

製造戦略に基づく先端設備投資のキャッシュ・アウトフローに関する一考察

中 村 博 之

1. はじめに

近年、製造業を取り巻く市場、技術などの企業環境の激変は、これまで習慣的に行ってきた業務についての再考を迫り、製造業が様々な新たな対応をせざるを得ないところにまで至らせている。製品の製造を行い、それを販売するという従来の業務の遂行に際し、各製造業者は、まず第一に、現在および将来の消費者等の顧客のニーズに応えることから始め、それと同時に低価格、高品質化などを押し進めている。そのことは、現在の製造業者に、結果的に、他品種少量生産、製品のライフサイクル短縮あるいは海外生産の促進をもたらしたというのが現状であろう。このような状況の中で、国内の製造業では、加工や組立などの製造各部門に先端技術として、コンピュータ制御の製造設備を積極的に導入し、製品販売による利益獲得という最大の目標達成のために、製造上の対応を行っている。このような高度先端技術を用いた複雑な製造設備への投資に関しては、当然、資本予算でも、新たな対応を迫られている。設備投資は長期的な観点から製品の製造と販売により、利益をもたらすものでなければならず、製造戦略から導き出された要素に沿って適切な製造システムを選択する必要がある。そこで、本論文では、現在導入が進んでいる先端製造設備であるFMS (Flexible Manufacturing System) につ

いて、製造戦略との関連で、その設備の意義を考え、さらに、従来設備に比較して、設備の特性が大きく変わったことで、キャッシュ・アウトフローがどのようなものになっているのかということに関して考察を加えることとしたい。

2. 製造戦略と製造システム

顧客向けに提供する製品は、顧客の購買意欲をかきたてる、あるいはそのニーズに応じるものでなければならない。同業間で競争が生じないようなケースを除いては、耐久消費財関連の製造業者がその典型例であるように、顧客の多くの要請にこたえることを通して、販売による利益をあげることが必要になる。そのために、Hillによれば、製造戦略では販売戦略と関連して、製品の持つ以下の特性に関連して、製品販売を獲得することになる¹⁾。

- ・ 価格
- ・ 品質
- ・ 納期
- ・ 需要増大
- ・ 色の種類
- ・ 製品の範囲
- ・ デザイン・リーダーシップ
- ・ 技術的なサポート

以上のような製品関連の特性をどのようなものにするかは、顧客に直接訴えかけるものがあり、当然、販売に極めて大きな影響を及ぼすこ

とは明らかである。ただし、もちろん、これ以外のその他の特性も考えることができる²⁾。たとえば、現在のような製品が技術的に高度に複雑化しすぎているような時代には、同じ機能でも製品の操作のしやすさは重大であろうし、近年の環境破壊の問題は、自然環境への配慮がなされたリサイクル関連の要素も顧客に訴えかけるものがあるであろう。ともかく、販売の観点から、このような具体的な特性について、製品をどのようなものとして、どのように提供、つまり販売するかを決定することが、製品がどれくらい売れるかを決定する要因となる。可能な限り多くの販売対象としての顧客に受け入れられるためには、このような多種多様な顧客要求を完全に応えることを見込んだ製品製造が必要である。

このように、製品に課された数多くの販売上の要請を実現しつつ利益を獲得するために、現在、多品種化は避けて通れない課題となっている。ところが、従来の単一機能の専用設備を、特殊技能をもった作業員が、販売計画に基づき作成した生産計画に沿って徐々に作業を進め、次工程に送り出すという方法では、製品に要求された特性を満たすことはできても、時間、品質、コストなどについてバランスのとれた解決策とはならないことが多い。そのための1つの方策として、現実には、製造現場である工場においては、製造の柔軟性（フレキシビリティ）をもった製品製造システムによって、多品種少量生産を行うことが有効な対処法であることが認識されている。かつて技術的に不可能であった問題も、徐々に解決されており、新たな製造設備として普及してきているのである。この種の製造設備はFMSと呼ばれ、マテリアル・ハンドリングのネットワークでつないだ半独立型のNC機器を使った、コンピュータ制御の製造システムと定義することができる²⁾。現在の技術水準では、FMSは、製造技術的に、次のような製造上の対応が可能であることが認識されている³⁾。

