

# オペレーショナルリスク計量化の新たな試み ～金融機関共通の損失規模分布にもとづく定式化への挑戦<sup>1</sup>～

金融庁監督局総務課バーゼルⅡ推進室  
課長補佐 長 藤 剛

1. 当計算式の狙い
2. 第一の特長：損失実績を反映
  - (1)計算式の考え方
  - (2)共通の損失規模分布
  - (3)共通の損失規模分布を用いたリスク量の計算
3. 第二の特長：実務で使いやすい
  - (1)当計算式によるリスク量
  - (2)損失とリスク量の関係
  - (3)リスク管理実務への活用
4. 第三の特長：計算が簡単で透明性が高い
5. 今後の課題

筆者は、金融庁において銀行が自己資本比率を計算する際に用いるオペレーショナルリスク（以下、オペリスク）のモデルの審査に携わっている。あわせて、バーゼル銀行監督委員会におけるオペリスク管理に関する議論に参画している。

こうした業務のなかで得られた知見や問題意識をもとに、バーゼルⅡ推進室の同僚と共にオペリスク管理に関する論文を執筆し、このほど金融庁のホームページに公表した<sup>2</sup>。原論文は、金融機関のオペリスク量を求める簡単な計算式を提案するもので、銀行の内部管理や自己資本比率の計算への活用、さらに

は、バーゼル銀行監督委員会における規制改革への議論に一石を投じることを狙っている。

原論文は、海外を含む専門家を念頭においており、やや技術的であることは否めない。しかし、提案する計算式自体は、その原理も含めて単純であり、広い範囲の金融機関に应用可能なので、より広い方々に紹介する意義があると考え、この場をお借りすることとした。興味をもたれた方は是非、原論文もご参照いただければ幸いである。

当計算式は、「シンプルでありながら、正面からリスクを捉えるオペリスク計量モデル」であり、年間の損失発生件数のみを変数としてオペリスク量を算出する。ここでは以下の3点の特長を中心に解説する。

- ①損失実績を反映：当計算式は実際のオペリスク損失の分析にもとづき、銀行のオペリスクを正面から捉える計量モデルである。
- ②実務で使いやすい：実務的な感覚・経験によく合致する。
- ③計算が簡単で透明性が高い：電卓で計算できるほど簡単であり、直感的に理解しやすい。

<sup>1</sup> 本稿における意見などは、執筆者の個人的見解であり、必ずしも金融庁の公式的な見解を表すものではない。

<sup>2</sup> 「邦銀18行のオペレーショナルリスク損失データの分布形状の共通性とそれを利用したオペレーショナルリスクの簡易な計算式について」

「金融研究センター：金融庁の職員が執筆した調査レポートの公表」のページに掲載

(邦文) <http://www.fsa.go.jp/frtc/report/honbun/2011/20110520.pdf>

(英文) <http://www.fsa.go.jp/frtc/english/seika/perspectives/2011/20110520.pdf>

## 1. 当計算式の狙い

バーゼルⅡのもとで、オペリスクが独立のリスク項目として初めて採用され、すべての銀行が自己資本比率計算のためにオペリスク量を何らかの形で計量することとなった。計量方法には、高度なものから簡単なものまで、先進的計測手法、粗利益配分手法、基礎的手法の3種類が用意されている。

最も高度な計量方法である「先進的計測手法」を選択し、当局の承認を得た銀行では、各行が独自に開発したモデルによる計量結果をそのまま自己資本比率計算に用いることとされた。先進的計測手法を選択せず、粗利益配分手法、基礎的手法のどちらかを選択した銀行では、年間の粗利益に一定の掛目（15%程度）を掛けるといった簡便な方法によって計算されたオペリスク量を用いることになる。また、規制上の自己資本比率計算にオペリスク量が導入されたことと並行して、統合リスク管理のなかにオペリスク量を含めることも一般化している。このようにリスク量によるオペリスク管理が広がる一方で、以下のような難点も徐々にはっきりしてきている。

