

INSTITUTE AND FACULTY OF ACTUARIES

試験委員会報告書

2015年9月

Subject ST9－エンタープライズ・リスクマネジメント

はじめに

この試験委員会報告書は、主任試験委員が受験者を支援するために執筆したものである。初めて試験を受ける受験者や、過去の試験を復習の手段として使用している受験者のほか、以前この科目に合格できなかった受験者にも役立つだろう。

試験委員会はカウンスルから、公表されたシラバスの試験を委託されている。試験委員は、シラバスの解釈を目的に作成されたコア・リーディングを閲覧でき、一般にその周辺を問題の基礎とするが、特別にあるいはもっぱらコア・リーディングの内容を試験することは要求されていない。

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手法がこの報告書に再現されている。それ以外の有効な手法にも、それに相応しい点数が与えられている。記述式の問題、特に後期科目の自由解答式の問題では、試験委員が満点となる解答から期待する以上のポイントが記載されている。

本報告書は試験が実施された日付における法令および規制内容に基づき記載されている。これらの報告書を試験準備に使用する場合、状況が変わっているかもしれない可能性について、受験者は考慮に入れるべきである。

F・レイトン
試験委員会委員長
2015年12月

© Institute and Faculty of Actuaries

A. この科目の目的とどのように採点されたかに関する一般的コメント

1. エンタープライズ・リスクマネジメント（ERM）スペシャルテクニカル科目の目的は、組織内での ERM の実施と応用に基礎となる重要な原則を、リスク測定とモデリングといった定量的方法と同様にガバナンスとプロセスを含めて合格する受験者に導入することである。受験者は、ERM 実務の知識と理解をいかなる種類の組織に対しても適用できる能力を得るべきである。
2. ST9 試験では、特定の状況へ直接的に対応するための一般原則を適用する、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。
3. 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ついて受験者に点数が与えられる。数値を扱う問題の場合、計算過程にも点数が与えられる。
4. 受験者の解答は、一連のポイントで構成される。例えば、一つのポイントは妥当なリスクの種類を述べることもあるし、リスクの種類の内容や計算（の一部）を記述することもある。

B. 今回の試験の受験者の成績に関する一般的なコメント

1. 試験は一つの短い問題、2つの中間的に短い問題、2つのより長い問題からなる。
2. 問題1はコーポレートガバナンスを巡る課題をカバーした。問題2はソルベンシー II の ORSA に基づくケーススタディだった。問題3は一般極値（GEV）分布をカバーした。問題4は、ソーラーパワー、固定価格買取制度（feed-in tariffs）および証券化に基づくケーススタディだった。問題5は法定ソルベンシーとデリバティブの使用をカバーした。
3. 一般的な慣習どおり、設問の大半を以下に沿った内容とした：
 - 教科書学習に重きを置いた問題
 - 簡単なケーススタディ形式の問題
 - 比較的最近発生した事象を中心とする実例におおよそ基づいた問題
4. 試験委員は、シラバスの内容に関する受験者の知識を試そうと努めている。コア・リーディングは、設問を考案する際の重要な情報源の一つであるが、唯一の情報源というわけではない。よって受験者は、金融関連の報道を読んで、コア・リーディングに記載されている論点および概念に最新のニュースをどのように当てはめられるかを考えることを勧めたい。
5. 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た。問題の後に続くコメントでは、受験者の成績が思わしくなかった領域を重点的に取り上げている。

C. 過去3年の合格率比較

年度	%
2015年9月	48
2015年4月	36
2014年9月	39
2014年4月	37
2013年9月	35
2013年4月	41

過去の合格率に対して今回の変化の理由は以下のとおり：

受験者の得点は狭い範囲に集まっており、予期したより小さい偏差を示した。これは問題内においてさえもそうである。今回の試験の合格率がいつもと異なるとは言えない。試験ごとの合格率の変動は、受験者の集団が異なることによるものと考えられる。

解答

問題1

- ・ オペレーショナルリスクを減じるため。
- ・ この企業とその経営幹部ならびに取締役を、贈収賄、汚職、詐欺、マネーロンダリング等の従業員による法令違反から守るため。[多くの国では、現在、贈収賄および汚職に関する法律を備えており、詐欺は通常犯罪行為である。]
- ・ 多くのケースでは、経営幹部および取締役会が、従業員の法律違反に対する責任を負うこととなる。ただしこの企業が適切なトレーニングと記録保持のしくみを備えていることが証明されればその限りでない。
- ・ これらの問題は、すでにコンプライアンス部門が担当しているかもしれない。
- ・ 風評リスクを減ずる／評判を上げるために
- ・ 適切かつ明確に表明された価値観があり、それが遵守されていれば、この企業の評判は守られ、かつ引き上げられる。
- ・ この企業の価値観や倫理観は、すでにコーポレートガバナンス体制にある程度組み込まれているかも知れない。
- ・ 将来の成長と収益力を改善するため。
- ・ この企業が国際的コンサルティング事務所であるため、地理的にも従業員のタイプにおいても、広範囲にわたっている可能性が高い。このことにより、各地域の要請に応える点だけでなく、すべての従業員が、この企業の価値観と倫理観を理解し、それを体現することを確実にする点をますます困難にしている。
- ・ この企業は、利益の最大化を図るであろうし、従業員が時に、利益追求のために、安易に価値観や倫理観を看過することも起こりうる。
- ・ 価値観と倫理観は、通常エンタープライズ・リスクマネジメント（ERM）、コーポレートガバナンス、内部監査ならびにコンプライアンス機能の範疇ではない。
- ・ 非倫理的な行動は、悪評、将来の成長や利益の低下に容易に繋がりがやすい。
- ・ 現在および将来の従業員の質を向上させるため。
- ・ すべての従業員が、企業の価値観と倫理観を完全に理解し、それらにふさわしい行動を取ることを促進する。

