



保険会社の
エンタープライズ・リスク・マネジメントの
数理的側面

2016年1月

このペーパーは、国際アクチュアリー会（IAA）の Enterprise and Financial Risk 委員会によって作成されたものです。

本ペーパーの作成メンバーである Puvan Arulampalam, Greg Douglas, Nick Dexter, Jared Forman, Brian Guo, Jolanta Krastina, Peter Niman, Sylvia Oliveira, Padraic O'Malley, Patrick Thome, Kailan Shang に感謝します。



**International Actuarial Association
Association Actuarielle Internationale**

99 Metcalfe Street, Suite 1203
Ottawa, Ontario
Canada K1P 6L7

www.actuaries.org

Tel: 1-613-236-0886 Fax: 1-613-236-1386

Email: secretariat@actuaries.org

目次

1. はじめに.....	4
1.1 目的	4
1.2 エンタープライズ・リスク・マネジメント.....	5
1.3 関連する知識	5
2. 定義と用語.....	6
2.1 一般用語	6
2.2 本文書で言及するリスク.....	8
3. エンタープライズ・リスク・マネジメント態勢.....	10
3.1 リスク・ガバナンス	10
3.2 リスク戦略	15
3.3 リスクの特定	20
3.4 リスク評価	24
3.5 リスク計測	25
3.6 リスクへの対応	57
3.7 リスク・モニタリング	60
3.8 リスクの報告	62
3.9 リスクとソルベンシーの自己評価.....	66
3.10 ERM 態勢の評価.....	67
参考文献一覧.....	68
付属書類 A – コヒーレントの特性.....	70
付属書類 B – 一般的なリスク尺度	71
付属書類 C – 統合の一般的な方法とその欠点	74
付属書類 D – ある実践分野の評価例.....	77

1. はじめに

1.1 目的

本文書の目的は、エンタープライズ・リスク・マネジメント（“ERM”）の実務に係るアクチュアリー、あるいはその他の実務家に助言を与えることである。その狙いは、実務家を支援し、様々な論点についての知識と認識に関する一貫性をより高めることができるようにすることである。

本文書の内容は多岐にわたっており、ERM 態勢において考えられる様々な要素を対象としている。本文書は、ERM の個別のいかなる要素についても詳細に記述することは目的としておらず、ERM の多様な要素および考慮すべき領域に関して理解を助けることを目的としている。したがって、この文書は ERM 態勢を構築しようとしている、または ERM 態勢が比較的初期の段階にある実務家に主に向けられたものである。

本文書で論じるアプローチや手法は、考えられうる ERM 実務の全ての論点に最終的な対処方法を与えるものではないことに留意することは重要である。特定の状況や重要性の度合によっては、この文書以外のより適切なアプローチや、検討すべき考察があるかもしれない。

本文書はこれまで IAA が作成した報告書を補完するものであり、置き換えや更新を行うことは意図していない。

IAA がこれまでに作成した関連する報告書には以下が含まれる：

- Enterprise Risk Management for Capital and Solvency Purposes in the Insurance Industry, 2009（保険会社における資本とソルベンシーのためのエンタープライズ・リスク・マネジメント） このノートは、IAIS が監督者のために作成した標準やガイダンス文書に関して保険会社をサポートするために作成したものである。
- Note on the use of Internal Models for Risk and Capital Management Purposes by Insurers, 2010（保険会社のリスクと資本管理のための内部モデルの利用に関するノート） このノートは、保険会社におけるリスクや資本の評価および管理のためにモデルの構築、利用および承認に責任を負う人のための教育的な文書である。
- Comprehensive Actuarial Risk Evaluation, 2010（アクチュアリーの包括的なリスク評価） この文書はアクチュアリーによる包括的なリスク評価についての枠組みを提供する。
- Stress Testing and Scenario Analysis, 2013（ストレステストおよびシナリオ分析） この文書はシナリオ分析およびストレステストについてアクチュアリー的な視点を提供する。
- Deriving value from ORSA – Board Perspective, 2015（ORSA から価値を引き出す – 取締役会の視点で） この文書は ORSA プロセスによって取締役会が受け取る情報から得られる価値について概観している。

この文書が扱う概念の多くは上記文書で扱われており、上記文書では特定の事項についてより深く検討している。この文書はアクチュアリー観点から ERM に焦点をあて、実務家が関与するかもしれない様々な事項のすべてに対処しているかどうかを検討する際の助言を与えることを意図している。IAA が将来、ERM 関連の事項についてさらに文書を作成することも十分に考えられる。

この文書は一義的には保険業界におけるリスク管理を対象としているが、多くの概念は保険業界以外にも適用可能である。

1.2 エンタープライズ・リスク・マネジメント

ERM の定義は多い。本文書は、そうした定義から生じた、共通した様々なテーマと諸原則について作成されたものである。その主なものは次の通り。

- ERM は継続的プロセスである。
- ERM はリスクに対して全体的な見方をしており、企業全体の立場に基づく観点と個別の観点の両方でリスクを評価する。
- ERM は定量化が不可能なリスクや、それが難しいリスクも含めた、全リスクを対象とする。
- ERM は不確実性をプラスとマイナスの両方の観点から考察する。
- ERM は適切なリスクと報酬のバランスの達成を支援することで、全利害関係者にとっての価値の増大を目的とする。
- ERM はリスクの短期的側面と長期的側面の両方を考慮する。

1.3 関連する知識

本文書で論じられる全項目については、対象企業の特定の状況、そしてそれに関連する全規制要件に関する知識の基盤があることが求められる。

2. 定義と用語

2.1 一般用語

これらの用語に異なる定義を行うことは可能である。下記の定義は本文書で用いられる場合の用語の意味を定義することを意図したものである。

代替リスク移転 (ART) リスクの移転において、保険や再保険以外の技術を用いること。

国際決済銀行 通貨と金融の国際協力を促進し、中央銀行のための銀行として機能することを目的とした各国中央銀行による国際組織。

キャッシュフロー予測モデル 保険料や投資収益の受領、保険金やその他の契約者給付、経費、税金、株主配当の支払いといった、全ての財務キャッシュフロー項目の予測のこと。これらのキャッシュフローは決められた将来の経済の変動やシナリオに沿って、数年にわたって定期的な予測がなされる。決定論的なシナリオが選定されたり、あるいはエコノミック・シナリオ・ジェネレーター (ESG) の確率分布に従って、確率に基づいて複数のシナリオが作成されたりすることがある。

キャピタル・アット・リスク (CaR) 所定の事象が起きると失われることがある資本のこと。

最高リスク責任者 (CRO) 企業のリスク管理に責任を持つ役員のこと。

保険金クレーム頻度モデル 頻度と損害規模の分布を用いて策定されるモデルのこと。まず保険金クレームの頻度 (クレームの確率) とクレームの損害規模 (クレーム発生時の損失金額) の分布を求め、次にこの2つの分布を組み合わせ、クレーム総額の分布を得る。クレーム総額の分布のテールは必要自己資本の計算に特に重要となることから、テールが適切に極限の事象を捕えているか注意しなければならない。

伝播 一つのリスク事象が別のリスク事象を生むこと。金融における伝播とは、一つの金融ショックが金融グループ、特定の国や世界といった、より広範なグループ全体に拡大することである。

コーポレート・ガバナンス 企業が管理され、方向付けされるメカニズム、プロセス、および関係のこと。

COSO トレッドウェイ委員会支援組織委員会は、エンタープライズ・リスク・マネジメント、内部統制、不正防止についてソートリーダーシップ (Thought Leadership) を提供する (先進的な考え方を主導する) ことを専門とする、民間5団体による共同イニシアティブ。

信用スプレッド リスクのある資産と無リスク証券のあいだの利回り格差の尺度。

アーニングズ・アット・リスク (EaR) 所定の事象が起きると発生する利益減少幅。

エコノミック・キャピタル 特定の時間ホライズンおよび所定の信頼度において、企業がその債務のカバーに必要とする資本のこと。

エコノミック・キャピタル・モデル (ECM) 上に定義されたエコノミック・キャピタルを算出するのに用いられるモデルのこと。

エコノミック・シナリオ・ジェネレーター (ESG) エコノミック・キャピタルの算定に必要な財務、経済、マクロ経済の全変数を生成する統合的なモデル。

金融安定化理事会 (FSB) 各国の金融当局および基準を制定する国際機関の業務を国際的レベルでコーディネートするとともに、金融の安定化のための実効的な規制、監督、および金融セクターのその他の政策を策定し、導入を促進するために設立された機関。

一般会計原則 (GAAP) 企業が自社の財務諸表の作成に用いる、一般的な会計原則、基準、および手続きのこと。

ヘッジング 特定のリスクへのエクスポージャーを最小化するのに用いられる戦略のこと。

保険監督者国際機構 (IAIS) 140ヶ国近い国々の200を超える管轄区域の保険規制・監督当局を代表する組織。

保険基本原則 (ICP) IAISによって制定され保険監督当局に国際的に適用される一連の原則、基準、ガイダンスで、世界的に統合的な枠組みへの収斂の促進を図るもの。

国際財務報告基準 (IFRS) 国際会計基準審議会が策定した国際的な会計基準。

全米保険監督者協会 (NAIC) 米国における保険業界の基準を設定し、規制面の支援を行う組織。

リスクとソルベンシーの自己評価 (ORSA) 企業による自社のリスクとリスクに対応したソルベンシーの必要性評価のこと。

PESTLE 外部要因が組織に与える影響の分析に用いられる枠組みのこと。政治的、経済的、社会的、技術的、法的、環境的要因に対する組織のエクスポージャーを分析する。

リスク調整後資本収益率 (RAROC) リスク調整後資本収益率とは、資本収益率について、資本の投資に関連したリスクを反映して資本を調整した尺度のこと。

リスク対応自己資本 (RBC) 金融機関のリスク・プロファイルを反映した必要自己資本額のこと。

残存リスク リスク管理プロセスと内部コントロールを経た後に組織に残存するリスク。

リスク選好 組織がその目的を達成するために許容したいと考えるリスクの水準と種類のこと。

リスク・キャパシティ 組織が取りうるリスクの程度のこと。

リスク・リミット 引受けうる最大リスクのこと。保険の引受や投資といった、リスクを取る主要業務について設定されることが多い。

リスク管理コントロール・サイクル リスクの特定、分析、計測、管理、モニタリングを中心とした循環的プロセスのこと。

リスク・プロファイル 組織のリスク・エクスポージャーの内容のこと。

リスクへの対応 企業による特定のリスクに対する対応。回避、受容、移転、管理に要約されることが多い。

リスク許容度 特定のリスクに関して企業が取る用意があると考えるリスクを定量的に記述したもの。

ソルベンシーII 2016年1月1日に導入された欧州連合における保険・再保険事業向けの健全性のための制度。

テール・バリュー・アット・リスク (TVaR) 所与の確率水準を超えた事象が発生したときの予想損失を数値化したもの。

時間ホライズン 所与の意思決定や尺度に関連する期間のこと。

バリュー・アット・リスク 決められた時間ホライズンにおいて特定の確率で発生する可能性のある最大損失のこと。

ボラティリティ 予想される結果の変動のこと。

2.2 本文書で言及するリスク

これはリスクの完全なリストの作成を意図したものではなく、本文書で用いられる場合の用語の意味を定義することを目的としていることに留意されたい。また、これらの用語には、これ以外の定義が可能なことにも留意されたい。

エージェンシー・リスク エージェント（代理人）がプリンシパル（依頼人、本人）ではなく自らの利益を追求する結果として生じる損失のリスク。

ベシス・リスク ヘッジ対象資産の価格とヘッジの価格の変動の相違から生じる損失のリスク。

コンダクト・リスク 企業の行動が顧客にとって悪い結果につながるリスク。

信用リスク カウンターパーティーが特定の契約で定められた支払いを行えないか、行う意思を持たないリスク。

為替リスク 為替の変動から生じるリスク。

エマージング・リスク 生じる可能性があるか、すでに生じている可能性があるが定量化が難しいまたは巨額損失を生む可能性があるリスク。

株式リスク 望ましくない株価の変動に対するエクスポージャーから損失を被るリスク。

グループ・リスク グループ内の他社に対するエクスポージャーから損失を被るリスク。

インフレ・リスク インフレーションの望ましくない変動に対するエクスポージャーから損失を被るリスク。

保険リスク 保険クレームの発生、終了、残存といった、保険の変数の変動によって損失を被るリスク。

金利リスク 金利の望ましくない変動に対するエクスポージャーから損失を被るリスク。

法的リスク 法律の理解、および／あるいはその遵守から生じるリスク。

流動性リスク 損失を発生させることなく特定の資産を速やかに取引できる能力に関連したリスク。

市場リスク 市場の指標の変動から生じるリスク。

オペレーショナル・リスク 失敗した、あるいは不適切な内部プロセス、人員、システムによって、あるいは外的事象によって発生する損失のリスク。

規制リスク 規制、あるいは法規の変更によって生じるリスク。

風評リスク 事象が組織の評判やブランド価値に与えかねない望ましくない影響のリスク。

戦略リスク 組織の戦略的ビジネスプランや目的の達成に関連したリスク。

3. エンタープライズ・リスク・マネジメント態勢

文書の本セクションは、企業のERM態勢を構成する可能性がある様々な論点と考察を記述する。ERMには様々な構成要素があるが、本セクションは特定の構成要素を詳細に記述するのではなく、鍵となる主要な構成要素のいくつかとそれに関連した考察について述べる。

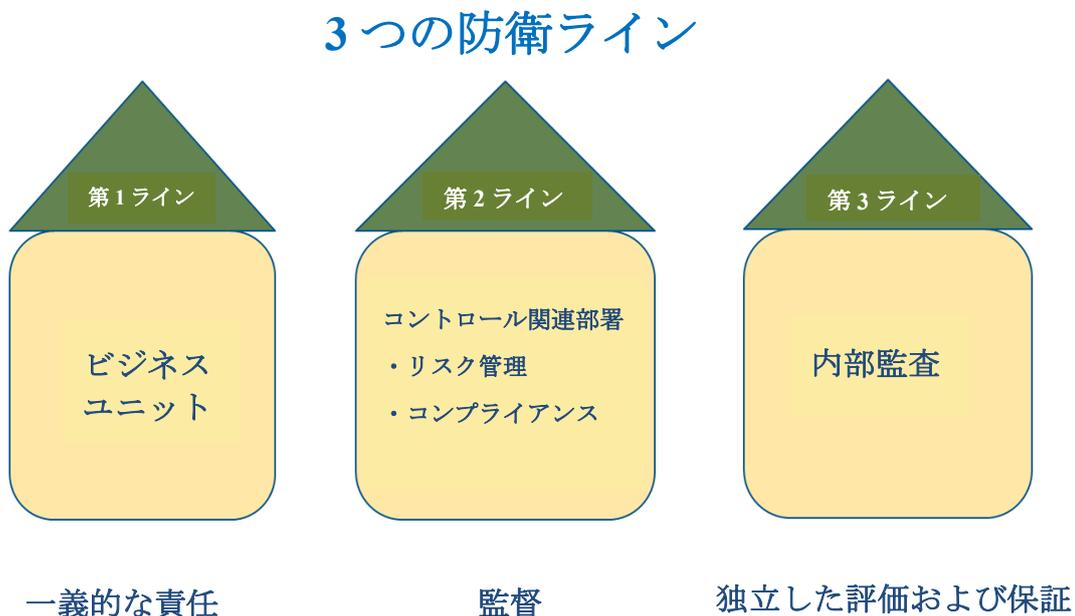
ERM態勢の一環としてのリスク管理の動的な性質を強調することは重要である。本文書の全セクションは、継続的な見直しと更新が必要な連続プロセスとして見る事ができるし、そうすることでそれらは企業の状況と外部環境に対して適切であり続けることができる。

3.1 リスク・ガバナンス

多くの企業は、ERM態勢に対する考察を既存のリスク・ガバナンスの適合性の評価から始める。こうした評価には、役割と責任の割当て、ポリシーと手続き、そして内部管理態勢が含まれる。

3.1.1 役割と責任

多くの企業は下の図のような「3つの防衛ライン」モデルを採択する。



- 第1ラインはビジネスの通常業務の責任を担う。経営陣とスタッフが含まれる。
- 第2ラインはビジネスのサポートおよびモニタリング。また第1ラインの業務監督の責任を担う。
- 第3ラインは独立した評価、および第1、第2ラインの業務の品質を保証する責任を担う。

「3つの防衛ライン」には多様な解釈が可能であり、上図はその一例に過ぎないことに留意することが重要である。また、企業は同様の目的を達成するのに、「3つの防衛ライン」とは異なる構造を用いることを選ぶかもしれないことに留意することも重要である。

アクチュアリーは、3つの防衛ラインのいずれに属する場合もありうるし、会社毎に異なる体制を構築している。ただし、アクチュアリーはしばしばリスク管理やその他の部門で働いている。

第1ラインの活動に対して第2ラインは第三者としての異議申し立てが出来ることが重要である。だが、それを実効的なものにするためには、第2ラインが第1ラインと信頼で結ばれた関係を保つことも必要である。時としてそうしたバランスの維持が難しいこともある。

取締役会、取締役委員会、上級経営陣は、これらの3つの防衛ラインが仕える一義的な利害関係者とみなされることが多い。通常、これらが責任を持って目標設定、戦略の明確化、ガバナンス構造の構築を行う。

ERM 態勢の堅牢性を担保するべく、多くの企業は様々な当事者に役割と責任を与える。考慮すべき主要な当事者には以下のような者がいる。

- 取締役会
- リスク委員会
- 最高財務責任者（CFO）
- 最高リスク責任者（CRO）
- リスク管理部署
- チーフ・アクチュアリー
- アクチュアリー関連部署
- コンプライアンス
- 内部監査