### ①計量モデルの信頼性

オペリスクの計量手法には確立した標準といえるものがいまだ存在しないため、「リスクプロファイルが類似している銀行であっても、モデル化手法と仮定が大きく異なれば、リスク資本の水準が異なりうる」（バーゼル銀行監督委員会）という大きな問題を抱えている。こうした状況では、オペリスク計量の信頼性はその他のリスク分野にくらべて劣ってしまう。銀行間のオペリスク量の横並び比較も難しい。

### ②モデル開発の難しさ

バーゼルⅡにおけるオペリスク量の計算には、各行独自の自由設計によるモデルを用いる手法（先進的計測手法）と、粗利益に一定の掛目（15%程度）を乗じた値をリスク量とする手法（基礎的手法および粗利益配分手法）しか用意されていない。前者のモデル開発は、小規模な銀行にとってデータを確保するだけでも難しいうえに、十分な専門知識をもった要員（監査、検証の人員も別に必要）の確保も難しい。こうした事情もあって、実際には邦銀のほとんどが、規制上の自己資本比率計算に先進的計測手法を採用していない。

### ③粗利益に掛目を乗じる方法の限界

独自のモデルを開発する余力のない銀行では、基礎的手法あるいは粗利益配分手法による値をオペリスク量として統合的リスク管理に用いる先が多い。しかし、粗利益に掛目を乗じて得られた値はリスク感応的とはとていえず、リスク削減の努力を反映しえない。また、これらの値は邦銀の多くにとっては過大評価気味である一方、世界的にみれば過小評価気味である可能性が高い。さらに、先進的計測手法を採用している銀行にとっても基礎的手法によるリスク量（年間粗利益×15%）は、事実上のベンチマークとして機能しており、この結果、世界的にみれば先進的計測手法によるリスク量の多くが過小評価になっている可能性が否定できない。

原論文は、以上の難点に対応するひとつの方法として、簡便でありながら、リスク感応的なリスク量の算出式を提案するものである。リスク量の目安となる共通の計算式があれば当局にとっても、個別の銀行にとってもモデルの妥当性を判断する目安（ベンチマーク）になる。計算式が簡単で理解しやすければ、幅広い銀行で独自にモデルを開発することなくリスク管理に活用できるであろう。オ

ペリスクの計量を巡る上記の課題が世界各国に共通のものであることを考えると、長い目でみればバーゼル規制の見直しを巡る議論のなかで当計算式が議論の俎上にのぼるかもしれない。

## 2. 第一の特長：損失実績を反映

当計算式の第一の特長は、実際の損失データの分析にもとづき、銀行のオペリスクを正面から捉える計量モデルという点である。すなわち、当計算式は、オペリスク損失のヘビータール性（まれにしか発生しない損失がきわめて大きな金額にのぼる）を捉えたモデルであり、また、粗利益等の代理変数を用いて間接的にリスク量を把握するのではなく、各行の損失実績を反映してリスク量を計算している。

計算式は次のとおりである。

$$\begin{aligned} & \text{観測期間 1 年信頼水準 99.9\% のオペリスク} \\ & \text{量 (万円)} \\ & = (R + 177) \times (1000 \times N_R)^{0.973} - 177 \end{aligned}$$

記号の定義

$R$  = 観測対象となる損失の規模 (単位: 万円)  
(例: 1,000万円)。1,000万円以上の必要がある。

$N_R$  = 金額  $R$  万円以上の損失の年間件数

計算例を示そう。

(例 1)  
ある銀行 A では、1,000万円以上のオペリスク損失が過去 5 年間の平均で年間 10 件あつ

た。

$$\begin{aligned} \text{計算: オペリスク量} \\ & = (1,000 \text{万円} + 177 \text{万円}) \times \\ & \quad (1,000 \times 10 \text{件})^{0.973} - 177 \text{万円} \\ & = 917 \text{億} 8,423 \text{万円} \\ & \text{(例 2)} \end{aligned}$$

