

平成 21 年度 経済産業省委託事業

『MFCA 導入実証・国内対策等事業』

(中小企業、小規模事業者向け 「簡易型 MFCA (仮称)」 計算ツール開発)

## MFCA 簡易手法ガイド

(2009 年度版)

## MFCA 簡易手法ガイドの構成

1. MFCA 簡易手法の目的と手法の紹介
2. MFCA 手法の具体的な効果
3. MFCA 簡易手法の導入ステップ

第1ステップ：マテリアルの物量とコスト、マテリアルロスの管理データの作成

第2ステップ：エネルギーの消費量とコストも含めた環境配慮型管理への展開

第3ステップ：システムコスト（加工費）も含めた製品原価計算への活用

4. MFCA 簡易手法の基本的な手順  
(材料調査□物量調査□ロス診断□改善検討)

5. MFCA 簡易手法の実施マニュアル

具体的事例：ゴムローラー部品の加工工程を事例とした MFCA 簡易手法の説明

- 1) マテリアル基礎データを収集しよう。
- 2) マテリアルバランスを確認してみよう
- 3) マテリアルフローモデルを作成し、現場に行こう。
- 4) 現場でロスの内訳を確認してみよう。
- 5) 右端の列の差異の原因を探してみよう。
- 6) マテリアルバランス集計表を完成させよう。
- 7) マテリアルフローモデルの完成
- 8) MFCA バランス集計表を作ってみよう。
- 9) コスト全体の分析(概観)をしてみよう。
- 10) MFCA バランス集計表から何が見えますか？
  - 11) マテリアルバランスのマテリアルロスの分析
  - 12) MFCA の分析から抽出した課題を整理する。
  - 13) 改善計画を立てて関係者で共有化する。

6. MFCA 簡易手法の機械加工用物量計算表（MS-Excel で作成）

## 1. MFCA 簡易手法の目的と手法の紹介

この MFCA 簡易手法ガイドは、中小企業、より小規模な製造業企業や事業者、マテリアルフローコスト会計（以下、「MFCA」という）をより手軽に導入し、今、製造業に広く求められている環境経営に資するマネジメント情報を作成できるように開発、作成されたガイドです。

MFCA の基本的な考え方は、ISO14000 ファミリーの ISO14051（ガイダンス）として 2011 年発行予定で、この MFCA の基本的な考え方を理解し実施することで、製造現場での環境経営の基本的な考え方を理解し、自社の製造工程を環境配慮という視点からみた現状把握ができることとなります。また、MFCA は環境保全の側面だけでなく、製造コストの削減にも寄与する手法で、新たなコスト削減手法として、まず導入することも可能です。この機会に、是非とも、環境の時代に資する環境管理会計手法、MFCA を試してみましよう。

MFCA の導入においては、伝統的な生産管理や原価計算とは違った現場の見方やデータの収集が必要となります。そのためには、最初に MFCA という新しい見方を学び、大まかに MFCA 的な分析このガイドに基づいて自社に適用し有用性を試してみることが必要です。MFCA の有用性を具体的に感じ、自社の新たな環境管理会計手法として活用しようと考えられれば、MFCA を本格的に自社に導入し、自社の資源生産性の無駄の全体像を見える化し、更なる無駄取りとコスト削減を実現しましょう。

なお、このガイドは MFCA 簡易手法の基本的な考え方を理解することを目的としています。さらに資源生産性を体系的にマネジメントし、革新的にマテリアルロス（無駄）を削減するためには、さらに進んで MFCA をより深く広範囲に活用してください。このためのガイドや資料等は、最終ページの参考資料を見てください。

少し、ここで MFCA の特徴について説明しましょう。

伝統的な手法ではプロセス（製造工程や取引関係）での実態をコスト回収の視点で管理します。販売価格で製造コストをカバーし利益を出すかということに重点が多かれ、製造コストをどのように抑えるかに力点が置かれます。このようなコスト管理では隠れてしまう原材料のロス（物量）を、具体的な発生量とコスト評価額で見える化し、新たな無駄の発見を可能にするツールが MFCA で、MFCA の分析結果によってロスの改善課題と改善余地を考えさせてくれます。この「原材料のロス」（無駄）とは、従来の仕損じや、品質不良などだけではなく、正常な作業や加工にも原材料のロスがあるという考え方である。鉄板をプレスで抜けば、抜きかす（鉄の端材）は必ず出ます。このような仕方がない端材も含

めて、投入した材料が製品を構成する、または製品を構成しない現状を MFCA によって体系的に見える化する手法です。その分析結果から、製品設計や顧客要求によって仕方なく生じるロスも互いに共有することで、共に無駄を無くし、自社やサプライチェーンでの利益と生産技術の向上につなげようとするマネジメント手法です。

MFCA による投入原材料のロス削減は、資源効率の向上によって材料費のコストダウンを企業にもたらし、企業のものづくりを技術面からも強化するだけでなく、投入材料はその生産過程で CO<sub>2</sub> を排出することから、その投入材料の効率化は日本が世界に約束した地球温暖化を促進する CO<sub>2</sub> 排出量の 25%削減にも貢献します。このように MFCA は、企業実務に即して環境経営を積極的に推進するマネジメント情報を提供することから、経済産業省は MFCA の普及促進に力を入れています。

ところで、MFCA をすでに学んだ・経験した方は、MFCA におけるデータ測定 of 煩雑さを気にされる方がいます。MFCA では、物量センターと呼ぶ材料ロスを測定する工程単位ごとに測定し、材料ロスの材料費を計算し、さらに材料ロスの加工費やエネルギー費も計算します。MFCA での材料ロスは工程完了品（製品）の歩留まりだけでなく、全投入材料がどれだけ製品を構成するかという視点でプロセスを見ます。より詳細に材料の投入量と材料のロス分を測定することは、原材料のロスのコスト的な評価の精度を高めますが、その一方で、物量の測定や記録、そのデータの収集や整理を煩雑かつ複雑にしがちです。物量データ測定の精度を高めることは、MFCA の分析結果による改善課題をより明確にしますが、MFCA の導入と分析の煩雑さに対する効果は事後的にしか、はっきりとわかりません。また、MFCA は健康診断の CT スキャンと同じく、現状の見える化で問題が見つからない可能性があります。この点は、MFCA を普及する上で大きな課題でした。

この MFCA 簡易手法ガイドは、このような問題意識を踏まえて、出来るだけ簡単に MFCA の考え方を導入し、企業が必要とする歩留管理や品質管理などにも役立つようなデータを提供するような MFCA の簡易手法を目指しています。是非とも、この簡易手法を活用し、環境貢献と経営合理化の両面で効果のある環境経営手法を、身につけていただければ幸いです。

## 2. MFCA 手法の具体的な効果

MFCA では、投入材料の種類ごとに、製造プロセスへの投入後に結果として、製品にならなかった投入材料の量とならなかった量を、まず物量で把握し、MFCA の原則に基づいて金額評価します。

MFCA によるプロセス分析では、製造工程の各段階で使用する原材料と、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金額換算し、投入材料で製品にならなかったマテリアルロスを見える化します。このマテリアルロスを「負の製品」として定義し、原材料費、さらには労務費や減価償却費などの加工費を含めた負の製品コストとして評価します。特に、マテリアルロス（廃棄物）の処理に伴う費用は負の製品コストに算入されます。

このような新たな視点は、日本の製造業における新たなムダ取りの視点として評価され、MFCA の考え方が導入・普及し始めています。2008 年度の末には、導入企業が 200 社を超え、その具体的効果として、次のようなことがあげられます。

- MFCA は、エンドオブパイプ的な廃棄物のリサイクル（出たものを何とかしよう）でなく、廃棄物の発生量そのものを削減（Reduce）するような改善を促進するための情報を提供する。
- 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、これは直接費（変動費）に関わるコストダウンに寄与する。
- さらに、廃棄物処理業務の効率化や内部リサイクル業務の削減にもつながり、材料費だけでなく、製造費用全体のコストダウンにつながる。
- 経済的効果だけでなく、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。

### 3. MFCA 簡易手法の導入ステップ

➤ **第 1 ステップ： マテリアルの物量とコスト、マテリアルロスの管理データの作成**

マテリアルコスト (MC) だけを対象とした MFCA

マテリアルの物量とコスト、廃棄処理だけに MFCA を適用する。

- ◇ 既存のデータでは、工程全般やある特定の工程など、大雑把なデータ収集とコスト評価しかできない場合は、まずはマテリアルデータとマテリアルコストだけを対象に MFCA 分析を試みよう。

