

第3章 効果的な MFCA 適用に向けて

3 - 1 . MFCA の対象製品、品種の選択

MFCA という手法は、すべての製品、ラインに適用可能なものである。しかしこれまで、1 製品 1 ラインを対象に導入されることが多かった。

製造現場においては、専用ラインでひとつの製品、品種だけ生産している場合は少なく、様々な製品、品種を、共用のライン、設備で加工、組立を行う場合の方が多い。専用ラインで生産している場合、直接労務費も設備償却費はすべて、その設備で生産している製品、品種のコストとし、それを工程別に配賦するだけですむ。しかし、共用ラインで生産している場合は、そのラインを通る多くの種類の製品、品種に、労務費や設備償却費をどのように配賦するか検討が必要である。また最近、多品種化、小ロット化が非常に進展している。例えば、衣料品の場合も、製品のシリーズやブランド、製品のタイプとしてのシャツやパンツ、そのカラー、サイズ（LL、L、M、S）などにより、ひとつひとつの品種の使用材料種類や量が変わる。場合により仕向け地ごとに製品のラベルや包装材が変わってしまう。

これらの区分ごとに MFCA の計算を行なうべきなのか、ある程度、まとめた単位で計算すべきなのか、MFCA の計算の対象品種、ラインの選択は、非常に悩む部分のひとつである。

今回行なったモデル事業の中の多くは、ラインの一部にある品種の専用ラインはあっても、ほとんどは共用ラインを使って生産を行なっている。その適用の事例から、対象品種、ラインの選択の考え方を整理した。ただし、様々な MFCA 適用の目的、ケースがあると思われるため、自社で適用対象の製品、品種、ラインを選定する際の参考にいただきたい。

製造工程でのマテリアルロス（廃棄物）の発生要因としては、大きく分けて、設計材料歩留ロス、工程材料歩留ロス、不良ロスの 3 つがある。この 3 つのどこに重点を置いて MFCA によるロスの顕在化を行なうかによって、共用ラインを使って生産を行なう製品群における MFCA の対象製品の設定の考え方が異なってくるとされる。

（1）設計材料歩留ロスの問題を重視する場合 1 品種限定の MFCA

金型を使った鍛造、鋳造、プレス、あるいは機械加工などでは、製品や部品形状と金型の設計により、加工時の端材などの廃棄物の発生の度合いが大きく変わる。この端材などの削減を目的として重視するのであれば、製品、部品の種類別に、MFCA の計算を行う必要がある。部品、工程別の端材の発生量とマテリアルコスト（MC）を、実績もしくは設計値から正確に定義するとともに、システムコスト（SC）、エネルギーコスト（EC）も部品、工程別に把握し、MFCA の計算を行なう。

これによって、端材などによる廃棄物の発生量と、それに伴う負の製品コストを、MC、SC、EC、および廃棄物処理コスト別にはっきりすることができる。このことは、廃棄物削減の改善効果の大きく、従って改善の優先度の高い部品、工程が明確になると同時に、歩留率向上の効果をコストでシミュレーションすることができ、改善の取り組みを促進させる。

ただし、設計材料歩留率の向上には、金型の変更や新規作成が必要になる場合が多いので、金型の改修時期まで変更を待たざるを得ないことがある。場合によっては、製品や部品の形状変更が必要な場合もあり、次の品種の設計を行なうまで、改善の実施を待たざるを得ないこともある。

また、設計材料歩留ロスが大きいものの、それが設備の能力により大きく変わる場合は、(2)で述べるように、1ラインを通る品種をまとめた MFCA の方がよい場合がある。

(2) 工程材料歩留ロスの問題を重視する場合 1ラインを通る品種をまとめた MFCA

ラインを通る製品や部品の品種が多い場合は、品種の切り替え時の工程材料歩留ロスが増加する。

例えば、樹脂の成型加工などにおいては、1日の加工開始時、あるいは加工品種(金型)の切り替え時に、加工精度が安定するまでテスト成型を行なう。こうしたテスト成型品の樹脂(主材料)は、場合によっては工程内リサイクルを行い成型材料の樹脂と再使用できる場合もあるが、廃棄せざるを得ない。

あるいは、塗装加工においてはインクを溶剤と一緒に塗装するものに塗りつける。同じ色のインクを塗装する限り、インクのロスは製品以外の部分に飛び散るなどにより発生するだけで、それほど多くのロスが発生するわけではない。しかし塗装色を変えると、印刷機に残ったインクを除去、清掃する必要があり、除去したインク(副材料)、清掃に使用した溶剤(補助材料)やウェス(補助材料)などの廃棄物が発生する。

これらのマテリアルロスは、製品や部品の品種ではなく、切り替えの頻度と方法により、ロスの発生量が変わる。

また、設備の能力により、ロスの発生量が変動する場合もある。例えば、研磨工程においては、研磨する部分の削り代の分だけ、主材料のマテリアルロスが発生する。これは機械加工する部品の機械加工全体のマテリアルロスの中では比重が小さい。そして研磨工程では、補助材料として研磨材を使用するが、これは消耗品である。ある量の研磨を行なったら交換し、研磨材を廃棄する必要がある。これらの補助材料のロスは、製品や部品の種類ではなく、研磨機の能力、研磨材の性能により、発生量が変化する。

このような場合は、製品や部品の品種別に、MFCAを計算するよりも、そのラインを使用する品種すべてをひとつの製品としてまとめて計算することで、削減、改善すべきロスの大きさが分かるため、品種をまとめて計算するほうがよいと思われる。

(3) 不良の問題を重視する場合 不良が発生する要因により、対象製品の設定が異なる

加工や組立の不良品の問題を、ロスコストとして明確にしたい場合、その不良品の発生する状況、要因により、対象製品の設定が異なる。

品種に関係なく、ある特定の工程、設備で、不良品が多発する場合は、その工程や設備で発生させたロスコストの大きさを明確にすることで、設備の改良やメンテナンス、条件設定の最適化などの取り組みを促進させる効果が期待できる。

しかし、共用ラインを通る製品や部品の品種の中で、特定の品種にだけ不良が多発する場合は、その特定の品種の不良のロスを MFCA によりロスコストの大きさを明確にすることで、その品種の品質改善の取り組み、あるいは不良を発生させないための未然防止の取り組みを促進させる効果が期待できる。

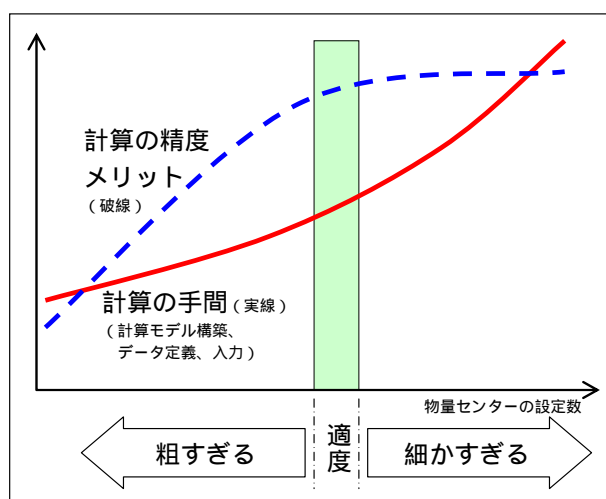
ただしこのような場合の中でも、モデルチェンジが頻繁なために生産期間が非常に短い場合には、量産開始以降に不良品を発生させてしまうと、不良の手直しや緊急的な品質改善は行なったとしても、ロスコストはそれほど小さくならない。このような場合は、不良を発生させないための未然防止の取り組みの重要性が高い。不良発生の未然防止の取り組みのうまくできた場合はロスコストが少なく、うまくできなかった場合はロスコストが多くなる。

ただし MFCA の適用に関して言うと、生産期間が短い製品において MFCA 分析を行っても、その製品に対するフィードバックの直接的な効果は期待できない。こうした場合の品種別の不良ロスの MFCA 計算は、できるだけ手間のかからない方法で行なうことが望ましいと思われる。

