジメントの特性により、どのような部分に MFCA を活用するかが変わってくると思われる。

生產品種や、日々の工場の状況により、材料歩留まりや、不良率、稼働率の変動が大きい工場では、MFCA を月次、週次等のサイクルで継続的に適用し、MFCA を使った“原価維持（原価管理）”を行うのが有効である。

それに対して、日々の歩留まり、不良率、稼働率等が安定しているような工場では、MFCA 計算を短サイクルで行う必然性はあまりなく、設備投資計画や、年度の改善計画立案の際に MFCA 数値を活用するところに重点がおかれる。

これらふたつの取り組み方は、MFCA の“原価改善”と“原価企画”への活用である。

第8章 今後の MFCA の普及、進化にむけての課題

8 - 1 . 本モデル事業の成果と課題

平成 16 年度から 2 年間に、本モデル事業に 14 社が参加し、合計 19 件の MFCA 適用事例を構築できた。そのうち 18 件は製造段階の MFCA であるが、1 件は物流段階の MFCA である。

本節では、このモデル事業における調査研究において、MFCA の手法がどのように管理技術として進化したか、および、そこでの課題として何があるかを述べる。

(1) 製造 MFCA における計算手法の進化と課題

製造の MFCA に関しては、2 年間の調査研究を通して、効率的に MFCA の計算を行う考え方、手法を構築し、それを考え方として整理できた。

マテリアルコストの計算と整理の考え方（本報告書 第 2 章参照）

MFCA では最初に、製造工程を通して、マテリアルフローと其中での正の製品、負の製品の材料の移動量を整理する必要がある。平成 16 年度のモデル事業の成果をベースにして、平成 17 年度、次の 3 つのタイプに分けて、その基本的な整理方法を整理できた。

- 一般的な整理方法（事例：トッパン建装プロダクツ、ハウス食品、富士製粉）
- 金属加工型の製造での整理方法（事例：サンデン）
- 化学工業での整理方法（事例：新日本理化、ダイソー）

企業ごとのものづくりにあわせてこれらの整理方法を応用することで、企業は MFCA を導入しやすくなることが分かった。

マテリアルコストの計算と整理に関する今後の課題は、以下の通りである。

- 製造段階の MFCA においても、基本的なものづくりのタイプが異なる場合は、別の整理方法が必要と思われる。

システムコスト、エネルギーコストの計算と整理の考え方（本報告書 第 2 章参照）

MFCA では、システムコストと呼ばれる直接、間接の経費、電力、ガス、石油などのエネルギーコストを、次の手順で計算する。

1) 物量センター（工程）別の経費の計算

これらの経費は、企業のコストセンター単位に配賦、管理されている。MFCA 計算における物量センター（MFCA 計算上の工程の単位）は、コストセンターの単位よりも小さいことが多く、配賦されている経費を、物量センターごとに分ける必要がある。

2) 製品別の経費の計算

ひとつのライン、工程で複数の製品を加工されており、製品別に MFCA の計算を行う場合は、さらに製品別に経費を分ける必要がある。

3) 正の製品コスト、負の製品コストの計算

それぞれの工程で、材料のロス、廃棄物（負の製品）が発生する場合は、その工程で投入された経費と、前工程から引き継いだ経費を、正の製品コストと負の製品コストに分ける必要がある。

本モデル事業では、「廃棄物の発生する工程では、システムコスト、エネルギーコストを、投入された主材料の物量比率に比例して、正の製品コスト、負の製品コストに配分する」という考え方を採っている。

これらの計算は、MFCA の導入において煩雑なもので見られていた。今回のモデル事業において、これらの計算の基本的な考え方とデータ整理の雛形を用意することで、企業が MFCA を導入しやすくなることが分かった。

システムコスト、エネルギーコストの計算と整理に関する今後の課題は、以下の通りである。

- エネルギーコストのデータ収集：MFCA の導入段階では配賦方式で算定することが多いが、実態と差があることが多く、利用実態の正確な把握が課題である。電力消費量は、電力計を必要な箇所に取り付ければ、その実績を測定するのは比較的容易であるが、水蒸気などの場合は設備そのものの改造が必要なこともある。
- 正負の製品コストへの配分方法：システムコスト、エネルギーコストを正の製品コスト、負の製品コストに配分する考え方は、上記以外の考え方もある。この配分方法に関しては、今後の議論が必要と思われる。
- 配賦計算の方法の明記：システムコスト、エネルギーコストは、どうしても配賦という計算手法が必要である。「複数の配分の考え方がある場合は、どの配分方法を採用したかを、明記するべきである」との委員会で意見が述べられた。

(2) 製造段階の MFCA における計算モデルの考え方の進化と課題

MFCA の計算を行うにあたって、物量センターの定義の仕方により、計算の結果が異なる。本年度のモデル事業においては、効果的な MFCA の計算結果に結びつく物量センター定義の新しい考え方を実験できた。

本年度のモデル事業において、物量センターの定義方法や計算の考え方として実験したのは、次の項目である。

- 平行工程の合体
- 切り替え工程の分離
- リサイクル時の MFCA 計算

これを、順に説明する。

平行工程の合体（事例：ハウス食品）

途中の工程まで、複数の加工の流れが平行する場合、計算モデルをシンプルにするために、平行工程をひとつの工程と見なして、物量センターとするというものである。ただし、これを行う上では、次のような条件がある。

- 平行工程で廃棄物が出ない
- 後の加工工程で、平行工程から受け渡された（仕掛品の）材料が、均一のものに見なせる

切り替え工程の分離（事例：トッパン建装プロダクツ、ハウス食品、富士製粉、ダイソー）

生産品種の切り替えが大きなロスとなっている場合、MFCA の計算モデルにおいては、本来の加工工程の物量センターから独立させるというものである。

この考え方を採り、物量センターを分離して計算した場合、分離しない場合に比べて、負の製品コストの比率が大きくなる。これはハウス食品、トッパン建装プロダクツの事例で確認されている。

これら 4 つの事例には、マテリアルロスの大きなケース（トッパン建装プロダクツ、ダイソー）と、マテリアルロスの小さなケース（ハウス食品、富士製粉）がある。ただし、いずれの事例も、本来の加工工程から、材料として移動してくるマテリアルの量は、非常に少ない。

注意が必要なのは、マテリアルロスが小さい場合、切り替え工程の負の製品コストのほとんどは、システムコスト、エネルギーコストであり、そこが小さくなくても環境負荷が少なくなる効果（資源効率向上、省エネなど）は非常に小さいということである。

切り替え工程の分離に関する今後の課題は、以下の通りである。

- 切り替え工程を物量センターとして独立させることの、環境面（資源効率向上）の意味については、今後、検証する必要があると思われる。ただしコスト的には、どのケースも大きな課題であり、改善の取り組みには非常に有益であった。

リサイクル時の MFCA 計算（事例：ハウス食品）

本モデル事業では、不良品などの材料を、上流工程に戻してリサイクルする場合、「戻した工程の部分でそれまでに投入したシステムコストとエネルギーコストを、負の製品コストに計上する」という考え方をとっている。これは、次の 2 点を狙っている。

- 計算を可能な限りシンプルなものにする
- ロスを負の製品コストとして集約して見せる

工程内のリサイクルの MFCA の計算の考え方に関しては、次のような別の考え方がある。「リサイクルした材料は、副製品と同じく、MC、SC、EC を引き継ぎ、それを再投入する際は、MC だけでなく、SC、EC も含めて前工程コストとして投入する計算方法を採用。」

その意味では、今後の課題は以下の通りである。

- 工程内リサイクルを行っている場合、MFCA の計算方法、計算結果の活用に、具体的にどのような違いが生じるかの検証が必要と思われる。

(3) MFCA の適用領域の拡大と課題

MFCA は、企業の内部活動をコストという側面で管理するための手法であるため、企業の製品のタイプやものづくりの特性により、適用の仕方が異なる。従って、広く普及をさせるためには、特性の異なる適用の事例が蓄積され、共有化できる状態になることが求められる。

図 8-1 は、MFCA の適用領域の拡大の仕方を整理したものである。

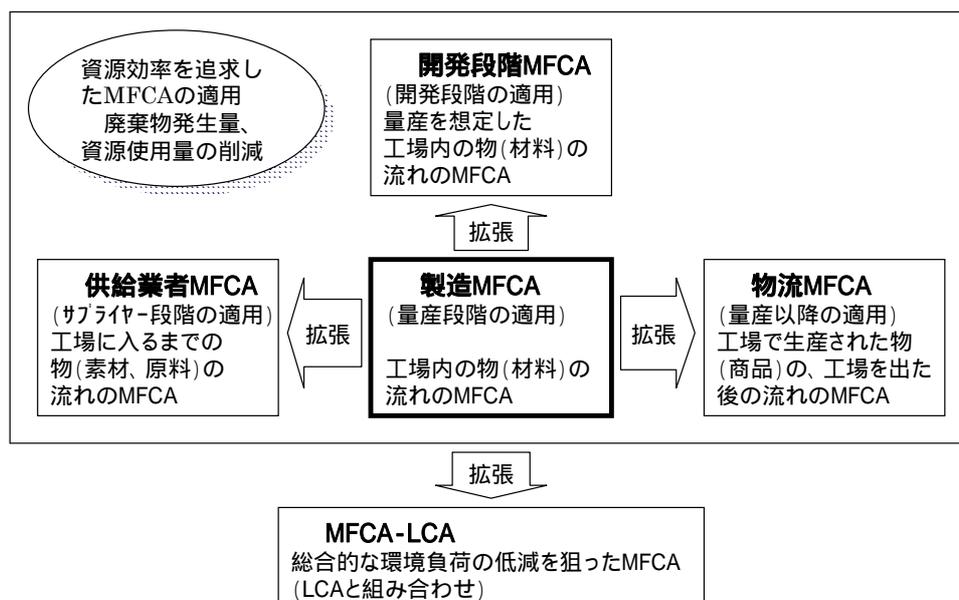


図 8-1 MFCA の適用領域とタイプ

図 8-1 の中で、製造 MFCA は、本モデル事業の中でも最も多くの事例が構築できた。本年度だけでも、次のような事例がある。

- 素材製造型のものづくりでの適用（新日本理化株式会社の事例）
- 化学工業における適用（新日本理化株式会社の事例）
- 食品の製造分野（富士製粉、ハウス食品の事例）
- 建材用の樹脂フィルムの製造分野（トッパン建装プロダクツの事例）

開発段階 MFCA は、本年度のモデル事業で、初めて事例を構築できた。これは、製品

としては、化学工業製品の事例である。

- 製品開発段階における適用（ダイソー株式会社の事例）

製品開発段階での MFCA 適用は、製造 MFCA を導入した後、発展的に拡張する可能性がある。ものづくりにおける資源効率をより高めるために、製品の開発、設計段階で、MFCA の情報を活用することが求められる場合である。

物流 MFCA も、本年度のモデル事業で、初めて事例を構築できた。ただし、MFCA の計算モデル構築の考え方など、まだ開発段階にあり、まだいくつかの適用事例を構築し、考え方を整理する必要があると思われる。

- 商品の物流段階における適用（グンゼ株式会社の事例）

供給業者 MFCA は、事例が少ない分野である。ものづくりにおける資源効率を高めるためには、サプライヤーと共同した取り組みや、そのための分析が必要である。MFCA はツールとしては非常にいいところがあるが、別の企業というサプライヤーとの連携した取り組みであり、取り組みの体制や、目的、狙いの共有化などの、事前に企業間で調整することが多く、モデル事業として取り組むには、難しい課題が多い。

ただし、サプライチェーンを通したものづくりの改革は、資源生産性の面でも、経営効率面でも、非常に大きな効果が期待できる。サプライチェーンを通した MFCA は、そうした取り組みに、非常に有益な情報を適用できるものと期待される。

MFCA-LCA は、LCA と組み合わせで適用である。これに関しては、(4) で改めて整理する。

上で述べた適用領域の拡大の課題は、次のようなものがある。

- 製造 MFCA は、適用ケースがない領域としては、個別受注生産のケースがある。このタイプの生産は、歩留が、個別機種、オーダーごとに変わり、MFCA の計算が難しいことがあると予想される。
- 製品開発 MFCA は、効果が大きいということは立証できたが、開発段階での適用のあり方や課題という面では、まだ見えないことが多い。
- 物流 MFCA は、まだ開発段階にあり、適用事例を構築しながら、その考え方を整理する必要がある
- 供給業者 MFCA は、より大きな効果を狙う場合に、適用領域の拡張を行うことが必要である。しかし、取り組みの体制や、目的、狙いの共有化などの、事前に企業間で調整することが多い。

(4) MFCA と環境効率向上の関連性の明確化

MFCA は、そもそも「製造段階の資源効率向上を追求し、廃棄物発生量と資源使用量の削減する」ことを狙いとしている手法である。図 8-1 MFCA-LCA は、それを「総合的な環境負荷の低減」に拡張した狙いを持って行なうものであろう。それには、「どのようなケースで、LCA と組み合わせた評価を行う必要があり、どのような効果が得られるのか」ということを検討する必要があると思われる。

本年度のモデル事業を振り返って見ると、その検討を行なう材料がある。

例えば、サンデンの金属部品の機械加工における MFCA 適用事例は、材料のロス（廃棄物）の削減は、材料の使用量の削減であり、資源消費量の削減でもある。この場合は、使用する材料が 1 種類の加工である。従って、その材料の CO₂ 排出量の原単位をかけあわせると、材料の使用量の削減が、CO₂ 排出量の削減にどのように関係するか、比較的容易に求めることができる。ただし、その場合の CO₂ 排出量の削減効果は、サンデンの工場で見られるものではない。

トッパンの MFCA 適用事例でも、使用する材料のインキ、樹脂などの材料のロス（廃棄物）を削減でき、材料の使用量が減ることは、トッパンにとっては資源効率向上である。それは、材料製造やその上流段階の CO₂ 排出量の削減につながるはずである。ただし、トッパンの適用事例の場合は、使用する材料も複数である。従って、例えば CO₂ 排出量の削減効果を算定するには、本格的な LCA を MFCA と組み合わせた適用が必要かもしれない。

グンゼの物流分野での MFCA の適用事例では、その商品輸送時の CO₂ 排出量の算定を行なっている。まだ LCA としての要件を満たすところまでいたっていないが、それでも、CO₂ の排出量を、輸送ルート、ケース別に見ることが、物流の CO₂ 排出削減の方策を考えのに、非常にメリットがあるとの声が出ている。

