

銀行リスクと経営破綻のプロセス

権 純 珍

<要 旨>

銀行リスクと経営破綻の関連性を明確にするために、銀行リスク及び経営破綻確率と経営破綻の財務状況を定義し、銀行システムの実態を提示する。また、経営破綻の主な原因となる最大損失の規模を明示する。銀行のリスクは $VaR(Value at Risk)$ を用いて計量化し、経営破綻確率はロジット・モデル(Logit Model)に基づいてモデル化した。

さらに、BIS規制という自己資本比率規制の制約条件下での銀行行動を定式化する。その上で、損失によって失われる自己資本の規模、つまり健全な自己資本を維持するための追加的に必要とする自己資本を求めた。損失の多い銀行の場合、自己資本が縮小して早期是正措置の対象銀行となり、健全な銀行条件を満たさなくなる。

<キー・ワード>

銀行リスク、経営破綻確率、最低自己資本比率、銀行行動、 $VaR(Value at Risk)$

I はじめに

2008年9月にサブプライム・ローン問題に端を発した米国の投資銀行であるリーマン・ブラザーズの経営破綻は、2008年10月の世界金融危機の引き金となり¹⁾、同年10月にアイスランドは経済破綻し、世界各国の多くの金融機関が経営不安に陥った。その後、2009年11月にはアラブ首長連邦・ドバイが509億ドルの債務返済繰り延べを発表し、金融危機が発生した。また、2010年5月には、欧州連合であるギリシャが財政危機となった。

金融危機の事前防止と対応のため、米国は2010年7月、金融規制改革法を制定した。欧州連合(European Union)も、2013年1月にユーロ(Euro)圏の金融安定のための欧州版IMF(国際金融基金)である欧州安定メカニズム(European Stability Mechanism)を創設する。特に、国際的な金融危機の再現防止のため、BIS(国際決済銀行)は、2010年12月に銀行に対する新たな自己資本比率規制(バーゼルⅢ)の枠組みを設定している。

1 金融危機(通貨危機)とは、通貨価値の暴落や債務返済不能等によって、当該国の金融経済が危機的な状況に陥ることを指す。

日本の場合も、いわゆるバブル経済の崩壊後の日本経済の低迷期において、銀行の不良債権の問題や経営破綻などが生じ、日本の金融システムは不安定となった。それに対し、金融当局と銀行は構造改革や再編成を行い、銀行システムの安定化と健全化を図ってきた。

1989年3月決算期(平成元年3月)に導入されたBIS規制(信用リスクCredit Riskの規制)、すなわち国際統一基準の自己資本比率規制は、銀行の健全度を測る指標として、その役割を果たしている。1998年4月には、金融機関の経営の健全性を確保するため、銀行の自己資本比率規制に基づく「早期是正措置」が導入された。そのBIS規制は、1998年3月決算期にマーケット・リスク(Market Risk)の取扱いに関する規制が導入され(マーケット・リスク規制)、2004年6月にオペレーショナル・リスク(Operational Risk)の規制を含む「バーゼルII」と呼ばれる「BIS規制(自己資本比率規制に関するバーゼル合意)」の最終案が公表されるなど、数度の改正が行われてきた。日本では、バーゼルIIであるBIS規制が2007年3月決算期(平成19年3月)から実施された。その後、2008年10月の世界金融危機の契機に国際的な金融危機の再現を防止するための新たなBIS規制のバーゼルIIIが検討された。2010年11月(G20の韓国・ソウルサミット)にバーゼルIIIの規制枠組みが決まり、新規制は10年間の移行措置を経て2019年1月から日本をはじめとする当該国の銀行に適用されることとなる²⁾。

BIS規制の導入以降に経営破綻した主な銀行は、1995年8月の兵庫銀行、1996年3月の太平洋銀行、1996年11月の阪和銀行、1997年11月の北海道拓殖銀行と徳陽シティ銀行、1998年10月の日本長期信用銀行、1998年12月の日本債券信用銀行、2001年12月の石川銀行、2002年3月の中部銀行、2003年11月の足利銀行³⁾、2010年9月の日本振興銀行⁴⁾などがある。銀行が経営破綻した主な理由は、不良債権増加による債務超過であった。

再編成された銀行、つまり合併を行った主要な銀行は、1990年4月のさくら銀行(三井銀行+太陽神戸銀行)、1991年4月のあさひ銀行(協和銀行+埼玉銀行)、1996年4月の東京三菱銀行(東京銀行+三菱銀行)、2000年4月の三井中央信託銀行(三井信託銀行+中央信託銀行)、2000年9月のみずほ銀行(第一勧業銀行+富士銀行+日本興業銀行)、2001年1月の近畿大阪銀行(近畿銀行+大阪銀行)、2001年4月の三井住友銀行(住友銀行+さくら銀行)、UFJ銀行(東

2) バーゼルIIIの主な特徴は、普通株式等Tier1の最低所要水準を2%から4.5%に引き上げ、さらに銀行が将来のストレス期に耐え得るよう、2.5%の資本保全バッファ(Capital Conservation Buffer)を保有することが求められ、合わせて7%となることである。また、銀行セクターを過度の総信用拡大期から守るという、カウンターシクリカルな資本バッファ(Countercyclical Buffer)が0%~2.5%の範囲で設定されていることである。Tier1資本比率は8.5%(最低水準6.0%+資本保全バッファ2.5%)であるが、信用拡大期には最大11%(Tier1資本比率8.5%+カウンターシクリカルな資本バッファ2.5%)となる。総資本比率は10.5%(総資本最低水準8.0%+資本保全バッファ2.5%)となるが、信用拡大期には最大13%(総資本比率10.5%+カウンターシクリカルな資本バッファ2.5%)となる。

3) 足利銀行は経営破綻後、金融当局の管理化銀行、すなわち国有化銀行となった。

4) 日本振興銀行は、1971年7月1日に日本の預金保険制度が発足してから初のペイオフが発動された銀行である。ペイオフ(pay off)とは銀行が破綻した際、預金者に払い戻される預金の保証額が元本1000万円とその利息までとする措置である。

海銀行+三和銀行)、2001年9月の大和銀行(大和銀行+近畿大阪銀行+奈良銀行)、2002年3月のりそな銀行(あさひ銀行+大和銀行)、2006年1月の東京三菱UFJ銀行(東京三菱銀行+UFJ銀行)などである。このような大手銀行の合併や統合は、規模拡大による経営体質の強化、つまり安定性の向上を目的としていた。

2000年代に入り、都市銀行を中心とした、「ホールディングス(HD)」または「フィナンシャルグループ(FG)」という「持株会社」の形で、銀行部門が編成された。主なHD及びFGは、2002年4月のみずほHD(2003年3月から、みずほFG)、2002年12月の三井住友FG、2001年4月のUFJHD、2001年4月の三菱東京FG、2005年10月の三菱UFJFG、2003年3月のりそなHD、2002年2月の三井トラストHD、2007年4月のふくおかFGなどである。このような銀行部門が行ったHD及びFGという大型編成においても安定性の向上と同時に、競争力の強化が目的とされていた。

不確実性と不完全情報の下で金融業務を行っている銀行は、常に多くのリスクに直面しており、そのリスクによって経営破綻ないし倒産に陥る可能性もある。多くのリスクを負っている限り、適正な利潤を得ながら銀行業務を持続できるという「安定性や健全度」を維持できなくなることもある。また、その不安定性が銀行システム全体に影響を与え、効率的な資金配分が実現できなくなるだろう⁵⁾。

本稿では、銀行のリスクと経営破綻のプロセスについて検討することを目的とし、銀行行動と経営破綻との関連性、及び経営破綻を引き起こす原因について考察する。銀行リスク及び経営破綻の関連性を明確にするために、銀行リスク及び経営破綻確率と経営破綻の財務状況を定義し、銀行システムの実態を提示する。また、経営破綻の主な原因となる最大損失の規模を明示する。ここでは、予期されない銀行預金の取り付けについては議論しない。

銀行のリスクについては、権・幸村(2007)と同様に、*Var(Value at Risk)*により、計量化する。リスクの大きさは損失、すなわち、利潤の変動幅を用いて計測できる。そのリスクは、クレジット・リスク(信用リスク)およびマーケット・リスク(市場リスク)とオペレーショナル・リスク(業務リスク)によって生じる。銀行の経営破綻確率については、ロジスティック関数(ロジットモデル)によって求める。ロジスティック関数を用いて破綻確率を定義、分析した研究として、森平爽一郎(1999)と中村信一(2000)の研究がある。森平(1999)は一般企業を対象とし、中村(2000)は銀行を対象として分析している。ただし、中村(2000)は、銀行の財務状況については示していない。藪下史郎(1995)は、昭和金融恐慌時におけるプロビットモデルに基づいて、預金取り付けによる銀行休業の確率を分析している。本稿では、銀行の最大損失と破綻確率を推計し、その推計結果を用いて、最大損失と経営破綻との関係について分析する。その際、財務状況については、バランス・シートに基づいて代表的な健全指標である自己資本比率及び不良債権比率を算定して判断する。財務状況を用いて自己資本比率と銀行健全性との関係について分析した研究としては、権・幸村(2001、2002)が挙げられる。

