

2014年9月5日掲載版

**INSTITUTE AND FACULTY OF ACTUARIES**

**試験**

2013年4月23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. 7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。

**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 (i)政府規制当局が金融サービス会社を対象として導入することが可能な様々な保護策を示せ。

[4点]

保険会社 A 社のリスク管理部門は政府規制当局の要求事項を満たすことだけに活動を集中させている。

- (ii)このリスク管理部門が他のステークホルダーも考慮に入れるようになった場合、保険者にとってどんな利点があるかを説明せよ。

[4点]

[計 8点]

- 2 財物保険だけを引き受けている小規模な損害保険会社が、リスクの特定・評価プロセスの一環としてリスクマップを使用することを決定した。

- (i)リスクマップを作成し導入するプロセスを説明せよ。

[5点]

- (ii)(a)この保険会社がさらされている可能性のある二つの対照的なリスクの例を挙げよ。

- (b)それらをリスクマップ上に示せ。

[4点]

このプロセスの結果として、保険者は、カウンターパーティリスクを増大させることなく、自身がさらされているリスクを低減することを決定した。

- (iii)保険者がそれを達成するために講じる措置を推奨せよ。

[6点]

[計 15点]

- 3 欧州の大国であるソルベニアが、大学への資金援助の方法を変更することを決定した。

長年の間に大学生数が増加したため、政府はこれまで大学に提供してきた資金援助の規

模を縮小することにした。大学は、縮小された資金援助の代わりに多額の授業料を徴収することを認められた。この政策に対して全土で抗議が行われた。こうした抗議にもかかわらず、政府は新たな授業料を承認し、来年から徴収されることになっている。

そうした大学の一つであるソルベニア芸術演劇大学は、特に海外の学生の間で人気が高く、教育の質の点でソルベニアにある45大学中15位にランク付けされている。同大学は新寄宿舍の建設資金を調達するためにデットファイナンスの実施を計画している。新寄宿舍は大学の郊外キャンパスに建設されるが、他の大学施設とは交通量の多い幹線道路によって隔てられることになる。この寄宿舍に行くには徒歩で15分かかるが、道路に歩道橋を作ればもっと速く行けるだろう。

提案されている借入は次のような特徴を持っている。

- ・借入金額は4,000万ポンドで、キャンパスに新寄宿舍を建設する費用に充てる。
- ・この借入金の支払金利は、関連するソルベニアの銀行間取引金利プラス4%である。
- ・ローン資産価値比率は70%で、全額を35年にわたり償却する。
- ・この貸出の担保は当該寄宿舍の50年間の不動産貸借権である。
- ・完成すれば、学生数と収容可能数の比率は3対2となる（現在は2対1）。
- ・寄宿舍から得られる賃料収入はこの不動産ローンの返済に充当される。返済金に対する賃料収入の比率は150%と予想されている。さらにこの比率は、学生数対収容可能数の比率が6対5に低下した場合、100%に低下すると予想されている。
- ・学生から徴収される賃料は通常、同国の消費者物価指数プラス1%という基準に従って値上げされ、すべての変更は、最低0%、最大5%の値上げという条件に従う。

請け負った建設会社は類似した建設プロジェクトの実績があり、信用格付け「A+」を付与されている。同大学は「BBB」の信用格付けを付与されており、最近の教育研究施設や宿泊施設の開発を支えるためにバランスシート上の借入比率が高くなっている。

ナショナル・バンク・オブ・ソルベニア（「NBS」）はソルベニアで主要な事業を展開する多国籍銀行で、商業用不動産ローンの引き受けに相当の実績がある。通常、それらの

商業用不動産ローンは、関連するソルベニアの銀行間取引金利プラス2%の利率で引き受けられる。しかしながら、同行は現在、同行の通常の商業用不動産ローン事業とは乖離した条件で、上記ローンを引き受けるよう金融仲介業者から要請を受けている。

(i)この銀行にとって、このローンの引き受けからどんなリスクが発生するかを論ぜよ。  
[18点]

この銀行は、ストレス状況の下でローンの返済がどの程度良好に履行されるかをテストしたいと考えている。

(ii)調査すべき感応度とシナリオを挙げよ。  
[3点]  
[計21点]

4 (i)長寿リスクを定義しなさい。  
[1点]

ソルベニア生命保険会社（「SLAS」）は主に定期保険を引き受け、その大部分を再保険に付保しているほか、少量の即時年金も引き受けている。同社は、従業員のために確定給付年金制度を運営しており、勤務期間1年につき最終給与の40分の1を従業員に支払うことを保証している。SLASは、リスクベース資本体制を導入した後、どうすればリスク管理を改善できるかを検討している。

