



BOJ *Reports & Research Papers*

2011年3月

リスク管理と金融機関経営に関する調査論文

国際金融危機の教訓を踏まえたリスク把握のあり方

日本銀行金融機構局

本稿の内容について、商用目的で転載・複製を行う場合は、予め日本銀行金融機構局までご相談ください。

転載・複製を行う場合は、出所を明記してください。

■要 旨■

2007年以降に生じた国際金融危機は、金融機関の経営・リスク管理や金融規制・監督体制など、広範囲にわたって様々な教訓を残した。わが国金融機関への国際金融危機の直接的な影響は米欧金融機関に比べて相対的に軽微であった。しかし、間接的な影響まで含めると、大きな影響を受けた事実は否めない。また、将来、異なる波及経路やパターンで大きなショックが加わる可能性もある。わが国金融機関には、国際金融危機を「対岸の火事」とせず、その教訓をリスク管理に活かすことが期待される。

本稿では、国際金融危機の様々な教訓のうち、わが国金融機関におけるリスク把握のあり方について、2つの課題を整理した。第1は、リスク計量化手法に過度に依存せず、様々な定量的・定性的情報を活用した判断を重視することである。従来、リスクの把握は、VaR等のリスク計量化手法を軸とすることがより先進的と考えられる傾向があった。しかし、過去データに大きく依存したリスク計量化手法だけでは、市場環境の大きな変化を的確に捉えることができない。こうしたリスク計測の限界を十分に理解し、リスク計量化手法、ストレステスト、その他の定量的・定性的情報を駆使して、リスクを多面的に評価・把握することが求められる。

第2は、全社的な視点に立ったリスク把握を強化し、異なるリスクカテゴリーや部門に跨るリスクの波及を勘案できるようにすることである。国際金融危機では、サブプライムローンの証券化商品価格の大幅な下落という特定の事象が、様々なリスクカテゴリーや部門に重大な影響を及ぼした。市場環境が大きく変化するとき、平時に観察されたリスクカテゴリー間の相関構造が変化する事態も発生した。米欧金融機関の多くが導入していた統合リスク管理は、全社的な視点でのリスク管理を目指すものであったが、ストレス時におけるリスクの相関構造の変化や波及効果を十分に捉えることはできなかった。また、リスク管理が各部門で完結し、分断された構造（サイロ化）となる傾向がみられた。こうした課題を克服するためには、リスクの波及による全社的な影響度を評価するストレステストや、組織内の様々なリスク情報を共有するリスク・コミュニケーションを強化することが求められる。

<目 次>

1. 国際金融危機から得られるリスク管理上の教訓	1
2. リスクの多面的な把握	4
(1) リスク計量化手法	6
(2) ストレステスト	14
(3) その他の定量的・定性的情報の活用	21
3. 全社的な視点に立ったリスク把握の強化	24
(1) 統合リスク管理の発展経緯と問題点	24
(2) 全社的な視点に立ったストレステスト	27
(3) 経営陣による判断の重要性とリスク・コミュニケーション	29
4. おわりに	31
【参考文献】	33
【補論1】 VaRに関するその他の論点	35
【補論2】 主観的確率を用いたシナリオと VaR の融合	40

(本件に関する照会先)

金融機構局・金融高度化センター

電話：03-3277-1135

E-mail：caft@boj.or.jp

1. 国際金融危機から得られるリスク管理上の教訓

国際金融危機は、2007年に米国サブプライム住宅ローンの信用力への疑念が高まったことに端を発した。これに伴い、サブプライム関連証券化商品の価格は大幅に下落し、その影響が他の証券化商品まで波及した。2008年秋に米国のリーマン・ブラザーズが経営破綻に至ると、国際金融市場では資金の出し手がカウンターパーティリスクへの懸念を強めた。このため、短期的資金調達に依存していた米欧投資銀行は資金流動性が逼迫し、資金確保のための資産売却を進めた。こうした行動は、広範な金融商品のさらなる価格下落を招き、市場流動性と資金流動性の負の相乗作用をもたらした。これらの影響は、金融市場全体が機能不全に陥るといった世界的なシステミックリスクの顕在化に発展した。

国際金融危機およびそれに先立つ信用バブル発生の原因は、米欧金融機関の行動、金融機関の外部からの規律付け、金融規制・監督体制、金融政策等、様々な側面から議論されている。このうち、金融機関経営やリスク管理面の問題は、多くの金融当局や民間機関により調査され、様々な分析・提言が行われている¹。

本稿は、国際金融危機の様々な教訓のうち、金融機関のリスク管理、とりわけ金融危機の発生を念頭に置いたリスク把握のあり方に焦点を絞って整理している。これは、リスクの的確な把握が実効的なリスク管理を行うための大きな前提条件となるためである。国際金融危機時に大きな損失を被った金融機関は、リスク把握のあり方としては、主に以下の2点に問題があったと整理できる²。

第1に、リスク計量化手法に過度に依存したリスク管理を行っていたことである。

従来、合理的・先進的なリスク管理は、統計的手法によってリスクを計量化し、その結果に基づく意思決定を行うことと考えられる傾向があった。多くの金融機関は、こうした考えのもとでリスク計量化手法をリスク管理の主要なツールとして導入してきた³。しかし、このリスク計量化手法は過去データに依

¹ BCBS (2009)、CRMPG (2008)、IIF (2008, 2009)、SSG (2008, 2009)を参照。

² 本稿では取り上げないが、金融危機では、たとえ自己資本が充実していても、資金流動性の逼迫が金融機関経営を揺るがし得る点も大きな教訓である。金融機関の資金流動性リスク管理のあり方については、日本銀行 (2009, 2010)を参照。

³ ただし、リスク計量化手法の限界は早くから指摘されていた。例えばGDSG (1993)は、VaR (Value at Risk) モデルの利用を推奨するとともに、VaR が平時の市況に基づいて計算されることが多いため、極端な市場環境の影響を反映しないかも知れないとして、ストレステストの実施も推奨していた。

存しているため、過去に経験したことがない市場環境の大きな変化をリスク量の変化として機動的に捕捉できない。特に、良好な経済環境の時期が長く続くときは、リスク計量化はリスクを小さく捉える傾向がある。また、次に到来する市場環境の大幅な変化は、過去にない波及経路や規模となる可能性があるため、リスク計量化手法のみによつて的確に備えることは難しい。

実際に、経営が悪化した米欧金融機関は、国際金融危機以前、リスクを過小評価していた結果、過大なリスクテイクを許容していた。こうしたリスクの過小評価は、国際金融危機時における市場環境の急激かつ大きな変化に対し、適時・適切に対応できなかつた主たる背景の一つであった。

したがって、リスク計量化手法に過度に依存せず、様々な定量的・定性的情報を活用してリスクを多面的に把握することが重要となる。金融機関は、組織内のリスク・コミュニケーションを強化し、リスクの状況判断を行うプロセスを強化する必要がある。

第2に、全社的な視点に立ったリスク把握が不十分であったことである。これは、ストレス時にリスクが様々なリスク・カテゴリーに波及するという相関構造の変化を十分に勘案できていなかったことと、リスク管理が各部門で完結し、分断された構造（サイロ化）となっていたことが背景である。

サブプライム関連証券化商品で生じたショックは、他の証券化商品にも幅広く波及し、多くの証券化商品の市場流動性が枯渇する事態に至った。この影響は、そうした商品を保有する金融機関はもとより、それらを組成（オリジネート）した金融機関の収益・自己資本や資金流動性リスクにまで波及した。金融機関は、市場環境が大きく変化する場合には、リスクの相関構造が変化したり、リスクが様々な経路を通じて波及することまで念頭に置く必要がある。従来、米欧金融機関は、全社的な視点に基づく経営の安定性や効率性を目指すため、統合リスク管理の枠組みを導入していた⁴。しかし、この枠組みは、リスク計量化手法に強く依存しており、相関構造の変化やリスクの波及効果まで考慮するには限界があった。

また、国際金融危機において大きな損失を被つた米欧金融機関には、リスク管理が各部門で完結し、それぞれが CEO に報告するという分断された構造（サ

⁴ 統合リスク管理は 欧米では“Economic Capital Management”（経済資本管理）と呼称されることが多い。

イロ化)となっていた先が多くみられた。こうした先は、リスクの波及がリスクカテゴリーや部門を跨いで経営全体にどのような影響を及ぼし得るかを十分に考慮できていなかった。このため、全社的な視点でのリスク把握が不十分となり、リスク・コントロールに関する意思決定を迅速に行うことができなかつた。

したがって、リスクの把握は、個別のリスクカテゴリーやビジネス部門毎のリスクを計量化し、それを合計するだけでは十分ではない。リスクの相関構造の変化や幅広い部門への影響に目を配る、全社的な視点が重要である。金融機関は、全社的なストレステストやその他の定量的・定性的情報を活用するとともに、サイロ化を回避してリスク・コミュニケーションを強化し、リスクを把握することが求められる。そのうえで、十分な自己資本や流動性バッファの確保など、ストレス事象への対応力を強化することが重要である。

米欧金融機関は、これらの教訓を踏まえてリスク管理体制の見直しを進めている。一方、わが国金融機関は、国際金融危機の影響が相対的に軽微であったため、リスク管理体制を大幅に見直すインセンティブが相対的に強くはないように窺われる。しかし、将来、今回の国際金融危機とは異なる波及経路やパターンで大きなショックが加わる可能性もある。わが国金融機関が、将来における市場環境の大きな変化に備えるためにも、国際金融危機の教訓をできるかぎり活かし、リスク管理の見直しを進めていくことが重要である。

本稿は、上記の2つの教訓を念頭に置き、わが国金融機関の今後のリスク把握のあり方を整理したものである。具体的な構成は以下のとおりである。第2節では、リスクを多面的に把握する方法論について論じる。具体的には、リスク計量化手法、ストレステスト、その他の定量的・定性的情報などの各種リスク情報を有効に活用するための課題について論じる。第3節では、全社的な視点に立ったリスク把握を強化するための課題について論じる。同時に、ここでは、従来、全社的なリスク管理の枠組みとして考えられてきた統合リスク管理の問題点と改善の方向性を示す。第4節は、本稿のまとめと、今後に残された課題について言及する⁵。

⁵ なお、本稿では、明示的に取り上げなかった論点がいくつか存在する。1つは、金融危機前のマクロ的な不均衡の蓄積、および、市場機能や決済機能が麻痺するシステムリスク等について、個別金融機関がどの程度フォワードルッキングに感知できるかという問題である。もう1つは、個別金融機関のリスク管理が高度化するにつれて、金融機関のリスク管理手法が同質化し、却って市場を不安定化させる要因にならないかという問題である。これらはいずれも重要な論点ではあるが、現時点では研究が十分には進んでいないため、本稿では立ち入らない。

2. リスクの多面的な把握

リスクを多面的に把握するために必要な視点を考える出発点として、金融機関が直面するリスクとリスク計量化手法との関係を整理する（図表2-1）⁶。ここでいう「リスク計量化手法」とは、VaR（Value at Risk）など、過去データを統計的手法により分析することで、リスクを定量的に評価する手法を指す。

（図表2-1）金融機関が直面するリスクと計量化手法との関係

<p>【領域Ⅰ】 金融危機等</p>	<p>市場流動性の枯渇など、市場の価格メカニズムが崩壊。多くは、過去に観測されなかったパターン、経路、影響度の大きさを持つ事象であり捕捉できない。 例：1987年のブラックマンデーや2008年のリーマンショック等。</p>
<p>【領域Ⅱ】 局面変化</p>	<p>市場の価格メカニズムが崩壊するほど極端ではないが、金融経済環境が過去と異なる局面へ移行する事態。その性質やパターンが過去に例がないようなものであれば捕捉することは困難。 例：規制・制度・政策変更や主要なリスクファクターの変化等。</p>
<p>【領域Ⅲ】 各種制約から計量化していない事象</p>	<p>過去データに基づく分析が可能だが、データ制約や単純化したモデルを用いること等から、リスク計量化モデルに勘案していない事象。 例：一般的な分散共分散法（VaR）の例では、稀で極端な事象（テイルリスク）、ファットテイル性、リスクファクター変化に対する金融商品価値の感応度変化（デルタの変化）、ボラティリティの変化等。</p>
<p>計量化</p>	<p>過去データに基づく統計的手法を用いた分析を行っている領域</p>

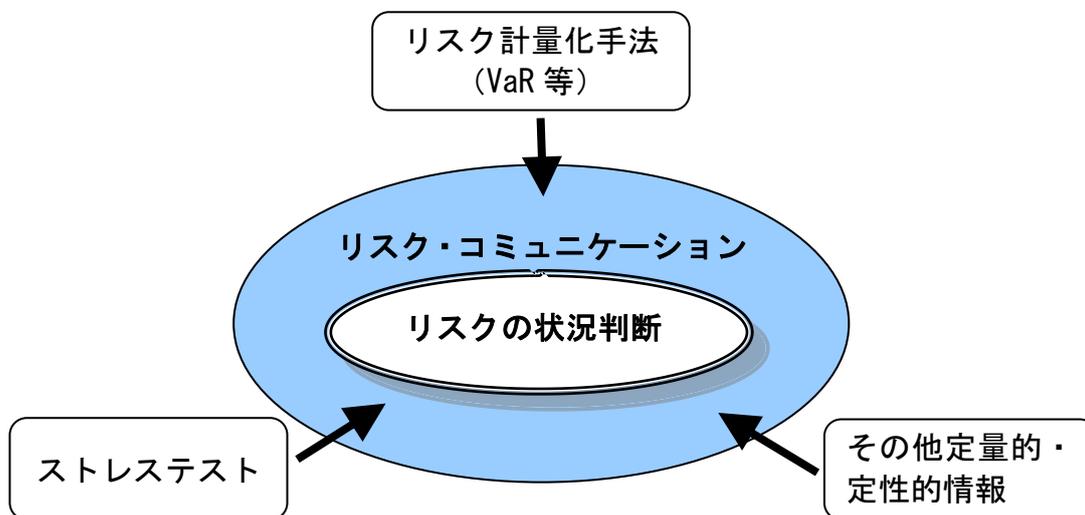
図表2-1に示した通り、リスク計量化手法は、リスクの全体像をカバーし得るわけではない。まず、「金融危機」や「通貨危機」と呼ばれる極端な事象が生じる場合には、市場流動性の枯渇など、市場の価格メカニズムが機能不全になることが多い。このため、平時の価格メカニズムを前提に構築されたリスク計量化手法ではこうした極端な事象を捉えることができない（領域Ⅰ）。また、