- この点は、従業員に対する定例トレーニングには、含まれていそうにない。
- その他のプレッシャーや期待に応じるため。
- 関連専門職組織からのプレッシャーに対する対応。
- 関連管轄地域で適用されるいかなるコーポレートガバナンスコードに対しても遵守していることを示すことにつなげるため。
- この企業（または、競合他社）に影響を与えるスキャンダルに対する対応
- ライバル企業における類似の任命に対する対応
- 監査部門（内部、外部を問わず）による調査で指摘のある問題への対応
- 格付機関からのコメントへの対応
- 株主の関心の変化
- （その他、変化を促す内部的な原動力に関する明確なコメントすべて）

この問題はほとんどの受験者がまずまずの解答をしており、ほとんどすべての受験者が何らかの得点を得た。

問題 2

(i)

- ソルベンシーII は、次の3つの柱から成り立つ。
 - 第1の柱：量的要件
 - 第2の柱：質的要件
 - 第3の柱：開示
- ORSA は、ソルベンシーII の第2の柱の一部を構成する。
- ORSA は、各保険者に、以下の目的でエクスポージャーのあるすべてのリスクを特定することを求めている：
 - 実施されているリスク管理プロセスと統制手段を特定するため
 - かつ、自社が最低およびソルベンシー資本要件（MCR および SCR）を継続的に満たし続けることができるかどうかを定量化するため
- （注：MCR と SCR に対する明示的な言及は求められない）

(ii)

- グループにわたる統一性
- 地域子会社間の比較の容易さ
- 各子会社向けに、個別対応するより早く
- かつより安価である
- 書類完成のために、グループによる支援が利用できること
- 子会社間の協働を促す可能性
- 知識の移転→地域毎の技能開発
- ORSA の観点から、各子会社にグループから何が求められているかの明確化
- 地域毎の補完的説明文書の質の向上
- リスク管理を各組織内で改善することに役立つ可能性
- 例：未だ考慮されていないリスクの検討を促す
- あるいは、リスク管理／コントロールまたはスキルの欠如に焦点が当てられ、グループの専門知識／支援が探られることになる。
- グループベースでの見方を与えることを強化するのに役立つ

- これにより、重複あるいは分散可能性を特定し、
- ならびに結果として、特定の子会社への資本配分の低下が図られることから、
- 資本利益率が引き上がる可能性がある。

(iii)

- すべての子会社に適合する単一の様式を作成するのは困難である。
- また、どのような様式を作るにせよ、面倒／または詳細にすぎて、全体像を欠くことになる可能性がある。
- 異なる子会社からの入力に対しても、同様の標準を確保すること。
- 各子会社が、一貫して要請事項を解釈することを確保すること。
- 各子会社は、それぞれ異なるリスクの分類体系を有している可能性がある。
- リスク・エクスポージャーの中には、主観的なものや、数値化しにくいものがあるかもしれない。
- すべての子会社が報告期限を守ることを確保すること。遅延の発生の可能性がある。
- グループ本社と各子会社のコミュニケーションが困難かもしれない。
- 各組織が、別のタイムゾーンにあるかもしれない。
- そして、別の言語を話すかもしれない。
- 技能と経験の水準が大きく異なるかもしれない、それによって、上記のような問題がさらに悪化しかねない。
- バイアスのかかった報告となる可能性がある。
- 追加的な報告の作業や、
- 独立性・支配権の喪失の認識に対する不満があれば、抵抗を受けるかもしれない。
- 各子会社一特に非欧州連合内子会社一が、地域ごとに異なる規制を受けるかもしれない。
- かつ／または、内部報告様式も異なる可能性がある
- そのため、これらリスク報告の準備の出発点が結果として同じものにはならない。
- 各子会社が、非常に異なった種類のビジネスを引き受けている可能性がある。リスク報告を単一樣式にまとめるのは困難であろう。
- 特に、グループレベルでは、上位5位までの規模のリスク・エクスポージャーは、個々の組織のものとは非常に異なる可能性がある。
- 異なる測定基準が使用される。
- 形式主義の文化／地域による差異
- 異なる業務分野を組み合わせることの難しさ／子会社が異なれば、業務分野ごとに掛ける比重が異なること
- データ保護およびその他の規制が、個々のリスクに関する情報の共有を困難にするかもしれない。特に、非公開情報である場合。

(iv) 賛成論：

- 個々の市場に特有のものに対応できる
- ストレスイベントやストレスシナリオが規制ソルベンシーや利益に与える影響を測定する有益な方法となりうる
- 後から洗練、向上させることが可能なストレステストプログラムが確立される。
- 準備時間の短縮—新たな／グループの枠組みを作る必要なし。
- コスト削減—上記の通り
- 計算根拠が知られている—スタッフ教育のためのプロジェクト遂行の必要なし
- 結果が、現在グループで使われている KPI および KRI に照らして評価することが可能

反論

- 規制ベースは、子会社またはグループのリスクを表す評価を与えないかもしれない
- リスクの中には、除かれるものもある可能性がある（オペレーショナルリスク等）。
- ORSAの主要ポイント、すなわち、ソルベンシーII資本要件と一貫しない。
- 新興国にとって特に重要な賛成論／反対論
- 市場は、これ以上を要求するかもしれない
- 異なる規制ベースは、グループレベルでの結果の統合をむずかしくする可能性がある
- 特に、異なるキャリブレーション水準のため
- グループ内でのリスクの集中を特定できない可能性がある
- 例えば、ある子会社が国際・インシュアランスの他の子会社に再保険を掛けた場合等

- 問1 この教科書問題は一般に良くできていた。
 問2 この問題について受験者は一般に良くできていた。
 問3 この問題について受験者はまずまず良くできていた。
 問4 この問題について受験者はほどほどに良くできていた。