(ii)SLASが長寿リスクを軽減し得る方法を説明せよ。  
[8点]

同社では、資産価値が大幅に低下した後、リスクベースのバランスシート上の剰余資産が大幅に減少した。

SLASは、長寿リスクを資本市場に移転することによって剰余資産を改善する可能性を探るために、ナショナル・バンク・オブ・ソルベニア（「NBS」）との協議に入った。

NBSは、以下の特徴を持つ非標準的な長寿スワップを提案した。

- ・スワップ期間は10年。

- ・この長寿スワップでは、死亡率の小幅な変動については、SLAS はプロテクションを受けられない。
- ・しかしながら、死亡率が 10%改善すると、SLAS は、それ以上の死亡率の改善について長寿スワップのプロテクションを提供されるが、20%の死亡率改善が上限となる。
- ・基準死亡率は、スワップ期間の当初時点と終了時点でソルベニアの国家統計局が人口全体について発表した死亡率である。各年齢に与えられるウェイトは SLAS の年金受取人の実際の年齢を反映したものである。
- ・SLAS は長寿スワップのプレミアムを直ちに NBS に支払う。
- ・SLAS は 10 年の期間中は支払金の授受をしない。
- ・SLAS は 10 年の期間終了時に NBS から満期支払金を受け取るが、その金額はゼロになる可能性もある。
- ・10 年後に基準死亡率が 10%を超えて改善している場合、SLAS は、当該日の負債の価額が、死亡率の 10%改善を仮定したときの負債の価額を超える金額の支払いを受ける。この満期時の支払いでは、死亡率の 20%改善を仮定したときの負債の価額から、死亡率の 10%改善を仮定したときの負債の価額を差し引いた金額が上限となる。
- ・満期時の負債の評価では、10 年間にわたる「実際の」死亡率（満期時の基準死亡率）と「予想」死亡率（当初時点の基準死亡率）が外挿される。外挿の手法については一定の柔軟性があり、NBS と SLAS はこの点に関してあらかじめ合意しなければならない。

(iii)様々な死亡率に応じた、長寿スワップに基づく SLAS の利益特性を例示せよ。

[4 点]

(iv)長寿スワップをこのように組成することによる、SLAS にとっての利点と短所を論ぜよ。

[10 点]

(v)SLAS が長寿リスクを再保険者ではなく資本市場に移転しようとしている理由として考えられるものを挙げよ。

[4点]

[計 27点]

- 5 サウスウエスト・リーは新設の再保険会社で、保有期間1年、95パーセントイルの損失を基準とするバリュアットリスク (VaR) 手法を使用して経済資本を評価している。

設立から1年の間にサウスウエスト・リーは以下のような特徴を持つ超過損害額再保険協約を引き受けた。

	超過基準額	損失非発生確率 (超過基準額を下回る確率)
コーンウォール保険会社	5,000万ポンド	0.995
デボン保険会社	5,000万ポンド	0.985
サマセット保険会社	5,000万ポンド	0.975
ドーセット保険会社	5,000万ポンド	0.965

この再保険協約に基づく保険金支払いは、パラメーター  $\alpha = 2.5$  のガンベル・コピュラによって関連づけられている。

パラメーター  $\alpha$  のガンベル・コピュラのジェネレーター関数は次の通りである。

$$G_{\alpha} \Psi_{\alpha}(F(x)) = [-\ln(F(x))]^{\alpha}$$

最高資本管理責任者は、この四つの再保険協約の損失非発生確率は95%を上回っているため、サウスウエスト・リーは経済資本を保有する必要がないと示唆した。

- (i) この四つの再保険協約の損失非発生確率は95%を上回るという最高資本管理責任者の主張の妥当性を検証せよ。

[4点]

- (ii) この再保険者はこの再保険協約に関して資本を保有すべきかどうかについて、このコピュラのパラメーター化についての考慮を含めて、理由を示したうえで答えよ。

[6点]

[計 10点]

- 6 (i)政府および証券取引所がどのような方法で流動性リスクを軽減または移転しているかについて述べよ。

[3点]

- (ii)流動性リスクが顕在化した場合に生じ得る影響を述べよ。

[3点]

- (iii)銀行システムに突如として非流動性が発生する最も一般的な原因を、その理由とともに述べよ。

[2点]

[計8点]

- 7 ファイナンシャル・アドバイザーが残存期間1年の債券ポートフォリオへの投資を検討しているクライアントのために以下のような計算結果を作成しました。

債券	現在価格	クーポン	デフォルト確率	デフォルト時損失
A	90	3%	5.0%	100%
B	95	5%	4.0%	100%
C	103	11%	3.5%	100%
D	98	7%	3.0%	100%