企業は通常、最終的に選ばれた組織構造において、利益相反の可能性や独立性の基準に対処しているかどうかを考察すべきである。また、エージェンシー・リスクおよび経営陣が株主および／または保険契約者と異なる利害を持つ可能性の有無についても検討すべきだろう。

3.1.2 リスク・ポリシーと手続き

多くの企業はリスク戦略を文書化する。これにより、リスクに対するハイレベルでの態度（セクション3.2にて概説）について、概略を表現する。また、多くの企業は、様々な個別リスクへのリスク・ポリシーも策定する。個別リスクとは、たとえば次のようなものである。

- 信用リスク

- 保険引受リスク
- 流動性リスク
- 資産運用リスク
- オペレーショナル・リスク

それぞれの企業において求められるリスク・ポリシーは、その企業の個別の状況、リスク、および、エクスポージャーに依存するだろう。

また、再保険やヘッジといったリスク軽減手法との関連を考慮して、ポリシーを策定することも望ましいと考えられる。

リスク・ポリシーでは、以下の内容が言及されることが多い。

- 特定のリスクに関する企業の目的
- リスク戦略との関連
- リスク計測の方法を含む実施されるべきタスク
- 役割と責任
- 適用されるプロセス、報告手続き
- ポリシー違反に関する上申プロセス
- ポリシーの見直しの頻度

さらに、手続きの中では、各領域において、定期的にリスクを計測し、報告を行う方法を記載することが求められる。

3.1.3 内部統制システム

社内の主要プロセスとコントロールに対処する内部統制システムは、ほとんどの企業が考慮すべき重要事項である。内部統制の定義にも様々なものがあるが、よく使われる定義は、COSOの内部統制に関する統合フレームワークで採択された次のようなものである。

“内部統制とは、①業務の有効性と効率性、②財務報告の信頼性、③関連法規の遵守の範疇に分けられる目的の達成に関して合理的な保証を提供することを意図した、事業体の取締役会、経営者およびその他の構成員によって遂行されるプロセスである。”

COSO 内部統制フレームワークでは5つの要素が説明されている。

- 統制環境
- リスク評価
- 統制活動
- 情報・伝達
- 監視活動

内部統制システムの一部として、すべてのプロセスと統制に関する明確なドキュメントが作成される。内部監査では、通常、規定されたプロセスと統制の遵守について定期的なレビューを行う。

セクション3.1.2で詳述したリスク・ポリシー、手続きと同様に、法令遵守機能も内部統制システムの一部と見なされることが多い。

3.1.4 リスク文化

リスク文化は、「組織内の個人と集団の行動規範と伝統であり、組織が直面しているリスクやとっているリスクを特定、理解、議論し、それに対して行動する方法を決めるもの」と定義することができる。¹

企業が適切なリスク文化を有しているかどうかを検討することは重要である。ここには、リスク管理が社内の上級経営陣によって適切に支持されているかどうかも含まれる。取締役会と上級経営陣、とりわけ最高経営責任者（CEO）はしばしば、新しい種類のリスク・テイクを伴う新規事業など、ビジネスにおける主要な意思決定において、リスクについての観点をどの程度重視するか、リスク管理部署がどの程度重要な役割を担うべきか、といった点について決定を下すことになる。

例えば、リスクを考慮することは、商品開発、保険料決定における重要な部分を担うことが多い。商品開発と保険料決定の意思決定においては、株主に対して必要となる経済価値の創出、顧客の公平な扱い、規制上の要件に対する影響、投下資本の回収の早さ、財務へ影響、テールイベントにおけるリスク許容度への影響が考慮されるだろう。特に、商品がリスク・ポジションに対して不利な影響を与えないことが望ましい。さらに、保険料と商品は、顧客のニーズを満たし、合理的なリターンを提供し、明確な情報を提供するように設計されることが多い。

多くの企業はすべてのスタッフをリスク管理に関与させることに取り組んでいる。コミュニケーションが双方向かつ効果的に機能することを確実なものとするのが重要である。リスク文化の定期的な評価によって、社内の心構えや、リスク文化のトレンドに対する洞察を得ることができる。

リスク文化は、潜在的な収益・売上目標に対する、潜在的な望ましくないリスクの相対的な重要性などの、リスクの問題に関する認識と視点についての社員調査によって、計測することができる。

¹ 「金融サービス産業の改革：より安定したシステムのための実践の強化（Reform in the Financial Services Industry: Strengthening Practices for a More Stable System）」、Institute of International Finance、2009年12月

また、企業が、従業員による潜在的な損失とリスクについてのタイムリーな上申の重要性をしばしば認識する。何らかのリスク、または、発生のある可能性のある損失を認識しているにもかかわらず、それを報告しないということの重大性を示すことは重要である。また、問題や不適切な行動を従業員が（できれば匿名で）報告できるような独立なチャネルの構築も企業は検討すべきである。

リスク文化、および、リスク管理の相対的な重要性に大きく影響するものの一つに報酬がある。企業は特定の部署について、業績だけでなく、リスク調整後のパフォーマンスを報酬にリンクさせることがある。こうした調整がなければ、期待リターンを上げるためにより多くのリスクを取るインセンティブが従業員に与えられ、リターンの上昇とともに大きな損失を生じさせるリスクも高まることになる。

同様に、報酬が短期的パフォーマンスによって過度に影響を受ける場合、短期的な結果が過度に重視されるリスクがある。企業や規制当局の中にはこうしたリスクを軽減するために、長期的な指標の導入や、ボーナスのクローバック（clawback）、ボーナス支払いの繰り延べといったその他の措置の導入を行うこともある。

3.2 リスク戦略

リスク戦略には多くの異なる構成要素があるが、一般に、リスクに関して、企業の目的、原則、リスク・アペタイト、責任などが明確化され、文書化される。リスク戦略は通常、企業の事業戦略と整合するように設定される。

リスク・アペタイトから事業戦略が派生するのか、それとも、事業戦略を定めた上でリスク・アペタイトを定められるのかに関しては議論の対象となることが多い。実際には、リスク・アペタイトと事業戦略は並行して策定、発展するものである。重要な点は、この二つが社内的に整合的になっているということである。

企業における実務は、企業の性質、規模、事業の複雑さによって大きく変わるという点に注意が必要である。また、このセクションで解説される要素（リスク・アペタイト、リスク許容度、リスク・リミット）のいくつかを使わないことを選択する企業もあるという点にも注意すべきである。

3.2.1 リスク・アペタイトと関連する尺度

3.2.1.1 リスク・アペタイト

リスク・アペタイトには多くの異なる定義があるが、一つの適切な定義例が「実効性のあるリスク・アペタイトの枠組みのための原則（Principles for an Effective Risk Appetite Framework）」（2013年7月）に関するFSBの諮問ペーパーにある。そこではリスク・アペタイトは次のように定義されている。

「企業が、事業目的達成のために進んで受け入れるリスクの統合的な水準と種類を明文化したもの。利益、資本、リスク尺度、流動性およびその他の関連する尺度について表現された定量的尺度に加え、定性的な記述が含まれる。またリスク・アペタイトは、レピュテーション、マネーロンダリングおよびテロリズムのファイナンスなどの定量化がより難しいリスク、および、ビジネス倫理や事業運営にも対処すべきである」

企業のリスク・アペタイトは時間とともに非公式な形で変化していることが多く、企業は、自らが晒されているリスク、および、現行戦略に特有のリスクについて分析することから始めることが多い。しかし、特定のリスク事象（たとえば、業績の下方修正を公表することになる可能性や規制におけるソルベンシーの下限への抵触）に対する取締役の態度の調査によって、取締役会のアペタイトの構築を直接検討することもある。

リスク・エクスポージャーの分析（分散／統合の状況、時間に伴う変化、極端な環境下での相互作用などを含む）が進むにつれ、リスク・アペタイトは見直しと改定が行われる必要がある。

3.2.1.2 リスク許容度

リスク・アペタイト・ステートメントには定性的な要素とともに、可能な場合には、個別のリスク種類に対するリスク許容度が設定されることが多い。こうしたリスク許容度は、リスク・アペタイト、リスク限度、リスク・プロファイルに基づいて、主要な個別リスクに対してとることができるリスクの最大値を決定するのに活用される。

リスク許容度とは、決められたリスク・アペタイトに照らして、エクスポージャーをモニタリングするのに用いられる典型的なリスクの尺度である。実際には、リスク許容度は、ハイレベルなリスク・アペタイト・ステートメントを行動に結び付け、計測、モニタリングすることができる尺度に細分化していくことを可能にする。

企業が進んで取ろうとする統合的なリスクの最大値は、主に次のような尺度で表現されることが多い。

- 資本十分性（通常は、エコノミック・キャピタル、あるいは、エコノミック・キャピタルと規制資本のうちの高い方）、および／または、目標信用格付け
- 利益、あるいは、利益のボラティリティ（通常は公表される会計ベースの利益を基準にするが、エンベディド・バリューのような利益尺度が用いられることもある）
- 流動性（たとえば、4～13週間にわたる予想必要資金や、ストレス下における必要資金）
- 事業運営リスクを含むオペレーショナル・リスク。オペレーショナル・リスクは定性的な記述と定量的な記述を組み合わせで表現されることが多いため、リスク許容度の設定が難しいことが多い。

リスク許容度の設定は、リスクを実効的に管理するための適切な報告とモニタリングのプロセス構築を確実なものとする助けとなる。したがって、リスク許容度は明確に規定され、かつ計測しやすいことが望ましい。

3.2.1.3 リスク・リミット

リスク許容度は企業またはグループ全体に対して設定されるが、リスク・リミットは事業運営の最も細分化されたレベルで設定されることが重要である。こうしたリミットは、各リスク種類に対する企業レベルのリスク許容度やリスク・アペタイトを、ビジネス・ユニットにおけるモニタリングの尺度に転換するものである。

整合性の取れたリスク・リミットと企業レベルのリスク許容度は、リスク目標を実現し、リスク調整後リターンを最大化するのに役立つ。しかし、以下のような様々な理由でこれが困難になることがある。

- 将来のシナリオと必要資本の予測における技術的な困難。
- 将来予測におけるデータの入手可能性とデータの妥当性。たとえばリスクの依存関係に関するもの。

- 異なるリスクと尺度のあいだに生じうる相反。たとえば資本と収益のボラティリティの間に生じるもの。
- リスクと資本の相互作用。とくに特定の戦略の分散メリットについての前提が置かれている場合。
- ビジネス・ユニットの目標とグループの目標の整合性の維持。

ビジネス・ユニットは、キャピタル・アット・リスク、アーニングズ・アット・リスク、その他グループのリスク・リミットの枠組みの中で設定された限度の枠内で運営されるよう期待されることがある。よって、ビジネス・ユニットがこれらを遵守するための測定基準が容易に利用できなくてはならない。このため、アクチュアリーは正確な計測の代用物を開発しなければならないことがある（そして、それらの代用物の妥当性を検証し、その信頼性が失われるような状況についてコミュニケーションを行わなければならない）。

特定のリミットに抵触しそうな状態や、抵触した状況においては、通常、ビジネス・ユニットはかかる事態を認識し次第、CRO チームに連絡を行うことになる。

3.2.1.4 重要な検討ポイント

リスク・アペタイトに沿ったビジネスの発展と管理における主要な側面についての主要な検討のポイントは次のようなものである。

- ビジネス戦略とリスク戦略のあいだの関係の強化。様々なシナリオやストレス下における、キャッシュフローのモデリングやリスク・エクスポージャーの計算、規制自己資本、および／または、エコノミック・キャピタルの計算によって可能になる。
- リスク・アペタイトは、理想的には、十分に明確で、ステークホルダーに保証とガイダンスを与えるものであるべきである。ここでアクチュアリーにできることとしては、所与のアペタイトに対する明快な定量分析や、現行のビジネス戦略下での将来の変動の可能性についての分析がある。
- 資源（資本、人員、リスク対報酬）の配分は、リスク許容度とリミットの枠組みを通じて可能となる。第1ラインのアクチュアリーはリスク関連部署と協働し、事業運営レベルで機能し、かつ、企業全体のリスク・アペタイトと整合性のある枠組みの開発を支援すべきである。
- リスク・アペタイトは、理想的には、十分に明確で、リスク・プロファイルのモニタリングの助けとなるものであるべきである。また、フォワードルッキングな分析（セクション3.5.5参照）によってサポートされ、ストレス・テストとシナリオ・テスト（セクション3.5.6参照）を前提として、どのような事象によって自社がリスク・アペタイト、および／または、リスク・リミットの範囲外に出てしまうかを企業が理解することを確実にするようのものであるべきである。

- リスク・アペタイト・ステートメントをサポートする一連の明快なリスク尺度は、グループのリスク文化の形成の助けとなると考えられることが多い。リスク尺度は、定期的に作成するのが比較的容易であることと、リスク・エクスポージャーを十分に反映していることのバランスを達成するものであることが重要である。

リスク・アペタイトは多くの業務に対して直接に影響を及ぼす。そうした業務の例には次のようなものがあるが、これらに限定されるものではない。

- 新たなビジネス・ミックス／予算の策定－リスクの分析には、(リスクの集中と分散を向上させる機会も考慮した) 新たなビジネス・ミックスと、ボリュームの両方を対象とし、使用可能な資本、リスクの集中も考慮することが多い。
- 資本配分－事業の様々な部分のリスク分析では、必要資本の特定だけでなく、リスク・プロファイルに付随する不確実性やボラティリティの特定も可能となる。これは、事業の様々な部分への資本配分において、重要な要素となる。加えて検討すべき点は、必要資本とリスク・アペタイトの決定において、リスクの分散によって得られる企業レベルの恩恵は、どのように、また、どの程度、事業内部の下位レベルに配分されていくかという点であろう。
- 資産配分－資産配分においては、負債と必要資本に対する資産の収益率を最適化する上で、リスク・アペタイト（および、リスクがどう分散し／相互関係を持つか）が考慮されることが多い。
- ORSA－ORSAには、とりわけ、事業のリスク・プロファイルが、決められたリスク・アペタイトにどの程度沿っており、事業計画期間中の将来にわたってどのように変化すると思われるかに関する評価も含まれるべきであろう。
- 流動性管理－（短期の）流動性の必要額を見極めるための、アクチュアリアルな分析は重要な検討事項である。特に、この目的に照らして汎用的な数理モデルの精度が十分に高くない場合、その重要性はさらに高くなる。
- パフォーマンス測定と管理－企業は利益、および／または、利益のボラティリティについての目標を設定することが多い。こうした目標や、リスク・アペタイトの枠内での運営によってパフォーマンスが達成されたかどうかを特定し、伝達する上で、アクチュアリー・チームは一定の役割を果たすことが多い。

3.2.2 ステークホルダーの観点

利害が異なるため、ステークホルダーは、リスクに関係する戦略について異なる意見を持つことがある。一部のステークホルダーは他のステークホルダーよりリスク回避的になることがある。ステークホルダーには、次のような人々を含む。

- 規制当局－一般に、公衆利益の保護、金融システムの安定性維持を目的とする。

- **投資家**-投資から利益を得るために、リスク回避度が低く、リターンの最大化をより重要視する傾向がある。
- **取締役会**-投資家の利益を代表するが、リスク・アペタイトに対する企業の長期的価値を最大化するために、投資家以外のあらゆる観点や制約も考慮しなければならない。
- **上級経営陣**-取締役会の目的達成に向けた努力が期待されているが、時として長期的業績を犠牲にして短期的業績を重視するリスクもある。
- **社債権者**-その利害は、企業が必要な社債償還と利払いを行う能力に関連したものである。
- **信用格付け機関**-ボラティリティとリスクにつながる戦略は格下げにつながりかねない。格下げは企業の借入コストの上昇につながる。格付け機関に関しては、格付け機関が投資家ではなく債券の発行体から報酬を得ていることによって生まれる、潜在的な利害の衝突が生じる点には注意すべきである。
- **顧客**-その利害は、保険契約に基づく支払の能力に関連している。

企業のリスク・アペタイト・ステートメントは、主要なステークホルダーに関して望ましいポジションに言及することが多い。こうした言及には、リスク許容度に加え、望ましい資本十分性の水準、利益のボラティリティ、目標とする債券格付けと財務力格付けが含まれることがある。

3.3 リスクの特定

本セクションはリスク特定のプロセス、特にエマージング・リスクとグループ・リスクについて論じる。

業界のベスト・プラクティスではエマージング・リスクを他のリスクと分けて取り扱うが、全ての会社が区分して扱っているわけではない。

3.3.1 特定プロセス

中核的なリスク管理プロセスは、通常、リスクの体系的特定、評価、測定、対応、モニタリングや報告に関する代表的なリスク管理コントロール・サイクルにより構築される。サイクルの各段階の詳細は企業の状況によって様々だが、要求に応じて説明できるように、文書化プロセスを通じて全体像を把握することが重要である。

一般的に、こうしたプロセスの第一段階はリスクの特定である。多くの企業は、リスクを財務リスクや保険リスクに限らず、戦略リスク、風評リスクやその他のリスクも考慮することを確実にした上で、潜在リスクを特定し、カテゴリー化し、追跡するプロセスを持っている。多くの企業は、コンダクト・リスク（＝企業の行動が顧客に対する悪い結果につながるリスク）を独立したリスク・カテゴリーとして定義するようになっているが、それをオペレーショナル・リスクの一部とみなす企業も依然として存在する。

リスク特定プロセスは、ボトムアップ、トップダウン、あるいはその組み合わせがありうる。ボトムアップによるリスク特定プロセスでは、社内の人員の多くがリスクの特定を依頼されることになる。こうして洗い出されたリスクは主要グループにカテゴリー分けされ、最終的に上級経営陣の戦略的意思決定に用いられうるように体系立てられる。一方、トップダウンの特定プロセスでは、経営陣と取締役会の関心に最も合致していると思われる主要リスク・カテゴリーを上級経営陣が特定する。これらの主要リスク・カテゴリーはその後さらに細分化され、リスク管理の責任が企業内の様々なレベルに委任されることが多い。

