

# 金利リスクマネジメントを支える ファイナンス活用戦略

洪 澄 洋

## I はじめに

近年発達した金融自由化は、各金融機関に様々な影響を与えている。銀行が直面するリスクには、例えば①金融市場での資金調達費用と運用収益が金利自由化に依ってバランスシートに与える不意の金利変動リスク②政策緩和がもたらす業務自由化に依って証券や保険関連業務などの新規業務へ進出する際のオペレーションリスク、③オフバランスシート取引が大部分を占めるが、派生金融商品の取引市場の拡大と多様化などに対するヘッジリスクと投機リスク、④国際的な決済に於ける為替変動などによるリスクがある。それらに対するリスクマネジメントの課題は主として、リスク自己負担能力の範囲内でリスク管理と収益 (Risk and Return) の組合せをうまく行うことである<sup>1)</sup>。このため銀行に於けるリスクとリターンの適切な管理と運用は重要は研究課題となる。

金融資産拡大のため自己資本比率の強化と効率化が必要となってきたが、それらを実施するときには不可欠になる、市場リスク、キャッシュ・フロー (cash flow) リスク、及び債権信用リスクの分析、およびそれらを調節する技法を本論文で取り扱う。今日の銀行リスクマネジメントにおいて最も重要な課題は、短期金融商品の構成 (structure) と満期 (maturity) などをもどのように選択するかという点にあると考えられるからである。

---

1) Alexander (1998), Lore, M. & Borodovsky, L. (2000), p 155, paralled yield curve shifts and non-paralled shifts. 池尾・金子・鹿野 (1993), pp 127-128などを参照。

近年、アメリカの OCC（通貨監督官事務所）は商業銀行に対して金融のリスク資産とリスク負債に関するギャップ（GAP）について、月次ベースで検討と対策を加えることを要求するようになった。本論文では、その勧告に従った金利リスクマネジメント技法を取り扱うことにする。この技法の中心は、B/Sを活用したデュレーション・ギャップ（DGP）と VaR 法（Value at Risk）を組み込んで、期待収益を最大化するメカニズムを確立しようとする技法である。本論文の構成は次の通りになる。銀行の経営戦略の方針と金利リスクマネジメントの関係について基本的な説明を行う。それぞれの戦略技法から運用方法を理解できるし且つその技法に基づいた実証的分析が可能となる。次に、銀行の経営戦略を考え金利リスクを最小に抑える戦略について検討、評価を行う。

## II 金利リスクコントロール方法

金利リスク（Interest Rate Risk；IRR）とは一定期間（一般的には期間一年）に金利の変動が金融資産及び金融負債に対して及ぼす影響を指す。この影響に対処するため銀行は資産・負債の満期前に金利を変化させられる許容限度を定める。しかし、この設定は融資及び証券が延滞払いされない、新たな費用及び税金の発生は予測された満期内では生じない、各金利間の裁定取引に対する障害が存在しない等の条件が前提となっている。そしてこの前提に基づき、期待理論によって将来の短期金利の変動が予測されるという想定に従って金利変動が金利収益に与える影響を少なくしようとするものである。

まず金利感応性の観点から見て、銀行の B/S 上の資産・負債を金利収益資産と金利費用負債に分類をする。資産側の分類には（i）RSA（rate sensitive assets；金利感応的資産）：有価証券、商工ローン、モーゲージなど満期一年以内のもの、（ii）FEA（fixed earning assets；固定収益資産）：満期一年超のもの、（iii）NEA（non-earning assets；非収益資産）：現金、準備金、固定設備のものなどが含まれる。負債側の分類には、（i）RSL（rate sensitive liabilities；金利感応的負債）：利払い預金—MMA、FFS、NCD、REPO など、借入金で満期一年以内のもの、（ii）FPL（fixed payment liabilities；固定費用負債）：貯蓄勘

定、長期借入金で期間一年超のもの、(iii) NPL (non-payment liabilities ; 非費用性負債) : 当座預金、その他の負債、自己資本などが含まれる<sup>2)</sup>。

伝統的商業銀行から見ると、金利収益資産と金利費用負債は何れもほとんどが短期的なものである。それは今日、長期金融資産であったとしても証券化の手法により容易に流動資産に変換し得るからである (例えば銀行のモーゲージ-MTG は pass through で MBS 債券を発行することが可能であるし、また pay through で CMO 債券を発行することも可能だからである)<sup>3)</sup>。更に一般の銀行は SWAP を用いて金利及び資金運用期間を転換することも可能になっている。このように B/S 上の金融資産の転換機能を考慮すれば、資産・負債は実質的に短期化していると言え、このことが金利変動要因よりもたらされる金利に関する収益弾力性と費用弾力性を想定することで RSA と RSL 及び FAR と FLR を全体的に定量分析する助けになっている<sup>4)</sup>。そのため、マチュリティ・ギャップ (maturity gap) 分析を行うためには、金利リスクに対する金利収益資産と金利費用負債との差額がリスク指標としては必要である。

ギャップマネジメントを戦略的に理解するには次のことが必要である。パフォーマンスの数値と予算目標の達成可能性、金利のスプレッド目標とリプライシング (repricing) を適正に調整すること、経済状況に応じて経営のガイドラインを変更できるように金利変動の幅の把握とその投機性に関する監査などである。

確かに、リスクの許容限度を測る際にギャップ・リスクを考察することが経営陣にとっては最も配慮されるべき重要課題の一つになっている。アメリカを例として参照するなら、中央銀行グループ (peer group) のギャップの統計的数値はだいたい自己資本の2倍になっている。また、BIS は自己資本比率規制として最低限8%の自己資本比率を要求しているが、ギャップと資本との期待

2) Markovich, D. (1998). It provides how ALM can help a bank improve profits and maintain consistent earnings over an interest-rate cycle.