注記：

1. すべて債券の残存期間は1年である。
2. すべての債券は満期時に額面金額(100)にクーポンを加えた金額を支払う。
3. それらは大型の銘柄で、複雑な仕組みを持たず、主要取引所で広範に取引されている。

$$\begin{aligned}
 \text{最大リターン} &= ((100 - 90 + 0.03 \times 100) \times 100/90 \\
 &+ (100 - 95 + 0.05 \times 100) \times 100/95 \\
 &+ (100 - 103 + 0.11 \times 100) \times 100/103 \\
 &+ (100 - 98 + 0.07 \times 100) \times 100/98) / 400 = 10.5\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{期待リターン} &= ((100 - 90 + 0.03 \times 100) \times 100/90 \times (1 - 0.05)) \\
 &+ ((100 - 95 + 0.05 \times 100) \times 100/95 \times (1 - 0.04)) \\
 &+ ((100 - 103 + 0.11 \times 100) \times 100/103 \times (1 - 0.035)) \\
 &+ ((100 - 98 + 0.07 \times 100) \times 100/98 \times (1 - 0.03))/400 \\
 &- (0.05 + 0.04 + 0.035 + 0.03) \times 100/400 = 6.2\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{債券 A のみが債務不履行となった場合のリターン} \\
 &= ((100 - 95 + 0.05 \times 100) \times 100/95 \\
 &+ (100 - 103 + 0.11 \times 100) \times 100/103 \\
 &+ (100 - 98 + 0.07 \times 100) \times 100/98)/400 \\
 &- 0.25 = -18.1\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{債券 B のみが債務不履行となった場合のリターン} &= -17.2\% \\
 \text{債券 C のみが債務不履行となった場合のリターン} &= -16.5\% \\
 \text{債券 D のみが債務不履行となった場合のリターン} &= -16.8\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{すべての債券が債務不履行となる確率} &= 0.05 \times 0.04 \times 0.035 \times 0.03 = 0.0002\% \\
 \text{どの債券も債務不履行とならない確率} &= (1 - 0.05) \times (1 - 0.04) \times (1 - 0.035) \times (1 - \\
 &0.03) \\
 &= 85.4\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{リスクの高さで上位 2 位までの債券のみが債務不履行となる確率} \\
 &= 0.05 \times 0.04 \times (1 - 0.035) \times (1 - 0.03) \\
 &= 0.2\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{「AA」格債が 1 年間に債務不履行となる確率} &= 0.2\% \\
 \text{残存期間 1 年の「AA」格債の現在の償還利回り} &= 2\%
 \end{aligned}$$

(i)ファイナンシャル・アドバイザーが、上記の計算結果に基づいてクライアントと協議する際、指摘する可能性が高い事柄を示せ。

[5 点]

クライアントとの最初の話し合いの後、ファイナンシャル・アドバイザーの同僚の一人がそのクライアントのために以下のような 2 組の計算結果を作成した。

$$Pr(F(x_1), F(x_2), \dots, F(x_N)) = -\frac{1}{\alpha} \ln \left[ 1 + \frac{\prod_{n=1}^N (e^{-\alpha F(x_n)} - 1)}{(e^{-\alpha} - 1)^{N-1}} \right]$$



$\alpha=8$  の場合、

Pr (すべての債券が債務不履行となる) =

$$-\frac{1}{8} \ln \left[ 1 + \frac{(e^{-8 \times 0.05} - 1)(e^{-8 \times 0.04} - 1)(e^{-8 \times 0.035} - 1)(e^{-8 \times 0.03} - 1)}{(e^{-8} - 1)^3} \right]$$

= 0.06%

Pr (リスクの高さで上位2位までの債券のみが債務不履行となる)

= 1.18%

あるいは

Pr (任意の二つの債券が債務不履行となる) =

$$(1 - e^{-\lambda_{12}}) e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_{13} + \lambda_{14} + \lambda_{23} + \lambda_{24} + \lambda_{34} + \lambda_{123} + \lambda_{124} + \lambda_{134} + \lambda_{234} + \lambda_{1234})} +$$

$$(1 - e^{-\lambda_{13}}) e^{-(\lambda_1 + \dots)} +$$

$$(1 - e^{-\lambda_{14}}) e^{-(\lambda_1 + \dots)} + \dots$$

= 0.76%

(ii) これらの新たな計算の根底にあるプロセスまたはモデルについて述べよ。

[2点]

(iii) この3組の異なる計算結果をどのように解釈すべきかを述べよ。

[2点]

(iv) ファイナンシャル・アドバイザーがこの新たな計算結果に基づいてクライアントに行うべき補足的な指摘を概説せよ。

[2点]

[計11点]

問題用紙ここまで