

# 企業財務モデルとリスク・シミュレーション

熊野 雅之

## 目次

- I. 序論
- II. 企業財務管理
  - 1 利益管理と資金管理
  - 2 財務管理とリスク管理
- III. 企業財務モデル
  - 1 特徴
  - 2 損益計算書
  - 3 キャッシュフロー計算書
  - 4 貸借対照表
  - 5 ファイナルテスト
- IV. 資産最適化とリスク・シミュレーション
  - 1 資産運用の最適化
  - 2 リスク分析
  - 3 三角分布
  - 4 前提条件
  - 5 観測結果
- V. 結語

## I. 序 論

いま、第三の財務諸表、キャッシュフロー計算書に関心が集っている。

その理由として、第一に、企業会計制度の変更がある。証券取引法の適用を受ける国内企業は、1999年4月1日以降に開始する事業年度から、従来の貸借対照表、損益計算書に加えて、キャッシュフロー計算書の作成と開示が義務づけられることになった。

第二の理由として、経営環境の変化と不確実性の増大がある。銀行の貸渋りから資金繰り難となり、利益はあがっているにもかかわらず、黒字倒産するという企業も出てきた。

今後は借入金依存の経営から脱して、自己資金を基本としたキャッシュフロー重視の経営を行い、各種リスクに抵抗できる財務体力をつけていかなければならない。

本稿の目的は、利益管理・資金管理とリスク管理を統合的に支援する企業財務モデルを構築し、そのシミュレーションによって、不確実な経営環境における利益および資金収支と経営リスクの関係を動態分析することである。その第一として、経営リスクに関する不確実要素を確率分布で表した企業財務モデルを過去数期間連動させてシミュレートしたとき、総資本利益率、フリー・キャッシュフロー・マージンおよびキャッシュフロー比率がどのように変動するかについてリスク分析し、その結果をバリュー・アット・リスク (VAR) として集約する。

第二に、経営リスク対策として、フリー・キャッシュフローの極大化を図る資産運用をシミュレートした場合、リスク指標のバリュー・アット・リスクは改善されるかについて、分析してみる。ここでは、資産運用における収益性と流動性のトレードオフ関係を考慮する。第三に、企業財務モデルのリスク・シミュレーションによって、自社の時系列比較だけでなく、他社比較も可能かどうか、検討する。

## II. 企業財務管理

### 1 利益管理と資金管理

#### (1) 収益性と安全性・流動性

企業の存続・拡大を図るには、利益とともに資金 (キャッシュ) が必要である。利益は

収益から費用を差し引いた差額であり、キャッシュの基礎的な源泉であるが、通常、利益と資金収支は一致しない。いくら利益をあげても、資金不足で支払いに窮すれば、黒字倒産もありうる。

企業倒産の主な原因として列挙されるのは、1) 運転資金の枯渇、2) 過大投資、3) 放漫経営の三つである。企業にとって最悪の事態である経営破綻を回避するには、総資本の効率的な調達・運用により利益の極大化に努め、収入と支出のバランスを計画的に図っていくことが重要である。

ここで、企業の財務管理を利益管理と資金管理に大別してみる。財務管理の基本命題は、安全性・流動性を確保しつつ、収益性を追求することにある。安全性・流動性確保が資金管理の目的であり、利益極大化が利益管理の目標である。本稿では、安全性と流動性の視点から、企業の債務支払い能力を評価している。すなわち、安全性は広く有利子負債の返済能力をいい、他方、流動性はとくに短期の支払い能力、具体的には支払い準備のための現金預金(キャッシュ)を指している。

利益管理と資金管理の実行結果は、貸借対照表、損益計算書およびキャッシュフロー計算書の形式で総括される。

## (2) 利益極大化

経済理論が教える企業の利潤極大化モデルをできるだけ簡単に表すと、つぎようになる。

$$\text{利潤関数 } Q = pX - Y$$

$$\text{生産関数 } X = X(H, K)$$

$$\text{費用関数 } Y = wH + eK$$

ここで、 $Q$  ; 利潤、 $X$  ; 生産量、 $Y$  ; 費用、 $H$  ; 労働量、 $K$  ; 資本量、 $p$  ; 価格、 $w$  ; 賃金率、 $e$  ; 資本コスト。

つぎに、利潤関数  $Q$  に生産関数  $X$  と費用関数  $Y$  を代入すれば、

$$Q = pX(H, K) - wH - eK$$

と表せる。ここで  $p, w, e$  を所与とすると、

企業は利潤  $Q$  が極大となるように、労働量  $H$ 、資本量  $K$  を決定する。しかし、経営実務の立場からすれば、経済理論がいう非線形生産関数  $X$  の計量的推定は、きわめて難しいであろう。

## (3) 損益分岐点比率

本稿は、「日経財務データ・ハードコピー」により、会計実務の財務諸比率を使った企業財務モデルを構築する。経営者は、公表される財務諸表に符合したシミュレーション結果を要求するからである。企業財務モデルの構築にあたり、経済理論の生産関数に代るものとして、損益分岐点比率による売上高関数を考案した<sup>(1)</sup>。

いま、企業の費用を変動費と固定費の2種類に分け、営業利益を

$$\text{営業利益} = \text{売上高} - \text{変動費} - \text{固定費}$$

と定義する。ここで、売上高を  $X$  とすると、変動費は売上高増加に比例して増えていく費用であるから、変動費率  $v$  によって、

$$\text{変動費} = vX$$

と表される。

一方、固定費は売上高と独立の費用である。この固定費を人件費と固定資産関係費に分け、つぎのように定式化する。

$$\text{固定費} = wH + eK$$

ただし、 $w$  ; 賃金率、 $H$  ; 従業員数、 $e$  ; 固定資産単位当り経費、 $K$  ; 固定資産。

上述の営業利益の定義式を変形して、

$$\text{売上高} - \text{変動費} = \text{営業利益} + \text{固定費}$$

$$(1-v)X = \text{営業利益} + wH + eK$$

と書き直せば、これは損益分岐点モデルの原形になる。営業利益をゼロと置いて損益分岐点売上高を求めると、

$$\text{損益分岐点} = (wH + eK) / (1-v)$$

となるが、この損益分岐点を実際の売上高と対比すれば、損益分岐点比率  $u$  が得られる。

$$u = \{(wH + eK) / (1-v)\} / X$$

この比率  $u$  は低いほど(100%以下)実際の売上高が損益分岐点を上回っていることを

表すから、望ましい収益状況にある。つまり、100%と損益分岐点比率（パーセント表示）との差がプラスであれば、その分だけ売上高営業利益率が黒字であることを示す。損益分岐点比率 $u$ を使って売上高を定式化すると、

$$\text{売上高} = 1/u(1-v) \cdot (wH + eK)$$

と整理されるので、本稿の企業財務モデルでは、労働量の従業員数と資本量の金額表示・固定資産により、売上高を産出する形式をとっていることになる。

しかし、企業経営における損益分岐点比率には不確実性が伴う。

## 2 財務管理とリスク管理

### (1) 経営リスクとリスク変動要因

損益分岐点比率の上昇などにより企業業績が悪化すると、経営が破綻し倒産に追い込まれる可能性もでてくる。ここで、財務的破綻ないし経営破綻の可能性を経営リスクとよぶことにする。この経営リスクは、経営環境に不確実要素が存在することによって経常利益と資金収支が大きく変動し、その結果生じる場合が多い。経営リスクを引き起こす要因がリスク変動要因である。

リスク変動要因としては、事業リスク、金利リスクなどが考えられる。まず事業リスクは、企業の事業内容によって経営リスクに影響するものである。事業リスクは変動費にくらべ固定費の割合が多ければ高くなると予想されるので、上述の損益分岐点比率をリスク変動要因と想定してよいであろう。つぎの金利リスクは、市場金利の変動に伴って収益減または損失を被るリスクである。

### (2) バリュエ・アット・リスク

リスク管理手法として、バリュエ・アット・リスク (VAR) が注目されている<sup>(3)</sup>。バリュエ・アット・リスクは、ある特定の確率水準のもとで、一定期間中に、資産ポートフォリオに生じると予想される損失金額の最大額を、統計的手法により推計したものである。簡単に

