

(マテリアルフローコスト会計 MFCA 事例集の表紙見開き)



(次のページから、マテリアルフローコスト会計 MFCA 事例集の「はじめに」、続いて「目次」、「本文」が入ります)

はじめに

環境管理会計手法の一つであるマテリアルフローコスト会計（MFCA）は、ドイツで開発され、2000年に日本に紹介されて以来、その手法や効果について研究が行われるとともに、企業への導入が進んできました。その結果、MFCAは原材料のロスを見える化し、「環境負荷低減」と「企業の経営効率向上」を同時に実現する手法であると高く評価され、近年急速に普及しています。

経済産業省は、MFCAの国際標準化を推進し、先進的な環境管理会計の普及を図ることで、世界各国の共通の課題である環境と経済の両立の実現に貢献したいと考えており、2007年、関係者のご協力の下、日本からMFCAの国際標準化をISO/TC207に提案し、その結果、2008年、TC207/WG8（MFCA）が創設されました。

TC207/WG8は、議長・国際幹事を我が国が務め、2011年のISO14051(MFCA)発行に向け議長国として活動しています。これまでに我が国で培われたMFCAの優良導入事例を国内外に広く周知し、その有効性の理解を深めてもらうため、経済産業省委託「平成21年度低炭素型環境管理会計国際標準化事業（マテリアルフローコスト会計導入実証・国内対策等事業）」の一環として、この日本語版、そして英語版のMFCA事例集を作成しました。このMFCA事例集では、日本におけるサービスも含めた幅広い分野から分かりやすい事例を選び、収録しています。

また、本事例集の作成にあたっては、経済産業省委託「平成21年度低炭素型環境管理会計国際標準化事業（マテリアルフローコスト会計導入実証・国内対策等事業）」の事業委員会の皆様の指導、助言を受けました。本事業の事業委員会は、次の委員で構成されています。（委員名は、50音順に記載）

2010年 3月

経済産業省 産業技術環境局 環境政策課 環境調和産業推進室

委員長	國部 克彦	神戸大学大学院 経営学研究科 教授 ISO/TC207/WG8 議長
委員	圓川 隆夫	東京工業大学大学院 社会理工学研究科経営工学専攻 教授
	河野 裕司	東和薬品株式会社 生産本部生産管理部 次長
	喜多川 和典	財団法人 日本生産性本部 エコ・マネジメント・センター長
	立川 博巳	プロファームジャパン株式会社 代表取締役社長 ISO/TC207/WG8 国際幹事補佐
	中畠 道靖	関西大学 商学部 教授 ISO/TC207/WG8 日本代表エキスパート
	沼田 雅史	積水化学工業株式会社 生産力革新センター モノづくり革新センター部長
	古川 芳邦	日東電工株式会社 ガバメントリレーション部 サステナブル・マネジメント推進部長 ISO/TC207/WG8 国際幹事
	水口 剛	高崎経済大学 経済学部・経済学科 教授
	村田 有	経済産業省 産業技術環境局 環境政策課 環境調和産業推進室長
	吉川 雅泰	独立行政法人 中小企業基盤整備機構 経営基盤支援部長

目次

I. 本事例集の見方	1
II. 製造業の事例	7
事例 1. 日東電工株式会社	8
事例 2. 積水化学工業株式会社	10
事例 3. 株式会社スミロン	12
事例 4. 東洋インキ製造株式会社	14
事例 5. 田辺三菱製薬株式会社	16
事例 6. キヤノン株式会社	18
事例 7. テイ・エス・コーポレーション株式会社	20
事例 8. 株式会社片桐製作所	22
事例 9. 株式会社三ツ矢	24
事例 10. 光生アルミニウム工業株式会社	26
事例 11. 清水印刷紙工株式会社	28
事例 12. グンゼ株式会社	30
事例 13. 弘進ゴム株式会社	32
事例 14. 株式会社津梁	34
事例 15. 株式会社光大産業	36
III. 非製造業の事例	39
事例 16. JFE グループ	40
事例 17. グンゼ株式会社	42
事例 18. 株式会社近江物産	44
事例 19. サンデン株式会社	46
事例 20. コンビニエンスストア A	48
IV. 製造業 サプライチェーンの事例	51
事例 21. サンデン サプライチェーンチーム	52
事例 22. パナソニックエコシステムズ サプライチェーンチーム	54
事例 23. 奥羽木工所 サプライチェーンチーム	56
V. 巻末資料	59
「マテリアルフローコスト会計導入ガイド(Ver.3) 第1章」より引用	60

I. 本事例集の見方

1. 事例集の目的

経済産業省は、企業の環境と経済を両立させる環境管理会計手法のマテリアルフローコスト会計（以下、MFCAという。）を世界に普及するために、MFCAの国際標準化を推進している。MFCAの国際標準化は、ISO/TC207（※1）に対して日本から提案を行って承認され、2008年にISO/TC207内にMFCAの規格を検討するWG8（※2）が設立された。現在、ISO14051として2011年の規格発行を目指して準備作業が進行している。その中で、MFCAの国際的な普及には、我が国で培われたMFCAの優良導入事例の周知が必要との認識の下、世界でのMFCA普及のツールにするために、この事例集を制作した。

また、本事例集巻末には、2009年3月に経済産業省が発行した「マテリアルフローコスト会計導入ガイド（Ver.3）」より、「第1章 マテリアルフローコスト会計の概要」を引用し、掲載している。MFCAの基本的な考え方、用語について説明がなされており、MFCAに初めて接する方は、こちらの巻末資料に目を通していただきたい。

※1 ISO/TC207

国際標準化機構（International Organization for Standardization）の、「環境マネジメント」についての技術委員会（Technical Committee）の1つ。

※2 WG8

TC207のワーキンググループ（Working Group）の1つ。MFCAの国際標準化に取り組んでいる。

2. 掲載事例

MFCAは、モノ作りにおける資源生産性向上のツールとして開発された。そのため、日本では製造業における導入事例が多く存在する。製造業での導入事例に加え、その展開の事例として、複数企業のサプライチェーンを通してMFCAを導入した事例も存在する。また、近年では、物流、工事、流通サービスといった製造業以外の業種、分野での適用も始まっている。

本事例集には、これらの多くの事例の中から、製造業の事例、サプライチェーンでの事例、物流、工事、流通サービスなど、幅広い業種・分野での最新事例、分かりやすい事例を選び掲載している。

これらの事例の特徴を、本章の「4. 事例企業のリスト」、「5. 事例の特徴」に整理した。MFCAの導入を考えている業種・プロセスにおける検討の参考にしていただきたい。

3. 各事例の構成

各事例は、「1. 企業情報」、「2. MFCA導入対象の製品・工程とその特性」、「3. マテリアルロスの記述」、「4. MFCA計算結果」、「5. MFCA導入結果からの改善の着眼点」、「6. 成果と今後の課題」により構成されている。以下、各項目について簡単に述べる。

1) 企業情報

その企業をイメージしやすくするため、企業概要の情報（製品、従業員数、売上金額、資本金など）を紹介している。

2) MFCA導入対象の製品・工程とその特性

MFCAの対象製品とその製造工程を紹介し、その製造特性とともに、物量センターの設定など、MFCA適用の考え方を解説している。

非製造業の事例の場合には、製造工程はないため、その適用対象範囲と特徴を紹介している。

3) マテリアルロスの記述

使用するマテリアル及びそのロスを記述している。同時に、エネルギーコスト、システムコストについても、その計算の考え方を紹介している。

4) MFCA 計算結果

実際の MFCA の計算を行った結果を示している。また、MFCA の計算結果から気づいたこともコメントしている。

5) MFCA 導入結果からの改善の着眼点

MFCA の分析結果からの改善の着眼点、改善策について紹介している。

6) 成果と今後の課題

MFCA 導入、展開の成果、今後の展開の計画、その際の課題等を記述している。

4. 事例企業のリスト

表 1 に、本事例集に掲載した 23 事例の企業を、事例集分類、業種、従業員数区分を整理して記載した。業種については、東京証券取引所の業種別分類を参考に分けている。

それぞれの企業の事例企業の規模が分かるよう、従業員数の区分も載せた。こちらは、従業員数の規模を「100 人未満」、「100 人～999 人」、「1000 人以上」の 3 区分で分けている。

なお備考欄には、特筆すべき MFCA 適用の特徴と、MFCA での表彰の記録を載せている。

・事例集分類について

事例集分類は、MFCA 適用分野として、製造業、非製造業、サプライチェーンに区分した。

- 製造業分野の事例は、製造業における企業、工場単位での MFCA 適用事例である。
- 非製造業分野の事例は、サービス、工事、物流など、製造以外の分野の MFCA 適用事例である。
- サプライチェーンの事例は、複数の企業間で MFCA を適用し、企業間で協力して改善に取り組んだ事例である。

表 1. 事例企業リスト

MFCA事例集分類	企業名	業種	従業員数区分	備考
製造業	日東電工(株)	化学	1,000人以上	※3 環境効率アワード2007 特別賞マテリアルフローコスト会計部門受賞
	積水化学工業(株)	化学	1,000人以上	※3 環境効率アワード2008 特別賞マテリアルフローコスト会計部門受賞
	(株)スミコン	化学	100人～999人	
	東洋インキ製造(株)	化学	1,000人以上	
	田辺三菱製薬(株)	医薬品	1,000人以上	※3 環境効率アワード2006 特別賞マテリアルフローコスト会計部門受賞 ・2007年10月1日 田辺製薬と三菱ウェルファーマが合併し、田辺三菱製薬株式会社発足(本事例および上記賞の受賞時は、田辺製薬株式会社)
	キヤノン(株)	電気機器	1,000人以上	※3 環境効率アワード2006 特別賞マテリアルフローコスト会計部門受賞
	テイ・エス・コーポレーション(株)	電気機器	100人未満	
	(株)片桐製作所	輸送用機器	100人～999人	
	(株)三ツ矢	金属製品	100人～999人	
	光生アルミニウム工業(株)	金属製品	100人～999人	
	清水印刷紙工(株)	バルブ・紙	100人未満	
	グンゼ(株)	繊維製品	1,000人以上	
	弘進ゴム(株)	ゴム製品	100人～999人	
	(株)津梁	食料品	100人未満	
	(株)光大産業	その他製品	100人未満	※3 環境効率アワード2009 特別賞マテリアルフローコスト会計部門受賞
非製造業	JFEグループ JFEエンジニアリング(株) JFE技研(株) JFEテクノリサーチ(株)	鉄鋼等	1,000人以上	
	グンゼ(株)	繊維製品	1,000人以上	
	(株)近江物産	その他サービス	100人未満	
	サンデン(株)	機械	1,000人以上	※3 環境効率アワード2009 特別賞マテリアルフローコスト会計部門受賞
	コンビニエンスストアA	小売業	100人未満	
サプライチェーン	サンデン サプライチェーンチーム サンワアルテック(株) サンデン(株)	機械 機械	100人未満 1,000人以上	
	パナソニックエコシステムズ サプライチェーンチーム パナソニックエコシステムズ(株) 日本産業資材(株)	電気機器 化学	1,000人以上 -	※4 2008年度サプライチェーン省資源化モデル大賞受賞
	奥羽木工所 サプライチェーンチーム (株)奥羽木工所	その他製品	100人～999人	※5 2008年度グリーンサプライチェーン賞受賞 ※3 環境効率アワード2009 特別賞マテリアルフローコスト会計部門受賞
	みよし工業(有)	金属製品	100人未満	

※3「環境効率アワード」

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

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

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

5. 事例の特徴

以下に、各事例が対象とした分野を解説する。それぞれの分野の説明の後には、事例企業を記している。実際にMFCAを導入する際の参考としていただきたい。

成型加工

樹脂、金属などの原材料を成形加工後に、ランナーなどの端材が負の製品となることが多い。生産品種の切り替え時にも、別の負の製品が生じるが、多品種少量生産化されるとそれが増加しやすい。

事例企業：日東電工（株）、積水化学工業（株）、（株）スミロン、東洋インキ製造（株）

弘進ゴム（株）、パナソニックエコシステムズサプライチェーンチーム

機械加工

金属、樹脂、ガラス、木材など各種材料に対し、プレス、切断、旋盤、フライス、研磨などの加工を施す。端材、切粉などの負の製品を生む。

事例企業：キヤノン（株）、テイ・エス・コーポレイション（株）、（株）片桐製作所、光生アル

ミニウム工業（株）、（株）光大産業、サンデンサプライチェーンチーム、奥羽木工

所サプライチェーンチーム

化学反応プロセス

化学反応を含んだ化学製品の製造プロセス。反応や精製などにおいて、不純物や収率ロスなどの負の製品が生じやすい。

事例企業：田辺三菱製薬（株）

表面処理

メッキ、熱処理、塗装、洗浄などの表面処理。処理される物は、ロスにはなりにくい。ただし処理用の材料（メッキ液、塗料、洗浄液など）から、多くの負の製品が発生する。

事例企業：（株）三ツ矢

繊維製品

ブランド、デザイン、色、サイズなど、非常に多品種の製品になる製造プロセス。後ろの工程の裁断工程は、多くの端材が生じる。また、流行の変化による工場や流通経路上にある原材料や製品が不良在庫化することもあり、こうした在庫の処分による負の製品も比較的生じやすい。

事例企業：グンゼ（株）

紙加工

紙などへの印刷と、印刷前の用紙材料の加工、印刷後の裁断加工などで構成されるプロセス。裁断

加工時に負の製品が生じやすい。多品種少量生産化している業種であり、品種の切り替え時にも負の製品が生じやすい。

事例企業：清水印刷紙工（株）

物流

商品物流においては、顧客に向かっている物の流れと、返品、返送など、ロスとみなされる物の流れがある。「顧客に向かう物の流れ」、「返品など顧客に向かわない物の流れ」から考え、その環境負荷と、コスト面のロスを明確にすることが求められる。

事例企業：グンゼ（株）

工事

MFCA での正の製品、負の製品というマテリアルとコストの分類概念以外に、目的工事、目的外工事という分類概念を設けて、ロスを定義する。

事例企業：JFE グループ

リサイクル

リサイクルビジネスには、材料、仕掛品の量、価格が変動する、在庫の処分が発生することがあるという特徴がある。工程のロスを量・金額から正確に把握することで、経営の実態をつかむことが可能となる。

事例企業：（株）近江物産

クリーニングサービス

サービスを実施する側の視点の MFCA、サービスを受ける側の視点の MFCA という、2つのアプローチが考えられる。

事例企業：サンデン（株）

流通サービス

流通・販売においては、売れ残りによる廃棄／返品というロスと、売り切れによる販売機会損失というロスが存在する。MFCA では、特に、売れ残りロスを物量とコストで見える化する。

事例企業：コンビニエンスストア A

6. 用語の説明

この事例集の中で使用している MFCA に関する主な略語について、ISO14051 の規格原案での定義を参考に、簡単に説明する。

QC (Quantity Center) : 物量センター

インプット（投入材料等）とアウトプット（製品・廃棄物等）を、物量単位と貨幣単位で測定するために選択した工程上の一部分。

MC (Material Cost) : マテリアルコスト

物量センターで、使用及び消費、またはそのどちらかに資するマテリアル（直接材料・間接材料）の費用。

EC (Energy Cost) : エネルギーコスト

物量センターで、オペレーションを稼働させるために使用されるエネルギーの費用。

SC (System Cost) : システムコスト

物量センターで、マテリアルコスト、エネルギーコスト及び廃棄物処理コスト以外に発生する費用。労務費・減価償却費等が該当。

II. 製造業の事例

事例 1. 日東電工株式会社

- エレクトロニクス用粘着テープの製造工場における MFCA の導入事例 -

1. 企業情報

日東電工（株）は、粘着技術や塗工技術などの基盤技術をベースに、シートやフィルム状のものに様々な機能を付加し、液晶用光学フィルムや自動車用部品など、グローバルに幅広い分野で数々の製品を作り出している。

MFCA については、2000 年に日本で初めてのモデル企業として導入し、本手法の有効性を実証し、「MFCA」から「企業の意思決定までのフロー」を実証して、本手法の成功事例を世に示した。

- ・従業員数：28,640 名（連結 2009 年 3 月 31 日）
- ・売上金額：5,779 億円（連結 2009 年 3 月期）
- ・資本金：267 億円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

エレクトロニクス用粘着テープを対象製品とし、製造ラインに MFCA を導入した。

(2) 製造工程と物量センター

- ・この製品は、基材、粘着材、セパレータの 3 層構造でできている。
- ・下図のように、溶解、バッチ配合、塗工+加温、切断、検品・包装の 5 工程で製造する。
- ・日東電工では、受注から出荷にいたる物と情報をトータルに管理する「日々動態管理システム」を独自に開発し、生産管理および月次決算に活用している。このシステムの主要な生産・管理工程単位に、材料のフロー（イン、アウト、歩留まり等）を管理しているので、その後のデータ収集の観点より、そのシステムの管理工程単位を物量センターとした。

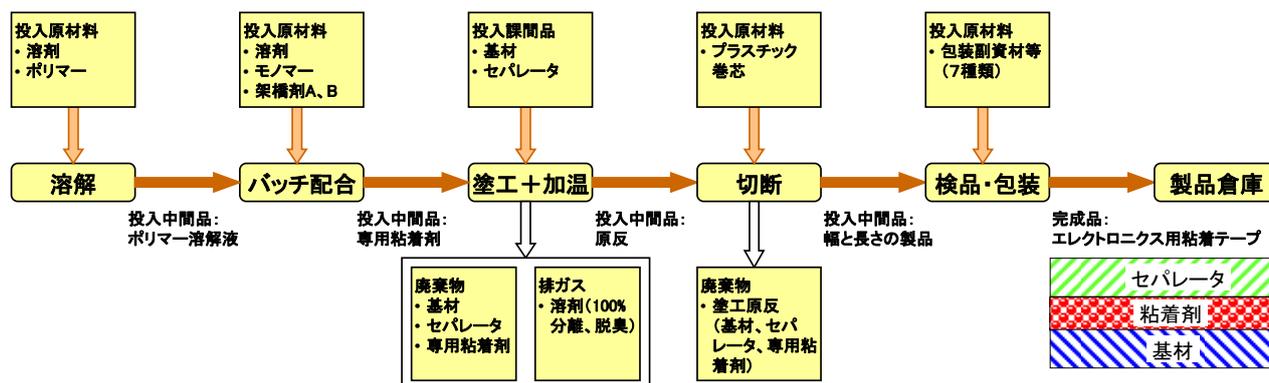


図 1.1 物量センター毎のインプット/アウトプット

3. マテリアルロスの記述

各工程のロス

- ・塗工+加温工程では、基材、セパレータ、専用粘着剤が廃棄物になる。また、前工程で投入された溶剤は、分離、脱臭、回収し再利用している。
- ・切断工程でも、前工程の中間品「塗工原反」の端材などのロス部分が廃棄物になる。

4. MFCA 計算結果

(1) MFCA コスト評価 (全工程)

表 1.1 マテリアルフローコストマトリックス

コスト分類	マテリアル	エネルギー	システム	廃棄物処理	合計
製品へのフロー 「正の製品」	¥2,499,944 (68.29%)	¥57,354 (68.29%)	¥480,200 (68.29%)	—	¥3,037,498 (67.17%)
廃棄物へのフロー 「負の製品」	¥1,160,830 (31.71%)	¥26,632 (31.71%)	¥222,978 (31.71%)	¥74,030 (100%)	¥1,484,470 (32.83%)
合計	¥3660,774 (100%)	¥83,986 (100%)	¥703,178 (100%)	¥74,030 (100%)	¥4,521,968 (100%)

(2) 伝統的 P/L と MFCA との比較

表 1.2 伝統的 P/L と MFCA ベースの P/L の比較 (*印は、公表用に架空の数値に変更。)

マテリアルフロー P/L (単位：円)		伝統的 P/L (単位：円)	
売上*	15,000,000	売上*	15,000,000
正の製品原価	3,037,498	・売上原価 ・良品(製品)原価	4,521,968
負の製品原価	1,484,470	—	—
売上利益	10,478,032	売上利益	10,478,032
販売管理費*	8,000,000	販売管理費*	8,000,000
営業利益	2,478,032	営業利益	2,478,032

MFCA をもとに作成した P/L では、売上原価 (= 正の製品の製造原価) が 3,037,498 円、廃棄物原価 (= 負の製品の製造原価) が 1,484,470 円になる。伝統的 P/L では、売上原価が単独で 4,521,968 円、この売上原価には不透明な形で廃棄物原価が含まれていると考えられる。

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

MFCA の集計をもとに「廃棄物・ロスの発生原因分析」及び「改善施策」を実行し、約 10% の改善が認められた。しかしさらなる改善・改革の余地があり、改善施策を実施しつつ、設備投資アセスメントを並行して行った。その結果、製造プロセスを抜本的に見直し、本格的な設備投資を決定し、さらなる改善・改革にチャレンジしている。

表 1.3 MFCA 適応の結果と、目標

コスト分類	2001年度	2004年度	2010年度(目標)
正の製品	68%	78%	90%
負の製品	32%	22%	10%
合計	100%	100%	100%

6. 成果と今後の課題

MFCA は、以下 2 点の経営判断に有効な手法、マネジメントツールになる。

- ・どの製造工程で改善、改革が必要か、課題と解決策が明確になる。
- ・的確な設備投資及び設備投資額の確保が可能になる。

この事例では、MFCA を企業の意思決定ツールに採用し、企業の改善施策と設備投資に 7 億円を投入し、正に、「MFCA」から「企業の意思決定までのフロー」を実証し、本手法の成功事例を世に示した。現在、日本で 200 を超える企業が本手法を導入するまでに至り、その普及・拡大に貢献している。

事例 2. 積水化学工業株式会社

- 住宅から化学製品まで幅広い製品を作り出している化学品製造会社での、34 事業所全体への MFCA 導入展開事例 -

1. 企業情報

積水化学工業（株）は、住宅から化学製品（樹脂から樹脂加工製品）まで、幅広い製品を作り出している。製品開発から、生産・販売、および使用後の廃棄段階に至るあらゆる活動において環境に配慮し、製品を通じて環境に貢献する取組を進めている。

MFCA を「廃棄物ゼロ」「不良ゼロ」「クレームゼロ」「生産性 N 倍」に向けたモノづくり革新活動のモニタリングツールに位置づけ、2004 年度からモデル事業所を中心に MFCA の導入をスタートしている。住宅カンパニー、環境・ライフラインカンパニー、及び高機能プラスチックカンパニーの製造工場に MFCA を展開し、2008 年時点で、全国の 34 事業所に MFCA を展開している。

