

セラミック粉末製造工程への MFCA の適用

—— NEC トーキンにおける事例

高橋幸浩

NEC トーキン株式会社環境安全部

NEC トーキン(株)では、2007 年度下期にマテリアルフローコスト会計 (MFCA) をセラミックス製造の粉末工程に適用した。当該工程では従来から様々な改善を進めてきたが、今回 MFCA を適用することで工程に存在するロスを従来と違った金額という形で顕在化させた。さらに、ロスに対する改善項目を検討する際に、改善による効果をあらかじめ評価することにより改善の優先順位を決定し、実施することができた。その結果、省資源の効果をj得ることができたので、その取り組みを紹介する。

はじめに

NEC トーキン(株)は、1938 年に東北金属工業株式会社として設立され、通信機器用金属材料の生産を開始した。2002 年には、日本電気株式会社の電子部品事業と統合し NEC トーキン株式会社へ社名変更した。その後、統合により設立された国内関係会社を 2006 年に吸収合併し、現在、国内 7 事業所、海外 5 生産拠点で事業を行っている。

当社は「日本発ものづくり企業」を目指し、ものづくりの原点に立ち戻り、事業競争力と市場価値を高め、日本型ものづくりの復権を追求している。日本型ものづくりとは、日本人が自然と共生する上で培ってきた伝統(もったいない精神)をもとに、資源の有効利用をはかるものづくりである。

そこで、「素材型デバイス創造企業」というコンセプトにおいて、素材開発を経営の核として新しい素材技術と高度なデバイス技術を融合させ、「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」の三つの製品群で新たな価値を創造し、ユビキタス化

が進む現代社会の様々な場面へ多彩な提案を行っている。

また当社は、環境重視の企業姿勢を是とし、これに基づく企業理念、環境理念の下に日々企業活動を行っている(図 1)。

当社では、2006 年の国内関係会社の吸収合併による事業所化を期に、それまで NEC トーキン(株)と国内関係会社がそれぞれ独自に構築し運用していた環境マネジメントシステム(ISO14001)を統一した。その際に、企業理念・環境理念に基づいた環境憲章を新たに制定した(図 2)。同年 8 月には ISO14001 の統一認証を受け、日々環境マネジメントシステムの運用と継続的な改善を行っている。

今回の MFCA 適用の取り組みは、日本型ものづくりや、当社の環境憲章の行動指針に挙げられている省資源・廃棄物削減活動に基づいて行ったものである。

1 MFCA 適用の背景

当社では産業廃棄物を削減する方針として、発生したものを処理するというエンド・オブ・パイプの管理から、発生元において抑制すると

企業理念

素材型電子部品企業NECトーキンは、最先端デバイスの創造を通して、自然環境と親和しつつ、世界の人々や社会の繁栄に貢献してまいります

環境理念

NECトーキンは、企業活動のあらゆる領域で環境に配慮したテクノロジーと生産の追求をとおして地球環境保全の活動を推進します。

経営方針



環境重視の事業運営、グリーン技術で自然との調和を目指し、社会貢献。

図1 企業理念・環境理念

— 環境憲章 —

— 基本理念 —

NECトーキンは、自然環境に親和する技術と地球にやさしいものづくりの追求を通して、世界の人々や社会の繁栄に貢献します。

— 行動指針 —

NECトーキンは自然環境との親和を経営の最優先課題として、一人ひとりが人と地球と未来への思いやりを優先して行動します

1. 製品の開発・設計段階で環境・安全に配慮し、省資源・省エネルギー及び有害物質を含まない製品を提供します。
2. 資材調達・生産・販売・物流・使用・廃棄などの段階で環境技術の開発・向上に努め、環境にやさしい資材・工法の積極的な活用を図ります
3. 環境側面に係る法規制順守はもとより、その他の要求事項も考慮したレベルの高い自主基準を設定し、環境保全の向上に努めます。
4. NECトーキンググリーンプログラムを策定し、環境負荷の低減汚染の防止などに関する目的・目標を設定するとともに、監査の実施や活動のレビューにより環境経営の継続的な改善を図ります。
5. 全従業員の環境意識をより高め、全員参加で取り組みます。
6. 環境保全活動に関する情報は積極的に開示するよう努めます。

