

平成 22 年度 経済産業省委託

平成 22 年度低炭素型環境管理会計国際標準化事業

(マテリアルフローコスト会計導入実証・国内対策等事業)

『マテリアルフローコスト会計導入実証・ 国内対策等事業 報告書』

平成 23 年 3 月

株式会社日本能率協会コンサルティング

ごあいさつ

平成 11 年度に経済産業省の環境管理会計の調査研究プロジェクトが始まった。そこで取り上げられた環境管理会計手法のひとつ、マテリアルフローコスト会計（MFCA）は、その後も調査、研究と開発、普及が図られ続けてきた。

その調査、研究の結果、多くの企業が MFCA を導入しその成果を公開するとともに、その考え方が整理され、平成 23 年中には、ISO14051 として発行される予定である。今後は日本国内の企業での普及のみならず、海外、特に経済成長の著しいアジア諸国の企業にも紹介され、そこでの普及が進み、アジア諸国の産業の省資源化に貢献できるものと期待される。

MFCA は、マテリアルのロスを物量とコストで見える化し、認識していなかったマテリアルのロスを発見し、そのコストの大きさに気づくことで、マテリアルロス削減の取組を促進させる。マテリアルロスの削減は、原材料、資材等の使用量削減に結びつき、コスト削減と同時に資源生産性向上という環境負荷低減に効果がある。また本年度の MFCA 導入実証事業においては、エネルギーのロスを熱量とコストで見える化するという MFCA の新しい方法を試行し、省エネルギーの取組を効果的にする可能性が高いことが分かった。このように MFCA はまだ多くの可能性があり、今後も MFCA は様々な進化が期待できる。

なお、MFCA 事業委員会の委員、及び MFCA 導入実証事業の参加企業、MFCA 事例集の作成に協力していただいた企業、セミナーやシンポジウムに協力していただいた企業、関係者の皆様に、あらためて御礼申し上げる次第である。

平成 23 年 3 月

株 式 会 社

代表取締役社長

日本能率協会コンサルティング

浅野 隆

目 次

第1部 はじめに	1
第1章 本報告書の構成	2
第2章 平成22年度のMFCA事業の全体概要	3
第2部 MFCA導入実証事業報告	11
第1章 本年度のMFCA導入実証事業の概要と特徴	12
第2章 本年度のMFCA導入実証事業の公募の実施と採択結果	15
2-1. 公募内容	15
2-2. 公募の採択結果	17
第3章 本年度のMFCA導入実証事業におけるMFCA適用の考え方	18
第4章 群馬合金株式会社におけるMFCA導入実証事業報告	23
第5章 株式会社オティックス西尾におけるMFCA導入実証事業報告	36
第6章 武田鑄造株式会社におけるMFCA導入実証事業報告	45
第7章 株式会社リバースにおけるMFCA導入実証事業結果報告	53
第8章 医療法人社団まついクリニックにおけるMFCA導入実証事業報告	62
第9章 日本フィルコン株式会社におけるMFCA導入実証事業報告	76
第10章 株式会社光輝社におけるMFCA導入実証事業報告	84
第11章 株式会社ファッションキャンディにおけるMFCA導入実証事業報告	94
第12章 本年度のMFCA導入実証事業の成果と、今後の課題	105
第3部 MFCAの国際標準化に関する国内対応策実施の結果報告	115
第1章 MFCAの国際標準化に関する国内対応策の全体概要	116
1-1. 本年度のMFCAの国際標準化に関する国内対応策の概要	116
1-2. 本年度のMFCAの国際標準化に関する国内対応策の進め方	116
第2章 MFCA国際標準化進捗状況等報告会(セミナー、シンポジウム)の開催	117
2-1. MFCA国際標準化進捗状況等報告会(セミナー)のアンケート結果	117
2-2. MFCA国際標準化進捗状況等報告会(シンポジウム)のアンケート結果	125
第3章 MFCA事例集の作成	134
第4章 MFCAホームページ等によるMFCA情報の提供	138
第5章 MFCAの国際標準化に関する国内対応策の成果と課題	139
第4部 おわりに—MFCAの進化、発展、普及に向けて	141
第1章 本年度の事業の成果	142
第2章 MFCAの進化、発展、普及に向けた今後の課題	145

別添資料(成果物)-----	165
資料(1) Material Flow Cost Accounting MFCA Case Examples 2011-----	資料 1
資料(2) マテリアルフローコスト会計 MFCA 事例集 2011-----	資料 143
資料(3) MFCA 国際標準化進捗状況等報告会テキスト(地方 3 か所)-----	資料 238
資料(4) MFCA 国際標準化進捗状況等報告会テキスト(東京 MFCA シンポジウム)-----	資料 286
資料(5) MFCA ホームページ(平成 21 年度最終版)-----	資料 298

第 1 部

はじめに

第 1 章 本報告書の構成

本報告書は、本文 4 部と別添資料で構成されている。

第 1 部 はじめに

第 1 部では、本報告書の読み方を説明するとともに、平成 22 年度事業の全体概要を解説している。

第 2 部 MFCA 導入実証事業報告

第 2 部では、本年度の 8 件の MFCA 導入実証事業について報告する。

第 3 部 MFCA の国際標準化に関する国内対応策実施の結果報告

第 3 部では、MFCA の国際標準化に関する国内対応策として、国内 4 か所で実施した、MFCA の国際標準化進捗状況等報告会の概要と、MFCA 事例集の作成等について報告する。

第 4 部 おわりに ―MFCA の進化、発展、普及に向けて―

第 4 部では、平成 22 年度事業全体の総括とともに、今後の課題を述べる。

別添資料

平成 22 年度事業の成果物として、次の資料を添付した。

MFCA 事例集（平成 22 年度 英語版、及びその日本語原稿）、国際標準化進捗状況等報告会の講師テキスト、MFCA ホームページ（平成 22 年度最終版）

第2章 平成 22 年度の MFCA 事業の全体概要

(1) MFCA の開発と普及の経緯

ここでは、平成 22 年度までの、日本における MFCA の開発と普及の経緯を簡単に紹介する。

	H11年度	H12年度	H13年度	H14年度	H15年度	H16年度	H17年度	H18年度	H19年度	H20年度	H21年度	H22年度
経済産業省およびIGESのMFCAプロジェクトで事例を公開した企業		JEMAI事業 ・日東電工	JEMAI事業 ・キヤノン ・田辺製薬 ・タキロン	IGES参加企業 ・塩野義製薬 ・日本ペイント	JEMAI事業 ・東芝 ・リード ・古林紙工 ・清水印刷紙工 ・富士通(GP)	・JMAC事業(8社12工場) ・JPC事業(15社)	・JMAC事業(7社7工場、1社は継続) ・JPC事業(4社、2社は継続)		・経済産業省事業(5社) ・東北経済産業局事業(3社)	経済産業省事業(10社)	経済産業省事業(13社、2社は展開)	経済産業省事業(8社)
新規導入企業数		1	3	2	5	23	8		8	10	11	8
上記の累積数		1	4	6	11	34	42	42	50	60	71	79
経済産業省	研究ステージ	環境管理会計の調査		環境管理会計普及研究(MFCA普及研究)			MFCA普及ツール開発、普及活動、高度化研究					
		MFCAの基礎研究					MFCAの国際標準化					
中小企業基盤整備機構	調査研究等委託事業	「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」 委員長：國部教授 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(6月)			・MFCA(ISO14051)の国際標準化 ・ISO/TC207/MG8(MFCA) ・国内対応委員会、作業委員会 MFCA開発・普及調査事業 MFCA導入実証・国内対策等事業 ・MFCAパンフレット ・導入ガイド、事例集 ・簡易計算ツール等 ・MFCA導入実証事業 ・MFCA事例集(英語版、日本語版) ・簡易型MFCA開発 ・非製造業・製造業向けMFCA導入実証事業 サプライチェーン省資源化連携促進事業(上記の「新規導入企業数」には含めず)					
	IGESプロジェクト			企業と環境プロジェクトMFCA導入調査								

経済産業省では、経済活動を環境保全活動と結びつける手法として、平成 11 年度に環境管理会計プロジェクトを開始し、欧米における環境管理会計動向の把握に努めるとともに、平成 12 年度から経営意志決定の目的ごとの環境管理会計手法の開発に着手し、その成果を平成 14 年度「環境管理会計手法ワークブック」等に取りまとめた。

平成 16 年度からは、企業の製造プロセスにおけるマテリアル（原材料、エネルギー）の高度利用と廃棄物の削減を両立させる「マテリアルフローコスト会計」の確立、モデル事業の実施等を行ってきた。平成 17 年度末には、経済産業省などのプロジェクトの報告書等で、42 社の MFCA の導入事例が公開され、また、平成 16 年度及び平成 17 年度の MFCA モデル事業における導入事例は、平成 17 年度の事業の中で制作された、以下の MFCA に関するホームページで公開されている。

<http://www.jmac.co.jp/mfca/> （大企業向け MFCA モデル事業）

<http://www.j-management.com/mfca/> （中小企業向け MFCA モデル事業）

平成 18 年度には、MFCA の普及ツールとして、導入ガイド、簡易計算ツール、実務者向け研修会プログラムを開発する一方、MFCA と LCA との統合や、サプライチェーン展開など、その活用高度

化を図る研究が行われた。

平成 19 年度及び平成 20 年度は、それ以前の成果を踏まえつつ、MFCA を大企業及び中小企業へ普及・促進させると同時に、その手法を拡張させ、総合的な環境経営促進手法へ進化させることを目指して、マニュアル・計算プログラムの改善を行い、その情報提供を行うとともに、セミナー、研修会などにより、普及・啓発を行った。

平成 21 年度は、MFCA 国際規格の策定作業に際し、各国から、製造業だけでなく多様な業種への導入事例や、中小企業への MFCA 導入事例を増やすべきとの意見が多く出されたことから、MFCA の導入事例を効果的に蓄積するために、これまでに導入実績のない業種への MFCA 導入実証、中小企業への MFCA 導入を目的とした計算手法、ツールの開発・実証事業のための研究を行った。

また、平成 20 年度からスタートしたサプライチェーン省資源化連携促進事業の中で、MFCA は製造工程におけるマテリアルロスを把握するための主たる診断手法として活用されている。

(2) 平成 22 年度の MFCA 事業の目的と全体概要

ISO14051(MFCA)の国際規格案の策定作業が行われているが、それに際し、各国から、多様な業種の MFCA 導入事例を増やすべきとの意見が多数提出されている。

平成 22 年度の低炭素型環境管理会計国際標準化事業（マテリアルフローコスト会計導入実証・国内対策等事業）（以下、「本事業」という。）では、主に今まで導入実績のない業種等への MFCA 導入実証を行うことで、引き続き行われている ISO14051 国際規格案の策定作業を円滑に推進するために、優良導入事例の効果的な蓄積の方策を調査・研究した。

以下に、本事業において行った主な業務を記す。

① 事業委員会及びアドバイザリーボードの設置・運営

MFCA の有識者等からなる事業委員会を設置し、主に以下の審議等を行った。

- ・年間の委託事業全体の総括等
- ・アドバイザリーボードの設置基準等の策定及び登録者認定
- ・MFCA 導入実証事業の実施先決定審査及び結果評価
- ・MFCA 導入実証事業内容の審査及び結果評価
- ・国際標準化進捗状況等報告会の企画案審査
- ・ベストプラクティス集の内容評価

また、MFCA に関する問い合わせ・相談、及び国際標準化進捗状況等報告会に対応するため、平成 21 年度に引き続き、アドバイザリーボードを設置した。

② 各地域における事業者団体等における MFCA 導入実証事業の実施

MFCA 導入実証事業とは、公募で採択された事業者等の希望する事業所において MFCA を導入し、その効果的な導入方法を実証するとともに、導入効果の検証を実施することである。

MFCA 導入実証事業の公募は、7 件以上の採択を条件に実施した。

③ MFCA の国際標準化に関する国内対応策の実施

MFCA の国際標準化に資するための以下の対応策を実施した。

- ・国内 4 か所で、MFCA 国際標準化進捗状況等報告会を開催
- ・英文の MFCA 事例集（ベストプラクティス集「MFCA Case Examples 2011」）を作成
- ・MFCA ホームページによる、MFCA の情報提供

④ 事業報告書の作成

以上、①から③の実施内容を取りまとめ、本事業の事業報告書を作成した。

(3) 平成 22 年度の MFCA 事業の工程表

本事業は、下記の工程表の日程で実施した。

		平成22年7月	8月	9月	10月	11月	12月	平成23年1月	2月	3月
事業委員会		◇委員の委嘱手続き ◇第1回委員会			◇第2回委員会				◇第3回委員会 ◇第4回委員会	
アドバイザーボードの 設置・運営	アドバイザーボードの設置基準等の 策定と、登録者検討	基準案、登録者検討、委員会審査、調整								
	MFCA－HPIによるアドバイザー ボード登録者の公開		登録(改訂)、公開					追加登録、公開		
	MFCAに関する相談、問い合わせ の連絡、取り次ぎ						(随時実施)			
各地域における事業者 団体等におけるMFCA 導入実証事業の実施	公募の案内、申込資料等の作成、 公募の採択基準の策定	公募内容検討、採択基準検討								
	公募に関する経済産業省の関係部 局への支援、補助		●公募開始	●公募〆切						
	公募への提案書の事前審査、委員 会審査、採択結果の連絡、調整				◇審査、採択結果連絡					
	採択団体等との、導入実証事業の 工場、日程などの調整			事前準備	採択団体との調整					
	導入実証事業の実施(5回／1事業 所)				この期間内に、実証事業を実施					
	採択団体等との、インターンの人 選、日程などの調整			事前準備、採択団体との調整						
	導入実証事業におけるインターン シップの実施(5回／1事業所)				この期間内に、インターンシップを実施					
	導入実証事業のインターンシップ報 告書作成						実証事業の報告書作成	報告書修正		
	インターンが事業委員会に参加し、 インターンシップ報告								◇実証事業報告(第3回委員会)	
国内対 応策の 実施	国際標準化進捗状況等報告会の開催	企画検討	企画方針検討	企画の検討(会場設定等)						
		会場、講演者などの依頼、調整		講演者など調整、参加者募集						
	国際標準化進捗状況等報告会の実施						全国4ヶ所での報告会開催	参加者アンケートのまとめ		
	既存事例：追加部の原稿作成、英 語翻訳、事例企業確認、編集		原稿追加、修正方針の検討	原稿作成(日)	英語翻訳	編集、修正				
	新規事例：原稿作成、英語翻訳、事 例企業確認、編集					追加事例家検討	原稿案作成(日)、英語翻訳			
ベストプラクティス集 の作成	全体編集、印刷							全体編集	印刷	
	MFCA－HPIによる 情報提供	公募、セミナー、研修会等の案内情 報の更新	随時実施							
事業報告書の作成	事業報告書まとめ							まとめ	修正	
	事業報告書の内容の確認、修正								◇内容審査	
	事業報告書の提出									印刷、提出●

(4) 平成 22 年度の事業委員会の委員

平成 22 年度の事業委員会の構成は、下記の通り。(委員は委員長を除き 50 音順、敬称略で記載)

委員長

國部 克彦 神戸大学大学院 経営学研究科 教授

委員

河野 裕司 東和薬品株式会社 生産本部生産管理部 次長

倉持 成昭 独立行政法人 中小企業基盤整備機構 経営基盤支援部長

立川 博巳 プロファームジャパン株式会社 代表取締役社長

中畠 道靖 関西大学 商学部 教授

沼田 雅史 積水化学工業株式会社 生産力革新センター モノづくり革新センター 部長

古川 芳邦 日東電工株式会社 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・経営学科 経済学部学部長 教授

オブザーバー

矢野 和弘 経済産業省 産業技術環境局 リサイクル推進課 企画三係長

井澤 拓也 経済産業省 産業技術環境局 リサイクル推進課 調整係

事務局

下垣 彰 日本能率協会コンサルティング チーフコンサルタント

安城 泰雄 日本能率協会コンサルティング 経営コンサルタント

中村 映一 日本能率協会コンサルティング コンサルタント

増田 さやか 日本能率協会コンサルティング コンサルタント

(5) アドバイザリーボードの設置・運用について

本年度のアドバイザリーボードに関しては、第 1 回事業委員会で承認された基準に基づいて運用した。

① アドバイザリーボード設置の狙い

企業等からの MFCA に関する問合せ／相談の対応及び地域拠点（団体）における普及策の実施のため、アドバイザリーボードを設置・運用する。

② MFCA 導入アドバイザー登録者の実施事項

MFCA 導入アドバイザー登録者は以下のことを実施する。

- 1) 企業からの MFCA 導入に関する問合せ／相談の対応
- 2) 公募で採択された普及拠点としての団体が実施する MFCA 普及セミナーの講師
- 3) 上記①の問合せ／相談があった場合、企業でどのような悩み・課題があるかを把握するため、記録する。

なお、問合せ／相談は、本事業の事務局が受付窓口となり、問合せ／相談内容に応じて、適切な登録者に対応をお願いします。

③ MFCA 導入アドバイザー事務局の実施事項

MFCA 導入アドバイザー事務局は本事業の受託事業者が担当し、以下のことを実施する。

- 1) MFCA 導入アドバイザー登録者候補者案の作成と就任依頼
- 2) MFCA 導入アドバイザー登録者の MFCA ホームページでの公開
- 3) 企業等からの問合せ／相談窓口業務、回答アドバイザーの選定及び回答依頼
- 4) 上記「②MFCA 導入アドバイザー登録者の実施事項」の 2) のためのアドバイザーの派遣とその調整
- 5) 上記「②MFCA 導入アドバイザー登録者の実施事項」の 3) の記録の管理
- 6) その他、MFCA 導入アドバイザーの運営を円滑にするために必要な事項

④ MFCA 導入アドバイザー登録者の選定基準

アドバイザーは、MFCA の導入に精通した以下の選定基準を満たした者で、事業委員の推薦に基づき事業委員会が審査し、認定する。

- 1) MFCA 有識者
- 2) 従前の導入実証事業に参加した各企業における MFCA 導入担当者、責任者
- 3) 団体の MFCA 導入実証事業において、インターンシップを経験した者

⑤ HP 公開情報

MFCA 導入アドバイザー登録者は、MFCA ホームページ上に以下の情報を公開する。ただし、「5) メールアドレス」は希望者に限り公開する。

1)氏名 2)所属 3)所在地 4)経歴 5)メールアドレス

⑥ MFCA 導入アドバイザーの登録者一覧

本年度認定された MFCA 導入アドバイザーの一覧を、次頁以降に示す。なお、登録者及び登録者情報は平成 23 年 2 月 24 日時点のものである。

なお MFCA 導入アドバイザーの一覧の中の『経歴』の定義は以下の通りである。

経歴項目	定義
自社 MFCA 導入経験者	所属企業にて MFCA を導入した経験を有する
MFCA 調査研究事業の委員、調査員経験者	経済産業省など公的機関の実施する MFCA に関する調査研究事業の委員、調査員の経験を有する
MFCA に関する国際標準化国内対策委員	MFCA の ISO 化の国内対応委員会、準備委員会の委員の経験を有する
MFCA 研究者	大学などの研究機関で MFCA を研究している方で、学会、機関誌などにおいて、MFCA に関する発表の経験を有する
MFCA 普及活動経験者	MFCA セミナー、研修会などを外部に対して行った経験を有する
MFCA 導入コンサルティング経験者	他の企業の MFCA 導入支援のコンサルティングの経験を有する
MFCA システムコンサルティング経験者	他の企業の MFCA システム構築支援のコンサルティングの経験を有する
MFCA インターンシップ経験者	経済産業省の MFCA 事業において、MFCA のインターンシップの経験を有する

氏名	所属団体	役職等	所在地	該 自 社 M F C A 導 入 経	該 業 者 の 委 員 A 調 査 研 究 経 事	員 際 M F C A に 関 す る 受 入	M F C A 研 究 者	該 者 M F C A 普 及 及 活 動 経	ル テ ィ ン グ 導 入 コ ン サ	者 ン サ ル テ ィ ン グ シ ス テ ム 経 験 コ	シ ッ プ F C A イ ン タ ー ン	公開連絡先
関 信博	JFEテクノリサーチ株式会社	技術情報事業部マネジメント支援部 主 席研究員	神奈川県川崎市	—	—	—	—	—	—	—	○	
仙石 祐信	光生アルミニウム工業株式会社	福井製作所 次長	福井県福井市	○	—	—	—	—	—	—	○	
高越 研之	株式会社EQコンサルティング	代表取締役	千葉県松戸市	—	—	—	—	—	○	○	○	
高野 淨	e&I経営研究所	代表	大阪府四條畷市	—	—	—	—	—	—	—	○	takano_k@m3.kcn. ne.jp
立川 博巳	プロファームジャパン株式会社	代表取締役社長	東京都渋谷区	—	○	○	—	○	○	—	—	info@propharm.jp
玉澤 早苗	北海道生産性本部	事業担当部長 ※公益財団法人日本生産性本部 認定経 営コンサルタント ※経営倫理実践普及協議会 認定経営 倫理士	北海道札幌市	—	○	—	—	○	○	—	—	tamazawa.sanae@j ade.plala.or.jp
寺島 毅	社団法人中部産業連盟	コンサルタント	愛知県名古屋	—	—	—	—	—	—	—	○	Terashima.Tsuyos hi@chusanren.or.j
豊嶋 修一	四変テック株式会社	電子機器事業部 営業部 大阪営業所	香川県三豊市	○	—	—	—	—	—	—	—	
豊島 清次	光生アルミニウム工業株式会社	福井製作所 所長代理	福井県福井市	○	—	—	—	—	—	—	○	
中島 隆信	群馬合金株式会社	経営企画室	群馬県伊勢崎市	○	—	—	—	—	—	—	—	t-nakajima@gkg.jp
中島 道晴	関西大学	商学部 教授	大阪府吹田市	—	○	○	○	○	○	—	—	
梨岡 英理子	株式会社環境管理会計研究所	取締役	大阪府大阪市	—	○	—	○	○	○	—	—	
奈良 恒雄	住友化学株式会社	レスポンスブルケア室 主席部員	東京都中央区	○	—	—	—	—	—	—	○	
名和 英夫	経済産業省 広域的産業集積活性化支援事業 三遠南信クラスター推進会議	コーディネータ	静岡県浜松市	—	—	—	—	—	—	—	○	
沼田 雅史	積水化学工業株式会社	生産力革新センター モノづくり革新セン ター 部長	東京都港区	○	○	○	—	○	—	—	—	
根岸 孝信	DHLサプライチェーン株式会社	ITグループ プログラムマネジメント	東京都品川区	—	—	—	—	○	—	—	—	
半田 弘和	キヤノンITソリューションズ株式会社	ソリューション事業本部 MFCAコンサル タント	東京都港区	○	—	—	—	—	○	○	○	
伴 竜二	公益財団法人日本生産性本部	主任経営コンサルタント	東京都渋谷区	—	○	—	—	○	○	—	—	
東田 明	名城大学	経営学部 国際経営学科 准教授	愛知県名古屋	—	—	—	○	—	—	—	—	
深沢 知明	サンデン株式会社	顧問(常勤 環境担当)	群馬県伊勢崎市	○	—	—	—	○	—	—	—	
福井 昇	栗田工業株式会社	ケミカル事業本部 業務部	東京都新宿区	—	—	—	—	—	—	—	○	
藤田 米章	UNEP連携プロジェクト支援事務所	事務所長	神奈川県川崎市	—	—	—	—	—	—	—	○	kokuse@ab.wakwa k.com
船坂 孝浩	田辺製薬吉城工場株式会社	総務課長	岐阜県飛騨市	○	—	—	—	○	—	—	—	
古川 芳邦	日東電工株式会社	サステナブル・マネジメント推進部長	東京都品川区	○	○	○	—	○	○	—	—	
堀江 将	富士通株式会社	マーケティング本部 ソリューション推進 統括部 環境ソリューション推進部	東京都大田区	—	—	—	—	○	—	○	○	
堀川 信範	JFEテクノリサーチ株式会社	技術情報事業部マネジメント支援部 主 席研究員	神奈川県川崎市	—	—	—	—	—	—	—	○	
松井 豊	医療法人社団まついクリニック まついeクリニック	理事長、院長	兵庫県明石市	○	—	—	—	—	—	—	—	yutakamatsui@mats ui-network.com
水口 剛	高崎経済大学	経済学部・経営学科 教授	群馬県高崎市	—	○	○	○	○	—	—	—	
宮本 達夫	東洋インキ製造株式会社	環境安全推進部 環境管理グループ	東京都中央区	○	—	—	—	—	—	—	○	
村田 明	住友化学株式会社	大阪工場 環境安全部 環境保全担当課 長	大阪府大阪市	○	—	—	—	○	—	—	○	
本澤 裕起子	株式会社DNPファインケミカル	品質保証部 環境管理グループリーダー	福島県南相馬市	—	—	—	—	○	—	—	○	
山口 正人	栗田工業株式会社	品質保証部	東京都新宿区	—	—	—	—	—	—	—	○	masato.yamaguchi @kurita.co.jp
山田 明寿	株式会社環境管理会計研究所	上席コンサルタント	大阪府大阪市	—	○	—	—	—	○	—	—	
山田 朗	株式会社日本能率協会コンサルティング	チーフ・コンサルタント	東京都港区	—	○	—	—	○	○	—	—	
山本 裕紫	株式会社プラテクノマテリアル	代表取締役専務	福岡県田川郡	○	—	—	—	—	—	—	○	platechno.info@co ffee.ocn.ne.jp
吉見 勝治	特定非営利活動法人資源リサイクルシステムセンター	コーディネーター	大阪府大阪市	—	—	—	—	—	—	—	○	
我妻 明	弘進ゴム株式会社	生産部 企画管理チーム サブチームリー ダー	宮城県亶理郡	○	—	—	—	—	—	—	—	
渡邊 一重	サンデン株式会社	環境推進本部 EM推進グループ リー ダー	群馬県伊勢崎市	○	—	—	—	—	—	—	○	
渡邊 正之	株式会社旬材	加工事業部	大阪府吹田市	○	—	—	—	—	—	—	○	

第 2 部

MFCA 導入実証事業報告

第1章 本年度の MFCA 導入実証事業の概要と特徴

(1) MFCA 導入実証事業の概要

平成 22 年度の事業において、公募で採択された企業に対して MFCA 導入実証事業（以下、「本実証事業」とする）を実施した。

本実証事業では、表 1-1 に示す MFCA 導入の基本ステップの“1 事前準備”から、“5 改善計画の立案”までの 5 つのステップについて、合計 5 日間のコンサルティングを行った。

表 1-1 MFCA 導入のステップ

基本ステップ		検討、作業項目
1	事前準備	- 対象の製品、ライン、工程範囲を決定 - 対象工程のラフ分析、物量センター(MFCA計算上の工程)決定 - 分析対象の品種、期間を決定 - 分析対象の材料と、その物量データの収集方法(測定、計算)を決定
2	データ収集、整理	- 工程別の投入材料の種類、投入物量と廃棄物量のデータ収集、整理 - システムコスト(加工費)エネルギーコストのデータ収集、整理 - システムコスト、エネルギーコストの按分ルール決定 - 工程別の稼動状況データの収集、整理(オプション)
3	MFCA計算	- MFCA計算モデル構築、各種データの入力 - MFCA計算結果の確認、解析(工程別の負の製品コストとその要因)
4	改善課題の抽出	材料ロス削減、コストダウンの改善課題抽出、整理
5	改善計画の立案	- 材料ロスの削減余地、可能性検討 - 材料ロス削減のコストダウン寄与度計算(MFCA計算)、評価 - 改善の優先順位決定、改善計画立案
6	改善の実施	改善実施
7	改善効果の評価	- 改善後の材料投入物量、廃棄物量調査、MFCAの再計算 - 改善後の総コスト、負の製品コストを計算、改善効果の評価

(2) インターンシップについて

本実証事業は、MFCA の指導者育成を目的としたインターンシップを兼ねたものである。採択された事業者等からもインターンが参加し、MFCA 導入実務（MFCA の導入手順と考え方、MFCA のデータ収集、整理方法、計算方法）について教育を受けながら MFCA の導入検討を行った。インターンは、事業委員会での報告と、実証事業報告書の作成を行った。

(3) 実施した実証事業ごとのインターンシップ参加者、事例の特徴

本年度は、公募で採択された 8 事業者で、本実証事業を実施した。

また、表 1-2 に、それぞれの特徴を整理した。

表 1-2 本年度の MFCA 導入実証事業の特徴

MFCA 導入実証 の実施企業	企業の業種	MFCA の 適用分野	MFCA 導入事例としての特徴	公募の 申込事業者	インターン (敬称略)	事例の 掲載章
群馬合金 株式会社	非鉄金属ダイカスト製造業	アルミダイカスト(castingによる成形加工)	アルミ原料を溶解し、ダイカストマシンで成形加工するプロセスでの MFCA。アルミ溶解熱の熱損失を測定、計算し、熱損失のエネルギーコストを負の製品コストとした事例。	群馬合金株式会社	中島隆信 神部安希子	第 4 章
株式会社 オティックス西尾	自動車部品製造業	アルミダイカスト(castingによる成形加工)	アルミ原料を溶解し、ダイカストマシンで成形加工するプロセスでの MFCA。アルミ溶解熱の熱損失を測定、計算し、熱損失のエネルギーコストを負の製品コストとした事例。	社団法人 中部産業連盟	近藤昌彦 稲垣修 寺島毅	第 5 章
武田鑄造 株式会社	金属加工(鋳鉄鑄物製造)	砂型を使った鋳鉄鑄造による成形加工	鉄源を溶解し、砂型で成形加工するプロセスでの MFCA。鉄源溶解熱の熱損失を測定、計算し、熱損失のエネルギーコストを負の製品コストとした事例。また、本事例では、再利用している砂型材料の砂の廃棄物量の計算、廃棄処理コストにも注目した事例。	武田鑄造株式会社	大木悦郎 永泉忠 仲井俊文	第 6 章
株式会社 リバー	パルプ・紙製品製造業	原紙製造(抄紙)と、トイレトーパーへの裁断加工	原料の紙パルプを抄いて原紙を製造するまでの工程では、大量の水とエネルギーを消費するのが原紙製造であり、その水の利用と排水処理、及び蒸気のコストに注目した事例。	株式会社 リバー	澤田好幸 高松郁介 有岡義洋	第 7 章
医療法人社団 まついクリニック まつい e-クリニック	医療サービス(血液透析)	水を大量の消費する医療サービス	血液透析を行う病院では、院内で、RO 水(※ ¹)、透析液、消毒液等を作り、使用するが、それらの水と溶解する材料の流れを測定し、そのロス进行分析した事例。	学校法人 東京理科大学 諏訪東京理科大学	天野輝芳 松井豊	第 8 章
日本フイルコン 株式会社	金属製品製造業	フィルムのエッチング等の加工	フィルム材料に、エッチング、粘着剤塗工、ラミネート等の加工を施すプロセスに MFCA を適用した事例。 また製造工程で発生する洗浄廃水の中和处理工程の MFCA の計算も行った。	日本フイルコン株式会社	石井潔	第 9 章
株式会社 光輝社	自動車部品製造(塗装部品)	ランプ用リフレクターの塗装とアルミ真空蒸着	吹き付け塗装に使用する塗料の、塗装対象の素材に付着するまでのロス測定、分析した事例。	川崎市	芹田正義 中根恭広 藤田米章	第 10 章
株式会社 ファッション キャンディ	菓子製造卸・小売業	食品製造	菓子製造(原料の成形、焼成、デコレートするプロセス)のプロセス全体で、マテリアルロス測定、分析した事例。	特定非営利活動法人 沖縄県環境管理技術センター	上地一成 名嘉光男 鈴木修一	第 11 章

注記 ※¹: RO 水とは、逆浸透膜 Reverse Osmosis により濾過された水のこと

(4) 本事業の事業報告書に記載した 8 件の MFCA 導入実証事業報告の読み方

本事業の事業報告書の第 2 部では、第 4 章から第 11 章に、8 件の実証事業の報告を掲載している。
以下に、報告書を読む際の注意事項を記載した。

- 報告の本文及び図表などに記載されている数値（物量値、コスト金額及びそれぞれの比率など）のうち、例えば、主要材料の購入単価等のように、企業機密に関するものは、公表に際して、次のような表示を行っている。
 - 物量とコストから購入単価を計算しても、実際の単価と異なるように、架空の数値で表す
 - 数値を、記号や文字（〇〇、●●、**等）に置き換える
 - 数値の入っている部分を空白、もしくは黒く塗りつぶす
 - 固有の製品名、材料名や品種名等が企業機密に属する場合、一般的な名称、或いは上記の数値と同じように、記号等で表す
- 報告に記載されている略号のうち、以下に記す MFCA でよく使用されるものは、個々の報告において説明を行わない。
 - QC : Quantity Center の略
 - MC : Material Cost の略
 - SC : System Cost の略
 - EC : Energy Cost の略
 - WMC : Waste Management Cost の略
- それぞれの実証事業の報告の冒頭に記載した報告書の作成者については、次のように記載内容を統一している。
 - 報告書の作成者が MFCA を実施した企業に所属する場合、その氏名と所属企業名だけを記載する。なお、部署名、役職名は記載しない。
氏名（所属企業、団体名）
 - 報告書の作成者が MFCA を実施した企業と異なる企業、団体から派遣されたインターンの場合、その氏名と所属企業名の後ろに、「インターン」と記載する。
氏名（所属企業、団体名）：インターン

第2章 本年度の MFCA 導入実証事業の公募の実施と採択結果

本章では、MFCA 導入実証事業（以下「本実証事業」という。）を実施する事業者の公募について、その概要と結果を述べる。

2-1. 公募内容

(1) 本実証事業を実施する事業者の公募

- ①本事業において、本実証事業を実施する事業者を公募し、事業委員会で採択する。
- ②本実証事業においては、MFCA の申込に、MFCA を実施予定として記載された工場、事業所等で MFCA 導入のコンサルティングを行い、同時に、MFCA の普及指導を担う人材育成のために、インターンシップを実施する。
- ③採択する本実証事業は、全国で合計 7 件以上。
- ④公募の対象は、製造業、サービス業等、廃棄物を発生するあらゆる産業を対象とする。なお公募の申込案件の採択に関しては、採択基準に基づき評価した上で、委員会で審議して決定する。
- ⑤インターンは、次のように、MFCA 導入実務（MFCA の導入手順と考え方、MFCA のデータ収集、整理方法、計算方法）についての教育を受ける。
 - ・ 本実証事業におけるインターンシップ：指導担当コンサルタントとインターンは、5 日間の本実証事業を協力して実施する。指導担当コンサルタントは、インターンにその具体事例を通して、MFCA 導入手順と計算手法等を教育する。
 - ・ 実証事業報告書の作成：インターンには、本実証事業の終了後、実証事業報告書を作成し、指導担当コンサルタントが、それを支援・指導する。

(2) 公募の要領

以下の要領で本実証事業を実施する事業者を公募する。

① 公募の対象と応募資格

公募の対象は MFCA の普及を計画している次のような組織の事業者である。

- ・ 公益法人等（社団法人、財団法人、商工会議所など）
- ・ 協同組合（事業協同組合など）
- ・ 中間法人（業界団体として、中間法人を設立している団体）
- ・ 地方公共団体（その附属機関等を含む）
- ・ 企業（傘下のグループ企業、顧客企業等に、MFCA の普及を計画中又は実施中の企業）

② 本実証事業の公募への応募の条件

採択された事業者の事業所において本実証事業を行うこと。同時に、インターンシップを受ける、1名以上、3名以下のインターンを参加させること。

(3) 採択の基準

申し込み1件ずつに対し、下記の視点（評価基準）で総合的に評価する。

- 継続性：昨年度までの MFCA 開発・普及調査事業等における普及セミナー、実務者向け研修会を含めた事業の公募への申し込み、あるいは、昨年度までの MFCA のインターンシップの参加
- 波及規模：構成している企業数（企業の申し込みの場合は、グループ企業としての連結対象の関連会社数）
- 波及の効率性：同じ業種や地域内の企業の団体か否か
- 業種：サービス業を含め、過去に事例の少ない業種か否か
- プロセス：MFCA 対象プロセスが過去に例が少ないプロセスか否か
- 地域：過去に事例のない地域か否か
- その他定性的視点：上記以外で、特に高い効果が見込めるか否か

例・本実証事業の実施企業へのフォローがしっかりできる。

- ・ 本実証事業の実施企業が団体の中のリーダー的企業で波及効果が大きい。
- ・ 本実証事業の事例発表会などを、自主的に企画・実施できる。
- ・ 団体内の企業間の交流や研修会などが盛んで、MFCA 展開の可能性が高い。
- ・ 中小企業での MFCA 普及に効果的（中小でも可能、効果が高い）と思われる。 など

2-2. 公募の採択結果

(1) 公募の採択件数

本実証事業の事業委員会にて審議を行った結果、8事業者が採択された。

(2) 採択事業者、実施企業、工場と、実施日程

採択された8事業者と、以下の日程で本実証事業を実施した。

表 2-1 MFCA 導入実証事業の実施日程

	公募で採択された事業者	本実証事業の実施企業、工場	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回
1	群馬合金株式会社	群馬合金株式会社	H22年 10/20	H22年 11/12	H22年 12/8	H22年 12/21	H23年 1/18
2	社団法人中部産業連盟	株式会社オティックス西尾	H22年 10/27	H22年 11/16	H22年 12/3	H22年 12/17	H23年 1/13
3	武田鑄造株式会社	武田鑄造株式会社	H22年 11/2	H22年 11/18	H22年 12/1	H23年 1/12	H23年 1/24
4	株式会社リバース	株式会社リバース	H22年 10/27	H22年 11/19	H22年 12/10	H23年 1/13	H23年 1/21
5	学校法人東京理科大学 諏訪東京理科大学	医療法人社団まついクリニック まつい e-クリニック	H22年 10/30	H22年 11/30	H22年 1/11	H23年 1/25	H23年 2/15
6	日本フィルコン株式会社	日本フィルコン株式会社	H22年 11/9	H22年 11/24	H22年 12/7	H22年 12/23	H23年 1/17
7	川崎市	株式会社光輝社	H22年 11/4	H22年 11/22	H22年 12/20	H23年 1/10	H23年 1/31
8	特定非営利活動法人 沖縄県環境管理技術センター	株式会社ファッションキャンディ	H22年 11/17	H22年 12/15	H22年 12/28	H23年 1/6	H23年 1/19

第3章 本年度の MFCA 導入実証事業における MFCA 適用の考え方

本年度の本実証事業においては、主に次の方針でMFCAを適用した。

(1) MFCA キットによる MFCA の実施

本年度の本実証事業では、MFCA キットを適用して MFCA を実施した。「MFCA キット」は、平成 21 年度の事業において開発され、その報告書において「MFCA 簡易手法」としていた手法であるが、平成 22 年度の本事業の事業委員会において「MFCA キット」という名称に変更された。

MFCA を実施する際に用いる基本的な書式は、表 3-1「マテリアルバランス集計表」、表 3-2「MFCA バランス計算表」である。

表 3-1 マテリアルバランス集計表の雛型

[illegible]

表 3-2 MFCA バランス集計表の事例

Input						Output								
投入コスト合計					1,474千円		正の製品コスト		1,164千円		負の製品コスト		310千円	
							79%				21%			
材料と材料費	材料単価 (千円/kg)	物量 (kg)	%	コスト (千円)	%	物量 (kg)	%	コスト (千円)	%	物量 (kg)	%	コスト (千円)	%	
シャフト	1.000	500.0	49.4%	500.0	73.5%	495.0	48.9%	495.0	84.1%	5.0	0.5%	5.0	5.5%	
ゴム配合品	0.319	501.0	49.5%	160.0	23.5%	247.5	24.5%	79.0	13.4%	253.5	25.1%	81.0	88.7%	
接着剤	5.000	4.0	0.4%	20.0	2.9%	3.0	0.3%	14.9	2.5%	1.0	0.1%	5.2	5.6%	
希釈剤	0.025	6.6	0.7%	0.2	0.0%	0.0	0.0%	0.0	0.0%	6.6	0.7%	0.2	0.2%	
材料の物量とコスト小計		1,011.6	100.0%	680.2	100.0%	745.5	73.7%	588.9	100.0%	266.1	26.3%	91.3	100.0%	
廃棄物処理の 物量とコスト	処理単価 (千円/kg)	物量 (kg)	%	コスト (千円)	%	物量 (kg)	%	コスト (千円)	%	物量 (kg)	%	コスト (千円)	%	
ゴム配合品	0.050	253.5	97.1%	12.7	94.3%					253.5	97.1%	12.7	94.3%	
接着剤	0.100	1.0	0.4%	0.1	0.8%					1.0	0.4%	0.1	0.8%	
希釈剤	0.100	6.6	2.5%	0.7	4.9%					6.6	2.5%	0.7	4.9%	
廃棄物処理物量とコスト小計		261.1	100.0%	13.4	100.0%					261.1	100.0%	13.4	100.0%	
エネルギー量と コスト	単価 (千円)	使用量		コスト (千円)	%			コスト (千円)	%			コスト (千円)	%	
電力(kwh)	0.200	400.0		80.0	100.0%			59.0	73.7%			21.0	26.3%	
エネルギーコスト小計				80.0	100.0%			59.0	73.7%			21.0	26.3%	
システムコスト				コスト (千円)	%			コスト (千円)	%			コスト (千円)	%	
労務費				500.0	71.4%			368.5	52.6%			131.5	18.8%	
減価償却費				200.0	28.6%			147.4	21.1%			52.6	7.5%	
システムコスト小計				700.0	100.0%			515.8	73.7%			184.2	26.3%	

MFCA キットにおける MFCA の考え方の特徴は、次の通りである。

- ・ 物量センター単位で、マテリアルバランス集計表を使って、マテリアルの種類毎の投入量、正の製品物量、負の製品物量を計算する。
- ・ マテリアルバランス集計表では、マテリアルロスの総量を集計するだけでなく、その内訳を明確にする。これにより、改善の検討対象とその切り口、改善の効果等の改善ストーリーが見えてくる。
- ・ MFCA バランス集計表において、システムコスト、エネルギーコストを、正の製品、負の製品へ配賦する。重要なことは、配賦された金額でなく、投入された金額の大きさである。MFCA バランス集計表の **Input** 部分には、原価の状況（原価の構成要素、金額、マテリアルの使用状況等）が浮き彫りになっている。

また本年度の本実証事業では、マテリアルの物量の単位系を重量（kg）だけに統一せず、実際に管理している重量以外の単位系（数量、面積、容積等）も使用した。ただし、マテリアルの種類毎には、その投入と正負の物量の単位系を統一している。

(2) マテリアルの物量測定の単位

マテリアルの物量の測定は、工程単位に行った。従って、マテリアルの物量測定の単位は、物量センターの単位よりも細かくなっている。これは、(1)で述べた“マテリアルのロスの内訳を明確にする”上で、必要である。

(3) エネルギー、熱量の測定、計算

従来、MFCA においては、エネルギーを正の製品と負の製品に配賦することとしていた。

本年度の本実証事業では、アルミダイカストの工場が 2 件、銑鉄鑄造の工場が 1 件あり、新たに熱勘定の考え方を導入した。それは、鑄造における金属の溶解に投入した電気やガスのエネルギーを熱量に置き換え、投入熱量と金属を溶解するのに必要な熱量、そして熱損失量を測定することが重要だと考えたからである。それは、次の理由による。

- ・ 金属を溶解するためのエネルギー使用量は、溶解する金属の量に比例する。
- ・ ここで投入される電気やガス等のエネルギーは、熱として使用される。この熱量は、電気やガスの使用量をもとに、測定、計算ができる。
- ・ 鑄造等の金属を溶解するプロセスでは、大量のエネルギーを消費するが、その熱損失が非常に大きいと言われている。その熱損失の“見える化”は、省エネルギーの視点からも重要であると思われる。

今回は、その熱損失量の総量を、次の手順で計算した。

- A) 金属を溶解するための投入熱量 (kJ) の計算：炉毎に、そのエネルギー使用量から計算する
- ・ 電気の投入熱量 (kJ) = 電気の使用総量 (kWh) × 電気のエネルギー原単位 (kJ/kWh)
 - ・ ガスの投入熱量 (kJ) = ガスの使用総量 (m³) × ガスのエネルギー原単位 (kJ/m³)
 - ・ 投入熱量の総量 (kJ) = 電気の投入熱量 (MJ) + ガスの投入熱量 (MJ)
- B) 正の製品の溶解熱量 (kJ) の計算
- ・ 正の製品の物量 (kg) は、MFCA バランス集計表に記載される正の製品のマテリアルの金属の重量 (kg)
 - ・ 顕熱 (溶解させる金属を昇温させる熱量) の原単位 (kJ/kg)
= 溶解させる金属の比熱 (kJ/kg°C) × 昇温の温度差 (°C)
 - ・ 潜熱 (溶解させる金属を、固体から液体に変化させるための熱量) の原単位 (kJ/kg)
 - ・ 正の製品の溶解熱量 (kJ)
= (顕熱の原単位 (kJ/kg) + 潜熱の原単位 (kJ/kg)) × 正の製品の物量 (kg)
- C) 熱損失の総量 (kJ) を計算する
- ・ 熱損失の総量 (kJ) = 金属材料溶解の投入熱量 (kJ) - 正の製品の溶解熱量 (kJ)

以上の熱損失量の計算の考え方を整理すると、図 3-1 のようになる。

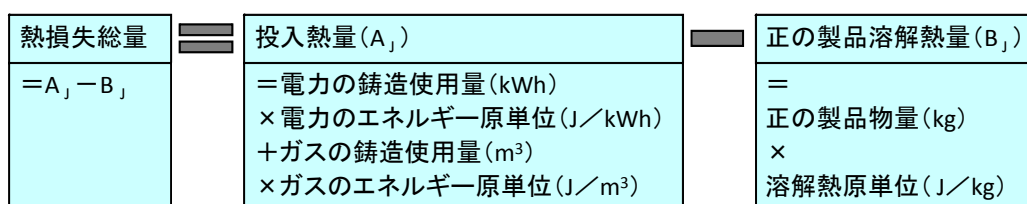


図 3-1 今回の MFCA 導入実証事業における熱損失の総量計算の考え方

またマテリアルのロスと同様に、熱損失についても、その内訳を可能な限り、測定、もしくは計算により求め、その熱損失の削減策を検討した。

(4) 水に関するマテリアルの物量測定とコスト計算

製品を構成する材料に水が含まれない場合、従来の MFCA では、次の方式 1)、方式 2)、或いは方式 3) のように水の扱うことが多かった。

- ・ 方式 1) 水を材料として扱わず、システムコスト、或いはエネルギーコストの一部に含め、その使用量、使用料金の総額を、マテリアルの正の製品物量、負の製品物量の比率で、正の製品コスト、負の製品コストに配賦する。
- ・ 方式 2) 水を補助材料の一つとして、使用量 = 投入量 = 負の製品物量とするとともに、使用料金 = 投入コスト = 負の製品コストとする。
- ・ 方式 3) 水の使用量、使用料金を、MFCA の計算対象から除外する。

製造プロセスでの水の使用がそれほど多くない場合、これは、次のような理由でやむを得ない処理とされてきた。

- ・ 水の使用量に関して、事務所等における生活用水と、製造プロセスで使用する水を、区別して測定、管理していないことが多い。
- ・ 地下水を使用している場合、材料費としての水の単価はゼロである。工業用水、上水を使用している場合も、他の材料に比べると単価が非常に安く、水の使用量削減のコストに与える影響は小さいと考えられる。

しかし水も大切な資源の一部である。また特に、化学系のプロセス等によく見られるが、図 3-2 のように溶媒として水を使用する場合は水を大量に消費する。その際の材料の加工に投入する熱は溶媒の水を介して材料に伝わるため、エネルギー消費量が溶媒の水の使用量に比例する。

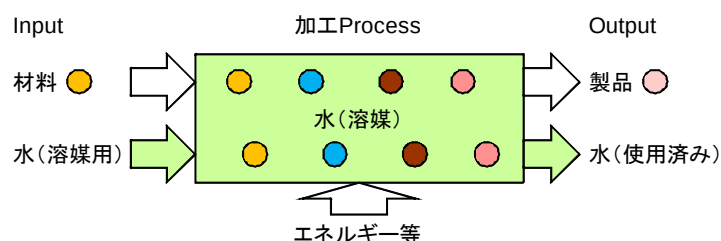


図 3-2 水を溶媒として使用する場合のプロセス

また、水を使用する前後でも、図 3-3 のように様々なエネルギーや資源を消費する。

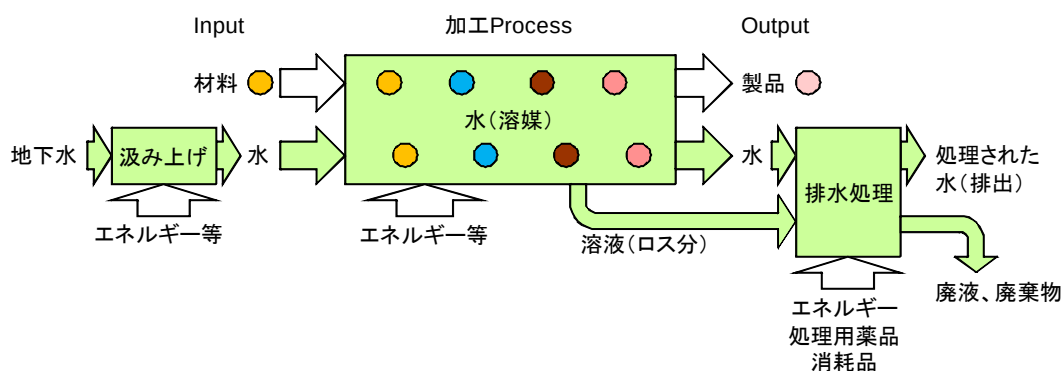


図 3-3 水と関連するマテリアルのフロー

このことは、加工プロセスで水を使用する場合、加工プロセスの前後まで踏み込んで、水のフローを測定し、評価することが必要であることを示している。その場合、MFCA においても、次のようなコストを組み込んで、その評価を行うべきと思われる。

- ・ 単価がゼロの地下水でも、それを汲み上げるモーターは電力を消費し、それらの設備には消耗品の消費が伴っている。

- ・ 使用後の水の排水処理を行う場合は、処理するための中和剤等の薬品を消費し、処理設備の電力、それらの設備の消耗品の消費が伴う。また、廃水や汚泥などの廃棄物が発生する。
- ・ 加工途中で、水に材料を溶解させた溶液のロスが発生する場合は、溶解している材料のロスに繋がっている。

本年度の本実証事業では、水を大量に消費し、大量の排水が発生するプロセスが含まれるものが3件あった。これらの本年度の本実証事業においては、可能な限り、加工プロセス前後も含めた水のフローを対象に、水や水に溶解している物質の物量の測定、計算、およびそのコスト評価を実施した。

第4章 群馬合金株式会社における MFCA 導入実証事業報告 (『地球にやさしいダイカスト工場』実現に向けたアルミダイカストにおける MFCA 導入事例)

報告書作成者：

中島隆信（群馬合金株式会社）

神部安希子（群馬合金株式会社）

公募採択事業者：群馬合金株式会社

(1) 群馬合金株式会社の概要

群馬合金株式会社は、昭和 22 年創業のアルミダイカスト専門メーカーであり、製造したダイカスト製品(素形材)を、主に自動車部品の組立・加工メーカーに供給している。

最近では、国や県の補助金を活用して、地球にやさしいダイカスト工場作りを目指した、ダイカスト生産工程の溶解炉における原単位低減に関する研究開発にも着手している。

今回の MFCA 導入実証事業への参加目的は、これまで全社で展開してきた TPM などの改善活動と有機的に連携させ、環境とコストとの両面から評価できる新しいマネジメントシステムを構築することと、この新しいシステムを当社のフィリピン生産拠点、GGPC(Gunma Gohkin Philippines Corporation)にも水平展開を図っていくことである。GGPC では、アルミ・亜鉛ダイカスト製品の鋳造から切削加工の後工程までを一貫生産で行っている。

MFCA 導入に際して、経営企画部門が中心となり、鋳造、生産技術、生産管理、開発設計等の部門が協力して行った。

社 名	群馬合金株式会社
所 在 地	群馬県伊勢崎市境東新井 1048-19
業 種	非鉄金属ダイカスト製造業
資 本 金	150 百万円
従 業 員 数	82 名（2011 年 1 月現在）
売 上 高	3,523 百万円（2010 年 3 月期実績）
主 な 製 品	自動車部品(四輪・二輪)、事務機器部品、電気機器部品
業 歴	昭和 22 年 3 月 合資会社武安鋳造所を発足、砂鋳物の生産開始 昭和 30 年 1 月 群馬合金株式会社に商号変更、ダイカストの生産開始 平成元年 11 月 境町北部工業団地内に境工場を新築、工場稼働 平成 8 年 7 月 Gunma Gohkin Philippines Corporation を設立 平成 19 年 2 月 エコアクション 21 を認証取得 平成 22 年 6 月 群馬県 ぐんま新技術・新製品開発推進補助金 採択 平成 23 年 2 月 関東経済産業局 新事業活動促進支援補助金 採択

(2) MFCA 導入対象の製品及び工程とマテリアルフロー

① 対象製品と対象工程

図 4-1 は、当社の製造工程の概要と本事例における MFCA 対象工程の範囲を示したものである。製造工程を大きく分けると、鑄造に必要な金型の設計及び製作、原材料の溶解及び溶湯の保温、ダイカスト製品の成形、成形後の切削加工、完成製品の梱包及び出荷に区分される。

本事例では、原材料であるアルミの溶解とダイカスト製品の成形に関する工程を対象範囲とし、MFCA 計算対象の一ヶ月間に製造した全てのダイカスト製品について計算を行った。なお、溶解工程内の主な設備は、ダイカストマシン 12 台に溶湯を供給している集中溶解炉 1 基と中継炉 1 基、2 台のダイカストマシンに直結している手許溶解炉 2 基で構成され、成形工程内の主な設備は、14 台のダイカストマシンとマシンに直結している手許保持炉、取り出し機やトリミングプレス機、コンベア等の自動化設備で構成される。

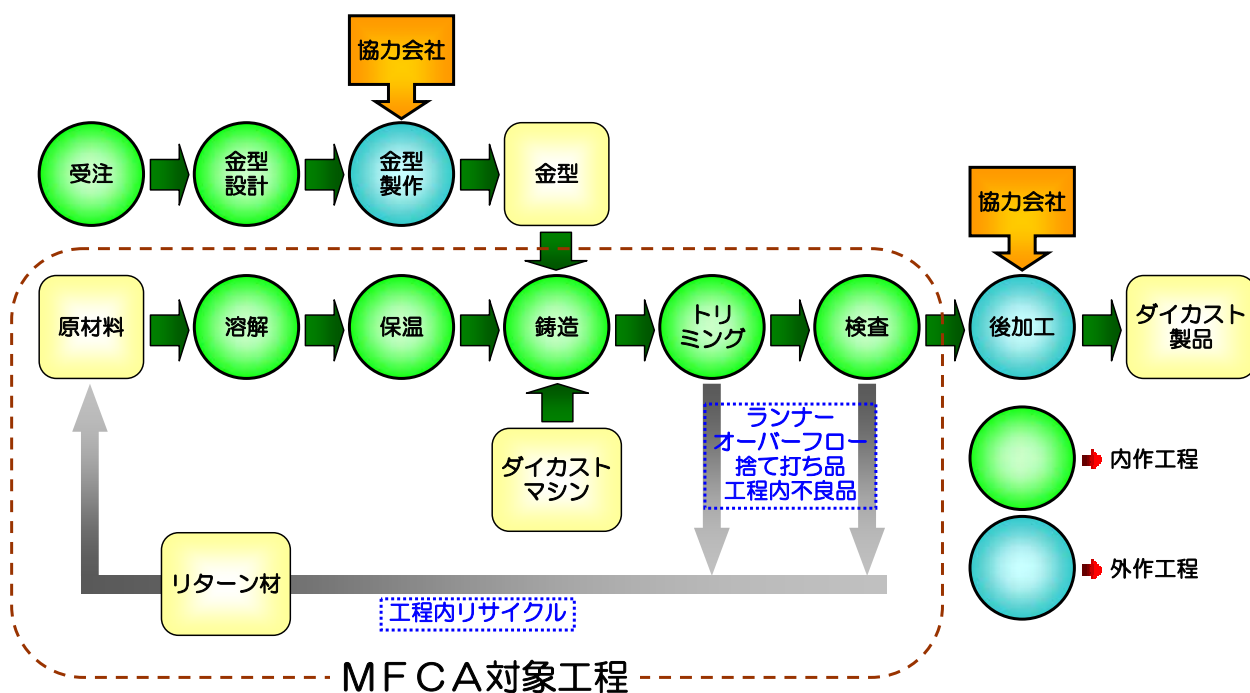


図 4-1 製造工程の概要と MFCA 対象工程の範囲

② マテリアル Input/Output の状況

MFCA 対象工程のマテリアルフローは、図 4-2 のとおりである。

製品の成形工程(鑄造・トリミング・検査)において発生するランナーやオーバーフロー等の端材や、湯ジワや焼き付き等の工程内不良品は、リターン材として工程内でリサイクルされる。

溶解工程においては、絞り材のほか、リターン材として再利用できなくなったアルミゴツが、また、成形工程においては、鑄造の際に消費される消耗部品や設備稼働のための油類、設備や金型の修理や維持管理に必要な交換部品や消耗部品が、マテリアルロスとして発生する。

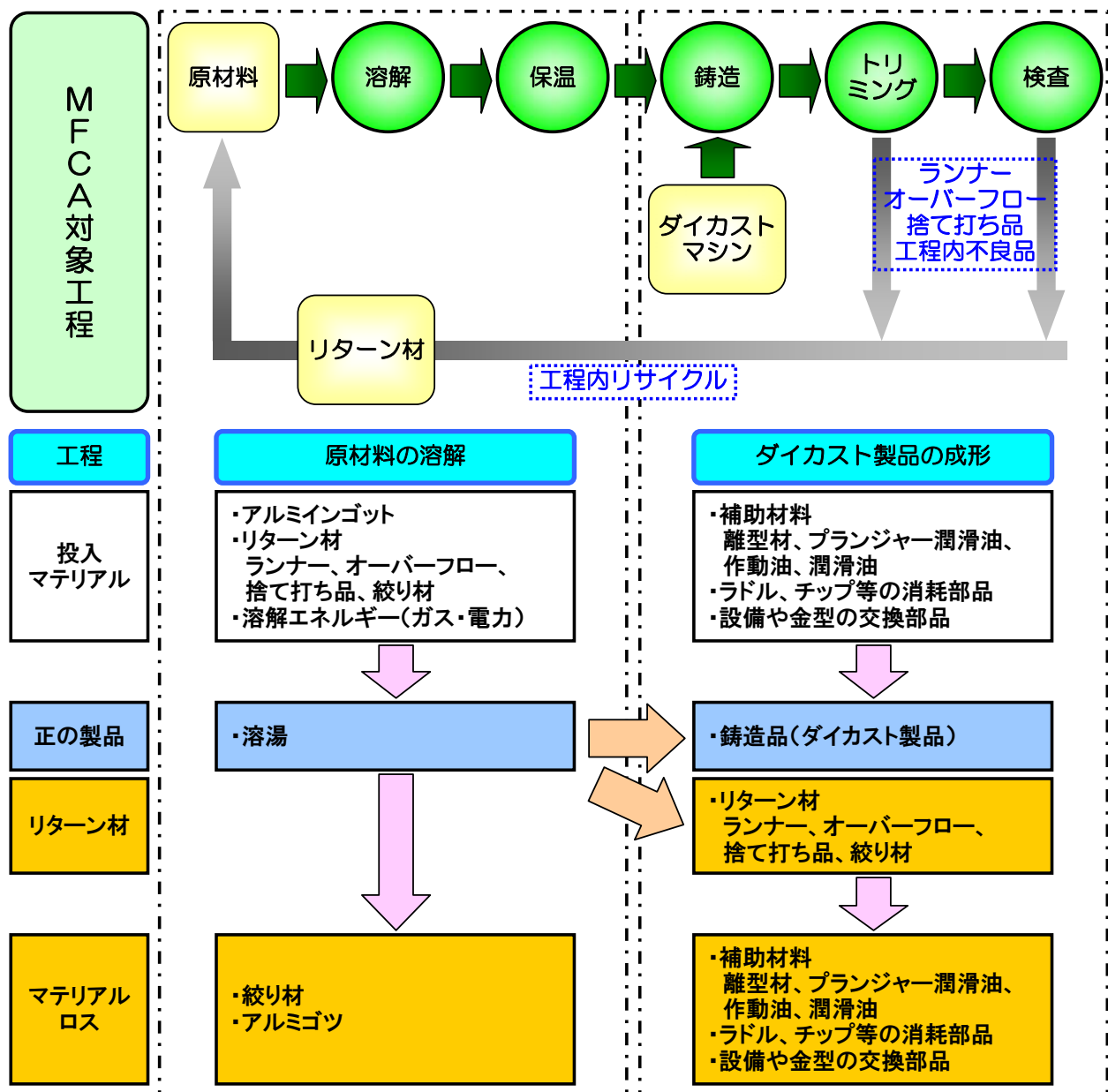


図 4-2 MFC 対象工程のマテリアルフロー

(3) MFC 適用の考え方、方針

① 計算対象マテリアルの定義

本事例では、原材料となるアルミや補助材料だけでなく、ガスや電力などのアルミの溶解や保温に伴うエネルギーもマテリアルとして計算を行った。

② 物量センターの定義

工場全体を、一つの物量センターとした。そのことにより、工場の管理データがそのまま使用でき、

継続的に MFCA を取り組み易くできるものと思われる。

③ データ収集の範囲、期間と方法

本事例では、各工程における 2010 年 10 月度(一ヶ月間)の実績データを使用して、マテリアルの投入量、対象製品の生産量、廃棄物や熱損失等ロスが発生量の計算を行った。

物量計算については、生産管理システムで管理している製品別データと、溶湯温度やガス、電力の使用量など、生産現場において作業者が、定期的に計測している記録データを使用し、一ヶ月単位で行う方法で進めることとした。

④ 熱損失に対する考え方

過去の実証事業においては、MFCA の計算におけるエネルギーの扱いに関して、投入物量、正の製品物量、負の製品物量を測定するマテリアルのようには扱わず、エネルギーコストを、正の製品物量と負の製品物量の比率で、正のエネルギーコスト、負のエネルギーコストに配賦していた。

しかし、この事例のように、アルミを溶解するために投入したエネルギーは、マテリアルにおいてマテリアルロスを測定し、そのコストを計算するのと同様に、エネルギーロス、熱損失を測定し、計算することが妥当と考えた。

ここでは、その熱損失の総量を、次の手順で計算した。

D) アルミ溶解の投入熱量 (kJ) の計算：炉毎に、そのエネルギー使用量から計算する。

- ・ 電気の投入熱量 (kJ) = 電気の使用総量 (kWh) × 電気のエネルギー原単位 (kJ/kWh)
- ・ ガスの投入熱量 (kJ) = ガスの使用総量 (m³) × ガスのエネルギー原単位 (kJ/m³)
- ・ 投入熱量の総量 (kJ) = Σ 電気の投入熱量 (MJ) + ガスの投入熱量 (MJ)

E) 正の製品の溶解熱量 (kJ) の計算

- ・ 正の製品の物量 (kg) は、MFCA バランス集計表に記載される出荷された製品の重量 (kg)
- ・ 顕熱 (この場合は、アルミを昇温させる熱量) の原単位 (kJ/kg)
= アルミの比熱 (kJ/kg°C) × 昇温の温度差 (°C)
- ・ 潜熱：アルミが固体から液体にするための熱量 (kJ/kg)
- ・ 正の製品の溶解熱量 (kJ)
= (顕熱の原単位 (kJ/kg) + 潜熱の原単位 (kJ/kg)) × 正の製品物量 (kg)

F) 熱損失の総量 (kJ) の計算

- ・ 熱損失の総量 (kJ) = アルミ溶解の投入熱量 (kJ) - 正の製品の溶解熱量 (kJ)

なお、ここで使用した電気、ガス、アルミの物性値は以下の通りである。

- ・ 電気のエネルギー原単位：3,600kJ/kWh
- ・ ガスのエネルギー原単位：40,590kJ/m³
- ・ アルミの比熱：0.930kJ/kg°C
- ・ アルミの潜熱の原単位：395kJ/kg

⑤ システムコスト及びエネルギーコストに対する考え方

システムコストは、工場全体に係る労務費及び減価償却費の総額を投入コストとして計算を行った。

また、エネルギーコストは、アルミ溶解に使用したエネルギーの使用量を、すべて記録できていなかったため、ガスの使用量の全量と、電力使用量の 40%をアルミの溶解に伴う投入エネルギーと仮定し、電力使用量の 60%をアルミの溶解以外で使用した電力として MFCA の計算に織り込んだ。

(4) MFCA 計算結果とその考察

① MFCA の計算結果

表 4-1 は、マテリアルの投入物量と正の製品物量、負の製品物量の測定値及び計算値をまとめた MFCA バランス集計表である。

表 4-1 MFCA バランス集計表

Input				Output							
投入コスト合計		186,663千円		正の製品		167,525千円		負の製品		19,138千円	
						90%				10%	
材料と材料費	物量	単位	コスト	種類	物量	単位	コスト	種類	物量	単位	コスト
インゴット	335,726	kg		出荷製品	325,644	kg		アルミゴツ	7,333	kg	
リターン材	323,147	kg		戻り材合計	309,677	kg		管理上の不明	16,219	kg	
アルミ原料小計	658,873	kg			635,321	kg			23,552	kg	
離型剤	3,200	リットル							3,200	リットル	
作動油	1,400	リットル							1,400	リットル	
ブランジャー潤滑油	1,380	リットル							1,380	リットル	
潤滑油	600	リットル							600	リットル	
補助材料小計	6,580	リットル	2,405						6,580	リットル	2,405
排水処理材料小計	1,980	kg							1,980	kg	
交換部品、消耗部品小計	76	個	2,218						76	個	2,218
材料の物量とコスト小計			14*,***			93%	13*,***			7%	9**,**
アルミ溶解エネルギー	使用量	単位	コスト	比率	物量	単位	コスト	比率	物量	単位	コスト
都市ガス(真発熱量)	2,414	GJ	3,750						戻り材熱損失	314	GJ
電気(真発熱量)	518	GJ	1,970						炉の熱損失	2,289	GJ
エネルギーコスト小計	2,932	GJ	5,720						製品溶解熱	2,603	GJ
									熱損失計		5,077
その他エネルギー	使用量	単位	コスト	比率	物量	単位	コスト	比率	物量	単位	コスト
溶解以外の電力消費	215,827	kWh	2,955	93%	201,135	kWh	2,754	7%	14,692	kWh	201
エネルギーコスト小計	215,827	kWh	2,955			201,135	2,754			14,692	201
システムコスト			コスト	比率			コスト	比率			コスト
システムコスト小計			36,345	93%			33,870	7%			2,474
廃棄物処理	物量	単位	コスト		物量	単位	コスト		物量	単位	コスト
廃棄物処理小計	18,380	kg	525						18,380	kg	525

- アルミ原料に関しては、投入のリターン材、正の製品の戻り材等も、インゴットと同じ単価でコストを計上している。そのため総コストは、会計上で表れるコストよりも、リターン材の分だけ大きい数値になっている。
- 材料として再投入する戻り材は、正の製品に位置づけた。戻り材はエネルギーのロスであり、負の製品コストに計上すると、負の製品コストの中での位置付けが非常に大きくなってしまうためである。
- システムコスト及びアルミ溶解以外の電力エネルギーコストは、その総コストを、マテリアル

コストの正と負の比率、93 対 7 の割合で正の製品と負の製品とに各々配賦した。

- 補助材料、排水処理資材、設備や金型に係る交換部品及び消耗部品は、全量をロスとした。

MFCA 計算の結果、以下のことが確認できた。

- 186,663 千円の投入コスト総計に対して、正の製品コスト合計はその 90%の 167,525 千円、負の製品コスト合計は 10%の 19,138 千円となった。
- アルミの溶解及び溶湯の保温に係る投入エネルギーの内、89%が熱損失となっており、想定以上にロスが発生していた。
- アルミインゴットとリターン材に対して、正の製品にもアルミゴツ等のロスにも該当しない「管理上の不明」が 16,219kg 発生しており、本事例では負の製品として取り扱った。これは主に、リターン材の在庫量の変動によるものと思われ、リターン材の投入重量、金型へ鋳込んだ溶湯の重量、成形工程で発生する端材や捨て打ち品の重量等の計測精度を高めれば、この管理上の不明を低減することは可能である。

② ロスの考察

表 4-2 は、表 4-1 から、アルミに関する物量をインゴット投入量、製品物量、アルミゴツ物量に限定し、そのコストを整理したものである。図 4-1 は、それをグラフにしたものである。

表 4-2 MFCA バランス集計表とコスト(リターン材物量と管理不明物量を投入量から除外)

アルミに関する物量をインゴット投入量、製品物量、アルミゴツ物量に限定したマテリアルバランス		物量			ロス率
		投入	正の製品	負の製品	
マテリアル	インゴット(購入材料)	335,726kg	325,644kg	10,082kg	3.0%
	補助材料 計	6,580 ^{kg}		6,580 ^{kg}	
	排水処理材料 計	1,980kg		1,980kg	
	交換部品、消耗部品 計	76個		76個	
エネルギー	アルミ溶解熱 計	2,932GJ	330GJ	2,603GJ	88.8%
エネルギー	アルミ溶解熱以外の電力 計	215,827kwh	201,135kwh	14,692kwh	
システムコスト	システムコスト 計				
廃棄物	廃棄物処理 計	18,380kg		18,380kg	

アルミに関する物量をインゴット投入量、製品物量、アルミゴツ物量に限定したコスト		コスト		
		投入	正の製品	負の製品
マテリアル	インゴット(購入材料)			
	補助材料 計	2,405千円		2,405千円
	排水処理材料 計			
	交換部品、消耗部品 計	2,218千円		2,218千円
エネルギー	アルミ溶解熱 計	5,720千円	643千円	5,077千円
エネルギー	アルミ溶解熱以外の電力 計	2,955千円	2,754千円	201千円
システムコスト	システムコスト 計	36,345千円	33,870千円	2,474千円
廃棄物	廃棄物処理 計	525千円		525千円
合計		119,771千円	104,676千円	15,095千円

負の製品コスト 15,095 千円の内、マテリアルロス及びアルミ溶解熱損失とそのコスト 11,895 千円が削減可能なものとし、改善検討の対象範囲(表のハッチング部分)とした。今回は、その内の半分以上を占めている熱損失と補助材料に対象を絞って、具体的な対策や改善方針の検討を進めた。そ

の改善対象のコストを図 4-2 に示す（なお一部のコスト情報は非公開としている）。

なお、廃棄物処理量及び廃棄物処理コストは、マテリアルロスが削減できれば、それに追従して小さくなるはずである。

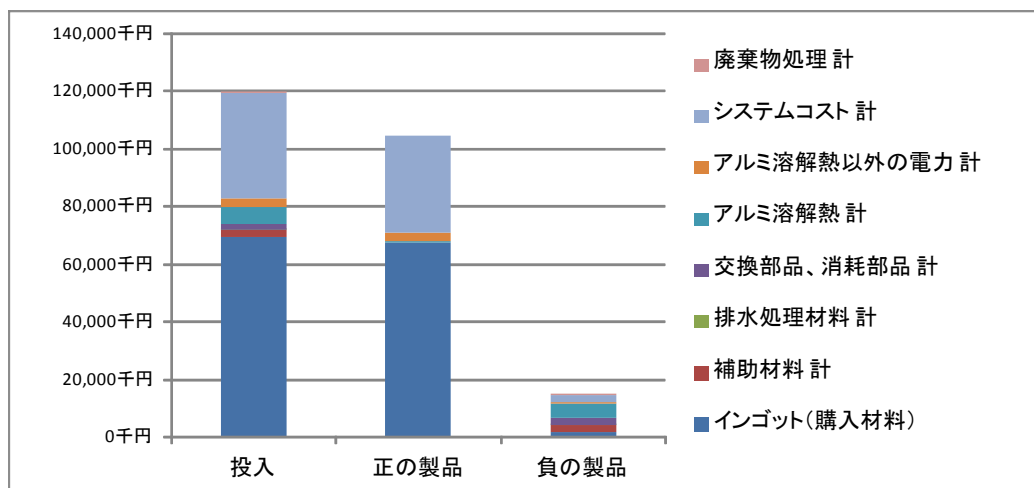


図 4-1 MFCA バランス集計表のグラフ

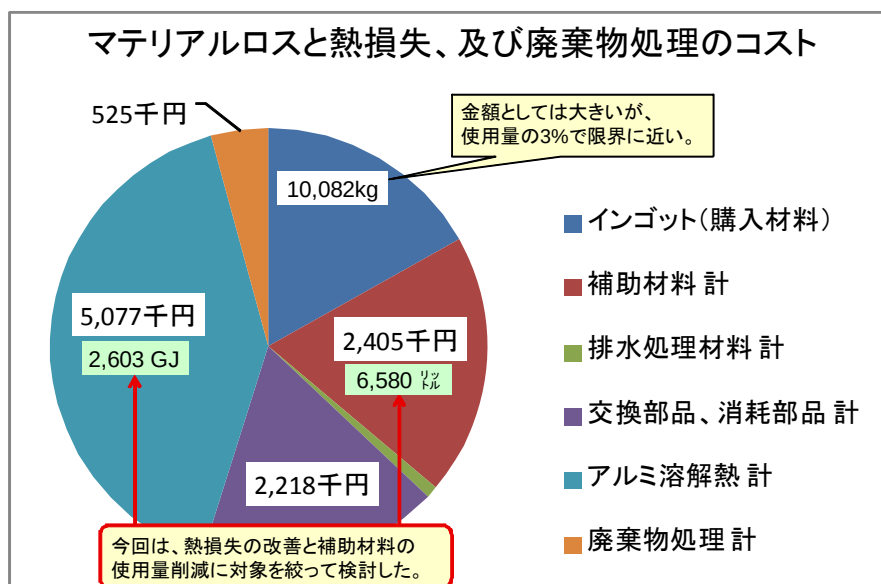


図 4-2 削減可能なマテリアルロスと熱損失、廃棄物処理のコスト

③ 溶解工程(集中溶解炉系列)における熱損失の計算

12 台のダイカストマシンに溶湯を供給している集中溶解炉系列について、炉ごとに 11 月度のガス、電力の使用量を測定し、熱収支を計算したものが、図 4-3 のマテリアルフロー、ヒートフロー図である。その概要を整理したものが、図 4-4 のヒートバランスの図である。

（注、ヒートバランス：熱エネルギーを利用するプラントやシステムで、どのような入熱がありどの

ような出熱があるか、を勘定することによりそのプラント(システム)の操業、運転状態を詳細に把握することができる。(省エネルギーセンターのホームページより引用。)

溶解炉				中継炉				手許炉				ダイカストマシン							
アルミの溶解エネルギー																			
天然ガス	34,775	m3																	
熱量	1,412	GJ																	
⇒																			
投入材料(アルミ)				炉から出湯するアルミ				中継炉				手許炉				ダイカスト			
温度	0	℃		溶湯温度		℃		溶湯温度		℃		溶湯温度		℃		注湯温度		℃	
投入量	518	ton		正の製品	518	ton		正の製品	508	ton		正の製品	508	ton		鋳込み総重量	501	ton	
				熱量/ton	1.186	GJ/ton		熱量/ton	1.055	GJ/ton		熱量/ton	1.018	GJ/ton		熱量/ton	1.018	GJ/ton	
				熱量合計	614	GJ		熱量合計	536	GJ		熱量合計	517	GJ		熱量合計	510	GJ	
⇒ アルミのフロー				⇒ 炉における負の製品				⇒ 炉における負の製品				⇒ 炉における負の製品				⇒ 注湯における負の製品			
				負の製品	0	ton		負の製品	11	ton		負の製品	0	ton		負の製品	7	ton	
				熱量/ton	1.186	GJ/ton		熱量/ton	1.186	GJ/ton		熱量/ton	1.186	GJ/ton		熱量/ton	1.186	GJ/ton	
				熱量合計	0	GJ		熱量合計	13	GJ		熱量合計	0	GJ		熱量合計	8	GJ	
⇒ ヒートフロー				⇒				⇒				⇒				⇒			
				溶湯の温度降下による熱損失				溶湯の温度降下による熱損失				溶湯の温度降下による熱損失				溶湯の温度降下による熱損失			
				温度降下				温度降下				温度降下				温度降下			
				0				140				40				0			
				比熱				0.93				0.93				0.93			
				kJ/kg・℃				kJ/kg・℃				kJ/kg・℃				kJ/kg・℃			
				熱量合計				0				19				1			
				GJ				GJ				GJ				GJ			
				0%				4%				1%				1%			
				0%															
				炉の温度保持エネルギー				炉の温度保持エネルギー				炉の温度保持エネルギー				炉の温度保持エネルギー			
				電気				電気				電気				電気			
				16,184				16,184				51,912				51,912			
				kWh				kWh				kWh				kWh			
				熱量				熱量				熱量				熱量			
				58				58				187				187			
				GJ				GJ				GJ				GJ			
				↓				↓				↓				↓			
				炉の熱損失				炉の熱損失				炉の熱損失				炉の熱損失			
				損失熱量				損失熱量				損失熱量				損失熱量			
				797				58				187				187			
				GJ				GJ				GJ				GJ			
				48%				4%				11%				11%			
				炉の熱損失内訳				炉の熱損失内訳				炉の熱損失内訳				炉の熱損失内訳			
				炉本体				炉本体				炉本体				炉本体			
				329				38				168				168			
				GJ				GJ				GJ				GJ			
				20%				2%				10%				10%			
				排出ガス				給湯、配湯				給湯、配湯				給湯、配湯			
				350				0				0				0			
				GJ				GJ				GJ				GJ			
				21%				0%				0%				0%			
				その他				その他				その他				その他			
				118				20				18				18			
				GJ				GJ				GJ				GJ			
				7%				1%				1%				1%			

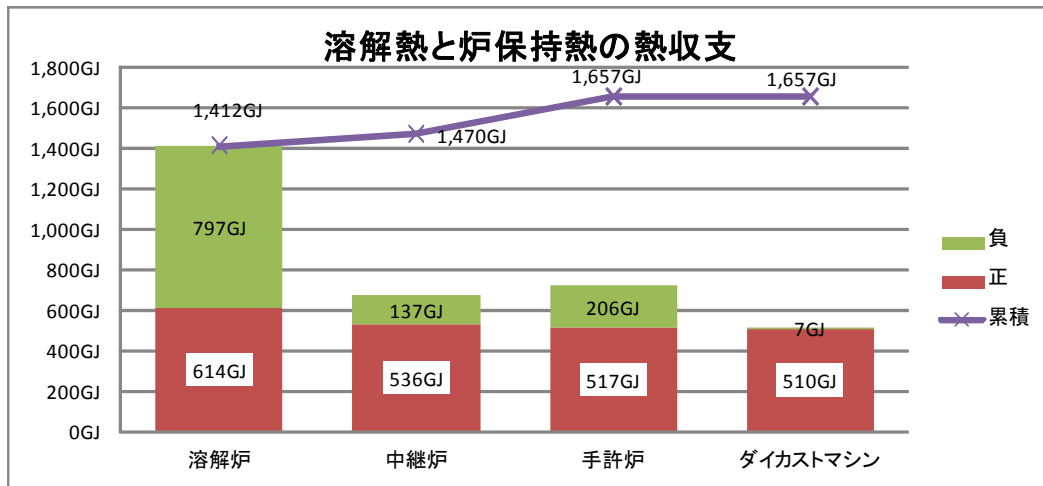


図 4-5 溶解熱と炉保持熱の熱収支の計算(集中溶解炉系列)

図 4-5 は、炉単位で、正の熱量、負の熱量(熱損失量)と、投入熱量の累積値を整理したものである。ここで、正の熱量は、アルミ溶解熱量の原単位×溶湯物量×溶湯温度の計算方法により算出した。

溶解炉とダイカストマシンにおいて、若干のアルミロスが発生していること、また、各炉において溶湯温度が低下すると、正の値が小さくなることが確認できた。

なお、ここでの熱損失コストは、ガスと電力それぞれの使用量と単価から容易に計算できる。

④ 熱損失の考察

図 4-6 は、集中溶解炉系列の炉ごとに発生した熱損失の内訳をグラフにまとめたものである。

集中溶解炉系列内で発生する熱損失の中で、特に炉(溶解炉、中継炉、12 基の手許炉)本体からの放熱と、排出ガスの排熱が大きいことが確認できた。

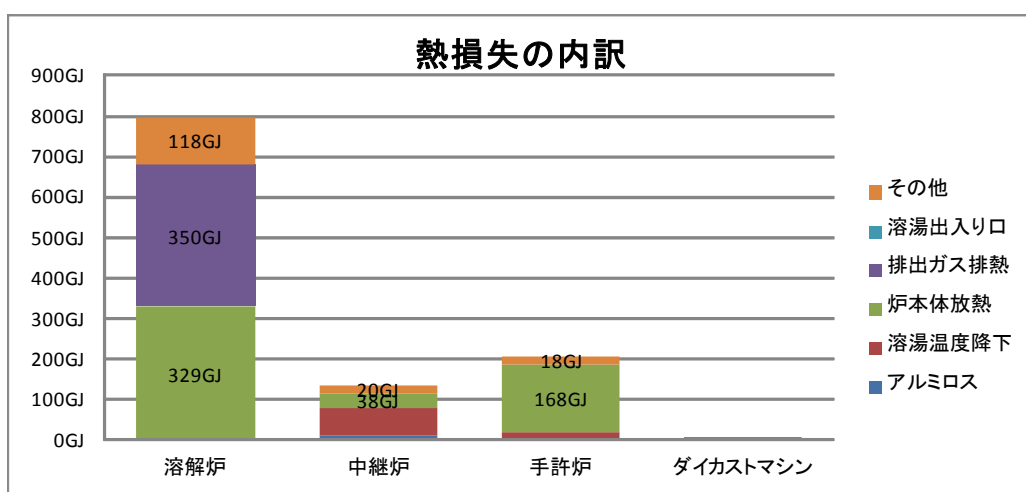


図 4-6 炉別の熱損失内訳(集中溶解炉系列)

(5) MFCA 導入結果からの改善の着眼点

本事例において、これまで求めてきた計算・分析の結果を踏まえ、「熱損失」、「補助材料ロス」、「原材料ロス」を削減するための課題を抽出し、具体的な対策や改善方針の検討を進めた。

① 熱損失の削減について

熱損失の削減について、その改善課題の一覧を表 4-3 に整理した。溶解や保温に関する設備の新設や改造など、設備投資が必要な課題が多く打ち上げられた。今後の設備投資計画、改修計画の中に織り込み、中・長期的な課題として取り組んで行きたいと考えている。

表 4-3 熱損失の改善課題一覧

対象	ロス	物量	対策(着眼点)	課題
集中溶解炉	炉本体からの放熱	329 GJ	断熱性の向上	投資効果に対する検証が必要(5 月の入替時に確認)
	排出ガス排熱	350 GJ	- 回収排熱の有効利用 - 予熱利用 - 温水利用 - 工場内暖房利用ほか	排熱の回収方法と利用用途に関する研究が必要
	その他	118GJ	ロスの詳細分析	- 電力及びガス使用量の測定簡素化 - 熱損失の分析方法に関する研究と標準化
中継炉	溶湯温度の低下	66 GJ	溶解時の温度を少し低下	技術課題としての研究が必要
	炉本体からの放熱	58 GJ	断熱性の向上	投資効果に対する検証が必要
手許炉	炉本体からの放熱	168 GJ	断熱性の向上	投資効果に対する検証が必要(まずは 12 基のうち 1 基で試行し、その効果を見た上で展開)

② 補助材料ロスの削減について

補助材料ロスの削減について、表 4-4 にその改善課題の一覧を整理したが、日常の改善活動に連携した取り組み課題が多く打ち上げられた。TPM など日々現場で行われている活動の中に織り込み、効率的かつ効果的に改善に取り組んで行きたいと考えている。

表 4-4 補助材料の使用に関する改善課題一覧

対象(ロス)	物量	対策(着眼点)	課題
離型材	3,200 ㍓	- 濃度を薄める - 離型材と冷却水を分離 - 固定ノズル利用を水に変更 - 限界値及び適量の標準化	- 現状の濃度を測定 - 金型冷却方法の標準化 - 地下水利用による金型冷却 - 離型材の塗布効率化(原液、霧状での塗布)
作動油	1,400 ㍓	作動油ホースを切れにくいものへ変更 (切れると稼働率が低下)	- メーカーに性能確認 - 金属配管への変更を検討
プランジャー潤滑油	1,380 ㍓	垂下量の削減と適正化 (安心代として余剰に垂下)	- 適正量(限界値)の見極めと標準化 - 問題が出れば音が発生
潤滑油	600 ㍓	勤務ごとでの補充を変更 (必要が無くても補充しており、オーバーフローが発生)	補充方法や基準の標準化

③ 原材料ロスの削減について

今回は、湯ジワ・焼き付き等の工程内不良品数やランナー・オーバーフロー量の削減、捨て打ち量の削減、主に切削加工で発生する削り代の削減に関する詳細な分析や検討は行っていないが、課題として大きい部分がある。表 4-5 に原材料のロスに関する改善課題を整理したが、今後も継続してロス削減のための検討を進めてい行きたいと考えている。

表 4-5 原材料のロスに関する改善課題一覧

対象(ロス)	比率	対策(着眼点)	課題
ランナー及びオーバーフロー等	38 %	金型設計段階での限界設計	- シミュレーションによる限界値把握 - 量産品質確保のための鑄造技術の確立
捨て打ち品	4 %	- 金型温度制御による最適化 - 自主保全活動の徹底 (チョコ停・故障の低減)	金型温度安定化までの時間短縮(現状は、金型切替後・マシン立上後に 15~20 回の捨て打ちを実施)
工程内不良品	2 %	- 最適鑄造条件の確立と標準化 - 原材料(アルミ)の材質改良	技術課題としての研究開発が必要
切削加工で発生する削り代	—	- GGPC では成形後の切削加工まで行っているため、加工費や消耗工具費の削減に効果大(当社はほとんど外作) - 金型設計方案の変更	- GGPC への MFCA 計算手法の普及 - 収集データの定義とデータ収集方法の確立と標準化

(6) 成果と今後の課題

- ダイカスト業界としては、原材料の購入量やダイカスト製品の出荷量を、ほぼ正確に捉えている。アルミゴツ等ロス の物量や金額は、ある程度見えていることから、歩留り改善など、これまでも原材料ロス の削減には積極的に取り組んできている。
- アルミ溶解と溶湯温度の保持に伴う熱損失や、鑄造工程で消費されている補助材料などのマテリアルロス の物量や金額は、これまで明確にしてこなかったが、今回の MFCA を通じて、工場全体として工程別に発生しているマテリアルロスやエネルギーロスを『見える化』したことで、ロス の物量や金額を具体的に捉えることができた。更には、これらロス の削減に向けて、やるべき課題や対策、方針を明確にすることができたので、今後、全社で取り組んでいる TPM などの日常の活動と連携して、より効率的かつ、効果的に改善活動を進めていくことが可能となった。
- アルミ溶解に係る熱収支を計算した結果、投入エネルギーのうち 90%程度が熱損失となっており、想定以上のロスが発生していることが確認できた。そのことから、各炉からの放熱や排出ガスの排熱に対する対策を進めることが、製造原価、環境負荷の両面で最大の効果が期待できる改善ポイントであると認識している。
- 当社では現在、県の補助金を活用して、溶解排熱を有効利用するための省エネ装置の開発と、CO₂削減のための解析モデルの構築に関する研究を進めている。解析モデルの構築にあたり、温度等の実測データや空気量等の設定条件をもとに手許溶解炉の熱効率を計算したところ、有効熱量は 15%以下、熱損失量は 85%以上となり、今回の MFCA により確認できた熱収支と、近似の結果となった。従って、解析モデルの高精度化と開発した省エネ装置の実用化によって、どこまでアルミ溶解に伴う熱効率を高められるかが、大きなカギとなる。

(7) 実施企業、インターンの所感

- MFCA に取り組む前は、ランナー・オーバーフロー等の端材、捨て打ち品や工程内不良品はリターン材として、工程内でリサイクルされていることから、現場では、ほとんどマテリアルロス は発生していないとの意識が強かった。しかし、工程内リサイクルの量の多寡が、リターン材の溶解に伴う投入エネルギーや鑄造の際に消費する補助材料に大きく影響していることが、具体的な物量と金額で確認することができたことから、現場での作業者を中心にロスに対する意識改善が図れた。
- MFCA の取り組みを製造部門個別の活動としてではなく、組織横断的なプロジェクト活動として進めていったことから、部門間のコミュニケーションが活性化し、ロス削減に対する意識統一が図れた。
- これまで当社では、廃棄物の分別徹底や有価物化など、エコアクション 21 に基づく環境活動を推進してきた。しかし、工場内の廃棄物の量や金額を工程別に細かく捉えて、これを削減す

るための具体的な活動展開にまでは至っていない。今後の方向性として、当該活動と連携して環境管理の充実を図るとともに、現状分析のほかロス削減の目標や計画を設定して、環境負荷削減のための課題解決を着実に遂行し、省エネの結果に繋げていきたい。そして、究極の『地球にやさしいダイカスト工場』作りを目指していきたい。

- アジア諸国を中心に自動車部品のグローバル調達が加速化しており、当社のアジア生産拠点である GGPC においても受注拡大の可能性が見えている。そのことから、MFCA の海外展開を当社の最重要課題の一つとして考えている。当社工場による MFCA 展開スキームの早期確立を目指し、一日でも早く海外展開が実現できる様、体制作りを進めていきたい。

以上

第5章 株式会社オティックス西尾における MFCA 導入実証事業報告 (自動車部品のアルミダイカスト工程に関する MFCA 導入事例)

報告書作成者：

近藤昌彦（株式会社 オティックス）

稲垣 修（株式会社 オティックス西尾）

寺島 毅（社団法人 中部産業連盟）：インターン

公募採択事業者：社団法人 中部産業連盟

(1) 株式会社オティックス西尾の概要

株式会社オティックス西尾は、自動車エンジン部品をアルミ鋳造から加工、組立てまで一貫生産しており、安全・品質と並び環境配慮の重要性から ISO14001 の認証を取得しエネルギー効率の追求、廃棄物低減に取り組んでいる。

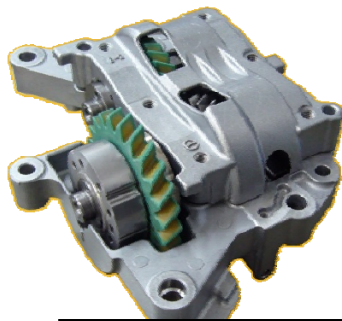
今回、MFCA 導入実証事業により専門家の指導を受け工程に潜むロス解析の手法を実地で体験し、環境改善を更に推進するため、本事業に応募した。

社 名	株式会社オティックス西尾
所 在 地	愛知県西尾市寺津町三の割 36-6
業 種	自動車部品製造業
資 本 金	1,000 万円
従 業 員 数	322 名
売 上 高	176 億円（平成 21 年度）
主 な 製 品	アルミエンジン部品、ミッション部品
業 歴	1918 年発動機、綿織機の修理工場として創業 1942 年トヨタ自動車(株)より旋盤受注 1949 年小田井鉄工所設立 1992 年(株)オティックスに社名変更 2005 年分社により(株)オティックス西尾に分かれる

(2) MFCA 導入対象の製品及び工程とマテリアルフロー

① 対象商品

自動車用エンジン部品：アルミダイカスト鋳造品で主にアメリカ TOYOTA で使われている。この部品は balancer housing といい、エンジンの振動を打消す構造で、快適性を重視する車に採用されている。



balancer housing



TOYOTA カムリ
エンジン形式2AR-FE

② 対象工程

今回の製造ラインは、材料投入から鋳造、トリミングまでの鋳造工程、熱処理工程、切削・組付け工程からなる。今回 MFCA を導入するに当たり、鋳造・トリミング工程（鋳造 QC）と以降の熱処理、切削・組付け工程（加工 QC）の2つの物量センターを設定した。

balancer housing製造ライン工程を図5-1に示す。

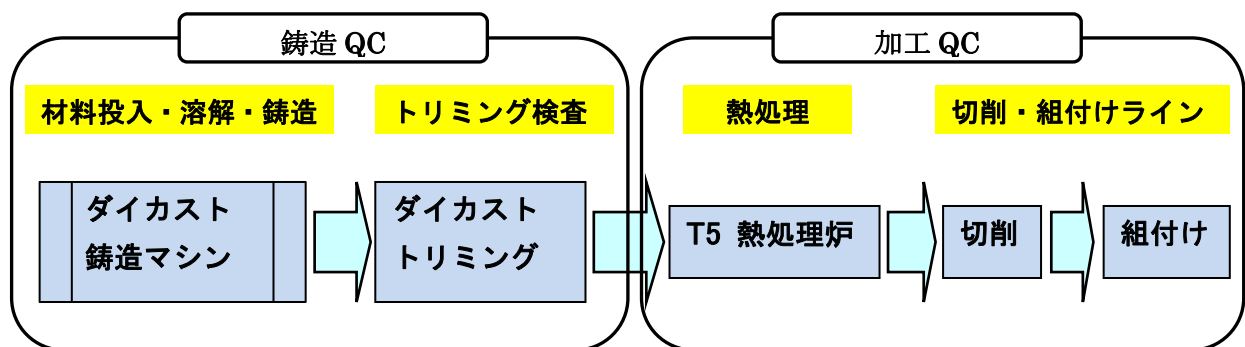


図5-1 balancer housing製造工程概略

しかし、加工 QC でのロスには、既に日常管理している、成型不良（鬆）、加工不良、研削屑であり、今回は鋳造 QC を中心に MFCA を適用し、ロスについて検討を行った。

(3) データ収集期間と方法

データの収集範囲とその期間、収集方法は以下の通りである。

① データ収集範囲

アルミダイカスト鋳造工程から組付け工程までを範囲とした。（但し、主要材料はアルミ材のみとし、組付けに投入される他の部品などは対象から除外した。）

② データ収集期間

2010 年 9 月分データ

③ データ収集の方法

- ・アルミ材については、鋳造から加工、組付けまでの重量遷移は重量を実測した。アルミインゴットの投入量、各工程の完成数は生産月報から収集した。またリターン材投入量については次式にて算出した。

リターン材投入量＝成型後の重量×ショット数－インゴット投入重量

また、リターン材は、投入量＝発生量となる。

- ・補助材料については投入実績が分からないものは購入実績より算出し、また他の製品と共通品については生産数量で按分した。
- ・エネルギーコストは電気、ガスについても工場全体の使用量しかデータが無いため、他製品と生産数量で按分した。
- ・今回は溶解炉の熱勘定も検討した。
- ・システムコストは人件費、設備償却費について経理データを使用し、処理費用は殆ど発生しない（有価売却となっている）ので除外した。

④ 鋳造 QC におけるマテリアルの INPUT と OUTPUT 及びロスの発生状況

鋳造 QC におけるマテリアルフローチャートを図 5-2 に示す。

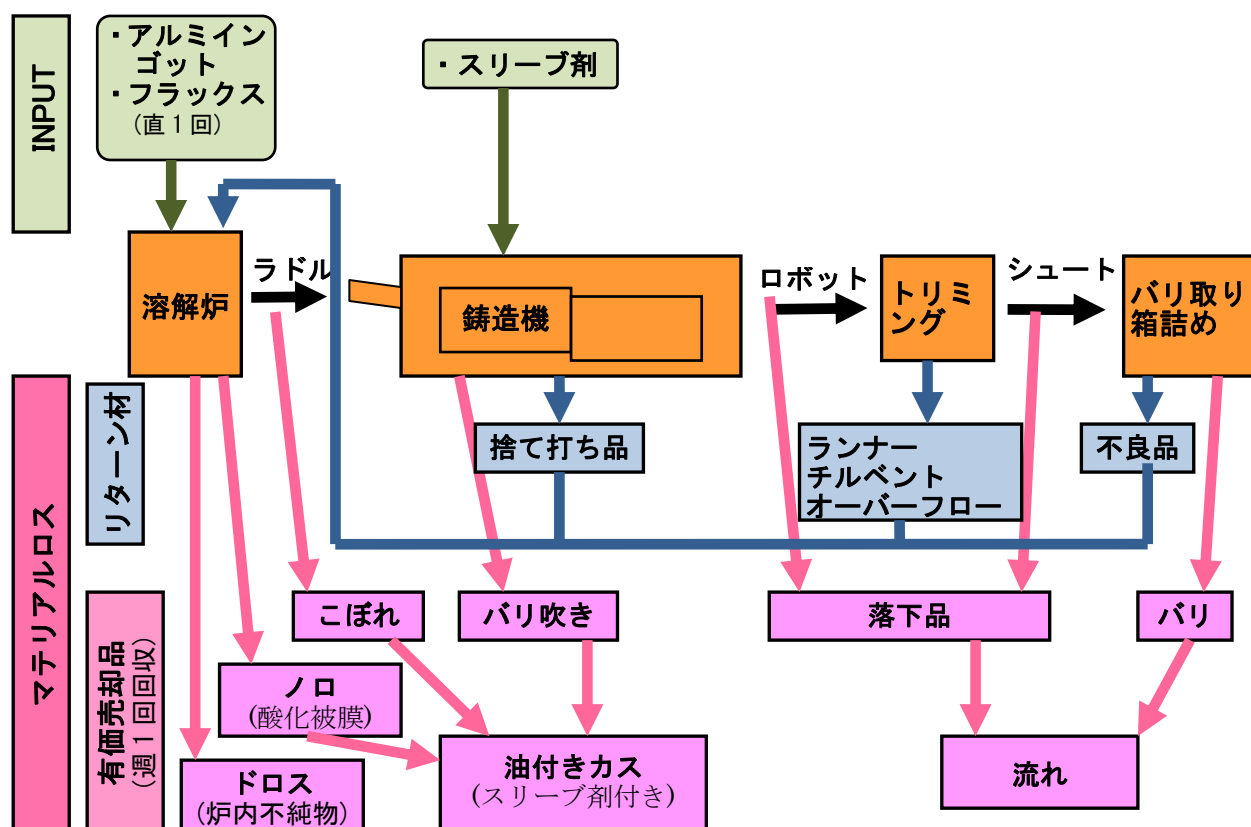


図 5-2 アルミダイカスト鋳造工程(鋳造 QC)のマテリアルフローチャート

1) INPUT について

- ・投入マテリアルとしては、主要材料のアルミニウムと各工程で使用する補助材料である。
- ・アルミニウムは、新規購入のインゴットのほかに、鋳造工程において発生するリターン材が投入される。このリターン材については、MFCA において物量は計上するが、金額は計上しないこととした。

2) OUTPUT 及びロスについて

- ・鋳造 QC において発生する、ランナー、チルベント、オーバーフローなどのリターン材は、工程内を循環し廃材とはならないが、このリターン材に関するエネルギーやシステムコストはロスとして集計するために負の製品とした。リターン材そのものについては、これも物量のみ評価し金額評価はしないこととした。
- ・投入される補助材料は、ロスの物量が測定できないが次工程へ持ち出しされないため、使用した分をそのまま負の製品とした。
- ・アルミの廃材は、全て有価売却されている。そのために処理費用は殆ど発生していない。この有価売却価格は廃材の状態によって価格に差異がある。

(4) MFCA 計算結果とその考察

MFCA 集計結果を表 5-1 に示す。なお金額は公表しない。

表 5-1 MFCA バランス集計表

	INPUT			OUTPUT (%対投入金額比)									
	(%:対合計金額比)			正の製品			負の製品						
	物量	金額	%	物量	金額	%	項目	物量	金額	%			
合 計	—	****	100	—	*****	67.7	—	—	*****	32.3			
マテリアルコスト計	—	****	37.2	—	*****	94.1	—	—	*****	5.9			
・アルミ材計	192,063	kg	****	36.5	99,862	kg	****	96.0	計	92,201	kg	****	4.0
・インゴット	104,068	kg	*****	36.5	—	kg	—	不良品・他	4,206	kg	****	4.0	
・リターン材	87,995	kg	—	—	—	kg	—	リターン材	87,995	kg	—	—	
・補助材料	—	—	****	0.7	—	—	0	—	—	—	****	100	
エネルギーコスト	—	—	****	6.6	—	—	*****	52.0	—	—	—	****	48.0
・電気	91,043	kwh	****	2.4	—	—	*****	52.0	—	—	—	****	48.0
・ガス	34,705	m3	****	4.2	—	—	*****	52.0	—	—	—	****	48.0
システムコスト	—	—	****	56.2	—	—	*****	52.0	—	—	—	****	48.0
・人件費	—	—	****	23.0	—	—	*****	52.0	—	—	—	****	48.0
・償却費	—	—	****	33.2	—	—	*****	52.0	—	—	—	****	48.0

① INPUT について

- ・マテリアルコストは 37% でアルミが大部分を占める。アルミ投入物量 192 トンのうち新規インゴットは 104 トン (54%) であり、リターン材が 88 トン (46%) と非常に大きな割合を占める。
- ・システムコストは 56% で人件費は 23%、償却費は 33% である。

② ロスの発生状況について

- ・負の製品コストは 32%を占めている。
- ・マテリアルのロス率は 6%であるが、アルミ材がそのうち 3 分の 2 を占める。重量では 4 トンあまりで、有価売却により 22 万円/月得ているが、そのマテリアルコストは 85 万円である。これに掛ったエネルギーコスト、システムコストは 38 万円でありこれを加味すると、回収率は 18%に過ぎない。
- ・リターン材は、廃棄物としないために金額評価はしていないが、物量的には正の製品の 88%にも上る。この影響によりエネルギーコスト、システムコスト、の負の製品への配賦が大きくなっている。

③ エネルギーコスト、システムコスト

エネルギー、システムコストのロスはリターン材を加味したアルミ材のロス率で評価したので、全て 48%である。

④ ダイカスト工程の熱勘定

ダイカスト溶解炉・保持炉・給湯機の熱勘定を表 5-2 に示す。

表 5-2 ダイカスト工程熱勘定

INPUT			OUTPUT			
熱源	使用量	熱量(MJ)	項目	物量	熱量(MJ)	構成比%
ガス	34,705m ³	1,509,668	アルミ溶解	192, 063	190, 208	12.6
			・インゴット	104, 068	103, 063	6.8
			・リターン材	87,995	87,145	5.8
			昇温熱	20℃→68℃	76, 249	5.1
			溶解熱		113, 959	7.5
			インゴット	104, 068	103, 063	6.8
			正の製品	99,862	98,898	6.6
			負の製品	4, 206	4, 165	0.3
			リターン材	87,995	87,145	5.8
			熱損失		1,319, 460	87.4
			排気	内75%と仮定	989, 595	65.6
			放熱	内25%と仮定	329, 865	21.9

・熱効率は 12.6%

・しかし、正の製品となった熱量はわずか 6.6%

入熱量の 12.6%がアルミ溶解に使われ、正の製品には 6.6%しか使われていない。リターン材には 5.8%使われているが、これもロスである。熱損失は 87%となっている。なお排気と放熱については、排熱温度等のデータがないため一般の排熱割合（70%～80%）を参考にして、75%対 25%と仮定した。（図 5-3）

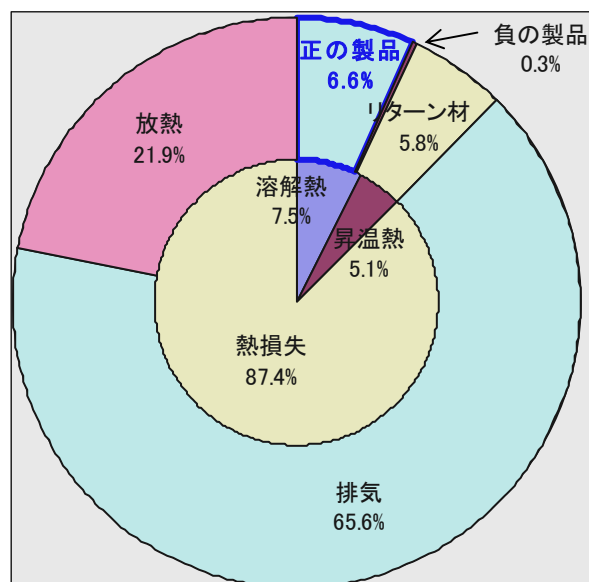


図 5-3 OUTPUT 熱量(投入材料別)

なお、計算に使用した各物性値を以下に示す。

アルミニウムの物性値	比熱(KJ/kg・K)	0.899	国産天然ガス(MJ)	43.5
	溶融熱(KJ/kg)	397		
	常温	20		
	融点	680		

(5) MFCA 導入結果からの改善の着眼点

① アルミ材について

1) 有価売却としている廃材

発生抑制→リターン材化→より有価価格の高い廃材化を検討する。

INPUT熱量=1,509,668MJ

発生抑制を検討する。

3) インゴット

削り代の削減←成型製品の形状、薄肉化を検討する。これについては既に取り組んだテーマであり技術的なハードルが高く今回は考えない。

以上の具体的な改善取組み課題を表 5-3 に示す。

表 5-3 アルミ材の改善課題

ロスの発生状況	改善の方向性・テーマ	改善目標	担当	期待効果
フラックス処理(1回/直)によりロドスが発生	定期処理→生産量を基準に変更	1/3	生技	・アルミ投入量削減 ・フラックス使用量削減 ・稼働率向上
ラドルからのタレ、こぼれ発生 ラドル交換(1回/週)	コーティング剤見直し	1/2	生技	・アルミ投入量削減 ・稼働率向上
バリ吹き発生 (バリが排熱風で飛散)	型保全(精度合わせ) バリ吹き原因調査・対策	1/2	製造 保全	・アルミ投入量削減 ・品質/稼働率向上
捨て打ちによりリターン材が発生する	型の余熱化/保温化により回数削減	1/3	生技	・省エネ ・稼働率向上
ロボットからの落下が発生	型への食付き改善 バケット移動の制御調整 バケット形状改善	0	生技 保全	・捨て打ち減 ・稼働率向上 ・有価物→リターン材
リターン材の落下が発生				
成型都度発生するリターン材 (ランナー、チルベント、オーバーフロー)の量が多い	型設計の見直し	30%削減	生技	・リターン材削減 ・省エネ

② 補助材料について

補助材料については、使用量の削減と、処理費用の削減が課題となる。具体的な改善取組み課題を表 5-4 に示す。

表 5-4 補助材料の改善課題

検討項目	改善の方向性・テーマ	改善目標	担当	期待効果
離型剤の削減	塗布方法改善 油性化、ハイブリッド化	0 に近づける	生技	・廃液削減 ・処理費用削減
廃液削減	濃縮減容化	80%削減	生技	・廃液削減
作動油漏れ対策	型温度管理・配管洗浄 受け皿検討	今後テーマ 80%削減	生技 保全	・処理費用削減

③ 熱エネルギーについて

熱エネルギーについては、熱損失の削減と排熱の利用が課題となる。具体的な改善取組み課題を表 5-5 に示す。

表 5-5 熱エネルギーの改善課題

項目	検討対象	改善の方向性・テーマ	改善目標	担当	期待効果
熱損失の削減	開口部からの放熱	蓋設置検討	30%削減	生技	ガス使用量削減
	効率化追求	リターン材削減		生技	
	保持槽温度維持熱	槽の小型化		生技	
	非生産時の削減	稼働率向上		製造	
排熱利用		インゴットの余熱 リターン材の余熱 T7 へ利用		生技	

④ システムコストについて

システムコストについては、上記マテリアルロス削減に伴う稼働率向上などにより、改善されることもあるが、これはわずかである。当社は、現在トヨタの協力会社として TPS に積極的に取り組んでおり、この活動の主要なテーマの一つがまさにシステムコストの削減である。具体的な改善取組み課題については TPS の課題として取り組んでいる。

(6) 成果と今後の課題

- ・当社が推進している TPS 活動に今回新たに MFCA を加えたことで、コストダウン活動の幅及び成果実現の可能性が大きく拡大された。
- ・特にアルミ材については、不良品に対する活動が主であった。本事業で MFCA により、工程内リサイクルの物量の大きさが非常に大きいことが分かり、これに関わる大きなロス、また有価売却廃材についても大きなロスがあることが、物量とコストで明らかになった。ロスの具体的な発生源、発生原因などが明らかになり、そこから具体的な活動の課題が明確になった。
- ・リサイクル材は、仕掛け品が工程内をぐるぐる回るものであり、TPS で削減に取り組むべき重要な対象の一つである。しかもこれが工程内を循環する度に大きなコストも発生している。これを削減することは当社にとって重要な課題である。今回このことが明らかになった。
- ・工程で使用する補助材料などのマテリアルロスについても、今まであまり意識していなかったが、これにもメスを入れることができ、ここでも具体的な活動の課題が明確になった。
- ・今回新たに熱勘定を導入し、エネルギーの効率を見える化し、あらためて熱損失の大きさが認識できた。当社は第一種エネルギー管理指定事業所であり、これからの省エネ活動における具体的な活動の課題を明らかにできた。
- ・管理面においては、今まで完成実績に重点を置いてきたが、MFCA により、投入の重要性が明らかになった。マテリアルバランスを徹底することで確実な管理が可能になる。今後は現場自身で管理を行う仕組みの構築が課題となる。
- ・今回は対象製品を絞って MFCA を導入した。今後ダイカスト工程全製品全体で MFCA を実施す

れば、会社レベルでのロスの大きさや改善活動による成果の大きさなどの実態が明らかになり、当社にとっては非常に有意義である。

- ・また、共通補助材料や、エネルギーなどは生産量などで配賦にて集計を行ったため、必ずしも実態を表し切れていなかった。全体で集計すれば配賦は不必要である。

(7) 実施企業、インターンの所感

- ・ MFCAの活動を通して漠然と感じていたロスが物量とコストで把握でき、改善活動の動機付けとなった。
- ・ これまでのアウトプット情報が主の管理からマテリアルフローとしてインプット情報の重要性が理解できた。
- ・ 再利用品は物量的には効率が高まるが、エネルギー面からは大きなロスとなっている。
- ・ 今までコスト改善は工数、不良中心だったが毎日投入、廃棄しているロスが大きいと判明した。
- ・ ロスの改善がコストとして成果が見えモチベーションがアップした。
- ・ 今後もMFCAを改善手法として水平展開したい。

以上

第6章 武田鑄造株式会社における MFCA 導入実証事業報告

(砂型鑄造による鋳鉄鑄造業を対象にした MFCA 導入事例)

報告書作成者：

大木悦郎（武田鑄造株式会社）

仲井俊文（株式会社サンキョウ - エンビックス）：インターン

公募採択事業者：武田鑄造株式会社

(1) 武田鑄造株式会社の概要

武田鑄造株式会社は、岡山県内で 3 つの鑄造工場を持っている。各工場の特徴をいかした鑄造システムと、永年培った技術蓄積によって、顧客の複雑化する仕様、要求に適合できる安定した品質と低コストを実現してきた。また、3D/CAD 及び湯流れ解析システムの活用による開発体制強化を進め、試作品のデザイン・インから量産品着工までの納期短縮と迅速な生産対応を可能としている。

このたび、MFCA 手法を活用してロス削減・省資源の取組みを実現することを目的として、MFCA 導入実証事業に参加し、本社工場の鑄造工程に MFCA を導入した。

社 名	武田鑄造株式会社
所 在 地	岡山県倉敷市中島 1001
業 種	金属加工（鋳鉄鑄物製造）
資 本 金	30 百万円
従 業 員 数	200 名
主 な 製 品	自動車用部品、農機具部品、産業機械用部品、プレス型素材
業 歴	創業昭和 2 年

(2) MFCA 導入対象の製品及び工程とマテリアルフロー

① 対象商品

武田鑄造株式会社は、砂型を使った鋳鉄鑄造製品を製造している。砂型を使った鑄造法は、非常に歴史の古い製造法である。写真は当社の製品の一例であるが、この製造法の特徴は、複雑な形状のものを、制約なしに、ほぼニア・ネット・シェイプで成形できることである。



自動車のエンジンや工作機械、ポンプなどの主力部品は、鑄造品で製造されており、基盤産業にお

ける鑄造品の役割は、非常に重要である。今回は本社工場で製造される鑄鉄鑄物製品全般を対象として MFCA を実施した。

② 対象工程

対象工程の概略を図 6-1 に示す。鑄物製品の主原料となる鑄鉄は電気炉で溶解され、高温の溶湯を砂型に注湯し、砂型と一緒に冷却された後、バリシ、引き抜きにより砂型から製品が分離される。製品はさらに冷却され、ショットブラスト、仕上げ、検査工程を経て出荷となる。一方、分離した砂は回収され、ミル、コンデンスによって再生処理を行ったあと、砂型造型用砂として再利用される。

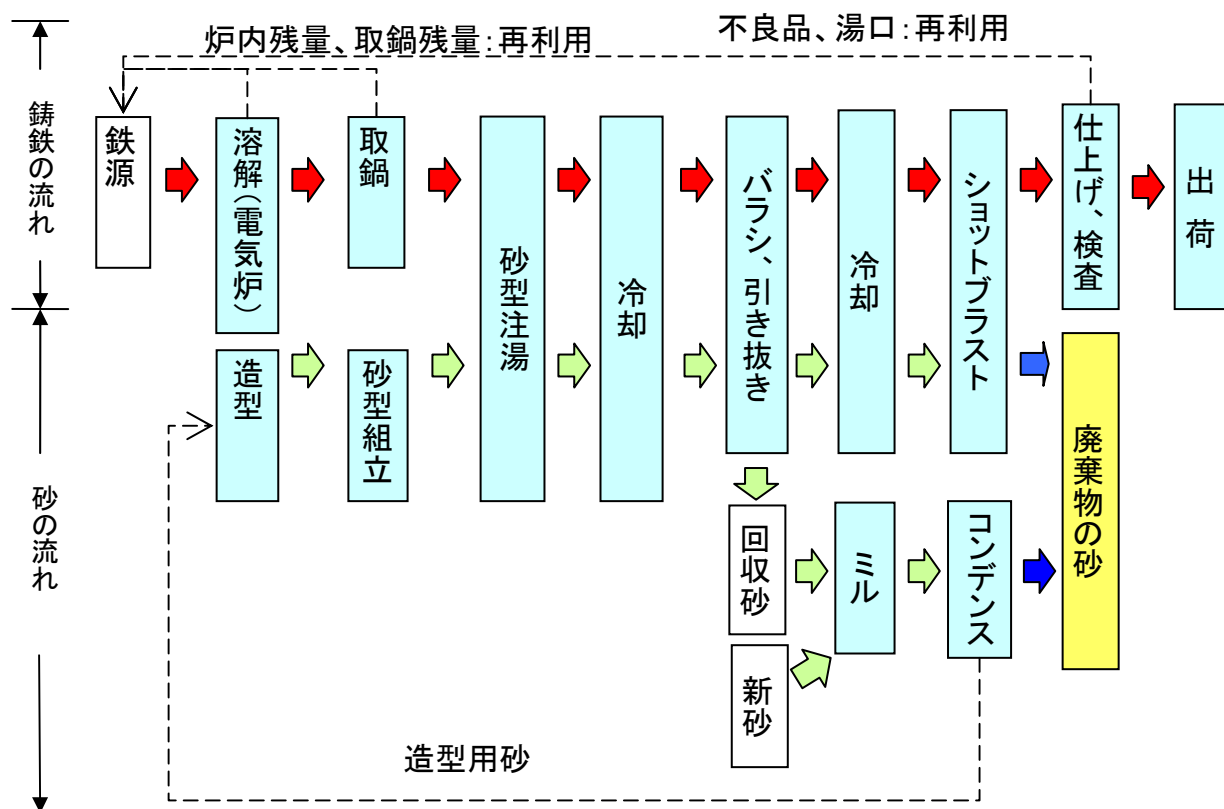


図 6-1 対象工程概略図

③ 製造工程の内容

主な工程内容を以下に記述する。

- ・ 溶解工程：製品の原材料となる鑄鉄原料、補助材料を電気炉内へ投入し、高温で加熱、溶解する
- ・ 取鍋、砂型注湯工程：溶解した原材料を取鍋に分取し、砂型内へ流し込む。砂型内の原材料は自然冷却され、中間製品となり次工程に送る
- ・ 型バリシ、引抜き工程：冷却固化された中間製品は、振動により砂と分離され次工程に送られる。分離した砂は回収され、再生処理を行う

- ・ ショットブラスト工程：中間製品にショット玉を吹きつけ、表面に付着した砂を完全に除去する
- ・ 仕上げ、検査工程：中間製品のバリ取り、外観検査を行い完成品となる
- ・ ミル、コンデンス工程：回収された砂に新砂、補助材料を加え、攪拌し砂の状態を整える
- ・ 造型、砂型組立工程：砂により砂型の各部分（上型、下型）を製作し、製作した砂型部分と中子を組み合わせて注湯用の砂型を組み立てる

④ マテリアルの投入とロス

対象工程におけるマテリアルフロー図を図 6-2 に示す。

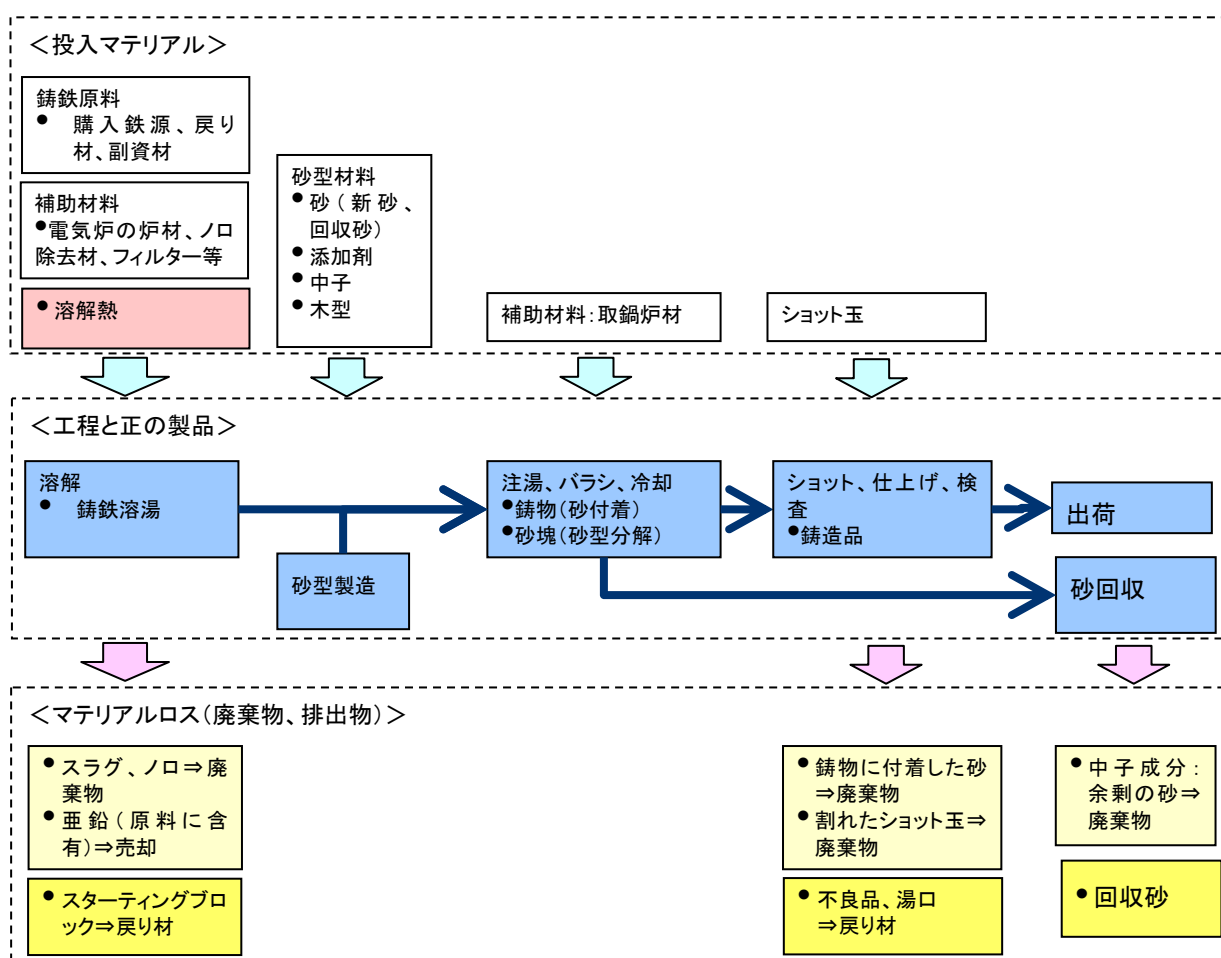


図 6-2 マテリアルフロー図

図を見ると投入マテリアルについて主なものは、溶解工程の鑄鉄原料、補助材料および砂型製造での砂型材料である。また鑄鉄原料を溶解するのに必要な溶解熱を投入マテリアルとして捉えた。

マテリアルロスについては排出物のうち、スターティングブロック、不良品、湯口は戻り材として、また回収砂は再度砂型材料として工程内で循環しており、その他のものが産業廃棄物または有価物と

して社外へ排出されている。

(3) MFCA 適用の考え方、方針

① 物量センターの設定

工場全体を一つの物量センターとして計算した。その理由を以下に記述する。

- ・ “鑄造の鑄鉄原料投入量＝購入量”とみなせる。
- ・ “正の製品物量＝出荷重量”とみなせ、出荷重量は管理できている。
- ・ “負の製品（鑄鉄原料のロス）物量＝購入量－出荷重量”で、容易に計算可能。
- ・ 工程は戻り材を除けばシンプルであり、投入マテリアル及びマテリアルロス全体を集計しても工程の把握が容易である。

② データ収集の範囲、期間と方法

MFCA の測定期間の範囲は、直近の会計年度の 1 年間（09 年度）とした。それにより、在庫量も管理された数値を用いることができ、次のように使用量を計算できた。

- ・ 材料の使用量＝期初在庫量＋購入量－期末在庫量

マテリアルとマテリアルコストの測定対象は次の通りとした。

- ・ 鑄鉄原料：鉄源として購入したもの（自動車鋼板の端材等）、及び副資材（鑄鉄の特性を出すための、炭素等の添加剤）
- ・ 砂型材料：新砂、粘結材等、砂型を作る材料
- ・ 中子：砂型の中子は、他社で製造した購入品
- ・ 補助材料：消耗品である炉材（電気炉、取鍋）、ノロ除去材、フィルター、CE カップ、ショット玉等
- ・ 鑄鉄の溶解熱：電気炉で使用した電気量とし、その他エネルギーと区別した

システムコスト（労務費、償却費）と、鑄鉄の溶解熱の電気以外のエネルギーコストも、MFCA 計算のコストに含めた。システムコスト、エネルギーコストの正負の配分は、マテリアルコストの正負の比率で按分した。

(4) MFCA 計算結果とその考察

MFCA バランス集計結果を表 6-3 および図 6-4 に示す（コスト情報の一部は、機密事項のため、非公表とする）。それによると正の製品コストは 56%、負の製品コスト比率が 44%と算出された。さらに負の製品コストの中でも電気炉投入熱量コストが大きいことが分かる。電気炉の熱損失は、下記の方法で計算した。

電気炉熱量総計＝電気炉の電力使用量×電力の熱量原単位（3.6MJ/kwh）

良品溶解熱量＝良品重量×鑄鉄を溶解させる熱量原単位（1500℃：907MJ/ton）

熱損失総計＝電気炉熱量総計－良品溶解熱量

つまり、他のエネルギーコストと違い、良品（鋳鉄）を溶解させるのに必要な熱量を熱量原単位より計算し、それを正の製品に対する熱量へのコストとし、それ以外の熱量はロスであるという定義で負の製品コストへ計上することにより熱量のロスを見ることができるようになった。

改善検討に際しては、負の製品コストのうち、システムコスト、エネルギーコストは、物量によって按分されているため直接的改善に関わる対象からは除外し、電気炉投入熱量、中子、砂型材料、補助材料、および産業廃棄物排出量について改善の対象とした。

表 6-3 MFCA バランス集計表

Input				Output							
投入コスト合計		947百万円		正の製品コスト		528百万円		負の製品コスト		420百万円	
				56%				44%			
材料と材料費		物量	単位	コスト		物量	単位	コスト	物量	単位	コスト
鑄鉄原料		8,137	ton			8,020	ton		117	ton	
中子		1,036	ton						1,036	ton	
砂型材料		1,426	ton	20					1,426	ton	20
補助材料		269	ton	36					269	ton	36
電気炉投入熱量		32,593	GJ	131		7,274	GJ		25,318	GJ	102
廃棄物処理		物量	単位	コスト		物量	単位	コスト	物量	単位	コスト
産廃排出量		2,944	ton	16					2,944.0	ton	16
その他エネルギー		使用量	単位	コスト				コスト			コスト
コンプレッサ電力		1,367	Mwh	20		774.4	Mwh	11.2	593.0	Mwh	9
その他設備電力		4,555	Mwh	66		2,579.5	Mwh	37.4	1,975.3	Mwh	29
システムコスト				コスト				コスト			コスト

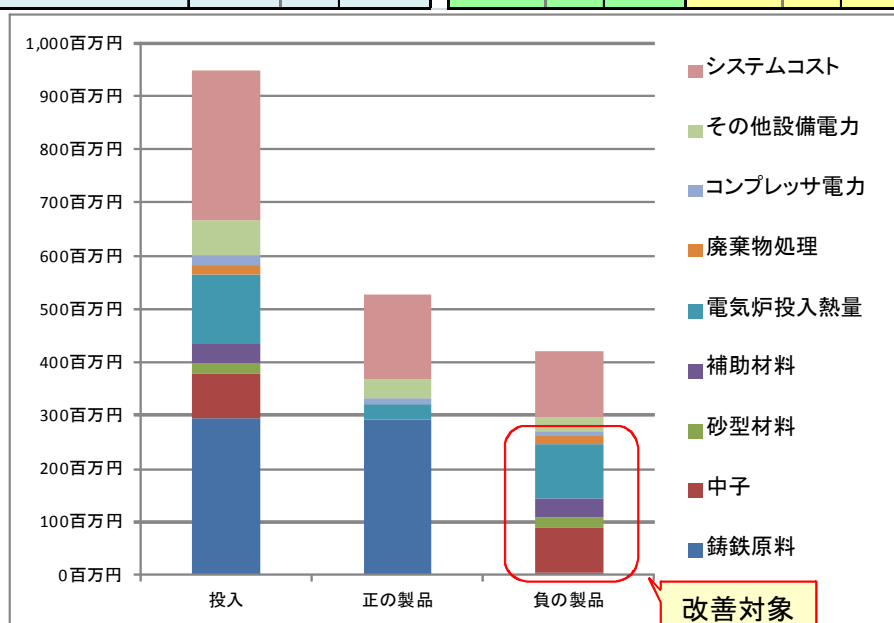


図 6-4 MFCA バランス集計表のグラフ

改善対象のマテリアルロスと熱損失、廃棄物処理のコストの内訳を図 6-5 に示す。そのコストに占める割合でみると、電気炉投入熱量に関わるものが最も大きく、逆に製品原料である鑄鉄原料は、戻り材として工程内を循環しているということもあり、その割合は非常に小さいことが分かった。

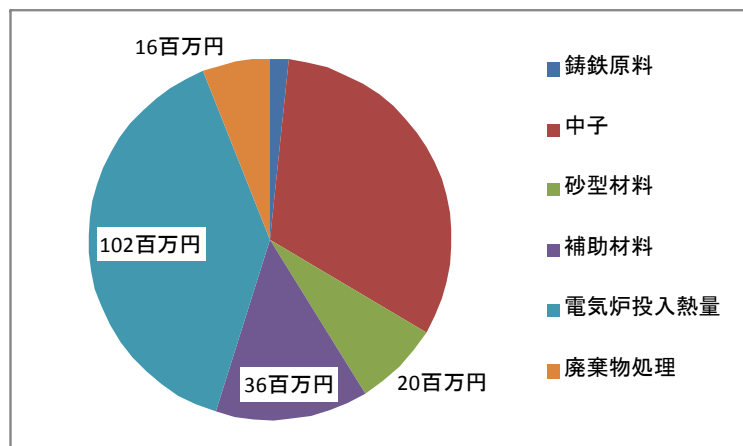


図 6-5 改善対象のマテリアルロスと熱損失、廃棄物処理のコスト

次に、電気炉に投入した熱量の出熱（使われ方）を図 6-6 に示す。投入熱量のうち、良品、戻り材、不良品といった製品に関わる熱量よりもその他の熱損失の熱量が非常に大きな割合であるということが分かった。その他の熱損失としては、例えばコイル水冷、集塵、立上（週 1 回）、稼働時の放熱、稼働停止時の放熱、稼働休止時の放熱（夜間）が挙げられる。

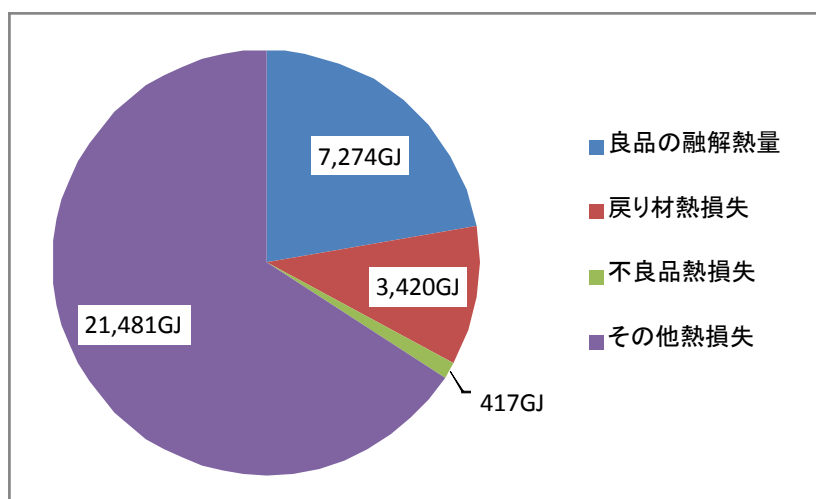


図 6-6 電気炉投入熱量の出熱

(5) MFCA 導入結果からの改善の着眼点

負の製品 MC と廃棄物処理費用を対象として、改善の検討を行った。

表 6-7 改善課題一覧表

マテリアル・エネルギーロス		物量	改善課題、方策、着眼点
溶解炉の省エネルギー	コイル水冷の排熱	(測定中)	温排水の再利用、冷却能力の最適化
	集塵に伴う熱損失	19,125GJ	集塵モーターのインバーター化、集塵センサー、稼働停止炉からのダクトシャッター
	炉の立上時必要熱量	1,085GJ	休日に常温に下がった炉本体を再度昇温させるために必要な熱量、休日に炉を高温で維持する熱量と比較・評価する必要がある。
	稼働時の放熱（溶解部輻射熱）	(計算不可)	
	夜間稼働休止時の放熱	1,546GJ	溶解炉の中蓋の運用徹底、集塵停止
	溶解炉の熱損失合計	21,481GJ	(推計計算誤差のため、上記数値の合計と一致しない)
砂型材料の廃棄		2,462ton	鑄造後の劣化していない砂の回収率向上
産廃処理量		2,944ton	砂の回収率向上による産廃処理量削減
補助材料	ショット玉	160.0ton	砂の回収率向上によるショット使用量削減
	炉材（電気炉、取鍋）	64.0ton	(検討せず)
	ノロ除去材	38.4ton	(検討せず)
	フィルター、CE カップ	6.6ton	(検討せず)

この中で具体的な対策検討を行ったのは以下の 4 点である。

① コイル水冷の排熱対策

- ・ 電気炉コイルの冷却水、クーリングタワー仕様の見直しを行い、季節変動による熱損失を抑えるとともに、消費電力の削減を行う。

② 集塵に伴う熱損失対策

- ・ 集塵ダクトから吸上げる空気量を制御し、モーターのインバーター化等により運転条件を見直すことで過剰な熱損失を抑える。

③ 夜間稼働休止時の放熱対策

- ・ 操業日の夜間停止時に炉内に中蓋をすることで電気炉からの過剰な放熱を抑える。

④ 砂型材料の廃棄対策

- ・ ショットブラスト工程前のラインの見直し（回収ピット等）を行い、製品からバラされた砂の回収率を上げる。

これらの対策については今後、詳細な仕様の確認、実施するにあたっての問題点の解決を検討しな

がら進めていく。

(6) 成果と今後の課題

今回、MFCA を適用し、負の製品の物量とコストを見ることで、これまでと異なる改善の着眼を得ることができた。中でも熱損失に対する省エネルギーの取り組みに関するものは改善効果が高いと思われる。

- ・ MFCA の概念で熱損失を物量とコストで見える化することにより、冷却水、集塵が熱損失になっていることに気づくことができ、省エネルギーの取り組みに、新しい改善の着眼を得ることができた。
- ・ 砂型からの廃棄物に対する認識はこれまでも高かったが、MFCA によって、その廃棄物削減の物量的な効果と、コスト削減効果の両方が見えることで、今後とも、取り組みを継続することが重要と再認識できた。
- ・ 今後の課題として、熱損失に関しては、まだ十分な精度で分析できたのではない。今後、その精度の検証と、まだ測定できていない部分の解明などが必要である。
- ・ 当社には他に高梁工場、福井工場があり、MFCA の手法、及び熱損失の測定を展開する必要がある。

(7) 実施企業、インターンの所感

今回の MFCA 導入において、既存のデータを活かして、見えていないマテリアルロス、熱損失を見えるようにすることが重要であると分かった。

今までも鉄源材料、砂型材料、補助材料なども、年間の購入量、使用量も、製品出荷量も、重量のデータがあり、金額も分かっており、不良は、熱源、工数、中子等の補助材料のロスであると認識し、不良率、不良損費を低減する取り組みをしてきた。

しかし、砂型の砂は、回収する必要は認識していたが、そのコストの見える化はしていなかった。また電気炉のエネルギーの熱損失は見えていなかった。今回の MFCA によって省エネルギーの取り組み上も、熱損失の見える化の必要性が高いことが認識できた。

電気炉の電力量と、鑄鉄溶解量を結びつけて、溶解原単位はみていたが、熱損失量を計算することはできていなかった。溶解原単位だけでは、その削減に結びつきにくい。

ロスを見える化するための基礎的なデータは、ほとんど管理データとして持っている。よって既存の管理データを用いて、マテリアルのロス、エネルギーのロス进行评估することの重要性を認識した。今後もさらに MFCA を活用し、省資源、廃棄物削減の取組みを継続していく。

以上

第7章 株式会社リバーズにおける MFCA 導入実証事業結果報告

(回収古紙原料の製紙プロセスを対象にした MFCA 導入事例)

報告書作成者：

澤田好幸（株式会社リバーズ）

高松郁介（株式会社リバーズ）

有岡義洋（株式会社ジームス・アソシエイツ）：インターン

公募採択事業者：株式会社リバーズ

(1) 株式会社リバーズの概要

株式会社リバーズは、難処理古紙・機密書類を原料にして、トイレットペーパーを製造している企業である。平成 16 年に工場が竣工し製造を開始した若い会社であるが、平成 17 年には ISO 14001 認証を取得する等、環境保全の重要性を深く認識して事業活動におけるエネルギー及び資源の効率的利用と廃棄物削減に取り組んでいる。

社 名	株式会社リバーズ
所 在 地	大阪府泉南市男里 4-33-3
業 種	パルプ・紙
資 本 金	1,000 万円
従 業 員 数	69 名（平成 23 年 1 月 1 日現在）
売 上 高	29 億 7,900 万円（平成 21 年度）
主 な 製 品	トイレットペーパー
業 歴	平成 14 年 8 月 会社設立 平成 16 年 2 月 工場竣工・製造開始 平成 17 年 5 月 ISO 14001 認証取得

(2) MFCA 導入対象の製品及び工程とマテリアルフロー

① 対象製品と工程範囲

同社は、100%の古紙原料からトイレットペーパーを製造しており、芯の有無や紙幅・長さ、梱包数量の違い等から最終製品のトイレットペーパーとして、合計 50 種類以上の製品を生産している。

今回の MFCA では、最終製品の全品種について、その原料の受け入れから出荷までの全工程を対象とした。



② 対象工程

同社では、難処理古紙・機密書類等の古紙を原料にしているが、その原料から純粋な紙の原料部分だけを精選する原質工程、そこで作られた古紙パルプから製品の原紙となるジャンボロールを製造する抄紙工程、ジャンボロールを裁断し、個々の製品規格に合わせたトイレットペーパーにする加工工程に分かれる。

MFCA の導入に当たり、工場全体を抄紙までの工程と加工工程の2つの物量センター（以下 QC と表記）に分離して、マテリアルバランス、MFCA の計算を行った。この QC の設定は、以下に述べる製造工程の特性を考慮したものである。

- ・ジャンボロールができるまでの抄紙工程は連続している。大量の水、蒸気を循環利用しており、その改善検討の単位となる。また工場の管理単位としても一つになっており、1つの QC として管理するのが妥当である。
- ・加工工程は、他社からもジャンボロールを購入して加工することもあり、QC として分離している。

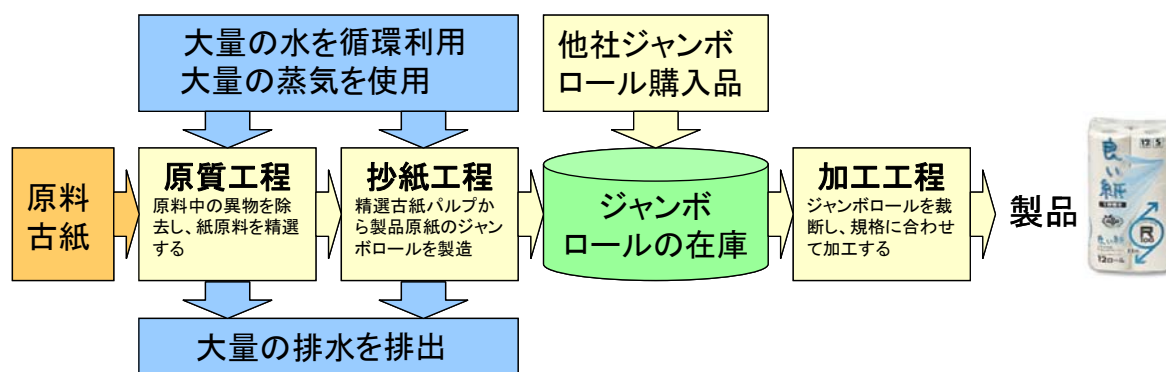


図 7-1 製造工程説明図

③ マテリアルの投入とロス

図 7-2 に示すように、原質工程では、原料を大量の水に溶解して不純物等を除去する。その際、脱墨、滅菌、漂白等のために多くの補助材料も使用する。そこから出る排水には短い紙繊維分が含まれており、排水処理施設で水とスラッジに分離する。スラッジ等、この工程の廃棄物の多くは、社内のボイラーで助燃材として使用する。

抄紙工程では、原質工程で作られた古紙パルプと大量の水からジャンボロールを製造するが、紙を乾燥させるために、大量の蒸気等のエネルギーを使用する。

加工工程では、自社、他社のジャンボロールを裁断して、トイレットペーパーを製造し、包装した上で出荷する。裁断の際には端材が生じるが、それは全量、原質工程に戻され、原料として再利用する。

工程区分	原質工程 投入した原料の中の異物をすべて除去し、トイレットペーパーとなる純粋な紙の原料部分だけを精選する工程	抄紙工程 精選された古紙パルプからジャンボロールを製造する工程 1,000m/分以上のスピードで、50トン/日の抄紙を製造	加工工程 抄紙されたジャンボロールを裁断し、トイレットペーパーに加工する工程
投入	- 原料(牛乳パック、機密書類) - 戻り材(抄紙、加工工程から) - 各種補助材料(脱墨、滅菌、漂白等)する)	- 原料パルプ:前工程良品 - 粘剤、接着剤、剥離剤	- ジャンボロール(前工程良品+購入品) - 紙管材料 - 包装資材等
ロス	- 短い紙繊維成分⇒スラッジ燃料 - 金属異物(機密書類のクリップ、ホチキス等)⇒金属屑(売却) - 廃プラ(牛乳パックのラミネートフィルム等)⇒RPF燃料 - インキ成分⇒スラッジ⇒燃料 - 水⇒白水タンク(循環再利用)、排水処理施設(処理後、排水)	- 原紙ロス⇒原質工程へ - 短い紙粉(紙繊維)⇒スラッジ燃料 - 水⇒白水タンク、排水処理 - 放蒸蒸気、使用済み蒸気(ドレン水)	- 裁断ロス⇒原質工程へ - 包装資材ロス⇒RPF燃料、廃棄物(耳)

図 7-2 製造工程と資源(マテリアル、エネルギー)ロス

(3) MFCA 適用の考え方、方針

同社は、操業開始当初から環境経営システムの導入を目指した活動を展開し、約1年後にISO14001の認証を取得した。それ以降、環境負荷の低減対策を通じて製造コスト削減を図ってきた。MFCA導入に当たって、以下の方針でシステムの構築と適用を進めることにした。

- ・ 製造工程における具体的な改善課題を抽出できること。
- ・ 改善対策の達成度やコスト削減効果を明確に把握できること。
- ・ 製造担当職員が使用するコスト管理ツールとして利用できること（簡単に使えること）。

① 物量センターの設定

原料投入から抄紙までの工程と、加工工程の二つに分離した。

② データ収集期間と方法

データ収集期間は、2010年9月度の1か月間とし、マテリアルフロー分析で整理した物量計算のデータは、日々の稼働管理データから求めた。システムコストについては、工場全体の労務費、償却費を、投入コストとした。

なお、抄紙までの工程で大量に使用する水や、その排水処理の扱い、蒸気については、以下の理由から物量センターを切り分けて行う必要があると考えた。

- ・ 水、工程内ロスの廃棄物、蒸気等は、非常に複雑なフローになっている。

- ・ 水は、地下水をくみ上げ、工場内の各工程で使用後回収し、再利用しながら、汚れた水（原排水と呼ぶ）は、浄化処理して排水する。
- ・ 紙原料から取り出した廃プラは、RPF 燃料にして、ボイラーで使用する。
- ・ 原排水の浄化処理で発生するスラッジ（短い紙繊維分、インキ成分）は、ボイラーで使用する。
- ・ ボイラーでは、主燃料の木質チップに、RPF 燃料、スラッジを混ぜて燃焼させ、蒸気を発生させる。
- ・ 同社では、水、蒸気のフロー解析、マテリアルバランス測定に関して、熱勘定の測定、計算を2年前より取り組んでおり、そのデータを活用できる状態になっている。

そこで、抄紙までの工程の MFCA 計算では、その物量、熱量、コストの総量情報だけを活用することにした。

(4) MFCA 計算結果とその考察

抄紙段階までの工程では、負の製品が非常に多く、表 7-1 や図 7-3 に示すように負の製品コストも 61%とかなり大きな数値となった。なお、電力エネルギーコスト及びシステムコストは固定費とみなし、今回は改善検討の対象外とした。

表 7-1 MFCA バランス集計表(原料投入～抄紙)

MFCA バランス集計表(原料～抄紙)											
Input				Output							
投入コスト合計	73,763千円			正の製品	29,105千円			負の製品	44,658千円		
					39%				61%		
材料と材料費	物量	単位	コスト	種類	物量	単位	コスト	種類	物量	単位	コスト
回収古紙	1,004,664	kg		ジャンボロール	1,436,453	kg		回収古紙を縛っている番線	1,859	kg	
機密原料	888,160	kg						機密原料中の金属異物	2,230	kg	
後工程からの戻り材	106,971	kg						原料中の廃プラ成分	67,523	kg	
粘材-1	1,065	kg						スラッジになった紙繊維屑	396,387	kg	
粘材-2	290	kg		回収ロス合計	17,603	kg					
紙原料	2,001,150	kg			1,454,056	kg		原料ロス小計	547,094	kg	
補助材料(13種類)	79,567	kg							79,567	kg	
熱風炉の天然ガス	62,743	m3							62,743	m3	
蒸気	5,855	ton		ドライヤー使用蒸気	3,210.7	ton		蒸気のロス(放蒸、熱損失)	2,644	ton	
ドライヤーの蒸気とガス			15,182				6,209				8,973
地下水	126,684	ton	798					原水⇒排水処理	126,684	ton	798
材料の物量とコスト小計			39,107				46.6%				53.4%
廃棄物処理	物量	単位	コスト		物量	単位	コスト	排水処理合計	126,684.7	ton	11,289
排水処理合計	126,684	ton	11,289								
原料中の廃プラ成分	67,523	kg	0								0
スラッジになった紙繊維屑	396,387	kg	0								0
廃棄物処理合計	463,910	kg	0								0
廃棄物処理物量とコスト小計			11,289								11,289
その他エネルギー	使用量	単位	コスト				コスト				コスト
電力	1,233,049	kwh	13,000		574,445	kwh	6,056		658,604	kwh	6,944
エネルギーコスト小計			13,000				6,056				6,944
システムコスト			コスト				コスト				コスト
システムコスト小計			10,366				4,829				5,536.9

マテリアルロスと排水処理のコストを図 7-4 に示すが、この結果から次のことが判った。

- ・ 紙原料のロス は 547 トンであるが、そのうち紙原料のロス は 400 トン弱である。残りは、金属、廃プラ等の原料中の不純物、及び水分である。400 トンの紙原料のロス は、紙繊維として短

すぎて使えないものである。古紙リサイクルの現在の製造技術では、これ以上の発生量削減は不可能と思われる。これは、工場内でスラッジとして回収し、ボイラー助燃料として利用している。

- ・ 補助材料は、抄紙までの工程で使用する苛性ソーダ、消泡剤、脱墨剤、剥離剤、接着剤等の薬品類である。ここに関しては、これまでも使用量の低減の取り組みを図ってきた。しかし、今回の MFCA で、負の製品の中で、これだけ大きな比率を占めていると思っていなかった。また、まだ改善の余地があることも判った。
- ・ ガス、蒸気及び水、及び排水処理に関して、負の製品コスト全体の 65%になっている。これはエネルギーの使用量、排水の排出量と密接に関連し、同社のモノづくりの環境配慮の取り組みで、最も重要な分野である。MFCA により、それがコスト面でも最重要であることが明確になった。

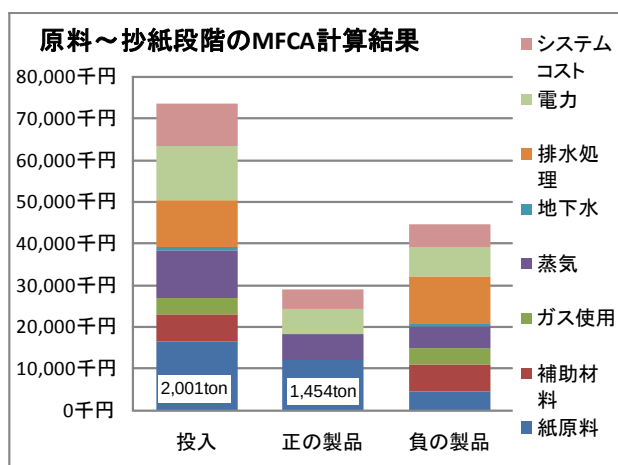


図 7-3 MFCA計算結果(原料投入～抄紙)

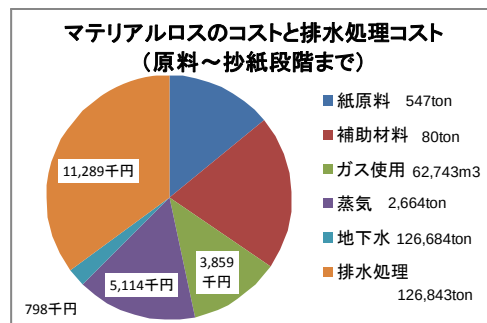


図 7-4 負の製品と排水処理のコスト

一方、製品加工工程では、ジャンボロールを裁断する際に表 7-2 で示すように 5 %程度の裁断くずが発生する。しかしそれは原質工程に戻され、原料として再利用されるため、材料のロスにはならない。そのため表 7-2 や図 7-5 に示すように、負の製品コストも 2 %とかなり小さい数値になった。マテリアルロスのコストを図 7-6 に示した。

製品加工段階のマテリアルロスは、梱包材料のロスと、薬剤等の補助材料の使用によるものである。梱包材料については、梱包材料のロスがあるとは見ていたが、これまではそのロスを定量化し、コスト評価したことがなかった。しかし、MFCA によりコストを見ると、思った以上のロスであることが判った。

表 7-2 MFCAバランス集計表(加工)

Input				Output							
投入コスト合計		63,265千円		正の製品		62,260千円		負の製品		1,004千円	
						98%				2%	
材料と材料費	物量	単位	コスト	種類	物量	単位	コスト	種類	物量	単位	コスト
有芯原紙使用量	1,165,399	kg		有芯正味生産重量	1,273,946	kg					
芯無原紙使用量	346,228	kg		芯無正味生産重量	331,546	kg					
有芯原紙(購入分)使用量	181,398	kg		製品重量(小計)	1,605,492	kg					
合計原紙使用量	1,693,025	kg		回収ロス	87,631	kg					
				製品になった紙管	62,655	kg					
紙管原紙使用量	64,392	kg		紙管原紙ロス⇒回収ロス	1,737	kg					
				合計正味生産重量	1,757,515	kg		物量差異(誤差)	-98	kg	
原料総計	1,757,417	kg		製品になった梱包材料			20,052	梱包材料ロス			769
梱包材料(14種類)			20,821								
補助材料(3種類)	170	kg	117								
材料の物量とコスト小計			55,700								
総コストに対する構成比率											
廃棄物処理	物量	単位	コスト		物量	単位	コスト		物量	単位	コスト
廃棄物処理(一般ごみ)	76.0	kg	0				0.0				0.0
RPF燃料	174.1	kg	0				0.0				0.0
廃棄物処理物量とコスト小計			0				0.0				0.0
その他エネルギー	使用量	単位	コスト				コスト				コスト
電力	178,051	kwh	1,879				1,849.5				29.8
エネルギーコスト小計			1,879				1,849.5				29.8
システムコスト			コスト				コスト				コスト
システムコスト小計			5,685				5,594.6				90.3

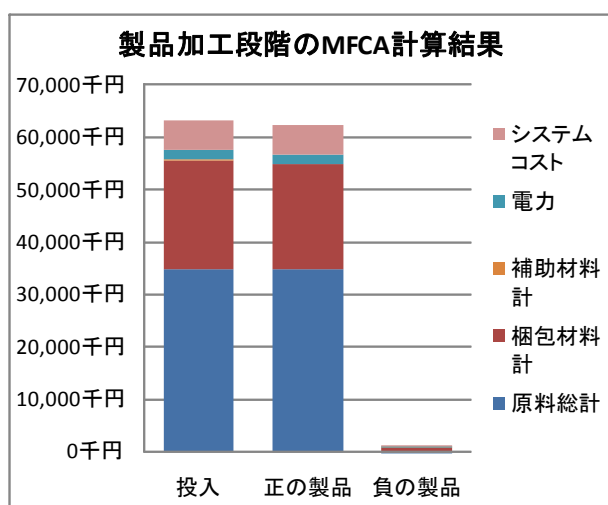


図 7-5 MFCA計算結果(加工段階)

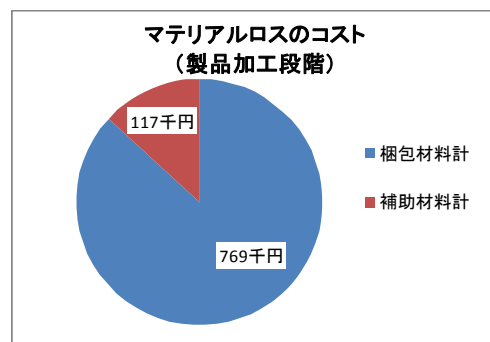


図 7-6 マテリアルロスのコスト(加工段階)

(5) MFCA 導入結果からの改善の着眼点

- ① 抄紙までの工程では、排水処理、薬品等の補助材料、蒸気等の熱損失が負の製品コストの大きな部分を占めている。この改善のためには、製造プロセスや設備を見直し、水の使用量を削減する必要がある。