ここで述べたのは、MFCA で取り上げている資源効率向上が、環境負荷削減効果の中の CO₂ 排出量の削減と、どのような関係にあるかだけである。CO₂ 排出以外の環境負荷との関係を見るところまでは、いたっていない。これに関しては、本格的な LCA を組み合わせた MFCA の適用実証が必要であろう。

ただし、新日本理化やダイソーのような化学品の製造で使用する材料など、LCA を実施する際に、その原単位のデータが整備されていない材料も多くあるが、そのような場合は、LCA そのものの適用拡大の課題と思われる。

上で述べた MFCA と環境効率向上の関連性の明確化に関する課題としては、次のようなものがある。

- MFCA-LCA は、まだ本モデル事業においては、適用の事例がない。
- いくつかのケースでは、その製造段階の資源効率向上が、ライフサイクルの上流段階の CO₂ 排出量の削減効果として、比較的容易に表せるものもあり、今後、その検証が必要。

- 廃棄物削減、資源効率向上以外の項目の環境負荷の削減を、評価したケースとして、商品輸送時の CO2 排出量を計算したグンゼ株式会社の物流分野での適用事例がある。しかし、まだ LCA としての要件を満たすところまでいたっていない。

(5) 物流段階の MFCA の手法として確立できたことと、課題

物流 MFCA は、適用領域として初めてのケースである。今回は、適用事例を通して、その基本的な考え方を整理しようとした。

物流 MFCA における基本概念(負の物流)

製造段階の MFCA では、加工に伴う廃棄物ゼロが究極の理想像であろう。その理想像に近づくために、廃棄物の材料コストと廃棄物になった材料に投じられた経費を負の製品コストとして、コストのロスを確認するというものである。

一方、商品の物流段階においては、究極の理想像は、商品の廃棄ゼロ、無駄な物の流れゼロ、不必要な物の滞留ゼロと、ポイントが 3 つになると思われる。

商品の廃棄に関するロスは、製造段階の MFCA の概念“負の製品コスト”と同じだが、無駄な物の流れ、不必要な物の滞留に関するロスは、製造段階の MFCA の概念にはないものである。従って、商品物流の MFCA では、製造 MFCA の概念を拡張する必要がある。今回のモデル事業では、無駄な物の流れ、不必要な物の滞留を、負の物流と定義することとした。

これを、表 8-1 で整理した。

表 8-1 製造段階と物流段階の MFCA の特性の違い

	製造段階の MFCA	物流段階の MFCA
MFCA で明確にするべき環境負荷の増大につながるロス	加工に伴う廃棄物	商品の廃棄ロス 顧客に向かわない無駄な物の流れ 不必要（過剰）な物の滞留
MFCA の視点	負の製品コスト	負の物流コスト

上で述べた適用領域の拡大の課題は、次のようなものがある。

- 物流段階の MFCA における、負の物流コストの概念は実験的に拡張したもので、今後、MFCA の適用実験やそれを通じた議論が必要と思われる。

商品物流の MFCA における環境影響の見方

表 8-1 で整理したように、製造段階と物流段階では、環境への影響の与え方が異なる。従って、表 8-2 のように、環境負荷の低減の方向性に違いがある。

表 8-2 製造段階と物流段階の環境影響と MFCA の狙いの違い

	製造段階の MFCA	物流段階の MFCA
低減を目指すべき環境負荷	加工に伴う廃棄物の削減と、それによる資源消費量の削減	商品の廃棄物の削減 無駄な物の流れのために費やす、無駄なエネルギー消費の削減 不必要（過剰）な物を作らない、運ばない

製造段階の MFCA は、環境への負荷削減として、主に廃棄物の発生量の削減、および投入材料の削減につながる。

商品の物流では、次の 3 つの問題にともなう、資源やエネルギーという環境面でのロスを削減することを狙うものと思われる。

商品の廃棄（負の製品）：物流段階の廃棄物を増やし、廃棄された商品の製造、輸送に投じた資源を無駄にしている

無駄な物の流れ（負の物流）：輸送燃料そのものの無駄な利用であり、燃料の消費を増やし、CO₂ など環境負荷物質を必要以上に多く排出させている

不必要な物の滞留（負の物流）：長期在庫、不良在庫となった商品の製造や輸送、保管に、必要以上に資源を無駄に投入している

本年度のモデル事業の中で実施した物流段階の MFCA では、MFCA の計算に関連して、環境への影響評価を一部で取り入れた。ただしそれは、物流行為の中の CO₂ 排出量を計算し、その大きさを見るというものである。

ただし、通常の LCA で行う CO₂ 排出量の計算の考え方の異なる部分などもあり、あくまでも試行したというレベルである。

物流段階の MFCA における環境影響評価に関する今後の課題は、次のようなものがある。

- 今回のモデルでは、物流における物の動きをモデルとして単純化して、CO₂ 排出量を求めた。その計算方法、必要な精度など、議論が必要である。
- 今回は CO₂ 排出量だけを見たが、どのような環境の視点を組み込むかは、議論が必要である。

物流 MFCA における陳腐化の問題の取り扱い

商品の物流段階で MFCA を行う際に、製造段階ではほとんどでない問題に出会うことがある。そのひとつが陳腐化の問題である。これは、表 8-3 のような特性の違いによる。

表 8-3 製造段階と物流段階の MFCA の特性の違い

	製造段階の MFCA	物流段階の MFCA
物の流れる期間	限定的：プロセスの最初から最後まで	非限定的：生産、販売の開始から、生産中止および、商品在庫がなくなるまで
市場価格の変化	期間が限定的であるため、比較的、変化が少ない	変化が大きく、時間が経つに従い、市場価格は低くなる
市場価格変化への対応	製造のコストダウン、モデルチェンジ、生産中止	在庫処分：市場価格の変化に合わせて、在庫品を安く販売する
MFCA の期間	限定的（比較的、短期間）	非限定的（比較的長期間。場合によって、在庫がなくなるまでの無期限）

製造というのは、基本的には、期間限定的なものである。その限定された期間内で、市場での価格が変化すれば、それに応じてコストダウンやモデルチェンジを行う。すると、作る物（製品）が変わる。物が変わった後は、MFCA は別のものになる。

商品物流というのは、作られた物（商品）を、工場から顧客に届ける行為である。その期間は、商品を売り始めてからその終わり（在庫品がなくなる）までの期間である。その期間が長くなると、多くの場合、陳腐化が進み、市場価格が下がる。食品など賞味期限がある場合は、売ることさえできなくなり、商品を廃棄せざるを得なくなる。

陳腐化による商品の販売価格低下は、経営的には売上のロスであり、大きな問題である。環境面（資源消費のロス）の問題をあげると、次のようになると思われる。

- 売れ残り陳腐化した商品は、需要以上に作りすぎたものであり、生産段階で資源を過剰に使用している
- 需要以上に作りすぎた商品は、その輸送や保管などでも、資源やエネルギーを、過剰に使用している（冷凍品は、保管でもエネルギーを大量に使用する）

ただしこの問題は、通常の MFCA ではロスとして見えるようにできない。MFCA はコストを扱う計算である。販売価格が製造コストを下回らない限り、販売価格の低下は売上のロスの問題であり、売上のロスでは MFCA の計算に組み入れることはできない。また材料やエネルギー、コストを過剰投与しても、あるいは価格が安くなっても、最終的に販売できれば廃棄物にはならないので、負の製品にはならない。陳腐化した商品に評価損を計上する企業もあるが、それも MFCA の概念の中に入っていかない。

本年度のモデル事業の中で実施した物流段階の MFCA では、この問題を実験的に取り上げたが、MFCA の計算と並行した損益の計算、評価を試みたものである。

陳腐化の問題に関する MFCA の課題は、次のようなものがある。

- 陳腐化のロスを MFCA（あるいは、別の手法）でどのように扱うか、コンセプトレベルからの議論が、今後とも必要と思われる。

(6) MFCA の継続的な活用方法の進化と課題

本年度のモデル事業の中で、および昨年度のモデル事業の参加企業との研究会を通して、MFCA 導入後の MFCA の展開や活用の考え方を整理できた。

今回、改めて整理できた MFCA の計算結果の活用の考え方には、次のようなものがある。

- マテリアルフローコストマトリクス：全工程を通したものづくりの効率指標としての活用方法、および、正の製品コスト、負の製品コストなどの MFCA のコスト分類項目ごとに、改善の着眼点を整理した。
- データ付きフローチャート：ものづくりのプロセスにおける改善着眼点を絞り込むための、CT スキャン的な分析ツールとしての活用方法を整理した。

また、MFCA 適用対象の拡大、MFCA を継続的に活用した管理、MFCA 分析結果に基づく改善の取り組みの展開など、MFCA の活用の流れと、その流れに沿った MFCA の活用の考え方を整理できた。

- MFCA と標準原価計算（原価管理）
- MFCA の活用、展開の流れ
- “原価維持” 的課題に関する取り組み：製造直接部門中心の日常管理における MFCA の活用の考え方を整理した。
- “原価改善” 的課題に関する取り組み：技術部門、生産技術部門等のスタッフ部門中心の改善活動における MFCA の活用の考え方を整理した。
- “原価企画” 的課題に関する取り組み：新製品の開発設計段階における改善活動における MFCA の活用の考え方を整理した。

その他に、改善を進める上での MFCA 活用のメリットを、改めて整理した。MFCA 導入を検討する企業にとって、MFCA を導入すると、どのようなメリットがあるのか、非常に関心が高い。

直接的なコストダウンや資源効率向上の成果以外に、改善に取り組む上で、次のようなメリットがあることが整理できてきた。

- MFCA は理想のものづくりの姿をイメージする
- TPM の活動に MFCA を組み込むことは、シナジー効果が働きやすい

MFCA の継続的な活用方法に関する今後の課題として、次のことがあげられる。

- 継続的な MFCA の活用に向けては、会計システム、生産管理システムなどと連携した、MFCA の計算ツール、システムの構築が求められる。システム化を行う際の要件が明確化すると、システム化の規模や予算を描きやすくなり、システム化に踏み切る企業も増えるものと思われる。本年度の参加企業にも、将来的にはそうしたシステム化を志向している企業が複数あり、MFCA のシステム化の要件作りの考え方の明確化、整理、およびその際の課題整理などを目的とした研究会を要望する声が多い。

- 環境活動との連携した取り組みに関しては、いくつかの事例が報告されているが、その考え方に関して、まだ十分、整理できていない

8 - 2 . MFCA の普及、拡大に関する課題

(1) 広い広報活動

MFCA は、ここ数年、導入する企業が増加し、その中には継続的に活用している企業、社内で展開している企業もかなり出てきている。導入企業、工場は、100 件に近いものと推測される。

しかし、日本の企業、工場の数を考えると、まだまだ普及のスピードは遅いと言わざるを得ない。

この手法は、非常にメリットのある管理、改善の道具である。しかし MFCA という会計、原価計算の道具を使うためには、社内の様々な部門の協力が必要である。環境部門、会計・原価部門、製造部門、生産管理部門、品質管理部門、生産技術部門などである。そのため、ある部門の担当者がこの手法を知り、社内で導入しようとしても、そうした関連部門への説得や調整が必要である。

その中で、MFCA の認知度は高まってきているものの、MFCA を知っている人は、環境部門や会計部門など、企業内の特定の部門に偏っている。企業へのスムーズな導入を進めるためには、企業内の関係する部門での認知度を高める必要がある。特に製造部門、生産管理部門、生産技術部門などである。そのためには、より広いメディアを使って、MFCA の広報活動を行うことが課題といえる。

(2) 経営者層への啓蒙

MFCA の導入には、企業内の様々な部門が協力したプロジェクト活動が必要である。関連部門間の認知度向上だけでなく、経営者層が MFCA を理解し、環境と経済の両立という現代の企業のメインテーゼに対する手法として、どのように活用するかの見識を持たないと、そうしたプロジェクト活動もいい成果をだすことは難しい。

残念ながら、「環境は儲からない」と語る経営者も少なからずいる。

その意味では、経営者層の啓蒙活動が必要である。環境に取り組むということは、環境への負荷を最小化しつつ、利益を上げるというものづくりの方法を開発することである。そうした取り組みは、企業の技術力、管理力を極限まで引き出し、新たな技術、管理手法を生み出す。そういう取り組みをすると、「実は、環境は儲かるんだよ」と経営者からの言葉が、常時、出るようになるのである。

MFCA は、そうした経営を支援する道具であり、そうした面を強調した、啓蒙を目的としたセミナー、シンポジウムを行うことが課題といえる。

(3) MFCA の手法の教育システム

MFCA に関しては、「MFCA を導入するのは大変」「データ収集、整理、計算は大変」という声が多い。

しかし、特に本年度のモデル事業においては、そうした声は少ない。基本的な材料の投入量、廃棄物量、歩留量のデータがない場合は、そうした声はある。それは MFCA を行うのが大変なのではなくて、本来の材料効率として管理すべきことがされていないためであり、MFCA 導入をきっかけとして、最低限のそうした材料効率の管理が行われるようになるだけでも、その企業にとってのメリットは大きい。

これは、MFCA の導入、適用を、効率的、効果的に行う MFCA 計算モデル構築の手法が固まってきた効果と思われる。

今後、MFCA の普及をより拡大するには、MFCA 計算モデル構築の手法を広く伝えることが求められる。

昨年 12 月 16 日のエコプロダクツ展でのセミナーのパネルディスカッションで出た質問にもあったが、MFCA 計算モデル構築の手法をガイドブックとして出版することは、課題のひとつと思われる。

また、実践的な MFCA 計算手法習得の研修も必要であろう。パソコンを使って、実際に MFCA の計算モデルを作り、MFCA の計算を体験する研修コースの開設が求められる。こうした実践型の研修は、本年度のモデル事業参加企業の中にも、また、MFCA を導入検討中の企業にも、要望する声が上がっている。

付章(1) MFCA セミナー

付章(1) - 1. MFCA セミナーの実施概要

本年度のモデル事業において、MFCA の普及を目的としたセミナーを 1 回、開催した。そのセミナーの概要を以下に示す。

セミナー名：エコプロダクツ展 2005 経済産業省委託 環境管理会計セミナー
『進化するマテリアルフローコスト会計』

日 時：2005年12月16日(金) 13:45～16:00

会 場：エコプロダクツ展 2005 (東京ビッグサイト 第607会議室)