⁶ ここで分類した領域Ⅰ～Ⅲの大きな相違は、①リスクファクター変動の分布が過去と異なるか、②リスクファクターと金融商品価値の関係（価値評価モデル）が過去と同様か否か、という2つの点にある。すなわち、領域Ⅲは、リスクファクター変動の分布が過去と同じで、かつ、価値評価モデルが引き続き有効であるが、データ制約や現実を単純化したモデルを用いているために、モデルに織り込めていない事象を指す。また、領域Ⅱは、価値評価モデルは引き続き有効であるが、リスクファクター変動の分布が過去と異なる場合を指す。領域Ⅰは、リスクファクター変動の分布が過去と異なるだけでなく、市場流動性の低下を背景に、価値評価モデルが有効ではなくなる場合を指す。

制度・規制・政策変更などに伴う市場環境の変化（局面変化）が生じる場合は、市場の価格メカニズムが機能していても、その性質やパターンが過去と異なり得るため、リスク計量化手法を用いてリスクを的確に把握することは難しい（領域Ⅱ）。さらに、リスク計量化手法は、局面変化がなくとも、過去データの不足や、現実を単純化したモデルを用いることから、全ての情報を取り込めないのが一般的である（領域Ⅲ）。

このように整理すると、リスク計量化手法だけでなく、他の様々な手法を用いて得られるリスクに関する多様な情報（以下、「リスク情報」）をリスクの性質に応じて活用する必要性が明確になる。本稿では、こうしたリスクを把握するための手段を、①リスク計量化手法、②ストレステスト、③その他の定量的・定性的情報の3つに大別して整理する。これらの手段は、それぞれ一長一短があり、何れかに過度に依存することは適切ではない。しかし、何れかが欠けても情報は不十分となる。こうして多面的に把握されたリスク情報は、組織内のリスク・コミュニケーションを通じて共有化され、リスクの状況判断に活用される（図表2-2）。

（図表2-2）リスクの多面的な把握によるリスクの状況判断



リスクの全体像は、様々な手段を用いて多面的に把握する必要があるため、リスク計量化結果のように1つの数値で分かり易く表現することができない⁷。

⁷ 例えば、リスク計量化手法では捉えていない事象をストレステストで考慮するとしても、同テストは、シナリオ次第で損失規模が変わるため、客観的に1つの数値でリスクを表現するわけではない。

このため、金融機関には、多様なリスク情報に基づき、経営戦略やリスク管理方針との整合性、経営体力の状況等を勘案のうえ、許容すべきリスクか（許容できるか）、削減すべきか（削減できるか）という判断（エキスパート・ジャッジメント）が求められる⁸。このエキスパート・ジャッジメントは、かなりの幅をもって行わざるを得ないと考えられる。わが国金融機関の一部でも、実際、国際金融危機に際して、フロントを中心にリスク計量化手法とは異なるリスク情報を活用した判断を重視した結果、比較的早い段階でリスク削減を行い、大きな損失を回避し得た事例が複数みられた。

以下では、リスク把握の手段を構成する、リスク計量化手法、ストレステスト、その他の定量的・定性的情報の活用および留意点について述べる。

(1) リスク計量化手法

① リスク計量化手法としての VaR

リスク計量化手法には様々なものがあるが、ここでは、その中で、金融機関で最も広く利用されている VaR を代表例として取り上げる。

VaR は、一般に、金利、株価、為替などのリスクファクター⁹の変動によって、一定の信頼水準のもとでポートフォリオに生じ得る損失額を計測する。この方法は、特性が異なる様々なリスクを1つの尺度で分かり易く表現し、比較可能にすることが大きなメリットとされている。VaR は、元々はデリバティブを含む市場リスクの評価手法として、米欧の一部大手金融機関のリスク管理実務で利用されていた。その後、1990年代に入り、急速に金融業界に普及した¹⁰。ま

⁸ 金融危機で大きな損失を被った金融機関は、機械的なリスク管理をする傾向があった一方、大きな損失を回避し得た金融機関は、様々な情報に基づく迅速な判断を重視していたとされる（SSG (2008)）。

⁹ 本稿におけるリスクファクターとは、金利、株価、為替、各種ボラティリティなど、VaR モデルに投入する金融商品価値を決定する変数を指す。

¹⁰ 1990年代以降の VaR の普及には、GDSG (1993)が大きく貢献した。同レポートは、ディーラーは、日次で、デリバティブポジションの市場リスクを一貫した計測手法により計算すべきとしたうえで、VaR の利用を推奨している（“Market risk is best measured as “value at risk” using probability analysis based upon a common confidence interval (e.g., two standard deviations) and time horizon (e.g., a one day exposure).”）。このほか、1994年に J.P. Morgan が VaR 計測を可能とするシステム（RiskMetrics）を公表したことや、1996年にバーゼル銀行監督委員会が銀行の自己資本比率規制における市場リスク計測方法として VaR を認めたことなども、VaR の普及を後押ししたと考えられている。

た、バーゼルⅡ規制の導入などもあって、邦銀を含む多くの金融機関が信用リスクやオペレーショナルリスクの計測にまで VaR を利用している¹¹。

しかし、VaR は、近年、前提・仮定次第で VaR の結果が大きく異なり得ることや、VaR よりも大きな損失が頻繁に発生したことをきっかけに、その客観性・信頼性が疑問視され始めている。したがって、金融機関には、VaR の限界を正しく認識し、VaR をリスク情報の1つとしてどのように利用するか、その位置付けを明確化することが望まれる¹²。

そこで、以下では、VaR の限界を踏まえ、他の手段により補完するうえでの有効な対応を、事例に即して述べる。

②VaR の限界と有効性向上策

VaR は、原則として過去データに基づいて計算される。すなわち、VaR は、①金融商品価値に影響を与えるリスクファクターを特定化するとともに、②各リスクファクターと金融商品価値との関係式（価値評価モデル¹³）を選択・決定する。そのうえで、③各リスクファクターの変動可能性を推計して、価値評価モデルに投入することで金融商品価値の変動を推計する。リスクファクターの特定と価値評価モデルの選択・決定は、過去の市場価格の分析結果に基づいて行われる。また、リスクファクターの変動や異なるリスクファクター同士の相関構造も、過去データに基づいて計算される。このため、VaR は、それまで考慮していなかったリスクファクターの重要性が高まったり、過去にない

¹¹ 市場・信用・オペレーショナルリスクの VaR は、何れも一定の信頼水準のもとでの損失額を評価するものであるが、厳密な比較には限界がある。例えば、市場リスクは、価値変動をリスクと考えるが、信用リスクは、価値変動ではなく、債務者がデフォルトしたときに生じる損失をリスクと考える方法（デフォルト・モード）が広く利用されている。本稿では、こうしたリスク概念の相違には立ち入らず、最も広く利用されている市場リスクの VaR に焦点を当てて説明する。

¹² VaR は、リスクの規模を概算するうえでは有益であるが、様々な前提・仮定に基づき推計されるため、リスクについて唯一絶対の客観的な数値を示すものではない。これは、VaR 計算では、観測するデータの期間、観測データの重み付け、リスクファクター変動の分布を仮定するか否かなど、主観的に選択・決定される要素が多いためである。VaR の利用に当たっては、こうした性質を念頭に置く必要がある。

¹³ 本稿では、リスクファクターと金融商品価値の関係式を「価値評価モデル」と呼称する。金融機関のリスク管理実務では、VaR 計算において、リスクファクターと金融商品価値の関係をモデル化したものを用いるのが一般的である。これには、金利の期間構造をモデル化しつつ将来キャッシュフローの現在価値を求めるものから（国債やスワップ取引などの金利系商品）、モデルを用いて理論価格を導出するもの（デリバティブ商品など）、回帰分析等の統計的手法によって金融商品価値の変動を1つ又は複数のファクターによって説明するファクターモデルを用いるもの（投資信託やリスク特性が複雑な商品など）まで含む。

リスクファクターの大幅な変動や相関構造の変化が生じるといった事態のもとで生じる損失の大きさを、的確に把握できない（図表2-3）。

以下では、VaRの限界と有効性向上策を具体的に整理する。なお、各有効性向上策には、それぞれ留意点がある。このため、後述するように、ストレステストやその他の定量的・定性的情報も活用し、リスクを多面的に把握することが必要である。

（図表2-3）VaRの限界

限界	①リスクファクター特定の限界	②統計分析の限界（稀で極端な事象の推計）	③価値評価モデルの限界
概要	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 重要なリスクファクターの見落としによりリスク評価を誤る。 ✓ 主要なリスクファクターが過去と異なるなど。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ リスクファクター変動や相関構造が過去と異なれば、リスク評価を誤る。 ✓ 稀で極端な事象は、観測データが少ないため計測が難しい。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 金融商品の価値評価モデルは、過去の取引情報を踏まえて選択・決定される。 ✓ 過去の市場データに織り込まれていない市場流動性の著しい低下などは勘案できない。
事例	<ul style="list-style-type: none"> ✓ サブプライム証券化商品における債務者のデフォルト関連の変化。 ✓ 過去には認識されていなかったソブリンリスクの高まり。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ リーマンショック前後の証券化商品価格や株価の大きな変動。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ サブプライムショック後の証券化商品市場等における市場流動性の枯渇。

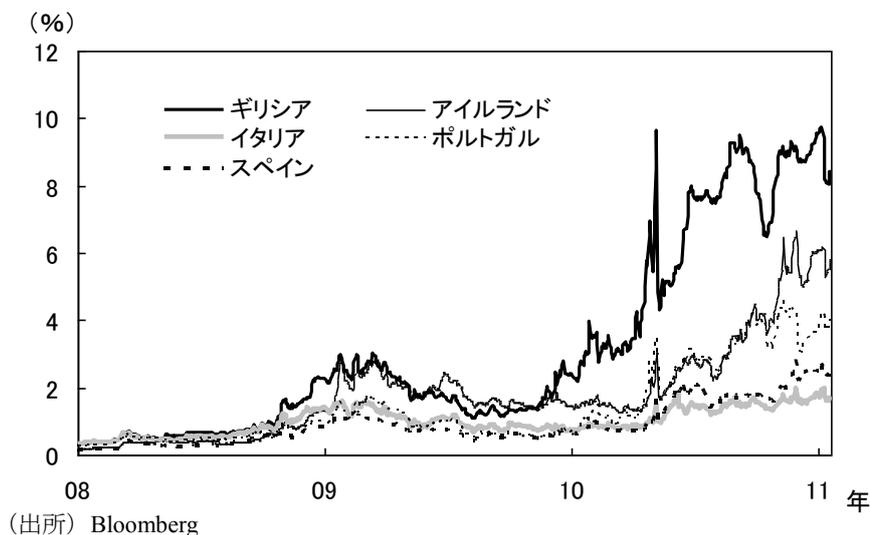
イ. リスクファクター特定の限界と有効性向上策

VaRは、リスクファクターと金融商品価値との関係（価値評価モデル）を仮定したうえで計算されるが、あらゆるリスクファクターをモデルに取り込んでいるわけではない。いくつかの主要なリスクファクターのみを取り込むのが一般的である。また、将来、主要なリスクファクターの影響度が大きく変化したり、それまで考慮していなかったリスクファクターの重要性が高まることまでは勘案できない。VaRは、このような事態が発生すると、有効性が大きく低下する。

国際金融危機では、2007年夏以降、サブプライムローンの延滞率が急激な上昇に転じ、同ローン証券化商品の価格が大幅に下落した。この段階で、「多くの債務者が同時にデフォルトする可能性（デフォルト関連）」が大きく高まり、主要なリスクファクターとして認識された。また、最近におけるGIIPS諸国（ギ

リシャ、アイルランド、イタリア、ポルトガル、スペイン) のソブリンリスクの高まりも、リスクファクターの重要性が大きく高まった事例として整理できる¹⁴ (図表2-4)。

(図表2-4) GIIPS 諸国の対独国債(10年)スプレッドの推移



金融機関は、主要なリスクファクターの見落としなどによるリスクの過小評価をできる限り回避することが望ましい。その対策としては、価値評価モデルによって算出される価値と市場価格（あるいはモデル上想定される損益と実際の損益）の乖離状況をチェックすることが挙げられる。両者の乖離が無視できないレベルとなった場合、重要性が高まったリスクファクターがないかを調査・分析し、それをモデルに取り込むことである。