本稿の構成は次のとおりである。第Ⅱ節では、まず、*Var(Value at Risk)*により銀行リスク

5 藪下史郎(1995):173頁。銀行の健全性とは、適正な利潤を得ながら銀行業務を持続することを指し、銀行システムの安定性とは、銀行システムの全体において効率的な資金配分が実現できることを指す。

を計量化する。次に、銀行の経営破綻確率について定式化する。また、銀行のバランス・シートを定義し、それに基づいて銀行の財務状況について説明する。第Ⅲ節では、前節で定義した銀行のリスク及び経営破綻確率に基づいて、銀行リスク（損失）と経営破綻確率の推計方法について説明する。第Ⅳ節では、本稿での検討結果を総括した上で、今後の課題について述べる。

Ⅱ 銀行破綻確率(Bankruptcy Probability)

本稿でいう銀行破綻(Bankruptcy)とは、「銀行が預金・借入金等の負債保有者に対して支払い不能となる状態」である。貸出先等の債務不履行によるリスクを、クレジット・リスク(Credit Risk)、つまり、信用リスクと呼ぶ。さらに、市場価格の変動により被るマーケット・リスク(Market Risk)がある。ここでは、クレジット・リスクとマーケット・リスクの合計を銀行リスクという。銀行リスクの増加は、破綻確率を上昇させる要因の一つとなり、それにより銀行が経営破綻に陥ってしまう。銀行の経営破綻とは、銀行の支払能力(solvency)と流動性(liquidity)が維持できなくなることを意味する⁶⁾。

本稿では、支払能力を維持できなくなったときの銀行破綻を分析対象とする。バランス・シート上において、総債務価値が総資産価値によって充足されずに、損失が自己資本を超える状態で債務超過となり、破綻が発生すると仮定する。ただし、本稿では、銀行取り付けによる破綻については考慮しないこととし、銀行取り付けにより、健全な銀行が破綻に陥ることはないものとする。また、有限責任制度や預金保険制度による、銀行経営者のモラル・ハザードについても考慮しない。

まず、 $VaR(Value\ at\ Risk)$ による銀行リスクの計量化と、銀行の経営破綻確率について定義する。次に、銀行のバランス・シートと経営破綻の財務状況を定義し、金融当局等の外部による資金支援と経営破綻の基準について設定する。

1 銀行リスク

銀行リスク(損失)は、 $VaR(Value\ at\ Risk)$ の値により定義されるものとする。そのリスクは予測不可能な確率変数である。 VaR とは、利潤の変動額が、ある水準以下となる確率をある値とするときの利潤水準を指す。利潤の変動幅は翌時点での利潤と、現時点での利潤との差である。現在、銀行が保有している各資産(貸出・有価証券投資等)を運用して獲得できる利潤を Π と表示し、来期 $t+1$ の決算期で得られる利潤 Π_{t+1} から、今期 t の決算期で得られる利潤 Π_t を引いた変動額を $\Delta\Pi$ とする。その変動額 $\Delta\Pi$ がある水準 $(-X)$ を下回るという事象が確率 α で起こるとする。ある水準 $(-X)$ とは営業活動停止となる損失額とする。

そのとき、 $\Delta\Pi$ が $-X$ 以下になる確率が $\alpha\%$ である。そのため、 $t+1$ 期の決算期時点において、損失 $(-X)$ を覚悟しておけば、銀行の保有資産は確率 $100(1-\alpha)\%$ で安全であることを意味する。この損失 $-X$ を $t+1$ 時点における「 $-VaR$ 」という。

その VaR については、

6 流動性の場合、預金者等により要求される流動性が、銀行の保有する流動性を超えたときには破綻するという銀行取付けの現象を起こす。つまり、流動性が不足するとき、銀行の破綻を引き起こす。

$$P\{\Delta\Pi \leq -X\} = \alpha \quad (2-1)$$

と表示される。(2-1)式は「 $\Delta\Pi$ がある水準 $(-X)$ 以下になる確率が $\alpha\%$ である」ことを示している。また、 X は VaR の値であり、銀行にとって最大損失額 ML (Maximum Loss) を表す。

$\Delta\Pi$ は予測できないため、確率変数として捉える必要がある。確率変数 $\Delta\Pi$ の確率密度関数 $f(\Delta\Pi)$ から VaR を求めることができる。すなわち、 VaR は

$$P\{\Delta\Pi \leq -VaR\} = \int_{-x}^{-VaR} f(\Delta\Pi) d\Delta\Pi = \alpha \quad (2-2)$$

によって算出できる。通常、 VaR を算出するとき、未知の保有資産の変動額ではなく、事前情報を持っている収益率を利用している。ここでは、利潤の変動額ではなく、利潤変動率を用いることとする。その利潤変動率 r_π については、

$$r_\pi = \frac{\Delta\Pi}{\Pi} \quad , \quad \Delta\Pi = r_\pi \cdot \Pi \quad (2-3)$$

と定義する。(2-3)式において、 r_π は利潤変動率、 $\Delta\Pi$ と Π は利潤の変動幅と今期決算期の利潤を表す。ただし、(2-3)式は単利ベースに基づいている。(2-3)式を(2-2)式の左辺に代入すると、(2-2)式の左辺は

$$P\{r_\pi \cdot \Pi \leq -VaR\} = \alpha \quad , \quad P\left\{r_\pi \leq \frac{-VaR}{\Pi}\right\} = \alpha \quad (2-4)$$

となる。(2-4)式の利潤変動率 r_π は正規分布 $N(\mu_\pi, \sigma_\pi)$ に従っていると仮定する。さらに、(2-4)式は標準化により、次式のように表示できる。

$$P\left\{\frac{r_\pi - \mu_\pi}{\sigma_\pi} \leq \frac{\frac{-VaR}{\Pi} - \mu_\pi}{\sigma_\pi}\right\} = \alpha \quad (2-5)$$

(2-5)式において、 μ_π は利潤変動率 r_π の平均値、 σ_π は利潤変動率 r_π の標準偏差を表す。標準正規分布の確率 α における統計値を $Z(\alpha)$ とし、(2-5)式の $\left\{ \right\}$ 中の右辺について、

$$\left\{\frac{\frac{-VaR}{\Pi} - \mu_\pi}{\sigma_\pi}\right\} = -Z(\alpha), \quad \frac{-VaR}{\Pi} - \mu_\pi = -Z(\alpha)\sigma_\pi \quad (2-6)$$

と表示することができる。したがって、(2-6)式により、 VaR の値は

$$VaR = \Pi[Z(\alpha)\sigma_\pi - \mu_\pi] \quad (2-7)$$

となる。(2-7)式により算出される VaR は、「 $\Delta\Pi$ が $-X$ 以下になる確率 $\alpha\%$ 」での最大損失額 ML (Maximum Loss) を意味し、銀行リスク(損失)を指す。本稿では、(2-7)式を用いて、銀行にとって最大損失額である「 VaR 」を推計する。その VaR 定義については、<図2-1>に示しており、確率 α については、1%の水準を考える⁷⁾。

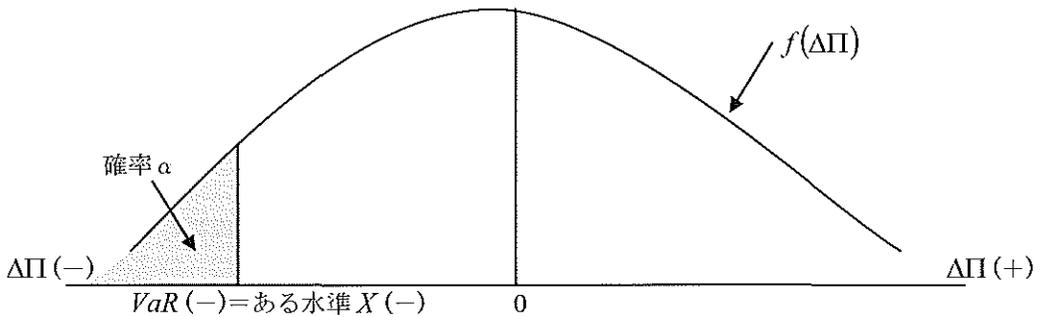
最大損失額 ML (Maximum Loss) である VaR は期待損失額 EL (Expectation Loss) と非

7 パーゼル委員会は α 水準を1%としており、Morgan銀行は5%としている。

期待損失額 UL (Unexpectation Loss) からなる。つまり、次式のように表示することができる。

$$ML = EL + UL \quad (2-8)$$

(2-8) 式の期待損失額 EL は、営業期間中において予想できる損失額であるので、当期利益を持って EL の相当額を積まなければならない。非期待損失額 UL は景気変動等によって予想することができないので、自己資本に UL 相当額のバッファーを保有しなければならない。本稿では、最大損失額 ML について(2-7)式に基づいて推計し、(2-8)式においての期待損失額 EL と非期待損失額 UL の場合は、(2-8)式を用いて推計する⁸⁾。