別の銀行 B では、同様に 2 億円以上の損失が年間平均 0.6 件あった。

$$\begin{aligned} \text{計算: オペリスク量} \\ & = (2 \text{億円} + 177 \text{万円}) \times \\ & \quad (1,000 \times 0.6 \text{件})^{0.973} - 177 \text{万円} \\ & = 1,018 \text{億} 5,684 \text{万円} \end{aligned}$$

以下、簡単に当計算式の考え方、データ分析の内容を説明する。やや技術的になって恐縮だが、分析結果は、オペリスクを理解するうえでも興味深い。

### (1) 計算式の考え方

オペリスク量を計量する際に「損失分布手法」という手法がよく用いられる。同手法は、銀行の損失データを「損失頻度分布」(年に損失が何件発生するか)と「損失規模分布」(損失が発生したときに、その規模 - 金額 - がどうなるか)に分けて把握し、それらを合成することで年間のオペリスク損失の合計金額を予想し、リスク量<sup>3</sup>を求める手法である。

当計算式もこの方法を用いているが、損失規模分布としてすべての銀行に共通する分布を想定する点が大きな特徴である。この工夫により各銀行が損失規模分布を推定する必要がなくなり、損失データが乏しい中規模以下の銀行でもリスク量を簡単に求めることができる。実際には、各銀行の損失規模分布がまったく同じということはありえないが、この点は、実際の損失データの観察からヒントを

<sup>3</sup> バーゼル II のもとでは、99.9% の VaR、すなわち 1 年間の業務運営を 1,000 回繰り返したと仮定したときの年間総損失金額の最悪値。

得て行った大胆な単純化であり、当計算における単純化の肝となっている。

## (2)共通の損失規模分布

このように、当計算式は、「共通の損失規模分布」がすべての銀行に当てはまると仮定して導かれている。「共通の損失規模分布」は、分析対象となった18行それぞれで観察された分布の一種の平均である。

### ①分析対象

分析対象となったオペリスク損失データは、バーゼル銀行監督委員会が2008年に実施したオペリスクの損失データ収集実態調査に際して邦銀18行から提供された(図1)。これらの先はオペリスク計算に先進的計測手法や粗利益配分手法を採用する先に限られるため、リスク管理に熱心な先が多いと思われるものの、これまで多数の銀行の損失の発生状況や実地のオペレーションの状況をみてきた筆者の感触では、他の邦銀とオペリスクの状

況は大きくは変わらない。データはやや古い(2003～2007年度のものを中心)が、こと日本に限れば、ここ数年でオペリスク損失データの内容が変わったとは考えにくい。

### ②「共通の損失規模分布」の導出

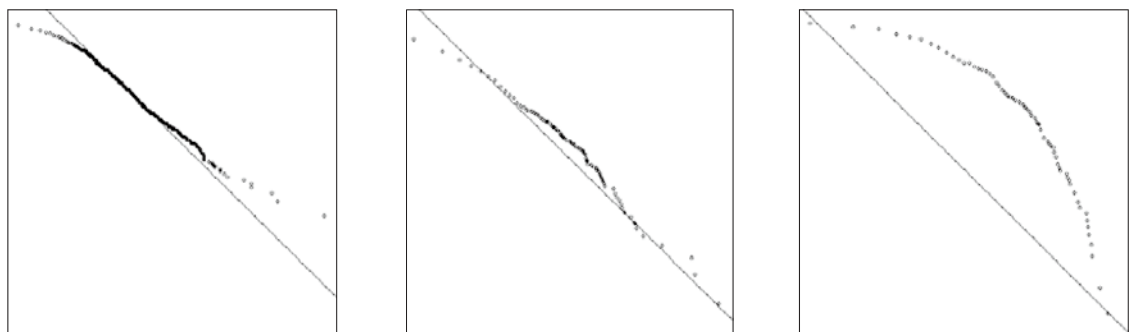
全18行のうち3行の損失データを図示したものが図2である(原論文には18行すべてのグラフを示している)。このグラフには、各銀行の1万円以上のすべてのオペリスク損失が特徴をつかみやすい形で示されている。