3 - 2 . 物量センターの定義方法

MFCA により、資源効率向上やコストダウンの改善の取り組みを推進させ、管理に生かそうとする場合、その対象範囲、および、物量センターの単位工程の定義は、導入検討時の非常に重要な検討事項である。

対象工程の範囲が広く、工程単位が小さいほど、物量センターの数が多くなる。取り扱う工程の範囲が広いと、定義に必要な材料の種類が増える。MFCA の計算の精度は高くなり、資源効率向上とコストダウンの視点で改善すべき工程を、工程全体を通して把握することができる。



(図 3-1 工程定義数と計算精度、手間の関係)

複雑な加工、組立を行う場合、細かく見ると、その工程は非常に複雑である。図 3-1 で示すように、実際の工程通りに物量センターを細かく区切ると、MFCA 分析の精度は高まる。しかし、それに比例して MFCA 計算モデルの構築、データ定義、入力など MFCA 計算の実務が煩雑になる。

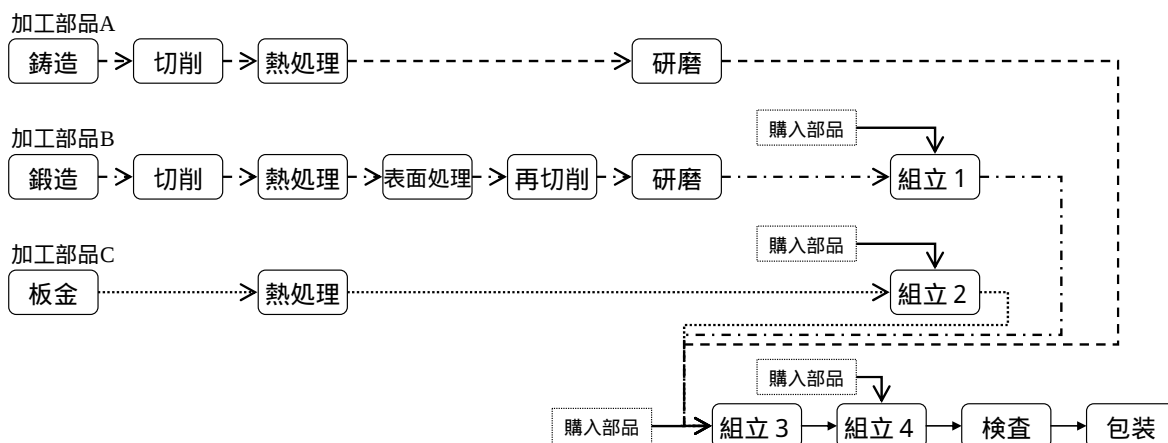
従って、MFCA 計算の対象工程範囲の設定、工程単位の設定は、MFCA 導入の負担を軽減しながら、その効果を高める上で、非常に重要な検討事項である。その際のポイントを以下に述べる。

(1) 改善余地の非常に小さい場合の物量センターの設定

改善余地の大きな部分は、物量センターを細かく定義することによって、各工程におけるロスの計算精度、改善効果検証の計算精度が高くなるメリットがある。

しかし、そもそも廃棄物などのロスが発生していない工程、あるいはロスがあっても、その改善余地がほとんどないと確信できる部分は、工程を細かく定義するメリットはないので、複数の工程を束ねた物量センターと定義することにより、簡素化したほうがいい。ここで、上で述べたロスであるが、廃棄物が出ていないが、作業の効率化や省エネルギーなどの改善余地や効果を検証できるという意味もあるため、マテリアルロスだけに注目する必要はない。

図 3-2 で、機械加工と組立を含めた実際の製造工程の例を示す。この例を使って、上で述べた MFCA の工程定義の考え方を解説する。



(図 3-2 製造工程の例)

組立段階は、一部の部材の調整などで端材が発生する場合も時にはあるが、通常はほとんど廃棄物が発生しない。廃棄物として出る可能性があるのは、加工部品の部品不良や組立不良などにより、使用できない部品や組立の仕掛品が発生する場合である。組立時の不良が非常に少ないならば、組立全体を 1 つの工程とみなしてもいいと思われる。加工部品などの部品不良は、投入部品の歩留ロスと定義され、工程を細かく分けても 1 つにまとめて、計算結果は同じになる。ただし、設備の省エネルギーを考える場合には、それぞれ

の設備の稼働状況の現状把握が重要になるので、そのような場合は設備単位で工程を分けた方がいい場合もある。

(2) 加工種類単位での物量センターの設定

図 3-2 の例では、加工部品 A、B、C ごとに多少、加工工程が異なっているが、例えば加工部品 B のように、鋳造、切削、熱処理、表面処理、再切削、研磨と加工の種類が異なり、それぞれごとに材料やエネルギーの投入が行なわれ、何らかの廃棄物（副材料、補助材料含めて）が発生する場合は、工程を分けて物量センターを定義するのが望ましい。

鍛造や鋳造、プレス、などは、細かく見ると、実際にはさらにいくつかの工程に分かれる。切削研磨も、削る箇所やツールにより細かく分かれる。システムコストの削減につながる加工時間の短縮を考える場合は、そこまで細かく考える必要があるが、マテリアルコストやそのロスに注目した MFCA の場合は、加工方法別の工程単位でいいと思われる。

また、導入実験後の他製品、機種への展開を考えると、多少、製品構造が異なっても、このような工程モデルの定義を標準化したほうが、製品、機種間のロスコストの比較が容易になり、改善余地の大きい製品、機種を発見しやすい。

3 - 3 . MFCA 計算結果の活用方法

MFCA は分析の手法であるため、改善そのものをする手法ではない。分析の手法としても、基本的には、ロスになったマテリアルに対して、その前工程までに投じたシステムコストやエネルギーコストも付加することによって、すでにロスと分かっている廃棄物（マテリアルロス）の価値（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）を見えるようにするというものである。

ただし、ただ見えるようになるだけでは、資源（マテリアル）のロスは改善も削減もできない。従って、MFCA で出てきた結果のデータを加工し、あるいは、ある意図を持って MFCA のデータを作り加工することによって、目的としている資源ロスの削減とコストダウンの取り組みをしやすくできる。

効果的な取り組み対象が分かる。改善に取り組む優先度が考えやすい。どこに改善余地が多そうかが推定しやすい。MFCA でいうのは、そうしたことを支援する分析手法であると言える。

これを、MFCA のデータを活用したロスの表現方法として、現時点で考えられることを、以下に説明する。

(1) 改善への意識付けの道具としての使い方

フローコストマトリックス

MFCA 計算の基本的なアウトプットのひとつに、フローコストマトリックスというものがある。この例を表 3-1 で示す。

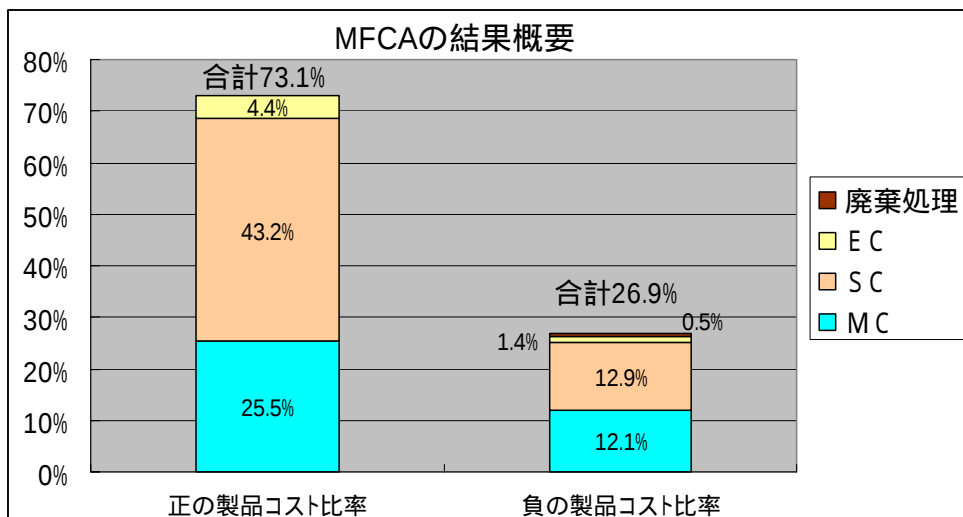
表 3-1 のフローコストマトリックスは、総コスト 356.9 円の中で、良品としての正の製品コストが 270.3 円(73.1%)、マテリアルロスとしての負の製品コストが 97.6 円(26.4%)、廃棄物処理費用からリサイクルの売却収入が 1.8 円 (0.5%) となっている。