図2 環境憲章

いう発生源管理への移行を必要としていた。

そこで、発生源管理（＝ムダの見える化）の手法としての理論的な解析手法にMFCAがあることを知り、社内の廃棄物削減に関する委員会（各事業所委員による構成）において適用・検討した。

また2007年には、経済産業省東北経済産業局が東北地域におけるMFCA普及促進を目的として実施した「平成19年度環境経営・ビジネス促進調査事業」の募集があり、そこへ応募・参加し当社の工程を対象にしてMFCAを適用した。

2 MFCA 適用工程

2.1 MFCA 適用工程の選定

今回MFCAを適用した工程は、セラミック

ス製造の粉末工程（以下、セラミックス粉末工程）である。

セラミックス粉末工程から排出される産業廃棄物は、当該工程が設置されている事業所の産業廃棄物の約30%を占めている。そこでMFCAの適用は、産業廃棄物削減を目的に、セラミックス粉末工程を適用工程として選定した。

セラミックスの製造工程は、「粉末」「プレス」「焼結」「切削加工」に大きく分けられる。この中でセラミックス粉末工程は、多品種少量生産の工程であるため、品種切替え作業が頻繁に行われる。このため生産品種切り替え時のロスを産業廃棄物として排出する。そこに、産業廃棄物削減、資源有効利用に改善の余地があると推測した。

2.2 セラミックス粉末工程概要

セラミックス粉末工程の流れは、図3のようになっている。

セラミックス粉末工程は、原料秤量から水分調整までである。この中で、混合と乾燥、解砕と造粒は配管で連結されている。

秤量された主材料が混合工程に投入され、それぞれの工程で適宜、材料の混合・加熱・粉碎等が行われる。また、混合工程以降の工程では副材料、補助材料が投入される。

セラミックス粉末工程は、配管への残留等によるロスがある。このロスは生産品種を切り替える際に製品品質を維持するため、それぞれの設備、配管等を洗浄し、残留した材料を回収・除去することにより生じる。洗浄には大量の水を使用し、その水とともに残留していた材料を流し、社内の設備において排水と汚泥に分離処理される。分離された汚泥は産業廃棄物として処分される。

2.3 物量センターの設定

MFCAの適用を行うにあたって、MFCAの計算上の工程単位である物量センターを「混合・乾燥」「予焼」「解砕・造粒」「調整」と四つ設定した(図4)。

物量センターは工程間が配管等で連結され、

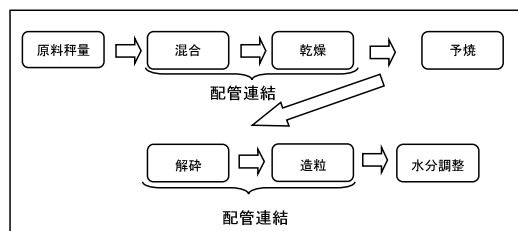


図3 セラミックス粉末工程の流れ

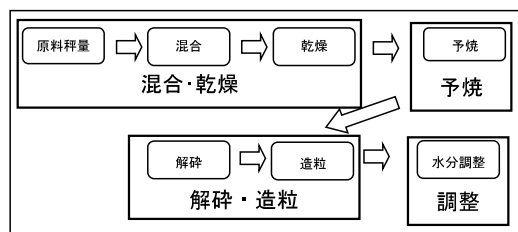


図4 物量センターの設定

工程ごとに重量計量ができないところがあるため、計量可能な工程を区切りとしてまとめた。

例えば、原料秤量・混合工程・乾燥工程の間では、原料秤量で計量された主材料が混合工程に投入されると、そのアウトプットは配管を通して乾燥工程に投入される。そのため、混合工程の直後ではアウトプットの重量、また、乾燥工程へのインプットの重量が計量できない。そこで、原料秤量・混合工程・乾燥工程間を一つの物量センターとした。同様の理由から解砕工程・造粒工程間を一つの物量センターとした。