参加者：定員 125 名、事前登録 119 名、欠席 22 名、当日申込 18 名、参加 115 名

参加料：無料

主 催：経済産業省 株式会社日本能率協会コンサルティング

セミナーのプログラム

時間	プログラム
13:45	主催者挨拶
13:50	1. 講演 『環境管理会計、MFCA の開発と進化その経緯と今後の課題』 國部 克彦 (神戸大学大学院教授)
14:15	2. 報告 『経済産業省委託 大企業向け MFCA モデル事業から見た MFCA の進化』 下垣 彰 (株式会社日本能率協会コンサルティング)
14:40	3. 報告 『MFCA の社内展開事例』 古川 芳邦 (日東電工株式会社) 安城 泰雄 (キヤノン株式会社)
15:15	4. パネルディスカッション 『MFCA の今後の進化の方向性と課題』 國部 克彦 下垣 彰 古川 芳邦 安城 泰雄 池田 猛 (ジェイティシイエムケイ株式会社)
16:00	閉会

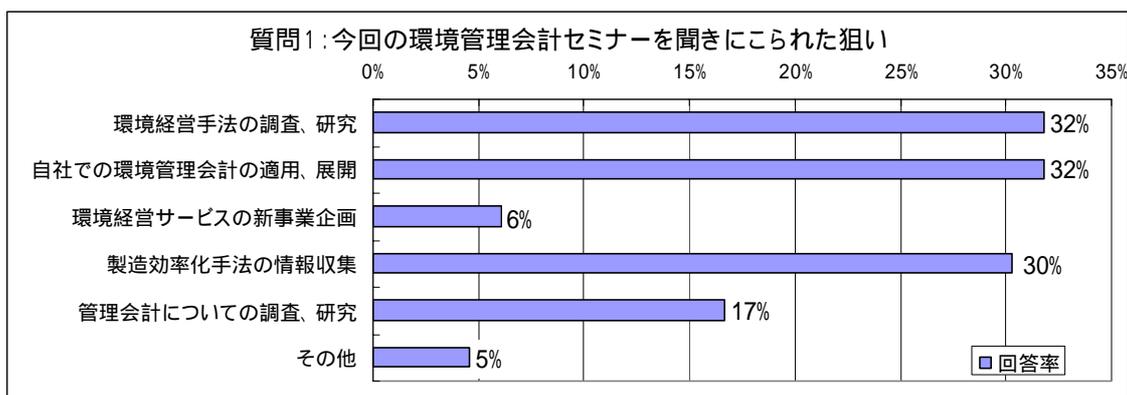
付章(1) - 2. MFCA セミナー参加者からのアンケートの結果と考察

本セミナーの参加者にアンケートを記入していただいた。その集計結果と考察を以下に

説明する。

なおアンケートの回答者数は 66 名、セミナー参加者 138 名であり、アンケートの回答率は 57%だった。

(1) 質問1: 今回の環境管理会計セミナーを聞きにこられた狙い



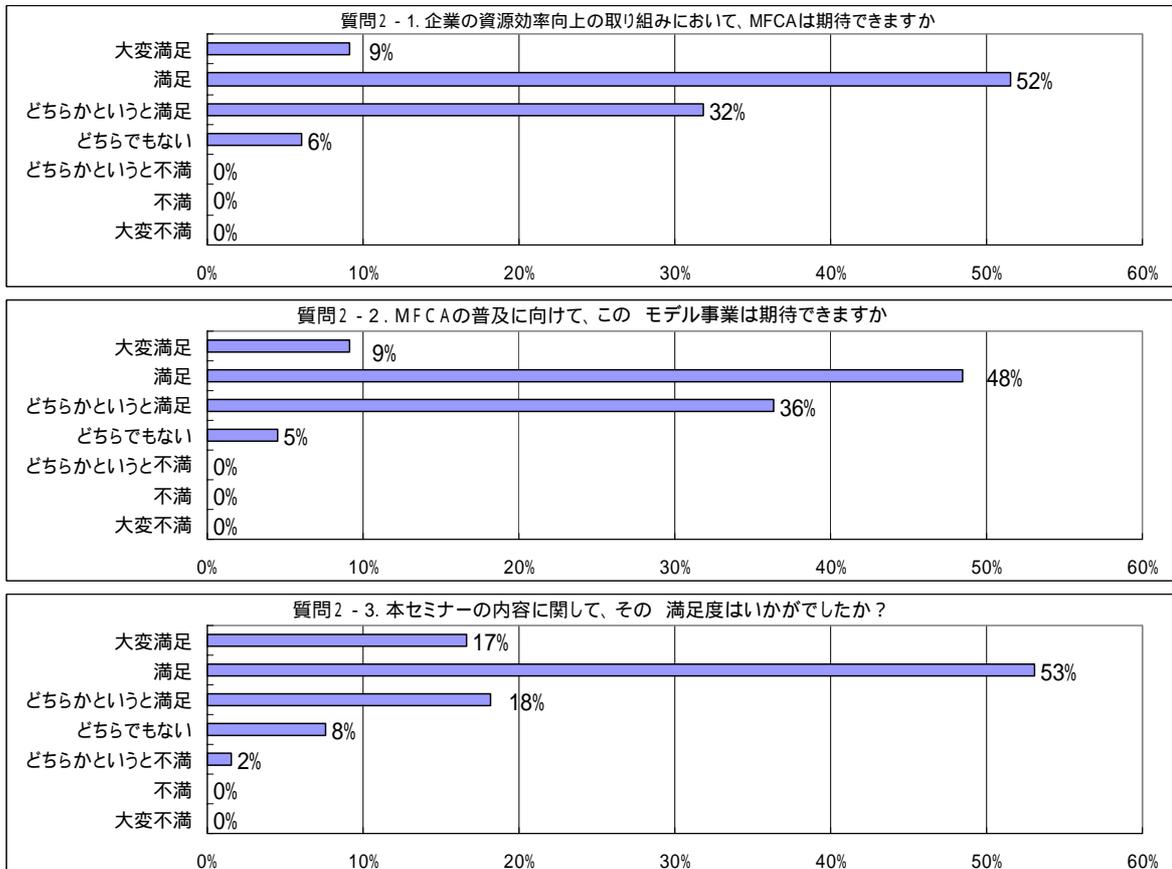
質問 1 は、セミナー参加の狙い 6 項目の中から選択して、回答してもらうものである。複数選択が可能な質問である。

「環境経営手法の調査、研究」32%、「環境管理会計についての調査、研究」17%となっており、エコプロダクツ展の特徴として、環境経営手法に関する一般的な調査、研究を目的としたセミナーへの参加者が多いと言える。

その一方で、「自社での環境管理会計の適用、展開」32%、「製造効率化手法の情報収集」30%と、目的が明確なセミナーへの参加者も多い。

環境管理会計の適用や展開、および、それを活用した製造効率化を具体的に検討している企業が増えていることが見受けられる。

(2) 質問2: マテリアルフローコスト会計(MFCA) についての評価



質問2は、MFCAについて、3つの視点で評価してもらったものである。

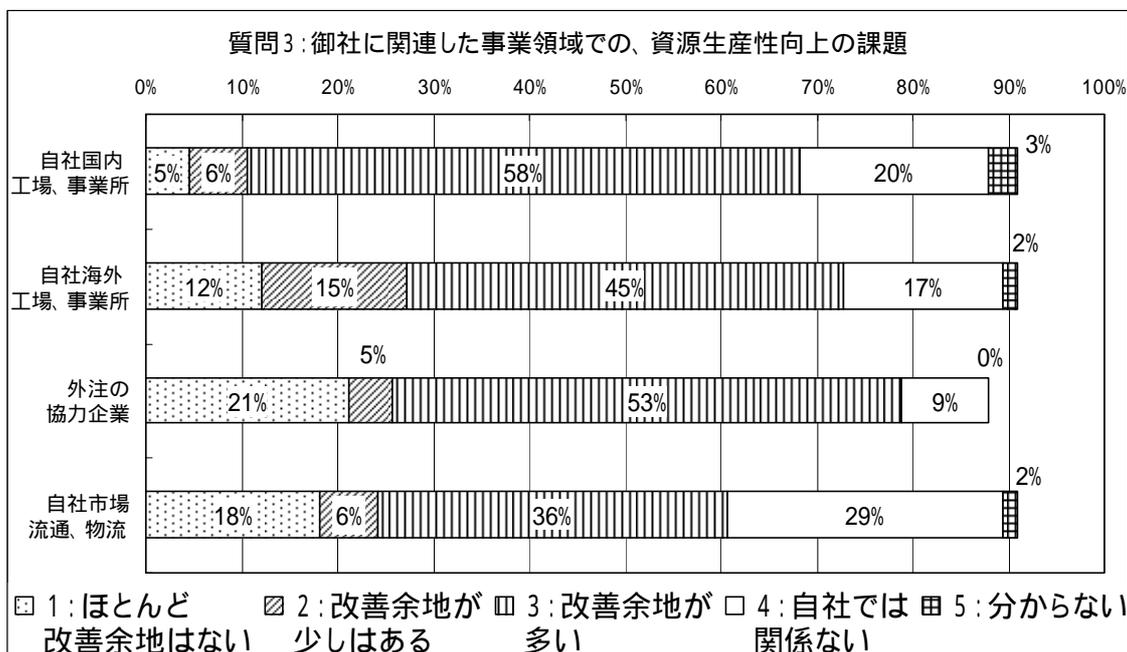
質問2 - 1 視点1: 企業の資源効率向上の取り組みに対するMFCAへの期待

質問2 - 2 視点2: MFCA普及に向けてのモデル事業への期待

質問2 - 3 視点3: 本セミナーの内容

それぞれについて、「満足」、「どちらかという満足」という回答が非常に多かった。

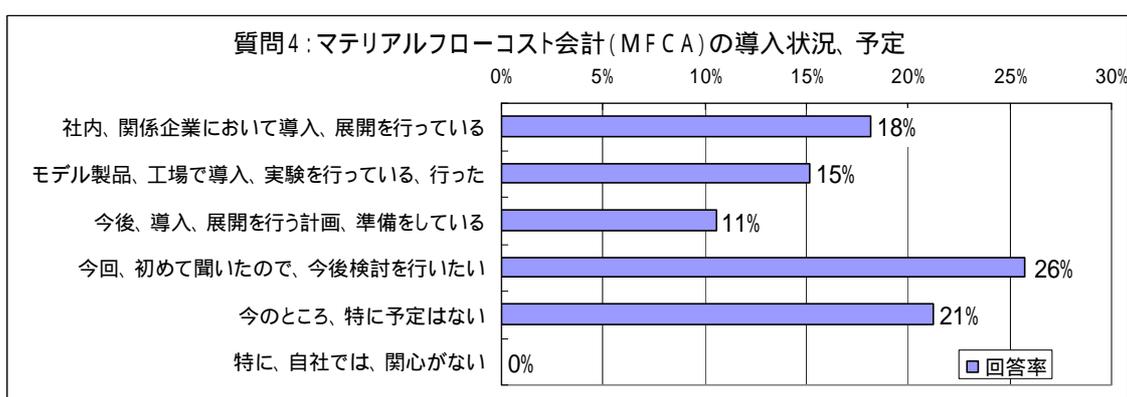
(3) 質問3: 御社に関連した事業領域での、資源生産性向上の課題



質問3は、自社に関する資源生産性向上の課題として改善余地の大きさの認識を質問したものである。自社国内工場、事業所、自社海外工場、事業所、外注協力企業、自社市場流通、物流の4つの分野で、改善余地の大きさの認識5項目から選択してもらう方式の質問である。

それぞれの分野とも、改善余地が大きいと認識している企業がもっとも多い。自社国内工場、事業所では58%に達している。

(4) 質問4: マテリアルフローコスト会計(MFCA)の導入状況、予定



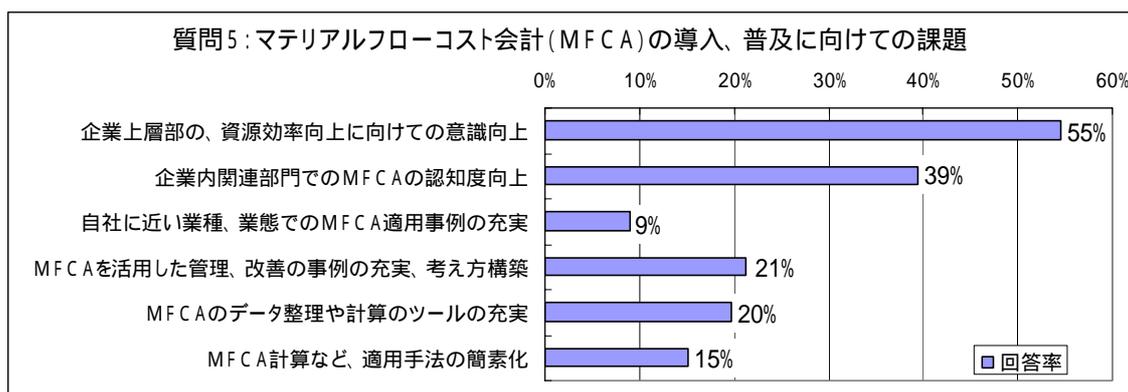
この質問は、MFCAの導入状況を聞いたものである。

6つの選択肢からひとつだけ選択してもらう方式の質問である。

「今後、導入、展開を行う計画、準備」11%、「今後検討したい」26%となっており、MFCAを今後導入する可能性のある企業はかなり多いと思われる。

「 社内関係企業において導入、展開を行っている」が18%、「 モデル製品、工場で導入、実験を行っている、行った」が15%と高い比率になっている。MFCA モデル事業参加企業、MFCA 導入の先行企業からも、情報収集のために本セミナーに多くの方が参加されており、この回答比率が大きな数字になっているものと思われる。

(5) 質問5: マテリアルフローコスト会計(MFCA)の導入、普及に向けての課題



この質問は、MFCA の導入、普及に向けての課題を聞いたものである。複数選択が可能な質問である。

回答比率 1 位「 企業上層部の資源効率向上に向けての意識向上」55%、2 位「企業内関連部門での MFCA の認知度向上」39%となっている。

MFCA の導入、適用は、企業上層部の理解と支援、および MFCA の適用、活用時の関連部門間の協力が不可欠であり、そのためには、企業上層部への資源効率向上の啓蒙活動、企業内の関連部門に対する MFCA の内容、メリット、活用方法などの広報活動が必要なが伺える。

また「 自社に近い MFCA 適用事例の充実」9%、「 管理改善の事例の充実、考え方の構築」21%と、MFCA 適用事例そのものよりも、MFCA を活用した管理、改善の事例や考え方の構築が望まれている。これは、アンケート回答者の 3 分の 1 は、MFCA 先行導入企業、もしくは MFCA モデル事業参加企業であることが関係していると思われる。

