マテリアルフローコスト会計手法
導入ガイド

（Ver. 3）

平成２１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

はじめに

マテリアルフローコスト会計（Material Flow Cost Accounting 、以下、MFCA と記す）は、ドイツで原型が開発された環境管理会計手法のひとつです。平成 12 年に日本に紹介され、日本ではその後、その研究と企業への導入、普及が進んでいます。

経済産業省は平成 19 年 11 月、MFCA の国際標準化について国際標準化機構(ISO)の TC207（環境マネジメント）に対し新業務項目提案（New Work Item Proposal）を行い、平成 20 年 3 月に採択されました。この結果、規格化の作業を行うワーキンググループが設置され、平成 23 年春を目途に国際規格発行に向けた作業に着手し、ISO 事務局から MFCA 規格に対し ISO14051 の番号が付与されました。MFCA は国内のみならず、世界的な注目を集めつつあります。

「マテリアルフローコスト会計手法導入ガイド（ver.3）」は MFCA 手法の導入を志す企業に向け、MFCA 導入の基本的な進め方と考え方のガイドとして、経済産業省委託「平成 20 年度温暖化対策環境経営管理システム構築モデル事業（マテリアルフローコスト会計開発・普及調査事業）」（以下、本事業と記す）を受託した株式会社日本能率協会コンサルティングが制作しました。

この制作にあたっては、本事業の事業委員会の指導、助言を受けています。本事業の事業委員会は、次の委員で構成されています。（委員名は、50 音順に記載）

委員長

國部　克彦　神戸大学大学院 経営学研究科 教授

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　生産管理部　次長

喜多川 和典　財団法人 社会経済生産性本部 エコ・マネジメント・センター長

君塚　秀喜　経済産業省　産業技術環境局　環境調和産業推進室長

木村　徹　キヤノン株式会社 環境本部 環境企画センター 担当部長

中嶌　道靖　関西大学 商学部 教授

沼田　雅史　積水化学工業株式会社　Ｒ＆Ｄ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

水口　剛　高崎経済大学 経済学部・経済学科 教授

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

また、経済産業省では、平成 11 年度に始まった環境管理会計プロジェクト以来、一貫して MFCA の開発と普及に努めています。

経済産業省の、MFCA の開発、普及政策は、以下 URL のホームページで閲覧できます。

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

目次

ウォーミングアップ（本文を読まれる前に）----------1

第１章　マテリアルフローコスト会計の概要---------- 2

１　マテリアルフローコスト会計（MFCA）とは
２　MFCA の意義、経済的効果と環境貢献
３　製造プロセスで発生する廃棄物＝材料のロス
４　マテリアルフローと MFCA
５　MFCA のコスト計算上の特徴
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
７　製造のロスコストとして MFCA で見えるもの
８　MFCA は、ロスを工程ごとに“見える化”する
９　MFCA と通常の原価計算の違い
１０　負の製品コストの生産形態別特徴

第２章　マテリアルフローコスト会計の導入手順----------13

１　MFCA の導入から展開のステップ
２　MFCA 導入の手順
３　MFCA 導入、計算の流れ

第３章　MFCA 計算の事前準備----------16

１　事前準備の重要性
２　MFCA 計算の対象製品、ライン、工程範囲の検討
３　物量センターの検討
４　分析対象の原材料と、その物量データの収集方法（測定、計算）の検討
５　分析対象の品種、期間の検討

第４章　MFCA簡易計算ツールを使ったMFCAの計算方法----------22

１　MFCA 簡易計算ツールについて
２　マテリアルの物量データの収集、整理
３　MFCA 簡易計算ツールにおいて定義するマテリアルの分類
４　MFCA 簡易計算ツールにおけるマテリアルの物量とコストの定義
５　システムコスト、エネルギーコストのデータの収集、整理
６　MFCA 簡易計算ツールにおけるシステムコスト、エネルギーコストの定義
７　MFCA 簡易計算ツールにおけるシステムコスト、エネルギーコストの MFCA 計算の考え方
８　MFCA 簡易計算ツールにおける MFCA 計算結果
解説-1　MFCA 簡易計算ツールを使った MFCA の計算結果
解説-2　工程間の物量値の整合化の考え方
解説-3　ロス原材料を工程内リサイクル（再利用）する際の MFCA の考え方

第５章　MFCA 計算結果の活用----------44

１　MFCA 計算結果の見方
２　改善課題の抽出と整理
３　改善の取り組み方

第６章　MFCA の進化----------47

１　MFCA のシステム化
２　MFCA のサプライチェーン企業への展開
３　MFCA と LCA との連携
４　外部環境経営指標としての MFCA の活用

（参考文献）----------57

ウォーミングアップ（本文を読まれる前に）

廃棄物は“宝の山”。まず、自社の“宝の山”をざっくり“見える化”してみましょう。

あなたの会社の廃棄物を、ざっくりと金額で計算してみましょう。

環境報告書には、生産拠点の環境負荷として、マテリアルバランス（主要材料の投入量と廃棄物量）が記述されています。そのデータから、投入材料の物量合計、廃棄物になった材料“負の製品”の物量合計が概算でわかります。また、製品になった“正の製品”の物量は、投入材料全体からこの負の製品物量を引けば算定できます。

一方、会社全体の原材料費に関するデータは、有価証券報告書などにあります。そのデータを使って投入された材料の単価を概算で計算してみましょう。たとえば、会社で使う材料の総量で、材料費全体を割って、単価設定するのもひとつです。

この単価と、先の正と負の製品物量を掛け合わせれば、正と負の製品コスト（マテリアルコスト）が大まかですが、見て取れるでしょう。

マテリアルバランスのデータから、ざっくりと“宝の山の物量と金額”を見る					
Input：投入材料		Output：廃棄物（宝の山）		Output：製品	
主要な原材料	物量(ton)	廃棄物（負の製品）	物量(ton)	正の製品	物量(ton)
鉄鋼材料	23,450	産業廃棄物	4,320		
アルミ材料	6,780	再資源化物	7,650		
化学材料	900				
合計(ton)	31,130	合計(ton)	11,970	合計(ton)	19,160
物量比率	100%	物量比率	38.5%	物量比率	61.5%
投入した材料費		廃棄物（負の製品）の材料費		正の製品の材料費	
合計（百万円）	50,000	合計（百万円）	19,226	合計（百万円）	30,774

上の表は、廃棄物“宝の山”を物量と金額で、大まかに計算した事例です。同じ方法（下の表）で、あなたの会社の廃棄物“宝の山”を、その物量と金額で見てみましょう。

Input：投入材料		Output：廃棄物（宝の山）		Output：製品	
主要な原材料	物量(ton)	廃棄物（負の製品）	物量(ton)	正の製品	物量(ton)
		産業廃棄物			
		再資源化物			
合計(ton)		合計(ton)		合計(ton)	
物量比率	100%	物量比率		物量比率	
投入した材料費		廃棄物（負の製品）の材料費		正の製品の材料費	
合計（百万円）		合計（百万円）		合計（百万円）	

あなたの会社の廃棄物“宝の山”は、どのくらいありますか。廃棄物を削減すると、この“宝の山”から、コストダウンというプレゼントがもらえます。（上の計算で、マテリアルのロスの物量と材料費を見える化しました。MFCA は、加工費等も含めた総合的なロスを、より正確に見える化します。しかも製品別、工程別に表すことができるので、廃棄物の削減とコストダウンの取り組みを同時に行うのに、MFCA は非常に効果的な手法です。詳細は本文をお読みください。）

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。ドイツのアウグスブルグにある経営・環境研究所（IMU）によってその原型が開発された。日本においては、マテリアルを原材料・エネルギーに細分化し、工程ごとに測定し改善策の策定を行うなど、MFCA をより活用しやすいものに工夫を行っている。

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、図表-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。

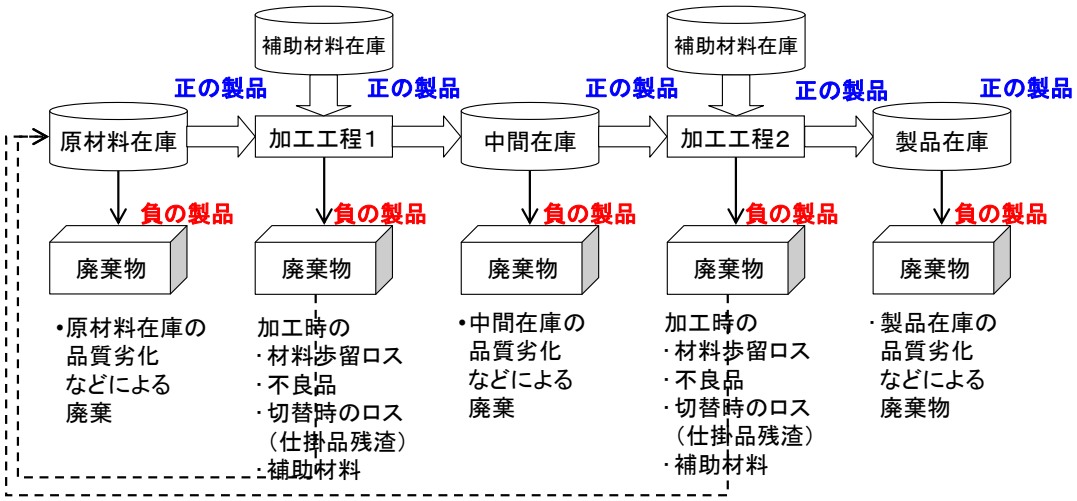
・加工時の材料ロス（端材や切粉など）、不良品、不純物

・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

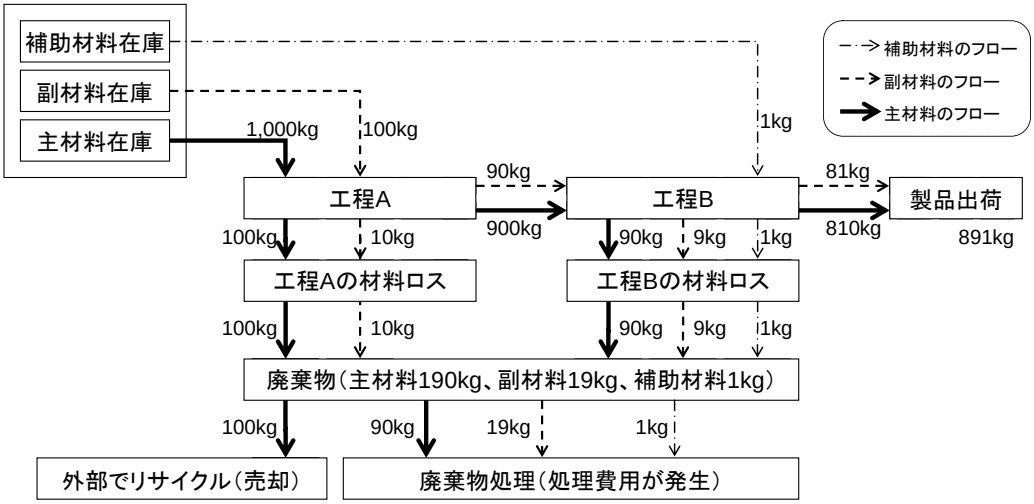
MFCA では、製品になった材料を“正の製品”、製品にならなかった材料、すなわち廃棄物、排出物はすべて“負の製品”という。



（図表-1　製造工程で発生する廃棄物）

４　マテリアルフローと MFCA

製造工程のマテリアルのロスを明確にする方法のひとつとして、マテリアルフロー分析がある。その例を、図表-２に示す。



（図表-2　マテリアルフロー図）

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

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

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

マテリアルフロー分析からわかる経済的損失（ロスコスト）は、廃棄物になった主材料、副材料、補助材料の材料費である。それぞれの材料の廃棄物になった物量に、その材料の購入単価を乗じたものである。(図表-3)

	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

（図表-3　材料費のロスの計算）

マテリアルバランスが把握できている企業なら、この材料費のロスは、容易に計算できる。それぞれの材料の物量（kg）に、その購入単価をかけるだけである。これを見ると、

外部でリサイクルして、多少の材料費は回収しても、その材料費のロス（負の製品コスト）に比べると非常に小さいことがわかる。外部リサイクルを行うことも重要ではあるが、経済性も考えると、廃棄物の発生そのものを削減することが、より重要であるとわかるはずである。

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

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

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

５　MFCA のコスト計算上の特徴

MFCA では、次のような考え方にもとづき、製品の製造コストの計算を行う。

（１）正の製品コストと負の製品コストに分離、計算する。

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

（２）全工程を通したコスト計算を行う。

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

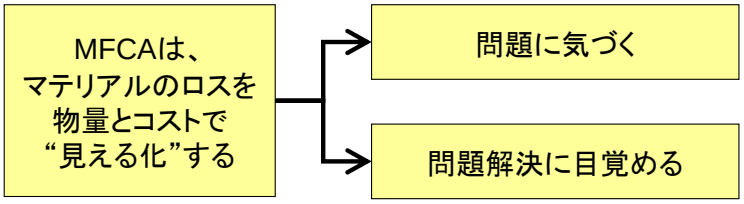
（３）すべての製造コストを４つに分類して、上記の計算を行う。

- マテリアルコスト（Material Cost、MC と省略して表すことがある）：材料費、ただし製品になる直接材料だけでなく、洗浄剤・溶剤・触媒などの製品にならない間接材料も計算の対象
- システムコスト（System Cost、SC と省略して表すことがある）：労務費、減価償却費、間接労務費などの加工費
- エネルギーコスト（Energy Cost、EC と省略して表すことがある）：加工費の中の電力費、燃料費や用役費など
- 廃棄物処理費（Waste Treatment Cost、WTC 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を、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。



（図表-4　MFCA のメリット）

このロスの“見える化”は、図表-4 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。製造現場の作業者だけは、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、改善の取り組みをしていないことがある。そこでは「標準作業だから」「過去に改善した結果だから」「設備投資しても回収できそうにないから」「忙しいから」「人がいないから」「技術的に限界だから」など、様々な理由が発せられる。そうした理由を改めて深く掘り下げると、“改善できない”のではなく、“改善を諦めていた”、あるいは“見逃していた”という場合がある。

そうした場合、本当の問題は、例えば“技術的に無理”だからではなく、“技術的な限界を突破”する行動をしないことである。問題解決というのは、従来の“限界”、“標準”、“無

理”、“忙しい”という“言い訳”をブレークスルーすることともいえる。「問題解決に目覚める」というのは、従来の“限界”、“標準”、“無理”、“忙しい”という理由を乗り越えて、こうした改善に本気で取り組むことである。

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

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

7　製造のロスコストとして MFCA で見えるもの

MFCA で考慮し、管理対象とする製造のロスは以下のように整理できる。

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

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

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

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

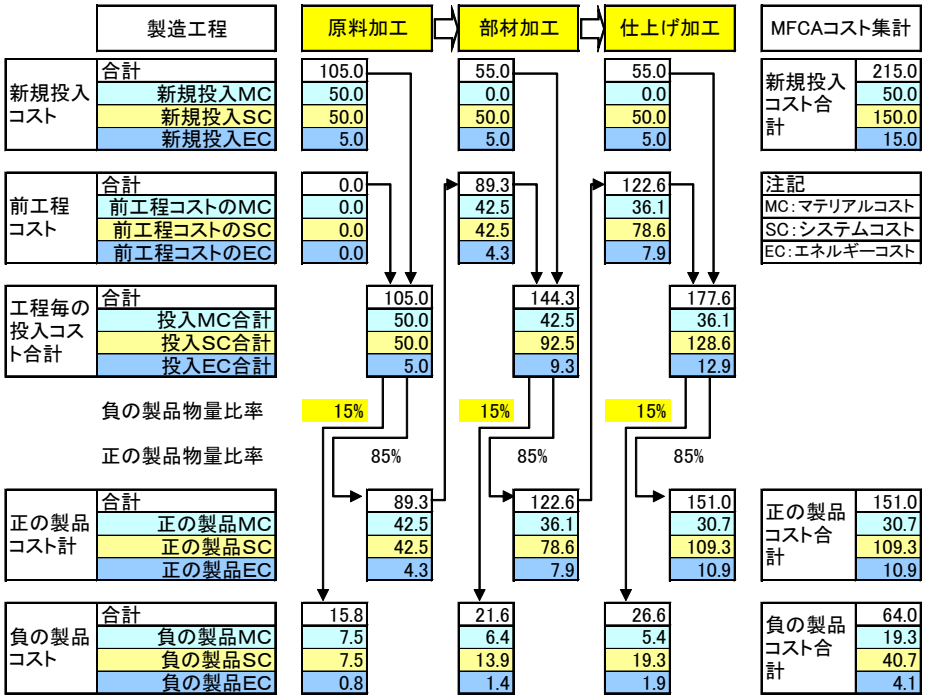
6)～8)の項目は、MFCA のように、工程を通したコスト計算を行わないと算出が困難である。

そのほか、TPM（Total Productive Maintenance「全員参加の生産保全」の略称）などの改善活動を行っている企業など、設備の停止や切り替えなどの時間のロスを明確化して

いることが多い。これは設備償却費の投入コストの中に含まれるロスといえる。こうした投入コストのロスは、MFCA と補完的に活用することが望ましい。

8　MFCA は、ロスを工程ごとに“見える化”する

図表-5 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。）



（図表-5　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。

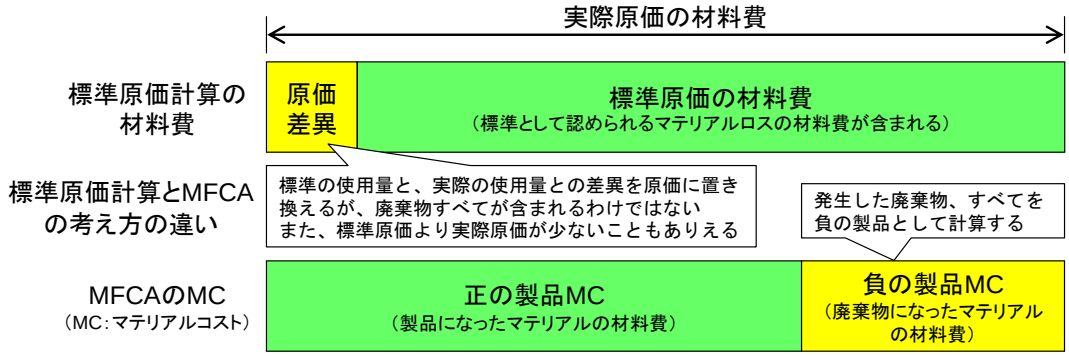
図表-5 の例では、原料加工、部材加工、仕上げ加工の工程別に、負の製品コストはそれぞれ、15.8 円、21.6 円、26.6 円である。それぞれ工程ごとの材料の投入物量に対する、正

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。

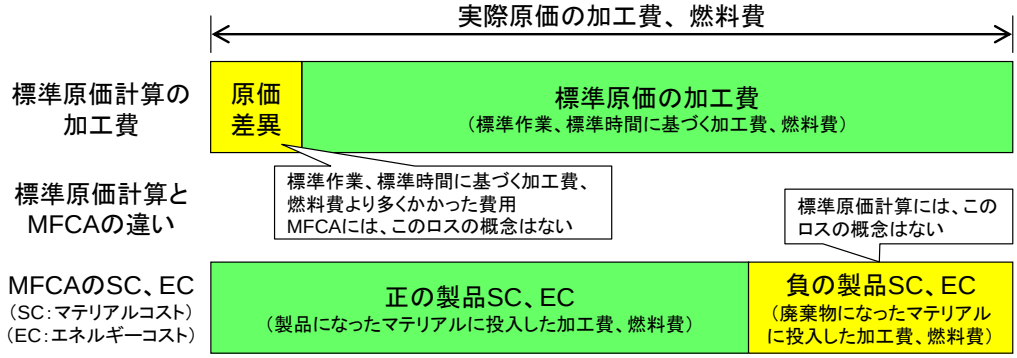
9　MFCA と通常の原価計算の違い

通常の実際原価計算は、その目的が売上総利益を計算することにある。工場で発生したすべてのコストを製品別に集計し、製品別製造原価を計算する。従って、製造プロセスにおけるロスの大きさを、原価として把握することはしない。

標準原価計算は、製造業を中心によく採用されている原価計算、および原価管理の手法である。標準原価計算では、標準原価を定義し、それと実際原価との“原価差異”に関する原因分析を実施し、改善するべき対象として管理する。