➤ **第 2 ステップ： エネルギーの消費量とコストも含めた環境配慮型管理への展開**

次に、エネルギーコスト (EC) も含めた MFCA に進もう。

エネルギーの使用量とコストを加味して MFCA を適用する。

- ◇ 建屋ごとや既に設置されているメータを使った消費電力量を把握する。
- ◇ 工程 (QC s) ごとに、ざくっと、按分してみよう。
- ◇ 投入エネルギーが大きい順の見える化を試みよう。
- ◇ これを使ってエネルギー改善の可能性を見よう。
- ◇ エネルギーは換算係数を活用して、CO<sub>2</sub> 排出量を推計してみよう。

➤ **第 3 ステップ： システムコスト (加工費) も含めた製品原価計算への活用**

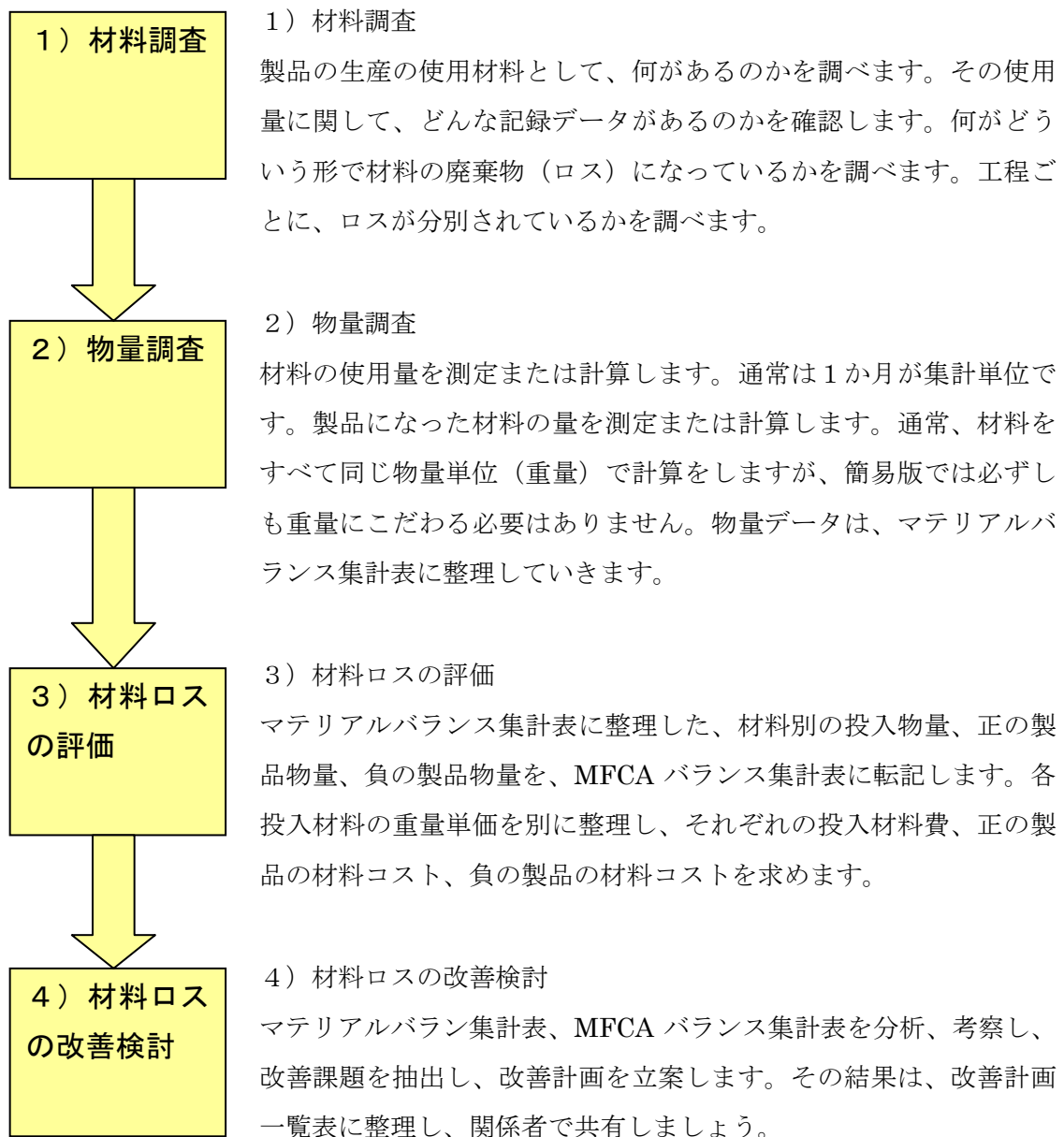
さらに、できれば、システムコスト (SC) も含めた MFCA もやってみよう。

- ◇ システムコスト (労務費や減価償却費などの加工費) も加えて、トータルなコストを計算してみよう。
  - コストマネジメントとしての活用
  - QC ごとの労務費、減価償却費をシステムコストとして、算出してみよう。
  - 設備の修繕・維持費をシステムコストに入れても良いでしょう。
- ◇ システムコストまで対象とした MFCA で分析することで、より正確な製品原価も“見える化”することが期待できます。

#### 4. MFCA 簡易手法の基本的な手順：

##### 材料調査⇒物量調査⇒ロス診断⇒改善検討

「MFCA 簡易手法」によって、自社工場の全体像や製造工程の全体が見える化しましょう。工場で使用している原材料は何があるでしょうか。自社の製造工程でどのように使用されているでしょうか。製造プロセスに MFCA を導入するステップとして、次に示す 1) から 4) のステップで進めてみましょう。



## 5. MFCA 簡易手法の実施マニュアル

MFCA の簡易手法の手順を説明することにしましょう。具体的な MFCA の導入の前に、MFCA の基本であるマテリアルバランスの情報を収集しましょう。また、マテリアルバランスを作成するために、有用な自社製品の材料展開表 (Bills of Materials: BOM) を作成してみましょう。

準備 1 : マテリアルバランスの表で確認してみよう。

準備 2 : 自社製品の材料を書きだしてしてみよう。

### 準備 1 : マテリアルバランス集計表で確認してみよう。

次に示すのは、マテリアルバランス集計表です。このシートに MFCA 分析に必要なマテリアルに関する情報を書き込みます。まずは、分析する範囲記を決め、可能な限りデータを書き込んでみましょう。

簡易MFCA		対象製品、ライン			MFCA対象期間の生産総量、完成品総量									
全材料のマテリアルバランス		対象期間、ロット			生産指示数量			個						
		調査、計算日			完成品数量			個						
Input				Output				負の製品(材料ロス)			負の製品の内訳			
				完成品Output		負の製品Output		Outputの内訳			抽出、物量確認			
番号	材料名 (カッコ内は計算単位)	Input量 (a)	単位	完成品1 個に含ま れる量	単位	完成品の 出来高に 含まれる 量(b)	単位	ロス量の 全体(c= a-b)	単位	内容	物量	単位	材料別の 合計(d)	差異(= e-d)
計	材料合計													

このマテリアルバランス集計表を書く上で、次のような留意点がありますので、参考にしてください。

- (1) マテリアルバランスを見るために、生産量を決めましょう。1 バッチ、1 ロット、1 ヶ月など、集計しやすいサイズにしましょう。
- (2) この生産指示に対して、完成品はどれだけ出来ましたか？
- (3) どんな材料を投入しますか？ 材料名を書き込みましょう。 補助材料も材料として対象に入れましょう。
- (4) この生産指示に対して、各材料をどれだけの量を入れますか？ 単位も併記しておきましょう
- (5) 製品 1 個 (単位) 当たりに含まれる材料はどれだけですか？ 「完成品 1 個に

