

## 第4章 マテリアルフローコスト会計

### 4.1 マテリアルフローコスト会計とは - 概括 -

マテリアルフローコスト会計とは、簡単に説明すれば、次のとおりである。(詳しくは「平成12年度経済産業省委託 環境ビジネス発展促進等調査研究(環境会計)報告書(社)産業環境管理協会」参照)

投入された原材料(主原料・補助原料に区別なくすべて、マテリアルと総称する)を物量で把握し、マテリアルが企業内若しくは製造プロセス内をどのように移動するかを追跡する。その測定対象として、最終製品(良品)を構成するマテリアルではなく良品を構成しないロス(無駄)分に注目し、ロスを発生場所別に投入された材料名と物量で記録し、価値評価しようとする手法である。そして、このロス分をマテリアルロスと呼び、マテリアルロスを削減することで、環境負荷を低減しかつコストの削減を同時に達成することが目的である。

マテリアルフローコスト会計におけるコスト要素は、「マテリアルコスト」・「システムコスト」・「配送/処理コスト」の3要素である。製造プロセスをマテリアルフローコスト会計の対象域とする場合、製造原価をこの3つに分類する。

マテリアルコストが最も重要なコストで、製造工程に投入される原材料すべてを指し、原材料ごとにその投入始点から終点までその原材料として物量的に追跡する。そして、その物量に単価を乗じて、投入原材料ごとにマテリアルコストが場所別に算定される。

物量を追跡すると、物質の良品への流れとマテリアルロスへの流れがあることが明らかとなる。マテリアルフローコスト会計はこのマテリアルロスを明らかにすることが目的であり、このマテリアルロスを次のような手続きで算出する。

環境管理会計でよく知られるマスバランスを援用する。マスバランスとは、一般に企業内に外部からインプットされた物質を物質名と物量で把握・表記し、他方それに対して企業から外部へアウトプットされた物質と物量を把握・表記する対照表であり、企業を中心に据えた物質収支の一覧表である。このマスバランスは、物理学上の質量保存の法則に基づいており、投入された物質は質量的には消滅せずに、企業内にストックされるか企業外に排出されるかのいずれかとなる。

このようなマスバランスを企業内プロセスに導入し、物質のフローとストックを把握・記録するとともに価値評価する。したがって、マスバランスをとるために企業内プロセスに測定点を設定する必要がある。例えば1つの製造工程をマスバランスの測定点として設定する。マテリアルフローコスト会計ではこの測定点を物量センターと呼び、その物量センターへのインプット・アウトプット・ストック(期首・期末の在庫若しくは仕掛)を各材料別に物量で把握・記録する。そして、次のような考え方でマテリアルロスを測定する。

(投入されたマテリアル+期首在庫) - (良品を構成するマテリアル+期末在庫)  
= 差額 (マテリアルロス)

このように物量センターごとにインプット/アウトプット・ストック/マテリアルロスが材料別に物量で把握され、それぞれ単価を乗じて価値評価される。

このように企業内プロセス全体に展開し、物量センターごとに物量とコストのデータを測定・記録し、更にデータ全体の整合性を取る。その具体的成果が次の 4.2 節「2000 年度の調査・活動の概要」にある日東電工の事例である。

ところで、システムコストとは、製造原価からマテリアルコストと廃棄物の配送/処理コストを差し引いたもので、主に減価償却費や労務費などの加工費を指す。システムコストも物量センターごとに把握・記録される。マテリアルフローコスト会計ではこのシステムコストを良品とマテリアルロスに、原則としてはマテリアルの物量比で按分する。このことによってマテリアルロスの製造費用を明示化しようとしている。

最後に配送/処理コストは、一般的に廃棄物に関わる配送費と廃棄物処理コストである。ただ、マテリアルフローコスト会計の対象範囲を企業全体若しくはサプライチェーンに拡張するとすれば、配送費は一般的な物流費も含めて考える必要がある。

また、電力や燃料などのエネルギーに関する費用もマテリアルコストに含まれるが、本プロジェクトでは単独に把握・表記することとした。

マテリアルフローコスト会計のコスト表記方法が特徴的であるので説明する。このようにマテリアルフローコスト会計で物質のフローとストックが把握され価値評価されるが、一般的な原価計算のような製品付加価値計算を目的としていない。コストデータは合算されてマテリアルロスの全体コストを示すことに目的はなく、マテリアルロスの原材料別構成とその構成原材料ごとのコストテーブルを提供することに第一義的な目的がある。

## 4.2 2000 年度の調査・活動の概要

検討は、まずドイツの IMU (Institut für Management und Umwelt, アウグスブルグ) によって開発・導入されている環境マネジメント手法であるマテリアルフローコスト会計を実際に IMU に赴き、その考え方と具体的導入方法を理解することから始まった。そして、その理解を基にマテリアルフローコスト会計を日本企業に試験的に導入し、マテリアルフローコスト会計の具体的手続きを理解し、環境マネジメントとしての有効性を検証することを目的とした。

ところで、マテリアルフローコスト会計の原則的な考え方と方法は明確で、ドイツにおいて導入例が積み重ねられている。しかし、環境マネジメント手法としての理論体系化と実務に適合する環境ビジネス手法としては未完成でありまだ発展段階にある。したがって、IMU のマテリアルフローコスト会計を基礎としながら、マテリアルフローコスト会計が試

行錯誤的に導入実験された。

具体的には日東電工株式会社（以下、日東電工という）の協力を得、豊橋事業所のエレクトロニクス用粘着テープという1製品群1製造ライン、1ヶ月（2000年11月）を対象として、導入実験した。

また2000年度に実行したマテリアルフローコスト会計は、マテリアルコスト（資材・原材料費等）、システムコスト（人件費、減価償却費等）、配送・処理コストの3要素から構成されているが、初めての導入実験ということから導入の範囲としては、マテリアルフローコスト会計の全面的な導入を試みるのではなく、マテリアルコストに限定して導入することとした。なお、システムコストと配送・処理コストは対象とせず、エネルギーコストも一部考慮するにとどめ、2001年度の課題とした。

日東電工におけるマテリアルフローコスト会計導入実験の結果、マテリアルフローコスト会計が企業にとって有効な環境マネジメント手法になり得ることが分かった。

特に重要なことは、マテリアルフローコスト会計は、マテリアル・フロー及びシステム・フローを始点から終点まで追求し、廃棄物を「**第2の製品**」＝「**負の製品**」と考えていることである。従来は原価計算上、製品にその価値を付加した材料（廃棄物）はコスト的に認識されず、最終的な廃棄物の処理コストは認識されても、廃棄物を構成する材料のコストは体系的に認識されていない。しかし、マテリアルフローコスト会計においては、廃棄物に含まれる加工費・間接費等（＝システムコスト等）も考慮し、廃棄物を製品と見た場合の原価を計算しようとしている。つまり、従来なら歩留まりとして切り捨てている材料を最後まで追求することにより、材料の物量的インプットとアウトプットの全体像を把握し、トータルロスの認識を可能にするので、企業は製造プロセスの課題を明確にすることができた。

例えば、日東電工の場合、各物量センターが加工工程であり、各工程での材料別の良品とロスを物量と金額で明示化することができ、これまで感覚的にしか分からないことが明確になった。具体的には物量センター「切断」で、全工程間で最も大きいロスが発生していることは目で見ても明らかであったが、その金額が明らかとなり、許容投資額が推定でき、具体的な改善策の検討が可能となった。2001年度はマテリアルフローコスト会計を拡充し、マテリアルフローコスト会計によって発見された改善点を再確認し、次いで実際に改善案を意思決定するというマネジメントプロセスに取り組むこととした。なお、意思決定に関しては、実務上どのように判断されるかということにとどめ、実際に選択・実施することは当然ながら日東電工に委ねることとした。

また、2000年度の実験より、マテリアルフローコスト会計は日東電工のような材料・部材メーカー等には有効な手法であることは認識できたが、その有効性は業種・業態により異なるように思われる。したがって、2001年度は導入企業を増やし、その有効性を多面的に検証することとした。

#### 4.2.1 マテリアルフローコスト会計の測定方法 - 日東電工の事例から -

2001年度からの参加企業3社（田辺製薬株式会社・タキロン株式会社・キヤノン株式会社 以下、それぞれ田辺製薬・タキロン・キヤノンという）は、2000年度の日東電工の事例を参考にマテリアルフローコスト会計の導入を開始した。そして、この日東電工でのマテリアルフローコスト会計の具体的導入、特に物量センターの設定と物量センターでのマスバランスの確立手続きがマテリアルフローコスト会計の具体的作業を理解する上で有用であった。したがって、マテリアルフローコスト会計の具体的な一連の作業に関して、以下に説明する。

マテリアルフローコスト会計の具体的な測定はケースバイケースで企業や業種、製品特性に応じて工夫する必要がある。しかしながら、このプロジェクトでいかにしてマテリアルフローコストを測定したかは導入する上での基礎として十分参考になると考えられる。したがって、マテリアルフローコストの測定をどのようにしたかについて再度、簡単・具体的にまとめることとする。

まず、製品と製造工程を簡単に説明する。対象製品はエレクトロニクス用粘着テープで基材・粘着剤・セパレータの三層構造テープである。製造工程に関して、本節の末にデータ付のフローチャートがある。そのフローチャートにあるように、「溶解」・「バッチ配合」工程で専用粘着剤を作り、「塗工・加温」工程で基材とセパレータで粘着剤を挟むような構造のシートを作り、そのシートを「切断」でテープ上に裁断し、「検品・包装」工程を経て完成品とされる。物量センターとしては上述の工程と、「塗工・加温」と「切断」の間に一時的なストックが生じることから、ここに物量センター「原反（ストック）」を設定し、さらに完成品の物量センター「製品倉庫」を設定している。

なお、2000年度の検討との改訂点は、この物量センター「原反（ストック）」の設定である。マテリアルフローコスト会計の開発者であるIMUのストローベル（Dr.M.Strobel）氏が2001年4月に訪日した際に、日東電工豊橋事業所で2000年度の成果を発表した。その際に日東電工での取り組みは正確にマテリアルフローコスト会計を導入実験しているという高い評価を得た。ただ、「塗工・加温」と「切断」間に、マテリアルのストックを表す物量センターを設定するよう助言を受けた。

それでは、以下に日東電工での各物量センターでのマスバランスの設定方法を説明することとする。

( 1 ) 収集データの概要

**【投入資材】**

・溶解工程

種 類	投入量 (重量)	単 価	金 額
溶 剤	8,400kg	50 円	420,000 円
ポリマー	2,100kg	180 円	378,000 円

・バッチ配合工程

種 類	投入量 (重量)	単 価	金 額
溶 剤	1,042.643kg	50 円	52,132.15 円
モノマー	27.513kg	350 円	9,629.55 円
架橋剤 A	18.32kg	400 円	7,328.00 円
架橋剤 B	10.992kg	350 円	3,847.20 円

・塗工・加温工程

種 類	投入量 (長さ)	単 価 (¥/m)	金 額
基 材	38,850m	30円	1,165,500円
セパレータ	42,160m	30円	1,264,800円

・切断工程

種 類	投入量 (本数)	単 価	金 額
プラスチック製巻芯	912 本	製品規格 (幅) に応じる	541,681.52円

・包装工程

種 類	投 入 量	単 価	金 額
各種包装資材 (詳細は省略)	他種類にわたるため 省 略	他種類にわたるため 省 略	172,900.70円

**【産出数量】**

・溶解工程

種 類	数 量
ポリマー溶解液	1,374.924kg (実測)

・バッチ配合工程

種 類	数 量
粘着剤	後述の溶解・バッチ配合工程の説明を参照のこと

・塗工・加温工程

種 類	数 量
塗工済み原反	38,095m

・切断工程

製 品 規 格	数 量
テープA	379巻
テープB	96巻
テープC	94巻
テープD	48巻
テープE	244巻
テープF	12巻
テープG	39巻
合 計	912巻

【在庫】

・塗工・加温工程

種 類	数 量
期首塗工済み原反	15,840m
期末塗工済み原反	10,355m

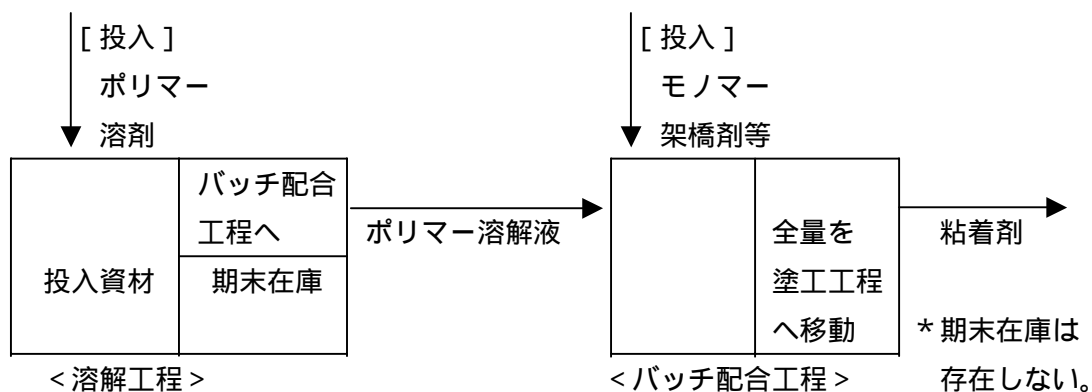
・切断工程

製品規格	期首在庫	期末在庫
テープA	500巻	12巻
テープB	9巻	2巻
テープC	39巻	1巻
テープD	21巻	1巻
テープE	86巻	2巻
テープF	0巻	0巻
テープG	44巻	0巻
合 計	699巻	18巻

(2) マテリアルコストの計算

【溶解・バッチ配合工程】

溶解・バッチ配合工程は、正確にいえば、溶解工程とバッチ配合工程に分けて考えることができる。溶解工程でポリマーと溶剤を投入し、そこでできたポリマー溶解液をバッチ配合工程に送って更に架橋剤などを投入することで、最終的な粘着剤を製造している。



まず溶解工程ではポリマーを溶剤で溶解しているが、これは製品ロットごとに個別に作るのではなく、ある程度まとめて作って貯蔵されている。したがって、この溶解工程におけるインプットとアウトプットのマスマランスを考えるためには、今回のモデル製品だけでなく、このポリマー溶解液で製造されたすべての製品を考慮しなければ意味をなさない。今回はモデル製品に限定して計算するので、溶解工程からは次のバッチ配合に必要な溶解液が無駄なく提供されたと考え、ロスはないものとして扱った。

溶解工程から次のバッチ配合工程に移動したポリマー溶解液は実測で1,374.924Kgなので、これを溶解工程への総投入量(溶剤8,400Kg,ポリマー2,100Kg)の構成比で按分すると、下記のとおり、今回のモデル製品への投入量を算出することができる。

< 溶解工程 >

資材内訳	単位	投入数量	単価	金額
溶 剤	Kg	1,099.9392	50	¥ 54,996.96
ポリマー	Kg	274.9848	180	¥ 49,497.26
合 計	Kg	1,374.924		¥ 104,494.22

次に溶解工程で作られたポリマー溶解液に架橋剤を配合することで粘着剤が出来上がるが、この段階になると数時間で劣化し長期間の貯蔵はできない。そのため、製品ロットごとにバッチ処理で配合している。したがってバッチ配合工程に関しては、今回のモデル製品に対応する部分のみを対象として計算することができる。基本的に貯蔵できないものなので、

期首時点での在庫は存在せず、全量を次の塗工工程に送ると考えるので、期末在庫も存在しない。期間中のフロー量は、バッチ配合された粘着剤の全量であり、それは前の溶解工程からの投入量と、このバッチ配合工程で新たに投入された資材総量の合計となる。バッチ配合工程での新たな投入分は以下のとおりである。なお、次の塗工工程での使い残し分が粘着剤のロスとなる。

<バッチ配合工程>

資材内訳	単位	投入数量	単価	金額
溶 剤	Kg	1,042.643	50	¥ 52,132.15
モノマー	Kg	27.513	350	¥ 9,629.55
架橋剤A	Kg	18.32	400	¥ 7,328.00
架橋剤B	Kg	10.992	350	¥ 3,847.20
合 計	Kg	1099.468		¥ 72,936.90

以上をまとめると、溶解・バッチ配合工程から次の塗工・加温工程に投入される粘着剤の総量及び金額は以下のとおりとなる。

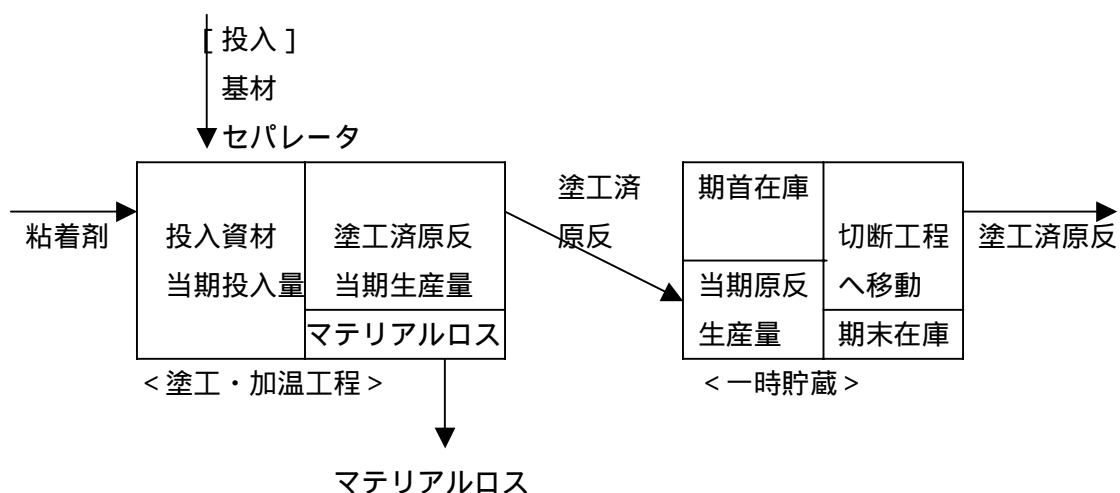
<溶解・バッチ配合工程合計>

工程	単位	投入数量	単価	金額
溶解工程	Kg	1374.924		¥104,494.22
バッチ配合工程	Kg	1099.468		¥ 72,936.90
合計	Kg	2474.392		¥177,431.12

**【塗工・加温工程】**

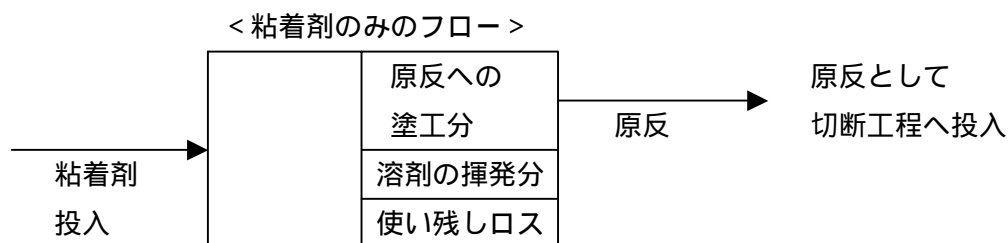
塗工・加温工程では、基材及びセパレータを新たに投入し、前の工程から投入された粘着剤を塗布して原反を製造する。塗工と加温は一連のプロセスであり、分けて把握することはできない。この工程では、期首と期末に資材や原材料の形で在庫はなく、仕掛品も存在しない。しかし投入資材のすべてが中間製品となるわけではなく、一定のロスが発生している。したがってマテリアルフローを中間製品とロスに配分計算する必要がある。

なお期首及び期末に塗工済み原反の在庫が存在するが、これは正確に言えば当工程からのアウトプット後のものであり、次の切断工程に送る前の一時貯蔵である。したがって対象期間中の原反の生産量は、データの項で記したとおり38,095mであるが、これがそのまま切断工程に送られるわけではなく、期首と期末の在庫を加減した差額が次の切断工程に送られていると考えることができる。



上に述べたとおり、この工程ではロスが発生しているが、その内容は、粘着剤の使い残り部分と、塗工の始点及び終点における基材とセパレータのロスの2つに分けられる。

まず粘着剤に関しては、製品ロットごとにバッチ配合され、貯蔵できないものなので、使い残り部分がロスとなる。また加温工程で加温することにより粘着剤に含まれていた溶剤はすべて揮発する。したがって、投入された粘着剤を、使い残しのロス、揮発した溶剤、原反に塗布された粘着剤の3つに分割することが必要になる。



この粘着剤のマテリアルフローを計算する方法は2つ考えられる。第1の方法は、製品1㎡あたりに塗布されている粘着剤の量（マスバランス）を使って、塗布されている粘着剤総量を算出し、差額で使い残しの粘着剤と揮発した溶剤を計算する方法である。第2の方法は、逆に使い残しの粘着剤総量を実測する方法である。第1の方法に関しては、同製品の品質規格から1㎡あたりの粘着剤量（g）の理論値を求めることができるが、これには一定の許容範囲があり、上限と下限が存在する。また今回特に、一部のサンプルを採って実際に実測も行った。その結果は、当然のことながら理論値における許容幅の範囲内であったが、これが今回生産された製品の平均値であるとは限らない。基本的には、サンプリングを何回か行うなどして平均値に近いと思われる数値を得て計算するのが通常と考えられるが、ここでは多少の誤差は避けられないことが分かる。

