

バーゼルⅡに対応するオペレーショナル・リスク計量化モデル構築・検証コンサルティング

業種：金融業（銀行）

アブストラクト

2007年3月末から施行された「新しい自己資本比率規制（通称バーゼルⅡ）」により、銀行はオペレーショナル・リスクの量に見合った自己資本を持つことが要求されるようになった。ある銀行は、そのリスク量の算出方法として先進的計測手法を用いることを目指されたが、その具体的な実現方法についてさまざまな課題があった。富士通総研は、これらの課題の解決を支援するために、計量化モデルの構築およびその妥当性を検証するコンサルティングを実施し、高度なリスク管理体制の確立に貢献した。

富士通総研には、金融工学、データ解析などの技術を駆使し、金融機関の多様なリスクの計量化に取り組んできた実績がある。オペレーショナル・リスク、金融機関に限らず、重要性を増しているリスクの計量化にご活用いただければ幸いである。



広瀬淳一（ひろせ じゅんいち）
（株）富士通総研 第一コンサルティング本部 研究開発部 所属
現在、数理統計手法、数理最適化手法を応用したソリューションの研究開発に従事。

まえがき

銀行は経営の健全性を確保するため、さまざまなリスクを適切に管理することが求められている。しかし、リスク管理には通常の銀行業務とは異なる技術・ノウハウが必要となり、その実現は容易ではない。富士通総研はこのようなお客様のニーズに対して、金融工学・データ解析などの技術を適用し、解決策を提供してきた。

「新しい自己資本比率規制（通称バーゼルⅡ）」において、銀行はリスク量に見合った自己資本を保有することを義務付けられている。この規制の枠組みでは、オペレーショナル・リスクと呼ばれるカテゴリのリスク量を算出する手法に3つの選択肢がある。お客様である銀行は、その選択肢の中で、最も高度な手法である先進的計測手法を用いることを目指されていた。他の2つの手法に関しては、リスク量を算出する具体的な方法が規制で指定されており、それに従って算出すればよいが、先進的計測手法に関しては、具体的な方法は示されておらず、また、前例もないため、どのように実現すればよいのかわからないという課題があった。そこで、富士通総研は先進的計測手法によってオペレーショナル・リスク量を算出する計量化モデルの構築とその検証を支援するコンサルティングを実施した。

本稿では、このオペレーショナル・リスク計量化モデル構築支援・検証支援コンサルティングについて紹介する。最初に背景について説明し、次にコンサルティングの課題について述べてから、事例を紹介する。

背景

● 銀行におけるリスクと自己資本

2007年3月末から施行されたバーゼルⅡでは、銀行は、信用リスク、市場リスクに加えて、オペレーショナル・リスクに対しても、その量に見合った自己資本を持つことが要求されるようになった（図-1）。

市場リスクとは、金利、為替、株価などが変動することにより、保有する資産の価格が変動し、損失が発生するリスクのことである。市場リスクに関しては、市場においてデータが入手しやすく、

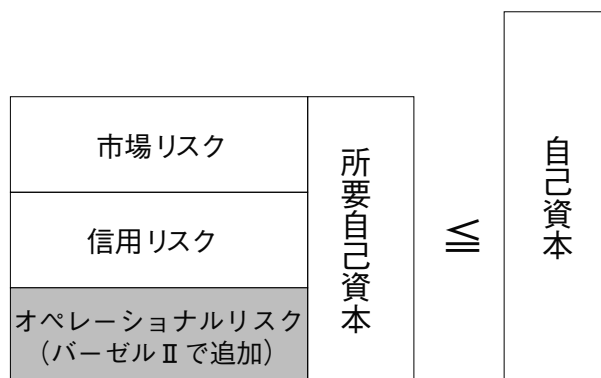


図-1 バーゼルⅡにおける自己資本規制の枠組み

豊富に存在するため、早くから計量化の取組みがなされてきた。

信用リスクとは、銀行が企業などへ貸し付けた貸出金が、貸出先の倒産などにより貸し倒れること（デフォルト）に起因するリスクのことである。信用リスク管理に関しては、それが銀行の収益の源泉であることから、高度化の必要性が認識され、計量化が取り組まれてきた。

オペレーショナル・リスクとは、事務ミス、不正、法令違反、システム障害などの内部管理上の問題や、災害、テロリズム、犯罪などの外部要因により損失が発生するリスクのことをいう。近年では、トレーダーの損失隠し、株式売買における誤発注、システム障害による現金自動預け払い機の停止などによって大規模な損失が発生した事例が記憶に新しい。オペレーショナル・リスクに関しては、損失データが少ないこと、損失データの分布が単純な分布にうまく当てはまらないことなどの理由により、これら3つのリスクの中で最も計量化が困難であり、計量化への取組みが遅れていた。

