マテリアルフローコスト会計(MFCA)とその実践 —環境負荷低減とコストダウンを同時に実現する新しい手法—

安 城 泰 雄*

1. はじめに

マテリアルフローコスト会計 (Material Flow Cost Accounting: 以下 MFCA) は、「環境負荷低減」と「コストダウン」を同時に実現する手法として注目を集めている。更にバブル崩壊後の失われた 20 年での停滞した生産活動を打開する、「新しい生産性向上の手法」としても近年脚光を浴びている。ここでは、この MFCA について紹介をし、また、プラスチック成形加工への適用について紹介する。

2. マテリアルフローコスト会計 (MFCA) の概要

2.1 日本における MFCA の展開経緯

MFCA は 1990 年代末頃にドイツの IMU (環境経営研究所) にて開発された手法である。日本では 2000 年に経済産業省の(社)産業環境管理協会への委託事業、「環境ビジネス発展促進等調査研究 (環境会計)」において、テーマの一つとして採り上げられた。当初 MFCA は、この事業への参加企業を中心に実践され、その成果に注目した経済産業省は 2004 年から 2011 年の 8 年間にわたって、本格的に MFCA の普及事業を展開してきた。これらの支援もあり、MFCA は製造業を中心に多くの企業に導入され、一層の進化を遂げてきた。

これらの経験の積み上げをベースに、日本から ISO に MFCA の国際標準化を提案し、2011 年に ISO 14051 (MFCA) が発行された。JIS Q 14051 (マテリアルフローコスト会計) も 2012 年に制定された。

2.2 MFCA の概要

MFCA は、生産プロセスにおける物質のフローとストックを、原価計算の手順をベースに物量と金額の両方で測定するシステムである。すなわち環境 (物量) と経済 (金額) をセットで測定するシステムである。図 1 にて通常原価計算と、MFCA の違いを説明する。

通常原価計算では、製品の原価は掛かった費用全ての合計である。この場合製品原価は 16,100 円 = 10,000 円 (原材料) + 6,000 円 (加工費) + 100 円 (廃棄物処理費用) で

図1 上：通常の(伝統的原価計算), 下：マテリアルフローコスト会計(MFCA)

ある。一方廃棄物が 20 kg 発生しているが、これは経済的に無価値とされる。

一方、MFCA では、2 種類の製品を作っていると考える。すなわちお客様向けの「正の製品」と、廃棄物等の「負の製品」である。この負の製品は、仕損品だけではなく、例えば、プレスであれば抜きカス、射出成形であればスプレー・ランナーなどもこれに含まれる。この 2 種類の製品を同じ原価計算の方法で算出する。図 1 の例からは、本来無価値である廃棄物 = 負の製品を、原材料費 2,000 円 (20 kg)、労務費や設備償却費、エネルギー費用などの加工費 1,200 円 (20%)、計 3,200 円も掛けて、真面目に一生懸命作っている姿が見えてくる。この廃棄物の処理に 100 円掛かり、これも負の製品コストに加えられ、この負の製品コストは 3,300 円となる。

MFCA はこの様に、負の製品 = ロスを、物量 (環境) と金額 (経済) で見える化する。この情報は、負の製品削減への活動を促し、このロスを削減すれば、環境負荷の低減とコストダウンが同時に実現できるのである。

2.3 負の製品削減による経営面・環境面の同軸改善メカニズム

ロス (負の製品) の削減は、排出物・廃棄物の発生量削減とその処理・処分費用の削減の効果をもたらす。また、ロスの削減は、その分投入資源が削減され、購入費用の削減と省資源となり、さらにエコリユクサックの CO₂ 削減

* Anjo, Yasuo
MFCA 研究所
東京都八王子市大塚 272-27 (〒192-0352)
anjo_yasuo@ybb.ne.jp
2015.10.5 受理

図2 負の製品削減による経営面・環境面の同軸改善メカニズム

減となる。以上が、負の製品削減に伴い、削減量に比例した直接の効果を生み出すメカニズムである。

また、投入資源が少ないということは、それに応じて生産プロセスも小さくて済む。すなわち、小さな設備、少ない人員、少ないスペース、少ないエネルギーで間に合うのである。この小さな生産プロセスへの改善は、すぐに効果が出るものもあるが、例えば生産設備の変更や金型の改造など時間や投資が必要な場合もある。更には、設備更新時期や新製品の金型にて実施する場合もある。この場合の改善効果は、当然負の製品の削減と強い相関関係にあるものの二次的な効果と言える。

