

INSTITUTE AND FACULTY OF ACTUARIES

試験

2015年10月12日（午前）

Subject ST9—エンタープライズリスクマネジメント

制限時間：3時間

受験者への注意事項

1. 答案冊子の表紙に、受験者情報および試験情報等の必要事項をすべて記入してください。
2. 試験開始前に、問題を読む時間が15分与えられます。この時間は、問題を読むだけにしてください。ただし、メモを取ることは認められます。その後、答案作成時間が3時間与えられます。
3. 試験監督から指示があるまで、答案冊子に解答を書き込まないでください。
4. 配点は、カッコ内に示されています。
5. 5問すべてに解答するようにし、各問題への解答はそれぞれ別の用紙に記入してください。
6. 必要に応じて、計算過程も示してください。

この問題にはグラフ用紙が必要です。

試験終了時の注意

答案冊子（別紙がある場合、しっかり添付する）とこの問題用紙の両方を提出してください。

この問題用紙のほかに、2002年版「Formulae and Tables」と、承認リストに掲載されているご自身の電卓を用意する必要があります。

- 1 ある指折りの国際的な会計・コンサルタント事務所は、十分に機能するエンタープライズ・リスク・マネジメント、コーポレート・ガバナンス体制、内部監査およびコンプライアンス部門を有している。同事務所はグローバル・エシックス（倫理）・オフィサーを任命することを決定した。

同事務所がこの任命を行う動機として考えられるものについて記述せよ。[解答では、同事務所の他の分野にすでに存在する、あるいはまだ存在しないかも知れない、この職務の側面への言及を含むこと] [6点]

- 2 インターナショナル・インシュアランスは欧州に本社がある多国籍保険会社である。同社は、先進国市場と新興国市場のいずれにおいても世界中で、あらゆる種類の生命保険と損害保険を販売している。ソルベンシーIIへの準備の一環として、同社は、グループ全体のリスクとソルベンシーの自己評価（ORSA）のテンプレートを作成しつつある。

- (i) ORSAの役割およびそれがソルベンシーIIの枠組みにどのように適合するかを記述せよ。 [2点]

インターナショナル・インシュアランスが業務を展開する市場の洗練度(sophistication)は著しく異なっている。同社は、標準化されたORSAテンプレートをグループ全体に導入する際、そのテンプレートがもたらす恩恵を現地の経営陣に納得させる必要がある。

- (ii) 現地の経営陣の観点から見た、標準化されたORSAテンプレートの利点の概要を述べよ。 [3点]

グループのORSAは、個々の事業子会社が四半期ごとに完成すべき、共通の一連のリスク報告を基に構築される。例えば、共通要件の1つは、各子会社が有する上位5位までの規模のリスク・エクスポージャーのリストである。

- (iii) インターナショナル・インシュアランスが、グループ全体にこの報告要件を導入する際に直面する可能性のある課題を示唆せよ。 [5点]

インターナショナル・インシュアランスは、ORSAの一環としてグループ全体のシナリオテスト・プログラムを制定することも望んでいる。シナリオテストの基準は、ソルベンシーIIの第1の柱ではなく、各子会社の現地における規制上の報告基準が用いられる予定である。

- (iv) この基準の適切性についてコメントせよ。 [4点]

[合計14点]

- 3 (i) 一般化極値 (GEV) 分布の主な特徴について概要を述べよ。[累積分布または密度関数に関する記述は要求されないことに注意] [4点]

あるチームがファンド・オブ・ヘッジファンズを運用している。これは、それ自身が複数のヘッジファンド (a range of hedge funds) に投資する投資ビークルである。それらのヘッジファンドは様々な戦略に従っている。毎月、チームがすでに投資しているヘッジファンドまたは投資検討中のヘッジファンドがそれぞれ、チームの責任者に前月の投資リターンを提出する。