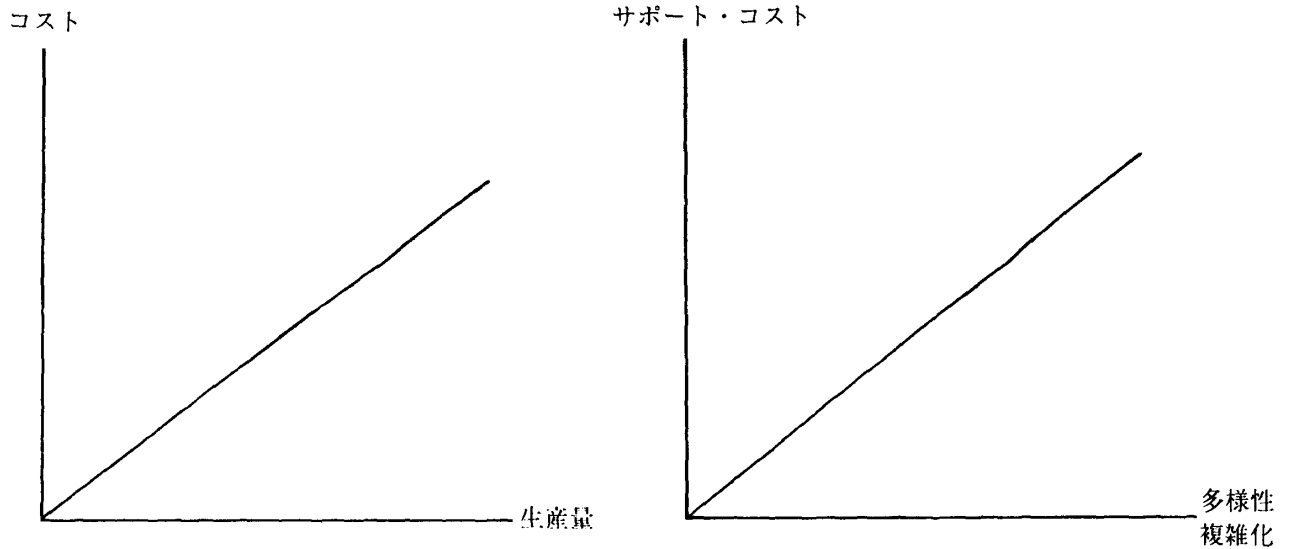
- ・技術的な変更と加工方法の変更
- ・他の設備のバックアップが可能
- ・用具故障の自動感知
- ・生産量変更への対応
- ・各種部品形態へ対応
- ・新製品への対応

このような設備のもつ製造面での能力は製品へとはねかえってきて、コスト、品質等の形で、販売上、非常に大きな利点をもたらすことになる。そこで、このような設備による製造で、魅力ある製品を提供するためには、以上のような設備の能力を十分に発揮できる状態となるように、製造システムを導入しなくてはならない。ただし、これらの設備は、その導入のための支出は巨額なものであるため、設備投資の意思決定として、資本予算における設備の経済性に関し、従来にも増して慎重な検討が行われなければならない。そこで、次節では、FMSの導入について、製造戦略の上で、従来設備に比べ、どのような点が優れているかを検討することとしたい。

3. FMSのコスト優位

現在の多くの製造業者は、前にあげたような企業環境の激変への対応のため、多種の製品を短いライフサイクルで製造している。かなりのスピードで変化する顧客の要望に応えることを販売上の目標とするのであれば、製造戦略における製造設備の選択では、常に将来の顧客の要求の変化を想定して、それに対応できるフレキシビリティを発揮できるものとしなければならない。ところで、このような単純な製造のフレキシビリティは、何もFMSだけに固有のものではなく、従来の設備でも対応可能である。そこで、フレキシブルな生産の実行に関して従来設備による場合とFMSによる場合のコストの関係について検討することにしよう。

