

第3章 企業への MFCA 導入指導調査報告

3-1. 本事業における MFCA 導入指導調査の進め方と概要

1)MFCA 導入指導調査の進め方

この実証事業では、下に示す MFCA 導入の基本ステップのステップ 1 からステップ 5 ま
でを、合計 5 日間のコンサルティングを行うものである。

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

2)MFCA 導入指導調査の概要

今回の MFCA 導入指導調査は、下表のように、合計 3 件、実施した。

	MFCA 導入企業	MFCA 導入事業所、 工場(所在地)	導入対象の 製品、ライン	MFCA 導入事例の特徴
1	NECトーキン 株式会社	白石事業所 (宮城県白石市)	セラミックス 製造工場	素材製造分野の MFCA 適用事例。 従来から製造ラインで管理していた材料管理 表のデータを MFCA 計算ツールに連携させ、 継続した MFCA 計算を容易にした。
2	弘進ゴム 株式会社	亘理事業所 (宮城県亘理郡亘理 町)	産業資材用 シートの製造 ライン	マテリアルロスのある部分は、工程内リサイク ルされる。また、初工程の正の製品は、第 2 エ 程と第 3 工程で使われる。第 3 工程は、第 1 エ 程と第 2 工程の正の製品が投入される。 このように、マテリアルの流れが複雑な製造プ ロセスでの MFCA 計算を行った。
3	株式会社 光大産業	本社工場 (福島県本宮市)	家庭用木工 製品の材料 加工の工程	生きものである木を材料とした MFCA。 木は含水率の変化により、重量が変動する。そ のため、通常は物量(kg)を重量で把握するが、 今回は容積(m ³)で把握した。 また、生産管理システムの構築を計画中であ り、今回、生産管理システムに組み込むこと で、継続的に MFCA の計算、評価を行うシステ ムの企画、検討を行った。

これらの MFCA 導入事例は、次のような点で意義があった。

- 3 つの事例とも、導入企業各社の MFCA の有効性に関する評価が高く、導入したラインにおける継続管理を予定している。
- NECトーキン株式会社の事例は、素材産業分野での数少ない事例であり、素材産業の分野での MFCA 普及に向けて、良い事例になることが期待できる。
- 弘進ゴム株式会社の事例は、シート製造という比較的適用事例の多い、樹脂成形分野の適用事例ではある。しかし、このようにマテリアルの流れが複雑な製造プロセスでの MFCA 適用事例は少なく、マテリアルの流れが複雑でも、MFCA の計算が十分に可能であることを検証したといえる事例である。
- 株式会社光大産業の事例は、中小企業の事例であり、かつ、その有効性を評価し、MFCA を組み込んだ生産管理システムの構築を計画するところまで来た。

3-2. NECトーキン株式会社での MFCA 導入指導調査報告

NECトーキン株式会社 白石事業所

(電子部品用の材料、セラミックス粉末製造における MFCA)

(1)会社概要、工場概要

NECトーキン株式会社は、1938 年に東北金属工業株式会社として設立された。1988 年に株式会社トーキンに社名を変更、2002 年には、NECの電子部品事業と統合し、NECトーキン株式会社に社名を変更した。

NECトーキン株式会社では、エネルギーデバイスとしてタンタルキャパシタ、プロードライザ、リチウムイオン二次電池などを、ネットワークデバイスとしてミニチュアリレー、伝送通信デバイス、IC カード&タグなどを、そしてファンクショナルデバイスとして磁性デバイス、圧電デバイス、各種センサなど、電子部品、及びその機能素材の生産を行っている。

今回のモデル事業に応募した白石事業所は、宮城県白石市にある。その中のセラミックス製造工場が、今回の MFCA 適用モデルである。

会社名	NECトーキン株式会社
資本金	129.9 億円
本店	宮城県仙台市太白区郡山六丁目 7 番 1 号
事業内容	エネルギーデバイス、ネットワークデバイス、ファンクショナルデバイスなどの製造
従業員	2,969 名 (2008 年 2 月末)
対象事業所	白石事業所
所在地	宮城県白石市旭町七丁目 1 番 1 号

(2)MFCA 導入製品及び工程

セラミックスは、粉末をプレス成形し、焼成後研削加工により製品化する。電子機器には必須の部品であり、その機能、性能の高度化に伴い、仕様、性能もさまざまな要求が加わっている。それに対応するため、様々な材料、仕様のものが開発され、生産されている。

今回の MFCA のモデル適用は、セラミックス製造工場の粉末の生産ラインを適用対象とした。

この粉末の生産ラインは、多品種で少量の生産体制で、生産量に比較して、切り替え時のロスが大きく改善の余地が多く残されていると思われた。また、MFCA を適用した際に、その結果から導かれる改善課題として取り組みやすいものが多いと推測され、今後の

MFCA の活用、展開に効果的であると思われた。

なお、この工場で製造された粉末を事業所内の別の工場等において、成形・焼成・加工を行っているが、今回は適用対象から除外した。

その製造工程の概要を、図 A-1 に示す。

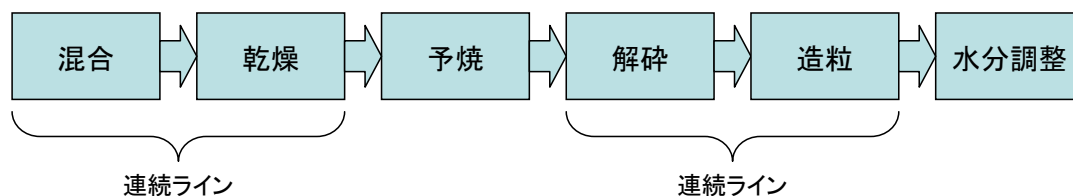


図 A-1 製造工程の概要

粉末の製造は、図 A-1 の流れとなっている。工程は、秤量・混合から乾燥までと、解砕から造粒までは、配管でつながれた一連の連続したラインになっており、その途中の段階では材料は取り出さない。

最初の混合工程で、主材料が投入される。副材料としては、結合材などがある。

それぞれの工程では、材料の混合や加熱や粉砕などの加工が行われるが、加工そのものによる材料ロスが少ないところは、予焼工程である。ここでは、酸化物から化学反応により、余剰の O_2 が排出される。今回は、このロスに関する改善余地はないものとみなした。

この粉末製造ラインは、多品種の生産ラインとしていたが、その生産品種を変更する際には、工程毎に停止させ、それぞれの設備、配管、容器などに残留した材料を回収、除去、洗浄する必要がある。それが不十分であると、別の材質を生産する際に、その品質に悪影響を及ぼすことがある。

洗浄では大量に水を使用し、水と一緒に残渣の材料が流れ出し、汚泥として回収される。排水そのものは、排水処理槽に集められ、凝集・脱水処理を行ったうえで、工場から排出される。

(3)MFCA 導入の狙い、意図

今回のセラミックス製造工場では、多品種で切り替えの頻度が高く、かつ少量生産であるため切り替えロスのコストへの影響度の大きいところを MFCA のモデル適用対象とした。ここでの生産ラインは古い製造ラインまた、古い設備のため、改善の手が十分に入っていなかった。工場においても、その材料歩留が目標に達していないことがかねてよりの課題であった。

従って、この MFCA の適用では、切り替え（生産品種の変更）時の材料のロスの定量化と、その負の製品コストの評価により、材料歩留を向上させ、材料消費量を削減し、そのコスト競争力を高めることを狙いとして、取り組んだ。

(4)MFCA 計算の基本的な考え方

①計算対象品種

このラインでは、10 種程度の粉末をロット別に生産している。品種によって、投入する材料の種類や量が異なり、材料費はかなり異なる。1 ロットの生産期間は、量によっても異なるが、通常は数日間を要している。

したがって、今回は、品種別の計算を、ロット単位で行うことにした。

②物量センターの定義

図 A-1 に製造工程の概要を示したが、MFCA 適用に当たっては、図 A-2 のように「混合・乾燥」「予焼」「解砕・造粒」「調整」物量センターを定義した。

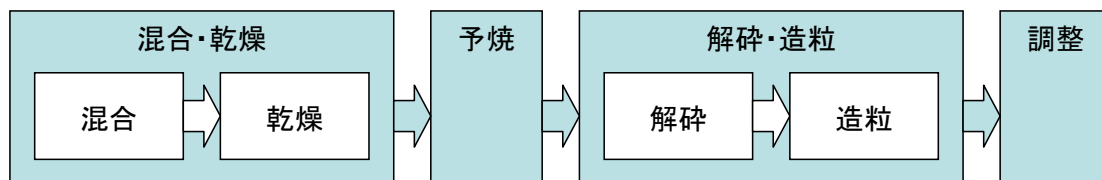


図 A-2 物量センターの定義

例えば、混合工程、乾燥工程の間は、配管によってつながれ、混合工程のアウトプットがそのまま乾燥工程に移動し、混合工程の出来高、乾燥工程の投入量が測定できるようなになっていない。同じことが解砕工程から造粒工程の間でも言える。それぞれの設備で、加工による材料のロスそのものは発生しないため、これらの連続したラインを、それぞれの工程（設備）単位で物量センターと定義しても、意味は小さいと考えられた。

