

## 不確実性下の非線型CVP分析

王, 効平

<https://doi.org/10.15017/2920711>

---

出版情報：経済論究. 69, pp.143-162, 1987-11-26. 九州大学大学院経済学会  
バージョン：  
権利関係：

# 不確実性下の非線型 CVP 分析

王 効 平

## 目次

- I 問題提起
- II 不確実性下の非線型 CVP 分析展開の背景
- III 数値例によるモデルの説明
- IV 分析展開の意義と問題点

## I 問題提起

CVP 分析 (cost-volume-profit analysis) は、管理会計において、伝統的な計数モデルの一つとして、とりわけ利益計画のための中心的な分析手法として、これまで広く取り扱われてきた。損益分岐分析 (break-even analysis) として知られている伝統的 CVP 分析は、利益図表を用いて、損益分岐点 (break-even point)、つまり利益も損失も生じないところの、企業にとっての採算点を計算し、CVP 関係を視覚的に分かりやすい形で明示するものであった。このような CVP 分析は、分析の関連諸要素について不確実性が存在しないことを前提にしていると同時に、(1)総原価の固定原価・変動原価への分解可能性、(2)収益関数・原価関数の線型性、(3)生産量＝販売量、在庫の無視、(4)単一品種生産ないし一定不変の製品構成 (product-mix) 等を仮定している<sup>1)</sup>。

伝統的 CVP 分析が直観的で、分かりやすく、用いやすいという大きなメリットを持っているために、企業経営管理の中で長く適用されてきていることは周知のところである。しかし、かねてから会計学者の一部は、それが成立する上での諸前提条件が複雑な企業経営環境の現実を正しく反映しておらず、従って、利益計画設定のために最適な意思決定を導き難いと指摘している。そこ

で、彼らは管理会計研究において、より現実に近い条件を設定することによって、伝統的 CVP 分析を改良してきたのである。それらは、在庫変動を考慮した CVP 分析、非線型 CVP 分析、線型計画法による多品種 CVP 分析、不確実性下の CVP 分析等の具体的な形態をとっている。特に最近では、数理的な手法を用いての不確実性下の CVP 分析についての研究が盛んに行われている。利益計画は将来期間の利益目標を明確化し、具体化するための計画であるから、経営環境の変化を常に考慮したものでなければならない。それゆえに、利益計画設定に当たって、経営意思決定のために有用な情報を提供するためには、CVP分析もまた、経営環境の不確実性要因を考慮に入れて行わなければならない。これまで展開されてきた不確実性下の CVP 分析は、伝統的 CVP 分析の他の諸仮定条件を変えずに、予測販売量を唯一の不確実要素と見なし、それについての推定された確率変数の確率分布に基づいて、損益実現の可能性に関する追加情報を提供することを主要な目的とするものであった<sup>2)</sup>。このような分析はモデルの現実化ということによって一定の意味を持っていることは否定しな

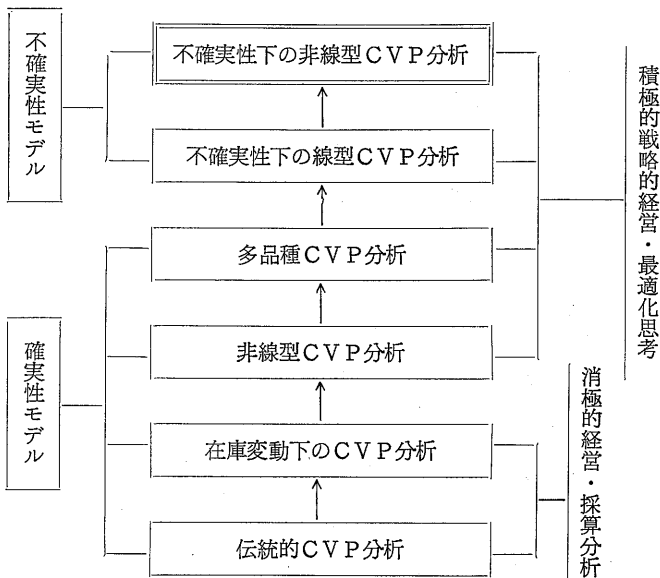


図1 CVP分析展開図

いが、伝統的 CVP 分析の利益図表に販売量の確率分布を追加したに過ぎず、原価・営業量・利益の相対関係には何等の変化ももたらしていないし、伝統的 CVP 分析の限界を本質的に克服し、それを発展させたとは思わない。むしろ現実の経営の中で、我々は、線型を仮定することでは説明できない非線型の原価関数や収益関数に直面しているのではないだろうか。また、販売量だけでなく、コスト・パラメータ、価格パラメータも不確実な要素になりうるものが考えられる。それゆえ、このような場合、CVP 関係は固定不変のものではなく、流動的になる。そこで本論文は、収益・原価関数が非線型で、しかもコスト・パラメータ、価格パラメータが確率変数になった場合のよりダイナミックな CVP 分析を試みるものである。

図1は、これまで展開されている CVP 分析を整理し、これから試みようとする不確実性下の非線型 CVP 分析の位置づけを示すものである。これまで一般に取り扱われてきた伝統的 CVP 分析等については、多くの管理会計の書物や論文の中で詳しく紹介されているので、本論文の分析に関連する事柄について説明の必要上触れる以外には、ここで取り上げないことにする。