- ・従業員数：19,742 名（連結）
- ・売上金額：9,324 億円(連結 2009 年度)
- ・資本金:1,000 億 200 万円

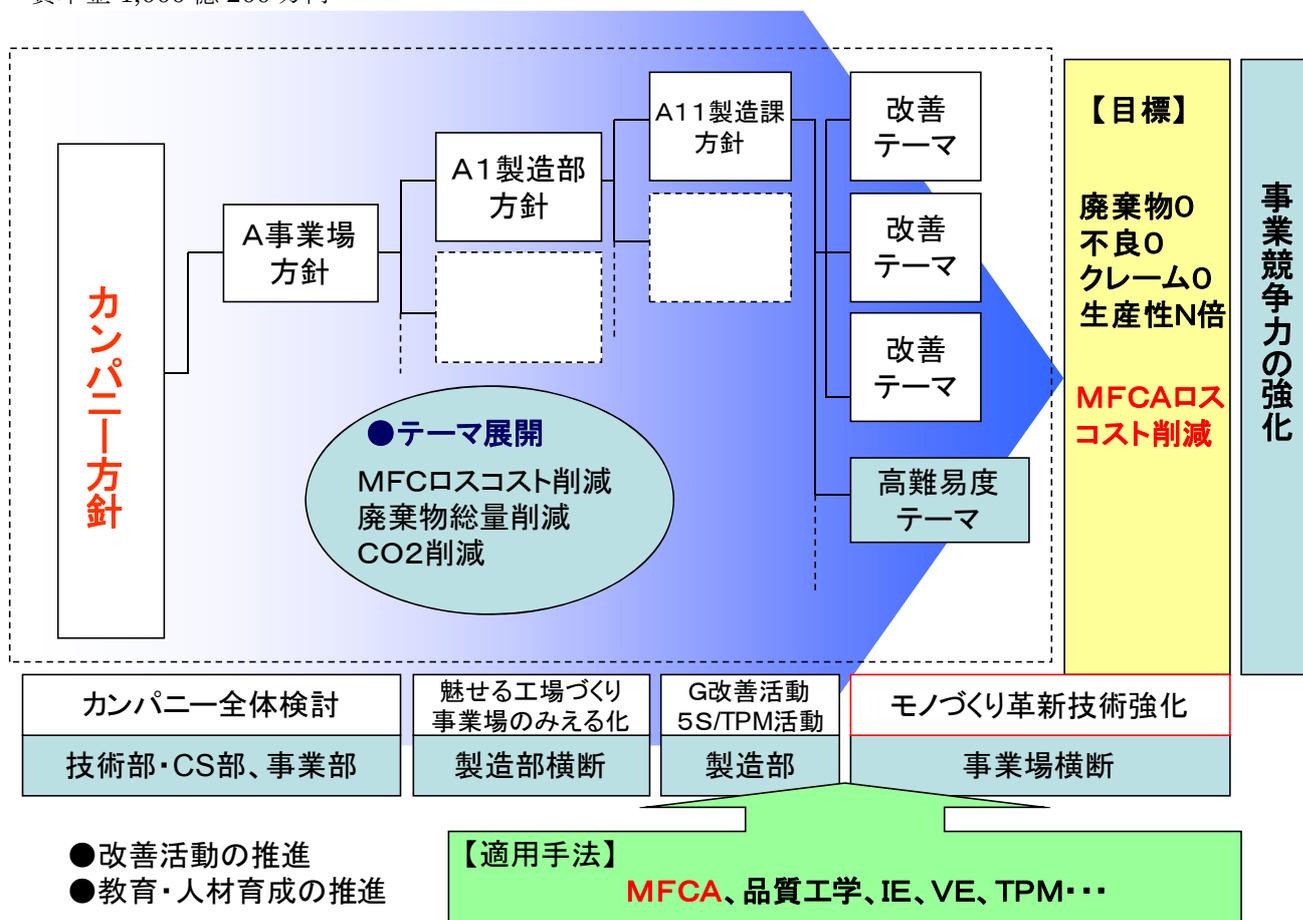
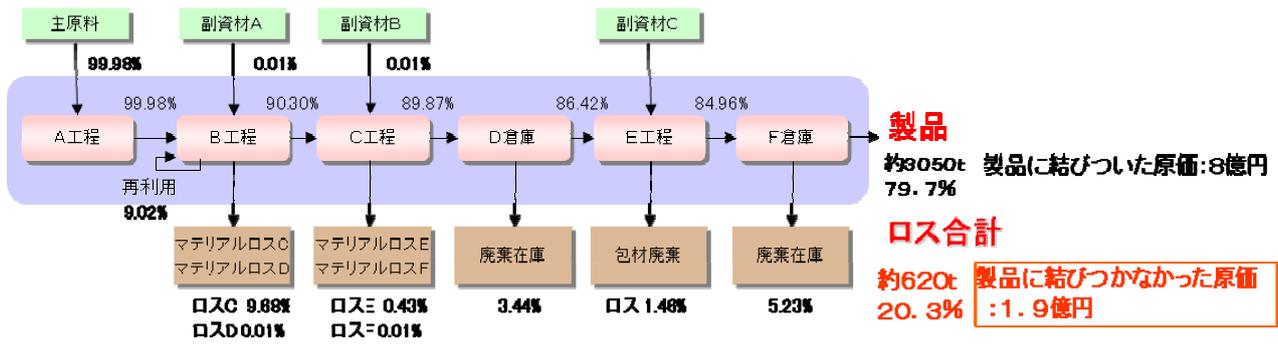


図 2.1. MFCA の全社展開の描写

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

これらの工場では、ユニット住宅、化学品（樹脂の素材、樹脂加工品）などを製造している。加工工程だけでなく、在庫のロスも含めて、MFCA の計算、分析を行っている。

製造ライン別MFCA分析(工程別に分析)



3. 成果と今後の課題

積水化学グループ全体で、2006年から2008年の3年間でロスコスト50億円削減の目標を設定した。成果としては、目標の1年前倒しで53億円のロスコスト削減が実現でき、2008年度末では累計72億円のロスコスト削減を達成した。同時に、廃棄物発生量の総量が11%削減でき、原材料の有効活用につながっている。住宅施工現場改善及び、海外事業所での取組が今後の課題である。

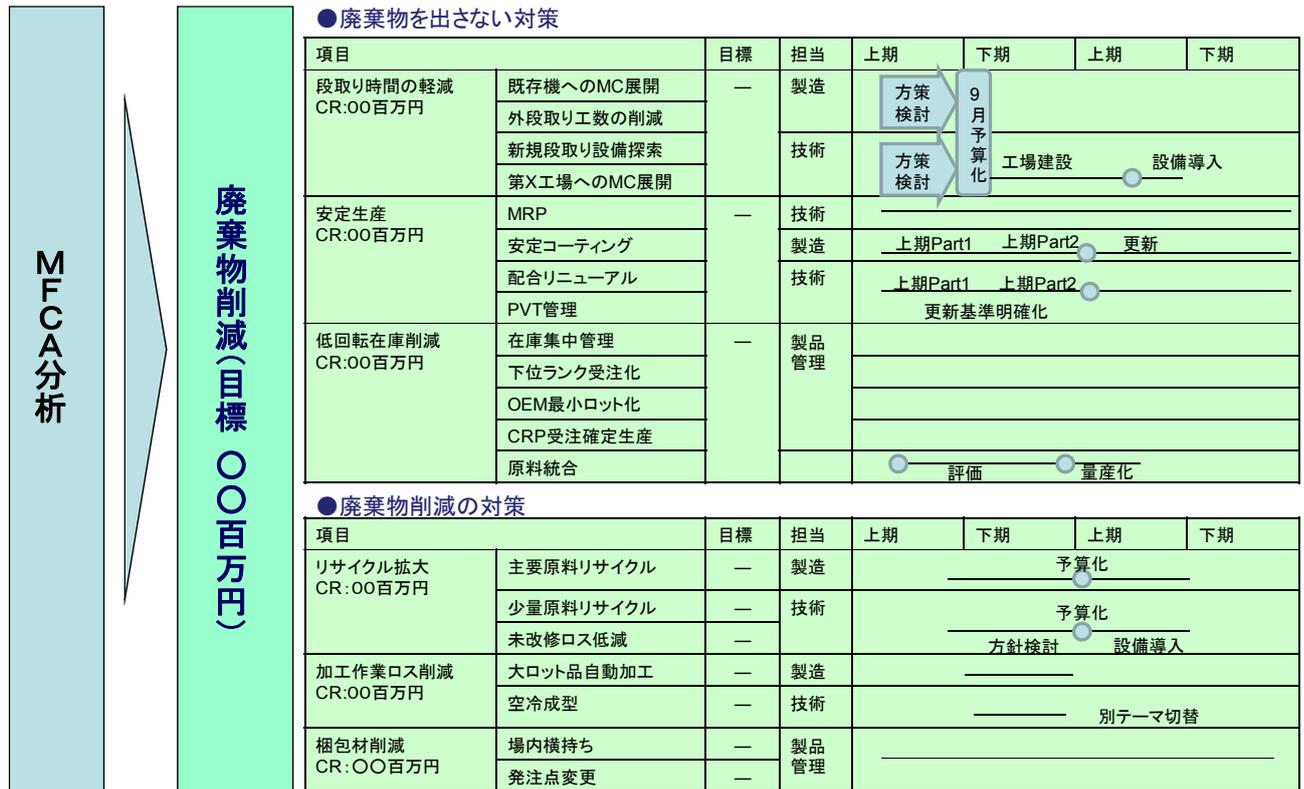


図 2.3 MFCA 活動の概要 (製造部事例)

事例 3. 株式会社スミロン - 工業用粘着テープ製造会社での事例 -

1. 企業情報

建材・金属板用表面保護フィルム、自動車塗膜保護フィルム、光学用部材保護フィルム、機能性保護フィルム、粘着マット、電子部材用クリーニングテープなどに使われる工業用粘着テープを製造している。

- ・従業員数：140名（2009年8月31日）
- ・売上金額：61億円（2007年度）
- ・資本金：9600万円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

建材・金属板用表面保護フィルム、自動車塗膜保護フィルム、光学用部材保護フィルム、機能性保護フィルム、粘着マット、電子部材用クリーニングテープなどに使われる工業用粘着テープの製造工程を対象に MFCA を適用する。

(2) 製造工程と物量センター

配合の工程では、PE フィルムに塗布させる粘着剤の配合を行う。次に塗工工程において、PE フィルム基材に粘着剤を塗布させ、巻き取り工程を経た後に、エージング工程において、粘着剤を PE フィルムに定着させる。粘着剤が定着した塗布済みフィルムはいったん半製品倉庫で保管された後に、塗布済みフィルムを積み重ねていく工程である積層工程に投入され、積層された後に適切な大きさにカットされる。これらのカットされた積層済みマットにラミネート工程において保護フィルムと両面テープを貼った後、裁断工程において製品としてのサイズに再びカットされ、梱包され出荷される。

作業期間及びデータ収集の手間、作業員が行っている作業単位を考え、「粘着剤配合」「塗工・エージング」「検査」「半製品倉庫」「積層・ラミネート・裁断」の5つの物量センターに集約した。

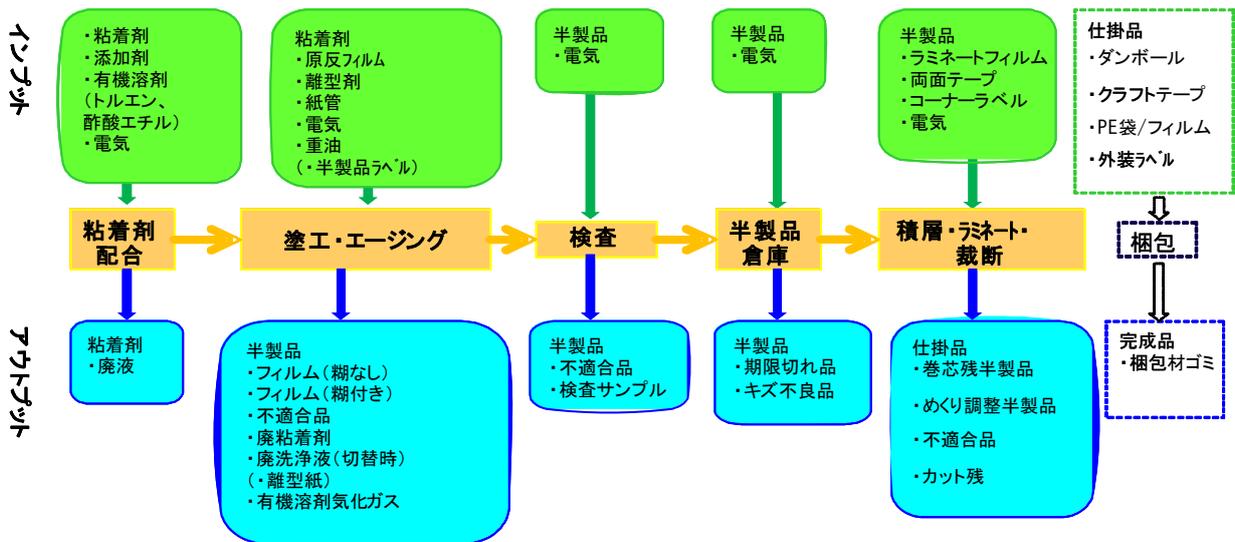


図 3.1 物量センター毎のインプット/アウトプット

3. マテリアルロスの記述

(1) 各工程のロス

- ・粘着剤配合工程：粘着剤、廃液
 - ・塗工・エージング工程：フィルム（糊なし、糊付き）、不適合品、廃粘着剤、有機溶剤気化ガス
 - ・検査工程：不適合品、検査サンプル
 - ・半製品倉庫：期限切れ品、傷不良
 - ・積層・ラミネート・裁断：巻芯残、めくり調整、不適合品、カット残
- 投入コストの 31.2%がマテリアルロス（負の製品）である。

(2) MFCA データ定義

- ①主材料：粘着剤、原反フィルム、半製品

- ②副材料：添加剤、ラミネートフィルム、両面テープ、コーナーラベル
- ③補助材料：有機溶剤、離型剤、紙管

4. MFCA 計算結果

マテリアルフローコストマトリックスにあるように、マテリアルコストの減少に焦点を当てる必要があることが明らかになった。

また、マテリアルロスのコストが 31.3%から 27.5%に削減可能であるとわかった。

表 3.1 マテリアルフローコストマトリックス（単位：円。公表用に架空の数値に変更。）

	マテリアル コスト	システム コスト	エネルギー コスト	廃棄処理 コスト	計
良品	40300000	2700000	8900000		51900000
	53.3%	3.6%	11.8%		68.7%
マテリアルロス	16600000	1600000	5400000		23600000
	22.0%	2.1%	7.1%		31.2%
廃棄／リサイクル				90000	90000
				0.1%	0.1%
小計	56900000	4300000	14300000	90000	75590000
	75.3%	5.7%	18.9%	0.1%	100.0%

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

MFCA 計算の結果、マテリアルコスト削減を重点に活動する必要があることがわかった。

塗工・エージング工程での、「溶剤配合量の適正化による有機溶剤気化ガスを削減」、「2 種類ある塗工の中を 1 つにすることで切替によるマテリアルロスの削減」、「フィルム厚の薄膜化」の 3 つの改善に取り組むことで、改善後のコストの見積もりを行った結果、負のコストが 31.2%から 27.5%に削減されることがわかった。

6. 成果と今後の課題

検討された 11 の改善策のうち、改善効果が高く、技術的にも比較的取り組みやすい 3 つの対策を施した場合を仮定し、MFCA 計算モデルのパラメータを変更し、改善後のコストの見積もりを行った結果、負のコストが 31.2%から 27.5%に削減されることがわかった。

MFCA に取り組んでみて、全てのロスが工程ごとに明らかとなった。特にマテリアルコストだけではなく、システムコスト、エネルギーコストの見えないコストが明らかになったことに非常に意義があった。また、製品 1 m²あたりの製品コストが明確になった。MFCA 計算ツールを利用することにより、投資と効果のシミュレーションを行うことが可能となった、などの効果があった。

今回は 1 つの工場での取組であったが、全社的な取組へと活動を広げ、さらなる環境調和型経営の推進を行っていく予定である。

事例 4. 東洋インキ製造株式会社

- プラスチック用着色ペレットの製造における MFCA 導入事例 -

1. 企業情報

印刷インキ及び関連機器、缶用塗料、樹脂、粘接着剤、接着テープ、顔料、プラスチック用着色剤、インクジェットインキ、LCD カラーフィルター用材料などの開発・製造・販売を行っている。安全管理・環境保全を最重要課題として掲げており、全社で取り組んでいる省エネ省材の推進としての、製造段階でロスを徹底的に排除する活動と目的が合致しているため、MFCA を導入した。

- ・従業員数：2,123 名（単体）、6,860 名（連結）
- ・売上金額：2,398 億 1,400 万円（連結 2008 年度）
- ・資本金：317 億 3,300 万円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

ペレット状着色剤を対象製品とし、ロットサイズ 500kg 以上の大口製造ラインを対象とした。

(2) 製造工程と物量センター

- ・「顔料各色の混合」、「押出成型」、「検査」、「充填」の 4 工程からなる「押出成型工程（QC1）」と、生産終了時に毎回必要となる押出成型機を洗浄する「切替工程（QC2）」からなる。（図 4.1 参照）
- ・押出成型工程の中の 4 つの工程は、連続的に作業が実施されるので、まとめて 1 つの物量センターとする。

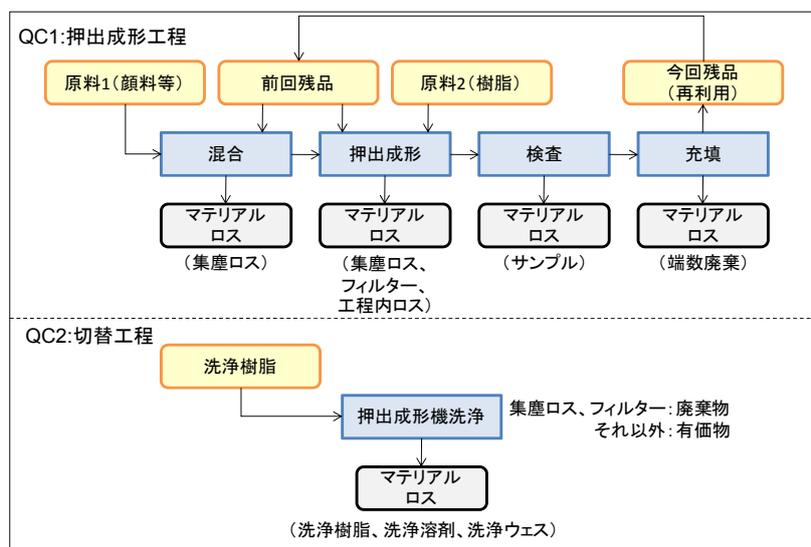


図 4.1 物量センター毎のインプット／アウトプット

3. マテリアルロスの記述

(1) 各工程のロス

- ・混合工程：集塵ロス
- ・押出成型：集塵ロス、フィルター、工程内ロス
- ・検査工程：サンプル
- ・充填工程：端数廃棄
- ・切替工程：洗浄樹脂、洗浄溶剤、洗浄ウェス

(2) MFCA データ定義

- ・原料配合割合、原料単価、前回残品の仕込み量、仕込合計量（残品入り）、仕上合計量（残品入り）、今回残品量、端数廃棄量、サンプル量、加工時間、切替時間は、各製品毎の実測値を使う。
- ・集塵ロス量、工程内ロス量、洗浄樹脂量、洗浄用材料、洗浄ウェス量は、工程全体からの按分データを使う。
- ・システムコスト（SC）：労務費、減価償却費、その他経費、配賦費。正のコストは、押出成型工程の 95%のうち正の製品部分、負のコストは、押出成型工程の 95%のうち負の製品部分＋切替工程分。
- ・エネルギーコスト（EC）：電力費。押出成型工程を 95%、切替工程を 5%と一定割合にした。

4. MFCA 計算結果

(1) ロス物量の表と説明

マテリアルロス、押出成型の直接材料では 2.2%で、間接材量、および切替工程含めても 2.7%と比較的少ないことが判明した。

・QC1:押出成形工程

投入した原料、前回残品のうち、97.8%が正の製品となり、2.2%が負の製品（今回残品、集塵ロス、サンプル、端数廃棄、工程内ロス）となっている。

投入した間接材量である、フィルターは、100%が負の製品となっている。

・QC2:切替工程

洗浄樹脂、洗浄溶剤、洗浄ウェスは、100%が負の製品となっている。

(2) MFCA コスト評価（全工程）

負の製品割合は 7.2%で、この内訳は、マテリアルコスト (MC) :2.0%に対し SC:5.1%と SC の方が大きい。

表 4.1 マテリアルフローコストマトリックス

	マテリアル コスト	エネルギー コスト	システム コスト	廃棄処理 コスト	リサイクル 売価	コスト 合計
良品 (正の製品)	77.4%	1.7%	13.7%			92.8%
マテリアルロス (負の製品)	2.0%	0.1%	5.1%			7.2%
廃棄/リサイクル				0.1%	0.0%	0.0%
合計	79.3%	1.8%	18.8%	0.1%		100.0%

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

切替時間、歩留まり率、製造時間（加工速度）の改善を考えるため、ロット毎のデータを詳細に分析した。

切替時間が 9H 以上の 10 製品についてその原因を調査したところ、すべて分解洗浄しており、その理由は濃色⇒淡色への切替であった。予備部品の準備、まとめ生産の計画化により改善する。

ロットサイズが約 1t 以下の製品では、歩留まり率が特に低くなり、この中での 2 製品は、押出成形機のフィルター交換が頻繁に発生していた。まとめ生産の計画化、先行サンプルにおける顔料検査により改善する。

加工速度が低い原因は、樹脂の粘度や顔料濃度である。加工速度を上げると安定生産が難しくなり、廃棄物の増加に繋がる。設備性能を改善する。

6. 成果と今後の課題

今回対象とした製造ラインは、従来からロスはそれほど多くないと認識していたが、MFCA を活用した分析により、「切替時間」、「歩留まり率」、「加工速度」といった改善の着眼点を見出すことができた。洗浄樹脂などの MC や廃棄物中の SC と EC の無駄に気付くことができた。

今後は、改善と投資採算性の効果予測、ロスへの意識改革、各種管理活動の MFCA による 1 本化、工程異常への対応、改善が必要な課題と優先順位の明確化、製品ごとの原価設定、ラインの LCA 解析への活用として取り組みたい。MFCA に関しては、今回の対象ラインだけでなく、他の工場、ラインへの展開も検討されている。今後の課題としては、MFCA の入力作業が現状の日常管理や原価管理入力と重ならないよう、システム面の工夫が必要。また、システムコストロスは、直ぐに効果が出ない場合があるので注意が必要である。

事例 5. 田辺三菱製薬株式会社 - 医薬品製造会社での、多品種少量生産での事例 -

1. 企業情報

田辺三菱製薬（株）は、医療用医薬品、ヘルスケア製品を中心とする医薬品の製造・販売を行っている。

2007年10月1日 田辺製薬と三菱ウェルファーマが合併し、田辺三菱製薬（株）が発足した。本事例は、田辺製薬（株）時代のものになる。

- ・従業員数：10,030名（連結 2009年3月末）
- ・売上金額：4,147億5,200万円（連結 2008年度）
- ・資本金：500億円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

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

(2) 製造工程と物量センター

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

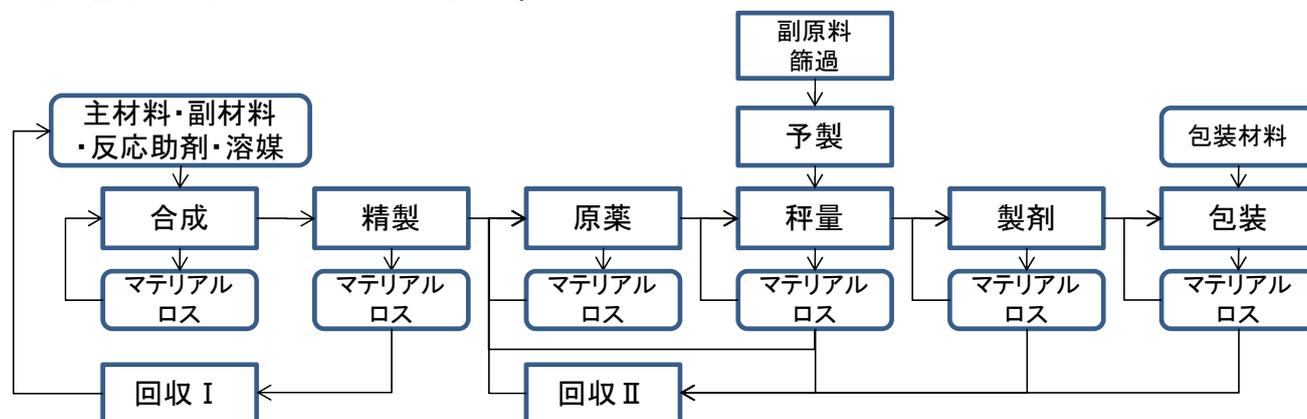


図 5.1 物量センター毎のインプット/アウトプット

3. マテリアルロスの記述

(1) 各工程のロス

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

(2) MFCA データ定義

①マテリアルコスト：分子量計算による理論値と実績値の差額をマテリアルロスとして計算。ただし、全額ロスになるものは個別に直接把握。

②エネルギーコスト：部門別使用量を物量センター（工程）にマシンアワーで配賦した後、ロスを原材料の重量比で把握。

③システムコスト

- ・労務費：物量センター（工程）別にマンアワーで認識し、ロスを原材料の重量比で把握。
- ・設備費：機械装置の減価償却費と修繕費を対象とし、設備費をマシンアワーで物量センター（工程）別に配賦。その後、ロスを下記計算式で把握。

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

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

④廃棄物処理コスト：廃棄物処理コストは廃液処理量・廃液焼却量により、物量センター別に計上。

4. MFCA 計算結果

(1) MFCA コスト評価 (全工程)

表 5.1 マテリアルフローコストマトリックス (単位：千円)

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

(2) 物量センター毎の MFCA コスト評価

表 5.2 物量センター別マテリアルフローコストマトリックス (単位：千円)

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

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

MFCA 分析の結果、廃棄物処理コスト並びに原材料ロスの大きい工程が特定できた。

(合成工程の廃棄物処理コスト 126 百万円)、(合成～原薬までの製薬工程のマテリアルロス 285 百万円)

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

(1) 廃棄物処理方法見直しによる経済効果

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

(2) クロロホルム大気排出量削減の大幅達成 (環境自主行動計画)

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

(3) 二酸化炭素排出量の大幅削減 (環境自主行動計画)

