

Title	オプション・アプローチによる銀行の倒産確率推定
Sub Title	
Author	齋藤, 啓幸(Saito, Hiroyuki) 森平, 爽一郎(Moridaira, Soichiro)
Publisher	慶應義塾大学湘南藤沢学会
Publication year	1998-04
Jtitle	研究会優秀論文
JaLC DOI	
Abstract	本書では、債務超過を倒産とみなし、デフォルトが発生すると考えられる時期に、債務超過に陥っている確立をオプションプライシングモデルを用いて求める。今回は、特に安全性の施策が急激に求められている銀行について分析を行う。
Notes	森平爽一郎研究会1997年秋学期 1997年度卒業論文
Genre	Technical Report
URL	<a href="https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=0302-0000-0342">https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=0302-0000-0342</a>

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

研究会優秀論文

オプション・アプローチによる  
銀行の倒産確率推定

齋藤啓幸

総合政策学部4年

森平爽一郎研究会

1997年秋学期

慶應義塾大学 湘南藤沢学会  
*Keio University Shonan Fujisawa Academic Society*



1997年度卒業論文

オプション・アプローチによる  
銀行の倒産確率推定

慶應義塾大学総合政策学部

森平研究会

学籍番号79401884 齋藤啓幸



1997年度卒業論文

# オプション・アプローチによる 銀行の倒産確率推定

## 要旨

本論文では、信用リスクの測定において、財務分析を中心としたファンダメンタル分析に代わる方法として、企業の市場評価を利用した方法のモデル化と実証を目的とする。

市場評価を用いた信用リスク・モデルとしては、アメリカのKMV社の倒産確率推定モデルが有名である。これは、オプション価格理論を用い、企業の資産価値が満期を迎えた負債総額を下回る確率を求めるモデルである。本論文では、このモデルの考え方を応用し、企業が債務超過に陥る状態を本質的な危険状態とみなし、信用リスク指標としての倒産確率モデルを提案する。また、KMVモデルでは詳細に触れていないパラメーター推定についても言及する。

そして、このモデルを用い、国内の証券取引所に上場されている118の銀行について、1997年4月から12月までの倒産確率の推定を行った。その結果が示すところは、9か月という期間における信用リスクの大幅な上昇であった。本論文では、その原因の一つとして1997年11月の北海道拓殖銀行の経営破たんに着目し、その経営破たんの意味するところを倒産確率の観点から分析する。

また、一連の分析を通じ、倒産確率において重要となるパラメーターや、倒産確率推定モデルの有効性とその問題点を明らかにする。

## キーワード

倒産確率 デフォルト 信用リスク KMV オプション価格理論  
ボラティリティ 資産時価評価 負債時価評価 銀行

慶應義塾大学総合政策学部森平研究会

齋藤 啓幸



# 目次

はじめに .....	4
------------	---

## 第1章

オプション・アプローチによる倒産確率推定モデル .....	6
1.1. KMVの倒産確率推定モデル .....	6
1.1.1. 企業の倒産と資産の価値 .....	6
1.1.2. 単純な資本構成における倒産確率推定モデル .....	7
1.1.3. 複雑な資本構成における倒産確率推定モデル .....	8
1.2. 今回使用したモデル .....	9
1.3. パラメーター推定における諸問題 .....	11
1.3.1. 資産時価の推定と負債の評価 .....	11
1.3.2. リスク負債の評価とリスク・ニュートラル評価法の妥当性 .....	11
1.3.3. プット・コール・パリティと資産価値 .....	13
1.3.4. オプション価格理論を利用した資産時価などの推定 .....	13
1.3.5. その他のパラメーターの推定 .....	14
1.4. まとめ .....	15

## 第2章

倒産確率推定モデルによる邦銀の信用変化の実証研究 .....	16
2.1. 分析対象 .....	16
2.2. モデルの概要と仮定 .....	16
2.2.1. モデル式 .....	16
2.2.2. パラメーター推定における諸仮定 .....	16
2.2.3. 期待株主資本成長率の推定 .....	17
2.2.4. 株主資本ボラティリティの推定 .....	18
2.3. 4月3日と12月30日の倒産確率 .....	19
2.3.1. 倒産確率分布の変化 .....	19
2.3.2. 倒産確率の低い銀行と株式ボラティリティ .....	19
2.3.3. 倒産確率と格付け .....	25

2.3.4. 倒産確率が拡大した銀行 .....	26
2.4. 北海道拓殖銀行の経営破たんとその影響 .....	27
2.4.1. 北海道拓殖銀行の倒産確率推移 .....	28
2.4.2. 主要行との比較 .....	32
2.4.3. 倒産確率10%の意味 .....	41
2.4.3. 北海道銀行と北洋銀行の倒産確率 .....	45
2.5. その他の銀行の倒産確率推移 .....	46
2.6. まとめ .....	53
おわりに .....	54
参考文献 .....	55

## はじめに

三洋証券、北海道拓殖銀行、山一証券と相次ぐ大型金融機関の破綻もあり、信用リスクに対する関心が著しく高まっている。

信用リスクの計測方法としては、財務諸表から自己資本比率や流動比率など各種比率を求めたり、当該企業の各種ニュースや経営者の経営能力といった定性的要因を調査することにより、企業の債務履行能力を経験的な筋道に従い分析していく方法が一般的である。このような分析手法は、分析する個人あるいは機関の経験や能力によって大きく異なってくるため、その分析の信頼性はその分析者の能力や実績に依存することとなる。こうした分析を債券などの安全性の測定に利用しているものの代表格として、格付機関による格付けがある。そして、多くの投資家が、格付機関による格付けを信用リスクをはかる一つの物差しとして利用している。日本でも、前述のような信用不安をきっかけに、一般の人々の間でも格付けに対する関心が高まっている。

では、格付けは信用リスクをはかる指標として信頼できうるものなのであろうか。例えば、格付機関も企業や債券の信用に対する判断を誤るという指摘がある。最近の例で言えば、Moody'sやS&P、IBCAなどの有力格付機関が韓国の外貨建國債に対する格付けを、わずか二ヶ月の間でダブルAクラスから投資不適格のダブルBクラスに引き下げることがあり、多くの批判を受けた。もし格付機関が韓国政府に対する信用を正しく計測していたのであれば、もっと早くから低い格付けを与えることができ、突然何段階も格下げを行うということには至らなかったはずである。これに対し、IBCAも1998年1月13日にまとめた報告書で、アジアの金融不安の深刻化を予想できなかったという反省を公表した。

また、1998年2月11日の日本経済新聞の記事によると、同じ格付けの社債が1997年11月と翌年1月の2ヶ月間で、国債利回りとのスプレッドが2倍に拡大しているという。もし、格付けが信用リスクそのものを表すのであれば、このような事態が生じることはまずありえない。なぜなら、同じ信用リスク水準のもとでトリプルA格の社債利回りが上昇している(社債価格が下がっている)のであれば、国債を売り、社債を買うという裁定取引によってスプレッドはもとの水準に戻るはずである。もちろん、この2ヶ月で投資家のリスク選好が変わり、よりリスクを避けるようになったと考えることもできる。しかし、2ヶ月間で大きくリスク選好が変わるというのも考えがたい。むしろ、同じ格付けでも、昨年11月と今年の1月では信用リスクは異なり、この2ヶ月間でそのリスクが拡大したと考える方が自然ではないだろうか。

一方、企業の日々変化する実体を表す客観的な指標としては株価がある。効率的市場仮説に従えば、(1)企業の公表されている財務データや各種ニュース(Semi-Strong Efficiency)、(2)企業の詳細な技術的・経営的能力や様々なインサイダー情報(Strong Efficiency)は、すでに株価に織り込まれているとされる。確かに効率的市場仮説には、曜日効果といったアノマ

リーなど多くの反証も示されているおり、厳密にそれが成立するとは言えない。しかし、格付機関もその判断がいつも正しいとは限らない。また、特定の個人・機関による企業判断よりも、多数の投資家が参加するマーケットの中で決定される価格の方が客観的であり、その分信頼性に足る指標と言えるのではないだろうか。

ところで、近年日本の金融機関でも注目を浴びている信用リスク・モデルに、アメリカのKMV社が提唱している倒産確率推定モデルがある。これは、オプション価格理論を使い、株価などのマーケット・データを主に用いて企業の倒産確率を推定するモデルである。本論文では、このKMVのアプローチを紹介するとともに、そのアイデアをもとにして実際に企業の倒産確率を推定することを目的とする。なお、分析対象としては、特に一般の人々からもその信用リスクに高い関心を持たれている銀行業を取り上げ、現在全国各地の証券取引所に上場している銀行計118行について倒産確率を求めてみることにする。

# 第1章

## オプション・アプローチによる 倒産確率推定モデル

---

### 1.1. KMVの倒産確率推定モデル<sup>1</sup>

#### 1.1.1. 企業の倒産と資産の価値

企業の倒産について考える前に、特定の負債のデフォルトについて考えてみたい。

ある負債がデフォルトになるということは、その負債の満期日において債権者に支払うべきキャッシュが不足しているということである。この意味で、負債のデフォルトとキャッシュの量との間には密接な関わり合いがあるといえる。しかし、このことは満期当日においてであり、満期到来前において、その企業が十分なキャッシュを持っていないということではない。なぜなら、もし支払いに必要なキャッシュが不足しているのであれば、企業が保有している資産を売却することによってキャッシュを作ることができるからである。もちろん、企業が十分に資産を有していたとしても、何らかの理由で支払いが遅れ、デフォルトになる場合もあろう。しかし、十分に資産があれば、その一部を売却することですぐに負債を返済することができるので、本質的なデフォルトとはいえない。つまり、デフォルトを考える際に重要となってくるのは、キャッシュの量ではなく、企業の有する総資産が、満期日においてその債務を返済できるほどの価値を現在有しているかどうかという点である。

しかし、このことは、企業総資産の市場価値が常にその債務額を上回っていかなくてはならないということではない。企業が負債を返済しなくてはならないのは、あくまでその負債の満期日である。企業の総資産価値は常に変動するものであり、一時的にその債務額を下回ったとしても、資産価値が上昇し満期日において返済すべき債務額を上回っていれば、その負債はデフォルトを免れることができる。

企業は、デフォルトを起こさなければ倒産することはない。したがって、企業が倒産しないためには、直近の負債満期日において、企業資産の企業価値がその債務額を下回らないようにマネージメントしていけばよいことになる。仮に、資産価値が、負債総額には及ばなかったとしても、満期を迎えた負債の債務額を上回っていれば、倒産にはならない。なぜなら、満期を迎えていない負債については、返済義務はまだ生じていないため、その時点では生き延びることが可能だからである。よって、短期的に企業の倒産を考える場合は、直近の負債満期

---

<sup>1</sup> 基本となるアイデアについては、Vasicek[8]を参照。

日とその債務額を考慮することが必要となってくる。

企業の倒産を上記のように考える場合、企業資産の市場価値を的確に推定することが必要となってくる。しかし、企業資産の市場評価は、企業評価そのものであり、企業がその資産を使い将来にわたってどれだけのキャッシュ・フローを得られるかを評価しなくてはならない<sup>2</sup>。また、そもそも企業の保有資産は市場で評価しにくい資産も多く含まれているため、客観的な評価を行うことは不可能である。そこで、時価レベルにおけるバランス・シートが均衡していると考え、負債・資本サイドから企業資産を評価するという方法を考える。そもそも、負債・資本とはその企業に対する債権であり、企業が将来生み出す価値、すなわち資産の価値によってその価値が保証される。つまり、企業の資産は、社債や株式市場を通じてその価値が評価されていると考えられるのである。したがって、負債・資本の時価が市場で観測できるのであれば、資産の市場価値の推定は可能である。

ここで、時系列的に企業資産価値の変化について予測することができれば、負債満期日における企業資産価値を推定することが可能となる。そして、その推定された将来の資産価値を、満期の到来した負債の債務総額と比較することによって、その企業が倒産するか否かを判定することができる。しかし、資産の将来価値は不確実であり、明示的にそれを推定することはできない。そこで、資産価値の変化に確率過程を想定し、確率論的に将来の資産価値の分布をとらえるというアプローチを考える。そして、その想定から得られる将来資産価値の確率分布を満期の到来した負債の額面と比較することで、企業がデフォルトに陥る確率を想定することが可能となる。これが、オプション価格理論を用いたKMVの倒産確率推定モデル[8]の基本的な考え方である。

### 1.1.2. 単純な資本構成における倒産確率推定モデル

まず、企業の資本構成が、一種類の負債と株主資本からなる最も単純なケースについて考えてみよう。この場合、企業の倒産は、負債満期における資産の市場価値が返済すべき債務額を下回る、いわゆる債務超過状態によって定義づけられる。したがって、負債満期における資産価値の確率分布を記述することができれば、倒産確率を推定することができる。

ここで、負債の満期が $T$ 期後に訪れるとし、 $D_T$ を債務総額とする。また、 $t$ 期の資産 $A_t(t=0, \dots, T)$ が次のような確率過程に従うとする。

$$d\tilde{A}_t = \mu_A A_t dt + \sigma_A A_t d\tilde{z}_t \quad (1)$$

ここで、 $\mu_A$ は資産の期待成長率、 $\sigma_A$ は資産成長率の標準偏差すなわちボラティリティで、 $d\tilde{z}_t$ は増分ウィナー過程を表している。さらに、現在の資産価値を $A_0$ とおくと、 $T$ 期における資産価値 $A_T$ は、

---

<sup>2</sup>このような企業評価の方法については、例えば、コーブランドほか[3]、Higgins[6]を参照。

$$\tilde{A}_T = A_0 e^{\left(\mu_A - \frac{\sigma_A^2}{2}\right)T + \sigma_A \tilde{z}_T} \quad (2)$$

となり、さらに両辺の対数をとって、

$$\ln \tilde{A}_T = \ln A_0 + \left(\mu_A - \frac{\sigma_A^2}{2}\right)T + \sigma_A \tilde{z}_T \quad (3)$$

が得られる。 $\tilde{A}_T$ は対数正規分布するので、(3)より、 $T$ 期における資産の対数値は、平均 $\ln A_0 + (\mu_A - \sigma_A^2/2)T$ 、分散 $\sigma_A^2 T$ の正規分布をする事がわかる。

これより、現在の資産価値が $A_0$ である時の倒産確率、つまり資産の市場価値が債務総額を下回る確率は、 $f(\bullet)$ を正規密度関数、 $N(\bullet)$ を累積標準正規密度関数とすると、

$$\begin{aligned} \Pr(\tilde{A}_T < D_T | A_0) &= \Pr(\ln \tilde{A}_T < \ln D_T | \ln A_0) \\ &= \int_{-\infty}^{\ln D_T} f(\ln \tilde{A}_T) d \ln \tilde{A}_T \\ &= N\left(\frac{\ln D_T - \left[\ln A_0 + \left(\mu_A - \frac{\sigma_A^2}{2}\right)T\right]}{\sigma_A \sqrt{T}}\right) \end{aligned} \quad (4)$$

となる。

### 1.1.3. 複雑な資本構成における倒産確率推定モデル

前項では負債が一つしかない単純な資本構成における倒産確率モデルを示した。しかし、実際は、買掛金や借入金、普通社債など様々な負債が存在し、それぞれ満期が異なり、またデフォルトが生じた際の支払い優先度に違いがあるなど、より複雑な資本によって構成されている。ここでは、より複雑な資本構成における倒産確率推定モデルを考えてみたい。

1.1.1.で、企業の倒産を見る際、直近の負債満期日が重要ということは既に述べた。最も早く満期が早く訪れる負債は、流動負債項目の中にある。しかし、比較的少額な債務が多く含まれるため、ここでは流動負債<sup>3</sup>それ自体ではデフォルトの危険はないと想定しよう。これを $C_i(t=0, \dots, T)$ と表す。これにより、非流動負債の中で最も満期に近い負債が倒産を考える上で重要となるが、これを短期負債<sup>4</sup> $D_i$ とし、その満期を $T$ とする。また、その他の負債については長期負債として一つにまとめて考える。

<sup>3</sup>ここでは、一年以上以内に満期をむかえる長期負債を含まない。

<sup>4</sup>ここでいう短期負債は、流動負債に含まれない負債の中で最も満期が早いということを意味し、当然一年以上以内に満期をむかえる負債という意味ではない。

ここで、短期負債よりも流動負債の方が債務履行に対する優先度が高いと仮定する。よって、満期 $T$ においてその企業が返済しなくてはならない債務総額は $C_T + D_T$ と考えることにする。ここで、長期負債 $B_T$ は、まだ満期を迎えていないため、少なくとも時点 $T$ においては倒産とは無関係の債務となる。つまり、長期にわたってリスクをとる長期負債は安定的な資本であり、ここでは株主資本と同様の扱いを行う。

企業の資産 $A_T$ については1.1.2.と同様の確率過程を想定することで、 $A_T$ についての式(2)、(3)を得る。これにより、企業の倒産確率は、短期負債の満期 $T$ における資産 $A_T$ が返済すべき債務総額 $C_T + D_T$ を下回る確率と定義づけられるので、その確率は、

$$\begin{aligned} \Pr(\tilde{A}_T < C_T + D_T | A_0) &= \Pr(\ln \tilde{A}_T < \ln(C_T + D_T) | \ln A_0) \\ &= \int_{-\infty}^{\ln(C_T + D_T)} f(\ln \tilde{A}_T) d \ln \tilde{A}_T \\ &= N \left( \frac{\ln(C_T + D_T) - \left[ \ln A_0 + \left( \mu_A - \frac{\sigma_A^2}{2} \right) T \right]}{\sigma_A \sqrt{T}} \right) \end{aligned} \quad (5)$$

となる。以上がKMVによって定式化された倒産確率推定モデルである。

## 1.2. 今回使用したモデル

1.1.でKMVの倒産確率推定の基本的な考え方について述べた。特に1.1.3.では、複数の負債で構成されるより現実的な状況下でのモデルを考えた。そこでは、長期負債は、長期にわたってその企業のリスクをとる安定的な資本とみなされ、株主資本と同様な扱いがなされていた。この仮定は、短期的に企業の倒産を考える場合は正しい。直近の債務を支払うことができれば、資産の市場価値が負債総額を下回っている債務超過の状態でも生き延びることができる。

しかし、債務超過の状態にある企業は常に高い危険性につきまわられている。一度の債務返済を乗り切れたとしても、当然次の債務の支払いのためにキャッシュを用意しなくてはならない。このような企業に資金を提供するのは貸手にとって大変リスクが高いため、貸手はこれに応じようとしないうる。仮にそれが可能であったとしても長期の与信は行わないだろうし、当然高い利回りを要求するであろう。また、資産を売却する事でキャッシュをつくることはできるが、それは企業の生産性を落とすことにつながりやすい。借り換えにせよ資産売却にせよ、企業はより危険な方向へと向かっているといえるのである。

よって、その企業の信用リスクを測るという目的においては、ある一定の期間でその企業が債務超過に陥る可能性を検討する事の方が、その企業が実際に倒産するかを考える以上に

有意義であると考え。また、そうする方が、KMVモデルよりも想定する負債額が大きくなり、より厳しい条件で企業を評価することが可能になる。したがって、これ以降の議論では、資産の市場価値が負債総額を下回っている債務超過の状態を実質的な倒産とみなし、債務超過に陥る確率でもって倒産確率と定義する。

このように倒産を考えることにより、企業の持つ負債をあたかも一種類でのみ構成されていると想定することが可能となる。これは、1.1.2.のモデル、つまり(4)式で倒産確率が推定できるということだ。しかし、この場合、満期の異なる負債を一つにまとめて評価するためKMVモデルにはなかった注意が必要である。それは、満期を迎えていない負債について、それが期前償還されると考え、その評価を行うということである。

では、期前償還される負債の評価はいかにして行うべきか。まず、第一に考えられることは、投資家の要求利回りで割引き、時価評価を行うということである。しかし、これは正しくない。なぜなら、信用度の低い企業ほど高い利回りが要求されているため、信用が低ければ低いほど返す金額が少なくてもよいということになるからである。返済額は企業の信用とは独立に考えるべきである。

そもそも、負債の市場価値には、デフォルトの危険が考慮されている<sup>5</sup>。一方、負債の額面は企業が返済すべき金額をしめしており、そこにはデフォルトの危険は考慮されていない。例えば、実際にデフォルトが生じた場合のことを考えてみよう。この時、その負債の返済すべき額は、例えデフォルトが生じたとしても手形等に記された額面の通りであり変わりがない。他方、負債の実際の価値は、その額面からデフォルトによる損失額を引いた実際の返済額である。つまり、負債の支払うべき金額は確定的なのに対し、負債の価値は不確実であり不確実性を考慮した分低くなる。

このことを、期前償還にも適用してみよう。支払うべき額を示す負債額面価値は、確定的である。よって、リスク選好を反映した投資家要求利回りではなくリスク・フリー・レートによって割引くべきである。したがって、満期を迎えていない負債については、その額面をデュレーションの近い国債の利回りで割引いて評価するのが適当であろう。

しかし、リスク・フリー・レートは高い割引率ではないので、満期までの期間がそれほど長くないのであれば、簿価で近似させてしまうのも有効な方法である。公開情報から負債の詳細がわからない場合や、大量のデータを処理する時には有用な手段となる。

ここで、これまでの議論を整理してみよう。企業の信用リスクは倒産確率で測ることができ、ここでいう倒産確率とはある時点において債務超過に陥る確率のことを表す。倒産確率は式(4)によって推定することができ、そのためには以下の五つのパラメーターの推定が必要となる。

1. 現在の資産の市場価値  $A_0$
2. 将来の負債債務総額(≒簿価)  $D_T$
3. 資産の期待成長率  $\mu_A$

---

<sup>5</sup> 負債の時価評価については、1.3.2.で詳しく述べる。

4. 資産のボラティリティ  $\sigma_A$
5. 将来時点(擬似的な負債の満期)  $T$

### 1.3. パラメーター推定における諸問題

#### 1.3.1. 資産時価の推定と負債の評価

1.1.1.において、資産の市場価値を、時価レベルにおけるバランス・シートが均衡すると考えることで推定する方法について述べた。つまり、資産の価値は、時価においても負債と株主資本の合計に等しいと考えるのである。しかし、この方法は、負債と株主資本の価値が市場で観測可能ということが暗黙の前提となっている。株主資本については、市場で観察される株価に発行済株式数を乗ずることで簡単に求めることができる。だが、負債の時価評価は容易ではない。我が国では、長い間、間接金融が中心であったこと、それにより社債の流通市場が発展途上段階にあることもあり、負債の時価総額を市場から求めることが非常に困難である。このため、負債の時価を簿価と等しいと考える場合が多い。しかし、この方法は、大きな問題がある。1.2.でも指摘したように、負債の時価はデフォルトの危険が考慮されているのに対し、簿価ではそれが考慮されていない。確かに、倒産の危険がほとんどないような企業については、時価と簿価を等しいと考えてもそれほど問題がないかもしれない。しかし、企業の倒産確率推定が目的であるにもかかわらず、分析対象の企業に倒産の危険がほとんどないと想定するのは矛盾である。企業の負債は、デフォルトの危険が存在するという前提のもとで評価を行わなくてはならないのである。

#### 1.3.2. リスク負債の評価とリスク・ニュートラル評価法の妥当性

それでは、デフォルトの危険があるという通常の状態における負債の評価について考えてみよう。リスクのある負債を  $B_t (t=0, \dots, T)$  とし、負債満期  $T$  における償還額(≒簿価)を  $D_T$  とする。しかし、デフォルトに陥った場合、返済される額はその企業の現有資産の総価値に限られるので、資産価値を  $\tilde{A}_T$  とすると、満期における  $B_T$  の価値は、

$$B_T = \min(D_T, \tilde{A}_T) \quad (6)$$

となり、括弧内部から  $D_T$  をはずすことによって、

$$\begin{aligned} B_T &= D_T + \min(0, \tilde{A}_T - D_T) \\ &= D_T - \max(0, D_T - \tilde{A}_T) \end{aligned} \quad (7)$$