またこれらを、マテリアルコスト、システムコスト、エネルギーコストに分けて見ることもできる。

(表 3-1 フローコストマトリックスの例)

	マテリアル コスト	システム コスト	エネルギー コスト	廃棄物処理 コスト	計
良品 (正の製品)	94.4 25.5%	159.6 43.2%	16.3 4.4%		270.3 73.1%
マテリアルロス (負の製品)	44.7 12.1%	47.9 12.9%	5.1 1.4%		97.6 26.4%
廃棄ノリサイクル				1.8 0.5%	1.8 0.5%
小計	139.2 37.6%	207.4 56.1%	21.3 5.8%	1.8	369.7 100.0%

図 3-3 は、表 3-1 のフローコストマトリックスの比率の部分グラフにしたものである。



この表やグラフの意味は、「この製品の製造において、26.9%ものコストを、廃棄物と一緒に捨てている」と、意識させることである。

材料費そのもののロスは 12.1%であるが、それを上回る 14.8%ものシステムコスト、エネルギーコスト、廃棄物処理コストを、廃棄物と一緒に捨てており、「マテリアルロスを少しでも小さくしよう」と意識させることに、その目的がある。

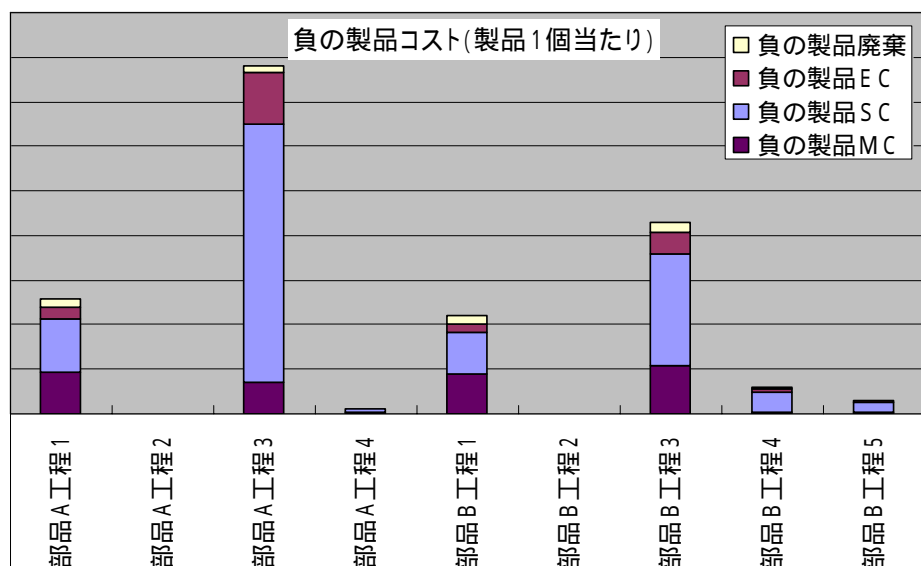
(2) 改善余地の大きな部分を探すための道具としての使い方

ひとつの製品の中での部品、工程別の負の製品コストの比較

MFCA は、それまでの工程に投じたコストも含めた廃棄物によるロスコストを表す原価計算の手法である。部品や部材の加工、および組立の工程ごとに、マテリアルロスを発生している工程では、マテリアルコスト (MC)、システムコスト (SC)、エネルギーコスト (EC) の負の製品コストと廃棄物処理コストが計上される。

負の製品コストが多く発生している工程では、その歩留率、不良率の改善効果が大きい。そのため、工程数の多い製造プロセスにおいて、改善の重要度の高い工程の判断がしやすい。

図 3-4 は、複数の部品加工を行う製品で、加工工程の MFCA 分析を行った結果から、部品別、工程別の負の製品コストを MC、SC、EC 別にグラフで表したものである。



(図 3-4 部品、工程別の負の製品コスト)

図 3-4 のグラフでは、部品 A の工程 1 と工程 3 を比較すると、廃棄物の発生物量に比例する負の製品 MC は、工程 3 より工程 1 の方が少し大きい。負の製品 SC は工程 1 より工程 3 の方が圧倒的に大きい。従って、工程 3 の負の製品コスト全体は、工程 1 のそれより、かなり大きな数値になっている。

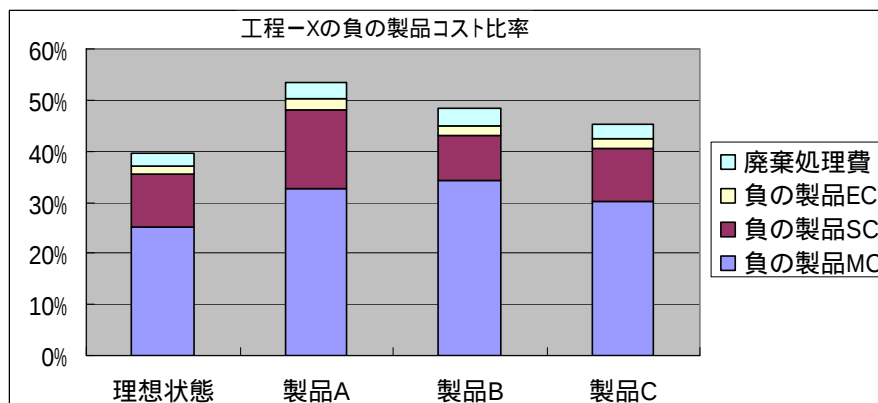
工程 3 で投入される主材料としての仕掛品は、工程 1、工程 2 の正の製品 SC や EC を引き継いでいる。工程 3 で加工される主材料としての仕掛品は、その前工程で多くの経費を投入してきた材料である。図 3-4 は、多くの経費を投入した材料を廃棄することの経済的なロスの大きさを示している。

ただし、ロスが大きいということと、改善できるということは、別の話である。

MFCA 計算により負の製品コストとして表されるロスは、現在の科学技術では限界にきているかもしれない。改善可能なロスと改善不可能なロスが混ざっている。

特定工程の負の製品コスト比率の製品、品種間の比較

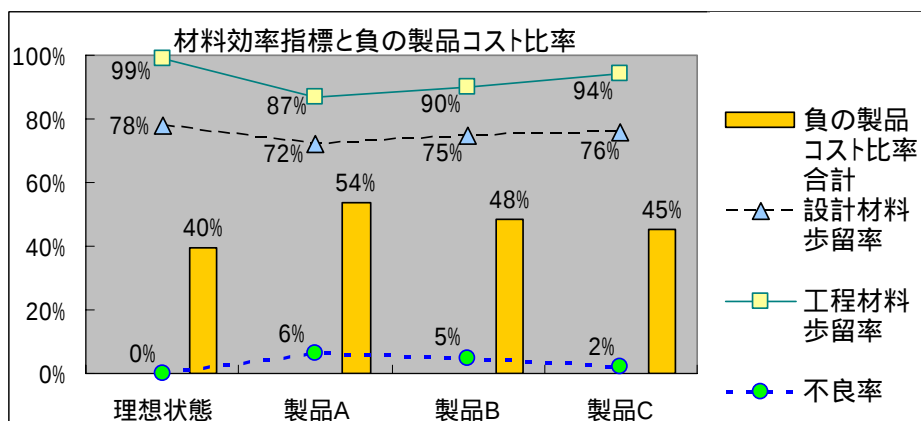
同じ製造工程、製造方法で生産する複数の種類の製品に、同時に MFCA の適用を行うと、負の製品コストの大きい部品、工程を特定して、負の製品コスト比率の比較を行なうことで、改善が可能かどうかの予測が立てやすい。