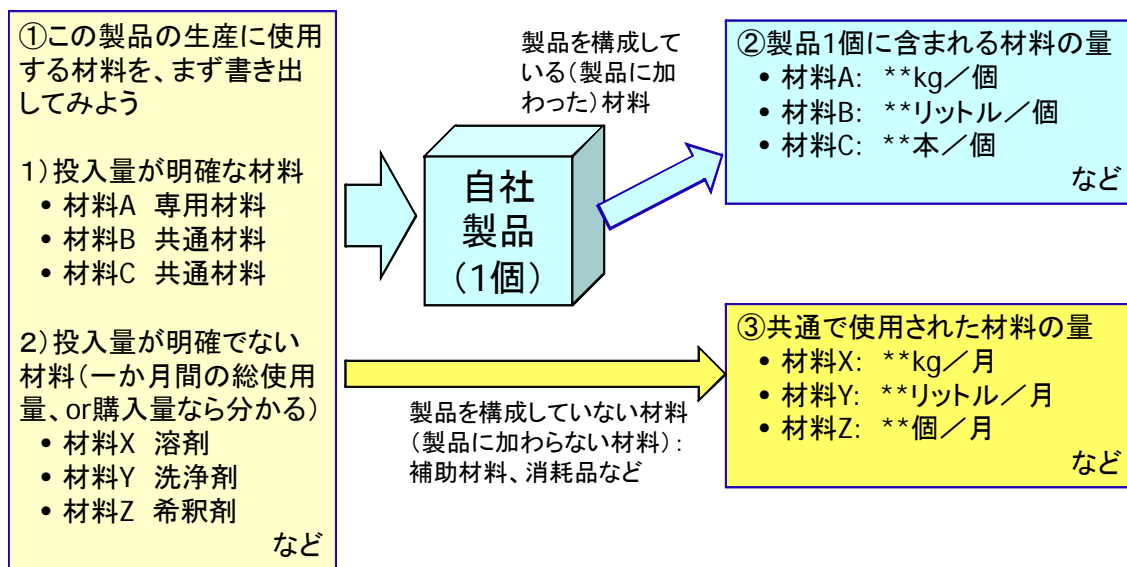


含まれる量」を簡単な割合で算定してみましょう。例えば製品に成る割合を、100%・75%・50%・25%・0%という5つに区分することもアイデアです。

(6)「完成品に含まれる量」は、上記の(5)で算定した材料それぞれの「完成品1個に含まれる量」と完成品数を乗じて算定します。

## 準備2： 自社製品の材料を書き出してしまおう。

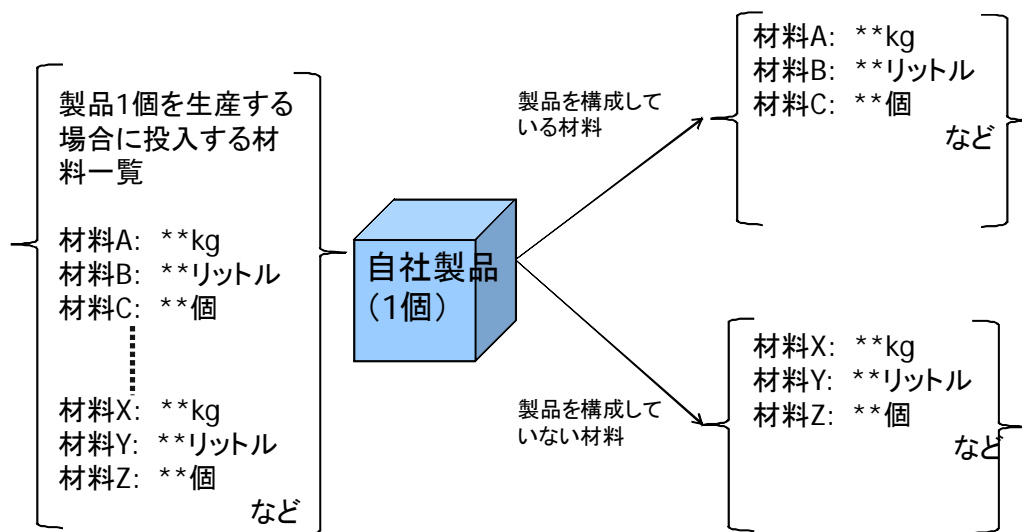
次に自社製品を生産する上で、どのような材料を使用しているのかを整理してみましょう。下の図のように、絵にして表すことも、みんなが理解する上では役立ちます。



上記の自社製品1個(または一単位)当たりの投入材料のレシピ(または材料表)と製品を構成する材料に関するデータを集めてまとめましょう。次の3点がポイントです。

- (1) 製品の生産に使用される材料をブレイクダウンし、書き出して見よう。使用される材料には、製品に含まれる材料と、そうでない材料がある。
- (2) 製品1個にどの材料がどのくらい含まれるのか分かりますか？
- (3) 製品に含まれない材料は、1ヶ月にどの程度消費しているか分かりますか？

また、上記のデータを体系的に整理するために、下記のように自社製品1単位当たりの投入材料の視点でのインプットとアウトプットの展開図を作成することも一案です。

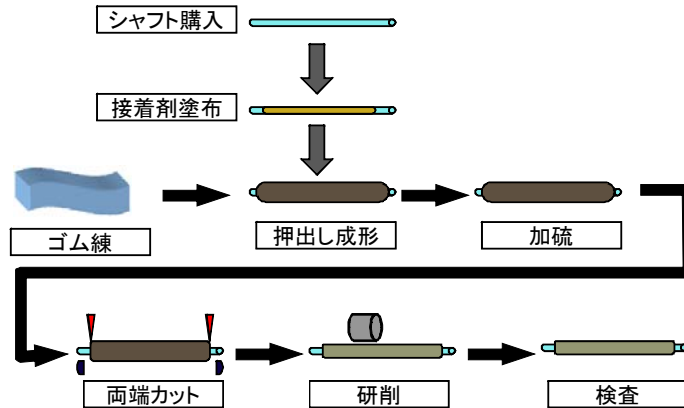


次に、上記の準備1と準備2に基づき、次の手順でMFCA簡易手法を使ったマテリアルロスの分析を実施してみましょう。分かり易いように、「ゴムローラー部品の加工工程」を事例に説明することにします。

- 手順1)           マテリアル基礎データを収集しよう。
- 手順2)           マテリアルバランスを確認してみよう
- 手順3)           マテリアルフローモデルを作成し、現場に行こう。
- 手順4)           現場でロスの内訳を確認してみよう。
- 手順5)           右端の列の差異の原因を探してみよう。
- 手順6)           マテリアルバランス集計表を完成させよう。
- 手順7)           マテリアルフローモデルの完成
- 手順8)           **MFCA** バランス集計表を作ってみよう。
- 手順9)           コスト全体の分析(概観)をしてみよう。
- 手順10)          **MFCA** バランス集計表から何が見えますか？
- 手順11)          マテリアルバランスのマテリアルロスの分析
- 手順12)          **MFCA** の分析から抽出した課題を整理する。
- 手順13)          改善計画を立てて関係者で共有化する。

## 具体的事例：ゴムローラー部品の加工工程を事例とした MFCA 簡易手法の説明

このマニュアルで取り上げた MFCA 事例は、下の工程で加工されるゴムローラー部品の加工である。



この工程では、上記の加工工程によって、ゴム材（練り材）を金属シャフトに付着させて、ゴムローラー部品を製造している。この工程に MFCA 簡易手法を導入した場合に、どのように導入するかを簡潔に説明します。

### 手順 1) マテリアル基礎データを収集しよう。

まずは、上記のように適用範囲（プロセス）を決め、その次にはこのプロセスに投入されフローするマテリアルに関するデータを収集します。まずは、新たな測定をするのではなく、既にどの程度のマテリアルに関するデータが揃うかを調べてみましょう。次に示すのが、たとえば、既存のデータによって集められたマテリアルに関するデータであった。

#### マテリアル基礎データ収集(測定前)

<p><b>標準データ</b></p> <p>&lt;主要材料標準使用量&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・シャフト: 1本</li> <li>・ゴム材: 100gr</li> </ul> <p>&lt;ゴム練配合標準: 1/バッチ当り&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ゴム材: 100kg</li> <li>・加硫剤: 100gr</li> <li>・発泡剤: 100gr</li> </ul> <p>&lt;接着剤割合&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・接着剤: 希釈剤=1:1(重量比)</li> </ul>	<p><b>当月生産実績</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・生産数: 4,950本</li> <li>・不良数: 50本(検査工程)/不良率1%</li> <li>・シャフト投入数: 5,000本</li> <li>・ゴム練: 5/バッチ</li> <li>・接着剤使用量: 4kg(4缶)(購入実績)</li> <li>・希釈剤使用量: ?</li> </ul>
<p><b>購入価格・単位表</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・シャフト: 100円/1本</li> <li>・ゴム材: 30,000円/100kg袋</li> <li>・加硫剤: 10,000円/1kg袋</li> <li>・発泡剤: 10,000円/1kgダンボール箱</li> <li>・接着剤: 5,000円/1kg缶</li> <li>・希釈剤: 500円/kg(20kg缶)</li> </ul>	<p><b>測定するデータ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・完成品重量: ? gr/本</li> <li>・シャフト重量: ? gr/本</li> <li>・配合ゴム材重量: ? gr/本</li> <li>・両端カット重量: ? gr/本(両端?個分)</li> <li>・研削カス: ? gr/本</li> <li>・接着剤塗布量: ? gr/本(技術標準)</li> <li>・希釈剤: ? kg使用(揮発分補充有り)</li> </ul> <p>・産廃(すべて同じ)処理費用: 20円/kg</p> <p>・回収実績: 150kg</p>

上記の色つきの部分である「測定するデータ」の項目は、既存のデータになかった。このような場合には、MFCA のために別途、測定することも必要である。次に示す表は、測