いうと、起こり得る最悪の場合に損失がどのくらいになるかを数字で示す方法である。

これに対し、本稿は企業財務モデルのモンテカルロ・シミュレーションによって、利益管理指標の総資本利益率と資金管理指標のフリー・キャッシュフロー・マージンおよびキャッシュフロー比率に関するバリュエ・アット・リスクを計測する。言い換えると、1年間に一定の確率（たとえば95%信頼水準）で生じ得る最悪の財務比率（利益赤字率、資金不足率など）をバリュエ・アット・リスクとして計測し、それにより経営破綻が生じる可能性（経営リスク）はあるかを確率的に予測するものである。

利益管理指標の総資本利益率は、総資本の収益性を評価する指標で、経常利益の総資本（財務モデルの資産合計）に対する比率として計算される。

$$\text{総資本利益率} = \text{経常利益} / \text{資産合計}$$

資金管理指標のフリー・キャッシュフロー・マージンは、フリー・キャッシュフロー (FCF) の売上高に対する比率である。

$$\text{FCFマージン} = \text{FCF} / \text{売上高}$$

ここで、フリー・キャッシュフローは企業が事業活動から獲得するキャッシュフローで、営業活動によるキャッシュフロー（以下、営業キャッシュフローという）と投資活動によるキャッシュフロー（以下、投資キャッシュフローという）の純額である。キャッシュフロー重視の経営では、この純額を将来的に最大化することが目標となっている。

キャッシュフロー比率 (CF比率) は、営業キャッシュフローによって有利子負債残高（財務モデルの短期借入金および社債長期借入金）をカバーできる割合を示したもので、この比率が高いほど債務元本の支払い能力が高い。

$$\text{CF比率} = \text{営業キャッシュフロー} / (\text{短期借入金} + \text{社債長期借入金})$$

### (3) 資産運用の最適化

つぎに、リスク変動要因によって引き起こされる経営リスクへの対策として、安全性が確保されるキャッシュフロー比率の特定範囲内で、フリー・キャッシュフロー・マージンの極大化を図る資産運用のシミュレーションを試みる。

ただし、資産最適化のトレードオフ条件として、流動性リスクを考慮しよう。ここでの流動性リスクとは、支払い準備に不確実性が発生することにより、経営リスクに影響するリスク変動要因をいう。企業は有価証券貸付金、固定資産など長期収益性資産への総資本運用によって収益増加を図ることができるが、それらへの過大な資産運用は流動性としての支払い準備不足を招く原因になる。このような資産運用における長期収益性と短期流動性のトレードオフ関係を、企業財務モデルのシミュレーションに反映させている。

ついで、この最適化シミュレーションの結果、リスク指標（バリュー・アット・リスク）はいかに変化するか、について比較検討する。流動性リスクが追加されても資産ポートフォリオを変更する方が得策かどうか、をバリュー・アット・リスクの計数比較によって判断するわけである。

## Ⅲ. 企業財務モデル

### 1 特 徴

ここで、「日経財務データ・ハードコピー」の業種別1社平均を使用し、企業財務モデル（以下、財務モデルという）を構築してみる<sup>(4)</sup>。それはつぎのような特徴をもつ。

1) 経営環境の不確実性の下で、財務管理とリスク管理を支援できるような財務モデル構成とし、貸借対照表、損益計算書およびキャッシュフロー計算書を同時に作成する。ただし、モデル簡略化のために三つの財務諸表項目間を多少集約しており、厳密には一致しない項目もある。

2) 他業種または他社比較も可能な財務モデルとする。

3) 45個の内生変数と13個の先決内生変数、6個の政策変数によって構成される同時決定型連立方程式モデルである。

4) 財務モデルのパラメータとして、経営分析で使われる財務諸比率を適用し、資産運用の最適化もシミュレートできるモデル構造とした。

5) 売上高は損益分岐点比率によって定式化する。

6) 短期借入金をバランス項目とする。

7) 自己資本は、その増加額を求める形式によって、動学的に定式化した。

8) 各種のリスク変動要因が総資本利益率、フリー・キャッシュフロー・マージンおよびキャッシュフロー比率に与える影響度を測定する。

9) 時系列データにモンテカルロ・シミュレーションを適用し、過去数期間の経営業績が現在に波及するような動学的モデル構造としている。

図表1は、貸借対照表、損益計算書、キャッシュフロー計算書の順に、財務モデルの45連立方程式体系をまとめたものである。本文では、この順序を変えて、損益項目、キャッシュフロー項目の順に述べることにし、必要に応じ資産負債項目を途中で説明している。本文の各方程式番号は、図表1のそれらと一致する。[ ] は政策変数または先決内生変数（前期と表示）を表し、アルファベット小文字はパラメータを意味する。政策変数として、従業員数、資本増加額、利益準備金増加額、その他増加額、営業外損益、特別損益を、先決内生変数として、有形固定資産、棚卸資産、自己資本、経常利益、当期利益などを使用する。

図表 1 企業財務モデルの構造と財務諸比率

1 貸借対照表

- (1) 現金預金 =  $a \cdot (\text{短期借入金} + \text{仕入債務})$
- (2) 売上債権 =  $b \cdot \text{売上高}$
- (3) 有価証券貸付金 =  $c \cdot \text{自己資本}$
- (4) 棚卸資産 =  $[\text{前期棚卸資産}] + \text{当期仕入高} - \text{売上原価}$
- (5) 当期仕入高 =  $p \cdot \text{売上高}$
- (6) 売上原価 =  $f \cdot \text{売上高}$
- (7) 有形固定資産 =  $e \cdot \text{自己資本}$
- (8) その他資産 =  $g \cdot \text{自己資本}$
- (9) 資産合計 = 現金預金 + 売上債権 + 有価証券貸付金 + 棚卸資産 + 有形固定資産 + その他資産
- (10) 仕入債務 =  $m \cdot \text{当期仕入高}$
- (11) 短期借入金 = 現金預金 + 売上債権 + 有価証券貸付金 + 棚卸資産 + 有形固定資産 + その他資産 - 仕入債務 - 社債長期借入金 - その他負債 - 自己資本
- (12) 社債長期借入金 =  $q \cdot \text{有形固定資産}$
- (13) その他負債 =  $j \cdot (\text{仕入債務} + \text{短期借入金} + \text{社債長期借入金})$
- (14) 自己資本 =  $[\text{前期自己資本}] + [\text{資本増加額}] + [\text{利益準備金増加額}] + \text{剰余金増加額}$
- (15) 剰余金増加額 =  $\text{当期利益} - \text{外部流出} - [\text{利益準備金増加額}] + [\text{その他増加額}]$
- (16) 外部流出 =  $k \cdot ([\text{前期利益}] + [\text{その他増加額}])$
- (17) 負債資本合計 = 仕入債務 + 短期借入金 + 社債長期借入金 + その他負債 + 自己資本

2 損益計算書

- (18) 売上高 =  $\text{固定費} / u \cdot (1 - v)$
- (19) 変動費 =  $v \cdot \text{売上高}$
- (20) 固定費 = 人件費 + その他固定費 + 減価償却費
- (21) 人件費 =  $w \cdot [\text{従業員数}]$
- (22) その他固定費 =  $n \cdot [\text{従業員数}]$
- (23) 減価償却費 =  $d \cdot [\text{前期有形固定資産}]$
- (24) 営業利益 =  $\text{売上高} - \text{変動費} - \text{固定費}$
- (25) 受取利息配当金 =  $(r - i) \cdot (\text{現金預金} + \text{有価証券貸付金})$
- (26) 支払利息 =  $r \cdot (\text{短期借入金} + \text{社債長期借入金})$
- (27) 経常利益 =  $\text{営業利益} + \text{受取利息配当金} - \text{支払利息} + [\text{営業外損益}]$
- (28) 法人税住民税 =  $h \cdot (\text{経常利益} + [\text{前期経常利益}])$
- (29) 当期利益 =  $\text{経常利益} - \text{法人税住民税} + [\text{特別損益}]$