一方で、図 A-2 で定義した「混合・乾燥」「予焼」「解砕・造粒」「調整」の単位では、その **Input** として材料の投入量、**Output** として中間製品の出来高が測定され、ロット単位で管理票に記載されている。そのため、今後、他の品種やロットで、MFCA の計算を行うこともやりやすいと思われる。

③計算対象の材料の定義

検討の結果、次の材料を計算対象とした。

- ・主材料：主な成分となる金属酸化物
- ・副材料：途中の工程で投入される結合剤、潤滑剤
- ・補助材料：分散材、消泡材、洗浄水

この中で洗浄水は、MFCA 導入時の計算に含めないこともあるが、材料のロスを洗浄水とともに流し、汚泥と廃水になり、その廃水処理と汚泥の廃棄物処理が、負の製品として重要であるという認識のもと、計算対象に含めた。

また、そのほかの材料として鋼球がある。これは、容器内に材料と一緒に入れ、徐々に磨り減って、小さくなっていく。鋼球として重量の減少分は、材料の一部となっている。

ただし使用量は全体から見ると微量であるため、計算対象から除外した。

(5) データ収集期間、方法

製造するロットごとにそのセラミックスの仕様、特性が異なるため、投入する材料の種類や量は、ロットごとに異なっている。

また先にも述べたように、ロットごとに、「混合・乾燥」「予焼」「解砕・造粒」「調整」の単位で、投入する材料の種類と量、および中間製品や最終製品の出来高を管理している。

ロット単位に、マテリアルの物量データの整理を行い、MFCA の計算を行うことにした。ひとつのロットの生産期間は、数日間であるため、システムコストやエネルギーコストは、1ヶ月の経費情報から、日数で按分して求めることにした。

(6) MFCA 計算、分析結果

① マテリアル Input/Output 物量

表 A-1 マテリアルの投入とロス情報の整理

工程別Material Balance

(1) Input材料の物量集計				工程1	工程2	工程3	工程4
	MC項目 分類	項目名 (詳細)	(単位)	混合・乾燥	予焼	解砕・造粒	調整
Input	移動材料	材料の投入物量	(kg)	0.0	2,010.0	2,010.0	1,840.0
		正の製品物量	(kg)	0.0	1,970.0	1,810.0	1,840.0
		負の製品物量	(kg)	0.0	40.0	200.0	0.0
	新規付加材料	材料の投入物量	(kg)	2,100.0	0.0	40.0	10.0
		正の製品物量	(kg)	2,010.0	0.0	30.0	10.0
		負の製品物量	(kg)	90.0	0.0	10.0	0.0
	補助材料	材料の投入物量	(kg)	4,400.0	0.0	4,400.0	0.0
		正の製品物量	(kg)	0.0	0.0	0.0	0.0
		負の製品物量	(kg)	4,400.0	0.0	4,400.0	0.0
	Total	材料の投入物量	(kg)	6,500.0	2,010.0	6,450.0	1,850.0
		正の製品物量	(kg)	2,010.0	1,970.0	1,840.0	1,850.0
		負の製品物量	(kg)	4,490.0	40.0	4,610.0	0.0
		正/負の物量差	(kg)	0.0	0.0	0.0	0.0

(2) Output材料の物量集計				混合・乾燥	予焼	解砕・造粒	調整
	MC項目 分類	項目名 (詳細)	(単位)	混合・乾燥	予焼	解砕・造粒	調整
正の製品	良品	物量合計	(kg)	2,010.0	1,970.0	1,840.0	1,850.0
負の製品	工程内リサイクル	物量合計	(kg)	0.0	0.0	50.0	0.0
	排出物、廃棄物	物量合計	(kg)	4,490.0	40.0	4,560.0	0.0
	有価廃棄物	物量合計	(kg)	0.0	0.0	0.0	0.0
	負の製品Total	物量合計	(kg)	4,490.0	40.0	4,610.0	0.0
Total	Output Total	物量合計	(kg)	6,500.0	2,010.0	6,450.0	1,850.0

従来から、材料の投入量や出来高を、今回設定した物量センターの単位ごとに測定し、管理していた。そこで使用している管理表のデータをもとに、工程ごとにマテリアルの投入量、ロス量、良品の出来高量を整理した。

工程3では、ロスになった材料の一部が回収され、同じ仕様の次のロットで、再投入される。

物量センターの単位に、Input したマテリアルの投入量と正の製品物量、負の製品物量、および Output としての良品、工程内リサイクル、排出物、有価廃棄物の物量値を整理したものが、表 A-1 になる。

なお数値の一部は、公表のため、架空の数値に変更している。

②データ付きフローチャート

MFCA の計算結果を1枚のシートでまとめたものを、「図 A-3 データ付きフローチャート」に示す。なお数値の一部は、公表のため、架空の数値に変更している。また、数値の単位は千円である。

MFCA計算結果(データ付フローチャート:工程間統合)

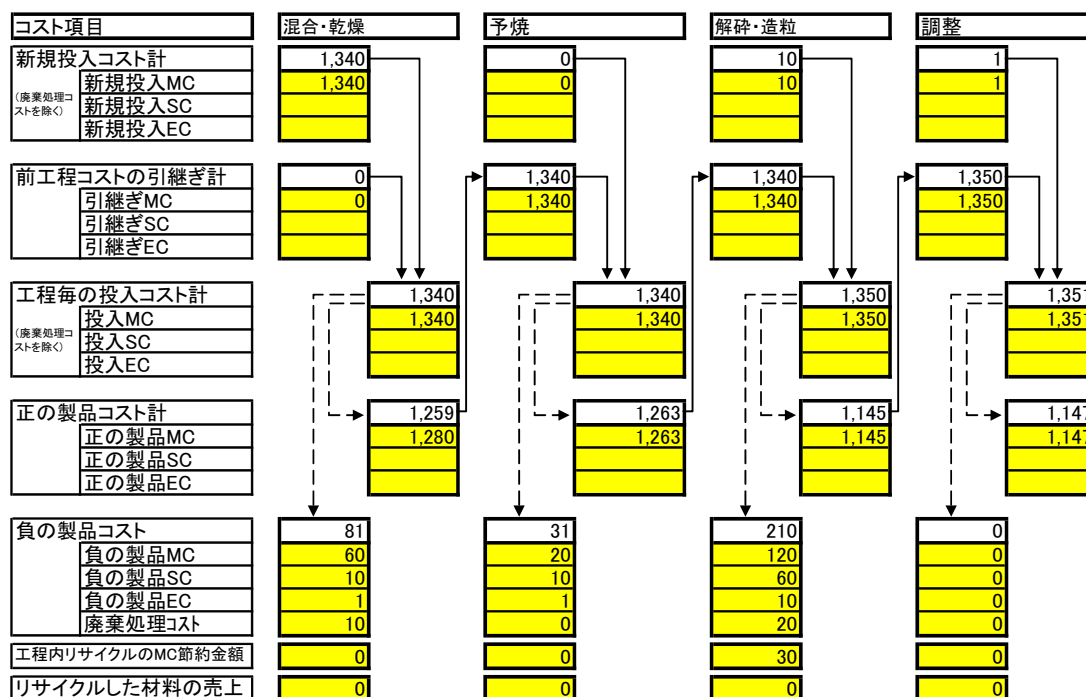


図 A-3 データ付きフローチャート

③マテリアルフローコストマトリックス

表 A-2 に、マテリアルフローコストマトリックスを示す。なお数値の一部は、公表のため、架空の数値に変更している。また、数値の単位は千円である。

表 A-2 マテリアルフローコストマトリクス

マテリアルフローコストマトリックス(工程間統合)

	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)	1,150.0 49.6%	100.0 4.3%	770.0 33.2%		2,020.0 87.1%
マテリアルロス (負の製品)	180.0 7.8%	10.0 0.4%	80.0 3.4%		270.0 11.6%
廃棄／リサイクル				30.0 1.3%	30.0 1.3%
小計	1,330.0 57.3%	110.0 4.7%	850.0 36.6%	30.0 1.3%	2,320.0 100.0%

これによると、正の製品コストの合計は約 9 割であり、投入コストの 1 割はロスになったことになる。

(7)ロスの考察

(4) ③でも述べたが、データ付きフローチャートの中で、予焼工程の負の製品コストは、投入材料の化学反応により生じるものであり、この材料のロスは、改善余地がないものとみなしている。

従って、混合・乾燥工程、解砕・造粒工程の材料のロスを削減することが、この製造のコストダウンの課題であることが分かる。

混合・乾燥工程、解砕・造粒工程の材料のロスは、ロットを切り替える際に、容器や配管の洗浄により生じる、材料のロスの混ざった洗浄水の廃水として生じる。排水は、排水処理槽に送られ、浄化処理をした後に、事業所外に排出される。汚泥は、廃棄物処理業者に廃棄物の適正処理を委託している。

汚泥は、本来製品になるべき材料が、製品にならないまま、洗浄水と一緒に流れたものである。従って、この汚泥の発生抑制、すなわちロットの切り替え時に、容器内や配管内に残留した材料の回収率を高めることが課題であるといえる。