付章(1) - 3. パネルディスカッションの概要

本セミナーにおいて、セミナーの参加者から、次の事項に関する質問が寄せられ、パネルディスカッションにおいて活発な議論が行われた。

参加者から寄せられた質問の中には、MFCA が目指している資源生産性向上の取り組みに関する本質的な問いかけや、企業が MFCA を導入しようとする際にネックになったり、悩んだりするものが多かった。また、これらの質問に対するパネラーの回答も、実践的なものであった。

MFCA の普及には、これらの疑問や悩みに、明確なかいとうを用意する必要がある。

このセミナーのパネルディスカッションの議論から、そうした疑問や悩みとして、多くの場面でも質問として出されるもの、および、重要な意味を持った質問を選んだ。

付章(1) - 4「MFCA に関するよくある質問」は、その選択した質問とそれに対する回答例である。

これについては、今後、MFCA ホームページなどに織り込む予定である。

付章(1) - 4. マテリアルフローコスト会計(MFCA)に関するよくある質問 (FAQ)

1. マテリアルフローコスト会計の目的、狙い

Q：マテリアルフローコスト会計を導入する目的は何ですか？

A：廃棄物の発生量を削減することが直接的な目的です。するとマテリアルの使用量も産廃の処理量も少なくなります。環境負荷を低減しながら、同時にコストダウンになるのです。マテリアルフローコスト会計にある、“負の製品(コスト)”という分かりやすい概念のロスをゼロにするという究極の理想状態に近づけることを狙い、導入しています。

2. 改善体制、推進体制に関して

Q：マテリアルフローコスト会計では、どのような改善体制を作る必要がありますか？

A：改善の方向性によります。製造現場の日常的な計画・管理的な改善であれば、製造現場中心の体制になり、製造プロセスや設備能力を変える改善を行う場合は生産技術が中心の体制になります。設計仕様に関する課題があると、設計などが必要になります。

Q：TPM など改善活動を行っている場合、マテリアルフローコスト会計を導入するメリットはありますか？

A：その場合でも、メリットは十分にあると思われます。

計算に必要なデータのほとんどが、よく整理してあるので、効率的に計算できます。

コストで改善目標や成果を示すことができ、改善活動が分かりやすくなります。

マテリアルフローコスト会計の計算結果を分析して出た課題が、すぐに改善活動に展開できます。

3. 計算の手法やデータに関して

Q：ひとつのラインで複数品種を生産している場合でも、マテリアルフローコスト会計の計算はできるのですか？

A：計算できますし、ほとんどの事例はそういう中での事例です。その場合、品種別に計算を行なうか、品種を束ねて計算を行なうかが課題です。廃棄物の発生量が、品種の違い、切り替えの頻度など、何に依存して増減するかにより、品種別の計算が必要かどうかは変わります。それぞれの事例で確認してください。

Q：計算に必要なデータを収集するのが大変と聞きますが？

A：ほとんどの場合、マテリアルフローコスト会計に使用するデータの大部分は、会計のシステム、生産管理のシステム、現場の管理データなどから加工できます。マテリアルフローコスト会計の導入により、それらのデータが有効に活用できるようになることも、大きなメリットのひとつであると、導入企業からよくお聞きします。

Q：エネルギー費など間接費として一括管理している経費などは、マテリアルフローコスト会計ではどの様に計算するのですか。？

A：間接費は、対象工程及び対象製品に配賦することが多いです。エネルギー費は、本来は工程別に測定したいのですが、測定できない場合は配賦して計算します。その場合は、設備の定格電力、設備稼働時間、生産量など、エネルギー消費量と最も関連性がある配賦ルールを作り計算することになります。システムコストと呼ばれる人件費や減価償却費なども同様です。

4．少ロット化が進展する中での適用に関して

Q：マテリアルフローコスト会計を使うと、小ロット化の流れの中で、「ロットサイズを大きくするという分析結果を出す」だけになりませんか。

A：多品種少量生産の流れの中で、様々な分野で小ロット化が進展しており、品種の切り替えが増え、生産段階のロスが増える傾向にあります。しかし、大ロットでは、在庫が増えたり、それが不良在庫になったりすることあります。問題は、そうした2つのロスを定量的に評価する手法を持たない中で行くと、過剰な小ロット化になることです。マテリアルフローコスト会計はそのロスを定量化し、ロットサイズと切り替え頻度に関する最適な判断を支援する有益な情報を提供します。

付章(2) MFCA ホームページの紹介

付章(2) - 1. 開設した MFCA ホームページの概要

本年度のモデル事業において、MFCA の普及を目的としたホームページを開設した。その概要を以下に示す。

ホームページ名：MFCA (Material Flow Cost Accounting)

大企業を事例にした産官学連携の MFCA 導入研究 環境配慮と経済性の両立を図る環境管理会計手法 マテリアルフローコスト会計 (MFCA)

開設日：2005年12月16日(金) 公開開始

アドレス：<http://www.jmac.co.jp/MFCA/>

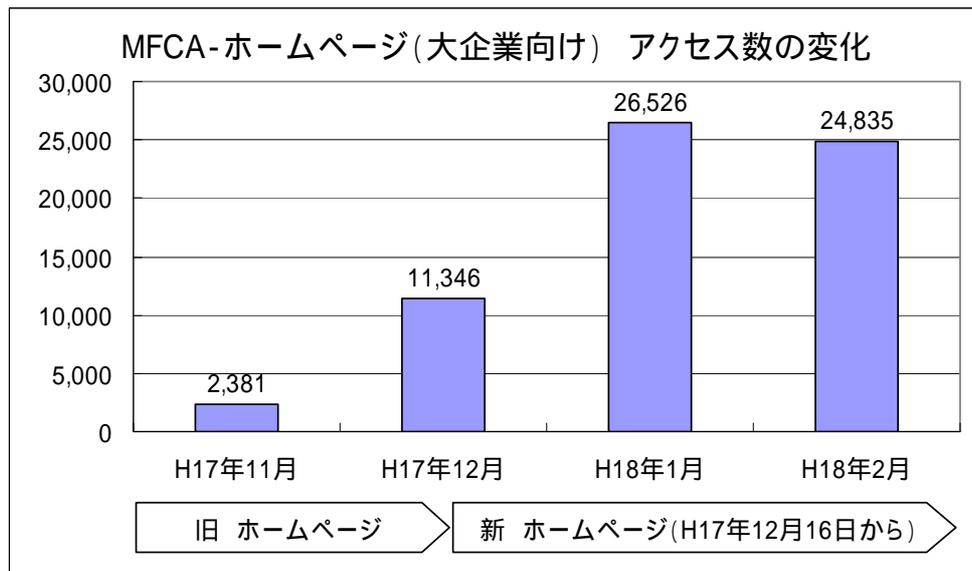
ホームページの主な構成

グループ	主な内容
トップページ	
適用の考え方	MFCA とは、MFCA の計算の特徴、MFCA の意義とメリット、MFCA 活用に適するケース、MFCA 計算モデルの構築、MFCA 適用のステップ、MFCA 活用の研究課題
MFCA 適用事例紹介	平成 16 年度のモデル事業参加企業の MFCA 適用事例を紹介
研究報告書、参考文献	日本における MFCA 研究の経緯、JMAC MFCA 研究報告書、その他機関による MFCA 研究報告書、MFCA 参考文献
お知らせ	モデル事業公募、報告書の公開、セミナー案内、その他
MFCA 関連リンク	公的機関のうちで、MFCA を推進していたり、MFCA に関する研究情報を公開したりしている機関のホームページのアドレスを、関連リンクとして整理している

MFCA ホームページ開設前後のアクセス数の変化

本ホームページ開設前から、日本能率協会コンサルティングのホームページ内で、昨年度のモデル事業の報告書を公開していた。

平成 17 年 12 月 16 日から、上記のホームページに切り替えた。その結果、ホームページへのアクセス数が、以前のものと比較して、約 10 倍に増加した。



上記のグラフは、株式会社日本能率協会コンサルティングが、MFCA の情報発信の目的で、本モデル事業において開設したホームページのアクセス数の推移である。

平成 17 年 12 月 15 日までの「旧 ホームページ」は、平成 16 年度の MFCA モデル事業報告書を登録し、それをダウンロードできるようにしただけのものであった。その際は、月 2,000 件超のペースのアクセス数であった。

平成 17 年 12 月 16 日から、先に述べたように、情報の内容を充実させたホームページに切り替えた。それ以降、MFCA のホームページへのアクセス数は、月 20,000 件超のペースになっていおり、MFCA に関する情報充実の効果が現れていると言える。

付章(2) - 2. MFCA ホームページ 早分かり「マテリアルフローコスト会計」

今回、開設したマテリアルフローコスト会計 (MFCA) のホームページは、MFCA に関して予備知識のない人に対して、MFCA を分かりやすく解説するものになっている。

本報告書で、はじめて MFCA に接する人のために、MFCA を簡単に理解するための情報を、今回開設した MFCA のホームページから抜粋して、次ページ以降に示す。

URL : <http://www.jmac.co.jp/mfca/thinking/01.php>

MFCA とは

マテリアルフローコスト会計 (Material Flow Cost Accounting、略して MFCA) は、製造プロセスにおける資源やエネルギーのロスに着目して、そのロスに投入した材料費、加工費、設備償却費などを、“負の製品のコスト”として、総合的にコスト評価を行なう原価計算、分析の手法です。MFCA を使って分析、検討されるコストダウン課題は、省資源や省エネにもつながっていきます。

MFCA の狙い

MFCA は、**資源効率と経済効率**の両立を図ることを目的とした環境管理会計の手法です。

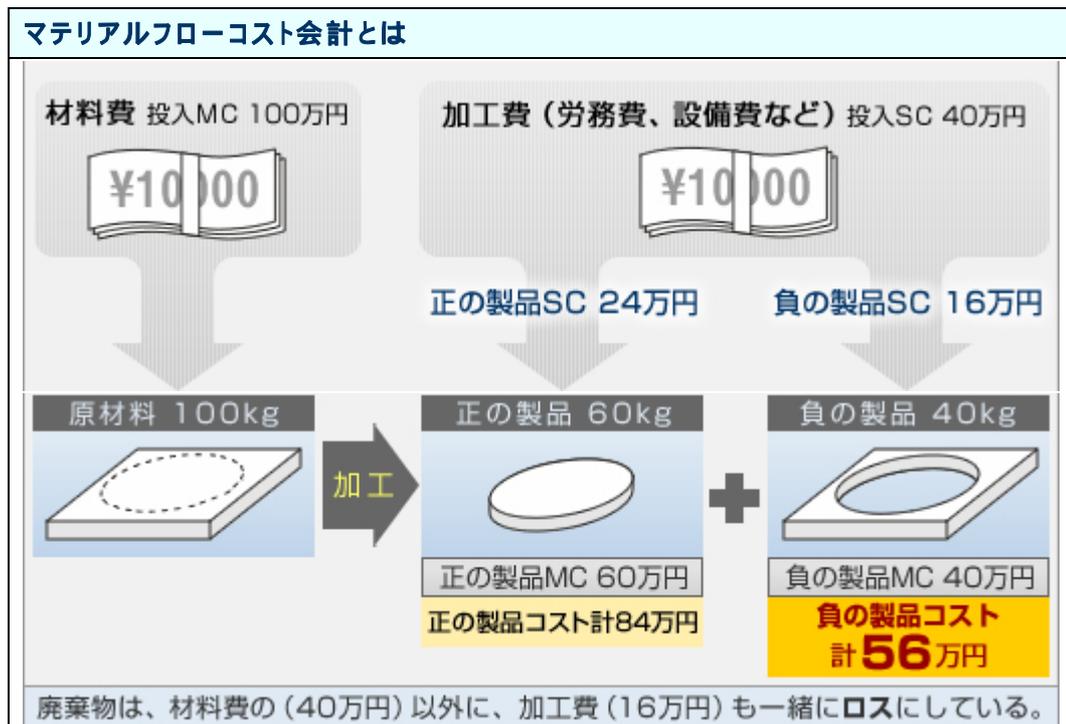
製造工程において、廃棄処理、リサイクルされる材料に投入したコストを、明確化し、コスト削減の検討に用いる意味で、原価計算・分析の手法とも言えます。

MFCA の計算の特徴

MFCA は、原価計算・分析の手法として、次の3つの特徴を持っています。

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(前工程のコストとして)投入コストに含めて計算する。
3. 総合的なコスト計算を行う
マテリアルコスト(材料費)、エネルギーコスト(電力費、燃料費)、システムコスト(労務費、設備償却費、間接労務費など)、廃棄、リサイクルのコストもすべて計算に含める。

また MFCA では、次図のような計算結果を出します。



歩留率や不良率などは、現在でも製造業の重要な管理指標ですが、MFCA ではそれが、負の製品コストとして、ロスコストを明確化できます。その結果、製造品質向上や歩留向上などの取り組みを、より効果的に行うことができると期待されているのです。

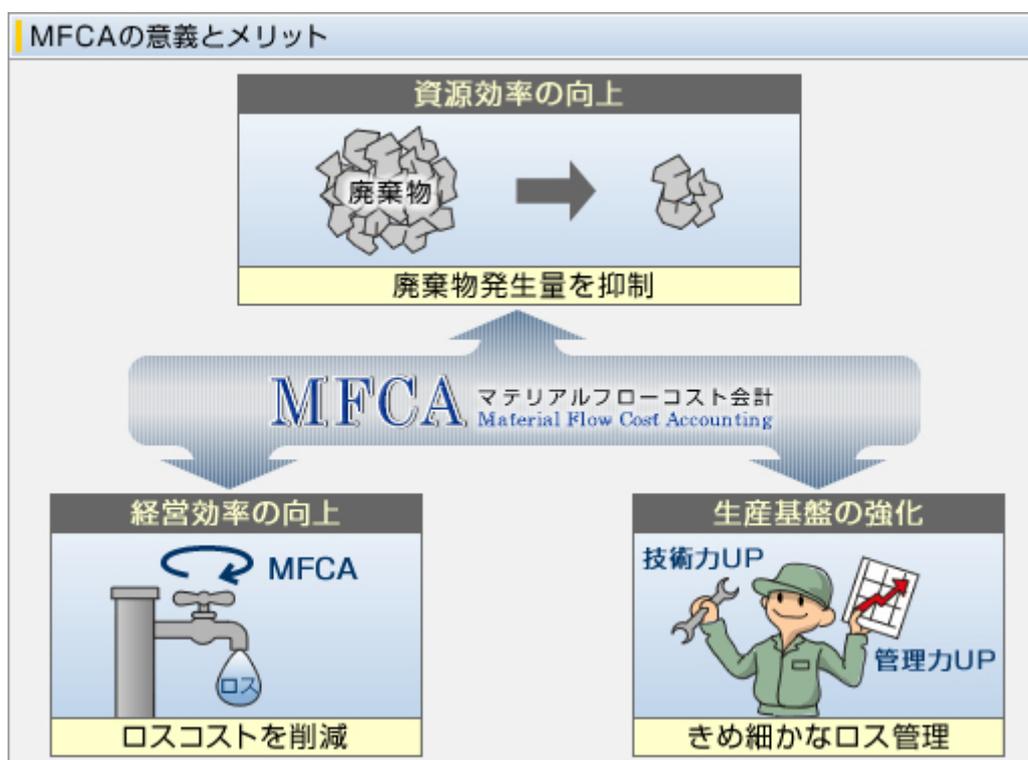
URL : <http://www.jmac.co.jp/mfca/thinking/02.php>