3) 館野・白石 (1998), p 16, 湯野 (1999), p 53を参照。

4) B/S の金利収益資産と金利費用負債、即ち RSA と FRB 及び RSL と FLR などを全体的に分析する。

比率は16%以上が望ましいとしている。

### Ⅲ ギャップマネジメント戦略技法

#### 1. マチュリティ・ギャップ法のエッセンス

ギャップ (GAP) の本質とは、資産と負債に於ける金利リプライシングに着目して金利リスクを定性的及び定量的な分析で計測するものである。具体的には、もし  $RSA = RSL$  (即ち  $GAP = 0$ ) の場合は、将来金利の変動があったとしても金利収益資産と金利費用負債をこのまま一定期間保持し、リプライシングするとしてもほぼ収益と費用は一致する。言い換えれば、この状態ではスプレッド幅が安定的に維持されていることを意味する。

しかし実際の経営上、 $RSA$  と  $RSL$  はミスマッチング (miss-matching) の場合が多い。即ち  $RSA > RSL$  ( $GAP > 0$ ) の場合をポジティブ・ギャップ (正のギャップ) と呼び、 $RSA < RSL$  ( $GAP < 0$ ) の場合をネガティブ・ギャップ (負のギャップ) と呼ぶのだが、どちらの  $GAP$  の場合であっても  $GAP$  の幅が大きくなるほど、金利変動に伴う金利収益の増減の幅が大きくなるため、安定状態とは言えない。この場合資産を十分に準備していないと流動リスクが高まる可能性がある。

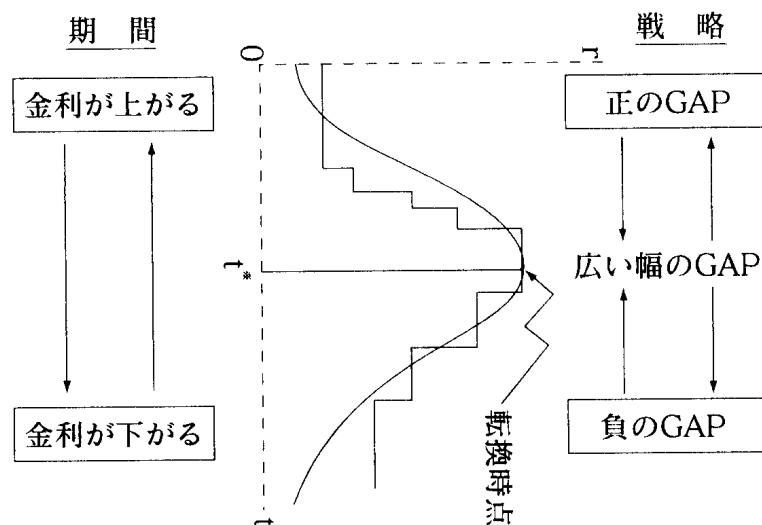


図3-1 ギャップ戦略方針

## (i) ポジティブ・ギャップの場合

金利リプライシングされる資産の方が多く、金利リプライシングされる負債の方が少ないので、金利が上昇すれば、最終的に収益が増加するように働く。金利の下降局面では、逆に収益が減少することとなる。

## (ii) ネガティブ・ギャップの場合

金利が上がれば収益は減少し、逆に金利が下がれば収益は増加する。この場合、預金の払戻しが超過に転じたとき、流動性リスクが高まる可能性がある点に注意しなければならない。従って、金利収益の期待値と金利変動への対応戦略との関係が図(3-1)のように描けることにより、金利上昇局面ではGAPが大きいと金利収益の期待値は正になる。逆に金利が下がる時、GAPが大きいとその期待値は負になる。實際上、金利上昇局面と金利下降局面との間の転換点を予測することは甚だ難しい<sup>5)</sup>。従って、その場合、後述のマトリックスの推定値を動的的に用いれば、もっとも有利な戦略方針を得ることができる。

## 2. デュレーション・ギャップの分析法エッセンス

デュレーション (Duration ; D) は金融商品の将来キャッシュ・フローが持つ金利感応性指標である。現時点で予想される金利変化が、価格にどのような影響を及ぼすかを事前に知る利点は大きい。影響を知ることによって事前的な対応が可能となる。言い換えれば、デュレーション法とは市場金利の変動に対する価格弾力性値の差異を分析する方法である。

証券資産の金利変動の例で説明すれば次の通りである。純割引債の現在価値 (present value) は、 $P=F(1+r)^{-n}$  と表される。ただし、Fは額面価額、rは利回り、nは残存期間である。この現在価値より、価格に対する利回りの影響は、 $dP/dr=-n$  であるので、残存期間 n と価格の金利弾力性は一致することになる。モーゲージ証券 (MBS) の価格は各期の支払額に影響される。即ち  $P=f_1/(1+r)+f_2/(1+r)^2+\dots+f_n/(1+r)^n$  と表される。ただし、 $f_i$  はモー

5) William (1998), p 12, Markovich, D. (1998), pp 56~57を参照。

ゲージ証券のキャッシュ・フローである。次に、それぞれのウェイト  $w_i = [f_i / (1+r)^i] / P$  をつけたキャッシュ・フロー発生時点の加重平均を考えれば  $D = \sum w_i \cdot t_i$  となる<sup>6)</sup>。この  $D$  をデュレーションと呼ぶ<sup>7)</sup>。更に、若干の操作を施して定義し直した  $D^* = D / (1+r)$  を修正デュレーション ( $D^*$ ) と呼んでいる。この定義に従えば、市場金利が 1 BP だけ変動するとき、金融資産のポートフォリオ価値の変化率を次の式で表わすことができる。

$$D^* = D / (1+r) = -\frac{dp}{dr} \times \frac{1}{(1+r)} \dots\dots\dots (3-1)$$

さらに、ポートフォリオの現在価値とデュレーションの関係を分析すれば、次式となる。

$$\frac{dP_k/P_k}{dr/(1+r)} = -P_A \left( D_A - \frac{P_L}{P_A} \times D_L \right) \dots\dots\dots (3-2)$$

但し、 $P_k = P_A - P_L$  と定義され、金利的資産の正味価値、 $P_A$  と  $P_L$  はそれぞれ資産ポートフォリオと負債ポートフォリオの現在価値、 $D_A$  と  $D_L$  は資産ポートフォリオ、負債ポートフォリオのデュレーション値である。そこで、この  $(D_A - \frac{P_L}{P_A} D_L)$  値をデュレーション・ギャップ (DGP) と言う。

