

## 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20年度の事業においては、MFCAの各地域の普及拠点として公募で採択された団体と協力し、MFCA 導入実証事業を実施した。

この実証事業では、下に示す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。

基本ステップ	検討、作業項目
1 事前準備	<ul style="list-style-type: none"><li>対象の製品、ライン、工程範囲を決定</li><li>対象工程のラフ分析、物量センター(MFCA計算上の工程)決定</li><li>分析対象の品種、期間を決定</li><li>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</li></ul>
2 データ収集、整理	<ul style="list-style-type: none"><li>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</li><li>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</li><li>システムコスト、エネルギーコストの按分ルール決定</li><li>工程別の稼動状況データの収集、整理(オプション)</li></ul>
3 MFCA計算	<ul style="list-style-type: none"><li>MFCA計算モデル構築、各種データの入力</li><li>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)</li></ul>
4 改善課題の抽出	<ul style="list-style-type: none"><li>材料ロス削減、コストダウンの改善課題抽出、整理</li></ul>
5 改善計画の立案	<ul style="list-style-type: none"><li>材料ロスの削減余地、可能性検討</li><li>材料ロス削減のコストダウン寄与度計算(MFCA計算)、評価</li><li>改善の優先順位決定、改善計画立案</li></ul>
6 改善の実施	<ul style="list-style-type: none"><li>改善実施</li></ul>
7 改善効果の評価	<ul style="list-style-type: none"><li>改善後の材料投入物量、廃棄物量調査、MFCAの再計算</li><li>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</li></ul>

### (2)インターンシップについて

この実証事業は、MFCAの指導者育成を目的としたインターンシップ事業を兼ねたものである。採択された団体からもインターンが参加し、MFCA 導入アドバイザーの指導で、一緒にMFCAの導入検討を行った。インターンは、別にMFCA 事前研修を受講するとともに、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

この実証事業は、下表のように、合計 10 件、実施した。

	MFCA を導入した 企業・工場(所在地)	MFCA 適用分野	MFCA 導入事例としての 特徴	実施団体	インターン (敬称略)	掲載 場所
1	住友化学株式会社 大阪工場 (大阪府大阪市)	化学反応	化学品製造での事例。化学反応のプロセスが対象で、“反応”、“切り替え”の2つの物量センターを設け、MFCA の計算・分析を行った。	住友化学株式会社	奈良 恒雄 村田 明	第 2 部 第 2 章
2	株式会社DNPファインケ ミカル 本社工場 (福島県南相馬市)	化学反応	化学品製造での事例。化学反応のプロセスが対象で、2棟の工場で行う3つのプロセスに、それぞれ“製造工程”、“洗浄工程”の2つの物量センターを設け、MFCA の計算・分析を行った。	新日本有限責任監査 法人	本澤 裕起子 塩谷 明広 川原 千明	第 2 部 第 3 章
3	株式会社三ツ矢 五反田工場 (東京都品川区)	化学反応 (電気めっき)	めっき加工での事例。2種類のめっき(金めっき、ニッケルめっき)の MFCA の計算・分析を行った。	有限責任中間法人 エコステージ協会	堀江 将 高越 研之 浅井 豊司	第 2 部 第 4 章
4	株式会社片桐製作所 本社工場 (山形県上市市)	金属機械 加工	金属機械加工での事例。切断、焼鈍、潤滑、鍛造、切削、めっき、検査など、工程が長い機械加工プロセスで、MFCA の計算・分析を行った。	財団法人 山形県企業振興公社	片桐 久夫 伊藤 明彦 岩田 義弘	第 2 部 第 5 章
5	東北日発株式会社 本社工場 (岩手県北上市)	金属機械 加工	ばね製造での事例。多品種少量品と量産品の混在したラインを対象とし、それぞれの代表品種で、2つの MFCA の計算・分析を行った。	北上ネットワーク・フ ォーラム	及川 宗一 鈴木 高繁 寒川 潮光	第 2 部 第 6 章
6	株式会社東洋ボデー 本社工場 (東京都武蔵村山市)	金属機械 加工	トラック用のリアボディ製造(オーダーメイド)での事例。メタル工程(切削、穴あけ)、塗装工程が対象として、MFCA の計算・分析を行った。	社団法人 首都圏産業活性化協 会	小林 弘幸 笠原 秀紀	第 2 部 第 7 章
7	光生アルミニウム工業 株式会社 福井製作所 (福井県福井市)	金属機械 加工	アルミホイール製造での事例。鋳造、切断、切削、塗装などの工程が対象。工程内リサイクルのあるラインで、MFCA の計算・分析を行った。	テクノポート福井企業 連絡会	豊島 清次 仙石 祐信 奥平 吉照	第 2 部 第 8 章
8	東洋インキ製造株式会 社 川越製造所 (埼玉県川越市)	樹脂成形 加工	プラスチック用着色剤製造での事例。多品種少量生産ラインで、“押し出し成形”、“切り替え”の2つの物量センターを設け、MFCA の計算・分析を行った。	東洋インキ製造株式 会社	宮本 達夫 細川 優 森川 卓 太田 直樹	第 2 部 第 9 章
9	近畿環境興産株式会社 本社工場 (大阪府岸和田市)	リサイクル 事業	マテリアルリサイクルでの事例。企業から排出される廃液を原料にしたRF燃料製造工程で、MFCA の計算・分析を行った。	特定非営利活動法人	阿藤 崇浩 梨岡 英理子 吉見 勝治	第 2 部 第 10 章
10	株式会社近江物産 本社工場 (滋賀県栗東市)	リサイクル 事業	マテリアルリサイクルでの事例。回収プラスチック、廃プラスチックを原料にしたプラスチック材料製造工程で、MFCA の計算・分析を行った。	資源リサイクルシステ ムセンター	阿藤 崇浩 梨岡 英理子 吉見 勝治	第 2 部 第 11 章

本年度の MFCA 導入実証事業は、次のような点で特徴があった。

- 化学工業分野での具体的な MFCA 適用事例を複数、構築できた。いずれの事例も、MFCA の計算としては、比較的、シンプルな計算モデルを構築した。
- 金属の機械加工分野で、4 件の事例が構築された。どの事例も、地域団体が主催した研究会などを持っており、今後、その地域における MFCA 普及に重要な役割を持つことが期待される。
- 樹脂成形加工分野の事例は、1 件であるが、多品種少量生産での適用事例である。多品種少量生産における MFCA 適用方法として、シンプルな MFCA 計算を試みた事例である。
- リサイクル事業の事例が 2 件ある。どちらも、廃棄物を再資源化するプロセスを扱った事業であり、今後の循環型社会の構築に向けて、産業として強化する必要がある分野である。MFCA としては初めての事例であり、MFCA の適用分野の拡張に向けて、意義が大きい。

#### (4)本事業報告書に記載した 10 件の MFCA 導入実証事業報告の読み方

本事業報告書には、第 2 部第 2 章から第 11 章にかけて、10 件の MFCA 導入実証事業の報告を掲載している。その報告の読み方に関する注意事項を、以下に記載した。

- 掲載された報告の本文、および図表などに記載されている数値（物量値、コスト金額、およびそれぞれの比率など）は、公表に際して、実際と異なる数値に置き換えている。
- 掲載された報告書に記載されている略号の中で、以下のものは、MFCA 簡易計算ツールで使用しているものであるため、個々の実証事業報告においては、説明を行わない。
  - QC : Quantity Center の略、物量センターを指す。
  - MC : Material Cost の略、原材料費を指す。
  - SC : System Cost の略、加工費の中の原材料費や減価償却費を指す
  - EC : Energy Cost の略、電力、燃料などのエネルギー費や水などの用益費用を指す
  - WTC : Waste Treatment Cost の略、廃棄物の処理費用を指す

## 第2章 住友化学株式会社 (化学工場における MFCA 導入事例)

報告書作成者

住友化学株式会社 大阪工場環境安全部 村田 明  
レスポンシブル ケア室 奈良 恒雄  
執行役員 塩崎 保美

公募で採択された事業の実施主体者

住友化学株式会社

### (1)会社概要、工場概要

住友化学株式会社(グループ)は、基礎化学、石油化学、精密化学、情報電子化学、農業化学、医薬の6事業を展開する総合化学メーカーである。

今回は、精密化学製品である医薬品中間体の製造工程(大阪工場)についてMFCAを行った。医薬品中間体の製造は、多品種少量生産を大きな特徴としている。

#### MFCA 導入企業、工場の概要

住友化学株式会社 大阪工場

本社所在地 : 東京都中央区新川二丁目 27 番 1 号

事業所所在地 : 大阪市此花区春日出中三丁目 1 番 98 号

従業員数 : 25,600 名(連結)、当該事業所 約 800 名

売上金額 : 18,965 億円(連結・2007 年度実績)

資本金 : 89,699 百万円

URL <http://www.sumitomo-chem.co.jp>

住友化学株式会社大阪工場は、1916年に合成染料の国産化を目的に設立された「日本染料製造株式会社」を前身とし、1944年に住友化学工業株式会社(当時)との合併により住友化学株式会社大阪工場となった。以来、有機合成化学の基盤技術を基に、時代の要請に応じて有用な技術や新しい製品を生み続け、現在では、医薬品原体・中間体、農薬、フォトレジスト、半導体・表示材料、高分子添加剤、ゴム用薬品、染料など幅広い製品群を生産している。全生産量に占める輸出の割合は約60%であり、アジア、欧州、北米など世界各国へ製品を輸出している。

とりわけ大阪工場は、同一敷地内に情報電子化学品研究所、有機合成研究所、精密化学品研究所、生産技術センターさらには生物環境科学研究所など様々な分野での高い専門性を有する研究機関を抱えていることより、化学品の研究開発から製造(工業化)までの安全性の確保を一貫して行えるという長所・利便性を有した精密化学事業の主たる開発機動工場といえる。また、大阪市に立地していることもあり、都市型工場として特に周辺地域への環境面での配慮は欠かせない状況にある。

大阪工場は今後とも地域住民への情報開示の充実に努めていく中で、環境パフォーマンスの継続的な向上を実現することが極めて重要な課題であると位置づけ、取り組みを強化している。

一般に医薬品中間体は精製工程を含む複数の反応工程を経て生産され、生産は大阪工場内にとどま

らず、大阪工場組織下にある他県の「岡山プラント」や「岐阜プラント」との生産ネットワークを移動する場合もある。今回 MFCA の検討を行った医薬品中間体（C）は、製品の「切替洗浄工程」も含め、大阪工場内での工程について検討を行ったものである。

## (2)MFCA 導入製品及び工程

MFCA 適用の対象は、医薬品中間体（C）である。

その製造工程の概要を、図 2-1 に示す。

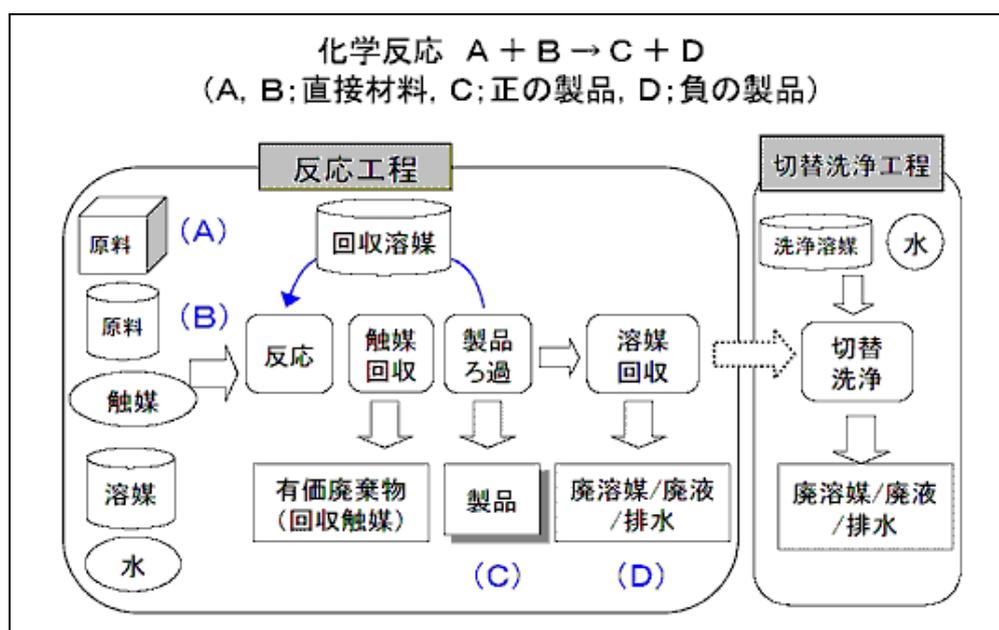


図 2-1 製造工程の概要

本製品は、大阪工場内の当該製造課のプラントにおいて、以下の反応を経て製造される。

$A + B \rightarrow C + D$  ここで、AおよびBは原料化合物、Cは製品、Dは廃棄物（廃溶媒／廃液／排水）となる。反応器に溶媒、原料A、原料B、回収溶媒を入れた後、触媒を加え加熱し規定の操作により反応を行う。反応の終了はサンプルの分析結果により判断し、終了を確認したのち、触媒を回収する。その後、反応系内に水を入れ製品（C）を析出させたのち、ろ過を行い製品（C）の取り出しを行う。ろ液は、水を加えることにより溶媒成分と水に分離させ、溶媒は蒸留により回収するとともに、蒸留後の釜残や廃液は廃棄物として必要な処理を行う。

医薬中間体の製造は、数バッチを1シリーズとして生産し、製品の切り替えの際には生産系列を溶媒および水による「切替洗浄」を行う。このシリーズ終了後の「切替洗浄」も製造上重要な工程であるため、「切替洗浄」も MFCA の対象範囲に含めた。

## (3)MFCA 導入の狙い、意図

日米欧が中心となった国際的な連携のもと、化学物質を製造・取り扱う世界の化学工業界は、コン

プライアンスを基盤に製品の開発から製造、流通、使用、廃棄に至るまでの全ライフサイクルにわたって「安全・環境・健康・品質」を確保し対話を通じて社会からの信頼を深めていく自主的活動である「レスポンシブル・ケア (RC) 活動」を進めている。

日本での RC 活動は 1995 年にスタートしたが、住友化学はそのスタート当初から参画し、今日まで積極的な RC 活動を展開している。また、PRTR 制度に基づく化学物質の排出・移動量の削減に取り組むとともに徹底したリスク管理を行っている。さらに、TPM の導入によるロスの削減活動や、ISO14001 による環境負荷の低減活動を継続してきた。

医薬品や電子材料製品に代表される精密化学品は、極めて高純度の品質を要求されることから、不純物 (未反応物、副反応物等) の混入防止や除去が重要であり、洗浄・精製処理が必須となっている。したがってその廃溶媒や廃水などの「負の製品」の発生量は他の製品と比較し多大なものとなっていることから、MFCA を採用する事により「負の製品」を見える化し明確にするとともに、品質面での要求事項を満足しつつ、「負の製品」の発生削減を目的に MFCA の検討を行うこととした。

MFCA の検討に際しては、環境面はもとより、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。検討会の構成は本社レスポンシブル ケア室をはじめ、大阪工場の当該製造課管理者、環境保全担当者、生産企画部の企画・技術担当および経理担当者を加えた組織とした。

#### (4)MFCA 計算の基本的な考え方

##### ①物量センターについて

反応から触媒回収、ろ過に至る工程を「反応工程」として一つの物量センターとした。反応追跡による組成の解析は行っているが、その間、取り出し工程が無く重量を基準とした物量の正確な把握ができないため、反応工程をひとまとめにして整理した。また、「切替洗浄工程」は廃棄物の発生量が多く、機器の占有時間および労務費の割合も大きいことから、改善の必要性も高いため、「切替洗浄」としてひとつの物量センターとした。

##### ②物量

- ・ バッチ反応に基づく製造工程であり、インプットおよびアウトプットの MFCA における物量の 카테고리との対応を図 2-2 に示した。
- ・ 直接材料と間接材料の分け方については、反応収率に直接関係のある原料などを直接材料、反応収率\*に直接関係のない溶媒等を間接材料とした。
- ・ 直接材料は、化学反応によりほとんど「正の製品」となるが、未反応物や副生成物は、廃棄物として「負の製品」として評価した。直接材料から「正の製品」「負の製品」への実際の配分方法は、反応収率に基づき算出した。
- ・ 例えば、 $A + B \rightarrow C + D$  の反応において、A、B が直接材料の原料、C は製品、D を副生成物等とし、その収率が 90% とすると、A、B はいずれも投入量の 90% を「正の製品」へ、残りの 10% を「負の製品」に振り分けることとした。

収率\* ; ある物質を得るための化学反応等において、理論上得ることが可能なその物質の最大量(理論収量)に

に対する実際に得られた物質の量(収量)の比率。

- 間接材料は、全て「負の製品」とした。例えば、反応溶媒やプロセス水（プロセスに投入された水）等である。
- 「切替洗浄工程」に投入される洗浄溶媒や水は全て間接材料とし、排出される廃溶媒、廃液、廃水はすべて「負の製品」とした。

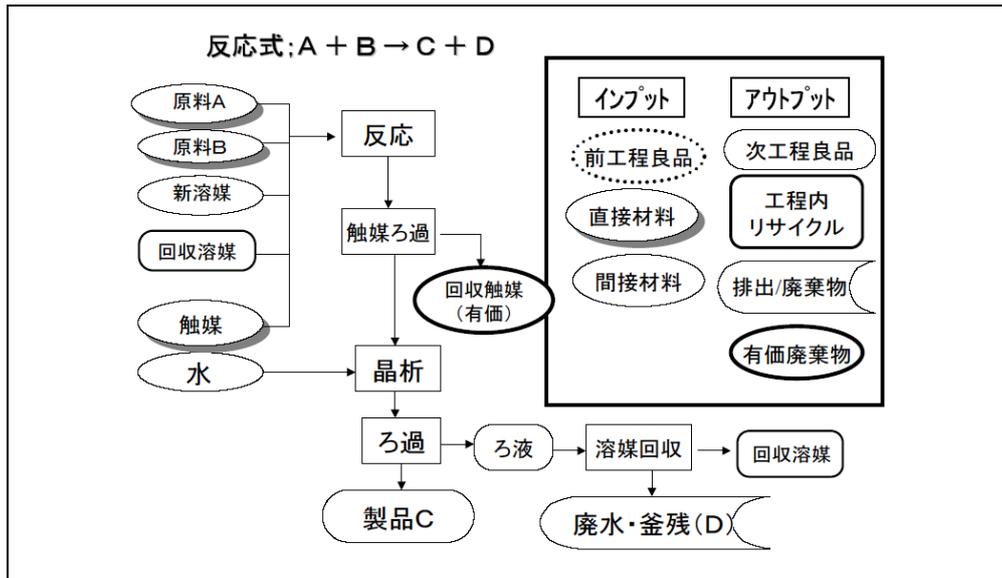


図 2-2 MFCA における物量の分類への対応

- 今回の検討における製品(C)の投入原料類と MFCA における物量の分類との対応については表 2-1 に示す。

表 2-1 MFCA における物量の分類との対応

マテリアルコスト M/C	インプット	前工程良品	—
		直接材料	原料(A)、原料(B)、触媒 (反応収率に直接影響するもの)
		間接材料	新溶媒(新品)、プロセス水
	アウトプット	次工程良品	製品(C)
		工程内リサイクル	回収溶媒 (回収品)
		排出・廃棄物	廃水、釜残(D)など
		有価廃棄物	回収触媒

### ③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、製品(C)のシステムコストを算出した。なお、設備占有率は、毎年の製品(C)の生産量増減により変動するため、「標準生産パターン」を設定し設備占有率を求めた。具体的には「標準生産パターン」を半期(150日)に1

シリーズの生産（43日）と定め、設備占有率は29%とした。

- 得られたシステムコストの「反応工程」（QC-1）、「切替洗浄工程」（QC-2）への各配分は、生産シリーズにおける各々の所要日数比で配賦した。

1シリーズにおける日数；

「反応工程」30日（70%）、「切替洗浄工程」13日\*\*（30%）

「切替洗浄工程」13日\*\*；このうち、実際の洗浄日数は9日間で、4日間は運転テスト等を行っている

- 今回の検討では試行ということもあり、できるだけ既存のデータを有効活用するとの考えに立ち、住友化学株式会社大阪工場における原価計算要素をMFCAのシステムコストに反映させることとした。具体的には、表2-2に示す。

表2-2 MFCAにおけるシステムコストと既存の原価計算要素との対応

システムコスト (MFCA)	既存の原価要素
直接労務費	労務費
間接労務費	分析費、試験研究費、間接部門労務費
業務委託費	分析・包装委託費、物流費
設備焼却費	減価償却費、固定資産税、共通費他
間接費（その他）	補修費、雑材料費、対従業員サービス費、システム費、その他

#### ④エネルギーコスト(用役コストを含む)

- 製品毎のエネルギー管理原単位の数値を引用することとした。
- 「反応工程」（QC-1）、「切替洗浄工程」（QC-2）へのエネルギーコストの各配分は、生産シリーズにおける各々の所要日数比で配賦することとした。  
1シリーズにおける日数；「反応工程」30日（70%）、「切替洗浄工程」13日（30%）
- プロセス水として使用した工業用水および上水はマテリアルコストに配分し、用役コストから除外した。

#### (5)データ収集期間、方法

- データ収集は、既存の製品毎の物質収支データ、管理原単位および原価計算データを使用し、新たにデータを取得することは無かった。管理原単位は、製品毎に標準値として配賦された数値であるため、厳密には実際に製造されているものとの差異が予想されるが、大きな問題ではないと判断し、管理原単位をそのまま引用した。
- 数量は、バッチあたりの使用量を基準として計算をおこなった。
- 物量データは物質収支を基に計算しているが、避けることのできないインプット総量とアウトプ

ット総量の間のおおきな差異は、アウトプットの項目の「排出物、廃棄物」の物量で調整してバランスをとった。

- ・ マテリアルバランスチェック表を表 2-3 に示す。

表 2-3 マテリアルバランスチェック表

[単位 ; kg/バッチ]

(1) Input材料の物量集計					(2) Output材料の物量集計							
MC項目・分類	項目名・(詳細)	(単位)	反応	切替洗浄	MC項目・分類	項目名・(詳細)	(単位)	反応	切替洗浄			
Input	前工程良品	材料の投入物量	(kg)	0.0	0.0	正の製品	次工程良品	物量合計	(kg)	1,250.0	0.0	
		正の製品物量	(kg)	0.0	0.0		負の製品	工程内リサイクル	物量合計	(kg)	8,200.0	0.0
		負の製品物量	(kg)	0.0	0.0			排出物、廃棄物	物量合計	(kg)	8,685.0	2,200.0
	材料の投入物量	(kg)	1,450.0	0.0	有価廃棄物	物量合計		(kg)	15.0	0.0		
	直接材料	正の製品物量	(kg)	1,208.8	0.0	負の製品Total	負の製品Total	物量合計	(kg)	16,900.0	2,200.0	
		負の製品物量	(kg)	241.2	0.0		Total	Output Total	物量合計	(kg)	18,150.0	2,200.0
		材料の投入物量	(kg)	16,700.0	2,200.0		(3) 物量収支の検算					
	間接材料	正の製品物量	(kg)	0.0	0.0	In/Out 収支	Input合計	物量合計	(kg)	18,150.0	2,200.0	
		負の製品物量	(kg)	16,700.0	2,200.0		Output合計	物量合計	(kg)	18,150.0	2,200.0	
		材料の投入物量	(kg)	18,150.0	2,200.0		In/Output差異	物量合計	(kg)	0.0	0.0	
	Total	正の製品物量	(kg)	1,208.8	0.0							
		負の製品物量	(kg)	16,941.2	2,200.0							
正/負の物量差異		(kg)	0.0	0.0								

## (6)MFCA 計算、分析結果

### ①マテリアル Input/Output 物量

製品 (C) における工程別の投入物量と「正の製品」物量、「負の製品」物量を表 2-4 に示した。「反応工程」および「切替洗浄」は、いずれもバッチスケールで物量を算出していることから、工程間の統合化処理は要しなかった。なお、これらの物量は、実際の数値を報告用に変更したものである。

表 2-4 工程別の材料 Input/Output 物量

[単位 ; kg/バッチ]

	Input			Output		
	投入材料	分類	数量 kg	廃棄物等	分類	数量 kg
QC-1 反応工程	原料(A)	直接材料	780	製品(C)	正の製品	1,250
	原料(B)	直接材料	650	回収触媒	有価廃棄物	15
	触媒	直接材料	20	廃溶媒	負の製品	500
	溶媒(新)	間接材料	1,200	回収溶媒	負の製品	8,200
	回収溶媒	間接材料	8,200	廃液	負の製品	800
	7° ぬえ水	間接材料	7,300	ぬえ水	負の製品	7,380
				触媒残査	負の製品	5
QC-2	洗浄溶媒	間接材料	900	廃溶媒	負の製品	1,700
切替洗浄	7° ぬえ水	間接材料	1300	廃液	負の製品	500

反応物(D)は廃液に含まれる

## マテリアルロスの発生について

- ・ 「反応工程」では、以下のロスが考えられる。
  - ①原料(A)および原料(B)は未反応によるロスと副反応により不純物となるロスが考えられる。これらのロスは反応収率に大きく影響するいわゆる反応ロスである。
  - ②ろ過操作でのろ液へのロスは、製品(C)のろ液への溶け込みや製品の(微細な)結晶構造に起因するろ過漏れ等がある。
  - ③ろ液中に含まれるこれらの成分は、ろ液から溶媒を回収する際、分液廃水や蒸留釜残に含まれ、廃棄物として処理される。また、未回収溶媒などもロスとして分液廃水や蒸留釜残に含まれる。
- ・ 「切替洗浄工程」では、使用される洗浄溶媒および洗浄水(洗浄目的でのプロセス水)の全量がロスとなり、マテリアルロスの極めて多い工程である。
- ・ 溶媒(新)は Input が 1,200kg に対して、Output(廃溶媒)は 500kg と半分以下になっている。この重量差は、Output(廃液)に計上されている。Output(廃液)は多量の有機溶媒を含んでいることから焼却処理を行っており、一般の廃水処理コストに比べ、割高で処理される。
- ・ 「切替洗浄工程」の廃液についても、同様に有機溶媒を多く含んでいるため、焼却処理を行っている。
- ・ 触媒残査は、廃棄物として外部へ処理を委託している。

## ②工程別の投入コストと負の製品コスト

データ付フローチャートを図 2-3 に示す。数値は報告用に変更したものである。

- ・ 総投入コスト(新規投入コストの総計)に対する(「負の製品」である)マテリアルロスの占める割合(MC)は、約 25%である。そのうち 97%は、反応工程で発生しており、反応工程におけるマテリアルロスの削減が効果的である。データ付フローチャートには示されていないが、反応工程のマテリアルコストの 65%は、原料(A)に由来するものである。したがって、原料価格の高い原料(A)のロスの総コストに占める割合は、約 16%(=25×0.65)となり、原料(A)のロス削減がコスト改善においては、最も効果的である。
- ・ また総システムコスト(「正の製品」および「負の製品」を含む)の「反応工程」と「切替洗浄工程」の割合は、それぞれ 70%と 30%であり、「切替洗浄工程」の割合が高い。したがって、同工程におけるコスト削減が効果的であり、具体的には洗浄期間の短縮が考えられる。

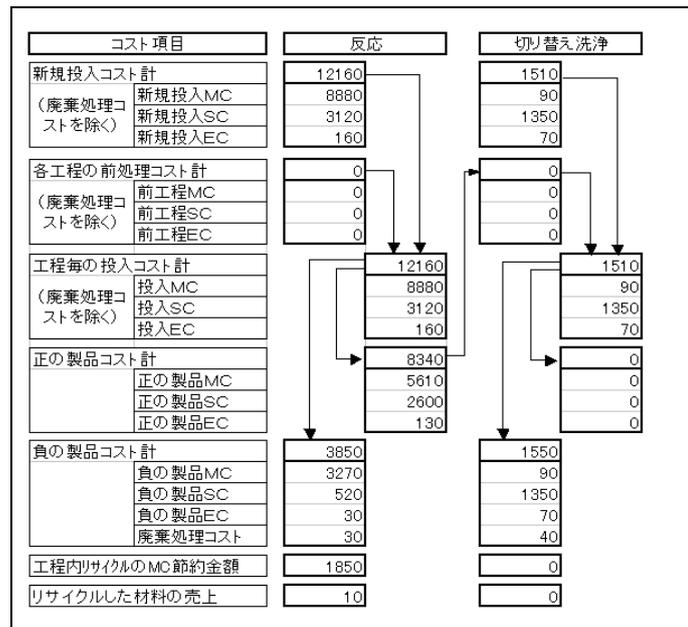


図 2-3 データ付フローチャート[単位;千円/バッチ]

### ③マテリアルフローコストマトリックス

表 2-5 はマテリアルフローコストマトリックスである。報告書用に架空の数値に変更したものであり、バッチあたりの金額（千円）で示してある。また、図 2-4 にグラフを表示した。

- ・ 総コストの 29.3%が「負の製品」コストとなっている。同コストの内訳は、システムコストが 15.7%、マテリアルコストが 12.7%であり、システムコストの占める割合が高い。これは、「切替洗浄工程」において、投入材料は洗浄溶媒など比較的安価なものが使用されるのに対して、洗浄作業は相対的に長い時間を要することが理由である。
- ・ 総マテリアルコスト 7,130 千円（「反応工程」でリサイクル使用をしている回収溶媒のコスト（1,850）は控除している）のうち、「負の製品」の占める割合は約 2 割の 1,520 千円である。

表 2-5 マテリアルフローコストマトリックス [単位;千円/バッチ]

	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	5610	130	2600		8340		8340
(正の製品)	47.1%	1.1%	21.9%		70.1%		70.2%
マテリアロス	1520	100	1870		3490		3490
(負の製品)	12.7%	0.8%	15.7%		29.3%		29.3%
廃棄/ リサイクル				70	70	-10	60
				0.6%	0.6%	-0.1%	0.5%
小計	7130	230	4470	70	11900		11890
	59.9%	1.9%	37.6%	0.6%	100.0%		100.0%

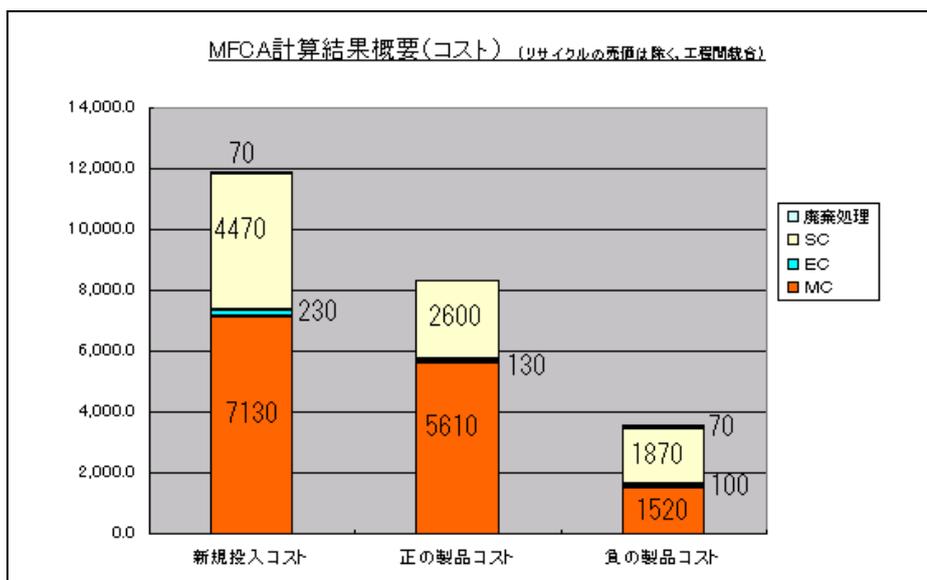


図 2-4 MFCA 計算結果概要[単位:千円/バッチ]

さらに解析を加えるために、「反応工程」と「切替洗浄工程」に分けてマテリアルフローコストマトリックスを作成した。結果を表 2-6 および表 2-7 に示す。

- ・ 「反応工程」における「負の製品」は、マテリアルコストが総コスト（10,350 千円）の 13.8% を占め、最も高い割合を示している。
- ・ 同様に「切替洗浄工程」においては、システムコストが 87.1%と飛びぬけており、そのほとんどを占める。
- ・ ロス削減の着眼点として、「反応工程」は収率向上によるマテリアルロスや廃棄物発生の各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。

表 2-6「反応工程」のマテリアルフローコストマトリックス [単位:千円/バッチ]

	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	5610	130	2600		8340		8340
(正の製品)	54.2%	1.3%	25.1%		80.6%		80.7%
マテリアルロス	1430	30	520		1980		1980
(負の製品)	13.8%	0.3%	5.0%		19.1%		19.1%
廃棄/ リサイクル				30	30	-10	20
				0.3%	0.3%	-	0.2%
						0.1%	
小計	7040	160	3120	30	10350		10340
	68.0%	1.6%	30.1%	0.3%	100.0%		100.0%

表 2-7「切替洗浄工程」のマテリアルフローコストマリックス[単位:千円/バッチ]

	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 (正の製品)	0	0	0		0		0
マテリアロス (負の製品)	90 5.8%	70 4.5%	1350 87.1%		1510 97.4%		1510 19.1%
廃棄/ リサイクル				40 2.6%	40 2.6%	0	40 0.2%
小計	90 5.8%	70 4.5%	1350 87.1%	40 2.6%	1550 100.0%		1550 100.0%

## (7)ロスの考察

### ① 改善案の検討

以上の経緯を踏まえ、改善案の検討（ケーススタディーを含む）を行なった。

その概要（抜粋）を表 2-8 にまとめた。

- 今後より詳細な検討（技術的もしくは設備的な対応の検討）を必要とする案件は「要検討事項」とした。

表 2-8 改善案検討結果(一部省略して記載)

工程	改善案	要検討事項		
		技術	設備	備考
反応	1 廃液から溶媒を回収	○	○	
	2 廃触媒の洗浄に要する液量の削減		○	
	3 釜残、廃溶媒の燃料化		○	燃料評価実施
	・ …			
	・ …			
切替洗浄	9 噴霧機による反応釜の洗浄		○	
	10 不純物の溶解実験（溶媒の種類と使用量の最適化）	○		
	11 生産シリーズを年2回から、年1回にまとめる			保管コスト
	・ …			
	・ …			

## ② ケーススタディー

改善案の実施にあたり、以下の2点についてMFCA手法でシミュレーションを行い、その効果を概算した。

ケース-1	ケース-2
生産シリーズを年2回から、年1回にまとめて、切替洗浄の頻度を半減させる。	切替洗浄に要する日数を半減（9日→5日） （但し、洗浄溶媒類の使用量は現行のまま）

表 2-9 にその検討結果を示す。

### （ケース-1）

生産シリーズを年2回から1回に短縮することにより、約1割のコスト削減が図られる。

「正の製品」においては、システムコストの削減に効果が大きく（730千円）、一方「負の製品」においては、システムコストの削減に加え、洗浄溶媒の使用量半減によるマテリアルコストの削減も可能である。

エネルギーコストは、「反応工程」「切替洗浄工程」へのコスト配分によって、効果に変動が認められるが、全体としては僅かながらも改善する。

本ケースは、製造方法や設備変更を伴わないため、より効果的な改善策のひとつであるといえる。なお、こうした一括生産のケースでは、在庫保管に係るコスト上昇について別に検討を加えておく必要がある。

