

オートメーション設備によるベネフィットの測定とその問題点

Measurement Methods and their Problems of
the Benefits of Automated Equipment

富山大学経済学部助手 中村博之

Hiroyuki Nakamura

1. はじめに

コンピュータに代表されるハイテクの進歩に伴い、近年、製造業においては設備への投資が高い伸びを示している。とりわけ、大企業では、その設備も以前とは異なったタイプのものが大幅に導入されてきている。かつては設備は人間の作業の手助けをするためのものであった。ところが、現在は、CIM (Computer Integrated Manufacturing), CAD (Computer-Aided design), CAM (Computer-Aided Manufacturing) という言葉からもわかるようにコンピュータが制御し、人間にとって代わって製造を行うオートメーション設備が出現し、それが設備投資の対象として注目されているのである。このような設備に対する投資の意思決定においても、従来通り投資によるコストとベネフィットを比較して、投資プロジェクトを採択するか却下するかを決定しなければならない。ここで、一般的に適切とされる、貨幣の時間価値を考慮した正味現在価値法あるいは内部収益率法を仮定すると¹⁾、コストとは資本コストであり、ベネフィットとはネット・キャッシュ・インフローである。このとき、従来の設備によるベネフィットと、近年重要性を増したオートメーション設備によるベネフィットを比較すると、明らかに違いがある。よって設備投資の意思決定のた

めに、ベネフィットの新しい測定方法が必要であると思われる。そこで、まず、従来の設備によるベネフィット測定方法を提示する。そして、その方法に含まれていなかったオートメーション設備への投資によるベネフィット測定のアメリカでの試みを検討し、どのような点が今後の問題となるのかを明らかにしたい。

2. 設備投資によるベネフィット測定フレームワーク

正味現在価値法あるいは内部収益率法では、設備投資によるベネフィットは会計的な利益ではなく、ネット・キャッシュ・フローで測定する。キャッシュ・フローで測定するのは、期間損益ではなくプロジェクト全体の損益計算をするためである。ただし、貨幣の時間価値を考慮するために、1年ごとに区切って測定しなければならない。では次に、投資プロジェクトによってもたらされるネット・キャッシュ・フローの測定について明らかにすることとしたい。

ネット・キャッシュ・フローの基本的な計算の原則は、キャッシュ・インフローからアウトフローを差引くということである。ここで注意すべきは、以下のような属性をもつということである。

- (1) 未来データであること。
- (2) 現金収入・支出額であること。
- (3) 現金収支のうち、意思決定によって変化する収入・支出額であること。²⁾
具体的にインフローとアウトフローとなるのは、次のようなものである。

キャッシュ・インフロー：

プロジェクトによる売上収入

プロジェクトによる費用節約額

流動資産の減少

流動負債の増加

キャッシュ・アウトフロー：

初期投資額

修理および保全のための支出

プロジェクトの業務活動のための支出

流動資産の増加

流動負債の減少

以上に属する金額をキャッシュ・フローとしてとらえて、プロジェクトの耐用年数の各年度について、次のような計算を行えばよい。ただし、この式では、設備投資によって、新たな製品を製造し、販売すると仮定している。

$$\text{ネット・キャッシュ・フロー} = (1 - \text{法人税率}) (\text{売上高} - \text{現金支出費用}) + (\text{法人税率} \times \text{減価償却費})$$

このような計算を行うことで、各年度ごとの設備投資によるベネフィットを測定することになる。

ところで、設備投資の意思決定でキャッシュ・フローを測定するときには、以上の項目をさらに細分化して考える必要がある。たとえば、プロジェクトの業務活動のための支出や上式の現金支出費用は、材料費や労務費などのようなものからなることに注目し、さらに、そのような費用を構成する要素にして測定した方が、会計データとの関連で、予測の段階での計算としては正確になるだろう。そこで Bierman and Smidt は、プロジェクトの業務活動によるキャッシュ・フローを次のような表をもとに予測している。³⁾