## II 不確実性下の非線型 CVP 分析展開の背景

伝統的 CVP 分析では、原価関数も収益関数も線型を示すものとして扱われている。最近までの管理会計、原価計算は一般的に原価関数・収益関数を一次曲線として説明しているし、標準原価計算、直接原価計算、LP による意思決定問題においても線型の収益関数・原価関数が用いられている。これらのいずれも販売価格が一定であり、原価は操業度を基準に固定原価・変動原価に分解できること、そして固定原価は操業度の変動にかかわらず固定的なもので、これに対して、変動原価は操業度（ないし経営活動量）の変動に比例して変動することを前提にしている。これについては、現実を尊重し、原価関数・収益関数の厳密な追求を目的としたものではなく、教室における教学上の用具を提供したにすぎないという指摘もある<sup>3)</sup>。このような線型を仮定した単純化への疑問は、コスト・ビヘイビアの厳密な追求や非線型原価関数・収益関数を仮定し

た CVP 分析の研究を生み出したのであるが、このような研究にはなお多くの問題点が残されている。本論文での分析を進めるために、ここでは先ずドイツ伝統的原価理論におけるコスト・ビヘイビア研究及びアメリカの会計学者による非線型 CVP 分析の問題提起、そして会計で用いられている主な原価推定手法とその問題点について簡単に触れておこう。

### 1. ドイツ伝統的原価理論のコスト・ビヘイビア研究<sup>4)</sup>

CVP 分析とは直接に結びついたものでなかったが、コスト・ビヘイビアの考察に当たって、ドイツ経営経済学者は原価の非線型性を早くから取り上げ、原価理論を展開してきた。原価理論における原価思考の展開は、特に原価の高さはいかなる原価作用変数に依存し、そして、そこからどのような結果が得られるかを明らかにするものであった。コスト・ビヘイビアに作用する要因は色々考えられるが、その最も重要な一つは操業度である。ある生産期間において、一定の生産能力の下で操業度の変化の影響によって、変化する原価は変動原価であり、変化しない原価が固定原価として区分される。シュマレンバッハは、更に操業度変化の様態に応じて原価を比例原価、固定原価、逓減原価、逓増原価に細分しており、それらの態様変化を全体額と単位当り額別に考察し、総原価曲線の経過の特徴を次のように述べている。『原価は完全操業に達するまで極めて僅かではあるが、逓減的に上昇するのが通常である。操業がその経営にとって正常的とみられる程度よりも大きくなると、逓減が止み、度々突然的に逆に逓増に転じ、最後にはそれ以上の負担が経営の拡大なしでは不可能となるような程度まで達するのが常である』<sup>5)</sup>。彼は具体的な原価関数を示していないが、以上の説明から、そして彼の取り扱っている例示からも全体原価の非線型性が考察され、それは“逆 S 字”曲線として考えることができるであろう。

同じドイツ経営経済学者のメロロヴィッツは操業度の変化に対応して、原価を固定原価、不足比例原価と比例的な原価とに分け、三種の原価の経過様態を次のようなグラフに示している(図 2 参照)<sup>6)</sup>。彼は差額原価を二つの操業量に対応する原価総額の差額として、微分原価を単位当り差額原価として理解した上で、限界原価を無限小の操業増加のときに生ずる全体原価の増分と考えてお

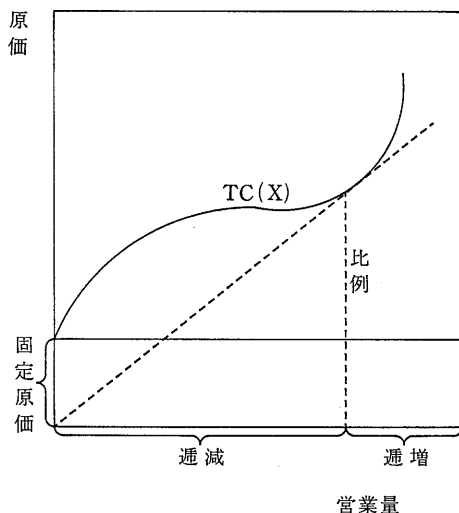


図 2

り、幾何学的に言えば、総原価曲線の一定点に対する限界原価は総原価曲線への接線が数量軸の正の方向となす角の正接に等しいと説明される。総原価曲線の経過の特徴を操業度変動に対応する単位当たり原価の変動で説明することによって、それを遞減領域、比例領域と遞増領域とに区分し、それぞれに不足操業、完全操業、超過操業が対応され、単位当たり原価が最小となる操業度、つまり比例領域での操業を経営の最適状態と呼んでいる<sup>7)</sup>。

以上のようなドイツ伝統的原価理論のコスト・ビヘイビア研究の展開は、経済学と無関係にドイツの経営経済学者によって独自になされたものであるという指摘もあるが、オーストリア限界学派の影響を既に受けていたことは事実である。これは利益極大化を追求する企業行動を主として原価の側面から考察している。このことはコスト・ビヘイビアの非線型性の考察は原価理論の中で早いうちにすでになされていたことを示している。しかし、このような理論的な分析は実証研究に基づいておらず、ミクロ経済学の生産理論と同じように暗黙のうちに色々な仮定条件を前提にして進められてきた<sup>8)</sup>。

## 2. 非線型 CVP 分析

1960年代に入ってからアメリカの会計学者は、伝統的 CVP 分析の線型仮定の限界を認識し、非線型 CVP 分析を管理会計研究において試みはじめた。もっともそれは、会計学者が会計的な方法を用いて独自に展開したものではなく、マイクロ経済学（ないし価格理論）、企業経済学における均衡分析ないし限界分析を導入して、微積分の数学知識を援用して会計学の諸問題を分析・認識しようとするものであった<sup>9)</sup>。