3 キャッシュフロー計算書

- (30) 調整前純利益 = 営業利益 + [営業外損益]
- (31) 売上債権増加額 =  $\text{売上債権} - [\text{前期売上債権}]$
- (32) 棚卸資産増加額 =  $\text{棚卸資産} - [\text{前期棚卸資産}]$
- (33) 仕入債務増加額 =  $\text{仕入債務} - [\text{前期仕入債務}]$
- (34) その他資産増加額 =  $\text{その他資産} - [\text{前期その他資産}]$
- (35) その他負債増加額 =  $\text{その他負債} - [\text{前期その他負債}]$
- (36) 営業キャッシュフロー =  $\text{調整前純利益} + \text{減価償却費} - \text{売上債権増加額} - \text{棚卸資産増加額} + \text{仕入債務増加額} - \text{その他資産増加額} + \text{その他負債増加額} + \text{受取利息配当金} - \text{支払利息} - \text{法人税住民税}$
- (37) 有価証券貸付金増加額 =  $\text{有価証券貸付金} - [\text{前期有価証券貸付金}]$
- (38) 有形固定資産増加額 =  $\text{有形固定資産} - [\text{前期有形固定資産}] + \text{減価償却費}$
- (39) 投資キャッシュフロー =  $[\text{特別損益}] - \text{有価証券貸付金増加額} - \text{有形固定資産増加額}$
- (40) フリー・キャッシュフロー =  $\text{営業キャッシュフロー} + \text{投資キャッシュフロー}$
- (41) 短期借入金増加額 =  $\text{短期借入金} - [\text{前期短期借入金}]$
- (42) 社債長期借入金増加額 =  $\text{社債長期借入金} - [\text{前期社債長期借入金}]$
- (43) 財務キャッシュフロー =  $\text{短期借入金増加額} + \text{社債長期借入金増加額} + [\text{資本増加額}] + [\text{その他増加額}] - \text{外部流出}$
- (44) ネット・キャッシュフロー =  $\text{フリー・キャッシュフロー} + \text{財務キャッシュフロー}$
- (45) 現金預金増加額 =  $\text{現金預金} - [\text{前期現金預金}]$

4 財務諸比率

- (1) 総資本利益率 =  $\text{経常利益} / \text{資産合計}$
- (2) 売上高利益率 =  $\text{経常利益} / \text{売上高}$
- (3) 資本回転率 =  $\text{売上高} / \text{資産合計}$
- (4) 自己資本利益率 =  $\text{経常利益} / \text{自己資本}$
- (5) 自己資本比率 =  $\text{自己資本} / \text{負債資本合計}$
- (6) 流動比率 =  $\text{流動資産} / \text{流動負債}$
- (7) 労働生産性 =  $\text{売上高} / [\text{従業員数}]$
- (8) 労働装備率 =  $\text{有形固定資産} / [\text{従業員数}]$
- (9) 資本生産性 =  $\text{売上高} / \text{有形固定資産}$
- (10) フリー・キャッシュフロー・マージン =  $\text{フリー・キャッシュフロー} / \text{売上高}$
- (11) キャッシュフロー比率 =  $\text{営業キャッシュフロー} / (\text{短期借入金} + \text{社債長期借入金})$
- (12) 自己金融比率 =  $(\text{剰余金増加額} + \text{減価償却費}) / \text{有形固定資産増加額}$

(注) [ ] は政策変数または先決内生変数 (前期と表示) を表し、アルファベット小文字はパラメータを意味する。

- |           |              |              |             |             |
|-----------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| a ; 当座比率  | b ; 売上債権回転期間 | c ; 金融資産比率   | p ; 仕入比率    | f ; 売上原価率   |
| e ; 固定比率  | g ; その他資産比率  | m ; 仕入債務回転期間 | q ; 長期借入金比率 | j ; その他負債比率 |
| k ; 外部流出率 | u ; 損益分岐点比率  | v ; 変動費率     | w ; 賃金率     | n ; その他固定費率 |
| d ; 減価償却率 | r ; 支払利率     | i ; 利率差      | h ; 法人税住民税率 |             |

## 2 損益計算書

### (1) 営業利益

まず損益計算書の売上高は、前述の損益分岐点比率によって、つぎのように定式化する。

$$\text{売上高} = \text{固定費} / u \cdot (1 - v) \quad (18)$$

ここで、 $u$  ; 損益分岐点比率、 $v$  ; 変動費率。

つぎに、変動費は、当期商品仕入高、物品税・消費税、販売手数料、荷造・運搬・保管費、支払特許料、原材料費、外注加工費、動力・燃料・水道料である。変動費の定式化は売上高による。

$$\text{変動費} = v \cdot \text{売上高} \quad (19)$$

他方、固定費は変動費以外の経費である。この固定費に含まれる人件費とその他固定費は、従業員数(政策変数)との関係でとらえる。また減価償却費(実施額)は、前期有形固定資産(ただし、非償却対象資産も含む)により定式化している。そうすると、固定費はつぎのようになる。

$$\text{固定費} = \text{人件費} + \text{その他固定費} + \text{減価償却費} \quad (20)$$

$$\text{人件費} = w \cdot [\text{従業員数}] \quad (21)$$

$$\text{その他固定費} = n \cdot [\text{従業員数}] \quad (22)$$

$$\text{減価償却費} = d \cdot [\text{前期有形固定資産}] \quad (23)$$

ここで、 $w$  ; 賃金率、 $n$  ; その他固定費率、 $d$  ; 減価償却率。

その結果、企業の主な営業活動から生じる営業利益は、つぎのように定義される。

$$\text{営業利益} = \text{売上高} - \text{変動費} - \text{固定費} \quad (24)$$

### (2) 経常利益

経常利益は、営業利益と受取利息配当金、支払利息、営業外損益から構成されている。受取利息配当金は、定期預金等受取利息・割引料、有価証券利息および受取配当金である。支払利息は、借入金等支払利息・割引料、社債・転換社債利息および社債発行費・差金償却である。また、営業外損益(政策変数)は、

その他営業外収益からその他営業外費用を差し引いたものである。そこで、受取利息配当金、支払利息、経常利益はつぎのように定式化される。

$$\text{受取利息配当金} = (r - i) \cdot (\text{現金預金} + \text{有価証券貸付金}) \quad (25)$$

$$\text{支払利息} = r \cdot (\text{短期借入金} + \text{社債長期借入金}) \quad (26)$$

$$\text{経常利益} = \text{営業利益} + \text{受取利息配当金} - \text{支払利息} + [\text{営業外損益}] \quad (27)$$

ここで、 $r$  ; 支払利率、 $i$  ; 利率差。

受取利息配当金の計算においては、支払利率から銀行の利鞘などの利率差を差し引いた受取利率( $r - i$ )を使う。支払利息には社債発行費・差金償却等も含めたので、その計算には短期借入金および社債長期借入金の平均を適用している。

### (3) 当期利益

以上の結果、当期利益は、経常利益から法人税住民税を差し引き、特別損益を加算して計算される。特別損益(政策変数)は、経常損益以外の全ての損益で、資産処分損益・評価損益など臨時的に発生する損益をいう。

$$\text{法人税住民税} = h \cdot (\text{経常利益} + [\text{前期経常利益}]) \quad (28)$$

$$\text{当期利益} = \text{経常利益} - \text{法人税住民税} + [\text{特別損益}] \quad (29)$$

ここで、 $h$  ; 法人税住民税率。

法人税住民税は、当期経常利益および前期経常利益の平均に税率を乗じる定式化を行っている。

## 3 キャッシュフロー計算書

つぎのキャッシュフロー計算書は、営業キャッシュフロー、投資キャッシュフローおよび財務キャッシュフローの三つに区分表示される。<sup>(5)</sup>

### (1) 営業キャッシュフロー

営業キャッシュフローは、基本的な営業活動からどの程度の資金(キャッシュ)を獲得したかを示す。間接法に従った財務モデルの

営業キャッシュフローは、次のような項目により構成されている。

1) 調整前純利益

調整前純利益は税金等調整前当期純利益であって、財務モデルの営業利益に営業外損益を加えたものと同じになる。

$$\text{調整前純利益} = \text{営業利益} + [\text{営業外損益}] \quad (30)$$

2) 営業活動に関連する資産負債項目の増減額

1. 売上債権増加額

$$\text{売上債権増加額} = \text{売上債権} - [\text{前期売上債権}] \quad (31)$$

売上債権は受取手形および売掛金である。投下資本は短い期日で回収されるほど望ましい。売上代金の回収期間を表す売上債権回転期間は、代金回収が順調であれば短期化する。逆の場合には長期化して、短期借入金などの増加運転資金が必要になってくる。そこで、売上債権回転期間を使うと、売上債権はつぎのように定式化される。