業務活動によるキャッシュ・フロー	第 n 年度
A. 売上高	×××
B. 費用（減価償却費を除く）	
直接労務費	×××
材料費	×××
間接労務費	×××
その他の製造間接費	×××
販売費	×××
管理費	×××

その他	×××
C. (製品あるいは仕掛品を除く)	
非償却資産と流動負債の増減	×××
受取債権の増加	×××
(消耗品, 原料という) 在庫の増加	×××
運転資本となる現金の増加	×××
債務の減少 (増加から控除)	×××
D. プロジェクトの結果の他部門への影響	
既存の他製品の売上収入の減少	××
利用するスペースのコスト (他の用途による金額)	××
経営者の時間	××
その他	<u>××</u>
	<u>×××</u>

各年度の業務活動によるキャッシュ・フローは、この表のような形で各年度について計算することができる。ここでAからDと見ていった場合、AからCまでは通常通りのごく一般的な項目である。ところが、Bierman and Smidt は、Dまで考慮し、投資プロジェクトに関連するキャッシュ・フローを正確に測定しようという点は高く評価することができる。ただし、Dの内容については、検討の余地がある。Dに属するキャッシュ・フローは、企業の有する希少資源を他の用途に使用したらどうなるか、つまり機会原価で測定している点で、AからCとは異質である。もし、考慮中の投資を却下したならば、その資源によっていくら稼ぐことができるかで測定しているのである。このような希少資源の例が、経営者の時間や利用するスペースである。

ではここで、このように機会原価によって、意思決定に関連するキャッシュ・フローを測定に加えることができるかどうかについて考えてみたい。まず、利用するスペースについては、もしその設備のために使わない場合の用途が確実に存在するのであれば、その金額を決定するのは容易である。ところが、経営

者の時間は希少資源と考えることができるものの、具体的に何らかの他の仕事に、その時間をふりむけた場合にもたらされる金額を決定することは不可能である。このような点からは、経営者の時間は、キャッシュ・フローの計算に含めることは困難で、その必要がないと考えられる。よって、現状においては、使用するスペースのコストのように、客観的に他の用途での測定ができるキャッシュ・フローや、新製品導入による既存製品の売上の減少のように、その意思決定による影響が大きく、かつ測定可能な項目にしばって、キャッシュ・フローの予測に含めるのが適切であろう。

以上のようなフレームワークで、基本的には、設備投資によるキャッシュ・フローを測定することになる。ただし、それで十分なのは極めて単純な設備投資プロジェクトにおいてのみである。たとえば、全くゼロからスタートして、新製品を製造するような場合は考えやすいが、それ以外に、たとえば、様々な製品がある中で新製品ののための設備を加えるかどうかの意思決定の場合は、投資によるベネフィットとして、どのようなキャッシュ・フローが生じるのかの測定は非常に難しい。特に現時点では、工場で CIM, CAD やCAM のようなコンピュータ制御のオートメーション化を計るときには従来とは異なったベネフィットがもたらされているため、測定は非常に複雑になる。そこで、次節では、このようなオートメーション化設備によるベネフィットの測定について考察する。

3. オートメーション設備によるベネフィットとその測定

コンピュータを中心にしたオートメーション設備と、今まで考えてきた通常の設備とは明らかに異なっている。では、どのような点が違うのかを最初に考えてみよう。Bennett and Hendricks は、以下のような違いを挙げている⁴⁾。

(1)従来⁴⁾の設備では期待するベネフィットは、特に労務費の削減が中心であったのが、現在では、それはもっと広範なものとなっている。

(2)従来に比べて、作動状況が未知で、経験を積むに連れてベネフィットが増

大する可能性が高い。

- (3)従来の設備に比べて、投資によるコストとベネフィットの数量化が非常に困難である。
- (4)設備投資によるプラス面とマイナス面の評価を行う人間が変わった。従来の設備は、その用途が限られていたためそのプロジェクトに直接関わりを持つ管理者がその評価を行っていたが、オートメーション化のプロジェクトは、企業の長期戦略と一致する必要があるためトップ・マネジメントがその意思決定を行う。

