

2004年11月30日

## VaR、EaR システムの現状と将来（前編）

於 理財工学研究センター主催科研費シンポジウム

ニューメリカルテクノロジーズ株式会社<sup>1</sup>

代表取締役社長 鳥居 秀行

### ■ VaR 導入から早くも 10 年

弊社は金融リスク管理システムの研究開発企業である。現在では国内金融機関の多くが弊社の信用リスク管理システム **CreditBrowser**<sup>®2</sup>、統合（市場＋信用）リスク管理システム **PortfolioBrowser**<sup>®3</sup>、ALM システム **Altitude**<sup>®4</sup>を導入しているため、弊社はこれら金融機関のリスク管理を裏方から支える立場にある。一部の金融機関では **EL**、**UL** 方式の導入からすでに 10 年以上が経過し運用経験も蓄積されている。新 **BIS** 規制を前にしてこうしたリスク管理システムの動向をまとめるには良い頃合いであろう。

---

<sup>1</sup> 1998 年の弊社設立以来、弊社のリスク管理システムは、メガバンク、大手生損保、商社、などに採用され、特に信用リスク管理と統合リスク管理の分野では銀行・生保業界の過半で導入されている。

<sup>2</sup> **CreditBrowser**<sup>®</sup>は、数十万件規模のポートフォリオ全体の信用リスク（**DM**・**MTM** 両モード同時）を、初めて実用速度で計算したモンテカルロシミュレーションシステムである。1998 年当時草分け的な存在。手法的には米 **JP** モルガンが 1997 年 4 月に発表した信用リスク管理手法クレジットメトリックスの発展版であり、疑似乱数 **Mersenne Twister**、モーメントマッチング、国内与信対応、**OLAP**（**On-Line Analytical Processing**）技術、クレジットスプレッドモデル、吸収型マルコフ過程による多期間化、**What-If** 機能、**Conditional VaR**（**tail VaR**）、連鎖倒産対応、保証人と担保変動額に基づく **LGD** モデルなどの機能を追加しつつ今日に至っている。

<sup>3</sup> **PortfolioBrowser**<sup>®</sup>は、信用リスク管理システムのシステムティックリスクモデルと、従来からある市場リスクのマルチファクターモデルとを統合したシステムである。2001 年に国内大手生保において初稼働、金融機関における統合リスク管理を実現した。手法的には、分散共分散法、ヒストリカル法、モンテカルロ法、ストレステストから選択する仕様としている。現在の **CreditBrowser**<sup>®</sup>は **PortfolioBrowser**<sup>®</sup>のサブセットであり、**CreditBrowser**<sup>®</sup>が備える機能の大半は **PortfolioBrowser**<sup>®</sup>にも存在する。**PortfolioBrowser**<sup>®</sup>は大変高速なシステムで、例えば分散共分散法ならば数十万件に及ぶポートフォリオ内の任意組み合わせからオンデマンドで **VaR** を計算する能力を持っている。**PortfolioBrowser**<sup>®</sup>独自の機能としては解約率モデル、金融商品が持つ複雑なリスク特性を要因分解する **Component VaR** 機能（**VaR Delta** の離散シミュレーション版と理解すれば正しい）、各種のラダー表を備えており、最近では保険系商品を拡充中。

<sup>4</sup> **Altitude**<sup>®</sup>は、**PortfolioBrowser**<sup>®</sup>を基礎とし、ある意味で究極的なシナリオ生成手法である日次信用市場変動モデル（本ペーパーの後編で解説）を実装した **ALM** システム。時間経過のモンテカルロシミュレーション、マネーフローを会計概念で捉えた **TP** 管理など、斬新な設計を採用した。2003 年に初稼働。現在は機能拡張と高速版の開発に注力中。

## ■ リスク管理研究は「普通の科学」

同じくリスク量を扱っていても、金融リスク管理と金融商品開発とではその根本思想に大きな隔りがある。

まず「金融商品開発」の場合、もちろんバイサイドのニーズがあって商品を開発するのだけれども、セルサイドの目標は商品を売りさばくこと、そして利ざやを抜くことである<sup>5</sup>。稼いだければ価格形成が不透明な商品が狙い目だ。スクリーンから価格をとれば誰でも売れる国債や上場株式では利ざやが薄すぎて商売にならない。よく英語のことわざにかけて「豚に空を飛ばす」と言うが、斬新な組み合わせ商品をカスタムメイドで売る。これが一番おいしい。近年ならばクレジット物がホットだ。同業他社でプライシングができないような商品ならばなおの事結構である<sup>6</sup>。ここで金融工学は大きな働きをする。すなわち、高等数学は値札をつける魔法、高名な学者の理論は信頼感を醸成する薬である。この信頼感醸成こそ至上命題、要するに取引相手が信じてくれればよいのであって、嘘さえ言わなければ結果責任を負う必要はない（ただしリテール向け商品を除く<sup>7</sup>）。そして商品が売れさえすれば、付けた価格が合っていたかどうか検証もいらぬ<sup>8</sup>。

他方「リスク管理」の場合、それは一般に金融機関保有ポートフォリオか、ヘッジファンドの管理会計を指すのだけれども、これは自己ポジションだけに真剣さが違う。なにしろ顧客にリスクを転嫁できないのだ。信頼感だけでは不十分で、本当に信頼できる管理が求められる。金融工学に対して抱かれている一般的なイメージ、「検証なしのやりたい放題<sup>9</sup>」、はここにはない。検証されていない理論は慇懃無礼に扱われる。実態に合わなければノ

---

<sup>5</sup> サービスの対価として利ざやを受け取るのだから、別に悪いことをしているわけではない。

<sup>6</sup> それでリーガルワークが必要になる。特定の法令管轄地域（legal jurisdiction）、例えば日本の中だけでは規制や税制があってやれることは限られている。第一、ドメスティックな金融機関との競合があって旨みが少ない。そこでタックスヘイブんにSPCを作ったりの作業を弁護士としなければならない。愚かなマスメディアはこの点に気づかず金融数学にばかり注目してくれるので、「高度な金融工学があるから高度な金融商品を生みだせる」式の、セルサイドにとってはまことに都合の良い誤解をする者が後を絶たない。

<sup>7</sup> 例えば為替ヘッジ付きの外貨定期預金（通貨オプションを組み合わせたミドルリスク商品）では、対顧客販売時に「リスクへの理解」に関して一筆頂くとはいえ、規制の目が厳しく無茶はできない。商品設計も単純で利ざやも薄い。金融新商品といえどもリテール向け商品は地道な営業が基本なのだ。逆に言えば金融新商品を使ってリテールで大きく稼いでいる者がいれば何か胡散臭い。例えば規制の目が届かない海外で商品組成し、租税回避目的の富裕顧客にでも販売していないか想像してしまう。最近ある外銀が摘発された通りである。

<sup>8</sup> 結果責任があり検証されてしまうようであれば商品設計としては失敗である。例えば商品在庫を販売側がブックする商品スキームを作ってしまうと、本当に「リスク管理」が必要になり、リスク見合い分だけ販売マージンが減ってしまう。金融商品開発のイロハ。

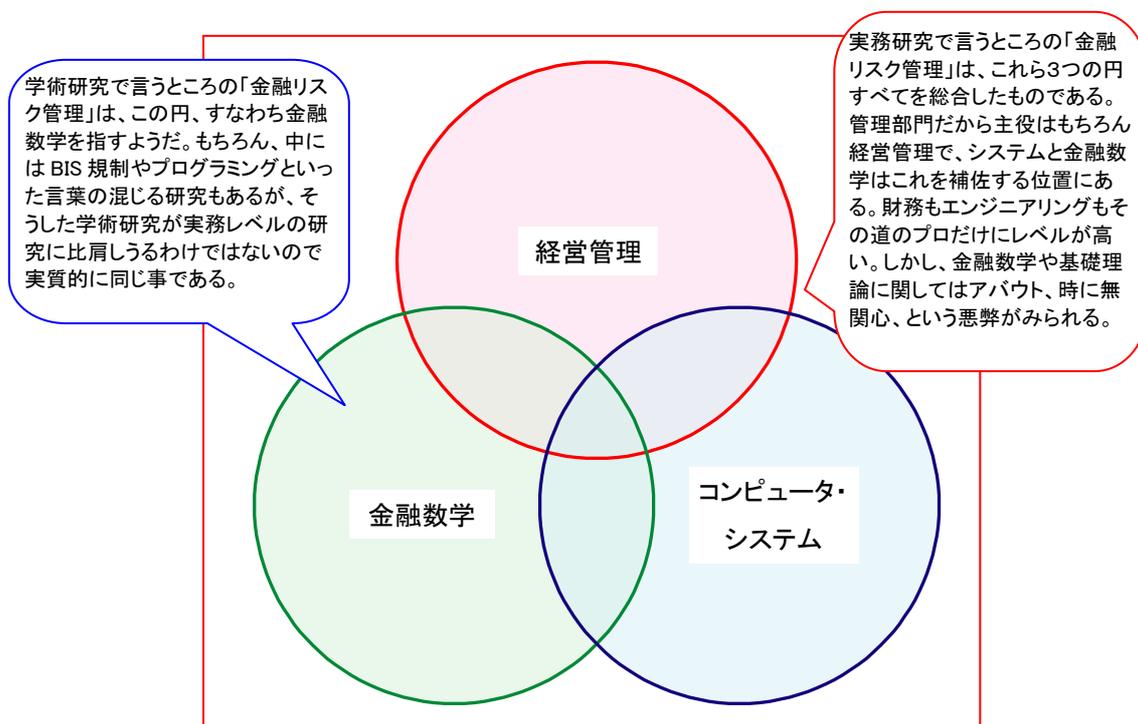
<sup>9</sup> 数学以外の科学技術分野では、理論は実験による検証が必要であり、検証されない理論は仮説と言う。ところが金融工学は実学なのに仮説を立てるだけで商売になり、まるで純粋数学であるかのように論理的な一貫性だけでどんどん論理を展開していくのだから異様だ。

一ベル賞学者の理論でもゴミ箱行き。真理さえついていれば理論が論理的に組み立てられている必要すらない。その意味で「リスク管理」は数学とは違う。普通の科学なのだ。

## ■ 実務のリスク管理

次に純粋な学術研究が扱う「リスク管理」と、金融機関経営つまり実務の「リスク管理」とでは、同じ言葉でありながら時にまったく別物を指す点に注意したい<sup>10</sup>（図表 1）。

図表 1 金融リスク管理の3つの柱



そんな金融工学の中にあって、リスク管理だけは例外的存在なのだろう。

<sup>10</sup> 実務サイド研究の雰囲気を知るためには、①ゴールドマン・サックス、ウォーバーク・ディロン・リード著、藤井健司訳、「総解説・金融リスクマネジメント」、日本経済新聞社と、②ミシェル・クルーイ、ダン・ガライ、ロバート・マーク著、三浦良造訳、「リスクマネジメント」、共立出版、の2冊を推薦したい。①の方が大規模な金融機関の現状に近い。謝辞の先頭に登場するロバート・リターマン氏が、イースト・リバーを見下ろすガラス張りオフィスから指示を飛ばす様子を頭に浮かべながら読んでみたい。②は一見すると①よりも精緻に見えるが、これはやや頭でっかちと言うべき。Risk 誌の常連である著者らと現場との距離がやや遠いからであろう。理念では共感できても各論では異論が多いと思う。まず①に書かれたサラリーマン世界が先にあり、そこから引退して啓蒙活動に転身した②の人々が悠々自適な執筆・講演活動を行っており、これら2つの世界と重なるような重ならないような関係で Journal of Finance の世界があって、JoF 世界にはまったく別の人種（実体金融には興味のない数学者の人々）も住んでいると理解すれば正しいように思う。

金融機関のリスク管理部門はコストセンターである。つまり経営にとっては固定費だ。予算に限りがあるから無制限に人員を増やすわけにはいかない。しかしそれでも投入されるスタッフ数、コンピュータにかける投資規模、エンジニアの優秀さという点では、学術研究の世界から大きくかけ離れている。金融機関の中でもこの部門はフロント部門に次いで優秀な人材が揃うところである。例えば、VaRの基礎理論は1950年代の学術研究が発祥地であるけれども、実用化したのは1980年代の金融機関内サラリーマン研究者たちだ。