廃棄物処理方法の見直しにより、廃液焼却処理を完全廃止したことから二酸化炭素排出量を 2,328 トン/年削減した。これは、環境自主行動計画に掲げる 1990 年度比 10% 削減目標量 (5,647 トン/年) の 41% を占めている。

6. 成果と今後の課題

上記導入事例から、MFCA 手法がロス発見に極めて有効な手法であり、企業利益と環境負荷削減を両立させることが可能な実践的環境経営ツールであることが実証された。MFCA 導入時の最大の課題は MFCA 計算の困難さである。これを克服すべく 2004 年 2 月に基幹業務システム SAP R/3 によるシステム化を行い、大阪工場・小野田工場・田辺製薬吉城工場(株)の全品目・全容量に対する MFCA 計算の自動化を行った結果、全社展開が可能となった。しかしながら、合併による社内対象事業所の範囲拡大や仕入先等サプライチェーンへの展開など解決すべき課題は残っている。

事例 6. キヤノン株式会社 - レンズ生産工場における MFCA 導入事例 -

1. 企業情報

キヤノン（株）は、複写機、プリンター、スキャナ等の事務機器や、カメラ、光学機器等を製造している。

国内の生産拠点に加え、海外拠点に MFCA の導入を開始し、国内 16 事業所、海外 9 事業所に導入している。原材料サプライヤーにも MFCA を導入していく“協働”プロジェクトを 2005 年から実施しており、技術の革新により、サプライヤーと双方の環境負荷低減、コストダウンを実現している。

- ・従業員数：25,412 名（単独 2008 年 12 月 31 日現在）
- ・売上金額：27,210 億 9,400 万円（2008 年度）
- ・資本金：1,727 億 4,600 万円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

- ・一眼レフカメラ、放送用 TV カメラ用のレンズを対象製品とし、その硝材メーカーと、レンズ製造工程を対象工程とした。
- ・硝材メーカーにおいて、硝材製造時：くりぬき加工方式、プレス加工方式、ともに、多くの材料のロスが発生している。
- ・工場でのレンズ加工時：くりぬき材の場合は約 50%、プレス材の場合も約 32% の材料が削られて、廃棄物になっていた。また同時に、切削油・研磨材料などの補助材料も多用し、それも廃棄物になっていた。

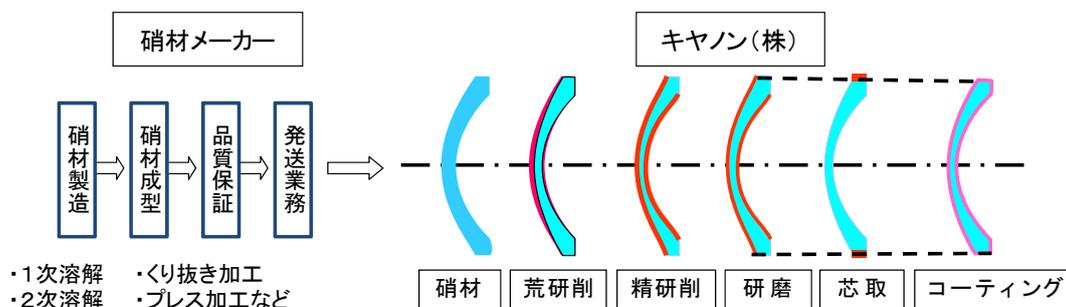


図 6.1 物量センター毎の加工

3. マテリアルロスの記述

以下のようなマテリアルロスが含まれる。

- ・硝材メーカーのくりぬき加工で発生する切削屑、研削屑及び端材、プレス加工で発生する切削屑、研削屑
- ・ガラスの加工工程（荒研削、精研削、研磨、芯取）で発生するスラッジ
- ・補助材料（スラッジに含まれて排出される）

上記のマテリアルロスの重量は、投入マテリアルの重量の 32% を占める。

4. MFCA 計算結果

従来の歩留まり管理と、MFCA の分析の結果の比較

(1) 従来の歩留まり管理

- ・プレス材：良品率 99%（ロス 1%）
- ・くりぬき材：良品率 98%（ロス 2%）

(2) MFCA 分析

- ・負の製品比率（プレス材）：32%
- ・負の製品比率（くりぬき材）：47%

従来の管理では、投入数量と出来高数量の差異（仕損品）で、ロスを全部原価で評価していた。MFCA により、ロスの金額はこれよりもはるかに大きいことが分かった。

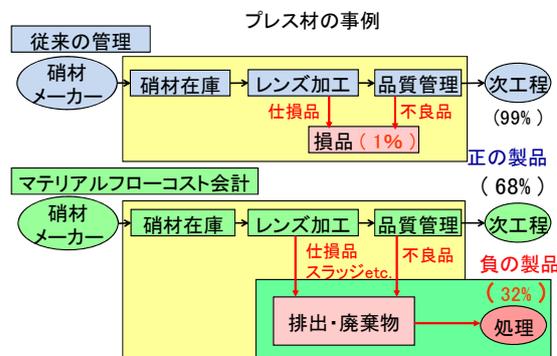


図 6.2 従来の管理と MFCA による管理の比較

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

硝材メーカーも同時に MFCA 分析を行い、そのマテリアルロス情報を共有化しながら連携して研削しる削減を推進

- ・プレス材でのニアシェイプ化（一眼レフカメラ用レンズ）
- ・くりぬき材からプレス材に変更（放送用TVカメラ用レンズ）

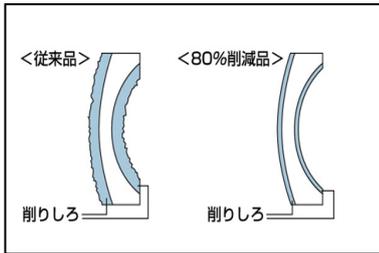


図 6.3 ニアシェイプのイメージ

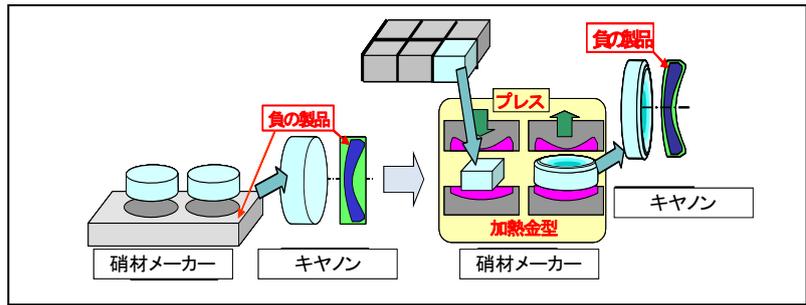


図 6.4 くりぬき材からプレス材への変更

6. 成果と今後の課題

MFCA 導入による改善効果（従来からの比較：放送用 TV カメラレンズのプレス材化の例）として、以下の結果が導かれた。

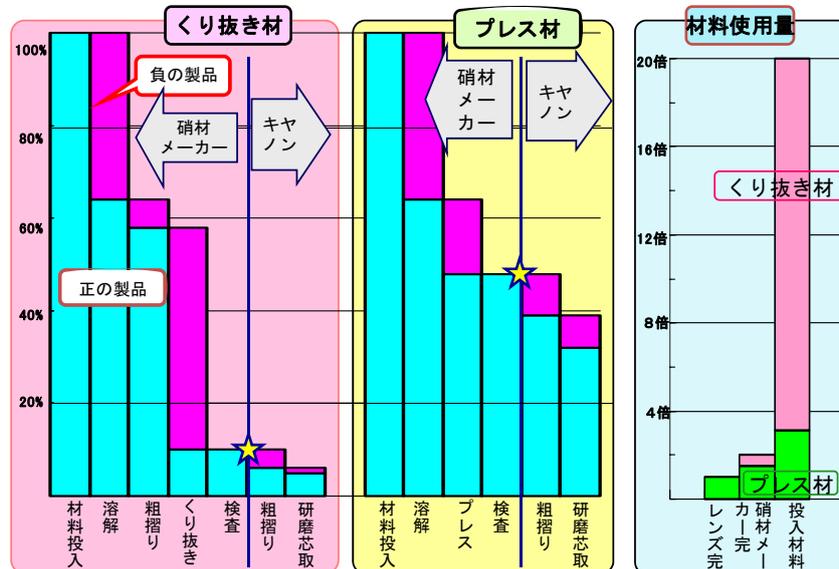


図 6.5 従来からの比較：放送用 TV カメラレンズのプレス材化の例

(1) 硝材メーカーでの成果

原材料使用量を 85%削減、使用エネルギーを 85%削減、廃棄物を 92%削減した。投入資源、エネルギー、スラッジ排出物の削減といった環境面での効果と、原材料購入費の削減、エネルギー費用削減等による、大幅なコストダウン（コスト競争力の大幅向上）といった経済効果を得た。その他、材料投入作業（高温作業）の減少など、現場作業の負荷軽減も実現することができた。

(2) キヤノン（株）

スラッジ発生量を 50%削減、研削油使用量を 40%削減、研削砥石使用量を 50%削減した。投入資源、エネルギー、水使用量、そしてスラッジ排出物の削減により、環境面での効果と、購入価格の低減、工数の削減、補助材料購入費の削減、スラッジ、廃油、廃液処理費用の低減による、経済的効果を得た。更に、スラッジ処理作業、研削砥石交換回数の減少など、現場作業の負荷軽減も実現することができた。

(3) サプライチェーンでの改善成果

キヤノン（株）と硝材メーカーの間で、お互いにロス情報を共有し、協力して解決に取り組むことで、環境面、コスト面、技術面で成果を上げ、市場での優位性において Win-Win の関係を実現することができた。

事例 7. テイ・エス・コーポレーション株式会社 - 中小企業、多品種小ロット受注生産での事例 -

1. 企業情報

テイ・エス・コーポレーション(株)は精密板金・プレス加工、ユニット・装置組立を行っている。環境経営への取組として、第三者認証環境マネジメントシステムであるエコステージ（ステージ1）を2006年6月に認証取得（認証番号 EST-104）しており、環境保全・対策へ積極的な活動を展開している。

- ・従業員数：47名（2007年）
- ・資本金：2,040万円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

主要原材料となるステンレス鋼（板厚 1.5mm）の製造工程の中の板金外形・成形加工、曲げ加工工程。

(2) 製造工程と物量センター

- ・抜き作業：穴として抜かれた金属片は、材質別に集めてリサイクル業者引渡しとしている。
- ・ばらし作業：製品部分を抜かれた端材は、材質別に集めてリサイクル業者引渡しとしている。なお、端材について十分に面積が確保できる場合は、再度、抜き作業に回す場合がある。
- ・仕上げ作業：ばらし作業後に、材料板とのつなぎ部分などに残る出っ張りをヤスリ等でバリ取りをする作業。微細な金属粉が発生する。
- ・物量センターは、「抜き加工」と「仕上げ加工」とした。

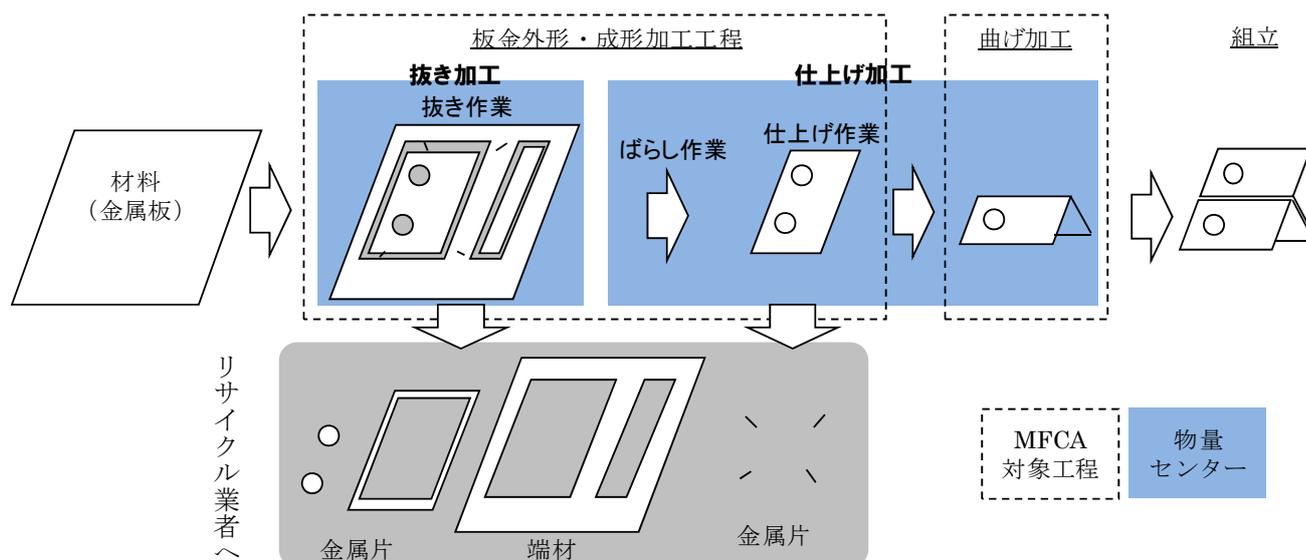


図 7.1 物量センター毎のインプット/アウトプット

3. マテリアルロスの記述

(1) 各工程のロス

- ・抜き加工、仕上げ加工：金属片、端材

(2) MFCA データ定義

- ・主材料の原材料板のみを計算対象とした。
- ・原材料板の使用枚数の比率で按分し、対象品種のシステムコスト、エネルギーコストを算出した。
- ・小ロット多品種での受注生産では、通常、1枚の板から複数種類の製品を抜いて加工することから、製品に着目してMFCAを行う場合、製品1つあたりの原材料量を特定することが難しい。そのため、インプットとなる原材料に着目し、主要原材料となるステンレス鋼（板厚 1.5mm）単位でマテリアルフローを追跡することとした。

4. MFCA 計算結果

MFCA 計算の結果、負の製品コストは投入コストの約 40%を占めており、そのうちの 60%以上がマテリアルコストであった。また、マテリアルコストの大半は、抜き加工の段階で発生していることが明らかとなった。正の製品の出来高物量は投入材料の 60%弱と計算され、導入企業が実証実験前に抱いていた歩留り感覚より悪い結果が得られた。

これまで、ネスティング（板金から複数製品を抜くためのレイアウト設定）の設計指示書毎には把握されていた歩留率について、総量で改善していくという発想がなかった。MFCA でトータルの歩留率を把握できた。

表 7.1 マテリアルフローコストマトリックス（単位：千円。公表用に架空の数値に変更。）

	マテリアルコスト	エネルギーコスト	システムコスト	廃棄処理コスト	計	リサイクル売価	計
良品	132	16	156		305		305
	27.3%	3.4%	32.4%		63.1%		65.4%
マテリアルロス	113	8	57		178		178
	23.4%	1.7%	11.8%		36.9%		38.2%
廃棄/リサイクル				0	0	-17	-17
				0.0%	0.0%	-3.7%	-3.7%
小計	245	24	214	0	483		466
	50.8%	5.0%	44.2%	0.0%	100.0%		100.0%

コスト項目	抜き	仕上げ
新規投入コスト計	386.0	96.9
（廃棄処理コストを除く）		
新規投入MC	245.1	0.0
新規投入SC	123.6	90.9
新規投入EC	17.3	6.9
前工程コストの引継ぎ計	0.0	208.2
引継ぎMC	0.0	132.2
引継ぎSC	0.0	66.7
引継ぎEC	0.0	9.3
工程毎の投入コスト計	386.0	305.1
（廃棄処理コストを除く）		
投入MC	245.1	132.2
投入SC	123.6	156.6
投入EC	17.3	16.3
正の製品コスト計	208.2	304.8
正の製品MC	132.2	132.1
正の製品SC	66.7	156.5
正の製品EC	9.3	16.2
負の製品コスト	177.8	0.3
負の製品MC	112.9	0.1
負の製品SC	56.9	0.2
負の製品EC	8.0	0.0
廃棄処理コスト	0.0	0.0
副製品、リサイクル材料売上		
売却価格	17.0	0.0

図 7.2 データ付きフローチャート（単位：千円。公表用に架空の数値に変更。）

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

トータル歩留り率を改善するために、ネスティングに対するチェック体制や、リピート品の先行作成の検討、複数製品をどのまとまりでネスティングすると効率的か、受発注とのタイミングで作成スケジュール調整がどこまで可能か等の、業務全般に渡る改善方法について検討を始めている。

6. 成果と今後の課題

MFCA 適用のメリットは、これまでネスティング設計指示書毎に歩留率を把握していたのに対し、トータル歩留り率向上という明確な目標設定が可能となり、その目標の下で、個々の従業員が各々の立場から改善案を提示し合える土壌ができてきたことである。

一方、MFCA 適用の課題は、①多岐に渡る材料の購入量あるいは使用量の種類別把握、②ネスティング設計指示書からの転記作業にかかる人件費削減のための、NC タレットパンチ機械からの自動データ出力システム改修検討である。

事例 8. 株式会社片桐製作所 - 冷間鍛造製品の製造工程における MFCA 導入事例 -

1. 企業情報

冷間鍛造技術を使った、精密冷間鍛造及び二次加工を行い、自動車部品の製造、その他精密冷間鍛造部品の製造、超砥粒工具製造・販売を行っている。MFCA 導入の狙いは、①工程改善・コスト削減の指標とすること、②ISO9001、ISO14001 の方針で掲げている、品質 UP、省資源、省エネルギーといった目標に結び付け、資源の有効活用、生産性向上、品質向上の課題抽出を行うこと の 2 点である。

- ・従業員数：260 名
- ・売上金額：450,000 万円(2007 年度)
- ・資本金：7,000 万円(2007 年度)

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

AT SOL 用ハウジングの製造工程を対象製品とする

(2) 製造工程と物量センター

・約 4m の棒材から百数個の材料を丸のこで切断する「切断工程」、それぞれ 3 回繰り返す「焼鈍」・「潤滑」・「鍛造」工程、客先図面寸法に切削を行う「切削工程」、協力会社での「熱処理、メッキ工程」、社内での「検査、出荷（梱包）」工程からなる。

・3 回繰り返し行われる「焼鈍」、「潤滑」、「鍛造」工程は、違う処理場所でそれぞれに歩留まりが発生するが、ロスは少ないと考えられ、同一の物量センターとして扱う。

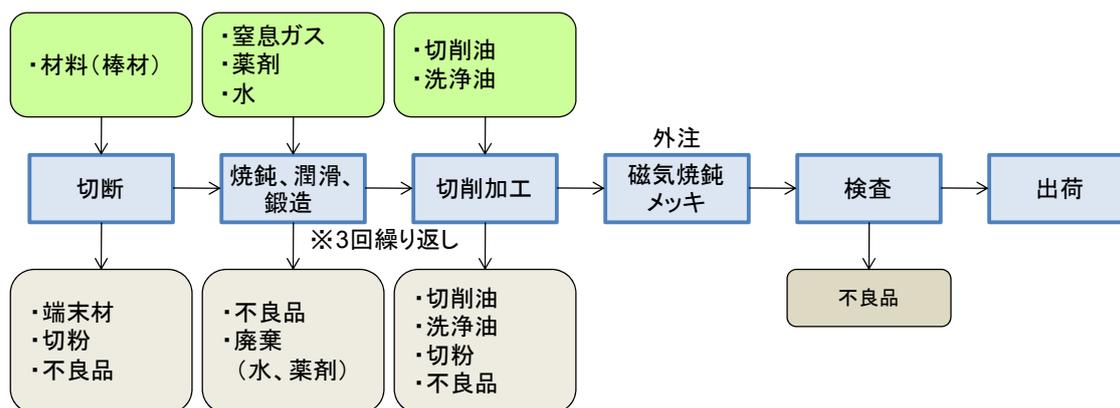


図 8.1 物量センター毎のインプット/アウトプット

3. マテリアルロスの記述

(1) 各工程のロス

- ・切断工程：棒材の端材、切粉、不良品
- ・焼鈍工程：不良品
- ・潤滑：水、薬剤、蒸気
- ・鍛造：不良品
- ・切削加工：洗浄油、切粉、不良品
- ・検査：不良品

(2) MFCA データ定義

- ・切断工程における端材量は、1 本からとれる素材数と、切断後から使用本数を割り出し、廃棄量を算出。
- ・焼鈍、潤滑処理は、他の部品も処理しているため、処理数より、時間と廃棄量を算出。
- ・切断の切削油・切断刃、焼鈍の窒素ガス、潤滑処理（ボイラー）用の A 重油、鍛造の金型、切削加工の切削工具は、システムコストとして扱う。
- ・エネルギーコストである電力費は、工場全体で集計されており、主要設備台数に応じて比例配分し算出。
- ・電力量消費の大きい焼鈍は、対象製品処理数により算出。

4. MFCA 計算結果

(1) ロス物量の表と説明

表 8.1 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、「QC3」切削加工工程であり、25%がロスになっている。次にロスが多いのは、「QC1」切断工程で、約 8%のロス率である。

表 8.1 マテリアルのアウトプット量

MC項目分類	項目名	単位	QC1	QC2	QC3	QC4	QC5	
			切断	焼鈍、潤滑 処理、成型	切削工程	外注	検査・出荷	
(正の製品)	次工程良品	良品の物量	Kg	38603.5	345487.9	26841.1	27793.7	27535.2
(負の製品)	排出物、廃棄物	水、薬剤、切削油、 洗浄油などの物量	Kg	16.2	1591.9	723.0	0.0	0.0
	有価廃棄物	主材の物量	Kg	3569.3	69.7	9396.1	0.0	139.1

(2) MFCA コスト評価（全工程）

表 8.2 から、負の製品マテリアルコスト（MC）が大きなロスになっていることがわかる。

表 8.2 マテリアルフローコストマトリックス（単位：千円）

	マテリアル コスト	エネルギー コスト	システム コスト	廃棄処理 コスト	計	リサイクル 売価	計
良品	15,683.0	893.4	13,404.4		29,980.9		29,980.9
(正の製品)	42.6%	2.4%	36.4%		81.5%		84.6%
マテリアルロス	4,674.3	322.4	1,697.6		6,694.3		6,694.3
(負の製品)	12.7%	0.9%	4.6%	0.0%	18.2%	0.0%	18.2%
廃棄/リサイクル				110.3	110.3	-1,331.2	-1,220.9
				0.3%	0.3%	-3.8%	-3.4%
小計	20,357.3	1,215.8	15,102.1	110.3	36,785.4		35,454.2
	55.3%	3.3%	41.1%	0.3%	100.0%	0.0%	96.4%

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

負のコストが高い、「切削工程」と「切断工程」の改善を中心に考える。

(1) 切削工程

切削工程のロスのうち、負の MC の 85%強が切粉である。一般には、鍛造形状と切削完成形状を極力同じ形にするよう成形方法を改善すれば、切削工程での切粉が少なく、材料歩留まりも良くなるが、今回は実施しない。①鍛造での工程や焼鈍、潤滑処理工程も増え、コスト UP の可能性がある、②切削代を少なくすれば、鍛造肌残りが増加する可能性がある、③鍛造形状を変更することで材料組織、部品の性能が変化し、顧客のニーズにそぐわなくなる場合もある、の 3 つの理由のためである。

(2) 切断工程

切断工程では、切粉の削減と、端材の削減の 2 つの方向性で改善を実施。切粉の削減では、刃物の厚みを薄く変更。切粉が 21%削減されると予想される。端材の削減では、端材の再利用を実施。端材が改善前に比べ 69%減と予想される

6. 成果と今後の課題

今回の MFCA 導入により、①全ての投入コスト、正の製品コスト、負の製品コストが明確になった、②工程ごとの負のコストの内訳も明確になった、③改善内容を直ぐにシミュレーションすることができる、そして、④問題個所が見える化されるという効果が出た。

今後は、まず、今回の対象製品の改善項目への対応とまとめを行いたい。工程改善、コスト削減を行い、資源の有効活用、生産性向上、品質向上を実現する手段として、他工程にも取り入れたい。更には、ISO14001 での環境負荷軽減にも結びつけられるように計画中である。将来的には、設計段階での活用にも結び付けたい。

事例 9. 株式会社三ツ矢 - めっき工程における MFCA 導入事例 -

1. 企業情報

金、銀、ニッケル等のめっき加工処理を行っている。IT デバイス、次世代エネルギー、次世代モータリゼーション、環境技術などの先端技術に必要な不可欠になっているめっき加工において、常に最先端の技術に挑戦し続けている。また、環境保全への取組も積極的に取り組んでいる。

今回は、金属の単価が比較的安価なため、あまり改善されてきていなかったニッケルめっき工程の改善を進めるために、MFCA を導入する。

- ・従業員数：299 名
- ・売上金額：43 億 9,000 万円（2007 年度）
- ・資本金：1,500 万円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