### （ケース-2）

切替洗浄の日数を約半減（9日→5日）する場合は、システムコストで約2割（410千円）の削減が期待できる。改善案を具体化する際にこうした数値は、投資額の検証などに、有効な判断基準のひとつとして活用が期待できる。

表 2-9 MFCA 手法によるシミュレーション結果 [単位；千円/バッチ]

	現行法		ケース-1 年間1シリーズ		ケース-2 洗浄日数 9日→5日	
	正の製品	負の製品	正の製品	負の製品	正の製品	負の製品
MC	5610	1520	5610	1480 -40	5610	1520
SC	2600	1870	2300 -300	1140 -730	2610 +10	1460 -410
EC	130	100	150 +20	70 -30	140 +10	90 -10
廃棄		60		60		60
計	8340	3550	8060 -280	2750 -800	8360 +20	3130 -420
	11890		10810 -1080		11490 -400	

## (ケースー1とケースー2の比較)

ケースー1の方が、ケースー2よりも、負の製品の物量が小さい。コストの合計値も小さい。

製造だけを考えると、ケースー1の方が、環境面でもコスト面でもメリットが大きい改善といえる。ただし、ケースー1に関しては、在庫保管のコストや在庫増大のリスクが増加するため、総合的な判断が必要と思われる。

## (8) 今後に向けて

- ・ 今回の検討では、医薬品中間体(C)について MFCA の適用を試みたが、今後は他の代表的な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なうことで、製品ごと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る。
- ・ またこうした検討を通じて、MFCA の有効性を広く検証する。
- ・ 上述のとおり、今回の取組みでは新たに取得したデータは一切無く、すべて既存のデータ（物質収支や原価計算データ他）を活用して対応することができた。
- ・ こうした簡便で効率的な対応が他工場でも可能か否か、MFCA の実施方法・手順等の簡素化も含め、総合的な MFCA 標準化（カスタマイズ化）を検討する。

## (9) インターン、経営層の感想

### ① インターン

今回の MFCA 実証事業に参加して、以下のことを感じた。

- ・ 医薬品中間体などのファインケミカル製品の製造工程においては、高い品質の確保のために洗浄・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ながら、「省エネ・省資源および環境負荷の低減」に向けた「より効果的効率的な評価手法」を模索したいと考えていたが、今回の取組みを通じて、そのひとつの方向性を得たような気がしている。今後は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。
- ・ 提供された MFCA 計算ツール（エクセル仕様）を用いれば、比較的簡単にシミュレーションができることを学んだ。本シミュレーションの結果はコスト削減効果の予測や目標の設定検討などに活用が期待できる。
- ・ そもそも製品(C)についてのコスト削減改善案は、MFCA 手法に頼ることなく、同じようなアイデアが出てくるものと思われるが、その MFCA 手法との大きな違いはロスが数値化され「見える化」されることにある。ロスの認識が感覚的あるいは定性的なものにとどまることなく、改善効果も含めて具体的に定量化されることのインパクトは極めて大きなものがある。

引き続き、MFCA 手法の優れた特長を認識して、化学工場における手法の汎用化、標準化を検討していきたい。

## ②経営層(執行役員)

このような有益かつ貴重な経験の場を与えてくださった経済産業省様、そして事務局の株式会社日本能率協会コンサルティング様に心よりお礼を申しあげたい。今回の実証事業を通じてMFCAについて十分な理解を深めることができた。MFCAの最大の特徴である「ロスに見える化」は確かに興味深いものがあり、その「気づきのインパクトの大きさ」にも目を見張るものがあった。しかし、本当の勝負はこれからである。「見える化」後の具体的な生産現場のフォローアップ(改善策の立案・実施)はもとより、本手法の幅広い活用に向けて、その有効性の評価とあわせ、さらに詳細な検討を加えていきたい。

(以上)

### 第3章 株式会社 DNP ファインケミカル (有機化合物製造工程に対する MFCA 導入事例)

報告書作成者：

塩谷明広 (株式会社 DNP ファインケミカル)

本澤裕起子 (株式会社 DNP ファインケミカル)

川原千明 (新日本有限責任監査法人)：報告書作成支援

公募で採択された事業の実施主体者：新日本有限責任監査法人

#### (1)会社概要、工場概要

株式会社 DNP ファインケミカルは、大日本印刷株式会社の関連会社であり、グループ内で唯一、有機化合物を製造している。営業品目として写真用精密化学薬品及び医薬原薬、治験薬原薬、医薬品中間体ならびにその他特殊薬品の研究開発と製造、販売を行っている。

会社概要を以下の表に示す。

MFCA 導入企業、工場の概要
株式会社 DNP ファインケミカル
本社所在地：福島県南相馬市小高区蛭沢字笠谷 2 6
事業所所在地：同上
売上金額：1,700 百万円 (2007 年度実績)
資本金：100 百万円
URL <a href="http://www.dnp.co.jp/finechemical/">http://www.dnp.co.jp/finechemical/</a>

本社は 12 万 m<sup>2</sup>の敷地に研究棟、排水処理施設および 10 棟の製造工場を有している。今回の MFCA 実証事業では、このうち 2 棟の工場で製造している製品を対象とした。

#### (2)MFCA 導入製品及び工程

MFCA 導入の対象製品は、S3 工場と S11 工場の 2 棟で製造している製品とした。この製品を選定した理由は、インプットとアウトプットのデータが整備されていること、実証事業直近での生産実績があったこと、主力製品に近いながら改善の余地がまだ残されていることなどによる。

DNP ファインケミカルにおける代表的な製造工程を図 3-1 に示す。

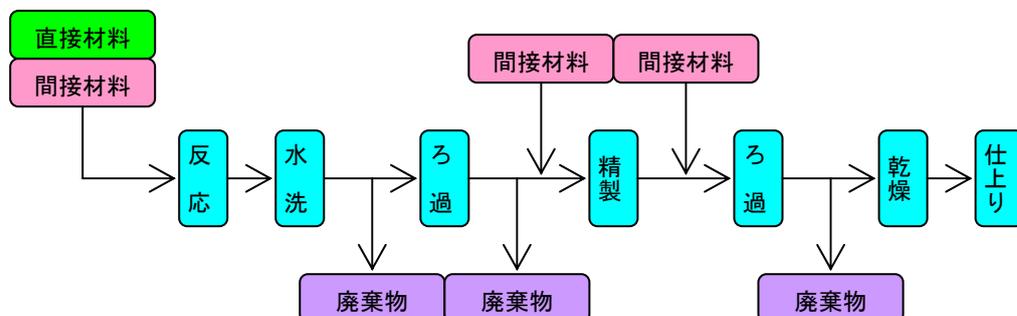


図 3-1 製造工程の例

図 3-1 において直接材料とあるのは、製品の骨格に寄与する材料を指し、間接材料とはそれ以外の物質、たとえば反応に使用する溶媒や触媒などを指している。

まず初めに直接材料と間接材料を設備に投入し、反応させた後、水洗⇒ろ過⇒精製⇒ろ過⇒乾燥というプロセスを経て製品となる。この間、必要に応じて製造工程には間接材料が投入され、一方で不要となった材料は工程から廃棄物として排出される。

### (3)MFCA 導入の狙い、意図

DNP ファインケミカルでは生産品種数約 160 品種、年間生産ロット数約 500 ロットの規模で生産している。DNP ファインケミカルでの有機化合物の合成は、投入材料の 99%以上が製品に寄与せず、廃棄物として排出されるという特徴を持っている。このため、従来から環境保全活動の一環として、廃棄物発生量の削減と廃棄物処理費の抑制に尽力しているが、先述したような特徴を持つ製造工程であるため、抜本的な削減を実現するのは困難であった。また、少量多品種の生産体制であることからどうしても品種切り替え時の洗浄に使用する溶媒のロスが多量であるなどの問題も抱えていた。そこで、MFCA を導入することにより、環境保全と資源生産性向上の同時実現ができるのではないかと考え、実証事業への参加に至った。

### (4)MFCA 計算の基本的な考え方

MFCA 計算にあたっては、まず有機化合物の生産の特徴をとらえておく必要がある。ニトロベンゼンの合成を例に取り、MFCA でどのようにその特徴を位置づけたかを説明しよう。

通常の化学反応式では、 $C_6H_6$  (ベンゼン) +  $HNO_3$  (硝酸)  $\rightarrow$   $C_6H_5NO_2$  (ニトロベンゼン) +  $H_2O$  (水) と記載されるが、このままでは、正負の製品情報が計上されない。そこで、図 3-2 のように定義した。

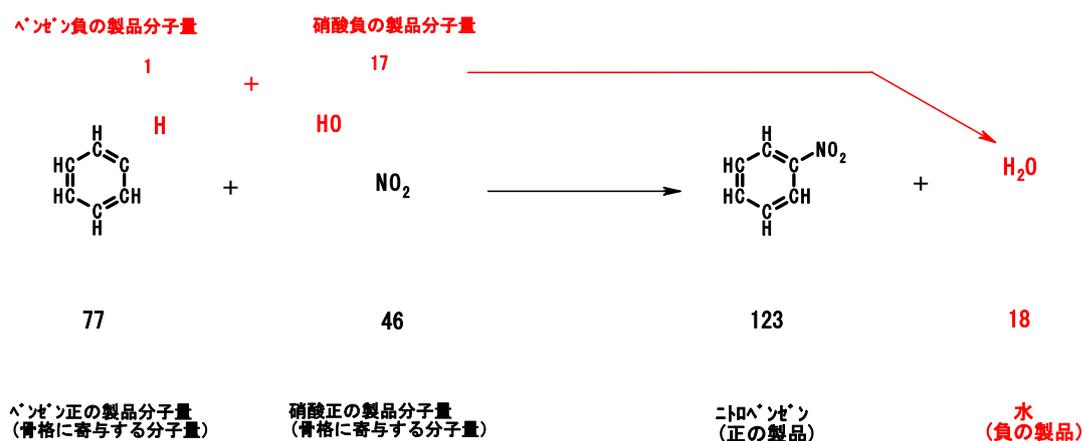


図 3-2 MFCA 的反応式(例:ニトロベンゼン反応式)

図 3-2 における正の製品分子量とは、ニトロベンゼンの骨格に寄与する分子量のことであり、対して負の製品分子量とは、ニトロベンゼンの骨格には寄与しない分子量を指す。

この定義によれば、ベンゼンと硝酸それぞれの正の製品分子によってニトロベンゼン（正の製品）が生成され、残りの分子（負の製品分子）によって副生成物の水（負の製品）が形成され则认为ることができる。

以上の考え方に基づき、MFCA において正負の製品を算出した。

次に物量センターの設定についてであるが、図 3-3 のように対象製品の製造工程を、中間体 A 工程、中間体 B 工程、製品工程と 3 つに分割した。それぞれの工程では製造後、機器洗浄を行う。この洗浄は加工費も溶媒使用量も多く、単独で分析を行う必要があると判断し、製造と切り離して、物量センターとして独立させた。

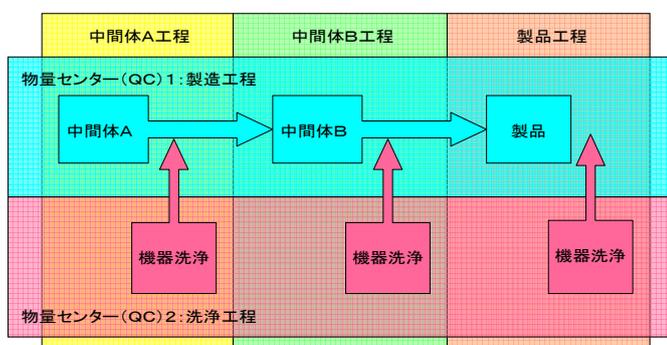


図 3-3 対象製品の物量センター

計算対象となるコストについては、マテリアルコストは直接材料・間接材料を含めた材料費とした。エネルギーコストは電力とボイラーに使用する重油を対象とし、システムコストは直接労務費と減価償却費とした。

#### (5) データ収集期間、方法

データ収集は、2008 年 9 月の 1 ヶ月間を対象に行った。

マテリアルコストについては、正負の製品物量を（4）で述べたように分子量から換算し、材料単価を乗じて算出した。

エネルギーコストのうち、電力料は収集期間における会社全体の実使用量と対象製品の加工時間を用いて算出した。重油料は、収集期間における会社全体の使用量と対象製品の加工時間を用いて算出した。

システムコストは、対象製品の加工時間を用い、直接労務費と減価償却費を算出した。

## (6)MFCA 計算、分析結果

### ①マテリアル Input/Output量

中間体 A および B、製品の各工程における材料の投入物量と廃棄物量を図 3-4 に示した。

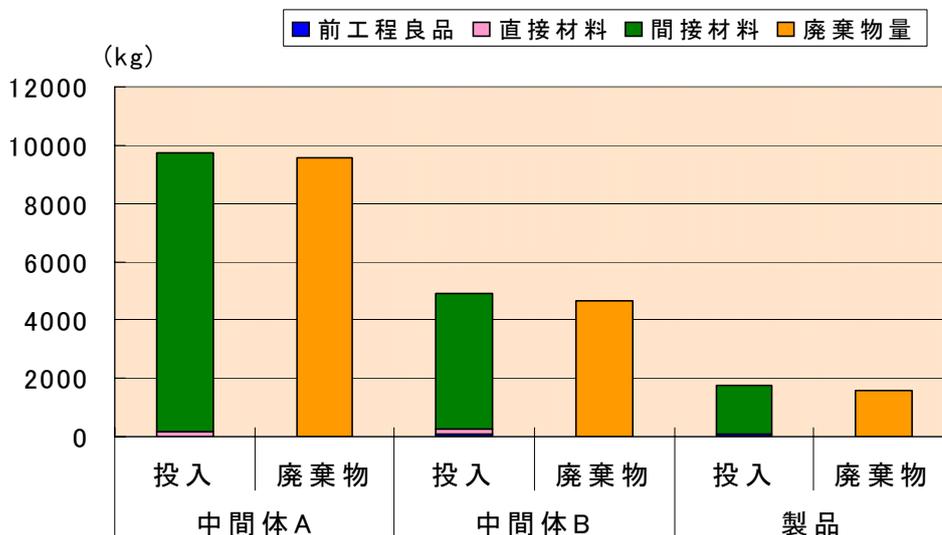


図 3-4 工程ごとの材料投入量および廃棄量

一見して分かるとおり、材料は投入量とほぼ同量の廃棄物となって排出されている。

### ②工程別の投入コストと負の製品コスト

ここでは、中間体 A・B 工程、製品工程ごとに MFCA 計算結果をグラフによって示す。なお、いずれも製造工程と洗浄工程の物量センターごとに結果を分けて表示している。

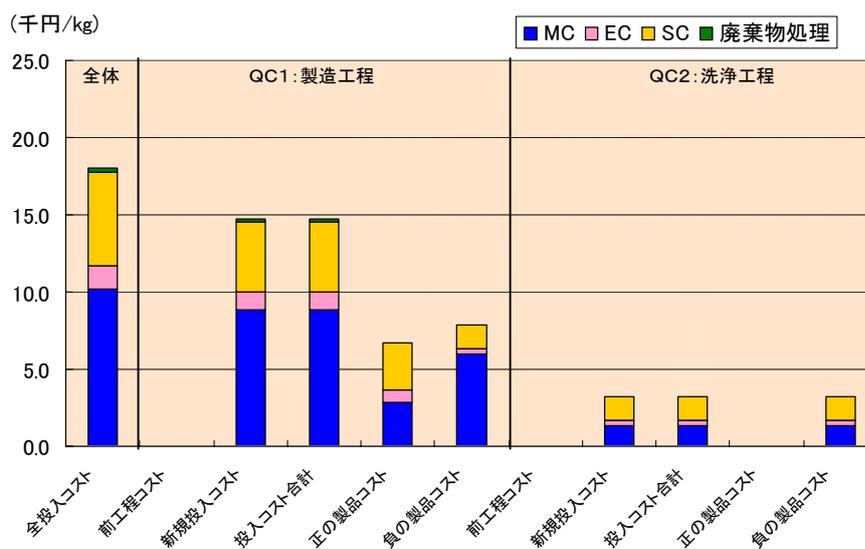


図 3-5 中間体 A 工程の MFCA 計算結果

中間体 A 工程を MFCA により分析した結果、マテリアルコストが全投入コストの 56%を占めていること、次いでシステムコストが 33%と高い割合であったことが明らかとなった。

もっとも高い割合を占めているマテリアルコストの詳細を明らかにするため、MFCA 計算ツールを改造し、細分化を試みた。その結果が図 3-6 である。

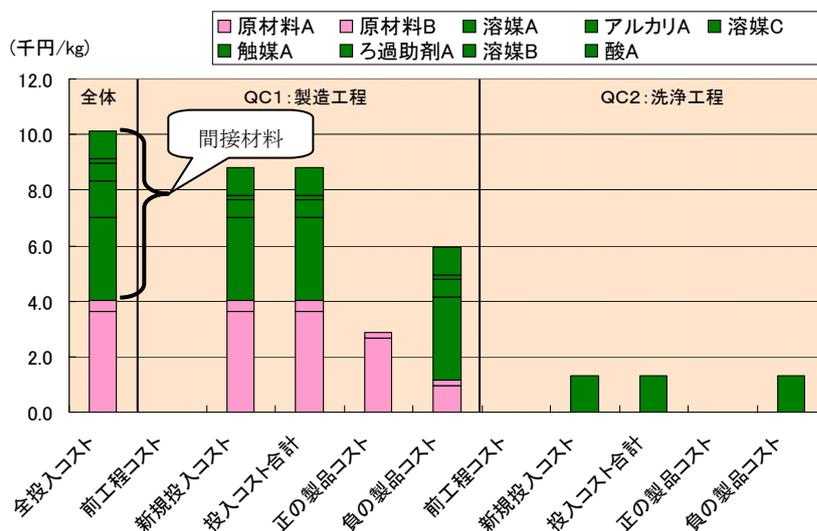


図 3-6 中間体 A 工程のマテリアルコスト細分化の結果

細分化の結果、間接材料がマテリアルコストの 60%を占めていること、そのうち 49%が溶媒 A であり、全マテリアルコストに対して 15%を占めていることが明らかとなった。

洗浄工程に特化してみると、マテリアルコストは全投入コストの 13%であり、その全てが間接材料だった。

次に中間体 B 工程の MFCA 計算結果と細分化の結果が、それぞれ図 3-7 と図 3-8 である。

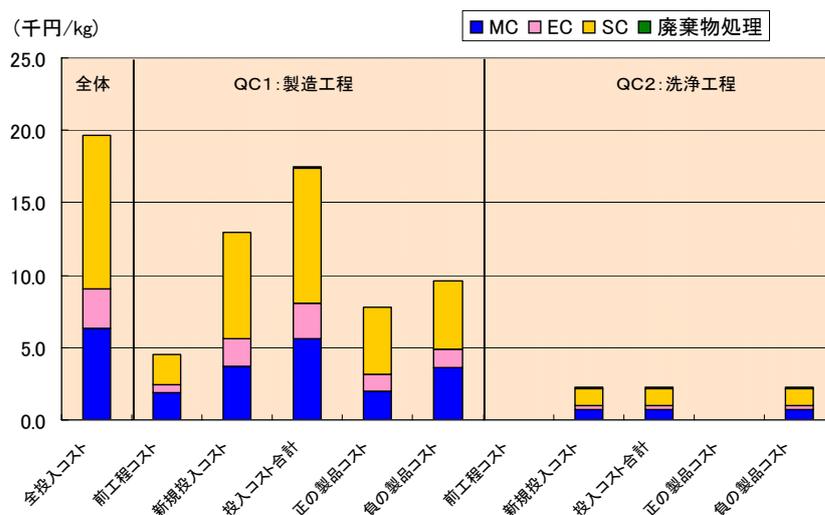


図 3-7 中間体 B 工程の MFCA 計算結果

中間体 B 工程では、システムコストが全投入コストの 54%を占め、もっとも割合が高かった。

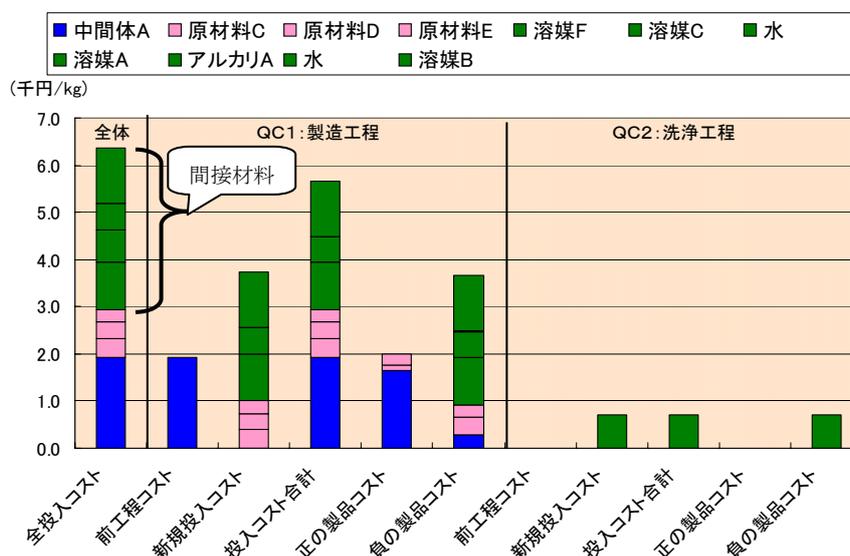


図 3-8 中間体 B 工程のマテリアルコスト細分化の結果

マテリアルコストを細分化することにより、間接材料が全マテリアルコストのうち 54%と大半を占めていること、溶媒 F がそのうち 29%と最も高い比率を占めていることがわかった。

また、洗浄工程は中間体 A と同様全て間接材料であり、全マテリアルコストに対して 11%を占めていた。

最後に、製品工程の MFCA 計算結果と細分化の結果を図 3-9 および図 3-10 として示す。

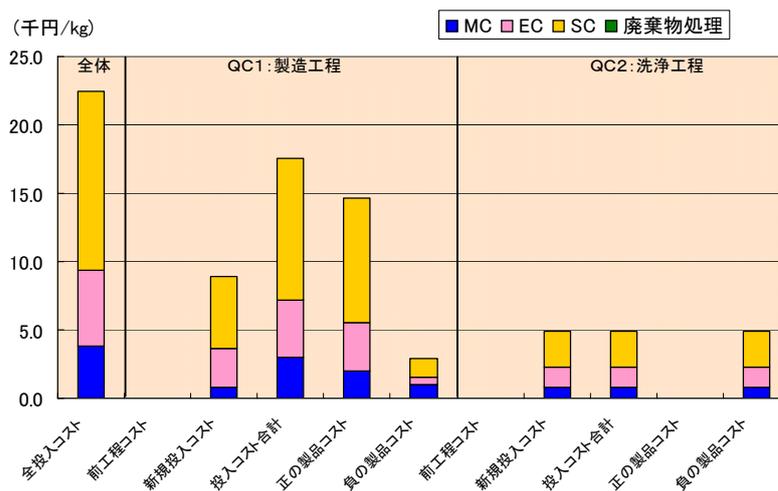


図 3-9 製品工程の MFCA 計算結果

製品工程では、エネルギーコストが全投入コストのうち 25%を占め、この数値は 3 工程のうち最も高かった。一方で、マテリアルコストは 17%と 3 工程のうち最も低い割合となっている。

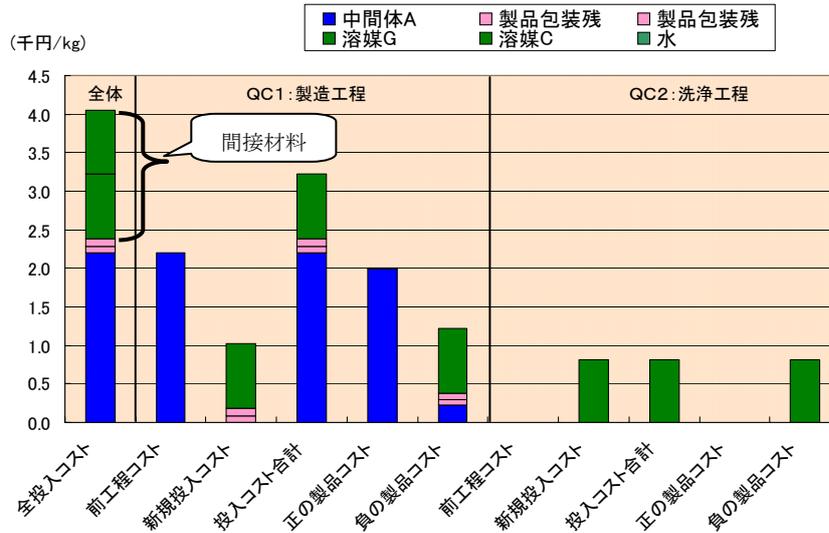


図 3-10 製品工程のマテリアルコスト細分化の結果

製品工程についてもマテリアルコストの細分化を実施した。間接材料が全マテリアルコストのうち40%と、他の2工程に比べて相対的に低かった。

洗浄工程は他の2工程と同様、全て間接材料である。その間接材料・溶媒Cが全マテリアルコストに占める割合は20%であった。

### ③マテリアルフローコストマトリックス

①と②において工程ごとにMFCA分析結果を述べてきたが、中間体A・B、製品という諸工程を一貫した工程として捉え直し、対象製品全体のMFCA計算結果とそのインパクトがどうなるかを計算した。その結果が、表3-1である。

表 3-1 対象製品全体のMFCA計算結果(コスト)

(千円/kg)

		中間体A		中間体B		製品		TOTAL	
		製造工程	洗浄工程	製造工程	洗浄工程	製造工程	洗浄工程	製造工程	洗浄工程
正	MC	/	/	/	/	2.0	/	2.0	/
	EC	/	/	/	/	3.6	/	3.6	/
	SC	/	/	/	/	9.0	/	9.0	/
負	MC	5.9	1.3	3.7	0.7	1.2	0.8	10.8	2.9
	EC	0.4	0.4	1.2	0.3	0.6	1.4	2.2	2.1
	SC	1.5	1.5	4.7	1.2	0.2	2.6	6.5	5.4

↓ (千円/kg)

	製造工程	洗浄工程	計
正	14.6	/	14.6
負	19.5	10.3	29.8

その結果、製品 1kg 製造するために正の製品に約 1 万 5 千円、負の製品にはその倍となる約 3 万円のコストを消費していることが明らかとなった。また、製造工程に由来する負の製品コストが、そのうち 60%以上を占めていた。

## (7)ロスの考察

以上の MFCA 計算結果のうち、主要なものについて考察した。

### ①負の製品の発生削減について

総コストの 70%近くが負の製品コストであり、大変高い結果であった。そのうち、間接材料に由来するものがもっとも高い。一方、これを処理するための廃棄物処理費は導入前の予想に反して実際は少なかった。しかし、使用した間接材料はそのほとんどが廃棄物処理されるため、たとえ廃棄物処理費が小さくても環境負荷は大きい。この点から、間接材料を削減することができれば、マテリアルコストと廃棄物量、両方の削減に寄与できることがわかり、まず間接材料のリサイクルを検討することが優先課題であること認識した。

そこで、中間体 A 工程における溶媒 A、中間体 B 工程における溶媒 F の工程内リサイクルおよび各工程における洗浄工程の溶媒 C の他品種への転用を検討することにした。

MFCA の計算ツールを用いて各溶媒を工程内リサイクルした場合のコストダウン効果を予測した結果、溶媒 A と溶媒 C はコストが削減されたが、溶媒 F では逆にコストアップするという結果になった。溶媒の工程内リサイクルは、ロット単位で実施することを前提としているため、溶媒 F は量が少なく、これを精製するには却ってエネルギーコストとシステムコストが増加してしまうことになる。

### ②システムコスト低減について

中間体 A 工程および中間体 B 工程において、全投入コストに占めるシステムコストの割合が相対的に高かった。そこでシステムコストを低減するために、製造スケールアップという施策を検討した。

MFCA 計算ツールを用いて算出したところ、中間体 B 工程ではマテリアルコスト、システムコスト、エネルギーコストいずれもダウンしたが、中間体 A 工程では、エネルギーコストが増加するという結果になった。

この原因を明らかにするために、まずコスト構成を個別に整理した。それが表 3-2 である。

表 3-2 中間体 A をスケールアップした場合のコスト構成比較 (千円/kg)

MFCA 計算結果概要		製造工場：S3 スケール×1.0 倍	施策案 製造工場：S2 スケール×1.364 倍	施策案実行による コストダウン金額
MC		10.1	9.7	▲0.4
EC	(電気)	0.1	1.3	1.2
	(重油)	1.4	1.2	▲0.2
SC		6.1	4.9	▲1.1
廃棄物処理		0.3	0.3	▲0.0
コスト合計		18.0	17.3	▲0.7

スケールアップを実施しても洗浄工程には影響はないため、トータルでの材料コストの削減額は 1kg あたり 400 円にとどまっている。システムコストは 1100 円の削減となるが、エネルギーコストは 1000 円の増加となる。よって、全投入コストでは 700 円の削減額となる。しかし、外部支出という観点からすれば、システムコストは外部支出に該当しないので、材料コストとエネルギーコストのみで見れば、実際は 600 円の支出増加となってしまう。

なぜエネルギーコストが増加してしまったのか、その原因をさらに探ったところ、スケールアップを実施するに当たって製造工場を変更する点にあると分かった。

中間体 A をスケールアップするには現在の S3 工場では対応できないため、S2 工場へ変更して製造することを前提に算出した。従来から製造原価を管理する際、加工費にエネルギーコスト、システムコストを含めているため、スケールアップすれば生産量当りの加工費が下がり、自ずとコストも低減すると考えていた。しかし、S3 工場と S2 工場では一種の「省エネ率」というべき特性に差があり、それがエネルギーコストに影響していることが、今回の MFCA 導入により明らかになった。

### ③洗浄方法に由来するロスについて

今回の MFCA 導入に際して、データを整理することにより、中間体 A の洗浄工程でロスが特に多く発生していることが発見された。これは、定められている洗浄方法に問題があり、予め設定した規格に入っていないことが他の品種よりも多く発生しているためであった。

このことから洗浄方法のコストを改めて分析してみたところ、基本の洗浄方法のコストは中間体 A 1kg あたり 1 万 8 千円であるところを、失敗による追加洗浄によって余剰コストがかかり、2 万 1 千円まで増加していることが判明した。洗浄方法を改善した場合、追加洗浄が不要となるので、効果を試算したところ、2600 円のコスト改善が可能であると予想される。

## (8) 今後に向けて

(7) で取り上げた施策を含め今回の MFCA 導入によって検討した改善案で予想される効果をまとめると、図 3-11 のような結果となった。

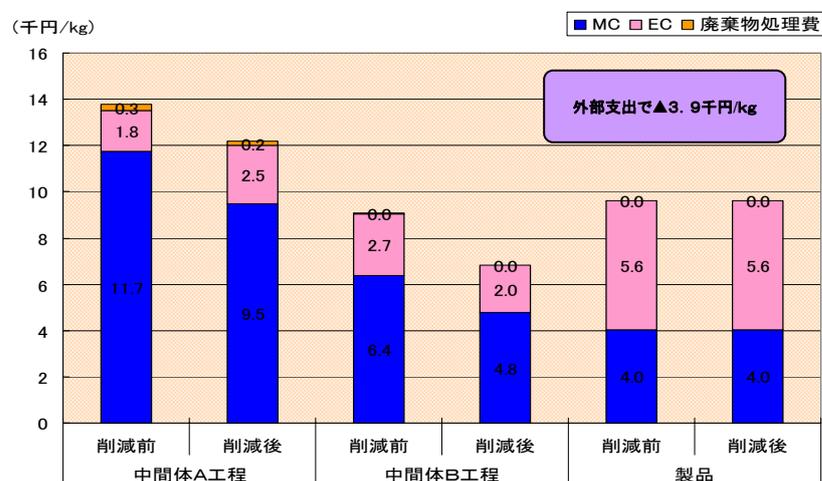


図 3-11 改善案実施によるコスト削減総額(予想)

外部支出では、製品 1kg あたり 3900 円のコスト低減が見込まれる。

また、この効果を物量面でも補足した。それを示したのが図 3-12 である。

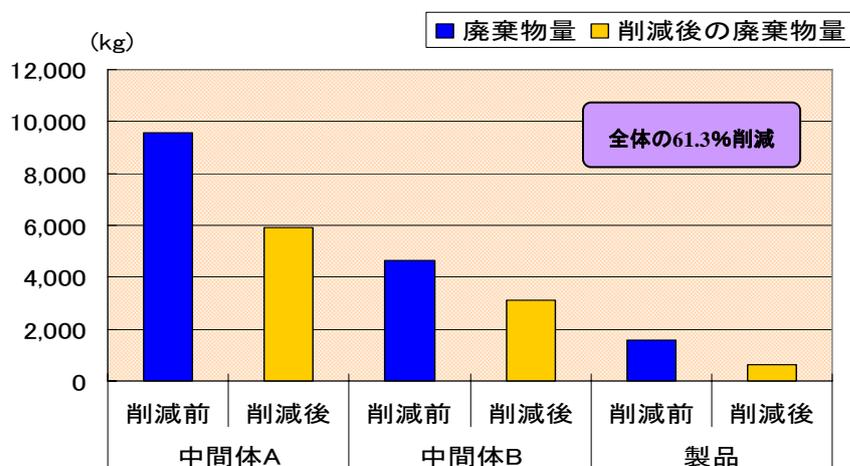


図 3-12 改善案実施による廃棄物削減総量(予想)

廃棄物量では、総計で約 6 トンの削減が可能である。これは、全体の約 61%であり、環境負荷低減に大きく貢献できることが期待できる。

今回の改善案は、いずれも検討段階のものであり、実施するにあたっては施策ごとに詳細を検討する必要がある。特に電力については、S3 工場と S2 工場のように、工場ごとで固定的に使用する電力量（言わば工場ごとの「基礎代謝」に該当する）に差があることがわかったことから、他の工場でも同様の差異があることが想定される。このため、会社全体で電力使用量の実態を把握し、生産体制の見直しを図る必要性が明らかとなった。

たとえば、工場の特徴に合わせた品種を配置し、生産効率を上げることにより無駄な使用電力の削減が可能だと思われる。さらに、工場ごとに電力使用量が異なることも工場特性のひとつであるため、基礎代謝がどの程度であるかを工場ごとに調査し、その結果からどこに無駄が隠れているかを把握し、それぞれに対策を進めていくことを考えている。そのためには、社内全体に MFCA を展開していく必要性があり、その仕掛けを確立することが最大の課題であると認識している。

### **(9) インターンの感想**

従来、環境負荷低減といえば、廃棄物をどうにかして減容化する「廃棄物の削減」や小さなことからコツコツとの「電力の削減」という一般的な事柄にしか目がいかなかったが、MFCA の計算ツールは問題が「見える化」でき、おおもとからのロスを削減することで環境負荷を低減できる有効なツールであることが分かり、今回の活動から以下のメリットがあると感じた。

- ・ 情報を物量・金額両単位で定量化でき、分析が容易となった。
- ・ 問題の根拠を明らかにすることができ、改善目的が明確になる。
- ・ 改善施策の優先順位をつけやすく、効率の良い改善が可能となる。
- ・ 製品開発、生産改善、設備投資などどの部門でも使え、環境管理会計情報を含めた業績評価など多様な経営目標に利用することが可能となる。

(以上)

## 第4章 株式会社三ツ矢

### (めっき工程における MFCA 導入事例)

報告書作成者

浅井 豊司 (株式会社フルハシ環境総合研究所)

高越 研之 (株式会社EQコンサルティング)

堀江 将 (富士通エフ・アイ・ピー株式会社)