現在ではVaRに関する解説書が多数出版されているが、これらはVaRシステムが完成してから別の人物の手によって書かれたものが大半で、実態を必ずしも映していない。なぜそのようになってしまったのか私にも正確な理由はわからない。が、強いてあげれば、企業内研究活動は通常非公開であること、実務サイドの研究者は同業者とは交流するけれども（学界との二足の草鞋型の例外的な人々を除けば）インナーサークルで過ごすビジネスマンであること、知的所有権問題がうるさいこと、公開論文を書くインセンティブがない上に第一ビジネスマンだから諸事万端に忙しいこと、といった理由ではないだろうか<sup>11</sup>。

## ■ 不可知であることを知る

「リスク管理は数学とは違う普通の科学」と述べたが、実務サイドで言う「リスク管理」においては数学的整合性に関して実にはいい加減である。マルチンゲール性も劣加法性も本音を言えばどうでもよい。それでは彼らは頭が悪いのかと言えばそんなことはない。

実は、リスク管理の実務を続けるほど、既存の理論が如何にあてにならないものか身をもって知る。確立されたかに見える理論さえ「半分でも真実だったら僥倖だな」というところか。経営者がリスク管理部門に実務経験豊富な人材を回す理由はここにある<sup>12</sup>。

---

<sup>11</sup> 1999年8月にプリンストン大学の研究者らが準乱数の金融への応用に関する特許（US Patent 5,940,810）を取得するまで、海外でも日本でも金融界の大らかな風土は同じであったようだ。ライバルを含む同業他社の研究者との交流は頻繁にあり、研究のコピーが気軽に行われた（当時の状況にはプリンストン大学特許を報じた *Risk* 誌が詳しい）。もともと、金融界の研究は金銭を生まない限り意味がない、一番乗りが誰かなどは重要でない、との暗黙の了解があった。業界論調を誘導できるならば、他人のコピーはむしろ奨励されもした。だから、金融商品や社内業務として実用化された先行研究（業界誌に掲載される程度で正式な論文にはならない）があるのに再発見あるいは剽窃としか思えない学術論文が発表されても、あるいは日立 ALM 特許（特開平 5-225222 号）のように悪い冗談としか思えない特許が出願されても、単に無視されるだけで済んだ。しかし、それも1999年を境にして変わり、パテント防衛的発想が金融界にも広まった。今では、未発表の自社成果物を大学や他社の研究者に公開するという事は考えられなくなっている。

<sup>12</sup> もちろんフロント部門のトレーダーに対する睨みを効かせるという理由もある。現在の金融機関ではリスク管理部門は経営会議と直結している。ある程度独立性を保たせるために人事異動も遅い。典型的な組織形態は取締役級が部門ヘッド、その下に熟練したスタッフ職、それからレポートングとシステム運用に従事するその他大勢という姿である。

近年印象的だったのが 1998 年に起きた LTCM 事件<sup>13</sup>である。専門家から見れば、LTCM 事件はむしろ初歩的な債券アービトラージの失敗と言えるだろう。問題はそれが「マーケットの神様」の仕業だったことである。ロバート・マートン、マイロン・ショールズ、ジョン・メリウェザー、世界最高の頭脳がありながら初歩的躓きを経験するとは！

LTCM はボラティリティ予測や相関性推定モデルに基づく VaR を過信した。そして（結果的には）誤った VaR 値に基づきレバレッジを膨らませて自社の過小資本を放置した。「GARCH モデルでボラティリティ予測すればどうですか」などと言ってはいけない。そんなのは教室の中だけの話であって、現実にはモデルが想定する範囲を超えてマーケットが動いたら会社は倒産するのである。

その上、LTCM は危機に際して流動性の高いポジションから手仕舞いするという誤りも犯した<sup>14</sup>。LTCM の市場リスク削減オペレーションは市場リスクを流動性リスクに転化するもので、結果的に VaR モデルの枠外にリスクを移転したわけである。こんなことを簡単に

---

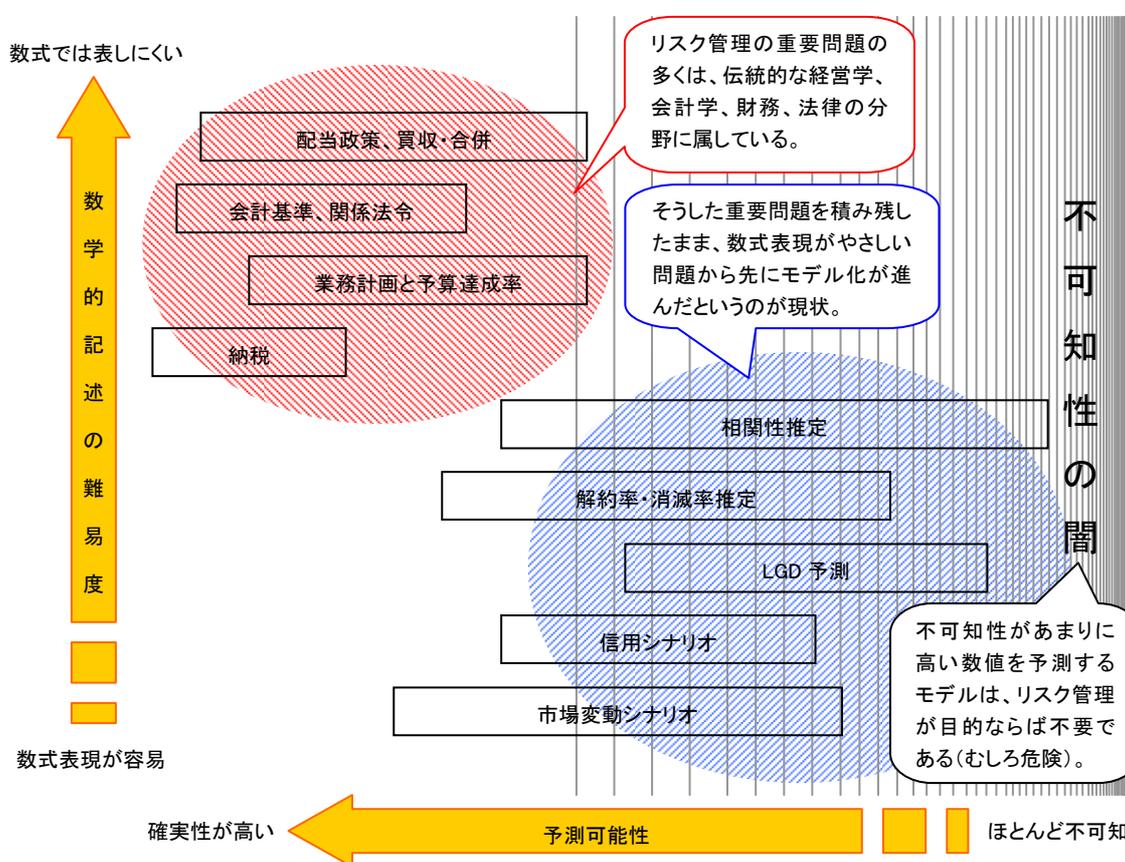
<sup>13</sup> 1998 年 9 月、大手ヘッジファンド会社である LTCM (Long Term Capital Management) 社が破綻した。同社は経営陣として加わった 2 人のノーベル賞学者（ロバート・マートンとマイロン・ショールズ）、ソロモン・ブラザーズ出身のスター・トレーダー（ジョン・メリウェザー）の名声により、**dream team** と呼称されて一時は大変に持て囃された。同社の経営破綻は、直接的には 1998 年 8 月のロシア危機が原因となった。当時、LTCM は VaR モデルに頼ったリスク管理を行っていた。同社のポジションは基本的にはデルタニュートラルながら、業界 2 番手のヘッジファンドの 4 倍にも達する巨額の裁定取引であった。そこに生じたロシア危機によって、彼らの VaR モデルに入力された相関係数とボラティリティから計算される範囲を逸脱した損失が生じたのである。さらに悪いことに同社は経営危機に直面する 2～3 ヶ月前に起きた損失の際、VaR を 2 割強削減するポジション再構築を行っていた。当該オペレーション自体は市場リスクの削減に寄与した。しかし、問題はそのオペレーションが同社の流動性資産の処分を伴うものであったことだ。LTCM 全体の VaR は減少したが、代わりに流動性も低下した。結果、同社の支払い能力に疑義が生じ、より深刻な経営危機が現出した。同社の危機に際してシステムリスク発現を恐れたニューヨーク連銀は 14 の主要銀行を含むコンソーシアム組成を促し、同社を救済した。

<sup>14</sup> こういうオペレーションが生まれる背景を理解するのは難しいかもしれない。トレーダー心理として、あるオペレーションが不首尾に終わった場合、手仕舞いよりもその時点のオペレーション内容の延長としての新たなオペレーションを加えることにより損害回復を図ろうとする誘惑が生まれる。日本ではこれを例えて「山本五十六の賭け」と言う。山本五十六がサイコロ賭博をした時、負ける度に掛け金を倍にする方法で勝負を続行、最終的には賭博に勝ったのだそうだ。トレーディング手法も同じで、あるオペレーションを永遠に続けられたならば、大半のオペレーションは理論上いつかは利益を出せる。LTCM にしても数年後に銀行団がポジションを清算したところ利益が出たという。この問題の核心はリスク・リターンではない。当該オペレーションの持続可能性、「いつまで続けられるか」である。実はここが大変難しいところで、BIS 規制の第 2 の柱、社内部門に対する擬制資本割当、トレーダーの管理も、すべてこの問題が絡む。誰かが止めない限り、マーコヴィッツの教えるところにより、企業も個人も収益を最大化するインセンティブが働く。それを止めるのは一般に、株式市場、監督当局、経営者、チーフディーラーの仕事だが、ディスクロージャーが不十分なヘッジファンド相手ではブレーキも働かなかったわけである。実は私自身もトレーダー時代に債券アービトラージで同種の失敗を経験している。

出来るならば（実際容易である）、VaR モデルを使ったリスク管理、VaR を使った投資効率性指標（return on VaR、RAROC など）、VaR に頼ったリスクアセット算出あるいは自己資本比率にどんな意味があるだろうか。

もちろん、LTCM 事件が起きるまではリスク管理の理論構築においても次々に発表される野心的な数学モデルに追随しようとする風潮が強かったのも事実である。神秘的で（怪しげな）分析や理論モデルが次々に発表された。だがリスク管理の世界では、10 年を超えて生き残る理論は稀であり、20 年を超えて実用になる理論はさらに珍しい。必ず揺り戻しが起こり、理論を過信した誰かが悲惨な目にあう歴史を繰り返している<sup>15</sup>（図表 2）。

**図表 2 リスク管理と不可知性**



<sup>15</sup> 1987 年 10 月のブラック・マンデーの際にも同様の現象が起きている。当時、オプションや先物を駆使したポートフォリオ・インシュアランス、イミュナイゼーションが流行した。平たく言えば理論ヘッジ比率を守った合成ポジションを組めば、より良いリスク・リターンが得られるというわけだ。少なくとも「理論上は」リスクをゼロにすることさえ可能... そうした手法は株価大暴落のその日までは大したアイデアに思えた。結果はご存じの通り。人々は目を覚まさざるを得なかった。現在では、同種のポジションはリスク・アービトラージかコンバージェンス・トレードの一類型として捉えられている。何のことはない、要するにスペキュレーションである。

LTCM 事件は、VaR に欠陥があること、そして市場 VaR モデルには大きな抜け穴があることを教えてくれる。この本質的欠陥と対比すれば、よく指摘されるファットテール問題などの統計学的、数学的諸問題は矮小だ。適当に掛け目を決めておけばどうでもよい。

頭でっかちのリスク管理は大変危ない。それで金融機関のマネジメントはリスク管理部門のヘッドを選ぶ時、学識経験よりも実務経験を重視した人選を行い、流行に惑わされない見識を持った人材を選ぶのである。

