

INSTITUTE AND FACULTY OF ACTUARIES

試験委員会報告書

2011年9月試験

**科目 ST9-エンタープライズリスクマネジメント
専門技術**

試験委員会報告書の目的

この試験委員会報告書は、主任試験委員が受験者の支援のために執筆したものである。これから初めて試験を受けようとする受験生や、過去の試験を復習の手段として使おうとする受験生のほか、以前この科目に合格できなかった受験生の支援にもなるだろう。試験委員会は、評議会から公開されたシラバスの審査を委託されている。試験委員は、シラバスの解釈を目的としたコア・リーディングを閲覧することができるものの、試験委員会はその内容審査は要求されていない。それにもかかわらず、出題された問題とその後のコメントは概ねコア・リーディングを基礎としている。

数値を扱う問題については、解答に対する試験委員会推奨のアプローチがこの報告書に再現されている。他の有効なアプローチには、常にそれに相応しい点数が与えられている。広く使われた別のアプローチがある場合には、それもこの報告書で触れられている。記述式の問題、特に後期科目の自由解答式の問題では、試験委員会が点数を与えたすべての要点が報告書に記載されている。そこには模範解答というには多すぎる内容が含まれている。その問題に使える時間内に、この報告書に記載された要点をすべて書くことは不可能だろう。

T・J・バース
試験委員会委員長

2011年12月

Subject ST9 に関する全体的コメント

ST9 試験では、一般原則を特定の状況への対応に直接適用し、箇条書き形式や短文形式で答える記述式解答が要求されることが多い。以下に示す解答は、考えられる受入可能な解答の一つにすぎない。解答例とは異なっても妥当な数値解法など、妥当な解答のすべてに点数が与えられる。数値を扱う問題の場合、解答途中で終わっていても点数が与えられる。

2011年9月試験に関するコメント

入念に準備した受験者は、試験全体で満足できる好成績を収めてた。問題の後に続くコメントでは、受験者がより良い成績をとり得た領域を重点的に取り上げている。

1 以下のような制度運営上の要点を含める必要がある。

- ・方針の所管者
- ・最終決定のための署名
- ・署名日および次回見直し日
- ・事業単位、事業活動、商品などへの適用の有無
- ・承認されたリスク分類

リスク方針には、リスク選好度、リスク許容度、リスク限度なども含める必要がある。

リスク方針では、リスクの識別や測定、選択、管理に関する指針を示す必要がある。

リスク方針では、役割や責任を含めたリスクガバナンスを取り扱う必要がある。特に、エスカレーションプロセスの概要を記載する必要がある。

この問題は大部分の受験者が適切に解答していた。制度運営上の要点に触れなかった受験者が多くいた。

2 (i) 「この銀行はリスク管理プロセスを導入しているが、企業文化がERMのフレームワーク全体の重要部分をなすことを認識していない」と述べたこの取締役の指摘は正しいかもしれない。

この銀行は、ERMの導入を「形だけの」実務と捉えている可能性がある。例えば、格付機関や規制当局、あるいは他のステークホルダーを満足させることが目的だったかもしれない。

しかしながら、リスク管理の企業文化が強固でなければ、フレームワークの他の部分が機能する可能性は低く、企業を注視しているそれらの相手に好印象を与えることはできないだろう。

企業文化の重要性は認識されているかもしれないが、国際的な事業展開や外部委託契約の利用などにより、同行の組織がかなり細分化されているために、強固な企業文化の達成が一層困難になっていた可能性がある。

最近急速なペースで成長したため、経営陣の注意が一時的に逸らされた可能性がある。

あるいは、全社的に積極的な措置をとるのには時間を要するかもしれない。

この取締役の新鮮な外部の視点は極めて有益である公算が大きいものの、おそらくは、規模や体制が大幅に異なる以前の組織の経験に基づくため、実状に合わない期待が含まれている可能性がある。