- ✓横軸が損失規模(金額)、縦軸が横軸の損失以上の金額の損失の年間件数(たとえば、横軸の1,000万円に対応する縦軸は1,000万円以上の損失の年間発生件数)
- ✓縦軸、横軸ともに対数表示。なお、全データがグラフに丁度収まるように軸の目盛りを調整しており、目盛りは銀行毎に異なる。
- ✓比較のために傾き-1の直線を損失のグラフに添えている。

図1 分析対象データの概要

データ提供元	邦銀18行(証券子会社等、傘下の連結対象子会社等を含む)。うち先進的計測手法(AMA)の採用先ないし採用を目指している先が7行。その他の11行は粗利益配分手法を採用。
データの時期	2007年12月31日または2008年3月31日までのデータ。期間は銀行により異なるが、最低3年、平均で4年強。
データ件数、金額	324,623個。損失金額の総計は約1,500億円。

図2 オペリスク損失の図示



X銀行

Y銀行

Z銀行

縦軸：損失頻度(対数値)、横軸：損失規模(対数値)

ここで示した3行は、比較のために示した傾き-1の直線とくらべてグラフの右端部分が緩やかにみえる先(X銀行)、ほぼ同じ先(Y銀行)、急な先(Z銀行)の3行である。きわめて感覚的な判断であるが、筆者が数えたところ、18行のうちX、Y、Zの各パターンがそれぞれ3、12、3行であった。このように2/3の銀行で、テール部分(グラフの右端部分)の形がほぼ傾き-1の直線になっている。このグラフが直線であることは、損失の規模と頻度の関係がいわゆるべき乗則に従っていること、傾きが-1であることは損失の規模が10倍になると、その規模を上回る損失の発生件数がほぼ1/10になるといった関係を示している。こうした関係は、オペリスクにおいては、まれにしか発生しない損失がきわめて大きな金額にのぼることを示しており、これまでも実務家からはしばしば指摘されてきたところだが、邦銀18行のデータで観察されたことは意義深い。

このように多くの銀行で、損失の規模と頻度の間にべき乗則が成立しているように見え

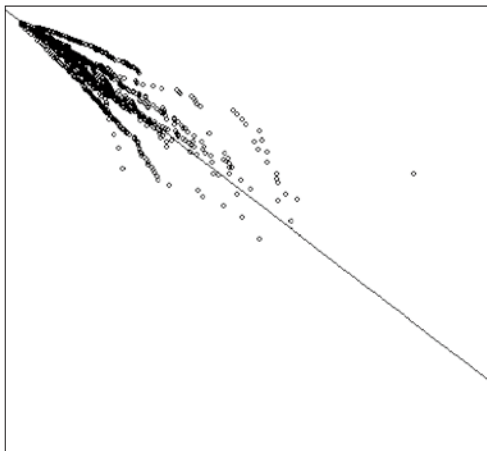
ることから、広い範囲の銀行に共通する損失規模分布を仮定することが可能ではないか、というのが当計算式の発想である。

共通の損失規模分布を導くために、18行それぞれの損失規模分布の一種の平均を次のように求めている。図3は調査対象先のうち地銀9行(総資産の平均6.6兆円)の損失をまとめて(9行をあたかもひとつの銀行のように扱い、すべての損失がひとつの銀行で発生したかのように扱って)図示したものである。個々の銀行の損失はばらついているが(図3左)、9行の損失をまとめると、傾き-1の直線に近くなる(図3右)。分析対象18行の全データをまとめて同様に図示すると、傾きが-1の直線にさらに近づく(図4)。このように18行をまとめたデータに適合する分布を推計して、共通の損失規模分布としている。③「共通の損失規模分布」がすべての銀行に当てはまるとしてよいのか?