以上の点のほかに、

- ・従来の設備にくらべ、投資に要する設備の購入の金額が非常に高く、金銭的な重要性が増している。
- ・特に、日本の場合、労働者数を削減できるようなオートメーションを導入しても労働者を解雇できないため、その導入後には人員の配分という新たな問題が生じる。

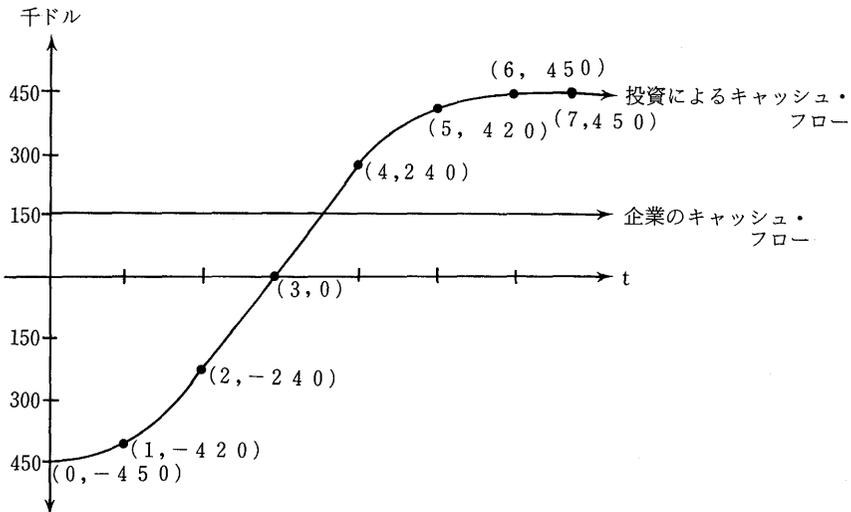
このような点を、上記の Bennett and Hendricks の指摘する従来との違いにさらにつけ加えることができる。

ところで、従来のオートメーション設備との違いを考えると、機械自体の変化もさることながら、ベネフィット測定においては、設備投資を行う企業を取巻く環境が大きく変化していることに注意しなくてはならない。そこで、企業の投資を取巻く外部の環境との関連で設備投資のベネフィットを測定する必要があるのか、そして、その必要があればその測定をどのように行うのかをとりあげてみる。

現在製造業においては、各企業とも積極的に投資を行うという環境ができてきている。よって、設備投資することの影響もさることながら、設備投資しないことの影響も非常に大きくなってきているのである。つまり、かつては、設備投資をしなくても現在の業務構造で得ているキャッシュ・フローは、以後も確保できるものと仮定して、キャッシュ・フローの測定を行い、そうすることを問

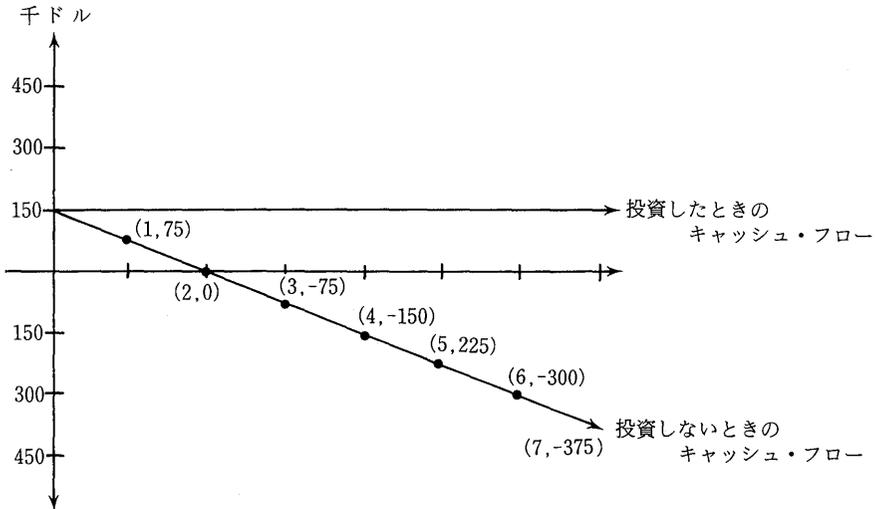
題とされていなかった。ところが、現在では、技術の急速な進歩によって、設備投資をしないということは、革新をもたらすことができず、他社に大きな遅れをとることになり、将来的な収益性を保てなくなるという大きな問題に直面する。このことを考慮すると、従来の投資のベネフィットであるキャッシュ・フローの測定方法では現実を十分に反映したものとはなっていない。そこで、このようなオートメーション設備に投資しないことのインパクトは何かという問いに対する Howell and Soucy の答えである「ベースラインの移動 (moving baseline)」という考え方を例としてとりあげ、設備投資を取巻く環境を考慮したオートメーション設備によるベネフィット測定を試み⁵⁾を説明することにする。