めっき加工においては、めっきの対象となる製品はロスとなることはめったになく、めっき材料を対象と考える。今回は、ニッケルめっきを対象とし、その工程を対象とする。

(2) 製造工程と物量センター

めっき処理、水洗（すくい出し）、検査の工程からなる。めっきされずに、水と一緒に流れるニッケルを把握、改善するため、全体を 1 つの物量センターとして MFCA を導入する。

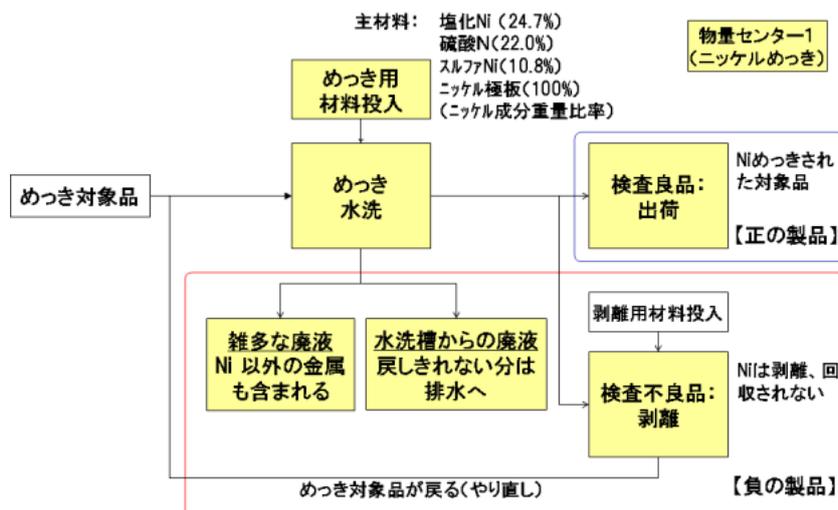


図 9.1 物量センター毎のインプット／アウトプット

3. マテリアルロスの記述

(1) 各工程のロス

- ・検査不良品から剥離されるニッケル。
- ・廃液に含まれるニッケル。
- ・ニッケルメッキに必要な塩酸、ホウ酸、光沢材、水などの間接材料。

(2) MFCA データ定義

- ・マテリアルコスト (MC)：剥離液の処理費用はマテリアルコストとして計算する。
- ・システムコスト (SC)：設備の償却費は、0 とする。
- ・エネルギーコスト (EC)：電力料金のみとする。

4. MFCA 分計算結果

(1) ロス物量の図と説明

「排出物、廃棄物」が 429kg と一番大きい。このロスの元は、ニッケルめっきに必要な塩酸、ホウ酸、光沢材、水などの間接材料と、投入されたニッケルの内、負の製品となった物量である。

表 9.1 マテリアルのアウトプット量のフロー図（公表用に架空の数値に変更。単位 kg）

ニッケルめっき	Output材料の物量値	
	正	負
製品めっき中のニッケル	71.7	
次工程良品計	71.7	
工程内リサイクル		0.0
排出物、廃棄物		429.0
有価廃棄物		0.0
負の製品 計		429.0

(2) MFCA コスト評価（全工程）

SC の割合が大きい。MC に着目すると、投入コストの内 8.4 千円が負の製品コストとなっている。また、廃棄物処理コストとして、5.5 千円かかっている。

表 9.2 マテリアルフローコストマトリックス（公表用に架空の数値に変更。単位 1000 円）

	マテリアル コスト	システム コスト	エネルギー コスト	廃棄処理 コスト	計
良品	16.5	343.5	23.3		383.3
	3.1%	65.4%	4.4%		73.0%
マテリアルロス	8.4	119.8	8.1		136.3
	1.6%	22.8%	1.5%		26.0%
廃棄／リサイクル				5.5	5.5
				1.0%	1.0%
小計	24.9	463.3	31.4	5.5	525.1
	4.7%	88.2%	6.0%	1.0%	100.0%

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

SC がマテリアルロスの 88% を占めるが、これは、水と一緒に流れていくニッケルにかかる SC が按分されたものである。そのため、MC に着目する。

MC の内、8.4 千円がマテリアルロスになっているが、これは、水洗処理でそのまま廃液に移動しためっき材料の合計である。廃液として流れたニッケルは全てロスであり、毎月 8.4 千円をニッケル工程だけで捨てていることがわかった。また、この分のロスは、廃棄物処理コスト（5.5 千円）と合わせて考える必要がある。

ニッケル材料として、水洗槽に流れていったものをいかに減らすかが、材料ロスと廃棄物処理コストを減らすことにつながる。

6. 成果と今後の課題

今回の結果から、水洗槽に流れるニッケルをいかに減らすかが課題であることがわかったが、これは、他のめっき材料にも言えることであり、工場全体の排水系のありかたとしてとらえるべき問題である。設備投資の面から検討を進めたい。

今回、部分的な計算にとどめた水は、めっき工程では、めっき液の濃度調整や水洗処理等、重要であり、今後の計算では、総合的に評価するのが望ましい。

MFCA は、他のラインにも適用できるため、改善策、費用対効果の検討の際には、全体的な視点での横展開を行いたい。

事例 10. 光生アルミニウム工業株式会社

- 自動車用アルミホイールの製造工程における MFCA 導入事例 -

1. 企業情報

自動車用アルミホイール、自転車・オートバイ重要保安部品、各種機器及びその部品の販売を行っている。今回 MFCA を導入した工場は、1990 年に開設し、現在は、アルミホイール生産拠点のマザー工場として各自動車メーカーへの純正ホイール及びアフターホイールの製造を行っている。

ロスの詳細な把握により、少人化、生産性向上、品質向上への課題抽出をし、無駄を排除した工程改善、コスト改善と、資源の有効活用によるエネルギーコストの削減による環境活動の推進のために、MFCA を導入した。

- ・従業員数：349 名
- ・資本金：1 億 9,950 万円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

ある機種を対象に、アルミホイール製造全工程を対象とする

(2) 製造工程と物量センター

- ・溶解、鋳造、切断、切削、圧検・外検、バランス検査、塗装、外観検査、出荷工程からなる。
- ・溶解工程は、専用溶解炉設備にて各手許炉にて容湯を配湯している共通の工程である。
- ・各工程を物量センターとする。

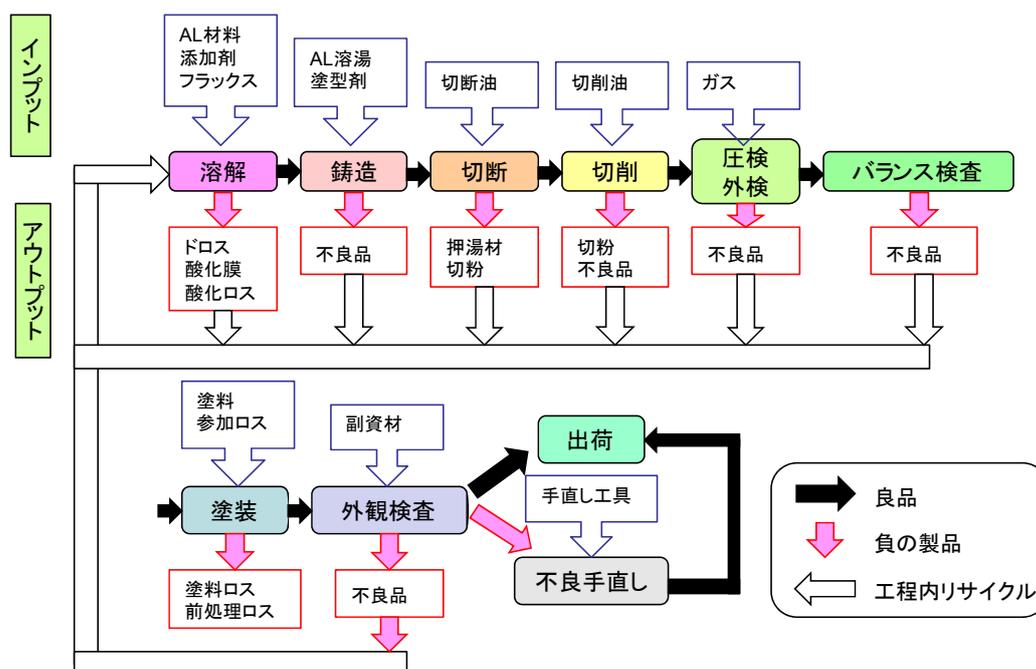


図 10.1 物量センター毎のインプット／アウトプット

3. マテリアルロスの記述

(1) 各工程のロス

- ・廃棄物：添加剤ロス、塗料ロス、副資材、補助材料
- ・工程内リサイクル：酸化膜、酸化ロス、押湯材、切粉、不良品

(2) MFCA データ定義

- ・溶解工程を除く各工程の投入数量、出来高数量は、それぞれの 1 個当たりの重量を掛け算した。溶解工程は、共通設備のため、各投入材料を総配湯重量に対象ライン比率と対象機種生産比率を掛け、計算した。
- ・アルミ材料に関しては、基準単価を使い、他機種でも流用する材料に関しては、実際に使用した材料の重量コスト情報に基づき、対象機種の生産比率で生産按分した値を用い計算を行った。
- ・溶解工程で発生する酸化アルミは回収され、外注にて処理し、再生材として INPUT 材料の 1 つになる。

4. MFCA 分計算結果

(1) ロス物量の表と説明

負の製品物量は 135t に対して、工程内リサイクル物量は、117t であり、約 87%に相当する、これらの工程内リサイクル品の発生量を低減させる取組の重要性がわかった。

表 10.1 マテリアルのインプット量/アウトプット量

製品正(+)のトータル	MC項目分類	項目名	単位	QC1	QC2	QC3	QC4	QC5	QC6	QC7	QC8	QC9	QC10
				溶解	鑄造	切断	切削	圧検・外検	バランス検査	塗装	外観検査	不良手直し	出荷
	次工程良品	良品の物量	Kg	224635.6	231710.5	40278.5	30759.1	47256.2	31606.0	38601.7	28793.7	37309.8	99587.7
負の製品(トータル)	工程内リサイクル	アルミ材料のリサイクルの物量(不良品、切粉、押湯材など)	Kg	0.0	770.0	40790.4	69917.8	638.0	3817.0	0.0	1529.0	0.0	0.0
	排出物、廃棄物	排出物、廃棄物の物量(添加剤ロス、塗料ロスなど)	Kg	0.0	26.0	9.7	257.9	25.5	0.0	9191.3	0.0	0.0	0.0
	有価廃棄物	有価廃棄物(酸化アルミ)の物量	Kg	7871.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

(2) MFCA コスト評価 (全工程)

総コストの 25.4%が負の製品コストとなっている。

表 10.2 マテリアルフローコストマトリックス (公表用に架空の数値に変更。単位 1000 円)

	マテリアルコスト	エネルギーコスト	システムコスト	廃棄処理コスト	計
良品 (正の製品)	218.2 49.9%	24.4 5.6%	79.1 18.1%		321.7 73.6%
マテリアルロス (負の製品)	47.4 10.9%	20.4 4.7%	43.1 9.9%		111.0 25.4%
廃棄/リサイクル				4.3 1.0%	4.3 1.0%
小計	265.6 60.8%	44.8 10.3%	122.3 28.0%	4.3 1.0%	437.0 100.0%

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

改善課題として、(1) 工程不良低減、(2) 歩留向上、(3) 塗装効率向上を柱に設定した。

(1) 工程不良低減

工程内リサイクルの物量が大きく、まず第一に各工程での不良低減を図る。総コストの 25.4%が負の製品コストであり、切削工程で発生する負の製品が最も大きい。品質改善が有効であると考え。

(2) 歩留向上

切削工程、切断工程で発生する負の製品(押湯、切粉)がリターン材として投入されている。リターン材は、今までは、再溶解されるためロス意識が希薄であったが、この MFCA の分析結果により、コスト的に大きなロスであることがわかった。歩留を向上し、負の製品比率を下げることで改善への施策であると考え。

(3) 塗装効率向上

工程内リサイクル以外では、塗装工程でのマテリアルコストが大きい。正の製品として付加されない塗料や前処理材のマテリアル比率が高く、塗着効率向上が課題であることが明確である。

6. 成果と今後の課題

今回は、ある 1 ラインの、特定機種で MFCA を導入した。溶解工程を有しているため、負の製品として次工程にいかず、溶解工程に戻されるリターン材料(押湯、切粉、不良品)がある。これらの材料をその物量、金額において明確した結果、取り組むべき課題、優先度を明らかにすることができた。

今後は、この改善課題を着実に対策、実行していく。そして、他ライン、他機種への展開も図っていく。更には、日々の現場管理における活用、技術部門における新機種の設計、開発にも展開できると考えられ、投資効果の評価や、原価・環境負荷提言活動への有効なツールとして適用していきたい。

事例 11. 清水印刷紙工株式会社 - 中小企業・印刷業での事例 -

1. 企業情報

清水印刷紙工株式会社の群馬工場において、MFCA を展開した。2003 年から MFCA を継続して展開している。

- ・従業員数：39 名
- ・売上金額：10 億円
- ・資本金：3,800 万円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

- ・1 台の印刷機・1 シリーズ（ある製品）の印刷業務に焦点を当て、MFCA を導入した。

(2) 製造工程と物量センター

- ・工程としては単純で、1 台の印刷機に紙を通すことによって印刷が完了する。以下に示すのが今回の印刷工程での作業フローである。
- ・今回は、印刷機 1 台が MFCA の分析対象であることから、物量センターは印刷機ということである。なお、この印刷機は、1 台で複数色を印刷する機能を持っている。

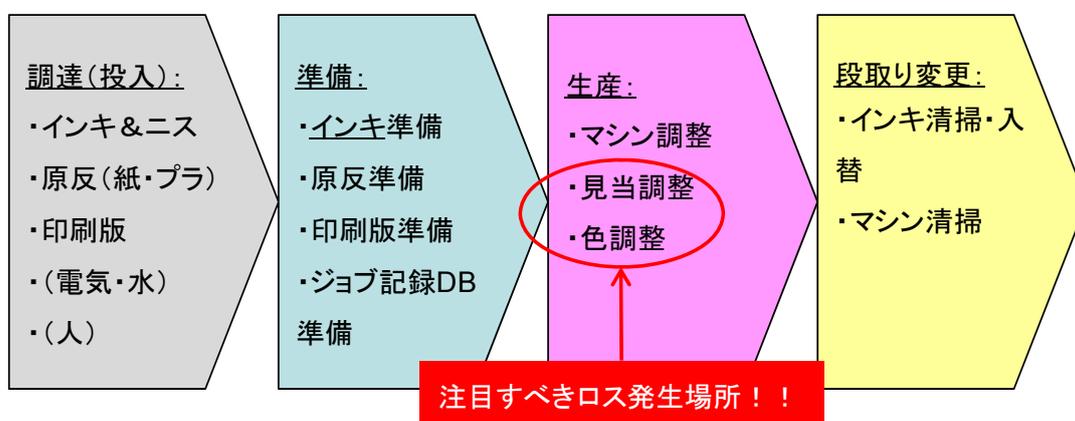


図 11.1 印刷ワークフロー

3. マテリアルロスの記述

(1) 各工程のロス

- ・上記の印刷ワークフローに示したように、投入材料は、「インキ・ニス、原反（紙・プラスチック）、印刷版である。また、電気・水、人の作業も見ている。
- ・廃棄物としては、製品を印刷する前の試し刷り等（見当調整や色調整）が相対的に大きく、この製品にならない部分の印刷に関する部分をロスとして見た。

(2) MFCA データ定義

- 次の 3 つの項目を注視すべきロスとして定義し、計算対象とした。
- ・インキ：試し刷り等（見当調整や色調整）にもインキを使用して印刷している。
- ・電気：試し刷り等（見当調整や色調整）にも印刷機を稼働し電気を消費している。
- ・人：試し刷り等（見当調整や色調整）にも人の作業がある。
- ・その他：ひとつの指標として、受注した印刷 1 枚を印刷機に通した場合に発生するインキロス・電気ロス・労務費ロスのコストを算定すると共に、1 枚当たりの製造コスト（印刷コスト）に対する 3 つのロスそれぞれの割合を算定している。そして、そのロスの構成比の変化をモニターしている。

4. MFCA 計算結果

以下は、2003 年度（MFCA 導入）から、その後の改善による 5 年間のロス枚数（試し刷り等：検討と調整や色調整）の削減状況を示している。

表 11.1 5年間のロス率推移

年度	通し枚数	ヤレ枚数	ロス率
2003	13,367,833	864,226	6.5%
2004	17,159,346	993,697	5.8%
2005	19,436,109	1,071,102	5.5%
2006	17,361,876	773,707	4.5%
2007	14,208,506	351,138	2.5%

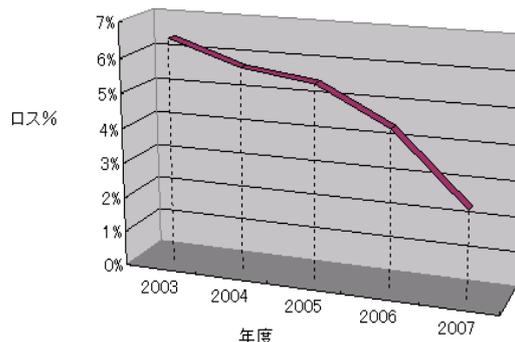


図 11.2 ロス率推移

・変動費（インキ・電気・労務費）に対する試し刷り等（見当調整や色調整）に関わるロスコスト（先に説明したインキロス・電気ロス・労務費ロス）を算定し、改善による割合の変化を見ている。

以下に示すのは、その5年間の推移である。

表 11.2 変動費に占めるロスの割合

	2003	2004	2005	2006	2007
変動費に占めるロスの割合	6.5%	5.8%	5.5%	4.5%	2.5%

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

MFCA の結果により、ソフト・ハードの両面から見直しを図っている。

(1) ソフト面

- ・妄信していた無駄を作り出すルールを廃棄と新しいルールの作成：
 試し刷り等（見当調整や色調整）の見直し。

(2) ハード面

- ・インキの全面切り替え： 少ない予備でも色合わせ可能なインキへの置換。
- ・印刷機のオプション： 色を安定化させるための様々なオプションの活用。

(3) 今後の課題

- ①ロス率の限界点の見極め。
- ②その他のロス（印刷事故や印刷前工程ミス）との融合。
- ③マテリアルロスを抑え込む方法の模索。
- ④印刷工程の前工程・後工程を含めた新しいマテリアルロス探し。

6. 成果と今後の課題

MFCA の結果を反映した新規設備投資の実施。

世界初の UV10 色+コーター 反転機構付の印刷機を MFCA のデータを基礎としながら導入した。この印刷機によって両面印刷から表面加工までをワンパス処理できるので、試し刷り等の枚数は大幅に絞り込むことが可能となる。

事例 12. グンゼ株式会社 - 多品種の生産での事例 -

1. 企業情報

グンゼ（株）のアパレルカンパニー・インナーウェア事業本部では、インナーウェアを製造している。

同社は、地球環境のために事業活動の全過程において地球環境保護、CO₂削減に積極的に取り組み、環境配慮型製品・サービスの提供を通じて環境にやさしい社会の実現を目指している。

- ・従業員数：9,041名（連結 2009年3月31日現在）
- ・売上金額：1,515億円（連結 2009年3月期）
- ・資本金：261億円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

同社宮津工場におけるインナーウェアの製造に関する下図の全工程を対象とした。

(2) 製造工程と物量センター

- ・原糸の編立から染色、裁断、縫製を一貫して行っている。
- ・縫製工程は、そのかなりの部分を、いくつかの外注協力工場で行っている。
- ・アパレル商品は、型番や色、柄、サイズなど、品種が非常に多いが、工程は同じ。
- ・下図の工程単位で物量センターを定義し、ひとつの品番の商品に対して MFCA の計算を行った。

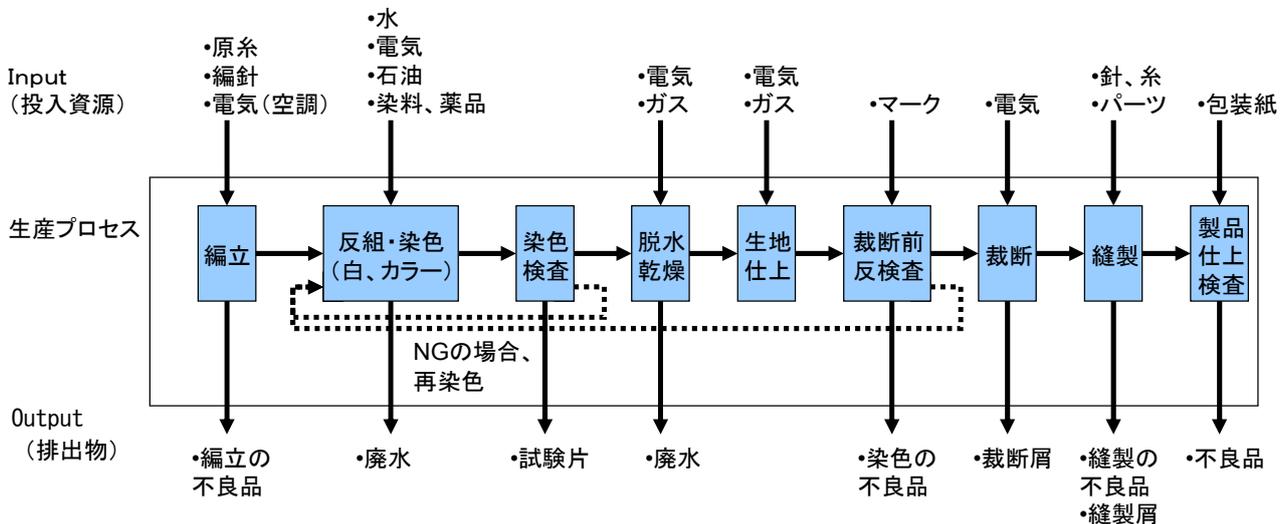


図 12.1 物量センター毎のインプット/アウトプット

3. マテリアルロスの記述

(1) 各工程のロス

①編立での不良品、②反組み・染色での排水、③染色検査での試験片、④脱水乾燥での排水、⑤裁断前反検査での染色不良品、⑥裁断での裁断くず、⑦縫製での縫製不良品、縫製屑、⑧製品仕上げ検査の不良品が、ロスとして発生する。

(2) MFCA データ定義

- ・原糸、パーツ、包装紙、染料、薬品など、すべての使用材料を MFCA の計算に織り込んだ。
- ・編立工程では原糸を編んで反物にするが、編立以降の工程では、1種類以上の原糸が組み合わされた一体化した反物などの仕掛品として物量が管理されている。編立以降の工程では、仕掛品単位で物量を計算した。
- ・製品サイズ（S、M、Lなど）別に、ひとつの製品として計算した。また染色機を通る場合と漂白機を通る場合があるが、これは、それぞれの設備の償却費などの経費を分けて計算した。

4. MFCA 計算結果

MFCA の分析により、不良品の発生の影響が、不良率、不良品物量、屑の物量だけでなく、総コストへの影響として示されることで、その問題の重要性を改めて再認識できた。現在の不良の発生状況、原因に関して考察したところ、次のように整理できた。

- ・不良の発生する品番もあるが、多くの品番では不良率は低い。

- 生産期間が短いため、量産に入ってから不良の問題が顕在化すると、生産期間内に不良原因を解決し、安定した状態で量産を行なうことが難しくなる。

表 12.1 マテリアルフローコストマトリックス（単位：百万円。公表用に架空の数値に変更。）

	マテリアル コスト	エネルギー コスト	システム コスト	廃棄処理 コスト	計
良品	84.30	5.13	105.59		195.03
	34.3%	2.1%	43.0%		79.4%
マテリアロス	26.46	1.97	20.71		49.14
	10.8%	0.8%	8.4%		20.0%
廃棄/リサイクル				1.43	1.43
				0.6%	0.6%
小計	110.76	7.10	126.31	1.43	245.60
	45.1%	2.9%	51.4%	0.6%	100.0%

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

商品企画段階で、新たに使用する新素材の製造条件を十分に検証、確立することが、宮津工場における最大の課題となっている。

6. 成果と今後の課題

今回のように生産期間が非常に短い商品では、今回のような詳細で精度の高い MFCA 分析を行っても、MFCA 適用商品に直接フィードバックを行なうことができない。現在の宮津工場での商品は、こうした短期間生産の商品が多いため、今回行なった計算方法そのまま、他の品番に MFCA を展開する意味は低いと思われる。