より一般的な金利リスク感応度による調整の方法としては、Robert Merton<sup>8)</sup> は次式を利用している。例えば個別証券  $i$  の価格を  $P_i$  とすれば、 $P_i$  の価格変動に対する株価指数の弾力性は (3-3) のように表される。通常、価格変動は BPV (金利が 0.001% だけ変化したときの MBS 価値の変動幅) を用いて表す。

$$\frac{dP_i}{P_i} = r \cdot dt + \beta_i \left( \frac{dM}{M} - r \cdot dt \right) + de_i \dots\dots\dots (3-3)$$

但し、(i)  $\beta_i$  は株価指数変動に対する  $P_i$  の感応度

(ii)  $M$  は株価指数

(iii)  $de_i$  は証券固有の事情による変動

6) cash flow 発生時点の加重平均は、最近が B/S の DCF のアプローチ法を用いることを支持する論証を行っている場合も多い。

7) Hefferman (1996), pp 191~195 の Duration Analysis を参照。

8) Marton (1996), p 10 を参照。

を表す。

n 個の証券から構成されたポートフォリオを考えるなら (3-4) のように表される。この証券への投資金額を  $C_i$  とし、 $C = \sum C_i$ 、 $dC/C = dP_i/P_i$  と表すとすれば、次のように書き直せる。

$$\begin{aligned} dC &= \sum C_i \times dP_i/P_i \\ &= r \times C \times dt + \sum \beta_i \cdot C_i \cdot \left( \frac{dM}{M} - r \cdot dt \right) + \sum d\epsilon_i \dots\dots\dots (3-4) \end{aligned}$$

この式より複数の証券に分散投資することによって、 $d\epsilon_i$  で表されるリスクが軽減できることが理解できる (固有リスクの分散)。また株価指数に影響される部分 (ベータリスクの分散) のリスクは派生商品を使ったヘッジによって縮小するように調整できる。

GDP の適用に際して特に注意すべきところは、GDP が残存期間の長短によって金利変動の影響を大きく受けることである。勿論これに対して自己資本利益率 (ROE)、総資産利益率 (ROA) などは直接的に影響を及ぼす。そのほかにもいろいろな特徴を持った  $D^*$  の計算法があり、金利変動条件の違いにより異なったモデルが提示されている。例えば利回り曲線が平行移動する場合は加法確率過程デューレーション、利回り曲線が定数倍だけ変化するときには乗法確率過程デューレーション、利回り曲線が対数函数に準じた変化を生じる場合は対数確率過程デューレーションなどによりモデル表現される<sup>9)</sup>。

### 3. デューレーション計算の手順

デューレーションはすでに述べたように、主として最終利回りに対する証券の現在価値の弾力性を意味している。先ず各証券の平均満期のウェイトと全部のポートフォリオの現在価値を計算する (式 (3-1) と式 (3-2))。金利の上昇域は下降の変動に依って影響される証券市場価格が再投資のリスクをオフセットするので、これにより資金の運用法が相当有効になる。ROE と ROA、あるいは RAROC と RAROA の変動予測も適切に利用する<sup>10)</sup>。

9) 山下 (2000) pp 132~138を参照。

10) RAROC (risk adjusted ROC) と RAROA (risk adjusted ROA)。Bessis (1999) pp 261~262を参照。

デュレーション法の優位点として、次の項目があげられる。(i) 長期的観点から見た金利に対する収益変化に焦点が当てられる (ii) ポートフォリオの満期をデュレーションに従って調整するという戦略をとる限り、IRR がもたらす自己資本のリスクへの影響を免疫にする可能性 (自己資本のリスクへの影響を消滅させる可能性) をもたらすこと (iii) キャッシュ・フローの発生時点を要素として考慮していること、(iv) 長期的な時価情報を提供することなどである。しかしデュレーション法の欠点としては次のような点が上げられる。(i) 資産・負債の全満期期間の利率を単一の金利で仮定することは、金利変動への対応として十分ではない。(ii) 長期の収益に注意を払う反面、短期的な収益を無視している。(iii) 満期前の償還・返済を予測してデュレーションに織り込むことは難しい。(iv) ポートフォリオの FAR と FLA を運用することはできない。(v) 預金に対する流動性分析は難しい。(iv) 満期期間全体に渡って金利が一定であるという仮説で金利計算が行われるので、利回り曲線の上下変動の可能性は無視されているなど。

従って証券の残存期間中の金利変動について、時間経過の状況から見ると、証券の満期期間が長ければ長いほどまた低い金利さらされていけばいるほど、より長期に渡って高い証券価値を維持することができる。但し、長い満期期間を維持する結果として IRR と流動性リスクは大きくなる。逆に、満期期間が短くなりまた高い金利にさらされるようになればなるほど満期期間に対して証

表3-1 デュレーション計算表

期 間 (i) 域は(T)	クーポン (C) 域は(fi)	$(1+r)^{-T}$ 現値 ( $r=8\%$ )	ウェイト ( $W_i$ )	寄与値 $\Sigma i \times W_i$
1	\$ 100	0.9259	0.09	0.09
2	100	0.8573	0.08	0.16
3	100	0.7938	0.08	0.24
4	100	0.7350	0.07	0.28
5	1,100	0.6805	0.68	3.40
合計			1.00	4.17

(註) T=5 は満期払い金 \$1,000M



券価値は低くなるけれども、満期が短くなるためIRRが小さくなる。

表(3-1)の例を説明する。表は額面価額が\$1MMで5年満期を持った債券のキャッシュ・フローを計算した表である。計算の結果、デュレーションは4.17(年)となる。別の方法として、Selagh HeffermanのD(平均寿命)の計算式は次のようである<sup>11)</sup>。

$$D = T \{ 1 - [c / MPV \cdot r] \} + [(1+r) / r] \{ 1 - [R_T (1+r)^{-T}] / MPV \}$$

..... (3-6)

但し、 $r$ ：市場金利(名目)