このようなメカニズムで、環境負荷の低減とコストダウンが同時に実現することができるのである。図2にこれらのメカニズムを示した。

2.4 新しいコストダウンのツールとしての MFCA

(1) 今までの生産性向上活動の視点

Q（品質）C（コスト）D（納期）を中心とした生産性向上活動は、最終的に原価低減として経営に貢献する。原価構成は図3の様に材料費と加工費から構成されている。

今までの生産性活動のターゲットは加工費であった。その主な理由は次の2つである。

- ・生産性活動は生産現場の活動であり、材料費の分野は現場の活動には関係がない。
- ・材料は市場から購入するのであるから、各社にとっては条件が同じである。従って、モノづくりの実力によって、企業の競争の優劣が決まる。

次に加工費、材料費について少し詳しく見てゆく。

(a) 加工費は次式で求められる。

$$\text{加工費} = \text{加工レート} \times \text{工数}$$

- ・製造予定で決まる加工レートは定数である。
- ・従って工数を下げることが課題であった。

図3 原価構成

- ・しかし実際は、工数が下がっても仕事を入れなければ、加工レートが上がることを無視していた。

右肩上がりの経済下においては、仕事が入ってきていたので「加工レートは定数である」が成り立っていたのである。

(b) 材料費は次式で求められる。

$$\text{材料費} = \text{購入単価} \times \text{使用量}$$

$$= \text{購入単価} \times (\text{単位使用量} \times \text{生産数量})$$

- ・単位使用量は、設計の段階、或いは製造仕様（生産設備や金型など）による作業標準等で決まっている。
- ・使用量は、この単位使用量に製造予定を乗じたものであり、これも決まっている。
- ・したがって、購入単価を下げるのが課題であった。
- ・すなわち、使用量削減は、MFCAの登場まで体系的な取り組みとはなっていなかったのである。

(2) 新しい生産性のコンセプト MFCA

生産の3つの要素3Mは、①Man（人）、②Machine（設備）、③Material（原材料、補助材料、消耗品、エネルギー、水等）である。前述のように、今までの生産性向上活動の中心であった①労働生産性（Man）と②設備生産性（Machine）は、工数削減がテーマであった。①労働生産性についてはIE（Industrial Engineering）、②設備生産性についてはTPM（Total Productive Maintenance & Management）という手法が既に存在しており、非常に有効に活用されてきている。

MFCAはこの残った③Material（材料）の生産性、すなわち「資源生産性」に非常に有効な手法であることが明らかになった。

以下に生産の3Mコンセプトを整理する。

①Man：IE（Industrial Engineering）

- ・労働生産性（時間軸）

②Machine：TPM（Total Productive Maintenance & Management）

- ・設備生産性（時間軸）

③Material：MFCA（Material Flow Cost Accounting）

- ・資源生産性（物量・エネルギー量軸）

(3) MFCAと従来手法IE/TPMの対比

IE、TPMともに時間軸での改善活動を促す手法である。すなわち、品質向上、能率向上、稼働率向上、タクトタイムの短縮等の工数の削減により、生産余力を生み出し、同じ要員或いは機械でより多く造ることができるようにするのが狙いである。右肩上がりの経済下においては、非常に有効でいわば万能であったと言える。しかしバブル崩壊後の失われた20年間では、より多くの製品を作っても売れない状況となっている。すなわち要員や設備を遊ばせておくだけである。今までの製品別原価計算では一見原価が下がったように思えるが、実際は原価が下がっていないのである。

一方MFCAによる負の製品の削減は、現金効果を生み出す。つまり原価低減とキャッシュフローの改善を実現するものである。資源の枯渇/高騰、そして環境負荷削減が企業の喫緊の課題となっている今、MFCAは大いに活用され大きな成果を出すことが期待される。

3Mコンセプトで考えると、IE、TPM、MFCAは相互補完関係にあることが分かる。実際の生産性向上活動におい

図4 従来手法 (IE/TPM) での改善と MFCA での改善

では、これらを組み合わせて実施することが有効である。また、IE/TPM の改善では、生産余力に仕事を入れることで初めて効果がでる。すなわち改善の後から効果がついて来るというのに対し、MFCA は改善即効果という特徴がある。IE/TPM と ME の改善の対比を図4に示した。