公募で採択された事業の実施主体者

有限責任中間法人 エコステージ協会

### (1)会社概要、工場概要

株式会社三ツ矢 (以下、導入企業とする) は、金、銀、ニッケル等のめっき加工を行う会社である。会社概要を以下の表に示す。本社のある五反田工場において MFCA 導入を行った。

本 社	東京都品川区西五反田 3-8-11	 本社 (五反田工場)  A218104  EST-074
創 業	昭和 6 年 (1931 年)	
設 立	昭和 34 年 (1959 年)	
資 本 金	1,500 万円	
売 上	43.9 億円 (平成 19 年度)	
従 業 員	299 名 (平成 20 年 12 月)	
事業内容	めっき加工業	
工 場	五反田、八王子、甲府、米沢	
URL	<a href="http://www.mitsuyanet.co.jp/">http://www.mitsuyanet.co.jp/</a>	
備 考	2008 年度「元気なモノ作り中小企業 300 社」選定企業	

### ・会社の特徴

お客様からお預かりした部品に、指定されためっき加工処理を行うことが基本的な事業内容である。しかしながら「めっき」は単なる装飾的な表面処理技術にとどまらず、現在の IT、デバイス、ユビキタス、次世代エネルギー、次世代モータリゼーション、環境技術等の先端技術には必要不可欠な技術となりつつある。めっき技術を応用した先端技術に対するお客様の厳しい要求に、とりあえずやってみようの精神で実験による試行錯誤で研究を重ね数々の難題をこなし、お客様より「困った時は三ツ矢にもっていけ」と評価をいただくまでになっている。

そうした高い技術力、信頼性は、たとえば高反射用特殊金めっき技術が NASA のスペースシャトル「エンデバー号」の高機能合金生成実験装置に採用されるなど、常に最先端の技術に挑戦し続ける会社でもある。

また、めっき加工で重要な環境保全への取り組みも積極的に取り組んでおり、大気汚染防止装置や水質汚濁防止装置による環境負荷低減や、金属回収装置による資源の節約に努めている。今回対象となる五反田工場は、2006 年に環境マネジメントシステム「エコステージ」の認証を取得し、さらに 2008 年 4 月には「エコステージ 2」にステージアップしている。また、2008 年 10 月には品質マネ

ジメントシステム「ISO9001」の認証を取得しており、環境と品質の取り組みと高い技術力を兼ね備えている会社といえる。

## (2)MFCA 導入工程の確認

金めっきを例に、めっき加工処理の流れを図 4-1 に示す。

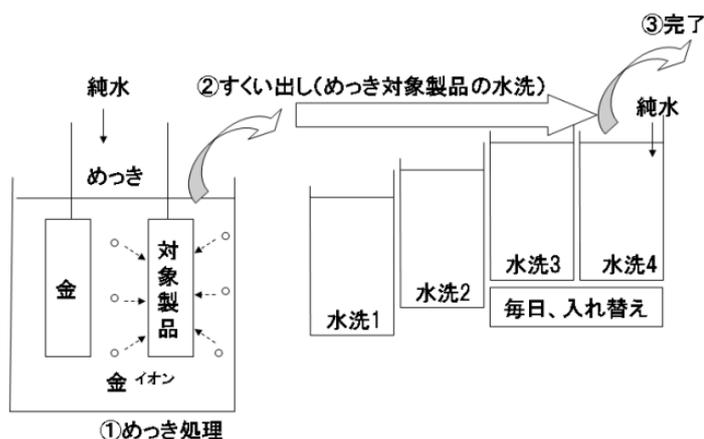


図 4-1. 金めっき加工処理の流れ

めっき加工処理における材料は、「めっきされるもの」と「めっきするもの」の2種類に分けられる。「めっきされるもの」はお客様からお預かりしているめっき加工処理を依頼されたもの（例えば微小部品）である。それらに対して、「めっきするもの」つまり、指定された種類の金属（たとえば金）のめっきをする。金めっき加工処理における「めっきされるもの」と「めっきするもの」の流れをモデル図として図 4-2 に示す。

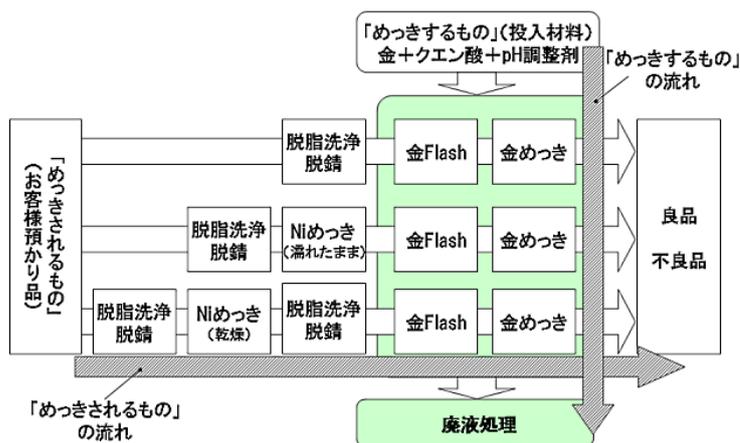


図 4-2. 「めっきされるもの」と「めっきするもの」の流れ

### (3)MFCA 導入の狙い、意図

MFCA 導入にあたり、めっき加工処理の対象となる「めっきされるもの」の価値や重さは測定すれば測定できるが、めっき対象物がロスになるということは減多にないため、めっき対象物をマテリアルと見てもあまり意味はない。そこで、「めっきするもの」をマテリアルとして追うことにした。

めっきするものとしては、金、銀、銅、亜鉛、ニッケル、錫等々、さまざまな金属があるが、今回はまずは「金めっき」を対象として選定した。選定理由およびその背景を表 4-1 に示す。

表 4-1. 金めっき選定理由および背景

選定理由	背景
【改善効果の期待】 改善効果があった場合、材料単価が高いので有効	金のロスに対しては、現在すでに色々なロス回収処理をやっているが、金は単価が一番高いので、改善余地があるのであれば、当然もっとなんとかしたい。
【データ存在】 金そのものの単価が高いため、関心が高くデータが存在	それぞれの廃液等の中に残っているデータがあるのは金のみ。

ただし、MFCA 計算前の時点では、表 4-1 に示した理由で「金めっき」を対象としつつも、「金めっき以外」の方こそむしろ改善余地があるのではないかという仮説も同時に立てた。なぜならば、金については既に色々な回収処理、対策を行っているが、金以外については、単価が安いために対象金属に対するロスの扱いが金ほど慎重ではない分、改善余地が逆に大きい可能性がある。

そこで、金めっきの MFCA 計算のあと、ニッケルめっきに対しても MFCA 計算を行った。金めっきへの MFCA 適用を（４）に、ニッケルめっきへの MFCA 適用を（５）にそれぞれ述べる。

なお、本文ならびに図表で示した数値は公表に際して変更している。

(4)金めっきへの MFCA 適用

(4)–1. MFCA 計算の基本的な考え方

金めっき処理工程を図 4-3 に示す。

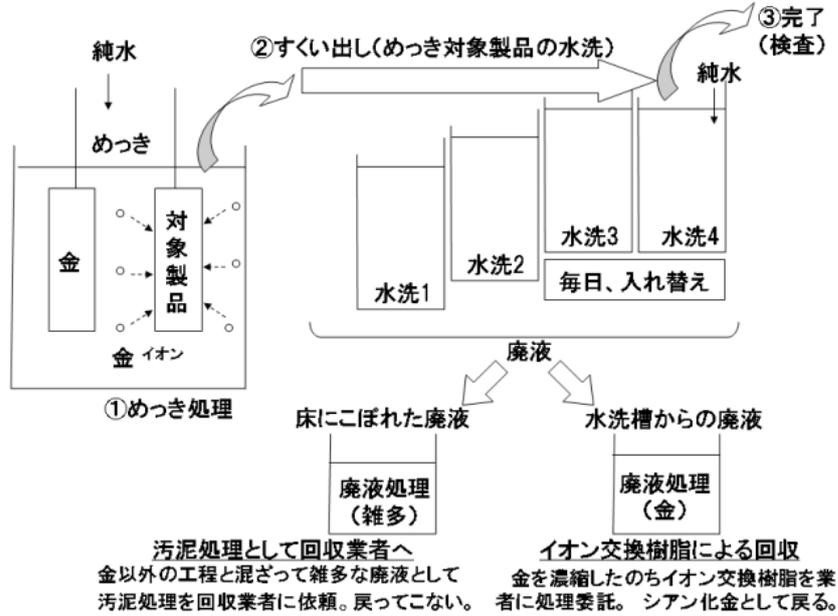


図 4-3. 金めっき処理工程

金めっき処理における金をマテリアルとしてとらえ、めっき用材料として投入された金の行き先を整理した。その結果を表 4-2 に示す。

表 4-2. 投入されたマテリアルとしての金の行き先

<p>①対象製品にめっき処理によってつけられた金</p>	<p>めっき厚などの検査の上、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・良品は出荷</li> <li>・不良品は剥離処理され、再度めっき処理</li> </ul> <p>不良品から剥離処理された剥離薬液に含まれる金は、処理業者に依頼してシアン化金として戻る。</p>
<p>②水洗処理によって水洗槽の廃液に含まれる金</p>	<p>イオン交換により回収したイオン交換樹脂の処理を業者に依頼。金はシアン化金として戻る。</p>
<p>③めっき処理および水洗処理等、工程全体を通して床にこぼれた飛沫が、他のめっき処理の同様の廃液と混ざって集められた廃液に含まれる金</p>	<p>汚泥処理を業者に依頼。金は戻ってこない。</p>

主材料として工程に投入された金の行き先としては、「①対象製品にめっき処理によってつけられる金」と、「②水洗処理によって水洗槽の廃液に含まれる金」、ならびに、「③めっき処理および水洗処理等、工程全体を通して床にこぼれた飛沫が、他のめっき処理の同様の廃液と混ざって集められた廃液に含まれる金」が考えられる。すなわち、めっき処理された対象製品に含まれる金（①）と、廃液に含まれる金（②、③）に大別することが出来る。

めっき処理された対象製品は、めっき厚などの顧客仕様を満たしているかどうかの検査が行われ、良品は出荷、不良品は剥離処理され、再度めっき処理が行われる。ここで、剥離処理に使う剥離薬液に含まれる金は、業者に依頼してシアン化金として戻る。

一方、廃液に含まれる金のうち、②の水洗処理によって水洗槽の廃液に含まれる金は、イオン交換樹脂により回収した上で処理業者に委託し、シアン化金として戻されるが、③の工場全体で他のめっき材料と混ざって集められた廃液は、汚泥として回収業者に処理を依頼され、金として戻っては来ない。

MFCA 計算を行うにあたり、図 4-3 に示した金めっき処理工程をモデル化した上で、表 4-2 に示した金の行き先をふまえて、分岐を含む 3つの物量センターを設定した。その結果を図 4-4 に示す。

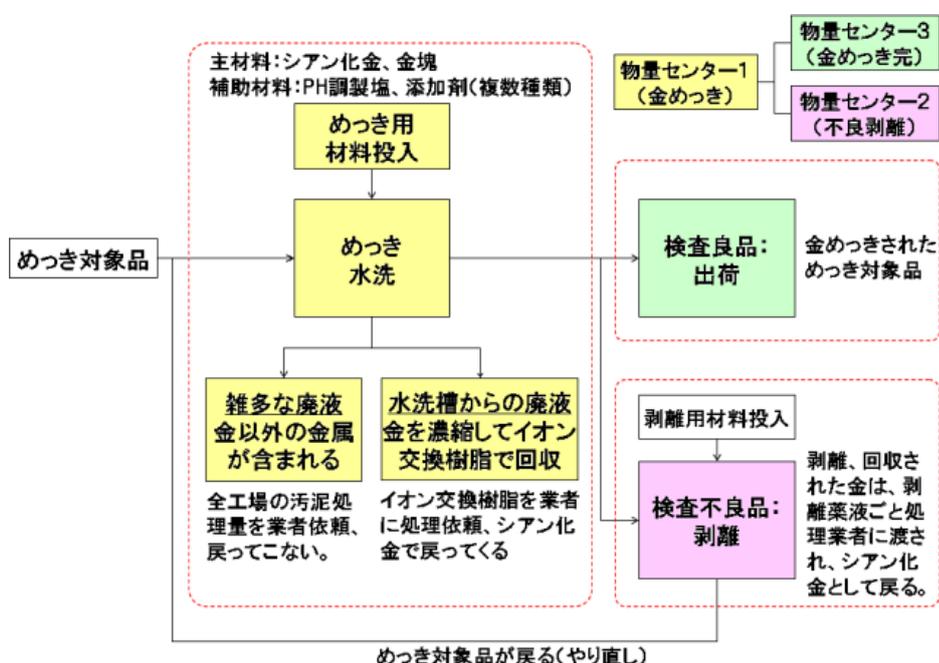


図 4-4. 金めっき処理工程における物量センターの設定

#### (4)–2. データ収集期間、方法

対象工程の1ヶ月分（8/1～8/30、稼動18日間、570オーダー）からデータを集計した。

物量センター1（金めっき）の正の製品としては、対象製品にめっき処理によってつけられた金として、検査良品中の金と検査不良品中の金（剥離回収）がある。また、負の製品としては、廃液に含まれる金がある。正／負の製品物量の算出方法をそれぞれ表4-3、表4-4に示す。また、MC、SC、ECにおけるその他の計算条件を表4-5に示す。

表4-3. 正の製品物量の算出方法

検査良品中の金	対象製品の表面積、金めっきした膜厚測定値、金めっき比重より、金めっき重量を算出
検査不良品中の金 （剥離回収）	剥離薬液ごと処理業者に渡され、シアン化金カリウムとして戻る。ここでは、伝票の規定膜厚の1.2倍で金重量を推定

表4-4. 負の製品物量の算出方法

雑多な廃液の物量 （金、金以外）	汚泥	<ul style="list-style-type: none"> <li>・汚泥物量は工場全体では把握</li> <li>・但し、今回対象の金めっき工程分のみは不明</li> <li>・そこで、対象工程で処理された表面積で按分</li> </ul>
	汚泥中の金	<ul style="list-style-type: none"> <li>・汚泥中の金含有量は定期的に測定しており、過去の金含有量の平均値から推計</li> <li>・但し、金を取り扱うラインは3ラインあり、今回対象とした「第2ラインのみ」の物量は不明</li> <li>・そこで、対象工程で処理された表面積で按分</li> </ul>
水洗槽からの廃液 （金のみ）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・イオン交換で戻ってくる金の重量：不明</li> <li>・そこで、雑多な廃液（汚泥）と同量とみなす</li> </ul>	

表4-5. その他の計算条件

MC	<ul style="list-style-type: none"> <li>・クエン酸 Co と Ag は製品に加わるが、コンマ%程度のため、補助材料として計算</li> <li>・剥離液の処理費用は、廃棄物処理費（MC）として計算（注）外注加工費（SC）で見る方法もありうる。</li> </ul>
SC	設備の償却費は、0と見なす。 （設備が出来て20年くらいになる）
EC	エネルギー費用は電力料金のみ

### (4)–3. MFCA 計算、分析結果

#### ①物量フロー図

物量フロー図を図 4-5 に示す。これは、図 4-4 で示した分岐を含む 3つの物量センターの間で物量（マテリアルの重量）がどのように流れているかを示したフロー図である。



図 4-5. 物量フロー図(金めっき) (物量単位:kg) ※数値は公表に際して変更

物量センター1（金めっき）の Output 材料の物量値「排出物、廃棄物」（3,004.34kg）は、水洗槽廃液や汚泥などであり、その元になる Input 材料の物量値の大半は「間接材料」（3,004.33kg）である pH 調整剤、添加剤、クエン酸および純水である。

しかし、「直接材料」として投入された金（1.54kg）のうち、重量はわずかであるが次工程良品(正の製品)とならずに負の製品となった金（0.01kg）も含まれている。

#### ②マテリアルフローコストマトリクス

マテリアルフローコストマトリクスおよびコスト比率を、それぞれ表 4-6、図 4-6 に示す。

表 4-6. マテリアルフローコストマトリクス(金めっき)

(金額単位:千円) ※数値は公表に際して変更

	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 (正の製品)	760.3	89.1	0.43		849.8		1,6145.8
	87.9%	10.3%	0.0%		98.3%		98.3%
マテリアルロス (負の製品)	9.5	5.5	0.03		15.0		284.9
	1.1%	0.6%	0.0%		1.7%		1.7%
廃棄/リサイクル				0.12	0.12	0.00	2.33
				0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
小計	769.8	94.5	0.46	0.12	864.9		16,433.1
	89.0%	10.9%	0.1%	0.0%	100.0%		100.0%

MFOA計算結果概要(コスト比率) (リサイクルの売価は除く、工程間統合)

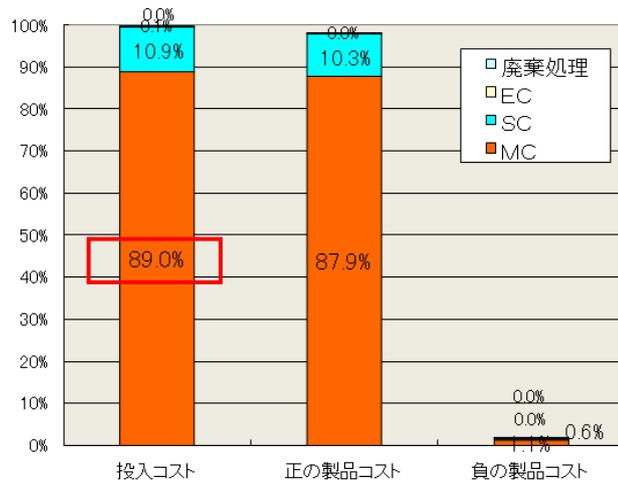


図 4-6. コスト比率(金めっき) ※数値は公表に際して変更

金の単価自体が高いため、投入コストの大半(89.0%)はMCが占めている。

投入コストの98.3%は正の製品コストであり、負の製品コストは、投入コストの1.7%に過ぎない。但し、金の単価自体が高いため、負の製品コストのMC1.1%相当の金額は、一概に無視できる金額でもない。

### ③コストフロー図

次に、コストフロー図を図 4-7 に示す。1ヶ月間の対象ラインにおける金めっき加工でのコストの流れである。

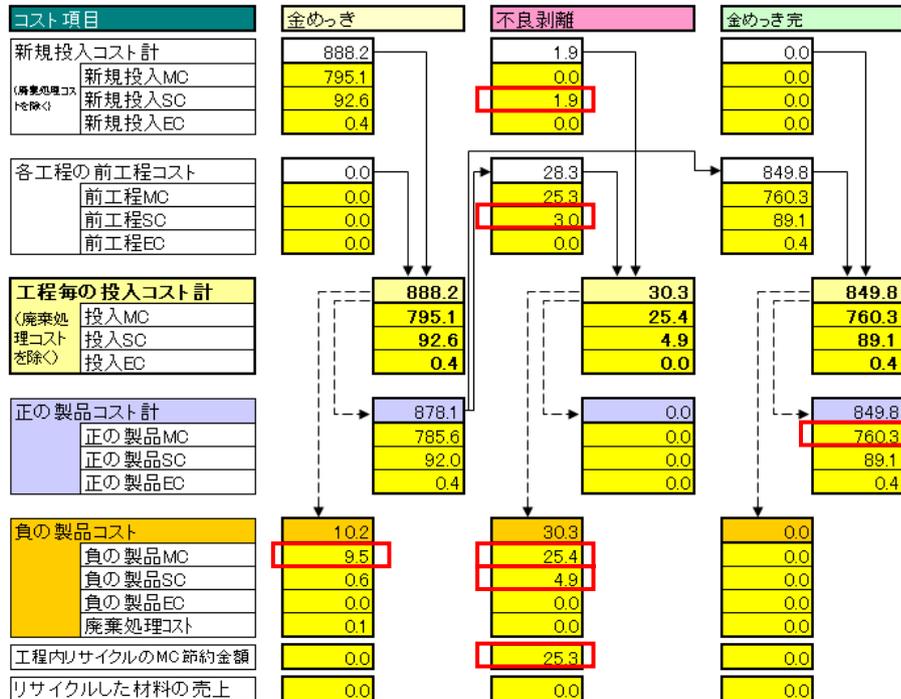


図 4-7. コストフロー図(金めっき) (金額単位: 千円) ※数値は公表に際して変更

#### (4)–4. ロスの考察

負の製品物量の大半は、①物量フロー（図 4-5. 物量フロー図（金めっき））で見たように、間接材料として投入された pH 調整剤、添加剤、クエン酸および純水などである。しかし、重量としてはごくわずかではあるが、「直接材料」として投入された金も含まれている。

金自体の単価は非常に高いため、物量としてはごくわずかであっても、その意味するところ、「重み」をコストで評価する必要がある。

そこで次に負の製品コストに着目すると、「金めっき」における負の製品 MC（9.5 千円）は、間接材料と直接材料の合計である。直接材料の分は飛沫として雑多な廃液にこぼれ出ている、重量としてはごくわずかだった金である。

図 4-6 で確認したように、負の製品コストの割合自体は低いが、金額的には無視できる金額ではなく（9.5 千円）、今回対象とした工程以外の金めっき工程を含む年間で考えれば、例えば雑多とならずに金めっきのみの廃水を区別できるような廃水フローの見直しにかかる設備投資の検討も考えられる。

「不良剥離」においては、工程内リサイクルされているために、材料費（MC）についての負の製品 MC（25.4 千円）の大半（25.3 千円）は回収されている。しかしながら、そもそも不良品を出さないこと自体が肝要であり、品質管理の問題である。システムコストの前工程コスト（3.0 千円）と剥離コスト（1.9 千円）は、負の製品 SC（4.9 千円）になっており、不良品が発生しなければ、発生しないコストである。

次に、正の製品コストに着目する。正の製品 MC（760.3 千円）は、金めっき処理が完了して顧客に納品された製品に含まれている金めっきである。ここで、めっきの膜厚に着目すると、顧客からはめっき仕様として例えば  $0.1\mu \sim 0.3\mu$  のように膜厚の規格値が指定される。規格値外であれば不良品となるが、規格値のレンジ内であっても、規格値下限より“過剰”に厚みを持っていれば、そこにロスがあるといえる。

そこで、「めっき厚過剰分＝基準値（客先指定膜厚下限の 20%増）よりも厚くつけてしまったもの」を「過剰膜厚」と見なして、対象工程の 1 ヶ月分（8/1～8/30、稼働 18 日間、570 オーダ）を集計したところ、正の製品物量の約 10%が過剰膜厚であると推定された。金額にすれば、正の製品 MC（760.3 千円）の 10%、つまり 76.0 千円となり、ここに一番大きなロスが存在しているといえる。

#### (5)ニッケルめっきへの MFCA 適用

##### (5)–1. MFCA 計算の基本的な考え方

基本的には、金めっき処理工程と同じであるが、金めっきの場合と異なり、検査不良品から剥離されたニッケルは回収されずに廃棄される。また、水洗槽および飛沫として雑多な廃液に含まれるニッケルも同様に回収されない。

ニッケルめっきへの MFCA 計算では、金めっきのときとは異なりシンプルに工程をとらえて、

全体を1つの物量センターと設定した。モデル図を図4-8に示す。

検査良品を正の製品、検査不良品から剥離されるニッケル（回収されない）および廃液に含まれるニッケル（回収されない）を負の製品として計算を行った。

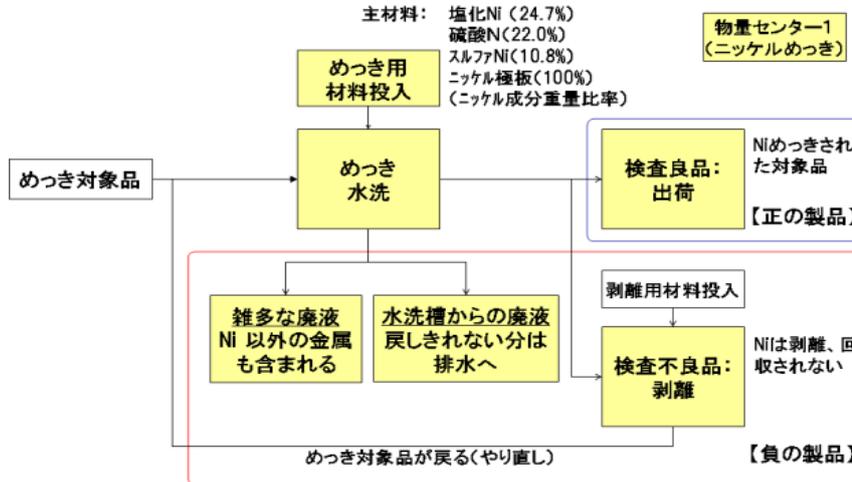


図4-8. ニッケルめっき処理工程における物量センターの設定

### (5)–2. データ収集期間、方法

投入されたニッケルめっき用の材料は、1か月分の平均値（2008年1～9月の平均値）により求めた。

### (5)–3. MFCA 計算、分析結果

#### ①物量フロー図

物量フロー図を図4-9に示す。

Niめっき 前工程良品名	Input材料の物量値		
	投入	正の製品	負の製品
前工程良品計	0.0	0.0	0.0
直接材料計	96.7	71.7	25.0
間接材料計	404.0		404.0

↓ 正
↓ 負

Niめっき 次工程良品名	Output材料の物量値	
	正の製品	負の製品
製品めっき中のNi	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

図4-9. 物量フロー図(金めっき)(物量単位:kg) ※数値は公表に際して変更

Output 材料の物量値「排出物、廃棄物」(429.0kg) 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(404.0kg)と、投入されたニッケルのうち負の製品となった物量(25.0kg)である。

## ②マテリアルフローコストマトリクス

マテリアルフローコストマトリクスおよびコスト比率を、それぞれ表 4-7、図 4-10 に示す。

表 4-7. マテリアルフローコストマトリクス(ニッケルめっき)

(金額単位:千円) ※数値は公表に際して変更

	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	リサイクル 売価	計
良品 (正の製品)	16.5 3.1%	343.5 65.4%	23.3 4.4%		383.3 73.0%		4,599.9 73.0%
マテリアルロス (負の製品)	8.4 1.6%	119.8 22.8%	8.1 1.5%		136.4 26.0%		1,636.2 26.0%
廃棄/リサイクル				5.5 1.0%	5.5 1.0%	0.0 0.0%	65.6 1.0%
小計	24.9 4.7%	463.3 88.2%	31.4 6.0%	5.5 1.0%	525.1 100.0%		6,301.7 100.0%

MFGA計算結果概要(コスト比率) (リサイクルの売価は除く、工程間統合)

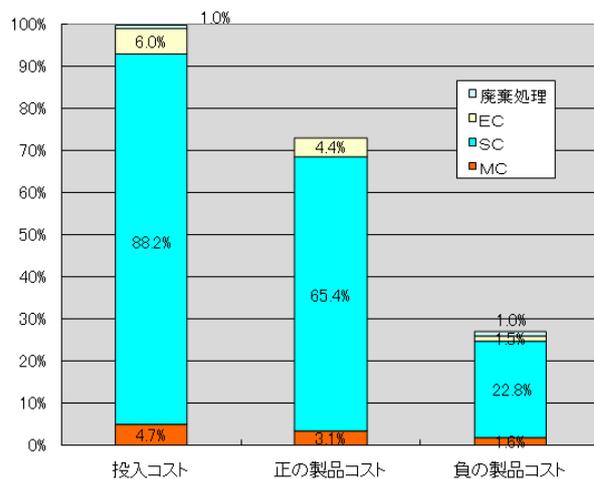


図 4-10. コスト比率(ニッケルめっき) ※数値は公表に際して変更

金めっきとは異なり、ニッケルめっき処理はほとんどが人件費 (SC) と見ることができる。投入コストの 26.0%が負の製品に使われている。マテリアルコストに着目すると、投入コスト (24.9 千円) のうち 8.4 千円が負の製品コストとなっている。また、廃棄処理コストとして 5.5 千円が使われている。

### ③コストフロー図

次に、コストフロー図を図 4-11 に示す。

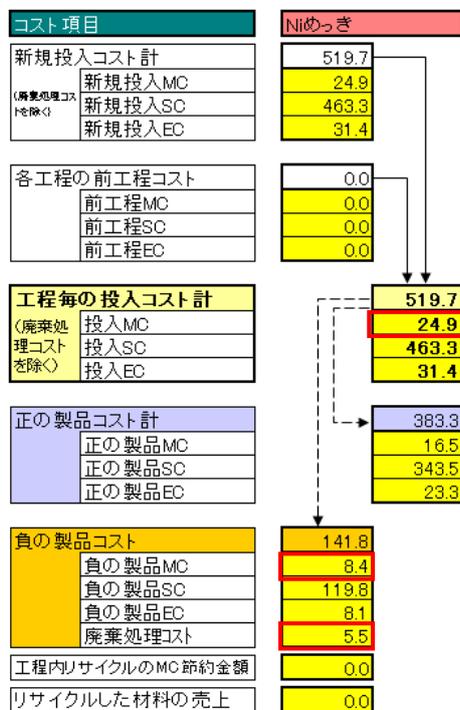


図 4-11. コストフロー図(ニッケルめっき)(金額単位:千円) ※数値は公表に際して変更

#### (5)–4. ロスの考察

図 4-10 に示したコスト比率によれば、投入コストの 26.0%が負の製品に使われており、その大半はシステムコスト(投入コストの 22.8%)となっている。しかしながらこの負の製品 SC は、無駄な作業をしているという意味ではない。MFCA 計算では、直接材料の比率で負の製品コストを見ようとしているので、水と一緒に流れて出て行くニッケルを SC 按分に使っただけであり、たとえニッケルが工程に戻っても加工時間そのものは変わらないため、SC の節約になるわけではない。ここでは SC に着目するよりは、MC に着目する。

まず、マテリアル(物量)の流れを確認する。図 4-9 に示した物量フロー図によれば、負の製品(429.0kg)の中にニッケル(25.0kg)が含まれていることがわかる。

次に図 4-11 に示したコストフロー図によれば、投入コスト(24.9千円)のうち 8.4千円が負の製品 MC になっている。これは、水洗処理でそのまま廃液に移動しためっき材料と間接材料の合計である。材料費は材料費として、流れ出た分はすべてロスであり、毎月なにもしなくても、ニッケルめっき工程だけで廃液の中に 8.4千円捨てていることになる。

これは廃棄物処理コストとあわせた 13.9千円(8.4千円+5.5千円)とし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といえる。

## (6) 金めっきとニッケルめっきへの MFCA 適用のまとめ

金めっきおよびニッケルめっきへ MFCA を適用した結果の比較を表 4-8 に示す。

表 4-8. 金めっきとニッケルめっきの結果比較

めっきの種類	ロス	結果の分析および改善策の検討
金めっき	汚泥中の金 (負の製品に含まれるロス)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・金の材料費があまりにも高いので、負の製品コストの割合が極めて小さくなる。</li> <li>・MFCA は負の製品コストに注目しているので負の製品コストだけに目が行きがちだが、過剰膜厚（正の製品の 10%相当）が一番多い。</li> <li>・過剰膜厚のデータを、めっき方式、規格膜厚で層別し、過剰膜厚となる理由及びその抑制策をブレインストーミングで出し合った。</li> <li>・全部が 0 になるわけではないが、そこをいくらかでも減らすことが課題。</li> <li>・ハードルは高いが、技術力を磨く機会といえる。</li> <li>・コストダウンになるだけでなく技術力を高める。</li> </ul>
	過剰膜厚 (正の製品に含まれるロス)	
ニッケルめっき	めっき対象物と一緒に洗浄槽に移動し、そのまま廃液になったロス (負の製品に含まれるロス)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ニッケルのみならず、工場全体の排水系のあり方としてとらえるべき問題。</li> <li>・設備投資がペイできるのなら検討の価値あり。</li> </ul>

## (7) 今後に向けて

金めっきは材料が極端に高価であるため例外だが、一般にめっき工程ではほとんどが人件費 (SC) と見ることができる。これは、いかに少人数でめっき処理を行うかが重要であることを意味する。

また、今回の計算では水の物量およびコストは部分的な計算にとどめたが、実際には純水を使用しており、めっき液の濃度調整や水洗処理など、めっき工程において水の管理は重要であるため、今後の計算では水の物量およびコストも含めて総合的に評価するのが望ましい。

今回構築した MFCA 手法は、銀めっき等、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、例えば工場全体の排水系のあり方を検討するなど、全社的な視点での横展開が期待される。

## (8)導入企業の感想

導入企業の感想を表 4-9 にまとめた。

表 4-9. 導入企業の感想

【感覚・経験知の定量・可視化】	
1	捨てているもののなかにどれくらい金があるか、どうやったら金が回収できるか、数値的に出せる手法が学べたのは有意義。
2	負の部分、考え方。不具合は出さなければよいことははじめから分かっていたことだが、数値として具体的に出てきたこと、さらには良品の中での不良、つまり過剰膜厚分について、いままでは「品物に1万円札をつけて渡している」と言っていたが、果たしてMFCAによって何万円札だったのかと。
3	排水に混ざっている分を、数字にすることで（混ざっていることが）分かった。
4	不良にならない正の製品の中でも過剰膜厚が金額にするとかなりの金額になっており、つくづく大事ということがわかった。膜厚はラックもの、つける位置でばらつきがある。
5	いままで「～するな」とは言っていたが、漠然と言っていた。今後は理論的に言える。
6	捨てているもののなかにどれくらい金があるか、どうやったら金が回収できるか、数値的に出せる手法が学べたのは有意義。
【改善策検討、投資判断】	
7	具体的な数値が出てきたことによって、効果も数値であらわせる、それは有意義。
8	改善するための設備投資、判断材料としてこれが使えるのはよいと思う。
9	データ取りは面倒くさいことは面倒くさいが、コスト面とかがちゃんと出てくる意味で、コスト意識で改善策を考えられる。
10	製品にかかわるコスト、コスト意識を持っていたつもりだったが、あらためて数値化してみると、もっと絞込み、どこを重点的に絞り込めばよいかというところを教えてもらった、というのが最大の利益、有意義だった。
【社内展開】	
11	関わった人間はわかるが、全体に拡げるには、現場の人間にはコスト面含めて説明する必要がある。

## (9) インターンの感想

今回の実証事業の流れを図 4-12 に示す。

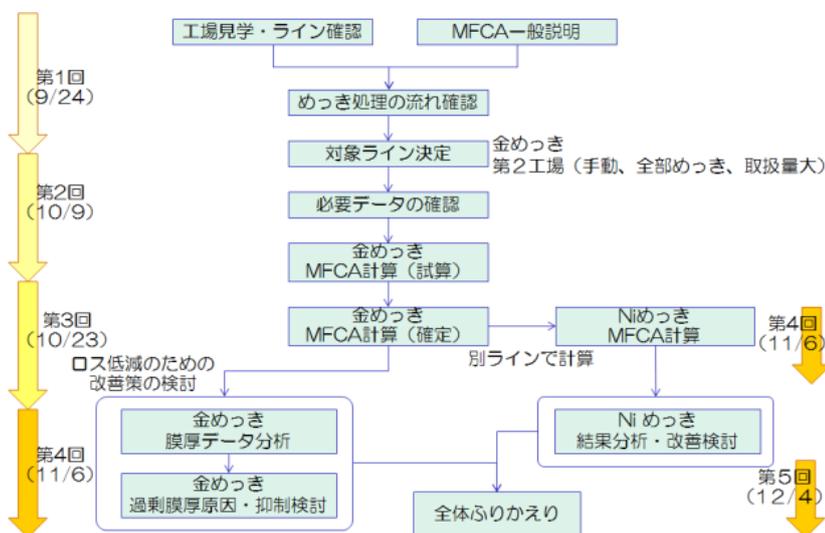


図 4-12. 実証事業の流れ

めっき加工処理への MFCA はあまり事例がないということだったが、導入企業との初回打ち合わせの際に、「めっきされるもの」ではなく「めっきするもの」に着目したことで、その後の MFCA 計算自体はスムーズに行うことが出来た。どのようなマテリアルの流れに着目するかを決めることが、MFCA 適用における重要なポイントであると感じた。