ただし、両者が乖離する原因は常に特定できるとは限らない。市況急変時には、こうした分析を行う時間的余裕がない場合もあり得る。

ロ. 統計分析の限界と有効性向上策

VaR は、将来のリスクファクター変動を統計的手法で推計し、これを価値評価モデルに投入して計算する。このリスクファクター変動の推計や、価値変動の評価（損益分布の把握）は、主として以下の4つの技術的限界がある。

¹⁴ 「ソブリンリスク」は、既に広く知られていたものであったが、過去に顕在化した事例が何れもエマージング諸国中心であった。このため、ソブリンリスクが欧州先進諸国で高まることまで広く認識されていたわけではないといえる。このことは、GIIPS 諸国のソブリンリスクが、2008 年前半までは殆ど市場価格（スプレッド）に反映されていないことから窺われる。

- (イ) 将来のリスクファクター変動が過去の変動と同じとは限らないこと（「定常性の仮定」の問題¹⁵⁾
 - (ロ) リスクファクター変動に特定の分布（正規分布など）を仮定すると、リスクを過小評価する可能性があること（ファットテイル性の問題¹⁶⁾
 - (ハ) リスクファクター同士の稀で極端な事象を含めた相関構造やその変化を把握することが困難であること
- (ニ) VaR を超える損失の規模を評価できないこと（テイルリスクの問題¹⁷⁾

国際金融危機では、これらが複合的に作用し、VaR の有効性が著しく低下した。以下では、このうち、VaR の主たる限界として、「定常性の仮定」に伴う問題を取り上げる（それ以外の論点は補論 1 を参照）。

VaR は、原則として過去データに基づき推計された一定頻度で生じ得る損失額であり、将来も同じ頻度で同程度の損失が発生すると仮定している（「定常性の仮定」）。しかし、こうした仮定は、現実には、ボラティリティが不規則に変化しているなど、常に成立しているとはいえない。実際に、TOPIX（日次収益率）の VaR のパフォーマンスを、バックテストによって検証してみると、ブラックマンデー時（1987 年）、日本のバブル崩壊時（1990 年）、アジア通貨危機時（1997 年）、リーマンショック時（2008 年）など、市場環境が大きく変化した時期は、テスト結果が悪化している（図表 2-5）¹⁸⁾。

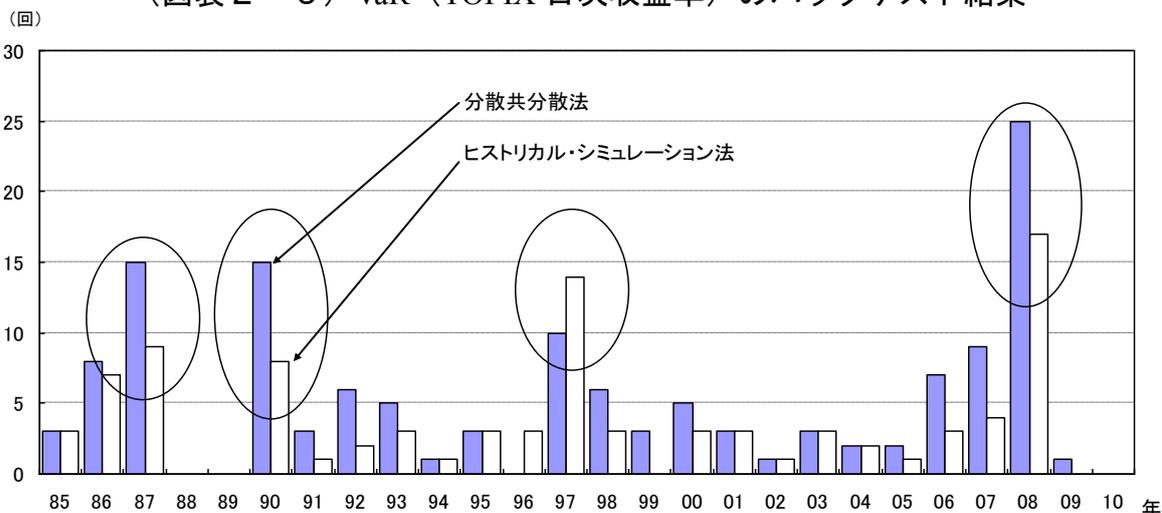
¹⁵⁾ 本稿における「定常性の仮定」とは、過去データに基づき推計したリスクファクター変動（パーセント点）が、将来も一致すると仮定することをいう。

¹⁶⁾ ファットテイル性とは、リスクファクター変動における分布の裾（テイル）が、正規分布などよりも厚いことを指し、大きなリスクファクター変動がより高い頻度で生じることをいう。

¹⁷⁾ テイルリスクとは、VaR の信頼水準を超えて発生する損失を指す（分布の裾という意味でテイル）。例えば、信頼水準 99% の VaR であれば、1%（100%－99%）以下の確率で生じる損失である。

¹⁸⁾ ここでは TOPIX 日次収益率変動に正規分布を仮定する分散共分散法と、分布を仮定せず、過去の分布をそのまま用いるヒストリカル・シミュレーション法の双方を示した。何れも、大きな局面変化時の結果は悪化しているが、全体として、分散共分散法のテスト結果が相対的に悪い（超過回数が多い）。これは、TOPIX 収益率変動がファットテイルであることによる（補論 1 を参照）。

(図表 2-5) VaR (TOPIX 日次収益率) のバックテスト結果



(注 1) VaR は、信頼水準：99%、データ観測期間：750日、保有期間：1日で計測。

(注 2) バックテスト結果は、実績値が VaR を超過した回数を年毎にカウントしたもの。

(資料) Bloomberg

市場環境が大きく変化した場合に、VaR の有効性を低下させないようにする方策もある¹⁹。例えば、①観測期間を短期化したり²⁰、直近データにより重いウエイトを付加する、②ボラティリティや相関が時間の経過とともに変化するという性質をモデル化する²¹、などがある。

このうち、観測期間を短期化した例をみると、足もとの市況変動の影響が過去の多量のデータで薄められずに計算に取り込まれるため、市場環境が大きく変化した時期は、バックテスト結果が比較的良好となる²² (図表 2-6)。わが国の大手金融機関の一部では、国際金融危機後、この点に着目して長期、短期の双方の観測期間で計測した VaR を併用する取り組みを行う例もみられる。

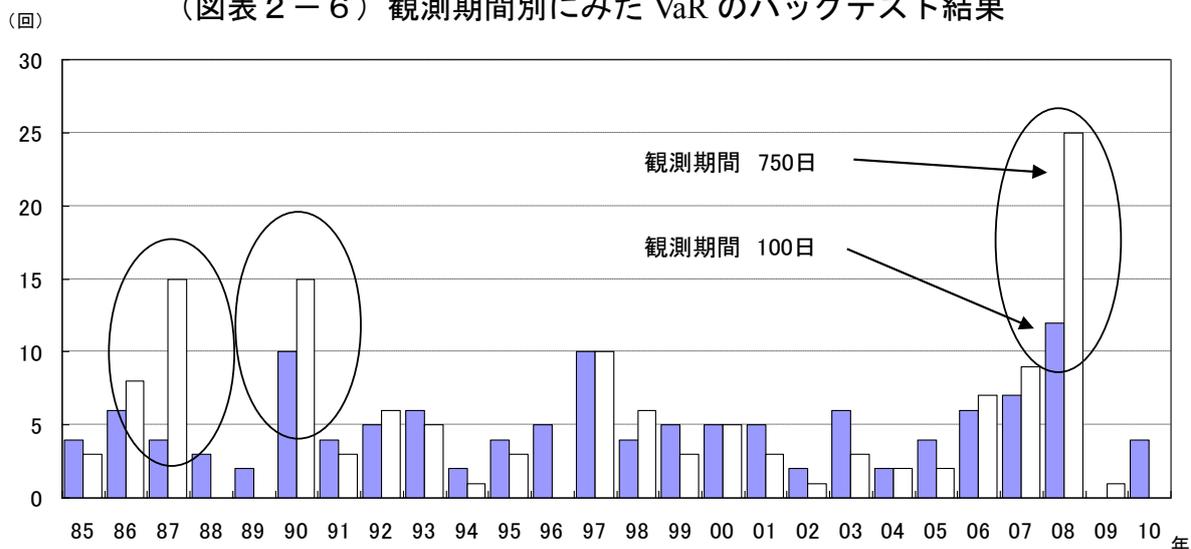
¹⁹ 現実には、市場が大きく変動するような局面では、VaR などの加工されたリスク情報よりも、様々な市況データや損益情報に基づき必要な対策を講じるべきとの考え方もある。こうした対策を講じるかどうかは、各金融機関のリスク管理の考え方、VaR の位置付けなどによって変わり得る。

²⁰ ただし、ヒストリカル・シミュレーション法は、信頼水準 99.9% の VaR であれば少なくとも 1000 個以上のデータが必要であるなど、観測期間の短期化には限度がある。

²¹ 本稿では取り上げないが、ボラティリティ・相関が時間の経過とともに変化する性質をモデル化する方法としては、①ARCH (AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity)、EWMA (Exponentially Weighted Moving Average)、GARCH (Generalized AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity)、②確率ボラティリティ・モデル、③マルコフ・スイッチング・モデルなどがある。

²² 観測期間の短期化は、市場環境が大きく変化したときのバックテスト結果を改善させるが、平時における同テスト結果を常に改善させるとは限らない。こうした点を含めて、複数の観測期間で VaR を計測するなどにより、観測期間の選択が VaR の計測結果にどのような影響を与えるかを把握することは有益と考えられる。

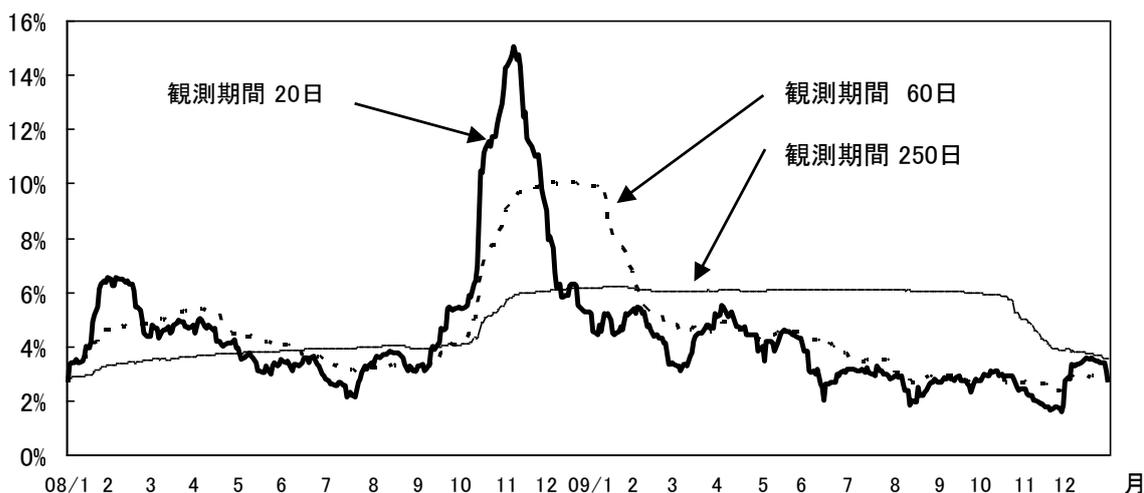
(図表 2-6) 観測期間別にみた VaR のバックテスト結果



(注1) VaR は、TOPIX 日次収益率、信頼水準 99%、保有期間 1 日で計測
 (注2) バックテスト結果は、実績値が VaR を超過した回数を年毎にカウントしたもの。
 (資料) Bloomberg

ただし、観測期間を短期化した VaR の値は、市場の動きに応じて大きく変動しやすい(図表 2-7)。したがって、こうした VaR を利用する場合には、VaR の変動が一時的に生じた極端な事象(テイル事象)によるものか、継続性のある局面変化によるものかを判断する必要がある²³。

(図表 2-7) 異なる観測期間でみた VaR の動き (TOPIX 日次収益率)



(注) VaR は分散共分散法による (信頼水準 99%、保有期間 1 日)。
 (資料) Bloomberg

²³ ここでは、テイル事象とは、損益分布は変化せず、分布の裾(テイル)で想定される一時的で極端な事象を指し、局面変化とは、損益分布が変化するような継続的な事象を指す。

ハ. 価値評価モデルの限界と有効性向上策

通常、価値評価モデルは、市場の価格メカニズムが機能している平時のデータに基づいて構築されるため、市場流動性の枯渇など、市場の価格メカニズムが機能しなくなる事態までは勘案されていない。このため、VaR の有効性は、市場流動性の大きな低下により価値評価モデルが市場価格を説明できなくなると、大きく低下する。

また、価値評価モデルの有効性が低下するのは、サブプライム証券化商品のように市場流動性が「枯渇」する極端な場合だけとは限らない。わが国では、2007 年以降、15 年変動利付国債の理論価格と市場価格が乖離し始め、2008 年にかけて乖離幅が拡大した。この時期も、従来の価値評価モデルを利用した VaR はリスクを的確に評価できていない（図表 2－8）

（図表 2－8）15 年変動利付国債価格



（注）15 年変動利付国債の市場・理論価格は 15～48 回債の単純平均。

（出所）日本銀行「金融市場レポート」（2009 年 1 月）（図表 II-2-6）15 年変動利付国債価格

市場流動性が低下する局面でも、VaR の有効性を確保するためには、市場の状況変化に合わせて価値評価モデルを見直すことが考えられる²⁴。実際、国際金融危機時に大きな損失を回避した米欧金融機関は必要に応じてモデルを修正していたとされる²⁵。