が得られる。(7)式より、 $B_T$  が  $D_T$  と  $-\max(0, D_T - \tilde{A}_T)$  という二つの部分から構成されていることが

わかる。 $D_T$ はいうまでもなく満期 $T$ における負債の償還額であるが、 $-\max(0, D_T - \tilde{A}_T)$ は $\tilde{A}_T$ を原資産とし $D_T$ を行使価格とするプット・オプションのショート・ポジションのペイオフに他ならない。そして、このショート・プットの部分が、デフォルトの危険を表している。以上より、デフォルト・リスクを有する負債は、確定返済部分 $D_T$ とプット・オプションの売りからなる合成ポジションであることがわかる。

では、リスクある負債の現在価値、すなわち $B_0$ はどれだけの価値を有しているのであろうか。負債がオプションを含有していることがわかれば、 $B_T$ の期待値をリスク・フリー・レートで割引くことで現在価値 $B_0$ が求まる<sup>6</sup>。しかし、リスク・フリー・レートで割引くという通常のオプション評価法をここでも適用してもよいのであろうか<sup>7</sup>。

通常のブラック＝ショールズ・モデルのオプション評価では、投資家のリスク選好と関係なく、将来のキャッシュ・フローをリスク・フリー・レートで割引くリスク・ニュートラル評価法が用いられる。これは、オプションとその原資産との間で無リスク・ポートフォリオを組むことができるという前提のもとで成り立っている。よって、リスク・ニュートラル評価法では、原資産と派生証券に十分な流動性があるということが暗に仮定されている。しかし、負債の原資産となる企業資産、つまり企業そのものを取り引きする市場はほとんど流動性がないし、そもそも両者を一つのポートフォリオの中に含めること自体不可能である。したがって、負債評価を行う際にリスク・フリー・レートを用いるのは問題であり、原資産である企業資産の割引率を用いるべきである。これより、企業資産の割引率を $r_A$ とすると、負債の現在価値 $B_0$ は、

$$B_0 = D_T e^{-r_A T} - \max(0, D_T - \tilde{A}_T) e^{-r_A T} \quad (8)$$

となる。また、資産成長率 $\mu_A = r_A$ と見え、さらに、資産価値の対数正規性を仮定し、 $F(\bullet)$ を対数正規密度関数、 $N(\bullet)$ を累積標準正規密度関数とみると、

$$\begin{aligned} B_0 &= D_T e^{-r_A T} - \max(0, D_T - \tilde{A}_T) e^{-r_A T} \\ &= D_T e^{-r_A T} - e^{-r_A T} \int_{-\infty}^{D_T} (D_T - \tilde{A}_T) F(\tilde{A}_T) d\tilde{A}_T \\ &= D_T e^{-r_A T} - [D_T e^{-r_A T} N(-d_2) - A_0 N(-d_1)] \\ &= A_0 (1 - N(d_1)) + D_T e^{-r_A T} N(d_2) \end{aligned} \quad (9)$$

と表すことができる。ただし、

$$\begin{aligned} d_1 &= \frac{\ln(A_0/D_T) + (r_A + \sigma_A^2/2)T}{\sigma_A \sqrt{T}} \\ d_2 &= d_1 - \sigma_A \sqrt{T} \end{aligned}$$

である。

6 リスク・フリー・レートを用いた負債の時価評価は、Kealhofer[7]、Vasicek[8]がその論文の中で行っている。

7 リスク・ニュートラル評価法適用のさいの注意点は、森平[4]において指摘されている。

### 1.3.3. プット・コール・パリティと資産価値

それでは、株主資本 $E_t(t=0, \dots, T)$ についてもオプション理論を用いた評価を行ってみよう。株主資本の負債満期 $T$ における価値は、資産価値から債務総額を引いた残余分となるが、デフォルトが生じても負になることはない。よって、株式資本の現在価値 $E_0$ は、(9)式と同様の仮定をおくことで、

$$\begin{aligned} E_0 &= \max(\tilde{A}_T - D_T, 0)e^{-r_A T} \\ &= e^{-r_A T} \int_{D_T}^{\infty} (\tilde{A}_T - D_T) F(\tilde{A}_T) d\tilde{A}_T \\ &= A_0 N(d_1) - D_T e^{-r_A T} N(d_2) \end{aligned} \quad (10)$$

と導かれる。また、(9)式と(10)式をたすことで、

$$B_0 + E_0 = A_0 \quad (11)$$

となる<sup>8</sup>。これより、式の上でも時価レベルのバランス・シートが均衡していることがわかる。

### 1.3.4. オプション価格理論を利用した資産時価などの推定

1.3.3.の議論により、資産の時価を求める場合には、株式資本に負債の簿価 $D_T$ を加えるのではなく、時価 $B_0$ を加えなくてはならないことが、式の上からも確認できた。しかし、負債の時価が市場から観察できない場合も多い。この場合、負債時価を評価式(9)でもって推定することが考えられるが、そのパラメーターに資産時価が入ってくるため、資産・負債ともに推定できない。

そこで、株主資本が企業資産を原資産とするコール・オプションであるということを利用して、株主資本の時価は、市場で観察される株価に発行済株式数をかけることで容易にわかるので、(10)式を使って株主資本の時価から逆算して企業資産の時価を求める<sup>9</sup>。

その際、その他のパラメーターの値、つまり資産ボラティリティ $\sigma_A$ 、資産の期待成長率(割引率) $r_A$ 、負債簿価 $D_T$ 、負債満期 $T$ がわかっていなくてはならない。ここで、 $D_T$ と $T$ が既知だとしてもその他のパラメーターの推定が必要となってくる。そこで、さらに以下の二本の方程式(12)、(13)を加えることで、三本の連立方程式から三つのパラメーターを推定するという方法を採用することとした<sup>9</sup>。ただし、その際に、株主資本ボラティリティ $\sigma_E$ 、株主資本期待成長率 $r_E$ 、負債期待成長率 $r_B$ という三つのパラメーターの値を追加的に与えてやる必要がある。なお、これらについても何らかの仮定や推定が必要になるので、その方法は次項で触れることとする。

資産ボラティリティ $\sigma_A$ と株主資本ボラティリティ $\sigma_E$ の間には、

8 (11)式は、オプション理論の観点から言えば、プット・コール・パリティを表している。

9 株主資本とそのボラティリティから資産価値と資産ボラティリティを逆算することについては、Kealhofer[7]でも若干触れられている。また、実際に数式で示してあるものとしては、預金保険機構をモデル化したRonn and Verma[9]や、それを日本の銀行に適用した池尾[2]などがある。

$$\sigma_E = \frac{A_0 N(d_1)}{E_0} \sigma_A \quad (12)$$

が成立する。また、(11)式より、資産期待成長率 $r_A$ と株主資本期待成長率 $r_E$ 、負債期待成長率 $r_B$ の間には、

$$r_A = \frac{E_0}{A_0} r_E + \left(1 - \frac{E_0}{A_0}\right) r_B \quad (13)$$

という関係が成り立つ。よって、(10)、(12)、(13)を連立させることで、資産価値 $A_0$ 、資産ボラティリティ $\sigma_A$ 、資産期待成長率 $r_A$ 値を得ることができる。

### 1.3.5. その他のパラメーターの推定

前項の連立方程式を解くためには、負債期待成長率 $r_B$ 、株主資本期待成長率 $r_E$ 、株主資本ボラティリティ $\sigma_E$ という三つのパラメーターの値を与えてやる必要がある。しかし、これらの値は市場から直接観察できないので、何らかの推定を行わなくてはならない。

まず、負債の期待成長率であるが、これは負債時価が市場で観測できないためその推定は極めて困難である。しかし、オプション価格理論においては期待成長率はそれほど重要なパラメーターではないので、原資産、この場合は負債の状況に応じて何らかの仮定をおき、投資家の要求利回りやリスク・フリー・レートなどで代替すればよい。

次に株主資本の期待成長率だが、これは株式のそれと等しい。なぜなら、株主資本の時価は、株価に発行済株式数をかけたただけなので、株式数が一定であれば、その変化率は全く同じ動きをする。したがって、過去の株価からそれらを推定することが可能である。株式の期待成長率に関しては、CAPMやAPTといった均衡理論から求める方法や、実績値としての収益率、つまり過去の収益率の平均でもって期待値とするといった方法が考えられる。

最後に株主資本のボラティリティだが、成長率が株式のものと等しいため、ボラティリティも株式のボラティリティに等しい。よって、過去の株価から推定可能である。しかし、これはオプション理論上重要な影響力を持つので、できるだけ正確な推定を行う必要がある<sup>10</sup>。

最も客観的に株式ボラティリティを推定する方法としては、株券オプションからインプライド・ボラティリティを求めるという方法がある。これは、ブラック＝ショールズ式を用いてオプション価格から逆算したものなので、市場評価のボラティリティといわれる。しかし、この方法は、個別株オプション市場が十分に機能していなくては使えない。残念ながら、日本の個別株オプション市場は、取り引きされている銘柄も少なく流動性もほとんどない。

インプライドにボラティリティを求めることができない場合、何らかの仮定をおくことでボラティリティを推定しなくてはならない。最も簡単な方法としては、分散均一構造を仮定することでヒ

10 ボラティリティ推定の可能性については森平[4]で触れられている。

ストリカル・ボラティリティを求めることが挙げられる。この方法は、真のボラティリティが変化した場合、その変化をいち早く反映できないという欠点がある。しかし、ブラック＝ショールズ・モデルそしてその応用である倒産確率推定モデル自体が分散均一性を仮定しているため<sup>11</sup>、モデルとの整合性があるという利点はある。

また、条件付き不均一分散モデルとして知られるARCH、GARCHを用いるのも有効である。これは、過去の収益率の誤差にウェイトをかけて将来のボラティリティを推定する時系列モデルである。よって、ボラティリティの変化を反映しやすいというメリットがある。しかし、この方法を適用するにあたっては、誤差項の定常性やその係数の非負制約などの条件を満たす必要がある<sup>11</sup>。

#### 1.4. まとめ

企業の信用リスクを測る方法として、財務分析を中心としたファンダメンタル分析がある。しかし、市場が効率的であるのならばそれらの情報は全て市場に反映されているはずである。したがって、市場から観察できるまたは推定できる値を用いて信用リスクを測ることができれば、より信頼性の高い信用リスク指標となるはずである。

こうした認識のもとで、1.1.でオプション価格理論を利用したKMVの倒産確率推定モデルを紹介した。これは、企業資産の動きを確率過程で記述することで、企業が負債満期においてデフォルトに陥る確率を推定するモデルであった。

そして、1.2.では、KMVの考え方をもとにした今回使う倒産確率推定モデルの説明を行った。それは、企業の総合的な信用リスクをみるという目的のもと、企業の抱える様々な負債を一つの負債にまとめ、債務超過に陥る確率を推定するモデルであった。この時、満期の異なる負債をまとめるという問題が生ずるが、その問題を回避するための注意点についても言及した。

このモデルでは、1. 資産の現在価値 $A_0$ 、2. 負債満期の簿価 $D_T$ 、3. 資産期待成長率 $\mu_A (=r_A)$ 、4. 資産ボラティリティ $\sigma_A$ 、5. 想定負債満期 $T$ 、の五つのパラメーターが必要となる。 $T$ と $D_T$ は所与として考えても、残りの三つは推定しなくてはならない。しかし、株主資本 $E_0$ が企業資産 $A_0$ のコール・オプションとみなすことができるので、これに関連する計三本の連立方程式を使って $A_0$ 、 $r_A$ 、 $\sigma_A$ を求めることができる。ただし、この時、株主資本ボラティリティ $\sigma_E$ 、株主資本期待成長率 $r_E$ 、負債期待成長率 $r_B$ の推定値を与えてやる必要がある。

次章では、以上の前提のもとに、日本の証券取引所に上場されている計118の銀行について、倒産確率の推定を実際に行う。

---

11 不均一分散のもとではモンテカルロ法で倒産確率を推定するという方法が考えられる。これについては森平[4]で触れられている。

12 ARCH、GARCHについては2.2.4.で再び触れる。

## 第2章

# 倒産確率推定モデルによる 邦銀の信用変化の実証研究

---

### 2.1. 分析対象

倒産確率推定モデルの実証を行うにあたり、銀行業界を選び、全国の証券取引所に上場されている118行を分析対象とした。この業界を選んだ理由は、金融不安といわれる中で特に信用リスクの関心が高まっている業種であり、かつ多様なサンプルがそろっているからである。

データには1997年一年間の株価と財務データを用いた。そして、そこから必要なパラメータの値を推定し、同年4月3日から12月30日までの9ヶ月間、全銀行の毎日の倒産確率を求めた。

### 2.2. モデルの概要と仮定

#### 2.2.1. モデル式

今回は、1.2.で述べたように、企業の信用リスク測定を目的とし、実際に倒産になる確率ではなく、債務超過に陥る確率でもって倒産確率と定義する。ここでは、将来の資産価値 $A_T$ が負債総額 $D_T$ を下回る確率でもって期待倒産確率EDPが推定できる。そして、その推定式は1.1.2.で示した(4)式であり、ここでもう一度示すと、

$$EDP = 1 - N(d_2) \quad (14)$$

である。ただし、

$$d_2 = \frac{\ln(A_0/D_T) + (r_A - \sigma_A^2/2)T}{\sigma_A \sqrt{T}}$$

である。

#### 2.2.2. パラメーター推定における諸仮定

上のモデルから、倒産確率の推定には、資産の現在価値 $A_0$ 、負債満期の償還額 $D_T$ 、資産

期待成長率 $r_A$ 、資産ボラティリティ $\sigma_A$ 、想定負債満期 $T$ 、の五つのパラメーターを与える必要がある。 $A_0$ 、 $r_A$ 、 $\sigma_A$ については、1.3.4.で述べたように、(10)、(12)、(13)を連立させることで求めることができる。そしてそのためには、株主資本 $E_0$ 、株主資本ボラティリティ $\sigma_E$ 、株主資本期待成長率 $r_E$ 、負債期待成長率 $r_B$ の値が必要となる。 $E_0$ は株価 $S_0$ に発行済株式数 $N$ をかけることで求まる。以上より、倒産確率推定のために必要な値は、 $T$ 、 $D_T$ 、 $N$ 、 $S_0$ 、 $\sigma_E$ 、 $r_E$ 、 $r_B$ の計七つであることがわかる。

なお、 $N$ については有価証券報告書などから、 $S_0$ は株式市場から直接得ることができる。また、 $T$ 、 $D_T$ 、 $r_B$ の三つについては以下のような仮定を置くこととした。

まず、想定負債満期 $T$ であるが、これは全て一年として考えることとした。一年という時間は短期負債と長期負債の区切りとなる時間であるため、企業の総合的な信用リスクを測るといって今回の目的に適している。また、あまり長く時間をとると、推定するパラメーターの安定性が悪くなり、その分倒産確率の信頼性も低くなる。

次に、負債満期の償還額 $D_T$ であるが、これは一年後の負債簿価を推測するのではなく今期の負債簿価を代用することとした。というのは、今回は一年という比較的短い期間を考えるため、来期の負債簿価にそれほど変化がないであろうと想定したのが一つの理由である。また、1.2.で言及したように、 $D_T$ を正しく推定するには、まだ $T$ 期に満期を迎えていない負債をリスク・フリー・レートで割引く事が必要であった。このため、簿価を代用すると実際の $D_T$ よりも大きくなる。したがって、簿価を代替する事による過大評価分を相殺すべく、 $T$ 期つまり一年後の簿価ではなく現在の簿価を用いることにした。

負債時価の期待成長率 $r_B$ は、一番推定が難しいパラメーターである。この値は、式(12)より資産期待成長率 $r_A$ の推定に影響を与える。幸いなことに、 $r_A$ はオプション価格でそれ程重要な影響を持つパラメーターとみなされないため、あまり厳密に考えなくてもよい。そこで、今回は一律 $r_B=0$ と置くこととした。負債の時価は企業の信用が上がるほど高くなり、資産の時価を上昇させる。今回は企業の信用リスクの測定が目的なので、資産の成長率を正の値ではなく0とすることで、資産の成長率を厳しく見積もることとした。

以上の仮定より、推定しなくてはならない値は結局 $\sigma_E$ 、 $r_E$ の二つとなる。

### 2.2.3. 期待株主資本成長率の推定

1.3.5.で述べたように、期待株主資本成長率は期待株価成長率に等しい。今回は、日々の株価から日次収益率を求め、その平均値を250倍し年次換算<sup>13</sup>することで期待株価成長率とした。平均を取る際のデータには、倒産確率推定当日までの60日間(約3ヶ月)の日次収益率

13 株式市場の開いている日数が、一年間で約250日だからである。株価は市場が閉まっている間は動かないので、1年=250日と考える場合が多い。詳しくはHull[5]を参照。

14 対数価格差で表された収益率は、連続複利における収益率である。また、連続複利で求めた収益率の平均は、通常の収益率 $(S_t - S_{t-1})/S_{t-1}$ の幾何平均にほぼ等しい。

を用いた。なお、日次収益率の計算には、対数価格差すなわち $\ln S_t - \ln S_{t-1}$ を用いた<sup>14</sup>。

#### 2.2.4. 株主資本ボラティリティの推定

ボラティリティも期待成長率同様、株主資本のものと株価のものの値は等しい。今回は、倒産確率推定当日までの60日間の日次収益率からヒストリカル・ボラティリティを求め、それでもって推定値とすることとした。

なお、ボラティリティ推定にはARCH/GARCHをも用いた。このモデルは、無条件分散については一定だが、過去の時系列データを与えたときの条件付き分散は均一でないと仮定し、過去の誤差項から将来の分散を推定するモデルである。これは、誤差項 $u_t$ についてのARMAモデルと考えられ、一般的にGARCH( $p, q$ )として、

$$\sigma_t^2 = \gamma + \sum_{i=1}^p \alpha_i u_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (15)$$

と定式化される。特に $q=0$ のときARCH( $p$ )と表される。

定数項 $\gamma$ と各係数 $\alpha_i, \beta_j$ については最尤法で推定できる。しかし、その際 $\sum \alpha_i \neq 1, \sum \beta_j \neq 1$ という制約条件が課せられる。また、ボラティリティ $\sigma_t^2$ は負にならないため、通常各係数に非負制約、つまり $\gamma \geq 0, \alpha_i \geq 0, \beta_j \geq 0$ を課す<sup>16</sup>。

今回はARCH(1)、ARCH(2)、ARCH(3)、GARCH(1,1)について試した。それぞれのモデルについて、4月3日から12月30日までの185日間毎日、各行について推定式を出したが、非負制約など上記の制約条件から見て、どれも有意な結果を得ることができなかった。このため、ARCH/GARCHによるボラティリティ推定はあきらめ、今回はヒストリカル・ボラティリティを使って倒産確率を求めることとした。なお表1に、最も単純なARCH(1)について、制約条件を満たすことができなかった日数を、主要行について銀行別に表示す。

表1 主要行のARCH(1)推定不可能日数

銀行名	日数	割合(%)
日本興業銀行	71	38.4
日本長期信用銀行	35	18.9
日本債券信用銀行	32	17.3
第一勧業銀行	41	22.2
北海道拓殖銀行*	47	30.3
さくら銀行	11	5.9
東京三菱銀行	78	42.2
富士銀行	63	34.1
住友銀行	99	53.5
大和銀行	112	60.5
三和銀行	59	31.9
東海銀行	29	15.7
あさひ銀行	13	7.0
三井信託銀行	73	39.5
三菱信託銀行	31	16.8
住友信託銀行	95	51.4
安田信託銀行	9	4.9
日本信託銀行	63	34.1
東洋信託銀行	53	28.6
中央信託銀行	38	20.5

注 割合は、ARCHの推定を行った185日に占める、推定式の特定ができなかった日の割合。  
\*は11/17経営破たんのため155日間で計算

15 ARCH/GARCHのより詳しいことについては小暮[1]などを参照。

16 GARCHの場合は、 $\beta_j \geq 0$ であれば、必ずしも $\alpha_i \geq 0$ である必要はない。

## 2.3. 4月3日と12月30日の倒産確率

### 2.3.1. 倒産確率分布の変化

では、この節からは、実際に推定した倒産確率について分析していくこととする。まず、全体の外観をつかむために、全118行について、倒産確率推定期間の始まりの4月3日と終わりの12月30日の倒産確率を見ていくこととしよう。

表2には、両日における銀行の倒産確率の分布状況を示してある。これをみると、邦銀の信用力がこの9か月間で急速に低下していることがわかる。倒産確率が5%をこえる銀行の数が急激に増加している。4月3日の時点で全銀行の93.2%が倒産確率5%におさまっていたが、12月30日では65.3%しかこの範囲内に入っていない。さらには、倒産確率5%を越える銀行のうち、倒産確率50%をこえる銀行が7行、既に経営破たんしてしまった銀行が2行も生じている。

しかし、その一方で、倒産確率が0.1%未満の銀行の数については2時点の間でほとんど変化がない。これより、0.1%未満の銀行については、あまり倒産確率に変化がないのではないかと予想できる。

### 2.3.2. 倒産確率の低い銀行と株式ボラティリティ

では、より詳細について見ていこう。4月3日の倒産確率について表3.1と表3.2、12月30日

表2 倒産確率分布

倒産確率 (%)	1997/04/03		1997/12/30	
	度数	累積(%)	度数	累積(%)
0.00以上 ~ 0.01未満	36 (10)	30.5	35 (10)	29.7
0.01 ~ 0.10	11 (1)	39.8	10 (1)	38.1
0.10 ~ 1.00	31	66.1	13	49.2
1.00 ~ 2.00	12 (1)	76.3	11	58.5
2.00 ~ 5.00	20 (1)	93.2	8	65.3
5.00 ~ 10.00	6	98.3	10 (1)	73.2
10.00 ~ 20.00	2	100.0	12 (1)	83.9
20.00 ~ 50.00	0	100.0	10	92.4
50.00 ~ 100.00	0	100.0	7	98.3
経営破たん	0	100.0	2	100.0

注 度数の左隣に( )の中で示した数字は、1997年の取引日数245日の中で株取引が行われなかった日が50日以上銀行の数。

表3.1 1997年4月3日の銀行の倒産確率

順位	銀行名	倒産確率	格付け	順位	銀行名	倒産確率	格付け
1	筑邦銀行**	0.0000%		31	山口銀行	0.0031%	A2
1	札幌銀行**	0.0000%		32	新潟中央銀行	0.0037%	
1	熊本ファミリー銀行*	0.0000%		33	東京都民銀行	0.0051%	
1	南日本銀行**	0.0000%		34	十六銀行	0.0059%	Baa1
1	豊和銀行**	0.0000%		35	第四銀行	0.0064%	Baa1
1	宮崎太陽銀行**	0.0000%		36	阿波銀行	0.0080%	
7	殖産銀行(5/1)	0.0000%		37	武蔵野銀行	0.0128%	
8	東北銀行(6/11)	0.0000%		38	トマト銀行*	0.0143%	
9	長野銀行(6/9)	0.0000%		39	東和銀行	0.0147%	
10	泉州銀行	0.0000%		40	紀陽銀行	0.0228%	Baa3
11	富山銀行*	0.0000%		41	中京銀行	0.0244%	
12	せとうち銀行**	0.0000%		42	秋田銀行	0.0314%	
13	七十七銀行	0.0000%	A3	43	福岡シティ銀行	0.0350%	
14	九州銀行	0.0000%		44	八十二銀行	0.0522%	A2
15	鹿児島銀行	0.0000%		45	十八銀行	0.0591%	
16	みちのく銀行	0.0000%		46	中国銀行	0.0776%	A1
17	南都銀行**	0.0000%	Baa2	47	北國銀行	0.0983%	
18	愛知銀行	0.0000%		48	百五銀行	0.1120%	A3
19	第三銀行	0.0000%		49	徳島銀行	0.1286%	
20	東日本銀行	0.0000%		50	福岡銀行	0.1351%	A3
21	清水銀行	0.0001%		51	青森銀行	0.1451%	
22	山陰合同銀行	0.0002%	Baa1	52	西日本銀行	0.1465%	
23	四国銀行	0.0005%		53	岩手銀行	0.1592%	
24	群馬銀行	0.0005%	A1	54	大東銀行	0.1677%	
25	鳥取銀行*	0.0012%		55	東京三菱銀行	0.1693%	Aa2
26	伊予銀行	0.0012%	A3	56	びわこ銀行	0.1977%	
27	山梨中央銀行	0.0015%		57	大分銀行	0.2124%	
28	山形銀行	0.0021%		58	広島銀行	0.2160%	Baa2
29	スルガ銀行	0.0023%	Baa1	59	東京相和銀行	0.2440%	
30	北日本銀行	0.0023%		60	親和銀行	0.2973%	