マイクロ経済学は、一定の市場構造の下で、合理的な経済主体がどのように行動するかを分析することを目的としている。企業（ないし生産者）に関しては、

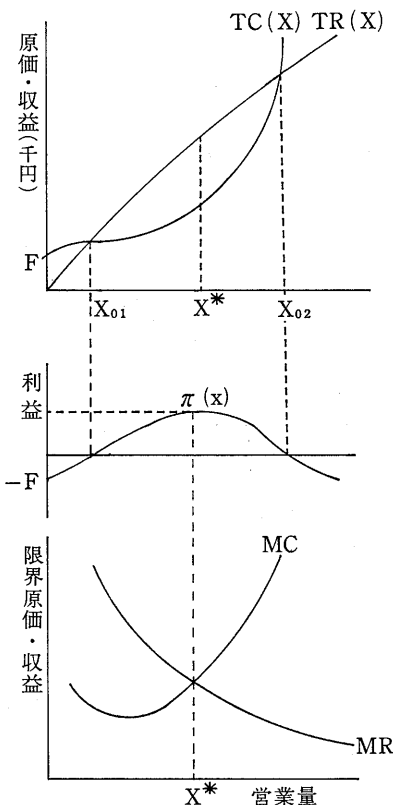


図3 経済学におけるCVP関係

私的利潤の追求に向かって彼らが行動する「利潤最大化原理」を適用している。それは、短期間、生産要素価格・技術係数不変、一定の生産能力等を所与とし、収獲逡減の経験法則を前提にして、生産関数から企業の総原価関数を推定し、その結果、総原価曲線を“逆S字型”に示す。さらに、完全競争市場と不完全競争市場を仮定して、収益関数がそれぞれ一次曲線と上に凸な曲線として示される。このような原価関数・収益関数が与えられたうえで、限界分析の手法を用いて、企業にとっての最適生産量を求める。すなわち、限界収益＝限界原価という企業の均衡条件（企業の利潤が最大化される条件）を満たす操業の決定である。限界収益・限界原価は、それぞれ収益関数・原価関数の生産量についての一

次微分で、グラフでは、収益曲線・原価曲線の接線の傾きに等しい。このような CVP 関係は図 3 に示されている<sup>10)</sup>。

伝統的 CVP 分析を思いだしながら、経済学で用いられている非線型 CVP 関係分析が次のような特徴を持っていることが分かる。(1)伝統的 CVP 分析では損益分岐点の一つしか存在しないのに対して、ここでは損益分岐点が二つ ( $x_{01}$ ,  $x_{02}$ ) 現れている。両分岐点の間の領域は利益区間で、それ以外の領域は損失区間である。(2)限界分析の結果、限界収益=限界原価を満たす操業 ( $x^*$ ) は企業の最適経営規模であり、この点で、利益の極大化が実現される。伝統的 CVP 分析ではこのような最適化思考が存在せず、そこで与えられた生産能力の下で、百パーセントの操業が最大利益をもたらすと考えられる。つまり資源の最適利用は伝統的 CVP 分析では問題とならないのである。(3)伝統的 CVP 分析は原価・収益を総額ベースで用いているのに対して、非線型 CVP 分析は限界原価、限界収益、平均原価、平均収益の相互関係分析にむしろウェイトをおいている。

一部の会計学者は非常に積極的にこのような経済学で展開された非線型 CVP 分析の会計学への適用を推奨しているが、このようなやり方には問題がないわけではない。ピアマンは非線型 CVP 分析を評価しながら、実際の会計において取り入れられていない理由として次の二つを挙げている。その一つは情報の不完全性、つまり限界収益、限界原価曲線は確実に知ることはできないこと。もう一つは、不完全市場仮定下での収益曲線において、競争者の行動による影響を無視していること、つまり販売量を上げるために価格を引き下げれば、競争者も対抗して価格を引き下げるから、販売量は必ずしも予想通りにあげられないことを考慮していないことである<sup>11)</sup>。

このような非線型 CVP 分析の会計学への無批判的適用に対していくつかの問題点を指摘しておきたい。(1)まず、経済学と会計学の原価、利益概念には一定の相違がみられる。例えば、経済学では、株主(持ち分)への配当を資本コストとして原価に入れるが、会計学では、それを原価と見なさず、利益の分配として考えている。更に経済学では原価を細かく区別しないのに対して、会計学では期間、部門別に原価を区分している。このことは当然両原価曲線の相違をもたらす。(2)経済学は個々の企業ないしすべての生産単位の間における最適



な資源配分についての研究を目的としており、その原価関数は当初に仮定されたものを正確なものとし、そして原価の予測もまた完全な知識でもってなされたものであるとしているが、これらは必ずしも会計記録や経験的データに基づくものでなく、従って、現実に即したものであるとは言い難い。また、収穫逓減の法則はもともと農業において妥当するものとして見出されたもので、工業に適用するかどうかについてもなお異論が存在する。(3)異なる業種は異なるコスト・ビヘイビアのパターンを有していること、また、企業経営意思決定のための諸代替案の間に互いに衝突が生じやすく、意思決定環境も複雑で、流動的であるから、必ずしも一義的な最適化思考が適用されないように思われる。