$MPV$ ： $(C/r)[1 - DPV] + R_T \cdot DPV$  市場の現在価値

$DPV$ ： $(1+r)^{-T}$  割引現在価値

$c$ ：クーポンレート

$T$ ：受取期間(回収期間)

$R_T$ ：回収金額

この式から平均寿命を計算すれば、4.19年となる<sup>12)</sup>。

そこでもし、金利が9%(いまの例では8%)に変化すれば、その $D^*$ 値は $D^* = 4.17 / (1 + 9\%) = 3.82$ (年)に変化する(但し資産運用の回数は年に一回と仮定)。もし、金利予測した結果、再び50bps上昇することが分かれば、この変化に伴う固定金利債券の市場価値変動は $3.82(\text{年}) \times 0.5\% = 1.91\%$ になる。結論を言えば、市場価格が1bpが上がる場合、債券の市場価格の利回りが0.38%の価値減少を示す。 $D^*$ はIRRがもたらす市場価格の変動を正確に計算することを目的とする。従って、一旦金利が下降すれば、固定収益資産価格が上昇することになる。このようなときは余剰資産を再投資するとか、また金利利回りを基にもっと正確に利回りを予測し、適切な投資時期を待つことが考えられる。経営陣はこのトレードオフへの対策を総じて正しく判断することが

11) Hefferan (1996) pp 191~196を参照。

12)  $D = 5 [ 1 - (\$100 / \$86.388) ] + (1.08 / 0.08) [ 1 - [ \$1000 \times \frac{0.6806}{1079.85} ] ] = 4.19$ 。

この4.19年から5年満期とする。

要求される。デュレーション計算は B/S が表わす未実現の資本利益と損失を予測可能にする。しかもこの変動は IS 収益の安定性との関係を現時点に分析すれば影響がないのである。

#### IV VaR による分析法

VaR (value at risk) とは、ある一定期間中、金利変動に伴うポートフォリオの不確実性をマネジメント可能なリスクに解釈することで、ポートフォリオに発生しうる最大損失額を統計的に表示したリスクの指標である<sup>13)</sup>。過去の証券市場では金利変動のエクスポージャーはシステマティック・リスクを表すベータ ( $\beta$ ) に基づく CAPM のモデル (資本資産評価モデルは株式投資に際して利用される重要なモデルの一つである) が中心であった<sup>14)</sup>。VaR では B/S の価値変動の情報に基づいたボラティリティと複数の資産価値間の相関係数データを活用し、これらの情報に NOVA を適用、検定する。さらに検定結果を確率密度関数モデルに当てはめることで、新たな収益機会を生み出すため統計的 VaR を計算する<sup>15)</sup>。

##### 1. NOVA 分析法のエッセンス

VaR では金利回りとスプレッド、為替レート、株価、物価などについてそ

- 13) J. Bessis は、Capital at Risk (CaR) と VaR との区別を次のように指摘している。  
 ①CaR is the Risk-based Capital at global level, after an deversification of risks, whereas VaR can be used at any other intermediate level of management.  
 ②CaR is based on a tolerance level higher than that of VaR, since the solvency of the bank is at stake.  
 Bessis を参照。
- 14) Jorion & Khoury (1996) を参照。伝統的標準偏差 ( $\delta$ ) の測定手法から危険度を線形が示される。例えば金利変動について、  
 ①債券市場では Duration  
 ②株式市場では  $\beta$   
 ③派生市場では、原資産価値の変動は  $\gamma$   
 ④二次偏導関数は、債券市場では C、派生市場では  $\gamma$  と呼ばれる
- 15) 山井・吉羽 (2000)、バリュー・アット・リスクのリスク指標としての妥当について Koch & MacDonald (2000) を参照。

それぞれのボラティリティや各リスク要素相互間の分散と共分散 (variance and covariance) が推計される。VaR で想定された最大損失の可能性を越える損失については、その損失について十分な準備をしておかなければならない。そのためには (i) 例えば市場の噂話の信頼性などの市場リスクの情報、市場の予想外の変動に対する流動資産の維持、顧客関係に関する判断、想定している期間の妥当性などを検討すること、(ii) 様々な金融商品市場間での金利裁定の可能性を比較すること、(iii) 市場リスクと収益性を把握することなどによって、リスク管理戦略を明確に支えることが必要とされる。

VaR 分析の手段は、おおむね次の通りである<sup>16)</sup>。まず (i) 市場の情報が必要になる。金利利回りの推定から価格評価モデルまで、各市場情報を予測するための価格データを集める。(ii) 資産・負債の取引情報が必要になる。各資産・負債のキャッシュ・フローの推定から価格評価モデルまでに適用できる感応性についてのデータを集める。(iii) 市場データの時系列情報から各種統計モデルのパラメータ類を推定し、時系列情報に関するボラティリティと相関行列を手に入れる。(iv) 最後に想定している将来期間中に許容される信頼度を提供する。

上述のような VaR をリスク管理に適用することは、最終的にはデータから得られた総合リスク量 (即ち VaR) と自己資本でカバーできる量 (即ちリスク許容量) をチェック、検証して分析することになる。一般的な線形リスクの処理のモデルでは NOVA と密度関数の分析が中心となる。

#### (a) NOVA の解釈

時間経過に伴う金利リスクを考察するに際して、分散分析 (NOVA) が統計的手法として取り入れられ、検定にかけられる。この手法は主としてリスク分析に際しての判断基準に用いられている。

16) 高橋、池森、武見、長谷川 (1996) pp 96~110, 山下 (2000) p 41などを参照。

表4-1 平成11年12月19日～2月23日 市場データ

B 要素	A 期間	(A <sub>1</sub> )	(A <sub>2</sub> )	(A <sub>3</sub> )	(A <sub>4</sub> )	(A <sub>5</sub> )
		12/19	12/20	12/21	12/22	12/23
(B <sub>1</sub> ) 日経株指数		18205. <sup>08</sup>	18175. <sup>49</sup>	18080. <sup>38</sup>	18376. <sup>38</sup>	18461. <sup>93</sup>
(B <sub>2</sub> ) 東京円相場		102. <sup>23</sup>	102. <sup>90</sup>	102. <sup>50</sup>	102. <sup>06</sup>	102. <sup>40</sup>
(B <sub>3</sub> ) 12月の国債利回り		1.740	1.720	1.720	1.685	1.690
(B <sub>4</sub> ) 金先物調品		926	925	925	939	933