注 格付けはムーディーズの長期預金格付けを使用。

\*\*は1997年一年間で株の取引がなかった日が100日以上の銀行。\*は50日以上100日未満。

殖産銀行・長野銀行・東北銀行は、それぞれ2/3・3/12・3/14に東証二部に上場した。このため4/3の倒産確率推定が行えなかったため、( )に示した日付の倒産確率を示した。

のものについては表4.1と表4.2で、それぞれの銀行の倒産確率を低い順で示しておいた。表3.1と表4.1では、それぞれ両日の倒産確率の低い60行が示されているが、これから倒産確率が0.1%未満の銀行についてはそれ程入れ替わりがないことがわかる。唯一目立った変化があったのは紀陽銀行だけで、4月3日では0.023%という低い倒産確率であったにも関わら

表3.2 1997年4月3日の銀行の倒産確率(続き)

順位	銀行名	倒産確率	格付け	順位	銀行名	倒産確率	格付け
61	広島総合銀行	0.311%		90	関西銀行	1.987%	
62	三重銀行	0.311%		91	京葉銀行	2.137%	
63	池田銀行	0.338%		92	近畿銀行	2.248%	
64	栃木銀行	0.348%		93	静岡銀行	2.293%	Aa3
65	宮崎銀行	0.391%		94	北海道拓殖銀行	2.420%	Baa3↓
66	肥後銀行	0.421%		95	京都銀行	2.523%	Baa1
67	北越銀行	0.454%		96	福徳銀行	2.534%	
68	滋賀銀行	0.598%	Baa2	97	千葉興業銀行	2.614%	
69	東邦銀行	0.617%		98	東洋信託銀行	2.636%	Baa1
70	佐賀銀行	0.626%		99	岐阜銀行	2.743%	
71	福島銀行	0.645%		100	三和銀行	3.179%	Aa3
72	福井銀行	0.691%		101	第一勧業銀行	3.209%	A1
73	百十四銀行	0.715%	Baa1	102	阪神銀行**	3.526%	
74	大和銀行	0.761%	Baa1	103	住友銀行	3.550%	A1
75	琉球銀行	0.789%		104	北海道銀行	3.681%	Baa3↓
76	常陽銀行	0.912%	A1	105	東海銀行	4.037%	A2
77	横浜銀行	0.992%	A3	106	大垣共立銀行	4.097%	Baa1
78	香川銀行	0.996%		107	北陸銀行	4.133%	Baa3
79	愛媛銀行	1.015%		108	日本信託銀行	4.186%	Aa3
80	福岡中央銀行	1.038%		109	富士銀行	4.734%	A1
81	千葉銀行	1.093%	A2	110	安田信託銀行	4.791%	Baa2
82	中央信託銀行	1.265%	Baa3	111	さくら銀行	5.321%	A3
83	名古屋銀行	1.382%		112	住友信託銀行	5.762%	Baa1
84	沖縄銀行	1.639%		113	三井信託銀行	7.038%	Baa2
85	日本興業銀行	1.651%	A1↓	114	三菱信託銀行	7.116%	Baa1
86	大阪銀行*	1.772%		115	関東銀行	7.417%	
87	北洋銀行	1.825%		116	日本長期信用銀行	7.840%	Baa1↓
88	あさひ銀行	1.865%	A2	117	徳陽シティ銀行	15.854%	
89	足利銀行	1.869%	Baa1	118	日本債券信用銀行	16.799%	Baa3#

注 格付けはムーディーズの長期預金格付けを使用。

↓は、現在の格付けを格下げ方向で検討中のもの。

#は、金融債を発行しているがその格付けが預金格付けと異なるもの。日債銀の金融債格付けは、預金格付けより一段階下のBa1。

\*\*は1997年一年間で株の取引がなかった日が100日以上の銀行。\*は50日以上100日未満。

ず、12月30日では68%(表4.2参照)という非常に高い確率を示している。しかし、この一例を除けば、倒産確率が非常に低い銀行に関しては、それ程大きな変化はないといえよう。

また、表3.1と表4.1より、倒産確率が低い銀行の中には、いわゆる主要行といわれる銀行は含まれず、ほとんどが比較的規模の小さい地銀・第二地銀でしめられていることがわかる。このことについては、次の二つの理由が考えられる。

表4.1 1997年12月30日の銀行の倒産確率

順位	銀行名	倒産確率	格付	順位	銀行名	倒産確率	格付
1	筑邦銀行**	0.0000%		31	東北銀行	0.0040%	
1	長野銀行	0.0000%		32	肥後銀行	0.0042%	A2
1	南日本銀行**	0.0000%		33	九州銀行	0.0063%	
1	豊和銀行**	0.0000%		34	岩手銀行	0.0065%	
1	宮崎太陽銀行**	0.0000%		35	八十二銀行	0.0068%	A2
6	大東銀行	0.0000%		36	親和銀行	0.0110%	
7	熊本ファミリー銀行*	0.0000%		37	広島総合銀行	0.0156%	
8	みちのく銀行	0.0000%		38	池田銀行	0.0171%	
9	殖産銀行	0.0000%		39	中国銀行	0.0171%	A1
10	せとうち銀行**	0.0000%		40	東和銀行	0.0239%	
11	第三銀行	0.0000%		41	スルガ銀行	0.0325%	A2
12	トマト銀行*	0.0000%		42	山陰合同銀行	0.0444%	Baa1
13	札幌銀行**	0.0000%		43	群馬銀行	0.0455%	A1
14	武蔵野銀行	0.0000%		44	十八銀行	0.0488%	
15	南都銀行**	0.0000%	Baa1	45	十六銀行	0.0572%	Baa1
16	富山銀行*	0.0000%		46	福岡銀行	0.1239%	A3
17	伊予銀行	0.0001%	A3	47	青森銀行	0.1310%	
18	滋賀銀行	0.0001%	Baa2	48	北國銀行	0.1317%	
19	愛知銀行	0.0001%		49	秋田銀行	0.1780%	
20	北日本銀行	0.0002%		50	阿波銀行	0.1822%	
21	四国銀行	0.0003%		51	山形銀行	0.2531%	
22	清水銀行	0.0004%		52	佐賀銀行	0.4114%	
23	中京銀行	0.0005%		53	鳥取銀行*	0.4318%	
24	徳島銀行	0.0006%		54	琉球銀行	0.4344%	
25	東日本銀行	0.0007%		55	大分銀行	0.4948%	
26	東京都民銀行	0.0012%		56	新潟中央銀行	0.5164%	
27	びわこ銀行	0.0014%		57	宮崎銀行	0.8169%	
28	七十七銀行	0.0023%	A1	58	大垣共立銀行	0.8903%	Baa1
29	山口銀行	0.0036%	A2	59	近畿銀行	1.0492%	
30	泉州銀行	0.0037%		60	百五銀行	1.1259%	A3

注 格付けはムーディーズの長期預金格付けを使用。

\*\*は1997年一年間で株の取引がなかった日が100日以上の銀行。\*は50日以上100日未満。

第一に、地銀の経営は安定的であるということだ。日本版ビッグ・バンによる規制緩和で金融業界は本格的な競争時代に入ろうとしているが、地銀は、該当地域で伝統的な商業銀行業務をおこなっていくという方向性がはっきりしている。この分野は、地元との間で築かれた信頼関係がものをいう分野なので、ビッグ・バンが行われても競争が激化するとは考え難く、安定的であるといえよう。したがって、地元の産業を支えるという地域密着型の路線を崩さず地域からの信用を守っていければ、高い収益は望めないかもしれないが、債務超過という不健全な状態に陥ることもまずないであろう<sup>17</sup>。つまり、倒産確率の低い銀行は、ローリスク・ローリ

17 今回の分析では、倒産確率を債務超過に陥る確率と定義している。詳しくは1.2を参照。

表4.2 1997年12月30日の銀行の倒産確率(続き)

順位	銀行名	倒産確率	格付	順位	銀行名	倒産確率	格付
61	福岡シティ銀行	1.151%	Baa1	90	千葉興業銀行	10.841%	
62	山梨中央銀行	1.167%		91	日本債券信用銀行	13.670%	Baa3 # ↓
63	北越銀行	1.201%		92	関東銀行	14.807%	
64	鹿児島銀行	1.267%		93	横浜銀行	15.069%	A3
65	栃木銀行	1.332%		94	第一勧業銀行	15.365%	A1
66	百十四銀行	1.456%	Baa1	95	阪神銀行**	15.549%	
67	第四銀行	1.507%	Baa1	96	三和銀行	15.579%	Aa3
68	岐阜銀行	1.603%		97	東海銀行	16.501%	A2
69	静岡銀行	1.860%	Aa3	98	三菱信託銀行	17.148%	Baa1
70	東邦銀行	2.006%		99	福岡中央銀行	18.882%	
71	常陽銀行	2.353%	A1	100	住友信託銀行	21.514%	Baa1
72	福徳銀行	2.607%		101	富士銀行	25.386%	A1 ↓
73	香川銀行	2.967%		102	日本信託銀行	27.811%	Aa3
74	千葉銀行	3.066%	A2	103	さくら銀行	28.370%	A3 ↓
75	福井銀行	4.244%		104	あさひ銀行	29.962%	A2
76	三重銀行	4.526%		105	東京相和銀行	31.262%	
77	西日本銀行	4.981%	Baa1	106	関西銀行	36.483%	
78	愛媛銀行	5.235%		107	広島銀行	38.407%	Baa2
79	名古屋銀行	5.297%		108	京葉銀行	47.918%	
80	大阪銀行*	5.433%		109	中央信託銀行	48.811%	Baa3 ↓
81	京都銀行	5.548%	Baa1	110	日本長期信用銀行	55.690%	Baa1 # ↓
82	東京三菱銀行	6.396%	Aa2	111	三井信託銀行	62.402%	Baa2 ↓
83	北洋銀行	6.851%		112	紀陽銀行	68.099%	Baa3 ↓
84	沖縄銀行	7.209%		113	北陸銀行	68.405%	Baa3 ↓
85	住友銀行	8.492%	A1	114	大和銀行	78.314%	Baa1 ↓
86	北海道銀行	8.743%	Baa3	115	足利銀行	81.614%	Baa3 ↓
87	福島銀行	9.226%		116	安田信託銀行	84.014%	Baa2 ↓
88	東洋信託銀行	10.442%	Baa1	117	北海道拓殖銀行	経営破たん	
89	日本興業銀行	10.646%	A2	117	徳陽シティ銀行	経営破たん	

注 格付けはムーディーズの長期預金格付けを使用。

↓は、現在の格付けを格下げ方向で検討中のもの。

#は、金融債を発行しているがその格付けが預金格付けと異なるもの。日債銀、長銀の金融債格付けは、それぞれ預金格付けより一段階下のBa1、Baa2。

\*\*は1997年一年間で株価がつかなかった日が100日以上銀行。\*は50日以上100日未満。

ターンであるという解釈である。

第二に、株式の流動性の問題である。規模の小さな銀行は、たとえ証券取引所に上場されていても、その株式の取引はあまり活発ではない。表2では、度数の隣に( )で株取引の成立しなかった日数が50日以上銀行の数を示してある。また、表3.1から表4.2では、\*印で株取引の少ない銀行を示している。これらの表からも、株式の流動性が低い銀行は地銀・第二地

銀であり、なおかつほとんどが倒産確率が極めて低い水準にあることがわかる。株式の流動性が低い場合、株価がその銀行についての情報を十分に織り込んでいない可能性がある。また、それ以上に、株価がつかないためにそのボラティリティを観察することが困難で、その変化をつかむことができない。今回は、株価のつかなかった日は前日と変わらないと考えたため、ボラティリティを過小評価した可能性がある。

このように考えると、実は第一の理由もボラティリティの問題であることがわかる。経営が安定的なため、高い収益は期待できない反面倒産の危険も少ないということは、株価もそれを反映して安定的であるはずである。そのような銀行は当然ボラティリティが低い。したがって、倒産確率には株式のボラティリティが強い影響力を持っていると考えられるのだ。

1.3.4.で見てきたように、株式ボラティリティは、資産時価と資産成長率、そして資産ボラティリティの予測に影響を与える。それらの値が最終的に倒産確率を決定するわけなので、株式ボラティリティと倒産確率の間には非常に複雑な非線形の関係がある。そこで、グラフで視覚化する事によって、両者の関係をみていくこととしよう。図1.1と図1.2で、4月3日と12月30日それぞれについて、全銀行の倒産確率(EDP/Expected Default Probability)と株式ボラティリティの関係をプロットしてみた。これらの図から明らかなように、株式ボラティリティと倒産確率の間には、非常に強い正の関係があることがわかった。

図1.1 株式ボラティリティと倒産確率(4/3)

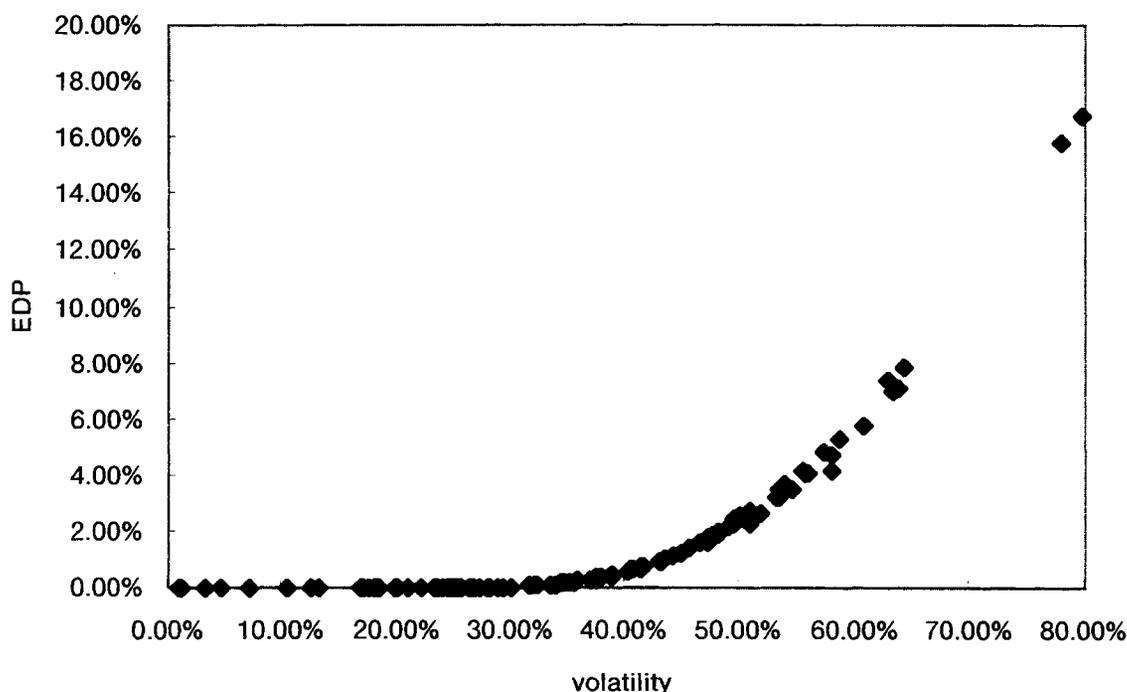
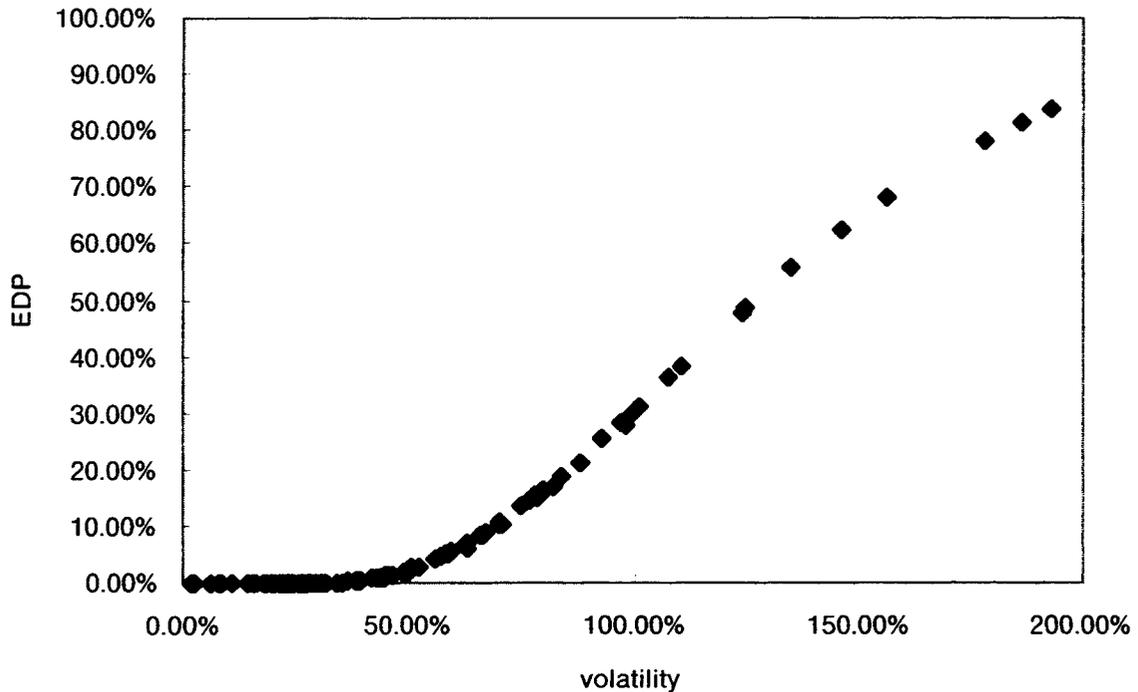


図1.2 株式ボラティリティと倒産確率(12/30)



### 2.3.3. 倒産確率と格付け

表3.1から表4.2までに、倒産確率とともにムーディーズの長期預金格付けを示しておいた。しかし、これらを見る限りでは倒産確率と格付けの間には、それほど強い関係はないようだ。ほとんど倒産確率が0%の銀行でも、例えば南都銀行や滋賀銀行のようにトリプルBクラスの格付けがついている。その一方で、12月30日の段階で倒産確率が20%をこえているさくら銀行やあさひ銀行はシングルAの格付けをとっている。

今回の論文は倒産確率と格付けの関係性を見ることを目的としないので、あまり詳しくは検討しないが、格付けは倒産確率モデルよりもひとつには規模を重視していると考えられる。これは、信用不安といわれながらも、ほとんどの都市銀行がシングルAクラスの比較的高い格付けを取得していることから明らかであろう。一方、今回の倒産確率推定モデルでは、規模が大きいというだけでは倒産確率を減少させることはできない。いくら資産規模が大きくなっても、それに伴って負債総額が大きくなれば、その企業の信用リスクは改善されているとは言えないからである。

では、倒産確率推定モデルは、規模の効果を一切織り込まないのであろうか。式(14)を見ても明らかのように直接的には無関係だが、市場を通じ株価という形で間接的に織り込んでいるといえよう。一般に規模の大きな企業は、様々なプロジェクトに取り込んでおり、多様な事業

ポートフォリオによって構成されている。したがって、規模の大きさは事業投資の分散化を可能にするため、事業リスクを減らし企業業績を安定化することが可能となる。これにより、株価も安定化しボラティリティが低くなり、よって倒産確率も減少するのである。つまり、規模の大きさが企業経営の安定さにつながっていれば、それが市場を通じて株価の安定性として反映され、ひいては倒産確率を減少させるのである。

日本の銀行は、上記の意味での規模の効果があるとは言い難い。日本の銀行は長い間規制によって様々な制限を受けていたため、関連業態への進出や新商品の開発が欧米に比べて遅れている。日本版ビッグ・バンの名のもと、本格的な自由化が進められているが、少なくとも現段階では規模が大きいことがプラスには働いていないと言えよう。

#### 2.3.4. 倒産確率が拡大した銀行

表4.2をみると、12月30日において、メジャー・バンクといわれる旧主要20行<sup>18</sup>は、東京三菱銀行と住友銀行を除いて全て10%以上の確率となっている。これは、4月3日において倒産確率が10%以上となる銀行が2行しかなかった(表2より)ことを考えると、極めて急速に倒産確率が拡大しているといえる。これは、2.3.2.でみてきた倒産確率に変化のない地銀とは対照的である。

表5 主要行等の倒産確率の変化

銀行名	倒産確率 変化	12/30		4/3	
		倒産確率	順位	倒産確率	順位
北海道拓殖銀行	↑	破たん	---	2.42	94
徳陽シティ銀行	↑	破たん	---	15.85	117
安田信託銀行	↑	84.01	116	4.79	110
足利銀行	↑	81.61	115	1.87	89
大和銀行	↑	78.31	114	0.76	74
北陸銀行	↑	68.41	113	4.13	107
紀陽銀行	↑	68.10	112	0.02	40
三井信託銀行	↑	62.40	111	7.04	113
日本長期信用銀行	↑	55.69	110	7.84	116
中央信託銀行	↑	48.81	109	1.27	82
京葉銀行	↑	47.92	108	2.14	91
広島銀行	↑	38.41	107	0.22	58
関西銀行	↑	36.48	106	1.99	90
東京相和銀行	↑	31.26	105	0.24	59
あさひ銀行	↑	29.96	104	1.87	88
さくら銀行	↑	28.37	103	5.32	111
日本信託銀行	↑	27.81	102	4.19	108
富士銀行	↑	25.39	101	4.73	109
住友信託銀行	↑	21.51	100	5.76	112
三菱信託銀行	↑	17.15	98	7.12	114
東海銀行	↑	16.50	97	4.04	105
三和銀行	↑	15.58	96	3.18	100
第一勧業銀行	↑	15.36	94	3.21	101
日本債券信用銀行	↓	13.67	91	16.80	118
日本興業銀行	↑	10.65	89	1.65	85
東洋信託銀行	↑	10.44	88	2.64	98
住友銀行	↑	8.49	85	3.55	103
東京三菱銀行	↑	6.40	82	0.17	55

18 ここでいう旧主要20行とは、長期信用銀行、都市銀行、信託銀行を本体で営む計20の銀行のこと。「旧」としたのは北海道拓殖銀行が経営破たんしたためだが、以下は「旧」を省く。具体的には、日本興業、日本長期信用、日本債券信用、第一勧業、北海道拓殖、さくら、東京三菱、富士、住友、大和、三和、東海、あさひ、三井信託、三菱信託、住友信託、安田信託、日本信託、東洋信託、中央信託のことである。