新任であるため、この取締役は第一印象に基づいて判断している可能性があり、更なる措置を講じる前にその印象の有効性を確認する必要がある。

(ii)銀行内の一人ひとりがある程度はリスク管理に参加するようにすることを全般的な目的とする必要がある。その達成のためには、すでに導入されている場合は除いて、以下のような措置を講じる必要がある。

- ・取締役会は、先頭に立って手本を示し、当然のこととしてリスク管理の問題を最優先させる必要がある。

- ・ラインマネジャーは全員、責任を持つ分野内で、明確に定められたリスク管理の責任を負う必要がある。

- ・ラインマネジャーに対して、より重要なリスクについて中枢部に報告することを義務付ける必要がある。

- ・銀行は、例えば電子版社内報を定期発行するなどして、リスク管理上の事項について定期的かつ率直にスタッフ全員に伝達する必要がある。

- ・リスク管理を引き受ける重要性を強調するために、銀行のイントラネットを利用できるかもしれない。

- ・管理者だけでなくスタッフの全員が、新たなリスクやリスクの高まりの識別に関与できるようにする明確なプロセスを整備する必要がある。

- ・例えば、機会を拡大するアイデアやリスク軽減の提案、手続きの不具合などの他の側面について、容易に報告できる仕組みを導入する必要がある。

- ・銀行がリスク管理に関係する最高の提案をしたスタッフに定期的に賞を与えることも考

えられる。

- ・スタッフ全員を対象にして、リスク管理の目的に明確に関連する成績管理を導入することが考えられる。
- ・スタッフ全員を対象にして、リスク管理の目的に明確に関連する実績主義の報酬を導入することが考えられる。
- ・銀行は、それぞれの国際的な事業拠点のすべてにリスク管理の推進者が存在し、彼らが相互に強力な連帯で結ばれるようにする必要がある。
- ・銀行はまた、外部委託業者と連携して、リスク管理の企業文化という点で一貫性を保ち、メッセージの希薄化を防止する必要がある。
- ・銀行は、バイアスリスクを最小化するために、リスク管理フレームワークの中に適切な点検と検証を組み入れる必要がある。
- ・リスク管理の重要性や役割についてスタッフ全員を教育する。

(iii) 自らの事業について知る

- ・銀行は自行のフレームワークを保険会社に押し付けようとしてはならない。
- ・銀行は、自行とは異なる保険会社固有のリスク、とりわけ銀行が行っていない活動に関するリスク（保険リスクなど）を理解することの重要性を認識しなければならない。

限度と限界を定める

- ・リスク限度とリスク尺度は、異なる商品やターゲット市場、事業の対象地域、規模、資本構成、リスクの種類などを考慮した、それぞれの企業に独自のものである必要がある。
- ・ただし、銀行は共同のリスク管理フレームワーク内の一貫性も目指す必要がある。

適切な基準を用いる

- ・限度と尺度は、管理者とスタッフに対して定められる成績目標や成績尺度の選択に影響

を与えるものである必要がある。

- ・ 限度と尺度は、必要に応じて具体的な問題に対処できる余地を残しながらも、両組織の類似した任務について一貫している必要がある。

望ましい成績には報いる

- ・ 報酬の方針は、それらのリスク尺度や会社の目標と整合している必要がある。

- ・ スタッフの不満を招かないようにするため、報酬の方針は、類似した職位の任務や職責について両組織で一貫している必要がある。

チェックアンドバランスを確立する

- ・ 行き過ぎた集中リスクを生み出さないように配慮する必要がある。例えば、両社の投資資産が組み合わせられた結果、同一のオペレーショナルリスクに晒されるようになる場合、追加的なチェックアンドバランスなどの制限を組み入れることが有益かもしれない。

- ・ 銀行はまた、統合の結果として特定の個人への権力や権限の集中度が高まらないようにする必要がある。

現金から目を離さない

- ・ このことを適用する目的は、両社のキャッシュフロー管理が、統合後も引き続き両社の必要性に応じた適切なものであるようにすることにもある。

- ・ 銀行は、保険会社における財務権限の付与や財務管理プロセスの質を査定する必要がある。その結果、その相対的な堅固性により、自行でもそれを採用するか、それとも自行の内部プロセスを導入するかのどちらかになるだろう。

