

別紙 4

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

主 論 文 の 要 旨

論文題目 経済性と環境負荷を考慮した生産システムのシミュレーション分析
氏 名 市村 光

論 文 内 容 の 要 旨

我が国は 1950 年代以降、製造業を中心に経済を成長させてきたが、1960 年頃からその成長は自然環境の自己回復力、自浄能力を超え、公害問題が発生し始めた。このため、企業は公害対策と併せた成長を目指した 1960 年代以降、環境規制法規を遵守しながらの経営、自主的行動規範を制定し成長から発展を目標とする経営へとシフトし、現在、総合的な環境経営が企業経営の根幹を成すものである。この環境経営において、企業活動内容の発展およびコストの把握と改善は今後の企業経営において重要な要素であり、管理手法としてマテリアルフローコスト会計 (Material Flow Cost Accounting : MFCA) が注目されている。

MFCA は生産工程に投入したマテリアル、すなわち原材料のフローとストックの実態を把握し、その物量およびコストで管理する環境管理会計の 1 つであり、コストマネジメントと環境保全の両側面から同一の要件で評価することが可能となる。これにより製造現場の改善に資する情報の提供という機能だけでなく、現場の現状と経営を連結する情報共有機能も有している。

本研究の目的は、生産マネジメントの観点から MFCA の概念による一連の研究を取り上げ、シミュレーション分析を行うことであり、第 1 に、実在する企業の生産工場を調査し、現場改善案に対する効果をシミュレーション分析する。製造業において、生産工場のエネルギー使用量はコストダウンという経済性とエネルギー資源の有効利用という地球環境の両側面から生産工程改善の重要テーマとなっている。特に生産設備の消費電力量やエア等は、エネルギー使用量が大きく改善のテーマとして注目されている。そこで、各生産工程の設備や作業を詳細に調査し、潜在するムダに着目し改善案を創出し、そこで得られるエネルギー削減効果をシミュレーション分析により定量的に評価する。また、このムダに着目した改善と MFCA 導入による効果を比較検討する。第 2 に、別の企業の製造工場に対して MFCA を適用するために調査し、現在認識されていない各種のロスを顕在化し、これらに基づいた視点によるイノベティブな製造プロセスのアイデアを創出する。そして、シミュレーションを利用することにより、従来の生産方式と新しいアイデア双方の有効性を定量的に評価する。また、その手順を提示し、これを生産管理の意思決定に

利用する方法を検討する。第 3 に、製造工程における生産ロットサイズの適正化を目的とし、静的な分析手法である MFCA と動的な分析手法であるシミュレーション分析の双方を行い、生産コストと環境パフォーマンスを一元的に評価し、諸条件における生産ロットサイズについて検討する。第 4 に、新規開発されたイノベーティブな製造技術に対して、MFCA とシミュレーション技法により生産コストの比較と環境負荷に直結する負の製品コストを評価し、既存技術により製造された製品を採用する顧客に対する新しい訴求点を検討する。

本論文は、8 章から構成され、第 1 章は、緒言として本研究における諸問題の存在と研究目的を述べる。

第 2 章「生産と環境経営」では、経営を支える生産マネジメントシステムと環境経営について述べた。21 世紀以降においては、人口増加や限りある資源の有効利用、地球環境の悪化などの諸問題と対峙しながら企業経営を進めていく必要性が高まる。特に世界経済に持続可能性を持たせるためには、各国の企業が持続可能な活動を探求していくことが大きな鍵となる。そのために科学技術の転換的進歩とグローバル社会で方向性を同じくした統一性のある環境に対する規制や制度の整備が必要とされる。これらの問題点に対して提起される解決案のひとつとして MFCA の利用が有効である。

第 3 章「システムシミュレーションを用いた MFCA の応用」では、本研究で取り扱う生産システムの構築や改善を行うツールとしてのシミュレーション技法と MFCA について概要を述べた。企業経営におけるシミュレーション研究は、生産現場での効率向上や在庫量の制御、物流などを対象に行われてきた。MFCA はドイツでその原型が開発され、経済産業省が主導し自主的な環境配慮経営の促進と環境ビジネスの育成を目的に環境面からビジネス支援を行うために普及が進められてきた環境会計の 1 つである。MFCA は生産工程におけるマテリアルのフローとストックを物量と金額で管理するものである。ここで、マテリアルとは主原材料や副原材料、触媒などを指すが、同時にマテリアル以外のエネルギーや設備費、労務費といったコストも管理対象とする。MFCA の大きな利点は、従来のコストをかけた環境対策を行うのではなく、コストダウンと環境対策を同時に図ることが可能である点にある。また、新しい視点でマテリアルやエネルギーのフローとストックを捉えることにより、製造プロセスのイノベーションとなる鍵を見出すことを可能とする。