以前から想定されるような製造環境の変化の小さい、静的な状況では、同一製品の大量生産が支配的で直接費がほとんどであったため、コ



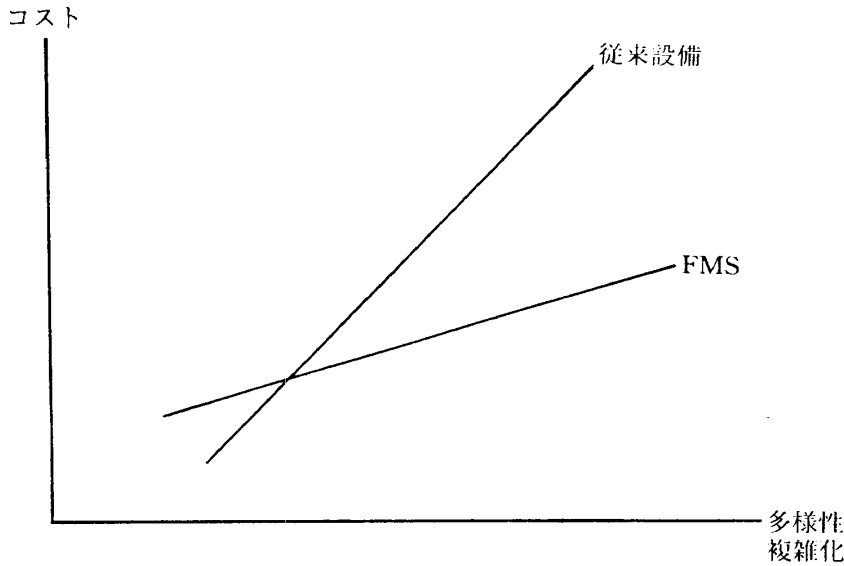
コストは製品の生産量と共に増大するものと考え、上の左図のような関係が想定できた⁴⁾。ところが、前節のように、短いライフサイクルの多品種少量生産を目指すようになってくると、従来からの設備でそのようなフレキシブルな生産をするためには、各種製造サポート部門による支援が新たに激増することになる。つまり、多品種化は、おのおのの製品ごとに資源の消費パターンが異なるという意味での多様性 (diversity) をもたせたり、製品品種を増やすことによる製造工程の複雑化 (complexity) を行うことになるため、直接、サポート関連のコストにもたらす影響が非常に大きいと考えられるのである。このことは、現在のように、製造間接費が増大し、製品原価のかなりの部分を占めるような状況では特に重大な意義をもつ。つまり、フレキシブルな対応をして、製品を多様にすることは現在の製造工程では、間接費増大については製品コスト増大の最大要因となってしまうのである。そして、それについては上の右図のように示すことができる⁵⁾。

上の図は、通常の一定能力の設備での多品種への対応を想定した場合の比較を行った図である。ところが、FMSの場合、前に示したようなFMSの特長を考えると、それは、顧客のニーズの変化に対応するために、多様性や複雑

化を増大させるためのフレキシビリティをあらかじめ保有しており、同種加工や同種部品群への対応が比較的容易にできると考えることができる。製品に変更を加える際に、プログラム変更等によって特殊加工などに対応できるため、従来設備による製品製造に比べて、追加的にかかるコストの増加を少なくすむような設定を事前にすることができる。よって、コストに関する関係が次ページの図のような状況になるようにすることが可能であると同時に、必要である。

このように、現在の製造状況では、生産量以外の要素がコストに直接影響を及ぼすということ認識し、販売戦略との関連で多品種少量生産を位置づけた場合、製造戦略的に投資の評価の対象としてのFMSの優位を決定することができる。ただし、FMSもその利用の仕方によっては、無用の長物になりかねず、設置の事前段階の検討や初期段階で適切な配置をすることが非常に重要である。そこで、FMSについては、それを他品種少量生産のために有効に利用するためには、工学的には、次のような利用法が必要であることが指摘されている⁶⁾。