定によって、MFCAに必要なデータが揃った状況を示している。

### マテリアル基礎データ収集(測定後)

<p style="text-align: center;"><b>標準データ</b></p> <p>&lt;主要材料標準使用量&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・シャフト: 1本</li> <li>・ゴム材: 100gr</li> </ul> <p>&lt;ゴム練配合標準: 1/バッチ当り&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ゴム材: 100kg</li> <li>・加硫剤: 100gr</li> <li>・発泡剤: 100gr</li> </ul> <p>&lt;接着剤割合&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・接着剤: 希釈剤=1:1(重量比)</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>当月生産実績</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・生産数: 4,950本</li> <li>・不良数: 50本(検査工程)/不良率1%</li> <li>・シャフト投入数: 5,000本</li> <li>・ゴム練: 5バッチ</li> <li>・接着剤使用量: 4kg(4缶)(購入実績)</li> <li>・希釈剤使用量: ?</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>購入価格・単位表</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・シャフト: 100円/1本</li> <li>・ゴム材: 30,000円/100kg袋</li> <li>・加硫剤: 10,000円/1kg袋</li> <li>・発泡剤: 10,000円/1kgダンボール箱</li> <li>・接着剤: 5,000円/1kg缶</li> <li>・希釈剤: 500円/kg(20kg缶)</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>測定結果</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・完成品重量: 150gr/本</li> <li>・シャフト重量: 100gr/本</li> <li>・配合ゴム材重量: 50gr/本</li> <li>・両端カット重量: 25gr/本(両端2個分)</li> <li>・研削カス: 15gr/本</li> <li>・接着剤塗布量: 0.6gr/本(技術標準)</li> <li>・希釈剤: 6.6kg使用(揮発分補充有り)</li> </ul> <p>・産廃(すべて同じ)処理費用: 20円/kg ・回収実績: 150kg</p>

このように、可能な限り、既存のデータを活用し、必要に応じてサンプリングなどによって実測してデータを揃えることをする。ただ、上記においても、「当月生産実績」の「希釈剤使用量」は分からない状況であるが、このような場合には理論値など計算上の数値を活用することも可能です。

## 手順2) マテリアルバランスを確認してみよう

上記のマテリアルに関するデータが揃った段階で、マテリアルバランス集計表を使って、以下のように、対象となるプロセスのマテリアルバランスを確認してみましょう。

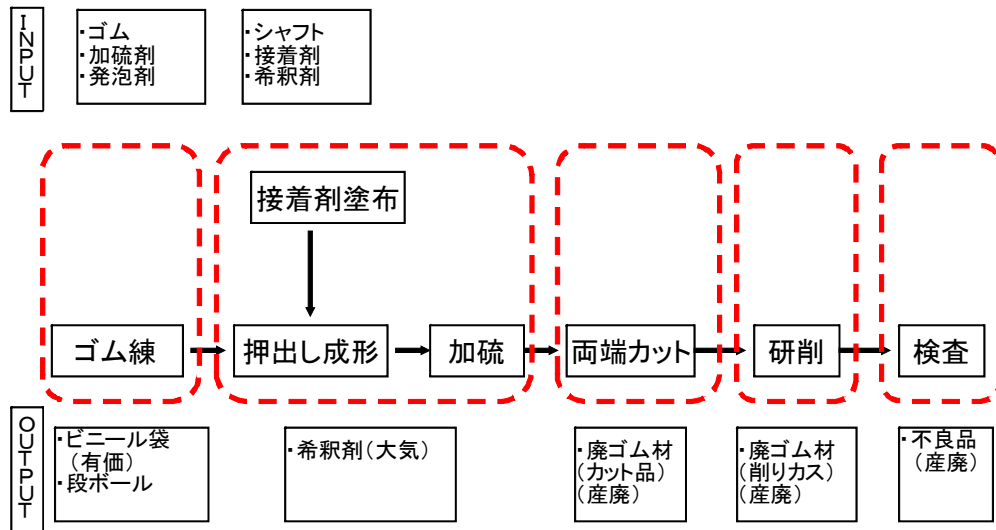
簡易MFCA 全材料の マバランス		対象製品、ライン ゴムローラー 対象期間、ロット 2009年7月の1か月 調査、計算日 2009年8月25日		MFCA対象期間の生産総量、完成品総量 生産指示数量 5,000個 完成品数量 4,950個										
Input			Output				負の製品(材料ロス) Outputの内訳			負の製品の内訳の 抽出、物量確認				
番号	材料名 (カッコ内は計算単位)	Input量 (a)	単位	完成品1 個に含ま れる量	単位	完成品の 出来高に 含まれる 量(b)	単位	ロス量の 全体(c= a-b)	単位	内容	物量	単位	材料別の 合計(d)	差異(= e-d)
1	シャフト(数量)	5,000.0	本	1.0	本	4,950.0	本	50.0	本					
	シャフト(重量)	500.0	kg	0.1	kg/個	495.0	kg	5.0	kg					
2	ゴム配合品合計	501.0	kg	50.0	g	247.5	kg	253.5	kg					
	・内訳1: ゴム材	500.0	kg											
	・内訳2: 加硫剤	0.5	kg											
	・内訳3: 発泡剤	0.5	kg											
3	接着剤	4.0	kg	0.6	g	2.97	kg	1.03	kg					
4	希釈剤	6.6	kg	0.0	g	0.0	kg	6.6	kg					
計	材料合計	1,011.6	kg			745.5	kg	266.1	kg					

これによって、完成品に含まれる材料総量とインプット総量の差異が見えてきました。ここで算定された差異には、不良品に含まれる(起因する)ロスや工程から出る端材などが含まれています。次に、この差異の内訳を明らかにしましょう。たとえば、現場に

行って、製品にならない材料がどのように排出されているのかを確認しましょう。

### 手順3) マテリアルフローモデルを作成し、現場に行こう。

マテリアル（材料）が、実際に生産現場でどのように投入され、使用され、製品になったり、廃棄されたりしているのかは、その現場で実際に確認することをお奨めします。先ほどの管理データとは違った状況が見えることが多くあります。そのためには、まずは製造プロセスがどのような加工工程（MFCA では、物量センターと呼ぶ）で構成され、どの物量センターでどのような材料が投入され、廃棄物（MFCA ではマテリアルロス）発生しているかを図に示してみましよう。次に示すのは、MFCA で作成するマテリアルフローモデルと呼ばれる図で、みんなでマテリアルフローの情報を共有するために作成します。



現場に行くと、実際の工程の細かさや複雑さ、さらにはマテリアルの投入のポイント（場所）や廃棄物の具体的な種類など、現場での情報を書きましよう。

### 手順4) 現場でロスの内訳を確認してみよう。

次いで、その現場での情報を使って、上記の2) で作成したマテリアルバランス集計表をより現場での状況を反映したものに改訂しましよう。既存のデータだけでは見落とししていた現場情報を反映することで、マテリアルロスの正確な把握と現実に即した改善に向けた議論をすることができます。

簡易MFCA		対象製品、ライン		ゴムローラー		MFCA対象期間の生産総量、完成品総量								
全材料の マスバランス		対象期間、ロット		2009年7月の1か月		生産指示数量		5,000個						
		調査、計算日		2009年8月25日		完成品数量		4,950個						
Input				Output				負の製品(材料ロス) Outputの内訳			負の製品の 内訳の抽出、物量確認			
番号	材料名 (カッコ内は計算単位)	Input量 (a)	単位	完成品Output		負の製品Output		ロス量の 全体(c= a-b)	単位	内容	物量	単位	材料別の 合計(d)	差異(= e-d)
				完成品1 個に含ま れる量	単位	完成品の 出来高に 含まれる 量(b)	単位							
1	シャフト(数量)	5,000.0	本	1.0	本	4,950.0	本	50.0	本	不良品	50.0	本		
	シャフト(重量)	500.0	kg	0.1	kg/個	495.0	kg	5.0	kg		5.0	kg	5.0	0.0
2	ゴム配合品合計	501.0	kg	50.0	g	247.5	kg	253.5	kg	両端カット	125.0	kg	202.5	51.0
	・内訳1:ゴム材	500.0	kg							研削ロス	75.0	kg		
	・内訳2:加硫剤	0.5	kg							不良品	2.5	kg		
	・内訳3:発泡剤	0.5	kg											
3	接着剤	4.0	kg	0.6	g	2.97	kg	1.03	kg	不良品	30.0	g		
											0.030	kg	0.030	1.000
4	希釈剤	6.6	kg	0.0	g	0.0	kg	6.6	kg	揮発(大気)	6.6	kg	6.6	0.0
計	材料合計	1,011.6	kg			745.5	kg	266.1	kg					

今回の発見と改訂した点としては、次の4点があります。

- (1) シャフトは、不良品に含まれているので、不良品の数と同じだけロスとして発生していた。
- (2) ゴム配合品に関するロスが現場でいくつか管理されていた。
- (3) 接着剤は、不良品に着いているものがあることがわかった。
- (4) 希釈剤は、大気に揮発していることがわかった。