工程間が配管で連結されているところでは工程外へのロスはないため、製造の工程上では別工程であっても、物量センターとしては一つにまとめられると考えた。

3 MFCAの計算

3.1 計算対象

セラミックス粉末工程の確認・検討の結果、以下の材料をMFCAの計算の対象とし、物量データとしてそれぞれのデータを収集した。

- ・主材料：主成分となる金属酸化物
- ・副材料：途中工程で投入される結合剤、潤滑剤
- ・補助材料：製品に付加されない分散剤、消泡剤、洗浄水

3.2 データ収集

(1) データ収集単位

一つのロットの生産期間が数日にわたるため、物量データの収集はロット単位で行った。

また、システムコスト、エネルギーコストは、1か月の経費から日数分按分した。

(2) データ収集

物量データは、日頃から工程管理表に製造履歴として集計管理していたデータを使用した。今回のMFCAの適用にあたり、新たに収集したデータはない。

(3) データと計算ツールのリンク

MFCAの計算には、MFCA簡易計算ツール*1(以下、MFCA計算ツール)を使用した。

*1 MFCA簡易計算ツール(Excelファイル):日本能率協会コンサルティング作成

このMFCA 計算ツール上に工程管理表（製造履歴）と同様のフォーマットを作成した。さらに、作成した工程管理表フォーマットとMFCA 計算ツールのデータ入力フォーマット間にリンクを結んだ。

工程管理表と同様のフォーマットを作成したことにより、使い慣れた工程管理表へ記入するような感覚でデータ入力スムーズに行われた。また、工程管理表フォーマットとMFCA 計算ツール間にデータをリンクさせることにより、MFCA の計算が即座に行なわれた。

今後、セラミックス粉末工程においてMFCA 計算の継続や品種別の計算を行う際に有効である。また、MFCA 計算ツールはEXCEL ファイルであるため、汎用性が広く今後も実用に則した改善を行うことができる。

3.3 MFCA 計算結果

MFCA 計算結果を物量センターごとのコストとして一つのシートにまとめたもの(仮想値)を図5に示す。

この結果より、次工程に引き継がれなかった負の製品コストがわかり、今回の計算では「解砕・造粒」「混合・乾燥」「予焼」「調整」の順に多いことがわかる。

この中で「解砕・造粒」「混合・乾燥」において、それら負の製品コストがそれぞれの物量センターに投入されたコスト中で占める割合(負の製品コスト/工程毎の投入コスト計)は、「解砕・造粒」が約11%、「混合・乾燥」が約5%となる。

図6にMFCA 計算で得られた結果をコスト比率としてまとめたグラフ(仮想値)を示す。投入コスト、正の製品コスト、負の製品コストそれぞれのマテリアルコスト、システムコスト、エネルギーコストと、それらが各コストの中で占める割合を示す。

投入コストに対して、正の製品コストが約87%、負の製品コストが12%、廃棄物の費用が約1%という割合となる。投入コストのうち約12%がロスになっていることがわかる。