- ・ ツールの大きさと種類を増やし、ツールマガジンを大きくする
- ・ スピンドルのツール交換迅速化



- ・フレキシブルな汎用取付具設置
- ・マテハン・システムのフレキシブル化

以上の設備能力のレベルの決定のために、具体的な尺度をいかに用いて決定するかという点は非常に困難な問題であるが、戦略的に将来の製品の多様性の規模を考え、あらかじめ以上の点を考慮した明確な計画をもった上で、フレキシブルな製造システムを投資対象として決定することが必要なことは明らかである。ここでのFMSの有効な利用に関して重要なのは、設備は物理的な面だけでなく、空間的、時間的な面も考え、むだなコストを生じさせないようにすることである。たとえば、設備の占有するスペースについて検討すると、FMSが立体的な存在で、その中を加工対象物が移動することを考えると、その移動は製品に直接付加価値を加えない作業であり、製品を動かす距離と時間が長いほど、それはむだが多くなることである。このようにむだな機械動作についても、その動作に付随して必要となる諸業務のコストが発生し、偶発的な事故による不要なコストも発生してしまうことを認識し、空間や時間的な面も考慮してむだなコストが発生しないようにしなくてはならない⁷⁾。

以上のように、環境変化が激しい中で多品種化を進めるために、FMSのような先端製造設

備を導入することは、製品や製造に大きなメリットをもたらすことが理解できる。それは、加工失敗の減少や省力化、高スピードでの製造など様々であり、従来設備以上に低コストに結びつくことになろう。ここで重要なのは、戦略的な観点をもって、製造し販売する製品の特性を十分に検討し、それに答えることができるような設備、そして、その設備の最大限の能力を発揮するように周囲の状況をも整備することである。資本予算の手続きでも、そのような設定に基づいてコストデータ、さらにはキャッシュ・アウトフローを予測し適切な意思決定をしなければならない。その際、静的な環境想定した従来の設備と比較して、FMSのように、製造設備の特徴が大きく変化することの影響はきわめて大きい。そこで、戦略的な先端設備では、設備関連のコストつまり、キャッシュ・アウトフローがどのようなものに変化しているかに関して検討を行うことにする。

4. 先端設備への投資のキャッシュ・アウトフロー

資本予算では、設備の耐用年数の全期間にわたって全体損益計算を行い、設備投資の採否を決定する。その際、投資に関するキャッシュ・フローは、設備耐用年数の各年次ごとのキャッ

シュ・フローを計算し、それをもとに全体の損益を計算する。設備投資キャッシュ・フローの計算では、たとえば、Deakin and Maher は、設備投資プロジェクト期間について、以下の4つに分類して予測し、その後に意思決定の計算に用いている⁸⁾。

- ①投資のアウトフロー
- ②毎期の業務のキャッシュ・フロー
- ③減価償却による税金節約
- ④投資終了のキャッシュフロー

これらのキャッシュ・フローについては、設備耐用年数のうちの時期的な比較をすると、①は設備設置を行うためにきわめて初期に発生するもので、設備の取得原価や運転資本などからなる。②と③は新設備設置完了後の操業開始後に製造販売を行うために中間期に発生するもので、材料費や労務費などからなる。④は最終期に発生するもので設備処分収入などからなる。キャッシュ・フローは、このように時期ごとに発生する金額が異なるが、大きくは設置、製造、処分の各時期に分けられるため、以上のように分類して予測することが有効である。ここで、設備投資キャッシュ・フローは、特に、従来の設備については、①や④という設備本体の存否に関して直接的なものと、②と③の設備の本格的稼働、つまり設備操業に直接的なものに分けて考えることができ、設備本体に関しては初期投資が最大の中心である。ところが、FMSのような先端設備については、設備の特性からキャッシュ・フローの発生が、従来の設備と比較して大きな変化が見られる。ここで、この変化については、内容的に2つの要素に分けることができる。1つはコスト、つまりはキャッシュ・フロー発生パターンの変化である。以前から用いている旧来の設備では、大規模な設備導入であるとしても、文字通り空間的な大きさや金額的な大きさであることが多かった。ところが、FMSのような設備の導入は、金額的な大きさとどまらず、技術的な意味合いの大きさを理解しなくてはならない。それは工場的一大変革