問題3

(i)

- 独立した、同一の分布に従う確率変数標本の各々から得られる最大値を考える。標本の数が増えるにつれ、最大値の観測結果の分布は、一般化極値（GEV）分布に収束する。
- GEVのパラメーターには、以下が含まれる。
 - 「位置」（平均に類似）
 - 「尺度」（標準偏差に類似、したがって >0 ）
 - 「形状」
- 「標準的な」GEV分布の下では、位置 $=0$ および尺度 $=1$
- 形状パラメーターが、極値が属する分布の範囲を決定する。
- これは、多くの他の分布のテールと同じ形状を持つ特定の分布を与えることにより行なわれる。
- もし「形状」 >0 （フレッシュ型）なら、テールはべき乗則に従う。
- 例：極値が学生t分布やパレート分布またはレヴィ分布から来た可能性がある
- もし「形状」 $=0$ （ガンベル型）なら、テールは指数関数的である。
- 例：極値は、正規分布またはガンマ分布から来た可能性がある
- もし「形状」 <0 （ワイブル型）なら、テールは上限を持つ
- これは、極端なリスクをモデル化するには、有用ではなさそうである。
- （注：GEVがファットテールや指数関数的あるいは極限のあるテールを持ちうると知っていることは、3つの型の名称を知っているより重要である）

(ii)

- 過去の月次投資リターンデータは、同じ大きさのブロックに区分されなければならない。

- どのくらいの量のデータを使うべきについての決定（量 vs 関連度）が行なわれなければならない。
- 「極値」は、この検討に関しては、著しいマイナスリターンと定義づけられる。
- 投資リターンがマイナス 50%を下回る可能性をモデル化しようとするれば、再現期間アプローチがおそらく用いられるだろう。
- ブロック毎に、閾値（＝マイナス 50%未満）を下回る観測値の数が数えられ、
- それゆえ、分析の結果は、 X （ X は、ブロック毎の観測値の数）当たりの極値観測の率の分布となる。
- 再現水準アプローチも、極値の分布を理解するために使用される可能性がある。
- このアプローチの下では、各データブロックでの最低（最も極端なマイナス）観測値が選ばれることとなる。
- それゆえ、分析の結果は、 X 当たりの最低（最大のマイナス）観測値の分布ということとなる。
- GEV パラメーターは、次に、最尤推定法によって、
- または、モーメント法（または類似のもの）によって、当てはめられることになる。
- 個々のヘッジファンドについてこれを繰り返す。
- （注：閾値超過についての言及はすべて、GEV ではなく GPD の使用を示唆する。したがって、得点は得られない）

(iii)

- GEV は極値に関するものであり、これらの値は極値である。
- GEV アプローチは、サンプルデータが独立に同一の分布に従っていることを前提としているが、どちらの前提も合理的であるとは考えにくい。
- 例えば、ヘッジファンドによっては、毎月大きくその資産構成を変えるものがある。
- また、ボラティリティはクラスタリングする傾向があり、
- また、時間の経過とともに変化する。
- データは月次のものであり、GEV 分布のパラメーターを推定するために十分な数のデータポイントを得ることが非常に難しい。
- このことから、ブロックの規模と数という観点から、正しいバランスを得ることは、通常よりもさらに難しくなる。
- もし各ブロック内の観測数が少ないままに保たれると、再現レベルアプローチでの情報はさらに少なくなる。
- しかし、代わりに、使用されるブロック数が小さいままに保たれば、パラメーターの推定値の分散は大きくなる。
- より多くのデータを得ようとするれば、分析を出来るだけ過去に遡っておこなうことも考えうる。
- しかし、過去の分析期間が長ければ長い程、将来の（極値）リターンのモデル化のためには、データの関連性はますます減ることとなる。
- 例えば、ヘッジファンドの戦略の変更により。
- あるいは、ヘッジファンド・マネージャーの変化さえあるかもしれない。
- あるいは、背景となっている経済状況の変化のため。
- 戦略が似通っているファンド群からのデータを、データサンプルの規模を大きくするために、分析に際して集約することが考えられる。
- しかしここでも、そのようなファンドとチーム独自のファンド間にもともと異質性が存在する可能性が高い。（すなわち、それほど関連性が高くない）
- すべてのデータを活用することにはならない。
- それは、-50%を下回る月間リターンの分布について、その確率を示すだけでなく、よ

り多くの情報をもたらす可能性がある。

- 提案されたアプローチは、さまざまなファンド（すでに保有されているまたは保有を考慮されている）が極限的な環境下でどのように同じような動きをするかを考えることについては、ほとんど何も貢献しない。
- つまり、テール相関である。
- ヘッジファンドは独立性を主張したが、過去の例を見ると、そうは言えない。ひとつのヘッジファンドの運用成績の関係は、常に他のリターンとの比較において見るべきである。
- 過去は将来と同じとはいえない

問 1 一部は満点を取るなど多くの受験者がこの問題で高得点を取る一方、比較的直接的な教科書問題に多くの受験者が苦しんだ。一部の受験者は、GEV 分布を一般化パレート分布と混同した。

問 2 この問題については高得点を得た受験者はさらに少なかったが、もう一つの教科書の問題に対して、得点分布がやはり広範囲になった。

問 3 この問題については、多くの受験者が極めて良くできていたか、極めてできていなかったかどちらかだった。

問題 4

(i)