責任者は、チームがすでに投資しているヘッジファンドまたは投資検討中のヘッジファンドのそれぞれに、極端に不利な事象が発生するリスクを懸念している。各ヘッジファンドの月間リターンが -50% を下回る確率を含め、極端な投資リターンをモデル化するために GEV 分布が提案された。

- (ii) この分析の一部として GEV 分布をどのように組み込み得るかについて記述せよ。 [4点]

- (iii) 提案されている GEV の手法が、極端な投資リターンのモデル化にとってどの程度適切であるかを論じよ。 [6点]

[合計 14 点]

- 4 ソルバニアは、政府が地球温暖化の防止に取り組んでいる欧州の大国である。温室効果ガス排出量を削減するために、ソルバニア政府は3年前にソーラー・パネル（太陽光で発電するパネル）の設置を奨励する法律を施行した。

その法律に基づき、どの家庭も、通常約5,000ユーロの費用で自宅にソーラー・パネルを設置できる。使用しない電力は、助成金込み料金(subsidised rate)で基幹送電網(main power grid)に売り戻すことができる。この助成金込み料金は、インフレに従って上昇する標準料金に25%の助成金を上乗せした料金である。助成金は、他の電力利用者向けの割高な電力料金が財源となり、電力の規制当局によって監督され、設置日から25年間保証される。

別の選択肢として、ソルバニア・ソーラー・カンパニー（「SSC」）が無償でのソーラー・パネルの設置を家庭に提供している。この取り決めでは、SSCが設置費用を負担し、発電された電力を必要なだけ使用することを家庭に認める。使用されなかった電力は送電網に売り戻されるが、家庭ではなくSSCが未使用電力の助成金込み料金を受け取る。

現在のところ、ソーラー・パネルから供給される電力を家庭がどれだけ使用したかをモニタリングすることができない。したがって、発電量全体の半分が未使用であると仮定される。

ソーラー・パネルを設置する家庭数が予想を上回ったため、ソルバニア政府は、未使用電力を送電網に売り戻す料金を引き下げようとした。しかしながら、ソルバニアの裁判所はそれを認めなかった。そのため、政府は、新規設置に対する助成金を25%から12.5%に引き下げるとどまった。

その結果、SSCは無償の設置の提供を一時的に停止することにした。さらに、SSCの経営陣は、特別な配当を株主に支払う目的で使用可能な資本を確保する（free up）ことができるように、未使用電力に関わる将来の収益を証券化することを決定した。

証券化ビークルは、期間25年、総額1億ユーロのローンによる調達を行う（issue）予定である。これは、この種のものとしてはソルバニア初であり、次のような特徴を持っている。

- ・ 証券化ビークルは、未使用電力に関して受け取る将来の収益を購入し、それがローンの担保となる。SSCはエクイティのトランシェを保持する。
- ・ ローンの支払金利は、類似したデュレーションのソルバニア政府発行のインデックス連動債で得られる利回りに年率4%を上乗せした水準である。

- ・ ローン資産価値比率 (loan to value ratio) は 75%で、25年間の均等弁済である。
- ・ この案件を仲介する投資銀行が課す管理手数料は、年間 50bp と予想され、インフレに応じて上昇する。

ソルバニアン・ライフ・アシュアランス・ソサエティ（「SLAL」）の資本管理ディレクター (Capital Management Director) は、上記ローンに投資する機会を探っており、今後 2 週間以内にその決定が必要とされていることを認識している。このローンへの投資を行うと、ソルバニア国債と社債のみへの投資を定めた現行の投資マンドレートから逸脱することになる。

- (i) このローンへの投資に関連するリスク (risks) およびそれらをいかに軽減しうるかを記述せよ。 [17 点]

SLAL は長年にわたり、定期保険および即時年金契約から成る大規模なポートフォリオを引き受けてきた。SLAL の現在の投資対象、すなわちソルバニア国債と社債は、最長 15 年物が通常利用可能である。

- (ii) SLAL の負債を裏付ける資産としてのこのローンの適切性 (suitability) を評価せよ。 [6 点]