## ■ リスク管理の基礎理論

今日ある金融リスク管理への情熱をもたらした最大の要因は 1980 年代末から加速したデリバティブ市場の拡大であり、BIS 自己資本比率規制をはじめとする当局規制である。これには異論がないだろう、

他方、リスク管理システムの背後にある基礎理論は 1950 年代から 1970 年代に行われた研究である。すなわち、マーコヴィッツのポートフォリオ選択理論<sup>16</sup>、シャープ<sup>17</sup>とリントナー<sup>18</sup>によるシステムティックリスクあるいはベータの発見、そしてブラックとショールズ<sup>19</sup>、マートン<sup>20</sup>によるオプション評価に関する一連の研究である。

これらの英知に富んだ先駆的研究（その多くにノーベル賞が授与された）が行われて以降、残念ながら画期的な研究成果はあがっていない。そこで研究の比重は基礎から応用へと移り、実証研究がますます重要になっている<sup>21</sup>。市場リスク規制以後の BIS 規制の動きを見ても、議論を誘導した G30 レポート<sup>22</sup>、JP モルガンのリスクメトリクスとクレジットメトリクス、KMV 社の信用リスクモデルなど、明らかに研究の主役は大学の中から金融機関とその周辺の人々に移っている。

---

<sup>16</sup> Markowitz, H.M., "Portfolio Selection." J. of Finance 7 (1952)

<sup>17</sup> Sharp, W. F., "Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk." J. of Finance 19 (1964)

<sup>18</sup> Lintner, J., "Security Prices, Risk and Maximal Gains from Diversification." J. of Finance 20 (December 1965)

<sup>19</sup> Black, F., and M. Scholes, "The Pricing of Options and Corporate Liabilities." J. of Political Economy 81 (1973)

<sup>20</sup> Merton, R.C., "On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates." J. of Finance 28 (1974)

<sup>21</sup> 先駆的な研究者が実証研究にとって有利な金融機関やその周辺に身を置くケースは多い。日本でも著名な研究者を擁するみずほ第一フィナンシャルテクノロジー社はその例なのだろう。先年没したフィッシャー・ブラックもまた、ゴールドマンサックスの荒くれトレーダー（サンダル履きの変人たち！）とともに同じフロアで働いていた。

<sup>22</sup> Group of Thirty, Global Derivatives Study Group, "Derivatives: Practices and Principles. Washington, DC: Group of Thirty, 1993

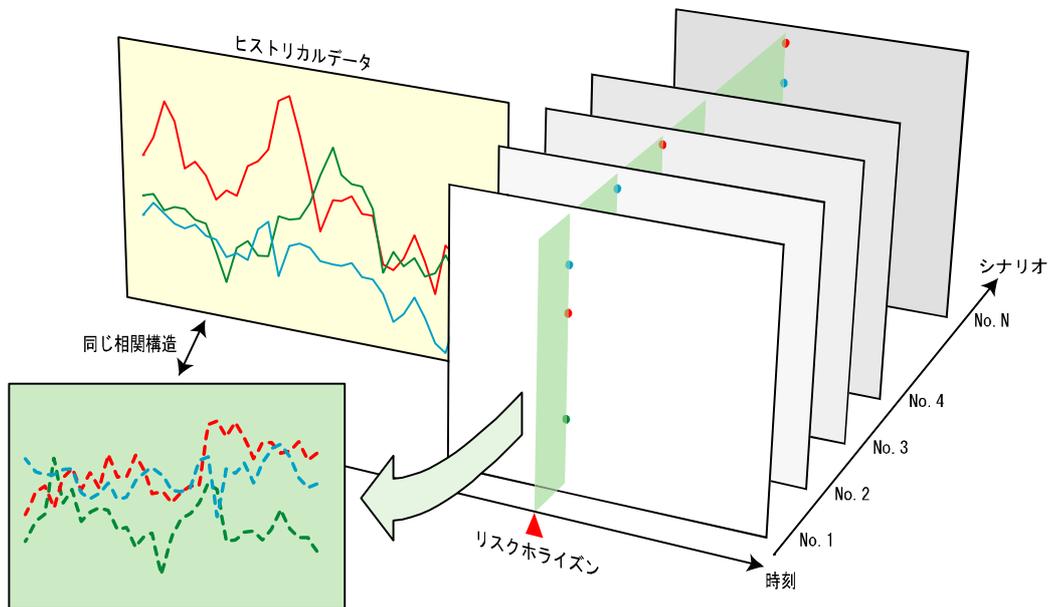
## ■ VaR モデルが想定する世界観

今日では VaR モデルの基本設計に関してはある種のコンセンサスがあり、実用モデルはどれも大差なくなっている。逆に言えば標準設計からはずれることは冒険でもある。

VaR の計算手法には、分散共分散法、モンテカルロ法、ヒストリカル法があるが、何れの方法を選ぶにしても時間軸方向の変化を直接的に捉えるわけではない。 $t = 0$  時点のエクスポージャーから得られる変化率を基準にして一般には1日から10日である所定のホライズン  $T$  に対して換算するだけだ。これが BIS 規制で認められた  $\sqrt{T}$  ルールである。おかげで経路依存の問題から逃げ出して問題をシンプルにできる。換言すれば現在主流の VaR モデルは無時間の単期間モデルであり、このように露骨で大胆な簡略化は JP モルガンによる強力なプッシュがなければとても言い出せるものではなかった。

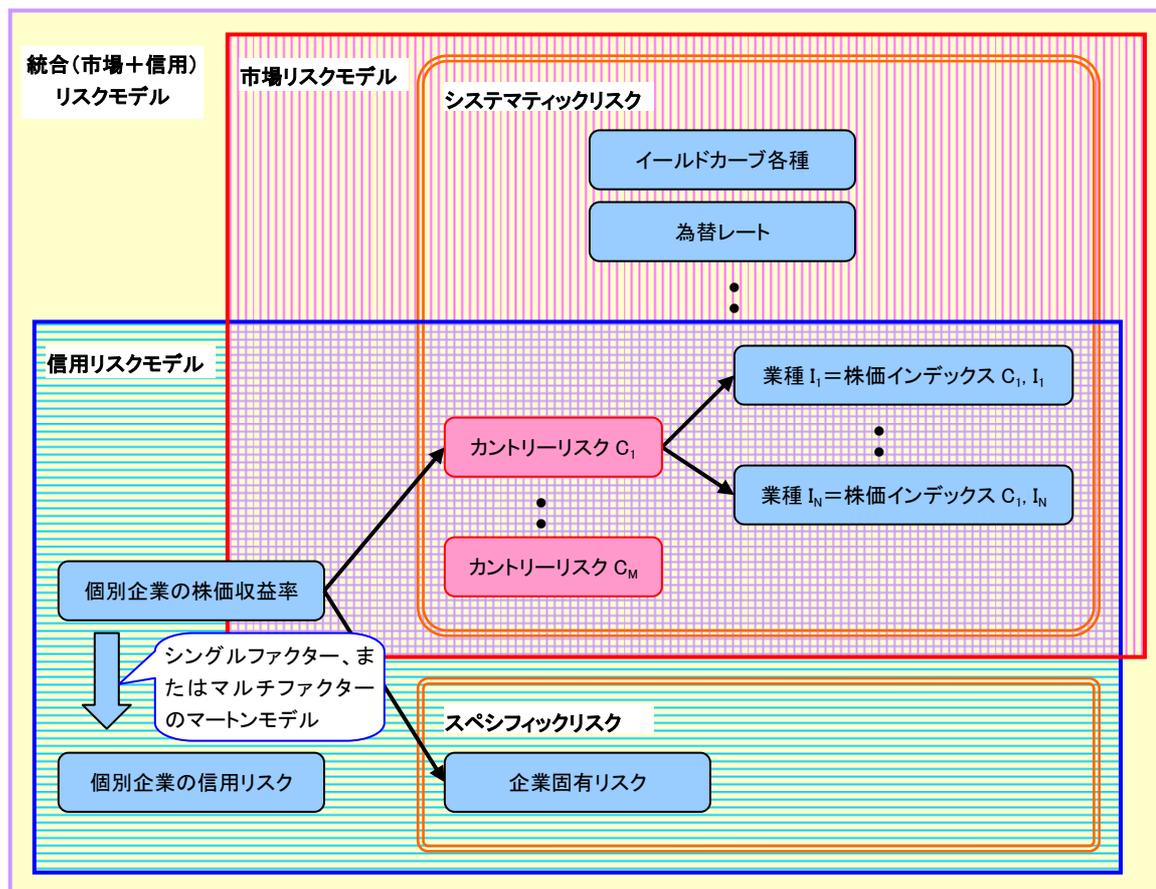
VaR モデルの中の仮想世界は次の図のようなパラレルワールドである (図表 3)。

図表 3 VaR モデルが想定する世界



モデルの挙動を決めるのに決定的に重要な役割を果たすのはリスクファクター間の相関構造であり、ボラティリティーである。その組み立て方法に関する議論は尽きないが、実務的には先述の通りコンセンサスがある。一種のルールのようなものだ (図表 4)。

図表 4 資産収益率間のファクターモデル



すなわち、市場リスクの側ではシステマティックリスクのみ相関構造を仮定する<sup>23</sup>。これは JP モルガンのリスクメトリックスが選んだやり方だ<sup>24</sup>。信用リスクの側ではシステマティックリスクとしてはカントリーリスクと業種要因を反映する。実際は各国の株価インデックスを使用する<sup>25</sup>。ゆえにカントリーリスクとは業種別株価インデックスのコンポジットインデックスのことである。個々の与信先の信用リスクの評価には、このシステマティックな要因に対象与信先毎の独自性要因を加えてファクターモデルを作る (図表 4) <sup>26</sup>。

<sup>23</sup> BIS 市場リスク規制に関する市中協議の過程で議論になった。現在ではグローバルカテゴリー間の相関構造を仮定する方式が主流。

<sup>24</sup> Guldiman, T., P. Zangari, J. Longerstae, J. Mateo, and J. Howard, "RiskMetrics, Technical Document," third edition. New York: Morgan Guaranty Trust Company, 1995

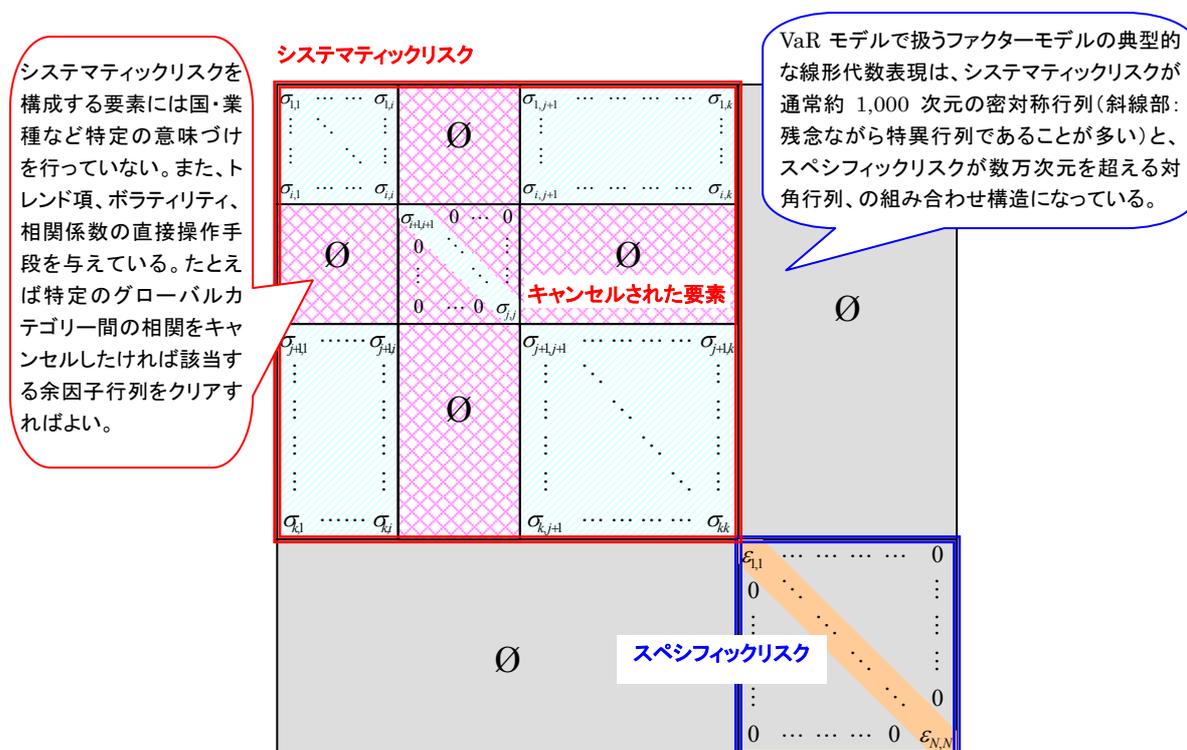
<sup>25</sup> 信用 VaR の普及当初にはマクロ経済ファクターを利用するモデルや(例: マッキンゼー)、無相関モデル (例: CSFP の CreditRisk+) もあったが現在は傍流。CreditRisk+はプアであるし、マッキンゼーモデルはアイデアはともかくモデルの説明力が上がらないから駄目である。運用負担が軽い株価インデックス方式を超える実用的手法は登場していない。