²⁴ 市場流動性が低下した場合、売却等のポジション調整に要する期間が長期化したという意味で VaR 計算上の保有期間を長期化する対応策が講じられる場合がある。しかし、市場流動性の低下は、ポジション調整に要する時間が長期化しただけでなく、リスクファクター変動に対する金融商品価値の感応度（価値評価モデル）が変化するため、保有期間の長期化だけでは捉えることができない。

²⁵ 例えば、SSG (2008)を参照。

ただし、市場の状況変化に合わせて迅速に価値評価モデルを見直すことは、十分な IT インフラや価値評価モデル構築のノウハウが必要であるなど、難易度が極めて高い。また、市場流動性が枯渇する事態まで考慮した頑健な価値評価モデルを予め構築することは、相当難しい。これは、平時の市場価格にそうしたリスクが織り込まれていないことが多いためである。

(2) ストレステスト

① ストレステストの概要

ストレステスト²⁶は、金融機関経営にとって、稀であるが経営上無視できないストレス事象が生じる場合の損失額を評価し、意思決定に活用するリスク把握手法の1つである。ストレステストには、自己資本の大半が毀損するようなものから、赤字決算、自己資本比率の低下、特定のポートフォリオでの許容レベルを超えた損失など、様々なシナリオがあり得る。

ストレステストに用いられるシナリオ（ストレスシナリオ）は、過去イベント型シナリオと仮想シナリオに大別される（図表2-9）。

過去イベント型シナリオとしては、ブラックマンデー（1987年）、アジア通貨危機（1997年）、ロシア危機や LTCM 破綻時の市場混乱（1998年）、今回の国際金融危機時における各リスクファクター変動などが用いられる。過去イベント型シナリオは、実際に発生した事象を参照する。そのため、例えば、ストレス時におけるリスクファクター同士の相関構造の変化を仮定する必要がなく、シナリオ策定作業が簡素である。また、当該シナリオの発生可能性について、組織全体が納得しやすい²⁷。一方、過去と異なる損失発生パターンや過去に経験がないイベントを想定していないというデメリットもある。

これに対して、仮想シナリオは、過去データに縛られずに、将来起こり得るストレス事象の影響度評価を行うことが可能である。ただし、仮想シナリオは、

²⁶ 本稿では、ストレステストをシナリオ分析の一形態と捉えている。シナリオ分析は、変動させるリスクファクターを選択し、その変動幅を設定することで、ポートフォリオ価値の変化を計算するものである。このうち、リスクファクターとその変動幅、さらに、その背景となる経済事象（「景気悪化」等）を「シナリオ」という。ストレステストは、このうち、ストレス事象を考察対象としたものをいう。

²⁷ ただし、過去イベント型であっても、個別リスクカテゴリーやポートフォリオ単位のストレステスト結果を単純合算する場合には、やはり納得性は低下する。これは、例えば、金利上昇、株価下落、債券価格下落シナリオについて、それぞれの過去最大変化幅をシナリオとして設定しても、それらが同時に実現するような経営環境を想像することは難しいためである。

過去に生じたことがない事象を想定するものであり、主観的にシナリオを策定しなければならない。このため、仮想シナリオは、組織全体の納得を得ることが難しい面がある。また、ストレス時におけるリスクファクター同士の相関構造をモデル化するなどの難易度の高い分析・検討作業が必要となる。

(図表 2-9) 過去イベント型シナリオと仮想シナリオ

	過去イベント型シナリオ	仮想シナリオ
具体例	過去のストレス事象発生時における金融商品価格の変動等を利用。 ・ブラックマンデー (1987年) ・アジア通貨危機 (1997年) ・ロシア危機・LTCM 破綻 (1998年) ・国際金融危機 (2007~2008年) ・過去 10 年最大下落など	・株価 X%下落と金利 Ybp 上昇 ・大口与信集中先の倒産 ・地価 Z%下落 ・大幅景気悪化 ・イールドカーブのベアフラット化、スティープ化など
メリット	✓ シナリオ策定作業が簡素。 ✓ 組織全体が納得しやすい。 ✓ 詳細なデータをもとに機械的に損失額を計算できる。	✓ 過去データに依存しない。 ✓ 将来起こり得るストレス事象の影響度評価や隠れたリスクの影響度評価に利用できる。
デメリット	✓ 過去データに依存する。	✓ シナリオ策定作業が煩瑣 (様々な分析作業が必要)。 ✓ 組織全体がシナリオに納得することが難しい。

②国際金融危機後のストレステスト実務の変化

ストレステストは、国際金融危機以前からその重要性が指摘され、多くの金融機関でリスク管理実務の 1 つとして取り組まれていた²⁸。しかし、国際金融危機以前に実施されていたストレステストは、次のように、シナリオがカバーする範囲、深刻度のいずれにおいても十分ではなかった²⁹。

具体的には、国際金融危機以前のストレステストは、シナリオ策定負担が小さい、組織全体が納得しやすいなどの理由から、過去イベント型シナリオによるものが中心であった。また、ストレステストの範囲も、特定のリスクカテゴリーや個別ポートフォリオ単位が中心で、それらが全社的なレベルでどのような影響を及ぼすかを統合して評価する例は限定的であった。これに加えて、銀

²⁸ 例えば、GDSG (1993)を参照。また、CGFS (2001, 2005)では、多くの金融機関がストレステスト実務をリスク管理技術の 1 つとして定着させていると評価していた。

²⁹ 国際金融危機前後のストレステスト実務の評価や変化は、例えば、BCBS (2009)を参照。

行単体ベースだけでなく、関連会社やオフバランスシート・ビークルを含むグループ全体への影響度を評価するストレステストは、膨大なコストがかかることから、十分には行われていなかった。国際金融危機では、こうした過去イベント型シナリオかつ範囲が限定されたストレステストでは、経営の適時・適切な意思決定を促すことができないことが明確になった。こうした反省から、国際金融危機後、ストレステストは、仮想シナリオに基づく、より厳しい想定を含むものが増加している。また、対象範囲も、全社的な影響度を評価するものが重視されてきている（全社的な視点でのストレステストは後述）。

既に述べたとおり、仮想シナリオは主観的に策定せざるを得ないため、経営陣、ビジネス部門（フロント）、リスク管理部門（ミドル）など組織全体が納得し、経営上の意思決定に活用することが難しい。現在、内外の金融機関では、試行錯誤を繰り返しながら、スキルや知見を蓄積し、シナリオ策定手法の改善を図っている段階である。

③ストレステストのさらなる活用に向けた課題

仮想シナリオは、稀で極端な事象（厳しさ）を考慮しようとするほど、当該シナリオの起こり易さ（蓋然性）について現実感が伴わず、組織全体として納得することが難しくなる。一方、蓋然性を重視し過ぎると、本来、経営として考慮すべき厳しい事象に対する配慮ができなくなる。このように、仮想シナリオは、シナリオの蓋然性と厳しさをバランスさせる工夫が必要となる。そこで、経営陣がシナリオの策定段階から主体的に関与するとともに、ストレステストの結果を意思決定に活用することが期待されている³⁰。

以下では、こうした経営陣の主体的な関与のもとで、ストレステストをさらに活用するための課題を整理する。

³⁰ BCBS (2009)では、ストレステストが「適切な経営レベルの意思決定に影響を与えるよう、行動に直結するようなものであるべきである。取締役会及び上級管理職のストレス・テスト・プログラムへの関与は、その効果的な実施のために不可欠である」として、経営陣がストレステストへ関与することの重要性を指摘している（原則1）。また、経営陣がストレステストに主体的に関与することは、ストレスシナリオの厳しさと蓋然性のバランスを取り、組織全体としてのシナリオに対する納得性を高めることにも貢献する。

イ. 目的と統合的なストレスシナリオの策定

第1に、ストレステストは、金融機関の置かれた経営環境を踏まえたうえで、何を確認するかという目的を明確に設定することが望ましい（図表2-10）。

（図表2-10）ストレステストの目的（例）

目的（例）	シナリオの例
①リスク計量化手法の補完	<p><リスク計量化モデルの限界に着目したシナリオ></p> <ul style="list-style-type: none"> ・主要なリスクファクターの変化、リスクファクターの大幅変動 ・ファットテイル性の勘案、相関構造の変化 ・景気の大規模な悪化や制度変更等に伴う影響度評価 ・市場流動性低下（リスクファクターの極端な変化や非線形性の変化）
②自己資本の十分性確認やストレス事象の期間損益への影響度評価	<p><ストレス事象の全社的な影響度を評価></p> <ul style="list-style-type: none"> ・一定の損失規模（赤字化、自己資本比率4%割れ等）となるようなリスクファクター変動（およびその組合せ）を試算（逆算）するリバース・ストレステスト ・マクロ経済指標が変化したときにおける全社的な損失規模の試算
③緊急時対応策の検討	<p><ストレス事象発生時の迅速な対応を検討するための材料></p> <ul style="list-style-type: none"> ・経営上無視できない損失規模（自己資本の調達可能性の検討に利用） ・大口取引先の急激な経営悪化（コベナンツ見直しに利用）や急激な相場下落（ロスカットルールやヘッジの検討に利用）
④リスクに関する対話の題材	<p><経営方針の策定・変更を活用するための様々な視点で実施></p> <ul style="list-style-type: none"> ・経営陣の問題意識やフロント・ビジネス部門から寄せられた定性情報に基づくシナリオ等

ストレステストの目的としては、リスク計量化手法の補完、自己資本の十分性確認、期間損益への影響度評価、緊急時対応策の検討など、様々なものが考えられる。ストレステストの目的を明確化することは、シナリオの蓋然性と厳しさのバランスを採るうえでの1つの着眼点を提供する。

例えば、リスク計量化モデルの補完を目的とする場合を考えてみよう。この場合、リスク計量化モデル上は一定と仮定しているボラティリティや相関の変化を勘案したり、それらに対する金融商品価値の感応度変化の影響を取り込むことが重要となる。また、自己資本の十分性確認に際しても、1度に生じるストレス事象の影響度を評価する場合と、ストレス事象が複数年にわたって及ぼす影響を評価する場合とでは、ストレスシナリオの厳しさやシナリオ設定方法が異なる。また、経営陣が懸念するストレステスト結果（赤字化、一定の自己

資本比率を下回る等)から、そうした状況に陥るリスクファクター変動やその組合せを逆算するリバース・ストレステストの活用も広がっている。これは経営陣が懸念するストレス時損失(結果)からシナリオを逆算するという点で、経営陣における納得性が高まる面があると考えられる。

なお、自己資本の十分性を確認するためのストレステストは、そもそも自己資本が足りなければ経営ができなくなるとの意識が働き易い。このため、自己資本の十分性確認が自己目的化し、シナリオの厳しさが不十分となったり、逆に、自己資本が不足するシナリオは「極端過ぎる」として経営会議で十分に議論されないことも多く、経営判断に活用し難いとの見方が多い。この難点を克服するためには、経営陣の関与により、シナリオの厳しさを緩和するようなプレッシャーを与えないようにすることである。また、極端なシナリオであっても、極端過ぎるかどうかを重視した議論よりも、リスク削減策や資本調達可否などの対応策を重視した議論を行うなどの工夫が必要である。

ロ. ポートフォリオ特性を踏まえたストレステストの実施

第2に、金融機関のポートフォリオ特性や弱点を十分に勘案したストレステストを行うことが望ましい。

例えば、信用リスクの点検に際し、不動産担保貸出の多い金融機関では、不動産価格下落シナリオを考えておくことは当然必要である。しかし、金融機関の取引先の属性次第では、不動産価格下落シナリオよりも、特定の非取引先大企業の業況悪化が取引先の下請け企業群に与える影響の方が深刻な場合がある。あるいは、主要取引先の業況悪化時に、できる限りその存続や再生を支援する方針のもとでは、追加融資によってリスクが拡大するシナリオがより重要な場合もある。さらに、デフォルト率の上昇やデフォルト時回収率の低下といったシナリオだけでなく、両者の相互作用³¹を考慮したシナリオが重要となる場合もある。

また、金利リスクの点検に際しては、現在のポートフォリオの満期構成を前提とすると、わが国銀行では、一般には、金利のステイプニング化よりもパ

³¹ 例えば、業種や企業のリスク特性によっては、業況悪化に伴いデフォルトの可能性が高まるときには、担保価値が下落している可能性が高いなど、複数のリスクファクター(デフォルト確率とデフォルト時損失率など)の相互作用が発生することがあり得る。

ラレルシフトの方が収益への影響が大きくなる³²。しかし、短期・長期ゾーンが運用超、中期ゾーンが調達超であれば、金利の平行シフトよりもステープニング化の方が収益への影響度が大きくなる可能性がある。

なお、デリバティブ商品などのポートフォリオは、リスク特性が複雑である。このため、経営陣やリスク管理部署が気付いていない弱点が存在する可能性がある。例えば、原資産価格の水準とそのボラティリティの組合せによっては、ポートフォリオ価値への影響が非線形に大きくなるケースがあるかもしれない。こうしたポートフォリオを相応の規模で有している場合には、リスクファクター変動の様々な組合せによる影響度評価を行うことが望ましい³³。

ハ. 組織全体の知見や問題意識の活用

第3に、ストレステストを行う際には、リスク管理部署などの特定部署だけでなく、組織内の様々な部門の知見や問題意識を活用することが望ましい³⁴。

例えば、リスク管理部門と融資部門がコミュニケーションを行うことを通じて、大口与信先のデフォルトリスクよりも、特定業種に関する規制変更の影響を評価するシナリオ策定が重要と判断されるかもしれない。また、市場部門の問題意識を踏まえ、株価の大幅下落シナリオよりも、債券に関するソブリンリスクをより強く反映したストレスシナリオが必要と判断されるかもしれない。