一般には、設備投資によるキャッシュ・フローは、通常時得られているキャッシュ・フローに加えて生じるものである。今、毎年15万ドル得られているとして、さらに差額のキャッシュ・フローが生じるものとする。下の図の(,)の左は年度、右は投資による各期のキャッシュ・フローを示しており、投資の時点では45万ドルが必要とされ、マイナスになっている。



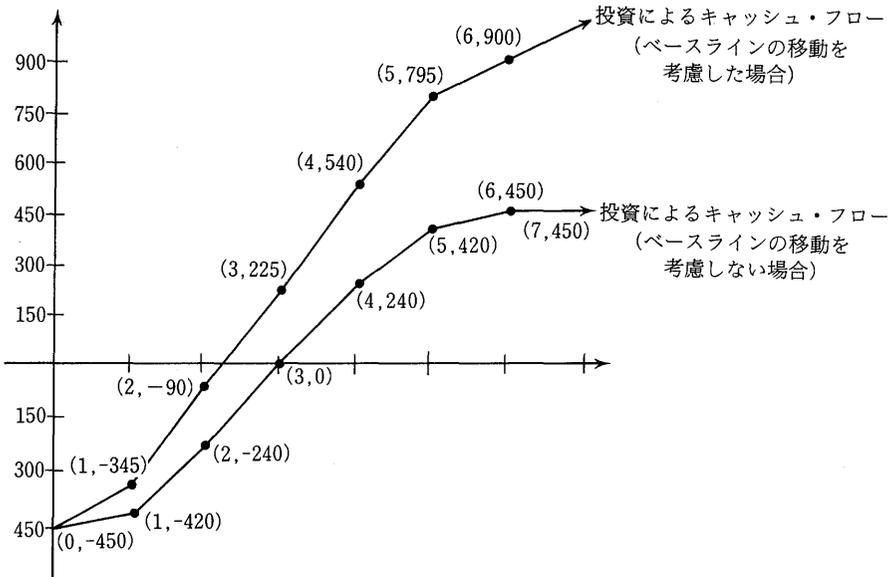
ここで、自社が投資しなくても、他社は積極的に投資するという状況にある

と仮定すると、投資を行わないと品質などの問題で競争上の優位を失い、次年度以降、その企業が得ているキャッシュ・フローは減少することになり、やがて数年後にはキャッシュ・フローはマイナスに転じてしまうはずである。つまり、投資を実行することによってはじめて15万ドルの現在得ているキャッシュ・フローの確保が可能であり、その上に投資による追加のキャッシュ・フローがもたらされるのである。これが「ベースラインの移動」という考えにつながる。図で示すと、下のようになる。投資すると水平な直線が示すようなキャッシュ・フローの確保が可能で、投資を行わないと下降する直線が示すように、キャッシュ・フローは減少し、やがてマイナスになってしまう。



オートメーション設備への投資に対して他企業も積極的だという状況から、投資することによって現状確保できるのである。これを、通常のキャッシュ・フロー測定では、投資しなくても水平な直線のままのキャッシュ・フローを得ることができると考えて、水平な直線と下降する直線との差額のキャッシュ・フローを考慮しないで、設備投資によるキャッシュ・フローを予測していたのである。よって、投資のベネフィットであるキャッシュ・フローを2つの直線