(図 3-5 特定工程の負の製品コスト比率 製品間比較)

図 3-5 は、製品 A、B、C、3 種類の製品で適用した MFCA の計算結果から、負の製品コストの大きい特定の工程だけを取り出し、その工程の投入コスト合計に対する負の製品のコスト比率を比較したものである。マテリアルコスト (MC)、システムコスト (SC)、エネルギーコスト (EC) の負の製品コストおよび、廃棄物処理コストを分けて比率を計算してある。

また、製品 A、B、C、3 種類の、この工程における製品の設計材料歩留率、工程材料歩留率、不良率などに関して、技術面、管理面で現在実現可能な理想状態を設定し、それも含めて比較検討することにより、製品 A、B、C の改善目標を明確にできる。



(図 3-6 特定工程の負の製品コスト比率と材料効率指標 製品間比較)

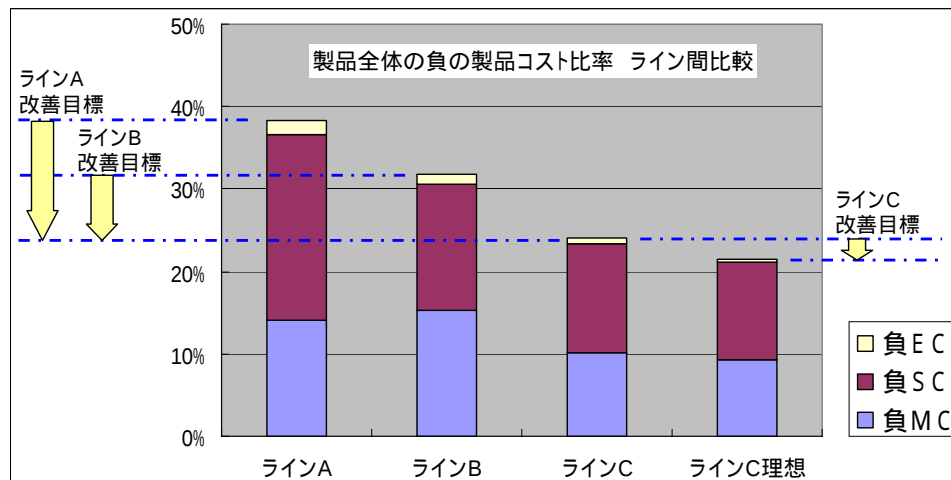
図 3-6 は、図 3-5 のデータで使った負の製品コスト比率合計と、それぞれの材料効率指標である設計材料歩留率、工程材料歩留率、不良率を、グラフで一緒に示したものである。

負の製品コスト比率を使ったライン間、工場間の比較

同じ工程で作る製品、品種が多い場合、いくつもの製造ライン、工場で生産することがある。当然、ラインや工場により品種が異なり、製品の大きさがことなるため、資源消費の絶対量、生産に伴い発生する廃棄物の絶対量が異なり、負の製品マテリアルコストの値は大きく異なる。

しかし、投入コストに対する正の製品コスト比率、負の製品コスト比率は、基本的に大きな違いは出ないはずである。ただし、使用する材料の種類、製造方法や設備、生産品種の多さなどにより、設計材料歩留率、工程材料歩留率、不良率に違いが生じ、負の製品コスト比率に差が発生する。

この違いに着目し、それらを同じ計算モデルの工程範囲で、負の製品コスト比率の比較を行うことで、改善余地の大きな製品、機種もしくはライン、工場、およびその改善目標を明確にすることにより、効果的な生産性向上の取り組みを促進させることができる。



(図 3-7 負の製品コスト比率を使った生産性比較)

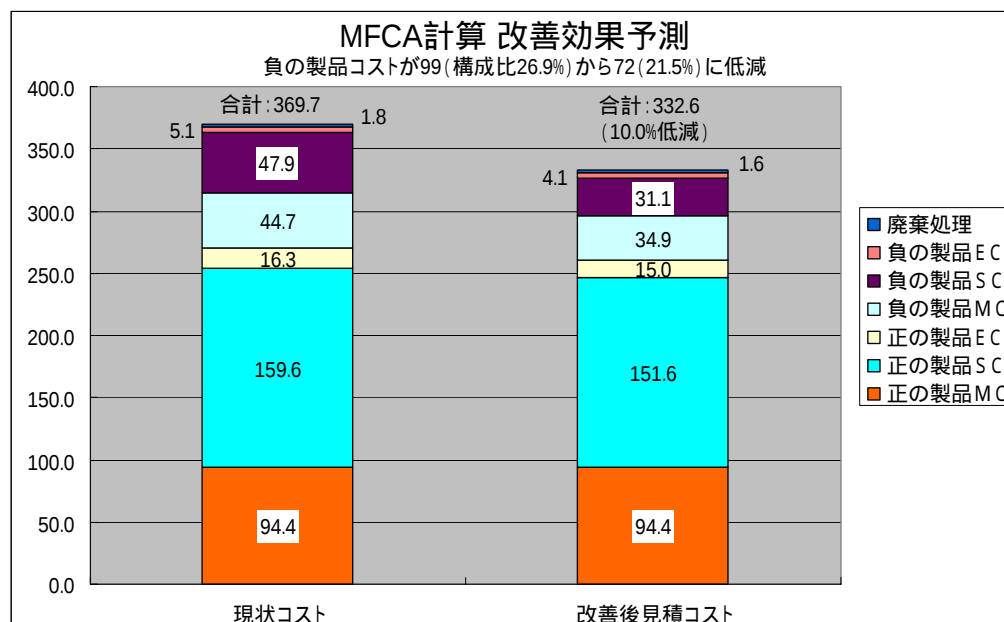
図 3-7 は、こうした比較評価を、製造の全工程を通して、異なるライン A、B、C で行なうイメージである。ライン A とライン B は最も生産性の高いライン C を目標指標とし、ライン C はさらにその理想状態の材料効率指標などで MFCA 計算したものを目標として、資源生産性向上の取り組みをおこなう。

(3) 改善の効果確認、投資価値評価の道具としての使い方

金型変更などによる設計材料歩留の向上、製造条件の変更、生産管理精度向上などによる工程材料歩留向上、あるいは材料、製造治具、製造方法や条件などの見直しなどによる改善が図られる場合、MFCA 分析を行っている製品においては、その改善効果を、歩留率や不良率などの生産管理指標の変化だけでなく、図 3-8 のようなコストの変化として示すことが可能である。

また製造設備を変更、新設する場合には、生産性向上、品質向上、歩留向上など、複合的な狙いを持って行うことが多く、その投資効果、採算性評価は悩ましいことが多い。し

かし MFCA の分析を行っている場合には、MFCA 計算の中の不良率、歩留率、生産性（サイクルタイム）などのパラメータデータを変更することで、その投資効果、コスト削減効果を簡単に計算することができる。



(図 3-8 改善や設備投資による、コスト削減シミュレーション)