ただし、開発段階での取組の効果を評価するということと、宮津工場のように、こうした新素材を多く使用した生産を行なう工場と、そうでない工場と、共通の生産性指標を持つことは大きな意味があると考えられる。工場全体での簡易的な MFCA 的な計算、評価の手法の開発、適用が、今後の MFCA 適用の課題のひとつである。

事例 13. 弘進ゴム株式会社

- マテリアルの流れが複雑な樹脂成形（工程内リサイクル）での事例 -

1. 企業情報

ゴム、ビニール製品の製造販売を行っている。

- ・従業員数：357名
- ・資本金：1億円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

輸送用フレキシブルコンテナバッグ用原反を対象とし、その製造工程で MFCA を導入する。

(2) 製造工程と物量センター

① 製造工程の特徴

カレンダー工程（以下第 1 工程）で、コンパウンドを加熱し溶解させロールでフィルム状に伸ばし、巻き取る。ここでフィルム表、内、裏という 3 つの反物ができる。次にラミネーター 108 工程（以下第 2 工程）で、フィルム表、内、基布をロールで溶着させ 1 シート（仕掛反 108）とし、ラミネーター 109 工程（以下第 3 工程）で、仕掛反 108 とフィルム裏をロールで溶着させ 1 シート（仕掛反 109）とする。最後に検反工程（以下第 4 工程）で仕掛反 109 の余分な部分をカットし、客先指定の製品長さに巻き取る。

② 投入される材料

主材料である、コンパウンドと基布のみ。

③ 現在の製造工程をベースに第 1 工程、第 2 工程、第 3 工程、第 4 工程の 4 つの物量センターを設定した。

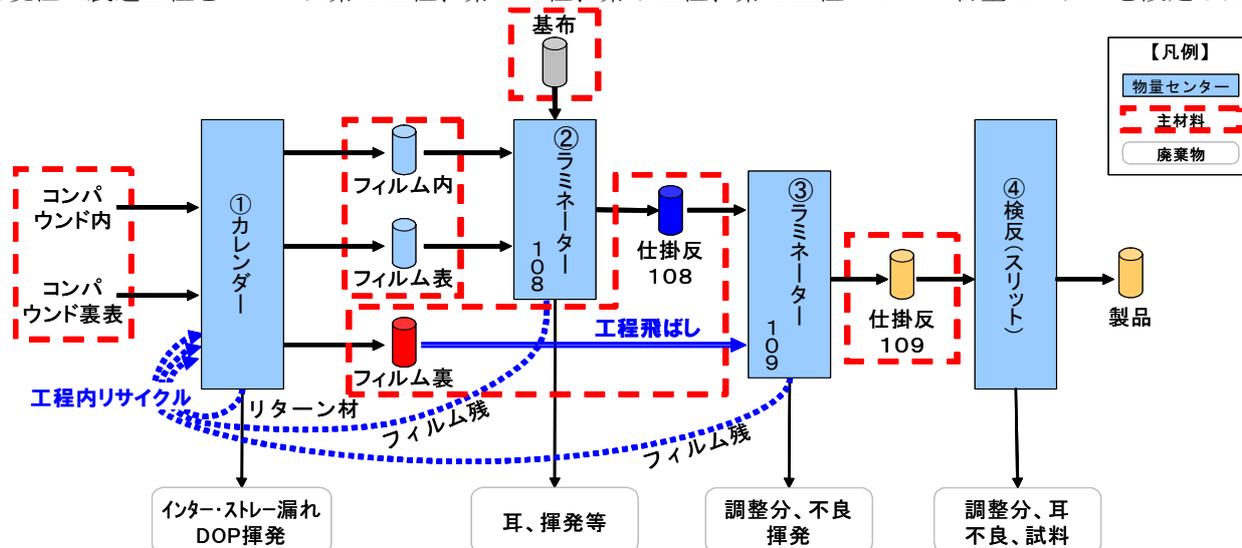


図 13.1 物量センター毎のインプット/アウトプット

3. マテリアルロスの記述

(1) 各工程のロス

製造工程各段階で、基布と一体化した物は工程内リサイクルできず、廃棄物となる。

(2) 特徴的な計算方法

【工程内リサイクル】各工程におけるマテリアルロスは、第 1 工程に再投入されるので、マテリアルとしてのロスにはならないが、システムコスト (SC) とエネルギーコスト (EC) はロスとなる。SC と EC の正/負の按分を検討する時には、リターン材やフィルム残は負のマテリアル重量に加算して計算している。

【工程飛ばし】MFCA 簡易計算ツールでは、直前工程の仕掛品を「主材料」としているため、今回は各工程のマスバランスを考慮しながら、計算方法を各工程別にカスタマイズした

4. MFCA 計算結果

表 13.1 マテリアルフローコストマトリックス（単位：千円。公表用に架空の数値に変更。）

	マテリアル コスト	エネルギー コスト	システム コスト	廃棄処理 コスト	計
良品	25199.0	2386.0	13114.0		40700.0
	52.0%	4.9%	27.1%		84.1%
マテリアルロス	3463.0	784.0	3191.0		7439.0
	7.2%	1.6%	6.6%		15.4%
廃棄/リサイクル				279.0	279.0
				0.6%	0.6%
小計	28662.0	3171.0	16306.0	279.0	48420.0
	59.2%	6.5%	33.7%	0.6%	100.0%

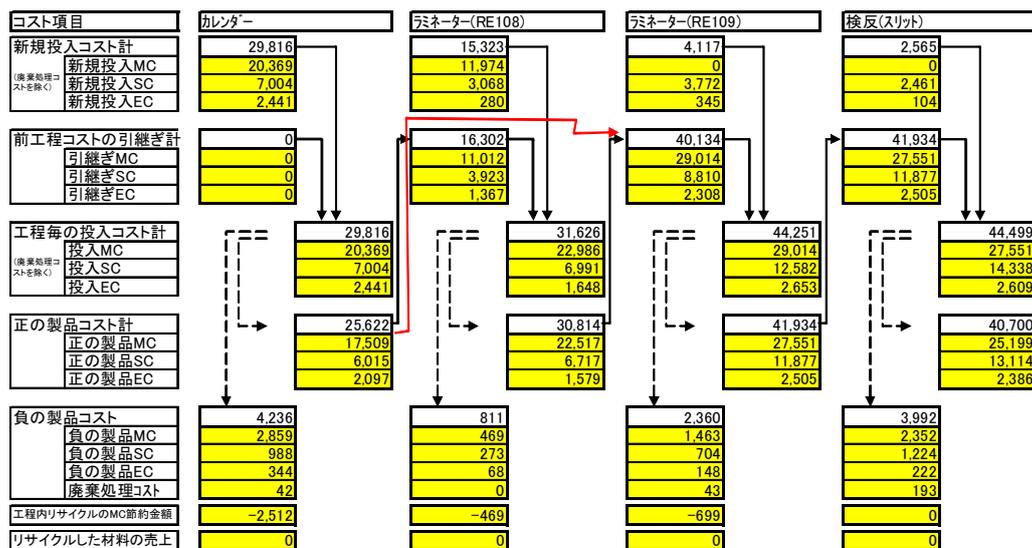


図 13.2 データ付きフローチャート（単位：千円。公表用に架空の数値に変更。）

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

工程内リサイクルにより、マテリアルのロス金額は半減しているが、SC と EC で負の製品コストの約 43% を占めている。また、耳や規格調整等による検反工程での負の製品コストが最も大きい。これは第 1～第 3 工程など前工程での要因が大きいため、前工程において検反工程のロス削減を検討する必要がある。さらに製造原価トータルでは、製品 1mあたりの製造原価で明らかのように、投入マテリアルコストの比率が高い第 1、第 2 工程で大きくコストがかかっている。

個別の改善案及び全改善案を実施した場合のコスト削減金額を MFCA 簡易計算ツールを使ってシミュレーションし、その結果をもとにトップの判断を仰ぎ、改善を実施してゆく。

6. 成果と今後の課題

MFCA 適用のメリットは、ロス（工程毎・全工程）、投資による改善効果など全てが金額という形で明確になることである。これは新技術の導入や生産プロセスの抜本的改革を検討する動機や判断材料となる。

一方、課題は①重量計算にかかる現場の負担軽減と日常業務への落とし込み、②原価管理システムと日報をリンクさせるためのインターフェース検討、③ISO14001 活動との連動であると考えられる。

事例 14. 株式会社津梁 - 食品加工業を行う、中小企業での MFCA 展開事例 -

1. 企業情報

株式会社津梁は、黒糖製品を製造している。

従業員数：36人

資本金：2,600万円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

黒糖製品の製造から包装までの工程を対象とする。

(2) 製造工程と物量センター

原材料を投入し、溶解→ろ過→濃縮→攪拌を連続で行ない、原料糖を製造する「原料黒糖製造工程」と、原料糖を、製品の目的に合わせて成形→計量→保管箱に入れる「成型工程」がある。この両工程を黒糖製造 QC とする。この成形完成品は乾燥室にて一昼夜保管乾燥され、包装・出荷される。一般消費者向けは、小袋包装の後カートン梱包、業務用製品は大袋詰めされる。この包装工程を製品包装 QC とする。

原料黒糖製造工程で、原料糖、糖蜜、ビスコ、水等を投入。製品包装工程で、包装用小袋、大袋、カートン、ガムテープ、PPバンド等を投入している。

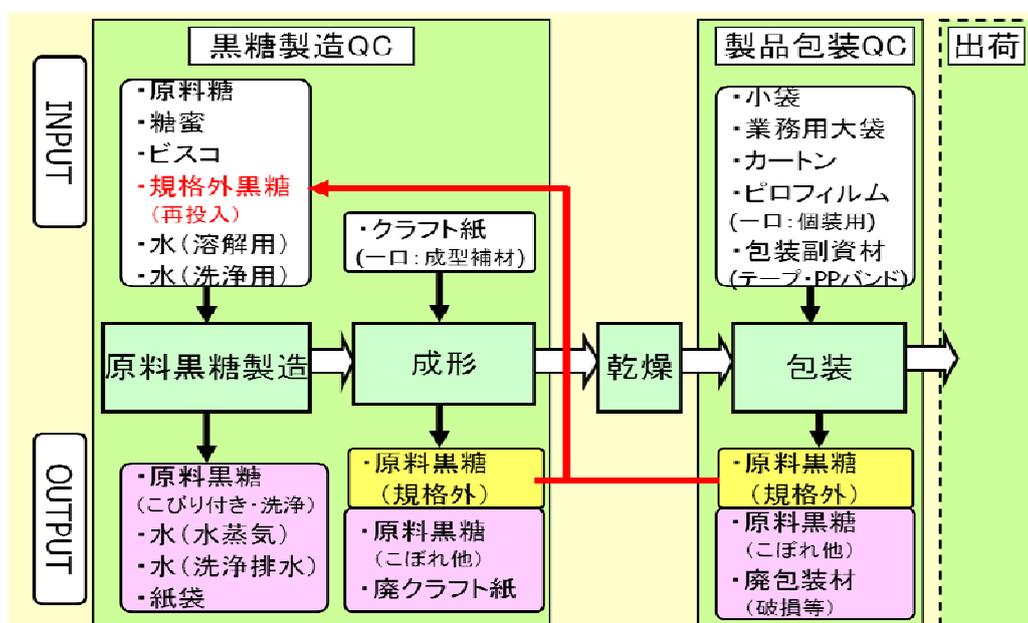


図 14.1 マテリアルフローの概要

3. マテリアルロスの記述

(1) 工程のロス

- ・規格外品

両 QC にて、規格外の原料黒糖が発生する。次回の当該製品の製造時に再投入される。

- ・こぼれ品等のロス

原料黒糖のうち、成形作業や、運搬、袋詰め等の際に床にこぼしたり、原料黒糖製造装置の洗浄時に流れるものや自動袋入れ装置の清掃時に廃棄されるものである。

- ・原料糖包装材のロス

原料糖は購入時に専用紙袋に入れられている。この袋は原料糖が投入された後、全て廃棄される。実際の金額としては表面に出てこないロスであるが、物量としては実際に発生しているロスである。

- ・過剰包装のロス

包装材のロスは社内で物量的に廃棄物等は殆んど発生していないが、包装材は顧客に渡った時点或いは顧客が使用した時点で廃棄されるものである。その視点で見ると過剰な製品包装の仕様ロスとなっている。

(2) MFCA データ定義

- ・マテリアルコスト：投入するマテリアルを一通り把握する（原料黒糖、バロンボックス等、クラフト紙、洗浄水、包装材、包装副資材）
原料黒糖については、新規投入、規格外品投入、仕掛品投入を分けて計算
- ・処理費用：原料の紙袋の処理費用を計算に加える
- ・エネルギーコスト：電力、重油を計算の対象とする
- ・システムコスト：人件費、償却費、修繕費を対象とする

4. MFCA 計算結果

規格外品は5%発生している。全て原料糖として再投入されており一見無駄が無いように思えるが、製造時のシステムコストやエネルギーがロスとなっている。また、規格外品がなければ、その分製品が多く産出されることになり、現在行っている夜勤の縮小につながる。

こぼれ等のロスは5%発生している。マテリアルコスト、システムコスト、エネルギーのロスであり、規格外品と同様に夜勤との関連で考えてみる必要もある。

原料糖包装材のロスを見積もった結果、かなり大きなコストとなっていることが分かった。

過剰包装のロスは、ガムテープの材質、幅、またPPバンドの掛け方などを見直すことによってロスが明らかになってきた。

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

規格外品やこぼれ等のロスの発生は、作業のムリ、ムラ、ムダに起因する。作業改善とロスの削減を並行で実施してゆくことが必要である。この改善には大きな投資も必要ではない。また、労働生産性（能率、稼働率）も飛躍的に向上し、夜勤の縮小も期待される。

原料糖包装材のロスについては、リターナブル化が課題であり、原料糖製造メーカーと共同で検討を進めることが必要である。コストと環境負荷両面で大きな効果が期待できる。

過剰包装のロスについては、顧客視点で考えることが重要である。この過剰な包装材は、顧客にとって無駄なものである。材質もより安価なものに変更できればこれもコスト削減と顧客満足の両面で効果が期待できる。

6. 成果と今後の課題

今回は小さい改善を積み上げて行くものであり、この小さな改善ごとに効果が出てくる。そして、その効果は、省資源、労働生産性、労働安全、労働衛生、顧客満足、廃棄物の削減、コストダウン等多岐にわたることが期待される。

MFCA と改善活動を継続的に進めるために、日報の改善、集計の方法、データの読み取り技術、管理者と現場作業者とのコミュニケーションのやり方などが、今後の課題となる。

事例 15. 株式会社光大産業 - 木工製品の材料加工（中小企業）での事例 -

1. 企業情報

ラック、シェルフ、すのこ等の家庭用木製品の製造販売を行っている。

- ・従業員数：39名（2007年10月17日現在）
- ・売上金額：5億7,200万円（2006年度）
- ・資本金：6,500万円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

家庭用木工製品「板厚すのこ」の材料加工工程を対象とする。

(2) 製造工程と物量センター

材料メーカーから納品された主材料を、在庫している間に自然乾燥、もしくは強制的に乾燥させる。乾燥により規定の含水率になった材料を、材料加工工程に投入する。これらの木の材料は、最初にその長さ、幅、板厚を設計値の部材の長さ、幅、板厚にそろえる加工を行う。その後、必要に応じて穴加工、フライス加工、ダボ打ちなどを行い、組立工程に送る。組立工程では、複数の部材を釘、接着剤などで固定し、検査、梱包し、製品在庫倉庫に送る。顧客からの注文に応じて出荷するが、場合によっては返品されるものもある。（図 15.1 参照）

この内、主材料の材料ロスのおほとんどが発生する材料加工工程だけを物量センターに設定した。組立、梱包以降の工程、および材料の在庫、乾燥工程は物量センターとしなかった。

また、主材料の木材以外に、副材料としてダボ、釘、接着剤、包装資材を使用している。補助材料としては、機械油なども多少使用しているが、今回はまず主材料の管理水準を高めて、その材料ロス削減につなげることをターゲットにし、副材料、補助材料を MFCA 管理対象から除外した。

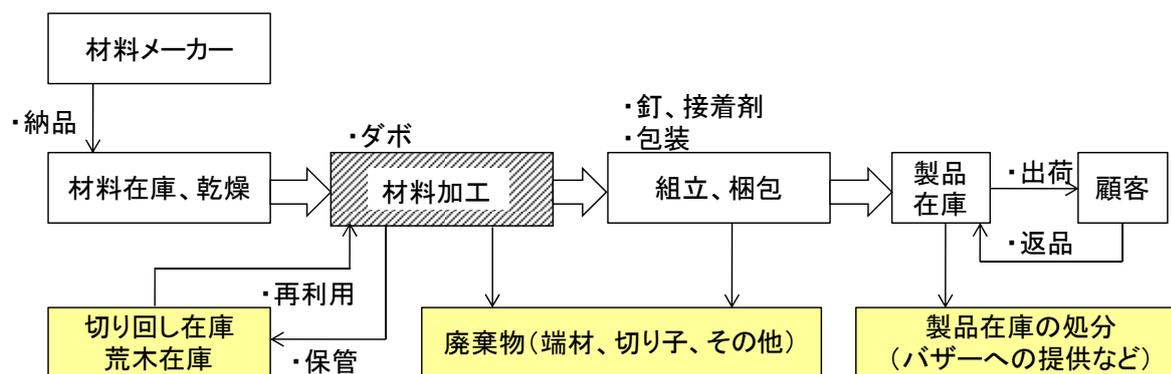


図 15.1 物量センター毎のインプット/アウトプット

3. マテリアルロスの記述

(1) 各工程のロス

納入された木の材料のうち、節が大きすぎるもの、ひびが入っているものは材料の不良品であり、「荒木」と呼んでいる。荒木に関しては、材料メーカーに材料費を値引きしてもらっている。

材料加工時には、切り粉と端材が発生する。大きな端材は「切り回し材」と呼び、他の製品の材料として使用することがある。

(2) MFCA データ定義

MFCA における物量計算の単位は通常重量 (kg) であるが、木材は含水率が変化し、重量が一定でないため、ここでは容量 (m³) 単位で重量計算を行った。

4. MFCA 計算結果

統計的に材料の投入と端材を把握することにより、マテリアルのロスを明確にすることが必要である。

マテリアルフローコストマトリックスにあるように、マテリアルコストの減少に焦点を当てる必要があることがあきらかになった。

MFCA 計算の結果、33%分の端材、切り粉の材料ロスは、製品設計による部材長さ、購入材料の長さに関して、製材精度や在庫量のことを考慮して最適な標準化を検討する必要がある。

表 15.1 マテリアルフローコストマトリックス（単位：千円。公表用に架空の数値に変更。）

	マテリアルコスト	エネルギーコスト	システムコスト	廃棄処理コスト	計
良品	300.0	20.0	220.0		540.0
	37.0%	2.5%	27.2%		66.7%
マテリアルロス	150.0	10.0	110.0		270.0
	18.5%	1.2%	13.6%		33.3%
廃棄/リサイクル				0.0	0.0
				0.0%	0.0%
小計	450.0	30.0	330.0	0.0	810.0
	55.6%	3.7%	40.7%	0.0%	100.0%

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

計算結果と改善活動

MFCA 計算の結果、端材、切り粉の材料ロスが 33%を占める。製品設計による部材の長さ、購入材料の長さから、最適な標準化を検討する必要がある。この時、製材精度や在庫量のことを考慮する必要がある。

加工の際に、材料の中の節などの影響を受けて、不良とされたもの（以下「B品」）によるロスに対して、『B品を作る前に荒木に出す』という、材料投入時の材料選別方法を検討する必要がある。

6. 成果と今後の課題

生きものを扱う木工製品製造では、材料の投入とロスについて統計的な情報が必要である。MFCA のシステム化構想の結果、既稼働の“販売管理システム”・“経理システム”、検討中の“生産管理システム”の3つから情報を取得することで、MFCA の管理システムが構築可能である。“MFCA システム”ではこれらに加え、そのマスターデータとして、①製品の構成材料の原単位データ、②材料や製品単価の基準情報も必要となる。

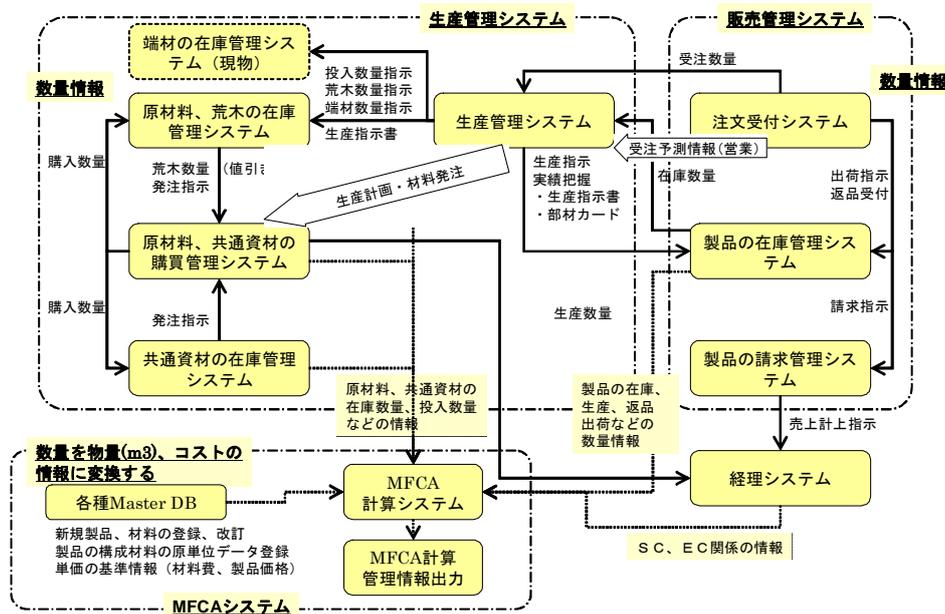


図 15.2 MFCA のシステム化の構想

上記のシステムは、非常に簡易的な MFCA の計算方法であり、製品ごとのマテリアルフローを追跡して分析する MFCA の計算に比べると、精度的に粗いと思われる。しかし、シンプルなシステムと仕組みで、容易に MFCA の管理システムが構築できるというメリットがある。また、早くシステムを構築できるとすべての製品、すべての材料を対象にした材料ロスの見える化ができ、そのメリットも大きいと思われる。

III. 非製造業の事例

事例 16. JFE グループ

(JFE エンジニアリング (株)、JFE 技研 (株)、JFE テクノリサーチ (株))

- 工事分野での事例 -

1. 企業情報

- ・ JFE エンジニアリング (株) : MFCA 対象工事の施工担当
- ・ JFE 技研 (株) : 技術の専門家として参加し、全体を主導
- ・ JFE テクノリサーチ (株) : MFCA の解析評価を実施

本事例の MFCA は、JFE グループの上記 3 社が協力して実施した。

見積段階、計画段階で適用し、複数の工法について、環境面と経済面の両方の評価と、工事のオーナーと施工会社のそれぞれにメリットが出る工法の採用を狙い、MFCA を展開する。

今回は、A 工法 (冷凍機一体をトップライト、マシンハッチから搬入) と B 工法 (冷凍機を 4 分割し、駐車場より搬入する) の 2 つの工法を比較、評価した。

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 工程と物量センター

川崎地下街アゼリアの「高効率空調システム導入工事」を対象とする。地下街の大型冷凍機 (寸法 : 5.3×3×3mH、重量 : 23 トン、台数 : 3 台) の更新工事である。既存の設備が解体、除去され、更新設備 (新冷凍機、ハッチ、床) に入れ替わる。

工事の工程では、工程間を正の製品が移動することが少なく、工程順の物量定義は行わず、本件では、「目的工事」と「目的外工事」として MFCA を展開。

- ・ 目的工事 : 本来の付加価値をつけるための工事 (対象機器の運搬、置き換え、据付など)。
- ・ 目的外工事 : 既存設備 (ハッチ、床) の解体、除去、板囲い、養生の設置、解体。安全や工事実施上必要であるが、目的外工事は小さいほうがよいと思われる。

(2) MFCA データ定義

表 16.1 物量センター毎の MFCA データ

主な対象材料	MFCA での Input 分類	今回の物量センター区分	今回の MFCA 計算での取り扱い	(その物量値とMCの算出方法)
既存の設置物	既設冷凍機	移動材料	目的工事	既存冷凍機の物量値は明確、その簿価でMCを計算
	ハッチ、床	移動材料	目的外工事	新しいハッチと床材料の見積物量値を既存設置物の物量値とした。(ただし、簿価が不明なため、MC=ゼロ)
新規に設置する物	新規冷凍機	新規付加材料	目的工事	新規冷凍機の機器費の見積金額でMCを計算
	ハッチ、床	新規付加材料	目的外工事	新しいハッチと床材料の見積物量値は明確、その見積金額をMCとした。
工所用資材、燃料	養生用の資材、治具	補助材料	目的工事、目的外工事の両方	本来は補助材料に含めるべきであるが、**工事一式の中に含まれ、工事終了後は別の工事に使用(リユース)されるため、SC「**工事一式」に含めて計算した。
	機器、資材の輸送、設置工事での使用燃料	補助材料 (ECで計算することが多い)	目的工事、目的外工事の両方	燃料はECで計算することが多いが、工事では直接材料費の一部であり、補助材料として定義した方がよいと思われる。ただし今回は、見積の**工事一式の中に含まれるため、SC「**工事一式」に含めて計算した。