<sup>26</sup> 運用負担が上がるので個別企業の信用リスクモデルに関する限りマルチファクターモデルは嫌われる傾向にある。弊社製品の場合は最大 10 個までのマルチファクターを許しているが、実際にはシングルファクターで運用する顧客金融機関が大半である。

こうして組み上げられたモデルが想定するのは通常約 1,000 次元の相関構造である。クレジットメトリックス<sup>27</sup>、KMV 社のモデル、弊社の CreditBrowser<sup>®</sup>はすべて図表 4 のうちの信用リスク側のサブセットである。また弊社の PortfolioBrowser<sup>®</sup>は図表 4 のすべての相関構造を内部に持っている。

なお、弊社自身は多数の金融機関の異なる要求仕様に対して単一システムで応えなければならぬので、図表 4 の基本形に則った形で細部では拡張を行っている。システムティックリスクに何を选ぶかは金融機関に任せており、加えて相関構造を手動で操作することを許している。これは観測の難しい不動産価格を外挿してシミュレーションしたい、グローバルな相関構造を部分的にキャンセルしたいといった個別要求に応えるためである<sup>28</sup> (図表 5)。

図表 5 ファクターモデルの線形代数表現



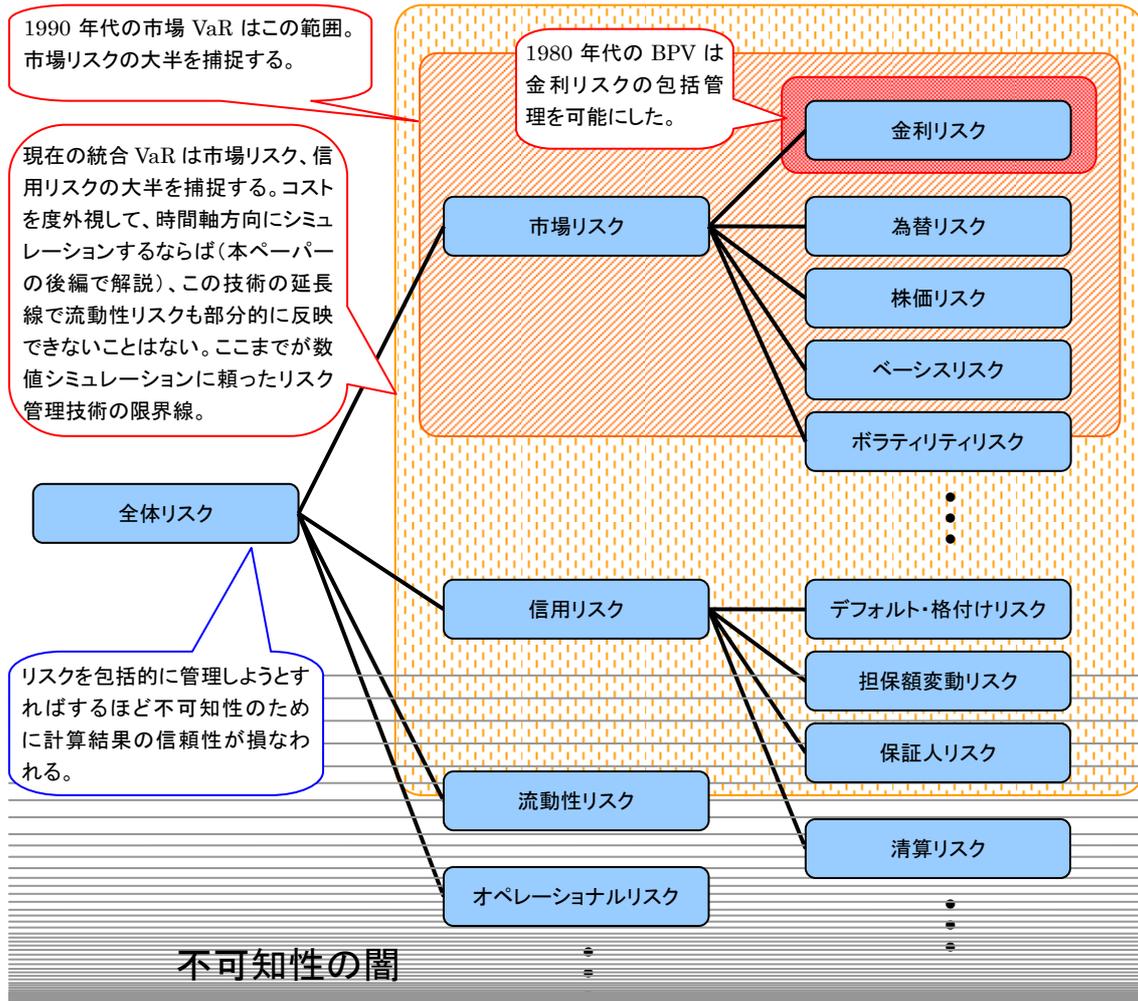
<sup>27</sup> J.P.Morgan, “CreditMetrics, Technical Document” 1997

<sup>28</sup> 弊社の CreditBrowser<sup>®</sup>と PortfolioBrowser<sup>®</sup>はマルチファクターのマートンモデルを信用リスクモデルとして採用している。また図表 4 のマートンモデルを適用する段階でスペシフィックリスクの項を複数選ぶことによって個別与信先間の連鎖倒産を実現している。そのほか、実装された LGD モデルや解約率モデルもまたシステムティックな要因を通じて相関させるので、アプリケーションの全機能を使うと非常に複雑な相関構造をモデル化したことになる。詳細については弊社テクニカルドキュメント参照。

## ■ より包括的なリスク管理の実現

今日のリスク管理システムはリスクをより包括的に見ようとしている。これには2つの進路があり、最初の進路はエクスポージャーの捕捉範囲を拡大する方向である（図表 6）。

図表 6 エクスポージャー体系とリスク管理システムの捕捉範囲



エクスポージャーの捕捉範囲は徐々に拡大してきた。1970年代から1980年代、デュレーションとBPVによるリスク管理手法が広く普及し、金利リスクの包括管理が可能になった。1990年代には市場VaRが普及して、市場リスク全体を包括的に見る手段を提供した。1997年に信用VaRが広く知られることになった後には市場VaRと信用VaRの統合が当然考えられたが、これは2001年に弊社自身がシステムを稼働させた。その道取りはマーコヴィッツが約束してくれたものである。

## ■ 相関効果の裏にあるからくり

ただ、いくら捕捉範囲を広げると言っても限界があることを指摘しておかなければならない。また、その場合の解決策が数学にはないことも知っておいた方がよいだろう。

米銀などのディスクロージャー資料を見ていると、リスクカテゴリー別あるいは部門別の資本割り当てが開示されており、「リスクカテゴリー間の相関効果」なるものによっていくらかのエクスポージャーが「削減されている」といった記述を見かけることがある。しかし、市場リスクと信用リスクはともかくとして、流動性リスクやオペレーショナルリスクまで含めた相関効果など計算できるだろうか？

もちろんその裏にはからくりがある。図表 6 で「不可知性の闇」とした部分がある。流動性リスクやオペレーショナルリスクを説明する理論モデルも一応あるけれども、格段に説得力が劣るし検証されてもいない。各金融機関が独自に工夫してやっていて、直接インタビューするルートがない限り詳細を教えてくれない。それでは駄目か、経営監査を通らないかと言えばそんなことはない。実務的には監査法人や格付け会社向け説明として筋が通り、かつ経営目標に誘導してくれるツールになってくれればよいわけである。誰もオペレーショナルリスクモデルを使えばリスク量の絶対値が（たとえそれが確率論的なものであったとしても）算出できるなどとは思っていないのだ。

これはもはや自然科学ではない。一応、モディリアニ・ミラー命題レベルでのコンセンサスはあるのだが、言うならば会計規則や法律のようなもの、数式で書かれた「決まり」である。そもそも BIS 自己資本比率規制にしても「科学的」な文書ではないから、あるところからは「ルールなのでみなさん従いましょう」ということになっている。ディスクロージャー資料も同じことで、細かな文字の注記事項の中に「... という仮定を置いて計算しました」と出来れば書いておく。それが単純加算であっても平方和であっても、第三者をミスリードしなければよい。

だから数学に強い方には、「A 銀行では市場リスク、信用リスク、流動性リスク、法的リスク、オペレーショナルリスクを包括的に把握する数値モデルを完成したらしい」などという噂を字句通りに信じてはならないと注意しておきたい。それはそういう内部ルールを作ったという意味だ。自然科学的には許せないかもしれないが、社会科学的には立派な行為と言える。うまく使われれば企業統治能力も高まろうというものだ。それで、裏方では高等数学など関係ない人々が Excel で集計しているというのが現実の金融機関経営なのである<sup>29</sup>。

---

<sup>29</sup> EVA やリアルオプションもよく似ている。経営目標を立てるために使う数値＝管理会計というのは大体こんなものである。読者が大学生あるいは大学院生の方で、就職して企画セクションに配属されたならば、真相を知って驚かれるかもしれない。

## ■ VaR モデルの使われ方

先に「VaR モデルの基本設計に関してはある種のコンセンサスが存在する」と述べた。ここに至るまでに多くのバリエーションや拡張が存在したのだけれども、今日の VaR モデルには「オッカムの剃刀」が働いてむしろ簡素になっていく傾向がある。特に「不可知性が高いのに妙に複雑なモデル」が簡素化の標的だ。その事例をいくつかあげてみよう<sup>30</sup>。

- 市場 VaR の計量方式としては分散共分散法が主流であるが、2 番目に選ぶ手法としてはモンテカルロ法よりもヒストリカル法を好むケースが増加中。理由はボラティリティと相関の予測に頼らない別手法を持ちたいからであろう。
- 信用 VaR の計量方式としてはモンテカルロ法が主流である。が、時価評価をしない金融機関の方が多い。理由は信用リスクに与える時価影響が僅少だからであろう。時価評価が普及するどころか、実効マチュリティ方式の導入によってさらに簡素化する金融機関が現れる可能性がある。
- モンテカルロシミュレーションの回数は増大する傾向にあり、10,000 回と 100,000 回が多い。いわゆるダブルデフォルト問題の影響であろうか<sup>31</sup>。
- PD については内部格付け手法と整合させる必要があり、したがってクレジットメトリックス方式以上のものを望む声は少ない。ただ、クレジットメトリックスを続ける理由もないので、本ペーパーの後編で解説するように EDF 型の方が将来は有望だろう。そうすれば、あの格付け遷移確率も要らなくなる。
- 信用 VaR のシステムティック要因として、東証業種別株価指数と MSCI を採用する方式が主流である。理由は有効な対抗案がないからだろう。
- EAD の推定に関し、実績引当をシミュレーション対象に含める金融機関がある。低位格付けの場合、引当要因は MTM 評価よりも影響が大きいから興味