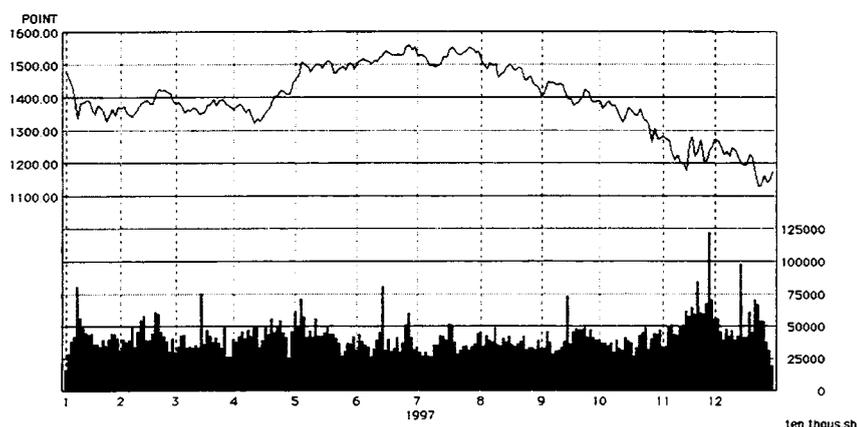
主要行の倒産確率の急上昇は、表5をみることでよりはっきりする。この表は、12月30日において倒産確率が20%以上であった銀行に残りの主要行を加え、4月3日の倒産確率と比較したものである。破たんした銀行を含め倒産確率20%以上の銀行は、住友信託銀行より上で全部で19行あるが、そのうち11行が旧主要行であり、地銀は8行でしかない。また、20%未満の主要行に関しても、日本債券信用銀行以外は、倒産確率を大きく増加させている。日本債券信用銀行に関しても、4月3日の倒産確率が全銀行の中で最も高かっただけに、いくら確率が下がったといっても10%以上という水準は保っている。

以上より、金融不安といわれる中で、邦銀の信用力が著しく低下していることが倒産確率の面からもはっきりとわかる。次の節では、邦銀の信用低下の大きな原因の一つであると考えられる北海道拓殖銀行の経営破たんについて見ていくこととする。

## 2.4. 北海道拓殖銀行の経営破たんとその影響

1997年11月17日月曜日午前、都市銀行の一角であった北海道拓殖銀行が事実上の経営破たんに陥り、営業権を道内の北洋銀行に譲渡するとの発表がなされた。これは、大蔵省が内外に公言してきた「大手二十行はつぶさない」という、いわゆる「護送船団行政」の終焉を意味し内外に大きな衝撃を与えた。また、その週の土曜日には四大証券の一角であった山一証券も破たんした。この一連の流れの中で日本の金融機関に対する信用は低下し、それは外銀の邦銀に対するジャパン・プレミアムの拡大などの形で現れることとなった。図2、図3は、東京証券取引所の総合株価指数(TOPIX)と業種別株価指数(銀行業)であるが、11月、12月の株価の売買高の多さと株価の激しさから、その混乱を読みとることができる。この節では、邦銀の信用力に大きな影響を与えたと考えられる拓銀について、その倒産確率の推移を検討するとともに、拓銀の経営破たんが他行の倒産確率に与えた影響について見ていくこととする。

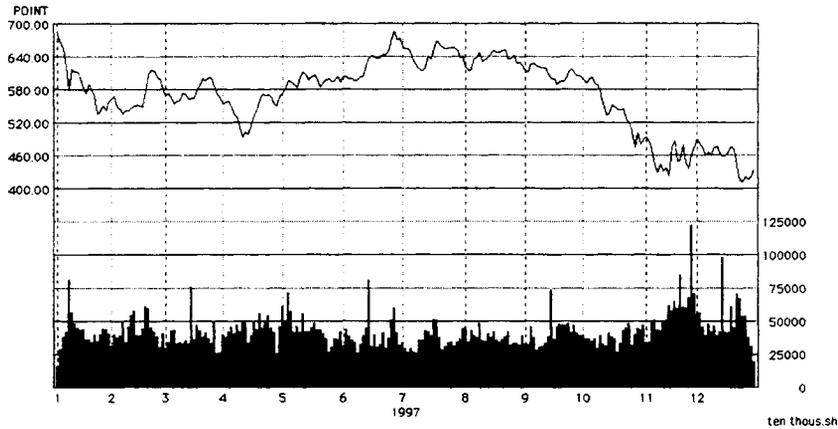
図2 1997年のTOPIXの動き



最高値 1560.28 6/26 最安値 1130.00 12/22

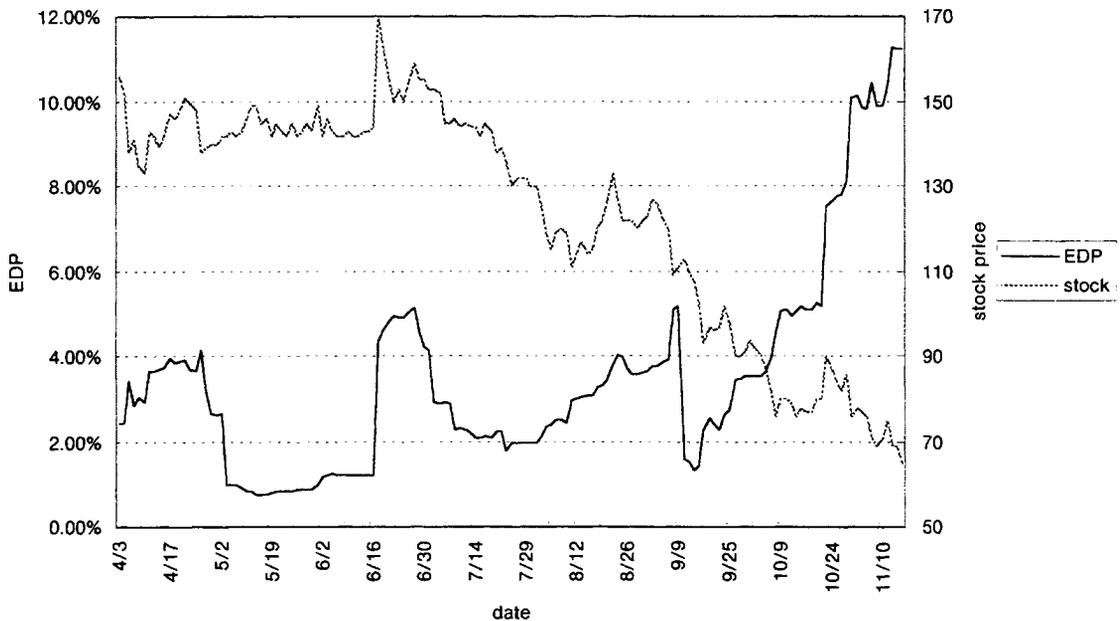
資料 東京証券取引所WebPage(<http://www.tse.or.jp/HISTIDX/index.html>)

図3 1997年の東証銀行業指数の動き



最高値 686.88 6/26 最安値 413.52 12/22  
 資料 東京証券取引所WebPage(<http://www.tse.or.jp/HISTIDX/index.html>)

図4 北海道拓殖銀行の倒産確率と株価の推移



#### 2.4.1. 北海道拓殖銀行の倒産確率推移

4月3日から拓銀が経営破たんする前までの11月14日<sup>19</sup>までの倒産確率と株価の推移を図4に示した。このグラフから、倒産確率が4月から10月中頃までは1～5%程度の間で大きく動いていること、10月末頃から急激に上昇しているということがわかる。株価については、6月半ばを最高値としそれ以降は減少傾向にあるとわかる。また、倒産確率と株価については、株価

<sup>19</sup> 経営破たんした11月17日は月曜日である。このため、株式市場の開いている直前の日は金曜日である14日となる。以後、11月14日を17日の前日と考える。

が上がれば倒産確率が減少するという負の相関関係は、必ずしも認められないとわかる。

これには次のような理由が考えられる。急な株価の上昇は、その企業の債権者にとっては必ずしも喜ばしいことではない。株価が上がるということは、その企業の将来の収益性が市場から評価されたということだ。収益性の上昇は、その企業が何らかの変化(新製品の開発やリストラクチャリングなど)によってもたらされるわけだから、当然そうした変化にはリスクが伴う。高いリスクを伴った収益性の改善は、株主にとっては喜ばしくても、デフォルトがない限りキャッシュ・イン・フローが固定されている債権者にとっては歓迎すべき事ではない。むしろ、リスクの分だけデフォルトの可能性が高まり、債権価値が下がってしまうのである。株価、そして株主資本時価の急上昇は負債時価の目減りによって相殺され、資産価値の上昇にはつながらない。結局ボラティリティだけを高めることとなり、倒産確率が上昇してしまうのである。

では、拓銀の倒産確率を、拓銀に関するトピックとともに時間軸に沿って年表形式で見てゆこう(表6)。

表6 北海道拓殖銀行の経営破たんまでの経緯

年月	倒産確率	株価(円)	株ボラティリティ	出来事
3/31	---	153	---	北海道銀行と来年4月をめどに対等合併すると基本合意。
4/01	---	---	---	不良債権前倒し償却で、経常利益10億円と下方修正。
4/03	2.42%	156	49.52%	ムーディーズ、長期預金格付け(Baa3)を格下げ方向で検討。道銀との合併による店舗の統廃合計画を発表。
4/23	3.68%	150	53.71%	99年度までに道銀と合わせて従業員2000人削減するリストラ策を発表。
4/25	4.16%	138	55.08%	倒産確率4%を越える。 この日以降株価が140円代で安定し始め、倒産確率が1%前後で推移する。
6/16	1.22%	144	44.05%	英バークレーズとの業務提携に向けた協議を始めると合意。外銀との提携によるポジティブな評価がある反面、道銀との合併の摩擦要因にも。
6/17	4.33%	170	55.64%	前日の提携発表を受け株価170円に急騰。一方倒産確率は再び4%代に。
6/19	4.83%	155	56.95%	株価続落し150円代に戻す。
6/23	4.92%	153	57.17%	道銀藤田頭取、拓銀との不良債権認識のズレから合併準備が難航しているとのコメントする。
6/26	5.15%	159	57.77%	倒産確率5%突破。
7/04	2.92%	145	51.30%	拓銀がメインバンクの中堅ゼネコン、東海興業が会社更生法の適用申請。この日株価を7円下げ再び140円代に。この日以降株価がなだらかに下がり始める。
8/04	2.36%	119	49.23%	株価が110円代に。また、この日前後から倒産確率も上昇し始める。
8/28	3.58%	120	53.35%	道銀藤田頭取、合併交渉が難航していることを認めつつも延期

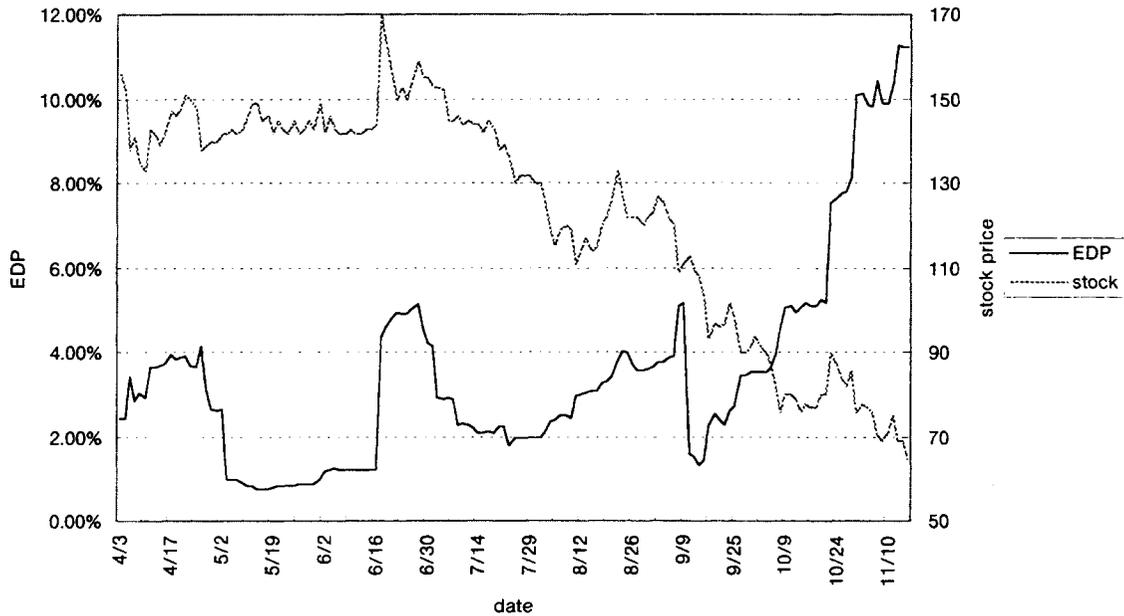
9/06	---	close	---	を決定しなくてはならない段階ではないとの認識を示す。
9/08	5.12%	109	57.58%	合併無期延期との一部の報道に対し、拓銀河合頭取全面否定。
9/09	5.18%	111	57.72%	株価前日比11円下げ109円に。また倒産確率5%代に突入。
9/12	1.34%	108	44.68%	拓銀・道銀頭取、合併延期との判断を示す。またこれをうけ、自主再建を視野に受けた総額1500億円の増資を取引先に要請。
9/16	1.44%	103	45.15%	合併延期を正式決定したと発表。
9/17	2.28%	93	44.68%	IBCA、長期債格付け(BBB)と短期債格付け(A2)をそれぞれ引き下げの検討対象と発表。
10/08	4.55%	76	56.03%	ムーディーズ、子会社の拓銀ファイナンスの期限付き劣後債をBa2からB1に、永久劣後債をBa3からB2にそれぞれ格下げ。
10/09	5.08%	80	57.40%	株価が前日比10円下げ、100円を割る。
10/14	4.95%	79	57.08%	この日以降倒産確率が強く上昇し始める。
10/15	5.07%	76	57.38%	三塚蔵相、合併交渉が難航している拓銀・道銀に、近く検査入る方針を正式に発表。
10/24	7.67%	87	63.35%	倒産確率再び5%に。これ以降もさらに上昇。
10/30	10.10%	76	68.09%	大蔵省、検査に着手。
11/03	---	close	---	S&P、公開情報によるpi格付け(勝手格付け)でBB。
11/04	9.88%	77	9.88%	有価証券の評価損、中間決算で426億円になると発表。
11/14	11.23%	65	70.12%	倒産確率10%越える。
11/17	---	---	---	これ以降10%近辺で倒産確率が推移する。
				三洋証券、会社更生法適用申請。
				三洋証券、無担保コール市場で初のデフォルト。短期市場における信用不安が広がることとなる。
				経営破たん前の週の金曜日
				経営破たん、道内の営業権を北洋銀行へ譲渡すると発表。

図4をみると、倒産確率5%程度の水準の10月中旬から、半月で一気に10%水準まであげ実際に経営破たんに陥ったことがわかる。したがって、10月中旬に大きな原因があると考えられる。表6によると、この近辺では、大蔵省の検査やS&Pがpi格付けでBB(投機的水準とされる)格を受けたとある。では、大蔵省が検査を行ったり、S&Pが投機的水準とされるBBへの格付けを与えた原因は何であろうか。再び表6をさかのぼって見ていくと、9月9日に北海道銀行との合併を延期するという判断があったとある。しかも、この日は倒産確率が5%水準まで高まった時であった。図4によるとこの日の後確率は1%まで減少するが、その後は再び倒産確率が急上昇し始めた。また、合併延期の決定がIBCAやムーディーズの格付けにも影響を与え、さらに確率が急激に上昇していく。

このことより、北海道銀行との合併見送りが、北海道拓殖銀行の経営破たんへの大きなきっかけとなっていたことがわかる。しかし、ではなぜ合併延期があった後、倒産確率が1%まで減少したのであろうか。

ここで、2.3.2.で倒産確率と株式ボラティリティが強い正の関係を持つと述べたことを思い出

図5 北海道拓殖銀行の倒産確率と株式ボラティリティの推移

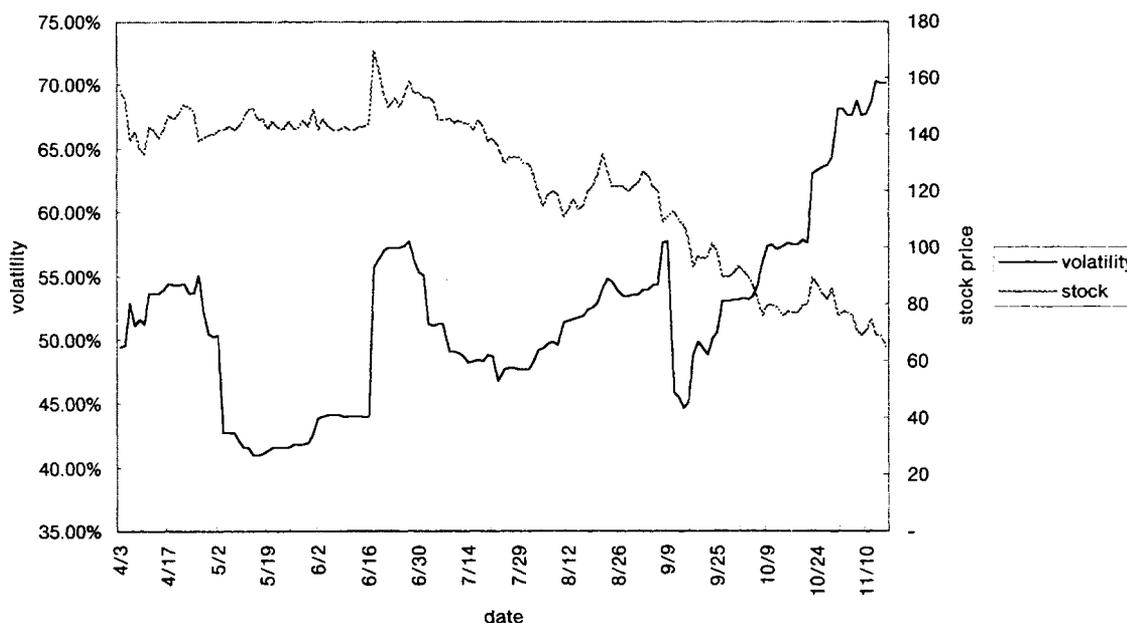


してほしい。表6でも、倒産確率が上昇している時は株式ボラティリティが上昇し、逆に下がったときは株式ボラティリティも下がっている。この関係は、図5を見ることでよりはっきりする。そこには、倒産確率と株式ボラティリティの推移を示してあるが、両者は明らかに同じ動きをしている。これより、9月半ばの倒産確率の低下は、株式ボラティリティの低下によってもたらされたものだということがわかる。

それでは、株式ボラティリティの低下の原因を考えてみよう。株式ボラティリティが低下するということは、株価の動きがより安定的になっているということだ。そこで、図6に株式ボラティリティと株価の関係を示してみた。確かに、ボラティリティが比較的低水準にある5月から6月半ばにかけては株価は安定的に推移している。だが、問題となる9月中頃のボラティリティの低下の時は、株価は安定的に推移しているとは言い難い。この問題は、今回ボラティリティ推定において、ヒストリカル・ボラティリティを用いたことに起因している。ヒストリカル・ボラティリティは、時系列の収益率データで分散均一構造を仮定する。よって、過去の誤差項も現在の誤差項も同様に扱われて分散、つまりボラティリティ(の二乗)が計算されることとなる。このため、現在の株価があまり変わらなくても、過去の株価のぶれが大きいとボラティリティは高くなる。

今回は、過去60日間(約3か月)のデータでボラティリティを計算した。ボラティリティが急低下した9月半ばの3か月前は6月であるが、この月の株価推移を見ると17日に株価が170円に急騰している。この株価の急騰が、9月上旬までボラティリティを高い水準に保つ原因となった。そして、6月17日の急騰がボラティリティ計算期間60日からはずれた9月中旬、急にボラ

図6 北海道拓殖銀行の株式ボラティリティと株価の推移



ティリティが1%台に落ち込むこととなったのである。

しかし、株価はこの後も大きく変動し、再びボラティリティを高めた。そして、10月30日にはボラティリティは68%に達し、倒産確率も10%を越えた。

こうした状況下で、11月3日に三洋証券が会社更生法の適用申請を行う。これに伴い無担保コール市場で同証券が借り手となっていた分がデフォルトとなる。無担保コール市場でのデフォルトは初めてのことであり、短期市場においても資金借り手の信用が非常に大きく響くこととなった。これは、信用力の低い北海道拓殖銀行には大きな痛手となり、資金繰りが一層悪化することとなる。それでも何とか14日までは持ちこたえたのだが、それまでコール市場で貸し手となっていた山一証券の資金繰りも悪化し借り手になり、ついに17日、北海道拓殖銀行は経営破たんを迎えることとなった。

#### 2.4.2. 主要行との比較

北海道拓殖銀行が経営破たんを起こした前日の倒産確率は11.23%であった。この意味するところは、1年後に11.23%の確率で債務超過に陥るということであり、必ずしも実際の倒産を意味しない。しかし、1.2.で述べたように、債務超過に陥るということは信用リスクを測る指標としては大変有意義である。では、この11.2%という数字は実際の危険を測る上で有意義な値なのであろうか。4月3日の倒産確率を示した表3.1と表3.2を見る限りでは、10%を越える確率は十分に高い値と言える。しかし、12月30日の倒産確率を示した表4.1と表4.2を見ると、必ずしも高い水準とは言えない。それでは、拓銀の危険性が倒産前に予見可能であった

か、主要行の倒産確率と比較する中で検証してみることにする。

では、まず主要各行がどのように倒産確率を変化させてきたか見ていくこととしよう。図7.1から図7.9まで、各行の4月3日から12月30日までの倒産確率推移をグラフにして示した。なお、一つのグラフは、当該期間の倒産確率最大値の近いものを二つまたは三つにまとめ、さらに北海道拓殖銀行の推移も比較のため示しておいた。

これらのグラフを見てすぐにわかることは、どの銀行においても北海道拓殖銀行の経営破たんがあった11月近辺で倒産確率が急上昇していることである。例外的に、日本債券信用銀行が4月後半に最大の倒産確率を出しているが、他の銀行は12月で最大となっている。特に、図7.8と図7.9に示した五つの銀行の11、12月の急上昇はすさまじい。また、ほとんどの銀行が7月中旬から10月中旬くらいにかけては比較的低水準で倒産確率が推移している。よって、邦銀の信用リスクの上昇は10月半ばから徐々に上昇し、北海道拓殖銀行や山一証券の経営破たんのあった11月に一気に危機的状況まで高まったと言えよう。

それでは次に、北海道拓殖銀行が経営破たん前、実際に他行よりも危険な状態にあると言えたか見ていくこととしよう。まず、図8.1だが、これは、北海道拓殖銀行と北海道銀行の合併が延期になるということが事実上決定した9月9日の、主要行の倒産確率を棒グラフで表したものである。前述したとおり(図7.1～図7.9参照)、この時期は比較的邦銀の倒産確率は比較的低水準で落ち着いている時期である。図8.1でも同様に、大部分の銀行が1%以下となって