注 日本経済新聞（当日最終値）

表4-2 NOVA 分析表

	変異数 (S)	自由度 (φ)	不偏変異数 (V)	F <sub>0</sub> 値	F 分布値
要素 (A)	S <sub>A</sub> =3,794	φ <sub>A</sub> =4	$V_A = \frac{S_A}{\phi_A} = 948.5$	$F_0 = \frac{V_A}{V_E} = 0.5$	$F_{20}^4(0.05) = 2.87$
誤差 (E)	S <sub>E</sub> =37,988	φ <sub>E</sub> =20	$V_E = \frac{S_E}{\phi_E} = 1,889.4$		$F_{20}^4(0.01) = 4.43$
合計	S=41,782	φ=24			

分析のためには、市場の重要なリスク要素を的確に反映した特質を持った金融資産を設定しなければならない。内部モデルに用いるリスク要素はある程度の裁量を有するが、次の4項目は必要不可欠になる。即ち (i) 株価については日経株価指数は相当程度の重要性を持っている。(ii) 外為に関しては各国通貨が関連するけれど、現時点では日米通貨が重要である。(iii) 金利に関しては、利回りとスプレッドの金利感応性についての情報が把握する必要がある。(iv) 商品価格に関しては、各市場ごとに価格情報を得ることが重要となる。表4-2はこれらの要素を具体的に適用するためのデータである。平成11年12月19日から12月23日の日本経済新聞からの日経株価指数、東京円相場、12月の国債利回り、金の先物価格のデータ表(4-1)が収集されている。このデータを分析すると表(4-2)のNOVA分析の結果となる。ここの結論として、有意水準  $\alpha = 5\%$  で、 $F_0 < F_{20}^4(0.05)$  となり、各時期別要素間の変動性には顕著な関連はないと判断される。ところが、ここ用いて株指数、円相場、

債券金利、金先物など期間別の変動要素の相関性の分析が、しかし国内外の金融市場の金利裁定に於ける要素から三元配置法、ラテン・スクエア (Latin square) 法など複数の分析法と時系列の分析法をそれぞれ特徴とするモデルにまとめて、それから結果がらしく思われる<sup>17)</sup>。

上での説明は離散型 (discrete processing) の時間経過を前提としたものであった。もしこれを連続時間のモデルで説明することにすれば、共分散理論を選択する際のもう一つ別の方法を提供する。 $r_{is}$  は S 証券の投資期間に得られる収益率、 $r_0$  はリスクがない金利 (risk free rate)、 $A_i$  は相関リスクの負項、 $Cov_i$  は金利成長と収益率の共分散とすれば (Courtenay Stone)<sup>18)</sup>、収益は次の関係式で説明される。

$$E(r_{is}) = r_0 + A_i Cov_i(r_s \cdot dC_i / C_i) \dots\dots\dots (4-1)$$

#### (b) VaR の実用性

トレーディング勘定で行われる市場取引については、一般的に VaR に基づいて計測された資産水準を基準に内部管理するというアプローチが近代金融機関ではよく使用される。

ポートフォリオの価値変動 ( $dv$ ) に影響を与える市場リスクの要素 (たとえば、表 (4-2) で示された市場データは、一定法則に従った確率的変動によってもたらされた結果と見なされる) としては、株価指数の変動  $db_1$ 、円相場の変動  $db_2$ 、国債利回りの変動  $db_3$ 、金先物価格の変動  $db_4$ 、などが上げられるとする。

$dv$  が正規分布に従っていると仮定すれば (R. Merton)、 $dv$  の期待値  $E(dv)$  及び分散  $V(dv)$  は次の式で示される<sup>19)</sup>。

$$E(dv) = 0 \dots\dots\dots (4-2)$$

$$V(dv) = t \cdot (\Delta B)^T \text{Cov}(\Delta B)$$

17) 洪 (1988)、pp 564~569を参照。

18) Stone (1986) を参照。

19) Merton (1996) を参照。

但し、(i) 各リスク要素の分散を  $\sigma_{b1}^2$ ,  $\sigma_{b2}^2$ ,  $\sigma_{b3}^2$ ,  $\sigma_{b4}^2$  とし、(ii)  $\Delta B$  は各要素のベクトルを表し、 $\Delta B = (\Delta b_1 \cdot \sigma_{b1}, \Delta b_2 \cdot \sigma_{b2}, \Delta b_3 \cdot \sigma_{b3}, \Delta b_4 \cdot \sigma_{b4})^T$  の形式で表記される。(iii) 各変動要素の共分散は次のように表される。

$$\text{Cov} = \begin{pmatrix} 1 & l_{b1b2} & l_{b1b3} & l_{b1b4} \\ l_{b2b1} & 1 & l_{b2b3} & l_{b2b4} \\ l_{b3b1} & l_{b3b2} & 1 & l_{b3b4} \\ l_{b4b1} & l_{b4b2} & l_{b4b3} & 1 \end{pmatrix}$$

(iv)  $t$  は瞬時的な時間変動を示す。VaR 算定の基準を例えば、3-VaR に対する自己資本額の例を説明する。(i) 先ず内部モデルを算出し、3×VaR データの要素 (material factors)、(ii) VaR データの要素は内部から決めると当局から決定する。(iii) 基準日前日60日営業期日の VaR 平均値×VaR データ要素などである。