の差だけ低く見積もっていることになる。このことで、実は採択すべき収益性の高い投資プロジェクトを却下し、採択すれば得られたはずの利益を逸していたという致命的な結果へと導いていたことになる。この誤りを正すためには、オートメーション設備への投資については、そのベネフィットであるキャッシュ・フローの測定をする際に、従来の方で測定したキャッシュ・フローの上方修正を行わなければならない。通常の投資によって得られると考えられるキャッシュ・フローに、競合他社による投資を仮定して、投資をした場合と、そうでない場合の差のキャッシュ・フロー、つまり水平な線と下降する線の差を上乗せするのである。図で示すと以下の通りになる。ここでも、前と同様に、初期投資額のみだけマイナスから始まっている。このようにベースラインを水平な直線から下降する直線へと移すことによって、投資の回収期間が早まり、正味現在価値が大きくなるので、採択すべき設備投資プロジェクトに投資されるようになる。



Howell and Soucy の説明により、現代のオートメーション設備への投資で

は、競合する他社のその種の設備への投資の積極性という企業を取巻く環境を考慮してキャッシュ・フローの測定を行うことが必要であり、そのためにどのような測定を試みるかができるかを理解することができる。

では、次に、設備自体のもたらすベネフィットにどのような変化があるのかを考えてみることにしたい。Kaplan は、CIM によるベネフィットを有形のベネフィットと無形のベネフィットに分類して考えている。それぞれのベネフィットに属するものとその測定の方法は以下の通りである。⁶⁾

(1) 有形のベネフィット

- ① 在庫節約
- ② フロアスペースの削減
- ③ 品質の向上

①は減少した仕掛品と製品の金額をキャッシュ・フローとして測定することができる。②については、そのスペースを利用して、たとえば賃貸の収入を得たり、あるいは、今まで保管の費用がかかっていたものをそこに持つてくることで費用の節約ができれば、その金額でキャッシュ・フローを測定することが可能である。③の品質の向上とは、製品の機能の向上ではなく、仕様書と一致した製品を製造するということである。これによって、仕損や補修を減らすことができ、さらに製品の検査の作業も少なくできる。また、製品保証の費用を減らすこともできるようになる。

(2) 無形のベネフィット

- ① 製造の弾力性の増加
- ② スループットとリードタイムの短縮
- ③ 学習の増大

①は、製造段階の初期においては、多品種少量製品を低コストで生産できるようにすることである。さらにその上に、プログラムの作り直しができることで、機械がお互いにバックアップできるようにもなる。また、工学的な変化を行うようにという要求や製品の新たなデザインに応じることでもできるため、

CIM は、製品の長期的な変化を考慮していることになる。CIM の弾力性によって製品のライフサイクルのみならず、それを上回る長期間にわたって設備を利用することができるようになる。この弾力性は時間をかけて明らかになるために、金銭的にいくらになるのか予測することは難しい。

②のスループットとリードタイムの短縮のうち、スループットの短縮のベネフィットの一部は、在庫減少による節約額の見積り額に含まれている。また、短いリードタイムで顧客の要求を満たし、需要にすばやく対応できることによって、マーケティング上、有利な立場に立つことができるようになる。

新たなプロセス・テクノロジーへの投資の一部には、重要な経験を積ませるという特徴がある。③のように、学習を積むことによって、将来、予期していなかった競争上の優位を得ることが考えられる。先に手を打たず、テクノロジーが定着するまで投資を差し控えるような企業は大きく遅れをとってから自己の状況に気づくことになってしまう。

Kaplan によれば、以上のような数量化が困難なベネフィットと容易なベネフィットとをむすびつけるための1つの方法は、労務費や在庫の節約額のように確実に予測できるキャッシュ・フローだけをまず予測することだとする。無形のベネフィットを考慮しなくても正味現在価値がプラスであれば問題はないが、マイナスであれば、プラスになるまで年間でいくらのキャッシュ・フローが増加させなければならないかを予測することが必要となり、それを見て、上級の経営者が、無形のベネフィットがいくらに相当するかを判断するというのである。