ロットの切り替え時の容器内や配管内に残留した材料の回収率を高める改善は、従来も取り組んできたが、MFCA により、まだまだ改善余地として大きいと認識した。

また、昨今の原材料費の高騰は、この製品にも及んでいる。材料によっては数年で数倍の単価に上昇しているものもある。以前にもまして製造コストの中の材料費の比率が高まっており、製品の競争力を高める上で、材料のロスを削減することの意義が、以前よりも大きくなった。

表 A-3 改善課題整理表

工程	負の製品 ロス重量 (測定)	MCロス金額 (千円)	ロス発生部位など	ロス重量 見積	MCロス金額 (千円)	項目 (改善アイデア)	方法があ りえる か？	再生見込 重量 (KG)	効果 金額	投資可能 金額(千円)	改善 検討 対象	短期	中期	長期
1 混合	177		混合機と配管の 洗浄排水	144			◎	48			する			
2 乾燥			*****	10			◎	5			しない			
乾燥			*****	3			△	2.4			しない			
乾燥			*****	20			○	10			する			
3 予焼	34		化学的に発生す るロス											
4 解砕	51		*****	51			◎	25.5			する			
5 造粒	81		洗浄時の容器壁 面の付着物	81			○	16.2			する			
造粒							△				する			
造粒							△				する			
造粒							△				する			
造粒							○				する			
造粒							○				する			
造粒							x				しない			
造粒			バグ*****	6			x				しない			
造粒			ふるい上:*****	6			◎	6			する			
			ふるい下:*****	8			◎	8			する			
			*											
造粒	92		サイクロン:***	92			済み	92			済み			
6 水調														

今回の MFCA 計算結果を用いて、切り替え時に発生する材料のロスを回収し、材料として再投入する改善の検討を行った。切り替え時の材料のロスは、ロットサイズを大きくすれば相対的には少なくなるが、本製品の場合、ロットサイズを大きくすることは難しいとされたためである。その際の改善課題とアイデアは、表 A-3 のように整理した。

この中では、それぞれの工程、部位ごとに材料のロス量（負の製品物量）と、ロス金額（負の製品マテリアルコスト）を整理し、それぞれの改善効果を見積もった上で、改善の方法の可能性と妥当性などを評価するようにした。

これにより、経営効果の高い廃棄物の発生量削減の改善が、推進しやすくなるものと期待される。

(8)今後に向けて

今回は、ある製品の MFCA の計算を行った。しかし、製造する製品は 10 種類程度あり、それぞれ材料の種類と構成比率が異なる。

それらの製品の材料の使用量、製品の出来高などを管理している帳票の中に、MFCA 計算の結果得られる負の製品コストの金額や比率の情報を織り込み、継続的にロスの管理を行う仕組みを構築する予定である。

幸いなことに、現在のロット単位の材料や製品出来高の管理表が MS-EXCEL で作られており、今回の MFCA 計算では、その管理表に手書きで記入しているデータを Input するだけで、MFCA の計算を行えるような計算モデルを構築したので、ロットごとに MFCA 計算を行うことは、それほど大変なことにはならないと考えられる。

この工場の別の製品への MFCA の展開に向けては、今後、社内で MFCA の意義やメリットを共有化した上で検討したいと考えている。

また、この生産ラインのマネージャーは、次のようにコメントしている。

MFCA 分析の導入の際、MFCA とは“もったいない”ところを見つけ出す手法で、その

やり方や考え方を学んで欲しいとの指導で、最初は「既にある品質のロスコストと何が違うか？」と半信半疑だった。しかし実際、データ収集やまとめ作業をするうちに、その疑問が消えていった。それは、身近にあるデータを **MFCA** 計算ツールに決めた工程ごと入力し、はじめて工程ごとの負のコストが現れ、それも実際に使用している帳票類に展開できるところが、大変良いところと感じた。＜工場の現場作業者がその場でロスが金額でわかる。＞

(9)おわりにあたって

この事例は、素材製造プロセスへの適用事例である。こうした素材製造プロセスでの **MFCA** 適用事例は、まだ多くない。素材製造プロセスにおける材料ロスを改善するためには、設備全体を更新するなど、非常に大きな設備投資が必要だと思われることもあるが、今回の **MFCA** 計算、分析とそれを踏まえた改善検討においては、ある程度の設備投資は伴うが、現場での技術改良などにより、改善できるものも少なくなかった。その意味では、素材製造分野でも、**MFCA** の有効性が高いといえる事例であろう。

また、負の製品ゼロは、技術的な挑戦テーマである。現実問題として、負の製品ゼロは実現できないとしても、それをターゲットにして挑戦を続けることは、技術力を高める。技術力こそ、サステナブルな製造業を支える源泉である。コストダウンは、こうした取り組みの見える成果であるが、技術力向上は、見えない、あるいは見えにくい成果ではあっても、非常に重要なものであり、最後にそれを強調しておきたい。

(以上)

3-3. 弘進ゴム株式会社での MFCA 導入指導調査報告

弘進ゴム株式会社（産業用シート素材製造の MFCA 導入）

（1）会社概要、工場概要

弘進ゴム株式会社は、昭和10年に設立された、ゴム・ビニール製品の製造・販売を行っている会社である。シューズウェア部門、工業用品部門、産業資材部門の3つの柱がある。

経営理念として「**imagine&create**～わたしたちは、新しい価値の創造で豊かな暮らしを実現します」を掲げ、生活に密着した商品展開で、「豊かな暮らし」づくりに貢献した活動が続けている。

弘進ゴム株式会社の会社概要は、以下のとおりである。

会社名	弘進ゴム株式会社
資本金	1億円
本社所在地	宮城県仙台市若林区河原町2丁目1-11
事業内容	ゴム、ビニールを原料とした製品の製造販売
従業員	357名
対象事業所	亘理工場
所在地	宮城県亘理郡亘理町逢隈田沢字北疋石5-1
URL	http://www.kohshin-grp.co.jp/

（2）MFCA 導入製品及び工程

MFCA 適用の対象製品は、当社の主力製品のひとつとして産業資材部門で製造されている、ある輸送用フレキシブルコンテナバッグ用の原反とした。今回の MFCA 対象製品は、図 B-1 の様に4層の構成になっている。

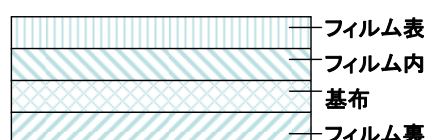


図 B-1 MFCA 対象製品の断面図

対象工程は、対象製品が完成品になるまでの全工程を対象とした。具体的には、配合工程、カレンダー工程、ラミネーター工程、検反工程である。但し、配合工程は、マテリアルのロスが微小であり、カレンダー工程と同一作業者により行われているため、MFCA の物量センターとしては、カレンダー工程に含めている。また、今回の MFCA 対象製品は、

4層構成なので、それを圧着させるためにラミネーター工程は2工程を要している。

図B-2に対象工程（物量センター）とマテリアルの流れを示す。

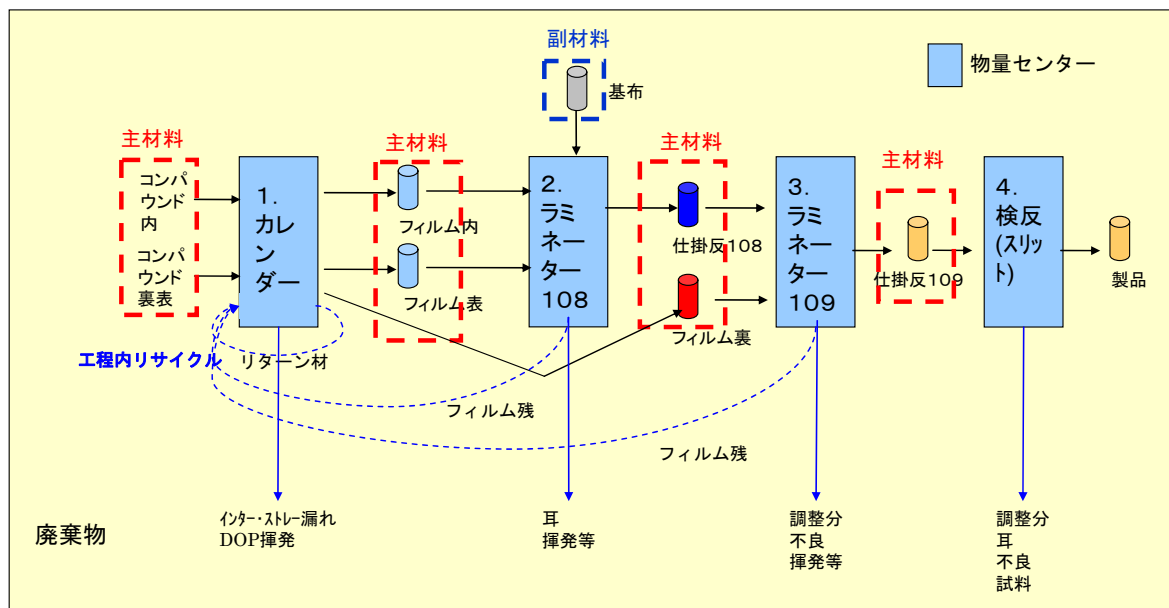


図 B-2 MFCA 対象工程、物量センター、マテリアルの流れの概要

各工程の概要は以下のとおりである。

- ・**カレンダー工程**：コンパウンドを加熱し溶解させロールでフィルム状に伸ばし、巻き取る。ここでフィルム表、内、裏という3つの反物ができる。カットされたシートの耳の部分は原料として連続的に投入されている。
- ・**ラミネーター108 工程**：フィルム表、内及び基布をロールで溶着させ1つのシート（仕掛反108）とする。
- ・**ラミネーター109 工程**：仕掛反108とフィルム裏をロールで溶着させ1つのシート（仕掛反109）とする。
- ・**検反工程**：仕掛反109の余分な部分をカットし、客先指定の製品長さに巻き取る。