（図表-6　材料費の扱いに関する標準原価計算と MFCA の違い）



（図表-7　加工費の扱いに関する標準原価計算と MFCA の違い）

材料費に関して、標準原価計算の原価差異では、すべてのマテリアルのロスを表さない。標準原価として定義される標準の中に、マテリアルのロスとして廃棄される部分も含まれているからである。（図表-6 参照）標準以上に投入した材料がロスなのである。

一方 MFCA では、製品にならなかった材料は、すべてロスであり、負の製品として物量を管理し、その材料費を負の製品 MC（MC:マテリアルコスト）とする。MFCA は材料の

ロスをすべて表すが、標準原価計算では、材料のロスを表わしているわけではない。

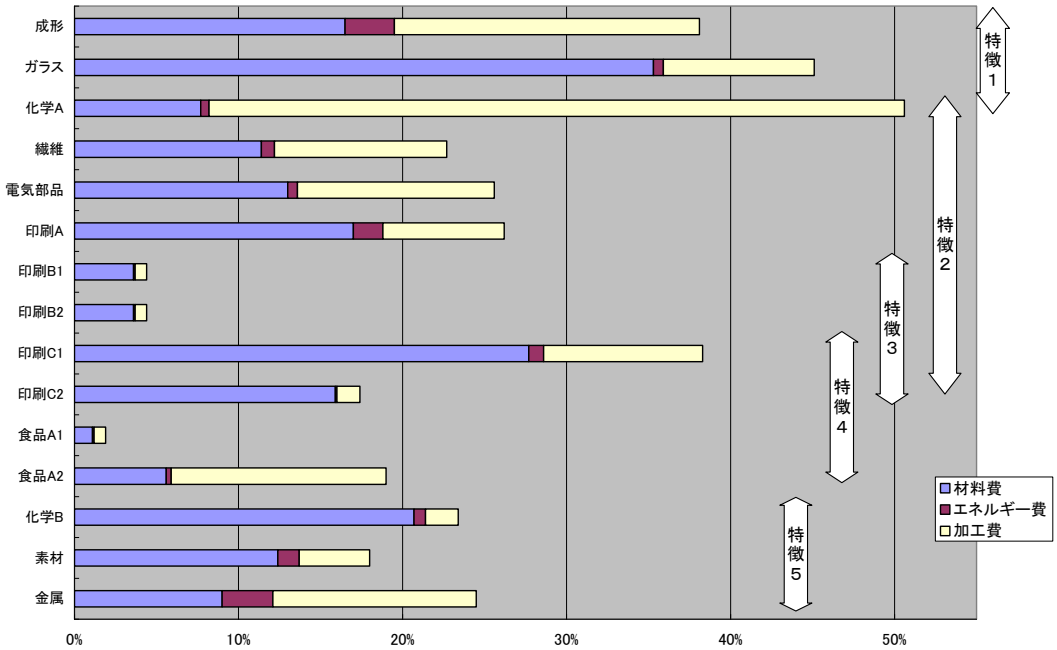
加工費や燃料費に関しても、標準原価計算では、標準との差異をロスとする。（図表-7 参照）例えば加工作業において、標準の加工時間以上にかかった作業時間がロスであり、その加工費が原価差異である。一方 MFCA では、標準以上に要した加工費は、ロスとはみなさないかわりに、材料のロスである負の製品に投入した加工費、燃料費は、負の製品 SC（SC：システムコスト）、負の製品 EC（EC：エネルギーコスト）になる。

また、廃棄物の処理費用は、多くの企業の場合、製品別の製造コストとは別に、工場一括で管理されているため、事業に掛かった費用としか見ていないが、MFCA はそれもロスとみなして、負の製品コストの構成要素のひとつとなっている。

しかし MFCA では、製品にならない材料（負の製品）をすべてロスとみなし、それに投入したすべてのコストを負の製品コスト（ロスコスト）として“見える化”するというのが、他の原価計算手法と比較した特徴といえる。

１０　負の製品コストの生産形態別特徴

図表-8 は、平成１６年度と平成１７年度の大企業向け MFCA 導入共同研究モデル事業の報告書から特徴的な事例を選択し、負の製品コスト比率抽出し、整理したものである。



（図表-8　製品の特徴と MFCA 計算結果（負の製品コスト））

ここからは、以下の５つの特徴が読み取れる。

特徴１：新技術分野では特に負の製品コストが大きい

図表-8 の成形、ガラス、化学 A の事例は、いずれも比較的、新しい技術分野の製品であ

る。新しい技術分野の製品は、管理や改善が十分に行き届かないため、ロスが大きくなることが多い。また、材料の歩留が悪いことは認識していても、品質問題や生産量の確保の問題解決が優先され、その問題を真剣に取り組めていないこともある。

こうした領域では、ロスコストを“見える化”することで、マネジメントもそのロスの大きさや原因に気がつき、それに対して抜本的、組織的な手を考えるようになる。

特徴 2：多品種少量生産によるロスコストが見える

図表-8 の化学 A、繊維、電気部品、印刷 A、印刷 B1、B2、印刷 C1、C2 の事例は、いずれも多品種少量生産の事例である。印刷 B1、B2 を除いて、負の製品コスト比率はかなり高い。

多品種少量生産では、切り替えなどが多く、ロスが大きいと認識していても、通常、そのロスコストの総額は見えていないことが多い。多品種少量生産の場合、在庫の削減とそのための製造リードタイム短縮に、管理や改善の取り組みが集中しがちである。切り替えを頻繁にするとロスが大きくなると分かっていても、それによるロスコストが見えず、在庫を少なくしすぎているケースもある。

切り替えによるロスコストを見えるようにすることで、在庫や生産ロットを最適化する生産計画や生産方式を考えることが可能になる。

特徴 3：標準原価計算では、すべてのマテリアルのロスは見えない

標準原価計算もロスを表す原価計算手法のひとつである。しかし、そこでのマテリアルのロスは、製造現場で管理、改善できるロスに限定され、金型などにより規定されるロスは標準原価に織り込まれ、ロスコストとして見えないことが多い。

図表-8 の印刷 B1、B2、印刷 C1、C2 の事例において、印刷 B1、B2 は標準原価計算で管理されているロスだけで MFCA の計算を行ったもの、印刷 C1、C2 は、標準原価計算ではロスとみなされていない用紙の裁断ロスなども含めて、MFCA 計算を行ったものである。B1、B2 も、本来は 20%近い負の製品コスト比率になるはずである。

標準原価計算を行っている場合、標準に含まれているロスが見えず、その部分の改善は取り組みが不十分になりがちである。MFCA は、通常は忘れられているロスの存在を明瞭にする。

特徴 4：品種別のロスが比較できる

多品種混流生産の場合、加工費やエネルギー費は、生産の出来高などで品種別に按分されることが多い。しかし、品種によりロット量や切り替え頻度、切り替え時間が異なると、実態との差が大きくなる。

図表-8 の印刷 C1、C2、食品 A1、A2 は、いずれも同じラインの異なる品種の製品で MFCA 計算を行い、その負の製品コスト比率を比較したものである。品種によって、負の製品コ

スト比率は大きく異なっている。

多品種混流生産のラインの製品にMFCAを適用すると、品種別に総コスト、負の製品コストの違いを“見える化”でき、品種別の改善課題や解決方針を明確にできる。

特徴5：理想“負の製品コストゼロ”が技術挑戦目標を与える

成熟技術で少品種大量生産の領域では、長年の技術やノウハウの蓄積により、材料ロスの削減はかなり取り組まれていることが多い。

図表-8の化学B、素材、金属は、そうした領域のMFCAの適用事例であるが、その負の製品コストの比率は 20%前後となっている。しかし、改善課題はいずれも、現在の設備や技術により解決できず、技術開発や設備投資が必要なものがほとんどである。

しかし、MFCA は、理想のモノづくりの状態“負の製品コストゼロ”を定義し、技術的な挑戦目標を明確にし、従来はあきらめていた設備投資や技術開発の検討をうながす。

また、MFCAを用いると、そのコストダウン寄与度をかなり正確に計算することができ、設備投資や技術開発にかける予算の明確化、投資回収のシミュレーションやその判断が容易にできるようになる。

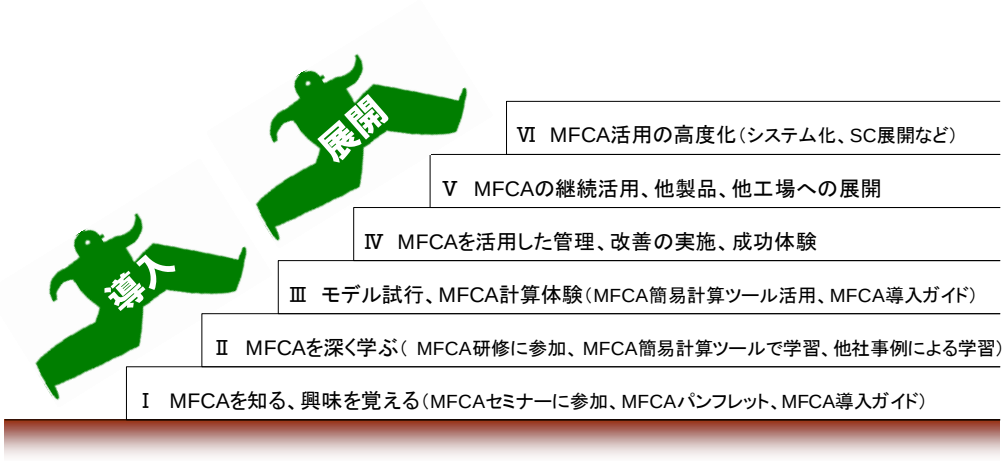
第２章　マテリアルフローコスト会計の導入手順

１　MFCA の導入から展開のステップ

MFCA は、まだ比較的新しい管理手法である。日本での導入企業も、現在はそれほど多くはない。生産管理、工程管理、標準原価計算など、その長い歴史の中で、多くの企業の中でシステム化されたり、仕組みとして定着したりしている。しかし、MFCA はまだ、その端緒についた段階である。

そのため、企業の中で MFCA を認知している人は、まだ比較的少数であるため、MFCA の導入にあたっては、段階的に取り組まざるを得ないことが多い。

MFCA の導入から活用、展開するステップを、図表-9 に示す。ステップⅢのモデル試行の段階からは、社内の複数部署の連携したプロジェクトなどの取り組みが必要になる。従って、MFCA の導入を推進しようと考えた人は、社内の関係者に、MFCA の活用の意義やメリット、あるいは具体的な方法を提示することが求められる。そのため、ステップⅠやステップⅡで示すような方法で、その知識を蓄え、MFCA を十分理解する必要がある。



（図表-9　MFCA の導入展開ステップ）

また、MFCA を企業の管理手法として、導入、展開するためには、他社の導入事例やそのメリットを知るだけでなく、自社における効果的な活用ポイント、メリットを検討する必要がある。

従って、ステップⅢ「モデル試行、MFCA 計算体験」の際に、MFCA の計算を行うだけでなく、ステップⅣ「MFCA を活用した管理、改善の実施、成功体験」まで進み、MFCA により見えた改善課題に取り組み、MFCA の成功事例、成功体験を作ることが望ましい。

成功事例､成功体験を持つことは､企業に MFCA を活用する基盤を構築できたといえる。これはその先のステップⅤ「MFCA の継続管理、他製品、他工場へのや展開」、ステップⅥ「MFCA 活用の高度化」など、MFCA の展開をスムーズに進ませる上で重要である。

2　MFCA 導入の手順

図表-10 は、図表-9 で示したステップⅢ「モデル試行、MFCA 計算体験」、ステップⅣ「MFCA を活用した管理、改善の実施、成功体験」の部分の手順を整理したものである。

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

（図表-10　MFCA 導入、活用の手順）

この手順の中の“1. 事前準備”から“3. MFCA 計算”までが、MFCA 計算のステップである。

ここで重要なことは、原材料のロス削減（廃棄物の発生量削減）に効果的なデータを、効率的に収集して整理することである。

MFCA においては、これらの原材料の物量計算、コスト計算をおこなう工程の単位を、物量センターという。物量センターごとに、原材料の投入物量、良品の出来高物量、ロスの物量の測定、計算を行う。

これらは、製造現場で測定されたデータに基づくことが基本である。一般に、製造現場においては、原材料の投入量、良品の出来高などを、材料や製品とその生産特性に合わせた単位（重量、数量、容量など）で測定している。これらの既存の測定データを活用し、不足するデータに関しては、測定、もしくは理論値などから計算する。

物量センターごとに、これらの物量値のマスバランスが取れているはずである。

期初在庫の原材料物量＋投入原材料物量＝
期末在庫の原材料物量＋正の製品（良品出来高）物量＋負の製品（原材料ロス）物量

製造現場での原材料の投入量、完了品の出来高などの管理単位は、統一した物量値（例えば重量、kg）で行われることは少なく、重量以外に、個数、本数、枚数、長さ、面積、体積など、様々な管理単位を併用していることの方が多い。そのため MFCA の計算を行う際には、それらを重量などの統一した物量値に換算する必要がある。また、実際に使用している数量などの管理単位による物量値をパラメータとして MFCA の計算を行うことができる MFCA 計算モデルを構築する必要もある。（なお、MFCA において、統一した物量単位としては、重量を採用することが多い。）

MFCA 計算モデルでは、定義した物量センターの工程単位が、実際の工程単位と異なることがある。物量センターの単位が粗すぎると、負の製品コストがうまく表せない。細かすぎると計算のためのデータ収集や整理に手間がかかりすぎてしまう。その生産特性に合わせた物量センターを定義する必要がある。

手順の中の“4. 改善課題の抽出”から“5. 改善効果の評価”までは、一般の改善の進め方とほとんど変わらない。ただし、MFCA の計算結果を活用すると、個々の改善課題のコストダウン寄与度が明確になるため、取り組みの優先順位の判断、改善効果の評価などが明確になりやすい。

3　MFCA 導入、計算の流れ

図表-11 は、図表-10 の手順 1～3 について、その検討、作業項目と、そこでの注意事項、ポイントを整理したものである。この基本手順 1“事前準備”は第 3 章で、基本手順 2“データ収集、整理”と基本手順 3“MFCA 計算”については第 4 章で、詳しく説明を行う。

基本ステップ		検討、作業項目	注意事項
1	事前準備	MFCA計算対象の製品、ライン、工程範囲の検討	• 導入、計算の目的、狙いを明確に（計算モデルを構築しやすい製品と、適用の効果を出しやすい製品は異なる）
		物量センター（MFCAの工程単位）の検討	• 粗すぎず（工程設定が粗すぎるとロスが見えない） • 細かすぎず（工程設定が細かすぎると、データ整理が煩雑）
		分析対象の原材料と、その物量データの収集方法（測定、計算）の検討	• 補助材料：環境、コスト両面で影響小さいものは除外してもよい • 測定が原則、ただし理論値、計算値でも可能
		分析対象の品種、期間の検討	• 最初の、データを入手しやすい品種、期間でトライする
2	データ収集、整理	工程別の投入材料の種類、投入物量と廃棄物量のデータ収集、整理	• 材料種類別に、工程別の投入量と廃棄量のデータ収集 • 数量などの管理単位を、物量値（kg）に変換
		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	• 経理情報が基本で、まずコストセンター別に収集、整理
		システムコスト、エネルギーコストの按分ルール決定	• 工程別（投入工数比など）、品種別（出来高数量比）など、納得可能な按分ルールを決めて、配賦する
		工程別の稼動状況データの収集、整理（オプション）	• TPMを行っていれば、基本的なデータがある • このデータがあれば、稼動ロスも同時に評価できる
3	MFCA 計算	MFCA計算モデル構築、各種データの入力	• 材料データ（物量とコスト）、システムコスト、エネルギーコストを、MFCA計算ツールのformatに入力
		MFCA計算結果の確認、解析（工程別の負の製品コストとその要因）	• MFCA簡易計算ツールを使う場合は、定義した工程の数に応じて、リンクの計算式の一部を変更すれば、計算モデルを構築できる

（図表-11　MFCA 導入時の検討項目と注意事項）

第３章　MFCA 計算の事前準備

１　事前準備の重要性

MFCA を企業内で展開するためには、MFCA 導入段階に、そのモデル適用において適用メリットを実感し、成功事例、成功体験を得ることが重要である。その成功体験を得るためには、事前準備がポイントになる。

MFCA 導入の事前準備においては、次のことを検討する。

1) MFCA 計算対象の製品、ライン、工程範囲の検討

2) 物量センター（MFCA の工程単位）の検討

3) 分析対象の原材料と、その物量データの収集方法（測定、計算）の検討

4) 分析対象の品種、期間の検討

MFCA は、マテリアルのロスを、その物量と、負の製品コストというロスコストで、ロスを“見える化”する。ただし、ロスコストを“見える化”できても、そのロスをすぐに改善できるとは限らない。

マテリアルのロスには、次のような性格のものもある。

- その時点では、製造技術的に避けえない
- そのロスを改善するためには、設備投資が必要

これら、改善が難しい、あるいは時間がかかるロスの発見、あるいはそのコスト的な評価ができたとしても、すぐには改善の実施に至らない。一般に、新しい管理手法をはじめて導入する際には、上記のようなロスやその改善課題の発見だけでなく、比較的容易に、改善の実施につながり、その効果が体感できることが望ましい。

従って、MFCA 導入の成功体験を得るためには、その事前準備において、上記の 1)～4) について、適切な選択、決定をする必要がある。

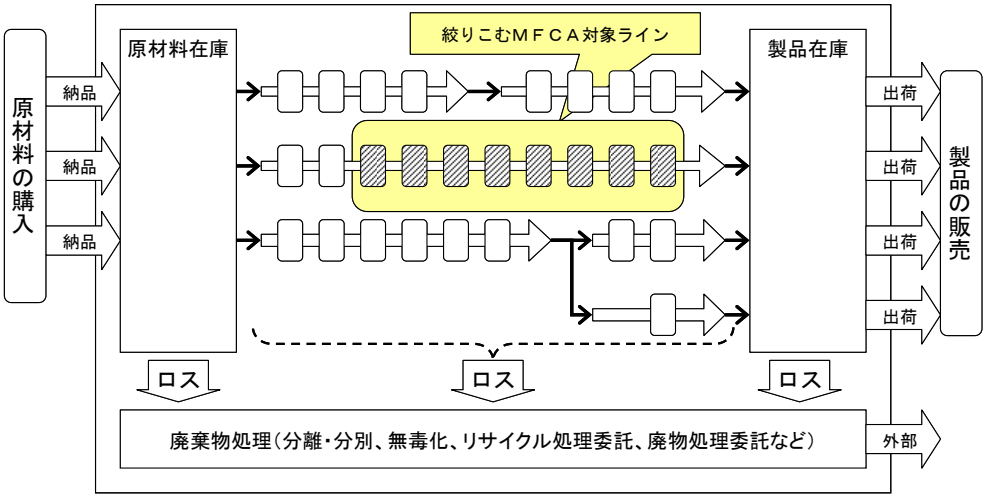
MFCA 導入の事前準備段階における不適切な選択や決定は、次のような感覚を生むことがあり、導入後の展開につながらない可能性がある。

- 導入モデルとする製品、ラインの選定 : 企業において最も生産量の多い製品やラインを対象とした場合多いことであるが、かなり改善をし尽くしているため、すぐに改善可能な課題が少なく、MFCA 適用のメリット感に乏しい。
- 物量センターの定義や計算対象の原材料やコスト費目の選定 : 複雑な工程のラインにおいて、その物量センターの単位を複雑な工程単位に合わせたり、コスト計算の正確さを求め過ぎたりして、MFCA 計算の面倒さが、実感として大きく残ってしまう。

これらについて、事前準備の検討のポイントとして、本章の次節以降で説明する。

２　MFCA 計算の対象製品、ライン、工程範囲の検討

最初に MFCA を導入する際には、その企業や工場に合わせたデータの収集、整理方法を確立する必要もあるため、全製品、全ラインを対象に行うことは難しい。そのため、図表-12 のように、MFCA のモデルとする製品、ライン、あるいはその中の工程範囲を、絞らざるを得ない。