3. コストの評価方法

今回の工事において、次の 3 つのコスト評価方法を試みた。

- ・ 方式 1 : 工事の発注者と受注者の両方のコスト総額で評価する (発注者まで含めた MFCA)
- ・ 方式 2 : 工事の受注者単独のコスト総額で評価する (受注者側の MFCA)
- ・ 方式 3 : 本体機器を除いた純粋な工事だけのコスト総額で評価する (受注者側の MFCA)

4. MFCA 計算結果

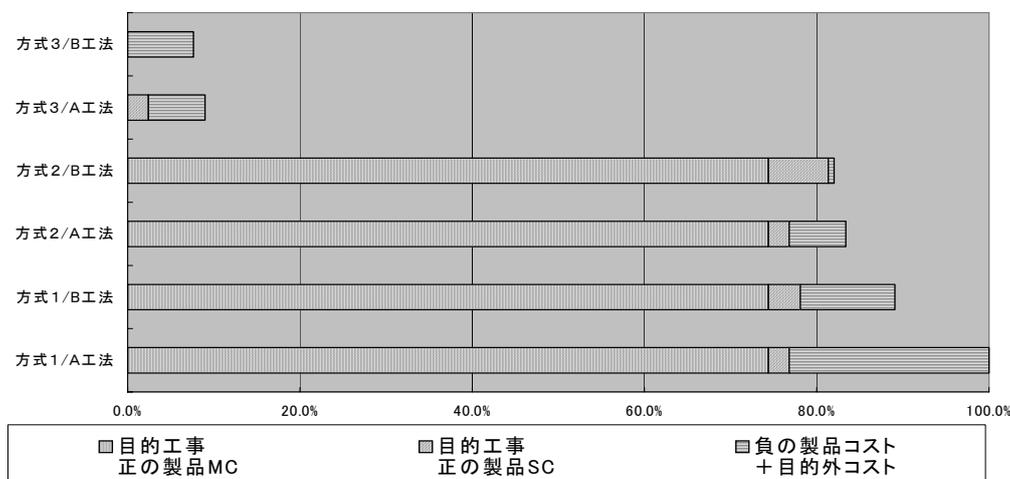


図 16.1 工法 AB の各コスト評価方法によるコスト比較

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

(1) 発注者側のコストまで範囲に入れた評価

B 工法は、A 工法に比べてコスト総額が 10%低い。

負の製品ロス割合は、B 工法によって、当初計画の 15%から 12%に減少し、かつエネルギーの使用量は 44%の減少がある。

B 工法は、負の製品の材料コスト及び省エネ性において、改善された工法である。

(2) 施工会社におけるコスト

廃棄処理コストを含めた負の製品が B 工法の採用で大きく改善できる。目的外工事に要するコストも 1/4 に減少する。総コストの差は縮まる。

6. 成果と今後の課題

工事という分野においては、計画段階、見積段階で MFCA を適用することにより、複数の工法を経済面、環境面から評価し、関係者のメリットを検討するのに効果的であった。廃棄物処理や環境対策費の分担等で共同施行者や発注者とメリット・デメリットを定量的に理解して、工法を合理的に決定するために、MFCA は活用できる。

また、今回の MFCA は、工事という、サービス業の先進的な事例である。サービスを実施する側の MFCA と、サービスを発注する側まで含めた MFCA があり、サービスを発注する側まで含めることで、多面的なサービスの検討が可能となる。それが、本事例での大きな発見である。

事例 17. グンゼ株式会社 - 物流での MFCA の適用事例 -

1. 企業情報

グンゼ（株）では、物流を担当するその関連会社が、日本全国の流通店舗に、グンゼ（株）の商品を配送している。

- ・従業員数：9,041 名（連結 2009 年 3 月 31 日現在）
- ・売上金額：1,515 億円（連結 2009 年 3 月期）
- ・資本金：261 億円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

衣料品の商品物流

(2) 工程と物量センター

- ・男性用インナーだけでも、流通品種は品番数で 8,000 品種、サイズ別、色別の品種数は数万点
- ・届け先は、日本全国津々浦々の流通会社の店舗
- ・非常に広範囲な物の流れを扱うのが、物流 MFCA
- ・LC（Logistic Center）、DC（Distribution Center）を物量センターとして計算を行った。
- ・また、顧客に向かう物流と、顧客に向かわない物流（返品、横持ち、長期在庫）の概念でも MFCA の計算を行った。

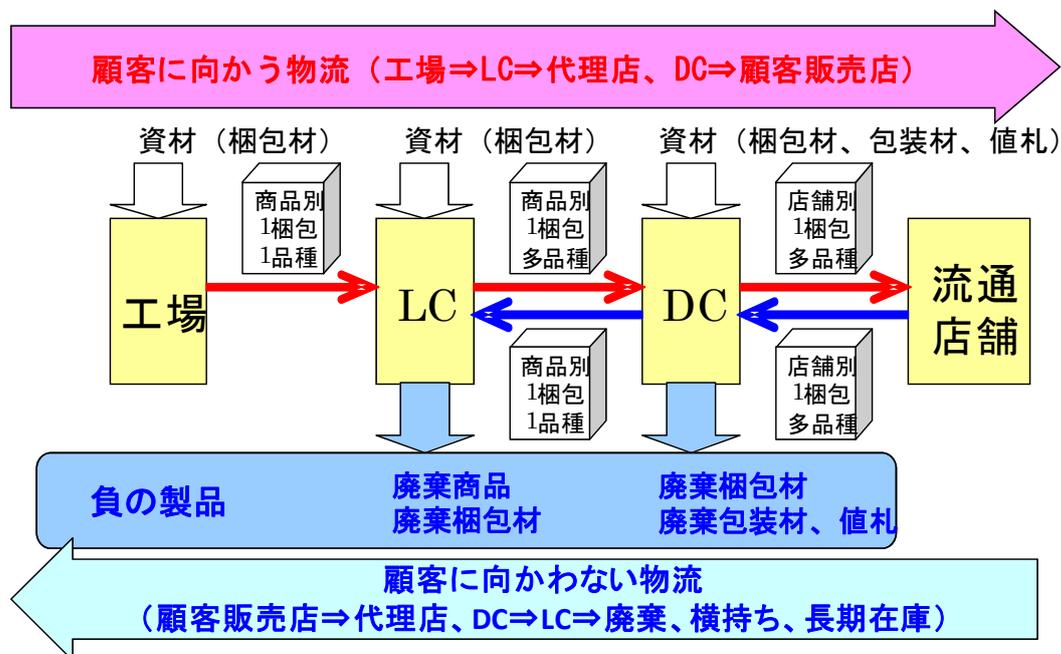


図 17.1 物量センター毎のインプット/アウトプット

3. マテリアルロスの記述

(1) 各工程のロス

- ・LC：廃棄商品、廃棄包装材
- ・DC：廃棄梱包材、廃棄包装材、値札

(2) MFCA データ定義

- ・主材料：工場で生産された商品
- ・副材料：LC、DC で投入される梱包材、値札
- ・その他：品番単位に、期初と期末の在庫量、LC、DC での Input 量と Output 量、LC 間、DC 間の移動量のデータを調査し、MFCA の計算を行った。

4. MFCA 計算結果

※公表用に架空の数値に変更

表 17.1 顧客に向かう物流と、顧客に向かわない物流のコスト

物流コスト	顧客に向かう物流システムコスト	顧客に向かわない物流システムコスト	計
良品	192986	67493	260479
	93.62%	0.00%	100.00%
マテリアルロス	0	0	0
	0.00%	0.00%	0.00%
廃棄/リサイクル			0.00%
小計	192986	67493	260479
	74.09%	25.91%	100.00%

図 17.2 は、各物量センターでの物量遷移図に、物量数量から求めた廃棄物と CO2 の排出量を合わせて載せたものである。

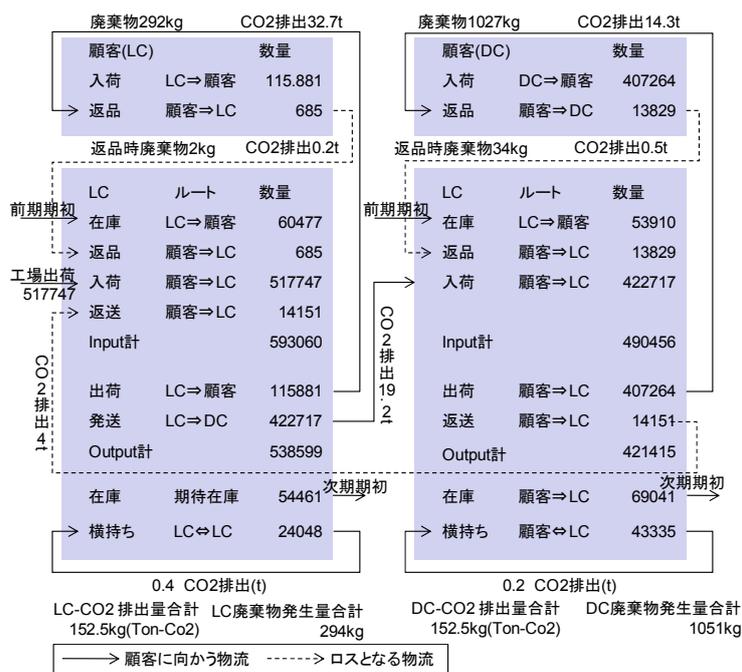


図 17.2 廃棄物、CO2 排出量付物量遷移図

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

商品物流における資源ロスの削減とコストダウンという見方からすると、返品削減、横持ちの物流削減が重要な課題である。在庫は、廃棄物は発生させないものの、長期在庫になったということは、不要不急のものを作ってしまったということである。

6. 成果と今後の課題

まだ実験段階といえる物流 MFCA であるが、この分析はアパレル製品の製造から顧客への物流の全マテリアルフローで発生するロスの評価できる可能性を示す。

このメリット、課題は次のようになると思われる。

(1) MFCA の適用メリット (期待)

- ・本質的な物の流れのロス (返品、横持ち、長期在庫など) を改善することにつながる。
- ・MFCA を適用することで、CO2 削減の検討、評価を物流会社で行うのが簡単になる。

(2) 今後の適用課題

物流は 1 つの物だけを見ることができず、非常に大きなデータを扱う必要があり、管理・改善にはシステム化が必要と思われる。

事例 18. 株式会社近江物産

- プラスチックマテリアルリサイクルにおける MFCA 導入事例 -

1. 企業情報

プラスチックマテリアルリサイクルを行い再生プラスチック原料の製造販売を行っている企業である。工程のロス量を金額から正確に把握し、工程改善・コスト削減のための基礎データを収集すること、ロス対策のための投資の意思決定の一つの材料とすることを目的に、MFCAを導入した。

- ・従業員数：49名
- ・売上金額：1,800百万円(2007年度)
- ・資本金：4,000万円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

再生プラスチック原料を対象とし、その製造工程の内、「粉碎工程」、「中間製品在庫」、「混合押出工程」を対象とする。

(2) 製造工程と物量センター

・市場より回収された廃棄物を保管する「ストックヤード」、工程に投入可能な原材料を分別する「分別・前処理工程」、チップ化する「粉碎・洗浄工程」、添加剤と混合する「混合工程」、押し出し、均質ペレット化する「ペレット工程」、「品質工程」、「梱包工程」、「出荷」からなる。

この内、今回対象とする「粉碎工程」、「中間製品在庫」、「混合押出工程」を物量センターとし、インプット、アウトプットデータを図 18.1 に示す。

特に、リサイクルビジネスの特性と悩みとしては、原材料の仕入れ計画が立てられないことが挙げられる。原材料は仕入れ先から声がかかった時に購入しなければならないが、出荷は、ほぼ一定に決まった量であり、出荷が少ないからと言って、仕入れを減らすことができない。そのため、多くの長期在庫を持つことにつながり、改善が必要な部分である

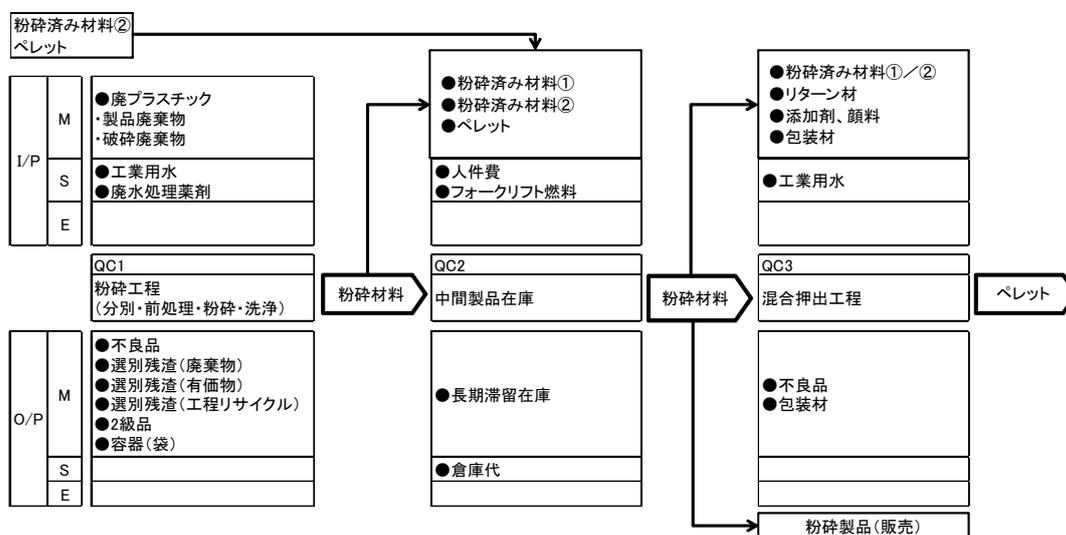


図 18.1 物量センター毎インプット／アウトプット

3. マテリアルロスの記述

(1) 各工程のロス

- ・粉碎工程：不良品、選別残渣（廃棄物）
- ・中間製品在庫：在庫処分代
- ・混合押出工程：不良品、包装材（廃棄物）

(2) MFCA データ定義

- ・各種マテリアルの投入量、排出量、排気量は、実績データを収集した。
- ・エネルギーコスト（EC）は、工場全体の実測値に基づき稼働時間、工数により配分を行った。
- ・システムコスト（SC）は、工場全体の実測値に基づき、稼働時間、工数により配分を行った。

4. MFCA 計算結果

(1) ロス物量の表と説明

表 18.1 に示すように、中間在庫での有価廃棄物が多い。また、粉砕工程の廃棄物も多くなっている。

表 18.1 マテリアルのインプット量／アウトプット量（公表用に架空の数値に変更）

MC項目分類	項目名	単位	QC1	QC2	QC3	
			粉砕工程	中間在庫	混合押出	
I N P U T	前工程良品	材料の投入物量	Kg	0	390000	970000
		正の製品物量	Kg	0	320000	970000
		負の製品物量	Kg	0	70000	0
	直接材料	材料の投入物量	Kg	565000	780000	2000
		正の製品物量	Kg	550000	650000	2000
		負の製品物量	Kg	15000	130000	0
製（P O） 品（U T） の（T T）	次工程良品	良品の物量	Kg	550000	970000	972000
（O U T P U T） の（負の製品）	排出物、廃棄物	ひげ粉など	Kg	6000	0	0
	有価廃棄物	2級品、倉庫に長期間滞留している原料、仕掛品、完成品（中間在庫）など	Kg	9000	200000	0

(2) MFCA コスト評価（全工程）

投入コストの中ではマテリアルコスト（MC）が一番多い。

表 18.2 マテリアルフローコストマトリックス（公表用に架空の数値に変更）

	マテリアルコスト	エネルギーコスト	システムコスト	廃棄処理コスト	計
良品（正の製品）	54.2%	3.9%	27.8%		85.9%
マテリアロス（負の製品）	11.0%	0.1%	2.9%		13.9%
廃棄／リサイクル					0.1%
小計	65.2%	4.0%	30.7%	0.0%	100.0%

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

中間在庫の長期滞留在庫、混合押出工程の添加剤、粉砕工程のひげ粉（廃棄物）に対する改善を、優先度を高くして対応する。

倉庫に長期間滞留している中間在庫（原料、仕掛品、完成品）を月末在庫の 10%と想定すると、200 トンとなる。この月間保管料（60 万円）削減、及び適正販売による売上増加を目指すべきである。

混合押出工程で投入する添加剤は非常に高価な材料で、現状は月間 5 トン程度投入している。これは同工程における調手法の改善により、添加剤の投入量の抑止が可能である。ただし、改善のための設備投資はシステムコスト増加になり、投資に見合う生産性の向上効果（システムコスト削減）と絡めて考える。

粉砕工程で月間 6 トン程度生成されるひげ粉（廃棄物）は、廃棄物として処分されている。その生成量は粉砕機の刃具状態によるところが大きい。刃具交換の最適時期の見直しにより、ひげ粉生成の抑止と負の製品から正の製品への転化を図ることが必要である。

6. 成果と今後の課題

あいまいになりがちな「リサイクル生産現場」においての入払関係性が明確になった。工程毎のコスト意識の強化に努めていた当社にとっては、コストが明確となり、今回の取組は大きな成果である。現場でも漠然としていた「中間在庫品」について、経営上の影響度を把握できた。また、負の製品に対する意識改善の契機となった。【物量×単価】という数値化の恩恵を受け、感覚で進めることの弊害を実感できた。

今後は、このノウハウの継続活用によりコスト改善の強化に努めるとともに、今回現状分析に活用した「MFCA 計算ツール」を工場運営の基幹ツールとして活用し、循環型社会づくりの一翼を担って行きたい。

事例 19. サンデン株式会社 - 店舗用機器の整備、クリーニングサービスの事例 -

1. 企業情報

サンデン（株）は、自動車用機器、自動販売機、店舗機器の製造、販売を行っている。店舗機器部門では製造・販売だけでなく、店舗設計から開店後のメンテナンスまで、トータルなサービスを行っている。

- ・従業員数：2,853名（単体）、8,750名（連結）
- ・売上金額：2,166億9,000万円（連結 2008年度）
- ・資本金：110億3,700万円

2. MFCA 導入対象のサービスとその特性

(1) 対象とするサービスと MFCA の適用範囲、及び特性

サンデンでは、顧客の店舗で使用していた機器を預かり、整備、クリーニングするサービスを行っている。MFCA を適用、分析を行ったのは、このサービス全般に対してである。

本サービスの顧客は、流通、外食チェーンの企業である。それらのチェーン企業では、既存の店舗を閉鎖する際に、冷蔵庫、ショーケースや棚などの機器、什器が廃棄物になることがある。

ある店舗で測定した際に発生した機器、什器の廃棄物は、7トンになった。また、業界の情報によると、日本の流通、外食のチェーン全体で、1年間に4,113の店舗が新規に開店し、2,137の店舗が閉鎖されている。閉鎖店舗の機器、什器がすべて廃棄物になると仮定すれば、14,959トンの廃棄物を発生させることになる。

しかし廃棄されるものの中には、整備、クリーニングすれば、新品同様の機能を満たす機器として使用できるものがある。サンデンでは、顧客からその機器、什器を預かり、整備、クリーニングするサービスを行っている。

(2) MFCA 適用対象の物量センター

① 次の2つに分けて、MFCA を実施した。

- ・サンデン：対象とするサービスを実施する立場の MFCA 分析
- ・顧客チェーン企業：対象とするサービスを受ける立場の MFCA 分析

② 本サービスで使用する材料

- ・サンデン：整備、クリーニングの中で、洗浄水と洗浄剤、交換部品、塗料、梱包資材を使用する。
- ・顧客チェーン企業：閉鎖店舗で使用していた機器、什器と、新規に購入する機器、什器がある。

③ 物量センターの定義の考え方

- ・サービスを実施する側のマテリアルフロー全体（図 19.1 の上半分）を、一つの物量センターと定義した。
- ・サービスを受ける顧客側のマテリアルフロー全体（図 19.1 の下半分）を、一つの物量センターと定義した。

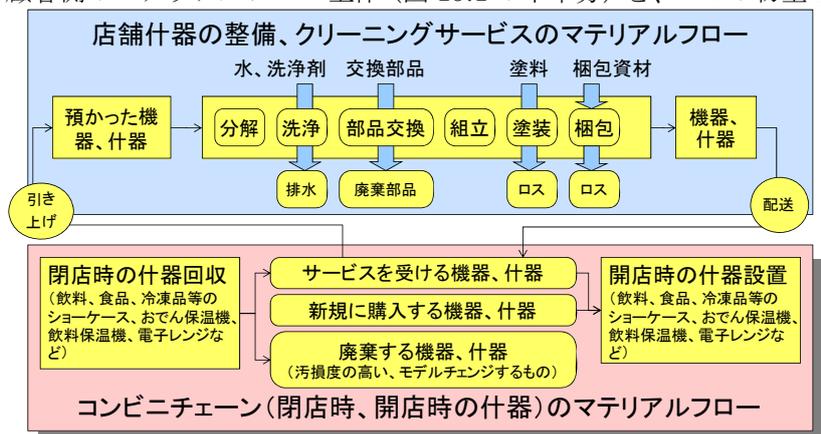


図 19.1 整備、クリーニングサービスのマテリアルフロー

3. マテリアルロスの記述

(1) マテリアルロス

- ① サンデン：交換された部品は、投入した交換部品と同じ物、同じ量である。その他の材料は、使用量、廃棄物量が、それに比較すると小さい。
- ② 顧客チェーン企業：店舗ごとに、閉鎖時に廃棄される機器、什器は異なる。

(2) MFCA データ定義

- ① サンデン：整備した機器本体と交換部品を対象に、重量を計算し、MFCA のデータを定義した。

②顧客のチェーン企業：サンデンの見積データ等から、数量、重量データを推定した。また、エネルギーコスト、システムコストは定義しなかった。

4. MFCA 計算結果

①サンデンで整備・クリーニングを行った機器では、交換部品の中に廃棄しなくてもよいと思われるものも何点かあった。ただし、MFCA の結果を見ても、その改善余地は小さかった。そのため、次の②の方法による MFCA 計算を行った。

②流通、外食チェーンの全企業で推定した MFCA 計算結果を、表 19.1 と表 19.2 に示した。表 19.1 は、2,137 の閉鎖店舗の機器、什器を、すべて廃棄する場合の計算結果である。表 19.2 は、2,137 の閉鎖店舗の機器、什器を、すべて、サンデンが行っている水準のサービスを受けると仮定した場合の計算結果である。表 19.2 のように、閉鎖する 2,137 店舗がこのサービスを受けて、閉鎖店舗の機器、什器を、新規に開店する店舗で再利用すれば、新規投入資源の物量、廃棄物の発生物量がともに、6,411 トン削減される。これは流通、外食チェーン業界では 4,957 百万円のコスト削減になる。CO₂ 排出量も同時に計算すると、これは 12,220ton-CO₂ の CO₂ 排出削減に相当する。

表 19.1 流通、外食チェーン全体の MFCA 計算結果（2,137 の閉鎖店舗の全ての機器、什器を廃棄）

Input						Output							
投入コスト合計						40,468百万円							
						正の製品コスト		40,169百万円		負の製品コスト		299百万円	
								99.3%				0.7%	
材料と材料費		物量 (ton)	%	コスト (百万円)	%	物量 (ton)	%	コスト (百万円)	%	物量 (ton)	%	コスト (百万円)	%
新規に購入する什器		28,791	65.8%	40,168.8	99.3%	28,791	100.0%	40,168.8	99.3%				
既存什器の再利用		0	0.0%	0.0	0.0%	0	0.0%	0.0	0.0%				
再利用しない既存什器		14,959	34.2%	0.0	0.0%					14,959	100.0%	0.0	
材料の物量とコスト小計		43,750	100.0%	40,168.8	99.3%	28,791	100.0%	40,168.8	99.3%	14,959	100.0%	0.0	0.0%
廃棄物処理の物量とコスト	処理単価 (百万円/ton)	物量 (ton)	%	コスト (百万円)	%	物量 (ton)	%	コスト (百万円)	%	物量 (ton)	%	コスト (百万円)	%
再利用しない既存什器	0.020	14,959	100.0%	299.2	0.7%					14,959		299.2	0.7%
廃棄物処理物量とコスト小計		14,959.0	100.0%	299.2	0.7%					14,959.0	0.0%	299.2	0.7%