<図 2-1 VaR の定義>

2 銀行の経営破綻確率

本稿での経営破綻とは、銀行の貸借対照表上においての債務超過、すなわち損失 X が自己資本 K を超える状態で支払い不能となることであり、 BR と表示する。銀行の経営破綻 BR は、営業期間中に発生する不確実的な確率変数である。また、銀行の経営破綻確率とは、損失が自己資本を超える確率であり、 $P(BR)$ と表示する。

銀行の経営破綻確率 $P(BR)$ は、

$$0 \leq P(BR) \leq 1 \quad (2-9)$$

を満たす必要性がある。

(2-9) 式を満たすため、一般化線形モデルを利用する。本稿では、ロジット・モデル (Logit Model) に基づいて銀行の経営破綻確率 $P(BR)$ (以下、破綻確率という) を推計する。つまり、経営破綻に関係する変数の影響力について評価するため、非線形回帰モデルを用いる。まず、 t 時点において、破綻確率 $P(BR)_t$ は、以下のような関数 (線形回帰モデル) で記述されると仮定する。すなわち、

$$P(BR)_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + \varepsilon_t \quad (2-10)$$

となる。(2-10) 式では、破綻確率 $P(BR)_t$ が銀行リスク (損失) X によって説明されていることを示している。 ε_t は誤差項であり、相互に独立である平均 0、標準偏差 σ の正規分布に従う

8 最大損失額 ML を分析することにより、銀行の損失実態を推計できる。期待損失額 EL は銀行が計上している貸倒引当金に相当すると言える。非期待損失額 UL については、 ML と EL の差で求められるが、自己資本保全の必要なバッファーである。

とする。

銀行の経営破綻は(2-10)式のように単一説明変数のみで説明されるものではない。そのため、経営破綻確率 $P(BR)_t$ を決定する要因として代理変数 BR_t^* を導入し、複数のリスクファクター (risk factors) を説明変数とする線形関係式で表す。すると、次のような線形関係式となる。

$$BR_t^* = \gamma_0 + \gamma_1 X_{1t} + \gamma_2 X_{2t} + \cdots + \gamma_i X_{it} + \nu_t \quad (2-11)$$

(2-11)式は代理変数 BR_t^* を被説明変数とし、「 X_1 、 X_2 、 \cdots 、 X_i 」を説明変数としている線形関係式である。「 X_1 、 X_2 、 \cdots 、 X_i 」の各変数は t 時点において、銀行のリスクファクターを示しており、 ν_t は誤差項である。

BR_t^* と $P(BR)_t$ との間は線形関係にあるとし、(2-10)式のように表わすと、

$$P(BR)_t = \beta_0 + \beta_1 BR_t^* + \varepsilon_t \quad (2-12)$$

となる⁹⁾。(2-12)式に(2-11)式を代入すると、

$$P(BR)_t = \beta_0 + \beta_1 (\gamma_0 + \gamma_1 X_{1t} + \gamma_2 X_{2t} + \cdots + \gamma_i X_{it} + \nu_t) + \varepsilon_t \quad (2-13)$$

となる。(2-13)式は線形多変量式である。ただし、(2-13)式に基づいて、破綻確率 $P(BR)_t$ を推計する場合、(2-9)式の条件を満たさない。したがって、非線形関係式であるロジット・モデルを用いて破綻確率 $P(BR)_t$ を推計する。

BR_t^* の値がある一定値 ω 以上であれば破綻するとし、また一定値 ω 以下であるときには破綻しないとする。 $P(BR)_t$ と BR_t^* の関係について表すと、

$$P(BR)_t = 1 \text{ の場合、} BR_t^* > \omega \quad \text{破綻が発生する} \quad (2-14 \cdot i)$$

$$P(BR)_t = 0 \text{ の場合、} BR_t^* \leq \omega \quad \text{破綻が発生しない} \quad (2-14 \cdot ii)$$

となる¹⁰⁾。(2-14 i・ii)式は銀行の経営破綻条件式とする。「 ω 」は経営破綻が発生するか否かを決定する一定の基準値を表す。「 $P(BR)_t = 1$ 」となるときには、条件「(2-14・i)式の $BR_t^* > \omega$ 」を満たしていることとなる。

(2-11)式に基づき、ロジスティック関数によって破綻確率 $P(BR)_t$ を求める。つまり、非線形関数型であるロジット・モデルを用いて経営破綻確率を定式化する。ロジスティック関数は、

$$P(BR)_t = \frac{1}{1 + \exp(-BR_t^*)} = \frac{\exp(BR_t^*)}{1 + \exp(BR_t^*)} \quad (2-15)$$

となる。このロジスティック曲線 BR_t^* について、一般化線形モデルでは、連結関数の逆関数を利用する必要があるため、逆関数が解析的に求められることが望ましい。(2-15)式の関数は

$$BR_t^* = F^{-1}\{P(BR)_t\} = \log \left\{ \frac{P(BR)_t}{1 - P(BR)_t} \right\} \quad (2-16)$$

9 権・幸村(2007)。

10 権・幸村(2007)。

となり、このような変換をロジット変換と呼ぶ。つまり、ロジット変換による銀行の破綻確率 $P(BR)_t$ のロジットモデルは

$$\text{Log} \frac{P(BR)_t}{1-P(BR)_t} = \text{Logit}P(BR)_t = \gamma_0 + \gamma_1 X_{1t} + \gamma_2 X_{2t} + \dots + \gamma_i X_{it} + v_t \quad (2-17)$$

で表現される。(2-17)式から求められる $P(BR)_t$ は破綻確率であり、条件(2-9)式を満たしている。(2-17)式に基づいて、銀行の経営破綻確率を推計する。本稿では、(2-17)式から求められる確率を銀行破綻確率と呼ぶ。破綻確率の推計式については、第Ⅲ節で述べることにする。

3 銀行のバランス・シート

銀行は資産として、支払準備金の現金C、貸出L、有価証券S(取引目的)を保有し、同時に、負債として預金D、自己資本Kを持っていると仮定する。その場合、銀行のバランス・シートは次式のように表示される。

$$L+S+C=D+K \quad (2-18)$$

(2-18)式は簡略化により、中央銀行の借入金や銀行間の資金貸借などを捨象したものである¹¹⁾。銀行は(2-18)式のバランス・シート制約下で行動(営業活動)すると仮定する。(2-18)式の貸借対照表上に計上されない帳簿外取引、すなわちオフ・バランス取引について、債券発行保証N(NIF: Note Issuance Facilities)のみを取り扱っているとすると、銀行の資金運用である(2-18)式の左辺の場合、貸出L、有価証券S、債券発行保証枠Nはデフォルト・リスクを伴うものであるとし、デフォルト・リスクは債券発行保証Nが一番高く、有価証券S、貸出Lの順序であると仮定する。貸出、有価証券への投資、債券発行の保証を行えば、貸出金利 r_L 、有価証券収益率 r_S 、債券発行保証手数料 r_N という収益が得られるが、それぞれの収益率は所与であるとする。「 r_L, r_S, r_N 」は粗収益率であり¹²⁾、収益率の大きさは「 $r_N > r_S > r_L$ 」であるとする。「 $r_N > r_S > r_L$ 」という仮定下では、利潤の最大化を目的とする銀行行動の原理から言えば、有価証券の投資S及び貸出Lの残高ゼロということもあり得る。しかし、本稿では債券発行保証Nの限界費用とデフォルト・リスクの和は、有価証券投資Sの限界費用とデフォルト・リスクの和よりも高いものとし、また有価証券投資Sの限界費用とデフォルト・リスクの和は、貸出Lの限界費用とデフォルト・リスクの和よりも高いものとする。それにより、リスク回避という銀行行動を考慮し、有価証券投資S及び貸出Lのゼロ残高という行動は存在しないことになる。

銀行は常に貸倒れリスク、有価証券キャピタル・ロスのリスク、債務保証先の債務返済不履行リスクを負っている。したがって、期末における貸出Lの返済額、有価証券投資Sの回収額、債券発行保証Nの債務返済額は確率的であり、確率変数で表わされる。その変数を $\theta_L, \theta_S, \theta_N$ で表わす。すると、期末において、貸出Lの返済額は $\theta_L L$ 、有価証券投資Sの回収額は $\theta_S S$ 、債券発行保証Nの債務返済額は $\theta_N N$ となり、それぞれの収益は $\theta_L r_L L, \theta_S r_S S, \theta_N r_N N$ となる。ここ

11 権純珍(1994):187頁~188頁。ここでは、3資産・2負債、1オフ・バランス取引という単純な銀行バランス・シートを導入するが、銀行行動を分析する際の不都合は生じない。