・ 水の排水処理費用は、月 1100 万円と大きなコストがかかっている。そのコストは、排水

処理のモーター等の電気代、薬剤、使用機器の消耗品である。排水量が削減できれば、この費用は少なくできる。

- ・ 原排水は、様々な工程から出ている。水を使用しなくてもよい工程・設備、水を過剰に使用している工程・設備があるものと考えられる。そのため、各工程・設備の使用量の削減実験を昨年 12 月より開始した。
- ・ 今後、その実験結果をもとに、各工程・設備の水使用の適正化のために、ポンプ等の機器を置き換える予定である。これは、排水処理設備だけでなく工程内の電力消費の削減にもつながるはずである。
- ・ 以前より、水の使用量を削減するという課題は認識し、その取り組みは進めてきた。MFCA によって、その取り組みの経営的な位置付けが明確になった。

② 抄紙までの工程における補助材料の改善

- ・ 薬剤の使用量の低減は、これまでも、その使い方の見直しを行ってきた。しかし、今回の MFCA により、負の製品コストの中でも薬剤費がまだかなり大きいことが判った。
- ・ 特に、仕込み段階、抄紙段階で使用する薬剤の使い方の見直しが、今後の課題として残っている。

表 7-3 抄紙までの工程における補助材料の改善課題

対象		物量	対策(着眼点)	課題
補助材料	糊の分解剤	545kg	使用基準の見直し	製造の中で、最適条件を確認する
	歩留向上剤	1089kg		
	苛性ソーダ	17190kg	一般的な添加率を見直す	

③ 加工工程で使用するポリエチレン袋の耳ロスの改善

- ・ 包装用ポリエチレン袋は、ロール状になったフィルムで、1200～1600 枚／1 巻きとなっており、品種毎に印刷しているので各々で仕様が異なる。
- ・ 切断部のロスが平均 9%程度でいた。
- ・ 梱包材のロスは、図 7-7 で示すような改善の可能性が、MFCA で見出された。
同社では、梱包は主要な工程ではなく、これまでの効率向上の取り組みから見逃されていた部分である。

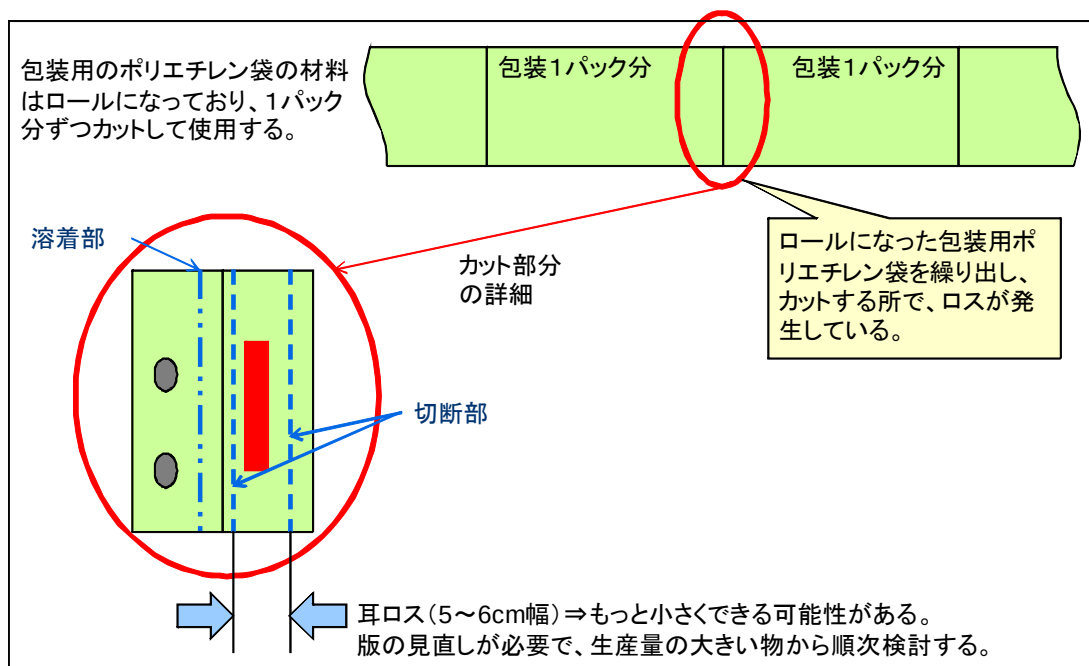


図 7-7 ポリエチレン袋の耳ロスの説明図

(6) 成果と今後の課題

抄紙までの工程の負の製品コストが 60%を超えており、職員の認識より遙かに大きいことに驚いた。

その中で、排水処理のコスト的な重要性が非常に大きく、同社で取り組みを予定していた「水使用の見直し」の課題の、経営的な位置付けがはっきりした。

加工工程の梱包材の耳ロスは、これまで金額的な評価をしておらず、ロスと認識してこなかった。今後の新商品について、ポリエチレン袋の版の設計時には、耳ロスを最小限の設計にする予定である。

今回、明確になった改善点の取り組みを進め、その結果の評価に MFCA を活用するとともに、今後は、水、蒸気、熱風、圧縮空気等にも MFCA の考え方で、そのロスの見える化を行う予定である。

(7) 実施企業、インターンの所感

- ・“見える化”の大切さを痛感した。実際、見えていないことがあった。
- ・これまで、材料の投入、良品出来高等の管理データを、日々詳細にデータを取り続けて、その結果、部分ごとに、最適化・ロス削減に取り組んできた。しかし、課をまたがった取り組みやコスト的な評価はできていなかった。
- ・MFCA を使い、日常の管理データ（月次集計データ）を、経営的な視点で使う方法が判かり、今後は、改善の取り組み効果をリアルタイムで確認できそうである。
- ・個々に持っていた問題意識が、マテリアルフローの整理、マテリアルバランス、MFCA の計算

をする中で共有化できたことにより、改善策、対策案が現実的に見えてきた。

- 梱包材の耳ロスの改善では、議論を進める中で、小さな事でも出来ることを探そうという姿勢に変化した。それは、想定していた以上にコストロスが大きいことを **MFCA** で見える化した効果だと思う。
- 水をいくらでもタダで使えるところでは、水の使用量を減らそうと思うはずがない。水のコストが大きいことに気づいたことは大きな前進である。

以上

第8章 医療法人社団まついクリニックにおける MFCA 導入実証事業報告 (血液透析における MFCA 導入事例)

報告書作成者：

天野輝芳（諏訪東京理科大学経営情報学部）：インターン

松井豊（医療法人社団まついクリニック まつい e-クリニック）

公募採択事業者：諏訪東京理科大学

(1) 医療法人社団まついクリニックの概要

医療法人社団まついクリニックは、内科・脳神経外科外来と血液透析／腹膜透析を行っている。2002 年 1 月に開設したまついクリニック（2009 年に閉鎖）と、2006 年 1 月に新たに開設したまつい e-クリニックがある。

医療は他のサービス業とは異なり、医学的な根拠に基づいて適切なサービスを提供する事業である。そのためには、最新の知識をふまえた正しい医療を安全に行う事が大切と考え、最先端の医療機器と IT を取り入れたシステムの整備や包括的医療をおこなう体制を整えている。

そうした医療にも、環境への配慮は必要である。当病院で行っている血液透析は、大量の水を消費するが、そこでの環境配慮への取り組みを検討するために、MFCA 導入実証事業に参加した。

MFCA を導入したのは、最新の血液透析のシステム、設備を導入したまつい e-クリニックである。なお、MFCA のマテリアルの投入量等の測定のために、当病院で使用している血液透析のシステム、設備のメーカーに、協力してもらった。

また、この MFCA の導入においては、資源効率の側面だけで分析、改善の検討を行ったが、上でも述べたように、医療では「最新の知識をふまえた正しい医療を安全に行う事が大切」である。この報告の中で述べている資源効率向上の改善を実施する際には、安全面、衛生面の検討も十分に行う必要があることは、言うまでもない。

社 名	医療法人社団まついクリニック まつい e-クリニック
所 在 地	兵庫県明石市大明石町一丁目 3-3 エスポア明石 3 階 4 階
業 種	医療サービス（血液透析）
診 療 科 目	血液透析（HD）、血液濾過透析（HDF）、腹膜透析（CAPD）
業 歴	- まついクリニック：2002 年 1 月開設（2009 年閉鎖） - まつい e-クリニック：2006 年 1 月開設

(2) MFCA 導入対象のサービス、業務とマテリアルフロー

① 対象のサービス

MFCA を適用したまつい e-クリニックでは、質の高い医療サービスを心がけ、安全な透析医療の提供が出来る様に他職種が緊密な連携をはかり、日々努力している。

同時透析 40 床の透析室の特徴は、複雑多様化する透析治療を受ける患者様をシステムの起点として、安全かつ快適な治療を受けられるように、

透析室中央監視システム：Future Net II（日機装社製）を導入し、透析装置および周辺機器を取りこんだトータルシステムで透析中の血圧や運転状態をリアルタイムに PC 端末でモニタリングし、集中監視を行うことができ、透析にかかわる様々な情報を管理することが可能である。



② 対象のプロセス

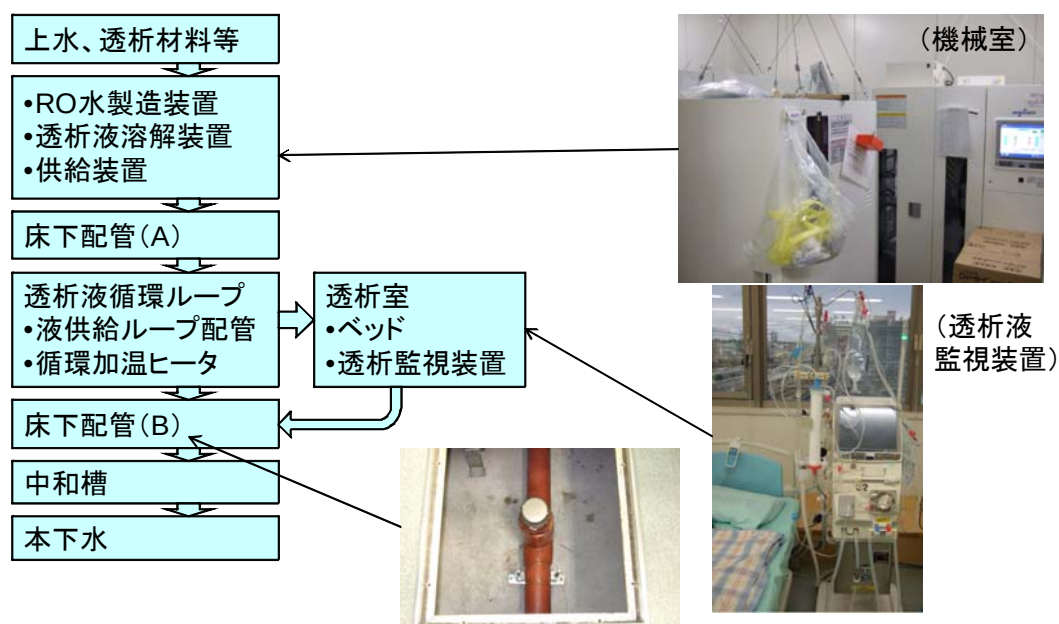


図 8-1 上水、RO 水、透析液等のフロー

本事例は、製造の MFCA 導入事例のように、作る製品はなくその製造工程もない。

しかし、血液透析を行うにあたり、多くの上水を使用して RO 水（逆浸透膜 Reverse Osmosis により濾過された水）を製造し、その RO 水に透析剤を溶解した透析液を用いて患者様の血液中の毒素を取り除くサービスをしている。また、システムの洗浄、消毒などには、多くの RO 水、薬剤を使用する。

そこでの上水、RO 水、透析液等の概略フローを図 8-1 に示したが、このフローを製造工程と同様に考えると、この MFCA 事例を理解しやすいと思われる。

上水から作られた RO 水と透析材料から作られた透析液は、各ベッド横の透析液監視装置に送られ、血液の透析に使われる。透析後の液は、中和槽で中和処理した後、下水に排水する。

③ プロセスの内容と運用

このシステムでは、毎日、図 8-2 の、Mode-1：透析液の準備、Mode-2：血液透析の実施、Mode-3：システムの消毒、Mode-4：消毒液のページを繰り返している。

Mode-1 の透析液の準備を始める時間は、朝 7 時 30 分ころからで、Mode-3 のシステムの消毒、Mode-4 の消毒液のページは、患者様への血液透析の終了後に行う。本システムでは、これらを自動的に集中制御して行っている。

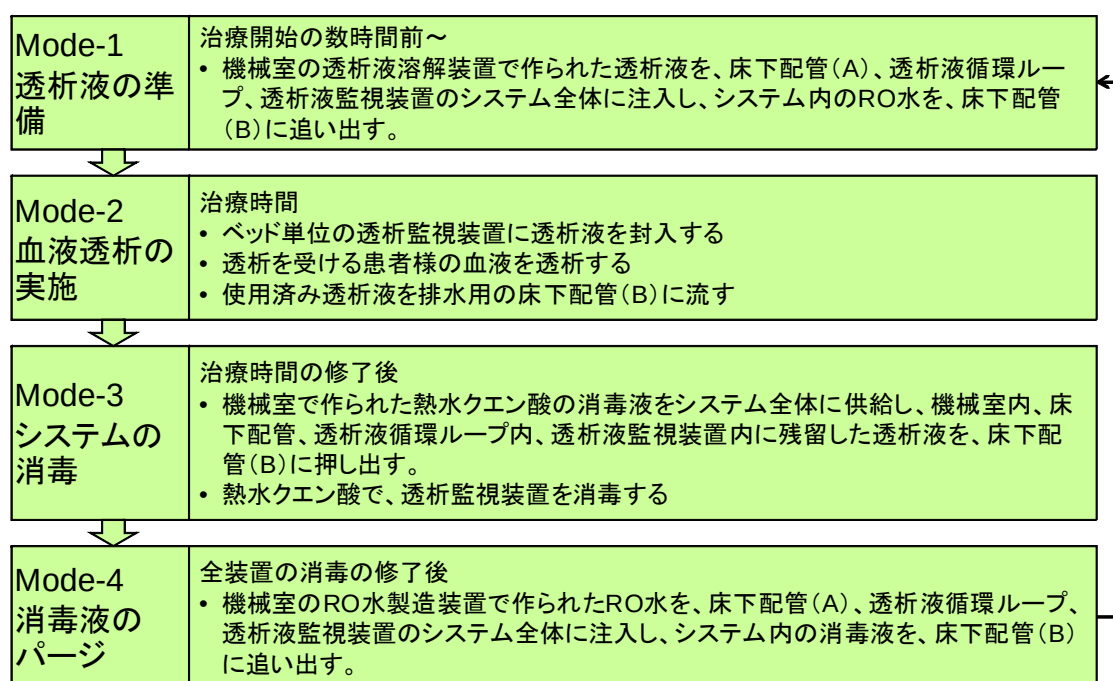


図 8-2 血液透析システムの日々の運用

④ マテリアルの投入とロス

製造における MFCA では、製品になったマテリアルを正の製品、製品にならなかったマテリアルを負の製品として、基本的なマテリアルロスを定義する。

しかし、血液透析に使用したマテリアルは、図 8-3 に示すように、すべて廃棄物、排水になる。製造における MFCA の定義のままこの事例に適用すると、すべての投入したマテリアルが負の製品である。

それでは逆に、この血液透析における資源効率余地の発見、その改善課題の発見に繋がりにくい。そのため、後に述べるように、本事例に限った正の製品、負の製品の定義を行い実施した。

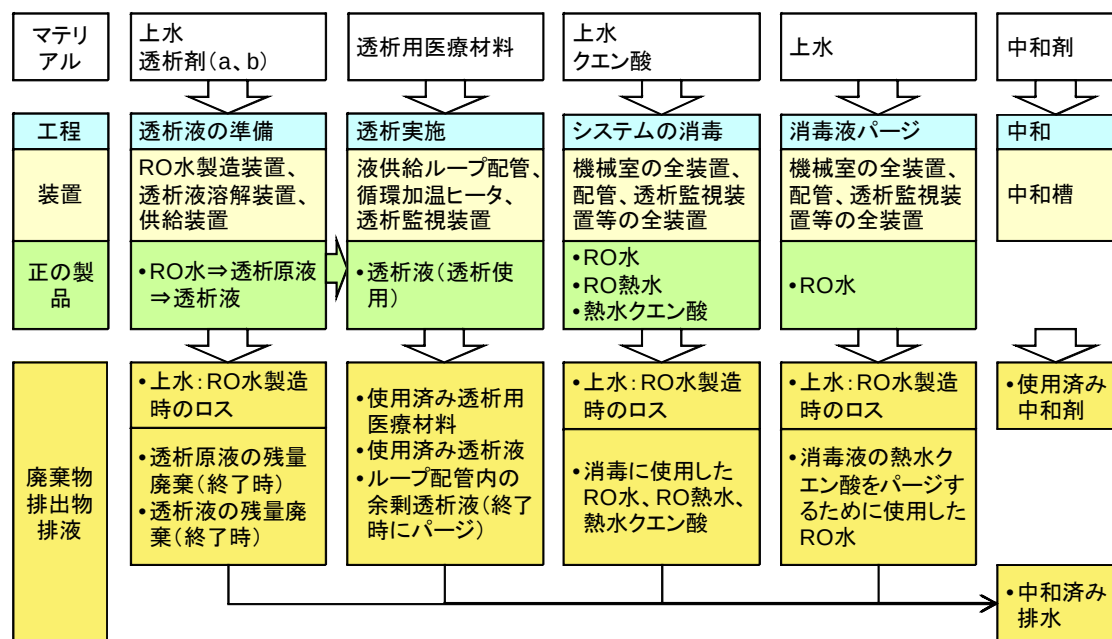


図 8-3 血液透析システムのマテリアルフローとロス

(3) MFCA 適用の考え方、方針

① 物量センターの設定

医療サービス全体をひとつの物量センターとして、MFCA の計算を行った。会計年度を計算単位にすることで、各種マテリアルの使用量全体が、容易に算定できるようにした。

ただし、その中のマテリアルバランスの測定、分析においては、上水、RO 水、透析原液、透析液の製造量、患者様への透析液の使用量等を、表 8-1 の (A) ～ (F) 区分で測定することにした。

表 8-1 マテリアルバランスの測定、分析の区分

血液透析のサービスにおける マテリアルバランス測定区分		月曜、水曜、金曜	火曜、木曜、土曜
		診療時間: ~pm11	診療時間: ~pm2
透析液の準備、透析実施	Mode-1, 2	(A)	(D)
システムの消毒	Mode-3	(B)	(E)
消毒液パージ	Mode-4	(C)	(F)

表 8-1 の区分別に、次の改善余地を計算し、全体の改善余地を推定することにした。

- ・ 1 日の終了時に装置内に残留して廃棄される、透析原液、透析液の量
- ・ 1 日の終了時にループ配管内に残留している透析液の量
- ・ 未使用の透析監視装置の消毒に使用した RO 水、RO 熱水、熱水クエン酸の量

また、この測定のため、このシステムのメーカーに協力してもらい、上水配管に水道の流量メーターを設置するとともに、システムの様々な制御データを表示できるように改良した。

② データ収集の範囲、期間と方法

MFCA の計算対象に設定したものを、以下に列挙した。

・ 上水使用量 ・ RO 水製造量 ・ 透析液製造量 ・ 下水の排水量 ・ 電力消費量	・ 透析剤(A 剤、B 剤) 使用量 ・ クエン酸使用量	・ 医療材料（一式）使用量 ・ メンテナンス部品（一式）使用量 ・ 廃棄物排出量

測定期間は、2009 年 10 月～2010 年 9 月の 1 年の会計期間とし、その会計期間の各マテリアル等の購入量、電力、水道等の使用量と費用を、投入として計算した。なお、今回の MFCA を、環境負荷低減の課題抽出に絞るため、システムコストは、MFCA の計算対象から除外した。

③ マテリアルロスの定義と、その測定方法

この血液透析サービスの MFCA においては、製造業と異なり、製品として出荷する物がない。

ただし、血液透析サービスで使用する、RO 水、透析液、熱水クエン酸等のマテリアルに関しては、直接的に患者様の血液透析に使用するものと、間接的に使用するものがある。

そのため、製造業における“正の製品”の代わりに、このサービスにおいては、正＝“直接的利用”、負＝“間接的利用”として、正・負の物量とコストの計算を行った。

ただし、そのために、間接的に利用したマテリアルの用途、量の測定が必要である。現在の RO 水製造装置、透析液溶解装置、透析液の監視装置等のシステム、機器は、このサービスに使用するマテリアルの品質管理のために、逐次、そうしたマテリアルの量を測定している。しかし、その測定データの蓄積、管理はしていなかった。また、RO 水の原料の上水についても、それに合わせた使用量のデータがなかった。

そのため、新たに、RO 水製造装置に入る上水の配管に流量計を設置するとともに、RO 水製造量の積算値を、システム運用のモードの切り替わりタイミングで読み取るために、RO 水製造装置の制御モニターの前にビデオカメラを設置する等により、測定することにした。

(4) MFCA 計算結果とその考察

① マテリアルバランスの測定

当病院では、月水金は 23 時までの 3 シフト、火木土は 14 時までの 1 シフトで透析を行っており、トライアルとして、それぞれ 1 日分を測定し、それを元に、年間のマテリアルロスを推定した。

表 8-2 に、今回の MFCA におけるマテリアルバランスを集計した表（月水金の場合）を示す。

表 8-2 マテリアルバランス集計表(月水金)

Input				Output(廃棄物、排出物、廃液)		分析、改善のための情報		
番号	mode	材料名	物量値 (a)	正の製品		負の製品	負の製品Outputの内訳	
				分類	物量値(b)	物量計算 (c=a-b)	ロスの内容	物量値
1	Mode-1 透析液準備	上水	36,000.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	RO水製造量	14,700.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	21,300.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	RO水製造時上水ロス	21,300.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$
		繰越RO水	300.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$					
		製造RO水	14,700.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	RO水	15,000.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$			
	Mode-2 透析実施	透析剤投入数量	45セット					
		透析剤(A剤)重量	120.2kg					
		希釈比率	2.554					
		RO水-A投入	306.9 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$					
				透析原液(A)製造量	405.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$			
		透析剤(B剤)重量	29.8kg					
		希釈比率	16.240					
		RO水-B投入	483.5 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$					
				透析原液(B)製造量	510.3 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$			
		透析原液(A)	405.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$		395.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	10.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	透析原液(A)残量	10.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$
		透析原液(B)	510.3 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$		500.3 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	10.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	透析原液(B)残量	10.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$
		RO水-AB	13,259.7 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$					
				透析液製造量	14,175.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$			
							未使用監視装置内残量	0.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$
							液置換量	525.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$
				透析延べ時間	360.0hr		溶解装置内残量	0.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$
				透析液使用/分	0.500 $\frac{\text{kg}}{\text{分}}$		循環ループ内残量	0.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$
		透析液製造量	14,175.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	透析液実使用量	10,800.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	3,375.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	その他	0.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$
		RO水残量	949.9 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	次モードに繰越	949.9 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	0.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	RO水残量廃棄	0.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$
3	Mode-3 システムの消毒	上水	4,750.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	RO水製造量	1,900.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	2,850.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	RO水製造時上水ロス	2,850.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$
		繰越RO水	949.9 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$					
		製造RO水	1,900.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	RO水	2,849.9 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$			
		クエン酸投入箱数	0.65箱					
		クエン酸1箱の重量	18.0 $\frac{\text{kg}}{\text{箱}}$					
		RO水	292.5 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$					
		熱水クエン酸製造量	304.2 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	熱水クエン酸の製造量	304.2 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$			
				監視装置の使用数	40台		未使用監視装置	0台
				熱水クエン酸流量(監視装置1台)	0.500 $\frac{\text{kg}}{\text{分}}$			
				熱水クエン酸を通す時間(監視装置1台)	10分			
				使用監視装置の消毒に使用した熱水クエン酸	200.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	104.2 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	未使用監視装置の消毒に使用した熱水クエン酸循環ループから直接排水された熱水クエン酸	0.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$
								104.2 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$
		RO熱水製造量	300.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	RO熱水流量(監視装置1台)	0.500 $\frac{\text{kg}}{\text{分}}$			
				RO熱水を通す時間(監視装置1台)	10分			
				使用した監視装置の消毒に使用したRO熱水	200.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	100.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	未使用監視装置の消毒に使用したRO熱水循環ループから直接排水されたRO熱水	0.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$
								100.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$
		RO水残量	2,257.4 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	次モードに繰越	2,257.4 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	0.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	RO水残量廃棄	0.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$
		上水	2,743.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	RO水製造量	1,125.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	1,618.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	RO水製造時上水ロス	1,618.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$
4	Mode-4 消毒液のパージ(毎日)	繰越RO水	2,257.4 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$					
		製造RO水	1,125.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	RO水	3,382.4 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$			
		RO水パージ使用量	1,125.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	使用した透析液監視装置数	40台		使用しなかった透析液監視装置	0台
				RO水パージ流量(監視装置1台)	0.500 $\frac{\text{kg}}{\text{分}}$			
				RO水パージ時間(監視装置1台)	45分			
				使用した透析液監視装置をパージするためのRO水	900.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	225.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	使用しなかった透析液監視装置のパージに使用したRO水	0.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$
							循環ループ内のパージだけに使用したRO水	225.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$
		RO水残量	3,382.4 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	次モードに繰越	3,382.4 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	0.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$	RO水残量廃棄	0.0 $\frac{\text{kg}}{\text{日}}$

② MFCA の計算

マテリアルバランスの測定結果をもとに、1年間の表 8-3 の MFCA バランス集計表を作成した。
また、MFCA 計算結果のグラフを図 8-4 示す。

表 8-3 MFCA バランス集計表(年間)

Input					Output					
投入コスト合計		88,718千円			正:直接的利用	61,165千円 69%		負:間接的利用	27,553千円 31%	
材料と材料費	材料単価	物量	単位	コスト	物量	単位	コスト	物量	単位	コスト
上水(使用量総計)	0.306	12,130	m3	3,706						
上水(RO水製造推計)		(10,489)	m3		(4,345)	m3		6,144	m3	1,877
上水(上記以外の使用)		(1,641)	m3		1,641	m3	501			
RO水		(4,345)	m3		2,693	m3	823	1,651	m3	504
透析剤	4.800	9,176	セット	44,045	6,693	セット	32,124	2,483	セット	11,920
クエン酸	8.500	185	箱	1,573	114	箱	969	71	箱	603
メンテナンス部品		1	式	2,500				1	式	2,500
消耗品(ダイヤライザー)	1.400	17,000	本	23,800	17,000	本	23,800			
材料の物量とコスト小計				75,623		77.0%	58,218		23.0%	17,405
廃棄物処理	処理単価	物量	単位	コスト	物量	単位	コスト	物量	単位	コスト
下水(排水)	0.292	12,130	m3	3,542			0	12,130	m3	3,542
産業廃棄物				5,724			0			5,724
廃棄物処理物量とコスト小計				9,266			0			9,266
エネルギー	単価	使用量	単位	コスト			コスト			コスト
電力		254,761	kWh	3,829	196,125	kWh	2,948	58,636	kWh	881
エネルギーコスト小計				3,829			2,948			881

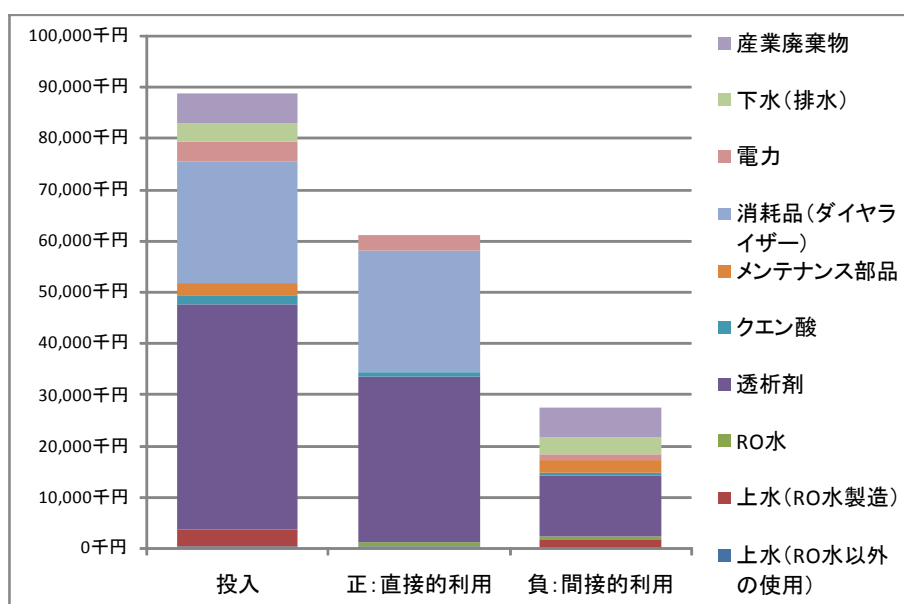


図 8-4 血液透析の MFCA 計算結果(MFCA バランス集計表のグラフ)

表 8-3 の MFCA バランス集計表の中で、負（間接的利用）に位置付けた部分のうち、下記の部分を、改善対象の検討とした。

- ・ 上水（RO 水製造推計）の RO 水製造時のロス（6,144m³、1,877 千円）
- ・ RO 水の使用時のロス（1,651m³、504 千円）

- ・ 透析剤のロス（2,483 セット分、8,275kg、11,920 千円）
- ・ クエン酸（71 箱分、1,277 ㍑、603 千円）
- ・ 透析剤、クエン酸の溶解した下水（排水）処理量（12,130m³、3,542 千円）

③ MFCA 計算結果の考察

MFCA 計算結果のうち、マテリアルロスと廃棄物処理コストのグラフを図 8-5 に示す。

透析剤のロスが金額的に最も大きい、これは RO 水に溶解した状態でロスになっている。これはクエン酸のロスも同様である。下水（排水）は、正（直接的利用）も含めた処理費用であるが、RO 水製造時の上水のロス、RO 水のロスは、下水費用も含めてコスト評価する必要がある。

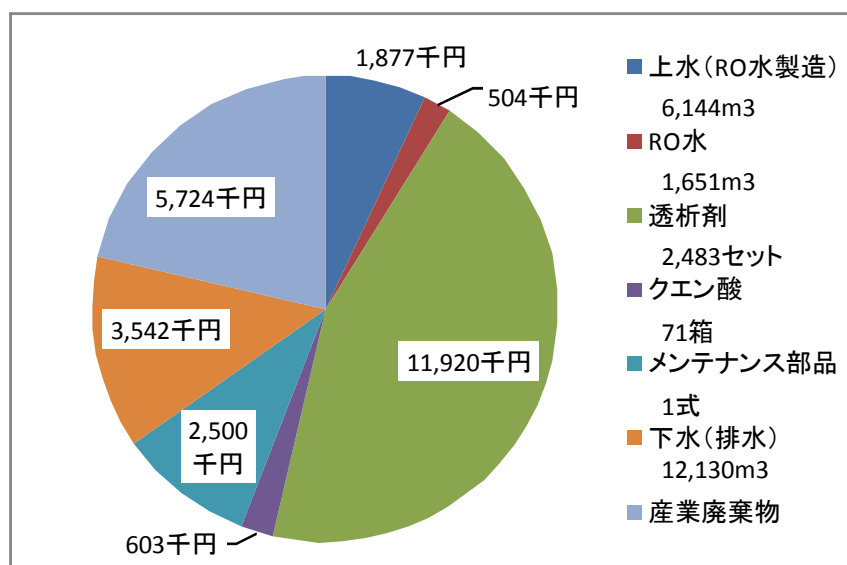


図 8-5 マテリアルロスと排水、廃棄物処理のコスト

④ 水のフローとそのコスト評価

3)において、この血液透析においては、水の管理が重要であることが分かった。

今回の MFCA 分析の中では、表 8-2、表 8-3 に示したように、実際に水の使用とそのフローを 2 日間測定した。その水のフローの集計結果を図 8-6 に示すが、年間で、上水使用量の 10,489m³ が RO 水製造に用いられたと推定される。そのうち、患者様の血液透析と、その後の洗浄、消毒に使用された RO 水は、2,693m³（使用量の 26%）であった。

図 8-6 に示した水のロス量を、コスト評価したものが図 8-7 である。

RO 水製造時の上水のロスは、6,144m³（ロス率 59%）であるが、それは上水料金、下水料金のコストにすると年間、3,671 万円にもなっている。

また、RO 水の利用時とは、透析液による血液透析の実施、熱水クエン酸や RO 熱水による消毒、RO 水による洗浄、及び透析開始前の消毒液のページにおいて使用する RO 水のことである。その際のロスとは、間接的な利用として、使用されなかった透析監視装置、或いは配管、透析液循環ループ等に投入された量と定義したが、年間 911m³になり、その上水料金、下水料金のコストは年間、544

千円である。

しかしこれには、透析剤、クエン酸等が溶解されており、その材料費がそれぞれ 11,920 千円、603 千円になっている。また熱水クエン酸、RO 熱水として利用する際には、95℃程度まで加温して使用するため、その電力費用が加わっている。(今回は、システム、装置の電力消費量の測定まではできなかったため、このコストは計算できていない。)

それと、RO 水使用時のロスとした 740m³ (上水料金、下水料金で 422 千円) は、今回の測定を行った中で、RO 水製造量と、実際の使用量の差異として出てきたものである。その使用用途の分析までできていないが、今後、更に分析を行う必要があると思われる。

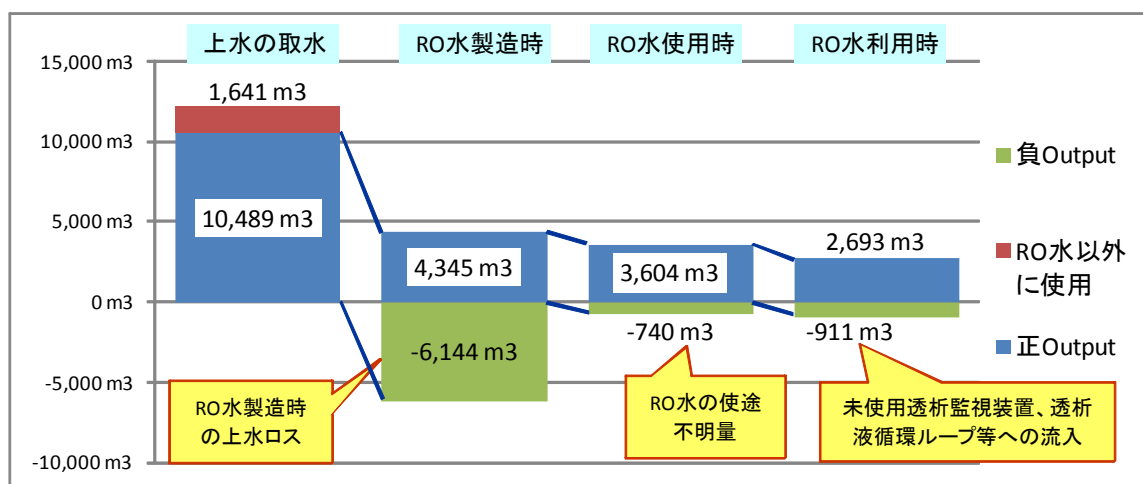


図 8-6 年間の水のロスの推定結果

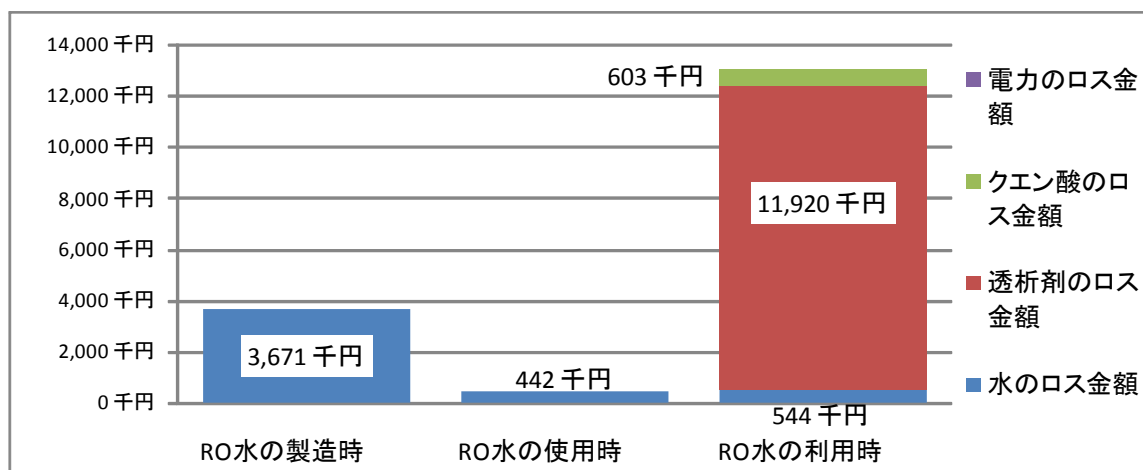


図 8-7 年間の水のロスのコストの推定結果

(5) MFCA 導入結果からの改善の着眼点

このプロセスでのマテリアルロス、大きく、次の三つのタイプに分かれる。なお、ここでのロス①～ロス⑦は、図 8-8 のマテリアルロスの分類区分を参照のこと

- ・ RO 水製造時の歩留ロス：ロス①
- ・ 製造された RO 水（加工 RO 水）の未使用廃棄ロス：ロス②～ロス⑤
- ・ システム配管、循環ループ配管、未使用透析監視装置に封入：ロス⑥、ロス⑦

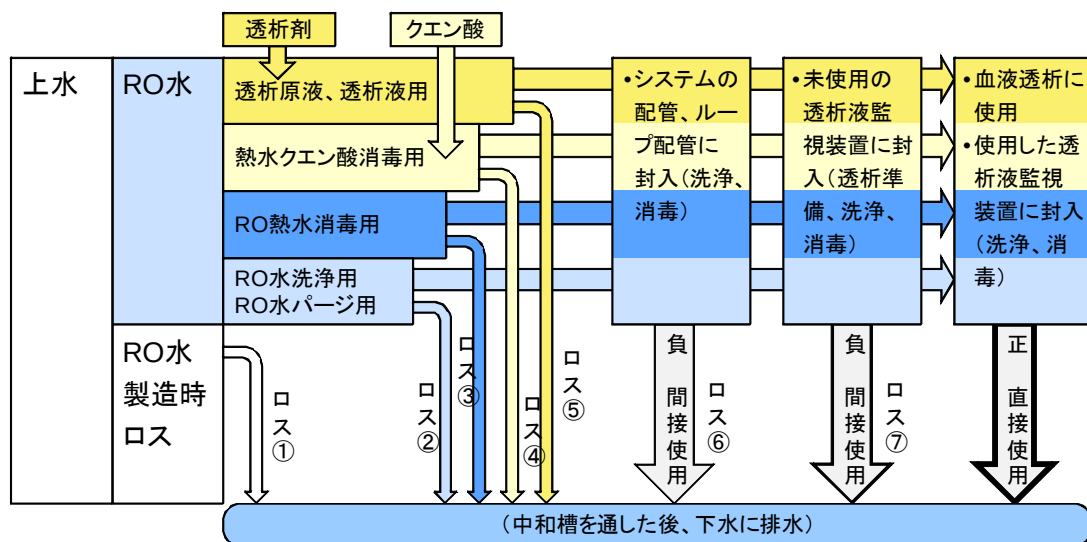


図 8-8 マテリアルロスの分類区分

1) RO 水製造時の歩留ロス：ロス①

RO 水とは、逆浸透膜（Reverse Osmosis）により、濾過された水である。上水には様々な不純物が含まれており、それに圧力をかけて、水分子だけを逆浸透膜を通過させる。そのため、必然的に、不純物の濃縮された水が残る。現在は、これを、再利用せずに排水している。

実測した結果、RO 水製造時の上水のロスは 60%を超えている。年間 6,144m³、上水費、下水費合計で、年間 3,671 千円のコストになっている。

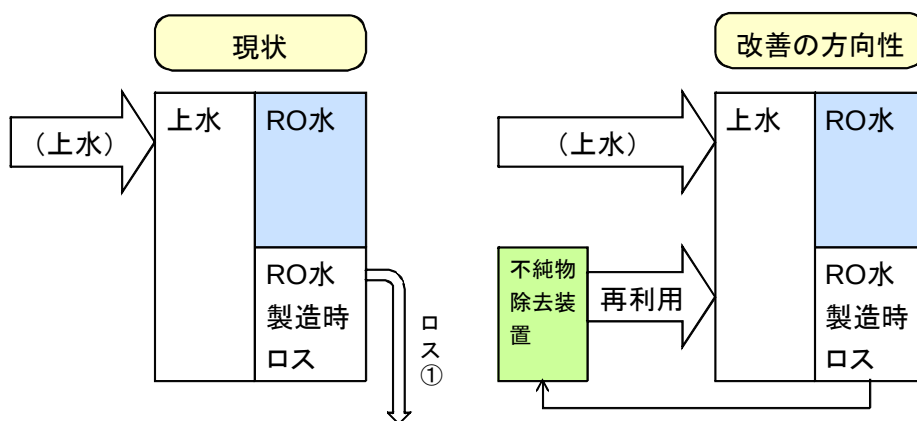


図 8-9 RO 水製造時の上水のロスを回収し再利用

改善の方向性としては、図 8-9 のように、RO 水製造時のロスは、回収し、濃縮された不純物を除去し、再利用するということがある。そのためには、回収した水の不純物除去装置が必要である。

しかし現在は容量の大きい装置しかなく、病院としては投資回収ができない。血液透析市場に多い20床クラスの容量の装置の開発が必要。であるが、それはRO水の装置メーカー、及び水処理装置メーカーの開発課題と考えられる。

2) 製造されたRO水(加工RO水)の未使用廃棄ロス:ロス②～ロス⑤

RO水の用途は、「RO水洗浄用」、「RO水パージ用」、「RO熱水消毒用」、「熱水クエン酸消毒用」、「透析原液、透析液用」等である。その中でも、「熱水クエン酸消毒用」、「透析原液、透析液用」は、RO水に透析剤、クエン酸等を溶解したものであるが、そのうちの未使用廃棄のロスが比較的大きいと思われる。

これは、1日の血液透析終了時に余った透析原液、透析液が、自動的に廃棄処分されることにより起こるが、このロスは、透析剤溶解装置で自動的に溶解する透析原液、透析剤の溶解単位が大きすぎるために起こることであり、その単位を小さくすることで、ロス量を小さくすることが可能と思われる。

これらは、病院ではメーカーから供給される物を使用せざるを得ないため、透析剤の材料メーカー、及び透析剤溶解装置メーカーで連携して取り組むべき課題と思われる。

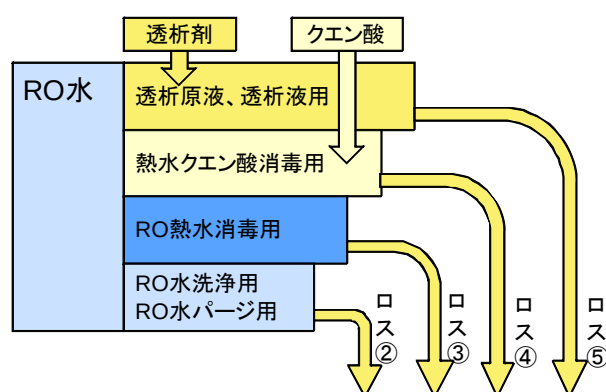


図8-10 RO水(加工RO水)の未使用廃棄ロス

3) システム配管、循環ループ配管、未使用透析監視装置に封入:ロス⑥、ロス⑦

現在の血液透析のシステム設計の仕様では、透析液監視装置が未使用であっても、毎日、透析液を封入し、洗浄、消毒を行っている(図8-11、ロス⑦)。

また、システムの配管、循環ループ等の配管径が太いほど、また配管長が長いほど、間接使用である図8-11のロス⑥が増加する。未使用の透析液監視装置の部分も、ロス⑥の量を増加させる要因になっている。

このように、システムで患者様の血液透析に使用する以外にも、間接的な透析液、消毒液の使用がある。これは、システム設計の考え方を見直す必要があるが、個別の病院毎にシステムを設計する際の設計上の課題と考えられる。

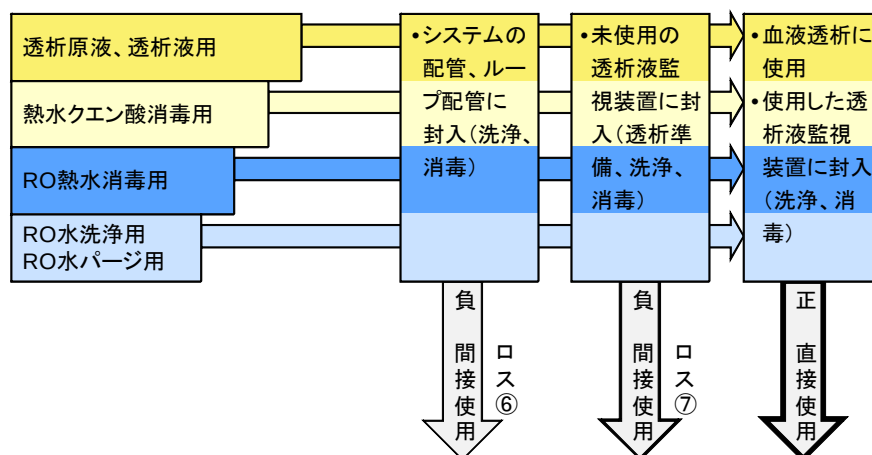


図 8-11 システムの間接的な部分での透析液消費と、消毒、洗浄

4) 未使用透析監視装置に封入:ロス⑦

現在、当病院では、血液透析用の 40 床全部を一つの単位で制御している。しかし、40 床のうち常時 5 床は、リスク対応のため、稼働させていない。また残り 35 床も、100%の稼働状態ではない。

しかし、これらの透析液監視装置が使用しない日も、透析液を封入し、RO 水洗浄、熱水クエン酸洗浄を行っている。

これは、透析液監視装置の稼働状態に即応した、柔軟なシステムの運用ができないことによる。

例えば、図 8-12 のように、40 床を A、B、C の三つのグループに分けて、透析液封入、透析使用、洗浄、消毒を制御する設計にすれば、未使用の透析液監視装置のための透析液、RO 水、熱水クエン酸の使用は削減が可能になる。

A：リスク対応のため空ける 5 床

B：稼働状況が低い場合は使用しない 15 床

C：常時、使用する 20 床

これには、設計対象機器（床下配管、液供給ループ配管、循環加温ヒータ）と、透析液溶解装置、透析液供給装置の制御ソフトの設計を、こうした運用が可能になるように変更する必要がある。

ただし、この制御設計の変更には、安全性の検証が必要であり、慎重に行う必要があることも付け加えておく。

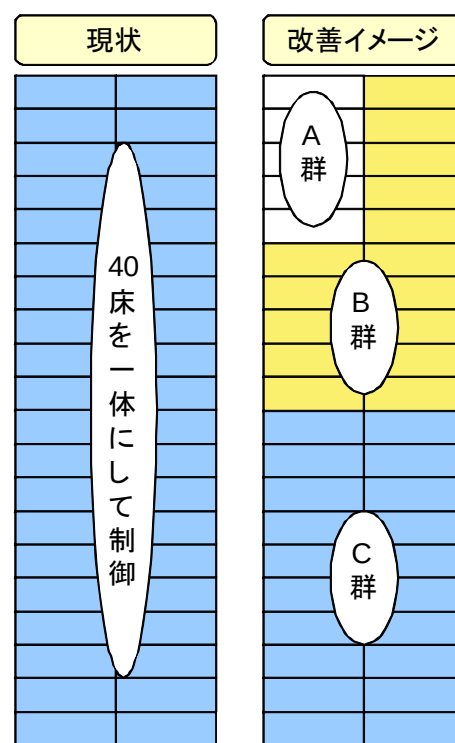


図 8-12 透析監視装置の管理区分イメージ

(6) 成果と今後の課題

RO 水製造時の水のロスが、60%もあることが驚きであった。メーターをつけ、水使用量、RO 水製造量を測定して初めて分かったことである。しかも、そのコストは、上水、下水費用だけで年間 400 万円を超えていると思われる。

透析液、熱水クエン酸の直接的使用を正として見たときに、負の比率が透析液で 20%、クエン酸で 40%程度になっており、これも今回、測定することで初めて分かった。

こういう測定は、マテリアルのロスを、物量と金額で表そうとしなければ、測定をしておらず、ずっと分からないままであったと思われる。

今回、発見できた課題は、病院ですぐに改善できるものではなく、システムや装置の仕様を見直す必要のあることがほとんどであった。メーカーとしては、この結果を、開発設計の技術者に伝え、顧客の使用段階で省資源、省エネにつながる新しい技術、製品の開発につなげたい。それは、省資源、省エネ製品の開発というだけでなく、より顧客満足度の高い製品開発に繋がるものと思われる。

今回は、実際のロス測定がトライアルであったため、正確さに欠ける面があることは否めない。もう少し、長期的に測定を行うとともに、電力消費も加えた測定と、システムコストも加えた MFCA 計算を行い、計算精度の検証、向上を図る必要もあると思われる。

また、今回の測定結果をもとに、環境影響評価も加えることで、今回取り上げた改善課題や、現在のシステムの環境影響度を、CO2 換算し、その環境面の価値の評価も行いたい。

(7) 実施企業、インターンの所感

MFCA は実際の物量データを押さえており、問題を間違いなく共有化できる。

当病院では、品質を第一に考えているが、MFCA で見えた水のロスを少なくすることで、サービスの質を落とすことなく、システムのメーカーも病院も患者もすべてがメリットを得られる技術革新につなげたい。マテリアルの流れ（当病院では水の流れ）を追うことで、医療サービスの質をより改良できるのではないかと考えている。

MFCA の情報は、経営者として、見直し（改善）の対象金額が分かり、その取り組み課題が明確になった。今までロスとして見えていないことが、ロスとして理解でき、そのロスが品質を脅かしているリスクに関連していることが理解できた。今後は、システムコストも含めて再解析して、品質改善とコストマネジメントを同時に完成できることを目標に、システムや業務を見直したい。

また、今回の MFCA では、病院等のサービス分野でも、マテリアルを大量の消費する分野では、MFCA の導入、そのためのマテリアルバランスの測定が、資源効率向上に非常に効果的であることが分かった。

ただし、マテリアルバランスの測定に当って、年間の総使用量に関して言えば、会計情報等を使用することにより、容易に計算できるものの、マテリアルロスについては、データ収集にネックがあることも明確になった。

この事例のように、透析液製造量や透析延べ時間等の運用データが蓄積できていれば、透析液等のロス総量は計算可能である。

- ・ 透析に使用した透析液の量 (m^3)
= 単位時間の透析液使用量 (500ml/分) × 透析延べ時間 (hr) × 60 (分/hr) ÷ 1000
- ・ 透析液のロス総量 (m^3) = 透析液製造量 (m^3) - 透析に使用した透析液の量 (m^3)

しかし、マテリアルを制御する装置等、現在のシステムのデータ管理状態は、RO 水製造量、透析原液製造量、未使用廃棄量等のデータを、制御のために測定していても、そのデータ蓄積、管理していない。そのため、マテリアルロスの測定には、多大の労力、もしくは設備の改造等が必要である。

この事例に限らず、システム、装置のメーカーにとって、顧客使用時のマテリアルロスの測定、MFCA 計算を行うことは、そのシステムや装置の、資源生産性の向上課題を明確にする。また MFCA から導かれる改善は、システム、装置のユーザーのメリットに直結する。システム、装置のメーカーは、顧客満足度向上のためにも、そして更には、環境負荷を低減するためにも、測定しているデータの蓄積、管理、活用を図ってもらいたい。

以上

第9章 日本フィルコン株式会社における MFCA 導入実証事業報告 (銅箔+PET 複合フィルムを原料とするエッチング加工を対象とした MFCA 導入事例)

報告書作成者：

林 千宏（日本フィルコン株式会社）

尾上久実（日本フィルコン株式会社）

公募採択事業者：日本フィルコン株式会社

(1) 日本フィルコン株式会社の概要

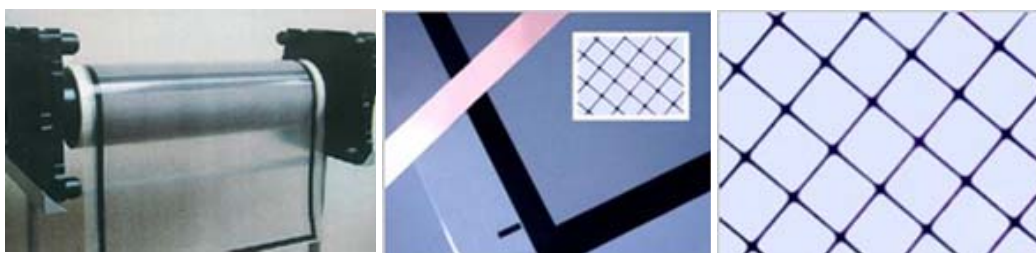
日本フィルコン株式会社は、それまで欧米からの輸入に依存していた紙・板紙生産に必要な不可欠な資材である抄紙用金網を国内で自給すべく、主要製紙会社などの出資により 1916 年に創業した企業である。現在、当該製品の原材料はブロンズ製からプラスチック製へと進化しているが、当時のブロンズ金網に微細な凹凸模様をつけるために取り入れた、フォトファブリケーション技術をベースとしたエッチング（金属を溶かす）加工を柱として精密金属製品の製造を行うマイクロ製品事業部（現エレクトロニクスソリューション事業部）を 1973 年に設立した。廃棄物量が非常に多いと考えており、MFCA 導入によってその改善を図りたく、本事業への募集に至った。

社 名	日本フィルコン株式会社
所 在 地	東京都稲城市大丸 2220
業 種	金属製品製造業
資 本 金	2,685 百万円（2009 年 11 月 30 日現在）
従 業 員 数	642 名（2009 年 11 月 30 日現在）
売 上 高	15,661 百万円（2009 年 11 月期）
主 な 製 品	製紙用プラスチックワイヤー、精密金属製品
業 歴	1936 年 3 月設立（1916 年 4 月創業）

(2) MFCA 導入対象の製品及び工程とマテリアルフロー

① 対象商品

対象商品は $10\mu\text{m}$ (0.010mm) 厚の銅箔を PET フィルムに貼合した複合フィルムが原料で、必要な部分の銅箔を残して他の部分を溶かすというエッチング加工により精密なパターンを形成したフィルムである。今回の MFCA の適用範囲となる対象製品は、当社の主力製品である「プラズマディスプレイ用電磁波シールドメッシュ（以下、PDP メッシュと略する）」とした。



② 対象工程

当社の PDP メッシュ製造ラインは、ドライフィルムレジスト（DFR：感光剤）ラミネート工程、露光工程、現像工程、エッチング（ET）・剥離工程、保護フィルム（P-film）ラミネート・検査工程の 5 工程からなる。同ラインの製品占有率はほぼ 100%が PDP メッシュであり、他製品の製造は無いものとして考えることが出来る環境である。

また、原料の複合フィルムは「LPDS 材」という名称であり、銅箔、接着剤、PET、粘着剤、セパレータフィルムの 5 層からなるが、本ラインでの加工は銅箔部のみが対象となる。（セパレータを剥した貼合 etc.は顧客にて行われる）

なお、工程およびフィルム構成の全体イメージを図 9-1 に示す。

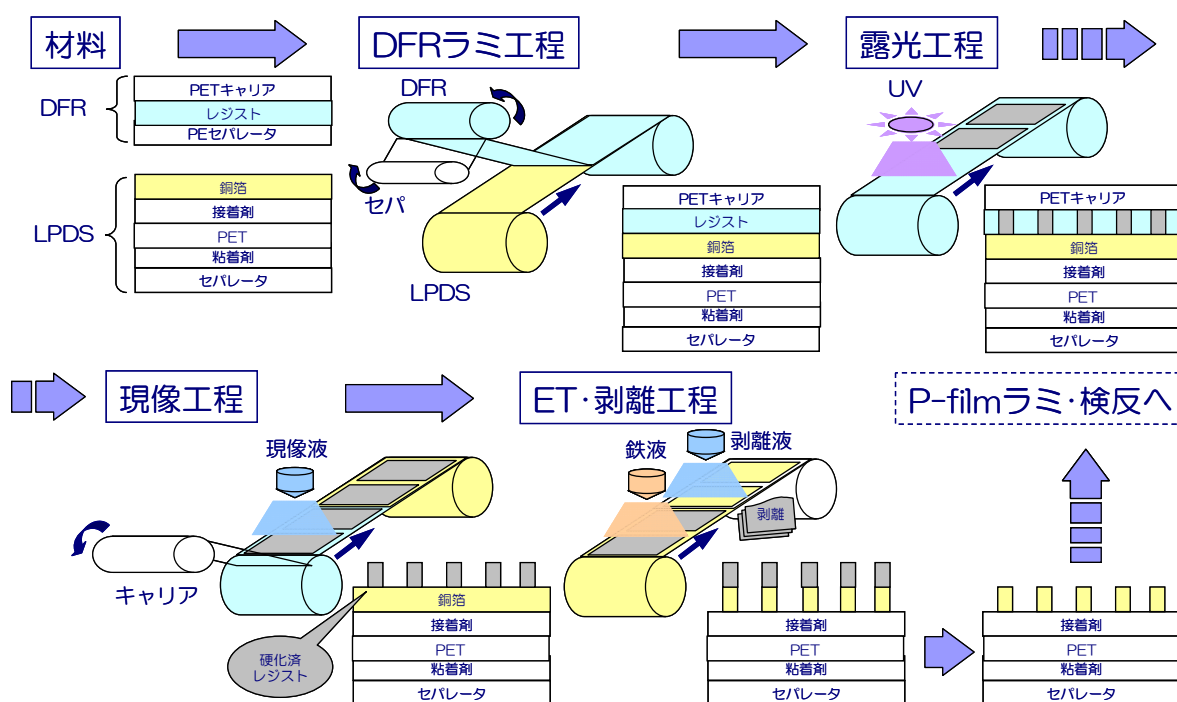


図 9-1 PDP 製造ライン工程およびフィルム構成概略

③ 製造工程の内容

1) ドライフィルムレジスト (DFR) ラミネート工程

原料の銅箔面に 3 層からなるドライフィルムレジスト (DFR) を貼合する工程、ドライフィルムレジスト (DFR) は、粘着性のあるレジスト層がセパレータフィルムとキャリアフィルムに挟まれた構成であり、セパレータフィルムを剥しながらレジスト層を原料の銅箔面に貼り合わせる。

2) 露光工程

ドライフィルムレジスト (DFR) 貼合済の原料に、メッシュパターンを持つマスクを挟み影絵の要領で紫外線 (UV) 感光する工程。UV 照射された箇所のレジストは硬化し、遮光箇所のレジストは初期状態のままとなる。

3) 現像工程

露光工程での非硬化部レジストを除去する工程。工程投入時にドライフィルムレジスト (DFR) 表層のキャリアフィルムを剥してレジスト層を露にし、アルカリ系の現像液を吹き掛けてレジストを溶解させる。このとき溶解されるのは非硬化部のレジストのみであり、硬化済のレジストはそのまま残留する。

4) エッチング (ET) ・剥離工程

エッチングとドライフィルムレジスト (DFR) 剥離を同一設備で行う工程。現像工程でレジストが溶解され剥き出しになった銅箔面に塩化第二鉄や塩酸を吹き掛けて銅箔を溶かすエッチングを設備の前半で行い、硬化済レジストをアルカリ系剥離液に浸し除去する剥離を後半で行う。本工程で最終製品のメッシュ形状になる。

5) 保護フィルム (P-film) ラミネート・検反工程

エッチング・剥離工程にて形成されたパターンを外的要因 (接触・異物付着 etc.) から保護するためのフィルムを貼合する工程、および外観不具合を検知するための工程。保護フィルム (P-film) は PE 層と粘着層の 2 層からなるためドライフィルムレジスト (DFR) の様なセパレータフィルムは存在せず、顧客が製品を使用するまで剥されることは無い。外観検査は人的目視検査である。

6) 廃液処理工程

現像工程、エッチング・剥離工程で発生した洗浄廃水を排水するために行う中和処理工程。pH 調整、凝集、沈殿、中和により近隣の多摩川へ排水を行う。沈殿された物質は濃縮・乾燥後にスラッジとして産業廃棄物回収される。

④ マテリアルの INPUT、OUTPUT 状況

マテリアルフローチャートを図 9-2 に示す。

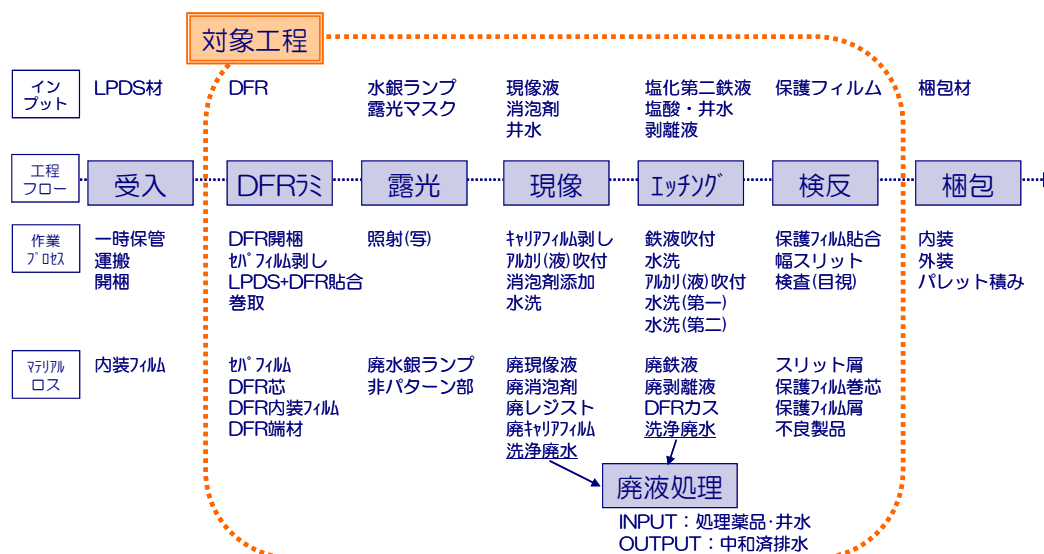


図 9-2 マテリアルフローチャート

1) ドライフィルムレジスト（DFR）ラミネート工程

本工程で発生する主なマテリアルロスにはドライフィルムレジスト（DFR）の端材が挙げられる。これは、原料の長さ（250～500m のランダム）に対して長めのドライフィルムレジスト（DFR）を貼合することにより発生する。原料が製造原価の約半数を占める程高価であることから、これの最大限使用を目的としているが、1 ロットにつき数 m～数十 m のロスが発生する。

また、貼合直前に剥されるドライフィルムレジスト（DFR）のセパレータフィルムは厳密に言えばマテリアルロスになるが、その影響は限りなく小さく今回のロスには含めないものとする。

2) 露光工程

本工程では物理的なマテリアルロスは発生しないが、ここで露光されたパターン以上の製品が出来ることは無いため、先端部・終端部の端材、原料幅とパターン間の端材、各パターン間の端材 etc.の非パターン部をロスとして計上する。

3) 現像工程

本工程でのマテリアルロスはレジスト溶解後の現像液であり、産業廃棄物として回収される。洗浄廃水も発生するが、これは社内処理した後に排水するためロス計上は行わない。

また、ドライフィルムレジスト（DFR）溶解量は測定困難であり、これについてもロス計上対象外とする。

4) エッチング（ET）・剥離工程

マテリアルロスには使用済の塩化第二鉄液と剥離液が挙げられる。廃鉄液は単純に産業廃棄物回収となるためロス計上に問題は無いが、廃剥離液は同一事業所内の別工場が発生する同系廃液と混入回収されるため数量把握が困難であり、今回はロス計上を行わないものとする。

廃鉄液に含まれる溶解後の銅、廃剥離液に含まれるドライフィルムレジスト（DFR）成分、剥離にて生じるドライフィルムレジスト（DFR）カス、厳密に言えばこれらもロスとして生じるが、測定困難だったり影響度が極僅かだったりとの理由からロス計上対象外とする。

また、現像工程と同様にエッチング（ET）部・剥離部共に洗浄廃水が発生するが、こちらについても社内処理後に排水されるためロス計上の対象としない。

5) 保護フィルム（P-film）ラミネート・検反工程

本工程におけるマテリアルロスには保護フィルム（P-film）と検査不良とされた製品の2つとなる。後者は文字の通りのロスであるが、前者のロスはドライフィルムレジスト（DFR）端材と同じ理由で発生する端材ロスや非パターン部を覆うロス etc.がある。特に、パターンに合せた幅の保護フィルム（P-film）を用いるよりも、原料の幅に合せた幅の保護フィルム（P-film）を用いるケースが多いため、端材よりも送りサン部のロスの方が多い。

6) 廃液処理工程

本工程でのマテリアルロスは処理に要する薬剤のみを対象とする。排水に関しては前述の通り、スラッジについても全体へ与える影響は極僅かであるためロス計上の対象外とする。

図 9-2 の通り、本ラインにおけるマテリアルは各種あるが、これらより、原料、ドライフィルムレジスト（DFR）、保護フィルム（P-film）を主要材料と、現像液、塩化第二鉄、塩酸、剥離液を補助材料と定義し MFCA の対象とする。前者は投入面積から良品面積を減じたものがロスとなり、後者は投入重量全てがロスとなる。

(3) MFCA の適用の考え方、方針

① 物量センターの設定

製造工程では各工程—ドライフィルムレジスト（DFR）ラミネート工程、露光工程、現像工程、エッチング（ET）・剥離工程、保護フィルム（P-film）ラミネート・検反工程—をそれぞれで 5 物量センターとし、これに廃液処理工程を加え 6 つの物量センターとした。なお、製造 5 物量センターにおいては、エネルギーコスト、システムコストは累加法により集計を行った。廃液処理の物量センターのコストは最終 MFCA バランス集計表上では、処理費用として計上している。

② データ収集の範囲、期間と方法

2010 年 10 月度の稼働実績を元に原材料投入量、製造量、ロス発生量の把握を行った。エネルギーコストである電気使用量については、設備電力を各工程の稼働実績より、空調電力を建屋全体使用量から各工程の面積比率により算出した。システムコストについては、人件費を各工程の人員配置実績より、償却費を月割概算額より計上。また、包装資材 etc.は全体への影響度が極小のため除外した。

(4) MFCA 計算結果とその考察

MFCA 集計結果を表 9-1 に示す。また、金額は非公表とし、考察項目を以下に述べる。

表 9-1 MFCA バランス集計表

	INPUT			OUTPUT					
		千円		正の製品			負の製品		
合計		****	—		****	73.3%		****	26.7%
マテリアル計		****	70.7%		****	72.4%		****	27.6%
●主要材料	m ²	千円		m ²	千円		m ²	千円	
	165,689	****	69.3%	118,113	****	73.9%	47,576	****	26.1%
LPDS	52,699	****	58.3%	39,371	****	74.7%	13,328	****	25.3%
DFR	57,314	****	6.6%	39,371	****	68.7%	17,943	****	31.3%
P-film	55,676	****	4.3%	39,371	****	70.7%	16,305	****	29.3%
●補助材料	kg	千円		kg	千円		kg	千円	
	78,410	****	1.4%	0	0	0.0%	78,410	****	100.0%
NaCO ₃	1,000	***	0.2%	0	0	0.0%	1,000	***	100.0%
FeCl ₃	69,720	****	1.0%	0	0	0.0%	69,720	****	100.0%
HCl	5,990	****	0.1%	0	0	0.0%	5,990	****	100.0%
NaOH	1,700	****	0.0%	0	0	0.0%	1,700	****	100.0%
処理費用		千円			千円			千円	
		****	2.5%		0	0.0%		****	100.0%
エネルギー		千円			千円			千円	
		****	2.8%		****	80.2%		****	19.8%
人件費		千円			千円			千円	
		****	19.5%		****	83.2%		****	16.8%
償却費		千円			千円			千円	
		****	4.5%		****	81.8%		****	18.2%

- ・ 全体の正の製品比率は 73.3%、負の製品比率は 26.7%であり、品質管理上の歩留 91.9%と比べ乖離する。（当社の歩留は露光工程でのパターン総数に対する検査工程での良品数の割合である）
- ・ INPUT を見るとマテリアルコストが 70.7%、システムコストが 24.0%を占める。
- ・ マテリアルコストの 82.5%を原料が占め、全体に対しても 58.3%を占める。
- ・ 補助材料の 88.9%が塩化第二鉄液だが、処理費用と合せても全体の 3.5%以下である。

また、フルフローコスト一覧を表 9-2 に示す。こちらも金額は非公表とし、考察項目を次述する。

- ・ ドライフィルムレジスト（DFR）ラミネート時のロスが投入量に対して 8.1%発生している。
- ・ 露光工程での非パターン部が投入面積比率で 18.4%発生している。
- ・ 検反工程で選別される不良製品の面積比率は 8.5%である。
- ・ 保護フィルム（P-film）のロス 16,305 m²は不良製品分 3,656 m²と純ロス 12,649 m²に分類され、後者は投入量の 22.7%にあたる。

なお、廃液処理工程に掛かるコスト一覧表を表 9-3 に示す。（参考：金額非公表）

表 9-2 フルフローコスト一覧表

【主要材料】		単価	受入		フミネート		露光		現像		E・剥離		接反・梱包		計		
		円/㎡	面積	金額	面積	金額	面積	金額	面積	金額	面積	金額	面積	金額	面積	金額	
LPDS	投入	****	52,699	****,****	52,699	****,****	52,699	****,****	43,027	****,****	43,027	****,****	43,027	****,****	52,699	****,****	
	正の製品	****	52,699	****,****	52,699	****,****	43,027	****,****	43,027	****,****	43,027	****,****	39,371	****,****	39,371	****,****	
	負の製品	****	0	0	0	0	9,672	****,****	0	0	0	0	3,656	****,****	13,328	****,****	
DFR	投入	****			57,314	****,****	52,699	****,****	43,027	****,****	43,027	****,****	43,027	****,****	57,314	****,****	
	正の製品	****			52,699	****,****	43,027	****,****	43,027	****,****	43,027	****,****	39,371	****,****	39,371	****,****	
	負の製品	****			4,615	****,****	9,672	****,****	0	0	0	0	3,656	****,****	17,943	****,****	
P-film	投入	****											55,676	****,****	55,676	****,****	
	正の製品	****											39,371	****,****	39,371	****,****	
	負の製品	****											16,305	****,****	16,305	****,****	
	(補足)												(3,656)	****,****			
													(12,649)	****,****			
小計	投入		52,699	****,****	110,013	****,****	105,398	****,****	86,054	****,****	86,054	****,****	141,730	****,****	165,689	****,****	
	正の製品		52,699	****,****	105,398	****,****	86,054	****,****	86,054	****,****	86,054	****,****	118,113	****,****	118,113	****,****	
	負の製品		0	0	4,615	****,****	19,344	****,****	0	0	0	0	23,617	****,****	47,576	****,****	
【補助材料】		単価	受入		フミネート		露光		現像		E・剥離		接反・梱包		計		
		円/kg	重量	金額	重量	金額	重量	金額	重量	金額	重量	金額	重量	金額	重量	金額	
NaCO3 炭酸ナトリウム	投入							1,000	****,****					1,000	****,****		
	負の製品	****						1,000	****,****					1,000	****,****		
FeCl3 塩化第二鉄	投入	****								69,720	****,****			69,720	****,****		
	負の製品	****								69,720	****,****			69,720	****,****		
HCl 塩酸	投入	****								5,990	****,****			5,990	****,****		
	負の製品	****								5,990	****,****			5,990	****,****		
NaOH 苛性ソーダ	投入	****								1,700	****,****			1,700	****,****		
	負の製品	****								1,700	****,****			1,700	****,****		
小計	投入		0	0	0	0	0	0	1,000	****,****	77,410	****,****	0	0	78,410	****,****	
	負の製品		0	0	0	0	0	0	1,000	****,****	77,410	****,****	0	0	78,410	****,****	
	投入		****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	
マテリアル コスト総計	正の製品		****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	
	正比率			100.0%		99.2%		81.6%		99.6%		97.8%		89.9%		72.4%	
	負の製品			0	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	
	負比率			0.0%		0.8%		18.4%		0.4%		2.2%		10.1%		27.6%	
			受入		フミネート		露光		現像		E・剥離		接反・梱包		計		
			重量	金額	重量	金額	重量	金額	重量	金額	重量	金額	重量	金額	重量	金額	
処理費	マテリアル								0	20,000	****,****	****,****			20,000	****,****	
	エネルギー								0		****,****	****,****				****,****	
	人件費								0		****,****	****,****				****,****	
	償却費								0		****,****	****,****				****,****	
	処分費								88,380	****,****	79,760	****,****	****,****		168,140	****,****	
	小計								****,****	****,****	****,****	****,****			****,****	****,****	
エネルギー	当工程投入				****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	
	前工程からの投入				0	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	
	投入計				****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	
	正の製品コスト				****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	
	負の製品コスト				****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	
人件費	当工程投入		****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	
	前工程からの投入		0	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	
	投入計		****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	
	正の製品コスト		****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****
	負の製品コスト		0	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****
償却費	当工程投入				****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	
	前工程からの投入				0	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	
	投入計				****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	
	正の製品コスト				****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****
	負の製品コスト				****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****
フローコスト 総計	投入		****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	
	正の製品		****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****
	負の製品		0	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****	****,****

表 9-3 廃液処理コスト一覧表

	廃液引取・薬剤etc.				廃液処理システム・エネルギーコスト				
	重量(kg)	kg単価	金額(円)	割合 (対総費用)	内 訳		金額(円)	割合 (対総費用)	
【現像】アルカリ液	88,380	3.1	***,***	11.3%	システム コスト	人件費	*,***,***	49.6%	廃液処理 総費用
【ET】塩化第二鉄	79,760	2.0	***,***	6.6%		償却費	***,***	18.8%	
【廃液】処理用薬剤	20,000	-	***,***	12.3%	エネルギーコスト		**,***	1.5%	
小 計	188,140		***,***	30.2%			*,***,***	69.8%	*,***,***

(5) MFCA 導入結果からの改善の着眼点

前述の考察から改善点を抽出すると、

- ・ 原料長に合せたドライフィルムレジスト（DFR）を購入して端材の発生を抑える。
- ・ 露光工程での非パターン部、特に原料の先端部・終端部の端材やトラブル時の空送りを低減す

る。

- ・ パターンの配置・設計や原料の幅を調整してパターンに対する原料幅とパターン間の端材を極小化する。
- ・ パターンに合わせて保護フィルム（P-film）の幅を変更する。また、長尺化により端材ロスを低減する。

などが挙げられる。

(6) 実施企業、インターンの所感

今回の MFCA 導入実証により、当社の従来指標とは異なる尺度で生産性を測ることが出来た。具体的成果までは至らなかったが、これまでの品質管理で 91.9%と考えていた歩留りに対し、本手法では負の製品（ロス）が 26.7%も発生しているという衝撃的な数値を見ることができた。工程別ロスの発生を数量・金額で算出することができ、当然減らさなければならないロスに対して、具体的尺度を提示できたことはそれだけでも十分意義がある。

MFCA とは従来の原価概念よりもロスに対する重み付けを行うことで、そのロスの影響をより大きく表現する手法と考える。これまでの抽象的なロス低減目標より、具体的な尺度となり得る点について非常に有意義な手法であると感じた。マネジメントにおいて目標・尺度の設定は極めて重要な要因となるため、この手法はマネジメント向上にも寄与するものと考えている。

以上

第10章 株式会社光輝社における MFCA 導入実証事業報告

(自動車部品の塗装に関する MFCA 導入事例)

報告書作成者：

藤田米章（川崎市 UNEP 連携プロジェクト支援事務所）：インターン

芹田正義（株式会社光輝社）

中根恭広（株式会社光輝社）

公募採択事業者：川崎市

(1) 株式会社光輝社の概要

株式会社光輝社は、レンズコーティングを主業務として昭和 26 年に設立した会社である。川崎と焼津に工場を有しており、従業員は両工場あわせて約 100 名である。

初期は真空蒸着技術を活かして蛍光灯のソケットやプラモデルなどへの蒸着をしていたが、現在では自動車用リフレクターの真空蒸着に特化し業務展開している。リフレクターとは自動車のヘッドライトやテールランプに付いている、おわん形をした銀色の反射器のことである。リフレクターは自動車生産に連動した量産型の製品であるが、中小企業の足回りのよさを活かして、試作品や修理・保守部品の生産も行っている。

社名	株式会社 光輝社
所在地	〒211-0053 川崎市中原区上小田中 7-13-24
業種	自動車部品製造（塗装部品）
従業員数	約 100 名
主な製品	自動車用リフレクターの真空蒸着と塗装

(2) MFCA 導入対象の製品及び工程とマテリアルフロー

① 対象商品

リフレクターは自動車生産に連動した量産型の製品である。

リフレクターは部品メーカーによってバルブ(光源)やレンズと組み合わせてヘッドランプやテールランプとして組み立てられた後、自動車の部品として供給される。

リフレクターは鋳物やプラスチックの生地に下塗り塗装を施した上に、アルミを真空蒸着して製造する。わずかな傷や汚れ、塗りムラも認められない厳しい要求品質に応える必要がある。



図 10-1 製品の写真

② 対象工程

アルミダイカスト素材（生地）にアルミニウムを真空蒸着と塗装を施す、自動車用ランプのリフレクターの製造工程を対象とする。

③ 製造工程の内容

製造工程は、図 10-2 のとおり。

真空蒸着工程の他、下塗り、上塗りの 2 度の塗料の吹き付けによる塗装工程と、その前後で、合計 3 回の乾燥工程がある。

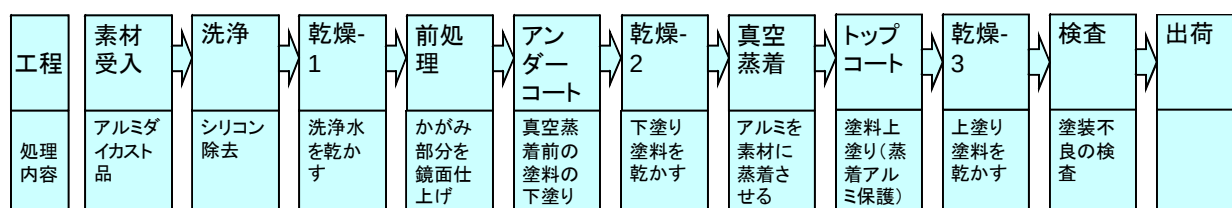


図 10-2 リフレクターの製造工程

真空蒸着装置の外観を図 10-3 に示したが、以下に、真空蒸着の仕組みを説明する。

下塗りされた素材を蒸着装置の中に多数牽架し、真空中で加熱溶解されたアルミニウムを蒸着するものである。なお蒸着用のアルミニウム片は、真空槽内に設置された多数の通電加熱用タングステン線に架けられ、加熱・溶解される。

溶解したアルミニウム片は、タングステン線上に伝って広がり、さらに加熱されて蒸発する。

真空蒸着装置内で蒸発したアルミニウムが、タングステン線から拡がって、素材に付着する。

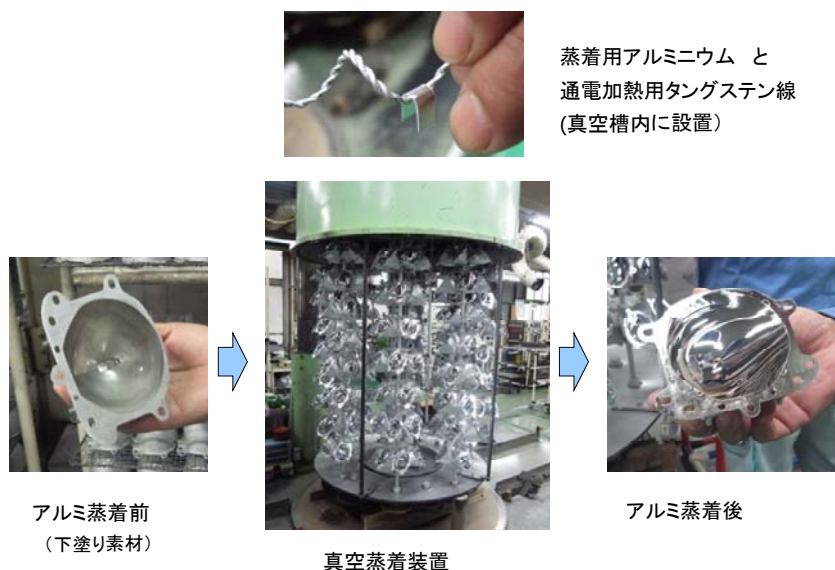


図 10-3 真空蒸着装置

④ マテリアルの投入とロス

マテリアルの投入とロスを、工程を追って図 10-4 に示す。

アンダーコート、真空蒸着、トップコートにおいて、マテリアルロスが多い。また、3 回行う乾燥では、エネルギーを大量に消費する。品質基準が厳しい部品であり、不良品もかなり多い。不良には、素材原因、塗装原因の両方があるが、最終工程まで検出できないことが多い。



図 10-4 マテリアルの投入とロス

(3) MFCA 適用の考え方、方針

① 物量センターの設定

この工場では工程順に、素材に塗料や真空蒸着させるアルミを付加させていく。

100 品種を超える素材があるが、素材により、大きさ、形状がまちまちである。形状も複雑であり、均一に塗料、アルミが付着しているのではない。そのため、個別の品種毎に、使用した塗料、真空蒸着材料を測定することが難しい。

また、この工程で、素材そのものがロスとなるのは、不良品だけであり、それ以外は、塗布する塗料やアルミの材料と、補助材料である。

以上のことから、MFCA の計算単位は、次のようにした。

- 全工程を、ひとつの物量センターにして、MFCA の計算を行う
- 全ての素材の品種を一括して、MFCA の計算を行う

MFCA 全体のコスト計算を行う物量センターを一つにすることで、材料の使用量のデータとして、年間使用量として管理しているデータをそのまま使用でき、容易に MFCA に取り組める、また継続的に実施しやすいというメリットがあると思われる。

② データ収集の範囲、期間と方法

1) MFCA の対象マテリアル：生地（素材）は数量で物量を測定、それ以外は重量で測定

1. 生地（素材）
2. アンダーコート用塗料材料 3 種類（1 剤、2 剤、3 剤）を配合して使用
3. トップコート用塗料材料 1 種類
4. シンナー 1 種類
5. 真空蒸着材料（アルミ）
6. 真空蒸着の補助材料（タングステン）

2) MFCA の計算期間：2009 年 10 月度～2010 年 9 月度までの 1 年間

- 当社の会計年度の単位のため、材料の在庫量、購入量等のデータが整理されており、年間使用量の計算が容易

3) MFCA 負の製品物量の測定方法：

- 生地（素材）、アルミ：生地は不良品数量で把握、アルミは製品の不良率で計算
- 塗料：使用量と塗布前廃棄量を、2 週間、現場で測定
- 補助材料のシンナー、タングステンの使用量は負の製品物量とする

4) システムコスト（労務費、償却費）：マテリアルロスの改善に特化するため、計算対象から除外

5) エネルギーコスト：乾燥炉のガス、電気を計算、正負の MC 比率で配賦

(4) MFCA 計算結果とその考察

計算結果の MFCA バランス集計表を表 10-1 に記す。

年間 1,931 千個のアルミダイキャスト（生地）を投入、約 7%が不良品として負の製品となる。

一方、塗料については、アンダー、トップとも投入材料のうち、正の製品の約 2 倍が負の製品となっている。その他の材料では、洗浄用のシンナーや蒸着時に用いるタングステンなどが負の製品となる。

年間のエネルギー使用量は、ガス乾燥炉のガス、86,121m³、5,670 千円、電気乾燥炉 212,910kWh、3,715 千円とした。乾燥させる素材重量が不明であるため、乾燥炉の熱損失の計算ができないため、マテリアルコストの正負の比率で配賦した。

廃棄物処理費については、油付着ゴミ処理費が大きいですが、廃塗料、廃シンナーの処理にもコストがかかっている。一方、売却できる廃棄物として、アルミスラッジなどの発生がある。

表 10-1 MFCA バランス集計表

Input				Output					
投入コスト合計	380,646千円			正の製品コスト	333,858千円 88%		負の製品コスト	46,840千円 12%	
材料と材料費	物量	単位	コスト (千円)	物量	単位	コスト (千円)	物量	単位	コスト (千円)
生地 数量	1,931,020	個		1,784,548	個		146,472	個	
アンダー用-1剤	1,584	kg	4,153				2.5	kg	7
アンダー用-2剤	4,400	kg					16.1	kg	
アンダー用-3剤	174	kg					3.2	kg	
アンダー用 配合剤				1,983.2	kg		4,153.0	kg	
アンダー配合塗料	6,158	kg		1,983.2	kg		4,174.8	kg	
トップ塗料	3,757	kg		1,245.1	kg		2,511.9	kg	
シンナー	5,680	kg	1,296				5,680.0	kg	1,296
アルミ	76	kg		70.3	kg		5.7	kg	
タングステン	96	kg					95.9	kg	
材料の物量とコスト小計			369,549		88%	325,591		12%	44,010
廃棄物処理(1,2課計)	物量	単位	コスト (千円)	物量	単位	コスト (千円)	物量	単位	コスト (千円)
油付着ゴミ	8,540	kg	1,366				8,540	kg	1,366
廃塗料	1,536	kg	221				1,536	kg	221
廃シンナー	1,936	kg	121				1,936	kg	121
廃油	64	kg	4				64	kg	4
廃プラスチック	856	kg	0				856	kg	0
廃棄物処理物量とコスト小計	12,932	kg	1,712				12,932	kg	1,712
エネルギー	使用量	単位	コスト (千円)			コスト (千円)			コスト (千円)
ガス	86,121	m3	5,670	75,866	m3	4,995	10,255	m3	675
電気	212,910	kwh	3,715	187,558	kwh	3,272	25,352	kwh	442
エネルギーコスト小計			9,385			8,268			1,118
売却廃棄物	物量	単位	金額						
鉄くず(塗料缶)	2,770	kg	33						
非鉄くず(アルミスラッジ)	12,919	kg	1,744						
使用済みタングステン	96	kg	96						
リサイクル売却物量と価格小計			1,873						

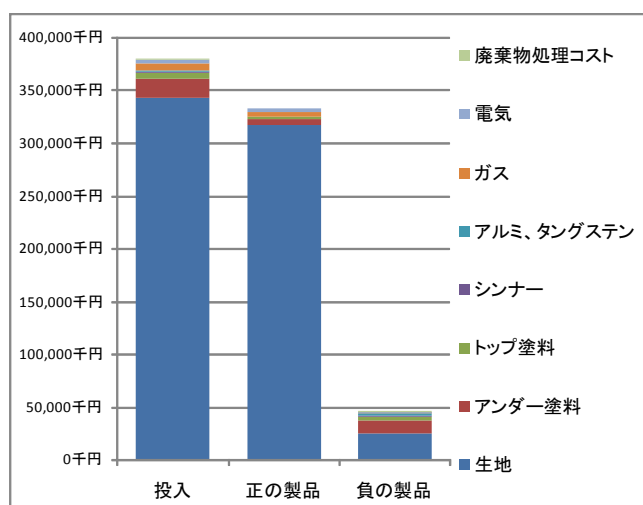


図 10-5 MFCA コスト集計グラフ

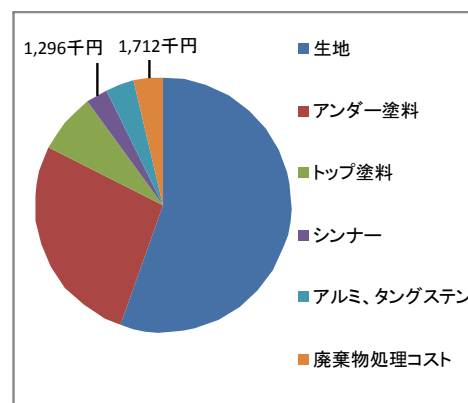


図 10-6 MFCA 負の製品コスト

図 10-5 の MFCA 計算結果のコスト集計グラフでは、生地のコストが大半を占めている。また、正の製品コストでも、生地のコストがほとんどである。

図 10-6 の負の製品コストでも、生地（素材）のロスが最も大きい。ロスのほとんどは不良であるが、生地要因（ピンホール等）と塗装要因の 2 種類がある。但し、生地不良の対策は従来も最大の課題として継続的に取り組んでいることから、今回の改善検討対象からは除外することとした。

生地以外では、アンダー、及びトップの塗料と、洗浄等で使用するシンナーの負の製品コストが非常に大きい。これらは、従来、十分に検討してこなかった分野であり、今回の改善検討対象の中心とした。

(5) MFCA 導入結果からの改善の着眼点

MFCA により、新たに具体的な改善課題と、その着眼点が、表 10-2 のように整理できた。以下に、いくつかの項目について、具体的な改善の方向性を説明する。

表 10-2 MFCA による改善課題と着眼点

対象	ロス物量	ロスコスト	現状と問題点	改善課題、着眼
アンダー配合 容器内の残量 廃棄ロス	186.6kg		一日の最後の配合時に、生産必用量よりも多めに配合⇒残量廃棄	配合容器を最後まで使用できるように改良
吹き付け無効ロス(アンダー、トップ)	時間	2,974.8kg	連続噴射のため、吹き付け範囲に生地が来ていない間も塗料を噴射	生地が吹き付け範囲にいないときは、噴射を止めるように制御する
	空間	991.6kg	生地の約1.5倍の範囲の面積に吹き付けている	品質と密接な関係があり、検討から除外
シンナー	355缶 5,680kg	1,296千円	様々な用途で使用 - ペイントポンプ洗浄 - 空缶廃棄時洗浄 - ジグ洗浄槽補充 - 手洗い、ホース洗浄等	個別用途ごとに、改善の検討が必要
乾燥炉(6炉)用のガス	年間使用量 86,121m ³	年間料金 5,670千円	- 乾燥炉の熱が、蒸着室、塗装室に流出 - 年間を通し冷房が必要	乾燥中の乾燥炉の熱(熱風)の流出防止
タングステン	95.9kg		レアメタルであり、節約がしたい	- 消耗しにくい材料 - 仕様の見直し

① アンダー塗料の配合容器内の残量廃棄ロスの削減

現在の容器はフィルター等の制約で、底部に使いきれない部分が残る。缶底に残る配合塗料は、経時劣化するため翌日には使用できないため毎日、廃棄ロスが発生している。検討の結果、フィルターは必要なく（別途濾過済み）、容器を傾けることで、必要最小量での配合が可能になり、廃棄ロスを低減できることが判明。容器を傾けて安定して置ける台を制作することとした。（図 10-7 参照）

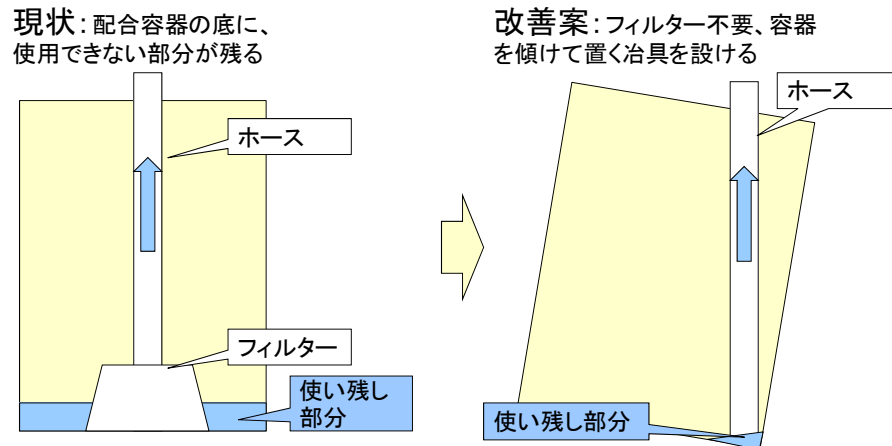


図 10-7 アンダー塗料配缶内の使い残り削減方法

② アンダー、トップ塗料の、吹き付け無効ロスの削減

現状は、塗装ガンが塗料を連続噴射しているところを、生地が自転しながら次々通過（回転）してゆくことにより塗装されている。設備としては、間欠噴射が可能だが、センサー、チェーン等の劣化により、連続噴射せざるを得なくなり、現在までそのままになっていた。

今回の検討で、塗料のロスがきわめて大きいことに気づき、再度間欠噴射にトライすることになった。チェーンをメンテナンスするとともに、新しいセンサー、制御に改造し、生地がないときには噴射を止めるようにする。ただし、間欠噴射のためには、噴射ピッチの合わせ方法などを教育、訓練する必要がある。

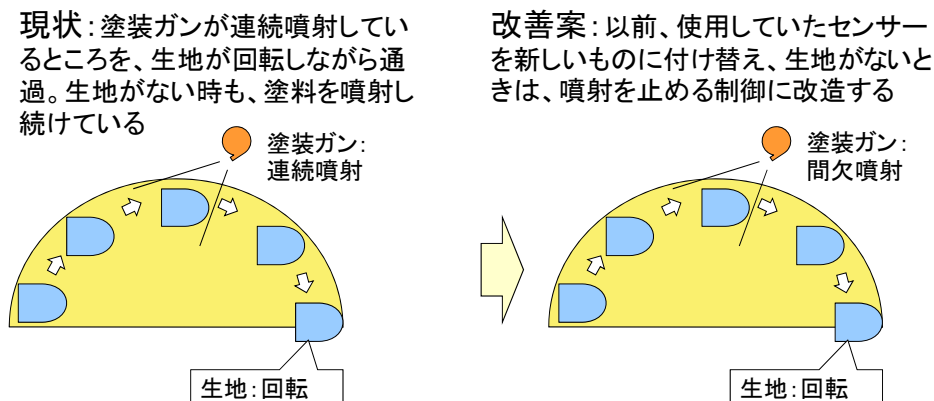


図 10-8 塗料吹き付け時の無効ロスの削減

③ シンナーの使用量削減

シンナーの使用量の内訳を、今回の期間内に分析した結果、表 10-3 のように整理できた。一度の使用で廃棄することが多いため、できるだけ再利用をして、使用量の削減を図ることが有効である。

具体的には、ペイントポンプ洗浄に使用したシンナーを回収しジグ洗浄槽の補充にあて、ジグ洗浄槽のシンナー交換、補充に用いていた新規シンナーの使用量を削減することを目指す。但し、現在ガ

ン洗浄時にはシンナーを噴霧して使用しているため、今後、回収ジグを具体的に作成する必要がある。
 なお、シンナーについては表中にもあるように用途不明分が多く、今後さらに解析が必要である。

表 10-3 シンナー使用量の内訳

対象	用途	量／年間	現状と問題点	改善課題、着眼
シンナー	ペイントポンプ洗浄	701kg	・洗浄に使用したシンナーが大気に排出	・使用したシンナーを回収し、治具洗浄槽の補充に充当 ・ガンから霧状にして噴霧するため、回収の工夫が必用
	空缶廃棄時ロス	6kg	・現時点では最小限	
	ジグ洗浄槽交換	745kg	・3ヶ月に1度 ・新規シンナーで交換	・交換頻度はもっと多い可能性があり、再調査必用 ・他の用途で使用済みの、汚れの少ないシンナーは使用可能
	ジグ洗浄槽補充	888kg	・新規シンナーの補充分だけで888kg	・他で使用したシンナーを再利用すべき
	手洗い、ホース洗浄、皿、ジグ洗い用	803kg	・治具洗浄槽の補充に使用している	・現時点では、再利用中
	その他不明	2,538kg	・用途が未解明	・更に、現場確認、分析が必要

④ 乾燥炉(6 炉)用のガスの使用量削減(熱損失防止)

現状は、乾燥炉の入口、出口の下部から、乾燥時の熱風が吹きだす等、断熱性向上の改善課題が多いことが分かった。今回、図 10-9 の写真のように、熱風炉の吹き出し防止の鉄板製のカバーを設置した。

また、今回は検討しなかったが、カバーにグラスウール等の断熱材を貼り付ける等、他の熱損失の防止についても検討が必要と思われる。

従来：出口の下部から熱風(100℃超)が吹きだしている



改善案：カバーを取り付けることで、熱風の吹き出しが防止できる



図 10-9 乾燥炉の熱風吹きだし防止

⑤ タングステンの使用量節約

川崎工場と焼津工場で、設備仕様が同一にもかかわらず、表 10-4 に示すように、タングステンの仕様が異なることから、仕様の確認、見直しを検討した。

表 10-4 タングステン線の比較

工場	メーカー	長さ	状況	改善課題、着眼
川崎工場	A社製	120mm	- 以前からA社製使用 - 川崎では購入単価を下げている	- 調達先をA社製に共通化 - 長さを110mmに統一
焼津工場	B社製	110mm	- B社製の方が安価なため採用 - 持ちが悪く交換頻度が多い - A社製に比べ使いにくい	

焼津工場では、当初単価の違いから、安価なB社製を使用してきた。しかし川崎工場では、現在A社製、B社製とも同じ価格であり、品質が良く長持ちするA社製に統一し、さらに長さを110mmに短くすることで、レアメタルであるタングステンの省資源化とコストダウンを狙うこととした。

また、真空蒸着装置の仕様を見直せば、より短いタングステン線に変更できる可能性がある。しかし、装置の改造費用の投資がかなり見込まれるため、可能かどうかも含めて、装置の改修時期に検討する。

(6) 成果と今後の課題

① 成果

- ・ 従来は、ロス削減の取り組みとして、不良の低減だけで見ていた。MFCAの分析により、これまであまり注目していなかった塗料、シンナーのロスが定量的に見え、改善の着眼が得られた。また、レアメタルであり、貴重な資源であるタングステンに関しても、その仕様の見直しによる使用量の削減の方策が分かった。
- ・ また、このプロセスでは、生地を乾燥を3回行うが、その乾燥炉の熱損失にも目を向けるようになり、実際に改善の手がつけられ始めた。
- ・ シンナーに関しては、その用途が多岐にわたり、すべて分析できたわけではない。しかし、大気に排出しているシンナーについて、その回収、再利用の改善の方策が検討できた。このことは、単に、コストダウンというだけでなく、環境負荷の低減にも大きな意義がある。（なお、シンナー等揮発性物質の大気中への排出量は、PRTR法に従い、報告している。）

② 今後の課題

- ・ シンナーの用途不明部分が多く、その用途、使い方の分析を行う。
- ・ 今回の分析で得られた課題について、改善を実施し、改善効果を確認する。
- ・ 乾燥炉については、排熱の再利用（電気炉の補助熱源等）を促進する。

(7) 実施企業、インターンの所感

- ・ MFCA の活動開始後、朝礼等でマテリアルのロスについて発言する機会が増え、ロスに対する改善意識が高まってきた。
- ・ ロスについて、個別のロスの要素ごとに、その削減、改善を現場の担当者等と議論すると、スムーズに改善方策、課題の検討が行えるのがいい。
- ・ マテリアルロスを定量化、金額化することで、ロスの大きさに気が付き、改善する意欲が湧いてくるところがすばらしい。
- ・ 社内の他部門、他社でも適用すると、大きな効果が得られると思われる。
- ・ 今年度は、改善課題の見た部分の改善の実施、及び、分析不足の部分の調査を行うとともに、今後の経営における指標のベースを構築したい。
- ・ 来年度は、年間目標や計画に、MFCA を活かすことを、是非考えたい。

以上

第11章 株式会社ファッションキャンディにおける MFCA 導入実証事業報告 (小麦粉を主原料とした焼き菓子を対象にしたMFCA導入事例)

報告書作成者：

上地一成（環境コンサルタント有限責任事業組合）：インターン

鈴木修一（環境コンサルタント有限責任事業組合）：インターン

名嘉光男（NPO 法人 環境管理技術センター）：インターン

公募採択事業者：NPO 法人 環境管理技術センター

(1) 株式会社ファッションキャンディの概要

株式会社ファッションキャンディは、琉球王朝時代から伝わる小麦粉を主原料とする焼き菓子「ちんすこう」に、チョコレート进行コーティングした「ちんすこうショコラ」をメインに、「おもろ」、「各種チョコレート菓子」、「生菓子」を製造・卸・販売をしている企業である。

同社はもともとチョコレートをメインにした小売業であったが、地元のお客様だけでなく、広く県外のお客様にも沖縄の伝統的なお菓子「ちんすこう」をアピールしたいという思いから、「ちんすこうショコラ」を考案・商品化した。これを機に卸売りと店舗での小売りをスタートさせた。

また、生産効率化や人材育成、安全衛生・環境管理活動も積極的に進めており、その活動が認められ、日本プラントメンテナンス協会より、沖縄で初めて TPM チャレンジ賞（2008 年度）を授与された。今回これらの活動を更に進化・発展させることを目的に本事業に応募した。

社 名	株式会社ファッションキャンディ
所 在 地	沖縄県宜野湾市大山 2-21-22
業 種	菓子製造卸・小売業
資 本 金	8,000 万円
従 業 員 数	113 人（工場人員 62 人）
売 上 高	7 億 5000 万円（2010 年 6 月）
主 な 製 品	ちんすこう、チョコレート菓子、ケーキ、ちんすこうショコラ、おもろ
業 歴	1975 年 5 月 創業 1979 年 3 月 有限会社設立 1991 年 8 月 現住所へ新社屋建設 1999 年 8 月 浦添工場新設 2002 年 10 月 株式会社へ組織変更
そ の 他	1995 年 1 月 「琉舞ちんすこう」那覇市長賞最優秀賞受賞 2001 年 12 月 事業性評価企業に選定 2002 年 2 月 沖縄県ビジネスオンリーワン賞受賞 2008 年 4 月 TPM チャレンジ賞受賞

(2) MFCA 導入対象の製品及び工程とマテリアルフロー

① 対象製品

主力商品である「ちんすこうショコラ」と「おもろ」の2製品とした。



「ちんすこうショコラ」



「おもろ」

② 対象工程

②-1「ちんすこうショコラ」

生地原料の計量・混合、成型、焼成を経て「ちんすこう」が完成する。これに別ラインにて溶解・テンパリングしたチョコレートを、コーティング・冷却固化、個包装までを系列ラインにて行い、最終箱詰めまで商品となるまでの全ての工程を対象とした。

今回は、図 11-1 のように、生地原料の計量・混合、成型、焼成の工程を「ちんすこう製造 QC」、チョコレートの溶解・テンパリング、コーティング、個包装の工程を「チョコレートコーティング QC」、箱詰め工程を「箱詰 QC」とし、3つの物量センターを設けた。

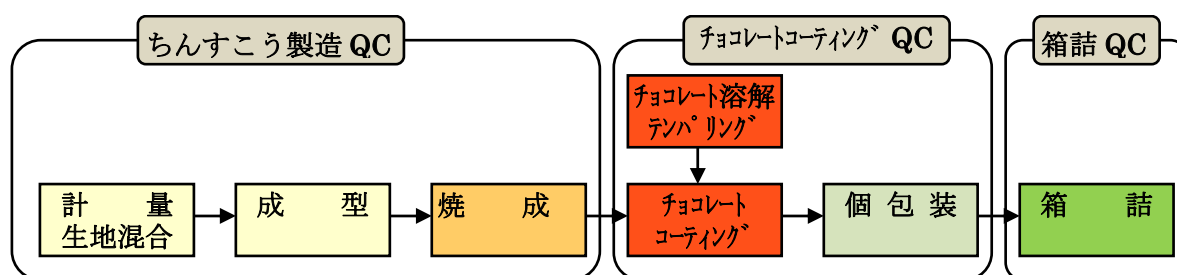


図 11-1「ちんすこうショコラ」工程フロー

②-2「おもろ」

トレーにパイシートとクリームチーズをセットし、これに生地原料を計量・混合したものを充填成型して焼成を行ない「おもろ」が完成する。次に個包装を行い最終箱詰めにて商品となるまでの全ての工程を対象とした。

今回は、図 11-2 のように、パイシート敷き・クリームチーズ絞り、生地原料の計量・混合、

充填成型、焼成の工程を「おもろ製造 QC」、個包装、箱詰めの工程を「包装箱詰 QC」とし、2つの物量センターを設けた。

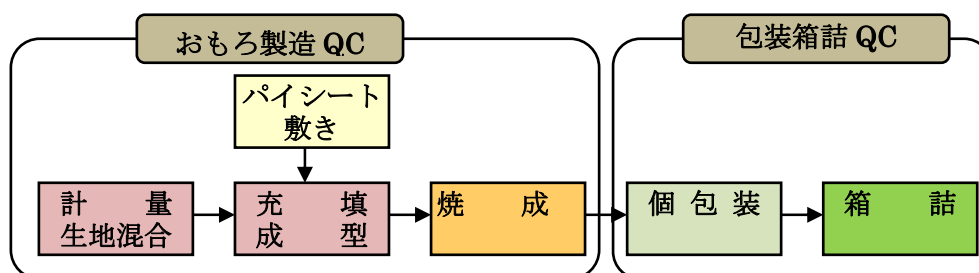


図 11-2「おもろ」工程フロー

(3) データ収集期間と方法

① MFCA データ

測定期間は、2010 年 11 月 1 か月分とした。各データの収集方法は以下のとおりである。

1) マテリアル物量データ：基幹システムの月報より

- ・生地：小麦粉、砂糖などの原材料の総和（重量）

INPUT：重量（チャージ数×1 チャージ当たりの重量）

OUTPUT：重量（個数×1 個当たり規格重量）

- ・チョコレート、チーズ

INPUT：重量（投入重量）

OUTPUT：重量（個数×1 個当たり規格重量）

- ・パイシート、脱酸素剤

INPUT：枚数／個数（投入枚数／個数）

OUTPUT：枚数／個数（完成個数）

- ・個包装フィルム

INPUT：長さ（投入長さ）

OUTPUT：長さ（完成個数×1 個当たりの長さ）

- ・化粧箱、トレー、包装紙、カートン

INPUT：枚数／個数（投入枚数／個数）

OUTPUT：枚数／個数（完成個数+入り数）

2) マテリアル金額単価データ

- ・生地：
$$\frac{1 \text{ チャージの材料費合計} \sum (\text{各材料} \times \text{重量} \times \text{単価})}{1 \text{ チャージ重量 (g)} \sum (\text{各材料} \times \text{重量})}$$
- ・チョコレート、チーズ：
$$\frac{\text{購入単価}}{\text{購入単位重量 (g)}}$$

- ・パイシート、脱酸素剤：購入単価
- ・個包装フィルム： $\frac{\text{購入単価} \times 1 \text{ 個当たりの長さ}}{\text{購入単位長さ}}$
- ・化粧箱、トレイ、包装紙、カートン：購入単価

3) 人件費：直接作業者の分のみとし、下記により集計した。

- ・1日当たり投入時間×日数×***円（沖縄最低賃金+α）

4) 償却費：経理のデータから、生産に直接関与するものだけに限定し集計した。

- ・一部償却済物件あり。
- ・リース物件はリース料を計上した。

5) エネルギー（LPG、電力）物量&コスト：経理支払いデータ（工場全体の分しかない）から、今回の製品に関与する分を使用状況等を加味して按分にて計上した。

- ・LPG：焼成回数にて按分（焼成オーブン2台）
- ・電力：各設備の稼働時間、定格電流値などで按分
（ミキシング2台、成型2台、焼成オーブン1台、エンローバー1台、個包装機3台）

6) 処理費用：ほとんど発生しないため今回は除外した。

② マテリアルの INPUT、OUTPUT 状況及びロスの発生状況

②-1「ちんすこうショコラ」

マテリアルフローチャートを図 11-3 に示した。

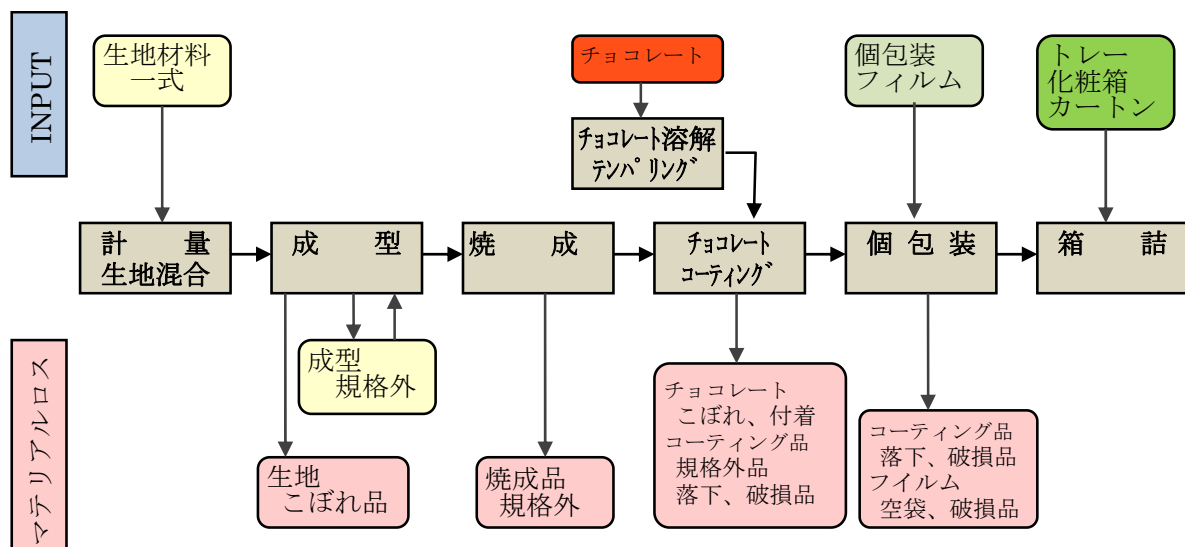


図 11-3「ちんすこうショコラ」マテリアルフローチャート

製造工程におけるマテリアルロスの発生状況は下記のとおりである。

- ・ 成型工程

生地こぼれ品：装置からわずかであるが床にこぼれるものがあり、これは廃棄される。

成型規格外品：成型において、規格外品が発生する。これは、成型機に再投入されるためマテリアルのロスとはならない。しかし作業効率（稼働率）の低下と、トレーに対して歯抜けが発生するため、後工程の焼成工程での焼成回数増加をもたらす。

- ・ 焼成工程では重量及び形状での規格外不良品が検出される。

- ・ チョコレートコーティング工程：コーティング装置へ投入する際、あるいは稼働時にチョコレートのこぼれが発生する。また終業時や、製品替え時に装置に付着した分は回収するがそれでも残留し除去されるものがある。

- ・ コーティング品：コーティング時に、チョコレートの付き具合や量の規格外品が発生する。また、装置や搬送コンベアからの落下品や、破損品が発生する。

- ・ 個包装工程

コーティング品：装置や搬送コンベアからの落下品や、破損品が発生する。

フィルム：段取り時の条件出しやトラブル復旧時の空送りによる空袋や、コーティング品の破損品を包装した分がロスとなる。

②-2「おもろ」

マテリアルフローチャートを図 11-4 に示した。

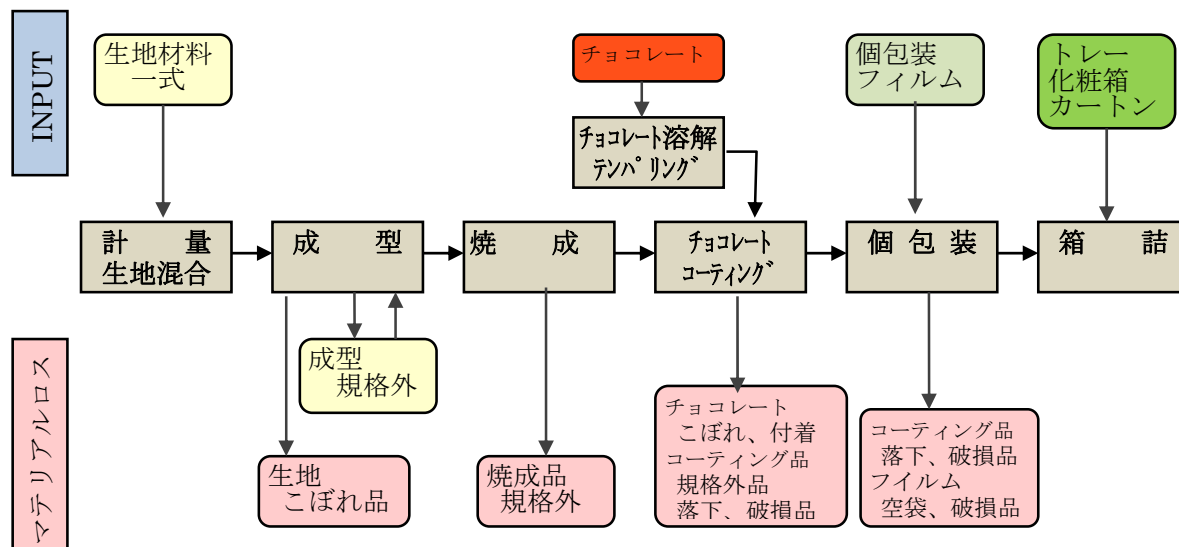


図 11-4「おもろ」マテリアルフローチャート

製造工程におけるマテリアルロスの発生状況は下記のとおりである。

- ・ 焼成工程：量目、焼色、形などの規格外品や破損品が検出される。

- ・ 個包装工程、フィルム：段取り時の条件出しやトラブル復旧時の空送りによる空袋や、破損品が発生する。

- ・ 脱酸素剤：稼働中に落下品や、装置での噛み込み品が発生する。

(4) MFCA 計算結果とその考察

① 「ちんすこうショコラ」の MFCA 計算結果

「ちんすこうショコラ」の MFCA 計算結果を表-1 に示す。なお金額は公表しない。

表 11-1 「ちんすこうショコラ」MFCA バランス集計表

	INPUT (%: 対合計金額比)			OUTPUT(%: 対投入金額比)								
				正の製品			規格外成型品・再投入 (ちんすこう生地)			負の製品		
	物量	金額	%	物量	金額	%	物量	金額	%	物量	金額	%
合 計		*****	100		*****	99.0		*****	0.2		*****	0.7
マテリアル計		*****	82.0		*****	99.2		0.0	0.0		*****	0.8
ちんすこう生地一式	11,428 kg	*****	14.5	11,297 kg	*****	99.9	1,143 kg	—	10	131 kg	*****	0.1
原料チョコレート	5,504 kg	*****	29.3	5,447 kg	*****	99.0				57 kg	*****	1.0
個包装フィルム	138,100 m	*****	9.4	133,180 m	*****	96.5				4,920 m	*****	3.5
外包装資材		*****	25.0		*****	100					*****	0.0
カートン		*****	3.8		*****	100					*****	0.0
エネルギーコスト		*****	1.7		*****	95.0		*****	4.8		*****	0.2
電気	8,763 kwh	*****	1.2	8,484 kwh	*****	96.8	263 kwh	*****	3.0	16 kwh	*****	0.2
ガス	276 m ³	*****	0.5	250.7 m ³	*****	90.8	25 m ³	*****	9.1	0.3 m ³	*****	0.2
システムコスト		*****	16.3		*****	98.5		*****	1.0		*****	0.5
人件費	2,124 h	*****	12.1	2,019.9 h	*****	99.0	15.9 h	*****	0.7	6.2 h	*****	0.3
償却費・リース料		*****	4.2		*****	97.2		*****	1.7		*****	0.1

② 「ちんすこうショコラ」の MFCA 計算結果に対する考察

1) INPUT (全体のコスト構造) について

- ・ マテリアルコストが 82%を占める。
- ・ 包装材のコストが非常に大きい。全体の 38% (マテリアルコストのうち 47%) あり、外包装資材とカートンが 29% (マテリアルコストのうち 35% : 3 分の 1 以上) である。
- ・ エネルギーコストは非常に小さい。
- ・ 人件費は 12%である。

2) ロスについて

- ・ 負の製品コストは 0.7%であるが、成型工程での規格外品 (再投入品) に対するロスを加えると 1.0%となる。
- ・ マテリアルのロス率は 0.8%である。しかし、外包装資材とカートンは全て正の製品となっているため過小評価となっている。外包装資材とカートンを、分母、分子から除くと 1.2%となる。
- ・ ロスの中では個包装フィルムが際立っている。
- ・ 生地へのロス率は 0.1%と小さいが、成型工程で再投入される規格外品は 10%に上ることが追加調査

査で判明した。マテリアルのロスとはならないが、この影響は下記のように全体の生産性やエネルギー使用量などに大いに悪影響を及ぼしていることが分かった。

- i) 成型工程の稼働率 10%低下
- ii) 成型工程のムラは、前後工程（計量・ミキシング工程及び焼成工程）に手待ちが発生
- iii) 焼成トレー上に歯抜けが 10%発生しているため、焼成回数が 10%増加
- iv) したがって、焼成オーブンの扉の開閉回数も 10%増加し、エネルギーの損失

③ おもろ」の MFCA 計算結果

「おもろ」の MFCA 計算結果を表 11-2 に示す。これも金額は公表しない。

表 11-2 「おもろ」MFCA バランス集計表

	INPUT (%: 対合計金額比)			OUTPUT(%: 対投入金額比)					
				正の製品			負の製品		
	物量	金額	%	物量	金額	%	物量	金額	%
合 計		*****	100		*****	98.5		*****	1.5
マテリアル計		*****	85.8		*****	98.3		*****	1.7
おもろ生地一式	4,948 kg	*****	44.3	4,923 kg	*****	99.5	25 kg	*****	0.5
クリームチーズ	585 kg	*****	5.6	582 kg	*****	99.4	3 kg	*****	0.6
パイシート	168,206 枚	*****	11.8	164,124 枚	*****	97.6	4,082 枚	*****	2.4
個包装フィルム	22,914 m	*****	5.8	19,695 m	*****	85.8	3,219 m	*****	14.2
脱酸素剤	167,033 個	*****	4.3	164,124 個	*****	98.2	2,909 個	*****	1.8
外包装資材		*****	12.2		*****	100		*****	0.0
カートン		*****	1.9		*****	100		*****	0.0
エネルギーコスト		*****	1.5		*****	99.4		*****	0.6
電気	6,658 kwh	*****	1.2	6,624 kwh	*****	99.5	34 kwh	*****	0.5
ガス	118 m ³	*****	0.3	117 m ³	*****	99.3	1 m ³	*****	0.7
システムコスト		*****	12.7		*****	99.4		*****	0.6
人件費	1,470.3 h	*****	11.2	1,465.7 h	*****	99.5	7.3 h	*****	0.5
償却費・リース料		*****	1.4		*****	98.7		*****	1.3

④ 「おもろ」の MFCA 計算結果に対する考察

1) INPUT（全体のコスト構造）について

- ・ マテリアルコストが 86%である。
- ・ 包装材のコストが大きい。全体の 24%（マテリアルのうち 28%）あり、外包装資材とカートンで 14%（マテリアルのうち 16%）である。
- ・ エネルギーコストは非常に小さい。
- ・ 人件費は 12%である。

2) ロスについて

- ・ 負の製品コストは 1.5%である。
- ・ マテリアルのロス率は 1.7%である。しかし、外包装資材とカートンは全て正の製品となっているため過小評価となっている。外包装資材とカートンを、分母、分子から除くと 2.0%となる。
- ・ ロス率の大きい、パイシート、個包装フィルム、脱酸素剤のロス、工程で発生している不良品（データ管理されている）よりも、マテリアルバランス上での不明が非常に大きいことが分かった。

(5) MFCA 導入結果からの改善の着眼点

① 「ちんすこうショコラ」の改善の着眼点

「ちんすこうショコラ」の改善課題を表 11-3、表 11-4 にまとめた。

表 11-3 「ちんすこうショコラ」の改善課題(成型～コーティング)

工程	ロスの発生状況	改善の方向性・テーマ	改善目標	期待効果
成型	再成型品が10%発生 →生地品質への影響 →作業効率の悪化 →トレーの歯抜けにより、焼成回数が増加 →前後工程への悪影響	・設備のメンテナンス ・作業方法の見直し	第一段階 3%以下	・作業効率UP ・前後工程の効率化 ・作業者のモチベーションUP
	生地のこぼれ ←再成型作業による	・再成型品投入方法の改善		
焼成	エネルギー改善の余地がある ←トレーの歯抜け(成型工程) ←始業時に3台一斉起動	・成型工程の改善 ・オープンの起動を1台ずつずらす ・扉の開閉時間を最少にする	・オープン 1台撤去 (停止)	・省エネ ・作業スペース改善
チョコ コー ティ ング	製品の不良品が 0.4%発生 ・くっつき ・コーティング量のばらつき	・ワイヤーネットの管理 ・チョコレート温度管理 ・工場内の温度管理	0.1%以下	・チョコレートのロス 低減
	チョコレートのロスが発生 ・エンローバー投入時のこぼれ ・段取り換え時の装置内付着 残留	・投入方法の見直し ・段取り方法の見直し		・チョコレートのロス 低減

表 11-4 「ちんすこうショコラ」の改善課題(包装、全般)

工程	ロスの発生状況	改善の方向性・テーマ	改善目標	期待効果
包装	個包装フィルムのロス3.5% ・再包装 ←噛み込み ←絵柄のズレ ・空送り ←包材切替 ←条件出し	・包装機の調整 ・停止モードの見直し ・段取り方法の見直し	0.5%以下	・包装フィルムロスの削減 ・稼働率の向上
	←移動中の抜け	・コーティング工程の改善		
	・不明品(1ロール)	・在庫管理方法の再構築		
全般	・日々の生産実績が基幹システムにて収集されているが結果のフォローが不十分 →誤差の発生	現場ベースで、確認できる仕組みを構築する。		・管理体制の改善

②「おもろ」の改善の着眼点

「おもろ」の改善課題を表 11-5 にまとめた。

表 11-5 「おもろ」の改善課題

工程	ロスの発生状況	改善の方向性・テーマ	改善目標	期待効果
パイシート チーズ	パイシートのロスが2.4%発生 ・不明品が約75%	現品管理の再構築 ・棚札設置	管理ロス0	
	クリームチーズの充填量がバラついている(規格内ではある) ←作業により作業方法が異なる ←カン・コツ作業である	チーズ充填方法の改善 ・絞り→プレカット		・充填量の規格外品発生未然防止 ・作業性向上
焼成	製品の不良品が 0.5%発生 ・規格外 ←生地充填量のばらつき ・菓子クズ、コゲの付着	・成型機のメンテナンス ・鉄板表面加工 テフロンまたはエンボス	0.1%以下	・原料のロス低減 ・品質向上
包装	個包装フィルムロス14.2%発生 ・不明品が約75%	現品管理の再構築	管理ロス0	
	・タック発生	・包装機のメンテナンス ・トラブル対処法の改善 早期発見、早期対応		・個包装フィルムのロス低減
	脱酸素剤のロス1.8%発生 ・不明品が約90%	現品管理の再構築	管理ロス0	

(6) 成果と今後の課題

まず第一に、上記の改善課題を具体的な活動計画に落とし込み活動をスタートすることにある。今回の MFCA データは、今までの生産性のデータに比べると、マテリアルという実際に物理的に理解し易いものである。現場の作業者とも共有化を積極的に行い、3 現（現物、現場、現実）をベースに具体的な成果を上げて行く。また、ここに上がったテーマは全て取り組まなければならないものであり、優先順位などを設ける必要はない。時間的なスケールで見たときの順位だけである。一部投資が必要なテーマもあるが、殆どは投資が不要であり、スピード感を持って活動に取り組んでゆく必要がある。

次に、今回修得した MFCA 手法を早くほかの製品に水平展開を行うことである。自力で水平展開することにより、一層理解が深まり、身につく、そしてさらにいろいろなケースに応用ができるようになるなどワンランク上になることが期待できる。そして成果も一層大きくなってくる。

その上で、今までの時間軸での生産性と統合したトータルの生産性活動へと展開を拡大し、また、現在実施している各種管理データの見直しや管理業務の効率化へと結び付けて行くことが重要である。

(7) 実施企業、インターンの所感

① 実施企業所感及び決意

- ・ 負の製品という今まで無かった概念がとても興味深く感じた。今まで把握していたロス（ムダ）よりも大きい物量、金額が浮き彫りにされることで、はじめは驚きを隠せなかったが改善への取り組み意欲が高まった。
- ・ 各工程ごとに、INPUT、OUTPUT を分析し、深く掘り下げて行く中で様々な問題点が顕われ、気付かなかった点、見過ごしていた点が表面化して行く MFCA 手法に新鮮さを感じた。
- ・ 今回主力 2 商品を対象に指導を受けた中で、多くの改善ポイントの指摘がなされた。これらの改善を実施することで、大きな改善効果が得られることに大きな期待を持った。
- ・ ロス量の算出方法、概念が変わってきたことで製造過程における生産効率向上を今まで以上に取り組んでゆく。また、順次ほかの商品にも MFCA を展開する。

② インターン所感

- ・ MFCA は「コスト削減と環境負荷低減の両面を達成できる手法である」と聞かされ、大変興味を持った。
- ・ 製造業での効率 UP といえば「稼働率を上げる」、「ロスを減らす」という漠然とした目標でしかないが、MFCA では「物量（INPUT→OUTPUT）」、「正の製品」、「負の製品」という新しい概念を持つことで、「不良品」、「規格外品」、「廃棄物」それぞれに素材原料や人件費、エネルギーコストを背負っていることを体系的に理解することができる。（より精度の高い原価管

理意識が醸成される)

- ・ MFCA に取組むことにより、工程ごとの改善や全体の改善を意識するようになる。また、設備メンテナンスや配置、作業動線などコスト的に見えづらいところにまで改善意識が生まれる。
- ・ 会社の代表者、役員、役職者が参加されることで、継続的に取組みが期待でき、また将来的に全社員参加型のシステムにまで発展して行く可能性が大きい。
- ・ 事前に前年度報告書を読み込んだだけでは、今ひとつ理解できなかったが、今回のインターンシップ参加により MFCA の重要なポイントが見えてきた。
- ・ 今後は MFCA を広報し、多くの事業所が取組めるように、インターンシップで学んだことを生かして行きたい。

以上

第12章 本年度の MFCA 導入実証事業の成果と今後の課題

(1) 本年度の MFCA 導入実証事業の事例構築の意義

本章では、今後に向けて、本年度の本実証事業を総括する。

本年度の 8 事業所における本実証事業について、第 1 章で整理した適用分野と特徴を再度示すとともに、及びその事例構築の意義を以下に整理した。

表 12-1 MFCA 導入事例の意義

No	本実証事業の MFCA 導入企業	MFCA の適用分野	MFCA 導入事例としての特徴	MFCA 事例構築の意義
1	群馬合金株式会社	アルミダイカスト(鑄造による成形加工)	アルミ原料を溶解し、ダイカストマシンで成形加工するプロセスでの MFCA。アルミ溶解熱の熱損失を測定、計算し、熱損失のエネルギーコストを負の製品コストとした事例。	この2つの事例は、鑄造に投入した熱量と熱損失の計算、及び MFCA によるコスト評価が、エネルギーを大量の消費するプロセスの省エネの取り組みに有効であることを示した。
2	株式会社オティックス西尾			
3	武田鑄造株式会社	砂型を使った鋳鉄鑄造による成形加工	鉄源を溶解し、砂型で成形加工するプロセスでの MFCA。鉄源溶解熱の熱損失を測定、計算し、熱損失のエネルギーコストを負の製品コストとした事例。また、本事例では、再利用している砂型材料の砂の廃棄物量の計算、廃棄処理コストにも注目した事例。	この事例は、鑄造に投入した熱量と熱損失の計算、及び MFCA によるコスト評価が、エネルギーを大量の消費するプロセスの省エネの取り組みに有効であることを示した。 このプロセス特有の、砂型の砂の産業廃棄物排出量削減に、MFCA が有効であることを示した。
4	株式会社リバース	原紙製造(抄紙)と、トイレトーパーへの裁断加工	原料の紙パルプを抄いて原紙を製造するまでの工程では、大量の水とエネルギーを消費するのが原紙製造であり、その水の利用と排水処理、及び蒸気のコストに注目した事例。	水を大量に消費するプロセスにおいて、その水の使用量、排水量の削減には、水の使用とフローの解析、及び MFCA によるコスト評価が有効であることを示した。
5	医療法人社団 まついクリニック まつい e-クリニック	水を大量の消費する医療サービス	血液透析を行う病院では、院内で、RO 水(※ ¹)、透析液、消毒液等を作り、使用するが、それらの水と溶解する材料の流れを測定し、そのロス进行分析した事例。	病院等のサービス分野でも、この事例のように大量の水の使用や、それを溶媒にしたマテリアルの使用がある分野では、その資源効率の向上の取り組みに、MFCA によるマテリアルロスの分析、コスト評価が有効であることを示した。
6	日本フィルコン株式会社	フィルムのエッチング等の加工	フィルム材料に、エッチング、粘着剤塗工、ラミネート等の加工を施すプロセスに MFCA を適用した事例。また製造工程で発生する洗浄廃水の中和処理工程の MFCA の計算も行った。	品質管理指標である歩留率と、実際のマテリアルロスを表す MFCA の正の製品比率と乖離していることはよく見られるが、それを端的に表した。
7	株式会社光輝社	ランプ用リフレクターの塗装とアルミ真空蒸着	吹き付け塗装に使用する塗料の、塗装対象の素材に付着するまでのロスを測定、分析した事例。	吹き付け塗装の塗料のように、マテリアルの物量測定が難しいと思われる領域でも、簡易的な測定と計算をすることで MFCA の適用が可能であり、有効であることを示した。
8	株式会社ファッションキャンディ	食品製造	菓子製造(原料の成形、焼成、デコレートするプロセス)のプロセス全体で、マテリアルロスを測定、分析した事例。	負の製品比率、コスト比率が比較的小さくとも、これまで管理しているロスと、MFCA や、その際に行うマテリアルバランス分析で、新たなロスに気づき、MFCA が有効であることを示した。

注記 ※¹: RO 水とは、逆浸透膜 Reverse Osmosis により濾過された水のこと

(2) 本年度の MFCA 実証事業の適用方針の実施結果

第 3 章「本年度の MFCA 導入実証事業における MFCA 適用の考え方」に記載したように、本年度の本実証事業においては、その適用において、いくつかの点で従来と異なる方法を試行した。

MFCA をより効果的に、かつ効率的なものに進化させるために、その結果と今後の課題を整理する。

① MFCA キットによる MFCA の実施の結果

第 3 章 (1) で紹介したが、本年度の本実証事業で適用した“MFCA キット”において、その計算の考え方は、次のようになっている。

- ・ 物量センター単位で、マテリアルバランス集計表を使って、マテリアルの種類毎の投入量、正の製品物量、負の製品物量を計算する。
- ・ マテリアルバランス集計表では、マテリアルロスの総量を集計するだけでなく、その内訳を明確にする。これにより、改善の検討対象とその切り口、改善の効果等の改善ストーリーが見えてくる。
- ・ MFCA バランス集計表において、システムコスト、エネルギーコストを、正の製品、負の製品へ配賦する。重要なことは、配賦された金額でなく、投入された金額の大きさである。MFCA バランス集計表の Input 部分には、原価の状況（原価の構成要素、金額、マテリアルの使用状況等）が浮き彫りになっている。

その考え方は、実施した企業、参加したインターンに、「シンプルであり非常に分かりやすい」と好評であった。また、マテリアルバランスの計算において、マテリアルロスの内訳を明確にすることは、MFCA の適用効果を生み出す上で、非常に有効と思われる。

マテリアルロス削減のために改善すべき課題を抽出、設定するためには、負の製品物量の内訳を明確にする必要がある。そのため、物量センターを 1 つにした場合においても、マテリアルのロスの発生している工程や設備の単位で、その物量の測定、計算を行った。従って、マテリアルごとの物量を測定、計算する単位は、マテリアルバランス集計表と MFCA バランス集計表で MFCA 計算を行う物量センターと設定した工程の単位と同じか、もしくはそれよりも細かい。

また、マテリアルの物量の単位系を、重量 (kg) に統一せず、マテリアル別に、その企業で管理している単位系（数量、面積、容積等）を用いたことも、改善ツールとして現場が活用する上では、分かりやすいと好評であった。

その際、システムコスト、及びエネルギーコストは、マテリアルの正の製品コストと負の製品コストの比率で、それぞれの正の製品コスト、負の製品コストを配賦して計算した。（ただし、②で述べる鑄造の熱エネルギーを除く。）

② MFCA キットを使った MFCA の実施に関する今後の課題

今回、マテリアルの物量の単位系を、重量 (kg) に統一せず、マテリアル別に、その企業で管理

している単位系（数量、面積、容積等）を用いた。

この方法は、MFCA 導入後の運用上の課題として、次のことがあると思われる。

廃棄物の発生量の情報と関連させる、或いは LCA（Life Cycle Assessment）と関連させる上で、マテリアルの物量情報として重量（kg）の情報に統一することが望ましい。これは、環境部門が廃棄物削減対策等の環境管理の手法として用いる際、或いは企業が環境経営指標として用いる際等に、必要になると思われる。

改善ツールとして現場が活用すること、及び環境管理ツールとして環境部門や経営が用いることの両方を満足するためには、現場が重量以外の単位系でその投入や出来高等の物量を管理しているマテリアルについて、重量以外の物量情報を重量の情報に変換する仕組みを持つことが必要と思われる。

③ 熱損失の測定と、それによる MFCA 計算の結果

図 12-1 のように、鑄造のプロセスでは、材料の金属を溶解し、溶湯と呼ばれる非常に高温の金属の液体を型に注ぎ込み、金属が冷却して固体に戻った段階で型から取り外すという手順で成形加工を行う。型から取り外した後、成形加工の歩留ロス部分（湯口、ランナー、オーバーフロー等）は、製品になる部分から切り離される。回収ロス材（歩留ロス部分、及び試打品、不良品等）は、溶解炉に戻され、原料として再利用される。

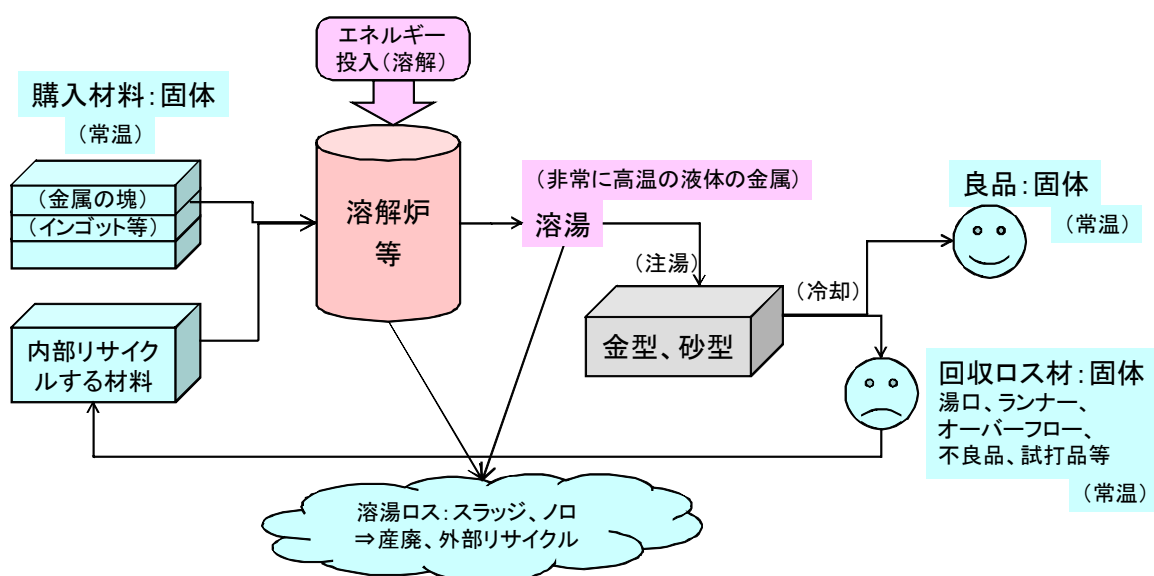


図 12-1 鑄造における金属のマテリアルフロー

ここで回収ロス材は、材料として内部リサイクルされるため材料のロスにはならないため、回収ロス材は材料費のロスとはならない。ただし、材料に戻されたとしても、それを溶解したエネルギーはロスになっている。

従来の MFCA の事例では、材料のロスだけに注目し、次のように計算を行っていた。

- ・ 回収ロス材は、負の製品に位置づける。
- ・ エネルギーコストは、正の製品物量と負の製品物量の比率で、正の製品エネルギーコスト、負

の製品エネルギーコストを配賦して計算する。

この方法で計算を行い、マテリアルコストとエネルギーコストだけを計算した MFCA バランス集計表の仮想事例を表 12-2 に示した。この仮想事例では、正の製品物量 95,000kg に対し、負の製品物量は戻り材（内部リサイクルされるロス）、補助材料も含めて 106,000kg となる。その物量比率でエネルギーコストを正と負に配賦すると、負の製品エネルギーコストは投入コストの 53%となる。

ただし、こうした溶解炉等の設備は熱損失が大きいと言われているにもかかわらず、この計算方法では溶解炉等の熱損失のコストを正確に表せないという問題があった。

なお、表 12-2 の MFCA の計算において、回収ロス材のコストはゼロとした。これに関しては、次の④の中で、課題の一つとして述べる。

表 12-2 鑄造の MFCA バランス集計表(熱損失を考慮しない仮想計算結果)

Input					Output					
投入コスト合計		22,600千円			正の製品コスト	20,182千円	89%	負の製品コスト	2,418千円	11%
材料と材料費	材料単価	物量	単位	コスト	物量	単位	コスト	物量	単位	コスト
原材料(1)	0.200	100,000	kg	20,000	95,000	kg	19,000	5,000	kg	1,000
原材料(1)戻り材		100,000	kg			kg		100,000	kg	
補助材料	0.100	1,000	kg	100	0	kg	0	1,000	kg	100
材料の物量とコスト小計		201,000	kg	20,100	95,000	kg	19,000	106,000	kg	1,100
エネルギー	単価	使用量	単位	コスト			コスト			コスト
エネルギーコスト小計				2,500	47%		1,182	53%		1,318

今回、群馬合金株式会社、株式会社オティックス西尾、武田鑄造株式会社で行った MFCA の導入事例は、いずれも、原料の金属を高温で溶解しエネルギーを大量に消費する鑄造のプロセスを対象としたものである。この 3 事例では、第 3 章 (2) で紹介した方法で、熱量を測定、計算したが、その正の製品の材料を溶解する熱量は、投入した熱量の 9%、7%、8%であった。

表 12-2 の仮想事例において、そのエネルギーコストの 60%が原料の金属の溶解に投入した熱エネルギーで、かつ溶解に投入した熱エネルギーのうち正の製品の材料を溶解する熱量の比率が 10%と仮定した MFCA バランス集計表が表 12-3 である。表 12-3 では、原料の金属の溶解に投入した熱エネルギーの 90%が負の製品コストになることで、負の製品コストの中で最も大きい項目になった。

表 12-2 鑄造の MFCA バランス集計表(熱損失を考慮した仮想計算結果)

Input					Output					
投入コスト合計					22,600千円		正の製品 コスト	19,623千円 87%	負の製品 コスト	2,977千円 13%
材料と材料費	材料単価	物量	単位	コスト	物量	単位	コスト	物量	単位	コスト
原材料(1)インゴット	0.200	100,000	kg	20,000	95,000	kg	19,000	5,000	kg	1,000
原材料(1)戻り材		100,000	kg			kg		100,000	kg	
補助材料	0.100	1,000	kg	100	0	kg	0	1,000	kg	100
材料の物量とコスト小計		201,000	kg	20,100	95,000	kg	19,000	106,000	kg	1,100
エネルギー	単価	使用量	単位	コスト			コスト			コスト
原料溶解のガス、電力	1.500	1,000	GJ	1,500	100	GJ	150	900	GJ	1,350
溶解以外の電力消費	1.000	1,000	MWh	1,000	47%		473	53%		527
エネルギーコスト小計				2,500			623			1,877

実際に、群馬合金株式会社、武田鑄造株式会社では、MFCA バランス集計表に熱損失のコスト計算結果を織り込んだが、そうすると負の製品コストの中で熱損失のコストが最も大きいという結果になった。

また 3 事例とも、熱損失の内訳を分析したが、その結果、溶解炉等の設備における熱損失が大部分を占めていた。その結果、省エネルギーと負の製品コストの削減に向けて、溶解炉等の設備の断熱性の向上や、排ガスの排熱回収と再利用等の熱効率を向上する課題が、位置付けとして非常に大きいことが分かった。

これらのことから、鑄造のように大量の熱を使用する加工のプロセスでは、MFCA を実施する中で、熱損失の総量計算とコスト評価、及びその内訳の分析を行うことが、省エネルギーの視点で重要と思われる。

④ 熱損失の測定と、それによる MFCA 計算を行う上での課題

③で述べた熱損失の測定、計算を織り込んだ MFCA を実施する上で、まず熱損失の測定、計算、分析をどのように行うかが課題になることが多い。

それは、工場全体のエネルギーの使用量合計しか管理していないことが多いためである。その場合にはまず、電気、ガス等のエネルギー使用量全体を、金属の溶解に投入したエネルギー使用量と、それ以外のエネルギー使用量とに分ける必要がある。

しかし短期間のプロジェクトの中では、電力計による測定結果を待つことができないため、仮定の数値で MFCA の計算をせざるを得ない。その場合は、MFCA 導入後に、正確なエネルギーの使用量のデータを取得するために、測定する必要が生ずることがある。

また、熱損失の改善に結びつけるためには、熱損失の分析のために、溶解炉等の設備の稼働状態と関連したエネルギーの使用量の測定、計算を行う必要がある。今回の本実証事業においても、例えば排ガスの排熱量の計算等、いくつか試みた方法があるが、その方法の検証を行うとともに、ノウハウを蓄積、整理し、共有化する必要がある。

ただし鑄造等のエネルギーを大量に使用する設備では、電力計等のメーターがついていても、測定しデータを記録していないだけのこともある。その場合には、定期的に電力計等を確認、記録し、金属の溶解に投入したエネルギー使用量の総量を管理できる管理ようにできる。

⑤ MFCA バランス集計表における内部リサイクルされるロス材料の扱い方の課題

表 12-2、表 12-3 の鋳造における MFCA の仮想計算では、MFCA バランス集計表において、内部でリサイクルされる回収ロス材を、次のように位置づけて行った。

A) 内部リサイクルされるロス材料は、“負の製品”に位置づける。

B) 内部リサイクルされるロス材料のコスト（材料費）を計上せず、コストをゼロとする。

まず A) に関しては、内部リサイクルされるロス材料は材料費のロスとはならない。そのため、“負の製品”ではないとする考え方もあり、その意味で“正の製品”に位置付けている事例もある。ただし出荷する製品以外は、負の製品とする従来からの考え方と矛盾する。

次に B) については、内部リサイクルされるロス材料の材料費を、MFCA バランス集計表に入れると、次の問題が生じる。

- ・ MFCA バランス集計表における投入コストが、会計上のコスト（実際に支払った金額）より大きくなる。（内部リサイクルされるロス材料の材料費分）

MFCA キットの MFCA バランス集計表において、内部リサイクルされるロス材料をどのように位置づけて行うかは、今後も検討し、整理すべき課題と思われる。今後の検討のために、その視点を以下に整理しておく。

A) 内部リサイクルされるロス材料の位置づけ（正の製品、負の製品）

- ・ 材料費のロスとはならないため、正の製品に位置づけるべきという意見、事例がある。
- ・ 内部リサイクルされるロス材料が多くなると、消費エネルギー、補助材料、加工費の増加に繋がるため、負の製品に位置づけるべきという意見、事例もある。ただしその場合、材料費の負の製品コストを計上しても、その部分はロスとして見ないことが必要。
- ・ また、正の製品、負の製品とは異なる位置づけにした例もある。（本年度のファッションキャンディの事例では、正の製品、負の製品以外に、「規格外成型品、再投入」の分類区分を設けた。）

B) 内部リサイクルされるロス材料のコスト

- ・ 投入コストと負の製品コストが相殺されるため、材料費のロスとはなっていない。（ただし熱損失を招いている）
- ・ MFCA バランス集計表に、その材料費を計上すると、投入コストが会計上のコストよりも大きくなる。

⑥ 水に関するマテリアルの物量測定、MFCA 計算の結果

今回、株式会社リバース、まつい e-クリニックの MFCA 導入実証事業は、いずれも水を大量に消費するプロセスを対象とした MFCA の導入事例である。

株式会社リバースの事例では、材料費（水道料金）のかからない地下水を使用している。しかし MFCA の分析の結果によると、大量に使用した後の排水処理のコストが大きく、水の使用量や排水

量を削減することが、コスト削減のためにも非常に大きな課題であることが明確になった。

まつい e-クリニックの事例では、上水から RO 水（逆浸透膜 Reverse Osmosis により濾過された水）に加工され、様々な用途で使った水がすべて排水になっている。しかし MFCA の分析の結果、次のことが分かった。

- ・ 上水から RO 水に加工する際に、消費した上水の 60%がそのまま排水となっていた。
- ・ その上水のまま排水になっている上水と下水の料金は、かなりの金額であった。
- ・ RO 水には様々なマテリアルを溶解して使用しているが、その溶液のロスを定義し、物量を測定すると、溶液のロスはかなり大きなコストになった。

このように、大量に水を消費するプロセスでは、水の流れと使い方に焦点を当てて MFCA を適用することで、環境負荷低減とコスト削減の両面に効果のある水の消費効率向上の課題が明確にできることが分かった。

また廃水処理は、工場全体の共通設備で行い、その廃水の処理コストが、間接費などと同様に各部門に配賦されることが多い。しかし、廃液処理工程で使用する電力、中和剤等の薬剤、廃液の外部処理等のコストは、製造工程で使用する薬剤、洗浄水の使用量等と関連する。そのため、製造工程における薬剤、洗浄水等の使用量が多い場合は、日本フイルコンの事例のように、工程で発生した洗浄廃水の処理工程を物量センターとして分離して、廃水処理のコストを評価することが望ましいと思われる。

⑦ 水に関するマテリアルの物量測定、MFCA 計算の課題

⑥で述べたような、水に焦点を当てた MFCA では、その物量測定に課題がある。

株式会社リバーズでは、MFCA 導入以前より、水のフロー解析と、その測定をするための水量計の設置等を進めていた。まつい e-クリニックでは、対象とした血液透析に使用した上水の使用量、それを原料とした RO 水製造量を測定するために、水量計を設置すること等が必要であった。

このように、水に焦点を当てた MFCA を行うためには、水の用途や消費量を測定する機器の設置や、そのデータの記録、管理の仕組みを構築することが必要になる。

従って、通常の MFCA 導入よりも期間が必要であり、その取り組みのステップを工夫する必要があると思われる。

(3) サービス業における MFCA を支援する、設備、装置、システムのメーカーの役割の重要性

前項(2)の⑥で述べたように、まつい e-クリニックで行った MFCA 導入実証事業においては、血液透析のシステム、装置のメーカーの担当者が参加し、水、RO 水の物量測定、解析を支援した。

この血液透析のシステム、装置は、血液透析、洗浄、消毒などに必用な RO 水、透析液等を自動で製造し供給する。そのシステムや装置の制御をするために、水、RO 水、溶解するマテリアルの物量を自動で測定している。しかしそのデータを蓄積し、そのシステムの資源効率を管理、評価するようにはなっていなかった。

製造業と異なりサービス業では、設備の管理やメンテナンスを自社で行うことが少ない。多くの場合は、メーカーが提供しているメンテナンスサービス等に依存している。そのため、この事例のようにシステム、装置が制御しているマテリアルの使用量、ロス量の測定や解析には、システム、装置等のメーカーの支援が求められる。また、マテリアルロスの改善には、システム、装置の仕様の変更や、開発が必要になることが多く、それはメーカーでないとできない。

従って、サービス業における MFCA では、システムや装置を供給しているメーカーの役割が非常に重要である。

この取り組みは、システムや装置のメーカーにとって、自社製品を使用する段階の環境配慮の取り組みとして重要である。さらに、顧客の使用段階のマテリアル消費の測定、解析を行うことは、顧客の使い方の特性と課題を知ることにつながる。これは、メーカーにとって、新たな製品や技術を開発するために、顧客を知る絶好の機会になり、顧客満足度の高い新製品の企画、開発を行う上でも重要である。

(4) MFCA 進化のための今後の課題

MFCA のような管理のための手法も、固有技術と同様に、新しい手法を開発する際には実験が必要である。その手法のコンセプト、考え方を実験し、検証するには、企業の現場で実際に使う必要がある。また、企業の現場で実践すると、その手法に関する新しい知見や課題を発見することが多い。

1999 年に通商産業省（現在の経済産業省）の環境管理会計の調査研究プロジェクトが始まった。その中の日東電工株式会社における MFCA の調査研究以来、MFCA は企業における導入事例を蓄積しつつ、その考え方や手法の進化を遂げてきた。

その間、MFCA のモデル事業や、導入実証事業に多くの企業が参加し、MFCA を実際に適用する場を提供するとともに、その事例の公開が行われてきた。それらの事例は、この分野の研究者と実務者の間で共有され、課題が提起され、その進化の方向性が作られてきた。

MFCA は、ISO14051 という国際標準として発行される予定にある。それは、これまで日本における非常に多くの実践例をもとに、委員会等の場で、その考え方や方法等を共有化し、その課題が提起され、その結果を踏まえて次の実践が行われるという連続したプロセスにより、標準化できる技術の水準に達したと思われる。

しかし技術というものは、図 12-2 に示すように、標準化された段階である一定の技術水準に達しても、その瞬間から、新しい技術のノウハウが生まれ、次の技術的な課題が生まれるものである。

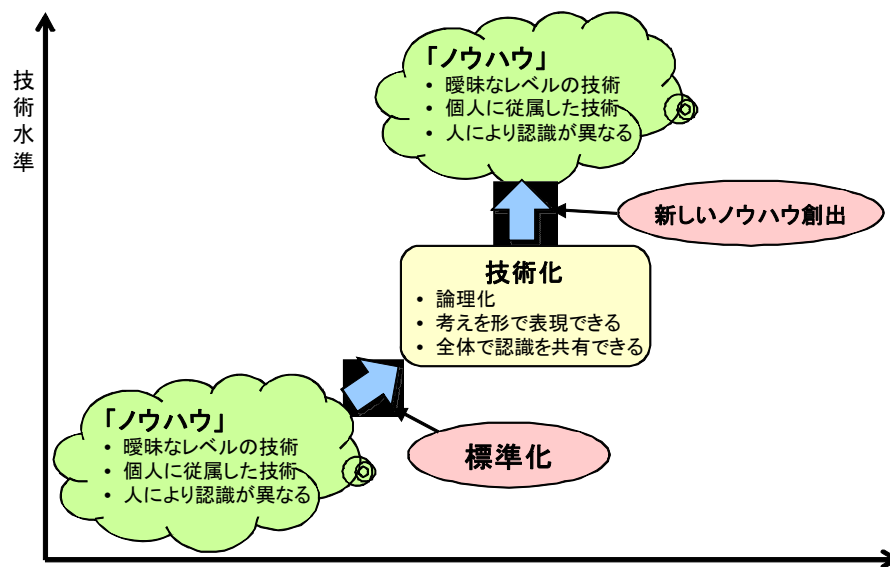


図 12-2 技術の進化と標準化

本年度の MFCA 導入実証事業における幾つかの事例のように、MFCA はまだ、様々な面で進化の余地がある。産業界の環境経営を支援する意味でも、この進化を促進させることは重要である。

ただし、ノウハウを生み出し、共有化する場がないと、その進化が遅くなったり、途絶えたりする可能性がある。

MFCA の進化を継続させるために、またその進化を促進させるためには、これまでのモデル事業、実証事業のように、新しい考え方、手法による MFCA を実践し、その結果を産業界で共有化するために、次のような仕組みが必要と思われる。

- ・ 新しい考え方、手法の MFCA を実践する場を提供する企業を募る
- ・ その実践結果を、MFCA の研究者や実務者間等で共有化する委員会等の場を設ける
- ・ そこで行われた新しい考え方、手法を検証し、その効果を確認すると同時に、新たな課題を抽出する

第 3 部

MFCA の国際標準化に関する 国内対応策実施の結果報告

第1章 MFCA の国際標準化に関する国内対応策の全体概要

1-1. 本年度の MFCA の国際標準化に関する国内対応策の概要

現在 TC207/WG8(MFCA)において検討作業が進められている、MFCA に関する国際規格である ISO14051 の進捗状況報告や、国際標準化の意義の理解促進を目指し、下記の国内対応策を実施した。

(1) MFCA 国際標準化進捗状況等報告会(セミナー、シンポジウム)の開催

- ・全国主要 3 都市で MFCA 国際標準化進捗状況等報告会（MFCA セミナー）開催
- ・エコプロダクツ展 2010（於：東京ビッグサイト）で MFCA シンポジウム開催

(2) ベストプラクティス集の作成

- ・Material Flow Cost Accounting MFCA Case Examples 2011 作成

(3) MFCA ホームページにおける情報提供

- ・アドバイザーリーボードの設置と、その登録者の情報提供
- ・MFCA 実証事業の公募に関する情報提供
- ・MFCA 国際標準化進捗状況等報告会の開催情報の提供
- ・ベストプラクティス集など、MFCA 導入に関する各種ノウハウ情報の提供