陰陽のバランスをとる

- ・ 経営陣は、リスク管理の「感情的側面」や両社の企業文化統合の展開に対する注意を怠らないようにする必要がある。

- ・ 以前、銀行内でリスク管理の企業文化の質に関する提言がなされたことを考慮すると、

銀行は保険会社が採用している手法から学べる可能性がある。

この問題は大部分の受験者が適切に解答していた。

設問(iii)には、「この2社のリスク管理フレームワークを統合する際」という文言がある。したがって、解答は、単にラムの一般的な説明を述べ直すのではなく、両社に特有のものである必要がある。

3 (i)この銀行は、ネットベースのトレーディング勘定の時価が予想を下回るリスクに晒されている。リスクの主な源泉として以下の三つがある。

- ・スワップの背景にある金利の変動。これは金利曲線のデルタ、ガンマ、ベガから成るが、基本的にデルタは曲線の垂直的变化、ガンマは形状の変化、ベガは傾きの変化率を表す。

- ・この銀行の報告通貨を基準とする為替レートの変動。このリスクは、担保を含めたトレードポジションのネット額に係るものである。

- ・トレードをネットベースで捉え、さらに担保を考慮に入れた後に残るカウンターパーティリスク。

(ii)過去の様々な時点で（例えば、毎月1回）作成されたネットベースのトレードポジションの時価評価額の一覧。

この一覧は金利スワップと為替スワップに区分される。

金利スワップの一覧は、金利のリセット期間とスワップの残存期間に分けられる。

為替スワップの一覧は、スワップ対象の通貨と残存期間に分けられる。

これらの一覧は、予測期間における勘定の潜在的増加が生じ得る範囲を推定するために、様々な時点のものが必要となる。

それに代えて、一定範囲の仮定の増加率を仮定することもできる。

金利の日次ボラティリティの推定値からデルタの推定値が得られる。

ガンマとベガの推定値、あるいは少なくとも、過去のガンマとベガの変動が過去のトレーディング勘定に与えた影響の観察データをインプットする必要がある。

カウンターパーティ別および格付別に分けた、(トレードと担保の影響を差し引いた) ネットベースのカウンターパーティエクスポージャーのリスト

計測期間

変動があると想定される場合、ボラティリティの確率分布の選択

カウンターパーティの格付別のデフォルト確率

(iii) リスクモデルは、ネットベースのトレーディング勘定の将来の時価評価額が従う確率分布を出力する必要がある。

リスクモデルは、将来の様々な時点におけるネットベースの勘定の分布を予測することができるため、数多くの様々な分布を出力できる。

リスクモデルは、期待値、モーダル（最頻）値、90 パーセンタイル（モデル化されたシナリオ全体のうち 90% で勘定の価値が X を下回らない確率）、95 パーセンタイル、99 パーセンタイルなど、様々な重要な統計値を出力する必要がある。

リスクモデルは、例えば、一つ以上の特定の通貨またはカウンターパーティに対するエクスポージャーなど、ボラティリティの主要な源泉の相対的な推定値を出力する必要がある。

(iv) このモデルはボラティリティの推定値と線形相関係数に基礎を置いている。背景をなす金利変動／為替変動の分布が正規分布あるいは少なくとも楕円分布であれば、このことは妥当である。

しかしながら、金融データに関する過去の観察によれば、基礎分布は正規分布ではなく、比較的裾野が長い可能性の方が高い。この場合、この銀行のリスクが過小評価されることになる。

このモデルは日次ボラティリティの推定値に基礎を置いている。ボラティリティは急激に変化することがあり得るため、日次ボラティリティの推定値を週次、月次、さらには年次

の予測値に外挿することは、この順に次第に結果が不正確になると見込まれる。他の条件が同じなら、このモデルは短期的な予測期間について妥当な予想値を生み出すと思われる。