MFCA の意義とメリット

MFCA(マテリアルフローコスト会計)を適用する意義は、資源効率向上、経営効率向上、技術力の再構築の3点に絞られます。

また MFCA を適用するメリットは、その改善を行なう中で、製造時の端材、不良、切替時の調整などで発生する資源ロスを、ロスコストとして金額で表すことにより、ロスの重要性、優先度、改善効果としての見積もり、実績を評価しやすくなることで、改善を効果的に進めることが可能になることです。

従って、MFCA は資源効率向上活動の**マネジメントツール**といえます。



1. 資源効率向上

今、企業には、原材料の調達、製造、物流、販売、そして使用中、使用後まで、様々な段階での自然環境への配慮が求められています。特に、製造、物流、販売の段階では、環境への影響の大きい材料の使用量や排出量の削減と、廃棄物の削減が大きな課題です。

様々な企業、工場が、ゼロエミッションの取り組みとして、廃棄物のリサイクルに務めています。それに加えて、廃棄物発生量や資源の使用量の取り組み、すなわち、資源効率向上、リデュースの取り組みが、より求められるようになっていきます。

このような動きの中で、MFCA は資源効率向上、リデュースの取り組みを、効果的に行なうツールとして期待されています。

2. 経営効率向上

MFCA では、材料歩留や不良などによる資源ロス、多品種少量生産する際の切替時の資源ロスの問題を、稼動ロスも含めてロスコストとして計算します。これにより、生産性向上課題の改善余地や効果を金額として定量化でき、より効果的なコストダウンの取り組みにすることが期待できます。

3. 技術力の再構築

資源効率を高めるには、廃棄物の発生の仕方によりつぎのような改善に取り組む必要があります。工程歩留向上、工程品質向上、切替時の調整ロス削減、仕掛品や原料在庫の削減とその為の LT 短縮など

MFCA は上記の課題の現状のロスを、金額で見えるようにする手法なので、これらの実際の改善には、企業の技術力を投入する必要があります。場合によっては、製造技術や管理技術を新たに開発する必要に迫られることもあります。

従って、こうした資源効率向上の取り組みは、企業の技術力を高め、伝承し、再構築することにつながります。

URL : <http://www.jmac.co.jp/mfca/thinking/04.php>

MFCA 計算モデル構築

活用のタイプ別の MFCA 計算ツール

以下の3タイプのMFCA(マテリアルフローコスト会計)の活用の仕方により、MFCA 計算ツールの種類が変わります。

MFCA 活用タイプ	MFCA 活用タイプの特徴	MFCA 計算ツール
個別製品、ラインの改善課題設定	特定の個別製品や製造ラインにおいて、資源効率向上によるコストダウンの検討を行なう	たいていの場合、表計算ソフトで十分です
複数製品、ライン間のベンチマーク	複数の製品、ライン、工場の資源効率(ロス)をロス金額で比較し、改善の重点対象や目標設定を行なう	表計算ソフトでも可能だが、コンピュータシステムと連携必要
MFCA を活用した、継続的な資源効率の管理	特定ラインの資源効率(ロス)の異常を早期検知する仕組みのひとつとして活用し、継続的な改善活動や、問題の早期発見、早期解決を行なう	MFCA 計算システムをコンピュータシステムに組み込む必要がある

MFCA 計算モデル構築の準備事項

準備事項	準備項目
対象製品	目的とする改善課題により、単一製品で行うほうがいい場合と、行うほうがいい場合がある
対象工程範囲	MFCA での工程のことを物量センターという。廃棄物がどの工程で出ているかにより、定義すべき物流センターの範囲が変わる。自社工場の製造工程だけの場合と、外注加工工程、物流工程、製品在庫などを含める場合がある。
工程の定義	物量センターの定義が細かすぎるとMFCA 計算モデル構築に手間がかかる。一方、定義が粗すぎると、改善課題別のロスが見えない。
必要データの収集	現在の管理データから抽出、整理するだけでいい場合と、改めて測定するべき場合があります。

MFCA 計算モデル構築に必要なデータ

また MFCA 計算に必要なデータには、次のようなものがあります。

データ種類	内容
マテリアルフロー物量データ	各工程ごとの材料の投入、廃棄物の発生、出来高の物量を、重量など統一した物量単位で収集、整理する必要がある。廃棄物の発生物量は特に重要で、製品品種別、工程別に把握(測定もしくは計算)する必要がある
マテリアルフロー単価データ	各材料の材料費の単価が必要です。発生した廃棄物の処理を業者に委託する場合は、その委託費用の単価も必要です。
システムコスト、エネルギーコストデータ	労務費、設備償却費、間接費などのシステムコストデータ、電力費や燃料費などのエネルギーコストデータが必要です。

付章(3) 参考文献

MFCA 関係の文献

- 中畠道靖、國部克彦、『マテリアルフローコスト会計 環境管理会計の革新的手法』、出版：日本経済新聞社
- 國部克彦【編著】、経済産業省産業技術環境局【監修】、『環境管理会計入門 理論と実践』、出版：社団法人産業環境管理協会
- 地球環境戦略研究機関関西研究センター（編集）IGES、國部 克彦、梨岡 英理子（監修）、『環境会計最前線 企業と社会のための実践的なツールをめざして』、出版：省エネルギーセンター
- 國部克彦、中畠道靖、古川芳邦、河野裕司、岩田恭浩、安城泰雄、『特集：マテリアルフローコスト会計』、「環境管理」第39巻第7号、発行：社団法人産業環境管理協会
- 古川芳邦『マテリアルフローコスト会計の手法的特長 - 日東電工の企業事例を中心に - 』、「サステイナブル マネジメント」第3巻第2号、発行：環境経営学会
- 山上達人・向山敦夫・國部克彦編『環境会計の新しい展開』、出版：白桃書房
- 中畠道靖・國部克彦『管理会計におけるマテリアルフローコスト会計の位置付け』、「原価計算研究」27巻2号、発行：日本原価計算研究学会
- 中畠道靖『マテリアルフローコスト会計と伝統的原価計算の相違について - マテリアルフローコスト会計への疑問と誤解に答えて - 』、「関西大学商学論集」48巻4号、発行：関西大学商学会
- 國部克彦・中畠道靖『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付け - 環境管理会計の体系化へ向けて - 』、「會計」164巻2号、発行：森山書店
- 國部克彦・中畠道靖『環境管理会計の展開 - マテリアルフローコスト会計を中心に - 』、「ディスクロージャーフォーラム」3号、発行：財務会計基準機構
- 中畠道靖『あらたな管理会計ツールとしての可能性』、「環境管理」41巻11号、発行：社団法人産業環境管理協会

MFCA 研究報告書

- 『平成11年度 環境ビジネス発展促進等調査研究（環境会計）報告書』、発行：社団法人産業環境管理協会、平成12年3月
- 『平成12年度 経済産業省委託 環境ビジネス発展促進等調査研究（環境会計）報告書』、発行：社団法人産業環境管理協会、平成13年3月
- 『平成13年度 経済産業省委託 環境ビジネス発展促進等調査研究（環境会計）報告書』、発行：社団法人産業環境管理協会、平成14年3月

- 『環境管理会計手法ワークブック』、発行：経済産業省、平成 14 年 6 月
- 『平成 14 年度 経済産業省委託 環境ビジネス発展促進等調査研究（環境経営総合手法）報告書』、発行：社団法人産業環境管理協会、平成 15 年 3 月
- 『平成 15 年度 経済産業省委託 環境ビジネス発展促進等調査研究（環境経営総合手法）報告書』、発行：社団法人産業環境管理協会、平成 16 年 3 月
- 『平成 16 年度 経済産業省委託 エネルギー使用合理化 環境経営管理システムの構築事業（環境会計調査）報告書』、発行：社団法人産業環境管理協会、平成 17 年 3 月
- 『平成 16 年度中小企業者環境配慮型経営システム構築事業 「マテリアルフローコスト会計（MFCA）導入共同研究モデル事業（中小企業向け）」報告書』、発行：独立行政法人 中小企業基盤整備機構、平成 17 年 3 月
- 『平成 16 年度 経済産業省委託 エネルギー使用合理化環境経営管理システムの構築事業（大企業向け MFCA 導入共同研究モデル事業）調査報告書』、発行：株式会社日本能率協会コンサルティング、平成 17 年 3 月

添付資料 MFCA セミナーテキスト集 目次

環境管理会計セミナーテキストの概要	154
講演、発表資料(1)	157
『経済産業省委託 大企業向け MFCA モデル事業から見た MFCA の進化』 下垣 彰 株式会社日本能率協会コンサルティング RD 戦略事業部	
講演、発表資料(2)	160
『日東電工の社内展開事例 マテリアルフローコスト会計から設備投資決定へ～』 古川芳邦 日東電工株式会社 ガバメントリレーション部 サステナブル・マネジメント推進部長	
講演、発表資料(3)	164
『キヤノンにおける環境経営とマテリアルフローコスト会計の展開』 安城泰雄 キヤノン株式会社 グローバル環境推進本部 環境統括技術センター担当部長	

経済産業省委託 大企業向けMFCA導入共同研究モデル事業

エコプロダクツ展 2005
環境管理会計セミナー
「進化するマテリアルフローコスト会計」

主催

経済産業省

産業技術環境局 環境政策課 環境調和産業推進室

株式会社 日本能率協会コンサルティング

M F C Aモデル事業事務局

開催日 2005年12月16日

時間 13:45 ~ 16:00

会場 エコプロダクツ展2005
東京ビッグサイト 会議棟 第607会議室

(注: MFCAはマテリアルフローコスト会計(Material Flow Cost Accounting)の略)

セミナープログラム

1. 主催者からのご挨拶
2. 講演 神戸大学大学院教授 國部克彦
「環境管理会計としてのマテリアルフローコスト会計の展開」
3. 報告 株式会社日本能率協会コンサルティング 下垣彰
「大企業向けMFCAモデル事業から見たマテリアルフロ - コスト会計の進化」
4. 報告 日東電工株式会社 古川芳邦
「日東電工の社内展開事例～マテリアルフローコスト会計から設備投資決定へ～」
5. 報告 キヤノン株式会社 安城泰雄
「キヤノンにおける環境経営とマテリアルフローコスト会計の展開」
6. パネルディスカッション「MFCAの今後の進化の方向性と課題」
神戸大学大学院教授 國部克彦
日東電工株式会社 古川芳邦
キヤノン株式会社 安城泰雄
ジェイティシイエムケイ株式会社 池田猛
株式会社日本能率協会コンサルティング 下垣彰

(注: MFCAはマテリアルフローコスト会計(Material Flow Cost Accounting)の略)

講師、パネラーのご紹介

國部克彦 神戸大学大学院
経営学研究科 教授
平成17年度 経済産業省委託事業「大企業向けMFCA導入共同研究モデル事業」委員会 委員長

古川芳邦 日東電工株式会社
ガバメントリレーション部 サステナブル・マネジメント推進部長
平成17年度 経済産業省委託事業「大企業向けMFCA導入共同研究モデル事業」委員会 委員

安城泰雄 キヤノン株式会社
グローバル環境推進本部 環境統括技術センター 担当部長
平成17年度 経済産業省委託事業「大企業向けMFCA導入共同研究モデル事業」委員会 委員

池田 猛 ジェイティシエムケイ株式会社
取締役 製造部部长
平成16年度 経済産業省委託事業「大企業向けMFCA導入共同研究モデル事業」 参加企業

下垣 彰 株式会社 日本能率協会コンサルティング
RD戦略事業部 チーフ・コンサルタント
E-mail akira_shimogaki@jmac.co.jp
平成17年度 経済産業省委託事業「大企業向けMFCA導入共同研究モデル事業」研究員 兼 事務局

平成17年度経済産業省委託事業 「大企業向けMFC A導入共同研究モデル事業」

エコプロダクツ展 環境管理会計セミナー

研究報告

マテリアルフロ - コスト会計の進化

(MFC Aの計算手法、適用領域、活用)

平成17年12月16日

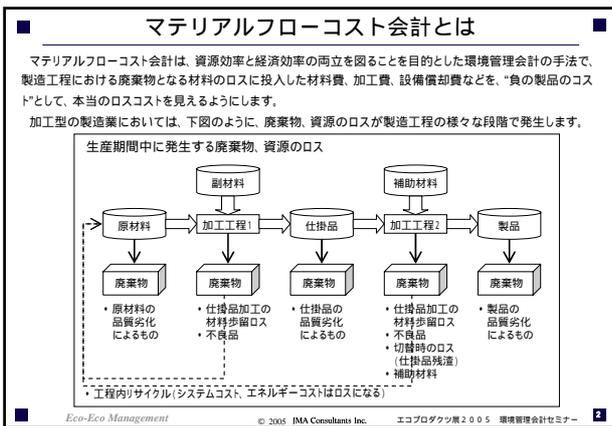
本資料は以下の利用条件をご確認ください。ご利用ください。
 1. 本資料に関する著作権、商標権、特許権等を含む知的財産権はJMACに帰属しています。
 2. JMACの承認の要による複製を受けた場合を除き、本資料の一部又は全部を複製、転載、転用、転売することは禁止されています。

日本能率協会コンサルティング

目次

1. マテリアルフローコスト会計の特徴
2. 「大企業向けMFC A導入共同研究モデル事業」の概要
3. MFC Aの適用領域、ケース
4. MFC Aの計算手法
5. MFC Aの活用
6. MFC Aホームページ

Eco-Eco Management © 2005 IMA Consultants Inc. エコプロダクツ展2005 環境管理会計セミナー



- ### マテリアルフローコスト会計の計算上の特徴
- マテリアルフローコスト会計は、原価計算・分析の手法として、次の3つの特徴を持っています。
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(前工程のコストとして)投入コストに含めて計算する。
 3. 総合的なコスト計算を行う
 - ・ マテリアルコスト(材料費)、エネルギーコスト(電力費、燃料費)、システムコスト(労務費、設備償却費、間接労務費など)、廃棄、リサイクルのコストもすべて計算に含める。
- Eco-Eco Management © 2005 IMA Consultants Inc. エコプロダクツ展2005 環境管理会計セミナー