● オペレーショナル・リスクの計測手法

バーゼルⅡでは、オペレーショナル・リスクの計測手法として、基礎的手法、粗利益配分手法、先進的計測手法の3つの選択肢が認められている（図-2）。

基礎的手法は粗利益に15%の掛け目を、粗利益配分手法は業務区分ごとに、粗利益に業務区分により異なる掛け目（12～18%）をかけて算出する手法である。このため、これら2つの手法では、たとえば業務プロセスの品質を向上させて事務ミスが減らしたとしても、オペレーショナル・リスク

名称	概要	リスクの実態把握・コントロール
基礎的手法 (BIA)	粗利益の15%	×不可能
粗利益配分手法 (TSA)	粗利益に業務区分ごとに掛け目を乗じる	×不可能
先進的計測手法 (AMA)	1000年に一度の頻度で生じる損失	○可能

図-2 オペレーショナル・リスクの計測手法

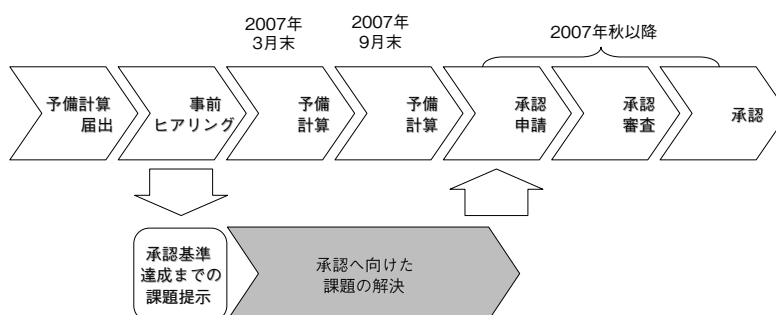


図-3 先進的計測手法の承認プロセス

として算出される量は変わらない。したがって、事務品質向上のインセンティブとして働かない。また、粗利益に対して一定の掛け目をかけて算出されるものであるため、所要自己資本を減らす手段は、粗利益を減らすことだけであり、到底、経営の指針となるものではない。

一方、先進的計測手法は前述の2つの手法とは異なり、リスクを計量する方法は限定されておらず、自らの業務の特性に合った手法を構築するものとされている。方法が限定されていないという事実は、ある意味では、オペレーショナル・リスク計量化モデルの構築の難しさを示しているとも言える。しかし、このような先進的計測手法を用いると、統制を強め、業務プロセスの品質を高めてリスクを減らせば、所要自己資本を削減でき、その分を他のビジネスの拡大に活用することができる。このため、先進的計測手法によるオペレーショナル・リスク計量化は銀行にとって重要な経営課題であり、メガバンクを中心に銀行はその承認を目指し

ている。

● 先進的計測手法の承認プロセス

先進的計測手法が承認されるためには、バーゼルⅡの要件を満たしていることを金融庁に対して示さなくてはならない。要件としては、計量化モデルに関する定量的なものだけでなく、組織、体制、管理プロセス、文書化などの定性的なものも含まれており、承認を得るためには多くの作業が必要となる。図-3に先進的計測手法の承認プロセスを示す。オペレーショナル・リスクの先進的計測手法の採用を希望する銀行に対しては、事前ヒアリングがなされ、承認基準を達成するための課題が示される。そして、予備計算を行ない、金融庁に報告する必要がある。