1-2. 本年度の MFCA の国際標準化に関する国内対応策の進め方

平成 22 年度の国内対応策は、下記の工程に沿って計画し、実施した。

	H22年 7月	8月	9月	10月	11月	12月	H23年 1月	2月	3月
(1) MFCA国際標準化進捗状況等 報告会の開催	企画方針 検討	企画検討 (会場選定 など)	講師調整、集客				アンケート まとめ		
(2) ベストプラクティス集の作成		原稿追加・修正の 方針検討	原稿作成	英語翻訳	編集、修正 追加事例案検討	原稿作成 英語翻訳 全体編集	印刷		
(3) MFCA－HPIにおける情報提供	随時実施								

第2章 MFCA 国際標準化進捗状況等報告会(セミナー、シンポジウム)の開催

2-1. MFCA 国際標準化進捗状況等報告会(セミナー)の参加者のアンケート結果

(1) 実施内容と参加者

MFCA 国際標準化進捗状況等報告会（セミナー）の開催日、開催地、会場、参加者数（事前・当日キャンセル除く）は下表の通りである。

開催日	開催地	会場	参加者
12月2日（木）	名古屋	ウインクあいち（愛知県産業労働センター）	60名
1月14日（金）	仙台	TKP 仙台カンファレンスセンター	30名
1月20日（木）	大阪	エルおおさか（大阪府立労働センター）	25名

MFCA 国際標準化進捗状況等報告会（セミナー）のプログラムは、以下の表の通りである。所要時間は3時間であった。

No.	内容
1	・ MFCA の概要と経済産業省の事業紹介 ・ 日本における MFCA 適用状況解説（株式会社日本能率協会コンサルティング）
2	・ 企業の環境対応に向けての MFCA の期待、意義 ・ MFCA 国際標準化進捗状況説明 ・ ISO14001 と MFCA（ISO140051）との関係解説（※講師は後述）
3	MFCA 導入事例紹介① サプライチェーン企業間の MFCA による省資源化の取り組み事例報告（※講師は後述）
4	MFCA 導入事例紹介② 企業単独の MFCA 適用の拡張事例、進化事例（※講師は後述）
5	・ MFCA 導入と活用の考え方、進め方の紹介 ・ MFCA の進化の考え方（株式会社日本能率協会コンサルティング）
6	質疑応答

講師は、以下の MFCA 事業委員会委員及び MFCA 導入アドバイザー等に委嘱した。（開催地別、開催順で記載）

プログラム	名古屋	仙台	大阪
No.2	河野裕司 氏 （東和薬品株式会社）	安城泰雄 氏 （MFCA 研究所）	立川博巳 氏 （プロファームジャパン株式会社）
No.3	古田成広 氏 （フルタ電機株式会社）	加藤正貴 氏 （大平洋金属株式会社）	原田聖明 氏 （オムロン株式会社）
No.4	渡辺一重 氏 （サンデン株式会社）	片桐久夫 氏 （株式会社片桐製作所）	太田直樹 氏 （東洋インキ製造株式会社）

セミナーの参加者人数を、組織分類別に、以下の表に整理した。

参加者の 所属部門分類		環境、品質、 CSR部門	製造部門	企画、管理部門	総務、経理部門	経営者	開発技術部門	営業部門	原価管理部門	資材調達部門	情報システム部門	物流部門	社団、財団等	大学、研究機関	金融機関	行政機関	報道機関	コンサルティング	不明	総計
平成22年度	参加者数	31	23	10	7	7	6	4	0	4	1	0	7	4	0	5	0	2	4	115
	割合	27%	20%	9%	6%	6%	5%	3%	0%	3%	1%	0%	6%	3%	0%	4%	0%	2%	3%	100%
平成21年度	参加者数	38	24	14	11	12	27	8	0	3	5	2	20	7	0	7	2	12	13	205
	割合	19%	12%	7%	5%	6%	13%	4%	0%	1%	2%	1%	10%	3%	0%	3%	1%	6%	6%	100%
平成20年度	参加者数	136	94	54	38	2	65	23	2	3	18	2	79	30	0	61	2	47	107	763
	割合	18%	12%	7%	5%	0%	9%	3%	0%	0%	2%	0%	10%	4%	0%	8%	0%	6%	14%	100%
平成19年度	参加者数	64	57	38	29	11	15	5	4	5	9	0	6	0	3	30	0	43	32	351
	割合	18%	16%	11%	8%	3%	4%	1%	1%	1%	3%	0%	2%	0%	1%	9%	0%	12%	9%	100%
平成18年度	参加者数	115	108	34	23	13	17	7	7	6	5	3	16	16	3	4	2	31	4	414
	割合	28%	26%	8%	6%	3%	4%	2%	2%	1%	1%	1%	4%	4%	1%	1%	0%	7%	1%	100%

本年度は昨年度に比べて、開催数が全国4か所から3か所に減り、参加総数も205名から115名に減少した。1会場の平均参加者数も、昨年度51名に比べて本年度38名と減少した。これは特に、大阪会場での参加者が、昨年度に比べて少なかったことが大きい。

また参加者の所属部門分類で見ると、多い順に「環境品質CSR部門」27%、「製造部門」20%、「企画管理部門」9%であった。

次に、セミナーの参加者人数を、役職分類別に、以下の表に整理した。

参加者の 役職分類		経営者・役員	部門長・部長	次長・課長	係長	社員	その他・不明	総計
平成22年度	参加者数	9	19	21	17	37	12	115
	割合	8%	17%	18%	15%	32%	10%	100%
平成21年度	参加者数	24	24	33	30	59	35	205
	割合	12%	12%	16%	15%	29%	17%	100%
平成20年度	参加者数	86	149	144	115	226	43	763
	割合	11%	20%	19%	15%	30%	6%	100%
平成19年度	参加者数	28	49	90	55	111	17	350
	割合	8%	14%	26%	16%	32%	5%	100%
平成18年度	参加者数	45	81	95	58	107	24	410
	割合	11%	20%	23%	14%	26%	6%	100%

役職分類別にみると、「部門長・部長」が昨年度より5%と最も増えている。

(2) 参加者アンケートの集計結果と考察

MFCA 国際標準化進捗状況等報告会（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。集計に際して、無作為標本抽出は行っていない。

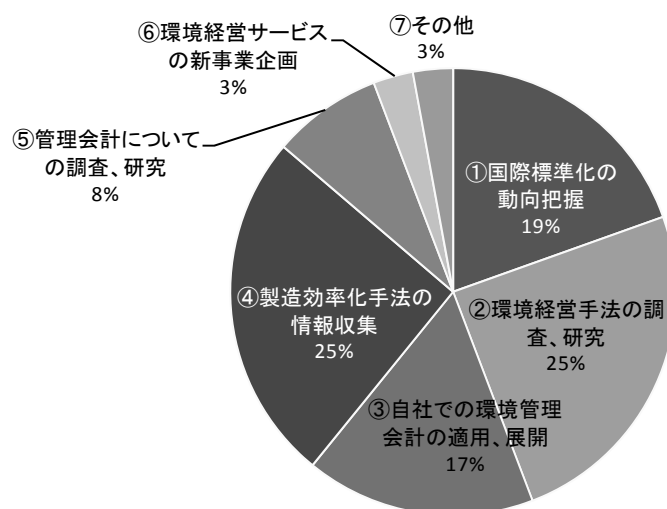
なお、MFCA 国際標準化進捗状況等報告会（セミナー）に参加者した 115 名中、アンケートの回答者は 93 名、回答率は 73.2%だった。

最初に、アンケート結果をまとめると、次のようになった。

- ①参加の主な狙いは、手法の調査・研究および情報収集で、狙いに対するセミナーの満足度は高い
- ②MFCA の資源効率向上効果に期待する声は多いが、実際に企業に導入・展開するには、上層部含め社内の認知度向上や、事例・ツールの充実、考え方の構築・簡素化などの複合的な課題を解決する必要がある。
- ③セミナーなどの情報共有の場や事例の充実（中小企業向けなど）といった情報を継続的に提供することが求められている。

以下、アンケートの質問項目別に、その集計結果と個別の考察を記載した。

◆問2. 本セミナーを聞きにこられた狙いは、次のどれに相当しますか。（複数回答）

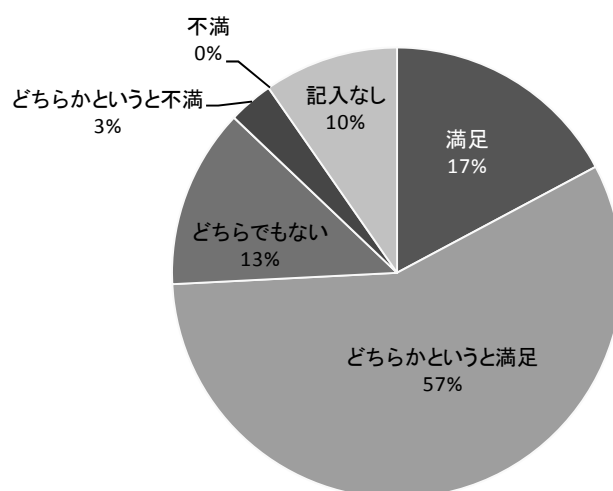


問2は、参加した狙いを7項目から選択してもらうものであり、複数選択が可能である。

参加の狙いは、多いものから順に「②環境経営手法の調査、研究」25%、「④製造効率化手法の情報収集」25%であった。

セミナーの主目的である国際標準化に関する情報発信と関連する「①国際標準化の動向把握」では、参加者の19%が狙いであったと回答している。

◆問3. 狙いに対する満足度をお聞かせください。(単数回答)



問3は、セミナーの満足度を5段階で評価してもらったものである。

「満足」と「どちらかというと満足」を合計すると全体の74%となり、多くの参加者がセミナー参加の狙いに対して、プラスの収穫があったと感じていると言える。

◆問4. もっと聞きたいこと、良かった点などございましたらお聞かせください。(自由回答)

- ① 内容の評価する意見 (5件) : 有益な企業事例、分かりやすい解説、豊富な配布資料
- ② MFCAの考え方の進化している点を詳しく知りたい(4件): エネルギーロスの定義、簡易版MFCA
- ③ 事例をもっと知りたい (4件) : 食品加工、めっき工程、具体的数値データ
- ④ 国際標準化における議論、発行後の見通しを詳しく知りたい (3件)
- ⑤ MFCAの考え方の進化を評価する意見 (3件) : エネルギーロスの定義、簡易版MFCA
- ⑥ ライフサイクルアセスメントやカーボンフットプリントなど他の環境指標との連携・違いを知りたい (2件)

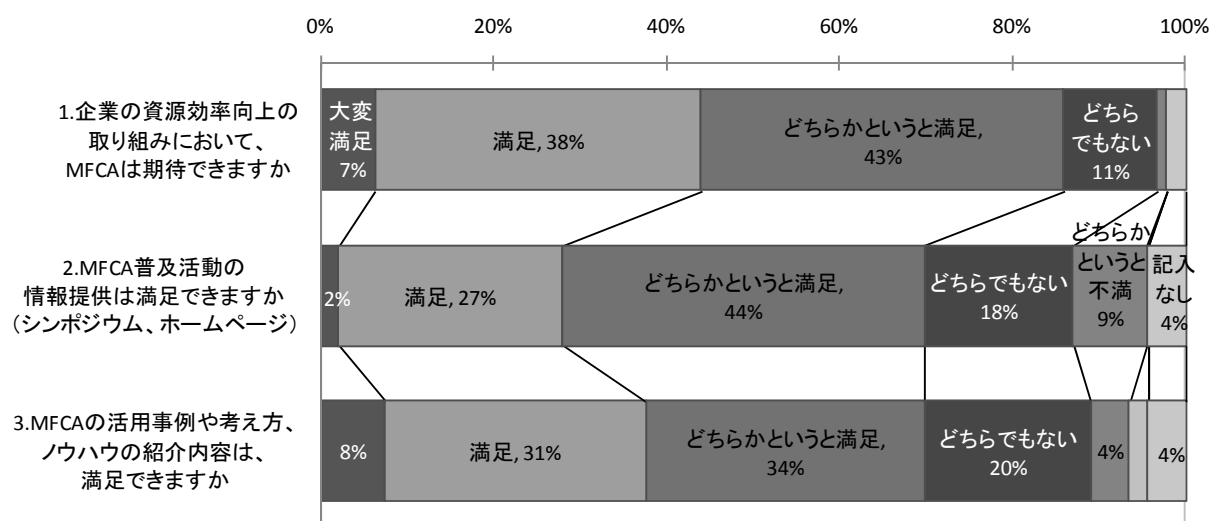
◆問5. MFCA についての評価をお聞かせください。(単数回答)

MFCA について、3 つの視点で評価してもらったものである。

【視点 1】企業の資源効率向上の取り組みにおいて、MFCA は期待できますか。

【視点 2】MFCA 普及活動の情報提供は満足できますか。

【視点 3】MFCA の活用事例や考え方、ノウハウの紹介内容は満足できますか。



「大変満足」、「満足」、「どちらかという満足」の回答割合の合計は、視点 1「資源効率向上」88%、視点 2「情報提供」73%、視点 3「活用事例、考え方、ノウハウ紹介」73%であった。このことから MFCA に対する評価は総じて高い傾向にあると言える。

《各視点の自由回答》

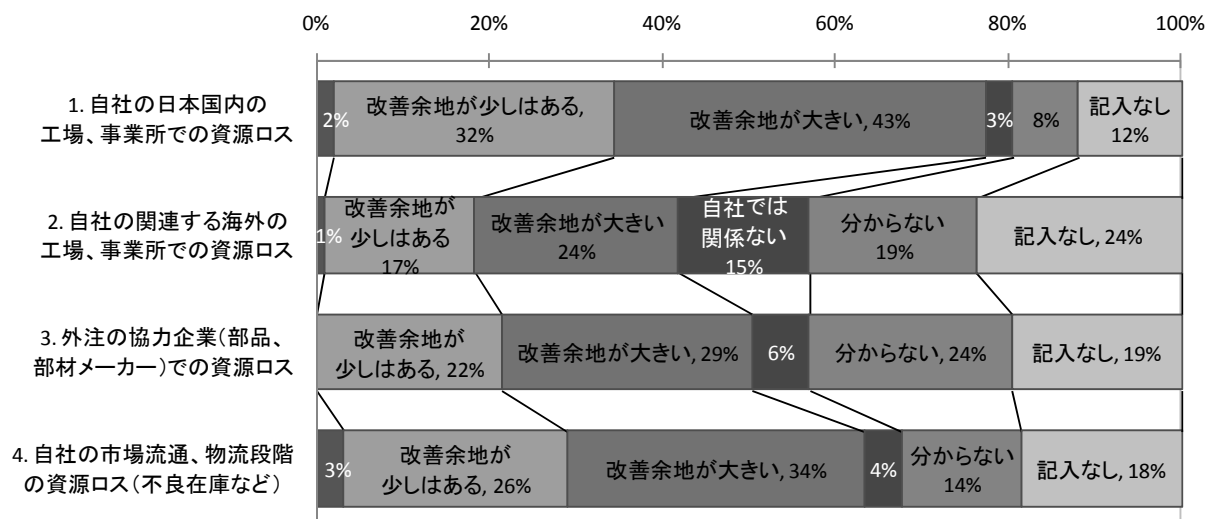
視点 1「資源効率向上」：トップのやる気次第。外注先の改善ツールとして活用できる。スタッフ不足のため難しい。

視点 2「情報提供」：幅広い事例がほしい。

視点 3「活用事例、考え方、ノウハウ紹介」：具体的な改善内容が知りたい。自社と事例でレベル差があり相対が難しい。

◆問6. 御社に関連した事業領域での、資源生産性向上の課題に関して、お聞かせください。

(単数回答)



(上記グラフの左端の数値は、「改善余地はない」の回答率)

問6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。

①自社国内工場・事業所、②自社海外工場・事業所、③外注協力企業、④自社市場流通・物流の4つの事業領域で、認識している改善余地の大きさを5段階で選択してもらう方式の質問である。各事業領域において回答の多い項目を降順に示す。

①自社国内工場・事業所では「改善余地が大きい」43%、「改善余地が少しはある」32%であった。昨年度の回答に比べてほとんど変動がない。

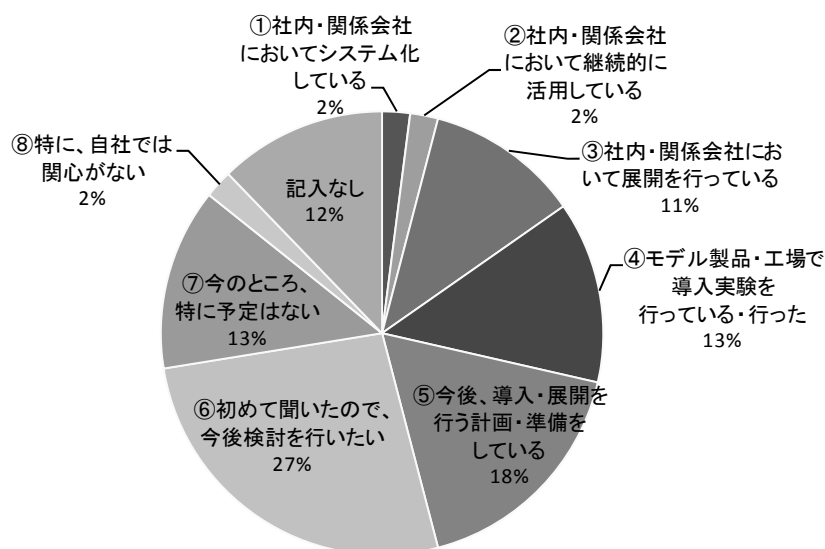
②自社海外工場・事業所では「改善余地が大きい」24%、「分からない」19%、「改善余地が少しはある」24%であった。

③外注協力会社では「改善余地が大きい」29%、「分からない」24%、「改善余地が少しはある」22%であった。

④自社市場流通・物流では「改善余地が大きい」34%、「改善余地が少しはある」26%、「分からない」14%であった。

いずれの事業領域でも、多くの参加者が「改善余地が大きい」あるいは「少しはある」と認識している。ただし、海外工場・事業所や外注協力会社では改善余地が把握しづらいという現状があることが分かった。

◆問7. MFCA の導入状況、予定についてお聞かせください。(単数回答)

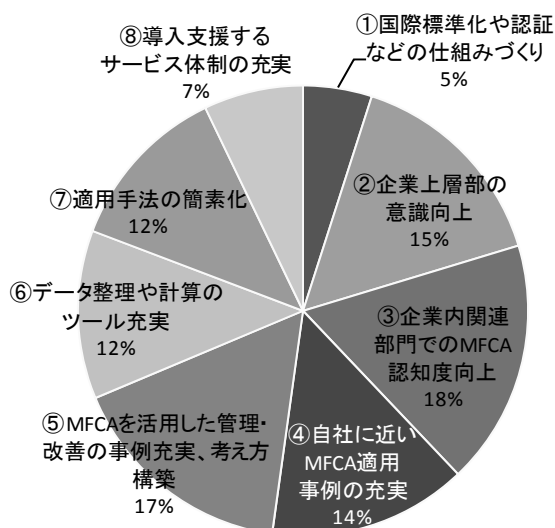


問7は、MFCA の導入状況、予定について聞いたものである。8つの選択肢からひとつだけ選択してもらった。

MFCA を既に導入している（回答①～④の合計）は 28%、MFCA の準備・検討中（回答⑤、⑥の合計）は 45%、「⑦特に予定がない」が 13%、「⑧関心がない」が 2%であった。

これから MFCA に関心を持って、実際のアクションにつなげてもらいたい回答者（回答⑥～⑧）が 42%と未だ多く、今後のアプローチを検討する必要がある。

◆問8. MFCA の導入・普及に向けての課題として、何が重要であると思われますか？(複数回答)



問8は、MFCA の導入・普及に向けての課題を聞いたものであり、複数選択が可能な質問である。

「②企業上層部の、資源効率向上に向けての意識向上」15%、「③企業内関連部門での MFCA の認

知度向上」18%、「④自社に近い MFCA 適用事例の充実」14%、「⑤MFCA を活用した管理、改善の事例の充実、考え方構築」17%、「⑥MFCA データ整理や計算のツールの充実」12%、「⑦MFCA 計算など、適用手法の簡素化」12%と、6つの課題がそれぞれ15%前後の比率の回答を得ている。回答の詳細から、本年度は参加者のうち63%が一人当たり2つ以上の課題を選択しており、MFCA 導入・普及の上では、複数の課題を解決していく必要があることが分かった。

「①国際標準化や認証などの仕組みづくり」の回答割合は5%で、社内（上層部含め）における認知度向上や、事例・ツールの充実、手法の研究に比べて課題としての認識が低い。

《自由回答》

- ①MFCA の導入必要性・有用性の認知（3件）：ISO14001 やカーボンフットプリントと同じレベルの社会的認知度。
- ②やる気の喚起（2件）：導入担当者、経営者
- ③MFCA の考え方の整理・進化（2件）：コスト分類の明確化。データ不足項目への対応
- ④その他（2件）：設計段階からの材料ロス削減の取り組み。業種別の詳細事例。

◆問9. MFCA の導入・普及に向けて、自治体や日本 MFCA フォーラムなどの第三者的な団体の活動に期待することをお聞かせください。（自由回答）

- ① 各種環境施策（ISO14001、ライフサイクルアセスメント、カーボンフットプリントなど）との連携方法の確立（2件）
- ② 継続的な情報提供（5件）：セミナー、事例（中小企業向け含む）紹介、導入レベルに応じた情報整備
- ③ 経営と MFCA の連携方法の確立（2件）
- ④ 企業規模に左右されない簡易な MFCA 導入・展開方法の検討（1件）
- ⑤ 産業界における認知度向上（1件）

2-2. MFCA シンポジウムの参加者アンケート結果

(1) 実施概要と参加者

エコプロダクツ展 2010 において、MFCA 国際標準化進捗状況等報告会（シンポジウム）を企画、実施した。

本年度シンポジウムの主要テーマは、「国際標準化」と「MFCAの企業マネジメントへの活用」の2つである。昨年度のシンポジウムでは、「国際標準化」と併せて、サプライチェーンや非製造業企業、中小企業などへのMFCA導入拡大を主要テーマとした、この点で昨年度と本年度の内容で大きく異なる部分である。

プログラム構成について、「国際標準化」は、その意義と今後の方向性、DIS承認投票の結果を含む最新の活動報告、そしてISO14001シリーズとの関係を分かりやすく解説した。

また、「MFCAの企業マネジメントへの活用」は、特別講演と事例紹介を組み合わせることにより、理解度の向上を図った。

プログラムは下記の通りである。講師は、以下の MFCA 事業委員会委員及び MFCA 導入アドバイザーの皆さまにご協力いただいた。所要時間はセミナーと同様に 3 時間である。

開催日時：2010 年 12 月 9 日（木）13:30～16:30

会 場：エコプロダクツ展 2010（東京ビッグサイト西展示棟 4 階西 3 ホール ルーム D）

※東京ビッグサイト改修工事に伴い、臨時会議場にて実施

テーマ：「国際標準化される MFCA(ISO14051) ～企業マネジメントで活用される MFCA～」

内容		講師
1	開会の挨拶	主催者
2	基調講演 「MFCA 国際標準化の意義と今後の方向性」	國部克彦 氏（神戸大学大学院、TC207/WG8(MFCA)議長）
3	・ ISO/TC207/WG8（MFCA）の活動報告 ・ 国際標準化の論点と ISO14001 との関係	古川芳邦 氏（日東電工株式会社、TC207/WG8(MFCA)幹事）
4	特別講演 「MFCA の経営システム化と更なる進化の可能性」	中 畠 道 靖 氏（関西大学、TC207/WG8(MFCA)日本代表エキスパート）
5	事例① 環境経営の仕組みと MFCA との連携 「積水化学グループの MFCA 取り組みと経営システム化について」	沼田雅史 氏（積水化学工業株式会社）
6	事例② サプライチェーン企業間の MFCA による省資源化の取り組み 「シューズ製造のサプライチェーンにおける MFCA 試行」	中川盛雄 氏 （株式会社アシックス）
7	事例③ サービス業における MFCA 適用 「店舗用機器の整備・クリーニングサービスの MFCA 事例紹介」	渡辺一重 氏（サンデン株式会社）
8	質疑応答	

MFCA シンポジウムの参加者人数を組織分類別に、以下の表に整理した。

参加者の 所属部門分類		環境、品質、 CSR 部門	製造部門	企画、管理部門	総務、経理部門	経営者	開発技術部門	営業部門	原価管理部門	資材調達部門	情報システム部門	物流部門	社団、財団等	大学、研究機関	金融機関	行政機関	報道機関	コンサルティング	不明	総計
平成22年度	参加者数	71	12	8	6	5	9	1	0	3	13	0	11	12	1	4	2	5	13	176
	割合	40%	7%	5%	3%	3%	5%	1%	0%	2%	7%	0%	6%	7%	1%	2%	1%	3%	7%	100%
平成21年度	参加者数	48	7	15	9	6	19	13	1	0	7	2	9	5	0	13	1	13	2	170
	割合	28%	4%	9%	5%	4%	11%	8%	1%	0%	4%	1%	5%	3%	0%	8%	1%	8%	1%	100%
平成20年度	参加者数	75	12	9	3	2	18	4	1	1	6	0	12	4	1	11	0	23	17	199
	割合	38%	6%	5%	2%	1%	9%	2%	1%	1%	3%	0%	6%	2%	1%	6%	0%	12%	9%	100%
平成19年度	参加者数	73	19	12	7	5	9	8	0	1	13	0	6	1	4	10	1	12	16	197
	割合	37%	10%	6%	4%	3%	5%	4%	0%	1%	7%	0%	3%	1%	2%	5%	1%	6%	8%	100%
平成18年度	参加者数	56	13	9	9	1	5	0	0	0	3	1	1	1	0	0	1	4	2	106
	割合	53%	12%	8%	8%	1%	5%	0%	0%	0%	3%	1%	1%	1%	0%	0%	1%	4%	2%	100%

MFCA シンポジウムの参加者総計は 176 名であった。(21 年度 170 名、20 年度 199 名、19 年度 197 名)

参加者の所属している部門別に見ると、「環境品質 CSR 部門」が 40% (21 年度 28%、20 年度 38%、19 年度 37%) と、他部門に比べて著しく割合が多い。また、ここ数年の割合と比較しても割合が増えている。

その他の部門は、「大学、研究機関」7% (21 年度 3%、20 年度 2%、19 年度 1%)、「情報システム部門」7% (21 年度 4%、20 年度 3%、19 年度 7%)、「製造部門」7% (21 年度 4%、20 年度 6%、19 年度 10%) が、横並びである。

次に、シンポジウムの参加者人数を、役職分類別に、以下の表に整理した。

参加者の 役職分類		経営者・役員	部門長・部長	次長・課長	係長	社員	その他・不明	総計
平成22年度	参加者数	10	35	29	28	56	18	176
	割合	6%	20%	16%	16%	32%	10%	100%
平成21年度	参加者数	10	29	32	28	61	10	170
	割合	6%	17%	19%	16%	36%	6%	100%
平成20年度	参加者数	9	33	30	25	85	17	199
	割合	5%	17%	15%	13%	43%	9%	100%
平成19年度	参加者数	11	34	36	31	72	13	197
	割合	6%	17%	18%	16%	37%	7%	100%
平成18年度	参加者数	5	21	21	10	40	9	106
	割合	5%	20%	20%	9%	38%	8%	100%

役職分類別では、多い順に「社員」32%（21年度36%、20年度43%、19年度37%）、「部門長・部長」20%（21年度17%、20年度17%、19年度17%）、「次長・課長」16%（21年度19%、H20年度15%、H19年度18%）、「係長」16%（21年度16%、20年度13%、19年度16%）であった。

(2) 参加者アンケートの集計結果の評価

MFCA 国際標準化進捗状況等報告会（シンポジウム）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。集計に際して、無作為標本抽出は行っていない。

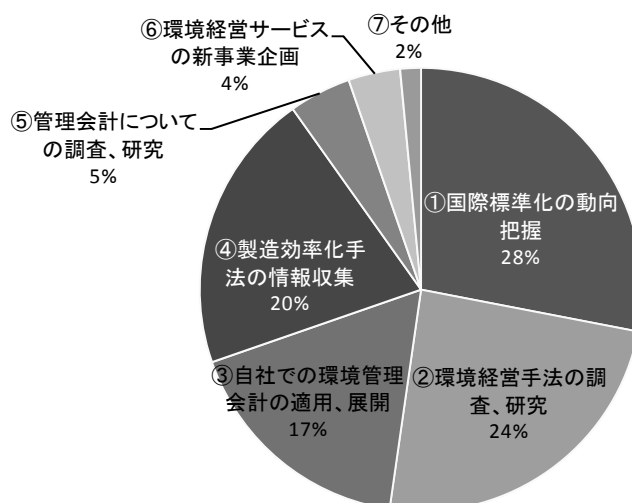
なお、シンポジウム参加者176名中、アンケートの回答者は79名、回答率は44.9%だった。

最初に、アンケート結果をまとめると、次のようになった。

- ①国際標準化動向の把握が参加の一番の狙いである。その他には手法の調査・研究、情報収集を狙いとする参加者も多い。シンポジウムの内容に対する満足度は高い。
- ②MFCAの資源効率向上効果に期待する声は多いが、実際に企業に導入・展開するためには、上層部の意識向上や関連部門でのMFCA認知度向上などの課題を解決する必要がある。
- ③セミナー形態での情報共有や事例（海外展開、簡易版MFCAなど）紹介など、継続的な情報提供が求められている。

以下、アンケートの質問項目別に、その集計結果と個別の考察を記載した。

◆問2. 本シンポジウムを聞きにこられた狙いは、次のどれに相当しますか。（複数回答）※シンポジウム



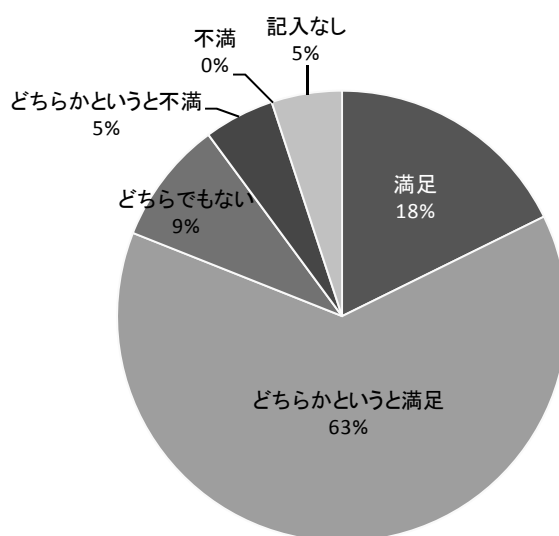
問2は、参加した狙いを7項目の中から選択してもらうものであり、複数選択が可能である。

参加の狙いは、回答割合の多い順に「①国際標準化の動向把握」28%、「②環境経営手法の調査、研究」24%、「④製造効率化手法の情報収集」20%、「③自社での環境管理会計の適用、展開」17%であった。

シンポジウムの主目的である「国際標準化の動向」について、参加者の 28%が参加目的であったと回答しており、開催目的と参加目的に一定の整合性があったものと考えられる。

また、他地域でのセミナーに比べて「①国際標準化の動向把握」の回答割合が高かった（セミナー回答割合：19%）。これは、東京という開催地域の特性として、企業の東京本社所属の環境部門、総務（法務）部門からの参加が多いためと考えられる。

◆問3. 狙いに対する満足度をお聞かせください。（単数回答）※シンポジウム



問3は、セミナーの満足度を5段階で評価してもらったものである。

「満足」と「どちらかというと満足」を合計すると全体の 81%となり、多くの参加者がセミナー参加の狙いに対して、プラスの収穫があったと感じていると言える。

◆問4. もっと聞きたいこと、良かった点などございましたらお聞かせください。（自由回答）※シンポジウム

- ① 内容を評価する意見（3件）：有益な企業事例、分かりやすい解説
- ② 会場、資料に関する改善要望（3件）：マイク音量や配布資料の構成の改善を求める意見があった
- ③ 国際標準化のメリット、注意すべき点を詳しく知りたい（2件）
- ④ その他（3件）：中小企業における簡単な MFCA 活用方法。製造工程の具体的な改善方法。MFCA 算出結果の評価方法

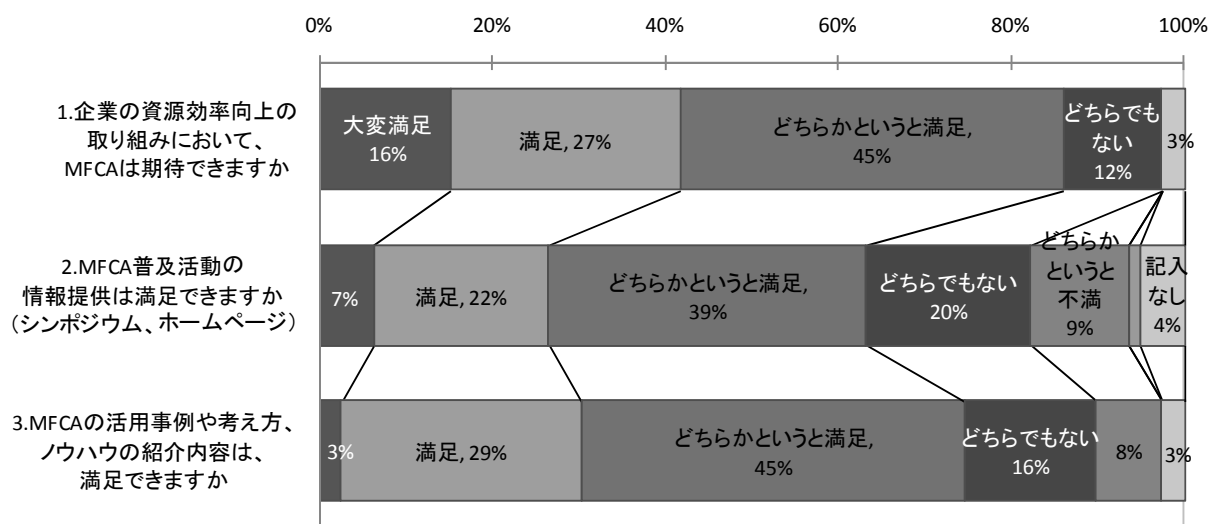
◆問5. MFCA についての評価をお聞かせください。(単数回答)※シンポジウム

MFCA について、3 つの視点で評価してもらったものである。

【視点 1】企業の資源効率向上の取り組みにおいて、MFCA は期待できますか。

【視点 2】MFCA 普及活動の情報提供は満足できますか。

【視点 3】MFCA の活用事例や考え方、ノウハウの紹介内容は満足できますか。



「大変満足」、「満足」、「どちらかという満足」の回答割合の合計は、視点 1「資源効率向上」88%、視点 2「情報提供」68%、視点 3「活用事例、考え方、ノウハウ紹介」77%であった。このことから MFCA に対する評価は総じて高い傾向にあると言える。

他地域でのセミナーと大きな違いは見られない。

《各視点の自由回答》

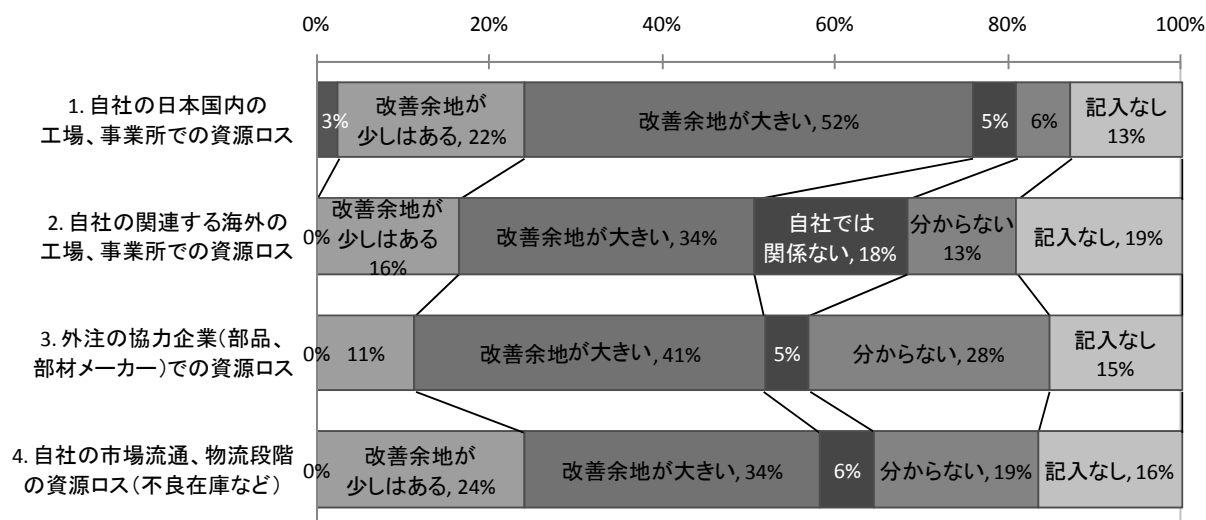
視点 1「資源効率向上」：全社水平展開で大きな効果が見込める。やり方次第で効果が異なる。

視点 2「情報提供」：シンポジウム以外の情報提供が不十分。MFCA の認知度向上のための努力が必要。

視点 3「活用事例、考え方、ノウハウ紹介」：失敗事例を含めた踏み込んだ事例が知りたい。ノウハウ紹介の充実。中小企業にも分かりやすい説明。

◆問6. 御社に関連した事業領域での、資源生産性向上の課題について、お聞かせください。

(単数回答)※シンポジウム



(上記グラフの左端の数値は、「改善余地はない」の回答率)

問6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。

①自社国内工場・事業所、②自社海外工場・事業所、③外注協力企業、④自社市場流通・物流の4つの事業領域で、認識している改善余地の大きさを5段階で選択してもらう方式の質問である。

各事業領域において回答の多い項目を降順に示す。

①自社国内工場・事業所では「改善余地が大きい」52%、「改善余地が少しはある」22%であった。

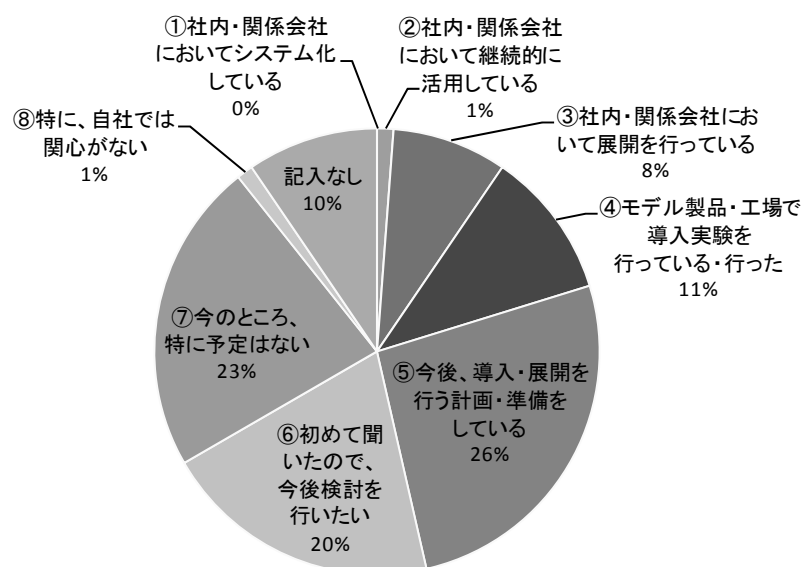
②自社海外工場・事業所では「改善余地が大きい」34%、「自社では関係ない」18%、「改善余地が少しはある」16%であった。

③外注協力会社では「改善余地が大きい」41%、「分からない」28%、「改善余地が少しはある」11%であった。

④自社市場流通・物流では「改善余地が大きい」34%、「改善余地が少しはある」24%、「分からない」19%であった。

いずれの事業領域でも、多くの参加者が「改善余地が大きい」あるいは「少しはある」と認識している。特に自社国内工場・事業所ではその傾向が強い。

◆問7. MFCA の導入状況、予定についてお聞かせください。（単数回答） ※シンポジウム



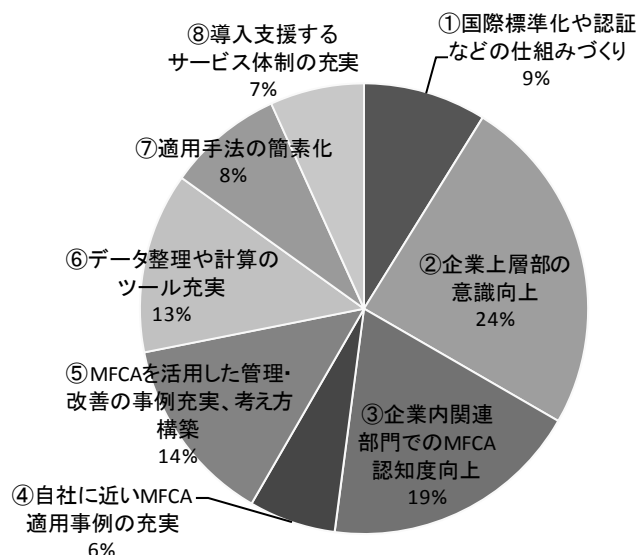
問 7 は、MFCA の導入状況、予定について聞いたものである。8 つの選択肢からひとつだけ選択してもらった。。

MFCA を既に導入している（回答①～④の合計）は 20%、MFCA の準備・検討中（回答⑤、⑥の合計）は 46%、「⑦特に予定がない」が 23%、「⑧関心がない」が 1%であった。

これから MFCA に関心を持って、実際のアクションにつなげてもらいたい回答者（回答⑥～⑧）は 44%と他地域のセミナーとほとんど差異がないが、「⑦特に予定がない」の割合が多いため、今後 MFCA 導入検討を促す必要がある。

◆問8. MFCA の導入・普及に向けての課題として、何が重要であると思われますか？（複数回答）

※シンポジウム



問 8 は、MFCA の導入・普及に向けての課題を聞いたものであり、複数選択が可能な質問である。

「②企業上層部の、資源効率向上に向けての意識向上」24%、「③企業内関連部門での MFCA の認知度向上」19%と高い割合で上位 2 位だった。MFCA の導入・普及に対して、まずは MFCA の認知度と環境意識の向上が重要であると考えられる。

「①国際標準化や認証などの仕組みづくり」の回答割合は 9%で、導入・普及における重要度は、事例・ツールの充実、手法の研究と同程度であった。

他地域のセミナー同様、回答の詳細から、参加者の 73%が一人当たり 2 つ以上の課題を選択しており、MFCA 導入・普及の上では、複数の課題を解決していく必要があることが分かった。

《自由回答》

①企業経営との連携（4 件）：MFCA 計算結果に基づいた経営目標（設備投資含む）の設定。MFCA を共通指標とした社内（設計、プロセス）の革新推進組織・機能の強化。MFCA 導入によるコスト削減を人事評価指標とする仕組みの構築。

②情報収集システムの構築（2 件）：全社統合化システム構築

③その他（3 件）：中小企業向け導入手法の開発。1 点もの受注生産の事例。会計手法としての認知度向上

◆問9. MFCA の導入・普及に向けて、自治体や日本 MFCA フォーラムなどの第三者的な団体の活動に期待することをお聞かせください。(自由回答)※シンポジウム

- ① 継続的な情報提供 (6 件) : セミナー (有料セミナー含む)、事例 (海外、簡易版 MFCA) 紹介、国際標準化動向
- ② 中小企業への普及活動 (2 件) : 事例紹介、コンサルティング費用補助
- ③ 環境経営・CSR 報告書など外部報告に耐える信頼性高いデータ構築方法の研究 (1 件)
- ④ 産業界における認知度向上 (1 件)
- ⑤ MFCA 計算ツールの充実 (1 件)
- ⑥ MFCA の考え方の整理 (1 件)

第3章 MFCA 事例集の作成

(1) 事例集作成方針

本事業では、平成 21 年度に引き続き、平成 22 年度も、ISO/TC207/WG8 における議論を主導するため、国内での導入事例を活用した MFCA の事例集の日本語版と英語版を作成した。

平成 21 年度に作成した事例集では、多くの企業の参考となるよう、以下の視点から事例を選択し、作成した。

- ・ 業種：出来るだけ多くの業種から、各業種 1 事例以上掲載
- ・ 企業規模：大企業から中小企業の事例までを掲載
- ・ 事例の新規性：非製造業の事例、サプライチェーンの取組の事例を掲載
- ・ 適用区分：適用分野により MFCA の考え方は異なる。適用分野区分毎に 1 事例以上掲載

以上の様に平成 21 年度の実例集を作成したが、MFCA はその後も進化し続けている。この 1 年間においても、MFCA を企業のマネジメントの仕組みに組み込むことで事業と環境を両立させる環境経営を推し進める企業が現れ、エネルギーの熱損失や水の効率的利用に着目して、MFCA を適用した事例が生まれてきた。

平成 22 年度の本事業においては、これらの新しい適用分野や考え方の MFCA を伝えるために、平成 21 年度の実例集をベースとして、以下の視点から事例を選択し、事例集を作成した。

- ・ 事例の新規性：新しい適用分野（抄紙）、新しい適用の考え方（熱損失を評価した事例等）、複数事業所（全社展開）の事例、サプライチェーンの事例
- ・ 事例の分かりやすさ：対象マテリアル、ロスが分かりやすい事例

以上のような方針に基づいて追加する事例の候補を選定し、事例集の構成等も含め、本事業の事業委員会のアドバイスを受けながら事例集を作成した。

なお、本年度に作成した事例集は、以下のように配布する。

- ・ 日本語版：MFCA ホームページ上に PDF ファイルを登録し、ダウンロード可能とする。
- ・ 英語版：製本し、ISO/TC207/WG8 等の国際会合にて配布する。

MFCA ホームページ上にファイルを掲載し、ダウンロード可能とする。

(2) 掲載事例企業

上記（1）で述べた方針に則り、平成 21 年度の実例集の 23 件に 9 件を加え、合計 32 件の事例を実例集に掲載した。掲載事例の企業の業種、企業規模等の情報は、次の表を参照されたい。

MFCA事例集分類	企業名	業種	従業員数区分	備考
製造業	日東電工(株)	化学	1,000人以上	※3 環境効率アワード2007 特別賞マテリアルフローコスト会計部門受賞
	積水化学工業(株)	化学	1,000人以上	※3 環境効率アワード2008 特別賞マテリアルフローコスト会計部門受賞
	(株)スミロン	化学	100人～999人	
	東洋インキ製造(株)	化学	1,000人以上	
	住友化学株式会社	化学	1,000人以上	
	田辺三菱製薬(株)	医薬品	1,000人以上	※3 環境効率アワード2006 特別賞マテリアルフローコスト会計部門受賞 ・2007年10月1日 田辺製薬と三菱ウェルファーマが合併し、田辺三菱製薬株式会社発足(本事例および上記賞の受賞時は、田辺製薬株式会社)
	キヤノン(株)	電気機器	1,000人以上	※3 環境効率アワード2006 特別賞マテリアルフローコスト会計部門受賞
	長浜キヤノン(株)	電気機器	1,000人以上	※3 環境効率アワード2009 特別賞マテリアルフローコスト会計部門受賞
	オムロン(株)	電気機器	1,000人以上	※3 環境効率アワード2008 特別賞マテリアルフローコスト会計部門受賞
	テイ・エス・コーポレーション(株)	電気機器	100人未満	
	プレス加工メーカーA	電気機器	100人～999人	
	(株)片桐製作所	輸送用機器	100人～999人	
	群馬合金(株)	輸送用機器	100人未満	
	(株)三ツ矢	金属製品	100人～999人	
	光生アルミニウム工業(株)	金属製品	100人～999人	
	美和ロック株式会社	金属製品	1,000人以上	※3 環境効率アワード2010 特別賞マテリアルフローコスト会計部門受賞
	日本フィルコン株式会社	金属製品	100人～999人	
	清水印刷紙工(株)	パルプ・紙	100人未満	
	(株)リバース	パルプ・紙	100人未満	
	グンゼ(株)	繊維製品	1,000人以上	
	弘進ゴム(株)	ゴム製品	100人～999人	
	(株)津梁	食料品	100人未満	
	(株)光大産業	その他製品	100人未満	※3 環境効率アワード2009 特別賞マテリアルフローコスト会計部門受賞

MFCA事例集分類	企業名	業種	従業員数区分	備考
非製造業	JFEグループ JFEエンジニアリング(株) JFE技研(株) JFEテクノロジーサーチ(株)	鉄鋼等	1,000人以上	
	グンゼ(株)	繊維製品	1,000人以上	
	(株)近江物産	その他サービス	100人未満	
	サンデン(株)	機械	1,000人以上	※3 環境効率アワード2009 特別賞マテリアルフローコスト会計部門受賞
	コンビニエンスストアA	小売業	100人未満	
サプライチェーン	サンデン サプライチェーンチーム サンワアルテック(株) サンデン(株)	機械 機械	100人未満 1,000人以上	
	パナソニックエコシステムズ サプライチェーンチーム パナソニックエコシステムズ(株) 日本産業資材(株)	電気機器 化学	1,000人以上 -	※4 2008年度サプライチェーン省資源化モデル大賞受賞
	オムロンリレーアンドデバイスチーム オムロンリレーアンドデバイス(株) プレス加工メーカー 熱処理メーカー メッキ加工メーカー	電機機器 金属製品 金属製品 金属製品	1,000人以上 - - -	※4 2009年度サプライチェーン省資源化モデル大賞受賞
	奥羽木工所 サプライチェーンチーム (株)奥羽木工所 みよし工業(有)	その他製品 金属製品	100人～999人 100人未満	※5 2008年度グリーンサプライチェーン賞受賞 ※3 環境効率アワード2009 特別賞マテリアルフローコスト会計部門受賞

※3「環境効率アワード」

経済産業省の後援により、2005年度から創設された。2006年には、特別賞としてマテリアルフローコスト会計部門が創設され、それ以来、MFCAの活用実績、発展、普及に特に優れた成果を上げたと認められる企業が毎年表彰されている。

※4「サプライチェーン省資源化モデル大賞」・※5「グリーンサプライチェーン賞」

経済産業省の「サプライチェーン省資源化連携促進事業」に参加し、優れた成果を上げた事例に対して贈られる賞。サプライチェーン省資源化モデル大賞は、改善案、取組体制等が、他の手本となる可能性が最も高い企業チームに贈られ、グリーンサプライチェーン賞は、大賞に準じた成果を挙げ、新たな連携体制が構築された企業チームに贈られる。

(3) 事例集の構成

「I.本事例集の見方」、「II.製造業の事例」、「III.非製造業の事例」、「IV.製造業サプライチェーンの事例」、「V.巻末資料」という構成になっている。

本事例集を読むための助けになるよう、「I.本事例集の見方」には、各事例企業の特徴、事例の特徴をまとめている。主なMFCAの用語の略語についても、説明している。

各事例は、その特徴により、「II.製造業の事例」、「III.非製造業の事例」、「IV.製造業サプライチェ

ーンの事例」に分け、掲載されている。

また、「V.巻末資料」には、MFCA についてあまり知識を持たない方のために、2009 年 3 月に経済産業省から発行された「マテリアルフローコスト会計導入ガイド（ver.3）の第 1 章」を引用している。

(4) 事例の構成

事例の内容を把握しやすくするために、各事例は、「1.企業情報」、「2.MFCA 対象の製品・工程とその特性」、「3.マテリアルロスの記述」、「4.MFCA 計算結果」、「5.MFCA 導入結果からの改善の着眼点」、「6.成果と今後の課題」の項目で構成している。

各項目の解説は、「I.本事例集の見方」に述べている。

(5) 今後の課題

本年度に作成した事例集には、本年度の MFCA 導入実証事業に参加し、熱損失を測定しそのエネルギーコストを計算して MFCA に織り込んだ事例や、排水処理費用を正確に算出した MFCA の事例という、新しい考え方による MFCA の事例が掲載されている。

またこれまでは、単一の工程や製品を対象とした MFCA の導入が多かった。しかしその効果が認められるにつれ、MFCA を企業のマネジメントの仕組みに組み込み、事業と環境を両立させる環境経営を推し進める企業が出てきている。また、サプライチェーンの上流下流の企業へ展開し連携する動きも広がっている。

このように、MFCA は現在も進化し続けている。MFCA をより普及させ、環境負荷低減と経営貢献の同時実現を志す企業を拡大させるためにも、またその適用の効果を最大化させるためにも、今後も生まれ続けると予想される新しい考え方や取り組みの MFCA の適用事例を、MFCA を導入、活用する企業に公開してもらい、それを産業界で共有化する仕組みを構築する必要があると思われる。

第4章 MFCA ホームページ等による MFCA 情報の提供

MFCA ホームページ (<http://www.jmac.co.jp/mfca/>) は、平成 17 年度の事業の中で制作し、その後も運用し続けているものである。

本事業の中でも、次のような MFCA の最新情報を登録する等により、適宜、更新をしてきた。

- 公募の案内 (MFCA 導入実証事業)
- MFCA の国際標準化進捗状況等報告会 (セミナー、シンポジウム) の案内
- 「平成 21 年度 経済産業省委託 MFCA 導入実証・国内対策等事業報告書」を『MFCA 研究報告書』のページに登録、紹介
- 上記報告書の中の、個別の MFCA 導入実証事業報告書 13 件を、『MFCA 適用事例紹介』のページに登録、紹介
- 『MFCA のツール』のページに、次のデータを登録、紹介
 - ・ MFCA キット (MFCA 簡易手法ガイド、MFCA バランス集計表、マテリアルバランス集計表)
 - ・ マテリアルフローコスト会計 MFCA 事例集 (2009 年度版)
 - ・ Material Flow Cost Accounting MFCA Case Examples (2009 年度版)

第5章 MFCA の国際標準化に関する国内対応策の成果と課題

(1) 国際標準化進捗状況等報告会について

「MFCA 国際標準化進捗状況等報告会」として、セミナー、シンポジウムを4か所で開催した。

そこでは、日本から提案し、日本が議長国、幹事国を務める ISO/TC207/WG8 (MFCA) の動向、進捗等の報告を行い、MFCA の国際標準化が世界の産業界の環境への取り組み

に大きく貢献するものであること、及び、日本の関係者の積極的な行動によって国際標準化の作業が順調に推移していることを紹介するとともに、最新の MFCA 導入事例、及び本年度の MFCA の事業内容の紹介等を行った。

参加者のアンケート結果から、報告会参加の狙いに対する満足度が、セミナーが 74%、シンポジウムが 81%と高水準であった。特に、進化を続ける MFCA の先進的・実験的な MFCA の考え方と、企業の最新の取り組みや国際標準化の動向等を同時に知ることができるシンポジウムでは、参加者の満足度が高かった。

アンケート結果から、報告会、セミナー、シンポジウム等の場について、その参加者から次のような期待があると推察される。

- ・ 今後も継続的に報告会をはじめとする情報収集の場を設けることを期待されている。
- ・ 国際標準化活動状況と併せて、標準化の具体的なメリットや、他の環境施策（ISO14001、ライフサイクルアセスメント、カーボンフットプリントなど）の違い・連携の考え方など、内容に関わる情報のニーズが高い。
- ・ 参加者の中には、「初めて MFCA を知った」という方も多い。報告会によって MFCA を知る方が増えるように、開催案内・告知を幅広く行う必要がある。
- ・ 「まだ具体的な導入アクションをしていない」参加者に対しては、具体的なアクションを起こす動機を報告会で持ってもらうための仕掛けを検討したい。
- ・ 取り組み事例は、先進的事例だけでなく、中小企業事例、海外展開事例など多様な事例を一つの報告会で知りたいという要望がある。
- ・ 経営トップや、組織間の壁の突破などを課題と認識している回答が多く、MFCA の組織的な活用の方や事業経営への寄与をまとめ、経営トップに向けて紹介、啓蒙していくことが重要と思われる。

今後とも、上記のような期待を答えるセミナー等を開催することで、MFCA の普及を図っていくことが必要と思われる。



(MFCA 国際標準化進捗状況等報告会:名古屋会場)

(2) MFCA 事例集について

日本の MFCA の最新の事例を世界に紹介するため、平成 21 年度の事例集に先進的で分かりやすい事例を 9 件追加し、平成 22 年度版の事例集を作成した。

この事例集は、MFCA の国際標準化、及び MFCA の国内外での更なる普及に向けて、大いに貢献できるものと期待される。

しかし、MFCA は、現在もその考え方は発展しており、新しい考え方の事例、新しい取り組み方の事例が今後も生まれてくると考えられる。新しい考え方、取り組み方の事例を集め、事例として広く共有する仕組みの構築が今後の課題である。

しかし MFCA は、現在もその考え方が進化し続けている。MFCA を導入、活用する企業に、今後も生まれ続けると思われる新しい考え方や取り組み方の事例を公開してもらい、産業界で共有する仕組みやが必要と思われる。

しかし MFCA は、現在もその考え方が進化し続けている。今後も生まれ続けると予想される新しい考え方や取り組みの MFCA の適用事例を、MFCA を導入、活用する企業に公開してもらい、それを産業界で共有化する仕組みを構築する必要があると思われる。

(3) MFCA ホームページにおける情報提供について

MFCA ホームページでは、国際標準化進捗状況等報告会の案内、MFCA 導入実証事業の公募案内及び昨年度までの事業で作られた MFCA の導入事例などが紹介され、MFCA の導入を検討する企業に、有益な情報源となっていると思われる。

閲覧者が必要な情報にいち早くアクセスできるよう、事例集、計算ツール・ガイドのページ構成修正などの改善を続けていく必要がある。

第 4 部

おわりに

－MFCA の進化、発展、普及に向けて－

第1章 本年度の事業の成果

(1) MFCA キットの検証

MFCA キットは、平成 21 年度の事業において開発されたもので、その内容は第 2 部第 3 章で紹介したように「マテリアルバランス集計表」、「MFCA バランス集計表」、及びその考え方をまとめた「MFCA 簡易手法ガイド」で構成されている。

MFCA キットは中小企業向けの MFCA の手法として開発されたが、その基本的な考え方は企業の規模を問わず適用が可能なものと考えられるため、本年度の MFCA 導入実証事業で適用し、その検証を行った。

本年度の MFCA 導入実証事業は合計 8 社で実施した。そのうちの 7 社は中小企業に位置づけられる。また 1 社は、サービス業である病院である。本年度、参加したいずれの企業においても、MFCA キットは問題なく適用できた。また、この「MFCA 簡易手法ガイド」の内容、及び、「MFCA バランス集計表」、「マテリアルバランス集計表」が容易に理解でき、MFCA の導入やそのデータ収集、計算に取り組めると、好評であった。

(2) 新しい考え方による MFCA 導入実証事例の構築

本年度の MFCA 導入実証事業においては、新しい考え方、手法による MFCA にも取り組んだ。その視点は次の通りである。

- ・ エネルギーを大量に消費する鋳造について、その熱量の測定、及び計算により算出された熱損失のコストを評価し、MFCA 計算に織り込んだ。
- ・ 水を大量に消費する原紙製造（抄紙）や血液透析サービスに使用する水について、マテリアルの物量測定と、排水になる水のコスト評価を行った。

以下に、それぞれについて、その結果を述べる。

① 鋳造の溶解熱の熱損失コストを MFCA に織り込んだ事例の構築

《従来の方法とその理由》

従来の MFCA の導入事例では、エネルギーコストについては、マテリアルの正の製品物量と負の製品物量の比率で按分して、正の製品エネルギーコスト、負の製品エネルギーコストを算出する方法で行うことがほとんどであった。

これは、次の理由によるものと思われる。

- ・ 多くの企業において、エネルギー消費量の管理単位が工場一括になっており、個別の用途や設備単位のエネルギー消費量が把握できないと思われていた。
- ・ MFCA を適用する際に、エネルギーのロスや管理をする発想がなかった。

《本年度、試行した方法》

本年度の MFCA 導入実証事業のうち、3 件の鑄造の事例では、鑄造に関するエネルギーは、次のように行った。

- ・ 物量とエネルギー投入量の測定：鑄造材料の金属の溶解に投入した電気、ガス等のエネルギー使用量と、鑄造材料の溶解物量を測定する。
- ・ 投入熱量の算出：ガス、電気のエネルギーの使用量に、それぞれの熱量原単位を乗じる。
- ・ 理論的な熱量原単位の算出：鑄造材料の金属を溶解するのに必要な理論的な熱量。
- ・ 正の製品溶解熱量の算出：鑄造材料の溶解物量に、上記の理論的な熱量原単位を乗じる。
- ・ 熱損失総量の算出：投入熱量－正の製品溶解熱量
- ・ 熱損失の分析：熱損失の項目別の熱量を、測定もしくは算出した。

《本年度の試行結果》

従来、個別の用途や設備単位のエネルギー消費量が把握できないと思っていたが、上記の方法で鑄造の熱損失の測定、分析を行ってみると、データとして活用できるものがかなりあった。また実際に、溶解炉のように電力等のエネルギーを消費する設備には電力計がついており、設備単位でエネルギー消費量を測定することも可能であることが多いことも分かった。

ただし、そのデータを自動的に蓄積し、管理できる状態になっておらず、これらの測定、分析には手間がかかる状態ではあった。

また、今回の MFCA で取り組んだ熱損失の分析は、熱勘定（もしくはヒートバランス）と呼ばれる手法である。それは熱エネルギーの分析に有効と言われ、ボイラーや炉等の設備管理者には広く知られているが、この業界の中でそれを実施している企業はあまり多くないということであった。

《意義》

今回の MFCA 導入実証事業において熱損失の測定、計算を行った企業の企業規模は、それほど大きくない。そうした企業でも、MFCA 導入の際に、熱損失の分析とそのエネルギーコストを MFCA に織り込むことが可能であったし、かつそれが、企業の省エネルギーの取り組みに有効であると分かった意義は大きいと思われる。

② 水の物量とコストを MFCA に織り込んだ事例の構築

《従来の方法とその理由》

従来、水のコストやその排水処理のコストに着目した MFCA の適用事例は、あまりなかった。

水の使用量が小さい場合は、水の使用量や排水量は MFCA の計算から除外することが多かった。水の使用量が多い場合も、水道の上水、下水料金をシステムコストに含め、マテリアルの正の製品物量と負の製品物量の比率で按分して、システムコスト一括で、正の製品システムコストと負の製品システムコストに配賦する方法で、MFCA の計算を行うことがほとんどであった。

これは、他の原材料と比べて、材料費としての単価が、水のコストとしての上水料金、下水料金等は非常に安く、水の使用量削減のコストメリットが小さいと思われていたためである。

《本年度、試行した方法》

本年度、大量に消費する水の排水処理コストをかなり正確に評価した原紙製造（抄紙）の事例、及び水を大量に消費する血液透析における上水や RO 水（逆浸透膜 Reverse Osmosis により濾過された水）、及びその透析液等の水のロスを測定し評価した事例ができた。

《本年度の試行結果》

本年度の MFCA 導入実証事業の事例を通して、次のことが明確になった。

- ・ コストがかからないと思われている地下水でも、水の排水処理等、その使用前後の処理にかなりのコストがかかっている。
- ・ 水に他のマテリアルを溶解して使用する場合、水のロスを管理しないとマテリアルのロスを管理できない。

《意義》

水を大量に消費するプロセスにおいては、その企業の環境対応の取り組みとして、水資源の効率的利用、及び排水量の削減が課題とされている。その取り組みを促進する上でも、そうした企業が MFCA を導入する際に、水の使用量や排水量の測定、及び企業内での水のフローの解析と排水処理も含めた水使用に関するコスト評価が重要であると分かった。

これは、水資源の有効活用を進める上で、意義が大きいと思われる。

（3）MFCA 事例集の拡充

平成 21 年度の事業において、日本の MFCA の事例を世界に紹介するために、日本語版、英語版の事例集を新たに作成した。この事例集には、製造業の企業単独の MFCA 適用事例だけでなく、サービス業など非製造の分野の MFCA 適用事例、サプライチェーンの企業間で連携して MFCA を活用した事例なども含まれている。

特に英語版の事例集は、ISO/TC207/WG8（MFCA）等の国際会合やワークショップ等で、海外の MFCA の研究者等に配布され、MFCA の国際的な普及に貢献し、また日本における MFCA の普及状況のアピールすることに大いに効果があったと思われる。

なお、平成 22 年度の事業において作成した事例集には、平成 21 年度の事例集に掲載した 23 件に加えて、新たに 9 件の事例を追加した。その内訳は次のようになっている。

- A) 独自に MFCA を導入し全社展開している企業事例：2 件
- B) 平成 21 年度のサプライチェーン省資源化連携促進事業に参加した企業チームの事例：2 件
- C) 平成 21 年度の MFCA 導入実証事業の単独企業の事例：2 件
- D) 平成 22 年度の MFCA 導入実証事業の単独企業の事例：3 件

特に A)、B) の事例がそれぞれ 2 件あるが、これは MFCA が、MFCA 導入実証事業だけでなく、他の経済産業省の事業での取り組みや、企業独自の取り組みでも使われていることを示している。

第2章 MFCA の進化、発展、普及に向けた今後の課題

(1) MFCA の進化、発展、普及の経緯と、その振り返り

図-1 は、日本における経済産業省の MFCA の事業、及びその中の MFCA の開発と進化、普及の経緯を整理したものである。改めて、これまでの MFCA の進化、発展と普及について整理する。

MFCA事業に 参加した 新規導入企業数 累積数(下段)	H11 年度	H12 年度	H13 年度	H14 年度	H15 年度	H16 年度	H17 年度	H18 年度	H19 年度	H20 年度	H21 年度	H22 年度
		1	3	2	5	23	8		8	10	11	8
		1	4	6	11	34	42	42	50	60	71	79
経済産業省の MFCAに関連 した事業	環境管理会計の調査		環境管理会計普及研究					MFCAの国際標準化活動				
									サプライチェーン 省資源化連携促進事業			
経済産業省の MFCA事業		MFCA ワーキング				MFCA普及活動と 活用手法研究 (モデル事業)		普及ツール開発、普及活動、高度化研究 (MFCA開発・普及調査事業) (MFCA導入実証・国内対策等事業)				
MFCAの 開発と進化の ステージ		基本コンセプト の研究		導入モデル数の拡大 コンセプト検証				導入、普及のツール開発 (第1期)			ツール開発 (第2期)	
MFCA普及に 関連した動き									自治体等のMFCA普及支援			
											日本MFCA フォーラム	

(注記：新規導入企業数には、サプライチェーン省資源化連携促進事業における導入企業数を含めていない。)

第4部 図-1 日本の MFCA の開発と普及の経緯

① MFCA の研究や普及を図る組織の変化

平成 11 年度より経済産業省の環境管理会計の調査、研究の事業が始まったが、その中の MFCA ワーキング等において MFCA の基本コンセプトが固められた。平成 16 年度からは、MFCA の開発、普及等を目的とした経済産業省の事業が始まり、その中で多くの MFCA の導入事例の構築が図られてきた。平成 20 年度からは経済産業省のサプライチェーン省資源化連携促進事業が始まり、サプライチェーンを通じた企業間で、MFCA を活用してマテリアルロスを共有化し、そのロスを削減する取り組みが始まり、多くの事例が構築された。

このように、MFCA は経済産業省の事業を通して開発や普及が図られてきた。しかし平成 20 年前後より、企業の MFCA の導入を支援し、その地域の MFCA 導入事例を拡充する地方自治体等が現れてきた。

京都市や長野県、浜松商工会議所では、独自に MFCA の導入支援プログラムを作り、その地域での MFCA 導入モデル企業を増やそうとしている。岩手県では、地域企業向けの MFCA 研修を始めた。これら以外にも、MFCA のセミナー、研究会等を独自に行う地方自治体、団体等が増えてきている。

また平成 21 年には、日本における継続的な MFCA の普及や進化を狙って、多くの企業、研究者、実務者が交流する場である日本 MFCA フォーラムが設立され、MFCA セミナー、交流会、ワーキンググループ（WG：研究会）等、MFCA の普及や開発の活動を始めた。

② MFCA のツールの開発、考え方の進化の経緯

平成 11 年度から始まった経済産業省の環境管理会計の調査、研究事業を通して、MFCA の基本コンセプトが確立された。

平成 16 年度、平成 17 年度には MFCA の開発、普及等を目的とした経済産業省の事業が行われ、多くの MFCA 導入事例が構築されたが、その中で MFCA の基本コンセプトが検証され、同時に MFCA の適用対象分野が整理できたきたと思われる。

平成 18～20 年度には、その基本コンセプトに基づく MFCA の計算ツール、導入ガイドが開発され、多くの実証事業で適用されたとともに、セミナー、研修会などで紹介された。それらの実証事業の結果は、整理されて MFCA 導入事例集に掲載された。MFCA 導入事例集もセミナー等で配布され、MFCA の普及に大いに役立った。またサプライチェーン省資源化連携促進事業の中での診断ツールとして MFCA が活用される等、MFCA の活用される場が急速に拡大した。ただし、この時期に開発された MFCA の計算ツール、導入ガイド等は、MFCA を初めて扱う人には難し過ぎるという意見が多かった。

そのため、平成 21 年度の事業において、第 1 章(1)で述べたシンプルな考え方の MFCA キットが開発された。平成 22 年度の MFCA 導入実証事業のすべてで、MFCA キットが活用、検証された。MFCA キットは、初めて MFCA に接する人にも理解しやすいとの意見が多く、好評であった。

このことから、ベーシックな MFCA のツールとして、MFCA キットが位置付けられるようになったと思われる。

しかしその一方で、平成 22 年度の MFCA 導入実証事業においては、鋳造における溶解熱の熱損失の計算、抄紙等の大量に水を消費するプロセスでの水の扱い等、そのプロセス固有の特異的なマテリアルやエネルギーのロスの管理のために、MFCA の適用方法として新しい方法が提案され、実験された。

これは、MFCA キットという標準化された技術をベースにした応用方法の研究である。MFCA の適用分野としての業種、プロセスの幅は広く、MFCA キットを活用した MFCA の応用方法については、今後も継続的な研究が必要と思われる。

(2) MFCA の普及に向けた今後の課題

表-1、表-2 は、平成 20 年度の MFCA 開発普及調査事業報告書の第 4 部第 2 章で提起された、MFCA の普及に向けての課題、及び、平成 21 年度の次世代環境管理会計調査事業報告書の第 3 章に提起された環境管理会計・MFCA の展開・研究の課題等を元に、MFCA の普及と進化に向けた課題（表-1）、及び MFCA の進化と発展に向けた課題（表-2）に整理しなおしたものである。

第4部 表-1 MFCA の普及に向けた課題

MFCA 普及の課題		具体的な例	現在の状況	今後の課題
1	ツールの開発、改良	・ 導入段階のシンプルなツールのニーズが多い	・ MFCA キットが開発された	・ MFCA キットの改訂、拡充 ・ 教育ツールの開発等
2	MFCA の事例、ノウハウ整理と共有化	・ 活用、展開段階のガイドに対するニーズがある ・ 業種特性に応じた MFCA 適用ノウハウ ・ 事例のない分野の事例集への追加のニーズが多い	・ 鋳造や抄紙等、業種特有の MFCA 適用事例が構築され、新しいノウハウが生まれつつある ・ MFCA 事例集に、鋳造や抄紙の事例が追加された ・ サービス業でも、MFCA が効果的な事例が生まれつつある	・ 新たな分野における MFCA 適用ノウハウの整理、技術化 ・ 新しい分野の事例の構築と、それを共有化する仕掛け、ツールが必要
3	中小企業への普及体制、仕組みの構築	・ MFCA の普及拠点となる地域団体の発掘 ・ 地域で MFCA の取組を支援する枠組み、スキームの構築 ・ MFCA 普及に対する行政の役割	・ MFCA の普及に取り組む地方自治体、団体等が表れつつある	・ 中小企業への MFCA 普及には、地域の普及拠点の増加が必要 ・ 中小企業の導入支援（教育、指導員の派遣等）
4	MFCA 普及と進化の基盤（指導者育成の仕組み構築、及び表彰制度等）	・ MFCA 指導人材の増加、指導人材の質向上 ・ 失敗事例等のノウハウの共有化（事例集化等） ・ （環境効率アワード） ・ （サプライチェーン省資源化連携促進事業の表彰）	・ インターンシップ、日本 MFCA フォーラム等、指導者の育成、技術交流を図る場ができた	・ 実務を通してノウハウを獲得する場が必要 ・ ノウハウ交流の場への、指導者層の参加 ・ MFCA の実施だけでなく、産業界の MFCA の普及や進化に貢献した企業を表彰する ・ 新しい考え方の MFCA の公開企業、実験の場の提供企業、MFCA の教育訓練の場の提供企業等

第4部 表-2 MFCA の進化と発展に向けた今後の課題

課題		課題の具体的な例
5	企業の生産性向上活動と連携した MFCA の展開	・ 歩留率、収率、不良率、直行率等による原材料のロスの一部の管理から、MFCA を適用したすべてのマテリアルロス、負の製品の物量とコストの管理に進化
6	環境経営、EMS における環境管理会計の位置付けと展開	・ 環境に関する物量情報、会計情報を環境経営の指標として活用 ・ 環境と経済を連携した新しい EMS の構築
7	CO ₂ 排出削減に向けた環境管理会計、MFCA の展開	・ 環境経営指標として、使用するエネルギー、原材料、廃棄物の物量及びそれらの原材料生産段階の CO ₂ 排出量、原材料の原材料費などを連携させた活用
8	アジア諸国への MFCA の展開	・ MFCA を普及するための、現地機関とのネットワークの構築、専門家の育成
9	サプライチェーン企業間での省資源化連携活動	・ モノづくりの段階のサプライチェーン企業間の環境会計情報、MFCA の活用 ・ 製品を使用する顧客企業との環境会計情報、MFCA の活用

(2)-1 ツールの開発、改良

① MFCA 導入ツールの改良、拡充

平成 21 年度の事業において開発された MFCA キットは、ベーシックな MFCA の考え方と手法をまとめたものであり、「マテリアルバランス集計表」、「MFCA バランス集計表」、及びその考え方をまとめた「MFCA 簡易手法ガイド」で構成されている。

現在、MFCA キットは、MFCA ホームページに登録され、誰でもダウンロードして活用できる。今後、MFCA の考え方を学び、MFCA の導入を図ろうとしている企業にとって、導入を支援する有効なツールになるものと期待される。

ただし、本年度の MFCA 導入実証事業において、「マテリアルバランス集計表」、「MFCA バランス集計表」の MFCA 計算の雛型を、製品や製造プロセス、投入材料と製品の特性に応じて、様々なアレンジをして活用するケースがあった。これらの MFCA 計算の雛型は、業種やプロセスの特性に応じて変化するものである。

従って、この MFCA キットの応用方法を抽出し、業種やプロセスの特性に応じて整理し、公開することが求められる。それによって、様々な業種の企業が、より容易に MFCA を導入する環境を提供できるものと思われる。

② 教育ツール、プログラムの開発

一般に中小企業では、独自に、MFCA やそのツールを調査、研究し、活用する人材、時間が少ない。そのため、中小企業等を対象にして、MFCA キット等を活用した MFCA の教育研修のプログラムを開発、充実していくことが求められると思われる。

例えば、本年度に、岩手県が主催して実施した MFCA 研修は、2 日間のプログラムで実施された。1 日目と 2 日目の間は、1 か月ほどの期間があり、研修受講者はその間に自社で実際の MFCA の入口であるマテリアルフローの分析、及びマテリアルの物量測定、ロス測定を実施し、その結果を持って 2 日目の研修に参加するというものである。参加者の全員が、自社でのマテリアルフロー分析、物量測定を実施し、その結果、マテリアルロスについて、多くの気づきを得られたと好評であった。

この研修は、MFCA キットの「MFCA 簡易手法ガイド」で示している手順で、演習用のデータを元に、マテリアルフロー分析とマテリアルロス物量の計算を行って、MFCA の実際の手順を演習により体験するプログラムである。

今後、MFCA キットを活用した、あるいはその考え方を応用した教育研修のプログラムの充実が望まれる。

(2)-2 MFCA の事例、ノウハウ整理と共有化

本事業におけるセミナーや研修会、実証事業などの参加者、及び、サプライチェーン省資源連携促進事業の診断員等から要望の多いことの一つに、業種や業態に合わせた MFCA の適用や改善の方向性、考え方等、MFCA を活用するノウハウや事例を整理し、ノウハウ集、事例集等により、MFCA を活用する企業の間で共有化することがある。

ここで求められている MFCA 活用のノウハウとは、たとえば、次のようなことである。

- ・ MFCA 導入時の対象製品、材料、工程範囲の設定
- ・ MFCA 計算の工程単位、物量センターとして定義すべき工程の単位
- ・ MFCA 計算の材料単位（通常は、製品、品種別に MFCA の計算を行うことが多いが、個別受注生産などでは、ひとつの材料が様々な製品に使用されるため、材料の種類別に計算する方がいいことがある。）
- ・ MFCA 計算に含める材料種類（どのような種類の材料を計算対象とするべきか）
- ・ MFCA を展開する際の改善の仕組みとの連携（TPM、QC、ISO14001 など、企業内の改善活動や、その仕組みに、どのように MFCA を組み込むか）
- ・ MFCA の導入・展開の組織・体制（どのような体制で MFCA を推進するべきか、ラインの体制とそれを支援するスタッフの体制など）
- ・ MFCA を経営指標として活用する仕組み

MFCA の活用方法は、現在も進化し続けており、今後、MFCA の展開を図っている企業等との研究会、交流会等も必要と思われる。

また、ノウハウの整理方法のひとつのとして、失敗事例の研究、共有化があげられる。これまでの事例集やセミナーでの報告は、その成功事例をまとめているものである。しかし、失敗事例の中に、本当のノウハウが隠れていることも多い。

成功事例の整理、共有化と同時に、失敗事例の整理、共有化が進むと、MFCA に取り組む企業、あるいはその指導やアドバイスする企業等の水準が高まるものと期待される。

これらの事例やノウハウを整理し、共有化を図る仕組みとして、これまでは事例集等がその中心であったが、これにはより踏み込んで、ノウハウを整理する場が必要であり、MFCA 導入の経験者が議論を交わす場が求められる。

(2)-3 中小企業への普及体制、仕組みの構築

中小企業は、一般的に大企業に比べて、管理水準が低いためマテリアルのロスの改善余地が大きいと言われている。MFCA 導入の際に、現場での原材料の投入量や良品出来高量の管理、材料や製品の在庫管理等、生産管理の基本的なデータ測定から始めた例も多い。

そのため、中小企業への MFCA 導入は、マテリアルロスの削減効果も大きいだけでなく、それらの改善の取り組みが、工程改善や作業改善にも波及し、会社として非常に活性化、効率化できたという事例も多い。中小企業への MFCA 普及は、改善に積極的な中小企業の増加につながるものと期待される。

ただし、管理水準が低いということは、逆に MFCA 導入の壁も高いとも言える。また日本には非常に多くの中小企業があり、その業種、業態や企業規模も様々である。その多くの中小企業に MFCA を普及させるには、様々な仕組みや仕掛けが必要と思われる。

以下、中小企業に対する MFCA 普及を図る組織、仕組み、仕掛けとして可能性のあることを整理する。

① 中小企業への MFCA の普及を支援する組織体制の整備

中小企業に対して MFCA を紹介するセミナー、MFCA の手法を教育する研修会を主催する団体は、地方自治体、商工会議所、商工会、地域に根差した金融機関等、様々な団体が考えられる。

また中小企業では、単独で MFCA を導入できる企業も少ないことが考えられる。そのため、中小企業の MFCA 導入を支援、指導するためのコンサルタント、アドバイザー等の派遣、もしくは中小企業が MFCA 導入を支援するコンサルタントを使う費用の支援が必要になることが多いと思われる。

こうしたコンサルタント、アドバイザー等を派遣する仕組みの構築は、今後の重要な課題の一つと思われるが、その可能性のある組織を以下に列挙する。

- ・ 中小企業基盤整備機構等の政府機関
- ・ 地方自治体、商工会議所、商工会等の地域単位の公共団体
- ・ 地域に根差した金融機関
- ・ 中小企業に加工等を外注委託しているアSEMBルメーカー等

このためには、上記の機関、組織に対して、MFCA が中小企業の環境負荷低減と、そのコストダウンだけでなく、経営体質の改善、強化にも効果があることを知ってもらう必要がある。

また MFCA を指導できる人材が、地域毎にいるという状態を作ることも必要で、そのためには実際に MFCA を支援、指導できる人材を増やすことも必要である。幸い、IE や TPM 等の製造の改善を指導できる人材、及び ISO9000、14001 等の指導をできる人材は非常に多く、そうした地域に根差した人材に対して MFCA を紹介、教育する場を設けたり、育成する仕組みを構築したりする必要があると思われる。

② 中小企業の資源生産性向上の取り組みを奨励する仕組みの構築

一般に、中小企業の企業経営者は、地域単位で交流することが多いと思われる。その交流の場で、同じ地域の経営者が MFCA のメリットを共有することは、地域単位の MFCA 普及に繋がりやすい。

また、このような経営者のネットワークから広がる MFCA では、MFCA 導入において、経営者が常に強い関心を持ち続けることに繋がりやすい。経営者が強い関心を持って取り組む MFCA 導入は、その成果が最も出やすいアプローチの一つと思われる。

実際に、地域単位で中小企業の経営者が交流し、MFCA の取組が紹介され、広がっている例として、本年度の MFCA 導入実証事業のひとつ、沖縄の株式会社ファッションキャンディの例があげられる。前年度の MFCA 導入実証事業に参加した株式会社津梁の経営者から MFCA のことを聞き、自社でも MFCA を導入したいと考え、本年度の事業の公募に応募しようと考えたということである。

中小企業に MFCA を普及させるためには、地域単位で普及を図ることが効果的と思われるが、上記の例からも、中小企業に次のような取組や行動を奨励することが、そのための施策の一つとして求められると思われる。

- ・ マテリアルのロス、廃棄物発生量を削減、資源生産性の向上を図ること
- ・ それを、地域の他の中小企業に紹介し、働きかけること

資源生産性向上の取り組みを奨励する方法としては、MFCA 等を導入することにより、マテリアルのロス、廃棄物発生量を削減し、資源生産性の向上を図る取組に積極的な中小企業を支援し、表彰する制度等が考えられる。

日本にはまだ、このような中小企業向けの、MFCA 等の環境管理会計の導入を支援する制度は構築できていないが、ヨーロッパ等では、いくつかの制度がある。

イギリスには、中小企業向けに、その環境管理を支援するプロジェクトがある。その中心は、環境管理会計であり、そのプロジェクトが中小企業に対するコンサルティング費用を負担し、中小企業の環境負荷低減などの改善を実施するプログラムを行っている。そのプログラムに参加した企業のうち、効果の大きかった取組はケーススタディとして発表される。会員向けのワークショップも盛んに行われており、長年継続しているという意味で、成功しているプログラムと思われる。

また、中小企業が行った具体的な環境負荷低減の取組を評価し、表彰する制度を設けている国もあるが、このような表彰制度による奨励策も効果的と思われる。

③ MFCA 普及に対する行政機関の役割

(2) -3 の冒頭で述べたように、中小企業が MFCA を導入すると、マテリアルロスの削減だけでなく、工程改善や作業改善等も含めた改善の取組が活性化し、会社として非常に活性化、効率化の効果が期待できる。また中小企業への MFCA 導入では、マテリアルロスの削減だけでなく、作業効率向上やリードタイム短縮の課題も浮かび上がることが多い。それだけ中小企業には、改善課題が多いことがあるということである。そのため、次のような中小企業向けのプログラムの開発を検討するべきと思われる。

- ・ MFCA によるマテリアルロス削減の手法を中核にし、作業改善、工程改善等も含めたモノづくり改善の支援
- ・ MFCA によるマテリアルロス削減の改善から、企業内の改善活動の活性化、経営体質強化の取組の支援
- ・ 原材料やエネルギーの高騰から地域産業を守るための施策の一つとして、マテリアルロス削減手法導入の支援

こうしたプログラムを地域の中小企業に展開することは、地域産業の活性化、及び地域産業の省資源化の環境対策と、方向性が一致する。そのため、①で述べた中小企業への MFCA の普及を支援する組織として可能性のあるものの中でも、行政機関の役割は最も期待される。

また、地方の行政機関は、その地域の商工会議所、商工会等の公共団体、金融機関、様々な規模のメーカー等とのネットワークを持っており、地域の産業の特徴に合わせた MFCA 支援のプログラムを開発し、展開できる可能性が高いためでもある。

(2)-4 MFCA 普及と進化の基盤(指導者育成の仕組み構築、及び表彰制度等)

(2) -3 ①「中小企業への MFCA の普及を支援する組織体制の整備」において、MFCA を指導できる人材を育成する仕組みを構築することの必要性を述べた。

MFCA キットによって、プロセス、マテリアルが比較的シンプルな場合は、企業内にある程度の管理データがあれば、企業内のライン、スタッフが連携して、MFCA は導入しやすいと思われる。しかし、中小企業はプロセス、マテリアルがシンプルでも管理のレベルが高く、大企業は管理のレベルが高くてプロセスやマテリアルが複雑であることも多い。

そういう中で、企業が MFCA 導入する際のネックを取り除き、スムーズな MFCA 導入や展開を支援するのが、そうした人材の役割である。IE や TPM 等のモノづくりの改善指導や、ISO9000、14000 関係の導入指導の経験者が、そうした人材の候補と思われる。こうした方が MFCA のマテリアルバランス、マテリアルロスノウハウを身につければ、企業の MFCA 導入を十分支援できる。

ただし、(2)-2 で述べた MFCA 導入や活用のノウハウを取得する必要性がある。事例集やノウハウ集等が整備できれば、その助けにはなる。しかし、その技を磨く実践の場で重要である。

これまでの経済産業省の MFCA 導入実証事業、サプライチェーン省資源化連携促進事業等は、マテリアルロス削減の事例、モデル構築と同時に、こうした人材育成の場でもあった。

MFCA 導入を支援する人材育成のために、その技を磨く場を設けることが、今後必要である。その場として最も適切なのは、企業の工場、モノづくりの現場であるため、企業にそうした現場を提供してもらう必要がある。

そうした MFCA 指導人材育成の場を提供する企業に、メリットのある仕組みが必要である。以下に、その仕組みのイメージを整理した。

- ・ MFCA 指導人材育成の場を提供する企業を公募する。
- ・ 公募により採択された企業の事業所に MFCA のインターンと、その指導員を派遣する。
- ・ MFCA の導入はインターンが主導して行い、指導員はその助言をするにとどめる。
- ・ MFCA 導入企業とインターンは、MFCA の導入結果を報告し、その事例を公開する。
- ・ 人材育成の場を提供した企業には、MFCA の普及に貢献したことで表彰する。

一方で、MFCA は、これまでにない業種や分野における適用、新しい考え方の適用などにより、まだ進化し続けている。こうした適用方法のノウハウを生み出し、公開してもらい、ノウハウとして整理、共有化することも重要である。

上記の人材育成の場は、そうした新しいノウハウを生み出すよりも、既存のノウハウにより、効率的、効果的に MFCA 導入を体験する場である。そのため別に、企業に、新しい考え方の適用方法を実験する場を提供してもらい、その適用結果を公開してもらう仕組みも必要と思われる。

その仕組みのイメージを整理した。

- ・ 新しい考え方の MFCA を実験する場を提供する企業を公募する。

- ・ 公募により採択された企業の事業所で、新しい考え方の MFCA を実験し、その結果を公開する。
- ・ 実験の場を提供した企業には、MFCA の進化に貢献したことで表彰する。

(2)-5 企業の生産性向上活動と連携した MFCA の展開

MFCA 導入後の企業の課題のひとつとして、MFCA を継続的に実施し、その生産性向上の取組に活用することがある。

MFCA の情報を企業内の生産性向上の活動で活用する仕組みとは、MFCA の負の製品物量、コスト情報と改善実施項目をセットにして、Plan-Do-Check-Act の仕組みを運用することである。

そのために、どのように取り組むべきかを以下に述べる。

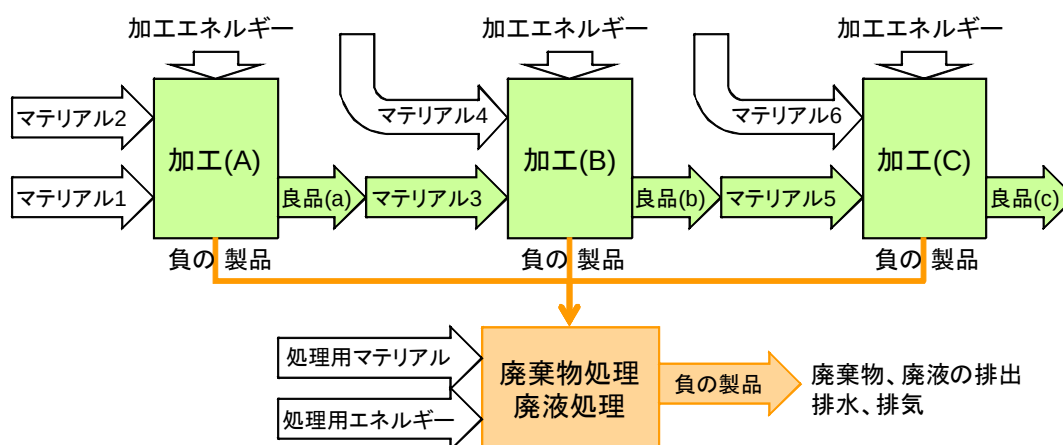
① 製造業におけるマテリアルロスの管理の現状と課題

製造時の材料ロスに関しては、歩留率、収率、不良率、直行率などを指標として、その材料のロスを管理するということが、比較的よく行われている。しかし多くの MFCA の事例では、歩留率、収率の定義は、企業、工場、ライン、製品ごとに異なり、歩留率、収率、不良率、直行率でロスが管理されている工程や材料は、一部分であることが多い。

例えば、素材製造、化学品製造等、薬剤を扱う工場等では、多くの場合、製品の主な原材料の投入量、製品の出来高等を、ロット、操業度などに関連して管理しており、その改善余地はそれほど大きくない。一方、補助材料の溶媒や洗浄用溶剤、水等は、大量に使用される。このように大量に使用される溶媒、洗浄用溶剤、水は、原材料に比較すると、材料としての単価が安く、その使用量は廃棄処理量を、原材料と同レベルの管理をしていないことが多い。

しかし、溶媒、洗浄用溶剤、水は、使用後の廃液処理にも、かなりの量の薬剤やエネルギーを使用している。材料費として安く見えても、その使用にはかなりのコストがかかっており、改善余地が潜んでいることが多い。

MFCA を適用し、図-2 のようなモノづくりのマテリアルフロー全体を通して、そのマテリアルバランスの分析、MFCA 計算を行うと、そのようなことが明らかになる。本年度の MFCA 導入実証事業の株式会社リバース、日本ファイルコン等の事例は、そうしたことを示す事例であった。



第 4 部 図-2 廃棄物、廃液処理まで含めたマテリアルフロー

モノづくりの資源生産性向上の取組には、製造現場における材料の管理を、歩留率、収率、不良率、直行率等による原材料のロスの一部の管理から、MFCA を適用したすべてのマテリアルロス、負の製品の物量とコストの管理に進化させることが必要である。

② 資源生産性向上の活動を実施する上での課題

これまでの歩留率、収率、不良率、直行率から、資源生産性向上の活動に変えるためには、モノづくりにおける取組の枠組みを、製造現場主体の活動から、組織間連携の活動に拡張する必要があることが多い。それは、次の理由による。

- ・ MFCA のマテリアルバランス測定：従来の製造現場主体の活動は、製造ラインや工程の単位で取り組まれることが多い。一方 MFCA は、マテリアルの購入から製品出荷、あるいは廃棄物処理までの一連のマテリアルフローを通して行う必要があり、MFCA を実施するには、ライン、工程間の組織間の連携が必要である。
- ・ 資源生産性向上の改善：作業員や設備の時間生産性向上が主目的のことが多い従来の製造現場主体の活動は、製造現場単独で実施できる改善が多い。一方、資源生産性向上のための改善には、設備、材料、設計仕様の改善が必要になることが多く、その改善には購買、設備技術、開発設計等の組織間の連携、協力が重要である。

③ より資源生産性を重視した生産性向上の取組に

時間生産性は、製品の生産量増加による売上、利益の拡大を図ることが主な目的である。一般に、市場が成長期にある段階では、これは企業の利益を増やす戦略として効果的であると言われている。

これは、材料費は変動費である一方、従業員や設備償却費は固定費であり、固定費が同じで売上が大きくなれば自然に利益は増加するという考え方に基づくものである。市場が成長期にある場合、この戦略は企業の収益増加につながる。ただしこれは、生産量を右肩上がりに増加させる事業計画を求めるところに問題点がある。

一方、市場が成熟期、縮小期にある段階では、時間生産性を高めても、売上に大きな影響を与えない。しかし、資源生産性を向上すれば、生産量が増加しなくても利益が増加する。成熟した市場においてビジネスを行わざるを得ない企業は、より、資源生産性向上を重視した戦略に転換を図るべきと思われる。

またこれは、企業の環境対応を進化させるうえでも、重要である。

(2)-6 環境経営、EMS における環境管理会計の展開

① 経済と連携した環境経営とそこでの会計情報の必要性

平成 21 年度の経済産業省委託「次世代環境管理会計調査事業 報告書」において、標記の件で、次のように提言された。

環境への取組をより強力に推進するためにも、また環境負荷低減を企業業績の向上につなげるためにも、環境への取組と企業の収益力・競争力等強化の関係を明確にする必要性が高まっている。そのため、環境経営の仕組及び環境マネジメントシステムにおいて、環境に関する物量情報、会計情報を環境経営の指標として活用することが不可欠となりつつある。

今回実施したアンケートの次のような結果からも、この必要性の変化は伺える。

- ・ 環境経営の指標は、企業の競争力と関連する場合、その活用度・重要度は高い。
- ・ エネルギー・廃棄物に関する会計情報は、環境経営において利用度が高い。
- ・ 特に改善に効果がある廃棄物の原材料費等の情報は、環境経営において管理の必要性が高くなっている。
- ・ 設備投資決定や中期経営計画の策定等では、環境に関する会計情報の利用の度合いが高い。
- ・ エネルギー及び廃棄物に関して、環境と経済の連携した目標設定をする企業が多い。

このように、企業経営における経済と環境の関係が高まっている中で、環境管理会計を核として、環境マネジメントシステムの進化や高度化を図ることは、企業の環境経営における最重要課題と思われる。

上記の視点から、ISO14001 などの環境マネジメントシステムにおける環境負荷低減の取組においては、本業とする製品やサービス及び事業活動全体の環境負荷に関する物量情報を測定し、同時に、それに関する会計情報を活用する必要性が高いと思われる。これは特に、マテリアル（原材料）とエネルギー（資源）のフローの把握と、それに関する物量情報・会計情報の活用が、その中心になるものと思われる。

アンケートの結果によると、特に、環境と経済を連動させた設備投資決定、中期経営計画の策定等において、その利用度が高くなっている。今後、それらの場面における環境管理会計の技法の開発・発展のニーズが、より一層高まるものと思われる。具体的には、次のようなものである。

- ・ エネルギーやマテリアルのフローを物量・コストにより測定、管理するシステム・仕組
- ・ 製品のライフサイクルコストの測定、管理のシステム・仕組
- ・ 設備投資の環境面のコスト・ベネフィット測定、管理のシステム・仕組

本年度の MFCA 導入実証事業において、特にエネルギー使用量の大きい鑄造のプロセスに MFCA を適用した場合、マテリアルと同様に、原材料の溶解エネルギーの熱損失の熱量とコストを見える化することで、マテリアルロス改善と同時に、省エネルギーの改善の課題の経営的な位置付けが明確になり、MFCA 適用の効果が大きいと分かった。

このことから、環境に関する物量情報、会計情報を環境経営の指標として活用することは、企業

の環境経営の進化にとって重要である。

② MFCA を中心とする環境マネジメントシステムの構築

これまでの ISO14000 ファミリー（環境マネジメントシステム規格）には、企業の経済面に寄与する規格がなく、ISO14000 ファミリーだけでは、環境と経済の連携が困難であった。また ISO14001 等の環境管理は、現状の企業の事業プロセスを前提として、そこから生じる廃棄物、排出物等の環境負荷低減や無害化を目指す、基幹プロセスの枠外の「エンドオブパイプ型」の公害管理の取組が中心であった。

本年度中に ISO14051 として発行される予定の MFCA は、企業の事業プロセスそのものを環境に配慮したプロセスに転換することを目指した「インプロセス型」の取組である。MFCA を中核とした環境マネジメントシステム構築の重要な意義は、企業の経済面・環境面の目標を連携させ、その両者を同時に PDCA サイクルで管理できるようになることである。

ただしそのためには、MFCA のデータ集計の仕組（マテリアルの投入、製品等の正の製品、廃棄物等の負の製品の物量情報、コスト情報）を、全社的に拡大する必要がある。従来の MFCA は、生産現場の改善ツールとして活用される場合が多かったが、これは MFCA の潜在的な可能性のごく一部に過ぎない。MFCA は、会計ツールとして、生産管理及び経理等の企業の基幹的なシステムと連携しうる手法であるため、全社的に展開する方法とステップの開発が必要である。

このような MFCA を中心とした環境マネジメントシステムの構築は、企業経営における環境と経済の連携を促進させる。

(2)-7 CO₂ 排出量の削減に向けた環境管理会計、MFCA の展開

マテリアルロス削減は、マテリアル使用量の削減に直結する。それは材料費のコスト削減になるとともに、サプライチェーン上の前工程の段階である材料製造、輸送等の省エネルギーと、CO₂ 排出量の削減につながる。これは、2006 年度の MFCA 開発・普及調査事業の中で実施した調査研究でも明らかになっている。

一方、エネルギーロスの削減は、エネルギー使用量の削減に直結する。それはエネルギー費のコスト削減効果になるとともに、その企業の省エネルギーと CO₂ 排出量の削減につながる。

本年度の MFCA 導入実証事業における鋳造等での適用事例において、熱エネルギーについて熱損失の測定と、その熱量とコストが見える化し、エネルギーロス削減、省エネルギーに関して、多くの改善の可能性があることが報告された。

このように、MFCA におけるマテリアルとエネルギーのロスの測定、計算は、CO₂ 排出量削減の取組への効果が大きいことが、明らかになった。

マテリアルロスの削減による CO₂ 排出量の削減効果は、次の計算式で容易に計算できる。

マテリアルロス削減による CO ₂ 排出量＝マテリアルロス物量×マテリアルの CO ₂ 排出量原単位

特に、機械加工などの分野における MFCA 導入事例を見ると、マテリアルロス削減による、その工場の上流段階の材料製造までの CO₂ 排出削減効果は、工場内の省エネルギー化による CO₂ 排出削減効果よりも、かなり大きい。

一方、熱損失の削減による CO₂ 排出量の削減効果は、次の計算式で容易に計算できる。

熱損失削減による CO ₂ 排出量＝熱損失量のエネルギー量×エネルギーの CO ₂ 排出量原単位

鋳造のプロセス以外でも、化学プロセス、材料製造等の分野では、製造段階だけでなく、その廃棄物、排出物の処理段階で、エネルギーを大量に消費することが多い。

本年度の MFCA 導入実証事業で行った抄紙工程の MFCA では、排水処理、廃棄物処理の段階まで、MFCA で分析した。その結果、そこで大量に使用する水の使用量削減が、抄紙工程と排水処理工程の省エネルギーに大きく寄与すると見込まれた。また、過去の MFCA 導入事例には、排水処理、廃棄物処理の段階まで MFCA で分析、改善した結果、工場の廃棄物処理段階におけるエネルギー使用量の大幅削減につながったという実績も報告されている。

機械加工の分野と化学プロセスや材料製造の分野における CO₂ 排出削減の効果の違いは、素材や原材料の製造段階におけるエネルギー消費量の方が、その加工段階におけるエネルギー消費量よりも大きいと思われる。

しかしどちらのケースも、マテリアルロスやエネルギーロスを物量や熱量とコストで見える化することにより、その使用量の削減につながり、材料費やエネルギーコストの削減につながると同時に、CO₂ 排出削減にも大きく寄与することを示している。このことから、MFCA が、産業部門の合理的な CO₂ 排出削減を、強力に支援するツールになると期待される。

(2)-8 アジア諸国への MFCA の展開

① アジア諸国における MFCA 展開の意義

アジア諸国には、日本の製造業の企業が生産拠点として進出すると同時に、現地のサプライヤーの取引先企業が多い。その中で、日本の MFCA 先進企業の中には、その地域の現地法人にも MFCA を展開している企業も多い。そうした企業の MFCA 導入経験者から、アジア地域における資源生産性、廃棄物処理等には次のような課題が指摘されている。

- ・ 日本国内の企業、工場と比較すると、資源生産性が低い。
- ・ 日本国内で製造する場合と比較して人件費が安いことから、マテリアルコストの比率が高くなる傾向がある。そのため、日本国内で製造する場合よりも、マテリアルロス削減によるコスト削減の経営面で効果が大きい。
- ・ アジア諸国の中には、廃棄物処理の社会的基盤が十分整っていない国がある。そのため、現地での廃棄物処理の設備投資は、日本における設備投資よりも大きくなり、MFCA 導入のきっかけになったという事例もある。廃棄物削減は、処理コスト削減と環境保護の視点からも重要である。
- ・ 一般的にアジア諸国は経済成長により市場拡大が継続している環境であり、廃棄物処理よりも生産量に注意が向けられている。そのため、マテリアルロス・エネルギーロスの削減余地が高い可能性がある。

上記のような課題の解決には、MFCA が効果的であると考えられる。

② MFCA の ISO 化とアジア諸国での展開の関連

2011 年に MFCA は国際規格 ISO14051 として発行される予定である。またその 3 年後には、ISO の規格維持プロセスの一環としてシステムティックレビュー(定期見直し)が実施される予定である。そこでは、ISO14051 の規格策定参加国に対して、国際規格の修正及び改定の必要があるかどうか問われ、必要に応じて国際投票が実施される。

日本は、MFCA 国際規格化作業を主導する幹事国であり、かつ MFCA 先進国のひとつであるが、ISO14051 のシステムティックレビューは、海外諸国への MFCA 普及に向けた日本の国際貢献に関して、国際的な評価を受ける機会となる。

日本からアジア諸国への MFCA 普及に向けた国際貢献活動のひとつとして、マレーシアで 2010 年度に行われた MFCA 研修の支援があげられる。これは、マレーシアにおける日本型の環境管理やカーボンマネジメント、及び生産改善の手法導入、普及の支援の取組の一環として行われたものである。

アジア諸国における MFCA 普及に対する支援は、潜在的に高いと考えられ、その国際貢献の意義は大きいと思われる。ただし、その円滑な推進には、現地機関との連携やアジア諸国の経済状況等を踏まえた状況把握・判断能力及び技術的用語を含む専門的な言語コミュニケーション能力が必要と考えられる。

③ アジア諸国における MFCA 普及支援ネットワーク構築の可能性

マレーシアでのプロジェクトからも分かるとおり、MFCA の円滑な普及には、対象国で拠点となる機関とのネットワークを構築する必要がある。

このネットワークには、次のような役割が期待される。

- ・ MFCA とその研修を紹介するセミナー等の啓蒙活動の実施
- ・ MFCA 研修の参加者募集、コーディネート等の実施
- ・ MFCA 導入を希望する現地企業の募集、エキスパートや、MFCA 研修の講師派遣
- ・ MFCA 研修受講者に対する、MFCA 導入企業におけるインターンシップの実施

このネットワークを構築する際の拠点、機関となりうる団体候補としては、例えば次のような国、機関・専門家等が考えられる。

- ・ 2007 年 10 月に大阪で実施した「アジア環境管理会計ワークショップ」に参加した、ベトナム、フィリピン、韓国、インドネシア、オーストラリアなどの参加者及びその所属機関
- ・ 北京大学と神戸大学で設立した日中環境管理会計研究センター
- ・ 大連工業大学、ハノイ工業大学等で、MFCA の研究者が所属する機関
- ・ ISO 14051 策定に参加した 27 カ国の専門家

④ アジア諸国に立地する日系企業における MFCA 展開

MFCA を普及する場合、それぞれの国に、MFCA の導入モデルを構築する必要がある。

その MFCA 導入モデルの構築をスムーズに進める上で、日本で MFCA を展開している企業の現地法人、工場等をモデル工場として提供してもらうことも、方策のひとつとして考えられる。これは、日本企業の海外法人への MFCA の展開、また、それを通じたアジア諸国やモデル工場提供企業の MFCA 指導人材育成の効果もある。

MFCA を全社的に展開する日本の大手企業グループの中には、海外法人の工場の MFCA 導入を図ってきた企業もある。そうした日本企業を通じ、そのサプライヤーである地元企業への MFCA の波及も期待できる。

また、本年度の MFCA 導入事業に参加した群馬合金株式会社は、資本金 1.5 億円、従業員 82 名の企業であるが、そのフィリピンの生産拠点、GGPC (Gunma Gohkin Philippines Corporation) にも水平展開を図っていく予定であると述べている。自動車や電機関係の部品加工の会社では、こうした企業規模のそれほど大きくない企業でも、アジア等に工場を展開している企業が多い。また、前述したマレーシアにおけるプロジェクトにおいても、日系企業のマレーシア現地法人が 1 社参加している。

中小企業でも、アジアに生産拠点を展開している部品加工等の企業への MFCA 普及は、アジアへの MFCA 普及に貢献するものであり、そうした企業への MFCA 導入支援も、アジアへの MFCA 普及の施策として重要と思われる。

(2)-9 サプライチェーン企業間での省資源化連携活動

企業の環境負荷低減の取組として、製造工程のサプライチェーン上流側の材料や部品加工の企業と連携する動きと、下流側の顧客企業と連携する動きの二つがある。

① モノづくりの段階のサプライチェーン企業間の環境会計情報、MFCA の活用

製造工程のサプライチェーン上流側に関しては、これまでも、例えば自動車機器・電気機器メーカー等は、その関連企業や外注加工企業に対して、製造コスト削減を目的とした連携、支援、指導等が行われてきた。ただこの場合は、リードタイム短縮や時間生産性向上のための作業改善、段取り改善等が主であった。

しかし、マテリアル効率向上等の環境負荷を低減するために、サプライヤーと連携する取組が始まっている。これは、経済産業省のサプライチェーン省資源化連携促進事業において、モデル構築が図られ、その効果が証明された取組である。

そのモデルとは、サプライチェーンを通した企業が MFCA を導入し、企業間でマテリアルのフローとロスの情報を共有化し、そのロスの削減を共同で取り組むというものである。MFCA 情報に含まれるコスト等の会計情報まで共有化しなくても、マテリアルロスの物量情報を共有化するだけでもロスについての見方が変わり、マテリアルロス削減のための改善を企業間での協力が促進されるということに結びついている。

マテリアルロス削減のためにサプライチェーンの企業間が連携した取組は、企業単独の取組よりも効果が大きい。企業単独で行う改善では、サプライヤーから納入されるマテリアルの仕様や、顧客の加工仕様や品質基準の制約を受けることが多いが、サプライチェーンの企業間で連携した改善では、そうした制約がかなり小さくなるためである。

また、本年度の経済産業省のサプライチェーン省資源連携促進事業においては、中小企業同士の対等な関係の企業間で MFCA 等を活用し、その情報の共有化を図り、非常に高い効果をあげたチームがあった。中小企業の方が製造時のロスの実態やノウハウをよく知っているとも言われており、サプライヤーである中小企業からの改善提案やデザイン・インなどは、資源生産性の向上を図る上で、非常に効果的である。

また、モノづくりにおいては、特に加工の部分を中小企業が担っていることが多い。そのため、このようなサプライチェーンを通したマテリアルロス削減の取組には、中小企業の加工業者の MFCA、省エネルギー等の具体的な環境負荷低減につながる環境管理活動や改善に対して、奨励し、その取組を支援することが重要と思われる。

② 製品を使用する顧客企業との環境会計情報、MFCA の活用

サプライチェーンの下流側の顧客企業と、その環境会計情報、MFCA を活用する動きも始まっている。

これまでも、様々な製品の使用段階のマテリアルやエネルギーの使用量を削減する製品の開発が行

われてきた。それは特に、自動車や電気製品等の一般消費者向けの量産品でよく見られた。

しかし、それ以外の製品、特に設備や機器等の分野では、マテリアルやエネルギーの使用量削減、廃棄物発生量の削減を狙った取組に、まだ大きな改善の余地が潜んでいる可能性がある。

昨年度と本年度の本事業では、サービス産業等を対象とした MFCA 導入実証事業が行われた。

本年度の MFCA 導入実証事業の血液透析の事例では、病院の MFCA 導入において、そこで使用している血液透析機器、システムを納めているメーカーが協力して、マテリアルの使用量やそのロス測定し、MFCA の計算、分析を行った。その結果、メーカーとその顧客の病院が、そこで使用する RO 水（逆浸透膜 Reverse Osmosis により濾過された水）、透析液等のマテリアルのロスの実態を初めて共有化できた。メーカーにとっては、顧客における製品の使い方の特性とともに、そこでのマテリアルロスの情報を知ることができ、今後の製品開発やシステム設計における環境配慮をすべき課題が明確になった。またこの環境配慮の課題は、顧客の使用段階のマテリアルの使用量削減、そのライフサイクルコストの削減につながるため、メーカーにとって、その製品の顧客満足度向上の上でも非常に有益な取組である。

製品メーカーとその顧客企業間で、製品使用時や廃棄時のエネルギー使用量、マテリアルの物量、廃棄物の発生物量と、その会計情報等を共有化することは、製品使用段階、使用後の廃棄処理段階の環境負荷を低減する技術、製品やサービスの開発に結びつき、製品メーカーの環境と経済を連携させるマネジメントにつながるものと期待される。

ただし、この取組で扱う会計情報は、メーカーにとっては顧客、社会のコストである。そのコスト情報の収集方法に課題があると考えられる。ライフサイクルコストリング等の手法の開発や、こうした製品メーカーと顧客企業との連携促進の取り組み方等のモデル化が期待される。

また、製造業の企業において、そうしたエネルギーやマテリアルの物量情報、会計情報を扱うべき部門は、マーケティング部門及び開発部門になる。こうした部門には、これまで LCA、あるいは環境効率等の手法の教育まではしても、こうした環境管理会計の手法の教育までは行っている企業は少なく、今後、そうした部門に対する教育や人材育成が重要と思われる。

これらは、サプライチェーンを通じた、環境負荷低減と経済性向上を同時に実現する取組として、非常に意義が高いものである。

(以上)

平成 22 年度経済産業省委託 平成 22 年度低炭素型環境管理会計国際標準化事業
(マテリアルフローコスト会計導入実証・国内対策等事業)
『マテリアルフローコスト会計導入実証・国内対策等事業 報告書』

本報告書の内容に関するお問合せは、下記の MFCA 事業事務局までお願いします。

株式会社 日本能率協会コンサルティング

MFCA センター MFCA 事業事務局

〒105-8534

東京都港区虎ノ門三丁目 22 番 1 号 秀和第二芝公園三丁目ビル 4 階

電話：03-3434-7331 FAX：03-3434-6430 E-Mail：mfca_eco@jmac.co.jp

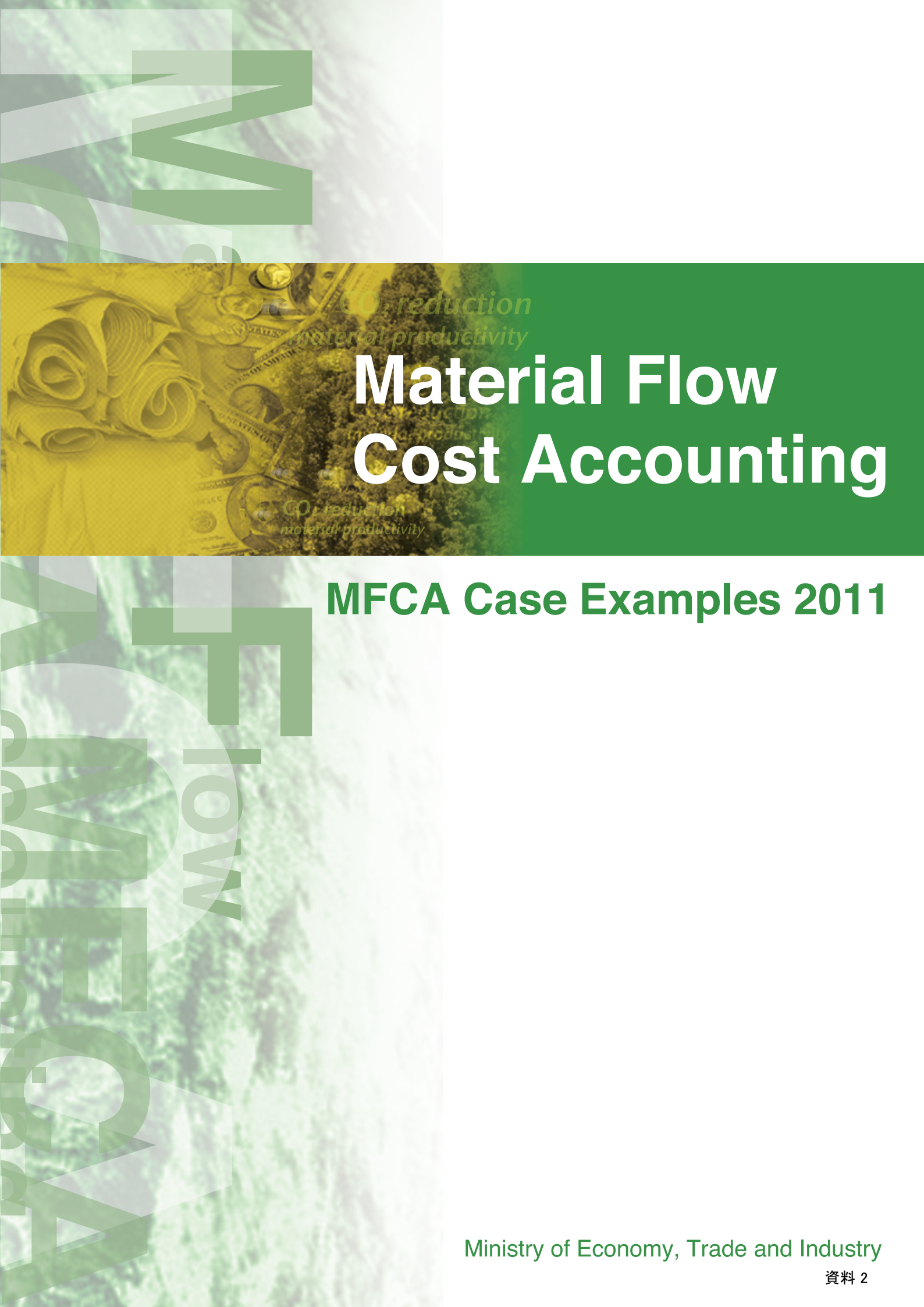
別添資料

(MFCA 普及策の成果物)

資料(1) Material Flow Cost Accounting MFCA Case Examples 2011	資料 1
資料(2) マテリアルフローコスト会計 MFCA 事例集 2011	資料 143
資料(3) MFCA 国際標準化進捗状況等報告会テキスト(地方 3 か所)	資料 238
資料(4) MFCA 国際標準化進捗状況等報告会テキスト(東京 MFCA シンポジウム)	資料 286
資料(5) MFCA ホームページ(平成 21 年度最終版)	資料 298

別添資料(1) MFCA Case Examples 2011

平成 22 年度の事業において作成した MFCA の事例集の英語版「MFCA Case Examples 2011」を掲載する。



Material Flow Cost Accounting

MFCA Case Examples 2011

Introduction

Material Flow Cost Accounting (MFCA) is a method of Environmental Management Accounting that simultaneously realizes “reduced environmental impacts” and “improved business efficiency.” The method was originally developed in Germany and has been further developed in Japan. Currently, the inclusion of MFCA into the International Organization for Standardization (ISO) is in progress under the initiative of Japan in ISO/TC207/WG8 (MFCA). MFCA will be issued as ISO14051 in 2011, and attracts attention in recent years.

The approach and effectiveness of MFCA have been studied after its introduction in Japan in 2000. The MFCA introduction to companies is in progress, and the approach is making further progress. Initially, MFCA was introduced mainly to a single process or product, but as the method was developed and its effect was recognized, companies began promoting environmental management, making both the environment and economies compatible by integrating MFCA into their business management mechanism. Moreover, the MFCA idea is expanding from a single company to the upstream and downstream of a supply chain. In this way, many advanced and easy-to-understand MFCA case examples have been achieved in Japan.

The Ministry of Economy, Trade and Industry aims to advance ISO standardization and promote environmental management utilizing MFCA by sharing such case examples among the industry. Therefore, this booklet of MFCA Case Examples contains specially selected advanced and easy-to-understand cases.

The first edition of the MFCA Case Examples appeared in fiscal year 2009 and was distributed widely to countries the world over, including WG8 and TC207 participating countries. This new edition of MFCA Case Examples 2011 includes nine new cases. We would be highly pleased if this book would be used for further dissemination of MFCA.

March 2011
Recycling Promotion Division,
Industrial Science and Technology Policy and Environment Bureau,
Ministry of Economy, Trade and Industry, Japan

In producing this booklet, the committee members of the “FY 2010 International Standardization of Low-Carbon Environmental Management Accounting (Material Flow Cost Accounting introduction and verification, domestic countermeasures etc.)” provided guidance and advice, which the Japanese Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan commissioned. The committee is comprised of the following members (member names are listed in alphabetical order):

Chairman

Katsuhiko Kokubu, Professor, Graduate School of Business Administration, Kobe University, ISO/TC207/WG8 Convenor

Committee member

Yoshikuni Furukawa, GENERAL MANAGER, SUSTAINABLE MANAGEMENT, NITTO DENKO CORPORATION, ISO/TC207/WG8 Secretary

Yuji Kawano, Deputy General Manager, Production Management Department, Production Division, Towa Pharmaceutical Co., Ltd.

Shigeaki Kuramochi, Manager of Business Support Department, Organization for Small & Medium Enterprises and Regional Innovation

Takeshi Mizuguchi, Professor, Dean of the Faculty of Economics, Takasaki City University of Economics

Michiyasu Nakajima, Professor, Faculty of Commerce, Kansai University, ISO/TC207/WG8 Expert

Masashi Numata, Senior Manager, Manufacturing Development Innovation Center, Sekisui Chemical Co., LTD.

Hiroshi Tachikawa, Representative Director, Propharm Japan Co., Ltd, ISO/TC207/WG8 Expert, Assistant Secretary

Contents

I. How to read this case example.....	1
II. Case Examples in the Manufacturing Industry	9
Case 1 NITTO DENKO CORPORATION	10
Case 2 SEKISUI CHEMICAL CO., LTD.	13
Case 3 SUMIRON CO., LTD.....	15
Case 4 TOYO INK MFG. CO., LTD.....	18
Case 5 Sumitomo Chemical Co., Ltd.	22
Case 6 Mitsubishi Tanabe Pharma Corporation	26
Case 7 Canon Inc.....	30
Case 8 Nagahama Canon Inc.	35
Case 9 OMRON Corporation.....	39
Case 10 TS Corporation.....	43
Case 11 Press manufacturer A	46
Case 12 Katagiri Seisakusho Co., Ltd.	50
Case 13 GUNMA GOHKIN Co., Ltd.....	54
Case 14 Mitsuya Co., Ltd.	58
Case 15 KOSEI ALUMINUM CO., LTD.	61
Case 16 MIWA LOCK Co., Ltd.....	65
Case 17 NIPPON FILCON CO., LTD.....	69
Case 18 Shimizu Printing Inc.	73
Case 19 THE REBIRTH CO., LTD.....	76
Case 20 GUNZE Limited.....	80
Case 21 Kohshin Rubber Co., Ltd.....	82
Case 22 Shinryo Co., Ltd.	85
Case 23 KODAI SANGYO CO., LTD.....	88
III. Case Examples in the Nonmanufacturing Industry	91
Case 24 JFE group	92
Case 25 GUNZE Limited.....	96
Case 26 OHMI BUSSAN, Inc.	99
Case 27 Sanden Corporation	103
Case 28 Convenience store A	106
IV. Case Examples in the Supply Chain	109
Case 29 Sanden Corporation Supply chain team	110
Case 30 Panasonic Ecology Systems Co., Ltd. Supply chain team.....	113
Case 31 OMRON RELAY & DEVICES Corporation Supply chain team	116
Case 32 Ohu Wood Works Co., Ltd. Supply chain team.....	120
V. Annex (Overview of Material Flow Cost Accounting)	123

I. How to read this case example

1. Objective of this booklet

The Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan has been promoting ISO-standardization of MFCA in order to globally disseminate Material Flow Cost Accounting (MFCA), one of the environmental management accounting tools, which contributes to making both the environment and economies compatible. Japan proposed the inclusion of Material Flow Cost Accounting (hereafter referred to as “MFCA”) in the ISO to ISO/TC207¹. As a result, ISO/TC207/WG8 (MFCA)² was established in 2008, making efforts toward international standardization of MFCA (ISO14051) in 2011.

During the course of developing the standard, it was considered necessary to produce a booklet that collates the MFCA case examples. Consequently, this booklet was produced in order to disseminate MFCA on a global scale.

Additionally, this booklet includes annex on overview of MFCA. The annex is based on the first chapter of “Guidance on Introduction of Material Flow Cost Accounting (Third version)”, including explanation on the basic approach of MFCA. See the annex if you are a beginner in MFCA.

2. Case examples selected for this booklet

MFCA was developed as a tool to enhance material productivity in manufacturing operations. Hence, there have been a number of examples in manufacturing industries. In addition to examples in the manufacturing industry, MFCA case examples in the supply chain that involve multiple organizations are also selected. Furthermore, MFCA application to industries other than the manufacturing industry has started recently, and characteristic examples such as logistics, construction, and recycling are also included in this booklet.

In order to familiarize MFCA with various types of manufacturing industries, easy-to-understand cases were selected from wide varieties of industries and fields such as those from manufacturing activity, supply chain, logistics, construction and distribution service.

Characteristics of these examples are summarized in “4. List of companies that applied MFCA” and “5. Characteristics of case examples.” Refer to these sections when considering type of industries and processes for MFCA application.

3. Structure of case examples

Each case example consists of (1) “Organizational profile,” (2) “Material flow model of Main Target Process (es),” (3) “Description of material losses,” (4) “Findings through MFCA analysis,” (5) “Targeted points to be improved or improvements based on MFCA analysis,” and (6) “Results and future issues (Conclusion).” Given below are brief explanations on each of these sections:

(1) Organizational profile

This section includes the overview of corporate information such as the type of products

¹ TC 207 is one of the technical committees in International Organization for Standardization (ISO) under which the ISO 14000 series of environmental management standards are developed.

² WG 8 is one of the working groups under the TC 207. This working group is engaged in international standardization of MFCA.

manufactured, number of employees, sales, and capital.

(2) Material flow model of Main Target Process (es)

This section introduces products subjected to the MFCA analysis and the characteristics of manufacturing processes. Besides this information, this section provides a guide for establishing a quantity centre and for applying MFCA.

In the case of nonmanufacturing industries, no manufacturing processes are present. Therefore, this section notes only the scope for MFCA analysis and its characteristics.

(3) Description of material losses

This section describes the materials used and material losses generated in the process. Further, it introduces the approach for calculating energy and system costs.

(4) Findings through MFCA analysis

This section states the MFCA calculation result and the findings based on the result.

(5) Targeted points to be improved or improvements based on MFCA analysis

This section states the targeted points for improvement and the improvement measures, as identified on the basis of the MFCA analysis result.

(6) Results and future issues (Conclusion)

This section describes results from the MFCA introduction and implementation, future implementation plan, and other related issues.

4. List of companies that applied MFCA and were included in this booklet

Table 1 organizes the 32 companies or Supply chain teams included in this booklet by the type of industry, and scale in terms of the number of employees. The type of industry is generally based on the categories defined by the Tokyo Stock Exchange. In order to understand the scale of each company, categories based on the number of employees are defined and included in the list. The scale for the number of employees is divided into three categories comprising “Less than 100,” “100 to 999,” and “more than 1,000.” Further, the “Remarks” lists the important points to be noted in the MFCA application and record of MFCA awards presented.

– Type of MFCA case examples

MFCA case examples are divided into three categories comprising “Manufacturing,” “Nonmanufacturing,” and “Supply chain.”

- Examples in manufacturing sector are those of a single MFCA-applied company/factory.
- Examples in nonmanufacturing sector includes those of companies generally known as manufacturing companies and those who have applied MFCA to their nonmanufacturing activities such as service, construction, and logistics.
- Examples in Supply chain sector are based on the examples of multiple companies that concurrently applied MFCA and were cooperatively engaged in associated improvement activities.

Table 1 List of companies that applied MFCA and are included in this booklet

Type of MFCA case examples	Name of company	Type of industry	Classification based on number of employees	Remarks
Manufacturing	NITTO DENKO CORPORATION	Chemicals	More than 1,000	Special award for Material Flow Cost Accounting, Eco-efficiency Award 2007*
	SEKISUI CHEMICAL CO., LTD.	Chemicals	More than 1,000	Special award for Material Flow Cost Accounting, Eco-efficiency Award 2008*
	SUMIRON CO.,LTD.	Chemicals	100~999	
	TOYO INK MFG. CO., LTD.	Chemicals	More than 1,000	
	Sumitomo Chemical Co., Ltd.	Chemicals	More than 1,000	
	Mitsubishi Tanabe Pharma Corporation	Pharmaceutical	More than 1,000	• Special award for Material Flow Cost Accounting, Eco-efficiency Award 2006* • Mitsubishi Tanabe Pharma Corporation was created through the merger of Tanabe Seiyaku Co., Ltd. and Mitsubishi Pharma Corporation on 1st October 2007 (Tanabe Seiyaku Co., Ltd. at the time of the production of the MFCA case example and the award presentation).
	Canon Inc.	Electric Appliances	More than 1,000	Special award for Material Flow Cost Accounting, Eco-efficiency Award 2006*
	Nagahama Canon Inc.	Electric Appliances	More than 1,000	Special award for Material Flow Cost Accounting, Eco-efficiency Award 2009*
	OMRON Corporation	Electric Appliances	More than 1,000	Special award for Material Flow Cost Accounting, Eco-efficiency Award 2008*
	TS Corporation	Electric Appliances	Less than 100	
	Press Manufacturer A	Electric Appliances	100~999	
	Katagiri Seisakusho Co., Ltd.	Transportation equipment	100~999	
	GUNMA GOHKIN Co., Ltd.	Transportation equipment	Less than 100	
	Mitsuya Co., Ltd.	Metal Products	100~999	
	KOSEI ALUMINUM CO., LTD.	Metal Products	100~999	
	MWA LOCK Co., Ltd.	Metal Products	More than 1,000	Special award for Material Flow Cost Accounting, Eco-efficiency Award 2010*
	NIPPON FILCON CO., LTD.	Metal Products	100~999	
	Shimizu Printing Inc.	Pulp & Paper	Less than 100	
	THE REBIRTH CO., LTD.	Pulp & Paper	100~999	
	GUNZE Limited	Textiles & Apparels	More than 1,000	
	Kohshin Rubber Co., Ltd.	Rubber Products	100~999	
	Shinryo Co., Ltd.	Foods	Less than 100	
	KODAI SANGYO CO., LTD.	Other Products	Less than 100	Special award for Material Flow Cost Accounting, Eco-efficiency Award 2009*
Nonmanufacturing	JFE group	Construction	More than 1,000	
	GUNZE Limited	Textiles & Apparels	More than 1,000	
	OHMI BUSSAN, Inc.	Other Services	Less than 100	
	Sanden Corporation	Machinery	More than 1,000	Special award for Material Flow Cost Accounting, Eco-efficiency Award 2009*
	Convenience store A	Retail Trade	Less than 100	

*Eco-efficiency Award

This award was established in 2005 with the support of the Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan. In 2006, a special award for Material Flow Cost Accounting was established. Since then, this award has been given annually to companies that are considered to especially achieve successful results in MFCA application, development, and dissemination.

Type of MFCA case examples	Name of company	Type of industry	Classification based on number of employees	Remarks
Supply chain	Sanden Corporation SC team			
	Sanden Corporation	Machinery	More than 1,000	
	Sanwa Altech	Machinery	Less than 100	
	Panasonic Ecology Systems Co., Ltd. SC team			
	Panasonic Ecology Systems Co., Ltd.	Electric Appliances	More than 1,000	Grand Prize for Supply-Chain Model for Resource Conservation 2008**
	Nippon Sangyo Shizai Co., Ltd.	Chemicals	-	
	OMRON RELAY & DEVICES Corporation SC team			
	OMRON RELAY & DEVICES Corporation	Electric Appliances	More than 1,000	Grand Prize for Supply-Chain Model for Resource Conservation 2009**
	Press processing manufacturer	Metal Products		
	Heat treatment manufacturer	Metal Products		
	Plate processing manufacturer	Metal Products		
	Ohu Wood Works Co., Ltd. SC team			
	Ohu Woods Works Co., Ltd.	Other Products	100~999	• Green Supply-Chain Award 2008*** • Special award for Material Flow Cost Accounting, Eco-efficiency Award 2009*
	Miyoshi Industry	Metal Products	Less than 100	

*Eco-efficiency Award

This award was established in 2005 with the support of the Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan. In 2006, a special award for Material Flow Cost Accounting was established. Since then, this award has been given annually to companies that are considered to especially achieve successful results in MFCA application, development, and dissemination.

Grand Prize for Supply-Chain Model for Resource Conservation and *Green Supply-Chain Award

These awards are presented to companies that participated in the supply-chain cooperation promotion project for resource conservation and achieved successful results. In the Grand Prize for Supply-Chain Model for Resource Conservation, the awards are presented to MFCA-applied supply chain which is most likely to be a model for others in its MFCA approach and the associated improvement plan. The Green Supply-Chain Award is awarded to the supply chain that newly shaped a cooperative formation and achieved successful results next to those awarded the Grand prize for Supply-Chain Model for Resource Conservation.

5. Characteristics of case examples

Below is the description on characteristics the field subjected for MFCA analysis in this booklet. Those companies noted after the description are included in this booklet.

Forming process

After forming process of raw materials (e.g., resin and metals) and materials left-over such as runners often become material losses. Separate material losses are generated at the switching-phase of production types. Material losses are frequently increased through manufacturing of wide varieties of products in small quantities. The companies with the case example on the forming process are NITTO DENKO CORPORATION, SEKISUI CHEMICAL CO., LTD., SUMIRON CO., LTD., TOYO INK MFG. CO., LTD., GUNMA GOHKIN Co., Ltd., NIPPON FILCON CO., LTD., Kohshin Rubber Co., Ltd., Shinryo Co., Ltd., and Panasonic Ecology Systems Co., Ltd. Supply chain team.

Machining process

Machining of various materials such as metals, resins, glass, and wood materials become material losses through various processes including pressing, cutting, lathe-processing, milling, and polishing. The companies with the case example on the machining process are Canon Inc., Nagahama Canon Inc., OMRON Corporation, TS Corporation, Press Manufacturer A, Katagiri Seisakusho Co., Ltd., KOSEI ALUMINUM CO., LTD., MIWA LOCK Co., Ltd., KODAI SANGYO

CO., LTD., Sanden Corporation Supply chain team, OMRON RELAY & DEVICES Corporation Supply chain team, and Ohu Wood Works Co., Ltd. Supply chain team.

Chemical reaction process

Material losses are frequently generated due to impurities and yield loss in reactions and refining processes. The company with the case example on the chemical reaction process is Mitsubishi Tanabe Pharma Corporation and Sumitomo Chemical Co., Ltd.

Surface treating process

Surface treating includes plating, heat treatment, coating, and rinsing etc. Small amount of material losses are generated from the materials to be treated. However, significant amounts of material losses are generated from operating materials (plating solution, paint, rinsing liquid etc.). The company with the case example on the surface treating process is Mitsuya Co., Ltd.

Manufacturing process of textile products

The subject processes consists of a wide variety of product types differentiated by brand, design, color, and size etc. A significant amount of waste textile materials are produced in cutting process. Likewise, there are also cases when raw materials and products become material losses due to changes in trends that result in clearance of inventory. The company with the case example on the textile products is GUNZE Limited.

Paper processing

The subject process consists of printing, processing of pre-printing paper, and cutting after printing etc. Material losses are frequently generated in the process that involves manufacturing of a wide variety of products in small quantities; material losses are generated at the time of switching of product types. The company with the case example on the paper processing is Shimizu Printing Inc.

Paper manufacturing

Processes are divided into two: paper-making process where a jumbo roll is made and product-processing process where the jumbo roll is cut in order to produce the end-product. A large volume of water and energy such as steam are consumed in the paper-making process. Packing material loss is considered to be typically generated in the product-processing process. The company with the MFCA case example on the paper manufacturing is THE REBIRTH CO., LTD.

Logistics

Product logistics concerns two types of material flows: one is toward the customers, while the other is related to returned products, which is considered as loss. It is necessary to identify environmental impacts and losses in business resources (i.e., cost) that are associated with both flows. The company with the MFCA case example on the logistics is GUNZE Limited.

Construction activity

In addition to materials and costs classifying concepts as defined under MFCA, material losses are identified based on the newly-defined classification of intended construction and

unintended construction. The company with the MFCA case example on the construction activities is JFE group.

Recycling activity

Characteristics of the recycle business are that available amount of raw material, its price and amount of intermediate product fluctuate, and that disposal of stocked materials occasionally takes place. The business status can be revealed through MFCA application, which enables accurate understanding of process-oriented losses in physical and monetary units. The company with the MFCA case example on the recycling activities is OHMI BUSSAN, Inc.

Cleaning service

MFCA can be applied to the cleaning service in two ways: one is from the viewpoint of those who provide services and the other, from those who are served. The Company with the MFCA case example on the cleaning service is Sanden Corporation.

Distribution service

In the distribution service, remained items are disposed once they expire, becoming material losses. Further, there is an opportunity loss due to sold-out. MFCA especially increase transparency of loss related to remained items in physical and monetary units. The company with the MFCA case example on the distribution service is the convenience store A.

6. Abbreviations/terms used in this booklet

Abbreviated terms used in this booklet are explained based on the terms and definition given in the draft International Standard of ISO 14051 as shown in the followings:

- QC: quantity centre
Selected part or parts of a process for which inputs and outputs are quantified in physical and monetary units
- MC: material cost
Expense for the materials that are used and/or consumed in a quantity centre
- EC: energy cost
Expense for the energy used to enable operations
- SC: system cost
All expenses incurred in the course of in-house handling of the material flows except for material costs, energy costs and waste management costs

II. Case Examples in the Manufacturing Industry

Case 1 NITTO DENKO CORPORATION

Production characteristics: Manufacturing line for adhesive tapes for electronics

(1) Organizational profile

One of the products manufactured by NITTO DENKO CORPORATION (hereafter referred to as “Nitto Denko”) is adhesive tapes for electronics. One of the company’s facilities is located in Toyohashi, Japan. The company is the Japan’s first model company that introduced MFCA in 2000 in order to verify effectiveness of the method.

The company employees numbered 28,640 on a consolidated basis at the time of the project. The company’s sales were 577.9 billion yen on a consolidated basis. The capital was 26.7 billion yen (FY 2009).

The selected process for the subject project was the manufacturing process of adhesive tapes for electronics.

(2) Material flow model of main target process/es

Material flow model for the selected process (MFCA boundary) is shown in Figure 1.1:

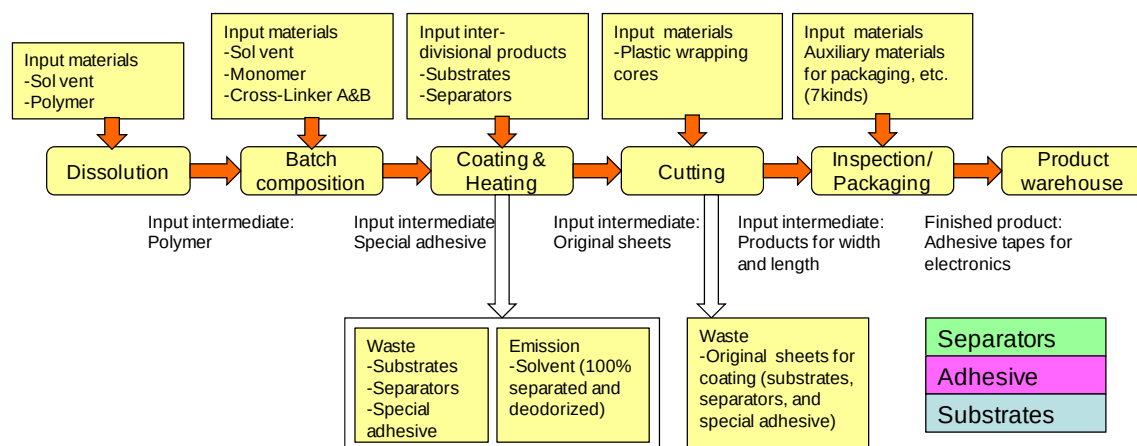


Figure 1.1 Material flow model for the selected process

As illustrated in Figure 1.1, the process consists of five processes that are dissolution, batch composition, coating and heating, cutting, and inspection/packaging.

Nitto Denko independently developed the “Daily Transaction Control System” to completely control items and information from reception of orders to delivery of products. This system is applied for production control and monthly closing. Material flows (e.g., input, output and yield rate) were managed through the main production/control process unit of this system. Therefore, this system’s control unit was selected and defined as a quantity centre for the purpose of MFCA data collection.

(3) Description of material losses

Material losses in each step of the manufacturing process included the followings:

- Coating and heating process: substrates, separators and specialized adhesive, and
- Cutting process: cut ends of the intermediate product.

The percentage of the above material losses per initial input materials by weight was identified to be approximately 32.83 %.

(4) Findings through MFCA analysis

Based on the MFCA calculation, the data collected within the boundary are summarized in monetary units as shown in the following:

Table 1.1 Material flow cost matrix

Cost Classification	Material	Energy	System	Waste Management	Total
Product	¥2,499,944 (68.29%)	¥57,354 (68.29%)	¥480,200 (68.29%)	-	¥3,037,498 (67.17%)
Material Loss	¥1,160,830 (31.71%)	¥26,632 (31.71%)	¥222,978 (31.71%)	¥74,030 (100%)	¥1,484,470 (32.83%)
Total	¥3,660,774 (100%)	¥83,986 (100%)	¥703,178 (100%)	¥74,030 (100%)	¥4,521,968 (100%)

Table 1.2 Comparison between conventional and MFCA-based profit and loss (P/L) statement

MFCA-based P/L (Unit: Yen)		Conventional P/L (Unit: Yen)	
Sales*	15,000,000	Sales*	15,000,000
Product costs	3,037,498	Cost of sales	4,521,968
Material losses	1,484,470	N/A	N/A
Gross profit	10,478,032	Gross profit	10,478,032
Sales and general administrative expenses*	8,000,000	Sales and general administrative expenses*	8,000,000
Operating profit	2,478,032	Operating profit	2,478,032

(The values with an asterisk "*" mark were modified to be fictitious for disclosure)

The MFCA-based P/L statement revealed that sales costs (= product costs) were 3,037,498 yen and waste costs (= material losses) were 1,484,470 yen. The conventional P/L statement indicates sales cost of 4,521,968 yen, which included hidden material loss-related costs. MFCA highlighted such hidden cost.

(5) Targeted points to be improved or improvements based on MFCA analysis

Nitto Denko implemented "waste/loss analysis" and "improvement measures" based on the MFCA results and achieved improvement by approximately 10%. However, further rooms for improvement still remained and a wider scale of improvement measures (a capital investment) were considered along with implementation of the other existing improvement measures. As a result, the production processes were fundamentally reviewed and the full-scale capital investment to advance further improvement/reform was decided. The company's MFCA implementation results and target were indicated in Table 1.3.

Table 1.3 MFCA implementation results and target

Cost Classification	FY2001	FY2004	FY2010(Target)
Products	68%	78%	90%
Material Losses	32%	22%	10%
Total	100%	100%	100%

(6) Conclusion

The Nitto Denko's case proved that MFCA could serve as a management effective tool for business decisions in the following aspects:

- MFCA clarifies issues and potential solution for these issues; and
- MFCA enables appropriate capital investment and secures a budget for such investment.

Especially, in this project, MFCA was employed as a company decision-making tool, which led to 700 million yen of improvement measures and capital investments.

Case 2 SEKISUI CHEMICAL CO., LTD.

Production characteristics: Company-wide MFCA implementation for 34 sites with individually different production characteristics

(1) Organizational profile

In SEKISUI CHEMICAL CO., LTD. (hereafter referred to as "Sekisui Chemical"), MFCA has been conducted at their 34 sites in Japan. The subject sites manufacture a variety of products including unit houses and chemical products (raw materials of resin and resin-processed products). The company's total employees numbered 19,742 on a consolidated basis. The company's sales were 932.4 billion yen (FY 2009) with a capital of 100.002 billion yen on a consolidation-basis.

In Sekisui Chemical, MFCA is considered as a monitoring tool for manufacturing-related innovation activities that aim to realize "no waste," "no defective products," "no complaints" and "N-multiplication of productivity". MFCA has been implemented company-wide as shown in Figure 2.1.

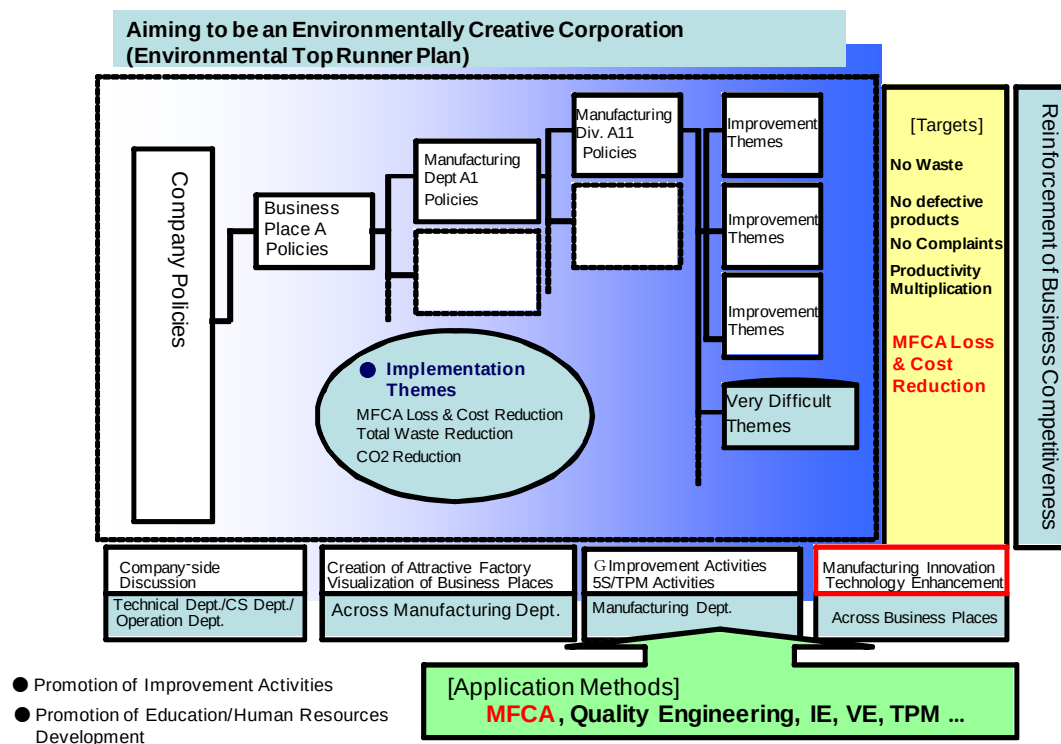
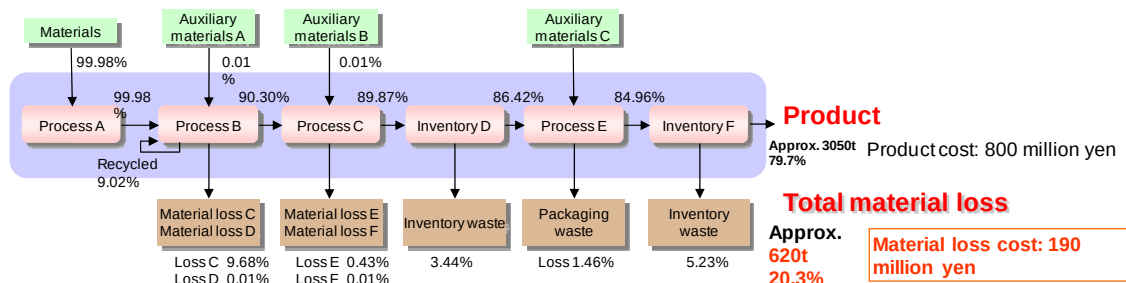


Figure 2.1 Illustration of company-wide MFCA implementation

(2) Material flow model of main target process/es

MFCA calculation and analysis were conducted for each process, which also incorporated losses at the inventory phase as shown in Figure 2.2.



(3) Conclusion

The company's group-wide target was set to reduce loss costs by 5 billion yen within three years, from 2006 to 2008. The performance up to FY2007 revealed that the target was achieved one year earlier than forecasted; the loss costs were reduced by 5.3 billion yen. Simultaneously, the total amount of waste was reduced by 11%. Further MFCA deployments at household construction sites and overseas branches are the company's future subject.

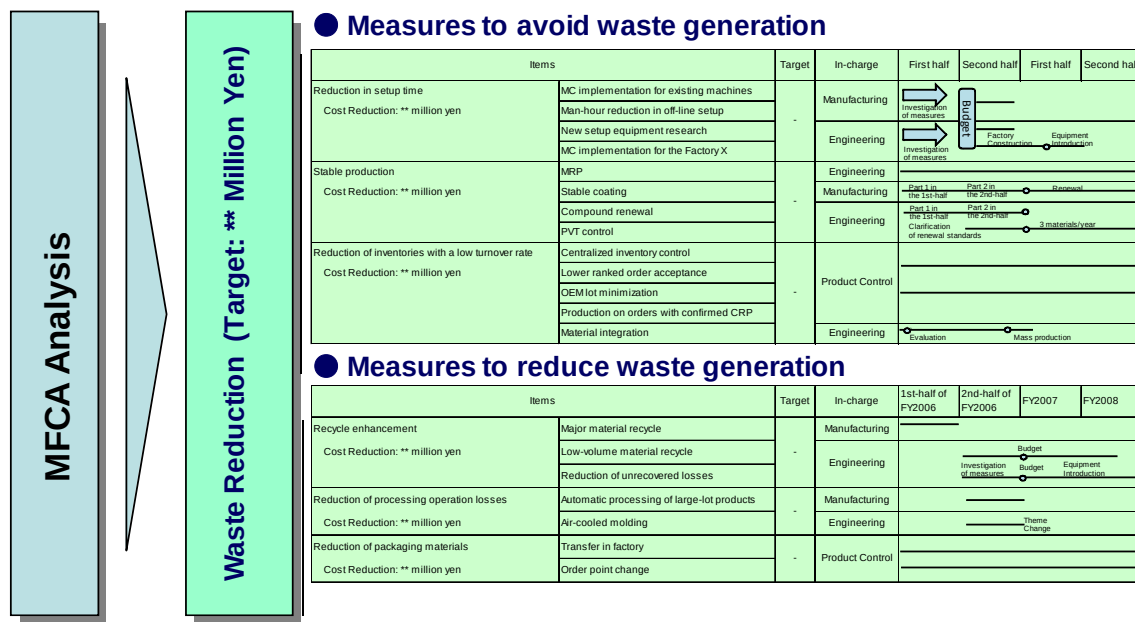


Figure 2.3 Material flow cost-related activities (a case of the Manufacturing Dept.)

Case 3 SUMIRON CO., LTD.

Production characteristics: Small-to-medium business and mass production

(1) Organizational profile

SUMIRON CO., LTD. manufactures industrial adhesive tapes. The facility is located in Iga-shi, Mie, Japan. The total factory employees numbered 140. The company's sales were 6.1 billion yen (FY 2007). The company's capital was 96 million yen at the time of the project.

The selected process was the manufacturing processes of adhesive tapes used as a surface protection film for construction materials and metal plates, protection films for automotive coating, optical members, functional protection films; adhesive mats, and cleaning tapes for electronic parts.

(2) Material flow model of main target process/es

Operations were divided into five quantity centres (QC). QC was defined based on their internal data collection process, and operational units. The five QCs consisted of "Adhesive Compound," "Coating and Aging," "Inspection," "Semi-finished Product Warehouse" and "Stacking, Laminating and Cutting." Material flow model for the selected process is illustrated in Figure 3.1 below:

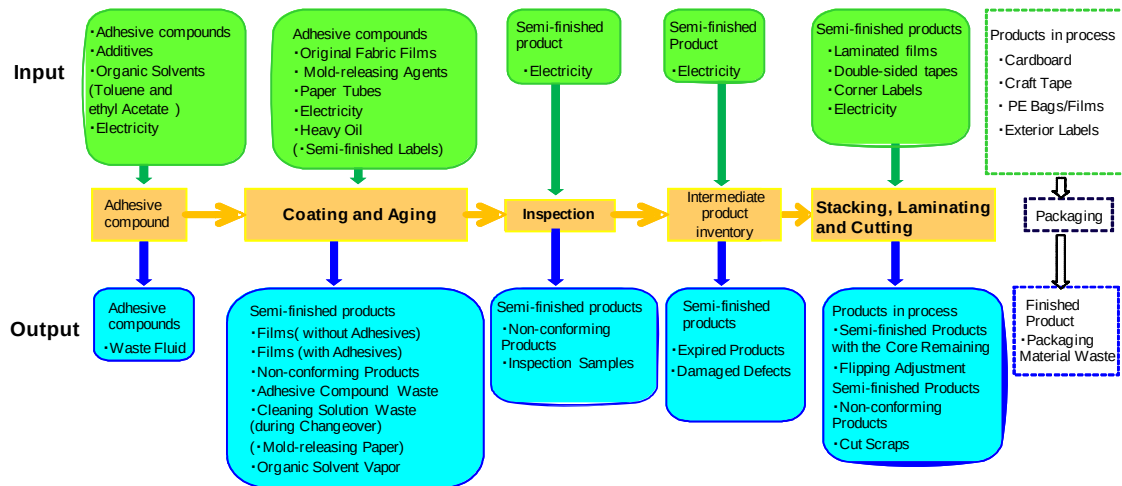


Figure 3.1 Material flow model for the main target process (MFCA boundary)

Adhesive compound was processed for PE film coating. Subsequently, the adhesive compound was coated on the PE film substrates in the coating process and fixed on PE films in the aging process. The films coated and fixed with the adhesive compound were stored once in the semi-finished product warehouse before the stacking process where the coated films were stacked and cut in appropriate sizes. Subsequently, the films flowed to the laminating process where they were combined with protection films and double-sided tapes and re-cut in product sizes in the cutting process. Finally, the products were packaged and delivered.

The materials, auxiliary materials and operating materials in the target process were shown in the followings:

- Materials: adhesive compounds, original fabric films and semi-finished products;
- Auxiliary materials: additives, laminate films, double-sided films and corner labels; and
- Operating material: organic solvents, releasing agents and paper tubes.

(3) Description of material losses

The material flow cost matrix for the subject process is shown in Table 3.1.

Table 3.1 Material flow cost matrix

	Material cost	Energy cost	System cost	Waste management cost	Total
Product	40,300,000	2,700,000	8,900,000		51,900,000
	53.3%	3.6%	11.8%		68.7%
Material loss	16,600,000	1,600,000	5,400,000		23,600,000
	22.0%	2.1%	7.1%		31.2%
Disposed/recycled				90,000	90,000
				0.1%	0.1%
Subtotal	56,900,000	4,300,000	14,300,000	90,000	75,590,000
	75.3%	5.7%	18.9%	0.1%	100.0%

As indicated in Table 3.1, the percentage of the material loss per the initial input by cost ratio is 31.2%.

(4) Findings through MFCA analysis

Adhesive compounds consisted of adhesives, solvent, and additive, and antibacterial agent. Among all these materials, only 22% of the solvent flowed to a next process; remaining 78% of the solvent became material loss. On the other hand, original fabric film in the painting and edging processes represented the most significant ratio of the input material cost or 30 million yen (approximately 9% of the material loss). In the stacking, laminating and cutting processes, cut-loss represented approximately 5 million yen/year or 18% of the input materials became material losses.