- 主要なリスクは、信用リスク／カウンターパーティーリスクであるが、
- それは、デューデリジエンスや、
- 信用保険／クレジット・デフォルト・スワップによって軽減できる。
- ローンの長期的性質により信用リスクが悪化する。
- 送電網の故障
- 未使用の電力からの収入が予想よりも少なく、ローンの金利支払いや元金返済を適正に賄えないリスクがある。
- これが起こるには、多くの理由が考えられる。
- ソーラーパネルの劣化が予想を超え、効率の悪い発電状況となるかもしれない。
- このリスクは、時間経過により予想される、あるいはストレス下での劣化について専門家からの意見を聞くことや、
- 必要に応じてローン金利の交渉を行なうことで軽減できる。
- 長い間には気候の変化、あるいは単純に統計上の変動が起こるかもしれず、これらにより、ローンの期間中に予想された日照時間を下回る事態も考えうる。例えば、雪が降ってソーラーパネルを覆い、一定期間発電がまったくできないといった事態も考えられる。これが起こるとすると、やはり冬だろう。
- このリスクは、天候パターンの変動に関する専門家の意見を聴くことで軽減できる。（そして、ローンの金利の交渉を、必要に応じて行なうことでも）
- これは、天候デリバティブの使用によっても軽減できる（この問題への回答としては）
- 発電された電気のうち、未使用で送電網に売り戻される割合は、その 50%未満かもしれない。
- このリスクは、ソーラーパネルから発電される発電量の見込みおよび平均的な家庭での電力使用量について、専門家の意見を聴くことで軽減できる。（そして、ローンの条

件の交渉を、必要に応じて行なうことでも)

- ソーラーパネルの地域的な設置場所を調べ、集中リスクがないかを把握すべきである。
- 言い換えると、すべてのソーラーパネルが1主要都市およびその郊外の住宅に設置されているのか、あるいはより分散して設置されているかを調べる
- ローン分析には、設置された場所を通じた日照時間の多様性を反映するようにすべきである。
- ソーラーパネルは、嵐の被害にさらされるかもしれない。
- このリスクは、ソーラーパネルの耐久性およびその修理に関する専門家の意見を聴くことや(そして、ローンの条件の交渉を、必要に応じて行なうことでも)
- 付保を要求することによって軽減できる。
- ソーラーパネルは、破壊行為の被害を受けるかもしれない。
- この軽減策は、嵐の被害に対するのと同様。
- 保険の引受が行なわれた場合、その費用が増加するリスクがあり、その結果可処分収入が減る可能性がある。(ローンの返済がリスクにさらされる)
- 同様に、維持管理費用増加のため、可処分収入が減る可能性がある。(ローンの返済がリスクにさらされる)
- このリスクは、維持管理を長期間の外部委託契約でカバーすることを要求することにより軽減できる。
- ただし、これには、委託先の破綻という二次的(カウンターパーティー)リスクがある。
- 家庭は、ソーラーパネルやスマートメーターを許可なく改ざんするという誘惑にかられるかもしれない。
- 抜き打ちの検査やサンプリングを義務化することで、このリスクを軽減し、揃えた全てのデータを見直して発電データの異常な動きを特定すべきである。
- この取引には、法的リスクが存在する。
- 特に、この種の取引としては初めてのものであるため。
- SLALの法務部門は、証券化ビークル(SPV)の構造ならびに提案されているローン契約の内容はもちろん、家庭が締結した法的契約の特質についても吟味する必要がある。
- 外部機関によるリーガルチェックを求めべきかもしれない。
- これまでとった行動から判断して、政府が、どのように契約内容を改定すべきかを積極的に検討していることは明らかである。したがって、既に試みられ、これまでは裁判所が封じてはきたものの、政府が保証を撤回し、未使用電力に対して支払われる補助金の率を低下させるリスクがある。
- 同様に、補助金の法的正当性については、自宅にソーラーパネルを備え付けることができず、高い電気料という形で補助金に要する費用の負担を余儀なくされ、憤っている消費者から異議の申出を受ける可能性がある。
- 裁判所による拒否が、不服申立により覆るといふ、関連した法的リスクもある。
- 政府がスキーム全体を撤回するまでに至ってしまうという可能性もある。
- あるいは、交換部品の購入の税控除扱いを許さないといったこと等、何がしか別の方法で便益を取り消すことも考える。
- しかし、そのような措置は、二酸化炭素の排出を削減するという政府のコミットメントに反するものである。
- リスクの軽減—ロビー活動
- 家庭向け電力供給会社は、送電網に売り戻した未使用電力に対する支払を遅らせるかもしれない。このことが流動性の問題を引き起こし、ローン返済の遅れという結果を招く可能性がある。

- さらに悪い事態として、電力に対する補助金率の支払に責任を負う電力会社が破綻する可能性もあり、電力に対する支払がなされなくなる可能性がある
- 金融機関に関わる規制当局のこの投資についての考え方は明確ではない。当局は高い資本を求めるかもしれないが、そうなるとこの投資の魅力が減退することとなったり、
- またはこの投資は認容できないとの判断を下す可能性もある。
- この資産クラスについての当局の見解を理解するため、当局との対話を持つことが有効であろう。
- ただし、これは与えられた時間の中では可能でないかもしれない。
- この投資に対するリターンは高い一方、ローンに関わる手数料も高い。外部専門家のマネージャーを招くことも考えるが、手数料が想定を超えて高くなるリスクがある。
- インフラ資産への投資は現在の投資マンドートの範囲外であり、結果としてSLALは、限られた専門知識しか持ち合わせていない。したがって、関連するオペレーショナルリスクもある。
- 上に示した通り、これは外部専門家の助言を得ることで軽減できる。ただし、これを行えば、費用もかかり、ネットリターンを下げることとなろう。実際には、インフラ資産への長期間の投資なしには、SLALの中に、深い専門知識が育つことは考えにくい。
- 投資の決定を行なう時間が限られていることから、外部関係者を関わらせることには限界がある。このため、情報不足から間違った決定がなされるリスクがある。
- しかしながら、この段階で投資から身を引くことは、後に引けない状況を作ることになり、SLALのインフラ資産への将来の投資の能力を制限し、先駆者の優位性を失うことにもなる。
- 補助金率は現在の標準率に基づいており、「インフレに沿って」増加する。この債券は、インデックス連動債の利回りプラス4%の金利でクーポンを支払う。インフレを測る2つの指標が同一でない場合は、ベースリスクが存在する可能性がある。
- インフレ率により正確に適合するように、デリバティブの利用も可能であるが、
- 2つの指標は、相関の高いものであるべきである、そうすればリスクを減少させる手を講じずとも許容できるようになるかもしれない。
- このローンがSLALの負債とうまく適合していないリスクがある
[注：この点は、(ii)でより詳しく取り上げられる]
- このローンを運用資産に組み入れるためには、資産/負債マッチング評価を修正した上で、資産ポートフォリオの残りの部分を調整する必要があるかもしれない。
- 金利リスク/インフレリスク
- もしSLALの負債が(実質ベースではなく)ほとんど名目ベースであれば、部分的に、ローンのインデックス連動的な性質を、適切なインフレデリバティブを使ってヘッジし、取り除く必要ありと考えられるかもしれない。

