

信用リスクの評価と共分散構造分析による企業モデル

梶 道 守

目 次

- はじめに
- I. 信用リスクの評価
- II. 共分散構造分析による企業モデル
- まとめ

はじめに

昨今の世界の金融市場は、大きな金融リスクに直面している。1995年のメキシコ危機、1997年のアジア危機、1998年のロシア危機など記憶に新しい。わが国ではバブル経済崩壊後の長い不況の中で企業は体力を消耗させた。北海道拓殖銀行、山一証券の倒産をはじめ金融機関の経営不振は、わが国の金融システムへの信頼度を著しく傷つけた。2002年4月1日から始まるペイオフ制度はまた、人々に、強い不信感と危惧を与えている。個人・企業・公的機関は、金融機関に対して今までとは違った対応を考えざるを得ない事態となっている。

金融リスクの中でも、とりわけ信用リスクは重要である。最近導入された時価会計は、資産の含み損・含み益を正しく評価して表示しようとする主旨だが、実務上はさらに、投資先のデフォルトや倒産のリスクも折りこんだ資産再評価が必要となっている。

信用リスクを計量しようとする努力は様々行なわれている。その急速な進歩には目を見張るものがある。統計的手法だけでなく、オプション価格理論が応用されている。ただしそこでは、財務比率データはごく単純なものしか利用されておらず、従来からの企業経営分析の研究成果は十分に活用されていないように思える。

この小論では、まず信用リスクについて簡単にレビューしたい。リスクの定義とそのなかでの市場リスク、信用リスクについて説明する。そして、従来行なわれてきた企業評価について概観し現在の信用リスク評価の説明につないで行く。

さて、われわれは信用リスク分析についてどのようにアプローチするのか。次に企業財務比率データと、次世代の多変量解析法といわれる共分散構造分析を用いた例を説明する。

企業経営の構造内に働く因果関係を共分散構造分析を用いてモデル化する。そして、因果関係の仕組みを統計的に検証する。そのモデルから計算される潜在変数「財務構造」のスコアをもって、

信用リスク計測のデータとして使えるか否かを検討する。このスコアで、倒産企業群を判別する判別関数を計測し判別効率を吟味する。

さらに、共分散構造分析による企業モデルの二つ目の例を示す。ここでは、財務構造だけでなく、企業価値を内生変数として組み込む。企業価値と負債の大きさを示すスコアが得られれば、オプション価格理論による倒産確率推計モデルを通して、倒産確率という形で信用リスクを計測することへの可能性が生まれよう。この小論はその前段の試みである。

この小論は次のような構成になっている。

- I. 信用リスクの評価
 1. リスクの定義
 2. 経済的リスクの評価方法
 3. 企業評価の方法
 4. 信用リスクの評価方法
- II. 共分散構造分析による企業モデル
 1. 推計1：潜在変数「財務構造」による倒産企業の判別
 2. 推計2：潜在変数「企業価値」と「財務構造」によるモデル

I. 信用リスクの評価

1. リスクの定義

まずリスクの定義について考えよう。

ウィリアムズ (C. A. Williams) によれば、「リスクとは、ある一定の状況において、一定の期間中に起こりうる結果の運動である」。またウイレット (Alan H. Willet) は「望ましくない出来事の発生に関する不確実性を客観視したもの、不確実性の度合い」と述べている。ナイト (Frank H. Knight) は「測定可能な不確実性、起こるか起こらないか分からないあらゆる不利な出来事」であると¹⁾。

リスクの本質は「危険が発生する可能性が不確実であること」である。確実に起こる危険、例えば「ピストルで人の頭を撃つ」ことは「すなわち死」を意味し、危険そのものであってリスクではない。

リスクにはどんなものがあるか。自然的リスク、政治的リスク、社会的リスク、経済的リスク、技術陳腐化のリスクなどがある。経済的リスクには純粋リスクと投機的リスクがある。純粋リスクとは、損害の可能性のみで、利得の可能性のないものであり、保険可能なものと保険不可能なもの（景気変動・天災・戦争）とがある。投機的リスクとは損害と利得の両方の可能性に不確実性があるものである。

経済的リスクなかで重要なのは、市場リスクと信用リスクである。市場リスクとは、流動性リス

1) 武井 (1983年)

ク、金利変動リスク、為替変動リスク、株価・債券・商品・不動産などの価格変動リスク、デリバティブのリスクなどである。

信用リスクには倒産リスク、デフォルトリスク（カントリーリスク、コーポレートリスク）がある。

2. 経済的リスク評価の方法

経済的リスクの評価方法には市場リスクを評価する VaR (value at risk)、信用リスクの評価、格付け、拡張された VaR、資産・負債総合管理 ALM (Asset Liability Management) がある。

(1) VaR (value at risk) は金利や為替の相場変動によって発生する損失を評価するもので、取引期間についての年間損益変動率（金利・為替の相場、予想変動率（ボラティリティ））から保有期間変動率を計算し、その標準偏差を求める。変動率に正規分布を仮定すれば平均値 ± 標準偏差 × 2 の区間に 95% が分布することから、この境界値に取引額を乗ずる事で 95% の確率で生ずる最大利益または最大損失を見積もることが出来る。95% の確率で生じる最大損失額を VaR とする²⁾。

(2) 信用リスクを評価する方法は、古くから使われているスコアリングシステム、倒産予測、倒産確率推計（ロジット分析、プロビット分析、コンビッツ分析）、格付けがある。これらについては後述する。

(3) ExVAR（拡張された VaR：Extended Value at Risk）は VaR が市場リスクを評価する手法であるのに対して、市場リスクと信用リスクをあわせた総合的なリスク評価法として提案されているもの。評価期間内に貸し付け先、投資先のデフォルトや倒産によってキャッシュフローが変動するリスクを折り込む。现阶段では実務上の応用の可能性を探る段階といわれている³⁾。

(4) ALM は資産と負債のリスクを総合管理するもので金融機関に導入されている。リスクとして、流動性リスクと金利変動リスクを考える。膨大な資金需要に対応するためには膨大な資金調達が必要なわけだが、その結果市場性資金の割合が大きくなると資金構造は市場のリスクにさらされ不安定となりかつコスト高となる。そこで経営の現状判断と経営環境予測を行ない、各種リスクを想定して経営的なリスク許容度を評価する。そして様々な状況のもとのシミュレーションを行ない、資金調達と資産運用の組み合わせを考えるもの。

(5) 格付けは債券の元利支払いの安全性を、第三者の格付け機関が評価するものである。債券の契約条項の内容だけでなく、元利支払いの安全性の源である発行体自体の、収益性や財務状況が評価される。成長力、技術力、経営者の能力なども評価される。複数のアナリストが、企業トップ、財務担当、販売担当、生産担当、技術担当などの役員と面接した情報が反映される。したがって、単純な財務データだけの評価とは違い、ひろく経済学、経営学などを援用して分析した結果であるといえよう。