このように導かれた分布を「共通の損失規模分布」として扱うことの妥当性が当計算式の妥当性を決める。この点を証明することも、

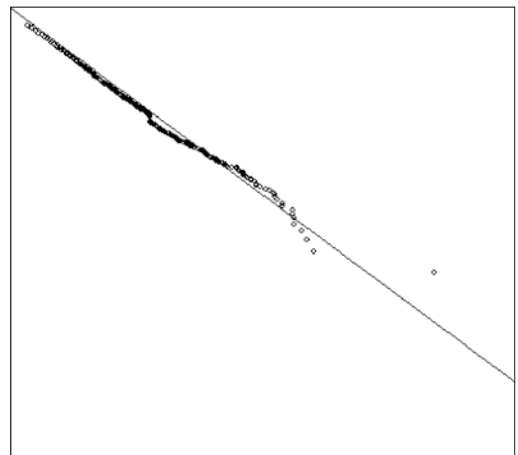
図3 中規模の銀行9行の損失：個別行毎に図示(左)、全損失をまとめて図示(右)

損失頻度\* (対数值)



損失規模 (対数值)

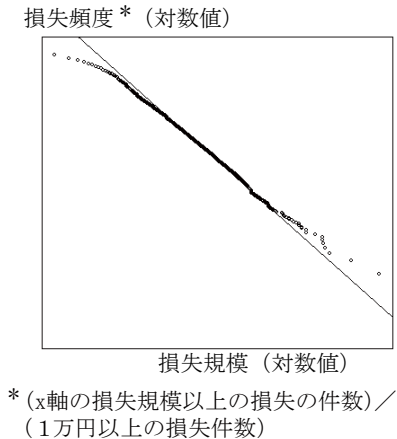
損失頻度\* (対数值)



損失規模 (対数值)

\* 頻度 = (x軸の損失規模以上の損失の件数) / (1万円以上の損失件数)

図4 分析対象全18行の損失

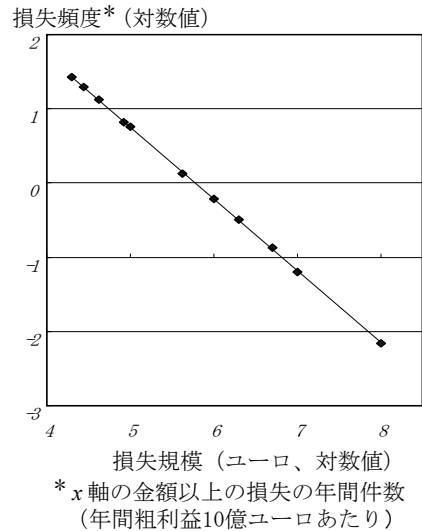


否定することも困難だが、ここでは、「共通の損失規模分布仮説」をサポートする材料をいくつか指摘したい。

第一に、図3でみたように、個別の銀行ではばらばらだった分布（左図）が、複数の銀行の損失をまとめると共通の分布に近づく（右図）ことである。個別の銀行の各年の損失金額分布はばらばらかもしれないが、損失データが蓄積されれば、損失規模分布が図4で示された分布に近づいていく可能性があるとする訳である。

第二に、統計的検定の結果である。原論文では「個別の銀行の損失規模分布が同じ分布である」ことが示唆される検定結果、「共通の損失規模分布」の個別の銀行の損失規模への適合性の検定結果を示している。後者の結果は検定手法によりまちまちだが、ボディ部分（相対的に小額の損失）を重視する2つの検定では、全行について「共通の損失規模分布」を適用することの妥当性が示唆される一方、テール部分（グラフの右端にあたる規模の大きな損失）を重視する別の2つの検定では、半数をやや上回る銀行で「共通の損失規模分布」を適用することの妥当性が示唆されるにとどまっている（ただし、テール部分についてはデータがごく限られており、検定結