(4) 垂直立ち上げの水準を検証する道具としての使い方

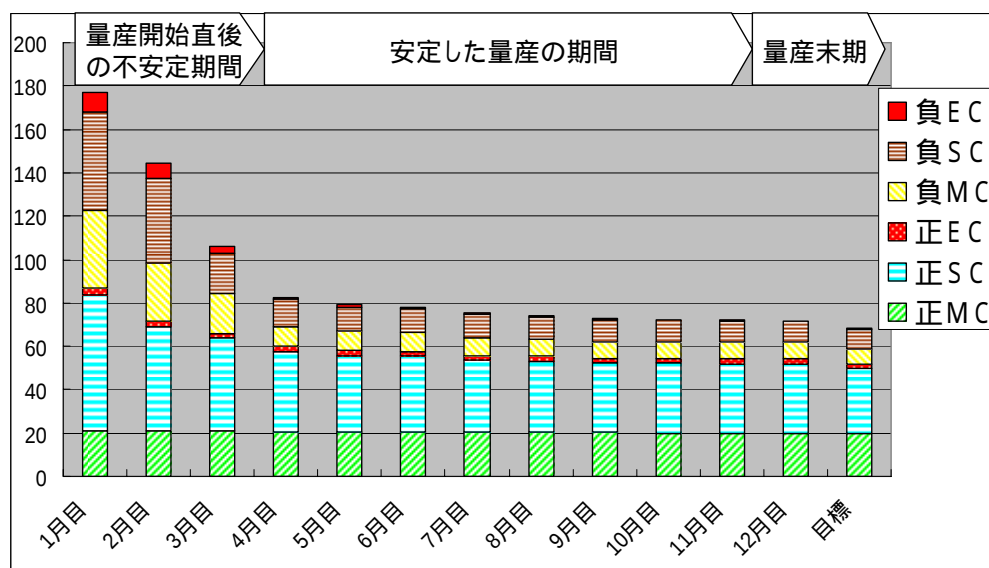
新製品の量産開始直後から、品質（不良率）工程材料歩留率、作業生産性、および生産量などが目標とした水準で行われることを、“垂直立ち上げ”と呼ぶことがある。特にモデルチェンジ、新製品や新機種開発が頻繁に行なわれる電気製品や自動車の業界で使われることが多い。逆に見ると、新製品や新機種の量産開始直後は、材料や部品の不良が多い、製造ラインの切り替えに手間取る、作業の不慣れにより目標の生産性や生産量に達成しないなど、トラブルや予期せぬ混乱が多いということである。

特に、製品のライフサイクルが短く、生産期間が短い製品では、こうした量産開始直後の不良、トラブルの対応などに手間取ると、目標とした生産量も、利益も出せない状態になりかねないため、“垂直立ち上げ”の実現が非常に重要な経営課題である。

こうした量産開始直後の生産性の低い状態から抜け出し、安定的で目標とする品質や生産性の状態に早く達するために、多くの企業で、設計、生産、品質保証などの部門が連携して、開発段階、量産準備段階から、品質や生産性の事前検証や、製造条件の早期確立などに取り組んでいる。

図 3-9 のように、量産開始以降に、定期的に時系列で MFCA の分析を行うことが考えられる。上で述べた開発段階、量産準備段階からの品質や生産性の事前検証や、製造条件の早期確立などの取り組みの効果は、通常、不良率（その逆の直行率）材料歩留率、作業生産性などの変化で見ている。MFCA では、それらの指標をすべて織り込まれたコストに

置き換えて見る事ができる。この見方は、垂直立ち上げの水準の経済的価値の評価指標として、有望と見られる。



(図 3-9 MFCA 計算結果の時系列変化グラフ)

3 - 4 . MFCA を継続使用、適用拡大の課題

前項で示した MFCA 計算結果の活用を行なうためには、いくつかの課題があるので、それを整理しておく。

(1) MFCA の計算モデルの標準化、変動パラメータ設定

図 3-5 特定工程の負の製品コスト比率 製品間比較、あるいは図 3-7 負の製品コスト比率を使った生産性比較のように、異なった製品、ライン、あるいは工場間で、負の製品コストの比率を比較する際には、次のような MFCA 適用上の工夫が必要である。

- ・ MFCA 計算モデルの標準化
- ・ MFCA 計算モデルにおける変動パラメータ明確化

比較評価を行なうためには、製造工程の範囲や、それぞれの物量センターの定義を共通化する必要がある。また、効率的に比較評価を行なうためには、MFCA の計算モデルに、製品間、ライン間、工場間での比較評価に用いるパラメータを明確にしておく必要がある。

(2) MFCA 計算のシステム化

図 3-9 MFCA 計算結果の時系列変化グラフのように、製品ごとに、特定の製品の MFCA の分析を行うためには、MFCA のデータ収集や計算をシステム化しないと実現は不可能と思われる。あるいは、計算精度の低下に目をつぶっても、計算の簡素化を行なう必要があると思われる。

システム化というのは、企業においては MFCA で扱う各種のデータが、ほとんどの場合、原価管理のシステムと生産管理のシステムに分けて管理されているためである。生産管理のシステムも、場合によっては、投入量や生産量などの物量情報、各工程における材料歩留情報や端材などの廃棄物やリサイクルした物量の情報、不良品の物量情報などが分けて管理されている。

MFCA においては、こうし情報を統合して計算するため、継続的に MFCA 計算を行なうためには、各種の情報システムを連携した MFCA 計算システムを構築しないと、実際には実現が難しい。

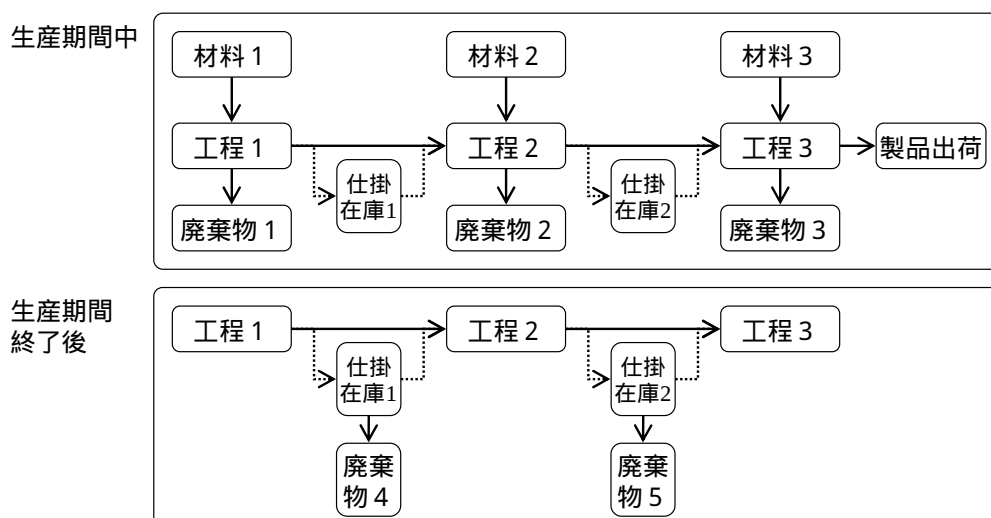
また、(1) で述べた比較評価を行なう上でも、システムコストの工程別、製品別の配賦など、MFCA 計算上で非常に煩雑な計算があるため、ある程度、MFCA 計算の支援システムがあった方がいいと思われる。

3 - 5 . 仕掛在庫、製品在庫のロスに関する MFCA 適用課題

(1) 仕掛在庫のロスと MFCA

仕掛在庫は、MFCA の計算でどのように扱うか、迷うことのひとつである。

図 3-10 で示すように、仕掛在庫は、生産期間中は、いつかは次工程で使用されるため、廃棄物（負の製品）とはならない。しかし生産期間の終了後に、他の製品で使用されることがない場合は、その廃棄される。



(図 3-10 仕掛在庫のロス)

通常行なわれる MFCA 分析は、生産期間中のある一定期間を対象に行うため、仕掛在庫から廃棄物としてのロスは発生しない。

しかし、生産期間の短い見込み生産を行う製品では、生産期間終了後に、仕掛在庫の廃棄処分が行われることが多い。場合によっては、こうした仕掛在庫のロスの方が、通常の生産活動によって発生するロスよりも大きいことがあり得る。