（図表-12　MFCA 適用対象ライン、工程範囲の絞り込み）

最初に MFCA を適用する製品、ラインは、導入後の継続活用や、他の製品やラインへの展開を考慮すると、改善効果を出しやすい製品やラインを対象とする方が良い。

・ MFCA 導入時のモデルとしては、比較的、改善しやすい（従来まで、それほど改善に注力してこなかった）製品、ラインを選択する方が、導入に成功しやすい。

一般に、改善効果を出しやすい製品、ラインを考える視点は、1)～3)のような特性を持った製品、ラインになると思われる。

1）多品種少量生産の製品

多品種少量生産の製品は、11 ページの特徴２で述べたように、ロスが大きいことが多い。特に切り替えにともなうロスは見えていないことが多い。物量センターを定義する際に、実際の加工と、その切り替えを分けることで、切り替えにともなうロスを見えるようにすることで、従来と異なる視点や方針による改善に導くことがあり、MFCA の適用メリットが生まれる。

まずは、その製品ラインの全品種トータルで計算を行い、できれば品種別の MFCA 計算も行うと効果的である。

2）後半の工程で廃棄物が多く出るプロセスの製品

12 ページの特徴 5 で述べた成熟技術で少品種大量生産の製品は、いずれも、後半の工程で廃棄物が多く出るプロセスで作られている。成熟した技術の製品ではあっても、後半の工程で廃棄物が多く出るため、技術革新の余地は残されている。

ただし、技術革新が必要な分、改善の実現には時間が必要であり、その狙いは理想のモノづくりを目指すことにおくべきと思われる。

MFCA は“負の製品コストゼロ”という究極の姿から、理想のモノづくりの状態を考え易くさせる。

3）使用する材料の種類が多い製品、ライン

使用する材料の種類が多い製品、ラインは、材料種類別の投入量、ロス量が、十分に管理されていないことが多い。特に、工程の途中で製品に加わる主材料以外の原材料、あるいは溶媒など製品には加わらない補助材料などは、改善の余地が大きいことが多い。

このような、従来はそれほどの管理がなされていない原材料は、MFCA 計算の際、そのデータ収集、整理に多少手間取ることもある。しかし、本来は必要な管理である。MFCA 計算を契機に、実際に投入量やロス量を管理するようになるだけで、材料の使用量削減、廃棄物量削減、コストダウンが実現できたという事例もある。

３　物量センターの検討

物量センターとは、MFCA において、マテリアルの物量を管理し、MFCA 計算を行う工程範囲の単位である。できれば、マテリアルのロスの発生するすべての工程ごとに、物量センターとすることが望ましい。

ただし、物量センターの単位を細かくしすぎることは、原材料の物量データの収集、整理、システムコスト、エネルギーコストの整理を煩雑にする。したがって、MFCA 導入時においては、ある程度のラフさで、物量センターを定義するほうがよい。

- MFCA 導入段階においては、計算精度よりもデータの入手や容易さを重視し、MFCA の物量センターの単位をあまり細かくしないほうが、そのメリット確認や企業での活用ポイントが明確にでき、導入に成功しやすい。

一般に、物量センターとする工程単位の決定に際しては、ロスとして明確にしたい工程の範囲を決めるということが必要である。ロスが小さいと思われる工程は、他の物量センターに含めることも一案である。逆に、印刷、食品、化学などにおける多品種少量生産のラインでは、切り替えにともなうロスが大きいことが多いが、そのような場合は、実際の加工と、切り替えを、物量センターとして分離したほうがよいことが多い。

図表-13 は、MFCA の計算単位の物量センターの定義や、MFCA 計算対象の材料の物量値計算方法の検討イメージである。

実際の工程名 管理部署、(あるいは外		樹脂成形 成形課	⇒	機械加工 機械加工課	⇒	表面塗装 塗装課
詳細加工内容		樹脂成形の材料を成形機に投入し、成形を行う		穴あけとネジ加工、一部端面の除去		一部表面の塗装
備考	(製造内容、条件、特徴など)	樹脂を成形機に投入し、成形機内で溶解させ、金型で成形を行う。 成形時には、ランナー部分が端材となり、廃棄処理する。		成形品を機械加工する。 機械加工により、切粉が発生する。		機械加工品の一部に、表面塗装処理を行う。
切り替え	(切り替えの有無、頻度、時間)	品種を切り替えるさいには、洗浄用の樹脂材料を使用する。切り替え時間も大きく、ロスは大きいと思われ		特に、品種の切り替えには、手間を要しない。		粉体塗料の場合、特に、品種の切り替えには、手間を要しない。
MFCA物量センター名 (MFCA計算上の工程単		樹脂成形:最初は、成形切り替えを、物量センターとして分離しない		機械加工		表面塗装
Input1:前工程良品	前工程良品-1 前工程良品-2 前工程良品-3			成形品(個):投入重量(kg)=成形品の加工前重量(g)×投入数量(個)÷1000		機械加工品(個):投入重量=機械加工品の加工前重量(g)×投入数量(個)÷1000
Input2:直接材料	直接材料-1 直接材料-2 直接材料-3	樹脂材料(20kg袋):投入重量(kg)=20kg×投入した袋の数量)				粉体塗料(5kg袋):投入重量(kg)=5kg×投入した袋の数量)×MFCA対象品種の比率
Input3:間接材料	間接材料-1 間接材料-2 間接材料-3	洗浄用樹脂(5kg袋) 投入重量(kg)=5kg×投入した袋の数量)×MFCA対象品種の比率		切削油(20kg缶) 投入重量(kg)=20kg×投入した缶の数量)×MFCA対象品種の比率		
Output1:良品(=正の製品)	次工程良品-1 次工程良品-2 次工程良品-3	成形品(個):正の製品重量(kg)=加工後重量(g)×良品数量(個)÷1000		機械加工品(個):正の製品重量(kg)=加工後重量(g)×良品数量(個)÷1000		製品(個):正の製品重量(kg)=加工後重量(g)×良品数量(個)÷1000
Output2:工程内リサイクル	工程内リサイクル-1 工程内リサイクル-2 工程内リサイクル-3					
Output3:排出物、廃棄物	排出物、廃棄物-1 排出物、廃棄物-2 排出物、廃棄物-3	材料樹脂(ランナー、不良品) 洗浄用樹脂 負の製品重量=投入重量(kg)		樹脂成形品の機械加工不良品 樹脂成形品の機械加工時の切粉		塗装の不良品(樹脂、塗料) 製品に付着しなかった塗料
Output4:有価売却廃棄物	有価廃棄物-1 有価廃棄物-2 有価廃棄物-3	樹脂の容器⇒MFCA計算の対象から除外		切削油:負の製品重量=補充投入重量(kg) 切削油の容器⇒MFCA計算の対象から除外		塗料の容器⇒MFCA計算の対象から除外
エネルギー、用益関連	投入-1 投入-2 投入-3	電力:原料の溶解と成形にかなりのエネルギーが必要。電力使用量の60%と仮定		電力:比較的、投入エネルギーは少なく、電力使用量の30%と仮定		電力:投入エネルギーは少なく、電力使用量の10%と仮定

(図表-13　MFCA の物量センター定義の検討事例)

この書式を使った物量センターなどの検討手順を以下に記す。

1) まず、現在、現場の管理単位となっている工程を書き出す。

2) 工程ごとに、加工内容や製造の条件を書き出す。

3) 工程により、品種の切り替えにかなり手間や材料のロスが伴うものは、この段階で、

物量センターを分けるようにする。

4) 上記で分けた物量センターごとに、Input 材料、エネルギー、用役関連の投入するもの、Output の正の製品、負の製品などを書き出す。この段階では、データの有無や測定可能性は考慮せず、すべて考えられるものを書き出す。

5) MFCA 計算上の工程範囲の単位である物量センターを決定する。この際、連続した工程で、廃棄物などのロスが発生しない工程は、物量センターとして統合する。3)で分けた切り替え工程に関しても、ロスとして明確化するほどのものでない場合は、物量センターとして分ける必要はなく、元の工程と統合した物量センターとする。

4　分析対象の原材料と、その物量データの収集方法（測定、計算）の検討

物量データは、現場の測定したデータをもとに算出することが基本である。一般に、大企業や中堅企業などにおいては、主要な工程においては、主要な原材料の投入量と、その工程における良品の出来高を測定し、管理しており、そのデータを用いて MFCA 計算の物量値を算出することになる。

ただし、中小企業等の場合は、原材料の投入量やロス量、良品の出来高量などを、現場において測定していないこともある。そのような場合、ある一定期間、物量センターの単位とした工程ごとに、原材料の投入量や良品の出来高量などを測定する必要がある。

また、定義した物量センターにおける原材料の投入やロス、良品の出来高などの物量値の測定が困難な場合、理論計算や実験値に基づく計算などで代用することも可能である。

- MFCA 導入段階においては、既存の測定データなどを用いて計算を行ない、データの収集、整理の手間を必要最小限となるように工夫する。

図表-13 の書式は、原材料やその物量値の計算対象の選定や、その投入物量、ロス物量、良品の出来高物量などの測定方法、統一した物量値の計算方法を整理するのにも用いる。

その際、間接材料などは、品種間、ライン間での共用材料であることが多く、その使用量をロット単位、品種単位、ライン単位などで把握していることが少ない。そのため、その投入物量の計算に手間がかかることが多い。材料単価が安く、使用量も少ないものに関しては、MFCA の計算対象から除外すことも一案である。ただし、使用量の多い（廃棄物の発生物量の多い）間接材料や、廃棄物の処理に薬品などを使用し、廃棄物の処理コストが高く環境への影響の大きい間接材料は、できるだけ MFCA の計算対象に含めるべきであろう。

投入材料の物量把握の対象

- 直接材料：主材料、副材料などと呼ばれ、製品に加わる原材料は、基本的にすべて計算対象に含める。
- 間接材料：ウエス、軍手などの消耗品など、材料単価が安く、使用量も少ない場合

は、MFCA 導入段階においては、計算対象から徐外してもよい。洗浄液、切削油などの補助材料の場合、使用量が多いもの、材料単価が高いもの、廃液処理コストやその環境負荷が高いものは、計算対象に含めたほうがよい。

直接材料の負の製品（材料のロス）の物量値計算の考え方

- 主材料や副材料など、製品に加わる直接材料は、改善検討時の改善効果を見積もるために、その材料ロスの発生要因別（切粉、端材、不良品、テスト品など）に、その物量値を把握しておく。
- 金属加工の場合、端材、切粉などの廃棄物は理論計算でも、精度は高いことが多い。
- 不良品、テスト品などは測定値が必要である。（ほとんどの場合、現場で管理している）

間接材料の負の製品（材料のロス）の物量値計算の考え方

- 間接材料は、投入物量＝負の製品（ロス）物量とみなしてよい場合が多い。
- 切削油などのように、回収して再利用、循環利用する場合、補充した物量を投入物量とする。

5　分析対象の品種、期間の検討

事前準備の最後に、MFCA 計算、分析対象の品種、期間を検討し、決定する。

- 対象の品種、品番
- 対象の品種、品番の選定の理由、狙い
- 対象の分析期間
- 対象の分析期間決定の理由、狙い

品種により、材料のロス率が大きく異なる場合は、品種別に計算、分析を行うほうが良いが、多品種少量生産の製品では、品種別の計算が難しい場合もあり、その場合は、まず全品種を対象にした計算を行うほうがよい。

対象の品種を絞る場合は、その理由や狙いも書き出すことで明確にした方がよい。

MFCA 計算の対象期間に関しては、データの扱いやすい期間で考える必要がある。通常は、1 ヶ月、3 ヶ月、半年など、システムコストやエネルギーコストの配賦金額が明確な期間で行うことが多い。

ただし、システムコストやエネルギーコストの把握や計算のし易さよりも、材料の投入量や製品の出来高などの把握や計算、および管理の行い易さを優先させることもある。例えば、24 時間連続稼動のプラントで生産を行う製品の場合は、稼動の開始から停止までの期間を MFCA の計算対象期間とすることがある。また、ロット単位で材料の投入量と製品の出来高を秤量し、管理している生産ラインの場合では、ロットの期間を MFCA の計算対象期間とすることもある。

第４章　MFCA 簡易計算ツールを使った MFCA の計算方法

１　MFCA 簡易計算ツールについて

本章では、MFCA の計算モデル構築における、物量センターごとの次の各データの整理方法と計算結果について説明する。

- 原材料の Input と、正の製品／負の製品の Output の物量値とコストデータ
- システムコスト、エネルギーコストのデータ

なお、経済産業省の MFCA 開発・普及調査事業を通して、MFCA 簡易計算ツールが開発され、公開されている。多少、複雑な製造プロセスの場合でも、この計算ツールを用いることで、容易に MFCA 計算モデルの構築ができる。MFCA 導入のネックのひとつが MFCA の計算モデル構築である。それを簡便に行うことで MFCA 導入を促進する環境整備の一環として、開発された。

本章の第 2 節以降で、この MFCA 簡易計算ツールを使用した MFCA 計算モデルのデータ整理と定義方法、およびその計算結果を説明する。

なお、この MFCA 計算のためのデータ収集、整理に関する詳細は、MFCA 簡易計算ツールの使用マニュアルにおいて、実際のデータ定義事例を使って詳細に解説しているので、そちらを参考にしていただきたい。MFCA 簡易計算ツールとその使用マニュアルは、次の URL の MFCA ホームページからダウンロードできる。

http://www.jmac.co.jp/mfca/thinking/07.php

２　マテリアルの物量データの収集、整理

MFCA 簡易計算ツールでは、物量センターごとに、投入する原材料の種類別の Input 物量、正の製品および負の製品の種類別の Output 物量を、統一した物量単位（重量、例えば kg）で定義する。それは、次の理由による。

- 投入した原材料の投入物量は、“正の製品物量”と“負の製品物量”に分けられる。
- システムコスト、エネルギーコストの MFCA 計算では、正の製品物量と負の製品物量の比率により、システムコスト、エネルギーコストそれぞれを、正の製品コストと負の製品コストに按分する。
- その際、複数種類の異なった物量単位の原材料であると、上記の正の製品物量と負の製品物量の比率による按分ができなくなるため、物量単位を統一する必要があり、それに適しているのが重量（例えば kg）になる。

実際に現場で使用される原材料の物量値の管理単位は、例えば、個数、本数、枚数などの数量のほか、長さ(m)、面積(m^2)、体積(m^3)、重量(kg)など、原材料と工程の特性により、様々なものが使用されている。従って、原材料データの収集、整理を行う際に、現場で使

用される様々な管理単位による物量値を、統一した管理単位による物量値に換算する必要がある。これらの物量単位の換算方法は、MFCA 計算モデルに組み込み、現場の材料の管理単位の数値をパラメータとした MFCA 計算を行うようにしておくべきである。それは、次の理由による。

- 改善検討のツールとしての活用：不良、端材部の長さなど、原材料ロスの要素をパラメータとしておくことで、原材料ロス改善のコスト効果を予測しやすい。
- 継続した管理ツールとしての活用：月次など、継続的に MFCA 計算を行う際も、実際の現場での管理値をパラメータにして物量値を計算できるようにすることで、毎月の MFCA 計算を容易に行える。

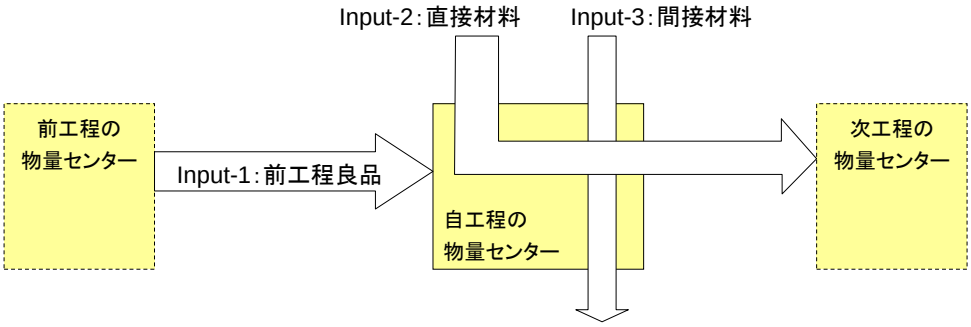
３　MFCA 簡易計算ツールにおいて定義するマテリアルの分類

ここでは､MFCA 簡易計算ツールを使用した､MFCA 計算モデルの構築方法を説明する。

1）Input：投入する原材料の分類

MFCA 簡易計算ツールにおいては、それぞれの物量センターにおいて投入される原材料（Input）を、次のように分けて定義する。(図表-14 参照、なお、次に述べる「前工程良品」、「直接材料」、「間接材料」の各用語と使い方は、MFCA 簡易計算ツール内でのみ便宜的に用いているものである。)

- Input-1（前工程良品）：前工程の良品（正の製品）の Output が、自工程に投入されるもの。
- Input-2（直接材料）：製品の一部を構成する原材料として、その工程で、新たに投入される原材料、購入部品。
- Input-3（間接材料）：その工程で使用しても製品には加わらない材料。補助材料、消耗品などと呼ばれることが多く、間接材料は、投入物量＝負の製品物量となる。



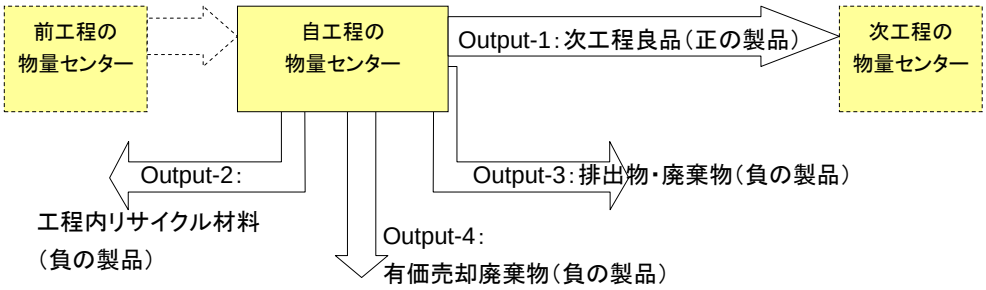
（図表-14　MFCA 簡易計算ツールにおけるマテリアル Input の分類）

2）Output：正の製品および負の製品の分類

MFCA 簡易計算ツールにおいては、それぞれの物量センターから出てくるもの（Output）

を、次のように分けて定義する。（図表-15 参照、なお、次に述べる「工程内リサイクル材料」、「排出物・廃棄物」、「有価売却廃棄物」の各用語と使い方は、MFCA 簡易計算ツール内でのみ便宜的に用いているものである。）

- Output-1（次工程良品：正の製品）：その工程の良品であり、次工程に投入されるか、最終製品となったもの。
- Output-2（工程内リサイクル材料：負の製品）：回収しその工程、前工程、もしくは別ラインの原材料として再投入する材料
- Output-3（排出物・廃棄物：負の製品）：排気、排水などで排出される材料、廃棄物処理されて処分されるもの。外部に委託してリサイクルする場合も、その処理の委託費を支払う場合は、この分類にする。
- Output-4（有価売却廃棄物：負の製品）：外部に委託してリサイクルするもののうち、有価で売却できる（売上になる）もの。



（図表-15　MFCA 簡易計算ツールにおけるマテリアル Output の分類）

4　MFCA 簡易計算ツールにおけるマテリアルの物量とコストの定義

MS-EXCEL で作られている MFCA 簡易計算ツールにおいては、これらの Input、Output の種類、物量値と原材料の単価、および廃棄物としての処理や売却に関する単価を、“MC 整理表”という名前の sheet に、物量センターごとに定義する。その定義例を、図表-16 に示す。