12 r_N, r_S, r_L は粗収益率、つまり元利合計金利である。例えば、 r_L は「貸出金利+1」を示す。

で、 θ_L は不確実な貸倒れリスクに、 θ_S は不確実な価格変動や売却による損失リスクに、 θ_N は債務返済不履行リスクに依存する。ただし、 $0 \leq \theta_L \cdot \theta_S \cdot \theta_N \leq 1$ である。支払準備金の現金Cについては、業務上の決済や預金引出等のための支払い準備金であって、収益もリスクもが生じないものである。支払い準備金の現金Cにおいて、貸出Lと有価証券投資Sへの運用ができずに失われる機会費用については明示的には考慮しない¹³⁾。また、支払準備金の現金Cの保有による取引費用はかからないものとする。ただし、銀行は常に、預金残高に対して一定比率の現金Cを保有する。

銀行の資金源である(2-18)式の右辺の場合、預金Dは預金金利 r_D を支払うものとする。 r_D は与えられるものとし、預金市場で決まるものと仮定する。自己資本Kの場合、資本市場を通じて獲得するものとし、自己資本Kの1単位当たり「 r_K 」という配当金を支払う。 r_K は所与である。

銀行が資金調達・運用を行う際には、それに要する物件費、人件費などの営業費用がかかるが、物件費と人件費について銀行の営業費用関数として表す。設備(店舗)の1単位当たりの営業費用、すなわち店舗1単位当たりのレンタル価格は r_E 、従業員(行員)の1人当たりの営業費用、すなわち従業員1人当たりの賃金は r_W とそれぞれ表示する。

4 銀行の経営行動

銀行は、利潤 Π の最大化を目的として行動する経済主体である。銀行の利潤 Π について、(2-18)式のバランス・シートに基づき経営活動を行う場合、次のように定義する。

$$\begin{aligned} \Pi = & \theta_L r_L L - L + \theta_S r_S S - S + \theta_N r_N N - N - r_D D - r_K K - \Phi(L, S, r_E, r_W) \\ & - \Psi(D, K, r_E, r_W) - \Gamma(N, r_E, r_W) \end{aligned} \quad (2-19)$$

(2-19)式の Π は確率変数としての利潤を表す。 $\Phi(L, S, r_E, r_W)$ は貸出Lと有価証券への投資Sを行う際の取引費用関数、 $\Psi(D, K, r_E, r_W)$ は預金Dと自己資本Kを調達する際の取引費用関数である。 $\Gamma(N, r_E, r_W)$ については、債券発行保証Nを行う際の取引費用関数である。債券発行保証Nの場合、貸出Lと有価証券投資Sに与える影響がなく、預金Dと自己資本Kの規模にも依存せず、独立的な取扱いが可能である。

銀行は(2-18)式のバランス・シート制約条件の下で、利潤最大化の行動をしなければならない。そのため、(2-19)式の銀行利潤 Π について、制約条件である(2-18)式を「 $D=L+S+C-K$ 」に変形して、(2-19)式に代入すると、次の(2-20)式のように書き直される。

$$\begin{aligned} \Pi_B = & (\theta_L r_L - r_D - 1)L + (\theta_S r_S - r_D - 1)S + (\theta_N r_N - 1)N - r_D C - (r_K - r_D)K \\ & - \Phi(L, S, r_E, r_W) - \Psi(D, K, r_E, r_W) - \Gamma(N, r_E, r_W) \end{aligned} \quad (2-20)$$

13 支払準備の現金Cの機会費用は、預金金利である(2-20式を参照)。しかし、本稿ではその機会費用を取り上げない。

(2-20)式の利潤 Π_B は、バランス・シート制約条件下で行動するとき得られる利潤である。

銀行はバランス・シート制約条件の下で、金融当局からの国際統一基準の最低自己資本比率規制(BIS規制)を受けなければならない。そのため、自己資本比率の規制を受けるときの銀行利潤を求める必要がある。まず、国際統一基準の自己資本比率を ρ と表示し、「 ρ 」について次式のように定義する。

$$\rho = \frac{(K_1 + \alpha) + K_2 + \beta}{RWA} \quad (2-21)$$

(2-21)式の ρ は、2010年11月に規制枠組みが決まった「新たな自己資本比率規制(BIS規制: パーゼルⅢ)」に基づき、単純化した自己資本比率である¹⁴⁾。まず、(2-21)式の分母 RWA は、リスク・ウェイト・アセット額を示しており、バランス・シート((2-18)式)とオフ・バランス取引に基づいて算出するものである。ここではその算出方法を省略している。次に、(2-21)式の分子はパーゼルⅢ基準の自己資本を表しており、 K_1 は基本的項目自己資本(Tier 1)、 α は資本保全バッファー(Capital Conservation Buffer)¹⁵⁾、 K_2 は補完的項目自己資本(Tier 2)、 β はカウンターシクリカルな資本バッファー(Countercyclical Buffer)¹⁶⁾を示す。 K_2 について、国際統一基準の自己資本に算入できる補完的項目は、貸借対照表上の自己資本高(基本的自己資本 K_1)を上限とする¹⁷⁾。 K_1 について、銀行が将来のストレス期に耐え得るよう、「 α 」という資本保全バッファー(Capital Conservation Buffer)を加える。また、総資本最低水準($(K_1 + \alpha) + K_2$)について、銀行セクターを過度の総信用拡大期から守るための、「 β 」というカウンターシクリカルな資本バッファー(Countercyclical Buffer)が設定されている。通常期には発効しない β は、信用拡大期において貸出や有価証券投資に対する抑制ファクターの役割を果たすものでもある。予想できない銀行損失に対する規制値である α 及び β は(2-8)式の非期待損失 UL を保全するバッファーであると言える。本稿では、 UL を資本保全に必要なバッファーの大きさであるとし、規制の現実値との比較を行う。

国際統一基準規制上(BIS基準)の最低自己資本比率を「 ρ 」であるとすれば、「 ρ 」の定義式は(2-21)式の自己資本比率により、

14 国際統一基準の自己資本比率規制について、 ρ のように単純化しても分析上の大きな問題は生じない。特に、 ρ は銀行の最低目標自己資本比率(target ratio)である。最低目標自己資本比率とは、銀行がBIS規制の最低自己資本比率(13%)、すなわちトリガーレシオ(trigger ratio: 規制介入開始の自己資本比率)を常に維持できるよう、設定される自己資本比率である。

15 脚注2)を参照。

16 脚注2)を参照。

17 補論のパーゼルⅢ基準を参照。

$$\bar{\rho} \leq \rho = \frac{(K_1 + \alpha) + K_2 + \beta}{RWA} \quad (2-22)$$

となる。(2-22)式は、いわゆるBIS規制と呼ばれる自己資本比率規制の定義式であり、「 $\bar{\rho}$ 」の値はBIS規制の下限値、すなわちトリガーレシオ(trigger ratio:規制介入開始自己資本比率)である。つまり、 $\bar{\rho}$ は、銀行が必ず維持しなければならない最低自己資本比率である。また、(2-22)式により、次式のような関係式に表すことができる。

$$\bar{\rho} \leq \rho \quad (2-23)$$

(2-23)式の不等式は、国際統一基準の自己資本比率の規制条件である。銀行は、BIS規制の下限値 $\bar{\rho}$ をクリアすることが義務付けられており、この義務を果たせなかった場合には、金融当局から業務制限命令を受けることとなる。つまり、当該銀行は金融当局より「早期是正措置¹⁸⁾」という命令を受け、「早期是正措置の命令」による自己資本比率の規制下に直面する。銀行不良化の事前防止策である「早期是正措置」の発動により、当該銀行は営業活動が制約されると同時に、不良債権を縮小するなど健全化に努めなければならない。

(2-22)式の自己資本比率について、 $K_B = (K_1 + \alpha) + K_2 + \beta$ とおき、 $K_B \geq \bar{\rho}(RWA)$ に書き直し、次式のような等式に表す¹⁹⁾。

$$K_B = \bar{\rho}(RWA) \quad (2-24)$$

(2-24)式の K_B は、規制上の最低自己資本比率 $\bar{\rho}$ を満たすときの国際統一基準自己資本の大きさである。銀行の自己資本高が規制の最低自己資本を下回る場合、規制上の最低自己資本比率 $\bar{\rho}$ (規制の下限値)を満たすことができなくなる。

(2-20)式の利潤 Π_B と、国際統一基準の最低自己資本比率(規制の下限値)を表している(2-24)式に基づき、ラグランジュ関数型を導入する場合、次式ようになる。

$$\begin{aligned} \Pi_B^B = & (\theta_L r_L - r_D - 1)L + (\theta_S r_S - r_D - 1)S + (\theta_N r_N - 1)N - r_D C - (r_K - r_D)K \\ & - \Phi(L, S, r_E, r_W) - \Psi(D, K, r_E, r_W) - \Gamma(N, r_E, r_W) \\ & + \lambda \{K_B - \bar{\rho}(RWA)\} \end{aligned} \quad (2-25)$$

(2-25)式の Π_B^B は当該年度(決算期)において、バランス・シート制約条件下で、(2-23)式の自己資本比率規制を受けているときの利潤である。(2-25)式は、(2-23)式の自己資本比率規制を受けているとき、銀行が直面する利潤最大化の問題に対する関数を表しており、利潤最大化を求める。銀行が規制上の最低自己資本比率を維持していれば、金融当局からの早期是正措置命令を受けることなく営業活動ができる。(2-22)式と(2-25)式から明らかなように、自