このように、様々な部門の知見や問題意識を活用することによって、経営として重要なストレス事象を見出すことができる。これに基づくストレスシナリオは、組織全体の納得性を高める。また、そのストレステスト結果は、リスクへの有効な対応方針を策定することに繋がると考えられる。

³² 日本銀行 (2010b)を参照。

³³ こうした分析も、ポートフォリオ価値の大きな毀損という結果を想定し、それを出発点として、原因となるリスクファクター変動 (シナリオ) の組合せを見つけ出すという意味で、リバース・ストレステストの一形態である。

³⁴ BCBS (2009)では、金融危機発生前のストレステストについて、「リスク管理部署における孤立した作業として、フロント部署との意思疎通がほとんどないままに実施されていた。つまり、とりわけフロントにおいて、多くの場合そうした分析は信頼できないと考えられていたことを意味する」と評価している。ストレステストを活用するためには、「組織内の各部門の見解を勘案すべき」(原則3)としている。

④ストレステストの先進事例

国際金融危機以降、ストレステストをより有効に活用するための新たな提案や取り組みがみられている。ここでは、国際金融危機の教訓を踏まえた先進的な事例を2例紹介する。何れの方法も、従来以上に複雑な統計処理やITインフラを必要とするなど、試行錯誤の段階にある。したがって、これらは、現時点では、多くの金融機関で有効であるとは限らない。しかし、こうした先進的な取り組みの背景にある問題意識は、多くの金融機関の参考になると考えられる。

イ. VaR とストレステストを融合する試み

1つ目の事例は、VaR とストレステストを融合する試みである。一般に、ストレステスト（シナリオ分析）は、ストレス事象に関する「期間」や「頻度（確率）」の概念が曖昧である。このため、他のストレステストや VaR 等のリスク計量化結果との比較や合算ができない。こうした比較可能性の欠如は、VaR 等の統一的な尺度を重視する金融機関がストレステスト結果を活用する際のネックとなり得る。

こうした問題意識から、シナリオに期間と主観的な確率を設定し、VaR や他のシナリオ分析と比較可能にしたり、VaR と合算するというアイデアが提案されている。具体的には、リスクファクター変動に主観的な確率を与えることなどにより、その「分布」または「分布の変化」に関するシナリオを策定して VaR 計算に取り込む（補論2を参照）。さらに最近では、これを発展させ、当初シナリオに設定した主観的な確率を、客観的な市況情報によって徐々に更新していく最新の手法も提案されている³⁵。

これらの方法は、VaR のように特定の期間で観測された事象に限らず、任意の過去事象を勘案したり、過去の観測データに囚われない大幅な経営環境の変化をリスク評価に勘案できるというメリットがある。また、こうして得られた評価結果は、複数のストレステスト結果同士や VaR との比較ができるほか、事後的にシナリオの妥当性をバックテストすることができる。さらに、ストレスシナリオまで含めた VaR によるパフォーマンス評価を用いてリスクとリターンバランスを考え、経営に活かすことも可能になることが期待されている。

³⁵ 当初設定した主観的な確率（事前確率）を、その後に得られた新しい情報を用いて修正していくときには、ベイズの定理が用いられるため、ベイズ更新と呼ばれる。Alexander (2008) IV.7 章を参照。

ただし、この取り組みには、誰がどのようなプロセスによって主観的な確率を設定するか、その場合の経営陣の関与はどうあるべきか、前述の最新の手法が現実のリスク管理への程度応用可能なのか、などの論点がある。今後、これらの論点を含めて、金融機関のリスク管理実務への応用可能性や留意点を検討していくことが期待される。

ロ. ストレス事象の影響度をより具体化する取り組み

2つ目の事例は、ストレスシナリオの具体性を高める取り組みである。わが国の一部の大手金融機関では、海外の景気悪化に伴う輸出減少など、よりストーリー性のあるマクロ経済シナリオを起点としたストレステストに取り組んでいる。これは、株価下落や信用コスト増加などのように、リスクファクターを機械的に変動させるだけでは、その背景に対する洞察がないため、組織全体が納得するシナリオになり難いとの問題意識に基づいている。

この事例では、ストレスシナリオと金融機関の損失の関係を統計モデルによって関連付けている。具体的には、まず、日本の輸出減少が業種別の生産高に与える影響を推計する。次に、生産高の変化が個別与信先の売上高や利益率等の財務内容に与える影響を統計モデルにより推計する。最後に、個別与信先から発生する信用コストを推計する仕組みになっている。この取り組みは、ストレスシナリオを経営陣の問題意識と結び付けやすくしたり、シナリオの具体性が高まる。このことによって、経営陣、融資・運用部門、審査部門、財務部門などの各部門とのコミュニケーションが活発化し易くなることが期待されている。また、個別与信先への与信管理方針などにも活用していくことが展望されている。

ただし、シナリオのバリエーションをどのように設定するか、個別与信先への波及効果をどれだけ安定的に推計できるか、複数年にわたる波及・影響度をどのように勘案するかなどの検討課題も残されている。今後、実績を積み重ねながら、より実効的なストレステストへ発展していくことが期待される。

(3) その他の定量的・定性的情報の活用

より幅広いリスクが顕在化した場合の金融機関経営への影響を取り込むためには、リスク計量化手法やストレステスト以外に、様々な定量的・定性的情報を活用することも重要である。例えば、市場環境によっては、VaRのような加

工情報より、市場価格の動向や損益などの一次情報に基づく判断が有効な場合もある。また、将来における市場環境の大きな変化に繋がり得る定性的情報などからは、ストレスシナリオとして考慮すべき事象に関するヒントを得ることもある。

こうした定量的・定性的に有用な情報は、金融商品や金融機関が置かれた環境、ポートフォリオなどによって様々である。以下では、主な事例を紹介する（図表 2-11）。

（図表 2-11）その他の定量的・定性的情報の事例

定量的情報	<p><外部から取得できる一次情報></p> <p>市況情報（価格、各種インデックス、オファー・ビッド・スプレッド、取引高等）</p> <p>信用情報（信用スプレッド、外部格付、デフォルト率、回収率、財務情報等）</p> <p><金融機関が加工した情報></p> <p>センシティブティ（デルタ、ベガ、ガンマ、bpv 等）³⁶、VaR 以外の計量化手法（EaR：Earnings at Risk、ES：Expected Shortfall³⁷等）</p> <p><ポジション情報></p> <p>市場シェア、ポジション残高、損益等</p>
定性的情報	<p>政治・経済・社会情勢、業界動向、新商品の市場動向、取引先の経営者の資質・技術力・法的トラブルの有無、制度・政策変更、主要株主の動向、機関投資家の動向、アナリストレポート、その他各種ヒアリング情報、レピュテーション等</p>

定量的情報としては、市況情報、信用情報のほか、金融機関が加工したセンシティブティや VaR 以外の計量化手法、ポジション情報などが挙げられる。また、定性的情報としては、政治・経済・社会情勢からヒアリング情報まで多様である。

こうした様々な定量的・定性的情報をどのように活用するかは、金融機関の経営戦略やリスク管理方針によって異なる。以下では、その中からいくつかの活用事例を示す。

³⁶ デルタは、リスクファクターの変化に対する金融商品価値の変化（感応度）を指す。ベガは、リスクファクターのボラティリティ変化に対する金融商品価値の変化を指す。ガンマは、リスクファクターの変化に対するデルタの変化を指す。bpv は、金利（全グリッド）が 1bp（0.01%）変動した場合の金融商品価値の変化を指す。

³⁷ ES は、一定の信頼水準を超える損失額の期待値を求めるもの。

(リスク計量化モデルで考慮していない重要なリスクファクターの有無)

- 政治・経済・社会情勢やヒアリングから得られた定性的情報、市場価格とモデルにより算出した価値との乖離、スプレッドの変化などの定量的情報を活用。
- リスク計量化手法で一定と仮定しているパラメータ（例：債務者のデフォルト相関など）が変化していないか、あるいは変化する兆候がみられないかという観点から、経済・社会情勢に関する定性的情報を活用。

(局面変化の可能性の検討)

- 市場価格やスプレッドの動向、インプライド・ボラティリティの大きな変化といった定量的情報のほか、財政・金融政策の動向、規制や制度変更に関する定性的情報を活用。

(市場流動性の低下の判断材料)

- 市場価格の急激な下落、モデルが算出する価値と市場価格との乖離、オファー・ビッド・スプレッドの動向、市場の取引高の状況等の定量的情報や、機関投資家や他の金融機関の動向、その他ヒアリング等で得られた定性的情報を活用。

(地域経済・他国経済からの連鎖・波及効果の検証)

- 地域経済への影響が大きい大企業の業況変化に関する定量的または定性的情報を活用し、下請け関連業界への影響度をストレスシナリオに勘案。
- 他国経済の大きな変化がわが国経済あるいは取引先へ及ぼし得る影響を、シナリオ策定に勘案。
- 大口取引先への自行の取引スタンス変化が関連業界へ与える影響を、定量的・定性的情報によってストレスシナリオに勘案。

(大規模災害の影響度評価)

- 地震や台風等の自然災害による影響度に関して、調査機関等のデータをもとに影響度を評価。

(その他³⁸)

- 市況急変時に、組織内でリスク認識を共有化して、市場環境や市場価格、損益の変化等を踏まえて迅速な判断を下す。

³⁸ 金融危機で大きな損失を回避した米欧金融機関の中には、サブプライムローンの延滞状況等が急速に悪化していることや、同商品の CDS スプレッドが想定より拡大していることなど、異なる部門から複数の情報を集め、ポジションの売却の意思決定を迅速に行ったとされる例もある。

- 業界動向や取引先の業界でのプレゼンス等の変化に関する定性的情報を、取引スタンスに反映。
- 法的トラブルが発生した取引先との取引を停止。

3. 全社的な視点に立ったリスク把握の強化

リスク管理は、常に全社的な視点を持って行うことが重要である。例えば、リスク管理がサイロ化している場合、債券投資の損益が悪化し、先行きのリスクが高まっていると判断すれば、債券投資を圧縮するかもしれない。しかし、債券と株式を合わせると、両者の動きが逆相関の関係にあるならば、債券投資単独での圧縮は、分散効果の縮小によってポートフォリオ全体のリスクが軽減されなかったり、拡大することに繋がり得る。また、資産サイドのリスクだけに着目して、リスクテイクやリスク制御を行うと、負債サイドも合せた資産・負債全体では、却って特定ゾーンの運用調達ギャップを著しく拡大させることもあり得る。米欧においても、わが国においても、こうした全社的なリスク把握の必要性から、近年、統合リスク管理の枠組みが重視されてきた。

しかし、多くの米欧金融機関における統合リスク管理の枠組みは、国際金融危機では、十分に機能しなかった。以下では、統合リスク管理の発展経緯を振り返りつつ、問題点を具体的に整理したうえで、今後、全社的な視点に立ったリスク把握を強化するための方策を述べる。

(1) 統合リスク管理の発展経緯と問題点

統合リスク管理の枠組みは、そもそもは、グローバルな活動を展開する米欧の金融機関が、多様化・複雑化した業務や異なる部門間のパフォーマンス比較や、それに基づく経営資源配分の検討を行うことを目的に開発された。すなわち、統合リスク管理は経営の効率性・収益性をリスク対比で評価することが初期の目的であった。こうした目的のもとでは、できるだけ統一的な手法でリスク対リターンを相対的に評価・比較することが重視される。この結果、統合リスク管理では、リスク計量化手法が中心的な役割を担ってきた。その後、統合リスク管理は、経営の安定性・健全性の観点から、リスクや損失を吸収する自己資本水準の十分性を評価する目的でも利用されるようになった³⁹。米欧金融

³⁹ こうした統合リスク管理の発展経緯は、BCBS (2008, 2009)を参照。なお、わが国金融機関では、部門間のパフォーマンス評価などよりも、経営の安定性・健全性評価の目的でこの枠組みが導入されたケースが多いと考えられる。

機関では、目標格付のデフォルト率と VaR の信頼水準を関連付けることで、自身の経営の安定性・健全性を対外的に情報発信する手段として利用する例も多くみられた⁴⁰。

国際金融危機の発生前、多くの米欧金融機関では、経済環境が良好な時期が長く続くもとで、リスク計量化手法に対する過信が生じていたとされる。この過信が、市場環境の大きな変化の可能性も視野に入れたリスクの多面的な把握や、そのためのリスク・コミュニケーションが不十分となったことに繋がった可能性が高い。こうした金融機関は、リスク管理のサイロ化の傾向を強めた。サイロ化されたリスク管理は、特定の部門やリスクカテゴリー単位の行動が、他部門等に及ぼす影響を考慮しないため、全社的にみたリスクを高める行動を制御できない。さらに、ある部門が有するリスク情報が他部門によって有益であっても、それが共有化されず、リスク管理の実効性向上の制約となり得る⁴¹。

しかも、国際金融危機では、リスクファクター同士の相関構造が平時と大きく異なった。また、市場流動性と資金流動性の間で負の相乗作用が生じるなど、特定の事象が異なるリスクカテゴリーや部門に跨って波及した。こうした事態は、リスク計量化手法だけで把握することは難しい。例えば、様々なリスクファクター間の相関構造を統計的手法によって把握する場合には、膨大なデータ処理が必要となる⁴²。ストレス時の相関構造を推計する方法は、研究途上にあり、リスク管理実務に広く利用されるには至っていない⁴³。したがって、この観点からも、リスク計量化手法のみに依存せず、ストレステストやその他の定量的・定性的情報を用いた状況判断がより重要となる。