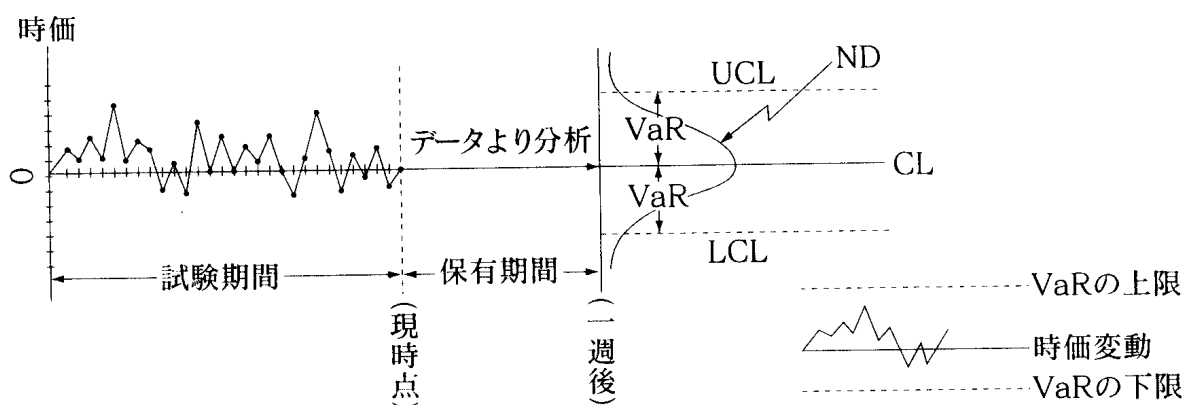


図4-1 VaRのコントロール図

図(4-1)のある銀行の資料を見ると、時価評価損益の変動がVaRの許容範囲内にある<sup>20)</sup>。時間の短縮と情報の収集の為に、VaRをコンピュータに計算させる場合がほとんどであるが、特に複雑なプログラムを用いている場合には許容範囲を慎重に評価すべきである。

3-VaRモデルと5-VaRモデルに基づいたPPP (purchasing power parity) の実証研究も近ごろ発表されている。

20) 山下(2000) pp 26~30を参照。

## 2. シミュレーション法のエッセンス

NOVA法が適用される分布は、主として線形的リスク要素を前提としている。しかし市場の取引は、特にオプション取引の場合、リスク要素の変動に対して非線形のリスク構造を持つことが想定され、無作為性（乱数）に基づく変動性を作り出してリスク管理に利用される場合が多い。そのため、調査や検査におけるサンプリングでは無作為性の適切さが、その結果の信頼度に大きな影響を及ぼす。シミュレーションモデル（simulation analysis）の分析対象は各金融資産の金利収入のみでなく、資本利得の獲得にも目的が向けられるため、ポートフォリオ全体が分析の対象になってくる。

この方法は、様々な現実の行動をデータに取込んでいる。従って理論的手法の検証や実務に応用可能かどうかの適正性の計算ができるのが特徴の一つである。銀行の現在のB/Sを利用することを考えれば、将来の市場金利の変動いかんによって収益資産と費用負債の収支状態が変動し、そのため資産・負債の現在価値変化がもたらされる結果、予想される将来のB/Sも修正されることになる。この将来のB/S予測は各々のシナリオが推移した結果である。但し、この方法では計算基準の前提を明確に設定することで、実際に作用するであろう影響をチェックし、異なった前提でさらにチェックするという試行錯誤的なシステムをとるアプローチになる。それらヒューリスティックな問題の解決は、統計的確率に基づかせた魅力度指数、ペイ・オフ・マトリックス、ゲーム理論、意思決定ツリー、収束予測などの管理手法を適用して、行動戦略を策定し具体化して実施することになる。さらにはこの分析の定性的エッセンスや考え、即ち創造性と分析性、長期性と短期性、本質の強みと弱み、環境の機会と脅威を統合して総合的に判断する必要がある。

結論を言えば、経営上の判断を行うに際し、シミュレーションとDGPを併合し、それぞれの分析の信頼性を確保することは極めて重要であり、うまく併合されれば効果的に制御するための技術が確立されたと考えられる。

## V 戦略金利リスクの実践と応用

### 1. 静態経営面から考え

ABC銀行はアメリカの地方銀行で、1999年2月時点のこの銀行の要約B/Sが表(5-1)で、要約ISが表(5-2)で示されている。この2つの表に基づいて、基礎的な情報を作成して実証する。まずRSAとRSLについては、投資目的の有価証券と融資(商工ローン)及び借入金と定期性預金のそれぞれの満期期間と資産・負債構成についての静態的なデータを考慮する必要がある。

表(5-3)からは半年から1年の間では、負のギャップが観察され、その差異はおおよそ\$12MM以上で(但し期間30日は特別の理由で除く)、RSAとRSLの比率は[3%, 10%]の範囲で変化している。ギャップに関するRSA

表5-1 ABC銀行 B/S (2/28/99)

勘 定	残高 (US \$ 1000)
資産 (A)	
現金と準備金	\$ 4,470
有価証券	26,192
FFS	6,500
融資 (ローン)	84,721
有形固定資産	2,710
O. R. E.	440
商業手形	327
其他資産	1,070
A 合計	\$ 126,430
負債 (L)	
要求払い預金	\$ 11,183
譲渡性預金	100,423
受取手形	327
其他負債	506
自己資本 (K)	13,991
L と K 合計	\$ 126,430

表5-2 ABC銀行 IS (2/28/99止)

科 目	金額 (US \$ 1000)
収入	
融資利子収入	\$ 1,322
証券利子収入	317
FFS 利子収入	56
収入合計	\$ 1,695
支払	
要求支払い預金利子	\$ 91
譲渡性預金利子	600
利子支出合計	\$ 600
利子収益	
営業費税など費用	\$ 719
純利益	\$ 285