例えば、10パーセンタイルから90パーセンタイル間といったような、極端でない結果を予測するときは、ボラティリティの推定値が、平均値の周りの変動を引き起こす主な原因となる可能性が高い。他の条件が同じとすれば、このモデルは分布の中央部分について妥当な結果を生み出すが、テールについてはおそらくそうは言えないだろう。

また、金融データに関する過去の観察によれば、金融商品の相関は、市場の混乱期や比較的極端な事象のもとで大幅に上昇することがある。このことも、そうした状況下でこの銀行のリスクの過小評価を引き起こすことになるだろう。

概して多くの受験者がこの問題で適切に解答できていなかった。問題(ii)と問題(iv)は特に成績が悪かった。

設問(iv)に関して、受験者の中には、モデルの内容やパラメーターの誤差などについて、解答例とは別の、もっと一般的な解答を行った者がみられた。要点に根拠があり、具体的な状況に取り組んでいた場合、そうした解答にも点数が与えられた。

4 (i) スヌーズ航空株式会社は、その時点で先物契約に織り込まれている航空燃料価格を固定するために先物契約を購入した。とりわけ同社は、この先18カ月間にこの水準を超える航空燃料価格の上昇に対して自らを防御している。同社が予測した航空燃料の使用量が正確であれば、先物契約を利用することで収益のボラティリティの管理に役立つ可能性がある。

(ii) 経済環境が悪化した場合、乗客数が減少し、おそらく便数も減る可能性が高い。そうなった場合、購入した燃料の先物契約はもはや必要なくなり、ミスマッチが生じる結果となるだろう。

反対に、同社が（例えば、需要の減少の過大評価により）、燃料消費の必要量を過小評価した場合には、この不足分に関連して依然として燃料価格の影響を受けやすくなっているだろう。

経済環境の悪化はまた、燃料価格の下落を引き起こし、購入した先物契約がミスマッチに関係することを含め、それらの先物契約に損失が生じる結果となる可能性が高い。

提供されているプロテクションは短期間しか利用できない。先物契約が満期となった時点で、同社は再び航空燃料価格の変動の影響を受けやすくなる。そのため、同社は先物契約に織り込まれている価格よりもはるかに高い価格で支払うことになるかもしれない。

先物契約はニューヨーク・マーカンタイル取引所に上場されており、米国北東部で引き渡しを受ける可能性が高い。したがって、米国北東部と英国間の航空燃料価格の差異を引き起こす現地の要因のリスクに晒されている。

このアプローチでは、将来の燃料コストの一部に充てる資金を前もって調達するための現金が必要となる可能性がある。それは、先物契約がアウトオブザマネーとなった場合、スヌーズ航空は証拠金の支払いに応じなければならないからである。

スヌーズ航空は先物を買ったり管理したりするのに必要な専門能力を持っていないかもしれない。

先物の通貨が、スヌーズ航空が通常燃料を購入する通貨と異なっている可能性がある。その場合、追加リスクではないとしても異なるリスクである為替リスクが発生し、その管理が必要となる。

この問題は大部分の受験者が適切に解答していた。

5 (i) T は債務の残存期間である。これは、企業価値が債務の返済額を上回っているか下回っているかをテストするための時点として論理にかなっている。

B/V_0 (企業の当初価値に対する債務の価値) の比率が上昇すれば、それだけデフォルト確率が上昇する。このことは、企業のレバレッジが上昇して $V_t \leq B_t$ となる点に接近するのだから妥当と言える。

企業の平均価値 μ_V が増加すれば、それだけデフォルト確率は低下するが、このことは、とりわけ企業価値のボラティリティ σ_V に比べて μ_V が大きいときに妥当と言える。

企業価値のボラティリティ σ_V が上昇すれば、それに応じて、どんなシナリオの下でも V_t が B_t を下回る確率が高くなるため、デフォルト確率が上昇することになる。

分母の $\sigma_v \sqrt{T}$ の \sqrt{T} は、時間についてボラティリティを調整する標準的な方法である。

これがコールオプションであるとして、この公式がブラック・ショールズの公式に適合することを示した解答にも点数が与えられた。

(ii)これは、単一期間、単一企業のモデルにすぎないため、ポートフォリオ管理のためには有用と言えない。

このモデルの主な要因は B 、 V_0 、 μ_v 、 σ_v および T である。 \bar{d}_j は、より上位の格付カテゴリーの境界を示す資産価値水準である。