今回に関しては、使い残しの粘着剤に関する実測値があったので、第2の方法によることとした。モデル製品における使い残り粘着剤は186.272kgであった。【投入資材】で算出し

た溶解・バッチ配合工程からの粘着剤総投入量から、使い残しの実測値を差し引き、金額を按分すると次のようになる。ここでは、使い残し分と塗布分の成分比は均一と考えられるので、金額は単純に重量比で按分する。

<粘着剤の原反及び使い残し分へのフロー>

	投入量	使い残し分(実測)	差額(塗布された粘着剤)
数量(重量)	2,474.392kg	186.272kg	2,288.12kg
金額(按分計算)	¥ 177,431.12	¥ 13,357.00	¥164,074.12

次にいったん製品に塗布された粘着剤のうち、揮発した溶剤部分を区分しなければならない。そのため既に計算した成分割合を使って粘着剤中の溶剤含有割合を計算すると次のようになる。

<粘着剤における溶剤の含有割合>

	総量	溶剤	溶剤以外
バッチ配合重量	2,474.392kg	2,142.5822kg	331.8098kg
含有割合	1	0.865902492	0.134097508

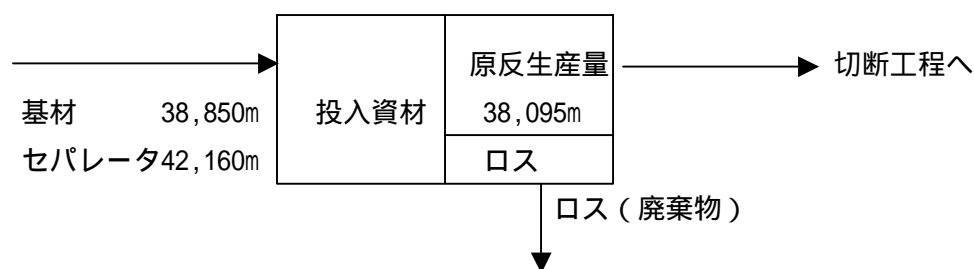
溶剤は完全に揮発したと考え、溶剤以外の粘着剤成分はすべて基材に残っていると考えれば、上記の含有割合を使って、いったん塗布された粘着剤のうち揮発した溶剤分とそれ以外を次のように分けることができる。なおこの場合には、成分によって単価が異なるので、まず溶剤の単価50.00円を掛けて溶剤部分の金額を算出し、合計金額から差し引くことにより溶剤以外(原反に塗布された粘着剤)の金額を計算する。

<粘着剤中の溶剤揮発分と原反残留分のフロー>

	製品への総塗布量	溶剤	溶剤以外
含有割合	1	0.865902492	0.134097508
製品への塗布量	2,288.12kg	1,981.29kg	306.83kg
金額換算	¥ 164,074.12	¥ 99,064.5	¥ 65,009.62

次にこの工程で新たに投入された基材及びセパレータに関しては、塗工工程で粘着剤を塗布し始めてから安定するまでに若干の時間があり、長さ方向でのロスが生じる。先にデータ収集の項で示したとおり、この工程での原反の産出量は38,095mなので、基材及びセパレータの投入量との差額でロスを計算することができる。

< 基材・セパレータのフロー >



まず基材の投入量を原反とロスのフローに配分すると次のようになる。

< 基材の原反及びロスへのフロー >

	投入量	原反生産量	差額(ロス)
数量(長さ)	38,850m	38,095m	755m
金額(¥30/m)	¥ 1,165,500	¥ 1,142,850	¥ 22,650

セパレータについても同様に、投入量を原反とロスのフローに配分すると次のとおりである。

< セパレータの原反及びロスへのフロー >

	投入量	原反生産量	差額(ロス)
セパレータ(長さ)	42,160m	38,095m	4,065m
金額(¥30/m)	¥ 1,264,800	¥ 1,142,850	¥ 121,950

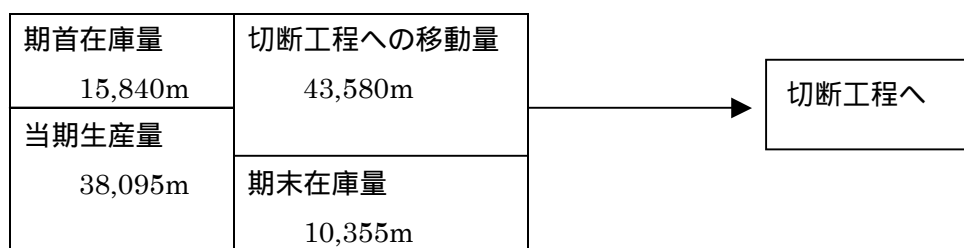
以上の結果を、中間製品へのマテリアルフローに絞ってまとめると、塗工・加温工程で当期に生産された原反へのマテリアルフロー及びそのコストは以下のとおりである。

< 当期に生産された原反へのマテリアルフロー >

マテリアル	数量	金額
基材	38,095m	1,142,850円
セパレータ	38,095m	1,142,850円
粘着剤	306.83kg	65,009.62円

以上で塗工・加温工程における当期の原反生産のマテリアルフローが明らかになったが、先に述べたとおり、期首及び期末に塗工済み原反の在庫がある。そこで次の切断工程に送られた原反のマテリアルコストを計算しておく必要がある。データ収集の項で示したように、期首の原反在庫は15,840m、期末在庫は10,355mであるので、下図のような差し引き計

算によって、切断工程への移動量は43,580mであると計算できる。



\* 切断工程への移動量 = 期首在庫量 + 当期生産量 - 期末在庫量  
 = 15,840 + 38,095 - 10,355  
 = 43,580

なお、期首・期末の在庫に含まれる専用粘着剤・基材・セパレータを算出すると以下のようになる。この結果を「原反(ストック)」という物量センターを物量センター「塗工+加温」と「切断」間に設定し、表記している。ただ、これはあくまで一時的なストック分であり、特別な倉庫があるのではない。しかし、マテリアルフローコスト会計上はストックを表す物量センターを設定することで、物量センター間の整合性を取ることができ、全体の整合性と信頼性を確立することとなる。

	期首在庫	期末在庫
専用粘着剤	¥ 27,032	¥ 17,671
基材	¥ 475,200	¥ 310,650
セパレータ	¥ 475,200	¥ 310,650

なお当期生産分と期首在庫とで原反のマスバランス及びマテリアルの単価に変化がないと仮定すれば、先に計算した当期生産分の原反のマテリアルフローを基準に、(43,580 / 38,095) 倍することで、切断工程への原反のマテリアルフローを次のように計算することができる。

<切断工程に投入される原反のマテリアルフロー>

マテリアル	数量	金額
基材	43,580m	1,307,400円
セパレータ	43,580m	1,307,400円
粘着剤	351.01kg	74,370.26円

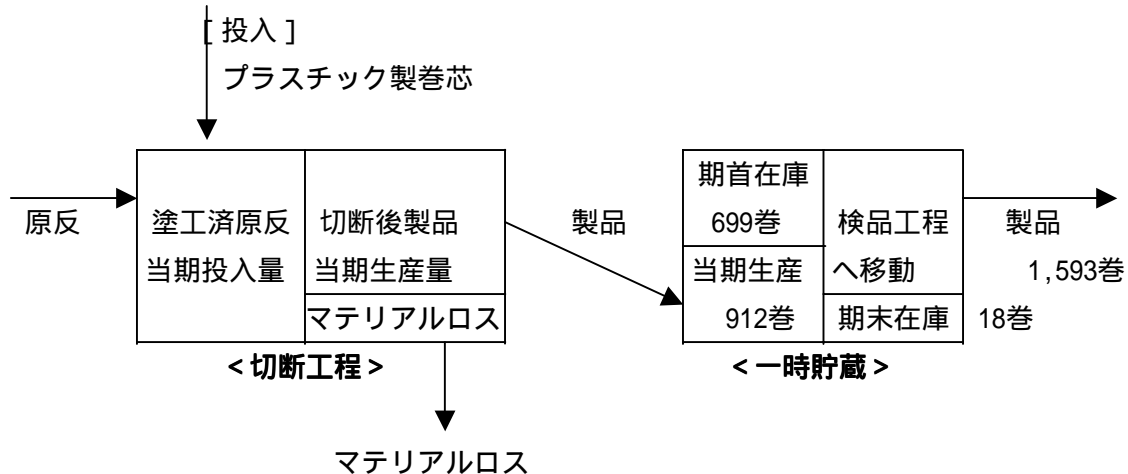
例えば切断工程に投入される原反に含まれる粘着剤の量及び金額については、当期生産量と均一と仮定すれば以下の式によって求めることができる。

$$\text{粘着剤量} = 306.83\text{kg} \times \frac{43,580\text{m}}{38,095\text{m}} = 351.01\text{kg} (\text{¥ } 74,370.26)$$

### 【切断工程】

切断工程では、前工程から投入された塗工済原反を製品規格の幅と長さに合わせて切断し、製品としてのテープを完成させる。その際、原反の幅と製品幅の関係で幅方向のロスが生じる。また先に述べたとおり、この工程ではプラスチック製巻芯に巻き取りながら切断し、その際にセンサーで不良品をチェックしている。したがってこの工程では不良品としてのロスも生じる。なおこの工程では新たにプラスチック製巻芯が資材として投入されるが、これは製品幅で、製品個数分だけ供給されており、ロスは生じない。この工程では投入されたものはすべて切断されるので、仕掛品としての在庫は存在しない。

なお期首及び期末に製品在庫が存在するが、これは当工程からのアウトプット後のもので、次の検品・包装工程に送る前の一時貯蔵である。データ収集の項で示したとおり、対象期間中の切断後の製品は合計で912巻、期首在庫は699巻、期末在庫は18巻であった。これらは、規格の異なる複数種類の製品であるので、マテリアルフローを計算する場合は注意が必要だが、単純に個数だけで数えれば、次の検品・包装工程に投入されたのは差額の1,593巻ということになる。



上に述べたとおり、切断工程でのアウトプットとなる切断後の製品は合計で912巻であり、これとこの工程に当初投入された原反との差額としてマテリアルロスを計算することができる。ただし912巻という数字は、複数の規格の異なる製品の合計個数なので、単純に合計で計算することはできない。そこで原反及び製品を面積に換算して計算することとする。まず投入原反に関しては、基材の幅が570m、セパレータの幅が650mなので次のように計算できる。

<投入原反の基材・セパレータの面積>

	数量(長さ)	幅	面積
基材	43,580m	570m	24,840.6㎡
セパレータ	43,580m	650m	29,327.0㎡

また製品に関しては、製品規格ごとにテープの幅が異なるので、幅×長さ×個数で計算することにより、次のように当期生産量を面積に換算する。計算の結果、切断工程で生産した製品の総面積は17,541.5㎡である。

<生産された製品の面積への換算>

製品規格	生産数量	面積
テープA	379巻	9,131㎡
テープB	96巻	1,728㎡
テープC	94巻	1,551㎡
テープD	48巻	840㎡
テープE	244巻	3,660㎡
テープF	12巻	144㎡
テープG	39巻	487.5㎡
合計	912巻	17,541.5㎡

以上の、切断工程への投入量と生産量の面積の関係から、切断工程でのマテリアルフローとロスを経緯で計算すると次の図のようになる。

<切断工程のマテリアルフロー>

投入量		生産量	
基材	24,840.6㎡	製品	17,541.5㎡
セパレータ	28,327㎡	ロス	
		基材	7,299.1㎡
		セパレータ	10,785.5㎡

次にこの関係を基にして、基材、セパレータ、粘着剤のそれぞれについてマテリアルコストを計算すると以下のとおりである。

<切断工程における基材のマテリアルコスト>

	投入量	製品	差額(ロス)
面積	24,840.6㎡	17,541.5㎡	7,299.1㎡
金額	¥ 1,307,400	¥ 923,236.82	¥ 384,163.18

< 切断工程におけるセパレータの材料コスト >

	投入量	製品	差額（ロス）
面積	28,327㎡	17,541.5㎡	10,785.5㎡
金額	¥ 1,307,400	¥ 809,607.68	¥ 497,792.32

< 切断工程における粘着剤の材料コスト >

	投入量	製品	差額（ロス）
基材面積	24,840.6㎡	17,541.5㎡	7,299.1㎡
粘着剤量	351.01kg	247.87kg	103.14kg
金額	¥ 74,370.26	¥ 52,517.47	¥ 21,852.79

以上で切断工程における材料フローの計算が終わった。なお先に述べたとおり、切断工程でも期首及び期末に在庫が存在するが、これは切断後のテープの形状での在庫であり、いずれも切断工程のアウトプット後に関わるものである。これらの在庫は単に検品待ちのものであり、ロスには関係しない。この計算はここでは省略する。

**【検品・包装工程】**

検品工程では先に述べたとおり、今回のモデル製品では不良品は存在しなかった。したがってこの工程でのロスはゼロである。また包装工程におけるロスもない。したがってこの工程では投入資材がそのまま製品原価に付加されるだけである。包装資材の種類は実際にはかなり多いが、ここでは合計金額のみを記し内訳は省略する。

包装資材合計金額	¥172,900.70
----------	-------------

**【投入エネルギー】（参考）**

今回、塗工機及び切断機に関わる燃料費と動力費のみ、使用時間を基準に按分して試算した。以下にその結果を示す。なお計算過程は省略する。

	動力費	燃料費
塗工機	¥27,619.2	¥44,496
切断機	¥ 5,364.9	¥0

**【計算結果のまとめと検討】**

2000年度の計算結果とその一部改訂をし、材料フローモデルの上で金額を示したのが、次のフローチャート（図4-1）である。なお、2001年度のフローチャートは他社と様式を統一するために変更したが、ここで示すフローチャートは2000年度のフローチャートの形式を生かした。

日東電工モデル部署のマテリアルフローチャート（計算結果のまとめ）

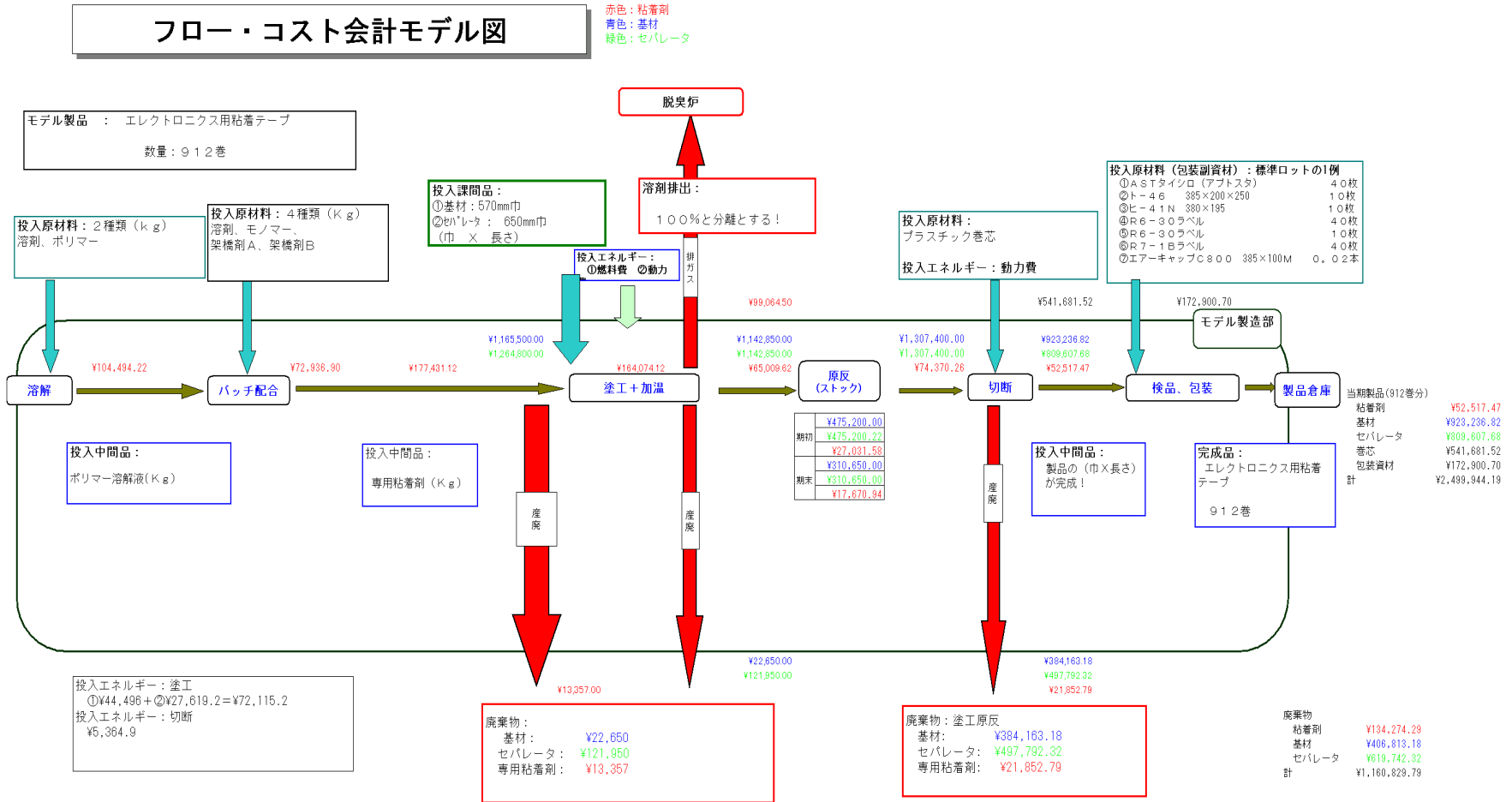


図 4-1 日東電工モデル部署のマテリアルフローチャート（2000年度計算結果のまとめ）

#### 4.3 2001年度の調査・活動の概要

2000年度の日東電工におけるマテリアルフローコスト会計導入成果を踏まえて、まず、日東電工の同じモデル製造部門でマテリアルフローコスト会計対象期間を1ヶ月から5ヶ月に延長し、継続的な導入試験を行うこととした。また、マテリアルフローコスト会計の原価範囲もマテリアルコストだけでなく、システムコスト・配送/処理コストを含むフルフローコストを対象とすることとした。なお、マテリアルフローコスト会計の3つの原価要素すべてを総称して「フルフローコスト」とした。

なお、1製品群1製造ラインを対象とすることから、対象となる製造ラインへのマテリアルの投入始点から製造完了品までをマテリアルフローコスト会計の対象とした。したがって、配送/処理コストは、廃棄物処理に関わる配送コストと廃棄物処理自体に掛かるコストとしている。例えば、マテリアルフローコスト会計の対象を企業全体又は流通システムまで含めるとすれば、一般的な配送コストも含めて検討する必要がある。

ところで、日東電工における2000年度のマテリアルフローコスト会計の結果から、幾つかのプロセス改善点が発見された。よって、この改善点が一時的な現象ではなく一般化できるかどうかを5ヶ月のデータによって確かめ、マテリアルフローコスト会計による環境改善マネジメント活動の具体的実施を試みることにした。具体的には製造プロセスや原材料の再検討、更には投資を伴う意思決定が必要となることから、基本的には理論的・仮想的手続きの構築を目指すことにした。

また、今回の参加企業の協力により、改善活動が可能な限り具体的に試みることができた。これは参加企業の多大な協力とマテリアルフローコスト会計への期待の現れであり、本検討への理解と参加企業の環境マネジメント先進企業としての前向きな態度と評価できる。

したがって本検討の成功は参加企業の協力によることが大きい。しかし、マテリアルフローコスト会計が企業実務上有効な手法であるか、又はなり得るのかを検証することが目的であり、この点に関してすべての参加企業から有効な環境マネジメント手法であるという答を得たことは何よりも大きな成果である。また、具体的意思決定が試みられたことから、マテリアルフローコスト会計の企業への具体的有効性が発揮されたと考えることができる。この点に関しては各企業のケースで説明している。

ところで、2001年度は日東電工でのケースを拡張・精緻化するとともに、さらに企業の導入事例を増やすことにした。1社だけではマテリアルフローコスト会計を実務的に理解し、具体的な環境マネジメント手法として体系化するには不十分である。またマテリアルフローコスト会計の基本的部分と業種などの企業特性によって変化を要する部分がどの部分であるかを明らかにし、有用な環境マネジメント手法を提供するために更なる企業導入事例が必要である。

その結果、田辺製薬・タキロン・キヤノンの3社が2001年度から参加することとなった。

2001 年度の 4 社共通の導入プロジェクト事項は、以下のとおりである。

マテリアルコスト・システムコスト・配送 / 処理コストのフルフローコストを対象とする。なお、理論的にはマテリアルコストには電力や燃料などのエネルギーコストが含まれる。ただし、本プロジェクトでは電力・燃料・水などの消費量とコストを物量センターごとに把握し、マテリアルに含めずに単独に表示することとした。