尚、カレンダー工程、ラミネーター工程で発生するフィルム残は、次ロットの原料としてカレンダー工程に投入される。但し、基布と一体化したものは工程内リサイクル出来ず、廃棄物となる。

(3)MFCA 導入の狙い、意図

弘進ゴムでは、ISO14001を取得し、省資源や廃棄物削減の活動を行っており、生産工程のロス削減に取り組んでいる。また、原材料が高騰しており、製品コストダウンも更に強力に推進する必要がある。こうしたなか、生産工程のロス削減活動に拍車をかけるため、次の狙いでMFCA導入を行った。

- ・生産工程でのマテリアルロスに起因する全てのロスを金額で評価する（マテリアルロスコスト、システムロスコスト、エネルギーロスコスト）。
- ・ロスのミニマム化でどこまでコスト削減が図れるかを見極める。
- ・ロス改善活動の効果と投資を金額で評価し、改善実施対象評価の情報源とする。
- ・MFCAの考え方、計算方法を習得し、今後のMFCA全社展開の情報源とする。

(4)MFCA 導入プロジェクトの推進体制

亘理工場長を推進責任者とし、亘理工場生産部企画管理チームの 2 名が推進事務局として選任された。推進メンバーとして、工場の各チームの管理者 3 名が選任され、合計 6 名の体制で実施した。また、必要に応じて現場作業員にもデータ収集をお願いし、またヒアリングを行いながら検討を進めた。

(5)MFCA 計算の基本的な考え方

①MFCA 計算対象品種

- ・ 弘進ゴムでは、ゴム、ビニールを原料とした多種の製品を製造しているが、取り組みやすさの観点から、産業用シート素材で実施することとした。
- ・ 対象製品は、今後の他製品への展開時に計算データとしての数字を明確にするため、フル工程（ラミネーターを 2 回行う）を要する主力製品を選定した。

②物量センターの定義

- ・ 基本的には、現在の製造工程をベースとして物量センターを設定した。
- ・ ただし、上記（2）で述べたように、配合工程は、マテリアルのロスは微小であり、カレンダー工程と同一作業員により行われているため、MFCA の物量センターとしては、カレンダー工程に含めることとした。

③計算対象の材料の定義

- ・ 投入されるマテリアルは、シートの原料であるコンパウンドと基布である。
- ・ それ以外の副材料、補助材料はない。

④システムコスト、エネルギーコスト

- ・ 対象製品の 1 生産ロットについての稼働時間を測定し、それに従来から生産管理で保有している原単位（時間当たりコスト）を乗じて算出した。
- ・ 従って、工程や製品への按分は不要であった。

(6)データ収集期間、方法

対象製品のある 1 生産ロットを測定対象として、全工程を通して投入量、ロス物量、稼働時間などを実測した。

(7)MFCA 計算、分析結果

①マテリアル Input/Output 物量

表 B-1 の様に、各工程での投入される（インプット）マテリアルと排出される（アウトプット）マテリアルの物量を整理した（ここでは、重量は隠している）。

表 B-1 マテリアル Input/Output 物量整理表の例

	B	C	D	E	F	G	H
3	機種	IN・OUT			重量		
4	カレンダー	IN	コンパウンド内	内	〇〇〇		
5			コンパウンド表裏	表・裏	〇〇〇		
6			スクラップ内	内	〇〇〇		
7			スクラップ表裏	表・裏	〇〇〇		
8			リターン材 内	内	〇〇〇	内合計	〇〇〇
9			リターン材 表裏	表・裏	〇〇〇	裏表合計	〇〇〇
10				合計	〇〇〇		〇〇〇
11		OUT	フィルム残	表・裏	〇〇〇		
12				内	〇〇〇		
13			リターン材 内	内	〇〇〇		
14			リターン材 表裏	表・裏	〇〇〇		
15			インター・ストレー漏れ 内	内	〇〇〇		
16			インター・ストレー漏れ 表・裏	表・裏	〇〇〇		
17			DOP揮発 内	内	〇〇〇		
18			DOP揮発 裏表	表・裏	〇〇〇	内合計	〇〇〇
19			ロス合計		〇〇〇	裏表合計	〇〇〇
20			フィルム	内	〇〇〇		
21				表	〇〇〇	表裏合計	〇〇〇
22				裏	〇〇〇		
23			フィルム重量合計		〇〇〇		
24				合計	〇〇〇		

②マテリアルフローコストマトリックス

表 B-2 に、マテリアルフローコストマトリックスを示す。なお数値は、公表のため架空の数値に変更している。また、数値の単位は千円である。

表 B-2 マテリアルフローコストマトリクス

	マテリアル コスト	エネルギー コスト	システム コスト	廃棄処理 コスト	計
良品 (正の製品)	25,199.0 52.0%	2,386.0 4.9%	13,114.0 27.1%		40,700.0 84.1%
マテリアルロス (負の製品)	3,463.0 7.2%	784.0 1.6%	3,191.0 6.6%		7,439.0 15.4%
廃棄/リサイクル				279.0 0.6%	279.0 0.6%
小計	28,662.0 59.2%	3,171.0 6.5%	16,306.0 33.7%	279.0 0.6%	48,420.0 100.0%

- ・コスト費目では、マテリアルコストが約 59 %、システムコストが約 34 %、エネルギーコストが約 7 %である。
- ・製造コスト総額は、約 4842 万円である。
- ・負の製品コスト（ロス）は、約 744 万円で、全体の約 15 %を占める。
- ・負の製品の内訳では、良品に比べシステムコストの比率が高い（43 %）。
- ・ちなみに、リターン材やフィルム残が工程内リサイクルされないとして計算すると、負の製品コストの比率は、21 %となる。

③データ付きフローチャート

MFCA の計算結果を 1 枚のシートでまとめたものを、「図 B-3 データ付きフローチャート」に示す。なお数値は、公表のため架空の数値に変更している。また、数値の単位は千円である。

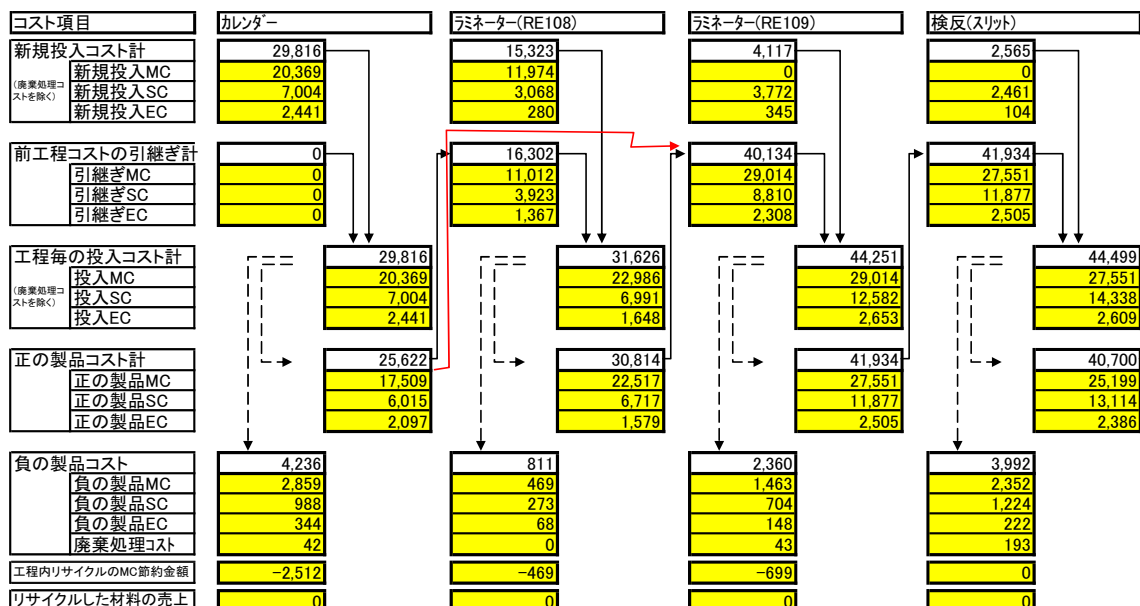


図 B-3 データ付きフローチャート

- ・各工程でロスが発生している。
- ・工程内リサイクルの MC（マテリアルコスト）節約分を考慮すると、検反工程のロスが大きい。

- ・工程内リサイクルの MC（マテリアルコスト）節約分を考慮すると、全体的に負の製品 SC（システムコスト）が比較的大きい。

④管理単位当りのコスト(1m当りの製造コスト)