企業の経営陣は、自身が σ_v と \bar{d}_j を直接制御できないことを理解すれば、自身の事業に対する洞察を得られるだろう。 T は単なる計測期間である。

経営陣は、新たに増資したり資本の一部を還元したりすることによって、 V_0 や μ_v を変えることが可能である。債務 B の水準は、おそらく経営陣にとって最も容易かつ直接的に制御できる対象である。

企業の経営陣はこのモデルを利用して、格付を変えるためにどの程度債務と自己資本の構造を変える必要があるかを判断することができる。

あるいは、企業の経営陣は、単一期間 T における格付の変化（デフォルトを含む）の確率を推定することができる。

外部のクレジットアナリストはこのモデルを利用して、企業の債務残高または株価が大幅に変化した場合に、その企業の債務格付に直接どんな影響が及ぶかを推定できる。このことは、アナリストのクライアントが潜在的な取引について決定を下す際に役立つ可能性がある。信用格付の変化が実際に生じるまでには数週間を要することがある。

あるいは、外部のクレジットアナリストは単一の期間 T における格付の変化（デフォルトを含む）の確率を推定することができる。それを基に、クレジットアナリストは、企業の債務の格上げや格下げが相対的にどの程度近いかについて、また期間 T におけるデフォルト確率について顧客に助言できるであろう。

「このモデルが外部アナリストによる格付の全面的見直しのきっかけになることがある」、

あるいは「このモデルが市場の変動に対する反応を計測する補助として使える」といった別の解答に対しても点数が与えられた。

6 (i) リスク間に 100% の正相関がある場合、分散化のメリットは得られない。反対に、リスク間に 100% の負相関がある場合は、効果的にお互いを相殺することになる。

エコノミックキャピタルの算定との関連で、分散化のメリットは、評価対象のリスクが完全な相関関係にない場合に生じる。

そうしたリスクが同時に顕在化する確率は、エコノミックキャピタルが決定される信頼水準よりも低い公算が大きい。

したがって、リスクが組み合わされた事象に備えて保有する必要のある資本総額は、各リスクについて別個に保有することが必要な資本の合計額よりも少ない。

相関が 100% の正相関から 100% の負相関へと変化するにつれて、分散化の効果が上昇する。相関係数がプラス 1 からマイナス 1 へと値が減少するとき、分散化の効果はそれに応じて線形的に上昇するわけではない。

(ii) 分散化なしの場合： $5.5 + 2.25 = 7.75$

分散化した場合： $\{5.5^2 + 2.25^2 + 2 \times 0.25 \times 2.25 \times 5.5\}$ の平方根 = 6.44

分散化のメリット： $7.75 - 6.44 = 1.31$

相関行列について誤解していた受験者があった。

(iii) 同時に両商品を対象とする、単一の死亡率悪化あるいは長寿の改善のストレステストを用いてエコノミックキャピタルを算定すること。このような形で、算定の構成要素をなす一つのブロックの損失が、他方の利益によって自動的に相殺されることになる。ただし、100% の相関の仮定について確認する必要がある。

同時確率分布に基づくシミュレーションモデルを挙げた解答などにも点数が与えられた。

(iv) この新たな契約は主に市場リスクに晒される。この契約により、同社にとって分散化の

メリットが得られる可能性がある一方、新たなリスクが生じることになる。

この契約により、リスクプロファイルに新たな次元がもたらされ、より大きな分散化のメリットの余地が生じる。

新商品と既存商品間の相関水準を考慮する必要がある。

相関はゼロではない、つまり完全に独立してはいないだろうが、背後にある主要リスクの性質が異なることからすれば、相関が比較的低い公算が大きい。

また、分散化のメリットの増加が明確に目に見えるようになるためには、引き受ける契約高がかなり大きくならなければならない可能性があることも指摘しておく必要がある。そのため、必要資本要件に影響が現れるまでには時間がかかるかもしれない。