表 19.2 流通、外食チェーン全体の MFCA 計算結果（2,137 の閉鎖店舗が本サービスを受ける）

Input						Output							
投入コスト合計						35,511百万円							
						正の製品コスト		35,340百万円		負の製品コスト		171百万円	
								99.5%				0.5%	
材料と材料費		物量 (ton)	%	コスト (百万円)	%	物量 (ton)	%	コスト (百万円)	%	物量 (ton)	%	コスト (百万円)	%
新規に購入する什器		22,380	59.9%	27,846.2	78.4%	22,380	77.7%	27,846.2	78.4%				
既存什器の再利用		6,411	17.2%	7,493.4	21.1%	6,411	22.3%	7,493.4	21.1%				
再利用しない既存什器		8,548	22.9%	0.0	0.0%					8,548	100.0%	0.0	
材料の物量とコスト小計		37,339	100.0%	35,339.6	99.5%	28,791	100.0%	35,339.6	99.5%	8,548	100.0%	0.0	0.0%
廃棄物処理の物量とコスト	処理単価 (百万円/ton)	物量 (ton)	%	コスト (百万円)	%	物量 (ton)	%	コスト (百万円)	%	物量 (ton)	%	コスト (百万円)	%
再利用しない既存什器	0.020	8,548	100.0%	171.0	0.5%					8,548		171.0	0.5%
廃棄物処理物量とコスト小計		8,548.0	100.0%	171.0	0.5%					8,548.0	0.0%	171.0	0.5%

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

このサービスを受けている流通、外食チェーンは、まだその一部であり、本サービスの拡大余地は大きい。サンデン内の本サービスの省資源化を図ると同時に、本サービスの普及に力を入れる必要がある。

6. 成果と今後の課題

MFCA の結果、本サービスを、より広く普及させることは、流通、外食チェーンに、経営効率向上と資源効率向上をもたらし、その価値が高いことが分かった。

しかし、中規模、小規模のチェーン、および個人の店舗では、こうした閉鎖店舗で使用した機器、什器の再利用が難しいことがある。中規模、小規模のチェーン、および個人店舗向けに、新品同等に整備、クリーニングした機器、什器を再利用する仕組、システムの構築が今後、求められると思われる。

そこで、サンデンは、小規模のチェーンまで本サービスを拡大し、新品同様の機能に整備、クリーニングした機器、什器を再利用する仕組み、システムの構築を進めている。

事例 20. コンビニエンスストア A - 流通販売サービスにおける MFCA 導入事例 -

1. 企業情報

商品を仕入れ、それを顧客に販売するのが流通販売業である。その中でもコンビニエンスストア(コンビニ)は、利便性の高さを付加価値としている。そのためコンビニのチェーンでは、小規模な商圏の店舗を多数展開している。

コンビニでは、小規模な店舗において、食品、雑誌、雑貨など、多岐にわたる商品を販売している。また同時に、コピーや物品の配送、公共料金の支払い等、様々なサービスも提供している。

この事例のコンビニも、地方都市にある、一般的なコンビニの店舗である。

2. MFCA 導入対象のマテリアルとその特性

(1) コンビニにおけるマテリアルフロー

コンビニでは、商品の売れ残りが発生すると、そのコンビニ各店舗が廃棄処分するものと、返品されるものに分けられる。弁当やおにぎり、調理パンなどの食品は、賞味期限が短いため、各店舗が廃棄処分する。

今回 MFCA の導入を実施したコンビニでも、1日に40kg程度の食品廃棄物が発生していた。これは1店舗で年間15トンの廃棄物になる。日本には43,000店のコンビニの店舗があり、食品廃棄物の削減とリサイクルは、重要な環境対応課題のひとつと言われている。

その他に、商品の販売やサービス実施等の業務に、伝票等の資材を使用する。これらの資材は、業務が完了すると廃棄処分される。

また、店舗の照明、空調、商品の冷蔵、冷凍や加熱に、電力などのエネルギーを消費し、また水も使用する。これらのエネルギーや水も、すべて排熱、排水となる。

(2) コンビニにおける MFCA 実施の考え方

コンビニでは、非常に多くの種類の商品を仕入れて販売しているが、種類ごとの販売量は少ない。ここでは、売れ残った場合にそのコンビニで廃棄処分される商品である食品を対象に、MFCAを実施した。

コンビニで販売する食品にも、弁当、おにぎり、サンドイッチなどの調理パン等、様々なアイテムの商品がある。これらの商品には賞味期限が表示してあり、賞味期限の数時間前には、その商品をショーケースから撤去し、廃棄処分とするルールになっている。

ここでは、売れ残りの量とコストを明確にすることを狙い、賞味期限のある多くの種類の食品のうち、常に販売している焼鮭、ツナ、明太子の3種類のおにぎりを対象に MFCA を実施した。

なおその際、店舗全体を1つの物量センターとして、MFCAの計算を行った。

3. マテリアルロスの記述

(1) ロスの考え方

・仕入れた商品のうち、売れ残りで廃棄処分されたおにぎりを、マテリアルロスとした。

(2) MFCA データ定義

・MFCAの対象商品について、1週間の納品(仕入)数量、販売数量、廃棄数量の実績を、POSシステムのデータから集計し、分析した。

・エネルギーコスト(電気代)、システムコスト(人件費、ロイヤリティ)も、MFCA計算に含めている。

4. MFCA 計算結果

(1) 売れ残り商品による食品廃棄物の物量のコスト

表 20.1 に示すように、対象とした3種のおにぎりでは、1週間で、41個、3.5kg、仕入価格2,900円の商品が廃棄されていた。

今回 MFCA を行った3品種のおにぎりは、販売している食品のほんの一部である。先に述べたように、このコンビニでは、売れ残った食品の商品が、1日に40kgの食品廃棄物となっていた。この仕入れコストは、別の推定をすると1日12,000円にも上っており、コンビニの経営に、かなり大きなコスト負担になっていることが分かった。

表 20.1 MFCA バランス集計表（公表用に架空の数値に変更）

Input						Output							
投入コスト合計				25千円		販売商品の コスト		22千円 88%		売れなかった 商品のコスト		3千円 12%	
材料と材料費	材料単価 (千円/個)	物量 (個数)	%	コスト (千円)	%	物量 (個数)	%	コスト (千円)	%	物量 (個数)	%	コスト (千円)	%
焼鮭	0.07	127		8.3	32.7%	112		7.3	28.9%	11		0.7	2.8%
ツナ	0.07	107		7.0	27.6%	99		6.5	25.5%	8		0.5	2.1%
明太子	0.08	111		8.6	33.9%	90		7.0	27.5%	16		1.2	4.9%
焼鮭(レジミス)										1		0.1	0.3%
ツナ(レジミス)										0		0.0	0.0%
明太子(レジミス)										5		0.4	1.5%
焼鮭(繰越)						3		0.2	0.8%				
ツナ(繰越)						0		0.0	0.0%				
明太子(繰越)						0		0.0	0.0%				
材料の物量とコスト小計		345	0.0%	23.9	94.3%	304	0.0%	21.0	82.7%	41	0.0%	2.9	11.6%
廃棄物処理の 物量とコスト	処理単価 (千円/kg)	物量 (kg)	%	コスト (千円)	%	物量 (kg)	%	コスト (千円)	%	物量 (kg)	%	コスト (千円)	%
焼鮭		1.1				1.1				1.1			
ツナ		0.8				0.8				0.8			
明太子		1.6				1.6				1.6			
廃棄物処理物量とコスト小計		3.5	0.0%	0.0	0.0%	3.5	0.0%	0.0	0.0%	3.5	0.0%	0.0	0.0%
エネルギー量と コスト	単価 (千円)	使用量		コスト (千円)	%			コスト (千円)	%			コスト (千円)	%
電力(kwh)		68		0.6	2.5%			0.6	2.2%			0.1	0.3%
エネルギーコスト小計		68		0.6				0.6	2.2%			0.1	0.3%
システムコスト				コスト (千円)	%			コスト (千円)	%			コスト (千円)	%
上下水道代				0.0	0.0%			0.0	0.0%			0.0	0.0%
人件費(バイト代)				0.8	3.2%			0.7	2.8%			0.1	0.4%
システムコスト小計				0.8	3.3%			0.7	2.9%			0.1	0.4%

(2) 売れ残り商品による食品廃棄物の CO₂ 排出量

このコンビニの食品廃棄物の CO₂ 排出量を推定した。

仕入コストで 1 日 12,000 円の食品廃棄物になる商品は、おにぎり 200 個分に相当した。おにぎりは、1 個では、ライフサイクル全体で 74g-CO₂ 排出量という試算データがあった。単純計算では、14.8kg-CO₂ となり、年間では、5,402 kg-CO₂ にもなる。

2007 年の日本国内のコンビニ店舗数は 43,228 店である。日本全国の 43,228 店のコンビニの売れ残り食品により排出される CO₂ は、単純計算だが、23 万 ton-CO₂ になると推定される。

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

売れ残り食品廃棄物の削減は、コンビニの店舗経営の利益向上だけでなく、CO₂ 排出量の削減にも、効果が大きい。

そのためには、売り切れ（機会損失）と売れ残り（ロスコスト）の両方を発生しない、精度の高い発注を行うことが必要である。

6. 成果と今後の課題

売れ残り商品は廃棄処分され、仕入れたコンビニの購入費がコスト面のロスになる。しかし、売れ残りを避けるために仕入れ量を減らすと、売り切れになることもある。売り切れは、コンビニにとって商品の販売機会損失である。

現在の POS システムは、仕入れと販売の数量は把握できる。また、売り切れ防止のための様々な情報を、店舗のオーナー、店長に提供できるようになっている。しかし、MFCA を実施したこのコンビニのチェーンでは、売れ残りの数量とコスト情報を、店舗のオーナー、店長は、容易に見ることができなかった。

したがって、売れ残り商品のコストと、売れ残り商品の販売機会損失を、同時に店舗のオーナーに見せることが、POS システムの改良として、必要と思われる。

IV. 製造業 サプライチェーンの事例

事例 21. サンデンサプライチェーンチーム

(サンデン株式会社、サンワアルテック株式会社)

- 比較的少品種の大量生産型のサプライチェーンの事例 -

1. 企業情報

サンワアルテック株式会社は、サンデン株式会社の連結対象子会社である。

サンワアルテック株式会社では、主にサンデン株式会社八斗島事業所で製作する機械加工部品のアルミダイカスト加工を行っており、両社を通して MFCA を適用、分析を行った。

表 21.1 両社の概要

	サンワアルテック (株)	サンデン (株)
従業員数	70 名 (2006 年度)	9170 名 (2005 年度)
資本金	4 億 8,000 万円	110 億 3,700 万円

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

対象製品と対象工程範囲：コンプレッサー部品のアルミダイカスト加工と機械加工工程

(2) 製造工程と物量センター

①アルミダイカスト加工はサンワアルテック、機械加工の工程以降はサンデンで工程分業。

②製造工程各段階の材料の投入と廃棄物の発生

- ・ダイカスト加工の主材料であるアルミインゴットは、サンデンより支給された材料を使用する。
- ・サンワアルテック、サンデンの両工場が発生する端材、不良品は、溶解工程に戻り再利用する。
- ・アルミドロス、バリ、切り粉などは、有価で売却され、リサイクルされる。

③物量センターの定義の考え方

- ・物量センターは、上記の工程図の通りに定義した。

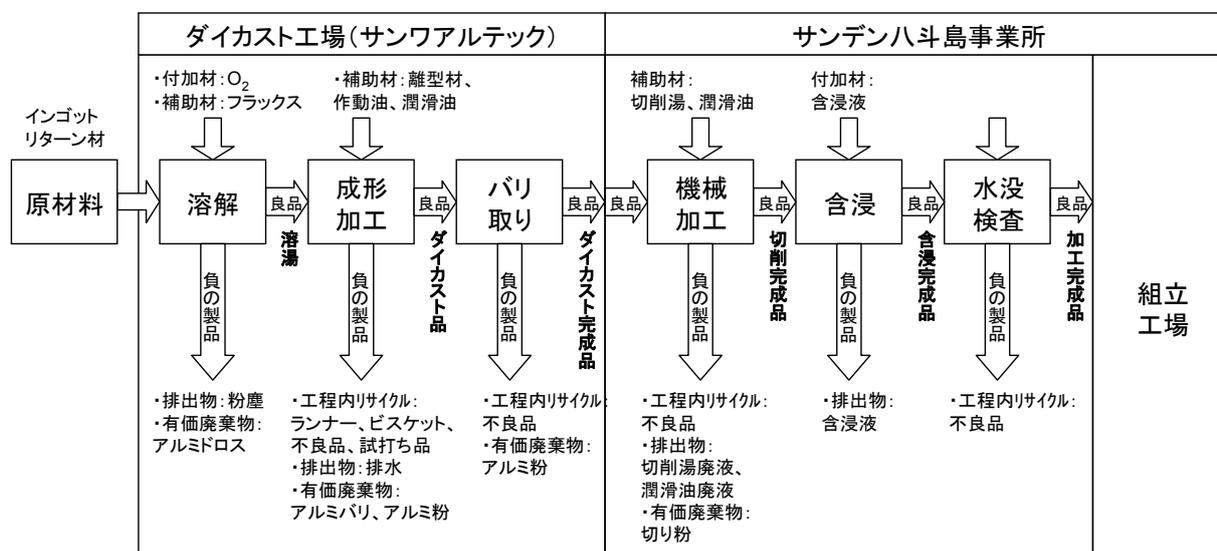


図 21.1 物量センター毎のインプット/アウトプット

3. マテリアルロスの記述

(1) 各工程のロス

- ・溶解：粉塵、アルミドロス
- ・成型加工：ランナー、ビスケット、不良品、試打ち品、排水、アルミバリ、アルミ粉
- ・バリ取り：不良品、アルミ粉
- ・機械加工：不良品、切削油廃液、潤滑油廃液、切粉
- ・含浸：含浸液

- ・水没検査：不良品

(2) MFCA データ定義

- ①主材料：アルミインゴット、リターン材（加工途中の端材、不良品など）
- ②副材料、補助材料：上記の工程図で定義された副材料は、すべてを計算対象として定義した。

(3) 企業間の MFCA 計算の連結について

- ①アルミダイカスト工場と、機械加工工場で、別々に MFCA の計算モデルを構築した。
- ②そののち、2つの MFCA 計算結果を連結させ、分析を行った。
- ③連結 MFCA 計算の際には、サンデンからサンワアルテックとの外注加工単価を、各工程の SC と EC の投入コストに配分して、連結 MFCA 計算を行った。

4. MFCA 計算結果

投入される原材料は、アルミインゴットが主体である。他に、ダイカスト工場で発生する負の製品（ランナー、ビスケット、不良品、試打ち品など）機械加工工程で発生する不良品が、リターン材として投入されている。リターン材の多くは、ダイカスト工場内でのリターンであった。

こうしたリターン材は、工程内で再利用できるため、当初生産工程上は全く問題がないと思われた。しかし、MFCAにより、これら投入されるリターン材には、エネルギー、人件費、設備償却費などが掛かっており、コスト的に大きなロスであることが分かった。

表 21.2 マテリアルフローコストマトリックス
(単位：円。公表用に架空の数値に変更。製品 1 個当たりに変換。)

	マテリアル コスト	エネルギー コスト	システム コスト	廃棄処理 コスト	計
良品	339.9	77.2	257.6		674.7
	38.0%	8.6%	28.8%		75.4%
マテリアルロス	64.8	55.3	99.6		219.7
	7.2%	6.2%	11.1%		24.6%
廃棄/リサイクル				0.1	0.1
				0.0%	0.0%
小計	404.6	132.5	357.2	0.1	894.5
	45.2%	14.8%	39.9%	0.0%	100.0%

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

インプロセスにおける取組は、SCM（サプライチェーンマネジメント）の強化、原材料投入の見直し・削減、生産技術の飛躍的な進歩（ブレークスルー）、生産設計へのフィードバックに繋がり、生産活動の中心に位置付けられる。同時に、マテリアルロスを発生させないという抜本的な見直しは、「環境効率」の向上に繋がる。

6. 成果と今後の課題

工程内リサイクルや有価物回収より、マテリアルロス削減が最もコスト上効果的であることが分かった。あらゆる廃材に人件費を含め、EC、SCが含まれていることを再認識した。

事例 22. パナソニックエコシステムズサプライチェーンチーム (パナソニックエコシステムズ(株)、日本産業資材(株)) - サプライチェーンでの MFCA 展開事例 -

1. 企業情報

パナソニックエコシステムズ(株)は、熱交換気ユニットなどで使用する熱交換素子を真空成型にて製造している。その主要材料である PS シートは日本産業資材(株)のシート成型にて加工されている。

表 22.1 両社の概要

	パナソニックエコシステムズ(株)	日本産業資材(株)
従業員数	5519名(2009年3月)	-
資本金	120億9,236万円	-

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 製造工程と物量センター

日本産業資材では、配合工程①でポリスチレン(PS)バージン材にブタジエンゴム等を配合し、シート成型工程②で PS シートを成型してロールに仕上げる。パナソニックエコシステムズでは、真空成型工程④で PS ロール材から、熱交換シートを成型トリミングする。その際発生する、幅方向の端材(縁さん)と送り方向の端材(送りさん)は、破碎され、有価物として売却される。

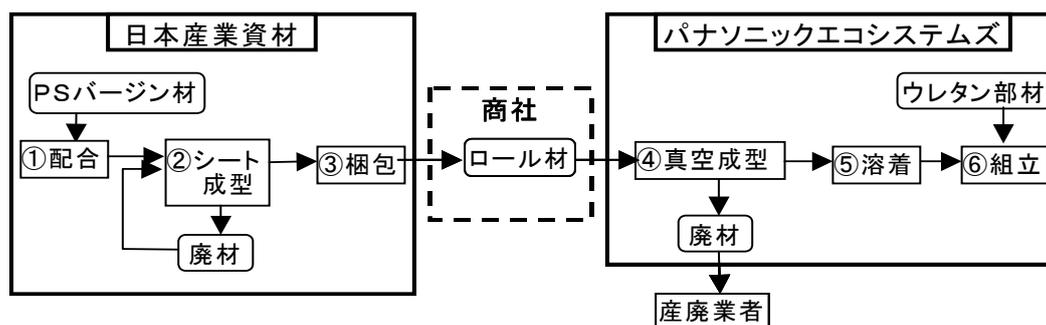


図 22.1 両社の工程フロー

(2) MFCA データ定義

- ・日本産業資材：配合工程で、PS バージン材、ブタジエンゴム等を投入。成型工程において、規定寸法のロール材を生産する。
- ・パナソニックエコシステムズ：PS ロール材を主材料として投入。組立工程では、ウレタン部材を投入。

3. マテリアルロスの記述

(1) 日本産業資材

・成型工程において、製造開始時の条件設定のために、一部材料のページ、端材、端尺材が発生する。端材は、インラインにて発生即破碎され、原材料として再投入される。ページ材との端尺材は、次回生産時、または、他製品に再投入される。

(2) パナソニックエコシステムズ

- ・真空成型工程：幅方向の端材(縁さん)と送り方向の端材(送りさん)が発生する。

4. MFCA 計算結果

(1) 日本産業資材

端材は全て社内にてリサイクルされており一見無駄が無いように思えるが、これら端材には、成型や破碎にエネルギーや人件費等が掛っており、その分がロスとなっている。

(2) パナソニックエコシステムズ

廃材を有価で売却しておりこれで良しとしていたが、その価格は、廃材の生産コスト(負の製品コスト)に比べて非常に小さく、2%しか回収できていないことが分かった。

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

(1) 日本産業資材

成型幅と納品製品幅に差異があり、厚さ保証に最小限必要な成型幅を検討する。段取り替え時に材料投入当初のパージのロス、最終のシート端尺材ロスがあり、段取り替え方法を再度検討し、削減を図る。

(2) パナソニックエコシステムズ

材料幅と製品幅に差異があり、縁さんを 10mm 削減し、極小化した。トリミングによるロスがあり、金型とキャビティの差異の極小化を図る。また、送り方向でロスがあり、送りさんの極小化と、位置決めボスの配置検討を行う。

(3) 両社で協力して取り組む課題

パナソニックエコシステムズで発生した端材は、リペレット化により日本産業資材の工程に再投入でき、しかもコスト的にもかなり有利になることが分かった。また、シート成型終了時の端尺材は、品質的にはパナソニックエコシステムズの工程に投入しても問題ないことが分かった。PS 廃材を有価処理しているが、廃材リペレット化の加工先、物流、商流を再検討し、クローズドマテリアルリサイクルを達成する。

6. 成果と今後の課題

両社での検討の結果、縁さんの削減が検討され、テスト加工の結果納入規格幅寸法が 10 mm 小さくできた。更にパナソニックエコシステムズでは、真空成型用金型の改造を行い、幅方向、送り方向共に 10 mm それぞれ小さくすることができた。また、端尺材についても買入価格の調整等を行い納入を開始した。

これらにより、リサイクル市場に出していた端材が減少した。日本産業資材でのバージン材投入量が、パナソニックエコシステムズの完成品の量と同じとなった。そして特に日本産業資材での成型負荷が大きく減少した。

本工程は、十分な合理化の検討を済ませていたと漠然と考えていたが、MFCA の展開により、実は、まだまだ改善の余地のあることが分かった。特にサプライチェーン全体を鳥瞰することで、関連企業間に大きな「改善のネタ」が眠っていることが分かった。

事例 23. 奥羽木工所サプライチェーンチーム

(株式会社奥羽木工所、みよし工業有限会社)

- 家具で使用するステンレス部品のサプライチェーンでの MFCA 導入事例 -

1. 企業情報

(1) 株式会社奥羽木工所

木製据付家具の設計から据付までを一貫して行っている。同社で製造された家具の 85%は、全国の教育施設・医療施設で使用されている。

(2) みよし工業有限会社

ステンレス部材を製造している。

上記 2 社のサプライチェーンに MFCA を導入することにより、設計段階での寸法の見直しによる、材料のトータルのロスを経済まで削減することを狙う。

表 23.1 両社の概要

	株式会社奥羽木工所	みよし工業有限会社
従業員数	150 名	-
資本金	3,000 万円	-

2. MFCA 導入対象の製品・工程とその特性

(1) 対象製品と工程範囲

本来は、みよし工業がステンレス部材を作り、別の材料メーカーがユニボードを作成し、それらを奥羽木工所で組み立てるといった工程である。今回の MFCA の導入では、奥羽木工所の製造している、「教育用調理台」、「据付家具用流し台」と、その主要材料の 1 つである、みよし工業の「ステンレス製流しシンク」を対象として MFCA を導入する。

2 社のそれぞれの対象製品製造工程を対象とする。

(2) 製造工程 と物量センター

- それぞれの会社の製造工程と、サプライチェーンを図 23.1 に示した。各工程を物量センターとする。
- 奥羽木工所では、今回の対象工程では、ユニボードを加工して作った木製構造物に、仕上げ出荷工程で、みよし工業から納入されたステンレス流しシンクトップをセットし、最終仕上げを行い、出荷する。
- みよし工業では、奥羽木工所からの発注図面にに基づき、シャーリング工程で SUS 材の最適定尺材から必要な長方形を切り出し、レーザーカット工程で展開図外形に切り出し、曲げ工程加工を経て、溶接・仕上げ工程でシンクトップが完成する。