### 3. 原価の推定方法

経済学の限界分析手法は、収益関数と原価関数が非線型を示す場合にいかに最適解を求めるかの方法を我々に教えてくれている。しかし、これを会計学に適用する場合には、会計学者が適切な方法（例えば、統計的手法）で原価・収益関数を推定しなければならないであろう。さもなければ、経済学のモデルをただ繰り返すことだけに終り、会計実践の問題解決に如何なる方向をも示唆しない結果に終わってしまうであろう。利益計画のための固有の手法として開発された CVP 分析は正確な収益関数・原価関数が与えられて初めて正確に CVP 関係を明示することができ、最適な利益計画設定に貢献しうるのである。収益関数の推定には、価格と需要量との関係を考察する必要があり、通常、市場調査、販売部門担当者の主観的な推定に頼ることが多い。ここでは、主に会計に直接かかわっている原価推定の手法を取り扱うことにする。

コスト・ビヘイビアの推定に当たって、勘定分類法、スキャッター・チャート法 (scatter chart method)、回帰分析 (統計的手法)、工学的方法 (engineering method)、シミュレーション等がよく使われている。これらの推定法の中で、どれを使うかは、推定者の裁量によるが、各方法の用いやすさ、所要コスト、複雑な意思決定への適用可能性等にもよる。原価と原価作用変数との間の関数関係が推定されれば、これに基づいてコスト・ビヘイビアを図式化することができる。

勘定分類法、スキャッター・チャート法、回帰分析は過去のいくつかの期間の経験的データに基づいて、原価を分類し、コスト・ビヘイビアを推定し、将来期間の計画設定のために役立たせる。勘定分類法、スキャッター・チャート法による推定は少量のデータの場合、しかも容易に適用可能であるというメリットを持っているが、データが少ないために、また、推定者の主観が大きく働いているので、誤差が大きく、正確な原価様態の推定にはならない<sup>12)</sup>。回帰分析の一つである最小自乗法はより精密な推定法としてよく用いられているが、勘定分類法、スキャッター・チャート法と共に、原価と原価作用変数との関係を線型関係に限定しているという制約をもっている<sup>13)</sup>。そのほかにより高等な統計的手法として重回帰分析も用いられているが、この分析手法は原価と複数個の要因変数との間の関係を推定するものである。コンピュータが普及している今日では、数多くのデータが集められうる場合に、回帰分析が適用しやすくなったために、会計の中でも日増しに多く使われるようになってきている。

以上の手法に対して、工学的方法は生産過程における生産要素の投下と製品の産出との間の物的関係を明示してから、物的生産要素の消費量に価格を乗じることによって原価を推定する手法である。この手法によって推定された原価関数は一般的には直接材料費や直接労務費のような直接原価を表わすもので、修繕費、一般管理費、設備便益費のような製造間接原価は関数式に現れてこない。全く新しい生産工程が設定され、過去の経験的データが乏しく、回帰分析手法が用いられない場合この手法が使われる。細かい時間研究、作業研究を行うことによって、次期間のコスト・ビヘイビアの推定を目的とする手法であるが、コストがかかること、製造間接原価を含めた総原価の推定ができないことはこの手法の欠点である<sup>14)</sup>。

利益計画設定に代表される経営意思決定は、未来期間における最大利益の獲得を目指して代替的行動を決めることであるから、このための原価推定は、過去の限られた経験的データを対象とする分析手法に頼るだけではもちろん不十分である。そのためには、我々は、過去のデータを分析した結果に生産要素の価格変化や生産技術の変化及び他の環境の変化の影響を加味して、コンピュータ及び他の数理的手法を適用して、より現実に近い原価推定を行わなければな

らない。

そこで、次に利益計画にかかわる意思決定との関係において、不確実性下の非線型 CVP 分析を数値例を用いながら考察しよう。

### Ⅲ 数値例によるモデルの説明

本節においては、非線型の原価関数が与えられて、販売量だけが不確実な場合と更にコスト・パラメータ、価格パラメータも不確実要素になった場合の CVP 分析を数値例を用いて説明する。

ケース 1 販売量だけが不確実な場合

〔設例 1〕

千早製作所の経営者は次式によって示される収益関数と原価関数が与えられており、これに基づいて CVP 関係を分析している(単位：千円)。

$$\text{収益関数； } TR(x) = 540x$$

$$\text{原価関数； } TC(x) = x^2 + 240x + 14,400$$

販売量  $x$  は平均値  $\mu_x$  が 130 単位で、標準偏差  $\sigma_x$  が 60 単位の正規分布する確率変数であることが判明している。確率密度関数を  $f(x)$  で表す。

- ① 損益分岐点を求めよ。
- ② 損失が生じる確率を求めよ。
- ③ 期待利益  $E(\pi(x))$  を求めよ。

解：

- ① 損益分岐点とは総収益と総原価とが等しい点のことで、与えられた収益・原価関数により、次のように求めることができる。

$$TR(x) = TC(x)$$

$$\pi(x) = 540x - (x^2 + 240x + 14,400)$$

$$(x - 60)(x - 240) = 0$$

より、 $x_{01} = 60$ 、 $x_{02} = 240$  (単位)