マテリアルフローコスト会計のアウトプット

マテリアルフローコスト会計による基本的なアウトプットのひとつが、マテリアルフローコストマトリクスである。(下図がその例)

	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	コスト合計
正の製品コスト	48.6 18.0%	87.0 32.2%	6.6 2.4%		142.2 52.7%
負の製品コスト	41.4 15.3%	66.0 24.4%	5.4 2.0%	15.0 5.6%	112.8 41.8%
廃棄物処理コスト				15.0 5.6%	
小計	90.0 33.3%	153.0 56.7%	12.0 4.4%	15.0 5.6%	270.0 100.0%

負の製品コストは、工程別に計算した結果なので、工程別にロスコストの大きさが見えるようになる。また、歩留率、不良率などに連動しているため、改善効果も見積りが、より正確に出せる。

Eco-Eco Management © 2005 IMA Consultants Inc. エコプロダクツ展2005 環境管理会計セミナー

日本におけるマテリアルフローコスト会計の研究の経緯

	H11年度	H12年度	H13年度	H14年度	H15年度	H16年度	H17年度
調査、研究のステージ	環境管理会計の調査		環境管理会計の普及研究				
	MFC Aの基礎研究		MFC A普及活動と活用手法研究				
経済産業省関連の調査研究	JEMAI委託事業		JEMAI(社)産業環境管理協会				
	「環境ビジネス発展促進等調査研究」		「環境ビジネス発展促進等調査研究」				
	「内部管理のための環境管理会計手法の構築」		「環境管理会計」				
	大企業向けMFC A導入適用共同研究モデル事業		中小企業向けMFC A導入適用共同研究モデル事業				
	委託: 株式会社 日本能率協会コンサルティング		委託: 財団法人 社会経済生産性本部				
MFC A導入企業累積件数(ただし公開企業)		1社	4社	6社	11社	34社	45社

Eco-Eco Management © 2005 IMA Consultants Inc. エコプロダクツ展2005 環境管理会計セミナー

効率的な計算、データ整理：マテリアルコスト

機械加工における主材料の材料Input/Outputの整理format例。
機械加工における管理項目をパラメータとしているので、改善検討に役立てやすい。

加工材料効率データ

項目	内容	数値
材材切断	購入前の機械外径(公差内割)	10.0
	材料重量(g/cm ³)	7.9000
	機械加工後の機械外径(公差内割)	30.00
	材料重量(g)	186.0450
	切取部重量(g)	150.0000
	切取部数(個)	1.88
	切取部重量(g)	1.1473
	切取部重量(g)	172.0916
	切取部重量(g)	13.5534
	切取部重量(g)	8.83
	切取部重量(g)	4.9612
	切取部重量(g)	8.9922
材料歩留計算	材料歩留率(%)	100.00
	材料歩留率(%)	92.55
	材料歩留率(%)	92.55
投入材料数量(本)	対象期間内、切断した材料の本数	1.000
材料の出来高数量	対象期間内、製品に用いた材料の本数	150.0000
材料のロス数量(個)	対象期間内、発生した切取部材料の本数	1.88
不良数量(個)	対象期間内、発生した不良品の本数	750
	材料投入量(kg)	186.0450
	材料投入量(kg)	171.2312

管理項目

主材料の投入物量

正の製品の材料物量 (主材料)

効率的な計算、データ整理：マテリアルコスト

化学品の製造の化学反応における材料Input/Outputの整理format例。
化学反応においては、投入した物と、精製される物が、化学変化により変化するが、各材料の投入物量の中で、化学変化に用いられた物量と、用いられなかった物量を把握する必要がある。
理論値が信頼できる場合は、計算値でも構わないが、理論値が信頼できない場合は、実験、測定などの値から計算する必要がある。

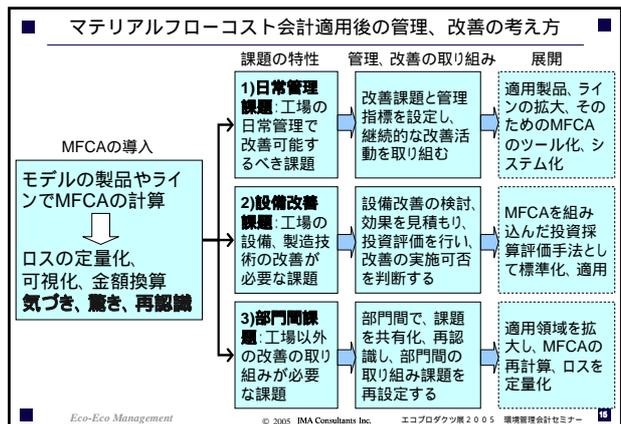
物量のinput/output計算

プロセス(反応)	Input 投入材料	Input 分種	材料単価 (円/kg)	Input 物量	材料費 (千円)	主要材料の生産への関係配			Output 生成物	Output 物量	ロス 物量	会計物 量	Output 材料費	消費材料 費率	消費材料 分率
						試薬1	試薬2	試薬3							
反応1	基礎原料	新規投入	10,000	50.0	500.00	50.00	2.00	1.00	目的材料	54.00	0.00	54.00	540.00	-	-
	試薬1	新規投入	10,000	5.0	50.00	2.00			試薬1	2.00	0.00	2.00	20.00	-	-
	試薬2	新規投入	10,000	5.0	50.00		3.00		試薬2	3.00	0.00	3.00	30.00	-	-
	試薬3	新規投入	10,000	5.0	50.00			3.00	試薬3	3.00	0.00	3.00	30.00	-	-
	溶媒1	新規投入	1,000	5.0	5.00				溶媒	5.00	0.00	5.00	5.00	-	-
	触媒1	新規投入	1,000	5.0	5.00	1.00			触媒1	5.00	0.00	5.00	15.00	-	-
	触媒2	新規投入	1,000	5.0	5.00		1.00		触媒2	5.00	0.00	5.00	15.00	-	-
	溶媒2	新規投入	100	20.0	2.00				溶媒2	20.00	0.00	20.00	2.00	-	-
	容器洗浄 剤	新規投入	100	100.0	10.00				容器洗浄 剤	0.00	100.00	100.00	10.00	25.00	2.50
	容器洗浄 水	新規投入	4	400.0	0.00				容器洗浄 水	0.00	400.00	400.00	0.00	0.00	0.00
合計			6,000.0	677.0				合計	100.00	500.00	800.00	877.00			

効率的な計算、データ整理：システム、エネルギーコスト

システムコスト、エネルギーコストの整理format。
経費の項目に合わせてカスタマイズする。
工程別に、各経費を配賦するには、生産量、もしくは稼働時間に比例した按分ルールを決める必要がある。

当工程の直接労務費	当工程の設備費	当工程の材料費	当工程の電力費	ガス費	重油費	当工程のその他の直接労務費	空型費	工程別						
								工程名	工程1	工程2	工程3	工程4	工程5	
直接労務費	設備費	材料費	電力費	ガス費	重油費	直接労務費	空型費	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0		
人	人	人	人	人	人	人	人	10,000	20,000	30,000	40,000	50,000		
人	人	人	人	人	人	人	人	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00		
(千円/人・分)	(千円/人・分)	(千円/人・分)	(千円/人・分)	(千円/人・分)	(千円/人・分)	(千円/人・分)	(千円/人・分)	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000		
192.0	384.0	576.0	768.0	960.0										
110.0	110.0	110.0	110.0	110.0										
110.0	110.0	110.0	110.0	110.0										
120.0	120.0	120.0	120.0	120.0										
120.0	120.0	120.0	120.0	120.0										
120.0	120.0	120.0	120.0	120.0										
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0										
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0										
1,000.0	1,000.0	1,000.0	1,000.0	1,000.0										
1,000.0	1,000.0	1,000.0	1,000.0	1,000.0										
100.0	100.0	100.0	100.0	100.0										
50.0	50.0	50.0	50.0	50.0										
5.0	5.0	5.0	5.0	5.0										
100.0	100.0	100.0	100.0	100.0										
3,000.0	3,000.0	3,000.0	3,000.0	3,000.0										
300.0	300.0	300.0	300.0	300.0										
300.0	300.0	300.0	300.0	300.0										
10.0	10.0	10.0	10.0	10.0										
10.0	10.0	10.0	10.0	10.0										
3.0	3.0	3.0	3.0	3.0										
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0										
3.0	3.0	3.0	3.0	3.0										



- ### マテリアルフローコスト会計のホームページの紹介
- マテリアルフローコスト会計のホームページを制作
 - マテリアルフローコスト会計の普及が目的
 - 大企業向け、中小企業向けのモデル事業の情報を公開
 - マテリアルフローコスト会計導入の考え方
 - 研究報告書、導入事例集、参考文献
 - 公開開始
 - 12月16日(予定)
 - ホームページのアドレス
 - http://www.jmac.co.jp/mfca/index.html (大企業向け)
 - http://www.j-management.com/mfca/ (中小企業向け)

本モデル事業の事務局は、下記の通りです。

株式会社日本能率協会コンサルティング
MFCA導入共同研究モデル事業事務局
(下垣彰、e-mail: akira_shimogaki@jmac.co.jp)
(石田恒之、e-mail: tsuneyuki_ishida@jmac.co.jp)
(山田朗、e-mail: akira_yamada@jmac.co.jp)

〒105-8534
東京都港区虎ノ門四丁目3番1号 城山Jトラスタワー35階
[TEL] 03-3434-7332 [FAX] 03-3434-6430

NITTO DENKO

エコプロダクツ展2005
経済産業省委託 環境管理会計セミナー
『進化するマテリアルフローコスト会計』

日東電工の社内展開事例

～マテリアルフローコスト会計から設備投資決定へ～

2005年12月16日
日東電工株式会社
サステナブルマネジメント推進部長
古川 芳邦

日東電工株式会社 ©NITTO DENKO CORPORATION. All rights reserved.

NITTO DENKO

経営理念

「新しい価値の創造」
事業観 「お客様に満足される新しい機能を創造します」
社員観 「社員の個性を尊重し、一人ひとりの豊かさの実現を図ります」
社会観 「社会や自然との調和に努めます」

1. 最高の品質とサービスをお客様に提供しよう。
2. 安全を全てに優先しよう。
3. 常にチャレンジ精神を持って行動しよう。
4. 法と論理に基づいて行動しよう。
5. 自然環境の保護と省資源に努めよう。

社訓
 一品一巻日東の総力。顧客奉仕に貫く日東。
 私たちの幸福は会社の繁栄と共に。

日東電工株式会社 ©NITTO DENKO CORPORATION. All rights reserved.

NITTO DENKO

2007年度へのビジョン

2007年度
グローバル・エクセレント・カンパニーへ

将来投資、社会コストをまかなった上で
「質をともなった成長」を!

ブランド価値向上	さらなる事業成長	CSR推進
<ul style="list-style-type: none"> ・従業員のワクワク感向上 ・グループ体感の醸成 	<ul style="list-style-type: none"> ・グローバルニッチトップ製品倍増 ・事業の選択と集中 ・グローバル化 	<ul style="list-style-type: none"> ・コンプライアンス ・環境・安全・品質で社会と共生する会社 ・社会貢献

日東電工株式会社 ©NITTO DENKO CORPORATION. All rights reserved.

NITTO DENKO

日東電工の事業領域

粘着テープ類をはじめ半導体・液晶向けなどの材料メーカー

原料メーカー

↓

材料メーカー

↓

部材メーカー

↓

部品メーカー

↓

組立メーカー

日東電工株式会社 ©NITTO DENKO CORPORATION. All rights reserved.

NITTO DENKO

社会・環境にも貢献しています

省エネルギー

例えば...
 ・液晶TVはブラウン管TVに比べ消費電力で約30%削減。
 ・液晶用輝度向上フィルムを使うと輝度が50%向上。
 ＊電池寿命を約30%伸ばすこともできます。

医療

ハイブリッドカーにも多くの製品が使われています。地球温暖化にも貢献

環境

海水を淡水に変える膜モジュール。
 ＊沖縄では断水がゼロになりました。
 ＊世界中の水資源に貢献しています

・胸に貼る喘息薬・朝まで安心して眠れます

日東電工株式会社 ©NITTO DENKO CORPORATION. All rights reserved.

NITTO DENKO

日東電工の環境会計の特徴

1. 環境会計を応用して事業部(門)ごとに環境予算を編成
2. お客様に提供されない原材料などを環境コストとして認識

環境(負荷)コスト: 産廃原価
 エネルギー費
 溶剤購入費
 水使用料

3. 環境(負荷)コストを低減することがトータルローコストにつながる

日東電工株式会社 ©NITTO DENKO CORPORATION. All rights reserved.

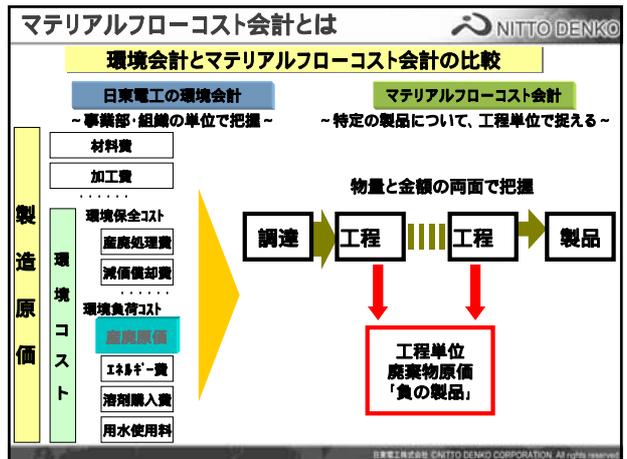
NITTO DENKO

環境予実算書 — 04年度 年度 — (全社)【単位】

1. 環境コスト(M/V/月)					2. 環境効率				
項目	04年度 予実 (A)	04年度 実績 (B)	差額 (B-A)	対予算比 (B/A)	項目	04年度 予実 (A)	04年度 実績 (B)	差額 (B-A)	対予算比 (B/A)
売上高	28,287.0	28,854.2	▲ 567.3	94.9%	環境負荷コスト比率	4,377.1	3,786.2	▲ 590.9	86.7%
二酸化炭素	27,026.2	25,486.3	▲ 1,539.9	94.3%	製造物原価比率	15.4%	14.1%	▲ 1.3%	91.9%
一酸化炭素	80.3	85.1	▲ 4.8	106.2%	製造物原価(M/V/月)	12.3	11.9	▲ 0.4	97.3%
環境保護費	109.8	126.5	▲ 16.7	115.2%	製造物原価(M/V/月)	3,902.0	4,283.0	▲ 381.0	109.2%
環境委託費	19.0	20.4	▲ 1.4	108.4%	製造物原価(%)	89.2%	95.8%	▲ 6.6%	91.2%
人件費	40.8	38.4	▲ 2.4	93.9%	製造物原価(%)	12.9%	12.2%	▲ 0.7%	94.6%
減価償却費	121.0	123.1	▲ 2.1	101.7%	製造物原価(M/V/月)	10,841.5	10,787.0	▲ 54.5	101.7%
料金の他	83.9	72.1	▲ 11.8	86.0%	製造物原価(M/V/月)	3,282.6	422.2	▲ 3,060.4	12.8%
計	484.2	487.7	▲ 3.5	100.9%	製造物原価(M/V/月)	3,282.6	3,581.8	▲ 299.2	109.1%
環境保護費	3,750.8	3,126.1	▲ 624.7	83.4%	製造物原価(M/V/月)	89.2	102.9	▲ 13.7	115.4%
エネルギー費	403.0	423.1	▲ 20.1	105.0%					
運搬費	193.9	216.1	▲ 22.2	111.5%					
廃棄物処理費	30.4	29.2	▲ 1.2	96.4%					
計	4,377.1	3,786.2	▲ 590.9	86.7%					
環境負荷コスト比率	15.4%	14.1%	▲ 1.3%	91.9%					

※ 環境負荷コスト比率 = 環境負荷コスト / 売上高

日東電工株式会社 ©NITTO DENKO CORPORATION. All rights reserved.