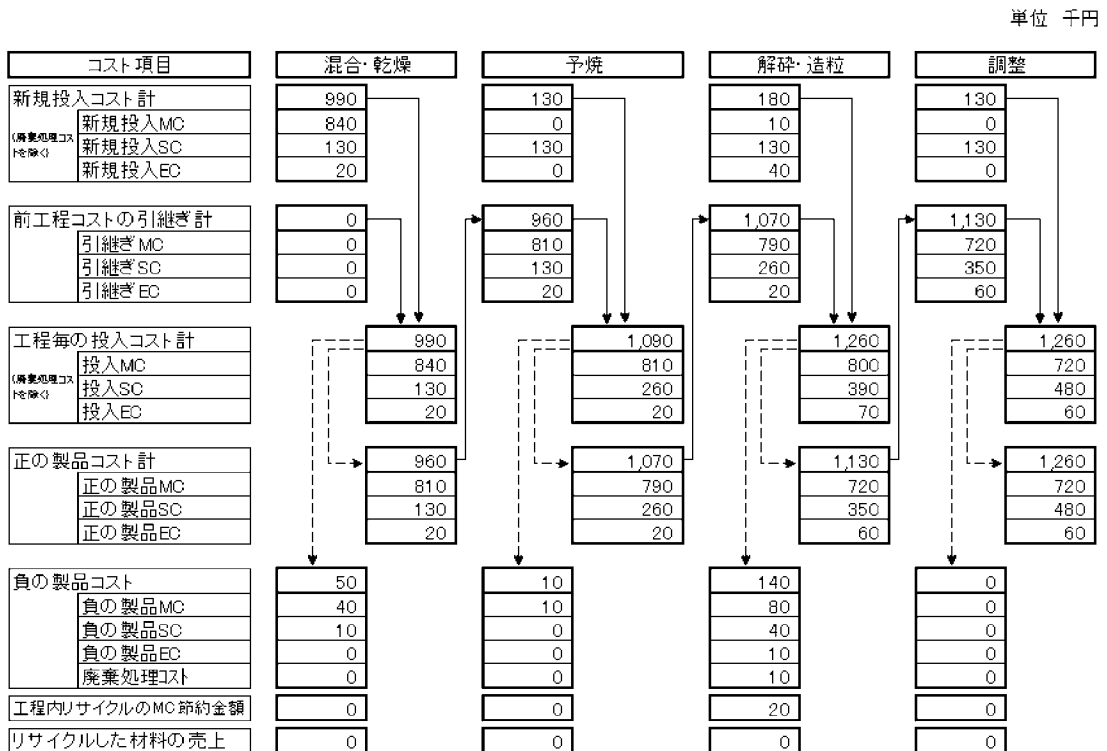


図5 MFCA 計算結果 (データ付フローチャート) (仮想値)

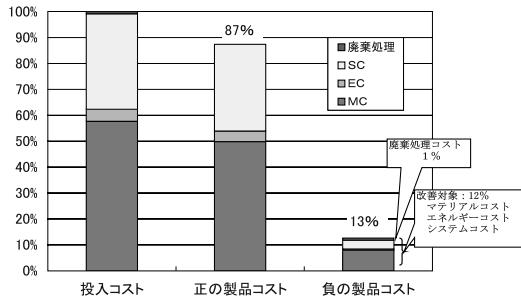


図6 コスト比率グラフ (仮想値)

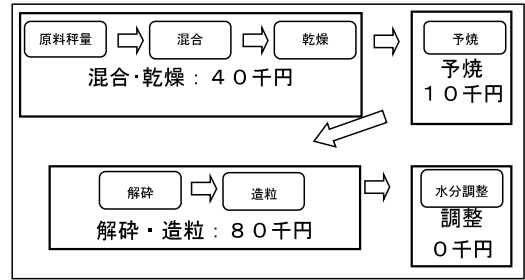


図7 物量センターごとの負の製品に占めるマテリアルコスト (仮想値)

また、そのロスを廃棄するために、投入コストの1%が使われている。ゆえに、負の製品のマテリアルコストを改善することで、廃棄処理コストの改善が見込まれる。

4 改善案検討

4.1 ロスの考察

改善案を検討する前に、MFCAの計算結果より得られた物量センターごとに負の製品コストに占めるマテリアルコスト (仮想値) の額を明らかにした (図7)。それによって下記のことになった。