● 先進的計測手法の計量化モデル

オペレーショナル・リスクの先進的計測手法としては、「損失分布手法」という手法の枠組みを用いるということでコンセンサスが得られつつある(図-4)。

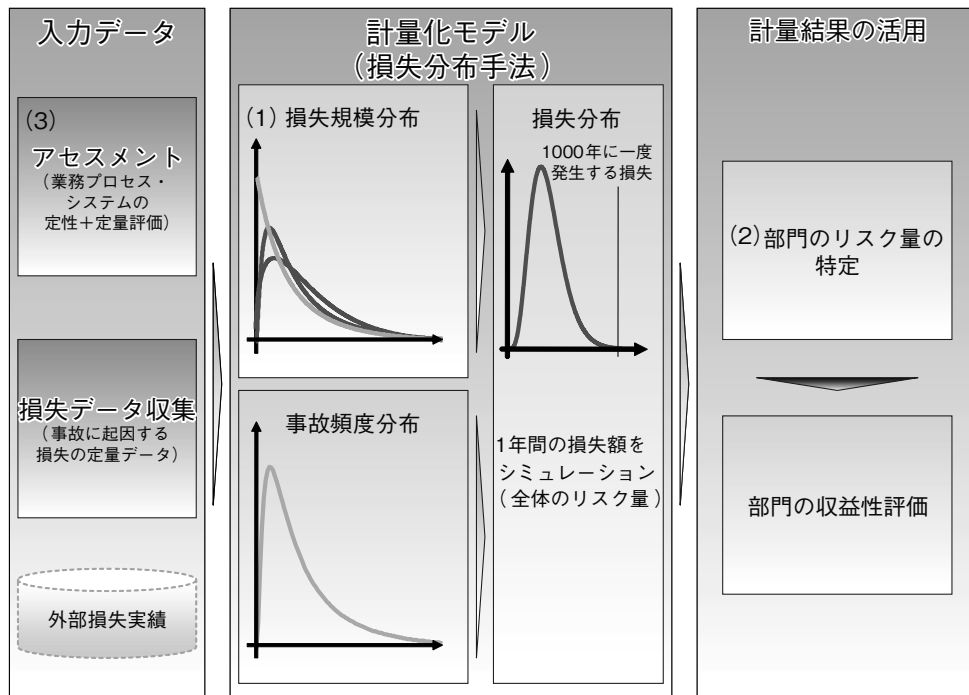


図-4 オペレーショナル・リスク管理の全体

損失分布手法では、過去の事故実績やアセスメントに基づいて1年間の事故頻度の分布（事故頻度分布）と事故1件当たりの損失金額の分布（損失規模分布）とを推定し、それらを使ってモンテカルロシミュレーションによって1年間の合計損失金額の分布を算出し、1000年に1度発生すると考えられる金額を算出し、それがリスク量となる。この金額がオペレーショナル・リスク分の所要自己資本である。

事故頻度分布としては、ポアソン分布が使われることが多い。ポアソン分布に従うデータの例としては、一日の交通事故の件数が知られている。

損失規模分布に関しては、さまざまな方法が考えられているが、決定的なものはない。

モデル構築・検証における課題

モデル構築から検証までのプロセスを図-5に示す。最初に、モデル構築における課題を述べる。

モデル構築の課題は、損失規模分布をどのように推定するかである。損失規模分布については、損失金額が大きな事故の起こりやすさを表現する部分である分布の裾の性質が重要である。また、実務的な観点からは、推定される損失規模分布が、推定に用いる損失実績データの変動に対して安定

的であることも重要である。新規に発生した金額の大きな損失実績データによって、損失規模分布の裾が大きく変動し、計測されるリスク量が大きく増加してしまうことがないようなモデル化が望ましい。

次に、検証における課題を3点述べる。

1点目は、損失規模分布の検証である。損失規模分布は、オペレーショナル・リスクの計量化モデルにおいて最も重要であると言ってもよい要素である。損失規模分布の推定方法としてはさまざまな選択肢があるため、銀行が採用した選択肢が最適なものであることを示す必要がある。また、この手法の妥当性も示す必要がある。

2点目は、銀行全体で計測したオペレーショナル・リスクの子会社やBU（ビジネス・ユニット）への配分方法である。オペレーショナル・リスク計量化には実際に発生した損失データが必要であり、

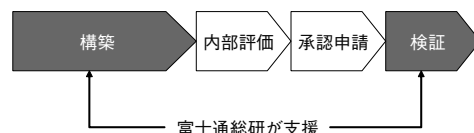


図-5 モデル構築から検証までのプロセス

銀行全体では適切なリスク量を推定するのに必要な量の損失データがある。しかし、各子会社、BUの損失データが少ない場合、計量化モデルを子会社、BUに対して単純に適用することができないため、まず銀行全体でリスク量を計測し、そのリスク量を何らかの方法で子会社、BUに配分することができる。その配分方法が妥当であることを示す必要がある。

3点目は、オペレーショナル・リスクの計量に用いるデータの集積である。オペレーショナル・リスクの計量では、顕在化しなかったリスクを勘案するために、損失実績データの他に、さまざまな業務プロセスについてトランザクションデータを収集しアセスメントに反映する。そのため、扱うデータ量が非常に多くなる。理想的には1年分程度のデータを計量化モデルに反映するべきであるが、データが多すぎて負担がかかりすぎるようであれば、期間を限定するなどして、精度を損なわない範囲でデータ量を減らせることが望ましい。その方法が妥当であることを示す必要がある。

モデル構築・検証では、以上のような課題があるが、これらの課題をクリアするにはかなりの負担が要求される。富士通総研では、このような課題解決のご支援を行っている。

お客様におけるモデル構築・検証

● 損失規模分布の推定

先に述べたように、損失規模分布として決定的なものはない。分布の推定方法は、大きく分けて2つある。1つ目の方法は、単純な分布を過去に発生した損失金額データに当てはめて推定する方法（パラメトリック法）である。もう1つの方法は、将来発生する損失金額は、過去に発生した損失金額が再現すると考えて推定する方法（ノンパラメトリック法）である。前者の方法では、分布の裾の部分を捉えることができるが、分布の裾が広くなり過ぎたり、推定に用いる損失実績データの変動によって大きく変動したりする。後者の方法では、損失金額は過去に発生した事故の損失金額に限られてしまい、分布の裾の部分が捕えられていない。