弘進ゴムでは、1 m当りのコストを管理単位としている。MFCA 計算ツールを使って、最終工程の製品重量を 1 mの重量に置き換えることで、1 m当りの製造コストが計算できる。MFCA 計算ツールでは、「投入コストの累計」が製造コストを表している。

コスト項目	カレンダー	ラミネーター(RE108)	ラミネーター(RE109)	検反(スリット)
投入コストの累計	○○○	×××	□□□	●●●
新規投入MC累計	○○	××	□□	●●
新規投入SC累計	○○	××	□□	●●
新規投入EC累計	○○	××	□□	●●
廃棄処理コスト累計	○○	××	□□	●●
再利用によるMC節約累計	○○	××	□□	●●

図 B-4 製品1m当りの製造原価

- ・対象ロットの 1 mあたりの製造コストは、●●●円 である。
- ・製造コストは、カレンダー工程で○○○円、ラミネーター（RE108）工程で、×××円、ラミネーター(RE109)工程で、□□□円、検反工程で●●●円と推移する。
- ・カレンダー工程で製品の約 5 6 %、ラミネーター(RE109)工程で 3 1 %のコストがかかっていることになる。
- ・当社の対象製品の基準原価は、△△△円であり、今回の計算結果により基準原価を上回っている（原価割れ）していることがわかった。

(8)ロスの考察と今後の方向性

①負の製品コストについて

- ・全体を通して負の製品コストの割合は 1 5 %程度であり、非常に大きいとは言えない。これは、リターン材、フィルム残のカレンダー工程へのリサイクルが効いている。別計算の結果、工程内リサイクルしない場合は、負の製品コストは 2 1 %となった。
- ・工程内リサイクルにより、マテリアルのロス金額は半減しているが、システム及びエネルギーはロスしているため、負の製品コストの約 4 3 %がシステムコストとエネルギーコストになっている。これは比較的大きい。
- ・工程内リサイクルを考慮すると、耳や規格調整等による検反工程での負の製品コストが最も大きい。これはカレンダー、ラミネーターなど前工程での要因が大きいのので、前工程において検反工程のロス削減を検討する必要がある。
- ・また、大幅なコスト削減を狙うのであれば、上記に加え、システムコストの改善のために、ラインのスピードアップ、段取改善、工程結合なども検討することが必要である。

②製造原価トータルについて

- ・製品 1 mあたりの製造原価で明らかなように、投入マテリアルコストの比率が高いカレンダー工程とラミネーター(RE108)工程で大きくコストがかかっている。
- ・従って、製造原価の大半を占めるコンパウンド及び基布の材料費の削減も検討のポイントとなる。
- ・また、基準原価との差異について、今後の対応を検討することも重要である。

(9)今回の事例の特徴的な計算方法

①工程内リサイクル

- ・今回の事例は、第 1 工程、第 2 工程、第 3 工程のアウトプット（リターン材やフィルム残）が第 1 工程へ工程内リサイクルされているのが第一の特徴である（図 B-2 参照）。
- ・各工程において、排出されるマテリアルロス、第 1 工程の投入材料として使われるので、マテリアルとしてのロスはない。しかしリサイクルする材料を作るために投入されたシステムコストとエネルギーコストは、ロスとしてカウントされる。つまりシステムコストとエネルギーコストの正/負の按分を検討する時には、リターン材やフィルム残は負のマテリアル重量に加算して計算している。
- ・MFCA 簡易計算ツールは、標準で上記のような工程内リサイクルの計算に対応している。

②工程飛ばし

- ・通常、第 1 工程の良品は、仕掛品として第 2 工程へ投入される。しかし、今回の場合、カレンダー工程からは 3 種類の仕掛品（フィルム内、表、裏）が発生し、そのなかのフィルム内と表は、第 2 工程へ投入されるが、フィルム裏は第 3 工程に投入される（図 B-2 参照）。いわゆる工程飛ばしが発生している。
- ・現在の MFCA 管理計算ツールでは、「主材料」は「直前工程」から引き継がれた仕掛品として計算しているため、こうした工程飛ばしには対応していない。
- ・従って、今回は各工程のマスバランスを考慮しながら、個別に計算ツールの計算方法をカスタマイズすることが必要になった。

(以上)

(10)改善検討とシミュレーション

上記の MFCA 計算結果を踏まえて、改善案を検討し改善課題一覧表（表 B-3）にまとめた。

表 B-3 改善課題一覧表

<改善課題一覧表>

項目	工程	ロス区分	対象ロス	ロス現状	検討の方向性、重点	改善の制約条件 技術課題	改善テーマ	改善 目標値	コスト 削減金額	投資金額 (千円)	技術難易度 ○、△、×	改善 優先度	備考
1	カレンダー	SC、EC	労務費、電力	内45表40裏35	ラインスピードアップ	配合の仕上がり時間短縮	配合の見直し	10%up	59		△	4	
	カレンダー	SC、EC	労務費、電力		段替時間削減	日程調整	掃除、エンボス交換の短縮				○	2	
2	カレンダー	MC、SC、EC	労務費、電力		リターン材の削減(工程内リサイクル)	カレンダー士技術力UP	カレンダー士技術力UP		53		△	3	
3	ラミネーター	SC、EC	労務費、電力	ラミ2工程	ラミネート工程の統一化(RE108のみで生産)	熱量確保、ドラム増	設備投資	ラミ1工程	498	000	△	6	
4	ラミネーター(RE108)	SC	労務費	段取時間	段取時間の短縮	マシン改善等	送り出し装置	10%削減	54	300	○	1	改善テーマとして実施中
5	検反	SC	労務費	梱包手動	自動梱包による梱包時間短縮	マシン改善等	包装時間短縮	25%削減	22	000	△	5	
	<その他>												

個別の改善案及び全改善案を実施した場合の、コスト削減金額を MFCA 簡易計算ツールを使って算出した。MFCA 簡易計算ツールは、入力してあるデータのパラメータを改善案に合わせて変更するだけで、いろいろなシミュレーションができる。

シミュレーション結果と投資金額を比較することで、改善実施可否検討や優先順位付けを行う上で重要な情報が得られた。

(11)今後に向けて

今後、前述の改善シミュレーションの結果をもとにトップの判断を仰ぎ、改善を実施してゆく。

それと同時に、今回モデルとして実施した産業用資材部門の他のシートにも MFCA の展開を図る。そして更に工業用品部門のホース類、そしてシューズウェア部門の長靴へも展開を図ってゆく考えである。

(12)今後の展開に向けての課題

今後、他の製品へ MFCA を展開する上では、いくつかの課題がある。まず、今までは重量による管理ができていないので、現場での重量計量をできるだけ負担にならないようにする必要がある。そのために計量器を各工程に準備し、日常業務に落とし込んだしくみを検討してゆく。

次に、現場での測定データを原価管理システムとリンクしてゆくことが課題である。現在使われている作業日報に仕掛品の重量を記入できるように変更し、日報を原価管理システムに入力するしくみが必要になる。そして、原価管理システムのデータを活用して、MFCA 計算をできるようにインターフェースを検討することになる。幸い、原価管理システムは MS-EXCEL で作られているので、MFCA 簡易計算ツールにリンクを張ることで対応は可能と考えられる。

また、当社で取得している ISO14001 の活動と連携させることで MFCA の活動と環境マネジメントの活動の相乗効果が期待でき、これらをどのように連動させて活動を展開していくのか具体的方策も必要である。

(13)MFCA 導入しての所感

最後に、今回 MFCA 導入プロジェクトの社内報告会の場で、メンバーが導入の所感として述べた MFCA の利点を記す。

- ・全てのロスが金額で明確になった。
- ・歩留まりを 1 %改善することでシステムコストを含めていくらコストダウンできるかなどのシミュレーションができるようになった。
- ・工程毎の製品コストが明確になった。
- ・投資による改善効果が金額で明確になった。
- ・新技術の導入や生産プロセスの抜本的改革を検討するきっかけとなった。
- ・登録原価と実際原価の比較が可能になった。
- ・最初は面倒くさそうだと感じたが、理解が進むにつれお金にキッチリ結びつく話なので使えるかな？と感じてきた。
- ・当工場では、TS や TPS など様々な手法を行ってきたが、主に不良率や歩留り管理が主で、重量とコストを関係させての管理手法は行っていたことがなかった。
- ・工場全体で数百トンの廃プラが発生しているが全体数なのでどの工程での排出量が多いのか把握しきれていなかった。
- ・現場も一生懸命で、非常に良い手法を教えていただいたと感じている。
- ・MFCA は、見積もりにも応用できる。
- ・環境経営はコストがかかるという意識があるが、本来は全て利益に繋がる活動である。
- ・当社の製造工程では、シートは、管理単位が kg→本→箱と変わっており、input→output の変化をどう管理したら良いのか疑問だった。また、廃棄したものにエネルギーコスト等が入っていることは“感覚”として分かっていたが、それをどう見える化するのかわからなかった。
- ・(他の製品に) MFCA を導入したらやばそうだ！そんな状況を避けるようにしなければならない。