金めっきとニッケルめっきの MFCA 計算結果からは、ロスに対する考え方に特徴があることが明らかになった。金めっきの事例は、正の製品コストの中にも過剰膜厚としてのロスという資源効率向上の余地があることを考えるよい事例であり、ニッケルめっきの事例は、めっきプロセスにおける一般的な資源効率向上と MFCA 適用を考えるよい事例といえる。

また、改善効果を考える際には、設備投資の費用対効果を考えるだけでなく、金めっきの事例にあるように、過剰膜厚ロスへ切り込むことは単にコストダウンになるだけでなく、技術力を高めることにもつながる。MFCA 計算上に出てくるコストの数字だけにとどまらない「技術力向上」という効果にも視野を広げて改善策を検討することの重要性を感じた。

導入企業では、「金銀めっきの場合は、垂れるしずく 1 滴まで待て」「治具につく金属の無駄をなくせ」「膜厚はターゲットの下限を狙え」といった現場の格言が従来から存在していたが、MFCA 導入はその格言を定量的に裏付けるものとなった。その結果、従事する作業者に広くその格言の重みを伝えることができるようになったことも大きな成果といえる。

(以上)

## 第5章 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)

報告書作成者

東洋インキ製造株式会社 企画室リーダー 宮本達夫  
企画室 森川卓  
環境安全推進部 太田直樹  
着色生産部長 細川 優  
実施企業の推進責任者 環境本部長 内田弘美

公募で採択された事業の実施主体者 東洋インキ製造株式会社

#### (1)会社概要、工場概要

東洋インキ製造株式会社は、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、液晶カラーフィルター用レジストインキ、記録メディア材料、インクジェットインキなどの開発・製造・販売をおこなっている。

今回、MFCA のモデル事業を実施した川越製造所は、弊社の主力工場として約 50 年の歴史を有し、缶用塗料、粘接着剤、接着テープ、プラスチック用着色剤を生産している。

その両者とその工場の概要を、以下の表に整理した。

<b>MFCA 導入企業、工場の概要</b>
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
従業員数 : 単体 2,137 名, 連結 6,747 名
売上金額 : 257,000 百万円 (連結 : 2007 年度実績)
資本金 : 31,733 百万円
URL <a href="http://www.toyoink.co.jp/">http://www.toyoink.co.jp/</a>
東洋インキ製造株式会社 川越製造所
事業所所在地 : 川越市大字中福字松峯 2 8 6
従業員数 : 約 450 名

#### (2)MFCA 導入製品及び工程

MFCA 適用の対象は、プラスチック用着色剤を製造している工程の中で、各種容器、フィルム、電線、家電・自動車部品等の用途に使用される顔料濃度が高いペレット状着色剤の製造工程である。本工程の特徴は顧客要望の色注文を受けるため、オーダーメイドで受注生産がメインとなっている。

このため製造工程は多品種少量型で色変更による切替負荷が大きいのが特徴である。

その製造工程とマテリアルロスの概要を図 5-1 に示す。

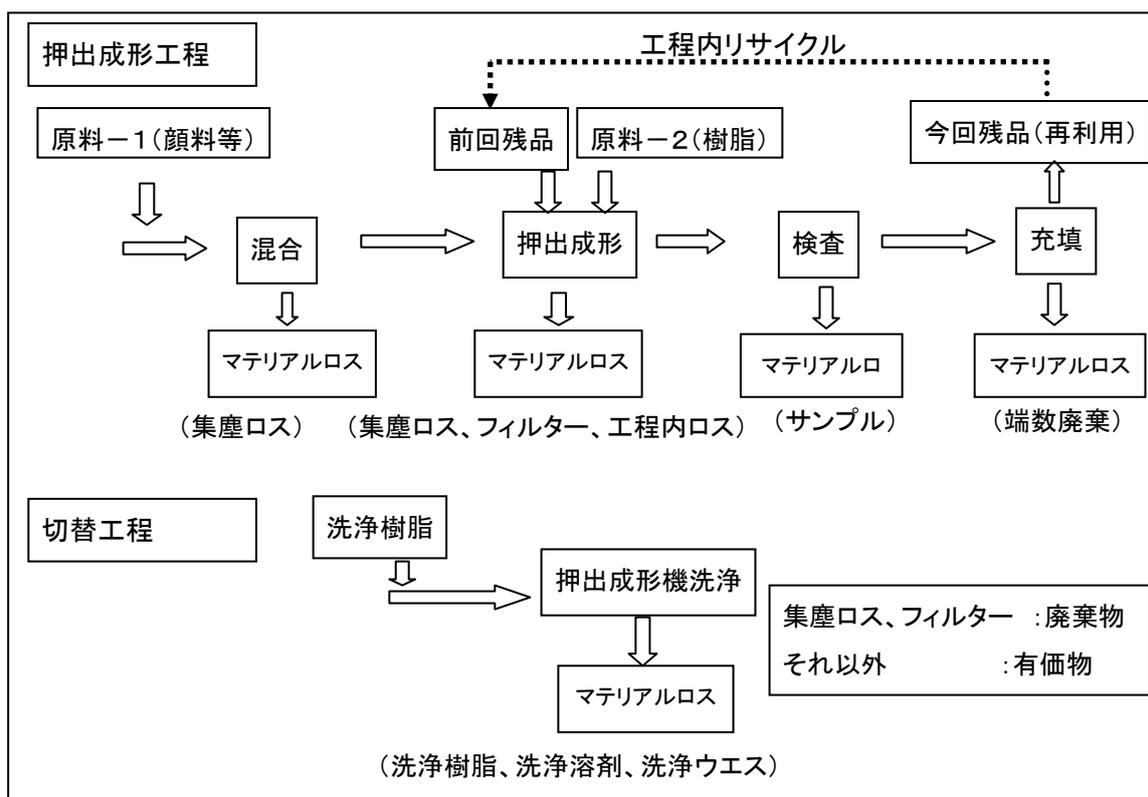


図 5-1 製造工程とマテリアルロス

着色ペレットの製造は図 5-1 のように、顔料各色の混合、押出成形、検査、充填の順で製造される。混合では顧客要望の色に合う顔料が混合設備で均一に混ぜられ、押出成形では顔料は押出機に樹脂と同時に供給され熔融混合による均一化の後、約 3mm のサイズに切断され製品化される。充填では製品は 25kg の紙袋又は 500kg 単位のフレコンバッグに入れられ、顧客からの注文量を確保するため仕込量をやや多目にする。

このため加工された製品は過剰にでき 15kg 以上の半端品（今回残品）は次回生産時に工程内リサイクル品として使用されるが、15kg 未満の半端はマテリアルロスとして廃棄される（端数廃棄）。

押出成形工程でのロス発生は混合及び押出成形時の集塵ロス、押出成形機の濾過用フィルター、工程内ロス、サンプル、15kg 未満の端数廃棄である。

工程内ロスとは押出成形開始時に発生する製品化できないもの、フィルター交換時に発生するロス、押出成形の途中でトラブルが発生し再立ち上げが必要となりその時に発生するロス等が含まれる。サンプルは検査用に使用されるものと顧客に送付されるものが含まれる。切替工程では色のついていないナチュラル洗浄樹脂を押出機に通し洗浄され洗浄樹脂や洗浄溶剤、洗浄ウエスがロスとなる。押出成形機の洗浄方法は、通常の場合は洗浄樹脂を通すだけの洗浄であるが、製造品の色が濃色から淡色のように大幅な色変更の場合には、樹脂を流した後に押出成形機を分解洗浄する。

マテリアルロスのうち集塵ロス、フィルターは廃棄物として処分され、それ以外は全て有価物として売却される。

### (3)MFCA 導入の狙い、意図

東洋インキ製造は「安全管理・環境保全」を最重要課題として取り組んでいる。

事業環境においては環境負荷の少ない環境調和型製品の研究開発・販売に注力している。

生産現場では温室効果ガスの削減、省エネ、3Rに基づき廃棄物管理を徹底し、ゼロエミッションを継続中である。

また全社プロジェクトとして、省エネ・省材に関し積極的な推進を実施し、製造段階でロスを徹底的に排除する活動を展開しており、MFCAの活動目的と合致しているので導入に踏み切った。

### (4)MFCA 計算の基本的な考え方

物量センターは押出成形工程と切替工程の2つに定義した。

押出成形工程は混合、押出成形、充填の作業があるが、これらは連続的に作業が実施されるので別工程にしなかった。

また切替工程を別にした理由は生産終了後毎回切替が必要で、特に大幅色変更時の分解洗浄は労力及び時間面で負荷が大きい事による。

### 各コストの内容と定義

**マテリアルコスト (MC)**：直接材料費（樹脂、顔料、添加剤）、間接材料費（洗浄樹脂、洗浄溶剤、洗浄ウエス）

- ・ 正のコスト：製造された製品（今回残品を除く）
- ・ 負のコスト：集塵ロス、フィルター、工程内ロス、サンプル、端数廃棄、洗浄樹脂、洗浄溶剤、洗浄ウエス
- ・ 尚、今回残品は工程内リサイクル品として計算する。

**システムコスト (SC)**：労務費、減価償却費、その他経費、配賦費

- ・ 下記の時間割合で配分した。
- ・ 正のコスト：押出成形時間のうち正の製品分（今回残品入り）
- ・ 負のコスト：押出成形時間のうち負の製品分（今回残品入り）＋切替時間

**エネルギーコスト (EC)**：電力費

- ・ 押出成形工程と切替工程に分ける場合に正確なデータがとりづらく押出成形工程を95%、切替工程を5%と一定割合にした。
- ・ 正のコスト：押出成形工程の95%のうち正の製品分（今回残品入り）
- ・ 負のコスト：押出成形工程の95%のうち負の製品分（今回残品入り）＋切替工程分

**その他コスト**：廃棄物処理費、有価物売却費

### (5)データ収集期間、方法

MFCA 計算対象を大口製造ライン（ロットサイズ：500Kg以上）とし、期間は2008年11月の1ヵ月間とした。

初めにデータを実測値または計算値でとるかを決めた。

データの取り方は製品毎のデータまたは工程全体からの按分データとするかを決めた。

データ収集項目

①各製品毎

原料配合割合（樹脂、顔料、添加剤の割合）、原料単価、前回残品の仕込量、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

②工程全体（押出と切替）

集塵ロス量、工程内ロス量、洗浄樹脂量、洗浄溶剤量、洗浄ウエス量

③計算での算出データ

加工速度、歩留まり率

④データ取得時に異常データの場合はその理由を記載した。

表 5-1 各製品毎の集計データ項目

原料 単価	前回 残品	仕込 合計	仕上 合計	今回 残品	端数 廃棄	サン プル	集塵 ロス	工程内 ロス	加工 時間	切替 時間	加工 速度	歩留ま り率
円/kg	kg	hr	hr	kg/hr	%							

データの定義

サンプル : 顧客への提出用分を含む

集塵ロス : 顔料と添加剤の仕込全体量から各製品毎の量比率で按分

工程内ロス : 仕込合計（前回残品含む）－仕上量合計（今回残品含む）－端数廃棄量－サンプル量－集塵ロス量

歩留まり率 : 全仕上がり量／全仕込み量の割合

(6)MFCA 計算、分析結果

①マテリアルの Input/Output 物量

Input : 直接材料：前回残品と原料

間接材料：フィルター、洗浄樹脂、洗浄溶剤、洗浄ウエス

Output : 正の製品：製品（残品除く）

負の製品：直接材料として集塵ロス、サンプル、端数廃棄、工程内ロス

間接材料としてフィルター、洗浄樹脂、洗浄溶剤、洗浄ウエス

尚、今回残品は工程内でリサイクルされるのでマテリアルコストでは負の製品として計算しないが、システム及びエネルギーコストに関しては、ムダな加工となり負の製品として計算される。マテリアルロスの Input/Output 物量を図 5-2 で示す。

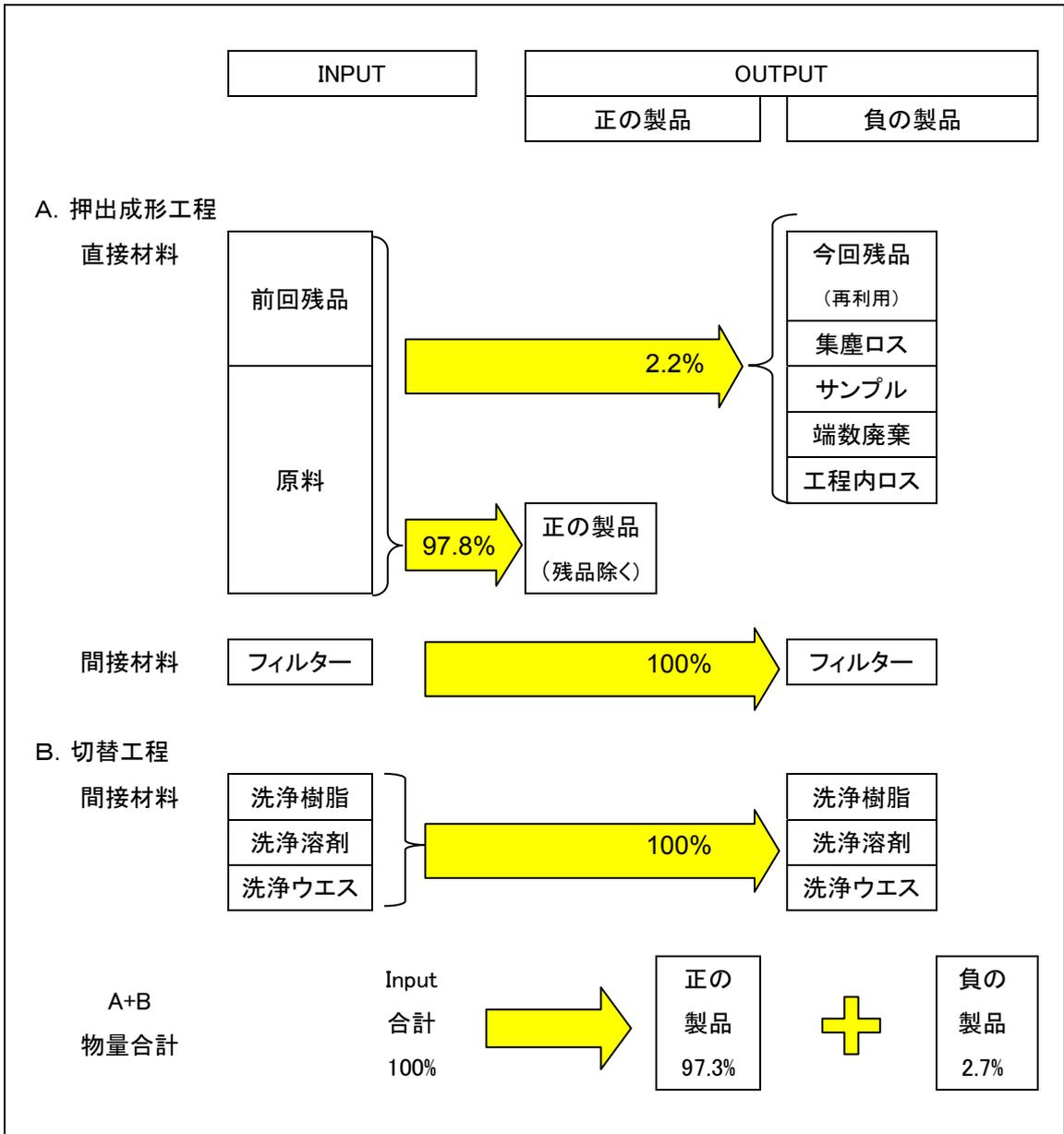


図 5-2 マテリアルの Input/Output 物量

マテリアルロスに関し、押出成形工程の直接材料では 2.2%で、間接材料、および切替工程含めても 2.7%と、比較的小さい事が判明した。

## ②工程別の投入コストと負の製品コスト

### コストフロー図

コスト項目		押出成形	切替
<b>新規投入コスト計</b> <small>(廃棄処理コストを除く)</small>			
	新規投入MC		
	新規投入SC		
	新規投入EC		
<b>各工程の前工程コスト</b>			
	前工程MC		
	前工程SC		
	前工程EC		
<b>工程毎の投入コスト計</b> <small>(廃棄処理コストを除く)</small>			
	投入MC		
	投入SC		
	投入EC		
<b>正の製品コスト計</b>			
	正の製品MC		
	正の製品SC		
	正の製品EC		
<b>負の製品コスト</b>			
	負の製品MC	3,694.3	6,616.3
	負の製品SC	3,032.7	216.2
	負の製品EC	523.8	6,273.6
	廃棄処理コスト	64.1	120.9
		73.6	5.8

報告書による公開に際して、  
この部分を非表示とした。

図 5-3 コストフロー図

負の製品コストを工程別に分けた場合、ロスコストが大きいのは、切替工程の SC : 6,273 千円、押出成形工程の MC : 3,032 千円である。

## ③マテリアルフローコストマトリックス

表 5-2 マテリアルフローコストマトリックス

	マテリアル コスト	エネルギー コスト	システム コスト	廃棄処理 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%

コスト合計割合では MC : 79.3%、SC : 8.8%である。

全体コスト削減には MC : 原料単価の引き下げ、SC : 製造時間の短縮 が必要。

負の製品割合は 7.2%でこの内訳は MC : 2.0%に対し SC : 5.1%と SC の方が大きい。

### (7)ロスの考察

ロスを整理しコスト改善のための調査項目を整理した。

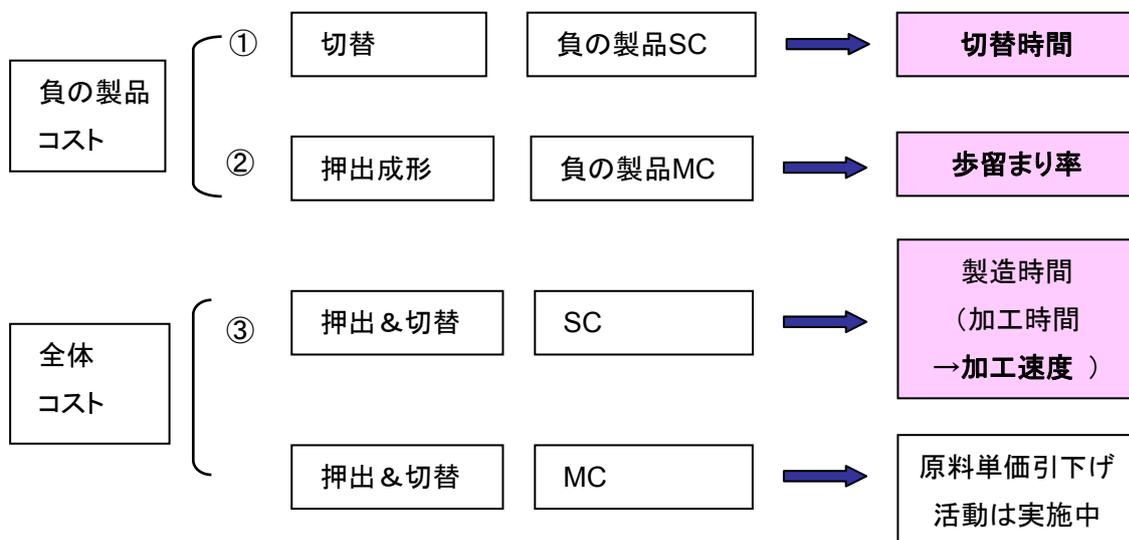
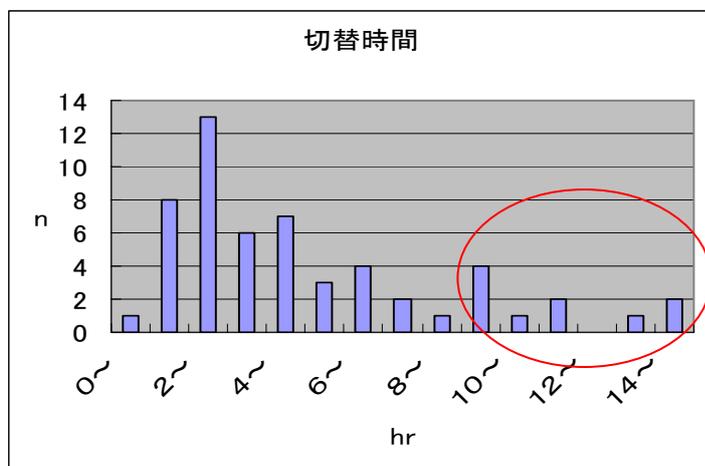


図 5-4 ロスの整理とコスト改善のための調査

#### ①切替時間



切替時間が9hr以上の10製品についてその原因を調査したところ、全て分解洗浄をしており、その実施理由は濃色→淡色（ナチュラル、白、クリーム）への切替であった。

図 5-5 切替時間（横軸 hr=時間、縦軸 n=ロット数）

## ②歩留まり率

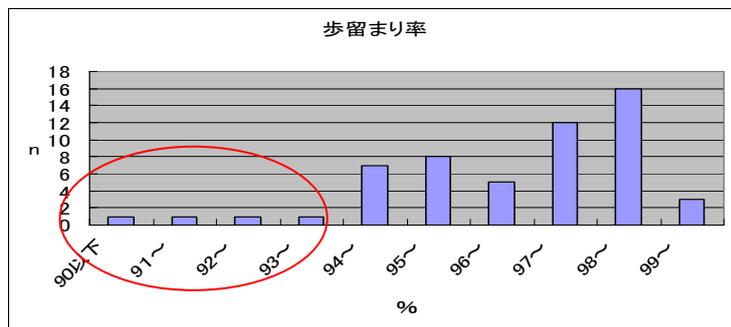


図 5-6 歩留まり率

図 5-6 のように、歩留まり率が特に低い製品がある。歩留まり率とロットサイズの関係について調査した結果を図 5-7、図 5-8 に示す。

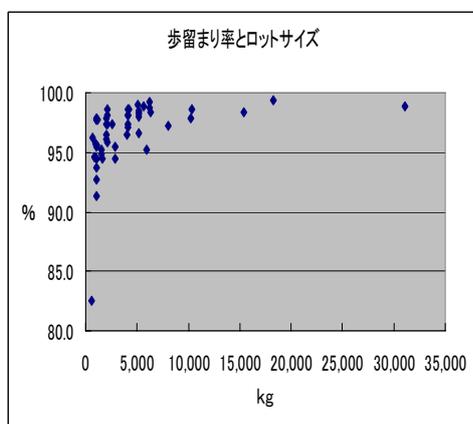


図 5-7 歩留まり率とロットサイズ

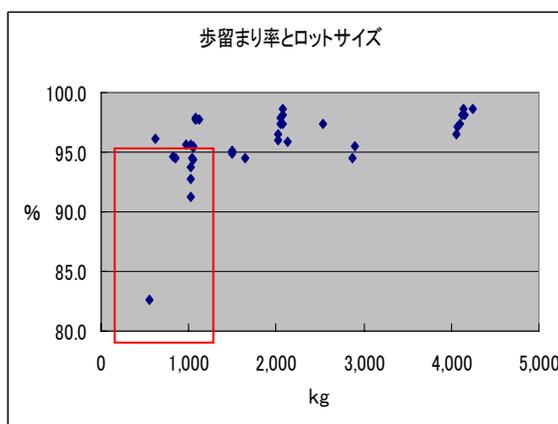


図 5-8 歩留まり率とロットサイズ(部分拡大)

歩留まり率が低い製品はロットサイズが約 1t 以下の製品が多い。またこの中で 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。

## ③加工速度

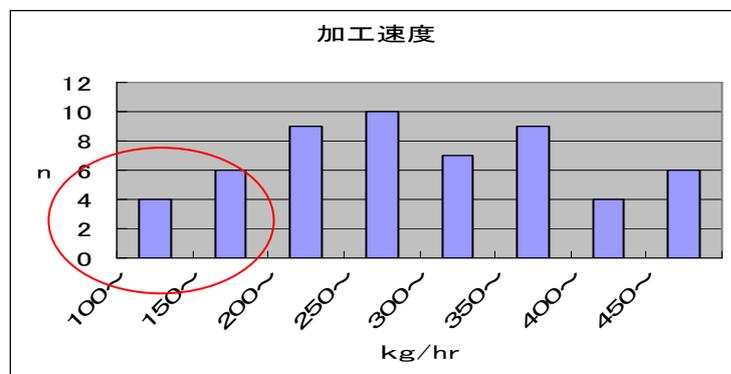


図 5-9 加工速度

加工速度遅い原因は、配合される樹脂の粘度や顔料濃度に起因し、加工速度を上げると安定生産が難しくなり製品化できず廃棄物（有価物）の増加に繋がる。

調査結果をまとめとその改善策とその効果金額を算出した。

表 5-3 改善策とその効果金額

(千円/月)

分類	コスト改善のターゲット	工程	コスト分類	改善策	効果の算定条件	効果金額
切替時間	分解洗浄の時間が長い	切替	SC	予備部品を準備	10 件の分解洗浄時間を各 4 時間短縮	900
	淡色を製造	切替	SC	まとめ生産の計画化	5 件の分解洗浄を通常の洗浄時間まで改善	450
歩留まり率	ロットサイズが小	押出成形	MC	まとめ生産の計画化	歩留まりの低い 4 件を平均歩留まり率まで改善	120
	フィルター交換が頻繁	押出成形	SC	先行サンプルによる顔料検査	2 件のフィルター交換時間を各 3 時間短縮	135
加工速度	加工速度が遅い	押出成形	SC	設備の性能を改善	加工速度の低い 10 件を平均加工速度まで改善	2,000

## (8)改善検討と効果のシミュレーション

MFCA の活用により大口と中小口ラインに関する検討を実施した。

### ①ライン相互の比較

大口製造ラインと、中小口製造ラインに関し、どちらのラインのロスが少ないかを検討

### ②シミュレーションによる検討

大口製造ラインと、中小口製造ラインで、ロットサイズがオーバーラップ品の生産検討  
1.5~2.5t のロットサイズ品の生産は、どちらのラインのロスが少ないかを検討

### ③結果-1(ライン相互の比較)

表 5-4 に示すように、負の製品分のコスト合計は、大口が 7.2%と中小口より小さくライン比較では大口で製造した方がロスが少なく有利である。

表 5-4 マテリアルフローマトリックス表

	生産ライン	マテリアルコスト	エネルギーコスト	システムコスト	コスト合計
コスト合計 (正+負の製品)	中小口	69.4%	3.7%	26.9%	100%
	大口	79.4%	1.8%	18.8%	100%
負の製品分 コスト	中小口	2.4%	0.3%	5.5%	8.2%
	大口	2.0%	0.1%	5.1%	7.2%

#### ④結果-2(シミュレーション)

大口ライン、中小ラインにおける、製造品のロットサイズ分布状況を、図 5-10 に整理した。

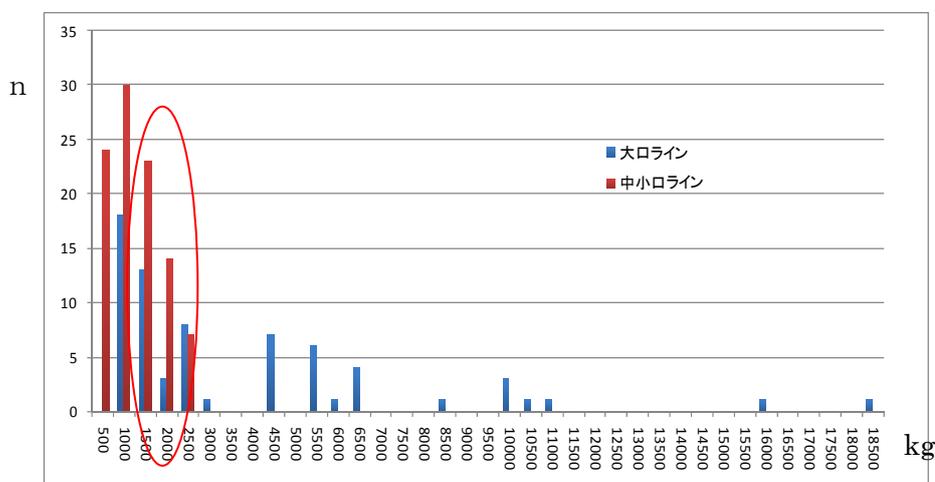


図 5-10 ロットサイズ分布表(中小口、大口)

さらに、ロットサイズで 1.5~2.5 t で生産がオーバーラップしている対象製品だけで MFCA 計算を実施した。

表 5-5 マテリアルフローマトリックス(シミュレーション)

	生産 ライン	マテリアル コスト	エネルギー コスト	システム コスト	コスト 合計
コスト合計 (正+負の製品)	中小口	65.1%	3.6%	22.8%	91.5%
	大口	70.6%	1.9%	13.5%	86.0%
負の製品分の コスト	中小口	2.7%	0.3%	5.5%	<b>8.5%</b>
	大口	5.2%	0.2%	8.6%	<b>14.0%</b>

負の製品コスト合計は、中小ラインが 8.5%に対し、大口ラインが 14.0%で、中小ラインの方が、ロスが少ない。

つまり 1.5~2.5t 口に関しては、現状の大口ラインで製造しているものを中小口で製造した方がコスト的に有利であることが判明した。

## (9) 今後に向けて

今回、対象にした製造ラインは、従来からロスはそれほど多くないと認識していた。それでも MFCA を活用した分析により、いくつかの改善の着眼を見出すことができ、MFCA の効果を確認できた。MFCA に関しては、今回の対象ラインだけでなく、他の事業所、工場、ラインへの展開も検討している。それらの展開も考慮して、MFCA の今後の活用を表 5-6 に整理した。

表 5-6 MFCA の活用

項目	活用
シミュレーションの活用	改善と投資採算性の効果予測が可能となる 検討した結果を今後の投資に生かせる
ロスへの意識改革	現状歩留まり率によるマテリアルロスに目が奪われているが 洗浄樹脂等の MC や廃棄物中の SC と EC のムダに気づく
管理の一元化	各種管理活動が MFCA で 1 本化される（省エネ、省材、歩留まり率、加工速度、製造&切替時間、CO <sub>2</sub> 量等）
日常管理	工程異常への対応が可能（歩留まり率、機械停止時間等）
改善目標の設定	改善が必要な課題と優先順位が明確化する
原価管理への活用	製品毎の原価設定用の基礎データが得られる
LCA 解析への活用	ラインの CO <sub>2</sub> 排出量用の基礎データが得られる

## 考慮すべき事項

MFCA の入力作業が現状の日常管理や原価管理入力とダブル場合は、二重入力の手間削減のためシステム面の工夫が必要。MFCA の改善効果予測でシステムコストロスは作業人員数や減価償却費等の面から直ぐに効果がでない場合があるので注意が必要である。

## (10) インターンの感想

当初入手すべきデータがどこまで必要なかわからず、かなり細かいデータまで採取したため手間がかかった。マテリアルロス量として廃棄物の実測計量が難しく危惧していたが、結果的に仕込量と仕上量との差から算出でき実測は不要であった。

MFCA 計算表や工程内リサイクル品の扱いがすぐには理解できなかったが、マテリアルの IN と OUT（正と負）の量およびコスト表を作成し、つき合わせることで理解できるようになった。

MFCA のメリットは特に負の製品コストの大きさを再認識することで、改善へのモチベーションを高める点にあると考える。

弊社では直接材料ロスだけの歩留まりで管理されている部門が多く、本手法導入により SC や EC 含めたトータルコストの改善を目指し、また同時に時間データの取得により個別製品の原価設定への活用も期待される。

今後種々の生産方式に MFCA を順次適用し、社内全体へ展開・活用を図ってゆく考えである。

(以上)

## 第6章 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)

報告書の作成者

片桐久夫 (株式会社 片桐製作所)

伊藤明彦 (株式会社 伊藤製作所)

岩田義弘 (財団法人 山形県企業振興公社)

公募で採択された事業の実施主体者

財団法人 山形県企業振興公社

#### (1)会社概要、工場概要

片桐製作所の概要を、以下の表に整理した。

MFCA 導入企業、工場の概要
株式会社 片桐製作所
本社所在地 : 山形県上山市金谷字鼠谷地 1453
事業所所在地 : 同上
従業員数 : 260 名
売上金額 : 450,000 万円 (2007 年度)
資本金 : 7,000 万円 (2007 年度)
URL <a href="http://www.katagiri.co.jp">http://www.katagiri.co.jp</a>

片桐製作所は、1966 年、東北で初めて冷間鍛造技術を導入し、精密冷間鍛造および二次加工を行い、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・販売を行っている会社である。冷間鍛造をするに当たって、金型設計・製作も社内で行い、金型精密加工用のダイヤモンド/CBN ホイール(*STRAX®*)を開発、また金型用超硬素材も開発し、現在は製造だけでなく販売も行っている。主要品目は ABS パーツ、ブレーキパーツ、インジェクターパーツ、リニア SOL パーツ、各種 SW・センサーハウジングでより精密な部品製造を行っている。

#### (2)MFCA 導入製品及び工程

片桐製作所の製品は顧客からの注文に応じて工程解析、金型設計・製作、冷間鍛造、切削加工 (二次加工)、検査、出荷を行っている部品が何百種類とある。その中で近年に立ち上がり月産数が数十万個である KK7HG という部品の製造ラインを選択した。この部品は AT SOL 用ハウジングである。

この部品の製造工程は図 6-1 に示す。購入材料の棒材から切断加工、熱処理・潤滑・鍛造(3 回)、二次加工(切削)、熱処理、メッキ、検査、出荷となっている。

切断加工では約 4 m の棒材から百数個の材料を丸ノコで切断する。これを焼鈍・潤滑・鍛造と 3 回繰り返し行う。次に二次加工では客先図面寸法に切削を行う。その後、熱処理、メッキを協力会社で行い、再び社内にて検査、出荷 (梱包) となる。

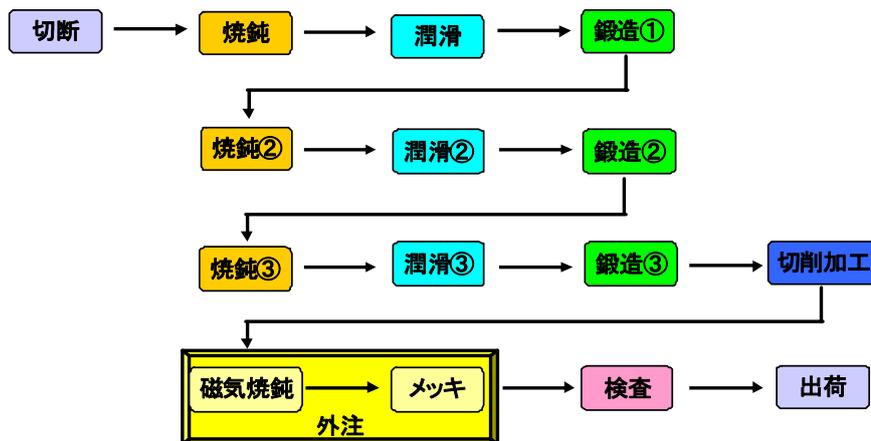


図 6-1 KK7HG 製造工程の概要

### (3)MFCA 導入の狙い、意図

片桐製作所においては独自の生産管理システムを用い、管理を行っているが、工程内のロス状況を正確に把握し、それらを金額ベースで把握することにより、工程改善・コスト削減の指標とする事が狙いとして上げられる。又、既に認証している ISO9001、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も結びつけ、MFCA を活用することで資源の有効活用、生産性向上、品質向上の課題抽出の手法としておこなった。