2) 高嶋（1995年）

3) 小田（1996年）

3. 企業評価の方法

企業評価という言葉には二つの意味がある。一つは市場での企業価値（株主資本の時価）を評価することである。もう一つは、伝統的な財務分析で言われている収益性、成長性、効率性などの視点から企業経営を評価しようとするものである。ここでは、信用リスクを研究しようとする立場であるから、後者の意味での企業評価を取り扱うことにする。

(1) ウォール (A. Wall, 1928) の指数法

7つの比率データ（流動比率、資本負債比率など）について標準比率をもとめる。標準比率は分析の対象としている企業群の算術平均、あるいは中位数などである。これを100として、個々の企業の比率データを指数化する。これに重要度に応じてウェイトを乗じて合計する。ウェイトを合計で100になるようにすると標準以上の企業の指数は100以上、標準以下の企業は100以下となる。良い企業は100以上、そうでない企業は100以下となって評価される。

(2) 偏差値による評価

スコアリングシステムなど。意味合いが分かりやすく簡便であるところから、現在でも使われている。財務比率データが正規分布しておれば、平均値 (m) ± 標準偏差 (s) × 3 の区間に97%の企業が分布する。そこで、 $s \times 6/10$ を刻みとして1点～10点を割り付けると、ほとんどの企業を10点満点で評価することが出来る。適当にウェイトを与えて合計すれば総合得点も得られる。

(3) 判別関数法

判別関数法は複数の群と所属不明の新しいサンプルが与えられている時、その新しいサンプルがどの群に属するかを判別しようとするもの。複数の群について収集されたデータによって、その群の判別に最も有効な一次関数として線形判別関数が計測される。この方法を倒産した企業とそうでない企業に当てはめることで企業を評価できる⁴⁾。すなわち、倒産企業と非倒産企業の判別をターゲットとして推計された判別関数に、評価が不明な企業のデータを当てはめることで、その企業の倒産の可能性を予測できる。

また、優良企業群ほど大きな値、あるいは不良企業群ほど大きな値をとる指標を選んで総合得点を求めるために合計しようとする時、判別関数は優良企業群と不良企業群を判別する上で最も効率のよいウェイト求めてくれるから、これを使って求めたz値（総合得点）の刻みをモノサシとして、企業を評価することが出来る。例として企業倒産分析（アルトマン）、格付け予測（ピンチズ・ミンゴ）、CASTER（企業財務分析システム、三井情報開発）などがある。

(4) 主成分分析法

主成分分析法は、互いに相関のある複数の指標がもつ情報を少数の互いに独立な総合特性値に要約する方法である。企業財務データは、貸借対照表の資産と負債の関係を示す比率、損益計算書の収益と費用の関係を示す比率、貸借対照表と損益計算書の関係を示す比率など、多数の指標が考え

4) Altman (1968年)

られている。それらは確かに個々の重要な側面をとらえているが重複する面も多い。個々の指標のとらえている情報を出来るだけ生かし、かつ総合的な指標が必要な時、主成分分析で情報を要約した総合特性値で代表させることが出来る。この方法で、貸借対照表・損益計算書の勘定科目のもつ情報をできるだけ反映した評価システムを作ることが出来る。

財務比率はまた業種によって偏りがあるため、そのままでは、全業種を同じ場で評価することは出来ない。しかし主成分分析による総合特性値にすると、この偏りが少なくなる性質がある。そのため広範囲な適用範囲をもつ企業評価システムをつくる事が可能である。アラーム（日本開発銀行（当時）・富士通システム総研）、CASMA（日本経済新聞社、判別分析と併用）の例がある。

(5) 数量化法

外資系企業か否か、経営者は創業者か、生え抜きか、天下りかなどの定性情報を定量的分析の世界に持ち込むために、定性情報にどれだけの数量を与えれば良いか、その方法を提供するのが、数量化法である。経営分析に財務比率以外の定性情報を持ち込む方法で、これを応用した企業評価システムが開発されている。例として、QAQF法（Quantitative Analysis for Qualitative Factors、慶應義塾大学⁵⁾）がある。

(6) 共分散構造分析

共分散（あるいは相関係数）は、複数の変数間の関係の強さを示す指標である。分析対象の構造は、これら共分散（相関係数）の行列として観測される。他方分析対象の構造は、被説明変数と説明変数で表された因果関係の式によって構築されるモデルで表現することが出来る。これらの式の係数でも理論的に共分散（相関係数）行列を記述できる。共分散構造分析は、これら理論上の共分散行列とデータから実測された共分散行列の差が出来るだけ小さくなるように、係数を求める。求められた係数で因果関係式をあらわし、この式で企業評価のためのモデルを構築できる。

変数は観測変数と潜在変数、あるいは構造変数と誤差変数、内生変数と外生変数とに分類される。売上高営業利益率や、使用総資本経常利益率は観測変数、収益性、成長性などは潜在変数である。収益性が成長性の原因となっている場合これらは構造変数であり、実測値と構造変数の変数の差を示すものが誤差変数である。借入金のような経営者の意思決定によって決まる変数は外生変数、営業利益、経常利益など、経営の結果定まる変数は内生変数である。これらは皆重要な分類であるが、ここでは潜在変数、観測変数という分類に注目したい。生徒の学力調査は英語・国語、あるいは数学・理化などの学科別テストで計られるが、生徒の能力は記憶力・推理力といった潜在的な能力であり、それが個々のテストの得点を稼ぎ出しているといえる。生徒の能力を評価するとき、注目すべきはこの潜在的な能力ではないだろうか。

共分散構造分析を使えば、企業経営の分析においてもこの考え方をあてはめることが出来る。そこで財務比率データを集めて、これらで構成される収益性・成長性・社会性などの潜在変数の内容

5) 清水（1975年）

(潜在変数スコア)を推計すれば、これらでもって企業評価をすることが可能である。例としてPRISM(日本経済新聞社)がある。

(7) ニューラルネットワーク

ニューラルネットワークは、人間の脳の情報処理方法に似せてつくられたネットワークにデータを通すことによって情報処理する。ある企業群について、格付けに使われた一組の財務比率と格付け結果があるとする。多層に組まれたノードで構成されたネットワークに、これらの財務比率を学習用データとして入力すると、ニューラルネットワークは用意された結果の格付けと等しくなるような出力が得られるようにノードの重みを求める。さてその後、格付けが未知の企業の財務比率のデータセットをニューラルネットワークに与えると、先に学習した結果に沿って情報処理し、未知の企業の格付けを出力する。