- ここをスタートにして他の製品にも活用し工場全体のロスが見えるようになればと期待している。
- 現場で通常管理していない重量を測定する手間がかかった。こうした計量と日常業務との連携方策を工夫しないと、数字を測る事で逆に非効率的になり定着しない。通常業務の中にどう MFCA に必要なデータの取得を落とし込むのか、これが大きな課題。
- また、当社では ISO14001 を取得しており、MFCA の取組と ISO14001 の取組を連動させることも、今後 MFCA を定着させるための大きな問題でもある。

(以上)

3-4. 株式会社光大産業での MFCA 導入指導調査報告

株式会社光大産業（木工製品の MFCA 導入とシステム化検討事例）

(1) 会社概要、工場概要

株式会社光大産業は、1972 年（昭和 47 年）に設立された。

設立時より「和を尊び社会に貢献する。」をモットーにしながら、時代のニーズに対応すべく設備の近代化そして IT 化を進めている。平成 4 年には、モクティ倶楽部の登録商標を取得し、地球環境に優しい木製品造りのため間伐材の有効利用を開始、平成 17 年 11 月には、環境に配慮した木材の適切な使用をするために FSC 認証制度の CoC 認証を取得し、より地球環境に配慮した取り組みを続けている。

株式会社光大産業の会社概要は、以下のとおりである。

MFCA 導入企業、工場の概要	
株式会社光大産業	
本社所在地	：福島県本宮市本宮字作田台 68-1
事業所所在地	：同上
従業員数	：39 名（平成 19 年 10 月 17 日現在）
売上金額	：572 百万円（平成 19 年 4 月期）
資本金	：300 万円（平成 19 年 4 月 30 日現在）
URL	http://kodaimokuty.co.jp/

(2) MFCA 導入製品及び工程

MFCA 適用の対象工程は、株式会社光大産業で生産している家庭用木工製品の材料加工の工程である。

製造工程の概要を、図 C-1 に示す。

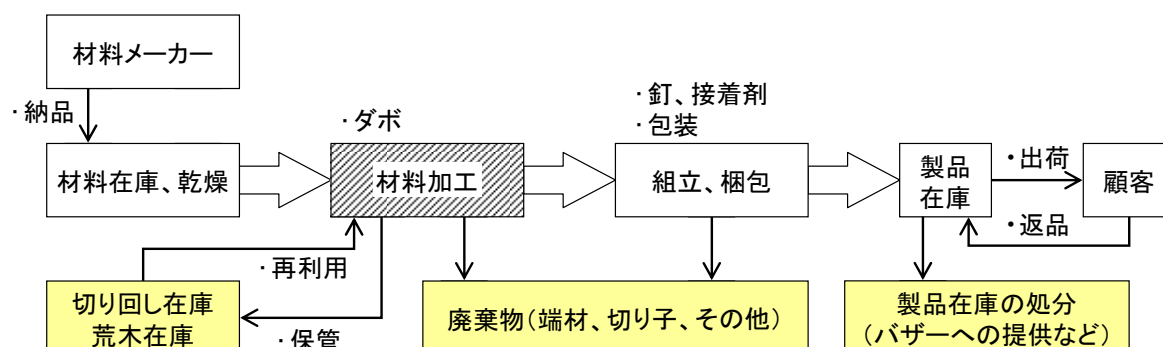


図 C-1 製造工程の概要

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

木には節がつきものである。納入された木の材料には、節が大きすぎるものや、材料にひびが入っていることもある。これらは材料の不良品といえるが、ここではそれらを「荒木」と呼んでいる。荒木に関しては、材料メーカーに材料費を値引きしてもらっている。

材料加工時には、切り粉と端材が発生する。端材の中には、大きいものもあり、それらは「切り回し材」と呼び、他の製品で材料と使用することがある。これらの切り粉、端材が負の製品である。

組立では、ほとんど負の製品は発生しない。製品在庫の一部は、変色などにより、製品として販売できなくなるものもある。そうした製品は在庫処分として、地域のバザーなどに提供するなどしている。こうしたものが、在庫段階の負の製品である。

株式会社光大産業では、様々な家庭用の木製品を製造しているが、今回の MFCA 導入に当たっては、その対象製品を「板厚すのこ」(写真) というモデルに絞った。

この製品は、複数の板と足を組み合わせた構造をしている。表 C-1 に示す仕様の品種(長さ、幅の寸法違い)で構成されている。表 C-2 に示すように、足の部品は 5 種類、板の部品は 4 種類の長さの異なる仕様があり、表 C-1 の品種構成を、表 C-2 の足と板をそれぞれ複数本、組み合わせることで実現している。この板と足の部品は、それぞれ、幅と厚みが同じで 2 種類の長さ(1800mm、900mm)の材料を加工して作る。加工時に、端材と切り粉という負の製品が発生する。た



表C-1 製品の種類(寸法違い)

製品の種類	
タイプ	長さ×幅×厚み(mm)
85×27	約850×267×43
85×36	約850×359×43
85×45	約850×451×43
85×54	約850×543×43
85×64	約850×635×43
58×27	約580×267×43
58×36	約580×359×43
58×45	約580×451×43
58×54	約580×543×43
115×27	約1150×267×43
115×36	約1150×359×43
115×45	約1150×451×43
115×54	約1150×543×43
175×27	約1750×267×43
175×45	約1750×451×43

表C-2 部品の種類(長さ違い)

部品の種類	
足(長さ)	板(長さ)
267mm	580
359mm	850
451mm	1150
543mm	1750
635mm	

だし長めの端材は、「切り回し材」として保管し、それよりも短い寸法の部品を加工する際に材料として利用する。

(3)MFCA 導入の狙い、意図

株式会社光大産業は、5 年ほど前までは、業界の斜陽化、債務保証先の破綻、銀行の貸し渋りなどの影響を受け、危機的な状況にあった。その中で同社は、財団法人福島県産業振興センターなどからの支援も受けながら、改善活動推進委員会を設置し、TPM 活動による生産工程や業務の徹底効率化、IT 化とそれによる業務革新に取り組むなど、様々な経営努力によって成長軌道に乗せてきた。IT 化の取り組みは、東北地区の IT 支援隊事務局より、本年度の IT 経営ベストモデル賞を受賞している。

これらの取り組みを通じて、社員も社長もお互いに学び、成長していることを実感していた中で、平成 18 年度の経済産業省の MFCA 開発・普及調査事業の中で行われた MFCA 公開研修に、社長と担当者が参加した。

研修会を通して、材料のロスを、物量的にも金額的にも定量化し、そのことで材料ロスの管理と改善を行う手法を初めて知り、それまでの同社の経営改善の取り組みに不足していた部分であり、かつ非常に有効ということを感じた。

その時は、すぐに MFCA を導入するまでには至らなかったが、本年度に入り、東北経済産業局から MFCA 導入実証事業の紹介を受けた。その時は、IT 化についても、生産管理のシステム化を検討している段階であった。MFCA と生産管理のシステム化をつなげて、これからの同社のモノづくりを、業務面でも資源生産性の面でも効率的なものにしようという思いにより、この MFCA 導入実証事業に参加することになった。

従って、MFCA 導入実証事業においては、特定のモデルで材料ロスを測定し、改善方法を考えるだけでなく、MFCA を組み込んだ生産管理の仕組み、システムを構築することを、狙いとした。

(4)MFCA 導入製品の原材料、木材の特徴

今回の事例とした木工製品の材料、木材は、金属やプラスチックといった均一な性質を持った工業材料と異なり、生き物の材料である。軽くて強度や断熱性や調湿機能が優れている反面、次のような欠点を持っている。

- 節・曲がり・割れ・狂い・あて・変色・腐れなど：木材の利用価値や等級を下げる。
- 曲がりには、丸太に製材した時点での曲がり、製材時の引き曲がり、乾燥過程で生じる曲がりなどがある。
- 割れにも様々なものがあるが、その中のひとつの乾燥割れは、丸太や製材品が乾燥に伴い収縮した結果生じた割れのことをいう。

- 狂いは、木材を製材や乾燥した時に生じる変化の総称で、横ぞり、縦ぞり、曲がり、ねじれなどがある。

株式会社光産では、製材された木材を購入しているが、そのままでは含水率が高いため、自然乾燥、あるいは人工乾燥させて、規定以下の含水率にしたうえで、生産に使用している。

欠点でも述べたように、乾燥は曲がり、割れ、狂いなどを生じさせる原因のひとつであるが、こうした欠点を生じさせないような乾燥方法や、それを熟知した上で欠点をうまく避けて加工する技術が、材料ロスの少ない木工加工のポイントになる。

また節などの欠点が大きすぎる材料は、“荒木”と呼ばれる不良品の材料である。しかし荒木がまったく使えないわけではなく、節の少ない、あるいは小さい部分は使用できる。木材の加工では、原材料の製材をある長さに切って使用する。当然、端材が生じる。大きい端材は、それよりも小さいものを加工するときには使用できる。