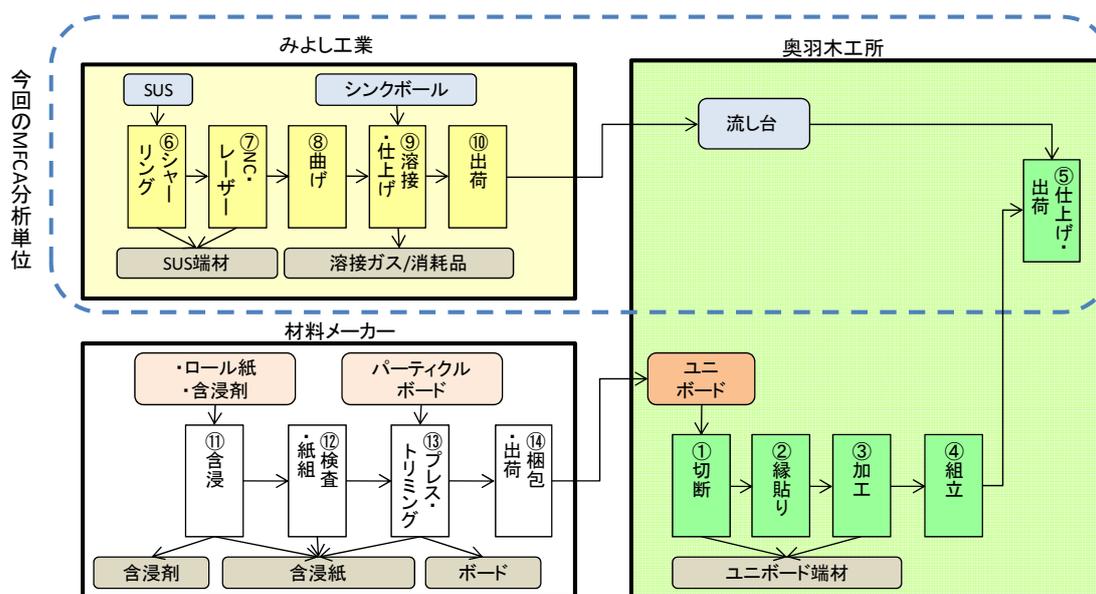


図 23.1 物量センター毎のインプット／アウトプット

3. マテリアルロスの記述

(1) 各工程のロス

- ・奥羽木工所では、今回の対象工程では、マテリアルロスは発生しない。
- ・みよし工業では、シャーリング、NC・レーザー工程で SUS 端材、溶接仕上げ工程で、砥石やバフ材が、出荷工程では、結露防止用シートの端材がロスとして発生する。

(2) MFCA データ定義

奥羽木工所では、みよし工業所から納品されるステンレス部材は、重量・金額ともに大きく、組み付けるだけであり、負の製品率を極端に小さくしてしまうため、分析からはあえて除外した。組み付け部材に関しては金額のみを計上した。

みよし工業では、ほとんどの材料を対象とした。支給品のシンクボールについては、無償であり、対象から除外した。

4. MFCA 計算結果

みよし工業のシャーリング及び NC・レーザー工程での SUS 端材がほとんどのロスである。特にシャーリングの端材が多く、その発生状況をみると、定尺により極端にばらついている。その他、みよし工業の溶接・仕上げ工程での溶接ガスのロス、人件費が際立っている。

5. MFCA 導入結果からの改善の着眼点

(1) 両社の協力での改善

みよし工業で発生する特に大きいロスである、シャーリング工程で発生する SUS 端材については、注文品と、定尺の取り合いから発生するものであり、SUS 材の定尺寸法と、奥羽木工所からの指示寸法のとり合いが課題となる。SUS 材のシャーリング工程での歩留まりを毎月データとしてまとめ、奥羽木工所設計部門と一緒に検証を行い、両社の設計標準化を推進する。

流し台のシンクの受注前の設計時に、SUS 材の定尺を意識すること、教育施設用流し台などの基本形状を見てみると、ある程度自由度がある部分がある。受注した流し台を設計する際、基本仕様を変えない範囲で SUS 材の定尺寸法に収まるように可変寸法を決める、また、必要によっては、発注主に提案することにした。

(2) みよし工業所

溶接・仕上げ工程における、溶接ガスの大量使用、人件費も課題である。溶接技能の水準が原因であり、溶接技能の計画的な教育訓練を行う。

6. 成果と今後の課題

MFCA による診断で資源ロスの「見える化」ができ、予想以上にロスが発生していることがわかった。このロスを削減するには、材料の歩留まりを考慮した家具の製品設計が重要であることが判明したので、奥羽木工所とみよし工業所と一緒に設計の標準化に取り組み、SUS 材のシャーリング工程での歩留まりの改善を継続していきたい。

また、歩留率の向上により原材料投入量の削減、廃棄物の発生抑制、省エネ、コストダウンにつなげていきたい。

V. 巻末資料

2009年3月に経済産業省から発行された
「マテリアルフローコスト会計導入ガイド (Ver. 3)」から
「第1章 MFCA の概要」を引用

第1章 マテリアルフローコスト会計の概要

1. マテリアルフローコスト会計（MFCA）とは

マテリアルフローコスト会計（Material Flow Cost Accounting、以下MFCAと記す）は、経営者や現場管理者の意思決定に用いることで、環境負荷の低減とコスト低減の両立を同時に追求することを目的とした、環境管理会計の手法のひとつである。廃棄物の削減によるコスト削減、ひいては生産性の向上を目指している。

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

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

このロスのコスト金額には、原材料費のほか、労務費や減価償却費などの加工費が配分され、廃棄物も製品の原価と同じように計算する。

近年、日本でもMFCAの導入が拡大しつつあるが、その理由としては次のことがあげられる。

- ・ MFCAは、廃棄物のリサイクルでなく、廃棄物の発生量そのものの削減（Reduce）につながる改善を促進する。
- ・ 廃棄物発生量の削減は、材料の投入量の削減（Reduce）、材料費の削減に直結し、これはダイレクトなコストダウンになる。
- ・ それに加え、加工業務、廃棄物処理業務の効率化にもつながり、材料費だけでなく、製造コスト全体のコストダウンにつながる。
- ・ もとより、廃棄物発生量の削減、材料の投入量（資源使用量）の削減は、製造業としての環境負荷低減の活動として、環境経営として非常に重要なテーマである。

2. MFCAの意義、経済的効果と環境貢献

企業は、その事業の様々な段階での“環境配慮”が求められている。製品の製造段階でも、その事業所や、そこでの排出物の環境管理が求められ、廃棄物のリサイクルを促進し、ゼロエミッションを達成したとする企業も多くなっている。

廃棄物になったものをリサイクルすることは、資源の有効利用としては大事なことではある。しかしリサイクルするといっても、投入した資源を廃棄物にするまでに、またリサイクルする段階でも、多くの費用とエネルギーを投入していることに目を向ける必要がある。

より重要なことは、廃棄物の発生量そのものを削減することである。MFCAは、製造段階で発生する廃棄物を、工程ごとに、その物量と、材料費、加工費と廃棄物処理費をすべて含めたコストで把握する。これは、廃棄物そのものの発生源に目を向けさせ、その発生量を削減する課題を明確にし、廃棄物の発生量そのものを削減することにつながる。

廃棄物の発生量を削減することは、資源の使用量削減に直結し、製造段階の環境配慮になるだけでなく、資源の購入量削減や業務効率向上にもつながる。

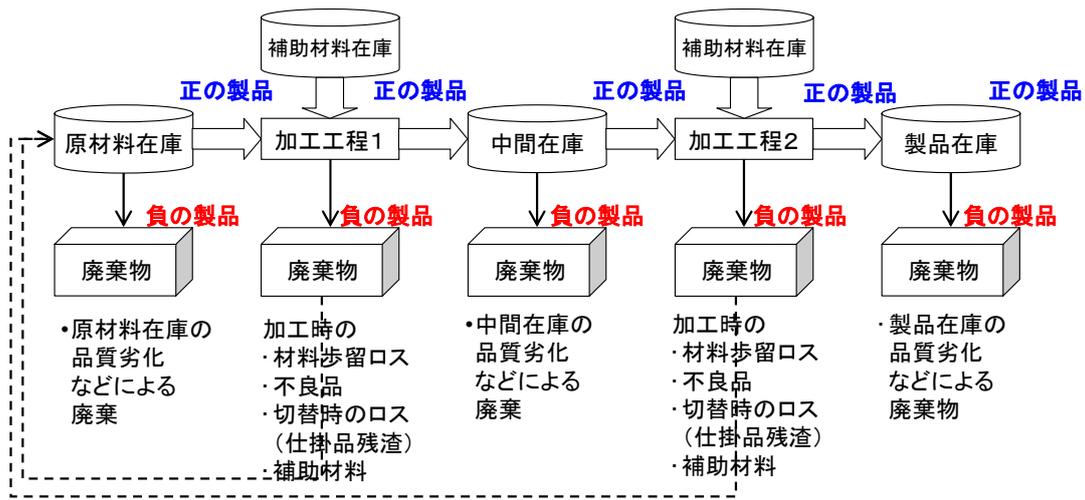
MFCAは、モノづくりにおける環境配慮とコストダウンを同時に追求し、“環境と経済の両立”させるマネジメントに、非常に有効なマネジメントツールである。

3. 製造プロセスで発生する廃棄物＝材料のロス

加工型の製造においては、図 A-1 のように、製造工程の様々な段階で廃棄物、原材料のロスが発生する。加工における廃棄物というのは、次のようなものである。

- ・ 加工時の材料ロス（端材や切粉など）、不良品、不純物
- ・ 切り替え時の装置内に残った残渣
- ・ 補助材料（溶剤など揮発する材料、切り替え時に装置を洗浄する洗剤、触媒など）
- ・ 原材料在庫、中間在庫、製品在庫が、品質劣化などで使用できなくなり廃棄したもの

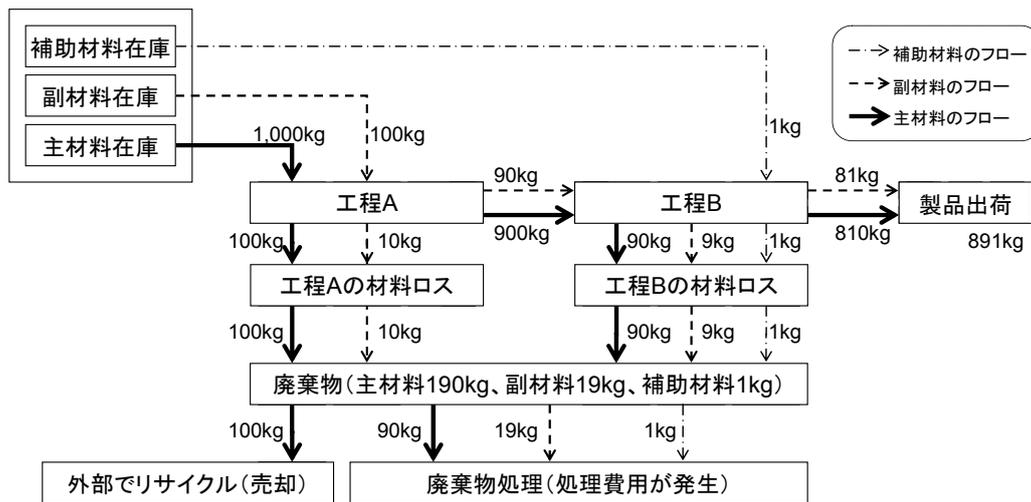
MFCAでは、製品になった材料を“正の製品”、製品にならなかった材料、すなわち廃棄物、排出物はすべて“負の製品”という。



(図 A-1 製造工程で発生する廃棄物)

4. マテリアルフローと MFCA

製造工程の材料のロスを確認する方法のひとつとして、マテリアルフロー分析がある。その例を、図 A-2 に示す。



(図 A-2 マテリアルフロー図)

図 A-2 のマテリアルフローの例では、工程 A で投入される主材料 1,000kg は、工程 A で 100kg、工程 B で 90kg がロスになっている。工程 A でロスになった主材料 100kg は、外部でリサイクルされるため、工程 B でロスになった 90kg が廃棄物として処理される。

工程 A で投入される副材料は、工程 A で 10kg、工程 B で 9kg がロスになり、その合計 19kg が廃棄物として処理される。工程 B で投入される補助材料 1kg は、その全量 1kg が廃棄物として処理される。

ここでは、投入した材料 1,101kg のうち、製品になった材料は 891kg であり、材料ロス 210kg のうち、外部リサイクルされる 100kg を除いた 110kg が最終的な材料のロスである。

マテリアルフロー分析からわかる経済的損失 (ロスコスト) は、廃棄物になった主材料、副材料、補助材料の材料費である。それぞれの材料の廃棄物になった物量に、その材料の購入単価を乗じたものである。(表 A-1)

(表 A-1 材料費のロスの計算)

	単位	主材料	副材料	補助材料	材料合計
投入物量(材料の購入量)	kg	1,000	100	1	1,101
正の製品物量(出荷製品)	kg	810	81	0	891
負の製品物量(材料ロス)	kg	190	19	1	210
材料の購入単価	円/kg	100	100	100	
材料の購入費	円	100,000	10,000	100	110,100
正の製品コスト(材料費)	円	81,000	8,100	0	89,100
負の製品コスト(材料費)	円	19,000	1,900	100	21,000

マテリアルバランスが把握できている企業なら、この材料費のロスは、容易に計算できる。それぞれの材料の物量 (kg) に、その購入単価をかけるだけである。これを見ると、外部でリサイクルして、多少の材料費は回収しても、その材料費のロス (負の製品コスト) に比べると非常に小さいことがわかる。外部リサイクルを行うことも重要ではあるが、経済性も考えると、廃棄物の発生そのものを削減することが、より重要であるとわかるはずである。

さらに、マテリアルのロスによる経済的損失 (ロスコスト) は、その材料費だけではない。それぞれの工程では、人件費、減価償却費やエネルギー費が投入されており、マテリアルのロスは、それらの加工費のロスになっている。また廃棄物は、廃棄物処理が必要で、その費用も加わってくる。

MFCA では、マテリアルフローの物量の情報に、その材料費や加工費、エネルギー費、廃棄物処理費など、すべてのコスト情報を加えた計算を行う。すなわち、マテリアルの流れを原材料ごとに最後まで追跡し、そのマテリアルに、その物量とコストの情報を付加させて分析する手法である。

そのため、MFCA を適用することで、マテリアルのロスによる経済的損失 (ロスコスト) を材料費のロスだけでなく、加工費、エネルギー費、廃棄物処理費など、すべての製造コストにかかわるロスとして見ることができるといえる。

5. MFCA のコスト計算上の特徴

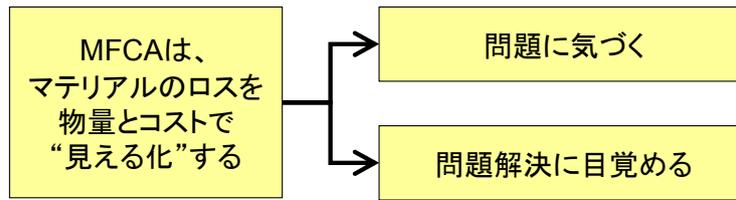
MFCA では、次のような考え方にもとづき、製品の製造コストの計算を行う。

- (1) 正の製品コストと負の製品コストに分離、計算する。
 - ・ 正の製品コスト：次工程に受け渡されたもの (正の製品) に投入したコスト
 - ・ 負の製品コスト：廃棄物やリサイクルされたもの (負の製品) に投入したコスト
- (2) 全工程を通じたコスト計算を行う。
 - ・ 正の製品コストは、次工程では前工程コストとして新規投入コストに加え、投入コスト合計としてコスト計算を行う。
- (3) すべての製造コストを 4 つに分類して、上記の計算を行う。
 - ・ マテリアルコスト (Material Cost、MC と省略して表すことがある)：材料費、ただし製品になる直接材料だけでなく、洗浄剤・溶剤・触媒などの製品にならない間接材料も計算の対象
 - ・ システムコスト (System Cost、SC と省略して表すことがある)：労務費、減価償却費、間接労務費などの加工費
 - ・ エネルギーコスト (Energy Cost、EC と省略して表すことがある)：加工費の中の電力費、燃料費や用役費など
 - ・ 廃棄物処理費 (Waste Management Cost、WMC と省略して表すことがある)：排気、排液、廃棄物の所内における処理費用、外部へ処理委託する際の委託費用など

6. MFCA はマテリアルのロスをその物量とコストで“見える化”する

MFCA では、このような方法で材料のロスである“負の製品”に投じたコストを、“負の製品コスト” (材料のロスにともなう経済的損失、ロスコスト) として算出する。

MFCA を適用すると、製造の全工程を通して、あるいは工程ごとに、“負の製品”すなわち材料のロス、そのロスになった材料の物量と、加工費なども含めた総合的なロスコストで“見える化”できる。



(図 A-3 MFCA のメリット)

このロスの“見える化”は、図 A-3 に示した 2 つのメリット「問題に気づく」「問題解決に目覚める」きっかけを企業にもたらす。

(1) 問題に気づく

「問題に気づく」というのは、MFCA により、材料のロスの存在そのものや、その経済的損失を、組織的に認識していなかったことを発見する場合である。

多くの企業で「材料はその歩留管理を行っている」との声を聞く。しかし、多くの場合、管理している材料や工程、ロスの対象は、部分的である。主材料は管理していても、副材料や補助材料は、使用量もロス量も、特に管理していないことがよく見受けられる。製造現場の作業員だけは、材料がロスになるのを見てはいても、製造部門の管理者、生産技術部門、製品設計部門では、それを認識していないことも多い。廃棄物を、その廃棄物処理の管理しかしていないためである。

こうした場合、MFCA を適用すると、従来、管理されていなかった材料のロスに気づく。「問題に気づく」ことで、改めてロスを削減するという組織的な活動が生まれる。

(2) 問題解決に目覚める

ロスと認識していても、改善の取組をしていないことがある。そこでは「標準作業だから」「過去に改善した結果だから」「設備投資しても回収できそうにないから」「忙しいから」「人がいないから」「技術的に限界だから」など、様々な理由が発せられる。そうした理由を改めて深く掘り下げると、“改善できない”のではなく、“改善を諦めていた”、あるいは“見逃していた”という場合がある。

そうした場合、本当の問題は、例えば“技術的に無理”だからではなく、“技術的な限界を突破”する行動をしないことである。問題解決というのは、従来の“限界”、“標準”、“無理”、“忙しい”という“言い訳”をブレイクスルーすることともいえる。「問題解決に目覚める」というのは、従来の“限界”、“標準”、“無理”、“忙しい”という理由を乗り越えて、こうした改善に本気で取り組むことである。

MFCA を適用すると、マテリアルのロスによる加工費も含めたロスコストが見える。それは多くの場合、従来、認識していたものよりかなりの大きさであり、そのロスコストの大きさに驚くことも多い。コスト改善の効果が、従来認識していたものより大きいことも分かるので、諦めていた改善が可能になることもある。

また MFCA は、“負の製品コスト＝ゼロ”という、ある意味での究極の理想値、挑戦的な目標を技術者に与える。これは、上で述べたブレイクスルーをうながし、問題解決に目覚めるきっかけが与えられるということである。

7. 製造のロスコストとして MFCA で見えるもの

MFCA で考慮し、管理対象とする製造のロスは以下のように整理できる。

- 1) 材料ロスの工程別の発生状況、工程別の材料歩留率
- 2) 材料ロスの工程別の発生原因 (切粉、端材、切替ロス、不良、テストなど)
- 3) 材料ロスの材料購入費 (主材料、副材料、補助材料)
- 4) 材料ロス (製品にならなかった材料) の廃棄物処理費
- 5) 材料ロスの中で、リサイクルとして売却できた材料の材料購入費
- 6) ロスになった材料に投入した加工費 (労務費、減価償却費、燃料・用役費など)
- 7) 材料ロスの中で、工程内リサイクルしたものを、再加工するのに要する加工費
- 8) 在庫の製品や仕掛品、材料で、品種切り替えや品質劣化などにより使用できなくなり廃棄したもの (あるいは在庫が長期化しているもの) の材料費と加工費

1)~3)の項目は、主材料に関しては管理している企業は多い。“主材料に関して”としたのは、副材料や補助材料に関しての管理は、それほど多くの企業では行っていないからである。副材料や補助材料は、工程や設備単位で管理されることが多く、品種別に投入量やその中のロス量が管理されていることは稀である。場合によっては、工場一括になっていることもある。

また 4)の廃棄物処理費も、廃棄物の種類別に、工場全体の総額では管理している。しかし、材料の種類別、使用した製品の品種別、発生工程別に管理している企業は稀である。

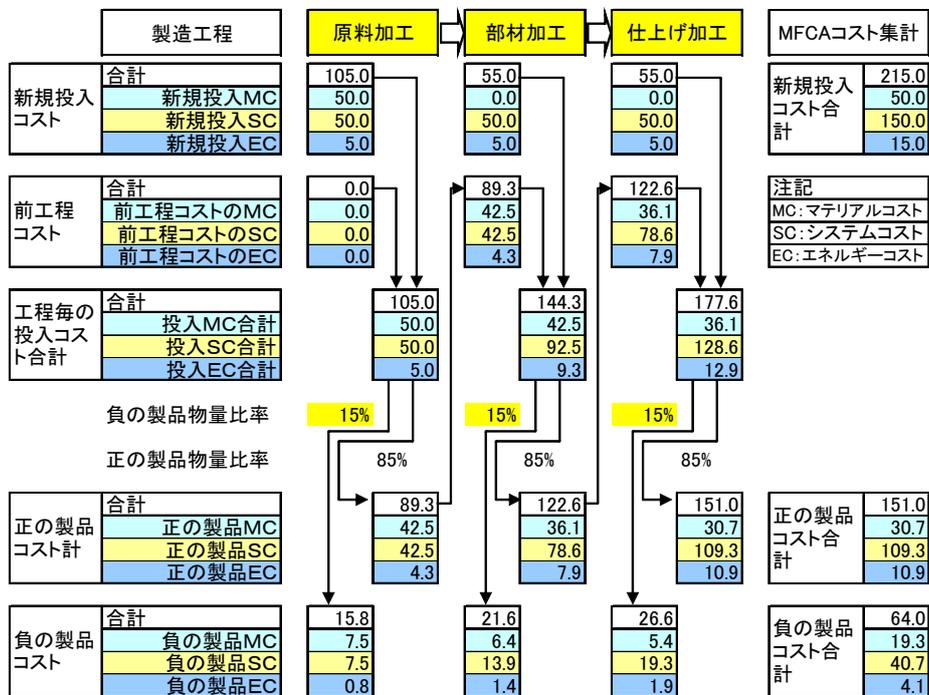
5)のように廃棄物がリサイクルできる場合は、資源の無駄にはならず、また外部リサイクルとして有価で引き取ってもらえる場合もあり、ロスと認識していないことも多い。

6)~8)の項目は、MFCAのように、工程を通したコスト計算を行わないと算出が困難である。

そのほか、TPM (Total Productive Maintenance「全員参加の生産保全」の略称) などの改善活動を行っている企業など、設備の停止や切り替えなどの時間のロスを明確化していることが多い。これは設備償却費の投入コストの中に含まれるロスといえる。こうした投入コストのロスは、MFCA と補完的に活用することが望ましい。

8. MFCA は、ロスを工程ごとに“見える化”する

図 A-4 は、MFCA のホームページ (<http://www.jmac.co.jp/MFCA/thinking/07.php>) からダウンロードできる MFCA 簡易計算ツールの MS-Excel のファイルの中にある、MFCA 簡易体験ツール (MFCA の仕組みを簡単に体験してもらう MFCA 計算の雛形データ) を使った MFCA の計算結果のひとつ、コストフロー図のイメージを示している。(ただし廃棄物処理コストは省略した。)



(図 A-4 MFCA 簡易体験ツールによる計算事例)

この例では、廃棄物の物量さえ把握できれば、ロスになった材料の購入費として、全工程の合計 19.3 円が、ロスコストとして把握は可能である。

MFCA では、負の製品 (廃棄物になった材料) に投入された加工費、エネルギー費もすべて “負の製品コスト” として計算する。この例では、加工費や経費に関する負の製品コストは全工程の合計 40.7 円、エネルギー費用の負の製品コストは全工程の合計 4.1 円である。この合計が、製造のすべてのロスコストであり、この例では 64.0 円である。これは総コスト 215.0 円の 29.8%に相当する。

また、MFCA は、こうした負の製品コストを、工程別に把握する。

図表 A-4 の例では、原料加工、部材加工、仕上げ加工の工程別に、負の製品コストはそれぞれ、15.8 円、21.6 円、26.6 円である。それぞれ工程ごとの材料の投入物量に対する、正の製品の物量、負の製品の物量は、比率として 15%、85%にして計算したものであるが、前工程の加工費などが負の製品コスト計上されるため、後工程でロスになるほど、負の製品コストが大きくなることを示している。

マテリアルフローコスト会計
MFCA 事例集

2010年 3月発行

発行： 経済産業省 産業技術環境局環境政策課
環境調和産業推進室

連絡先：〒100-8901

東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

電話：（代表）03-3501-1511(内線：3527、3528)

：（直通）03-3501-9271

E-Mail：qqgdbg@meti.go.jp

http://www.meti.go.jp/policy/eco_business/index.html

本事例集の内容に関するお問い合わせは、下記のMFCA事業事務局までお願いします。

株式会社 日本能率協会コンサルティング MFCA センター
MFCA 事業事務局

住所：〒105-8534 港区虎ノ門三丁目22番1号

秀和第二芝公園三丁目ビル 4階

TEL. 03-3434-7331

FAX. 03-3434-6430

E-Mail mfca_eco@jmac.co.jp