として、前述のように製造戦略的な位置づけを明確に行った上で実行するものであり、全社的な大きなシステムの変更を必要とすることもある。この設備投資の対象は、購入した一定の設備を現状の工場内の設備に組み入れて、人間が直接手で操作するというものではなく、より一層複雑なものである。設備の性質上、設備が利用できる状態に行き着くまで、さらに、その後の利用へと至るプロセス、そして、そのために要するコストが著しく異なるのである。よって、設備投資に伴うコスト、つまりキャッシュ・アウトフローは、その発生のパターンが違ってくるのである。さらに、第2は設備投資に伴うコスト関連の費目の変化である。現在の先端設備は、コンピュータ技術と機械工学を融合したものであるという、その設備の特徴から、以前より用いている設備とは設備に要するコストが異なっているのである。今までにない新しい設備に関連する様々なコストにまで、その分析の対象を広げなくてはならない。以上の点を適切に分析し、設備投資のキャッシュ・アウトフローとすることが適切な意思決定のためには必要である。そこで、この2つの点に基づき、以下で考察を加えていくことにする。

設備投資のためのキャッシュ・アウトフローの発生パターンに関しては、従来の設備投資の経済性に関する意思決定では、前述のように、設備に直接要するコストは、購入時点と最終的な除却時にキャッシュ・フローとして生じることが多かった。従来の専用型の設備では、設備の取得原価がかなりの部分を占めており、それ以外に生じるものとしては、最終年度の設備除却時にキャッシュ・フローがあげられる程度である。つまり、設備に関しては、取得時にかなりの金額の当初のキャッシュ・アウトフローが生じ、設置後は、設備の正常な利用のために要するコストは、ごくわずかであり、それほど重要視されるものではないため、設備除却のキャッシュ・フローを加えて投資にかかる設備関連のコストのかなりの部分としてとらえることが