こうした不良品である荒木や端材が利用できるというのも、木工加工の特徴であり、マテリアルの流れを意外と複雑にしている。しかし逆に、そうした荒木や端材を効率的に利用できるほど、低コストで、かつ資源生産性の高い木工産業になるポイントである。

(5)MFCA 計算の基本的な考え方

(4) で述べた木工の特性と、従来の管理水準を踏まえ、効率的で効果的な MFCA 導入を狙ったため、今回の MFCA 導入時の計算を、次のように行うことにした。

①MFCA 計算対象の材料:主材料の製材だけ

- 主材料以外にも、副材料として、ダボ、釘、接着剤、包装資材を使用している。補助材料としては、機械油なども、多少使用している。
- しかし今回は、まず主材料の管理水準を高めて、その材料ロス削減につなげることをターゲットにし、副材料、補助材料を今回の MFCA の管理対象から外した。

②物量計算は容量(m³)で行う

- MFCA では通常、物量計算を重量(kg)単位で行うが、ここでは容量(m³)単位で行った。対象の主材料である木材は、その含水率が変化し、重量が一定でないためである。

③物量計算を、加工前後の「長さ×幅×厚み」で測定

- 物量を、加工前後はすべて立方体として定義することにした。
- 穴加工、面取り加工による材料のロス（切り粉）もあるが、この部分は、材料のロス計算に含めなかった。ここは、設計を見直さないと削減できないし、また穴や面取り加工がなくなっても、材料の使用量削減にはつながらず、また量的にも小さいと思われたためである。
- Input の物量計算：材料の投入数量×材料 1 個あたりの体積（＝長さ×幅×厚み）

- Output の物量計算：加工された良品部材の数量×良品の部材 1 個あたりの体積
(=長さ×幅×厚み)

④MFCA 計算対象の製品:板厚すのこ

- “板厚すのこ”という製品を、MFCA の計算対象にした。
- 当社の主製品のひとつで、ある程度の生産量がある。
- 品種が多く、いくつもの寸法の材料から、様々な大きさの部材に加工され、その都度、また端材を使用することも多く、ここでの生産特性を非常によく表している製品であるためである。

⑤物量センターの定義:材料加工工程だけを物量センターとした

- 組み立て、梱包以降の工程、および材料の在庫、乾燥工程は、MFCA の計算対象に含めなかった。
- 主材料の材料ロスのはほとんどは、材料加工工程で発生するためである。

(6)データ収集期間、方法

従来の生産指示、管理の仕組みの中で、材料のロス、不良が十分管理できていなかった。そのため、物量把握に当たっては、新たに「作業指示書・部材カード」の format を作り、それで 12 月 1 ヶ月、現場で管理した。なお、これは MFCA 計算対象の製品だけである。

11 月にその format (図 C-2) を作り、1 週間試行した上で、12 月 1 ヶ月をデータ収集期間とした。

足

作業指示書

月	日	2007/11/30		製品名		板厚すのこ			
部 材 名		足							
サ イ ズ		85*64 ①	85*54 ①	85*45 ②	85*36 ①	85*27 ③			
生産予定数量		80 枚	0 枚	0 枚	40 枚	40 枚			
使用本数		240 本	0 本	0 本	120 本	120 本			
前 残		本	本	本	本	本			
生産指示数		250 本	0 本	0 本	130 本	120 本			
使用材料 ①		桧 棒材 1.8m		投入数量		109	本		
使用材料 ②		桧 棒材 0.9m		投入数量		0	本		
使用材料 ③		端材 262用足		投入数量		120	本		

足

部材カード

板厚すのこ
85*64

1台車
250 本

月/日	順序	工 程	サイズ	良品数	不良内容			記入者
	0	材料選別			2	荒本	プレナー	その他
	1	木 取 り	630*34*27	318			3	1
			538*34*27					
			446*34*27					
			354*34*27					
			262*30*22					
	2	4面モルダー	630*30*22					
			538*30*22					
			446*30*22					
			354*30*22					
			310*30*22					
				完成品数量	プレナー	その他	部材残り本数	記入者
	3	仕 上 げ						

図 C-2 「作業指示書・部材カード」の format

特に、部材カードは、各工程（加工機械）の不良発生数量だけを記入するようにし、投入材料（数量）に対するロス数量を、測定しやすいものとした。この生産指示書と部材カードは、生産指示の出たロットごとに作成、発行し、不良数量を全て記入して回収し、集計することにした。

なお、この format の考え方は、検討中の生産管理のシステムに生かされる予定である。

(7)MFCA 計算、分析結果

①マテリアル Input/Output 物量

図 C-2 の format で、対象製品について、実際に加工を行った日の部材カードを集計したのが、表 C-3 と表 C-4 である。

表 C-3 材料投入と良品、不良品の数量測定値

	加工日	使用材料種類	投入原材料寸法			加工後寸法			投入原材料数量			加工数量計算							
			長さ	厚み	幅	長さ	厚み	幅	投入本数	荒木本数	加工本数	理想木取り数	理想木取り良品数	実績木取り数量	加工ブレナ数量	仕上げブレナ数量	仕上げ不良数量	前残使用数量	製品使用数量
上板		原材料	0.9	0.017	0.09	0.85	0.013	0.083	1,230	42	1,188	1	1,188	1,188	180	0	0	0	1,008
		合計							1,230	42									1,008
足		原材料	1.8	0.034	0.027	0.63	0.03	0.022	76	0	76	3	228	190	4				186
																			0
		原材料	1.8	0.034	0.027	0.538	0.03	0.022	36	0	36	5	180	134	7				127
		原材料	0.9	0.034	0.027	0.446	0.03	0.022	61	0	106	2	212	193	7				186
		原材料	1.8	0.034	0.027	0.354	0.03	0.022	30	0	30	5	150	206	16				190
		合計							203	0									689

表 C-4 材料投入と良品、不良品の物量(m³)測定値

	加工日	使用材料種類	投入原材料寸法			加工後寸法			物量In/Out計算						
			長さ	厚み	幅	長さ	厚み	幅	加工材料体積	理想出来高体積	良品出来高体積	B品数量合計	B品体積	端材きり子体積	材料ロス比率
上板		原材料	0.9	0.017	0.09	0.85	0.013	0.083	1.6359	1.0896	0.9245	180	0.1651	0.5463	33.4%
		合計							1.6359	1.0896	0.9245	180	0.1651	0.5463	33.4%
足		原材料	1.8	0.034	0.027	0.63	0.03	0.022	0.1256	0.0948	0.0773	4	0.0017	0.0466	37.1%
												0	0.0000		
		原材料	1.8	0.034	0.027	0.538	0.03	0.022	0.0595	0.0639	0.0451	7	0.0025	0.0119	20.0%
		原材料	0.9	0.034	0.027	0.446	0.03	0.022	0.0876	0.0624	0.0548	7	0.0021	0.0308	35.1%
		原材料	1.8	0.034	0.027	0.354	0.03	0.022	0.0496	0.0350	0.0444	16	0.0037	0.0014	2.9%
		合計							0.3222	0.2562	0.2216	34	0.0099	0.0907	28.1%

図 C-3 から、使用した材料の種類（仕様、寸法）ごとに、その投入本数、そこから荒木を選別して、実際に加工に使用した加工本数、そこから加工で発生した不良の数量と、良品数量（製品使用数量）が分かる。

なお、“木取り”とは、1本の原材料から作ることのできる部材の数量である。

この数量情報に、投入した原材料寸法（長さ、厚み、幅）、加工後の寸法（長さ、厚み、幅）から求まる1本あたりの体積を計算したんものが、表 C-4 である。

表 C-3、表 C-4 は、ある1日のデータである。日によって、投入する材料の種類と量、加工する部材の種類と量が変わる。日によっては、“切り回し材”と呼んでいるが、他の加工で発生した端材の大きいもの（端材として保管している）を使うこともある。そのため、表 C-4 の右端にある材料ロス率は、日によって、使用する原材料の種類により、加工する

部材の種類により、大きく変動する。

従って、月別に、ロット単位で製品品種ごとにその材料のロス率を見るよりも、統計的に評価することが重要になる。

②マテリアルフローコストマトリックス

表 C-5 は、表 C-3、表 C-4 の日別の測定を、1 ヶ月間集計して計算した結果の MFCA のマテリアルフローコストマトリックスである。なお表 C-5 の数値は、実際の数値を報告書用に一部を加工したものである。数値の単位は千円である。

表 C-5 マテリアルフローコストマトリックス

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

(8)ロスの考察

表 C-5 のマテリアルフローコストマトリックスは、製造コストの 3 分の 1 は、端材や切り粉を作るために費やされたということを示している。

表 C-6 材料ロスの分類

物量In/Out計算					
加工 材料 体積	理想 出来高 体積	良品 出来高 体積	B品 数量 合計	B品 体積	端材 切り粉 体積
1.6359	1.0896	0.9245	180	0.1651	0.5463
比率	67%	57%		10%	33%