図7.1 主要行の倒産確率推移1

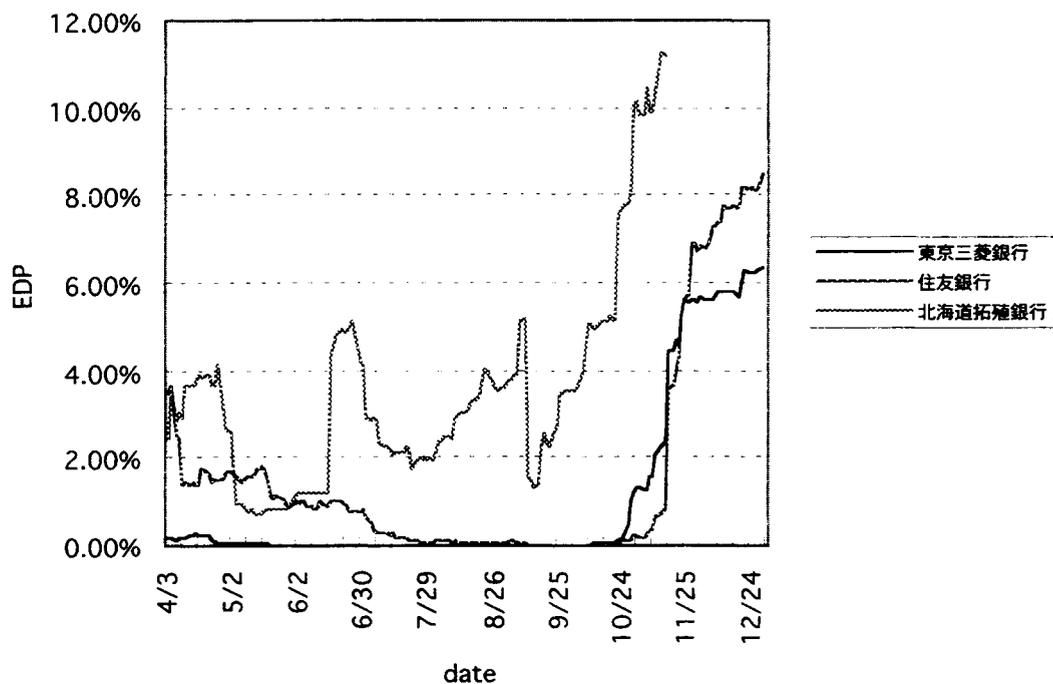


図7.2 主要行の倒産確率推移2

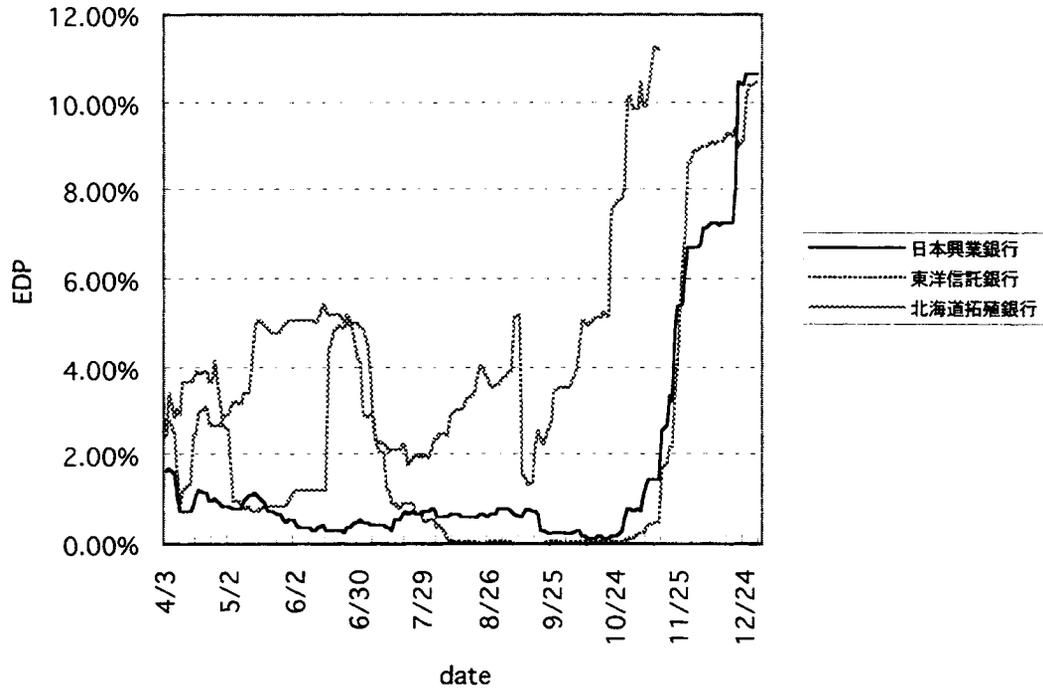


図7.3 主要行の倒産確率推移3

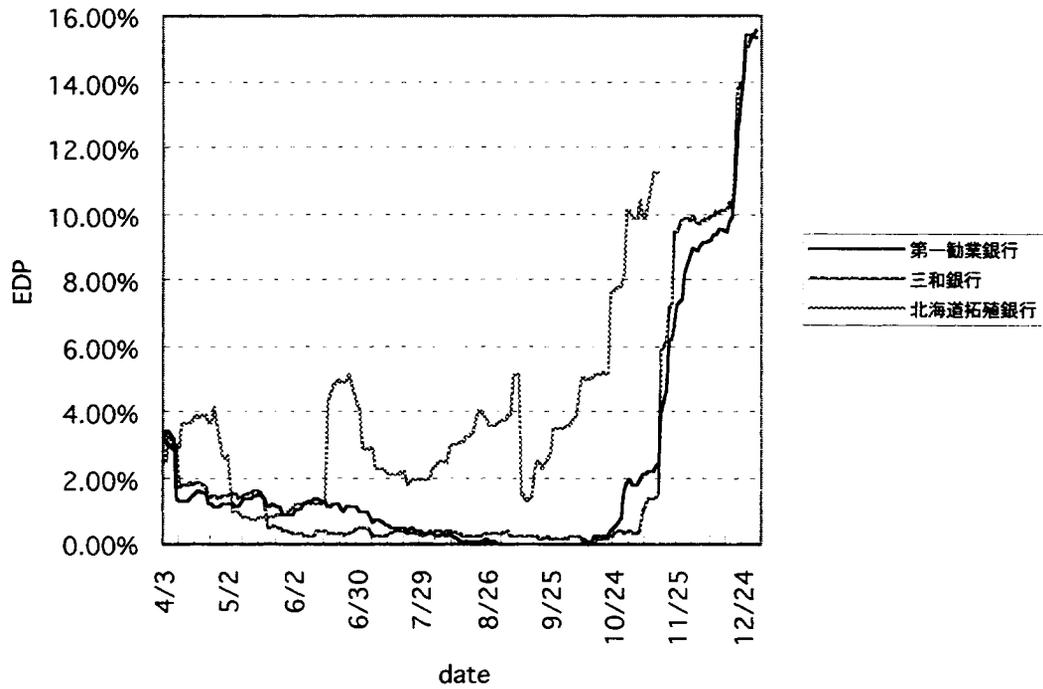


図7.4 主要行の倒産確率推移4

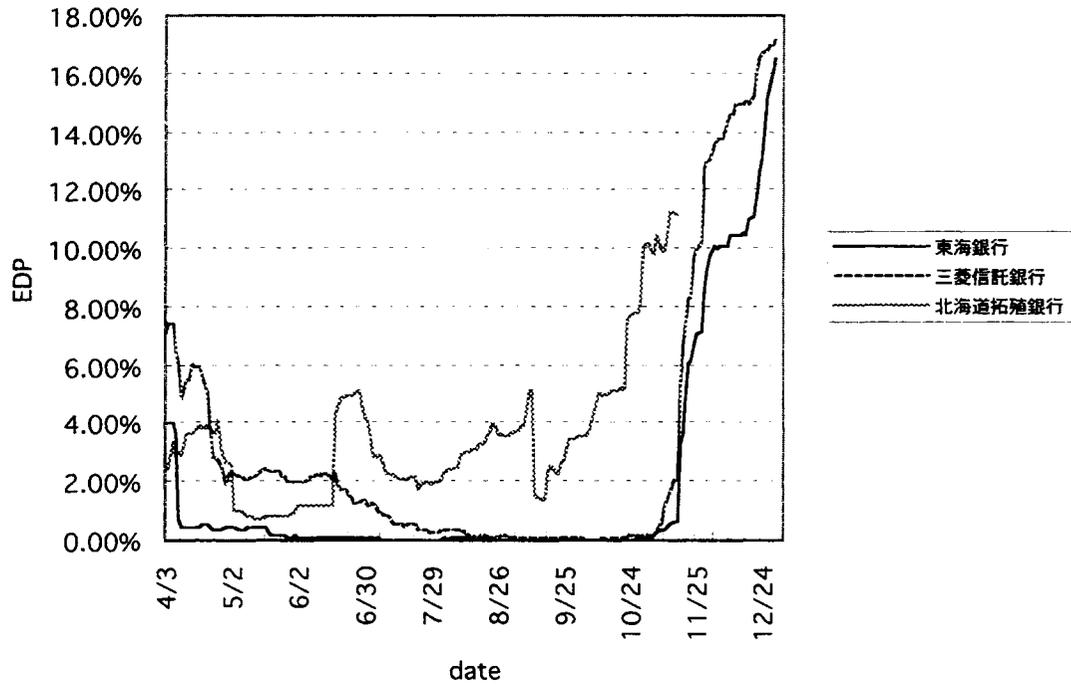


図7.5 主要行の倒産確率推移5

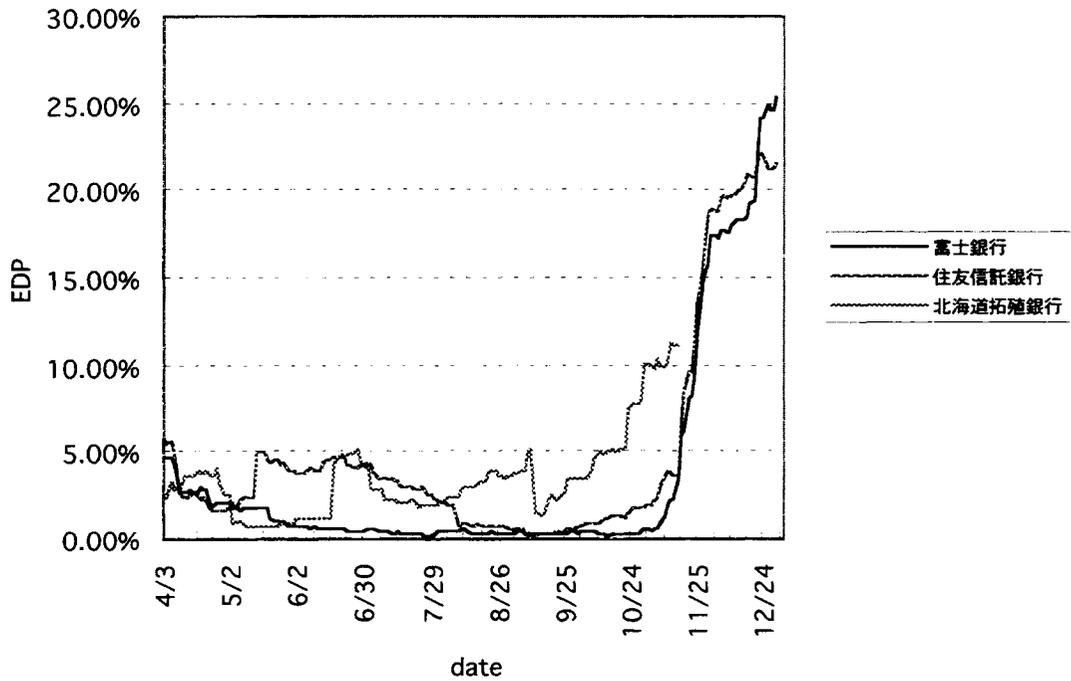


図7.6 主要行の倒産確率推移6

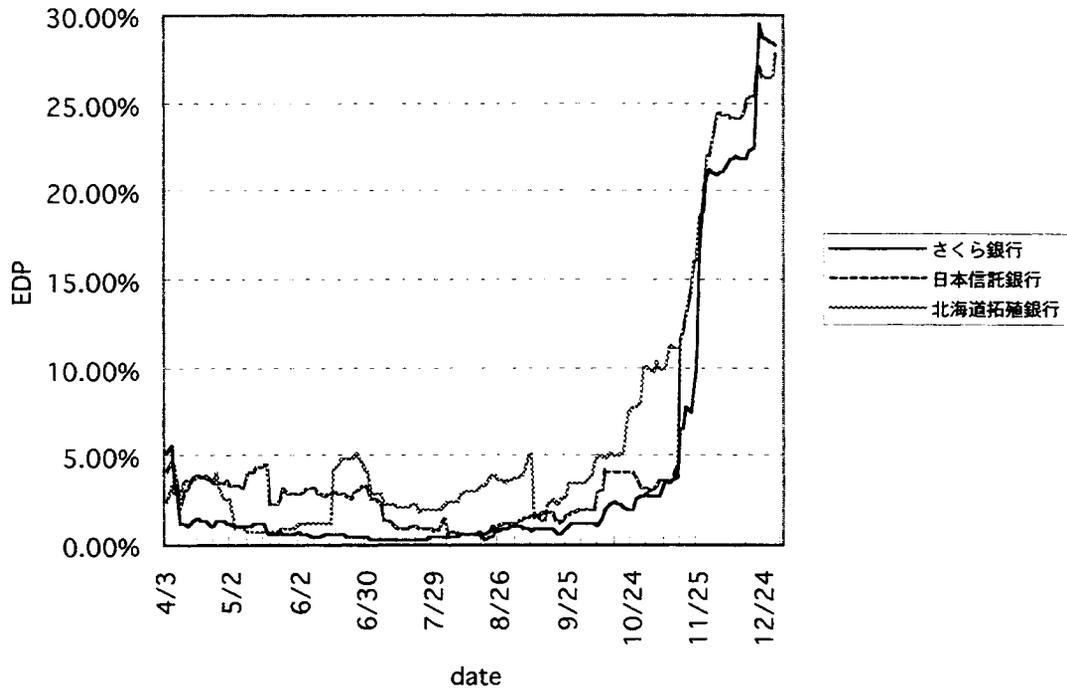


図7.7 主要行の倒産確率推移7

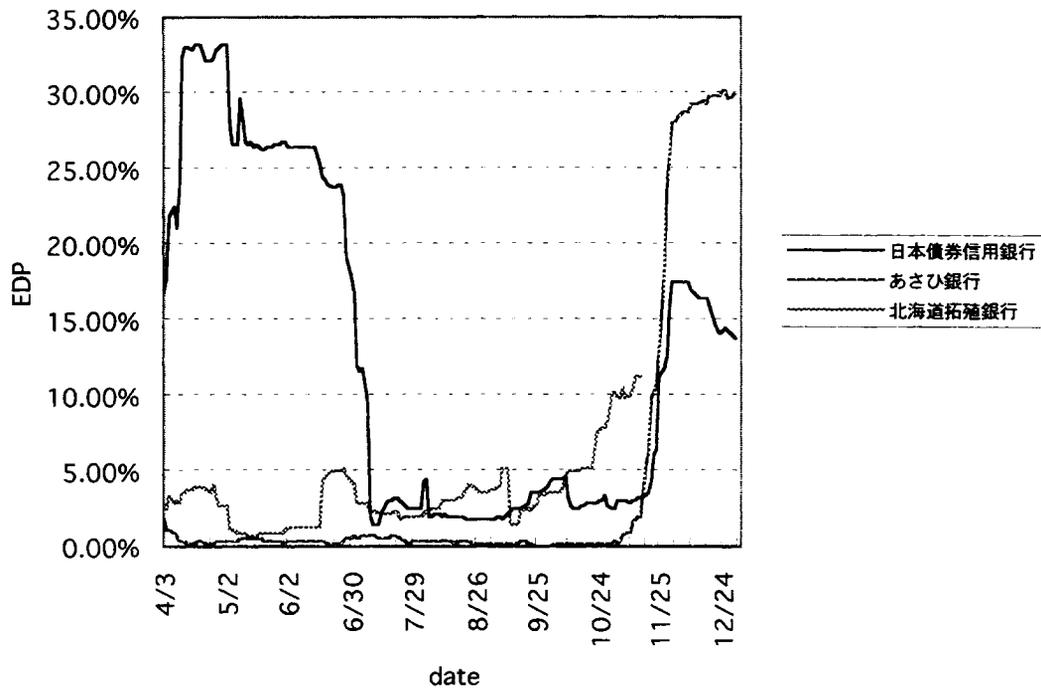


図7.8 主要行の倒産確率推移8

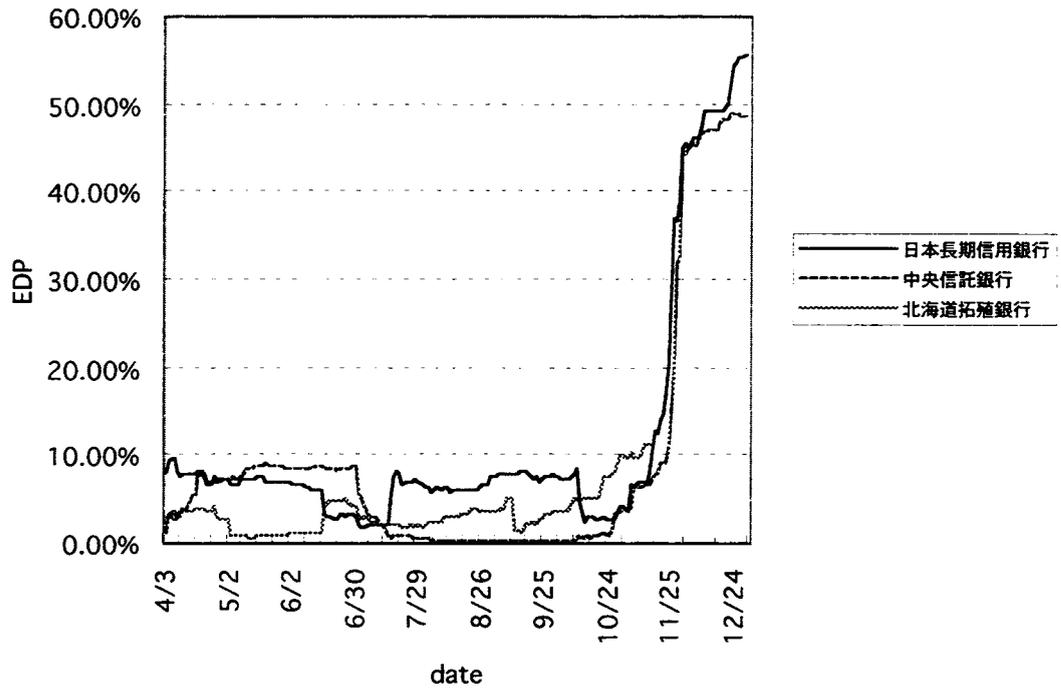
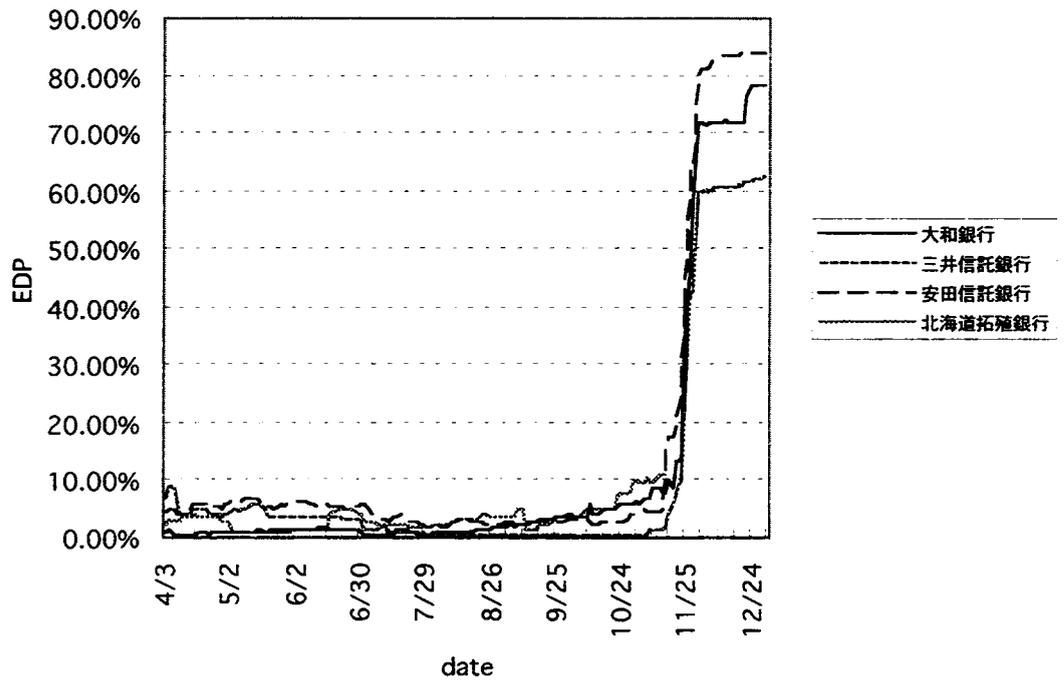


図7.9 主要行の倒産確率推移9



いる。日本債券信用銀行、大和銀行、安田信託銀行といった銀行が2%を越えているが、後ろの2行は特に12月の段階で非常に高い確率を示しており、この段階で他の銀行と信用に格差があったことが読みとれる。また、日本長期信用銀行が約8%という倒産確率を示しており、相対的に信用が著しく低い状態にあるといえる。北海道拓殖銀行は、長銀には及ばないものの、それでも他行に比べれば倒産確率は高い状態にあったと言える。

図8.2は経営破たん約1か月前の10月15日の倒産確率を示してある。この日、拓銀の倒産確率が再び5%に戻り(図4)、またS&Pがpi格付けで投機的水準であるBBの格付けを与えた(表6)。この日になると、信用力のある銀行とそうでない銀行の差がはっきりしてきている。北海道拓殖銀行の倒産確率は、図8.1の9月9日と同水準であるが、さくら、大和、住友信託、日本信託が倒産確率を上げてきている。特に、大和と日本信託は、拓銀の水準に迫るのびを見せている。なお、大和銀行は、10月7日に、株式市場の低迷の影響を大きく受け、9月中間決算における経常利益が半減するとの見通しを発表した。

11月4日の倒産確率を示した図8.3は、拓銀経営破たんの約2週間前のもので、この前日に三洋証券が会社更生法の適用申請を行った。この日になると、全体的に倒産確率が上昇しつつも、拓銀の倒産確率は10%に近づき他の銀行との間の信用格差が歴然としてくる。この点から考えて、倒産確率10%という値は、その企業の危険性を見る上で意義のある数字と言えるであろう。またこの他には、大和、安田信託、中央信託の倒産確率の伸びも注目し値する。

図8.4は、拓銀経営破たん1週間前の11月10日のものを示してある。ここでは、拓銀自体の倒産確率は11月4日のものとほとんど変わらないが、他の銀行の倒産確率がどれも上昇