企業は、リスクが整合的に報告されるように様々なリスク・カテゴリーを全社員が同じように理解する方策を考える必要がある。多くの企業は、個別のリスクが次のような様々なカテゴリーのどこに入るかを明確に定義したリスク分類法を確立している。

- 市場リスク
- 信用リスク
- 流動性リスク
- 保険リスク
- オペレーショナル・リスク
- 法務リスク
- 規制リスク
- 戦略リスク
- 風評リスク

リスクはこれらのカテゴリーの中でさらに細分化される。たとえば市場リスクのサブ・セクションには次のようなものがある。

- 株式リスク
- 金利リスク
- インフレ・リスク
- 為替リスク

また、様々な手法でカテゴリー化のシステムを構築することも可能である。たとえば、企業の中には政治 (Political)、経済 (Economic)、社会 (Social)、技術 (Technological)、法務 (Legal)、環境 (Environmental) の頭文字を取った PESTLE を用いてリスクを分類する企業がある。

リスクのカテゴリー化における重要な用語は、リスクの原因、事象、リスクの悪影響であり、特定プロセスにおいてそれらの用語に意味を与えることは有効である。

リスク特定プロセスに含められるべき要素は多くあるが、その主なものは次の通り。

- 自らの部署の主要リスクを記述した全部署からの定期的な情報フロー。
- 最も重要なリスクを網羅する上級経営陣向けワークショップ。
- 個別領域に焦点を合わせた、専門家を交えた専門的ワークショップ。
- 発生した全リスクやニアミスの詳細を明らかにするエラー・ログの分析がリスク特定に役立つ。
- 業界ベンチマーキングがリスクを目立たせることに役立つ。
- シナリオ分析が企業に固有のエクスポージャーの特定に役立つ。

ひとたび特定されたリスクは、通常リスク記録簿 (risk register) に記録される。リスク記録簿には、発生確率、影響、コントロールの有効性、残存リスクといったリスクの評価に関する情報を記載することもある。また記録簿には、潜在的リスク対応や計画された対応が含まれることもある。

3.3.2 エマージング・リスク

エマージング・リスクは、進展しつつあるか、変化しつつあり、定量化が難しく、企業に大きな影響を及ぼす可能性があるリスクとして定義されることがある。エマージング・リスクは高度の不確実性やデータの欠如と関連していることが多く、企業の制御可能な範囲を超えていることが多い。エマージング・リスクの例としては、気候変動、サイバー・リスク、通貨ユーロの崩壊可能性などがある。

データが限定され、他の通常起こり得るリスクを対象とした特定プロセスでは捉えられないことがあるため、エマージング・リスクの特定には特別の注意が必要となりうる。環

境分析が外的リスクに関する情報収集方法の一つとなりうるほか、社内ワークショップにおける社外の専門家の活用がエマージング・リスクの特定を容易にすることがある。

3.3.3 グループ・リスク

グループの一員である企業にとっては、グループ・リスクも考慮すべきリスク・カテゴリーの一つである。グループの一員である企業は、同グループに属する他社で起きた事象から望ましくない影響を受ける可能性がある。伝播 (contagion)、レバレッジ、多重ギアリング、リスク集積と多大なリスク・エクスポージャーなど、グループ・リスクは様々な形で起こりうる。

- 伝播は、グループ内の一社の財務的な困難が同じグループ内のメンバーの財務的困難につながるときに起こりうる。
- レバレッジは、親会社が規制自己資本として認められない負債やその他の形態の資金調達を行い、それで得た資金を子会社の規制自己資本として用いるときに起きる。
- 多重ギアリングは、保険会社がその子会社、親会社、あるいはその他のグループ会社の規制自己資本として認められている自己資本に投資したときに起きる。こうした場合、同じ自己資本が規制要件を満たすために二重に使われていることになる。
- リスクの集積は、別のグループ企業に対する比較的小さなエクスポージャーが、グループと親会社のレベルで見ると集積して多大なエクスポージャーになるときに起こりうる。こうしたリスクは上記の他の問題にもつながっていく可能性がある。

3.3.3.1 グループ内の会社に関する考察

グループは一般的にグループ全体におよぶ ERM を考える。実際、堅実なグループ経営は、他の目的に加えて、そのグループを構成する会社間でのリスク分散を見込むグループ間取引を含む。資金供給や流動性管理といったグループの一定の肝要な機能は必要な資格あるいは格付けを持つ指定された会社によって実施されることがある。

しかしながら、グループを通して効果的に ERM を実行するとき、ビジネス上の判断がグループ内の一部でなされる場合やグループ内の一部のビジネス環境に更なる考慮が必要となる特別な特徴がある場合は、(グループ内の) 一部の会社の状況は別に分析されうる。グループ全体の包括的なリスクプロファイルに対するグループ会社のビジネスの貢献は関連付けて分析されてよいだろう。

このことにより、グループ会社の経営陣は彼らのビジネスに固有のリスクと、そのリスクがより広範なグループ全体のリスクプロファイルにどのようにあてはまるかをよりよく理解できるようになる。グループ会社が自身の資本や流動性要件を、いつ、より密接にモニタリングするのか、また、グループから追加の資本や取引に関する援助をいつ求

めようとするのか等を検討するとき、グループ会社のリスク管理フレームワークのなかで明確に行われるだろう。

グループ会社の形態が法人（グループの子会社またはホールディング形態）か、または支店か、の違いによってアプローチが異なるかもしれない。法人の場合、多分それ自身に取締役会を持っており、社内の経営陣や独立した委員会メンバーで構成されているだろう。このような状況では、各法人の委員会は別々の ORSA と他の ERM フレームワークまたはレポートを要求、要請するだろう。

一方、支店形態の場合、独立した取締役会はありそうにないが、通常、経営チームはある。それらを適切なリスクベースの意思決定プロセスで助けるために、ERM の本質的に適切な考え方を支店レベルにまで落としこむことが出来る。流動性と他の留意事項は支店の場合にはより重要になり得る。

3.4 リスク評価

リスクの特定後は、何らかの形の評価やプロファイリングを行う企業が多い。こうした評価やプロファイリングは、リスクの蓋然性の評価やリスクの発生時に企業が受ける影響の評価を通じて行われることが多い。この評価は、より統計的、数理的な点に焦点を当てた、リスク計測も併せて行われることも多いが、リスク計測の詳細については3.5にて述べる。リスク評価とリスク計測については一体的な分析に融合されることも多い。

リスクコントロールやリスク軽減の適用の後、固有リスクと残余リスクの両方の評価が行われることが多い。これにより、企業はそのリスクに対して行ったコントロールの有効性と信頼性の程度に対する知見を形成できるようになる。リスク評価、リスク・プロファイルには次のようなものがある。

- 十分に詳細なリスクの説明。
- 財務的影響と非財務的影響の双方を考慮した、そうしたリスクによってもたらされる結果。
- リスクの適切な分類。
- リスクの蓋然性と影響度を考慮した固有リスクの評価。高／中／低のように定性的に示されることが多い。
- リスクコントロールやリスク軽減戦略の有効性の評価。
- リスクコントロールやリスク軽減後の残存リスクの評価。
- 受け入れがたい残存リスクを適切なリスクリミット以下に引き下げるのに必要なアクションの説明。

リスク・プロファイルの報告が、企業のその時点におけるリスク・ポジションの状況をいかに適切な形で提供し、それらのリスクに対するコミュニケーションに有効となりうるかは、リスク報告について論じたセクション3.8で述べたい。

エマージング・リスクの評価においては、その性格上、シナリオ分析が重要な役割を果たすことが多いことに特別な考慮が求められることがよくある。

3.5 リスク計測

リスク計測は、企業が直面するリスクの定量情報を提供することによって、企業意思決定と諸プロセス（資本管理とパフォーマンス計測を含む）の支援に活用される。リスク計測に用いられる技術は、対象となるリスクの性質、規模および複雑性によって決まることが多く、重要度と比例性（すなわち努力の程度がリスクあるいは潜在損失の規模に比例しているかどうか）にも多大な考慮が加えられるべきである。本セクションでは、実務の範囲をカバーしているが、モデリングの細部については、小規模もしくは複雑でない組織には適用されないことを認めるべきである。

本セクションは、リスク・モデルのアウトプットとしてのリスク計測に焦点を合わせたい。以下のメインサブセクションとサブセクションに分かれる。

1. リスク尺度
2. モデル
3. データ
4. 統合
5. フォワードルッキングな評価
6. ストレステスト、シナリオテスト
7. リスク計測の文書化と報告

3.5.1 リスク尺度の特徴

本セクションは、リスク尺度における望ましい結果、および、一般的な特徴について述べる。これは、リスク計測プロセスの他の要素（キャリブレーション、モデリング、ストレス・テストを含む）の実行における多くの選択肢を決定するドライバーとなる。

本セクションではより具体的には次の3つの領域について述べたい。

- リスク尺度の選定基準
- リスク尺度の特性
- 一般的なリスク尺度

これらの3つの基準は、リスク尺度の選定にあたって考慮すべき全てでないものの、使用すべき適切なリスク尺度の決定において良き出発点を与えてくれるものである。

3.5.1.1 リスク尺度の選定基準

どのリスク尺度を用いるかを選ぶには、いくつかの基準がある。実行される分析の目的、それに関与する（社内外の）利害関係者、入手可能な算定用データの制約、リソースと時間の制約に伴う使用可能なモデリング・アプローチの利用可能性、といったものである。こうした基準が重要なのは、それらによってリスク尺度の望ましい洗練度およびリスク尺度の選択を行う際にアクチュアリーが直面する限界が明らかになるからである。

分析の目的

エコノミック・キャピタルの算定という目的は、(たとえば) 成果給の年間ボラティリティの測定という目的とは大きく異なるものである。これらで用いられるリスク尺度は異なったものとなる可能性があり、その他の選定基準と組み合わた場合、選定されたリスク尺度と異なるレベルの洗練度となる可能性がある。

利害関係者

モデル化され、その後に報告の対象となるリスク尺度の選定に際しては、分析を活用する、あるいは分析に貢献する様々な利害関係者を考慮することも重要である。一定レベルの啓蒙と情報開示はどんな場合にも推奨されるものの、仮に極めて洗練された尺度が選ばれた場合、アクチュアリーはリスクの計測手法と用いられたリスク尺度の定義に関して極めて多大な時間を費やして啓蒙することが予期できるだろう。リスク尺度を評価し、活用する人々に配慮することで、リスク尺度が誤解され、誤用されるリスクを軽減できるだろう。

データとモデリングの制約

データとモデリングの制約は、特定の目的の達成のために用いられうるリスク尺度の洗練度を理解する上で有益な最重要の情報である。リスク尺度を選定する前に、選んだリスク尺度で必要となるデータとモデリングの両方に関する能力を評価すべきだろう。当初の時点でこうした問題に対処することで、生み出される付加価値を正当化しにくいような高コストの大規模なプロジェクトとなるリスクを小さくし、システム/データへの不必要な投資額を制限することになるだろう。

3.5.1.2 リスク尺度の特性

異なるリスク尺度はそれぞれ固有の数学的特性を持っていることから、選定したリスク尺度が持つ特性(そしておそらく、より重要なのはそのリスク尺度が持たない特性)を理解することは重要である。Artzner等の論文(1999年)によって初めて提唱された、コヒーレントリスク尺度の4つの重要な特性は、劣加法性、単調性、正同次性および平行移動不変性である。しかしながら、アクチュアリーにとって考慮可能な特性はこれらに限られるわけではなく、リスク尺度を他の方法で分類することも可能である²。

Kayeの論文(2005年)では、コヒーレントな公理とは、「常識に基づいた一連のルールで、それを遵守しなければ、特定の手法のリスク計測あるいはリスク配分の適合性が疑われるようなもの」であると述べられている。しかしながら、リスクとリターンの要素に分けた配分(例えば、マーコウィッツの平均分散ポートフォリオの最適化で用いられ

² 保険リスクの尺度はWan等の論文である「保険価格の公理的な特性評価(axiomatic characterisation of insurance prices (1997年))」を参照。また、自然リスク統計の記述においては、複数のリスク尺度の公理がHeyde等の論文である「良い外部リスク尺度とは何か: 堅牢さ、劣加法性と保険リスク尺度の間の溝を埋める(What Is a Good External Risk Measure: Bridging the Gaps between Robustness, Subadditivity, and Insurance Risk Measures)」で提案されている。

ている) である限り、特定の目的に依存するものであり、コヒーレントな公理が、合理的なリスクの配分に必ずしも必要なものではない。これらの特性は、付録 A で説明されている。

3.5.1.3 一般的なリスク尺度

いくつかのリスク尺度が保険業界で通常用いられ、また、リスク計測のために一般的に用いられている。その有用性とともに関界を理解することが重要である。リスク尺度の関界を理解することで、リスク尺度の適切な選定に役立つ新たな情報が得られる。一般的なリスク尺度には、標準偏差、バリュー・アット・リスク (または VAR) および条件付きテール期待値 (テール・バリュー・アット・リスク) が含まれる。これらのリスク尺度については、その定義、利点および関界に関して、付録 B に記載されている。

3.5.1.4 ビジネス・プランニングにおけるリスク指標

リスク管理の実効性を保証するためには、リスク管理がビジネス・プランニングに統合されていることが理想的である。ビジネス・プランニングは新たな事業の対象分野、資産配分および資本配分といった多くの領域をカバーする。アクチュアリーは異なる戦略の将来的な財務面の結果の予測をするために必要とされることが多い。そうした予測においては、最良推定値のみならず、結果のボラティリティもカバーされるのが普通である。こうした予測は意思決定を行う上で貴重なインプットであり、意思決定に極めて大きな影響を及ぼす。

多くのリスク指標が、リスクの計測およびそのビジネス・プランニングへの影響の計測に用いられる。異なる戦略のリスクとリターンの全体像を捉えるためには、次のようなリスク指標およびリスク調整後指標を用いることができるだろう。

純粋なリスク指標:

- **キャピタル・アット・リスク (CaR)** - 特定の信頼水準における資本の損失のこと。特定の期間に Y% の確率で発生することが予測される資本/株主資本の損失として記述できる。たとえば、1 年間に 99.5% の確率で 1 億ユーロの損失が発生するというシナリオになるだろう。リスクは使用可能資本の減少のみならず必要資本の増加にもつながる可能性があることから、企業の中には損失によって起きる資本比率の変動を重視するところもある。
- **アーニングズ・アット・リスク (EaR)** - 特定の信頼水準における利益の損失のこと。1 年間に予想/目標利益が X% 失われる可能性は Y% 未満である、というように記述できる。もしくは、黒字が維持できる確率は Y%、というように示されることもある。

リスク調整後の指標:

- **リスク調整後リターン** - リスクの水準によって調整された期待リターンの指標のこと。調整はキャッシュフローからの減算、もしくは割引率の引き上げによ

て行われる。その例はリスク調整後資本収益率（RAROC）である。使用される資本は、対応するリスクの水準を反映した必要資本である。

- **リスク調整後価値** - リスクの水準によって調整された期待価値の指標のこと。調整はキャッシュフローからの減算、もしくは割引率の引き上げによって行われる。その例は、モデル化されたキャッシュフローのリスクを明示的に考慮したエンベディドバリュー（embedded value）計算法である。

さまざまな目的に従って、さまざまなバリュエーションベースと会計ベースが用いられる。EaR、リスク調整後リターンやリスク調整後価値の計測には、IFRS、US GAAP、その他の各国 GAAP、およびエコノミック・ベースが用いられるだろう。CaR の計測には、ソルベンシーII、NAIC RBC、あるいは各国のその他のソルベンシーの枠組み、エコノミック・キャピタルの枠組み、格付け機関の資本の枠組みが用いられるだろう。これらの指標に用いられる基準の適切性は考慮が求められる要素だろう。これらの基準は企業のリスク・アパタイト・フレームワークにも用いられ、実際にパフォーマンス計測を行う基準とも整合的であることが多い。

1年の期間の99.5%VaRは、多くの地域の規制資本の最低水準であり、慣例としてBBB格の信用格付けに近いことは注目される。多くの企業は、より高い信用格付けを目標とし、それによってより高い信頼水準を目標としており、例えば、AA格を目標とすると99.95%VaRとなる。

適切なリスク指標の選定は、アクチュアリーにとって考慮を要する事項である。損失分布の歪度が大きい場合、CaRとEaRにおいてはバリュー・アット・リスク（VaR）ではなく条件付きテール期待値（CTE）が使われるであろう。リスク調整後リターンとリスク調整後価値においては、リスク調整は将来のキャッシュフローに対する割引率によって行うこともできるし、資本コスト・アプローチを用いてキャッシュフローに直接的に行うこともできる。それぞれの特定の状況において、最も適切なアプローチを決定するには、しばしば判断が必要とされるだろう。

2つの代替的な資本計画や戦略があり、そのどちらかを選定する場合に、純粋なリスク指標は、例えば、与えられるリスク・エクスポージャーが定められたリミットの範囲内に収まるか確認するといったように、制約として機能する。これに対し、リスク調整後の指標は、リターンとリスクが組み合わさった指標、あるいはリスク調整後の基準で評価を行う指標として機能する。2つの戦略が制約の範囲内で働く場合、それらを比較するのにリスク調整後の指標が活用できるだろう。