図 1

キャッシュ・アウトフロー

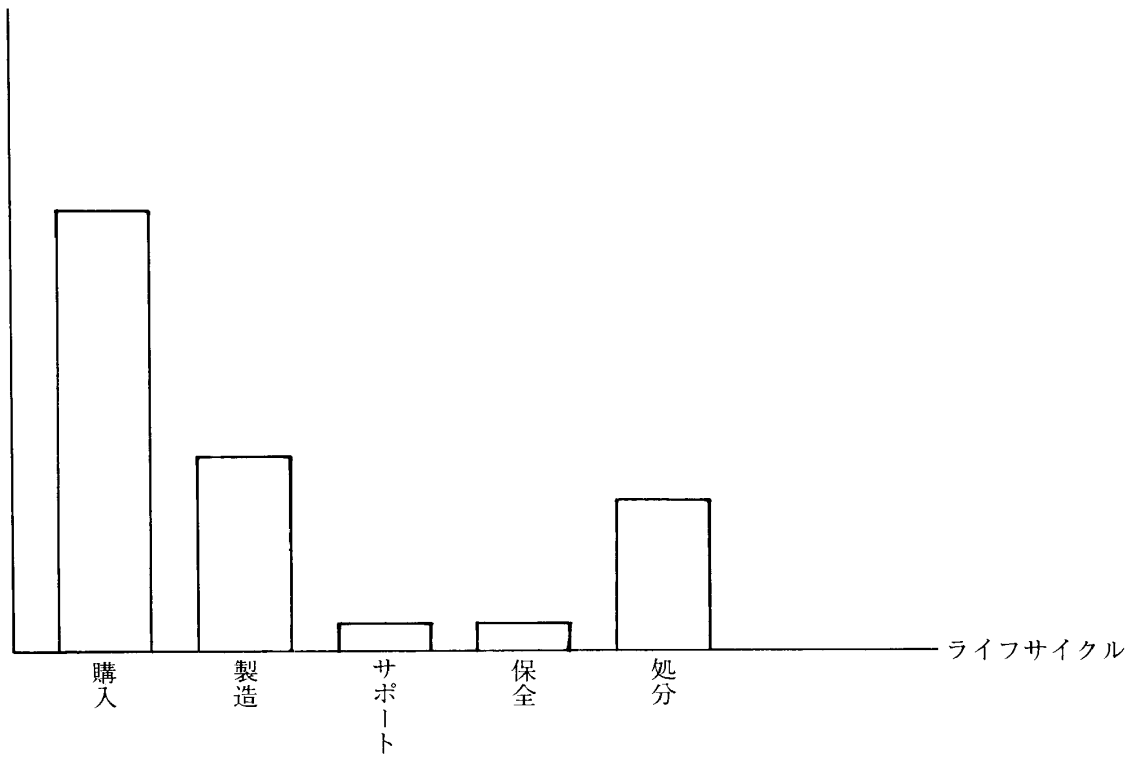
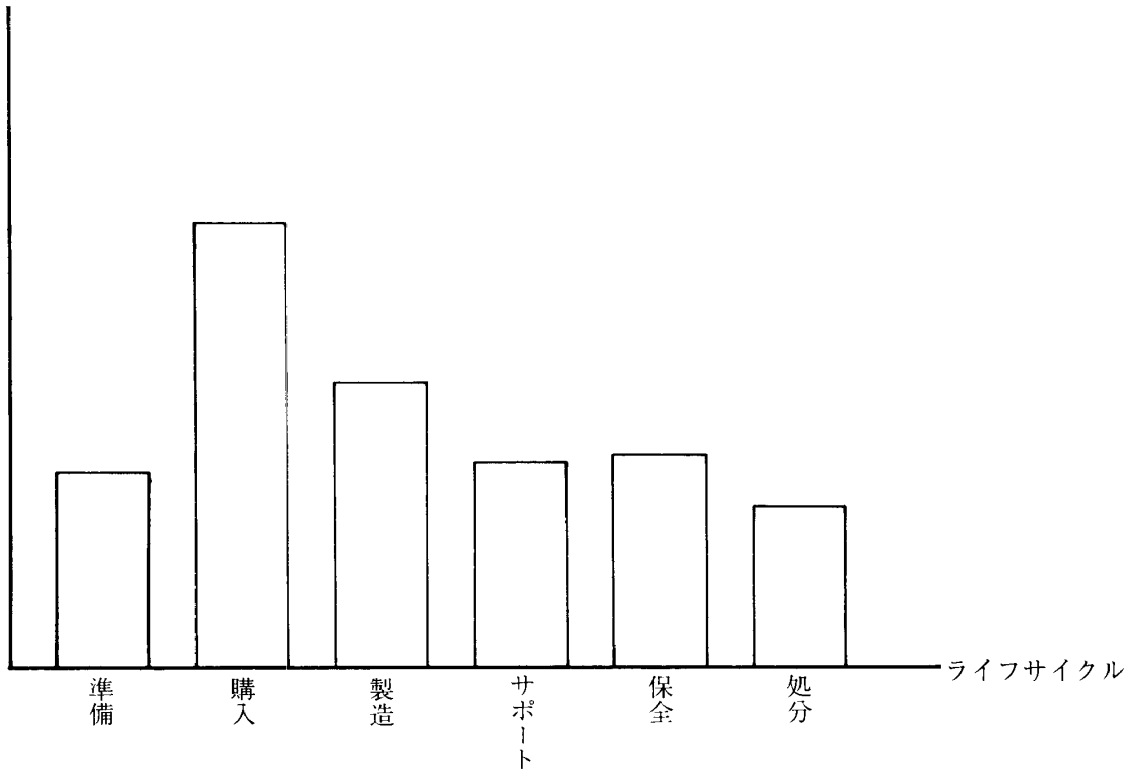


図 2

キャッシュ・アウトフロー



できた。つまり、そこでは、設備の正常な運転のために要するコスト、たとえば修繕や維持活動のためのコストはかかるとしても、それは臨時のもので、あらかじめ金額的に含めて考えることは少なく、しかも設備の購入金額に比べれば小さなものであると考えられていた。したがって、設備に関して直接的にかかってくるキャッシュ・アウトフローを、金額的重要性を考慮し図示すると、図1のようになる⁹⁾。