- ② 損失の生じる確率は損益分岐点  $x_{01}$  以下と  $x_{02}$  以上の販売が生じる確率の合計である。

$$Z_1 = (60 - 130)/60 \approx -1.1667$$

$$Z_2 = (240 - 130)/60 \approx 1.8333$$

標準正規分布表より、

$$P(x < 60) = P(Z < -1.1667) = 0.5 - 0.3784 = 0.1216$$

$$P(x > 240) = P(Z > 1.8333) = 0.5 - 0.4666 = 0.0334$$

$$\text{従って、} P(\pi < 0) = P(x < 60) + P(x > 240)$$

$$= 0.1216 + 0.0334 = 0.1550 = 15.50\%$$

より、損失が生じる確率が15.50%である。利益が生じる確率が84.50%であることも算定できる。

- ③ 販売量  $x$  が期待値  $\mu_x = 130$  単位、標準偏差  $\sigma_x = 60$  単位の確率変数である。このような不確実な要素を考慮にいて期待利益を求める。

$$\begin{aligned} E(\pi(x)) &= \int \pi f(x) dx = \int (300x - x^2 - 14,400) f(x) dx \\ &= 300\mu_x - (\mu_x^2 + \sigma_x^2) - 14,400 \\ &= 4,100 \text{ (千円)} \end{aligned}$$

確実性下の CVP 分析では、限界分析により、両分岐点に挟まれる利益区間において利益値が最大となる最適生産量を求めることができる。しかし、上例に示されるような販売量が不確実な要素になっている場合に、計算された最適生産量に合わせて生産を行っても、それは必ずしも百パーセント実現される確

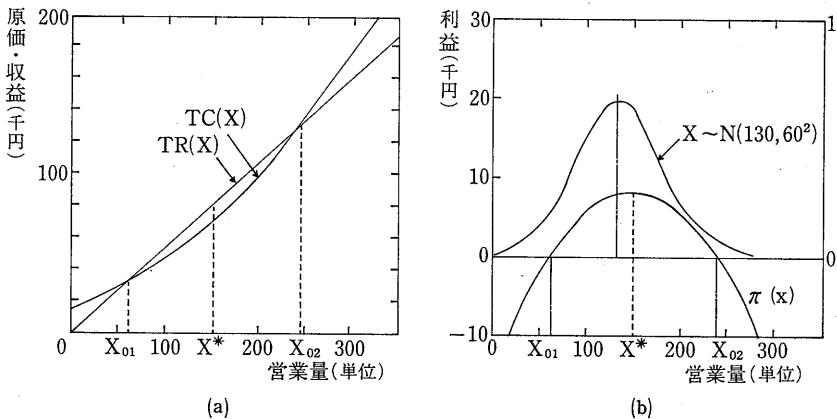


図4 非線型 CVP 関係 (1)

証はない。従って、各販売量が発生する確率に基づく利益の確率分布を示せば、損失発生の確率や少なくとも一定の利益額、損失額発生の確率などの計算から得られる情報は経営者の利益計画のための生産意思決定をより確実なものにするであろう（図4参照）。

#### ケース2 コスト・パラメータが不確実な場合

伝統的 CVP 分析のみならず、これまで展開してきた CVP 分析においても、コスト・パラメータが確定できるものと見なされてきた。しかし、コスト・パラメータは常に一定不変なものとは限らない。次の三つの理由から、コスト・パラメータは十分に不確実な要素になりうると考えられる。

(1) 生産要素の市場価格が常に変動していること。その最も典型的な例として、石油ショックによるエネルギー価格の高騰が挙げられる。また近年、為替相場の激しい変動も要素価格の変動に直接に影響を及ぼしている。円高で海外からの原材料、部品の輸入が増加し、海外での加工生産のウエイトも確実に増大している。これらは、日本企業のコスト構造にマイナスとプラスの両面において作用している。

(2) 生産過程における生産要素の消費能率の変動は一般的であること。実際の生産の中で、原価標準を決めるが、人為的、非人為的な諸種の原因で標準に達しない場合が一般的にみられる。例えば、段取りの悪さや従業員の健康上の問題等は、生産能率を下げることになる。このことはコスト・パラメータが一定不変のものではないことを示す。

(3) 生産要素の質の変化もコスト・ビヘイビアに作用する。生産要素の調達にあたって、価格とトレード・オフ関係にあるけれども、必ずしもいつも同質のものだけが調達されるとは限らない。質のよい要素は消費能率を上げ、良質の製品を生産するが、質の悪い要素は逆の効果をもたらす。

以上の生産要素の価格、消費の能率、質の変化は時には相関を持つことも考えられ、統制不能な場合が多い。これらはコスト・パラメータを不確実なものにし、コスト・ビヘイビアの変動をもたらす。ゆえに、収益曲線と原価曲線の相対位置も変わるために、損益分岐点もシフトすることになり、つまり CVP 関係が変わってしまう。このような状況下における非線型 CVP 分析はこれまで

に会計学で展開された CVP 分析手法より、更にダイナミックなものにならざるを得ない。次の例示は、コスト・パラメータが不確実な場合と、販売量とコスト・パラメータが共に不確実な場合の CVP 分析を示している。分析の結果が図 5 に示されている。

## 〔設例 2〕

千早製作所の経営者は次のような収益関数と原価関数を与えられている（単位：千円）。

収益関数； $TR(x) = 540x$

原価関数； $TC(x) = x^2 + bx + 14,400$

- ① 原価関数  $TC(x)$  のコスト・パラメータ  $b$  は期待値  $\mu_b = 240$ 、標準偏差  $\sigma_b = 40$ （千円/単位）の正規分布する確率変数であることが判明している。当該確率密度関数を  $\psi(b)$  とする。損益分岐点、最適生産量と最大利益の期待値を求めよ。
- ② ①の条件以外に販売量  $x$  は、期待値  $\mu_x = 130$  単位、標準偏差  $\sigma_x = 60$  単位の正規分布する確率変数であることが判明している。このような場合における利益の確率分布を求めよ。