格付け機関の格付けとその企業の財務データを入力してニューラルネットワークに学習させると、格付けされていない企業の格付けを予測するシステムを作ることが出来る。

事例として「倒産予測可能性の実証研究」(日興証券⁶⁾)がある。実務的にはこのようなニューラルネットワークかなり利用されていると思われる。

4. 信用リスク評価の方法

信用リスクとは、言葉の意味からそのまま推測すれば、契約が約定どおりに実行されるかどうかのリスクである。この契約の不履行リスク(デフォルト・リスク)の経済的価値を評価することが信用リスク評価の目的である。現在行なわれている信用リスク分析では、信用リスクの原因を分析するのではなく、契約不履行を(様々な原因の複合的な)確率事象として分析する。この確率事象をどこに求めるか。信用リスクは、その市場での評価が株式・社債や派生証券の価格に反映されていると考える。従って、これらの価格を分析することで、信用リスクを分析できるとする。

ところで、債務不履行の究極の姿は倒産である。倒産確率を推計できればこれに手持ち資産を乗ずることによって、信用リスクの大きさを計測できる。倒産確率モデル推計のためには4つのアプローチがある⁷⁾。

(1) 企業価値アプローチ

企業価値をモデル化し、企業価値が負債水準以下になった時倒産とみなし、そうなる確率を評価する。このとき倒産確率は、企業資産を原資産とし負債価値を行使価格としてコール・オプション価値を求める過程で推計できる。このとき資産時価や負債の評価に様々な仮定がおかれ、かつ技術的な工夫も必要だが、結局のところ、必要な情報は資産や負債の簿価と、株式の期待収益率と株式のボラティリティの推計値である⁸⁾。

6) 阿竹(1998年)

7) 刈屋(1999年)

8) 齋藤・森平(1998年)

(2) ハザードスプレッド・アプローチ

ハザード関数（信用リスクのスプレッドとしてみる事ができる）のプロセスを直接モデル化するもの。ハザード関数はもともと生物の寿命や、機械の寿命で確率的に起こる事故の発生プロセスを記述するもので、t 時点で生存していた企業が次の瞬間デフォルトになる確率を年率換算で表現する。データとしては、国債価格、社債価格が用いられる⁹⁾。

(3) 格付け推移アプローチ

格付け機関は、企業の信用リスクを監視し、信用リスクが高まれば格付けをさげる。この変化を記述するのが格付けの推移行列である。米国の格付け機関ムーディーズ社はこの格付け推移行列を計算している。格付けの推移行列があるとき、これと社債価格データを用いて格付けごとに倒産にいたる確率を求めることが出来る¹⁰⁾。

(4) 統計モデルアプローチ

統計的アプローチのうち判別関数による方法は、すでにのべた。ここではロジット・プロビットモデルを倒産データから推定することについてのべる。

ロジット・プロビット法は倒産確率を π_n とするとき

$$\pi_n = F(\beta_0 + \beta_1 X_{1n} + \dots + \beta_k X_{kn})$$

ここで $F(\)$ は分布関数でこれがロジスティック関数 $F(x) = 1/(1 + e^{-x}) = e^x/(1 + e^x)$ の場合をロジット関数、標準正規分布関数の場合をプロビット関数という。

x_{in} は倒産確率を説明する説明変数で、利益剰余金、金利費用などの財務データが用いられるが、マクロ経済変数も用いうる¹¹⁾。

このロジット・プロビット法で格付けを予測するオーダドロジット・プロビット法の研究事例もある¹²⁾。

II. 共分散構造分析による企業モデル

1. 推計 1：潜在変数「財務構造」による倒産企業の判別

(1) 潜在変数と共分散構造分析

従来の経営分析は、企業の収益性、成長性といった側面にスポットをあて、企業のありようを観察した。しかし、この収益性、成長性は抽象的な概念で、その値が具体的に計測される事はなかつ

9) 刈屋 (1999 年)

10) 刈屋 (1999 年)

11) 刈屋 (1999 年)

12) 中山・森平 (1998 年)

た。実際には使用総資本経常利益率、あるいは売上高伸び率といった指標で観測される経営状況を、総合的に「考察」することで評価してきた。しかし、多変量解析法が経営分析に導入されるようになって、それらは主成分スコア、因子スコアとして計測されるようになった。

さて、共分散構造分析は次世代の多変量解析法といわれる。こういった抽象的な概念を潜在変数としてとらえ、この変数を構成概念として因果関係を構造化しモデルを構築する。

分析対象の「構造」は、データから求められた共分散行列（あるいは相関行列）として観測される。他方「構造」の因果関係はそれを示す式で構成されたモデルによって表現される。このモデルを構成する式によっても理論的に共分散行列（相関行列）導くことが出来る。もし、モデルが現実の「構造」を正確に写しておれば、両者は一致する。共分散構造分析はこの二つの共分散行列が出来るだけ、近似するように式の係数を求める。つまりモデルは、その構成する因果関係がもとの経営「構造」（指標間の相関関係）を出来るだけ近似するように、作られるわけである。

(2) モデルの考え方

昨今世間でいう、いわゆる不良債権は次のように考えられている¹³⁾。

実質破綻先	元利払いの延滞 6ヶ月以上、相当期間大幅な債務超過、実質的に営業せず期間損益は赤字
破綻懸念先	元利払いの延滞 6ヶ月未満、実質債務超過で独力回復の見込みなし、期間損益は赤字
要管理先	元利払いの延滞 3ヶ月以上 6ヶ月未満、あるいは金利の減免、元本返済の猶予。実質債務超過だが、長期間かければ回復の見込み。期間損益は一過性の赤字または黒字
要注意先	元利払は約定通り、実質債務超過だが一定期間に回復の見込み、期間損益は一過性の赤字または黒字

信用リスクをここでは、倒産またはデフォルトを起こす可能性と考えている。これらの各段階に倒産あるいはデフォルトの確率が対応するであろう。この確率を推計できれば、それを対象となる資産に乗じて危険にさらされている資産の大きさを算出できる。しかし、それを厳密に推計することは今のところむずかしい。仮に出来たとしても、根拠及びその信頼性には疑問があろう。今回は厳密な確率を推計することは考えない。

企業の信用リスクが高まり、不良債権化する経路は様々である。大方は、流入するキャッシュフローが次第に細くなり、流出するキャッシュフローをまかないきれず、行きつくところ債務超過に転落するのである。この過程は資本の運用効率が悪化するということで観察できよう。設備や在庫の運用効率が低下したり、収益率が悪化したり、収益の伸び率が低下して、コストの伸びをカバーできない事態が考えられる。マーケットが評価する企業価値が低下して、資産と負債資本の balan

13) 日本経済新聞 (2001年6月20日、本紙朝刊)