(ii)

- 定期保険ビジネスは、相対的に短期で一ほぼ5年程度の一平均デュレーションかも知れない。ローンの期間は25年であるので、デュレーションのミスマッチが起こる。
- もしSLALが定期保険のカバーのためにこのローンに投資するなら、イールドカーブの変化により損益が発生する可能性にさらされる。
- このローンはまた、定期保険ビジネスをカバーするに十分な流動性を持たない。金額の大きい個々の保険金請求や、大事故大災害等による多数の保険金請求に応じるために、資産は短期間の通知で現金化される必要があるからである。
- したがって、このローンは定期保険ビジネスをカバーするに適合した資産ではない。
- 年金ビジネスは、一平均10年から12年程度の一中期から長期のデュレーションを持

つ可能性が高い。

- 同じデュレーションの資産を目指すよりは、SLALは、資産と負債のキャッシュフローマッチングの手法を取る可能性が高い。
- ソルバニアでは、政府債や社債の最長満期は15年であるようである。したがって、SLALは、より長いデュレーションの年金のキャッシュフローにマッチする資産を取得するのに苦勞する可能性がある。
- このローンの期間が25年であるため、SLALは、これを年金ビジネスをカバーするポートフォリオ資産に組込むことを有効であると考えられるかもしれない。
- これにより、イールドカーブの変化へのエクスポージャーが減ることとなる。
- 年金の中には、インフレ連動のものがあるかもしれない。もしそうならば、このローンへの投資を行なうことは、ローンのリターンが実質ベースであることから、インフレ連動の負債とよいマッチングとなろう。
- この資産の安全性に関して、潜在的なリスクがいくつかあるが、多くは、この資産に特有のものである。このことが意味するのは、すでにSLALのバランスシート上に存在するリスクに対して、よい分散効果を持つということである。
- この点、ならびに上記のようなキャッシュフローマッチングの改善は、この投資のために保有すべき資本が、さらに政府債や社債に投資する場合に比べて小さいということを意味する可能性がある。
- 長寿や死亡率のヘッジにはならない。
- 想定よりも支払が少ない場合に備えて、より大きな名目金額の資産を保有する必要がある。(すなわち信用の掛け目の考慮)
- SLALの負債は、ほとんどが国内で引き受けられ、通貨による mismatch もない可能性が高い。

(iii)

- 最も大きなリスクは、想定より低い日照、ソーラーパネルの想定以上の劣化、電力会社の破綻、あるいは想定以上の維持コスト、政府による政策変更であろう。これらのうちのいずれか、あるいはその他のそのそこの重大なリスクは、得点が得られる。
- 例えば、以下のようなものである。
- 日照量の水準についてはストレスをかけるべきである。
- 過去の日照時間の統計をソーラーパネルが設置されている地域毎に照合すべきである。これは時間による変化の説明に有用である。
- 毎年、同じ日照量があった場合の発電可能な電力量を、保険者は推定できる。
- 保険者はそれにより、すべてのソーラーパネルについて、その年に発電される総電力量を決定することができる。
- 発電される総電力量や結果としてのこのローンの投資パフォーマンスへの影響に分布を適合できる。
- その結果、資本コストが評価できるようになる。これは通常 VaR (バリュアットリスク) —例えば 99.5 パーセントイルで—、あるいは TVaR (テールバリュアットリスク) によって評価される。
- 気象学者および気候変動科学者からの専門家としての意見は、これまで起こったこととの比較において将来起こり得ること、および分布と資本コストに必要となるかも知れない修正に関して、保険者にとってのガイドとなる。
- ソーラーパネルの劣化については、ストレスをかけるべきである。
- 過去の劣化に関する統計について照合し、上記で述べたのと同様のプロセスを行うべきである。

- ソーラーパネル技術は、近年大きく進歩した。これに加えて、ごく最近、家庭の屋根への大量生産されたソーラーパネルの設置はごく最近始まったばかりである。したがって、データは少なく、将来に対して全てが関連するとは言えないため、データを専門家の意見で補完する必要がある。その後、上記で述べられたようなプロセスを実施すること。
- より一般的には、(各々の方法の下で) 以下に対して得点が与えられる：
 - 適切な過去の情報の収集：なにを。
 - 適切な過去の情報の収集：どこから。
 - 過去のトレンドの将来へのプロジェクション。
 - 分布の適合。
 - 資本コストの評価 (例：VaR または TVaR)
 - データが少ないものに関する専門家意見の使用
 - トレンドの予測に関する専門家意見の使用。