18 1998年4月に導入された日本の早期是正措置については、補論の表2を参照。その措置によると、健全な自己資本の銀行とは、海外営業拠点を有する銀行に係る国際統一基準の場合、自己資本比率が8%以上、海外営業拠点を有しない銀行に係る国内基準の場合、自己資本比率が4%以上である。8%未満、あるいは4%未満の銀行は当局から資本の増強に係わる措置の命令を受けることとなる。しかし、新たに導入される「バーゼルⅢ」の規則に基づいて、早期是正措置における命令対象の自己資本区分についても再設定が必要となる。

19 RWA の最適解が内点解であるとするので、不等式の代わりに等式を用いる。

己資本比率の規制下では、銀行が信用リスクウェイトの高い貸出や有価証券投資及び債券発行保証を抑制し、資産のリスク負担を少なくするように努める²⁰⁾。自己資本比率の規制を受けるときの利潤 Π_B^B は、規制を受けないときの利潤 Π_B に比べて減少していることが判る。(2-25)式の λ は自己資本比率規制の“シャドウ・プライス”を示している。つまり、当局による自己資本比率規制の下限値 $\bar{\rho}$ の引き上げは、銀行の期待利潤を低下させるという意味で、限界期待利潤を表すものである。

(2-25)式の利潤 Π_B^B が正である銀行は、早期是正措置の命令を受けることなく、健全な銀行として正常な営業活動を続けられる。しかし、銀行の利潤 Π_B^B が負となり、自己資本比率規制の下限値を維持できないときには、早期是正措置の命令を受けるようになり、不健全銀行となる。(2-25)式において、「利潤 $\Pi_B^B < 0$ 」である場合、損失 X が生じて赤字決算の計上となる。本稿では、当該年決算期時点で、その損失 X を計上するとき、自己資本 K と支払準備現金 C をもって補填するものとする。銀行の利潤 Π_B^B が負 ($-\Pi_B^B$)、つまり損失 ($= -\Pi_B^B$) が生じるとき、自己資本 K と支払準備現金 C をもって損失 X の補填に当てるので、健全銀行としての自己資本比率の基準値(規制の下限値)を維持できなくなる²¹⁾。その当該銀行は営業活動を続けることはできるものの、金融当局から経営破綻の事前防止策である「早期是正措置」の命令を受けることとなる。

(2-25)式の利潤 Π_B^B が負になるのは、次の条件を満たすときである。つまり、

$$i) \quad \theta_L, \theta_S, \theta_N < 1$$

$$ii) \quad \theta_L r_L \leq r_D + 1, \quad \theta_S r_S \leq r_D + 1, \quad \theta_N r_N \leq 1$$

(2-26)

のときである。i) について、返済・回収の確率変数である「 $\theta_L, \theta_S, \theta_N$ 」の値が「1」以下となるとき、貸出や有価証券投資及び債券発行保証(オフ・バランス取引)について100%の元本を回収できなくなり、損失ないし不良債権が発生することを意味している。ii) について、逆利ざやを表しているので金利損失が生じる。

単年度において、利潤 Π_B^B が負になっていても経営破綻に陥ることはない。つまり、銀行が一時的に負の利潤 Π_B^B を計上しても(赤字決算)、支払い能力と流動性が維持されているのならば、経営破綻することはない。しかし、(2-25)式の利潤 Π_B^B の期待値が負となる場合、当該銀行は経営破綻に陥るものとする。当該銀行の期待利潤 $E(\Pi_B^B)$ は、(2-25)式の両辺に期待値をとることによって求められるものとする。すなわち、期待利潤 $E(\Pi_B^B)$ は(2-25)式により、

20 (2-22)式と(2-25)式において、異なる信用リスクウェイトを掛けて算出した信用リスク・アセットは、現金、貸出、有価証券、オフ・バランス取引等によるものである。信用リスクウェイトの高い貸出や有価証券及びオフ・バランス取引は、(2-22)式の自己資本比率と(2-25)式の利潤を減少することになる。準備現金 C は信用リスクウェイトがゼロである。

21 単年度において、損失 X を計上する銀行が自己資本 K と準備現金 C をもってその損失 X に当てるとしても、支払い能力を維持している限りは、再建不可能な経営破綻に陥ることはない。

$$\begin{aligned}
E(\Pi_B^B) = & \{E(\theta_L)r_L - r_D - 1\}L + \{E(\theta_S)r_S - r_D - 1\}S + \{E(\theta_N)r_N - 1\}N - r_D C - (r_K - r_D)K \\
& - \Phi(L, S, r_E, r_W) - \Psi(D, K, r_E, r_W) - \Gamma(N, r_E, r_W) \\
& + \lambda \{K_B - \bar{\rho}(RWA)\} \tag{2-27}
\end{aligned}$$

と表される。(2-27)式において、期待値で示されているのは $E(\theta_L)$ 、 $E(\theta_S)$ 、 $E(\theta_N)$ 、の3つのみである。ここで、 ρ の値について、自己資本比率規制の下限値 $\bar{\rho}$ を維持できるよう、銀行自らが設定するものであるとする。

「 θ_L 、 θ_S 、 θ_N 」の値が「1」以下となる場合、損失 X が発生する。損失 X を計上するときの銀行利潤を Π_X と表示し、(2-25)式の利潤式のように表わすと、

$$\begin{aligned}
\Pi_X = & (\theta_L^X r_L - r_D - 1)L + (\theta_S^X r_S - r_D - 1)S + (\theta_N^X r_N - 1)N - r_D C - (r_K - r_D)K \\
& - \Phi(L, S, r_E, r_W) - \Psi(D, K, r_E, r_W) - \Gamma(N, r_E, r_W) \\
& + \lambda \{K_B - \bar{\rho}(RWA)\} \tag{2-28}
\end{aligned}$$

となる。(2-28)式の利潤 Π_X は「 θ_L 、 θ_S 、 θ_N 」の値が「1」以下となり、貸出 L 及び有価証券投資 L と債券発行保証 N において損失 X を計上するときの利潤 Π_X である。(2-28)式の θ_L^X 及び θ_S^X と θ_N^X は、貸出 L 及び有価証券投資 L と債券発行保証 N において返済ないし回収の確率(θ_L 、 θ_S 、 θ_N)が1以下となるときの値である。(2-28)式の利潤 Π_X は、(2-25)式の利潤 Π_B^B に比べて低い値である。

(2-27)式の利潤 Π_B^B と(2-28)式の利潤 Π_X との差額は、損失 X を意味する。その損失 X について、次式のように表示する。

$$X = \Pi_B^B - \Pi_X \tag{2-29}$$

(2-29)式の損失 X は(2-1)式の VaR が示している損失の意味と一致する。(2-29)式の損失 X については、自己資本 K をもって直接償却するものとする²²⁾。その損失 X を計上するとき、(2-18)式の銀行バランス・シートは、

$$L_X + S_X + C_X = D_X + K_X \tag{2-30}$$

となる。 L_X は貸出 L の回収額($\theta_L^X L$)、 S_X は有価証券投資 S の回収額($\theta_S^X S$)を示している。 D_X 、 C_X 、 K_X は損失 X を計上したときのそれぞれ、預金、準備現金、自己資本を表わしている。また、オフ・バランス取引の債券発行保証 N の N_X は、債務返済履行金額($\theta_N^X N$)を表わす。 L_X 、 S_X 、 N_X 、 C_X 、 K_X の値は、損失部分を償却した後のものである。そのため、(2-30)式の大きさは(2-18)式に比べて小さい。つまり、銀行が損失 X を直接償却することで、バランス・シートの縮小変化を意味している。

(2-30)式の自己資本 K_X について、(2-18)式の自己資本 K から損失 X ($= \Pi_B^B - \Pi_X$)を引いたものを示す。銀行預金 D の場合、損失を計上しても、その規模には影響を与えないものとし、(2-18)式の預金 D と(2-30)式の預金 D_X とは同じ規模であるとする。銀行は一般的に赤字決算(損失)を計上しても、一般公衆から資金を預かる(預金 D)という金融サービスを

22 不良債権引当金について、準備現金 C を当てることとする。

続けると同時に、その預金 D について払い戻しの保証をしなければならない。そのため、銀行は損失 X を生じて、預金 D に対する金融サービスの行動を変えずに行うものである。支払準備現金 C の場合、銀行は損失 X の一部に対して、損失の引当金として支払準備現金 C をもって補うもの(償却)とするので、 C は減少して(2-30)式の規模 C_X となる。