同様に、Bennett and Hendricks もオートメーション設備への投資の意思決定では、次の5つのステップからなるとして、当初の分析では数量化の困難なベネフィットを除いて、プロジェクトの正味現在価値の計算を行うことをすすめる⁷⁾。そのステップは、以下の通りである。

- (1) 企業の長期的な戦略的目的あるいは目標の決定。
- (2) 全てのベネフィットとコストを列挙。

- (3) 設備への初期の投資額、信頼できるような予測のベネフィットとコストを数量化。
- (4) そのベネフィットとコストで、内部収益率あるいは正味現在価値、および回収期間を計算。
- (5) 却下の場合、残りのあらゆるベネフィットとコストの数量化を試みる。

この5つのステップのうち、キャッシュ・フローに密接に関連するのは、(3)と(5)である。(3)は従来の通りの計算をする。問題は(5)のステップで行う追加の分析であり、そこでは、Kaplanと同様に、品質の改善、リードタイムの短縮、製造の柔軟性の増加が数量化が難しいと指摘する。数量化できるものでまず最初に意思決定のための計算をする。ただし、そこで却下される時、追加の分析として、数量化が難しいベネフィットの測定では、期待値という確率の利用を提案している。たとえば、FMS (Flexible Manufacturing System) の導入によって、品質改善というベネフィットがもたらされることが見込まれるものとする。そこで、そのベネフィットが1年あたりのキャッシュ・フローにして、75,000ドルとなりそうな確率が0.4、50,000ドルの確率が0.4、25,000ドルの確率が0.2だとする。ここで、期待値を計算すると、 $75,000 \text{ドル} \times 0.4 + 50,000 \text{ドル} \times 0.4 + 25,000 \text{ドル} \times 0.2 = 55,000 \text{ドル}$ という値になり、それを意思決定モデルで用いるというのである。

4. 数量化困難なベネフィットの数量化の意義と問題点

前節でのとりあげたいずれの例においても明らかのように、今までの設備投資によるキャッシュ・フローでは測定してこなかったベネフィットを、積極的に測定しようという意図が見られる。アメリカの企業の多くは、オートメーション設備への投資の立ち遅れを意識しており、ベネフィットの測定方法に不十分な点があるため、特に日本にくらべて設備投資が遅れていると考えている。そこで、より正確に、あらゆるベネフィットを測定することで、今まで見逃してきた収益性の高い投資プロジェクトを、今後は採択していこうとしている。

そのため、金額的な測定が難しいベネフィットをもキャッシュ・フローにしようとしている。このようにすることで、今まで以上に、オートメーション設備に以前より投資されていくことは確実である。今まで切捨ててきた収益性の高い投資プロジェクトが採択されるようになる。そして、そのことによって、多大な利益をあげていく企業が出てくることになるであろう。

しかし、そのような数量化の困難なベネフィットをキャッシュ・フローにしようとしても、その数量化が誤っていれば、実は不必要な、採算の合わない投資プロジェクトにまでも投資をしてしまうことになりかねないのである。通常の設定投資にくらべて、数量化困難なベネフィットが大きいだけに、そのようなことになってしまう可能性が著しく高い。このように、数量化の困難なベネフィットをキャッシュ・フローに含めることは、投資が促進されるという効果があるが、その反面、過大な投資に向かっていくという可能性があることを忘れてはならない。数量化困難な無形のベネフィット測定には、そのような面があり、企業は不利益をもたらされることのないように注意しなければならない。特に、いままで見てきた測定の例のいずれについても、数量化が困難な無形のベネフィットの測定については非常に主観的なものにならざるを得ないことがわかる。つまり、数量化困難なベネフィットを数量化する場合、設備投資を取巻く環境や設備自体については慎重な判断をし、その数量化を行わないと、非常に問題の多い数値になってしまう。