---

<sup>30</sup> この件についてご質問を頂いたとしても守秘義務契約（NDA）の存在により弊社からは当該金融機関名とその運用詳細については申しあげられない。

<sup>31</sup> 現在の BIS 規制最終案が積み残したホットイシューであるダブルデフォルトの計算精度を向上するためにもシミュレーション回数は増やすのが望ましい。このため、弊社も来年あたりハードウェア更新が出来た先から順次 1,000,000 回サポートを表明したいと考えている。なお、弊社製品に 100,000 回の上限がある理由は、システム利用者が新旧さまざまなパソコンからログインしてくる Windows ユーザーなので、画面に 1,000,000 回分の PDF をすべて表示するとメモリ不足になってトラブルの原因になるからというユーザーサポート上の理由による。弊社製品のサーバー側には現在でも回数制限はない。

深い試みと言える。

- リスク管理目的のコピュラは普及しそうにない。この方式を採用すると多期間化が要らず計算も楽になるので、弊社は無償対応をいくつかの金融機関に対してもちかけてみたが、反応薄。理由は、すでに大半の金融機関が多期間型信用リスクモデルを採用しているのに、全期間型モデルの一改良にしか過ぎないコピュラを導入したところで現行 UL 方式に比べて前進しないということだろう。コピュラは CDO 向けのニッチな研究になる運命ではないか。
- LGD 予測モデルは嫌われる傾向にあり、大半が固定回収率方式を採用する。JP モルガンが提案したベータ分布方式にしても、本採用した金融機関を邦銀では知らない。LGD に関する他の数学的モデル化手法に対しても興味薄で、むしろ CRM を簡素化する方向に見える。理由は不可知性の高い数値を動かしたところでシステム全体の見通しが悪くなるだけだからだろう。新 BIS 規制の LGD 方式にしても、複雑な数式を使うのはリスク管理システムの外部に用意されたテーブルの中だけなので、固定回収率方式にほかならない。
- 保証の考慮は信用 VaR において必須項目のようである。これも CRM に絡むからであろう。
- コミットメントの扱いについてもシンプルになる傾向がある。JP モルガン方式の残高変動モデルを採用する金融機関は今や珍しい。CCF が出来たのでそちらに一元化されるということだろう。

このように、新 BIS 規制によって EAD や CRM の細部が規定された現在では、VaR モデルも簡略化へ向かっているわけである。弊社もそうした利用者の声に応える形で現行 CreditBrowser®の新 BIS 規制対応を行う予定だ。

本件に関連して指摘しておきたいのは、金融機関におけるこれらの決定はあくまでリスク量を試算したり運用に乗せた後で行われたのであって、試しもせずに簡略化しているわけではないことだ。例えば時価評価をしていないからと言って、当該金融機関が無能なわけではない<sup>32</sup>。家電製品についているボタンの数と同じ。運用に乗せたならば出来るだけ簡単なモデルがよいことは自明である。

---

<sup>32</sup> そうした試行錯誤の努力を無視して、「日本の銀行には高度な X モデルを使う能力がない」などと語ったり、論文の「はじめに」に書いたりする人を見かけるので、リスク管理の裏方にいる立場としては甚だ遺憾に思うことがある。論文の意義を強調したい気持ちもわかるが、他人の努力にも敬意を払って欲しいものだ。

## ■ 高性能化するシステム

今でも「モンテカルロ法は計算が大変」という記述を見かけることがある。こうした言い方は半分だけの真理でしかない。10年前ならばいざ知らず、現在では「VaR 計算プログラムの正しい書き方」は確立されたものになっている。正しくは「モンテカルロ法を実用に供するためにはプロのエンジニアが必要」と言い直すべきなのだ<sup>33</sup>。

モンテカルロ法が大変と思う人はこんなプログラムを想像していないだろうか（図表 7）。

**図表 7 初歩的なモンテカルロ VaR 計算プログラム**

```
for each 100,000 個かもしれないシナリオ
{
    for each 1,000,000 件かもしれない取引件別
    {
        CF が 100 個以上あるかもしれない取引件別を評価する
    }
}
// 以下、順位数を計算する
```

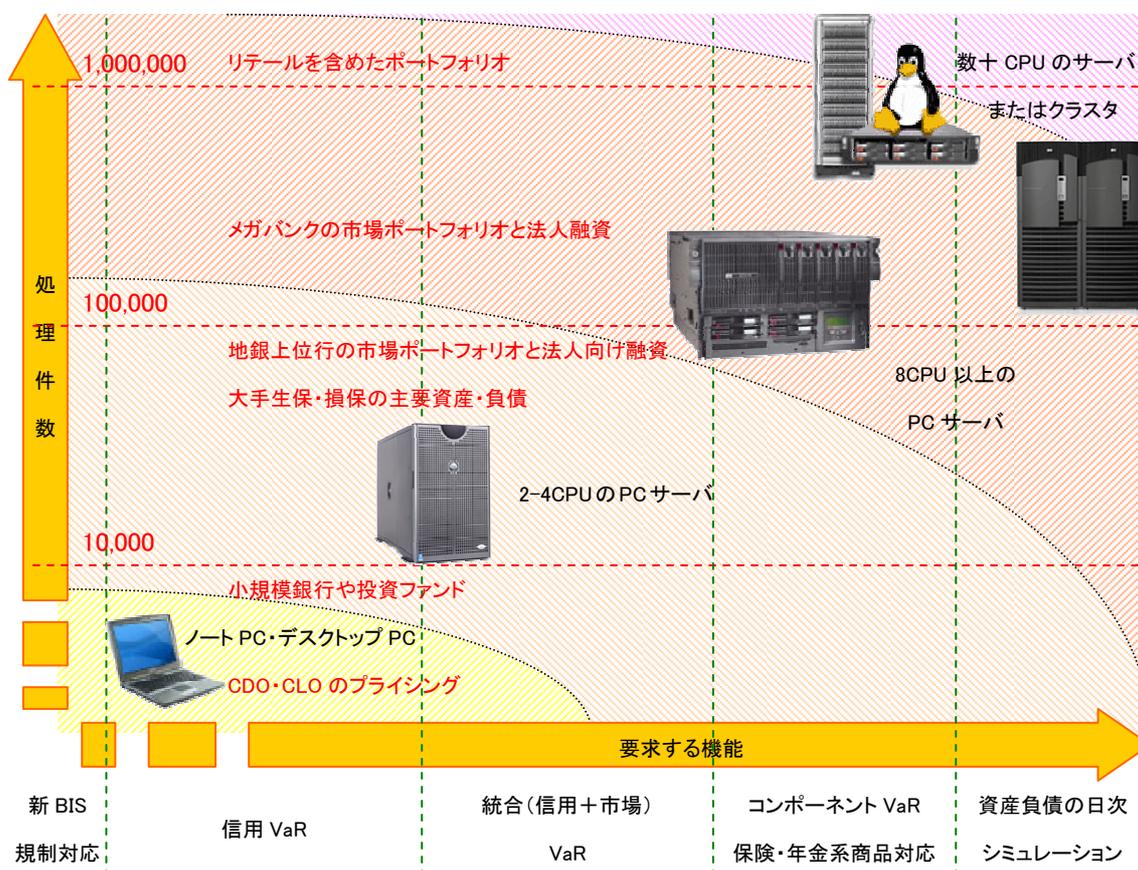
本職のエンジニアの方ならばすぐに分かると思うが、こんな学生演習風プログラミングでは性能など出ない<sup>34</sup>。実用システムと比較して 100 倍を超える計算時間がかかってもおかしくはない。それで「遅いなら高性能ハードウェアで解決しましょう」となればコンピュータメーカーは嬉しいが、高いコストを払わされる金融機関はたまったものではない。

<sup>33</sup> 図表 1 にも記したが、コンピュータ実装に関しては、金融工学系の学術研究レベルと実用レベルとの間に大変なギャップがある。金融工学はコンピュータを専門にする人たちがやっているわけではない。だから金融関連の出版物や学術論文で見かけるコンピュータの話題は眉に唾して読んだ方がよい。もしビッグオーの検討や SPEC 値レベルの比較が必要ならばそちらの専門家にあたる方が賢明だろう。

<sup>34</sup> プロのエンジニアがこの擬似コードを見て最初に行うのは、モンテカルロ法のシミュレーション回数  $N$  に依存するコード、情報科学では  $O(N)$  と表記する、をできるだけ回避する作業だろう。効率の良いアルゴリズムが存在するから練習問題として考えてみて欲しい。アルゴリズムが鍵を握る例は他にもある。例えば、分散共分散法の VaR 計算あたりは頭の体操として好例だ。弊社製品 PortfolioBrowser<sup>®</sup>はたとえ百万件のポートフォリオ、リスクファクター数 1,000 超であったとしても任意の件別組み合わせによる VaR を瞬時に計算する能力を持っている。適当な教科書を開くとそのためには「1,000×1,000 の相関係数行列に対して 1,000 要素のベクトルを左右から乗じ平方根をとりなさい」と書いてあるはずだ。確かにシステムは教科書と同じ数値を返してくる。しかし、教科書のやり方に従ったとして VaR をミリ秒単位で計算できるだろうか。もちろんできない。解法は他にある。

最適化を行った実用 VaR システムの性能は、現在では大体次の通りである（図表 8）。

**図表 8 計算時間 1~2 時間を目安とした場合の推奨ハードウェア構成**



最近のコンピュータは本当に高性能になった。今や市場 VaR や信用 VaR を計算するだけならば PC サーバの話題だからハードウェア投資額は問題ではない。ましてやスーパーコンピュータやグリッドコンピューティングの必要はなくなった<sup>35</sup>。

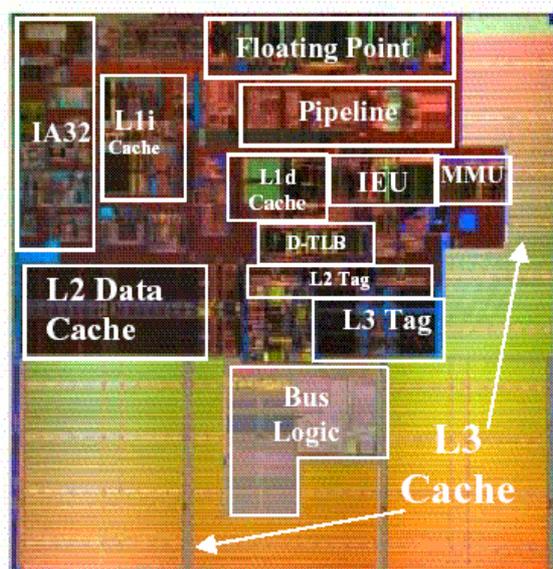
そうは言ったものの、プアな設計をすれば簡単にスーパーコンピュータやグリッドコン

<sup>35</sup> ある米投資銀行の話を参考までに記しておこう。1980年代は MBS ブームに対応するためにスーパーコンピュータ（CRAY）を使ってプライシングした。当時はシティバンクが液体窒素冷却スーパーコンピュータを購入するなど、ちょっとしたスーパーコンピュータブームだった。富士銀行のデリバティブ子会社も CRAY を買う。日常的には DEC の VAX シリーズが人気だった。1980年代末～1990年代初になるとピザボックス型の Sun ワークステーションが大ブーム。銀行で大量購入した。トレーダーが帰宅する頃にこれをつないでグリッドコンピューティングし、リスク管理レポート作りに使用した。1990年代末～現在になるとパソコンの性能が UNIX サーバと変わらなくなる程向上する一方、Sun が傾いて性能がパソコンと大差ないか遅いくらいになった。Sun のリプレースとして Windows が大量普及し、大抵の問題に関しては高価なランニングコストがかかるスーパーコンピュータは要らなくなった。