							正負のマテリアル物量計算			正負のマテリアルコスト計算			後処理コスト計算	
工程	工程名	In/Out	分類	MC区分	名称	材料単価（千円/kg）	投入物量（kg）	正の製品物量(kg)	負の製品物量(kg)	投入MC（千円）	正の製品MC(千円)	負の製品MC(千円)	処理費、or売却の単価（千円/kg）	処理費、or売却額（千円）
工程1	樹脂成形	Input	前工程良品	前工程良品1-1						0.0	0.0	0.0	–	–
				前工程良品1-2						0.0	0.0	0.0	–	–
				前工程良品1-3						0.0	0.0	0.0	–	–
				小計		–	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	–	–
		Input	直接材料	直接材料1-1	成形用樹脂	2.850	3,000.0	2,658.8	341.2	8,550.0	7,577.6	972.4	–	–
				直接材料1-2						0.0	0.0	0.0	–	–
				直接材料1-3						0.0	0.0	0.0	–	–
				小計		–	3,000.0	2,658.8	341.2	8,550.0	7,577.6	972.4	–	–
		Input	間接材料	間接材料1-1	洗浄用樹脂	2.300	26.9	0.0	26.9	61.8	0.0	61.8	–	–
				間接材料1-2						0.0	0.0	0.0	–	–
				間接材料1-3						0.0	0.0	0.0	–	–
				小計		–	26.9	0.0	26.9	61.8	0.0	61.8	–	–
		Output	次工程良品：正の製品）	良品1-1	成形品	2.850	–	2,658.8	–	–	7,577.6	–	–	–
				良品1-2		#DIV/0!	–		–	–		–	–	–
				良品1-3		#DIV/0!	–		–	–		–	–	–
				小計		–	–	2,658.8	–	–	7,577.6	–	–	–
		Output	工程内リサイクル	工程内R1-1			–	–		–	–	0.0	–	–
				工程内R1-2			–	–		–	–	0.0	–	–
				工程内R1-3			–	–		–	–	0.0	–	–
				小計		–	–	–	0.0	–	–	0.0	–	–
		Output	排出物、廃棄物	排出、廃棄1-1	材料樹脂（ランナー、不良品）	–	–	–	341.2	–	–	–	0.500	170.6
				排出、廃棄1-2	洗浄用樹脂	–	–	–	26.9	–	–	–	0.500	13.4
				排出、廃棄1-3		–	–	–		–	–	–		0.0
				小計		–	–	–	368.1	–	–	–	–	184.0
		Output	有価廃棄物	有価廃棄物1-1		–	–	–		–	–	–		0.0
				有価廃棄物1-2		–	–	–		–	–	–		0.0
				有価廃棄物1-3		–	–	–		–	–	–		0.0
				小計		–	–	–	0.0	–	–	–	–	0.0
工程2	機械加工	Input	前工程の良品	前工程良品2-1	成形品	2.850	2,300.0	1,782.0	518.0	6,555.0	5,078.7	1,476.3	–	–
				前工程良品2-2						0.0	0.0	0.0	–	–
				前工程良品2-3						0.0	0.0	0.0	–	–
				小計		–	2,300.0	1,782.0	518.0	6,555.0	5,078.7	1,476.3	–	–
		Input	直接材料	直接材料2-1						0.0	0.0	0.0	–	–
				直接材料2-2						0.0	0.0	0.0	–	–
				直接材料2-3						0.0	0.0	0.0	–	–
				小計		–	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	–	–
		Input	間接材料	間接材料2-1	切削油	0.250	261.9	0.0	261.9	65.5	0.0	65.5	–	–
				間接材料2-2						0.0	0.0	0.0	–	–
				間接材料2-3						0.0	0.0	0.0	–	–
				小計		–	261.9	0.0	261.9	65.5	0.0	65.5	–	–
		Output	次工程良品：正の製品）	良品2-1	機械加工品	2.850	–	1,782.0	–	–	5,078.7	–	–	–
				良品2-2		#DIV/0!	–		–	–		–	–	–
				良品2-3		#DIV/0!	–		–	–		–	–	–
				小計		–	–	1,782.0	–	–	5,078.7	–	–	–
		Output	工程内リサイクル	工程内R2-1						–	–	0.0	–	–
				工程内R2-2			–	–		–	–	0.0	–	–
				工程内R2-3			–	–		–	–	0.0	–	–
				小計		–	–	–	0.0	–	–	0.0	–	–
		Output	排出物、廃棄物	排出、廃棄2-1	機械加工時の切粉	–	–	–	275.0	–	–	–	0.500	137.5
				排出、廃棄2-2	機械加工の不良品	–	–	–	243.0	–	–	–	0.500	121.5
				排出、廃棄2-3		–	–	–		–	–	–		0.0
				小計		–	–	–	518.0	–	–	–	–	259.0
		Output	有価廃棄物	有価廃棄物2-1	切削油	–	–	–	261.9	–	–	–	0.010	2.6
				有価廃棄物2-2		–	–	–		–	–	–		0.0
				有価廃棄物2-3		–	–	–		–	–	–		0.0
				小計		–	–	–	261.9	–	–	–	–	2.6

（図表-16　MFCA 簡易計算ツールの“MC 整理表”における原材料データの定義例）

5　システムコスト、エネルギーコストのデータの収集、整理

1）加工費の計算

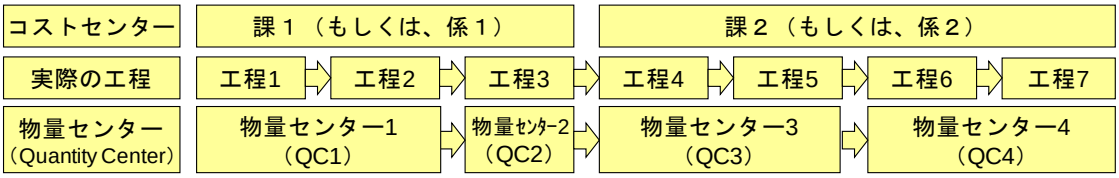
企業においては通常、製造にかかった経費（加工費）を、コストセンターと呼ばれる管理部門単位に配賦し、そのコストの管理を行うことが多い。このコストセンターの単位は、企業、工場により様々であるが、部、課、グループなどの部門などの単位と一致することが多い。

この配賦された加工費が、MFCA 計算におけるシステムコスト、エネルギーコストの計算の元データである。MFCA の計算では、コストセンター単位に配賦された加工費のデー

タを収集し、物量センター単位の MFCA 計算対象製品に投入された加工費を割り出して、その投入されたシステムコスト、エネルギーコストを整理する。

図表-17 に示すように、コストセンターの工程範囲は、MFCA の物量センターの工程範囲と異なることがある。物量センターの工程範囲がコストセンターの工程範囲よりも小さい場合は、コストセンター単位に配賦された加工費を、物量センター単位に配分する必要がある。

また、ひとつのラインで複数の製品や品種を製造する場合がある。MFCA の計算対象の製品や品種が、その工程で製造する製品や品種の一部である場合、物量センター単位に配分した加工費を、さらに対象の製品や品種のものに配分する必要がある。



（図表-17　コストセンターの工程範囲と MFCA の物量センターの工程範囲）

2）稼動データの収集、整理

多品種少量生産などにより切り替えの多いラインでは、“切り替え”の物量センターを設け、“加工”の物量センターから独立させた MFCA 計算をすることが多い。その際、設備の稼動データを、MFCA の計算に関係させると、改善を検討する際に効果的である。設備の稼働時間のうち、加工している時間と、切り替えに要している時間の比率で加工費を按分し、MFCA のシステムコスト、エネルギーコストとすることで、切り替えというロスのコスト的な評価を、適切に行うことができる。なお、TPM（Total Productive Maintenance）などを行っていれば、基本的な稼働データを測定しているはずなので、手間はかからない。

また稼動に余裕がある場合は、生産速度を遅くすることで、それにより材料の効率向上や不良の低減が見込める場合もあり、改善の検討にも有効なデータである。（将来的には、材料の効率がよく、品質も安定でき、かつ生産速度の早い設備や製造技術を開発することが必要であるが、当面の対策としては効果的である）

６　MFCA 簡易計算ツールにおけるシステムコスト、エネルギーコストの定義

物量センターごとに整理した加工費を、物量センターに投入したシステムコスト、エネルギーコストのデータとして、MFCA 簡易計算ツールに定義する。

MS-EXCEL で作られた MFCA 簡易計算ツールにおいては、システムコスト、エネルギーコストを定義するための sheet “SCEC” がある。その定義例を、図表-18 に示す。

図表-18 の定義例では、加工費の費目として、直接労務費、外注加工費、ツール金型などの経費、設備償却費、電力費、蒸気の費目しか表示していない。しかし、MFCA 簡易計算

ツールでは、図表-19 で示す費目を入力できる format になっており、図表-18 は、その一部を表示したものである。

図表-19 の費目をすべて定義する必要はなく、MFCA 導入企業の経理データの費目にあわせながら、MFCA の計算対象に含める費目を決め、それぞれを定義する。また、図表-19 で示した費目以外の費用を MFCA 計算に含めたい場合は、既存の費目の中で使用しない費目を、計算に含めたい費目の名称に変更する。

		工程番号	工程1	工程2	工程3
		工程名	樹脂成形	機械加工	表面塗装
		加工部門等	社内	社内	社内
設備の稼働時間	ラインの総生産もしくは出来高の数量、物量		120,000	105,000	110,000
	上記(ラインの総生産数量、物量)のリンク先				
	MFCA対象製品の総生産もしくは出来高の数量、物量		29,300	25,000	23,000
	上記(MFCA対象の出来高数量、物量)のリンク先				
	SC、ECの対象品種への配賦率計算		24.4%	23.8%	20.9%

SC(直接労務費)	直接労務費データ	工程総人員	(人)	3.0	3.0	4.0
		工程投入工数	(人・分)	28,800.0	28,800.0	38,400.0
		賃率	(千円/人・分)	0.0833	0.0833	0.0833
		期間総額	(千円)	2,400.00	2,400.00	3,200.00
		配賦率	(%)	24.4%	23.8%	20.9%
	SC(直接労務費)		(千円)	586.0	571.4	669.1
SC(直接労務費以外の直接費)	外注加工費	期間総額	(千円)			
		配賦率	(%)	24.4%	23.8%	20.9%
		配賦金額	(千円)	0.0	0.0	0.0
	ツール、金型等の経費	期間総額	(千円)			
		配賦率	(%)	24.4%	23.8%	20.9%
		配賦金額	(千円)	0.0	0.0	0.0
	SC(直接費)小計(直接労務費除く)		(千円)	0.0	0.0	0.0
SC(間接費)	設備償却費	期間総額	(千円)	5,000	10,000	3,000
		配賦率	(%)	24.4%	23.8%	20.9%
		配賦金額	(千円)	1,220.8	2,381.0	627.3
	SC(間接費)小計		(千円)	1,220.8	2,381.0	627.3
EC(エネルギー費用)	電力	期間使用量	(kwh)	100,000	200,000	40,000.0
		期間電力費総額	(千円)	1,200	2,400	480
		配賦率	(%)	24.4%	23.8%	20.9%
		配賦金額	(千円)	293.0	571.4	100.4
	EC(エネルギー費)小計		(千円)	293.0	571.4	100.4
EC(用益関連費用)	蒸気	期間使用量	(m3)			
		期間経費総額	(千円)			
		配賦率	(%)	24.4%	23.8%	20.9%
		配賦金額	(千円)	0.0	0.0	0.0
	EC(用益関連費用)小計		(千円)	0.0	0.0	0.0

(図表-18　MFCA 簡易計算ツールの sheet "SCEC" の定義例)

加工費の区分	費目
SC(直接費)	直接労務費データ
	外注加工費
	ツール、金型等の経費
	直接費その他-1:
	直接費その他-2:
SC(間接費)	設備償却費
	間接材料費
	間接労務費
	間接費その他-1:
	間接費その他-2:

加工費の区分	費目
EC(エネルギー費用)	電力
	重油
	軽油
	天然ガス
	LPG
EC(用益関連費用)	蒸気
	圧縮空気
	水
	温水
	用益その他:

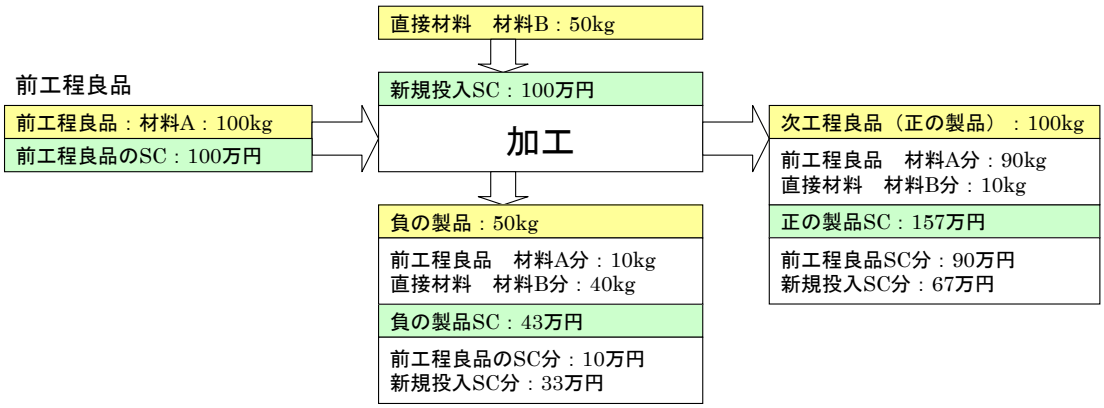
(図表-19　MFCA 簡易計算ツールの format におけるシステムコスト、エネルギーコストの費目)

7　MFCA 簡易計算ツールにおけるシステムコスト、エネルギーコストの MFCA 計算の考え方

それぞれの物量センターでは、システムコスト、エネルギーコストを、その物量センターにおける正の製品物量、負の製品物量の比率で按分して、それぞれの正の製品コスト、負の製品コストを計算する。

1）MFCA 簡易計算ツールにおけるシステムコスト、エネルギーコストの MFCA 計算の基本的な考え方

MFCA 簡易計算ツールにおけるシステムコストの MFCA 計算の考え方を、図表-20 の例を使って説明する。なおエネルギーコストも、システムコストと同じ考え方で計算する。



（図表-20　システムコストの MFCA 計算の考え方）

図表-20 で示す物量センターには、その前工程が存在し、その前工程の物量センターの正の製品が、“前工程良品”として投入される。この物量センターでは、前工程良品が 100kg 投入されると同時に、新規に直接材料 50kg 投入され、前工程良品と直接材料を混合し加工する。この加工により、正の製品（次工程良品）と、廃棄物になる負の製品が生じる。

この物量センターに投入した前工程良品 100kg は、90kg の正の製品と、10kg の負の製品になる。また、この物量センターに新規に投入した直接材料 50kg は、10kg の正の製品と、40kg の負の製品になる。

システムコストに関する正の製品コストと負の製品コストを、それぞれ“正の製品 SC”、“負の製品 SC”と呼ぶ。MFCA 簡易計算ツールでは、このシステムコストに関する MFCA 計算を、次のように、前工程良品に付随したシステムコストと、新規に投入したシステムコストに分けて計算する。

なお、ここで説明する計算の考え方は、MFCA 簡易計算ツールにおける計算方法である。

2）前工程良品に付随したシステムコスト、エネルギーコストの、正の製品コスト、負の製品コストの計算

前工程良品とは、前工程の物量センターの Output、正の製品である。その前工程でもシ

ステムコストが投入され、正の製品 SC と負の製品 SC に分離されている。この物量センターに投入された前工程良品には、正の製品 SC が付随している。

図表-20 の例では、この物量センターに投入される前工程良品には、前工程良品 SC として 100 万円が付随している。

前工程良品は、その物量センターにおける加工によって、正の製品（この例では、物量 90kg）と、負の製品（この例では、物量 10kg）に分けられる。

前工程良品に付随した正の製品 SC（この例では、100 万円）は、前工程良品のこの物量センターにおける正の製品の物量（90kg）、負の製品の物量（10kg）の物量比率で按分し、正の製品 SC（90 万円）、負の製品 SC（10 万円）と計算される。

3）新規に投入するシステムコスト、エネルギーコストの、正の製品コスト、負の製品コストの計算

図表-20 の物量センターでは、前工程良品と直接材料を混合し加工を行う。この物量センターでは新規に加工費を投入する。この新規に投入する加工費（この例では、100 万円）は、新規投入 SC と呼ばれる。

図表-20 の加工では、この物量センターに投入する前工程良品（物量：100kg）と直接材料（物量：50kg）の合計 150kg の原材料から、この工程の完了品である正の製品（物量：100kg）と、この工程の原材料ロスである負の製品（物量：50kg）が作られる。

新規投入 SC は、投入した前工程良品と直接材料から生じた正の製品全体（物量：100kg）、負の製品全体（物量：50kg）の物量比率で按分し、正の製品 SC（67 万円）、負の製品 SC（33 万円）と計算される。

８　MFCA 簡易計算ツールにおける MFCA 計算結果

MFCA の計算対象の製造ラインが、比較的シンプルな製造工程のものである場合、MFCA 簡易計算ツールを使用して、本章の第 2 節から第 7 節で説明した方法でデータを定義すると、MFCA 計算モデルの構築は完了する。

MFCA 簡易計算ツールでは、次の 5 つの計算結果を出力する。

- 物量フロー図：定義した物量値データのままのマテリアルのフローの概要を表したもの（MFCA 簡易計算ツールの sheet “MF chart-a”：31 ページの解説-1 ①、③および、図表-21 を参照）
- コストフロー図：定義した物量値データによる MFCA 計算結果を、物量センター単位で表したもの（MFCA 簡易計算ツールの sheet “MF cost-chart-a”：31 ページの解説-1 ②、③、および、図表-22 を参照）
- 整合化した物量フロー図：物量センターの次工程良品の出来高物量は、その次工程の物量センターにおける前工程良品の投入物量と一致しないことがあるが、その物

量値に差異がでないように換算した物量フロー図（MFCA 簡易計算ツールの sheet “MF chart-b”：31 ページの解説-1 ③、33 ページの解説-1 ④、および、図表-23 を参照）

- 整合化したコストフロー図：整合化した物量値による MFCA 計算結果を、物量センター単位で表したもの（MFCA 簡易計算ツールの sheet “MF cost-chart-b”：33 ページの解説-1 ③、33 ページの解説-1 ⑤、および、図表-24 を参照）
- マテリアルフローコストマトリクス：整合化した物量値とコストに換算したデータによる、物量センター全体を通した MFCA 計算結果（MFCA 簡易計算ツールの sheet “MFCM-b”：35 ページの解説-1 ⑥、および、図表-25、図表-26 を参照）

このうち、sheet “MF chart-a”の物量フロー図、sheet “MF cost-chart-a”のコストフロー図は、そのまま自動的に計算結果が表示される。また、sheet “MF chart-b”の整合化した物量フロー図、sheet “MF cost-chart-b”の整合化したコストフロー図、sheet “MFCM-b”のマテリアルフローコストマトリクスは、sheet “整合化-b”において、物量センター全体を通した MFCA 計算単位の物量値を定義するだけで、自動的に計算結果が表示される。（この“整合化”の考え方については、36 ページの解説-2 を参照）

解説-1　MFCA 簡易計算ツールを使った MFCA の計算結果

① 物量フロー図

図表-21 の物量フロー図は、MFCA の計算対象期間内に、それぞれの物量センターに投入した原材料の Input と、そこでの Output の物量値を、23 ページの図表-14、24 ページの図表-15 の分類に従い、その合計を物量センター単位に整理したものである。Input のうちの前工程良品と、Output のうちの次工程良品については、その種類別の物量値も表している。この物量フロー図は、定義された物量値のまま表している。

② コストフロー図

図表-22 のコストフロー図は、図表-21 の物量値のデータに基づき、MFCA 計算を行なった計算結果である。これは、ある期間の MFCA 生データというべきものである。

③ 物量センター間の仕掛在庫の影響と MFCA 導入時の扱い

まず、MFCA 簡易計算ツールにおける MFCA 計算の考え方を、整理しておく。

- 正の製品には、正の製品コスト（正の製品 MC＋正の製品 SC＋正の製品 EC）が付随している。
- 正の製品が別の物量センターに原材料として投入される際、その物量センターにおけるコストとしては、前工程良品として分類する。
- その際に、正の製品に付随した正の製品コストは、前工程コスト（前工程 MC、SC、EC）となる。
- 前工程コストと、その物量センターにおける新規投入コスト（新規投入 MC＋新規投入 SC＋新規投入 EC）の合計を、その物量センターにおける投入コスト（投入 MC、投入 SC、投入 EC）とする。
- ある物量センターの正の製品がすべて、その次の工程の物量センターに前工程良品として投入される場合、ある物量センターの Output である次工程良品の物量値は、その次の工程の物量センターにおける Input である前工程良品の物量値は、一致する。
- また、その場合、ある物量センターの正の製品コストは、その次の工程の物量センターにおける前工程コストに一致する。