損失 X を計上するときの自己資本比率を ρ_X と表示し、(2-30)式のバランス・シートとオフ・バランス取引(N_X)に基づき、国際統一基準の自己資本比率の定義式である(2-23)式を用いると、 ρ_X は、次のようになる。

$$\rho_X = \frac{(K_{X1} + \alpha) + K_{X2} + \beta}{RWA_X} \quad (2-31)$$

(2-31)式の ρ_X は、損失 X を計上するときの自己資本比率であるため、(2-21)式の ρ よりも低くなると同時に、BIS規制の最低自己資本比率 ρ を満たすこともできなくなる。そのとき、(2-22)式の条件式に基づくと、次のような自己資本比率の関係式が成立する。

$$\rho \geq \rho > \rho_X \quad (2-32)$$

(2-32)式の不等式は、銀行が損失を計上すると、規制の最低自己資本比率を維持できなくなることを示している。(2-31)式について、「 $K_X \geq \rho_X (RWA_X)$ 」に書き直し、次式のような等式に表示する²³⁾。

$$K_X = \rho_X (RWA_X) \quad (2-33)$$

K_X は「 $(K_{X1} + \alpha) + K_{X2} + \beta$ 」を表す。また、 K_X は損失 X を計上するとき、国際統一基準の自己資本の大きさである。(2-33)式の自己資本 K_X が(2-24)式の規制上の最低自己資本 K_B を下回り、次式のような関係式が成立する。

$$K_B > K_X \quad (2-34)$$

(2-34)式は、損失 X を計上するときの自己資本 K_X の値は、規制の自己資本比率を維持しているときの自己資本 K よりも減少していることを示す。それは次のような関係式で表示できる。

$$K_X = K_B - X \quad (2-35)$$

(2-35)式は、損失 X を計上するときの自己資本 K_X を示すものである。つまり、 K_X は自己資本 K から損失 X を差し引いたものである。また、損失は K と K_X との差額と等しくなる。

(2-18)式のバランス・シートから、損失 X を計上するときのバランス・シートである(2-30)式を差し引くと、次式のようなになる。

$$(L - L_X) + (S - S_X) + (C - C_X) = (K - K_X) \quad (2-36)$$

(2-36)式において、左辺はバランス・シート上での損失の規模であり、右辺の $(K - K_X)$ は損失 X によって償却された自己資本の規模を示す。 $(K - K_X)$ はオン・バランス・シート上において、BIS規制の最低自己資本比率を維持するために必要とする自己資本(純資産の部)の規模である²⁴⁾。特に、オフ・バランス取引の債券発行保証 N から N の返済確率 θ_N が「1」以下と

23 貸出 L 、有価証券投資 S 、現金準備高 C の最適解が内点解であるとするので、不等式の代わりに等式を用いることができる。

24 自己資本(純資産の部)の規模とは、BIS規制の最低自己資本比率を維持するための必要な基本的項目自己資本の規模である。純資産の部とは、貸借対照表上の「資本の部」を指す(2007年3月決算期から変更)。

なるときの債券発行保証 N_X を差し引いた値、つまり、 N の損失である「 $(N - N_X)$ 」はオフ・バランス取引であるため、オン・バランス取引の(2-36)式には表示されない。ここでは、債券発行保証 N の損失部門 $(N - N_X)$ について、(2-36)式の $(C - C_X)$ をもって調整されるものとする。また、 $(C - C_X)$ が正である限り、預金引出請求などの決済に対して必要となる流動性は維持できる。しかし、銀行の財務状況が「 $K - K_X \leq 0$ 」である場合、債務超過が生じ、流動性の維持ができなくなる。つまり、銀行は経営破綻する。

(2-36)式における左辺の損失規模及び、自己資本比率規制の下限値を維持するための追加的な自己資本規模の推計について、(2-7)式及び(2-8)式を用いて算出する。

Ⅲ 経営破綻確率及びストレス・テストの推計式

第Ⅲ節では、第Ⅱ節で定式化した銀行リスク及び経営破綻確率の定義式に基づいて、銀行のリスク及び経営破綻確率、ストレスによる損失規模についての推計方法を述べる。まず、銀行の経営破綻を定義した上で、それぞれの推計方法について述べる。

1 銀行の経営破綻とリスク

第Ⅱ節で述べたように、債務超過が自己資本を超える状態で破綻が発生すると仮定する。換言すると、損失額 X を負の利潤とし、銀行の利潤 Π と自己資本 K の合計がゼロ、または負のときである。

$$\Pi + K \leq 0 \quad (3-1)$$

Π は今期末に決まる確率変数であり、負の場合には今期の最大損失 X であるとする。 K は前期に決まるものとして所与であるとする。前述のように、銀行リスクの発生によって損失額 X が大きくなるにつれ、損失額の大きさが自己資本 K を超えて経営破綻が生じる。

銀行リスク X (最大損失額 ML) について、第Ⅱ章の(2-7)式を用いて定式化する。すなわち、(2-7)式の「 $Var = \Pi[Z(\alpha)\sigma_\pi - \mu_\pi]$ 」に基づいて銀行リスク X を表示することができる。ここで、(2-7)式の「 Var 」の代わりに「銀行リスク X 」を差し替えて、銀行リスク X について次式のように表示する。

$$X = \Pi[Z(\alpha)\sigma_\pi - \mu_\pi] \quad (3-2)$$

(3-2)式が示しているように、銀行リスク X (銀行の最大損失) は当該年決算期の利潤 Π 、利潤変動率の標準偏差 σ_π 、利潤変動率の平均値 μ_π 、有意水準の統計値 $Z(\alpha)$ によるものである。(3-2)式を用いて銀行の最大損失 X を算出する。また、この式を用いて最大損失 X に対する各変数の寄与度を求める²⁵⁾。(3-2)式は、第Ⅱ節の(2-3)式で説明しているように、単利ベースに基づくものである²⁶⁾。

(3-2)式の銀行リスク X に(2-25)式の利潤 Π_B^B を代入することにより、銀行リスク X について、次式のような一次線形関係式として表示することができる。

$$X = \chi(RBL, k, r, r_{TC}, A, \mu_\pi, \sigma_\pi) \quad (3-3)$$

(3-3)式は、銀行リスク X の関数式である。 RBL は「 θ_L 、 θ_S 、 θ_N 」の代理変数として、総資産高に対する不良債権残高の比率を表わす。 k は総資産高に対する自己資本高の比率で、

25 最大損失に対する各変数の寄与度についての詳細は補論②を参照。

26 連続複利ベースの場合、 $X(Var) = \Pi[1 - e^{-\sigma_\pi Z(\alpha) - \mu_\pi}]$ である。詳しくは補論①を参照。

際統一基準の自己資本比率 ρ の代理変数である。 r は収益率を表しており、総資産高に対する当期利潤の比率である。 r_{TC} は総資産高に対する総費用の比率を示す。 A は総資産高で銀行規模を示す。 μ_x は利潤変動率の平均値、 σ_x は利潤変動率の標準偏差を表す。 X に対する説明変数の符号条件はそれぞれ、 RBL は「+」、 k は「-」、 r は「-」、 r_{TC} は「+」、 A は「-」、 μ_x は「-」、 σ_x は「+」を表わす。

2 銀行の経営破綻確率

銀行の経営破綻とは、前述のように、銀行が支払能力 (solvency) と流動性 (liquidity) を維持できなくなることによって発生するものである。経営破綻は、主として、銀行リスクの増加によって生じると仮定する。経営破綻確率とは、リスク増加により支払能力不能となる確率、すなわち債務超過 (損失) が自己資本を超えて経営破綻する確率を意味する。つまり、(3-1) 式の「 $\Pi + K \leq 0$ 」となる確率である。

銀行の経営破綻確率 $P(BR_t)$ について、(2-10) 式と (3-3) 式に基づいて次のような一次線形関係式として表示することができる。

$$P(BR_t) = \gamma(RBL, k, r, r_{TC}, A, \mu_x, \sigma_x) \quad (3-4)$$

(3-4) 式は、銀行の経営破綻確率 $P(BR_t)$ の関数式である。目的変数 $P(BR_t)$ に対して説明変数の符号条件は X が「+」であることにより、 RBL は「+」、 k は「-」、 r は「-」、 r_{TC} は「+」、 A は「-」、 μ_x は「-」、 σ_x は「+」である。

経営破綻を判断するため、経営破綻の判別関数式 DV を導入する。つまり、経営破綻の判別関数式 DV についても、(3-4) 式と同じく (2-10) 式と (3-3) 式を用いて、次式のように定式化する。

$$DV = \delta(RBL, k, r, r_{TC}, A, \mu_x, \sigma_x) \quad (3-5)$$

(3-5) 式により、経営破綻であるか、または非経営破綻であるかを推計する。つまり、(3-5) 式では「 RBL 、 k 、 r 、 r_{TC} 、 A 、 μ_x 、 σ_x 」の説明変数を用いて経営破綻の有無を判断する。 DV (Discriminate Variable) は経営破綻の有無を示す非説明変数である。 DV の場合、破綻銀行は1、非破綻銀行は0とする²⁷⁾。

3 経営破綻確率の推計式

経営破綻確率の推計式について、(3-4) 式の経営破綻確率 $P(BR_t)$ を第II節のロジットモデルの (2-17) 式に代入し、次の一次線形式のように定式化する。つまり、銀行の経営破綻確率 $P(BR_t)$ の推計式は、

$$\text{Logit } P(BR_t) = \gamma_0 + \gamma_1 RBL + \gamma_2 k + \gamma_3 r + \gamma_4 r_{TC} + \gamma_5 A + \gamma_6 \mu_x + \gamma_7 \sigma_x + \varepsilon_i \quad (3-6)$$