このような現場の状況を反映し改訂をした後、最終的に、OUTPUT 合計と INPUT (量) とは一致 (マテリアルバランス) するかをチェックし、差異を右の欄に書きます。

### 手順5) 右端の列の差異の原因を探してみましょう。

上記のマテリアルバランスの表において、OUTPUT 合計と INPUT (量) とは一致することがベストです。まずは、この OUTPUT 合計と INPUT (量) の差異を可能な限り、“0” (ゼロ) にできるように調べてみましょう。特に大きな差異は、製造管理データとしても問題があります。

なお、調査の結果、差異の原因が見つからない場合は、MFCA 簡易手法ということでは、細かな数値まで厳密に一致させることに注力するより、より多くの情報を得ることに力点を置き、差異が小さければ今回は無視することも重要です。

簡易MFCA		対象製品、ライン		ゴムローラー		MFCA対象期間の生産総量、完成品総量							
全材料のマスバラン		対象期間、ロット		2009年7月の1か月		生産指示数量		5,000	個				
		調査、計算日		2009年8月25日		完成品数量		4,950	個				
Input				Output				負の製品(材料ロス) Outputの内訳					
番号	材料名 (カッコ内は計算単位)	Input量 (a)	単位	完成品Output		負の製品Output		内容	物量	単位	負の製品の内訳の抽出、物量確認		
				完成品1個に含まれる量	単位	完成品の出来高に含まれる量(b)	単位				ロス量の全体(c=a-b)	単位	材料別の合計(d)
1	シャフト(数量)	5,000.0	本	1.0	本	4,950.0	本	50.0	本	不良品	50.0	本	
	シャフト(重量)	500.0	kg	0.1	kg/個	495.0	kg	5.0	kg		5.0	kg	5.0
2	ゴム配合品合計	501.0	kg	50.0	g	247.5	kg	253.5	kg	両端カット	125.0	kg	253.5
	・内訳1:ゴム材	500.0	kg							研削ロス	75.0	kg	
	・内訳2:加硫剤	0.5	kg							不良品	2.5	kg	
	・内訳3:発泡剤	0.5	kg							パージ材	51.0	kg	
3	接着剤	4.0	kg	0.6	g	2.97	kg	1.03	kg	不良品	30.0	g	
										0.030	kg		
										使用残/廃棄	1.0	kg	1.030
4	希釈剤	6.6	kg	0.0	g	0.0	kg	6.6	kg	揮発(大気)	6.6	kg	6.6
計	材料合計	1,011.6	kg			745.5	kg	266.1	kg				

今回の差異の原因分析の結果、次の2点が分かりました。

- (1) ゴム配合品：押し出し成形で機種変え時にパージしている。(51kg)
- (2) 接着剤：使用残量を廃棄していた。(970g)

なお、小さな不明分があり、差異の解決が難しい場合には、数字を丸めることもひとつの方法でしょう。

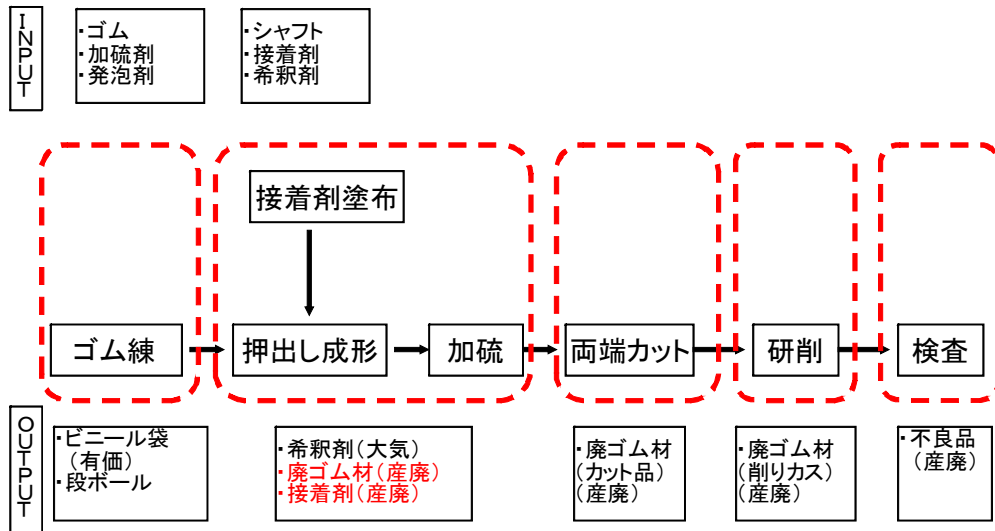
## 手順6) マテリアルバラン

このようなステップを経て、マテリアルバラン集計表を完成させます。このような作業中でも様々な問題点や課題が見えたのではないのでしょうか。ただし、不十分にデータをまとめて中途半端なデータだけを残すと、折角のこれまでの作業も無駄になります。次に示すように、マテリアルバラン集計表を完成させましょう。

簡易MFCA		対象製品、ライン		ゴムローラー		MFCA対象期間の生産総量、完成品総量						
全材料のマスバラン		対象期間、ロット		2009年7月の1か月		生産指示数量		5,000	個			
		調査、計算日		2009年8月25日		完成品数量		4,950	個			
Input				Output				負の製品(材料ロス) Outputの内訳				
番号	材料名 (カッコ内は計算単位)	Input量 (a)	単位	完成品Output		負の製品Output		内容	物量	単位		
				完成品の出来高に含まれる量(b)	単位	ロス量の全体(c=a-b)	単位					
1	シャフト(数量)	5,000.0	本	1.0	本	4,950.0	本	50.0	本	不良品	50.0	本
	シャフト(重量)	500.0	kg	0.1	kg/個	495.0	kg	5.0	kg		5.0	kg
2	ゴム配合品合計	501.0	kg	50.0	g	247.5	kg	253.5	kg	両端カット	125.0	kg
	・内訳1:ゴム材	500.0	kg							研削ロス	75.0	kg
	・内訳2:加硫剤	0.5	kg							不良品	2.5	kg
	・内訳3:発泡剤	0.5	kg							パージ材	51.0	kg
3	接着剤	4.0	kg	0.6	g	2.97	kg	1.03	kg	不良品	30.0	g
										0.030	kg	
										使用残/廃棄	1.0	kg
4	希釈剤	6.6	kg	0.0	g	0.0	kg	6.6	kg	揮発(大気)	6.6	kg
計	材料合計	1,011.6	kg			745.5	kg	266.1	kg			

## 手順7) マテリアルフローモデルの完成

改めて、マテリアルフローモデルの改訂もこの時点で行いましょう。マテリアルフローモデルは製造工程全体を一目で俯瞰することができ、各物量センターでどのようなマテリアルフローがあるかを目で確認し、理解することができます。今回のマテリアルバランス集計表が完成した時点で、マテリアルフローモデルも必要な改訂をしましょう。



上記の接着剤塗布、押出し成形のふたつの物量センターにおいて、今回の調査からマテリアルロスとして、廃棄ゴム材と廃棄接着剤があることが判明したので、書き加えています。このように、分かったことをまずは書き加えて、現状の見える化を実現しましょう。

## 手順8) MFCA バランス集計表を作ってみよう。

これまでは、マテリアルの物質及び物量情報を調べてきました。これで、現状において、どのようなマテリアルロスがどれだけ発生しているかなどが見えてきました。次には、MFCA のもう一つの重要な役割であるコスト情報を作成することです。

MFCA では、Output である正の製品と負の製品 (マテリアルロス) を投入マテリアルを単位に把握します。この MFCA 簡易手法では、たとえば、ゴム配合品を投入マテリアルとして定義し、両端カット・研削ロス・不良品・バーク材のマテリアルロスをコスト評価します。MFCA のコスト評価方法に基づいて、コスト評価額を書き加えた表を MFCA バランス集計表として、次のようにまとめます。



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

上記の表は、MS-Excel でテンプレートが作成されており、下記の必要事項を記入するとコスト額が自動的に計算できるようになっている。

- (1) 先のマテリアルバランス集計表で、材料の種類別に、その投入物量と、正の製品の物量、負の製品の物量が分かりました。それに、材料の単価を乗ずれば、材料費に関する正の製品コスト、負の製品コストが計算できます。
- (2) 廃棄物処理費がかかるものについては、それぞれの処理単価を乗ずれば、そのコストが計算できます。
- (3) エネルギーコスト、システムコストに関しても、対象製品の投入量やコストが分かれば、計算に含めましょう。

## 手順9) コスト全体の分析(概観)をしてみよう。

これで、マテリアルフローおよびマテリアルロスの物量情報が揃い、それに基づいたコスト評価が完了した。全体像を俯瞰するために次のように表にまとめることもできるでしょう。また、このような表だけでなく、円グラフや棒グラフなどを活用して、一目でマテリアルロスの発生割合の多さを表現したり、相対的な関係を見せたりすることも有用です。