$$\text{売上債権} = b \cdot \text{売上高} \quad (2)$$

ここで、 $b$  ; 売上債権回転期間。

2. 棚卸資産増加額

$$\text{棚卸資産増加額} = \text{棚卸資産} - [\text{前期棚卸資産}] \quad (32)$$

棚卸資産はつぎのように定式化している。

$$\text{棚卸資産} = [\text{前期棚卸資産}] + \text{当期仕入高} - \text{売上原価} \quad (4)$$

売上原価を把握する計算式は、

$$\text{売上原価} = \text{前期末棚卸資産} + \text{当期仕入高} - \text{当期末棚卸資産}$$

となるが、財務モデルでは、売上原価と当期仕入高を売上高によって定式化し、その結果、当期末棚卸資産が決まるものとしている。

$$\text{当期仕入高} = p \cdot \text{売上高} \quad (5)$$

$$\text{売上原価} = f \cdot \text{売上高} \quad (6)$$

ここで、 $p$  ; 仕入比率、 $f$  ; 売上原価率。

3. 仕入債務増加額

$$\text{仕入債務増加額} = \text{仕入債務} - [\text{前期仕入}$$

債務] (33)

仕入債務は、支払手形、設備関係支払手形および買掛金である。仕入債務は、仕入代金の支払期間ともいべき仕入債務回転期間を使って、つぎのように定式化する。

$$\text{仕入債務} = m \cdot \text{当期仕入高} \quad (10)$$

ここで、 $m$  ; 仕入債務回転期間。

4. その他資産増加額

$$\text{その他資産増加額} = \text{その他資産} - [\text{前期その他資産}] \quad (34)$$

その他資産は、前渡金、前払費用、未収入金、未収収益、その他流動資産、無形固定資産、その他投資・その他資産、繰延資産等である。その他資産は、最適化シミュレーションの対象となるので、後述の有価証券貸付金、有形固定資産と同様に、自己資本に対する比率によって定式化している。

$$\text{その他資産} = g \cdot \text{自己資本} \quad (8)$$

ここで、 $g$  ; その他資産比率。

5. その他負債増加額

$$\text{その他負債増加額} = \text{その他負債} - [\text{前期その他負債}] \quad (35)$$

その他負債は、未払金、未払費用、前受金、前受収益、未払法人税等・事業税、その他流動負債、その他固定負債、各種引当金等である。その定式化は、その他負債以外の負債項目である仕入債務、短期借入金および社債長期借入金の合計に対する構成比によって行っている。

$$\text{その他負債} = j \cdot (\text{仕入債務} + \text{短期借入金} + \text{社債長期借入金}) \quad (13)$$

ここで、 $j$  ; その他負債比率。

3) 営業キャッシュフロー

以上の結果、営業キャッシュフローは、調整前純利益に減価償却費を加算し、営業活動に関連する資産負債項目から生じる資金収支および営業活動以外の損益項目(受取利息配当金、支払利息、法人税住民税)を加減算したものである。

$$\text{営業キャッシュフロー} = \text{調整前純利益} +$$

$$\begin{aligned} & \text{減価償却費} - \text{売上債権増加額} - \text{棚卸} \\ & \text{資産増加額} + \text{仕入債務増加額} - \text{その他} \\ & \text{資産増加額} + \text{その他負債増加額} + \\ & \text{受取利息配当金} - \text{支払利息} - \text{法人税住} \\ & \text{民税} \quad (36) \end{aligned}$$

## (2) 投資キャッシュフロー

投資キャッシュフローは、設備投資や証券投資、貸付金運用によって、どの程度の資金支出と資金回収がなされたかを表す。

## 1) 投資活動に関連する資産負債項目の増減額

## 1. 有価証券貸付金増加額

$$\text{有価証券貸付金増加額} = \text{有価証券貸付金} - [\text{前期有価証券貸付金}] \quad (37)$$

有価証券貸付金は、短期有価証券、短期貸付金、投資有価証券、長期貸付金である。その定式化は、自己資本に金融資産比率を乗じて行う。

$$\text{有価証券貸付金} = c \cdot \text{自己資本} \quad (3)$$

ここで、 $c$  ; 金融資産比率。

## 2. 有形固定資産増加額

$$\begin{aligned} \text{有形固定資産増加額} &= \text{有形固定資産} - \\ & [\text{前期有形固定資産}] + \text{減価償却費} \end{aligned} \quad (38)$$

有形固定資産は、自己資本に対する固定比率によって定式化する。

$$\text{有形固定資産} = e \cdot \text{自己資本} \quad (7)$$

ここで、 $e$  ; 固定比率。

固定比率に対し、つぎの自己金融比率は、有形固定資産増加額（設備投資額）が自己資金によってどの程度賄われているかを表したものである。

$$\text{自己金融比率} = (\text{剰余金増加額} + \text{減価償却費}) / \text{有形固定資産増加額}$$

## 2) 投資キャッシュフロー

財務モデルの投資キャッシュフローは、有価証券および固定資産売却損益など投資回収による資金流入を含む特別損益から、投資支出による資金流出である有価証券貸付金増加額および有形固定資産増加額を差し引いて求

める。

$$\begin{aligned} \text{投資キャッシュフロー} &= [\text{特別損益}] \\ & - \text{有価証券貸付金増加額} - \text{有形固定資} \\ & \text{産増加額} \end{aligned} \quad (39)$$

## 3) フリー・キャッシュフロー (FCF)

企業が営業活動および投資活動から獲得するフリー・キャッシュフローについて、本稿はつぎのように定義している。

$$\text{FCF} = \text{営業キャッシュフロー} + \text{投資キャッシュフロー} \quad (40)$$

営業キャッシュフローの範囲を超える投資支出が行われると、このフリー・キャッシュフローは赤字となるが、その不足資金を銀行借入や社債・新株発行で調達するか、現金預金の取り崩して賄わなければならない。一方、フリー・キャッシュフローが黒字の場合、その余剰資金を財務体質改善のために借入金返済に回すか、配当金支払いや自社株買入により株主に還元するかは、経営の意思決定にゆだねられる。

## (3) 財務キャッシュフロー

財務キャッシュフローは、フリー・キャッシュフローの過不足を調整するために、どの程度の資金調達あるいは借入金返済・株主還元が行われたかを表す。

## 1) 財務活動に関連する資産負債項目の増減額

## 1. 短期借入金増加額

$$\text{短期借入金増加額} = \text{短期借入金} - [\text{前期短期借入金}] \quad (41)$$

短期借入金は、貸借対照表の資産合計と負債資本合計が一致する複式簿記の原理を利用して、財務モデルの最終尻が集約されるバランス式により決定される。

$$\begin{aligned} \text{短期借入金} &= \text{現金預金} + \text{売上債権} + \text{有価} \\ & \text{証券貸付金} + \text{棚卸資産} + \text{有形固定資産} \\ & + \text{その他資産} - \text{仕入債務} - \text{社債長期} \\ & \text{借入金} - \text{その他負債} - \text{自己資本} \end{aligned} \quad (11)$$

もし過大投資などが原因で、調達できそうにないほど短期借入金が膨れ上がったシミュ



レーション結果となれば、それは企業経営に危機が迫りつつあることを予想させる。

## 2. 社債長期借入金増加額

$$\text{社債長期借入金増加額} = \text{社債長期借入金} - [\text{前期社債長期借入金}] \quad (42)$$

社債長期借入金は、社債・転換社債、長期借入金、長期支払手形である。さらに、1年以内償還の社債、1年以内返済の長期借入金を含む。社債長期借入金は、有形固定資産の何%が長期借入金で賄われているかを示す長期借入金比率によって、つぎのように定式化する。

$$\text{社債長期借入金} = q \cdot \text{有形固定資産} \quad (12)$$

ここで、 $q$ ；長期借入金比率。

長期借入金比率は、長期投資である固定資産が長期資金である自己資本および固定負債（社債長期借入金を含む）の範囲内かどうかをみる長期適合比率の構成要素である。

$$\text{長期適合比率} = \text{固定資産} / (\text{自己資本} + \text{固定負債})$$

長期適合比率は、長期的な投資が長期的な資金の範囲内で賄なわれているかという、長期支払い能力をみる指標である。もしこの比率が100%を超えていれば、その上回った部分は短期的に返済しなければならない流動負債によって補われていることを意味する。