新たな契約は、既存の事業とは異なるコアコンピテンスと専門能力を必要とする。同社ではそれが利用できないかもしれない。したがって、専門能力を増強する際、同社にとってオペレーショナルリスクへのエクスポージャーが増大することになる。

オペレーショナルリスクに対して追加資本が必要になる場合、それにより、分散化の効果が増大するメリットが（一部）相殺されるだろう。

*最低投資リターン*の保証を止めるなどの商品変更がリスクの低減に有益である可能性を指摘した受験者には、追加点が与えられた。

7 リスク許容度ステートメント

企業のリスク許容度ステートメントは、比較的詳細なステートメントをまとめたもので、その多くは定量的あるいは統計的な性質をもっている。ステートメントの中には、リスクの特定カテゴリーまたは事業単位に対する目標値や限度額が含まれることが多い。

リスク許容度の中には往々にして、利益または配当支払能力の低下に対する取締役会の選好が含まれる。この考え方には、収益性の向上あるいは少なくとも維持を望む一方、そこにはリスクがあり、時には利益が予想を下回る場合のあることを認識するという捉え方が組み入れられている。

重要なのは、利益目標がすべてのステークホルダーにとって同じ優先順位ではない可能性があるということである。リスク許容度ステートメントには他の尺度を含め、利益目標と合わせて、よりバランスの取れた目標の集合とすることにより、ステークホルダーを満足させることになる。

表明したリスク許容度の限度での事業運営

企業は、表明したリスク許容度の限度で事業運営するためには以下のことが必要となる。

- ・リスク許容度ステートメントに詳細に記載されたものと少なくとも同一水準の洗練度のERMを導入し採用すること。
- ・リスク許容度ステートメントを定期的に発表すること。それにより、取締役会と経営陣の双方が、リスク許容度ステートメントを明確で包括的かつ最新のものとする意欲を高められるだろう。
- ・企業が、所定のリスク許容度と同等／それ以下／それ以上のうち、どの水準で経営していると判断しているかを示す情報を定期的に発表すること。このレベルの情報は、その企業の分析を望むステークホルダーにとって極めて有用であろう。
- ・選択したリスク選好度の限度水準で事業運営をするに足るだけの資本を所有すること。

利益を目標とすること

大半の企業は、年1回かもっと頻繁に報告することを要求されている。この報告期間は利益の測定には短すぎると思われる。

利益は測定されるものである。これは数多くのプロセスの結果であり、その多くは経営陣の制御が及ばない可能性がある。したがって、利益を目標とすることは、少なくとも部分的には偶然に左右されるものを目標にするということである。

とはいえ、利益は測定された結果であると同時に、企業にとって極めて重要な主要業績指標であることから、往々にしてスタッフの成績査定や賞与のために使用されている。言い換えれば、取締役会が表明した主要目標が表明したリスク許容度の限度で事業運営することである場合でさえ、経営陣は依然として利益を重視する可能性がある。

利益を目標とすると、経営陣は他のステークホルダーの意思に反して行動する傾向が強まるかもしれない。例えば、不必要なリスクをとったり、短期的な尺度を用いたりすることにより、短期的な利益は増加する一方で、長期的には利益の総計は減少することになりかねない。

リスク尺度を目標とすること

リスクは推計されるものである。リスクは継続的に監視することができる。この意味でリスクは、計測期間の問題や偶然の結果による影響を受けない。偶然の結果と見えるのは、実際には異なるリスク領域を観察した結果にすぎない。

利益はリスク許容度よりもボラティリティがはるかに高くなる公算が大きい。

企業は、リスク許容度の限度水準で経営するという目標を設定することにより、有効フロンティアで経営できれば予想利益が最大化されるということを暗黙のうちに示唆することになる。このことはステークホルダーの役に立つ。というのも、ステークホルダーは、経営陣の制御が及ぶ事柄、すなわち経営陣がとっているリスクや事業を運営する効率性の監視に焦点を合わせることが可能になるからである。リスク許容度を目標にすることは、単に結果を示すだけでなく統制と管理を伴うため、取締役会やコーポレートガバナンスの方針にとってさらに有用性が高い。