ピーティング領域のハードを要求してしまうのも事実である。そうなれば指数関数的な初期投資コストか、つらいグリッド環境のメンテナンス負担がユーザーにかかってしまう。

そこでリスク管理システムのプログラミング実装においては、Web アプリケーションのように「誰でも書けるプログラム」ではなくて、専門家の間では知られた高速化技法を尽くすことになる。例えば、ヒープ最適化、LRU、遅延実行、ブロック最適化、CPU キャッシュ最適化、IPO、PGO、ベクトル化あたりが常套手段だ<sup>36</sup>。完成した実用レベルのリスク管理システムは、最適化されたシナリオ生成器と評価ロジックの間にキャッシュを張り巡らしたモンスターである<sup>37</sup>。プログラムの外見は今日のマイクロプロセッサにそっくりで、使っているテクニックも共通している<sup>38</sup> (図表 9)。

図表 9 マイクロプロセッサのダイフォト



<sup>36</sup> 最近のプロセッサは、以前ならばスーパーコンピュータにしか存在しなかった浮動小数点ベクトルレジスタ (ただし僅か 2~4 エレメント) を備えたスーパースカラーアーキテクチャである。これを活用すると、今時なんとアセンブラのお世話になることがある。

<sup>37</sup> 弊社の経験では、VaR システムのシナリオ生成や統計計算が総計算時間に占める割合は無視できるくらいまで最適化できる。ディスク I/O も最適化が可能で、たとえテラバイト級の出力を伴ったとしても僅かな割合に抑えられる。メモリレイテンシも同様で、ワーキングセットを最適化して大半の CPU ストールを回避できる。つまり高次元の線形代数演算でありながらフォンノイマンボトルネックは回避できる。最適化を進めていくと大抵最後に残るのは金利計算に使用する超越関数  $\exp$  にかかる CPU タイムで、これだけは CPU 内部の演算器または CPU 内 ROM に記録されたマイクロプログラムに性能依存するからチューニングできない。弊社では大雑把な目安として、モンテカルロ VaR の総計算時間中に占める  $\exp$  の割合が 1/3 程度になったところで最適化完了とみなしている。

<sup>38</sup> 図表 9 は Itanium2 プロセッサの写真 (インテル株式会社提供)。ハードウェアとソフトウェアの違いはあるが、どちらも LRU ありキャッシュあり実行時スケジューリングありでそっくりである。CPU 設計にはシリコンコンパイラを使うし、似るのも当然かもしれない。

## ■ 悩ましき演算精度問題

IEEE754 規格<sup>39</sup>をご存知だろうか。VaR システムはポジション管理などとは比べものにならない量の浮動小数点演算を必要とする。その浮動小数点演算に関する国際規格である。

リスク管理システムの利用者は、VaR の計算結果に影響を与えるのはポートフォリオの内容、入力されたボラティリティや相関予測などのパラメータ、モデルに設定する前提条件のうちの何れかだと思っている。逆にそれ以外の原因によって数値が動けば困ってしまう。こういう要求仕様はモンテカルロシミュレーションを行う VaR アプリケーションにとっては厳しいものだ。次の要因が関係して億円単位で計算結果が振れるからである。

- ランダムシード。乱数生成器に与える初期値によってまったく異なるシナリオが生成される。この問題の解決が最もやさしい。具体的には乱数生成器がその初期段階では整数演算のみで構成されているという性質を利用した上で、キーからシードへの縮小写像問題を解けばよい<sup>40</sup>。もちろん、リスク管理システムの利用者にはランダムシードの設定方式について説明しておく。
- 並列スレッド間の実行順序。数十万件級のポートフォリオの VaR を並列処理で計算すると、計算のたびに結果が微妙にずれるという現象が起こる。並列処理をしなかったり、1万件に満たないような小規模ポートフォリオであればこの問題の影響は小さい。問題の原因はアンダーフロー影響の累積で、ポートフォリオの中に10進桁数が離れた小さな額と大きな額のエクスポージャーが存在するために起こる。この問題を解決する手段は、①可能な限り整数演算を行うことと、②並列処理の順序をダイナミックにスケジューリングしてマシンの内部状態に一貫性を持たせる、の2つである。
- 浮動小数点演算の一貫性。わずかでもプログラムを変更したり、コンパイルし直したり、ハードウェアを変更するとこの問題が起こる。オペレーティングシステムにパッチをあてただけで起きることもある。根本的な原因は CPU の内部計算モードが変わることと、コンパイラが行う最適化処理がコンパイルのたびに一貫しないところにある。この問題を解決する最良の手段は、いったんシステムを動かしたらソフトウェアとハードウェアに一切手を加えないことだが、それは現実的でない。ゆえに代替策としてコンパイラの IEEE754 コンフォーマンスレベルを制御し、計算エンジンの一貫性を維持する。

---

<sup>39</sup> ANSI/IEEE std 754-1985, IEEE Standard for Binary Floating-Point Arithmetic

<sup>40</sup> 弊社の場合は DES アルゴリズムを使用している。

つまり、実用レベルの VaR システムを作るには、アプリケーションをバイナリレベルで制御する手段が必要だ。それが可能な開発言語は C++か FORTRAN で<sup>41</sup>、開発の難易度が上がる<sup>42</sup>。しかも演算精度を上げればシステムのパフォーマンスは低下する<sup>43</sup>。

結局、利用目的に応じて開発手法を変えるのが現実的対応としては重要である。演算精度問題によって生じるモデルリスクを考慮しないのであれば、エンジニアを簡単に調達できる Java 言語を使って開発する方がよい<sup>44</sup>。そうすれば、金融機関内で内製化することも、外注業者に任せることも、どちらでも選択できる。だから、たかが CDO、CLO のプライシングを行う程度でリスク管理システムと同レベルの技術者を投入するのは得策でない。

---

<sup>41</sup> C++か FORTRAN になってしまう最大の理由は、これらの言語は稼働プラットフォームに依存してバイナリレベルで IEEE754 コンフォーマンスレベルを制御することを許しているところにある。C++も FORTRAN も言語仕様としては演算精度を規定していない。しかし、言語仕様の外側でバイナリに手を加えることも禁じていないのでプログラマによって手を加えることができる。この操作を行わないと主に、①擬似乱数の浮動小数点数変換、②三角分解操作、③一部の統計量（限界 VaR の計算が代表的）、のところで予測可能な演算結果にならなくなり、結果的に VaR 値がソフトウェアを変更する度に奇妙に変化するという現象を引き起こす。この現象は次元数が大きくなる程ひどくなる（逆に言えば CDO プライシングで用いる程度のファクター数ならば問題にならない）。具体的な実装方法としては ATLAS ソースコードが参考になるだろう。NIST（米標準技術局）の資料を参照のこと。

<sup>42</sup> 安く大量に調達できる Java エンジニアを使えないとなれば開発が難しくなる。数値計算に強い C++または FORTRAN エンジニアはきわめて少ないので、この問題が VaR システムにおける最大のネックなのかもしれない。弊社ではここ 3 年ほど「何とか Java エンジニアを活用できないか」との問題意識により、①完全な Java 言語化、②JNI を介した C++ と Java のハイブリッド構成、③C++言語による実装の継続、の 3 パターンを研究してきた。そのために VB.NET コンパチ言語と VM そのものまで開発したのである。その詳細については本ペーパーの後編でふれたい。

<sup>43</sup> Intel Xeon プロセッサで計測した結果では、IEEE754 コンフォーマンスレベルを上げると弊社 PortfolioBrowser®の実行速度は約 3 割低下する。FP 演算器のアーキテクチャ上の理由から Alpha や SPARC ではここまで性能低下しないがそれでも影響はする。しかし、リスク管理が目的であれば実行速度よりは演算精度の方が重要であるから、弊社ではこの遅い IEEE754 コンフォーマンス版を最終ビルドとして出荷している。それでプロセッサが異なってもほぼ同じ結果が得られることを顧客金融機関に対して保証できるのである。

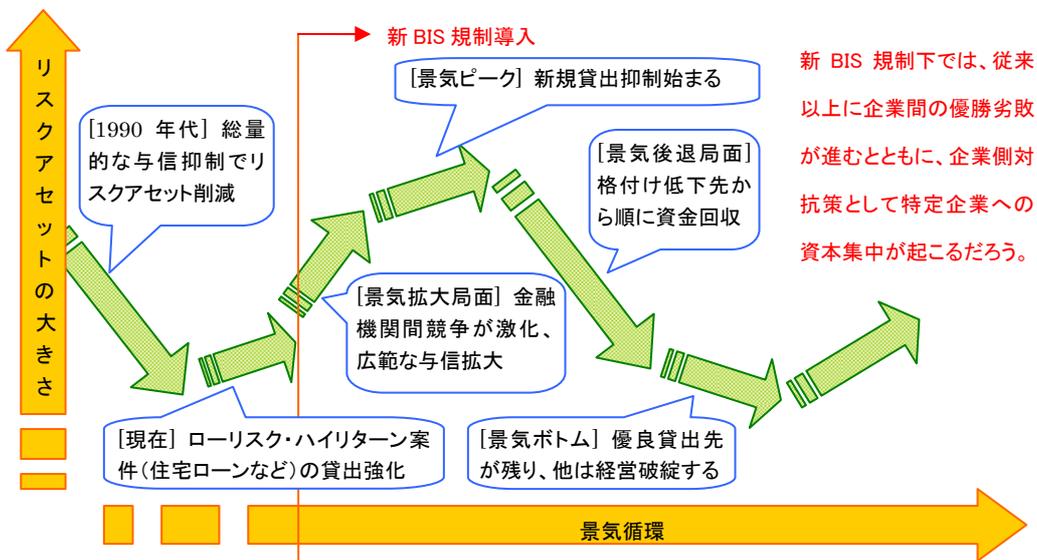
<sup>44</sup> Java 言語を使用する場合には特別な注意がある。Java、C#などの VM の存在を仮定するプラットフォーム独立な開発言語は、VM そのものの動作を制御する手段をほとんど禁止している。例えば Java の場合、strictfp (Gosling, A., and Holmes "The Java Programming Language Third Edition" Section 6.6.3) と java.lang.StrictMath を併用する手段が一応用意されているけれども、その挙動は VM の実装次第であり、しかも strictfp を Java 言語仕様通りに実装できている VM は現在でも存在しない（詳細は規格策定にあたった Java Grande Forum の資料が詳しい）。このように予測可能な演算結果を求められない言語なので、Java が本格的な数値計算や HPC 用途として採用されることはないという現実を知っていた方がよいだろう。Java を使うと実用 VaR システムの場合に特に困るのが、リリースアップの前後やプラットフォーム間での計算結果の一致性を開発側として厳密に保証できないという問題である。つまり Java なのにプラットフォーム独立にならない！ だから、Java 処理系が改善されるまでは安かろう悪かろうの言語だと思って使うのが賢明である。

## ■ 新 BIS 規制の社会的影響

さて、細かな実装の話題について一通りふれたところで再び巨視的視点に戻り、来たる新 BIS 規制がもたらす社会的影響について整理しておこう。

振り返れば、1980 年代までの景気拡大局面は規制金利（および窓口規制）下であったから、企業の資金調達責任の大半を誰から先に貸すかを含めて金融機関（主に銀行）が背負っていたわけである<sup>45</sup>。しかし今次景気拡大局面は違う（図表 10）。

図表 10 新 BIS 規制下の景気循環



企業は（基本的には）自由に市場から資金調達可能であり、銀行の関与は少ない。新興上場企業にみられるように社歴の長さや受信能力との関係も薄い。それで与信先企業が傾いたならば、当該企業の資金調達能力が逡減するのと同じタイミングで、銀行としては資金回収せざるを得ない。新 BIS 規制下ではリスクウェイトが与信格付けに従って増大するからである<sup>46</sup>。もちろん企業側は抵抗するかもしれないが、規制当局も今度こそはためらいもせず後押しすることだろう。

つまり新 BIS 規制が社会にビルトインされる意味は、金融機関の健全性・透明性が増すというだけではない。旧来であれば金融機関によって温存されていた非効率な経済が排除されるという意味が含まれている。今はなぜか前者ばかりが宣伝されているけれども、金融機関にとっていくら新 BIS 規制が大変であると言っても、それは「7 年分の回収データを溜めておかないと先進的手法を選択できない」というような末梢の技術論に過ぎない。そんなことよりも後者の方が大きな問題である。