図5 世界118の銀行の損失規模分布の形



果の評価は難しい。

第三に、他のサンプルによる同様の推計結果である。海外の銀行を含む他の銀行を対象にした調査、研究にも、邦銀18行とほぼ同様の損失規模分布が当てはまるとするものが多い。ところで、海外の銀行でも邦銀で観察された損失規模分布とほぼ同様の分布が当てはまることは興味深く、この事実は、当計算式が大きな変更なしに世界の銀行にも適用可能であることを示唆するものと考えている。

ここでは、世界の118の銀行（邦銀18行を含む）の損失データを示す（図5）。2008年のバーゼル銀行監督委員会の調査から公表値が得られる11の損失について、図2～4と同様に図示した。グラフ上の最小損失は2万ユーロ（調査当時の為替相場で約320万円）、最大損失は1億ユーロ（同158億円）である。グラフではこれらの点はほぼ直線上に並び、その傾きは約-0.97となっている。邦銀18行によるグラフの傾きは約-1.03（計算式に用いられている0.973の逆数の符号を反対にするとこの値になる）なので、邦銀18行から推計された共通の損失規模分布とほぼ同様の分布形を世界の銀行についても想定しうること

がわかる。

### (3)共通の損失規模分布を用いたリスク量の計算

最後にオペリスク量（年間損失金額の99.9% VaR値）の計算式を導く。共通の損失規模分布（傾き-1.03の直線に近い曲線）に、「単一の損失による近似」といわれる一種の近似計算式を当てはめることで、オペリスク量の計算式を導いている。この近似計算方法はモンテカルロ・シミュレーションを行わずに、損失頻度分布と損失規模分布とを組み合わせるものであり、導かれる計算式もモンテカルロ・シミュレーションによらない簡単なものになる。

## 3. 第二の特長：実務で使いやすい

当計算式の第二の特長は、計算結果や、その振る舞いが実務的な感覚・経験によく合致しており、実務で使いやすいことである。

### (1)当計算式によるリスク量

図6は、分析対象の18行から報告された年間損失件数を用いてリスク量を計算したものである。18行それぞれについて、粗利1,000億円あたりの年間の損失（1,000万円以上）の発生件数を計算（たとえば、粗利益が1兆

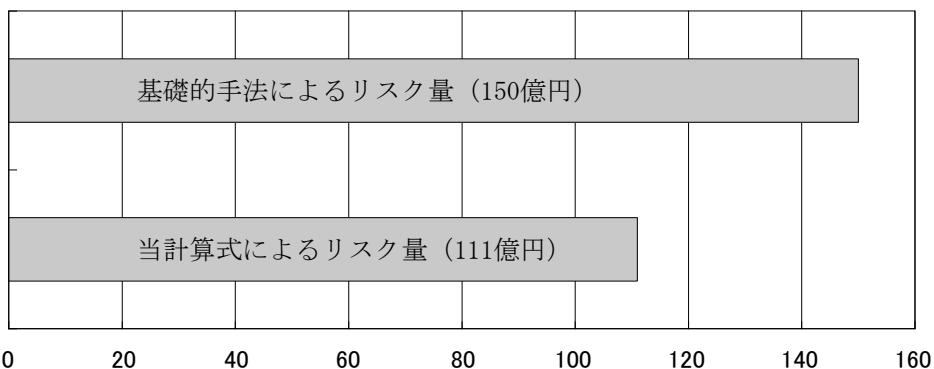
円の銀行で1,000万円以上の損失が年間3件あった場合、粗利益1,000億円あたりでは年間0.3件になる）し、その中央値（18行の真ん中の値-分析対象18行の典型的な計数）を用いてリスク量を計算している。つまり、計算されたリスク量も粗利益1,000億円あたりのリスク量になる。結果は、基礎的手法によるリスク量（1,000億円×15%=150億円）の約3/4程度となっており、分析対象18行の典型的な先のリスク量が基礎的手法によるリスク量を少し下回ることがわかる。