解：

- ①(A) 損益分岐点は次のような条件を満足させるものである。

$$TC(x) = TR(x)$$

$$x^2 + bx + 14,400 = 540x$$

$$x^2 + (b - 540)x + 14,400 = 0$$

$$\text{より } x = [(540 - b) \pm [(b - 540)^2 - 57,600]^{1/2}] / 2$$

$$x_{01} = [(540 - b) - [(b - 540)^2 - 57,600]^{1/2}] / 2$$

$$x_{02} = [(540 - b) + [(b - 540)^2 - 57,600]^{1/2}] / 2$$

損益分岐点  $x_{01}$ 、 $x_{02}$  は共にコスト・パラメータ  $b$  の関数になっている。コスト・パラメータ  $b$  が変われば、損益分岐点もそれに応じて変動することになる。

- (B) コスト・パラメータがいかなる値を取っても、経営者はそれに合わせて最適な生産決定を行うと考える。利益が最大となる生産量 ( $x^*$ ) を求める

ために、次の条件が満たされる必要がある。

$$dTR(x)/dx = dTC(x)/dx$$

$$2x + b = 540$$

$$\text{より } x^* = (540 - b)/2$$

$$\pi = TR(x) - TC(x) = (540 - b)x - x^2 - 14,400$$

$$x^* = (540 - b)/2 \text{ を } \pi \text{ に代入して、次に } b \text{ に関する期待利益 } E(\pi(b))$$

を求めると、

$$\pi(b) = (540 - b)(540 - b)/2 - (540 - b)^2/4 - 14,400$$

$$= (540 - b)^2/4 - 14,400 = b^2/4 - 270b + 58,500$$

$$E(\pi(b)) = \int \pi(b)\psi(b)db = \int [b^2/4 - 270b + 58,500]\psi(b)db$$

$$= (\mu_b^2 + \sigma_b^2)/4 - 270\mu_b + 58,500 = 8,500 \text{ (千円)}$$

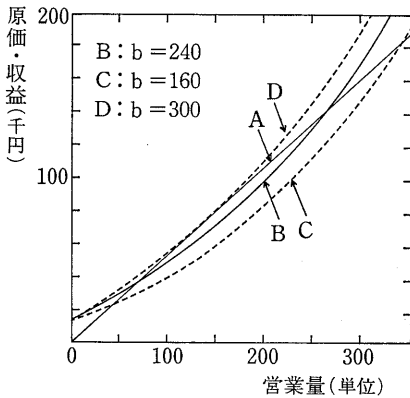
- ② コスト・パラメータだけでなく、販売量  $x$  も不確実な場合、確率変数  $x$  は  $N(130, 60^2)$  の正規分布に従う。次に各  $b$  ごとの期待利益  $E(\pi(b))$  及び標準偏差  $\sigma(\pi(b))$  を求める。

$$E(\pi_b(x)) = \int \pi_b(x) f(x)dx = \int [(540 - b)x - x^2 - 14,400] f(x)dx$$

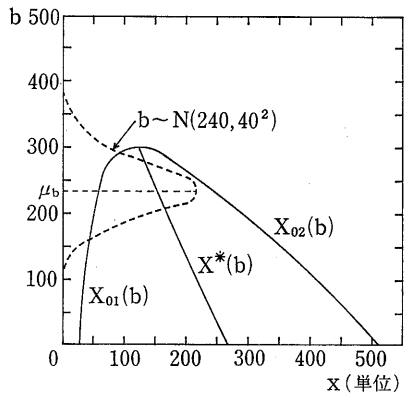
$$= (540 - b)\mu_x - (\mu_x^2 + \sigma_x^2) - 14,400$$

$$= 35,300 - 130b$$

$$E(\pi(b)) = \int \pi(b)\psi(b)db = \int (35,300 - 130b)\psi(b)db$$



(a)



(b)

図5 非線形 C V P 関係 (2)

$$= 35,300 - 130\mu_b = 4,100 \text{ (千円)}$$

$$\sigma(\pi(b)) = |-130\sigma_b| = 5,200 \text{ (千円)}$$

ケース 3 コスト・パラメータ，価格パラメータが共に不確実な場合。

〔設例 3〕

当企業は次のような収益関数・原価関数を持っている（単位：千円）。

$$\text{収益関数；TR}(x) = px$$

$$\text{原価関数；TC}(x) = x^2 + bx + 14,400$$

価格パラメータ  $p$  は  $N(540, 30^2)$ ，コスト・パラメータ  $b$  は  $(240, 40^2)$  の正規分布に従う<sup>15)</sup>。当然のことながら， $p-b=a$  もまた確率変数である。利益  $\pi$  の確率分布を求めよ。

解：

$$\pi = \text{TR}(x) - \text{TC}(x)$$

$$= -x^2 + (p - b)x - 14,400 = ax - x^2 - 14,400$$

$p, b$  共に正規分布する確率変数であるから， $p-b=a$  も正規分布することになり，その期待値，標準偏差を求めると，

$$\mu_a = \mu_p - \mu_b = 540 - 240 = 300$$

$$\sigma_a = (\sigma_p^2 + \sigma_b^2)^{1/2} = (30^2 + 40^2)^{1/2} = 50$$

より，期待利益

$$E(\pi(x)) = \int \pi(x)f(x)dx = \int [ax - x^2 - 14,400]f(x)dx$$

$$= a\mu_x - (\sigma_x^2 + \mu_x^2) - 14,400$$

$$= 130a - 34,900$$

$$E(\pi(a)) = \int \pi(a)f(a)da = \int [130a - 34,900]f(a)da$$

$$= 130\mu_a - 34,900$$

$$= 130 \times 300 - 34,900 = 4,100 \text{ (千円)}$$

$$\sigma(\pi(a)) = |130\sigma_a| = |130 \times 50| = 6,500 \text{ (千円)}$$

例示 3 において特別に明示していないが， $p, b$  の確率分布の正規性から， $p-b=a$  も正規分布するということは  $p$  と  $b$  が互いに独立していることを仮定している。これは説明の簡単化を図るためのものである。 $p$  と  $b$  が相関している場合でも， $a$  に関する確率分布を求めることが出来るが，それは必ずし