第 4 章「MFCA を採用した工程改善によるパフォーマンス評価」では、従来の生産技術的視点とは異なる視点を用いて生産管理を行っていくために、実在の生産工場の工程を分析し、シミュレーションモデルを構築することで工程改善の効果を検証した。インドネシアにある日系企業の生産ラインへの環境インパクトの評価を試みその手順を示すことを目的とする。

第 5 章「MFCA を採用した生産プロセス改善によるパフォーマンス評価」では、日本の自動車部品製造企業における実証研究を行い、MFCA を導入し、その視点から新たな改善の鍵を見出し、その有効性についてシミュレーション技法を用いて検証した。MFCA を導入することにより、従来の生産プロセスの定石とは異なる視点を導入することで、新たなロスに気づくことが可能であることを示した。この新しい認識はイノベーティブな製品の製造プロセスの改善案を導き出す。

そして、シミュレーションを利用することにより、従来の生産方式と新しいアイデアのどちらに有効性があるかということを定量的に評価した。またその手順を提案した。MFCA の導入とシミュレーション分析の結果から得られる情報、特に生産コストは、経営の意思決定に非常に有効である。

第 6 章「MFCA を採用した生産ロットサイズの適正化によるパフォーマンス評価」では、5 章に取り上げた自動車部品製造企業 T 社における生産活動における効率的な生産ロットサイズの意思決定について調査した。生産ラインの一部を対象として、生産システムの現状と生産ロットサイズの特徴について分析した。これにより、MFCA をこの生産ラインに導入し、生産プロセスに隠れた種々の正の製品コストと負の製品コストを分別し認識可能とした。さらに、シミュレーション技法によって、生産ロットサイズの調整を行うことにより、生産ラインの環境コストへの影響を検討した。MFCA を実在する自動車部品製造会社の生産ラインに導入して、シミュレーションモデル化する手法を通じて、生産過程での隠れた環境に関する正と負の製品コストを可視化することができた。現状 (AS-IS) モデルと改善 (TO-BE) モデルの比較によって、高い負の製品コストと環境に関する問題が明確になり、生産オペレーションを改善する一助とすることができる。生産ロットサイズの調整による環境コストへの影響の変動を示した。この変動の法則性と数値計算に基づいたシミュレーション結果は、製品種が変わるときなどに管理者が、生産コストと環境コストの両方を最適化するためにロットサイズをどのように決めるかという意思決定を支える重要な情報となる。

第 7 章「MFCA を採用したプロセスイノベーションによるパフォーマンス評価」では、金属部品を製造する企業（以下 T 社）の技術開発から量産企画、その後の顧客の部品採用、転注を獲得するためのアプローチについて、コストダウンと環境負荷の双方から有効なプロセスを検証した。T 社はその優れた技術力から従来の製法とは異なり製造プロセス簡素化、廃棄物の減少につながる製造方法を開発したが、従来の製法による部品を採用している顧客へのアプローチ方法について課題を抱えている。これらの問題について、MFCA の視点から課題解決の手法を検討し、シミュレーションによりその効果を検証した。

上述の通り、本研究では企業経営において重要性を増す環境対応を戦略上重要かつ有意なものとしてとらえ、具体的に MFCA を企業へ導入する効果についてシミュレーション技法を用いることにより分析を行い、その優位性を定量的に評価した結果、以下に挙げる成果を得られた。

(1)シミュレーションモデルを構築するに当たり、実在する企業の製造工場を詳細に調査し、生産工程における多くのデータを収集、解析することにより、現存する問題を顕在化した。ここから、工程改善案を創出し、近年工程改善において重要なテーマとなっているものの、可視化や算出が困難である工程内におけるエネルギー消費量の削減効果についてシミュレーション分析を実施し、その結果と MFCA の導入効果を比較検討し、MFCA の応用可能性の高さを示した。

(2)調査した製造工場に対して MFCA を適用し、潜在していた生産工程内のロスを顕在化させた。また、この顕在化させたロス等の各データを基に、製造方法の改善やロットサイズの最適化について検討を行い、シミュレーション分析を行いその有効性を検証した。これにより生産管理

において MFCA を適用し、経済性と環境パフォーマンスを両立させるシミュレーション分析を行い、その手順を提示した。

(3)生産技術におけるイノベーションに対して、MFCA 応用し、コストダウンと環境対応に関する情報を導き、シミュレーション分析により製造コストおよび環境コストを検証した。

製造業では企業活動の中で環境への配慮がコスト増につながるという概念が長く経営者を支配してきた。生産現場で廃棄物を減少させる活動や廃棄物処理費用、それに伴う付随業務の増大のみならず、管理部門の業務も煩雑化させるものであった。しかし、MFCA の視点から製造現場への改善は生産技術において新しい視点をもたらすだけでなく、コスト削減と環境保全を統合的にシステム化し環境経営に極めて大きく寄与することシミュレーション分析により検証した。