こうした仕掛在庫のロスも含めた MFCA 分析、評価を行うためには、MFCA の計算期間を、生産終了後まで含めた計算モデルで行なう必要がある。これは MFCA 計算のタイミングとしては、その製品の生産に対して、フィードバックができない時期になる。

こうした場合には、仕掛在庫のロスを明確にすることを目的とした MFCA 計算モデルが必要と思われる。

(2) 製品在庫のロスと MFCA

製品在庫も、場合によっては、製造プロセスにおけるロスよりも製品在庫のロスの方が大きくなる可能性が大きい。特に食品や飲料品など使用期限の限定される商品、衣料品など流行に左右される商品、電子機器関連の商品など技術革新による陳腐化の激しい商品は、こうした傾向が大きいことがあると思われる。

食品や飲料品などの商品は、使用期限（賞味期限）を過ぎると、店頭から撤去され、廃棄、もしくはリサイクルされる。衣料品や電子機器関連の商品には、使用期限はないものの、シーズンを過ぎたり、次期モデルの商品が販売されたりすると、通常の価格を大幅に下回った価格で販売され、さらに売れ残った在庫商品が、廃棄、もしくはリサイクルされる。

現在の MFCA の計算の概念では、廃棄、もしくはリサイクルというのは、明確にマテリアルロスと認識、計算されるが、予定販売価格を下回る価格での販売は、ロスとは見なされない。

しかし、こうしたことも含めて、作りすぎのロスであり、資源を過剰消費している行為と考えられることと、経営上にも大きなインパクトを与えていることを考えると、何らかの環境管理会計手法として、ロスの定義方法を検討する必要があるものと思われる。

3 - 6 . MFCA の導入展開の手順と課題

MFCA は、「3 - 3 . MFCA 計算結果の活用方法」でも述べたように、様々な活用の仕方があると思われる。しかし、製造している製品や製造ラインの構成、製品や製造技術の成熟度などにより、マテリアルロスの発生の仕方も、対策の仕方も変わるはずで、MFCA をどのように活用するかは、企業、工場により様々であると考えられる。

製品や製造工程などの特性にもよるが、複数の製品や製造ライン間で MFCA の分析結果を比較評価することは、資源効率の向上とコストダウンの効果的な取り組みを促進させることが期待できる。ただし、MFCA の分析結果を用いた比較評価と、それに基づく改善の取り組みを本格的に実施するためには、いくつかの条件が必要である。

- 1 . 原価計算システム、製造管理システムと、連携した計算システムの構築
- 2 . 計算結果を活用した、改善活動、管理の仕組み構築

従って、MFCA を本格的に適用するには、表 3-2 のようなステップで、MFCA の研究、

展開を図る必要があると思われる。

表 3-2 は、MFCA の導入、適用、展開を 3 つのステップに分け、おのこのステップごとにどのような研究や取り組みを行なうかを整理したものである。

(表 3-2 MFCA 導入、適用、展開の内容)

ステップ	ステップ -	ステップ -	ステップ -
	適用研究	導入適用研究	システム化、横展開
基本検討事項	机上検討、計画	モデル製品での適用実験	MFCA 管理、多製品展開
実施事項、内容	製品、ライン、工程別の、材料使用、廃棄物発生 の概要把握 MFCA 適用対象製品、 工程範囲の検討 モデル製品、ラインの決定 導入適用研究の体制 検討	モデル製品、ラインでの MFCA 適用実験 (MFCA のデータ収集、 計算、分析、改善検討) MFCA 活用効果、課題 の評価 MFCA 活用の仕組み、 システムの検討、課題検 討	MFCA 管理システム への進化： 原価管理システムへの MFCA 計算手法の組み 込み、管理の仕組み構築
			適用製品拡大展開： MFCA を用いた分析、改 善の取り組みの横展開、 適用対象の拡大

表 3-2 のステップ において、 MFCA 管理システムへの進化と、 適用製品拡大展開を分けてある。 は、MFCA の分析データを継続的な管理指標として活用しようというものである。 は、継続的な管理指標とは考えず、MFCA 分析とそれに基づく改善を、多くの製品で実施しようというものである。企業、製品によって、その方向性は異なると思われるが、類似製品を数多く製造し、またその生産の中で発生するマテリアルロスが、使用材料、ライン、製造条件などで変動する場合は、 が有効であると考えられる。

また、ステップ - 導入適用研究として、モデル製品での適用実験だけで終わる場合もあると思われる。製品やラインの種類が限られる場合、あるいは MFCA の適用にそれほど
のメリットの表れない次のようなケースの場合である。

- ・全工程を通して、マテリアルロスがほとんど発生しない場合
- ・工程として定義される物量センターが、1 工程か 2 工程と非常に少ない場合
- ・全工程を通して、最初の工程でしか廃棄物が出ない場合

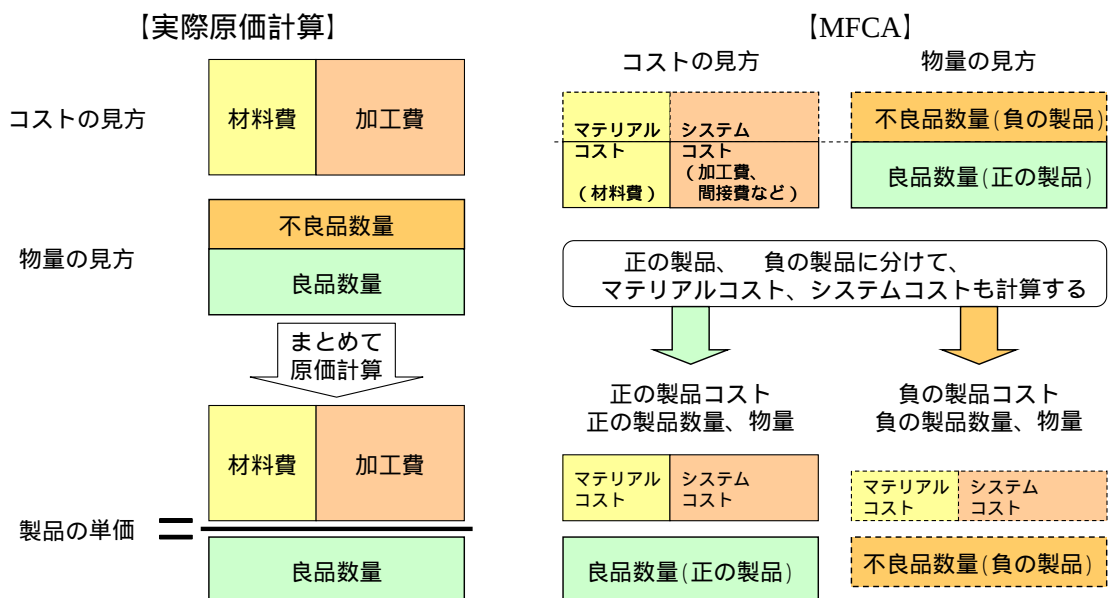
3 - 7 . 通常 の原価計算手法との違い、環境会計との違い

MFCA に関しては、実際原価計算や標準原価計算など、普及している原価計算手法と何が違うのか、疑問を呈せられることがよくある。また、企業の環境報告書などに記載される環境会計と、MFCA を代表とする環境管理会計と、混同されることもよくある。