システムコストの配賦計算は、ABC (Activity - Based Costing : 活動基準原価計算) を前提とし、配賦基準を必要可能な限り活動基準で配賦することとする。また、物量センターでの良品とマテリアルロスへのシステムコストの配賦は重量比を原則とする。マテリアルフローコスト会計の対象は、1 製品群 1 製造ラインとする。

マテリアルフローコスト会計を導入する上で、データ収集等のために新たな投資はせず、基本的には現在企業にあるデータを利用することとする。

このような前提で、実際には各社の事情や特性に応じてマテリアルフローコスト会計の導入が試みられた。

#### 4.4 2001 年度企業導入事例の概要

既に述べたように 2001 年度からの新規参加企業 3 社は、2000 年度の日東電工の事例を参考にマテリアルフローコスト会計の導入を開始した。そして、2000 年度の日東電工でのマテリアルフローコスト会計の具体的導入、特に物量センターの設定と物量センターでのマスバランスの確立手続きが、マテリアルフローコスト会計の具体的作業を理解する上で有用であった。したがって、マテリアルフローコスト会計の一連の具体的作業に関しては、前述の 4.1.1 項を参照していただきたい。2001 年度の各企業の事例は、この日東電工の事例を基本に展開していることから、各事例のすべてを説明するのではなく、それぞれの特性に関して詳細な説明をすることとする。

各企業事例におけるマテリアルフローコスト会計導入プロジェクト上の特性は次のようにまとめることができる。

例えば、日東電工の場合、マテリアルフローコスト会計によって企業がいかに改善策を実行することが可能で、その改善策を意思決定するにはどのような情報 ( 報告様式も含めて ) が必要であるかを明らかにすることをテーマとしている。

田辺製薬の場合、ERP ( Enterprise Resource Planning ) システムの一つである SAP/R3 ( ドイツ SAP 社の ERP システム ) を導入する時期とマテリアルフローコスト会計の導入時期が重なったこともあり、ドイツで一般的であるとされる ERP システムとマテリアルフローコスト会計との連携関係を考察し、そして、ERP システムの可能性とマテリアルフローコスト会計を運営する上での ERP の役割を明らかにすることに注目した。またマテリア

ルフローコスト会計の結果、廃棄物処理コストを場所別に把握することができ、特定の物量センターでの発生額が大きいことが判明した。そして、この結果から具体的な改善方法まで検討されている。

タキロンの場合は、リサイクルによってゼロエミッションをほぼ達成している製造ラインをマテリアルフローコスト会計の対象とした。このことからリサイクルシステムをマテリアルフローコスト会計によって環境性と経済性から評価し、社内リサイクルシステムのマテリアルフローコスト会計による評価方法を考察し、タキロンでのリサイクルシステムを具体的評価することを目的とした。

最後にキヤノンの場合は、カメラレンズの加工工程を対象とした。この工程はガラス材をレンズ状に削りコーティングする工程であることから、ガラスの研磨スラッジ（ガラスの削りクズ）が主なマテリアルロスである。この工程ではマテリアルロスを削減すること以上に、クローズドの廃液等の廃棄物処理がどこの工程でどれだけ排出しているかということ明らかにすることが目的となった。また、生産システムを工程別に専門化して加工する形態から一製造部門が原材料の加工始点から終点まで一貫生産するセル方式に最近変更した。この変更後、スムーズな生産活動を確立するために、製造プロセス間で効率的に生産が行われているか現状分析を含めてセル方式を評価することも目的とした。マテリアルフローコスト会計による組織スペックの評価が可能か、また可能にするにはどのような工夫が必要か明らかにしようとしている。

このように各社の現状を分析するツールとしてマテリアルフローコスト会計が有効に活用されている。例えて言うならば、マテリアルフローコスト会計は企業の健康診断をするための検査ツールで、人の体内を横断的に写し出す CT スキャンと同様な役割を果たすと考えられる。この分析結果に基づき、今後の改善策が策定され、環境マネジメントの成果を確信して改善策が取り組まれることとなる。マテリアルフローコスト会計は企業内の現状分析をし、問題を発見するためのツールである。したがって、具体的な問題の発見と改善策の模索は、情報の受け手に依存しており、マテリアルフローコスト会計を導入すれば問題が改善するようなツールではない。このマテリアルフローコスト会計による現状分析から具体的な改善活動の実行までの体系的なマネジメントシステムの構築は、このプロジェクト事例からその端緒は見出せるが、今後の課題である。

なお、フローチャートは各社ともに統一的な様式になるように努めたが、各企業の特徴からそれぞれに若干の違いが生じている。その違いも含めて各企業のフローチャートの部分でチャートの説明をしている。また、フローチャートの種類は各社共に、次の 4 種類である。

マテリアルに関するフローチャート

システムコストに関するフローチャート

電力・燃料などの用役と廃棄物処理に関するフローチャート

上記の3つのフローチャートを概括するフローコストマトリックス

**(注意)すべてのデータは実際の生データではなく、公表用に加工されている。なお、比率等はできる限り現状の説明に合致するように努めた。**

#### 4.4.1 日東電工への導入実験

2001年度はマテリアルフローコスト会計導入2年目である。したがって、このケースでは2000年度の結果から同じ製品・製造工程を対象に、どのような具体的改善活動が可能かを検証することを第一の目的とした。すなわち、マテリアルフローコスト会計によって得られる情報をどのように企業の環境マネジメントに活用できるかについて具体的に検証することである。

まず、マテリアルフローコスト会計における2000年度と2001年度とのマテリアルフローコストの計算上の主な違いは次の2点である。

- ・ マテリアルコストだけでなく、システムコスト・配送/処理コストも含めたフルフローコストを集計した。
- ・ データ収集期間を1ヶ月(2000年11月)から5ヶ月(2000年11月~2001年3月)に拡張した。

体系的なマテリアルフローコスト会計の結果によって、具体的なプロセス改善へのシナリオの作成を試みた。

##### (1) 会社概要

日東電工は1918年に電気絶縁材料の国産化を目的として創業し、高分子材料の合成・加工・応用技術を中心に、化学、電子、医療などの様々な先端テクノロジーを複合化・多角化しながら、新機能・新製品を開発している総合機能材料メーカーである。資本金は267億83百万円(2001年9月30日現在、単独)、売上高は2000年度実績で単独2,224億6百万円、連結3,656億97百万円で、従業員数3,243名(2001年9月30日現在、単独)であり、現在約13,500種類に及ぶ製品を手掛けている。

同社の環境対策は、総合機能材料メーカーとして、かつての出口対策から源流対策・プロセス革新へと変革してきている。そのための研究開発・製造設備の開発を通して、単なる環境保全だけでなく、環境と事業を両立させる「環業経営」の指標として、2000年度から環境会計を応用した環境予算を導入し、各事業部の責任を明確にしている。その中で、産廃原価の低減を経営課題の一つとし、廃棄物が発生しないように生産方法を見直し、余

分な材料購入及び加工を最小限にすることで資源生産性を向上させ、トータル・ローコストの実現に取り組んでいる。なお産廃原価は廃棄物のカテゴリーごとに推定単価を乗じて算出したものであり、今回取り組んでいるマテリアルフローコスト会計と計算方法は異なるが、マテリアルロス削減という共通の問題意識を基盤にしたものといえる。

表 4-1 日東電工の環境予算及び実績 (単位：百万円/月)

項目	2000年度予算	2000年度実績
生産高	16,594.6	17,093.3
売上高	17,995.0	18,534.2
環境保全コスト		
一般経費	66.9	80.0
廃棄物処理費	68.7	79.1
業務委託費	20.2	19.2
人件費	43.1	43.5
減価償却費	58.3	93.2
R & D & E 費	118.3	92.9
計	375.5	407.9
環境負荷コスト		
産廃原価	2,645.1	2,913.9
エネルギー費	309.7	326.3
溶剤購入費	150.0	141.1
用水使用料	21.7	18.9
計	3,126.5	3,400.2
環境負荷コスト比率 *	17.4%	18.3%

( \* : 売上高に占める環境負荷コストの比率 ) 出典：日東電工『環境報告書 2001』 p.12

## (2) 導入の対象と範囲

2000年度と同じ1製品群1製造ライン(エレクトロニクス用粘着テープ)である。マテリアルコストだけでなく、システムコスト・配送/処理コストも含めたフルフローコストを集計した。また、データ収集期間を1ヶ月(2000年11月)から5ヶ月(2000年11月~2001年3月)に拡張した。

その期間を継続的に延長した理由は、継続的なマテリアルフローコスト会計の導入を試みることに、マテリアルフローコスト会計によるプロセス改善の意思決定をするために、5ヶ月間の結果を検討し、その改善策を作成・決定することが必要であると考えたからである。

### (3) 実施体制：マテリアルフローモデルの作成と物量センターの設定

2001年度は2000年度の物量センターの設定に変更を加えた。2000年度は物量センター「切断」のインプットとその前の物量センター「塗工・加温」のアウトプットが連続工程として表記されている。しかし、「塗工・加温」の後に、その工程完了品が一時的にストックされている。したがって、この間に一時的な倉庫を意味する物量センター「原反(ストック)」を設定することとした。なお、「ストック」は必ずしも倉庫が存在するということではない。

一般的にこの「ストック」には、一定期間のインプット量・アウトプット量、そして期首・期末の在庫量及びロス量に関する情報が記録されている。

なお、本プロジェクトを実施するため次のプロジェクトチームが編成された。

工場：モデル製造部、生産管理・情報部、環境部、モデル製造部の経理担当及び資材  
購買担当、品質保証部、  
本社：環境本部、経理部

### (4) データの収集

2000年度のプロジェクトで収集した1ヶ月間の情報を5ヶ月間に展開した。

### (5) マテリアルコスト・システムコスト・配送/処理コストの計算

マテリアルコストは2000年度と同じで、複数の原料からなる専用粘着剤と基材・セパレータ、そして一部補助材料である。詳しくは本書の4.2.1項「マテリアルフローコスト会計の測定方法 - 日東電工の事例から - 」を参照されたい。

システムコスト・エネルギーコスト・配送/処理コストは、各種管理データを基礎として、次のように算定された。

システムコスト	物量センター別システム コストの算出基準	備考
人件費	実際作業工数	実際の賃率により算出
減価償却費		一年間の減価償却費を月割りして算出
その他管理費		(表下に説明あり)
エネルギー費		
電力費	使用電力量	実際の稼働時間より算出
燃料費	使用蒸気量	〃
廃棄物処理費	発生額	重量を実測して算出

なお、当該製造プロセスの修繕・点検費と消耗・治工具費等がその他管理費として集計された。ただし、物量センターごとには把握されていないので、その他システムコストとして表記だけした。

## (6) データ付きフローチャートの作成

### 1) フローチャート(図4-2 マテリアルコスト)

上段の「原料・基材・セパレータ」は、新たな当該製造工程への投入分である。

また、次段の「専用粘着剤・基材・セパレータ・補助材料」は、それぞれの物量変化を反映している。したがって、同段の右端の数字が完成品の構成を示している。

物量センターの下段はマテリアルロスを示している。物量センター「塗工・加温」の前に未投入ロス分とあるのは、その前工程で製造された専用粘着剤の塗り残し分である。なお、この塗り残し分は保存が利かない。また、この物量センターで専用粘着剤に含まれる溶剤は100%揮発すると仮定しているため、その部分が脱臭炉に表記されている。

### 2) フローチャート(図4-3 システムコスト)

上段のシステムコストは、各物量センターでのシステムコストを、そしてその下に累計を表記している。

物量センターの下段はシステムコストを良品とマテリアルロスにマテリアルの重量比で按分した額を表記している。ところで、前述したように物量センター「塗工・加温」での専用粘着剤のロスは、塗り残しである。したがって、システムロスと考えれば、前の物量センターのシステムコスト(累計)に対してロス分を算定することが適当である。また、物量センター「塗工・加温」でのロス(¥133,453)は、100%揮発する溶剤を除いた基材とセパレータの重量比を基に按分した。

### 3) フローチャート(図4-4 用役関連及び廃棄物処理関連)

上段の金額は各物量センターに投入された用役費を表している。次いで物量センターの上段と下段はその用役費を良品とマテリアルロスにマテリアルの重量比で按分した額を記載している。なお、物量センター「塗工・加温」の扱いはシステムコストの計算と同じである。

廃棄物処理コストは、まず塗り残しの専用粘着剤に対する重量当たり処理単価が設定されている。また、3層テープ状になった場合の専用粘着剤・基材・セパレータの重量当たり処理単価が設定されており、それぞれの重量を廃棄物全体の重量から割出し算定している。

### 4) フローコストマトリックス(図4-5)

投入とは、当該製造ラインへの投入で物質のフローを表すものではない。また、マテリアルロスも各物量センターで生じたコストを記載している。なお、物量センター「原反(ストック)」では、期末在庫が期首在庫より少ない今期の場合、前期繰越の在庫分が一部新たに今期投入されたとみなす必要がある。したがって、その投入分が記載されて

いる。

また、集計の結果を利用して、一例であるが次のような比率を算定した。マテリアルロス全体と最もマテリアルロスが生じている物量センター「切断」に関する分析である。

マテリアルロスコスト率（総コストに占めるロス総額の比率）：29.8%

切断ロスコスト率（総コストに占める「切断」ロス総額の比率）：23.6%

切断ロス率（ロス総額に占める「切断」ロス総額の比率）：79.2%

この結果からも物量センター「切断」が最も重要な改善点であることが明らかで、そのロス額は約 540 万円である。

# フローチャート(マテリアルコスト)

日東電工(エレクトロニクス用粘着テープ:当期完成品4,785巻)

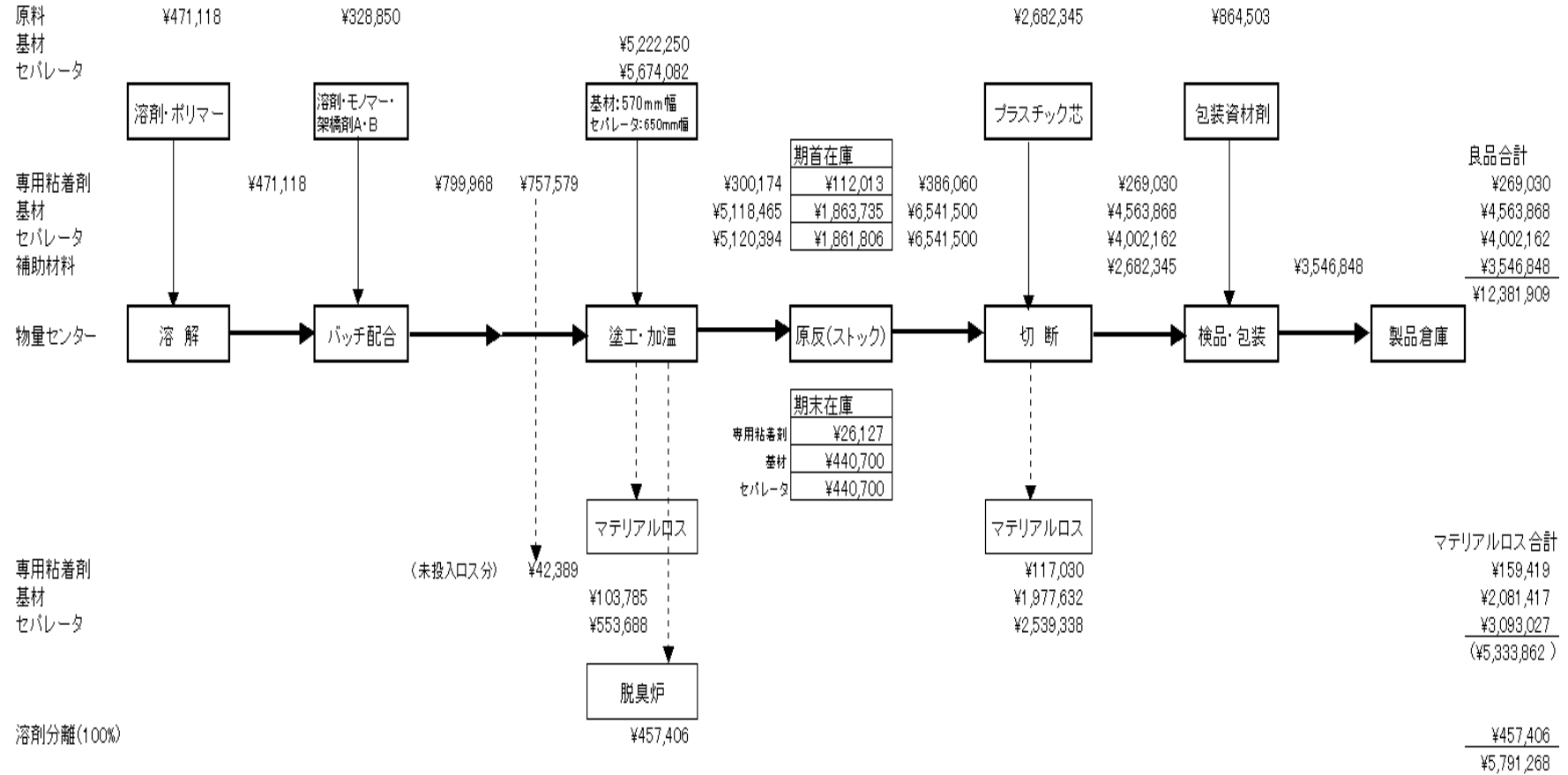
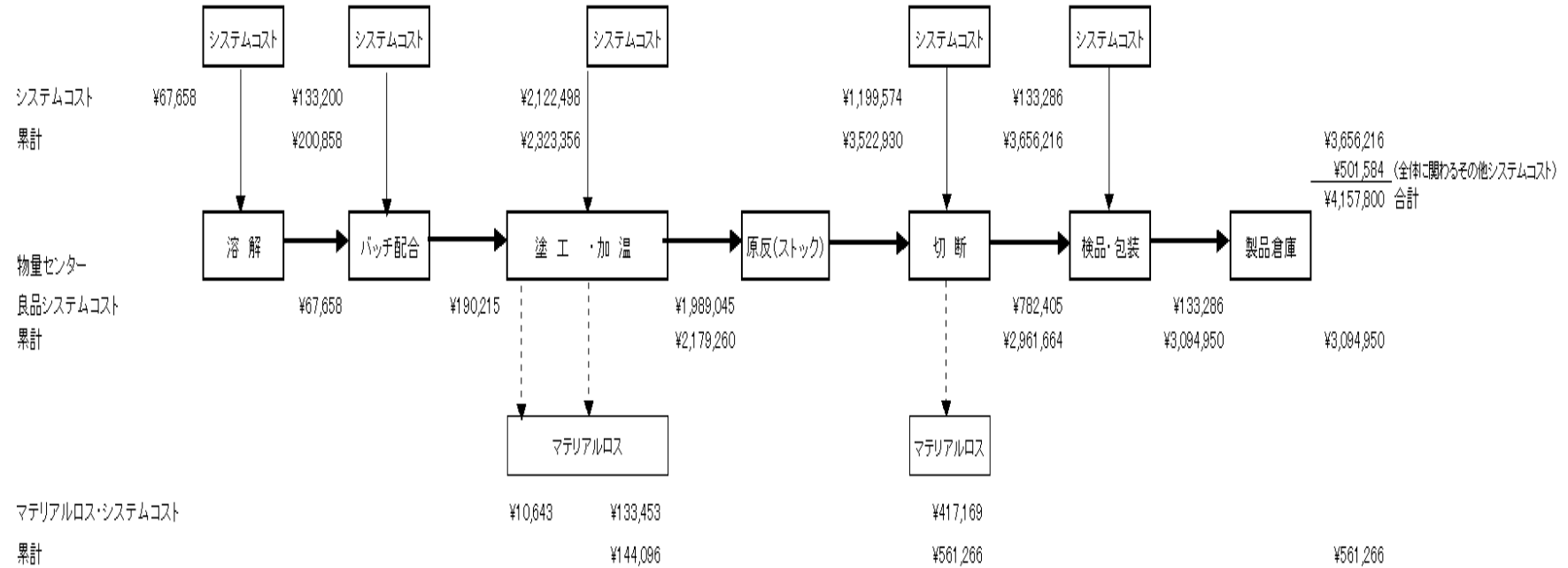