(5) Targeted points to be improved or improvements based on MFCA analysis

Based on the MFCA analysis, 11 improvement measures were raised. Through the MFCA-based simulation, material-loss costs were expected to decrease from 31.2% to 27.5% through the following improvement measures:

- Reduction of organic solvent gas through rectification of solvent blending volume; and
- Reduction of material losses by replacing two types of coating cloth with one type; and
- Use of the thinner film in the coating and aging processes.

(6) Conclusion

Cost-effectiveness analysis was conducted for the three measures noted in Clause 5. This revealed that the amount of material losses could be reduced from 31.3% to 27.5%. Through implementation of MFCA, all material losses in the process were clarified. Especially, it was very meaningful to identify hidden cost related not only to materials but also to system and energy. Moreover, the product costs per square meter of products were clarified, which enabled simulation of the investment impacts. In this project, the scope was limited to a single site. The company intends to expand MFCA company-wide to further promote environmentally-friendly management.

Case 4 TOYO INK MFG. CO., LTD.

Production characteristics: MFCA implementation in production of coloring pellets for plastic

(1) Organizational profile

TOYO INK MFG. CO., LTD. (hereafter referred to as “Toyo Ink”) was involved in development, manufacturing, and sale of the various products including the followings:

- Printing ink and related equipment;
- Can coating;
- Resins;
- Adhesives;
- Adhesive tape;
- Colorants;
- Colouring pellets for plastic; and
- Ink jet ink.

Toyo Ink positions safety management and environmental conservation as its most important themes. MFCA was implemented as the aforementioned themes are consistent with their activities to thoroughly eliminate losses at a manufacturing stage to promote energy-saving and resource-saving policies. The company's employees numbered 2,123 on a non-consolidated basis and 6,860 on a consolidated basis. The company's sales were 239.814 billion yen on a consolidated basis (FY 2008). The capital was 317.33 million yen.

(2) Products and processes subject to MFCA implementation and their characteristics (material flow model of main target processes)

Coloring pellets and large manufacturing lines that produce lot sizes greater than 500kg were selected for MFCA analysis. The extrusion molding process (OC1) consisted of mixing of colorants, extrusion molding, inspection, and filling processes, and switching process (OC2) which involved cleaning activity for an extruder at the end of each production as shown in Figure 4.1. As the four production processes in the extrusion-molding process were implemented successively, they were grouped together as a single quantity centre (QC1).

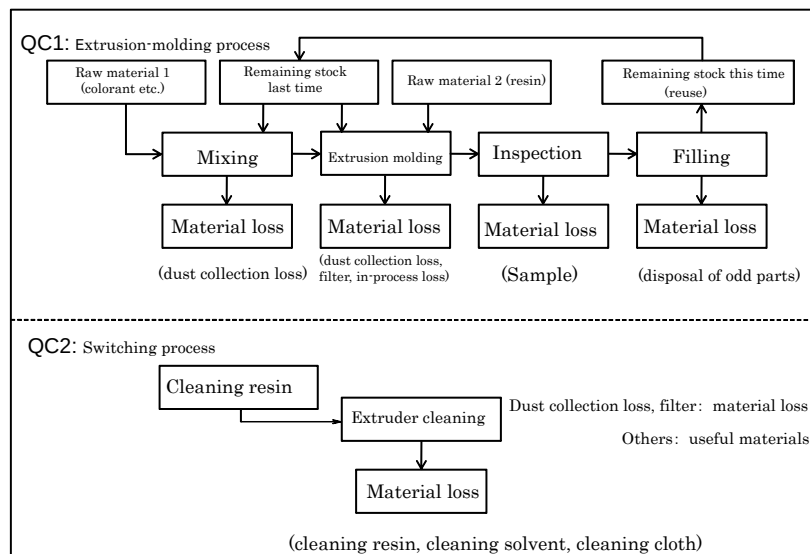


Figure 4.1 Input/output per quantity centre

(3) Description of material losses

The following losses were identified from each process:

- Mixing process: dust collection loss;
- Extrusion-molding process: dust collection loss, filter, and in-process loss;
- Inspection process: sample products;
- Filling process: disposal of odd parts; and
- Switching process: cleaning resin, cleaning solvent, cleaning cloth.

MFCA data were defined in the following way:

- Actual values collected from on-site activities were used with regard to raw material blending ratio, raw material unit price, total amount of processed materials (remaining added from the previous process), total amount of materials added (including remaining materials), total amount of finished materials (including remaining materials), amount of remaining materials, amount of mill end waste, amount of samples, processing time, and switching time;
- Allocated data of total values from a company-wide operation were used with regard to amount of collected dust, in-process loss, cleaning resin, cleaning materials, and cleaning cloth;
- System costs (SC) included labor costs, depreciation costs, other expenses, and allocation-related operational costs. The product-related SC costs were the allocated cost out of 95% of the costs related to the extrusion molding process. The SC costs for material losses were the allocated costs out of 95% of the costs related to the extrusion molding process plus the costs related to switching-process; and

- Energy costs (EC): Electricity costs represented energy costs in the process. 95% of the electricity costs were assigned to the extrusion molding process and 5% of the costs were assigned to switching process.

(4) Findings through MFCA analysis

Material loss was found to be only 2.2% of the direct materials in the extrusion molding process, being increased to only 2.7% even with incorporation of material losses related to indirect materials and those generated in the switching process.

- QC1: extrusion-molding process
 - 97.8% of raw materials and remaining materials from the previous process became product, and 2.2% became material losses (i.e., remaining materials, dust, sample, disposal of edged parts, and in-process loss); and
 - All of filters input to the process as indirect materials became material losses.
- QC2: Switching process

All of the input cleaning resin, cleaning solvent, and cleaning cloth became material losses.

The ratio of the material loss cost was 7.2%. This consisted of material costs (MC) that accounted for 2.0% and SC that accounted for 5.1% of its cost, indicating that the loss cost ratio of SC was more significant.

Table 4.1 Material flow cost matrix

	Material cost	Energy cost	System cost	Waste Management cost	Selling price for recycled materials	Total
Product	77.4%	1.7%	13.7%			92.8%
Material loss	2.0%	0.1%	5.1%			7.2%
Waste/Recycle				0.1%	0.0%	0.0%
Total	79.3%	1.8%	18.8%	0.1%		100.0%

(5) Targeted points to be improved or improvements based on MFCA analysis

In order to improve switching time, yield ratio, and manufacturing time (processing speed), MFCA data per lot was collected for a further analysis. A study of ten products that takes more than nine-hour for switching process revealed that all parts were disassembled and rinsed as switching was conducted from a darker color to a lighter color. This process can be improved through preparation of spare parts and planning for lump production. For products with lot sizes of less than approximately one-ton, the yield ratio was identified to be particularly low where frequent replacement of the extruder filter occurred for two of these products. Such process can be improved through planning of lump production and coloring inspection by preceding samples. The reason for low processing speed was resin viscosity and coloring density. Increasing processing speed made stable production difficult, leading to an increase in material loss. Therefore Toyo Ink will consider alternative measures from an equipment perspective.

(6) Conclusion

It had been considered that the production line selected for this project did not generate excessive material losses. However, through the MFCA analysis, rooms for improvement were revealed in switching time, yield ratio, and processing speed. MC from cleaning resin etc. and SC and EC for the material losses were highlighted.

In the future, Toyo Ink will utilize MFCA to conduct assessment of impact and profit related to improvements, to raise loss awareness, to unify various management activities, to respond to process abnormalities, to clarify and prioritize issues for improvement, to cost each product, and to conduct LCA analysis for an operational line.

Expanded application of MFCA in an internal production line will be also considered. As a future issue, innovation will be necessary in ensuring that the data input activities for the MFCA analysis will not be overlapped with existing management activities. Also, specific attention should be paid to SC for the material losses, as improvement measures will not immediately lead to reduction in SC.

Case 5 Sumitomo Chemical Co., Ltd.
Production characteristics: MFCA introduction case in chemical works

(1) Organizational profile

Sumitomo Chemical Co., Ltd. constitutes a comprehensive chemical company that consists of six group companies in the basic chemicals, petrochemicals & plastics, fine chemicals, IT-related chemicals, agricultural chemicals, and pharmaceutical sectors.

In this MFCA introduction, the target was the manufacturing of fine chemical products. In order to manufacture high quality chemical products, ingredients of high purity are needed, and a large amount of solvent waste and waste fluid are generated to prevent and dispose impure substances, e.g., non- and partially-reacted substances. The company introduced MFCA, aiming to reduce amount of the solvent waste and waste fluid which contributes to increased negative environmental impacts, while ensuring the quality. It is necessary to widely analyze the process considering the environment, the processing technology, accounting, and production management, etc. Led by an executive officer, the project was conducted by the team consisting of production planning (in charge for accounting), the manufacturing department, the environmental safety department, and the responsible care office of the headquarters.

As of March 31, 2010, the whole company employed 5,954 people, and had sales of 719.1 billion yen (FY 2009 results) and a capital of 89.699 billion yen on a non-consolidated basis.

(2) Material flow model of main target process/es

(i) Target product and scope of process

The subject product was a pharmaceutical intermediate in the field of fine chemicals, and the target was the manufacturing process associated with the subject product.

(ii) Manufacturing process and quantity centre

- Manufacturing processes consist of the following operations:
 - i) The catalyst is added and heated for reaction after the solvent, raw materials A and B, and the collected solvent are all put in a reaction vessel.
 - ii) The catalyst is collected upon termination of the reaction.
 - iii) Product C is extracted, and then filtered for extraction of the product.
 - iv) The solvent is collected by distillation. At this point, the residue and the waste fluid in the distillation boiler needs to be processed as waste.
 - v) After manufacturing several batches of the pharmaceutical intermediate product, the tools associated with the process, such as the container and other equipments, are all rinsed with solvent and water.
- Definition of quantity centre
Manufacturing of the target products are conducted in a series of processes that include reaction, catalyst collection, and filtration. This series of processes are defined as one quantity center "Reactive process (QC1)."
In switching between types of products, reaction containers and process facilities are

washed. During the washing process, a large amount of waste fluid is generated. As a consequence, the necessity for improvement is high.

Therefore, to evaluate material loss during washing associated with switching, a quantity center named "Switch-cleaning process (QC2)" was established.

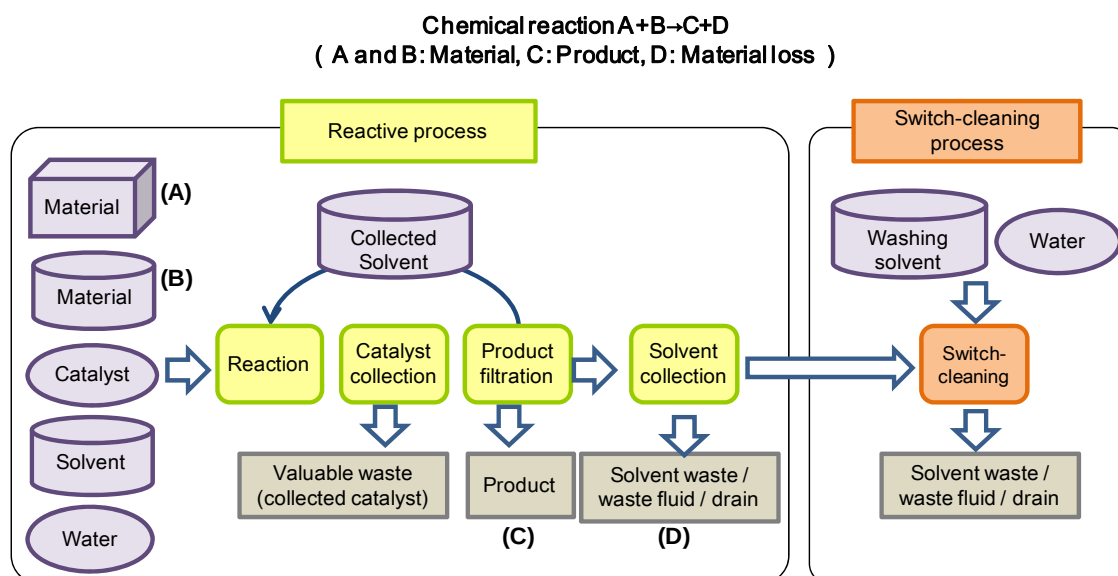


Figure 5.1 Input/output of each quantity centre

(3) Description of material losses

(i) Material loss at each quantity centre

- Reactive process (QC1): Solvent waste, solvent collection, waste fluid, drainage, and catalyst residue, etc.
- Switch-cleaning process (QC2): The whole quantity of washing solvent and water used

(ii) Definition of MFCA data

- Material: the products from raw materials A and B and material loss are calculated based on the reaction yield. All indirectly used materials such as solvents and catalysts, solvents for washing, and water are defined to be material losses. The water supply used includes the process water and municipal water which are defined to be one of the materials.
- System cost: A total fixed cost for product C is calculated, taking into account the portion of equipment used in producing C.
- Energy cost: A gross volume is calculated by the numerical value of the energy intensity for each product, and the allocation of the energy costs to QC1 and QC2 is made by the number of the days that are necessary for each production series.

(4) Findings through MFCA analysis

(i) Table of material losses and its explanation

As shown in Table 5.1, the reactive process (QC1) and the switch-cleaning process (QC2) generate substantial material losses. Especially, in QC2, all input materials become material losses.

In addition, the difference between the input and output of the raw materials (A) and (B) and the solvent (new) is the drainage and a waste fluid.

Table 5.1 Input/output of material

	Input	Quantity (kg)	Output	Category	Quantity (kg)
QC1: Reactive process	Material (A)	780	Product (C)	Product	1,250
	Material (B)	650			
	Solvent (new)	1,200	Solvent waste	Material loss	500
	Collected solvent	8,200	Collected solvent	Material loss	8,200
	Process water	7,300	Waste Water	Material loss	7,380
			Waste solution	Material loss	800
	Catalyst	20	Collected catalyst	Valuable waste	15
			Catalyst residue	Material loss	5
	Total input	18,150	Total output		18,150
QC2: Switch- cleaning process	Washing solvent	900	Solvent waste	Material loss	1,700
	Process water	1,300	Drainage	Material loss	500
	Total input	2,200	Total output		2,200

(ii) MFCA Cost Evaluation

The cost of the material loss in the reactive process (QC1) accounts for 13.8% of the total cost, the highest portion of the total cost.

The cost of the material losses in the switch-cleaning process (QC2) accounts for as much as 87.1% of the total cost.

Table 5.2 Material flow cost matrix
(Figure is in the unit of JPY 1,000/batch.

Profits from sale of the waste and waste fluid are excluded)

	Reactive process (QC1)					Switch-cleaning process (QC2)				
	Material cost	Energy cost	System cost	Waste management cost	Total	Material cost	Energy cost	System cost	Waste management cost	Total
Product	5,610	130	2,600		8,340	0	0	0		0
	54.2%	1.3%	25.1%		80.6%	0.0%	0.0%	0.0%		0.0%
Material loss	1,430	30	520	30	2,010	90	70	1,350	40	1,550
	13.8%	0.3%	5.0%	0.3%	19.4%	5.8%	4.5%	87.1%	2.6%	100%
Subtotal	7,040	160	3,120	30	10,350	90	70	1,350	40	1,550
	68.0%	1.5%	30.1%	0.3%	100%	5.8%	4.5%	87.1%	2.6%	100%

(5) Targeted points to be improved or improvements based on MFCA analysis

With respect to loss reduction, it is probably effective to minimize material loss by improving the yield ratio and reducing waste generation during the reactive process, and to lower the system costs by shortening the washing time and decreasing manual operations in the switch-cleaning process.

(6) Conclusion

In the manufacturing process of the fine chemical products, the production management during washing and the refinement process is especially important in maintaining high quality, and a lot of waste fluids and waste are consequently generated. As a “more effective evaluation approach” for the subject business characteristics, it is considered that MFCA has the potential for conserving energy and resources, and reducing the negative environmental impact.

As the next step, the inventiveness and collective experience of the company's personnel will be sought for the easy and frequent use of the MFCA approach within the company.

At this project, the application of MFCA was attempted to a pharmaceutical intermediate. In the future, the company would like to conduct the same evaluation to other products and perform a detailed analysis of the cost composition and a comparative study among products to clarify the product characteristics and issues inherent in the products, and to achieve a concrete loss reduction.

Case 6 Mitsubishi Tanabe Pharma Corporation

Production characteristics: Low-volume production of various medical products

(1) Organizational profile

Mitsubishi Tanabe Pharma Corporation manufactures medical products. The facility is located in Sanyo Onoda-shi, Yamaguchi, Japan. The total factory employees numbered 10,330 on a consolidated basis as of the end of March. The company's sales were 414.752 billion yen with a capital of 50 billion yen. The selected process for this project was a production line of a medical product.

(2) Material flow model of main target process/es

Material flow model of the selected process is shown in Figure 6.1 below:

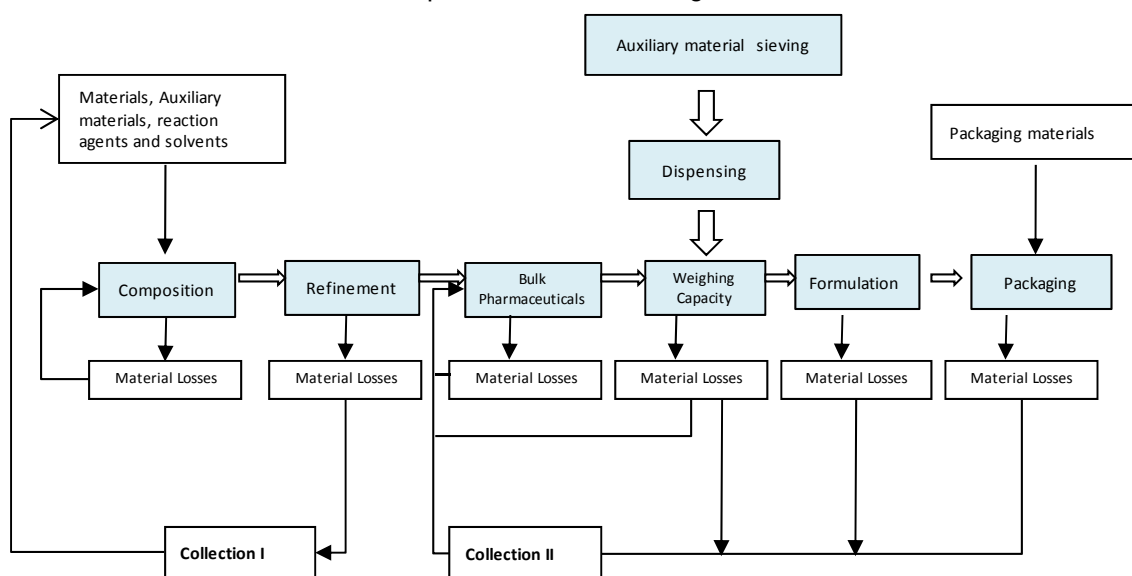


Figure 6.1 Material flow model for the main target process (MFCA boundary)

Main materials, auxiliary materials, operating materials, solvents and packaging materials were involved in the subject process. Wastes, waste fluid and solvents-sourced air emissions were generated as material losses from the process. Each phase of operations shown in Figure 6.1 was defined as quantity centre (QC).

Characteristics of the manufacturing process included the followings:

- Manufacturing of various medical products in small volumes;
- Mixed use of common equipments and specific equipments for a certain medical product; and
- Presence of recycling process.

(3) Description of material losses

Material loss costs, energy costs, system costs and waste management costs were calculated in the following way:

- Material costs: Gaps between theoretical value and actual value based on the molecular-weight calculation were considered to be material losses. For those materials that only became material losses, their calculations were separately made;
- Energy costs: Energy consumption by each department was allocated to each QC by machine-hour. Subsequently, the losses were calculated and understood based on the material distribution percentage;
- System cost:
 - Labor costs: Labor costs were calculated in man-hour by each QC. Subsequently, the losses were calculated based on the material distribution percentage;
 - Equipment costs: Equipment costs encompassed depreciation and maintenance costs. The equipment costs were allocated to each QC. Subsequently, the losses were calculated, using the following formula:

Equipment-cost per QC x [1 – (machine-hour/24 hours x 356 days)]; and
 - Other system costs: Other system costs were calculated by subtracting labor cost, equipment cost, energy cost, and waste management cost from the indirect manufacturing cost.
- Waste management cost: Waste fluid was considered to be waste for management. Waste management cost was calculated in each QC based on the volume of the waste fluid for management and incineration.

(4) Findings through MFCA analysis

Table 6.1 shows the material flow cost matrix based on the MFCA data collection.

Table 6.1 Material flow cost matrix

(Unit: JPY1,000)

	Material cost	System costs and service related cost	Waste management cost	Subtotal
Product	¥ 371,748	¥ 1,296,134	¥ 0	¥ 1,667,882
Material loss	¥ 586,761	¥ 628,345	¥ 157,836	¥ 1,372,942
(For waste)	(¥346,210)	(-)	(¥157,836)	(¥ 504,046)
Total	¥ 958,509	¥ 1,924,480	¥ 157,836	¥ 3,040,825

Table 6.2 Material flow cost matrix by type of cost and QC

Quantity Center Costs	Composi- tion	Refine- ment	Bulk Pharma- ceuticals	Weighing Capacity	Formula- tion	Packaging	Total
Material cost	¥259,330	¥207,996	¥34,483	¥20,437	¥23,737	¥40,778	¥586,761
(For collection process)	(¥125,510)	(¥88,762)	(¥2,116)	(¥19,591)	(¥3,038)	(¥1,535)	(¥240,551)
(For waste)	<u>(¥133,821)</u>	<u>(¥119,234)</u>	<u>(¥32,368)</u>	(¥846)	(¥20,699)	(¥39,243)	<u>(¥346,210)</u>
System cost	¥118,770	¥33,535	¥113,308	¥24,484	¥113,228	¥213,744	¥617,070
Service related cost	¥7,041	¥806	¥3,174	¥6	¥81	¥167	¥11,276
Waste management cost	<u>¥126,048</u>	¥2,100	¥23,868	—	¥1,941	¥3,879	<u>¥157,836</u>
Total	¥511,189	¥244,437	¥174,833	¥44,927	¥138,987	¥258,568	¥1,372,942

(5) Targeted points to be improved or improvements based on MFCA analysis

As a result of the MFCA analysis, processes that incurred the significant waste management cost and the material loss cost were identified:

- Waste management costs in the composition process were identified to be 126 million yen; and
- The costs for material losses from the composition to the bulk pharmaceuticals processes amounted to be 285 million yen.

First priority was placed on reduction of the aforementioned waste management costs, as cost reduction was considered to be easily achieved. Considering various countermeasures, change in the initial investment decision in chloroform adsorption collection (investment amount: approximately 66 million yen), alteration of manufacturing operation that promoted chloroform collection, and alteration of waste treatment practices were selected. Based on the FY 2003 performance, the following impacts were simulated:

- Impact related to alteration of the waste management practice
The factory-wide waste fluid incineration treatment was changed; activated sludge treatment was adopted. Change of the practice reduced the waste management cost and collected more chloroform for reuse. This measure led to an annual economic benefit of approximately 54 million yen (including annual energy-saving benefit of approximately 33 million yen).
- Significant reduction of chloroform emissions
Historically, 96% of the chloroform emission was collected for reuse, but the rest was emitted as waste gas or fluid. Investment in a chloroform-collecting equipment further reduced emissions of the waste gas. Consequently, a significant more emissions reduction (73% reduction) was achieved than initially targeted in the company's Environmental Voluntary Action Plan that aimed at reduction by 10% below the FY 1999 emissions level by FY 2003.

- Significant reduction in CO₂ emissions

As a result of review of the waste management practice, it was decided that the waste liquid incineration treatment was completely halted. This led to annual CO₂ emissions reduction of 2,328 tons. This amounted to be 41% of the CO₂ emissions-reduction target set in the company's Environmental Voluntary Action Plan that aimed at 10% reduction (5,647 tons per year) below the FY1999 level.

(6) Conclusion

As shown in this case example, MFCA was considered to be extremely effective in identifying material losses and to practically assist an organization's environmental management. Furthermore, it was also noted that the most critical issue in the MFCA implementation was difficulty in its calculation at the introduction phase. In order to overcome this issue, we introduced a system using the mission-critical enterprise system called "SAP R/3". This system enabled the automatic MFCA calculation for all the products manufactured at the Osaka factory, the Onoda factory, and the Tanabe Seiyaku Yoshiki Factory Co., Ltd. However, there remain issues including an effective MFCA introduction of newly merged company sites and application of MFCA for a supply chain.

Case 7 Canon Inc.

Production characteristics: Dissolution, molding, machining (cutting-out, pressing and grinding), and rinsing of lens material

(1) Organizational profile

One of the products manufactured by Canon Inc. (hereafter referred to as “Canon”) is the lens used for single-lens reflex camera and broadcast camera. The company’s lens-manufacturing factory is located in Utsunomiya, Tochigi, Japan. The total employees of Canon numbered 25,412 as of the end of 2008. The company’s sales were 2,721.194 billion yen with a capital of 172.746 billion yen.

The process selected for this project was a manufacturing process of lens products used for cameras. Canon successfully achieved to introduce MFCA through collaboration with its supplier in order to concurrently reduce cost and environmental impacts by technological innovation.

(2) Material flow model of main target process/es

Sources of material losses are described below:

- i) Manufacturing process by a glass-processing manufacturer: both cutting-out and pressing were conducted by a supplier. These processes generated a significant amount of material losses; and
- ii) Lens-manufacturing process at the Canon Utsunomiya factory: approximately 50% of the cut-out material and approximately 30% of the pressed material became material losses. At the same time, a significant amount of operating materials such as cutting-oil and grinding-material also became material losses.

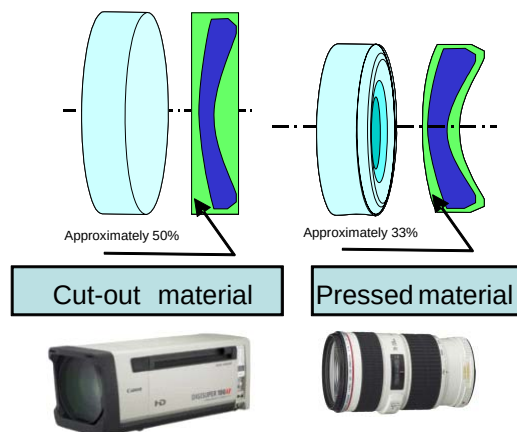


Figure 7.1 Image of products and materials

Material flow model of the selected process is illustrated in Figure 7.2 below:

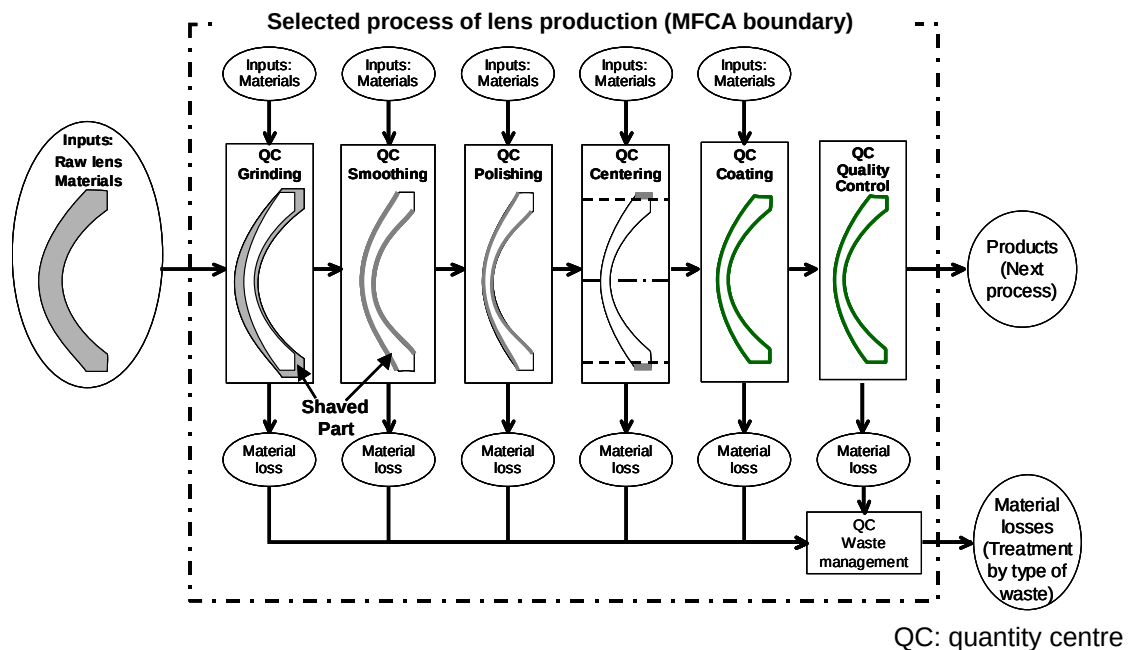


Figure 7.2 Material flow model of the selected process (MFCA boundary)

(3) Description of material losses

The types of material losses included the following:

- Sludge from cutting and grinding wastes generated in the cutting out and pressing processes in supplier;
- Sludge generated from the grinding and other processing of glass material in Canon; and
- Operating materials that were managed along with sludge upon disposal.

(4) Findings through MFCA analysis

Conventional production management and MFCA analysis indicated the following results:

- Conventional production management
 - Pressed material: yield rate 99% (i.e., loss 1%), and
 - Cut-out material: yield rate 98% (i.e., loss 2%).

The conventional production management tools were based on the number of final products. However, because MFCA highlighted the gap between input amount and output amount (product and material loss) in consideration of mass balance, significant room for improvement (i.e., significant opportunity for reduction of costs and material losses) was revealed by the MFCA analysis as indicated in the followings:

- MFCA analysis
 - Proportion of material loss,

- Pressed material: approximately 30%, and
- Cut-out material: approximately 50%.

Result of the calculation in the case of the pressed material is illustrated in Figure 7.3:

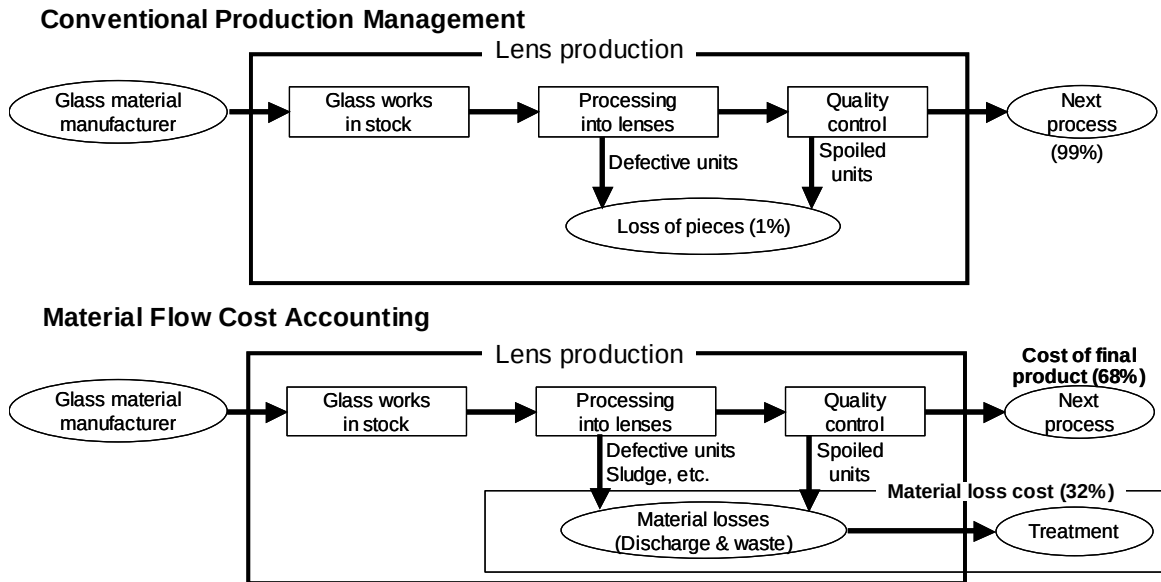


Figure 7.3 Comparison between conventional production management and MFCA

(5) Targeted points to be improved or improvements based on MFCA analysis

MFCA analysis was conducted through collaboration with the glass material supplier. Sharing material loss-related information, various measures for reduction of the material losses from the grinding process were discussed and the following measures were proposed:

- Near-shaping of the pressed material (lens for single-lens reflex camera); and
- Change from the cut-out material to the pressed material (lens for the TV broadcasting camera).

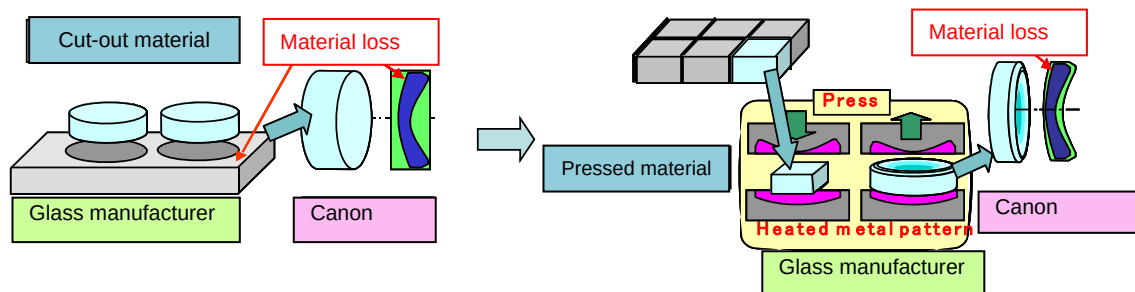


Figure 7.4 Conventional production and production based on new materials for lens production

Collaborating with the supplier, the new materials for the lens production called 'Near-shaping' was developed as shown in Figure 7.5.

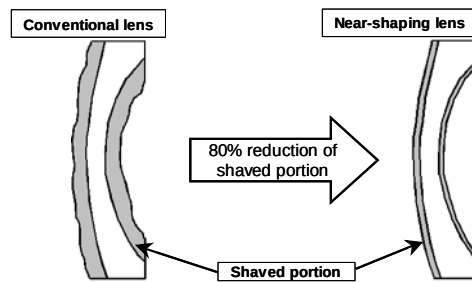


Figure 7.5 Figure of Near-shaping to reduce sludge in the process

(6) Conclusion

Improvements through MFCA analysis based on the comparison with the conventional manufacturing operation are shown below:

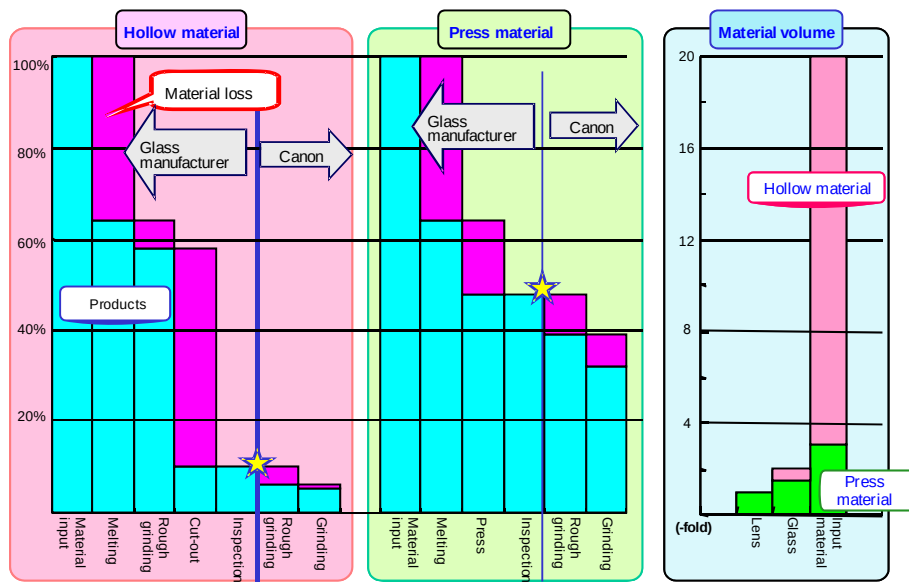


Figure 7.6 Impacts through MFCA analysis

(i) Positive impacts on the glass material supplier

Raw material input was reduced by 85% through improvements based on the MFCA analysis. Likewise, energy consumption was reduced by 85% and waste volume was reduced by 92%. Positive economic (increased cost-competitiveness) and environmental impacts were identified through various outcomes including reduced material use, and less energy consumption. In addition, as other positive impact based on the MFCA analysis, the working condition was improved through reduction of working hours in hot environment.

(ii) Positive impacts on Canon

The sludge volume was reduced by 50% through improvements based on the MFCA analysis. Furthermore, volume of oil and abrasive powder used in the grinding process were reduced by 40% and by 50%, respectively. Positive environmental impacts from less material, energy, and water inputs as well as less sludge generation were identified. Simultaneously, positive economic impacts were seen from reduced purchased price, less operations, less purchased amount of

operating materials, less handling costs of sludge, waste oil and waste fluid. In addition, the frequency of on-site operations such as sludge treatment and replenishment of abrasive powder were reduced through improvements based on the MFCA analysis.

(iii) Positive impacts on the supply chain (the glass material supplier and Canon)

The glass material supplier and Canon shared the information related to material losses and cooperatively worked to reduce the losses. This collaboration brought about positive environmental, economic and technological impacts, enhancing market competitiveness and realizing a win-win relationship between the glass material supplier and Canon.

Case 8 Nagahama Canon Inc.

Production characteristics: Company-wide development of MFCA

(1) Organizational profile

As a member company of Canon Inc. group, Nagahama Canon Inc. (hereafter referred to as “Nagahama Canon”) manufactures products including laser beam printers, expendable toner cartridges, and photoconductor drums for copying machines.

The management of the company decided to introduce MFCA, aiming to realize improvements in waste-generation sources. MFCA was initially implemented in processing areas and subsequently introduced to the non-processing workplace to achieve company-wide waste reduction.

The company employees numbered 1,339 as of June 2010. The company's sales were 53.4 billion yen with a capital of 80 million yen (FY 2009).

(2) Material flow model of main target process/les

(i) Product and range of process

MFCA was implemented for all products, including laser beam printers, toner cartridges, and photoconductor drums. In addition, it was implemented in all processes areas of the company including processing sites and non-processing sites.

(ii) Deployment method of MFCA

- Innovation for MFCA deployment at the processing workplace

The company considered that on-site operators themselves needed to recognize the usefulness of MFCA and utilize it as a tool for improvement at sites. It also considered that MFCA would be embedded if MFCA implementation were achieved at the on-site level, in cooperation with the on-site staff, and together with a small-scale successful experience shared by the on-site staff. Therefore, the following four steps are taken to deploy MFCA at sites.

Step 1: Training of expert staff

Expert staff was assigned and a professional training was provided for them to help them acquire skills for MFCA analysis, deployment, and training.

Step 2: Introduction to sites

The company introduced MFCA at sites by using the following steps: conducting an initial analysis, examining the improvement plan, holding a debriefing session, and launching improvement. Departments including production technology, product technology, production management, procurement, and quality management were also invited to the debriefing session on a necessary basis. At the launch of the improvement plan, these departments were requested to cooperate by broadly understanding other departments and by matching their level of understanding of the current status.

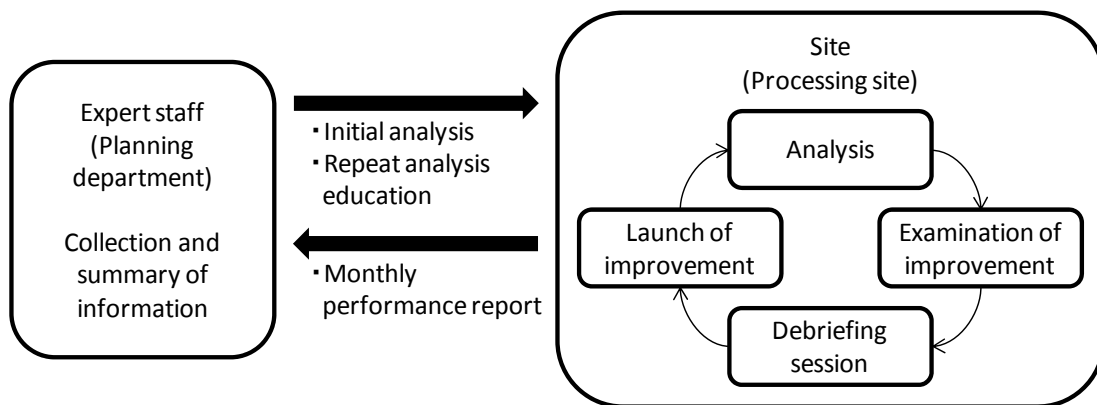


Figure 8.1 Structure of in-house MFCA deployment

Step 3: Dissemination to high-level employees

Training was provided to the management as well as the managers several times a year by utilizing the opportunity of the in-house managers' meeting. The MFCA topics ranged from the fundamental idea of MFCA to MFCA terms were explained.

Step 4: Dissemination to employees

MFCA was featured twice in the in-house quarterly newsletter in order to disseminate the idea of MFCA to the employees.

As the primary purpose and mission of sites is "Monozkuri (manufacturing)". If the staff is required to spare considerable time on MFCA analysis, a sense of stagnation tends to prevail at sites. Therefore, it is important to conduct MFCA analysis with minimum effort. Data such as daily/monthly reports, purchased goods data, expense budget information, manpower management data, entry and dispatch history of the stock, component transfer record, monthly inventory record, waste management record, and electric power data are available at the sites as well as the related operation areas. By utilizing these existing data effectively, the effort put on the MFCA analysis was significantly decreased.

– Innovation for MFCA deployment at non-processing sites

At non-processing sites, MFCA was developed using the MFCA macro-analysis, which was developed by Canon Inc. This technique uses detailed separate data and finds the possibility of improvement by directly tracking back to the site or process that generated waste, and clarifies the value and resource efficiency of the waste. Nagahama Canon introduced waste management at each department level from 2008, which enabled the smooth implementation of the technique.

As more than half of the wastes were generated at non-processing sites, significant reduction cannot be expected unless waste reduction is attempted at these sites. Therefore, the MFCA macro-analysis was conducted targeting papers, etc., which were used for product evaluation in the quality department, and wrapping materials, etc., which were used in the delivery of components or raw materials and for in-factory distribution. These account

for a large part of company-wide waste and can both increase and decrease, corresponding to the production amount. The more the wastes are reduced, the more the outcome contributes to the management.

(3) Outcome

(i) Processing sites

- On-site motivation and effort were developed by reduction activities tracking back to the source of wastes that the management had considered an issue.
- Departing from defective products management, on-site load reduction was practiced by managing the management indicator best suited for the processing site.
- The accumulated effect of waste reduction was 132 ton, that of CO₂ reduction was 287 ton, and that of cost reduction was 128 million yen from 2005 (the launch year) to 2009.

(ii) Non-processing sites

MFCA macro-analysis became the catalyst in finding the clue for reduction in the distribution and quality departments, and began to function as a tool for resource productivity improvement from a company-wide perspective. Through this approach, the following measures were applied to the activities considered as issues by the management.

- Reduction activities tracking back to the source of waste and establishment of a mechanism to eliminate all kinds of loss; and
- Improvement of employee awareness on environmental friendliness and progress of activities with participation by all the employees.

(4) Conclusion

Nagahama Canon deploys MFCA at both processing and non-processing sites, and company-wide activities begins to progress. The next two issues in MFCA deployment are “implementation of retroactive application of the analytical outcome to upstream departments including R&D and production technology” and “total optimization based on analysis in the entire supply chain”.

(i) Retroactive application to upstream departments such as R&D and production technology departments

In the area of yield improvement of main materials which eventually become products, areas for improvement by a single manufacturing site or factory are limited. The company considers it necessary to involve and seek corporation among the upstream manufacturing departments such as R&D and production technology.

An important future issue is to continuously appeal the analytical result of MFCA in the factory toward these related departments and to gain their understanding and cooperation. As a secondary side-approach, the company also considers it necessary to provide information to the cost management department, which monitors product cost over the complete life period.

(ii) Total optimization by analysis in the entire supply chain

Nagahama Canon produces end products by procuring components and raw materials from hundreds of suppliers. A supply chain is formed in the upstream of each material flow of each

supplier, starting with the assembly manufacturer and followed by the second processing manufacturer, first processing manufacturer, and material/raw material manufacturer.

The company considers that by deploying MFCA in this company group within a supply chain, sharing MFCA analytical information between two companies positioned before and after one another (upstream/downstream) in the supply chain, and experiencing the trial and error process together, the possibility or extent of improvement by MFCA will further increase compared to that implemented by a single company.

In this case, the fundamental principle that the relationship of the companies in the supply chain that share analytical information of MFCA is always equal should be strictly followed.

Case 9 OMRON Corporation

Production characteristics: MFCA application in a group-based company

(1) Organizational profile

OMRON Corporation operates business in the fields of industrial automation, electronic components, automotive electronic components, social systems, and healthcare, etc., and its principle is “working for the benefit of society.”

The company constitutes a corporate group with many domestic and overseas offices. In 2002, the OMRON group established the “Green OMRON 21” vision to achieve corporate activities suitable for significance of its corporate existence. An environmental management vision and environmental action plan clarifying the planned activities and targets are specified in the vision.

OMRON's mission is to utilize the business resources (people, goods, money, energy, and material resources) deposited by the society and to offer beneficial “products and services.” It is important to achieve an ideal balance between the ecology and economy to aim for the status of an environment-conscious leading company.

As an environmental approach to business, the OMRON group has adopted MFCA to analyze the amount and cost of material and energy loss (CO₂ emissions) generated during the production process and to reduce these through the in-processing activities.

The employees in the entire OMRON group numbered 36,299 (OMRON corporation: 5,133, domestic subsidiaries: 6,368, and overseas subsidiaries: 24,798) as of March 31, 2010. The company's sales were 524.694 billion yen (OMRON group, FY 2009) with a capital of 64.1 billion yen as of March 31, 2010.

(2) Material flow model of main target process/es

(i) History of MFCA introduction to the model line

The company initiated a trial introduction of MFCA in 2006. The OMRON KURAYOSHI Corporation (currently the Kurayoshi Factory of the OMRON SWITCH & DEVICES Corporation), which is involved in component processing such as switch became a model factory for MFCA introduction. A production line that has pressing and molding processes is selected as a model.

As the price of copper used as pressing material soared in 2006, the high cost of raw material increased the pressure on the company's profits and resource saving became urgent matter. Therefore, integrated improvement activities called gear-change activities are popular in OMRON KURAYOSHI Corporation, and the MFCA analysis is also selected to be one of the activities for the company engagement.

(ii) MFCA implementation and result in the model line

As the improvement activities are popular in the company, the collection of data for MFCA implementation was initially considered easy. However, another investigation had to be conducted as the existing data were not for weight but for quantity, and many datasets were unknown.

Actual analysis revealed that they had not measured scrap during pressing or mold runner wastes because the generation of such wastes was inevitable. When the amount of scrap wastes was annualized, a significant loss was identified. Another surprising point was that only 30% of the material became products.

As OMRON KURAYOSHI Corporation had already experienced a lot of improvement activities, its improvement approach after the visualization of loss was speedily implemented and it has achieved the result shown in Figure 9.1.

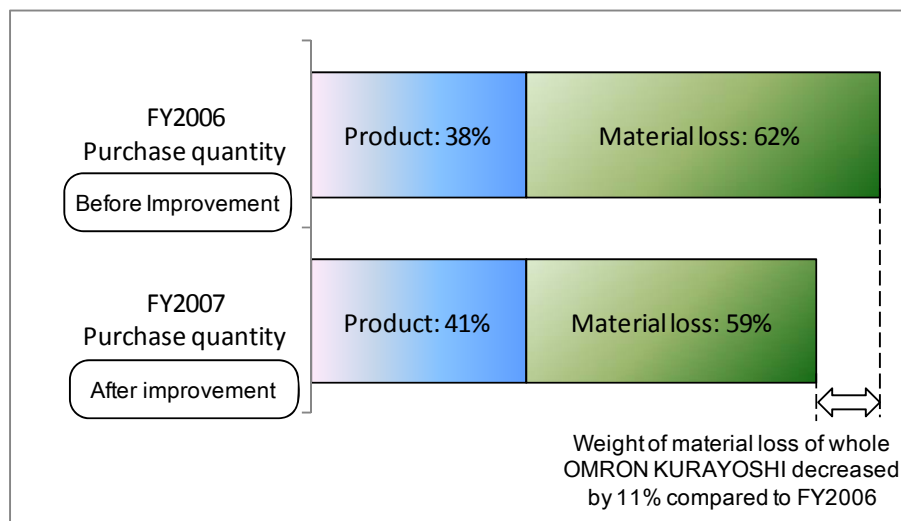


Figure 9.1 Comparison between the situations before and after the improvement

(3) Description of material losses

After its introduction in OMRON KURAYOSHI Corporation in FY2006, MFCA was also applied in other OMRON offices in FY2007. The MFCA implementation in 2007 covered not only visualization of material losses but also visualization of energy loss.

By collecting electricity waveform data in each facility unit and comparing them with the operation results, an obvious understanding was developed regarding electricity at the time of operation, loss of electricity when the facilitation was down, standby electricity, power factors, etc. Energy loss reduction was achieved by defining positive energy and negative energy and increasing transparency of energy loss. The analytical results also lead to a better understanding of the operating rate of the actual equipment and facilitate improvement in equipment productivity.

(4) Findings through MFCA analysis

Until FY2007, MFCA was implemented after improvement in the production process for the products being processed was evaluated. Therefore, the implementation was mainly related to the processing. This was due to the assumption that processing involves larger material loss and the scope for improvement is larger than in the assembling process; it is more reasonable in the trial stage or the early stage of the MFCA application.

According to the material loss factor analysis results for OMRON KURAYOSHI Corporation introduced in FY 2006, 95% or more of the loss was attributed to the design factor. In the punching process of metallic material by metal press dies and the molding process by molding dies, the main material loss factor was the design of the metal dies and equipments.

Therefore, the design improvement was emphasized as one of the targets in the offices that introduced MFCA in FY2008. According to the material loss factor analysis, a majority of the loss was incurred from the design factor. The dies and equipments were designed when raw material cost was relatively low, and at that time, lower cost and higher speed as well as easier components processing and assembling of equipment were more valued, while awareness regarding the importance of materials was limited. The result showed the significance of material loss.

(5) Conclusion

As shown in Figure 9.2, it is important to ensure that the product development, production technology, and manufacturing departments cooperate; likewise, it is important to ensure the application of MFCA in a supply chain as an outline of the future approach.

(i) MFCA approach from the development design stage

It is necessary to continue proposing improvements in the weight of material loss and cost information to the product development and production technology departments, while advancing improvements in material loss of the products being processed by the manufacturing department. Another important point is that the commercial product development and production technology departments utilize MFCA for their own problem-solving to accomplish technology and commercial product developments in order to improve material productivity.

(ii) MFCA implementation in a supply chain

Businesses that accomplish most of their processing in-house can easily understand and improve material loss. In contrast, businesses that outsource these processes require an approach to improve material productivity in a supply chain, and deploy MFCA for that purpose.

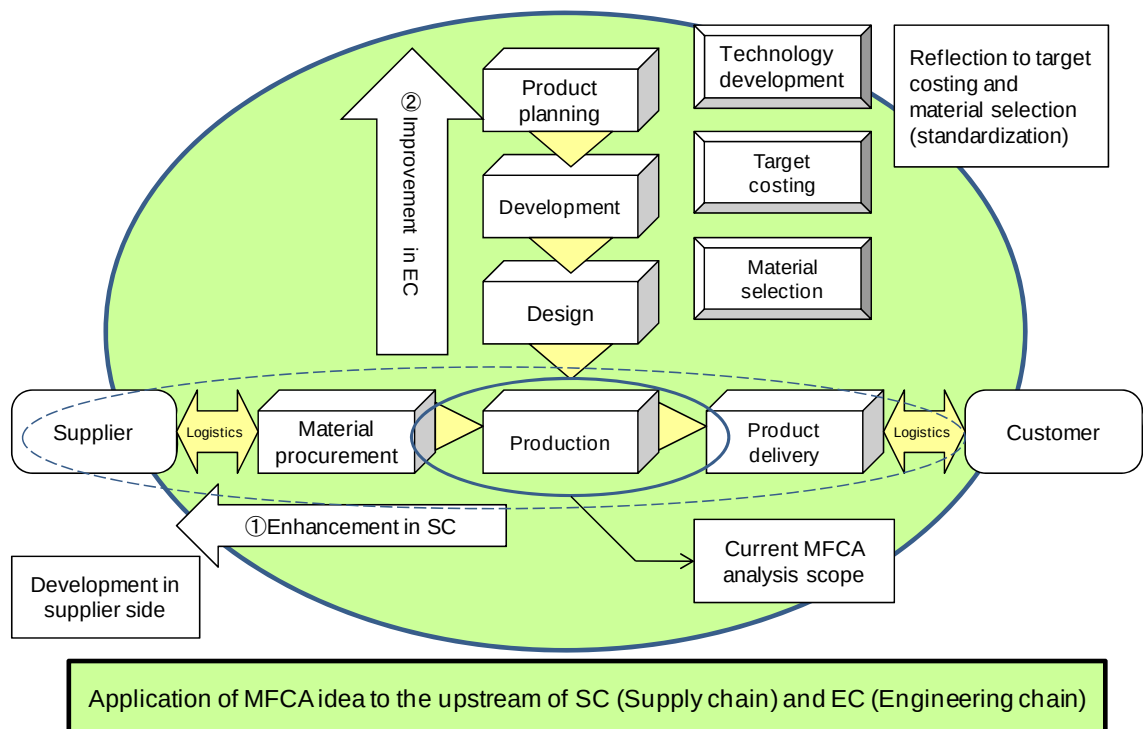


Figure 9.2 Overview of the medium- to long-term MFCA approach for the future

Case 10 TS Corporation

Production characteristics: Small-to-medium business and high-mix low-volume production by order

(1) Organizational profile

TS Corporation is located in Oyama-shi, Tochigi Prefecture, Japan. The total factory employees numbered 47 in 2007. The company's capital was 20.4 million yen. The process selected for this project was the manufacturing process of a stainless-steel.

(2) Material flow model of main target process/es

Figure 10.1 indicates the material flow and the selected process (MFCA boundary):

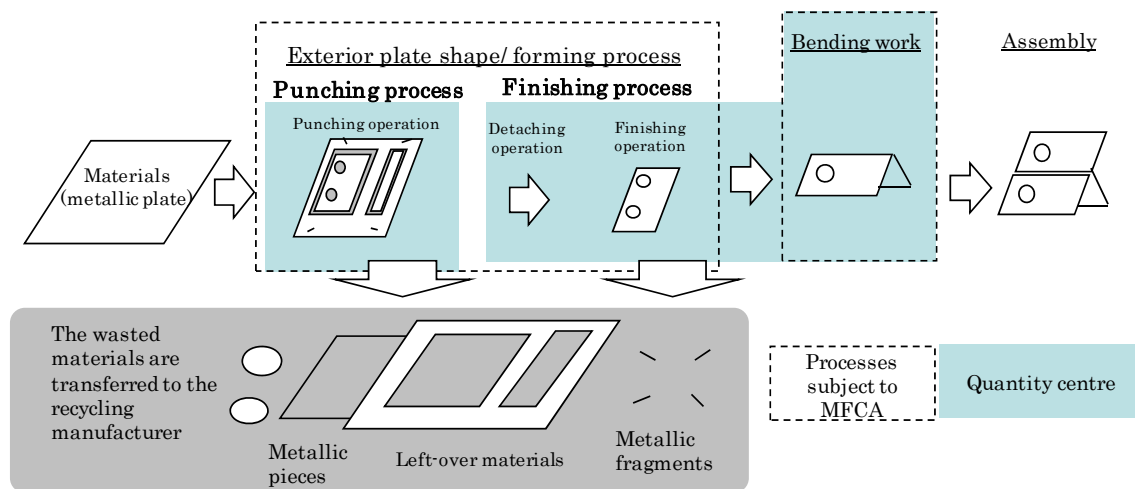


Figure 10.1 Material flow model of the main target process (MFCA boundary)

As shown in Figure 10.1, the process consisted of punching, finishing (detaching and finishing operations) and bending processes.

In this project, the punching process and finishing process were defined as a quantity centre. Further, raw metal plates were the subject material for MFCA analysis. System and energy costs were calculated by proportion of the number of raw material plates used for the process.

As a characteristic of calculation, in case of the made-to-order production or a wide variety of products in small quantities, multiple types of products were normally punched out from a single plate. Therefore, it was difficult to determine the raw material amount for a single product to conduct the MFCA analysis. In order to overcome this issue, the material flow per the single plate (sheet thickness 1.5mm) — the main raw material for the subject process — was traced.

(3) Description of material losses

Input and material loss at each stage of the manufacturing processes are described in the followings:

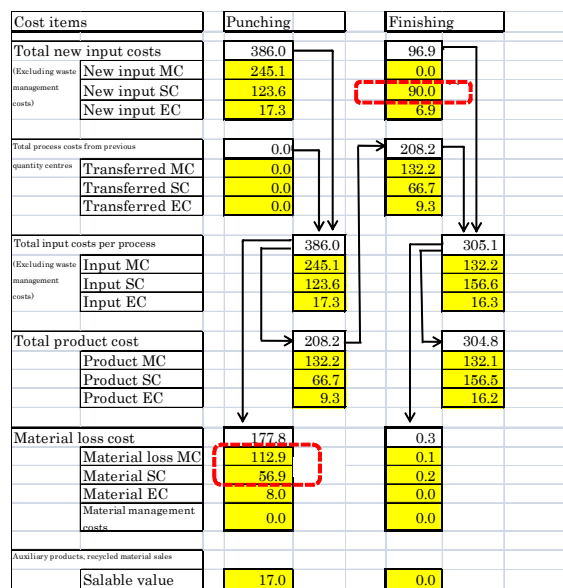
- Punching operation: Metallic fragments were generated as material losses. The fragments were gathered by material type and delivered to a recycling manufacturer;

- Detaching operation: Left-over materials after the punching process became material losses. The materials were gathered according to type of material and delivered to a recycling manufacturer. In addition, if the left-over materials were large enough to be used for the production process, the left-over materials were re-input into the punching operation; and
- Finishing operation: After the detaching operation, protuberances at connecting points with the material plates were deburred by a file. Fine metallic powder was generated during this operation and became material losses.

(4) Findings through MFCA analysis

Table 10.1 Material flow cost matrix

	Material Cost	Energy Cost	System Cost	Disposal Cost	Total	Recycling selling price	Total
Products	132	16	156		305		305
	27.3%	3.4%	32.4%		63.1%		65.4%
Material loss	178	8	57		178		178
	23.4%	1.7%	11.8%		36.9%		38.2%
Disposal/recycling				0	0	17	17
				0.0%	0.0%	-3.7%	-3.7%
Sub-total	245	24	214	0	483		466
	50.8%	5.0%	44.2%	0.0%	100.0%		100.0%



NOTE Figures have been altered for publication. Figures are in units of JPY1,000.

Figure 10.2 Flow chart with data

It was found that costs for material loss accounted for approximately 40% of input costs, more than 60% of which were related to the input material. Also, it was found that majority of the material costs were from the punching process. Volume of the products was slightly less than 60% of the input materials, which was lower than the yield ratio calculated by the company.

(5) Targeted points to be improved or improvements based on MFCA analysis

Various improvement measures throughout all the operations were considered, including the followings:

- Introduction of a checking system for nesting operation (operation for setting a layout for punching multiple products from a single plate);
- Prioritization for manufacturing of repeatedly ordered products;
- Grouping of the multiple products for greater efficiency; and
- Adjustment of production-schedule at the phase of order-reception and order-placement.

(6) Conclusion

Although individual yield rates for every nesting had been known and managed prior to the MFCA application, the MFCA analysis made it possible to set clear targets for a total yield rate rather than the individual yield rates, and that the ground was fostered in which each employee was able to propose improvements from the operations that they were engaged in.

On the other hand, several issues for effective MFCA application were also identified, including the followings:

- Understanding of the purchase volume or usage volume of a wide variety of materials according to type; and
- Introduction of an automatic data output system for the NC turret punching-machine in order to reduce additional labor costs for transcription of nesting-design instructions by operators.

Case 11 Press manufacturer A
Production characteristics: Sheet metal processing improvement case
in wide-variety-in-small-quantities production by MFCA

(1) Organizational profile

Press Manufacturer A is a medium-scale enterprise that develops and manufactures their own products such as inspection devices and abnormal substance separation equipment as well as original equipment manufacturers (OEMs) for other company's products. Recently, an outsourcing service has been deployed - this service covers everything from the design development to procurement and manufacturing all at once, and the products of many enterprises are characteristically manufactured in small lots at Press Manufacturer A.

By being eagerly engaged in productivity enhancement and environmental considerations, the company has improved productivity through the introduction of Industrial Engineering, ISO9001 for production and quality management, and ISO14001 for environmental management.

The introduction of MFCA at this project involves an examination of the yield ratio of material, and it aims to achieve further productivity enhancement, cost reduction, and environmentally friendly manufacturing. In addition, the company has been engaged in this project with the aim of ensuring that the person in charge at the site takes the cost side into consideration, and voluntarily works on the improvement.

The introduction of MFCA is led by the board member of the production department. Each section consists of production management, production, production technique, design, and procurement cooperates for improvement activities.

*Corporate information is not disclosed for this project.

(2) Material flow model of main target process/es

(i) Target product and scope of process

Inspection equipment was targeted for this project because this type of equipment is a representative product and the company received a lot of orders for it at the time of MFCA introduction (approximately 100 pieces of equipments per month). Moreover, a number of differently shaped parts are used because of the various designs. All body-manufacturing processes for the equipment where the material losses from input material are generated were subject to MFCA analysis.

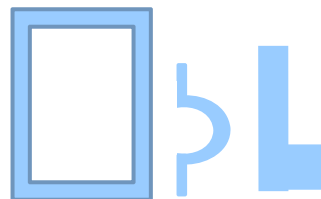


Figure 11.1 Example of differently shaped parts

(ii) Manufacturing process and quantity centre

- Outline of the manufacturing process of the target product
 1. In the punching-press process, parts are punched from board material.
 2. The punched parts are deburred.
 3. Board parts are bent for transformation.
 4. Spot-welding and welding are conducted and each part is connected.
 5. External parts are polished for finishing.
 6. Products are inspected prior to shipment to an assembly factory.
- Definition of quantity centre

The processes were divided into the punching-press process, in which a significant loss of the edged material was generated, and other processes in which defective products were generated.

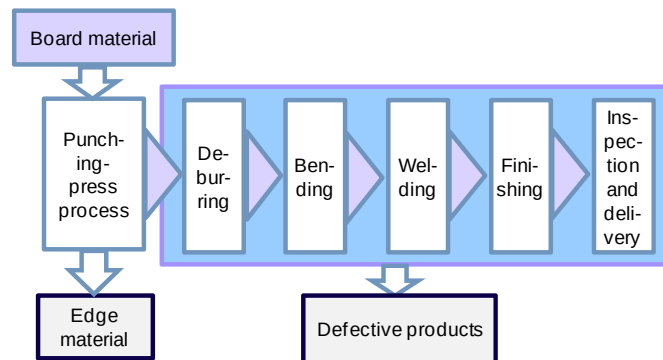


Figure 11.2 Input/output during body manufacturing process

(3) Description of material losses

(i) Material loss in the process

- In the punching-press process, the edge material of the board material is generated.
- In each stage of the chipping bur work, the inspection, and the shipment, defective products are generated.

(ii) MFCA data definition

- Physical quantity of material

Because production is conducted in a small amount with large variety, multiple parts are punched from a single board material. Therefore, the loss was a measure not of the units of parts but of each board by production order. Although the data produced by the nesting software is available, it cannot accurately indicate the loss because differently shaped parts are considered and calculated in a rectangle shape. Therefore, the loss was calculated with the ratio of the weights of individual parts and weights based on the assumption that the part was a rectangle.
- System cost and energy cost

The processing cost was calculated based on the manufacturing time of the target product.

(4) Findings through MFCA analysis

(i) Table and explanation on loss quantity

Punching-press process generated a particularly high rate of material losses. The loss rates of 3 × 6 boards and 4 × 8 boards are significant, as shown in Table 11.1, and the necessity for improvement is high.

Table 11.1 Material input/ output and defective products in the punching-press process

Type of board	Number of boards used	Weight calculation by MFCA using the net weight of products processed by the number of machines shown in the left cell					Defective product	
		Weight of input per lot	Total weight of product per lot	Weight of loss per lot	Loss rate	Yield rate	Quantity	Weight
3X6 board	60	1,259,797.6g	610,054.8g	649,742.8g	52%	48%	2	555.2g
4X6 board	105	2,940,331.9g	1,866,823.8g	1,073,508.1g	37%	63%		
4X2000 board	150	918,638.4g	665,435.8g	253,202.6g	28%	72%		
4X8 board	15	559,910.1g	300,775.3g	259,134.8g	46%	54%	4	48.7g
Total		5,678,678.0g	3,443,089.7g	2,235,588.3g	39%	61%	6	603.9g

(ii) MFCA cost evaluation

Partly because of a significant amount of the input board material, the material loss costs for 4 × 6 boards are especially significant.

Table 11.2 Aggregated calculation of MFCA balance

Input						Output							
Total input cost						Product cost		¥414,000 61%		Material loss cost		¥269,000 39%	
Material	Material unit price (¥ 1,000/kg)	Amount (kg)	%	Cost (¥ 1,000)	%	Amount (kg)	%	Cost (¥ 1,000)	%	Amount (kg)	%	Cost (¥ 1,000)	%
3X6 board	0.085	1,259.2	22.2%	107.0	22.2%	610.1	10.7%	51.9	10.7%	649.7	11.4%	55.2	11.4%
4X6 board	0.085	2,940.3	51.8%	249.9	51.8%	1,866.8	32.9%	158.7	32.9%	1,073.5	18.9%	91.2	18.9%
4X2000 board	0.085	918.6	16.2%	78.1	16.2%	665.4	11.7%	56.6	11.7%	253.2	4.5%	21.5	4.5%
4X8 board	0.085	559.9	9.9%	47.6	9.9%	300.8	5.3%	25.6	5.3%	259.1	4.6%	22.0	4.6%
Subtotal of material amount and cost		5,678.1	100.0%	482.6	100.0%	3,443.1	60.6%	292.7	60.6%	2,235.6	39.4%	190.0	39.4%
System and energy cost				Cost (¥ 1,000)	%			Cost (¥ 1,000)	%			Cost (¥ 1,000)	%
Total process cost				200.0	100.0%			121.3	60.6%			78.7	39.4%
Subtotal of system energy cost				200.0	100.0%			121.3	60.6%			78.7	39.4%

(5) Targeted points to be improved or improvements based on MFCA analysis

The loss rate of the cutting plan can be understood from the numerical value through the introduction of MFCA, which was historically understood on feel. In particular, it is necessary to improve the cutting plan in the punching-press process. Countermeasures will be considered in consideration of its impact by simultaneous use of the Job Work Instructions and physical quantity calculation by MFCA. The improvement aspects involve the following three points:

- Change in board size, board thickness, and board changes (custom-designed material and fixed-scale material);
- Change in combination of the parts produced from one board; and
- Change in directions of the parts input into the processing machine.

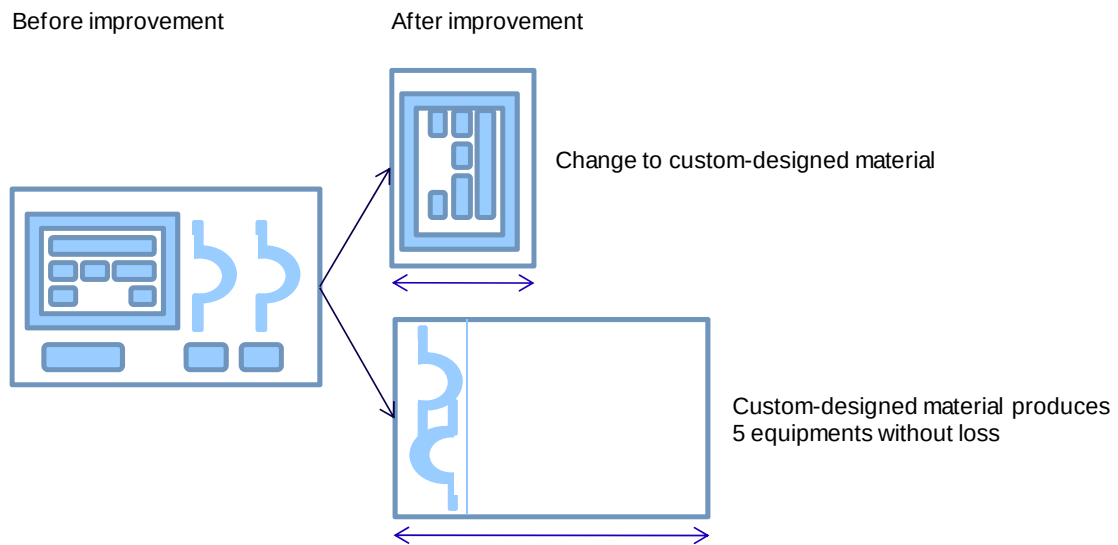


Figure 11.3 Example of improved cutting plan

(6) Conclusion

Establishment of a mechanism with which the actual material loss can be understood by the MFCA introduction is an important achievement. Previously, only the person in charge of nesting looked at the cutting plan; this information is now shared in-house to enable an understanding of material losses and employees began to be engaged in loss reduction. Further, through this activity, the person in charge voluntarily strives to improve material loss through this activity.

Press Manufacturer A is engaged in production of a variety of small lot products, and various products are manufactured that cover their own designed products to outsourced products. The MFCA application to other products will be necessary in the future.

In regard to products designed in other companies, the additional value of Press Manufacturer A will be realized through its proposals to customers from the viewpoint of "material loss." In detail, the proposals consist of "Proposal of the selection of the material (board thickness and material)," "Proposal of low-cost processing based on examination of cutting approach for the board material," and "Proposal in regard to the size and the shape of parts from the viewpoint of material loss."

As for the products that are designed in-house, the cutting approach for board material and board thickness using the MFCA data at the design stage will be discussed.

In addition, in regard to outsourcing activity, MFCA calculation can also be used to determine parts for outsource manufacturing, and in this way material losses will be reduced in outsourcing material processing.

Case 12 Katagiri Seisakusho Co., Ltd.

Production characteristics: Manufacturing process of a cold forging product

(1) Organizational profile

Katagiri Seisakusho Co., Ltd. (hereafter referred to as “Katagiri Seisakusho”) manufactured precision cold forging, using cold forging technology, in order to manufacture automobile parts and other precision cold forging parts, as well as the manufacture and sale of super-abrasive tools. The company’s employees numbered 260 at the time of the project. The company’s sales were 4.5 billion yen (FY 2007). The company’s capital was 70 million yen (FY 2007).

The objective of this project was twofold:

- To establish an indicator for process improvement and cost reduction, and
- To connect it with the goals of enhancing quality, resource-saving, and energy-saving which are raised as ISO 9001 and ISO14001 policies, and to identify issues such as effective use of resources, productivity and quality improvements.

(2) Products and processes subject to MFCA implementation and their characteristics (material flow model of main target processes)

The target process was the manufacturing process for AT SOL housing. Further, the selected processes consist of the followings:

- Cutting process which involves cutting approximately 4 m rod materials into several hundred materials using a round saw;
- Annealing process, lubrication process, and forging process which were repeated three times each;
- Machining process which involved machining to conform with drawing specifications of the client; and
- Heat treatment and plating process at an affiliated company, and the in-house inspection, and shipment (packaging) process.

Although the annealing, lubrication, and forging processes were conducted 3 times each and conducted at different locations, little material losses were generated from these processes; these processes were considered as one quantity centre (see Figure 12.1).

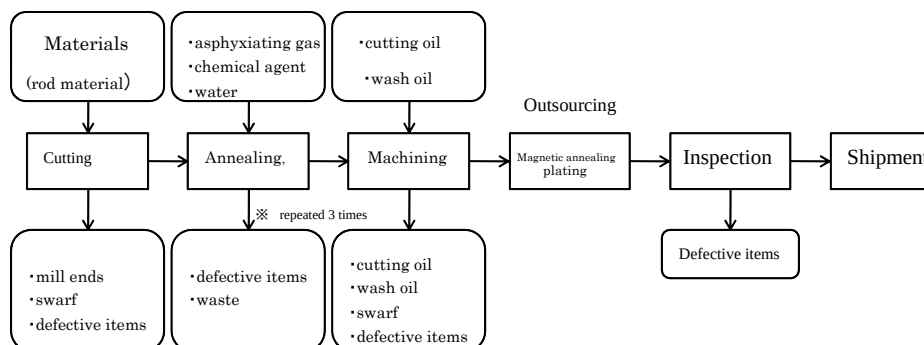


Figure 12.1 Input and output at each quantity centre

(3) Description of material loss

Following material losses were identified during the course of the project:

- Losses from each process
 - Cutting process: rod mill ends, swarf, defective items;
 - Annealing process: defective items;
 - Lubrication: water, chemical agent, steam;
 - Forging: defective items;
 - Cutting work: wash oil, swarf, defective items; and
 - Inspection: defective items.
- MFCA data definition
 - The volume of disposed mill ends generated from the cutting process was determined from the number of materials that could be obtained from one rod and the number of used rods after cutting;
 - As the annealing and lubrication processes treated other materials not included in this project, the time and volume of the material loss for this project was calculated from the number of treated items;
 - System costs included the machining oil and cutting blades used in cutting, the nitrogen gas used in annealing, heavy oil used for lubrication treatment (boiler), mold used in forging, and cutting tools used in machining;
 - Electricity costs that accounted for energy costs were aggregated for the entire factory, and were calculated by proportionally allocating them according to the number of the main equipments; and
 - Electricity costs for the annealing process which accounted for a significant proportion of the electricity consumption was calculated from the number of target products handled at the annealing process.

(4) Findings through MFCA analysis

As shown in Table 12.1, the most significant material losses were identified in the QC 3 (machining process) where 25% of the input materials became material losses. The next largest losses were identified in QC 1 (cutting process) where approximately 8% of the input materials became material losses.

Table 12.1 Material output volume

	Type of material cost	Item type	Units	QC1	QC2	QC3	QC4	QC5
				Cutting	Annealing, lubrication, processing and forming	Machining	Outsourcing	Inspection/shipment
Output (Products)	Products (intermediate products) for next process	Quantity of products	kg	38603.5	345487.9	26841.1	27793.7	27535.2
Output (Material losses)	Emissions and wastes	Quantity of water, chemical agents, cutting oil, etc.	kg	16.2	1591.9	723	0	0
	Valuable materials	Quantity of main materials	kg	3569.3	69.7	9396.1	0	139.1

It could be seen from Table 12.2 that material loss costs (MC) accounted for a large portion of the material losses.

Table 12.2 Material flow cost matrix (units: JPY 1,000)

	Material cost	Energy cost	System cost	Waste management cost	Sub-total	Selling price for recycled materials	Total
Product	15,683.0	893.4	13404.4		29,980.9		29,980.9
	42.6%	2.4%	36.4%		81.5%		84.6%
Material loss	4,674.3	322.4	1,697.6		6,694.3		6,694.3
	12.7%	0.9%	4.6%	0.0%	18.2%	0.0%	18.2%
Waste/recycle				110.3	110.3	-1331.2	-1220.9
				0.3%	0.3%	-3.8%	-3.4%
Subtotal	20,357.3	1,215.8	15,102.1	110.3	36,785.4		35,454.2
	55.3%	3.3%	41.1%	0.3%	100.0%	0.0%	96.4%

(5) Targeted points to be improved

Focus was placed on improvements of the “machining process” and the “cutting process” that were identified to cause significant material loss costs.

– Machining process

In this process, more than 85% of MC was from swarf. Generally, by improving the forming method in order to match the forging shape with the finished machining shape as much as possible, the amount of swarf was dramatically decreased from the machining process. In other words, this measure leads to higher yield ratio. However, this was not implemented this time. The reason for non-implementation of this measure was the following three points:

- Forging processes, as well as annealing and lubrication treatment processes will increase, and costs may also increase;
- Forging surface roughness may be increased by reducing the machining operation; and
- The material composition and performance of parts can be changed by changing the forging shape, and they might not conform to the needs of clients.

- Cutting process

In the cutting process, improvement measures were implemented for two purposes: reduction of swarf; and reduction of mill ends. In reducing swarf, blade thickness was made thinner. This was expected to reduce swarf by 21%. In reducing mill ends, reuse of the mill ends was implemented. This was expected to lead to 69% less mill ends than before the introduction of this improvement measure.

(6) Conclusion

The following impacts were identified through the MFCA implementation:

- All input costs, product costs, and material loss costs were clarified;
- Breakdown of cost for material losses per process was also clarified;
- Improvement measures could immediately be simulated; and
- Transparency of problematic areas was increased.

In the future, it was desirable to summarize and implement improvement measures identified during this project. The company will conduct process improvements and cost reductions, and introduce these measures in other processes as a means of realizing the effective use of resources, improving productivity, and improving quality. In addition, the company will make plans to link these activities with reduction of environmental impacts as targeted under the company's plan for the ISO14001 activities. In the future, the company would also like to link the MFCA related activities with the product design phase.

Case 13 GUNMA GOHKIN Co., Ltd.
MFCA case study of aluminum die-casting
for environment-friendly die-casting factory

(1) Organizational profile

Established in 1947, GUNMA GOHKIN Co., Ltd. is a specialized aluminum die-casting manufacturer. The manufactured die-casted product (formed and fabricated materials) is mainly supplied to the assemblers and processing manufacturers of auto parts.

Recently, aided by prefectural and national subsidies, the company has started exploring the potential ways in which the energy intensity in a melting furnace involved in the die-casted production process can be decreased with an aim of becoming a more environment-friendly die-casting factory.

The objective of their participation in the MFCA project is to link MFCA with existing company-wide production management practices such as Total Productive Maintenance (TPM), to establish a new management system that enables them to evaluate both sides of the business, the environmental impact and the cost, and to disseminate a similar system to the Philippine production site GGPC (Gunma Gohkin Philippines Corporation). GGPC comprehensively conducts a range of processes for aluminum- and zinc-related die-casted products, from casting to cutting and processing.

The MFCA introduction initiative was headed by the management-planning section and cooperated by various sections such as casting, production technology, production management, and development design.

The company's employees numbered 82 as of January 2011. The company's sales were 3.523 billion yen (as of March in FY 2010) with a capital of 150 million yen.

(2) Material flow model of main target process/es

The project targets the processes related to melting of the aluminum and molding of the die-casted products. All on-site products are included in the MFCA calculation. The machining and molding processes process is conducted by an external contractor. These processes were excluded from the scope of the project.

(3) Description of material losses

Figure 13.1 shows a schematic representation of the manufacturing process and the material losses. Material losses consist of edge materials, including the losses due to runner and overflow, and defective items such as those with hot water wrinkle, and those involved in the burning process in the molding (casting, trimming, and inspection) process of the die-casted product. However, these material losses are recycled as a return material for the process.

In addition to squeezed aluminum loss, out-of-spec aluminum which cannot be recycled as a return material are generated in the melting process. In the molding process, material losses

include consumerable parts in the casting process, oils necessary for operating the equipments, spare parts and consumerable parts necessary for repair and maintenance of the equipments and molds.

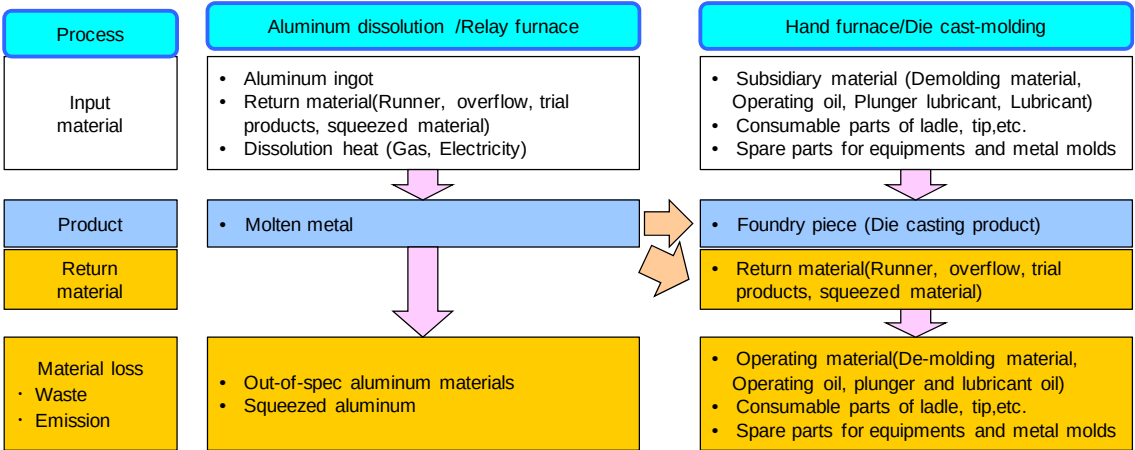


Figure 13.1. Manufacturing process and material loss

(4) MFCA analysis findings (Model case)

MFCA cost calculation is shown in Figure 13.2; it is based on the results of the measurement of the material balance of all types of products over a period of one month (October 2010). In addition, costs specifically related to material loss, heat loss during aluminum melting, and waste management are shown separately in Figure 13.3.

In particular, the energy consumed for the aluminum melting is separated from other energy consumption and the heat loss was calculated. In this MFCA implementation, the gross heat loss volume was calculated as follows:

Gross heat loss volume = Input calories (Amount of energy (e.g., electricity and gas) used for casting × Energy intensity)

- Calories necessary for product melting (Amount of products × Amount of heat used for melting of raw material)

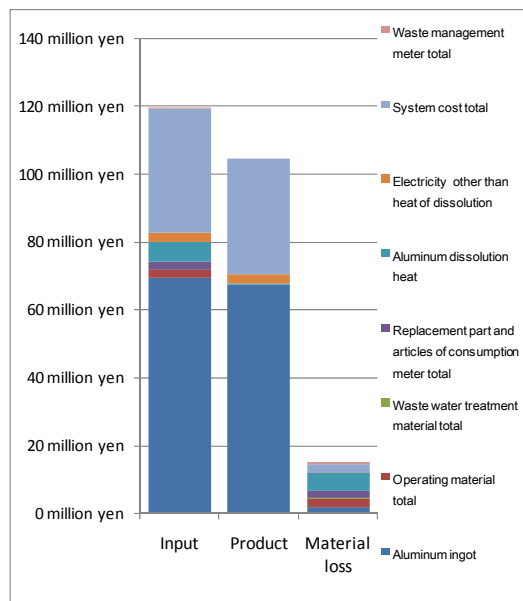


Figure 13.2 MFCA calculation result

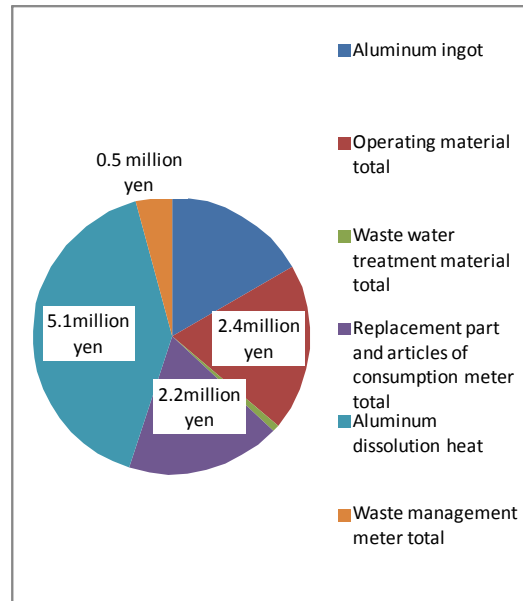


Figure 13.3 Cost for material loss, heat loss, and waste management

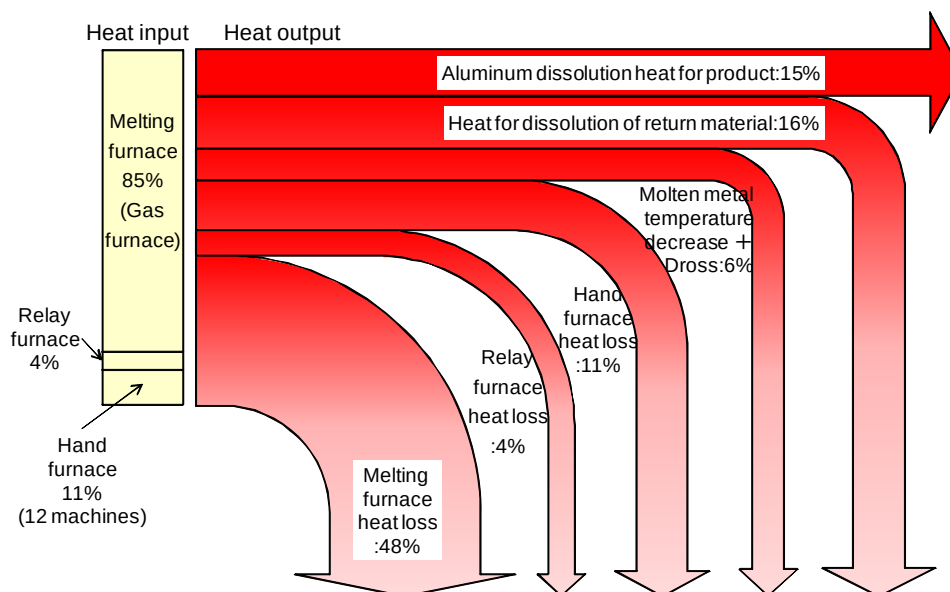


Figure 13.4 Heat calculation result for line that involves concentration melting furnace

(5) Targeted points to be improved or improvements based on MFCA analysis

As a result of the MFCA calculation, many issues have been revealed such as ways of minimizing the heat loss in the aluminum melting process and how there is a significant room for improvement in the efficient use of operating materials in addition to the existing loss-reduction practices applied for the raw aluminum materials.

In particular, it is well known that the heat loss from the aluminum melting process is substantial. However, it was a surprise that the loss of heat was significant in terms of both environment and

cost.

During the course of this project, in addition to the total heat loss, energy use was measured at each furnace and heat calculation and analysis of heat loss were partially performed, as shown in Figure 13.4.

As a consequence, the heat loss from various sources and its associated cost was revealed; it was found that the heat loss through the furnace and its emitted gas, and the wall-side panel of the holding furnace was significant. The energy-saving measures to be taken at the time of the future renovation and replacement of furnaces, etc., are clarified.

(6) Conclusion

GUNMA GOHKIN Co., Ltd. aimed at making their die-casting factory more environment friendly, and the MFCA project enabled them to compute the capital investment required to meet their objectives. Furthermore, certain issues to be tackled by the company mainly for the day-to-day implementation of TPM were also clarified.

The company has resolved to implement the improvements suggested, and to introduce MFCA at its Philippines production site, GGPC, for carrying out MFCA and MFCA-related improvement in the future.

Case 14 Mitsuya Co., Ltd.

Production characteristics: MFCA implementation in the metal plating process

(1) Organizational profile

Mitsuya Co., Ltd. (hereafter referred to as “Mitsuya”) was involved in plating of gold, silver, and nickel etc. In this project, MFCA was implemented to improve the nickel-plating process which has traditionally not been a focus for much improvement due to the fact that the unit price of nickel was not high. The company's employees numbered 299 at the time of the project. The company's sales were 4.39 billion yen (FY 2007) and the company's capital was 15 million yen.

(2) Products and processes subject to MFCA implementation and their characteristics (material flow model of main target processes)

- Target products and range of processes
Metal items to be plated were not selected for the MFCA analysis, as it was rare for the products subject to being plated to become material losses. In this project, one of the plating materials, nickel and its plating process were selected for the MFCA analysis.
- Manufacturing processes and quantity centres
Manufacturing processes consist of plate-processing, water-rinsing (dragging out), and inspection. In order to understand the nickel flow that was not plated and washed away with water, MFCA was implemented by defining the entire process as a single quantity centre as indicated in Figure 14.1.

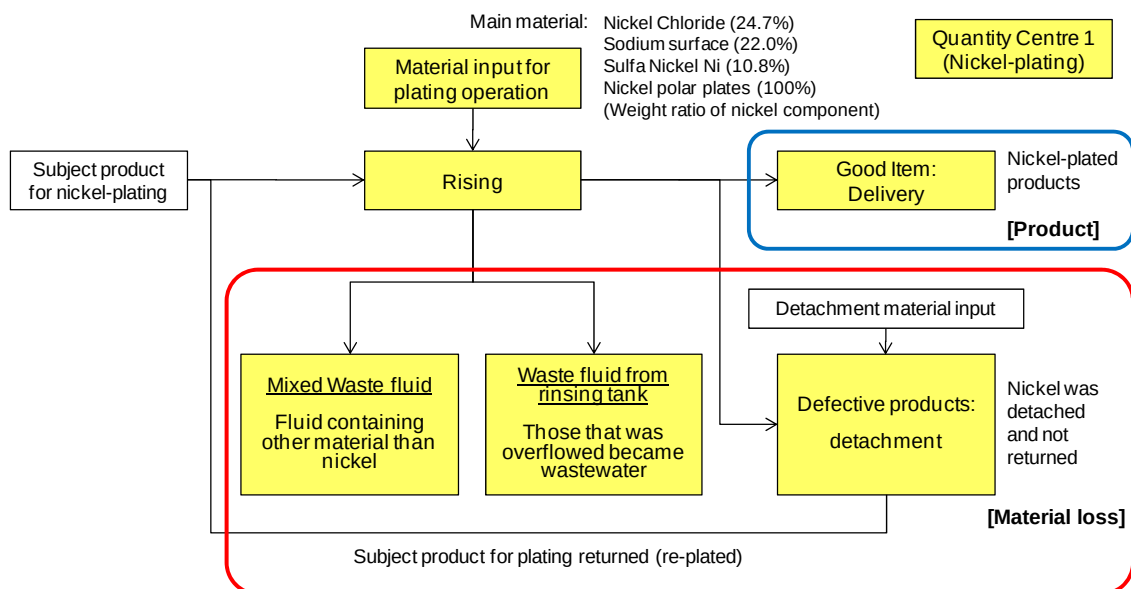


Figure 14.1 Input and output at the quantity centre

(3) Description of material losses

- Losses from each process
 - Nickel detached from defective items as identified at the time of inspection;

- Nickel included in the wastewater; and
- Indirect (operating) materials such as hydrochloric acid, boric acid, varnishing material, and water necessary for nickel plating.
- MFCA data definition
 - Material costs (MC): treatment costs of spalling fluid were included in the costs for material losses;
 - System costs (SC): depreciation costs for equipments were assumed to be zero in this project; and
 - Energy costs (EC): electricity costs.

(4) Findings through MFCA analysis

Input and output flow in the selected process was identified as shown in Table 14.1:

Table 14.1 Input and output in the subject process

NOTE Figures have been altered for publication. Units are in kg.

Nickel plating	Input material	
	Product	Material loss
Nickel within product plating	71.7	
Total good items in next process	71.7	
In-process recycling		0.0
Emissions, waste		429.0
Valuable material		0.0
Total material loss		429.0

Total material loss consisted of indirect (operating) materials (i.e., chlorine, boracic acid, brightening agent, water), and the nickel that did not become products.

As shown in the figure above, emissions and waste amounted to be 429 kg, the most significant material losses of all. These losses consisted of the indirect (operating) materials such as hydrochloric acid, boric acid, varnishing material, and water for nickel-plating, as well as nickel (amount of nickel: 25 kg).

The ratio of SC was significant. Furthermore, material loss costs were 8,400 yen. Moreover, waste management costs were 5,500 yen.

Table 14.2 Material flow cost matrix

NOTE Figures have been altered for publication. units: 1000 yen.

	Material cost	Energy cost	System cost	Waste management cost	Total
Products	16.5	343.5	23.3		383.3
	3.1%	65.4%	4.4%		73.0%
Material loss	8.4	119.8	8.1		136.3
	1.6%	22.8%	1.5%		26.0%
Waste/recycle				5.5	5.5
				1.0%	1.0%
Subtotal	24.9	463.3	31.4	5.5	525.1
	4.7%	88.2%	6.0%	1.0%	100%

(5) Targeted points to be improved or improvements based on MFCA analysis

Although SC accounted for 88% of the material loss costs, this was proportionally distributed SC which was allocated to nickel that was washed away with water. For this reason, a focus was placed on improvement of MC.

Of MC, while 8,400 yen became material losses, this was the total plating material which was washed away with wastewater during the water-rinsing process. Nickel which had been washed away with wastewater all became material losses. This suggested that 8,400 yen was disposed of every month from the nickel plating process. Likewise, it was necessary to consider these losses in combination with the waste management costs (5,500 yen). Reduction of the amount of the nickel material that flowed to the water-rinsing tank led to reduced costs for the material loss and the waste management.

(6) Conclusion

Reduction of the nickel material flowed to the water-rinsing tank was found to be a key issue. The same could be applied to processes in use of other plating-materials. This issue was considered to be related to the drainage system throughout the facility. In this regard, this issue was recommended to be considered from the perspective of equipment investment. Furthermore, in this project, water was not fully taken into consideration, while water was used in various ways including adjustment of plating fluid and the water-rinsing process, etc. In order to fully evaluate costs associated with the material losses in the process, water should be thoroughly traced and calculated.

As MFCA can be applied to other lines, it was desirable to conduct a horizontal MFCA deployment to cover a perspective of an entire facility.

Case 15 KOSEI ALUMINUM CO., LTD.

Production characteristics: MFCA implementation in the manufacturing process for automobile aluminum wheels

(1) Organizational profile

KOSEI ALUMINUM CO., LTD. is involved in production and sales of automobile aluminum wheels, major security parts for automobiles and motorbikes, various equipments and their parts. The factory for MFCA application was established in 1990, and as the mother factory for aluminum wheel production, is currently manufacturing pure wheels and aftermarket wheels for delivery to various automobile manufacturers. In order to identify losses for minimal staffing, improving productivity, and improving quality, MFCA was implemented for process improvement and cost improvement which eliminates waste, and to improve environmental performance by reducing energy costs through the efficient use of resources. The company's employees numbered 349 at the time of the project. The company's capital was 199.5 million yen.

(2) Products and processes subject to MFCA implementation and their characteristics (material flow model of main target processes)

One of the models manufactured at the facility was selected as the target product and all production processes of aluminum wheels were selected as the target process for this project. Quantity centres consisted of dissolution, forging, cutting, machining, pressure measurement and appearance inspection, balance inspection, paint appearance inspection, and shipment process (see Figure 15.1).

Further, the dissolution process was shared by other non-selected processes for this project. In the dissolution process, molten metal was allocated to each holding furnace by a dissolution furnace facility (see Figure 15.1).

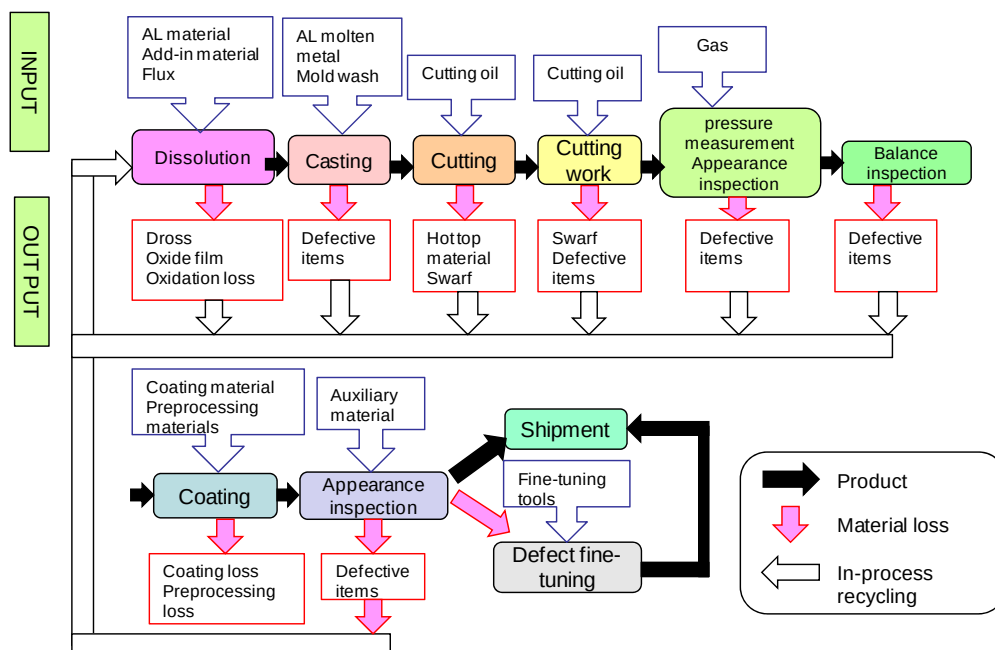


Figure 15.1 Input and output per quantity centre

(3) Description of material loss

- Losses from each process
 - Material losses: additive loss, coating loss, auxiliary materials, and operating materials; and
 - In-process recycling: oxide film, oxidation loss, hot top-materials, swarf, and defective items.
- MFCA data definition
 - The per unit weight of input volume and turnover volume for each process, except for the dissolution process, were multiplied. As the dissolution process was conducted by a common facility, each input material was calculated by multiplying the total allocated weight of molten metal by the target line ratio and the target model production ratio.
 - A standard unit cost was used for aluminum material, and for materials which were also diverted to other models, calculation was conducted using a cost proportionally divided by the production ratio of the subject product, based on the weight cost information for the materials used actually for the process.
 - The aluminum oxide produced from the dissolution process was recovered, its treatment was outsourced, and it became one of the reclaimed materials for input to the subject process.

(4) Findings through MFCA analysis

Out of 135 tons of material losses, the in-process recycling quantity was found to reach 117 tons, or approximately 87 % of the material losses. This finding indicated importance of undertakings to reduce generation of material losses that flowed to in-process recycling.

Table 15.1 Material input/output amount

				QC1	QC2	QC3	QC4	QC5	QC6	QC7	QC8	QC9	QC10
MC item categories		Item name	Unit	Dissolution	Forging	Cutting	Machining	Pressure measurement, appearance inspection	Balance inspection	Coating	Appearance inspection	Defect fine-tuning	Shipment
Output (product)	Good items from next process	Quantity of good items	kg	224635.6	231710.5	40278.5	30759.1	47256.2	31606.0	38601.7	28793.7	37309.8	99587.7
	In-process recycling	Quantity of aluminum material recycling (defective items, swarf, hot top material etc.)	kg	0.0	770.0	40790.4	69917.8	638.0	3817.0	0.0	1529.0	0.0	0.0
	Emissions, material loss	Emissions, material loss quantity (additive loss coating loss, etc.)	kg	0.0	26.0	9.7	257.9	25.5	0.0	9191.3	0.0	0.0	0.0
	Valuable material	Quantity of valuable material loss (aluminum oxide)	kg	7871.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Material loss costs accounted for 25.4% of total costs as shown in Table 15.2.

Table 15.2 Material flow cost matrix

NOTE Figures have been altered for publication. Units: JPY 1,000.

	Material cost	Energy cost	System cost	Waste management cost	Total
Products	218.2	24.4	791.0		321.7
	49.9%	5.6%	18.1%		73.6%
Material loss	47.4	20.4	43.1		111.0
	10.9%	4.7%	9.9%		25.4%
Waste/recycle				4.3	4.3
				1.0%	1.0%
Subtotal	265.6	44.8	122.3	4.3	437.0
	60.8%	10.3	28.0%	1.0%	100%

(5) Targeted points to be improved

Through MFCA analysis, the followings were found to be key issues for improvement:

- Reduction of the internally recycled material losses;
 - Improvement of yield ratio; and
 - Improvement of coating efficiency.
-
- Reduction of internally recycled material losses
As quantity of in-process recycling was identified to be significant, measures to reduce defective products during each process played key roles. 25.4% of the total cost was from the material losses, and the material losses generated from the machining process was the largest of all.
 - Improvement of yield ratio
Material losses (hot top and swarf) generated during the machining process and cutting process were re-input as returned materials. As returned materials were re-dissolved for reuse and such materials were hardly considered as material losses. However, as such material losses carried over energy cost and system cost from the initial production cycle, they were found to be significant losses from a cost perspective. It was surmised that improving yield ratio and lowering material loss ratio were key improvement measures.
 - Improvement of coating efficiency
Material costs at the coating process were also found to be substantial. Significant amount of coating was not added to intermediate products; increasing coating efficiency was also a key issue.

(6) Conclusion

MFCA was implemented toward a certain model of product in one specific line during the course of this project. As dissolution process was involved, there were returned materials (i.e., hot top, swarf, and defective items) that were returned to the dissolution process without proceeding to the next process as material losses. By highlighting the quantities and evaluating cost of such materials, key issues could be specified.

In the future, countermeasures to these issues will be steadily implemented. In addition, their deployment toward other lines and models will be implemented as well. Moreover, it was surmised that MFCA could also be applied in daily on-site management, and toward the design and development of new models in the technology department. MFCA could be considered as a useful management tool in evaluating investment impacts and cost and environmental impacts.

Case 16 MIWA LOCK Co., Ltd.
Production characteristics: Management and reduction of material loss
in over 5,000 component units

(1) Organizational profile

MIWA LOCK Co., Ltd. (hereafter referred to as “MIWA LOCK”) manufactures and sells locks and metal fittings for building. The products include numerous metal press components. In order to meet diverse customer needs, a wide variety of products in the building material sector are required to be covered. Hence, metal press components are ranged with a wide variety in small quantities. Metal press components are processed in MIWA LOCK's Ise and Tamaki factories in cooperation with many other metal press companies.

MIWA LOCK has pursued reducing material loss in the yield ratio management of material by developing an optimized punch die design. It then participated in the supply chain resource saving cooperation promotion project and worked on the visualization and reduction of pressing material loss with other pressing companies. The general manager of the production technology department supervised the whole project and related departments of MIWA LOCK, including the design, production technology, manufacturing, quality control, and materials departments, and partner companies such as Miwa Metal Co., Ltd. and Matsuya Co., Ltd. cooperated in this endeavor.

Table 16.1 Profile of MIWA LOCK and its main partner companies

	MIWA LOCK	Miwa Metal Co., Ltd.	Matsuya Co., Ltd.
Number of employees	1,565 (as of 2009)	40	160
Capital (yen)	610 million	10 million	5 million

(2) Material flow model of main target process/es

(i) Target product and range of process

The loss of press material from 12 kinds of card lock system components used in hotels was analyzed using MFCA, targeting all the processing processes in MIWA LOCK and its partner companies.

(ii) Process for MFCA Introduction

Generally, in the pressing process, components with high production volumes are manufactured from coiled material using multiple hit dies and transfer press machines, and components with low production volumes are produced using plate material and processed using single hit die press machines. Thereafter, the material is post-processed by spot facing, crimping, welding, and surface treatment and then assembled.

As mentioned earlier, there are numerous components with a wide variety in small quantities, and the targeted products have low production quantity per lot: approximately 200 at a minimum and 1,000 at a maximum.

(3) Description of material losses

Press components are processed as shown in Figure 16.1. MIWA LOCK has over 5,000 press processing component units. The process shown in Figure 16.1 is conducted by MIWA LOCK and tens of other partner companies, and press material loss is incurred during the processing of each component.

- Loss at the stage of material arrangement: Edge loss during metal plate shirring, switching loss of coiled material (the ends of coiled materials, disposal of remainder stock left at the end of the process, and loss during malfunctions and die switching). Because one kind of material is used for more than one kind of component, many of these losses can be measured only for each material.
- Loss at the stage of punching-press process (plate removal loss or scrap loss during the pressing process): Edge loss per component, crosspiece part loss per shedding pitch, edge loss at the plate punching stage, and plate loss after punching (extra parts from holes and cutouts). As plate loss after punching cannot be reduced, it is not defined as a loss. The amount of plate removal loss either increases or decreases depending on the design of the component or die.
- Loss at the stage of post-processing and assembling: trial punch, sample products, defective products, and surplus stock disposal. Loss at this stage is managed by number of pieces, and in order to be consistent with management unit for the loss at the previous stage, it is necessary to convert the piece-based counts to weight data.

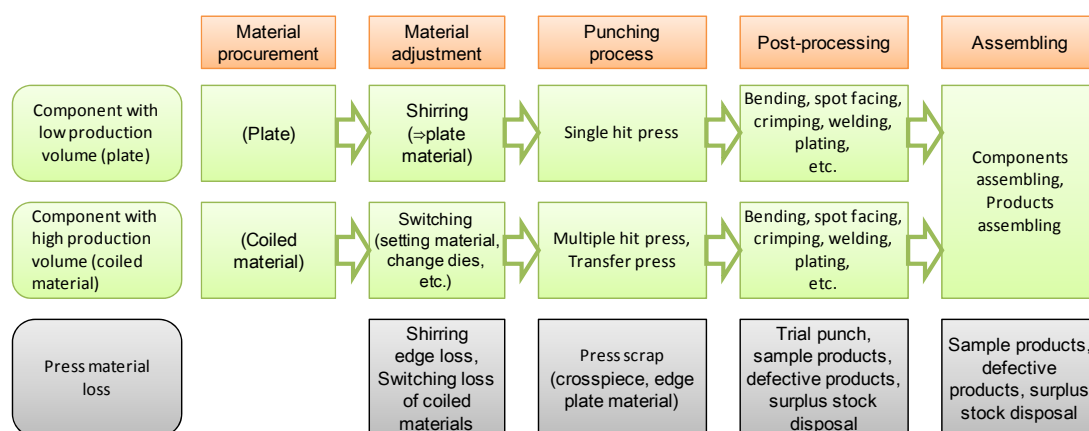


Figure 16.1 Example of the pressing process of components

(4) Findings through MFCA analysis (model case)

The analysis of the 12 kinds of components showed that nearly 40% of input material became material loss (Figure 16.2).

This analysis measured losses separately for the switching loss of coiled materials, plate removal loss, non-product loss (trial punch, sample products, defective products, and surplus stock disposal), and punching loss.

Figure 16.2 shows the quantity of material only, but the material cost was almost the same as in Figure 16.2.

Coiled material input: 1,499 kg	Product: 903 kg (60%)	Material loss: 596 kg (40%)
Plate material input: 561 kg	Product: 360 Kg (64%)	Material loss: 201 Kg (36%)

Figure 16.2 MFCA analysis

(5) Targeted points to be improved or improvements based on the MFCA analysis

Improvement measures were examined for each category of material loss from the MFCA analysis aspect: that consists of switching loss of coiled materials, plate loss, and non-product loss.

Punching loss was excluded from the target of improvement because the loss from holes and cutout losses in the components are necessary for the structure of product and also because the quantity of input material remains same when they are eliminated.

As MIWA LOCK produces over 5,000 units of pressing process components alone, if improvements are implemented for all the 12 kinds of components analyzed here, the effect will be minimal. Therefore, it is necessary to visualize material loss reduction and employ a mechanism to improve the material loss, targeting over 5,000 pressing process component units.

It is also necessary to examine the improvement mechanism by dividing the target components into two: in-production components (ongoing production) and new components for new products.

For the improvement of in-production components, the approach for improvement varies according to the factors of the loss generated:

- Switching loss of coiled material: Mainly handled by the manufacturing and production technology (equipment) departments
- Plate removal loss: Mainly handled by the production technology (die design) department
- Non-product loss: Mainly handled by the quality assurance and procurement departments

For the new components for new products, it is necessary that material input and quantity of material loss be evaluated at the stage of production design in order to implement product and die design with reduced material loss. Therefore, they were incorporated into the Design Review (DR) mechanism during the development process design stage as shown in Figure 16.3.

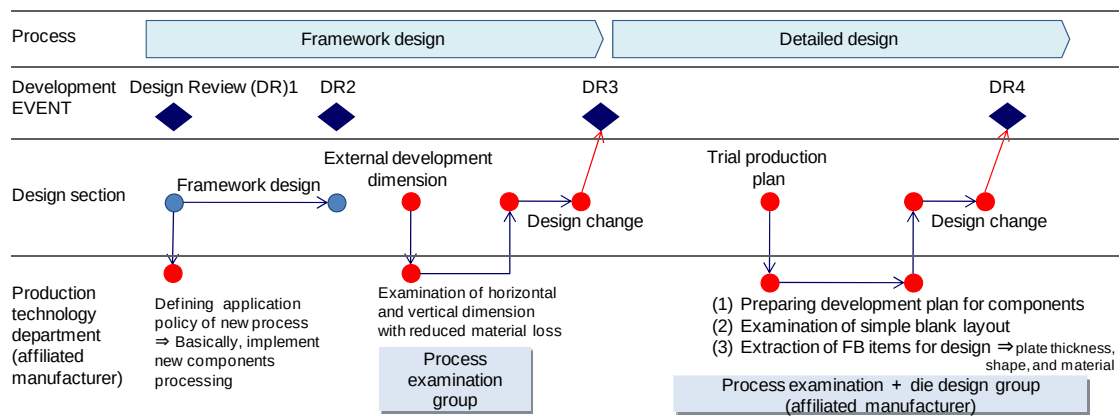


Figure 16.3 Mechanism of design development for reduced material loss

(6) Conclusion

As there are many kinds of press processing components and a die design section in the production technology department, MIWA LOCK has considerably worked on yield rate improvement in press processing. The company has found, however, that yield rate management only covered the loss at the punching process, as shown in Figure 16.1, and other losses were not shared within the organization. It has also found further room for improvement as to the loss at the punching process. All processing departments at MIWA LOCK and its partner companies cooperated to work toward loss reduction. A mechanism for improvement has been constructed, as described in (5). It is being gradually implemented, and its effects are coming to view.

These losses are incurred by MIWA LOCK and its processing partner companies. The number of component units exceeds 5,000. Therefore, it is necessary to create a mechanism to visualize material loss in order to identify the materials and components with ample room for improvement. To achieve this, the construction of mechanisms utilizing system data such as production management is currently under examination.

Case 17 NIPPON FILCON CO., LTD.

Etching process for raw copper foil and PET compound film materials

(1) Organizational profile

NIPPON FILCON CO., LTD. manufactures and sells plastic wire for use in paper manufacturing and precise metallic parts for electronic devices.

The company employees numbered 635 as of November 30, 2010. The company's revenue was 15.179 billion yen as of November 2010 with a capital of 2.685 billion yen as of November 30, 2009 on a non-consolidated basis.

(2) Material flow model of main target process/es

(i) Target products and the range of processes

The manufacturing process of the electromagnetic radiation shield mesh for the plasma display is aimed to undergo MFCA analysis.

(ii) Manufacturing process and quantity centre

Each manufacturing stage was defined as a quantity centre.

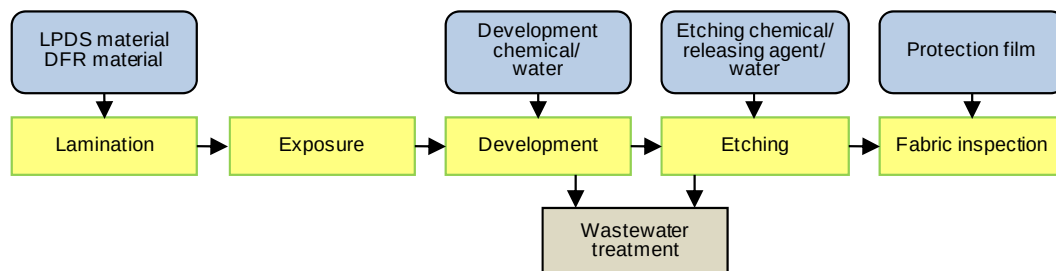


Figure 17.1 Material flow chart

(3) Description of material losses

(i) Loss at each process

- Lamination process: Edge material from among the DFR material.
- Exposure process: Edge material other than that with an exposure pattern (top-edge material, terminal-edge material, reserved parts for material-sending, reserved parts for edges, idle sending of the material at the time of technical trouble, etc.)
- Development process: Developing chemical and rinsing water.
- Etching process: Etching chemical, releasing agent, and rinsing water.
- Fabric inspection: Defective parts, protection film for non-patterned parts.
- Wastewater treatment process: The associated cost was calculated as treatment cost.

(ii) MFCA data definition

- The main material was assumed to be three materials (the LPDS material, DFR material, and protection film), and the amount of material used was calculated on the basis of the area.

- The treatment costs (all the wastewater treatment cost: material cost (chemical), energy cost (electricity), labor cost, depreciation cost, and collection cost by truck) are allocated based on the production volume.
- Considering the low cost of groundwater which is used as an on-site water source and that the groundwater-related data exists only factory-wide, the water cost was excluded from the MFCA data.
- The energy and system costs were limited to those directly associated with each process. Moreover, costs were allocated to products and material losses based on their weight ratio and calculated in a cumulative manner.

(4) Findings through MFCA analysis

The entire calculation result is summarized in the MFCA balance sheet as shown in the followings:

- Costs for material losses were approximately 27% of the entire cost (The internal yield ratio was 92%).
- The material cost and system cost account for 71% and 24% of the cost composition, respectively.
- The cost for LPDS material accounts for 82% of the material cost.
- 97% of the weight of the operating materials is attributed to the weight of the etching chemical.

Moreover, detailed inspection of the process reveals the followings:

- 8.1% of the DFR material loss is generated in the process of the lamination.
- The ratio pattern in the exposure process accounts for 18% of the total area.
- Defective products identified in the fabric inspection process account for 9% of the total area.

Table 17.1 MFCA Balance Sheet
(The quantities and related costs are changed for public disclosure)

	INPUT (%, ratio to the total cost)			OUTPUT (%, ratio to the input cost)					
				Product			Material loss		
	Quantity	Cost	%	Quantity	Cost	%	Quantity	Cost	%
Total		99,260	100		72,790	73		26,470	27
Material total		70,300	71		50,960	72		19,340	28
Main material	167,640 m ²	68,880	69	120,000 m ²	50,960	74	47,640 m ²	17,920	26
LPDS material	53,330 m ²	57,800	58	40,000 m ²	43,260	75	13,330 m ²	14,540	25
DFR material	57,970 m ²	7,150	7	40,000 m ²	4,920	69	17,970 m ²	2,230	31
Protection film	56,340 m ²	3,930	4	40,000 m ²	2,780	71	16,340 m ²	1,150	29
Operating material	78,400 kg	1,420	1.4			0	78,400 kg	1,420	100
Development chemical	1,000 kg	240	0.2			0	1,000 kg	240	100
Etching chemical	75,700 kg	1,140	1.1			0	75,700 kg	1,140	100
Release agent	1,700 kg	40	0.0			0	1,700 kg	40	100
Cost of disposal		2,500	2.5			0		2,500	100
Energy		2,800	2.8		2,240	80		560	20
Payroll		19,960	20		16,560	83		3,400	17
Amortization expense		3,700	3.7		3,030	82		670	18

(5) Improvements based on the MFCA analysis

- The generation of edge material from the DFR material is controlled by buying DFR material that matches the length of the LPDS material.
- Empty sending of the edge material in the non-pattern part during the exposure process, especially the top and the terminal parts of the LPDS material, and idling sending at the time of machine trouble is reduced.
- The arrangement, pattern design, and width of the LPSD material are adjusted to minimize the sending for the pattern.
- The width of the protection film is modified in accordance with the pattern. Further, the edge material loss is decreased by expanding the length scale.

(6) Conclusion

The following two points represent the findings of this project:

- It has been understood that material loss reaches as much as 27% for the yield at which the product ratio was formerly considered to be 92% by an internal quality control.
- The loss generation was understood in physical and monetary units. As a result, a concrete loss standard was established.

The recommended future tasks are summarized below:

- Internal dissemination of the MFCA technique and the concept (especially, with regard to loss).
- Implementation of MFCA in the most simplified way possible.

Case 18 Shimizu Printing Inc.

Production characteristics: Small-to-medium business and printing process

(1) Organizational profile

Shimizu Printing Inc. (hereafter referred to as “Shimizu Printing”) is located in Tokyo, Japan. The company’s number of employees was 39 at the time of the project. Also, the company was capitalized at 38 million yen, with sales of 1 billion yen.

(2) Material flow model of main target process/es

The selected process for this project was a printing process that involves one printing machine to print a single series (one product).

Figure 18.1 shows the work flow of the subject printing process:

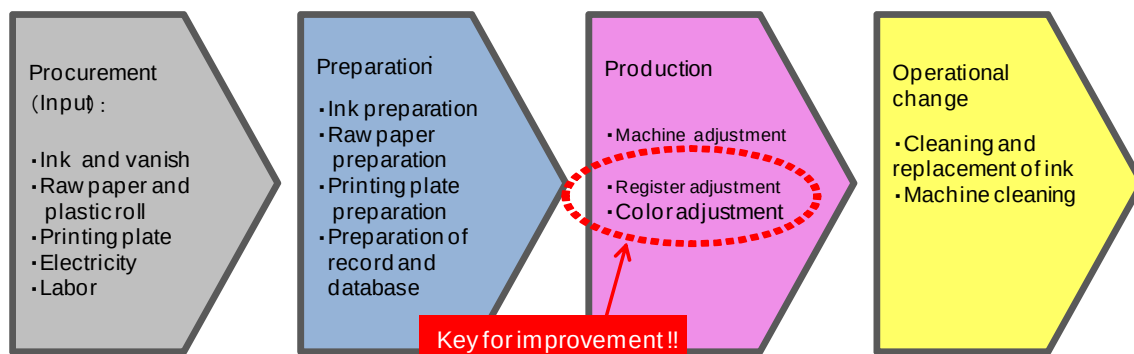


Figure 18.1 Selected process for this project (MFCA boundary)

Input materials consisted of ink, varnish, raw paper (paper and a plastic roll), and printing plate. Electricity, water, and personnel work was also considered, along with the input materials. A single printing machine was subject for the MFCA analysis and the machine was defined as a quantity centre. The printing machine was capable of printing products in several colors.

(3) Description of material losses

Relatively large scale of test printing etc. was conducted (register and color adjustments) before printing of products, and a focus was placed on this non-product related printing operation. The following three items were identified to be material losses, or the elements associated with material losses:

- Ink: ink was used for test printing etc. (register and color adjustments) in addition to a regular printing process,
- Electricity: electricity was consumed to run the printing machine for test printing etc. (register and color adjustments) in addition to a regular printing process, and

- Personnel: labor was also devoted to the test printing etc. (register and color adjustments) in addition to a regular printing process.

In addition to calculating the loss costs above, the ratio of these costs per cost related to a single production process (printing cost of a single sheet) was calculated. Transition of the ratios was tracked on a yearly basis.

(4) Findings through MFCA analysis

Reduction of sheet losses (test printing etc.: register and color adjustments) through countermeasures implemented over a five-year period from FY 2003 (year of the MFCA introduction) were shown below:

Table 18.1 Transition of loss ratio over 5 years

FY	Number of sheets	Number of waste sheets	Loss ratio
2003	13,367,833	864,226	6.5%
2004	17,159,346	993,697	5.8%
2005	19,436,109	1,071,102	5.5%
2006	17,361,876	773,707	4.5%
2007	14,208,506	351,138	2.5%

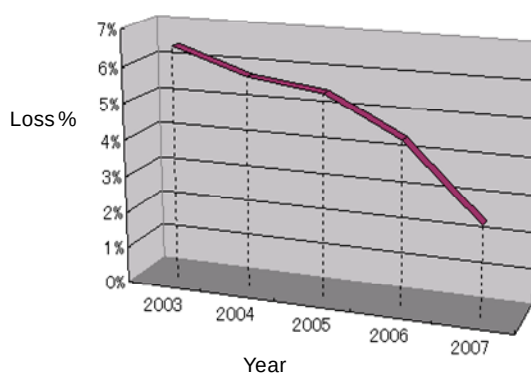


Figure 18.2 Transition of loss ratio over 5 years

Ratio of the loss cost (i.e., costs for ink, electricity and labor cost associated with the material loss) to variable expenses (ink, electricity, and labor cost) for various activities at the initial operation (register and color adjustments) were calculated.

Transition in the loss cost ratio associated with implementation of countermeasures was also reviewed. The following showed transitions over five years:

Table 18.2 Ratio of loss to variable costs

	2003	2004	2005	2006	2007
Ratio of loss to variable costs	6.5%	5.8%	5.5%	4.5%	2.5%

(5) Targeted points to be improved or improvements based on MFCA analysis

Based on the MFCA analysis, process review was conducted from the viewpoints of both the operation and the equipment as shown in the following:

Operation-related

Change in conventionally accepted operational rules that caused the material loss and its associated losses was raised as one of the countermeasures. The measure included re-examination of the test printing operation, etc. (register and color adjustments).

Equipment-related

- Complete switch-over of ink: switching to an ink which enabled color matching with limited spare ink; and
- Printing machine: application of various options to stabilize color in a machine.

Future issue

- Understanding of the marginal loss rate,
- Integration with other operation-related material losses (printing accidents and errors related to the pre-printing process),
- Exploration of approaches to curtail material losses, and
- Identification of material losses including those generated before/after the printing process.

(6) Conclusion

One of the measures conducted based on the result of the MFCA analysis was an investment in new equipments. The introduced machine was the world's first printing machine with UV10 color + coater and inversion mechanism. As this printing machine enabled all processes from double-sided printing to surface treatment to be conducted altogether, it was possible to significantly reduce number of sheets for the test printing etc.

Case 19 THE REBIRTH CO., LTD.
MFCA analysis in the paper-making process by used paper material

(1) Organizational profile

THE REBIRTH CO., LTD. (hereafter referred to as “Rebirth”) manufactures toilet paper from difficult-to-process used papers and confidential documents. It is a young company that was established in 2002 and began manufacturing paper in 2004 at its factory.

Rebirth is extremely conscious of the significance of environmental conservation such as their certification for ISO 14001 in 2005, the company attempted to incorporate the efficient use of energy and resources as well as waste reduction in its business activities.

The company employees numbered 69 as of January 1, 2011. The company’s sales were 2,979 million yen (FY 2009) with a capital of 10 million yen.

(2) Material flow model of main target process/es

(i) Target products and range of processes

Rebirth produces over 50 varieties of toilet paper as the end-product. In the MFCA analysis, all the processes from receiving raw material to shipping the end-product are included.

(ii) Target processes for MFCA analysis

Rebirth uses raw materials such as difficult-to-process used papers and confidential documents. For the MFCA analysis, the target processes were divided into three: the material-selection process where pure paper material is extracted from the wastepaper pulp, paper-making process where a jumbo roll is made from the extracted raw material, and processing process where the jumbo roll is cut in order to produce toilet paper.

(3) Description of material losses

In the material-creating process, the raw material is dissolved in a large volume of water in order to remove impurities. During this process, a large amount of operating materials is used for processes such as deinking, sterilization, bleaching, etc. Short paper fibers are submerged in drained water that is generated in the processes, and then are separated into water and sludge in a wastewater treatment facility. Most of the waste from the treatment process, such as sludge, is used as accelerator for combustion in an in-house boiler.

In the paper-making process, a jumbo roll is created with the wastepaper pulp generated in the material-creating process, and a large amount of water and energy such as steam is utilized in order to dry the paper.

In the processing process, jumbo rolls manufactured at Rebirth and other companies are cut in order to manufacture toilet paper. Thereafter, the cut toilet paper is wrapped and shipped. All the edged materials generated during the cutting process undergo the material-creating process again and are recycled as raw material.

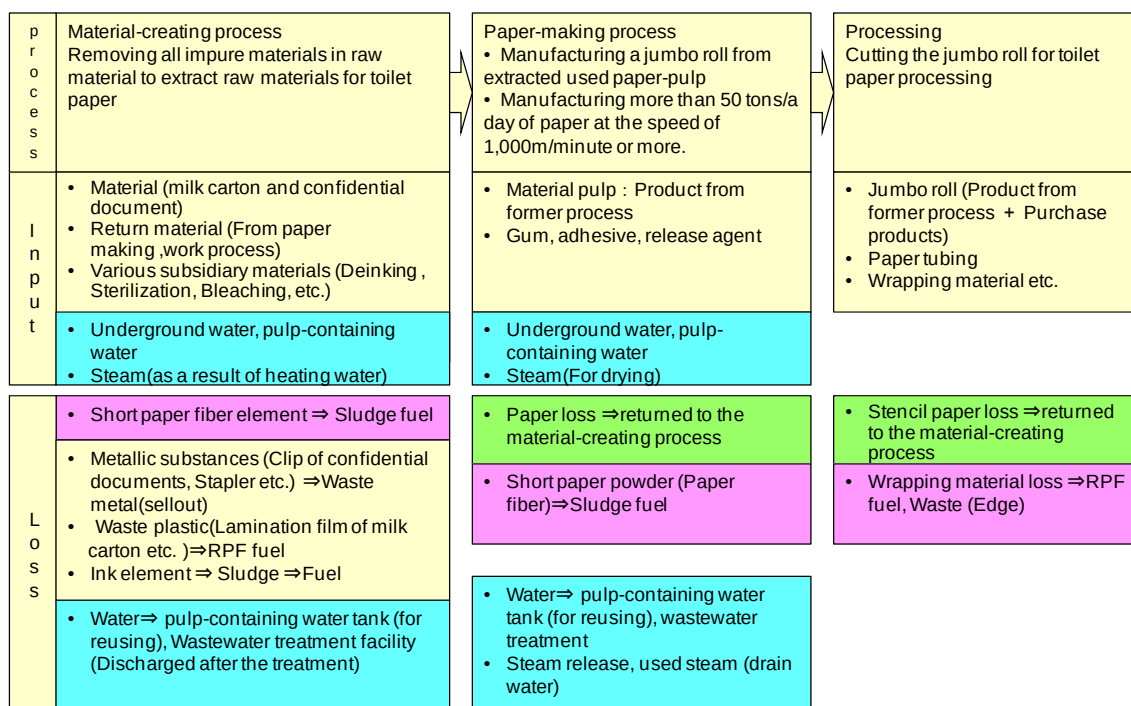


Figure 19.1 Manufacturing process and resource (material and energy) losses

(4) Findings through MFCA analysis (model case)

In the processing process, the jumbo rolls purchased from other companies are cut along with those produced in Rebirth. Since there is already a stock of jumbo rolls to be considered for the analysis, the material-creating and paper-making, and processing processes were separated for the MFCA analysis.

There is a large amount of material losses in the material-creating and paper-making processes and the associated cost incurred reached as high as 61%, as shown in Figure 19.2. Further, as shown in Figure 19.3 that indicates costs for material losses and water treatment cost, the wastewater treatment cost, operating material cost such as that incurred in chemicals, and heat loss cost related to steam were astonishingly significant.

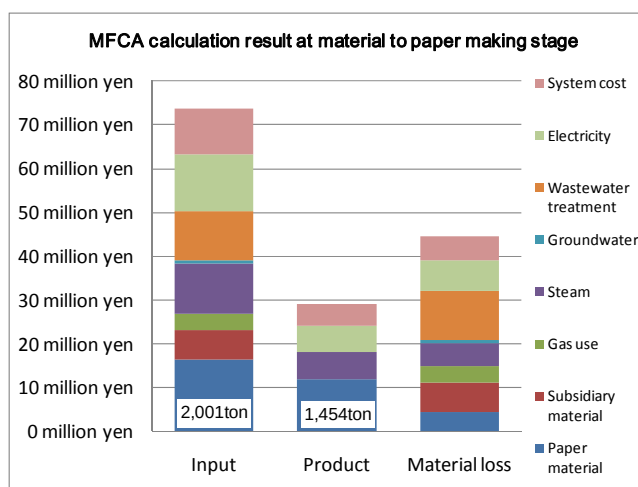


**Figure 19.2 MFCA calculation result
(up to paper-making process)**

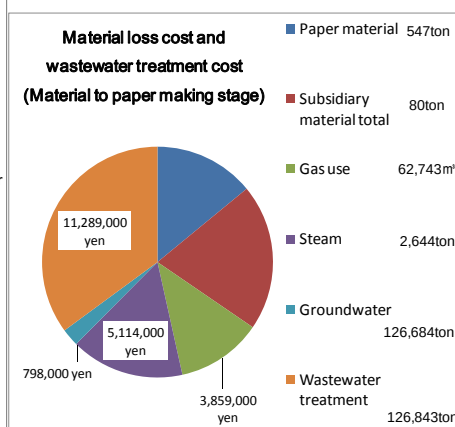


**Figure 19.3 Material loss and
wastewater treatment cost**

On the other hand, when a jumbo roll is cut, edged material - which accounts for approximately 5% of the material - is generated in the product-processing process. However, because this material is returned to the material-creating process and recycled as raw material, it is not considered as material loss. Therefore, the material-loss cost changed to 2% or lower, as shown in Figure 19.4. Further, Figure 19.5 presents the cost for material loss.

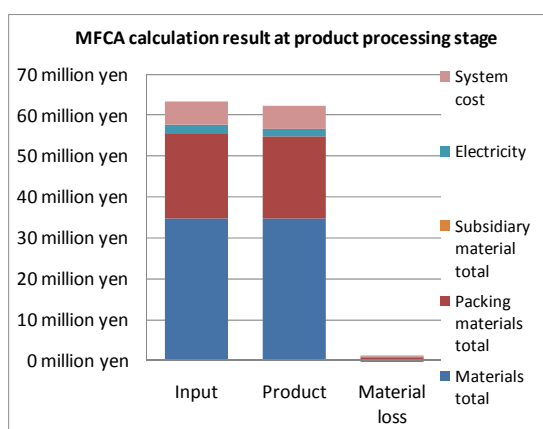


**Figure 19.4 MFCA calculation result
(Product-processing process)**

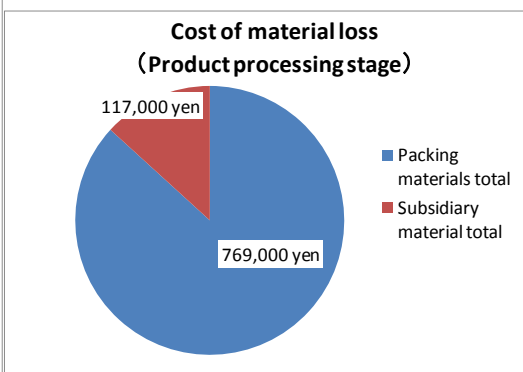


Figure 19.5 Cost for material loss

(5) Improvements based on the MFCA analysis

In the material-creation and paper-making processes, wastewater treatment, operating materials such as chemicals, and heat loss such as through steam account for a large proportion of the material-loss costs. Therefore, it is necessary to review the processes and equipment as well as reduce water usage.

On the other hand, the MFCA analysis enabled an understanding of the material-loss cost related to packing materials, and, a new area for improvement could be identified in the product-processing process.

(6) Conclusion

The material-loss cost for the paper-making process exceeds 60%. Among all, wastewater treatment cost is significant. This fact clarified managerial importance of addressing the 'Review of water usage' issue, which was originally discussed for improvement.

Prior to this, monetary evaluation of the loss related to the deckle edge of packing material in the processing process has never been conducted. The deckle edge loss will be minimized when the new version of the PE bag is designed in the future.

Thus, the improvement approach that was clarified in this project will be implemented and MFCA will be used for the evaluation of the improvement approach. Moreover, the MFCA approach will be applied to water, steam, hot wind, compressed air, etc. in the future in order to assess associated losses.

Case 20 GUNZE Limited

Production characteristics: Manufacturing of wide varieties of products

(1) Organizational profile

GUNZE Limited (hereafter referred to as “Gunze”) is an apparel maker that manufactures various products including men's and kids' underwear and is located in Osaka, Japan (a factory is located in Kyoto). As of March 31st, 2009, the number of employees numbered 9,041 on a consolidated basis. The company's sales were 151.5 billion yen on a consolidated basis as of March 2009. The company's capital was 26.1 billion yen.

(2) Material flow model of main target process/es

The selected process for this project was a production line of inner wear at the Miyazu factory. Quantity centres were defined according to one processing unit. The detailed process flow was shown in Figure 20.1.

The selected process had the following characteristics:

- The process covered all the clothes-producing processes from weaving of original yarn to dyeing, cutting, and sewing;
- A major portion of the sewing process was conducted at several outsourced facilities; and
- Same processes were applied to production of other types of clothes, although apparel products consisted of an extremely wide variety of models, colors, patterns, and sizes.

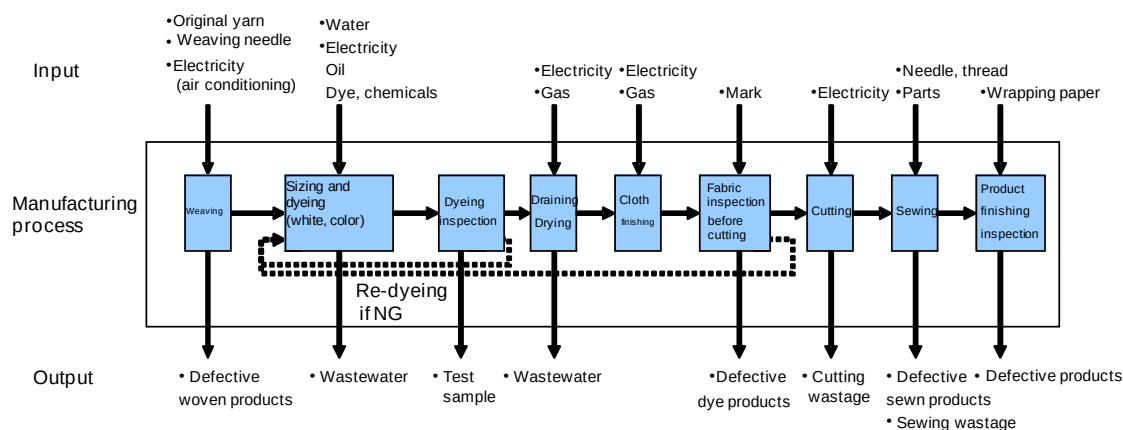


Figure 20.1 Selected process for this project (MFCA boundary)

All materials input into the process such as original yarn, parts, wrapping paper, colorant, and chemicals were subject for the MFCA calculation. The MFCA calculation was conducted for a product with one specific identification number.

In the weaving process, original yarn was woven to produce a single roll of cloth. At the following process, quantity was adjusted as intermediate products such as rolls of cloth that integrated more than one type of original yarn. For processes following the weaving, material quantity was calculated in units of partly-finished (intermediate) products.

Products were calculated as a single product according to product size (S, M, L etc.). There were cases where products passed either through a dyeing machine or through a bleaching machine;

costs associated with operation of these equipments including depreciation cost were considered discretely.

(3) Description of material losses

Various materials such as original yarn and colorants were input to each process, and materials loss were generated including defective products, cutting wastage, sewing wastage, and testing operations.

(4) Findings through MFCA analysis

Through MFCA analysis, the impact of defective products could be identified not only in terms of yield rate, volume of defective products, and residual volume, but also in terms of total cost. This ensured the significance of lowering the volume of the defective products. Observation of the production line and analysis of cause for defective products revealed that high defective rate was identified in some products but defective rates were generally low among many products; and As a production-term was very short, it was difficult to establish an effective countermeasure to minimize material losses within the mass-production term

Table 20.1 shows the material flow cost matrix and the flow chart associated with the process, respectively:

**Table 20.1 Material flow cost matrix
(figures have been altered for publication.)**

	Material cost	Energy cost	System cost	Waste management cost	Total
Good items (product)	84.30	5.13	105.59		195.03
	34.3%	2.1%	43.0%		79.4%
Material loss	26.46	1.97	20.71		49.14
	10.8%	0.8%	8.4%		20.0%
Waste/recycling				1.43	1.43
				0.6%	0.6%
Sub-total	110.76	7.10	126.31	1.43	245.60
	45.1%	2.9%	51.4%	0.6%	100.0%

(5) Targeted points to be improved or improvements based on MFCA analysis

Based on the statements in clause 4, the most important target points at the Miyazu factory was to define an appropriate standard for newly used materials at the product development phase.

(6) Conclusion

Direct feedback of the MFCA analysis was not possible for the subject products as they were in the very short product cycle. As majority of the products in the Miyazu factory were made over the short term, the MFCA result could not be meaningfully applied to other items.

However, the MFCA analysis could be meaningfully used to evaluate practice at the design phase. In addition, the MFCA analysis could be also used as a common production indicator for factories in frequent use of new materials and those in little use of new materials. One of the issues for effective use of MFCA is factory-wide development of a simple MFCA calculation tool, the associated evaluation approach, and its implementation.

Case 21 Kohshin Rubber Co., Ltd.
Production characteristics: Molding with complex material flow
(including in-process recycling)

(1) Organizational profile

Kohshin Rubber Co., Ltd. (hereafter referred to as “Kohshin”) produces a rubber sheet for flexible container bags for transportation. The company is located in Sendai City, Miyagi, Japan. The company’s employees numbered 357 at the time of the project. In addition, the company’s capital was 100 million yen at the time of the project.

(2) Material flow model of main target process/es

The selected process for this project was a manufacturing process of an original rubber sheet for flexible container bags for transportation. The detailed flow of the material was shown in the Figure 21.1:

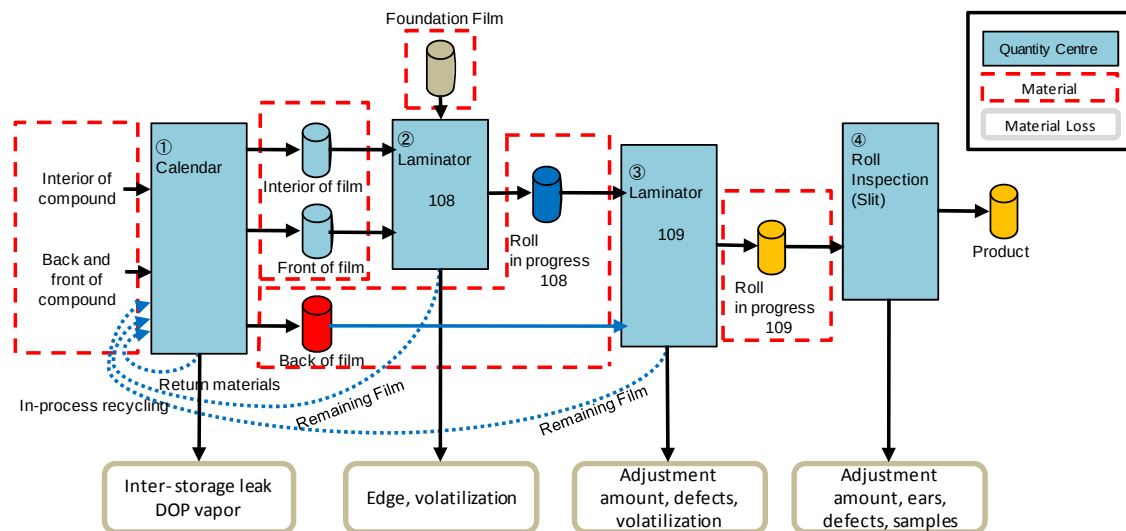


Figure 21.1 Selected process for this project (MFCA boundary)

The selected process had the following characteristics/steps:

- A compound was heated, dissolved, stretched in order to be formed into one film stretched by a rolling device. The film was rolled up in the calendar process (hereafter referred to as “process 1”). At this point, three rolls of film — a front film, interior film, and back film — were produced;
- Following the process 1, the front film, interior film, and foundation were adhered, being a single sheet (the roll in progress in the 108 process) in the laminator 108 process (hereafter referred to as “process 2”);
- In the next step, the roll in progress in the process108 and the back film were adhered, being a single sheet (the roll in progress in the process 109). This process was called the laminator 109 process (hereafter referred to as “process 3”); and

- Finally, in the roll inspection process (process 4), extra portions of the roll in progress were cut off, and the film was rolled up, becoming a product with length requested by a customer after inspection.

Based on the process noted above, four quantity centres — process 1, process 2, process 3, and inspection process - were defined. In this project, input materials were compounded substances and foundation film.

Furthermore, other characteristics of the MFCA calculation included the followings:

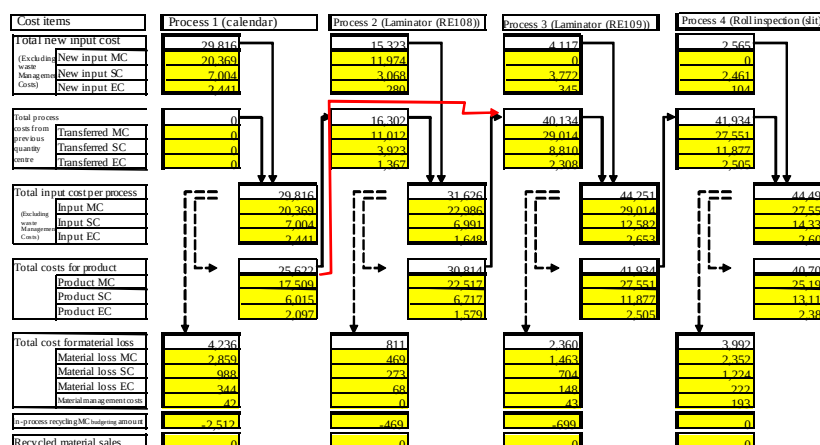
- Material losses from each process were re-input into the process 1. Although this did not result in material loss, system costs (SC) and energy costs (EC) were carried over with the re-input materials. Therefore, returned materials and remaining films were added to the weight of material losses in calculating an allocation ratio of SC and EC to products and material losses; and
- Under the approach taken by the current simple MFCA calculation tool, as the product in progress from the previous process was considered as the “material”. As the subject process contained the quantity centre that did not necessarily receive the product from the centre defined prior to the subject quantity centre, the calculation was adjusted in consideration of mass balance at each quantity centre.

(3) Description of material losses

Material loss generated in the subject process was the film attached to the foundation film. This could not be returned to the in-process recycling and ended up in a material loss.

(4) Findings through MFCA analysis

The following shows the material flow chart and the material flow cost matrix associated with the subject process:



NOTE Figures have been altered for publication. Figures are in units of 1,000 yen.

Figure 21.2 Material flow chart for the targeted process

Table 21.1 Material flow cost matrix

	Material costs	Energy costs	System costs	Waste Management costs	Total
Good items (products)	25,199.0 52.0%	2,386.0 4.9%	13,114.0 27.1%		40,700.0 84.1%
Material loss	3,463.0 7.2%	784.0 1.6%	3,191.0 6.6%		7,439.0 15.4%
Waste/recycling				279.0 0.6%	279.0 0.6%
Sub-total	28,662.0 59.2%	3,171.0 6.5%	16,306.0 33.7%	279.0 0.6%	48,420.0 100.0%

NOTE Figures have been altered for publication. Figures are in units of 1,000 yen.

(5) Targeted points to be improved or improvements based on MFCA analysis

Although material losses in a monetary unit were decreased by half through the in-process recycling, SC and EC accounted for approximately 43% of the cost associated with the material losses. Likewise, the largest portion of the material loss costs from the roll inspection process occurred due to generation of the edged materials and specification adjustments etc. As these material losses were largely due to the outputs (intermediate products) from the previous processes (process 1 to 3), it was necessary to consider measures to promote loss reductions based on the processes prior to the roll inspection process. Moreover, looking at a proportion of the total cost of the product, as was known from the manufacturing cost for one-meter of the product, the highest percentage of the cost were from the processes 1 and 2 which had relatively high input costs.

Reduced cost by implementing individual improvement measures and a total improvement measures were simulated using the simple MFCA calculation tool. Based on these results, the management decisions will be made to implement improvement measures.

(6) Conclusion

An advantage of MFCA application was that losses (per process and for overall processes) and impact of improvement measures through investments etc. could be expressed in a monetary unit. This provided useful information for the management in their decision-making on introduction of new technologies and on fundamental reforms in production processes. On the other hand, issues related the MFCA application included the followings:

- Control of on-site operational load in collecting MFCA related information for quantification and incorporation of such activities into operators' daily tasks;
- Consideration of an interface for linking a cost management system with a daily report; and
- Coordination with ISO14001 activities.

Case 22 Shinryo Co., Ltd. Example of MFCA model adopted by a food-processing SME

(1) Organizational profile

Shinryo Co., Ltd. produces brown sugar products. The company's number of employees was 36. Furthermore, the company's capital was 26 million yen at the time of the project.

(2) Material flow model of main target process/es

The MFCA was applied to the processes from producing to packaging brown sugar products. The manufacturing processes included: “the manufacturing process of material brown sugar”, which is a series of procedures, starting with inputting raw materials, followed by dissolving, filtering, concentrating, and agitating them; and “the molding process”, that is, molding material brown sugar to meet the purpose of a given product, measuring, and placing in storage boxes. These two processes are defined as the quantity centre (QC) for the brown sugar production. The molded finished products are stored and dried in a drying room for one day before packaging and shipment. For consumer products, the finished products are packaged in small bags and then packed in carton boxes, while those for industrial uses are packaged in large bags. These packaging processes are defined as the QC for the product packaging.

In the manufacturing process of material brown sugar, raw sugar, molasses, invert sugar, water, and other materials are input. Meanwhile, the input for the product packaging process include small bags for packaging, large bags, carton boxes, packing tape, and polypropylene (PP) strapping band.

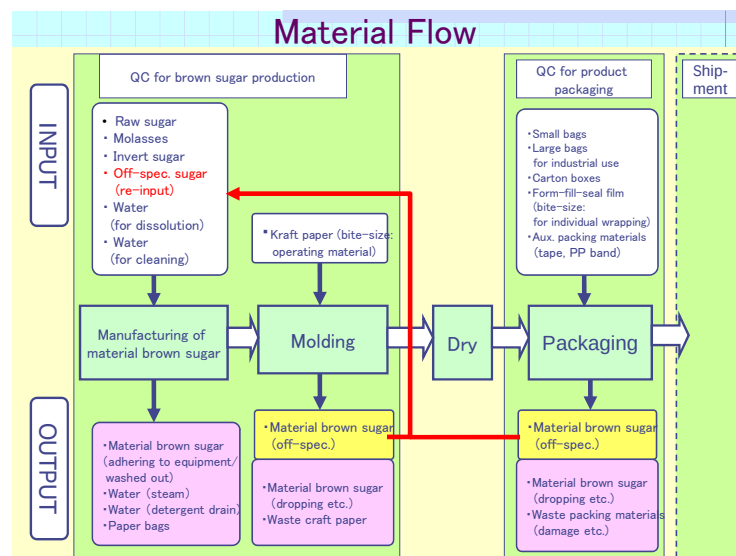


Figure 22.1 Outline of Material Flow

(3) Description of material losses

(i) Losses in manufacturing processes

- Off-specification products

Off-specification material brown sugar was generated in the both QCs, and such sugar was input again (or reused) in the manufacturing process when making the subject products next time.

- Losses from dropped products etc.

Among brown sugar material, there were material losses during the molding, delivery, and packaging processes, such as those dropped on the floor, washed out during the cleaning of the material brown sugar manufacturing equipment, or discarded when cleaning automatic packaging equipment.

- Losses from packaging materials for raw sugar

Upon purchasing raw sugar, it was contained in dedicated paper bags. All these bags were discarded after raw sugar was input in the manufacturing process. These costs were not highlighted in monetary units but they were actually considered losses in physical units.

- Losses from excessive packaging

Packaging material losses were rarely generated within the manufacturing facility in terms of quantity. However, such materials were discarded at the time when customers purchased or used the products. In this light, excessive packaging should be considered as loss from the specification.

(ii) Definition of MFCA data

- Material costs: All input materials (raw sugar, bag-in-boxes, craft paper, washing water, packaging materials, auxiliary packaging material, etc.). For material brown sugar, newly input raw sugar, input of off-specification products, and work-in-process were calculated separately;
- Waste management costs: Waste management costs for raw-sugar paper bags were added to the calculation;
- Energy costs: electric power and heavy oil costs were included in the calculation; and
- System costs: Personnel, depreciation, and maintenance/repair costs were covered.

(4) Findings through MFCA analysis

- Off-specification products accounted for 5% of overall products. As they were all input again (reused) as raw sugar, it appeared that they did not entail any material losses. However, they practically generated losses such as system costs and energy consumption during the manufacturing processes. In addition, the absence of off-specification products led to greater output of the products and a reduction in ongoing night duties.
- Losses from dropped products and others comprised 5% of overall products, suggesting losses in material costs, system costs, and energy consumption. It was also necessary to consider their negative impact in connection with night work as is the case with off-specification products.

- The estimate indicated that the losses from packaging materials for raw sugar caused a significant cost burden.
- The losses from excessive packaging came to the fore when reviewing the quality and size of packing tape, as well as the way to apply PP strapping band.

(5) Targeted points to be improved or improvements based on MFCA analysis

- The losses from off-specification products and dropped products stemmed from *muri* (unreasonable), *mura* (uneven), and *muda* (wasteful) operations. Therefore, it was essential to tackle with operational improvement and loss reductions concurrently. Such improvements should not require any marked investment but still boost labor productivity (efficiency and operating rate) considerably and probably reduced night duties.
- With respect to the losses from packaging materials for raw sugar, it was necessary to consider how to push the relevant cost down to a reasonable level, in collaboration with raw sugar production makers. Addressing this issue was expected to bring benefits in terms of costs and environmental impacts.
- For the losses from excessive packaging, it was important to consider them from a standpoint of customers. The excessive packaging should be considered as waste for customers. Changing to less costly materials, rather than prioritizing the quality, should lead to cost reductions and better customer satisfaction.

(6) Conclusion

The MFCA analysis this time highlighted small issues where the company will have to keep up efforts to improve, and each small improvement should generate benefits. The resultant effects were expected to emerge in various forms, such as less resource consumption, higher labor productivity, improvement in labor safety and labor health, better customer satisfaction, less material loss, and cost reductions.

Among others, the following challenges remained for consistent MFCA analysis and improvement activities: improvement in daily reports, methods to collect data, development of expertise to read data, and how to make better communication between management and on-site workers.

Case 23 KODAI SANGYO CO., LTD.

Production characteristics: Processing of timber products, small-to-medium business, and set-up of an internal production control system

(1) Organizational profile

KODAI SANGYO CO., LTD. (hereafter referred to as “Kodai Sangyo”) processes wooden materials for “household drain boards”. The company is located in Fukushima, Japan. The company’s employees numbered 39. In addition, the company is capitalized at 65 million yen with sales of 572 million yen at the time of the project.

(2) Material flow model of main target process/es

The selected process for this project is processing of wooden materials for home-use “drain boards”. The detailed flow of the process is shown in Figure 23.1.

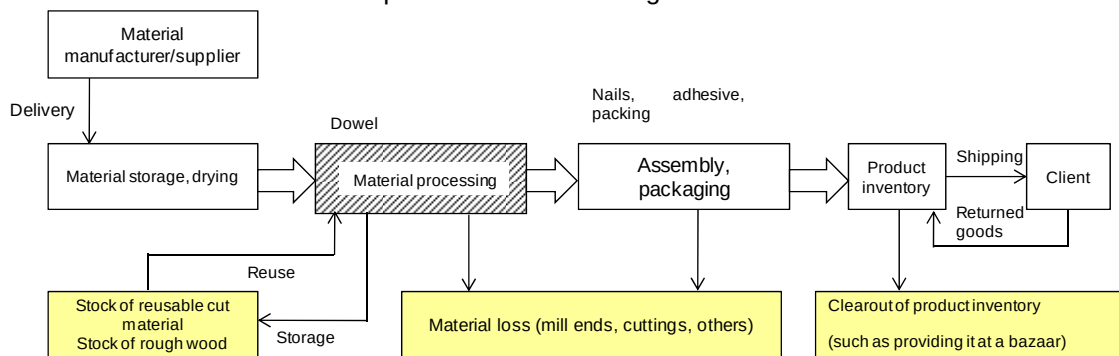


Figure 23.1 Selected process for this project (MFCA boundary)

The selected process contained the following characteristics/steps:

- Materials delivered from a supplier were stocked as input materials. Subsequently, they are naturally dried or artificially dried;
- The materials that have been dried to the specified moisture-content level were input into the process;
- The input wooden materials were firstly processed so that their length, width, and board thickness were consistent with a given design. Subsequently, hole-drilling, milling, and dowel insertion etc. were conducted as necessary; and
- In the assembly process, multiple parts were fixated by nails and adhesives etc. They were then inspected, packaged, and sent to a stock for finished goods. Products are shipped according to customer orders, and some products were returned in some cases.

The material-processing phases that generated entire material losses of the main materials were defined as a quantity centre. Post-assembly processes, packaging, material stocking and drying processes were not included in the scope of this project.

(3) Description of material losses

Among the delivered wood materials, those with excessively large knots and cracks were considered to be defective and called “rough wood.” The rough wood was provided to a material manufacturer/supplier at discounted price.