と書くことができる。(3-6) 式の説明変数において、「 RBL 、 r_{TC} 、 σ_x 」の上昇は経営破綻確率を上昇させるものであり、「 k 、 r 、 A 、 μ_x 」の上昇は経営破綻確率を低下させるものである。(3-6) 式から求められる確率 $P(BR_t)$ は「 $0 \leq P(BR_t) \leq 1$ 」である。

27 経営破綻銀行の破綻確率 $P(BR_t)$ は1、非経営破綻銀行の $P(BR_t)$ は0であるとするので、破綻銀行は1、非破綻銀行は0とする。

銀行の経営破綻、または非経営破綻を判断するため、(3-5)式の経営破綻判別関数式を用いて推計式を定式化する。つまり、

$$DV = \delta_0 + \delta_1 RBL + \delta_2 k + \delta_3 r + \delta_4 r_{TC} + \delta_5 A + \delta_6 \mu_\pi + \delta_7 \sigma_\pi \quad (3-7)$$

(3-7)式の目的変数(非説明変数) DV は、破綻銀行は「1」、非破綻銀行は「0」とし、経営破綻の有無について判別する。

3 ストレスによる損失の推計式

ストレスによる損失の推計式について、(2-8)式の損失定義式と(3-6)式の経営破綻確率推計式に基づいて、定式化する。つまり、銀行のストレス・テスト式は、

$$X_E = \gamma_0 + \gamma_1 RBL + \gamma_2 k + \gamma_3 r + \gamma_4 r_{TC} + \gamma_5 A + \gamma_6 \mu_\pi + \gamma_7 \sigma_\pi + \gamma_8 Dum + \varepsilon_i \quad (3-8)$$

とする。 X_E はストレスによる損失規模である。(3-6)式の説明変数において、 $\gamma_8 Dum$ は金融ショックのダミー変数、つまりストレス変数を表す。

IV 結び

本稿についてまとめると次のようになる。まず、銀行のリスクを計量化し、それに基づいて経営破綻及び経営破綻確率を定義した。銀行のリスクは VaR (Value at Risk)を用いて計量化し、経営破綻確率の推計式はロジット・モデル(Logit Model)に基づいてモデル化した。次に、銀行のバランス・シートと、BIS規制(バーゼルⅢ)という制約条件下での銀行利潤を求め、その利潤に基づいて損失を定式化した。その上で、損失を計上するときのバランス・シートを用いて、損失によって失われる自己資本の大きさについて明らかにした。その自己資本規模により、健全な自己資本を維持するための追加的に必要とする自己資本規模を計量化した。その自己資本規模は健全な銀行及び管理化銀行と経営破綻銀行に対する判断基準になる。

分析結果は次のとおりである。第1に、銀行リスクについて、利潤の変動幅を損失として表現することで、計量化することができる。経営破綻確率の場合、ロジット・モデルによって定義された経営破綻確率にリスクをはじめとする複数の説明変数を導入することで求められる。第2に、財務状況はバランス・シートと自己資本比率規制(BIS規制)の制約条件下で求めたものである。財務状況を示す銀行利潤の場合、貸出及び有価証券投資と債券発行保証の返済・回収確率が低くなるほど、利潤が減少する。その利潤減少が損失発生原因の一つとなる。第3に、損失発生により、自己資本比率規制の下限値を維持できなくなる。その損失により、自己資本が縮小して早期是正措置の対象銀行となり、さらには経営破綻銀行となる。

今後の課題として以下の点が挙げられる。まず、本稿で定義した銀行及び経営破綻確率と経営破綻の財務状況に基づいて、銀行システムにおけるリスクと経営破綻に対する要因分析を行うことである。次に、銀行の実際データを用いて、銀行リスクと経営破綻確率、健全な銀行及び管理化銀行と経営破綻銀行に対する判断基準に基づく実証分析を行わねばならない。銀行健全度の実態を把握できるよう、ストレスによる損失テストを行うことである。その結果により、銀行リスク要因や経営破綻のプロセスについて明確にすることが求められる。これらの結果を受けて、政策上の含意を提言していかなければならない。以上の課題については別稿で論じていく。

補論

①連続複利ベースのVaR

$$P\{\Delta\Pi \leq -VaR\} = \alpha$$

$$\text{利潤変動率 } r_\pi = \log \frac{\Pi + \Delta\Pi}{\Pi} \quad e^{r_\pi} = \frac{\Pi + \Delta\Pi}{\Pi} \quad \Pi \cdot e^{r_\pi} = \Pi + \Delta\Pi \quad \Delta\Pi = \Pi(e^{r_\pi} - 1)$$

$$P\{\Pi(e^{r_\pi} - 1) \leq -VaR\} = \alpha \quad P\{e^{r_\pi} \leq \frac{\Pi - VaR}{\Pi}\} = \alpha \quad P\left\{r_\pi \leq \log \frac{\Pi - VaR}{\Pi}\right\} = \alpha$$

$$P\left\{\frac{r_\pi - \mu_\pi}{\sigma_\pi} \leq \frac{\log \frac{\Pi - VaR}{\Pi} - \mu_\pi}{\sigma_\pi}\right\} = \alpha \quad \frac{\log \frac{\Pi - VaR}{\Pi} - \mu_\pi}{\sigma_\pi} = -Z(\alpha)$$

$$\log \frac{\Pi - VaR}{\Pi} - \mu_\pi = -\sigma_\pi Z(\alpha) \quad \log \frac{\Pi - VaR}{\Pi} = -\sigma_\pi Z(\alpha) + \mu_\pi$$

$$\frac{\Pi - VaR}{\Pi} = e^{-\sigma_\pi Z(\alpha) + \mu_\pi} \quad \text{連続複利ベース : } VaR = \Pi(1 - e^{-\sigma_\pi Z(\alpha) + \mu_\pi})$$

②最大損失の寄与度について

$$X(VaR) = \Pi(Z(\alpha)\sigma_\pi - \mu_\pi)$$

上の式について両辺に対数logをとると、 $\log X = \log \Pi + \log(Z(\alpha)\sigma_\pi - \mu_\pi)$ となる。

また、両辺にlogXで割ると、次の式のように表示できる。

$$\frac{\log X}{\log X} = \frac{\log \Pi}{\log X} + \frac{\log(Z(\alpha)\sigma_\pi - \mu_\pi)}{\log X}$$

上の式に基づいて、 σ_π の寄与度について求めると、次式のようになる。

$$\frac{\log(Z(\alpha)\sigma_\pi - \mu_\pi)}{\log X} \times \frac{z(\alpha)\sigma_\pi}{(Z(\alpha)\sigma_\pi + \mu_\pi)}$$

また、 μ_π の寄与度については、次式のようになる。

$$\frac{\log(Z(\alpha)\sigma_\pi - \mu_\pi)}{\log X} \times \frac{\mu_\pi}{(Z(\alpha)\sigma_\pi + \mu_\pi)}$$

③規制上の最低自己資本比率

i) バーゼルⅢ基準

2019年3月決算期から導入される「バーゼルⅢ基準(新BIS規制)における規制上の最低自己資本比率」は、分母のリスク・アセット額に対して、分子の最低自己資本額を13%以上とするものである。つまり、バーゼルⅢ基準の規制最低自己資本比率 ρ_{III} は

$$\rho_{\text{III}} = \frac{\text{Tier1} + \text{Tier2} - \text{控除項目}}{\text{リスク・ウェイト・アセット}} \geq 13\%$$

と表示される。13%とは、Tier1最低水準6%、資本保全バッファ2.5%、Tier2等最低水準2%、カウンターシクリカルな資本バッファ2.5%(最大水準)の合計である。ただし、Tier1のコアは普通株及び余剰金とし、優先株を除外する。そのコア最低水準は4.5%である。特に、バーゼルⅢでは、準補完的項目の自己資本であるTier3を廃止する。

ii) バーゼルⅡ基準

2007年3月決算期から導入された「バーゼルⅡ基準における規制上の最低自己資本比率」について、分母のリスク・アセット額は、信用リスク・アセット額CRA、マーケット・リスク・アセットMRAとオペレーショナル・リスク・アセットORAの合計額である。分子の最低自己資本額については、基本的項目(Tier1)、補完的項目(Tier2)と準補完的項目(Tier3)となっている。規制の最低自己資本額に対して、信用リスクの所要自己資本 RC_C 、マーケット・リスクの所要自己資本 RC_M とオペレーショナル・リスクの所要自己資本 RC_O を算入しなければならない。

規制上の最低自己資本比率は分母のリスク・アセット額に対して、分子の最低自己資本額を8%以上とするものである。つまり、バーゼルⅡ基準の規制最低自己資本比率 ρ_{II} は

$$\rho_{II} = \frac{\text{Tier1} + \text{Tier2} + \text{Tier3} - \text{控除項目}}{\text{CRA} + \text{MRA} + \text{ORA}} \geq 8\%$$