図 4-2 日東電工マテリアルコスト・フローチャート

# フローチャート(システムコスト)

日東電工

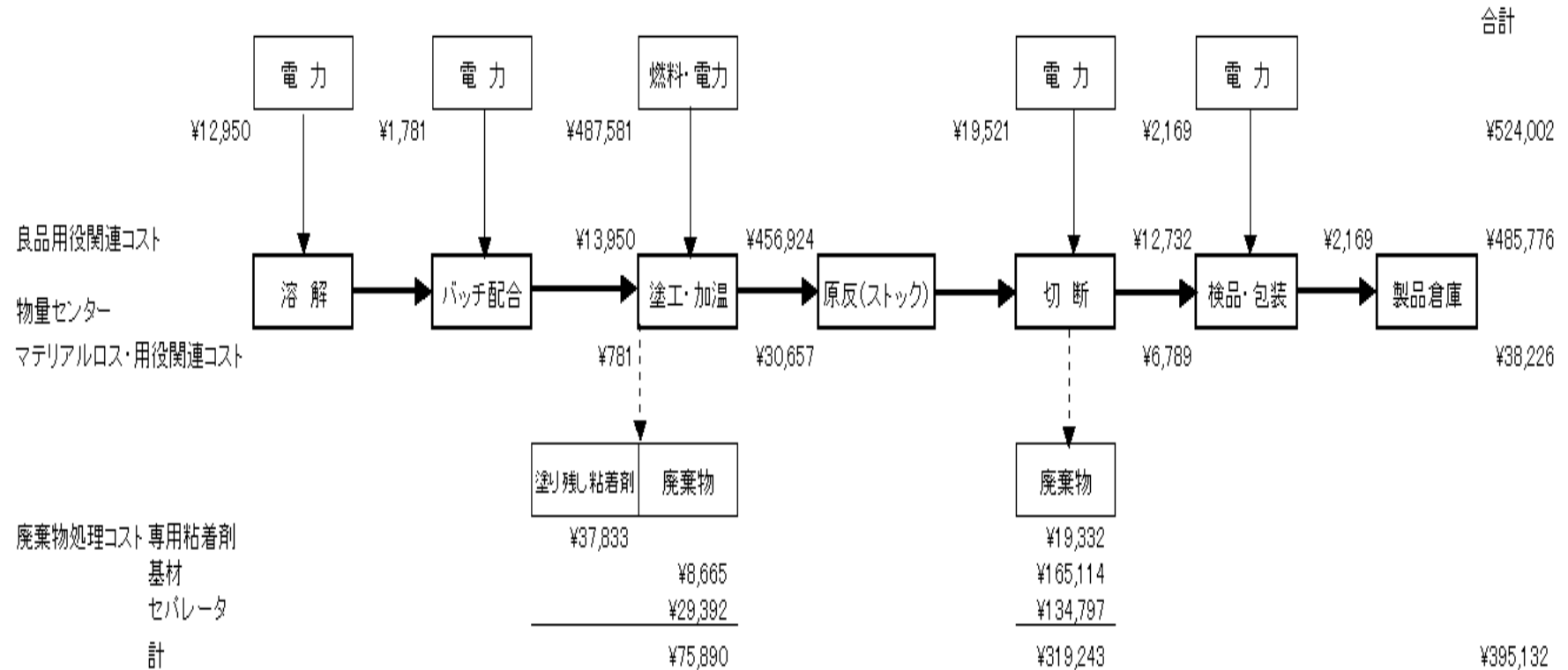


物量センター「塗工・加温」での専用粘着剤のロスは、塗り残しである。  
 したがって、システムロスとすれば、前の物量センターのシステムコスト(累計)に対してロス分を算定することが適当である。  
 また、物量センター「塗工・加温」でのロス(¥133,453)は、100%揮発する溶剤を除いた基材とセパレータの重量比をもとに按分した。

図 4-3 日東電工システムコスト・フローチャート

# フローチャート(用役関連および廃棄物関連)

日東電工



それぞれに重量当り単価を設定し、それぞれの廃棄物を必要に応じて重量換算し、その単価を乗じた。

図 4-4 日東電工 用役関連及び廃棄物関連フローチャート

# フローコストマトリックス

日東電工

物量センター	溶解	パッチ配合	塗工・加温	原反(ストック)	切断	検品・包装	製品倉庫		
<b>投入</b>									
材料コスト	¥471,118	¥328,850	¥10,896,332	¥2,930,028	¥2,682,345	¥864,503	¥0	¥18,173,177	
システムコスト	¥67,658	¥133,200	¥2,122,498	¥0	¥1,199,574	¥133,286	¥0	¥3,656,216	
用役関連コスト	¥12,950	¥1,781	¥487,581	¥0	¥19,521	¥2,169	¥0	¥524,002	
小計	¥551,726	¥463,831	¥13,506,411	¥2,930,028	¥3,901,440	¥999,958	¥0	¥22,353,395	
<b>マテリアルロス</b>									
材料ロス	¥0	¥0	¥42,389	¥1,114,879	¥4,634,000	¥0	¥0	¥5,791,268	
システムロス	¥0	¥0	¥10,643	¥133,453	¥417,169	¥0	¥0	¥561,266	
用役関連ロス	¥0	¥0	¥781	¥30,657	¥6,789	¥0	¥0	¥38,226	
廃棄物処理コスト			¥37,833	¥38,057	¥319,243			¥395,132	
小計	¥0	¥0	¥91,646	¥1,317,046	¥5,377,201	¥0	¥0	¥6,785,892	

物量センター「原反(ストック)」のマテリアル投入分は、今期の期末在庫量が期首在庫量より小さいので、その差額分が今期の投入分と考えられるからである。

	材料コスト	システムコスト	廃棄物処理コスト	小計
良品	¥12,381,909	¥3,580,726	0	¥15,962,635
マテリアルロス	¥5,791,268	¥599,492	¥395,132	¥6,785,892
小計	¥18,173,177	¥4,180,218	¥395,132	¥22,748,527

マテリアルロスコスト率 29.8% (総コストに占めるロス総額の比率)  
 切断ロスコスト率 23.6% (総コストに占める「切断」ロス総額の比率)  
 切断ロス率 79.2% (ロス総額に占める「切断」ロス総額の比率)

図 4-5 日東電工フローコストマトリックス

#### (7) 導入企業としての評価：改善点の発見と改善活動

2001年度における5ヶ月間のマテリアルフローコスト会計の集計によって、2000年度(1ヶ月間)のマテリアルフローコスト会計の結果と金額は当然大きくなるものの物量センター間の相対的割合は同じであることが分かった。したがって、2000年度のマテリアルフローコスト会計の結果によって見出された改善点を一般化できると考えられる。よって、まず物量センター「塗工・加温」において細部にわたるロス低減活動を実施した。次に、物量センター「切断」においてセパレータのロスを改善するために実験を重ね、その巾を最小限に変更した。これらのプロセス改善により、現在マテリアルロスが約7%改善されている。更に、基材に起因するロスを改善するために、基材製造の新設設備を含めて基材の再検討を実施しているところである。

このような経営意思決定は、新規投資など経営トップによって判断される。したがって、マテリアルフローコスト会計の結果を経営トップへの報告用に作成することは、改善策が採用されるためには必要である。例えば、日東電工の社内で使用された次の図4-6(一部公表用に変更)は、1枚の表に物量と金額が表記され、製造工程をある程度知っている経営トップには、どこが改善ポイントであるかを明瞭に報告する上で非常に有用な表である。今後、マテリアルフローコスト会計の結果をどの経営階層に対して又はどのような問題に対して、どのような形式でどの程度報告することが有用であるかを具体的に調査・研究する必要がある。



#### 4.4.2 田辺製薬への導入実験

2001年度からの新たな導入協力企業である。このケースでの大きな特徴は、次の点が挙げられる。

例えば、ドイツの IMU によるマテリアルフローコスト会計導入のケースが企業の ERP (Enterprise Resource Planning) システムとの連携で説明されている。しかし、日本企業は比較的自社開発の情報システムを使っているケースが多く、マテリアルフローコスト会計を導入する上でドイツと日本における導入事例の違いの一つである。ドイツの事例では ERP システムを前提としてマテリアルフローコスト会計が説明・展開されることが多い。日本ではその有用性や連携方法などについて具体的に検証する機会が少ないと予想された。

しかしながら、田辺製薬は 2002 年 4 月からの SAP R/3 のシステム運用開始に向け準備しており、その同じ時期にマテリアルフローコスト会計の導入実験の機会を得ることとなった。したがって、マテリアルフローコスト会計の導入も SAP とのシステム化を念頭において導入されることとなった。果たして、ERP システムがマテリアルフローコスト会計の導入上、どのような役割を果たすか検証することも目的とされた。

また、ERP システムとマテリアルフローコスト会計を系統的に関連付け、更に企業内の原価計算制度と連携させるよう試みられている。他の 3 つの例がマテリアルフローコスト会計を特殊原価調査のようなプロジェクト的・部分的導入にとどめているのに比べて、一元的データベースでシステム化している点から、製品原価計算制度とマテリアルフローコスト会計を結合させようとしている点は今後の展開に貴重な経験を与える試みと評価できる。

##### (1) 会社概要

田辺製薬は、「健康で豊かな暮らしを願う世界の人々に貢献する」を経営理念に掲げ、研究開発型企業として世界に通用する独創的医薬品を創製し、医療ニーズに合致した医薬品の提供という社会的使命の実現を目指す製薬企業である。1678年に創業、事業活動として医療用医薬品・一般用医薬品・診断薬・その他化成品等の製造・販売を行っている。資本金は442億61百万円(2001年9月30日現在)、売上高は1,940億27百万円(2000年度実績、連結)、従業員数5,050名(2001年9月30日現在、連結)であり、高血圧症や心臓疾患に対する循環器系医薬品など、国際的にも高い評価を得る医薬品を世界市場に送り出している。

同社は、生命関連企業としての高い使命感・倫理観に基づき、企業活動のあらゆる面で地球環境の保全・向上に積極的に取り組んでいる。1998年に省エネルギー、廃棄物削減等について「環境自主行動計画」を策定、環境保全活動を効率的かつ効果的に推進し、環境負荷の低減に努めている。また、2000年度から環境会計を導入して環境保全活動の費用対効果を明らかにし、環境負荷の低減と利益向上を同時に目指す「環境経営」の実現を進めている。一方、ローコスト経営推進のための課題の一つとして、医薬品製造工程における

廃棄物の発生抑制を目的とした製造方法の研究開発、あるいは原材料の使用及びエネルギー消費の最小限化、による資源生産性の向上に取り組んでいる。さらに、最新基幹業務システムSAP R/3の導入により、全社の各業務を横断的に統合するデータベースの構築を進め、環境会計に対応した環境情報の一元化を図っている。今回取り組んでいるマテリアルフローコスト会計は、環境負荷の低減とローコスト経営の推進という経営課題の同時実現を目指す実践的環境経営ツールであると考えている。

#### < 田辺製薬の環境会計 >

範囲：当社 3 事業所（小野田、加島、戸田）及び田辺製薬吉城工場（株）（連結子会社）

期間：2000 年 4 月 1 日～2001 年 3 月 31 日

#### 環境保全コスト

単位：百万円

環 境 保 全 コ ス ト				
分 類		主な取り組みの内容	投資額	費用額
1.生産・サービス活動により事業エリア内で生じる環境負荷を抑制するための環境保全コスト（事業エリア内コスト）			103	694
内訳	公害防止コスト	大気汚染物質排出削減装置、排水処理施設の新設・維持管理 大気、水質等の分析・測定	82	390
	地球環境保全コスト	省エネルギー型空調設備導入	4	-
	資源循環コスト	産業廃棄物処理施設の更新・維持管理 産業廃棄物の処理・処分	17	304
2.生産・サービス活動に伴って上流又は下流で生じる環境負荷を抑制するためのコスト（上・下流コスト）		グリーン購入の促進 容器包装再商品化委託料	-	6
3.管理活動における環境保全コスト（管理活動コスト）		社員への環境教育 ISO 14001 に準拠した EMS の運用 環境管理部門の人件費	-	213
4.研究開発活動における環境保全コスト（研究開発コスト）		環境を配慮した製品の研究開発（製品技術研究所での研究開発に伴う費用）	3	134
5.社会活動における環境保全コスト（社会活動コスト）		敷地内の緑地維持管理 環境保全を行う団体等への寄付 環境報告書の作成、公表 公健法に基づく汚染負荷量賦課金	-	26

6.環境損傷に対応するコスト (環境損傷コスト)		-	-
合 計		106	1,073

項 目	金 額 (百万円)
当該期間の投資額の総額	3,625
当該期間の研究開発費の総額	19,816

### 環境保全効果

		環境負荷削減量	環境負荷量 (2000年度)
公害防止	S O <sub>x</sub>	- 0.0 t	0.1 t
	N O <sub>x</sub>	0.6 t	15.1 t
	総排水量	54万 m <sup>3</sup>	632万 m <sup>3</sup>
	B O D 負荷量	7.1 t	42.4 t
	C O D 負荷量	1.6 t	51.0 t
地球環境保全	C O <sub>2</sub> 排出量	0.21万 t	4.15万 t
	エネルギー使用量	4.9万 GJ	93.7万 GJ
資源循環	廃棄物総排出量	506 t	2,731 t
	廃棄物焼却及び最終処分量	869 t	5,901 t

### 環境保全対策に伴う経済効果

効果の内容	金 額 (百万円)
省エネルギー活動に伴う費用削減	88
リサイクルに伴う廃棄物処理費用の削減	17
リサイクルにより得られた収入額 (回収品等の売却収益)	68
合 計	173

### (2) 導入の対象と範囲

小野田工場の製品である医薬品の1製品群1製造ラインを対象とした。その製造工程は、複数原料を合成工程に投入し、次いでその合成されたものを精製する。その精製完了品が次工程に投入され原薬が製造される。そして、それを秤量後、製剤工程を経て、様々な容量と容器に包装され、完成品となる。各工程からマテリアルロスが生じるが、マテリアルロスは、回収し前工程や自工程に戻されるものと、そのまま廃棄物として処理されるものとに分類される。

マテリアルフローコスト会計の原価範囲は、「マテリアルコスト」・「システムコスト」・「配送/処理コスト」のフルフローコストを集計し、さらに当該製品の製造原価全体をこの3つのコストに分類することとした。また、データ収集期間は2000年4月～2001年3月の1年間とした。

導入初年度にもかかわらず、データ収集期間を1年間としたのは、田辺製薬が既に自社開発の製造原価シミュレーションシステム（原材料費・労務費及び物量データ）を備えていたことと、2002年度からのSAP/R3（SAP社のERPシステム）の導入に合わせてデータを収集できるように既に取り組んでいたため、1年間のデータが比較的取りやすいという判断から、このように期間設定した。

このケースからも一元的データベースによるERPシステムが導入されている場合、当然ではあるが、1年間のマテリアルフローコスト会計に関するデータ収集は手計算に比べてはるかに簡単であり、またERPシステムの導入時期とマテリアルフローコスト会計の導入が重なれば、マテリアルフローコスト会計に合わせたシステム設計をERPシステムに反映させることができるので、マテリアルフローコスト会計を系統的に導入する一つの好機といえる。

ただし、ERPシステムにどのように組み込むかという点は検討を要する。例えば、ERPシステムに直接組み込む場合は、ERPシステム自体のカスタマイズを意味することから、一般的に費用と時間（労力を含む）がかなり必要となる。したがって、ERPシステムからデータを引き出し、マテリアルフローコスト会計に加工するような副次的システムを構築することも選択肢として考える必要がある。また、マテリアルフローコスト会計にとって必要なデータが何かを明確にし、そのデータをERPシステムによって導き出すための設計は田辺製薬内で検討された。ただ、その具体的な設計に関して今回のプロジェクトで見ることができなかった。さらに、ERPシステムとマテリアルフローコスト会計が統合したシステムがどのように稼働するかは、まだERPシステムが稼働していないこともあり、この後の課題として残った。

### （3）実施体制：マテリアルフローモデルの作成と物量センターの設定

2001年7月に導入対象となる工場スタッフへのマテリアルフローコスト会計の説明と、工場及び製品（製造工程）の見学のため、小野田工場を訪問した。

この結果、対象とする1製品群1製造ラインが決定し、添付のフローチャートが作成された。

なお、本プロジェクトを実施するため、次のプロジェクトチーム（計15名）が編成された。

本社（4名）： 財務経理部（原価計算及びSAP R/3担当） 1名  
環境管理部（環境会計担当） 1名  
情報システム部（原価計算及びSAP R/3担当） 2名

工場（11名）： 総務部（経理担当） 3名  
環境管理室 2名  
生産管理部 1名  
品質保証室 1名  
製薬部 1名  
製剤部 1名  
エネルギー管理者 2名

#### （4）データの収集

マテリアル（原材料）と労務費及びそれぞれの物量データについては、自社開発の製造原価シミュレーションシステムを使用することにより、容易にデータ入手が可能であった。また、その他の費用に関するデータは財務データから収集された。

具体的には、100kg 表という完了品を 100kg に換算した場合の各マテリアルの実績値を工程別に表記した一覧表（2000 年度）と、2000 年度原価計算表と、各工程の理論値を表す分解マスター、そして、2000 年度標準原価計算表をマテリアルに関する物量データと金額データの資料とした。

また、今回 1 年間の膨大なデータを SAP の導入途中ということから、一部手計算でも収集している。その結果、各物量センターを単独にマスバランスを測定することはできたが、各物量センター間の整合性までを達成することはできなかった。ただし、各物量センターでの投入量は実測されていることから、各物量センターのマスバランスは実際を反映した正確なデータである。SAP が動き出した後になれば、物量センター間の整合性を取ることも可能になると考えられ、取り組む予定である。

#### （5）マテリアルコスト・システムコスト・配送 / 処理コストの計算

各製造工程におけるマテリアル（原材料）の使用と生産において、理論値・標準値・実績値が存在し、その 3 つの数字をマテリアルロス計算へ応用している。

マテリアルコストは、分子量計算による理論値と実績値の差をロスとして認識することとした。すなわち、化学的に達成されるはずの理論値と、過去のデータを基にした管理上の達成目標である標準値、そして実際の実績値があり、実務的にはこの 3 つの関係を組み込んだマテリアルロスがあり、その分析がマネジメント上有効であると考えられる。ただ、この点に関しては今後の課題とし、本プロジェクトでのマテリアルロスは上記の理論値と実績値の差額とした。ただし、全額ロスになるものは、個別に直接把握した。例えば、主薬、副原料、補助材料、溶媒である。なお、包装材料は包装工程の主薬のロス計算に用いた理論収率でロスを認識した。

エネルギー（水、電気、蒸気）コストは、部門別使用量を物量センター（工程）にマシンパワーで配賦した後、ロスを原材料の重量比で把握した。

マシンアワー = ロット当り標準マシンアワー × 生産ロット数

なお、マシンアワーを使用するのは、2002年4月SAP R/3の導入後の分析資料と比較可能な資料とするためである。また、現行のマンアワーの配賦に比べ、マシンアワーの配賦がより適正と考えられることもその理由にある。

「システムコスト」と「配送/処理コスト」は、以下のように算出した。

・ 労務費：

物量センター(工程)別にマンアワーで認識し、ロス は 原材料の重量比で把握した。

・ 設備費：

機械装置の減価償却費と修繕費を対象とする。また、現行の減価償却費計上のコストセンターをSAP R/3導入後に組み替え、設備費をマシンアワーで物量センター(工程)別に配賦した。そして、その後、ロスを下記計算式で把握した。

物量センター別エネルギー量 × [ 1 - (マシンアワー / 24時間 × 365日) ]

・ その他：

製造部門以外の労務費、減価償却費、その他経費、配賦調整額であり、固定費的要素が強い ため、ロスに配分していない。なお、配賦調整額とは、エネルギー費・設備費にSAP R/3導入後の配賦基準を適用したことによる差額である。

・ 配送/処理コスト：

廃棄処理コストを物量センター別に計上した。なお、既に説明したように一般的な配送コストは対象外とした。

## (6) データ付きフローチャートの作成

### 1) フローチャート(図4-7 マテリアルコスト)

既に説明したように今回は物量センター単独ではマスバランスをとっているが、物量センター間の整合性を取るに至っていない。したがって、物量センター間の矢印が2つ存在するのは、物量センターからのアウトプットと次の物量センターへのインプットをそれぞれ表記するためである。物量センターの上段は、投入データであり、矢印の上の数字は良品のアウトプット若しくは前工程からのインプットである。物量センターの下段にある本製造工程のマテリアルロス は、一度で良品とならなかったマテリアルロスとして表記し、次いで「マテリアルロス」から矢印で回収工程若しくは自工程に再投入されるマテリアルロス部分とそのまま最終廃棄物となるマテリアルロス分を分けて示している。

## 2) フローチャート (図 4-8 システムコスト)

投入されるシステムコストは、労務費・設備費からなるシステムコストと前述したその他のシステムコストに2分類している。そして、労務費・設備費からなるシステムコストを良品とロスに按分し表記している。なお、その他のシステムコストは、次のように算出される。

$$(\text{間接費の総額}) - (\text{労務費} + \text{設備費} + \text{用役費} + \text{廃棄費用}) = \text{その他システムコスト}$$

また、この間接費の総額は2000年度の間接費の総額で従来の計算方法で算出されているが、同じ式の設備費と用役費がSAPに合わせた算定基準で算出されていることから、総額とその構成要素が違う計算基準で算定されている。したがって、現時点ではその他のシステムコストが差額調整額となっており、場合によってはマイナスとなる(物量センター「合成」と「回収」において( )で表示されている)。なお、2002年4月からSAPが導入され、間接費の算定方法が次のように変更される。

		労務費	設備費	用役費
総額:従来型	2002.3 以前	マンアワー	マンアワー	マンアワー
システムコスト:SAP型	2002.4 以降	マンアワー	マシンアワー	マシンアワー

## 3) フローチャート (図 4-9 用役関連及び廃棄物関連)

物量センターの上段が用役関連コストであり、各物量センターへの投入額とその投入額を良品とロスに按分した良品分が物量センター間の矢印の上にある。また、その矢印の下は用役関連コストのロス分を表記している。そして、物量センターの下向きの矢印は最終廃棄物の処理を表し、各最終廃棄物の処理コストが記載されている。