ところが、以上のようなキャッシュ・フロー発生パターンは、現在のFMSでは明らかに異なったものになる。一般に、消費者の観点から、利用する製品について、まず最初に購入がなされ、その後利用が行われ、最終的には必ず廃棄処分されるという一定のライフサイクルをとり、その各段階でコストを要すると考えられているように、製造業者にとっての設備であるFMSも、設備販売業者からの購入による設置から除却に至るまでの耐用年数の間のライフサイクルの各段階に相当のコストを要すると見ることができ、よって、設備を使う側、つまりFMSの導入企業では、その設備のライフサイクルの中で、たとえば購入、業務のための利用、サポート、保全、処分のそれぞれの段階でかなりのコストがかかることを予定して、その予測をしなければならない。

さらに、この種の設備は高度な先端技術を利用し、設置規模が大きくかつ複雑であるために、理想的な操業状態に導き出すまでに相当の時間と労力を要することから、ライフサイクルについて一層の考慮が必要である。つまり、従来設備とは異なり、コンピュータに対し製品に直接作業を行わせるものであるため、製造で利用する側としては、コンピュータ利用に関する側面を考慮しなければならず、これは単純な耐久消費財とは違ったコストの発生のパターンをとることになる。つまり、FMS導入は、コンピュータ関連設備の購入であることから、入手して即時に利用の段階に入ることはできるものではなく、購入つまり設備設置の前の準備段階で、

オペレーターの教育訓練、さらには、設備を稼働させるソフトウェアの作成など多くの事前業務が必要になるため、これらを購入の前段階で発生するキャッシュ・アウトフローとして、ライフサイクルの中に位置づけることが必要である。このように、購入する製品であるFMSの特性に応じて、ライフサイクルの各段階で発生するキャッシュ・アウトフローを、前と同様の図で示すと図2のようになる。

第2のコスト関連の費目の変化に関しては、特に、製造間接費を構成する費用の内容が検討されなければならない。近年、製造間接費の増大に関して各種の問題が取り上げられるが、設備の導入も、このことに関係をもっている。当然、増大する製造間接費については、フレキシブルな製造システムの導入も寄与している。間接費の構成内容を見ると間接作業担当部門に関するものがあるが、FMSによる生産は、特に投資時に、このような各種間接業務を担当する部門の固定的なコストの増加をもたらす。設備導入により、現状から増大するコスト、あるいは、今までにない新たな部門コストが発生することになり、それがキャッシュ・アウトフローとして考えるべきものとなる。ここで重要なのは、従来と比較した場合、コンピュータ関連設備であることから、以前のハード中心の対応とは異なり、ハードと同時にソフトへの適切な対処が予定されていなければならないことである。つまり、ハードへの対応としては、特に、設備を故障させないように、予防保全するための作業が今まで以上に重要になることが明らかであり、しかも、今までの保全業務に比べ、特殊な知識や技能を要する作業となることも多いため、そのことへの対応の強化のために、社内あるいは外注するにしても、新たなコストという形で毎期定期的に発生することになる。さらに、ソフト面では、すでに設備設置前から、ソフトウェアの作成を始めなければならない上に、業務内容が変化するために、オペレータ等についての再トレーニングが必要であれば、そのための

コストも要することになる。また、設備が非常に多種多様な加工業務を行うことになることから、加工の変更のたびごとに、スムーズに新規の加工作業を実施させることができるように、そのためのソフトウェアが必要となり、その作成のための業務に関わる多くの要員やデータなどの必要性が増大することになる。これらは、すべて新たな製造システムの利用に伴う新たなキャッシュ・アウトフローとして、その適切な利用のために、あらかじめ予測しておくべきものである。これらは、主に製造のサポートに関するものであるが、その各サポート業務担当の間接部門のコストは、初期に各部門を設定することでそのアウトフローの規模が確定し固定されると、以後になって削減あるいは調整することが難しいものが多いため、FMS投資の検討段階での計画が重要である。これらのコストは、その後、製品原価の計算という段階では、製造間接費として分割され製品に集計されてくる。