スが崩れる事もある（あるいは予定していた資金調達が出来ない事態もある）。

収益性についてここでは、企業経営分析における収益性の分析で基本的なモデルである¹⁴⁾次式を共分散構造分析でモデル化することを考える。

$$R = r + (r - i)L/E$$

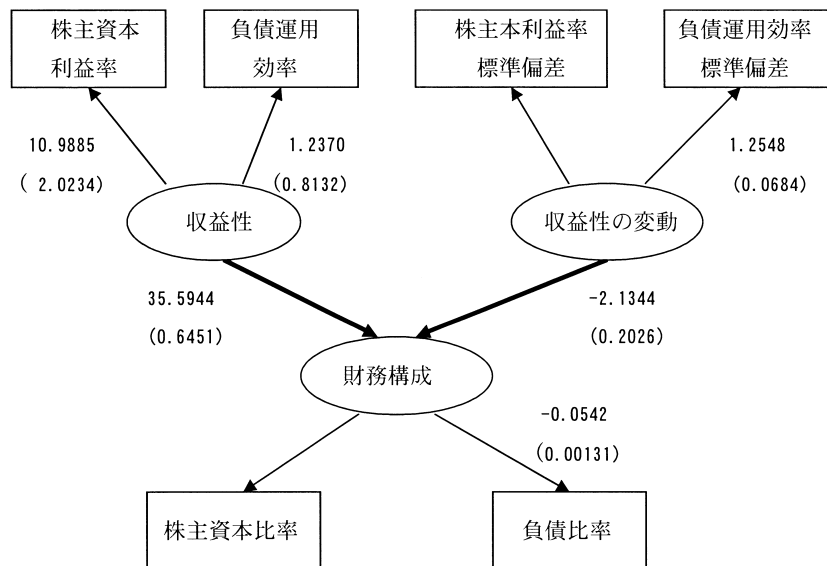
R：株主資本利益率

r：利払前総資産利益率

i：支払利率

L/E：負債比率

収益率が悪化したり、あるいはその変動が大きいために、財務体質が悪化する因果関係は、図 1 のようなモデルで考えることができる。



適合度	GFI	0.9736
	AGFI	0.7225
	Chi-Square	110.4734

図 1 モデルの構成

注 () 内は標準誤差。また係数の記入されていないところは、モデルの識別を可能とするため 1 に固定したもの

14) 森脇

ここで、負債の運用効率とは、上記式の右辺、第2項である。

この式は利払前総資産利益率が支払利率より高いとき、つまり利さやがとれる場合は借り入れを増やすことで、株主資本利益率を大きくできることを示しているわけで、同じ規模の株主資本だけの企業より、企業価値を高める効率がいい。しかし、企業の収益構造が悪化して r が i より低くなると負債は足を引っ張ることとなる。

企業の収益構造は、マクロ経済、産業構造の変動に曝されているから、これに財務構成が柔軟に対応していないと、負債の運用効率の悪化が債務超過への経路となる。

収益構造が、企業の信用度に与える影響は、収益率の水準の高低と、その変動の大小であろう。

そこで、このモデルでは、収益性の水準を株主資本利益率と負債運用効率で、その変動を各々の標準偏差で計ることにした。

さて信用度は、財務構成のありようできまる。これは株主資本比率と負債比率で測る。こうすることは上記の収益性とその変動を測る枠組みとも整合的である。

ここではこういった企業財務データに注目し、それを共分散構造分析で総合化してメジャーを作成したい。相対的に危険性の高い企業を評価するためのモノサシを、潜在変数スコアで計測し、その指標としての有効性を判別関数で確かめることをここでの目的としたい。

(3) データ（財務比率）の検討

まず、過去の研究で使われている財務比率をあげてみよう。

① A. Wall の指数法

流動比率、資本負債比率、固定比率、商品回転率、売上債券回転率、固定試算回転率、自己資本回転率

② アルトマンの企業倒産判別分析

使用総資本利益率、総資産回転率、株主資本の時価総額、内部留保率、総資産運転資本比率

③ ピンチズ・ミンゴの格付け判別モデル（5群）

配当継続年数、発行規模、インタレスト・カバレッジ、長期負債比率、使用総資本純利益率

④ 日本開発銀行（当時）の企業評価モデル

売上総利益率、営業利益率、経常利益率、使用総資本経常利益率、自己資本比率、固定長期適合率、流動比率、当座比率、使用総資本回転率、売上高伸び率（対前年）売上高

⑤ 三井情報開発の BRAINS

支払利息割引料／営業損益、当座比率、経常収支比率、株主資本比率、借入依存度

⑥ 日本経済新聞社の NEEDS - CASMA

毎年その年の経済状況を考慮して指標を変更しており、すべてを紹介するには膨大であるので省略する。

⑦ 日本経済新聞社の PRISM

同上。

これらの過去の研究を踏まえたうえで、我々は次の 17 指標を検討した。() 内はこの小論で用いる略記号である。

- ① 株主資本比率 (株資比率)
- ② 借入依存度 (借入依存)
- ③ 負債比率 (負債比率)
- ④ 株主資本純利益率 20 年間の標準偏差 (株純 20S)
- ⑤ 総資産利払前純利益率 20 年間の標準偏差 (使利 20S)
- ⑥ 負債運用効率 (負効 20S)
- ⑦ 使用総資本経常利益率 20 年間の標準偏差 (使経 20S)
- ⑧ 株主資本純利益率 (株純利率)
- ⑨ 総資産利払前純利益率 (使利前利)
- ⑩ 負債運用効率 (負債効果)
- ⑪ 使用総資本経常利益率 (使資経率)
- ⑫ 時価総額 5 年間伸び率 (時総 5 伸)
- ⑬ 総資産 5 年間伸び率 (総資 5 伸)
- ⑭ キャッシュフロー 5 年間伸び率 (C5 伸)
- ⑮ 時価総額 (自然対数値) (時総自対)
- ⑯ 総資産 (自然対数値) (総資自対)
- ⑰ キャッシュフロー (自然対数値) (C 自対)

ここで、収益性を示す指標として負債運用効率、変動性を示す指標として 20 年間の標準偏差を導入したことが、ユニークな点といえようか。

モデルを構成するには、多数回のトライが必要だが最終的には下記の財務指標が採用された。

- 株主資本純利益率
- 負債運用効率
- 株主資本純利益率 20 年間の標準偏差
- 負債運用効率 20 年間の標準偏差
- 株主資本比率
- 負債比率

(4) 期間

2000 年度。決算期の違い、決算期の変更、年 2 回決算などについて年度換算したもので単独決算データを用いる。

20 年間の標準偏差については当該期間を遡及してデータを得、計算した。最近の会計基準変更後のデータを用いているわけだが、収益性の変動をしめす標準偏差は過去 20 年間について求めている。これと、2001 年 3 月期を除いて計算した、つまり変更前のもののみで計算した 19 年間の標準