## 4) フローコストマトリックス (図 4-10)

上段の投入部分の材料コスト・システムコスト・用役関連コストは、各物量センターへの投入分であるが、当該製造工程への新規投入分ではなく、前工程からの物質のフロー分を表している。したがって、物量センター「包装」の数値が当期の最終製品から換算された総投入製造原価である。既に説明したが各物量センターが独立している前提で今回マスバランスをとっているため、資料の関係から全て各物量センターへの新規投入分として表記することとした。

また、下段の材料ロス部分はすべて各物量センターでの個別発生額を表している。したがって、表の右端に累計額がある。材料ロスに関しては、既に説明したように回収工程または自工程に戻される部分とそのまま最終廃棄物になる部分があるため、それぞれ按分した額を表記した。なお、システムコストは各物量センターの材料ロス全体(回収分と最終廃棄物分)の金額が表記されている。この金額を回収分と

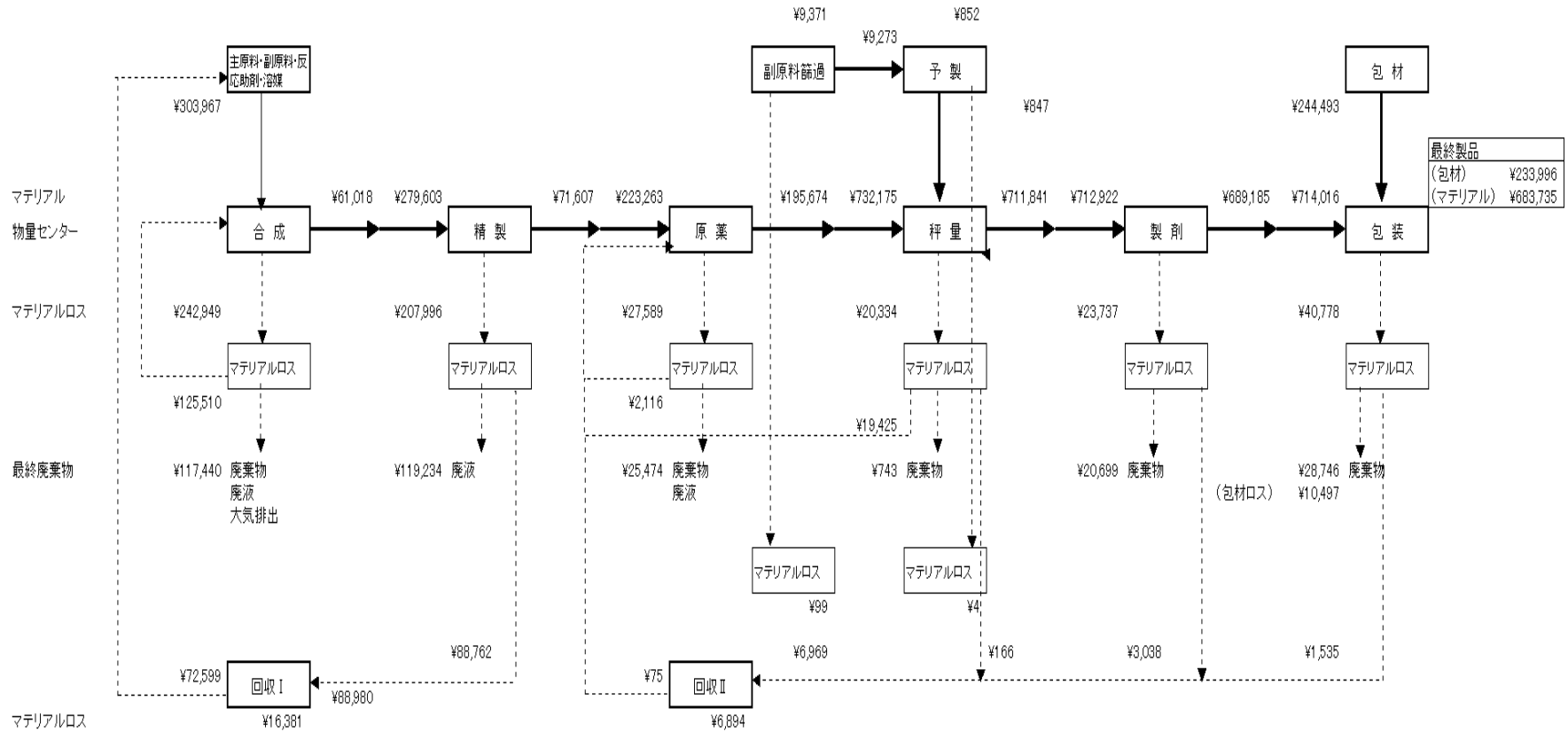
最終廃棄物分に按分する必要があるが、今回は時間の関係で見送った。

各物量センターを独立に集計したため全体の整合性は取れていないが、各物量センターでのインプットとアウトプット(ロス分を含む)は実測されていることから、例えば、得られたデータは実際を反映した正確な数値である。したがって、例えば、次のような比率を見ることができる。

- ・ マテリアルロスコスト率：47.6%  
(1回で良品にならなかったマテリアルロス分が投入コスト全体に占める割合)
- ・ 最終廃棄物コスト率：17.5%  
(最終廃棄物となる部分が投入コスト全体に占める割合)

# フローチャート(マテリアルコスト)

田辺製薬 (単位: 千円)



(注意) 膨大なデータ量と現時点でのデータ処理システムの制約から、本ケースは各物量センターにおけるマスバランスをとることを目的としており、物量センター間の整合性は取れていない。したがって、物量センターを中心にそのインプットとアウトプットが測定されている。物量センター間の誤差は在庫を表すが、今回その在庫の数値までは厳密に測定できていない。

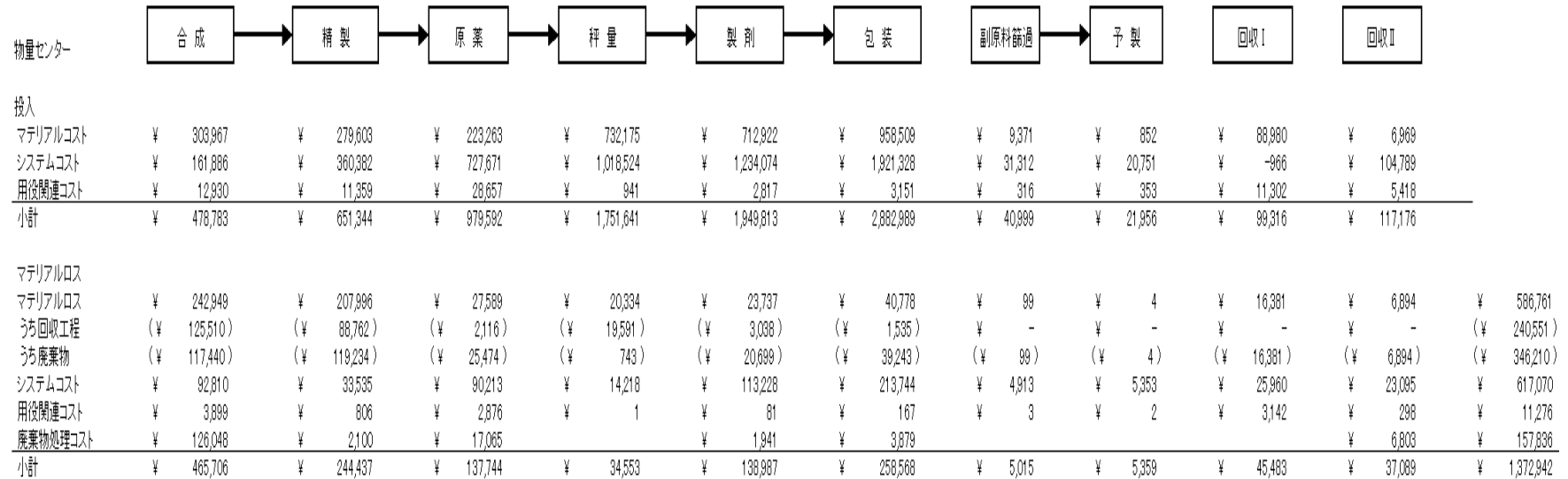
図 4-7 田辺製薬マテリアルコスト・フローチャート





# フローコストマトリックス

田辺製薬 (単位:千円)



	材料コスト	システムコスト	処理コスト	小計
良品	¥ 371,748	¥ 1,296,134	0	¥ 1,667,883
材料ロス	¥ 686,761	¥ 628,345	¥ 157,836	¥ 1,372,942
最終廃棄物	(¥ 346,210)	-	(¥ 157,836)	(¥ 504,046)
計	¥ 958,509	¥ 1,924,480	¥ 157,836	¥ 3,040,825

材料ロスコスト率 47.6%  
最終廃棄物コスト率 17.5%

図 4-10 田辺製薬フローコストマトリックス

(7) 導入企業としての評価：改善点の発見と改善活動

小野田工場試験導入結果によって 2 つの問題点が発見され、次のような対応策が考えられた。

<問題点 1>

製薬工程（合成）において、反応に使用する塩素系溶媒に係る廃棄物処理コストが大きい。

【対応策】

塩素系反応溶媒に係る廃棄物処理コストの削減を目的に研究開発、工程管理の適正化あるいは設備投資を行い、回収再使用量の増加と共に廃棄量の減少を促し、本塩素系溶媒の廃棄物処理に要する燃料費や人件費の削減を図る。

（経済効果：約 3,000 万円/年）

なお、下記に示した研究開発又は設備投資のいずれかの解決策を採用する。

研究開発

- ・塩素系反応溶媒について検討を行い、回収再使用率が高く、廃棄処理コストが低い代替溶媒に変更する。（現在検討中）

参考例：ベストン製造工程で使用する溶媒を環境負荷の少ない溶媒に変更。

（2002 年 10 月以降、当社子会社 台湾田辺製薬股 有限公司にて実施予定）

- ・溶媒使用量の適正管理や反応条件（反応温度、反応時間等）の改善を行い、工程管理の適正化を図る。（現在検討中）

設備投資

- ・塩素系反応溶媒を対象に、排ガス処理・回収装置の設置、回収時の凝縮冷却率の増強、などの設備投資を行う。

（現在検討中、回収装置の投資をする予定）

<問題点 2>

製薬工程において、マテリアルロスが大きい。

【対応策】

原料や反応溶媒等のマテリアルロスの削減対策として、研究開発あるいは設備投資を行い、資源の効率的利用を促進し、マテリアルロスの削減を図る。

研究開発

- ・原料や反応溶媒などは変更せず、反応温度や反応時間等の物理的条件を変更することにより、目的化合物の取得量増加あるいは副原料や反応溶媒の使用量削減を図る。
- ・目的化合物を取得するための合成方法の抜本的見直しを行い、原料や反応溶

媒など反応諸条件を検討し、高選択的反応の確立と高収率の確保を図る。

また、以下のような今後の展開を予定している。

1) マテリアルフローコスト会計のシステム化

SAP R/3 システムへマテリアルフローコスト会計の概念を取り入れ、システム化する。

2) マテリアルフローコスト会計の導入範囲の拡大

試験導入では小野田工場の 1 製品群 1 製造ラインについて実施しているが、システム化完了後、小野田工場（主力工場）をはじめとして、他の工場にも導入範囲を拡大する。

3) エネルギーロスの詳細な把握

エネルギーについて、電力等測定メーターの新規取付けに加え、適正な理論値を設定し、エネルギーロス計算を精緻化する。

#### 4.4.3 タキロンへの導入実験

2001 年度からの新規導入協力企業である。このケースでの特徴は、リサイクルシステムの分析である。今回の対象製品の製造において、各工程で生じた廃棄物（製品を構成する予定の原材料が中心）をリサイクル工程で加工し、同製造工程で材料として再利用している。ただ、このリサイクル後の材料は最初に投入されたバージン材と組成が異なるので、その利用はバージン材とは異なる。このようにバージン材が廃棄物として排出されても、それをほぼ 100%再利用することで、ゼロエミッションを達成しようとしている。

ところで、マテリアルフローコスト会計は、理論的に投入された物量センターで良品にフローしなかった材料をその物量センターでのマテリアルロスと認識する。そして、そのマテリアルロスがリサイクル工程に投入され、その加工後製造工程に再投入されるまでをマテリアルのフローで追跡することとなる。当然ながら、最終廃棄物として発生するロスも存在し、そのフローも追跡している。

このようなフローチャートを作成することにより、リサイクル工程によるゼロエミッションに隠されたマテリアルフローの分析が可能となり、一度で良品にならないマテリアルロスの発生を顕在化することができる。さらに自社のリサイクルシステムの経済性と環境性について検討することが可能となった。

#### (1) 会社概要

タキロンは 1919 年にセルロイド製造工場として産声を上げてから現在に到るまで、産業社会の発展とともに広がるニーズに応えるべく、時代を先取りしたプラスチック技術を結集し、合成樹脂板並びに加工品のトップメーカーとして、数々の高品質な製品を世に送り

出している。同社は ISO 9001、14001 体制の下厳密な品質管理、環境対策に基づき、プラスチック・テクノロジーで地球環境保護と社会に貢献することを使命とし、プラスチック素材及びその加工技術に裏打ちされた世界で最も優れた商品の提供、環境の調和を取り入れた商品設計、人にやさしいハード・ソフトの提案、の 3 つのキーワードで、社会と地域環境への貢献に取り組んでいる。資本金は 151 億 89 百万円（2001 年 9 月 30 日現在、単独）、売上高は 2001 年度実績で単独 552 億 92 百万円、連結 686 億 12 百万円で、従業員数 1,142 名（2001 年 9 月 30 日現在、単独）である。

同社の環境対策は、地球環境保護を経営理念のトップに掲げ、21 世紀に人と自然の共生、豊かさを求めて顧客に高い満足と信頼を築き、環境に配慮した製品作りや環境マネジメントシステムの確立に創意・努力を重ねている。環境マネジメントシステム規格 ISO 14001 については同社の全工場で認証取得済みである。具体的活動としては「循環型社会の構築」を念頭におき、省資源を目指した歩留の向上、工程から発生した材料屑のリサイクル、協力会社を含めた産業廃棄物の減少に取り組んでいる。また、エネルギーを大量に消費する製造企業の責任を認識し、省エネ設備の導入や置き換えによるエネルギーの使用低減も大きな柱として取り組んでいる。現在、その活動結果の評価の一つとして環境会計（環境省ガイドラインに基づく）を工場単位で取り入れ、環境活動の成果を明確にしていく計画を進めている。

## （2）導入の対象と範囲

安富工場の合成樹脂床材の 1 製品群 1 製造ラインを対象とした。マテリアルフローコスト会計のコストの範囲は、「マテリアルコスト」・「システムコスト」・「配送 / 処理コスト」のフルフローコストを集計した。また、データ収集期間は 3 ヶ月である。

製造ラインは、主な原料を「混合」と「混練」で均質に混ぜ合わせ、それを「圧延」でシート状にし、更に「積層・仕上げ」の工程を経て、シートの原反が出来上がる。その出来上がったシートを「検査・巻取り」で検査し仮梱包する。そして、受注に応じた量に再梱包し、出荷する。なお、各工程で生じたロス・仕損じ等はリサイクル工程に集められ、そのうち一部そのまま最終廃棄物となるが、大部分は再度「混合・組成調整」を経て、製造工程に再投入される。

## （3）実施体制：マテリアルフローモデルの作成と物量センターの設定

2001 年 7 月に工場スタッフへのマテリアルフローコスト会計の説明と、導入対象となる工場及び製品（製造工程）の見学のため安富工場を訪問した。

なお、本プロジェクトを実施するため次のプロジェクトチームが編成された。

本社：財務部（テスト導入検討リーダー）

環境品質保証部（環境パフォーマンスの検討）

資材部（サプライチェーンとの関連）

建築資材事業部 床材統括部（データの統括管理）

工場：環境品質保証部（本社組織の工場駐在）（既存データの整理）

製造課（ライン特性の検討）

事務課（コストの集計）

#### （４）データの収集

以下のような独自のマスバランスチェックシート（図 4-11）が作成され、後述するマテリアル 6 分類に対して投入・期首期末在庫・他工程・社内リサイクル材・廃棄物・次工程と記録された。記録・集計に関しては工場にある数字を別途手で拾うという作業で今回は作成された。

### マスバランスチェックシート

		投入	期首在庫	期末在庫	他工程	A 材	廃棄物	次工程	投入	期首在庫	期末在庫	他工程	A 材	廃棄物	次工程	.....
材 料	A															.....
	B															.....
	C															.....
	⋮															.....
	仕入リサイクル															.....
社内 リサイクル	いろ															.....
	は															.....
	⋮															.....
仕 掛 品	イ															.....
	ロ															.....
	ハ															.....
製 品	⋮															.....
	①															.....
	②															.....
	③															.....
生 産 屑	⋮															.....
	I															.....
	II															.....
	III															.....
他 工 程	⋮															.....
	菅															.....
	式															.....
⋮	参															.....
	⋮															.....

図 4-11 マスバランスチェックリスト例

#### （５）マテリアルコスト・システムコスト・配送 / 処理コストの計算

マテリアルコストは、主原料・補助材料・製造荷材・出荷荷材・購入リサイクル材（購入 RC 材）・社内リサイクル材（社内 RC 材）に大別されている。それぞれのマテリアルは複数のマテリアルから構成されている。

システムコストは、労務費・減価償却費・その他の経費からなり、財務データを基に当

該期間の総額を算定した。また、各物量センターで単独にこの費用が設定されていないので、1つの費目で複数の物量センターを含むときは、一定の基準を使って各物量センターに按分した。

例えば、労務費は社員と外注作業者からなっており、製造工程全体・完成品倉庫・リサイクル工程の3つの範囲で記録されている。なお、各物量センターへの配分は各工程の延べ人数を基準とした。減価償却費は、建物・機械装置・車両・工具備品からなっており、製造工程の前半・後半と完成品倉庫・リサイクル工程の4つの範囲で記録されている。なお、各物量センターへの配分は製造工程におけるオンタイム時の各工程のリードタイムを基準とした。その他経費は、労務費・減価償却費・外注費を除く修繕費とその他経費とした。これらの費用は製造工程全体・完成品倉庫・リサイクル工程の3つの範囲で記録されている。なお、各物量センターへの配分は製造工程におけるオンタイム時の各工程のリードタイムを基準とした。

また、システムコストは、以下のような方法で詳細に算定・配分された。

#### 1) 設備費のシステムコスト

設備費ロス（実操業日数における非付加価値時間ロス）の計算

減価償却費配賦率（理論的運転可能時間1分当り）: D

$D = \text{当該機械の減価償却費} \div [(\text{操業日} : X) \times (\text{操業時間} : Y) \times 60 \text{分}] : \text{AT}$   
( X = 最大 365 日 , Y = 最大 24 時間 , AT = 最大 525,600 分 )

設備費ロス（非付加価値時間）: R

$R = [ \text{AT分} - (\text{付加価値時間} : \text{VT}) ] \times D \text{円}$

良品マテリアルとマテリアルロスとの按分計算（重量比）

良品のシステムコスト

$= \text{VT分} \times D \text{円} \times [ \text{良品マテリアル} \div (\text{良品マテリアル} + \text{マテリアルロス}) ]$

マテリアルロスのシステムコスト

$= \text{VT分} \times D \text{円} \times [ \text{マテリアルロス} \div (\text{良品マテリアル} + \text{マテリアルロス}) ]$

なお、実動時間をベースにしたシステムコストの配賦が重要と考える。X, Yの効率は別の視点で検討する。

#### 2) 労務費のシステムコスト

労務費ロス（実操業日数における非付加価値時間ロス）の計算

労務費配賦率（当該QC1分当り）: L

$L = (\text{当該QC人件費総額}) \div (\text{当該QC総就業時間} : Y)$   
( QC : 物量センター の略 )

労務費ロス（非付加価値時間）: R

$R = [ Y \text{分} - (\text{当該付加価値作業時間} : \text{VT}) ] \times L \text{円}$

### 良品マテリアルとマテリアルロスとの按分計算（重量比）

#### 設備費の按分計算と同じ計算

なお、工程別総合原価を採用しているため、コストセンター内に物量センターを複数設定（工程単位）した場合は、「コストセンター内の人件費総額」を製造工程における各工程での標準延べ作業人員をベースにした比率で按分し、「当該 QC 人件費総額」を算定する。

### 3) その他のシステムコスト

#### 良品マテリアルとマテリアルロスとの按分計算（重量比）

##### 設備費の按分計算とほぼ同じ計算

なお、工程別総合原価を採用しているため、コストセンター内に物量センターを複数設定（工程単位）した場合は、「コストセンター内のその他経費総額」を製造工程におけるオンタイム時での各工程のリードタイムをベースにした比率で按分し、「当該 QC のその他経費総額」を算定する。

設備費も同様の基準で按分する。

### 4) 電力のコスト

#### 設備エネルギーロスの計算

##### 設備エネルギーロス：R

$$R = (\text{設備への期間投入エネルギー}) - (\text{期間加工必須エネルギー}) : X$$

( X は、当該製造工程における加工物が予定する変体に変化するのに必要なエネルギーの理論量である。該当設備が必要なエネルギー量ではない。理論量を算定不可能な場合は、「機械スペックの必要エネルギー量」で代用する。)