(4) Findings through MFCA analysis

Table 23.1 shows the material flow cost matrix associated with the process:

Table 23.1 Material flow cost matrix

	Material cost	Energy cost	System cost	Waste management cost	Total
Good items (Products)	300.0	20.0	220.0		540.0
	37.0%	2.5%	27.2%		66.7%
Material loss	150.0	10.0	110.0		270.0
	18.5%	1.2%	13.6%		33.3%
Waste/recycling				0.0	0.0
				0.0%	0.0%
Sub-total	450.0	30.0	330.0	0.0	810.0
	55.6%	3.7%	40.7%	0.0%	100.0%

NOTE Figures have been altered for publication. Figures are in units of 1,000 yen.

The results of MFCA calculation suggested a need to consider optimal standardization in lumber sawing and inventory amounts, as 33% of material loss in mill-ends and swarf came from the material length that was based on product design and length of purchased materials.

(5) Targeted points to be improved or improvements based on MFCA analysis

Considering losses due to the effect of knots in materials (hereafter, “B-class products”), it was necessary to consider an option of selecting wood materials that did not contain knots before the processing (i.e., exclude the rough wood before manufacturing B-class products).

(6) Conclusion

The subject process involved living materials. Hence, statistical analysis of the input materials, products and material losses were necessary. The results of the MFCA systematization scheme indicated that the MFCA management system can be established based on three sources of information: information from the “sales management system” (in operation), information from the “accounting system” (in operation), and information from the “production management system” (under consideration for its introduction). Furthermore, in addition to this information, the MFCA management system will need master data in basic unit for the input materials that constituent products, as well as information on unit prices of materials and products.

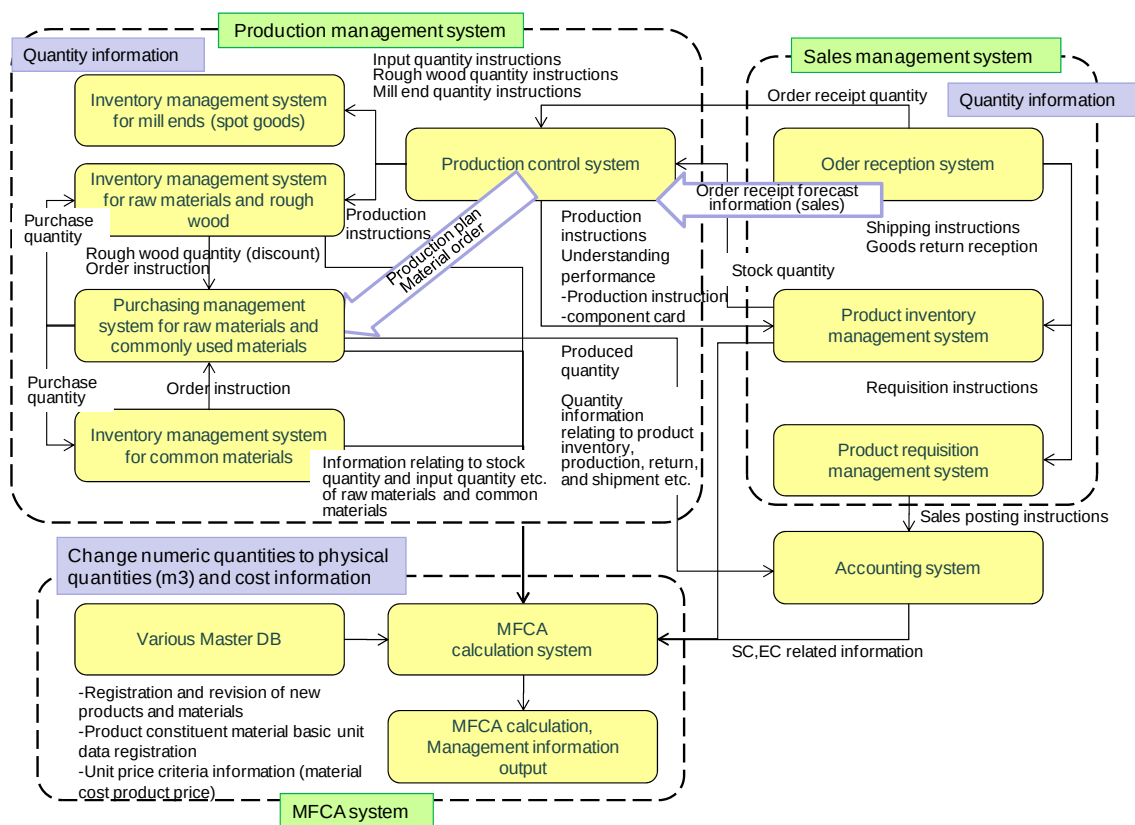


Figure 23.2 MFCA systematization scheme

The system shown in Figure 23.2 was a simplified MFCA calculation scheme and was considered necessary to be improved further for more accuracy and practicability. On the other hand, this scheme indicated that MFCA management system could be established in the form of a simple system. Likewise, speedy establishment of the system increased transparency of the flow related to material losses in the process, and was considered to enhance the company's business performance.

III. Case Examples in the Nonmanufacturing Industry

Case 24 JFE group
(JFE Engineering Corporation, JFE R&D Corporation,
and JFE Techno Research Corporation)
Production characteristics: Construction

(1) Organizational profile

JFE group (JFE Engineering Corporation, JFE R&D Corporation, and JFE Techno Research Corporation) were involved in this project. Each company played the following roles:

- JFE Engineering Corporation (hereafter referred to as “JFE Engineering”): Implementation of construction work;
- JFE R&D Corporation: Direction of the entire project; and
- JFE Techno Research Corporation (hereafter referred to as “JFE Techno”): Implementation of MFCA analysis.

MFCA was cooperatively conducted by the three companies noted above. The application of MFCA for this kind of construction was rare, and the attempt undertaken this time was meaningful for pioneering the application of MFCA in the construction field.

JFE holdings, the holding company of these three companies, made sales of 326.040 trillion yen on a consolidated basis. Also, the company capital was 142.3 billion yen.

(2) Material flow model of main target process/es

Table 24.1 describes the targeted work for this project.

Table 24.1 Selected process for this project (MFCA boundary)

Materials	MFCA input categories	Material type (categories for MFCA application for this project)	Quantity centre classification for MFCA application this time	Quantity and calculation approach for material cost
Existing installations	Existing refrigerator	Transported material	Targeted construction	The quantity of the existing refrigerator is clear, and the MC is calculated with the recorded cost. The estimated quantity of the new hatch and floor materials is used as the quantity for the existing installed facilities. (however, as the recorded cost is unclear, MC=zero).
	Hatch and floor	Transported material	Non-targeted construction	MC is calculated with the equipment costs estimated for the new refrigerator. The estimated quantity of the new hatch and floor materials is clear and the estimated cost is used as the MC.
New installations	New refrigerator	Newly added materials	Targeted construction	MC is calculated with the equipment cost estimate for the new refrigerator.
	Hatch and floor	Newly added materials	Non-targeted construction	The estimated quantity of the new hatch and floor materials is clear, and the estimated cost is used as the MC.
Construction materials and fuel	Protection materials and fixtures	Operating materials	Both targeted and non-targeted construction	Although it should normally be included in operating materials, it is included in ** entire construction, and after the end of the construction, as it will be reused for a separate construction activity, it was calculated by inclusion in *** entire construction."
	Transportation of equipments and materials, fuel used for the installation activity	Operating materials (EC is often used for calculation)	Both targeted and non-targeted construction	Although fuel is often calculated using EU, it is part of the direct material costs for the construction, and it is deemed better to define it as operating material. However, this time, as it is included in the estimate as *** entire construction," it was calculated by inclusion in SC *** entire construction."

The targeted work was a renewal work for a large-sized refrigerating machine (dimensions: 5.3 × 3 × 3 mH, weight: 23 tons, and number of units: 3). Existing facilities were dismantled, removed, and replaced with new facilities (new refrigerating machine, hatch, and floor). Further, characteristics of material-flow related to the construction work were described in the followings:

- Little material flow was identified at the construction site, and
- No manufacturing operation was conducted at the site; those manufactured at an external facility were installed at the site.

Quantity centre was defined by dividing the construction project into the targeted construction work and the non-targeted construction work; no definition of a quantity centre based on the process flow was made. The reason for non-definition of the flow-based quantity centre was due to the fact that little material flow was present at the subject process.

Based on this approach, the project was divided as shown in the following:

- Targeted construction: originally planned construction to create added value (e.g., transport, replacement, and installation of the targeted equipments), and
- Non-targeted construction: disassembly, removal, boarding, and installation of protective materials for existing facilities (hatch, flooring). Although these activities were necessary from viewpoints of safety and actual implementation of the work, it was considered good to keep non-targeted construction at a minimum level from the MFCA viewpoint.

(3) Description of material losses

Determination of scope of the costs for calculation was one of the key points for this project. MFCA calculation was performed, using three types of approaches that defined different scopes of the costs for calculation, as shown in the followings:

- Approach 1: Evaluating total costs of both the construction outsourcer (owner) and the outsourcee (JFE group);
- Approach 2: Evaluating total cost of only the construction outsourcee (JFE group); and
- Approach 3: Evaluating total cost of the construction work only that excluded cost of the main facility.

Both originally planned construction approach (hereafter referred to as “A construction method”) and alternative construction approach (hereafter referred to as “B construction method”) were compared and evaluated based on the three approaches for the MFCA calculation.

The material flow cost matrix calculation results are shown in the Figure 24.1 below (Figures for each evaluation approach/construction approach were shown as a proportion to the total cost generated by evaluation of the construction approach A by Approach 1).

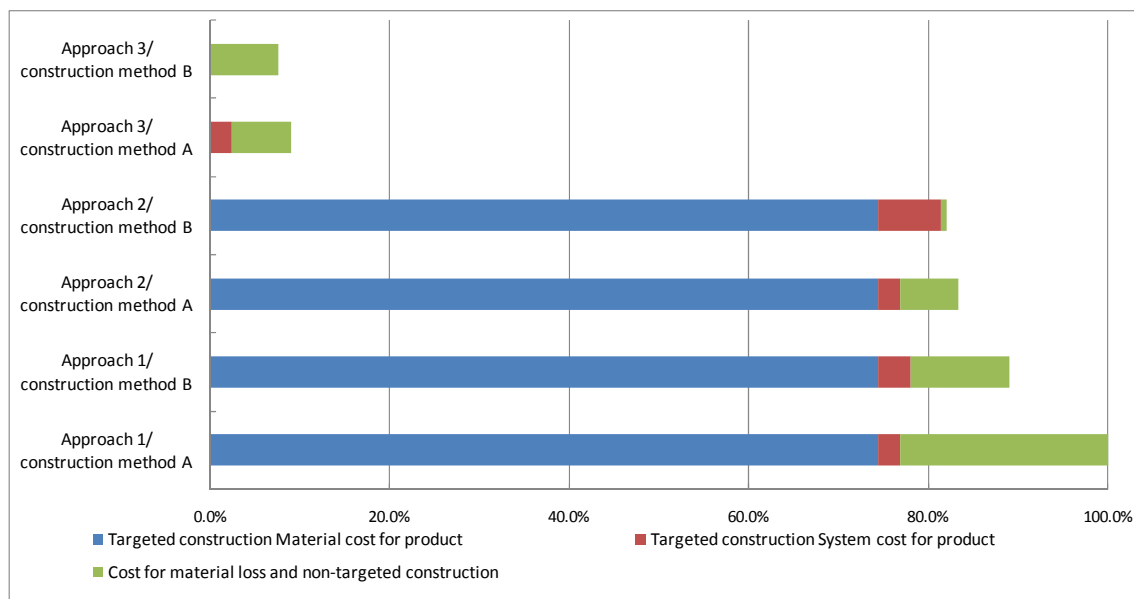


Figure 24.1 MFCA calculation by each construction approach and method

(4) Findings through MFCA analysis

One of the key findings was that business compensation cost was included as a service cost for material losses in evaluating the construction method A by the Approach 1. Although they were an unavoidable cost from the project owner's perspective, the MFCA-based evaluation made it possible to consider a relative advantage in each construction approach by incorporating such factors. At this point, the MFCA-based evaluation was considered to be effective.

(5) Targeted points to be improved or improvements based on MFCA analysis

Following points were identified as potential points for improvement:

(i) Evaluation with inclusion of the cost incurred by the outsourcer

- Total cost of the construction method B was 10% lower than that of the construction method A;
- Ratio of the material loss cost to the whole cost was estimated to be decreased from 15 % to 12 % by the construction method B. In addition, energy consumption was decreased by 44% through the construction method B; and
- Based on the two assumptions above, it was considered that the construction method B was the better approach.

(ii) Cost incurred by the construction company

Costs associated with the material losses including waste management cost were increased significantly by the construction method B. Likewise, cost of unintended construction was estimated to be reduced by one-fourth by employment of the method B. Difference in the total costs was considered to be narrowed.

(6) Conclusion

MFCA application to the planning phase and the estimating phase enabled economic and environmental evaluations of multiple approaches, highlighting relative advantage of related parties to the project. MFCA can be used to quantitatively understand advantage and disadvantage between outsourcer and the parties jointly engaged in the project.

In addition, this case example was very advanced in that MFCA was applied to the construction activities. One of the key points identified from this example was that there were two ways of MFCA application that consist of MFCA from the viewpoint of the outsourcee, and the one that included both the outsourcer and the outsourcee. Furthermore, the latter approach enabled evaluation of the service from various viewpoints.

Case 25 GUNZE Limited

Production characteristics: MFCA application in clothing products distribution (Trial)

(1) Organizational profile

GUNZE Limited (hereafter referred to as “Gunze”) is an apparel maker that manufactures various products including men's and kids' underwear and located in Osaka, Japan (a factory is located in Kyoto). Gunze's affiliated company is engaged in distributing activities of the Gunze's products to retail stores located all over Japan. As of March 31st, 2009, the number of employees numbered 9,041 on a consolidated basis. The company's sales were 151.5 billion yen on a consolidated basis as of March 2009. The company's capital was 26.1 billion yen.

(2) Material flow model of main target process/es

The selected process for this project is a clothing distribution. The detailed process was shown in the Figure 25.1.

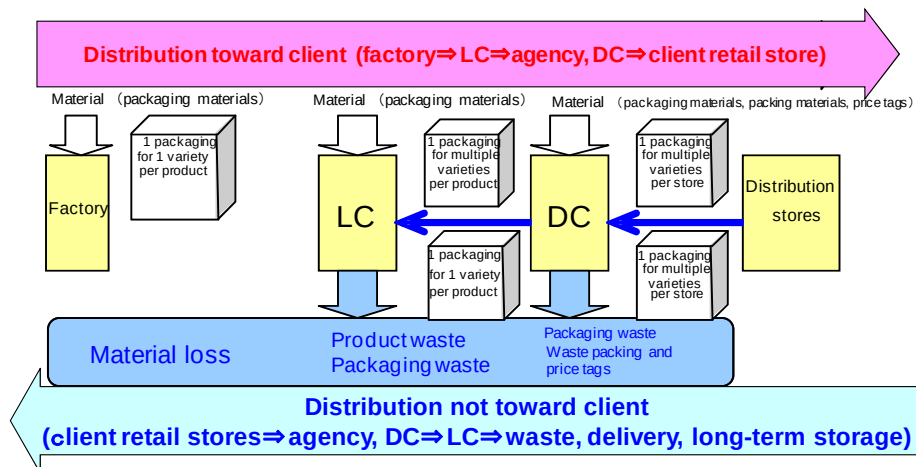


Figure 25.1 Selected process for this project (MFCA boundary)

This project was conducted on a trial basis. Characteristics of the subject process included the followings:

- Numerous types of products were subject for the MFCA analysis. Even with respect to men's inner wear products, there were as many as 8000 product types for distribution, and several tens of thousands of product types according to size and color;
- Products were shipped to second distribution companies located throughout Japan; and
- It was necessary to track a wide range of physical product flow in the “Distribution MFCA”.

(3) Description of material losses

Logistic centre (LC) and distribution centre (DC) were defined as quantity centre. Further, following materials were subject for calculation:

- Material: products manufactured in a factory; and
- Auxiliary material: packaging materials and price tags attached to the material at LC and DC.

Losses from each QC

- LC: Product waste and Packaging waste
- DC: Packaging waste, Waste packing and price tags

MFCA calculation was conducted in the number of the products by tracing the inventory volume at the beginning and the end of the period, input and output volume at the LC and DC, and number of the transferred materials between LCs and DCs.

(4) Findings through MFCA analysis

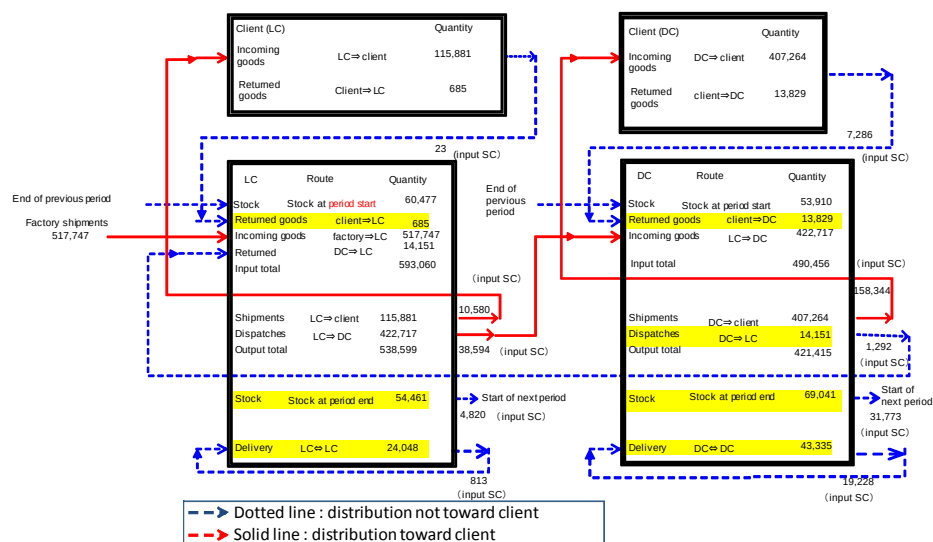
Distribution costs were calculated in two ways as shown in Table 25.1: the distribution towards client; and the distribution not toward client. Table 25.1 indicated that 25.91 % of the system costs were for the distribution not toward clients.

Table 25.1 Calculation of the distribution costs

NOTE Figures have been altered for publication.

Distribution costs	System costs for Distribution toward client	System costs for Distribution not toward client	Total
Products	192,986	67,493	260,479
	93.62%	0.00%	100.00%
Material loss	0	0	0
	0.00%	0.00%	0.00%
waste/recycling			0.00%
Sub-total	192,986	67,493	260,479
	74.09%	25.91%	100.00%

Instead of a material flow model in physical units, diagrams for quantity centre and a diagram showing the material flow between quantity centres was produced based on information about the system costs (SC). A separate diagram was also created for calculation of CO₂ emissions instead of SC.



NOTE Figures have been altered for publication.

Figure 25.2 Material flow diagram with SC data

(5) Targeted points to be improved or improvements based on MFCA analysis

Reduction of returned products and more efficient logistics were important points in order to reduce material loss for higher economic performance. In this case, no material losses were generated from the inventory. However, long-term inventory means presence of products that did not meet market needs. Other issues also included cash flow and lowered sales value due to the products obsolescence.

(6) Conclusion

Although MFCA approach for the logistic industry had not been fully developed, the analysis in this project indicates a potential to evaluate loss generated through the entire material flow from manufacturing of apparel products to delivery. Especially, the MFCA analysis for this project highlighted the following points:

- Expected advantages of MFCA application
 - The application of MFCA resulted in loss reduction (e.g., reduction in returned products, transfer of products from one stockroom to another stock room, and long-term inventory) during course of the distribution process; and
 - It became easier to consider action and measures to reduce CO₂ emissions in the distribution sector through the MFCA analysis.
- Issue in the MFCA application

As the distribution MFCA required handling of an extremely large volume of data, a systematic approach for an effective MFCA calculation was considered to be necessary.

Case 26 OHMI BUSSAN, Inc.

Production characteristics: MFCA implementation in plastic material recycling

(1) Organizational profile

OHMI BUSSAN, Inc. (hereafter referred as “Ohmi Bussan”) conducts plastic material recycling and sales recycled plastic materials. MFCA was implemented to accurately assess losses from processes in physical and monetary units, to gather basic data for process improvement and cost reduction, and to use the MFCA result as a source for decision-making when making an investment to curtail the identified losses. The company’s employees numbered 49. The company’s sales were 1.8 billion yen and the capital was 40 million yen (FY 2007).

(2) Products and processes subject to MFCA implementation and their characteristics (material flow model of main target processes)

- Target products and range of processes
Recycled plastic materials were the selected product for this project. Pulverizing process, interim product stock, and mixed extrusion process were the selected processes for this project.
- Manufacturing processes and quantity centres
 - The subject recycling processes consisted of the following activities:
 - Inventory where material losses recovered from the market were stored,
 - Sorting and preprocessing process to sort raw materials for the process,
 - Pulverizing and rinsing process that crushes the material into chips,
 - Mixing process that mixes the material with additives, extrusion,
 - Pelletizing process that processes the chips into pellets of equal size, and
 - Quality-control process, packaging process, and shipment process.

Among the aforementioned processes, pulverizing process, interim product stockroom, mixing and extrusion process were defined as quantity centres. Input and output data are shown in Figure 26.1.

One of the characteristics of the recycling business was that fixed plans could not be made for purchasing raw materials. Raw materials were generally obtained when there was a supply. On the other hand, the recycler needed to provide a designated amount of the deliverables regardless of supplied amounts of the raw materials. This resulted in a large amount of long-term inventory, which was a point for potential improvement.

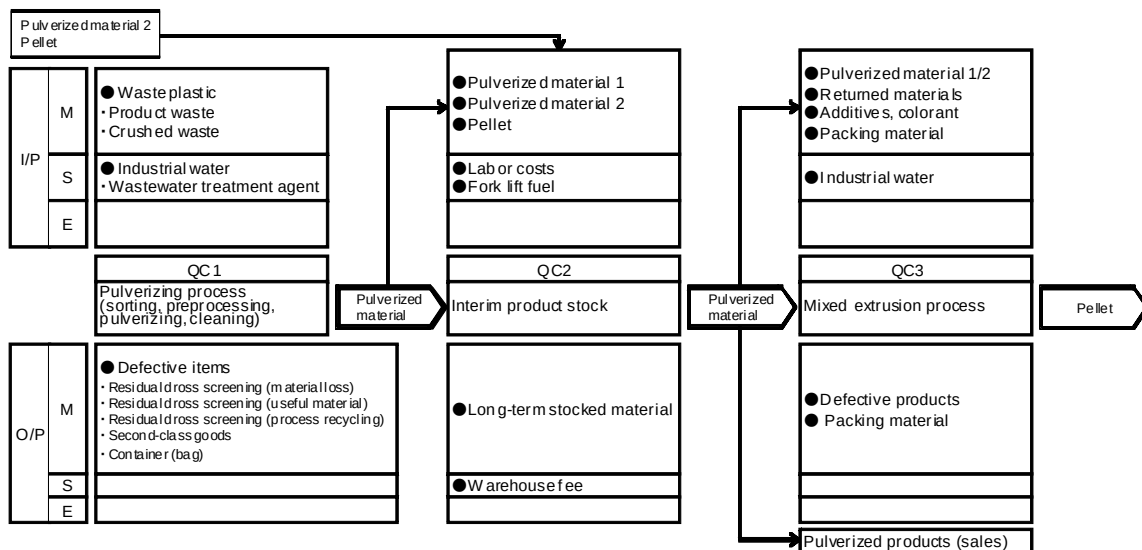


Figure 26.1 Input/output within MFCA boundary

(3) Description of material losses

- Pulverization process: defective items, residual dross screening (material loss);
- Intermediate product stock: stock clearance fee; and
- Mixed extrusion process: defective items, packing material (material loss).
- MFCA data definition
 - Input, output, emission gas amounts, and performance data for each material were gathered;
 - Energy costs (EC) were allocated according to operating time and number of processes based on the measured values for the entire factory; and
 - System costs (SC) were allocated according to operating time and number of processes based on the measured values for the entire factory.

(4) Findings through MFCA analysis

As shown in Table 26.1, wastes with a market value in intermediate product stockroom were found to be substantial. Likewise, material losses generated in the pulverization process were found to be also substantial.

Table 26.1 Material input/output amount

NOTE Figures have been altered for publication.

				QC 1	QC 2	QC 3
				Pulverizing process	Interim stock	Mixed extrusion
MC item categories	Item names	Unit				
Input	Products from previous process	Material input quantity	Kg	0	390000	970000
		Product quantity	Kg	0	320000	970000
		Material loss quantity	Kg	0	70000	0
	Direct materials	Material input quantity	Kg	565000	780000	2000
		Product quantity	Kg	550000	650000	2000
		Material loss quantity	Kg	15000	130000	0
Output	Material loss: Emissions, and waste	Quantity of product	Kg	550000	970000	972000
		Sliver, etc.	Kg	6000	0	0
	Material loss: valuable materials	Second-class items, raw materials stocked at the warehouse over the long-term, products in progress, completed product (interim stock), etc.	Kg	9000	200000	0

- MFCA cost evaluation (all processes)

Material costs (MC) were identified to be the most substantial of all input costs as shown in Table 26.2.

Table 26.2 Material flow cost matrix

NOTE Figures have been altered for publication.

	Material cost	Energy cost	System cost	Waste management cost	Total
Product	54.2%	3.9%	27.8%		85.9%
Material loss	11.0%	0.1%	2.9%		13.9%
Waste/recycling					0.1%
Sub-total	65.2%	4.0%	30.7%	0.0%	100.0%

(5) Targeted points to be improved or improvements based on MFCA analysis

Countermeasures to control long-term retained inventory, mixed extrusion process additives, and sliver generated from the pulverization process were considered as prioritized points for improvement.

The interim stock amounted to be 200 tons, based on the assumption that the interim stock accumulated over the long-term in the stockroom (i.e., raw materials, intermediate products and completed products) accounted for 10% of the monthly end stock. It was recommended to reduce such stocked amount and the inventory-related cost (600,000 yen), and to increase sales in consideration of the stocked volume.

Additives used in the mixed extrusion process were extremely costly. Approximately five-ton of the additives were currently input monthly. Improved blending method will enable the recycler to curtail the amount of the additives. However, change in the blending method required replacement of facilities. This will increase system costs; cost-effectiveness from the increased

productivity by the new facility (i.e., reduced system costs) was recommended to be considered as well.

Approximately, six-ton of the sliver materials (material loss) were generated each month through the pulverization process. The amount of the sliver materials loss depended to a large extent on condition of the blade for the pulverizing machine. By reviewing the optimal period for the blade replacement, it will be necessary to curtail generation of the slivers, and to convert the subject material loss into product.

(6) Conclusion

Through the MFCA analysis, the input-output relationship at the recycling site was further understood. Even with respect to handling practice of intermediate products in a stockroom, level of its impact on the business was clarified. Likewise, this project became an opportunity to improve awareness of the material losses. Through in-depth understanding of “quantity × unit cost,” it became possible to understand the adverse affects of proceeding with business based on intuition.

Hereafter, by continuing to apply this know-how, measures for improved profitability will be promoted. In addition, the MFCA calculation tool used in this project will be a key tool for management. It is the Ohmi Bussan's intention to play a role in building a recycle-based society through MFCA.

Case 27 Sanden Corporation
Service characteristics: Maintenance and cleaning service of equipments
for retail stores

(1) Organizational profile

Sanden Corporation (hereafter referred to as “Sanden”) manufactures and sales automobile-related devices, vending machines, and equipments for retail stores. Along with the manufacturing activities, at its store-equipments department, Sanden also provides a total service that includes store-design and maintenance after the opening of store in addition to production and sales. The company employees numbered 2,853 on a non-consolidated basis and 8,750 on a consolidated basis. The company’s sales were 216.69 billion yen on a consolidated basis in 2008. The capital was 11.037 billion yen.

(2) Material flow model of main target process/les

(i) Characteristics of services subject for MFCA analysis

Sanden provides off-site maintenance and cleaning services for used equipments at clients’ retail stores. MFCA was applied to this service flow. The clients were logistics and restaurant chain companies. Upon their closure of existing stores, refrigerator, showcases, shelves and other equipments occasionally became wastes. In one of such stores, for example, the amount of such wastes reached seven tons. According to industry source, a total of 4,113 stores were annually opened and 2,137 were closed. In other words, assuming that all equipments were disposed of, 14,959 tons of wastes were annually generated. However, among those disposed of, some of the used equipments were reusable and fulfill same functionality as new ones, being after maintenance and cleaning. Therefore, Sanden provided off-site maintenance and cleaning services for such equipments.

(ii) Definition of quantity centres

In consideration of the subject service flow, following two approaches were considered:

- Sanden: Subject for MFCA analysis as a provider for the service
- Client company: Subject for MFCA analysis as a receiver of the service

Materials used in the subject service:

- Sanden: Rinsing water, rinsing agents, spare parts , paint, and packaging material
- Client company: Used equipments and newly purchased equipments

Two quantity centres were established; one covered all material flows of the service provider (Sanden (upper part of Figure 27.1) and the other covered all material flows for the client company (lower part of Figure 27.1).

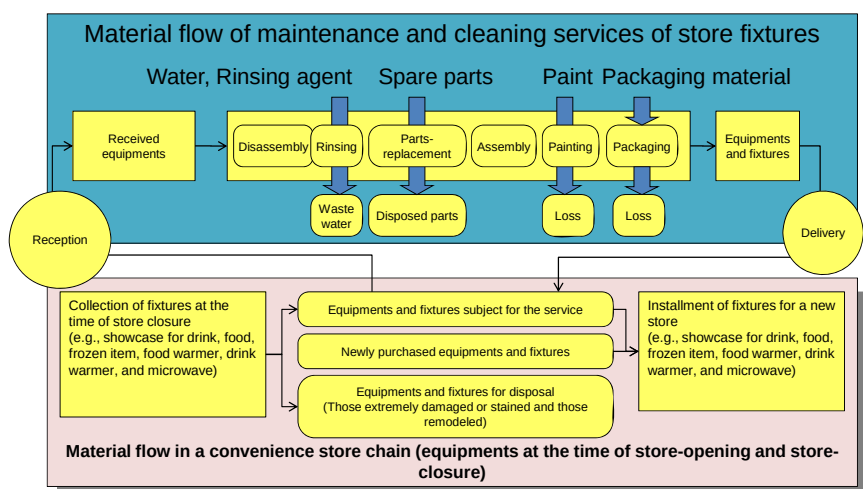


Figure 27.1 Material flow of maintenance and cleaning services

(3) Description of material losses

(i) Material loss

In Sanden's material flow, spare parts were used to replace used parts. As the process concerned only replacement activities, input and outputs were equal. Furthermore, minor amount of other materials were used and disposed of. In the material flow of the client company, type of disposed equipments varied from store to store.

(ii) Definition of MFCA data

Weight-based information was collected on maintenance equipments and spares parts. For the material flow of the client company, number and weight-based data were assumed based on the proposal submitted by Sanden to the client company. In addition, energy cost and system cost were out of scope for this project.

(4) Findings through MFCA analysis

MFCA analysis revealed several equipments that did not necessarily require replacement although amount of such equipments were small and associated rooms for improvements were also small. Hence, simulation based on MFCA was conducted with broader scope of the analysis subject; all logistics companies and restaurant chain companies were covered and simulated through MFCA as shown in Tables 27.1 and 27.2. Table 27.1 shows the result based on the assumption that all the equipments in 2,137 closed stores were disposed of. Table 27.2 shows the result based on the assumption that all these equipments went through same service as the one Sanden provided. As Table 27.2 shows, if Sanden provided the service for all the 2,137 stores, this reduces amount of the input as well as the material losses by 6,411 tons. In other words, this will lead to a cost reduction of 4.957 billion yen; this is equivalent to 12,220 ton-CO₂ reduction.

Table 27.1 MFCA results of all logistics and restaurant chains (in case that all the equipments in the 2,137 closed stores were disposed of)

Input						Output							
Total input cost				40,468million yen		Material cost		40,169million yen		Material cost		299million yen	
						99.3%				0.7%			
Material and material cost		Quantity (ton)	%	Cost (million yen)	%	Quantity (ton)	%	Cost (million yen)	%	Quantity (ton)	%	Cost (million yen)	%
Newly purchased equipment		28,791	65.8%	40,168.8	99.3%	28,791	100.0%	40,168.8	99.3%				
Reuse of existing equipment		0	0.0%	0.0	0.0%	0	0.0%	0.0	0.0%				
Non-reuse of existing equipment		14,959	34.2%	0.0	0.0%					14,959	100.0%	0.0	
Sub-total of material quantity and cost		43,750	100.0%	40,168.8	99.3%	28,791	100.0%	40,168.8	99.3%	14,959	100.0%	0.0	0.0%
Amount of waste and cost	Unit management cost (million yen/ton)	Quantity (ton)	%	Cost (million yen)	%	Quantity (ton)	%	Cost (million yen)	%	Quantity (ton)	%	Cost (million yen)	%
Non-reuse of existing equipment	0.020	14,959	100.0%	299.2	0.7%					14,959		299.2	0.7%
Sub-total of material quantity and cost		14,959.0	100.0%	299.2	0.7%					14,959.0	0.0%	299.2	0.7%

Table 27.2 MFCA results of all logistics companies and restaurant chain companies (all these equipments went through same service as the one Sanden provided)

Input						Output							
Total input cost					35,511million yen	Material cost		35,340million yen		Material loss cost		171million yen	
					99.5%			0.5%					
Material and material cost		Quantity (ton)	%	Cost (million yen)	%	Quantity (ton)	%	Cost (million yen)	%	Quantity (ton)	%	Cost (million yen)	%
Newly purchased equipment		22,380	59.9%	27,846.2	78.4%	22,380	77.7%	27,846.2	78.4%				
Reuse of existing equipment		6,411	17.2%	7,493.4	21.1%	6,411	22.3%	7,493.4	21.1%				
Non-reuse of existing equipment		8,548	22.9%	0.0	0.0%					8,548	100.0%	0.0	
Sub-total of material quantity and cost		37,339	100.0%	35,339.6	99.5%	28,791	100.0%	35,339.6	99.5%	8,548	100.0%	0.0	0.0%
Amount of waste and cost	Unit management cost (million yen/ton)	Quantity (ton)	%	Cost (million yen)	%	Quantity (ton)	%	Cost (million yen)	%	Quantity (ton)	%	Cost (million yen)	%
Non-reuse of existing equipment	0.020	8,548	100.0%	171.0	0.5%					8,548		171.0	0.5%
Sub-total of material quantity and cost		8,548.0	100.0%	171.0	0.5%					8,548.0	0.0%	171.0	0.5%

(5) Targeted points to be improved or improvements based on MFCA analysis

Few logistics companies and restaurant chain companies enjoyed this service; a significant room for expansion existed. It is necessary that efficient use of material at the time of provision of this service should be considered and dissemination of this service should be boosted.

(6) Conclusion

MFCA analysis revealed that dissemination of the subject service improved business performance and resource efficiency in logistics and restaurant chain sectors. However, in case of mid-to-small sized chain stores and individually owned stores, it is occasionally difficult to reuse such equipments. In this respect, establishment of the maintenance and cleaning services for equipments at mid-to-small sized chain stores and individually owned stores is considered to be necessary in the future. In this respect, Sanden has been expanding its service to include mid-to-small sized chain stores and individually owned stores as potential customers in order to promote establishment of reusing system where the used equipments are maintained, cleaned and reused with same functionality as new equipments.

Case 28 Convenience store A

MFCA case example on the distribution and sales service

(1) Organizational profile

Distribution and sales service business consists of the purchase and sale of items. Among the various businesses engaged in this field, a convenience store adds value in terms of offering convenience to its customers. Toward this end, a convenience store chain runs many stores within a small commercial domain.

Japanese convenience stores sell a variety of products, including food, magazines, and groceries, and provide various services, including photocopying, reception for delivery service, and payment for utilities. MFCA was applied to a typical convenience store, located in a rural city in Japan.

(2) Material flow model of main target process/les

(i) Material flow in a convenience store

At a convenience store, the remaining items are categorized into those to be disposed of at the convenience store and those to be returned to the provider. Food products such as lunch boxes, sandwiches, and other types of processed bread have very short lifecycles and are disposed of at the convenience store. The MFCA analysis on the target convenience store showed that it disposed of approximately 40 kg of food products, thus resulting in an annual waste of 15 tons per store. At present, there are approximately 43,000 convenience stores in Japan. Reduction and recycling of food waste is one of the critical issues with regard to environmental conservation in the convenience-store industry.

In addition to this, a convenience store utilizes other materials in its business activity, such as sales slips; these materials become material losses upon the completion of an operation. Electricity for lighting, air conditioning, refrigeration of items, freezing and heating, and water are also utilized during its operations. All the electricity and water become waste heat and wastewater, respectively.

(ii) MFCA Approach for a convenience store

As noted above, a convenience store sells a variety of items but sales volume of each item is low. In this case study, the food waste of the target store was subjected to an MFCA analysis.

In a convenience store, various food items are sold, including lunch boxes, sandwiches, and bread, each with their expiry date and time; these products are to be removed from shelves and disposed of a few hours before their expiry time.

The objective of this study was to determine the products that were yet to be sold and their associated costs. Three types of sandwiches— ham sandwich, egg sandwich, and cheese sandwich — were selected among many items with expiry date and time, as the items were regularly on shelves. Also, the target convenience store was defined as the quantity centre for the MFCA analysis.

(3) Description of material losses

(i) Definition of material losses

From all the purchased items, those sandwiches that are yet to be sold became material losses.

(ii) Collection of MFCA data

Data from the point-of-sale (POS) system for the targeted product was collected (i.e., number of items purchased, sold, and disposed of). In addition, energy cost (electricity expense) and system cost (labor cost and royalty) were included in the MFCA analysis.

Japanese convenience stores sell a variety of products, including food, magazines, and groceries, and provide various services, including photocopying, reception for delivery service, and payment for utilities. The target chosen in this case study was one such typical convenience store, located in a rural city in Japan.

(4) Findings through MFCA analysis

(i) Material cost for disposed items

As shown in Table 28.1, 41 pieces of the sandwich (3.5 kg; purchase cost: 2,900 yen) were disposed of. The three types of sandwiches accounted for a small share of food products on sale. As stated before, 40 kg of waste food were disposed of per day in the targeted convenience store. Estimations suggest that the purchase cost of these disposed items reached as high as 12,000 yen per day, a significant financial burden for running the convenience store.

Table 28.1 MFCA balance sheet (Figures have been altered for publication)

Input						Output							
Total input cost					25 thousand yen	Cost for the products sold		22 thousand yen	Cost for the products remained		3 thousand yen		
Material and material cost	Unit cost (thousand yen/piece)	Quantity (piece)	%	Cost (Thousand yen)	%	Quantity (piece)	%	Cost (Thousand yen)	%	Quantity (piece)	%	Cost (Thousand yen)	%
Ham	0.07	127		8.3	32.7%	112		7.3	28.9%	11		0.7	2.8%
Egg	0.07	107		7.0	27.6%	99		6.5	25.5%	8		0.5	2.1%
Cheese	0.08	111		8.6	33.9%	90		7.0	27.5%	16		1.2	4.9%
Ham (Negligence)										1		0.1	0.3%
Egg (Negligence)										0		0.0	0.0%
Cheese (Negligence)										5		0.4	1.5%
Ham (Carrying-over)						3		0.2	0.8%				
Egg (Carrying-over)						0		0.0	0.0%				
Cheese (Carrying-over)						0		0.0	0.0%				
Subtotal		345	0.0%	23.9	94.3%	304	0.0%	21.0	82.7%	41	0.0%	2.9	11.6%
Volume and cost for waste management	Unit management cost (Thousand yen/kg)	Quantity (kg)	%	Cost (Thousand yen)	%	Quantity (kg)	%	Cost (Thousand yen)	%	Quantity (kg)	%	Cost (Thousand yen)	%
Ham		1.1								1.1			
Egg		0.8								0.8			
Cheese		1.6								1.6			
Subtotal		3.5	0.0%	0.0	0.0%					3.5	0.0%	0.0	0.0%
Energy amount and cost	Unit cost (Thousand yen)	Usage amount		Cost (Thousand yen)	%			Cost (Thousand yen)	%			Cost (Thousand yen)	%
Electricity (kwh)		68		0.6	2.5%			0.6	2.2%			0.1	0.3%
Subtotal		68		0.6				0.6	2.2%			0.1	0.3%
System Cost				Cost (Thousand yen)	%			Cost (Thousand yen)	%			Cost (Thousand yen)	%
Water utility cost (water and sewerage)				0.0	0.0%			0.0	0.0%			0.0	0.0%
Labor cost (part-time worker)				0.8	3.2%			0.7	2.8%			0.1	0.4%
Subtotal				0.8	3.3%			0.7	2.9%			0.1	0.4%

(ii) CO₂ emissions associated with food waste

The CO₂ emissions associated with food waste were estimated. The purchase cost of the food waste was equal to the purchase cost of 200 pieces of sandwiches. On the basis of the estimated life-cycle data for sandwiches (74 g-CO₂), it was found that 14.8 kg-CO₂ was wasted;

this resulted in an annual waste of 5,402 kg-CO₂.

There are 43,228 stores in Japan. Total CO₂ emissions associated with the food waste from those convenience stores were estimated to be roughly 230,000 tons.

(5) Targeted points to be improved or improvements based on MFCA analysis

The MFCA analysis revealed that reduction in food waste had a significant impact not only on the financial performance of a convenience store but also on CO₂ emissions. In order to effectively control opportunity losses as well as the quantity of food waste, it was necessary to place orders accurately.

(6) Conclusion

As identified by the MFCA analysis, the products that were yet to be sold were disposed of and became material losses for the convenient store. However, ordering fewer products can lead to a sold-out situation, as a result of which the convenience store could miss a sales opportunity. In the current POS system, purchase and sales volumes are estimated, thus giving the store owner and manager the necessary information to avoid a sold-out situation. However, in the target convenience store, this information was not readily available to the store owner and manager. In this respect, it is necessary to improve the POS system, so that the store owner has access to information on the cost of the products yet to be sold and on the opportunity loss.

IV. Case Examples in the Supply Chain

Case 29 Sanden Corporation Supply chain team
Production characteristics: Mass-production of relatively small varieties of products

(1) Organizational profile

Two companies (Sanden Corporation and Sanwa Altech (consolidated subsidiary of Sanden Corporation) were involved in this project (hereafter referred to as “Sanden” and “Sanwa Altech”, respectively).

Both Sanden and Sanwa Altech are located in Isesaki City, Gunma Prefecture, Japan. The total factory employees of Sanwa Altech numbered approximately 70 in 2006 and those of Sanden numbered 9,170 in 2005. The capitals of Sanwa Altech and Sanden were 480 million yen and 11.037 billion yen, respectively. The process selected for this project was aluminum die-casting for compressor-parts and processing of machine.

(2) Material flow model of main target process/es

Figure 29.1 indicates material flow and the selected process (MFCA boundary):

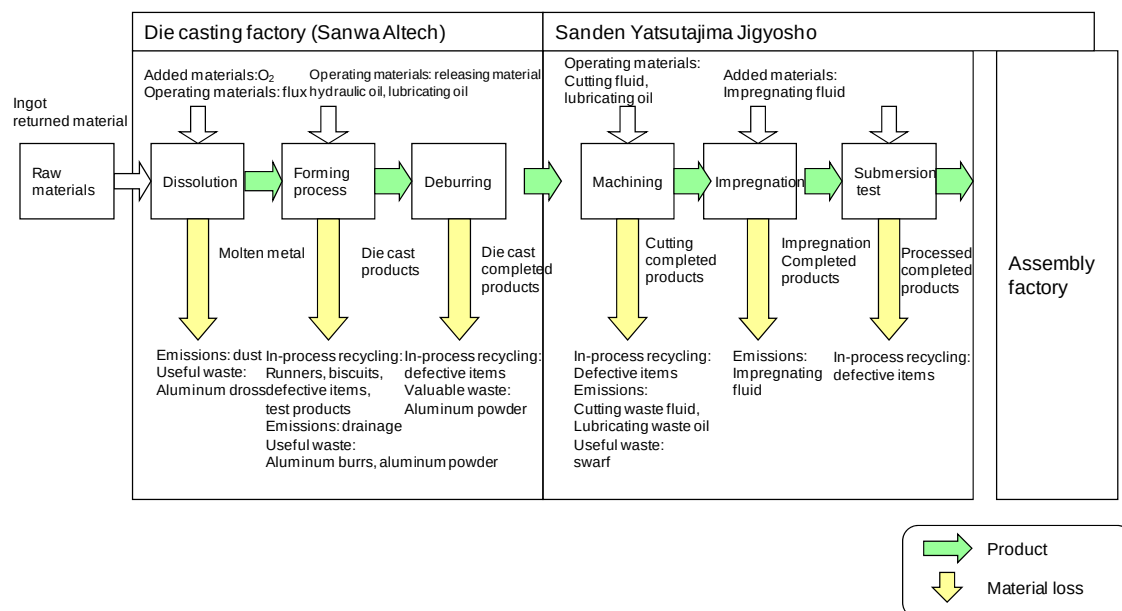


Figure 29.1 Material flow model of the selected process (MFCA boundary)

As shown in Figure 29.1, aluminum die-casting was conducted at Sanwa Altech, and processes following the machining process were conducted at Sanden.

The aluminum ingot – the material used in the die-casting process - was supplied by Sanden for the processes by Sanwa Altech. Further, with regard to left-over materials and defective products generated at Sanwa Altech and Sanden were returned to the dissolution process and reused. Further, aluminum dross, burrs, turnings and chips were sold as valuable materials.

The quantity centre (QC) was defined based on the process chart above. In addition, types of material for calculation were shown in the followings:

- Material: aluminum ingot, returned materials (such as left-over materials and defective products); and

- Auxiliary and operating materials: all of the auxiliary materials shown in Figure 29.1 were subject for calculation.

As noted above, this case example was based on the operations by two companies. In order to consolidate MFCA calculations between these two companies, the following approaches were taken:

- Two separate MFCA calculation models were established for the aluminum die-casting facility and the machining facility;
- Subsequently, two calculation results were consolidated for analysis; and
- The consolidated MFCA calculation was made based on information about system cost and energy which were partly related to allocation of processing unit costs as agreed between Sanden and Sanwa Altech.

(3) Description of material losses

Input and material loss at each phase of the operations consisted of the followings:

- Left-over materials and defective products at Sanwa Altech and Sanden that were returned to the dissolution process and reused; and
- Aluminum dross, burrs, and turnings and chips were sold as valuable materials and recycled.

(4) Findings through MFCA analysis

Input and output data in each quantity center were surmised in the material flow cost matrix as shown in Table 29.1:

Table 29.1 Material flow cost matrix

	Material cost	Energy cost	System cost	Waste management cost	Total
Products	339.9	77.2	257.6		674.7
	38.0%	8.6%	28.8%		75.4%
Material loss	64.8	55.3	99.6		219.7
	7.2%	6.2%	11.1%		24.6%
Waste/recycling				0.1	0.1
				0.0%	0.0%
Sub-total	404.6	132.5	357.2	0.1	894.5
	45.2%	14.8%	39.9%	0.0%	100.0%

NOTE Figures have been altered for publication. Figures are in units of 1,000 yen.

As stated before, material loss generated at the die-casting factory (e.g., runner, biscuit, defective products, and products from a trial operation) and defective products from the machining process were input as returned materials. These returned materials were re-input into the subject process and were not considered to cause any issues. However, these materials

carried over the energy cost and the system cost (e.g., labor cost and depreciation cost) from the initial operation.

(5) Targeted points to be improved or improvements based on MFCA analysis

Following points were identified to be the target points for improvements based on the MFCA analysis:

- Further operational management in a supply chain;
- Review and reduction of the input material;
- Technological break-through; and
- Feedback of the MFCA information to product design.

(6) Conclusion

Based on the comparative analysis of various production measures including in-process recycling and collection of valuable resources, reduction of material loss was considered to be the most effective option for cost reduction.

Case 30 Panasonic Ecology Systems Co., Ltd. Supply chain team
Production characteristics: MFCA implementation in a supply chain

(1) Organizational profile

Panasonic Ecology Systems Co., Ltd. (hereafter referred to as “Panasonic Ecology Systems”) manufactured heat-transfer elements used in heat exchange units through vacuum forming. PS sheets which are the main materials used for the product of Panasonic Ecology Systems, were processed through sheet forming by Nippon Sangyo Shizai Co., Ltd. (hereafter referred to as “Nippon Sangyo Shizai”). Table 30.1 summarizes the overview of these companies engaged in this project.

Table 30.1 Overview of Subject Companies

	Panasonic Ecology Systems	Nippon Sangyo Shizai
Number of employees	5,519 (as of March 2009)	—
Capital	12,092 million yen	—

(2) Products and processes subject to MFCA implementation and their characteristics (material flow model of main target processes)

Overview of the production processes conducted by two companies was shown in Figure 30.1. Nippon Sangyo Shizai blended virgin polystyrene (PS) material with butadiene rubber etc., and formed a sheet in which PS sheets were formed and finished to be rolls. Panasonic Ecology Systems conducted the vacuum forming process in which PS roll materials were used to form heat exchange sheets, being subsequently trimmed. At this time, cross-directional mill ends (borders) and feed-directional mill ends (feed) were crushed and sold as valuable resources.

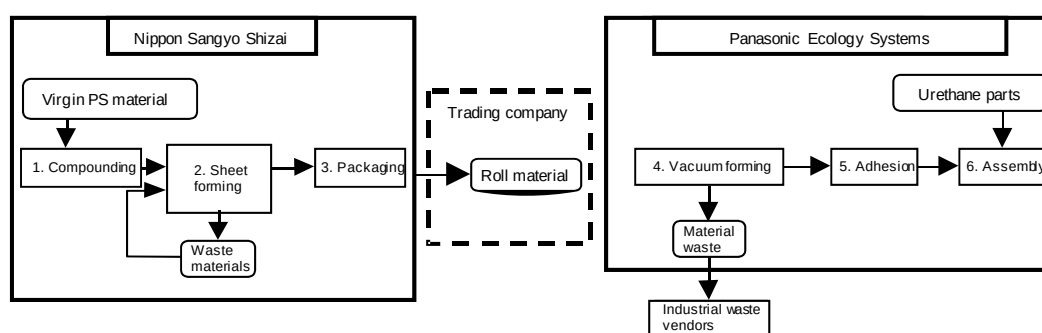


Figure 30.1 Process Flow for the Project

Parameters for MFCA data collection were defined as follows:

- Nippon Sangyo Shizai: butadiene rubber etc. was input with virgin PS material in the compounding process. Roll material at specified dimensions was produced in the forming process; and
- Panasonic Ecology Systems: PS roll materials were input as the main material. Urethane-made materials were input in the assembly process.

(3) Description of material loss

- Nippon Sangyo Shizai
Some purge materials, mill ends, and scrap materials were generated due to technical setting at the start of the operation of the forming process. Mill ends were generated in-line but the materials were immediately crushed, and re-input as raw materials. Purge materials and scrap materials were re-input during the next production process or used for another product.
- Panasonic Ecology Systems
Cross-directional mill ends (borders) and feed-directional mill ends (feed) were generated from the vacuum forming process.

(4) Findings through MFCA analysis

- Nippon Sangyo Shizai
All mill ends were recycled internally. Although it appeared that no material losses were generated because of the recycling practice, energy and personnel costs etc. for the formation and crushing of these mill ends were input to these losses and these associated costs were carried over from the previous production cycle. These costs were considered losses.
- Panasonic Ecology Systems
While selling material waste as valuable resources was considered to be reasonable, it was found that the selling price was extremely small compared to the production costs for this material waste (material loss costs); only 2% of the production costs were recovered from this practice.

(5) Targeted points to be improved or improvements based on MFCA analysis

- Nippon Sangyo Shizai
As gaps were identified between forming width and delivered product width, the minimum forming width required to guarantee thickness will be sought. In addition, purge losses were identified when materials were initially input at the time of the process changeover. Also, losses from final sheet scrap material were identified. The process-changeover practice will be re-considered, and reduction of material loss will be promoted.
- Panasonic Ecology Systems
As divergence existed between material width and product width, the edge space will be reduced by 10mm. In addition, as material losses were identified from trimming, minimization of the divergence between the mold and cavity will be promoted. Further, as there was loss in the feed direction, minimization of feed and placement of the positioning boss will be considered.
- Issues undertaken in cooperation by both companies
It was found that mill ends produced at Panasonic Ecology Systems could be re-input in the processes at Nippon Sangyo Shizai through re-pelletizing, which was also quite

cost-effective. It was also found that the quality of scrap materials generated at the end of the sheet forming process were good enough to be input in the processes at Panasonic Ecology Systems; review of the processing company for waste material re-pelletizing, physical distribution, and commercial distribution will be conducted to establish a closed material recycling cycle.

(6) Conclusion

As a result of discussion by both companies, reduction of borders was considered. Test processing found that the standard width dimensions could be made 10 mm smaller. In addition, Panasonic Ecology Systems modified the vacuum forming mold and succeeded in making the dimensions in both the cross direction and feed direction 10 mm smaller. The purchase cost of the scrap materials was adjusted etc., and its deliveries were started.

Owing to these measures, mill ends which used to be an output to the recycling market was diminished. Amount of the virgin material input at Nippon Sangyo Shizai became equivalent to amount of the product at Panasonic Ecology Systems. In particular, the forming load at Nippon Sangyo Shizai was significantly decreased.

Although it used to be vaguely assumed that adequate streamlining of this process had already been conducted, it was found through implementation of MFCA that there was in fact much room for improvement. In particular, by conducting an analysis of the entire supply chain, large areas for improvement in the supply chain were revealed.

Case 31 OMRON RELAY & DEVICES Corporation Supply chain team
Production characteristics: MFCA implementation
with three companies in a supply chain

(1) Organizational profile

OMRON RELAY & DEVICES Corporation (hereafter referred to as “OER”) is a relay business company which belongs to an electronic and mechanical components business company of OMRON Corporation, and conducts various activities including development of business plans, marketing, development, and production in regard to magnetic relays and peripherals. It comprises one main factory, which controls three domestic and nine overseas factories.

After the introduction of MFCA in OMRON KURAYOSHI Corporation in 2006, the OMRON group has worked on the deployment of MFCA to its group companies. As OER relies heavily on outsourced processing, the deployment of MFCA in its supply chain was a necessary step in achieving the extended implementation of MFCA. At that time, the Ministry of Economy, Trade and Industry introduced the supply chain resource saving cooperation promotion project, and OER decided to participate in this project by implementing MFCA in the OER supply chain, which is composed of OER and its three supplier manufacturers: press processing, heat treatment, and plate processing.

The company employees numbered 1,034 as of April 1, 2010. The company's capital is 300 million yen.

(2) Material flow model of main target process/es

(i) Objective of MFCA deployment in supply chain

At the beginning of the implementation, the four participating companies agreed on certain objectives, targets, etc., as follows:

- Objective: To introduce MFCA to the outsourced processing process by the suppliers with the aim of visualizing potential losses (e.g., material loss, energy loss, information transmission loss, and the loss due to rather complex issues arising from the relations between the companies).
- Target: To achieve a 10% reduction in material loss in the processes of pressing, heat treatment, and plating.
- To achieve a win–win relationship after introduction of MFCA through continuous effort, such as application of the subject process to the manufacturing of other components.

(ii) Processing of target product in supply chain

The target product was yolk (a magnetic iron-based component), which is a key component of magnetic relays. Figure 31.1 shows a schematic representation of the manufacturing process. When OER places an order, the press processing manufacturer manages the entire process, which includes pressing, heat treatment, plating, and inspection. Subsequently, the products are delivered to OER, and OER assembles the components. Figure 31.1 shows the input materials used and the waste generated in each stage.

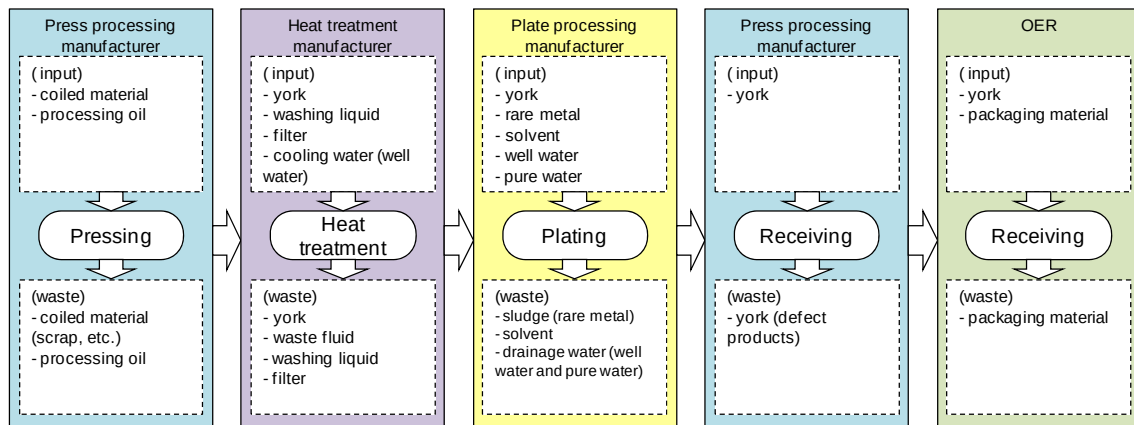


Figure 31.1 Input/output in each quantity center

(iii) Definition of quantity centre

The magnetic relay components are delivered to OER after the manufacturers carry out the processes of pressing, heat treatment, plating, and inspection as described above in (ii).

Therefore, each company in the supply chain is defined as an independent quantity centre, and the material input and loss are measured in each quantity centre.

(3) Description of material losses

(i) Material input and loss in each quantity centre

1. Material input and loss in pressing process

In the pressing process, the shape of york is created by inputting a metallic coiled material, punching it out, and bending it using a press die. In this stage, some metallic coiled material is generated as scrap, and auxiliary material such as processing oil also becomes a part of the loss.

2. Material input and loss in heat treatment process

In the heat treatment process, the york is softened by heated it in a high-temperature furnace for a certain period of time in order to improve its magnetic property. Although the loss of york in this process is minimal, auxiliary materials such as filter and washing liquid also become a part of the loss. A large amount of energy is also consumed during heat treatment.

3. Material input and loss in plating process

In the plating process, a rare metal is added to the surface for rust prevention. A large amount of water, such as used washing liquid, and plating liquid become waste fluid, which are drained after undergoing processes such as neutralization. Rare metal etc. remains in the waste liquid and becomes material loss. Moreover, the chemicals used for treatment of waste liquid also become material loss.

(ii) MFCA data definition

As it was a short-term project, the company narrowed down the focus of the analysis to the following points:

- Material: water, resources such as metallic coiled material, plating material, and washing liquid; and

- Energy in the processes of heat treatment and plating.

(iii) Points to be considered in MFCA implementation in a supply chain

- The company implemented the project by selecting promotion members from each company involved in the yolk processing supply chain.
- As there were no capital ties between OER and the other three companies, information disclosure standards and management rules were established.
- It was decided that improvement effect (monetary amount) for visualized loss was reflected to the cost or allocated upon confirmation of the effect from implementation of the actual countermeasures for improvements.
- The above condition is considered important for building a win-win relationship and for encouraging continuous effort.

(4) Findings through MFCA analysis

(i) Measured result of metallic coiled material

The product generated from metallic coiled material is 47% of input amount, and majority of losses are generated in the pressing process. In the pressing process, trial punching loss, end material loss, etc. accounts for approximately 0.5%, in addition to the scrap loss generated from each product.

(ii) Measured result of water

The amount of water consumed was estimated by converting it to production time per lot: 758 kg of well water was used in the heat treatment process, and 2,760 kg of pure water and 1,280 kg of well water were used in the plating process. As water is not part of the final product, all the water consumed becomes material loss. Although cost for the quantity of water resource as material loss is small, it has a significant impact on the environment due to the large use of groundwater.

(iii) Measured result of energy

A large amount of energy in the form of electricity, gas, and heavy oil is consumed in the pressing, heat treatment, and plating processes. CO₂ emission from the consumption was calculated and evaluated. By converting it to production time per lot, CO₂ emission in each process was found to be 65.7 kg-CO₂ in the pressing process, 135.3 kg-CO₂ in the heat treatment process, and 78.5 kg-CO₂ in the plating process, resulting in a total of 279.5 kg-CO₂.

(5) Targeted points to be improved or improvements based on MFCA analysis

With regard to the loss of metallic coiled material in press processing process, the following loss factors were determined for reduction in trial punching loss, end material loss, and scrap loss: on-site loss factor, design loss factor, and procurement loss factor. It led to an opportunity to build a mechanism that enables to propose improvement toward optimization that covers suppliers to OER in the entire supply chain.

Neither energy nor water resource had been ever considered to be an issue. From an environmental point of view, however, it became clear that the visualization of energy by CO₂ conversion and of water resource in actual used amount is necessary to be continuously monitored in the future as an approach to reduce associated environmental impacts.

(6) Conclusion

Through this approach, potential losses in the outsourced processing process were visualized from three different viewpoints: supply chain, resource productivity, and environmental aspect. Improvement activity has already partially started. The followings are the comments from supplier representatives:

- We would like to aim at improvement in cost and technological competitiveness;
- We have gained opportunities to change our current stereotype;
- We have achieved a wider spectrum of improvement; and
- We are communicating better than before.

Case 32 Ohu Wood Works Co., Ltd. Supply chain team
Production characteristics: Supply chain-wide MFCA implementation
in the household stainless steel parts

(1) Organizational profile

Ohu Wood Works Co., Ltd. (hereafter referred to as “Ohu Wood Works”) is involved in various operations from the design to installation of wooden furniture. 85% of the furniture manufactured at the company is used at educational and medical facilities throughout Japan. Moreover, Miyoshi Industry manufactures stainless steel members.

The objective of introducing MFCA in the aforementioned two companies was to minimize total material losses in the supply chain by reviewing a layout at the design phase.

Table 32.1 Overview of Subject Companies

	Ohu Wood Works Co., Ltd	Miyoshi Industry
Number of employees	150	–
Capital	30 million yen	–

(2) Products and processes subject to MFCA implementation and their characteristics (material flow model of main target processes)

Originally, Miyoshi Industry produced stainless steel parts, another supplying company produced uniboards, and Ohu Wood Works assembled them. In this project, production lines for “training kitchen counters” and “installed household sinks” which are produced by Ohu Wood Works and a stainless steel sink, a main material for these Ohu Wood Works’s products, which is manufactured by Miyoshi Industry were selected for MFCA analysis. The manufacturing processes of these two companies were noted below:

- Manufacturing processes and quantity centres
Each of their manufacturing processes and supply chains are shown in Figure 32.1.
- The target processes in Ohu Wood Works consisted of production of the wooden structure from uniboard, and the finishing process. In the finishing process, the stainless steel sink-tops produced by Miyoshi Industry was set to this wooden structure; and
- In Miyoshi Industry, based on the specification provided by Ohu Wood Works, requisite rectangular materials were cut in the shirring process from stainless steel materials which had been optimally cut to length. Subsequently, they were cut by the laser-cutter in order to conform to the external development-shape and underwent a bending process. Finally, a sink-top was produced through the welding and finishing processes.

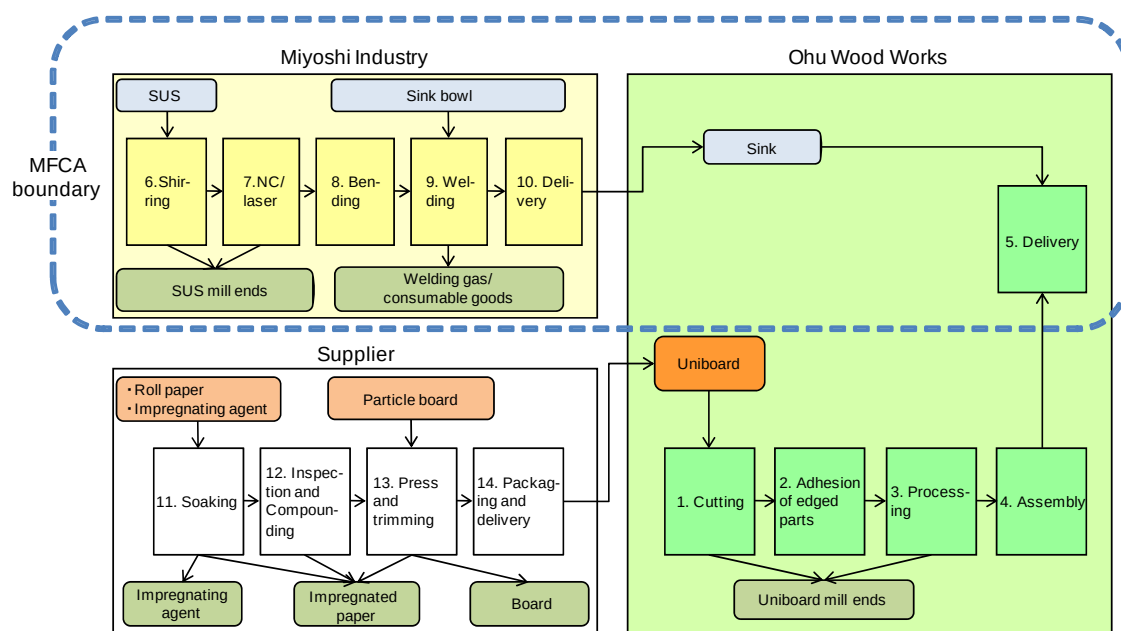


Figure 32.1 Input and output at each quantity centre

(3) Description of material losses (Description of material loss)

- Losses from the subject process
 - Ohu Wood Works: no material losses were generated; and
 - Miyoshi Industry: SUS mill-ends were generated through the shirring and NC/laser process. Grind stone and buffing material losses were generated in the welding-finishing process, and left-over materials of dew-condensation control sheets were generated from the shipment process.

- MFCA data definition

In the process of Ohu Wood Works, the stainless steel parts supplied by Miyoshi Industry were substantial in terms of physical and monetary quantities while the process that involved these parts was limited to be the attachment process. As the material losses related to the stainless steel parts were considered to be nearly zero, this could keep the material loss rate very low, potentially distorting the analysis. Hence, the stainless parts were excluded from the MFCA analysis. Regarding the additional parts used for assembly, only cost-information for these parts were included in the analysis.

For Miyoshi Industry, most of the materials input into the process were included in the MFCA calculation. As the externally supplied sink bowl did not incur any cost, it was excluded from the MFCA analysis.

(4) Findings through MFCA analysis

MFCA analysis found that the steel mill ends generated from the shirring process and the laser process at Miyoshi Industry accounted for the entire portion of the material losses. In particular, significant amounts of shirring mill ends were identified; cut lengths were considerably different from mill ends to mill ends. In addition to this, welding gas losses and labor losses were found to be substantial in the Miyoshi Industry's welding process and the finishing processes.

(5) Targeted points to be improved or improvements

- Improvements through collaboration between Ohu Wood Works and Miyoshi Industry
With respect to the SUS mill ends generated through the shirring process, these material losses occurred due to adjustments to the cut length based on the ordered product. This led to issues of squabbling over the cut length dimensions of the SUS material and the instructed dimensions specified by Ohu Wood Works. Data on the yield ratio from the SUS material shirring process will be gathered on a monthly basis in order to explore the possibility for design standardization between two companies.
During the sink-design process prior to an order-reception, when considering the cut lengths of stainless steel material and the basic shape of sinks for educational facilities, there were parts that could allow for free design to a certain extent. When designing a made-to-order sink, variable dimensions were decided in advance so that the sink will conform to the cut length dimensions of the stainless steel materials, without changing the basic specifications. This will be proposed to the client on a necessary basis.
- Miyoshi Industry
Use of a large amount of welding gas and the associated labor costs during the welding process and the finishing process were found to be an issue. These losses were due to the welding technical standard. Systematic training in welding techniques will be conducted to minimize these losses.

(6) Conclusion

Transparency of source of material losses was increased through the MFCA analysis; losses were identified to be more substantial than originally expected. In order to reduce such losses, the furniture-design in consideration of the material yield ratio was crucial. To this end, Ohu Wood Works and Miyoshi Industry will work together to standardize designs, and will continue to improve yield ratio from the SUS shirring process. Likewise, it is desirable that by improving the yield ratio, reduction in the input volume of the raw material, less generation of the material losses, and cost reduction are achieved.

V. Annex (Overview of Material Flow Cost Accounting)

The annex is based on the first chapter of “Guidance on Introduction of Material Flow Cost Accounting (Third version)” issued by the Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan in March 2009.

Overview of Material Flow Cost Accounting

1. What is Material Flow Cost Accounting?

Material Flow Cost Accounting (hereafter referred to as “MFCA”) is one of the environmental management accounting tools aimed to simultaneously reduce both environmental impact and costs. This tool is designed for organization's decision-making. MFCA seeks to reduce costs through waste reduction, thereby improving business productivity.

MFCA measures the flow and stock of materials which include raw materials, parts and components in a process, in both physical and monetary units. The costs are managed in the categories of material cost, energy cost, system cost, and waste management cost.

You can identify the loss costs by defective products, waste and other emissions, through quantification of materials in each manufacturing process, and converting them in physical and monetary units.

In addition to the material costs, labor costs, depreciation costs and other processing costs are included in the loss costs. Costs for waste (material losses) are also calculated by the same means as product cost.

An increasing number of companies are introducing MFCA in Japan, for the following reasons.

- MFCA helps organizations reduce the amount of material losses, rather than recycling wastes;
- Reduced waste generation directly leads to the reduction of material input and material cost, which realizes direct cost reduction;
- Reduced waste generation also leads to increased efficiency in processing and waste treatment activities, thereby enabling reduction of not only material costs but also of manufacturing costs in general; and
- Reductions of waste generation and of material input (resource consumption) are one of the key activities in environmental management to lower the environmental impact.

2. Significance of MFCA, its economic effects and environmental contribution

A business entity is required to make “environmental consideration” in diverse phases of its operations. Many companies are promoting environmental management of their business facilities and emissions from such facilities through manufacturing activities, promoting waste recycling and achieving zero emission.

Although waste recycling is one of the important measures for effective resource use, it should be noted that the recycling process carried over the cost from the previous activities, requiring the input of substantial expenses and energy, in addition to those spent from the resource input

to the waste generation.

Therefore, it is essential to reduce material losses itself. MFCA identifies the quantities and costs (incl. material, processing and waste treatment costs) of waste generated from a process. This enables us to identify the fundamental source of waste generation and clarify difficulties in its reduction, which leads to the reduction of waste generation itself.

Reduction of waste generation directly leads to reduced input of resources and enhanced environmental performance in manufacturing process, as well as realizing slimmed resource procurement and increased efficiency in business operations. MFCA is an effective management tool that helps business management to better understand the “harmony of environmental aspects and profitability”, through improvement of material productivity and cost reduction.

3. Waste from process = Material loss

In a processing-type manufacturing, material losses are generated in various steps of the manufacturing process. Material losses generated from a process include the followings:

- Material loss during processing (e.g. listing, swarf), defective products, and impurities;
- Materials remained in an equipment following set-ups;
- Auxiliary materials (e.g. solvents and other volatile materials, detergents to wash equipment before set-ups): and
- Raw materials, work-in-process and stock products discarded due to deterioration or other unusable reasons.

MFCA traces and equally evaluate material flows for products and wastes (material losses).

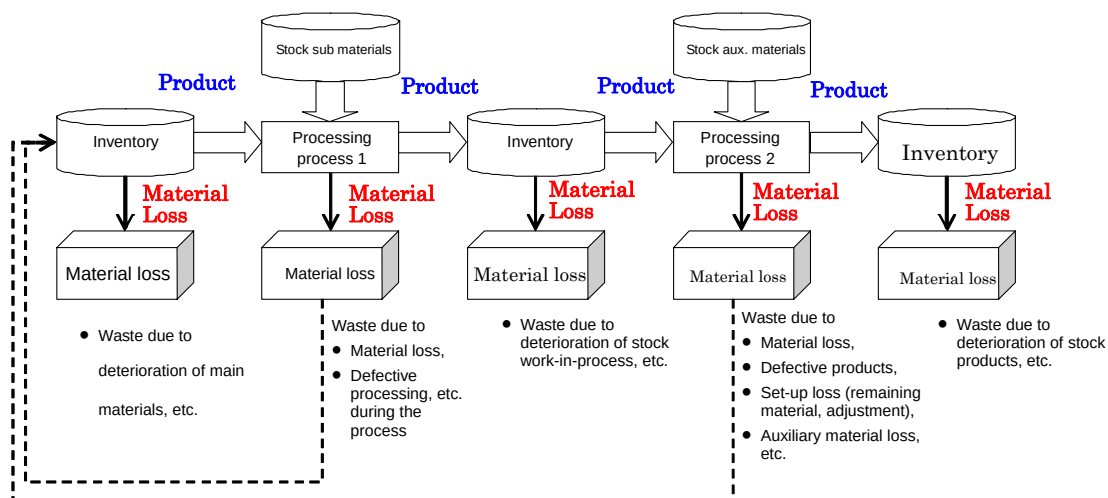


Figure V-1. Types of waste generated from manufacturing process

4. Material flow and MFCA

One of the methods to clarify material losses is material flow analysis. An example of material flow analysis is indicated in Figure V-2.

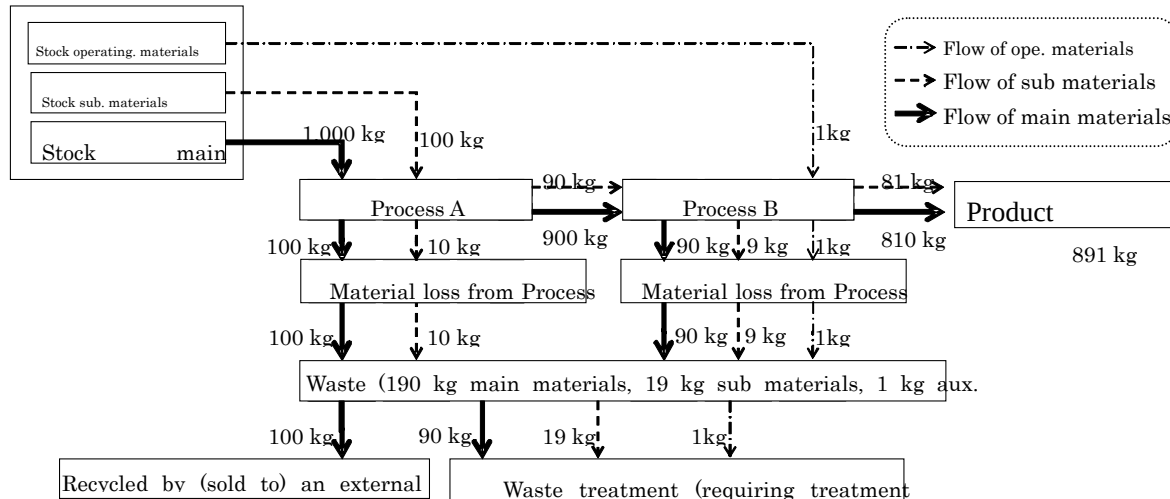


Figure V-2. Material flow chart

In Figure V-2, 1,000 kg of main materials are input in Process A, and generate 100 kg of the material losses in Process A and 90 kg in Process B, respectively. While 100 kg of main materials lost in Process A is recycled by an external contractor, 90 kg in Process B is disposed of as material loss.

Of sub (auxiliary) materials input in Process A, 10 kg and 9 kg become material losses in Processes A and B, respectively. A total of 19 kg of sub materials are disposed of as waste. 1 kg

of operating materials are input in Process B, all of which become the material loss.

Consequently, 1,101 kg of materials are input in this process, of which 891 kg become products and 210 kg are material losses. As 100 kg are recycled by an external contractor, the final material loss is estimated to be 110 kg.

Material flow cost analysis evaluates the material loss (i.e., material loss costs associated with main materials, auxiliary materials and operating materials) (Table V-1).

Table V-1. Calculation of material loss cost

	Unit	Main materials	Auxiliary materials	Operating materials	Materials total
Input	kg	1,000	100	1	1,101
Product	kg	810	81	0	891
Material loss	kg	190	19	1	210
Material purchasing unit price	yen/kg	100	100	100	
Material purchasing cost	yen	100,000	10,000	100	110,100
Material cost	yen	81,000	8,100	0	89,100
Material loss cost	yen	19,000	1,900	100	21,000

If a company has the data of its material balance, it can easily calculate the material loss cost by multiplying quantities of each material (kg) by their unit prices. Table V-1 indicates that even if you recover some material cost by external recycling, this is significantly small compared to the material loss costs. Although external recycling is an important activity, it is more significant to reduce waste generation itself if you consider economics.

Economic loss (loss cost) caused by material losses is not limited to the material cost. As long as each process requires input of energy, labour, depreciation, and other costs, these costs are also assigned or allocated to material losses. Waste needs treatment activities and this cost is also added to calculation.

For calculation, MFCA adds all the cost information including material, processing, energy, waste treatment and other costs to the quantity data based on material flow, thereby tracking the entire flow of each raw material and adding the quantity and cost information to such flow.

Therefore, MFCA helps organizations analyze the economic loss (loss cost) by material loss not only in terms of material cost but also associated costs such as processing, energy, waste treatment and all other comprising costs.

5. Characteristics of cost accounting by MFCA

The calculation of manufacturing costs for a product is based on the following approaches in MFCA.

(i) Allocating costs to products and material losses

- Product cost: Costs assigned or allocated to products that flow to the next process; and
- Material loss cost: Costs for disposed or recycled items.

(ii) Calculating costs throughout the process

Product cost at one quantity centre is accumulated as the new input cost in the following quantity centre, totaling the input costs for calculation.

(iii) All manufacturing costs are categorized into the following four groups for calculation:

- MC: Material costs (costs of materials including main materials put in from the initial process, auxiliary materials put in during midstream processes, and operating materials such as detergents, solvents and catalysts);
- SC: System costs (all expenses incurred in the course of in-house handling of the material flows such as labor, depreciation, overhead costs, etc.);
- EC: Energy costs (Cost for the energy to enable operations such as electricity, fuel, utility); and
- Waste treatment costs.

6. Making material loss “visible” in its quantity and cost

MFCA calculates the cost of material losses which represents economic loss (loss cost) caused by the material loss.

This helps you increase transparency of material loss throughout the process, using the quantities of materials that do not become products as well as overall costs including energy and system costs associated with the material loss.

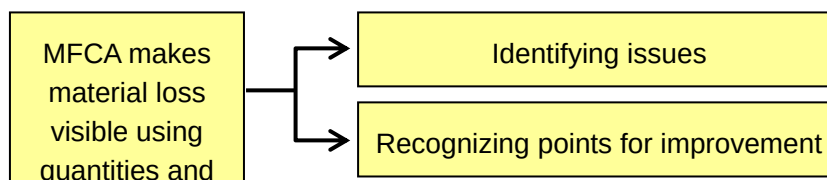


Figure V-3 Advantages of MFCA

By making material loss “visible”, MFCA provides organizations with opportunities to “identify problems and recognize the necessity for their improvement” (Figure V-3).

(i) Identifying problems

Through MFCA, organizations have a chance to realize existence of material loss and the resulting economic loss, which has been overlooked by conventional cost accounting.

Many companies indicate that they monitor yield rate associated with the materials used in the process. However, the scope of such monitoring only covers part of materials, processes or losses in many cases. They often control main materials, without monitoring the amounts of use or loss in auxiliary or operating materials. On-site operators may be seeing materials getting lost, while managers of the manufacturing department, the production engineering department and the product design department are not aware of such losses. This happens because the company's conventional waste management practices only focuses on handling of wastes in typical cases.

In such cases, MFCA helps organizations highlight conventionally uncontrolled material losses. Systematic approach for material losses reduction is started when you identify problems.

(ii) Recognizing points for improvements

A company may be aware of material losses, but does not have appropriate improvement measures in place. There are varieties of reasons for not taking improvement actions, such as "This is standard operation," "This is the result of past improvement," "Capital investment is not likely to be retrievable," "We are busy," "We do not have sufficient human resources," and "It is technologically impossible". If you further analyze their claims, you may find out that they have "given up or ignored improving", not that "improvement is technically impossible".

In such cases, the true problems lie in not taking actions to break through technological limits, not in technological difficulty itself. Solving a problem is equivalent to breaking true familiar excuses such as "This is the limit," "This is the standard," "That's not impossible," and "We are too busy." Recognizing necessity for improvement is signified to start improvement measures beyond such excuses.

By applying MFCA, loss costs are identified including processing costs, caused by material losses. In many cases, scale of the identified costs is far more significant than you had previously assumed. Not a few managements are surprised at the enormous loss cost. They also realize that cost improvement measures are more effective than their previous recognition, which often paves the way for improvements that had been overlooked.

At the same time, MFCA presents an ultimate target for engineers: "the zero material loss cost". This ambitious goal urges engineers to make a breakthrough as mentioned above, through the recognition of necessity for improvements.

7. Manufacturing loss cost seen through MFCA

Types of manufacturing loss in the scope of calculation and management by MFCA are as follows:

- (i) Occurrence and yield rate of material loss by process;
- (ii) Causes for material loss by process (swarf, listing, set-up loss, defects, tests, etc.);
- (iii) Procurement cost for material losses (main, auxiliary, and operating materials);
- (iv) Waste treatment cost for material loss;
- (v) Procurement cost for material losses sold to external recycling contractors;
- (vi) System cost for material losses (labor, depreciation, fuel, utility and other costs);
- (vii) System cost required to internal recycling of materials; and
- (viii) Material and system costs for in-stock products, work-in-progress materials or materials that were disposed of due to switch to a newer model or deterioration of quality, or for such stock that has been aging.

Many companies manage the first three items above, at least for main materials. Unfortunately, only fewer companies control sub or auxiliary materials on a corporate basis. Auxiliary and operating materials are often managed on a process or equipment basis, and the quantities of materials input (and lost) for each model are rarely under management. In some cases, such quantities are managed in the unit of production lot.

The overall waste treatment cost (Item (iv)) is generally managed on a factory basis by waste type. However, few companies identify such cost by material type, by product model and by process type.

Companies are often unaware of losses associated with recyclable waste as indicated in Item (v), because such waste is reused as resources and sometimes sellable as valuable materials to external recyclers.

Items (vii) to (viii) are difficult to be identified unless process-wide MFCA calculation is conducted.

Many companies identify time loss due to equipment downtime, set-up and other reasons. Some of them promote improvement activities such as Total Productive Maintenance (TPM). Such loss is considered to be part of input cost included in equipment depreciation cost, and should preferably used in combination with MFCA.

8. MFCA makes loss “visible” for each process

Figure V-4 indicates the calculation of MFCA, using a simplified MFCA trial tool, using template data provided for trial of MFCA calculation. This tool is included in an MS-Excel file downloadable from the MFCA website (<http://www.jmac.co.jp/mfca/thinking/07.php>) (in Japanese only). The diagram shows the image of a calculation flow chart that include (Waste treatment cost is excluded).

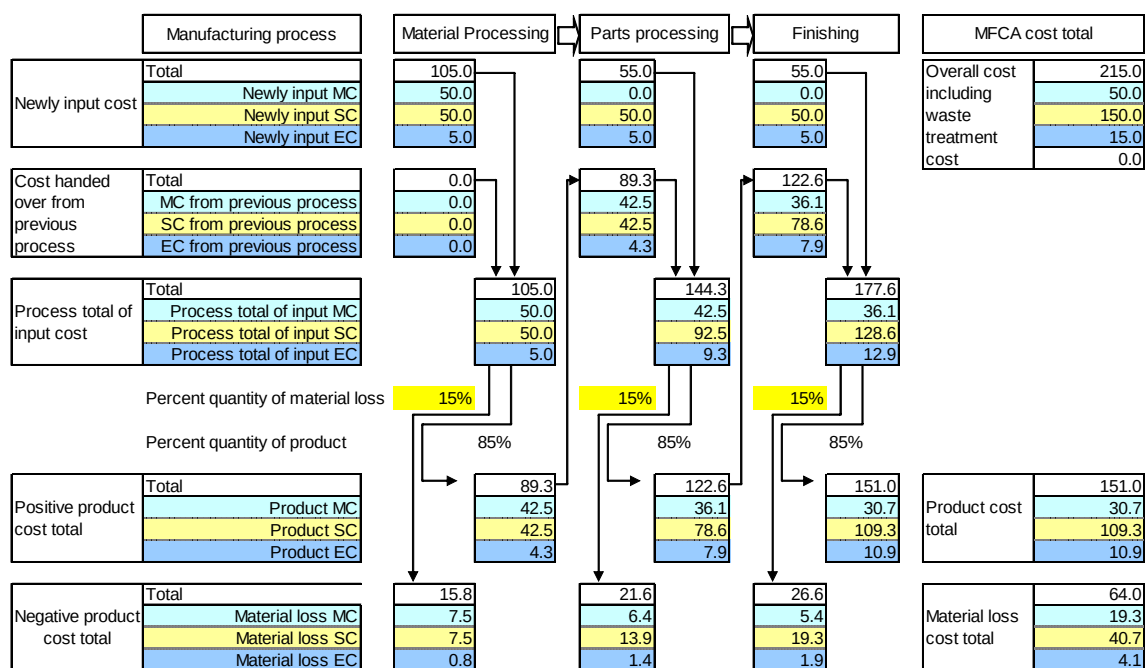


Figure V-4 Example calculation by simplified MFCA trial tool

In this example, a total material loss cost of 19.3 yen is provided as procurement cost for material losses, based on quantity of the material losses generated.

MFCA includes energy costs and systems costs that are assigned or allocated to material losses as a part of the material loss cost. In this example, the total system costs for the material loss are 40.7 yen, while total energy costs for the material loss are 4.1 yen. By adding these two costs to the material loss costs above, you will have the total costs for the material losses in the manufacturing process, which stands at 64.0 yen in this example. This accounts for 29.8% of the total costs for this manufacturing process (215.0 yen).

Such material loss costs are identified on a process-by-process basis in MFCA.

In the example above, material loss costs for material processing, parts processing and finishing processes are 15.8, 21.6 and 26.6 yen, respectively. The ratios of products and material loss quantities are calculated to be 15% and 85%, respectively. Because energy costs and system costs from the previous process are included in the material loss costs for the following processes. In other words, the manufacturing losses cause the greater material loss costs in the later processes.

For any inquiries, please contact the MFCA Project Office:

JMA Consultants Inc.
MFCA Center, MFCA Project Office

Address: 4th Fl., Shuwa Daini Shibakoen 3-chome Bldg.,
3-22-1 Toranomom, Minato-ku, Tokyo, 105-8534, Japan

TEL: 81- 3-3434-7331
FAX: 81- 3-3434-6430
E-Mail: mfca_eco@jmac.co.jp



別添資料(2) MFCA 事例集 2011

平成 22 年度の事業において作成した MFCA の事例集の英語版「MFCA 事例集 2011」を掲載する。



マテリアルフローコスト会計

MFCA事例集 2011



はじめに

マテリアルフローコスト会計（MFCA）は、ドイツで原型が開発され、日本で発展した、「環境負荷低減」と「企業の経営効率向上」を同時に実現する、環境管理会計手法の 1 つです。現在 MFCA の ISO 化が ISO/TC207/WG8（MFCA）において、日本のイニシアチブにより進められております。2011 年中に ISO14051 として発行される予定であり、近年注目を集めています。

日本において MFCA は、2000 年に紹介されて以来、その手法や効果について研究が行われ、企業への導入も進み、その考え方は今も発展を続けています。当初は、単一の工程や製品を対象とした MFCA の導入が主でしたが、その手法が発展し、効果が認められるにつれ、MFCA を企業のマネジメントの仕組みに組み込み、事業と環境を両立させる環境経営を推し進める企業が出てきています。また、企業単独の MFCA からサプライチェーンの上流下流へと広がりを見せています。このように、日本では、先進的で、分かりやすく、効果のある MFCA の事例が多く生まれています。

経済産業省は、このような事例を産業界で共有することと、それによって ISO 化を推進し、MFCA を活用した環境経営の展開を促進したいと考えております。そのために、この MFCA 事例集は、特に先進的で分かりやすい事例を選び、作成致しました。

MFCA 事例集は、2009 年度に初版が作成され、WG8 や TC207 参加国など、世界に広く配布されました。この度、新たに 9 つの事例を追加し、この MFCA 事例集 2011 をまとめました。更なる普及の促進のために、お役立ていただきたいと考えております。

2011 年 3 月

経済産業省 産業技術環境局 リサイクル推進課

本事例集の作成にあたっては、経済産業省委託「平成 22 年度低炭素型環境管理会計国際標準化事業（マテリアルフローコスト会計導入実証・国内対策等事業）」の事業委員会の指導、助言を受けました。

本事業の事業委員会は、次の委員で構成されています。（委員名は、50 音順に記載）

委員長	國部 克彦	神戸大学大学院 経営学研究科 教授 ISO/TC207/WG8 議長
委員	河野 裕司	東和薬品株式会社 生産本部生産管理部 次長
	倉持 成昭	独立行政法人 中小企業基盤整備機構 経営基盤支援部長
	立川 博巳	プロファーム ジャパン株式会社 代表取締役社長
		ISO/TC207/WG8 日本代表エキスパート 国際幹事補佐
	中畠 道靖	関西大学 商学部 教授
		ISO/TC207/WG8 日本代表エキスパート
	沼田 雅史	積水化学工業株式会社 生産力革新センター
		モノづくり革新センター部長
	古川 芳邦	日東電工株式会社 サステナブル・マネジメント推進部長
		ISO/TC207/WG8 国際幹事
	水口 剛	高崎経済大学 経済学部 経済学部長 教授

目次

I. 本事例集の見方	1
II. 製造業の事例	9
事例 1. 日東電工株式会社	10
事例 2. 積水化学工業株式会社	12
事例 3. 株式会社スミロン	14
事例 4. 東洋インキ製造株式会社	16
事例 5. 住友化学株式会社	18
事例 6. 田辺三菱製薬株式会社	20
事例 7. キヤノン株式会社	22
事例 8. 長浜キヤノン株式会社	24
事例 9. オムロン株式会社	26
事例 10. テイ・エス・コーポレーション株式会社	28
事例 11. プレス加工メーカーA	30
事例 12. 株式会社片桐製作所	32
事例 13. 群馬合金株式会社	34
事例 14. 株式会社三ツ矢	36
事例 15. 光生アルミニウム工業株式会社	38
事例 16. 美和ロック株式会社	40
事例 17. 日本フイルコン株式会社	42
事例 18. 清水印刷紙工株式会社	44
事例 19. 株式会社リバー	46
事例 20. グンゼ株式会社	48
事例 21. 弘進ゴム株式会社	50
事例 22. 株式会社津梁	52
事例 23. 株式会社光大産業	54
III. 非製造業の事例	57
事例 24. JFE グループ	58
事例 25. グンゼ株式会社	60
事例 26. 株式会社近江物産	62
事例 27. サンデン株式会社	64
事例 28. コンビニエンスストア A	66
IV. 製造業 サプライチェーンの事例	69
事例 29. サンデンサプライチェーンチーム	70
事例 30. パナソニックエコシステムズサプライチェーンチーム	72
事例 31. オムロンリレーアンドデバイスサプライチェーンチーム	74
事例 32. 奥羽木工所サプライチェーンチーム	76
V. 巻末資料	79
「マテリアルフローコスト会計導入ガイド(Ver.3) 第1章」より引用	80

I. 本事例集の見方

1. 事例集の目的

経済産業省は、企業の環境と経済を両立させる環境管理会計手法のマテリアルフローコスト会計（以下、MFCAという。）を世界に普及するために、MFCAの国際標準化を推進している。MFCAの国際標準化は、ISO/TC207（※1）に対して日本から提案を行って承認され、2008年にISO/TC207内にMFCAの規格を検討するWG8（※2）が設立された。現在、ISO14051として2011年の規格発行を目指して準備作業が進行している。その中で、MFCAの国際的な普及には、我が国で培われたMFCAの優良導入事例の周知が必要との認識の下、世界でのMFCA普及のツールにするために、この事例集を制作した。

また、本事例集巻末には、2009年3月に経済産業省が発行した「マテリアルフローコスト会計導入ガイド（Ver.3）」より、「第1章 マテリアルフローコスト会計の概要」を引用し、掲載している。MFCAの基本的な考え方、用語について説明がなされており、MFCAに初めて接する方は、こちらの巻末資料に目を通していただきたい。

※1 ISO/TC207

国際標準化機構（International Organization for Standardization）の、「環境マネジメント」についての技術委員会（Technical Committee）。

※2 WG8

MFCAの国際標準化に取り組んでいるTC207のワーキンググループ（Working Group）。

2. 掲載事例

MFCAは、モノ作りにおける資源生産性向上のツールとして開発された。そのため、日本では製造業における導入事例が多く存在する。製造業での導入事例に加え、その展開の事例として、複数企業のサプライチェーンを通してMFCAを導入した事例も存在する。また、近年では、物流、工事、流通サービスといった製造業以外の業種、分野での適用も始まっている。

本事例集には、これらの多くの事例の中から、製造業の事例、サプライチェーンでの事例、物流、工事、流通サービスなど、幅広い業種・分野での最新事例、分かりやすい事例を選び掲載している。

これらの事例の特徴を、本章の「4. 事例企業のリスト」、「5. 事例の特徴」に整理した。MFCAの導入を考えている業種・プロセスにおける検討の参考にしていきたい。

3. 各事例の構成

各事例は、「1. 企業情報」、「2. MFCA導入対象の製品・工程とその特性」、「3. マテリアルロスの記述」、「4. MFCA計算結果」、「5. MFCA導入結果からの改善の着眼点」、「6. 成果と今後の課題」により構成されている。以下、各項目について簡単に述べる。

1) 企業情報

その企業をイメージしやすくするため、企業概要の情報（製品、従業員数、売上金額、資本金など）を紹介している。

2) MFCA導入対象の製品・工程とその特性

MFCAの対象製品とその製造工程を紹介し、その製造特性とともに、物量センターの設定など、

MFCA 適用の考え方を解説している。

非製造業の事例の場合には、製造工程はないため、その適用対象範囲と特徴を紹介している。

3) マテリアルロスの記述

使用するマテリアル及びそのロスを記述している。同時に、エネルギーコスト、システムコストについても、その計算の考え方を紹介している。

4) MFCA 計算結果

実際の MFCA の計算を行った結果を示している。また、MFCA の計算結果から気づいたこともコメントしている。

5) MFCA 導入結果からの改善の着眼点

MFCA の分析結果からの改善の着眼点、改善策について紹介している。

6) 成果と今後の課題

MFCA 導入、展開の成果、今後の展開の計画、その際の課題等を記述している。

4. 事例企業のリスト

表 1 に、本事例集に掲載した 32 事例の企業を、事例集分類、業種、従業員数区分を整理して記載した。

業種については、東京証券取引所の業種別分類を参考に分けている。

それぞれの企業の事例企業の規模が分かるよう、従業員数の区分も載せた。こちらは、従業員数の規模を「100 人未満」、「100 人～999 人」、「1000 人以上」の 3 区分で分けている。

なお備考欄には、特筆すべき MFCA 適用の特徴と、MFCA での表彰の記録を載せている。

・事例集分類について

事例集分類は、MFCA 適用分野として、製造業、非製造業、サプライチェーンに区分した。

- 製造業分野の事例は、製造業における企業、工場単位での MFCA 適用事例である。
- 非製造業分野の事例は、サービス、工事、物流など、製造以外の分野の MFCA 適用事例である。
- サプライチェーンの事例は、複数の企業間で MFCA を適用し、企業間で協力して改善に取り組んだ事例である。

表 1. 事例企業リスト

MFCA事例集分類	企業名	業種	従業員数区分	備考
製造業	日東電工(株)	化学	1,000人以上	※3 環境効率アワード2007 特別賞マテリアルフローコスト会計部門受賞
	積水化学工業(株)	化学	1,000人以上	※3 環境効率アワード2008 特別賞マテリアルフローコスト会計部門受賞
	(株)スミロン	化学	100人～999人	
	東洋インキ製造(株)	化学	1,000人以上	
	住友化学株式会社	化学	1,000人以上	
	田辺三菱製薬(株)	医薬品	1,000人以上	※3 環境効率アワード2006 特別賞マテリアルフローコスト会計部門受賞 ・2007年10月1日 田辺製薬と三菱ウェルファーマが合併し、田辺三菱製薬株式会社発足(本事例および上記賞の受賞時は、田辺製薬株式会社)
	キヤノン(株)	電気機器	1,000人以上	※3 環境効率アワード2006 特別賞マテリアルフローコスト会計部門受賞
	長浜キヤノン(株)	電気機器	1,000人以上	※3 環境効率アワード2009 特別賞マテリアルフローコスト会計部門受賞
	オムロン(株)	電気機器	1,000人以上	※3 環境効率アワード2008 特別賞マテリアルフローコスト会計部門受賞
	テイ・エス・コーポレーション(株)	電気機器	100人未満	
	プレス加工メーカーA	電気機器	100人～999人	
	(株)片桐製作所	輸送用機器	100人～999人	
	群馬合金(株)	輸送用機器	100人未満	
	(株)三ツ矢	金属製品	100人～999人	
	光生アルミニウム工業(株)	金属製品	100人～999人	
	美和ロック株式会社	金属製品	1,000人以上	※3 環境効率アワード2010 特別賞マテリアルフローコスト会計部門受賞
	日本フイルコン株式会社	金属製品	100人～999人	
	清水印刷紙工(株)	パルプ・紙	100人未満	
	(株)リバース	パルプ・紙	100人未満	
	グンゼ(株)	繊維製品	1,000人以上	
	弘進ゴム(株)	ゴム製品	100人～999人	
	(株)津梁	食料品	100人未満	
	(株)光大産業	その他製品	100人未満	※3 環境効率アワード2009 特別賞マテリアルフローコスト会計部門受賞
非製造業	JFEグループ JFEエンジニアリング(株) JFE技研(株) JFEテクニサーチ(株)	鉄鋼等	1,000人以上	
	グンゼ(株)	繊維製品	1,000人以上	
	(株)近江物産	その他サービス	100人未満	
	サンデン(株)	機械	1,000人以上	※3 環境効率アワード2009 特別賞マテリアルフローコスト会計部門受賞
	コンビニエンスストアA	小売業	100人未満	

MFCA事例集分類	企業名	業種	従業員数区分	備考
サプライチェーン	サンデン サプライチェーンチーム			
	サンデン(株)	機械	1,000人以上	
	サンワアルテック(株)	機械	100人未満	
	パナソニックエコシステムズ サプライチェーンチーム			
	パナソニックエコシステムズ(株)	電気機器	1,000人以上	※4 2008年度サプライチェーン省資源化モデル大賞受賞
	日本産業資材(株)	化学	-	
	オムロンリレーアンドデバイス サプライチェーンチーム			
	オムロンリレーアンドデバイス(株)	電機機器	1,000人以上	※4 2009年度サプライチェーン省資源化モデル大賞受賞
	プレス加工メーカー	金属製品	-	
	熱処理メーカー	金属製品	-	
	メッキ加工メーカー	金属製品	-	
	奥羽木工所 サプライチェーンチーム			
	(株)奥羽木工所	その他製品	100人～999人	※5 2008年度グリーンサプライチェーン賞受賞
	みよし工業(有)	金属製品	100人未満	※3 環境効率アワード2009 特別賞マテリアルフローコスト会計部門受賞

※3「環境効率アワード」

経済産業省の後援により、2005年度から創設された。2006年には、特別賞としてマテリアルフローコスト会計部門が創設され、それ以来、MFCAの活用実績、発展、普及に特に優れた成果を上げたと認められる企業が毎年表彰されている。

※4「サプライチェーン省資源化モデル大賞」・※5「グリーンサプライチェーン賞」

経済産業省の「サプライチェーン省資源化連携促進事業」に参加し、優れた成果を上げた事例に対して贈られる賞。サプライチェーン省資源化モデル大賞は、改善案、取組体制等が、他の手本となる可能性が最も高い企業チームに贈られ、グリーンサプライチェーン賞は、大賞に準じた成果を挙げ、新たな連携体制が構築された企業チームに贈られる。

5. 事例の特徴

以下に、各事例が対象とした分野を解説する。それぞれの分野の説明の後には、事例企業を記している。実際にMFCAを導入する際の参考としていただきたい。

成形加工

樹脂、金属などの原材料を成形加工後に、ランナーなどの端材が負の製品となることが多い。生産品種の切り替え時にも、別の負の製品が生じるが、多品種少量生産化されるとそれが増加しやすい。

事例企業：日東電工(株)、積水化学工業(株)、(株)スミロン、東洋インキ製造(株)、群馬合金(株)、日本ファイルコン(株)、弘進ゴム(株)、(株)津梁、パナソニックエコシステムズサプライチェーンチーム

機械加工

金属、樹脂、ガラス、木材など各種材料に対し、プレス、切断、旋盤、フライス、研磨などの加工を施す。端材、切粉などの負の製品を生む。

事例企業：キヤノン(株)、長浜キヤノン(株)、オムロン(株)、テイ・エス・コーポレーション(株)、プレス加工メーカーA、(株)片桐製作所、光生アルミニウム工業(株)、美和ロック(株)、(株)光大産業、サンデンサプライチェーンチーム、オムロンリレ

化学反応プロセス

化学反応を含んだ化学製品の製造プロセス。反応や精製などにおいて、不純物や収率ロスなどの負の製品が生じやすい。

事例企業：住友化学（株）、田辺三菱製薬（株）

表面処理

メッキ、熱処理、塗装、洗浄などの表面処理。処理される物は、ロスにはなりにくい。ただし処理用の材料（メッキ液、塗料、洗浄液など）から、多くの負の製品が発生する。

事例企業：（株）三ツ矢

繊維製品

ブランド、デザイン、色、サイズなど、非常に多品種の製品になる製造プロセス。後ろの工程の裁断工程は、多くの端材が生じる。また、流行の変化による工場や流通経路上にある原材料や製品が不良在庫化することもあり、こうした在庫の処分による負の製品も比較的生じやすい。

事例企業：グンゼ（株）

紙加工

紙などへの印刷と、印刷前の用紙材料の加工、印刷後の裁断加工などで構成されるプロセス。裁断加工時に負の製品が生じやすい。多品種少量生産化している業種であり、品種の切り替え時にも負の製品が生じやすい。

事例企業：清水印刷紙工（株）

原紙製造（抄紙）

パルプを作り、ジャンボロールを製造する抄紙工程、ジャンボロールを裁断し、製品にする加工工程に分かれる。抄紙工程では、大量の水と蒸気等のエネルギーを消費する。加工工程では、梱包材のロスの発生が考えられる。

事例企業：（株）リバーズ

物流

商品物流においては、顧客に向かっての物の流れと、返品、返送など、ロスとみなされる物の流れがある。「顧客に向かう物の流れ」、「返品など顧客に向かわない物の流れ」から考え、その環境負荷と、コスト面のロスを明確にすることが求められる。

事例企業：グンゼ（株）

工事

MFCA での正の製品、負の製品というマテリアルとコストの分類概念以外に、目的工事、目的外工事という分類概念を設けて、ロスを定義する。

事例企業：JFE グループ

リサイクル

リサイクルビジネスには、材料、仕掛品の量、価格が変動する、在庫の処分が発生することがあるという特徴がある。工程のロスを量・金額から正確に把握することで、経営の実態をつかむことが可能となる。

事例企業：（株）近江物産

クリーニングサービス

サービスを実施する側の視点の MFCA、サービスを受ける側の視点の MFCA という、2 つのアプローチが考えられる。

事例企業：サンデン（株）

流通サービス

流通・販売においては、売れ残りによる廃棄／返品というロスと、売り切れによる販売機会損失というロスが存在する。MFCA では、特に、売れ残りロスを物量とコストで見える化する。

事例企業：コンビニエンスストア A

6. 用語の説明

この事例集の中で使用している MFCA に関する主な略語について、ISO14051 の規格原案での定義を参考に、簡単に説明する。

QC（Quantity Center）：物量センター

インプット（投入材料等）とアウトプット（製品・廃棄物等）を、物量単位と貨幣単位で測定するために選択した工程上の一部分。

MC（Material Cost）：マテリアルコスト

物量センターで、使用及び消費、またはそのどちらかに資するマテリアル（直接材料・間接材料）の費用。

EC（Energy Cost）：エネルギーコスト

物量センターで、オペレーションを稼働させるために使用されるエネルギーの費用。

SC（System Cost）：システムコスト

物量センターで、マテリアルコスト、エネルギーコスト及び廃棄物処理コスト以外に発生する費用。労務費・減価償却費等が該当。

II. 製造業の事例

事例 1. 日東電工株式会社

- エレクトロニクス用粘着テープの製造工場における MFCA の導入事例 -

1. 企業情報

日東電工（株）は、粘着技術や塗工技術などの基盤技術をベースに、シートやフィルム状のものに様々な機能を付加し、液晶用光学フィルムや自動車用部品など、グローバルに幅広い分野で数々の製品を作り出している。

MFCA については、2000 年に日本で初めてのモデル企業として導入し、本手法の有効性を実証し、「MFCA」から「企業の意思決定までのフロー」を実証して、本手法の成功事例を世に示した。

- ・従業員数：28,640 名（連結 2009 年 3 月）
- ・売上金額：577,900 百万円（連結 2009 年 3 月期）
- ・資本金：26,700 百万円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

エレクトロニクス用粘着テープを対象製品とし、製造ラインに MFCA を導入した。

(2) 製造工程と物量センター

- ・この製品は、基材、粘着材、セパレータの 3 層構造でできている。
- ・下図のように、溶解、バッチ配合、塗工＋加温、切断、検品・包装の 5 工程で製造する。
- ・日東電工では、受注から出荷にいたる物と情報をトータルに管理する「日々動態管理システム」を独自に開発し、生産管理および月次決算に活用している。このシステムの主要な生産・管理工程単位に、材料のフロー（イン、アウト、歩留まり等）を管理しているので、その後のデータ収集の観点より、そのシステムの管理工程単位を物量センターとした。

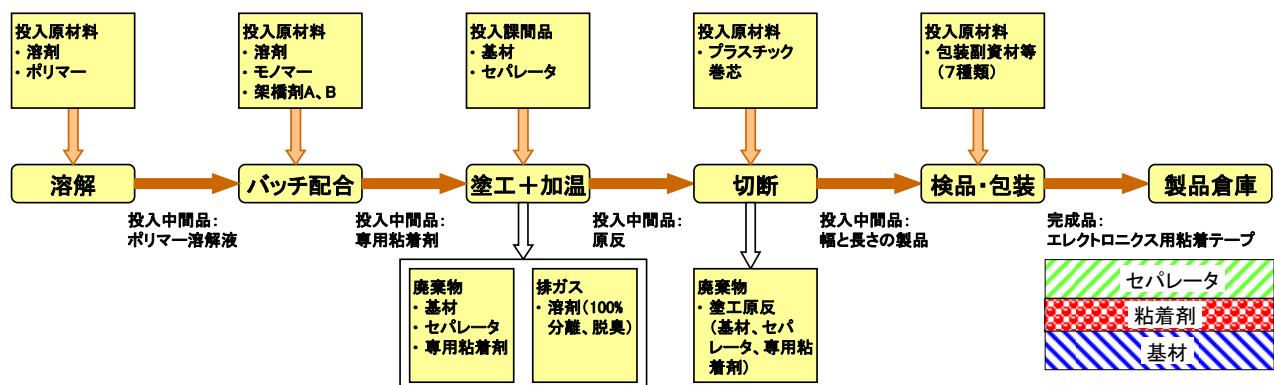


図 1.1 物量センター毎のインプット/アウトプット

3. マテリアルロスの記述

各工程のロス

- ・塗工＋加温工程では、基材、セパレータ、専用粘着剤が廃棄物になる。また、前工程で投入された溶剤は、分離、脱臭、回収し再利用している。
- ・切断工程でも、前工程の中間品「塗工原反」の端材などのロス部分が廃棄物になる。

4. MFCA 計算結果

(1) MFCA コスト評価（全工程）

表 1.1 マテリアルフローコストマトリックス

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 「正の製品」	¥2,499,944 (68.29%)	¥57,354 (68.29%)	¥480,200 (68.29%)	—	¥3,037,498 (67.17%)
廃棄物へのフロー 「負の製品」	¥1,160,830 (31.71%)	¥26,632 (31.71%)	¥222,978 (31.71%)	¥74,030 (100%)	¥1,484,470 (32.83%)
合 計	¥3660,774 (100%)	¥83,986 (100%)	¥703,178 (100%)	¥74,030 (100%)	¥4,521,968 (100%)

(2) 伝統的 P/L と MFCA との比較

表 1.2 伝統的 P/L と MFCA ベースの P/L の比較（* 印は、公表用に架空の数値に変更。）

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	・売上原価 ・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

MFCA をもとに作成した P/L では、売上原価（＝正の製品の製造原価）が 3,037,498 円、廃棄物原価（＝負の製品の製造原価）が 1,484,470 円になる。伝統的 P/L では、売上原価が単独で 4,521,968 円、この売上原価には不透明な形で廃棄物原価が含まれていると考えられる。

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

MFCA の集計をもとに「廃棄物・ロスの発生原因分析」及び「改善施策」を実行し、約 10%の改善が認められた。しかしさらなる改善・改革の余地があり、改善施策を実施しつつ、設備投資アセスメントを並行して行なった。その結果、製造プロセスを抜本的に見直し、本格的な設備投資を決定し、さらなる改善・改革にチャレンジしている。

表 1.3 MFCA 適応の結果と、目標

コスト分類	2001年度	2004年度	2010年度(目標)
正の製品	68%	78%	90%
負の製品	32%	22%	10%
合計	100%	100%	100%

6. 成果と今後の課題

MFCA は、以下 2 点の経営判断に有効な手法、マネジメントツールになる。

- ・ どの製造工程で改善、改革が必要か、課題と解決策が明確になる。
- ・ 的確な設備投資及び設備投資額の確保が可能になる。

この事例では、MFCA を企業の意思決定ツールに採用し、企業の改善施策と設備投資に 7 億円を投入し、正に、「MFCA」から「企業の意思決定までのフロー」を実証し、本手法の成功事例を世に示した。現在、日本で 200 を超える企業が本手法を導入するまでに至り、その普及・拡大に貢献している。

事例 2. 積水化学工業株式会社

- 住宅から化学製品まで幅広い製品を作り出している化学品製造会社での、34 事業所全体への MFCA 導入展開事例 -

1. 企業情報

積水化学工業（株）は、住宅から化学製品（樹脂から樹脂加工製品）まで、幅広い製品を作り出している。製品開発から、生産・販売、および使用後の廃棄段階に至るあらゆる活動において環境に配慮し、製品を通じて環境に貢献する取組を進めている。

MFCA を「廃棄物ゼロ」「不良ゼロ」「クレームゼロ」「生産性 N 倍」に向けたモノづくり革新活動のモニタリングツールに位置づけ、2004 年度からモデル事業所を中心に MFCA の導入をスタートしている。住宅カンパニー、環境・ライフラインカンパニー、及び高機能プラスチックカンパニーの製造工場に MFCA を展開し、2008 年時点で、全国の 34 事業所に MFCA を展開している。

- ・従業員数：19,742 名（連結 2009 年 3 月）
- ・売上金額：934,225 百万円（連結 2009 年 3 月期）
- ・資本金：100,002 百万円

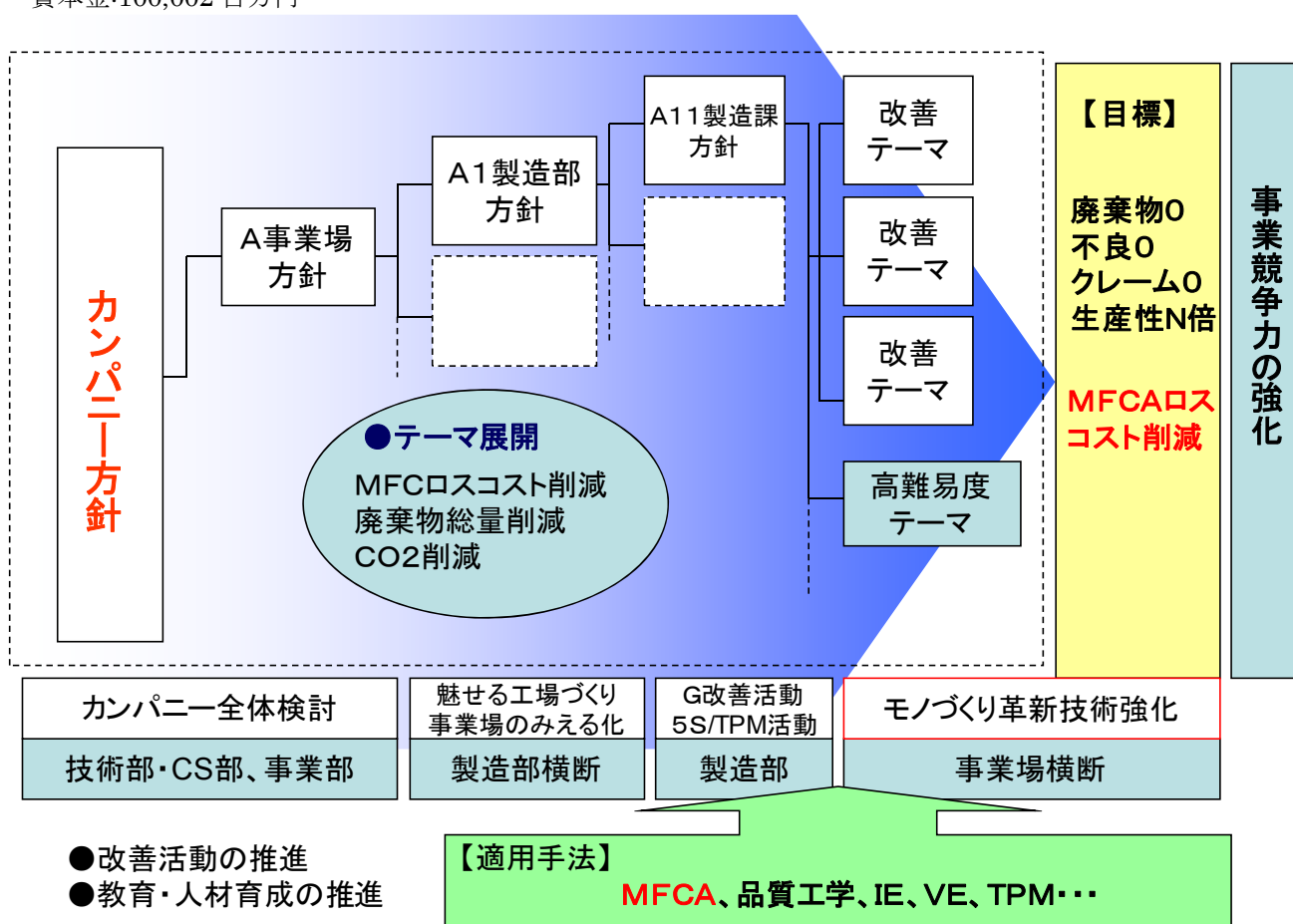
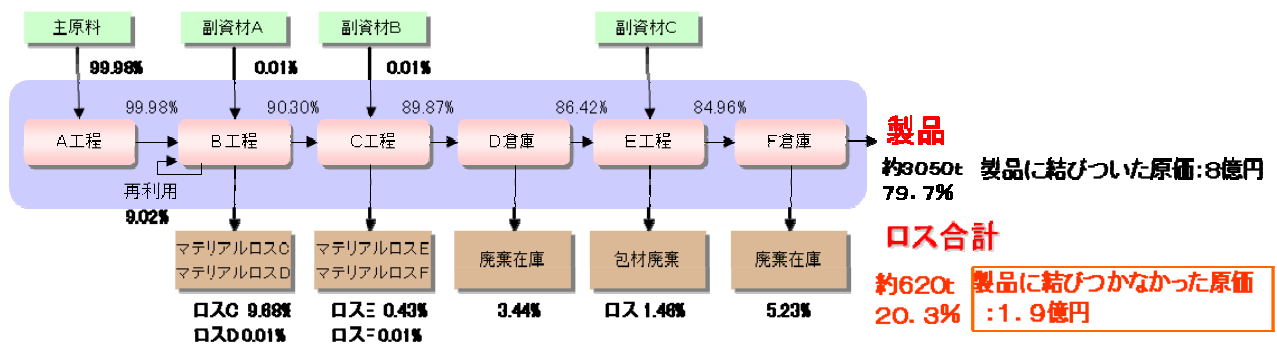


図 2.1 MFCA の全社展開の描写

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

これらの工場では、ユニット住宅、化学品（樹脂の素材、樹脂加工品）などを製造している。加工工程だけでなく、在庫のロスも含めて、MFCA の計算、分析を行っている。

製造ライン別MFCA分析(工程別に分析)



3. 成果と今後の課題

積水化学グループ全体で、2006 年から 2008 年の 3 年間でロスコスト 50 億円削減の目標を設定した。成果としては、目標の 1 年前倒しで 53 億円のロスコスト削減が実現でき、2008 年度末では累計 72 億円のロスコスト削減を達成した。同時に、廃棄物発生量の総量が 11%削減でき、原材料の有効活用につながっている。住宅施工現場改善及び、海外事業所での取組が今後の課題である。

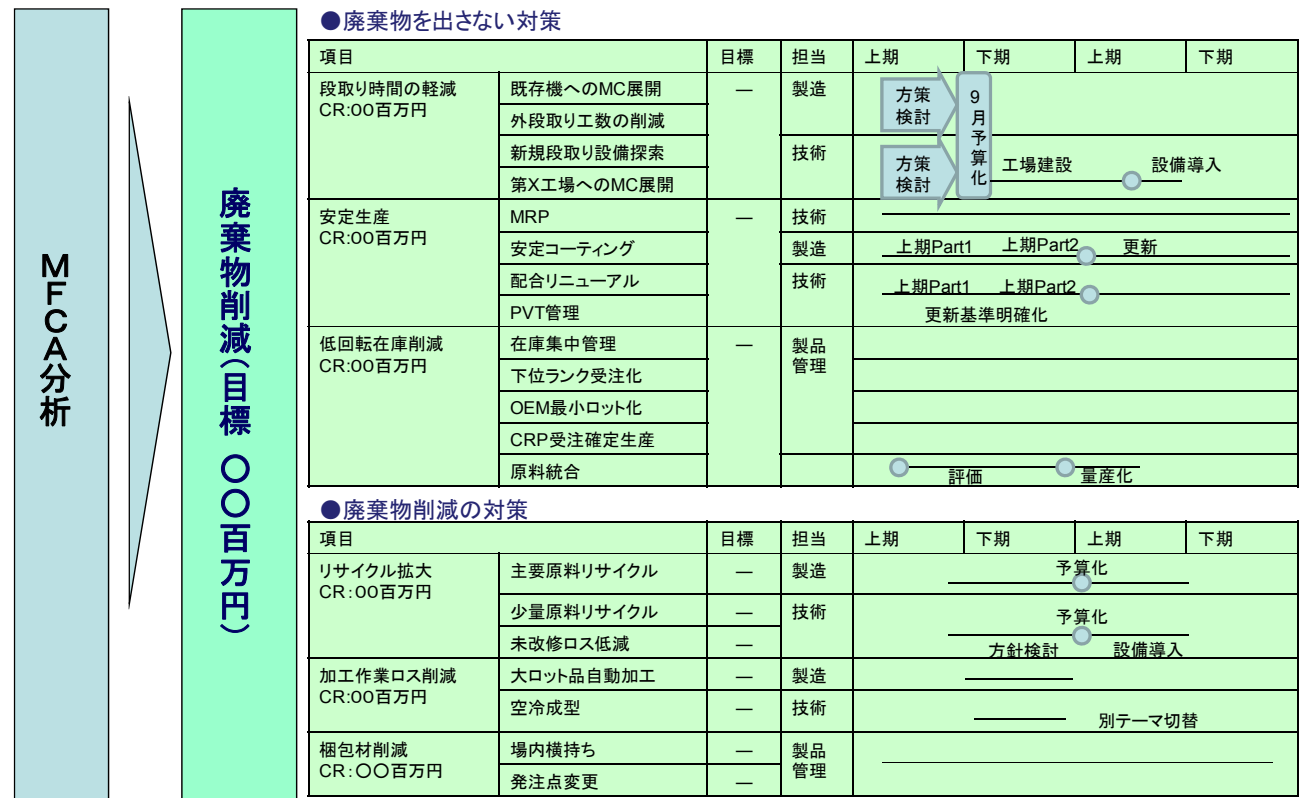


図 2.3 MFCA 活動の概要（製造部事例）

事例 3. 株式会社スミロン - 工業用粘着テープ製造会社での事例 -

1. 企業情報

建材・金属板用表面保護フィルム、自動車塗膜保護フィルム、光学用部材保護フィルム、機能性保護フィルム、粘着マット、電子部材用クリーニングテープなどに使われる工業用粘着テープを製造している。

- ・従業員数：140 名（2009 年 8 月）
- ・売上金額：6,800 百万円（2007 年 8 月期）
- ・資本金：96 百万円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

建材・金属板用表面保護フィルム、自動車塗膜保護フィルム、光学用部材保護フィルム、機能性保護フィルム、粘着マット、電子部材用クリーニングテープなどに使われる工業用粘着テープの製造工程を対象に MFCA を適用する。

(2) 製造工程と物量センター

配合の工程では、PE フィルムに塗布させる粘着剤の配合を行う。次に塗工工程において、PE フィルム基材に粘着剤を塗布させ、巻き取り工程を経た後に、エージング工程において、粘着剤を PE フィルムに定着させる。粘着剤が定着した塗布済みフィルムはいったん半製品倉庫で保管された後に、塗布済みフィルムを積み重ねていく工程である積層工程に投入され、積層された後に適切な大きさにカットされる。これらのカットされた積層済みマットにラミネート工程において保護フィルムと両面テープを貼った後、裁断工程において製品としてのサイズに再びカットされ、梱包され出荷される。

作業期間及びデータ収集の手間、作業員が行っている作業単位を考え、「粘着剤配合」「塗工・エージング」「検査」「半製品倉庫」「積層・ラミネート・裁断」の 5 つの物量センターに集約した。

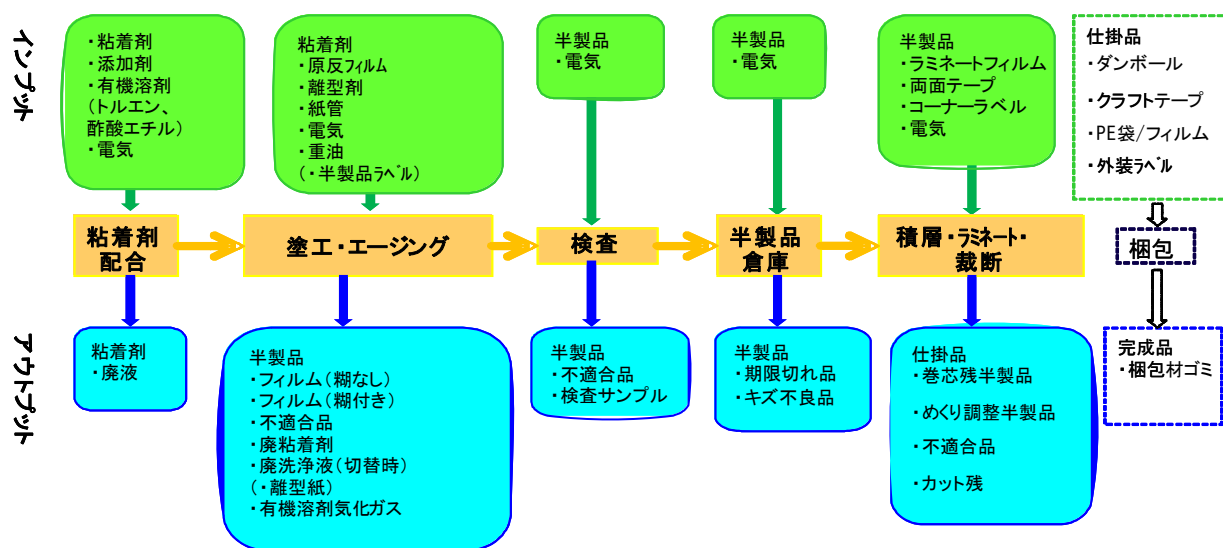


図 3.1 物量センター毎のインプット/アウトプット

3. マテリアルロスの記述

(1) 各工程のロス

- ・粘着剤配合工程：粘着剤、廃液
 - ・塗工・エージング工程：フィルム（糊なし、糊付き）、不適合品、廃粘着剤、有機溶剤気化ガス
 - ・検査工程：不適合品、検査サンプル
 - ・半製品倉庫：期限切れ品、傷不良
 - ・積層・ラミネート・裁断：巻芯残、めくり調整、不適合品、カット残
- 投入コストの 31.2%がマテリアルロス（負の製品）である。

(2) MFCA データ定義

- ①主材料：粘着剤、原反フィルム、半製品

- ②副材料：添加剤、ラミネートフィルム、両面テープ、コーナーラベル
- ③補助材料：有機溶剤、離型剤、紙管

4. MFCA 計算結果

マテリアルフローコストマトリックスにあるように、マテリアルコストの減少に焦点を当てる必要があることが明らかになった。

また、マテリアルロスのコストが 31.3%から 27.5%に削減可能であるとわかった。

表 3.1 マテリアルフローコストマトリックス（単位：円。公表用に架空の数値に変更。）

	マテリアル コスト	システム コスト	エネルギー コスト	廃棄処理 コスト	計
良品	40300000	2700000	8900000		51900000
	53.3%	3.6%	11.8%		68.7%
マテリアルロス	16600000	1600000	5400000		23600000
	22.0%	2.1%	7.1%		31.2%
廃棄／リサイクル				90000	90000
				0.1%	0.1%
小計	56900000	4300000	14300000	90000	75590000
	75.3%	5.7%	18.9%	0.1%	100.0%

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

MFCA 計算の結果、マテリアルコスト削減を重点に活動する必要があることがわかった。

塗工・エー징工程での、「溶剤配合量の適正化による有機溶剤気化ガスを削減」、「2 種類ある塗工の中を 1 つにすることで切替によるマテリアルロスの削減」、「フィルム厚の薄膜化」の 3 つの改善に取り組むことで、改善後のコストの見積もりを行った結果、負のコストが 31.2%から 27.5%に削減されることがわかった。

6. 成果と今後の課題

検討された 11 の改善策のうち、改善効果が高く、技術的にも比較的取り組みやすい 3 つの対策を施した場合を仮定し、MFCA 計算モデルのパラメータを変更し、改善後のコストの見積もりを行った結果、負のコストが 31.2%から 27.5%に削減されることがわかった。

MFCA に取り組んでみて、全てのロスが工程ごとに明らかとなった。特にマテリアルコストだけではなく、システムコスト、エネルギーコストの見えないコストが明らかになったことに非常に意義があった。また、製品 1 m²あたりの製品コストが明確になった。MFCA 計算ツールを利用することにより、投資と効果のシミュレーションを行うことが可能となった、などの効果があった。

今回は 1 つの工場での取組であったが、全社的な取組へと活動を広げ、さらなる環境調和型経営の推進を行っていく予定である。

事例 4. 東洋インキ製造株式会社 - プラスチック用着色ペレットの製造における MFCA 導入事例 -

1. 企業情報

印刷インキ及び関連機器、缶用塗料、樹脂、粘接着剤、接着テープ、顔料、プラスチック用着色剤、インクジェットインキ、LCD カラーフィルター用材料などの開発・製造・販売を行っている。安全管理・環境保全を最重要課題として掲げており、全社で取り組んでいる省エネ省材の推進としての、製造段階でロスを徹底的に排除する活動と目的が合致しているため、MFCA を導入した。

- ・従業員数：6,860 名（連結 2009 年 3 月）
- ・売上金額：239,814 百万円（連結 2009 年 3 月期）
- ・資本金：31,733 百万円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

ペレット状着色剤を対象製品とし、ロットサイズ 500kg 以上の大口製造ラインを対象とした。

(2) 製造工程と物量センター

- ・「顔料各色の混合」、「押出成型」、「検査」、「充填」の 4 工程からなる「押出成型工程（QC1）」と、生産終了時に毎回必要となる押出成型機を洗浄する「切替工程（QC2）」からなる。（図 4.1 参照）
- ・押出成型工程の中の 4 つの工程は、連続的に作業が実施されるので、まとめて 1 つの物量センターとする。

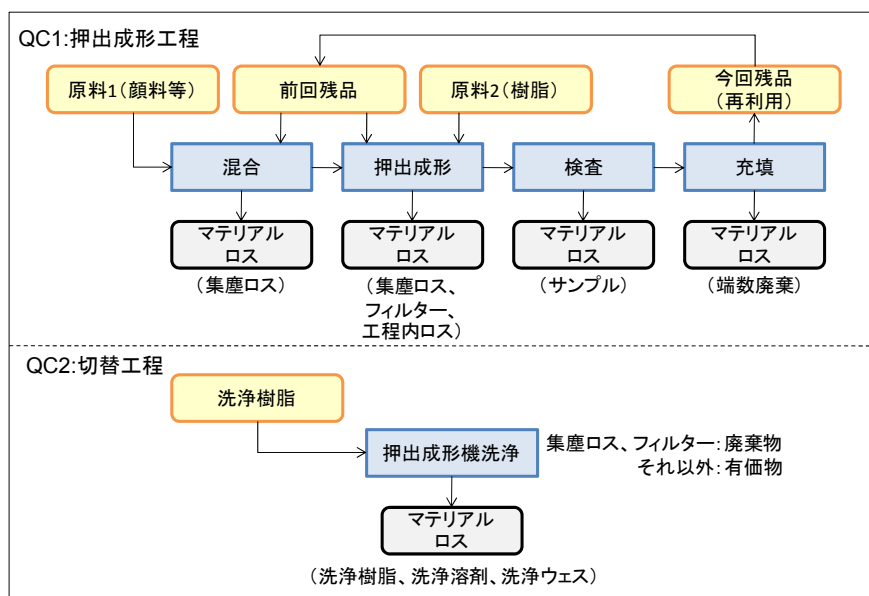


図 4.1 物量センター毎のインプット／アウトプット

3. マテリアルロスの記述

(1) 各工程のロス

- ・混合工程：集塵ロス
- ・押出成型：集塵ロス、フィルター、工程内ロス
- ・検査工程：サンプル
- ・充填工程：端数廃棄
- ・切替工程：洗浄樹脂、洗浄溶剤、洗浄ウェス

(2) MFCA データ定義

- ・原料配合割合、原料単価、前回残品の仕込み量、仕込合計量（残品入り）、仕上合計量（残品入り）、今回残品量、端数廃棄量、サンプル量、加工時間、切替時間は、各製品毎の実測値を使う。
- ・集塵ロス量、工程内ロス量、洗浄樹脂量、洗浄用材料、洗浄ウェス量は、工程全体からの按分データを使う。
- ・システムコスト（SC）：労務費、減価償却費、その他経費、配賦費。正のコストは、押出成型工程の 95%のうち正の製品部分、負のコストは、押出成型工程の 95%のうち負の製品部分＋切替工程分。
- ・エネルギーコスト（EC）：電力費。押出成型工程を 95%、切替工程を 5%と一定割合にした。

4. MFCA 計算結果

(1) ロス物量の表と説明

マテリアルロス、押出成型の直接材料では 2.2%で、間接材量、および切替工程含めても 2.7%と比較的少ないことが判明した。

・QC1:押出成形工程

投入した原料、前回残品のうち、97.8%が正の製品となり、2.2%が負の製品（今回残品、集塵ロス、サンプル、端数廃棄、工程内ロス）となっている。

投入した間接材量である、フィルターは、100%が負の製品となっている。

・QC2:切替工程

洗浄樹脂、洗浄溶剤、洗浄ウェスは、100%が負の製品となっている。

(2) MFCA コスト評価（全工程）

負の製品割合は 7.2%で、この内訳は、マテリアルコスト (MC) :2.0%に対し SC:5.1%と SC の方が大きい。

表 4.1 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	廃棄処理 コスト	リサイクル 売価	コスト 合計
良品 (正の製品)	77.4%	1.7%	13.7%			92.8%
マテリアルロス (負の製品)	2.0%	0.1%	5.1%			7.2%
廃棄／リサイクル				0.1%	0.0%	0.0%
合計	79.3%	1.8%	18.8%	0.1%		100.0%

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

切替時間、歩留まり率、製造時間（加工速度）の改善を考えるため、ロット毎のデータを詳細に分析した。

切替時間が 9H 以上の 10 製品についてその原因を調査したところ、すべて分解洗浄しており、その理由は濃色⇒淡色への切替であった。予備部品の準備、まとめ生産の計画化により改善する。

ロットサイズが約 1t 以下の製品では、歩留まり率が特に低くなり、この中での 2 製品は、押出成形機のフィルター交換が頻繁に発生していた。まとめ生産の計画化、先行サンプルにおける顔料検査により改善する。

加工速度が低い原因は、樹脂の粘度や顔料濃度である。加工速度を上げると安定生産が難しくなり、廃棄物の増加に繋がる。設備性能を改善する。

6. 成果と今後の課題

今回対象とした製造ラインは、従来からロスはそれほど多くないと認識していたが、MFCA を活用した分析により、「切替時間」、「歩留まり率」、「加工速度」といった改善の着眼点を見出すことができた。洗浄樹脂などの MC や廃棄物中の SC と EC の無駄に気付くことができた。

今後は、改善と投資採算性の効果予測、ロスへの意識改革、各種管理活動の MFCA による 1 本化、工程異常への対応、改善が必要な課題と優先順位の明確化、製品ごとの原価設定、ラインの LCA 解析への活用として取り組みたい。MFCA に関しては、今回の対象ラインだけでなく、他の工場、ラインへの展開も検討されている。今後の課題としては、MFCA の入力作業が現状の日常管理や原価管理入力と重ならないよう、システム面の工夫が必要。また、システムコストロスは、直ぐに効果が出ない場合があるので注意が必要である。

事例 5. 住友化学株式会社 - 化学工場における MFCA 導入事例 -

1. 企業情報

住友化学株式会社は、基礎化学、石油化学、精密化学、情報電子化学、農業化学、医薬品の 6 事業を展開する総合化学の企業グループを構成している。

今回の MFCA 導入では、精密化学品の製造を対象とした。精密化学品の製造では、高純度の品質が要求され、不純物（未反応物、副反応物等）の混入防止や除去のために、大量の廃溶媒、廃液が発生する。品質面を確保すると同時に、環境負荷を高める廃溶媒量、廃液量を削減することを目的として MFCA を導入した。検討に際しては、環境面、製造技術、経理、生産管理等の幅広い視点で検討する必要がある。執行役員をトップに、工場の生産企画部（経理担当）、製造課、環境安全部、本社のレスポンシブルケア室が協力するという体制で取り組んだ。

- ・従業員数：5,954 名（単独 2010 年 3 月）
- ・売上金額：719,115 百万円（単独 2010 年 3 月期）
- ・資本金：89,699 百万円（単独）

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

対象製品を精密化学の医薬品中間体とし、その製造工程を対象とした。

(2) 製造工程と物量センター

- ・対象製品の製造では、以下のような作業が行われている。
 - ① 反応器に溶媒、原料 A、原料 B、回収溶媒を入れた後、触媒を加え加熱し、反応を行う。
 - ② 反応が終了したところで触媒を回収する。
 - ③ 製品 C を析出、ろ過を行い、製品を取り出す。
 - ④ 溶媒を蒸留により回収する。その際、蒸留釜内の残渣や廃液は、廃棄物として必要な処理を行う。
 - ⑤ 医薬品中間体の製造は、数バッチを 1 シリーズとして生産し、このシリーズの終了後、系列の容器、設備等を、洗浄用の溶媒、及び水により洗浄する。
- ・物量センターの定義
対象製品の製造では、反応から触媒回収、ろ過にいたる一連のプロセスで製品を製造する。それらを 1 つの物量センター「反応工程（QC1）」とした。その反応工程の容器、設備等は、生産品種の切替の際に洗浄を行うが、その際の廃液の発生量が多く、改善の必要性も高い。そのため、切替洗浄の際のマテリアルロス进行评估するため、1 つの物量センター「切替洗浄工程（QC2）」を設けた。

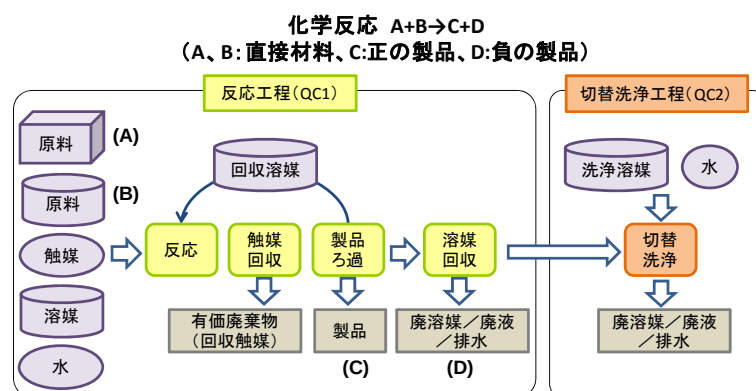


図 5.1 物量センター毎のインプット/アウトプット

3. マテリアルロスの記述

(1) 各物量センターのマテリアルロス

- ・反応工程（QC1）：廃溶媒、回収溶媒、廃液、排水、触媒残渣等
- ・切替洗浄工程（QC2）：使用した洗浄溶媒、洗浄水の全量

(2) MFCA データ定義

・マテリアル：原料 A、B の正の製品、負の製品の物量は、反応収率に基づき算出した。溶媒、触媒等、使用した間接材料、洗浄用の溶媒や水は全て負の製品とした。なお、プロセス水として使用した工業用水および上

水も、マテリアルのひとつに含めている。

- ・システムコスト：製品 C の総発生固定費を、製品 C の設備占有率に掛け合わせ、算出した。
- ・エネルギーコスト：製品毎のエネルギー管理原単位の数値で総量を計算し、QC1、QC2 へのエネルギーコストの配分は、生産シリーズにおける各々の所要日数で配賦した。

4. MFCA 計算結果

(1) ロス物量の表と説明

表 5.1 に示すように、反応工程 (QC1)、切替洗浄工程 (QC2) とともに、負の製品が多い。特に、QC2 では、全ての投入マテリアルが負の製品となっている。

また原料(A)、(B)と溶媒(新)の Input と Output の物量の差異のある量が、排液、廃液となっている。

表 5.1 マテリアルのインプット／アウトプット量

	Input	物量 kg	Output	分類	物量 kg
QC1 反応工程	原料(A)	780	製品(C)	正の製品	1250
	原料(B)	650			
	溶媒(新)	1200	廃溶媒	負の製品	500
	回収溶媒	8200	回収溶媒	負の製品	8200
	プロセス水	7300	排水	負の製品	7380
			廃液	負の製品	800
	触媒	20	回収触媒	有価廃棄物	15
			触媒残渣	負の製品	5
	Input合計	18150	Output合計		18150
QC2 切替洗浄	洗浄溶媒	900	廃溶媒	負の製品	1700
	プロセス水	1300	廃液	負の製品	500
	Input合計	2200	Output合計		2200

(2) MFCA コスト評価

反応工程 (QC1) における負の製品のマテリアルコストは、総コストの 13.8%を占め、最も高い割合である。切替洗浄工程 (QC2) における負の製品のシステムコストは、総コストの 87.1%と飛び抜けている。

表 5.2 マテリアルフローコストマトリックス (単位 1,000 円／バッチ、除く廃棄物・廃液の売却益)

	反応工程(QC1)					切替洗浄工程(QC2)				
	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	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)	5610	130	2600		8340	0	0	0		0
マテリアルロス (負の製品)	54.2%	1.3%	25.1%		80.6%	0.0%	0.0%	0.0%		0.0%
小計	1430	30	520	30	2010	90	70	1350	40	1550
	13.8%	0.3%	5.0%	0.3%	19.4%	5.8%	4.5%	87.1%	2.6%	100%
小計	7040	160	3120	30	10350	90	70	1350	40	1550
	68.0%	1.5%	30.1%	0.3%	100%	5.8%	4.5%	87.1%	2.6%	100%

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

ロス削減の着眼点としては、「反応工程」では、収率向上によるマテリアルロスや廃棄物発生削減のための改良を行うこととし、「切替洗浄工程」においては、洗浄時間の短縮や人手作業の軽減によるシステムコストの削減が効果的であると思われる。

6. 成果と今後の課題

精密化学製品の製造工程においては、高い品質確保のために洗浄・精製工程の製造管理がとりわけ重要であり、一方で廃液や廃棄物が多く発生する。こうした事業特性を踏まえた「省エネ・省資源および環境負荷の低減」のための「より効果的効率的な評価手法」として、MFCA が可能性を秘めていると考えている。今後は、自社内でこの手法をいかに使いやすく、汎用的なものにしていくか、自らの創意工夫と知恵が問われている。

今回の検討では、医薬品中間体について MFCA の適用を試みたが、今後は他製品についても同様の評価を実施し、コスト構成他の詳細な解析や製品間での比較検討を行うことで製品毎の特徴や抱える課題等を明確にし、具体的なロス削減を実現させたい。

事例 6. 田辺三菱製薬株式会社 - 医薬品製造会社での、多品種少量生産での事例 -

1. 企業情報

田辺三菱製薬（株）は、医療用医薬品、ヘルスケア製品を中心とする医薬品の製造・販売を行っている。

2007 年 10 月 1 日 田辺製薬と三菱ウェルファーマが合併し、田辺三菱製薬（株）が発足した。本事例は、田辺製薬（株）時代のものになる。

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

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

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

(2) 製造工程と物量センター

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

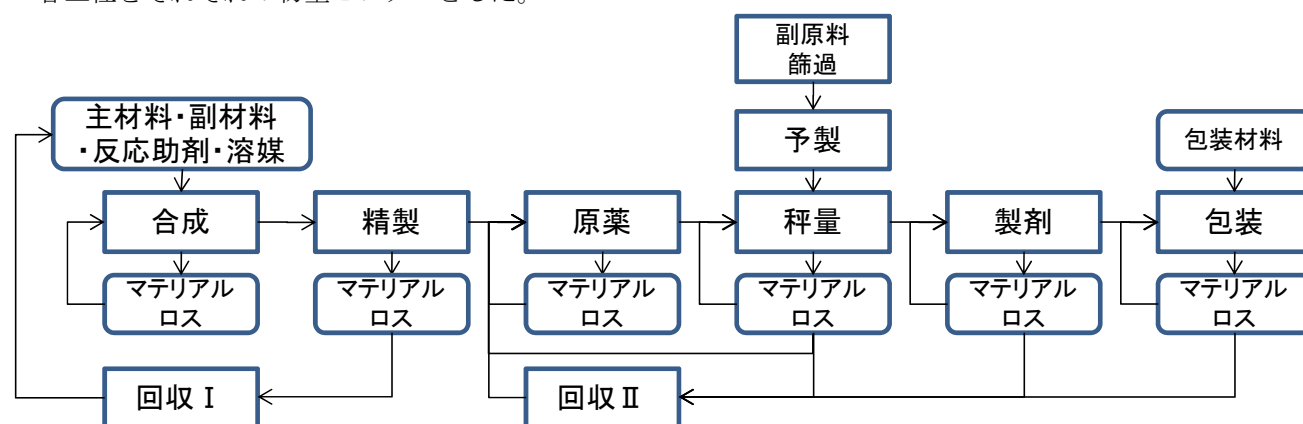


図 6.1 物量センター毎のインプット/アウトプット

3. マテリアルロスの記述

(1) 各工程のロス

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

(2) MFCA データ定義

①マテリアルコスト：分子量計算による理論値と実績値の差額をマテリアルロスとして計算。ただし、全額ロスになるものは個別に直接把握。

②エネルギーコスト：部門別使用量を物量センター（工程）にマシンアワーで配賦した後、ロスを原材料の重量比で把握。

③システムコスト

- ・労務費：物量センター（工程）別にマンアワーで認識し、ロスを原材料の重量比で把握。
- ・設備費：機械装置の減価償却費と修繕費を対象とし、設備費をマシンアワーで物量センター（工程）別に配賦。その後、ロスを下記計算式で把握。

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

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

④廃棄物処理コスト：廃棄物処理コストは廃液処理量・廃液焼却量により、物量センター別に計上。

4. MFCA 計算結果

(1) MFCA コスト評価 (全工程)

表 6.1 マテリアルフローコストマトリックス (単位：千円)

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

(2) 物量センター毎の MFCA コスト評価

表 6.2 物量センター別マテリアルフローコストマトリックス (単位：千円)

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

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

MFCA 分析の結果、廃棄物処理コスト並びに原材料ロスの大きい工程が特定できた。

(合成工程の廃棄物処理コスト 126 百万円)、(合成～原薬までの製薬工程のマテリアルロス 285 百万円)

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

(1) 廃棄物処理方法見直しによる経済効果

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

(2) クロロホルム大気排出量削減の大幅達成 (環境自主行動計画)

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

(3) 二酸化炭素排出量の大幅削減 (環境自主行動計画)

廃棄物処理方法の見直しにより、廃液焼却処理を完全廃止したことから二酸化炭素排出量を 2,328 トン/年削減した。これは、環境自主行動計画に掲げる 1990 年度比 10%削減目標量 (5,647 トン/年) の 41%を占めている。

6. 成果と今後の課題

上記導入事例から、MFCA 手法がロス発見に極めて有効な手法であり、企業利益と環境負荷削減を両立させることが可能な実践的環境経営ツールであることが実証された。MFCA 導入時の最大の課題は MFCA 計算の困難さである。これを克服すべく 2004 年 2 月に基幹業務システム SAP R/3 によるシステム化を行い、大阪工場・小野田工場・田辺製薬吉城工場(株)の全品目・全容量に対する MFCA 計算の自動化を行った結果、全社展開が可能となった。しかしながら、合併による社内対象事業所の範囲拡大や仕入先等サプライチェーンへの展開など解決すべき課題は残っている。

事例 7. キヤノン株式会社 - レンズ生産工場における MFCA 導入事例 -

1. 企業情報

キヤノン（株）は、複写機、プリンター、スキャナ等の事務機器や、カメラ、光学機器等を製造している。

国内の生産拠点に加え、海外拠点に MFCA の導入を開始し、国内 16 事業所、海外 9 事業所に導入している。原材料サプライヤーにも MFCA を導入していく“協働”プロジェクトを 2005 年から実施しており、技術の革新により、サプライヤーと双方の環境負荷低減、コストダウンを実現している。

- ・従業員数：25,683 名（単独 2009 年 12 月）
- ・売上金額：2,025,546 百万円（単独 2009 年 12 月期）
- ・資本金：174,762 百万円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

・一眼レフカメラ、放送用 TV カメラ用のレンズを対象製品とし、その硝材メーカーと、レンズ製造工程を対象工程とした。

・硝材メーカーにおいて、硝材製造時：くりぬき加工方式、プレス加工方式、ともに、多くの材料のロスが発生している。

・工場でのレンズ加工時：くりぬき材の場合は約 50%、プレス材の場合も約 32% の材料が削られて、廃棄物になっていた。また同時に、切削油・研磨材料などの補助材料も多用し、それも廃棄物になっていた。

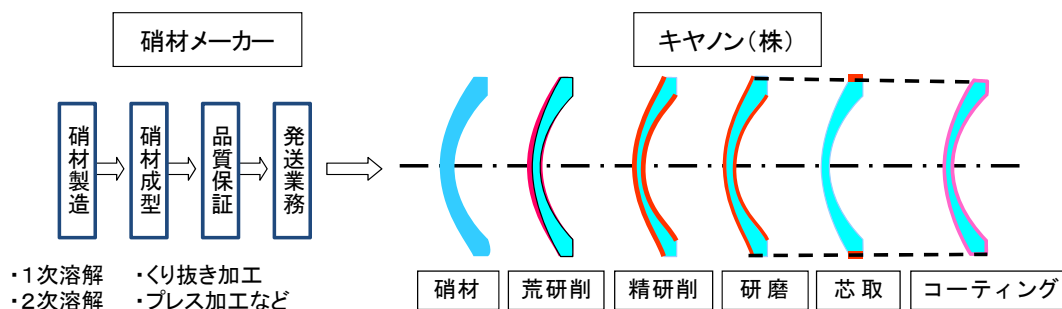


図 7.1 物量センター毎の加工

3. マテリアルロスの記述

以下のようなマテリアルロスが含まれる。

- ・硝材メーカーのくりぬき加工で発生する切削屑、研削屑及び端材、プレス加工で発生する切削屑、研削屑
- ・ガラスの加工工程（荒研削、精研削、研磨、芯取）で発生するスラッジ
- ・補助材料（スラッジに含まれて排出される）

上記のマテリアルロスの重量は、投入マテリアルの重量の 32% を占める。

4. MFCA 計算結果

従来の歩留まり管理と、MFCA の分析の結果の比較

(1) 従来の歩留まり管理

- ・プレス材：良品率 99%（ロス 1%）
- ・くりぬき材：良品率 98%（ロス 2%）

(2) MFCA 分析

- ・負の製品比率（プレス材）：32%
- ・負の製品比率（くりぬき材）：47%

従来の管理では、投入数量と出来高数量の差異（仕損品）で、ロスを全部原価で評価していた。MFCA により、ロスの金額はこれよりもはるかに大きいことが分かった。

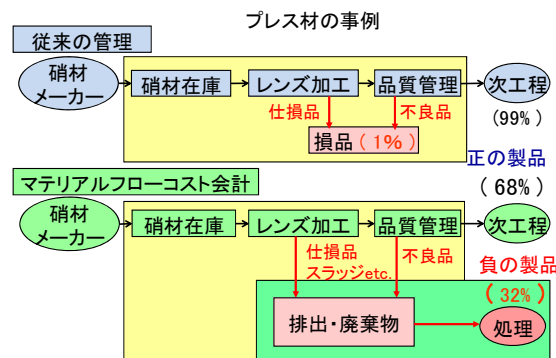


図 7.2 従来の管理と MFCA による管理の比較

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

硝材メーカーも同時に MFCA 分析を行い、そのマテリアルロス情報を共有化しながら連携して研削しる削減を推進

- ・プレス材でのニアシェイプ化（一眼レフカメラ用レンズ）
- ・くりぬき材からプレス材に変更（放送用TVカメラ用レンズ）

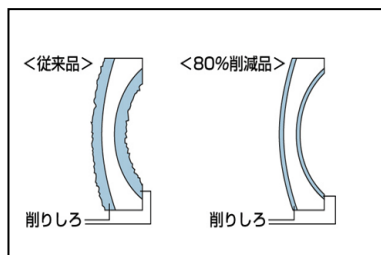


図 7.3 ニアシェイプのイメージ

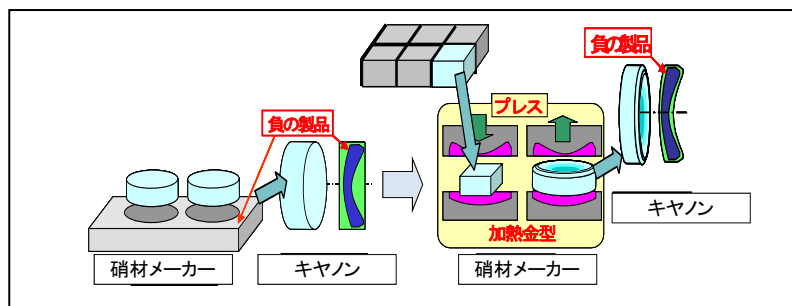


図 7.4 くりぬき材からプレス材への変

6. 成果と今後の課題

MFCA 導入による改善効果（従来からの比較：放送用TVカメラレンズのプレス材化の例）として、以下の結果が導かれた。

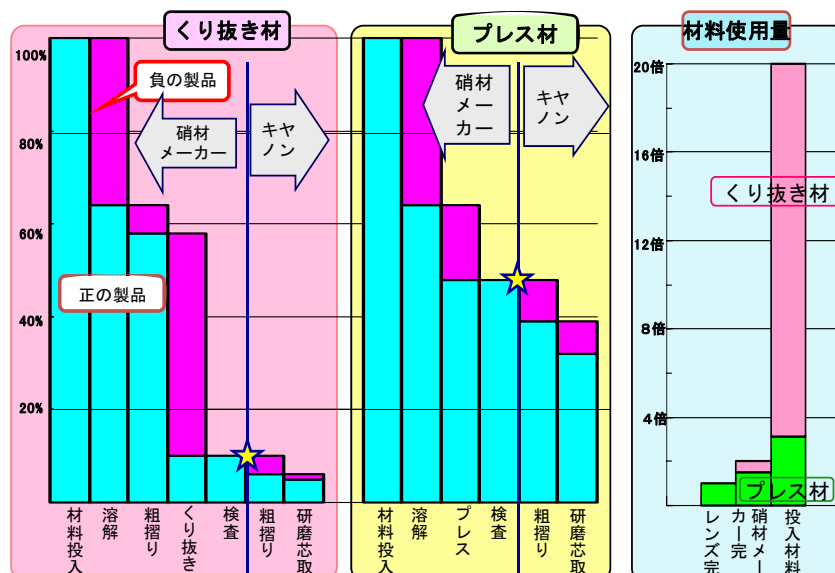


図 7.5 従来からの比較：放送用TVカメラレンズのプレス材化の例

(1) 硝材メーカーでの成果

原材料使用量を85%削減、使用エネルギーを85%削減、廃棄物を92%削減した。投入資源、エネルギー、スラッジ排出物の削減といった環境面での効果と、原材料購入費の削減、エネルギー費用削減等による、大幅なコストダウン（コスト競争力の大幅向上）といった経済効果を得た。その他、材料投入作業（高温作業）の減少など、現場作業の負荷軽減も実現することができた。