- 問 1 得点の開きは大きかったものの、多くの受験者はこの問題については合理的に良くできていた。この種の問題ではいつものことだが、重要なのはできるだけ広範囲の論点を挙げることである。特に、財務的および非財務的の両方のリスクの存在を認識することが重要である。
- 問 2 一部の受験者はこの問題は良くできていた一方、多くは十分な数の論点と正当性を挙げるのに苦しんだ。
- 問 3 この問題はあまりできていなかった。半分以上の得点を得たのはごく少数だった。これは、多くの解答は幅広さが欠けていたことによる。

問題 5

(i) (a)

- プットオプションの権利行使日における買い手にとってのペイオフは、

$$\max(E - X_T, 0)$$

ここで E は、この問いで定義されている (行使価格)、 X_T は、原資産の権利行使日 T における価格である。

- 「より高い行使価格」 E_H および「より低い行使価格」 E_L のプットスプレッドを買うことは、行使価格 E_H のプットオプションを買い、行使価格 E_L のプットオプションを売るのに等しい。
- したがって、プットスプレッドの権利行使日における買い手にとってのペイオフは：

$$\max(E_H - X_T, 0) - \max(E_L - X_T, 0)$$

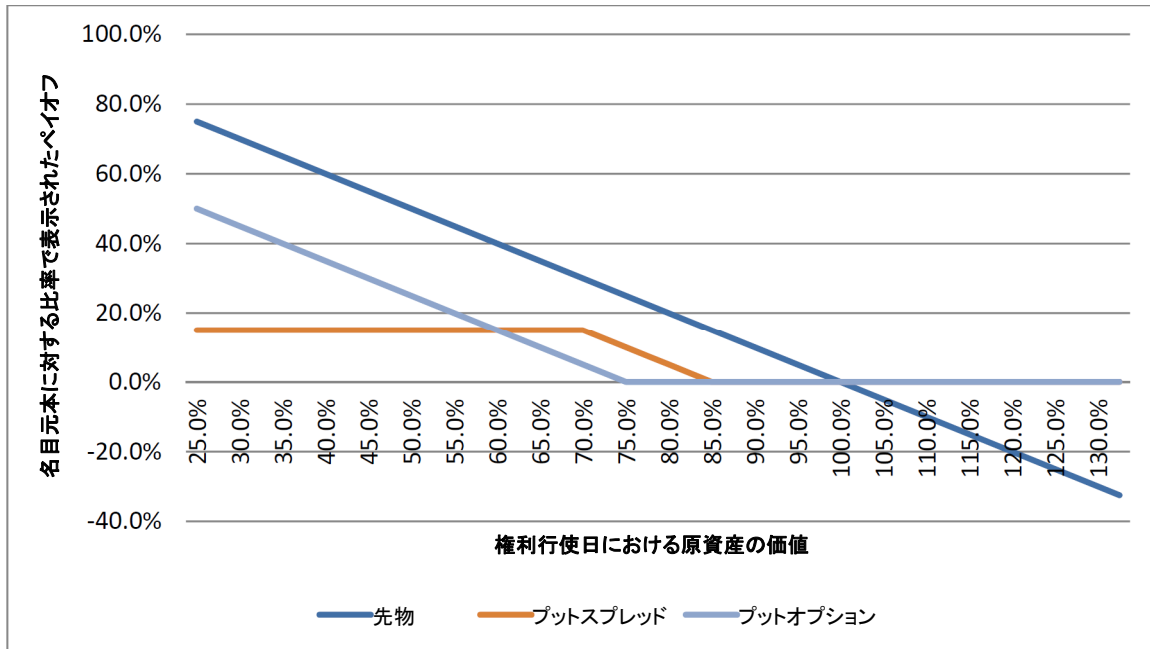
- この他、以下のような式のすべてに、上記の点数を与える。
 - 0 ($X_T > E_H$ の場合)
 - $E_H - X_T$ ($E_H > X_T > E_L$ の場合)
 - $E_H - E_L$ ($E_L > X_T$ の場合)

- 先物の売り手にとってのペイオフは、単純に

$$E - X_T$$

(b)

- これらは、以下に参考行使価格によって例示されている。



(ii) 先物

- 理論的には、ソサエティの将来の AMC の価値の下落に対するエクスポージャーは、先物を使うことで、ほぼ完全にヘッジできる可能性があるが、
- すべての価値上昇の可能性を手放すことで、下落サイドの防御を得られる
- 先物の使用は初期コストを必要としないが、
- 委託保証金は供出しなければならない。
- これによって、SARS は、AMC に関わる価値に関しては安定性を得るが、これには保険契約の継続率が想定通りであることが条件となる。継続率が予想よりも良い場合も悪い場合も、SARS にとっては、エクイティリスクの過小ヘッジや過剰ヘッジとなってしまう。
- 基準 2 に基づき、将来の年間管理手数料の現在価値は、バランスシートが負債の最良推定評価を含んでいるので、バランスシートにすべて含まれている。
- もし株式市場が下落すると、先物の価値は上昇し、SARS の AMC の価値の下落を相殺する。逆もまた真であることから、
- 先物は、基準 2 の下で SARS の所要経済資本を最小化し、余剰経済資本を安定化するための理想的な解決法である。
- しかし、運用対象のファンド中の株式の構成は、先物が参照するベンチマークインデックスの原資産をそのまま反映することはありそうにないので、ヘッジは完全とは言えない。(ベースリスク)
- 実際、先物は、保険契約者が投資をしたいくつかの市場においては取得不可能かも知れず、除去されるエクイティリスクの比率は低下することとなる。
- 基準 1 の記述を基つけば、将来の年間管理手数料の現在価値は、バランスシートに完全に含まれていない。
- したがって、伝統的な余剰資本 (すなわち基準 1) を安定化させるより、先物を購