2.5 MFCA による環境保証活動とコストダウン活動の同軸展開

今迄の伝統的な原価計算の枠組みでの生産性 (QCD) 活動と環境保証 (E) 活動の関係を図5に表した。

この図に示したように、生産性向上活動と環境保証活動は、活動のアプローチがはっきり分かれていた。すなわち、生産性向上活動は製品への流れでのアプローチである。その活動の手法の代表例を示した。一方環境保証活動のアプローチは、発生した廃棄物をどの様に処理するかということである。

これに対し MFCA の取組みは図6の様に、投入から負の製品へのアプローチである。図からも分かるように、環境 (E) 保証活動がこのアプローチに内包されている。

負の製品の物量とコストが明らかになると、廃棄物はなぜこんなに出るのか、廃棄物が出る分までなぜ投入するのかが課題となる。したがって、生産プロセスにまで踏込んだ活動となり生産性向上活動 (QCD) と環境保証活動 (E) が同軸の枠組みの活動となるのである。

2.6 MFCA による新しい環境保証活動の展開

MFCA は環境保証活動の視点を大きく変えた。今迄の環境保証活動では上述の様に、廃棄物をどう処理するかを

図5 今までの生産性向上活動と環境保証活動

図6 MFCA による EQCD 一体活動

重点課題の一つとしていた。有価物化、内部循環、無害化、減容化などである。これらについて、MFCA の視点から見えてきたことについて論じる。

(1) 有価物化について

図5の例では100円支払って処分しているが、これを有価物化に成功して30円で売却できるようになったとしよう。今までお金を払っていたものが逆にお金が入ることになり、マイナスがプラスに逆転した、儲かった (財務上でも営業外収益となる) と思っていないであろうか。

MFCA からは全く違った答えが見えてくる。図5で分かるようにこの廃棄物を作るために要したコストは3,200円にもなっている。これを30円で売却しても儲かったどころか1%も回収していないのである。財務上では、製品を売って原価を回収しているののでこれでクローズとなる。従って廃棄物の有価売却収入は営業外収益として、あたかも儲かった様な錯覚に陥るのである。この例では130円改善されたが、99%以上は未回収のままである。支払って処分していたのを有価売却することは、当然改善であり、有価物化は進めるべきであるが、これで解決したことにはならないのである。

(2) 内部循環=工程内リサイクルについて

また、工程内リサイクルについてはどうであろうか。図5の廃棄物20kgをすべてリサイクルしたとする。廃棄物は発生しないし、その分バージン材を少なく投入できるからコストダウンにもなる。これで問題は全て解決したと思っていないであろうか。

これも MFCA では違った答えになる。バージン材は100円/kgであるが、廃棄物は160円/kgとなっている。工程に再投入するに当たっては、更に費用が発生するであろう。コストダウンどころではないのである。また全てリサイクルして再投入した場合バージン材の投入量は80kgである。そして製品の量も80kgである。つまり投入されたバージン材の量だけ製品となっており、リサイクルされた量は再び廃棄物となっているのである。永遠にぐるぐる回っているだけである。その間エネルギーや人件費、償却費等をどんどん費やしているのである。廃棄物が出なければ、当然投入量は80kgで済むし、生産プロセスは100kg用から80kg用にダウンサイズできるのである。

当然工程内リサイクルは、廃棄処理や有価物処理よりは優れた方法であるが、これで解決したことにはならないのである。あくまでも排出量を削減し、投入量を削減することが重要である。

(3) 無害化・減容化について

排水処理では、一般に無害化や減容化などが行われている。排水に塩酸、硫酸、或いは苛性ソーダなどを投入して、中和する場合がある。これも排水の量が少なければ、これらの処理剤も少なく済むし、処理の設備やエネルギーも少なく済む。減容化も熱エネルギーを使って水分を蒸発させる場合があるが、これも排水量が少なければそのエネルギーも少なく済むのである。

出てからお金をかけるより発生させない方がはるかに良いことが分かるであろう。この様にして、環境保証活動はエンド・オブ・パイプ (出たものの処理) からイン・プロセス (出ないようにする) に変えることが非常に重要であ