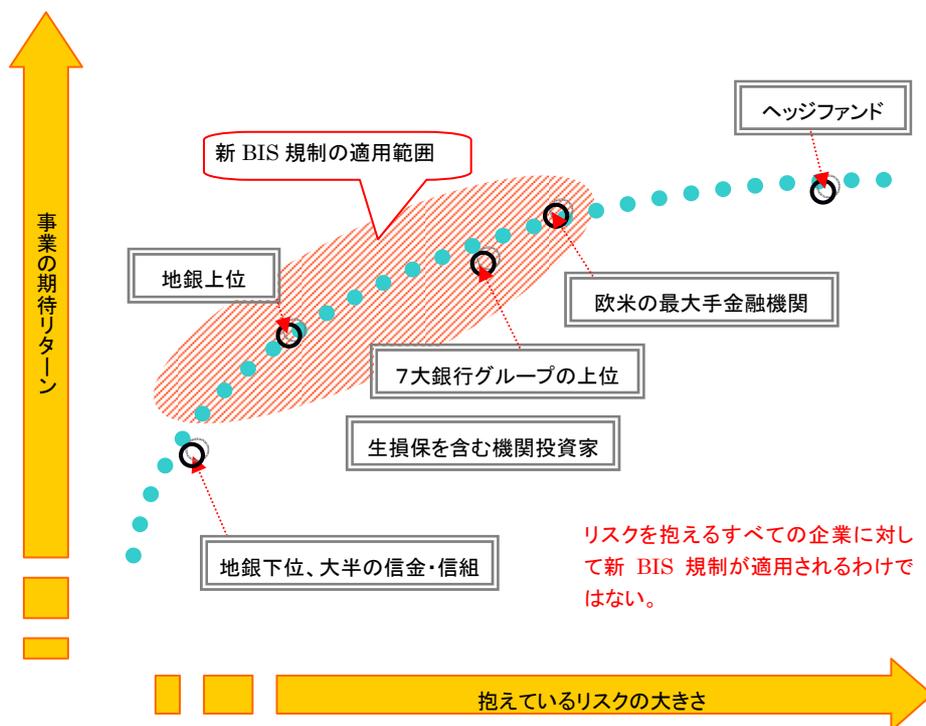
<sup>45</sup> だから、これまでの「貸し渋り批判」には一応理があると考えられるわけである。

<sup>46</sup> ゆえに、今から「貸し渋り批判」するのは（感情的にはともかく）論理的におかしい。

## ■ 経営特性とリスク管理

大新聞から一般人まで広く見られる誤解をもう一つ指摘しておきたい。リスク管理に携わる者ならばリスク・リターン図は見慣れているだろう。次の図を見て欲しい<sup>47</sup>(図表 11)。

図表 11 リスクの所在



どんな営利事業にも常識としての利ざや水準というものがある。銀行業もその例外ではない。よく ROE や ROA を単に比較して、「邦銀は米銀に比べて経営努力が足りない」、と精神論まがいのことを言う人がいるけれども、少し考えればわかるようにポートフォリオ理論上これはおかしい。平たく説明すれば、第一に早くから業際規制が撤廃された国の巨大複合企業つまり違う業態と比較しており、第二に商圏が異なる企業を比較しているから

47 ここでさらなる誤解を生まないように、リスク・リターン図におけるリスクとは UL のことで EL ではないことをあらかじめ注意しておきたい。相手を適当に誤魔化すためによく使われる論法であるが、不良債権がいくら多くてもそれは EL (会計上はともかく実質的には金額が確定した損失) であるから、真のリスク量が増大したことにはならない。期待リターンの方も同様である。現在の邦銀メガバンクは莫大な業務純益を償却額によって打ち消す財務構造、言わば期ずれ要因が働いているから、新聞が何と書こうと実はバブル最盛期を上回る好業績下にある。それはこの 10 年ほどの経営努力の賜物を今刈り取っているのである (あるいは単に下がった格付けが上がっただけとも言える)。だから今後を保証するものではない。

であり、第三に異なる法令・会計規制下にある企業を比較しているからである。リスク・リターン図上で債券と株式を比較するようなものだ<sup>48</sup>。同じ BIS 規制対象と言いながらも実にさまざまな業務形態があるのである。

そこで、非常に先進的なリスク管理を行っているとする銀行、例えば JP モルガン・チェースとか、シティグループが安全かと言え、むしろその逆であることを指摘しておこう。これらの金融機関が「リスク管理の充実ぶり」を主張すればするほど、「そんな管理が必要になるほど危ないことをやっているのか」とアニュアルレポートや Form 10-K をゆっくり眺めつつ考えるべきなのだ。理論が教えるように高収益はリスクテイクによる報酬である。これらの金融機関の ROE や ROA が高くても不思議はない<sup>49</sup>。一種のチキンレースだから、リスク管理には常に最高のものが求められる<sup>50</sup>。邦銀メガバンクはこの方向に向かっている。

他方、伝統的な商業銀行業務が主体であるならば、内部格付け手法として基礎的手法を使おうと先進的手法を使おうと、あるいは標準的手法であろうと、本質的なリスク量に変わりはない<sup>51</sup>。むしろ単純な方が経営陣にもわかりやすくてよいかかもしれない。特に地銀下位以下ならば、純然たる検査対策か、IR の一環としてリスク管理を考えるべきだろう。そこまで言い切りたくなるのはリスクプロファイルが単純だからである（システム頼りであったらそちらの方が恐ろしい）。その場合、高度なリスク管理システムはむしろ経営への啓蒙策としての様相が色濃くなってくる。

---

<sup>48</sup> もちろん、「邦銀も米銀を買収するか合併して、米銀になってしまなさい」と言うならばそうした論法も正しいだろう。実際、最近のメガバンクの行動を見ていると、業態的にはどんどん欧米有力行の形態に近づいていることがわかる。財務面にもそれが表れている。

<sup>49</sup> 悪気があってこのように申し上げているわけではない。時には経営危機に陥りかねないほどのリスクをとって積極経営し、多額の利益を株主還元しているのだから、現代の市場主義下ではむしろ賞賛すべきである。実際、JP モルガンといえば財務基盤の脆弱さから度々買収の噂が絶えなかった金融機関である。その後チェースと合併し、現在はバンクワンと合併したばかりだ。シティグループについては何も言うまい。

<sup>50</sup> ここで申し上げたいのは、高度なリスク管理技術を使うとより精緻なリスク量を提示できるばかりでなく、当該金融機関に対するリスク許容度も上がるという事実だ。例えば格付け会社対策を考えてみよう。1978 年に店舗網を売却して投資銀行に転換、1998 年のロシア危機で多額の損失を出してドイツ銀行に吸収合併されたバンカーストラスト、RAROC を生んで有名なこの銀行はその財務内容に比べれば相当に良い格付けをもらっていたと思う。いくらプライドが高くても実は金融もコンピュータも苦手な格付けアナリストが相手ならば、彼らの方が一枚上手であったわけだ。逆に大変宣伝下手である現在の邦銀に対してはおそらく格付けを下げすぎで、今その見直しに大わらわである。格付けアナリストも新聞と同様にバイアスがかかりがちであり、市場に対して優位に立てるほどの分析力を持ってはいない（この問題は EDF と債務格付けとの関係で定量分析が多数なされている）。そういう人々に対する時、「高度な」リスク管理システムは役に立つ。なお誤解を生まないために言い添えたいが、公表格付けが素人判断と一致指標化しているからといって格付けアナリストの社会的価値がないわけではない。立派に情報伝達機能を果たしているのである。

<sup>51</sup> ただし、リスク管理ではなく旗振りに使うとすればまったく意味合いが異なってくる。リスク管理システムを業務推進策の一環として位置づけるならば、それは業績評価であり、新 BIS 規制対応など矮小化された議論、半端仕事に過ぎなくなる。

## ■ 今そこにあるリスク

このようにリスク管理の話題を世の中が咀嚼し切れていない現実は明らかだ。そこに陥穽がある。BIS 規制を政治色抜きに語れないことは言うまでもない。業界紙・誌も格付け機関も所詮中立ではないから顧客や広告主を悪くは言えない。加えて、民間レベルの一部は規制当局、特に米英以外の規制当局を一段見下しているところがある。ISDA をはじめとする業界団体は BIS 規制成立に多大なる貢献をしてきたが、一方では業界利益を擁護する活動にも頑張った。だから理想とは裏腹に新 BIS 規制自体の中に結構な「リスク」がある。これを3つほど指摘しておきたい。

第一はヘッジファンド投資である。図表 11 を再度ご覧いただきたい。ロシア危機とアジア危機における短期資本移動の主役、ヘッジファンドは BIS 規制を含む金融規制の対象外のまま放置された。これが業界利益擁護活動の結果である。LTCM の轍は活かされなかったわけだ。現在、欧米有力行を含めて金融機関によるヘッジファンド投資が広範に行われている。我が国でも超低金利下で運用難は明らかなのに周囲から収益力向上をうるさく言われるので安易に投資してしまいがちだ。どこかの銀行の不良債権ばかり注目されているけれども、怪しいのはむしろディスクロージャーが不十分なヘッジファンドのどこかだと申し上げたら言い過ぎだろうか。そこでリスク管理の担当者として、「理解できないものに投資するな」、という金言に従って経営者を止められるだろうか。あるいは運用担当者に代わってディスクロージャーをファンド側に要求できるだろうか<sup>52</sup>。

第二は自己資本比率規制対策スキームである<sup>53</sup>。セルサイドの金融機関にかかっては BIS 規制の抜け穴を探すのも訳はないだろう。我が国の金融機関は病み上がりでまだまだ自己資本が不足気味だから、これから様々な「規制対策スキーム」が、特に決算期末が近づくと持ち込まれるだろう（願わくはそのスキーム開発者が邦銀メガバンクであり海外にもスキームを輸出して欲しい）。

実務でリスク管理に携わっているならば、ここまで指摘した2つの問題は「わかっているよ」の一言で済まされると思う。しかし、問題の焦点はこうしたファンド投資や対策スキームが経常的なリスク管理活動の外で、しかもトップセールスで決まるかもしれないということだ。それがリスク管理部署の頭越しに、しかも決算まで時間的余裕がない中で降

---

<sup>52</sup> もちろん少なくとも外物に対してディスクロージャーを求めるのは無理だろう。たとえばあなたがとある金融機関の株を持っていたとして、当該金融機関が適切なベンチマークの存在しない（つまり運用成績を検証出来ない）ファンドやファンド・オブ・ファンズに手を出していると思ったらどう思うだろうか。もちろん、その金融機関によりどれだけ抑えが効いているかにもよるけれども、眉を顰めるに違いない。「短期収益に目が眩んでやってしまったな」というわけだ。配当取りみたいなものである。

<sup>53</sup> これはタックスシェルターのようなもので規制当局との駆け引きである。やりすぎればエンロン事件になってしまう。昔からよくわからないのは、スキーム取組については誰もが積極的なのに、スキーム組成に関しては外銀のみが怖い物知らずであることだ。ここにも規制当局間の能力差（なめられている）という厳しい現実があると思う。

ってきたとして、抵抗できるだろうか。あるいは理解できたとしても理屈では掌握できないものとして別枠管理し適時に報告し、いったん問題が生じたならば清算できるだろうか<sup>54</sup>。

## ■ 経営者視点のリスク管理

第三の問題は見方によれば最大の懸念、パラダイム転換である。多少なりとも邦銀経営に通じているならば、現行 BIS 規制がいわゆる「貸し渋り問題」と無縁でないことを知っている<sup>55</sup>。だから普通の金融機関の経営陣ならば、新 BIS 規制に対する心理的抵抗感は小さくないはずだ。それが新 BIS 規制によって、「晴れた日に傘を貸す」、「逃げ足が速い」、など金融機関に対して言われ尽くした悪弊が加速されるわけである。いや、悪弊など言っただけではいけない。これまでも、そしてこれからはより一段と、優良な金融機関に対する尊