NITTO DENKO

マテリアルフローコスト会計とは

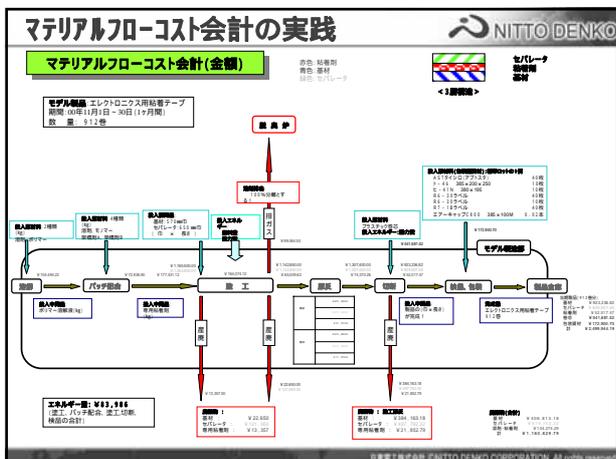
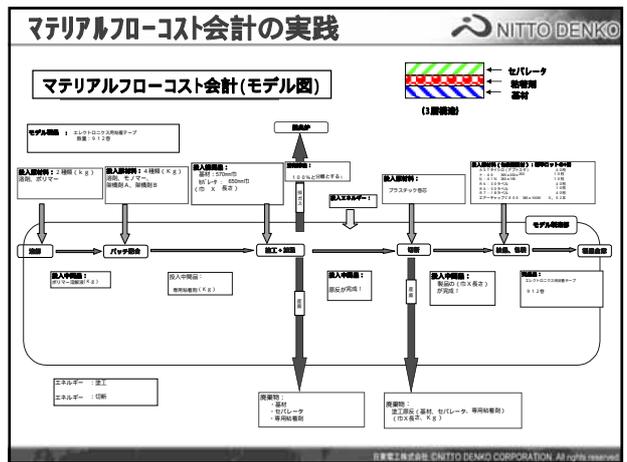
- 1

マテリアルフローコスト会計は：
廃棄物にスポットをあてる。
これまでの原価計算とは異なる。
- 2

日東電工の実績：
日本で初めて経済産業省のモデル企業として
その有効性を立証した。
- 3

経済産業省が普及拡大をはかる：
「環境と経済の両立」に資する手法。

日東電工株式会社 ©NITTO DENKO CORPORATION. All rights reserved.



NITTO DENKO

マテリアルフローコスト会計の実践

トータルフローコストの集計

コスト 分類	マテリアル	エネル ギー	システム	廃棄物処理	合計
製品への フロー (Positive Product)	¥2,499,944 (68.29%)	¥57,354 (8.29%)	¥480,200 (8.29%)		¥3,037,498 (67.17%)
廃棄物への フロー (Negative Product)	¥1,160,830 (31.71%)	¥28,632 (31.71%)	¥222,978 (31.71%)	¥74,030 (100%)	¥1,484,470 (32.83%)
合計	¥3660,774 (100%)	¥86,986 (100%)	¥703,178 (100%)	¥74,030 (100%)	¥4,521,968 (100%)

日東電工株式会社 ©NITTO DENKO CORPORATION. All rights reserved.

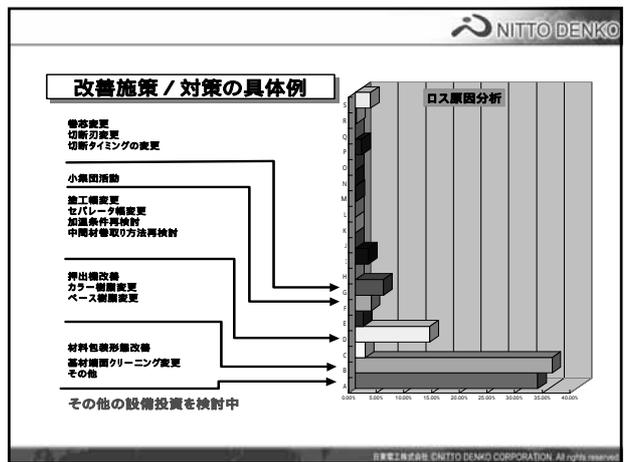
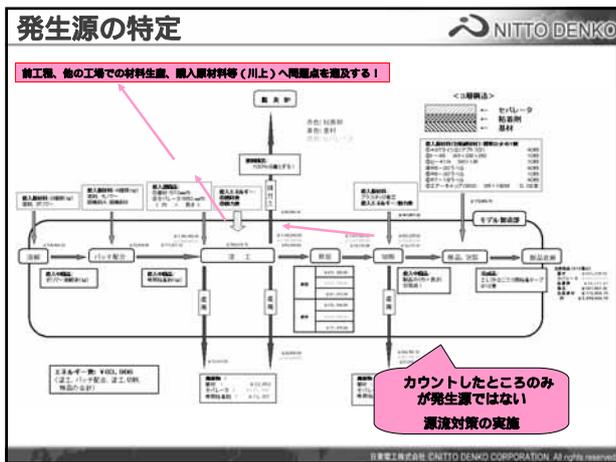
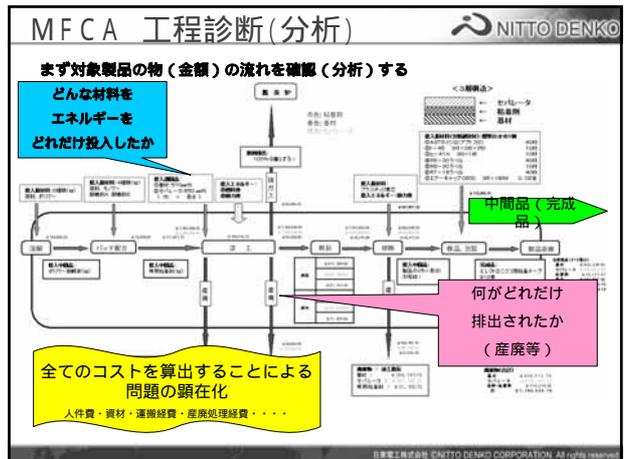
マテリアルフローコスト会計の発展

P/Lの比較

期間: 2000年11月01日~30日

マテリアルフロー P/L (単位: 円)		伝統的 P/L (単位: 円)	
売上*	15,000,000	売上*	15,000,000
正の製品原価	3,037,498	良品(製品)原価	4,521,968
負の製品原価	1,484,470	-	-
売上利益	10,478,032	売上利益	10,478,032
販売管理費*	8,000,000	販売管理費*	8,000,000
営業利益	2,478,032	営業利益	2,478,032

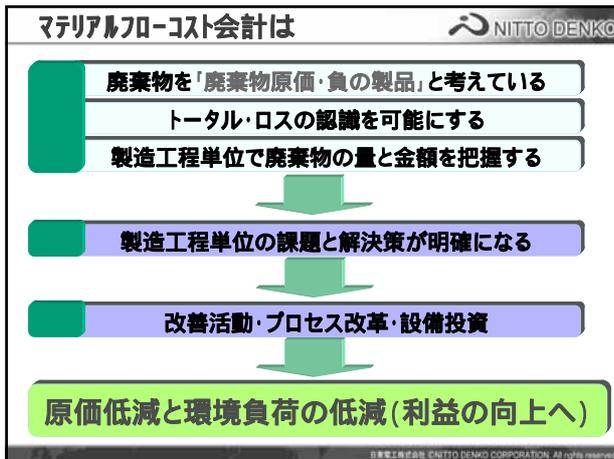
* 仮定の数値



改善実績と目標

コスト	2001	2003	2005 (目標)
正の製品	68%	78%	90%
負の製品	32%	22%	10%
合計	100%	100%	100%







発表者

日東電工株式会社
サステナブル・マネジメント推進部長

古川 芳邦

〒141-0032 東京都品川区大崎1丁目11番2号
ゲートシティ大崎イースタワ-10F

TEL: +81-3-5740-2177 FAX: +81-3-5740-2267
E-mail: yoshikuni_furukawa@gg.nitto.co.jp
<http://www.nitto.co.jp/>

日東電工株式会社 NITTO DENKO CORPORATION. All rights reserved.

2005.12.16

Canon
エコプロダクツ展2005 環境管理会計セミナー
「進化するマテリアルフローコスト会計」

キヤノンにおける環境経営とマテリアルフローコスト会計の展開



キヤノン株式会社 グローバル環境推進本部
環境統括・技術センター
安城 泰雄

キヤノンにおける環境経営とマテリアルフローコスト会計

キヤノングループ環境憲章

企業理念
「共生」
世界の繁栄と人類の幸福のために貢献すること
そのために企業の成長と発展を果たすこと

環境保証理念
世界の繁栄と人類の幸福のため、資源生産性の最大化を追求し、持続的発展が可能な社会の構築に貢献する。

環境保証基本方針
すべての企業活動、製品、およびサービスにおいて、環境と経済の一致を目指し(EQCD思想)、資源生産性の革新的な改善により、「環境負荷の少ない製品」を提供するとともに、人の健康と安全および自然環境を脅かす、反社会的行為を排除する。

資源生産性の最大化

資源の使用効率を高めて最大化すること。あらゆる資源の消費を最小限にし、再使用・再生利用しながら、製品やサービスの質を高める（高い付加価値を生み出す）こと。

EQCD思想

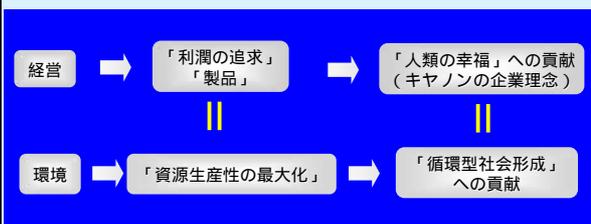
E: Environment（環境保証）
環境保証ができなければ作る資格がない

Q: Quality（品質）
品質が悪くなければ売る資格がない

C: Cost（コスト）
D: Delivery（納期）
コスト、納期が達成できなければ競争する資格がない

共生の理念と環境経営

企業理念「共生」＝「環境経営」



経営 → 「利潤の追求」「製品」 → 「人類の幸福」への貢献（キヤノンの企業理念）

環境 → 「資源生産性の最大化」 → 「循環型社会形成」への貢献

EQCD思想の両軸（EとQ、CとD）が両者を結びつける。

共生: Living and Working together for the common good (1988年)

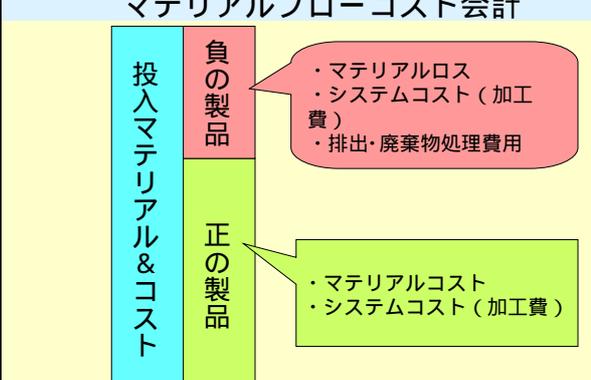
環境経営の基本的考え

マテリアルフローコスト会計

$$E \text{ (環境) 作る資格} = C \text{ (コスト・資源) 競争する資格} + D \text{ (納期・供給) 競争する資格} + Q \text{ (品質・機能) 売る資格}$$

環境負荷低減&コストダウンのツール

マテリアルフローコスト会計



投入マテリアル&コスト

負の製品
・マテリアロス
・システムコスト（加工費）
・排出・廃棄物処理費用

正の製品
・マテリアルコスト
・システムコスト（加工費）

環境経営の柱: マテリアルフローコスト会計

トリプル改善による環境経営の推進

- ・省マテリアル:
{廃棄物 + 投入資源 (= 削減廃棄物量)} の削減
- ・コストダウン:
{資材購入費 + 加工費 + 廃棄物処理費} の削減
- ・省エネルギー:
{CO₂ + 電力料} の削減

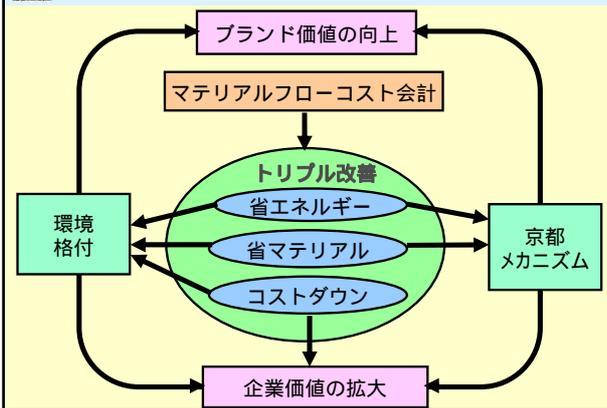
中期環境目標

2010年ビジョン
総合指標: ファクター2

($\frac{\text{売上高}}{\text{ライフサイクルCO}_2\text{排出量}}$ を2000年比2倍以上にする)