### (4)MFCA 計算の基本的な考え方

対象部品は、焼鈍・潤滑処理・鍛造成形が 3 回繰り返されるが、処理場所も違い、それぞれの工程で歩留まりが発生する為、全て分けることにする。また、二次加工（切削）は端面・内径・打ち抜き・QA と工程はあるがライン化されているため、一つの工程と見なす。よって 13 の物量センターを設定し、MFCA 計算モデルを構築した。物流センター毎のインプットデータ、アウトプットデータを図 6-2 に示す。

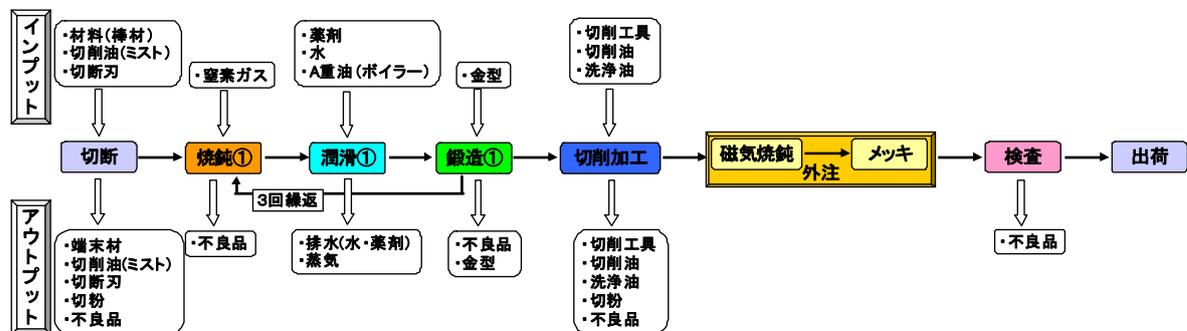


図 6-2 物流センター毎インプット／アウトプット

## (5) データ収集期間、方法

データは、各工程における平成 20 年 7 月度（1 ヶ月）間のデータを元に投入量、排出量、廃棄量の計算を行った。切断工程における端末量は 1 本から取れる素材数と切断数から使用本数を割り出し、廃棄量を算出した。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した。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取り扱った。エネルギーコストである電力費は工場毎に集計されていたため、それを主要設備台数に応じて比例分配し算出した。電力量消費の大きい焼鈍は個別に集計されていたため、対象製品処理数より算出した。

## (6) MFCA 計算、分析結果

### ① マテリアル Input/Output 物量

材料の投入とロス計算結果を記述したマテリアルのインプット量、アウトプット量を表 6-1 に示す。

表 6-1 マテリアルのインプット量／アウトプット量

MC項目 分類	項目名 (詳細)	(単位)	QC1	QC2	QC3	QC4	QC5	QC6	QC7	QC8	QC9	QC10	QC11	QC12	QC13		
			切断	焼鈍①	潤滑処理①	成型①	焼鈍②	潤滑処理②	成型②	焼鈍③	潤滑処理③	成型③	切削加工	外注	検査・出荷		
Input	前工程 良品	材料の投入物量	(kg)	0.0	52,364.6	40,278.5	30,761.0	47,281.1	31,606.0	38,780.6	28,814.3	37,309.8	38,540.6	36,237.3	27,674.3	27,674.3	
		正の製品物量	(kg)	0.0	52,342.3	40,278.5	30,759.1	47,256.2	31,606.0	38,601.7	28,793.7	37,309.8	38,540.6	26,841.1	27,674.3	27,535.2	
		負の製品物量	(kg)	0.0	22.3	0.0	1.9	24.9	0.0	178.8	20.6	0.0	0.0	9,396.1	0.0	139.1	
		投入MC	(千円)	0.0	16,233.0	12,486.3	9,535.9	14,657.1	9,797.9	12,022.0	8,932.4	11,566.0	11,947.6	11,233.6	8,579.0	15,762.3	
		正の製品MC	(千円)	0.0	16,226.1	12,486.3	9,535.3	14,649.4	9,797.9	11,966.5	8,926.0	11,566.0	11,947.6	8,320.7	8,579.0	15,683.0	
		負の製品MC	(千円)	0.0	6.9	0.0	0.6	7.7	0.0	55.4	6.4	0.0	0.0	2,912.8	0.0	79.2	
		材料の投入物量	(kg)	42,172.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	119.4	0.0
		正の製品物量	(kg)	38,603.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	119.4	0.0
		負の製品物量	(kg)	3,569.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	投入MC	(千円)	13,073.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7,251.2	0.0	
	正の製品MC	(千円)	11,967.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7,251.2	0.0	
	負の製品MC	(千円)	1,106.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	間接材 料	材料の投入物量	(kg)	16.2	402.6	61.7	0.0	442.9	61.7	0.0	382.5	61.7	0.0	723.0	0.0	0.0	
		正の製品物量	(kg)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		負の製品物量	(kg)	16.2	402.6	61.7	0.0	442.9	61.7	0.0	382.5	61.7	0.0	723.0	0.0	0.0	
		投入MC	(千円)	19.4	47.3	13.8	0.0	52.0	13.8	0.0	44.9	13.8	0.0	256.6	0.0	0.0	
		正の製品MC	(千円)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		負の製品MC	(千円)	19.4	47.3	13.8	0.0	52.0	13.8	0.0	44.9	13.8	0.0	256.6	0.0	0.0	
	Output (正の 良品)	次工程 良品	良品の物量	(kg)	38,603.5	52,342.3	40,278.5	30,759.1	47,256.2	31,606.0	38,601.7	28,793.7	37,309.8	38,540.6	26,841.1	27,793.7	27,535.2
		正の製品MC	(千円)	11,967.1	16,226.1	12,486.3	9,535.3	14,649.4	9,797.9	11,966.5	8,926.0	11,566.0	11,947.6	8,320.7	15,830.3	15,683.0	
	Output (負の 製品)	工程内リ サイクル	工程内リサイクルの物 量	(kg)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
			集計時に投入MCと負 の製品MCから差し引く	(千円)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		排出物、 廃棄物	排出物、廃棄物の物量	(kg)	16.2	402.6	61.7	0.0	442.9	61.7	178.8	382.5	61.7	0.0	723.0	0.0	0.0
			廃棄処理コスト	(千円)	1.6	0.4	3.4	0.0	0.4	6.2	17.9	0.0	6.2	0.0	72.3	0.0	0.0
有価廃 棄物		有価廃棄物の物量	(kg)	3,569.3	22.3	0.0	1.9	24.9	0.0	0.0	20.6	0.0	0.0	9,396.1	0.0	139.1	
		売却価格	(千円)	356.9	2.2	0.0	0.2	2.5	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	939.6	0.0	13.9	

表 6-1 に示すように負の製品物量（マテリアルロス）が最も大きいのは「QC11 切削加工」工程であり、この工程への投入重量の約 25%がロスとなっている。次にロスが多いのは「QC1 切断」工程で約 8%のロス率である。その他の工程では 1%以下のロス率となっている。

### ② 工程別の投入コストと負の製品コスト

MFCA の計算結果を 1 枚のシートに纏めたコストフロー図を図 6-3 に示す。この数値は表 6-1 の数値を整合化したコスト計算結果である。なお、数値の単位は千円である。

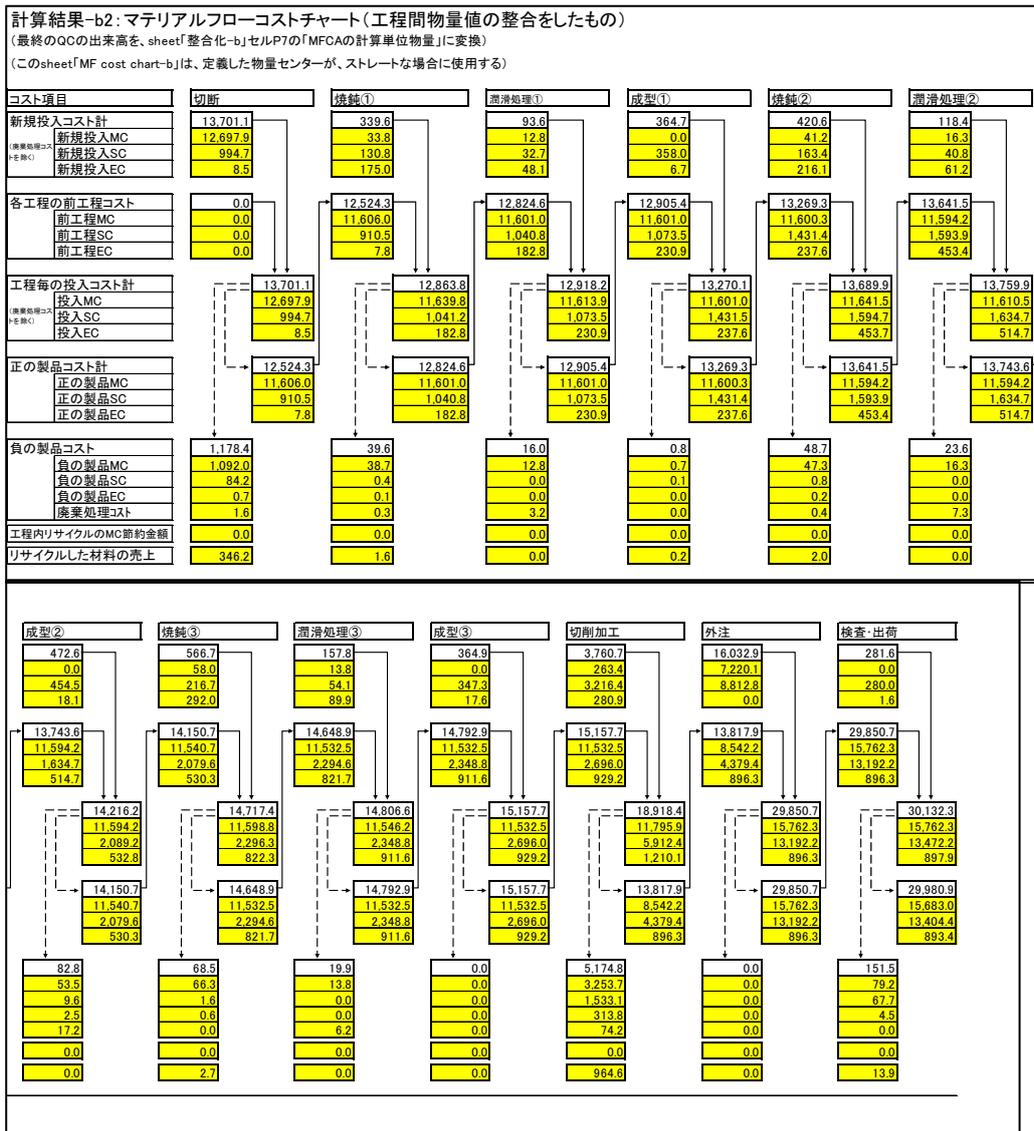


図 6-3 コストフロー図

### ③ マテリアルフローコストマトリックス

表 6-2 にマテリアルフローコストマトリックスを示す。これも図 6-3 と同じく、整合化した数値に基づいたものである。なお、数値の単位は千円である。

表 6-2 マテリアルフローコストマトリックス

	マテリアル コスト	エネルギー コスト	システム コスト	廃棄処理 コスト	計	リサイクル 売価	計
良品 (正の製品)	15,683.0	893.4	13,404.4		29,980.9		29,980.9
マテリアルロス (負の製品)	4,674.3	322.4	1,697.6		6,694.3		6,694.3
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%

#### ④MFCA 計算結果概要(コスト比率)

図 6-4 に MFCA 計算結果概要 (コスト比率) をグラフに表した。また、工程別コスト比率 (グラフ) を図 6-5 に示す。

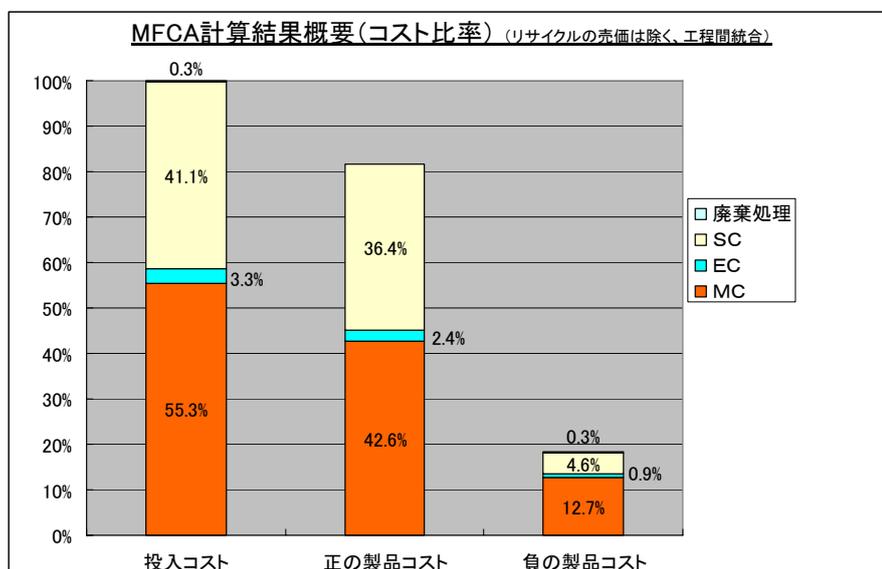


図 6-4 MFCA 計算結果概要(コスト比率)

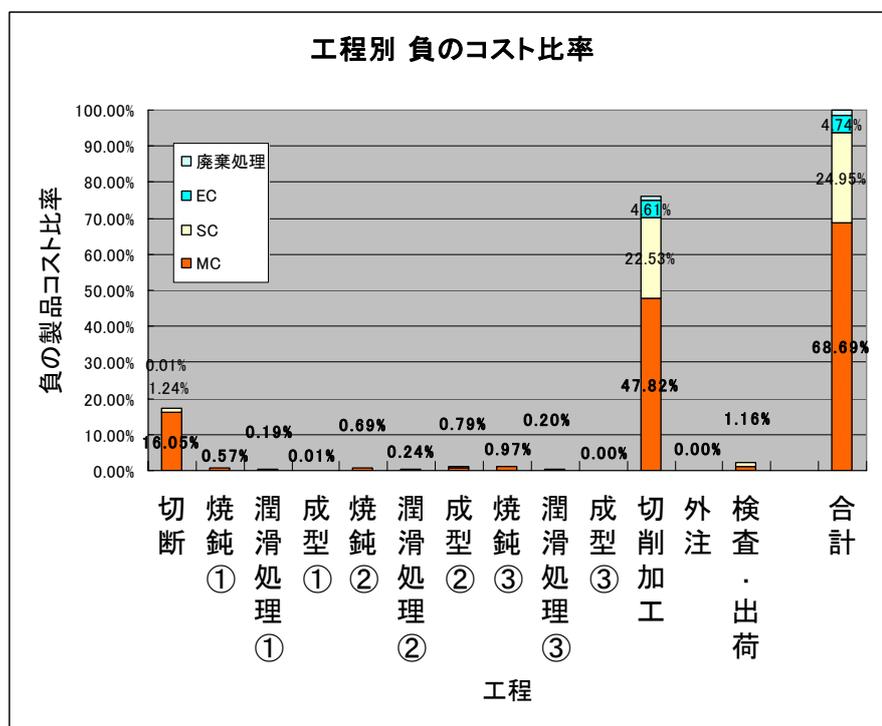


図 6-5 工程別コスト比率

図 6-5 より負の製品コストのほとんどを切断と切削加工が占める事が一目瞭然である。そこで、この切断と切削加工での負の MC 内訳を表 6-3 に示す。

表 6-3 工程別コスト比率(内訳)

改善前		切断		切削加工	
工程別負の製品コスト		全体での割合	工程別割合	全体での割合	工程別割合
内訳	端末	4.37%	27.22%	0.00%	0.00%
	切粉	11.39%	70.94%	41.47%	86.73%
	不良	0.00%	0.00%	2.47%	5.17%
	切削油	0.30%	1.84%	3.87%	8.10%
合計		16.06%	100.00%	47.82%	100.00%

(7)ロスの考察

一般に鍛造形状と切削完品形状を極力同じ形(ニアネットシェイプ)にすれば、切削工程での切粉が少なく、材料歩留まりが良くなる。(切断時の歩留まりも良くなる。)しかし、鍛造での工程や焼鈍、潤滑処理工程も増え、コストUPになってしまうこともある。また、ただ単に切削代を少なくすれば鍛造肌残り(規定の寸法に切削しても鍛造表面が残る不良)が増加する。よって鍛造精度に見合った切削代にするのが重要である。他にも焼鈍や潤滑処理回数を減らすことによるデメリットが大きい場合もあるので慎重に工程を考えなければいけない。また、鍛造形状を変更することで材料組織が変わり、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で、安易に形状を変えることは出来ない。

(6)での計算、分析結果を確認しながら工程毎に改善対象ロスとその現状を抽出し、改善課題一覧表を表6-4に示す。

表 6-4 改善課題一覧

QC	工程	ロス分類	対象NO	対象ロス	ロス率(金額)	改善の方向性	具体策	内容	制約条件/技術課題	改善優先度	改善目標値
QC1	切断	MC	1	端材	4.4%	端材の削減	① 送り装置の改造	前チャック構造による端材の削減	・現状、機械仕様上の掘み代の限界 ・改造不可(機械メーカーより)	3	端材25%削減
							② 長尺物の活用 (現在4m→5.5m?)	長尺物への変更による棒材本数の削減	・材料メーカーの設備能力 ・当社の作業エリア、設備の対応能力	3	端材25%削減
							③ 端材(85mm)の製品化	専用機械で端材を製品化(2個増量/本)	・専用機械の導入(購入)	3	端材70%削減
QC2/5/8	焼鈍	MC	3	硬度測定用サンプル品	1.0%	サンプル数(現状5個)の削減	① 1回目焼鈍での端材の利用	一回目の焼鈍で端材を使うことによるサンプル品の削減	・メーカーへの変更届(現状との差異確認)	1	—
							② 2、3回目焼鈍のサンプル数(5個)の削減	5個→3個へ	・メーカーへの変更届(バラツキ確認)	1	サンプル数30%削減
							③ サンプル品の製品化	最終製品の外観に影響のない測定箇所での測定によるサンプルの製品化	測定箇所の肉厚 *最低厚:1.65に対して部材2mmでOk→治具で測定箇所の位置決め(現状との再確認)	1	—
QC4/7/10	成形①	MC	5	成形不良	0.1~0.8%	成形不良の削減	① 不良低減	各炉の体積の変更 ・体積の縮小 ・前室の拡大で出入りの回数削減	金型破損による成形不良。 (金型寿命、金型・コーティング・焼鈍・潤滑等の不良原因に依存)	2	不良低減
							② 試し打ち品の削減 *3個~15個	① 作業者の習熟度の向上 熟練者のカン・コツの共有化	オペレーターの習熟度。 調整事項:高さ(上下死点調整)、軸の振れ等。	4	不良低減
QC11	切削加工	MC	7	NC不良(6軸不良含む)	2.5%	NC不良品の低減	① 不良低減	刃物に起因する寸法精度不良、刃物の破損による切削不良。	刃物に起因する寸法精度不良、刃物の破損による切削不良。	2	不良低減
							① 不良低減	深さ不足。(切粉挟み等)	深さ不足。(切粉挟み等)	2	不良低減
							① 重量の低減	取り代の削減(鍛造形状変更)	メーカーでの性能確認が必要な場合有。 (過去にトライしたが不良が発生して断念)	—	—

表 6-3 より切削工程だけを見ると負の MC の内 85%強が切粉であることが判る。通常なら切粉削減としてニアネットシェイプを行えば MATERIAL コストが大幅に削減されることは予想される。しかし、上記のような理由により、成形工程改善を今回は考えない事にする。そこで、切断工程での対策として①刃物の厚みを変更した場合、②端材の再利用をした場合のシミュレーションを行う。改善前と改善後のコスト比率（グラフ）を図 6-6 に示す。全体的に投入コストが下がり、正の製品コストは同じで負の製品コストが下がる事で、投入コストに対する正の製品コスト比率が高くなったことが予想される。また、切断工程の改善前後比較(グラフ)を表 6-5 に示す。切断 MC だけをみると端材が改善前に比べ 69%減、切粉に関しては 21%の削減になると予想される。

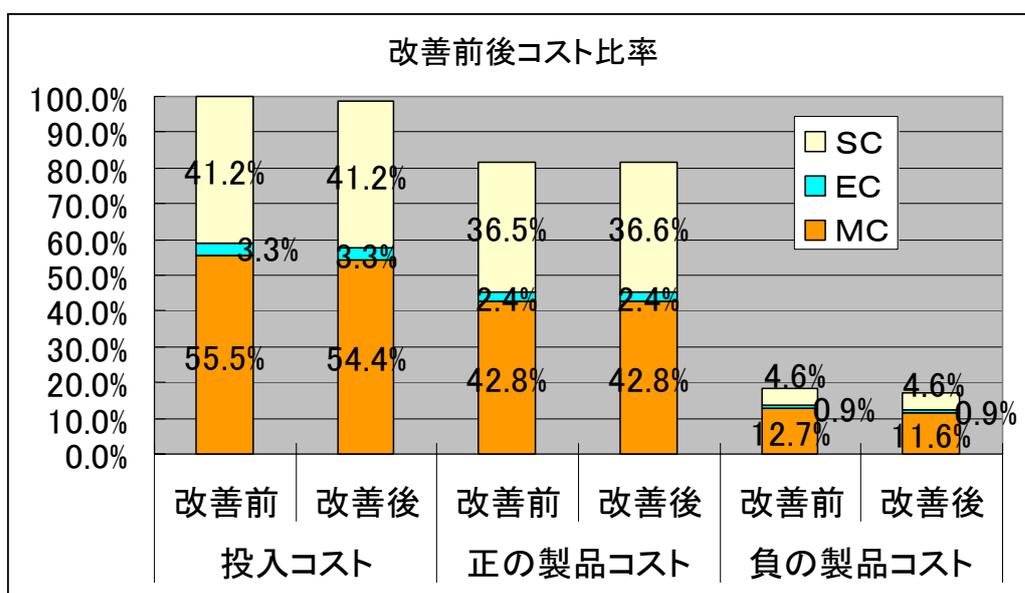


図 6-6 改善前後のコスト比率

表 6-5 改善前後の工程別コスト比較

切断工程(全体での比率)				
工程別負の製品コスト	改善前	改善後	改善率	
内訳	端末	4.37%	1.35%	69.03%
	切粉	11.39%	8.96%	21.32%
	不良	0.00%	0.00%	0.00%
	切削油	0.30%	0.30%	0.00%
合計	16.06%	10.61%	33.91%	

### (8)MFCA 適用のメリットと適用上の課題

今回対象製品にて MFCA を行い、感じたことは計算ロジックが複数のシートに跨り、複雑で理解が難しい。MATERIAL フローコストマトリックスでの計算チェックで合わない時など、どこで入力ミスをしているのか、素人目には判断できない。また物流センターを増やした場合も各シートのリンクも一緒に増やす必要があり、計算方法や流れを、ある程度理解していないと、計算結果や他の数値へ

の認識が甘くなり、結果に対し活用できなくなる。

しかし、結果については、全ての投入コスト、正の製品コスト、負の製品コストが工程毎に明確になり、今回の場合は SC の占有率が意外に大きいことがわかる。また切断と切削工程で端材や不良品に比べ切粉の量が多いことも判った。このことより、問題箇所が明確になり、それぞれの改善課題や優先度が見える化される。また、改善結果を直ぐにシミュレーションすることができ、直ぐに予測を立てることが出来る。

これらをまとめると以下のようなになる。

#### ○適用メリット

- ・ 工程毎の投入コスト、正の製品コスト、負の製品コストが明確になる。
- ・ 工程毎の負の製品コスト内訳も明確になる。
- ・ 改善内容を直ぐにシミュレーションすることが出来る。
- ・ 問題箇所が見える化される。

#### ○適用課題

- ・ 計算ロジックの理解度向上
- ・ 現状の記録や計測への追加項目検討
- ・ 他の製品への展開検討
- ・ 導入の際は MC、SC、EC の振り分け、工程の簡素化が重要。

### (9) 今後に向けて

今回対象の製品の改善項目への対応とまとめを行う。また、MFCA の簡易計算ソフトの理解度を深め、他の製品への展開を検討し、工程改善・コスト削減を行うことで資源の有効活用、生産性向上、品質向上の手段として取り入れ、ISO14001 での環境負荷の軽減にも結びつけられるように計画中である。また、将来的には設計段階での活用にも結びつけたい。

### (10) インターンの感想

従来はムダを見つけること、見つけたムダを排除することを職制、或いは QC や TPM 等の小集団活動等で個々に取り上げ対処してきたが、全工程を通した視線でのムダ（ロス）の発見・対処は行ってなかった。また管理改善の対象としては材料の歩留まり向上や加工中の不良率低減などに重きが置かれていた。さらに生産するうえで発生する廃棄物に関しても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漠然としたものであった。

しかし、今回、インターンとして MFCA を導入する事で以下の事を感じた。

- ・ MFCA で使用した計算ソフトは簡易計算ツールであったが計算ロジックが数枚のシートに跨っているため、確認検証が難しい。その為、理解するにあたってある程度の経験が必要であり、アドバイザーの助言に掛かるところが大きい。
- ・ 計算ソフトに必要なデータは現在使用している生産管理システムより容易に得る事が出来たの

で、再度データ取りが必要な所は少なかった。

- 工程別に負の製品コストを比較する事で、切断工程での切粉の割合が思っていた以上に多い事が判った。また切削工程での切削油の割合も同様に多い事が判った。(MC)

その結果この漠然としたものが、量的・金銭的に「見える化」した事で、より具体的に金額で捉えられ企業経営に寄与する事が判った。まさに目から鱗であった。初めての者にとっては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、資源の有効活用、省エネルギー、生産性向上、品質向上等の課題抽出の手法として有効で有る事が判った。この目に見える効果を他の工程へ水平展開し ISO 14001 と MFCA とを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。

(以上)

## 第7章 東北日発株式会社

### (熱間コイルばねの製造工程における MFCA 導入事例)

報告書の作成者

及川宗一 (東北日発株式会社)

鈴木高繁 (北上ネットワーク・フォーラム)

寒川潮光 (北上市基盤技術支援センター)

公募で採択された事業の実施主体者

北上ネットワーク・フォーラム

#### (1)会社概要、工場概要

東北日発株式会社の概要を、以下の表に整理した。

MFCA 導入企業、工場の概要	
東北日発株式会社	
本社所在地	: 岩手県北上市和賀町藤根18地割25番地2
事業所所在地	: 同上
従業員数	: 181名 (09年1月現在)
売上金額	: 42億円 (08年3月期)
資本金	: 25百万円
URL	<a href="http://www.tnkSPg.co.jp">http://www.tnkSPg.co.jp</a>

#### (2)MFCA 導入製品及び工程

今回の MFCA 適用の対象は熱間成形コイルばね製造ラインである。このラインで製造される製品は自動車メーカー組み付けラインに供給される製品、アフターマーケットに供給されるスペアパーツ品、オプション製品 (少量品) が同一ラインで生産されており多段取りの一個流しラインである。このラインは熱間加工工程である為エネルギーの使用量が多い。

材料は定寸材で入荷し製造工程は、(1) 材料加熱、(2) コイリング、(3) 焼き入れ、(4) 焼き戻し、(5) ショットピーニング (以下“SP”と記載)、(6) セッチング (以下“ST”と記載)、(7) 荷重検査、(8) 塗装、(9) ロゴ識別が基本工程になっている。しかし、顧客の要求仕様により端末圧延加工、研磨工程の追加等があり工程の途中から投入される製品や工程を省略する製品を混流生産している。製品は線径 10mm~17mm であり製品一個当り重量は 1.5kg~3.5kg である。

対象製品は工程内不良率、稼働率、修正の有無に差があると思われる組み付け量製品とオプション生産品の2点を設定し MFCA 計算モデルを構築した。具体的には、比較的量の多い自動車ライン組み付け製品 (以下“A製品”と記載) とオプション製品 (以下“B製品”と記載) を対象とした。その工程の概要を「図 7-1 製造工程の概要」に示す。

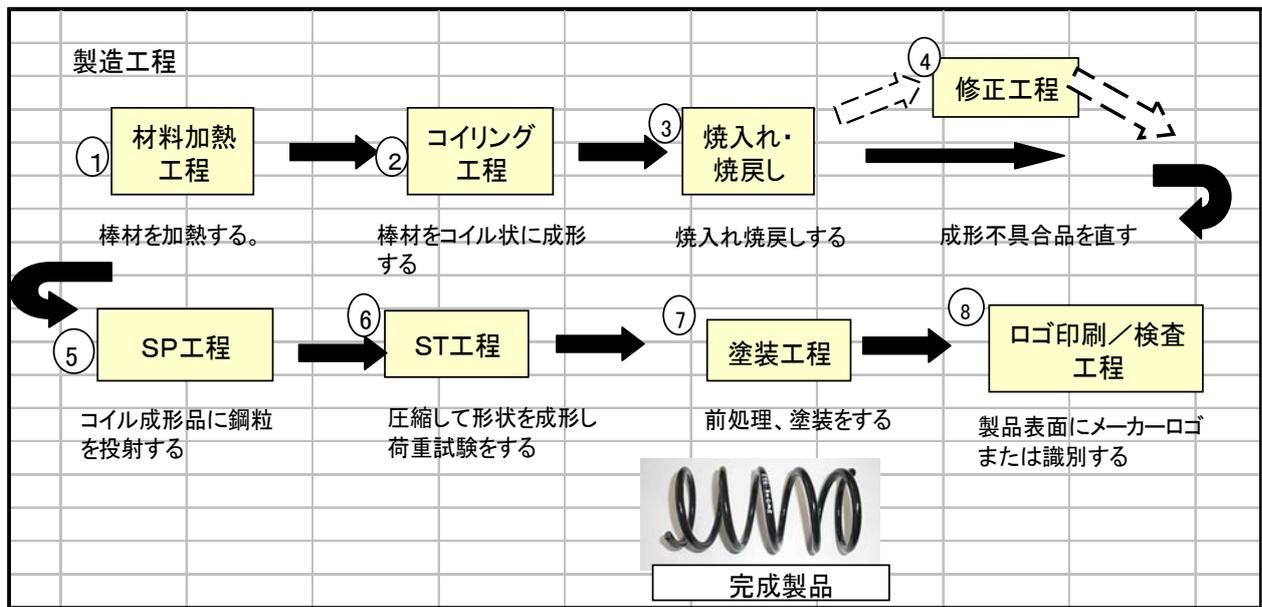


図 7-1 製造工程の概要

### (3)MFCA 導入の狙い、意図

巻きばね部門は多品種少量品と量産品が 1 ラインで生産されているため品種替えの段取り数は 1300~1500 回/月に達し、ロットの母数（又は大きさ）によりライン稼働率が大きく左右される。このため同一形状品でも原価に差が生じている。MC、SC、EC を正確に把握し改善のツールとしたい。

また、工程内の廃却品は少ないものの工程の中に修正工程が含まれており、これらの負のコストを正確に把握し SC、EC の削減を図りたい。

近年、環境に関する企業の社会責任が増大しており特に CO2 削減への取り組みが求められている。これらの改善のための設備投資の効果算出は MC、SC、EC の部分的な把握による資料で検討をしていたため改善する必要があった。

### (4)MFCA 計算の基本的な考え方

今回の対象工程は、①加熱、②コイリング、③焼き入れもどし、④修正工程（形状調整）、⑤SP、⑥ST、⑦塗装、⑧ロゴ識別の 8 工程とし荷重試験工程は ST 工程に集約した。

対象製品は工程内不良率、稼働率、修正の有無に差があると思われる組み付け量産品とオプション生産品の 2 点を設定し MFCA 計算モデルを構築した。

B 製品の「修正工程」は形状を調整する工程で加工技術的課題から標準の工程になっている。A 製品は同様に「修正工程」に工程を設定しているが該当工程がないためデータをスルーさせている。

物量センター毎のインプット物質とアウトプット物質を「図 7-2 物量センターとインプット物質・アウトプット物質」に示す。

エネルギーコストについては、LPG は設備毎実測値とし、電力は実測値および設備容量と稼働時

間に基づいて配分した。

システムコストについては、対象工程の7月度の配員実績及び労務費より配分した。

I N P U T	・材料	・加熱材料	・水 ・成形品	・成形品	・成形品	・成形品	・水 ・成形品	・成形品
	・電力	・電力	・焼入れ油	・電力	・CW	・電力	・塗料	・塗料
	・水	・エア	・電力		・電力		・LPG	
	・エア		・エア		・エア		・前処理薬品	
			・LPG				石灰	
工程	加熱	C/M	焼き入れ 戻し	修正	S/P	ST	塗装	識別 ロゴ
O U T P U T	・加熱材料	・成形品	・熱処理 成形品	・成形品	・成形品	・成形品	・成形品	・完成品
	・水	・スケール ・不良品	・スケール ・水	・不良品	・CW粉塵	・不良品	・廃棄塗料 ・廃棄石灰 ・水	・廃棄塗料

図 7-2 物量センターとインプット物質・アウトプット物質

### (5)データ収集期間、方法

データは各工程における平成 20 年 7 月度（1 ヶ月）のデータをもとに、マテリアル投入量、排出量、廃棄量、電力消費量、労務費の実績データを収集し MFCA の計算を行った。

### (6)MFCA 計算、分析結果

#### ①マテリアル Input/Output 物量

この事例における材料投入とロス計算結果を記述した一覧表を表 7-1（A 製品）及び表 7-2（B 製品）に示す。

表 7-1 マテリアルのインプット量／アウトプット量(A製品)

(1)Input材料の物量集計			QC1	QC2	QC3	QC4	QC5	QC6	QC7	QC8	
MC項目分類	項目名(詳細)	(単位)	加熱	C/M	焼入・焼戻	SP	ST	修正	塗装	ゴ印刷/検	
Input	前工程良品	材料の投入物量 (kg)	0.0	15,849.4	15,809.0	15,809.0	15,809.0	15,766.6	15,766.6	15,973.2	
		正の製品物量 (kg)	0.0	15,809.0	15,809.0	15,809.0	15,766.6	15,766.6	15,765.1	15,973.2	
		負の製品物量 (kg)	0.0	40.4	0.0	0.0	42.4	0.0	1.5	0.0	
	直接材料	材料の投入物量 (kg)	15,849.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	243.0	0.0
		正の製品物量 (kg)	15,849.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	208.1	0.0
		負の製品物量 (kg)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.9	0.0
	間接材料	材料の投入物量 (kg)	0.0	0.0	0.0	527.9	0.0	0.0	0.0	59.8	0.0
		正の製品物量 (kg)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		負の製品物量 (kg)	0.0	0.0	0.0	527.9	0.0	0.0	0.0	59.8	0.0
	Total	材料の投入物量 (kg)	15,849.4	15,849.4	15,809.0	16,336.9	15,809.0	15,766.6	16,069.4	15,973.2	
		正の製品物量 (kg)	15,849.4	15,809.0	15,809.0	15,809.0	15,766.6	15,766.6	15,973.2	15,973.2	
		負の製品物量 (kg)	0.0	40.4	0.0	527.9	42.4	0.0	96.2	0.0	
負の製品物量比率 (%)			0.0%	0.3%	0.0%	3.2%	0.3%	0.0%	0.6%	0.0%	