## 2) 財務キャッシュフロー

財務キャッシュフローは、短期借入金増加額と社債長期借入金増加額の合計から支払配当金を差し引いて計算される。ただし、財務モデルでは、簡易化のために役員賞与も含む外部流出を差し引いている。

$$\text{財務キャッシュフロー} = \text{短期借入金増加額} + \text{社債長期借入金増加額} - \text{外部流出} \quad (43)$$

上述のフリー・キャッシュフローが赤字であれば、その不足資金を賄う分だけこの財務キャッシュフローは黒字となる。反対に財務キャッシュフローが赤字の場合は、フリー・キャッシュフローの資金余剰分を借入金返済

か株主還元に振り向けた結果を示す。

## 3) ネット・キャッシュフロー

$$\text{ネット・キャッシュフロー} = \text{フリー・キャッシュフロー} + \text{財務キャッシュフロー} \quad (44)$$

フリー・キャッシュフローに財務キャッシュフローを加えたネット・キャッシュフローは、つぎの現金預金増加額と一致する。

$$\text{現金預金増加額} = \text{現金預金} - [\text{前期現金預金}] \quad (45)$$

ここでの現金預金は、現金および預金（1年以内に期限の到来しない定期預金等を除く）であって、キャッシュフロー計算書の現金および現金同等物と厳密には一致しない。現金預金の定式化は、企業の流動性を評価する当座比率によって行う。

$$\text{現金預金} = a \cdot (\text{短期借入金} + \text{仕入債務}) \quad (1)$$

ここで、 $a$ ；当座比率。

## 4 貸借対照表

ここでは、前節のキャッシュフロー計算書で述べなかった自己資本、資産合計と負債資本合計について説明する。

### (1) 自己資本

財務モデルの自己資本は貸借対照表上の資本合計であり、企業経営の健全性（本稿でいう安全性および流動性）維持と存続のための基盤である。自己資本は、株主が出資した資本金と、企業が獲得した剰余金を自社に再投入したものから構成される。当期利益の一部は、配当金、役員賞与として外部流出するが、その残りは内部留保として自己資本に蓄積される。

貸借対照表は経営活動のストックを、損益計算書とキャッシュフロー計算書は経営活動のフローを表しているが、これらが自己資本のところで接合するモデル構築を行っている。自己資本は、自己資本増加額を求める形式によって、動学的に定式化する。すなわち、

$$\text{自己資本} = [\text{前期自己資本}] + [\text{資本増加額}] + [\text{利益準備金増加額}] + \text{剰余金増加額} \quad (14)$$

ここでの資本増加額（政策変数）は、資本金、新株式払込金および資本準備金の増加分である。

つぎの利益準備金増加額（政策変数）と剰余金増加額の合計は、当期利益から外部流出分を差し引いた内部留保額とほぼ一致する。そこで、財務モデルの剰余金増加額は、つぎのような定義式によって計算される。

$$\text{剰余金増加額} = \text{当期利益} - \text{外部流出} - [\text{利益準備金増加額}] + [\text{その他増加額}] \quad (15)$$

ここで、その他増加額（政策変数）は、勘定科目の利益準備金および剰余金増加額と財務モデルの内部留保額との計数不一致分である。

キャッシュフロー計算書では、期首剰余金から前期の利益処分による外部流出を控除し、損益計算書の当期利益を加算して、期末剰余金を算出している。したがって、財務モデルの外部流出は、前期末配当金・役員賞与および当期中配当金・役員賞与とし、その定式化は、資金源である前期利益およびその他増加額に外部流出率を乗じて行う。

$$\text{外部流出} = k \cdot ([\text{前期利益}] + [\text{その他増加額}]) \quad (16)$$

ここで、 $k$  ; 外部流出率。

## (2) 資産合計と負債資本合計

以上により、資産合計および負債資本合計の定義式はつぎようになる。

$$\text{資産合計} = \text{現金預金} + \text{売上債権} + \text{有価証券貸付金} + \text{棚卸資産} + \text{有形固定資産} + \text{その他資産} \quad (9)$$

$$\text{負債資本合計} = \text{仕入債務} + \text{短期借入金} + \text{社債長期借入金} + \text{その他負債} + \text{自己資本} \quad (17)$$

## 5 ファイナルテスト

財務モデルは、先決内生変数の初期値、政策変数およびパラメータの各期数値を表計算ソフトに入力すると、稼働を始める。財務モデルはタイムラグ付き内生変数（先決内生変数）をもつ動的モデルであるから、財務諸表の実績値をどれほど追跡することができるか、テストしてみなければならない。

他業種または他社比較も可能な財務モデルの構築が本稿の目的である。その検証のために、「日経財務データ・ハードコピー」から1993年3月期～1998年3月期の6期間における小売業45社1社平均（単位 百万円）をとってテストした。図表2は、その財務諸表の6期間実績値と、見やすいように直近年（98年3月期）のみのファイナルテスト結果（計算値の欄）を示している。

ファイナルテストは、先決内生変数の初期値だけは実績値（92年3月期）を与えるが、それ以降の先決内生変数にはモデルの推定値を用いる。したがって、誤差の影響は当期だけでなく、次期以降に波及していく。財務モデルのパフォーマンスを内生変数45個の誤差率でみると、キャッシュフロー計算書の中には増減額であるために10%以上が3個あるが、全体的に良好で、2～4%台が6個、1%台が4個、1%以下が32個である。

## IV. 資産最適化とリスク・シミュレーション

### 1 資産運用の最適化

財務モデルは、安全性が確保されるキャッシュフロー比率（過去の最小値と最大値）の範囲内で、フリー・キャッシュフロー・マージンの極大化を図る資産運用をシミュレートする。その最適化問題はつぎのように表される。

極大化：FCFマージン

制約条件：

$$a_1 \leq \text{CF比率} \leq a_2$$

$$b_1 \leq \text{当座比率} \leq b_2$$

$$c_1 \leq \text{金融資産比率} \leq c_2$$

$$d_1 \leq \text{固定比率} \leq d_2$$

$$e_1 \leq \text{その他資産比率} \leq e_2$$

$$f_1 \leq \text{金融資産比率} + \text{固定比率} + \text{その他資産比率} \leq f_2$$

ここで、制約条件の下限值  $a_1 \sim f_1$ 、上限値  $a_2 \sim f_2$  は、最適解が現実的な数値となるように、それぞれ過去の最小値、過去の最大値とする。また、金融資産比率・固定比率・その他資産比率の合計（長期資産運用比率）に制約条件を付けられるように、財務モデルでは、各比率が関係する方程式（有価証券貸付金、有形固定資産、その他資産）の説明変数を自己資本に統一している。

以上の制約条件の下で、フリー・キャッシュフロー・マージンを極大化するときの各資産運用比率（パラメータの当座比率、金融資産比率、固定比率、その他資産比率）を求めて最適解とする。

小売業の96年3月期～98年3月期の直近3か年平均フリー・キャッシュフロー・マージンを極大化する最適化シミュレーション結果が、図表3である。各内生変数値の外に、パラメータの当座比率、金融資産比率、固定比率、その他資産比率の値も図表2に比べて変化しており、短期資産運用比率（当座比率）と長期資産運用比率（金融資産比率、固定比率など）は逆の変化方向を示している。また、図表3の差異率と図表2の誤差率を比較すれば、どの財務項目と財務比率が大きく変化しているかがわかる。

## 2 リスク分析

### (1) リスク・パラメータ

つぎに、財務モデルのモンテカルロ・シミュレーションにもとづいて、総資本利益率、フリー・キャッシュフロー・マージンおよびキャッシュフロー比率のバリュエーション・アット・リスクを計測する。リスク変動要因としては、財務