#### 良品マテリアルとマテリアルロスとの按分計算（重量比）

##### 設備費の按分計算とほぼ同じ計算

物量センターごとに測定メーターが設置されていないため、当該製造工程におけるオンタイム時での各工程のリードタイムをベースにした比率で按分し、「当該 QC の該当エネルギー量」を算定する。

### (6) データ付きフローチャートの作成

#### 1) フローチャート（図 4-12 マテリアルコスト）

上段の主原料・補助材料・購入 RC 材は各物量センターへの投入分である。また矢印に上にある数値は各項目のフローである。物量センターのすぐ下段は、その物量センターのマテリアルロスで、そのマテリアルロスからリサイクル工程に投入される部分と最終マテリ

アルロスに分かれている。下段にリサイクル工程があり、この取り扱いに関しては、次節で検討している。なお、マイナスの数字は、その物量センター間で製品換算単位が重量(kg)から面積(m<sup>2</sup>)に変わるために生じた調整分である。

#### 2) フローチャート(図 4-13 システムコスト)

上段が物量センターで発生したシステムコストである。物量センター間の矢印下にあるのは良品システムコストで、マテリアルロス分と前節の基準で按分されている。また、下段にあるマテリアルロス分は、更にリサイクル工程に投入される部分と最終廃棄物になる部分とに同じく前節の基準で按分されて示されている。

#### 3) フローチャート(図 4-14 電力及び廃棄物関連)

各物量センターで使用された電力が上段にある。その電力を良品とロス分(ロス電力コスト)が前節の基準で按分されている。なお、廃棄物処理コストは、工場全体で約 55 万円、廃棄物の重量比で当該製造ラインに配分すると約 10 万円である。今回は、少額であるということから物量センターごとに把握はすることはしなかった。

#### 4) フローコストマトリックス(図 4-15)

各物量センターへの投入が物量センター下の上段に示されている。その下にマテリアルロスが表記されているが、物量センターのマテリアルロスがリサイクル工程への投入分と最終廃棄物に分かれるので、その内訳を示している。

- ・マテリアルロスコスト率：9.0%  
(1回で良品にならなかったマテリアルロス分が投入コスト全体に占める割合)
- ・最終廃棄物コスト率：1.0%  
(最終廃棄物となる部分が投入コスト全体に占める割合)

# フローチャート(マテリアルコスト)

タキロン (単位:千円)

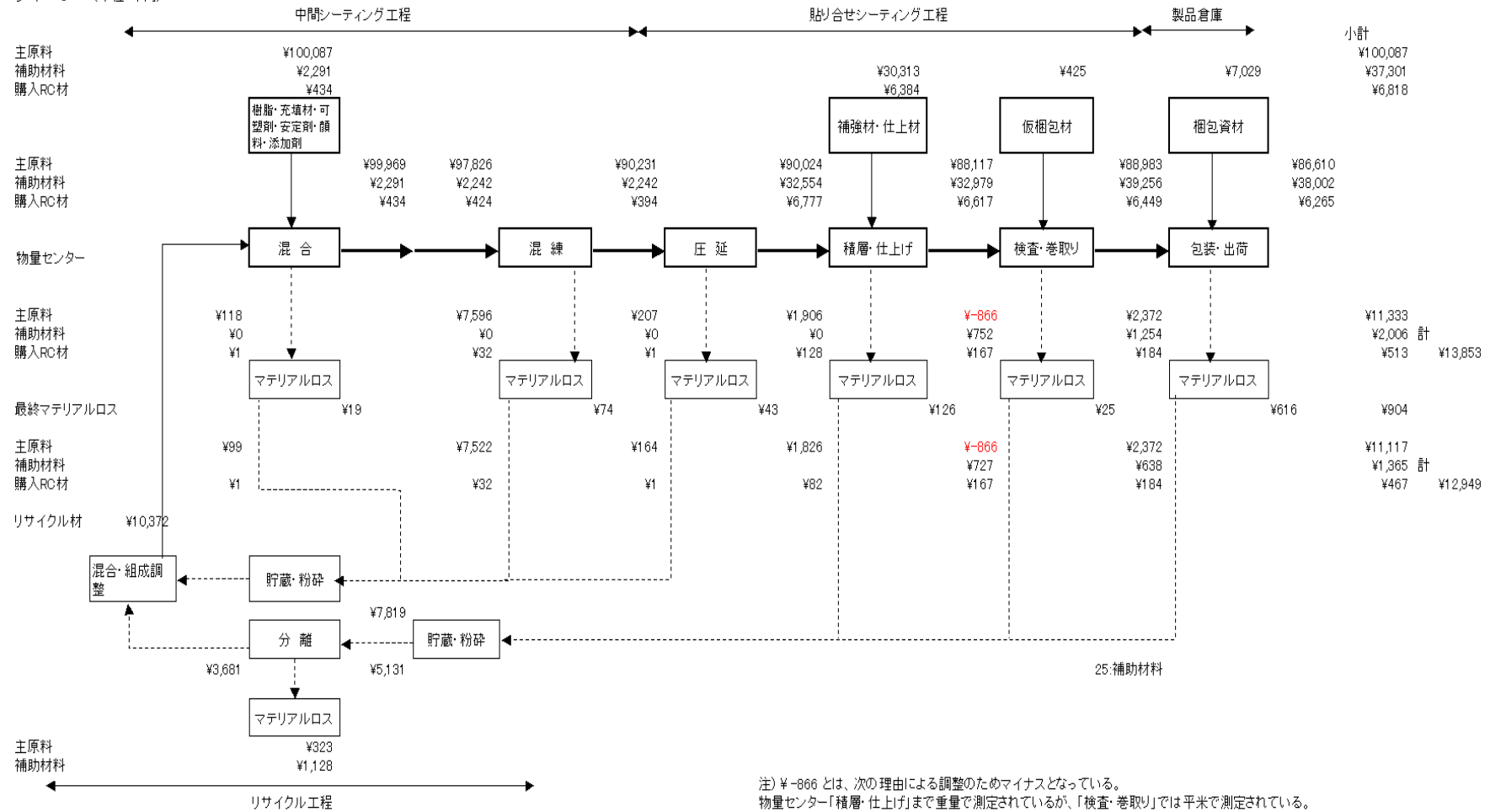


図 4-12 タキロン マテリアルコスト・フローチャート

# フローチャート(システムコスト)

タキロン (単位:千円)

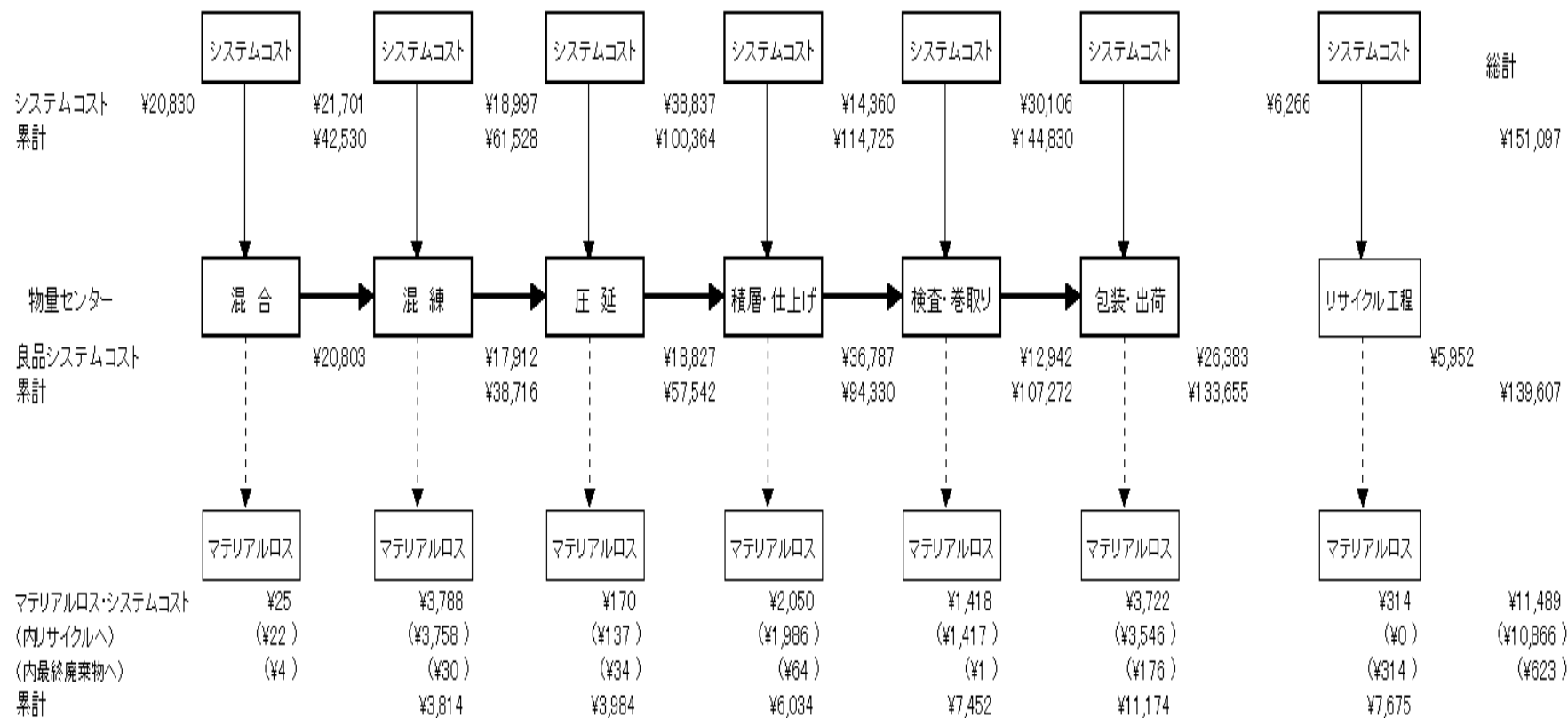
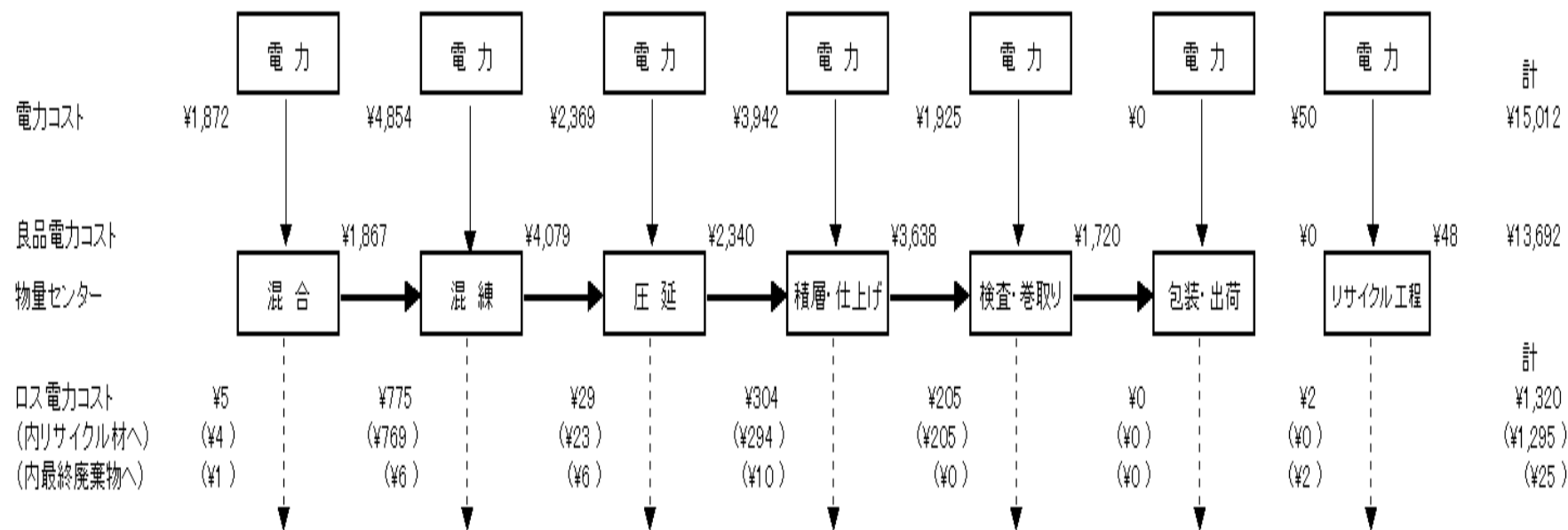


図 4-13 タキロン システムコスト・フローチャート

# フローチャート(電力および廃棄物関連)

タキロン (単位:千円)



廃棄物処理費用は工場全体で約55万円であり、重量比で按分して当該製造ライン分は10万円程度である。  
 フローチャート(マテリアル)で示されているように生産数量全体に対して数%が当該期間の最終廃棄物であり、  
 また現時点では少額でもあり場所別に把握はしていない。

図 4-14 タキロン 電力及び廃棄物関連フローチャート

電力コスト	¥1,872	¥4,854	¥2,369	¥3,942	¥1,925	¥0	¥50	¥15,012
小計	¥125,514	¥26,555	¥21,366	¥79,476	¥16,710	¥37,135	¥6,317	¥310,316
マテリアルロス								
マテリアルロス	¥119	¥7,628	¥208	¥2,034	¥54	¥3,810	¥1,450	¥15,303
（内リサイクルへ）	(¥100)	(¥7,554)	(¥165)	(¥1,908)	(¥28)	(¥3,194)	(¥0)	(¥12,949)
（内最終廃棄物へ）	(¥19)	(¥74)	(¥43)	(¥126)	(¥25)	(¥616)	(¥1,450)	(¥2,354)
システムコスト	¥25	¥3,788	¥170	¥2,050	¥1,418	¥3,722	¥314	¥11,489
（内リサイクルへ）	(¥22)	(¥3,758)	(¥137)	(¥1,986)	(¥1,417)	(¥3,546)	(¥0)	(¥10,866)
（内最終廃棄物へ）	(¥4)	(¥30)	(¥34)	(¥64)	(¥1)	(¥176)	(¥314)	(¥623)
電力コスト	¥5	¥775	¥29	¥304	¥205	¥0	¥2	¥1,320
（内リサイクルへ）	(¥4)	(¥769)	(¥23)	(¥294)	(¥205)	(¥0)	(¥0)	(¥1,295)
（内最終廃棄物へ）	(¥1)	(¥6)	(¥6)	(¥10)	(¥0)	(¥0)	(¥2)	(¥25)
廃棄物処理コスト								
小計	¥149	¥12,191	¥407	¥4,387	¥1,677	¥7,533		¥28,212

	マテリアルコスト	システムコスト	電力コスト	処理コスト	小計
良品	¥128,904	¥139,608	¥14,987	¥0	¥283,499
マテリアルロス	¥15,303	¥11,489	¥1,320	¥0	¥28,112
最終廃棄物	¥2,354	¥623	¥25	¥100	¥3,102
計	¥144,207	¥151,097	¥16,307	¥100	¥311,611

マテリアルロスコスト率 9.0%  
最終廃棄物コスト率 1.0%

図 4-15 タキロン フローコストマトリックス

#### (7) 導入企業としての評価：改善点の発見と改善活動

マテリアルフローコスト会計による成果は、社内リサイクルシステムを評価することができたことである。この製造プロセスでは、リサイクルを導入していることからほとんど廃棄物が出ていなかった。今回、マテリアルフローコスト会計によってリサイクル工程と製造工程の関係を計量的に検証することができた。

そして、リサイクルシステムの経済性評価にマテリアルフローコスト会計が有効であることも確かめられた。これまでリサイクルによってゼロエミッションを達成し、環境負荷が低減できているという認識であった。しかしながら、企業経営という観点から経済性はどれ程高く、他に選択肢はないのか等検討できていなかった。

成果の一つは、社内リサイクルコストの再評価である。これまでゼロエミッションを目指して社内リサイクルを実施していたため、最終廃棄物だけが認識されていた。ただし、マテリアルフローコスト会計の導入まではこれも具体的には把握されていなかった。例えば、この最終廃棄物をフローチャートとフローコストマトリックスで見ると、次のようになる。

マテリアルコスト（フローチャートの最終マテリアルロスの累計）：約 90 万円  
システムコスト（コストマトリックスより。ただしリサイクル工程は除く）：約 30 万円

マテリアルコストとしては投入したマテリアルに対して約 0.6%で、システムコスト全体に対しては約 0.2%であり、無視できる大きさと判断される。しかしながら、これはリサイクルによるもので、一度で良品に加工されないマテリアルをすべてマテリアルロスと考えると次のようになる。

マテリアルコスト（コストマトリックスより）：約 1,380 万円  
システムコスト（コストマトリックスより）：約 1,100 万円

このように評価すれば、一度で良品とならないマテリアルロスは、投入されたマテリアル全体の約 9.5%で、システムコストに対して約 7.9%であり、その絶対額を含めても改善対象となると考えられる。

この結果、リサイクルに隠れてしまったマテリアルロスを顕在化することができ、今後の改善点として検討することができる。

さらに、このような分析を通して、以下のような展開が検討された。

まず、製造工程で発生するロス分を同じ製造工程でリサイクルするとき、そのリサイクルの程度が投入された原材料（バージン材）までリサイクル加工するのか、それとも混合物として投入・再利用するのかによって、リサイクル材のマテリアルコストの評価方法が異なると考えられる。フローチャート（マテリアルコスト）では、マテリアルフローコスト

会計の原則をそのまま適用して、リサイクル工程から物量センター「混合」へのアウトプットを始点での投入材料（バージン材）を基に評価している。この方法は、実際にリサイクル材をバージン材にまでリサイクル加工しているのであれば適当であると考えられる。しかしながら、タキロンの場合、バージン材でない物質のフローがバージン材のフローとして示されることが不適切であると考えられる。リサイクルに関する理論的体系化は今後の課題とするが、バージン材と考えないとすれば、例えば次のような評価ができる。

このリサイクル工程が企業外部と仮定すれば、リサイクル工程に投入される材料は価値ゼロと考えることができる。したがって、リサイクル工程自体に掛かるシステムコスト約 630 万円が企業の負担額と考えられる。また、このリサイクル工程から再投入に回されるアウトプット分は市場価格で評価され、例えば「リサイクル材評価益」として認識することができる。タキロンの場合、市場価格を乗じると約 520 万円となる。この評価益とシステムコストを比べることによって、一定の仮定に基づいたリサイクルの採算性を推測することはできる。しかし、この結果によってリサイクル工程自体の是非を判断することはできないと考える。

このように今後材料フローコスト会計に付加価値情報を付加することが、材料フローコスト会計を企業に普及する上で有用であると考えられることから、実務に有効な活用法を開発することが必要である。このようにタキロンでの取り組みが実務面での有効活用として検討され、具体的な成果を得ることができた。

#### 4.4.4 キヤノンへの導入実験

同じく 2001 年度からの新規導入協力企業である。カメラレンズの加工工程で、外部から購入されたガラス材（ある程度までレンズの形状に合わせたガラス材）を研磨し、必要とされるレンズの形状・厚さに加工し、レンズに必要な焦点を設定する芯取りを経て、その後コーティングすることでレンズが完成される。製造ラインを実際に見ても、各工程から目に見える廃棄物（ガラス材など）は出ていない。材料ロスと考えられるものは、破損もしくは再加工不可能な損品と、ガラスを研磨するときの研磨スラッジ（ガラスの削りくず）である。後で説明しているが、損品はわずかである。製品にならない原材料を材料ロスと見れば、損品がなければレンズの個数的にはロスなく生産されていることとなる。しかし、材料フローコスト会計の視点からは、この研磨スラッジは材料ロスである。廃棄物として発生している。投入した原料個数がそのまま製品個数となるケースにおいても、材料フローコスト会計を導入することで改善点が見出せるのではないかと検討することとした。

また、環境負荷を最小限に抑えるために、研磨で使用する水やその廃水を工場内でクロード処理している。このため廃棄物処理の成果が非常に高い反面、その費用は大きな額となっている。これまでは、その金額の大きさは工場単位でとらえられていたが、今回の

マテリアルフローコスト会計の導入実験によって、一つの製造ラインではあるが、工程別（物量センター別）にその廃棄物処理の費用を明らかにすることが目的であった。このように廃棄物処理システムに製造工程からどのような物質のフローがあるかを物量レベルで追跡し、その物質自体の（マテリアルフローコスト会計上の）価値と廃棄物処理コストを明らかにすることで、今後の改善に役立てることができると考えられる。

#### （１）会社概要

キヤノンは、1998年より「生産革新」活動を実施してきた。生産革新の目的は、市場の多様化するニーズ、商品のライフサイクルの短縮など、従来の大量生産、大量販売からくる仕掛、在庫の無駄を徹底的に排除することである。具体的には、サプライチェーンの効率化、社内の生産方法をベルトコンベア方式からセル生産方式にし、必要な製品を必要なだけ生産するフレキシビリティの高い生産体制を構築した。