ることが分かるであろう。

3. MFCA のプラスチック成形加工工程への適用

MFCA では、工程に投入される全てのマテリアルを対象とする。工程には製品を構成する主要材料の他に、補助材料、消耗品、エネルギーなど色々なマテリアルが投入される。これら投入されたマテリアルの内、製品の構成になった分だけが正の製品、それ以外が負の製品である。

プラスチック成形加工工程で考えると、製品は主要材料であるプラスチック材である。それ以外のマテリアル使用量・金額では電気エネルギーが大きく、他のマテリアル(例えば、離型剤、ウエスなど)の使用量・金額はかなり小さい。したがって MFCA を実施するに当り、対象とするマテリアルは主要材料であるプラスチック材と電気エネルギーに絞って問題ないと言える。ここでは、プラスチック成形加工の代表である、射出成形加工における MFCA の適用について説明する。

3.1 射出成形における MFCA の適用

射出成形では、樹脂ペレットが投入され、乾燥、成形、ゲートカット、品質確認を経て製品になる。一般に材料は重量で管理され、成形後からは個数で管理される。これを全て重量で見るとマテリアルロスの大きさが明らかになってくる。ロスの大きさが分かると次にロス発生の実態 = 3W・3H(What: 何の材料, Where: どの工程で, How Much Volume: 物量, How Much Money: 金額, Why: なぜ, How: ロス発生メカニズム) を明らかにし、その改善を図ることが重要である。以下に、MFCA の手順に従って説明を行う。

(1) ステップ1: マテリアルロスの総量を把握する

マテリアルロスの重量は次式にて求められる。

ロス重量 = 投入ペレット重量 - 良品重量

例えば、昨年度の実績で樹脂材料 A の投入重量 A_i は次式で求められる。

投入重量 A_i = 期首在庫重量 + 購入重量 - 期末在庫重量
上式の期首在庫重量、購入重量、期末在庫重量は、昨年度の決算元データで確認できるので、実際に投入された重量 A_i は容易に、またかなりの精度で求めることが可能である。

次に、良品重量 A_p であるが、同じ樹脂材料 A から、複数の製品が生産された場合でも、昨年それぞれの良品個数は昨年度の生産管理データから分かっているの、それに 1 個当たりの重量を乗じて、それを合計すれば求められる。1 個当たりの重量は、通常はデータとして持っているが、もし無ければ実際に重量を量ればよい。

ロス重量 A_l は、この A_i と A_p の差である。以上からマテリアルロスの総量が分かり、総投入量でこれを除すれば、ロス率が分かる。また、これに購入単価 A_c を乗ずれば、ロスの金額が分かることになる。

皆さんが、実際に自社で計算してみれば、ロス率の大きさ、ロス金額の大きさに改めて驚くと予想する。これにロス率で按分した加工費を上乗せしてみると、本当に大きな金額となり、さらに驚くと予想する。

(2) ステップ2: マテリアルロス総量の内、分かっているロスを明らかにする

分かっているロスの代表は、①不良ロスと②スプルー・

ランナーの 2 つである。①不良ロスは、生産実績データから収集できる。また、②スプルー・ランナーの、1 ショット当りの重量は実測にて求められ、これに良品数 ÷ キャビティー数を乗ずることで求められる。

①不良ロスは、品質の面からも、コストの面からもこの削減は重要な課題であり、既に取組んでいるのが一般である。一方②スプルー・ランナーは、金型で決まっており、発生するのが当然と考えているのが通常である。一般に、金型設計や金型製作、試作の段階では、ある程度意識されているが、量産以後は現場にとっては所与の条件の一つとなり、ロスであるとの認識はないのが実態である。従って、この削減は課題とならず、つまり削減に取り組んでいないのが実態である。あらためて、改善の可能性を追及することで、ロスの削減の糸口が見つかる場合がある。例えば、現行製品の金型変更がムリであっても、次製品の金型で検討するなど是非取り組むべきである。