⁴⁰ 例えば、金融機関自身のデフォルトを損失顕在化によって自己資本が払底したときと仮定する。このとき、目標とする外部格付の実績デフォルト率が 0.03%である場合、信頼水準 99.97%の VaR が自己資本と見合うように運営する。これにより、リスクの顕在化によって自己資本が払底する確率（デフォルト確率）は、目標格付の実績デフォルト率 0.03%と同じとなる（100%－99.97%）。ただし、こうした関係が成立するには、VaR がリスクをほぼ完全に捉えていることが前提となる。

⁴¹ SSG (2008)によれば、国際金融危機において大きな損失を回避した米欧金融機関では、ビジネス部門同士の情報が効果的に共有されていた一方、大きな損失を被った先は、リスク管理がサイロ化され、情報が部門毎に遮断されていたと報告されている。

⁴² 例えば、金利では、3ヶ月、6ヶ月、1年、1.5年・・・という具合にグリッドの数が 30 であれば、分散共分散行列で 400 を超える相関係数を推計する必要がある。これに、株式ポートフォリオや為替、各種ボラティリティ、債務者のデフォルト確率やデフォルト時損失率などを加えていくと、統計処理は膨大なものとなる。

⁴³ ストレス時の相関構造が平時と異なることを勘案するために、コンピュータ等を用いたモデル化の取り組みも行われている。

日本銀行金融機構局は、2005年7月、統合リスク管理を巡る議論や課題について整理した「統合リスク管理の高度化」を公表した⁴⁴。同ペーパーでは、まず、統合リスク管理を「金融機関の業務が多様化・複雑化する中で、経営全体としての安定性・健全性を確保するとともに、限られた資本を有効に活用し、経営の効率性や収益性を高めていくための枠組み」として、全社的な視点を持ったリスク管理・経営管理の枠組みと捉えていた。そのうえで、統合リスク管理を「様々なリスクを統一的な手法で計量化し、その総量を自己資本等の経営体力に収まるよう管理する手法」と定義していた。また、「標準的なリスク分類あるいは計量化手法では必ずしも十分把握できないリスクもあり、これらをいかに統合リスク管理の枠組みの中に取り込むかが課題」としていた。以上のように、同ペーパーでは、リスク計量化手法によって把握しきれないリスクを意識しつつも、統合リスク管理を、統一的なリスク計量化手法を軸としたリスク管理・経営管理手法として捉える傾向が強かった。

わが国金融機関の現状をみると、多くの金融機関が統合リスク管理の枠組みを導入している。ただし、多くの場合は、米欧金融機関と同様に、リスク計量化手法を軸とした枠組みとなっており、リスクの総量を VaR 等の合算値によって評価している⁴⁵。このため、VaR 等のリスク計量化手法で捉えていないリスクをどのように考慮するかが課題である。計量化対象外のリスクへの備えという点に関して、わが国金融機関では、自己資本の一定額を未使用の資本バッファとして確保する例が多い。これは、VaR 等のリスク計量化手法の限界への配慮をしたものと解釈することもできる。もっとも、組織全体として、どのような事象に備えるためのバッファであるかという判断プロセスが不明確な例が多い。

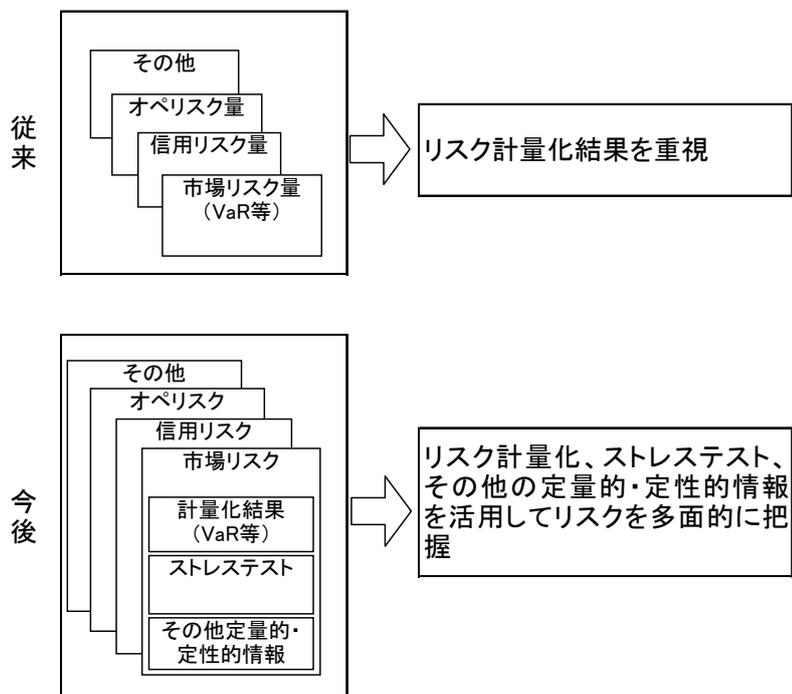
全社的なリスク管理は、今後も、部門別のパフォーマンス評価や経営資源配分の手法、経営の安定性・健全性の確保に向けた手法としての役割が期待されている。その際には、リスク計量化手法のみに過度に依存せず、全社的なストレステストも加味したリスクの多面的な把握を行うことが望ましい（図表3-1）。ストレス時にリスクの相関構造が変化する問題も、ストレステストの工夫

⁴⁴ 日本銀行は、統合リスク管理について、2001年6月にも「金融機関における統合的なリスク管理」を公表している。

⁴⁵ 実務においては、リスク総量は、市場リスクと信用リスクを VaR により、オペレーショナルリスクは粗利益に一定割合を乗じた値により評価する例が多い。

次第である程度評価することも可能となる。米欧金融機関では、リスク計量化手法への過度な依存を見直し、ストレステストも加味した統合リスク管理を目指す動きがみられている⁴⁶。

(図表 3-1) 今後の全社的なリスク管理



(2) 全社的な視点に立ったストレステスト

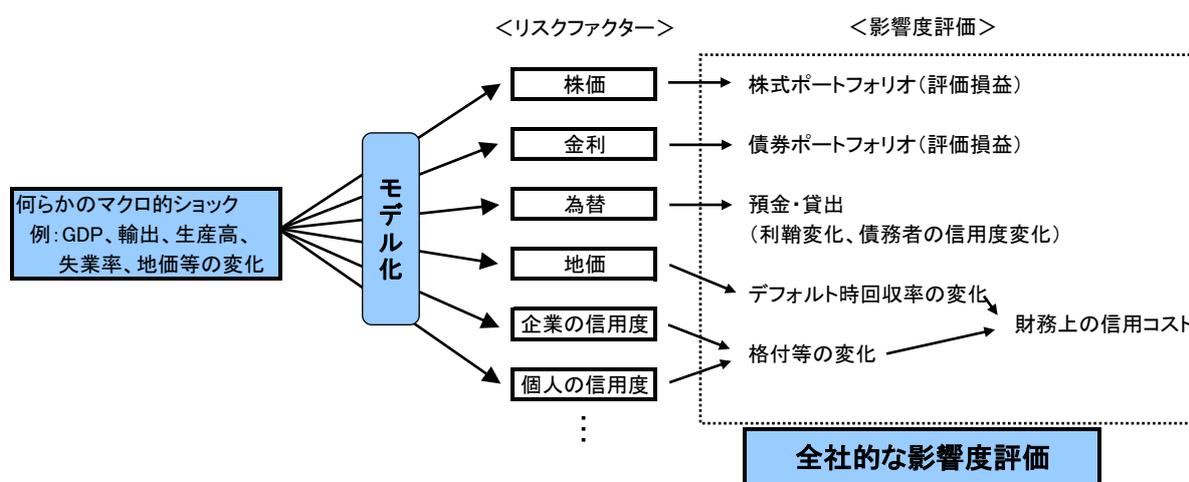
リスク計量化手法のみで全社的なリスクを把握することは難しい。これは、ストレス時におけるリスクファクター同士の相関構造の変化や、リスクカテゴリーや部門に跨がるリスクの波及を考慮した計量化が困難なためである。この問題への1つの対応策が、全社的なストレステストの工夫である。

全社的なストレステストでは、様々なリスクファクター同士のストレス時における相関構造をどう考えるかが実務上の最大の論点である。また、仮に、ストレス時におけるリスクファクター間の相関構造を何らかの方法で推計したとしても、そうしたストレス事象の根拠や背景となるストーリー性がないと、組織内での納得性が低いかもしれない。

⁴⁶ 米欧金融機関におけるこうした動きは、例えば、SSG (2009)、IIF(2009)を参照。

今のところ、こうした問題を解決するための確立された実務慣行や考え方はない。ただ、そうした中でも、最近では、マクロ経済指標（GDP、輸出、失業率、鉱工業生産指数、地価など）を起点とし、その変化が様々なリスクファクター変動を通じて、金融機関のポートフォリオ全体に及ぼす影響を評価する方法が注目されつつある⁴⁷（図表3-2）。

（図表3-2）全社的視点でのストレステスト



全社的ストレステストのポイント	
概要	<ul style="list-style-type: none"> 特定の事象が様々なリスクファクター変動を介して金融機関経営全体に与える影響度を評価。 マクロ経済指標（GDP、輸出、失業率、鉱工業生産指数、地価など）の変動を起点としたものが注目されている。
特徴	<ul style="list-style-type: none"> マクロ経済指標の変動と各リスクファクターの変動の関係をモデル化することで、様々なリスクファクター変動の相互の関連性を整合的に設定できる。
留意点	<ul style="list-style-type: none"> マクロ経済指標と各リスクファクターの関係を表すモデルの前提・仮定を変更すると、同じシナリオでもテスト結果が異なる。

マクロ経済指標を起点としたストレステストのメリットは2点ある。1つは、ストレス時の様々なリスクファクター変動の原因として、マクロ経済指標の変化というストーリー性を設けることで、経営陣の問題意識と結び付けやすくなるということである。経営陣の納得性が高いほど、組織内での議論の活性化が期待できる。もう1つは、様々なリスクファクター間の膨大な相関行列を考慮

⁴⁷ なお、全社的な影響度を評価するストレステストとしては、マクロ経済指標を起点とするものだけでなく、例えば、地震等の災害発生時の影響度評価を行う例もみられる。

しなくても、1つのマクロ経済指標と各リスクファクターとの因果関係に着目することで、相関構造を把握するためのデータ処理面での負荷の問題を大きく緩和するというメリットである。

この全社的ストレステストは、高度なITインフラを必要とする。さらに、マクロ的ショックのシナリオをどのように策定するか⁴⁸、ストレス時におけるマクロ経済指標と個別のリスクファクターとの関係をどうモデル化するか⁴⁹、複数年にわたる影響度をどのように評価するか、といった課題が残されている。

わが国でも、マクロ経済指標を起点としたストレステストを試行する金融機関がみられる。金融機関には、今後とも、こうした全社的なストレステストの影響度評価に向けた試行錯誤を重ね、全社的なリスク管理の実効性を高めていくことが期待される。

(3) 経営陣による判断の重要性とリスク・コミュニケーション

第2節で述べた通り、定量・定性の双方を含む様々な情報に基づきリスクを多面的に把握する場合、経営陣等が、相当の幅をもって経営上重要か否かの判断を行うこと（エキスパート・ジャッジメント）が極めて重要となる。経営陣は、多様なリスク情報を集約し、自らリスクの深刻度を判断する必要がある。したがって、経営陣は、ストレステストのシナリオ策定や、後述するリスク・コミュニケーションに、主体的に関与することが不可欠である。

全社的な視点に立ってリスクを捉えようとする場合、個別リスクカテゴリーでリスクを捉える場合に比べて、より幅をもった判断が必要となる。経営陣は、リスクについて、経営戦略やリスク管理方針との整合性、経営体力の状況等を勘案し、許容すべきリスクか、削減すべきかといった判断を機動的に行うことが求められる。

また、経営陣が関与し、金融機関全体としてリスクを的確に把握するには、組織全体を通じたリスク・コミュニケーションの深化が欠かせない。リスク・コミュニケーションとは、組織全体としてのリスク認識の共有化を図るため、様々

⁴⁸ 実務では、マクロ的ショックについては、公的機関や外部エコノミスト等による経済見通し等を参考としつつ、組織内で複数のパターンを列挙しながら、議論し策定していくことが多いようである。

⁴⁹ ストレステストは、文字通り、ストレス事象を対象とするため、平時あるいは長期平均的な関係ではなく、ストレス時の関連性をモデル化する必要があるが、データが少ないため、難易度が高い。実務的には、過去のストレス時の動き等を参考としつつ、組織内各部署の意見を参考にモデル化することとなる。

な部署・立場からリスクに関する情報や問題意識を持ち寄り、対話を行うことである。リスク・コミュニケーションは、国際金融危機を経験した米欧金融機関において、リスク管理の実効性を向上させるための不可欠な要素と考えられている。わが国の金融機関も、程度の差はあれ、従来からリスク・コミュニケーションを行ってきたが、その実効性を一層向上させることが望ましい。そのために重要と考えられる主なポイントを挙げると、以下の5点である。

第1に、経営陣がリスク・コミュニケーションを促進するためのリーダーシップを発揮することである。具体的には、経営陣が、①全社的なリスク管理方針を決定・周知するとともに、②組織内の各部門がリスク情報を共有化しよう対話を促進するイニシアティブをとることである。これによって、幅広い部門から、当該部門に不利な情報を含め、多様なリスク情報を組織として集約することが可能となる。わが国の金融機関でも、リスク管理担当役員（欧米のCRO<Chief Risk Officer>に該当）が主導して、組織内の対話を充実させるべく、様々な部門を集めた会合をより頻繁に開催し始めた例もみられる。