と表示する。

<表1> 所要自己資本の算入例

リスク区分	Tier 1	Tier 2	Tier 3	控除項目
信用リスク	資本勘定+連結子会社の少数株主持分-営業権-連結調整勘定	その他有価証券の評価差益の45%相当額+土地の再評価差益の45%相当額+一般貸倒引当金+負債性資本調達手段+期限付劣後債務(償還期限が5年超)+期限付優先株	Tier1額が信用リスク・アセット額の4%を上回る場合、上回る額の250%の短期劣後債務。ただし、Tier1額が信用リスク・アセット額の4%を下回る場合には算入しない。	他の金融機関資本調達手段の額
マーケットリスク	信用リスクと同様。ただし、所要自己資本の少なくとも28.5%は必要	信用リスクと同様。ただし、「Tier 1の額」を上限とする。また、「Tier 1の額」の250%の限度内で「Tier 3」を代替することができる。		
オペレーショナルリスク	オペレーショナル・リスク相当額に12.5を乗じた額の8%。オペレーショナル・リスクに対する自己資本の算入額は規制上の最低所要自己資本の20%。			

出所) 権純珍・幸村千佳良(2007)の122頁(表1)。

注1) 「Tier 1」は償還を行う蓋然性を有する株式等の発行について、発行株式額は発行時の「Tier 1」の15%を限度とする。

注2) 「Tier 2」の算入可能額は「Tier 1」から「Tier 3」を引いた差額を上限値とする。ただし、一般貸倒引当金は自己資本比率算式の分母の1.25%を限度とする。期限付劣後債務と期限付優先株はTier1額の50%を限度とする。自己資本比率算式の分母とは、「信用リスク・アセット+(マーケット・リスク相当額×12.5)+(オペレーショナル・リスク相当額×12.5)」。

注3) 「Tier 3」は「Tier 1額」が信用リスクの4%を上回る額の250%。マーケット・リスク相当額の7分の5に相当する額及び「Tier 1額」のうち最も小さい額を上限とし、「Tier 1額」が信用リスクの4%を下回る場合には算入しない。

注4) マーケット・リスクにおいて、「Tier 1の額」(所要自己資本の少なくとも28.5%)は他のリスクをカバーしていないこととする。

④日本の早期是正措置制度

〈表2〉 日本の早期是正措置制度

区 分		自己資本比率		命令の主な内容
		海外営業拠点を有する銀行 (国際統一基準 ²⁾)	海外営業拠点を有しない銀行 (国内基準 ³⁾)	
命令 非対象 区分	健全な 自己資本 A	8%以上	4%以上	
第1区分	過少 自己資本 B	4%以上8%未満	2%以上4%未満	経営の健全性を確保するための合理的と認められる改善計画(原則として資本の増強に係る措置を含むものとする)の提出の要求及びその実効の命令
第2区分 の1	著しい 過少 自己資本 C	2%以上4%未満	1%以上2%未満	次の自己資本の充実に資する措置に係る命令 1 資本の増強に係る合理的と認められる計画の提出及びその実行 2 配当又は役員賞与の禁止又はその額の抑制 3 総資産の圧縮又は増加の抑制 4 取引の通常に照らして不利益を破るものと認められる条件による預金又は定期積金等の受入れの禁止又は抑制 5 一部の営業所における業務の縮小 6 本店を除く一部の営業所の廃止 7 業務の縮小又は新規取扱いの禁止
第2区分 の2	特に 著しい 過少 自己資本 D	0%以上2%未満	0%以上1%未満	自己資本の充実、大幅な業務縮小、合併又は銀行業の廃止等の措置のいずれかを選択した上で、当該選択に係る措置を実施することの命令
第3区分	E	0%未満	0%未満	業務の全部または一部の停止命令

出所:権・幸村(2007)の123頁(表2)。

注1)日本の早期是正措置は1996年6月に成立した「金融機関等の経営の健全性確保のための関係法律の整備に関する法律」に基づいて、1997年7月に設けられた大蔵省令である。

注2)国際統一基準とは海外営業拠点を有する銀行の基準。国際統一基準のリスク・アセット(信用リスク・アセット額+マーケット・リスク相当額を8%で除じて得た額)に対する国際統一基準の自己資本(Tier 1:基本的項目の自己資本+Tier 2:補完的項目の自己資本+Tier 3:準補完的項目の自己資本)の比率。

注3)国内基準とは海外営業拠点を有しない銀行の基準。国際統一基準のリスク・アセット(信用リスク・アセット額)に対する国際統一基準の自己資本(Tier 1:基本的項目の自己資本+Tier 2:補完的項目の自己資本-有価証券含み益の45%相当額)の比率。

参考文献

- 石村貞夫・和田喜美雄(2000) 『金融・証券のためのリスク管理と統計解析』東京図書
- FFR(2010) 『リスク計量化入門 VaRの理解と検証』金融財政事情研究会
- 木島正明(1998a) 『金融リスクの計量化(上)バリュエーション・アット・リスク』金融財政事情研究会
- 木島正明(1998b) 『金融リスクの計量化(下) クレジット・リスク』金融財政事情研究会
- 金融監督院・新BIS室(2006) 『分りやすい新BIS(第一編 信用リスク)』韓国・金融監督院(ソウル)
- 金融監督院・新BIS室(2006) 『分りやすい新BIS(第二編 運用リスク)』韓国・金融監督院(ソウル)
- 金融庁(1999) 『リスク管理モデルに関する研究会報告書』金融庁
- 金融庁告示第19号(2006) 『自己資本の充実の状況が適当であるかどうかを判断するための基準』金融庁
- 権 純珍(1994) 「自己資本比率の規制と銀行行動」『成蹊大学経済学部論集』第25巻第1号
- 権 純珍(2006) 「銀行リスクと銀行経営破綻に関する計量的試論」『救国大学論集』第7・8巻第合併号
- 権 純珍・幸村千佳良(2001) 「日本の主要19銀行の健全性について」『成蹊大学経済学部論集』第32巻第1号
- 権 純珍・幸村千佳良(2002) 「公的資金の導入と自己資本比率」『成蹊大学経済学部論集』第32巻第2号
- 権 純珍・幸村千佳良(2007) 「銀行のリスクと経営破綻」『成蹊大学経済学部論集』第38巻第1号
- JP Morgan(1997) Risk Credit Metrics TM —Technical Document—, JP Morgan, ジョリオン, フィリップ(第一勧業銀行金融技術研究センター訳)(1999) 『バリュエーション・アット・リスクのすべて』シグマベイスキャピタル
- 菅 民郎(2005) 『多変量解析の実践(上)』現代数学社
- 全国銀行協会(各年度決算期号) 『全国銀行財務諸表分析』東京銀行協会出版センター
- 全国銀行協会金融調査部(2010) 『日本の金融システム』東京銀行協会出版センター
- 丹後俊郎・山岡和枝・高木晴良(2005) 『ロジスティック回帰分析 SASを利用した統計解析の実際』朝倉書店
- 中村信一(2000) 「第2章 銀行の債務超過確率と適正預金保険料率」『金融不況の実証分析』日本経済研究センター
- バーゼル銀行監督委員会(日本銀行仮訳)(1999) 『マーケット・リスクを自己資本合意の対象に含めるための改定』バーゼル銀行監督委員会
- バーゼル銀行監督委員会(日本銀行仮訳)(2001) 『自己資本に関する新しいバーゼル合意』バーゼル銀行監督委員会
- バーゼル銀行監督委員会(日本銀行仮訳)(2001) 『補論 オペレーショナル・リスク(バーゼル銀行監督委員会による市中協議会)』バーゼル銀行監督委員会
- Basel Committee on Banking Supervision(2001), The Internal Ratings-based

- approach Supporting Document to the New Basel Capital accord, Bank for International Settlements.
- Basel Committee on Banking Supervision (2005), An Explanatory Note on the Basel II IRB Risk Weight Functions, Bank for International Settlements.
- Basel Committee on Banking Supervision (2010), Press Release 'Group of Governors and Head of Supervision Announces Higher Global Minimum Capital Standards', Bank for International Settlements.
- Basel Committee on Banking Supervision (2010), The Basel Committee's Response to the Financial Crisis: Report to the G20, Bank for International Settlements.
- Basel Committee on Banking Supervision (2010), Basel III: A Global Regulatory Framework for more Resilient Banks and Banking Systems, Bank for International Settlements.
- European Council (2010), European Council 16-17 December 2010 Conclusion, European Council.
- 文鐘鎮・林哲淳・朴柄洙・高一用・李承国(2007) 『バーゼルⅡとリスク管理 Risk Management under BasselⅡ』経文社(韓国・ソウル)
- 森平 爽一郎(1999) 「信用リスクの測定と管理 第2回定性的従属変数回帰分析による倒産確率の推定」『証券アナリストジャーナル』37巻11号
- 藪下史郎(1995) 『金融システムと情報の理論』東京大学出版会