この生産革新により、2000年末までの実績で、スペース削減で38万㎡、撤去したコンベア1万6千m、撤去した自動倉庫25基、返却した外部倉庫8万㎡を達成することが出来た。この数字を環境側面で評価すると、約30,000t - CO<sub>2</sub>の削減を実施したことになり、これはキヤノンの国内CO<sub>2</sub>発生量の約6%相当という大きな削減成果を上げることができた。すなわち、生産効率を高め、生産を柔軟に対応する仕組みを作ったことにより、経営面、更には環境面においても大幅な効果を示すことになった。

この生産革新を更に深化される方法の一つとして、マテリアルフローコスト会計の導入の検討を行った。導入に際しては、環境負荷の高い部品加工、とりわけ、排水、廃棄物（研磨スラッジ）に負荷が多く、生産の歴史が長く多くのデータを保有している宇都宮工場のレンズ加工工程を選定し検討を行った。

宇都宮工場は、1980年宇都宮市清原工業団地に設立した、キヤノンのレンズ専用工場であり、レンズの研磨、洗浄、蒸着、組立とレンズの一貫生産工場である。更に、海外を含め、レンズ生産工場のマザー工場の役割を果たしている。また、昨年より、光学研究所を隣接地に設立し、研究開発から生産までコンカレントに行う体制を整えた。

現在の宇都宮工場は、生産革新の一環として組立工程のみならず、部品加工のセル生産化を行っており、大幅な仕掛の削減に対して挑戦している最中である。

#### （２）導入の対象と範囲

宇都宮工場のカメラレンズの1機種1加工ラインを対象とした。なお、従来の工程別組織から1つのセルで全製造工程を実施するセル組織形態を2000年より採用している。マテリアルフローコスト会計の原価範囲は、「マテリアルコスト」・「システムコスト」・「配送/処理コスト」のフルフローコストを集計した。また、データ収集期間を1ヶ月（2000年度）とした。

製造工程を詳細に説明することは社外秘の部分もあり、概括的な説明にとどめる。購入

されたレンズのもとになるガラスを、まず物量センター「荒研削」から「研磨」までで要求される厚さと形状に研削・研磨し、次いで「蒸着」でコーティングする。比較的単純な工程であり、主原料となるレンズガラスが製造始点で投入され加工する工程で、途中必要に応じた補助材料が投入される。

また、廃棄物（廃液・廃油）の処理で、例えば、加工で水を使って磨くが、廃液には水・研磨スラッジ（ガラスの削りクズ）・補助材料が含まれる。水はクローズドで社内処理をして循環させ再利用している。

### （３）実施体制：マテリアルフローモデルの作成と物量センターの設定

2001年7月に工場スタッフへのマテリアルフローコスト会計の説明と、導入対象となる工場及び製品（製造工程）の見学のため宇都宮工場を訪問した。

なお、本プロジェクトを実施するため次のチームが編成された。

宇都宮工場：環境管理部門を中心に、製造、生産技術、製品技術、生産管理、設備その他関連部門

### （４）データの収集

各物量センター（荒研削・精研削・研磨・洗浄検査・芯取・洗浄・蒸着）と物量センターの総計を表す「材料」の8枚のExcelシートを作成した。このシートはこの製造ラインを流れる13の品番ごとに次のような項目を日報で記録するように設定されている。

なお、「？」マークの部分は原資料では実際の数値が入っているが、社外秘のためこのようにしている。

①工数(分)	⑧手直し数	加工費(円) ①×③×⑤
②人件費	⑨損品処分費	
③レート	⑩段取り工数(分)	
④要員	⑪段取り回数	
⑤投入個数	⑫段取り時間 ⑩×⑪	
⑥完成個数	⑬電気使用量(kwh)	
⑦前工程返品数	⑭スラッジ量 ?g×⑤	

また、各物量センターの小計として、以下の項目に関して記録するように設定されている。

<b>減価償却費(円)</b>
機械①
機械②
<b>機械稼働率(%) ①÷②×100</b>
①実稼働時間(Hr)
②基準時間(Hr) 2直

<b>電気使用金額(円)①×②</b>
①使用量(Kwh)200V
②単価[? 円/kwh]
<b>水使用金額(円) ③+⑥</b>
①ろ過水使用量( m <sup>3</sup> )
②単価(? 円/m <sup>3</sup> )
③使用金額 ①×②
④純水使用量( m <sup>3</sup> )
⑤単価(? 円/m <sup>3</sup> )
⑥使用金額 ④×⑤
<b>エア使用金額(円)①×②</b>
①使用量( Nm <sup>3</sup> )
②単価( 円/Nm <sup>3</sup> )

<b>補材使用金額(円)</b>
①補材 A 使用量(%)
②単価( 円/%)
③金額( 円) ①×②
④補材 B 使用量(%)
⑤単価( 円/%)
⑥金額( 円) ④×⑤

<b>廃油処分費(円) ③+⑥</b>
品名[ ]①量(Kg)
②処理単価
③処理金額
品名[ ]④量(Kg)
⑤処理単価
⑥処理金額
<b>廃液処分費(円) ③+⑥</b>
品名[汚泥ドライヤー]①量(%)
②処理単価
③処理金額
品名[乾燥汚泥]④量(%)
⑤処理単価
⑥処理金額
<b>スラッジ処分費(円)</b>
品名[ガラス切粉]①量(Kg)
②処理単価

これ以外に各品番ごとの重量変化(ただし、現時点ではすべての物量センターごとにはない)表と損品表があり、これらをもとにフローチャートが作成されている。

(5) マテリアルコスト・システムコスト・配送/処理コストの計算

マテリアルコストは、購入されたレンズガラスとその他の補助材料(約20種類)である。レンズガラスは各13品番に単価を設定している。レンズガラスをレンズに削る工程である

ので、本来、レンズが欠けたり割れたりすること（損品）以外にレンズガラスの個数としては廃棄物が出ない。しかし、今回はレンズの研磨スラッジ（ガラスの削りクズ）と損品の両方をマテリアロスと認識することとした。ただし、損品は物量センターとその個数は記録されているが（損品表）研磨スラッジに関しては、各品番の「荒研削」と「芯取」の完了時の理論値しかない。購入レンズガラスの重量（購入スペック値）から加工完了時の理論値を引き、マテリアロス分とすることとした。したがって、この研磨によるマテリアロスの測定は、この 2 つの物量センター以外は今回見送ることとした。ただ、他の物量センターでの研磨スラッジは非常に微量ではある。

また、補助材料は、この製造工程の性格上、すべてマテリアロスとして考えた。

物量センターのシステムコストは、各物量センターで加工費〔工数（分）×労務費レート×投入個数〕と当該機械設備の減価償却費を合わせて算出した。金額の根拠はすべて財務上の記録から引き出し、加工費に関しては 1 分当りの労務費レートを設定し、減価償却費は簿価“0”の設備も購入価格を調べて定額法で設定した。良品とマテリアロスへの配分はレンズガラスの重量比で按分した。

配送 / 処理コストは、以下の表にある項目ごとに単価を設定し、各廃棄物量を掛け合わせて算出した。なお、単価は実際費用の単位当たり平均である。

廃棄コスト	単位	単価	生産用水	単位	単価
研磨スラッジ	Kg		クローズド水	m <sup>3</sup>	
汚泥ドライヤー	Kg		純水	m <sup>3</sup>	
乾燥汚泥	Kg	?			
廃油	Kg	?			
損品ガラスクズ	Kg	?			
廃液 A	Kg	?			
廃溶剤	Kg	?			
廃液 B	Kg	?			
蒸着カス	Kg	?			
ブラスト残渣	Kg	?			

## （6）データ付フローチャートの作成

### 1）フローチャート（図 4-16 マテリアルコスト）

物量センターの上段は当該製造ラインへの新規投入材料である。物量センター間の矢印上の数値は、良品へのマテリアルのフローを示し、前の物量センターからの各物量センターへの投入を示す。物量センター「研磨」下の数値は仕掛品を示し、「蒸着」下の数値は不具合による前工程への返品を指す。今回この前工程への返品に関してはその数値



# フローチャート(マテリアルコスト)

キヤノン

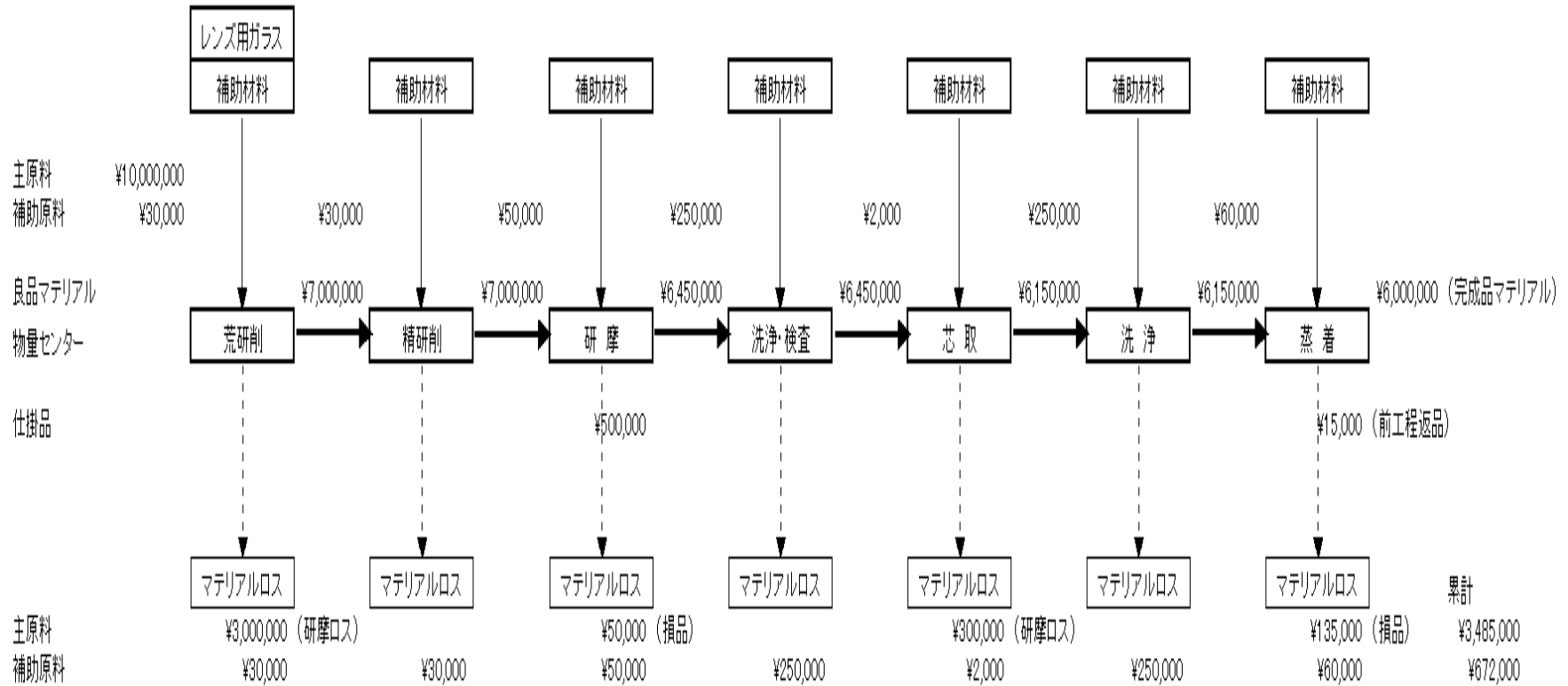


図 4-16 キヤノン マテリアルコスト・フローチャート

# フローチャート(システムコスト)

キヤノン

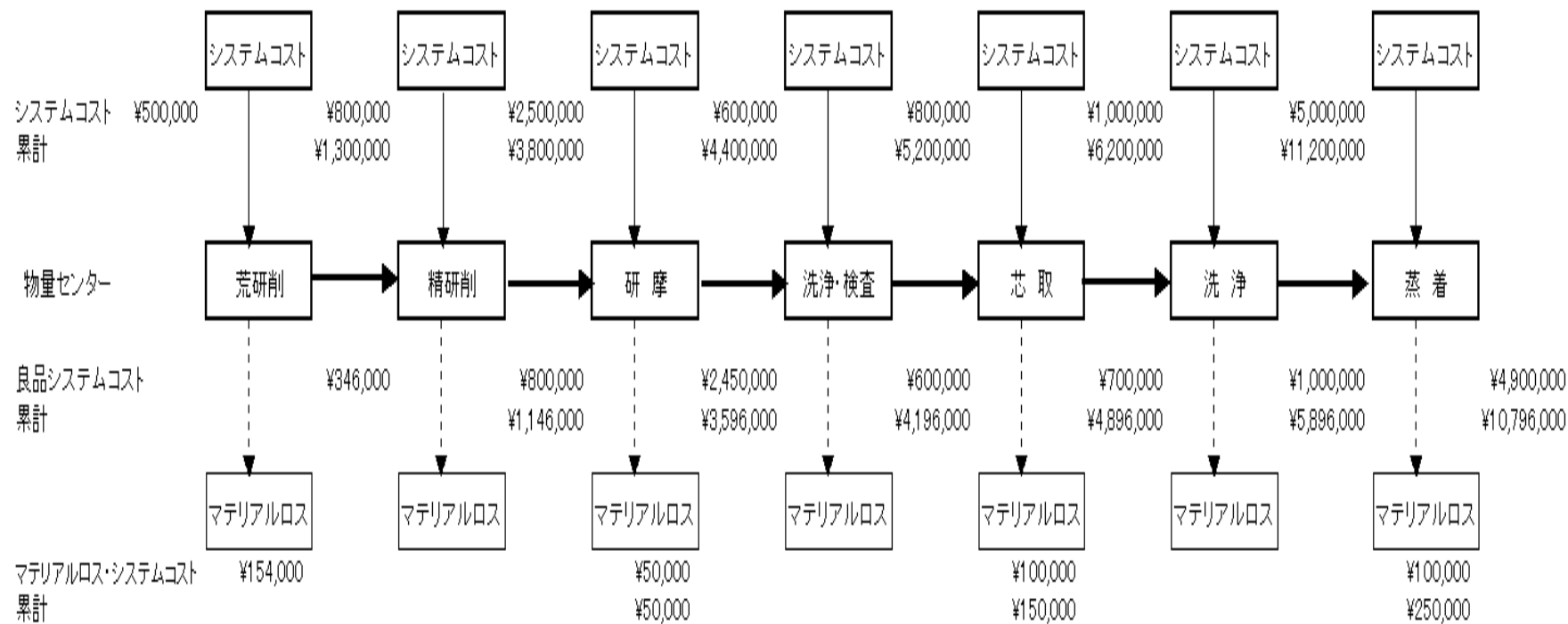


図 4-17 キヤノン システムコスト・フローチャート

# フローチャート(用役関連および廃棄物関連)

キヤノン

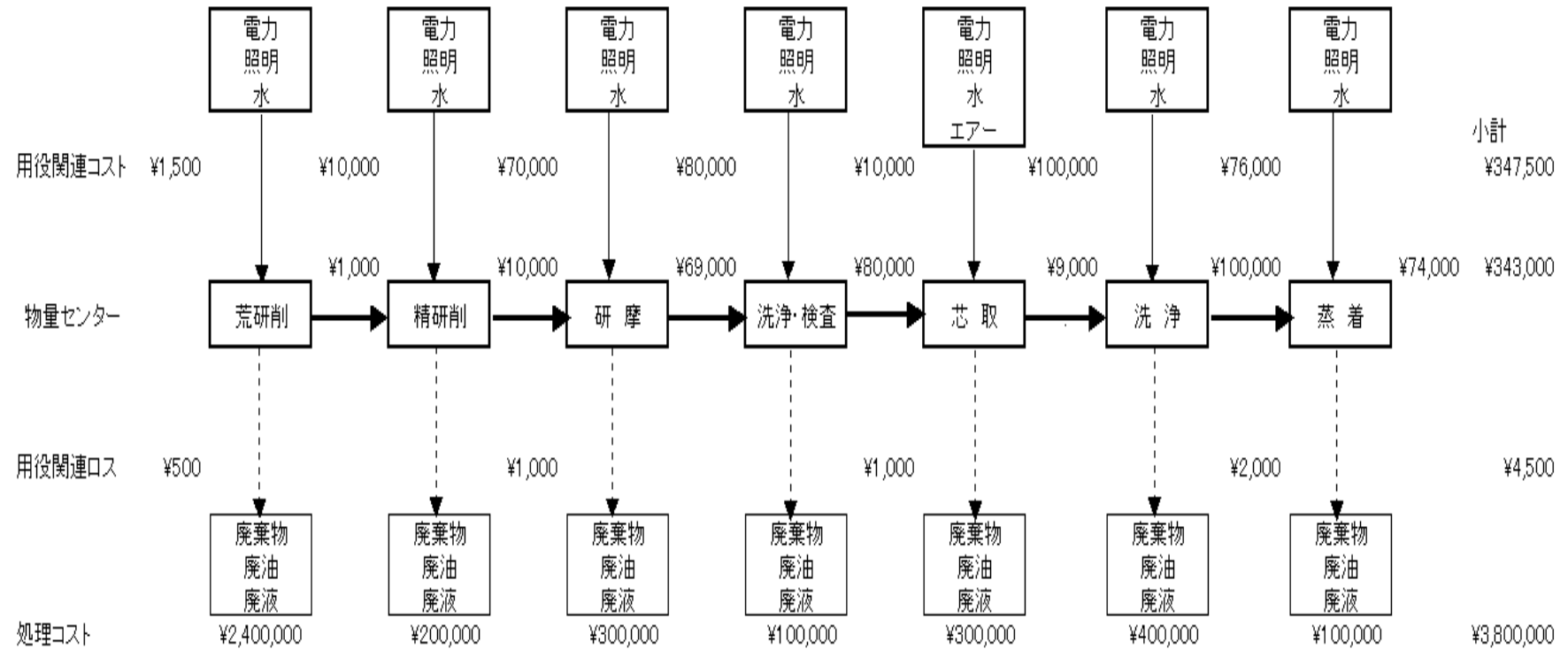


図 4-18 キヤノン 用役関連及び廃棄物関連フローチャート

# フローコストマトリックス

キヤノン

物量センター	荒研削	精研削	研 摩	洗浄・検査	芯 取	洗 淨	蒸 着	合計
<b>投入</b>								
材料コスト	¥10,030,000	¥30,000	¥50,000	¥250,000	¥2,000	¥250,000	¥60,000	¥10,672,000
システムコスト	¥500,000	¥800,000	¥2,500,000	¥600,000	¥800,000	¥1,000,000	¥5,000,000	¥11,200,000
用役関連コスト	¥1,500	¥10,000	¥70,000	¥80,000	¥10,000	¥100,000	¥76,000	¥347,500
小計	¥10,531,500	¥840,000	¥2,620,000	¥930,000	¥812,000	¥1,350,000	¥5,136,000	¥22,219,500
<b>マテリアルロス</b>								
材料ロス	¥3,030,000	¥30,000	¥50,000	¥250,000	¥302,000	¥250,000	¥195,000	¥4,107,000
システムコスト	¥154,000	¥0	¥50,000	¥0	¥100,000	¥0	¥100,000	¥404,000
用役関連コスト	¥500	¥0	¥1,000	¥0	¥1,000	¥0	¥2,000	¥4,500
処理コスト	¥2,400,000	¥200,000	¥300,000	¥100,000	¥300,000	¥400,000	¥100,000	¥3,800,000
小計	¥5,584,500	¥230,000	¥401,000	¥350,000	¥703,000	¥650,000	¥397,000	¥8,315,500

	材料コスト	システムコスト	処理コスト	小計
良品	¥6,565,000	¥11,139,000	0	¥17,704,000
マテリアルロス	¥4,107,000	¥408,500	¥3,800,000	¥8,315,500
小計	¥10,672,000	¥11,547,500	¥3,800,000	¥26,019,500

マテリアルロスコスト率 32.0% (総コストに占めるロス 総額の比率)  
 荒研削ロスコスト率 25.1% (総コストに占める「荒研削」ロス 総額の比率)  
 荒研削ロス率 67.2% (ロス 総額に占める「荒研削」ロス 総額の比率)

図 4-19 キヤノン フローコストマトリックス

#### (7) 導入企業としての評価：改善点の発見と改善活動

既に説明したがレンズは本来個数単位である。個数としてのマテリアルロスということから物量センター「研磨」と「蒸着」で損品が発生しているが、全体加工個数に対する損品個数は3%以下であり、物量センター「荒研削」の研磨によるマテリアルロスに比べて相対的に小さいと考えられる。したがって、第一に注目される点は物量センター「荒研削」のマテリアルロスであり、フローコストマトリックス表にあるように、「荒研削」でのマテリアルロスの総コストに占める割合が25%ほどで、しかも「荒研削」でのロス額がロス総額の70%近くを占めていることである。また、金額的にもロス総額が約830万円に対して、「荒研削」は約560万円がロスで、その内マテリアルのロスが約300万円と廃棄処理コストが約240万円と1ヶ月当りの金額としても多額であると考えられる。