入することで、実際には、この基準に基づく余剰資本に対するボラティリティを新たに発生させることになるのかもしれない。

- さらに、オフバランスの負債をヘッジするために購入した資産が認容されるのか否かは明確でないため、基準1に基づく余剰資本は、先物の使用により悪影響を受ける可能性がある（あるいは、認容に関する理にかなったコメント）
- さらに悪い事態として考えられるのは、規制当局が SARS に対して、株価の上昇等、合理的に予想できるイベントについては準備金を積むことを要請するかも知れない点である。この場合、基準1に基づく SARS のバランスシートに、先物購入直後、さらなる悪影響があることになる。
- 株価の上昇がある場合には、先物の価値は下がる。先物取引には担保が必要である。委託証拠金は、AMC の価値の増加を利用して作ることはできず、現金または他のからの流動性のある他の資産を使用しなければならない。これは、流動性の問題を引き起こす可能性がある。
- それゆえ、経済的な観点からは、先物は最良のヘッジを提供するが、上記の問題によって、他のヘッジ方法の可能性を考慮することになる。

プットオプション／スプレッド

- プットオプションとプットスプレッドによって、SARS は、下落サイドの防御を購入していることになり、
- かつ上方の収益機会も放棄してはいない
- このためには、SARS は、プレミアムを前払いしなければならない。
- これは、エクイティリスクをヘッジするには、高価な方法となりそうである。特に、SARS は一方の保証をヘッジすることを求めているので、そのように言える。
- 同じ行使価格（スプレッドの「より高い行使価格」を考慮すれば）であれば、前払いのプレミアムは、プットオプションの方がプットスプレッドよりも高く、それは、エクイティターンのマイナス100%まで防御が提供されている一方で、プットスプレッドによる防御では「より低い行使価格」のところであるからである。
- したがって、2つのうち、基準2の下ではプットスプレッドが、必要経済資本を減らし、余剰経済資本を増やすための費用対効果の高い方法ということとなりそうである。
- このことは、株価に対するストレスの規模に合わせて、「より低い行使価格」を選んだ場合に、特にあてはまる。
- しかし、この水準以下の株式市場の動きは、プットスプレッドによっては防御されない。
- 基準1の下での伝統的余剰資本への影響は、これほど明確ではない。また、先にも触れたが、オフバランスの負債をヘッジするために購入した資産が認容されるのか否が明確でないため、基準1の下で、余剰資本は、プットオプション／スプレッドのために払われるプレミアム分だけ減少する可能性がある。
- しかしながら、規制当局が説得されて、バランスシートにプットオプション／スプレッドの価値を含めることを許容する可能性があるため、その場合は、基準1の下で、伝統的な余剰資本への影響は直ちにはないであろう。
- しかし、プットオプション／スプレッドの使用によって、株価下落に備えるための準備金の必要性は確実になくなり、
- 。流動性に関する懸念も取り除かれる。
- 先物については、プットオプション／スプレッドの成果は、保険契約の継続率が想定通りであることが条件となる。継続率が予想よりも良い場合も悪い場合も、SARS

にとっては、エクイティリスクの過小ヘッジや過剰ヘッジとなってしまう。

- 先物については、ベーシスリスクは残る。
- 実際に、プットオプション／スプレッドが取引されているインデックスはさらに少ないかもしれないので、これによって取り除くことができるエクイティリスクの比率は、さらに小さいものとなる。

その他の比較

- プットオプションやスプレッドがインベストメントバンクから「店頭」でのみ入手可能であるとすれば、先物は市場で取引されており、価格透明性と流動性はこれら2つより高い。
- 先物はプットオプションやスプレッドに比べ単純な契約であり、求められる専門知識は少なく、SARSの経営幹部に対する説明も、より容易である。
- 先物のように市場で取引されるデリバティブは、いくつかのオプションのような店頭で取引されるデリバティブに比べると、カウンターパーティーリスクは低い。

(iii)

- (i) に対する回答に基づき、プットスプレッドの価値は、「より高い行使価格」をプットスプレッドに設定したプットオプションの価値と「より低い行使価格」をプットスプレッドに設定したプットオプションの価値の差として決定できる。
- プットオプションの価値は、ブラック–ショールズ（またはガーマン–コールヘーゲン）の公式を用いて以下のとおり決定できる。

$$P_t(E) = Ee^{-r(T-t)} \Phi(-d_2[E]) - Xe^{-q(T-t)} \Phi(-d_1[E])$$

- ここで使った記号は、問題文で与えられたとおりである。
- したがって、われわれは、「より高い行使価格」と「より低い行使価格」をそれぞれ E_H および E_L とする、 t 時点でのプットスプレッドの価値 $PS_t(E_H, E_L)$ を以下のとおり決定することができる：

$$PS_t(E_H, E_L) = P_t(E_H) - P_t(E_L)$$

- これにより、適切なブラック–ショールズ式を代入すれば、必要な表現を得られる。
- 言葉により解答も同様に可能である。
- 例えば、プットスプレッドは単純により高い行使価格でのプットオプションの買いからより低い行使価格でのプットオプションの売りを引いたものであり、
- これらオプションは、それぞれ B-S モデルを使って評価できる。

(iv)

「より高い行使価格」については

$$P_0(850) = 850 \times e^{-0.5\% \times (1.25 - 0)} \Phi(-d_2) - 1,000 \times e^{-3.8\% \times (1.25 - 0)} \Phi(-d_1)$$

ここで、

$$d_1 = [\ln(1,000/850) + (0.5\% - 3.8\% + 19.8\%/2) \times (1.25 - 0)] / [19.8\% \sqrt{1.25 - 0}] = 0.65849$$

$$d_2 = [\ln(1,000/850) + (0.5\% - 3.8\% - 19.8\%/2) \times (1.25 - 0)] / [19.8\% \sqrt{1.25 - 0}] = 0.43712$$