しかし、図表-21 の物量フロー図を見ると、物量センター“樹脂成形”の Output の次工程良品の物量（合計 2,668.8kg）と、その次の物量センター“機械加工”の Input の前工程良品の投入物量（合計 2,300kg）には、差異がある。したがって図表-22 のコストフロー図においては、物量センター“樹脂成形”の正の製品コスト（合計 9,438.6）は、その次の物量センター“機械加工”の前工程コスト（合計 8,164.9）と一致していない。

図表-21 の物量値の差異は、工程間の中間製品の仕掛在庫の増減などによるものである。

計算結果-a1：物量フロー図（工程間物量値の整合をしていない）

（このsheetは、QC間の物量値の整合化をせず、QC別に定義した物量値、そのままの数値でMFCA計算を行ったものである）

Material Input	
Input	前工程良品QCn-1
Input	前工程良品QCn-2
Input	前工程良品QCn-3
Input	前工程良品 計
Input	直接材料 計
Input	間接材料 計

樹脂成形	QC1のInput材料の物量値		
前工程良品名	投入	正の製品	負の製品
0	0.0	0.0	0.0
0	0.0	0.0	0.0
0	0.0	0.0	0.0
前工程良品計	0.0	0.0	0.0
直接材料計	3,000.0	2,658.8	341.2
間接材料計	26.9	0.0	26.9

機械加工	QC2のInput材料の物量値		
前工程良品名	投入	正の製品	負の製品
成形品	2,300.0	1,782.0	518.0
0	0.0	0.0	0.0
0	0.0	0.0	0.0
前工程良品計	2,300.0	1,782.0	518.0
直接材料計	0.0	0.0	0.0
間接材料計	261.9	0.0	261.9

正　負　　正　負

Material Output	
Output	次工程良品QCn-1
Output	次工程良品QCn-2
Output	次工程良品QCn-3
Output	次工程良品 計
Output	工程内リサイクル
Output	排出物、廃棄物
Output	有価廃棄物
Output	負の製品 計

樹脂成形	QC1のOutput材料の物量値	
次工程良品名	正の製品	負の製品
成形品	2,658.8	―
0	0.0	―
0	0.0	―
次工程良品 計	2,658.8	―
工程内リサイクル	―	341.2
排出物、廃棄物	―	26.9
有価廃棄物	―	0.0
負の製品 計	―	368.1

機械加工	QC2のOutput材料の物量値	
次工程良品名	正の製品	負の製品
機械加工品	1,782.0	―
0	0.0	―
0	0.0	―
次工程良品 計	1,782.0	―
工程内リサイクル	―	0.0
排出物、廃棄物	―	518.0
有価廃棄物	―	261.9
負の製品 計	―	779.9

（図表-21　sheet　“MF chart-a”物量フロー図出力例）

計算結果-a2：コストフロー図（工程間物量値の整合をしていない）

コスト項目		樹脂成形	機械加工	表面塗装
新規投入コスト計		10,711.6	3,589.3	1,421.8
（廃棄処理コストを除く）	新規投入MC	8,611.8	65.5	25.0
	新規投入SC	1,806.8	2,952.4	1,296.4
	新規投入EC	293.0	571.4	100.4
各工程の前工程コスト		0.0	8,164.9	9,467.8
	前工程MC	0.0	6,555.0	5,309.6
	前工程SC	0.0	1,385.2	3,513.5
	前工程EC	0.0	224.6	644.8
工程毎の投入コスト計		10,711.6	11,754.2	10,889.6
（廃棄処理コストを除く）	投入MC	8,611.8	6,620.5	5,334.6
	投入SC	1,806.8	4,337.6	4,809.8
	投入EC	293.0	796.1	745.2
正の製品コスト計		9,438.6	9,056.2	10,143.5
	正の製品MC	7,577.6	5,078.7	4,974.3
	正の製品SC	1,601.3	3,360.7	4,474.3
	正の製品EC	259.7	616.8	694.9
負の製品コスト		1,286.4	2,957.0	809.6
	負の製品MC	1,034.2	1,541.8	360.3
	負の製品SC	205.5	976.9	335.6
	負の製品EC	33.3	179.3	50.3
	廃棄処理コスト	13.4	259.0	63.5
工程内リサイクルのMC節約金額		972.4	0.0	0.0
リサイクルした材料の売上		0.0	2.6	0.0

（図表-22　sheet　“MF cost-chart-a”コストフロー図出力例）

本来、MFCA においては、この仕掛在庫の物量も把握すべきものとされている。そのためには、仕掛在庫を測定していない場合、MFCA 導入の際、仕掛在庫を測定する必要がある。しかし一般的に、仕掛在庫が廃棄されるのは、在庫品の品質が劣化した場合、品質保

証期限が切れた場合、生産中止などにより処分した場合などである。継続的に生産している場合、仕掛在庫は、その次のロットなどで使用されるため、在庫を持つことそのものは、原材料のロス、負の製品を作ることにならない。

MFCA 導入段階では、可能な限り既存の管理データを活用し、MFCA のメリットを素早く確認することと、MFCA 計算の手間を省くことが求められる。MFCA の計算精度の向上は、MFCA の導入に成功した後、その活用対象の拡大や継続管理への活用など、展開段階にするべきである。

そこで、（工程間の仕掛も含めて）在庫のロスが無視してもよい程度の大きさであると思われる場合、もしくは MFCA の適用目的を加工そのものの材料ロス削減とする場合には、工程間の仕掛在庫の物量を無視して、MFCA の計算を行うことも可能である。その場合、MFCA 計算結果の分析には整合化した物量フロー図、コストフロー図を活用する。

④ 工程間の物量値の差異を整合化させた物量フロー図

ある物量センターの Output の次工程良品の出来高物量と、その次工程の物量センターにおける Input の前工程良品の投入物量に差異がある場合、その物量値を一致させること、すなわち物量値の整合化を、便宜的に行うことが考えられる。その物量値の整合化を行った物量フロー図が図表-23 である。

⑤ 工程間の物量値の差異を整合化させたコストフロー図

図表-24 のコストフロー図は、工程間の物量値を整合化した上で、その MFCA 計算を行ったものである。これを見ると、どの物量センターにおいても、その“正の製品コスト”は、次工程の物量センターの“前工程コスト”と一致している。

計算結果-b1：物流フロー図

（このsheet「MF chart-b」は、sheet「整合化-b」の整合化係数により、QC間の整合を行った物量値で、MFCA計算を行ったものである）

工程間の整合化比率（harmonizing ratio）　0.0421　　0.0486

Material Input	
Input	前工程良品QCn-1
Input	前工程良品QCn-2
Input	前工程良品QCn-3
Input	前工程良品 計
Input	直接材料 計
Input	間接材料 計

樹脂成形	QC1のInput材料の物量値		
前工程良品名	投入	正の製品	負の製品
0	0.0	0.0	0.0
0	0.0	0.0	0.0
0	0.0	0.0	0.0
前工程良品計	0.0	0.0	0.0
直接材料計	126.2	111.8	14.4
間接材料計	1.1	0.0	1.1

機械加工	QC2のInput材料の物量値		
前工程良品名	投入	正の製品	負の製品
成形品	111.8	86.7	25.2
0	0.0	0.0	0.0
0	0.0	0.0	0.0
前工程良品計	111.8	86.7	25.2
直接材料計	0.0	0.0	0.0
間接材料計	12.7	0.0	12.7

正　負　　正　負

Material Output	
Output	次工程良品QCn-1
Output	次工程良品QCn-2
Output	次工程良品QCn-3
Output	次工程良品 計
Output	工程内リサイクル
Output	排出物、廃棄物
Output	有価廃棄物
Output	負の製品 計

樹脂成形	QC1のOutput材料の物量値	
次工程良品名	正の製品	負の製品
成形品	111.8	―
0	0.0	―
0	0.0	―
次工程良品 計	111.8	―
工程内リサイクル	―	14.4
排出物、廃棄物	―	1.1
有価廃棄物	―	0.0
負の製品 計	―	15.5

機械加工	QC2のOutput材料の物量値	
次工程良品名	正の製品	負の製品
機械加工品	86.7	―
0	0.0	―
0	0.0	―
次工程良品 計	86.7	―
工程内リサイクル	―	0.0
排出物、廃棄物	―	25.2
有価廃棄物	―	12.7
負の製品 計	―	37.9

（図表-23　sheet　"MF chart-b" 工程間の物量値を整合した物量フロー図）

計算結果-b2：コストフロー図（QC間物量値の自動整合化）

コスト項目		樹脂成形	機械加工	表面塗装
新規投入コスト計（廃棄処理コストを除く）		450.6	174.5	66.1
	新規投入MC	362.2	3.2	1.2
	新規投入SC	76.0	143.6	60.3
	新規投入EC	12.3	27.8	4.7
各工程の前工程コスト		0.0	397.0	440.4
	前工程MC	0.0	318.7	247.0
	前工程SC	0.0	67.4	163.4
	前工程EC	0.0	10.9	30.0
工程毎の投入コスト計（廃棄処理コストを除く）		450.6	571.6	506.5
	投入MC	362.2	321.9	248.1
	投入SC	76.0	210.9	223.7
	投入EC	12.3	38.7	34.7
正の製品コスト計		397.0	440.4	471.8
	正の製品MC	318.7	247.0	231.4
	正の製品SC	67.4	163.4	208.1
	正の製品EC	10.9	30.0	32.3
負の製品コスト		54.1	143.8	37.7
	負の製品MC	43.5	75.0	16.8
	負の製品SC	8.6	47.5	15.6
	負の製品EC	1.4	8.7	2.3
	廃棄処理コスト	0.6	12.6	3.0
工程内リサイクルのMC節約金額		40.9	0.0	0.0
リサイクルした材料の売上		0.0	0.1	0.0

（図表-24　sheet　"MF cost-chat-b" 工程間の物量値を整合させたコストフロー図）

⑥ マテリアルフローコストマトリクス

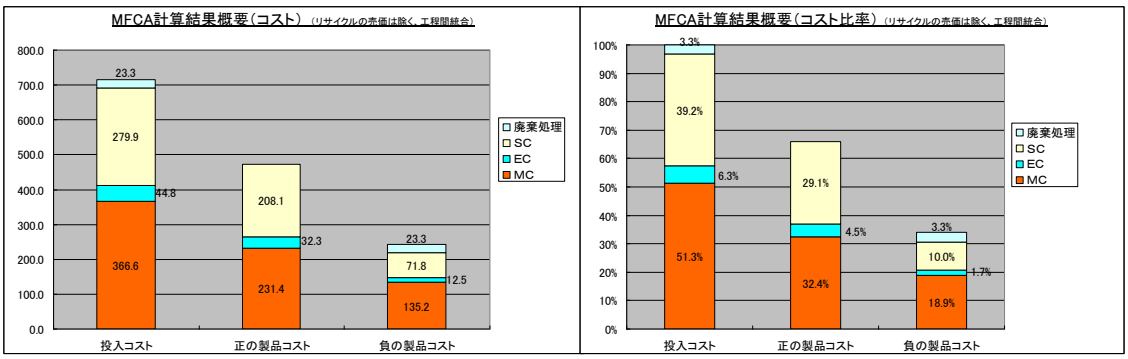
図表-25、図表-26 のマテリアルフローコストマトリクスは、図表-24 の整合化したコストフロー図のデータをもとに、物量センターすべての MFCA 計算結果の集計値として整理したものである。MFCA 簡易計算ツールでは、図表-25、図表-26 のように、表とグラフが自動的に表わされる。

マテリアルフローコストマトリクスは、MFCA 計算対象の工程全体を通したロスコストを表しているといえる。図表-25、図表-26 の計算事例では、投入したコストの中で、製品になる材料に使ったコストは、全コストの 66.0%であり、残りの 34.0%はロスコストであるといえる。

このデータは、その工程全体を通した資源効率をコスト的に表したものといえ、全体としてのロスの大きさや改善効果、および、同じような製造プロセスの品種間の差異を評価するのに適している。

	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）	231.4 34.7%	32.3 4.8%	208.1 31.2%		471.8 70.8%
マテリアルロス（負の製品）	94.3 14.2%	12.5 1.9%	71.8 10.8%		178.5 26.8%
廃棄／リサイクル				16.1 2.4%	16.1 2.4%
小計	325.7 48.9%	44.8 6.7%	279.9 42.0%	16.1 2.4%	666.4 100.0%

（図表-25　sheet　“MFCM-b”マテリアルフローコストマトリクス：表）



（図表-26　sheet　“MFCM-b”マテリアルフローコストマトリクス：グラフ）

解説-2　工程間の物量値の整合化の考え方

① 工程間の物量値の差異の整合化比率の考え方と計算方法

MFCA 簡易計算ツールにおいては、sheet “整合化-b”において、“MFCA の計算単位物量”を定義する。

MFCA 簡易計算ツールでは、この“MFCA の計算単位物量”をもとに、それぞれの物量センターの整合化比率を、自動的に計算する。図表-23 の整合化した物量フロー図は、図表-27 の物量値の整合化比率の計算を行って、その物量値を換算した結果である。

	物量センター	QC1	QC2	QC3
QC間の物量値整合計算	“前工程良品”の実際の投入物量(kg)	0.00	2,300.00	1,863.00
	“次工程良品”の実際の出来高物量(kg)	2,658.80	1,782.00	1,770.53
	QC間の整合化比率(harmonizing ratio)	0.9044	1.0455	1.0000
	整合上の“前工程良品”投入物量(kg)	0.00	2,404.55	1,863.00
	整合上の“次工程良品”出来高物量(kg)	2,404.55	1,863.00	1,770.53

最終QCの製品出来高数量
21,500

MFCAの計算単位物量
1,770.53

（図表-27　sheet　“整合化-b”における工程間の物量値の整合化比率の定義例）

図表-27 の例は、次の手順で、工程間の整合化比率の計算と物量値の換算を行ったものである。(MFCA 簡易計算ツールでは、“MFCA の計算単位物量”を定義するだけで、これらの物量値の整合化の計算を、自動的に行う。)

- 最終工程の物量センター“QC3”における Output の次工程良品（最終製品）の実際の物量値は 1,770.53kg である。MFCA 計算を最終製品の出来高物量で行う場合は、“MFCA の計算単位物量”として、1,770.53kg と定義する。この場合、物量値は変化しないので、整合化比率は 1.0000 である。物量センター“QC3”において、1770.53kg の次工程良品を作るためには、前工程良品を 1863.00kg 投入する必要がある。
- その前の工程の物量センター“QC2”における Output の次工程良品の実際の物量値は 1,782.0kg である。これを、次工程の物量センター“QC3”の前工程良品の投入物量 1863.00kg と一致させる必要がある。 その整合化比率は 1.0455（＝1863.00kg÷1782.00kg）である。物量センター“QC2”の実際の前工程良品の投入物量は 2,300.00kg であるが、物量センター“QC2”において 1883.00kg の次工程良品を作るためには、前工程良品を 2,404.55kg（＝2,300.00kg×1.0455）投入する必要がある。
- この物量値の換算と整合化比率の計算を、後ろの工程の物量センターから、順次、その前の工程の物量センターに遡って、すべての工程で行う。

すべての物量センターにおいて「整合化比率」を算出した後、物量センターごとの整合化比率を、物量センターごとに、それぞれのマテリアルの物量値、およびマテリアルコスト、システムコスト、エネルギーコスト、廃棄処理コストに乗ずる。

② 最終製品の単位数量あたりの MFCA 計算

図表-27 の例は、部品加工の MFCA 計算のものであ。部品加工などは数量が基本的な管理単位である。図表-27 の例では最終製品の出来高数量は 21,500 個であるが、このような

場合、製品の単位数量（1 個、1,000 個など）の最終製品を作る MFCA 計算をしたいことが多い。その場合には、“MFCA の計算単位物量” として、82.35kg（＝1,770.5kg÷(21.500 個÷1,000 個)）と定義する。（図表-28 参照）

	物量センター	QC1	QC2	QC3
QC間の物量値整合計算	“前工程良品”の実際の投入物量(kg)	0.00	2,300.00	1,863.00
	“次工程良品”の実際の出来高物量(kg)	2,658.80	1,782.00	1,770.53
	QC間の整合化比率(harmonizing ratio)	0.0421	0.0486	0.0465
	整合上の“前工程良品”投入物量(kg)	0.00	111.84	86.65
	整合上の“次工程良品”出来高物量(kg)	111.84	86.65	82.35

最終QCの製品出来高数量
21,500

MFCAの計算単位物量
82.35

（図表-28　MFCA の計算単位物量を、最終製品の単位数量にした整合化比率の定義例）

MFCA 簡易計算ツールでは、その計算を次の手順で行っている。

- 最終工程の正の製品の物量値を、製品の単位数量（例えば 1,000 個など）を生産した物量値に換算する。
- 同時に、その前工程の物量値も、それに合わせた物量値に換算する。

物量値の換算に合わせて、マテリアルコスト、システムコスト、エネルギーコスト、廃棄処理コストも、物量値の換算比率と同じ比率で換算する。

③ 工程間物量値を整合化する理由と、その使い方

工程間の物量値を整合化させて MFCA 計算を行うのは、次の 3 つの理由による。

理由１： ある工程の「次工程良品」出来高と、次工程の「前工程良品」投入量の一致

工程間に仕掛在庫がある場合、ある工程の物量センターの「次工程良品」出来高は、その次工程の物量センターの「前工程良品」投入量は、一致しないことが多い。仕掛在庫の増減を無視する場合には、最終工程の物量センターにおける製品の出来高物量に合わせて、それぞれの物量センターの「前工程良品」の投入物量と、「次工程良品」の出来高物量を一致させる。

これは、物量センターごとの仕掛在庫の測定の手間を省かせることで、MFCA 導入をスピーディにさせる。また、工程改善を検討する場合には、その効果を評価しやすくする。

理由２：最終工程の製品の単位数量あたりの MFCA 計算

機械加工など場合においては、製造の基本的な管理として、製品の出来高数量を採用している。そのような場合は、製品の単位数量（例えば 1,000 個など）あたりの MFCA 計算結果を用いることが多い。製品の管理単位が数量である場合、単位数量当たりの MFCA 計算結果は、その製品の改善を検討する場合の改善効果の評価をしやすくする。

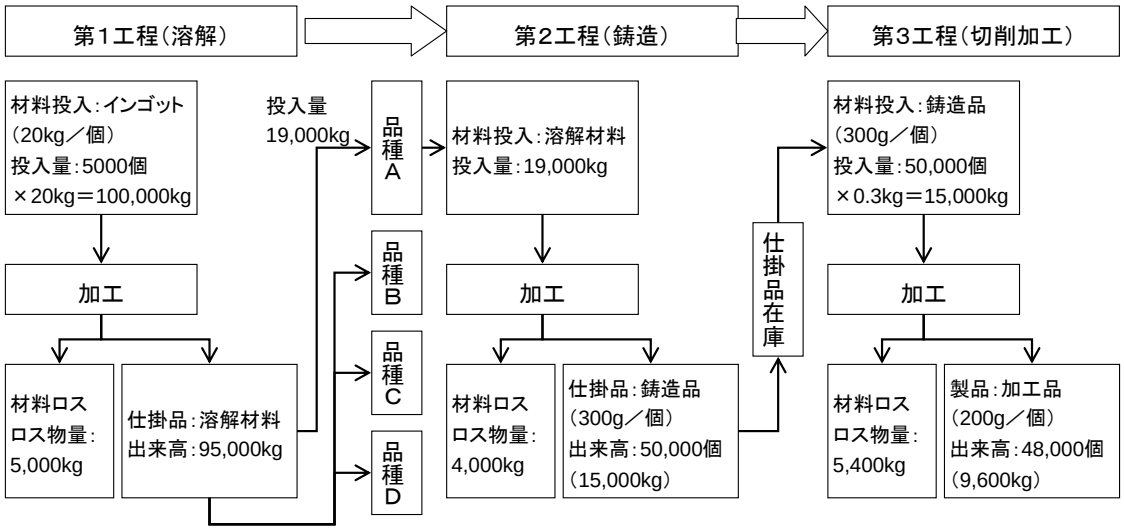
理由３：品種間の共通工程も含めた計算

図表-29 は、共通工程（溶解）を含んだプロセス（溶解－鋳造－切削加工）における物量フローのイメージである。この第 1 工程の「溶解」は複数品種の共通工程であり、その Output

の溶解材料の物量値は 95,000kg である。この溶解材料は、次の第 2 工程において、品種 A から品種 D の 4 つの品種で使用される。品種 A に使用した溶解材料の物量値は 19,000kg である。