(注) YTD-BUG



表5-3 ABC銀行のRSAとRSL比率

期間(日)		0 } 30	31 } 90	91 } 180	181 } 270	271 } 365	366 } 456	457 } 547	548 } 638	638 } 730	2y } 3y	3y }	合計
リスク資産	RSA一年以内	73,583	433	1,365	1,365	1,360							78,106
	RSA一年以上						2,638	640	640	640	630	35,307	40,495
	RSA合計	73,583	433	1,365	1,365	1,360	2,638	640	640	640	630	35,307	118,601
	RSA累計	73,583	74,206	75,391	79,756	78,116	80,754	81,394	82,034	82,674	83,304	118,601	
リスク負債	RSL一年以内	4,190	12,684	15,021	13,810	13,495							96,910
	RSL一年以上						2,050	1,723	0	0	0	24	3,797
	RSL合計	4,190	12,684	15,021	13,810	13,495	2,050	1,723	0	0	0	24	100,707
	RSL累計	41,900	54,584	69,605	83,415	96,910	98,900	100,683	100,683	100,683	100,683	100,700	
GAP	RSL-RSL	31,683	-12,241	-13,656	-12,445	-12,135	588	-1,083	640	640	630	35,283	17,904
	RSA/RSL	1.76	0.03	0.09	0.10	0.10	1.29	0.37					1
累計GAP	RSL-RSL	31,683	19,442	5,786	-6,659	-18,794	-18,206	-19,289	-18,649	-18,009	-17,379	17,904	
	RSA/RSL	1.76	1.36	1.08	0.92	0.81	0.82	0.81	0.81	0.82	0.83	1.18	
	GAP/資産	0.25	0.15	0.05	-0.05	-0.15	-0.14	-0.15	-0.15	-0.14	-0.14	0.14	
	GAP/資本	2.26	1.38	0.41	-0.47	-1.34	-1.30	-1.37	-1.31	-1.28	-1.24	1.27	

とRSLの相関性は高くない。次に累積ギャップ対資産の比率は $[-15\%, +5\%]$ の範囲にあり、累積ギャップ対自己資本の比率は $[-137\%, +138\%]$ の範囲にあるため、この二つの数値は両者とも、上述のガイドラインの範囲内にコントロールできることは理解できるだろう。勿論この情報は新たな金利エクスポージャーに向けて、年度の目標を修正する時の基準を作成する根拠になる。只、ABC銀行は短期的には負の数値が観察されているので、もし収益資産がある程度に増えるとすれば、GAPの数値が資産構成改善の目印となる。

静態的なデータを収集することは容易で視覚的にも理解できる。特に、ギャップ×金利変化の幅を計算すれば、それら収益の変動額も大体知ることができるけれども、實際上、経営陣としては、RSAとRSLに影響する金利変動以外のものとして、たとえば、金融資産が増加したり減少したりするような場合の動態的予測が最も入手したい数値である。

## 2. 動態的予測面から分析

表5-4 ABC銀行

リスク資産負債の金利収益分析

金利変動予測値	-3%	-2%	-1%	0	1%	2%	3%	i
ベース収益値	588	605	622	639	656	673	690	(ii)
5%成長率収益値	613	630	647	644	681	698	715	(iii)

(i) 1992年2月ABC銀行リスク資産と負債の実績

資産	金額	利回り	負債	金額	利回り
RSA } FEA }	\$ 118	9%	RSL } FPL }	\$ 101	4%
NEA	8	7%	NPL	25	3%

(ii) ベースの最適な戦略の収益値、或いは  $y=639+17i$  函数値(iii) 5%資産成長率最適な戦略の収益或いは  $y=644+17i$  函数値

表(5-4)はABC銀行の金利収益性分析とこの銀行がRSAとRSLに基づけば正のギャップが得られていることを示している。表(5-4)を読めば、金利が1bpを上がるならば、金利収益はベース収益は\$6.4Mから\$6.6Mへ増え、逆にもし1.5bps下がるならば、それら金利収益は\$6.1Mに落ちることが分かる。このケースは、もし金利が(3%)変動するなら、金利収益は[588, 690]の変動或内で予測されることを示し、この予測は函数 $y=639+17i$ (iが金利変動率)によって表される。更に、もし資産が5%成長することを前提にし、金利変動は同じ条件で(3%)の範囲になるとすれば、資産・負債による収益は[613, 715]の範囲になることがわかる。

表(5-5)はABC銀行が期間一年以内の短期的資産・負債についてはRSAとRSLのポジションの期待値は負になることを前提とした予測値を示している。仮に(i)金利が(3%)変動し、(ii)資産の伸び率が(5%)増減するという二つの条件を設定した時、マトリックス計算すればその測定値は、極限值として[-76, +76]の範囲をとる。従ってABC銀行が期間1年以内に

表5-5 ABC銀行

一年期GAPのマトリクス期待値

(i) ベース基準の経常収益は [ \$ 5,829 \$ 5,880 \$ 5,931 ]

(ii) 純利益 (仮にNEAとNPLの成長率0%)

金利変動	3%UP	不変	3%DOWN
資産5%成長率	1,582	1,633	1,684
ベース	1,557	1,608	1,659
資産-5%成長率	1,532	1,583	1,639

(iii) マトリクス計算値

金利変動	3%UP	不変	3%DOWN
資産5%成長率	-26	25	76
ベース	-51	0	51
資産-5%成長率	-76	-25	26

については負のギャップになっているという事実に基づけば、金利の上昇が収益に直接的に影響を及ぼすことになる。更に、成長率は正の(+5%)方が負である(-5%)方より好ましいので、全体収益の変化幅は-\$76Mの最低線(bottom line)から+\$76Mに増加する可能性は考えられる。

### 3. デュレーション実証

ABC銀行のポートフォリオのDA(118)とDL(101)及び三年間の平均値を計算すれば、現在価値のPA(91)とPL(78)が導出される。従って、純資産価値の変動率が5%程度になることが事前に予想される。

実際、一般的な金融業は「短期借入で長期貸出」を示すキャッシュ・フローのパターンが見られる場合が多いので、金利収益資産と金利費用負債から計算されたGAPは負になる可能性が高くなる。ABC銀行はこのような事態に対する対策として、(i) B/S上の勘定科目で調整すべき項目は、可能な限り調整して勘定科目の計算をすること、(ii) B/Sの投資資産についてその資産保有目的、すなわち流動性の目的、収益性の目的、リスク管理の目的などの目的に

応じて資産間に再配分することで有効活用しようと考えている。この金利リスクの再配分を実際に実行する計画は、金利リスクを線形計画法（LP）の分析によって適正に取り扱うことが可能である。ABC銀行を例として考えるならば、まず事前に作成された経営計画と現状の経営実態とを照らし合わせる。更にLPの分析概念を使って、収益性を目的とする投資とリスク管理を目的とする投資にそれぞれ原則として、融資と証券が70%と30%に分割して投資を行う戦略を実行していくこととなる。一方、流動性を目的とする投資に関しては、流動性は十分充足している考えるので、今の時点では考えない。