3.5.2 モデル

本セクションは、リスク計測の文脈でモデルに焦点を当てている。アクチュアリーがリスクを計測するためのモデルを設計、開発、選定し、審査し、そして／あるいは保全するにあたってのガイダンスも提供する。また本セクションでは、特定のリスク・ファクターを計測するモデル、および全リスクを同時にカバーするモデルの説明も行われる。リスクは通常、資本への影響によって計測されることから、本セクションではエコノミック・キャピタル・モデルもカバーされる。

3.5.2.1 モデルの種類

リスク計測結果の重要度およびモデル化されるリスクの種類といった要因によって、モデルの洗練度と複雑性は様々である。以下の段落は、アクチュアリーがリスク計測に使用を検討できる様々なモデルについての記述である。モデルは、採用される洗練度の水準およびモデル化される個別のリスクに応じて、様々なものとして説明されている。

また、特定の目的によっては、モデルは、単に使用する計算カーネルやソフトウェア以外のものを多く包含することを念頭に置くことも重要である。たとえば、モデルは次の要素を包含すると考えられる（ただし、この一覧は決定的なものではなく、単に例を列挙したものである）。

- データ
- 方法
- 前提
- 専門家の判断
- 文書化
- 計算カーネル
- ソフトウェア
- モデル・ガバナンス

洗練度によって異なるモデル

モデルの選定にあたり、アクチュアリーはモデル化される潜在的なリスクの重要度と複雑性を検討することになる。企業の規模が小さくリスクの重要度が低い場合、リスク計測に相応しいモデルは、単純なファクター・モデル、あるいは決定論的ストレス・テストのような洗練度の低いモデルとなる。リスクの複雑性および／または重要度が高まれば、アクチュアリーは完全な確率論的内部モデルのような、より洗練度の高いモデルの使用を検討するだろう。完全な内部モデルの開発には極めて多大な時間、努力および費用を要する。完全なモデルの開発が実行可能でない場合は、（例えば、一部のリスクには標準的な規制上のストレス・テストを用い、それ以外に対してはより詳細な企業レベルの特別な算定方法を用いるといった）部分モデルが賢明な代替手段として用いられ、または完全なモデルの開発までの過渡期の段階として活用されるだろう。

リスク測定の精度						完全内部モデル (確率論的)
					完全内部モデル (決定論的)	
				部分モデル (確率論的)		
			部分モデル (決定論的)			
			個別 ショック			
		標準 ショック				
	単純な ファクター					
	モデルの洗練度					

- **単純なファクター・モデル** - リスク計測に用いられる最も単純な形態のモデル。リスク量の推定には、所定のファクターを基準額で乗じて算出する。単純なファクター・モデルは、たとえば、格付け機関のリスクベース資本モデルや、米国の規制上のリスクベース資本モデル、および EU のソルベンシーII 標準方式の簡便計算法に用いられている。このモデルが一般的に使われるのは、保有資産の価格に格付け別クレジット・デフォルト・チャージを適用する、資産デフォルト・リスクの算定である。
- **標準ショック (ストレス・テスト)** - 所定の単一あるいは複数のリスク・ファクター・ストレスの財務への影響を評価することでリスクを計測する。こうしたタイプのモデル例としては、EU ソルベンシーII の標準方式やスイス・ソルベンシー・テストに適用される標準ストレス・テストがある。このモデルにおいては、たとえば、死亡率の最良推定値が 15%上昇した場合の財務への影響を算定することで死亡率リスクを評価するほか、死亡率の 20%低下に基づいて長寿リスクを計測する。
- **個別ショック (ストレステスト)** - 所定のストレス・テストを実施したり、規制当局が定めた慎重な業界標準のストレスを用いる代わりに、アクチュアリーが自社特有のリスク特性に合わせてキャリブレートしたストレス・テストを行うことが可能である。たとえば、自社の実績や計測対象の商品ラインに特有の実績に基づき、10%のストレステストが (1年間 99.5%VaR のような) 要求される信頼水準を適切に反映していることを立証できれば、アクチュアリーは所定の 20%の代わりに 10%のストレス・テストによって長寿リスクを計測するかもしれない。

- **部分モデル** - 単純なモデルでは正確な計測を行えないとアクチュアリーが判断した場合、それらの特定のリスクに対してより複雑なモデルを開発することがある。モデルは、確率分布かシナリオの分布のいずれかに基づいて、確率論的あるいは決定論的に定めることができる。部分モデルを、他のリスクのより簡便なモデルと組み合わせて用いることで、会社のリスクの統合した計測を行うことができる。実際のこの例としては、米国 NAIC のリスクベース資本モデルの C-3 フェーズ II の部分が挙げられるが、ここでは、変額年金保険契約のリスクの計測に確率論的モデルが用いられている。
- **完全内部モデル** - 保険会社のリスクを計測する最も総合的（かつ最も複雑）な手法は完全内部モデルである。このモデルを開発する一つの方法は、全てのリスクを同時に計測する基盤として多変量確率分布関数を用いることである。もう一つの方法は、各リスクを別々にモデル化し、統合の手法としてコンピュータを用いて、それらの結果を統合することである。利用可能なデータが少い、薄いテールのリスクを引き受ける際には、完全な多変量確率分布関数を開発することで得られる付加価値はないかもしれない。しかし、我々が重視する領域である、特にテール部分のリスク依存が大きいリスクについては、総合的なモデルがより適切である。一度モデルが開発されれば、基盤となる確率論的、あるいは決定論的なシナリオの集合に基づいてリスク評価ができる。確率論的なシナリオの結果によって、財務上の結果の分布が作成され、テール・シナリオを分析することでリスク評価が可能になる。決定論的なシナリオの結果は、ストレステストおよびシナリオテストにおける極限的なシナリオの影響を理解するのに有用である。

リスクの種類によって異なるモデル

モデルは計測対象となるリスクの種類によって異なることがある。市場リスク、信用リスク、生命保険引受リスク、損害保険引受リスク、オペレーショナル・リスクといった異なるカテゴリーのリスクに対しては異なる種類のモデルが適切となろう。

- **市場リスク** - 金利リスク、スプレッドリスク、為替リスク、株式リスクを含み、外部の経済的なファクターに大きく依存する。これらのリスクは、エコノミック・シナリオ・ジェネレーター（ESG）のようなサブ・モデルを用いることのある確率論的モデルによって計測されることが多い。短期的なビジネスでは、資産／負債のミスマッチ・リスクの重要性は低いものの、いちおう考慮する必要があるだろう。
- **信用リスク** - デフォルトリスク、カウンターパーティー信用リスクを含み、一般的に、資産価値やエクスポージャーに応じて、格付け毎のクレジット・デフォルト・チャージを適用するファクター・モデルを用いて計測される。それぞれの原証券やカウンターパーティー毎に定義されるデフォルトの確率およびデフォルト時損失率、の統計的分布を用いてリスクを計測する、洗練度がより高い確率論的モデルを用いることもできる。信用リスクに関連して考慮すべきもう一つのファクターは、特定の企業デフォルトや財務上の困難が、つながりのある他の企業の財務上の困難につながる可能性があるという金融市場における危機の連鎖だろう。

- **生命保険引受リスク** - 死亡、就業不能、長寿、解約、年金化、費用を含み、ファクター、ストレス・テスト、あるいはより洗練度の高い確率論的モデルを用いてモデル化される。これらのリスクは性質上、長期的なものなので、ストレス・テストとモデルは確率論的要素を含むキャッシュフロー・プロジェクション・モデルという形になる傾向がある。
- **損害保険引受リスク** - 保険金クレームの頻度と規模の要素を含み、一般的に「クレーム頻度 (claims frequency)」モデル (下で説明) によってモデル化される。特に大災害モデルはクレーム分布のテール部分のリスクを評価する。一般的な保険のモデリングにおいては地理的集中がその重要な側面である。
- **オペレーショナル・リスク** - 不正、情報システム関連リスク、コンプライアンス、事務処理、人事、ビジネス継続性、アウトソーシング、販売チャネル、法制・税制・規制環境の変更、保険会社のレピュテーションの変化を含む。これらのリスクは定量化が難しいことから、対象分野の専門家の意見に依拠した極めて主観的なシナリオに基づくアプローチが採用されやすい。規制上の枠組みや格付け機関によるオペレーショナル・リスクの評価方法は様々だが、その多くがオペレーショナル・リスクを無視するか、単純なファクター・モデルを用いている。これらのリスクを理解し、それを軽減するには、可能な限り特別な努力が必要となる。高レベルの判断力と主観性が関わってくることから、オペレーショナル・リスクの計測を引き受ける際には、アクチュアリーは用いた前提を全て文書化し、対象分野の専門家の支援を仰ぐことを検討する必要がある。いくつかの文献によれば、オペレーショナル・リスクの定量化は、必ずしも特別に堅牢な結果を生まないものの、リスクの真の性質について利害関係者が理解を深める助けとなる可能性がある。

エコノミック・キャピタル・モデル

エコノミック・キャピタル・モデル (ECMs) は、いくつかの企業にとって、リスク・モデリングの鍵となる要素である。エコノミック・キャピタルの一般的な定義は、負債を超える資産の市場価値をバリュー・アット・リスクで評価したものである。しかし、エコノミック・キャピタルにはこれ以外の定義もある。より一般的に、企業はエコノミック・キャピタル・モデルによって、内部で定めた手法と前提を用いて、会社の完全なリスク・エクスポージャーを数値化し、評価し、伝達できるようになる。

ECMの第一の目的は、ECMで算定された必要資本と企業の実際の使用可能な資本を比較することで、資本充分性の評価を行うことである。その結果は企業が事業戦略や資本配分の意思決定をするときに用いることができる。ECMは、こうした社内のリスク評価を格付け機関の評価や規制モデルに沿った評価と比較して、外部の利害関係者に企業のリスク・プロファイルを伝達する支援材料としても使うことができる。大半の大手保険会社は何らかの形でECMを開発しているが、モデルの構造、複雑性、その活用方法の範囲は非常に様々である。

企業の内在するすべてのリスクと、起こる可能性のあるシナリオの範囲を適切に反映している場合に限って ECMs は有用な結果を提供する。モデルは通常、企業のリスクの性質、規模、複雑性に比例したものとなる。ECM は上記のモデルの種類（ファクター、ストレス・テスト、部分）を任意に組み合わせて構築できるほか、確率論的および／または決定論的なシナリオおよびストレス・テストで、完全に統合された内部モデルとすることもできる。

3.5.2.2 モデルデザイン

本セクションはモデルデザインで考慮すべき要素にガイダンスを与えるものである。

目的と比例性

まず考慮すべきはモデルの目的である。また（必要性を超えてモデルを複雑に作り込まないという）比例性は、留意すべき重要な要素である。モデルデザインは、目的の文脈に照らし合わせることで初めて善し悪しの判断ができる。

業界のベスト・プラクティスとプロフェッショナル・ガイダンス

モデル設計者はまず、モデルの対象となるべきリスクの性質に基づき、一般的な業界のモデリング慣行を調査すべきである。受け入れられている慣行が特定の状況に限って適用されたのかどうかを考慮することが重要である。たとえば、自動車保険のクレーム額の変動性に適用される一般的な慣行は、アスベスト賠償責任保険のクレームには適用できない。さらに、各国の保険商品の文脈における特定リスクのモデリングの支援のために、各国のアクチュアリー協会や業界リスク協会がガイダンスを発表している可能性もある。

計測対象のリスクに適合した種類のモデルを選定する

選ばれたモデルの種類は通常、計測対象のリスクに適合したものだろう。さらにアクチュアリーはリスクの規模、広がり、多様性、固有のボラティリティを考慮する必要があるだろう。

- **リスクの規模** - より重要度の高いリスクはより洗練されたモデルの対象となることが多い。その際には、複雑性がより高いモデルを設計する費用対効果を念頭に置くべきだろう。
- **リスクの広がり (幅と多様性)** - より多様なリスクを持つ保険会社はリスクの相互作用を捉える統合的な内部モデルを用いて、企業の総合的なリスクと自己資本が確実に適切にモデル化され、管理されるようにしなければならない。よりリスクが小さな企業（たとえば、一国のみで展開するモノライン保険会社）では、より単純なモデルが相応しいこともある。
- **リスクの不確実性 (固有のボラティリティ)** - リスクを取り巻く不確実性が増すと、リスク分析の重要性が高まるほか、モデルの選定にさらなる配慮を加えることの重要性も高まる。重要度と状況によっては、ボラティリティの低いリスクは、より単純なモデル設計によるモデル化が可能であろう。

複雑なモデルの留意事項:

所与のインプット・シナリオの集合によって将来起こりうるアウトカムの範囲を推定するには、複雑なモデルが用いられる。これらのインプットは、決定論的シナリオであったり、確率論的シナリオであったりする。こうしたモデルの結果は、各シナリオ下における使用可能自己資本額の推定変動額となるだろう。そこで焦点となるのは保険会社の財務状況に悪影響もたらされるようなシナリオであり、保険会社はそうした望ましくないシナリオ下のリスクを理解し、可能な限りそれを制御、軽減しようとするだろう。これらの複雑なモデルには、規制目的か、保険会社による内部リスク計測の目的で自社開発された ECM や内部モデルなどがある。これらの複雑なモデルの開発では次の要素が考慮される。

- *評価の枠組み* - 一般に、選定された会計基準の枠組みは通常、モデル全体を通じて同じであり、それはモデルの用途に適しているだろう。資産と負債の評価において、ECM は観測可能な市場データを用いる傾向にあるが、モデルがとりわけ長期の時間ホライズンのリスクを重視する場合には、割引キャッシュフロー・アプローチが用いられることもある。
- *計測期間 (タイム・ホライズン)* - 計測期間は規制ガイドライン、または一般的報告慣行に基づいて設定されるが、一般にそれは経営陣および/または監視当局によるアクションが期待される時間フレームを反映したものである。最も一般的な ECM の規制要件は、1 年計測期間である。それ以外には、より長期のモデルや、リスクの全ライフタイムを対象とするモデルもあるだろう (=ランオフ・アプローチ)。ランオフ・アプローチは、完全に顕在化するまでに数年を要するようなリスクの評価に適している。計測期間は評価の枠組みに関連していることが多い。1 年という計測期間は一般的に、市場整合的バリュエーションの枠組みとして用いられる一方、米国の制定法上のアプローチをはじめとするその他の枠組みでは、ランオフ・アプローチが用いられることがある。
- *リスク尺度* - リスク尺度は保険会社を規制する当局が特定するか、格付け機関および一般的報告慣行が主導することが多い。とはいえ、企業はそのリスク管理目標に合わせて自社のリスク尺度を制定することもできる。規制ソルベンシーの算定のための必要自己資本額として、規制当局が ECM を承認する可能性がある。
- *信頼水準* - 内部モデルで保険会社が用いる適切な信頼水準の選定は、モデルの用途、計測期間、および選ばれたリスク尺度に依拠する。ECM においては、たとえば、蓄積した大量の格付けとデフォルトのデータを織り込んだ格付け機関のレポートを参考にして、信頼水準は設定される。規制自己資本額の算定用の内部モデルにおいては、一般に信頼水準の下限が設定される。内部モデルにおいては、企業は自社の信頼水準をより柔軟性をもって選べる。特定の信頼区間で与えられる保護の度合いは、用いられる計測期間によって変わってくる。一般に、自己資本評価全体で同水準の健全性を維持するために計測期間が長期化した場合は、求められる信頼水準が低下するだろう。たとえば、1 年間の 99%信頼水準は、リスクのライフタイム全体で計測された 90%信頼水準に匹敵するかもしれない。

- **期間末準備金 (terminal provision)** - 選定された計測期間が保険会社の負債の完全なライフタイムより短い場合、計測期間の終わりに残存するリスクを考慮するために、期間末準備金がモデルに盛り込まなければならないだろう。期間末準備金が財務リスク計測における大半部分を占める場合もある。アクチュアリーは保守性の妥当な水準を見極め、モデルの計測期間後に発生可能性のある事象について考えることがある。さらに、計測期間内の悪い結果と期間末準備金の時間ホライズン後に起きる悪い結果のあいだの相関関係にも留意することになるだろう。たとえば、こうしたことは、損害保険事業の責任準備金の推定において発生する。
- **経営陣による同意** - 経営陣がその結果を自らの意思決定に用いることに同意した場合に限ってモデルは有用となる。複雑なモデルを開発するときには、通常、開発プロセスに対する経営陣の理解を促進し、同意を得ようとすることになる。モデルの価値はそれをビジネスに用いることで評価されると考えられることから、リスク尺度の使用と理解の促進のためには一定の簡便化が求められることもあるだろう。別の方法として、経営陣が同意したパフォーマンス・スコアカードのリミットに対するエクスポージャーを用いることで、所与のリスク尺度の使用が促進される可能性もある。

決定論的ストレス・テストと確率論的シナリオ

決定論的ストレス・テストの選定は、分布のテール部分のデータが限られているときには特に困難な作業となる。決定論的ストレス・テストは、望ましい信頼水準に合わせてキャリブレーションが行われることが多い。たとえば、モデルが1年間の99%パーセンタイルのVaRに基づいて自己資本額を定める場合、決定論的ストレス・テストは1年間に100分の1の確率で起きる事象に匹敵することになる。

規制当局から確率論的シナリオの選定が義務づけられる場合もある。そうでない場合も、シナリオが外部から提供される場合もある。外部のエコノミック・シナリオ・ジェネレーター (ESG) によってシナリオが提供され、社内でキャリブレーションが行われる場合もあるし、社内のキャリブレーションとモデルが用いられる場合もある。ESGは(イールドカーブ、スプレッド、株価といった)金融市場の変数の経時的シナリオを生成するものである。エコノミック・シナリオにはリアルワールドのシナリオとリスク中立的なシナリオの2つがあり、そのどちらを選ぶかはモデリングの目的によることになる。市場整合的バリュエーションにおいてはリスク中立的なシナリオが用いられる。これに対し、リアルワールド・シナリオは、エクスポージャーの算出と伝達において、および市場整合性に基づくものではないバリュエーションにおいて有用となりうる。