こうした異なる品種の共通工程を含んだ工程が MFCA 計算の対象の場合、ひとつの品種の MFCA 計算を行う際に、共通工程の物量値（図表-29 の事例では第 1 工程の出来高の 95,000kg）を、対象品種のために生産した物量値と、そのコストに換算する必要がある。

図表-29 の事例では、第 2 工程の品種 A の投入量が 19,000kg であるため、第 1 工程の物量値とコストに、すべて整合化比率（図表-29 の事例では、整合化比率＝19,000/95,000）を乗じることで、換算できる。



（図表-29　共通工程を含んだプロセスにおける物量値の整合化の意味）

解説-3　ロス原材料を工程内リサイクル（再利用）する際の MFCA の考え方

① ロス原材料の工程内リサイクルを行うことの環境面、コスト面の問題

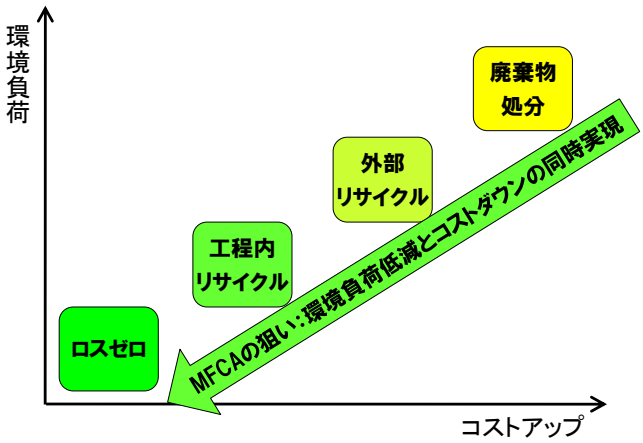
原材料のロスを、前工程に戻して、再利用することがある。金属の鋳造、ガラス製品製造などではよくおこなわれている。原材料のロスのうち、不良品やランナーなどの端材を、最初の工程の溶解工程に戻し、バージン材料と一緒に原材料として使用している。

原材料のロスを再利用しているところでは、「不良品、ランナー等の端材があっても、再利用しており、無駄にしていない。」と考えていることが多い。

確かに、その工程内で原材料の再利用を行うことは、廃棄物を発生させない。廃棄物として処分したり、外部でリサイクルしたりすることと比較すると、材料の使用量も少なくて済む。それらの方法と比較すると、環境面でも、コスト面でも、優位といえよう。

しかし、原材料のロスを再利用することは、ロスとなった時点まで投入したエネルギーとコストを無駄にし、もう一度、同じエネルギーとコストを投入することである。ロスになった原材料を再利用するとしても、やはりロスは発生しないほうがよいのである。

図表-30 は、原材料ロスの処理のあるべき姿について、MFCA の見方を整理したものである。MFCA では、“廃棄物処分”よりも“外部リサイクル”を、“外部リサイクル”よりも“工程内リサイクル”を、“工程内リサイクル”よりも“ロスゼロ”を、原材料のロスの処理のあるべき姿としている。それは一般的に、この方向でモノづくりを変えることが、その環境負荷を低減することと、コストダウンを同時実現することにつながるからである。



図表-30　MFCA が狙っている原材料ロスの処理

② 工程内リサイクルの MFCA 計算の考え方

工程内リサイクルがある際に、MFCA ではどのように計算するかについては、“コスト加算法”と“負の製品コスト計上法”の 2 つの考え方があると思われる。（なお、“コスト加算法”と“負の製品コスト計上法”は、本資料の中で、便宜的につけた名前である。）

・　コスト加算法：再利用を行う原材料は、同じ工程を何度も通過する。従って、1 回目の加工に伴うシステムコストとエネルギーコストに加え、2 回目以降の加工の際のシステムコストとエネルギーコストが投入される。“コスト加算法”では、これらの追加投入されるコストをそのまま、コストに上乗せさせていく方法である。「工程内リサイクルは無駄になっていない」と考えている人に、「工程内リサイクルは高くつく」と気付かせる効果がある。

・　負の製品コスト計上法：1 回で通過すべき工程を、何度も通過することそのものがロスであるというスタンスで計算する方法が、“負の製品コスト計上法”である。ロスになった物量センターにおいて、工程内リサイクルする原材料は、廃棄物処理するものと同じく、“負の製品”と認定し、負の製品の物量値に加える。それによって、そこまでに投入したシステムコストとエネルギーコストについて、工程内リサイクルする物量に応じた負の製品コストを計上する。その上で、工程内リサイクルする物量に応じた原材料費を、投入コストと負の製品コストから相殺するコスト計算を行う。「工程内リサイクルは無駄になっていない」と考えている人に、工程内リサイクルの無駄をコスト的に見せ、その無駄を気付かせる効果がある。

“コスト加算法”でも“負の製品コスト計上法”でも、総コスト（新規投入コストの合計）は同じである。ただし、MFCA 簡易計算ツールでは、計算ロジックとして簡易的であると思われる“負の製品コスト計上法”を採用している。

③ MFCA 簡易計算ツールにおける工程内リサイクルの計算方法

MFCA 簡易計算ツールでは、工程内リサイクルがある場合、次のように定義する。

・　工程内リサイクルする原材料とその物量の定義：原材料の投入とロスを定義する sheet “MC 整理表”（図表-31）において、工程内リサイクルする原材料の種類、その単価、物量を定義する。それによって、投入コストと負の製品コストから相殺する原材料費を計算する。

図表-31 の sheet“MC 整理表”では、In/Out 分類の Output の“工程内リサイクル”で、「材料樹脂（ランナー、不良品）」として、341.2kg の再利用するために回収された原材料ロスの物量が定義されている。またその材料単価は、投入した成形用樹脂と同等とみなされて、2.85 千円/kg と定義され、前に述べた“原材料費の投入コストと負の製品コストからの相殺”の計算がおこなわれる。

番号	物量センター名	In/Out	分類	MC区分	名称	材料単価（千円/kg）	正負のマテリアル物量計算 投入物量(kg)	正の製品物量(kg)	負の製品物量(kg)
QC1	樹脂成形	Input	前工程良品	前工程良品1-1					
				前工程良品1-2					
				前工程良品1-3					
				小計		－	0.0	0.0	0.0
		Input	直接材料	直接材料1-1	成形用樹脂	2.850	3,000.0	2,658.8	341.2
				直接材料1-2					
				直接材料1-3					
				小計		－	3,000.0	2,658.8	341.2
		Input	間接材料	間接材料1-1	洗浄用樹脂	2.300	26.9	0.0	26.9
				間接材料1-2					
				間接材料1-3					
				小計		－	26.9	0.0	26.9
		Output	次工程良品：正の製品）	良品1-1	成形品	2.850	－	2,658.8	－
				良品1-2		#DIV/0!	－		－
				良品1-3		#DIV/0!	－		－
				小計		－	－	2,658.8	－
		Output	工程内リサイクル	工程内R1-1	材料樹脂（ランナー、不良品）	2.850	－	－	341.2
				工程内R1-2			－	－	
				工程内R1-3			－	－	
				小計		－	－	－	341.2
		Output	排出物、廃棄物	排出、廃棄1-1		－	－	－	
				排出、廃棄1-2	洗浄用樹脂	－	－	－	26.9
				排出、廃棄1-3		－	－	－	
				小計		－	－	－	26.9
		Output	有価廃棄物	有価廃棄物1-1		－	－	－	
				有価廃棄物1-2		－	－	－	
				有価廃棄物1-3		－	－	－	
				小計		－	－	－	0.0

図表-31　sheet “MC 整理表”における工程内リサイクルの定義

工程内リサイクルの MFCA 計算結果は、MFCA 簡易計算ツールにおいては、その MFCA 計算の Output としての物量フロー図（図表-32）、およびコストフロー図（図表-33）に反映される。

計算結果-a1：物量フロー図（工程間物量値の整合をしていない）

（このsheetは、QC間の物量値の整合化をせず、QC別に定義した物量値、そのままの数値でMFCA計算を行ったものである）

Material Input	
Input	前工程良品QCn-1
Input	前工程良品QCn-2
Input	前工程良品QCn-3
Input	前工程良品 計
Input	直接材料 計
Input	間接材料 計

樹脂成形	QC1のInput材料の物量値		
前工程良品名	投入	正の製品	負の製品
0	0.0	0.0	0.0
0	0.0	0.0	0.0
0	0.0	0.0	0.0
前工程良品計	0.0	0.0	0.0
直接材料計	3,000.0	2,658.8	341.2
間接材料計	26.9	0.0	26.9

機械加工	QC2のInput材料の物量値		
前工程良品名	投入	正の製品	負の製品
成形品	2,300.0	1,782.0	518.0
0	0.0	0.0	0.0
0	0.0	0.0	0.0
前工程良品計	2,300.0	1,782.0	518.0
直接材料計	0.0	0.0	0.0
間接材料計	261.9	0.0	261.9

正　負　　正　負

Material Output	
Output	次工程良品QCn-1
Output	次工程良品QCn-2
Output	次工程良品QCn-3
Output	次工程良品 計
Output	工程内リサイクル
Output	排出物、廃棄物
Output	有価廃棄物
Output	負の製品 計

樹脂成形	QC1のOutput材料の物量値	
次工程良品名	正の製品	負の製品
成形品	2,658.8	―
0	0.0	―
0	0.0	―
次工程良品 計	2,658.8	―
工程内リサイクル	―	341.2
排出物、廃棄物	―	26.9
有価廃棄物	―	0.0
負の製品 計	―	368.1

機械加工	QC2のOutput材料の物量値	
次工程良品名	正の製品	負の製品
機械加工品	1,782.0	―
0	0.0	―
0	0.0	―
次工程良品 計	1,782.0	―
工程内リサイクル	―	243.0
排出物、廃棄物	―	275.0
有価廃棄物	―	261.9
負の製品 計	―	779.9

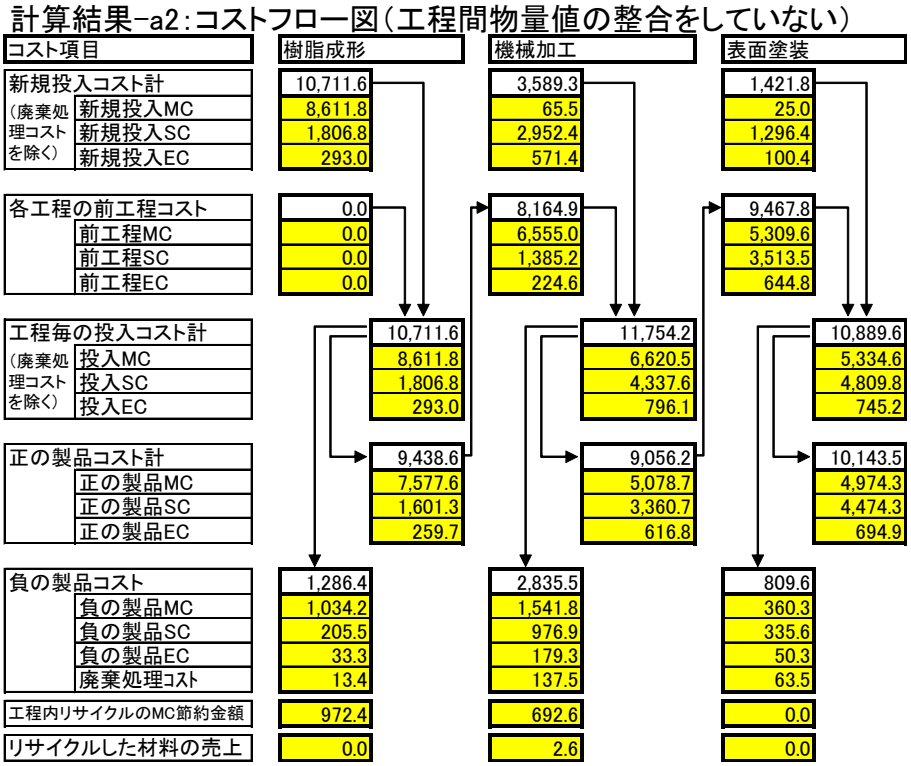
図表-32　工程内リサイクルされる物量の、物量フロー図における表わされ方

物量フロー図は、物量センターごとに、その前工程良品、直接材料、間接材料という投

入された Input 種類ごとに、それぞれの“投入”、“正の製品”、“負の製品”の物量合計を示している。同時に Output を、“次工程良品（正の製品）”と、負の製品である“工程内リサイクル”、“排出物、廃棄物”、“有価廃棄物”に分けて、その物量合計を示している。

図表-32 では、次の結果を表している。

- 物量センター“樹脂成型”において、直接材料の負の製品 341.2kg は、その全量を工程内リサイクルしている。
- 物量センター“機械加工”において、前工程良品の負の製品 518.0kg のうち、243kg を工程内リサイクルしている。



図表-33　工程内リサイクルされる原材料の、コストフロー図における表わされ方

コストフロー図は、物量フロー図の MFCA 計算結果のコスト部分を表したものである。物量センターごとに、“新規投入コスト”、“前工程コスト”、その合計である“投入コスト計”、およびれを正の製品と負の製品のコストに分けて計算した“正の製品コスト”、“負の製品コスト”を表している。

図表-33 では、次の MFAC 計算結果を表している。

- 物量センター“樹脂成形”において発生している負の製品コスト合計は 1,286.4 千円であり、そのうち負の製品 MC は 1,34.2 千円である。
- ただし、工程内リサイクルの MC 節約金額が 972.4 千円ある。それは最終的に、負の製品 MC、および新規投入 MC から差し引かれる。
- また、物量センター“機械加工”において発生している負の製品コスト合計は 2,835.5 千円であり、そのうち負の製品 MC は 1541.8 千円である。

・　ただし、工程内リサイクルの MC 節約金額が 692.6 千円ある。それは最終的に、負の製品 MC、および新規投入 MC から差し引かれる。
・　この負の製品 MC、新規投入 MC から差し引く計算は、物量センター全体の MFCA 計算結果であるマテリアルフローコストマトリクスにおいて反映される。それはまず、図表-34 のように計算される。

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	366.6	231.4	135.2
EC	44.8	32.3	12.5
SC	279.9	208.1	71.8
廃棄処理	10.2		10.2
再利用によるMC節約額	74.6		74.6
リサイクル（売価）	0.1		0.1
コスト総計（チェック用）	626.7	626.7	

図表-34　工程内リサイクルされる原材料のマテリアルコストは、全体の MFCA 計算結果から相殺

マテリアルフローコストマトリクス（図表-35）では、図表-34 の計算結果のデータをもとに、次のように計算する。

・　図表-35 のマテリアルコストの“マテリアルロス（負の製品）”、60.6
　＝図表-34 の負の製品コストの（“MC”－“再利用による MC 節約額”}、135.2－74.6
・　図表-35 のマテリアルコストの“小計”、292.0
　＝図表-34 の新規投入コスト（“MC”－“再利用による MC 節約額”）、366.6－74.6

	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）	231.4 36.9%	32.3 5.2%	208.1 33.2%		471.8 75.3%
マテリアルロス（負の製品）	60.6 9.7%	12.5 2.0%	71.8 11.4%		144.9 23.1%
廃棄／リサイクル				10.2 1.6%	10.2 1.6%
小計	292.0 46.6%	44.8 7.1%	279.9 44.6%	10.2 1.6%	626.9 100.0%

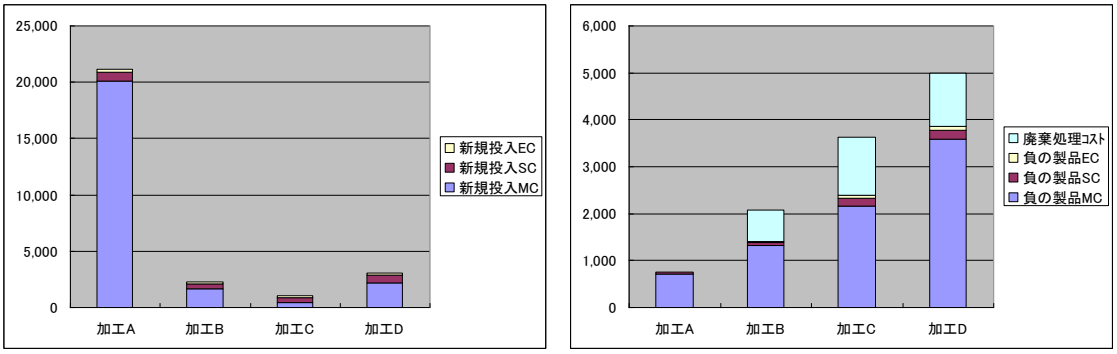
図表-35　sheet“MC 整理表”における工程内リサイクルの定義

第５章　MFCA 計算結果の活用

１　MFCA 計算結果の見方

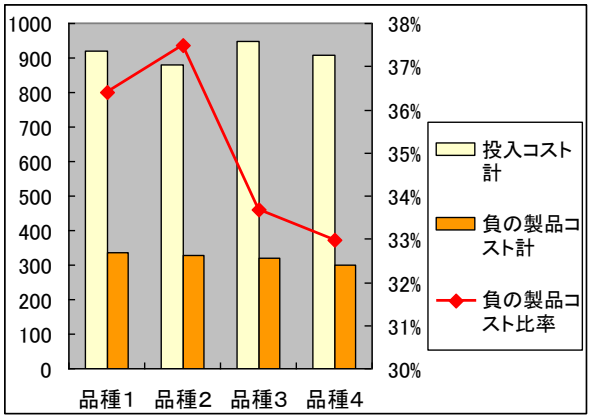
第 4 章「解説-1　MFCA 簡易計算ツールを使った MFCA の計算結果」の中の図表-22、図表-24 で説明したコストフロー図は、物量センター別のコスト投入状況、負の製品コスト（ロスコスト）の発生状況を示している。

図表-22 のデータをもとに、物量センター別の投入コストと、負の製品コストをグラフにしたのが、図表-36 である。



（図表-36　工程別の投入コストと負の製品コスト）

また、図表-25、図表-26 のマテリアルフローコストマトリクスは、物量センター全体の負の製品コスト（ロスコスト）を示す。しかし、ひとつの品種、製品だけではその評価が難しい面もある。図表-37 のように、複数の品種で、MFCA の計算を行い、品種間の比較を行うことで、現状値の評価、および改善の重点品種や課題などを明確にしやすい。



（図表-37　MFCA 計算結果の品種間比較）

２　改善課題の抽出と整理

物量フロー図、コストフロー図、マテリアルフローコストマトリクスなどの MFCA の計

算結果をもとに、ロスの大きい部分、投入コストの大きな部分に着目し、要因別の材料ロスの物量、発生比率などを見ながら、その改善課題を抽出する。

抽出した課題は、図表-38 に示すような MFCA 検討課題一覧表に、課題を整理していく。

工程	ロス分類	ロスの内容	ロスの大きさ	検討の方向性、重点	改善の制約条件	改善テーマ	目標	改善予測効果
加工-1	MC	切断の切粉	材料ロス、負の製品MCの10%	切断方法の改善として、・・・・・	切断工具の磨耗、たわみなど	切断工具と条件の改善	切粉量20%削減	負の製品MCの削減：＊＊円/個
加工-2	MC、SC	加工不良	不良率：＊＊%	不良低減品種により不良率は大きく異なる	―	連続稼働による品質安定化	不良半減	負の製品MCの削減：＊＊円/個
加工-2	MC	切削の切粉	材料ロス、負の製品MCの30%	・・切削代の削減、加工-2のバラツキが小さくなれば、切削代は小さくできる。	加工-2のバラツキ（金型精度と条件）	加工バラツキの削減	切削代の30%削減	負の製品MCの削減：＊＊円/個
加工-2	MC、SC	不良低減	不良率は＊＊%	不良低減、作業者の習熟度に依存して増えたり、減ったりす		作業、ツールの標準化	不良半減	負の製品MCの削減：＊＊円/個