モデルにおける各種パラメータの中から、事業リスク、金利リスク、流動性リスクに関係するパラメータ（以下、リスク・パラメータという）を選択する。

- 1) 事業リスクについてのリスク・パラメータは、すでに述べたように損益分岐点比率とする。
- 2) 金利リスクに関しては、市場金利動向を反映する支払利率と利率差を選ぶ。それらは受取利率にも影響する。
- 3) 流動性リスクについては、当座比率とする。

### (2) モンテカルロ・シミュレーション

リスク分析は、不確実な変動要因に確率分布をあてはめ乱数を発生させて、経営リスクの内容を分析するもので、通常、モンテカルロ・シミュレーションが用いられる。本稿では、リスク・パラメータの値を三角確率分布<sup>(6)</sup>の形で財務モデルに入力する。リスク・パラメータがもっている不確実性およびその他変数の値を組み合わせる財務モデルをシミュレートすると、利益とキャッシュフローはどのように変動しそを度数分布の形で出力するので、財務的破綻ないし経営破綻が生じる可能性（経営リスク）はあるかを確率的に予測することができる。ここでは、何度も（たとえば、2,000回）繰り返されるシミュレーションごとに、リスク・パラメータの値は選択した確率分布の形式により変化するが、その他パラメータおよび政策変数の値は特定値に固定される。確率分布は過去の実績値から推定し、固定する特定値も過去の実績値とする。

### 3 三角分布

本稿では、三角分布によるモンテカルロ・シミュレーション<sup>(7)</sup>を過去数期間にわたって適用し、直近3か年間（96年3月期～98年3月期）における経営リスクの分析を行う（以下、リスク・シミュレーションという）。



図表3 最適化シミュレーション結果(小売業)

貸借対照表	96年3月	97年3月	98年3月	実績値	差異率
現金預金	27,276	20,348	27,927	24,730	12.929%
売上債権	19,025	19,977	17,202	17,098	0.610%
有価証券貸付金	53,889	60,174	56,327	57,989	-2.882%
棚卸資産	21,033	22,195	22,959	22,498	2.050%
有形固定資産	75,161	80,893	78,562	79,099	-0.679%
その他資産	55,969	56,894	58,525	58,868	-3.980%
資産合計	252,352	259,391	259,503	260,292	-0.303%
仕入債務	34,822	36,062	35,074	35,140	-0.189%
短期借入金	28,758	25,599	30,025	30,239	-0.707%
社債長期借入金	57,348	60,023	54,993	55,376	-0.691%
その他負債	36,883	38,574	40,591	40,797	-0.505%
自己資本	94,542	99,134	98,820	98,740	0.081%
資本増加額	797	2,440	457,457		
剰余金増加額	2,919	2,047	-880	-962	-8.538%
利益準備金増加額	105	105	109	109	
その他増加額	1,401	-247	20	20	
外部流出	2,127	2,288	2,339	2,356	-0.707%
負債資本合計	252,352	259,391	259,503	260,292	-0.303%
損益計算書	96年3月	97年3月	98年3月	実績値	差異率
売上高	373,044	387,287	382,274	382,191	0.022%
変動費	278,664	290,852	285,176	285,250	-0.026%
固定費	84,565	86,791	89,815	89,675	0.156%
人件費	35,057	35,988	36,729	36,730	-0.002%
減価償却費	5,297	5,336	5,663	5,523	2.526%
その他固定費	44,211	45,467	47,424	47,422	0.003%
営業利益	9,816	9,643	7,282	7,266	0.224%
受取利息配当金	1,944	1,748	1,970	1,934	1.855%
支払利息	3,195	2,787	2,392	2,409	-0.688%
営業外損益	382	557	438	438	
経常利益	8,946	9,162	7,298	7,229	0.951%
法人税住民税	3,782	3,984	3,522	3,519	0.094%
特別損益	-1,413	-491	-2,227	-2,227	
当期利益	3,751	4,687	1,548	1,483	4.414%
キャッシュフロー表	96年3月	97年3月	98年3月	実績値	差異率
調整前純利益	10,198	10,200	7,720	7,704	0.212%
減価償却費	5,297	5,336	5,663	5,523	2.526%
売上債権	105	48	1,775	1,782	-0.408%
棚卸資産	-373	-1,162	-765	-611	25.130%
仕入債務	1,155	1,240	-988	-888	11.283%
その他資産	-1,899	-835,279	-1,765	-1,765	-115.788%
その他負債	2,444	1,691	2,017	2,780	-27.428%
小計	16,927	16,519	15,701	14,525	8.096%
受取利息配当金	1,944	1,748	1,970	1,934	1.855%
支払利息	-3,195	-2,787	-2,392	-2,409	-0.688%
法人税住民税	-3,782	-3,984	-3,522	-3,519	0.094%
営業CF	11,893	11,496	11,756	10,531	11.634%
有価証券貸付金	-1,815	-6,285	3,847	2,145	79.341%
有形固定資産	-6,884	-11,069	-3,331	-5,834	-42.900%
特別損益	-1,413	-491	-2,227	-2,227	
投資CF	-10,112	-17,845	-1,711	-5,916	-71.073%
フリーCF	1,781	-6,349	10,045	4,615	117.655%
短期借入金323	323	-3,159	4,426	4,782	-7.437%
社債長期借入金	695	2,675	-5,029	-3,094	62.555%
資本増加額	797	2,440	457	457	
その他増加額	1,401	-247	20	20	
外部流出	-2,127	-2,288	-2,339	-2,356	
財務CF	1,089	-579	-2,465	-191	1190.803%
ネットCF	2,870	-6,928	7,579	4,424	71.324%
現金預金	2,870	-6,928	7,579	4,424	71.324%
参考指標	96年3月	97年3月	98年3月	実績値	差異率
従業員数(人)	4,083	3,943	3,865	3,865	
売上原価	273,815	285,043	279,824	279,881	-0.020%
当期仕入高	274,188	286,205	280,589	280,492	0.035%
総資本利益率*	3.545	3.532	2.812	2.777	0.035
売上高利益率*	2.398	2.366	1.909	1.891	0.018
資本回転率	1.478	1.493	1.473	1.468	0.005
自己資本利益率*	9.463	9.242	7.385	7.321	0.064
自己資本比率*	0.375	0.382	0.381	0.379	0.001
流動比率	1.059	0.998	1.046	0.984	0.062
労働生産性	91.365	98.221	98.906	98.885	0.021
労働生産率	18.408	20.516	20.326	20.465	-0.139
資本生産性	4.963	4.788	4.866	4.832	0.034
FCFマージン*	0.477	-1.639	2.628	1.208	1.420
CF比率*	13.812	13.427	13.828	12.300	1.527
自己金融比率	1.194	0.667	1.436	0.782	0.654
パラメータ	96年3月	97年3月	98年3月		
当座比率	0.429	0.330	0.429		
売上債権回転期間	0.051	0.049	0.045		
金融資産比率	0.570	0.607	0.570		
固定比率	0.795	0.816	0.795		
その他資産比率	0.592	0.573	0.572		

- (注) 1. 単位 百万円、人。\*を付した項目は%。  
 2. キャッシュフロー表における資産負債項目は増減額。  
 3. 96年3月-98年3月は最適化シミュレーション結果。実績値は98年3月。先決内生変数の初期値は92年3月。  
 4. 差異率の単位は%。ただし、%を付していない箇所は差引差異。  
 5. その他のパラメータ(図表2と同じ)は省略。

リスク・シミュレーションは、リスク・パラメータの値が三角分布すると想定し、財務モデルを過去数期間連続させてシミュレートするものである。初期値を入力した初年から直近年まで、毎年変化する三角分布を適用してシミュレーションを実施し、直近3か年間における95%信頼水準のもとでの総資本利益率、フリー・キャッシュフロー・マージンおよびキャッシュフロー比率を求めて、バリュー・アット・リスクを計算する。それにより、不確実なリスク要因の変動が経常利益とキャッシュフローに及ぼす動態的影響度を認識し、潜在的な経営リスクの回避を図る政策決定を支援することができる。

シミュレーションに先立って、四つのリスク・パラメータの過去の数値から、図表4に示されているような最小値、最頻値(モード)、最大値を作成しておく。リスク・パラメータの分布が非対称であるとき、三角分布が便利であり、また、最頻値を最小値と最大値の平均とすれば、左右対称の正規分布にも近似させられる。さらに、資産最適化のシミュレーション結果を三角分布に取り入れることができる。