表 7-2 マテリアルのインプット量／アウトプット量(B製品)

(1)Input材料の物量集計				QC1	QC2	QC3	QC4	QC5	QC6	QC7	QC8	QC9	
MC項目分類	項目名(詳細)	(単位)		加熱	C/M	焼入・焼戻	修正	熱処理	SP	ST	塗装	ロゴ/識別	
Input	前工程良品	材料の投入物量	(kg)	0.0	682.8	681.7	681.7	681.7	681.7	681.7	671.7	683.0	
		正の製品物量	(kg)	0.0	681.7	681.7	681.7	681.7	681.7	681.7	671.7	671.7	683.0
		負の製品物量	(kg)	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.1	0.0	0.0
	直接材料	材料の投入物量	(kg)	682.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.9	0.0
		正の製品物量	(kg)	682.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.3	0.0
		負の製品物量	(kg)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0
	間接材料	材料の投入物量	(kg)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.1	0.0	2.5	0.0
		正の製品物量	(kg)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		負の製品物量	(kg)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.1	0.0	2.5	0.0
	Total	材料の投入物量	(kg)	682.8	682.8	681.7	681.7	681.7	681.7	698.8	681.7	687.1	683.0
		正の製品物量	(kg)	682.8	681.7	681.7	681.7	681.7	681.7	681.7	671.7	683.0	683.0
		負の製品物量	(kg)	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.1	10.1	4.1	0.0
負の製品物量比率		(%)		0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	2.4%	1.5%	0.6%	0.0%	

A 製品、B 製品とも負の製品物量比率はとても低い。マテリアルロスの大きな工程は SP 工程で、補助材料（カットワイヤー）の消耗品である。

②工程別の投入コストと負の製品コスト

MFCA の工程別計算結果の概要を下記に示す。 図 7-3 はA 製品、図 7-4 はB 製品を示す。尚 数値は公開に際して加工している。

コスト項目	加熱	C/M	焼入・焼戻	SP	ST	修正	塗装	ロゴ印刷/検査
新規投入コスト計	3,401.0	270.1	407.7	511.9	197.6	0.0	466.0	494.8
(廃棄処理コストを除く)								
新規投入MC	3,166.7	0.0	0.0	165.9	0.0	0.0	139.0	0.0
新規投入SC	129.9	252.7	306.2	319.9	194.1	0.0	245.9	493.1
新規投入EC	104.4	17.4	101.5	26.1	3.5	0.0	81.1	1.7
各工程の前工程コスト	0.0	3,401.0	3,661.8	4,069.4	4,415.4	4,600.6	4,600.6	5,047.7
前工程MC	0.0	3,166.7	3,158.6	3,158.6	3,158.6	3,150.2	3,150.2	3,271.2
前工程SC	0.0	129.9	381.6	687.8	1,007.7	1,198.5	1,198.5	1,443.8
前工程EC	0.0	104.4	121.5	223.0	249.1	251.9	251.9	332.7
工程毎の投入コスト計	3,401.0	3,671.1	4,069.4	4,581.3	4,612.9	4,600.6	5,066.5	5,542.5
(廃棄処理コストを除く)								
投入MC	3,166.7	3,166.7	3,158.6	3,324.6	3,158.6	3,150.2	3,289.2	3,271.2
投入SC	129.9	382.6	687.8	1,007.7	1,201.8	1,198.5	1,444.4	1,936.8
投入EC	104.4	121.8	223.0	249.1	252.5	251.9	332.9	334.4
正の製品コスト計	3,401.0	3,661.8	4,069.4	4,415.4	4,600.6	4,600.6	5,047.7	5,542.5
正の製品MC	3,166.7	3,158.6	3,158.6	3,158.6	3,150.2	3,150.2	3,271.2	3,271.2
正の製品SC	129.9	381.6	687.8	1,007.7	1,198.5	1,198.5	1,443.8	1,936.8
正の製品EC	104.4	121.5	223.0	249.1	251.9	251.9	332.7	334.4
負の製品コスト	0.0	9.9	0.0	165.9	12.4	0.0	19.1	0.0
負の製品MC	0.0	8.1	0.0	165.9	8.5	0.0	18.0	0.0
負の製品SC	0.0	1.0	0.0	0.0	3.2	0.0	0.7	0.0
負の製品EC	0.0	0.3	0.0	0.0	0.7	0.0	0.2	0.0
廃棄処理コスト	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0
工程内リサイクルのMC節約金額	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
リサイクルした材料の売上	0.0	0.5	0.0	0.2	2.1	0.0	0.1	0.0

図 7-3 コストフロー図(A製品)

コスト項目	加熱	C/M	焼入・焼戻	修正	熱処理	SP	ST	塗装	ロゴ/識別
新規投入コスト計	428	27	40	10	27	50	20	53	49
新規投入MC	410	0	0	0	0	16	0	21	0
新規投入SC	8	25	31	10	17	32	19	24	49
新規投入EC	10	2	10	0	10	3	0	8	0
各工程の前工程コスト	0	428	454	494	504	531	565	576	627
前工程MC	0	410	409	409	409	409	409	403	422
前工程SC	0	8	33	64	74	90	122	139	163
前工程EC	0	10	12	22	22	32	34	34	42
工程毎の投入コスト計	428	455	494	504	531	581	585	629	676
投入MC	410	410	409	409	409	425	409	424	422
投入SC	8	33	64	74	90	122	141	163	212
投入EC	10	12	22	22	32	34	34	42	42
正の製品コスト計	428	454	494	504	531	565	576	627	676
正の製品MC	410	409	409	409	409	409	403	422	422
正の製品SC	8	33	64	74	90	122	139	163	212
正の製品EC	10	12	22	22	32	34	34	42	42
負の製品コスト	0	1	0	0	0	16	9	3	0
負の製品MC	0	1	0	0	0	16	6	2	0
負の製品SC	0	0	0	0	0	0	2	0	0
負の製品EC	0	0	0	0	0	0	1	0	0
廃棄処理コスト	0	0	0	0	0	0	0	0	0
工程内サイクルのMC節約金額	0	0	0	0	0	0	0	0	0
リサイクルした材料の売上	0	0	0	0	0	0	2	0	0

図 7-4 コストフロー図(B製品)

③マテリアルフローコストマトリックス

A 製品及び B 製品のフローコストマトリックスを表 7-3、表 7-4 に示す。

表 7-3 マテリアルフローコストマトリックス(A製品)

	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	314.4	32.1	186.1		532.6
(正の製品)	56.9%	5.8%	33.7%		96.4%
マテリアルロス	19.3	0.1	0.5		19.8
(負の製品)	3.5%	0.0%	0.1%		3.6%
廃棄/リサイクル				0.1	0.1
				0.0%	0.0%
小計	333.6	32.3	186.6	0.1	552.6
	60.4%	5.8%	33.8%	0.0%	100.0%

表 7-4 マテリアルフローコストマトリックス(B製品)

	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	421.7	32.0	185.1		638.9
(正の製品)	59.9%	4.5%	26.3%		90.7%
マテリアルロス	25.2	10.4	29.0		64.7
(負の製品)	3.6%	1.5%	4.1%		9.2%
廃棄/リサイクル				0.5	0.5
				0.1%	0.1%
小計	446.9	42.4	214.1	0.5	704.1
	63.5%	6.0%	30.4%	0.1%	100.0%

#### ④MFCA 計算結果 概要(コスト比率)

図 7-5 及び図 7-6 は、表 7-3 及び表 7-4 のコスト比率をグラフにしたものである。

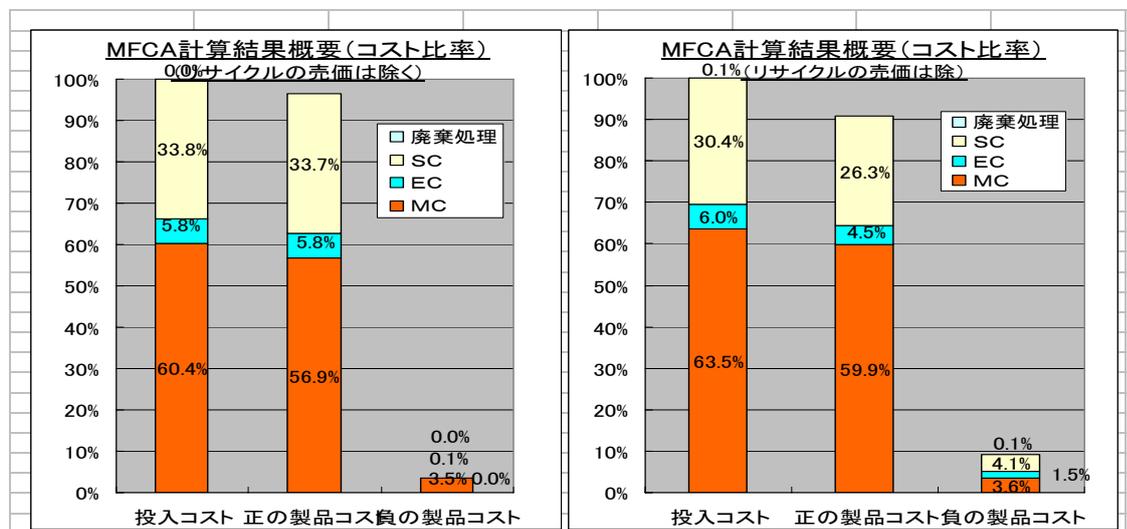


図 7-5 現状コスト比率(A製品)

図 7-6 現状コスト比率(B製品)

#### (7)ロスの考察

量産品A製品の負のマテリアルコスト比率は 3.6% (19.8 円/個) であったがフローチャートを検証すると SP 工程の補助材料の消耗が大部分を占め投入製品物量比で 3.2%であった。

定尺材料の投入のため製品の投入物量と完成品の物量差は、焼き入れ時のスケールと工程内廃却品であり、その物量比は 0.7%であり負のマテリアルとしては小さい。また、これらは廃棄リサイクルされておりそのコストは 0.1 円/個 (0.0%) である。

B製品の負のマテリアルコスト比率は 3.6% (25.2 円/個) であり、その内容はA製品と同じく投入物量比は補助材料の消耗が 2.5%で大部分であった。

エネルギーコストの負のコストはA製品 0.1 円(0.0%) B製品 10.4 円 (1.5%) と大きく差があった。これは修正工程の差である。

システムコストの負のコストはA製品 0.5 円(0.1%) B製品 29.0 円(4.1%)と大きく差があり、その要因は修正コストであることが明確になった。

以上から、7月度のA製品の負のマテリアルコストの比率は 3.5%、B製品の負のマテリアルコストの比率は 3.6%と計算されるが、補助材料の消耗コストを差し引くとマテリアルロス改善余地は小さい。

マテリアルコスト以外のコストの総コストに対する比率はA製品：39.6%、B製品：36.4%と比較的大きいことが確認された。これらのコストは、プロセスの有効性（作業の必要性、サイクルタイムの妥当性）やラインの生産性（停止ロス、停止ロス、速度ロスなど、ライン本来の稼働状態に対する機会損失ロス）の影響を受けることから、

- ・修正工程の有効性
- ・ライン稼働率

の調査をおこなった。

## ライン稼働率の調査結果

システムコストとエネルギーコストはラインの稼働状況により大きく影響されるためラインの設備総合効率の調査を行った。

$\text{時間稼働率} = \frac{\text{負荷時間} - \text{停止時間}}{\text{負荷時間}} = 79.5\%$ $\text{性能稼働率} = \frac{\text{理論CT} \times \text{加工数量}}{\text{稼働時間}} = 82.6\%$ $\text{良品率} = \frac{\text{加工数量} - \text{不良数}}{\text{加工数量}} = 98.5\%$	負荷時間		休止ロス
	稼働時間	停止ロス	①故障ロス ②段取・調整ロス
	正味稼働時間	速度ロス	③空転・小停止ロス ④速度低下ロス
	価値稼働時間	不良ロス	⑤工程不良ロス ⑥立上り歩留ロス

$$\text{設備総合効率} = \text{時間稼働率} \times \text{性能稼働率} \times \text{良品率} = 64.7\%$$

図 7-7 TPM の6大ロス

ラインとしての設備総合効率は 64.7%で、時間稼働率が 79.5%と比較的に低いことが明らかになった。また、停止ロス 20.5%に対して段取・調整ロス（切替ロス）が 18.3%である。これは多品種少量生産のため切替回数が多いためである。また、製品別の稼働状況は、A製品群は時間稼働率 92.8%、設備総合効率は 75.1%。B製品群は時間稼働率 61%で設備総合効率は 48.6%と確認された。

## (8)改善計画の立案

以上の分析結果より改善計画を次のように立案した。

表 7-5 改善案

工 程	ロス区分	ロス対策	現 状	改善目標		実 施 方 法
コイリング 加熱機	SC	性能ロス	9.5秒タクト	8.6秒タクト	一 次 対 策	1 ロボットハンドリングの短縮
		段取りロス	5.8分	4.8分		2 C/M回転数アップ
戻し炉	EC	LPG	9100kg/月	8%減		3 段取り改善 作業分担の見直し
	SC	工数	50分/処理	12%アップ		4 戻し炉のタクトアップ
修正	EC	LPG			二 次 対 策	5 芯がね形状の見直し
	SC	工数	あり	廃止		6 グリップキズ対策
塗装工程	EC	LPG	7800kg/月	15%減		7 巻きデータの見直し
						8 戻し炉廃熱利用

加熱、コイリング、戻し炉工程はラインが直結となっているため実施効果はラインで評価になるため1次対策とし、手直し工程、塗装工程を2次対策として実施後の効果を計算した。

## ①一次対策による改善予測効果

表 7-5 の一次対策後のコストシミュレーションを行い、次の図の様な結果を得た。

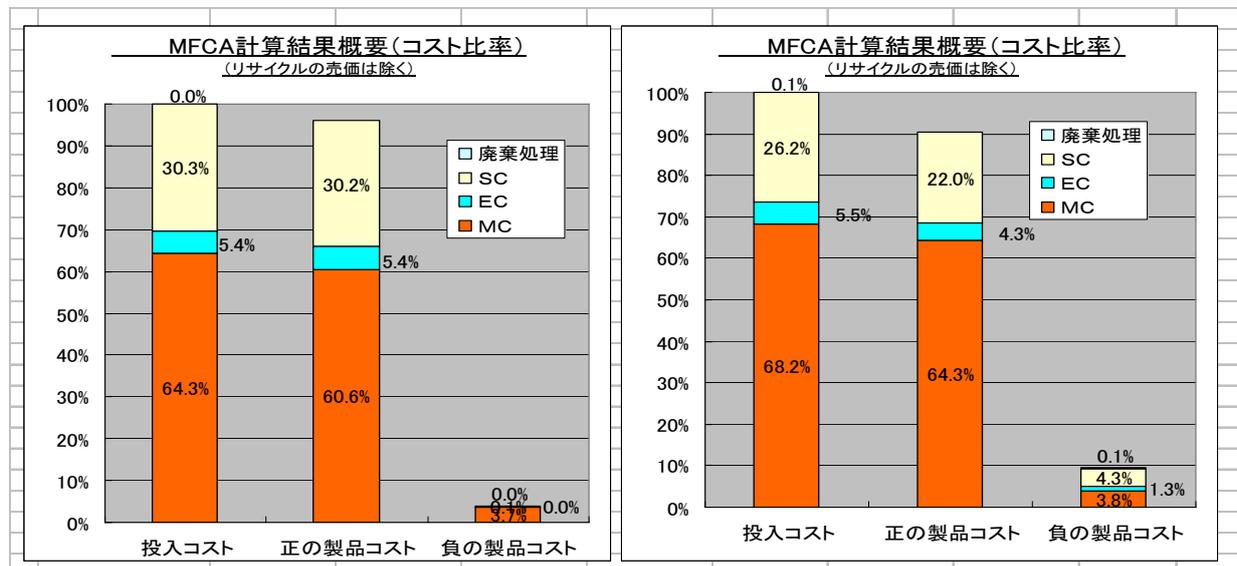


図 7-8 改善後コスト比率(A製品)

図 7-9 改善後コスト比率(B製品)

効果シミュレーションの結果、図 7-5、図 7-6 と比較して、製品 1 個あたり、A 製品で 33.6 円 (6.1%)、B 製品で 48.1 円 (6.8%) のコストダウンとなった。7 月の生産量から A 製品、B 製品合計で 1 か月あたり 367,075 円のコスト削減が見込める。

## ②一次対策以外の改善の可能性

### ・修正工程の見直しによるコストの改善可能性

データ付フローチャートより修正工程の新規投入コストは SC10 円、MC 及び EC は 0 円、修正工程に伴って必要となる熱処理 (戻し炉再投入) 工程の新規投入コストは、SC17 円、EC は 10 円、MC は 0 円となっている。従って、手直し工程に伴うコストの合計は 37 円/個となる。手直し作業を無くすことによって 37 円/個の改善が見込まれる。

### ・修正工程の見直しによるコストの改善可能性

T PM 優秀事業場賞の受賞基準では、設備総合効率 85% 以上であることを考慮すると、停止ロスや速度ロスの改善によって 30% 程度の余地 (一次対策の段取り時間の改善を含む) があることが確認された。

## (9)MFCA 運用のメリット

- ・ MFCA は工程毎、製品毎の詳細な実態を把握することができ、マテリアルコストだけでなく改善すべき項目を把握するための手法として有効である。
- ・ 企業として環境負荷要素の改善が社会的責務になっているが、これらの改善には設備投資等が必要でありそのコストを把握し製品毎に原価や効果に反映しなければならない。

しかし、データの収集基準が曖昧になりがちであったがFMCAを導入することにより基準が明確になる。よって改善のシミュレーションが容易であり正確にできる。

#### (10) 今後に向けて(今後の課題)

- ・ 社内の数値データは経理処理基準や生産性指標基準など、FMCA基準とは異なるためデータの収集方法の標準化が必要である。
- ・ 物量の基準でデータを一元化するとともに理論推定値の検証が必要である。
- ・ 製品の種類により多工程、多要素になるのが標準工程を設定し他部門への応用をしていきたい。
- ・ 多品種生産のため個々の製品だけを捉えると管理工数が大きくなる。製品群として評価できるデータ収集も検討していきたい。

#### (11) インターンの感想

- ・ 企業における環境負荷低減活動は年々厳しい要求になってきておりその対応に腐心している。低減活動にはそれぞれ目標値が設定され達成度を評価しなければならない。しかし、今まではデータの採取方法に曖昧な点があり評価が正確でなかったと言える。  
MFCAのツールは物量、金額が細部に分析できるため達成度評価の標準化、改善項目の抽出、計画のシミュレーションによる改善の優先順位の検討に有効である。
- ・ 今回の導入実証ではマテリアルコスト管理として、副材料、補助材料の区分(定義)が異なりデータ収集に苦労した。また、設定工程も形状修正を負の工程と認識せず設定したため、後から組み替え再計算が発生した。運用にあたっては負の定義をはっきり認識してから設定する必要があると感じた。
- ・ マテリアルロスが少ない工程特性の場合、SC、ECの改善が目標になるため生産性指標との関係がポイントになる。シミュレーションには生産性指標とリンク可能なツールの開発が望まれる。
- ・ 岩手県の企業は中小企業が多く、大方はコストダウンに苦労している。MFCAの手法をこれら企業に導入し、コストダウンのツールとして広めていきたい。その為にもう少し簡略化したMFCAを用意して、具体的な成果事例を早期に作り上げたい。

(以上)

## 第 8 章 株式会社東洋ボデー

### (トラックリアボデーの製造工程における MFCA 導入事例)

報告書作成者

小林 弘幸 (社団法人 首都圏産業活性化協会)

笠原 秀紀 (社団法人 首都圏産業活性化協会)

事業の実施主体者

社団法人 首都圏産業活性化協会

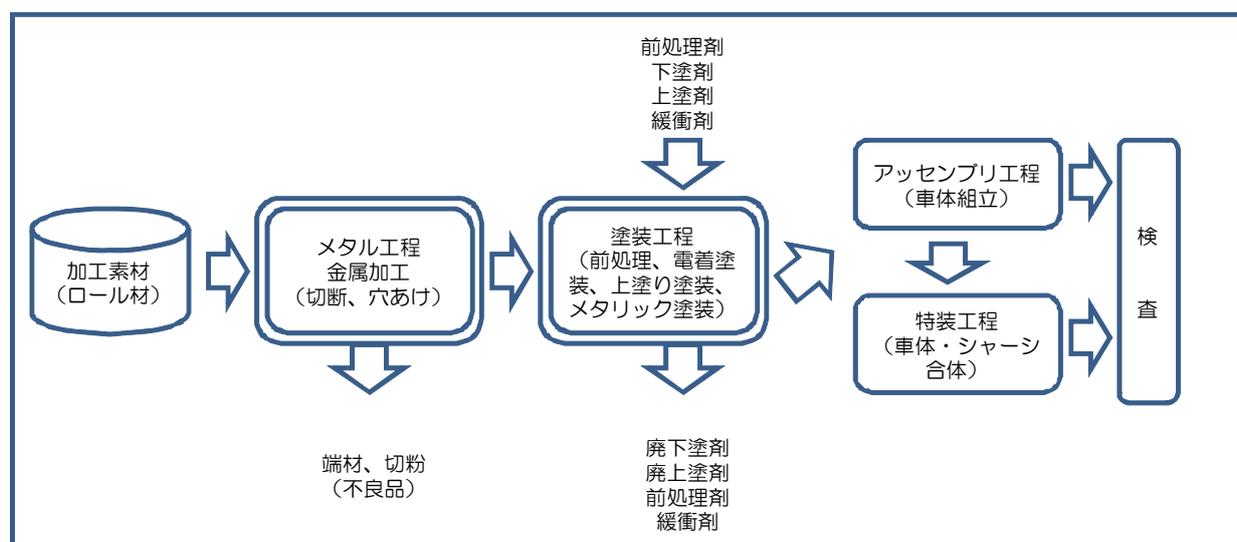
#### (1)会社概要、工場概要

株式会社東洋ボデーはトラック用リヤーボディーの設計開発、製造、販売を行っているメーカーである。会社概要、工場概要を以下の表に整理した。

MFCA 導入企業、工場の概要
株式会社東洋ボデー
本社所在地 : 東京都武蔵村山市伊奈平 2-42-1
事業所所在地 : 東京都武蔵村山市伊奈平 2-42-1
従業員数 : 約 103 名
売上金額 : 2,890 百万円 (2007 年度)
資本金 : 48 百万円
URL <a href="http://www.toyobody.co.jp/">http://www.toyobody.co.jp/</a>

#### (2)MFCA 導入製品及び工程

今回 MFCA 適用の対象とした製品及び工程は、メタル工程及び、塗装工程である。対象製品はある特定の一つの型番のトラックボディー及び一種類の塗料である。選定した製品は中型の最多出荷品 (調査月) である。製造工程の概要を (図 8-1) に記す。



(図 8-1 工程概要)

今回の対象製品は、図 8-1 の工程で製造されている。アルミ、鉄などの素材、部品をメタル工程（金属加工工程）で加工後、塗装工程を経て、各種部品と合わせて組立、シャーシーとのドッキング、最後に検査を行っている。今回、MFCA モデル導入に当たり、メタル工程で端材が比較的多く発生、さらに塗装工程での塗装ロスが大きいことに着目、他の工程は、調査負担が大きい割に、ロスが非常に小さいため対象から除外した。

### **(3)MFCA 導入の狙い、意図**

株式会社東洋ボデーでは、品質、コスト対応はもちろんのこと、（超）短納期対応、特殊要望対応（1 台からのオーダーメイド、顧客製品スペックに合わせた完成品納入）、環境経営システム（ISO14001）導入などによって、他社が対応困難な特殊要望への対応力や環境対応力を高めることによって、差別化を図ってきた。

一方で、外部環境としては競争激化に加え、世界的な環境意識の高まり、環境対応に関する法的対応の必要性の高まり、一層の高い水準の対応力がもとめられる。そこで株式会社東洋ボデーでは、環境対応力の更なる強化、競争力の向上、コスト及び経営改善に係る社内意識の更なる向上を目指し、問題・課題の見える化のために MFCA に取り組んだ。

取り組みとしては、まずは、ロスが見えやすい製品及び工程にターゲットを絞り、MFCA 導入による課題の抽出、再設定化の成功事例を作る。その上で、MFCA 本格導入として、他の製品群に水平展開することを目指す。

### **(4)MFCA 計算の基本的な考え方**

対象製品の製造工程は図 8-1 に記したとおりである。今回の事例において、全 4 工程のうち、メタル工程と塗装工程という前半 2 工程のロスが大きいこと。後半 2 工程では、調査に手間がかかる一方で、マテリアルロスが殆どないため、メタル工程と塗装工程を物量センターとして設定した。

メタル工程はアルミ、鉄などの素材・部品についてカット、穴あけ等の加工を施す工程である。対象製品の主要部品としては鉄のロール材であり、定尺のロール材として購入し加工するため、型番によってロス発生量が異なる。主要部品以外では、ロープフック、接合部品などがあるがこちらのロスはほとんどないため（実績ベースでロスなし）ロスなしと認識した。

塗装工程では、カチオン電着塗装、焼付上塗塗装等を行っており、工程としては、前処理（脱脂洗浄等）、下塗、上塗を行う。前処理工程で使用する間接材料（溶剤等）、下塗工程・上塗工程で使用する直接材料（塗料等）をすべて計算対象とする。補助材料は全量ロスとして計算した。

### **(5)データ収集期間、方法**

データ収集は、2008 年のある月の 1 か月間の実績データを使用した。株式会社東洋ボデーはオーダーメイドでのトラックボディーを製造しており、型番（スペック）が非常に多岐にわたる。型番により、各種部品の大きさなどが異なりロスも大きく変わるため、計算対象は上記（2）に記したとおり、ある 1 種類のトラックボディー、及び 1 種類のボディーカラーとした。

1台のトラックボディーを作るのに、3種のサイドレール（ボディーサイドに用いられる金属加工部材）、3種のリアレール（ボディーリア部に用いられる金属加工部材）、ゲート用ポスト及び、付属部品が必要になる。メタル工程では、これらレール等を作るために金属ロール材からそれぞれのトラックボディーの型番にあった形、寸法に加工する。金属ロール材は8種類の定尺で購入し、顧客の要求に合わせて加工する。この工程で、加工（カット、穴あけ）の際に端材、ロスが発生する。

端材ロスに関しては、定尺寸法と対象製品寸法の比より計算。穴あけロス等に関しては実測値（サンプル）をもとに計算した。

塗装工程に関しては、間接材（前処理剤、シンナー）は全量ロスとした。直接材のうち、下塗剤は継続使用のためロスなし。今回対象の上塗剤ロスに関しては、全製品の投入全量と基準塗装量から平均的な歩留率を算出し、その歩留率と対象製品の基準塗装量より計算した。

SC、ECに関しては工程別、製品別原価算定のためのデータ収集が困難なため、今回は配賦率を便宜的に設定し、参考値という意味合いで算出した。

## (6)MFCA 計算、分析結果

MFCAの計算結果概要を表8-1、表8-2に記す。なお、これら表8-1から表8-2の数値は実際の数値を報告書用に変更したものである。

### ①マテリアル Input/Output 物量

(表 8-1 工程別の材料 Input/Output 物量)

表8-1は材料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である。メタル工程はすべて自社工場で行っており、管理データを詳細に収集できた。一方、塗装工程はこちらもすべて自社で工程を持ち作業を行っているが、塗装の仕組み、管理方法、オーダーメイド製造の工程管理が容易ではなく、対象製品に関する詳細データの把握が困難なため、対象品の月内総投入量と、基準塗装量を用いて数値を算出した。

			工程1	工程2
MC項目分類	項目名	単位	メタル	塗装
直接材料	前工程良品	Kg	0	10311.7
	材料の投入物量	Kg	10815.6	378.5
	正の製品物量	Kg	10311.7	274.3
	負の製品物量	Kg	503.9	104.2
間接材料	材料の投入物量	Kg	0.0	277.4
	正の製品物量	Kg	0.0	0.0
	負の製品物量	Kg	0.0	277.4
良品	良品の物量	Kg	10311.7	10586.0
廃棄処理	処理物の物量	Kg	503.9	104.2

メタル工程では、負の製品物量が503.9kg生じており、4.7% (503.9/10815.6) のマテリアルロス率となっている。一方、塗装工程で投入される塗料（直接材料）については、負の製品物量は104.2kgとなり、27.5% (104.2/378.5) のマテリアルロス率となっている。

### ②工程別の投入コストと負の製品コスト

MFCAの計算結果から、メタル工程、塗装工程ともに負の製品MCが大きくなっている事が確認できた。特に塗装工程の負のMCロスが大きい。また、メタル工程においては、負の製品SCも比較

的に大きく、

課題であることが確認できた。

### ③マテリアルフローコストマトリックス

表 8-2 にマテリアルフローコストマトリックスを示す。この数値も概算の数値に基づくものである。トータルの負の製品コストは 8.2%であるが、マテリアルコストのみに着目すると、約 12%の負の製品コストとなる。したがって、マテリアルフローコストマトリックスから、マテリアルロスの軽減が課題であることが推測できる。

(表 8-2 マテリアルフローコストマトリックス)

	マテリアルコスト	エネルギーコスト	システムコスト	廃棄処理コスト	計
良品 (正の製品コスト)	53.5%	8.6%	29.6%		91.7%
マテリアルロス (負の製品コスト)	7.3%	0.1%	0.7%		8.2%
廃棄/リサイクル				0.2%	0.2%
小計	60.8%	8.7%	30.3%	0.2%	100.0%

### (7)ロスの考察

以下は、本事例に関する考察である。なお、数値に関しては、概算の数値を基にして算出されたものである。

#### ①メタル工程における負の製品の発生削減について

今回対象にした製品に関して、総物量の 4.4%、総コストの 8.2%が負の製品コストであった。そのうち、メタル工程で発生する製品コスト(削減可能なコスト)が小さくない事に気づいた。今まで、メタル工程は、定尺での素材購入、カット・穴あけという工程の性質、取引先との定尺寸法設定上の制約などを前提として、ロスの発生は最小限に抑えられているという認識と、これ以上ロス削減はできないという認識が支配的であった。今回の MFCA 導入によって、メタル工程におけるマテリアルロス及び、マテリアルコストの削減に加え、本工程にかかっているエネルギー、人件費、設備償却費という側面からみたコスト削減の可能性があることを再認識することができた。さらに、社内の意識改革につながる点も重要なポイントとして認識する事ができた。

メタル工程における取組としては、以下のような対応策が考えられる。

オーダーメイドという前提条件、外部環境変化による取引先の要望の変化を想定して、ボリュームゾーンの定期的な調査・把握、適正な定尺設定によるロスの継続的削減。

ロール材カット時間の最適化検討。具体的には、作業効率化の検討、ロール材送り時間などマシン速度の改善検討、作業時間短縮等の見直しはコスト削減、環境効率の改善につながる。

## ②塗装工程における負の製品の発生削減について

MFCA によって、塗装工程のロスが大きいことを再認識することができた。本工程は前処理、下塗、上塗からなるが、下塗工程以降ではロスが大きいことがわかった。下塗工程は、塗装設備として、下塗塗装室において自動噴霧装置（ガン）による自動噴霧を行っているが、自動ラインに載る製品の動きとガンの動きに整合が十分に取れておらず、そもそも自動噴霧による塗装が十分に行われず、マテリアルロスとともに、SC ロスにも影響を与えている。自動噴霧設備は製品の形状を認識して、製品のみには噴霧することになっているが、実際はその機能が十分に発揮されない基本的問題があることが指摘された。色替えも、回数が多いほど、塗料の切り替え時のロスが多くなる。配管が長い事によるロスが無視できない事も確認できた。前処理、下塗塗装後の作業などにもエネルギー、人件費がかかっており、この部分のロスにも気づくことができた。

塗装設備の見直し、製品の台車への掛け方、効率の良い塗装計画、治具の検討による SC・EC 対策、設備関連消耗品のコストパフォーマンスを考慮した取り替え、設備メンテナンスなど細部に見直すことにより、かなりのロスの削減が出来る可能性がある。

## ③廃棄物のロス

メタル工程等に出る廃棄物は有価で引き取られるため、処理費用がかからない場合が多い。ISO14001 を取得している企業としては、環境側面の視点では評価を受ける部分でもある。しかし、MFCA の視点では、エネルギー、人件費、設備償却費等を考慮した原価計算から評価すると多くのコストをかけて廃棄物を生産しているという認識となる。廃棄する際の価値は極めて低く、また、廃棄物の引き取り収益は廃棄物コストよりもはるかに低い。非鉄金属材料市況が悪い状況ではなおさらのことになる。MFCA によってそうした損失についても気づくことができた。

## (8)今後に向けて(MFCA 適用のメリットと課題)

- 本事例では、メタル工程、塗装工程という2つの物量センターを定義した。前述のように当初、メタル工程においては、その仕入事情やオーダーメイド製品製造などの事情から、同工程においてはロス認識が少なかった(あっても改善が困難という認識)。しかし、MFCA に取り組む中で、上記工程の負の物量把握および、工程改善の可能性を認識することができた。当初の想定以上に塗装工程における MC、SC、EC ロスに気づくことができた。
- 今回、塗装工程のロスが多く、特に下塗以降の工程のロスが目立つことがわかった。しかしながら、塗装工程は、前処理の精度の如何によって、その後の本塗装に与える影響が非常に大きい。つまり、前処理に相当程度のポイントがあることになる。今回は前処理については詳細な調査をせず、前処理工程の改善について十分な検討ができていたとは言えない。今後は、前処理の調査を詳細にすることにより、更なる改善の可能性はある。
- 今回の MFCA の取り組みを、今後の製・販・購買の連携に役立ててゆくことにより、全社的な経営改善に結びつくと考えられる。製品コストが正確に見える事で、見積もりの精度が高まり、経営視点での購買の見直しにつながる。また、収益を上げるための受注のしかたがあるという事

を理解することは営業部門の意識改革になる。今回の取組によって、企業の経営課題の解決のための全社的な意識改革の必要性に気づいたことも大きな収穫である。本取り組みが、全社的な業務の改善、コミュニケーションの改善、そして経営の改善につながることを期待したい。

- 今回の事業において、間接費に関してはかなり思い切った概略見積もりを行った。今後、本取り組みを他の製品群などに水平展開することを考えてゆく場合には、間接費についても実態により近づけるように調査を行う事が課題となる。
- 今まで企業における環境活動は、大企業や経営に余裕がある企業の取り組みととらえられがちであったが、MFCA の取り組みにより、環境改善と業績向上を結び付けるロジックを組み立てやすくなる。その結果、「業績に反映する環境経営導入と整備」という観点での株式会社東洋ボデーの環境対応力の向上が図りやすくなり、それが、近い将来の当社の競争力向上に寄与することを期待したい。
- 株式会社東洋ボデーは、ISO9001、ISO14001 を取得している。MFCA はこうした取り組みと親和性が高い。EMS、MFCA 両方の視点から、外部取引先を含めたサプライチェーン全体の競争力向上のために、外部取引先に対して、情報共有及び、業務改善要求をしてゆくことの必要性を再認識できたことも収穫であり、今後の課題である。