「混合・乾燥」「解砕・造粒」における負の製品のマテリアルコストが多い。

また、「予焼」のロスは化学反応に伴う重量変化によるロスであるが、これは製品の製造に伴う必要な化学反応によるものであるため、改善の対象とはしない。

「混合・乾燥」「解砕・造粒」における負の製品の多くはロット切替えの際に設備や配管等に残留していたものである。これらは洗浄により洗浄水とともに廃棄される。

これまで、設備や配管等への残留を少なくすることに取り組んできたが、今回の検討により、さらに改善の余地があることがわかった。

4.2 改善案検討結果

それぞれの工程ごとに負の製品重量に対して改善策を挙げ、それに伴う効果 (重量) を具体的に見積もった。さらに、改善策の可能性と妥当性を投資額、効果 (重量) から概算した効果額を比較検討した。その検討結果を表1 (仮想値) に示す。

表1 改善案検討結果 (仮想値)

物量センター	負の製品		項目	投資金額 (千円)	効果 (Kg/ロット)	効果金額 (千円/ロット)
	重量 (kg)	コスト (千円)				
1 混合・乾燥	1**	40	乾燥入口改造	****	**	**
			乾燥出口改造	****	**	***
			配管改造	****	**	**
2 予焼	**	10	改善余地なし			
3 解砕・造粒	2**	80	洗浄方法見直し	有効手段なし		
			洗浄タンク設置	****	**	**
			粉じん回収	*	**	**
			分離回収	*	**	**
			フィルター回収	*	**	実施不可
汚泥脱水	****	**	**			
4 調整	0	0	改善の必要なし			

「混合・乾燥」における改善案の「配管改造」は、今回の検討により、投資金額とそれによる効果額が明らかになり、短期間で投資回収が可能であることから着手を決定した。

また「解砕・造粒」における改善案の「粉じん回収」は、従来から行っている施策であるが、今回MFCAにより改めて計算することでその効果が明らかになり、その効果の大きさを再認識した。

さらに「解砕・造粒」において新たな改善策として考えられた「分離回収」は、検討の最中に効果があることがわかった。さらに、この改善策にかかる費用がわずかであることから、直ちに着手した。

5 改善案実施

5.1 改善案の実施

今回 MFCA 導入が検討された改善案 9 項目の中で投資回収・着手容易性等により実施したものは表 2 の通りである。

実施済みである「分離回収」「粉じん回収」においては、予想した効果が得られた。

これらの実施改善案をすべて実施後、セラミックス粉末工程において、その改善の効果を MFCA により再度確認する。

5.2 成果と今後の取り組み方針

今回の検討において以下のような成果が得られた。また、成果をもとに今後の取り組み方針を定めた。

(1) 成果

- ・従来から行ってきた施策の効果を確認し、また、新たな改善策の効果を実施に先立ち予測できた。
- ・工程のロスが「見える化」でき、そのロスに対する改善策の効果を見積りができるため、改善の優先順位を明らかにすることができた。
- ・MFCA 計算ツール上に工程管理表と同様のフォーマットを作成しデータをリンクしたことにより、MFCA の計算を容易にかつ速やかに行うことができた。

表 2 実施改善案

工程	改善項目	備考
1	造粒	分離回収
2	乾燥	配管改造
3	造粒	粉じん回収

- ・ロスを金額で示されることによって改善効果が明らかになり、作業者の意識が向上するという無形の効果があった。

(2) 今後の取り組み方針

MFCA は廃棄物削減・省資源に有効な手法と判断し、社内への展開を計る。

(3) 適用工程の感想

MFCA を適用したセラミックス粉末工程の管理者や作業者の感想を記し、本稿の結びとする。

「MFCA は工程の『もったいない』ところを知る手法だった。工程にロスがあることはわかっていたが、その大きさはわかっていなかった。MFCA によって検討することで、ロスの大きさを認識することができた」

参考文献

- 1) ㈱日本能率協会コンサルティング：東北地域におけるマテリアルフローコスト会計の普及と金融支援のあり方に関する調査事業報告書，平成 19 年度環境経営・ビジネス促進調査事業
- 2) 中島道靖，國部克彦：マテリアルフローコスト会計（2002），日本経済新聞社
- 3) 國部克彦編著：実践マテリアルフローコスト会計（2008），産業環境管理協会