ランタイム

内部モデルのランタイムは長くなる可能性があり、確率論的シナリオが用いられている場合、それはさらに長くなる可能性がある。ランタイムの短縮には様々なテクニックがあるが、アクチュアリーはそれらが精度に及ぼす悪影響にも考慮する必要がある。時間短縮のテクニックの例としては、データをモデル・ポイントにグルーピングすることや、オプション性のないポートフォリオには確率論的シナリオの代わりに決定論的シナリオを用いること、等価の解析解 (closed-form solution) を用いること、確率論的シナリオの

数を減らすこと、時間粒度を低くすることなどがある。さらに、確率論的シナリオの生成時の分散を減らすための負相関変量法などの手法を用いることでランタイムの改善を図れるだろう。

制約

どんなモデルにも統計的、理論的制約があり、モデルの結果は現実の世界を完全に映し出すものにはなり得ない。モデルデザインやモデル結果の共有に際しては、こうした制約に留意することが重要である。重要な制約がモデルのユーザーに確実に認識されるべくそれらを文書化することは、考慮すべき重要事項である。

それ以外の留意事項

モデルの開発にあたり、アクチュアリーはユーザビリティ、復元可能性、適応性、タイムリーであること、プロセスの実効性、技術力、コスト効率といったモデル設計における一般的で実用的な配慮を忘れてはならない。

3.5.2.3 アサンプション/変数化

アサンプションの決定は注意深い配慮と判断が求められ、またモデルの目的により異なる。本セクションではアサンプションとモデルパラメーターの選定と開発で用いるためのガイダンスを提供する。

アサンプションのカテゴリー

アサンプションは、(1) 市場データから観測できるもの、(2)過去の経験に基づくもの、(3)経営陣のアクション、(4) 経営陣によって制御不能なアサンプションという、いくつかのカテゴリーに分けられる。

1. *市場データから観測できるもの* - アサンプションは、入手可能な場合は観測可能な市場データに基づくことができる。洗練され流動性が十分な市場の資産・負債の金融商品には、信頼性のある市場価格が存在する。流動性の低い市場では、市場価格にキャリブレートされた確率論的シナリオ（つまりリスク中立シナリオ）を通じて市場価格が求められる。シナリオは、観測可能な市場価格が導きだせることにより検証できる。留意すべき点は、保険負債にはほとんどの場合において観測可能な市場価格は存在せず、負債のアサンプションを決定するときは別の手法を使う必要が多々あることである。
2. *過去の経験に基づくもの* - 将来の経験と契約者行動を推定するために、人口動態的アサンプションは保険債務の評価によく必要とされる。アサンプションの算定には、会社の経験、業界の経験、環境の変化、観測されたトレンドが勘案されることが多い。アサンプションの設定では、不確実性を反映するためにリスク・マージンやPAD(不利な変動に対する安全割増)を勘案するのが適切かもしれない。その場合、マージンが大きければ大きいほど不確実性が高いことが示される。モデルの結果に大きな影響を及ぼす可能性のあるあらゆるアサンプションでは配慮が求められるほか、最良推定値の中央値、追い証、PADに関する文書が作成されるべきである。

アサンプションには、完全または部分的に、保険契約者の失効率や保険事故発生率といった外的変数に依存するものがある。これらのアサンプションは、最良推定値とマージンではなく、表や数式の形態を取ることもあり、そうした場合は（たとえば、生命保険商品の解約率と金利・イールドの水準といった）アサンプションと適切な外的変数を関連付ける過去データと回帰分析が用いられる。

過去の経験値は、モデルの目的によっては、マーケット・アサンプションのカリブレーションにも用いられる。例えば、株式のリターンを経験は、リアルワールドなプロジェクトにおける株式のリターンのカリブレーションに用いられよう。

3. *経営陣のアクション* - モデルの事例の中には、将来の予想される経営陣のアクションがアサンプションに含まれるものがある。経営陣のアクションは、報酬、費用、再保険、投資、ヘッジ戦略などに影響を与える。これらのアサンプションの設定にあたり、アクチュアリーは契約上の要件、保険契約の約款内容や承認プロセス、タイミング、過去の経験を考慮に入れるべきだろう。
4. *経営陣にとって制御不能なアサンプション* - 自社の経営による制御ができないその他のアサンプションの例としては、税率、規制要件、責任準備金上の要件などがある。これらのアサンプションは通常、評価時点における実際の状況と、その時点で既知の将来の変更を反映することが多い。

リスクのタイプ別留意事項

リスク特性、あるいは業界の一般慣行、あるいはその双方のせいで、リスクのタイプによってモデルのパラメーターは大きく変わる。本セクションはいくつかの主要なタイプの保険リスクのパラメトリゼーションに関する洞察を与える。

- *資産リスク* - モデルが資産キャッシュフロー予測を含む場合、変数化を行いやすくするために、アクチュアリーは会社の資産を代わりとなる資産クラスかベンチマーク指数にマッピングすることが考えられる。こうしたマッピングは定期的に見直しと、明確な文書化の対象とされることが多い。ヘッジにおいては、ヘッジ手段と対象資産にミスマッチがあれば、ベース・リスクの分析を行ったほうがよい。確率論／決定論か、あるいは市場整合的／そうでないかといったさまざまな側面から見たバリュエーションのタイプによっても、パラメトリゼーションは変わってくる。
- *保険リスク、死亡率* - 生命保険の変数は、統計データの信頼度の低さを主な理由として、確率論的モデリングではなく期待値を用いてモデル化される傾向にある。一般に重視されるのは、前年比の死亡率の変動であり、年齢別死亡率の長期的改善である。より信頼できる経験が蓄積されれば、死亡率、罹患率、死亡率改善の確率分布はより一般的になってくるかもしれない。
- *保険リスク、失効/解約* - 一般的に解約率のアサンプションは主要な生命保険リスクである。しかし、解約率の確率分布は一般に解明されておらず、モデル化されてもいない。解約リスクは非常に複雑となりうるおそれがあり、商品の種類や

マーケティング方法によっても大きく変化しうる。解約行動は保険契約者の意思決定で決まり、外部要因に影響されるが、それは経済要因であることが多い。過去の調査研究では、契約者の解約行動は必ずしも完全に合理的ではないことが示されている。こうしたアサンプションを捕捉するには、経済パラメーターと契約者行動の動的依存関係をはじめとした確率論的アプローチが原則として最良のアプローチである。しかしながら、現在の経験は、金利上昇環境のような、もっともらしい全てのシナリオにおける行動を捉えていない可能性があるため、個人の判断が必要となる可能性を示している。

- 保険リスク、損害保険損害率 - 生命保険のモデルと異なり、大半の損害保険の変数は、確率的手法を用いた確率分布によって表現される。

専門家としての判断の使用

リスク計測は通常起きる事象ではなく、発生可能性の低い事象を対象とすることから、専門家としての判断に基づいて、アサンプションを選定する必要があることがある。アサンプションの選定と、そうしたアサンプションとテールイベントにおけるアサンプション間の相関の決定は困難なものとなりうる。

アサンプションの選定において専門家として判断する際にアクチュアリーが考慮すべき要素はいくつかある。そうした要素には、経験データ、市場価格、アクチュアリー以外の専門家の意見、仮定された分布と入手可能なデータの適合性、仮定した分布が起こりうる極値をどの程度反映するか、アサンプション変更に対する結果の感応度、アサンプション間の整合性、アサンプションの適用における整合性などが含まれる。

専門家としての判断の検証は留意すべき重要要素である。こうした検証は、ベンチマーキング、バック・テスト、感応度分析、あるいは第三者レビューなどによって行われよう。

一般的な留意事項

通常、アサンプションは現実的で、状況に適用可能、かつそれに即したものであり、客観的で、モデル全体で統合的に用いられ、将来の開発予定が視野に入れられており、かつ、他の目的のために用いられるアサンプションとも統合的なものである。

経験値分析は通常、定期的に更新され、アサンプションが現在も適切と言えるかどうか、検証される。定期的なバックテストにより、アサンプションと実績の経験との比較は行われるべきである。バックテストの結論と、その後のアサンプション設定プロセスの道筋のあいだには通常、明確なつながりがある。そこに顕著な違いがあった場合は通常、是正措置が取られる。

アサンプションとパラメーターのキャリブレーション

キャリブレーションとはモデルの根底にあるアサンプションとパラメーターを検証し、結果としてのモデルのアウトプットが、観測可能な、または既知の値と統合的であることを確認するプロセスのことである。モデルのキャリブレーションには、インプットを

調整することと、結果として生じるアウトプットに及ぼす影響を分析することが含まれる。そして、アクチュアリーは結果として生じたアウトプットの変動が説明可能かどうかを検証する。

キャリブレーションにおいては通常、利用可能なあらゆる業界ガイダンスと規制ガイダンスが遵守される。規制自己資本額の算定が目的の場合は、パラメーターが業界や市場の経験を反映していることの証明が求められよう。また、モデルが規制当局に要求されている信頼水準と整合的な結果を生成していることの証明も重要だろう。定期的に繰り返されるプロセスの一環として、アサンプションは、直近の関係する信頼性の高い経験を反映するために、定期的にキャリブレーションしなおす必要があるだろう。

確率論的エコノミック・シナリオを使ったモデルにおいて、キャリブレーションは特別な意味を持つ。一般にエコノミック・シナリオへのキャリブレーションは、必要に応じた既知の将来の予測変化に対する調整後の過去の経験（リアルワールド・シナリオ）、または現在の市場データ（リスク中立的／市場整合的シナリオ）に対して、結果のアウトプットが整合的であるように行われる。

変更を秩序立ててテストすることにより、キャリブレーション・プロセスは非常に改善される。モデル設計者は通常、モデルを構築する際にキャリブレーション・プロセスを念頭に置く。またキャリブレーション・プロセスとその結果が丁寧に文書化されることが、適切であると考えられる。

3.5.2.4 モデル・ガバナンス

モデル・ガバナンスは、開発時と保全時のいずれにも考慮が必要となるものである。モデル・ガバナンスには、初期のモデル検証と継続的モデル・ガバナンスが含まれる。

いくつかの会社は、複数の財務モデルを持ち、モデルの対象となるリスクのインパクトと発生可能性に従って分類している。一般に、高いリスク・レベルのモデルは、高いレベルのコントロールが必要とされる。

モデルの検証と完全性のチェック

モデルの検証は、最初の開発において、また、その後継続的にも、モデルが意図に沿って機能し、適切であることを確認することを促進するために鍵となる。検証は定期的な第三者レビューを通じて行われ、重要度に応じて社内または社外の人員を用いられる。モデルのレビュー担当者が妥当かつ十分な経験をもつ人物であることは配慮すべきである。

一般に、モデルは通常の状態に対してキャリブレーションが行われるが、リスク計測ではテール状況におけるモデルの検証が極めて重要となる。次に挙げたのは、テールにおけるモデルの動きの評価に使われうる2つの方法である。

- 最初の検証方法は、決定論的シナリオを用いてモデルの結果の妥当性を評価するものである。具体的には、エクストリームシナリオは分布のテールの先端部分の

損失に該当する。エクストリームシナリオの結果の分布上の位置を調べることでモデルの完全性の検証が行われうる。

- もう 1 つの検証方法は、モデルの妥当性評価にリバース・シナリオを用いるものである。この方法においては、(80、95、99.5、99.9 パーセンタイルといった) 分布の特定パーセンタイルにおける必要自己資本額が算定される。その後、選ばれた各パーセンタイルにおける、複数の個々のリスクのストレス・テストを組み合わせることで、同様の損失額を導きだすリバース・シナリオが策定される。そうしたパーセンタイル値に結びつくリバース・シナリオの実現可能性を主観的に評価することで、アクチュアリーはモデル検証における結論を導き出す。

モデル検証に用いられるそれ以外の手続きには次のようなものがある。

- 論理的、概念的健全性のレビュー
- 他のモデルとの比較
- モデルの予測値とその後のリアルワールドの事象の比較

アサンプションに対して行われたあらゆる変更が妥当かつ復元可能な結果を確実に生むように、モデルはテストされるだろう。

モデル・ガバナンスのフレームワーク

モデル・ガバナンスとは、モデルが秩序立てて開発され、用いられるようにすることで、その目的は企業のモデル・リスクを最小化することである。アクチュアリーはまず、モデルの検証とモデル・ガバナンスに関して、自社を所管する規制当局の規制要件がある場合は、それを調べるだろう。たとえば、ソルベンシーII は内部モデルを承認するためには、およびモデルに重要な変更を行うときには、モデル検証、使用テスト、文書化といった 6 つのテストに合格することを義務づけている。これらのテストは計算エンジンのみではなく、より広範なプロセスとガバナンスにも焦点を合わせている。

モデル・ガバナンスの枠組みを開発するときには、次のような項目が考慮されるべきだろう。

- モデル・ガバナンスにおける役割と責任
- 主要なモデル変更と拡張の承認プロセスと承認申請。会社の中にはモデル変更を司るポリシーを採択し、そこで想定される変更の種類とそうした変更に関連するガバナンスに言及しているところもある。
- モデルの戦略的方向性
- モデルの開発、モニタリング、メンテナンスを行うのに十分なリソース
- 監督当局の要件を継続的に遵守していることのモニタリング
- 適切な第三者レビューの手続き

3.5.3 データ

本セクションではアクチュアリーがリスク計測の業務で用いるデータについて論じ、データの選定、質のレビュー／検証、およびデータ加工と調整に関する情報を提供する。データのインプットはリスク・モデリングの原点であることから、データの質はリスク計測において極めて重要な要素である。データに対して適切な配慮を確実に行うことで、「ごみを入れればごみしか出て来ない」という古いことわざが現実化することを避けることができる。

3.5.3.1 データの選定

アクチュアリーは社内外の主要なソースからデータを取得出来る。

- 社内のデータソース - 社内で生成される、企業のあるいは企業の部署に特有のリスク計測を行う上で、アクチュアリーにとって最も適切かつ信頼性の高いデータである可能性が高い。
- 社外のデータソース - 社内で生成されたデータではなく、業界団体やその他の電子化されたデータベース、あるいはデータ・ベンダーから提供された社外の情報源から得られるデータのこと。外部データは当該企業内のデータの枠を超えて広範な分析を行うときに適切となることが多い。また社内データが存在しない場合、外部データの使用によって起こりうる問題を認識した上で社内のリスク計測にこれを使うことが可能である。

こういったタイプのデータを使うかは、課題となる作業の範囲、データの入手可能性、データのコスト、および、入手可能なデータにおける（信頼性、ボリュームといった）制約を配慮した上で決定されることが多い。これ以外にも考慮すべき要素はあるものの、可能なデータの選択肢を分析する上でこれらは良い出発点となろう。これらの要素は、その各々がリスク・モデリングの結果に及ぼしうる影響を考慮して検討されるべきであり、決定に伴うあらゆる帰結は、リスク計測結果で評価されるべきである。

課題となる作業の範囲によって、必要なデータの粒度と分野が決定される。範囲の全体像を理解することで、アクチュアリーはモデリングに直接、関連したデータのみを選定し、過剰なデータ・フィールドを減らせるようになる。特定の外部データ・フィールドの使用は、保護された、あるいは独占権のある情報に違法にアクセスするという重大なオペレーショナル・リスクにつながる恐れがある。

あらゆるデータには取得、メンテナンス、保存にかかる様々なコストが発生する。範囲を明確に認識することで、データ関連のコストを見積もることが可能になり、必要なときには代替案が決められるようになるだろう。特定種類のデータや特定のデータ・フィールド等に関連したコストがリスク計測の結果の精度を高めるのに意味があるか否かを見極めるのに、費用便益分析は良いアプローチである。

大半のデータには一連の制約が付随しており、こうした制約を理解することで選定すべき適切なデータへの洞察が得られるだろう。選定プロセスの段階で制約を知ること、

データの質のレビューやデータ加工といった川下の作業も楽に行えるようになる。これらの制約に対する対策のコストもこの段階で認識できる。

しかるべきソースからデータを取得することで、データの信頼性が高まるのみならず、リスク計測プロセスと結果全体の信頼性が高まる。さらに、もし複数のソースからデータが入手可能であれば、データのアラインメント・テストのためにソース間の照合を行えば、それは適切なレビューと検証になるだろう。しかるべきソースからデータを選定することは、信頼性向上に寄与するだけでなく、アクチュアリーが外部アクチュアリー、監査人、規制当局に対して自身のデータ選定の正当性を主張するときにも役立つだろう。

データ選定プロセス（そしてそれに続くデータに関するセクション）で必要となる最後の重要な考慮事項は、適用される全規制、アクチュアリー向けガイドライン／実務基準、およびデータに関する行動規範を遵守することである。

3.5.3.2 データの質のレビュー/ 検証

リスク計測にデータを用いる前に、通常、データについての整合性、精度、および全体の質のレビューが求められることが多い。あらゆるデータ・セットに適用可能ないくつかの標準的な「データ・チェック」が存在するが、そうしたチェックを行えばデータの質への安心感が得られる。こうしたデータ・チェックには次のようなものがある。

- **欠損データ** - 求められるデータ要素が欠損しているかどうかを認識するためにデータをレビューする。
- **照合** - 可能であれば、既知のデータを他のデータ、予想合計値やその他の集計情報と照合する。照合には、データと事務システムの照合も含まれる。
- **データ値** - 生年月日、性別、保険契約日、給付水準など、常識に基づくチェックを行い、問題のあるデータ値を特定する。
- **データ定義** - データの定義を見直し、用いられたデータ・フィールドが適切で、与えられたデータが分析の期待に沿ったもので、要件を満たしていることを確認する。
- **ベンチマーキング** - ベンチマーキングは、前年データ、業界ベンチマーク・データやその他の入手可能なデータとの比較など、さまざまな形を取り得る。比較のために前年データを見直し、前年比の大きな食い違いや変動を特定するチェックは、結果の帰属をデータ変動によるものとする際に有用である。
- **適合性** - データをレビューし、データがモデルに適合しており、モデルの根底にある理論や手法と整合的かどうかを検討する。