偏差と比べた結果、相関係数および散布図で観察する限り、統計的には基準変更の影響は軽微である。今回のみならず、過去においても基準の変更はたびたびあったわけだが、標準偏差で収益性の変動具合を見ようとする限り、制度変更と収益性の変動との影響が混合されたデータとなるのは、けだしやむをえないと考えられる¹⁵⁾。

(5) 対象企業

東京証券取引所上場企業製造業のうち上記のデータが横断的に利用可能な1256社。これは次に述べる外れ値の処理を行い、統計処理に重要な影響を与える特異値とみなされた企業を除外した結果である¹⁶⁾。

(6) 外れ値の処理

共分散構造分析は、観測された共分散行列あるいは相関行列を出発点とするから、外れ値によってこれらの統計量が歪められることを、避けなければならない。

外れ値の検出基準は第1四分位値と第3四分位値の外側に四分位幅の3倍の距離をとって基準とする。これは、いわゆる外堀¹⁷⁾の外側にあるデータを外れ値とするもので、データが正規分布に従うとすれば、極めて低い確率でしか起こり得ないものである。外れ値を取り除いたあとさらに外堀を再計算し、最終的にすべてのデータが外堀の内側に収まるまで繰り返すこととする。その結果データの分布の歪みは修正されほぼ正規分布に近くなった。(図2)

(7) 基本統計量と相関係数行列

この報告に採用したモデルで使用する指標のの基本統計量と相関係数行列を表1に示す。いずれも外れ値除外後の値である。

(8) 結果と検証

他数回のトライの結果、最終的に採用されたモデルを図1に示す。

表1 基本統計量と相関係数 (ケース数 1256社)

	平均	標準偏差	歪度	尖度	1	2	3	4	5
1 株主資本比率	52.46	17.53	0.07	-0.70	1.00				
2 負債比率	1.23	0.99	1.85	4.46	-0.89	1.00			
3 株主資本利益率	3.35	5.24	-0.10	1.51	0.14	-0.11	1.00		
4 負債運用効率	1.09	2.74	-0.15	1.65	-0.10	0.00	0.94	1.00	
5 株主資本利益率20年間の標準偏差	6.55	3.96	1.36	2.02	-0.24	0.30	-0.01	0.02	1.00
6 負債運用効率の20年間の標準偏差	4.27	3.21	1.47	1.96	-0.35	0.41	0.03	0.07	0.94

15) 図3参照

16) 芳賀敏郎ほか(1989)

17) 芳賀敏郎ほか(1989)

(a) 全体の適合度

- ① χ^2 値は 110.473 と大きい。標本数が大きいためと思われ重視しない¹⁸⁾。
- ② 適合度を示す値は、GFI は 0.974 である。AGFI は 0.723 でやや低い。

(b) 個別の変数にかかる係数の吟味

- ① 収益性にかかる観測変数の符号は+、収益性の変動にかかるものも+である。
- ② 「財務構成」にかかる負債比率の符号は-で、負債比率の値が大きくなるほど、「財務構成」のスコアは小さくなる。したがって内容的には「財務構成」というより、信用度を示す値となっている。
- ③ 上記の関係を反映して、「財務構成」に対する収益性の符号は+、その変動性は-となっており、整合的である。

(9) 「財務構成」によるランキング

表 2 および表 3 を参照。

(10) 「財務構成」の分布と基礎統計量

図 2 のヒストグラムおよび、表 4 の基礎統計量を見ると分かるように、歪、尖りとも正規分布に近く、統計的に良い分布をしている。

(11) 倒産企業データによる検証¹⁹⁾

判別関数に使用したデータは、1256 社で構成した潜在変数スコア計算用の係数を用いて、倒産企業について計算した「財務構成」の値である。

この値を判別関数に使った場合の判別効率を吟味して、その有効性を判断する。この判別関数は倒産予測のためのモデルではなく、構成された指標「財務構成」を単独の指標あるいはそれを組み合わせた場合とくらべて、その判別効率を比較するために行ったもの。判別効率が高ければ、今後

表 2 信用度 (下位 10 社)

	社名	信用リスク	株資比率	負債比率
1	A 社	-53.93	12.61	6.97
2	B 社	-53.73	13.21	6.57
3	C 社	-53.41	12.94	6.73
4	D 社	-49.47	14.55	5.87
5	E 社	-48.10	15.05	5.64
6	F 社	-46.30	15.27	5.68
7	G 社	-45.66	16.04	5.24
8	H 社	-44.91	15.48	5.46
9	I 社	-43.82	16.07	5.22
10	J 社	-42.90	21.60	5.72

18) 豊田秀樹 (1998 年 a)

表3 信用度 (上位 10社)

	社名	信用リスク	株資比率	負債比率
1	スルガ	35.60	95.63	0.05
2	長府製作所	34.70	94.40	0.06
3	神明電機	34.00	92.12	0.11
4	精工技研	32.81	89.83	0.11
5	ダイニチ工業	32.30	91.66	0.09
6	エンプラス	31.85	90.38	0.11
7	ヒロセ電機	31.77	89.22	0.12
8	天馬	31.76	91.16	0.10
9	アイコム	31.73	89.81	0.11
10	テセック	31.10	86.59	0.15

の研究である倒産確率推計モデルの変数として、有望となる。

データは継続企業は直近。倒産企業は倒産直前までのデータ。

倒産企業は23社、存続企業も23社である。存続企業群は1256社から、ランダム変数をもとに23社抽出した。1256社の性格を比較的良好に備えたサンプル企業群となっていると考えている。個々の倒産企業と、規模・業種などで、対比しながら存続企業を選ぶのではなく乱数による抽出を行ったのは、「よい判別関数モデルを構築するために標本を選ぶこと」が目的でなく、1256社について作成した指標を評価するために標本を選ぶことが目的だからである。またデータベースが整備され、分析対象となる母集団が把握されている現状では、全体から必要なサンプルを無作為に選ぶべきであると考えた。なお、倒産企業群と同数の存続企業が選ばれている理由は、2群のサイズが異なることによる判別効率への影響を避けるためである²⁰⁾。

判別関数は4つのタイプについて計測した。

①企業モデルの潜在変数「財務構成」のみによる場合、②株主資本比率のみによるばあい、③負債比率のみによる場合、④株主資本比率と負債比率を組み合わせた場合である。

判別効率を示すウルクス λ (完全に判別の場合0、まったく判別できない場合1)、および正答

19) 倒産企業データによる判別効率の比較

倒産企業群は、帝塚山大学宮本順二郎先生の2001年度日本経営分析学会秋季大会報告資料およびその他の資料から得た。1971年3月以来の倒産企業で、75社。その内債務超過のため、株主資本純利益率、負債比率が意味をなさなくなった企業を除くと45社。さらに「財務構成」指標の第1四分位から第3四分位までに属する企業にしぼった23社を判別分析の倒産企業群とした。第1四分位から第3四分位までにしぼった理由は、存続企業群の分散に比べて、倒産企業群のそれが大変大きくまた長い裾を引いた分布となっているため、線形判別分析の重要な仮定である等分散、および正規性を満たさないためである。なお、倒産企業群の20年間の標準偏差については計算できない場合が少なくないがデータ取得できる範囲の年数で計算した。