第2に、組織内の異なる視点や問題意識を持ち寄ることである。経営陣、リスク管理部署、融資・審査部門、トレーディング部署など、部署や立場が異なれば、リスクに対する異なる視点を持つのが一般的である。経営陣は、そうした異なる視点を持つ部署との意見交換を継続的に行うことによって、リスクに対する感度を高めることができる。また、こうした情報共有は、経営陣を頂点とした「縦の関係」だけでなく、異なるビジネス部門同士、リスク管理部署とビジネス部門といった「横の関係」においても重要である（図表3-3）。

（図表3-3）組織内のリスクに対する異なる視点

組織等	視点・問題意識等（例）
経営陣	経営環境、経営方針、リスクテイク戦略、経営体力など、経営全体をより幅広い視点で捉えている。
ビジネス部門（フロント）	ビジネスの最前線で得られる定量的・定性的情報を有する。一方、他のビジネス部門にとって有益かどうかは、気づかない場合が多い。
リスク管理部署	他部署からの確かつタイムリーに情報が集約される限りにおいて、豊富なリスクの統計的分析や関連情報を有する。また、リスク計量化の限界について、最も明確に説明できる。
企画・財務部門等	自己資本比率規制や会計制度など制度変更の方向性や影響度などを把握している。

第3に、計量化手法の限界についての理解を組織内での確に共有することである。この結果、フロントや経営陣が、リスク計量化手法では捉えられない大きな環境変化の予兆や可能性に対してより注意を払うことになるため、関連するリスク情報を提供しやすくなることが期待できる。既にわが国金融機関でも、こうした目的で、有効な取り組みがみられている。

- 役職員に対してリスク管理に関する難解な概念やその限界を解説する内部研修や説明会を充実させたり、内部研修や解説を行う専門部署・担当を設ける。
- 計量化手法の限界について理解を共有化するため、あえて前提や仮定が比較的単純なモデルを利用する。また、異なる前提・仮定に基づくリスク計量化結果を示すことで、その限界と留意点を説明する。

第4に、リスク・コミュニケーションは、状況変化に合わせ、内容や頻度の評価が機動的に行われることが望ましい。例えば、市場環境が大きく変化したときは、経営陣を交えた組織内での対話の頻度を高め、迅速にリスク認識を共有化することが重要となる。

第5に、リスク・コミュニケーションをより効果的に行うために、経営管理、リスク管理をサポートするための様々な情報を処理するITインフラ（MIS<Management Information System>）を整備することである。ITインフラが十分に整備されていれば、リスクに関する情報を効果的に集約することができ、また、機動的なストレステストにも活用できる。金融機関には、こうしたインフラ整備の必要性や進め方について、さらに検討を深める余地がある。

4. おわりに

本稿は、金融機関が、まず、リスクを多面的に把握することの重要性を指摘した。国際金融危機の教訓を踏まえると、特定の手法に過度に依存せず、リスク計量化手法、ストレステスト、その他の定量的・定性的情報を活用したリスクの状況判断が必要となる。次に、全社的な視点に立ったリスク把握を強化することの重要性を指摘した。そのためには、特定の事象が異なる部門やリスクカテゴリーにどのように波及するかを考えるための取り組みが必要である。統合リスク管理も、リスク計量化手法を軸としたこれまでの手法から、より多面的な情報を活用し、全社的な視点でリスクの状況判断を行う方向へと発展させていくことが大きな課題である。

こうした取り組みについては、未だ発展途上であるため、サウンド・プラクティスが確立されていないか、実現が容易ではないものも含まれている。しかし、わが国金融機関が国際金融危機を「対岸の火事」とせず、その教訓を活かしたリスク管理の向上を目指すことは重要である。将来における大きな市場環境の変化が生じた際にも、経営の安定性・健全性が損なわれないようにする努力が必要と考えられる。

最後に、今後、わが国金融機関がリスク管理をさらに発展させていくうえでの残された検討課題を挙げる。

第1は、リスクの把握だけでなく、リスクを能動的にどうコントロールしていくかというリスク戦略の策定である。わが国の銀行や信用金庫の多くは、貸出、債券投資のいずれの面でも、長期保有を前提としたビジネスモデルが中心である。このため、短期かつダイナミックにリスク削減を行うことが難しい場合も多いと考えられる。こうしたわが国金融機関の長期的・粘着的なビジネスモデルを踏まえると、予め自己資本で様々なストレスに備えるだけでなく、取引採算等を吟味したうえで能動的なポートフォリオ見直しなどのリスク戦略を明確化することが課題である。

第2は、経営陣がリスク削減等の意思決定を行う際の明確な判断基準（リスク・アペタイト）の構築である。既に述べたとおり、経営陣は、リスクを把握し、維持や削減等の判断を行う場合には、リスクについてかなりの幅をもって判断することとなる。経営陣は、経営戦略やリスク管理方針、さらには経営体力等と統合的な判断基準として、この幅のあるリスク評価を基に、どのようなリスクをどれだけ取るかという点を明確化することが望まれる。

第3は、内外のステークホルダーとの対話方法の検討である。本稿で示したリスク把握方法では、VaRのようにリスクを分かり易い数値で表現することができない。経営全体として、リスク状況の判断をどのように行い、リスクをどうコントロールするかについて、株主や監督当局を含む内外のステークホルダーとどう対話していくかが課題である。

日本銀行は、こうした残された課題も含めて、わが国金融機関との間で、国際金融危機の教訓を踏まえ、リスク管理の実効性を一層向上させる方策について、今後も議論を深めていくこととしたい。

【参考文献】

- 日本銀行金融機構局 (2005)、「統合リスク管理の高度化」
- 日本銀行 (2009)、「金融機関の流動性リスク管理に関する日本銀行の取り組み」
- 日本銀行 (2010a)、「国際金融危機を踏まえた金融機関の流動性リスク管理のあり方」
- 日本銀行 (2010b)「金融システムレポート (2010年9月号)」
- Alexander, C. (2008), *Market risk analysis IV: Value-at-risk Models*, Wiley.
- Berkowitz, J. (1999), “A coherent framework for stress testing,” *Journal of Risk*, 2(2), pp. 5-15.
- Basel Committee on Banking Supervision (BCBS) (2008), “Range of practice and issues in economic capital modeling.”
- Basel Committee on Banking Supervision (BCBS) (2009), “Principles for sound stress testing practices and supervision.” (日本銀行仮訳「健全なストレス・テスト実務及びその監督のための諸原則」)
- Basel Committee on Banking Supervision (BCBS) (2010), *Developments in modeling risk aggregation.*”
- Committee on the Global Financial System (CGFS) (2001), “A survey of stress tests and current practice at major financial institutions,” Bank for International Settlements. (日本銀行仮訳「主要金融機関におけるストレステストとその実務に関する調査」)
- Committee on the Global Financial System (CGFS) (2005), “Stress testing at major financial institutions: survey and practice.”
- Counterparty Risk Management Policy Group III (CRMPG) (2008) “Containing systemic risk: the road to reform.”
- Global Derivatives Study Group (GDSG) (1993), *Derivatives: practices and principles*, The Group of Thirty.
- Hull, John (2009), *Risk Management and Financial Institutions*, Second edition, Prentice Hall.
- IFRI and CRO Forum (2007), “Insights from the joint IFRI/CRO forum survey on economic capital practice and applications.”
- Institute of International Finance (IIF) (2008), “Final report of the IIF committee on market best practices: principles of conduct and best practice recommendations.”

Institute of International Finance (IIF) (2009), “Reform in the financial services industry: strengthening practices for a more stable system.”

Senior Supervisors Group (SSG) (2008), “Observations on risk management practices during the recent market turbulence.”

Senior Supervisors Group (SSG) (2009), “Risk management lessons from the global banking crisis of 2008.”

Senior Supervisors Group (SSG) (2010), “Observations on developments in risk appetite frameworks and IT infrastructure.”

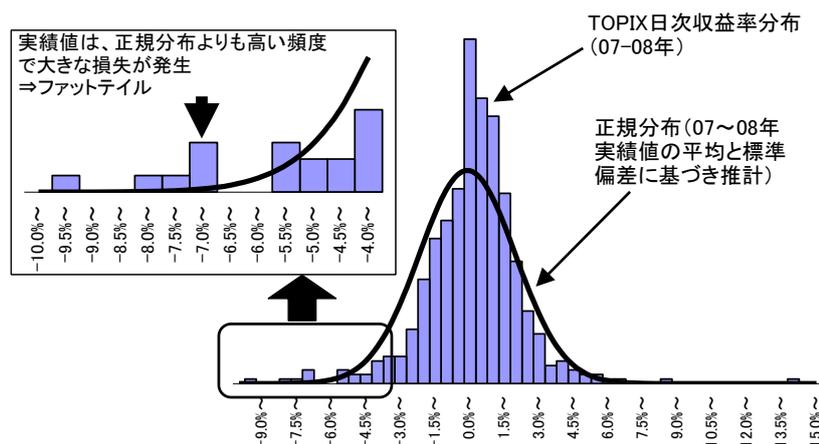
【補論 1】 VaR に関するその他の論点

本文では、VaR を計算する際の統計分析の限界のうち、「定常性の仮定」のみを取り上げた。ここでは、その他の問題である、①ファットテイル性、②相関構造把握の困難性、③テイルリスクの3つの問題について解説する。

1. ファットテイル性の問題

わが国金融機関の多くは、リスクファクター変動に正規分布を仮定する分散共分散法を利用している。しかし、実際の市場データをみると、稀な損失は、正規分布が想定するよりも高い頻度で生じることが多い（ファットテイル性）。このため、正規分布を仮定した VaR はリスクを過小評価する（補論 1 図表 1）。

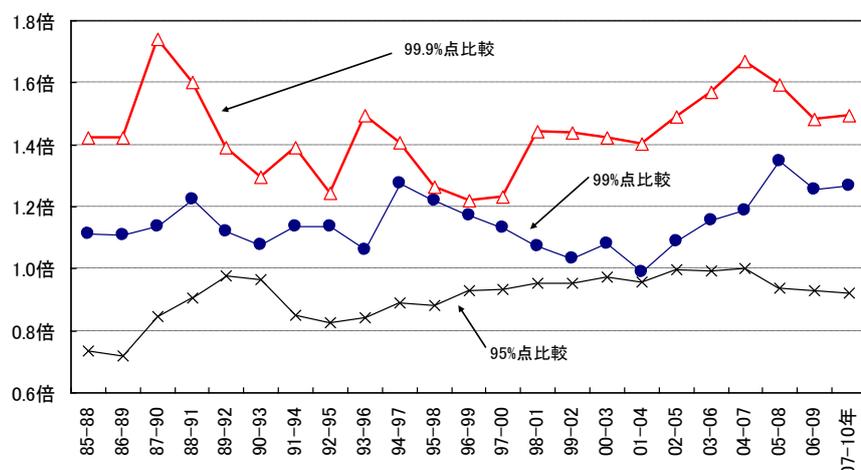
（図表 A 1 - 1）ファットテイル性（2007 年～2008 年の TOPIX 収益率）



具体的に、TOPIX 日次収益率について、正規分布を仮定した VaR と実績値を比較すると、ファットテイル性が原因となり、高い信頼水準ほど、当該 VaR はリスクを過小評価していることが分かる（図表 A 1 - 2）⁵⁰。

⁵⁰ なお、（図表 A 1 - 2）をみると、正規分布を仮定した VaR であっても、信頼水準 95% に関しては、近年では 1 倍近傍であるため、極端な過小・過大評価とはなっていない。この分析結果から、1 つの考え方として、VaR の信頼水準を 95% とすることで、① VaR の信頼性を高め、② VaR にはファットテイル性の調整を行わず、別途ストレステスト等でテイルリスクに配慮する、という考え方もあり得る。実際、米欧金融機関では、こうした理由から、VaR の信頼水準を 95% とする例がみられている。ただし、近年において、信頼水準 95% 近傍が相応に妥当であることが、将来も保証されているわけではない（この点は、本稿で取り上げた「定常性の仮定」に伴う問題が存在しているためである）。

(図表 A 1 - 2) ファットテイル性の状況 (TOPIX 日次収益率)



(注1) データ観測期間は4年間(約1,000日)。TOPIX日次収益率の実績値から得られる平均値と標準偏差(ボラティリティ)に基づく正規分布を仮定したVaRを算出(分散共分散法)。このVaRと、同一の観測データから得られたパーセント点を比較(実績値のパーセント点/正規分布を仮定したときのパーセント点)。

(注2) 上記分析では、通常のVaRと実績値をバックテストで比較する場合と異なり、観測データが同一であるため、本稿の「定常性の仮定」に伴う問題は無視し得る。

(資料) Bloomberg

わが国金融機関の多くは、正規分布を仮定した分散共分散法によるVaRを利用している。そこで、まず、実際のデータを用いて、正規分布に基づくVaRがどの程度の過小評価となっているかを分析することが望ましい。一部の金融機関では、こうした点に配慮し、過去データで観測されたファットテイル性を考慮できるヒストリカル・シミュレーション法を利用する例がある。また、金融機関の中には、VaRにファットテイル性を調整するための倍率を乗じるという対応もみられる⁵¹。