表 C-6 は、表 C-4 の一部であるが、材料ロスは、端材、切り粉によるロスと、不良によるロスに分けて検討する必要がある。

①端材、切り粉の材料ロス

“加工材料体積”とは、“荒木”を除いた後の使用した材料の物量である。“理想出来高体積”は、理想木取り良品数に加工後の体積をかけて計算される物量である。“理想出来高体積”は“加工材料体積”の 67%だった。

“加工材料体積”と“理想出来高体積”の差異は、加工による“端材、切り粉の体積”に相当する。その“加工材料体積”との比率は 33%である。この 33%分の材料ロスは、切

削代や切断時の端材の長さを小さくすれば少なくなる。

端材に関しては、“購入材料の長さ”と“切断後の長さ×木取り数”との差が小さいほどロスは少なくなる。従って、“購入材料の長さ”の最適化と、その製材精度の向上が課題になる。ただしその一方で、原材料の在庫種類が多くなると、原材料の在庫量の増大につながり、キャッシュフローを悪化させる。

そのため、製品設計による部材長さと、購入材料の長さに関して、これらのことを考慮して最適な標準化を検討する必要がある。

②不良による材料ロス

“良品出来高体積”とは、実際に製品になった材料の物量である。“理想出来高体積”との差異は、加工した際に、材料の中の節などの影響を受けて、不良とされたものである。

不良となった加工済み材料を、ここでは“B品”と呼んで、別の製品の部材に再利用している。当然、再利用される際には、それよりも小さいものにしかない。“B品体積”は“加工材料体積”の10%だった。物量でみると、不良率が10%だったということになる。

不良を少なくするためには、より節の少ない製材材料を使用するというのが、容易な方法ではあるものの、節が少ない材料は、材料の等級、材料費が高くなる。現在の等級の材料を使うという前提では、B品となる不良品を作る前、材料の選別時に、個別の材料ごとの最適な木取りを考えることが必要になる。

これは、節が、重要な加工箇所に来ないように、切断箇所を個別の材料ごとに設定することである。ただし量産品であるため、効率的な設定方法を検討する必要がある。また、個別の材料ごとの最適な木取りが難しい場合は、荒木にする。これは現在も行っているが、短いB品よりも、長い荒木のほうが、使用の用途は広く、再利用時の材料ロスは、トータルでは少なくなるはずである。

すなわち、『B品を作る前に荒木に出す』という、材料投入時の材料選別方法を検討する必要がある。

(9)MFCA のシステム化の検討

株式会社光産で扱う製品は多種多様であり、今回、MFCA の計算対象とした板厚すのこは、その中の一部に過ぎない。これらの製品は、全て、木材という“生きもの”の材料を使用している。これらの木工製品の製造では、(4)以降で述べてきたように、端材の大きいものは“切り回し品”として、材料の投入前に見つかった不良品は“荒木”として、加工後の不良品は“B品”として、利用される。

従って、ひとつの製品だけで、材料のロスを見ても、問題のポイントを見損なう恐れがある。(8)で述べたような材料のロス削減の改善の検討は行うにしろ、統計的な材料の投入とロスの情報が必要である。

その際には、製品別に見るだけではなく、ヒノキ、杉、ヒバなどの木やその等級の種類、角材や板材、ブロック材などの用途別の材料の種類などで、材料の投入と効率を管理し、評価する必要がある。

今回の MFCA 実証事業の最後の検討会には、同社の IT 化、生産管理のシステム化などを支援しているコンサルタントにも参加してもらい、同社における MFCA のシステム化の構想を検討した。

その検討結果のひとつ、MFCA システムと同社の別の管理システムとの関係を、図 C-3 に示す。

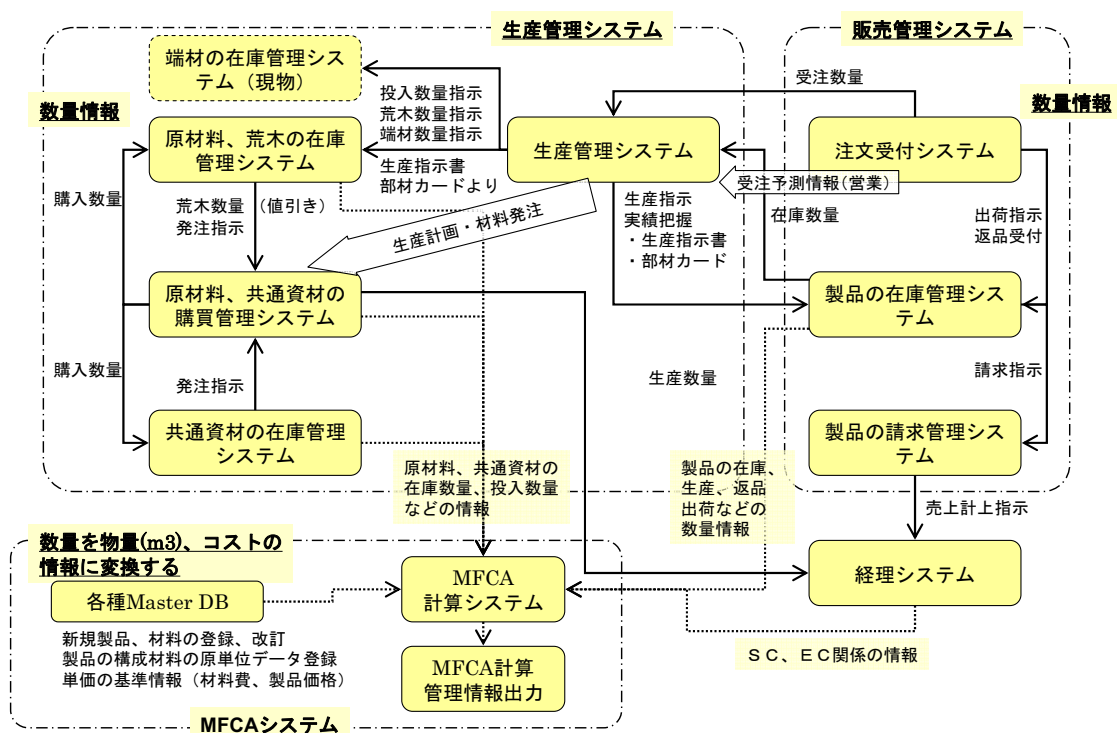


図 C-3 MFCA のシステム化構想

図の右側にある“販売管理システム”は、すでに稼動しているものである。図の中央から左半分にある“生産管理システム”は、現在、システム化を検討しているものである。図の右下にあるのが“経理システム”である。これら 3 つのシステムから、情報を受け取ることで、同社での MFCA の管理システムが構築できる。

- 販売管理システムから、製品の在庫、生産、返品、出荷などの数量情報
- 生産管理システムから、原材料、共通資材の在庫、生産への投入などの数量情報
- 経理システムから、システムコスト、エネルギーコストなどの情報

MFCA のシステムでは、これらに加え、そのマスターデータとして、次のようなデータを持つ必要がある。

- 製品の構成材料の原単位データ（数量情報を、材料種類別の物量値に変換する）
- 材料や製品単価の基準情報（材料費、製品価格）

またここでは、物量センターとして次の3つを想定している。

- A) 原材料在庫
- B) 生産（加工と組み立ては分けない）
- C) 製品在庫

A)の原材料在庫の物量センターから、生産するために引き出された数量（出庫数量）が、B)の生産の物量センターにおける、材料の投入数量である。また、C)の製品在庫への倉入れ数量が、B)の生産の物量センターでの生産（正の製品）の数量である。これらの数量情報と、マスターデータとして持つ物量値への変換データを掛け合わせることで、B)の生産の物量センターでの、材料の投入物量と、正の製品物量が求められる。負の製品物量は、投入物量と正の製品物量の差で求められる。

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

同社のような中小企業において、MFCAのシステムと構築する場合には、このような、簡易的な考え方に基づくMFCAによるシステム化も、場合によっては有効ではないかと思われる。

なお、生産管理システムの中で、共通資材の在庫管理システムと、そのMFCA計算への組み込みは、同社においては、その優先度を落とし、まず、主材料の製材を対象にして構築すべきというのが、本検討会での結論であった。

(10)今後に向けて

株式会社光大産業におけるMFCA実証事業を通して、同社におけるMFCAから出される情報は、同社に大きなメリットがあることが明確になった。また、そのMFCAを行うための製造現場での管理の仕組みとして、図C-2のような管理帳票が設計され、実際に試験的に運用された。そしてその情報をもとにして、表C-3、表C-4のように、木工製品のMFCAにおける物量計算方法が構築できた。

同社では、(9)で述べたように、生産管理システムの構築を検討しており、来年度には、今回の結果を生かし、MFCAを組み込んだ生産管理システムの構築を計画している。

また、株式会社光大産業でのMFCA実証事業では、木工製品といった非常に古くからの製造業における、MFCAの導入の考え方と手法が構築できた。これらの業種では、ある意味で、管理の近代化が遅れている企業が多く、ここでの実証事業の結果は、この業界の管理の進化と、その経営基盤強化に貢献できるのではないかと考えられる。

(以上)