(3) ステップ3: 未知、未確認のロスを明らかにする

以上の「ロス総量」と「分かっているロス」の差が「未知・未確認のロス」である。これも算出してみるとその重量、金額、割合の大きさにこれも改めて驚くことと思う。この中には、立ち上げ時や離型剤処理後の捨てショットや、材料変更時の共洗い、生産終了時のパージ、品質サンプルなど発生することは分かっているが、その物量をしっかりと捉えていない場合が多い。よくある原因の例としては、具体的な量にまで作業標準が決まっていない。その為に作業によってばらつきがある。また決まっていなくても、かなり安全を見込んで必要以上にロスを発生させている等々である。

この「未知・未確認のロス」については、実際の生産時に実態をしっかりと観察してデータ化する必要がある。また、これらのロスの実態については、3W・3H で分析を行うことで、改善の道筋が明らかになってくる。

図7にその階層を示す。

以上、射出成形を例にロスの分類や MFCA のステップについて述べたが、シート成形や真空成形、ブロー成形など他のプラスチック成形工程でも同じ様に考えればよい。

今回は、量・金額とも小さいとして深く述べなかったが、離型剤などの補助材料や消耗品も、購入した量がはたして全てが有効に使われているであろうか。また、離型剤の過剰塗布は、捨てショットの回数を増やしているケースが見られる。このようにして主要材料以外の補助材料や消耗品にも目を向けてみることも重要である。

また、エネルギーについても、プラスチック成形加工では多くの熱エネルギーを使用しているが、その熱量の多くは放熱にて失われている。断熱や排熱の再利用なども検討されることをお勧めする。既に多くの企業で省エネに成功していることを付け加えておく。

図7 マテリアルロスの階層

4. おわりに

製造業においては、コストと環境負荷が一番多く掛かっているのは製造現場である。部品や原材料、補助材料、消耗品、エネルギー、水などの資源を一番多く使用し、廃棄物や排水、VOCなどの排出物を一番多く排出する。しかし、それらの責任の殆どは現場には無い。ただしマテリアルロス現場にしか存在しない。つまり現場から発信し、関係部署を巻き込み、いわゆる三現（現場、現物、現実）にて取組むことが重要である。関係部署とは、製造に直接関わる製造現場や製品技術、生産技術、品質、生産管理などの部門が中心であるが、場合によっては、設計開発、調達、総務、設備、経理なども含まれる。この様に多部門にわたる活動となるので、経営のサポートが重要である。MFCAは、今まで見過ごしていた重要な課題を提供するものである。

参考文献

- 1) 環境管理・実践マテリアルフローコスト会計シリーズ (2005年8月号～2014年2月号) (社) 環境管理協会
- 2) 國部克彦編著：実践マテリアルフローコスト会計 (2008) (社) 環境管理協会
- 3) 安城泰雄・下垣彰：図説 MFCA, JIPM ソリューション (2011)
- 4) ISO 14051 Environmental management - Material flow cost accounting - General framework (2011)
- 5) JIS Q 14051 環境マネジメント-マテリアルフローコスト会計-一般的枠組み (2012)
- 6) 経営改善テクニック集～基本編・実践編～, 関東経済産業局 (2013)
(http://www.kanto.meti.go.jp/pickup/kankyoryoku/20130318/keieikaizen_technic_jirei.html)

会員の皆様へ

会員の意見交換のひろば

「ファウンテン・フロー」へ投稿下さい

『成形加工』誌では、会員の皆様が自由に意見を述べていただく「ファウンテン・フロー」というコーナーを設けております。

投稿を希望される方は、以下までご連絡お願いいたします。

〒105-0004 東京都港区新橋 5-20-4

ニッセイエブロー(株) 制作部『成形加工』誌事務局代行 櫛渕 均宛

TEL. (03)5733-5152 FAX. (03)5733-5168 E-mail: eblo_h1 (数字の1です) @eblo.co.jp

皆様からの原稿お待ちしております。

<募集原稿>

1. 原稿内容；成形加工に関する苦勞話、失敗談及び新しい成形のアイデア、理想の成形機など加工に関する内容や学会の運営・行事に関する意見、学会誌に関する感想など。
2. 文章の長さ；A-4 半ページ～1 ページ程度。
3. 著者名；所属・氏名を名乗らなくても、ペンネームも可とします。
4. 査読；編集委員による査読は通させていただきます、適当でない表現は訂正をお願いすることもあります。学会誌の性格上ご容赦下さい。

「成形加工」編集委員長 山口政之