図8.1 9月9日の主要行の倒産確率

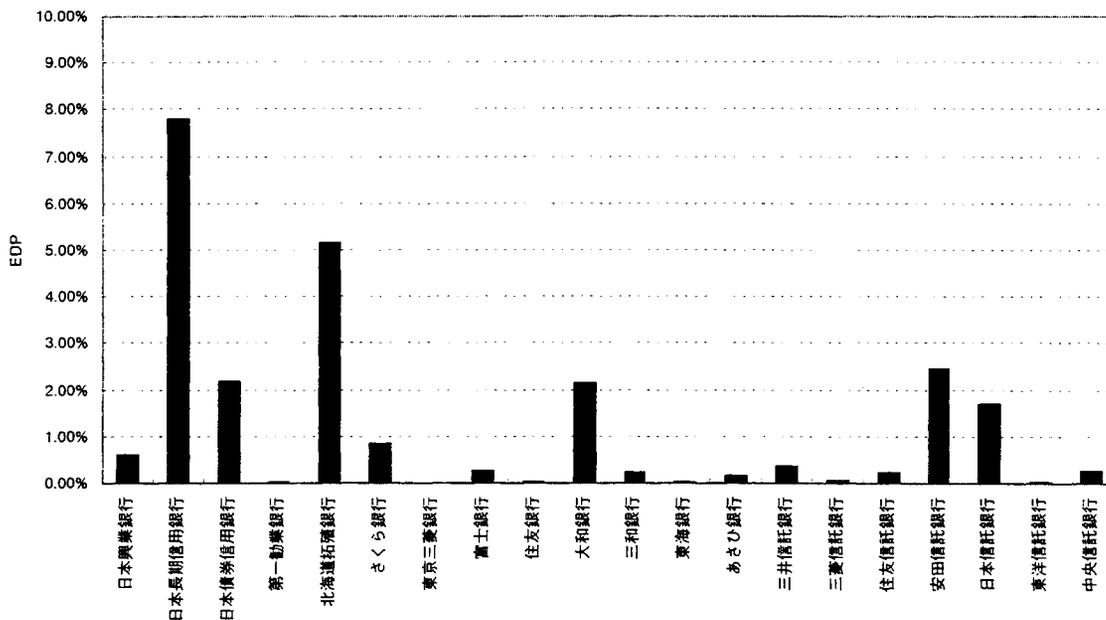


図8.2 10月15日の主要行の倒産確率

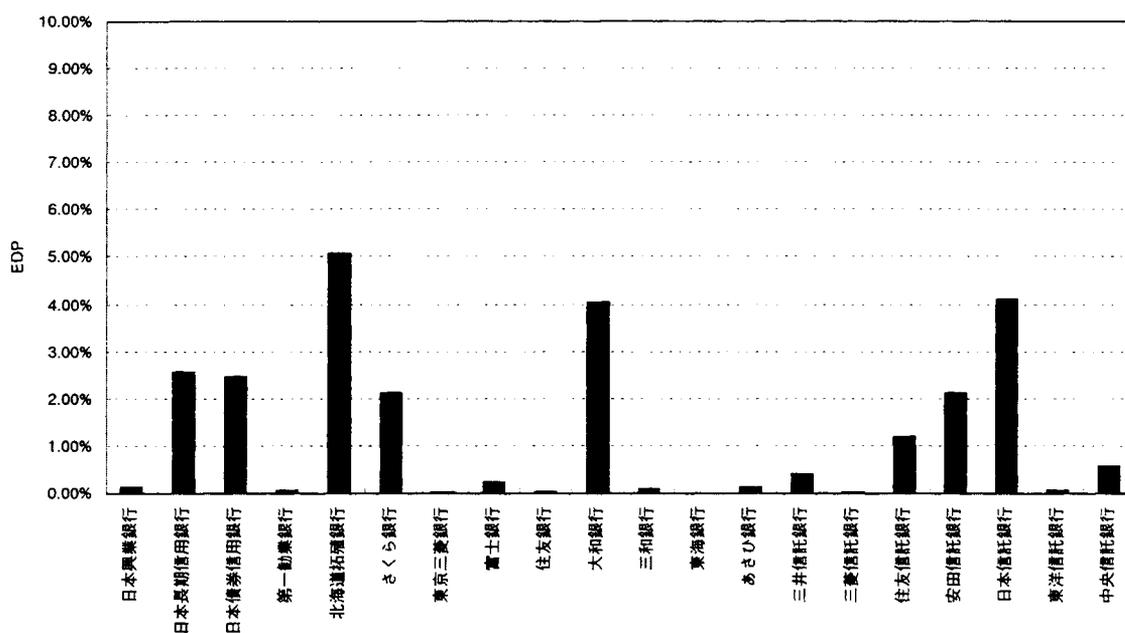


図8.3 11月4日の主要行の倒産確率

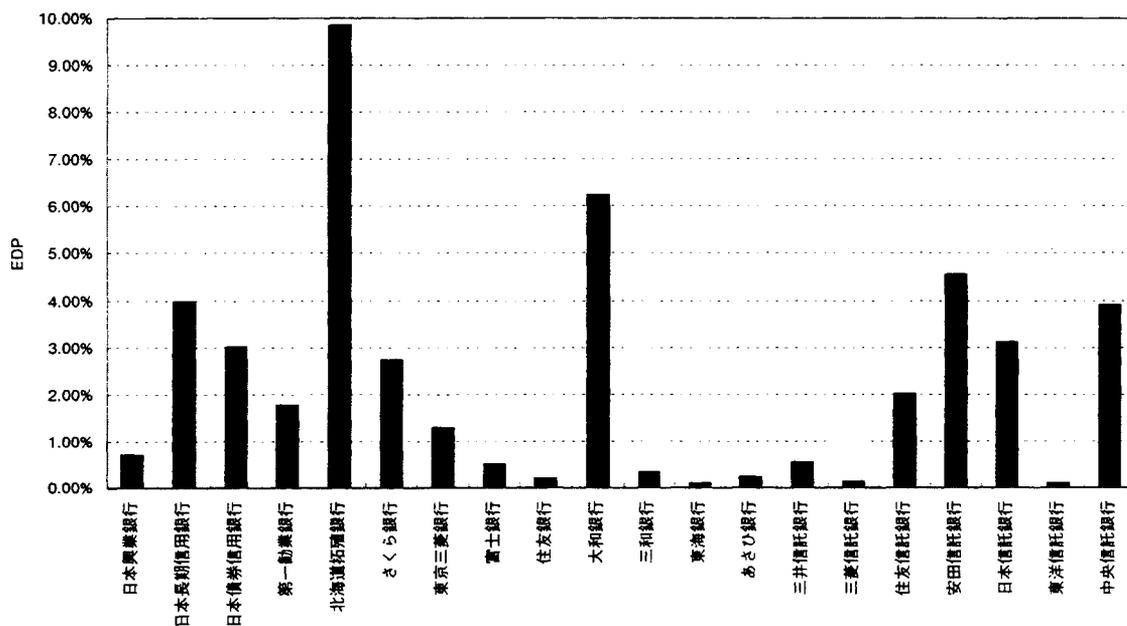


図8.4 11月10日の主要行の倒産確率

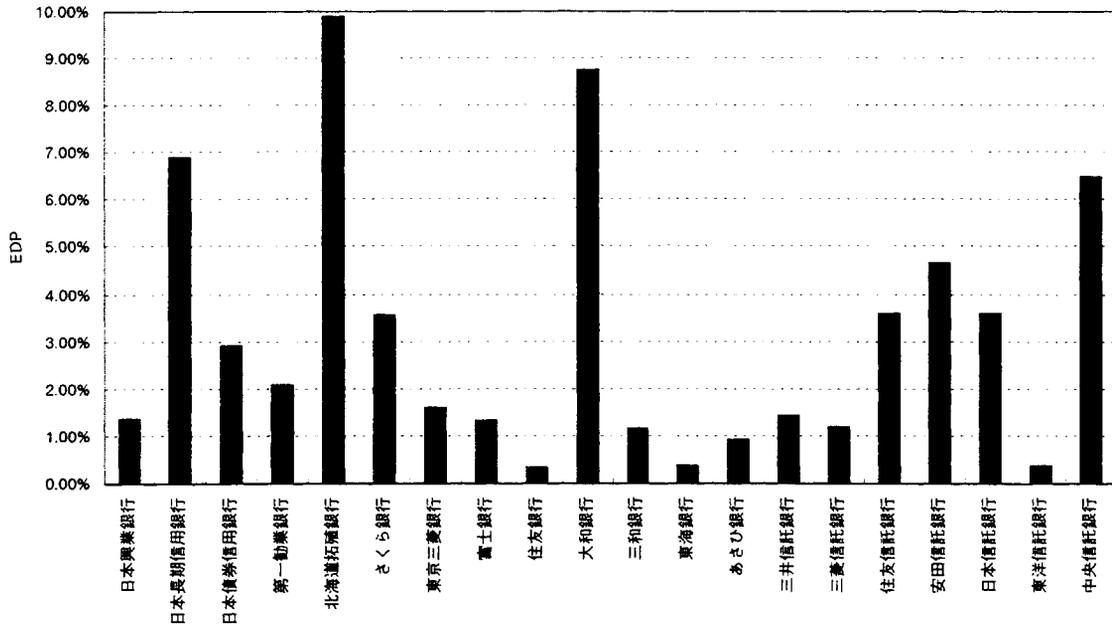
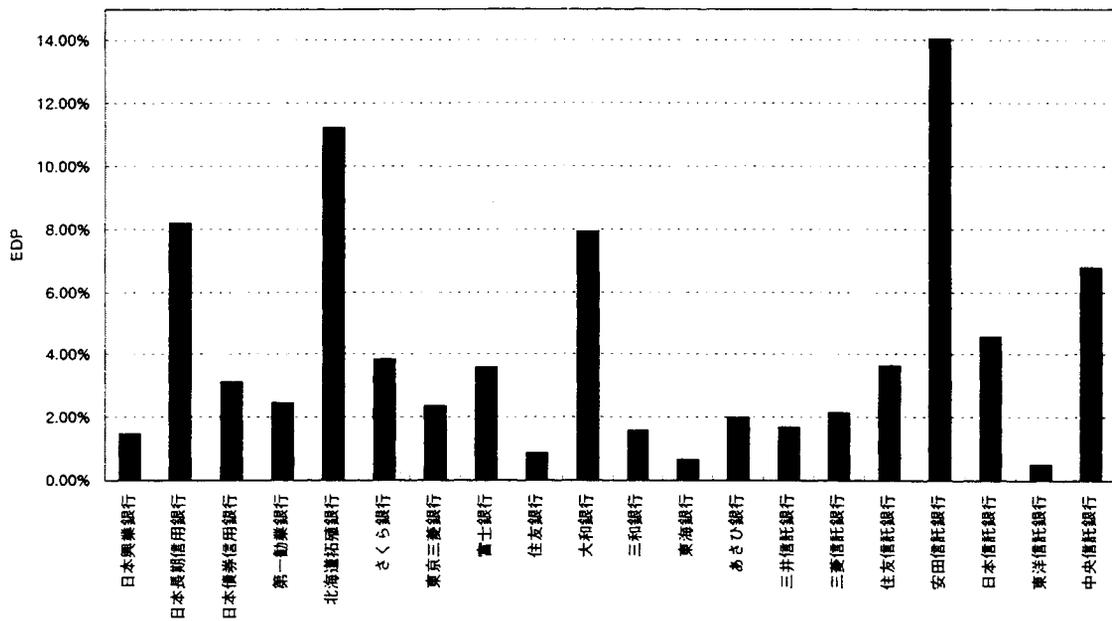


図8.5 11月14日の主要行の倒産確率



しており、金融不安の本格化の始まりが、このグラフから読みとることができる。特に、長銀、大和、中央信託の信用が、先週に引き続き低下している。

そして、経営破たん前日の11月14日<sup>19</sup>である(図8.5、他のグラフと目盛りが違うので注意)。この日は、ほとんどの銀行が、倒産確率を、週はじめの10日に比べて若干増加させている。拓銀も例外ではなく、10%の水準を超え11%台に達している。著しい変化が見られてのは安田信託で、週はじめには5%未満だった倒産確率が14%にまで急上昇している。拓銀の経営破たん直前ではあるが、倒産確率を見る限りは安田信託の方がより危険な水準であったことになる。

12月30日の倒産確率を見る限り(表4.1と表4.2)、拓銀経営破たん前の11.2%という値は必ずしも大きな値ではなかった。しかし、図8.1から図8.5を見ると、各時点における拓銀の倒産確率は他行に比べ相対的に大きく、信用リスクの差が現れているといえることができる。したがって、12月30日において各銀行の倒産確率が高いのは、拓銀や山一証券などの巨大企業の経営破たんによる邦銀全体の信用リスクの高まりを反映しているものであって、拓銀破たん前の11.2%という倒産確率は、経営破たんを予知するのに不十分な水準であるとは言えないであろう。

しかし、11月14日の経営破たん前日において、安田信託の方が北海道拓殖銀行よりも倒産確率を上回っていた。また、12月30日のように倒産確率が上昇してもまだ多くの銀行は生き残っている。したがって、倒産確率が信用リスクそのものを表す指標になり得るとしても、実際の倒産はそれとはまた別の要因がある可能性がある。

1.2.で説明したように今回の倒産確率は、1年後の債務超過に陥る可能性を見るものであった。そのため、資産や負債の構成の細部には立ち入らず、それらがあたかも一つの構成要素でできているかのごとく扱った。今回の拓銀の経営破たんは、主にコール市場での信用の喪失による短期の流動性を著しく欠いてしまったことが最大の原因であった。今回使った倒産確率モデルでは、資産はすぐに売却可能という前提に経っており資産に流動性があるもののごとく扱っている。しかし、企業の資産は流動性が高いものばかりで構成されているわけではない。よって、実際の倒産を考える場合は、資産の流動性も合わせて考慮していく必要があると言えよう。

### 2.4.3. 倒産確率10%の意味

前項の最後で、今回のモデルが資産の流動性を考慮していないことの問題点を指摘した。それでも資産の流動性を考慮しない倒産確率モデルは非常に有意義である。仮に、債務超過の状態にないにも関わらずキャッシュの量が不足していたためにデフォルトが生じ、経営破たんに陥ってしまった企業があるでしょう。しかし、本当に資産の価値が十分にあり債務超過状態でないのであれば、債権者は支払時期は遅れるたとしてもその債権価値は戻ってくるし、そればかりか株主にも負債を清算した後に残る財産を得ることができる。投資家にとって、企

業が実際に倒産するという事よりも、自分の投資した額に見合うだけのキャッシュが戻ってくるかどうかの方が重要である。この意味で、今回用いた倒産確率モデルは、実際の倒産を考える以上に信用リスク尺度としての意義があると言える。

そこで、もう一度拓銀の経営破たん前の倒産確率10%の意味について考えてみよう。

12月30日の時点では、倒産確率10%以上の銀行は29行ある(表2)。拓銀の経営破たん前の水準を考えると著しく高い水準であり、異常事態であると言えよう。しかし、このような状況はかえって倒産確率10%の意味を見失わせてしまうので、拓銀や三洋証券の経営破たんが生じる11月以前にしまり、倒産確率が10%を越えている銀行を見ていくこととしよう。

11月以前に倒産確率が10%を越えた銀行は、日本債券信用銀行、阪神銀行、関西銀行、徳陽シティ銀行の四つであった。この点からも倒産確率10%という水準は、非常に高い水準であることがわかる。特に、徳陽シティ銀行については、山一証券破たん後の11月26日に経営破たんを起こしている。

それでは、この4行の倒産確率と株価の推移について見てゆこう(図9.1～図9.4)。まず、どの銀行も信用不安の起こった11月には大きく確率を高めている。11月以前では、日債銀(図9.1)と徳陽シティ(図9.4)が4月、阪神(図9.2)と関西(図9.3)が6月に山場を迎えており、10%以上の高い確率となっている。特に日債銀は、4月の株価の動きが激しく、それが30%以上という大きな確率をもたらす結果となっている。では、この4月から6月近辺の日債銀の出来事とともに倒産確率を追ってみることとする(表7)。

図9.1 日本債券信用銀行の倒産確率と株価の推移

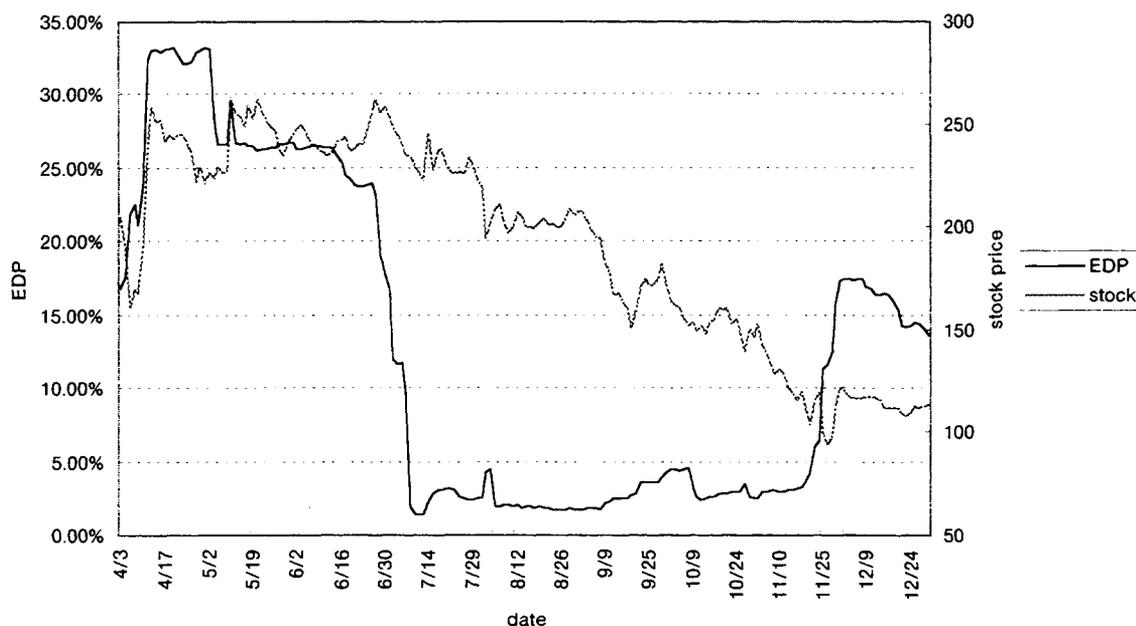


図9.2 阪神銀行の倒産確率と株価の推移

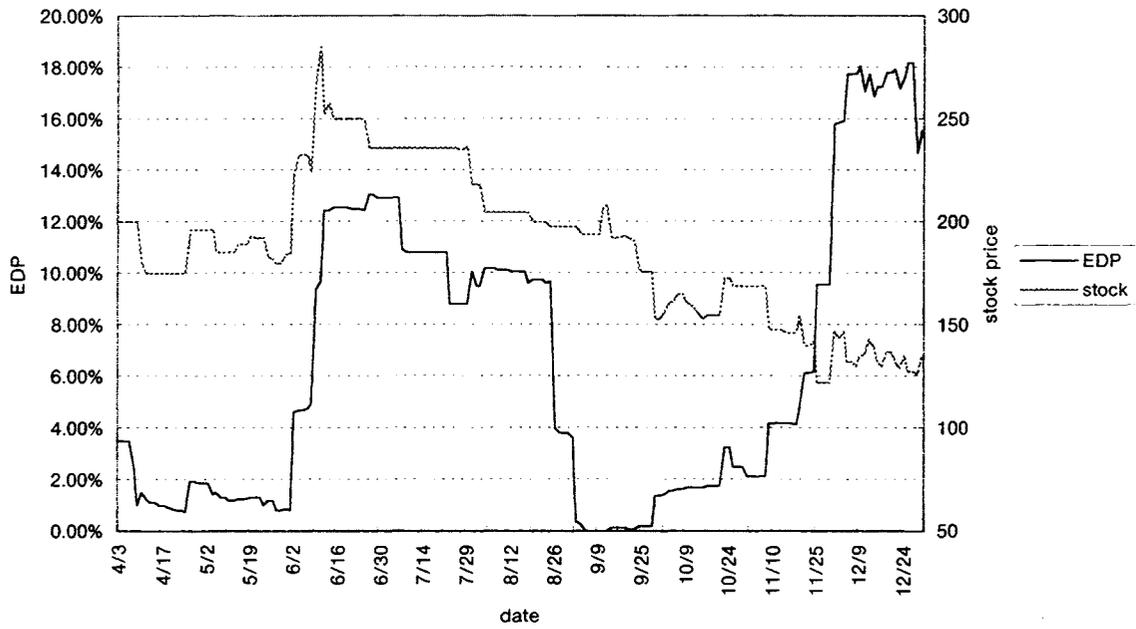


図9.3 関西銀行の倒産確率と株価の推移

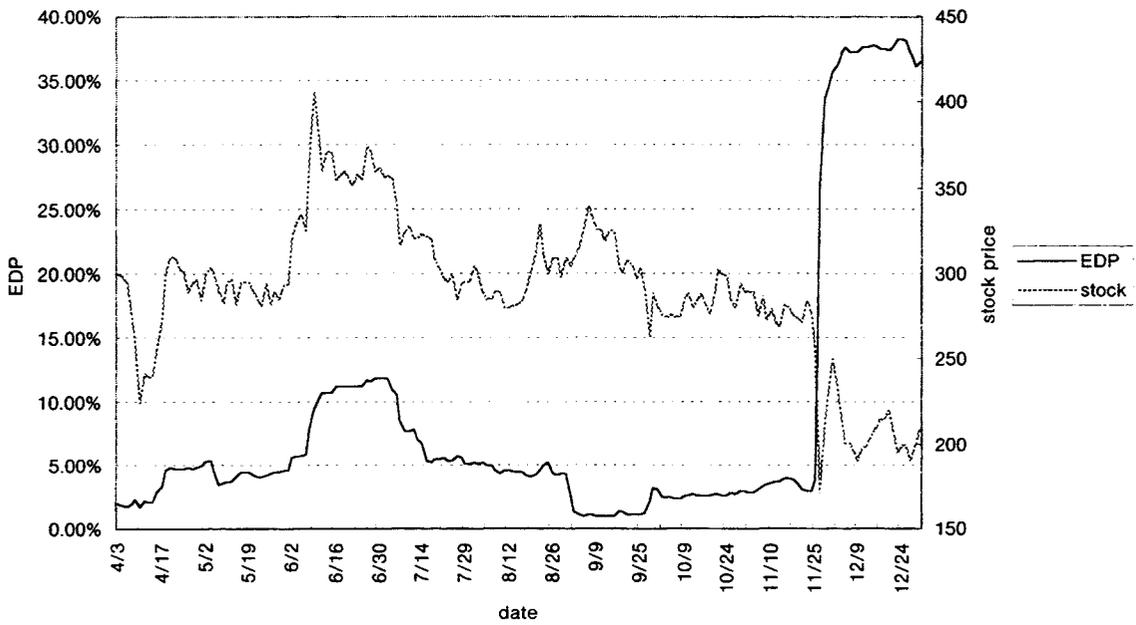


図9.4 徳陽シティ銀行の倒産確率と株価の推移

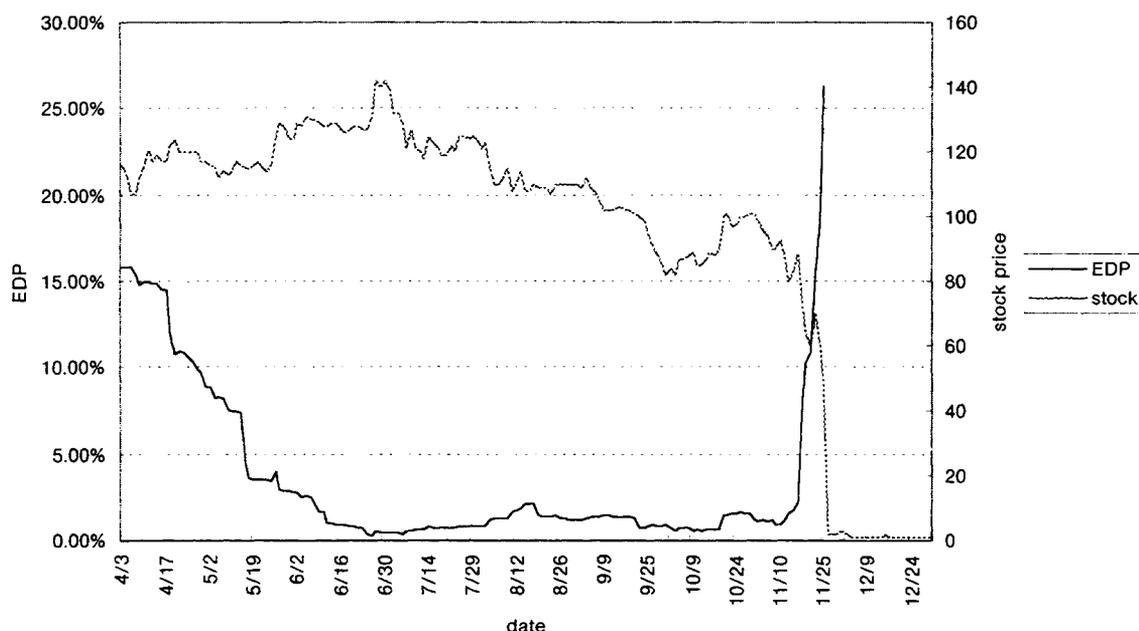


表7 日本債券信用銀行の倒産確率と出来事

年月	倒産確率	株価(円)	株式ボラティリティ	出来事
3/21	---	301	---	ムーディーズ、金融債Baa3をBaa1に格下げ。
4/01	---	261	---	海外撤退、店舗売却、人員削減などのリストラ策を発表。
4/03	16.80%	205	79.79%	
4/07	21.68%	161	87.20%	東京地裁、系列ノンバンク3社に破産宣告。
4/08	22.52%	170	88.19%	2907億円の第三者割り当て増資計画を発表。
4/09	21.09%	168	86.11%	3月決算で4600億円の不良債権処理を行うが、その後も損失の恐れある不良債権が4700億円残ることが判明。
4/10	23.80%	190	90.10%	米バンカーズ・トラストとの提携を発表。
4/11	32.35%	240	102.19%	株価前日比50円高で240円。
4/24	32.18%	241	101.98%	ムーディーズ、リストラ計画発表で格付け見直しを行うが、格付け据え置きと発表。
4/25	32.25%	236	102.05%	バンカーズとの提携の覚書に調印。
5/19	26.57%	253	94.29%	大蔵検査で回収懸念の不良債権7000億円と明らかになる。
5/21	26.32%	255	93.94%	興銀、増資引き受けの方針を明らかにする。
5/22	26.34%	253	93.96%	東京海上・三井海上、増資引き受けの方針を明らかにする。
5/23	26.40%	249	94.02%	都銀各行、増資引き受けの方針を明らかにする。
5/26	26.42%	247	94.04%	3月期決算3501億円の経常赤字。 2907億円の増資決定を延期すると発表。
6/03	26.35%	250	93.96%	普通株で1670億円規模の増資を行うことを発表。
6/05	26.49%	240	94.10%	増資割当先33カ所を発表。
6/27	19.16%	255	83.61%	倒産確率20%を割る。
7/07	9.56%	235	67.62%	倒産確率10%を割る。