#### (9) インターンの感想

- MFCA は正負の製品物量及びコストを明らかにする事で、今までの原価管理手法と比較して、各工程の製品物量、コストの見える化の精度が高い。このように各工程において、今まで見えにくかったロス認識ができることにより、従業員への意識改革、改善策の精度に大きな違いが出てくると考える。
- MFCA は、環境改善と経営改善を結び付ける有用なツールであることを認識できた。そうした視点で、今後環境経営の導入の際に、MFCA の果たす役割は大きいと感じる。
- MFCA が CO2 削減の計算ツールとして活用できるようになると、さらにその意義は高くなると感じる。昨今大企業を中心に CO2 削減見積もりが積極的に導入されている。国の施策としてもそうしたことを後押しする動きが強化されてきている。そうした環境変化の中で MFCA の果たす役割は大きいと感じる。
- MFCA の隠れた効果として、企業の部門間コミュニケーション活性化に役立つツールとして活用できると感じた。経営改善のためには、製造部門はもとより、あらゆる部署の協力が必要であるという事実を見せる事が出来る。社内意識改革を促進するためのツールとしての意義も高い。
- MFCA が経営改善ツールとして、その効果を発揮するには、基本的には、通常の経営支援と同じように、コンサルテーションが重要であることを改めて感じた。適用方法により、各種ロスを計算するだけでなく、現場の調査分析の精度によりその成果が大きく変わってくる。今回で言えば、外からでは見えにくい塗装工程などは、どれだけ調査、モニタリングできるかにより、改善策が変わる。MFCA が原価管理手法として優れている面を生かすためにも、現場、

工程、各種社内データ等の調査、分析能力が重要であることを再認識するとともに、調査分析の精緻化が課題である。

- コストの正確な把握、改善策の支援ツールとして有効な MFCA であるが、その正確さを確保するためには、間接費についても実態に近い状況を把握できる調査・分析が必要になる。それにはかなりの調査力、データ収集力、手間が必要になる。大企業・中堅企業では対応できる可能性が高いが、中小企業の中でも比較的経営資源が少ない企業や小規模企業では対応が困難なケースが想定される。
- データ収集方法、調査・分析の基本マニュアル化など、経営資源が少ない中小企業、小規模企業でも MFCA を活用し易くなるように期待したい。
- そもそも加工工程が少ない企業の場合（負のマテリアルロスが少ない場合）、MFCA の特徴が生かせないのではないか。CO<sub>2</sub> 削減の計算ツールとして活用したとしても、このような企業の場合は通常の LCA による手法との違いがわかりにくい。

(以上)

## 第9章 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)

報告書作成者

豊島 清次 (光生アルミニウム工業株式会社 福井製作所)

仙石 祐信 (光生アルミニウム工業株式会社 福井製作所)

奥平 吉照 (キヤノンファインテック株式会社 福井事業所)

事業の実施主体者

テクノポート福井企業連絡会

#### (1)会社概要、工場概要

光生アルミニウム工業(株)は自動車用アルミホイール、自動車・オートバイ重要保安部品、各種機器及びその部品の製造販売を行っている。その製作所の1つ、アルミホイール製造を行っている福井製作所において MFCA を実施した。その工場概要を、以下の表に整理した。

MFCA 導入企業、工場の概要
光生アルミニウム工業株式会社
本社所在地 : 愛知県豊田市神池町2-1236番地
事業所所在地 : 福井製作所 : 福井県福井市石新保町28-69番地
従業員数 : 349名、当該事業所 約198名(福井製作所)
売上金額 : 約161億7千万円(2007年度)
資本金 : 約2億円
URL <a href="http://www.koseijp.co.jp">http://www.koseijp.co.jp</a>

1950年、光生鋳造企業組合を設立。1964年に現在の光生アルミニウム工業株式会社に社名を変更。1976年にアルミホイールの生産を開始。1990年代初めよりアジア各国に生産拠点を設け、国際競争力を高め、現在に至っている。当該事業所は福井県福井市のテクノポート福井に1990年開設、当時はアルミホイールと素材材部品を製造していたが、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。

アルミホイールへの要求は、強度・剛性と軽量化を両立する課題、タイヤとのマッチング、そしてデザイン性と年々厳しい条件になってきている。光生アルミニウム工業ではそのニーズに応えるべく、自動車メーカーからの図面を忠実に製造するだけでなく、独自の創造力と技術力で、デザインから強度解析までを行い、お客様の信頼と実績を得ている。アルミインゴットの溶解に始まり、傾斜重力鋳造、加工までを小スペース、短サイクルで1個流しにて生産し、塗装、最終の外観検査を経て、お客様満足度100%の製品を造り出している。

#### (2)MFCA 導入製品及び工程

光生アルミニウム工業は、10数の製造ラインを保有しているが、その中でも SL3,4 ラインの G

機種に MFCA 適用の対象を限定した。  
その製造工程の概要を、図 9-1 に示す。

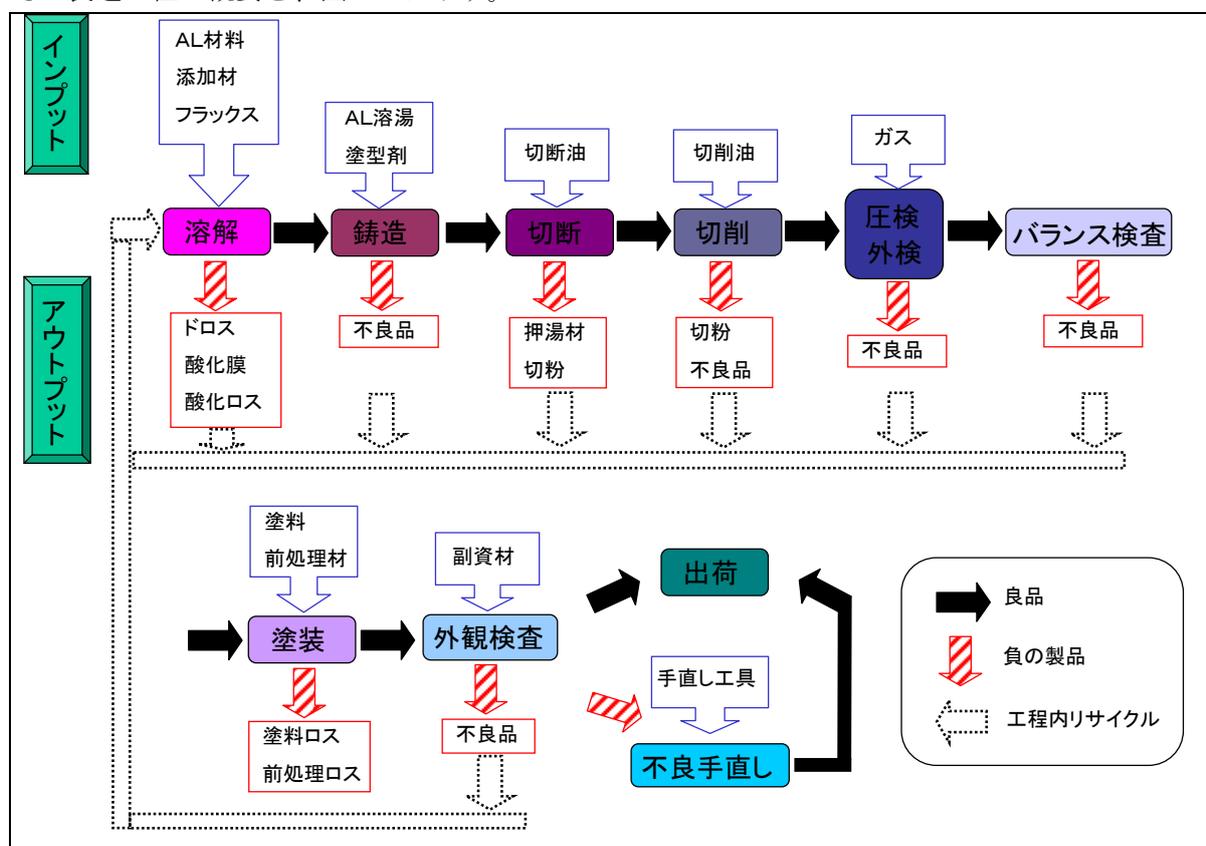


図 9-1 製造工程の概要

計算対象は SL3,4 での溶解から出荷までの全工程を対象とした。原材料はアルミインゴットのほか、各工程で発生する負の製品の不良品、押湯材、加工工程で発生する切粉もリターン材として投入している。

製品に付加される材料としては、溶解工程では添加剤、塗装工程では塗料、外観検査では副資材がある。そのほか、それぞれの工程で補助材料が投入されている。

### (3)MFCA 導入の狙い、意図

福井製作所では 2001 年より TPM をキックオフ、活動を展開しており、2006 年に優秀継続賞第 2 類を受賞するに至ったが、今日の厳しい経済情勢の流れを受け、新たな手法を模索している中、テクノポート福井企業連絡会を通じ、この MFCA の紹介を頂き、ご指導を受けることになった。もの造りのあり方を再度、基本から見直し、ロスを詳細に把握したい。そして、少人化、生産性向上、品質向上への課題抽出をし、利益拡大に直結する改善を見出し、ムダを廃除した工程改善とコスト改善の指標にしたい。更には資源の有効活用によるエネルギーコストの削減によって、環境活動を推進する手法の一つではないかと考え、MFCA に取り組んだ。

#### (4)MFCA 計算の基本的な考え方

今回の事例は、SL3,4 ラインでの G 機種物の物量に限り、アルミホイール製造全工程を対象に次のように MFCA の計算を行った。

- ・図 9-1 の製造工程の概要どおり、物量センターを定義した。
- ・溶解工程は専用溶解炉設備にて各手許炉に溶湯を配湯している共通の工程である。
- ・材料の Input としては、図 9-1 で定義された材料すべてを計算対象として定義した。
- ・製品の Output に関しても、図 9-1 で定義された正の製品と、負の製品(工程内リサイクル、廃棄物)をすべて計算対象として定義した。
- ・アルミ材料に関しては基準単価を用い、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とコスト情報に基づき、G 機種物の生産比率にて按分した値を用い計算を行った。

#### (5)データ収集期間、方法

データ収集はある 1 ヶ月間の実績データを持って計算を行った。又、今回は計算の対象機種を G 機種に絞った。各工程の投入数量、出来高重量は、それぞれの 1 個当りの重量を掛け計算した。但し、最初の溶解工程では、多くの手許炉へ溶湯を配湯する共通設備であるため、各投入材料(アルミインゴット、再生材、切粉、押湯材、不良品)は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。なお、この溶解工程では、溶解したアルミに大気中の酸素が結合し、酸化アルミとなる。この酸化アルミは回収され、外注にて処理し、再生材として Input 材料のひとつとなる。

#### (6)MFCA 計算、分析結果

##### ①マテリアル Input/Output 物量

##### (1)Input 材料の物量集計

以下、表 9-1 に材料の投入物量と正の製品物量、負の製品物量の測定値を示す。

表 9-1 工程別の材料 Input/Output 物量(測定値)

MC項目分類	項目名(詳細)	(単位)	QC1	QC2	QC3	QC4	QC5	QC6	QC7	QC8	QC9	QC10
			溶解	鑄造	切断	切削	圧検・外検	ランス検	塗装	外観検査	不良手直し	出荷
Input	前工程良品	材料の投入物量 (kg)	0.0	232,480.5	213,664.0	174,813.8	104,896.0	104,258.0	100,441.0	100,441.0	4,180.0	99,587.7
		正の製品物量 (kg)	0.0	231,710.5	172,873.6	104,896.0	104,258.0	100,441.0	100,441.0	98,912.0	4,180.0	99,587.7
		負の製品物量 (kg)	0.0	770.0	40,790.4	69,917.8	638.0	3,817.0	0.0	1,529.0	0.0	0.0
	直接材料	材料の投入物量 (kg)	232,494.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8,304.1	675.7	0.0	0.0
		正の製品物量 (kg)	224,635.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2,491.2	675.7	0.0	0.0
		負の製品物量 (kg)	7,858.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5,812.9	0.0	0.0	0.0
	間接材料	材料の投入物量 (kg)	13.4	26.0	9.7	257.9	25.5	0.0	3,378.4	0.0	0.0	0.0
		正の製品物量 (kg)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		負の製品物量 (kg)	13.4	26.0	9.7	257.9	25.5	0.0	3,378.4	0.0	0.0	0.0
	Total	材料の投入物量 (kg)	232,507.4	232,506.5	213,673.7	175,071.7	104,921.5	104,258.0	112,123.5	101,116.7	4,180.0	99,587.7
		正の製品物量 (kg)	224,635.6	231,710.5	172,873.6	104,896.0	104,258.0	100,441.0	102,932.2	99,587.7	4,180.0	99,587.7
		負の製品物量 (kg)	7,871.8	796.0	40,800.1	70,175.7	663.5	3,817.0	9,191.3	1,529.0	0.0	0.0
負の製品物量比率 (%)		3.4%	0.3%	19.1%	40.1%	0.6%	3.7%	8.2%	1.5%	0.0%	0.0%	

工程別に負の製品物量比率をみると、切削工程で約 40%、切断工程で約 19%と大きな値になっている。工程 1(溶解)の物量と工程 10(出荷)の物量比は約 43%(99,587.7/232,507.4)である。負の製品物量比率が想定以上に大きいことが分かった。

## (2)Output 材料の物量集計

表 9-2 に負の製品の処理方法別の内訳を示す。

表 9-2 工程別負の製品の内訳

	MO項目分類	項目名 (詳細)	(単位)	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
正の製品	良品	物量合計	(kg)	224,635.6	231,710.5	172,873.6	104,896.0	104,258.0	100,441.0	102,932.2	99,587.7	4,180.0	99,587.7
	工程内リサイクル	物量合計	(kg)	0.0	770.0	40,790.4	69,917.8	638.0	3,817.0	0.0	1,529.0	0.0	0.0
負の製品	排し物、廃棄物	物量合計	(kg)	0.0	26.0	9.7	257.9	25.5	0.0	9,191.3	0.0	0.0	0.0
	有価廃棄物	物量合計	(kg)	7,871.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	負の製品Total	物量合計	(kg)	7,871.8	796.0	40,800.1	70,175.7	663.5	3,817.0	9,191.3	1,529.0	0.0	0.0
Total	Output Total	物量合計	(kg)	232,507.4	232,506.5	213,673.7	175,071.7	104,921.5	104,258.0	112,123.5	101,116.7	4,180.0	99,587.7

負の製品物量合計は 135 t に対し、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り組みの重要性が分かった。

## ②工程別の負の製品コスト

ここでは、図 9-2 工程別の負の製品コスト比率(単純比較)を示す。全工程の負の製品コスト合計に対する各工程比率であり、工程内リサイクルを含む。

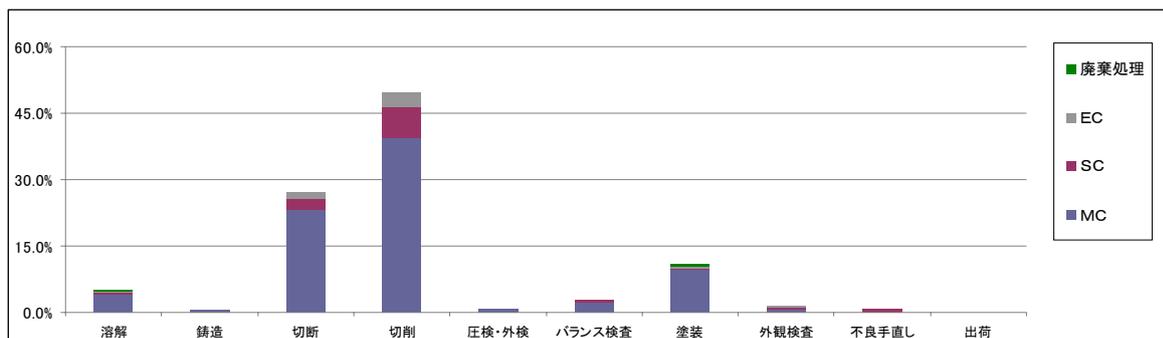


図 9-2 工程別の負の製品コスト比率(単純比較)

負の製品コスト単純比較では、切削、切断工程、そして塗装工程が突出している。又、その内訳は、材料コストが大半を占めていることが分かる。但し、その材料は鑄造工程以降では、不良品はもちろん、切粉、押湯材が工程内リサイクルされる。そこで材料の投入物量に対する工程内リサイクルの材料コスト比率を図 9-3 に示す。

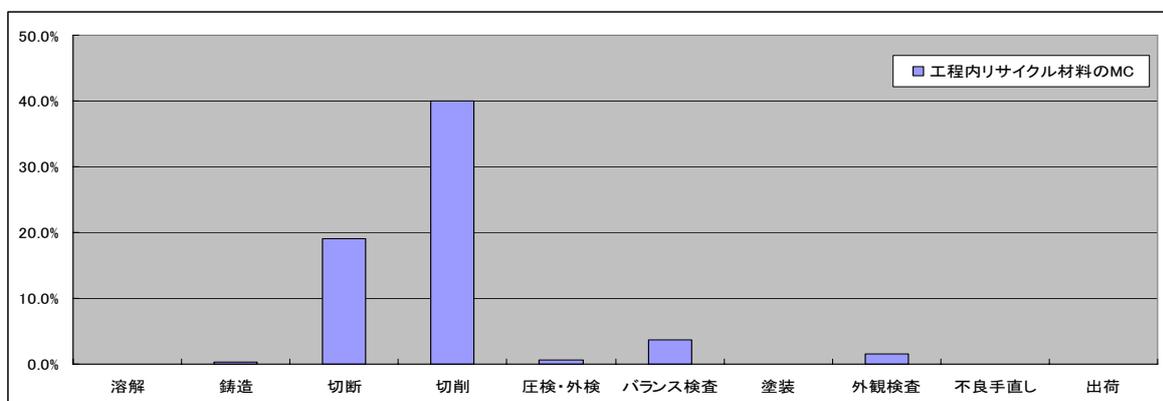


図 9-3 工程別の工程内リサイクル材料の材料コスト比率

工程内リサイクル材料のマテリアルコスト比率をみると切削工程で約 40%、切断工程で約 19%と突出していることが分かった。次に上記工程内リサイクル相殺分を除去したコスト比率を図 9-4 に示す。

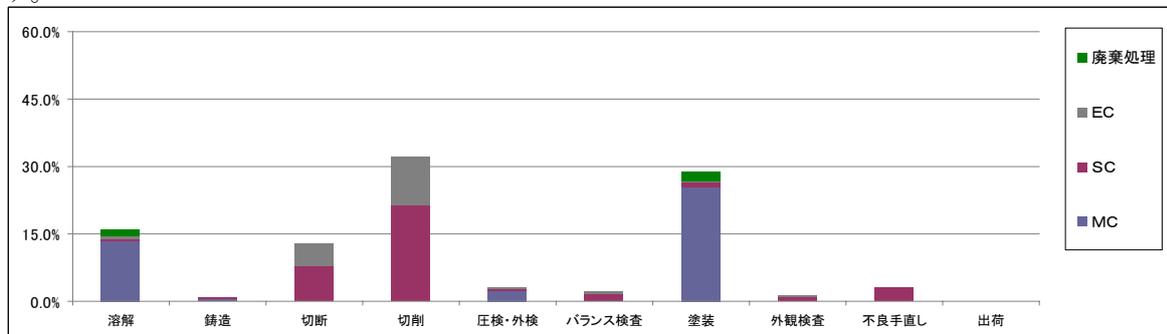


図 9-4 工程別の投入コスト比率(工程内リサイクル相殺分除去)

切削、切断工程の MC が工程内リサイクルされ、図 9-4 に示すように、工程内リサイクル相殺分を除去した負の製品コスト Total で最も大きい工程は、切削工程、次に塗装工程、溶解工程となっている。工程別に見ると溶解工程では MC 比率、切削工程は SC 比率、塗装工程では MC 比率が大きい。塗装工程のマテリアルコストである塗料や前処理材の比率が大きい事が分かった。

### ③マテリアルフローコストマトリックス

表 9-3 に図 9-2 から 9-4 の数値と同じく、報告書用に加工した数値に変更したマテリアルフローコストマトリックスを示す。最終製品のある単位物量値に換算した計算であり数値の単位は千円である。

表 9-3 マテリアルフローマトリックス

	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	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%

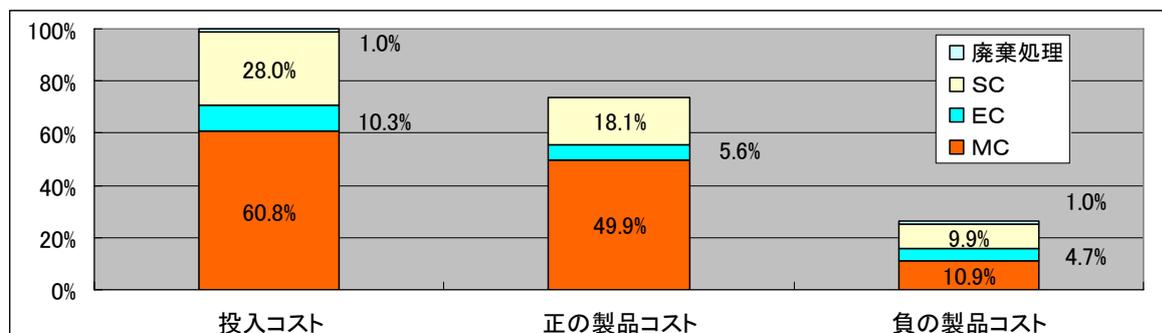


図 9-5 MFCA 計算結果概要コスト比率(工程間統合)

表 9-3 と図 9-5 に示すように、総コストの 25.4%が負の製品コストとなっている。又、その負の製品コストの内訳をみると、負のマテリアルコストの比率は小さい。これは、鋳造、切断、切削工程などで発生する押湯、切粉、不良品が負の製品にはなるものの、回収され工程内リサイクルされるため、マテリアルコストの負の製品コストから相殺されるためである。但し、全体の負の製品コスト比率に対して寄与率は 42.9%を占め、同時にエネルギーコスト、システムコストを発生させている。

## (7)ロスの考察

以下は、MFCA 計算結果に対しての考察である。

改善課題として①工程不良低減 ②歩留り向上 ③塗装効率向上を柱に設定した。

### ①工程不良低減について

総コストの 25.4%が負の製品コストであり、非常に大きな数字である事が分かった。そのうち、切削工程で発生する負の製品が、単純比較比率及び工程内リサイクルを相殺した比率共に最も大きい。

前者は他工程と比較しても突出し、後者の工程内リサイクルを相殺した比率でも最も大きいということは、やはり品質改善そして、次に課題設定した歩留り向上が有効であると考えられる。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。結果としてエネルギーコスト、システムコストの削減に繋がることが分かった。当然、環境効率の向上にも繋がる。

### ②歩留り向上について

投入される原材料は、アルミインゴットが主体であるが、各工程で発生する不良品の他に、負の製品(押湯、切粉)が工程内リサイクルにてリターン材として投入されている。その発生工程は、切削工程、次いで切断工程である。リターン材は、今まで再溶解されるためロス認識が希薄であったが、この MFCA 分析結果にて、コスト的に大きなロスであることが分かった。その結果、歩留りの向上を図り、負の製品比率を下げる事が改善への施策であると判断する。

### ③塗装効率向上について

塗装工程は、負の製品コスト比率単純比較では小さい数値であるのに対し、工程内リサイクルを相殺した比率でみると 2 番目に大きく、マテリアルコストが突出していることが分かった。

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。同時に ISO14001 を認証取得している光生アルミニウム工業としても廃棄物量を削減する意味でも有益である。

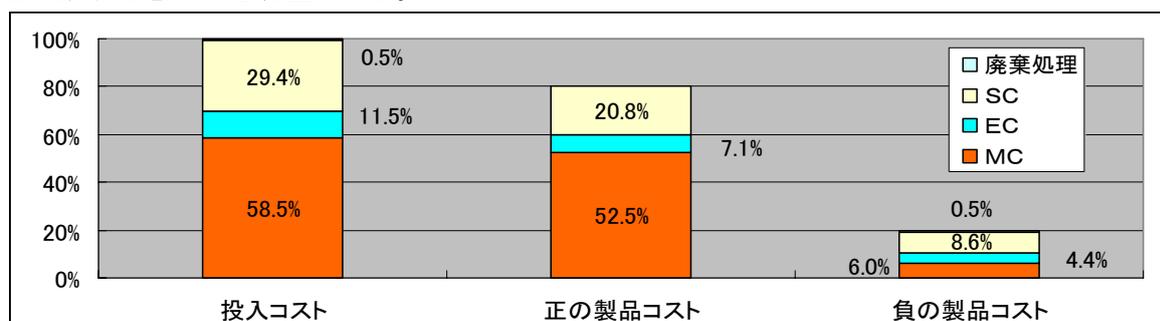


図 9-6 MFCA シミュレーション計算結果概要コスト比率(工程間統合)

上記3つの課題に対し、具体策をあげ改善していった結果として、上記図 9-6 のようなシミュレーション計算結果が見えてきた。

負の製品コストにおけるマテリアルコストが 10.9%⇒6.0%に低減し、正の製品コストへ転化される。

## (8)今後に向けて

今回ある1ライン、そして機種を限定し MFCA を実施した。鋳物屋に不可欠な溶解工程を有しているため、負の製品として次工程へ行かず、溶解工程へ戻されるリターン材料（押湯、切粉、不良品）がある。工程内リサイクルされるこれらの材料をその物量そして金額において、今までもおおよそは把握していたが、今回の分析にて明確になった。その結果、取り組むべき課題、優先度も明らかになり、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、投資対効果の評価や、原価・環境負荷低減活動への有効なツールとして適用していきたい。

## (9)インターンの感想

- ・従来から展開していた TPM 活動の既存データを活用でき、基本データは容易に収集できた。現時点ではまだまだ MFCA 導入段階であり、計算にある程度ラフさを考慮して、ソフト習熟に努め、分析力を高めていきたい。そして、継続的活用にて改善を図っていきたい。
- ・MFCA 分析によって、工程内でリサイクルされる不良品、押湯材、切粉などの負の製品が物量面、コスト面でロスとして明確になった。又、これに付随するシステムコスト、エネルギーコストも同時に見える化でき、現状のロスの大きさを痛感した。そして、問題に気づき、やるべき課題も見えた。
- ・MFCA を用いることでコストダウン効果を算出でき、その結果に基づき、改善への優先度を容易に決める事ができた。
- ・負の製品コスト削減をすること、つまり材料の投入量削減、廃棄物発生量削減が、環境負荷低減の活動として企業の重要なテーマであると同時に責務であると確信した。

最後に、今回のインターンシップを兼ねた実証事業において、テクノポート福井企業連絡会からのご教授とご尽力を頂き、MFCA の導入に至った。紙面を借りて、厚くお礼を申し上げる。

(以上)

## 第 10 章 近畿環境興産株式会社

### (再生燃料製造工程における MFCA 導入事例)

報告書作成者

阿藤 崇浩 (特定非営利活動法人資源リサイクルシステムセンター)

梨岡 英理子 (株式会社環境管理会計研究所)

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)

事業の実施主体者

特定非営利活動法人資源リサイクルシステムセンター

#### (1)会社概要、工場概要

近畿環境興産株式会社の概要を、以下の表に整理した。

MFCA 導入企業、工場の概要	
近畿環境興産株式会社 大阪工場	
本社所在地	: 大阪府岸和田市地蔵浜町 11 番地の 1
事業所所在地	: 大阪府岸和田市地蔵浜町 11 番地の 1
従業員数	: 144 名
売上金額	: 約 3,000 百万円(2007 年度)
資本金	: 122 百万円
URL	<a href="http://www.rematec.co.jp/main.htm">http://www.rematec.co.jp/main.htm</a>

近畿環境興産株式会社は、主として液体・汚泥等の様々な産業廃棄物から RF (Reclaiming Fuel : 再生燃料の意) を製造している企業である。リサイクル工程 (RF 製造工程) の特徴は様々な廃棄物を原料に、熱や火を使わず、リサイクル率は約 97%を達成し、排水ゼロ、排気ガスゼロで、発生する廃棄物を極めて少量に押さえていることが大きな特徴である。同社は早くから環境対策に熱心に取り組み、従業員自らの手で企画・制作、発行している環境・社会活動報告書は毎年様々な賞を受賞している。また、2008 年には環境省より「エコファースト企業」の認定を受けている。

#### (2)MFCA 導入製品及び工程

今回の MFCA 適用の対象は、大阪工場 (大阪府岸和田市) で製造されている RF 製造工程を対象とし、その製造工程の概要を、図 10-1 「製造工程の概要」に示す。

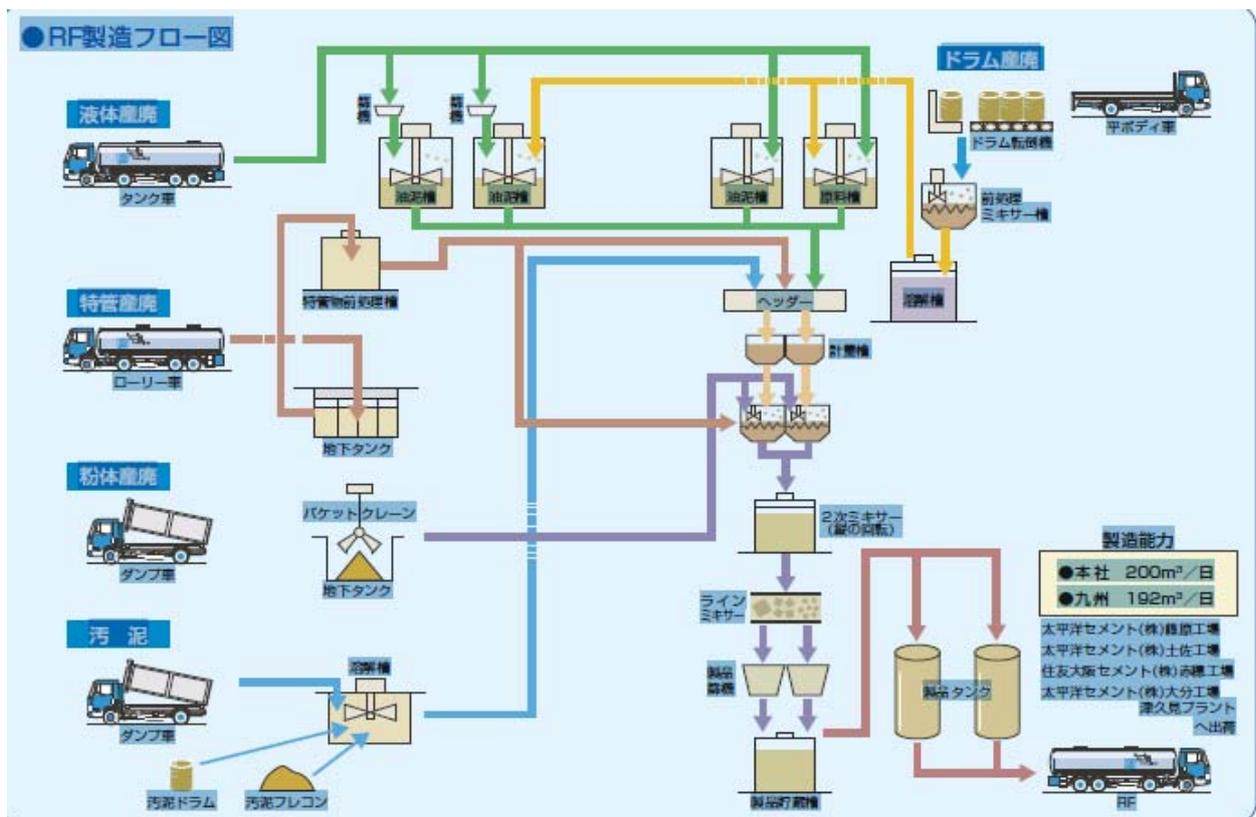


図 10-1 製造工程の概要

市場より引き取ってきた廃油などの液体もしくは汚泥などの産業廃棄物、特別管理産業廃棄物は、ローリーもしくはドラム缶の荷姿で搬入された後に徹底した成分検査が行われ、リサイクル可能なものはタンクに搬入される。その後タンク内で時間をかけて行う攪拌等の工程を経て RF として出荷される。

### (3)MFCA 導入の狙い、意図

今回 MFCA を導入しようとした目的には、残渣発生率が低い RF システムの優秀性を評価すること、MFCA の改善ツールとしての有効性を確認すること、営業ツールとしての可能性を探ることなどがあげられ、今後は同社「堺 SC 工場」への展開も視野に入れている。

### (4)MFCA 計算の基本的な考え方

MFCA を導入するにあたって、下記の点に注意した。

#### ① マテリアルコストに関して

- RF の製造工程に関しては上記図 10-1 に示すとおりであるが、MFCA の物量センターの定義としては作業期間及びデータの収集の手間を考慮して下記の 8 つの物量センターに集約した。

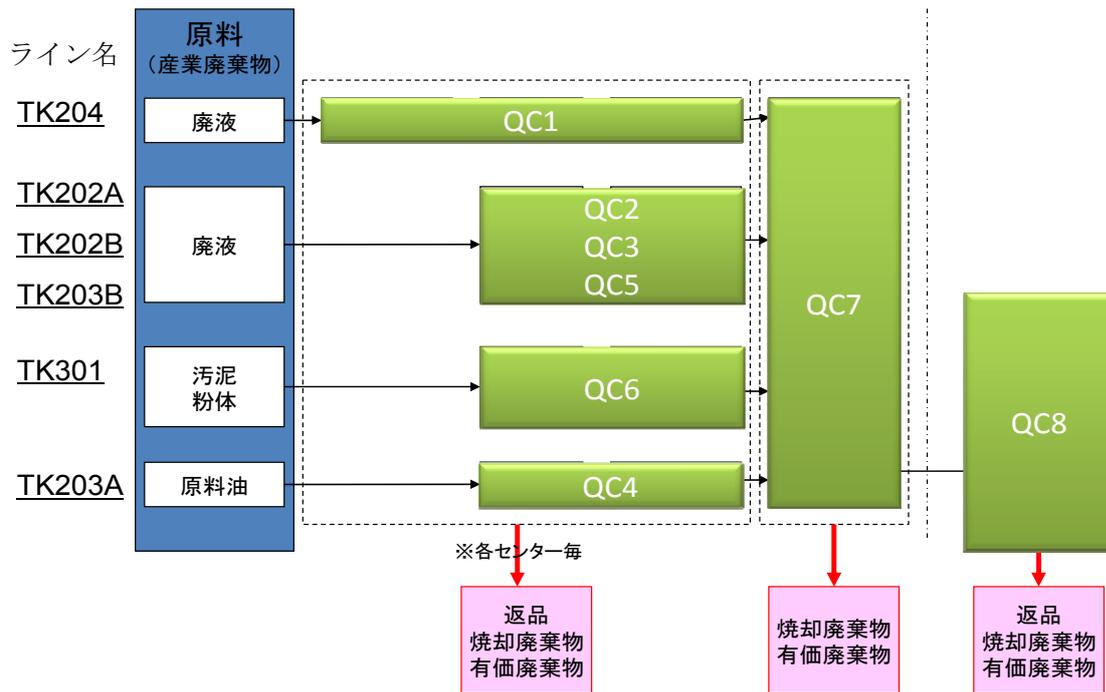


図 10-2 物量センター

また、それぞれの物量センターごとのインプットデータ、アウトプットデータを図 10-3「インプット物質・アウトプット物質」に示す。

QC	工程	インプット			アウトプット	
		使用材料		使用エネルギー	正の製品	負の製品
主	副					
1	TK204 (廃液) 受入・投入	ローリー受入204原料	分析試薬	電力 フォーク用軽油	TK204受入原料	返品 外注処分品 廃容器
		ドラム204原料	pH紙 サンプリング容器			
2	TK202A (廃液) 受入・投入	ローリー受入202A原料	分析試薬	電力	TK202A受入原料	
			pH紙 サンプリング容器			
3	TK202B (廃液) 受入・投入	ローリー受入202B原料	分析試薬	電力	TK202B受入原料	
			pH紙 サンプリング容器			
4	TK203A (原料油) 受入・投入	ローリー受入203A原料	分析試薬	電力	TK203A 受入原料	廃容器
			pH紙 サンプリング容器			
		ドラム203A 原料				
5	TK203B (廃液) 受入・投入					
6	TK301 (汚泥) 受入・投入	ローリー301原料	分析試薬	電力	TK301投入原料	
			pH紙 サンプリング容器			
7	RF製造工程	TK204貯留原料	分析試薬	電力	RF供給原料	残渣
		TK202A貯留原料	サンプリング容器			
		TK202B貯留原料				
		TK203A貯留原料				
		TK203B貯留原料				
TK301貯留原料						
8	供給工程	RF供給原料			RF燃料	残渣 (工程リサイクル) 返品