(2) キヤノン（株）

スラッジ発生量を50%削減、研削油使用量を40%削減、研削砥石使用量を50%削減した。投入資源、エネルギー、水使用量、そしてスラッジ排出物の削減により、環境面での効果と、購入価格の低減、工数の削減、補助材料購入費の削減、スラッジ、廃油、廃液処理費用の低減による、経済的効果を得た。更に、スラッジ処理作業、研削砥石交換回数の減少など、現場作業の負荷軽減も実現することができた。

(3) サプライチェーンでの改善成果

キヤノン（株）と硝材メーカーの間で、お互いにロス情報を共有し、協力して解決に取り組むことで、環境面、コスト面、技術面で成果を上げ、市場での優位性においてWin-Winの関係を実現することができた。

事例 8. 長浜キヤノン株式会社 - MFCA の全社展開事例 -

1. 企業情報

長浜キヤノン株式会社は、キヤノングループの一員として、レーザービームプリンターとその消耗品であるトナーカートリッジ、複写機の感光ドラム等を製造している。

同社経営者層は、排出物の発生源における改善に着手できると考え、MFCA の導入を決定した。当初は、加工職場を中心にスタートしたが、その後、非加工職場にも MFCA を導入し、全社での廃棄物削減に取り組んでいる。

- ・社員数：1,339 名（2010 年 6 月）
- ・売上高：約 53,400 百万円（2009 年度）
- ・資本金：80 百万円

2. MFCA 導入対象の製品・工程と MFCA の展開方法

(1) 対象製品と工程範囲

レーザービームプリンター、トナーカートリッジ、感光ドラム等、当社の全製品を対象とし、また加工職場、非加工職場等、全社のプロセスを対象とした。

(2) MFCA の展開方法

①加工職場への展開の工夫

ものづくりに直接かかわる現場の人間が自ら MFCA を有用と認識し、職場改善のツールとして活用していくことが必要であると考えた。そして、現場に張り付き、現場の人間と一緒に分析を行い、そして小さいところからでも現場に MFCA による成功体験を与えてこそ身につくと考えた。そのため、現場に浸透させていくプランを以下のような 4 つのステップで行った。

・ステップ 1：専任担当者養成

MFCA の分析・展開・育成のスキルを習得させるため、専任担当者を任命し、専門教育を受講させた。

・ステップ 2：現場導入

イニシャル分析、改善案の検討、報告会開催、改善着手という手順で現場に導入した。

報告会では、生産技術・製品技術・生産管理・調達・品質管理等の部門も必要に応じて招集し、他部門への広い理解と、現状認識のレベルを合わせることで、改善案実行時における協力を促した。

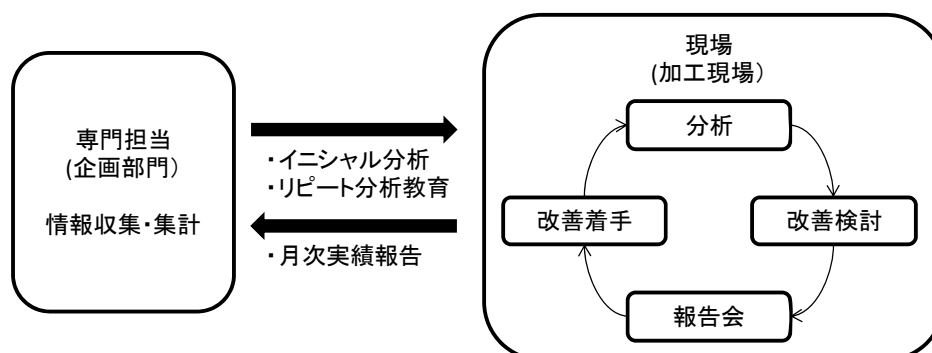


図 8.1 社内展開の仕組み

・ステップ 3：上層部への周知

経営者層や管理者層に対して、社内で開催している部課長会を活用して年に数回の頻度で教育を行い、考え方から用語に至るまで説明を行った。

・ステップ 4：社員への浸透

一般社員に対しては、年 4 回発行の社内報を活用し、前後編に分け MFCA の特集記事を掲載した。

また、現場は、「ものづくり」という大命題、ミッションを持っている。MFCA 分析に時間をとられると、停滞感を見せがちになる。そのため、MFCA の分析を出来る限り手間をかけずに行うことが必要である。現場を中心とした関係職場には、職場日報／月報、購買品情報、経費予算情報、要員管理データ、入出庫履歴、部品移動経歴、月次棚卸実績、廃棄物処理実績、電力量データ等があり、それらのデータを有効に活用することで、MFCA 分析の負荷を大幅に軽減することができた。

②非加工職場への展開の工夫

非加工職場では、マクロ分析 MFCA の手法で展開した。マクロ分析 MFCA とは、キヤノン株式会社が開発した手法で、排出物の分別詳細データから出した職場や工程に直接遡り、その排出物の価値と資源効率を明確化することで改善の可能性を見出して行くという手法である。長浜キヤノンでは 08 年より排出物の部門別管理を行っていた為、スムーズに着手する事が出来た。

排出物の過半数は、加工職場以外から発生しているため、非加工職場での排出物の削減に取り組まない限り、大きな削減は期待できない。そのため、部品や原材料の納入時や、工場の構内物流に使用されている包装資材類、品質部門にて製品評価に使用されている紙類等をターゲットにマクロ分析 MFCA を実施した。これらは、会社全体の排出物のうち大きなウエイトを占めており、どちらも生産量に連動して増減する。削減すればするほど、経営にも貢献できる。

3. 成果

(1) 加工職場

- ・経営者層が課題ととらえていた、排出物の源流に遡った削減活動による現場のやる気の奮起の展開
- ・加工現場にマッチした最適管理指標での管理による、損品管理からの脱却と現場負荷低減の実践
- ・導入した 2005 年から 2009 年までの累計で排出物削減効果が 132t、CO2 削減効果が 287t、コスト削減効果が 128 百万円となった。

(2) 非加工職場

マクロ分析 MFCA は、物流部門や品質部門にも削減の糸口を見出すきっかけを作り、全社的に見た資源生産性向上のツールとしての機能を持ち始めた。この取り組みにより、経営者層が課題ととらえていた活動に、次の成果がたらされた。

- ・排出物の源流に遡った削減活動と、あらゆる無駄排除の仕組みの構築
- ・社員の環境配慮意識の向上と全員参加型の活動の進展

4. 今後の課題

当社では、加工職場、非加工職場の両方で MFCA を展開し、全社での活動も軌道に乗りつつある。

現時点で、次の展開課題は、「研究・開発部門や生産技術部門といった上流部門に対する分析結果の遡及」と「サプライチェーントータルでの分析による全体最適化」の 2 点である。

(1) 研究・開発部門や生産技術部門といった上流部門に対する分析結果の遡及

最終的に製品となる主材料の「歩留まり」改善の分野では、製造現場、工場単独で着手できる部分は限られている。製造部門の上流にあたる研究・開発部門や生産技術部門等を巻き込み、互いに連携を図らないと実現しない領域と考えている。

工場における MFCA の分析結果を、これら関係する部門に継続的にアピールし、理解と協力を得ることが今後の大きな課題の一つと考えている。また、その側面的なアプローチとして、製品のライフ期間トータルでのコストの把握をしている原価管理部門への情報提供も必要と考えている。

(2) サプライチェーントータルでの分析による全体最適化

最終製品を生産している当社は、数百社に及ぶ取引先より部品や原材料を調達している。取引先ごとに、それぞれのマテリアルフローの上流に、組立メーカー→2 次加工メーカー→1 次加工メーカー→素材／原料メーカーというサプライチェーンの関係を形成している。このサプライチェーンの企業群に MFCA を展開し、サプライチェーンの前後の企業同士で MFCA の分析情報を共有し、共同で試行錯誤をすることによって、改善の可能性や広がり、1 社単独よりも大きくなると考えている。

なおその際には、いかなる場合においても、MFCA の分析情報を共有するサプライチェーン各企業の当事者間の関係は、公平であるという大原則を堅持することが必要と考える。

事例 9. オムロン株式会社 - MFCA のグループ企業展開事例 -

1. 企業情報

オムロン株式会社は、企業としての基本理念「企業は社会の公器である」という考え方にに基づき、制御機器、電子部品、車載電装部品、社会システム、健康医療機器等の領域で事業を展開している。国内、海外に多くの拠点を持つ企業グループを構成している。

オムロングループでは、その存在意義にふさわしい企業活動を実現するために、「グリーンオムロン 21」を 2002 年に制定した。そこでは、環境経営ビジョンと、活動内容・目標を明確にした環境行動計画を定めている。

企業の使命は、社会から預かる経営資源（人・物・金・エネルギー・資源）を活用して、有益な「もの・サービス」を提供することである。エコロジーとエコノミーを両立させ、環境先進企業となることを目指すことが重要である。

事業活動分野の環境の取り組みとして、生産工程から出る廃棄物の物量、エネルギー量（CO₂ 排出量）、並びにそれぞれのコストを把握し、インプロセスでの活動によってその削減を図るために、オムロングループ全体に、MFCA の展開を図っている。

- ・従業員数：オムロングループ全体 36,299 名（オムロン株式会社 5,133 名、国内子会社 6,368 名、海外子会社 24,798 名、2010 年 3 月 31 日）
- ・売上高：524,694 百万円（オムロングループ 2010 年 3 月期）
- ・資本金：641 億円

2. MFCA の試行導入と成果

(1) モデルラインでの MFCA 導入の経緯

2006 年に MFCA の試行導入を開始した。スイッチ等の部品加工工程を自社内に持つグループ企業、オムロン倉吉株式会社（現オムロンスイッチアンドデバイス株式会社 倉吉事業所）をモデル工場として、プレス加工や成形加工を持つラインを、モデルラインとした。

2006 年当時、プレス加工材料の銅の価格が高騰し原材料高が利益を圧迫しており、省資源化の取り組みが急務であった。またオムロン倉吉株式会社では、ギアチェンジ活動をいう総合改善活動が盛んであり、MFCA 分析もその活動の一つとして取り組むことになった。

(2) モデルラインの MFCA とその成果

改善活動が盛んであることから、当初は重量等の MFCA のためのデータ収集は容易と思われていた。しかし、存在したデータは重量ではなく数量の情報であり、不明なところも多く、改めて調査した。

実際に分析すると、プレスのスクラップ屑、成形のランナー屑の発生を当然視して、今まで測定したことがないという実態であった。ところがこのスクラップ屑を年換算すると、とてつもなく大きなロスであることが分かった。また、正の製品にたった 3 割しかなくなっていなかったことも分かり、驚きを隠せなかった。

オムロン倉吉株式会社は、もともと改善活動の下地があったため、ロスを見える化した後の改善の取り組みは早く、図 9.1 のような成果を上げることができた。

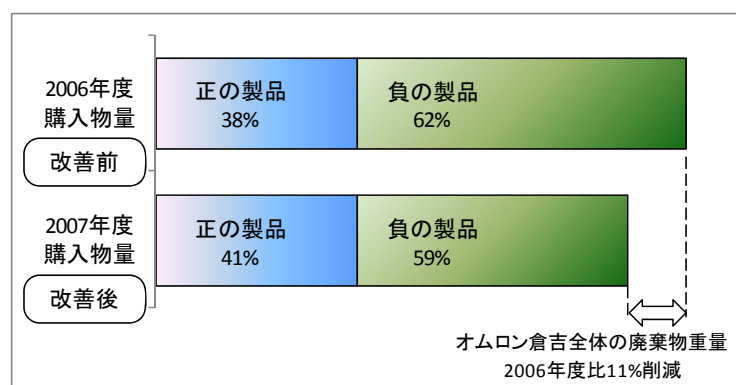


図 9.1 改善前後の比較

3. MFCA の適用対象の拡大

2006 年度に MFCA を導入したオムロン倉吉株式会社に続き、2007 年度からは、別の事業所にも MFCA を

展開している。2007年度より展開している MFCA では、オムロン倉吉株式会社で行ったマテリアルロスに見える化だけでなく、エネルギーロスに見える化も合わせて行っている。

設備単位に電力波形データを収集し稼働実績と突き合わせると、稼働時の電力、設備停止時のロス電力、待機電力、力率等が一目瞭然に把握できる。このデータをもとに、正のエネルギー、負のエネルギーを定義した結果、エネルギーロスに見える化が図れ、エネルギーロスの改善に繋がっている。

また、この分析結果は、実際の設備稼働率の把握にもつながり、その設備生産性向上にも役立っている。

4. MFCA の設計への展開

2007年度までの MFCA 展開では、生産中の製品の生産工程での改善を重視して MFCA 導入を行った。そのため、MFCA 導入は加工工程中心であった。組立工程よりも加工工程の方がマテリアルロスが多いため改善余地が大きく、MFCA 試行段階、展開初期段階では理にかなっていると考えたためである。

しかし 2006 年度に導入したオムロン倉吉株式会社の負の製品のロス要因分析結果によると、その 95%以上が設計要因であった。プレス金型による金属材料の抜き加工、成形金型による成形加工では、マテリアルロスの多くは、金型設計・設備設計が要因である。

そのため、2008 年度に MFCA を導入した事業所では、設計改善を狙いの一つとして重視した。負の製品の要因分析を行うと、設計要因のロスが大半を占めた。原材料の単価が比較的安価であった時期に設計されており、設備のローコスト化や高速化、部品加工や組立容易性が重視され、資源に対する意識が希薄であったと思われる、改めてマテリアルロスの大きさに気づかされた。

5. 今後の展開と課題

図 9.2 に今後の取り組みの概要を示したように、商品開発部門、生産技術部門、製造部門の連携した MFCA の取り組みと、サプライチェーンでの展開が重要である。

(1) 開発設計段階からの MFCA の取り組み

製造部門が生産中の製品のマテリアルロスの改善を進めると同時に、マテリアルロスの重量、コストの情報を、商品開発部門や生産技術部門に提言し続ける。また、商品開発部門や生産技術部門では、自らの課題解決のために MFCA を活用し、資源生産性を向上させる技術開発、商品開発に取り組むことが重要である。

(2) サプライチェーンでの MFCA 展開

加工工程の多くを社内で行っている事業は、マテリアルロスの把握、改善に取り組みやすい。しかし、加工工程を社内に持っていない事業では、サプライチェーンでの資源生産性向上の取り組みと、そのための MFCA の展開が必要である。

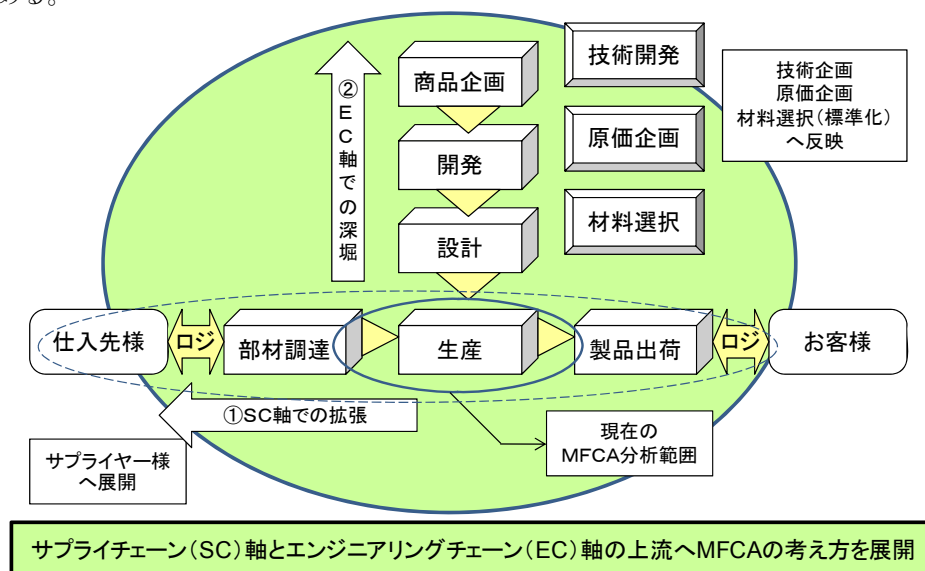


図 9.2 中長期的な今後の取り組み概要

事例 10. テイ・エス・コーポレーション株式会社

- 中小企業、多品種小ロット受注生産での事例 -

1. 企業情報

テイ・エス・コーポレーション(株)は精密板金・プレス加工、ユニット・装置組立を行っている。環境経営への取組として、第三者認証環境マネジメントシステムであるエコステージ（ステージ 1）を 2006 年 6 月に認証取得（認証番号 EST-104）しており、環境保全・対策へ積極的な活動を展開している。

- ・従業員数：47 名（2007 年）
- ・売上金額：-
- ・資本金：20.4 百万円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

主要原材料となるステンレス鋼（板厚 1.5mm）の製造工程の中の板金外形・成形加工、曲げ加工工程。

(2) 製造工程と物量センター

- ・抜き作業：穴として抜かれた金属片は、材質別に集めてリサイクル業者引渡しとしている。
- ・ばらし作業：製品部分を抜かれた端材は、材質別に集めてリサイクル業者引渡しとしている。なお、端材について十分に面積が確保できる場合は、再度、抜き作業に回す場合がある。
- ・仕上げ作業：ばらし作業後に、材料板とのつなぎ部分などに残る出っ張りをヤスリ等でバリ取りをする作業。微細な金属粉が発生する。
- ・物量センターは、「抜き加工」と「仕上げ加工」とした。

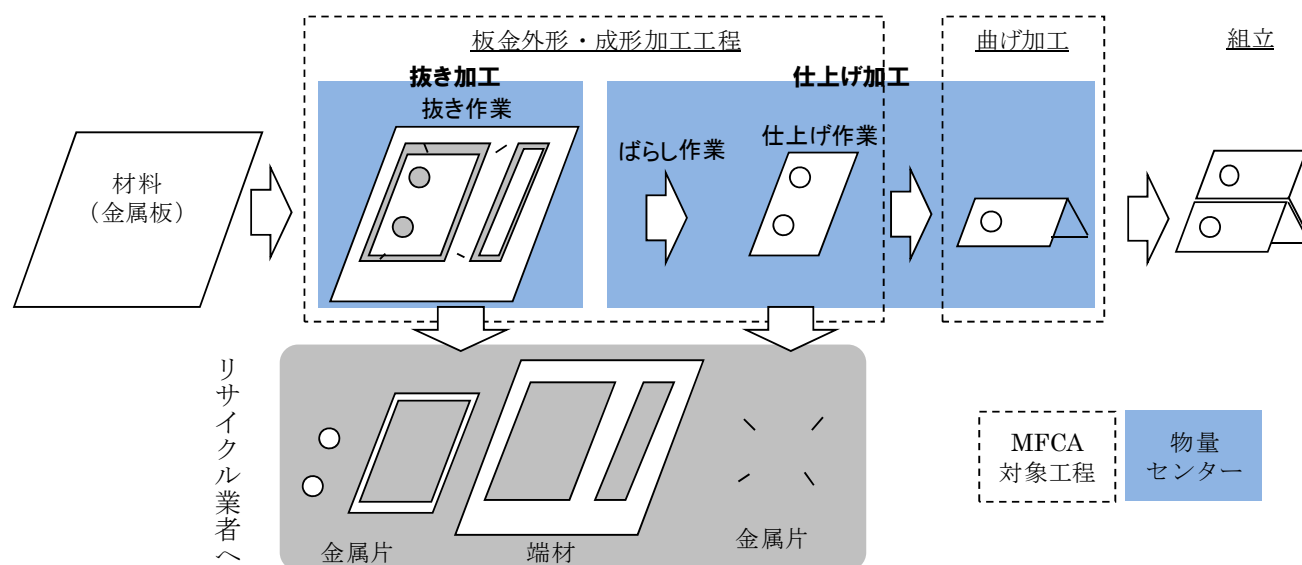


図 10.1 物量センター毎のインプット/アウトプット

3. マテリアルロスの記述

(1) 各工程のロス

- ・抜き加工、仕上げ加工：金属片、端材

(2) MFCA データ定義

- ・主材料の原材料板のみを計算対象とした。
- ・原材料板の使用枚数の比率で按分し、対象品種のシステムコスト、エネルギーコストを算出した。
- ・小ロット多品種での受注生産では、通常、1 枚の板から複数種類の製品を抜いて加工することから、製品に着目して MFCA を行う場合、製品 1 つあたりの原材料量を特定することが難しい。そのため、インプットとなる原材料に着目し、主要原材料となるステンレス鋼（板厚 1.5mm）単位でマテリアルフローを追跡することとした。

4. MFCA 計算結果

MFCA 計算の結果、負の製品コストは投入コストの約 40%を占めており、そのうちの 60%以上がマテリアルコストであった。また、マテリアルコストの大半は、抜き加工の段階で発生していることが明らかとなった。正の製品の出来高物量は投入材料の 60%弱と計算され、導入企業が実証実験前に抱いていた歩留り感覚より悪い結果が得られた。

これまで、ネスティング（板金から複数製品を抜くためのレイアウト設定）の設計指示書毎には把握されていた歩留率について、総量で改善していくという発想がなかった。MFCA でトータルの歩留率を把握できた。

表 10.1 マテリアルフローコストマトリックス（単位：千円。公表用に架空の数値に変更。）

	マテリアル コスト	エネルギー コスト	システム コスト	廃棄処理 コスト	計	リサイクル 売価	計
良品	132	16	156		305		305
	27.3%	3.4%	32.4%		63.1%		65.4%
マテリアルロス	113	8	57		178		178
	23.4%	1.7%	11.8%		36.9%		38.2%
廃棄/リサイクル				0	0	-17	-17
				0.0%	0.0%	-3.7%	-3.7%
小計	245	24	214	0	483		466
	50.8%	5.0%	44.2%	0.0%	100.0%		100.0%

コスト項目	抜き	仕上げ
新規投入コスト計	386.0	96.9
（廃棄処 理コスト を除く）		
新規投入MC	245.1	0.0
新規投入SC	123.6	90.0
新規投入EC	17.3	6.9
前工程コストの引継ぎ計	0.0	208.2
引継ぎMC	0.0	132.2
引継ぎSC	0.0	66.7
引継ぎEC	0.0	9.3
工程毎の投入コスト計	386.0	305.1
（廃棄処 理コスト を除く）		
投入MC	245.1	132.2
投入SC	123.6	156.6
投入EC	17.3	16.3
正の製品コスト計	208.2	304.8
正の製品MC	132.2	132.1
正の製品SC	66.7	156.5
正の製品EC	9.3	16.2
負の製品コスト	177.8	0.3
負の製品MC	112.9	0.1
負の製品SC	56.9	0.2
負の製品EC	8.0	0.0
廃棄処理コスト	0.0	0.0
副製品、リサイクル材料売上 売却価格	17.0	0.0

図 10.2 データ付きフローチャート（単位：千円。公表用に架空の数値に変更。）

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

トータル歩留り率を改善するために、ネスティングに対するチェック体制や、リピート品の先行作成の検討、複数製品をどのまとまりでネスティングすると効率的か、受発注とのタイミングで作成スケジュール調整がどこまで可能か等の、業務全般に渡る改善方法について検討を始めている。

6. 成果と今後の課題

MFCA 適用のメリットは、これまでネスティング設計指示書毎に歩留率を把握していたのに対し、トータル歩留り率向上という明確な目標設定が可能となり、その目標の下で、個々の従業員が各々の立場から改善案を提示し合える土壌ができつつあることである。

一方、MFCA 適用の課題は、①多岐に渡る材料の購入量あるいは使用量の種類別把握、②ネスティング設計指示書からの転記作業にかかる人件費削減のための、NC タレットパンチ機械からの自動データ出力システム改修検討である。

事例 11. プレス加工メーカーA - MFCA による多品種少量生産での板金加工改善事例 -

1. 企業情報

A 社は、様々な検査装置や異物の選別装置などの自社製品の開発製造と、他社製品の受託製造を行っている中規模の企業である。近年は、他社の企画を設計開発から、調達、製造までを一括受託することで企業の経営を支えるアウトソーシングサービスを展開し、多くの企業の製品を製造している。そのため、さまざまな製品を小ロットで生産しているのが、同社の生産の特徴である。

生産性向上や、環境配慮の取組には熱心であり、これまでも、Industrial Engineering を導入した生産性向上活動や、ISO9001 の導入による製造・品質管理の取組、そして ISO14001 を導入し、環境にも配慮した物作りに取組んで来た。

今回の MFCA 導入では、材料の歩留に着目し、更なる生産性の向上やコストダウンと、環境配慮型の製造の両方の実現を狙っている。そして、現場の担当者がコスト面の意識を持ち、改善に自発的に取り組めるようにするという狙いも持って取組んだ。

導入にあたり、製造の役員を中心として、生産管理、生産、生産技術、設計、購買の各部門が協力して改善に取り組んでいる。

※企業情報は、非公表とする。

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

検査装置を対象とした。設計から行っている同社の代表的な製品であり、MFCA を導入時には特に受注が多かったためである（月産 100 台程度）。異形部品が多く存在するのが特徴である。

本検査装置の製造の中で、投入材料のロスが発生する、ボディ製造の全工程を MFCA の導入対象とした。

(2) 製造工程と物量センター

・対象製品の製造工程の概要

- ① パンチングプレス加工工程で、板材から部品を抜く。
- ② 部品を抜く際に発生するバリを取り除く。
- ③ 曲げ加工で板状の部品に角度をつけ、変形させる。
- ④ スポット溶接、溶接を行い、各部品を接合する。
- ⑤ 外観に磨きをかけ、仕上げる。
- ⑥ 検査を行い、組立工場に出荷する。

・物量センターの定義

ロスの把握については、特に端材等の材料のロスが発生するパンチングプレス加工と、不良品が発生するそれ以降の工程についてわけて行った。

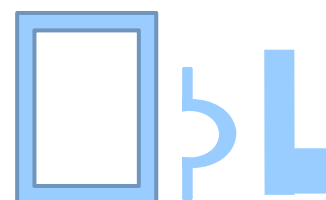


図 11.1 異形部品の例

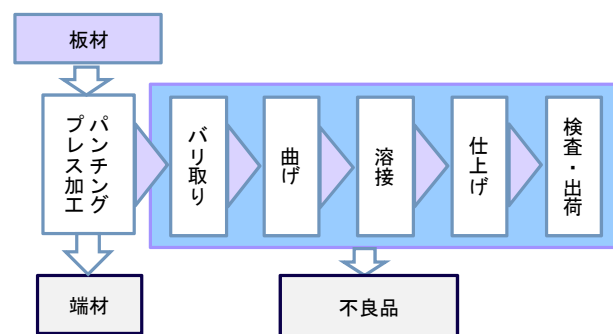


図 11.2 ボディ製造工程のインプット/アウトプット

3. マテリアルロスの記述

(1) 工程でのマテリアルロス

- ・パンチングプレス加工では、板材の端材が発生する。
- ・バリ取り～検査・出荷の各工程では、不良品が発生する。

(2) MFCA データ定義

・マテリアルの物量

多品種小ロット生産であり、1 枚の板材から複数種類の部品を抜いている。そのため、部品単位ではなく、材料である板毎に、生産指示毎でロスを把握した。

板毎のロスの把握には、板取りに使っているネスティングソフトのデータも存在するが、ネスティングソフトのデータは、異形部品を長方形として扱い計算しているため、正確にロスを把握出来ない。そのため、1 つ 1 つの部品の重さとその部品を長方形と考えた場合の重さの比率を求め、ロスの計算を行った。

・システムコスト・エネルギーコスト

対象製品の製造時間から加工費を計算し算出した。

4. MFCA 計算結果

(1) ロス物量の表と説明

特にロスの発生が多かったのは、パンチングプレス加工である。表 11.1 に示すように、3×6 板と 4×8 板のロス率が高く、改善の必要性が高い。

表 11.1 パンチングプレス加工でのマテリアルのインプット／アウトプットと不良品

15台		左記生産台数の正味の加工品の重量(正の製品)によるMFCAの重量計算					不良品	
板の種類	材料使用枚数	投入重量/ロット	加工重量合計/ロット	ロス重量/ロット	ロス率	歩留り率	個数	物量
3X6板	60枚	1,259,797.6g	610,054.8g	649,742.8g	52%	48%	2	555.2g
4X6板	105枚	2,940,331.9g	1,866,823.8g	1,073,508.1g	37%	63%		
4X2000板	30枚	918,638.4g	665,435.8g	253,202.6g	28%	72%		
4X8板	15枚	559,910.1g	300,775.3g	259,134.8g	46%	54%	4	48.7g
総計		5,678,678.0g	3,443,089.7g	2,235,588.3g	39%	61%	6	603.9g

(2) MFCA コスト評価

板材の投入量の多さもあり、コスト面では、4×6 板が特にロスが大きい。

表 11.2 MFCA バランス集計表

Input						Output							
投入コスト合計						正の製品コスト		414千円		負の製品コスト		269千円	
								61%				39%	
材料	材料単価 (千円/kg)	物量 (kg)	%	コスト (千円)	%	物量 (kg)	%	コスト (千円)	%	物量 (kg)	%	コスト (千円)	%
3X6板	0.085	1,259.2	22.2%	107.0	22.2%	610.1	10.7%	51.9	10.7%	649.7	11.4%	55.2	11.4%
4X6板	0.085	2,940.3	51.8%	249.9	51.8%	1,866.8	32.9%	158.7	32.9%	1,073.5	18.9%	91.2	18.9%
4X2000板	0.085	918.6	16.2%	78.1	16.2%	665.4	11.7%	56.6	11.7%	253.2	4.5%	21.5	4.5%
4X8板	0.085	559.9	9.9%	47.6	9.9%	300.8	5.3%	25.6	5.3%	259.1	4.6%	22.0	4.6%
材料の物量とコスト小計		5,678.1	100.0%	482.6	100.0%	3,443.1	60.6%	292.7	60.6%	2,235.6	39.4%	190.0	39.4%
システム・エネルギーコスト				コスト (千円)	%			コスト (千円)	%			コスト (千円)	%
加工費合計				200.0	100.0%			121.3	60.6%			78.7	39.4%
システム・エネルギーコスト小計				200.0	100.0%			121.3	60.6%			78.7	39.4%

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

MFCA の導入により、これまで感覚で持っていた板取りのロス率を実際に数値で把握することができた。特に、パンチングプレス加工における板取りの改善が必要であり、作業指示書と MFCA の物量計算をセットで使うことで、改善効果を把握しながら改善策を検討する。改善の視点は以下の3点である。

- ・板の寸法、板の厚さの変更、板の変更（特注材と定尺材）
- ・1枚の板に入れる部品の組み合わせを変更
- ・部品の向きを変更の改善

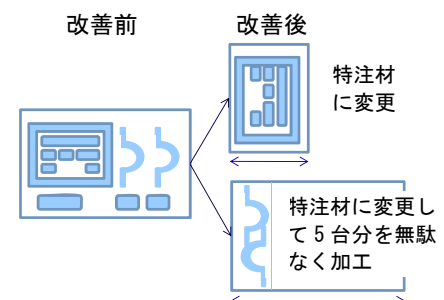


図 11.3 板取りの改善例

6. 成果と今後の課題

今回の MFCA の導入で、実際の材料ロスを把握する仕組みができたことが大きな成果である。これまでは、ネスティング担当者だけが板取り図を見ていたが、社内で共有して材料のロスを把握し会社全体でロスの削減に取り組むようになって来た。そしてこの活動により、担当者が自ら材料ロスを改善するようになって来ている。

同社は、多品種小ロット生産で、自社設計製品～製造受託製品までさまざまな製品を製造している。今後は、他の製品にも今回の取組を展開することが必要である。

他社で設計を行っている製品については、「材料のロス」の観点から提案を行っていくことで、同社としての付加価値を高めていく。この時の視点は、「材料の選択（板厚、材質）の提案」、「材料取りの検討を反映した、低コストの加工提案」、「部品の寸法、形状について、材料ロスの観点からの提案」である。

自社で設計を行っている製品は、MFCA のデータを用いて、設計段階で材料取り、板厚の検討を行う。

そして、材料の加工を外注に出す時にも、MFCA の計算を活用し、外注に出す部品を決定することで、材料ロスの発生を抑えることにつながる。

事例 12. 株式会社片桐製作所 - 冷間鍛造製品の製造工程における MFCA 導入事例 -

1. 企業情報

冷間鍛造技術を使った、精密冷間鍛造及び二次加工を行い、自動車部品の製造、その他精密冷間鍛造部品の製造、超砥粒工具製造・販売を行っている。MFCA 導入の狙いは、①工程改善・コスト削減の指標とすること、②ISO9001、ISO14001 の方針で掲げている、品質 UP、省資源、省エネルギーといった目標に結び付け、資源の有効活用、生産性向上、品質向上の課題抽出を行うこと の 2 点である。

- ・従業員数：260 名
- ・売上金額：4,500 百万円(2007 年度)
- ・資本金：70 百万円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

AT SOL 用ハウジングの製造工程を対象製品とする

(2) 製造工程と物量センター

・約 4m の棒材から百数個の材料を丸のこで切断する「切断工程」、それぞれ 3 回繰り返す「焼鈍」・「潤滑」・「鍛造」工程、客先図面寸法に切削を行う「切削工程」、協力会社での「熱処理、メッキ工程」、社内での「検査、出荷（梱包）」工程からなる。

・3 回繰り返し行われる「焼鈍」、「潤滑」、「鍛造」工程は、違う処理場所でそれぞれに歩留まりが発生するが、ロスは少ないと考えられ、同一の物量センターとして扱う。

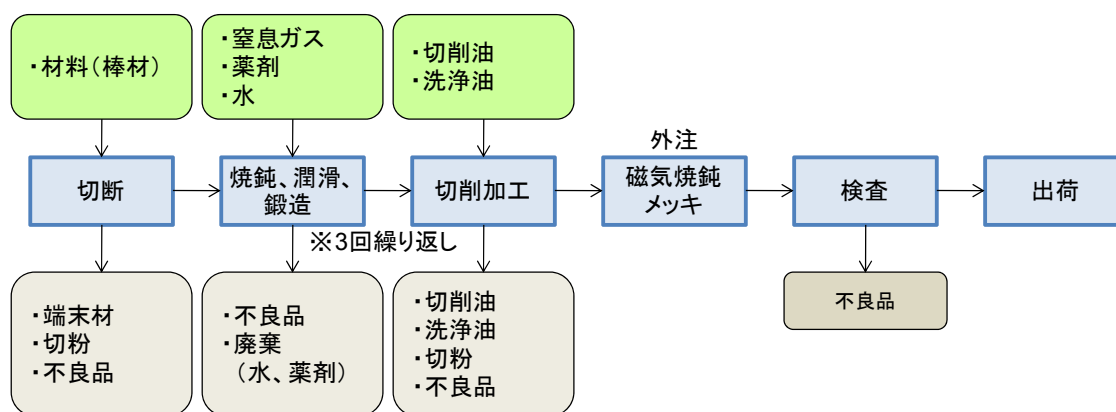


図 12.1 物量センター毎のインプット/アウトプット

3. マテリアルロスの記述

(1) 各工程のロス

- ・切断工程：棒材の端材、切粉、不良品
- ・焼鈍工程：不良品
- ・潤滑：水、薬剤、蒸気
- ・鍛造：不良品
- ・切削加工：洗浄油、切粉、不良品
- ・検査：不良品

(2) MFCA データ定義

- ・切断工程における端材量は、1 本からとれる素材数と、切断後から使用本数を割り出し、廃棄量を算出。
- ・焼鈍、潤滑処理は、他の部品も処理しているため、処理数より、時間と廃棄量を算出。
- ・切断の切削油・切断刃、焼鈍の窒素ガス、潤滑処理（ボイラー）用の A 重油、鍛造の金型、切削加工の切削工具は、システムコストとして扱う。
- ・エネルギーコストである電力費は、工場全体で集計されており、主要設備台数に応じて比例配分し算出。
- ・電力量消費の大きい焼鈍は、対象製品処理数により算出。

4. MFCA 計算結果

(1) ロス物量の表と説明

表 12.1 に示すように、負の製品物量（マテリアロス）が最も大きいのは、「QC3」切削加工工程であり、25%がロスになっている。次にロスが多いのは、「QC1」切断工程で、約 8%のロス率である。

表 12.1 マテリアルのアウトプット量

	MC項目分類	項目名	単位	QC1	QC2	QC3	QC4	QC5
				切断	焼鈍、潤滑処理、成型	切削工程	外注	検査・出荷
(正の製品)	次工程良品	良品の物量	Kg	38603.5	345487.9	26841.1	27793.7	27535.2
	排出物、廃棄物	水、薬剤、切削油、洗浄油などの物量	Kg	16.2	1591.9	723.0	0.0	0.0
	有価廃棄物	主材の物量	Kg	3569.3	69.7	9396.1	0.0	139.1

(2) MFCA コスト評価（全工程）

表 12.2 から、負の製品マテリアルコスト（MC）が大きなロスになっていることがわかる。

表 12.2 マテリアルフローコストマトリックス（単位：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	廃棄処理コスト	計	リサイクル売価	計
良品	15,683.0	893.4	13,404.4		29,980.9		29,980.9
(正の製品)	42.6%	2.4%	36.4%		81.5%		84.6%
マテリアロス	4,674.3	322.4	1,697.6		6,694.3		6,694.3
(負の製品)	12.7%	0.9%	4.6%	0.0%	18.2%	0.0%	18.2%
廃棄/リサイクル				110.3	110.3	-1,331.2	-1,220.9
				0.3%	0.3%	-3.8%	-3.4%
小計	20,357.3	1,215.8	15,102.1	110.3	36,785.4		35,454.2
	55.3%	3.3%	41.1%	0.3%	100.0%	0.0%	96.4%

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

負のコストが高い、「切削工程」と「切断工程」の改善を中心に考える。

(1) 切削工程

切削工程のロスのうち、負の MC の 85%強が切粉である。一般には、鍛造形状と切削完品形状を極力同じ形にするよう成形方法を改善すれば、切削工程での切粉が少なく、材料歩留まりも良くなるが、今回は実施しない。①鍛造での工程や焼鈍、潤滑処理工程も増え、コスト UP の可能性がある、②切削代を少なくすれば、鍛造肌残りが増加する可能性がある、③鍛造形状を変更することで材料組織、部品の性能が変化し、顧客のニーズにそぐわなくなる場合もある、の 3 つの理由のためである。

(2) 切断工程

切断工程では、切粉の削減と、端材の削減の 2 つの方向性で改善を実施。切粉の削減では、刃物の厚みを薄く変更。切粉が 21%削減されると予想される。端材の削減では、端材の再利用を実施。端材が改善前に比べ 69%減と予想される

6. 成果と今後の課題

今回の MFCA 導入により、①全ての投入コスト、正の製品コスト、負の製品コストが明確になった、②工程ごとの負のコストの内訳も明確になった、③改善内容を直ぐにシミュレーションすることができる、そして、④問題箇所が見える化されるという効果が出た。

今後は、まず、今回の対象製品の改善項目への対応とまとめを行いたい。工程改善、コスト削減を行い、資源の有効活用、生産性向上、品質向上を実現する手段として、他工程にも取り入れたい。更には、ISO14001 での環境負荷軽減にも結びつけられるように計画中である。将来的には、設計段階での活用にも結び付けたい。

事例 13. 群馬合金株式会社

- 地球にやさしいダイカスト工場実現に向けたアルミダイカストの MFCA 導入事例 -

1. 企業情報

群馬合金株式会社は、昭和 22 年創業のアルミダイカスト専門メーカーであり、製造したダイカスト製品(素形材)を、主に自動車部品の組立・加工メーカーに供給している。

最近では、国や県の補助金を活用して、地球にやさしいダイカスト工場作りを目指した、ダイカスト生産工程の溶解炉における原単位低減に関する研究開発にも着手している。

今回の MFCA 導入実証事業への参加目的は、これまで全社で展開してきた TPM などの改善活動と有機的に連携させ、環境とコストとの両面から評価できる新しいマネジメントシステムを構築することと、この新しいシステムを当社のフィリピン生産拠点、GGPC (Gunma Gohkin Philippines Corporation) にも水平展開を図っていくことである。GGPC では、アルミ・亜鉛ダイカスト製品の鋳造から切削加工の後工程までを一貫生産で行っている。

MFCA 導入に際しては、経営企画部門が中心になり、鋳造、生産技術、生産管理、開発設計等の各部門が協力して行った。

- ・従業員数：82 名（2011 年 1 月）
- ・売上高：3,523 百万円（2010 年 3 月期）
- ・資本金：150 百万円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

原材料であるアルミの溶解とダイカスト製品の成形に関する工程を対象の工程範囲とし、全品種を対象に MFCA の計算を行った。成形後の機械加工と金型加工は、外注加工業者で行っており、今回の対象範囲から除外した。

3. マテリアルロスの記述

図 13.1 に製造工程とマテリアルロスを整理した。ダイカスト製品の成形(鋳造・トリミング・検査)工程においては、ランナーやオーバーフロー等の端材や、湯ジワや焼き付き等の工程内不良品が製品にならないマテリアルロスである。しかしこれらは、リターン材として工程内でリサイクルされる。

溶解工程においては、絞り材のほか、リターン材として再利用できなくなったアルミゴツが発生する。成形工程においては、鋳造の際に消費される消耗部品や設備稼働のための補助材料の油類、設備や金型の修理や維持管理に必要な交換部品や消耗部品が、マテリアルのロスとして発生する。

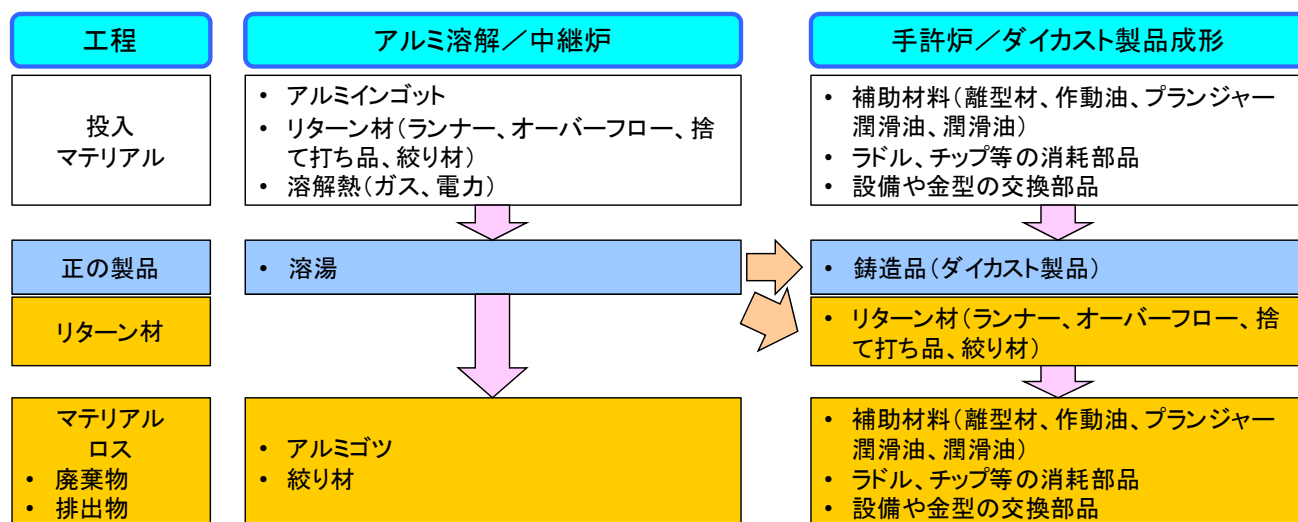


図 13.1 製造工程とマテリアルロス

4. MFCA 計算結果（モデルケース）

2010 年 10 月度の 1 か月間に係る全品種のマテリアルバランスの測定結果をもとに、MFCA のコスト計算を行った結果を図 13.2 に示す。また、その中でマテリアルロスやアルミ溶解の熱損失のコスト、及び廃棄物処理のコストを、図 13.3 に示す。

この中で、アルミ溶解に係るエネルギーに関しては、他のエネルギー使用量と分離して、熱損失の計算を行った。なお、この MFCA 計算の中においては、熱損失総量を次の考え方で定義した。

$$\text{熱損失総量} = \text{投入熱量（電力・ガス等のエネルギーの製造使用量} \times \text{エネルギー原単位）} \\ - \text{製品溶解熱量（製品生産物量} \times \text{原材料溶解熱原単位）}$$

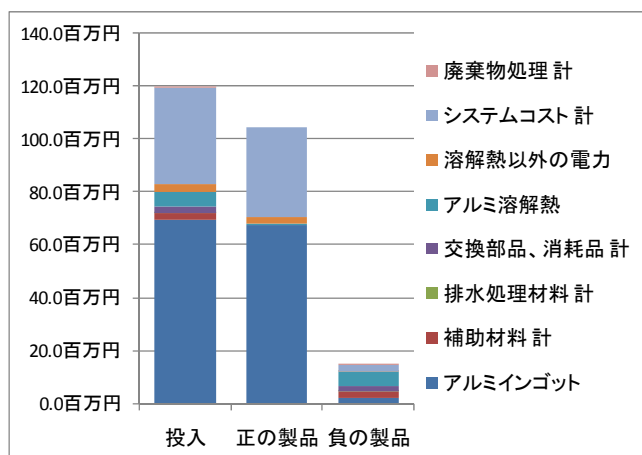


図 13.2 MFCA 計算結果

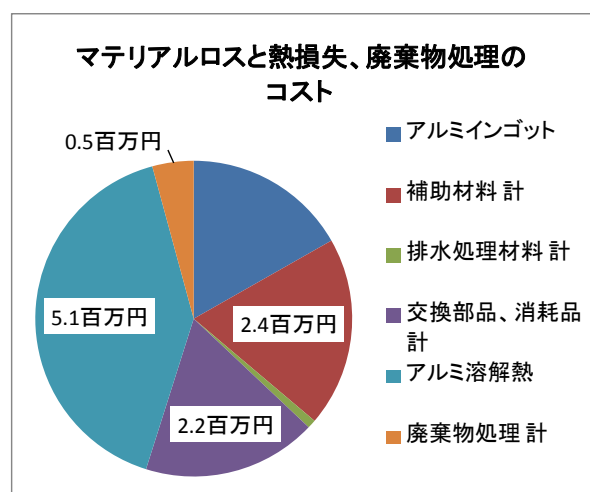


図 13.3 マテリアルロスと熱損失、
廃棄物処理のコスト

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

MFCA の計算を行った結果、従来から取り組んできた原材料のアルミのロス削減以外に、アルミ溶解の熱損失改善、補助材料の使用量削減等の課題が、改善余地として大きいことが分かった。

特にアルミ溶解の熱損失は、鋳造の特徴として、エネルギーを大量に消費しているという認識はあった。しかし MFCA の結果、その熱損失が、環境負荷面でもコスト面でも非常に大きな数字であることが驚きであった。

今回の取り組みの中では、熱損失の総量だけでなく、部分的にはあるが、炉別にエネルギー使用量を測定し、図 13.4 の様にその熱勘定の計算と、熱損失の分析を行った。

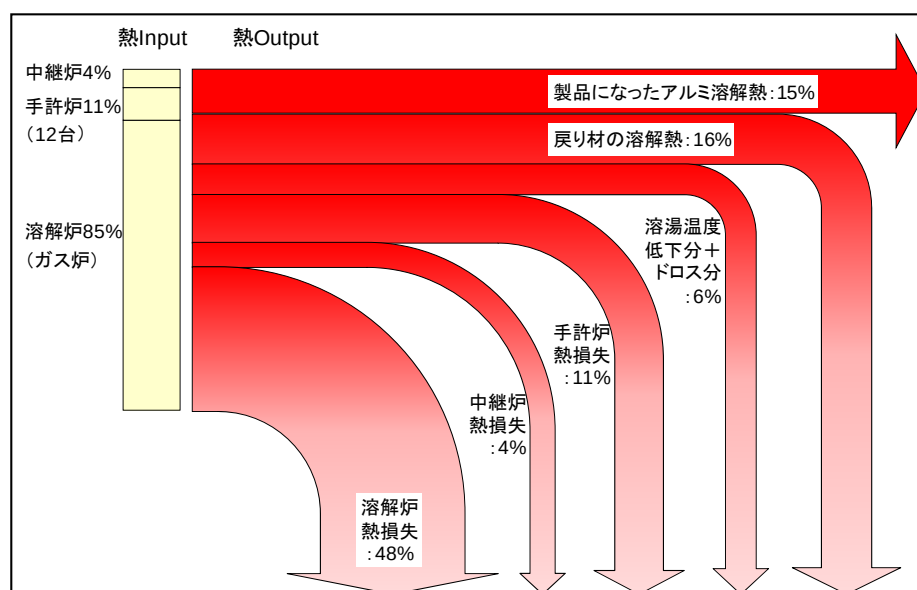


図 13.4 集中溶解炉のラインの熱勘定計算結果

その結果、溶解炉本体からの放熱とガス排出による排熱、及び手許炉の炉壁面輻射による熱損失が、熱損失の熱量及びコスト面で非常に大きいことが分かり、今後の溶解炉等の設備の改良・入替時に取り組むべき省エネ対策事項が明確になった。

6. 成果と今後の課題

群馬合金株式会社は地球にやさしいダイカスト工場実現を目指しており、MFCA により、そのための設備投資課題が明確になった。また、TPM 活動を軸にした日常改善において取り組むべき課題も明確になった。

今後は、明確になった課題の改善に取り組むとともに、フィリピン生産拠点である GGPC にも MFCA を導入し、それによる改善に取り組んでいきたい。

事例 14. 株式会社三ツ矢 - めっき工程における MFCA 導入事例 -

1. 企業情報

金、銀、ニッケル等のめっき加工処理を行っている。IT デバイス、次世代エネルギー、次世代モータリゼーション、環境技術などの先端技術に必要な不可欠になっているめっき加工において、常に最先端の技術に挑戦し続けている。また、環境保全への取組も積極的に取り組んでいる。

今回は、金属の単価が比較的安価なため、あまり改善されてきていなかったニッケルめっき工程の改善を進めるために、MFCA を導入する。

- ・従業員数：312 名（2010 年 4 月）
- ・売上金額：4,390 百万円（2007 年 6 月期）
- ・資本金：15 百万円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

めっき加工においては、めっきの対象となる製品はロスとなることはめったになく、めっき材料を対象と考える。今回は、ニッケルめっきを対象とし、その工程を対象とする。

(2) 製造工程と物量センター

めっき処理、水洗（すくい出し）、検査の工程からなる。めっきされずに、水と一緒に流れるニッケルを把握、改善するため、全体を 1 つの物量センターとして MFCA を導入する。

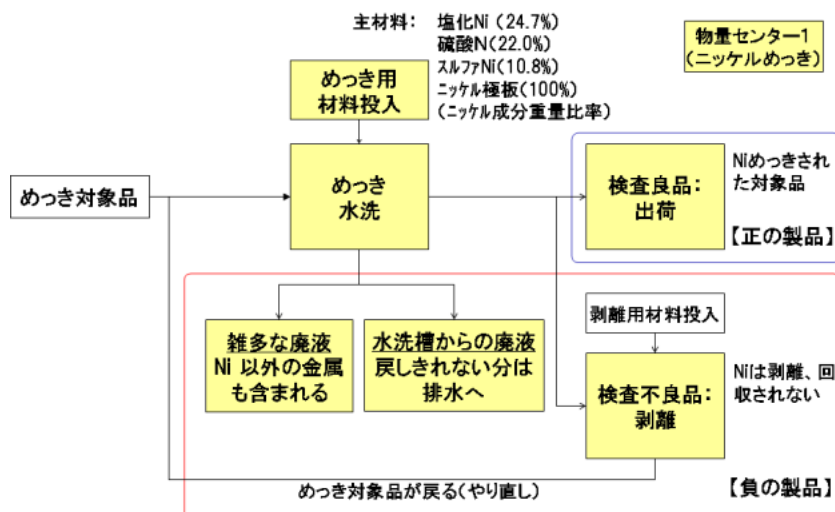


図 14.1 物量センター毎のインプット／アウトプット

3. マテリアルロスの記述

(1) 各工程のロス

- ・検査不良品から剥離されるニッケル。
- ・廃液に含まれるニッケル。
- ・ニッケルメッキに必要な塩酸、ホウ酸、光沢材、水などの間接材料。

(2) MFCA データ定義

- ・マテリアルコスト (MC)：剥離液の処理費用はマテリアルコストとして計算する。
- ・システムコスト (SC)：設備の償却費は、0 とする。
- ・エネルギーコスト (EC)：電力料金のみとする。

4. MFCA 分計算結果

(1) ロス物量の図と説明

「排出物、廃棄物」が 429kg と一番大きい。このロスの元は、ニッケルめっきに必要な塩酸、ホウ酸、光沢材、水などの間接材料と、投入されたニッケルの内、負の製品となった物量である。

表 14.1 マテリアルのアウトプット量（公表用に架空の数値に変更。単位 kg）

ニッケルめっき	Output材料の物量値	
	正	負
製品めっき中のニッケル	71.7	
次工程良品計	71.7	
工程内リサイクル		0.0
排出物、廃棄物		429.0
有価廃棄物		0.0
負の製品 計		429.0

（2）MFCA コスト評価（全工程）

SC の割合が大きい。MC に着目すると、投入コストの内 8.4 千円が負の製品コストとなっている。また、廃棄物処理コストとして、5.5 千円かかっている。

表 14.2 マテリアルフローコストマトリックス（公表用に架空の数値に変更。単位 1000 円）

	マテリアル コスト	システム コスト	エネルギー コスト	廃棄処理 コスト	計
良品	16.5	343.5	23.3		383.3
	3.1%	65.4%	4.4%		73.0%
マテリアルロス	8.4	119.8	8.1		136.3
	1.6%	22.8%	1.5%		26.0%
廃棄／リサイクル				5.5	5.5
				1.0%	1.0%
小計	24.9	463.3	31.4	5.5	525.1
	4.7%	88.2%	6.0%	1.0%	100.0%

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

SC がマテリアルロスの 88%を占めるが、これは、水と一緒に流れていくニッケルにかかる SC が按分されたものである。そのため、MC に着目する。

MC の内、8.4 千円がマテリアルロスになっているが、これは、水洗処理でそのまま廃液に移動しためっき材料の合計である。廃液として流れたニッケルは全てロスであり、毎月 8.4 千円をニッケル工程だけで捨てていることがわかった。また、この分のロスは、廃棄物処理コスト（5.5 千円）と合わせて考える必要がある。

ニッケル材料として、水洗槽に流れていったものをいかに減らすかが、材料ロスと廃棄物処理コストを減らすことにつながる。

6. 成果と今後の課題

今回の結果から、水洗槽に流れるニッケルをいかに減らすかが課題であることがわかったが、これは、他のめっき材料にも言えることであり、工場全体の排水系のありかたとしてとらえるべき問題である。設備投資の面から検討を進めたい。

今回、部分的な計算にとどめた水は、めっき工程では、めっき液の濃度調整や水洗処理等、重要であり、今後の計算では、総合的に評価するのが望ましい。

MFCA は、他のラインにも適用できるため、改善策、費用対効果の検討の際には、全体的な視点での横展開を行いたい。

事例 15. 光生アルミニウム工業株式会社 - 自動車用アルミホイールの製造工程における MFCA 導入事例 -

1. 企業情報

自動車用アルミホイール、自転車・オートバイ重要保安部品、各種機器及びその部品の販売を行っている。今回 MFCA を導入した工場は、1990 年に開設し、現在は、アルミホイール生産拠点のマザー工場として各自動車メーカーへの純正ホイール及びアフターホイールの製造を行っている。

ロスの詳細な把握により、少人化、生産性向上、品質向上への課題抽出をし、無駄を排除した工程改善、コスト改善と、資源の有効活用によるエネルギーコストの削減による環境活動の推進のために、MFCA を導入した。

- ・従業員数：374 名（2010 年 3 月）
- ・売上金額：-
- ・資本金：199.5 百万円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

ある機種を対象に、アルミホイール製造全工程を対象とする

(2) 製造工程と物量センター

- ・溶解、鋳造、切断、切削、圧検・外検、バランス検査、塗装、外観検査、出荷工程からなる。
- ・溶解工程は、専用溶解炉設備にて各手許炉に容湯を配湯している共通の工程である。
- ・各工程を物量センターとする。

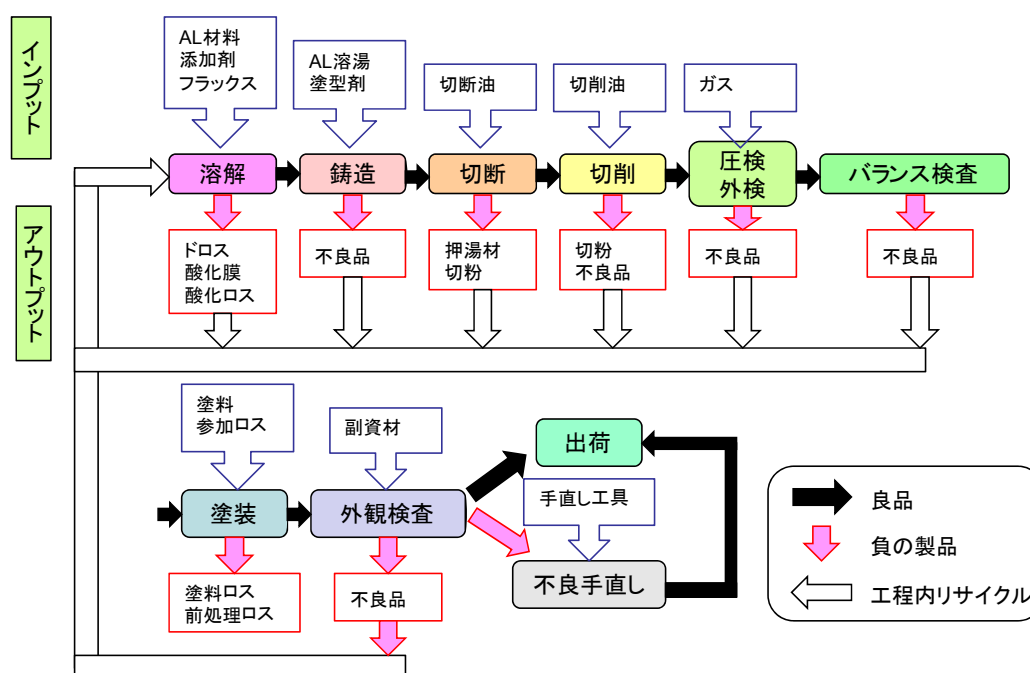


図 15.1 物量センター毎のインプット／アウトプット

3. マテリアルロスの記述

(1) 各工程のロス

- ・廃棄物：添加剤ロス、塗料ロス、副資材、補助材料
- ・工程内リサイクル：酸化膜、酸化ロス、押湯材、切粉、不良品

(2) MFCA データ定義

- ・溶解工程を除く各工程の投入数量、出来高数量は、それぞれの 1 個当たりの重量を掛け算した。溶解工程は、共通設備のため、各投入材料を総配湯重量に対象ライン比率と対象機種生産比率を掛け、計算した。
- ・アルミ材料に関しては、基準単価を使い、他機種でも流用する材料に関しては、実際に使用した材料の重量コスト情報に基づき、対象機種の生産比率で生産按分した値を用い計算を行った。
- ・溶解工程で発生する酸化アルミは回収され、外注にて処理し、再生材として INPUT 材料の 1 つになる。

4. MFCA 分計算結果

(1) ロス物量の表と説明

負の製品物量は 135t に対して、工程内リサイクル物量は、117t であり、約 87%に相当する、これらの工程内リサイクル品の発生量を低減させる取組の重要性がわかった。

表 15.1 マテリアルのインプット量／アウトプット量

製品正負の 品目	MC項目分類	項目名	単位	QC1	QC2	QC3	QC4	QC5	QC6	QC7	QC8	QC9	QC10
				溶解	鑄造	切断	切削	圧検・外検	バランス検査	塗装	外観検査	不良手直し	出荷
製品正負の 品目	次工程良品	良品の物量	Kg	224635.6	231710.5	40278.5	30759.1	47256.2	31606.0	38601.7	28793.7	37309.8	99587.7
	工程内リサイクル	アルミ材料のリサイクルの物量 (不良品、切粉、押湯材など)	Kg	0.0	770.0	40790.4	69917.8	638.0	3817.0	0.0	1529.0	0.0	0.0
	排出物、廃棄物	排出物、廃棄物の物量(添加剤ロス、塗料ロスなど)	Kg	0.0	26.0	9.7	257.9	25.5	0.0	9191.3	0.0	0.0	0.0
	有価廃棄物	有価廃棄物(酸化アルミ)の物量	Kg	7871.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

(2) MFCA コスト評価(全工程)

総コストの 25.4%が負の製品コストとなっている。

表 15.2 マテリアルフローコストマトリックス(公表用に架空の数値に変更。単位 1000 円)

	マテリアル コスト	エネルギー コスト	システム コスト	廃棄処理 コスト	計
良品 (正の製品)	218.2 49.9%	24.4 5.6%	79.1 18.1%		321.7 73.6%
マテリアルロス (負の製品)	47.4 10.9%	20.4 4.7%	43.1 9.9%		111.0 25.4%
廃棄／リサイクル				4.3 1.0%	4.3 1.0%
小計	265.6 60.8%	44.8 10.3%	122.3 28.0%	4.3 1.0%	437.0 100.0%

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

改善課題として、(1) 工程不良低減、(2) 歩留向上、(3) 塗装効率向上を柱に設定した。

(1) 工程不良低減

工程内リサイクルの物量が大きく、まず第一に各工程での不良低減を図る。総コストの 25.4%が負の製品コストであり、切削工程で発生する負の製品が最も大きい。品質改善が有効であると考ええる。

(2) 歩留向上

切削工程、切断工程で発生する負の製品(押湯、切粉)がリターン材として投入されている。リターン材は、今までは、再溶解されるためロス意識が希薄であったが、この MFCA の分析結果により、コスト的に大きなロスであることがわかった。歩留を向上し、負の製品比率を下げることで改善への施策であると考ええる。

(3) 塗装効率向上

工程内リサイクル以外では、塗装工程でのマテリアルコストが大きい。正の製品として付加されない塗料や前処理材のマテリアル比率が高く、塗着効率向上が課題であることが明確である。

6. 成果と今後の課題

今回は、ある 1 ラインの、特定機種で MFCA を導入した。溶解工程を有しているため、負の製品として次工程にいかず、溶解工程に戻されるリターン材料(押湯、切粉、不良品)がある。これらの材料をその物量、金額において明確した結果、取り組むべき課題、優先度を明らかにすることができた。

今後は、この改善課題を着実に対策、実行していく。そして、他ライン、他機種への展開も図っていく。更には、日々の現場管理における活用、技術部門における新機種の設計、開発にも展開できると考えられ、投資効果の評価や、原価・環境負荷提言活動への有効なツールとして適用していきたい。

事例 16. 美和ロック株式会社 - 5,000 点を超える部品のマテリアルロスの管理と削減 -

1. 企業情報

美和ロック株式会社は、建築用錠前、金具を製造販売している。その製品には、金属プレス部品が多く含まれている。また、建築用資材の業界では、顧客の多様なニーズに応えるために多品種にならざるを得ない。そのため、金属プレス部品も、多品種少量生産の部品が多い。この金属プレス部品の加工は、美和ロック株式会社の伊勢工場、玉城工場で行う他、多くのプレス加工会社にも協力してもらっている。

これまで、材料の歩留管理の中でその抜き金型の最適化設計による材料ロス削減を図ってきた。しかし、サプライチェーン省資源連携促進事業に参加し、これらのプレス加工会社と連携して、プレス加工材料のロスの見える化、削減の検討に取り組んだ。この取り組みにあたっては、生産技術本部長をトップに、美和ロック株式会社の設計、生産技術、製造、品質管理、資材等の関連部門と、協力会社の美和金属株式会社、有限会社マツヤが協力した。

表 16.1 美和ロックとその代表的協力会社の概要

	美和ロック（株）	美和金属（株）	（有）マツヤ
従業員数	1,565 名（2009 年）	40 名	160 名
売上金額	-	-	-
資本金	610 百万円	10 百万	5 百万

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

（1）対象製品と工程範囲

ホテルで使用されるカードロックシステムを構成する部品のうち、12 種類の部品について、美和ロック株式会社と協力会社の全加工工程を対象として、MFCA でプレス材料のロスを分析した。

（2）MFCA 導入対象工程

プレス加工では一般に、生産量が多い部品は、コイル材を使って、順送、トランスファーのプレス機による加工を行い、生産量が少ない部品は、切板材を使って、単発のプレス機で加工を行う。その後、ザグリ、カシメ、溶接、表面処理などの後加工を施したうえで、組立を行う。

先にも述べたように、多品種少量生産の部品が多く、今回の対象部品も、1 ロットの生産数量が多いものでも 1000 個前後、少ないものでは 200 個程度となっている。

3. マテリアルロスの記述

プレス部品の加工は、図 16.1 のような工程で加工される。美和ロック株式会社では、5,000 種類を超えるプレス加工部品がある。部品により、図 16.1 に記載された工程を、美和ロック株式会社、及び数十の協力会社で行い、プレス材料のロスが発生する。

- ・材料段取段階のロス：板材シャーリング時の端材、コイル材の切替ロス（コイル材の先端部と終端部、加工終了時の半端残量在庫の処分、トラブル時と金型切替時のロス）。1 種類の材料が複数部品で共用されるため、これらのロスの多くは、材料単位でしか測定できない。
- ・抜き加工段階のロス（板取りロス、プレス加工時のスクラップ）：部品 1 個ずつ発生する縁、及び送りピッチ毎の残部分、切板材から抜いた際の端材、抜きカス（穴、切り欠き部分）。但し、抜きカス部分は削減できないため、ロスと定義しない。板取りロスは、部品、金型の設計によって、ロス量が増減する。
- ・後加工、組立段階のロス：試打ち、サンプル品、不良品、余剰在庫処分。この段階のロスは数量で管理しており、その前段階のロスと管理単位を統一するには、数量データを重量データに換算する必要がある。



図 16.1 部品の加工工程の例

4. MFCA 計算結果（モデルケース）

今回、12 種類の部品の分析した結果、投入した材料の 40%近くがロスとなっていた。（図 16.2）

この分析では、「コイル材の切替ロス」、「板取りロス」、「非良品ロス（試打ち、サンプル品、不良品、余剰在庫処分）」、「抜きカス」に分けてロスを測定している。

なお、図 16.2 は材料の物量だけ表示しているが、材料費で見ても、図 16.2 とほぼ同じ比率であった。

コイル材 投入量 1,499 kg	正の製品 903 kg (60 %)	負の製品 596 kg (40 %)
板材 投入量 561 kg	正の製品 360 Kg (64 %)	負の製品 201 Kg (36 %)

図 16.2 MFCA 分析結果

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

今回の MFCA の分析視点によるマテリアルロスの定義の分類である「コイル材の切替ロス」、「板取りロス」、「非良品ロス」について、改善の施策を検討した。

「抜きカス」については、その要因である部品にある穴や切り欠きが、製品構造上必要な部分であり、また、それをなくしても材料の使用量は変わらないため、改善の検討から除外している。

また、美和ロック株式会社では、プレス加工部品だけで 5,000 種類以上ある。今回分析した 12 種類の部品の改善をしても、その効果は小さい。そのため、5,000 種類を超すプレス加工部品を対象にしたマテリアルロスを改善する仕組みと、そのためのマテリアルロスを見える化する仕組みが必用である。

改善の仕組みとしては、生産中の部品（現流品）、及び新製品用の新部品に分けて考える必要がある。

生産中の部品の改善に関しては、そのロスを発生している要因毎に、改善の取り組み体制が異なる。ロスの分類別に述べると、下記ようになる。

- ・コイル材の切替ロス：主に、製造部門と生産技術部門（設備）が担当
- ・板取りロス：主に、生産技術部門（金型設計）が担当
- ・非良品ロス：主に、品質保証、購買管理が担当

新製品用の新部品に関しては、よりマテリアルロスの少ない製品、及び金型設計にするため、製品の設計段階で、その使用材料とマテリアルロスの物量を評価する必要がある。そのため、図 16.3 に示したように、開発プロセスの設計段階における DR（Design Review）の仕組みの中に織り込むようにした。

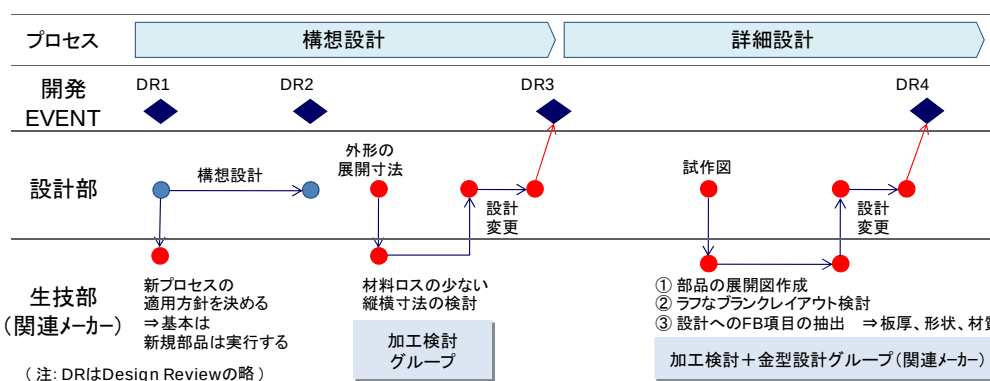


図 16.3 マテリアルロスの少ない設計にする開発の仕組み

6. 成果と今後の課題

美和ロック株式会社ではプレス加工部品が非常に多く、また生産技術部門にも金型設計部隊があるため、プレス加工の歩留向上にはかなり取り組んできた。しかし、その歩留管理の対象は、図 16.1 の抜き加工段階ロスだけであり、それ以外のロスについては、共有化できていないことが分かった。また、抜き加工段階のロスについても、まだ改善余地がある部品があることも分かった。そのロスについては、美和ロック株式会社の各部門と、協力会社が連携し、5で述べた改善の仕組みを構築し、徐々に実施され、効果が表れつつある。これらのロスは、美和ロック株式会社、及びその加工協力会社で発生しており、部品点数も 5,000 点を超える。そのため、改善余地の大きい材料、部品を見つけるために、マテリアルロスを見える化する仕組みが必要である。現在、生産管理等のシステムのデータを活用した仕組みの構築を、検討中である。

事例 17. 日本ファイルコン株式会社

- 銅箔+PET 複合フィルムを原料とするエッチング加工の事例 -

1. 企業情報

日本ファイルコン株式会社は、製紙用プラスチックワイヤーや電子電気用精密金属部品の製造販売を行なっている。

- ・ 従業員数：635 名（単独、2010 年 11 月）
- ・ 売上金額：15,179 百万円（単独、2010 年 11 月期）
- ・ 資本金：2,685 百万円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

プラズマディスプレイ用電磁波シールドメッシュの製造工程を対象とする

(2) 製造工程と物量センター

各工程をそれぞれの物量センターとした。

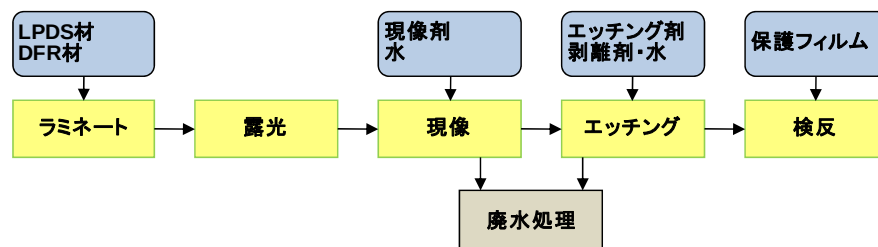


図 17.1 マテリアルフロー図

3. マテリアルロスの記述

(1) 各工程のロス

- ・ ラミネート工程：DFR 材の端材
- ・ 露光工程：露光パターン以外の端材（先端端材、終端端材、送りさん、縁さん、トラブル時の空送りなど）
- ・ 現像工程：現像剤、洗浄水
- ・ エッチング工程：エッチング剤、剥離剤、洗浄水
- ・ 検反：不良品、非パターン部の保護フィルム
- ・ 廃水処理工程：処理費用として集計

(2) MFCA データ定義

- ・ 主要材料を LPDS 材、DFR 材、保護フィルムの 3 点とし、面積で集計を行なった。
- ・ 処理費用は廃水処理に関する全てのコスト（マテリアルコスト（薬剤）、エネルギー費（電力）、人件費、償却費、ローリー引取り費）を、それぞれ生産量にて按分した。
- ・ 水については井水を使用しておりコストが安いことと、使用量データが工場全体のものしかないので対象外とした。
- ・ エネルギーコスト、システムコストについては、それぞれの工程に直接関与するものに限定した。また、正負については、各工程のマテリアルコストの正負比にて配賦し、累加法にて集計した。

4. MFCA 計算結果

計算結果を MFCA バランス集計表にまとめた。概観的には下記の通りである。

- ・ 全体で見ると、負の製品は約 27%であった。（社内品質管理上の歩留は 92%であった。）
 - ・ コストの構成は、マテリアルコストが 71%、システムコストが 24%を占める。
 - ・ マテリアルコストの 82%を LPDS 材が占める。
 - ・ 補助材料の重量の 97%がエッチング剤である。
- また、工程別に詳細に見ると以下のことが分かった。
- ・ ラミネート工程で DFR 材のロスが 8.1%発生している。
 - ・ 露光工程での比パターン部が面積比で 18%となっている。
 - ・ 検反工程で選別される不良製品は面積比で 9%である。

表 17.1 MFCA バランス表 (物量、金額共に公表用に架空の数字に変更)

	INPUT (% : 対合計金額比)			OUTPUT (% : 対投入金額比)					
				正の製品			負の製品		
	物量	金額	%	物量	金額	%	物量	金額	%
合 計		99,260	100		72,790	73		26,470	27
マテリアル計		70,300	71		50,960	72		19,340	28
主要材料	167,640 m ²	68,880	69	120,000 m ²	50,960	74	47,640 m ²	17,920	26
LPDS 材	53,330 m ²	57,800	58	40,000 m ²	43,260	75	13,330 m ²	14,540	25
DFR 材	57,970 m ²	7,150	7	40,000 m ²	4,920	69	17,970 m ²	2,230	31
保護フィルム	56,340 m ²	3,930	4	40,000 m ²	2,780	71	16,340 m ²	1,150	29
補助材料	78,400 kg	1,420	1.4			0	78,400 kg	1,420	100
現像剤	1,000 kg	240	0.2			0	1,000 kg	240	100
エッチング剤	75,700 kg	1,140	1.1			0	75,700 kg	1,140	100
剥離剤	1,700 kg	40	0.0			0	1,700 kg	40	100
処理費用		2,500	2.5			0		2,500	100
エネルギー		2,800	2.8		2,240	80		560	20
人件費		19,960	20		16,560	83		3,400	17
償却費		3,700	3.7		3,030	82		670	18

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

- ・ LPDS 材の長さに合わせて DFR 材を購入することで、DFR 材の端材の発生を抑える。
- ・ 露光工程での非パターン部、特に LPDS 材の先端、終端の端材や、トラブル時の空送りを低減する。
- ・ パターンの配置・設計や LPDS 材の幅を調整して、パターンに対する送りさんを極小化する。
- ・ パターンに合わせて保護フィルムの幅を変更する。また、長尺化により端材ロスを低減する。

6. 成果と今後の課題

成果としては、以下 2 点があげられる。

- ・ これまでの品質管理で 92%と考えていた歩留に対し、負の製品が 27%にも上ることが分かった。
- ・ 工程別にロスの発生を物量と金額で把握することができた。これによりロスの具体的な尺度が得られた。

今後の課題としては、以下 2 点があげられる。

- ・ MFCA 手法及び概念（特にロス）を社内に浸透させること。
- ・ 可能な限り簡略化した運用を行なうこと。

事例 18. 清水印刷紙工株式会社 - 中小企業・印刷業での事例 -

1. 企業情報

清水印刷紙工株式会社の群馬工場において、MFCA を展開した。2003 年から MFCA を継続して展開している。

- ・従業員数：39 名
- ・売上金額：1,000 百万円
- ・資本金：38 百万円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

- ・1 台の印刷機・1 シリーズ（ある製品）の印刷業務に焦点を当て、MFCA を導入した。

(2) 製造工程と物量センター

・工程としては単純で、1 台の印刷機に紙を通すことによって印刷が完了する。以下に示すのが今回の印刷工程での作業フローである。

・今回は、印刷機 1 台が MFCA の分析対象であることから、物量センターは印刷機ということである。なお、この印刷機は、1 台で複数色を印刷する機能を持っている。

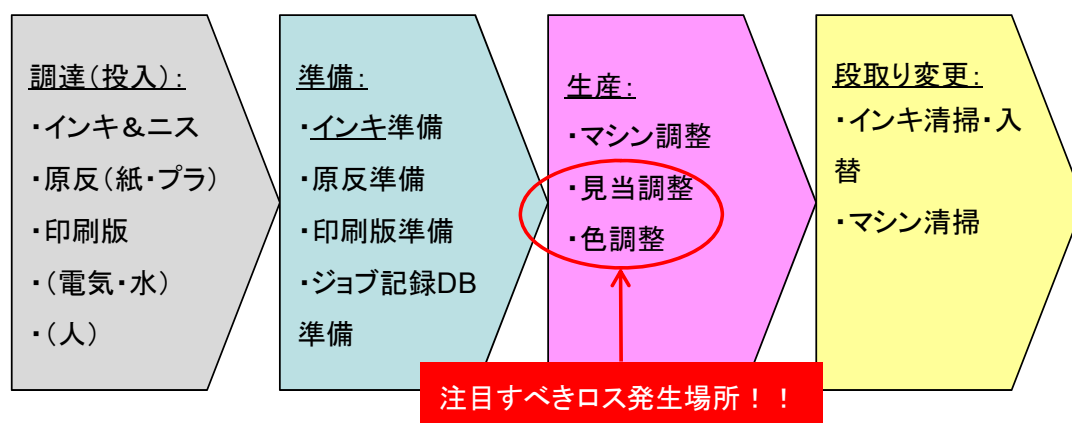


図 18.1 印刷ワークフロー

3. マテリアルロスの記述

(1) 各工程のロス

- ・上記の印刷ワークフローに示したように、投入材料は、「インキ・ニス、原反（紙・プラスチック）、印刷版である。また、電気・水、人の作業も見ている。
- ・廃棄物としては、製品を印刷する前の試し刷り等（見当調整や色調整）が相対的に大きく、この製品にならない部分の印刷に関する部分をロスとして見た。

(2) MFCA データ定義

次の 3 つの項目を注視すべきロスとして定義し、計算対象とした。

- ・インキ：試し刷り等（見当調整や色調整）にもインキを使用して印刷している。
- ・電気：試し刷り等（見当調整や色調整）にも印刷機を稼動し電気を消費している。
- ・人：試し刷り等（見当調整や色調整）にも人の作業がある。
- ・その他：ひとつの指標として、受注した印刷 1 枚を印刷機に通した場合に発生するインキロス・電気ロス・労務費ロスのコストを算定すると共に、1 枚当たりの製造コスト（印刷コスト）に対する 3 つのロスそれぞれの割合を算定している。そして、そのロスの構成比の変化をモニターしている。

4. MFCA 計算結果

以下は、2003 年度（MFCA 導入）から、その後の改善による 5 年間のロス枚数（試し刷り等：検討と調整や色調整）の削減状況を示している。

表 18.1 5 年間のロス率推移

年度	通し枚数	ヤレ枚数	ロス率
2003	13,367,833	864,226	6.5%
2004	17,159,346	993,697	5.8%
2005	19,436,109	1,071,102	5.5%
2006	17,361,876	773,707	4.5%
2007	14,208,506	351,138	2.5%

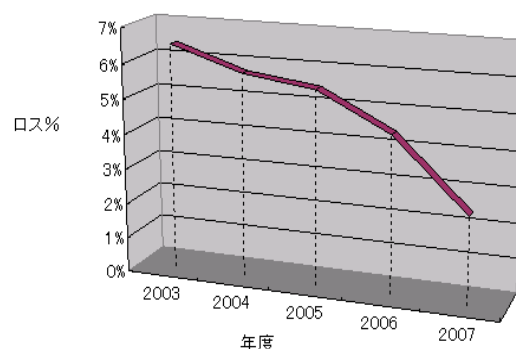


図 18.2 ロス率推移

・変動費（インキ・電気・労務費）に対する試し刷り等（見当調整や色調整）に関わるロスコスト（先に説明したインキロス・電気ロス・労務費ロス）を算定し、改善による割合の変化を見ている。

以下に示すのは、その 5 年間の推移である。

表 18.2 変動費に占めるロスの割合

	2003	2004	2005	2006	2007
変動費に占めるロスの割合	6.5%	5.8%	5.5%	4.5%	2.5%

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

MFCA の結果により、ソフト・ハードの両面から見直しを図っている。

(1) ソフト面

- ・妄信していた無駄を作り出すルール廃棄と新しいルールの作成：
試し刷り等（見当調整や色調整）の見直し。

(2) ハード面

- ・インキの全面切り替え： 少ない予備でも色合わせ可能なインキへの置換。
- ・印刷機のオプション： 色を安定化させるための様々なオプションの活用。

(3) 今後の課題

- ①ロス率の限界点の見極め。
- ②その他のロス（印刷事故や印刷前工程ミス）との融合。
- ③マテリアルロスを抑え込む方法の模索。
- ④印刷工程の前工程・後工程を含めた新しいマテリアルロス探し。

6. 成果と今後の課題

MFCA の結果を反映した新規設備投資の実施。

世界初の UV10 色＋コーター 反転機構付の印刷機を MFCA のデータを基礎としながら導入した。この印刷機によって両面印刷から表面加工までをワンパス処理できるので、試し刷り等の枚数は大幅に絞り込むことが可能となる。

事例 19. 株式会社リバース - 回収古紙原料の製紙プロセスの MFCA 導入事例 -

1. 企業情報

株式会社リバースは、難処理古紙・機密書類を原料にして、トイレットペーパーを製造している企業である。平成 14 年に会社設立し、平成 16 年に工場は竣工し製造を開始した若い会社である。

平成 17 年には ISO 14001 認証を取得する等、株式会社リバースは環境保全の重要性を深く認識し、事業活動におけるエネルギー及び資源の効率的利用と廃棄物削減に取り組んでいる。

- ・従業員数：69 名（2011 年 1 月）
- ・売上高：2,979 百万円（2010 年 9 月期）
- ・資本金：10 百万円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

（1）対象製品と工程範囲

株式会社リバースは、最終製品のトイレットペーパーとして、合計 50 種類以上の製品を生産している。今回の MFCA では、最終製品の全品種について、その原料の受け入れから出荷までの全工程を対象とした。

（2）MFCA 導入対象工程

株式会社リバースでは、難処理古紙・機密書類等の古紙を原料にしているが、その原料から純粋な紙の原料部分だけを精選する原質工程、そこで作られた古紙パルプからジャンボロールを製造する抄紙工程、ジャンボロールを裁断し、トイレットペーパーにする加工工程に分かれる。

3. マテリアルロスの記述

原質工程では、原料を大量の水に溶解して不純物等を除去する。その際、脱墨、滅菌、漂白等のために多くの補助材料も使用する。そこから出る排水には短い紙繊維成分が含まれており、排水処理施設で水とスラッジに分離する。スラッジ等、この工程の廃棄物の多くは、社内のボイラーで助燃材として使用される。

抄紙工程では、原質工程で作られた古紙パルプと大量の水からジャンボロールを製造するが、紙を乾燥させるために、大量の蒸気等のエネルギーを使用する。

加工工程では、自社、他社のジャンボロールを裁断して、トイレットペーパーを製造し、包装した上で出荷する。裁断の際には端材が生じるが、それは全量、原質工程に戻され、原料として再利用する。

工程区分	原質工程 投入した原料の中の異物をすべて除去し、トイレットペーパーとなる純粋な紙の原料部分だけを精選する工程	抄紙工程 精選された古紙パルプからジャンボロールを製造する工程 1,000m/分以上のスピードで、50 トン/日の抄紙を製造	加工工程 抄紙されたジャンボロールを裁断し、トイレットペーパーに加工する工程
投入	- 原料（牛乳パック、機密書類） - 戻り材（抄紙、加工工程から） - 各種補助材料（脱墨、滅菌、漂白等）する	- 原料パルプ：前工程良品 - 粘剤、接着剤、剥離剤	- ジャンボロール（前工程良品＋購入品） - 紙管材料 - 包装資材等
ロス	- 地下水、白水 - 蒸気（水を温水にする）	- 地下水、白水 - 蒸気（抄紙時の乾燥用）	
	- 短い紙繊維成分⇒スラッジ燃料 - 金属異物（機密書類のクリップ、ホチキス等）⇒金属屑（売却） - 廃プラ（牛乳パックのラミネートフィルム等）⇒RPF燃料 - インキ成分⇒スラッジ⇒燃料	- 原紙ロス⇒原質工程へ - 短い紙粉（紙繊維）⇒スラッジ燃料	- 裁断ロス⇒原質工程へ - 包装資材ロス⇒RPF燃料、廃棄物（耳）
	水⇒白水タンク（循環再利用）、排水処理施設（処理後、排水）	- 水⇒白水タンク、排水処理 - 放蒸蒸気、使用済み蒸気（ドレン水）	

図 19.1 製造工程と資源（マテリアル、エネルギー）ロス

4. MFCA 計算結果（モデルケース）

加工工程では、他社から購入したジャンボロールも合わせて裁断加工を行っている。ジャンボロールの在庫もあり、MFCA の計算は、原料投入～抄紙までの工程と、加工工程を分離した。

抄紙段階までの工程では、負の製品が非常に多く、図 19.2 に示すように負の製品コストも 61%とかなり大きな数値になった。マテリアルロスのコストと排水処理コストを図 19.3 に示したが、それを見ると、排水処理コスト、薬品等の補助材料コスト、蒸気の熱損失コストが大きいことに驚いた。

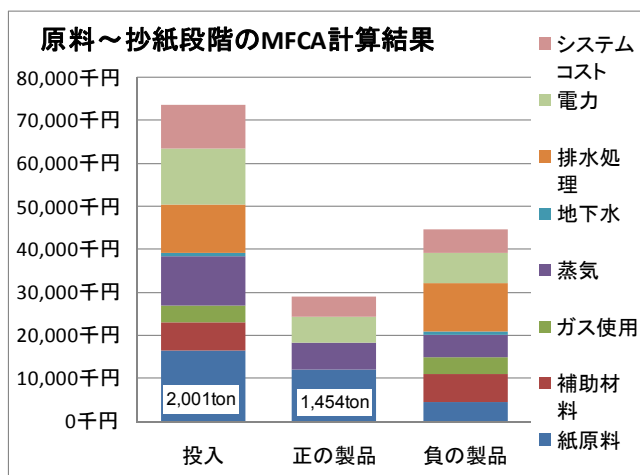


図 19.2 MFCA 計算結果（～抄紙工程）

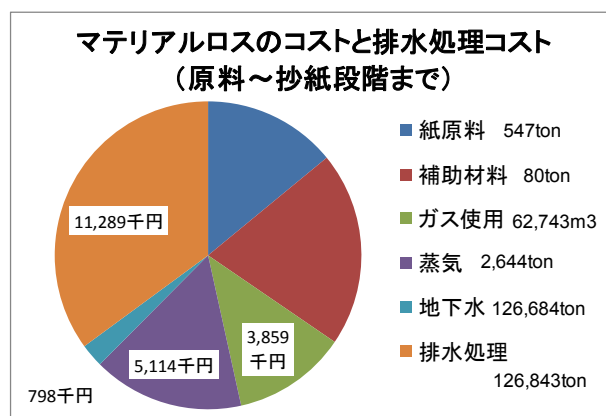


図 19.3 負の製品と排水処理のコスト

一方、製品加工工程では、ジャンボロールを裁断する際に 5%程度の裁断くずが発生する。しかしそれは原質工程に戻され、原料として再利用されるため、材料のロスにはならない。そのため図 19.4 に示すように、負の製品コストも 2%とかなり小さい数値になった。マテリアルロスのコストを図 19.5 に示した。

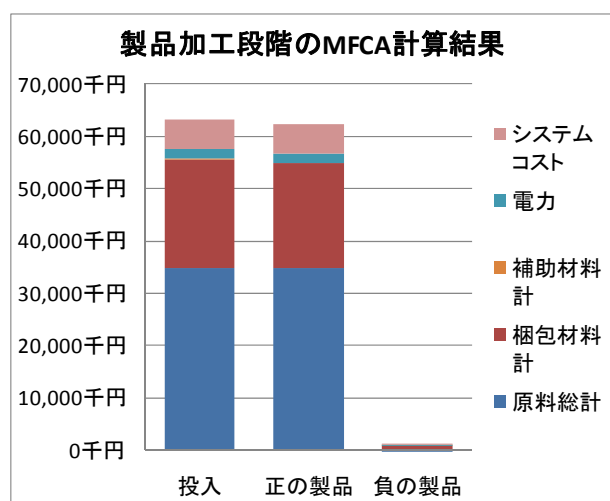


図 19.4 MFCA 計算結果（製品加工工程）

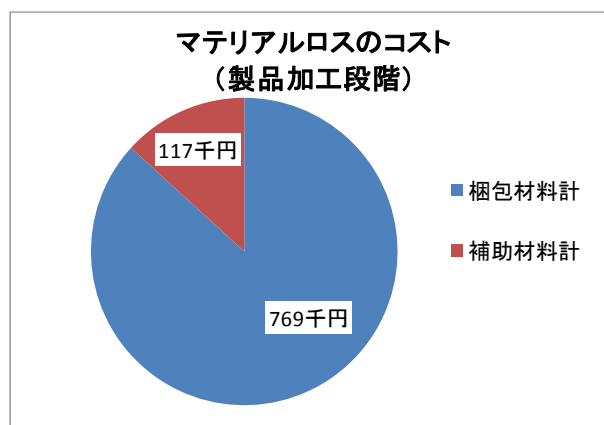


図 19.5 マテリアルロスのコスト

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

抄紙までの工程では、排水処理、薬品等の補助材料、蒸気等の熱損失が負の製品コストの大きな部分を占めている。この改善には、プロセス、設備を見直し、水の使用量を削減する必要がある。

一方、製品加工工程では、梱包材料のロスのコストが分かり、新たな改善課題を見出すことができた。

6. 成果と今後の課題

抄紙までの工程の負の製品コストが 60%を超えており、その中で、排水処理のコスト的な重要性が非常に大きく、取り組みを予定していた「水使用の見直し」課題の、経営的な位置付けがはっきりした。

加工工程の梱包材の耳ロスは、これまで金額的な評価をしておらず、ロスと認識してこなかった。今後の新商品の PE 袋の版の設計時には、耳ロスを最小限の設計にする予定である。

今回明確になった課題の改善の取り組みを進め、その評価に MFCA を活用するとともに、今後は、水、蒸気、熱風、圧縮空気等にも MFCA の考え方で、そのロスの見える化を行う予定である。

事例 20. グンゼ株式会社 - 多品種の生産での事例 -

1. 企業情報

グンゼ（株）のアパレルカンパニー・インナーウェア事業本部では、インナーウェアを製造している。

同社は、地球環境のために事業活動の全過程において地球環境保護、CO₂削減に積極的に取り組み、環境配慮型製品・サービスの提供を通じて環境にやさしい社会の実現を目指している。

- ・従業員数：9,041 名（連結 2009 年 3 月）
- ・売上金額：151,500 百万円（連結 2009 年 3 月期）
- ・資本金：26,100 百万円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

同社宮津工場におけるインナーウェアの製造に関する下図の全工程を対象とした。

(2) 製造工程と物量センター

- ・原糸の編立から染色、裁断、縫製を一貫して行っている。
- ・縫製工程は、そのかなりの部分を、いくつかの外注協力工場で行っている。
- ・アパレル商品は、型番や色、柄、サイズなど、品種が非常に多いが、工程は同じ。
- ・下図の工程単位で物量センターを定義し、ひとつの品番の商品に対して MFCA の計算を行った。

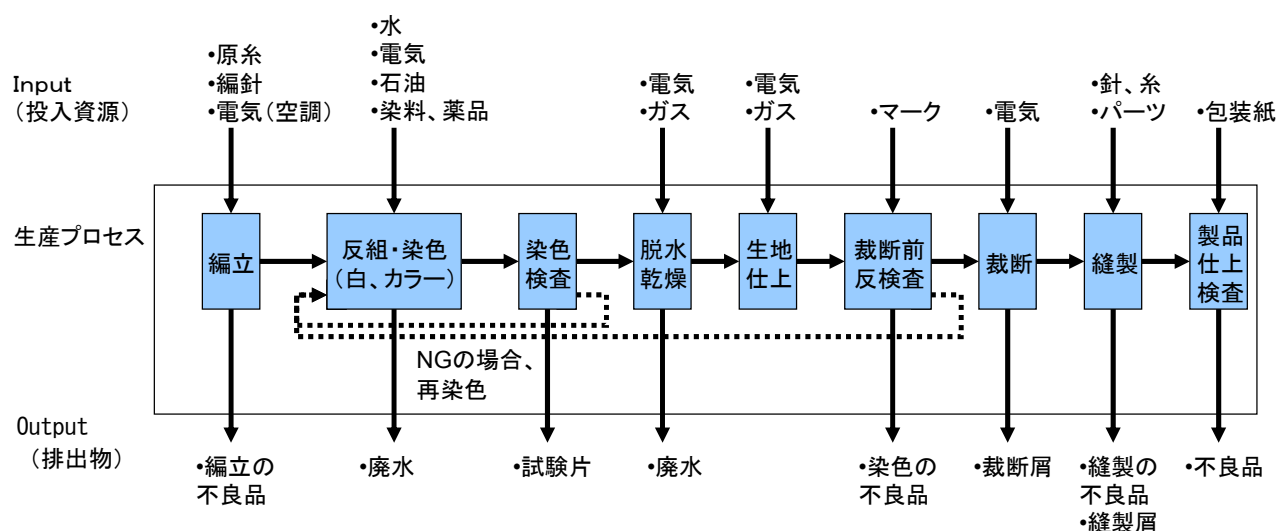


図 20.1 物量センター毎のインプット/アウトプット

3. マテリアルロスの記述

(1) 各工程のロス

①編立での不良品、②反組み・染色での排水、③染色検査での試験片、④脱水乾燥での排水、⑤裁断前反検査での染色不良品、⑥裁断での裁断くず、⑦縫製での縫製不良品、縫製屑、⑧製品仕上げ検査の不良品が、ロスとして発生する。

(2) MFCA データ定義

- ・原糸、パーツ、包装紙、染料、薬品など、すべての使用材料を MFCA の計算に織り込んだ。
- ・編立工程では原糸を編んで反物にするが、編立以降の工程では、1 種類以上の原糸が組み合わせられた一体化した反物などの仕掛品として物量が管理されている。編立以降の工程では、仕掛品単位で物量を計算した。
- ・製品サイズ（S、M、L など）別に、ひとつの製品として計算した。また染色機を通る場合と漂白機を通る場合があるが、これは、それぞれの設備の償却費などの経費を分けて計算した。

4. MFCA 計算結果

MFCA の分析により、不良品の発生の影響が、不良率、不良品物量、屑の物量だけでなく、総コストへの影響として示されることで、その問題の重要性を改めて再認識できた。現在の不良の発生状況、原因に関して考察したところ、次のように整理できた。

- ・不良の発生する品番もあるが、多くの品番では不良率は低い。

・生産期間が短いため、量産に入ってから不良の問題が顕在化すると、生産期間内に不良原因を解決し、安定した状態で量産を行なうことが難しくなる。

表 20.1 マテリアルフローコストマトリックス（単位：百万円。公表用に架空の数値に変更。）

	マテリアル コスト	エネルギー コスト	システム コスト	廃棄処理 コスト	計
良品	84.30	5.13	105.59		195.03
	34.3%	2.1%	43.0%		79.4%
マテリアロス	26.46	1.97	20.71		49.14
	10.8%	0.8%	8.4%		20.0%
廃棄/リサイクル				1.43	1.43
				0.6%	0.6%
小計	110.76	7.10	126.31	1.43	245.60
	45.1%	2.9%	51.4%	0.6%	100.0%

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

商品企画段階で、新たに使用する新素材の製造条件を十分に検証、確立することが、宮津工場における最大の課題となっている。

6. 成果と今後の課題

今回のように生産期間が非常に短い商品では、今回のような詳細で精度の高い MFCA 分析を行っても、MFCA 適用商品に直接フィードバックを行なうことができない。現在の宮津工場での商品は、こうした短期間生産の商品が多いため、今回行なった計算方法そのままで、他の品番に MFCA を展開する意味は低いと思われる。

ただし、開発段階での取組の効果を評価するということと、宮津工場のように、こうした新素材を多く使用した生産を行なう工場と、そうでない工場と、共通の生産性指標を持つことは大きな意味があると考えられる。工場全体での簡易的な MFCA 的な計算、評価の手法の開発、適用が、今後の MFCA 適用の課題のひとつである。

事例 21. 弘進ゴム株式会社

- マテリアルの流れが複雑な樹脂成形（工程内リサイクル）での事例 -

1. 企業情報

ゴム、ビニール製品の製造販売を行っている。

- ・従業員数：357 名
- ・売上金額：-
- ・資本金：100 百万円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

輸送用フレキシブルコンテナバッグ用原反を対象とし、その製造工程で MFCA を導入する。

(2) 製造工程と物量センター

①製造工程の特徴

カレンダー工程（以下第 1 工程）で、コンパウンドを加熱し溶解させロールでフィルム状に伸ばし、巻き取る。ここでフィルム表、内、裏という 3 つの反物ができる。次にラミネーター108 工程（以下第 2 工程）で、フィルム表、内、基布をロールで溶着させ 1 シート（仕掛反 108）とし、ラミネーター109 工程（以下第 3 工程）で、仕掛反 108 とフィルム裏をロールで溶着させ 1 シート（仕掛反 109）とする。最後に検反工程（以下第 4 工程）で仕掛反 109 の余分な部分をカットし、客先指定の製品長さに巻き取る。

②投入される材料

主材料である、コンパウンドと基布のみ。

③現在の製造工程をベースに第 1 工程、第 2 工程、第 3 工程、第 4 工程の 4 つの物量センターを設定した。

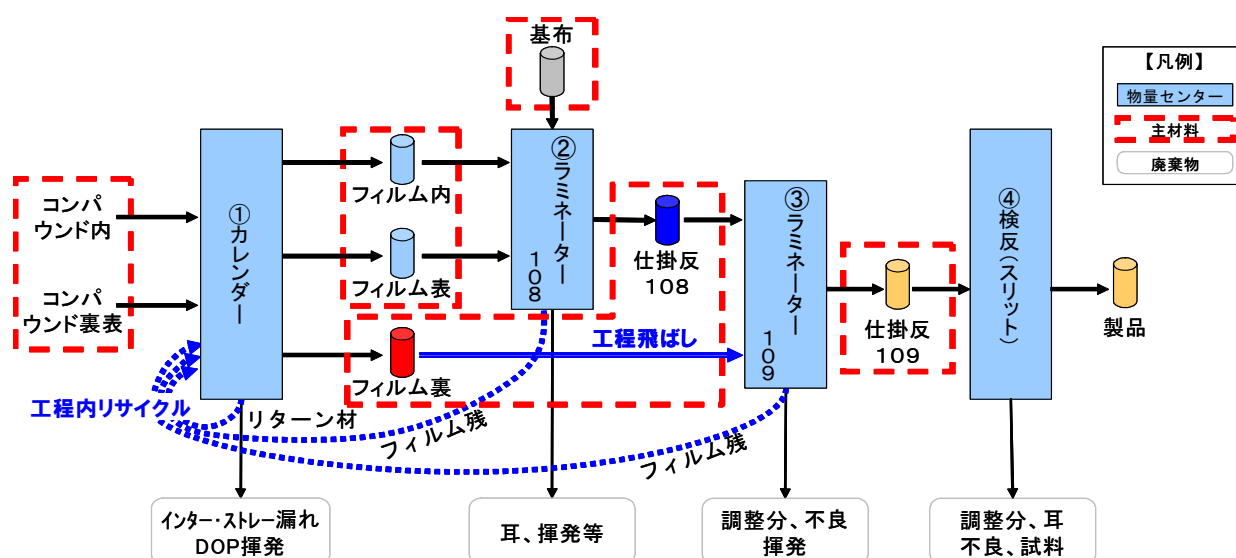


図 21.1 物量センター毎のインプット/アウトプット

3. マテリアルロスの記述

(1) 各工程のロス

製造工程各段階で、基布と一体化した物は工程内リサイクルできず、廃棄物となる。

(2) 特徴的な計算方法

【工程内リサイクル】各工程におけるマテリアルロスは、第 1 工程に再投入されるので、マテリアルとしてのロスにはならないが、システムコスト（SC）とエネルギーコスト（EC）はロスとなる。SC と EC の正/負の按分を検討する時には、リターン材やフィルム残は負のマテリアル重量に加算して計算している。

【工程飛ばし】MFCA 簡易計算ツールでは、直前工程の仕掛品を「主材料」としているため、今回は各工程のマスバランスを考慮しながら、計算方法を各工程別にカスタマイズした

4. MFCA 計算結果

表 21.1 マテリアルフローコストマトリックス（単位：千円。公表用に架空の数値に変更。）

	マテリアル コスト	エネルギー コスト	システム コスト	廃棄処理 コスト	計
良品	25199.0	2386.0	13114.0		40700.0
	52.0%	4.9%	27.1%		84.1%
マテリアルロス	3463.0	784.0	3191.0		7439.0
	7.2%	1.6%	6.6%		15.4%
廃棄/リサイクル				279.0	279.0
				0.6%	0.6%
小計	28662.0	3171.0	16306.0	279.0	48420.0
	59.2%	6.5%	33.7%	0.6%	100.0%

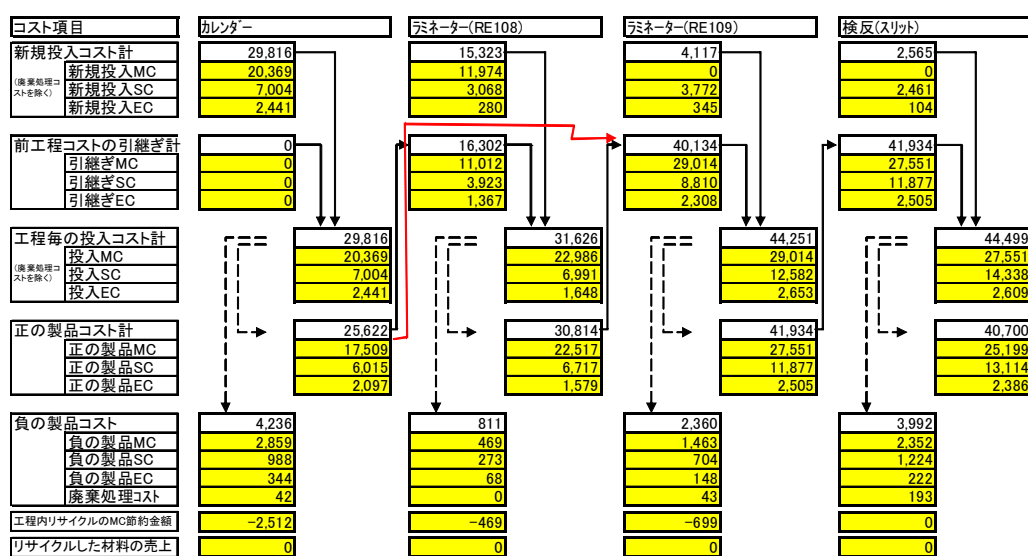


図 21.2 データ付きフローチャート（単位：千円。公表用に架空の数値に変更。）

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

工程内リサイクルにより、マテリアルのロス金額は半減しているが、SC と EC で負の製品コストの約 43% を占めている。また、耳や規格調整等による検反工程での負の製品コストが最も大きい。これは第 1～第 3 工程など前工程での要因が大きいので、前工程において検反工程のロス削減を検討する必要がある。さらに製造原価トータルでは、製品 1mあたりの製造原価で明らかなように、投入マテリアルコストの比率が高い第 1、第 2 工程で大きくコストがかかっている。

個別の改善案及び全改善案を実施した場合のコスト削減金額を MFCA 簡易計算ツールを使ってシミュレーションし、その結果をもとにトップの判断を仰ぎ、改善を実施してゆく。

6. 成果と今後の課題

MFCA 適用のメリットは、ロス（工程毎・全工程）、投資による改善効果など全てが金額という形で明確になることである。これは新技術の導入や生産プロセスの抜本的改革を検討する動機や判断材料となる。

一方、課題は①重量計算にかかる現場の負担軽減と日常業務への落とし込み、②原価管理システムと日報をリンクさせるためのインターフェース検討、③ISO14001 活動との連動であると考えます。

事例 22. 株式会社津梁 - 食品加工業を行う、中小企業での MFCA 展開事例 -

1. 企業情報

株式会社津梁は、黒糖製品を製造している。

- ・従業員数：36 名（2008 年度）
- ・売上金額：560 百万円（2008 年度）
- ・資本金：26 百万円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

黒糖製品の製造から包装までの工程を対象とする。

(2) 製造工程と物量センター

原材料を投入し、溶解→ろ過→濃縮→攪拌を連続で行ない、原料糖を製造する「原料黒糖製造工程」と、原料糖を、製品の目的に合わせて成形→計量→保管箱に入れる「成型工程」がある。この両工程を黒糖製造 QC とする。この成形完成品は乾燥室にて一昼夜保管乾燥され、包装・出荷される。一般消費者向けは、小袋包装の後カートン梱包、業務用製品は大袋詰めされる。この包装工程を製品包装 QC とする。

原料黒糖製造工程で、原料糖、糖蜜、ビスコ、水等を投入。製品包装工程で、包装用小袋、大袋、カートン、ガムテープ、PP バンド等を投入している。

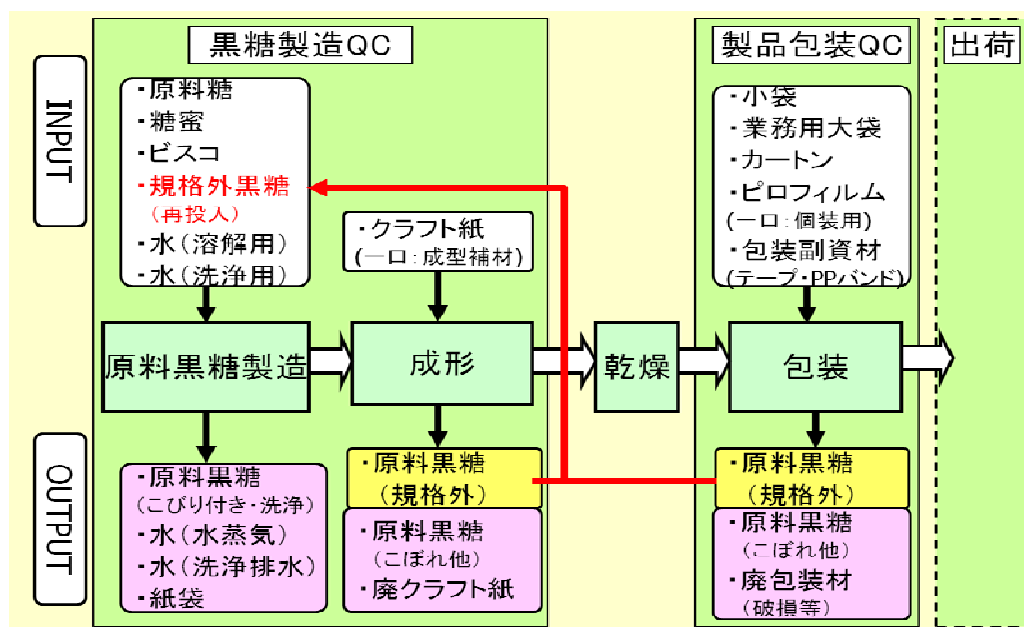


図 22.1 マテリアルフローの概要

3. マテリアルロスの記述

(1) 工程のロス

- ・規格外品

両 QC にて、規格外の原料黒糖が発生する。次回の当該製品の製造時に再投入される。

- ・こぼれ品等のロス

原料黒糖のうち、成形作業や、運搬、袋詰め等の際に床にこぼしたり、原料黒糖製造装置の洗浄時に流れるものや自動袋入れ装置の清掃時に廃棄されるものである。

- ・原料糖包装材のロス

原料糖は購入時に専用紙袋に入れている。この袋は原料糖が投入された後、全て廃棄される。実際の金額としては表面に出てこないロスであるが、物量としては実際に発生しているロスである。

- ・過剰包装のロス

包装材のロスは社内で物量的に廃棄物等は殆んど発生していないが、包装材は顧客に渡った時点或いは顧客が使用した時点で廃棄されるものである。その視点で見ると過剰な製品包装の仕様ロスとなっている。

(2) MFCA データ定義

- ・マテリアルコスト：投入するマテリアルを一通り把握する（原料黒糖、バロンボックス等、クラフト紙、洗浄水、包装材、包装副資材）
原料黒糖については、新規投入、規格外品投入、仕掛品投入を分けて計算
- ・処理費用：原料の紙袋の処理費用を計算に加える
- ・エネルギーコスト：電力、重油を計算の対象とする
- ・システムコスト：人件費、償却費、修繕費を対象とする

4. MFCA 計算結果

規格外品は 5% 発生している。全て原料糖として再投入されており一見無駄が無いように思えるが、製造時のシステムコストやエネルギーがロスとなっている。また、規格外品がなければ、その分製品が多く産出されることになり、現在行っている夜勤の縮小につながる。

こぼれ等のロスは 5% 発生している。マテリアルコスト、システムコスト、エネルギーのロスであり、規格外品と同様に夜勤との関連で考えてみる必要もある。

原料糖包装材のロスを見積もった結果、かなり大きなコストとなっていることが分かった。

過剰包装のロスは、ガムテープの材質、幅、また PP バンドの掛け方などを見直すことによってロスが明らかになってきた。

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

規格外品やこぼれ等のロスの発生は、作業のムリ、ムラ、ムダに起因する。作業改善とロスの削減を並行で実施してゆくことが必要である。この改善には大きな投資も必要ではない。また、労働生産性（能率、稼働率）も飛躍的に向上し、夜勤の縮小も期待される。

原料糖包装材のロスについては、リターナブル化が課題であり、原料糖製造メーカーと共同で検討を進めることが必要である。コストと環境負荷両面で大きな効果が期待できる。

過剰包装のロスについては、顧客視点で考えることが重要である。この過剰な包装材は、顧客にとって無駄なものである。材質もより安価なものに変更できればこれもコスト削減と顧客満足の両面で効果が期待できる。

6. 成果と今後の課題

今回は小さい改善を積み上げて行くものであり、この小さな改善ごとに効果が出てくる。そして、その効果は、省資源、労働生産性、労働安全、労働衛生、顧客満足、廃棄物の削減、コストダウン等多岐にわたることが期待される。

MFCA と改善活動を継続的に進めるために、日報の改善、集計の方法、データの読み取り技術、管理者と現場作業者とのコミュニケーションのやり方などが、今後の課題となる。

事例 23. 株式会社光大産業 - 木工製品の材料加工（中小企業）での事例 -

1. 企業情報

ラック、シェルフ、すのこ等の家庭用木製品の製造販売を行っている。

- ・従業員数：39 名（2007 年 10 月）
- ・売上金額：5 億 7,200 万円（2006 年度）
- ・資本金：10 百万円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

家庭用木工製品「板厚すのこ」の材料加工工程を対象とする。

(2) 製造工程と物量センター

材料メーカーから納品された主材料を、在庫している間に自然乾燥、もしくは強制的に乾燥させる。乾燥により規定の含水率になった材料を、材料加工工程に投入する。これらの木の材料は、最初にその長さ、幅、板厚を設計値の部材の長さ、幅、板厚にそろえる加工を行う。その後、必要に応じて穴加工、フライス加工、ダボ打ちなどを行い、組立工程に送る。組立工程では、複数の部材を釘、接着剤などで固定し、検査、梱包し、製品在庫倉庫に送る。顧客からの注文に応じて出荷するが、場合によっては返品されるものもある。（図 23.1 参照）

この内、主材料の材料ロスのおほとんどが発生する材料加工工程だけを物量センターに設定した。組立、梱包以降の工程、および材料の在庫、乾燥工程は物量センターとしなかった。

また、主材料の木材以外に、副材料としてダボ、釘、接着剤、包装資材を使用している。補助材料としては、機械油なども多少使用しているが、今回はまず主材料の管理水準を高めて、その材料ロス削減につなげることをターゲットにし、副材料、補助材料を MFCA 管理対象から除外した。

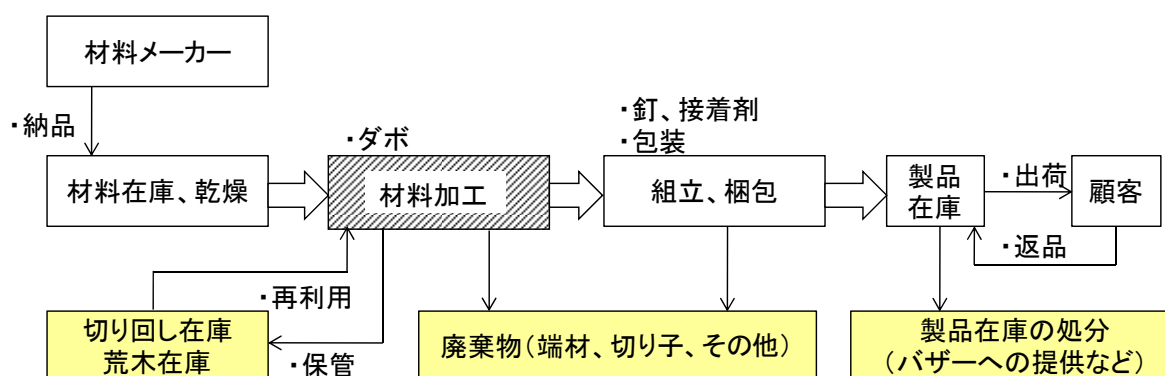


図 23.1 物量センター毎のインプット/アウトプット

3. マテリアルロスの記述

(1) 各工程のロス

納入された木の材料のうち、節が大きすぎるもの、ひびが入っているものは材料の不良品であり、「荒木」と呼んでいる。荒木に関しては、材料メーカーに材料費を値引きしてもらっている。

材料加工時には、切り粉と端材が発生する。大きな端材は「切り回し材」と呼び、他の製品の材料として使用することがある。

(2) MFCA データ定義

MFCA における物量計算の単位は通常重量（kg）であるが、木材は含水率が変化し、重量が一定でないため、ここでは容量（m³）単位で重量計算を行った。

4. MFCA 計算結果

統計的に材料の投入と端材を把握することにより、マテリアルのロスを明確にすることが必要である。

マテリアルフローコストマトリックスにあるように、マテリアルコストの減少に焦点を当てる必要があることがあきらかになった。

MFCA 計算の結果、33%分の端材、切り粉の材料ロスは、製品設計による部材長さと、購入材料の長さに関して、製材精度や在庫量のことを考慮して最適な標準化を検討する必要がある。

表 23.1 マテリアルフローコストマトリックス（単位：千円。公表用に架空の数値に変更。）

	マテリアル コスト	エネルギー コスト	システム コスト	廃棄処理 コスト	計
良品	300.0	20.0	220.0		540.0
	37.0%	2.5%	27.2%		66.7%
マテリアルロス	150.0	10.0	110.0		270.0
	18.5%	1.2%	13.6%		33.3%
廃棄/リサイクル				0.0	0.0
				0.0%	0.0%
小計	450.0	30.0	330.0	0.0	810.0
	55.6%	3.7%	40.7%	0.0%	100.0%

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

計算結果と改善活動

MFCA 計算の結果、端材、切り粉の材料ロスが 33%を占める。製品設計による部材の長さ、購入材料の長さから、最適な標準化を検討する必要がある。この時、製材精度や在庫量のことを考慮する必要がある。

加工の際に、材料の中の節などの影響を受けて、不良とされたもの（以下「B 品」）によるロスに対して、『B 品を作る前に荒木に出す』という、材料投入時の材料選別方法を検討する必要がある。

6. 成果と今後の課題

生きものを扱う木工製品製造では、材料の投入とロスについて統計的な情報が必要である。MFCA のシステム化構想の結果、既稼働の“販売管理システム”・“経理システム”、検討中の“生産管理システム”の 3 つから情報を取得することで、MFCA の管理システムが構築可能である。“MFCA システム”ではこれらに加え、そのマスターデータとして、①製品の構成材料の原単位データ、②材料や製品単価の基準情報も必要となる。

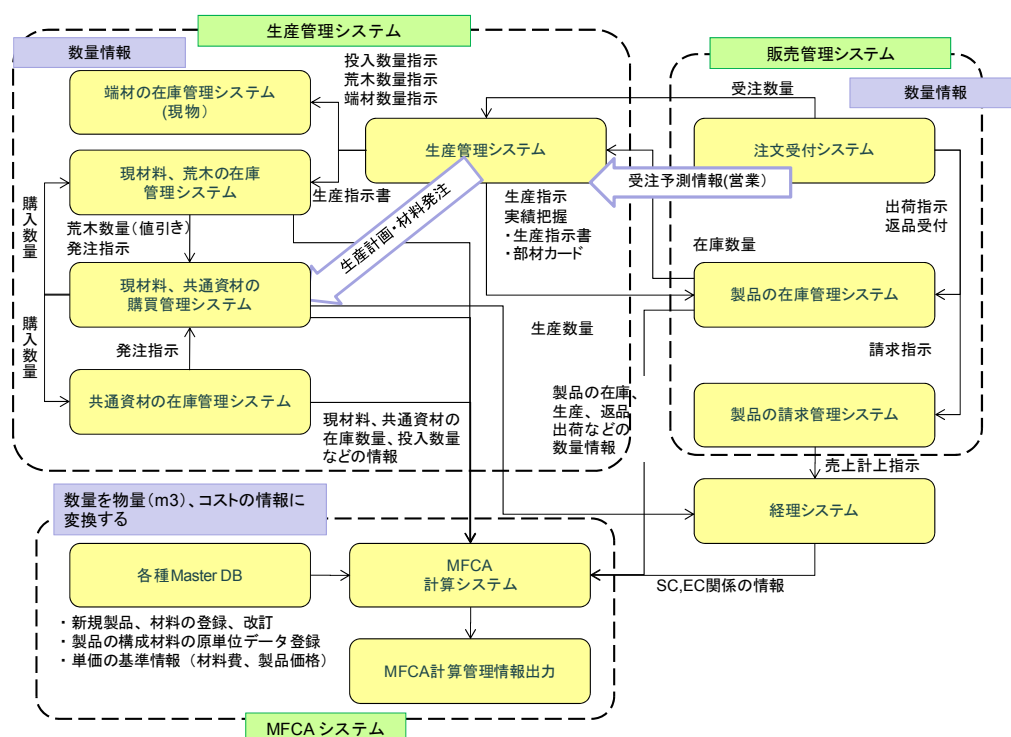


図 23.2 MFCA のシステム化の構想

上記のシステムは、非常に簡易的な MFCA の計算方法であり、製品ごとのマテリアルフローを追跡して分析する MFCA の計算に比べると、精度的に粗いと思われる。しかし、シンプルで、容易に MFCA の管理システムが構築できるというメリットがある。また、早くシステムを構築できるとすべての製品、すべての材料を対象にした材料ロスの見える化ができ、そのメリットも大きいと思われる。

III. 非製造業の事例

事例 24. JFE グループ

(JFE エンジニアリング (株)、JFE 技研 (株)、JFE テクノリサーチ (株)) - 工事分野での事例 -

1. 企業情報

- ・JFE エンジニアリング (株) : MFCA 対象工事の施工担当
- ・JFE 技研 (株) : 技術の専門家として参加し、全体を主導
- ・JFE テクノリサーチ (株) : MFCA の解析評価を実施

本事例の MFCA は、JFE グループの上記 3 社が協力して実施した。

見積段階、計画段階で適用し、複数の工法について、環境面と経済面の両方の評価と、工事のオーナーと施工会社のそれぞれにメリットが出る工法の採用を狙い、MFCA を展開する。

今回は、A 工法（冷凍機一体をトップライト、マシンハッチから搬入）と B 工法（冷凍機を 4 分割し、駐車場より搬入する）の 2 つの工法を比較、評価した。

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 工程と物量センター

川崎地下街アゼリアの「高効率空調システム導入工事」を対象とする。地下街の大型冷凍機（寸法：5.3×3×3mH、重量：23 トン、台数：3 台）の更新工事である。既存の設備が解体、除去され、更新設備（新冷凍機、ハッチ、床）に入れ替わる。

工事の工程では、工程間を正の製品が移動することが少なく、工程順の物量定義は行わず、本件では、「目的工事」と「目的外工事」として MFCA を展開。

- ・目的工事：本来の付加価値をつけるための工事（対象機器の運搬、置き換え、据付など）。
- ・目的外工事：既存設備（ハッチ、床）の解体、除去、板囲い、養生の設置、解体。安全や工事実施上必要であるが、目的外工事は小さいほうがよいと思われる。

(2) MFCA データ定義

表 24.1 物量センター毎の MFCA データ

主な対象材料	MFCA での Input 分類	今回の物量センター区分	今回の MFCA 計算での取り扱い	(その物量値とMCの算出方法)
既存の設置物	既設冷凍機	移動材料	目的工事	既存冷凍機の物量値は明確、その簿価でMCを計算
	ハッチ、床	移動材料	目的外工事	新しいハッチと床材料の見積物量値を既存設置物の物量値とした。(ただし、簿価が不明なため、MC=ゼロ)
新規に設置する物	新規冷凍機	新規付加材料	目的工事	新規冷凍機の機器費の見積金額でMCを計算
	ハッチ、床	新規付加材料	目的外工事	新しいハッチと床材料の見積物量値は明確、その見積金額をMCとした。
工事用資材、燃料	養生用の資材、治具	補助材料	目的工事、目的外工事の両方	本来は補助材料に含めるべきであるが、**工事一式の中に含まれ、工事終了後は別の工事に使用(リユース)されるため、SC「**工事一式」に含めて計算した。
	機器、資材の輸送、設置工事での使用燃料	補助材料(ECで計算することが多い)	目的工事、目的外工事の両方	燃料はECで計算することが多いが、工事では直接材料費の一部であり、補助材料として定義した方がいいと思われる。ただし今回は、見積の**工事一式の中に含まれるため、SC「**工事一式」に含めて計算した。

3. コストの評価方法

今回の工事において、次の 3 つのコスト評価方法を試みた。

- ・方式 1：工事の発注者と受注者の両方のコスト総額で評価する（発注者まで含めた MFCA）
- ・方式 2：工事の受注者単独のコスト総額で評価する（受注者側の MFCA）
- ・方式 3：本体機器を除いた純粋な工事だけのコスト総額で評価する（受注者側の MFCA）

4. MFCA 計算結果

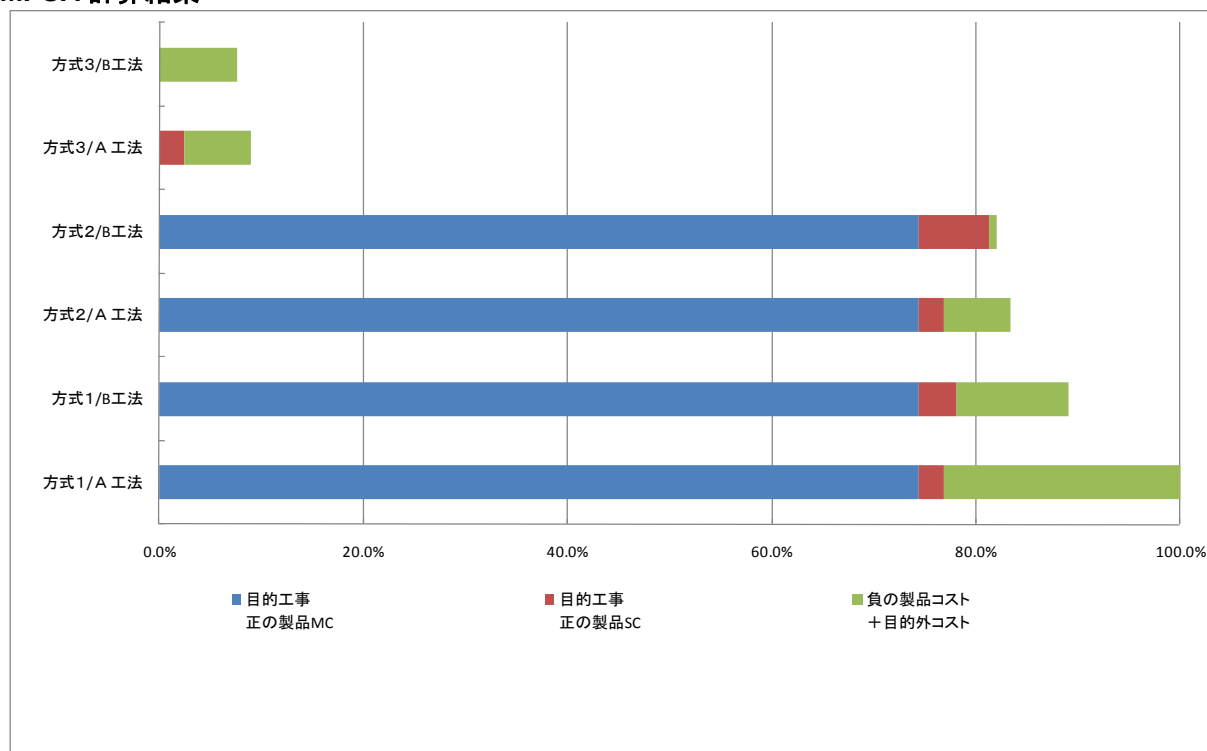


図 24.1 工法 AB の各コスト評価方法によるコスト比較

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

(1) 発注者側のコストまで範囲に入れた評価

B 工法は、A 工法に比べてコスト総額が 10%低い。

負の製品ロス割合は、B 工法によって、当初計画の 15%から 12%に減少し、かつエネルギーの使用量は 44%の減少がある。

B 工法は、負の製品の材料コスト及び省エネ性において、改善された工法である。

(2) 施工会社におけるコスト

廃棄処理コストを含めた負の製品が B 工法の採用で大きく改善できる。目的外工事に要するコストも 1/4 に減少する。総コストの差は縮まる。

6. 成果と今後の課題

工事という分野においては、計画段階、見積段階で MFCA を適用することにより、複数の工法を経済面、環境面から評価し、関係者のメリットを検討するのに効果的であった。廃棄物処理や環境対策費の分担等で共同施行者や発注者とメリット・デメリットを定量的に理解して、工法を合理的に決定するために、MFCA は活用できる。

また、今回の MFCA は、工事という、サービス業の先進的な事例である。サービスを実施する側の MFCA と、サービスを発注する側まで含めた MFCA があり、サービスを発注する側まで含めることで、多面的なサービスの検討が可能となる。それが、本事例での大きな発見である。

事例 25. グンゼ株式会社 - 物流での MFCA の適用事例 -

1. 企業情報

グンゼ（株）では、物流を担当するその関連会社が、日本全国の流通店舗に、グンゼ（株）の商品を配送している。

- ・従業員数：9,041 名（連結 2009 年 3 月）
- ・売上金額：151,500 百万円（連結 2009 年 3 月期）
- ・資本金：26,100 百万円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

衣料品の商品物流

(2) 工程と物量センター

- ・男性用インナーだけでも、流通品種は品番数で 8,000 品種、サイズ別、色別の品種数は数万点
- ・届け先は、日本全国津々浦々の流通会社の店舗
- ・非常に広範囲な物の流れを扱うのが、物流 MFCA
- ・LC（Logistic Center）、DC（Distribution Center）を物量センターとして計算を行った。
- ・また、顧客に向かう物流と、顧客に向かわない物流（返品、横持ち、長期在庫）の概念でも MFCA の計算を行った。

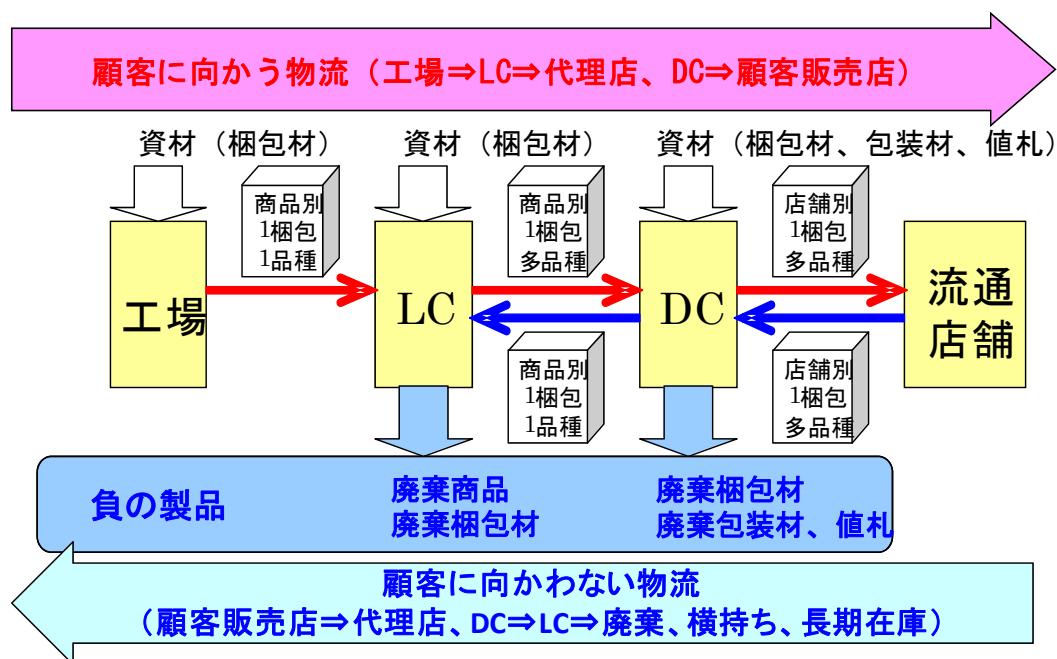


図 25.1 物量センター毎のインプット/アウトプット

3. マテリアルロスの記述

(1) 各工程のロス

- ・LC：廃棄商品、廃棄包装材
- ・DC：廃棄梱包材、廃棄包装材、値札

(2) MFCA データ定義

- ・主材料：工場で生産された商品
- ・副材料：LC、DC で投入される梱包材、値札
- ・その他：品番単位に、期初と期末の在庫量、LC、DC での Input 量と Output 量、LC 間、DC 間の移動量のデータを調査し、MFCA の計算を行った。

※公表用に架空の数値に変更

物流コスト	顧客に向 かう物流 システムコ スト	顧客に向 かわない 物流シス テムコスト	計
良品	192986	67493	260479
	93.62%	0.00%	100.00%
マテリアル ロス	0	0	0
	0.00%	0.00%	0.00%
廃棄 /リサイク			
			0.00%
小計	192986	67493	260479
	74.09%	25.91%	100.00%

廃棄物292kg CO2排出32.7t

顧客(LC)		数量
入荷	LC⇒顧客	115.881
返品	顧客⇒LC	685
返品時廃棄物2kg		CO2排出0.2t

前期期初

LC	ルート	数量
在庫	LC⇒顧客	60477
→ 返品	顧客⇒LC	685
→ 入荷	顧客⇒LC	517747
→ 返送	顧客⇒LC	14151
Input計		593060
出荷	LC⇒顧客	115881
発送	LC⇒DC	422717
Output計		538599

工場出荷 517747

CO2排出4.1

0.4 CO2排出(t)

LC-CO2 排出量合計 152.5kg(Ton-Co2)

LC廃棄物発生量合計 294kg

次期期初

在庫 期待在庫 54461

→ 横持ち LC⇔LC 24048

廃棄物1027kg CO2排出14.3t

顧客(DC)		数量
入荷	DC⇒顧客	407264
返品	顧客⇒DC	13829
返品時廃棄物34kg		CO2排出0.5t

前期期初

LC	ルート	数量
在庫	LC⇒顧客	53910
→ 返品	顧客⇒LC	13829
→ 入荷	顧客⇒LC	422717
Input計		490456
出荷	顧客⇒LC	407264
返送	顧客⇒LC	14151
Output計		421415

CO2排出19.2

0.2 CO2排出(t)

DC-CO2 排出量合計 152.5kg(Ton-Co2)

DC廃棄物発生量合計 1051kg

次期期初

在庫 顧客⇒LC 69041

→ 横持ち 顧客⇔LC 43335

——→ 顧客に向かう物流 - - - - -> ロスとなる物流

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

6. 成果と今後の課題

まだ実験段階といえる物流 MFCA であるが、この分析はアパレル製品の製造から顧客への物流の全マテリアルフローで発生するロスを評価できる可能性を示す。

このメリット、課題は次のようになると思われる。

- ・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。
- ・MFCFAを適用することで、CO2削減の検討、評価を物流会社で行うのが簡単になる。

物流は1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。

事例 26. 株式会社近江物産

- プラスチックマテリアルリサイクルにおける MFCA 導入事例 -

1. 企業情報

プラスチックマテリアルリサイクルを行い再生プラスチック原料の製造販売を行っている企業である。工程のロス量を金額から正確に把握し、工程改善・コスト削減のための基礎データを収集すること、ロス対策のための投資の意思決定の一つの材料とすることを目的に、MFCA を導入した。

- ・従業員数：46 名(2009 年 7 月)
- ・売上金額：1,800 百万円(2006 年度)
- ・資本金：40 百万円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

再生プラスチック原料を対象とし、その製造工程の内、「粉碎工程」、「中間製品在庫」、「混合押出工程」を対象とする。

(2) 製造工程と物量センター

・市場より回収された廃棄物を保管する「ストックヤード」、工程に投入可能な原材料を分別する「分別・前処理工程」、チップ化する「粉碎・洗浄工程」、添加剤と混合する「混合工程」、押出し、均質ペレット化する「ペレット工程」、「品質工程」、「梱包工程」、「出荷」からなる。

この内、今回対象とする「粉碎工程」、「中間製品在庫」、「混合押出工程」を物量センターとし、インプット、アウトプットデータを図 26.1 に示す。

特に、リサイクルビジネスの特性と悩みとしては、原材料の仕入れ計画が立てられないことが挙げられる。原材料は仕入れ先から声がかかった時に購入しなければならないが、出荷は、ほぼ一定に決まった量であり、出荷が少ないからと言って、仕入れを減らすことができない。そのため、多くの長期在庫を持つことにつながり、改善が必要な部分である

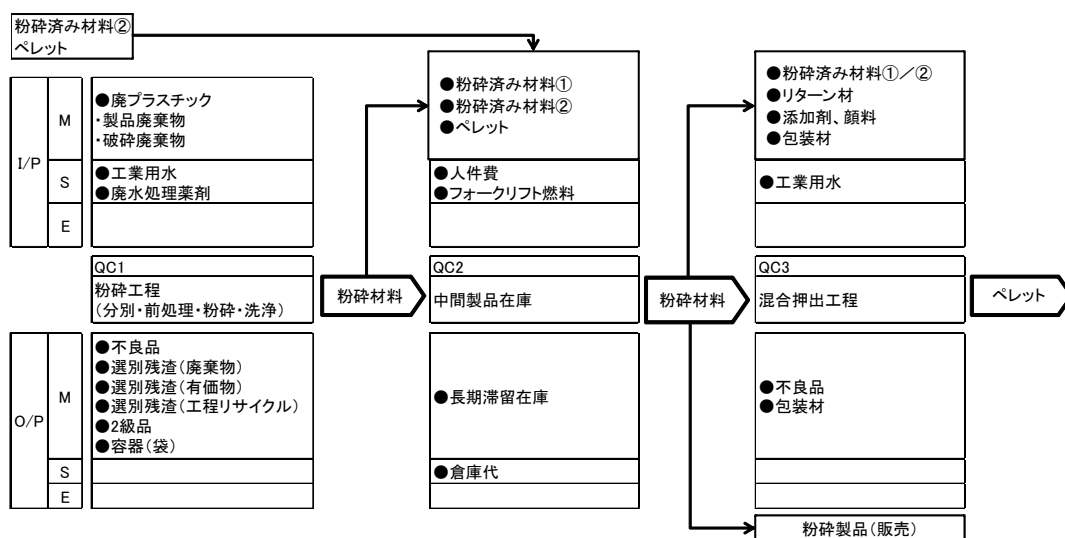


図 26.1 物量センター毎インプット／アウトプット

3. マテリアルロスの記述

(1) 各工程のロス

- ・粉碎工程：不良品、選別残渣（廃棄物）
- ・中間製品在庫：在庫処分代
- ・混合押出工程：不良品、包装材（廃棄物）

(2) MFCA データ定義

- ・各種マテリアルの投入量、排出量、排気量は、実績データを収集した。
- ・エネルギーコスト（EC）は、工場全体の実測値に基づき稼働時間、工数により配分を行った。
- ・システムコスト（SC）は、工場全体の実測値に基づき、稼働時間、工数により配分を行った。

4. MFCA 計算結果

(1) ロス物量の表と説明

表 26.1 に示すように、中間在庫での有価廃棄物が多い。また、粉砕工程の廃棄物も多くなっている。

表 26.1 マテリアルのインプット量／アウトプット量（公表用に架空の数値に変更）

				QC1	QC2	QC3
	MC項目分類	項目名	単位	粉砕工程	中間在庫	混合押出
I N P U T	前工程良品	材料の投入物量	Kg	0	390000	970000
		正の製品物量	Kg	0	320000	970000
		負の製品物量	Kg	0	70000	0
	直接材料	材料の投入物量	Kg	565000	780000	2000
		正の製品物量	Kg	550000	650000	2000
		負の製品物量	Kg	15000	130000	0
製（P O U T） 品（正）の	次工程良品	良品の物量	Kg	550000	970000	972000
（O U T P U T） （負の製品）	排出物、廃棄物	ひげ粉など	Kg	6000	0	0
	有価廃棄物	2級品、倉庫に長期間滞留している原料、仕掛品、完成品（中間在庫）など	Kg	9000	200000	0

(2) MFCA コスト評価（全工程）

投入コストの中ではマテリアルコスト（MC）が一番多い。

表 26.2 マテリアルフローコストマトリックス（公表用に架空の数値に変更）

	マテリアルコスト	エネルギーコスト	システムコスト	廃棄処理コスト	計
良品（正の製品）	54.2%	3.9%	27.8%		85.9%
マテリアロス（負の製品）	11.0%	0.1%	2.9%		13.9%
廃棄／リサイクル					0.1%
小計	65.2%	4.0%	30.7%	0.0%	100.0%

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

中間在庫の長期滞留在庫、混合押出工程の添加剤、粉砕工程のひげ粉（廃棄物）に対しての改善を、優先度を高くして対応する。

倉庫に長期間滞留している中間在庫（原料、仕掛品、完成品）を月末在庫の 10%と想定すると、200 トンとなる。この月間保管料（60 万円）削減、及び適正販売による売上増加を目指すべきである。

混合押出工程で投入する添加剤は非常に高価な材料で、現状は月間 5 トン程度投入している。これは同工程における調手法の改善により、添加剤の投入量の抑止が可能である。ただし、改善のための設備投資はシステムコスト増加になり、投資に見合う生産性の向上効果（システムコスト削減）と絡めて考える。

粉砕工程で月間 6 トン程度生成されるひげ粉（廃棄物）は、廃棄物として処分されている。その生成量は粉砕機の刃具状態によるところが大きい。刃具交換の最適時期の見直しにより、ひげ粉生成の抑止と負の製品から正の製品への転化を図ることが必要である。

6. 成果と今後の課題

あいまいになりがちな「リサイクル生産現場」においての入払関係性が明確になった。工程毎のコスト意識の強化に努めていた当社にとっては、コストが明確となり、今回の取組は大きな成果である。現場でも漠然としていた「中間在庫品」について、経営上の影響度を把握できた。また、負の製品に対する意識改善の契機となった。【物量×単価】という数値化の恩恵を受け、感覚で進めることの弊害を実感できた。

今後は、このノウハウの継続活用によりコスト改善の強化に努めるとともに、今回現状分析に活用した「MFCA 計算ツール」を工場運営の基幹ツールとして活用し、循環型社会づくりの一翼を担って行きたい。

事例 27. サンデン株式会社 - 店舗用機器の整備、クリーニングサービスの事例 -

1. 企業情報

サンデン（株）は、自動車用機器、自動販売機、店舗機器の製造、販売を行っている。店舗機器部門では製造・販売だけでなく、店舗設計から開店後のメンテナンスまで、トータルなサービスを行っている。

- ・従業員数：7,880 名（連結 2010 年 3 月）
- ・売上金額：194,696 百万円（連結 2009 年度）
- ・資本金：11,037 百万円

2. MFCA 導入対象のサービスとその特性

(1) 対象とするサービスと MFCA の適用範囲、及び特性

サンデンでは、顧客の店舗で使用していた機器を預かり、整備、クリーニングするサービスを行っている。MFCA を適用、分析を行ったのは、このサービス全般に対してである。

本サービスの顧客は、流通、外食チェーンの企業である。それらのチェーン企業では、既存の店舗を閉鎖する際に、冷蔵庫、ショーケースや棚などの機器、什器が廃棄物になることがある。

ある店舗で測定した際に発生した機器、什器の廃棄物は、7 トンになった。また、業界の情報によると、日本の流通、外食のチェーン全体で、1 年間に 4,113 の店舗が新規に開店し、2,137 の店舗が閉鎖されている。閉鎖店舗の機器、什器がすべて廃棄物になると仮定すれば、14,959 トンの廃棄物を発生させることになる。

しかし廃棄されるものの中には、整備、クリーニングすれば、新品同様の機能を満たす機器として使用できるものがある。サンデンでは、顧客からその機器、什器を預かり、整備、クリーニングするサービスを行っている。

(2) MFCA 適用対象の物量センター

①次の 2 つに分けて、MFCA を実施した。

- ・サンデン：対象とするサービスを実施する立場の MFCA 分析
- ・顧客チェーン企業：対象とするサービスを受ける立場の MFCA 分析

②本サービスで使用する材料

- ・サンデン：整備、クリーニングの中で、洗浄水と洗浄剤、交換部品、塗料、梱包資材を使用する。
- ・顧客チェーン企業：閉鎖店舗で使用していた機器、什器と、新規に購入する機器、什器がある。

③物量センターの定義の考え方

- ・サービスを実施する側のマテリアルフロー全体（図 27.1 の上半分）を、一つの物量センターと定義した。
- ・サービスを受ける顧客側のマテリアルフロー全体（図 27.1 の下半分）を、一つの物量センターと定義した。

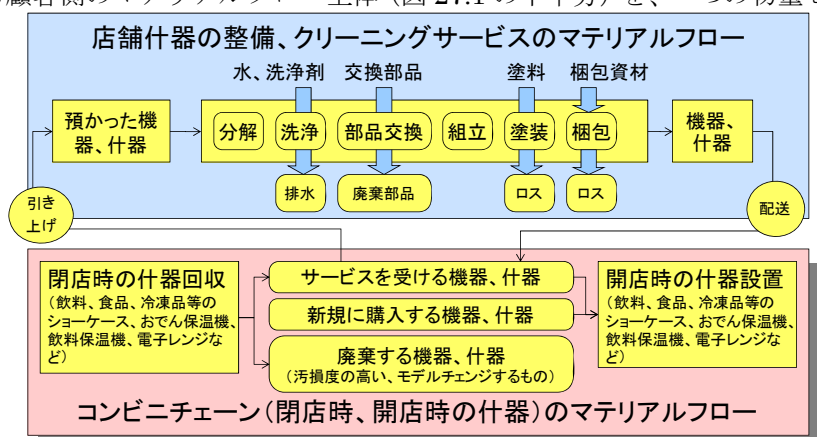


図 27.1 整備、クリーニングサービスのマテリアルフロー

3. マテリアルロスの記述

(1) マテリアルロス

①サンデン：交換された部品は、投入した交換部品と同じ物、同じ量である。その他の材料は、使用量、廃棄物量が、それに比較すると小さい。

②顧客チェーン企業：店舗ごとに、閉鎖時に廃棄される機器、什器は異なる。

(2) MFCA データ定義

①サンデン：整備した機器本体と交換部品を対象に、重量を計算し、MFCA のデータを定義した。

②顧客のチェーン企業：サンデンの見積データ等から、数量、重量データを推定した。また、エネルギーコスト、システムコストは定義しなかった。

4. MFCA 計算結果

①サンデンで整備・クリーニングを行った機器では、交換部品の中に廃棄しなくてもよいと思われるものも何点かあった。ただし、MFCA の結果を見ても、その改善余地は小さかった。そのため、次の②の方法による MFCA 計算を行った。

②流通、外食チェーンの全企業で推定した MFCA 計算結果を、表 27.1 と表 27.2 に示した。表 27.1 は、2,137 の閉鎖店舗の機器、什器を、すべて廃棄する場合の計算結果である。表 27.2 は、2,137 の閉鎖店舗の機器、什器を、すべて、サンデンが行っている水準のサービスを受けると仮定した場合の計算結果である。表 27.2 のように、閉鎖する 2,137 店舗がこのサービスを受けて、閉鎖店舗の機器、什器を、新規に開店する店舗で再利用すれば、新規投入資源の物量、廃棄物の発生物量がともに、6,411 トン削減される。これは流通、外食チェーン業界では 4,957 百万円のコスト削減になる。CO₂ 排出量も同時に計算すると、これは 12,220ton-CO₂ の CO₂ 排出削減に相当する。

表 27.1 流通、外食チェーン全体の MFCA 計算結果（2,137 の閉鎖店舗の全ての機器、什器を廃棄）

Input						Output							
投入コスト合計						正の製品コスト				負の製品コスト			
40,468百万円						40,169百万円				299百万円			
						99.3%				0.7%			
材料と材料費		物量 (ton)	%	コスト (百万円)	%	物量 (ton)	%	コスト (百万円)	%	物量 (ton)	%	コスト (百万円)	%
新規に購入する什器		28,791	65.8%	40,168.8	99.3%	28,791	100.0%	40,168.8	99.3%				
既存什器の再利用		0	0.0%	0.0	0.0%	0	0.0%	0.0	0.0%				
再利用しない既存什器		14,959	34.2%	0.0	0.0%					14,959	100.0%	0.0	
材料の物量とコスト小計		43,750	100.0%	40,168.8	99.3%	28,791	100.0%	40,168.8	99.3%	14,959	100.0%	0.0	0.0%
廃棄物処理の物量とコスト	処理単価 (百万円/ton)	物量 (ton)	%	コスト (百万円)	%	物量 (ton)	%	コスト (百万円)	%	物量 (ton)	%	コスト (百万円)	%
再利用しない既存什器	0.020	14,959	100.0%	299.2	0.7%					14,959		299.2	0.7%
廃棄物処理物量とコスト小計		14,959.0	100.0%	299.2	0.7%					14,959.0	0.0%	299.2	0.7%

表 27.2 流通、外食チェーン全体の MFCA 計算結果（2,137 の閉鎖店舗が本サービスを受ける）

Input						Output							
投入コスト合計						正の製品コスト				負の製品コスト			
35,511百万円						35,340百万円				171百万円			
						99.5%				0.5%			
材料と材料費		物量 (ton)	%	コスト (百万円)	%	物量 (ton)	%	コスト (百万円)	%	物量 (ton)	%	コスト (百万円)	%
新規に購入する什器		22,380	59.9%	27,846.2	78.4%	22,380	77.7%	27,846.2	78.4%				
既存什器の再利用		6,411	17.2%	7,493.4	21.1%	6,411	22.3%	7,493.4	21.1%				
再利用しない既存什器		8,548	22.9%	0.0	0.0%					8,548	100.0%	0.0	
材料の物量とコスト小計		37,339	100.0%	35,339.6	99.5%	28,791	100.0%	35,339.6	99.5%	8,548	100.0%	0.0	0.0%
廃棄物処理の物量とコスト	処理単価 (百万円/ton)	物量 (ton)	%	コスト (百万円)	%	物量 (ton)	%	コスト (百万円)	%	物量 (ton)	%	コスト (百万円)	%
再利用しない既存什器	0.020	8,548	100.0%	171.0	0.5%					8,548		171.0	0.5%
廃棄物処理物量とコスト小計		8,548.0	100.0%	171.0	0.5%					8,548.0	0.0%	171.0	0.5%

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

このサービスを受けている流通、外食チェーンは、まだその一部であり、本サービスの拡大余地は大きい。サンデン内の本サービスの省資源化を図ると同時に、本サービスの普及に力を入れる必要がある。

6. 成果と今後の課題

MFCA の結果、本サービスを、より広く普及させることは、流通、外食チェーンに、経営効率向上と資源効率向上をもたらし、その価値が高いことが分かった。

しかし、中規模、小規模のチェーン、および個人の店舗では、こうした閉鎖店舗で使用した機器、什器の再利用が難しいことがある。中規模、小規模のチェーン、および個人店舗向けに、新品同等に整備、クリーニングした機器、什器を再利用する仕組、システムの構築が今後、求められると思われる。

そこで、サンデンは、小規模のチェーンまで本サービスを拡大し、新品同様の機能に整備、クリーニングした機器、什器を再利用する仕組み、システムの構築を進めている。

事例 28. コンビニエンスストア A - 流通販売サービスにおける MFCA 導入事例 -

1. 企業情報

商品を仕入れ、それを顧客に販売するのが流通販売業である。その中でもコンビニエンスストア(コンビニ)は、利便性の高さを付加価値としている。そのためコンビニのチェーンでは、小規模な商圈の店舗を多数展開している。

コンビニでは、小規模な店舗において、食品、雑誌、雑貨など、多岐にわたる商品を販売している。また同時に、コピーや物品の配送、公共料金の支払い等、様々なサービスも提供している。

この事例のコンビニも、地方都市にある、一般的なコンビニの店舗である。

2. MFCA 導入対象のマテリアルとその特性

(1) コンビニにおけるマテリアルフロー

コンビニでは、商品の売れ残りが発生すると、そのコンビニ各店舗が廃棄処分するものと、返品されるものに分けられる。弁当やおにぎり、調理パンなどの食品は、賞味期限が短いため、各店舗が廃棄処分する。

今回 MFCA の導入を実施したコンビニでも、1 日に 40kg 程度の食品廃棄物が発生していた。これは 1 店舗で年間 15 トンの廃棄物になる。日本には 43,000 店のコンビニの店舗があり、食品廃棄物の削減とリサイクルは、重要な環境対応課題のひとつと言われている。

その他に、商品の販売やサービス実施等の業務に、伝票等の資材を使用する。これらの資材は、業務が完了すると廃棄処分される。

また、店舗の照明、空調、商品の冷蔵、冷凍や加熱に、電力などのエネルギーを消費し、また水も使用する。これらのエネルギーや水も、すべて排熱、排水となる。

(2) コンビニにおける MFCA 実施の考え方

コンビニでは、非常に多くの種類の商品を仕入れて販売しているが、種類ごとの販売量は少ない。ここでは、売れ残った場合にそのコンビニで廃棄処分される商品である食品を対象に、MFCA を実施した。

コンビニで販売する食品にも、弁当、おにぎり、サンドイッチなどの調理パン等、様々なアイテムの商品がある。これらの商品には賞味期限が表示してあり、賞味期限の数時間前には、その商品をショーケースから撤去し、廃棄処分とするルールになっている。

ここでは、売れ残りの量とコストを明確にすることを狙い、賞味期限のある多くの種類の食品のうち、常に販売している焼鮭、ツナ、明太子の 3 種類のおにぎりを対象に MFCA を実施した。

なおその際、店舗全体を 1 つの物量センターとして、MFCA の計算を行った。

3. マテリアルロスの記述

(1) ロスの考え方

- ・仕入れた商品のうち、売れ残りで廃棄処分されたおにぎりを、マテリアルロスとした。

(2) MFCA データ定義

- ・MFCA の対象商品について、1 週間の納品（仕入）数量、販売数量、廃棄数量の実績を、POS システムのデータから集計し、分析した。
- ・エネルギーコスト（電気代）、システムコスト（人件費、ロイヤリティ）も、MFCA 計算に含めている。