Input						Output									
投入コスト合計						974千円				負の製品コスト					
1,474千円						66%				34%					
材料と材料費	材料単価 (千円/kg)	物量 (kg)	%	コスト (千円)	%	物の製品 コスト	物量 (kg)	%	コスト (千円)	%	物の製品 コスト	物量 (kg)	%	コスト (千円)	%
シャフト	1,000	500.0	49.4%	500.0	73.5%	495.0	48.9%	495.0	84.1%	5.0	0.5%	5.0	5.5%	5.0	5.5%
ゴム配合品	0.319	501.0	49.5%	160.0	23.5%	247.5	24.5%	79.0	13.4%	253.5	25.1%	81.0	88.7%	81.0	88.7%
接着剤	5,000	4.0	0.4%	20.0	2.9%	3.0	0.3%	14.9	2.5%	1.0	0.1%	5.2	5.6%	5.2	5.6%
希釈剤	0.025	6.6	0.7%	0.2	0.0%	0.0	0.0%	0.0	0.0%	6.6	0.7%	0.2	0.2%	0.2	0.2%
材料の物量とコスト小計		1,011.6	100.0%	680.2	100.0%	745.5	73.7%	588.9	100.0%	266.1	26.3%	91.3	100.0%	91.3	100.0%
総コストに対する構成比率					46.2%				40.0%						6.2%
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)	%	物の製品 コスト	物量 (kg)	%	コスト (千円)	%	負の製品 コスト	物量 (kg)	%	コスト (千円)	%
廃棄物処理物量とコスト小計		261.1	100.0%	13.4	100.0%							261.1	100.0%	13.4	100.0%
総コストに対する構成比率					0.9%										0.9%
エネルギー量と コスト	単価 (千円)	使用量		コスト (千円)	%	正の比 率(%)	コスト (千円)	%	負の比 率(%)	コスト (千円)	%				
電力(kwh)	0.200	400.0		80.0	100.0%	49.4%	39.5	49.4%	50.6%	40.5	50.6%				
エネルギーコスト小計				80.0	100.0%		39.5	49.4%		40.5	50.6%				
総コストに対する構成比率					5.4%			2.7%			2.7%				
システムコスト				コスト (千円)	%	正の比 率(%)	コスト (千円)	%	負の比 率(%)	コスト (千円)	%				
労務費				500.0	71.4%	49.4%	247.0	35.3%	50.6%	253.0	36.1%				
減価償却費				200.0	28.6%	49.4%	98.8	14.1%	50.6%	101.2	14.5%				
システムコスト小計				700.0	100.0%		345.8	49.4%		354.2	50.6%				
総コストに対する構成比率					47.5%			23.5%							24.0%

この上記の表から、たとえば、丸で囲んだ部分が特徴として、次の6点が明らかとなります。

- (1) 今までの管理では、不良率が1%であったが、MFCAにより、負の製品の割合が34%もあることが分かった。
- (2) 全体のコストの内、マテリアルコストとシステムコストがそれぞれ約半分である。
- (3) マテリアルの投入では、シャフトとゴム配合品の重量はほぼ同じであるが、金額ではシャフトがかなり大きい。
- (4) 負の製品では、重量、金額ともに、ゴム配合品が圧倒的に多い。
- (5) 接着剤、希釈剤は、重量金額ともに小さいが、改善余地があり、環境側面からも重点的に取り組むべきである。
- (6) 重量/金額ともに、システムコストの負の割合がマテリアルに比べて大きいのは、ゴム配合品の正負比（正の製品重量比率 49.4%）で配賦したことによる。

## 手順10) MFCA バランス集計表から何がわかりますか？

また、さらに、次に示しているように、MFCA バランス集計表から、次の5つの点が重要であることとされます。

Input						Output								
投入コスト合計					1,474千円		正の製品コスト				負の製品コスト			
							974千円				499千円			
							66%				34%			
材料と材料費	材料単価 (千円/kg)	物量 (kg)	%	コスト (千円)	%	物量 (kg)	%	コスト (千円)	%	物量 (kg)	%	コスト (千円)	%	
シャフト	1.000	500.0	49.4%	500.0	73.5%	495.0	48.9%	495.0	84.1%	5.0	0.5%	5.0	5.5%	
ゴム配合品	0.319	501.0	49.5%	160.0	23.5%	247.5	24.5%	79.0	13.4%	253.5	25.1%	81.0	88.7%	
接着剤	5.000	4.0	0.4%	20.0	2.9%	3.0	0.3%	14.9	2.5%	1.0	0.1%	5.2	5.6%	
希釈剤	0.025	6.6	0.7%	0.2	0.0%	0.0	0.0%	0.0	0.0%	6.6	0.7%	0.2	0.2%	
材料の物量とコスト小計		1,011.6	100.0%	680.2	100.0%	745.5	73.7%	588.9	100.0%	266.1	26.3%	91.3	100.0%	
総コストに対する構成比率									40.0%				6.2%	
廃棄物処理の 物量とコスト	処理単価 (千円/kg)	物量 (kg)	%	コスト (千円)	%	物量 (kg)	%	コスト (千円)	%	物量 (kg)	%	コスト (千円)	%	
ゴム配合品	0.050	253.5	97.1%	12.7	94.3%					253.5	97.1%	12.7	94.3%	
接着剤	0.100	1.0	0.4%	0.1	0.8%					1.0	0.4%	0.1	0.8%	
希釈剤	0.100	6.6	2.5%	0.7	4.9%					6.6	2.5%	0.7	4.9%	
廃棄物処理物量とコスト小計		261.1	100.0%	13.4	100.0%					261.1	100.0%	13.4	100.0%	
総コストに対する構成比率													0.9%	
エネルギー量と コスト	単価 (千円)	使用量		コスト (千円)	%	正の比 率(%)	コスト (千円)	%	負の比 率(%)	コスト (千円)	%			
電力(kwh)	0.200	400.0		80.0	100.0%	49.4%	39.5	49.4%	50.6%	40.5	50.6%			
エネルギーコスト小計				80.0	100.0%		39.5	49.4%		40.5	50.6%			
総コストに対する構成比率								2.7%			2.7%			
システムコスト				コスト (千円)	%	正の比 率(%)	コスト (千円)	%	負の比 率(%)	コスト (千円)	%			
労務費				500.0	71.4%	49.4%	247.0	35.3%	50.6%	253.0	36.1%			
減価償却費				200.0	28.6%	49.4%	98.8	14.1%	50.6%	101.2	14.5%			
システムコスト小計				700.0	100.0%		345.8	49.4%		354.2	50.6%			
総コストに対する構成比率								23.5%			24.0%			

- (1) 負の製品コストは、特に負の製品の材料の物量とコストに注目すべきである。
- (2) 負の製品コストにおいて、廃棄処理費の大きい廃棄物も、要注意すべきである。
- (3) 電力などのエネルギーコストに関しては、たとえば、投入コストの削減（設備仕様、運用面での省エネ）で見るとすべきである。
- (4) システムコストにおいて、減価償却費は固定費であることから、削減するためには稼働率を高めるしかないと考えられるので、ここでは課題とはしない。
- (5) 労務費に関しても、投入コスト削減（業務改善）という観点から検討することができるでしょう。

## 手順 1 1) マテリアルバランスのマテリアルロスの分析

これまでの MFCA 分析の結果、マテリアルバランス集計表と MFCA バランス集計表が作成され、マテリアルロスに関して、発生場所と発生量、さらにはコスト評価額に関する情報を得ることができました。これらの情報を元に、次のようにマテリアルロスを分析してみましょう。

- シャフトのロス、検査工程で発生している。
  - ☞ 検査工程で検出されているだけで、前工程に原因がある。
  - ☞ シャフトが不良ではなく、ゴムが不良であるために一緒に廃棄される。
- ゴムのロスは、次の種類のマテリアルロスが多く、いずれも作業が原因です。

- ① 押し出し成形工程でのパージ材
- ② 両端カット工程での切断屑
- ③ 研削工程での削りカス

☞ 今までは、ロスであると認識していなかった。

- 接着剤と希釈剤のロスは、押し出し成形工程で発生している。

## 手順 1 2) MFCA の分析から抽出した課題を整理する。

- (1) 検査工程でマテリアルロスと労務費が発生している。
  - ☞ 検査工程は、本来付加価値を生まない工程である。
  - ☞ 不良が発生することが当然となっている。
  - ☞ 徹底的な不良対策を行なう必要がある。
- (2) ゴムのロスについては、それぞれの工程で発生原因の追究と、ロスの削減を行なう必要がある。
- (3) 接着剤、希釈剤は、使い方や管理方法、購入方法を見直す必要がある。
- (4) ゴム練/押し出し成型工程では、労務費、償却費共に多く掛っている。
  - ☞ IE（経営工学）や TPM 等の手法で徹底分析し改善する必要がある。
  - ☞ 自動化の可能性を検討する必要がある。