#### 4 前提条件

リスク・シミュレーションでは、ファイナルテストで使用した先決内生変数の初期値、政策変数およびパラメータの各期数値を使用するが、パラメータの一部をリスク・パラメータとして三角分布を適用し、以下のような前提条件の下で二つのシミュレーションA、Bを行う。

シミュレーションAは、実績値のパラメータを用い、損益分岐点比率、支払利率、利率差の三つのリスク・パラメータすべてに左右対称の三角分布を適用する。一方、シミュレーションBは、一部パラメータ(金融資産比率、固定比率、その他資産比率)を資産運用の最適解に変更し固定する。さらに、もう

一つの最適化パラメータ、当座比率をリスク・パラメータに追加し、その最適解を最大値とする非対称三角分布を適用する。

##### (1) 共通の前提条件(AおよびB)

##### 1) シミュレーション期間

93年3月期～98年3月期の6期間(初期値は92年3月期)。

##### 2) バリュー・アット・リスク計測の財務比率

1. 総資本利益率
2. フリー・キャッシュフロー・マージン
3. キャッシュフロー比率

ただし、直近の96年3月期～98年3月期の3か年平均(以下、3か年平均という)を計測する。これは、財務モデルが3か年程度の中期財務計画策定を支援できるか、検討するためである。

##### 3) リスク・パラメータ

1. 損益分岐点比率
2. 支払利率
3. 利率差

##### 4) シミュレーション回数

モンテカルロ・シミュレーションを2,000回試行する。

##### (2) 每期変化する三角分布の適用(図表4)

##### 1) シミュレーションA

三つのリスク・パラメータすべてに左右対称の三角分布を適用する。6期間每期変化する三角分布は、つぎのようにして作成した。

1. 過去7期間(92年3月期～98年3月期)の変動係数  $S_a$  を計算する。サフィックス  $a$  はリスク・パラメータ項目を意味する。

2. 毎年の実績値  $X_{a,t}$  を各期の最頻値(モード)とする。ここで、 $t$  は年次を表す。

3. 毎年の実績値に変動係数  $S_a$  を乗じたものを、最頻値から差し引いて各期の最小値とし、また最頻値に加えて各期の最大値とする。すなわち、

$$\begin{array}{ccc} \text{最小値} & \text{最頻値} & \text{最大値} \\ 93\text{年}3\text{月期} & (1-s_a) X_{a,1} & X_{a,1} (1+s_a) X_{a,1} \end{array}$$

図表4 三角分布の内容

[小売]

損益分岐点比率	シミュレーションA・B			
	年	最小値	最頻値	最大値
93.3	0.872	0.889	0.906	0.906
94.3	0.889	0.907	0.925	0.925
95.3	0.889	0.907	0.925	0.925
96.3	0.878	0.896	0.914	0.914
97.3	0.882	0.900	0.918	0.918
98.3	0.907	0.925	0.943	0.943

当座比率	シミュレーションB			
	年	最小値	最頻値	最大値
93.3	0.390	0.429	0.468	0.468
94.3	0.380	0.418	0.456	0.456
95.3	0.358	0.393	0.428	0.428
96.3	0.326	0.358	0.429	0.429
97.3	0.300	0.330	0.330	0.330
98.3	0.344	0.378	0.429	0.429

支払利率	シミュレーションA・B			
	年	最小値	最頻値	最大値
93.3	3.767	5.277	6.787	6.787
94.3	3.539	4.957	6.375	6.375
95.3	3.117	4.366	5.615	5.615
96.3	2.649	3.711	4.773	4.773
97.3	2.324	3.255	4.186	4.186
98.3	2.009	2.814	3.619	3.619

利率差	シミュレーションA・B			
	年	最小値	最頻値	最大値
93.3	1.023	1.447	1.871	1.871
94.3	1.236	1.748	2.260	2.260
95.3	0.937	1.325	1.713	1.713
96.3	0.930	1.316	1.702	1.702
97.3	0.766	1.084	1.402	1.402
98.3	0.337	0.476	0.615	0.615

[建設]

損益分岐点比率	シミュレーションA・B			
	年	最小値	最頻値	最大値
93.3	0.768	0.809	0.850	0.850
94.3	0.780	0.822	0.864	0.864
95.3	0.803	0.846	0.889	0.889
96.3	0.837	0.882	0.927	0.927
97.3	0.838	0.883	0.928	0.928
98.3	0.870	0.917	0.964	0.964

当座比率	シミュレーションB			
	年	最小値	最頻値	最大値
93.3	0.276	0.312	0.348	0.348
94.3	0.287	0.324	0.361	0.361
95.3	0.269	0.304	0.339	0.339
96.3	0.242	0.274	0.311	0.311
97.3	0.218	0.239	0.239	0.239
98.3	0.205	0.232	0.324	0.324

支払利率	シミュレーションA・B			
	年	最小値	最頻値	最大値
93.3	3.360	4.870	6.380	6.380
94.3	2.859	4.144	5.429	5.429
95.3	2.675	3.877	5.079	5.079
96.3	2.186	3.168	4.150	4.150
97.3	1.837	2.662	3.487	3.487
98.3	1.625	2.355	3.085	3.085

利率差	シミュレーションA・B			
	年	最小値	最頻値	最大値
93.3	1.315	1.543	1.771	1.771
94.3	1.271	1.491	1.711	1.711
95.3	1.275	1.496	1.717	1.717
96.3	1.202	1.410	1.618	1.618
97.3	1.025	1.203	1.381	1.381
98.3	0.819	0.961	1.103	1.103

- (注) 1. 損益分岐点比率、支払利率、利率差の三角分布(対称型)は、シミュレーションA、Bで同じ。  
 2. 当座比率の三角分布(非対称型)は、シミュレーションBのみに適用。96年3月～98年3月の最大値は最適化結果による。93年3月～95年3月の最大値は、対称型三角分布と同じ方式による。

94年3月期  $(1-s_a) X_{a,2} X_{a,2} (1+s_a) X_{a,2}$   
 -----

98年3月期  $(1-s_a) X_{a,6} X_{a,6} (1+s_a) X_{a,6}$

## 2) シミュレーションB

資産最適化のトレードオフ条件(収益性と流動性のトレードオフ)として流動性リスクを考慮し、そのリスク・パラメータ、当座比率に非対称の三角分布を適用する。各期の三角分布の最小値、最頻値はAと同じ方式によるが、資産最適化を試みた直近3か年各期の三角分布の最大値は、最適化シミュレーションの最適解とする。(直近3か年以前の3年間の最大値はAと同じ方式による。)残りの事業リスク、金利リスクについては、シミュレーションAと同じ左右対称の三角分布を適用する。

このシミュレーションの目的は、流動性リスクが追加されても資産ポートフォリオを変更する方が得策かを検討するために、シミュレーションA、Bのバリュース・アット・リスクを比較することにある。

## 5 観測結果

上記の前提条件の下で、北海道産業において売上高シェアの高い小売業と建設業に関する財務モデルをシミュレートしたところ、以下のような特徴が観測された。ここで、2業種を対比するのは、自社(小売業)の時系列比較だけでなく、他社(建設業)との比較も可能かどうか、検討するためである。

### (1) 小売業の観測結果の特徴(図表5)

1) フリー・キャッシュフロー・マージンの3か年平均実績値0.121%に対し、95%信頼水準のもとでのバリュース・アット・リスク(A=0.020%, B=0.281%)はシミュレーションBの方がAを0.261%ポイント上回り、実績値をも0.16%ポイント上回る。

2) キャッシュフロー比率では、3か年平均実績値13.073%に対し、Aは12.360%を下回る確率が5%あり、Bでは13.118%を下回

る確率が5%ある。BのAに対する改善幅は0.758%ポイントと大きく、実績値をも0.045%ポイント上回る。

3) つぎに、総資本利益率の3か年平均実績値3.295%に対し、95%信頼水準のもとでのバリュース・アット・リスク(A=3.009%, B=3.077%)はA、Bで大きく変わらず、BのAに対する改善幅は0.068%ポイントに止まり、実績値を0.218%ポイント下回る。