存続企業群については、1256社から乱数によって選んだ23社で、倒産企業群と同数である(表6)。

20) 奥野ほか(1972年)

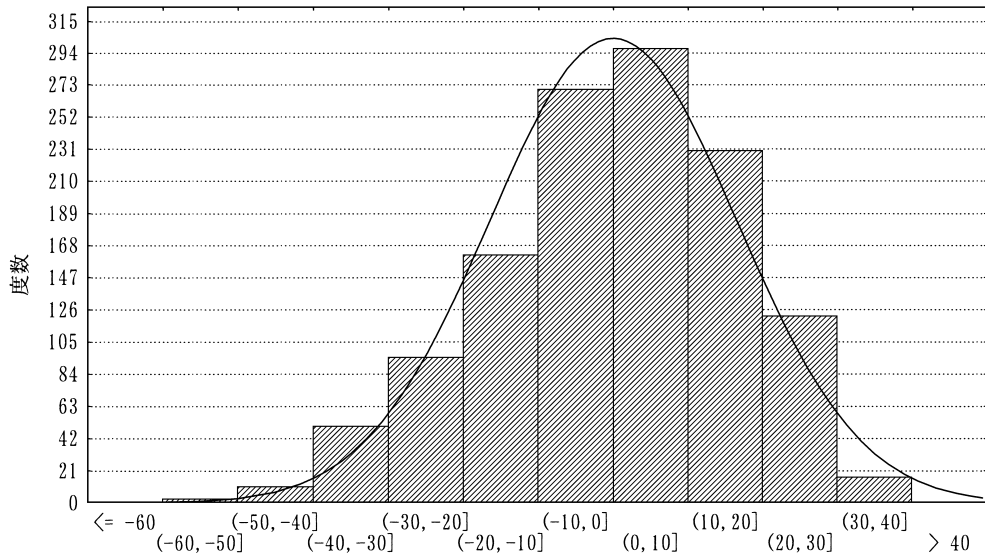


図2 潜在変数「財務構成」の分布

株純20S vs. 株純19S (欠測値は、ケースワイズ削除)

$$\text{株純19S} = -.7694 + 1.0237 * \text{株純20S}$$

相関 : $r = .99968$

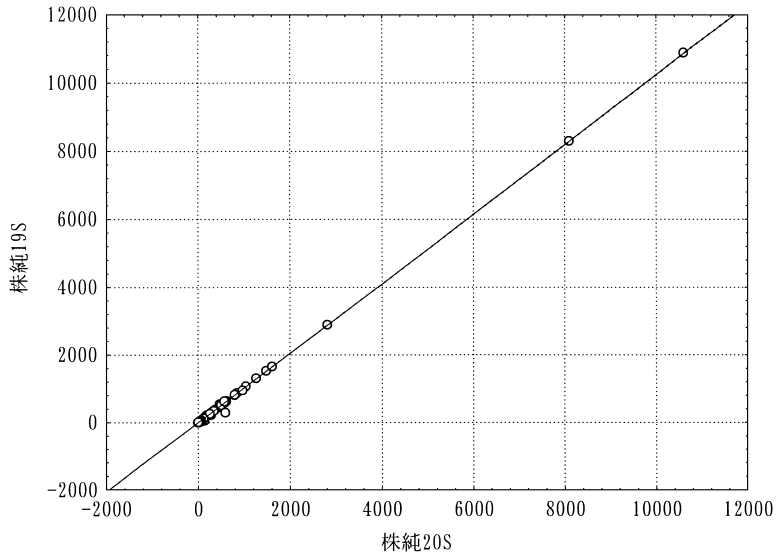


図3 株式資本純利益率の標準偏差
20年間と19年間の散布図

表4 潜在変数「財務構成」の基本統計量

ケース数	1256.00
平均	0.00
標準偏差	16.52
歪度	-0.39
尖度	-0.21

表5 判別効率の比較

	ウイルクス λ		倒産企業	存続企業	正答率%
「財務構成」	0.249	倒産企業	37	0	100
		存続企業	0	37	100
		全体	37	37	100
株主資本比率	0.394	倒産企業	35	2	94
		存続企業	2	35	94
		全体	37	37	94
負債比率	0.745	倒産企業	26	11	72
		存続企業	0	37	100
		全体	37	37	85
株主資本比率と負債比率の組合わせ	0.266	倒産企業	36	1	97
		存続企業	2	36	94
		全体	37	37	96

表6 倒産企業群

貝島炭砒	大同コンクリート工業	日興電機工業	日活
富士工	大阪窯業	アイデン	第一ホテル
多田建設	ヤハギ	波止浜造船	MARUKO
日本国土開発	東洋製鋼	大阪メーター製造	五十鈴建設
大都工業	池貝	東京時計製造	アイ・ジー・エス
日本熱学工業	吉田鉄工所	村山	ミタチ電機
ナガサキヤ	佐藤造機	東食	ヤオハンジャパン
サン・ファイン	コムソン社	大沢商会	燐化学工業
田中機械	東邦産業	ミツウマ	リッカー
長崎屋			

率でも、「財務構成」がよい結果を示している。株主資本比率と負債比率を組み合わせた判別関数と比較しても、単独の「財務構成」指標が同等の判別力を示していることは興味深い。(表5)

2. 推計 2：潜在変数「企業価値」と「財務構造」によるモデル

(1) モデルの考え方

基本的には推計 1 と同じであるが、ここでは「財務構造」と対比させて「企業価値」という潜在変数を導入した。企業価値もまた「収益性」と「収益性の変動」の影響を受けると考えた。(図 4)

(2) データ

データは株式の時価総額、総資産、キャッシュフローの自然対数値を検討した。これらのデータは右に長い裾を引く歪んだ分布をしているため、自然対数をとって正規分布に近似させた。

企業価値を観測するために株式時価総額やキャッシュフローを用いるのは異論無いだろう。総資産を検討したのは負債でまかなわれている資産の部分を加えるためである。時価評価したいが困難なので簿価表示とならざるを得ない。統計的に検討した結果、株式時価総額とキャッシュフローが企業価値を構成する観測変数として採用された。