#### 4. DGP と VaR 実践性の比較

DGPはB/Sのマネジメント方法を簡潔化して、金融市場を通じた調達・運用に要求される収益性と流動性を保証しようとする。また、DGPは管理技法の修得・訓練が容易、管理費用をコントロールできる、当局の要求を満足させられるなどのメリットをもっていると言われる。但し予測の面については、過去のデータのみを利用するマトリックス分析では、利回りに関する投資収益率の評価、即ちスプレッドの把握性が極めて悪いためこの点がデメリットになっている。

VaRは統計的予測値に対して適用される。このとき示される金融リスクというのは、金融資産の現在価値をある将来時点の価値に変換して、その時点で生じる資産分布確率を分析し限界（即ちUCLとLCL）と認識される最大リスクを推測したものである。又、市場からもたらされる計量可能なデータを操作、活用できるのがメリットであるけれども、複雑なコンピュータプログラムを作成する必要がある。そのため、中小銀行ではこの金融工学（financial engineering）費用を負担ができないので大手の金融機関がVaRに関する業務を独占する傾向がある。

## VI 金利リスクの問題点と課題

結論を言えば、金利の市場変動に対応するためにはB/Sを把握して市場リス

クと信用リスクを総合的にコントロールする必要がある。将来の様々な時点に於ける金利収益を測定する手段はポートフォリオ分析の現実的な応用になっている。利回りは時間に依存して変動する傾向があるため、利回りの転換点に対する対策はすべての金融取引に不可避的に生じるリスク問題である。短期期間では負のギャップが生じている ABC 銀行のとるべき対策は；ギャップ幅を適正に調整するとか、投資証券を再構成するとか、資産や自己資本を再設定するなどというガイドラインをタイミング良く使うことが大切な対策になってくる。又、このような対策を実現するために行う取引に生じる資本利得と資本損失の会計基準の問題（即ち hold to maturity 或いは available for sale の基準を再確認する。）、BIS の自己資本比率規則の充足性（即ち tie I と tie II に基づいて 4% と 8% が充足されるかどうかを確かめる）、問題解決に要する費用負担の問題などは、対策を実行するに当たって深く考えなければならないことである。

長期のキャッシュ・フロー計算には期待理論を用いる。期待理論は現在の利回りが金融市場間への金利裁定行動の結果として、現在から将来までの利回りの平均に等しくなることを前提にしている。特に対応しようとしている将来期間では利回りが安定していると考えられる場合、BIS の長期金融資産をヘッジしたり、長期金利に変換するスワップを活用したり、効率性の為に金融資産の売却、M&A 政策への対策などを施しておけば収益リスクは最低限になるかも知れない。尚、金融決済システム安定という外部性の問題、融資に際して生じる情報非対称性の問題、クロス・ボーダーに対する外為リスクの問題などは慎重に考慮しないとイケない。

今後、金融商品取引に関わるリスク負担が増大する。つまりたとえ VaR が開示されたとしても、その妥当性と適正性を判断することは簡単とは言えない。それら市場関連リスクへの対応も金融機関の自己責任である。しかし市場や運用技法の複雑性、当局の経営健全性に対する規制、CAMELS のモニタリングなどに対処するための専門的知識の修得と訓練はさらなる課題の一つである。一方、市場リスクの計測モデルに基づいた価値評価は、内部においても検

査当局においても實際上、的確に問題点を指摘する際の大いなる補助手段となろう。

最後に、総合的に金融リスクは把握される必要がある点を強調しておきたい。そのためには、市場関連リスク—金利リスク、流動性リスク、決済と安全リスク、信用リスク、組織管理上のリスク—通信責任、監督、モニタリング、動機、顧客などの各点を総合的に考察することの重要性は、いくら強調されて十分すぎることはないだろう。

(筆者は関西学院大学商学部教授)

#### 参考文献

- Alexander, C. (1998), *Risk Management and Analysis*, Wiley.
- Bessis, J. (1999), *Risk Management in Banking*, Wiley.
- Bodie, L. & Merton, R. (2000), *Finance*, Prentice Hall.
- Code, E. (1999), *Banking Risks*, EP Co AMA COM.
- Cole, L. (1998), *Management Accounting in Banks*, Bankers.
- Greuning, V. & Bratanovic B. (1999), *Analyzing Banking Risk*, The World Bank.
- Alle, F & Gale D. (2000), *Comparing Financial System*, MIT
- Haimes, Y (1998), *Risk Modeling Assessment and Management*, Wiley.
- Hefferman, S. (1996), *Modern Banking in Theory and Practice*, Wiley.
- Jorion P. & Houry S. (1996), *Financial Risk Management*, Blackwell
- Koch, T. & MacDonald, S. (2000), *Bank Management*, Deyelen Press.
- Lore, M. & Borodovsky, L. (2000), *The Professional's Handbook of Financial Risk Management*, KPMG.
- Markovich, D. (1988), *Effective ALM for the Community Bank*, Bankers.
- Matten, C. (2000), *Managing Bank Capital*, Wiley.
- Meadow, R. (1998), *Asset/Liability Management Techniques*, BAI.
- Oberhofar, G. (1988), *Rate Risk Management*, Probus.
- 池尾和人・金子 隆・鹿野嘉昭 (1993) 『ゼミナール現代の銀行』 東洋経済新報社
- 洪澄洋 (1988) 『数理統計学導論』 五南図書出版社
- 今野浩 (1999) 『金融技術とリスク管理の展開』 東洋経済新報社
- 高橋洋一・池森俊文・武見浩充・長谷川芳春 (1996) 『ALM』 銀行研修社
- 館野敏・白石渉 (1998) 『銀行システム』 東洋経済新報社

- 筒井義郎 (2000) 『金融分析の最先端』 東洋経済新報社  
山下智志 (2000) 『市場リスクの計量化と VaR』 朝倉書店  
湯野勉 (1996) 『金融リスク管理と銀行監督政策』 有斐閣