4. MFCA 計算結果

(1) 売れ残り商品による食品廃棄物の物量のコスト

表 28.1 に示すように、対象とした 3 種のおにぎりでは、1 週間で、41 個、3.5kg、仕入価格 2,900 円の商品が廃棄されていた。

今回 MFCA を行った 3 品種のおにぎりは、販売している食品のほんの一部である。先に述べたように、このコンビニでは、売れ残った食品の商品が、1 日に 40kg の食品廃棄物となっていた。この仕入れコストは、別の推定をすると 1 日 12,000 円にも上っており、コンビニの経営に、かなり大きなコスト負担になっていることが分かった。

表 28.1 MFCA バランス集計表（公表用に架空の数値に変更）

Input						Output							
投入コスト合計					25千円	販売商品の コスト		22千円 88%	売れなかった 商品のコスト		3千円 12%		
材料と材料費	材料単価 (千円/個)	物量 (個数)	%	コスト (千円)	%	物量 (個数)	%	コスト (千円)	%	物量 (個数)	%	コスト (千円)	%
焼鮭	0.07	127		8.3	32.7%	112		7.3	28.9%	11		0.7	2.8%
ツナ	0.07	107		7.0	27.6%	99		6.5	25.5%	8		0.5	2.1%
明太子	0.08	111		8.6	33.9%	90		7.0	27.5%	16		1.2	4.9%
焼鮭(レジミス)										1		0.1	0.3%
ツナ(レジミス)										0		0.0	0.0%
明太子(レジミス)										5		0.4	1.5%
焼鮭(繰越)						3		0.2	0.8%				
ツナ(繰越)						0		0.0	0.0%				
明太子(繰越)						0		0.0	0.0%				
材料の物量とコスト小計		345	0.0%	23.9	94.3%	304	0.0%	21.0	82.7%	41	0.0%	2.9	11.6%
廃棄物処理の 物量とコスト	処理単価 (千円/kg)	物量 (kg)	%	コスト (千円)	%	物量 (kg)	%	コスト (千円)	%	物量 (kg)	%	コスト (千円)	%
焼鮭		1.1								1.1			
ツナ		0.8								0.8			
明太子		1.6								1.6			
廃棄物処理物量とコスト小計		3.5	0.0%	0.0	0.0%					3.5	0.0%	0.0	0.0%
エネルギー量と コスト	単価 (千円)	使用量		コスト (千円)	%			コスト (千円)	%			コスト (千円)	%
電力(kwh)		68		0.6	2.5%			0.6	2.2%			0.1	0.3%
エネルギーコスト小計		68		0.6				0.6	2.2%			0.1	0.3%
システムコスト				コスト (千円)	%			コスト (千円)	%			コスト (千円)	%
上下水道代				0.0	0.0%			0.0	0.0%			0.0	0.0%
人件費(バイト代)				0.8	3.2%			0.7	2.8%			0.1	0.4%
システムコスト小計				0.8	3.3%			0.7	2.9%			0.1	0.4%

(2) 売れ残り商品による食品廃棄物の CO₂ 排出量

このコンビニの食品廃棄物の CO₂ 排出量を推定した。

仕入コストで 1 日 12,000 円の食品廃棄物になる商品は、おにぎり 200 個分に相当した。おにぎりは、1 個では、ライフサイクル全体で 74g-CO₂ 排出量という試算データがあった。単純計算では、14.8kg-CO₂ となり、年間では、5,402 kg-CO₂ にもなる。

2007 年の日本国内のコンビニ店舗数は 43,228 店である。日本全国の 43,228 店のコンビニの売れ残り食品により排出される CO₂ は、単純計算だが、23 万 ton-CO₂ になると推定される。

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

売れ残り食品廃棄物の削減は、コンビニの店舗経営の利益向上だけでなく、CO₂ 排出量の削減にも、効果が大きい。

そのためには、売り切れ（機会損失）と売れ残り（ロスコスト）の両方を発生しない、精度の高い発注を行うことが必要である。

6. 成果と今後の課題

売れ残り商品は廃棄処分され、仕入れたコンビニの購入費がコスト面のロスになる。しかし、売れ残りを避けるために仕入れ量を減らすと、売り切れになることもある。売り切れは、コンビニにとって商品の販売機会損失である。

現在の POS システムは、仕入れと販売の数量は把握できる。また、売り切れ防止のための様々な情報を、店舗のオーナー、店長に提供できるようになっている。しかし、MFCA を実施したこのコンビニのチェーンでは、売れ残りの数量とコスト情報を、店舗のオーナー、店長は、容易に見ることができなかった。

したがって、売れ残り商品のコストと、売れ残り商品の販売機会損失を、同時に店舗のオーナーに見せることが、POS システムの改良として、必要と思われる。

IV. 製造業 サプライチェーンの事例

事例 29. サンデンサプライチェーンチーム

(サンデン株式会社、サンワアルテック株式会社) - 比較的少品種の大量生産型のサプライチェーンの事例 -

1. 企業情報

サンワアルテック株式会社は、サンデン株式会社の連結対象子会社である。

サンワアルテック株式会社では、主にサンデン株式会社八斗島事業所で製作する機械加工部品のアルミダイキャスト加工を行っており、両社を通して MFCA を適用、分析を行った。

表 29.1 両社の概要

	サンデン (株)	サンワアルテック (株)
従業員数	7,880 名 (連結 : 2010 年 3 月)	90 名 (連結 : 2010 年 3 月)
売上金額	194,696 百万円 (2009 年度)	-
資本金	11,037 百万円	480 百万円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

対象製品と対象工程範囲 : コンプレッサー部品のアルミダイキャスト加工と機械加工工程

(2) 製造工程と物量センター

①アルミダイキャスト加工はサンワアルテック、機械加工の工程以降はサンデンで工程分業。

②製造工程各段階の材料の投入と廃棄物の発生

- ・ダイキャスト加工の主材料であるアルミインゴットは、サンデンより支給された材料を使用する。
- ・サンワアルテック、サンデンの両工場で発生する端材、不良品は、溶解工程に戻り再利用する。
- ・アルミドロス、バリ、切り粉などは、有価で売却され、リサイクルされる。

③物量センターの定義の考え方

- ・物量センターは、上記の工程図の通りに定義した。

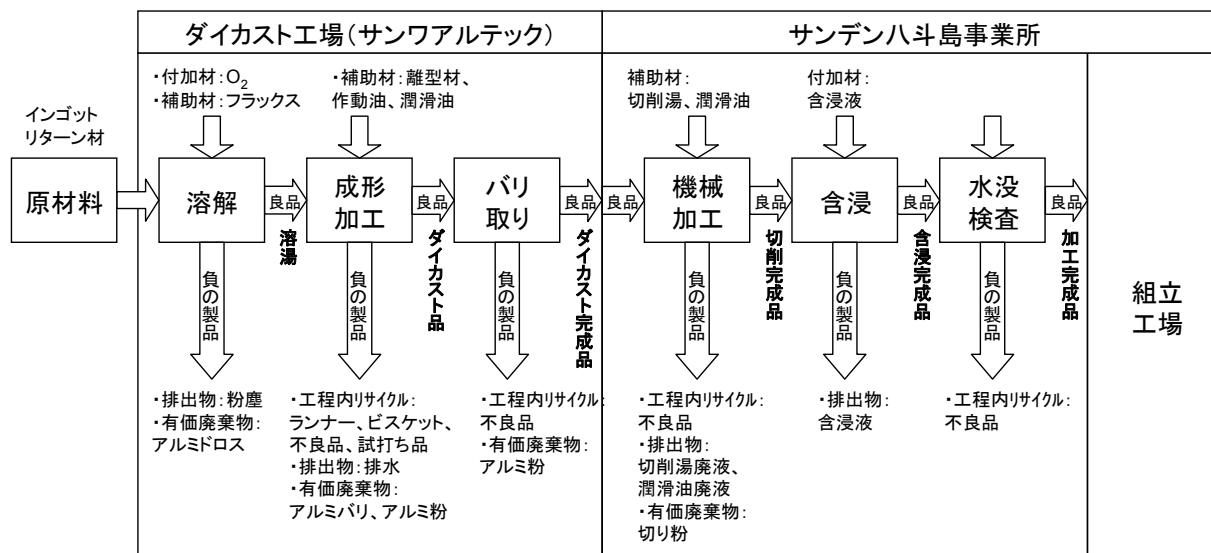


図 29.1 物量センター毎のインプット/アウトプット

3. マテリアルロスの記述

(1) 各工程のロス

- ・溶解 : 粉塵、アルミドロス
- ・成型加工 : ランナー、ビスケット、不良品、試打ち品、排水、アルミバリ、アルミ粉
- ・バリ取り : 不良品、アルミ粉
- ・機械加工 : 不良品、切削油廃液、潤滑油廃液、切り粉

- ・含浸：含浸液
- ・水没検査：不良品

(2) MFCA データ定義

- ①主材料：アルミインゴット、リターン材（加工途中の端材、不良品など）
- ②副材料、補助材料：上記の工程図で定義された副材料は、すべてを計算対象として定義した。

(3) 企業間の MFCA 計算の連結について

- ①アルミダイカスト工場と、機械加工工場で、別々に MFCA の計算モデルを構築した。
- ②そののち、2つの MFCA 計算結果を連結させ、分析を行った。
- ③連結 MFCA 計算の際には、サンデンからサンワアルテックとの外注加工単価を、各工程の SC と EC の投入コストに配分して、連結 MFCA 計算を行った。

4. MFCA 計算結果

投入される原材料は、アルミインゴットが主体である。他に、ダイカスト工場で発生する負の製品（ランナー、ビスケット、不良品、試打ち品など）機械加工工程で発生する不良品が、リターン材として投入されている。リターン材の多くは、ダイカスト工場内でのリターンであった。

こうしたリターン材は、工程内で再利用できるため、当初生産工程上は全く問題がないと思われた。しかし、MFCAにより、これら投入されるリターン材には、エネルギー、人件費、設備償却費などが掛かっており、コスト的に大きなロスであることが分かった。

表 29.2 マテリアルフローコストマトリックス
(単位：円。公表用に架空の数値に変更。製品 1 個当たりに変換。)

	マテリアル コスト	エネルギー コスト	システム コスト	廃棄処理 コスト	計
良品	339.9	77.2	257.6		674.7
	38.0%	8.6%	28.8%		75.4%
マテリアルロス	64.8	55.3	99.6		219.7
	7.2%	6.2%	11.1%		24.6%
廃棄/リサイクル				0.1	0.1
				0.0%	0.0%
小計	404.6	132.5	357.2	0.1	894.5
	45.2%	14.8%	39.9%	0.0%	100.0%

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

インプロセスにおける取組は、SCM（サプライチェーンマネジメント）の強化、原材料投入の見直し・削減、生産技術の飛躍的な進歩（ブレークスルー）、生産設計へのフィードバックに繋がり、生産活動の中心に位置付けられる。同時に、マテリアルロスを発生させないという抜本的な見直しは、「環境効率」の向上に繋がる。

6. 成果と今後の課題

工程内リサイクルや有価物回収より、マテリアルロス削減が最もコスト上効果的であることが分かった。あらゆる廃材に人件費を含め、EC、SCが含まれていることを再認識した。

事例 30. パナソニックエコシステムズサプライチェーンチーム (パナソニックエコシステムズ(株)、日本産業資材(株)) - サプライチェーンでの MFCA 展開事例 -

1. 企業情報

パナソニックエコシステムズ(株)は、熱交換気ユニットなどで使用する熱交換素子を真空成型にて製造している。その主要材料である PS シートは日本産業資材(株)のシート成型にて加工されている。

表 30.1 両社の概要

	パナソニックエコシステムズ(株)	日本産業資材(株)
従業員数	5,519 名 (2009 年 3 月)	-
売上金額	-	-
資本金	12,092 百万円	-

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 製造工程と物量センター

日本産業資材では、配合工程①でポリスチレン (PS) バージン材にブタジエンゴム等を配合し、シート成型工程②で PS シートを成型してロールに仕上げる。パナソニックエコシステムズでは、真空成型工程④で PS ロール材から、熱交換シートを成型トリミングする。その際発生する、幅方向の端材(縁さん)と送り方向の端材(送りさん)は、破碎され、有価物として売却される。

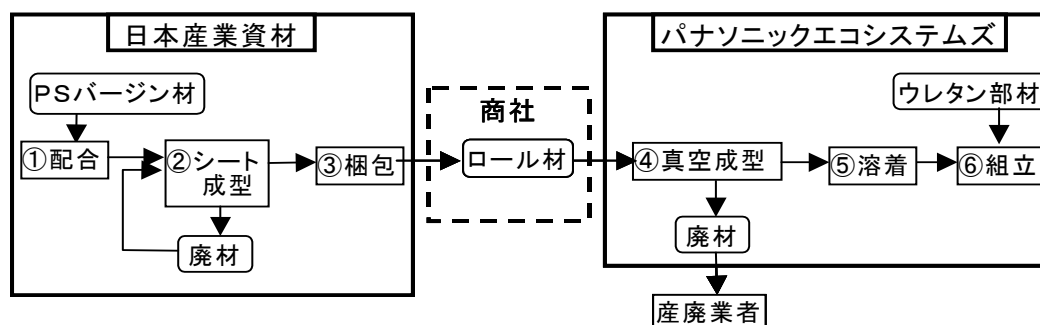


図 30.1 両社の工程フロー

(2) MFCA データ定義

- ・日本産業資材：配合工程で、PS バージン材、ブタジエンゴム等を投入。成型工程において、規定寸法のロール材を生産する。
- ・パナソニックエコシステムズ：PS ロール材を主材料として投入。組立工程では、ウレタン部材を投入。

3. マテリアルロスの記述

(1) 日本産業資材

- ・成型工程において、製造開始時の条件設定のために、一部材料のパージ、端材、端尺材が発生する。端材は、インラインにて発生即破碎され、原材料として再投入される。パージ材との端尺材は、次回生産時、または、他製品に再投入される。

(2) パナソニックエコシステムズ

- ・真空成型工程：幅方向の端材(縁さん)と送り方向の端材(送りさん)が発生する。

4. MFCA 計算結果

(1) 日本産業資材

端材は全て社内にてリサイクルされており一見無駄が無いように思えるが、これら端材には、成型や破碎にエネルギーや人件費等が掛っており、その分がロスとなっている。

(2) パナソニックエコシステムズ

廃材を有価で売却しておりこれで良しとしていたが、その価格は、廃材の生産コスト(負の製品コスト)に

比べて非常に小さく、2%しか回収できていないことが分かった。

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

(1) 日本産業資材

成型幅と納品製品幅に差異があり、厚さ保証に最小限必要な成型幅を検討する。段取り替え時に材料投入当初のページのロス、最終のシート端尺材ロスがあり、段取り替え方法を再度検討し、削減を図る。

(2) パナソニックエコシステムズ

材料幅と製品幅に差異があり、縁さんを 10mm 削減し、極小化した。トリミングによるロスがあり、金型とキャビティの差異の極小化を図る。また、送り方向でロスがあり、送りさんの極小化と、位置決めボスの配置検討を行う。

(3) 両社で協力して取り組む課題

パナソニックエコシステムズで発生した端材は、リペレット化により日本産業資材の工程に再投入でき、しかもコスト的にもかなり有利になることが分かった。また、シート成型終了時の端尺材は、品質的にはパナソニックエコシステムズの工程に投入しても問題ないことが分かった。PS 廃材を有価処理しているが、廃材リペレット化の加工先、物流、商流を再検討し、クローズドマテリアルリサイクルを達成する。

6. 成果と今後の課題

両社での検討の結果、縁さんの削減が検討され、テスト加工の結果納入規格幅寸法が 10 mm 小さくできた。更にパナソニックエコシステムズでは、真空成型用金型の改造を行い、幅方向、送り方向共に 10 mm それぞれ小さくすることができた。また、端尺材についても買入価格の調整等を行い納入を開始した。

これらにより、リサイクル市場に出していた端材が減少した。日本産業資材でのバージン材投入量が、パナソニックエコシステムズの完成品の量と同じとなった。そして特に日本産業資材での成型負荷が大きく減少した。

本工程は、十分な合理化の検討を済ませていたと漠然と考えていたが、MFCA の展開により、実は、まだまだ改善の余地のあることが分かった。特にサプライチェーン全体を鳥瞰することで、関連企業間に大きな「改善のネタ」が眠っていることが分かった。

事例 31. オムロンリレーアンドデバイスサプライチェーンチーム (オムロンリレーアンドデバイス㈱とサプライチェーン 3 社) - サプライチェーン 3 社との MFCA 取り組み -

1. 企業情報

オムロンリレーアンドデバイス株式会社（以降、OER）は、オムロン株式会社の EMC ビジネスカンパニーに属したリレー事業会社であり、マグネットリレーならびにその周辺機器に関する事業計画・マーケティング・開発・生産等の機能を保有している。現在、国内 3 工場、海外 9 工場のマザー工場としての統括機能を担っている。

オムロングループでは、2006 年にオムロン倉吉株式会社における MFCA の導入以降、グループ企業への MFCA の展開を図っている。しかし、社外への加工委託も大きいため、MFCA の導入成果の拡大を図る上でサプライチェーン展開は必須と考えていた。そのころ、経済産業省の SC 省資源化連携促進事業を紹介され、OER とそのサプライヤーのプレス加工メーカー、熱処理メーカー、めっき加工メーカーの 4 社で、その事業に参加し、サプライチェーンでの MFCA を行うことになった。

- ・従業員数：国内：1,034 名（2010 年 4 月）
- ・売上高： -
- ・資本金：300 百万円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) サプライチェーンでの取り組みの目的、目標等

この取り組みを始めるにあたって、参加する 4 社で、その目的、目標等を次のように合意した。

- ・目的：サプライヤーへの加工委託プロセスに MFCA を導入し、潜在ロス（マテリアルロス、エネルギーロス、情報伝達ロス、各社間の関係の踏み込みにくい課題等）を見える化し、改善につなげる。
- ・目標：プレス、熱処理、めっきの加工工程でのマテリアルロスを 10%削減する。
- ・MFCA 導入後、取り組み実績を他の部品へも展開する等、継続的に取り組みを行い、WIN-WIN 関係の構築を実現する。

(2) 対象製品とサプライチェーンの加工

対象製品は、マグネットリレーのキーパーツであるヨーク（磁性体鉄系部品）とした。その加工プロセスを図 31.1 に示す。OER からの発注に従い、プレス加工メーカーが管理し、プレス、熱処理、めっき、受入検査を行い、OER に納品され、OER では部品の組み立てを行っている。それぞれの段階の投入材料、廃棄物も、図 31.1 に示す。

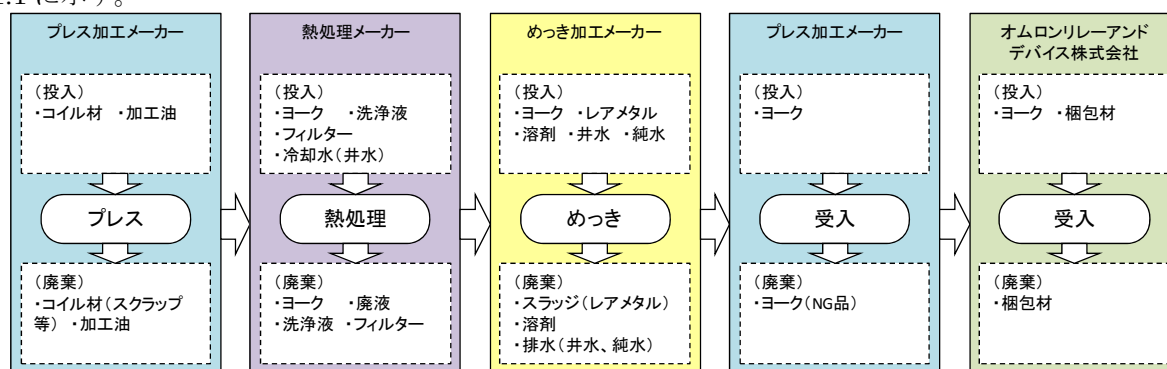


図 31.1 物量センター毎のインプット/アウトプット

(3) 物量センターの設定

マグネットリレーの部品は、(2) でも述べたように、プレス、熱処理、めっき、受入検査と複数のメーカー間を経て、OER に納品される。そのため、このサプライチェーンの企業単位を、それぞれ独立した物量センターとして、それぞれの物量センターでマテリアルの投入とロスを測定することにした。

3. マテリアルロスの記述

(1) 各物量センターのマテリアルとロス

① プレス加工工程のマテリアルとロス

プレス加工工程では、金属コイル材を投入し、プレス金型で、抜き加工、曲げ加工を行い、ヨークの形状を

作る。この段階では、金属コイル材のスクラップロスが発生すると同時に、加工油等の補助材料もロスになる。

②熱処理工程の MATERIAL とロス

熱処理工程では、ヨークを高温の炉で一定時間加熱することで、柔らかくして、磁気特性を向上させる。この工程でのヨークのロスが少ないが、フィルター、洗浄液等の補助材料もロスになる。また、熱処理のため、非常に多くのエネルギーを使用する。

③めっき工程の MATERIAL とロス

めっき工程では、防錆を目的として表面にレアメタルによるめっき処理を施す。使用済みの洗浄水、及びめっき液等の大量の水が廃液となり、中和等の処理を施して排水となる。廃液にはレアメタル等が残留しており、MATERIAL ロスになっている。また廃液の処理に使用する薬剤も、MATERIAL ロスである。

(2) MFCA データ定義

短期間のプロジェクトで実施したため、分析の重点を下記のポイントに絞り込んで実施した。

- ・ MATERIAL : 金属コイル材、めっき材料、及び洗浄液等の水資源
- ・ 熱処理、めっき工程のエネルギー

(3) サプライチェーンでの取り組みの留意点

- ・ このヨーク加工のサプライチェーンに関係する各社から推進メンバーを選定してもらい、実施した。
- ・ 各社と OER 間の資本関係がないため、各社から開示してもらう情報に関する開示基準、管理ルールを決めて取り組んだ。
- ・ 見える化されたロスに関する改善効果（金額）に関しては、改善実施後の実際の効果を確認した時点で、成果配分、あるいはコストへの反映を実施することとして進めた。
- ・ 上記に関しては、WIN-WIN 関係の構築と取り組みを継続させるためにも重要と考えられる。

4. MFCA 計算、分析結果

(1) 金属コイル材の測定結果

金属コイル材の正の製品は投入量の 47%、ロスのほとんどはプレス加工工程で発生している。プレス加工工程では、製品 1 個単位で発生するスクラップロスのほか、試打ちロス、末端材ロス等もそれぞれ 0.5%程度、発生している。

(2) 水の測定結果

水は、1 ロットの生産時に換算すると、熱処理工程で井水を 758kg、めっき工程で純水 2,760kg、井水 1,280kg を消費していると試算できた。水は製品にはならないため、全量が負の製品である。水資源は、井水使用も多いため、材料費としてのコストではロス率は小さいものの、環境への影響は大きい。

(3) エネルギーの測定結果

電力、ガス、重油等のエネルギーは、プレス加工工程、熱処理工程、めっき工程での消費が多い。その消費量による CO₂ 排出量を計算し、評価した。1 ロットの生産時に換算すると、プレス加工工程では 65.7kg-CO₂、熱処理工程では 135.3kg-CO₂、めっき工程では 78.5kg-CO₂ であり、合計 279.5kg の CO₂ 排出量となった。

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

金属コイル材のプレス加工工程でのロスに関しては、試打ちロス削減、末端材ロス削減、スクラップロス削減について、現場要因のロス、設計要因のロス、購買要因のロスを明確化できた。それにより、サプライヤから OER へのサプライチェーン全体での最適化に向けた改善提案ができる仕組み作りへのきっかけになった。

エネルギー、水資源に関しては、今までは問題視していなかった。しかし環境視点で見たときに、エネルギーの CO₂ 換算での見える化、及び水資源の実使用量の見える化は、環境負荷低減の取り組みとして、今後も継続的に実態把握が必要なことが明確になった。

6. 成果と今後の課題

今回の取り組みで、加工委託プロセスでの潜在ロスの見える化について、サプライチェーン視点、資源生産性視点、環境視点の 3 つの切り口で実現でき、一部は、改善活動が開始された。

サプライヤの各担当者の方からも、次のような感想のコメントをいただいた。

- ・ コスト競争力・技術競争力向上を目指したい
- ・ 今までの固定観念を変えるチャンスをいただいた
- ・ 改善の幅が広がった
- ・ 今まで以上にコミュニケーションがとれるようになった

事例 32. 奥羽木工所サプライチェーンチーム

(株式会社奥羽木工所、みよし工業有限会社)

- 家具で使用するステンレス部品のサプライチェーンでの MFCA 導入事例 -

1. 企業情報

(1) 株式会社奥羽木工所

木製据付家具の設計から据付までを一貫して行っている。同社で製造された家具の 85%は、全国の教育施設・医療施設で使用されている。

(2) みよし工業有限会社

ステンレス部材を製造している。

上記 2 社のサプライチェーンに MFCA を導入することにより、設計段階での寸法の見直しによる、材料のトータルのロスを経済まで削減することを狙う。

表 32.1 両社の概要

	株式会社奥羽木工所	みよし工業有限会社
従業員数	150 名	-
売上金額	-	-
資本金	30 百万円	-

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

本来は、みよし工業がステンレス部材を作り、別の材料メーカーがユニボードを作成し、それらを奥羽木工所で組み立てるという工程である。今回の MFCA の導入では、奥羽木工所の製造している、「教育用調理台」、「据付家具用流し台」と、その主要材料の 1 つである、みよし工業の「ステンレス製流しシンク」を対象として MFCA を導入する。

2 社のそれぞれの対象製品製造工程を対象とする。

(2) 製造工程 と物量センター

- それぞれの会社の製造工程と、サプライチェーンを図 32.1 に示した。各工程を物量センターとする。
- 奥羽木工所では、今回の対象工程では、ユニボードを加工して作った木製構造体に、仕上げ出荷工程で、みよし工業から納入されたステンレス流しシンクトップをセットし、最終仕上げを行い、出荷する。
- みよし工業では、奥羽木工所からの発注図面に基づき、シャーリング工程で SUS 材の最適定尺材から必要な長方形を切り出し、レーザーカット工程で展開図外形に切り出し、曲げ工程加工を経て、溶接・仕上げ工程でシンクトップが完成する。

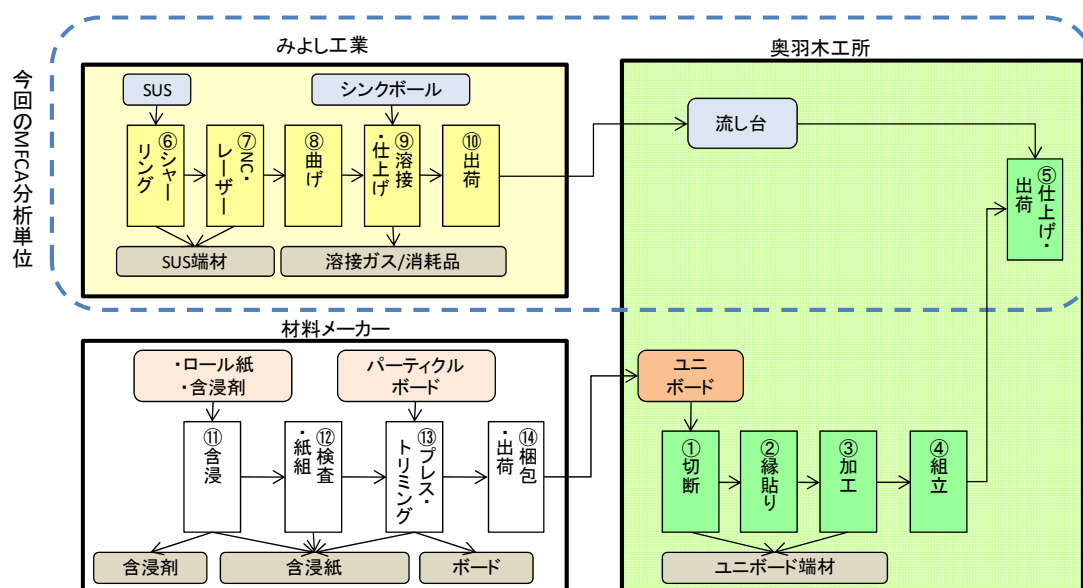


図 32.1 物量センター毎のインプット／アウトプット

3. マテリアルロスの記述

(1) 各工程のロス

- ・奥羽木工所では、今回の対象工程では、マテリアルロスは発生しない。
- ・みよし工業では、シャーリング、NC・レーザー工程で SUS 端材、溶接仕上げ工程で、砥石やバフ材が、出荷工程では、結露防止用シートの端材がロスとして発生する。

(2) MFCA データ定義

奥羽木工所では、みよし工業所から納品されるステンレス部材は、重量・金額ともに大きく、組み付けるだけであり、負の製品率を極端に小さくしてしまうため、分析からはあえて除外した。組み付け部材に関しては金額のみを計上した。

みよし工業では、ほとんどの材料を対象とした。支給品のシンクボールについては、無償であり、対象から除外した。

4. MFCA 計算結果

みよし工業のシャーリング及び NC・レーザー工程での SUS 端材がほとんどのロスである。特にシャーリングの端材が多く、その発生状況をみると、定尺により極端にばらついている。その他、みよし工業の溶接・仕上げ工程での溶接ガスのロス、人件費が際立っている。

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

(1) 両社の協力での改善

みよし工業で発生する特に大きいロスである、シャーリング工程で発生する SUS 端材については、注文品と、定尺の取り合いから発生するものであり、SUS 材の定尺寸法と、奥羽木工所からの指示寸法のとり合いが課題となる。SUS 材のシャーリング工程での歩留まりを毎月データとしてまとめ、奥羽木工所設計部門と一緒に検証を行い、両社の設計標準化を推進する。

流し台のシンクの受注前の設計時に、SUS 材の定尺を意識すること、教育施設用流し台などの基本形状を見てみると、ある程度自由度がある部分がある。受注した流し台を設計する際、基本仕様を変えない範囲で SUS 材の定尺寸法に収まるように可変寸法を決める、また、必要によっては、発注主に提案することにした。

(2) みよし工業所

溶接・仕上げ工程における、溶接ガスの大量使用、人件費も課題である。溶接技能の水準が原因であり、溶接技能の計画的な教育訓練を行う。

6. 成果と今後の課題

MFCA による診断で資源ロスの「見える化」ができ、予想以上にロスが発生していることがわかった。このロスを削減するには、材料の歩留まりを考慮した家具の製品設計が重要であることが判明したので、奥羽木工所とみよし工業所と一緒に設計の標準化に取り組み、SUS 材のシャーリング工程での歩留まりの改善を継続していきたい。

また、歩留率の向上により原材料投入量の削減、廃棄物の発生抑制、省エネ、コストダウンにつなげていきたい。

V. 巻末資料

2009年3月に経済産業省から発行された
「マテリアルフローコスト会計導入ガイド (Ver. 3)」から
「第1章 MFCA の概要」を引用

第1章 マテリアルフローコスト会計の概要

1. マテリアルフローコスト会計（MFCA）とは

マテリアルフローコスト会計（Material Flow Cost Accounting、以下 MFCA と記す）は、経営者や現場管理者の意思決定に用いることで、環境負荷の低減とコスト低減の両立を同時に追求することを目的とした、環境管理会計の手法のひとつである。廃棄物の削減によるコスト削減、ひいては生産性の向上を目指している。

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

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

このロスのコスト金額には、原材料費のほか、労務費や減価償却費などの加工費が配分され、廃棄物も製品の原価と同じように計算する。

近年、日本でも MFCA の導入が拡大しつつあるが、その理由としては次のことがあげられる。

- ・ MFCA は、廃棄物のリサイクルでなく、廃棄物の発生量そのものの削減（Reduce）につながる改善を促進する。
- ・ 廃棄物発生量の削減は、材料の投入量の削減（Reduce）、材料費の削減に直結し、これはダイレクトなコストダウンになる。
- ・ それに加え、加工業務、廃棄物処理業務の効率化にもつながり、材料費だけでなく、製造コスト全体のコストダウンにつながる。
- ・ もとより、廃棄物発生量の削減、材料の投入量（資源使用量）の削減は、製造業としての環境負荷低減の活動として、環境経営として非常に重要なテーマである。

2. MFCA の意義、経済的効果と環境貢献

企業は、その事業の様々な段階での“環境配慮”が求められている。製品の製造段階でも、その事業所や、そこでの排出物の環境管理が求められ、廃棄物のリサイクルを促進し、ゼロエミッションを達成したとする企業も多くなっている。

廃棄物になったものをリサイクルすることは、資源の有効利用としては大事なことではある。しかしリサイクルするといっても、投入した資源を廃棄物にするまでに、またリサイクルする段階でも、多くの費用とエネルギーを投入していることに目を向ける必要がある。

より重要なことは、廃棄物の発生量そのものを削減することである。MFCA は、製造段階で発生する廃棄物を、工程ごとに、その物量と、材料費、加工費と廃棄物処理費をすべて含めたコストで把握する。これは、廃棄物そのものの発生源に目を向けさせ、その発生量を削減する課題を明確にし、廃棄物の発生量そのものを削減することにつながる。

廃棄物の発生量を削減することは、資源の使用量削減に直結し、製造段階の環境配慮になるだけでなく、資源の購入量削減や業務効率向上にもつながる。

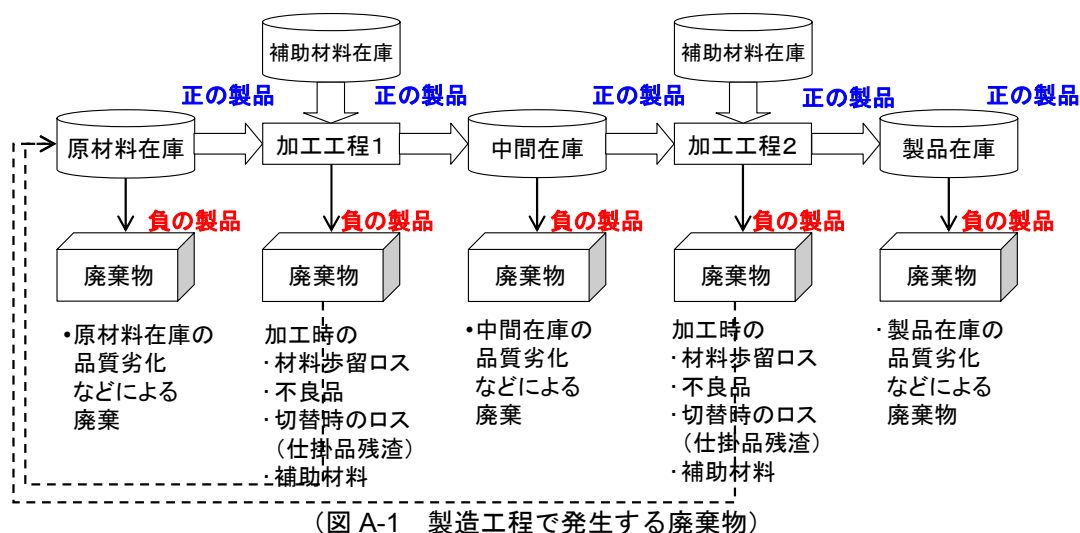
MFCA は、モノづくりにおける環境配慮とコストダウンを同時に追求し、“環境と経済の両立”させるマネジメントに、非常に有効なマネジメントツールである。

3. 製造プロセスで発生する廃棄物＝材料のロス

加工型の製造においては、図 A-1 のように、製造工程の様々な段階で廃棄物、原材料のロスが発生する。加工における廃棄物というのは、次のようなものである。

- ・ 加工時の材料ロス（端材や切粉など）、不良品、不純物
- ・ 切り替え時の装置内に残った残渣
- ・ 補助材料（溶剤など揮発する材料、切り替え時に装置を洗浄する洗剤、触媒など）
- ・ 原材料在庫、中間在庫、製品在庫が、品質劣化などで使用できなくなり廃棄したもの

MFCA では、製品になった材料を“正の製品”、製品にならなかった材料、すなわち廃棄物、排出物はすべて“負の製品”という。



4. マテリアルフローと MFCA

製造工程のマテリアルのロスを明確にする方法のひとつとして、マテリアルフロー分析がある。その例を、図 A-2 に示す。

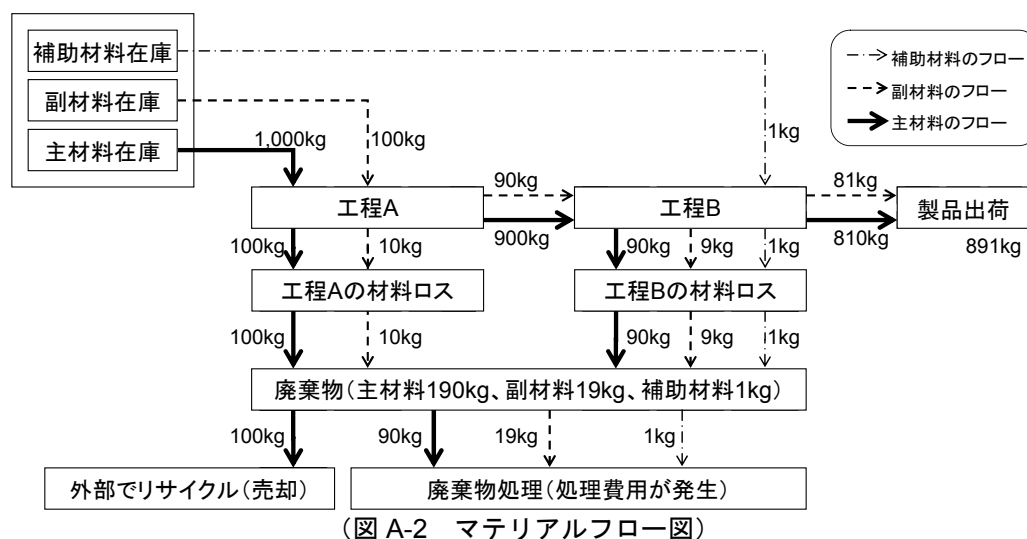


図 A-2 のマテリアルフローの例では、工程 A で投入される主材料 1,000kg は、工程 A で 100kg、工程 B で 90kg がロスになっている。工程 A でロスになった主材料 100kg は、外部でリサイクルされるため、工程 B でロスになった 90kg が廃棄物として処理される。

工程 A で投入される副材料は、工程 A で 10kg、工程 B で 9kg がロスになり、その合計 19kg が廃棄物として処理される。工程 B で投入される補助材料 1kg は、その全量 1kg が廃棄物として処理される。

ここでは、投入した材料 1,101kg のうち、製品になった材料は 891kg であり、材料ロス 210kg のうち、外部リサイクルされる 100kg を除いた 110kg が最終的なマテリアルのロスである。

マテリアルフロー分析からわかる経済的損失（ロスコスト）は、廃棄物になった主材料、副材料、補助材料の材料費である。それぞれの材料の廃棄物になった物量に、その材料の購入単価を乗じたものである。（表 A-1）

(表 A-1 材料費のロスの計算)

	単位	主材料	副材料	補助材料	材料合計
投入物量(材料の購入量)	kg	1,000	100	1	1,101
正の製品物量(出荷製品)	kg	810	81	0	891
負の製品物量(材料ロス)	kg	190	19	1	210
材料の購入単価	円/kg	100	100	100	
材料の購入費	円	100,000	10,000	100	110,100
正の製品コスト(材料費)	円	81,000	8,100	0	89,100
負の製品コスト(材料費)	円	19,000	1,900	100	21,000

マテリアルバランスが把握できている企業なら、この材料費のロスは、容易に計算できる。それぞれの材料の物量 (kg) に、その購入単価をかけるだけである。これを見ると、外部でリサイクルして、多少の材料費は回収しても、その材料費のロス (負の製品コスト) に比べると非常に小さいことがわかる。外部リサイクルを行うことも重要ではあるが、経済性も考えると、廃棄物の発生そのものを削減することが、より重要であるとわかるはずである。

さらに、マテリアルのロスによる経済的損失 (ロスコスト) は、その材料費だけではない。それぞれの工程では、人件費、減価償却費やエネルギー費が投入されており、マテリアルのロスは、それらの加工費のロスになっている。また廃棄物は、廃棄物処理が必要で、その費用も加わってくる。

MFCA では、マテリアルフローの物量の情報に、その材料費や加工費、エネルギー費、廃棄物処理費など、すべてのコスト情報を加えた計算を行う。すなわち、マテリアルの流れを原材料ごとに最後まで追跡し、そのマテリアルに、その物量とコストの情報を付加させて分析する手法である。

そのため、MFCA を適用することで、マテリアルのロスによる経済的損失 (ロスコスト) を材料費のロスだけでなく、加工費、エネルギー費、廃棄物処理費など、すべての製造コストにかかわるロスとして見ることができる。

5. MFCA のコスト計算上の特徴

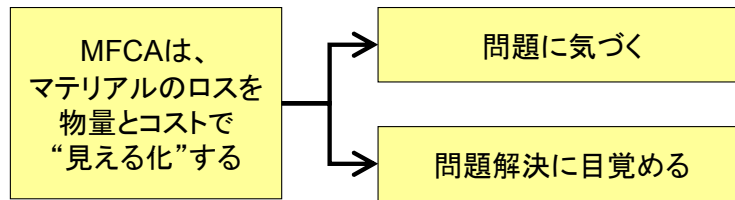
MFCA では、次のような考え方にもとづき、製品の製造コストの計算を行う。

- (1) 正の製品コストと負の製品コストに分離、計算する。
 - ・ 正の製品コスト：次工程に受け渡されたもの (正の製品) に投入したコスト
 - ・ 負の製品コスト：廃棄物やリサイクルされたもの (負の製品) に投入したコスト
- (2) 全工程を通したコスト計算を行う。
 - ・ 正の製品コストは、次工程では前工程コストとして新規投入コストに加え、投入コスト合計としてコスト計算を行う。
- (3) すべての製造コストを 4 つに分類して、上記の計算を行う。
 - ・ マテリアルコスト (Material Cost、MC と省略して表すことがある)：材料費、ただし製品になる直接材料だけでなく、洗浄剤・溶剤・触媒などの製品にならない間接材料も計算の対象
 - ・ システムコスト (System Cost、SC と省略して表すことがある)：労務費、減価償却費、間接労務費などの加工費
 - ・ エネルギーコスト (Energy Cost、EC と省略して表すことがある)：加工費の中の電力費、燃料費や用役費など
 - ・ 廃棄物処理費 (Waste Management Cost、WMC と省略して表すことがある)：排気、排液、廃棄物の所内における処理費用、外部へ処理委託する際の委託費用など

6. MFCA はマテリアルのロスをその物量とコストで“見える化”する

MFCA では、このような方法で材料のロスである“負の製品”に投じたコストを、“負の製品コスト” (材料のロスにともなう経済的損失、ロスコスト) として算出する。

MFCA を適用すると、製造の全工程を通して、あるいは工程ごとに、“負の製品”すなわち材料のロス、そのロスになった材料の物量と、加工費なども含めた総合的なロスコストで“見える化”できる。



(図 A-3 MFCA のメリット)

このロスの“見える化”は、図 A-3 に示した 2 つのメリット「問題に気づく」「問題解決に目覚める」きっかけを企業にもたらす。

(1) 問題に気づく

「問題に気づく」というのは、MFCA により、材料のロスの存在そのものや、その経済的損失を、組織的に認識していなかったことを発見する場合である。

多くの企業で「材料はその歩留管理を行っている」との声を聞く。しかし、多くの場合、管理している材料や工程、ロスの対象は、部分的である。主材料は管理していても、副材料や補助材料は、使用量もロス量も、特に管理していないことがよく見受けられる。製造現場の作業員だけは、材料がロスになるのを見てはいても、製造部門の管理者、生産技術部門、製品設計部門では、それを認識していないことも多い。廃棄物を、その廃棄物処理の管理しかしていないためである。

こうした場合、MFCA を適用すると、従来、管理されていなかった材料のロスに気づく。「問題に気づく」ことで、改めてロスを削減するという組織的な活動が生まれる。

(2) 問題解決に目覚める

ロスと認識していても、改善の取組をしていないことがある。そこでは「標準作業だから」「過去に改善した結果だから」「設備投資しても回収できそうにないから」「忙しいから」「人がいないから」「技術的に限界だから」など、様々な理由が発せられる。そうした理由を改めて深く掘り下げると、“改善できない”のではなく、“改善を諦めていた”、あるいは“見逃していた”という場合がある。

そうした場合、本当の問題は、例えば“技術的に無理”だからではなく、“技術的な限界を突破”する行動をしないことである。問題解決というのは、従来の“限界”、“標準”、“無理”、“忙しい”という“言い訳”をブレークスルーすることともいえる。「問題解決に目覚める」というのは、従来の“限界”、“標準”、“無理”、“忙しい”という理由を乗り越えて、こうした改善に本気で取り組むことである。

MFCA を適用すると、マテリアルのロスによる加工費も含めたロスコストが見える。それは多くの場合、従来、認識していたものよりかなりの大きさであり、そのロスコストの大きさに驚くことも多い。コスト改善の効果が、従来認識していたものより大きいことも分かるので、諦めていた改善が可能になることもある。

また MFCA は、“負の製品コスト＝ゼロ”という、ある意味での究極の理想値、挑戦的な目標を技術者に与える。これは、上で述べたブレークスルーをうながし、問題解決に目覚めるきっかけが与えられるということである。

7. 製造のロスコストとして MFCA で見えるもの

MFCA で考慮し、管理対象とする製造のロスは以下のように整理できる。

- 1) 材料ロスの工程別の発生状況、工程別の材料歩留率
- 2) 材料ロスの工程別の発生原因（切粉、端材、切替ロス、不良、テストなど）
- 3) 材料ロスの材料購入費（主材料、副材料、補助材料）
- 4) 材料ロス（製品にならなかった材料）の廃棄物処理費
- 5) 材料ロスの中で、リサイクルとして売却できた材料の材料購入費
- 6) ロスになった材料に投入した加工費（労務費、減価償却費、燃料・用役費など）
- 7) 材料ロスの中で、工程内リサイクルしたものを、再加工するのに要する加工費
- 8) 在庫の製品や仕掛品、材料で、品種切り替えや品質劣化などにより使用できなくなり廃棄したもの（あるいは在庫が長期化しているもの）の材料費と加工費

1)～3)の項目は、主材料に関しては管理している企業は多い。“主材料に関して”としたのは、副材料や補助材料に関しての管理は、それほど多くの企業では行っていないからである。副材料や補助材料は、工程や設備単位で管理されることが多く、品種別に投入量やその中のロス量が管理されていることは稀である。場合によっては、工場一括になっていることもある。

また 4)の廃棄物処理費も、廃棄物の種類別に、工場全体の総額では管理している。しかし、材料の種類別、使用した製品の品種別、発生工程別に管理している企業は稀である。

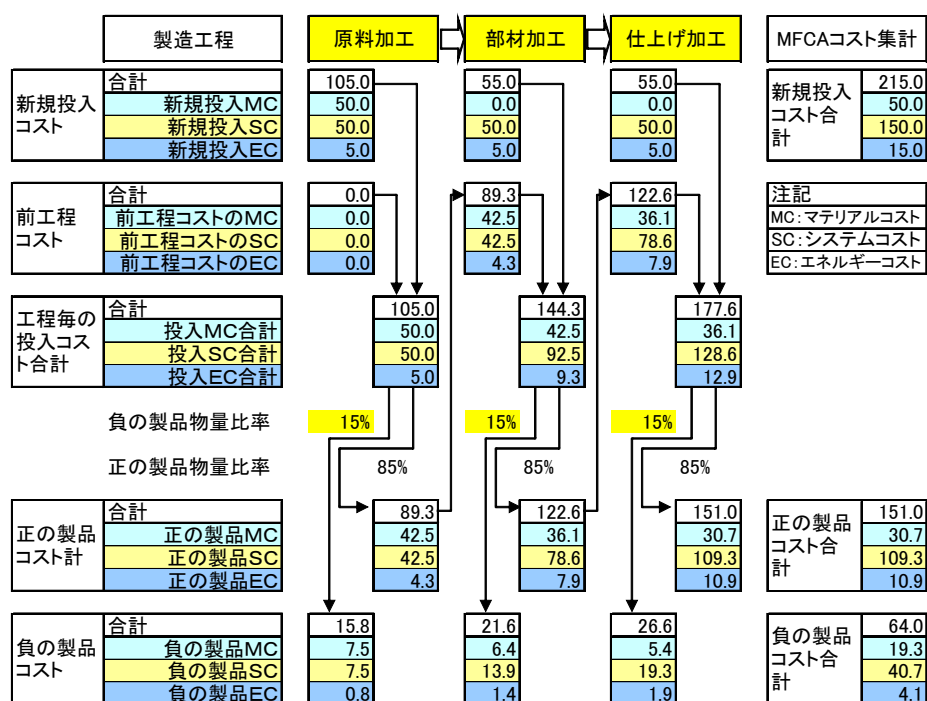
5)のように廃棄物がリサイクルできる場合は、資源の無駄にはならず、また外部リサイクルとして有価で引き取ってもらえる場合もあり、ロスと認識していないことも多い。

6)～8)の項目は、MFCA のように、工程を通したコスト計算を行わないと算出が困難である。

そのほか、TPM (Total Productive Maintenance「全員参加の生産保全」の略称) などの改善活動を行っている企業など、設備の停止や切り替えなどの時間のロスを明確化していることが多い。これは設備償却費の投入コストの中に含まれるロスといえる。こうした投入コストのロスは、MFCA と補完的に活用することが望ましい。

8. MFCA は、ロスを工程ごとに“見える化”する

図 A-4 は、MFCA のホームページ (<http://www.jmac.co.jp/MFCA/thinking/07.php>) からダウンロードできる MFCA 簡易計算ツールの MS-Excel のファイルの中にある、MFCA 簡易体験ツール (MFCA の仕組みを簡単に体験してもらう MFCA 計算の雛形データ) を使った MFCA の計算結果のひとつ、コストフロー図のイメージを示している。(ただし廃棄物処理コストは省略した。)



(図 A-4 MFCA 簡易体験ツールによる計算事例)

この例では、廃棄物の物量さえ把握できれば、ロスになった材料の購入費として、全工程の合計 19.3 円が、ロスコストとして把握は可能である。

MFCA では、負の製品（廃棄物になった材料）に投入された加工費、エネルギー費もすべて“負の製品コスト”として計算する。この例では、加工費や経費に関する負の製品コストは全工程の合計 40.7 円、エネルギー費用の負の製品コストは全工程の合計 4.1 円である。この合計が、製造のすべてのロスコストであり、この例では 64.0 円である。これは総コスト 215.0 円の 29.8%に相当する。

また、MFCA は、こうした負の製品コストを、工程別に把握する。

図表 A-4 の例では、原料加工、部材加工、仕上げ加工の工程別に、負の製品コストはそれぞれ、15.8 円、21.6 円、26.6 円である。それぞれ工程ごとの材料の投入物量に対する、正の製品の物量、負の製品の物量は、比率として 15%、85%にして計算したものであるが、前工程の加工費などが負の製品コスト計上されるため、後工程でロスになるほど、負の製品コストが大きくなることを示している。

本事例集の内容に関するお問い合わせは、下記のMFCA事業事務局までお願いします。

株式会社日本能率協会コンサルティング
MFCAセンター MFCA事業事務局

住所 : 〒105-8534 港区虎ノ門三丁目22番1号 秀和第二芝公園三丁目ビル 4階
TEL : 03-3434-7331
FAX : 03-3434-6430
E-Mail : mfca_eco@jmac.co.jp



別添資料(3) MFCA 国際標準化進捗状況等報告会テキスト(地方 3 か所)

平成 22 年度の普及活動の中で開催した、MFCA 国際標準化進捗状況等報告会（セミナー）における講演テキストのうち、講演者の了解を得たものを掲載した。

No.	内容	掲載資料
1	・MFCA の概要と経済産業省の事業紹介 ・日本における MFCA 適用状況解説	MFCA 事業事務局 ※全会場統一資料
2	・企業の環境対応に向けての MFCA の期待、意義	【名古屋】河野裕司氏（東和薬品株式会社） 【仙台】安城泰雄氏（MFCA 研究所） 【大阪】立川博巳氏（プロファームジャパン株式会社）
	・MFCA 国際標準化進捗状況説明 ・ISO14001 と MFCA（ISO140051）との関係解説	※全会場統一資料
3	MFCA 導入事例紹介① サプライチェーン企業間の MFCA による省資源化の取り組み事例報告	【仙台】加藤正貴氏（大平洋金属株式会社）
4	MFCA 導入事例紹介② 企業単独の MFCA 適用の拡張事例、進化事例	【仙台】片桐久夫氏（株式会社片桐製作所） 【大阪】太田直樹氏（東洋インキ製造株式会社）
5	・MFCA 導入と活用の考え方、進め方の紹介 ・MFCA の進化の考え方	MFCA 事業事務局 ※全会場統一資料

1. 事業紹介、MFCA適用状況(共通)

目次

- I. MFCAの概要とMFCAの企業メリット
- II. 経済産業省MFCAプロジェクトの経緯と
日本におけるMFCA適用状況
- III. 平成22年度の経済産業省MFCA事業概要紹介

© 2010 JMA Consultants Inc.

I. MFCAの概要とMFCAの企業メリット

© 2010 JMA Consultants Inc.

マテリアルフローコスト会計について

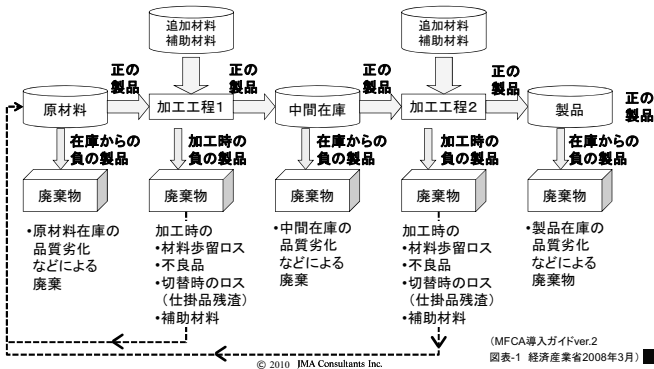
マテリアルフローコスト会計 (Material Flow Cost Accounting: MFCA) は、**環境管理会計手法**のひとつである。ドイツの環境経営研究所 (IMU) において、その原型が開発された。

MFCAでは、原材料や資材などの“マテリアル”のフローとストックを、物量と金額(コスト)の両面から測定する。
製造各段階ごとに、**材料のInputとOutput(製品になった材料、及び不良品、廃棄物、排出物などの材料ロス)**の物量とコストを計算し、評価する。
投入材料の物量＝製品になった材料の物量＋材料ロスの物量
投入コスト＝製品になった材料への投入コスト＋材料ロスへの投入コスト
このコスト計算には、原材料費だけでなく、加工費、エネルギー費、廃棄物処理費なども含め、材料ロス削減の施策を、総合的に評価できる。

© 2010 JMA Consultants Inc.

製造で発生する廃棄物＝材料のロス、負の製品

MFCAでは、次工程に移動した材料だけを“**正の製品**”という。
材料のロスは“**負の製品**”という。廃棄物をリサイクルしても、負の製品である。



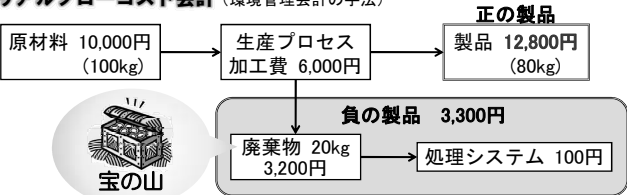
© 2010 JMA Consultants Inc.

マテリアルフローコスト会計 (MFCA) とは

伝統的な原価計算



マテリアルフローコスト会計 (環境管理会計の手法)



© 2010 JMA Consultants Inc.

MFCAは、ISO14051になる予定

2007年11月	日本、ISO/TC207にMFCAのNWIP (New Work Item Proposal)を提出、規格化作業の開始について、TC207参加国の審議開始
2008年3月	・TC207参加国投票の結果、MFCAの規格化作業の開始を採択 (内訳: 有効投票数26カ国、賛成24カ国。専門家の参画19カ国) ・ISO/TC207/WG8 (MFCA)* が発足
6月	第1回WG@コロンビア
11月	第2回WG@東京
2009年6月	第3回WG@エジプト
2010年1月	第4回WG@チェコ
5月	DIS審査開始
10月	DIS投票締め切り⇒可決

※ISO/TC207/WG8 (MFCA)は、WD、CD、DIS、FDISなどのISO規格案を審議するための作業グループ。議長は國部克彦氏(神戸大学)、幹事は古川芳邦氏(日東電工株式会社)が務める。

© 2010 JMA Consultants Inc.

1. 事業紹介、MFCA適用状況(共通)

MFCA導入事例

MFCAセミナー(H18.10.5)
サンデン斉藤部長講演資料

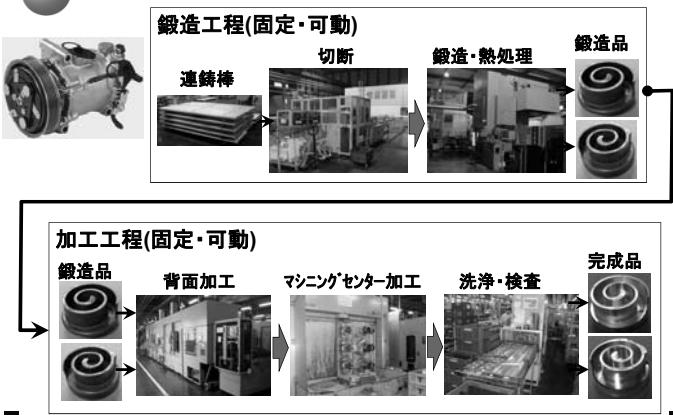
サンデン株式会社 赤城事業所(サンデンフォレスト)
コンプレッサー部品工場でのMFCA導入事例



(http://www.sandenforest.org/konseput/sf_comse.htm よりロゴと写真を引用)
© 2010 JMA Consultants Inc.

スクロール(渦巻体)の生産工程

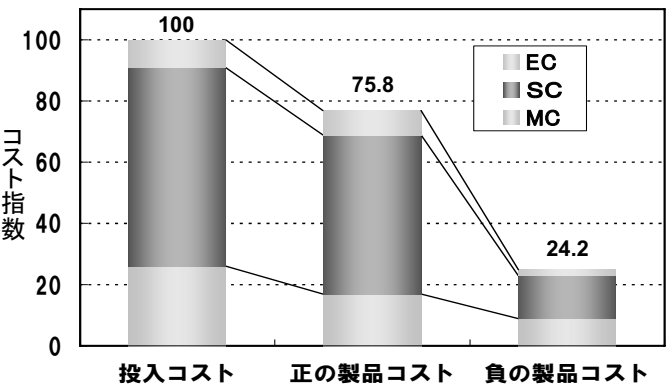
MFCAセミナー(H18.10.5)
サンデン斉藤部長講演資料



© 2010 JMA Consultants Inc.

MFCA分析結果

MFCAセミナー(H18.10.5)
サンデン斉藤部長講演資料



改善ターゲットに対する対応策と課題

MFCAセミナー(H18.10.5)
サンデン斉藤部長講演資料

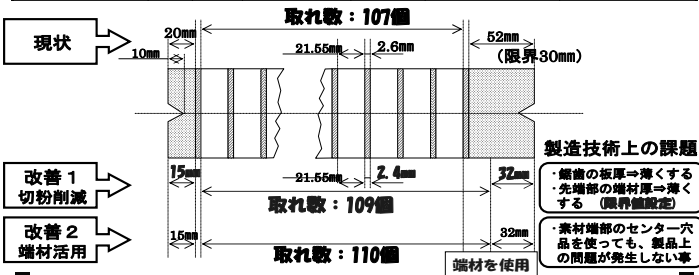
コスト改善ターゲット	工程	分類	対象品	現状	検討の方向性	改善の制約条件
1. 素材切断の切粉削減	素材切断	MC	連铸棒の切断切粉	材料ロス 〇〇%	①切断鋸刃の最薄化 ②センター深さの短縮	鋸刃剛性不足による曲がりや重量不良
2. 鍛造歩留りコスト削減	鍛造	MC, SC, EC	不良の廃棄 立上げ電力	不良率 〇〇%	①設備停止時間の短縮 ②立ち上げ時間の短縮	生産シフトと復帰要員の確保
3. 背面加工の切粉削減	背面切削	MC	切削の切粉	歩留り 〇〇%	①旋削面切削代の削減	渦巻巻き終わりの鍛造肌化に向けた設計変更提案
4. 渦巻加工の切粉削減	渦巻切削	MC	切削の切粉		①壁側面切削代の削減	一次旋削での渦巻き壁の切削代調整の短縮

© 2010 JMA Consultants Inc.

対応策の実施①

MFCAセミナー(H18.10.5)
サンデン斉藤部長講演資料

コスト改善ターゲット	工程	分類	対象品	現状	検討の方向性	改善の制約条件
1. 素材切断の切粉削減	素材切断	MC	連铸棒の切断切粉	材料ロス 〇〇%	①切断鋸刃の最薄化 ②センター深さの短縮	鋸刃剛性不足による曲がりや重量不良



© 2010 JMA Consultants Inc.

歩留管理で、材料ロスは十分改善されている？

歩留管理には、様々な定義が使われ、企業、工場によりマチマチ！

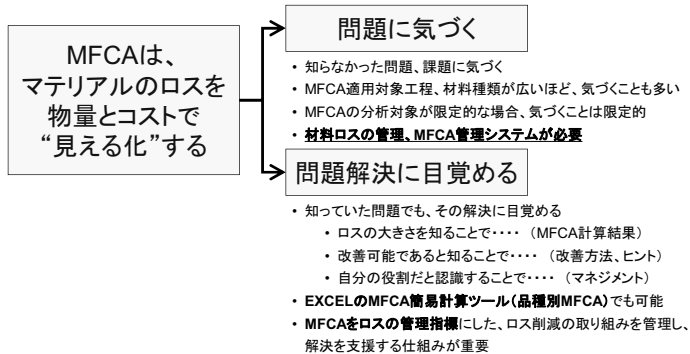
種類	計量	工程	対象	ロスの考え方	歩留率の計算式
材料の投入歩留		単一の工程	主材料 副材料	投入した材料の中で、製品に加わらなかったもの	製品に加わった材料の重量 ÷ 投入した材料の重量
部品の加工歩留	重量	単一、複数の工程	主材料	主材料加工時の切粉、端材	加工後重量(材料1個) ÷ 加工前重量(材料1個)
全工程の加工歩留		全体の工程	主材料	加工時の切粉、端材、切替時ロス、不良品などすべて	良品(主材料)の出来高重量 ÷ 初工程の投入主材料重量
プレス材料の加工歩留	面積 (簡易的な面積計算)	NCタレット パンチング プレス	板金材料(定尺材)	加工部品を長方形と見なし、その長方形以外の部分がロス	Σ(部品の縦×横の長方形面積) ÷ 投入した材料面積(定尺材)
工程歩留(良品率)	数量	単一、複数の工程	主材料 製品	不良品、仕損品などにより、製品にならなかったもの	良品出来高数量(製品) ÷ 投入数量(主材料)

© 2010 JMA Consultants Inc.

1. 事業紹介、MFCA適用状況（共通）

MFCAとは何か？

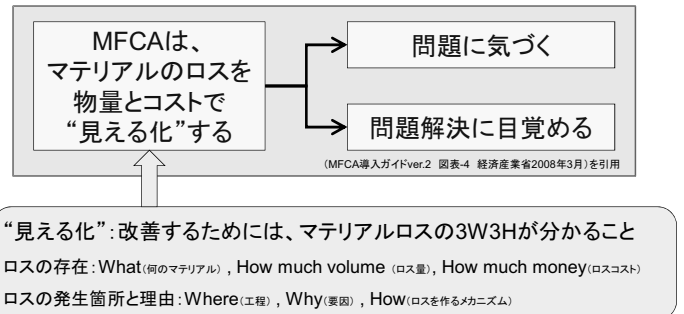
MFCAは、問題解決の方法を示すものではない。しかし、



(MFCA導入ガイドVer.2 図表-4 経済産業省2008年3月)
© 2010 JMA Consultants Inc.

マテリアルロスの“見える化”とは

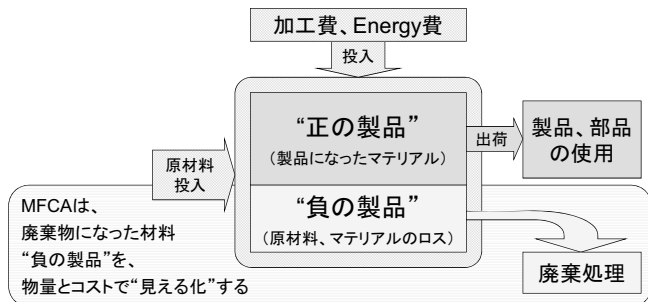
マテリアルロスの存在、総量、コストが分かるだけ(1W2H)では“見えた”とは言えない。ロスの内訳(3W3H)が見えて、問題の本質に手が届き、分析でき、問題解決できる。



© 2010 JMA Consultants Inc.

環境経営（環境と経営メリットの同時実現）

- 材料のロス量、廃棄物発生量の削減は、同時にコストダウンになる
- MFCAは、経営合理化と環境負荷低減の同時実現につながり、環境経営（Eco-Ecoマネジメント）を志す製造業の必須の取り組み



© 2010 JMA Consultants Inc.

Ⅱ . 経済産業省MFCAプロジェクトの経緯と日本におけるMFCA適用状況

日本でのMFCAの歴史

導入300社以上（SC事業を含め、事例公開100社以上）											
	H11年度	H12年度	H13年度	H14年度	H15年度	H16年度	H17年度	H18年度	H19年度	H20年度	H21年度
経済産業省 およびIGESの MFCAプロジェクトで 事例を公開した 企業		JEMA事業 ・日東電工	JEMA事業 ・キヤノン ・田辺製薬 ・タキロン	IGES参加企業 ・省野製薬 ・日本ペイント	JEMA事業 ・東芝 ・リード ・古林組工 ・清水印刷組工 ・富士通(GP)	JMAC事業 (8社12工場) JPC事業 (15社)	JMAC事業 (7社7工場) 1社は継続) JPC事業 (4社 2社は継続)		・経済産業 省事業(5社) ・東北経済 産業局事業 (3社)	・経済産 業省事業 (10社) (13社、 2社は展開)	・経済産業省 事業 (13社、 2社は展開)
新規導入企業数		1社	3社	2社	5社	23社	8社		8社	10社	11社
上記の累積数		1社	4社	6社	11社	34社	42社	42社	50社	60社	71社
研究ステージ	環境管理会計の調査			環境管理会計普及研究 (MFCA普及研究)			MFCA普及ツール開発、普及活動、高度化研究				
調査研究等 委託事業	MFCAの基礎研究			環境管理会計普及研究 (MFCA普及研究)			MFCAのISO化				
調査研究等 委託事業	「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」 委員長：園部教授 (事務局：JEMA)			「環境ビジネス発展促進等調査研究 ・環境管理会計」(JEMA委託事業)			MFCA普及ツール開発、普及活動、高度化研究				
調査研究等 委託事業	MFCA7-キング			環境管理会計 手法ワークショップ (6月)			MFCA普及ツール開発、普及活動、高度化研究				
IGES プロジェクト				企業と環境プロジェクト MFCA導入調査			MFCA普及ツール開発、普及活動、高度化研究				

(平成21年度経済産業省委託「マテリアルフローコスト会計開発・普及調査事業報告書」の図を引用)
© 2010 JMA Consultants Inc.

日本におけるMFCA適用状況の変化

2000～2001年度	経済産業省の環境管理会計プロジェクトにおいて、日東電工、キヤノン、田辺製薬等でMFCA導入
2002年度	環境管理会計手法ワークブック⇒基本コンセプト確立
～2003年度	MFCA導入企業累計11社
2004～2005年度	経済産業省のMFCAモデル事業によりMFCA導入企業累計42社
2006～2008年度	経済産業省主導でMFCAパンフレット、導入ガイド、事例集、簡易計算ツール等のMFCA普及ツールを制作・改良、MFCA導入実証事業を実施
2008～2010年度	経済産業省のSC省資源連携促進事業でMFCA活用中
2009～2010年度	経済産業省のMFCA導入実証・国内対策等事業において、新規領域でのMFCA導入モデル構築、MFCA簡易版の開発中
2009年度末時点	300社以上でMFCA導入(独自導入含む)

© 2010 JMA Consultants Inc.

1. 事業紹介、MFCA適用状況(共通)

Ⅲ. 平成22年度の経済産業省の MFCA事業概要紹介

© 2010 JMA Consultants Inc.

経済産業省 平成22年度MFCA事業概要

【事業名】

平成22年度低炭素型環境管理会計国際標準化事業
(マテリアルフローコスト会計導入実証・国内対策等事業)

【主な事業内容】

1. MFCA導入実証事業とインターンシップ
(MFCA導入事例構築、指導者人材育成)
2. MFCAの国際標準化進捗状況等報告会の開催
3. ベストプラクティス集の作成
4. ホームページにおける情報提供

© 2010 JMA Consultants Inc.

MFCA導入実証事業とインターンシップ

公募により8件のMFCA導入実証事業を、インターンと共同で実施中

- ◆医療(1件):人工透析専門病院の透析液、洗浄液
- ◆食品製造(1件):菓子の製造
- ◆金属 casting(3件):砂型による鋳鉄 casting、アルミダイカスト
- ◆製紙(1件):回収古紙によるトイレトペーパー製造
- ◆塗装(1件):自動車用ミラーの鏡面塗装
- ◆半導体関連の製造(1件):フォトマスク製造

© 2010 JMA Consultants Inc.

MFCAの国際標準化進捗状況等報告会

全国4ヶ所で、MFCA国際標準化進捗状況等報告会(セミナー)を開催予定

【MFCAセミナー】

名古屋:2010年12月2日 ウィンクあいち 1202会議室

仙台:2011年1月14日 TKP仙台カンファレンスセンター ホール2B

大阪:2011年1月20日 エルおおさか 606号室

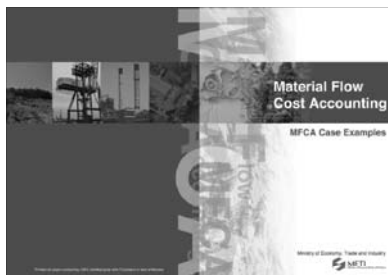
【MFCAシンポジウム】

2010年12月9日 東京ビッグサイト(エコプロダクツ展2010併催)

© 2010 JMA Consultants Inc.

ベストプラクティス集、ホームページ

◆ベストプラクティス集(改訂)



平成22年度事業において、
6件程度の事例を追加

◆MFCAホームページによる情報提供 (<http://www.jmac.co.jp/mfca/>)

© 2010 JMA Consultants Inc.

お問合せ先

MFCAに関するお問合せは、e-mail:mfca_eco@jmac.co.jp

本事業の事務局は、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事業事務局
(担当:下垣彰、中村映一、増田さやか)

〒105-8534 東京都港区虎ノ門三丁目22番1号 秀和第二芝公園三丁目ビル4階
[TEL]03-3434-7332 [FAX]03-3434-6430

© 2010 JMA Consultants Inc.

2. 河野氏(名古屋会場)

平成22年度経済産業省委託 MFCAセミナー(国際標準化進捗状況等報告会)

企業の環境対応に向けてのMFCAの期待、意義

MFCA国際標準化進捗状況説明

ISO14001とMFCA(ISO140051)との関係解説

2010年12月2日

【於 愛知県産業労働センターウインクあいちセミナー会場】

東和薬品株式会社 生産本部生産管理部

次長 河野 裕司

1

マテリアルフローコスト会計

生産に投入された原材料・エネルギー・間接費を、製品へのフローと廃棄物へのフローに分けて、工程単位で物量と金額の両面から把握する方法。

マテリアルコスト

原材料費と電力や燃料などのエネルギーに関する費用

システムコスト

減価償却費や労務費などの加工費

配送/廃棄物処理コスト

製品の配送コストと廃棄物の収集・運搬・処理・処分費用

ロスを算出

工程中のムダをピンポイントで見出し、原材料、エネルギーなどの効率的な活用により、コストを削減する。

2

財務会計とマテリアルフローコスト会計の原価評価の違い

・財務会計における原価(ロスを各要素に含んで表示)

原材料費	用役費	労務費	設備費	その他費用						
・マテリアルフローコスト会計における原価（ロスを各要素に分けて表示）										
原材料費	ロス	用役費	ロス	労務費	ロス	設備費	ロス	その他費用	ロス	廃棄物処理コスト

・マテリアルフローコスト会計における原価(ロスを各要素に分けて表示)

原材料費	ロス	用役費	ロス	労務費	ロス	設備費	ロス	その他費用	ロス	廃棄物処理コスト

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

3

マテリアルロス

熱力学の法則に基づいた期間当たりの差額計算の原理

すべての投入量の合計

+ 期首の在庫

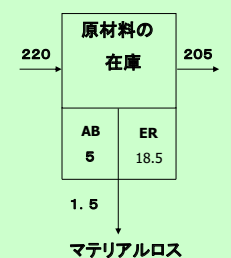
- 全出庫の合計(マテリアルロスを含む)

- 期末の在庫

= 0

AB - 期首在庫 ER - 期末在庫

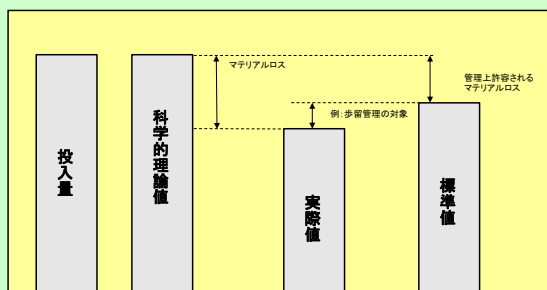
例:



(出所)中島道靖・國部克彦(2008)『マテリアルフローコスト会計』日本経済新聞出版社、247頁、図8

4

理論値・標準値・実際値におけるマテリアルロス(物量)の関係



(出所) 中島道靖・國部克彦(2008)『マテリアルフローコスト会計』日本経済新聞出版社 101頁、図5-1より

5

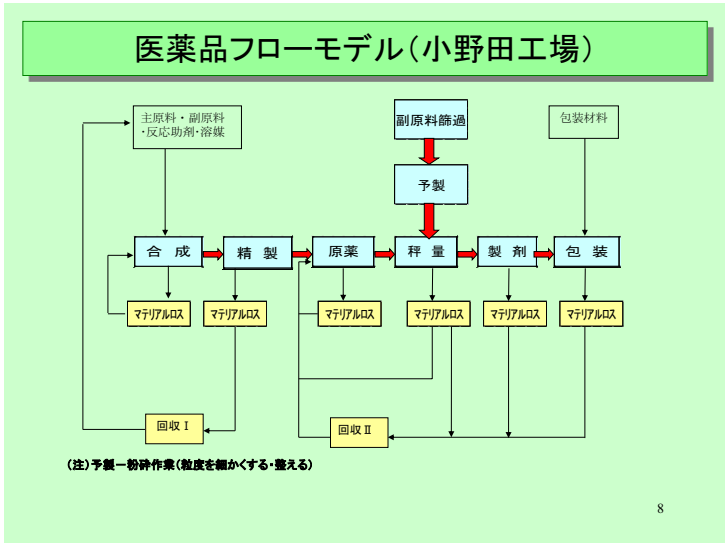
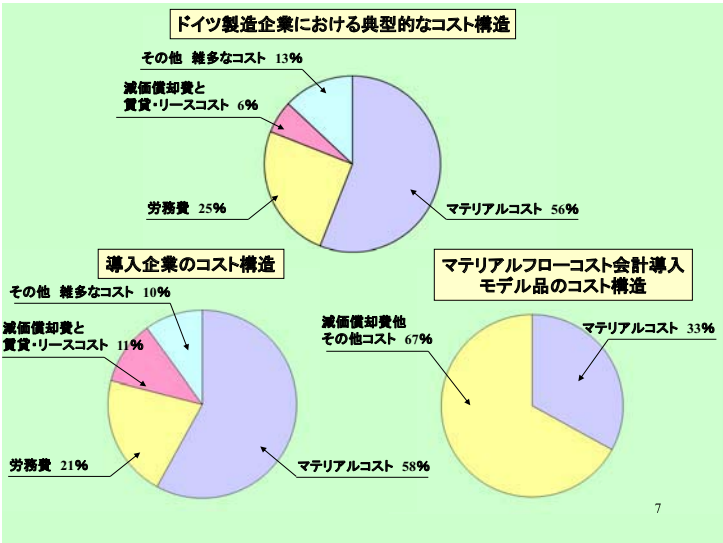
マテリアルフローコスト会計試験導入

経済産業省委託(社)産業環境管理協会「環境会計委員会」
「マテリアルフローコスト会計」プロジェクト

- (1) プロジェクトの開始 2001年7月
- (2) モデル工場 田辺製薬小野田工場(主力工場)
(現・田辺三菱製薬工場(株)小野田工場)
- (3) 測定対象 1製造ラインの1製品群(医薬品)
- (4) 計算期間 1年間(2000年4月～2001年3月)
- (5) データの範囲
 - 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

6

2. 河野氏(名古屋会場)



フローコストマトリックス

(単位:千円)

生産コスト	マテリアルコスト	システムコスト及び 用役関連コスト	廃棄物処理コスト	計
良品	371,748	1,296,134	0	1,667,882
マテリアルロス	586,761	628,345	157,836	1,372,942
(内、廃棄物)	(346,210)	(-)	(157,836)	(504,046)
計	958,509	1,924,480	157,836	3,040,825

マテリアルロスコスト率【一回で良品にならなかったマテリアルロス分が投入コスト全体に占める割合】
47.6% (1,372,942千円÷2,882,989千円)

最終廃棄物コスト率【最終廃棄物となる部分が投入コスト全体に占める割合】
17.5% (504,046千円÷2,882,989千円)

(注)投入コスト全体=物量センター毎にマテリアルロス率を定めているため、包装の投入合
計金額 2,882,989千円を使用

回収工程というサイクルを行うことにより、80.1%(47.6%→17.5%)
の廃棄物を減少させ、企業経営に役立たせている。

9

マテリアルロス

(単位:千円)

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

10

廃棄物処理方法の見直し【1】

課題の発掘 合成工程のクロロホルムを含む廃液焼却処理コストが大きい(126百万円)

改善策の実施

① 塩素系溶媒のリサイクルによる社会的環境コストの削減

- ◆設備投資 クロロホルム吸着回収装置設置(2003年5月) 投資額:6,610万円
- ◆効果 ①環境負荷の削減(クロロホルムの大気排出量削減)
- ②経済効果 26万円/年 (原料費削減-回収装置ランニングコスト)

② 当該医薬品の廃液焼却廃止による原価低減と環境負荷の削減

- ◆廃液処理方法変更 場内焼却炉の廃液焼却処理を活性汚泥処理に変更
- ◆効果 廃棄物処理コスト削減および環境負荷削減
- 経済効果 1,332万円/年
- 当該医薬品の廃液焼却量の削減

③ 場内焼却処理廃止による原価低減と環境負荷の削減

- ◆場内焼却処理の廃止
- ◆効果 廃棄物処理コスト削減、環境負荷削減、環境リスク回避
- 経済効果 4,059万円/年(人件費、エネルギー費等)

結果:フェーズ①~③までの経済効果は5,417万円
投資額6,610万円をほぼ一年で回収する。

11

廃棄物処理方法の見直し【2】

省エネ効果は 3,300万円/年

CO²換算では 92万円/年(2,328t/年) 削減

	省エネ効果		CO ₂ 削減効果*	
焼却処理廃止による燃料費減(LSA重油分)	756kl/年	2,338万円/年	2,048t/年	81万円/年
焼却処理廃止による電力費減	773,015kwh/年	1,082万円/年	315t/年	12万円/年
塩素系溶媒吸着回収装置設置による電力費増	85,731kwh/年	120万円/年	35t/年	1万円/年

* (金額)=(削減燃料量/電力)×(CO₂換算係数)×(換算係数)×(為替レート)

CO₂換算係数: A重油 2.71t/KL 電力 4.07t/KWH

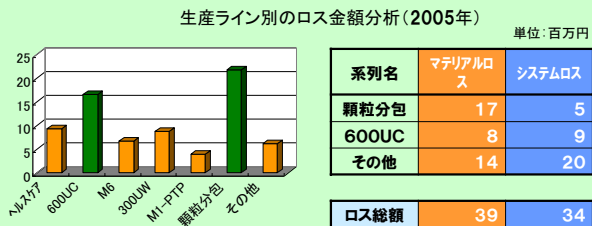
換算係数: 3.73US\$/t CO₂ (世界銀行のプロトタイプ・カーボン・ファンドのアンニュアルレポートより)

為替レート: 105.69 円/US\$ (2004年3月末)

12

田辺製薬吉城工場のMFCA分析

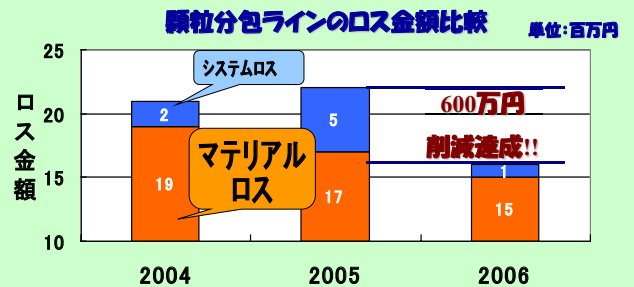
- ロス金額総額 73百万円
 - 製造費用総額の1.9%
 - 顆粒分包ライン 22百万円(ロス金額全体の30%)
 - 600UCライン 17百万円(ロス金額全体の23%)



13

対策実施効果

顆粒分包ラインのロス金額は噛み込みの改善を行ったことで前期比6百万円の削減を達成した

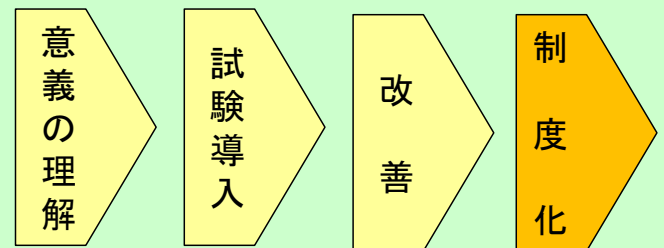


利益とロス金額の関係

- ロス金額改善効果は利益創出に貢献している



MFCAの導入過程



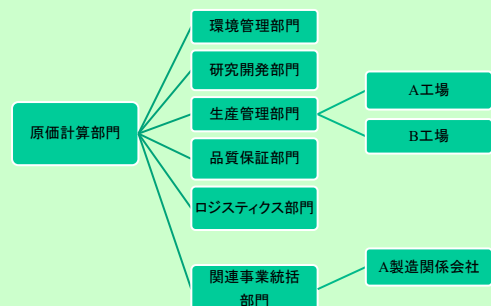
16

MFCAの制度化

1. MFCAの組織化
2. MFCAのシステム化
3. MFCA報告
4. 業績評価との連動

17

MFCAの組織化モデル



18

2. 河野氏(名古屋会場)

MFCAの組織化に伴う部門別役割例

MFCA計算部門

経理部門若しくは生産管理部門が担当し、MFCAの情報発信と統括を担う。

環境管理部門

MFCA計算部門が発信するMFCA情報により、環境面からの改善アプローチを行うとともに、CSR報告書等の環境活動面において、MFCA情報を発信する。

生産管理部門・工場部門

MFCA計算部門が発信するMFCA情報により、製造面からの改善アプローチを行う。

ロジスティクス部門

物流部門からの改善アプローチを行う。

19

MFCAシステム化方法例

1. 現行原価計算データのマスターをコピーし、MFCA用マスターを作成する。
新製品等マスター追加・変更にも対応させる。
2. 廃棄コストデータ等現行原価計算データにないものは付加する。
3. 製品・工程別に質量保存の法則により、INPUTとOUTPUTから良品とロスを算出する。
4. 改善部門に情報発信し、情報共有化を図る。

20

マテリアルフローコスト会計システム【1】

SAP社 R/3 環境会計メニュー

環境会計	
ZF4109 - 会計伝票照会	
ZF5082 - 指図	
ZF5055 - 財務会計 -> 環境会計 -> 建仮・資産	
ZF6025 - 環境会計回収品目アップロード	
ZF6026 - 環境会計回収溶媒ダウンロード	
ZL1300 - 環境会計資料(原材料購買)作成	
ZF9015 - グリッド購買抜き取りテーブルアップロード	
ZF6083 - マテリアルレシピアップロード	
ZF6720 - マテリアルコスト集計	
ZF6730 - マテリアルコスト集計レポート	
ZL3M33 - 廃棄物処理単価メンテナンス	
ZL3M34 - マテリアル補助部門単価メンテナンス	
ZL3980 - マテリアル補助部門単価一括更新	
ZF6840 - マテリアルレシピ生成	

21

マテリアルフローコスト会計システム【2】

MFCA レポート

- 粗**
- ・物流センタ別
 - ・生産品目別
 - ・使用品目別
 - ・生産品目、使用品目別
 - ・生産品目、使用品目、製造バージョン別
- 細**
- ・生産品目、使用品目、製造バージョン別、指図書番号別
- (月、年度、年度・月累計、プラント別も選択可能)

22

マテリアルフローコスト会計システム【3】

23

マテリアルフローコスト会計システム【4】

B工場(物量センタ別) レポート

プラント	物量センタ	系列	使用品目	実績金額	理論金額	ロス金額
B工場	製薬部門	1号機	マテリアルコスト	120,000,000	105,000,000	15,000,000
			労務費	3,500,000	3,000,000	500,000
			設備費	2,500,000	2,000,000	500,000
			用役費	7,000,000	6,000,000	1,000,000
			廃液処理コスト	50,000	0	50,000
			BOD処理コスト	50,000	0	50,000
			その他費	25,000	15,000	10,000
B工場	製剤部門	第2製剤機	マテリアルコスト	45,000,000	40,000,000	5,000,000
			労務費	3,000,000	2,500,000	500,000
			設備費	1,500,000	1,000,000	500,000
			用役費	3,000,000	2,500,000	500,000
			廃プラ処理コスト	25,000	0	25,000
			その他費	10,000	5,000	5,000
B工場	合計		マテリアルコスト	165,000,000	145,000,000	20,000,000
			労務費	6,500,000	5,500,000	1,000,000
			設備費	4,000,000	3,000,000	1,000,000
			用役費	10,000,000	8,500,000	1,500,000
			廃液処理コスト	50,000	0	50,000
			BOD処理コスト	50,000	0	50,000
			廃プラ処理コスト	25,000	0	25,000
			その他費	35,000	20,000	15,000

24

2. 河野氏(名古屋会場)

改善策(例)

[製造部門]

- ①まとめ生産
- ②製造時間の短縮(製法変更・設備変更)
- ③ロットサイズアップ
- ④収率アップによる原材料ロス削減
- ⑤廃棄物削減による廃棄処理コスト削減

[生産管理部門]

- ①工場内最適生産スケジュール管理
- ②在庫管理徹底による廃棄削減
- ③生産体制の変更(交替勤務・委受託)

[研究開発部門]

- ①製造方法の再検討

25

改善策(例)

[工務部門]

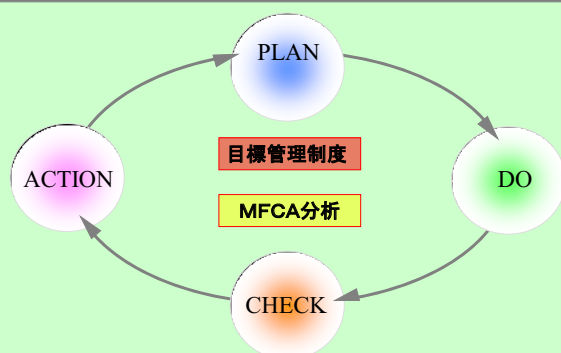
- ①用役管理の徹底による用役費削減
- ②工務技術アップによる内作化
- ③設備メンテナンス徹底管理による機械トラブル減少
- ④工場設備購買における適正価格購入
- ⑤適正な設備投資計画の策定

[その他間接部門]

- ①業務効率アップ
- ②工場購買品の適正価格購入
- ③適正要員化
- ④時間外削減
- ⑤包装資材の材質変更並びに軽量化

26

業績評価との連動(目標管理制度)



MFCA導入から得られる会社の期待

1. MFCAを制度化することにより、継続的に企業利益の創出と環境負荷削減を実現することができる。
2. MFCAを企業情報システムと連携することにより、全製品へのMFCA導入拡大(工場や関係会社へのMFCAの水平展開を含む)が可能となり、上記効果を拡大することができる。
3. MFCAロス分析情報に改善可能性情報を付加した場合、効率化投資における優先順位の可視化が可能となる。
4. 経営トップ他関係部門によるMFCA実績報告会を通じて、課題に対する進捗状況や改善結果報告、さらに次の新たな課題が制度的に提起される仕組みを作ることができる。
5. 目標管理制度との連動(個人や部門・グループのモチベーション向上)
6. MFCAの活動結果をCSR報告書等で社外に公表(コスト低減・環境負荷削減)することにより、企業価値を高めることができる。具体的には環境経営推進によるエコファンド・SRIファンドへの組み入れ、環境経営格付け評価への寄与等である。

28

3. 安城氏(仙台会場)

平成22年度 経済産業省委託

2011.1.14.

MFC Aセミナー (国際標準化進捗状況等報告会)
～廃棄物を物量とコストで見える化して削減するMFC A～

企業の環境対応に向けての
MFC A(マテリアルフローコスト会計)の期待、意義
環境保証(E)活動と
原価低減(QCD)活動の同軸展開

MFC A研究所
安城 泰雄
anjo_yasuo@ybb.ne.jp

目 次

1. 環境経営とEQCD
2. MFC Aの概要
 - 2-1 環境負荷の削減とコストダウン同時実現ツールとしてのMFC A
 - 2-2 MFC Aによる新しい生産性向上活動
 - 2-3 MFC Aによる環境保証活動(E)と生産性向上活動(QCD)の同軸展開
3. MFC A導入・改善の事例
 - 3-1 現場主体活動のMFC A
 - 3-2 レンズ加工の事例

環境保証活動の歩み

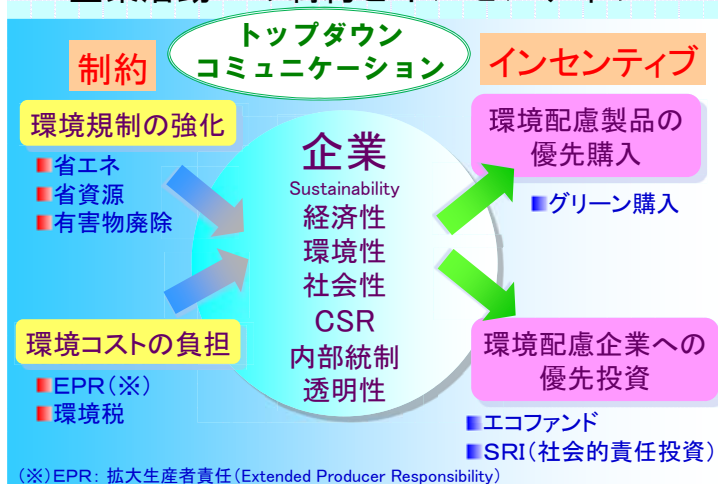
年代	環境保証活動のテーマ	トピックス
'60～ '70	排水、廃棄物を中心とした公害防止	- 水俣病・イタイイタイ病 - 光化学スモッグ - ローマクラブ「成長の限界」('72) - オイルショック
'80	地球規模の大気汚染とその影響が顕在化 →地球環境保全	- オゾンホール報告('85) →モントリオール議定書採択('87) - バーゼル条約採択('89)
'90	- リスクマネジメント →EMS構築 - 資源循環型環境活動始動	「ファクター10」提起('91) - 環境と開発に関する国連会議('92) - 気候変動枠組み条約('94) - ISO14001発行('96)
'00～	- 環境経営 - 環境からサステナブル - EMSから製品環境 - リサイクルから3R - 地球温暖化対策	- 京都議定書発効('05) - RoHS指令施行('06) - REACH実施('07) - ノーベル平和賞: →ワングリ・マータイ ('05) →I C P P /アル・ゴア ('07)

環境経営の基本認識



トリプルボトムラインのスパイラルアップによる
サステナビリティ社会構築

企業活動への制約とインセンティブ



EQCD活動の基本認識

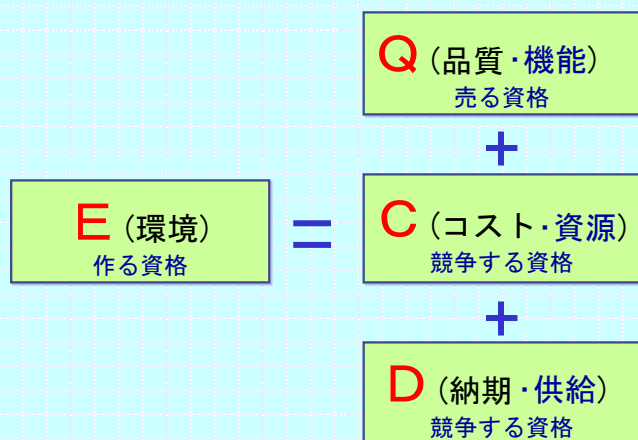
Q (品質) : どこよりも良い物を
売る資格

C (コスト) : どこよりも安く
競争する資格

D (納期) : どこよりも早く
競争する資格

E (環境) : どこよりも先進的に
作る資格

環境経営の基本的考え



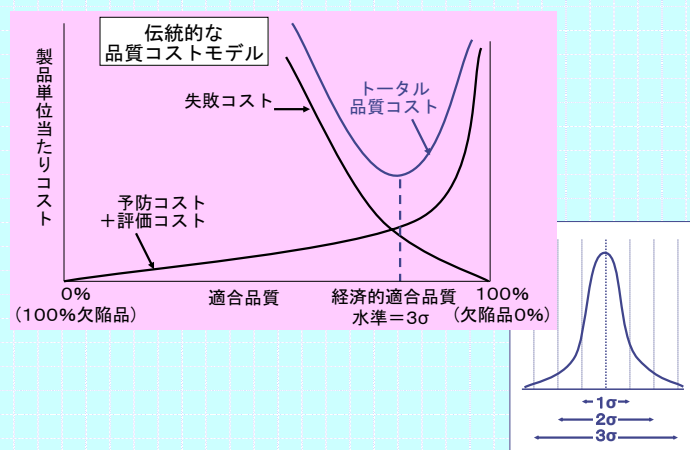
生産性(QCD)活動と環境保障(E)活動

	基本認識	活動の目標	活動の特徴	活動のターゲット	ターゲットの特徴
Q 品質	売る資格	どこよりも良い物を	現場中心の ボトムアップ	【絶対値】 ・100%	
D 納期	競争する資格	どこよりも早く		【相対値】 ・他社比 ・旧製品比 ・前月比	
C コスト		どこよりも安く	環境部署 中心の トップダウン	【相対値】 ・他社比 ・前年比	製品が替わると ゼロリセット
E 環境	作る資格	どこよりも先進的に			常に累積 ターゲットは逃水

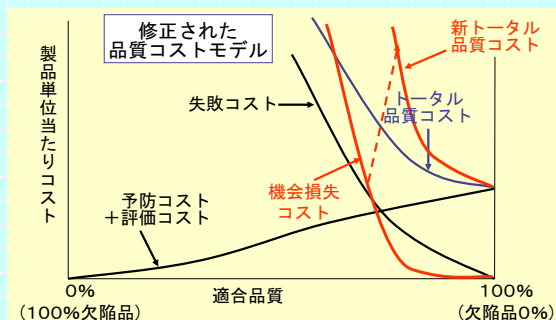
品質保証(Q)活動の進化

個別的な取組み	体系的な取組み		
	QC	QA	QM
- 全数検査 - トラブルに対する個別対応 - 損品管理 - 実績管理	- デミング賞 - PDS/PDCA - 統計的管理手法 3シグマ - 抜き取り検査 - QC手法 - QC七つ道具 - QCサークル - 再発防止	- QAフローチャート - 品質保証の仕組み作り(社内) - 顧客満足 - 製造物責任 - 未然防止	- ISO 9000s - 経営品質大賞 - 品質保証の体制作り - 品質コスト(PAF法) - PPM
			- トヨタ生産方式 - 田口メソッド - シックスシグマ

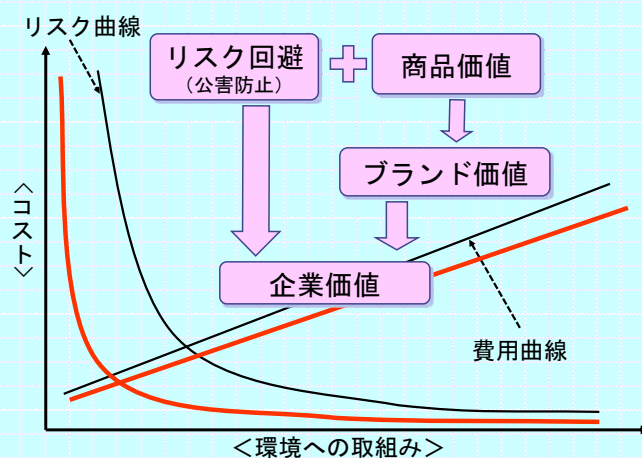
品質コストモデル



品質コストモデル



環境経営の考え方

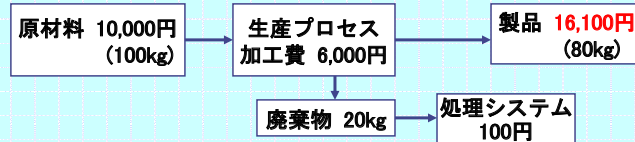


目 次

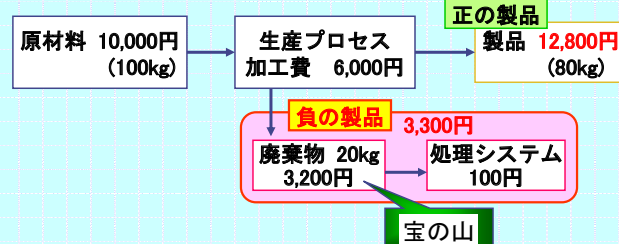
1. 環境経営とEQCD
2. MFCAの概要
 - 2-1 環境負荷の削減とコストダウン同時実現ツールとしてのMFCA
 - 2-2 MFCAによる新しい生産性向上活動
 - 2-3 MFCAによる環境保証活動(E)と生産性向上活動(QCD)の同軸展開
3. MFCA導入・改善の事例
 - 3-1 現場主体活動のMFCA
 - 3-2 レンズ加工の事例

マテリアルフローコスト会計(MFCA)とは

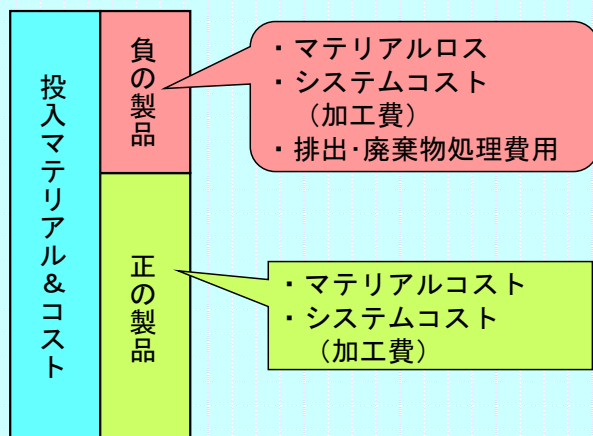
伝統的な原価計算



マテリアルフローコスト会計 (環境管理会計の手法)

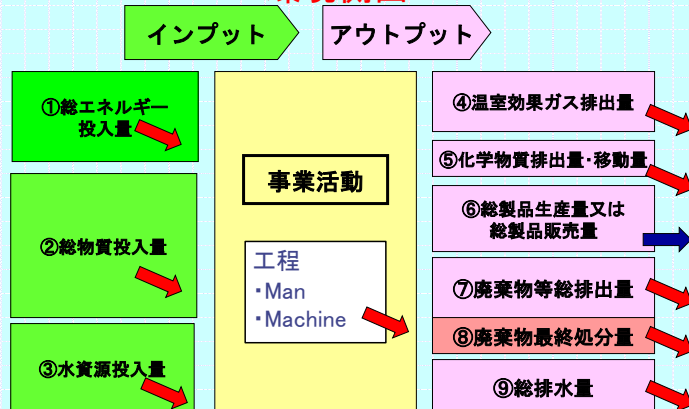


マテリアルフローコスト会計



マテリアルロス削減効果メカニズム

環境側面



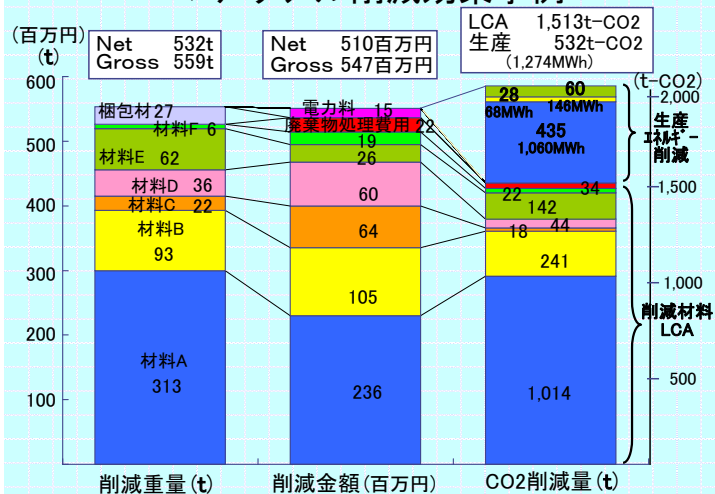
出典:「事業者の環境パフォーマンス指標ガイドライン-2002年度版」平成15年4月、環境省

環境負荷の低減と原価低減を同時に実現するMFCA

トリプル改善による環境経営の推進 (一石三鳥)

- ・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

マテリアル削減効果事例



マテリアルフローコスト会計の動向

1990年代 ドイツIMU(環境経営研究所)にて手法開発
 2000年・産業環境管理協会の研究会(経済産業省の委託事業)で検討開始
 2001年・国連大学で研究テーマとなる
 2002年・経済産業省から「環境管理会計ワークブック」発行・地球環境戦略研究機関にて研究会発足
 2004年・経済産業省普及事業(講演/導入事業/高度化研究/簡易ソフト開発など)を本格展開開始
 2006年・環境効率アワードに「MFCA特別賞」設置
 2007年・安倍政権「イノベーション25」にてMFCAをエコイノベーション推進の手段として位置づける
 ・MFCAをISO国際標準に日本から提案、日本主導で国際標準化検討開始(ISO14051:2011年発行を予定)
 2008年・経済産業省SC事業を開始
 2009年・日本MFCAフォーラム設立

目次

1. 環境経営とEQCD
2. MFCAの概要
 - 2-1 環境負荷の削減とコストダウン同時実現ツールとしてのMFCA
 - 2-2 MFCAによる新しい生産性向上活動
 - 2-3 MFCAによる環境保証活動(E)と生産性向上活動(QCD)の同軸展開
3. MFCA導入・改善の事例
 - 3-1 現場主体活動のMFCA
 - 3-2 レンズ加工の事例

今までの生産性向上(原価低減)活動の視点

テーマ

固定費の削減

<対策1>

- ・自動化(FMS/FA)
- ・海外への移転
- ・生産革新

<対策2>

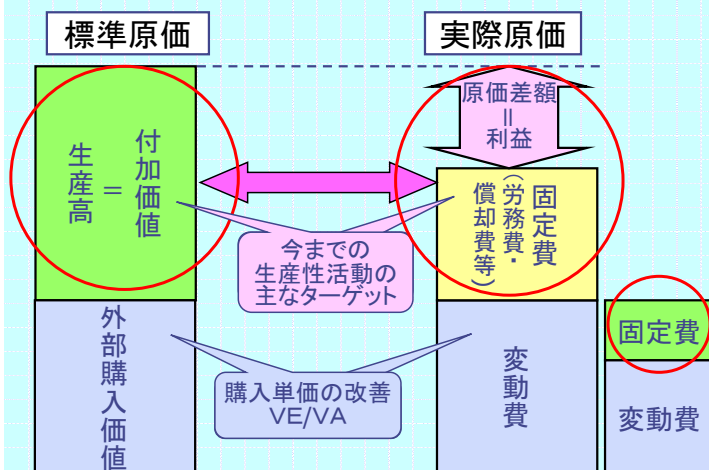
- ・終身雇用の崩壊
- ・人件費の変動費化(派遣/請負等)

労働生産性重点

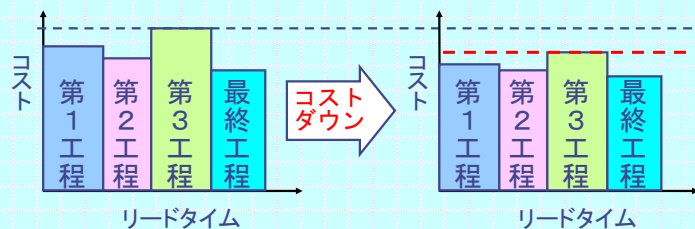
<背景>

- ・終身雇用
- ・毎年のベースアップ/定期昇給
- ・国際的に高人件費

今までの原価削減活動の視点



コストダウン活動



IE手法: 労働生産性
TPM手法: 設備生産性
 ・能率向上
 ・稼働率向上
 ・タクトタイム短縮

コストダウン活動の例 (IE手法)

生産実績400個 昨日実績380個/月産8000個

1個1分の仕事
 1日480分→1日480個できるはず

分析

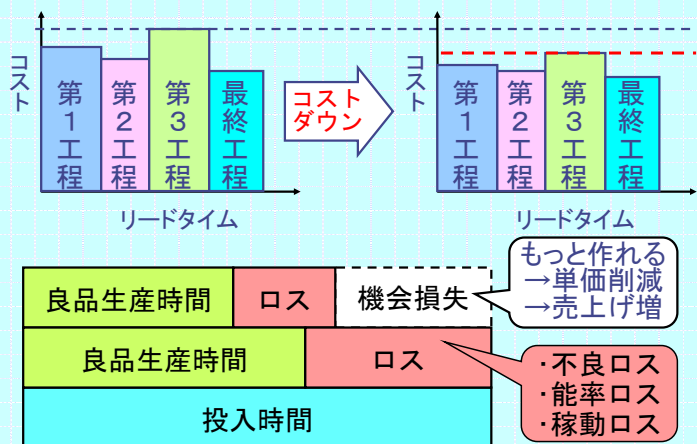
- ・8分20秒機械が停止
- ・20個が不良品
- ・1個平均1分5秒掛かっていた

改善活動

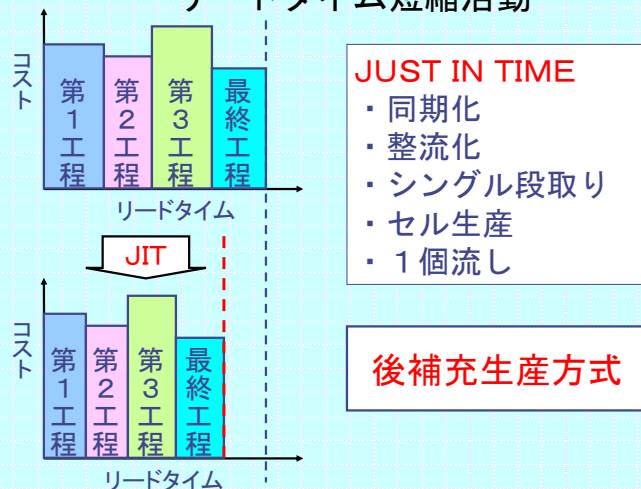
- ・上記ロスの対策
- ・1個50秒へのチャレンジ

現場主体のPDCA=ボトムアップ

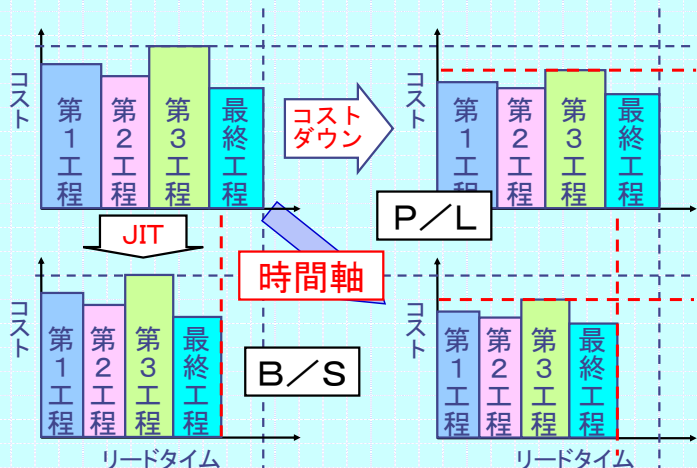
コストダウン活動の成果



リードタイム短縮活動



トータル生産性向上(QCD)活動



MFCAの生産性活動の視点

今までのテーマ

固定費の削減

時間軸

MFCAのテーマ

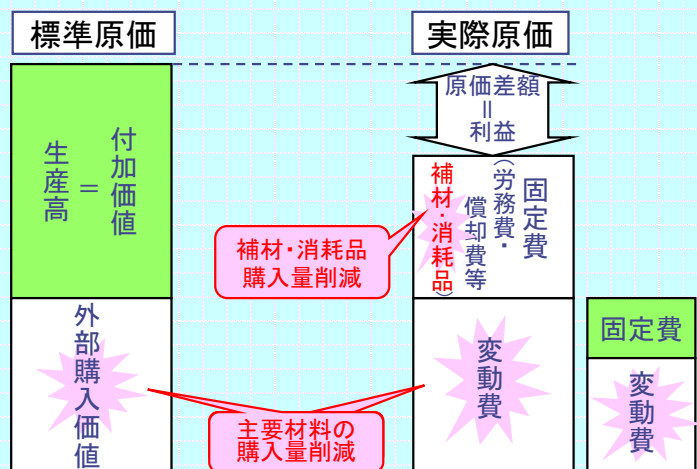
原材料に注目

- ・原価に占める割合が2/3程度
主材(変動費)・補材/消耗品(固定費)

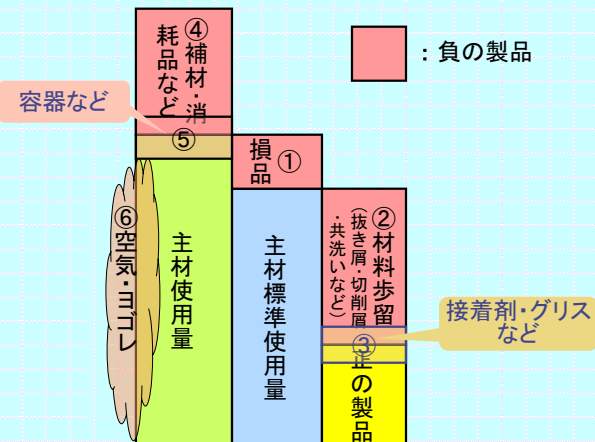
<対策>

- ・調達単価コストダウン(量は市場が決める)
- ・MFCA展開による購入量の削減

MFCAの生産性(原価低減)活動の視点

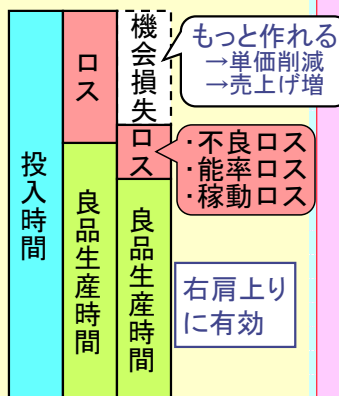


マテリアルロス(=改善活動の対象)の広がり

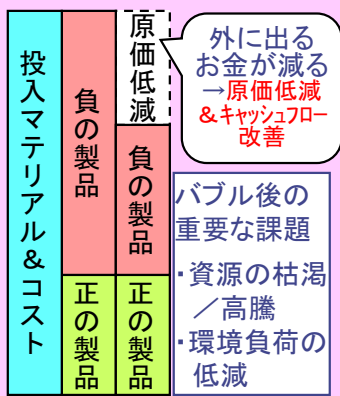


今までのムダ取りとMFCAのムダ取り

今までのムダ取り



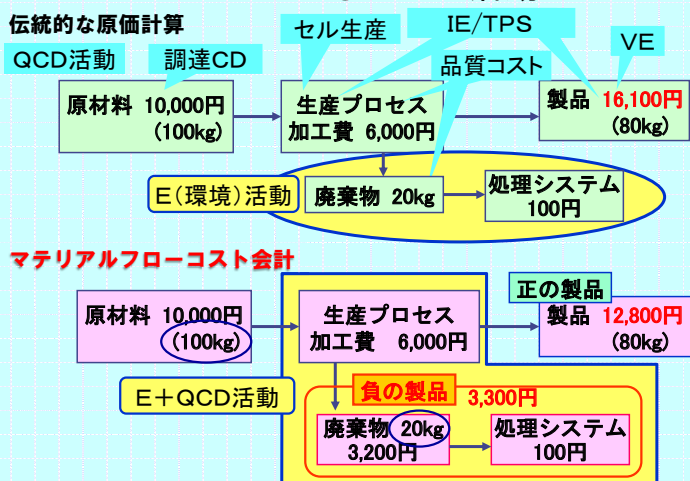
MFCAのムダ取り



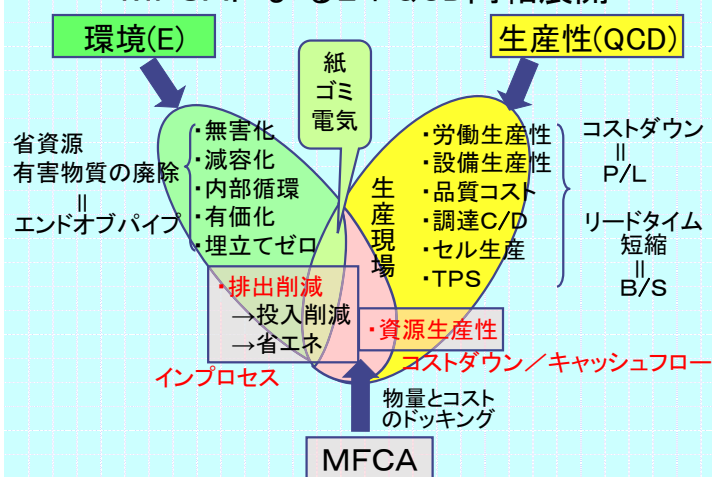
目次

1. 環境経営とEQCD
2. MFCAの概要
 - 2-1 環境負荷の削減とコストダウン同時実現ツールとしてのMFCA
 - 2-2 MFCAによる新しい生産性向上活動
 - 2-3 MFCAによる環境保証活動(E)と生産性向上活動(QCD)の同軸展開
3. MFCA導入・改善の事例
 - 3-1 現場主体活動のMFCA
 - 3-2 レンズ加工の事例

MFCAによるEQCD活動

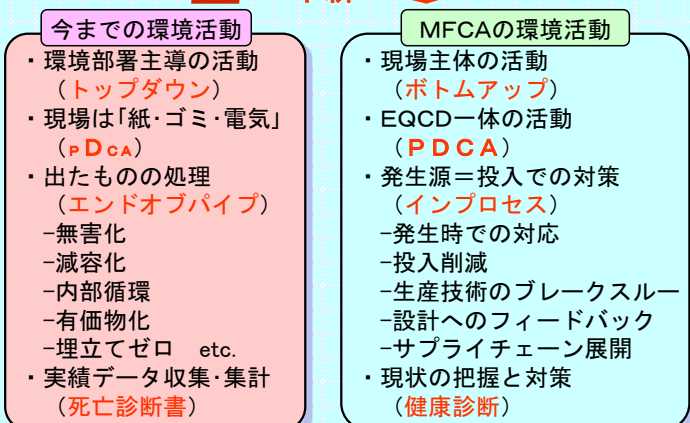


MFCAによるE+QCD同軸展開

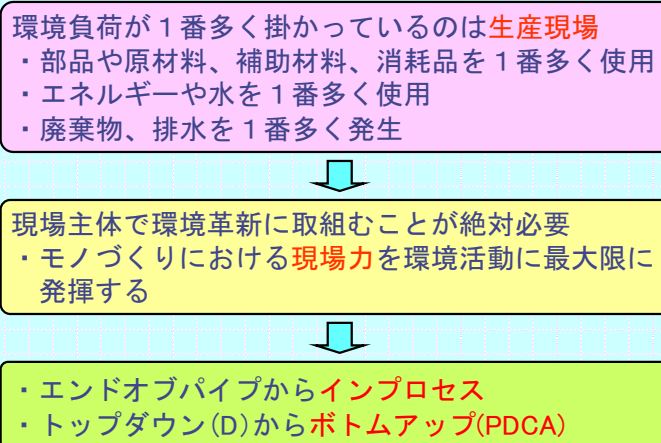


環境革新のツール:MFCA

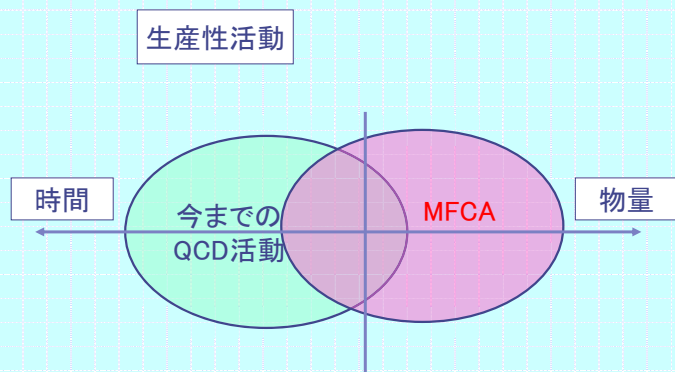
革新



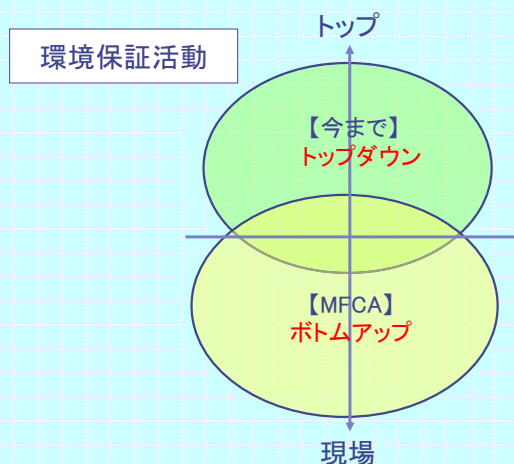
製造企業の環境活動におけるMFCAの意義



製造企業におけるMFCAの意義



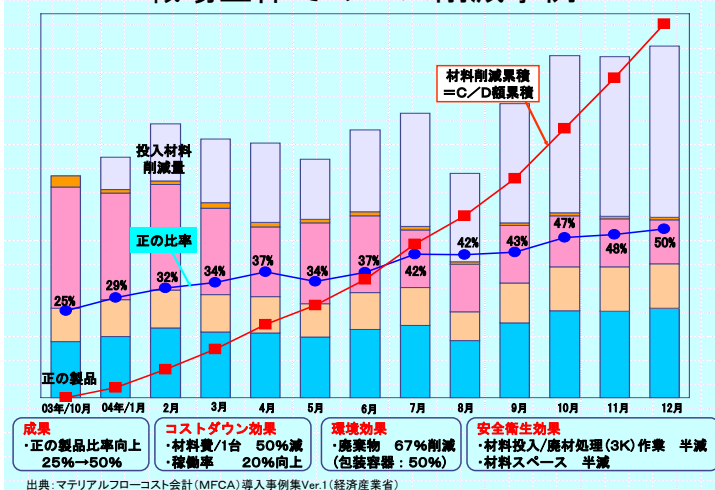
製造企業におけるMFCAの意義



目次

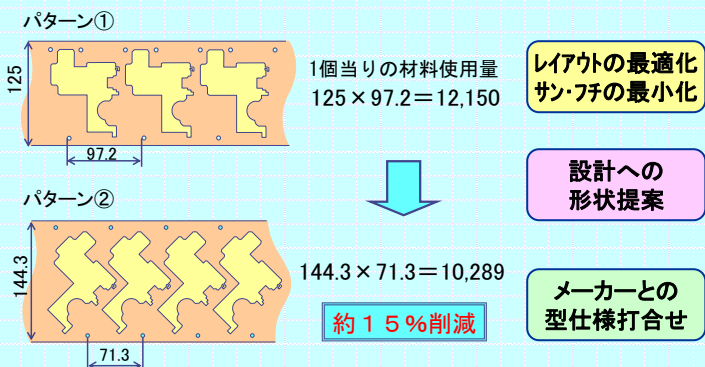
1. 環境経営とEQCD
2. MFCAの概要
 - 2-1 環境負荷の削減とコストダウン同時実現ツールとしてのMFCA
 - 2-2 MFCAによる新しい生産性向上活動
 - 2-3 MFCAによる環境保証活動(E)と生産性向上活動(QCD)の同軸展開
3. MFCA導入・改善の事例
 - 3-1 現場主体活動のMFCA
 - 3-2 レンズ加工の事例

職場主体でのロス削減事例

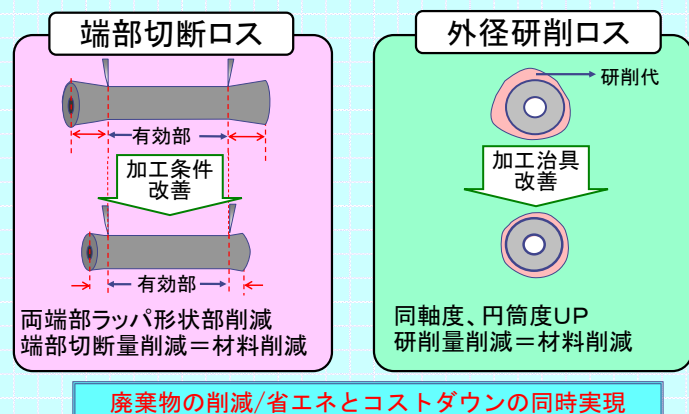


職場主体での改善事例(プレス)

PX材取り率UP



職場主体での改善事例(ゴムローラー)

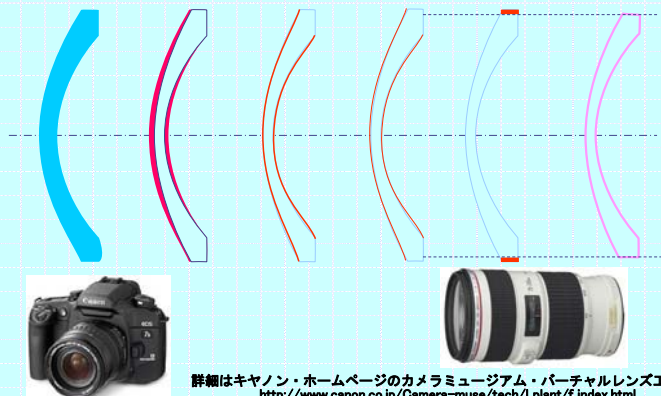


目 次

1. 環境経営とEQCD
2. MFCAの概要
 - 2-1 環境負荷の削減とコストダウン同時実現ツールとしてのMFCA
 - 2-2 MFCAによる新しい生産性向上活動
 - 2-3 MFCAによる環境保証活動(E)と生産性向上活動(QCD)の同軸展開
3. MFCA導入・改善の事例
 - 3-1 現場主体活動のMFCA
 - 3-2 レンズ加工の事例

一眼レフ用レンズの加工工程

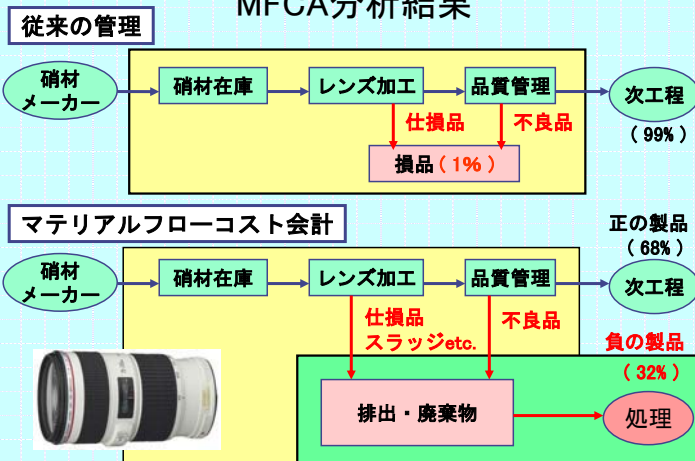
材 料 → 荒研削 → 精研削 → 研 磨 → 芯 取 → コーティング



詳細はキヤノン・ホームページのカメラミュージアム・バーチャルレンズ工場参照
http://www.canon.co.jp/Camera-muse/tech/Lplant/f_index.html

出典: マテリアルフローコスト会計 (MFCA) 導入事例集 Ver.1 (経済産業省)

MFCA分析結果



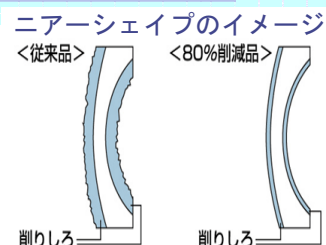
出典: マテリアルフローコスト会計 (MFCA) 導入事例集 Ver.1 (経済産業省)

MFCA分析結果からロスの改善への展開

1. ロスの顕在化
 - ・ マテリアルロスが約 1/3
 - ・ マテリアルロスの約 2/3 が荒研削工程で発生
 - ・ 荒研削工程でのマテリアルロス、スラッジによるマテリアルコストと廃液等の処理コストでほぼ全額



2. 改善案の検討
ニアシェイプによるスラッジ量の削減



マテリアルロス削減効果メカニズム

スラッジ量の削減 = 研削量の削減

- 硝材の肉厚・重量削減 (M)
- スラッジ処理量の削減 (処)
- 加工工数の削減 (S)
- エネルギー使用量の削減 (M)
- 水使用量の削減 (M)
 - 廃水処理量の削減 (処)
- 使用補助材料の削減 (M)
 - 汚泥処理量の削減 (処)

(M) マテリアルコスト / (S) システムコスト / (処) 処理費用

一眼レフ用レンズのニアシェイプ取組み成果

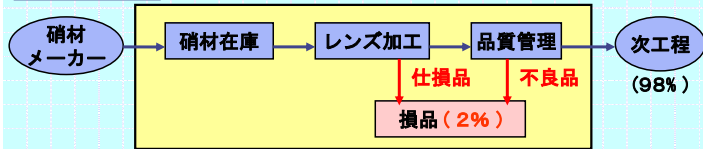
1. 環境負荷低減
 - ・ 投入資源、エネルギー・水使用量の削減
 - ・ スラッジ等排出物の削減
2. 経済効果
 - ・ 工程及び工数の削減
 - ・ 設備投資の削減
 - ・ 仕事の取入れ・付加価値の増大
 - ・ スラッジ、廃油、廃液処理費用の低減
3. 現場作業の負荷軽減
 - ・ 研削砥石交換回数の減少
 - ・ スラッジ処理作業の軽減
4. 技術の革新
 - ・ ニアシェイプ 技術のブレイクスルー



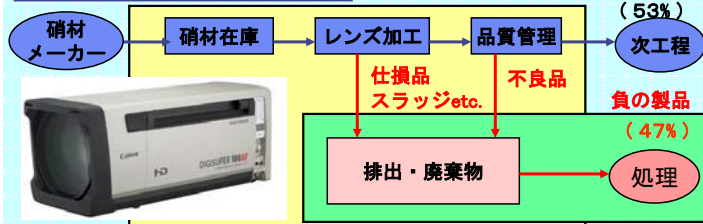
3. 安城氏(仙台会場)

MFCA分析結果(放送用TVカメラレンズ)

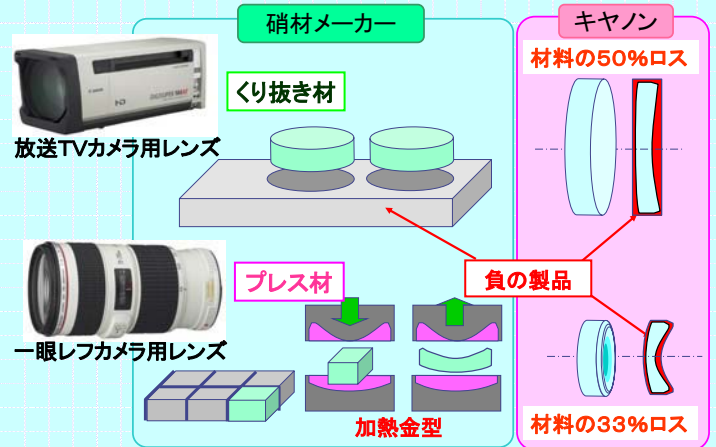
従来の管理



マテリアルフローコスト会計

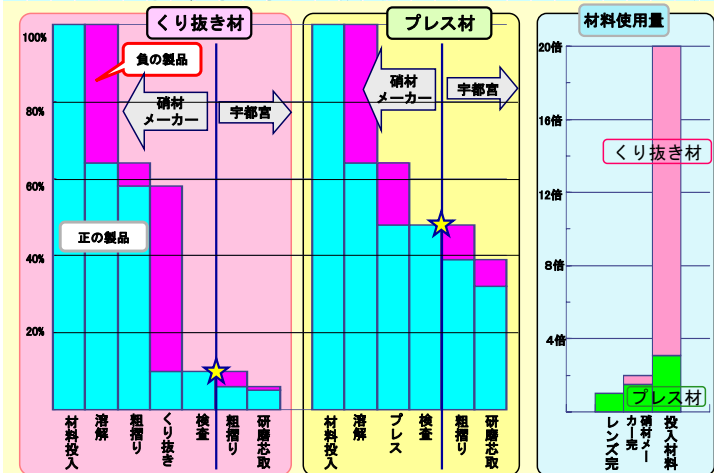


MFCA連結展開事例(放送用TVカメラレンズ)



出典: マテリアルフローコスト会計(MFCA)導入事例集Ver.1(経済産業省)

MFCA連結展開事例(放送用TVカメラレンズ)



出典: マテリアルフローコスト会計(MFCA)導入事例集Ver.1(経済産業省)

ご清聴ありがとうございました

推薦図書

MFCA 実践マテリアルフローコスト会計

國部克彦編著 社団法人産業環境管理協会発行定価(本体2,800円+税)

4. 立川氏(大阪会場)

マテリアルフローコスト会計(MFCA)の国際標準化進捗状況等報告会 資料

日本が主導するISO 14051(MFCA)の 国際標準化進捗状況報告

平成22年度 経済産業省委託『MFCA導入実証・国内対策等事業』

MFCA事業委員会

無断転用禁止

1

WG8 MFCAの国際標準化のビジョン

MFCAのISO化に向けて(市場のニーズ)



無断転用禁止

2

ISO TC207 WG8(MFCA)の体制

議長・幹事国: 日本

副議長国: ブラジル

専門家派遣国: 27カ国

専門家数: 57名

派遣国: オーストラリア、アルゼンチン、ベルギー、ブラジル、カナダ、中国、コロンビア、チェコ共和国、デンマーク、フィンランド、フランス、ドイツ、ガーナ、イタリア、日本、韓国、マレーシア、メキシコ、ポルトガル、シンガポール、スリランカ、南アフリカ、スウェーデン、スイス、タイ、イギリス、米国

無断転用禁止

3

ISO TC207 WG8 (MFCA)

世界的に ISO14051(MFCA)への関心が高まっている

Source: ISO Management System January - February 2009

4

ISO TC207 WG8 活動経緯

ISO14051(MFCA)の国際標準規格案の審議

2008年6月	第1回国際会議(コロンビア)
10月	ワーキングドラフト発行
11月	第2回国際会議(東京)
2009年3月	委員会原案発行・回付
6月	第3回国際会議(エジプト)
9月	委員会原案第二版発行・回付
2010年1月	第4回国際会議(チェコ)
5月	国際規格原案(DIS)発行・回付
7月	TC207総会、ワークショップ(メキシコ)
10月	国際規格原案(DIS): 賛成多数で承認

無断転用禁止

5

プラハ会議の活動概要(2010年1月)

活動結果

- 約20名の専門家による議論。国際規格原案(DIS)の作成について合意。
- 2011年1月にドイツにおいてFDIS作成の議論を目的とした第5回会議の開催を決定。



無断転用禁止

6

4. 立川氏(大阪会場)

規格原案(DIS)の項目

ISO14051 環境マネジメント – マテリアルフローコスト会計 一般的枠組み

1. Scope (標準の範囲)
2. Terms and definitions (標準における語句の定義)
3. Objectives and Principles of MFCA (MFCAの目的及び原則)
4. Fundamental elements of MFCA (MFCAにおける根本的要素)
5. Implementation steps for MFCA(MFCAの実施ステップ)

【付属書】

- Annex A Difference between MFCA and conventional cost evaluation (付属書A: MFCAと伝統的原価計算との違い)
- Annex B Cost evaluation by MFCA (付属書B: MFCAによるコスト計算及び配賦)
- Annex C Case examples (付属書C: MFCA実施事例)

無断転用禁止

7

TC207 メキシコ総会でのWG8の活動(2010年7月)

- Workshop (14th and 15th July)
- A total of 60 participants
- Presentation in workshop:

MFCA and DIS overview
Multiple MFCA case examples from:

Japan (by Michiyasu Nakajima)
Mexico (by Gladys Zerquera and Amalia Sojo)
Malaysia (by Abdul Halim Sulaiman)
Germany (by Martina Prox)



無断転用禁止

8

今後の予定

年月	今後の活動予定
2011年1月	第五回国際会議(ドイツ)
2011年～ 2012年	ISO国際規格発行予定 ISO14051(MFCA)

無断転用禁止

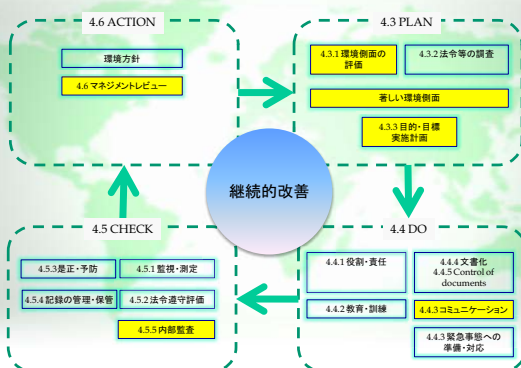
9

ISO14001とISO14051(MFCA)との関係解説

無断転用禁止

16

環境マネジメントシステム(EMS)における ISO14051(MFCA)の応用可能性



無断転用禁止

17

PLAN

- 著しい環境側面の特定 (ISO 14001:2004, 4.3.1)
- 目的・目標、実施計画 (ISO 14001:2004, 4.3.3)
- 著しい環境側面の例:
 - 原材料及び自然資源の使用
 - 廃棄物の発生
- 目的・目標、実施計画の例:
 - 廃棄物の発生に関する財務的評価及び管理の促進
 - 廃棄物に関連した効果的な金額及び物量に基づく目的・目標の策定が潜在的に可能

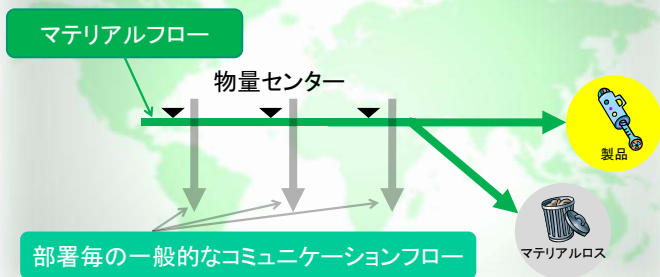
無断転用禁止

18

4. 立川氏(大阪会場)

DO

- コミュニケーション (ISO 14001:2004, 4.4.3)
 - 内部コミュニケーション



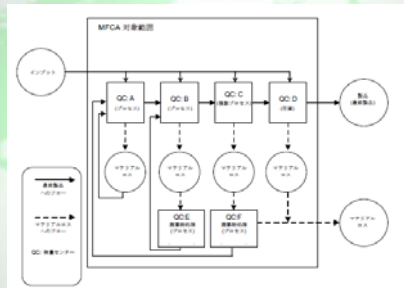
ISO14051によりマテリアルフローに基づく、一般的なコミュニケーションフローとは異なるコミュニケーションの促進が可能

無断転用禁止

19

CHECK

- 内部監査 (ISO 14001:2004, 4.5.5)



データの正確性、完全性、比較可能性は、ISO14051の原則である。マテリアルフローを追求した正確、完全且つ比較可能なデータは、ISO14001サイクルにおいて、例えば日本の法規における非遵守事項 (non-compliant item) の特定に役立つ

無断転用禁止

20

ACTION

- マネジメントレビュー (ISO 14001:2004, 4.6)

	質量 (kg)	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 (\$)	コスト合計 (\$)
インプット 合計	100	1 000	50	800	80	1 930
製品	70 (70 %)	700 (70 %)	35 (70 %)	560 (70 %)	0 (0 %)	1 295 (67 %)
マテリアル ロス	30 (30 %)	300 (30 %)	15 (30 %)	240 (30 %)	80 (100 %)	635 (33 %)
アウト プット 合計	100	1 000	50	800	80	1 930

ISO14051 (MFCA)は、物量及び金額単位でマネジメントレビューに有用な情報を提供する。さらに、組織の継続的改善活動においても、改善結果を物量及び金額単位で確認することが可能になる。

無断転用禁止

21

平成22年度 経済産業省委託『低炭素型環境管理会計国際標準化事業 (マテリアルフローコスト会計導入実証・国内対策等事業)』 事業委員会

委員長	國部克彦	神戸大学大学院 教授	TC207/WG8(MFCA)議長
委員	河野裕司	東和薬品株式会社	
委員	倉持成昭	独立行政法人中小企業基盤整備機構	
委員	立川博巳	プロファームジャパン株式会社	TC207/WG8(MFCA)日本代表エキスパート
委員	中道靖	関西大学商学部 教授	TC207/WG8(MFCA)日本代表エキスパート
委員	沼田雅史	積水化学工業株式会社	
委員	古川芳邦	日東電工株式会社	TC207/WG8(MFCA)国際幹事
委員	水口剛	高崎経済大学経済学部 教授	

問合せ先
株式会社 日本能率協会コンサルティング MFCA事業事務局
担当: 下垣彰、中村映一、増田さやか
〒105-8534 東京都港区虎ノ門三丁目22番1号 秀和第二芝公園三丁目ビル4階
電話03-3434-7332 Fax03-3434-6430 e-mail: mfca_eco@jnmac.co.jp

無断転用禁止

22

5. 国際標準化進捗状況、ISO14001との関係(共通)

マテリアルフローコスト会計(MFCA)の国際標準化進捗状況等報告会 資料

日本が主導するISO 14051(MFCA)の 国際標準化進捗状況報告

平成22年度 経済産業省委託『MFCA導入実証・国内対策等事業』

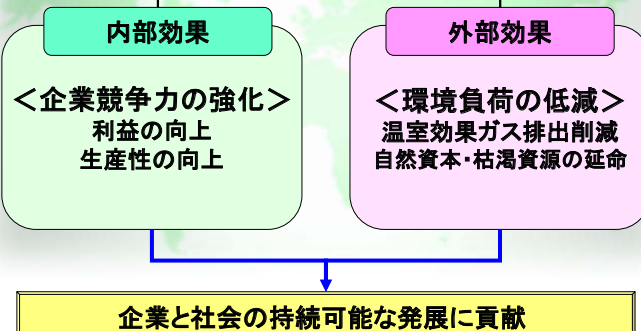
MFCA事業委員会

無断転用禁止

1

WG8 MFCAの国際標準化のビジョン

MFCAのISO化に向けて(市場のニーズ)



無断転用禁止

2

ISO TC207 WG8(MFCA)の体制

議長・幹事国: 日本

副議長国: ブラジル

専門家派遣国: 27カ国

専門家数: 57名

派遣国: オーストラリア、アルゼンチン、ベルギー、ブラジル、カナダ、中国、コロンビア、チェコ共和国、デンマーク、フィンランド、フランス、ドイツ、ガーナ、イタリア、日本、韓国、マレーシア、メキシコ、ポルトガル、シンガポール、スリランカ、南アフリカ、スウェーデン、スイス、タイ、イギリス、米国

無断転用禁止

3

ISO TC207 WG8 (MFCA)

世界的に ISO14051(MFCA)への関心が高まっている

Source: ISO Management System January - February 2009

4

ISO TC207 WG8 活動経緯

ISO14051(MFCA)の国際標準規格案の審議

2008年6月	第1回国際会議(コロンビア)
10月	ワーキングドラフト発行
11月	第2回国際会議(東京)
2009年3月	委員会原案発行・回付
6月	第3回国際会議(エジプト)
9月	委員会原案第二版発行・回付
2010年1月	第4回国際会議(チェコ)
5月	国際規格原案(DIS)発行・回付
7月	TC207総会、ワークショップ(メキシコ)
10月	国際規格原案(DIS): 賛成多数で承認

無断転用禁止

5

プラハ会議の活動概要(2010年1月)

活動結果

- 約20名の専門家による議論。国際規格原案(DIS)の作成について合意。
- 2011年1月にドイツにおいてFDIS作成の議論を目的とした第5回会議の開催を決定。



無断転用禁止

6

5. 国際標準化進捗状況、ISO14001との関係(共通)

規格原案(DIS)の項目

ISO14051 環境マネジメント – マテリアルフローコスト会計 一般的枠組み

1. Scope (標準の範囲)
2. Terms and definitions (標準における語句の定義)
3. Objectives and Principles of MFCA (MFCAの目的及び原則)
4. Fundamental elements of MFCA (MFCAにおける根本的要素)
5. Implementation steps for MFCA(MFCAの実施ステップ)

【付属書】

- Annex A Difference between MFCA and conventional cost evaluation (付属書A: MFCAと伝統的原価計算との違い)
- Annex B Cost evaluation by MFCA (付属書B: MFCAによるコスト計算及び配賦)
- Annex C Case examples (付属書C: MFCA実施事例)

無断転用禁止

7

TC207 メキシコ総会でのWG8の活動(2010年7月)

- Workshop (14th and 15th July)
- A total of 60 participants
- Presentation in workshop:

MFCA and DIS overview
Multiple MFCA case examples from:

Japan (by Michiyasu Nakajima)
Mexico (by Gladys Zerquera and Amalia Sojo)
Malaysia (by Abdul Halim Sulaiman)
Germany (by Martina Prox)



無断転用禁止

8

今後の予定

年月	今後の活動予定
2011年1月	第五回国際会議(ドイツ)
2011年	ISO国際規格発行予定 ISO14051(MFCA)

無断転用禁止

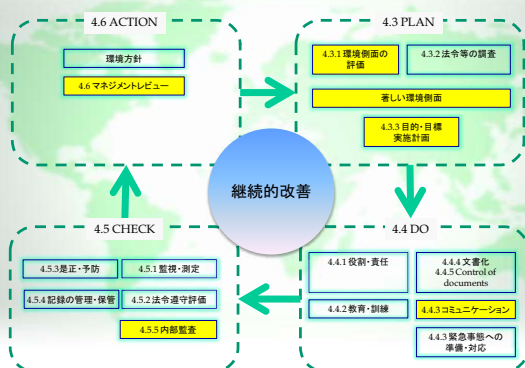
9

ISO14051(MFCA)による ISO14001支援の可能性

無断転用禁止

10

環境マネジメントシステム(EMS)におけるPDCAサイクル



無断転用禁止

11

PLAN

- 著しい環境側面の特定 (ISO 14001:2004, 4.3.1)
- 目的・目標、実施計画 (ISO 14001:2004, 4.3.3)
- 著しい環境側面の例:
 - 原材料及び自然資源の使用
 - 廃棄物の発生
- 目的・目標、実施計画の例:
 - 廃棄物の発生に関する財務的評価及び管理の促進
 - 廃棄物に関連した効果的な金額及び物量に基づく目的・目標の策定が潜在的に可能

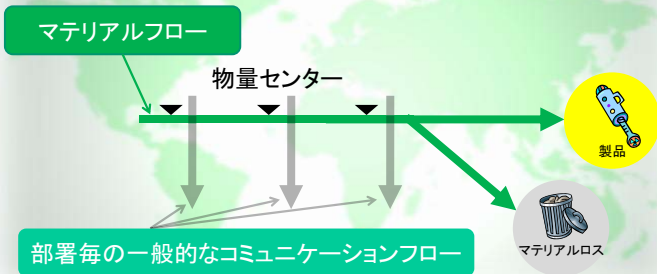
無断転用禁止

12

5. 国際標準化進捗状況、ISO14001との関係(共通)

DO

- コミュニケーション (ISO 14001:2004, 4.4.3)
 - 内部コミュニケーション



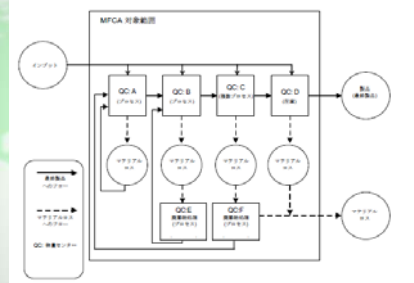
ISO14051によりマテリアルフローに基づく、一般的なコミュニケーションフローとは異なるコミュニケーションの促進が可能

無断転用禁止

13

CHECK

- 内部監査 (ISO 14001:2004, 4.5.5)



マテリアル物量データの正確性、完全性、比較可能性は、ISO14051(MFCA)の原則である。ISO14001のサイクルにおいて、マテリアルフローを追跡した正確、完全且つ比較可能なMFCAデータは、例えば、廃棄物・排出物管理の強化課題の特定に役立つ。

無断転用禁止

14

ACTION

- マネジメントレビュー (ISO 14001:2004, 4.6)

	質量 (kg)	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 (\$)	コスト合計 (\$)
インプ ット 合計	100	1 000	50	800	80	1 930
製品	70 (70 %)	700 (70 %)	35 (70 %)	560 (70 %)	0 (0 %)	1 295 (67 %)
マテリア ル ロス	30 (30 %)	300 (30 %)	15 (30 %)	240 (30 %)	80 (100 %)	635 (33 %)
アウト プット 合計	100	1 000	50	800	80	1 930

ISO14051 (MFCA)は、物量及び金額単位でマネジメントレビューに有用な情報を提供する。さらに、組織の継続的改善活動においても、改善結果を物量及び金額単位で確認することが可能になる。

無断転用禁止

15

平成22年度 経済産業省委託『低炭素型環境管理会計国際標準化事業 (マテリアルフローコスト会計導入実証・国内対策等事業)』

事業委員会

委員長	國部克彦	神戸大学大学院 教授	TC207/WG8(MFCA)議長
委員	河野裕司	東和薬品株式会社	
委員	倉持成昭	独立行政法人中小企業基盤整備機構	
委員	立川博巳	プロファームジャパン株式会社	TC207/WG8(MFCA)日本代表エキスパート
委員	中高道靖	関西大学商学部 教授	TC207/WG8(MFCA)日本代表エキスパート
委員	沼田雅史	積水化学工業株式会社	
委員	古川芳邦	日東電工株式会社	TC207/WG8(MFCA)国際幹事
委員	水口剛	高崎経済大学経済学部 教授	

問合せ先
株式会社 日本能率協会コンサルティング MFCA事業事務局
担当: 下垣彰、中村映一、増田さやか
〒105-8534 東京都港区虎ノ門三丁目22番1号 秀和第二芝公園三丁目ビル4階
電話03-3434-7332 Fax03-3434-6430 e-mail: mfca_eco@jmac.co.jp

無断転用禁止

16

見過ごされた資源、
二段構えの有益化



大太平洋金属株式会社

昭和32年5月、砂鉄鉱の生産を開始。その後、社会情勢の変化に即応し、臨海工業地帯としての好条件を生かし、フェロニッケルの生産を主体とする製造業へと転換を図ってまいりました。45年9月には、世界最大のフェロニッケル用40,000KVA電気炉を新設し、エルケム式大型電気炉による操業技術を世界に先駆けて確立。今日、60,000～80,000KVAのフェロニッケル用大型電気炉3基を有し、独自の製錬技術を得る世界有数のフェロニッケル製錬工場としての地位を占めるに至っております。

生産品目	
品種	形状
フェロニッケル	ショット
高炭素フェロニッケル	20kg型インゴット
スラグ加工品	球状の人工砂(緩骨材、パムコプラスター、高炉用副原料等)
パムコサンド	

大太平洋金属本社製造所



フェロニッケルとは——ステンレス製品の主原料となる合金

ニッケル鉱石は、エルケム方式による世界最大の電気炉により製錬され、ステンレス鋼の主原料として鉄とニッケルの合金であるフェロニッケルに生まれ変わります。ニッケル系ステンレス鋼は、耐熱、耐食、耐酸、耐摩耗性に優れた特性を有し、加工されて、やがては私たちの暮らしを便利に美しく彩る生活機器に用いられます。このような生活機器の中に当社のフェロニッケルが活かされ、私たちの目に見えないところで、豊かな暮らしに役立っています。



形状

20kg型インゴット



ショット



スラグ加工品(パムコクラストン)

土木資材用



覆土材料・土木用材



スラグ加工品(風砕処理品)

コンクリート用細骨材
パムコサンド



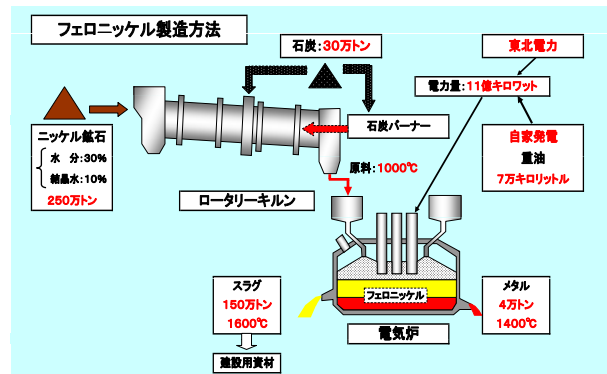
研掃材
パムコプラスター



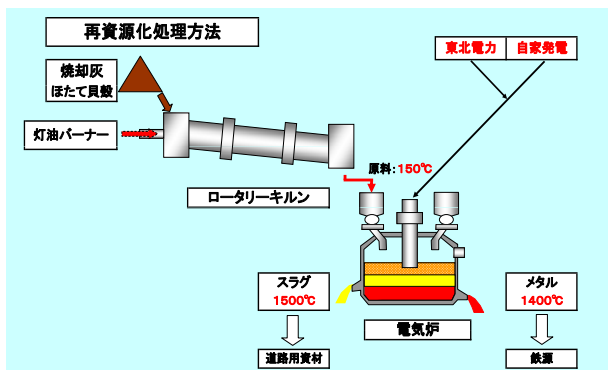
＜事業に参加する目的・目標＞

1. 全社的環境活動の一環としてロータリーキルンの定期修理で排出される耐火レンガのリサイクル商品化及び作業工程の合理化を進める。
2. MFCAにより経済的評価を行い、資源生産性の向上を図る。
3. サプライチェーン3社の公平な成果配分を実現する。

対象製品(耐火レンガ)を使用するロータリーキルン(フェロニッケル製造工程)

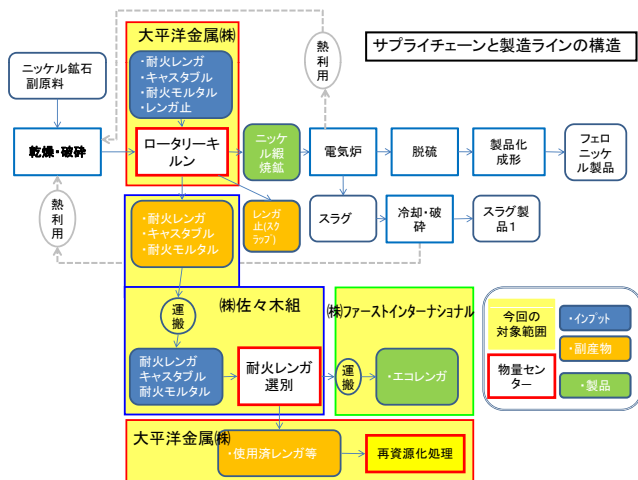


ロータリーキルンの使用済み耐火レンガを再資源化処理工程を経て路盤材化

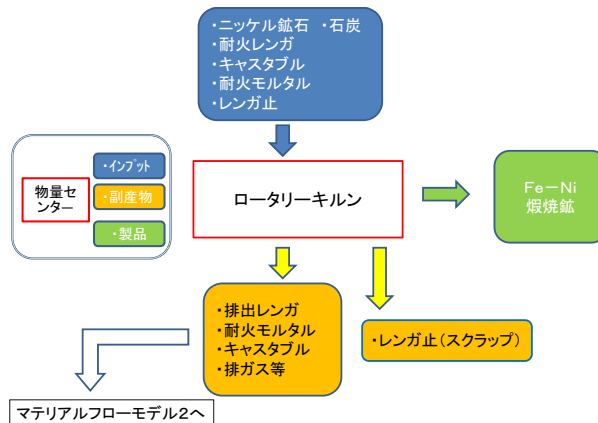


問題点の把握

- ①耐火レンガ張替え作業環境は、暑く、高粉塵、重量物取扱の重労働である。
- ②耐火レンガは、その製造に多大なエネルギーとコストが費やされ、高価格である。
- ③使用済み耐火レンガの再資源化処理で、多大なエネルギーとシステムコストが発生している。
- ④使用済み耐火レンガの有効利用が進んでいない。



＜MFCA＞マテリアルフローモデル1



6. 加藤氏(仙台会場)

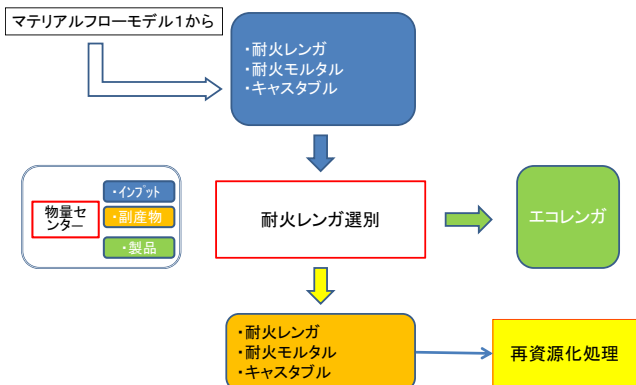
＜MFCA＞マテリアルフローモデル1
ロータリーキルンマテリアル集計表

ロータリーキルン	インプット	アウトプット			計
		正の製品	負の製品 排出レンガ	排ガス等	
耐火レンガ	1,000	68	932		1,000
キャストابل	97	7	91		97
耐火モルタル	19	1	17		19
レンガ止	40	3	37		40
計	1,156	78	1,078	0	1,156

マテリアルフローモデル1の解析

- ①耐火レンガは、93%が定期修理時にロータリーキルンから排出され、残りはNi鉬石と共にフェロニッケル製造工程の電気炉に入る。
- ②ロータリーキルンでの耐火レンガの施工方法は、真円であることを前提としており、実際の変形に対応していない。
- 対応方法が定まれば、耐火レンガの寿命を10%以上延ばせ、1千万を超える利益が見込まれる。

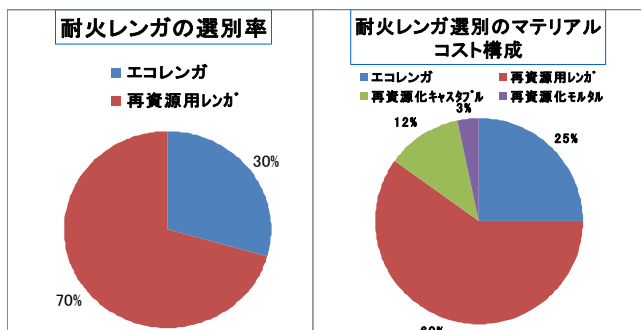
＜MFCA＞マテリアルフローモデル2



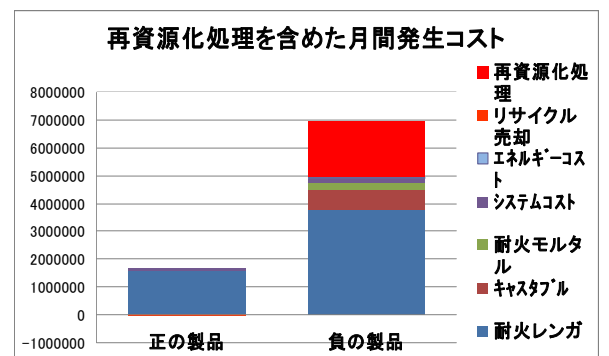
＜MFCA＞マテリアルフローモデル2
耐火レンガ選別マテリアル集計表

耐火レンガ選別	インプット	正の製品	負の製品		計
			再資源化用		
耐火レンガ	932	276	657		932
キャストابل	91	0	91		91
耐火モルタル	17	0	17		17
計	1,041	276	765	0	1,041

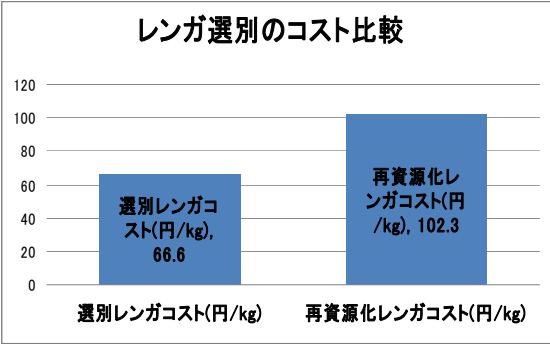
耐火レンガの選別現状把握



コスト比較(1)

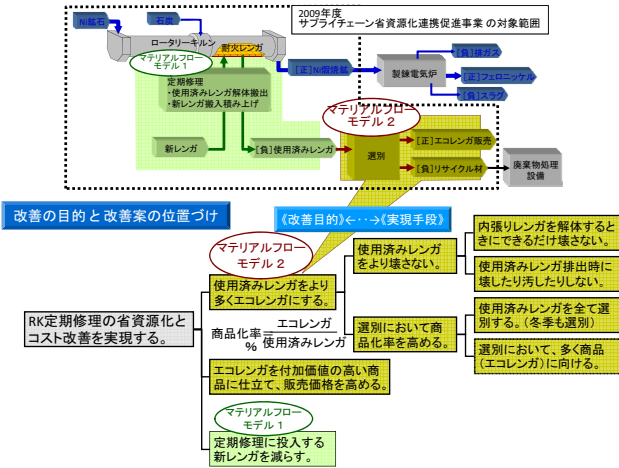
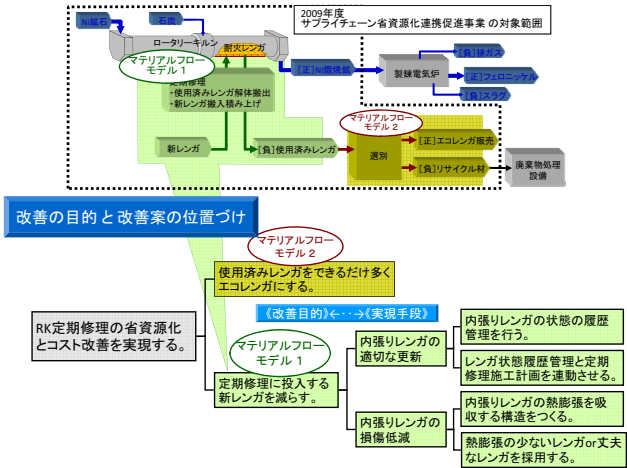


コスト比較(2)



マテリアルフローモデル2の解析

- ①再資源化のために、運搬→破碎→運搬→溶解→運搬→破碎→運搬の工程があり多額のエネルギー&システムコストを費やしている。
- ②エコレンガとしての回収は30%しかない。
- ③エコレンガコスト=67円/kg
- 再資源化コスト=102円/kg



対策の実施状況

- ①ロータリーキルンの変形に対応するため、耐火レンガ施工方法の改善案を実験炉あるいはロータリーキルンで試行して観測(点検表を作成し、履歴と現象を記録)中。
- ②ファーストインターナショナルの意見を取り入れ、エコレンガ選別基準を改定したことで、回収率が60%以上となった。
- ③エコレンガの販売促進のため、リーフレット作成や地元の産業フェア等でPR活動を展開。
- ④雨天時や冬季における佐々木組の選別作業の改善のため、置き場兼選別場所の改善を計画。

効果予想

- 年間コスト削減予想
 - 耐火レンガ使用量が10%削減で約1千万円
 - エコレンガ回収率が30%向上により約9百万円
- 原油換算によるエネルギー削減予想
 1. (1)の効果で年間42kI削減
 2. (2)の効果で年間90kI削減

今後の課題

- ・ ①耐火レンガの施工方法の改善は、実験炉での評価だけでは判断できず、実際のロータリーキルンに施工し、長期間に渡り観測をしなければならないことがネックである。
- ・ 施工を佐々木組が担当しており、作業性を含めて密接な意見交換が重要となっている。
- ・ ②エコレンガの販売が伸び悩んでいる。活用方法を広げ、さらなるPR活動のため、ファーストインターナショナルとの協力関係をよりしっかりしたものにする。

参加企業の感想

[大平洋金属株式会社]

・概念的にムダと感じていることがMFCAで見える化でき、社内外の情報交換によりアイデアの抽出・議論を通じ人材育成になった。今後は、多量に発生する副産物にMFCAを活用し、更なる工程改善を進めたい。

[株式会社佐々木組]

・川上の要求と川下のニーズが理解でき、工程全体のコスト及び環境へ作業意識が高まり自社の役割が明確になり、改善提案が活発になされた。

[株式会社ファーストインターナショナル]

・どうしたら弊社の販売量が増え、大平洋金属の省資源化に貢献でき、佐々木組の仕事が良くなるか、やってみる土壌ができた。

ご清聴ありがとうございます



耐火レンガの選別品(エコレンガ)



使用前
幅平均230×厚さ125

選別品
エコレンガ

エコレンガ庭園施工例(1)

飛石風敷石

カーポート



エコレンガ施工例(2)



洋風敷石

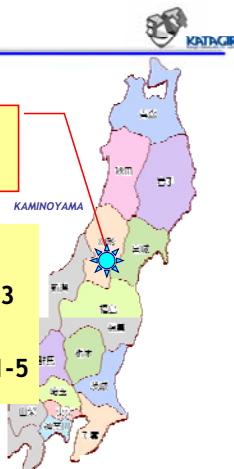
花壇仕切り材

7. 片桐氏(仙台会場)



所在地

(株)片桐製作所
KATAGIRI MFG.CO.