図 10-3「インプット物質・アウトプット物質」

② エネルギーコストに関して

- ・ データ計測期間中の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。

③ システムコストについて

- ・ エネルギーコストと同様にデータ計測期間中の工場全体の実測値に基づき・労務費については、以下の通り配分した。
  - ・ QC1 4人/日
  - ・ QC6・QC7 ともに1人/日
  - ・ QC8 2人/日
  - ・ その他 0.25人/日
- ・ 分析に係る労務費についてはQC1に90%配分し、残りを均等に分配した。

(5)データ収集期間、方法

データは、2008年10月期（実績）の1ヶ月間のデータをもとに、各種マテリアルの投入量、排出量、廃棄量、電力消費量、労務費、経費などの実績データを収集し、そのデータを下にMFCAを実施している。

(6)MFCA 計算、分析結果

①マテリアル Input/Output 物量

材料の投入とロスの計算結果を記述したマテリアルの Input/Output 物量を表 10-1「マテリアル Input/Output 一覧表」に示す。なお、公開に際してデータは加工している。

表 10-1 マテリアル Input/Output 一覧表

	MC項目 分類	項目名(詳細)	(単位)	TK204(廃 液)受入 れ・投入	TK202A (廃液)受 入れ・投 入	TK202B (廃液)受 入れ・投 入	TK203A (原料油) 受入れ・ 投入	TK203B (廃液) 受入れ・ 投入	TK301 (汚泥) 受入れ・ 投入	RF製造工程	供給工程
Input	前工程良品	材料の投入物量	(kg)	0	0	0	0	0	0	15,103,200	15,108,000
		正の製品物量	(kg)	0	0	0	0	0	0	15,100,000	15,100,000
		負の製品物量	(kg)	0	0	0	0	0	0	3,200	8,000
	直接材料	材料の投入物量	(kg)	1,370,000	900,000	560,000	1,202,000	0	580,000	0	0
		正の製品物量	(kg)	1,240,000	900,000	560,000	1,200,000	0	580,000	0	0
		負の製品物量	(kg)	130,000	0	0	2,000	0	0	0	0
	間接材料	材料の投入物量	(kg)	0	0	0	0	0	0	0	0
		正の製品物量	(kg)	0	0	0	0	0	0	0	0
		負の製品物量	(kg)	0	0	0	0	0	0	0	0
Output (正の製品)	次工程良品	良品の物量	(kg)	1,240,000	900,000	56,000	1,200,000	0	580,000	15,100,000	15,100,000
Output (負の製品)	工程内リサイクル	工程内リサイクルの物量	(kg)	0	0	0	0	0	0	0	8,000
	排出物、廃棄物	排出物、廃棄物の物量	(kg)	65,000	0	0	2,000	0	0	3,000	0
	有価廃棄物	有価廃棄物の物量	(kg)	65,000	0	0	0	0	0	0	0

TK204 受入・投入工程で投入量に対して 10%弱(130,000/1,370,000)の負の製品が発生しているが、これはドラム缶等の容器の重量であり、内容物(廃油)のロスではない。また、他の工程でもほとんど負の製品が発生していない。

## ②工程別の投入コストと負の製品コスト

MFCA の計算結果の概要を「図 10-4 コストフロー図」に示す。通常 MFCA のコスト費ごとに作成するが、ここでは紙面の関係から 1 枚のシートにまとめた。数値は、公開に際して加工している。架空の数値を元にした、RF 燃料を作るためのコスト計算結果である。なお、数値の単位は円である。

図 10-4 のフローチャートからは、特に QC1 の負の製品コストが大きいこと、QC4 の新規投入マテリアルコストが多いことがわかる。

コスト項目	QC1	QC2	QC3	QC4	QC6	QC7	QC8
新規投入コスト計	5.5	0.3	0.3	81.0	4.5	8.9	1.7
新規投入MC	0.0	0.0	0.0	78.9	0.0	0.0	0.0
新規投入SC	5.4	0.3	0.3	1.7	4.1	8.9	1.6
新規投入EC	0.1	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0
各工程の前工程コスト	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	91.0	99.9
前工程MC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	78.9	78.9
前工程SC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2	20.1
前工程EC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.9
工程毎の投入コスト計	5.5	0.3	0.3	81.0	4.5	100.0	101.6
投入MC	0.0	0.0	0.0	78.9	0.0	78.9	78.9
投入SC	5.4	0.3	0.3	1.7	4.1	20.1	21.7
投入EC	0.1	0.0	0.0	0.3	0.3	0.9	1.0
正の製品コスト計	4.9	0.3	0.3	81.0	4.5	99.9	101.6
正の製品MC	0.0	0.0	0.0	78.9	0.0	78.9	78.9
正の製品SC	4.8	0.3	0.3	1.7	4.1	20.1	21.7
正の製品EC	0.1	0.0	0.0	0.3	0.3	0.9	1.0
負の製品コスト	0.9	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1
負の製品MC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
負の製品SC	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
負の製品EC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
廃棄処理コスト	0.4	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
工程内リサイクルのMC節約金額	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
リサイクルした材料の売上	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

図 10-4 コストフロー図

## ④ マテリアルフローコストマトリックス

表 10-2 に、「マテリアルフローコストマトリックス」を示す。これも図 10-4 「コストフロー図」と同じく、公開に際してデータを加工している。単位は円/kg である。

表 10-2 マテリアルフローコストマトリックス

MFCA計算結果概要	新規投入コスト	正の製品コスト	負の製品コスト
MC	79.00	78.00	0.01
EC	0.90	0.90	0.00
SC	22.00	22.00	0.50
廃棄処理	0.50	0.00	0.50
再利用によるMC節約額	0.04	0.00	0.04

## (7)ロスの考察

今回 MFCA を実施してみて、以下のことがわかった。

- RF1kg 製造における投入コストは約 100 円
- 投入コストのうち、MC が占める割合が大きく、原料油に由来している。

- 逆に EC が占める割合は小さい。
- 負の製品コストはほぼゼロであり、非常にロスが少ないプロセスと言える。  
これは残渣量が少ないことに起因すると考えられる。

これらの比率をグラフ化すると以下ようになる。

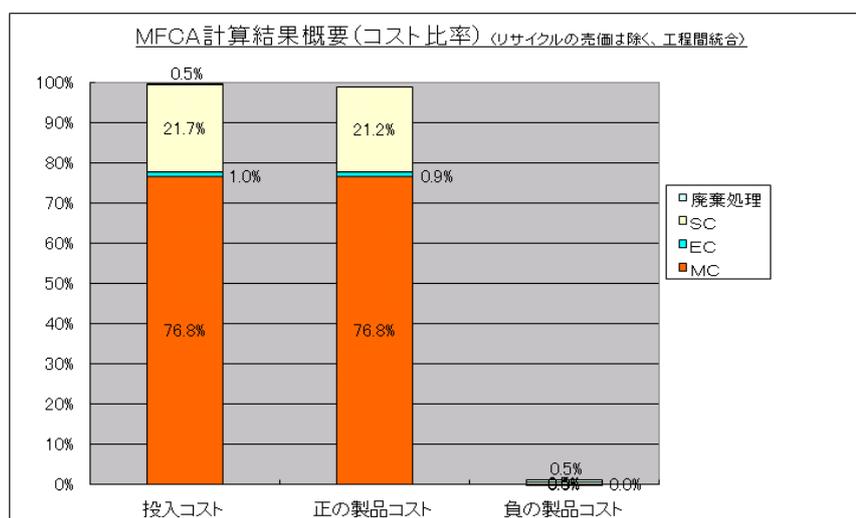


図 10-5 コスト比率

上記の計算結果から、プロジェクトチームからは以下のような課題が抽出された。

- 原料となる廃棄物の MC を一律ゼロに設定したが、実際には廃棄物毎で手間や必要となる MC (原料油) が異なっており、たとえば廃棄物ごとに評価を行ったり、廃棄物の MC に負の値付けを与えることも考慮してみる必要がある。
- また RF プロセスは、エネルギーである原料油を使用して、エネルギーである RF を作っているという考え方もできるため、MC ではなく EC で考えることも考慮すべきである。
- 以上より、当社のプロセスは特殊性が高いため、MFCA を適用させるには独自に開発を進める必要がある。

またシステムコストに関しては

- SC の算出については、今回は物量センターごとの工数を仮定的に設定したため、正確な分析や効果予測を行うために、各作業毎の時間分析に基づく算出が必要。
  - 人件費・電力費・設備費などの正確な算出には、管理部門のサポートが必要。
- 等の意見が出された。

続いてこれらの課題に対して、プロジェクトチームでは改善策の検討を行った (表 10-3)。

表 10-3 事前改善案検討結果

対策	削減されるコスト				詳細	課題
	原料油	エネルギー	SC (人)	その他		
ドラムの処理能力挙げる	○				ベースカロリーアップにより原料油削減	ドラム転倒機の増設
出荷量を増やす	○				現状は入出荷バランス悪く、原料油を使っているため	出荷車両の購入
204から1次ミキサーへの直接ライン設ける		○			途中の攪拌機やポンプをショートカット	品質への影響(異物・粘性)
汚泥の姿での出荷製品を作る	○				原料の添加不要	車両(生コン車など)・供給先
TCC向け出荷製品の引火点を下げる	○		○		現状では引火点の調整にも重油を使用	供給先との協議・車両(危険物対応)
SOC・南海向けは一次ミキサー→篩→出荷にラインショートカット		○	○	出荷先残渣	2次ミキサーをカットできる	工事
汚泥の配合率上げる	○				ベースカロリーアップにより原料油削減	品質への影響(粘性)
「#5→1次ミキサー→#4→301」を「#5→301」に変更		○	○		ポンプ・攪拌・バケットクレーン・フライトコンベア・一次ミキサーをカットできる	
#4ヤードをなくし、301に直接粉体を投入		○	○		ポンプ・攪拌・バケットクレーン・一次ミキサーをカットできる	溶解槽必要
#5ヤードをなくし、301に直接粉体を投入	○	○	○		ポンプ・攪拌・バケットクレーン・フライトコンベア・一次ミキサーをカットできる	

### (8)改善検討結果

前項での結果をもとにマテリアルロスの削減にどのような改善策が考えられるかを製造部全体ミーティングで検討を行っていただき、下表にまとめた。

表 10-4 改善検討項目一覧表

QC	工程	対象ロス	ロス率	改善の方向性	制約条件/技術課題	具体策
QC1	TK204(廃液)受入れ・投入	原料として扱い難いドラム廃棄の回収・使用		専用容器 お客様での取り扱い		
QC2	TK202A(廃液)受入れ・投入					
QC3	TK202B(廃液)受入れ・投入					
QC4	TK203A(原料油)受入れ・投入	原料油の投入(カロリー、塩素濃度、引火点粘度の調整)			油としての廃液が回収できること	
QC5	TK203B(廃液)受入れ・投入					
QC6	TK301(汚泥)受入れ・投入	TK301→TK203B→RF製造工程とTK		TK301から直接ヘッダー、 軽量槽への投入  TK203B直接投入	粘性が高い(TK301では液状になりにくい)  建屋の構造	廃液を混ぜる  203への直接への投入
QC7	RF製造工程					
QC8	供給工程					

上記の改善項目検討を実施した結果、プロジェクトチームからは、

- ・ 今後は改善案を精査し、次年度の取り組み内容に組み入れたい。
- ・ ただし改善案の多くは、改造等設備投資が伴うものが多く、見積もり等を要する上、効果の数値化が図られていないため、これについての検討が必要。

などの意見が出された。

## (9)今後に向けて

今回 MFCA に取り組んでみて、プロジェクトメンバーからは以下のような感想をいただいた。

- ・ 負の製品が少ないという RF プロセスの優秀性が明らかになり、また各工程ごとのコストが明らかになった。
- ・ 従来は改善・効率化に取り組む際に、どこから手をつけるべきかわからない状態であったが、本手法はそのきっかけ・土台を与えてくれる有効なツールであると感じた。
- ・ 負の製品の削減という観点では、TK204 部分にコストが集中しており、この部分の効率化を優先して取り組まねばならないことがわかった。
- ・ 当社のプロセスは特殊性が高いため、MFCA を適用させるには独自に開発を進める必要がある。
- ・ RF プロセスの優秀性を確認するためには、さらに他の処理方法との比較を行うことが効果的であると考える。

## (10)インターンの感想

リサイクル企業の特徴として、引き取り廃棄物が原材料になるという性質上、原材料調達時に「お金を払ってもらって引き取る」という大きな特徴がある。しかし、これらの引き取り廃棄物のすべてが再資源化可能な原料になるわけではなく、選別、検査等にそれなりにシステムコストがかかり、また、検査により不適合とされた引き取り廃棄物に関しては「負の製品」としてマテリアルロスとなることから、必ずしも引き取り廃棄物が全量、RF 原料にはならない点で、それらのロスコストを見える化できたことに MFCA を実施する大きな意義があった。

今回の実証事業では「MFCA 簡易計算ツール」を使用し、特に並行工程におけるツールの計算が必要であったが、ツールそのものにはまだまだ改良の余地があると感じた。

今後は今回のような特殊な工程をもつ企業での MFCA の適用事例も増えてくると思われるが、それら企業の MFCA の導入の目的、作業量に見合った形での物量センターの設定、正の製品と負の製品の定義、コストの定義など、様々な応用が必要なケースに柔軟に対応できるように、さらに MFCA への理解を深めていく必要がある。

(以上)

## 第 11 章 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)

報告書の作成者

阿藤 崇浩 (特定非営利活動法人資源リサイクルシステムセンター)

梨岡 英理子 (株式会社環境管理会計研究所)

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)

事業の実施主体者

特定非営利活動法人資源リサイクルシステムセンター

#### (1)会社概要、工場概要

株式会社近江物産は、本社が滋賀県栗東市にある資本金 4 千万円、従業員 49 名の、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。企業概要を下に整理した。

MFCA 導入企業、工場の概要	
株式会社近江物産	本社事業所
本社所在地	: 滋賀県栗東市大橋 7 丁目 4 番 5 1 号
事業所所在地	: 同上
従業員数	: 49 名
売上金額	: 1,800 百万円 (平成 18 年 10 月～平成 19 年 9 月)
資本金	: 40 百万円
URL	<a href="http://www.ohmi-bussan.co.jp/">http://www.ohmi-bussan.co.jp/</a>

マテリアルリサイクルは、従来のカスケード型リサイクルから物性保持型リサイクル、自己循環型リサイクル・物性向上型リサイクルへと、より「高品位リサイクル」を目指している。これまでにその高い技術力から「経済産業省の『躍進する KANSAI モノ作り元気企業』(100 社)」に認定され、滋賀経済同友会『LOHAS 大賞』奨励賞受賞、中小企業のものづくり基盤技術の高度化に関する特定研究開発の認定などを受けている。

#### (2)MFCA 導入製品及び工程

今回の MFCA 適用の対象は、本社工場 (滋賀県栗東市、従業員数 45 名) で製造されている再生プラスチック原料製造工程を対象としている。その製造工程の概要を、図 11-1 「製造工程の概要」に示す。

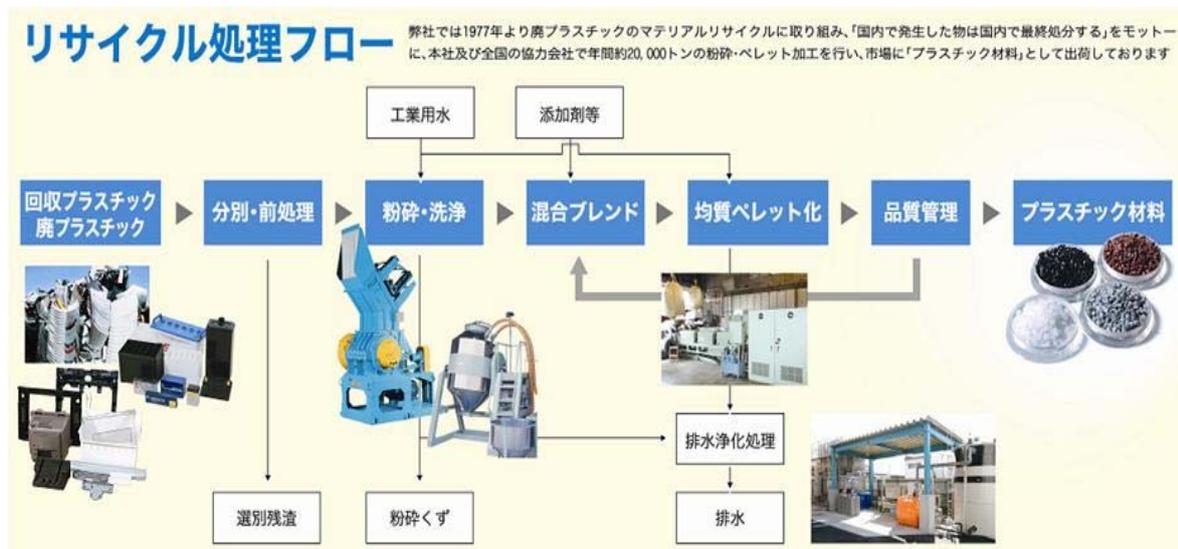


図 11-1 製造工程の概要

市場より回収された使用済みバッテリーケース、廃自動車バンパー、使用済み瓶飲料運搬用ケース等の廃棄物はストックヤードに保管され、その後分別、前処理が施される。そこで分別された工程に投入可能な原材料（市場から回収されたプラスチック廃棄物）は粉碎・洗浄され比較的大き目のチップにチップ化される。その後添加剤等と混合された後に押し出し工程において均質ペレット化され、再生プラスチック原料として梱包工程をへて、いったん製品在庫として保管された後に出荷される。

### (3)MFCA 導入の狙い、意図

リサイクル産業は、循環型社会を構築する上で、リデュースの取り組みを推進した上でも発生する廃棄物を、資源として再利用可能にする重要な役割を担っている。ただし、リサイクルを産業として定着化するためには、リサイクル産業としての質の向上、およびコストダウンを図る必要がある。

株式会社近江物産で取り組んでいる材料リサイクルは、市場から回収した使用済みプラスチックを原料として、再生プラスチック原料を製造する工場である。しかしリサイクル産業として事業特性から生じるロスや、製造技術、管理技術的な要因によるロスが発生していた。こうしたロスを分析、改善を行うことは、リサイクル産業の健全な発展に大きな意義がある。

そのような中で、今回 MFCA を導入しようとした目的の一つには、材料収支と工程別原価を明確にし、工程におけるロスの状況を正確に把握し、それらを金額として把握することにより、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、さらにそれらの基礎データをもとに、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があげられる。

### (4)MFCA 計算の基本的な考え方

MFCA を導入するにあたっては、次の考え方で、データ収集と計算を行った。

### ① マテリアルコストに関して

- 再生プラスチック原料の製造工程に関しては図 11-1 に示すとおりであるが、MFCA の物量センターの定義としては作業期間及びデータの収集の手間を考慮して、図 11-2 に示す 3 つの物量センターに集約した。それぞれの物量センターごとのインプットデータ、アウトプットデータを図 11-2 「物量センターとインプット物質・アウトプット物質」に示す。

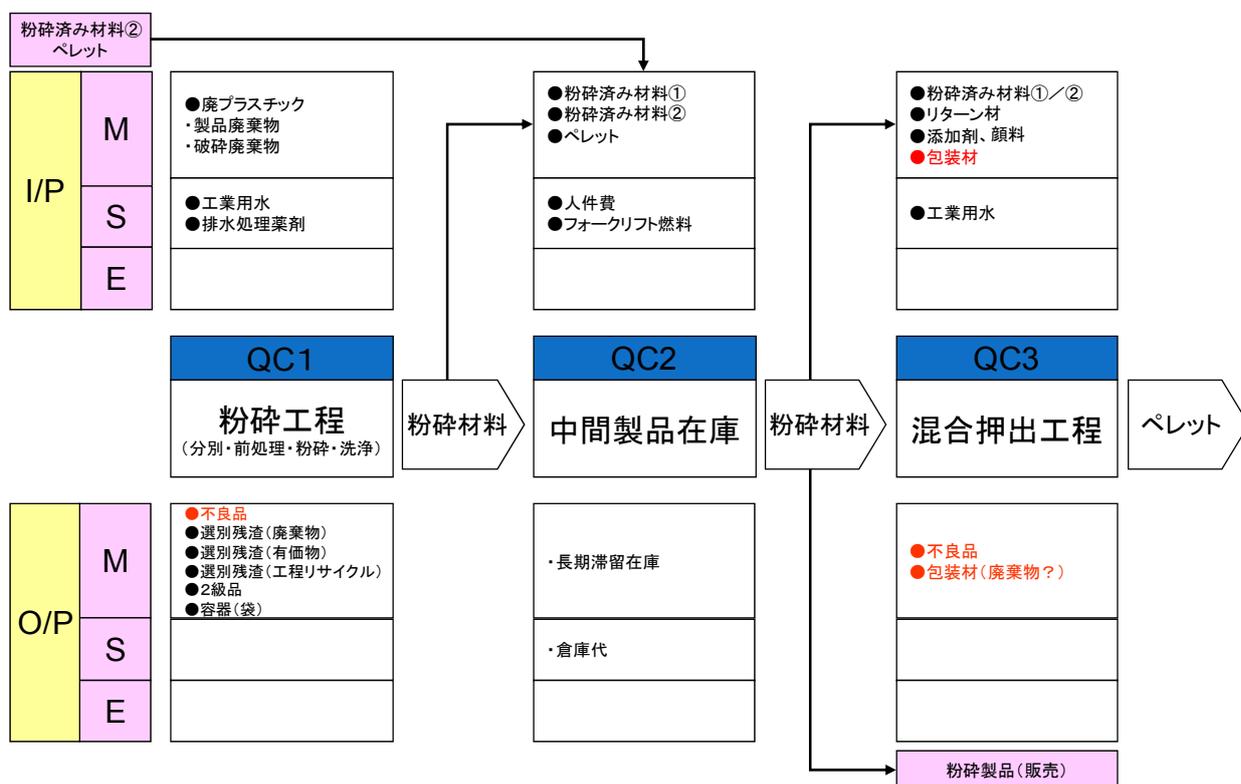


図 11-2 物量センターとインプット物質・アウトプット物質

### ② エネルギーコストに関して

- データ計測期間中の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。

### ③ システムコストについて

- エネルギーコストと同様にデータ計測期間中の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。

### (5) データ収集期間、方法

データは、2008年7月の1ヶ月間のデータをもとに、各種マテリアルの投入量、排出量、廃棄量、電力消費量、労務費、経費などの実績データを収集し、そのデータを下にMFCAを実施している。

## (6)MFCA 計算、分析結果

### ①マテリアル Input/Output 物量

材料の投入とロス計算結果を記述したマテリアルの Input/Output 物量を表 11-1「マテリアル Input/Output 一覧表」に示す。なお公表に際して、数値を実際の数値から変更している。

表 11-1 マテリアル Input/Output 一覧表

MC項目分類	項目名(詳細)	(単位)	粉砕工程	中間在庫	混合押出
前工程良品	材料の投入物量	(kg)	0.0	390,000.0	980,000.0
	正の製品物量	(kg)	0.0	330,000.0	980,000.0
	負の製品物量	(kg)	0.0	70,000.0	0.0
直接材料	材料の投入物量	(kg)	565,000.0	780,000.0	2,000.0
	正の製品物量	(kg)	550,000.0	650,000.0	2,000.0
	負の製品物量	(kg)	15,000.0	130,000.0	0.0
間接材料	材料の投入物量	(kg)	0.0	0.0	0.0
	正の製品物量	(kg)	0.0	0.0	0.0
	負の製品物量	(kg)	0.0	0.0	0.0
次工程良品	良品の物量	(kg)	550,000.0	980,000.0	982,000.0
工程内リサイクル	工程内リサイクルの物量	(kg)	0.0	0.0	0.0
排出物、廃棄物	排出物、廃棄物の物量	(kg)	6,000.0	0.0	0.0
有価廃棄物	有価廃棄物の物量	(kg)	9,000.0	200,000.0	0.0

### ②コストフロー図

MFCA の計算結果の概要を「図 11-3 コストフロー図」に示す。

通常 MFCA のコスト費ごとに作成するが、ここでは紙面の関係から 1 枚のシートにまとめた。数値は、架空の数値を元にした、再生プラスチック原料を作るためのコスト計算結果である。なお、数値の単位は円である。

図 11-3 のフローチャートからは、特に全般的に負の製品コストは少ないが特に「中間在庫工程」における負の製品コストが大きいことがわかる。

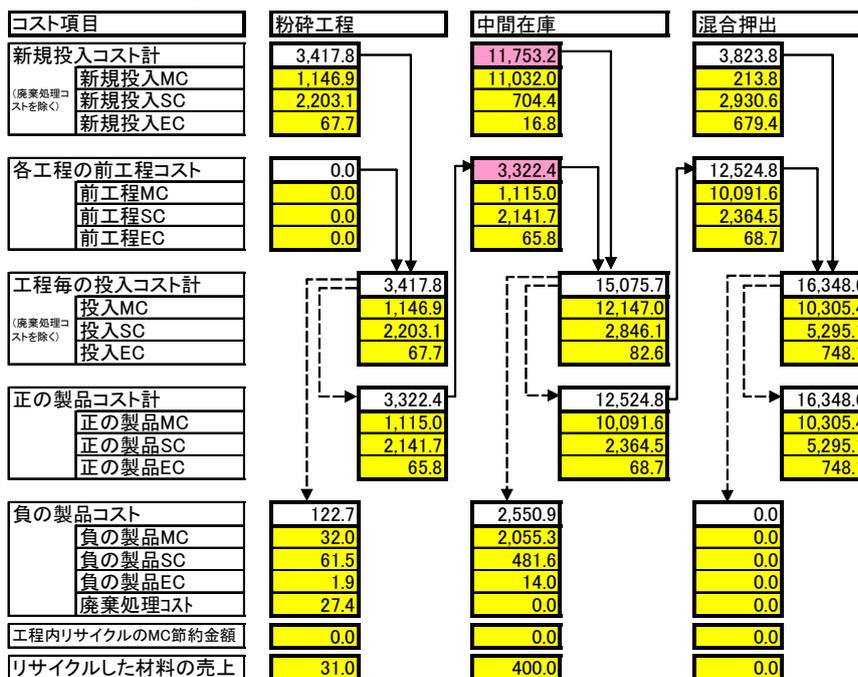


図 11-3 コストフロー図

### ③マテリアルフローコストマトリックス

表 11-2 に、「マテリアルフローコストマトリックス」、図 11-4 にそのコスト比率のグラフを示す。  
 なお表 11-2、図 11-4 とともに、公表に際して、数値を実際の数値から変更している

表 11-2 マテリアルフローコストマトリックス

	マテリアルコスト	エネルギーコスト	システムコスト	廃棄処理コスト	計
良品 (正の製品)	54.2%	3.9%	27.8%		85.9%
マテリアルロス (負の製品)	11.0%	0.1%	2.9%		13.9%
廃棄／リサイクル				0.1%	0.1%
小計	65.1%	4.0%	30.7%	0.1%	100.0%

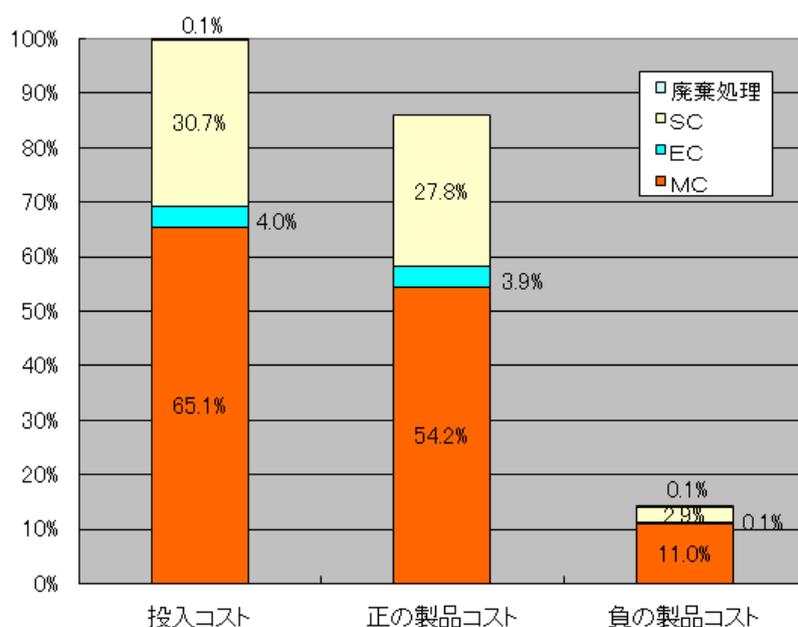


図 11-4 コスト比率

### (7)結果の考察

(6) MFCA 計算、分析結果から、以下のことがわかった。

- ・ 投入コストの中で、マテリアルコストの比率が 65.1%と高い。
- ・ 中間在庫品は、他社で粉砕されたものを購入しているものと、自社で粉砕されたものとあるが、他社から購入されたものの方が多く、そのためマテリアルコストが高くなっている。
- ・ エネルギーコストは投入コストの 4.0%と低い。特に負の製品コストの中のエネルギーコストは低い。

- ・ 負の製品コストは、廃棄物処理費を含めると、投入コストの 14.1%となっており、比率的には小さいと思える。しかし今回の対象を、混合、押出成形の製造としてみると、製造そのもののプロセスではロスの発生は少ないため、この負の製品コスト比率は高いと認識するべきである。
- ・ 最終的にインプットの物量に対して、製品のアウトプット物量は、約 83%であった。
- ・ 負の製品コストではマテリアルコストの比率が高い。
- ・ 負の製品のほとんどは、中間在庫の中で、長期滞在在庫となったものである。最終的に工程に投入されず、在庫として処分されたものであり、別の企業で売却し、そこで別のマテリアルリサイクルがなされる。
- ・ ただし、負の製品のほとんどは、外部で再度、リサイクルが行われ、実際に廃棄処理されるものは少ない。

## (8)改善検討結果

前項での結果をもとにマテリアルロスの削減にどのような改善策が考えられるかを検討し、表 11-3 のように整理した。

工程	ロス区分	対象ロス	ロス率	改善の方向性	制約条件/技術課題	具体策	改善優先度	改善目標値
粉碎工程	MC	ひげ粉(廃棄物)	MC 2.8%	刃具の管理によるひげ粉量の削減	刃具設計の最適化 最適交換時期の決定手法解明	刃具のせん断能力の向上 ・刃具の交換時期 ・スクリーン交換時期 ・刃具の研ぎ方の改善	3	廃棄の半減
		2級品(高品位)		高機能廃棄物の2級品を作らない。減容のためにすぐ破碎しない。	・1次的保管場発生によるコスト問題 ・品質維持	入荷時の廃棄物選別手法の確立、原型廃棄物の販売先開拓。		
中間在庫	MC	長期滞在在庫	在庫の10%	在庫を長期に滞留させない。 現在向け先がない原料の顧客開拓 2級品原料(例:ABSのアルミ蒸着品)の上等級化 長期滞在在庫の中のピュアなものを2級品として販売(循環)	・現在の経済状況(不況↓)	①長期滞在在庫の明確化:リストUP 1月中 ②通常在庫、長期滞在在庫の品質分類 2月中 ③通常在庫、長期滞在在庫の価格設定 2月末 ④販売活動の実施 3月末完売	1	在庫管理体制の強化により、在庫の長期滞留をなくす
混合押出工程	MC	仕入粉碎品		仕入粉碎品の割合を下げる				
		添加剤	削減10%	添加剤量の削減	・設備投資によるSC増加	・分散性の向上(添加剤投入方法の設備改善(混合機)投資による5%削減)2月中完 ・粉碎品(input)の均質化(10t混合機)による5%の削減	2	
		原料の異物混入		購入原料の品質向上	・なかなか徹底していただけない。 ・自社で分別技術がない。	・購入先に依頼し続ける。 ・分別技術の開発・実行。		
	EC	熱エネルギー		微粉碎化による押出の効率化 押出ヒーターの加熱手法の見直し		・粉碎原料の余熱 せん断時の洗浄での湯の利用		

表 11-3 改善検討項目一覧表

上記の改善項目検討を実施した結果、プロジェクトメンバーからは以下のような意見をいただいた。

- ・ 粉碎工程におけるひげ粉(廃棄物)は月間 6 トン程度生成されており、廃棄物として処分されている。ひげ粉生成量は粉碎機の刃具状態によるところが大きい。刃具交換は、システム

コストの増加に繋がる対策であるが最適交換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。

- ・ 倉庫に長期間滞留している原料、仕掛品、完成品【これを中間在庫品と定義】は製造業にとって大きな問題である。中間在庫品を今回は負の製品と見て、月末在庫の10%と想定して見た。200トンの月間保管料（システムコスト：60万円）削減、及び適正販売による正の製品による売上増加を目指すべきである。
- ・ 混合押出工程における添加剤は非常に高価な材料で、現状は月間5トン程度の投入量である。これは同工程における調合手法の改善により、添加剤の投入量の抑止（マテリアルコスト削減）が図れる。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るので、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。

### (9)今後の取組みに向けて

今回 MFCA に取り組んでみて、プロジェクトメンバーからは以下のような感想をいただいた。

- ・ 製造現場における負の製品に対する意識改善の契機となった。
- ・ 製造現場において工程毎のコスト意識の強化に努めている当社にとって、今回の取組は大きな成果である。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たい。
- ・ 現場でも漠然としていた「中間在庫品」について、今回明確に定義されたことにより経営上の影響度を把握できた。
- ・ 工程の受払関係が曖昧になりがちな「リサイクル生産現場」において、全体的な関係性が明確になった。今後はさらに細分化をして、商品種類ごとの関係性を明確化したい。
- ・ 【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。

また、今後は、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利用し、今回の経験を活かして循環型社会づくりの一翼を担って行きたいとの感想をいただいた。

### (10)インターンの感想

全国的にも珍しい、リサイクル企業としての導入事例とのことであつたが、市場では廃棄物となるものを原材料にして有価物を製造するという意味では製造業としての考え方に近い形での適用が可能であることが今回の導入実証事業でわかつた。原材料調達時のコストが市況により有償の場合もあれば、無償の場合もあるとのことで、マテリアルコストの設定には注意が必要であるが、物量は安定的にラインに流れており、それらのマテリアルロスの状況を MFCA で明確にすることだけでも大変意義のあることである。

今回の実証事業では「MFCA 簡易計算ツール」を使用したがる、昨年と比較してもまだまだ改良の余地があると感じた。

昨今の景気状況で環境対策に後ろ向きの企業が出てくるケースも多くなる可能性があるが、見えないコストを見える化する MFCA は環境対策に活用できるのはもちろんのこと、コストの面からも企業体力の増強に有用なツールであり、昨今の厳しい経営環境の中でこそ、その存在意義がクローズアップされてくるものと考えられる。

(以上)