ステークホルダー

投資家はリスクを分散化できる。現代ポートフォリオ理論によれば、投資家は追加リスクをとることで追加予想利益を要求する。だが、企業がリターンの達成のためにとっているリスクを投資家が評価できない事態が頻繁に起きている。したがって、企業に表明したリスク許容度に対する遵守度を公表させて、投資家がそれを監視するとともに、その表明した水準で継続的に経営することを目標に設定させることは、投資家にとって極めて有用である。株価のボラティリティまたは利益のボラティリティに基づく従来のリスク尺度は、企業が、自社がとっていると判断する根底的なリスクの尺度としては極めて不十分である。

債券保有者、信用格付機関、規制当局はすべて、利益目標よりも企業のリスクや比較可能な資本に対してはるかに強い関心を抱くであろう。

多くのステークホルダーは、2社以上の企業の株価がどの程度相関しているかを推定しようと試みることに関心を持つ。とりわけ、極端な事象における相関の推定の試みに関心をも

つ公算が大きい。企業が類似した、あるいは少なくとも安定的な主要目標を有していれば、過去の株価変動を基にして相関の推定値を合理的に導き出すことができる。しかし、極端な事象の下での相関を推定するためには、リスク許容度ステートメントに示された詳細や結果として生じた利益の推移が極めて有用な差別化の要因になると思われる（説明が必要）。

すべての企業にとっての適合性

リスク許容度ステートメントの限度を目標とすることは、中堅企業や大企業の大半に適合する可能性が高い。しかし、中小企業や個人事業主、非上場企業、公営企業にとっては適切でないことがあり得る。ステークホルダーが比較的少数で、またはステークホルダーが特に十分な情報を得ている企業は、いずれにせよリスクポジションは毎年比較的安定しており、利益目標はより明瞭であると同時に、より焦点が絞られていて適切であると判断しているかもしれない。あるいは、そうした企業は、特別な代替的な目標、例えば慈善などを念頭において設立されているかもしれない。

多くの受験者がこの問題に適切に解答していなかった。様々に異なるアプローチに点数が与えられた。一部の受験者は、より大きなリスクテイクには総じて追加予想リターンが伴うという標準的な投資の考え方を取り上げていなかった。したがって、他の条件が同じ場合、利益を最大化しようとするれば、企業のリスク選好ステートメントに記載されている以上のリスクをとることにつながりやすい。

8 (i)

$$\text{VaR}_\alpha = \inf\{y \in \mathbb{R} : F(y) \geq \alpha\}$$

$$\text{TVaR}_\alpha = 1 / (1 - \alpha) \int_\alpha^1 \text{VaR}_p(L) dp$$

ここで、

α は信頼水準を表す。

$F(\cdot)$ は損失 L の累積分布関数を表す。

L は、資産と負債から成るポートフォリオの損失に対応する確率変数である。

$TVAR(\alpha) = E[L/L > \text{Var}(\alpha)]$ も別解として認められる。

(ii) 平行移動不変性

リスク尺度は、必要な資本金額が、損失の期待金額ではなく認識された損失の変動を担保していることを示す必要がある。損失に固定金額を加えても差し引いても資本は（期待損失を上回る金額であるため）変化しない。

劣加法性

損失分布を組み合わせたとき、分散化のメリットが得られる必要がある。たとえ分布間の相関が100%でも、複合分布のリスク尺度が個々の分布のリスク尺度の合計を超えてはならない。

正同次性

リスク尺度は、 n 個の等量の損失を担保するのに必要な資本が1回の損失を担保するのに必要な資本の n 倍であることを示す必要がある。正同次性は正の拡張性とも呼ばれる。