ただし、何れも、ファットテイル性が過去にないほど強まるような局面変化までは把握しきれないわけではない⁵²。

⁵¹ ファットテイル性を調整する倍率とは、例えば、(図表A1-2)のように、信頼水準99.9%であれば、過去データから、概ね実績値がその1.2~1.8倍程度であるという分析結果を参考に、正規分布を仮定したVaRに乘じる倍率を考慮するというものである。

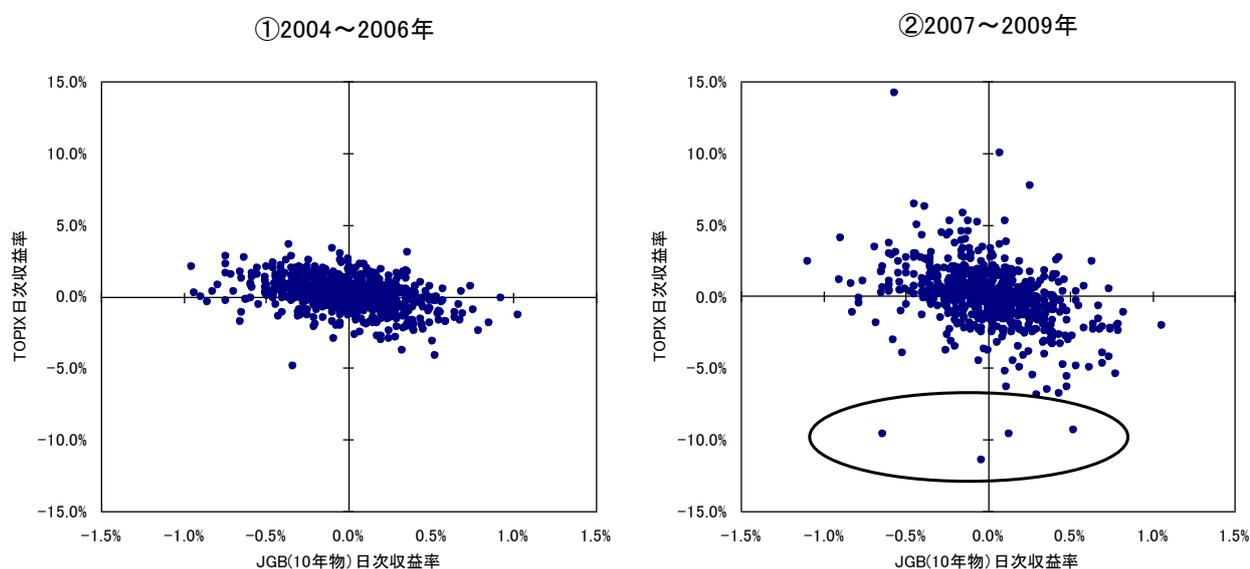
⁵² これは、本稿で指摘している「定常性の仮定」に伴う問題である。

2. 相関構造把握の困難さと対応策

複数のリスクファクター変動は、通常は互いに異なった動きをする。このため、複数の金融商品に投資した場合、その全体のリスクは、各金融商品のリスクを別々に計測して単純合算した場合に比べて小さくなるという「分散効果」がある。実際、金融機関の多くは、異なるリスクを合算する際、こうした分散効果によるリスク削減効果を見込む例が多い⁵³。VaR を重視する大手金融機関では、こうした分散効果を勘案するニーズが強い可能性もある。

現実には、極端な事象が生じるときの相関構造は、データ数が極めて限られるため把握することが難しい。例えば、TOPIX と日本国債（10年物）の各日次収益率の関係をプロットしてみると、比較的市場が安定していた 2004 年から 2006 年にかけては、両者は緩やかな負の相関構造があるように窺われる。しかし、2007 から 2008 年にかけては、両者の関係はばらつきが大きくなっているうえ、株価が大幅に下落する際の債券価格の変動には一定の傾向はみられない。このように、過去データに基づき、損益分布のテイル部分にあたる稀で極端な市況変化時の相関構造を把握することは容易ではない（図表 A 1 - 3）。

（図表 A 1 - 3） TOPIX と国債（JGB10年）の日次収益率の関係



（資料）Bloomberg

⁵³ 国際金融危機以前に行われた調査（IFRI and CRO Forum (2007)）によれば、海外金融機関の多くが、経済資本運営上、分散共分散アプローチにより、リスクの単純合算に比べ 15~20%程度の分散投資効果を見込んでいたとされている。

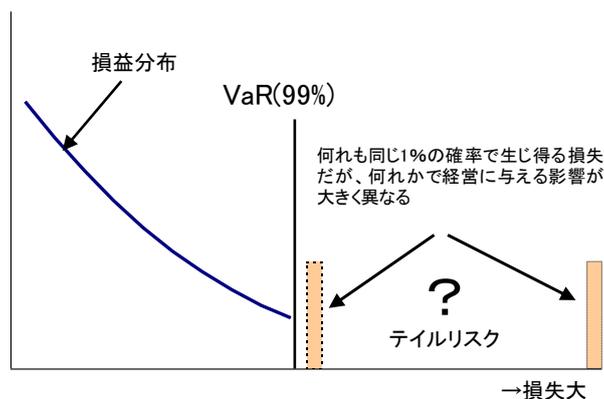
わが国金融機関では、相関構造の変化に対して、個別リスクの単純合算や、ストレステストといった方法で対応している場合が多い。前者は、分散効果を全く認めず、各リスクファクターのテイル事象が同時に発生することを保守的に想定するものである。後者は、相関構造が変化した場合を想定したシナリオに基づき、その影響度を評価するものである。

ただし、リスクファクター変動の分布自体を適切に捉えていない場合には、何れの方法でも、リスクを過小評価する可能性がある。このように、稀な頻度で生じるリスクファクター変動の相関構造を的確に把握することは極めて難しく、分散効果の勘案は、かなりの幅をもって捉えざるを得ない。

3. テイルリスクの問題

VaR は、一定の信頼水準のもとで生じ得る損失額を予想するが、この信頼水準を超える稀な損失がどの程度の規模かは評価していない⁵⁴（図表A 1－4）。これを「テイルリスク」と呼ぶ。例えば、信頼水準 99%の VaR は、それを超える損失が 1%以下の確率で生じると想定しているが、当該確率で生じ得る損失がどの程度の規模であるかに関する情報はない。このため、例えば、倒産確率が極めて低い高格付先へ極端に与信集中を進めるなど、VaR に影響を与えずにテイルリスクをテイクすることが可能となる。このようなリスクテイクが放置されている場合、金融機関は、低い確率ではあっても、経営に重大な影響を及ぼし得る大規模損失が生じることがある。

（図表 A 1－4）テイルリスクのイメージ図



⁵⁴ VaR は、信頼水準を引き上げることで、より稀な損失を意識できるが、データ数が少ないために計算結果が不安定化する。一方、信頼水準を引き下げれば、計算結果は安定するが、VaR が捉えられない領域（テイルリスク）が拡大する。VaR は、計測結果の安定性・信頼性の観点から、一定の信頼水準を決めて計測せざるを得ないため、テイルリスクが生じることが避けられない。

テイルリスクを考慮する方法として、より高い信頼水準の VaR や、期待ショートフォール (Expected Shortfall、ES)⁵⁵の利用がみられる。この方法は、過去データで観察された範囲で、より稀な損失事象に着目するという意味で意義がある。

ただし、過去にないようなパターンや規模の損失事象を把握できるわけではないほか、テイル事象はデータが少ないため、期待ショートフォールを実際に導入する際にはコストが大きい。また、ストレステストを併用する例や、与信限度額などにより、低頻度・大規模損失に制約を課す方法もみられる⁵⁶。何れの方法であっても、金融機関の経営陣は、どのような考え方でテイルリスクに配慮しているか（あるいは配慮しないか）について、明確な方針を持つことが望ましい。

⁵⁵ これは、テイルリスクの期待値を算出する点を除けば VaR と算出プロセスが同じであり、VaR と同様の限界を有する。

⁵⁶ テイルリスク自体を抑制できれば、VaR がテイルリスクの情報を持たないことの問題は軽減される。

【補論2】主観的確率を用いたシナリオと VaR の融合

本手法は、VaR におけるリスクファクター変動の分布をシナリオとして仮定する方法である。VaR は、通常、リスクファクターの将来における変動（どの程度の確率でどの程度の損益が発生するか）について、過去データに基づいて推計する。しかし、過去データに基づく推計では、①観測データに含まれないストレス事象を考慮できない、②過去に観測されなかったリスクファクター変動を考慮できない。そこで、リスクファクター変動に関するシナリオを作成し、これを VaR と融合することが考えられる。ここでは、そうした方法論の1つを紹介する⁵⁷。

- (1) 複数のストレスシナリオを設定 (N_s) し、ストレスシナリオ全体での確率 (p) を設定する。
- (2) ヒストリカル・シミュレーション法で発生したヒストリカルシナリオ (N_h) と、ストレスシナリオ (N_s) を合わせて、トータルで $N_s + N_h$ 個のシナリオを想定する。
- (3) ストレスシナリオの確率は p 、ヒストリカルシナリオは $1-p$ とする。

以下では、株価下落に関する主観的確率を取り込んだリスク把握の事例を示す。具体的には、TOPIX の日次収益率を用いる。

- (1) 過去のデータを参考としつつ、TOPIX 日次収益率に関して 10 通りのシナリオを作成。各シナリオに主観的に確率を設定する。ストレスシナリオ全体の発生確率は 2% とする。

(図表 A 2 - 1) ストレスシナリオの設定

ストレスシナリオ(10通り)

(参考)85~05年の大幅下落

	シナリオ	主観的確率
S1	-15.0%	0.05%
S2	-10.0%	0.10%
S3	-8.0%	0.10%
S4	-6.0%	0.15%
S5	-5.0%	0.20%
S6	-4.0%	0.20%
S7	-3.5%	0.20%
S8	-3.3%	0.20%
S9	-3.0%	0.30%
S10	-2.7%	0.50%
	合計	2.00%

	日次収益率
1987/10/20	-14.6%
1990/4/2	-7.1%
2001/9/12	-6.4%
2000/4/17	-6.1%
1990/8/23	-5.7%
2004/5/10	-5.7%
2003/10/23	-5.3%
1991/8/19	-5.2%
1993/11/29	-5.2%
1997/11/25	-5.1%

(資料) Bloomberg

⁵⁷ Berkowitz (2009)、Hull (2009) 17 章を参照。

(2) 2006～2007年のヒストリカルデータでは、信頼水準99%のVaR（ヒストリカル・シミュレーション法）は-3.3%。各ヒストリカルシナリオの頻度は0.20%（1/データ数）。

(図表A2-2) 2007年末時点のTOPIX（日次収益率のVaR）

	日次収益率	頻度	累積頻度	VaR (信頼水準)
2007/8/17	-5.6%	0.2028%	0.20%	99.8%
2006/1/18	-3.5%	0.2028%	0.41%	99.6%
2006/6/13	-3.5%	0.2028%	0.61%	99.4%
2007/3/5	-3.4%	0.2028%	0.81%	99.2%
2006/6/8	-3.3%	0.2028%	1.01%	99.0%
2007/2/28	-3.2%	0.2028%	1.22%	98.8%
2006/7/18	-3.1%	0.2028%	1.42%	98.6%
2007/8/10	-3.0%	0.2028%	1.62%	98.4%
2007/3/14	-2.9%	0.2028%	1.83%	98.2%
2007/8/15	-2.6%	0.2028%	2.03%	98.0%
2007/12/13	-2.6%	0.2028%	2.23%	97.8%
2006/4/24	-2.6%	0.2028%	2.43%	97.6%
2007/11/8	-2.6%	0.2028%	2.64%	97.4%
2006/2/13	-2.5%	0.2028%	2.84%	97.2%
2007/11/12	-2.5%	0.2028%	3.04%	97.0%
	⋮	⋮	⋮	⋮

(注1) ヒストリカル・シミュレーション法（保有期間1日）。

(注2) 観測データは2006～2007年（データ数は493個）。

(資料) Bloomberg

ヒストリカルシナリオの総頻度は、 $1-p=98\%$ であるから、これを調整する（ $0.2028\% \times 98\% = 0.1988\%$ ）。そのうえで、ヒストリカルシナリオと、ストレスシナリオ（主観確率を設定したもの）を融合してVaRを算出。信頼水準99%のVaRは-4.0%となる。このVaRを株式保有に関するリスク把握手法として使用する。

(図表A2-3) ストレスシナリオとヒストリカルシナリオの融合

	日次収益率	頻度	累積頻度	VaR (信頼水準)
S1	-15.0%	0.0500%	0.05%	100.0%
S2	-10.0%	0.1000%	0.15%	99.9%
S3	-8.0%	0.1000%	0.25%	99.8%
S4	-6.0%	0.1500%	0.40%	99.6%
2007/8/17	-5.6%	0.1988%	0.60%	99.4%
S5	-5.0%	0.2000%	0.80%	99.2%
S6	-4.0%	0.2000%	1.00%	99.0%
S7	-3.5%	0.2000%	1.20%	98.8%
2006/1/18	-3.5%	0.1988%	1.40%	98.6%
2006/6/13	-3.5%	0.1988%	1.60%	98.4%
2007/3/5	-3.4%	0.1988%	1.80%	98.2%
2006/6/8	-3.3%	0.1988%	1.99%	98.0%
S8	-3.3%	0.2000%	2.19%	97.8%
2007/2/28	-3.2%	0.1988%	2.39%	97.6%
2006/7/18	-3.1%	0.1988%	2.59%	97.4%
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

(資料) Bloomberg