効率的で一貫性のあるデータ・レビューを確実に行うため、こうした（そしてそれ以外の）データ・チェックを自動的に実行できるようシステム化することができる。どれだけ多くのデータ・チェックを行った場合も、分析のあらゆる報告には通常、データ・レビューの程度についての情報開示を伴う。こうした情報開示には、データに対する第三者レビューの信頼性の程度も含むことができる。

また、データ・レビューとデータ検証の区別も重要である。この2つの概念の最大の違いは、行われる様々なデータ・チェックの厳密性の度合いである。データ検証においては全データのチェックを詳細なレベルで行われることが求められ、そうしたチェックがモデルの検証作業の一部となることも多い。

3.5.3.3 データ変更と調整

データの制約や欠陥が特定された場合、データを使用するために調整が加えられることになる。データに対する一般的な調整としては次のようなものがある。

- 特定のデータ記録の排除 すなわち異常値あるいはデータが不十分な記録
- 二重データの削除
- 欠落しているが必要なデータ要素と思われるデータ値の適切な仮定による生成

こうした調整を明確に文書化することで、レビュー担当者が原データがどのように使用され、根底にあるどのような仮定が適用されたかを理解できるようになる。さらに、こうした変更がもたらす影響の定量化分析は、変更の重要度を見極める分析に有用となりうることが多い。

アクチュアリーはデータの制約や欠陥を修正する目的以外でデータを変更することが多い。こうした変更には、コンピューターのランタイムの制約があるときに一般に行われる、データをグルーピングする方法などがある。データをグルーピングするとき（また、それ以外の変更を行うとき）は、統計分析を通じて2つの代表的ポートフォリオ結果を比較し、認容できるサンプル間の逸脱に関する明確なガイドラインを策定することを通じて、グルーピング（またはそれ以外の変更）のレベルを正当化する分析を行っても良い。

適正レベルのグルーピングに関して意思決定するには、結果のスピードと精度のあいだのトレードオフが求められる。タスクによってはこうした点は考慮が必要となる。データをグルーピングする決定においては、それ以外にも、商品やリスクの種類やその他の特性といったデータの特徴を考慮し、各グループの独自性があたかもデータがグルーピングされない場合と実質的に同レベルで保たれていることを確認することが有用となる。

3.5.4 リスク統合

多くのリスク計測の目的は、組織全体にリスクに対する包括的な見方を醸成することである。個別のリスク計測とは対照的に、複数のリスクの種類全体にわたるリスク計測を行うためには、リスクの統合という新たな要素を考慮する必要がある。

リスクを統合するアプローチは単純なものから複雑なものまでいくつかある。所与の状況で用いられるべき適切なアプローチが、アクチュアリーやプロセスに関与するその他の主要利害関係者によって決められるべきだろう。考慮されることが多い因子には、演算能力の程度、エンド・ユーザーの洗練度、複雑性と精度の高まりのあいだのバランスなどがある。付属文書 C ではリスク統合に関するいくつかの一般的な手法とその限界を述

べている。目的、利用可能データ、対象となる特定のリスク、重要度、その他の要素に応じて、複数の手法を組み合わせて使用することもある。

リスク統合に関する手法は必要資本額を決めるにあたり重要な要素である。従って、パラメータや専門家の判断に対する検証はとても重要であり、以下のような分析を含む。

- 入力された相関と出力された相関の比較、そして主要な差異に対する説明
- 異なるペアのリスクファクターに対する同時超過確率の表やグラフそしてこれらの確率に対する考察

3.5.4.2 資本の流用可能性と移転可能性

多くの法人を包括することが多い保険グループ向けのリスク計測を行う際、分散を認めることは、様々な法人を横断するリスク・バランスに立脚することにつながる。さまざまな法人を持つ保険グループのリスク統合には考慮すべき2つの重要な概念がある。

- **資本流用可能性 (fungibility)** - それがどこで発生したものであろうと、損失を吸収するために保険グループ内で法人から法人に資金を自由に移せる能力。資本流用可能性で重視されるのは、資産か負債を誰が所有しているかということである。内部リスク計測活動を行う際、リスク・モデルの制作者は資産の完全な流用可能性を前提とすることが多い。
- **移転可能性 (transferability)** - 特定の時間の枠組みの中で、資金を法人から法人に実際に移せる能力のこと。こうした概念は、時間と法規上の制約といった、実際に存在する様々な制約を考慮に入れたものであり、流動性管理業務においてはこうした移転可能性を考慮することが不可欠となる。

上記の2つの概念は分けて考えることが重要だが、実際には別個には捉えられていないことが多い。こうした概念は（ソルベンシー・テスト、流動性リスク管理といった）目的に沿って適切な考慮がなされるべきである。

資本流用可能性と移転可能性についてのさらなる情報は、CRO フォーラムの2013年10月の論文で、2つの概念の区別を説明した「モデリングにおける分散効果および資本流用可能性と移転可能性について (Diversification Consideration on Modelling aspects & Related Fungibility and Transferability)」を参考にされたい。

3.5.5 フォワードルッキングな評価

リスクとソルベンシーの自己評価 (ORSA) はセクション 3.9. で論じる。ORSA の目的の一つは、リスクと資本の指標を将来どのような発展させ、保険会社のビジネス・プランニング・プロセスと結びつけるかを理解することである。ORSA はリスクと資本の管理戦略の開発にとって重要なツールと見なされている。

3.5.5.1 フォワードルッキングな評価

リスクと資本に関するフォワードルッキングな評価をビジネス・プランニング・プロセスの一部とすることで、保険会社の将来予測のプロセスを有用にすることが可能であり、それは国際的な ORSA 原則でもますます要請されるようになっている。リスクと資本の将来予測をビジネス・プランニングの一環とすることは、上級経営陣がフォワードルッキングなベースでのリスクと資本の関係を考慮して戦略意思決定を行うことを確実にする助けとなる。

予測の対象となるリスク指標には、組織のリスク・アペタイトのリミットに対するリスク・エクスポージャーや、エコノミックキャピタルのような内部自己資本指標および規制や格付け機関の資本計測などが含まれる。フォワードルッキングな評価に用いられるタイムホライズンは通常、他のビジネス・プランの指標の予測と同じで3年から5年である。予測はベース・ケース予測や、一連のビジネス・シナリオあるいは外部市場シナリオをテストするための追加的シナリオを使用することもある。

リスクと資本のフォワードルッキングな評価はビジネス・プランの一環における1度きりの作業ではなく、リスク・アペタイトとリミット設定プロセスにおける反復作業であることが多い。当初のフォワードルッキングな評価（おそらく概算による）は経営陣によるリスク・アペタイトの策定や主要なリスク指標のリミット策定を支援する。さらに当初の評価は保険会社のリスク戦略に役立つ情報をもたらすとともに、リスク戦略の一環において、どのリスクが回避され、軽減され、保持され、増やされるべきかという意思決定を助け、リスクと資本の指標を戦略プランニング・プロセスに対して確実に最適化する。

3.5.5.2 予想モデル構築における実用的配慮

所与の報告期間の一定時点に行われるリスク計測の計算は複雑である。ところが、所与の将来シナリオに沿ってリスク指標を予測することは理論的観点および演算上の観点から見て、それよりはるかに複雑となる。そうした予測には、保険会社が財務保証を行った資産と負債に対する入れ子になった確率論的計算（*nested stochastic calculations*）が必要となる。実用上の目的からは、簡便化された推定手法が一時点におけるリスク計測の計算に用いられ、その後、それがフォワードルッキング・ベースのリスク指標の実際の推定に用いられることが多い。

代用モデリングの技術

リスク計測の計算の簡便化に用いられる一般的手法としては、次のような形の代用モデリング技術がある。

- **解析解 (closed form solution)**：確率論の解析解を用いて資産と負債の計算が閉じられた形で行えるときに用いられるアプローチで、具体的には固定負債や単純な財務保証などで使われうる。
- **複製ポートフォリオ**：（現実の、あるいは理論的な）金融デリバティブのポートフォリオを用いることで保険負債のキャッシュフローを複製しようとするアプローチのこと。金融デリバティブのポートフォリオが負債価値に対する代用物となる。

- その他パラメトリックアプローチ: 代用モデルとして最適パラメトリック関数を求めるのに資産と負債の回帰分析を用いるなど、推定のための上記以外のアプローチも可能である。こうしたアプローチは比較的単純な多項式関数だったり、選定されたパラメトリック式の一部に解析解を含むような、より複雑な関数であったりする。

より単純な推定のテクニック

代理モデリングのもう一つのアプローチは、少数の個別リスク因子ストレス・テストを用いたリスク指標を概算するというものである。こうして選定されたシナリオは、リスク指標に影響を及ぼす主要なリスクで構成されることが多い。時間の経過に伴う安定性のチェックによって、選定されたシナリオがその後もフォワードルッキングな予測シナリオにおける代表的なリスク指標であり続けることを確認できる。

たとえば、一時払保険型の投資商品のエコノミック・バリューの 90 パーセンタイル VaR の計算は、最大のリスク因子である、株式市場の 25%下落と解約率の 30%上昇を用いて概算することが可能である。

より単純なアプローチは、所与のリスク指標とリスク・ドライバーの既知の関係を用いてリスク指標を概算することである。こうしたアプローチが使えないときも、ビジネス・プランニングで使用されたリスク・ドライバーがリスクと自己資本における結果と整合的であることを確認することが重要である。

たとえば、オペレーショナル・リスクのシナリオの主要構成要素として保有契約における事務処理エラーのリスクがある場合、保有契約件数はオペレーショナル・リスク算定の良き代用物となる。これを使えば、オペレーショナル・リスクの計算は、保有契約の将来の予想パターンを用いて予測可能となる。

選定されたアプローチのその他の留意事項

フォワードルッキングなリスク統合において様々なリスク・ドライバーが簡便的に用いられる場合には、根底にある複数のリスクの将来の比率と依存構造の影響についての仮定を行うことが重要である。リスクは将来的にも安定的に分布するというのが常識的な仮定かもしれないが、将来的にリスク比率が変化することのインパクトを勘案して評価を行うこともできる。

選定された簡便アプローチにおいては、将来のリスク指標に最も大きな作用を及ぼす重要なリスク変数を考慮し、これらの変数が堅牢にモデルに組み込まれているかどうかを検討することができる。

フォワードルッキングな推定において、推定プロセスがリスク指標を適切に表わしている状態が続いているかどうか検討するため、推定プロセスは実際の報告期間の実績と照らし合わせて定期的な検証が行われるべきである。

3.5.5.3 その他のフォワードルッキングな予測との整合性

計算されたリスク指標と、その他のビジネス・プランニング指標の整合性を検討することは重要である。

さらに、リスク指標はその性質からして、特定のビジネスのアウトカムに対する市場、またはその他のリスク変数の変化の影響を記述するものである。リスク指標とビジネス・プランニングの予測結果は、いずれも同様のビジネスや外部市場環境の変化を記述するものであることから、その2つの整合性を保つことは考慮されるべきである。

たとえば、株式市場の下落が資本リソースに与える影響を記述するリスク指標は、ビジネス・プランニングにおける株式市場のダウンサイド・シナリオの直接予測と比較され、資本リソースにおける双方の変動の整合性について検討されるべきである。

リスク指標計算プロセスで用いられる洗練度は、戦略的意思決定の目的に即したそうした指標の重要度（すなわち、問題となる特定のリスク指標は周辺的な検討事項なのか、それとも主要なリスク／資本の制約なのか）を認識した上で決められるべきである。選定されたモデリング・アプローチにおいては、リスク指標計算のインプットとして機能する（利益や新契約価値といった）それ以外の予測された指標に用いられる予測モデルの精度と洗練度も考慮すべきである。算定ベースとして簡便化された予測インプットを用いる複雑なモデリング・アプローチは、見かけ上正確なだけの結果しか生まないというリスクがある。

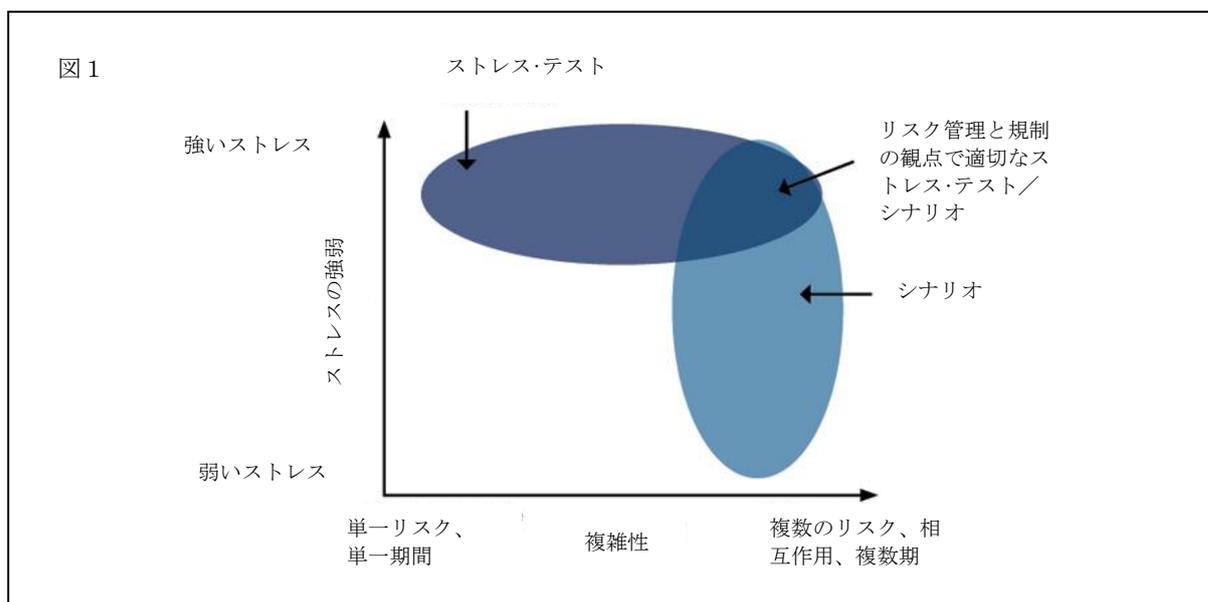
どのようなモデリング・アプローチが選定され、そこで用いられる洗練度がどのようなものであれ、選んだ方法の欠点を理解し、伝達することが検討されるべきである。

3.5.6 ストレスとシナリオ・テスト (SST)

一般にモデルは、社内外の経済・ビジネス環境がフォワードルッキングなベースで安定的だという前提に立脚しており、多くの場合、モデル予測は過去の平均的な経験および／あるいはリスク変数間の関係を用いて行われうる。理論的な見方では、ストレスおよびシナリオ・テスト (SST) は、安定的ではない環境下で発生する事象を理解するために用いられる。SST は、鍵となるビジネス・アウトカムの理解を支援することを目的とした、補完的なリスク計測プロセスである。

- シナリオ - シナリオとは、一時点における、あるいは時間の経過の中での、将来、現出しうる環境のことである。シナリオにおけるこれらの事象や状況変化の効果は、単一の変数やリスク因子の突然の変化で生じるシステムへのショックによって生成されうる。またシナリオはおそらく連鎖発生することが多い一連の事象から生じる、時間をかけた多くの因子の変化と因子同士の相互作用を孕んだ複雑なものにもなりうる。
- ストレス・テスト - ストレス・テストとは、複数期におよぶ複数のリスク因子の結果であり、数ヶ月、あるいは数年間続きうる、特定の極めて悪しき一連の条件の下での企業や一国の財務状態の予測である。あるいは、悪しき条件とは短期間

に作用するたった一つのリスク因子である可能性もある。対象となるストレス・テスト下のシナリオの実現可能性は、極端だが起こりうる（*extreme but plausible*）、と表現される。



出所: IAA (2013年)、ストレス・テストとシナリオ分析

堅牢な SST の枠組みとは、次を検証することを目的としたものである。

- ビジネス内で保持するリソースの適合性
- 現行の戦略的ビジネス・プランとリスク・アペタイトの有効性
- 破綻処理・再生計画のいくつかの側面の適切性

SST は通常の基本ケースのビジネス・プラン予測では見逃されてしまう可能性がある新たなリスクの特定プロセスの支援も目的としている。

このように、SST は経営ツールであると同時に監督ツールでもあり、個別の企業のリソースとプランの堅牢さと国内保険業界全体に関わる脆弱性とシステムック・リスクの両方を検査するのに、規制当局がこのアプローチを用いることが増えている。

2013年7月に発表された IAA ペーパー「ストレス・テストとシナリオ分析」は、この論点についてさらに詳細な洞察を提供している。

3.5.6.1 ERM プロセスの一環としての SST

SST が関わる ERM プロセスの主要側面には次のようなものがある。

エマージング・リスクの特定

SST は、一義的には保険会社または特定のビジネス・モデルが潜在的に晒されているリスクの種類と規模を経営陣が定量化するのに用いられる。複数期にわたる複数のリスク因子の影響を分析するこのプロセスでは通常、リスクと自己資本の通常の一連の尺度による計測よりも、リスクの及ぶ範囲を拡張して捉えることが出来る。

エマージング・リスクとビジネス上の脆弱性の分析以外の SST の重要な使途としては、リスク軽減に向けたアクションやコンティンジェンシー・プランとそれらの有効性を特定することがある。