（図表-38　改善検討課題一覧表）

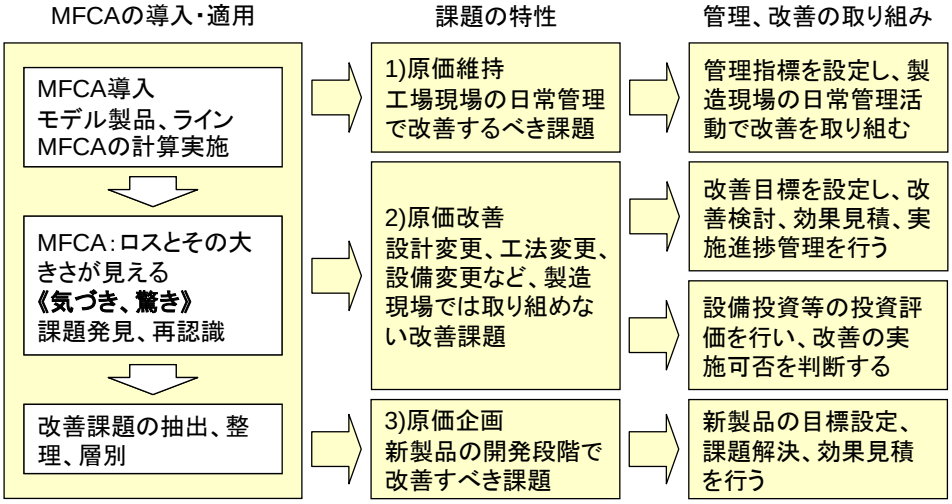
- 負の製品コストの現れている工程と、そのロスの種類、要因、ロスの大きさを整理する。
- 改善方法のラフな検討により、方向性と改善テーマを抽出し、改善目標を設定する。
- 改善の方法と可能性を検討しながら、その効果予測を行い、改善を実施する項目を設定する。

3　改善の取り組み方

MFCA 計算、分析後の管理、改善の進め方を図表-39 に整理した。

MFCA は、現在のモノづくりの生産性の総合評価結果として、負の製品コスト（ロスコスト）を計算する。

計算結果としての負の製品コスト（ロスコスト）は、工程上の様々な要因のロスの結果である。これらの要因ごとに改善課題を設定した場合、その課題の取り組み方は、次のように層別される。



（図表-39　MFCA を活用した管理、改善の進め方）

1）製造現場の日常管理における活用

歩留率、収率、不良率、稼働率等の管理指標に、「標準」もしくは「目標値」を設定し、それに近づける改善活動で、製造現場を主体とした日常的な活動である。

MFCA の計算結果から設定した課題の中で、製造現場を主体にして改善する課題の取り組み方である。日常管理の目標や成果としての歩留率、不良率を、MFCA を使いコストの変化に置き換えることで、それらの改善や管理の意味が現場に分かりやすくなる。

2）技術部門、生産技術部門の改善における活用

既存の設備変更、設計変更、工程改善など、製造技術、生産技術などが主体となった活動である。

MFCA の計算結果から設定した課題の中で、設備や設計の変更、工程の改善などが必要な課題は、製造技術、生産技術が主体になって改善を行う。MFCA を用いると、総合的なコストダウン効果を算定できる。従って、多くの課題がある場合に、その優先度を決めるために有効なツールになる。また投資採算性の評価にも有効である。

3）新製品の開発設計段階における改善活動

新製品の開発段階における製品開発部門、設計部門を中心とした活動である。

抜本的な材料効率向上および原価低減の改善を行うためには、設計仕様から見直す必要がある場合もある。MFCA を使うと、工程別の歩留率が、どのようにコストに影響するかを設計者に見せ、工程別の材料歩留率の改善が、コストダウンにどの程度寄与できるかを認識させることができるため、原価企画段階での改善検討に効果的なツールになる。

第６章　MFCA の進化

MFCA の基本的な導入のガイドは第１章から第５章で述べたとおりである。この基本的なガイドは、モデル製品/モデルラインを選定して、エクセルベースでの計算を行いロス物量とロス金額を明確にすることを主眼においている。

第６章では、MFCA を更に有効に活用するための考え方を述べる。平成 18 年度のマテリアルフローコスト会計開発・普及事業においては、MFCA の更なる高度化（有効活用化）について、次の４つの研究テーマごとにワーキンググループ（WG）を設置し検討を行っている。

（１）MFCA のシステム化（WG2 担当）
（２）MFCA のサプライチェーン企業への展開（WG1 担当）
（３）MFCA と LCA との連携（WG1 担当）
（４）外部環境経営指標としての MFCA の活用（WG3 担当）

これらのテーマは、MFCA をより有効に活用する。

以下に、各テーマについての概要を示すこととする。

１　MFCA のシステム化

＜背景・狙い＞

本研究テーマの狙いは、「MFCA の企業情報システムや管理手法への連携・組込みによるマネジメントツールとしての強化・展開の検討」である。

MFCA は、2000 年以降に日本企業で導入され、MFCA の効果、メリットが証明されている。しかし、その一方で、データの収集や整理、計算の複雑さがネックになり、MFCA 計算の実施、活用が導入実験した品種やラインだけにとどまっている例も多い。また MFCA の計算を定常的な月次管理に活用する事例も、まだ少ない。

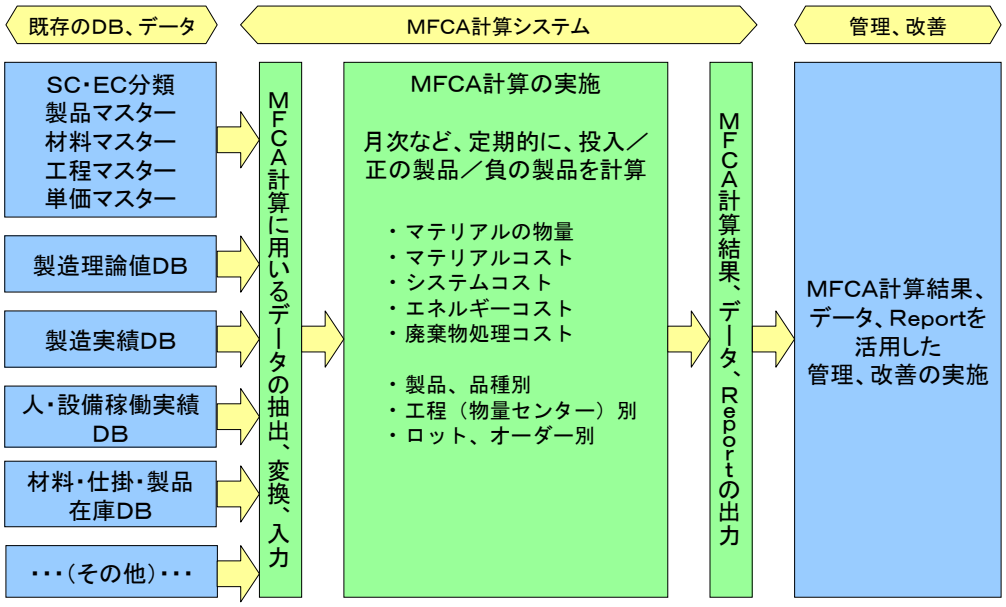
MFCA を企業の管理の道具として、企業の競争力強化と資源生産性向上の取り組みに生かすためには、管理システムとして MFCA を位置づけ、システムを構築することが重要である。

＜概要＞

MFCA の導入については、経済産業省の委託事業の中で開発され、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 MFCA 簡易計算ツール等を用いて、モデル製品/モデルラインで MFCA を導入することが第一段階であろう。更に多くの製品/ラインに展開を行おうとする場合は、データ収集の手間を最小限にすることが必須になる。そのために企業の持つ原価管理システムや生産管理システムなどの既存の ERP システムとリンクを組み、自動的に MFCA に必要な

データが収集され計算されることが理想的である。

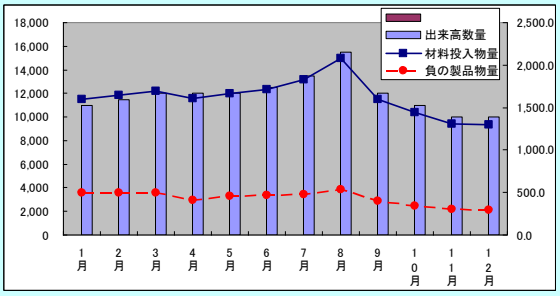
また、この様にして定常的に MFCA の計算結果がレポートされ、どこにどれだけのロスが発生しているかなどの生産状況を管理するツールとして定常的に有効利用されることが重要である。こうした MFCA システムのイメージを図表-40 に示す。

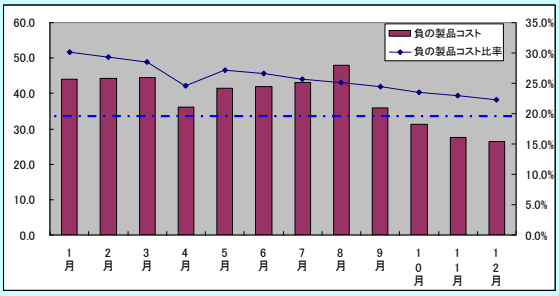


（図表-40　MFCA システムのイメージ）

また、月次でのレポーティングの一つのイメージを図表-41 に示す。

月次MFCA-Report	期間	06年1月－12月	報告日	2007年1月15日	管理責任者	＊＊課長
工場	＊＊工場	製品、品種	＊＊製品、全品種	ライン	＊＊1号ライン	工程、設備	全工程トータル





MFCA月次管理表		MFCA物量(kg)							MFCAコスト(千円)				原価計算	
年月	出来高数量	主材料投入	主材料正の製品	副材料投入	副材料正の製品	材料投入合計	正の製品合計	負の製品合計	投入コスト	正の製品	負の製品	負の製品比率	製造単価(円)	製造原価改善率
2006年1月	11,000	1,320.0	935.0	275.0	165.0	1,595.0	1,100.0	495.0	145.8	101.8	44.0	30.2%	13.25	0.0%
2006年2月	11,500	1,368.5	977.5	276.0	172.5	1,644.5	1,150.0	494.5	150.7	106.4	44.3	29.4%	13.10	1.1%
2006年3月	12,000	1,416.0	1,020.0	276.0	180.0	1,692.0	1,200.0	492.0	155.4	111.0	44.4	28.6%	12.95	2.3%
2006年4月	12,000	1,340.4	1,020.0	264.0	180.0	1,604.4	1,200.0	404.4	147.2	111.0	36.2	24.6%	12.27	7.4%
2006年5月	12,000	1,392.0	1,020.0	264.0	180.0	1,656.0	1,200.0	456.0	152.4	111.0	41.4	27.2%	12.70	4.2%
2006年6月	12,500	1,437.5	1,062.5	275.0	187.5	1,712.5	1,250.0	462.5	157.5	115.6	41.9	26.6%	12.60	4.9%
2006年7月	13,500	1,539.0	1,147.5	283.5	202.5	1,822.5	1,350.0	472.5	168.1	124.9	43.2	25.7%	12.45	6.0%
2006年8月	15,500	1,751.5	1,317.5	325.5	232.5	2,077.0	1,550.0	527.0	191.4	143.4	48.1	25.1%	12.35	6.8%
2006年9月	12,000	1,344.0	1,020.0	252.0	180.0	1,596.0	1,200.0	396.0	147.0	111.0	36.0	24.5%	12.25	7.5%
2006年10月	11,000	1,221.0	935.0	220.0	165.0	1,441.0	1,100.0	341.0	133.1	101.8	31.4	23.6%	12.10	8.7%
2006年11月	10,000	1,100.0	850.0	200.0	150.0	1,300.0	1,000.0	300.0	120.0	92.5	27.5	22.9%	12.00	9.4%
2006年12月	10,000	1,090.0	850.0	200.0	150.0	1,290.0	1,000.0	290.0	119.0	92.5	26.5	22.3%	11.90	10.2%
合計、平均	143,000	16,320	12,155	3,111	2,145	19,431	14,300	5,131	1,788	1,323	465	26.0%	12.50	5.7%

目標：負のコスト比率20%以下

改善施策
①第２工程の材料投入管理を＊＊方式に改善
②第３工程の金型改良による不良率低減
③第３工程の製造条件を最適化
④材料Ａの仕様変更、品質向上による不良率低減

改善施策の進捗状況
・施策①②③は完了、効果確認済み
・施策④はメーカー依頼中

（図表-41　MFCA 月次管理 Report のイメージ）

この Report の特徴を、以下に整理する。

- Report は、工場別、製品や品種別、ライン別に、工程別 MFCA 計算結果、もしくは工程間を通したトータルな MFCA 計算結果が出力される。
- MFCA 計算結果は、時系列（月次）の MFCA 計算結果として、左下の一覧表に整理される。
- その一覧表のデータを活用して、時系列（月次）のグラフが 2 種類作成される。
- 左側のグラフは、月ごとの製品の出来高数量（左の縦軸目盛）、および、材料投入物量と負の製品物量（右の縦軸目盛）の変化を、ビジュアルに表している。
- 右側のグラフは、月ごとの負の製品コスト（左の縦軸目盛）、および、負の製品コスト比率（右の縦軸目盛）の変化を、ビジュアルに表している。
- 右側のグラフにある一点鎖線は、負の製品コスト比率の目標値水準を示している。
- 右下に、負の製品コスト比率の目標値と、MFCA 計算対象製品、ライン、工程の管理責任者の、改善施策と進捗状況のコメント記入欄があり、そこに管理責任者がコメントを記入した上で、その上位者に報告するという運用方法を織り込んでいる。

この様なシステム化を推進するためには、システムベンダー（システムの開発業者）に提示するシステム要件を明確にすることが必要になる。MFCA 計算システムの機能構成は主に次の３つの機能で構成される。

①データ変換／入力機能

②MFCA 計算機能

③計算結果出力機能

また、MFCA 計算システムを構築する際の、システム設計上の条件として、次の 5 項目があげられる。

①MFCA コンセプトを実現すること

②適用時の制約条件を少なくすること

③適用対象の変化に柔軟に対応できること

④MFCA 計算システムの運用（オペレーション、データ運用）が容易なこと

⑤MFCA 計算結果の拡張利用が容易なこと

システム化を進める上での考え方、進め方、システム化事例など詳細は、「マテリアルフローコスト会計開発･普及調査事業報告書」（平成 18 年度）の第 3 部 第 4 章、「MFCA 高度化研究テーマ３　MFCA のシステム化の研究」を参照していただきたい。

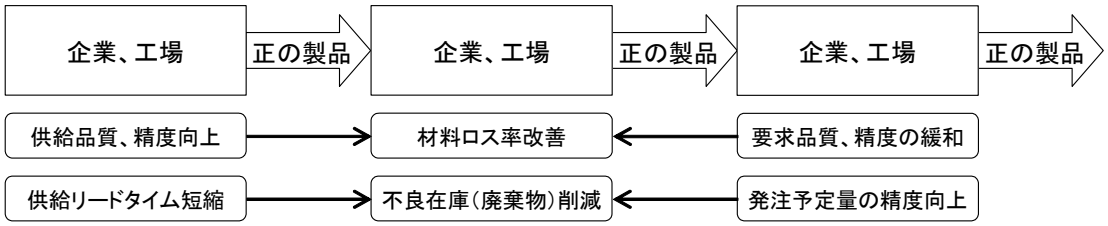
２　MFCA のサプライチェーン企業への展開

＜背景・狙い＞

モノづくりにおいては、素材採掘、素材製造、材料製造、部材製造、部品製造、製品組立など、様々な製造プロセスを経て行なわれる。ほとんどの場合、これらのプロセスは、

一つの企業で完結せず、いくつかの企業で分業が行われる。

MFCA は、基本的には企業の内部管理が目的である。MFCA を行う範囲も、企業、あるいはその中の事業部、工場、部門など、最初に述べた一貫した製造プロセスの中から抜き出した、一部のプロセスになることがほとんどである。



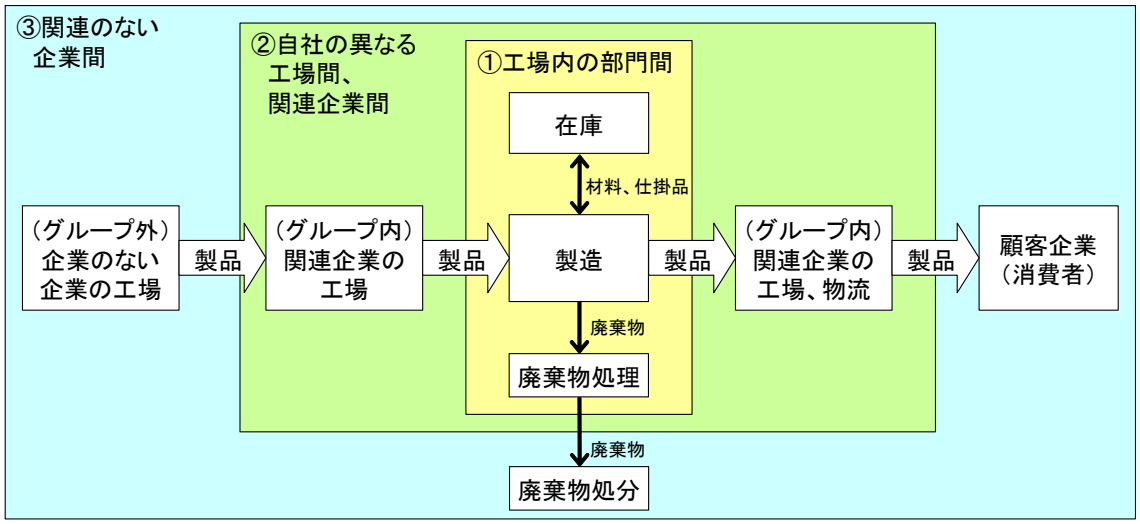
（図表-42　サプライチェーンでの連携改善のイメージ）

しかし MFCA は、製造プロセスを通した材料の動きと、その中で発生する材料のロスを明確にする。資源生産性向上に向けた改善の取り組みは、MFCA における工程の単位、物量センターごとに行なわれるものも多いが、図表-42 のように、サプライチェーンで連携した改善が必要なものも少なくない。

従って、モノづくりのプロセスにおける材料のロス削減、資源生産性の向上を図るためには、一貫した製造プロセスの中で、改善の取り組む範囲、連携した改善を行う範囲、MFCA の適用範囲を拡張していくことが望まれる。またそれにより、資源生産性向上の効果は、いっそう大きくなると思われる。

＜概要＞

本テーマでは、各社のインタビュー結果から、サプライチェーンへの MFCA や資源生産性向上の取り組みの展開範囲として、図表-43 における①工場内の部門間、②自社の異なる工場間、関連企業間、③関連のない企業間、3 つのタイプで分けて考えることが妥当であると整理できた。



（図表-43　サプライチェーンへの展開範囲のタイプ）

MFCA 導入初期のモデル製品/モデルラインでの適用に比べて、一般的に①→②→③と展開の幅を広げるにつれて、全体を通してのメリットは大きくなることが考えられるが、課題も大きくなる。

紙面の都合で、ここでは MFCA 情報の共有化を図ることによるメリットについて紹介する。

サプライチェーンの上流、下流の部門間、工場間、企業間で、マテリアルの流れと物量、コストに関するロスの情報を共有化することは、そのマテリアルフローで発生する材料のロスを削減するための連携した改善を効果的にするだけでなく、それ以外にも様々なメリットがある。以下は、その連携した改善において、MFCA の情報を共有化し、材料のロス削減に効果的であったと述べている企業のコメントである。

- モデル製品の MFCA では、主要な構成部品の関連の加工企業と自社の共同で分析し、一緒に改善の検討を行なった。双方ですべてのデータを公開、共有したことが、よかった。
- MFCA の連結はグループ内で実施しており、グループ共通課題が明確になる。グループ共通課題であれば、解決に向けて相互協力できる。

また、サプライチェーンの上流、下流の企業、工場間で、マテリアルの流れと物量情報を共有化し、連携した改善に取り組むことは、資源生産性向上によるコストダウンと環境負荷低減を果たすだけでなく、次の点でも重要である。

- 上流企業にとって、下流工程において自社製品がどのように使われるかを知ることは、顧客の工程で加工や組立をしやすい製品やその納品形態の改善を提案するきっかけを生む。これは、顧客提案型の企業に進化させ、企業の競争力強化を図る上で、非常に重要である。

下流企業にとっては、自社に納入されている材料がどのような条件で加工されているかを知ることは、その仕様書や発注図面などの中の不用意な記載事項が意味のない加工を行わせることがあり、結果的に単価の高い買い物をしていることに気づかせる。これは、仕様書や発注図面の標準の改訂を通して、より多くのコストダウンの成果につながる。