表7を見ると、日債銀の倒産確率の高かった4月から6月にかけては、危機的な状況下にあったことがはっきりとわかる。特にこの時期は、20%から30%という異常な状態にあったと言えるが、10%台であった4月3日ですら、その前にはムーディーズの格下げやリストラ策の発表などその危機的状況を表す出来事が並んでいるのである。

他の3行については、ニュース・ソースの不足で日債銀のように詳細を見ていくことは難しい。だが、例えば徳陽シティ銀行については、3月決算で41億円の経常赤字を出しているし、4月29日の日本経済新聞の地方版によれば、2月から3月にかけて東京支店の国際部行員8人中6人を地元本店に移すといったリストラを進めていたという。また、この銀行が11月26日に破たんしたことを考えれば、4月の倒産確率10%水準の値はある種の警告と受け止めることもできよう。

これらのことから、倒産確率10%という数字は、企業の危険性を見る重要な数値ということと言える。この点で、拓銀が10月30日の時点で倒産確率10.10%を示したのは、破たんに向けたシグナルといっても過言ではない。また、12月30日においてほとんど全ての主要行が10%以上という値となっているのは、今回の金融不安の深刻さを物語っていると言えよう。

### 2.4.3. 北海道銀行と北洋銀行の倒産確率

この節の最後に、北海道拓殖銀行と合併する予定になっていた北海道銀行と、破たん後の道内の営業権を引き継いだ北洋銀行の倒産確率の推移を見てみることにする(図10.1、図10.2)。

図10.1 北海道銀行の倒産確率推移

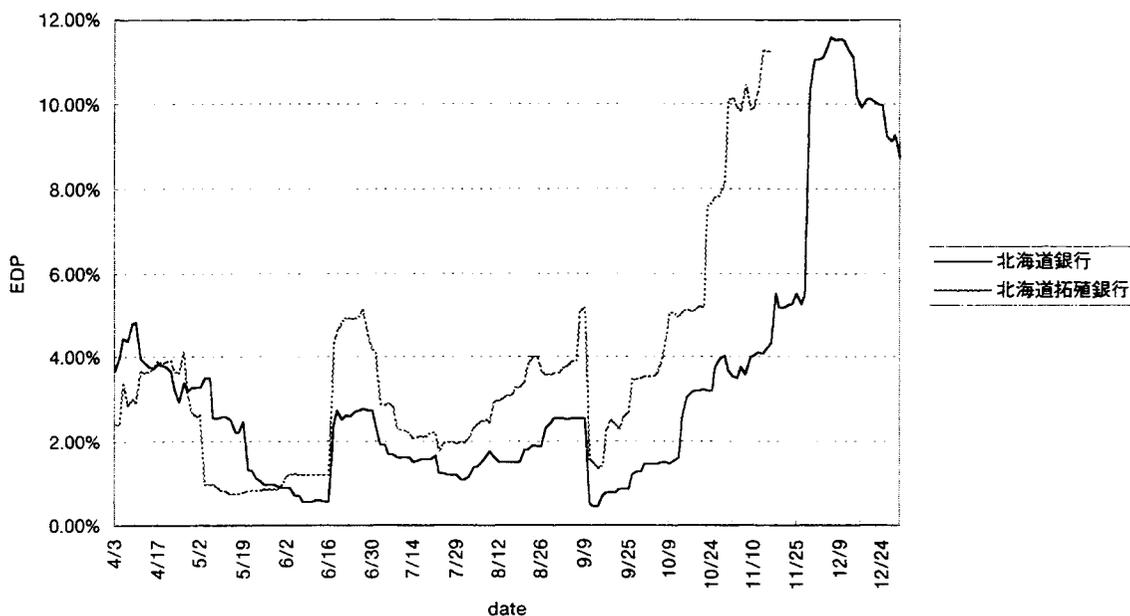


図10.2 北洋銀行の倒産確率推移

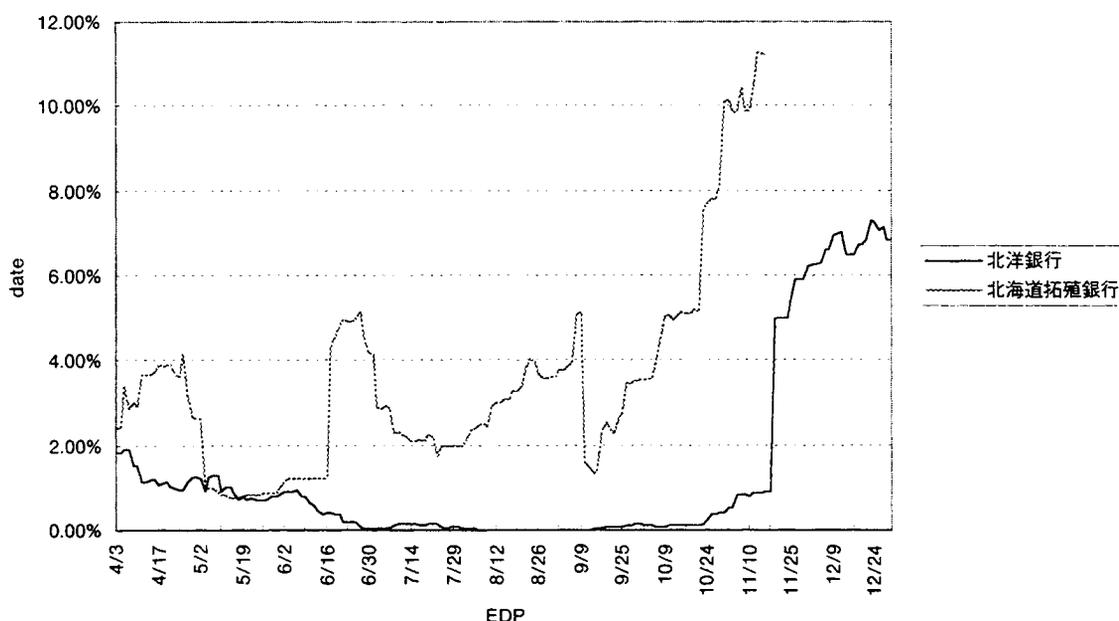


図10.1では、北海道銀行について、拓銀のものと共にその倒産確率推移を示してある。これを見ると、道銀のものが拓銀よりも低いものの、倒産確率の動きのパターンは全くといっても良いほどよく似ている。合併の発表があったのが3月31日だから、6月あたりから倒産確率の動きがほとんど同一であるということは、非常に納得がいく現象と言えよう。

次に、図10.2に示した北洋銀行であるが、これについては拓銀の経営破たん後に急速に倒産確率が上昇している。これは、拓銀から営業権を譲り受けることによるリスクをそのまま反映したものだと言うことができよう。

## 2.5. その他の銀行の倒産確率推移

この節では、今までで確率推移のグラフを示していない銀行のグラフを図11.1から図11.12に示す。なお、これらは4月3日から12月30日までの期間の倒産確率最大値が大きいものの順に並べてあり、倒産確率最大値が1%未満のものは省略した。なお、倒産確率最大値が1%未満の銀行は表8に示した。