## 手順 1 3) 改善計画を立てて関係者で共有化する。

MFCA の分析結果から、マテリアルロスの発生や経営課題を析出しても、その課題の解決を実行しないと意味がありません。MFCA による現状分析を踏まえて、経営課題を共有し、さらに、経営課題の改善のためにはその改善計画を共有することが大切です。

下記の表は、改善計画をまとめたものです。この表に示されたように、改善必要な経営課題と改善方法を具体的に書いています。また、重要な点は、担当者もしくは担当部署を決めることです。さらには、改善目標は具体的に数値目標を設定することです。この改善において、どれだけの経済効果が実現可能かは MFCA のコストデータを元に算出可能です。

このように、費用対効果と改善の実現可能性を加味して、環境経営の実現に向けた取り組みを開始すると共に、環境と経済の両面で事業利益を実現することを実感してください。ここまで、読むだけでなく、MFCA 簡易手法を実行していただけることを心から願っています。今すぐ、MFCA の考えを取り入れてみましょう。

工程	NO.	ロス発生・課題の状況	改善の方向性／テーマ	担当	改善目標・期待効果
ゴム練	1	労務費・償却費共に大きい	工程分析による改善(マン・マシンチャートなど)	製造	労務費50%削減
接着工程	2	接着剤のロスが大きい	管理方法の見直し 購入方法の見直し	製造	使用量30%削減 (PRTR対象)
	3	希釈剤のロス(大気放出)が発生している	カバーの設置	製造・工機	使用量10%削減 (PRTR対象)
押し出し成形	4	労務費・償却費共に大きい	工程分析による改善(マン・マシンチャートなど)	製造	労務費50%削減
	5	パージ材が10%発生している	段取り方法の見直し	製造	パージ材50%削減 材料購入量の削減 ゴム練量(バッチ数)の削減 稼働率向上
	6	エネルギー使用量が多い	電気の使用状況確認	製造・設備	電気使用量20%削減
両端カット	7	カット屑が25%発生している	加硫条件の見直し	製造・生産技術 品質管理	カット寸法50%削減 材料購入量の削減 ゴム練量(バッチ数)の削減
研削	8	研削屑が15%発生している	加硫方法の見直し	製造・品質管理	研削量50%削減 材料購入量の削減 ゴム練量(バッチ数)の削減
検査工程	9	不良品が1%発生している	不良発生原因の徹底 追究と対策	品質管理・製造 製品技術・生産技術	不良率100PPM以下
接着工程	10		シャフト形状変更による工程の廃止	品質管理・製造 製品技術・生産技術	加工費の削減 接着剤・希釈剤の廃絶 (PRTR対象)

## 6. MFCA 簡易手法の機械加工用物量計算表（MS-Excel で作成）

MFCA 簡易手法のテンプレートとしては、5 節、MFCA 簡易手法の実施マニュアルの中で説明したマテリアルバランス集計表、MFCA バランス集計表の他に、機械加工用物量計算表がある。

マテリアルバランス集計表、MFCA バランス集計表については、5 節ですでに説明しているため、そちらを参照していただき、ここでは、機械加工用物量計算表の紹介をする。

機械加工用物量計算表も、MFCA 計算を行う前に必要な、マテリアルの物量計算をするための計算 format である。ただし、その適用対象のプロセスを、機械加工系の業種に限定した。

機械加工系のプロセスでは、主たる廃棄物が、主材料の被切削物である金属等の材料だけが多い。補助材料として切削油等も使用し、廃棄物にはなるものの、主材料に比べると物量もコストも小さい。そのため、MFCA を初めて導入する際には、MFCA 計算対象の材料を、主材料に限定することも多い。

その代わり、このような機械加工系のプロセスでは、加工によって管理単位が枚数、本数、個数などに変化したり、1 本の材料から複数個の良品ができる工程が存在することもあり、その物量計算が意外と難しい。機械加工系のプロセスは、MFCA が非常に効果的と言われながら、その普及が遅いのは、このことにも要因があると考えられていた。

そのため、機械加工系のプロセスにおいては、2) で述べた「マテリアルバランス集計表」の代わりに、加工プロセスのタイプ別に、加工工程に沿った物量計算を行う方式の計算 format 「機械加工用物量計算表」を作成した。

加工プロセスのタイプ別としたのは、機械加工でもプロセスのタイプで、加工工程、材料のタイプ、ロスの種類、材料の管理単位と物量計算方法が異なるためである。

ここでは、これまでに、機械加工用物量計算表の作成、検証ができた、次の 3 つの加工プロセスの format について紹介する。

- A) 鍛造とその後の切削加工プロセス
- B) 鋳造（ダイカスト）とその後の切削加工プロセス
- C) NC タレットパンチングプレス、NC レーザー加工機等による板金加工プロセス

これらの機械加工用物量計算表は、そのまま利用することもできる。しかし、機械加工のタイプを分類したといっても、そのプロセスは、加工目的、材料特性、生産特性などにより異なることが多い。また企業によっては、現場で様々な管理指標を持っていることもあり、そうした指標を連携させたいこともある。従って、機械加工用物量計算表をベースに、実際の加工プロセス、管理目的等に合わせて、この計算方法をカスタマイズさせて利

用することを推奨する。

ただし、A)、B)、C) それぞれのプロセスごとに作成した機械加工用物量計算表は、MS-EXCEL のひとつの sheet に収まっており、その計算方法をカスタマイズすることは、多少とも MS-EXCEL を使い慣れていれば、十分に可能である。またこれは、今回の「MFCA 簡易版」を用いた MFCA 導入実証事業でも実証されている。

以下、上記 3 つの加工プロセスで作成できた機械加工用物量計算表を紹介する。

### A) 機械加工用物量計算表: 鍛造とその後の切削加工プロセス用

主材料名: アルミ		投入材料物量		正の製品物量		負の製品物量合計	負の製品内訳			
工程名	測定値	単位	測定値	単位	kg	内容	数量	単位物量	物量	備考
							個数、箇所	kg/個	kg	
<b>切断</b>	<b>2500 kg</b>		<b>2254 kg</b>		<b>246</b>	端材	200	0.25	50	
(数量)	100 本		9800 個			不良	105	0.2	21	
(単位重量)	25 kg/本		0.23 kg/個			切り粉	9900	0.018	178.2	
						小計			249.2	
						差異、不明			-3.2	切り粉の計算誤差
<b>鍛造、熱処理</b>	<b>2185 kg</b>		<b>1868 kg</b>		<b>317</b>	抜き	9500	0.03	285	
(数量)	9500 個		9340 個			不良	110	0.2	22	
(単位重量)	0.23 kg/個		0.2 kg/個			試験	50	0.2	10	
						小計			317	
						差異、不明			0	
<b>切削</b>	<b>1872 kg</b>		<b>1392 kg</b>		<b>480</b>	切り粉	9360	0.05	468	
(数量)	9360 個		9280 個			不良	60	0.15	9	
(単位重量)	0.2 kg/個		0.15 kg/個			供試品	20	0.15	3	
						小計			480	
						差異、不明			0	
<b>検査</b>	<b>1392 kg</b>		<b>1390.5 kg</b>		<b>1.5</b>	不良	5	0.15	0.75	
(数量)	9280 個		9270 個			サンプル品	5	0.15	0.75	
(単位重量)	0.15 kg/個		0.15 kg/個			小計			1.5	
						差異、不明			0	

鍛造品の加工では、最初の工程が、棒材の切断からスタートすることが多い。またこの切断工程と切削工程の切り粉、端材の削減が、MFCA にもとづくマテリアルロス削減の主要テーマのひとつとなることから、上記の format としている。