単調性

リスク尺度は、（分布が同一の場合）より少額の損失を担保するのに必要な資本がより多額の損失を担保するのに必要な資本よりも少額であることを示す必要がある。

文章ではなく正しい公式による解答にも点数が与えられた。

VaR の計算

投資戦略 A については、

$$\text{VaR}_{97.5A} = -20 \times 5,000 + 0 \times 100,000 = -100,000$$

（この戦略では、97.5 パーセントイルのデフォルト件数が 0 件であるため）

投資戦略 B については、

$$\text{VaR}_{97.5\text{B}} = -18 \times 5,000 + 2 \times 100,000 = 110,000$$

($P(\text{Bin}(20, 2\%) \leq 1) = 0.9401$ および $P(\text{Bin}(20, 2\%) \leq 2) = 0.9929$ となり、97.5パーセンタイルのデフォルト件数が2件であるため)

外挿の手法にも点数が与えられた。

TVaR の計算

投資戦略 A については、

$$\text{TVaR}_{97.5\text{A}} = (-20 \times 0.5\% \times 5,000 + 20 \times 2\% \times 100,000) / 2.5\% = 1,580,000$$

投資戦略 B については、

$$\begin{aligned} \text{TVaR}_{97.5\text{B}} &= ((99.29\% - 97.5\%) \times (-18 \times 5,000 + 2 \times 100,000)) \\ &+ (99.94\% - 99.29\%) \times (-17 \times 5,000 + 3 \times 100,000) \\ &+ (100.00\% - 99.94\%) \times (-16 \times 5,000 + 4 \times 100,000) / 2.5\% = 142,000 \end{aligned}$$

(二項分布表から得られる確率によれば、5銘柄以上の社債がデフォルトとなる確率は0.01%未満であるため、これを無視する)

(iv)VaR の手法はこの保険会社のリスク資本を算定する単純な方法である。また VaR の手法は、バーゼル II やソルベンシーII などの規制体制やスタンダード・アンド・プアーズやムーディーズなどの格付機関でもリスク資本の算定のために広く使用されている。

しかしながら、VaR の手法では、損失が 97.5%分位点を超える可能性がどの程度あるのかに関する指標が得られない。TVaR の手法は、損失が同じ信頼水準の VaR を超えることを踏まえて、期待損失として定義されていることから、この問題に対処できる。

さらに、VaR は合算の面で不適切な性質をもっている。具体的に言えば、VaR はコヒーレントなリスク尺度の重要な性質である劣加法性を満たしていない。すなわち、損失総額の VaR は、必ずしも個々の損失分布の VaR の総額を下回るとは限らない。このことは、投資戦略 A の $\text{VaR}_{97.5\text{A}}$ と投資戦略 B の $\text{VaR}_{97.5\text{B}}$ を比較してみれば明らかとなる。TVaR は、劣加法性の性質を含め、コヒーレントなリスク尺度の性質をすべて満たしている。このことは、投資戦略 A の $\text{TVaR}_{97.5\text{A}}$ と投資戦略 B の $\text{TVaR}_{97.5\text{B}}$ を比較してみれば明らかとなる。

VaR の手法では点推定値が示されるため、分布の裾野では、VaR の推定が統計的に信頼できるようになるまでには、何回ものシミュレーションを実行することがしばしば必要となる。上記で使用された二項分布の手法は単純すぎるため、実務では使用できないであろう。

他の有効な解答にも点数が与えられた。

(v)投資戦略 B を取締役会に提言すべきである。

VaR_{97.5A} は VaR_{97.5B} を下回っている。したがって、リスク資本を算定するために VaR の手法を使用した場合には、2 種類のポートフォリオのうち分散化の程度が低い投資戦略 A が最良の選択となる。しかしながら、このような直感に合わない結果に至ったのは、VaR の手法が、コヒーレントなリスク尺度の劣加法性の性質を満たしていないためである。

TVaR_{97.5A} は TVaR_{97.5B} を上回っている。したがって、リスク資本を算定するために TVaR の手法を使用した場合には、2 種類のポートフォリオのうち分散化の程度が高い投資戦略 B が最良の選択となる。これはより直感に合った結果であり、したがって取締役会に提言すべきである。

試験委員会報告書は以上