図11.1 倒産確率推移1

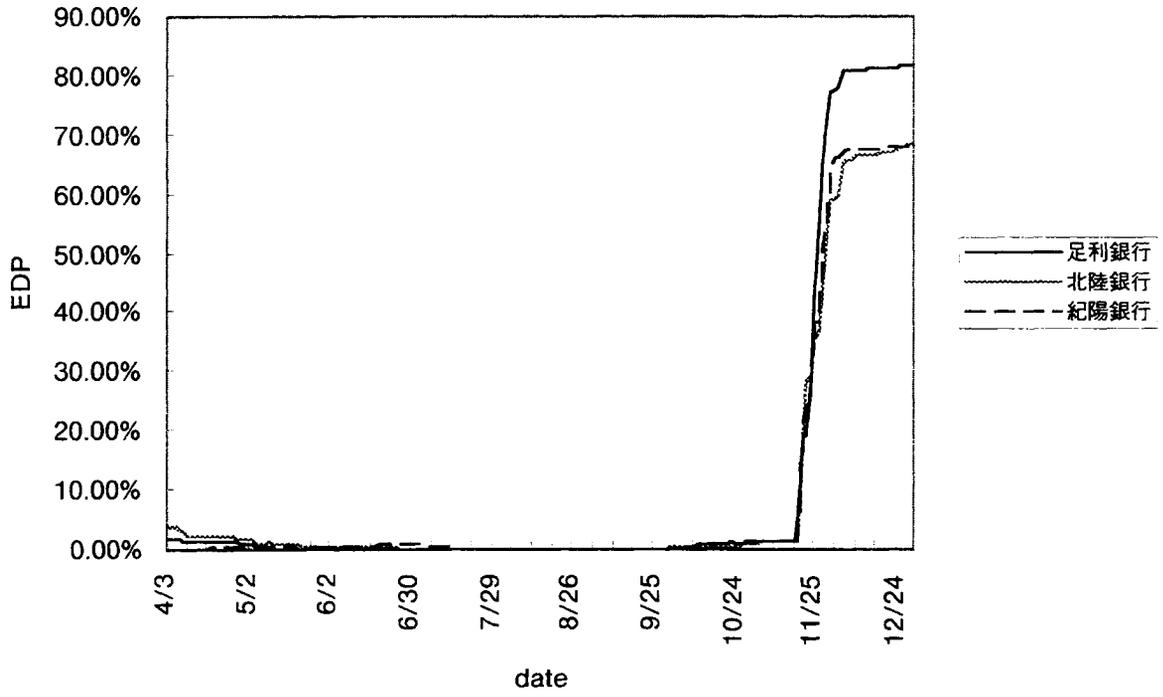


図11.2 倒産確率推移2

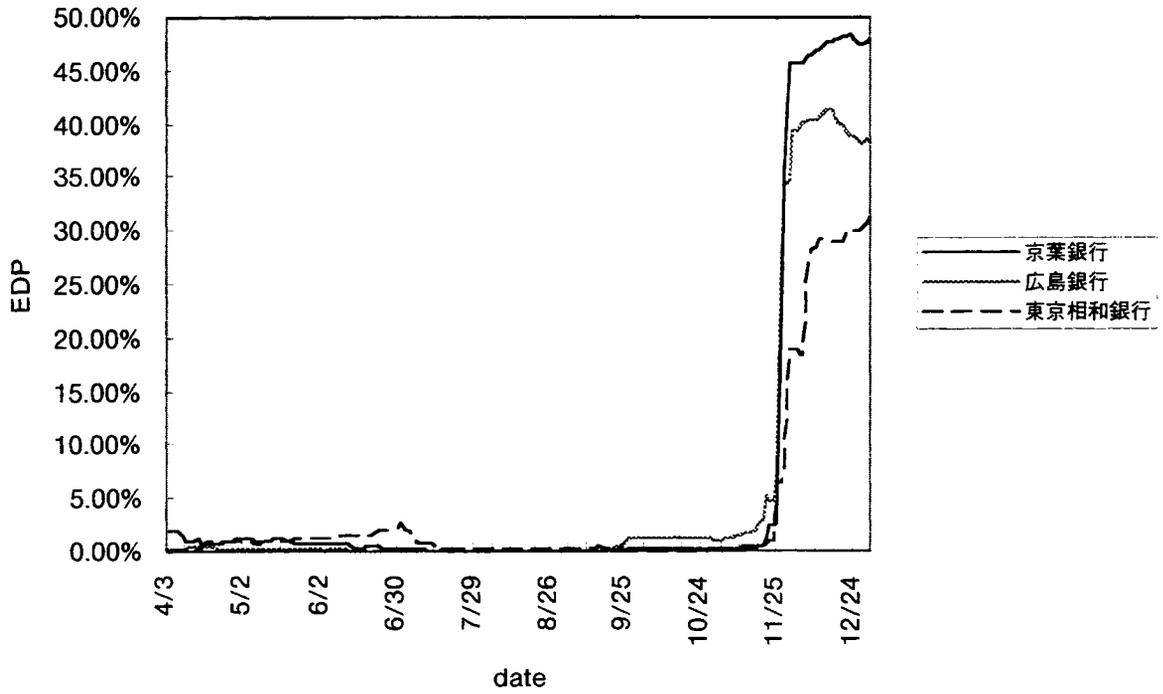


図11.3 倒産確率推移3

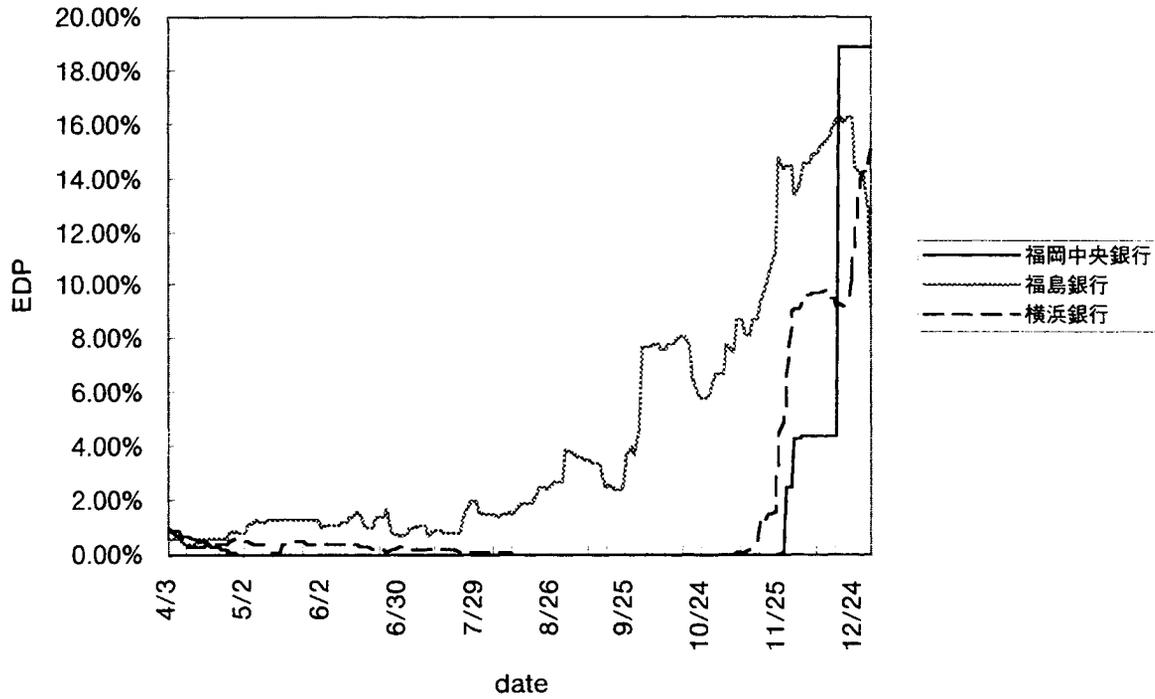


図11.4 倒産確率推移4

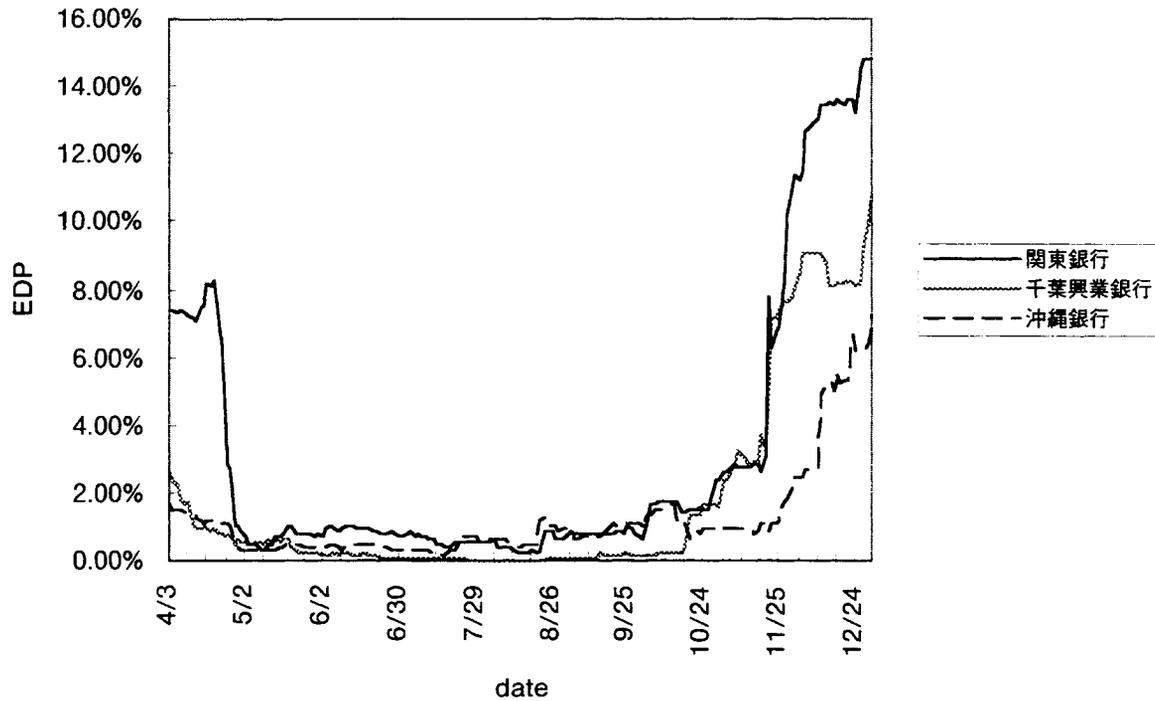


図11.5 倒産確率推移5

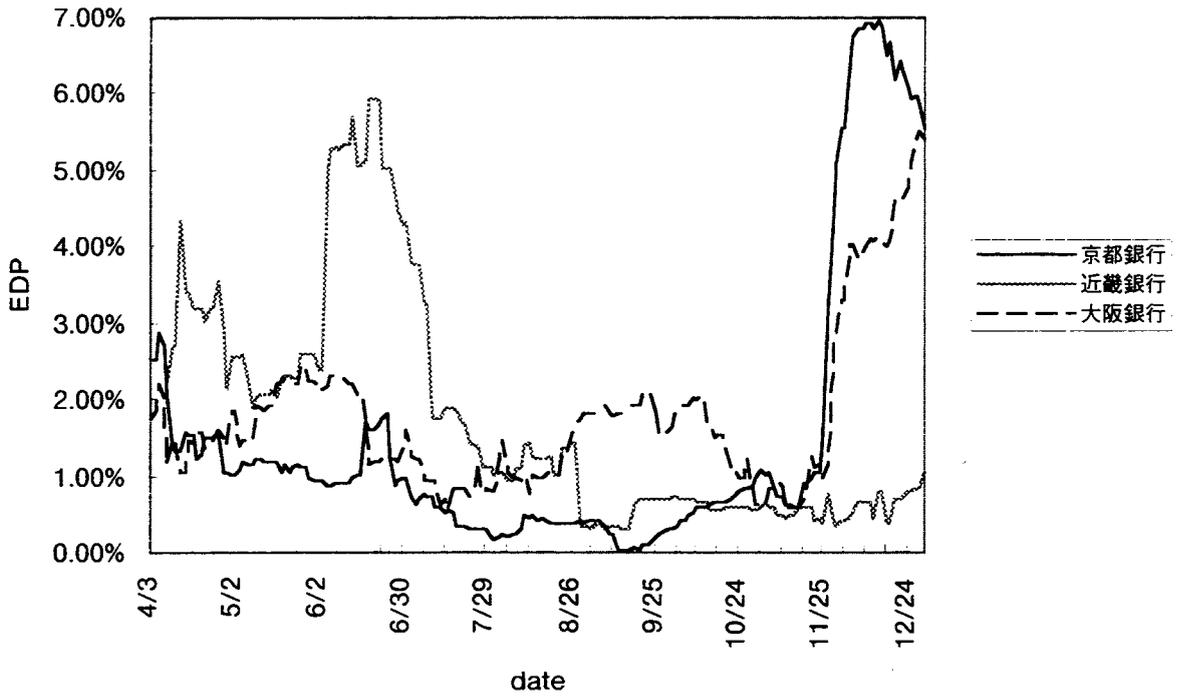


図11.6 倒産確率推移6

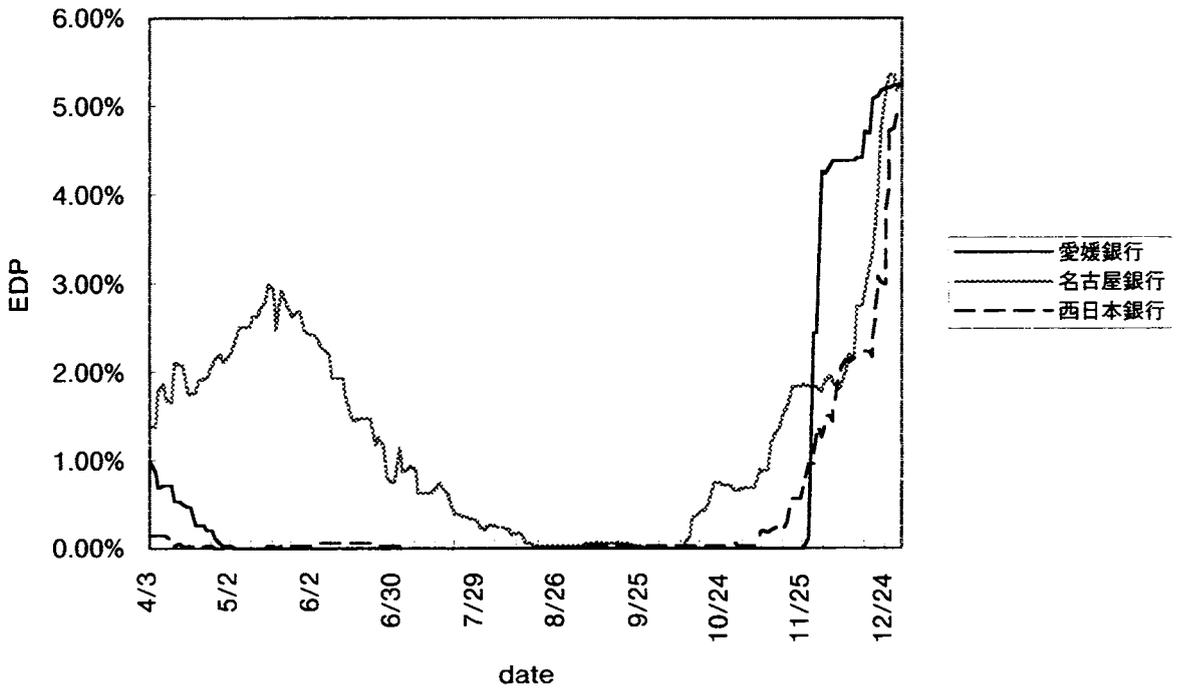


図11.7 倒産確率推移7

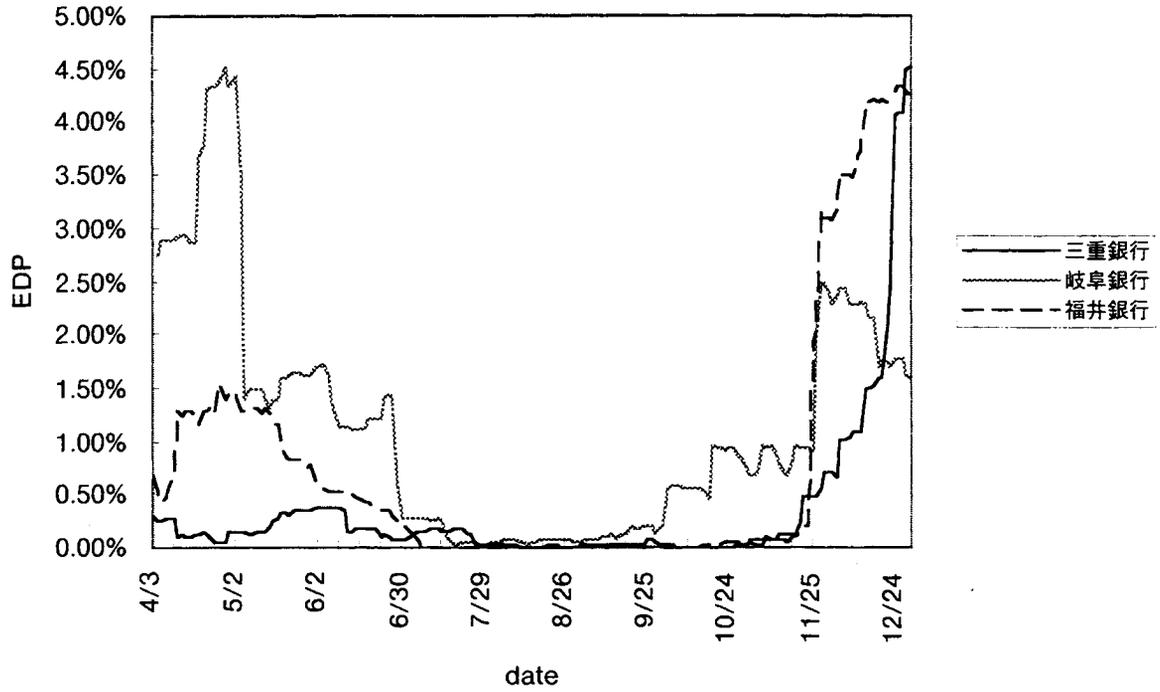


図11.8 倒産確率推移8

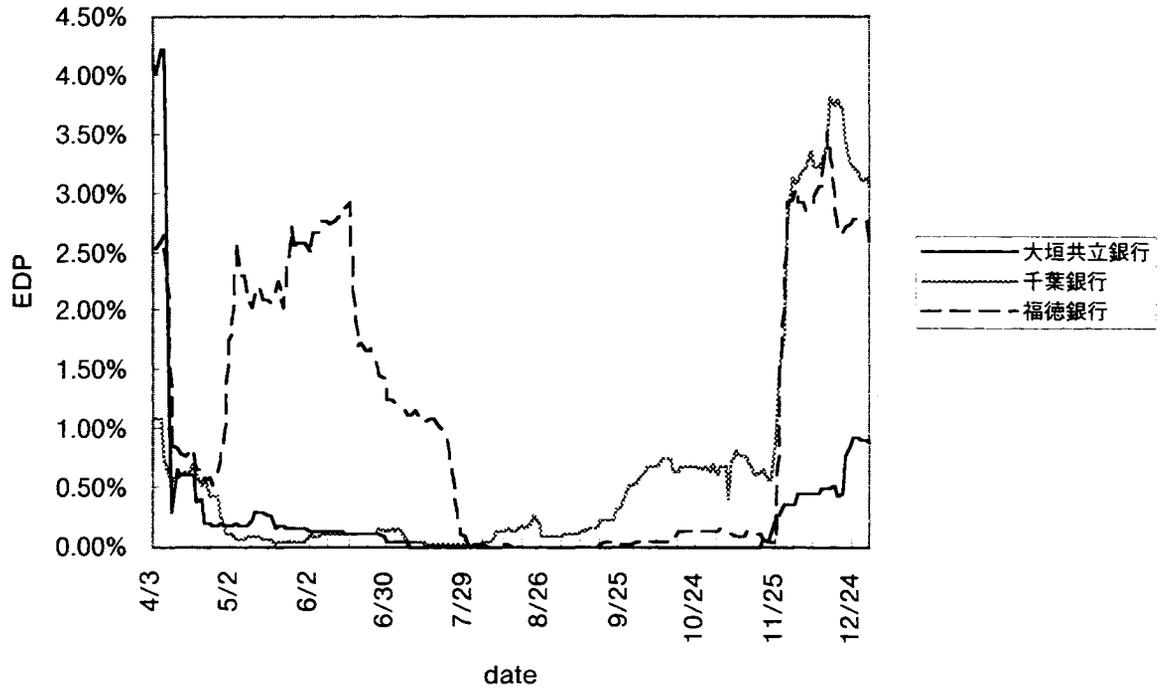


図11.9 倒産確率推移9

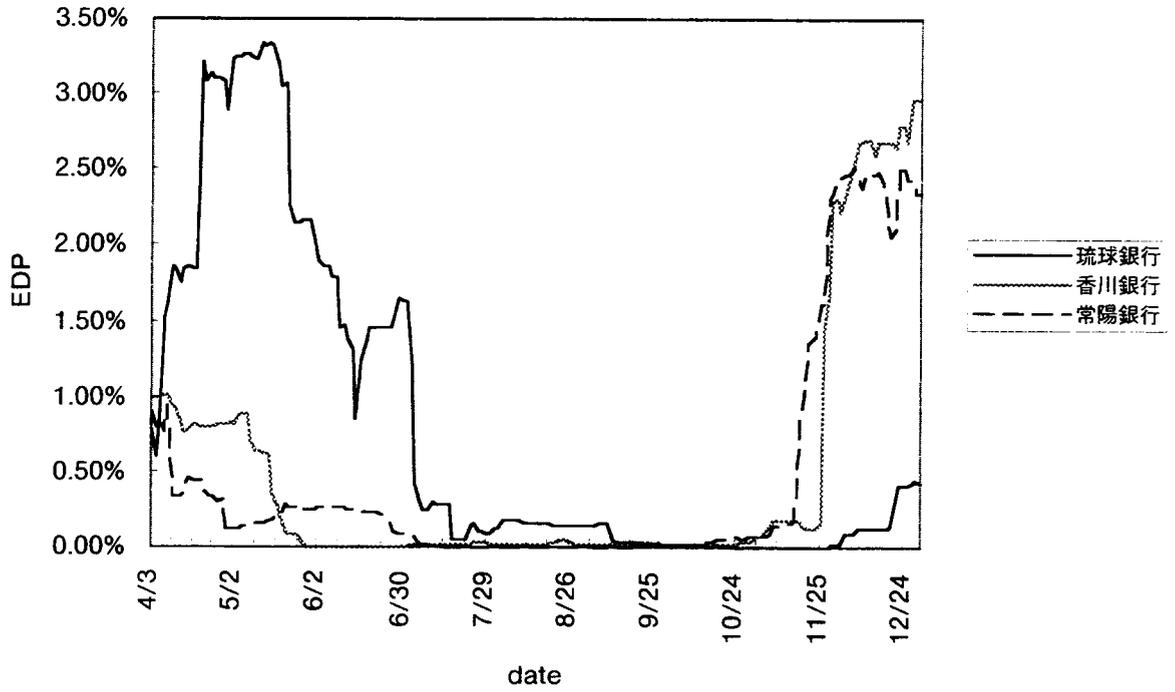


図11.10 倒産確率推移10

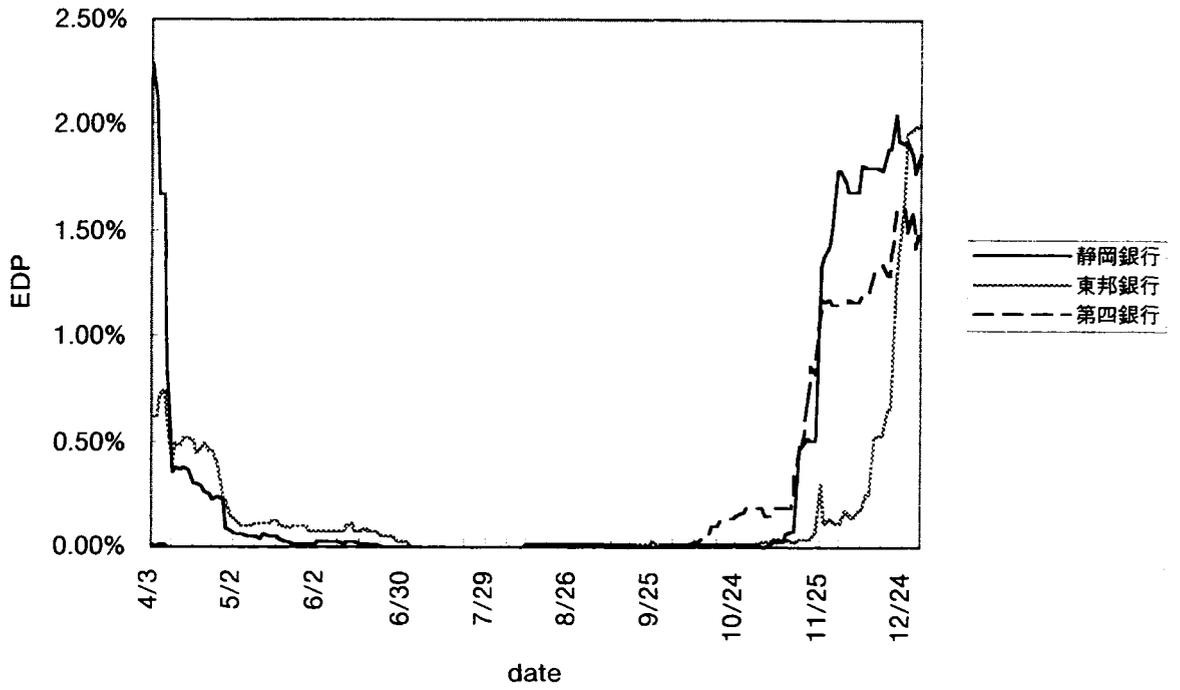


図11.11 倒産確率推移11

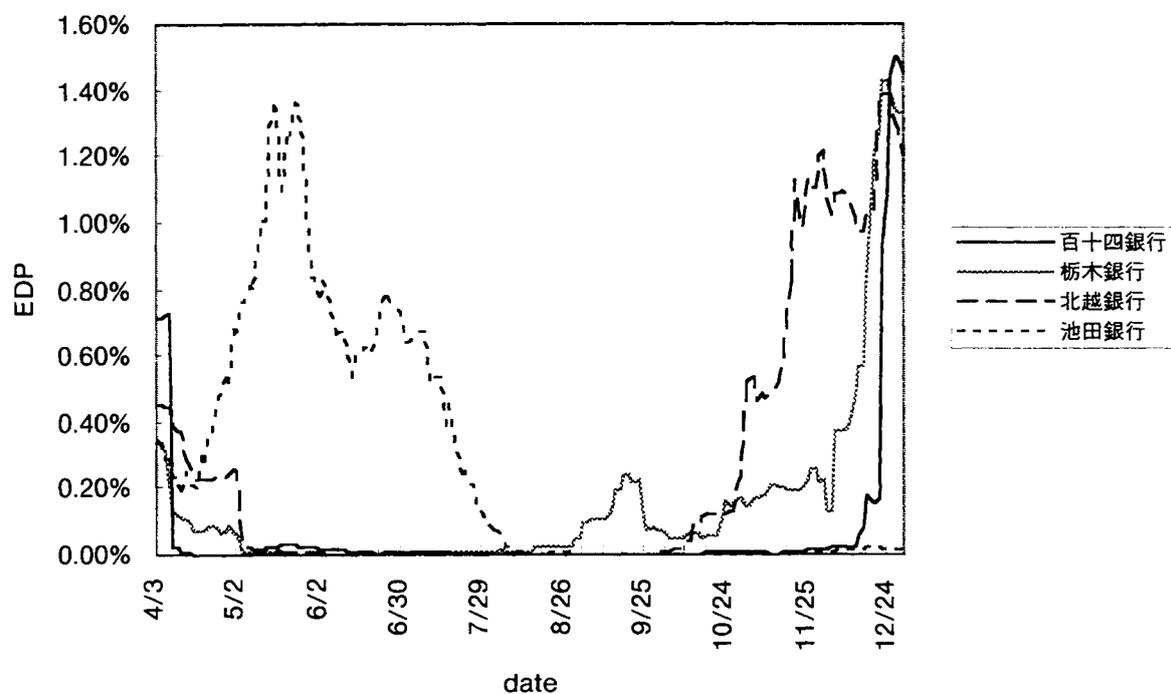


図11.12 倒産確率推移12

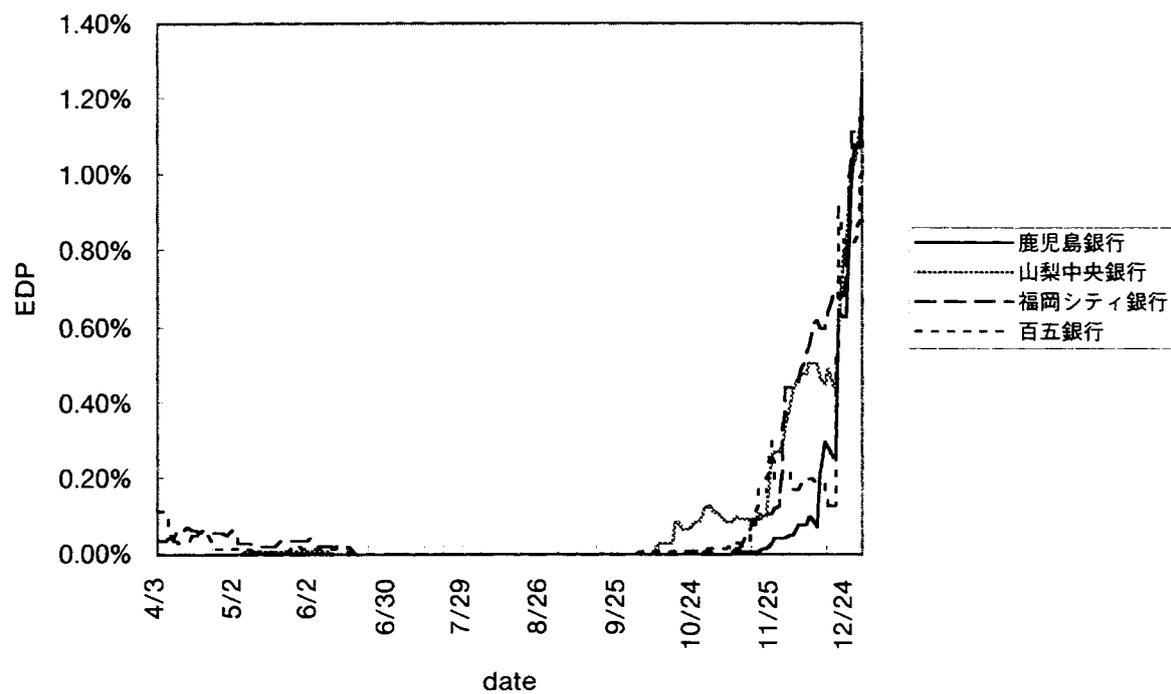


表8 倒産確率1%未満の銀行

最大値(%)	銀行名						
1.00～0.10	宮崎銀行 新潟中央銀行 びわこ銀行 十六銀行	徳島銀行 鳥取銀行 北日本銀行 十八銀行	第三銀行 肥後銀行 福岡銀行 東和銀行	佐賀銀行 青森銀行 阿波銀行	滋賀銀行 広島総合銀行 秋田銀行	大分銀行 北國銀行 大東銀行	親和銀行 山形銀行 岩手銀行
0.10～0.01	中国銀行 南都銀行	泉州銀行 スルガ銀行	九州銀行 七十七銀行	八十二銀行 中京銀行	群馬銀行 武蔵野銀行	トマト銀行	山陰合同銀行
0.01～0.00	山口銀行 みちのく銀行 せとうち銀行	東京都民銀行 富山銀行 熊本ファミリー銀行	東北銀行 筑邦銀行	清水銀行 殖産銀行 南日本銀行	東日本銀行 長野銀行 豊和銀行	伊予銀行 愛知銀行 宮崎太陽銀行	四国銀行 札幌銀行

## 2.6. まとめ

この章では、第1章で説明したモデルを使い、日本の上場銀行118行について、1997年の4月3日から12月30日までの倒産確率を推定し、その分析を行った。

2.3.において推定期間の期首と期末の倒産確率の結果を示した。そこで得られる結果を見る限り、4月3日の倒産確率の水準と12月30日の水準は異なり、信用リスクが大きく上昇していることがわかった。

2.4.では、その信用リスク上昇の大きな要因となったと考えられる北海道拓殖銀行経営破たんの意味することについて考えてみた。経営破たん2週間ほど前から、拓銀の倒産確率10%程度を推移していた。この値は、12月30日の水準から考えると十分に高いとは言えないが、過去の他行の倒産確率水準を見る限り、10%という水準は十分に危険を表す水準であると考えられた。したがって、1997年末に日本の銀行が置かれていた水準は非常に危険な状態であったといえよう。

また、倒産確率では、株式ボラティリティが非常に影響を持つ点も指摘した。今回は、2.2.4.で述べたようにARCHによる推定がうまくいかなかったため、ヒストリカル・ボラティリティを用いた。このヒストリカル・ボラティリティは、ブラック＝ショールズ式の応用である今回の倒産確率モデルと同じく、時系列の収益率の誤差項について分散均一性を仮定している。よって、モデルとの整合性がある推定方法であるといえる。しかし、現在と過去の誤差項に同じウェイトをかけるため、過去の誤差項にも強い影響を受けてしまうという問題点も指摘した。

この他にも、今回のモデルは資産の流動性を考慮しないため、実際の倒産を考えるさい問題があるという点も指摘した。しかし、投資家にとってのデフォルトの意味を考えれば、実際の倒産を考える以上に債務超過に陥っているかどうかを見ることの方が重要であるといえよう。

今回の実証研究で、格付けなどに代表されるファンダメンタル分析に変わる新しい信用リスク指標の有用性と問題点を明らかにした。投資家の自己責任がますます強調されるようになり、信用リスクの測定が不可欠になってきている。こうした中で、日々変化する市場のデータを用いて信用リスクを測るというアプローチの実証を行った本論文の意義は大きいといえよう。

## おわりに

今回この論文に取りかかるにあたって私を大きく動機づけたのは、山一証券の経営破たんだった。山一証券が危険な状態にあると言うことは前々から言われていたが、あのように早く倒産という事態になってしまうとは想像もし得なかった。この破たんは、これからは会社に頼る時代ではなく、自分自身の力をしっかりとつけていかななくてはならないということを、何よりも説得力を持って示してくれたように思う。私の所属する総合政策学部は卒論が義務づけられていないが、このような時代に生きていくためには、自分の力を絶えず向上させそれを何らかの形で見せていくことが必要だと感じ、以前にもまして卒論を書くという意志が生じたのであった。

このような私に、今回の卒論のテーマを紹介して下さったのは、研究会の指導教授でもある森平爽一郎先生であった。今回のテーマは、オプションの知識はもちろん今まで研究会で培ったファイナンスの知識を総動員しなくてはできないテーマであり、卒業論文としてはまさにふさわしいものであった。また、企業の倒産を考えるというのは、時期としても絶妙のタイミングであった。

論文を書くにあたり、最初から最後まで森平先生のお世話になりました。本当にありがとうございました。また、論文を書くにあたっていろいろとお世話をかけた大学院の小松さん、堤さん、中山さん、ありがとうございました。この森平研究会は3年秋学期からの途中参加でしたが、そのような私を暖かく迎えてくれたゼミ生のみなさんありがとうございました。

また、今回の論文は、湘南藤沢キャンパスの豊かなデータ・ベース環境がなければ実現することはなかった。この程度の論文が書けるだけの力がついたのも、このキャンパスに入学したからこそである。慶應義塾大学湘南藤沢キャンパスへの感謝の意をこめて、この論文を締めくくることとする。

1998年2月25日

齋藤 啓幸

## 参考文献

- [1] 小暮厚之、『ファイナンスへの計量分析』、朝倉書店、1996年
- [2] 池尾和人、『銀行リスクと規制の経済学』、東洋経済、1990年
- [3] トム・コープランド、デイル・カラー、ジャック・ミュリン(伊藤邦雄訳)、『企業評価と戦略経営』、日本経済新聞社、1993年.
- [4] 森平爽一郎、「倒産確率推定のオプション・アプローチ」、『証券アナリストジャーナル』、1997年10月号.
- [5] Hull, John C., *Options, Futures, and Other Derivatives*, Third Ed., Prentice Hall, 1997.
- [6] Higgins, Robert C., *Analysis For Financial Management*, Fourth Ed., Irwin, 1995.
- [7] Kealhofer, Stephen, "Portfolio Management of Default Risk," *working paper of KMV corporation*, 1993.
- [8] Vasicek, Oldrich A., "Credit Valuation," *working paper of KMV corporation*, 1984.
- [9] Ronn, Ehud I. and Verma, Avinash K., "Pricing Risk-adjusted Deposit Insurance: An Option-Based Model," *Jornal of Finance*, No.4, Sep, 1986, 871-895.

オプション・アプローチによる  
銀行の倒産確率推定

---

---

1998年4月1日 初版発行

著者 齋藤啓幸  
(s94188hs@sfc.keio.ac.jp)

監修 森平爽一郎

---

発行所 湘南藤沢学会  
〒252-8520 神奈川県藤沢市遠藤5322  
TEL 0466(47)5111 (代)

---

Printed in Japan 印刷・製本 湘南藤沢学会

---

SFC-SWP 97-A-004