(3) 期間

1999 年度。事情があつて 2000 年度の時価総額を用意できなかったためである。その他は推計 1 と同様である。

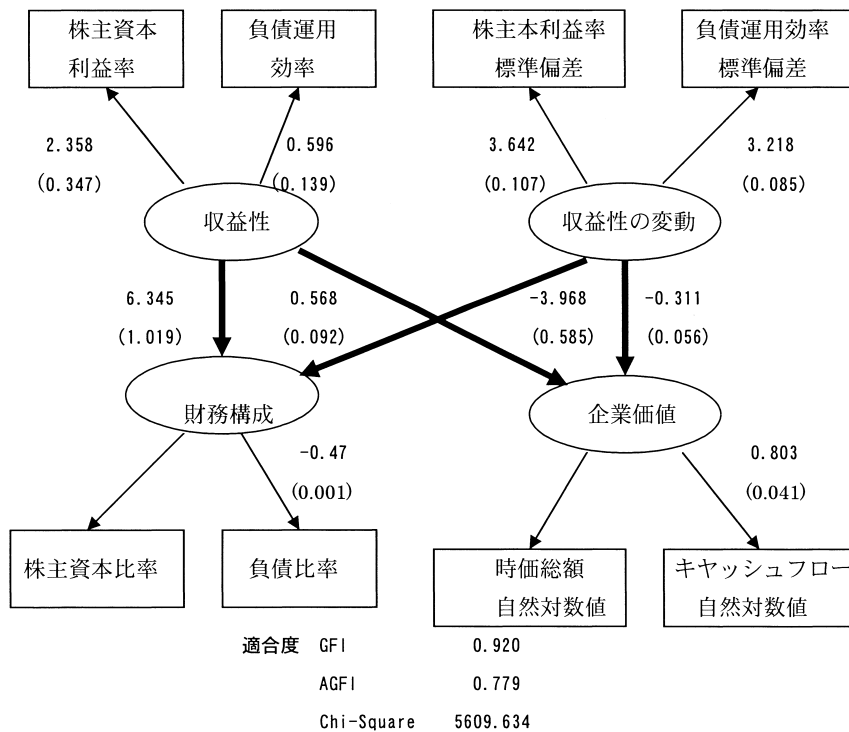


図 4 推計 2：モデルの構成

注 () 内は標準誤差。また係数の記入されていないところは、モデルの識別を可能とするため 1 に固定したもの

(4) 対象企業

東京証券取引所上場企業製造業のうち利用可能な1034社。

(5) 外れ値の処理も推計1と同様、行った。

(6) 結果と検証

最終的なモデルを図4に示した。

(a) 全体の適合度

④ χ^2 値は5609.634。標本数が大きいためと思われ重視しない。

③ 適合度を示す値は、GFIは0.920である。AGFIは0.779でやや低い。

(b) 個別の変数にかかる係数の吟味

① 収益性にかかる観測変数の符号は+、収益性の変動にかかるものも+である。

⑤ 「財務構成」にかかる負債比率の符号は-で、負債比率の値が大きくなるほど、「財務構成」の値は小さくなる。

⑥ 上記の関係を反映して、「財務構成」に対する収益性の符号は+、その変動性は-となっており、整合的である。

⑦ 「企業価値」に対する収益性の符号は+、その変動性は-となっており、整合的である。

なお、判別関数等による検討は省略した。

ま と め

(1) 信用リスク研究はつまるところ、倒産確率（あるいはデフォルト確率）推計の問題である。オプション価格の理論による方法は、株価、あるいは債券価格に反映されている情報を使っている。確かに、マイカルの倒産が原因で不良資産を抱え、法的整理に追い込まれた日産建設の場合、財務比率等の会計情報よりも株価・債券価格の情報の方が事態を反映するかもしれない。しかし倒産確率は、企業格付けでAAA・AA・Aクラスの企業などをも求めなければならない。全格付けの企業について倒産確率がないと資産評価に使えないとすれば、新聞ダネになる（投資家が話題とする）以前の情報が反映されねばならない。それにはやはり、会計情報による経営分析、あるいはアンケート調査等による定性情報が重要であるといわざるを得ない。すなわち定量データによる経営分析プラス定性情報分析という従来の方法が生かされる余地がある。それを効率的に遂行するためには多変量解析あるいは共分散構造分析に利用価値が有るということである。

共分散構造分析で企業モデルを構築するという作業は容易でない。しかし筆者は、いわゆる財務比率が示す情報は極めて局所的で、企業経営を構成する概念は直接的には観測できない「潜在変数」によらざるを得ないと考えている。効率性、成長性、安全性といった変数に働く因果関係と変数のスコアを計測しその上で企業モデルを構築するべきではないだろうか。

倒産確率推計の最近の動向はデータ・マイニングへの傾斜であるようだ。小標本理論にもとづく

従来の統計理論は基本的にデータ収集・計算能力の小ささに由来するといえよう。したがっていまや高速・大量の計算がパソコンで可能な時代、また POS システムに見られような大量データが効率よく収集できる時代の統計理論はおのずと変わったものとなることは想像できる。しかし人は最後は「理論的説明なしには納得できない」わけで、データの山を手当たり次第に探るのではなく、モデルによる理論的な究明を捨てるべきではないと筆者は考えている。

(2) 推計 1 および推計 2 について。

過去に作成した筆者のモデルには次のような批判があった。

- ①低い GFI
- ②外れ値の処理
- ③因子間の相関

GFI は 0.9 以上で、今回のモデルの適合度はよい。ただし AGFI は 0.7 で依然改善の余地がある。

外れ値については、共分散構造分析の出発点となる相関係数行列あるいは共分散行列が、異常値による歪みを持たないようにするため、データの外れ値を厳しく吟味して取り除く。

このことが、逆に母集団の特徴を失わせる事になりはしないかという批判がある。しかし、取り除かない場合をデータで確かめてみると、たとえば株主資本利益率の標準偏差と、負債運用効率の標準偏差の相関係数はおよそ 1 となる。これは異常に大きい値を持つ企業がいくつかあり、そのため計算上直線的関係が強く出るため、実際の大部分の企業群で相関関係が 1 であるということはない。

因子間の相関、誤差の相関など、今回はモデルに積極的に反映させた。その結果、適合度が改善した。

推計 2 では、「企業価値」と「財務構成」を組み込んだモデルを作成したが、これによって倒産確率推計へ結びつけるのは今後の課題である。

データは日本経済新聞社のデータ・サービ NEEDS-Financial QUEST から得た。ソフトは、SAS、STATISTICA、EXCEL による。

この小論は最近の数年間の筆者の研究を整理し、簡単にまとめたものである。2001 年度秋に本学で開催され日本経営分析学会で報告し、また同年の学会誌「年報」に投稿したものの概略も一部収録した。