## B) 機械加工用物量計算表: 鑄造(ダイカスト)とその後の切削加工プロセス用

主材料名: アルミ									
工程名	投入材料		正の製品		負の製品 物量合計 kg	負の製品内訳			
	測定値	単位	測定値	単位		内容	数量	単位物量	物量
						個数、箇所	kg/個	kg	
<b>溶解</b>	<b>320000</b>	<b>kg</b>	<b>310000</b>	<b>kg</b>	<b>10000</b>				
(インゴット投入数)	10000	個	12400	回		スラグ		7000	測定値
(インゴット重量)	20	kg/個	25	kg/回		こぼれ材料		4200	測定値
(インゴット投入重量)	200000	kg							
(リターン材投入重量)	120000	kg							
						<b>小計</b>		<b>11200</b>	
						差異、不明		-1200	(酸化アルミの酸素分)
<b>鑄造</b>	<b>3800</b>	<b>kg</b>	<b>1921.5</b>	<b>kg</b>	<b>1878.5</b>				
	9500	回	9150	個		湯道	9500	0.19	1805
	0.4	kg/回	0.21	kg/個		不良	150	0.21	31.5
						立ち上げロス	200	0.21	42
						<b>小計</b>		<b>1878.5</b>	
						差異、不明		0	
<b>表面処理</b>	<b>1995</b>	<b>kg</b>	<b>1868</b>	<b>kg</b>	<b>127</b>				
(バフ)	9500	個	9340	個		研磨ロス	9500	0.01	95
(ショット)	0.21	kg/個	0.2	kg/個		不良	110	0.2	22
						試験	50	0.2	10
						<b>小計</b>		<b>127</b>	
						差異、不明		0	
<b>切削</b>	<b>1872</b>	<b>kg</b>	<b>1392</b>	<b>kg</b>	<b>480</b>				
	9360	個	9280	個		切り粉	9360	0.05	468
	0.2	kg/個	0.15	kg/個		不良	60	0.15	9
						供試品	20	0.15	3
						<b>小計</b>		<b>480</b>	
						差異、不明		0	
<b>含侵・検査</b>	<b>1392</b>	<b>kg</b>	<b>1390.5</b>	<b>kg</b>	<b>1.5</b>				
	9280	個	9270	個		不良	5	0.15	0.75
	0.15	kg/個	0.15	kg/個		サンプル品	5	0.15	0.75
						<b>小計</b>		<b>1.5</b>	
						差異、不明		0	

鑄造、ダイカスト品の加工における主材料のマテリアルロス、その主なものとして、次のようなものがある。

- ・ 鑄造時の湯道（ランナーと呼ばれることもある）、各工程の不良品、試験品、テスト品等。これらはリターン材として、最初の溶解工程で投入することが多く、ロスと考えていないことが多い。実際に材料費はロスとはならないが、再度、溶解する際のエネルギーは確実にロスである。MFCA バランス計算表では、こうしたリターン材の材料費の単価をゼロとして計算すると、こうしたエネルギーのロスを、評価できる。
- ・ 切削工程における切り粉

その他、バフ、ショット、含侵等の工程では、別の材料を補助材料として使用する。これらの材料を MFCA 計算に含める場合は、この計算と別に、「マテリアルバランス集計表」を用いて計算することをお勧めする



### C) 機械加工用物量計算表:

#### NC タレットパンチングプレス、NC レーザー加工機等による板金加工プロセス用

板金プレス加工の分野でも、個別受注生産、多品種少量生産の分野では、一般に、次のようなプロセスで加工を行う。

- ① NC タレットパンチングプレス、あるいは、NC レーザー加工機等により、定尺材と呼ばれる大きな板から、1 個の部品、複数の同一部品、複数種類の異なる部品等の抜き加工を行う。この際に発生するロスは、基本的には端材、抜きカスなどである。これらの材料ロスは、加工部品の展開形状と寸法、材料の選択、板取りにより決まる。
- ② 抜き加工後に、部品単位に、曲げ加工、絞り加工、溶接加工、組立などを行う。この際に発生するロスは、部品単位のロスである、不良品、テスト品、及び、作り過ぎのロスなどである。

この計算の format は、多少複雑なので、計算例をもとに詳細に説明する。

まず、使用する材料は、基本的には長方形の板なので、その 1 枚あたりの重量は、下の表のように、板の長さ×幅×板厚×比重で求められる。

ABC、T=1.6	使用する材料の仕様と重量							板取り時の部品の組み合わせ	
	生産指示書番号	材料呼び名	材料長さ	材料横幅	材料板厚	比重	材料面積 / 材料1枚	材料重量 / 材料1枚	図番番号 / 部品番号
ABC-16-01	3×6	1,829mm	914mm	1.6mm	7.85	1,671,706mm <sup>2</sup>	21.00kg	ABCD-001	2個
								ABCD-002	1個
ABC-16-02	3×6	1,829mm	914mm	1.6mm	7.85	1,671,706mm <sup>2</sup>	21.00kg	ABCD-003	3個
ABC-16-03	3×6	1,829mm	914mm	1.6mm	7.85	1,671,706mm <sup>2</sup>	21.00kg	ABCD-004	1個
ABC-16-04	3×6	1,829mm	914mm	1.6mm	7.85	1,671,706mm <sup>2</sup>	21.00kg	ABCD-005	1個

①の抜き加工時のロスは、使用した材料の重量と、良品の重量の差である。良品の重量は、部品 1 個ごとにその重量を測定し、1 枚の板から取れる数量をかければいだけである。

しかし、こうした個別受注生産、多品種少量生産においては、部品種類が非常に多く、繰り返し生産の頻度が小さい。こうした実際の部品の重量を測定する業務も、スタッフの少ない中小企業では重荷になると思われる。

そのため、簡易的に重量を求める方法で、部品の重量を測定することにして、下の表のように、その計算 format を作成した。

この表の計算方式では、抜き加工によりできる加工部品を、すべて長方形の板とみなして計算する。例えば、生産指示番号“ABC-16-01”では、1 枚の板から ABCD-001 を 2 個、ABCD-002 を 1 個できる。それぞれの部品の重量は、その横幅×長さ×板厚×比重×加工数量（取数）で計算できる。その重量は、合計 13.12kg である。ABC-16-01 で使用する材

料の重量は、前頁の表で示したように、21.00kg である。従って、ABC-16-01 の、材料 1 枚当たりの材料ロスは、7.88kg となる。

ABC、T=1.6		板取り時の部品の組み合わせ		加工部品を長方形とみなした簡易的なMFCAの重量計算			
生産指示書番号	図番番号 部品番号	取数 /1枚	加工品 横幅	加工品 長さ	部品別加工品重量 小計/材料1枚	加工品重量 小計/材料1枚	材料ロス重量 小計/材料1枚
ABC-16-01	ABCD-001	2個	1,360.0mm	188.0mm	6.42kg	13.12kg	7.88kg
	ABCD-002	1個	1,124.0mm	474.4mm	6.70kg		
ABC-16-02	ABCD-003	3個	769.0mm	483.7mm	14.02kg	14.02kg	6.98kg
ABC-16-03	ABCD-004	1個	1,538.5mm	801.5mm	15.49kg	15.49kg	5.51kg
ABC-16-04	ABCD-005	1個	1,743.8mm	846.0mm	18.53kg	18.53kg	2.47kg

長方形とみなした中には、切り欠き、丸穴、長穴など、廃棄物になっている部分があるが、この計算ではそれを無視している。ただし、そうした部分は、通常、別の部品を加工できることはほとんどない。このような精度の計算でも、この種の板金加工の材料ロスを定義し、改善につなげるのに、有効である。

しかし、加工する部品の中には、三角形に近い部品、L字型の形状をした部品、窓枠の形の部品等もある。そうした部品を加工する場合、上記の計算方法では、材料のロス部分を非常に小さく見てしまう。そのような場合は、実際の部品の重量を補正することが必要である。

下の表の format は、上の簡易的な重量計算方式で求めた重量を、実際の部品の重量に近づける補正係数をかけて、材料 1 枚ごとの部品になった重量、廃棄物になった重量を求める計算のである。特に、部品 ABCD-001 は、補正係数が 0.17 となっており、こうした部品は、この補正の意味が大きい。なお補正係数は、CAD 等で実際の重量を計算すれば正確なものを求めることができるが、形状を見て、「この三角形の部品は 0.5」などに見積もる方式もありえる。

ABC、T=1.6		板取り時の部品の組み合わせ		正味の加工品の重量になるように補正比率を掛けて計算したMFCAの重量計算		
生産指示書番号	図番番号 部品番号	取数 /1枚	重量補正 係数	加工品重量 小計/材料1枚	加工品重量 小計/1枚	材料ロス重 量小計/1枚
ABC-16-01	ABCD-001	2個	0.17	1.11kg	7.77kg	13.22kg
	ABCD-002	1個	1.00	6.66kg		
ABC-16-02	ABCD-003	3個	0.95	13.27kg	13.27kg	7.73kg
ABC-16-03	ABCD-004	1個	0.96	14.93kg	14.93kg	6.07kg
ABC-16-04	ABCD-005	1個	0.76	14.10kg	14.10kg	6.90kg

なお、この抜き加工において、1つの生産指示番号のもので、複数の枚数の加工を行う場合は、上記の計算で求めた重量に、枚数をかけることで、1つの生産指示の抜き加工における MFCA の重量計算ができる。

また抜き加工以降に、②の曲げ等の加工を行い、そこで不良品が出る場合がある。あるいは、生産指示の部品の加工数量が、余裕をもった数量の場合、余剰部品（作り過ぎ）が発生することもあるが、個別受注生産の場合は、そうした余剰部品もほとんど場合、廃棄される。

このような場合の材料のロスは、部品 1 個の重量に、不良品の数量、余剰品の数量をかければ求めることができる。

(以上)