リスク・アペタイト決定の支援

どのような条件下でリスク・エクスポージャー尺度がリスク・アペタイトのリミットを超えるかということへの理解を通じ、SST はリスク・アペタイトのリミットの妥当性を経営陣が理解することを支援する。あるいは、保険会社のリスク・アペタイトが格下げといった望ましくない特定のビジネス・アウトカムによって定義される場合、SST はどの因子がそうしたアウトカムに寄与するかを経営陣が理解することを支援し、結果的にリスク許容度やリスク・アペタイトのリミットが定義される。

たとえば、2 億米ドルの損失は、リソースと自己資本カバレッジの減少につながり、その結果、格付け機関がその保険会社の信用格付けの引き下げを検討する可能性があることと特定されるかもしれない。その場合は、上級経営陣はアーニングス・リスクの尺度として、2 億米ドルをリスク・アペタイトのリミットに活用することができる。

戦略的意思決定

リスクと自己資本の尺度をフォワードルッキングに評価することへの上級経営陣の関与が有用であるのと同様、上級経営陣による SST の全プロセスへの関与も有用である。SST プロセスは有用なリスク伝達のツールであり、戦略的意思決定の意味合いに加え、異なるアクション間のトレードオフを上級経営陣が理解することを支援する。

モデルの検証

SST、あるいはより具体的にはリバース・ストレス・テストは、めったに観察されない極端な事象に注目することが出来るため、モデル検証の最も重要な側面である。

規制当局との相互作用

規制当局も SST 分析を有用と捉えており、SST をより広範な潜在的システミック・リスクに適用し、多くの企業に対して同一シナリオによって受けるインパクトのテストを要請することもある。リバース・ストレス・テストは規制当局が企業の財務ポジションおよび／またはビジネス・モデルの堅牢性を評価するための有用な方法である。

3.5.6.2 実際に用いられる SST の種類

規制当局によって、あるいはリスク管理の枠組みの一環としてリスクダッシュボードを設定するために、SST の実施が定められる可能性がある。SST は上級経営陣向けリスク

ワークショップの一環、あるいはリスク計測プロセスの一部をなす伝達ツールとしても使われる。実際には、次のタイプのシナリオが用いられることが多い。

- 特定の財務上のアウトカムからの逆算を目的としたリバース・シナリオ（または「リバース・ストレス・テスト」）
- 一般に複数期にわたる事象の発生順序やリスク因子のアウトカムの膨大な詳細が示されるヒストリカル・シナリオ
- リスク因子の直近のトレンド、あるいは変動の極端なバージョンを推定することで得られる、「もしそうなったら」の観点に基づくシナリオとしての合成シナリオ。
- 所与の企業に特有の特定のアウトカムをテストする、企業特有のシナリオ、あるいは業界全体のシナリオ。
- 単一または複数の事象が将来の特定のシナリオのアウトカムの原因となる、単一および複数イベント・シナリオ。
- 地球規模で起こる事象の及ぼす影響をテストするグローバル・シナリオ。

3.5.6.3 リバース・ストレス・テスト

上述のように、リバース・ストレス・テストとは、特定の望ましくないビジネス・アウトカムが生じるのに必要なストレス、および／またはシナリオ事象を逆算するのに用いられるプロセスのことである。これは、推定と机上分析に基づいた妥当なストレス・テストの初期評価と、適切なストレス・テストが特定されて選定された後のより厳密なボトムアップ・プロセスの両方が関わる反復プロセスである。

望ましくないビジネス・アウトカムとは、国内の規制ガイドライン下で支払い不能になる地点や、（たとえば格下げを引き起こすシナリオのような）「ビジネスモデルの失敗」によって規定される、それよりは緩やかな望ましくないシナリオのことである。

ターゲットの望ましくないビジネス・アウトカムを発生させるリスク因子アウトカムの組み合わせは様々であることから、リスク因子事象の最も起こりやすい組み合わせを発生させるようにストレス・テストを導くことが重要である。

リバース・ストレステストは、このように、ストレス・テストの考察に学ぶ機会や、失敗の見込みまたは結果を減らすために会社のビジネス戦略を修正する機会を会社に与える。

また、リバース・ストレス・テストはリスク尺度算定の結果を簡便に記述する有用な方法でもある。たとえば自己資本必要額に関する結果を記述する際に、リスク因子や統合計算を背景とした数式を再現する代わりに、いくつかの主要リスク因子のアウトカムとして記述するといった具合である。選定されたシナリオの実現可能性のテストだけでなく、導きだされたリバース・ストレス・テスト・シナリオは時間の経過の中の安定性もテストできるため、それはモデル結果の意思疎通を大いに支援するものとなるだろう。

SST の類似の用途としては、リスク計測モデルのアウトカムが直感にかなうかどうかを検討するという、モデル検証目的である。リバーシブル・ストレス・テストシナリオの時間経過における変化、ビジネスの条件の変化や採択されたモデルのアプローチとの整合性のチェックがなされるべきである。

グローバルなシステム上重要な保険会社(G-SIIs)は、その様な失敗シナリオを取り扱った完全な再生計画を要求される。再生計画を作るうえでは、事業の再生をサポートする利用可能な選択肢や、それら選択肢の優先順位に着目することが要求される。

3.5.6.4 ストレス・テストのためのシナリオ構築

シナリオの完全な理解は、物語 (narrative) とトリガー・イベントから始まる。シナリオの目的を理解し、それが経営陣が調べたがっているビジネス・アウトカムに適合しているかどうかを検討することが重要である。有用性を最大限に高めるために、ビジネス戦略の承認に責任を持ち、リスク軽減向けアクションを承認できる経営委員会、あるいは取締役会からのインプットと共にシナリオが構築されるべきである。妥当なシナリオについて、外部の業界専門家、エコノミスト、あるいは対象となるビジネス分野の社内専門家から幅広い意見を集めることは有用となることが多い。また、社内外の市場の条件が変化したときにもそれに即した状態を保つため、策定後も定期的にシナリオを更新していくことが必要だろう。

上級経営陣が選定したシナリオは、特定リスク因子の定量的なアウトカムと、その他の変数やビジネス・インパクトの定性評価の組み合わせであることが多い。シナリオの定義が、特定のビジネス・アウトカムのモデル化に使用できる包括的で整合的なリスク変数の集合に転換されることは重要である。モデルがより複雑な場合には多くの一連のリスク変数の全ての影響を考慮する反面、モデリングがより単純な場合はより少ない変数の影響を考慮することになる。

たとえば、選定されたシナリオは、低金利で、株式市場は横ばいでインフレ率が高いスタグフレーションのシナリオを記述するかもしれない。選ばれたモデルで用いられるリスク変数は、一般的な経済予測に対する保険契約者行動に影響を与える可能性のある、金利の全期間の期間構造や異なる種類のインフレの進展について、より明確な情報を必要とするかもしれない。

所与のシナリオの記述で重要なこととして、全保険業界が同様に影響を受けるのか、それともシナリオは所与の企業にのみ個別の影響を与える孤立的なものかというものがある。もし、シナリオが孤立的なら顧客や債権者を含む利害関係者の反応によって企業は極めて深刻な影響を受ける可能性が高く、その場合、その企業は利害関係者から背を向けられ、同社が事業機会を引き寄せ、顧客を保持し、所与の格付けを維持する能力は低下するだろう。

たとえば、保険会社の格付けが大きく下がった場合には、それを知った潜在的な新規保険契約者は同社を回避し、既存保険契約者は契約を解約する可能性がある。こうした状況は、全保険会社が同じように影響を受け、契約者が同一の保険商品を代替的に提供する業者に乗り換えられない状況とは異なった状況である。

シナリオにおいては、リスク変数間の相互依存性を検討し、統合的なインパクトが追求されていることを確認することができる。2つの変数のあいだには、即時依存性（＝直接的な即時の因果関係）があるかもしれない。あるいは、時間差のある依存性や、フィードバック依存性（＝リスク変数同士が時間の経過とともに相互作用を持つようになる）、フェーズシフトの依存性（＝変化が一定の閾値に達したときのみ、特定の変数が他の変数に影響を与える）といった関係があるかもしれない。

選定シナリオがモデルの背後にあるリスク分布に波及効果（knock-on effect）を及ぼすか否かを検討することは重要である。背後にある分布の起点を変更するか否かの決定は、リスク因子のキャリブレーション・プロセスそのものと、起点変更が選定されたアプローチによって自動的に行われるものかどうかにかつ依ることになるだろう。

たとえば、もし自己資本モデルにおける株式リスクのキャリブレーションが何らかの平均回帰を勘案しており、市場レベルの突然の変動で起点が変わった場合、こうした変動はシナリオ・モデリングに織り込まれるだろう。

3.5.6.5 SSTの結果作成における実用上の留意事項

リスク尺度の算定

フォワードルッキングな予測のためにリスク計測の計算を簡便化するアプローチは先のセクション 3.5.5.2 で論じた。望ましくないシナリオ、あるいは極限シナリオにおいてフォワードルッキングなベースで算定する推定リスク尺度を作成することで、選定した簡便アプローチの欠点がテストされる可能性が高い。この目的のため、粒度の高い詳細レベルで結果を作成し、選定したリスク変数の個別評価を用い、それを積み上げて（非分離可能性を考慮に入れた）総合的なシナリオのインパクトを測ることが有用である。

また、結果がきちんとモデル化されているかどうかを検討するため、選定されたリスク因子の極値における、リスク尺度の「限界挙動」を考慮することも重要である。

たとえば、資産価値がゼロに近づいた時のリスク尺度の極限值を理解することで、株式市場の下落の影響が極限シナリオで適切にモデル化されているかを検討できるだろう。

ビジネス波及効果

リスク変数がシナリオを記述するために適切にモデル化されているかどうかを検討するため、シナリオの物語を明確に描くことは重要である。また、ビジネス・オペレーションに及ぼしうる波及効果が注意深く理解されてモデルに勘案されているかも検討すべきである。

たとえば、デリバティブ取引において、格下げ時の追加担保の差し入れが義務づけられている場合、それはモデリング結果で勘案すべきである。

もう一つの例は、保険加入者数や結果的に保険金支払いにも影響を与える伝染病をモデル化する場合、従業員の疾病率と臨時交代要員を見つけるコストにシナリオが与えるインパクトも検討すべきである。

経営行動

所与のシナリオで取られることが予想される経営行動の影響は、承認され、妥当とされる行動について勘案されるべきである。「妥当」な行動の解釈は、モデリング・プロセスにおける主要な利害関係者のあいだで相当まちまちとなる可能性があることから、モデルに勘案される行動については具体的な同意を取り付けることが重要である。経営行動のインパクトの理解と情報開示の促進のために、経営行動の影響が及ぶ前後の情報を作成することも有用である。

定性評価

詳細なシナリオの計算結果は、特定分野における経験によって、シナリオのインパクトに対する直感的感覚を持つ可能性のある対象分野の専門家による、特定シナリオのアウトカムへの定性評価によって補完可能である。定性評価は選定されたモデリング・アプローチの潜在的欠点を明らかにする可能性が高いだけに、特に有用である。

3.5.7 リスク計測の文書化と報告

本セクションではリスク計測モデル、および計測結果の文書化に係るベスト・プラクティスの原則について述べる。文書化は、主要な利害関係者がモデルの結果や主要な判断を要する領域を確実に理解する事を確保することにより、モデルリスクを低減させる重要な方法であると共に、スタッフが入れ替わってもモデル化のプロセスの継続性を確実に保てるようにする方法でもある。

3.5.7.1 一般的なベスト・プラクティスの原則

報告書は一般に、社内ガイドライン、各国で適用されるアクチュアリー・ガイドライン、および義務化されている場合は外部の規制ガイドラインに沿ってすべきである。報告書に盛り込まれる情報は十分に正確で、第三者による検証と確認のレベルが報告書の意図する目的に適合していることが理想的である。

報告書に盛り込まれた情報は、報告書の利用者が情報を誤って解釈したり、報告書内の情報のせいで誤った意思決定を行ったりするリスクを完全に最小化するために、偏向しておらず完全であることが理想的である。データの出所をはじめとする報告書内の情報は通常、明確に記されているべきである。また報告書内の情報は以前に引用された情報との照合がなされており、以前の情報を修正する場合には、なされた修正の影響とともに、修正の旨が明確に記されるべきである。

アクチュアリーは一般に、対象とした読み手が理解できる方法で報告書を作成するよう配慮し、詳細で技術的な／リスク専門家用の情報は、要求されたら提供できるようにしておくべきである。

3.5.7.2 ビジネス上の要件

報告された情報の背景を示すため、また、モデルが意図された用途に沿って開発されたことを確認するために、リスク計測の理論的根拠と目的は通常、文書内で明確に記載されるべきであり、記載内容には ERM 全体および／またはガバナンスの枠組みにおける、その文書の役割も盛り込まれるべきである。そこにはモデル開発のための調査、および計測結果を定期的に生成するコストについての何らかの形による費用-便益分析も含まれていることが多い。

さらに、報告書はリスク計測のモデリングの頑健さの水準、および少ない時間とリソースを考慮して行わざるを得なかった実務上の妥協による影響についてもあらかじめ言及しておくべきである。

3.5.7.3 モデルの技術的仕様

技術的仕様には、選定されたアプローチの理論上の根拠が、代替的アプローチに関する情報、およびアプローチの選定理由とともに記されるべきである。最終的に選定した方法についてばかり言及するのではなく、代替的アプローチにも偏りのない方法で言及がなされるべきである。

技術上の仕様には、全データ・インプット（および情報源）の一覧、計測の前提となった仮定、およびその仮定に到達するのに用いられたその分野の専門家による定性評価や直接的な統計分析を通じたプロセスが含まれるべきである。さらに、仕様には、データの加工や、仮定と推定された統計プロセスの関係も含めて、モデルの数学的／統計的に正確な表現を記載すべきである。

また、計測結果を得るのに必要なモデル化用のハードウェアとソフトウェアの仕様についてもこうした説明がなされるべきである。

3.5.7.4 モデル化の手続きとガバナンス

モデル化の手続きに係る文書化では、モデル化のプロセスの各段階を正確に文書化することでキーパーソン・リスクを最小化できる。文書化には次のようなものが含まれる。

- データの収集、無害化（サニタイズ）、加工
- モデル・ソフトウェア、検証、結果アウトプットの使用
- モデル実行（ラン）結果の照合
- 結果分析と検証

文書には規定されたガバナンス手続きも含まれるべきである。ガバナンス手続きには、モデルのレビューと承認や、モデル化のプロセスの各段階で必要な第三者の検証があれば、それも含まれるべきである。

文書化は、研究開発、モデル変更の実施、実施後のモデル化といった、モデル開発のライフサイクルにおける各段階まで及ぶべきである。モデルの弱点と限界についても、弱

点が生じさせるモデル・リスクやその軽減策などを含み、文書化において明確な対処がなされるべきである。

文書化すべきモデル・ガバナンスのもう一つの主要な側面は、モデル変更やモデル結果のレビュー時に採択される重要度の基準である。それにより、モデルの使用者は、重要度の閾値を超えるか超えないかにかかわらず誤りや漏れが見つかった時に従うべき手続きや、その後の上申基準について理解できる。

文書化されたモデル化の手続きとガバナンスには、更新タイミングとテストの手続きを含むハードウェアとソフトウェアの更新も網羅されるべきである。

3.5.7.5 モデル結果の伝達

結果の伝達には、現在の報告期間の結果に影響する、あるいは将来の報告期間に影響を与える重要な論点を確実に読み手に伝えるために、外部ビジネス環境と社内のビジネスの状況に関する情報が含まなければならない。重要度の高い全ての留意事項が報告書に盛り込まれることで、報告書の利用者が完全な情報を得て、示された情報の結果として適切な意思決定ができることを確実にしなければならない。

リスクファクター毎、あるいはより広範なリスクカテゴリー毎の結果の提示の粒度について、主要なリスクドライバーの影響度については十分詳細に説明しているものの、詳細すぎて結果を解釈しようとする際に鍵となる最重要なメッセージが見逃されてしまうようなことがないように注意する必要がある。選定された依存構造の影響度や、資本の代替可能性、移動可能性、および非分離可能性の考慮などの統合プロセスに関する特性については別個の開示を行い、こうした特性の影響が確実に明快に理解されることが確保されるよう努めるべきである。別個の開示が行われるべきそれ以外の結果の特性としては、前提とされた税金資産と税金負債の変更によってもたらされる影響や、定義された通常のボトムアップ・モデル・プロセスを経ないモデル外部のアドオン／推定値といったものがある。

結果の作成においてなされた重要な判断について記述することも考慮すべきであり、その場合には選ばれたアプローチを用いる理論的根拠と他の起こり得る判断が行われた場合の影響についての注記も残すべきである。こうした情報開示は、結果を導くための重要な推定値の検討や近似的手法の使用にも拡張することが可能である。

報告書に含まれる情報は、前回の報告結果に照らし合わせた検証（あるいは照合）が行われるべきであり、可能であれば「変動に関する分析」のような種類のアプローチが用いられ、前期の結果修正には明確な注記が残されることが望ましい。また、様々な尺度の整合性を示するために、現在の報告期間用に作成された他の関連情報とのハイレベルな情報の照合を行うことも有用である。

リスク計測の基準日以降に起きたあらゆる重要事象について、言及と議論が行われるべきである。こうした事象の影響の大きさを定量的に測定できなくても、それを定性的に議論することで、結果報告書の利用者が確実に十分な情報を得ることが可能となる。

組織によっては ERM の枠組みで義務づけているところがあるが、文書には第三者レビューと、実施された異議申し立てプロセス (challenge process) の詳細を含めるべきであり、そこでは、モデルの結果の構成要素に対する調査の内容や異議申し立ての結果生じた変更などの実例を示すべきである。