本テーマでは、MFCA をサプライチェーンに展開している企業の事例を紹介し、展開によるメリットや課題を明確にし、課題の対策をまとめている。詳細は「マテリアルフローコスト会計開発･普及調査事業報告書」（平成 18 年度）の第 3 部 第 3 章、「MFCA 高度化研究テーマ２　MFCA の SC（サプライチェーン）展開の研究」を参照していただきたい。

３　MFCA と LCA との連携

＜背景・狙い＞

MFCA は、廃棄物になった材料の物量を“負の製品”として、また、それに投入した材料費、加工費などのすべてのコストを“負の製品コスト”として、ロスを明確にする会計、

原価計算の方法である。そのため多くの MFCA を導入した企業や工場で、MFCA 導入後に従来と異なる切り口での改善が進み、コストダウンが達成できただけでなく、廃棄物の排出量削減と材料使用量削減につながっている。そのため MFCA は、“経済効果追求と環境負荷低減の両立”を進めるための道具であるとされている。

しかし、MFCA の目的、“経済効果追求と環境負荷低減の両立”をより効果的に追求するためには、MFCA をより積極的に活用し、その環境面の評価を強化・補足するものとして LCA (Life Cycle Assessment)との統合を行う必要があると思われる。具体的には、負の製品の生産と廃棄物処理に関わる、企業内部のコストと外部環境コストを、同時に評価を行う。

＜概要＞

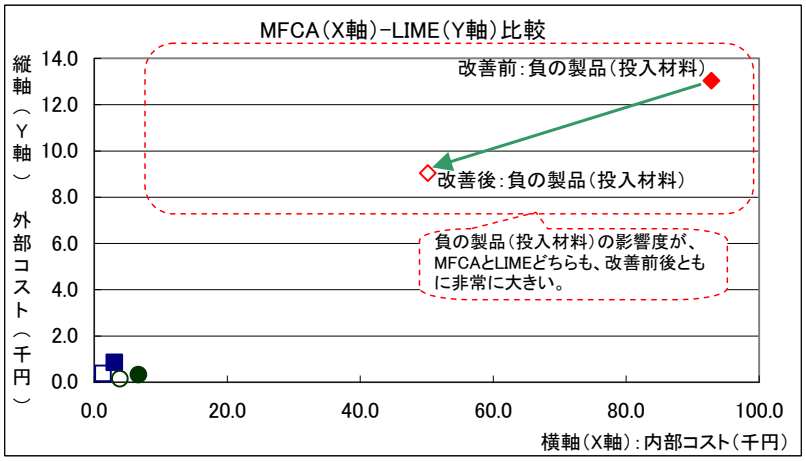
本テーマにおいては、参加企業の協力で、MFCA と LCA の統合計算モデルの事例を作り、その計算結果を WG において評価、議論することで、調査・研究を行なっている。環境影響の評価は LIME（Life -cycle Impact assessment Method based on Endpoint modeling）という手法を用いて、環境への被害コスト（社会的コスト）を金額で換算している。

一例として、キヤノンのある製品での MFCA 計算による負の製品コストおよび廃棄物処理コストと、LIME による負の製品および発生した廃棄物の処理が及ぼしている社会的コスト（企業の外部の自然界に及ぼす影響（温暖化等）の被害コスト）を、図表-44 に示す。

負の製品　MFCA-LIME比較（全工程合計、項目別）　　キヤノン事例

（単位：千円／製品1000kgあたり）

	項目	MFCA	LIME	マーク
改善前	負の製品（投入材料）	92.8	13.0	◆
	負の製品（エネルギー）	3.0	0.8	■
	負の製品（廃棄処理）	6.7	0.3	●
改善後	負の製品（投入材料）	50.2	9.0	◇
	負の製品（エネルギー）	1.3	0.4	□
	負の製品（廃棄処理）	3.9	0.1	○



（図表-44　全体の MFCA－LIME 値、改善前後の比較）

改善前の負の製品全体では、ＭＦＣＡ値（負の製品コストトータル：製造コストのロス）102.5 千円に対して、LIME 値（負の製品の環境への負荷トータル：社会的コスト）は 14.2 千円となっており、LIME 値は MFCA 値の 13.8%となっている。改善前のこの製品の製造における負の製品（材料のロス）が、製品 1,000kg あたり 102.5 千円の製造コストのロスを生み出し、かつ 14.2 千円の社会的なコストを生み出しているといえる。

改善後の負の製品全体では、MFCA 値（負の製品コストトータル：製造コストのロス）55.4 千円に対して、LIME 値（負の製品の環境への負荷トータル：社会的コスト）は 9.6 千円となっており、LIME 値は MFCA 値の 17.2%となっている。この改善により、MFCA の負の製品コストが全工程合計で 46%削減された。またそれは、負の製品による環境影響を、LIME 値で 33%削減する効果であった。

この様に環境影響統合評価手法を用いることにより、MFCA により企業内部のロスコスト（負の製品コスト）の明確化と同時に負の製品が社会環境に与える外部コストも明確化することが可能になる。

また、地球温暖化という環境影響に焦点をあて、CO_2 換算値での評価も実施している。図表-45 は、キヤノンの事例を製品 1000kg 当りの CO_2 排出量で算出した、改善前と改善後の表である。

CO2排出量換算のマテリアルフローコストマトリックス（工程間統合）

（CO2排出量　単位　ton-CO2、製品1000kg製造あたり）

改善前	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）	2.998 61.1%	1.163 23.7%			4.161 84.8%
マテリアルロス（負の製品）	0.582 11.9%	0.163 3.3%			0.745 15.2%
廃棄／リサイクル				0.000 0.0%	0.000 0.0%
小計	3.580 73.0%	1.326 27.0%		0.000 0.0%	4.907 100.0%

CO2排出量換算のマテリアルフローコストマトリックス（工程間統合）

（CO2排出量　単位　ton-CO2、製品1000kg製造あたり）

改善後	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）	2.998 71.1%	0.788 18.7%			3.786 89.7%
マテリアルロス（負の製品）	0.361 8.6%	0.071 1.7%			0.433 10.3%
廃棄／リサイクル				0.000 0.0%	0.000 0.0%
小計	3.360 79.6%	0.859 20.4%		0.000 0.0%	4.219 100.0%

（図表-45　CO2 排出量でみた改善前後の比較）

これを見ると、製品 1000kg 当り、4.907 ton- CO_2 が、改善後には、4.219　ton- CO_2 に低減し、全体で 0.6887 ton- CO_2 の排出量削減が図れた結果になっている。

このほか、「マテリアルフローコスト会計開発･普及調査事業報告書」（平成 18 年度）の

第３部 第２章、「MFCA 高度化研究テーマ１　MFCA と LCA の統合化研究」に、多くの統合化事例や MFCA と LCA を統合した計算結果の評価の考え方や課題と対策などをまとめているので参照いただきたい。

４　外部環境経営指標としての MFCA の活用

＜背景・狙い＞

MFCA は企業の内部管理目的として内部ロスの物量と金額を見える化する。一方、より効果的な環境経営を推進するためには、企業の内部管理だけではなく、外部へ及ぼしている環境影響も評価することが望ましい。

環境経営指標には様々なものがあるが、その中でも異なる環境負荷を統合的に評価した総合的な環境経営指標への期待が高まっている。多くの企業は、統合的な環境経営指標を環境報告書で開示しているが、現状では評価手法の活用方法に対する理解が十分ではなく、改善の余地は大きいと言える。特に、環境経営の環境面を評価する手法として、LIME（Life-cycle Impact assessment Method based on Endpoint modeling：日本版被害算定型環境影響評価手法）、JEPIX（Environmental Policy Priorities Index for Japan：環境政策優先度指数日本版）、MAC（Maximum-Abatement Cost method：限界削減費用法）などが開発されているが、企業経営のどの場面でどの手法を活用するべきかについてのガイダンスはなく、企業がそれぞれ判断して活用している状況である。

上記「（３）MFCA と LCA との連携」では、MFCA の計算結果と環境影響統合評価手法の一つである LIME での計算結果の連携した活用事例を作成したが、本テーマでは、更に範囲を広げて、どのような目的にどのような環境影響統合評価手法を活用することが望ましいかを検討し、MFCA 及び環境影響の統合的な評価手法を中心に、環境経営指標を有効活用するガイドラインを開発する。

＜概要＞

環境影響を統合評価する方法には、いくつかの考え方がある。環境への被害の大きさを評価する「被害算定型法」、実際の環境負荷物質の発生量と規制値からの距離に基づき評価する「目標への距離（Distance to Target）法」、環境負荷物質を削減するコストに基づき評価する「限界削減費用法」などが主だったものである。それらの手法のうち日本で開発された手法として、それぞれ LIME、JEPIX、MAC を取り上げることとした。LIME、JEPIX 及び MAC の３手法は、インベントリ分析を行った後、各インベントリデータにそれに該当する評価係数を乗じ、それらをすべて加算することで統合化を行うという点で共通している。しかし統合化に対する基本的な考え方や範囲など異なる点も多い。各手法間で特筆すべき異なる点は、統合評価に対する考え方、対象とする環境負荷物質、単一指標の単位な

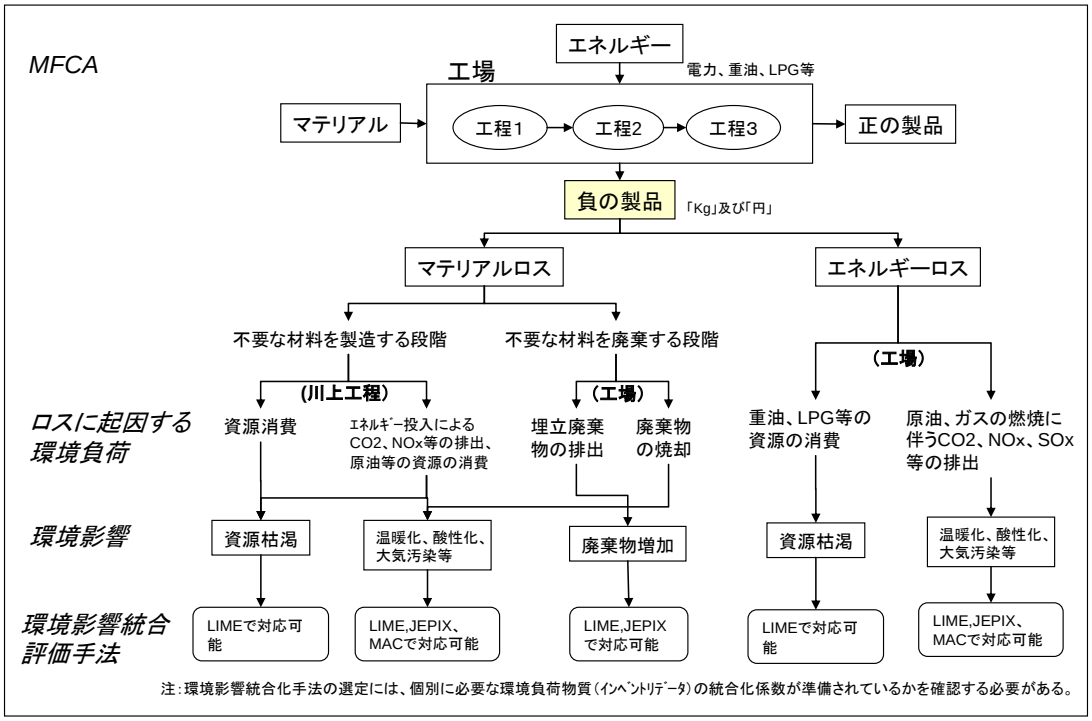
どがある。それぞれの手法の特徴を図表-46 にまとめた。

	LIME	JEPIX	MAC
正式名称	Life -cycle Impact assessment Method based on Endpoint modeling:日本版被害算定型環境影響評価手法	Environmental Policy Priorities Index for Japan:環境政策優先度指数日本版	Maximum-Abatement Cost method:限界削減費用法
統合評価に対する考え方	被害算定型法 環境負荷物質が、環境に与えている被害度合いに基づきを評価する。	Distance to Target法 環境負荷物質の発生量と政策目標との乖離度合いに基づき評価する。	限界削減費用法 環境負荷物質を削減するために市場でかかるコストに基づき評価する。
視点	市民の視点:環境負荷削減にいくら払うか	政策者･企業の戦略的リスク管理者の視点:	企業の視点:環境負荷低減にいくらかかるか。
対象とする環境負荷物質の数(統合化係数が用意されている環境負荷物質の数)	インプット(資源投入)及びアウトプット(エミッション)両方を対象 対象環境負荷物質の数:約1000物質	アウトプット(エミッション)のみ対象 対象環境負荷物質の数:数百物質	アウトプット(エミッション)のみ対象 対象とする環境負荷物質:15物質
金額換算の有無	金額換算あり。環境対策の社会的影響(一般市民への影響)を金額で評価するときに用いる。	金額換算なし。	金額換算あり。環境対策の費用(企業内部で発生する費用)を比較するときに用いる。
現在の主な使われ方	LCAのインパクトアセスメント手法として、製品の環境影響評価に使われることが多い。最近は事業所全体の影響評価にも使用されている。	事業所全体の環境影響評価に使われることが多い(事業所の環境効率など)。	公共調達の順位付けに使われる場合が多い。 グリーン購入や予算が決まっている場合の投資対象の選択肢の優先順に付けに活用される場合が多い。

（図表-46　LIME、JEPIX、MAC の比較表）

次に、企業がこれらの環境影響統合評価手法を用いる場面としては、企業の活動の対象として「製品」と「事業所（工場)」に分けて考えることができる。「製品」に関しては、「設計･開発→購買→生産→販売」というモノづくりに直接関連する機能ごとに手法を用いる場面が考えられる。具体的には「環境配慮設計」、「グリーン調達」、「生産管理」、「環境情報による製品の訴求」などが手法の活用場面として考えられる。一方、「事業所（工場)」に関しては、事業所全体としての PDCA（Plan-Do-Check-Action）の環境管理システムに則り、手法を活用しうる場面が考えられる。具体的には、「事業所における環境目標設定」、「設備投資」、「環境パフォーマンス評価」、「環境報告」などが手法の活用場面になり得る。

各場面でのガイダンスの説明はここでは省略するが、MFCA と環境影響統合評価手法の連携について、特に活用が期待される生産管理の場面について概要を示す。「（３）MFCA と LCA との連携」とも関連するが、負の製品が与えている環境影響は様々なものがある。不要品（負の製品）を製造するために工場内から直接発生する環境影響だけでなく、不要品を作るために、原材料メーカーなど川上の工程でも様々な環境影響を及ぼしているのである（図表-47 参照)。



（図表-47　MFCA（負の製品）と環境影響統合評価手法）

環境影響統合評価手法を用いることでこれらを単一指標又は単一金額で表現することが出来る。MFCA と環境影響統合評価手法を用いることで、負の製品を削減する活動をすることは、内部コストの削減金額（MFCA で算出可）と同時に外部コストの削減金額（環境影響統合評価手法）が明らかになる。環境影響統合評価手法は、いろいろな考え方があり、それぞれ特徴が違うので使用には注意を要する。負の製品に関する MFCA と各手法のまとめを図表-48 に示す。

区分	環境影響	MFCA	LIME	JEPIX	MAC	備考
マテリアルロス	資源枯渇	内部ロスの金額換算可能	対応可能（金額換算可能）	考慮せず	考慮せず	3 手法とも必要な環境負荷物質（ｲﾝﾍﾞﾝﾄﾘﾃﾞｰﾀ）に対応する統合化係数が準備されていることが前提。用意されている統合化係数の種類の多さは、LIME、JEPIX、MAC の順。
	温暖化、酸性化、大気汚染等		対応可能（金額換算可能）	対応可能	対応可能（金額換算可能）	
	廃棄物増加		対応可能（金額換算可能）	対応可能	考慮せず	
エネルギーロス	資源枯渇	内部ロスの金額換算可能	鉱物資源の減少影響も考慮	考慮せず	考慮せず	
	温暖化、酸性化、大気汚染等		対応可能（金額換算可能）	対応可能	対応可能（金額換算可能）	

（図表-48　負の製品に関する MFCA と環境影響統合手法まとめ）

企業が MFCA の他にこれらの環境影響統合評価手法を用いる場合には、手法活用の目的に応じて、各手法の特徴を理解した上で活用することが重要である。

詳細は「マテリアルフローコスト会計開発・普及調査事業報告書」（平成 18 年度）、第 3 部 第５章、「MFCA 高度化研究テーマ４　外部環境経営指標としての MFCA の活用」を参照いただきたい。

≪参考文献≫

MFCA に関する調査研究の報告書、参考文献は、MFCA ホームページに、そのダウンロード出来るホームページの URL、もしくは文献リストを掲載しています。

〈MFCA に関する研究報告書〉

（1）平成 16 年度、平成 17 年度　大企業向け MFCA 導入共同研究モデル事業調査報告書、
平成 18 年度、平成 19 年度 、平成 20 年度マテリアルフローコスト会計開発・普及調査事業報告書
http://www.jmac.co.jp/mfca/document/02_16.php#mdoc1

（3）平成 16 年度、平成 17 年度　中小企業向け MFCA 導入共同研究モデル事業調査報告書
http://www.smrj.go.jp/keiei/kankyo/account/005667.html
http://www.smrj.go.jp/keiei/kankyo/account/030510.html

（4）平成 16 年度 エネルギー使用合理化環境経営管理システムの構築事業（環境会計調査）報告書
http://www.jemai.or.jp/CACHE/account_details_detailobj1574.cfm

（5）平成 15 年度 環境ビジネス発展促進等調査研究（環境管理会計）報告書
http://www.jemai.or.jp/CACHE/account_details_detailobj860.cfm

（6）平成 14 年度 環境ビジネス発展促進等調査研究（環境経営総合手法）報告書
http://www.jemai.or.jp/CACHE/account_details_grunge40.cfm

（7）環境管理会計手法ワークブック（平成 14 年 6 月　経済産業省）
http://www.meti.go.jp/policy/eco_business/policy1-01.html

〈MFCA に関する書籍〉

■マテリアルフローコスト会計（第 2 版）
中嶌道靖・國部克彦／2008／日本経済新聞社

■実践マテリアルフローコスト会計
國部克彦／2008／産業環境管理協会

■環境スキルアップテキストシリーズ　C-Ⅳ　環境会計
古川芳邦、武信雅之／2007／産業環境管理協会

■環境経営・会計
國部克彦・伊坪徳宏・水口剛／2007／有斐閣

■環境経営のイノベーション
天野明弘・國部克彦・松村寛一郎・玄場公規（編）／2006／生産性出版

■International Guidance Document：Environmental Management Accounting
2005／IFAC（国際会計士連盟）

■環境会計の新しい展開
山上達人・向山敦夫・國部克彦編／2005／白桃書房

■環境管理会計入門 ―理論と実践―
國部克彦（編著)、経済産業省産業技術環境局／2004／産業環境管理協会

■環境会計最前線

國部克彦・梨岡英理子監修、IGES 関西研究センター編／2003／省エネルギーセンター

■企業評価のための環境会計

水口剛／2002／中央経済社

■Environmental Management Accounting: Informational and Institutional Developments,

Bennett, M., Bouma, J.J. and Wolters, T. (eds.)／2002／Kluwer Academic Publishers.

■統合的環境会計論

宮崎修行／2001／創成社

■Environmental Management Accounting Procedures and Principles

United Nations Division of Sustainable Development (UNDSD)／2001／United Nations

〈その他 MFCA 論文など〉

下記のホームページに、雑誌、学会誌などに掲載した論文のリストを掲載しています。

http://www.jmac.co.jp/mfca/document/04.php

その他、産業環境管理協会の『環境管理』では、2005 VOL.39 より、「実践マテリアルフローコスト会計」のシリーズを連載しています。

経済産業省では企業の意思決定に役立つ環境管理会計の導入を支援しています。
MFCA の普及政策などに関しては、下記までお問い合わせください。

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
電話：03-3501-1511（内線：3527,3528） 03-3501-9271（直通）

本資料の内容に関するお問合せは、下記の MFCA 事業事務局までお願いします。

株式会社　日本能率協会コンサルティング
MFCA 事業事務局（担当：下垣彰、山田朗、増田さやか、池田和）
〒105-8534
東京都港区虎ノ門四丁目３番１号
電話 03-3434-7332　Fax03-3434-6430