### (2)損失とリスク量の関係

図7に、年間損失件数が変化したときの当計算式によるリスク量の変化を示した。当計算式によるリスク量は、変数（年間損失件数）にほぼ比例する一方で、少数の巨額損失の発生に対してほとんど変動しないという特徴がある。

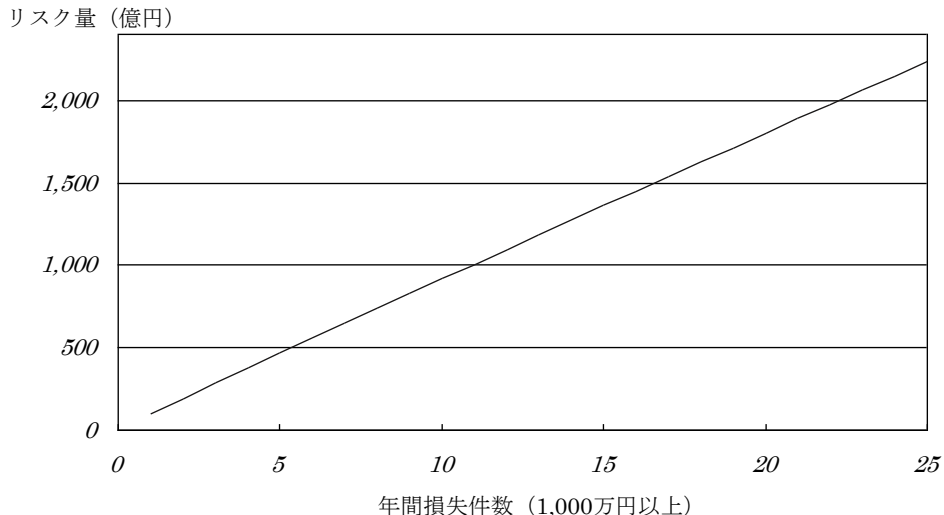
当計算式が、論理的かつ直感に合致していると考えられるか否かは、上記に対する評価に大きく依存する。この特徴は「頻度の小さい巨額損失にオペリスクの状況が反映される」との考え方とはなじみにくいが、以下に示す実務家からよく聞かれる見方とは整合的である。  
✓「小さな損失の件数を削減することが致命的な損失を抑えることにつながる」。これは、いわゆる「割れ窓理論」（軽微な犯罪

図6 リスク量の比較：典型的な年間損失件数\*を用いて、粗利益1,000億円あたりのリスク量を計算



\* 粗利益1,000億円あたり、1,000万円以上の年間損失件数1.147件（分析対象18行の中央値）

図7 計算式の挙動（損失件数とリスク量の関係）



を取り締まることが凶悪な犯罪の防止にもつながる）や「ハインリッヒの法則」（1件の重大事故の裏には、29件の軽微な事故、300件のニアミスが存在する）と共通する考え方といえる。

- ✓ 仮に1件の巨大損失が発生したからといって、それだけでオペリスクが突然増大したとはいえない。一方、損失件数が大きく変化したときは、業務内容、コントロール、あるいは損失の収集方法が変化していることが多い。
- ✓ 損失の発生はコントロールしやすいが、発生した損失の大きさをコントロールすることは難しい（損失が発生したときの大きさは偶然によるところが大きい）。