ここでは、これらについて、その違いを解説する。

(1) 実際原価計算と MFCA との違い

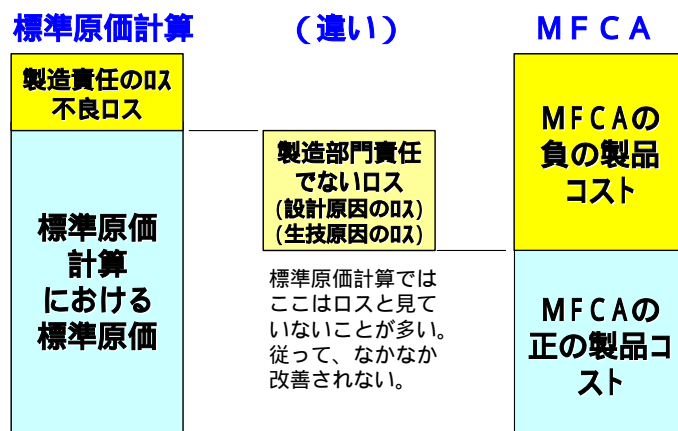
図 3-11 に、実際原価計算と MFCA の基本的な違いのイメージを示す。



(図 3-11 実際原価計算手法と MFCA との違い)

図 3-11 の左の図、実際原価計算は製品別の粗利の計算が目的であるため、工場が発生したすべてのコストを製品別に計算し、製品別製造原価を計算する。従って不良品などの廃棄物によるコストのロスは明確にならない。図 3-11 の右の図の MFCA では、不良品による材料費のロスだけでなく、加工費や間接費などのシステムコストのロスも含めて明確にできるため、不良低減や歩留向上の取り組みの強い動機付けになる。

(2) 標準原価計算と MFCA との違い



(図 3-12 標準原価計算と MFCA の違い)

標準原価計算も、MFCA と同じように、原価低減を目的とした、原価計算の手法である。

図 3-12 に、標準原価計算と MFCA の基本的な違いのイメージを示す。

標準原価計算は、製造部門責任のロスを管理するために行うものである。まず標準の原価を定める。そこでは製造原因の材料歩留率、稼働率などのあるべき姿をさだめ、製造部門ごとに管理すべき標準原価を設定し、部門ごとに実績を測定し、標準との差異を管理、分析、改善を行う。しかしそこでは、製造部門責任でないロスは標準原価に含まれてしまい、ロスと見なされないことが多い。場合によっては、製造原因の不良などのロスも標準原価に組み込んでしまっていることもある。そのため、標準原価計算の数値を MFCA の計算に用いると、負の製品コストが実際よりも極端に小さくなってしまうことがある。

MFCA では、製造部門責任のロスも、設計・生産技術部門責任のロスも、ともに製品にならない部分として、すべて実際の測定値、あるいはそれに代用できるだけの信頼性の高い計算値により、負の製品と定義するため、従来ロスとして管理しなかった部分が明確になる。従って、従来標準原価計算に基づく管理、改善を行なってきた企業において、製造部門、設計部門交えて現在のものづくりのロスを再認識し、新しい製造方法、管理方法の構築や、それによる材料効率向上に向けての取り組みにチャレンジするきっかけを与えるものである。

(3) 環境会計と環境管理会計との違い

環境会計は、その報告対象が企業の外部であるか内部であるかによって、A) 外部報告目的、B) 内部報告(管理)目的の 2 つに分類される。環境省「環境会計ガイドライン」は、A、B ともに対象としているが、主に A を中心としている。

A) 外部報告目的：環境報告書の環境会計

外部報告目的の環境会計の代表例は、環境報告書に記載される環境会計である。

これは、企業の環境活動を企業外部の利害関係者(ステークホルダー)に対して報告するためのもので、環境報告書、財務報告書などによって報告される。環境負荷物質の排出量やその推移、改善施策、改善効果など、企業全体の数値で表されるのが普通である。

B) 内部報告(管理)目的：環境管理会計

内部報告(管理)目的の環境会計は、環境管理会計とも呼ばれているものである。企業の環境活動を、経営者・管理者に報告し、企業内部の管理活動に利用するためのものである。MFCA も、内部報告目的の環境管理会計に位置づけられる。

「環境管理会計手法ワークブック」(平成 14 年 6 月、経済産業省発行)では、環境管理会計の意義について、つぎのように延べている。

企業は、営利追求組織である以上、経済活動と隔離された環境マネジメントツール(ISO14000 シリーズは企業の経済活動との連結環をもたない)だけでは、持続的な環境保全活動は行えない。環境保全と経済活動を結び付ける手段が必要である。この手段を提供するものが環境管理会計なのである。

図 3-13 は、A) 外部報告目的、B) 内部報告(管理)目的、2 つの環境会計の関係を

Process: 事業活動 (生産、物流、販売、・・・)

事業C

事業B

事業A

資材調達

素材加工

部品加工

組立

検査

物流

販売

サービス

Input

Output

製品 サービス

Waste

廃棄物 (リサイクル)

資源 エネルギー

：事業レベルでの環境効率向上

：企業レベルの環境効率向上

外部報告目的の環境会計は、図 3-13 の “ : 企業レベルの環境効率向上 ” を図ることを目的とし、企業の様々なステークホルダーが企業に対して意見を述べてもらったり、投資の判断材料にってもらったりするなど、何らかのステークホルダーとしても行動を取ってもらうためのものと言える。

また企業全体の環境効率としてファクターと呼ばれる概念が提唱されている。ファクターは、例えば企業の売上高などの財務指標を、CO₂排出量などの環境負荷で割った指標である。しかし、環境負荷は外注委託や海外生産などが増えると企業単体の環境負荷が減るため、この指標だけで内部管理を行なうと、外注委託や海外生産が増え、国内の産業競争力その低下につながる恐れがある。また環境対策の遅れている海外生産が増加していまい、地球全体での環境負荷物質の排出増加につながる恐れもある。

内部報告（管理）目的の環境会計、環境管理会計は、図 3-13 の “ :事業レベルの環境効率向上 ” を図ることを目的とし、事業の様々なレベルの管理者が、環境に負荷を及ぼしている部分を認識し、その改善を促すためのものと言える。

MFCA は、その環境管理会計の手法のひとつとして開発され、企業において導入、適用が始まったものである。

3 - 8 . TPM などの改善手法との関連

MFCA は、製造プロセスにおける廃棄物の発生量を通して、製造コストのロスを明確に定量化し、製造時の廃棄物削減を促すことを目的として生まれた手法とも言える。この取り組みは、製造の更なるコストダウン、生産性向上にもつながることから、様々な企業で、注目され、導入が始まっている。

しかしながら日本は、TQC、TPM、JIT など、世界的にも有名ないくつかの改善手法を開発、普及させてきた。特に製造業においては、それらの取り組みは普及し、日本の製造業の生産性向上に貢献してきた。

そうした中で、MFCA の手法やその取り組みについて、今更と思われるところがある。また、MFCA は改善の手法は持たない分析だけの手法であり、その適用効果を生むためには、こうした改善手法や活動との組み合わせが必要である。

従ってここでは、TPM の分析の考え方と、MFCA の分析の考え方を比較し、それぞれの特徴を生かした改善のありかたを整理する。

(1) TPM の定義 と MFCA との関係

TPM (Total Productive Maintenance 「全員参加の生産保全」の略称) は、 社団法人日本プラントメンテナンス協会によって、次のように定義付けられている。

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1 生産システム効率化の極限追求 (総合的効率化) をする企業体質づくり を目標にして2 生産システムのライフサイクル全体を対象とした "災害ゼロ・不良ゼロ・故障ゼロ" などあらゆるロスを未然防止する仕組みを現場現物で構築し3 生産部門をはじめ、 開発・営業・管理などのあらゆる部門にわたって4 トップから第一線従業員にいたるまで全員が参加し5 重複小集団活動により、ロス・ゼロを達成すること |
|--|