も正規分布するとは限らない。

以上において、販売量だけでなくコスト・パラメータ、価格パラメータも不確実な場合の CVP 分析を試みてきた。計算の結果、利益の確率分布情報、即ち  $E(\pi)$  と  $\sigma(\pi)$  が得られ、これらの情報をいかに意思決定に役立たせるかは主として経営者のリスク姿勢によって決まる。経営者のリスクに対する態度はほぼ冒険型、リスク回避型の二つに分けられるが、前者はたとえリスクが大きくても、利益値のより大きいものが好ましいとする態度であり、後者は期待利益が少々低くても、リスクの小さいものを好む態度である<sup>16)</sup>。いずれの場合も、彼らにとって最適な意思決定ができるように、CVP 分析は CVP 関係に関する的確な情報を提供しなければならない。

#### IV 分析展開の意義と問題点

利益計画は、企業の経営方針を反映し、次の会計年度の獲得すべき利益目標を明示すると同時に、それを達成するために企業内部の諸活動を企業全体の立場から検討する役割を持つものである。そして、利益計画は企業の各部門にかかわるもので、販売計画、生産量計画、製造原価計画、販売費・一般管理費計画、資金計画などを包括した、きわめて総合性の高い計画である。したがって、利益計画のための代表的な分析手法と見なされてきた CVP 分析は、企業を取り巻く内外の環境の変化を素早くキャッチし、数量化して、そうした情報を利益計画設定の責任者たる経営者に提供しなければならない。これまで一般に展開されてきた CVP 分析は、数多くの仮定条件を設けており、流動的になっているはずの経営環境を静止化しているために、最適な意思決定に結び付くように有用な情報を十分に提供しえなかったといえる。

それでは、本論文で試みた不確実性下の非線型 CVP 分析は、利益計画に対する目的適合性をどれほど有しているであろうか。前節では、非線型の原価関数が与えられて、販売量、コスト・パラメータ、価格パラメータが不確実な場合の CVP 関係を例示で検討した。販売量が不確実な場合に、その確率分布についての情報は販売部門の責任者からくる。製造部門は予測販売量をベースに

して生産計画を立てるが、希少生産資源の有効利用をまず考慮しなければならず、コスト・パラメータの変動を知る必要がある。コスト・パラメータは生産要素（材料、労務のように）の市場価格、生産過程における消費比率及び生産要素の品質の変化によって変わるから、製造部門のみならず、購買部門もともにコスト・パラメータの変動について情報を提供しなければならない。そして、販売価格が不確実な場合、販売部門がこれに関する重要な情報を提供する役目にある。従って、本論文の新しい分析の試みは、販売、生産、購買等の諸部門にかかわっており、不確実性の経営環境の中で、利益計画設定にとって必要とされる多くの有用な情報を意思決定者に提供することができる。〔例2〕から分かるように、コスト・パラメータが変われば、原価曲線がそれに応じて移動し、利益曲線と原価曲線の相対位置も変わるから、損益分岐点も最適生産量も変動することになる。それゆえに、意思決定者は従来の CVP 分析を利用する場合と違って、一義的な意思決定を行うことができず、すべての関連要素の変化を考慮に入れる必要がある。このような分析の方がよりダイナミックになっていると考えられる。

冒頭に述べたように、これまでの CVP 分析についての管理会計学の領域での研究は、伝統的 CVP 分析が依存する条件の非現実性を指摘し、それらの前提条件の制約を緩和し、より現実に近い前提条件を設けることにより、様々な新しい CVP 分析を展開し、推奨しているにもかかわらず、現実の経営管理の中で伝統的 CVP 分析は、依然として広く用いられている事実を見過すべきではない。「関連範囲」を設けることによって、伝統的 CVP 分析はその簡潔さ、分かりやすさ、用いやすさということにおいて、現実とその単純化したモデルとの乖離をカバーしている。しかしながら、現実の会計実務は、更に隣接諸科学の分析手法を導入し、複雑な経営意思決定に対して、更に厳密な解を与えることを要請している。高等な数学知識が要求され、また大量のデータの収集、分析、処理にはコストが掛かることから、会計学の理論研究において展開された新しいモデルを現実の経営管理実務へ適用することを妨げていると考えられるが、コンピュータの普及、高等教育を受けた会計担当者、経営スタッフの増加などは、将来この問題を解決していくであろう。

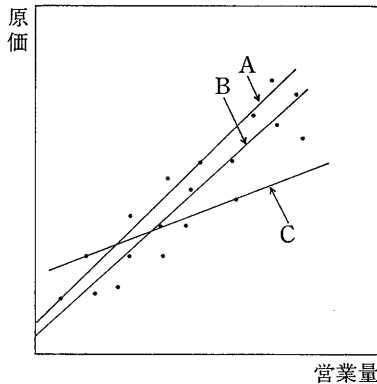
会計学の一つの大きな特徴はその実践性にあり、会計学は常に会計実践に現れた問題を取扱い、理論化し、また、会計理論による研究成果を会計実践で検証し、実践に作用し、実践に規定されながら、実践を方向付ける中で、自らの理論体系を構築して行かなければならない。