では、具体的に解決すべき点をあげてみたい。まず、Howell and Soucy の場合、先進的なオートメーション設備に投資を行わないと、品質等の点で競合他社に打ち勝てず、現状のキャッシュ・フローの確保は不可能で、毎年キャッシュ・フローが減少していくと考えることは評価できるものの、どれくらいキャッシュ・フローが減少していくのかを予測する方法を見つけ出さなければならない。Kaplan は、無形のベネフィットの存在を認めるにとどまり、正式な意思決定のためのキャッシュ・フローの数値には全くしていない。結局、プロジェクト採択のためには、正味現在価値のマイナスのキャッシュ・フローが、無

形のベネフィットで埋合わせできるかを上級の経営者の判断に任せるだけである。無形のベネフィットを1つ1つをキャッシュ・フローとしていくらになるのかを決定する努力が必要である。Bennett and Hendricks については、確率を適用する以前の品質改善というベネフィットをどんなものと考え、それをどう決定するかを明らかにしていない。かれらは、数量化困難なベネフィットと考えているが、もし、Kaplan の定義するように、仕様書との一致とするのであれば、製品の不良率がどれくらい減るかをもとにキャッシュ・フローの測定を行うことは可能である。

5. むすび

設備投資の意思決定で、従来は、キャッシュ・フローを予測し、その収益性を判断する一般的な方法が確立されているが、最新のコンピュータに基づく設備については、投資によるベネフィットであるキャッシュ・フローの従来 of 測定方法では、とらえていない面がある。そして、次のような指摘に基づき数量化が試みられている。

- (1) 従来は投資しなくても現在得ているキャッシュ・フローを確保できると仮定していたが、現在では他企業も積極的に投資するという外部の環境が成立していると考えられるため、投資を行わないと他企業に遅れをとり、キャッシュ・フローは減少するという前提に立って、キャッシュ・フローを測定する必要がある。
- (2) 新たに出現したオートメーション設備では、数量化しにくい無形のベネフィットが重要になっている。このような無形のベネフィットも、経営者の判断や確率を利用して意思決定において考慮するべきである。

現在、アメリカの企業は、このようなベネフィットを数量化しないため、収益性の高い投資プロジェクトを見逃していると考えているようである。しかし、設備投資を取巻く周囲の環境や設備について正確な判断をしないと、今度は必要以上に過剰な投資を行うという結果を招きかねない。しかも、数量化困難な

ベネフィットの数量化に際しては、その数値の決定プロセスについては不明瞭であり、非常に主観的で、不確実なものにならざるを得ないことがわかる。現時点では正確な数量化の方法はなく、従来のような形で設備投資の意思決定に含めることはできない。今後の課題は、本論文で明らかになった問題点を解決するために、数量化の困難なベネフィットを設備投資の意思決定に含めることのできる信頼度の高い数量化の方法を見出すことである。

(注)

- 1) FA化のためにながりの金額をかけていると考えられる7つの業種の168社に対し Hendricks が行ったアンケートによれば、設備投資の意思決定のための技法としてあげていたうち、内部収益率法がほぼ半数で第1位であった。その数値については、以下の文献を参照のこと。

J.A. Hendricks, "Applying Cost Accounting to Factory Automation", *Management Accounting*, December 1988, pp.24—30.

- 2) G.A. Welsch, R.W. Hilton and P.N. Gordon, *Budgeting* (Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, Inc., 5th ed. 1988), p.409.
- 3) H. Bierman, Jr. and S. Smidt, *The Capital Budgeting Decision* (N.Y.: Macmillan Publishing Co., Inc., 5th ed., 1980), pp.277—280.
- 4) R.E. Bennett and J.A. Hendricks, "Justifying The Acquisition of Automated Equipment", *Management Accounting*, July 1987, pp.44—55.
- 5) R.A. Howell and S.R. Soucy, "Capital Investment in the New Manufacturing Environment", *Management Accounting*, November 1987, pp.26—32.
- 6) R.A. Kaplan, "Must CIM be justified by faith alone?" *HBR*, March-April 1986, pp.87—95.
- 7) R.E. Bennett and J.A. Hendricks, *ibid.*, pp.45—46.