これが意味するのは、

$$P_0(850) = 850 \times e^{-0.5\% \cdot (1.25-0)} \Phi(-0.43712) \\ - 1,000 \times e^{-3.8\% \cdot (1.25-0)} \Phi(-0.65849)$$

これが意味するのは、

$$P_0(850) = 36.33$$

同様に「より低い行使価格」については、

$$P_0(700) = 700 \times e^{-0.5\% \cdot (1.25-0)} \Phi(-1.02517) \\ - 1000 \times e^{-3.8\% \cdot (1.25-0)} \Phi(-1.29685) = 13.36$$

したがって、

$$PS_0(850, 700) = P_0(850) - P_0(700) = 36.33 - 13.36 = 22.97$$

つまり、1,000百万ユーロのエクスポージャーに対し2.3%となる。

(v)

- $PS_I(850,700)=11.4\% \times 1,000=114$ が与えられている。
- 所要経済資本の減少は、ストレスが適用された1年間でのプットスプレッドの価値の変動を反映しており、114百万ユーロ-23百万ユーロ=91百万ユーロに等しい。
- 余剰経済資本の増加もやはり91百万ユーロである。
- これは、23百万ユーロの市場価値を持つ資産に対して23百万ユーロのプレミアムが支払われているので、利用可能な経済資本が変動していないからである。

(vi)

- プットスプレッドが認容されるものとして扱えると規制当局の説得が可能であるという前提に立てば、伝統的な余剰資本への影響はない。23百万ユーロの市場価値を持つ資産に対して23百万ユーロのプレミアムが支払われているからである。
- あるいは、
- プットスプレッドが当局の立場からは認容できないという前提に立てば、伝統的な余剰資本は、プレミアムの97.5%にあたる22.4百万ユーロ減少する。

(vii)

- 与えられた情報から、プットスプレッドの価値の増加は、

$$PS_{0-ins}(850, 700) - PS_0(850, 700) = 47 - 23 = 24$$

- したがって、プットスプレッドの価値は、24百万ユーロ増加した。
- 利用可能な経済資本も、したがってベースシナリオ対比で24百万ユーロ増加した。
- しかし、AMCの価値（したがって資産）は、120百万ユーロ（12%エクイティの価値が下落したため）下落した。
- したがって、利用可能な経済資本もやはり120百万ユーロ下落。
- 全体的な利用可能資本の減少は、したがって96百万ユーロ。
- 経済資本ストレスシナリオ下でのプットスプレッドの価値は、141百万ユーロ-114百万ユーロ=27百万ユーロ増加した。
- したがって、所要経済資本は27百万ユーロの減少。
- これは、所要経済資本が、他の点では変動していないという前提に立っている。与えられた情報からは、株式市場の変動を要因とするストレスシナリオ計算における他の変化の度合いを評価することはできない。
- このシナリオの下での余剰経済資本の変動は、したがって69百万ユーロの減少であり、これは所要経済資本の減少27百万ユーロと、利用可能経済資本の減少である

96 百万ユーロを相殺したことによるものである。

- 全体的なプットスプレッドの影響は、したがって 51 百万ユーロの改善である。これを行わなければ、余剰資本が 120 百万ユーロ減少していたはずだからである。

(viii)

- これにより、直ちに余剰経済資本のメリットが得られ、
- 伝統的な余剰資本への悪影響はないかもしれない（認容されるものとして取り扱われるかどうか次第で）／基準 1 の下、悪影響を与えるかもしれない。
- また、SARS を、小さいショックから守る。
- スプレッドは、したがって、買い物としては魅力的に見える。
- しかし、この効果は次第に消え、ロールオーバーする必要がある。
- このプットスプレッドの購入を薦める前に、このヘッジに要する資本コストを評価することが有益である。
- 加えて、ヘッジの非効率性（またはベーシスリスク）に備えた分析も有効である。
- 規制当局と認容の可否について確認すること、でなければ基準 1 の下でのスプレッドの可否を確認することも、やはり有効である。
- SARS は、他のインベストメントバンクから、同じデリバティブについて見積もりを取ることも考えられる。
- 取引を行ない、デリバティブの価値やその他の関連する事務上のポイントを監視するのに十分なデリバティブ関連の専門知識が内部にあるかについて評価する必要があるかもしれない。
- NBS とのカウンターパーティーリスクをどう管理するか（例えば担保の使用等）についても、情報が必要であるかもしれない。
- 株主のリスクアペタイトにもよる。
- 他のヘッジ手法のコスト／影響についても検討せよ。

- (i) この問題については多くの受験者がまずまず良くできていた一方、驚くほど多くの受験者が比較単純なペイオフグラフを描くのに苦しんだ。
- (ii) 少しの例外はあるが、この問題はできが悪かった。受験者は、典型的には資本十分性の基準と先物とオプションの一般的な特性の両方についての長所と短所を組み合わせた十分に広範な解答をすることができなかった。
- (iii) 多くの受験者がこの問題で高得点を取った一方、まったく得点を得られなかった受験者もいた。
- (iv) これはそこそこ単純なブラックーショールズの問題で、多くの受験者がまずまずの解答をしたが、満点はごく少数だった。
- (v) これは大変できが悪い（解答も少ない）問題で、半数以上の受験者が零点だった。
- (vi) 同じく、この問題もほとんど解答がなかった。
- (vii) これまた、多くの受験者が零点のできの悪い問題であり、満点に近い受験者もほとんどいなかった。
- (viii) この問題には多くの解答がなされたが、受験者はそれでも低い得点しか得られなかった。これも、財務上の効果、認容性、リスクアペタイト等といった異なった分野にわたる関係する論点を挙げれば、まずまずの得点が得られるだろう。