なお企業モデルに関する推計 2 はこの小論のために改めて推計したものである。

参 考 文 献

- A. Wall and W. Danning (1928) "Ratio Analysis of Financial Statement", Harper & Brothers, New York
- A. J. Michel (1977) "Municipal Bond Ratings: A Discriminant Analysis Approach", Journal of Financial and Quantitative Analysis
- D. D. Durand (1941) "Risk Element in Consumer Installment Financing", Studies in Consumer Installment

- Financing (New York: National Bureau of Economic Research)
- E. I. Altman (1968) "Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy", *Journal of Finance*
- G. E. Pinches, K. A. Mingo (1973) "A Multivariate Analysis of Industrial Bond Ratings", *Journal of Finance*
- J. F. Sinkey (1975) "A Multivariate Statistical Analysis of the Characteristics of Problem Banks", *Journal of Finance*
- J. S. Ang, K. A. Patel (1975) "Bond Rating Methods: Comparison and Validation", *Journal of Finance*
- Kyung Sung, Tae; Chang, Namski; Lee, Gunhee, "Dynamics of Modeling in Data Mining: Interpretive Approach to Bankruptcy Prediction", *Journal of Management Information Systems*, Summer 99, Vol.16 Issue 1
- 青山護訳「リスク」日本経済新聞社 (1998)
- 阿竹敬之「オプション・プライシング・アプローチとニューロ・ファジー・モデルでの倒産予測可能性の実証研究」『JAFEE 1998 夏季大会予稿集』日本金融・証券計量・工学会
- 新井陽「日米公社債市場比較」日本経済新聞社 (1991)
- 市川伸一・大橋靖雄・岸本淳司、浜田知久馬「SASによるデータ解析入門」(1987)
- 袴道守「企業財務データと共分散構造分析による企業収益と企業価値の分析」『年報 経営分析研究』第17号 2001年3月
- 袴道守「共分散構造分析による企業モデル」『年報 経営分析研究』第16号 2000年3月
- 袴道守・渡辺美智子「共分散構造分析による企業モデル」第26回多変量解析研究会シンポジウム発表要旨』日本科学技術連盟、2000年3月
- 小田信之・村永淳「信用リスクの定量化手法について」日本銀行金融研究所 Discussion Paper 96-J-7
- 奥野忠一・山田文道「情報化時代の経営分析」東京大学出版会 (1978)
- 奥野忠一ほか著「多変量解析法」日科技連 (1972)
- 岡東務「債券格付の研究」中央経済社 (1998)
- 刈屋武昭「信用リスク分析の基礎」東洋経済新報社 (1999)
- 高嶋勝平「デリバティブ・リスク マネジメント」近代セールス社 (1995)
- 黒沢義孝「債券格付の実際」東洋経済 (1985)
- 齋藤啓幸・森平爽一郎「銀行の債務超過(倒産)確率オプション・アプローチによる推定」『JAFEE 1998 夏季大会予稿集』日本金融・証券計量・工学会』
- 清水龍榮「現代企業評価論」中央経済社 (1981)
- 清水龍榮「実証研究・日本の経営」中央経済社 (1975)
- 武井勲「リスク理論」海文堂 (1983)
- 辰巳憲一「信用リスクの推移—その評価法とデリバティブ・プライシング」学習院大学経済経営研究所 Discussion Paper Series No.97-7
- 竹内啓監修・豊田秀樹『SASによる共分散構造分析』東京大学出版会、1992年
- 竹内啓編集代表「統計学辞典」東洋経済新報社 (1989)
- 豊田秀樹『共分散構造分析〔事例編〕』北大路書房、1998年a
- 豊田秀樹『共分散構造分析〔入門編〕』朝倉書店、1998年b
- 田村茂「企業金融」『経済学大辞典』XI-6、169-181頁
- 中山めぐみ・森平爽一郎「格付選択確率の推定と信用リスク量」『JAFEE 1998 夏季大会予稿集』日本金融・証券計量・工学会』
- 南部二三雄訳「企業倒産」文雅同銀行研究社 (1975)
- 野口晃「格付けの基礎知識」東洋経済新報社 (1998)
- 西田真二「ALM手法の新展開」日本経済新聞社 (1995)
- 芳賀敏郎・橋本茂司『実験データの解析 (1)』日科技連、1989年
- 松原純子「リスク科学入門」東京図書 (1989)
- 森平爽一郎「信用リスク評価—倒産予測モデルの活用—」日経 NEEDS 特別講演会 1996年
- 森平爽一郎「倒産確率と検査モデル」『多変量解析研究会資料』日本科学技術連盟 (1996)
- 森脇彬「収益性の分析」『経済学大辞典』第5章〔2〕653-659頁

Credit Risks and Corporate Models using Covariance Structure Analysis

Michimori INORI

ABSTRACT

Before getting into the main research theme, the paper briefly overviewed credit risks to define “risk”, and to make an explanation of “market risk” and “credit risk” as part of the risk. Conventional corporate appraisal methods are also discussed thereafter to help improve understandings of current valuation methods of credit risks. Our new corporate models are introduced and detailed in the subsequent part. These new corporate models have been achieved by attempting covariance structure analysis, or so-called “the next generation multivariate analysis”, with the use of commonly used corporate financial data.

The paper is composed as follows.

I. Credit Risk

1. A Definition of Risk
2. Measuring Economic Risk
3. Corporate Appraisal Methods
4. Measuring Credit Risk

II. Corporate Models using Covariance Structure Analysis

1. Model 1: Estimation of latent variables: **Financial Structure**
2. Model 2: Estimation of latent variables: **Financial Structure** and **Corporate Value**

Section I

The definition of risk is that the possibility of danger occurring is uncertain. Methods of measuring economic risks are VaR (value at risk), ExVaR (Extended VaR), ratings, other credit risk measurement, and ALM (Asset Liability Management).

Corporate appraisal is often referred to from two different points of views. One is based on the market value, and the other is based on the approach from long-established financial analysis, which are frequently cited as “profitability”, “growth potential”, “financial health” etc. The paper discusses the latter.

Existing corporate appraisal methods are (1) Wall’s Index Method (A. Wall, 1928), (2) Scoring system by standard deviation, (3) Discriminant Analysis, (4) Principal Component Analysis, (5) Theory of Quantification, (6) Covariance Structure Analysis, and (7) the Neural Network system. These methods are summarized briefly.

Measuring credit risk consists of estimating the probability of corporate bankruptcy or default, and a model to estimate that probability is required. There are four approaches to the model: (1)

Corporate Value approach, (2) Hazard Spread approach, (3) Rating Transition Matrix approach, and (4) Statistical Model approach.

Section II

Using Covariance Structure Analysis, we tried to build a model of the causal relationships between variables of running a corporation, and inspected statistically the causality. Then we observed the latent variable scores of the model and examined if the score could be use for measuring credit risk.