### (3) リスク管理実務への活用

この特徴のために、リスク管理上、便利な点もある。そして、リスク管理に使いやすいという事実自体、当計算式が現実をよく捉えていることのひとつの証左といえる。

第一は、リスク量の安定性である。当計算式によるリスク量は、たまたま発生した1件の巨額損失によって大きく振れることがない。第二に、銀行を分割した場合の各銀行の

リスク量の合計が分割前の全体のリスク量にほぼ等しいことである。このため、銀行の分割や統合の際のリスク量計算、部門間のリスク量配賦（リスク量を損失件数によって配賦できる）が容易に行える。第三に、日々のリスク管理での使いやすさ。オペリスク量はテール事象（巨額損失）により決まるといってよく、テール事象を想定し、それに備えることがオペリスク管理の要である。一方で、1,000年に一度、規模も百億円近くから数千億円に及ぶような事象は、管理対象として漠然としている。当計算式に従えば、比較的少額の損失（1千万円）を防ぐことがテール事象の発生防止につながることになり、現場の日々の管理活動の成果をリスク管理と結びつけて理解することが容易になる。

### 4. 第三の特長：計算が簡単で透明性が高い

当計算式の第三の特長は、計算式が単純、簡単で、透明性が高いことである。一定の金額以上の損失の年間計数さえわかれば電卓で



可能なほど簡単な計算でリスク量が求められる。損失データから分布形を推定したり、計算時間のかかるシミュレーションを行ったりする必要はない。このため損失件数が同じであれば計算されるリスク量も同じになる。これだけ単純な計算式になっているのは、現実を大胆に単純化しているためだが、この単純化がどの程度妥当かは、これまでに述べたとおりである。

## 5. 今後の課題

以上、当計算式の3つの特長を解説した。一言でいえば、当計算式は、「シンプルでありながら、正面からリスクを捉えるオペリスク計量モデル」である。もちろん、どんなモデルにも限界があるし、とりわけ当式では、簡便性・普遍性を優先させ、個別銀行の違いをある程度捨象しているため、その限界を理解し、補完措置を取る必要が高い。以下、現段階で想定される問題点、解決の方向性を示して結びとしたい。

まず、当計算式は、そのまま先進的計測手法に用いることを想定したものではない。業務環境やコントロール状況は損失件数に反映される一方で、損失規模分布は安定しているというのが当計算式の仮定だが、当仮定は、近似の簡便性や、個別銀行にとってのデータ制約を回避することを目的としたものであり、高度なモデルが縛られるようなものでは

ない。また、巨額損失事例の発生が当計算式によるリスク量には直接反映されないため、当計算式は「小さな損失の件数を減らす誘因を与える一方で、巨額損失を直接制御する誘因が働かない」といった偏った誘因を与えかねない点にも留意する必要がある。

これらの課題を解決するために、個別の銀行が、巨額損失の可能性をシナリオ化する、あるいは、最新の業務環境・内部統制要因を反映する等、きめ細かな枠組みを開発し、より高度なモデルを開発することには十分な意味がある。

実際の運用では、損失件数の算定が課題になる。そもそも損失の定義が同じでなければ、当計算式をそのまま当てはめることはできない。次に、データの観測期間、年間件数を数える対象となる損失の規模（金額）<sup>4</sup>、件数の平均の取り方といったルールを決め、運用が恣意的にならないようにする必要も使用目的によっては生じるだろう。1,000万円以上の損失がない銀行では、1,000万円以上の損失数を見積もることも必要になる。

当計算式は、邦銀18行という限定的なデータにもとづくが、データが蓄積され、分析対象のデータを国内外の銀行に広げても、大きく姿が変わることはないと筆者は考えている。この点を確認するには、実際のデータの蓄積、分析が必要である。今後、データの蓄積、分析が進むことにより、当計算式の検証、さらには、異なった発想に立ったより良いベンチマークの検討が進むことを期待している。□

<sup>4</sup> この点は当計算式の実務への適用にあたって大きな問題となる。各行の創意工夫が期待されるが、①当該金額をあらかじめ定める、②N年の観測期間があった場合大きい方から数えてN番目の金額とする、同様にN年の観測期間の場合、③大きい方からN番目以内で最小のリスク量となる金額とするといった方法が考えられる。