SLAL は、自身の経済資本の評価の一環として多くのストレスについて調査した後に、相関行列を用いて資本への影響を統合する予定である。

- (iii) この実施する可能性がある投資に関連する比較的重要なリスクのうち 2 つについて、そうしたストレスをいかに設定しうるかを記述せよ。 [4 点]

[合計 27 点]

- 5 ソルバニアは、成熟した金融サービス業を有する欧州の大国である。ソルバニアン・アフルーエント・リタイアメント・ソサエティー（「SARS」）は即時年金およびユニットリンク貯蓄契約を引き受けている。保険契約者のユニット・ファンドから差し引かれる年間管理手数料（「AMC」）は、株式を含む原資産の価額の一定比率として表されることから、SARS は間接的に株式市場の影響にさらされている。SARS はそれ以外に株式リスクへのエクスポージャーを有していない。

SARS の資本管理ディレクターは、AMC の価額変動が SARS の資本状況に与える影響を懸念している。

規制制度は、SARS が以下の基準に基づいて資本を評価することを要求している。

- ・ 基準 1 — この基準では、すべての「認容」資産の市場整合的評価から 2.5%のプルデンシャル・マージンを差し引いたものおよび負債のプルudentな評価が必要とされる。将来の利益の現在価値は認容資産ではない。負債の 2.5%相当の「伝統的資本」のバッファを保有しなければならない。[一部の資産タイプは評価の目的上、「認容」とみなされない。すなわち、実際の市場価額にかかわらず、価額はゼロとされる]
- ・ 基準 2 — この基準では、すべての資産の市場整合的評価および（市場整合的な利率を用いて割り引かれた）負債の最良推定評価が必要とされる。リスクベースの経済資本も保有しなければならない。これに関しては、明示的に評価され、計測期間 1 年、99.5 パーセントイルの損失にキャリブレートされる。

資本管理ディレクターは、デリバティブを利用して株式リスクをヘッジすることを検討しており、先物、プット・オプションおよびプット・スプレッドがどのように利用できるか理解を深めたいと考えている。

プット・オプションは、所定の行使価格 E （ストライク・プライスとも呼ばれる）を下回る株式エクスポージャーすべてをヘッジするのに対し、プット・スプレッドは、所定の「より高い行使価格」 E_H と所定の「より低い行使価格」 E_L の間の株式エクスポージャーのみをヘッジする。したがって、プット・スプレッドはプット・オプションに類似しているが、ペイオフは最大値 $E_H - E_L$ が上限となる。

(i) (a) 以下の各々について、いずれもある株価指数に関して、満期時のペイオフを表す式を書き記せ。

- ・ プット・オプションの買手
- ・ プット・スプレッドの買手
- ・ 先物契約の売手

(b) これら3つのペイオフの概形をグラフに描け。

[6点]

(ii) 上記2つの規制資本の評価を考慮に入れて、SARSの株式リスク管理に関して、これら3つの金融商品の長所と短所を論じよ。 [12点]

以下の数式はプット・スプレッドの評価のために使用できる。

$$\begin{aligned}
 PS_t(E_H, E_L) &= P_t(E_H) - P_t(E_L) \\
 &= E_H e^{-r(T-t)} \Phi(-d_2[E_H]) - X_t e^{-q(T-t)} \Phi(-d_1[E_H]) \\
 &\quad - E_L e^{-r(T-t)} \Phi(-d_2[E_L]) + X_t e^{-q(T-t)} \Phi(-d_1[E_L])
 \end{aligned}$$

ここで、

- ・ $PS_t(E_H, E_L)$ は、「より高い行使価格」が E_H 、「より低い行使価格」が E_L であるプット・スプレッドの時点 t における価格
- ・ $P_t(E)$ は、行使価格 E のプット・オプションの時点 t における価格
- ・ r は連続複利ベースのリスクフリーレート
- ・ T は満期時点
- ・ X_t は時点 t における原資産の価格
- ・ q は連続複利ベースの配当利回り
- ・ $\Phi(u)$ は変数 u の正規分布の累積密度関数