**【注】**

- 1) 会計学者によっては、原価・営業量・利益関係分析のことを CVP 分析と呼んだり、損益分岐分析と呼んだりして、必ずしも明確に区別していないが、筆者は、より包括な概念として CVP 分析を使うことにし、特に上述の諸仮定条件の下で、企業の採算点を示す損益分岐点を分析の中心においているものを伝統的 CVP 分析と呼ぶことにする。
- 2) ジャディック＝ロビチェックによって始められた不確実性下の CVP 分析〔4〕は、販売量を唯一の不確実要素と見なし、伝統的 CVP 分析の利益図表に販売量の確率分布図を重ねて、損失の生じる累積確率、少なくとも損失が生じない、そして、少なくとも一定の利益額、損失額が生じる累積確率を求めるものであった。彼らは詳しく議論していないが、販売量以外に、販売価格、単位当り変動原価、固定原価も不確実になりうるが、それらが正規分布を示し、そして互いに独立していれば、利益の確率分布も正規分布するという結論を出している。その後の議論はもっぱらジャディック＝ロビチェックのこのような結論に疑問を抱き、販売量や利益について、いかなる確率分布を仮定した方がより合理的かに集中している。販売量以外の CVP 分析関連要素が不確実になった場合の CVP 分析についてなんらかの展開も見あたらない。
- 3) ゴガンズの1965年の論文〔3〕参照。
- 4) ドイツ原価理論はシュマレンバッハ、メロピッツ、グーデンベルクの3人によって代表されるが、ハイネンによれば〔6〕、伝統的考察方法、つまり原価が操業度に直接に依存して変動するという考え方から、操業度とコスト・ビヘイビアの関係を考察するシュマレンバッハとメロピッツが伝統的原価理論の代表者であり、そして、総原価の高さと操業度変化との間になんら直接な関係も存在しないし、原価はむしろ直接的には生産要素の給付の費消によって決定されると考え、近代経済学の方法論を駆使し、経済学の生産理論を自らの原価理論の根拠とするグーデンベルクを近代的原価理論の代表者としている。ここでは簡単に伝統的原価理論のコスト・ビヘイビア研究を紹介する。
- 5) ハイネン〔6〕72ページ〕の引用文参照。
- 6) 図2についてはハイネン〔6〕82ページ〕の図例を参照にした。
- 7) メロピッツは比例領域が存在しているが、それが一点に過ぎず、その点に対応する操業度こそが最小費用結合をもたらす、最適な経営規模に導くという。
- 8) ハイネン〔6〕、51ページ〕はドイツ伝統的原価理論による原価態様にかんする研究

の独自性を強調しているが、ドイツの伝統的原価理論は、一つの絶対的な生産能力、全体原価、そして最も簡単な生産過程を仮定して、暗黙のうちに、収穫逡減の原則を前提にしている。従ってドイツの原価理論のコスト・ビヘイビア研究は経済学と関係なしに経営経済学者によって全く独自になされたものとはいえない。

- 9) ゴガンズ [(3)] ウェーサー [(5)] たちはこのような主張の代表者である。
- 10) 経済学では収入・費用・利潤概念を用いているが、ここでは我々は、説明の便利上、収益・原価・利益の会計概念を用いる。
- 11) ビアマンの1963年の書物 [(1)29~34頁] を参照。
- 12) 経験的データを座標軸にプロットすることによって原価線を推定する場合、どれらの点を通して線を引くかは、推定者の主観性に大いに依存する。次のグラフから分かるように、同じデータが与えられて、異なる何本かの原価線が推定される。



- 13) 最小自乗法が原価関数を  $\hat{y}=ax+b$  と想定し、与えられたデータと想定された原価線との間の偏差の自乗和が最小となるように  $a$  と  $b$  を定める。つまり

$$E^2 = \min_{a,b} \left[ \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \right] = \min_{a,b} \left[ \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2 \right]$$

を満たす  $a$ ,  $b$  を定める。もしすべての観察値に完全にマッチした原価線であれば、 $E^2=0$  になる。

- 14) 原価推定手法についての詳細な紹介は [(2)] 参照。
- 15) 価格が変動するにもかかわらず、完全市場の仮定には影響しないものとする。
- 16) リスク中立型は冒険型と回避型の中間の態度である。

#### 【参考文献】

- (1) Bierman, H. Jr., *Topics in Cost Accounting and Decisions*, McGraw-Hill Book

- Company. 1963.
- (2) Dopuch, N., Birnberg G. J., & J. S. Demski, *Cost Accounting—Accounting Data for Managements, Decisions*, 3rd-ed, Harcourt Brace Jovanovich, 1982.
  - (3) Goggans, T. P., “Break-even Analysis with Curvilinear Functions”, *The Accounting Review*, October, 1965.
  - (4) Jaedicke, R. K. & A. A. Robichek, “Cost-Volume-Profit Analysis under Conditions of Uncertainty”, *The Accounting Review*, October, 1964.
  - (5) Weiser, H. J., “Break-even Analysis: A Re-evaluation,” *Management Accounting*, February, 1969.
  - (6) ハイネン (E. Heinen) 『原価理論』(溝口一雄監訳, 宮本匡章 小林哲夫訳) 中央経済社, 1964年。