そこで、両者の良いところを取った方法として過去に発生した損失金額をもとにして、ある範囲のブレを持って将来の損失金額が発生すると考え

て、損失規模分布をモデル化（平滑化ブートストラップ法）することを提案した。この方法によって、安定的な分布の裾を表現することができた。

● 損失規模分布の検証

選択の最適性に関しては、損失規模分布に関するさまざまな選択肢を変化させると、それによってリスク量がどう変化するかを分析した。変化させる具体的な選択肢としては、平滑化ブートストラップ法の帯域幅パラメタ（平滑化の強さ）の推定方法、利用するデータの選択基準などである。選択肢の組み合わせが膨大になるため、非常に多くの回数のリスク量算出を行わなくてはならなかった。本来、リスク量の算出はモンテカルロ法によって行なうが、これには時間がかかる。ここでは、簡便法による近似的なリスク量を用いて検証を行い、一回のリスク量の計算にかかる時間を削減するように工夫した。この工夫により、一回あたりの計算時間を減らすことができたが、それでも、変化させるべき項目数は多く、手作業では時間がかかるため、自動化するツールを作成して、分析作業を効率化するとともに正確性を確保した。

手法の妥当性については、お客様と時間をかけて議論し、バーゼルⅡの先進的計測手法に関する要件である「損失規模分布が発生する可能性は低いが発生した場合の損失金額が非常に大きいような事故を捕えている」ということを示すことにより、妥当性を検証する方法を考案した。具体的には、「特定の手法により仮想的な損失実績データを作成し、その損失実績データに基づきリスクを計量する」というサイクルを多数回繰り返すことにより、検証を行い、妥当性を示した。

● オペレーショナル・リスクの子会社・BUへの配分

お客様では、配分のために用いる指標を実務的な観点から抽出されていたが、どの指標を使ってどのように計算するかを決めなくてはならなかった。このような場合、データマイニングでできるのではないかといわれるが、一般的なデータマイニングの方法では単純な相関関係しか考慮しないため、うまく探し出すことは難しい。これに対し富士通総研は、これらの指標と計量化モデルとの関係を理解しているため、用いるべき指標の選択だけでなく、どの指標とどの指標とを組み合わせ

るのがよいかまで踏み込んだ分析をおこなった。この分析においても、多くの分析を短期間で効率的に行い、配分モデルを決定することができた。

● データの集積

お客様はオペレーショナル・リスク計量化に用いるデータのうち、業務プロセスで発生するトランザクションの取扱金額データについては、直近1年間分のデータを最新のデータとして反映させておられた。そのため、集積するデータが多くなっていた。そこで、データを集積する期間を減らすことができる業務プロセスを特定するために、金額の分布が、データの集積期間の長さによって異なるか、季節変動があるかどうかについて分析をおこなった。業務プロセスによってはデータ量が非常に膨大であったため、分散分析を行なうことによってどの業務プロセスでデータの集積期間をどの程度短縮できるかを示した。

● 効果

基礎的手法、粗利益配分手法では、粗利益の15%というような方法でリスク量を算出していたため、たとえ業務プロセスの品質を向上させて事務ミスを減らしたとしても、算出されるリスク量は変わらなかった。しかし、今回モデル構築・検証を支援した先進的計測手法により、統制を強め、業務プロセスの品質を高めることによってリスク量を減らすことができる体制を整えることができた。

む す び

本稿では、金融機関のお客様に対し、オペレーショナル・リスクの計量化モデルの構築・検証を行った事例について紹介した。この事例では、計量化モデルで用いる損失金額分布として平滑化ブートストラップ法を適用することにより、望ましい性質を持った計量化モデルを構築できた。また、損失規模分布、リスク量の配分、データの集積に関する検証を行い、これらの手法の妥当性を示すことができた。

富士通総研はデータ処理、統計解析、金融工学のノウハウを蓄積し、これまで金融機関のさまざまなリスクの計量化に取り組んできた。本稿で紹介したオペレーショナル・リスクに限らず、リスクの計量は、金融機関に留まらず、一般の事業会社においても重要性を増している。富士通総研のコンサルティングをお客様のリスク管理の高度化にご活用いただければ幸いである。

参考文献

- (1) 氷見野良三：検証BIS規制と日本、第2版、東京、金融財政事情研究会、2005.
- (2) 佐藤隆文ほか：バーゼルⅡと銀行監督、初版、東京、東洋経済新報社、2007.
- (3) バーゼル銀行監督委員会（全国銀行協会事務局仮訳案）：自己資本の測定と基準に関する国際的統一化改定された枠組み（統合版）、2006（2008）.