である。

また、 E の適切な値について、

$$d_1[E] = [\ln(X_t / E) + (r - q + \sigma^2 / 2) \times (T - t)] / [\sigma \sqrt{(T - t)}]$$

$$d_2[E] = [\ln(X_t / E) + (r - q - \sigma^2 / 2) \times (T - t)] / [\sigma \sqrt{(T - t)}]$$

(iii) 問(i)への解答に言及しつつ、上記の評価式の正当性を説明せよ。 [2点]

ナショナル・バンク・オブ・ソルバニア（「NBS」）は、期間15か月で、「より高い行使価格」を原株価指数の現在価額の85%、「より低い行使価格」を同70%とするプット・スプレッドを使用して、株式リスクへのSARSのエクスポージャーを部分的にヘッジすることを推奨した。資本管理ディレクターは、このプット・スプレッドを使用して株式リスクへのSARSのエクスポージャーを部分的にヘッジすることを真剣に吟味したいと思っている。

NBSは、「より高い行使価格」でのボラティリティが19.8%、「より低い行使価格」でのボラティリティが24.3%であることに基づき、2.3%のプット・スプレッドの価格を提示した。

関連するリスクフリーレートは年率0.5%、ベンチマークのソルバニア株価指数の配当利回りは年率3.8%である（いずれも連続複利ベース）。

(iv) 示されたボラティリティを用いて、NBSが提示したプット・スプレッドの価格を検証せよ。 [7点]

SARSは、このプット・スプレッドが2つの規制資本の評価に与える影響を検討している。基準2については、株価に適用される分散化考慮後のストレス（*diversified stress that applies to equity prices*）は30%の下落、ストレス時の株式のボラティリティは5%の上昇であると仮定できる。

SARSの依頼を受けて、NBSは、様々なシナリオの下でプット・スプレッドの価額がどのように変化するかを分析した。その分析対象となったシナリオは以下の通りである。

- ・ 現在の株価とボラティリティが変わらない場合、年初時点のプット・スプレッドの価額は2.3%である。
- ・ ストレスを受けて現在の株価が年間で30%下落し、株式のボラティリティが5%上昇した場合、年末時点のプット・スプレッドの価額は11.4%である。

- ・ ストレスを受けて現在の株価が直ちに 12%下落し、株式のボラティリティが直ちに 5%上昇した場合、年初時点のプット・スプレッドの価額は 4.7%である。
- ・ ストレスを受けて現在の株価が直ちに 12%下落し、その後ストレスを受けてさらに年間 30%下落し、株式のボラティリティが 5%上昇した場合、年末時点のプット・スプレッドの価額は 14.1%である。

株式市場に投資するファンドの AMC の現在価値は約 1,000 百万ユーロであり、資本管理ディレクターはこのエクスポージャーの全額をヘッジしたいと考えている。

- (v) プット・スプレッドの買付時における所要経済資本の即時の減少、したがってまた、基準 2 の「経済的」評価に基づく余剰資本の増加も決定せよ。 [3 点]
- (vi) プット・スプレッドの買付時における、基準 1 の「伝統的な」評価に基づく余剰資本への即時の影響を決定せよ。 [1 点]

資本管理ディレクターは、株価およびボラティリティのより小幅かつ可能性の高い変動に対してヘッジがどのように反応するかを理解したいと考えている。株価が 12%下落すると共に、それに応じて株式のボラティリティが 5%上昇する確率は 20%と想定されている。

- (vii) プット・スプレッドを買い付けた翌日に株価が 12%下落し、株式のボラティリティが 5%上昇したと仮定して、利用可能および所要経済資本ならびに基準 2 に基づく余剰資本に対する追加的影響を決定せよ。 [5 点]
- (viii) 必要な追加情報があればそれも含め、SARS がこのプット・スプレッドを買い付けるべきか否かについてコメントせよ。 [3 点]
- [合計 39 点]

問題用紙ここまで