「荒研削」のマテリアルのロスと廃棄物処理はレンズの研磨スラッジが大部分の原因であり、今後この削られる部分をいかに削減するかによって改善効果が大きく達成できるであろう。例えば、購入ガラス材の形状を限りなく荒研削完了品と近づけることが考えられ、単純ではあるが、もし「荒研削」のマテリアルロスを“0”にできれば、900万円/月近いコスト削減効果が望め、環境負荷の低減も達成される。

#### 4.5 まとめ - 導入実験の成果と評価 -

2年間にわたる実際の企業への導入実験を通して、マテリアルフローコスト会計の具体的な有効性と今後の課題が明らかになってきた。

これらの事例から、マテリアルフローコスト会計による経営情報は、新たな視点からの企業内部分析が可能になることは明らかである。製品（良品）とならない原材料のフローである「負の製品」（廃棄物）の発生場所とその価値に関する体系的な情報によって、企業内の物質のフローとストックが透明化し、これまでの良品を中心とした付加価値情報とは違った側面から企業活動を分析することができる。「廃棄物の発生」を廃棄物の生産として仮定し、製造工程を「良品」と「廃棄物」という2製品の製造工程として考え、その物量情報と価値計算によって環境負荷低減情報とすることが可能である。4社の事例にもあるようにマテリアルフローコスト会計は、環境負荷の低減とコスト削減による経済性の改善を同時に達成する手法として有効に活用することができると考えられる。

ただ、「経済性の改善」とは現時点では推測の域を出ておらず、今後具体的な改善策とその経済効果を検証することが必要である。また、マテリアルフローコスト会計の理論面において、例えば投入時点での原材料と全く組成や質が異なるように加工される製造工程で、常にその投入時点での材料として把握することの是非の具体的な検討がまだなされていない。また、マテリアルフローコスト会計が素材産業には有効であることは明らかになってきたが、例えば組立産業やサプライチェーンへの展開が可能であるかなど今後検討しなければならない課題も多い。

しかしながら、環境マネジメント手法としての有用性が高いことは明らかであり、また企業経営情報として様々な拡張性があることから、今後の具体的導入・普及を通して改善され、マネジメント手法として完成されることが望まれる。

なお、今回は実際の企業導入実験ということもあり、以下に公認会計士の立場と研究者の立場からマテリアルフローコスト会計とこの具体的な導入事例に関するコメントを載せることとした。

#### 4.5.1 公認会計士の立場から見たマテリアルフローコスト会計の理論的評価

IMU のマテリアルフローコスト会計の最終アウトプット帳票の一つであるフローコストマトリックス(表 4-2)では、製品、包装、マテリアルロス別に原価内訳である、「マテリアルコスト」、「システムコスト」、「配送/処理コスト」のマトリックスで表示される。

表 4-2 IMU のフローコストマトリックス

	マテリアルコスト	システムコスト	配送/処理コスト	計
製品	120	25	0.2	145.2
包装	40	25	2.5	67.5
マテリアルロス	21.5	6.4	1.5	29.4
計	181.5	56.4	4.2	242.1

その結果、製品に関わる総原価は、製品に対応するマテリアルコスト、システムコスト、配送/処理コストの合計となる。それとは別にマテリアルロスに関わるマテリアルコスト、システムコスト、配送/処理コストの合計も算出される。

原価計算制度に基づけば、製品原価は製品を作り出すために必要とした財貨の費消を貨幣価値的に集計したものである。したがって、マテリアルロスに関わる一連のコストもすべて製品原価を構成することとなる。

簡単にいえば、数量 100 (価額 ¥100) の材料 (マテリアル) を投入して、製品数量 90 (ロス・仕損じ数量 10) 生産した場合の、製品の材料費は、現在の原価計算ではロス・仕損じ数量にかかわらず ¥100 となる。これをマテリアルフローコスト会計では、製品 ¥90、マテリアルロス ¥10 となる。

原価計算制度上は、あくまで製品 (良品) を生産するためにトータルどれだけの財貨を費消したかという観点で集計される。この考え方は、ロス・仕損じもあって製品 (良品) が出来るものであり、費消した財貨を回収し得る能力は製品 (良品) のみが有し、ロス・仕損じについては回収能力が無いと考えているためである。

他方、マテリアルフローコスト会計では、製品のコストとして製品重量とロス・仕損じ

重量の割合に応じてマテリアルコスト、システムコスト、配送/処理・コストが算出される。この製品のコストは、マテリアルロスが「0」(歩留り100%)の状態の単価で製品数量分を乗じて算定されるものと同じとなる。また、マテリアルロスという概念で、ロス・仕損じの材料にも、ロス・仕損じ重量と製品重量との割合に応じてマテリアルコスト、システムコスト、配送/処理コストも賦課(負担)している。

このようにマテリアルロスの金額を明示することにより、従来の歩留り(物量)管理から脱却したストレートに金額によるマテリアルロス(金額)管理が可能となった。逆にいえば、どの工程で多額のマテリアルロスが発生しているかが一目瞭然である。場合によっては、歩留りが1番悪いところがマテリアルロス金額上1番大きくない場合も想定される。例えば、最終の工程に近いほどシステムコストは累積的に増加しており、初期の工程とロス率が同じでも最終の工程に近いほどのマテリアルロスの金額は多額となるためである。

従来の原価計算+歩留り管理では、歩留り改善による効果額の算定が困難であった。それをマテリアルフローコスト会計では、マテリアルロス(金額)として工程(物量センター)ごとに明示することにより、どの工程でロスを何%改善すればどれだけの効果額が生じるか容易に算出でき、対応する投資額から、何年で回収できるかが明らかとなる。また、逆に使えば5年内で回収するにはどれだけの投資額(=マテリアルロス(金額)×改善率×5年)が掛けられるかより、どの工程の改善が容易かを明らかとすることもできる。ただし、マテリアルコストはほとんど変動費と考えられるが、システムコストには固定費も含まれると考えられるので、厳密には上記算式だけの効果額は生じないこととなる。

企業は、従来、環境負荷削減として環境負荷物質が排出される段階で捕捉し、適正処理するいわゆるエンドオブパイプ的な環境対策が一般的であった。この方法では、適正に処理するほどコストが増加することとなる。そこで、環境負荷物質が排出されること自体が資源やエネルギーのロスとして認識し、そのロスを究極まで削減する生産方式の開発により、資源・エネルギーのロス削減=資源・エネルギーのコスト削減、さらに資源・エネルギーのロス削減による環境負荷物質排出量の削減及び環境負荷物質排出量の削減に伴う処理コストの削減と、いわゆる環境負荷削減とコスト削減を同時実現する生産方式としてのクリーンプロダクションの開発及び指向が環境先進企業を中心に一般化しつつある。

マテリアルフローコスト会計は、このような環境負荷削減とコスト削減を同時実現する生産方式としてのクリーンプロダクションの開発・実現に向け、物量・金額の双方の有用情報を明示する手法、それも良品とロスとの関係を物量と金額においてリニアにリンクさせ、シミュレーションも容易とするため今後より重要な役割を担うものとする。

#### 4.5.2 環境会計理論からみたマテリアルフローコスト会計について

##### (1) マテリアルフローコスト会計の内部管理情報としての有用性と可能性

現在ドイツでは、様々なフォームの環境管理会計が提唱され、理論化され、そして実務で試行されている。マテリアルフローコスト会計（より正確には、マテリアルフロー指向原価計算 Materialflussorientierte Kostenrechnung）は、現在ドイツ連邦共和国の国家レベルで検討が進んで、既にドラフト作成段階に入っている環境管理会計（すなわち、エコバランス（エコピランツ）環境原価計算、環境指標システム及びマテリアルフロー指向原価計算）の一つである。

その意味で、マテリアルフローコスト会計について考えるときは、他の3つの環境管理会計との相対的關係に配慮する、ということ、忘れてはならないであろう。そして、企業情報マネジメントシステムと環境マネジメントシステムの共通領域にあるサブ・システムないしは実行ツールとしてのマテリアルフローコスト会計の有用性については、理論的にも実務的にも、その論理性、有用性、目的適合性、実行可能性など多方面から、なお慎重に考慮する必要がある。

具体的にいえば、マテリアルフローコスト会計では、「廃棄物原価」が「製品原価」と共に独立的勘定として設定され、数値が算定されている。そして、ここに表現される「廃棄物原価（産廃原価ともいう）」の内容としては、主に固形廃棄物の取得原価（インプットプライス）が考慮されている。したがって、水質汚染物質や大気汚染物質や危険化学物質（PRTR法関連の化学物質）などは、一般的にいえば、把握困難である。さらに、地球環境問題において重要な地位を占める「外部費用」も、明示的にはほとんど考慮されていない。

また、通常環境会計、とりわけ、我が国で企業実務において制度的に広く行われている「環境省ガイドライン」に沿った形での、環境コストの把握を中心とする環境会計で把握される、〈企業の環境保護努力を表示する環境コスト（いわゆる、環境投資、環境経常支出・経費など）〉も、独立的・明示的に把握・算定されているとはいえない。したがって、このような観点からは、マテリアルフローコスト会計の環境管理会計としての有用性には、一般に、ある種の〈限定符〉を付けて考えることが重要であろう。

しかしながら、このことはフロー原価計算が環境管理会計としてメリットが少ない、ということの意味するものではない。むしろ、「外部費用の把握」などは、他の環境管理会計システムや環境指標システム、あるいはエコバランス（LCA）に任せ、固形廃棄物の合理的管理と計画的削減や、さらに入口サイドの再生不能・可能のエネルギー、資源の有効利用と管理・削減にその有用性を集中させている、と考えるべきであろう。これらの領域における努力は、経済性と環境保護努力が両立する、いわゆるウィン＝ウィン関係が成立しやすい領域であり、この領域に企業努力が注がれるのは、望ましいことであろう。

それは、一般的にいって、このようなインプット資源の削減や固形廃棄物の削減に関わ

る環境保護投資は、景気の動向や為替の変動などに関係なく、いつでも環境保護措置の実行可能性が高く保たれている領域であり、近年の不透明かつ困難な国際政治・国内経済状況においてなおも環境保護を推進するには、適切な領域といえるからである。

しかしここで、なお忘れてはならないことがある。それは、マテリアルフローコスト会計は、原材料費（マテリアルコスト）を主とする原価節減（原価低減）を目指す「原価計算システム」であり、環境改善は、原価節減の付随的效果として（同時並行的に）達成される、ということである。したがって、マテリアルフローコスト会計の真のモチベーションは、「経済的領域（原価節減、収益性向上）」にあることになる（もちろんこのことは相対的問題であり、そのモチベーションが経済的領域にあっても、環境改善の効果が大きければ、それは優れた環境管理会計であるわけで、以上の議論はフローコスト会計の環境管理会計としての優劣や是非を問うものではない）。そこで、ここでいま一度、マテリアルフローコスト会計の「原価計算」システムとしての側面を、少しばかり考えてみることにしたい。

マテリアルフローコスト会計がはぐくまれたドイツでは、原価計算（及びその基礎にある生産・原価理論）の学説は、シュマーレンバッハ、メレロヴィッツ、ゲーテンベルク、キルガー、ハイネン及びクロークなどにより発展させられ、限界計画原価計算（Grenzplankostenrechnung）に代表されるような、精緻にして壮大な原価計算の体系がはぐくまれてきた。

マテリアルフローコスト会計の世界的なリーダーであるドイツのIMUのシュトロベールが主張するように、フローコスト会計がこのドイツの「原価計算の土壌」の中で育ったものと考えたとすると、そして、マテリアルフローコスト会計がこのドイツ流の「原価計算カテゴリー」の一部分を構成するとすると、それはいったいどのように位置付けることになるのであろうか。

シュマーレンバッハは、「原価は給付のための経済価値費消を相対価値で評価したもの」と定義し、この定義はその後のドイツ原価理論にも受け継がれていったと考えられる。しかし、そうすると、このマテリアルフローコスト会計における「製品原価」は、「給付のために費消された経済価値の一部分しか表現しない」わけであるが、その場合、いったいこの「原価の（本質の）伝統的定義」に合致するのであろうか、それとも合致しないのであろうか？もし合致すると考えると、このシュマーレンバッハの定義をどのように解釈した結果なのであろうか？

また、これまで文献や実務で見られるマテリアルフローコスト会計はそのほとんどが全部実際原価計算のフォームで展開されていると考えざるを得ない。しかし、マテリアルフローコスト会計においても、通常、原価計算目的で主張される、価格決定目的、財務諸表作成目的、原価管理目的、利益管理目的などを満足させるものとするれば、当然ながらマテリアルフローコスト会計もまた、これまでの全部実際原価計算の他に、（そこから更に進んで）計画原価計算（標準原価計算）や限界原価計算（直接原価計算）のフォームを採用す

ることが必要となろう。しかし、マテリアルフローコスト会計を標準原価計算のフォームで展開すると、いったいどのようなことになるのであろうか？標準原価計算において実施される原価再分析はいかなるフォームを採るのであろうか？

さらに、当初、マテリアルフローコスト会計と伝統的・制度的原価計算において実施される、いわゆる（通常の）「歩留計算」とはどう違うのか、といったことが議論されたことがあったが、今後マテリアルフローコスト会計を企業実務の中にスムーズに導入・普及させることを考えるならば、「マテリアルフローコスト会計の通常の原価計算との異同」を更に根本的に解析する必要がある。

以上のように、マテリアルフローコスト会計には、原価計算理論や原価理論上、考えなければならぬことが多々あるように見える。そして、もしマテリアルフローコスト会計を（ドイツの）原価計算の一つと考えるとすれば、以上のような問題に正面から答える必要がある。

もう1つの方向性として、マテリアルフローコスト会計をして、ドイツの1980年代以降発達してきたエコバランス（エコピランツ）の一種と考える、という方向性も考えられよう。

この場合は、エコバランスが物量尺度で測定されディスクローズされる結果、理解し難いとともに、経営者を含む企業の関係者にとってモチベーションを湧かせることが難しい手法であったところを、貨幣評価することにより、理解しやすく、よりモチベーションが湧きやすい手法にしたもの、というように位置付けることも可能である。

しかし、このような解釈が成立する余地は余りないようにも感じられる。それは、マテリアルフローコスト会計の体系が、従来の原価計算システムに完全に統合されるように説明することが通常だからである。

さて、以上、マテリアルフローコスト会計の原理的な問題点を挙げてみた。以上に論及しなかったが、マテリアルフローコスト会計には、企業全体をブラックボックスとして見るのではなく、コストセンターごとに分析し、更に詳細に物量センターごとにも分析するという、いわゆる徹底したプロセス指向の原価計算という、内部管理上の大きなメリットがある。ドイツのプロセス原価計算やアメリカ的ABC（活動基準原価計算）との融合が主張されるゆえんでもある。

実務的な諸問題の解明とともに、これらの理論的問題点を、伝統的原価計算理論や原価理論と比較して、また他の環境マネジメント・環境管理会計手法と比較して、もっと突き詰めて考えることにより、マテリアルフローコスト会計を、企業の内部管理の有用な手法として、より精緻な体系へと変貌させることが期待されるものである。

## （2）マテリアルフローコスト会計の外部情報としての有用性と可能性

マテリアルフローコスト会計をシステムとして導入することによる環境経営情報の提供については、次のような成果やその可能性を挙げる事が出来る。

- ・ マテリアル資源生産性の向上。
- ・ マテリアル資源生産性を改善した結果としてのコスト削減の達成と環境保全効果の獲得。
- ・ マテリアルフローの観点から見た企業レベルでの組織や工程構造の改善機会の発見。
- ・ マテリアルフローについての部門間のコミュニケーションと協力による柔軟な改善機会の発見。
- ・ 改善されたデータに基づく新製品・新技術・新工程の開発投資へのインセンティブ。
- ・ フローベースの一貫したデータシステムによる情報システムの質の強化。
- ・ マテリアルフローの全体構造についての従業員や管理者の意識の向上。

これらはいずれも企業内における成果である。そこで、最後に、マテリアルフローコスト会計が、企業外部の利害関係者にとってどのような有用性や可能性をもっているのかについて述べる。

マテリアルフローコスト会計は、工程全体におけるアクティビティをマテリアルフローとして、マテリアルフローの物量をコストドライバーとして、認識し分析する手法である。その際には、マテリアルコストだけでなく、システムコストもマテリアルフローに配賦するため、マテリアルフローコスト会計の原価の範囲として全部原価を指向しているともいえる。

システムコストの範囲に全部原価をとった場合には、財務会計上のコストの一部を形成するという意味で、財務会計上のデータとも結び付くことにもなる。ただし、財務会計では、形態別コスト分類をとっているため、マテリアルフローコスト会計を通して算定されたコストがそのまま財務会計上で目に見える形で現れてくるわけではない。マテリアルフローコスト会計が、企業外部への有用な情報提供となる可能性をもっているのは、むしろ、環境報告書においてである。

既に、環境報告書上で企業の環境活動に関する多くの情報が開示されている。しかし、環境報告書は企業全体についての環境活動を報告する開示媒体であるが故に、企業全体に係る排出量や環境負荷削減量が開示されたとしても、ともすれば、企業内の具体的な物の流れが見えにくい、あるいは、イメージし難いことも多い。

例えば、環境報告書上で、インプット・アウトプット情報を開示する企業が急増しているが、現状では、企業活動全体のインプット・アウトプット情報についての数値をまとめて開示しているにすぎないため、外部の利害関係者からは、企業活動の中身がブラックボックスになってしまっているのである。したがって、インプットの資源が企業活動においてどのように使われ、どのようにしてアウトプットが発生しているか、あるいは、資源が効率的に使われているかどうかを、外部から判断することができない。

マテリアルフローコスト会計は、ドイツでは企業全体のフローを分析する手法として用いられており、マテリアルフローコスト会計情報は、現状の環境情報開示における上記の問題点を補完する役割を果たすことが期待される。

一方、我が国におけるマテリアルフローコスト会計の導入例では、1つの製品の製造工程を対象としていた。このようなマテリアルフローコスト会計には、企業全体の取り組みと各製品における取り組みを結び付ける役割が期待される。現行の環境報告書では、製品に関する環境配慮の取り組みが詳細に開示されているが、それらの製品情報と企業全体の取り組みとの接点が分かり難くなりがちである。そこで、マテリアルフローコスト会計に基づく情報を、現在、環境報告書上で開示されている環境会計情報についての工程別セグメント情報として提供することも考えられる。マテリアルフローコスト会計情報を環境会計の工程別セグメント情報として算定するに当たっては、既存の環境会計情報との整合性が求められる。現在公表されている環境会計情報の多くは、環境省ガイドラインに基づいているため、以下では、新しく環境省より公表された「環境会計ガイドライン(2002年版)」に沿って、マテリアルフローコスト会計情報が該当すると考えられる項目について述べることにする。

「環境会計ガイドライン(2002年版)」に基づくならば、マテリアルフローコスト会計によって得られる情報は、「環境保全コスト(貨幣単位)」、「環境保全対策に伴う経済効果(貨幣単位)」及び「環境保全効果(物量単位)」のすべての項目に関わっている。

マテリアルフローコスト会計に関連するコストは、「環境保全コスト」の中の「事業エリア内コスト」の内訳項目である「公害防止コスト」と「資源循環コスト」に該当する。とりわけ、「資源循環コスト」の中の「資源の効率的利用のためのコスト」、「産業廃棄物のリサイクル等のためのコスト」、「一般廃棄物のリサイクル等のためのコスト」として算定されることになる。

ただし、マテリアルフローコスト会計にとって重要なことは、要した環境保全コストの算定ではない。マテリアルフローコスト会計の実施によって、環境負荷と経済的負担が比較的高い箇所を発見し、それに対するアクションをとることによって得られる効果(金額的效果と物量的効果)を明らかにすることである。

その金額的效果は、環境会計上では、「環境保全対策に伴う経済効果」として現れる。「実質的效果」の中の「費用削減」における、「環境から事業活動への資源投入に伴う費用の節減」、又は、「事業活動から環境への環境負荷及び廃棄物排出に伴う費用の節減」として認識・測定され、開示されることとなる。

一方、その物量的効果は、「事業活動に投入する資源に関する環境保全効果」(エネルギーの投入、水の投入、各種資源の投入、その他)及び、「事業活動から排出する環境負荷及び廃棄物に関する環境保全効果」(大気への排出等、水域・土壌への排出、廃棄物等の排出、その他)として集計され、開示されることになる。

これらのコスト・効果の開示の方法としては、前述のように、環境報告書で現在開示されている企業全体の環境会計情報と併せて、工程セグメントの環境会計情報として、特定の工程についての投入コストと得られた効果を対比させて開示することが有用である。このような情報が提供されることによって、マテリアルフローコスト会計の導入によるコス

ト・ベネフィット情報が蓄積されていくなれば、これからマテリアルフローコスト会計の導入を検討している多くの企業に対して、導入のインセンティブを分かりやすく提供することができるであろう。

以上のように、マテリアルフローコスト会計においては、その普及と同時に、これに要したコストと得られた効果などを、工程セグメントとして環境報告書における環境会計の構成要素として掲載し、外部に対して情報提供していくことは、社会全体におけるノウハウの共有と蓄積、未導入企業に対するインセンティブの提供、手法の洗練のためにも不可欠となろう。