- 本社 / F1~F9棟
山形県上山市金谷字鼠谷地1453
- 蔵王産業団地 F10棟
山形県山形市蔵王松ヶ丘2丁目1-5

業務内容

資本金 ￥70,000,000
売上 ￥4,500,000,000
社員数 260名
敷地面積 25,300 m²
建屋面積 7,812 m²

業務内容
●精密冷間鍛造成形
●高精度二次加工
自動車部品他
●STRAX[®] 製造・販売
STRAX[®] 超砥粒工具



ISO 認証登録



弊社部品を搭載したお客様製品(4輪)



弊社部品を搭載したお客様製品(2輪)

全ブレーキシステムを品揃え



7. 片桐氏(仙台会場)

生産システム



冷間鍛造の特徴と精度



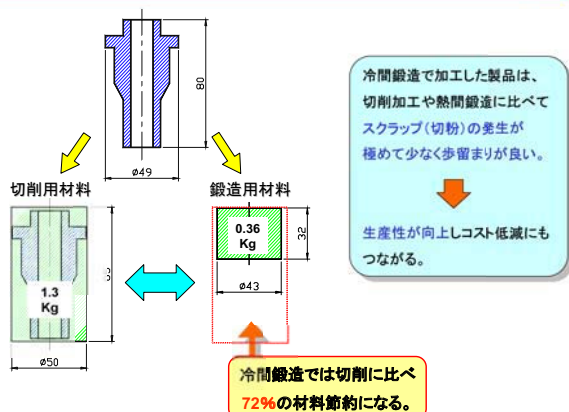
長所

1. 材料歩留まりが高い
2. 生産性が高い
3. 機械加工費の低減
4. 機械的性質の向上
強度と靱性を高くすることができる→安価な材料に変更可能
5. 熱処理の省略が可能(温鍛、熱鍛に比べて)
6. ネットシェイプ鍛造ができれば生産性、品質、コストの面で極めて有利

短所

1. 材料の流れが悪く、変形抵抗が高い(温鍛、熱鍛に比べて)
2. 前処理として焼鈍、潤滑処理が必要
3. 成形形状に限界がある
4. 成形加重が高くなるので高価な大きい設備が必要
5. 豊富な経験と技術が必要

長所-1: 省資源・省エネルギー



長所-2: 材料特性の改善



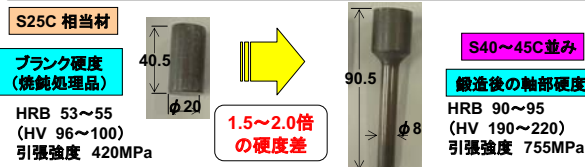
1. 機械的性質が向上

冷間鍛造したものは加工硬化(結晶内部歪)により製品硬度が向上する。

2. 繊維状組織で強度が向上

冷間鍛造で加工したものは、組織が繊維状(ファイバーフロー)に連続してつながっているため強度が向上する。

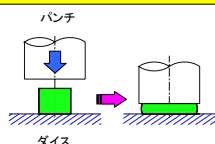
加工レベルにより製品品質に差は発生するが、このような改善性を利用して安価な低炭素鋼を使用しても中炭素鋼や合金鋼並みの強度を持った製品を生み出す事ができる。



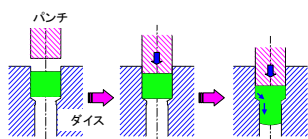
冷間鍛造の工法と原理-1



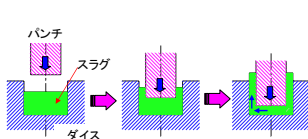
「握込み」=素材を圧縮して直径を拡げる加工。



「前方押し出し」=パンチの進む方向にダイスの成形部から材料を押し出す加工法。



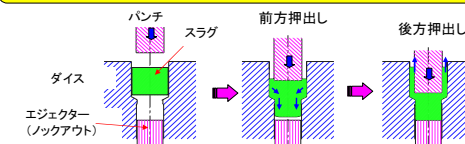
「後方押し出し」=パンチの進行方向と逆の方向に材料を押し出す加工法。



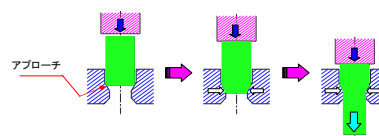
冷間鍛造の工法と原理-2



「複合押し出し」=1工程の中で2種類以上の押し出し加工を組み合わせて行う加工法。前方押し出しと後方押し出しを組み合わせる加工がよく用いられる。



「しぼり加工」=スラグがパンチに押されることにより、ダイスの加工アブローチ部付近の材料が変形する。



7. 片桐氏(仙台会場)

MFCA導入事例 (MFCA導入の狙い、意図)



導入の狙い:

- ・工程改善、コスト削減の指標
- ・設計段階からのコスト改善
- ・資源の有効活用、生産性向上、品質向上への課題抽出

MFCA導入事例



対象工程:KK7HG 製造工程

切断素材



鍛造



完了



MFCA導入事例 (MFCA導入製品工程)



(1) KK7HG 製造工程

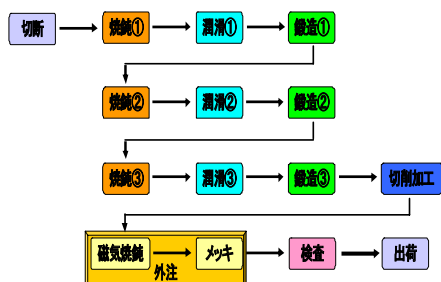


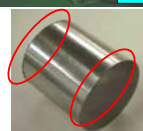
図-1 KK7HG 製造工程

KK7HG 製造工程



切断:丸ノコ盤(カッター切落し)

極低炭素鋼、非鉄等の軟材は切断による変形、刃型との溶着が課題となり材料取りが困難なため、高速切削カッターで切落し加工を行う。



切削加工のため端面にバリが発生するが、設備内での両端面取り可能。



KK7HG 製造工程



焼鈍:熱処理装置(焼鈍処理)

鍛造変形能の改善、加工応力除去を目的に焼鈍(焼きなまし)が必要。

光輝焼鈍炉(5t バッチ式台車型)



光輝焼鈍炉(2t 連続台車型)



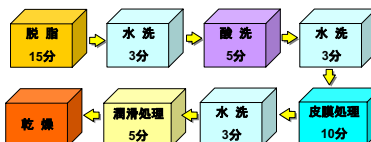
光輝焼鈍炉のサイクル(15hr/CT)

真空引き → N₂ 復圧 → 昇温(変態点以上) → 保持 → 徐冷 → 急冷 → 取出し

KK7HG 製造工程



潤滑処理:ボンデ処理工程



リン酸塩皮膜処理(ボンデ)は、処理液の温度・濃度・時間により皮膜条件が変化。また鋼中の炭素量により生成量が変わる。

7. 片桐氏(仙台会場)

MFCA導入事例



○適用のメリット

- ・工程毎の投入コスト、正の製品コスト、負の製品コストの明確化
- ・工程毎の負の製品コスト内訳の明確化
- ・改善項目のシミュレーションが直ぐに出来る。



○適用課題

- ・MFCA及び計算ソフトの熟知が必要
- ・記録や計測の追加検討
- ・他の製品への展開検討(計算工程の簡素化、MC/SC/ECの振り分け検討)

○今後の展開(計画)

- ・今回対象製品の改善項目について検討とまとめ。
- ・MFCA及び計算ソフトの勉強
- ・他の製品への展開検討
- ・資源の有効活用、生産向上、品質向上への有効活用

MFCA導入事例



○所感

・全行程を通した視線でのムダ(ロス)の発見・対処出来るようになった。

・廃棄した物にエネルギーコスト等が入っていることは感覚的には判っていたが量的・金銭的に「見える化」出来たので、より具体的に金額で捉えられた。

・非常に難しい手法ではあるが、コツを掴み慣れることで使い勝手をよくし、目に見える効果を他の工程へ水平展開が期待できる。

・ISO 14001と連動させ環境への負荷低減に繋がる活動として行きたい。



鍛造技術を核にこれからも挑戦し続けていきます。

今後ともよろしくお願いします。



ご清聴有り難うございました。

8. 太田氏(大阪会場)

事例発表

MFCAの拡張



2011年1月20日
東洋インキ製造株式会社

1

会社概要



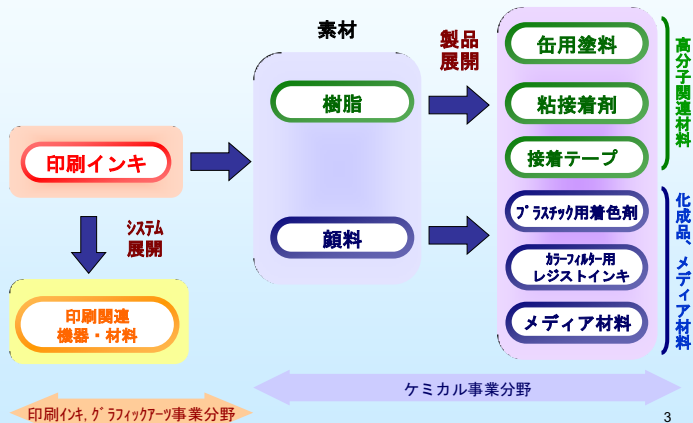
(経営哲学)
人間尊重の経営

(経営理念)
東洋インキグループ
は世界に広がる
「生活文化創造企業」
を目指します

会社名	東洋インキ製造株式会社
本社所在地	東京都中央区京橋二丁目3番13号
設立	1907年1月 (創業: 1896年)
資本金	317億
売上高	2,261億 (連結、2009年度実績)
社員数	2,091 (単体) 6,897名 (連結)
関係会社	国内: 24社 海外: 51社
上場取引所	東証一部



製品概要



3

印刷インキ、関連機器・材料



印刷インキ

オフセットインキ



オフセットインキ



新聞インキ

グラビアインキ



グラビアインキ



フレキソインキ

印刷関連

関連材料



印刷用版 (PS版)

関連機器



デジタル印刷機

4

高分子関連材料

(インキ用樹脂から製品展開)



缶用塗料

缶用塗料



樹脂

吸水防止塗料



粘接着剤

粘着剤



接着テープ

マーキングフィルム



ラミネート接着剤



工業用接着テープ



化成品、メディア材料

(インキ用顔料から製品展開)



顔料



有機顔料

プラスチック用着色剤



着色剤の形状見本



自動車部品

カラーフィルター用インキ



液晶テレビ用レジストインキ

メディア材料



産業用インクジェットインキ

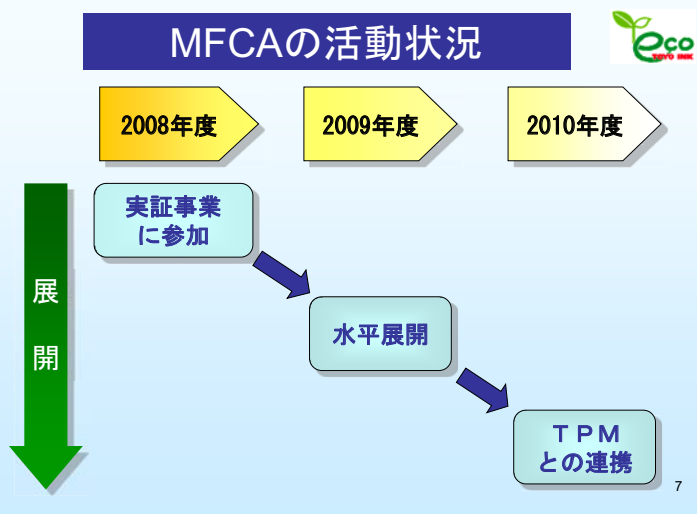


記録メディア用材料

6

8. 太田氏(大阪会場)

MFCAの活動状況



実証事業（2008年度）

適用工程の選定

初めてなので

- 生産工程がシンプル
- データ管理が良い

プラスチック用着色樹脂の大ロライン

	大口	(小口)
生産ロット	500kg以上	50kg～2,000kg
平均ロット	3,300kg	800kg

同時に小口ラインも検討

8

適用工程の概要

- 用途
化粧品容器、家電・自動車部品
フィルム、パイプ、電線

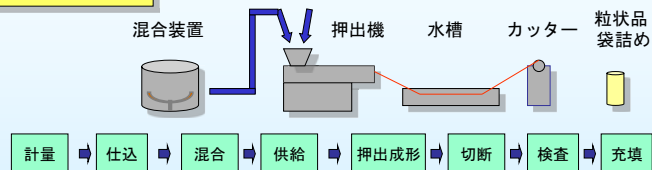
- 特徴
オーダーメイド
(顧客からの個別注文色)

- 多品種少量生産
- 切替の負荷が大

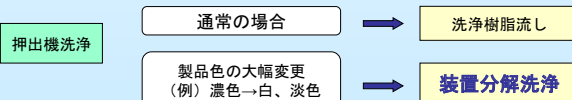


着色樹脂の製造方法

押出成形工程

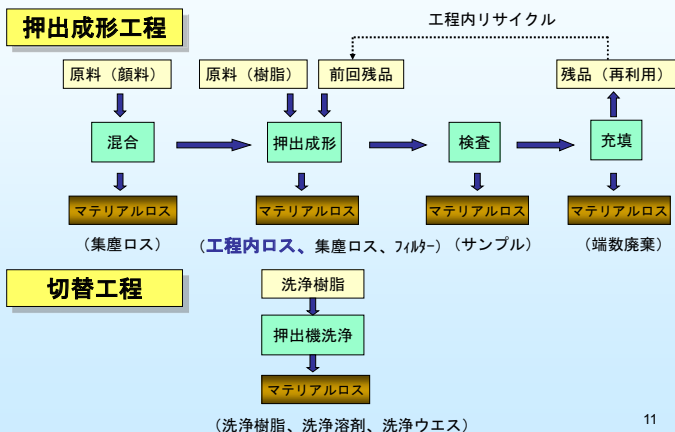


切替工程



10

原材料投入とマテリアルロス



11

各製品毎の集計データ

集計表

品名	材料単価 円/kg	前回残品 kg	仕込合計 kg	仕上合計 kg	今回残品 kg	端数廃棄 kg	サンプル kg	集塵ロス kg	工程内ロス kg	加工時間 hr	切替時間 hr	加工速度 kg/hr	収率 %
A	233.4	0	5,212	5,128	0	0	1.4	11.4	71.5	21.0	2.5	244	98.4
B	251.2	480	5,681	5,616	116	0	11.6	26.8	26.7	11.3	1.5	499	98.5

製品毎のデータを集計表に入力
(実測値と按分値)

MFCA計算シートとリンク化
(各種検討に活用)

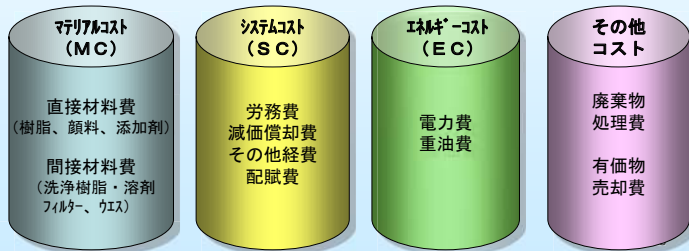
12

8. 太田氏(大阪会場)

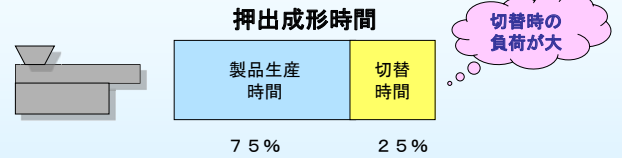
データ定義

物量センター：押出成形工程、切替工程

各コストの内訳



SCとECの正・負の配分方法



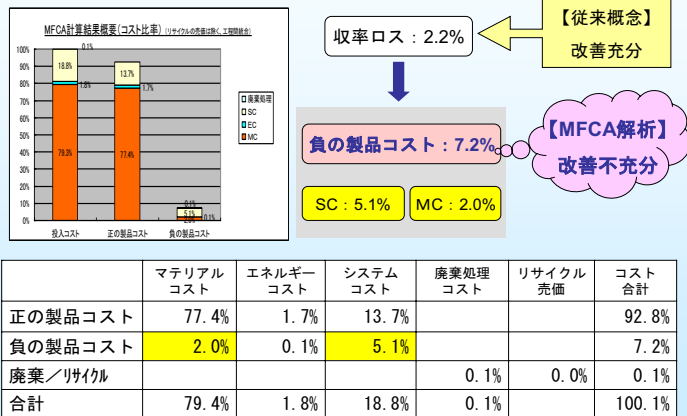
マテリアルロスに負の配分とは別に

SC	切替時間分は負の製品コスト
EC	トータル時間の5%分は負の製品コスト

時間のかかる分解洗浄時には押出機を短時間しか稼働させない

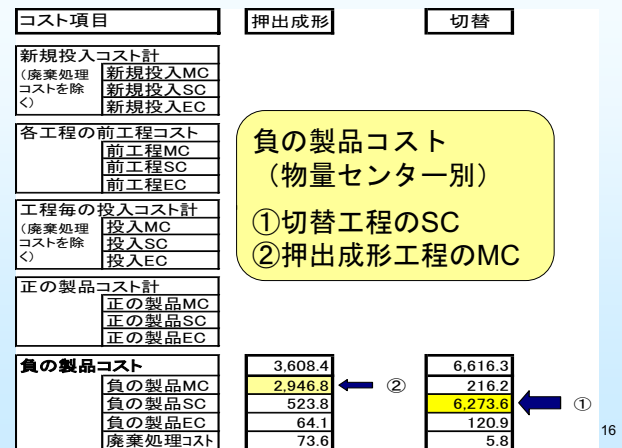
14

解析結果



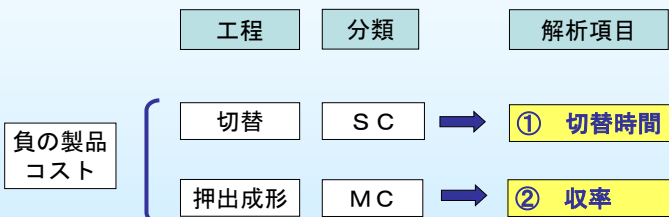
15

コストフロー図



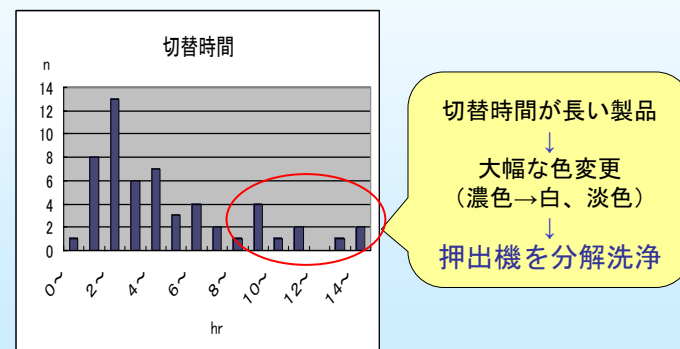
16

ロスの整理と解析項目



17

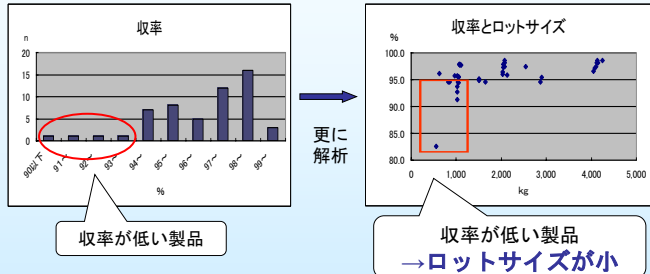
① 切替時間の解析



18

8. 太田氏(大阪会場)

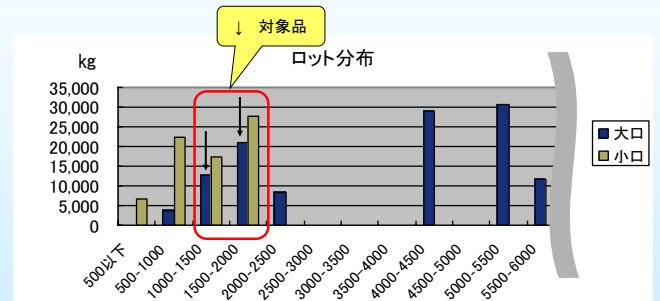
② 収率の解析



- ・大ロラインは設備が大
- ・スタート時のロスが大きく収率が低い

19

小ロット品の移管検討



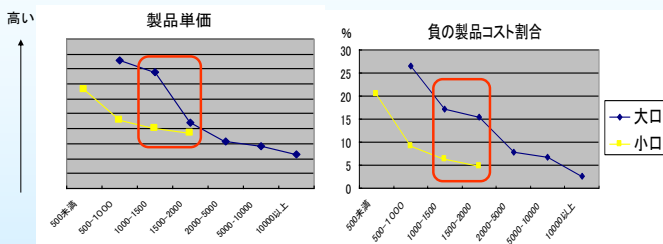
ロットサイズ1,000~2,000kgは両ラインで生産

大口から小口へ移管を検討

(尚、500~1,000kgは試作生産用)

20

移管のシミュレーション結果



リンク化されたデータ表の対象製品だけでMFC A計算

移管した方が単価も負の製品コストも下がる

小ロラインを増設し移管した方が良い

21

改善案と効果金額



(発表用数字)

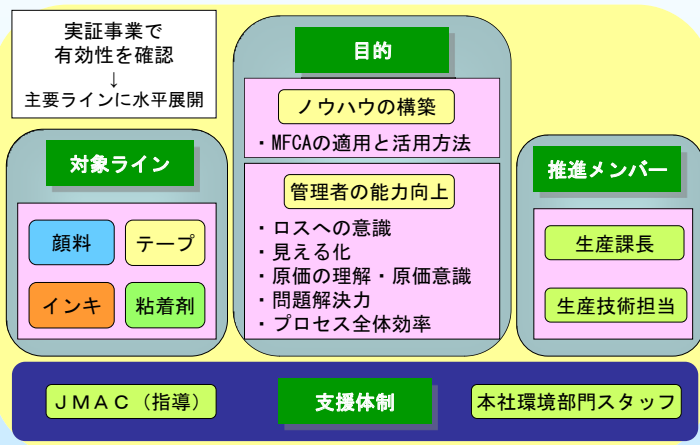
分類	コスト改善のターゲット	物量セー	コスト分類	改善案	予測効果金額
切替時間	大幅な色替え	切替	S C	まとめ生産	900
	分解洗浄の時間が長い	切替	S C	予備部品	400
収率	大ロラインで小ロット品生産	押出成形	MC	小ロライン増設	1,800
	作業ミラブル	押出成形	MC	処方設計	100

MFC Aは実勢原価

予測効果金額から投資可否を判断

22

水平展開 (2009年度)



各ラインの特徴



ライン	品種数	工程数	収率	切替 負荷	材料 使用	廃棄物 発生
粘着剤	中	少	高	中	小	中
インキ	多	少	高	小	小	小
テープ	中	中	低	大	大	大
顔料	小	多	低	大	大	大

黄色いセル: MFC Aで改善効果が期待される部分

24

8. 太田氏(大阪会場)

解析結果（負の製品コスト）



(発表用数値)

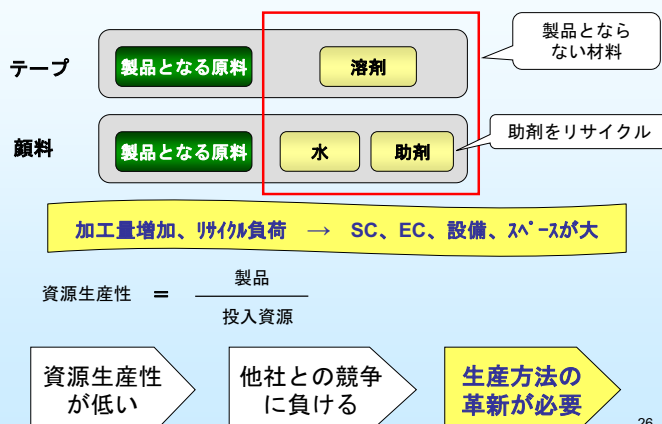
	物量センター1	物量センター2	物量センター3	物量センター4	物量センター5	負の製品コスト(%)
粘着剤	反応調整	切替洗浄				10
インキ	分散調整	切替洗浄				10
テープ	調液製膜	粘着塗工	加工梱包			40
顔料	顔料化	ろ過精製	乾燥製品化	ろ液回収	廃水処理	50

予測通り、テープと顔料については負の製品コストが大きい事が判明

定量化された数値として悪さが表現された

25

負の製品コストが大きなラインの検討



26

TPMとの連携（2010年度）



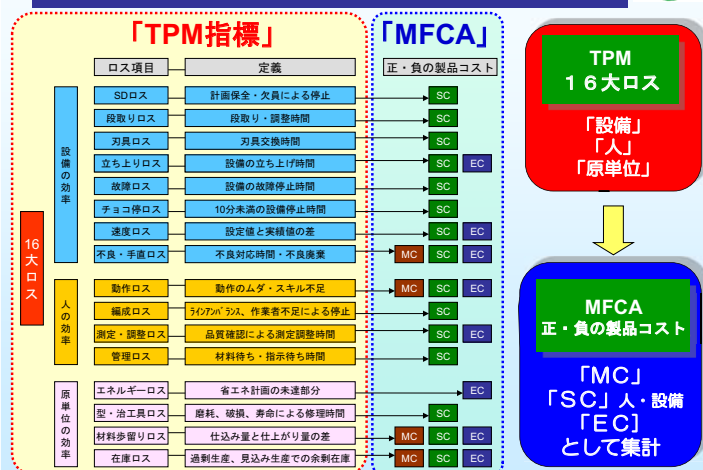
区分	TPM	MFCA
管理対象	設備	マテリアル
目的	企業の体質改善	環境に優しいモノづくり
目標	ロス&ムダをゼロ	資源生産性の最大化

MFCAの活用（TPMの補完）

- 工程全体を通した見方
- 「見える化」により改善・改革を誘発
- 活動効果のコスト試算（検討中）

27

TPM活動効果のコスト試算（検討中）



まとめ



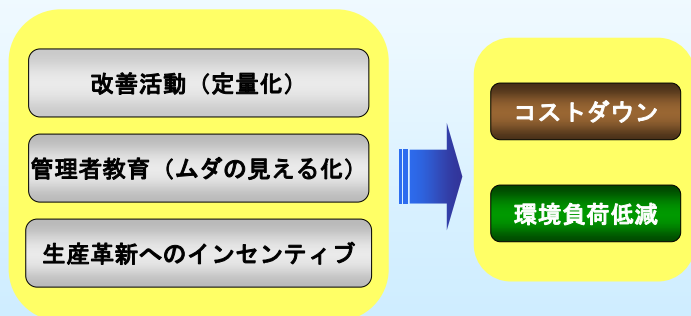
ライン適用	・最初はシンプルなラインへ ・計算の仕組み、物量センターの設定
生産データリンク化	・生産データとMFCAソフトのリンク化 ・各種解析&シミュレーションに活用
水平展開	・ムダの定量化で改善の優先順位を決定
プロセス検討	・負の製品コストが大きなラインは生産方式の改革検討が必要
他改善手法との連携	・コストダウン、ISO14001、TPM ・活動の実勢原価から金額効果を算出

29

MFCAの展開、拡張



改善に有効なツールとして日常活動で展開中



30

8. 太田氏(大阪会場)

ご清聴ありがとうございました



END

31

9. MFCA導入と活用の方考え方、進め方の紹介。MFCAの進化の考え方(共通)

目次

- IV. MFCAの手法とその進化
- V. MFCAの導入ステップ
- VI. MFCAの活用
- VII. news、その他

© 2010 JMA Consultants Inc.

IV. MFCAの手法とその進化

© 2010 JMA Consultants Inc.

日本におけるMFCAの手法の進化(1)

- METI MFCA関連プロジェクトによるMFCA手法の進化
- A) 2002年度:環境管理会計手法ワークブック⇒基本コンセプト確立
- MFCAのコスト計算の基本⇒マテリアルフローコストマトリクス
 - 投入コスト⇒正の製品コストと、負の製品コストに分離
- B) 2006～2008年度:MFCA簡易計算ツールを開発、公開
- 製品単位のMFCA計算を基本(製品別原価計算との関連強い)
 - システムコスト、エネルギーコストの正の製品コスト、負の製品コストを累加式で求めるMS-EXCELの計算ツール、3年間改良継続
- C) 2009年度:MFCA簡易版の開発
- マテリアル別に、マテリアルロスの物量とコストを、同時に見る(製品別原価計算と別)
- MFCAの計算手法のバリエーション増加(ISO14051(MFCA)においては、B・CいずれもOK)

© 2010 JMA Consultants Inc.

日本におけるMFCAの手法の進化(2)

- A) 2002年度:環境管理会計手法ワークブック⇒基本コンセプト確立
- MFCAのコスト計算の基本⇒マテリアルフローコストマトリクス
 - 投入コスト⇒正の製品コストと、負の製品コストに分離
- マテリアルフロー⇒物量測定、計算⇒コストフロー⇒マテリアルフローコストマトリクス
- | | 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 | 小計 |
|---------|----------|---------|----------|----------|---------|
| 良品 | ¥8,000 | ¥4,800 | ¥800 | — | ¥13,600 |
| マテリアルロス | ¥2,000 | ¥1,200 | ¥200 | ¥100 | ¥3,500 |
| 小計 | ¥10,000 | ¥6,000 | ¥1,000 | ¥100 | ¥17,100 |
- ここではまだ、システムコスト、エネルギーコストを正、負のコストに分離する方法が曖昧
- 累加式(前工程のコストは、後工程に引き継がせる)
 - 非累加式(前工程のコストを、後工程に引き継がせない)
 - 正負の分離基準(全マテリアルの物量値、主要マテリアルの物量値、マテリアルコスト)

© 2010 JMA Consultants Inc.

日本におけるMFCAの手法の進化(3)

- B) 2006～2008年度:MFCA簡易計算ツールを開発、公開
- 製品単位のMFCA計算を基本(製品別原価計算との関連強い)
 - システムコスト、エネルギーコストの正の製品コスト、負の製品コストを累加式で求めるMS-EXCELの計算ツール、3年間改良継続
- 物量センター別のフローコストマトリクス計算 ⇒ 製品全体のフローコストマトリクス計算
- | | MC | SC | EC | WTC | 小計 |
|------|---------|--------|--------|------|---------|
| 正の製品 | ¥8,000 | ¥4,800 | ¥800 | — | ¥13,600 |
| 負の製品 | ¥2,000 | ¥1,200 | ¥200 | ¥100 | ¥3,500 |
| 小計 | ¥10,000 | ¥6,000 | ¥1,000 | ¥100 | ¥17,100 |
- システムコスト、エネルギーコストを正、負のコストに分離する計算ツール
- 累加式の方法で計算
 - 主要材料の物量(kg)で正負に分離
- ダウンロード⇒http://www.jmac.co.jp/mfca/thinking/data/mfca_tool_ver4.xls

© 2010 JMA Consultants Inc.

日本におけるMFCAの手法の進化(4)

- C) 2009年度:MFCA簡易版の開発:マテリアル別に、マテリアルロスの物量とコストを、同時に見る(製品別原価計算と別)
- | Input | | | | Output | | | | |
|---------------|------------|---------|---------|---------|-----------------------------------|---------|---------|--|
| 投入コスト合計 | | | | 9,894千円 | 正の製品 5,040千円 51% 負の製品 4,854千円 49% | | | |
| 材料と材料費 | 材料単価 | 物量(kg) | コスト(千円) | 物量(kg) | コスト(千円) | 物量(kg) | コスト(千円) | |
| 原材料(a) | 8,000千円/kg | 200.0 | 1,600.0 | 190.0 | 1,520.0 | 10.0 | 80.0 | |
| 原材料(b) | 4,000千円/kg | 500.0 | 2,000.0 | 450.0 | 1,800.0 | 50.0 | 200.0 | |
| 溶剤(c) | 0.780千円/kg | 1,200.0 | 912.0 | 0.0 | 0.0 | 1,200.0 | 912.0 | |
| 包装資材 | 0.150千円/kg | 25.0 | 3.8 | 21.0 | 3.2 | 4.0 | 0.6 | |
| 材料の物量とコスト小計 | | 1,925.0 | 4,515.8 | 661.0 | 3,323.2 | 1,264.0 | 1,192.6 | |
| 廃棄物処理 | 処理単価 | 物量(kg) | コスト(千円) | 物量(kg) | コスト(千円) | 物量(kg) | コスト(千円) | |
| 原材料(a) | 0.300千円/kg | 60.0 | 18.0 | | | 60.0 | 18.0 | |
| 溶剤 | 0.300千円/kg | 1,200.0 | 360.0 | | | 1,200.0 | 360.0 | |
| 包装資材 | 0.020千円/kg | 4.0 | 0.1 | | | 4.0 | 0.1 | |
| 廃棄物処理物量とコスト小計 | | 1,264.0 | 378.1 | | | 1,264.0 | 378.1 | |
| エネルギー量とコスト | 単価(千円) | 使用量 | コスト(千円) | コスト(千円) | コスト(千円) | コスト(千円) | コスト(千円) | |
| 電力 | 12,000 | 100.0 | 1,200.0 | 34% | 412.1 | 66% | 787.9 | |
| エネルギーコスト小計 | | | 1,200.0 | 412.1 | | 787.9 | | |
| システムコスト | | | コスト(千円) | | コスト(千円) | | コスト(千円) | |
| 労務費 | | | 1,200.0 | 34% | 412.1 | 66% | 787.9 | |
| 減価償却費 | | | 2,600.0 | 34% | 892.8 | 66% | 1,707.2 | |
| システムコスト小計 | | | 3,800.0 | 1,304.8 | | 2,495.2 | | |
- ダウンロード⇒http://www.jmac.co.jp/mfca/thinking/data/mfca_guide2.zip

© 2010 JMA Consultants Inc.

9. MFCA導入と活用の考え方、進め方の紹介。MFCAの進化の考え方(共通)

日本におけるMFCAの手法の進化(5)

C) 2009年度:MFCA簡易版の課題:システムコスト、エネルギーコストの正負計算を、どのマテリアルの物量値に関連付けるかが問題

Input				Output			
投入コスト合計				9,894千円			
材料と材料費	材料単価	物量(kg)	コスト(千円)	正の製品	5,040千円	負の製品	4,854千円
原材料(a)	8,000千円/kg	200.0	1,600.0	コスト	51%	コスト	49%
原材料(b)	4,000千円/kg	500.0	2,000.0	物量(kg)	コスト(千円)	物量(kg)	コスト(千円)
溶剤(c)	0,760千円/kg	1,200.0	912.0	190.0	1,520.0	10.0	80.0
包装資材	0,150千円/kg	25.0	3.8	450.0	1,800.0	50.0	200.0
材料の物量とコスト小計		1,925.0	4,515.8	0.0	0.0	1,200.0	912.0
				21.0	3.2	4.0	0.6
				661.0	3,323.2	1,264.0	1,192.6
廃棄物処理	処理単価	物量(kg)	コスト(千円)	物量(kg)	コスト(千円)	物量(kg)	コスト(千円)
原材料(a)	0,300千円/kg	60.0	18.0			60.0	18.0
溶剤	0,300千円/kg	1,200.0	360.0			1,200.0	360.0
包装資材	0,020千円/kg	4.0	0.1			4.0	0.1
廃棄物処理物量とコスト小計		1,264.0	378.1			1,264.0	378.1
エネルギー量とコスト	単価(千円)	使用量	コスト(千円)	・全てのマテリアルの物量でSC、ECの計算をする→水、溶剤等の補助材料の影響が大きい ・主要マテリアルの物量でSC、ECの計算をする→どのマテリアルの物量値に関連付けるかの判断をどう行うかが課題			
電力	12,000	100.0	1,200.0				
エネルギーコスト小計			1,200.0				
システムコスト			コスト(千円)				
労務費							
減価償却費			2,800.0				
システムコスト小計			3,800.0				

© 2010 JMA Consultants Inc.

日本におけるMFCAの手法の進化(6)

D) マテリアル別の管理単位による物量表示(2010年度、試行中)

- 現場での管理、改善ツールと位置付けるのであれば、物量単位は重量(kg)でなくてもよい。廃棄物管理との連携強化、全社的な取り組みをする場合は、別途、重量(kg)に変換。
- 既存の管理単位(kg、m等)でその物量を表現すると、現場の理解が進みやすい。
- SC、ECを正負に分離する場合、正負のMC合計の比率で按分する。(正負に分ける意味、要検証)

Input				9,894千円	Output: 正の製品			Output: 負の製品		
マ テ リ ア ル	マテリアル	物量	単位	コスト	物量	単位	コスト	物量	単位	コスト
	原材料(a)	200.0	kg	1,600.0千円	190.0	kg	1,520.0千円	10.0	kg	80.0千円
	原材料(b)	500.0	m	2,000.0千円	450.0	m	1,800.0千円	50.0	m	200.0千円
	溶剤	1,200.0	kg	912.0千円	0.0	kg	0.0千円	1,200.0	kg	912.0千円
	包装資材	25.0	m ²	3.8千円	21.0	m ²	3.2千円	4.0	m ²	0.6千円
小計				4,515.8千円	3,323.2千円			1,192.6千円		
EC	EC: エネルギー費			コスト	(正の製品MC合計、負の製品MC合計の比率で按分)					
	エネルギーコスト小計			1,200.0千円	(73.6%)	883.1千円		(26.4%)	316.9千円	
SC	SC: 人件費、償却費			コスト	(正の製品MC合計、負の製品MC合計の比率で按分)					
	システムコスト小計			3,800.0千円	(73.6%)	2796.4千円		(26.4%)	1003.6千円	
廃 棄 物 処 理	負の製品	物量	単位	コスト	物量	単位	売上金額	物量	単位	コスト
	原材料(a)(b)	60.0	kg	18.0千円				60.0	kg	18.0千円
	溶剤	1,200.0	kg	360.0千円				1,200.0	kg	360.0千円
	包装資材	4.0	kg	0.1千円				4.0	kg	0.1千円
	小計	1,264.0	kg	378.1千円				1,264.0	kg	378.1千円

© 2010 JMA Consultants Inc.

日本におけるMFCAの手法の進化(7)

E) 重量で統一した単位による物量表示(環境経営管理ツールとしてのMFCA活用)

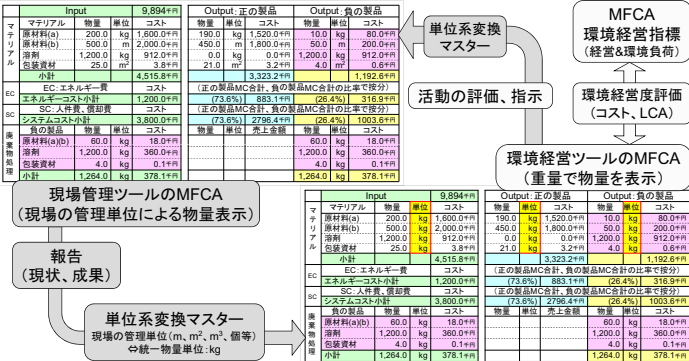
- 物量単位を重量(kg)で統一して表示したMFCA計算は、資源生産性、廃棄物発生量を管理、改善する上で、環境負荷とコストを統合させた全社的な管理指標として活用できる。
- 事業、製品群、工場単位に、目標設定、活動評価等の環境経営のマネジメントに使うことができる。
- 個別の管理単位(数量、長さ、面積、体積等)を重量に換算するマスターを構築する必要がある。

Input				9,894千円	Output: 正の製品			Output: 負の製品		
マテリアル	マテリアル	物量	単位	コスト	物量	単位	コスト	物量	単位	コスト
	原材料(a)	200.0	kg	1,600.0千円	190.0	kg	1,520.0千円	10.0	kg	80.0千円
	原材料(b)	500.0	kg	2,000.0千円	450.0	kg	1,800.0千円	50.0	kg	200.0千円
	溶剤	1,200.0	kg	912.0千円	0.0	kg	0.0千円	1,200.0	kg	912.0千円
	包装資材	25.0	kg	3.8千円	21.0	kg	3.2千円	4.0	kg	0.6千円
	小計			4,515.8千円			3,323.2千円			1,192.6千円
EC	EC: エネルギー費			コスト	(正の製品MC合計、負の製品MC合計の比率で按分)					
	エネルギーコスト小計			1,200.0千円	(73.6%)	883.1千円	(26.4%)	316.9千円		
SC	SC: 人件費、償却費			コスト	(正の製品MC合計、負の製品MC合計の比率で按分)					
	システムコスト小計			3,800.0千円	(73.6%)	2796.4千円	(26.4%)	1003.6千円		
廃棄物処理	負の製品	物量	単位	コスト	物量	単位	売上金額	物量	単位	コスト
	原材料(a)(b)	60.0	kg	18.0千円				60.0	kg	18.0千円
	溶剤	1,200.0	kg	360.0千円				1,200.0	kg	360.0千円
	包装資材	4.0	kg	0.1千円				4.0	kg	0.1千円
	小計	1,264.0	kg	378.1千円				1,264.0	kg	378.1千円

© 2010 JMA Consultants Inc.

MFCAの現場管理ツールと環境経営ツール

- 現場の測定、管理、改善のツール:現場の管理単位での物量表示が望ましい。
- 環境経営ツール:物量を重量表示による、LCA、廃棄物管理との連携が必要。



© 2010 JMA Consultants Inc.

V. MFCAの導入ステップ

MFCAの導入ステップ

基本ステップ	検討、作業項目
1 事前準備	・ 対象の製品、ライン、工程範囲を決定 ・ 対象工程のラフ分析、物量センター(MFCA計算上の工程)決定 ・ 分析対象の品種、期間を決定 ・ 分析対象の材料と、その物量データの収集方法(測定、計算)を決定
2 データ収集、整理	・ 工程別の投入材料の種類、投入物量と廃棄物量のデータ収集、整理 ・ システムコスト(加工費)、エネルギーコストのデータ収集、整理 ・ システムコスト、エネルギーコストの按分ルール決定 ・ 工程別の稼働状況データの収集、整理(オプション)
3 MFCA計算	・ MFCA計算モデル構築、各種データの入力 ・ MFCA計算結果の確認、解析(工程別の負の製品コストとその要因)
4 改善課題の抽出	・ 材料ロス削減、コストダウンの改善課題抽出、整理
5 改善計画の立案	・ 材料ロスの削減余地、可能性検討 ・ 材料ロス削減のコストダウン寄与度計算(MFCA計算)、評価 ・ 改善の優先順位決定、改善計画立案
6 改善の実施	・ 改善実施
7 改善効果の評価	・ 改善後の材料投入物量、廃棄物量調査、MFCAの再計算 ・ 改善後の総コスト、負の製品コストを計算、改善効果の評価

(MFCA導入ガイドver.2 図表-10 経済産業省2008年3月)

© 2010 JMA Consultants Inc.

9. MFCA導入と活用の方、進め方の紹介。MFCAの進化の考え方(共通)

初めてのMFCA導入が成功するには？

MFCA導入の成功＝継続する、他の製品、ラインへ拡大する

- 意識面の成果:原材料ロスについての認識の変化、気づきがあること
 - 原材料のロスについて、今まで気づいていなかったことに気づいた、今までの認識が改まった
 - 従来の管理(歩留管理、原価管理)と、MFCAとの違いを、自社の事例で理解した。
- 具体的な改善成果:改善できそうな原材料のロスの発見があること
 - MFCAの計算、分析、そのためのデータ収集、整理の手間をかけている
 - 小さくても改善可能なことがないと、他の製品、ラインへの展開は難しい
- 手間感、嫌感:“MFCAは手間がかかる”とか、“MFCAは嫌”の感覚を持たせない
 - 改善成果があっても、MFCAの計算までに“手間がかかった”感覚は消えない
 - 初回は、可能な限り、手間を感じない方法を工夫する

© 2010 JMA Consultants Inc.

初めてのMFCA導入を成功させる5カ条

- MFCA適用対象:効果の出やすい製品、ライン、材料を選ぶこと
 - 対象製品:材料ロスがあり、しかも、改善の手があまり入っていないもの:「日陰の製品、日陰のライン、日陰の材料」
 - 適用対象工程範囲:プロセスの範囲を絞るのも一つ(ロスのない工程は外す)
- MFCA計算対象の材料種類:改善しがいのある材料があればよい
 - 使用量の少ない材料、ロスのない材料は、対象から除外することもある
- 材料の物量データの作り方:可能な限り、手持ちのデータをもとに計算
 - 投入数量、出来高数量:中堅以上の企業は、工程単位に押さえているはず
 - 現場で測定することは、最小限にする
- 物量センター:MFCA計算における、物量とコストの計算単位とする工程範囲
 - 現在の物量管理単位(材料投入量、良品出来高量を管理している工程の単位)が基本
 - できるだけ粗い工程単位:ロスの少ない工程は前後の物量センターに合体させる
- システムコスト(SC)、エネルギーコスト(EC)の計算精度にはこだわらない
 - 初めてのMFCAで、SC、ECの計算精度を高めようとしたところは、続いていない

© 2010 JMA Consultants Inc.

MFCAの「mm道場流」導入ステップ

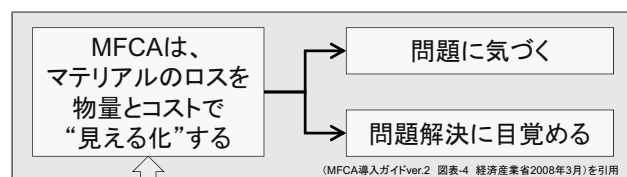
効果的・効率的なMFCA導入ステップで実施。(基本ステップは、通常のMFCAと同じ)

基本ステップ	検討、作業項目
1 事前準備	- マテリアルフロー確認: 原材料、資材等の投入、廃棄物・排出物 - 適用対象の工程範囲、マテリアル、期間・ロットの検討
2 データ収集、整理	- 工程別、マテリアル別のマテリアルロスの定義(仮) - マテリアル別のマテリアルバランスの算出ロジック検討、計算 - マテリアルバランス: 投入物量＝正の製品物量＋負の製品物量
3 マテリアルロスの物量、コスト計算	- マテリアル物量遷移表作成: 工程全体を通したマテリアルロスの物量とコスト計算(原材料費、資材費) - 廃棄物、排出物、廃液等の処理方法別物量、廃棄物処理コスト計算 - 適用対象のSC(人件費、償却費)、EC(エネルギー費)計算
4 改善課題抽出	- マテリアルロスの物量、コスト評価、マテリアルロスの定義(fix) - マテリアルロスの削減課題抽出、整理
5 改善課題検討	- マテリアルロスの削減余地、可能性検討 - マテリアルロス削減の経営効果評価(コスト、売上、収益)
(改善計画、実施: 工場の改善活動に織り込んで取り組み)	

© 2010 JMA Consultants Inc.

マテリアルロスの“見える化”とは

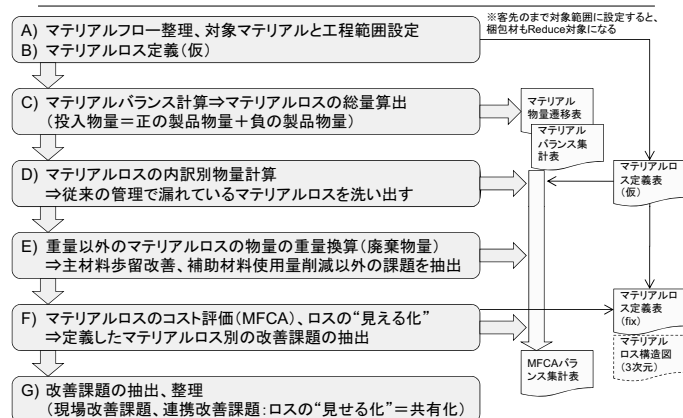
マテリアルロスの存在、総量、コストが分かるだけ(1W2H)では“見えた”とは言えない。ロスの内訳(3W3H)が見えて、問題の本質に手が届き、分析でき、問題解決できる。



“見える化”: 改善するためには、マテリアルロスの3W3Hが分かること
 ロスの存在: What(何のマテリアル), How much volume (ロス量), How much money(ロスコスト)
 ロスの発生箇所と理由: Where(工程), Why(要因), How(ロスを作るメカニズム)

© 2010 JMA Consultants Inc.

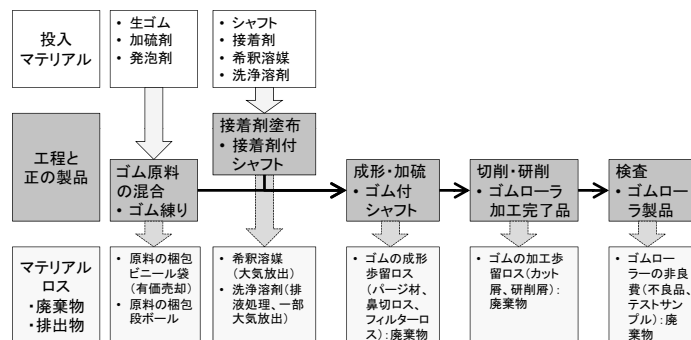
「mm道場流」マテリアルロスの“見える化”ロジック



© 2010 JMA Consultants Inc.

手順A) マテリアルフローの定義

工程別に、投入マテリアル、正の製品、負の製品を定義する。廃棄物、排出物の内容も書きだし、マテリアルロスの定義を同時に行う。

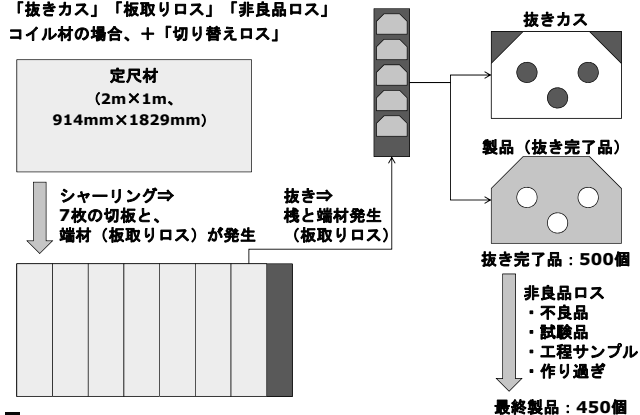


© 2010 JMA Consultants Inc.

9. MFCA導入と活用の方、進め方の紹介。MFCAの進化の考え方(共通)

■ 手順B) マテリアルロスの内訳算出のための定義例(1) ■

「抜きカス」「板取りロス」「非良品ロス」
コイル材の場合、+「切り替えロス」



© 2010 JMA Consultants Inc.

■ 手順B) マテリアルロスの内訳算出のための定義例(2) ■

- 内訳別の物量を計算するためには、ロスの定義が必要
- MFCAの対象としたマテリアルごとに、下記のような定義を行う
- 塗料などの付加材料、洗浄液等の補助材料、梱包材料等も、MFCAの対象とした場合は、以下のようにロスを定義し、その物量計算方法を定める。

単発プレス加工のMFCAにおける、定尺材マテリアルロスの定義				
工程	マテリアルロス		マテリアルロスの説明	
シャーリング	鉄板	シャーリング端材	mm	(定尺材の長さ×切板幅×取り数) × 切断した定尺材枚数
		シャーリングにおける半端在庫の処分	mm	中途半端な長さの定尺材の在庫の処分した長さの合計
抜き(プレス)	鉄板	抜きの「さん」部分	m ²	1枚の切板の中の「さん」の部分の面積×加工切板枚数 = (切板面積－加工部品を長方形に見なした面積×取り数) × 加工切板枚数
		抜きカス部分	m ²	(加工部品を長方形に見なした面積－部品の正味面積) × 抜き数 (改善不能な場合はロス、改善対象から除外する)
後加工、組立	鉄板	不良品	個	個数
		試験品	個	個数
		工程サンプル	個	個数
		余剰品在庫の処分	個	個数

© 2010 JMA Consultants Inc.

■ 手順C) マテリアルバランスの集計(1) ■

- ①マテリアル別に、ロス総量計算＝投入物量－正の製品物量
- ②マテリアル別に、ロスの内訳合計とロス総量との差異の有無を確認

ライン別、マテリアルバランス集計表		対象製品、ライン		対象期間、ロット		調査、計算日		考え方		MFCA対象期間の生産総量、完成品総量	
										生産指示数量	
										完成品数量	
Input		Output		分析、改善のための情報							
		正の製品Output		負の製品Output		負の製品Outputの内訳		ロスの内容			
番号	材料名	物量値	単位	分類	物量値	単位	物量計算	単位	ロスの内容	物量値	単位
		(a)			(b)		(c=a-b)				
1	材料A ゴム練り材	500kg			良品 300kg		ロス合計 200kg		ロス① 30kg	ロス② 70kg	ロス③ 40kg
									ロス不明 差異60kg		
2	材料B 接着剤										
3	材料C 溶剤										

© 2010 JMA Consultants Inc.

■ 手順C) マテリアルバランスの集計(2) ■

マテリアル物量遷移表⇒工程間で発生する原材料のロスを洗い出す。

- ① 管理単位が変化: 重量⇒数量、本数⇒個数、長さ⇒面積、数量
- ② 工程間仕掛在庫: 前工程出来高≠次工程投入量⇒在庫ロスが表れない
- ③ 複数品種共通工程: 共通工程出来高＝次工程全品種投入量合計(?)

マテリアル	工程1	工程2	工程3	工程4	工程5	工程6	工程7	工程8
	シャフト洗浄	接着剤塗布	ゴム練り	押出成形	加硫	面端カット	研削	検査
ゴム練り材	投入		501kg	501kg				
(管理値: 重量)	正		501kg	501kg				
	負		0kg					
ゴム練り材	投入				5,000本	5,000本	5,000本	5,000本
(管理値: 数量)	正				5,000本	5,000本	5,000本	4,950本
	負							50本
ゴム練り材	投入					89.4g	89.4g	74.4g
(ロー加工)	正					89.4g	74.4g	49.4g
本あたりの重量	負						15.0g	25.0g
ゴム練り材	投入		501kg	501kg	447kg	447kg	372kg	247.00kg
(kg)	正		501kg	447kg	447kg	372kg	247kg	244.53kg
	負		0kg	54kg		75kg	125kg	2.47kg

© 2010 JMA Consultants Inc.

■ 手順D) MFCA計算: マテリアルのロスを物量とコストで見える化 ■

- マテリアル別に、既存の管理単位(kg, m等)でその物量を表現すると、現場の理解が進みやすい。SC、ECを正負に分離する場合、正負のMC合計の比率で按分する。

Input		9,894千円		Output: 正の製品		Output: 負の製品	
マテリアル	材料名	物量	単位	コスト	物量	単位	コスト
	原材料(a)	200.0	kg	1,600.0千円	190.0	kg	1,520.0千円
	原材料(b)	500.0	m	2,000.0千円	450.0	m	1,800.0千円
	溶剤	1,200.0	kg	912.0千円	0.0	kg	0.0千円
	包装資材	25.0	m ²	3.8千円	21.0	m ²	3.2千円
	小計			4,515.8千円			3,323.2千円
E	EC: エネルギー費			コスト			1,192.6千円
C	エネルギーコスト小計			1,200.0千円			
S	SC: 人件費、償却費			コスト			
C	システムコスト小計			3,800.0千円			
廃棄物処理	負の製品	物量	単位	コスト	物量	単位	コスト
	原材料(a)(b)	60.0	kg	18.0千円	60.0	kg	18.0千円
	溶剤	1,200.0	kg	360.0千円	1,200.0	kg	360.0千円
	包装資材	4.0	kg	0.1千円	4.0	kg	0.1千円
	小計	1,264.0	kg	378.1千円	1,264.0	kg	378.1千円

© 2010 JMA Consultants Inc.

■ 経済産業省のMFCA普及ツール ■

2009年までの経済産業省MFCAプロジェクトの中で、普及ツール整備

- MFCAパンフレット: 現物(2008年度版)
- MFCA導入事例集: (2008年度版)
http://www.jmac.co.jp/mfca/thinking/data/mfca_jirei_ver2.pdf
- MFCA導入ガイド: 累加式のMFCA計算(2008年度版)
http://www.jmac.co.jp/mfca/thinking/data/mfca_guide_ver3.pdf
- MFCAの計算ツール: 累加式のMFCA計算(2008年度版)
http://www.jmac.co.jp/mfca/thinking/data/mfca_tool_ver4.xls
- MFCAの計算ツールのマニュアル: 累加式のMFCA計算(2008年度版)
http://www.jmac.co.jp/mfca/thinking/data/mfca_manu_ver4_1.pdf
- MFCA簡易手法: 簡易的なMFCAのガイダンス文書と計算format一式(2009年度版)
http://www.jmac.co.jp/mfca/thinking/data/mfca_guide2.zip
- MFCA事例集: 記載事例を絞り込んだ事例集(2009年度版、カラー)
http://www.jmac.co.jp/mfca/thinking/data/MFCA_Case_example_j.pdf

© 2010 JMA Consultants Inc.

9. MFCA導入と活用の方考え方、進め方の紹介。MFCAの進化の考え方(共通)

VI. MFCAの活用

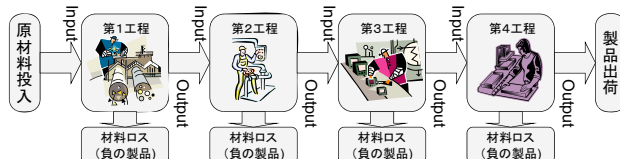
© 2010 JMA Consultants Inc.

全体を俯瞰するMFCA、詳細診断のMFCA

1. 工場全体、企業全体で、製品もしくは材料の種類別のMFCA



2. 特定ラインの、製造工程単位のMFCA



© 2010 JMA Consultants Inc.

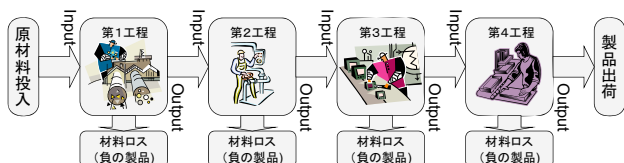
ライン、製品別のロスを“見える化”

ライン、製品別にMFCAを行うのは、MFCA導入時に対象を絞ってMFCAを行う場合によく取られる方法

少品種の大量生産の場合には、この方法で、品種別に展開するほうが、改善につながりやすい。

生産品種、使用材料の品種が多い場合は、企業、工場全体で見るMFCAとの併用が望ましい。改善の検討段階で、この詳細なMFCA分析を行う。

⇒製造工程単位の材料ロスの“見える化”:改善検討時に、改善効果を検証しやすい

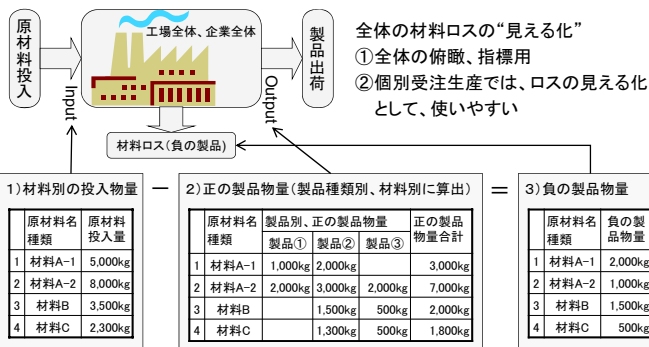


物量センター別のマテリアルバランスから、材料別の負の製品物量を算出する

© 2010 JMA Consultants Inc.

企業全体、工場全体のロスの“見える化”

工場全体、企業全体でのMFCAの方法(製品もしくは材料の種類別)



全体のマテリアルバランスから、材料別の負の製品物量を算出する

© 2010 JMA Consultants Inc.

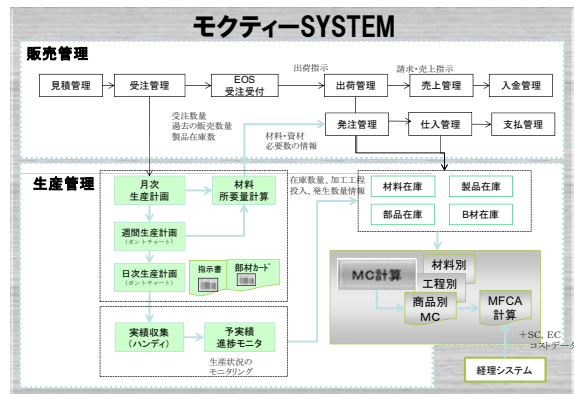
材料ロスの管理システムへ

- 工場、企業全体:材料の投入、良品とロスの出来高管理の仕組み
 - ・ほとんどの企業の従来の管理システム:材料の投入量、もしくは良品出来高だけ、ロス量が把握できていない
- 生産管理システムに、マテリアルのInput量、Output量(良品、ロス)の物量管理を加えるだけで実現可能
- コスト的な評価は、材料費だけを見るのでも、効果がある

© 2010 JMA Consultants Inc.

材料ロスの管理システムの構築事例

株式会社光大産業:19年MFCA導入、20年システム構築開始、21年運用開始



© 2010 JMA Consultants Inc.

9. MFCA導入と活用の方、進め方の紹介。MFCAの進化の考え方(共通)

VII. news、その他

© 2010 JMA Consultants Inc.

日本MFCAフォーラム

2009年7月22日 日本MFCAフォーラム設立、今年は2年目

- 目的①:MFCAの日本国内及び国際的な普及のための、情報共有、情報交換の場を持ち、ノウハウの蓄積、体系化と共有化を図る。
- 目的②:管理技術としてのMFCAの進化、発展を図る。

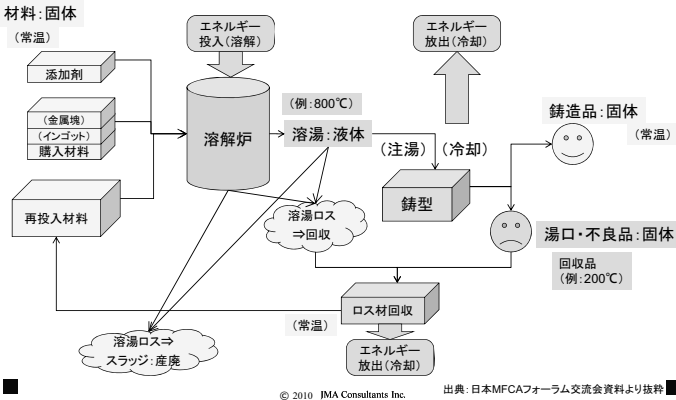
日本MFCAフォーラムの活動

- ・MFCA大会 MFCAの普及・進化に関わる情報を産業界で共有し、目指すべき方向性や進め方について議論します。
- ・セミナー 主にMFCAに初めて接する方に対して、MFCAの概念、優良事例を発信します。
- ・交流会 MFCAの研究者、導入・展開企業が集まり、具体的な導入・展開のノウハウを共有、整理、研究します。
- ・ワーキンググループ MFCAの考え方や活用法の進化に繋がるテーマについて継続して研究を行い、その成果を世の中に発信します。
- ・タイアップセミナー 日本全国でのMFCAの普及を狙い、賛助会員団体とMFCAのセミナーを協賛し、講師を派遣します。

© 2010 JMA Consultants Inc.

その他 鋳造時の鋳造材料のマテリアルフローとロス

相変態(固体⇄液体、温度)⇒(鋳造後は、1個の形状、寸法と数量の変化)



© 2010 JMA Consultants Inc.

出典: 日本MFCAフォーラム交流会資料より抜粋

その他 鋳造時の鋳造材料のロス物量(その計算ロジック例)

・マテリアルバランス⇒ロスの物量総量(品種別でなく系全体で計算)

$$\begin{aligned} \text{鋳造材料Input量}(A_{\text{kg}}) &= \text{年間材料購入量} + \text{期初材料在庫量} - \text{期末材料在庫量} \\ &= \sum (\text{品種別}) [\text{良品生産数量}(\text{個}) \times \text{製品の単重}(\text{kg})] + \text{廃棄物量}(C_{\text{kg}}) \\ &= B_{\text{kg}} + C_{\text{kg}} \end{aligned}$$

良品生産数量 = 出荷数量 + 期末在庫数量 - 期初在庫数量

廃棄物量(C_{kg}) = A_{kg} - B_{kg} (廃棄物になった材料の重量)

・エネルギーロスに繋がっているマテリアルロスの物量

$$\begin{aligned} \text{材料溶解物量}(D_{\text{kg}}) &= \text{購入材料溶解量} + \text{再利用材料溶解量} \\ &= \text{製品生産物量}(B_{\text{kg}}) + \text{熱損失に繋がるマテリアルロス物量}(E_{\text{kg}}) \\ &= D_{\text{kg}} - B_{\text{kg}} \end{aligned}$$

熱損失に繋がるマテリアルロス物量(E_{kg})

- ・戻り材で再利用するマテリアルロス(湯口、ランナー、不良品、試験品、不良在庫、スラッジ等の一部)
- ・廃棄物になった材料

・エネルギーロス

$$\begin{aligned} \text{投入熱量}(F_{\text{J・ジュール}}) &= \text{電力・ガス等のエネルギーの鋳造使用量} \times \text{エネルギー原単位} \\ &= \text{製品溶解熱量}(G_{\text{J}}) + \text{エネルギーロス総量} \\ &= \text{製品生産物量}(B_{\text{kg}}) \times \text{材料溶解熱原単位}(H_{\text{J/kg}}) + F_{\text{J}} - G_{\text{J}} \end{aligned}$$

エネルギーロス総量 = F_J - G_J

- ・マテリアルロス(E_{kg})による熱損失
- ・各設備、機器での熱損失(鋳造後の冷却による熱放出はGに含む)

© 2010 JMA Consultants Inc.

出典: 日本MFCAフォーラム交流会資料より抜粋

お問合せ先

MFCAに関するお問合せは、e-mail:mfca_eco@jmac.co.jp

本事業の事務局は、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事業事務局
(担当: 下垣彰、中村映一、増田さやか)

〒105-8534 東京都港区虎ノ門三丁目22番1号 秀和第二芝公園三丁目ビル4階
[TEL]03-3434-7332 [FAX]03-3434-6430

© 2010 JMA Consultants Inc.

別添資料(4) MFCA 国際標準化進捗状況等報告会テキスト(東京 MFCA シンポジウム)

平成 22 年度の普及活動の中で開催した、MFCA 国際標準化進捗状況等報告会（シンポジウム）における講演テキストのうち、講演者の了解を得たものを掲載した。

内容		講師	掲載
1	開会の挨拶	主催者	
2	基調講演 「MFCA 国際標準化の意義と今後の方向性」	國部克彦 氏（神戸大学大学院、 TC207/WG8(MFCA)議長）	
3	活動報告 ・ ISO/TC207/WG8（MFCA）の活動報告 ・ 国際標準化の論点と ISO14001 との関係	古川芳邦 氏（日東電工株式会社、 TC207/WG8(MFCA)幹事）	○
4	特別講演 「MFCA の経営システム化と更なる進化の可能性」	中寫道靖 氏（関西大学、TC207/WG8(MFCA) 日本代表エキスパート）	○
5	事例① 環境経営の仕組みと MFCA との連携 「積水化学グループの MFCA 取り組みと経営システム 化について」	沼田雅史 氏（積水化学工業株式会社）	○
6	事例② サプライチェーン企業間の MFCA による省資 源化の取り組み 「シューズ製造のサプライチェーンにおける MFCA 試行」	中川盛雄 氏（株式会社アシックス）	
7	事例③ サービス業における MFCA 適用 「店舗用機器の整備・クリーニングサービスの MFCA 事例紹介」	渡辺一重 氏（サンデン株式会社）	

別添資料(4) MFCA 国際標準化進捗状況等報告会テキスト(東京 MFCA シンポジウム)

平成 22 年度の普及活動の中で開催した、MFCA 国際標準化進捗状況等報告会（シンポジウム）における講演テキストのうち、講演者の了解を得たものを掲載した。

内容		講師	掲載
1	開会の挨拶	主催者	
2	基調講演 「MFCA 国際標準化の意義と今後の方向性」	國部克彦 氏（神戸大学大学院、 TC207/WG8(MFCA)議長）	
3	活動報告 ・ ISO/TC207/WG8（MFCA）の活動報告 ・ 国際標準化の論点と ISO14001 との関係	古川芳邦 氏（日東電工株式会社、 TC207/WG8(MFCA)幹事）	○
4	特別講演 「MFCA の経営システム化と更なる進化の可能性」	中寫道靖 氏（関西大学、TC207/WG8(MFCA) 日本代表エキスパート）	○
5	事例① 環境経営の仕組みと MFCA との連携 「積水化学グループの MFCA 取り組みと経営システム 化について」	沼田雅史 氏（積水化学工業株式会社）	○
6	事例② サプライチェーン企業間の MFCA による省資 源化の取り組み 「シューズ製造のサプライチェーンにおける MFCA 試行」	中川盛雄 氏（株式会社アシックス）	
7	事例③ サービス業における MFCA 適用 「店舗用機器の整備・クリーニングサービスの MFCA 事例紹介」	渡辺一重 氏（サンデン株式会社）	

1. 古川氏

MFCA国際標準化進捗状況等報告会「エコプロダクツ展2010」(2010年12月9日 資料)

ISO/TC207/WG8 (MFCA) の活動報告

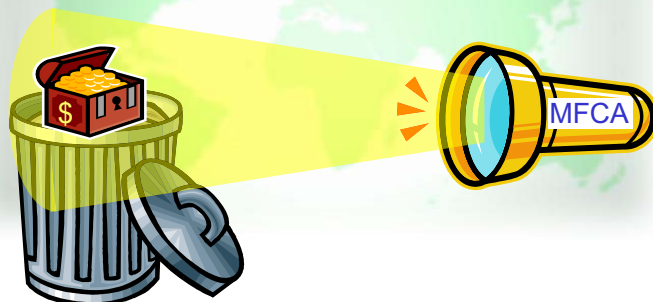
～国際標準化の論点とISO14001との関係～

日東電工株式会社
サステナブル・マネジメント推進部長
ISO TC207 WG8 国際幹事
古川 芳邦

無断転用禁止

1

- ・ 廃棄物に焦点を当てる手法
- ・ 利益は廃棄物の中に眠っている(廃棄物は宝の山)
- ・ 廃棄物の中に眠っている利益を「見える化」する



無断転用禁止

2

MFCAのISO化に向けて(市場のニーズ)



企業と社会の持続可能な発展に貢献

無断転用禁止

3

世界的に ISO14051 MFCAへの関心が高まっている



Source: ISO Management System January - February 2009

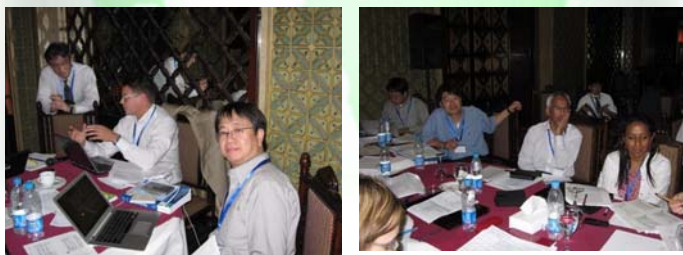
無断転用禁止

4

活動結果

会議:

- ・約20名の専門家による議論。国際規格案(DIS)の作成について合意。
- ・2011年1月にドイツにおいてFDIS作成の議論を目的とした第五回会議の開催を決定。



無断転用禁止

5

年月	今後の活動予定
2011年1月	第五回国際会議(ドイツ)
2011年	ISO国際規格発行予定 ISO14051 (MFCA)

無断転用禁止

6

1. 古川氏

P/Lの比較

日東電工の事例（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	・売上原価 ・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

無断転用禁止

7

ISO

NITTO DENKO

産 経 新 聞

5 経済 15 版 平成17年(2005年)2月20日 日曜日

〈第13版経済速報〉

日東電工

新環境会計基に設備投資

国内初 7億円かけ経費圧縮

【東京20日日本経済新聞】環境省が2005年度から導入する新環境会計制度に、日東電工は国内初として7億円の設備投資を計る。マテリアリティを重視し、事業活動に必要とされる環境負荷低減設備の導入を促進する。また、マテリアリティを重視し、事業活動に

改善実績と目標

日東電工の事例

年度 コスト	2001	2004	2010 (目標)
正の製品	68%	78% (+10%)*	90% (+22%)*
負の製品	32%	22% (-10%)*	10% (-22%)*
合計	100%	100%	100%

古川 芳邦 (2009)『カーボン債務の理論と実務 (第6章)』中央経済社

*2001年コスト比

無断転用禁止

9

MFCAとカーボンマネジメント-1

日東電工の事例：物量ベースでの正の製品と負の製品の把握

期間：2000年11月1日～30日（1ヵ月間）

(単位：kg)		物量センター						インプットの 正の製品と 負の製品の比率	正の製品と 負の製品の比率
		溶解	バッチ配合	造工+加温	原反	切断	最終物量		
インプット	粘着剤用溶剤	1099.94	881.35	0	0	0	1981.29	100.00%	
	粘着剤	274.98	218.12	0	44.18	0	537.28	100.00%	
	基材			2,780.24	392.37		3172.61	100.00%	
	セパレーター			1,918.28	249.57		2167.85	100.00%	
アウトプット	正の製品	粘着剤用溶剤	1099.94	1981.29	0.00	0.00	0.00	0.00%	46.80%
		粘着剤	274.98	493.10	306.83	351.07	247.87	46.13%	
		基材			2726.21	3118.58	2202.18	69.41%	
		セパレーター			1733.32	1982.89	1227.91	56.64%	
	負の製品	粘着剤用溶剤			1981.29		1981.29	100.00%	
		粘着剤			186.27	103.14	289.41	53.87%	
		基材			54.03	916.40	970.43	30.59%	
		セパレーター			184.96	754.99	939.94	43.36%	

(注) 主要原材料をkg換算し、副資材は省略している。

(出所) 筆者(古川)・立川作成。

古川 芳邦 (2009)『カーボン債務の理論と実務 (第6章)』中央経済社

無断転用禁止

10

MFCAとカーボンマネジメント-2

日東電工の事例：二酸化炭素排出原単位ベースでの正の製品と負の製品の把握

期間：2000年11月1日～30日 (1ヵ月間)										単位：kg-CO2e	
		CO2排出原単位	溶解	バッチ配合	造工+加温	原反	切断	包装	合計	正の製品の排出原単位	正・負の製品の比率(正側を100%)
インプット	粘着剤用溶剤	1	1,100	881	0	0	0	0	1,981	100%	
	粘着剤	2.4	660	523	0	106	0	0	1,289	100%	
	基材	1.25	0	0	3,475	496	0	0	3,966	100%	
	セパレーター	1.5	0	0	2,614	324	0	0	2,938	100%	
	原料商家の合計		1,760	1,405	5,969	921	0	0	10,055	100%	100%
	電力	0.41	356	356	641	0	71	0	1,424	100%	
	水道	3	1,800	1,800	2,400	0	0	0	6,000	100%	
	アブレーション設備 (CO2排出機)	3	3,916	3,916	9,036	921	71	0	17,474	100%	
	粘着剤用溶剤	1	1,100	1,981	0	0	0	0	3,081	97%	
	粘着剤	2.4	660	1,183	734	842	595	0	5,995	48%	
正の製品	基材	1.25	0	0	3,438	3,698	2,753	0	2,753	69%	
	セパレーター	1.5	0	0	2,253	2,556	1,596	0	1,596	57%	
	原料商家の合計		1,760	3,165	6,297	7,349	4,944	0	4,944	89%	49%
	電力+水道	3.41	2,256	2,156	2,156	0	48	0	6,495	89%	
	正の製品合計 (CO2排出原単位)		3,916	5,321	8,527	7,349	4,992	0	11,434	69%	
負の製品	粘着剤用溶剤	1	0	0	1,981	0	0	0	1,981	100%	
	粘着剤	2.4	0	0	447	0	248	0	695	54%	
	基材	1.25	0	0	3,146	0	1,213	0	1,213	31%	
	セパレーター	1.5	0	0	248	0	981	0	1,229	43%	
	原料商家の合計		0	0	2,734	0	2,375	0	5,111	51%	30%
	電力+水道	3.41	0	0	911	0	23	0	934	13%	
	負の製品合計 (CO2排出原単位)		0	0	3,647	0	2,398	0	6,045	35%	
(出所) 筆者(古川)・立川作成。											

古川 芳邦 (2009)『カーボン債務の理論と実務 (第6章)』中央経済社

無断転用禁止

11

MFCAとカーボンマネジメント-3

年度 CO2 排出量	2001	2004	2010 (目標)
正の製品	136.8	136.8	136.8
負の製品	73.2	66.0 (-7.2)*	58.8 (-14.4)*
合計	210.0	202.8	195.6

古川 芳邦 (2009) 『カーボン債務の理論と実務 (第6章)』中央経済社

*2001年ベース
(単位:t-CO₂e)

無断転用禁止

12

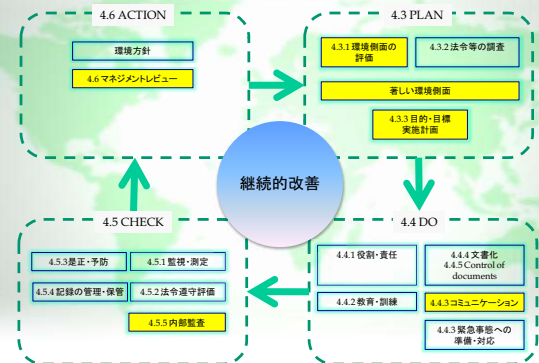
1. 古川氏



ISO14051(MFCA)による ISO14001支援の可能性

無断転用禁止

13



無断転用禁止

14



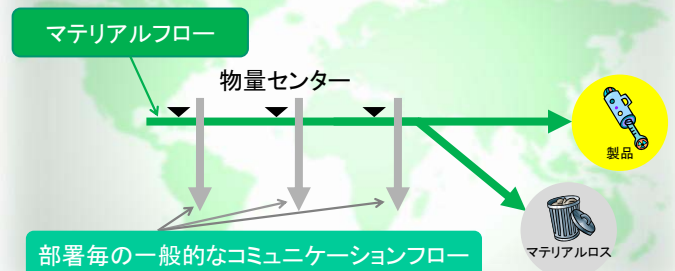
- 著しい環境側面の特定 (ISO 14001:2004, 4.3.1)
- 目的・目標、実施計画 (ISO 14001:2004, 4.3.3)
- 著しい環境側面の例:
 - ・原材料及び自然資源の使用
 - ・廃棄物の発生
- 目的・目標、実施計画の例:
 - ・廃棄物の発生に関する財務的評価及び管理の促進
 - ・廃棄物に関連した効果的な金額及び物量に基づく目的・目標の策定が潜在的に可能

無断転用禁止

15



コミュニケーション (ISO 14001:2004, 4.4.3)
内部コミュニケーション



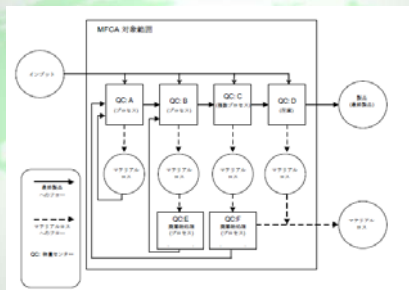
ISO14051によりマテリアルフローに基づく、一般的なコミュニケーションフローとは異なるコミュニケーションの促進が可能

無断転用禁止

16



内部監査 (ISO 14001:2004, 4.5.5)



マテリアル物量データの正確性、完全性、比較可能性は、ISO14051 (MFCA) の原則である。ISO14001のサイクルにおいて、マテリアルフローを追求した正確、完全且つ比較可能なMFCAデータは、例えば、廃棄物・排出物管理の強化課題の特定に役立つ。

無断転用禁止

17



マネジメントレビュー (ISO 14001:2004, 4.6)

	質量 (kg)	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 (\$)	コスト合計 (\$)
インプット合計	100	1 000	50	800	80	1 930
製品	70 (70 %)	700 (70 %)	35 (70 %)	560 (70 %)	0 (0 %)	1 295 (67 %)
マテリアルロス	30 (30 %)	300 (30 %)	15 (30 %)	240 (30 %)	80 (100 %)	635 (33 %)
アウトプット合計	100	1 000	50	800	80	1 930

ISO14051 (MFCA)は、物量及び金額単位でマネジメントレビューに有用な情報を提供する。さらに、組織の継続的改善活動においても、改善結果を物量及び金額単位で確認することが可能になる。

無断転用禁止

18

1. 古川氏



平成22年度 経済産業省委託『低炭素型環境管理会計国際標準化事業
(マテリアルフローコスト会計導入実証・国内対策等事業)』

事業委員会

委員長	國部克彦	神戸大学大学院 教授	TC207/WG8(MFCA)議長
委員	河野裕司	東和薬品株式会社	
委員	倉持成昭	独立行政法人中小企業基盤整備機構	
委員	立川博巳	プロファームジャパン株式会社	TC207/WG8(MFCA)日本代表エキスパート
委員	中島道晴	関西大学商学部 教授	TC207/WG8(MFCA)日本代表エキスパート
委員	沼田雅史	積水化学工業株式会社	
委員	古川芳邦	日東電工株式会社	TC207/WG8(MFCA)国際幹事
委員	水口剛	高崎経済大学経済学部 教授	

問合せ先
株式会社 日本能率協会コンサルティング MFCA事業事務局
担当: 下塚彰、中村映一、増田さやか
〒105-8534 東京都港区虎ノ門三丁目22番1号 秀和第二芝公園三丁目ビル4階
電話03-3434-7332 Fax03-3434-6430 e-mail:mfca_eco@jmac.co.jp

無断転用禁止

19



ISO TC207 WG8 国際幹事
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トタワー10F

TEL: +81-3-5740-2177 FAX: +81-3-5740-2251
E-mail: yoshikuni_furukawa@gg.nitto.co.jp
<http://www.nitto.co.jp/>



無断転用禁止

20

2. 中嶋氏

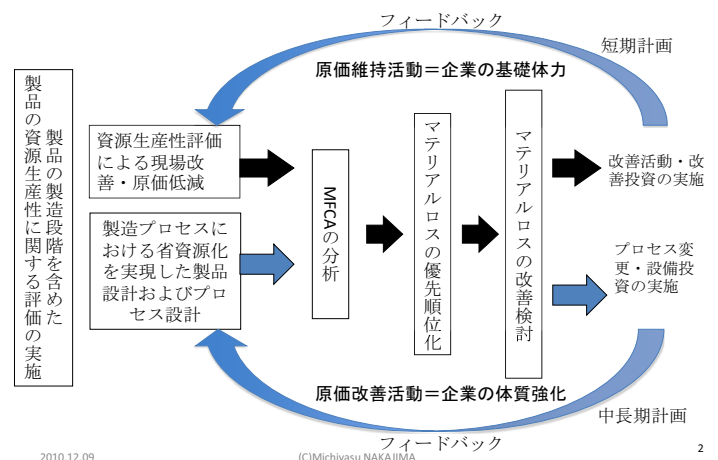
エコプロダクツ展2010 MFCAシンポジウム(2010.12.9)

『国際標準化されるMFCA(ISO14051): ~企業マネジメントで活用されるMFCA~』

MFCAの経営システム化と 更なる進化の可能性

中嶋 道靖 (関西大学)
nakajima@kansai-u.ac.jp

MFCAによるものづくりマネジメントサイクル MFCAの活用:改善と革新のサイクル

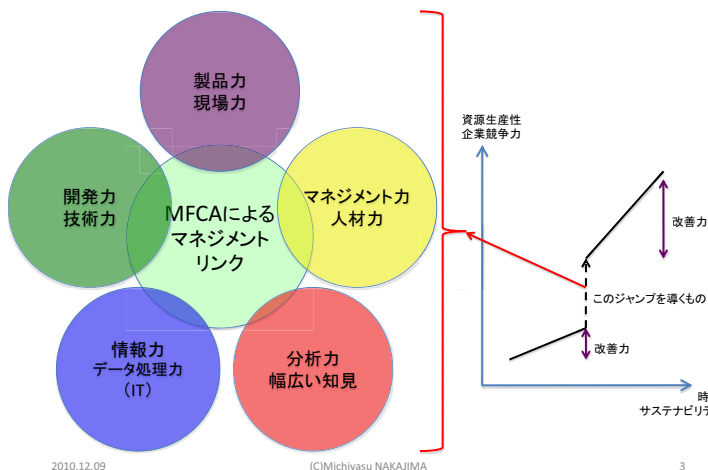


2010.12.09

(C)Michiyasu NAKAJIMA

2

MFCAの成功へのキーファクター:日本のものづくりの再構築

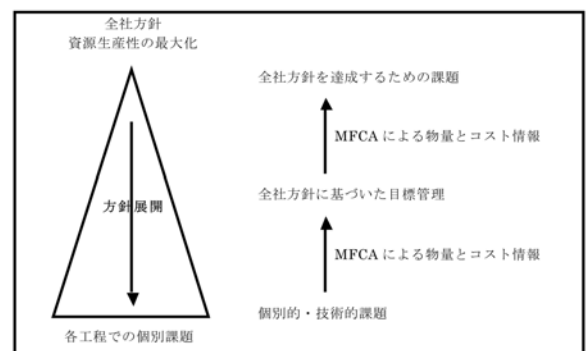


2010.12.09

(C)Michiyasu NAKAJIMA

3

MFCAのトップダウン展開

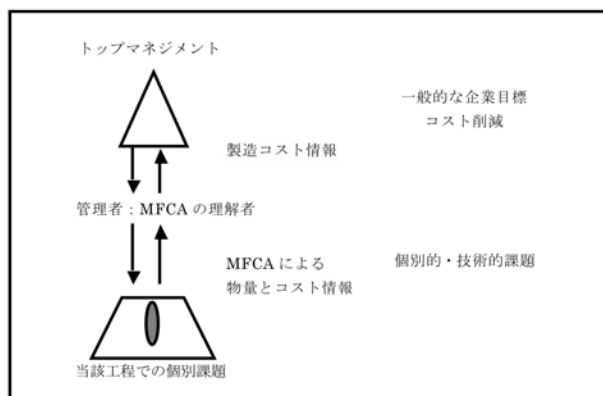


2010.12.09

(C)Michiyasu NAKAJIMA

4

ボトム活用型MFCAの展開 ボトムアップの困難性

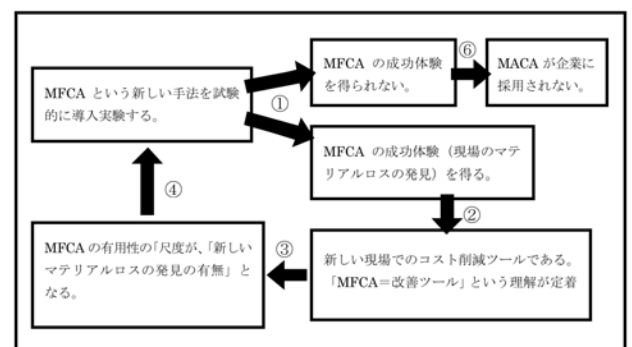


2010.12.09

(C)Michiyasu NAKAJIMA

5

ボトム活用型MFCAの展開における MFCA導入サイクルの限界



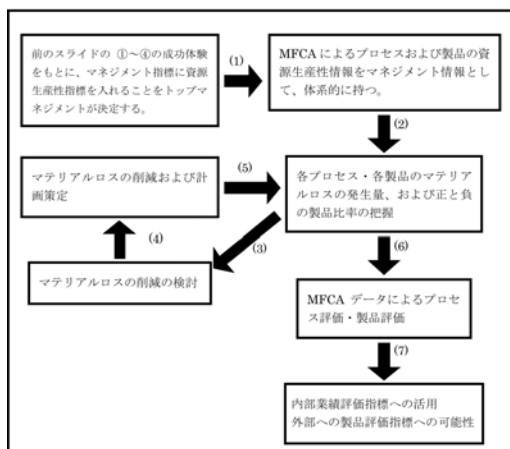
2010.12.09

(C)Michiyasu NAKAJIMA

6

2. 中嶋氏

MFCA経営システム化へのシナリオ

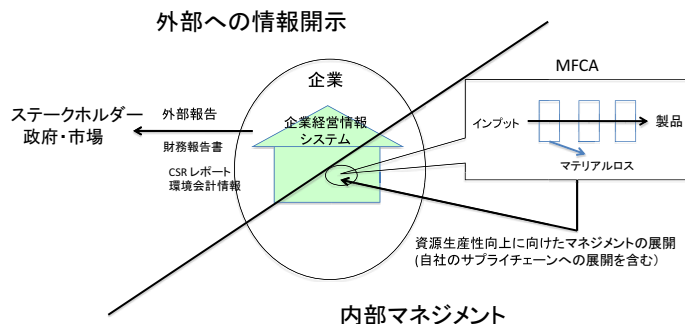


2010.12.09

(C)Michiyasu NAKAJIMA

7

現状におけるMFCA情報の有用性の展開

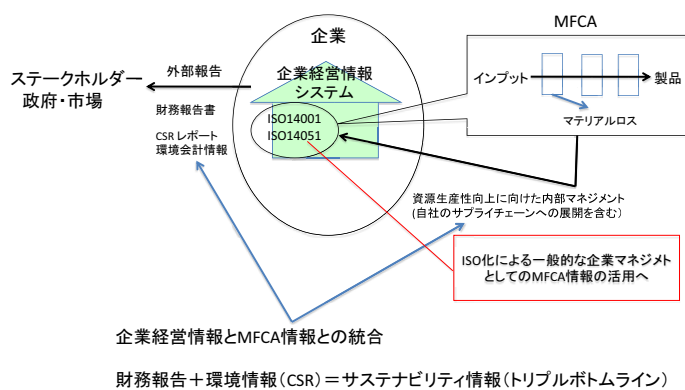


2010.12.09

(C)Michiyasu NAKAJIMA

8

サステナビリティ情報への発展に向けて



2010.12.09

(C)Michiyasu NAKAJIMA

9

3. 沼田氏

SEKISUI

エコプロダクツ展2010

積水化学グループMFCA取り組みと 経営システム化について

積水化学工業株式会社
モノづくり革新センター
沼田 雅史

2010年12月9日



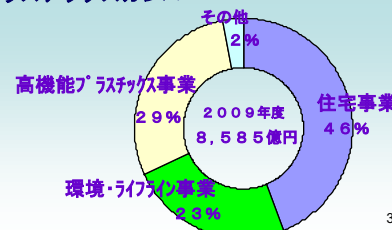
SEKISUI

積水化学工業株式会社概要（2010年3月末）

1. 設立 1947年 3月 3日
2. 資本金 1,000億 200万円
3. 従業員数 約19,000名 (連結ベース)
4. 売上高 8,585億円 (連結ベース)
5. 営業利益 359億円 (連結ベース)
6. 事業 住宅カンパニー
環境・ライフラインカンパニー
高機能プラスチックカンパニー



セキスイハイム



3

1. 積水化学の会社概要 (1)住宅カンパニーの生産プロセス

SEKISUI

地球環境にやさしく、60年以上 安心して
快適に住み続けることのできる住まいの提供



主な生産プロセス アッセンブル(組立て)、外壁材プレス成型加工、現場施工技術 等

1. 積水化学の会社概要 (2)環境・ライフラインカンパニーの生産プロセス

SEKISUI

日本・世界の水環境の創造・保全に貢献

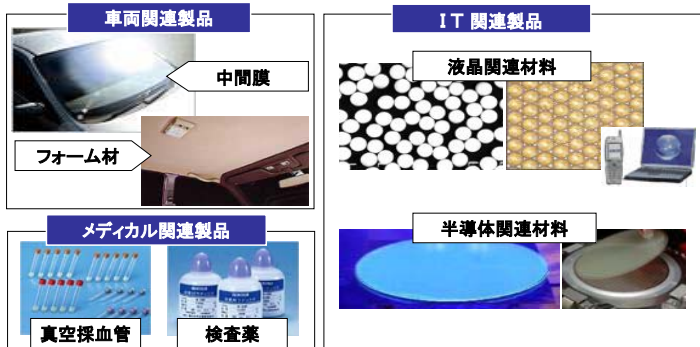


主な生産プロセス 押出異型成型、射出成型、複合材料成型、メカトロ(施工)技術 等

1. 積水化学の会社概要 (3)高機能プラスチックカンパニーの生産プロセス

SEKISUI

“Chemistry for your Win”

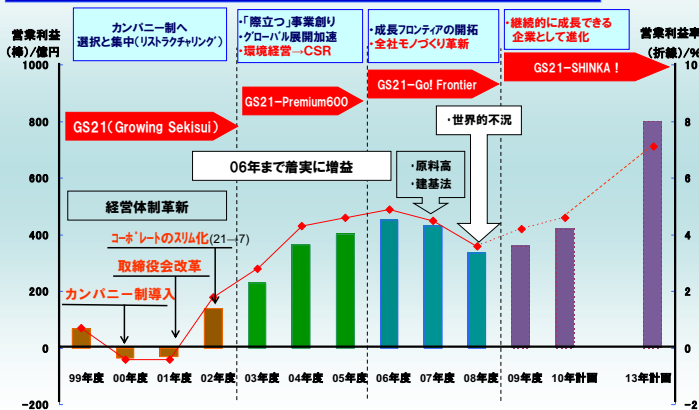


主な生産プロセス 高精度製膜(押出)、精密塗工、重合反応 フィルム延伸成型 等

●活動の背景と必要性 - 経営施策と営業利益推移 -

SEKISUI

中期経営ビジョン:プレミアムカンパニーを目指して



7

事業ビジョン - 3つの革新 -

SEKISUI

3つの革新でプレミアムカンパニーへの変革を！

市場の革新

- グローバルな視点で高収益化と高成長を狙う5つの成長フロンティアをターゲット
- 低採算事業の改革を完遂し成長分野へシフト

モノづくりの革新

- モノづくりを抜本的に見直し、究極のコストとダントツの品質を実現
- モノづくりで競争優位を築き事業の際立ちを強化

人材の革新

- 成長フロンティアの開拓をリードする人材の育成・拡充
- 「志塾」を創設、未来を切り拓く事業家人材を積極的に輩出

8

積水化学グループ中期経営ビジョン「CSR」

SEKISUI

「環境」「CS品質」「人材」の際立ち



9

環境で際立つ - 環境創造型企業を目指す -

SEKISUI

◆「環境」で成長する

- 現有経営資源の再編での事業創造
- 先端技術での新世代環境事業創造

◆「環境」で経営を刷新する

- トップから従業員にいたるまで自らが役割を認識して行動するマネジメントの変革

◆「環境」で事業活動を効率化する

- 環境保全成果の着実な発現 (CO₂・化学物質排出量、廃棄物発生量 ...)

MFCA活動の推進



10

環境中期ビジョン「環境トップランナープラン」

SEKISUI

「環境創造型企業」に向け目標値を対外的に公表・コミットメント

CO₂排出量の削減

SEKISUI

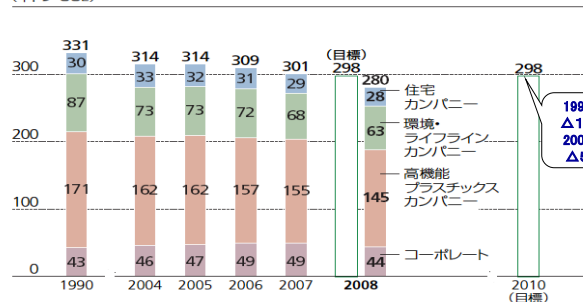
事業活動の環境配慮

- 地球温暖化防止への対応

省エネルギーな生産方法を常に考え、
CO₂排出量の少ない工場を目指しています！

生産段階のCO₂排出量
(千トン・CO₂)

新たな目標設定: 2013年度20%削減



廃棄物発生量の削減

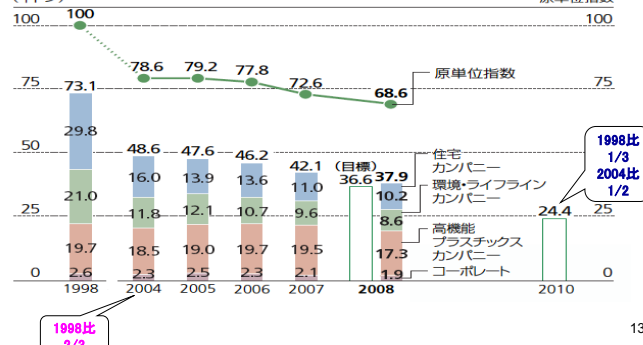
SEKISUI

ゼロエミッションを着実に進めてきました。
廃棄物発生量の大規模削減に向けた新たな
チャレンジを始めます。

× エンドオブパイプ型
○ インプロセス型

生産事業所の廃棄物発生量・原単位
(千トン)

原単位指数



13

■ 積水化学グループのモノづくり革新活動

「環境」を基軸に事業活動を効率化する

SEKISUI

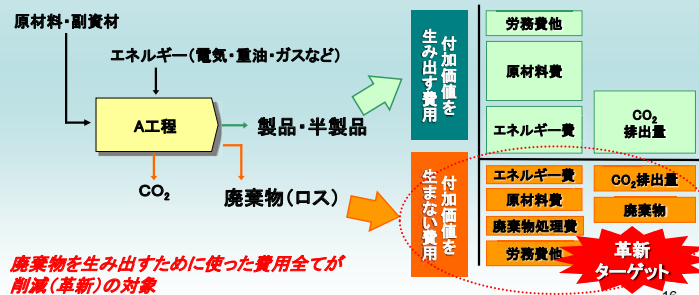
◆ マテリアルフローコスト会計の導入について

■ マテリアルフローコスト会計導入について

SEKISUI

● 積水化学グループへの導入の目的

当社では環境と経営の両立を狙いに、生産工程の廃棄物、CO₂等の環境に負荷を与える物質削減の方向性を明確化し、ムダコスト削減を図る目的で、全社へのマテリアルフローコスト活動として導入を決定。



廃棄物を生み出すために使った費用全てが削減(革新)の対象

16

● マテリアルフローコスト全社目標

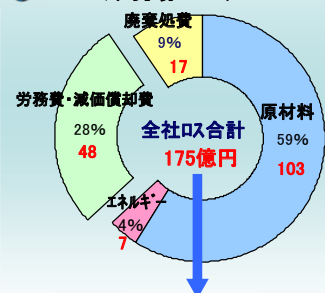
SEKISUI

「マテリアルフローコスト会計(MFCA)」導入による徹底したロスコスト削減

● モノづくり現場ロス(BM:2005国内)

● 活動ステップ

- 分析1
・MFCデータ入力表作成
・原価計算表からデータ処理
・MFCロスコスト試算
- 分析2
・マテリアルフロー、エネルギーフロー作成
・工程別MFCロスコスト表完成
- ロス削減活動(=モノづくり革新)
・工程別ロス削減のためのシナリオ作成
・工程別ロス削減目標決定
・ロス削減テーマ実行
・実績評価



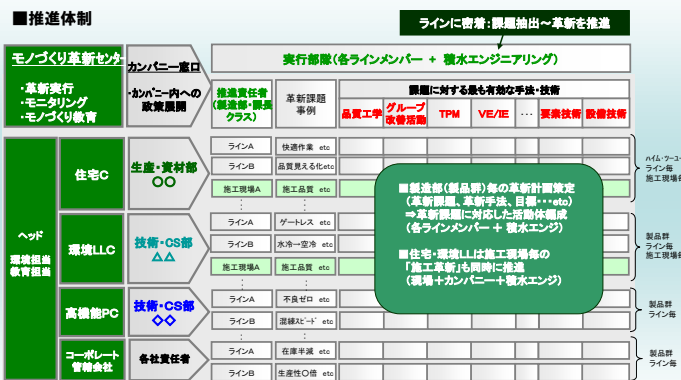
● 削減目標: △50億円(2006~2008)

17

● モノづくり革新(MFCA活動)の推進体制

SEKISUI

■ 全社レベルの革新牽引役として「モノづくり革新センター」を位置づけ(2006年4月~)



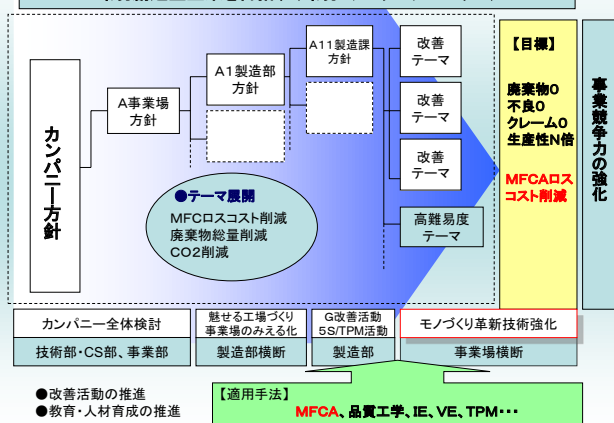
■MFCA分析 NTTデータセキュリティシステムズ(株)集計・システム化担当
ライン毎にモニタリングを実施しPDCAを回す

18

● マテリアルフローコストとモノづくり革新活動

SEKISUI

環境創造型企業を目指す(環境トップランナープラン)

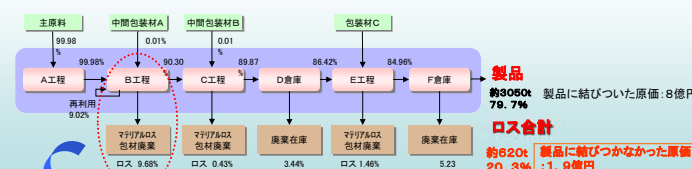


19

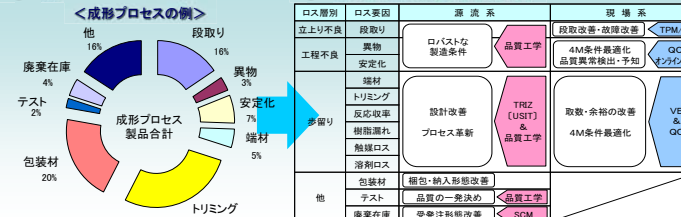
● マテリアルフローコスト活動の進め方(導入事例:X製造部)

SEKISUI

①製造ライン別MFCA分析(工程別に分析)



②ロス要因分類



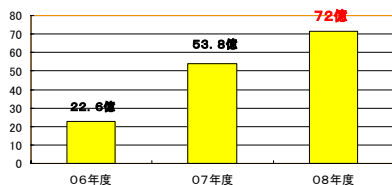
3. 沼田氏

● マテリアルフローコスト活動の進捗状況

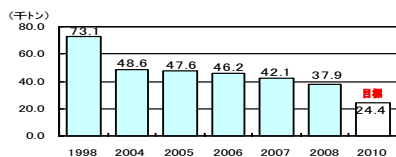
SEKISUI

成果：国内34の生産事業所にMFCAを展開し、2006年度～2008年度ロスコスト削減70億超達成。
課題：生産プロセスまで踏み込んだ改善、住宅施工現場改善及び海外事業所取り組みが課題。

■ MFCAロスコスト削減額(累計)



■ 廃棄物発生量削減



21

● マテリアルフローコスト新中期計画 (2009年度～2013年度)

SEKISUI

■ MFCAロスコスト削減目標

第1期:2009年度～2010年度 20億円削減

第2期:2011年度～2013年度 30億円削減

* 5年間で累計、MFCAロスコスト50億円削減を目指す活動

→ 進捗状況の公表

■ MFCA活動取り組み強化

①マテリアロス(内部損失費)

②環境コスト(エネルギー費、廃棄物処理費)

先進エコプロセス実現

・マテリアロスゼロ

・エネルギー1/2

Keyword: SHINKA

MFCAの深化とエネルギーフローコスト展開への進化

22

別添資料(5) MFCA ホームページ(平成 22 年度最終版)

本年度事業において、平成 18 年度に制作した MFCA ホームページを運用、改訂を続け、MFCA に関する情報の発信を続けた

平成 22 年度に行なった MFCA ホームページ、改訂を行ったページを以下に紹介する。

① MFCA のツールを紹介するページのデザイン変更-----資料 299

MFCA キット(平成 21 年度に開発されたツールで、平成 22 年度の事業の中で MFCA キットと命名された)等、MFCA の計算方法を学習するためのツールを紹介し、ダウンロードできるようにしている。

<http://www.jmac.co.jp/mfca/thinking/07.php>

② MFCA 導入アドバイザーの案内(追加)-----資料 300

本事業の中で、MFCA 導入アドバイザーの紹介を行っている。

<http://www.jmac.co.jp/mfca/link/>

③ MFCA 導入実証事業の実施者団体の公募案内-----資料 301

平成 22 年度に行った MFCA 導入実証事業の実施事業者団体の公募要領などを登録し、ダウンロードできるようにしている。

<http://www.jmac.co.jp/mfca/info/01.php>

④ MFCA 国際標準化進捗状況等報告会の案内-----資料 303

平成 22 年度に開催した MFCA 国際標準化進捗状況等報告会の開催案内を行った。

<http://www.jmac.co.jp/mfca/info/03.php>

⑤ MFCA 導入事例紹介のページを改訂-----資料 304

平成 21 年度に行った MFCA 導入実証事業の事例を追加登録した。

http://www.jmac.co.jp/mfca/case/01_16.php

⑥ 平成 21 年度事業の報告書データの追加登録-----資料 309

平成 21 年度の事業報告書の pdf データを、追加登録した。

http://www.jmac.co.jp/mfca/document/02_16.php

適用の考え方・ツール

[トップ](#) > [適用の考え方](#) > MFCAの簡易計算ツール

MFCAツールの紹介

経済産業省から平成18年度MFCA開発・普及調査事業の委託を受けた日本能率協会コンサルティングは、普及のためのツールとして、MFCA簡易計算ツールを開発するとともに、MFCA導入ガイドを制作しています。これらは、MFCAの導入時に、MFCAに関する計算方法、データ整理方法などを学習するための道具です。

MFCAツールの開発経緯

MFCAの計算手法に関するツールの開発は、第1期(平成18～20年度)と、第2期(平成21～22年度)に分けられます。第1期の開発では、累加型のMFCA計算を簡易に行うための計算フォーマットと、それを活用したMFCA導入の考え方を整理した「MFCA導入ガイド」が制作されました。第2期の開発では、非累加型のMFCA計算を行うための計算フォーマットと、それを使ってMFCAの導入法を学習するための「MFCA簡易手法ガイド」が制作されました。

MFCA計算の考え方を学習する方のために

第2期に開発されたツールは、MFCAキットと命名されました。MFCAキットは以下のツールで構成されています。

- ・ [MFCA手法導入ガイド\(2009年度版\)\(pdfファイル\)>>](#) (491KB)
- ・ [MFCA バランス集計表\(excel\)>>](#) (41KB)
- ・ [マテリアルバランス集計表\(excel\)>>](#) (28KB)

累加型のMFCA計算の考え方を学習する方のために

第1期に開発された累加型のMFCA計算フォーマットは、正負のシステムコスト、エネルギーコストの計算精度を高めます。それを活用したMFCA計算や導入の考え方を整理した「MFCA導入ガイド」と、その計算フォーマット、使い方のマニュアルは、以下の通りです。

- ・ [MFCA簡易手法導入ガイドVer.3\(pdf\)2009/03>>](#) (1,279KB)
- ・ [MFCA簡易計算ツールVer.4\(excel\)2009/03>>](#) (1,244KB)
- ・ [MFCA簡易計算ツールVer.4の使用マニュアル\(zip\)2009/03>>](#) (2,084KB)
- ・ [留意事項\(text\) 2008/05 >>](#) (0.3KB)

MFCAの導入事例を参考にしたい方のために

第1期では、国内でのMFCA普及のために、それまでの経済産業省のMFCA導入のモデル事業、実証事業等を中心に、「MFCA導入事例集」を制作しました。

- ・ [マテリアルフローコスト会計手法導入事例集Ver.2\(pdf\) 2009/03 >>](#) (20.7MB)
- 第2期では、MFCAの国際標準化を支援する目的も合わせ、新しく特徴的な事例を中心に、「MFCA事例集」を制作しました。
- 従って、この「MFCA事例集」は、英語版と日本語版の2種類があります。
- ・ [マテリアルフローコスト会計事例集\(pdf\)>>](#) (1,86KB)
 - ・ [Material Flow Cost Accounting MFCA Case Examples\(pdf\)>>](#) (2,25KB)

[このページのようへ](#)

経済産業省委託

MFCA導入研究モデル事業事務局 株式会社 日本能率協会コンサルティング(JMAC)
電話: 03-3434-7332 担当: 下垣/石田/山田

[適用の考え方](#) | [MFCA適用事例紹介](#) | [研究報告書参考文献](#) | [お知らせ](#) | [MFCA関連リンク](#) | [お問い合わせ](#)
[プライバシーポリシー](#) | [サイトマップ](#) | [JMACサイト](#)

Copyright © 2008 Ministry of Economy, Trade and Industry. All Rights Reserved.

適用の考え方・ツール

▶ [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のツール](#)

当サイトに関するお問い合わせ
運営管理者 JMAC

経済産業省
環境管理会計の普及政策のサイト
環境調和産業推進室

中小企業への
環境管理会計の普及政策のサイト
中小企業基盤整備機構

中小企業を事例にした
MFCA研究のサイト
社会経済生産性本部

当サイトの運営
JMAC 日本能率協会
コンサルティング



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)

適用の考え方・ツール

MFCA適用事例紹介

研究報告書参考文献

公募・セミナー等

MFCA 導入アドバイザー
MFCA 関連リンク

[トップ](#) > MFCA導入アドバイザー／MFCA関連リンク

MFCA 導入アドバイザー／MFCA 関連リンク

MFCA導入アドバイザー

平成22年度の経済産業省委託事業の一環として、企業等からのMFCAに関する問合せ／相談の対応及び地域拠点（事業者団体）における普及策の実施のためにMFCA導入アドバイザーを設置・運用します。MFCAに関する様々な質問や相談にMFCA導入アドバイザーがお答えいたします。

例)

- ・MFCA導入方法、推進体制などに関する質問
- ・MFCAのデータ収集、整理、計算方法などに関する質問
- ・MFCAの導入事例など、MFCAに関する公開情報に関する質問
- ・MFCA導入コンサルティングに関する相談
- ・その他MFCAに関するあらゆる質問、相談 など

なお、MFCA導入アドバイザーは、MFCAに関する導入指導経験者や企業での導入経験をお持ちの方などMFCAに造詣が深い方で、平成22年度MFCA事業委員会にて認定された方です。

また、平成22年度の事業のため、本サービスは当面平成23年3月20日までとなります。

MFCAに関する問合せ、相談方法

下記のMFCA導入アドバイザー事務局のアドレスにメールにてお問合せください。
お問合せの内容にふさわしいMFCA導入アドバイザーより、ご回答差し上げます。

◆ お問合せ先

E-mail: mfca_eco@jmac.co.jp

MFCAアドバイザー一覧

こちらのPDFからご確認ください。 >>  (164KB)

MFCA関連リンク

本モデル事業に関連する、経済産業省のMFCAを初めとする環境管理会計の研究を行っている機関、大学の研究室のホームページアドレスは、以下の通りです。

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

経済産業省の環境経営・環境ビジネス支援政策を紹介しています。

また、上記に関連したモデル事業の公募、報告書の発行などの情報も得られます。

 http://www.meti.go.jp/policy/eco_business/index.html

(社)産業環境管理協会

環境会計に関する調査研究報告書、書籍、セミナーなどの情報が得られます。

 http://www.jemai.or.jp/JEMAI_DYNAMIC/index.cfm?fuseaction=account.index

(独)中小企業基盤整備機構

中小企業向けのMFCAの調査研究報告書の情報が得られます。

 <http://www.smrj.go.jp/keiei/kankyo/account/index.html>

 [このページの上へ](#)

経済産業省委託

MFCA導入研究モデル事業事務局 株式会社 日本能率協会コンサルティング(JMAC)
電話: 03-3434-7332 担当: 下垣/石田/山田

[適用の考え方](#) | [MFCA適用事例紹介](#) | [研究報告書参考文献](#) | [お知らせ](#) | [MFCA関連リンク](#) | [お問い合わせ](#)
[プライバシーポリシー](#) | [サイトマップ](#) | [JMACサイト](#)

Copyright © 2008 Ministry of Economy, Trade and Industry. All Rights Reserved.

公募・セミナー等

MFCA導入実証事業の公募

平成22年度 経済産業省委託

「低炭素型環境管理会計国際標準化事業(MFCA導入実証・国内対策等事業)」MFCA導入実証事業を実施する事業者の公募のお知らせ

株式会社日本能率協会コンサルティング(JMAC)は平成22年度 経済産業省委託事業「低炭素型環境管理会計国際標準化事業(MFCA導入実証・国内対策等事業)」の一環として、MFCA導入実証事業を実施する事業者を公募いたします。

詳細は、公募案内をご覧ください。

公募の概要

本公募では、平成22年度の経済産業省委託「低炭素型環境管理会計国際標準化事業(MFCA導入実証・国内対策等事業)」における、MFCA導入実証事業を実施する事業者を公募するものです。

公募の対象

MFCAの普及を計画している事業者が、公募の対象です。

事業者とは、例えば次のような組織です。

- ・公益法人等(社団法人、財団法人、商工会議所など)
- ・協同組合(事業協同組合など)
- ・中間法人(業界団体として、中間法人を設立している団体)
- ・地方公共団体(その付属機関等を含む)
- ・企業(株式会社等)

事業概要と実施対象

公募を行う事業は、以下の通りです。

採択された事業者(公益法人、協同組合、中間法人、地方公共団体、企業等)に、MFCA導入のコンサルティングを行います。また同時に、MFCAの普及指導を担う人材育成のために、インターンシップを実施し、それに参加したインターンには、担当した実証事業の報告書を作成し、提出していただきます。

応募条件

採択された事業者の事業所において、MFCA導入実証事業を行うこと。同時に、インターンシップ事業を行い、採択された事業者の職員及び従業員から、1名以上、3名以下のインターン候補者を参加させること。

費用負担

次の費用は、経済産業省から委託を受けた本事業の事務局にて負担いたします。

- ・派遣するMFCAのコンサルタントの派遣費用
- ・使用する資料等の印刷費、送付費用

インターンへの経費等の支給

実証事業に参加するインターンには、本事業の事業委員会で取り決める規定に従い、本事業の事務局から、交通費を支給します。

- ・インターンの在籍する事業者の事務所から、実証事業を実施する事業所までの交通費、宿泊費の実費
- ・ただし、実証事業を実施する事業所が、インターンの所属する企業の事業所の場合は、支給いたしません。

公募・セミナー等

▶ [22年度実証事業公募](#)

▶ [22年度公募・セミナー](#)

当サイトに関するお問い合わせ
運営管理者 JMAC

経済産業省
環境管理会計の普及政策のサイト
環境調和産業推進室

中小企業への
環境管理会計の普及政策のサイト
中小企業基盤整備機構

中小企業を事例にした
MFCA研究のサイト
社会経済生産性本部

当サイトの運営
JMAC 日本能率協会
コンサルティング

公募期間

平成22年8月9日（月）から平成22年9月30日（木）

※ なお、この公募期間内に採択予定件数に達しない場合は、追加公募を行います。

平成22年10月1日（金）から平成22年10月29日（金）

応募方法

所定の応募様式にて、本事業の事務局まで郵送により提出してください。同時に申込資料のワープロ作成データを、本事業の事務局（送付先E-Mailアドレス：mfca_eco@jmac.co.jp）にメールでお送りください。（提出先の住所等は、公募案内に記載してあります。詳細は公募案内、応募様式等をご覧ください。）

■「MFCA導入実証事業」の公募案内資料、応募様式

- [公募案内「MFCA導入実証事業の公募について」](#)
(195KB) 
- [採択基準「MFCA導入実証事業の公募 別紙 公募の採択手順と評価基準」](#) (115KB) 
- [応募様式「MFCA導入実証事業の公募 申込書類 送付書」一式](#)
(96KB) 
- [記入要領「MFCA導入実証事業の公募 申込書類の作成要領」](#) (204KB) 

公募の採択結果

（採択され次第、その結果を応募した事業者に連絡する予定です。）

お問い合わせ

株式会社 日本能率協会コンサルティング(JMAC)

MFCA事業事務局（担当：下垣彰、中村映一、増田さやか）

TEL.: 03(3434)7332 FAX.: 03(3434)6430

E-mail: mfca_eco@jmac.co.jp

URL: <http://www.jmac.co.jp/mfca/info/01n.php>

 [このページの上へ](#)

経済産業省委託

MFCA導入研究モデル事業事務局 株式会社 日本能率協会コンサルティング(JMAC)

電話: 03-3434-7332 担当: 下垣/石田/山田

[適用の考え方](#) | [MFCA適用事例紹介](#) | [研究報告書参考文献](#) | [お知らせ](#) | [MFCA関連リンク](#) | [お問い合わせ](#)
[プライバシーポリシー](#) | [サイトマップ](#) | [JMACサイト](#)

Copyright © 2008 Ministry of Economy, Trade and Industry. All Rights Reserved.

公募・セミナー等

[トップ](#) > [セミナー・研修](#) > 22年度報告会・セミナー

22年度 国際標準化進捗状況等報告会

国際標準化進捗状況等報告会の開催のお知らせ

報告会の特徴	MFCA国際標準化進捗状況説明、企業の環境対応に向けてのMFCAへの期待、意義の発信、導入事例紹介を行うセミナーを、全国4か所（東京、大阪、名古屋、仙台）で開催します。
主催	株式会社日本能率協会コンサルティング(JMAC)
プログラム	詳細はパンフレット(pdfファイル)を参照ください。
日時／開催地	【2010年】 12月2日(木) 名古屋 詳細はこちらから>>  12月9日(木) 東京(エコプロダクツ展2010併催) 詳細はこちらから>>  【2011年】 1月14日(金) 仙台 詳細はこちらから>>  1月20日(金) 大阪 詳細はこちらから>> 
参加申込	Web上で参加申込の受付をしております。上記各開催地をクリックしてください。申込画面に移動します。

このような方々のご参加をお待ちしております

- 環境配慮とコストダウンを両立させる手法を知りたい
- ロスがあるのは認識しているが、曖昧なので具体的改善が進まない
- TPM、TQCなどの製造現場の改善活動とMFCAをどう両立させるかを知りたい
- MFCAを導入したいが、現場やトップを説得する材料が欲しい
- ISO14001と、MFCA(ISO14051)の関係性を知りたい

お問い合わせ

株式会社 日本能率協会コンサルティング(JMAC)
MFCA事業事務局 (担当: 下垣彰、中村映一、増田さやか)
TEL.: 03(3434)7332 FAX.: 03(3434)6430
E-mail: mfca_eco@jmac.co.jp

 [このページの上へ](#)

経済産業省委託

MFCA導入研究モデル事業事務局 株式会社 日本能率協会コンサルティング(JMAC)
電話: 03-3434-7332 担当: 下垣/石田/山田

[適用の考え方](#) | [MFCA適用事例紹介](#) | [研究報告書参考文献](#) | [お知らせ](#) | [MFCA関連リンク](#) | [お問い合わせ](#)
[プライバシーポリシー](#) | [サイトマップ](#) | [JMACサイト](#)

Copyright © 2008 Ministry of Economy, Trade and Industry. All Rights Reserved.

公募・セミナー等

[▶ 22年度実証事業公募](#)

[▶ 22年度公募・セミナー等](#)

当サイトに関するお問い合わせ
運営管理者 JMAC

経済産業省
環境管理会計の普及政策のサイト
環境調和産業推進室

中小企業への
環境管理会計の普及政策のサイト
中小企業基盤整備機構

中小企業を事例にした
MFCA研究のサイト
社会経済生産性本部

当サイトの運営
JMAC 日本能率協会
コンサルティング

MFCA適用事例紹介

JMAC MFCA事例紹介

■事例集

・平成21年度経済産業省委託「MFCA導入実証・国内対策事業」において新たに制作された事例集。

2010(平成22)年3月発行(日本語版、英語版)

【日本語版】

[>>マテリアルフローコスト会計 MFCA事例集\(1.86MB\)](#) 

【英語版(English ver.)】

[>>Material Flow Cost Accounting MFCA Case Examples\(2.25MB\)](#) 

・平成20年度経済産業省委託「温暖化対策環境経営管理システム構築モデル事業(マテリアルフローコスト会計開発・普及調査事業)」において作成された事例集。

2009(平成21)年3月発行。日本語のみ。

[>>マテリアルフローコスト会計手法導入事例集ver.2\(MB\)](#)

■業界別MFCA適用事例

業界別にMFCA適用事例を紹介します。

事例それぞれに、「企業」/「工場、事業所、施設」/「適用対象製品・サービス」の情報を紹介しています。

また、事例ごとに下記のデータを参照できます。

・ 導入事例データ:MFCA導入事例集(ver.1)の中の、該当する事例紹介のページ(見開き2ページの簡易版)のpdfデータ。

・ 報告書データ:MFCA導入調査研究報告書から抜き出した、該当する事例に関する報告書(詳細情報)のpdfデータ。

なお、紹介する事例の中には、報告書データへのリンクがないものもあります。

当サイトに関するお問い合わせ
運営管理者 JMAC

経済産業省
環境管理会計の普及政策のサイト
環境調和産業推進室

中小企業への
環境管理会計の普及政策のサイト
中小企業基盤整備機構

中小企業を事例にした
MFCA研究のサイト
社会経済生産性本部

当サイトの運営
JMAC 日本能率協会
コンサルティング

1. 業界:化学

企業、工場	製品	導入事例・報告書
日東電工株式会社 豊橋事業所(グループ企業展開)	エレクトロニクス用粘着テープ	>>導入事例紹介(360KB) 
日本ペイント株式会社 大阪工場	水性塗料	>>導入事例紹介(145KB) 
積水化学工業株式会社 (34事業所へ展開事例)	樹脂素材、樹脂加工品など	>>導入事例紹介(596KB) 
ダイソー株式会社 尼崎研究所	ファインケミカル製品	>>導入事例紹介(145KB)  >>報告書(118KB) 
新日本理化学株式会社 徳島工場	アルコール製品	>>導入事例紹介(150KB)  >>報告書(108KB) 
日本フィルム株式会社 本社工場	ロール式ゴミ袋	>>導入事例紹介(126KB)  >>報告書(584KB) 
株式会社スミロン 本社工場	粘着マット製造	>>導入事例紹介(360KB)  >>報告書(327KB) 
住友化学株式会社 大阪工場	化学品	>>報告書(477KB) 
株式会社DNPファインケミカル福島 本社工場	化学品	>>報告書(367KB) 
株式会社三ツ矢 五反田工場	めっき部品	>>報告書(727KB) 
東洋インキ製造株式会社 川越製造所	着色剤	>>報告書(363KB) 
株式会社プラテックノマテリアル 本社工場	使用済みペットボトルキャップを原料とするプラタン	>>報告書(314KB) 

2. 業界:医薬品

企業、工場	製品	導入事例・報告書

田辺製薬株式会社 (現 田辺三菱製薬株式会社) 小野田工場	医薬品	>>導入事例紹介 (344KB) 
田辺製薬株式会社 (現 田辺三菱製薬株式会社)と 田辺吉城工場株式会社 グループ全事業所と 田辺製薬吉城工場株式会社	医薬品	>>導入事例紹介 (143KB) 
塩野義製薬株式会社 金ヶ崎工場	医薬品	>>導入事例紹介 (472KB) 

3. 業界:電気機器

企業、工場	製品	導入事例・報告書
キヤノン株式会社 宇都宮工場(27事業所に展開)	カメラ用レンズ	>>導入事例紹介 (227KB) 
キヤノン化成株式会社 全事業所展開	ゴムローラー (加硫、研削)	>>導入事例紹介 (353KB) 
日立マクセル株式会社 京都事業所	情報メディア	>>導入事例紹介 (146KB) 
松下電器産業株式会社 モータ社家電電装 モータ事業部武生地区	モーター部品	>>導入事例紹介 (316KB) 
ジェイティシエムケイ株式会社 本社工場	プリント配線板	>>導入事例紹介 (147KB)  >>報告書 (45KB) 
四変テック株式会社 本社工場	標準変圧器	>>導入事例紹介 (144KB)  >>報告書 (122KB) 
四変テック株式会社 高瀬工場	蛍光灯用安定器	>>導入事例紹介 (150KB)  >>報告書 (67KB) 
株式会社ディ・エム・シー 福島工場	デジタルタッチパネル	>>導入事例紹介 (123KB)  >>報告書 (100KB) 
株式会社ハマダテクノス 川越本社工場	汎用ICパッケージ	>>導入事例紹介 (126KB)  >>報告書 (77KB) 
ファインクス株式会社 上条工場	電子部品	>>導入事例紹介 (100KB)  >>報告書 (70KB) 
シンド静電気株式会社 横浜工場	除電装置	>>導入事例紹介 (112KB)  >>報告書 (62KB) 
株式会社信州光電 本社工場	自動車用コントロール部品	>>導入事例紹介 (120KB)  >>報告書 (112KB) 
株式会社アイベックス 八尾木工場	FA機器に使用する基板部品	>>導入事例紹介 (121KB)  >>報告書 (97KB) 
ティ・エス・コーポレーション株式会社 本社工場	精密板金加工	>>導入事例紹介 (356KB)  >>報告書 (509KB) 
NECトーキン株式会社 白石事業所	電子部品用の材料	>>導入事例紹介 (352KB)  >>報告書 (199KB) 

4. 業界:精密機器

企業、工場	製品	導入事例・報告書
株式会社島津製作所 三糸工場	メッキ部品	>>導入事例紹介 (141KB) 

5. 業界:機械

企業、工場	製品	導入事例・報告書
NTN株式会社 岡山製作所	軸受部品	>>導入事例紹介 (133KB)  >>報告書 (86KB) 
サンデン株式会社 赤城事業所	コンプレッサー部品	>>導入事例紹介 (332KB)  >>報告書 (118KB) 

株式会社片桐製作所 本社工場	金属機械 加工部品	>>報告書 (477KB) 
東北日発株式会社 本社工場	ばね	>>報告書 (340KB) 

6. 業界: 輸送用機器

企業、工場	製品	導入事例・報告書
株式会社秋葉ダイカスト工業所 高崎工場	自動車用バルブボディ	>>導入事例紹介 (115KB)  >>報告書 (115KB) 
株式会社リード 本社工場	自動車用樹脂部品	>>導入事例紹介 (344KB)  >>報告書 (344KB) 
株式会社サワイ 本社工場	自動車部品	>>導入事例紹介 (121KB)  >>報告書 (130KB) 
やまと興業株式会社 本社工場	パイプ加工	>>導入事例紹介 (364KB)  >>報告書 (242KB) 
サンワアルテック株式会社 本社工場と サンデン株式会社八斗島事業所	アルミダイカスト	>>導入事例紹介 (308KB)  >>報告書 (294KB) 
光生アルミニウム工業株式会社 福井製作所	アルミホイール	>>報告書 (264KB) 
株式会社東洋ボデー 本社工場	トラック用のリアボディ	>>報告書 (277KB) 

7. 業界: 金属製品

企業、工場	製品	導入事例・報告書
メークス株式会社 茨城工場	ユニット基礎鉄筋	>>導入事例紹介 (121KB)  >>報告書 (120KB) 
有限会社南進熱錬工業 本社工場	金属部品の熱処理	>>導入事例紹介 (119KB)  >>報告書 (147KB) 

8. 業界: 鉄鋼

企業、工場	製品	導入事例・報告書
吉村工業株式会社 川口工場	マンホールの鉄蓋	>>導入事例紹介 (122KB)  >>報告書 (63KB) 
JFE技研株式会社 本社工場	空調設備の更新工事	>>導入事例紹介 (388KB)  >>報告書 (607KB) 

9. 業界: 非鉄金属

企業、工場	製品	導入事例・報告書
矢崎電線株式会社 沼津製作所	電線ケーブル	>>導入事例紹介 (143KB)  >>報告書 (74KB) 

10. 業界: パルプ・紙

企業、工場	製品	導入事例・報告書
日本トーカンパッケージ株式会社 厚木工場	紙器製品	>>導入事例紹介 (322KB)  >>報告書 (227KB) 
日本トーカンパッケージ株式会社 茨城工場	段ボール製品	>>導入事例紹介 (415KB)  >>報告書 (292KB) 
古林紙工株式会社 戸塚工場	コンシューマーパッケ ージ、紙製パッケージ	>>導入事例紹介 (146KB)  >>報告書 (146KB) 
合同容器株式会社 本社工場	ダンボール	>>導入事例紹介 (129KB)  >>報告書 (0.98MB) 
清水印刷紙工株式会社 群馬工場	紙器製品	>>導入事例紹介 (364KB) 

11. 業界:繊維製品

企業、工場	製品	導入事例・報告書
グンゼ株式会社 アパレルカンパニー・インナーウェア 事業本部 宮津工場	インナーウェア衣料品	>>導入事例紹介 (160KB)  >>報告書 (124KB) 
グンゼ株式会社 電子部品事業部 :エルマ株式会社亀岡工場	液晶タッチパネル	>>導入事例紹介 (163KB)  >>報告書 (68KB) 
グンゼ株式会社 エンブラ事業部江南工場	樹脂ベルト	>>導入事例紹介 (156KB)  >>報告書 (41KB) 
グンゼ株式会社 アパレルカンパニー 及びグンゼ物流	衣料品	>>導入事例紹介 (161KB)  >>報告書 (155KB) 

12. 業界:食料品

企業、工場	製品	導入事例・報告書
ハウス食品株式会社 関東工場	加工食品	>>導入事例紹介 (134KB) 
株式会社果香 山形工場	りんごストレート果汁	>>導入事例紹介 (117KB)  >>報告書 (78KB) 
あさ川製菓株式会社 本社工場	菓子製品	>>導入事例紹介 (122KB)  >>報告書 (1.82MB) 
株式会社津梁 関東工場	黒糖加工品	>>報告書 (556KB) 

13. 業界:その他製品

企業、工場	製品	導入事例・報告書
ホクシン株式会社 岸和田工場	MDF中質繊維板	>>導入事例紹介 (150KB)  >>報告書 (54KB) 
エーワン株式会社 東金工場	事務用シール製品 (OAラベル)	>>導入事例紹介 (929KB)  >>報告書 (177KB) 
株式会社第一印刷 福島工業団地内工場	パンフレット類の印刷・製本	>>導入事例紹介 (123KB)  >>報告書 (415KB) 
株式会社光大産業 本社工場	家庭用木工製品の 材料加工の工程	>>導入事例紹介 (372KB)  >>報告書 (303KB) 
近畿環境興産株式会社 本社工場	マテリアルリサイクル (RF燃料製造)	>>報告書 (477KB) 
株式会社近江物産 本社工場	マテリアルリサイクル (プラスチック材料)	>>報告書 (342KB) 

14. 業界:ゴム製品

企業、工場	製品	導入事例・報告書
弘進ゴム株式会社 亙理事業所	産業資材用シート	>>導入事例紹介 (372KB)  >>報告書 (252KB) 
弘進ゴム株式会社	ビニールホース	>>報告書 (472KB) 

15. 業界:サービス業

企業、工場	製品	導入事例・報告書
サンデン株式会社 石山事業所	機器・什器リユース	>>報告書 (303KB) 
企業名非公開 コンビニエンスストア	食料品販売	>>報告書 (412KB) 

株式会社旬材	水産品流通情報サービス	>>報告書(394KB) 
株式会社一の湯 ホテル塔ノ沢キャトルセゾン	飲食・宿泊	>>報告書(495KB) 
株式会社丸峰観光ホテル 七日町亭	外食	>>報告書(326KB) 
株式会社ヒロコーヒー 伊丹いながわ店	外食・小売	>>報告書(914KB) 
愛知厚生連 渥美病院	医療	>>報告書(258KB) 
医仁会 武田総合病院	医療	>>報告書(318KB) 
JFEテクノリサーチ株式会社	環境分析サービス	>>報告書(287KB) 
株式会社ミズノ 本社	廃棄物処理	>>報告書(294KB) 



PDFファイルをご覧になるには[Adobe Acrobat Reader](#)が必要です。
お持ちでない方は[こちら](#)からダウンロードしてご利用ください。

中小企業向けMFCA導入適用モデル事業の適用事例は、[社会経済生産性本部](#)のホームページから閲覧できます。

 [このページの上へ](#)

経済産業省委託

MFCA導入研究モデル事業事務局 株式会社 日本能率協会コンサルティング(JMAC)
電話:03-3434-7332 担当:下垣/石田/山田

[適用の考え方](#) | [MFCA適用事例紹介](#) | [研究報告書参考文献](#) | [お知らせ](#) | [MFCA関連リンク](#) | [お問い合わせ](#)
[プライバシーポリシー](#) | [サイトマップ](#) | [JMACサイト](#)

Copyright © 2008 Ministry of Economy, Trade and Industry. All Rights Reserved.

研究報告書参考文献

JMAC MFCA研究報告書

ここで掲載している報告書は、経済産業省等からの委託事業として、弊社が受託し実施した「MFCA調査事業」等の調査・研究成果です。

なお、これらの調査研究は、経済産業省の環境経営・環境ビジネス支援政策「環境に配慮した企業経営の促進支援」の事業として実施しています。

[「経済産業省 環境に配慮した企業経営の促進支援 環境管理会計」のページはこちらから](#)

平成21年度 経済産業省委託 MFCA導入実証・国内対策等事業報告書

全文	>>一括ダウンロード(27.0MB) 
表紙～第1部	>>はじめに(381KB) 
第2部	>>MFCA導入実証事業報告(2.16MB) 
第3部	>>中小企業向けMFCA計算ツールの研究開発結果報告(632KB) 
第4部	>>MFCAの国際標準化に関する国内対応策実施の結果報告(429KB) 
第5部	>>おわりに-MFCAの進化、発展、普及に向けて(149KB) 
別添資料	>>別途資料(成果物)(24.9MB) 



PDFファイルをご覧になるにはAdobe Acrobat Readerが必要です。
お持ちでない方は[こちら](#)からダウンロードしてご利用ください。

平成21年度 経済産業省委託 次世代環境管理会計調査事業報告書

全文	>>一括ダウンロード(946KB) 
表紙～本文	>>本文(609KB) 
別添資料	>>アンケート等の調査分析の詳細資料(538KB) 



PDFファイルをご覧になるにはAdobe Acrobat Readerが必要です。
お持ちでない方は[こちら](#)からダウンロードしてご利用ください。

平成20年度 経済産業省委託 MFCA開発・普及調査事業報告書

全文	>>一括ダウンロード(31.4MB) 
表紙～第1部	>>はじめに(336KB) 
第2部	>>MFCA導入実証事業報告(1.98MB) 
第3部	>>MFCA普及策の取り組み結果報告(1.03MB) 
第4部	>>おわりに、今後のMFCA普及にむけての課題(484KB) 
別添資料	>>普及策の成果物(29.2MB) 



PDFファイルをご覧になるにはAdobe Acrobat Readerが必要です。
お持ちでない方は[こちら](#)からダウンロードしてご利用ください。

平成19年度 経済産業省委託 MFCA開発・普及調査事業報告書

全文	>>一括ダウンロード(13.9MB) 

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](#)

■ [平成21年度研究報告書](#)

■ [平成20年度研究報告書](#)

■ [平成19年度研究報告書](#)

■ [平成18年度研究報告書](#)

■ [平成17年度研究報告書](#)

■ [平成16年度研究報告書](#)

[▶ その他機関によるMFCA研究報告書](#)

[▶ MFCA参考文献](#)

当サイトに関するお問い合わせ
運営管理者 JMAC

経済産業省
環境管理会計の普及政策のサイト
環境調和産業推進室

中小企業への
環境管理会計の普及政策のサイト
中小企業基盤整備機構

中小企業を事例にした
MFCA研究のサイト
社会経済生産性本部

当サイトの運営
JMAC 日本能率協会
コンサルティング

表紙～第1部	>>はじめに(241KB) 
第2部	>>MFCA導入実証事業報告(1.26MB) 
第3部	>>MFCA普及策の取り組み結果報告(643KB) 
第4部	>>おわりに、今後のMFCA普及にむけての課題(195KB) 
別添資料	>>普及策の成果物(11.5MB) 



PDFファイルをご覧になるにはAdobe Acrobat Readerが必要です。
お持ちでない方は[こちら](#)からダウンロードしてご利用ください。

平成19年度 東北経済産業局委託 東北地域におけるマテリアルフローコスト会計の導入指導の普及と金融支援のあり方に関する調査業務報告書

全文	>>一括ダウンロード(1.41MB) 
表紙～第2章	>>はじめに、本事業の全体概要(236KB) 
第3章	>>企業へのMFCA導入指導調査報告(519KB) 
第4章	>>MFCAと金融・サービスとの連携に係る地域内金融機関に対するヒアリング調査報告(254KB) 
第5章	>>ツール・施策等について分析結果の報告(188KB) 
第6章	>>今後への課題(103KB) 
参考資料	>>参考資料(560KB) 



PDFファイルをご覧になるにはAdobe Acrobat Readerが必要です。
お持ちでない方は[こちら](#)からダウンロードしてご利用ください。

平成18年度 経済産業省委託 MFCA開発・普及調査事業報告書

全文	>>一括ダウンロード(7.78MB) 
表紙～第1部	>>はじめに(0.21MB) 
第2部	>>MFCA普及活動(0.49MB) 
第3部全体	>>MFCA高度化研究(2.36MB) 
第3部 第1章	>>MFCA高度化研究の全体概要(0.16MB) 
第3部 第2章	>>テーマ1「MFCAとLCAの統合化研究」(0.96MB) 
第3部 第3章	>>テーマ2「MFCAのSC展開の研究」(0.52MB) 
第3部 第4章	>>テーマ3「MFCAのシステム化の研究」(0.67MB) 
第3部 第5章	>>テーマ4「外部環境経営評価指標としてのMFCAの研究」(0.7MB) 
第3部 参考資料	>>MFCAの高度化研究に関する参考資料(0.33MB) 
第4部	>>おわりに、今後への課題(0.11MB) 
別添資料	>>普及活動の成果物(5.27MB) 



PDFファイルをご覧になるにはAdobe Acrobat Readerが必要です。
お持ちでない方は[こちら](#)からダウンロードしてご利用ください。

平成17年 経済産業省委託 大企業向けMFCA導入共同研究モデル事業報告書

本報告書は、経済産業省からの委託事業として、弊社が下記の本モデル事業参加企業7社と行った、MFCA導入共同研究モデル事業7件の調査・研究成果です。

サンデン株式会社、株式会社トッパン建装プロダクツ、ハウス食品株式会社、富士製粉株式会社、新日本理化学株式会社、ダイソー株式会社、グンゼ株式会社

全文	>>一括ダウンロード(2.46MB) 
表紙～第1章	>>調査概要(0.14MB) 
第2章	>>製造段階のMFCAの理論と考え方(0.17MB) 
第3章	>>製造段階のMFCA モデル事業の調査研究結果(0.48MB) 

第4章	>>物流段階のMFCAの理論と考え方(0.15MB) 
第5章	>>物流段階のMFCA モデル事業の調査研究結果(0.17MB) 
第6章	>>効果的なMFCAの活用に関する考え方(0.1MB) 
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(0.07MB) 
第8章	>>今後のMFCAの普及、進化にむけての課題(0.11MB) 
付章	>>MFCAセミナーの概要、MFCAホームページの紹介、参考文献(0.24MB) 
添付資料	>>MFCAセミナーテキスト(1.48MB) 



PDFファイルをご覧になるにはAdobe Acrobat Readerが必要です。
お持ちでない方は[こちら](#)からダウンロードしてご利用ください。

平成16年 経済産業省委託 大企業向けMFCA導入共同研究モデル事業報告書

本報告書は、経済産業省からの委託事業として、弊社【株式会社日本能率協会コンサルティング(JMAC)】が、下記の本モデル事業参加企業8社と行った、MFCA導入共同研究モデル事業12件の、調査・研究成果です。
松下電器産業株式会社、NTN株式会社、グンゼ株式会社、ホクシン株式会社、ジェイティシエムケイ株式会社、日本トーカンパッケージ株式会社、四変テック株式会社、矢崎電線株式会社

http://www.meti.go.jp/policy/eco_business/index.html

全文	>>一括ダウンロード(4.27MB) 
表紙～第1章	>>調査概要(0.15MB) 
第2章	>>今回のモデル事業におけるMFCA計算の特徴(0.08MB) 
第3章	>>効果的なMFCA適用に向けて(0.11MB) 
第4章	>>企業別 モデル事業の研究調査結果(2.18MB) 
第5章	>>MFCAセミナーの概要 ～ 第6章 今後のMFCAの普及の課題(0.06MB) 
添付資料	>>MFCAセミナーテキスト(1.77MB) 



PDFファイルをご覧になるにはAdobe Acrobat Readerが必要です。
お持ちでない方は[こちら](#)からダウンロードしてご利用ください。

これらの事業は、平成11年度から社団法人 産業環境管理協会で行われてきたMFCA(マテリアルフローコスト会計)の手法開発をベースにして、MFCA(マテリアルフローコスト会計)の企業の実務での適用ノウハウの構築、整理を目的として行っています。

MFCA(マテリアルフローコスト会計)は、企業の事業活動、生産活動における資源効率向上を、コストダウンしながら実践するためのもので、特に廃棄物に着目して“ロスコストを見える化”する原価計算手法とも言えるものです。

環境経営の更なる実践において、本調査研究が環境管理会計の理解、導入促進に役立ることができれば幸いです。

お問い合わせ

株式会社 日本能率協会コンサルティング(JMAC)
MFCA事業事務局(担当:下垣彰、山田朗、増田さやか)
TEL.: 03(3434)7332 FAX.: 03(3434)6430
E-mail: mfca_eco@jmac.co.jp
URL: <http://www.jmac.co.jp/>

 [このページの上へ](#)

経済産業省委託

MFCA導入研究モデル事業事務局 株式会社 日本能率協会コンサルティング(JMAC)
電話: 03-3434-7332 担当: 下垣/石田/山田

[適用の考え方](#) | [MFCA適用事例紹介](#) | [研究報告書参考文献](#) | [お知らせ](#) | [MFCA関連リンク](#) | [お問い合わせ](#)
[プライバシーポリシー](#) | [サイトマップ](#) | [JMACサイト](#)

Copyright © 2008 Ministry of Economy, Trade and Industry. All Rights Reserved.

平成 22 年度経済産業省委託 平成 22 年度低炭素型環境管理会計国際標準化事業
(マテリアルフローコスト会計導入実証・国内対策等事業)
『マテリアルフローコスト会計導入実証・国内対策等事業 報告書』別添資料

本報告書の内容に関するお問合せは、下記の MFCA 事業事務局までお願いします。

株式会社 日本能率協会コンサルティング

MFCA センター MFCA 事業事務局

〒105-8534

東京都港区虎ノ門三丁目 22 番 1 号 秀和第二芝公園三丁目ビル 4 階

電話：03-3434-7331 FAX：03-3434-6430 E-Mail：mfca_eco@jmac.co.jp