### (2) 建設業の観測結果の特徴(図表5)

1) フリー・キャッシュフロー・マージンの3か年平均実績値0.657%に対し、95%信頼水準のもとでのバリュース・アット・リスク(A=0.573%, B=1.127%)はシミュレーションBの方がAを0.554%ポイント上回り、実績値をも0.47%ポイント上回る。

2) キャッシュフロー比率では、3か年平均実績値6.907%に対し、Aは5.713%を下回る確率が5%あり、Bでは実績値より小さい6.050%を下回る確率が5%ある。BのAに対する改善幅は0.337%ポイントあるが、実績値を0.857%ポイントも下回る。

3) つぎに、総資本利益率の3か年平均実績値2.003%に対し、95%信頼水準のもとでのバリュース・アット・リスク(A=1.575%, B=1.586%)はA、Bでほとんど変わらない(BのAに対する改善幅は0.011%ポイント)が、Bは実績値を0.417%ポイント下回る。

### (3) 小売業と建設業の比較

1) フリー・キャッシュフロー・マージンの3か年平均実績値では、小売業は建設業の約1/5の水準にとどまるが、キャッシュフロー比率の3か年平均実績値では、逆に約1.9倍も高い。総資本利益率の3か年平均実績値でも、小売業は建設業の約1.6倍の水準にある。

2) 資産最適化によるフリー・キャッシュフロー・マージンの改善幅では、小売業は建設業の約1/2の水準にとどまるが、キャッ



図表5 リスク・シミュレーション結果

[小売]

	総資本利益率		FCFマージン		CF比率	
	A	B	A	B	A	B
平均値	3.286	3.342	0.103	0.396	12.867	13.678
標準偏差	0.166	0.164	0.051	0.070	0.306	0.352
歪度	0.01	0.05	0.03	0.06	0.02	0.07
尖度	2.79	3.04	2.85	2.83	2.73	2.99
変動係数	0.051	0.049	0.495	0.177	0.023	0.026
最小値	2.805	2.827	-0.066	0.143	11.955	12.514
95%信頼水準	3.009	3.077	0.020	0.281	12.360	13.118
最大値	3.818	3.900	0.271	0.636	13.835	14.845
範囲	1.013	1.074	0.337	0.493	1.881	2.331

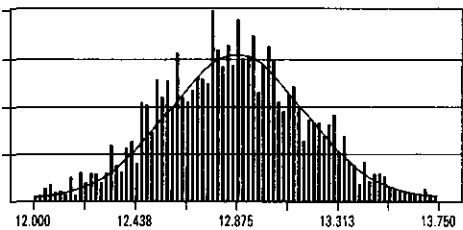
[建設]

	総資本利益率		FCFマージン		CF比率	
	A	B	A	B	A	B
平均値	2.013	2.028	0.699	1.426	7.053	7.600
標準偏差	0.266	0.266	0.077	0.195	0.817	0.964
歪度	0.02	-0.09	0.05	0.25	0.05	-0.01
尖度	2.77	2.57	2.60	2.67	2.63	2.63
変動係数	0.132	0.131	0.110	0.136	0.116	0.127
最小値	1.230	1.198	0.491	0.877	4.632	4.606
95%信頼水準	1.575	1.586	0.573	1.127	5.713	6.050
最大値	2.864	2.803	0.957	2.018	9.442	10.688
範囲	1.634	1.605	0.463	1.141	4.810	6.082

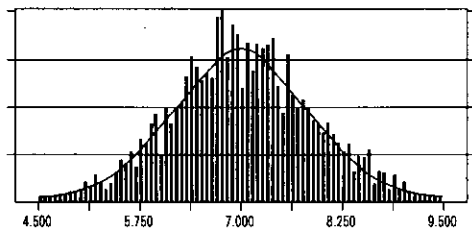
(注) 表のA、BはそれぞれシミュレーションA、シミュレーションBを表す。

図表6 キャッシュフロー比率の度数分布

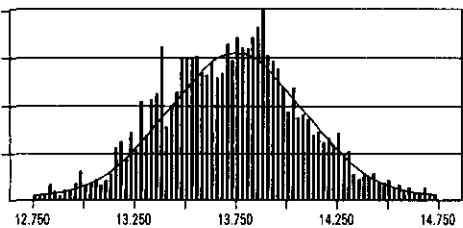
[小売A]



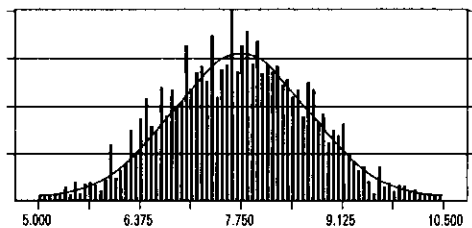
[建設A]



[小売B]



[建設B]



(注) 1. A、BはそれぞれシミュレーションA、シミュレーションBを表す。  
2. 図の曲線は、各シミュレーション結果の平均値と標準誤差にもとづく正規分布を描いたもの。

シュフロー比率の改善幅では、逆に約2.2倍も大きい。

3) さらにフリー・キャッシュフロー・マージンの変動性を範囲(最大値-最小値)で比較すると、小売業は建設業よりA、Bともに小さい(Aで約3/4、Bで約2/5)。キャッシュフロー比率の範囲でも、小売業は建設業よりA、Bともに小さい(A、Bともに約2/5)。

4) 以上から、直近の96年3月期~98年3月期の3か年において、総資本利益率でみた収益力、キャッシュフロー比率でみた支払い能力ともに、小売業は建設業に優っていることが分かる。

5) 図表6は、リスク・シミュレーションA、Bによるキャッシュフロー比率の度数分布を小売業と建設業とで比較したものである。

#### (4) ソフトウェア

資産最適化のために使用したソフトウェアは、Microsoft Excel 7.0のソルバー機能である。また、リスク・シミュレーションで使用したソフトウェアは、米国 Decisioneering, Inc. の Crystal Ball Ver 4.0 日本語版(構造計画研究所<sup>(8)</sup>)で、Microsoft Windows 95 および Microsoft Excel 7.0以上の環境下で稼働するエクセルのアド・イン・ソフトである。

## V. 結 語

結論としては、財務モデルの資産最適化とリスク・シミュレーションにより、企業財務比率のバリュー・アット・リスクを効果的に計測できること、他社比較も可能であることがわかった。各種のリスク変動要因が不確実であるために、それらを三角確率分布として表したとき、リスク・シミュレーションは、企業財務にとって最悪の場合が生じる確率はどれほどかを推測する。それは、潜在的な経営リスクの回避と財務健全性の確保を目的とするリスク管理の羅針盤となり得る。

リスク管理は、最悪の事態をあらかじめ想

定しておき、その状況に備えた財務管理を行う。本稿が、収益性と安全性・流動性のトレードオフ関係を考慮する中期財務計画の策定に対する、ひとつの支援手段となれば幸甚である。

#### [注]

- (1) 熊野雅之(1996)「企業経営モデル」『北星論集』第33号(1996年3月)、133-134頁を参照。
- (2) 井手正介・高橋文郎(1992)『企業財務入門』日本経済新聞社、75頁を参照。
- (3) 熊野雅之(1999)「銀行経営モデルとリスク・シミュレーション」『北星論集』第36号(1999年3月)、79頁を参照。
- (4) 熊野雅之(1996)、131-151頁を参照。本章の企業財務モデルは、「企業経営モデル」の貸借対照表、損益計算書に関する利益モデルを一部変更し、キャッシュフロー計算書に関する資金モデルを追加したものである。
- (5) キャッシュフロー計算書の作り方・読み方については、櫻井通晴・佐藤倫正編著(1999)『キャッシュフロー経営と会計』中央経済社、岩崎彰(1999)『キャッシュフロー計算書の見方・作り方』日本経済新聞社、を参照。
- (6) 熊野雅之(1999)、93-94頁を参照。
- (7) 熊野雅之(1997)「信用格付けとリスク・シミュレーション」『北星論集』第34号(1997年3月)、66-67頁を参照。
- (8) Crystal Ball の利用については、James R. Evans and David L. Olson (1998), *Introduction to Simulation and Risk Analysis, Prentice Hall*. (服部正太監訳『リスク分析・シミュレーション入門』共立出版、1999年)を参照。