ここでは、キャッシュ・アウトフローという面を考察の対象としたため固定的なコスト増だけ取り上げた形になったが、反面、以上のようなコンピュータ関連設備であることによって得られる、柔軟性、品質の向上、納期短縮などは、キャッシュ・インフローの増加やキャッシュ・アウトフローの削減というプラスの効果がある。事後的な製品の変更への対応が容易に行えることは、前述のように忘れてはならない重要な利点である。

5. むすび

本論文では、製造環境の変化の中で、製造戦略において顧客のニーズへの対応を最重要視するという状況を仮定して製造システムに関する検討を行った。従来のような静的で確定した条件での製造が可能な状況ではなくなることで、戦略的に、多品種化を押し進めることにより、あらかじめ製品の多様性や工程変更の複雑さを予定して製造システムの比較をすることが重要となる。そのような状況では、FMSのコスト

面での優位を導き出すことが可能となり、そのための設備投資の計画では、将来的にその柔軟性を最大限に発揮できるように周囲の状況を整備すべきである。その際、意思決定のため資本予算で用いるデータとして、設備投資のキャッシュ・アウトフローに関しては、従来とは異なる2つの特徴を持つことを認識しなくてはならない。1つは、キャッシュ・フローの発生パターンについて、従来設備のように特定時点に集中的に発生するのみではなく、FMSのようなコンピュータ関連設備では、すでに設備利用前の段階から、ライフサイクル全般にわたって設備関連の各種のコストを要し、それがキャッシュ・アウトフローとして発生するということである。さらに、もう1つは、設備がコンピュータ関連設備であるため、ソフトとハードの両面について対応する必要がある、特に、ソフト面については、今まではなかったような新しい部門に関わるコストが重要視されることになるということである。

FMSのような先端設備の投資に関しては、数量化困難な「無形のベネフィット」をどのように評価するかという問題が常に提起される。設備投資意思決定の中で、キャッシュ・インフローとアウトフローの適切な測定に関する検討を通じて、より具体的に、企業全体として妥当と考えられる設備投資プロジェクトの評価へと結実することを今後の課題としたい。

注

- 1) 以下の文献の該当箇所では、販売戦略に基づく製造戦略の全体のフレームワークを表形式で示している。Terry Hill, *Manufacturing Strategy, Text and Cases* (Homewood, Ill: Richard D. Irwin, Inc., 1989), p. 33.
- 2) R.A. Maleki, *Flexible Manufacturing Systems, The Technology and Management* (Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, Inc., 1991), p. 8.
- 3) Ibid., pp. 19-23.
- 4) J.W. Troxler, "Estimating the Cost Impact of Flexible Manufacturing," *Journal of Cost Management* (Summer 1990), pp. 26-32.
- 5) この図は、以下にある説明をもとに作成したも

- のである。W.J. Bruns, Jr. and R.S. Kaplan eds., *Accounting & Management, Field Study Perspectives* (Boston, MA: Harvard Business School Press, 1987), pp. 217-218.
- 6) B.K. Kaku, "Fitting Flexible Manufacturing Systems to The Task," *Industrial Engineering* (November 1994), pp. 38-39.
- 7) 以下では、製品に価値を加えないため、保管、移動、待ち、直接加工以外の製造の各プロセスがむだなコストを引き起こす例としてあげられるが、設備に加工対象物が入っても、加工しない限りは同様にむだな面があると考え、いかに加工対象物を有効に流すか検討すべきであろう。
- M.W. Maher, C.P. Stickney and R.L. Weil, *Managerial Accounting, An Introduction to Concepts, Methods and Uses* (Orlando, FL: The Dryden Press, 5th ed., 1994, International Edition), pp. 216-217.
- 8) E.B. Deakin and M.W. Maher, *Cost Accounting* (Homewood, Ill: Richard D. Irwin, Inc., Toppan Co., Ltd., 1984), pp. 562-571.
- 9) 以下に提示される図を参考に作成。Karlos A. Artto, "Life Cycle Concepts and Methodologies," *Journal of Cost Management* (Fall 1994), pp. 28-32.

[なかむら ひろゆき 横浜国立大学経営学部助教授]