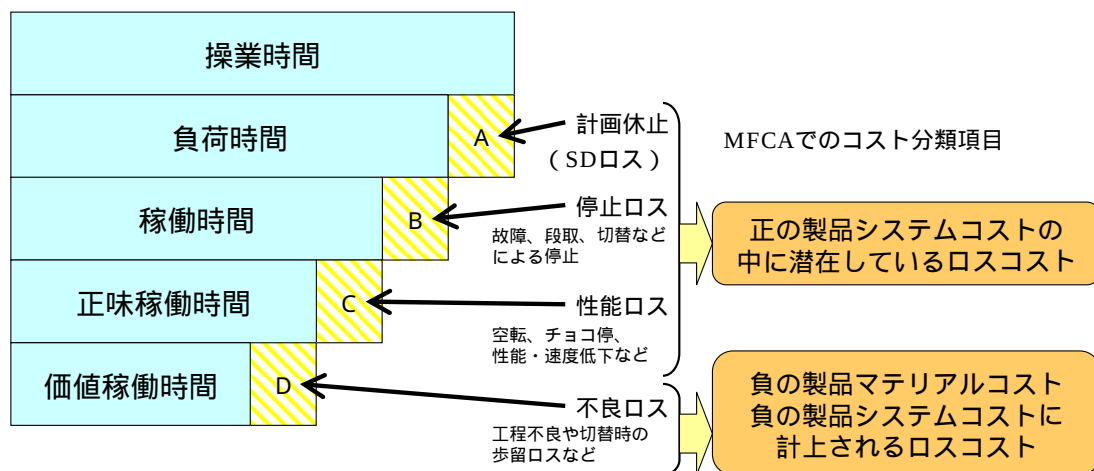
ここに記述されているように、TPM は改善の手法であり、それも体系的で運動展開的な取り組み方の手法と言える。しかも TPM は、いくつかのロスの定義と、その分析手法を併せ持っている。

TPM の分析手法のひとつ、設備総合効率について、そのロスの見方を、図 3-14 で整理した。

図 3-14 は、TPM で設備総合効率を考える際に用いられるロスの考え方を、MFCA のコスト分類に照らし合わせながら、整理しなおしたものである。

TPM の基本的考え方を図 3-14 を使って述べる。A 計画休止 (SD ロス) B 停止ロス、C 性能ロスの 3 つの稼働時間のロスを小さくすることにより、設備の正味稼働時間を多くできる。それによって全体の生産数量が増加し、ひとつひとつの製品に配賦される設備償却費や間接費が小さくなる。一方、図 3-14 の D 不良ロスに関しては、正味稼働時間を、不良の発生率を使って、良品を作っている時間 (正味稼働時間内の価値稼働時間) と不良

を作っている時間（正味稼働時間内のロス時間）に切り分ける。この不良ロスを作っている時間が小さいほど、そのラインで生産される良品の生産量が増える。



（図 3-14 TPMにおける設備総合効率のロスの見方）

これら ABCD の稼働時間のロスを低減した場合のコスト低減効果を MFCA で計算すると、ABC の稼働時間のロス低減は正の製品システムコストを小さくし、D の稼働時間のロス低減は負の製品システムコストを小さくする。特に、D の不良ロスを作る時間を小さくするというのは、不良そのものを少なくするという事と同義であり、これは材料コストのロスを最小化することで、システムコストも小さくするという事である。

MFCA の計算においては、システムコストは非常に重要な要素である。特に、主材料として次工程に移動する仕掛品には、前工程で投入されたシステムコストがすべて付加されて移動するため、仕掛品の不良や端材などにより廃棄物となるものは、材料コストより多くのシステムコストのロスを生んでしまうということがよくあるためである。

図 3-14 の D 不良ロスに関する MFCA の計算においては、不良品や端材という廃棄物の発生に伴い、負の製品の材料コストと、負の製品のシステムコストという形で、ロスと定義される。しかし、A 計画休止（SD ロス）、B 停止ロス、C 性能ロスなどのロスは、MFCA 計算におけるロスの概念に入っていない。これらはすべて、正の製品のシステムコスト、あるいは負の製品のシステムコストの中に含まれる（潜在化する）ロスである。

とはいっても、MFCA において、TPM などで定義されるシステムコストのロスを定義することには意味がないかという事ではない。このような稼働率に関する正の製品のシステムコストのロスコストと、廃棄物の発生に伴う負の製品コスト（材料コスト、システムコスト、他にエネルギーコスト）を、製造工程体を通したコスト構造の中で位置づけ、ロスの大きさ、改善課題の重要性、優先度を明確にするために非常に有効である。

（2）MFCA と TPM の今後のあり方

実は、MFCA と TPM は、非常に親和性が高いと思われる。

工場などの現場では、稼働率向上、歩留り向上、不良低減、作業能率向上など、さまざま

まな改善が行われている。ある製品やラインで改善が行なわれても、新製品が絶えず生まれ、ラインで生産する製品が変化し、生産ロットの大きさも変化し続ける。

従って、改善の取り組みは、常に必要である。そして日本の生産現場は、TQC や TPM などを実践し続けた結果、見えた課題を改善、解決する能力は非常に高い。

しかし、多くのラインで、多くの製品を生産する中で、どの製品、どのライン、どの設備の改善を行なうべきか、改善の取り組み対象に優先度をつける必要性が高くなってきている。

MFCA には、すべての工程を通してコスト計算するという特徴があり、工程全体を通して投入コストの大きいライン、設備が見えやすくなる。MFCA を使い、ネック工程のロスコスト、改善余地を算定などにも使用できる。

また、先にも述べたように、標準原価計算などを運用している企業、工場においては、設計材料歩留りのロスを標準原価の中に組み込むことでロスと認識しなくなることから、改善の取り組みが十分行なわれなくなっていることも多く見受けられる。こうした企業、工場などでは、MFCA の適用を通して、改めて標準原価の設定、コストダウンの取り組み方を見直すきっかけにもつながるものである。

それと MFCA は、環境負荷低減の取り組みの考え方を変える分析手法である。発生した廃棄物をいかにリサイクルするかでなく、廃棄物そのものを発生させないものづくり、それを考えるためのツールが MFCA である。

しかし、何度も述べるように、MFCA には改善手法が含まれていないため、実際にその適用効果を生むためには、TPM などの改善手法を織り込んだ取り組みに組み込むべきである。

MFCA を TPM などの活動に組み込み、資源効率とコスト効率の両方の視点で製造工程全体を分析し、改善効果の大きい課題設定と改善活動を進めていくことが、資源効率およびコスト競争力の高いものづくりを実現するものと期待される。

3 - 9 . MFCA の適用に関する評価会での論点

評価会で行なわれた議論の中から、MFCA 計算結果の活用、企業での経営、改善の取り組みにおける使い方に関して、各評価委員の指摘、意見を整理した。

なお、ここまで述べてきた本報告書 3 - 1 から 3 - 8 の内容は、以下に述べる評価会での論点も踏まえて、各モデル事業の MFCA 導入に得られたノウハウを、効果的な MFCA の適用に関する課題、施策として整理したものである。

- ・ MFCA は、工場内のマテリアルロスを明確にするのには意味がある。工場全体のロスを見るのであれば、その他の大きなロスが入っている TPM の方がよく見える。TPM の見方のほうが、ロスの見方が広い。
- ・ TPM でないと見えないロスもあるし、MFCA でないと見えないロスもある。TPM と

MFCA では、ロスとして捉える範囲が異なるので、両者は同次元で比較すべきものではなく、必要に応じて、相互補完的に活用すべきである。

- ・ TPM のような改善活動をやりつくした後で MFCA を行くと、新たなロスを発見できたということがある。
- ・ また、モノの作り方として、大量生産か少量生産、一個流し生産かどうか、どのように作るかが入っていない。
- ・ MFCA は、機会損失は見えていないと思われる。
- ・ 現在の MFCA では、機会損失の概念を導入してはいないが、方法論的には統合可能である。
- ・ MFCA と TPM の関係、スタンスをはっきりさせておく必要がある。マテリアルロスの分析を行う MFCA と、TPM などの改善の手法を、分けて検討すべき。
- ・ ロスの削減（改善）は、MFCA のシステムの範囲の外である。通常の改善手法との関係は明確にして欲しい。
- ・ MFCA は、製品を通して見るのはいいと思う。環境会計との関係として、投資とメリットが分かるような方法として考えるのがいいのではないか。