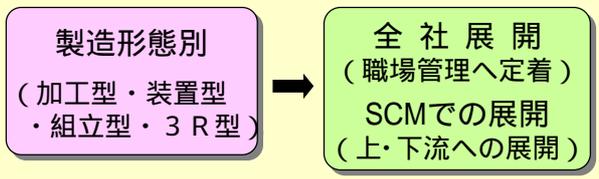
- キヤノンがめざす環境経営
- 環境配慮による製品の差別化
 - 省エネ・省資源生産によるコスト削減への寄与
 - 有害物質削減によるリスク回避
 - ブランド価値の向上

マテリアルフローコスト会計導入の狙い



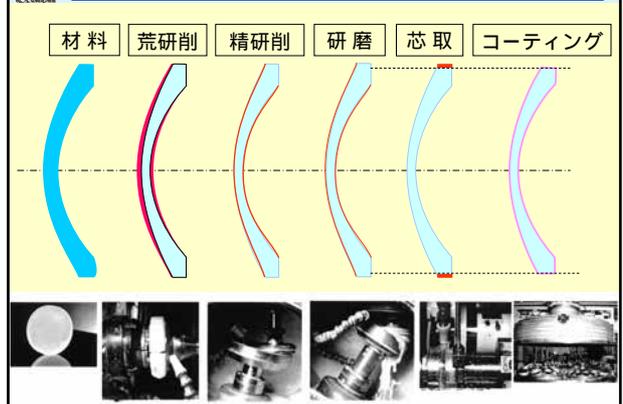
MFCA手法開発の取組み

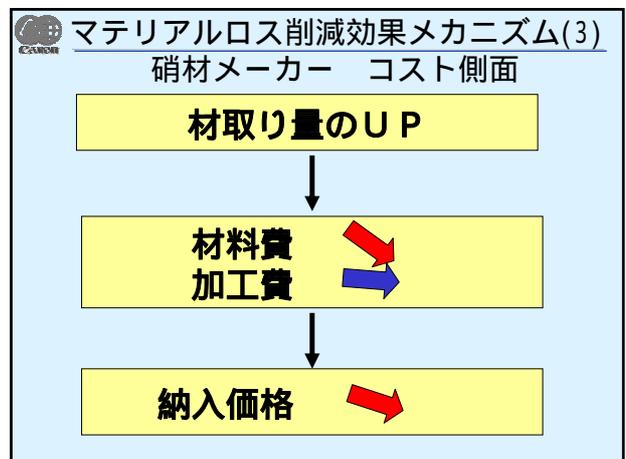
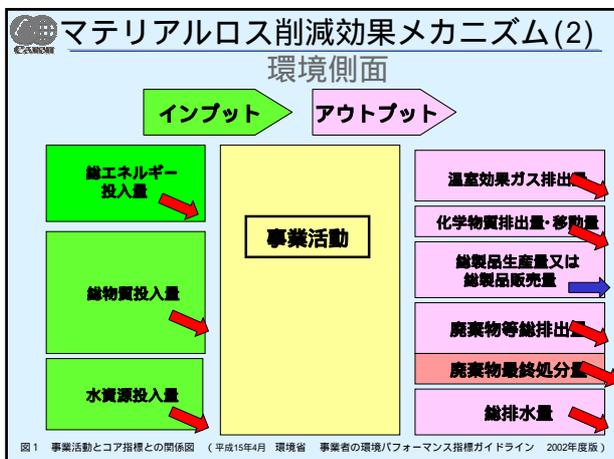
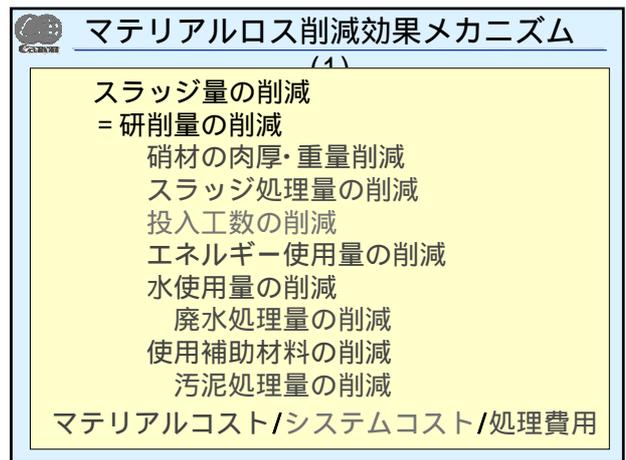
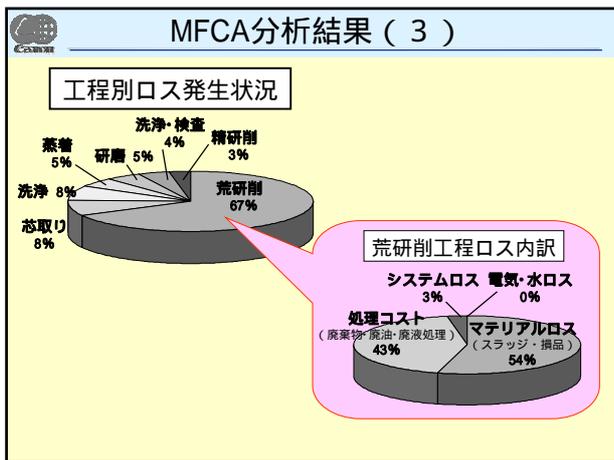
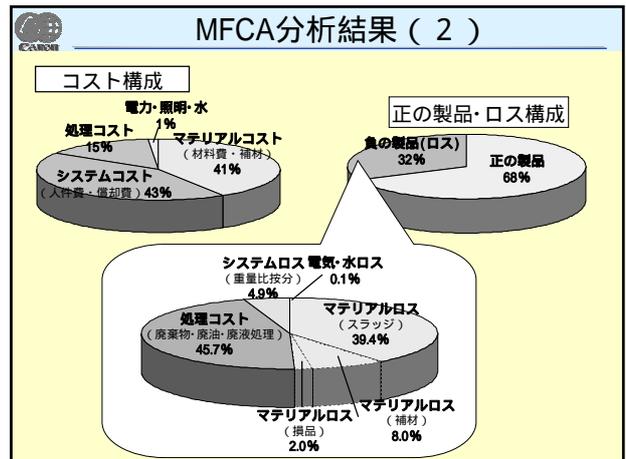
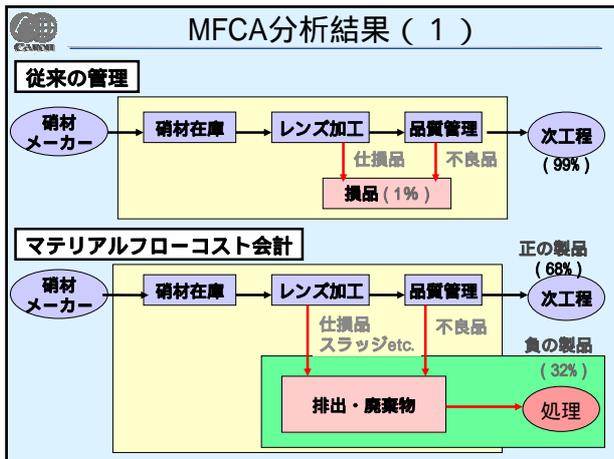
試行事例の積み上げによる
有効性の検討、実証
データ採取・集計・ロス分析方法の検討
改善効果 (環境・コスト) の集計方法検討



宇都宮工場
レンズ加工工程への導入事例

レンズの加工工程

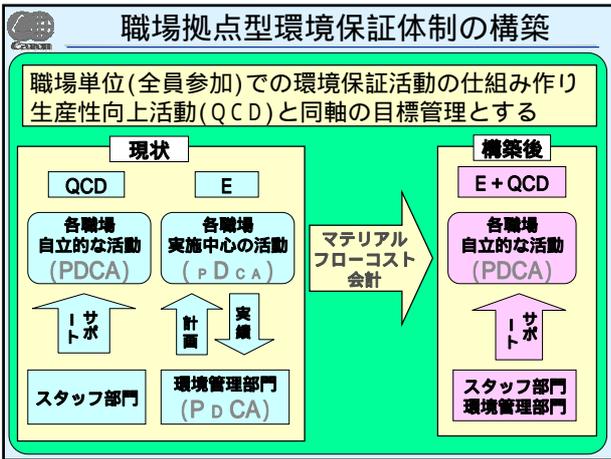




レンズのニアシェイプ取組み成果

- 環境負荷低減
 - 投入資源、エネルギー・水使用量の削減
 - スラッジ等排出物の削減
- 経済効果
 - 工程及び工数の削減
 - 仕事の取入れ・付加価値の増大
 - スラッジ、廃油、廃液処理費用の低減
- 現場作業の負荷軽減
 - 研削砥石交換回数の減少
 - スラッジ処理作業の軽減
- 技術の革新
 - ニアシェイプ技術のブレイクスルー
 - DP材の量産化

職場拠点型環境保証体制構築の ツールとしての マテリアルフローコスト会計

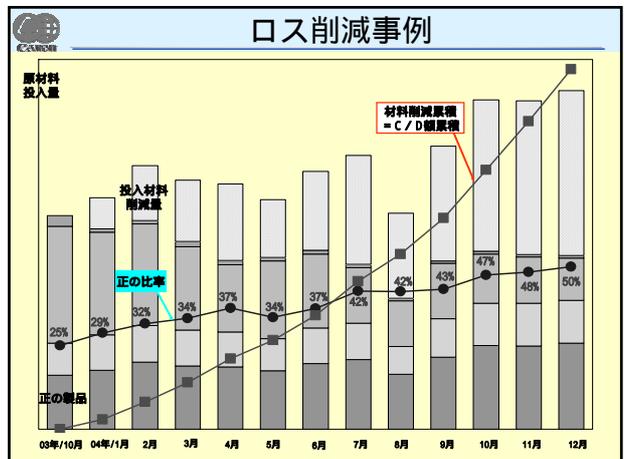
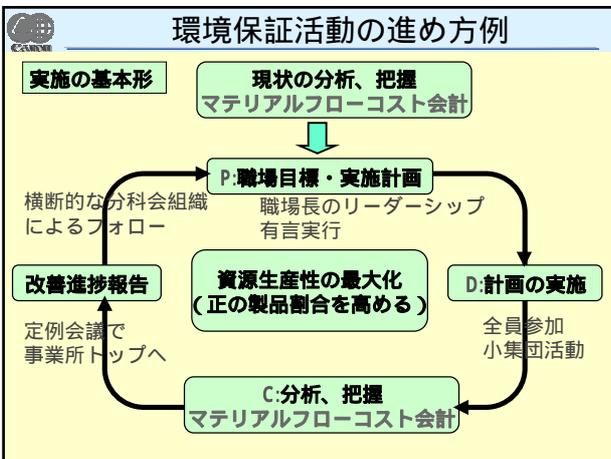


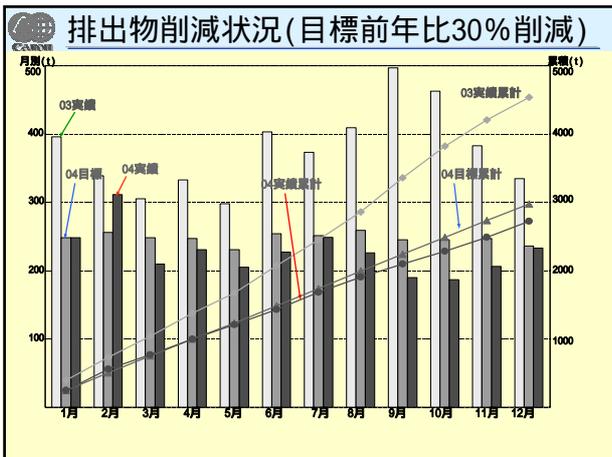
資源生産性改善のツール マテリアルフローコスト会計

投入された経営資源を
・工程毎に
・正の製品と負の製品(ロス)に分け
・金額と物量で表す
(CTスキャン)

↓

- 改善すべきターゲットが明らかになる
- 活動の道筋(5W2H)が明らかになる





- ### 試行の結果分かってきたこと(1)
- ・ 必要なデータは殆ど現場で管理されている。
 - ・ 改善活動のターゲット(何をどうすればよいか)に有効な情報が提供できる。
 - ・ 現場ではロスと認識していたが、金額に集計していなかったため改善テーマとしていなかったり、取組みの優先順位の誤認もあった。
 - ・ ロスと認識していても障害(例えば品質等)があり改善が進まなかったテーマに対してブレイクスルーできた。
 - ・ 省エネやゼロエミッションにおいても、現場の改善により大きく進む(大きな設備投資等を待たずに)。
 - ・ 組立て型では、既に取組んでいる「品質コスト」削減活動に対しMFCAによる新しいロス(改善のネタ)は殆どない。
 - ・ 一方加工型では、材料ロスは標準使用量(材取り)に埋没しており、これがMFCAにより明らかとなった。

- ### 試行の結果分かってきたこと(2)
- ・ マテリアルロスの削減により、設備稼働率や加工工数削減等の派生効果が多く見られる。
 - ・ 生産性向上活動のフィールドが大きくなり、成果も非常に大きくなってきた。
 - ・ 今まで環境への取組みは、エンドオブパイプが中心であったが、MFCAによる源流管理が非常に有効であることが実証できた。
 - ・ 廃棄物の有価物化やリサイクル等よりも、マテリアルロスの削減の方がはるかに有効であることを認識させることができた。
 - ・ 設備環境部門(エネルギー・水・排水・廃棄物等の管理)と現場の生産活動の関連が明確に分かった。
 - ・ 環境技術開発部門に対し、MFCAによる排出物の発生状況(どこで、どれだけの量・金額)情報は、開発取組みテーマに対して非常に有用である。

まとめ

- ### MFCAによる資源生産性向上の展開
- #### エンドオブパイプからインプロセスの取組みへ
1. 現場での目標管理展開(職場の活性化)
 - ・ 品質、能率、稼働率etc. 生産性向上活動
 - ・ 省エネ、省資源活動、排出物・廃棄物削減活動
(物量と金額による目標管理へ落とし込みP・D・C・Aサイクルを回す)
 2. 生産技術アプローチ
 - ・ 省マテリアルの視点(省人・省スペース・省仕掛・省エネにプラス)
 - ・ 廃材レス加工技術への展開
 3. 環境技術アプローチ
 - ・ 廃棄物、排出物発生メカニズムへの対応
 - ・ 源流管理での処理技術
 4. 製品設計アプローチ
 - ・ 省マテリアルの視点
 5. エネルギー・水等の供給アプローチ
 - ・ 現場ニーズに即した供給システム
(プロダクトアウトからマーケットインへ)
 6. 産業連関の上流への展開(部品調達への展開)