---

<sup>54</sup> ここでは勇気ある行動を起こすのが偉いと申し上げているわけではない。「図表 1 金融リスク管理の 3 つの柱」でふれたように金融数学的にはそれでもよいのだが、経営者心理まで考えるとそこまで酷な判断は現実には下せない。つまり、理屈の上では最適な方策でも、その方策を実行できる時点は限られるので手遅れだという意味である（この問題については本ペーパー後編のポートフォリオ最適化の項で再論する）。少なくとも 1980 年代末の邦銀におけるリスク管理者は行動できなかった。あるいは事実を知りうる立場になく、知ったときには手遅れだった。それにサラリーマンとしてはそこまで経営に対する義理はない。だから、リスク管理担当者として出来る最大範囲というのは、経営者が冷静な判断を下せない状態になるまで追いつめられる状況を作らないということだろう。国際市場で渡り合うメガバンクを除けば、業界の先頭に立って走るような経営者であっては金融機関としてむしろ危険なのだ。高速道路で先頭に立ってスピードを出す車と同じで、その場は良くてもいつか事故に遭うか速度取締まり（＝未来の不況局面）につかまってしまう。先頭を走る金融機関が困難に陥っても、自らは即座にブレーキを踏んで助かる、その車間距離を残しておきたい。「そこまですることはないからやめておきましょう」の一言が言える経営がベスト、「うちはあそこよりはましだから様子見で行きましょう」と言える余裕ある経営が望ましい。金融業の本質が横並びとはよく言ったものである。

<sup>55</sup> バブル経済崩壊下の銀行経営を見ると、不動産取引、度重なる不祥事、「平成の鬼平」の異名をとった金融引き締め政策、などに目が行ってしまうのは仕方がないだろう。何しろ役者が多い。しかし大衆的理解の方とはともかく、1990 年代に入ってから海外撤退戦や、本部からの命令一下粛々と行われた貸金圧縮の裏側に、BIS 自己資本比率規制の呪縛があったことを指摘する向きは少ない。景気減速とともに焦げ付きが発生、しかも直接償却しようにも税務当局が無税償却を容易に認めようとしないから不良債権残高は積み上がり、直接であろうが間接であろうが資本はどんどん食い潰され経営体力は失われ、8%自己資本規制クリアが怪しくなって貸出圧縮にさらに拍車をかけざるを得ず、それがまた焦げ付きを生み... という悪循環のことである。もちろんきっかけは総量規制をはじめとする行政指導だったのだが、運命の歯車に BIS 規制が一役買っていたことは疑いようがない。このサイクルはマクロ経済レベルで発生した大変動であったから、銀行経営者がどんなに有能だったとしても、いったん始まった悪循環から抜け出せたとは思われない。今日生き延びている金融機関は、もちろん経営の巧拙はあったにせよ、バブル発生時までにとれだけ貸出を積み上げていたかという過去の経営の遺産によって選択されているのだ。これほど明らかなプロシクリカル問題の実例が近年にあったのだから、学術系の皆さんでよく研究して欲しい。ポートフォリオ理論以前の問題として、これこそ本物のリスク管理研究である。

称としてこうした言葉は使われるのである。間違っても、「産業殖産」、「地域振興」、「浮利を追わず」、などと言ってはいけない。そういう言葉はメセナ事業の範疇で考えるべきであって、経営の主軸ではない<sup>56</sup>。まだまだ多い政策株式も早めに処分すべきである<sup>57</sup>。銀行にも株主がおり、地域経済や企業グループと心中しているわけではないのだから...

とは言ってみたものの、こんな発言を白昼堂々としたならば経営者としては失格だろう<sup>58</sup>。世の中には非効率というだけで切り捨ててよいものばかりではない。金融機関の古くからの貸出先や問題案件ほど「良い物」を持っていたりする。現場の銀行マンにしてもこれは心情的につらい。現在のマネジャー層、規制金融時代を知る 40 代以上の銀行マンの頭の中は「支店長室のウラオモテ<sup>59</sup>」に描かれているようなものだ。理不尽な本部の指示に憤慨し、取引先に同情し、若手の姿にため息をつく... 仕事熱心で良い人たちだ。ところが新規制を字句通りに読めば、そんなふにゃふにゃな「支店長」の未来の居場所は... おそらくない！ それは図表 10 で描いてみた景気循環が 2～3 回転した未来、現役組が引退し現在の新入行員が支店長（店長と言うべきか）になった頃を想像してみれば明らかだ。

だから新 BIS 規制がもたらした暗示、インプリケーションとは、「自由化時代の金融機関行動が許されるような経営環境を整えること」、と言い換えてもよいだろう。政治的に軟着陸しなさいということだ。だからリスク管理も政治的に考えねばなるまい。繰り返すが白昼話す話題ではないので深入りしないが、行政も民間もマスコミも責任を押しつけあう中でのナローパスである。あやふやなトップの指示では金融機関の現場はついていけないから目標誘導が必要、それこそがリスク管理システム（システムと言って良ければ）である。

---

<sup>56</sup> 皮肉を言っているわけではなく営利事業の基本である。銀行と企業がもたれ合う時代が終わったという証左であると思う。いや終わらせたと言うべきか。それでもなお「民間企業の社会的責任」の域を超えて産業振興論を語るならば、経済運営の主体が何れにあるのか、国としての戦略的位置づけを問わないわけにはいかない。このように金融業には国家政策的な意味合いがあるので、例えば IMF 主導による韓国の金融再生を手放しでほめるような当世風の主張を読むと、何かのキャンペーンではないかと本能的に警戒してしまう。

<sup>57</sup> 新 BIS 規制において保有株式がまだまだ多い邦銀は何かと不利だと指摘されているが、これは現在の商法改正論議とも絡むので、単に金融リスク管理だけを念頭に話していいわけがない。現在の株式持ち合いは 1960 年代中頃から 1970 年代にかけての資本自由化の名残である（1964 年に日本は OECD に加盟し先進国の仲間入りをした）。戦後の財閥解体、つまり 1947 年に制定された独占禁止法によって持株会社が禁止されて以降、財閥解体の対象から外れていた銀行が持ち合いの主軸になってきた。それを、資本自由化によって外国資本による自動車などの産業支配を警戒する形で強化したのが当時の株式持ち合いである。早くから持ち合いが進んでいた住友（白水会系）を除く他の系列グループ、すなわち、三井、三菱、芙蓉、第一勧銀、三和はこの時期に形成（再形成）された。1970 年の大阪万博は各系列グループのパビリオンで花盛りであった。その後、1980 年代の「ケイレツ」批判はご存じの通りである。そして、現在の商法改正は資本自由化をさらに進めようというものである。善し悪しの判断は別として日本はこのように発展してきたわけだ。

<sup>58</sup> ビジネススクールでは、社会の真実の姿、そしてリスク管理について言うてよいことと悪いことの違いを教えるべきだと思う。綺麗事の統計学ばかり教えてはいけない。

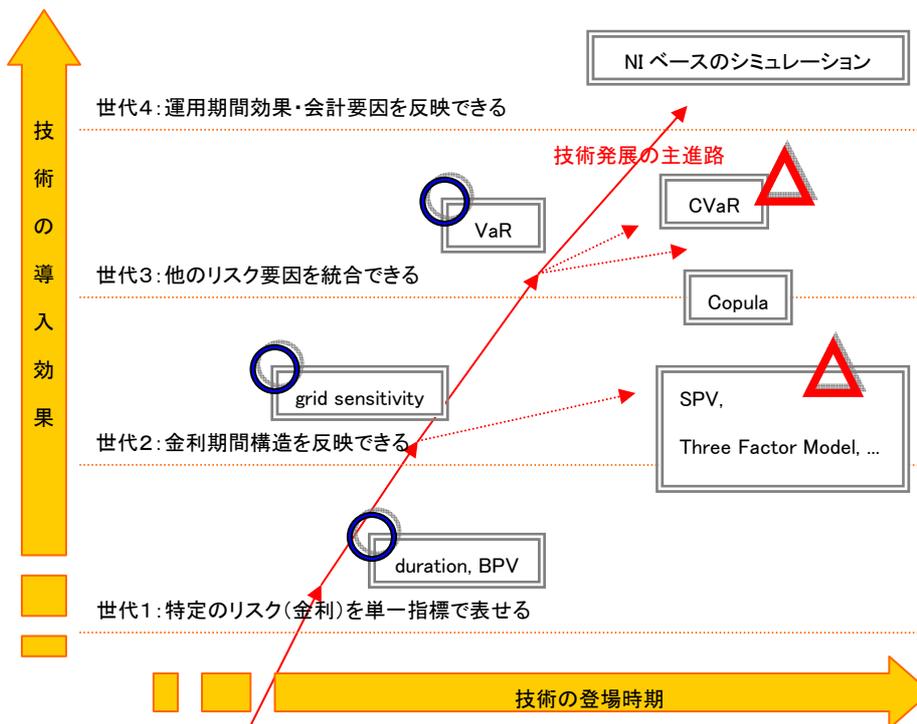
<sup>59</sup> 業界誌「週刊金融財政事情」の人気コラム。

## ■ 新技術が普及する条件

こうして VaR の計算コストが下がり、モデルの使い方も成熟してきたわけだが、それではリスク管理システムにもはや発展はないのだろうか。

そこで、ここ 30 年間におけるリスク管理技術の流行を整理してみよう（図表 12）。

**図表 12 リスク管理技術の世代(金利系商品)**



この図を見ると、あるリスク管理技術が普及するためには、リスク管理業務を質的に変えるほどの改善効果が必要であることがわかる。小手先の改良程度であれば、リスク管理の実務担当者は使い慣れた古い道具を選ぶのだ。家電メーカーの規格争いではないが、本来的に優れている指標が普及するとは限らない。例えば、Conditional VaR (tail VaR) は日常の管理目的としてはほとんど使われていない。CVaR にとっての不幸は先に VaR が存在したことであって、おかげでニッチなポジションに押しやられてしまっている。コンピュータに到っては複雑性と恣意性が増すのにメリットが明解でないからむしろ改悪になるかもしれない。これでは冒頭で述べた「新商品開発」や CDO プライシングには使われても、リスク管理の世界には広く普及しそうもない。

ここからは予想となるが、リスク管理システムに課せられた次の課題は図表 2 の左上に示した諸項目、つまり、伝統的な経営学、会計学、財務、法律の分野に属しているのでは

ないかと私は考える。図表 10 では世代 4 である。

これまで金融数学はとてもよくやってくれた。しかしリスク管理分野に関して言えば、1990 年代以降の最大の貢献者は明らかにコンピュータ技術であり、金融数学から得られた成果は多くない。そして 2004 年が暮れようとする現在、コンピュータの性能についても不満は聞かれなくなりつつある。その一方でリスク管理の重要問題の多くが積み残されている。そこで期待されているのは主に財務会計方面のみなさんの活躍である。

## ■ 後編に向けて

本ペーパー前編では、弊社における若干古い（大体 3 年前までの）成果と、新 BIS 規制ほかをもたらした影響について記した。続く後編ではリスク管理技術の先行きを示唆するような最近の話題を弊社の周辺からいくつか紹介しよう。

後編では、図表 6 でふれたエクスポージャーの捕捉範囲を拡大する方向とは別の、ポートフォリオに加わる時間効果を捕捉する話題を扱う。また、解析式に頼らないリスク要因解析、ポートフォリオ最適化、EDF 型の信用リスクモデル、日次シミュレーション、財務会計の取り込みと TP 管理、予算計画と決算のモデル化、シナリオ生成アルゴリズムに立ちあがるアムダールの法則、グリッドコンピューティングとその限界、ソフトウェア開発生産性の問題、以上をとりあげる。

(前編終わり)

### お断り

- ・ 本文書の著作権はニューメリカルテクノロジーズ株式会社に帰属します。
- ・ 本文中で使用されている製品名・社名などは、一般にその所有者の商標または登録商標です。
- ・ ニューメリカルテクノロジーズ株式会社は、本文書の完全性、正確さを保証致しません。いかなる場合においても、ニューメリカルテクノロジーズ株式会社は本文書に関連して生じた通常の直接的、間接的、必然的、偶発的、特別な、あるいは懲罰的賠償について、たとえニューメリカルテクノロジーズ株式会社がそのような賠償が発生する可能性があることを通告されたとしても、なんら責任を負いません。