3.6 リスクへの対応

ひとたびリスクが特定され、分析され、計測されると、取締役会と経営陣はリスクへの対応を迫られることになる。本セクションではリスクへの対応として考えられるいくつかの手段について述べたい。

3.6.1 リスクへの可能な対応

対応は次の4つのカテゴリー（あるいは実際にはこれら4つの組み合わせ）に分類されることが多い。

- 回避
- 受容
- 軽減
- 共有

取締役会のリスクへの対応は、そのリスク・アペタイト、リスク許容度、リスク・リミットに反映されうる。考慮すべき1つの要素は、リスクを軽減したり共有したりする選択肢を取れば、それ自体がモニタリングを必要とする新たな形態のリスクを生むことが多いということである。

企業は、リスクを受容/回避/軽減/共有するかどうかについて意思決定をする場合、そのリスクに係るリスク・リターン・プロファイルおよびそれが企業全体のリスク・リターン・プロファイルに与える影響を考慮するだろう。企業のキャピタルポジションにそのリスクが与える影響は、重要な検討事項であり、3.5.4で述べた統合に関しての手法が関連してくる。

顧客公平の原則の観点から、リスクをテイクするか、または受容するかについての決定木（decision tree）分析が、このリスクを受容することにより顧客の需要が満たされるかどうかという質問から開始されえるだろう。多くの場合、顧客は、リターンの最低保証を通じて、死亡リスク、長寿リスク、株式リスクなどのリスクを、彼らから保険会社に移転する商品の提供を受ける。顧客の需要は、投資ファンドに投資する貯蓄商品の提供を通じた、信用リスクや株式リスクなど、貯蓄商品の設計の中で利用されうる魅力的なリターンの機会のため、企業がリスクをテイクすることによってもまた満たされるだろう。

新契約に関する価格設定や問題となる特定リスク向けのリザービングは、リスク対応の他の側面である。もし企業が問題となるリスクを回避したいと望んだ場合、新契約の価格設定は通常、こうした決定と整合的となる。特定リスクへのリザービングにおいて有用となりうる情報がリスク分析によって提供されるだろう。

リスクの軽減または共有の実行という決定がひとたび下された場合、企業は次のような取り組みを行うことができる。

- リスクを軽減、あるいは共有するための選択肢の内容を特定する。
- 費用—便益分析によって複数の選択肢を評価する。
- 対応策の実施計画を策定する。

3.6.1.1 回避

取締役会はリスクを回避したいと考えるかもしれない。そうした場合、企業はリスクに対するエクスポージャーを減らす、新規開発は行わない、または、新規領域には入らないといった行動を取るが、リスクを完全に回避するのは難しいという点には注意すべきである。アクチュアリーはリスクに対するゼロ・アペタイトに関するステートメントに慎重でなければならない。こうしたステートメントの後にリスクを完全に排除するためのアクションが取られないことが多いからである。

3.6.1.2 受容

取締役会はリスクを現在の形ですすんで受け入れる決定をするかもしれない。この場合にはリスクをモニタリングし、それに対して適切な技術的準備金と自己資本が確保されていることを確認する以外は、リスクの性質を変えるための新たなアクションは取られない。

3.6.1.3 軽減

取締役会は何らかの形でリスクを軽減したいと考えるかもしれない。リスクが発生する可能性を減らしたいのか、リスクの影響を軽減したいのか、その両方なのかを検討することは有用となりうる。

リスクの発生可能性を減らすために取られるアクションは検討対象のリスクの種類に依拠する。たとえば、特定のオペレーショナル・リスクは次のアクションのうちのいくつかによって軽減可能であろう。

- 新たな管理プロセスの設置
- 研修と監督
- 特定の監査、コンプライアンス、品質保証プログラム
- 契約と保険約款の条件

リスクの影響を軽減するためのアクションには次のようなものがある。

- コンティンジェンシー・プランの策定
- 緊急時の手続きの策定
- 災害復旧計画（DRP）と業務継続計画（BCP）

それ以外のリスクに対しては、以下が必要となる可能性がある。

- (地理的な、あるいは他のリスクにまたがった) リスク分散。ビジネス・ミックスや流通チャネル、商品の変更によって実現できる。
- 特定の財務リスクはヘッジ可能。信用リスクにはクレジット・デフォルト・スワップが活用できる。
- 流動性リスク軽減のためには新規資金調達が必要となることがある。
- 特定の信用リスクを軽減するのに担保が活用できる。

リスクの軽減のために取られる行動に伴うリスクの変化が、異なる性質のリスクを生み出す結果となることを認識する事は重要である。リスクは除去されるというよりは変形させられるのである。例えば、担保を用いることはカウンターパーティーリスクを低減させるが、結果として追加的なオペレーショナルリスクを発生させる。

3.6.1.4 共有

取締役会は、リスクを何らかの第三者と共有することを決定しうる。特定の人口動態リスクについては、保険や再保険を通じた共有を望むかもしれないし、特定リスクの頻度や損失額を軽減するために再保険を用いることもできる。

リスクによっては資本市場や代替的リスク移転 (ART) を活用できる。商品に係る規則と保険契約者公正の原則が許容するのであれば、リスクによっては免責金額、あるいは利益分配などの機能によって保険契約者と共有できるものもある。

特定のオペレーショナル・リスクや財務リスクを共有するためには、業務や機能のアウトソーシングも活用されうる。ただし、残存リスク、およびアウトソーシング・プロセスから生み出されるリスクは慎重に考慮されなければならない。

企業が専門的能力を持たない分野で新規開発を行うとき、あるいは単にエクスポージャーに付随する財務リスクを減らしたいと望むときは、ジョイントベンチャーやパートナーシップを活用することもできる。

リスクの共有は、たとえば再保険業者のような第三者に対する一定の依存を生む結果につながることもある。すなわちリスクの共有はカウンターパーティー・リスクにつながることから、企業はリスクを共有するか否かについて決定する際に、こうした新たなリスクに配慮されているかどうかを検討すべきである。

3.6.2 資本配分

リスクを受容／回避／軽減／共有するかの意思決定を下すとき、企業はそのリスクのリスク・リターン・プロファイルと、それが企業のリスク・リターン・プロファイル全体に及ぼす影響について検討すべきである。

3.7 リスク・モニタリング

本セクションはリスクのモニタリング、および、より一般的にリスク管理システムのモニタリングに関連した留意事項について述べる。

3.7.1 リスク・モニタリング活動

様々なレベルにおいて、モニタリングの可能な範囲は、しばしば計測と報告の質によって決まることから、モニタリングはリスク計測と報告にリンクしていると言える。よって、リスク・モニタリングには、企業が用いる多様な全てのリスク尺度のモニタリングが含まれなければならない。

通常、モニタリングは対象となるリスクに対して適切な頻度で行われるべきである。リスクによっては月次のモニタリングで十分であるし、それ以外のリスクに対してはできる限りリアルタイムに近い形のモニタリングが必要かもしれない。モニタリングは、十分な情報が与えられた上で意思決定が行われ、アクションが取られうるような頻度で行われるべきである。

企業には次のような一連のリスクに関連する事項のモニタリングが必要となろう。

- リスク評価のアウトプット
- リスク・コントロールの自己評価
- 規定されたリスク・リミット、許容度、アペタイトの遵守
- 外部環境
- 主要なリスク指標
- リスク管理のアクション・プラン

これらの項目を以下でより詳細に論じる。

3.7.1.1 リスク評価のアウトプット

リスクはリスク評価からのアウトプットを用いて継続的にモニタリングされるべきである。企業は全社的なエクスポージャーの合計値をモニタリングするために、個別リスクの大きさだけでなく、リスク間の関係についてもモニタリングするべきである。全リスク・ポジションに加え、内部統制の有効性と残存リスクのポジションもモニタリングすることが有用である。

3.7.1.2 リスク・コントロールの自己評価

さまざまな社内ユニットからの自己評価の報告は、リスク・ポジションと内部統制の有効性に対する業務ユニットからの洞察を与えてくれるものとして、極めて有用となりうる。こうした自己評価のトレンドは、企業のリスク・ポジションに影響を与えかねない何らかの変動を示唆することが多い。

3.7.1.3 規定されたリスク・リミット、許容度、アペタイトの遵守

企業は規定されたリスク・リミット、許容度、全体のリスク・アペタイトの遵守についてもモニタリングすべきである。何らかの違反に対して取られたアクションは通常、規定された上申手順との関連で評価される。

3.7.1.4 外部環境

リスク評価に寄与するには外部環境のモニタリングも必要である。こうしたモニタリングには、税制と規制上の変更がリスク・ポジションに及ぼす影響を理解するための、それらの変更のモニタリングや規制そのもののモニタリングが含まれる。

3.7.1.5 主要リスク指標 (Key Risk Indicators)

多くの企業がリスク・ポジションに対する洞察を得るために、リスク許容度およびリスクリミットの設定のためのリスク・アペタイト・フレームワークの一環として、または、それらがしばしばリスクのエクスポージャーや発生可能性、外部環境の変化に対する洞察を提供してくれることから追加的な情報として、主要なリスク指標を活用している。

それらは、中核的なリスク評価を補完し、正確に計測することが困難な一部のリスクの評価に有用となる可能性がある。たとえば、オペレーショナル・リスクは定量化が困難だが、(たとえば、従業員の離職率がオペレーショナル・リスクの指標となりうるように) リスク指標はオペレーショナル・リスクの増大につながる可能性のある変化に有用な洞察を与えてくれることがある。そのため、こうした指標はリスクのエクスポージャーが増加している場合、または、リスクが発生する可能性が高まっている場合に示唆を与えてくれる。企業は環境や指標の重要性および信頼性に応じて、様々な方法でこの情報を利用する事を決定するだろう。

こうした情報は：

- 適切なリスクについて洞察を得るために利用できる。
- リスク許容度やリスクリミットを設定するのに利用できる。
- 企業の経済資本モデルの情報と統合する事ができる。

3.7.1.6 リスク管理のアクション・プラン

多くの企業は、合意された上で実施過程にあるリスク管理のアクション・プランの進捗状況もモニタリングしている。

3.8 リスクの報告

本セクションはリスクの報告に関する留意事項とリスクの伝達に用いられる一般的な方法について述べる。セクション 3.5.7 ではリスク計測の報告と文書化に関連した留意事項に触れたが、こうした留意事項の大半、特に一般的なベスト・プラクティス原則について述べたセクション 3.5.7.1 は、より一般的なリスク報告にも適用可能である。

3.8.1 リスク管理情報

実効性のある ERM では、一定の特性を持つ質の高いリスク管理情報が必要となる。そうした特性は次のようなものである。

- *タイムリーに* - リスクに対する情報は、企業がそうしたリスクを定期的に管理するための意思決定を行えるだけの十分なスピードを持って提供され、かつ既述のその他のデータ要件を満たしていることが望ましい。報告の頻度はリスク、企業の状況および外部環境によって様々となる。
- *包括的に* - 提供される情報は包括的で、適切な水準の詳細にわたり全リスクを網羅していることが望ましい。状況によって、多過ぎる情報も少な過ぎる情報も不適切であることに留意することが重要である。報告は、取締役会、経営陣、およびそれ以外の階層の人々の異なるニーズを認識し、受け取る側に向けて作成されるべきであり、明確で簡潔であることが望ましい。
- *整合的に* - 提供される情報は、整合的な評価を可能にするべく、作成と報告の両面で整合性が取れたものであることが望ましい。
- *正確に* - 全てのリスク情報は、正確であり、根底にあるリスクを適切に反映していることが望ましい。リスク・データは照合され、検証されるべきである。
- *監査可能な形で* - 全てのリスク情報は監査可能で、全プロセスが透明性を持ち、適切に文書化されていることが望ましい。
- *フォワードルッキングに* - 提供されるリスク管理情報は現在と過去のデータのみを依拠するのではなく、フォワードルッキングな要素が盛り込まれているべきである。

これらの目的の達成には多くの様々な方法があり、特定の企業と状況にとって適切なものとするためには、リスク管理情報は変わってくる。

3.8.2 情報に関する保証

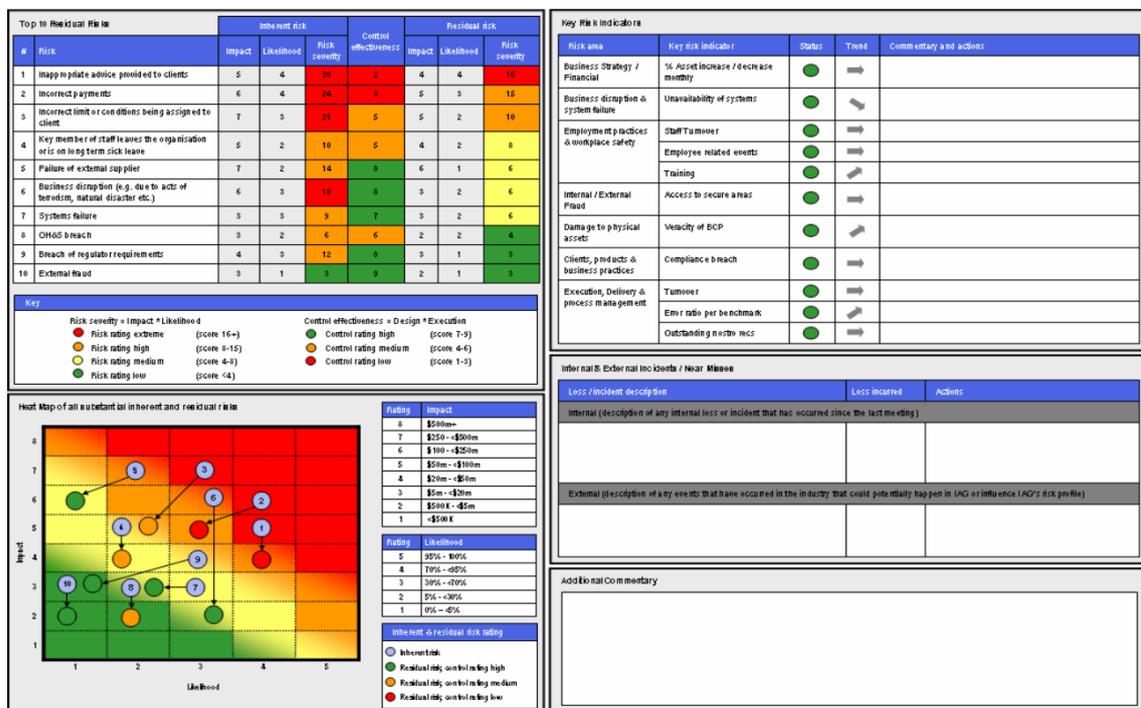
リスク管理情報に対する保証を提供する助けとなる留意事項は多くある。適切といえる留意事項は状況によって様々である。

- 特定のプロセス／情報に対する独立した検証
- 前回の報告書と今回の報告書の情報の照合
- 全プロセスと手続きの適切な文書化

3.8.3 報告の手法

リスク管理情報を伝達するために次を含めた多くの手法が業界では一般に用いられている。

- 残存リスク・トップ 10
- ヒートマップ
- 主要リスク指標
- イベント・ログ



出所: 保険業界における自己資本とソルベンシーのための ERM に関するノート

3.8.3.1 残存リスク・トップ 10

多くの企業はリスクを評価するために発生可能性と影響度を用いる。これらはコントロールのグロスとネットの両方での評価が可能であるが、グロス・リスクとコントロールの有効性は、これらの評価から発生する残存リスクによって評価が可能である。リスクのカテゴリー化に用いられる尺度を定義することは重要である。こうした尺度には、ソルベンシーの損失、規制上の罰金、評判に対するインパクトといった多くの指標が含まれるべきである。

3.8.3.2 ヒート・マップ

ヒートマップは、リスクをシンプルかつ直接的に伝えるのに有効な手法である。評価の変遷も上図のように書き込める。

3.8.3.3 主要リスク指標 (Key Risk Indicators)

主要リスク指標は、リスクの増大を示す可能性があるもので、こうした指標以外では見えないかもしれない因子を盛り込むのに有用な手段である。たとえば、従業員の離職率はオペレーショナル・ロスのリスク増大を示しうるが、明確に報告されない限り可視的とならない可能性がある。

3.8.3.4 イベント・ログ

イベント・ログは、損失につながるか、あるいは「ニアミス」になった実際の事象をモニタリングする上で重要である。イベント・ログの報告は、企業がリスクと損失を生み出している事象を洞察するためには重要である。ただし、確率の低いイベントは長期にわたりイベント・ログに上がってこない可能性があることを認識すべきである。

3.8.4 社内外の報告

提供される情報の種類と深度は、それが社内に提供されるか、社外に提供されるかで変わってくるだろう。とはいえ、そのいずれにも同様の留意事項がある。

企業の異なる階層によって求める情報は変わってくることから、企業は取締役会、ビジネス・ユニット、個人のニーズを個別に配慮すべきである。全ての関係者には関係する報告書が配布されるべきであり、そうした報告書の情報は対象とする読み手に対して適切に作られるべきである。

企業は特定の用語が正確には何を意味するのかを定義し、そうした定義が社内の理解を得ていることを確認することで、整合的なリスク管理用語の仕様を実現する方策を検討すべきである。また、企業は整合的で首尾一貫したリスク報告の提出を支援するため、報告基準とリスク管理情報システムの制定を検討すべきである。

3.8.5 情報開示

ERM についてのアクチュアリーのある報告書については、適切な情報開示への配慮がなされるべきである。開示することが適切と考えられる領域は次のようなものである。

- *目的* - 報告書の目的とその範囲は通常、開示されるべきである。
- *データ* - リスク管理情報のあらゆる制約は、そうした制約の潜在的な影響の評価も含めて開示の対象となりうる。
- *仮定* - 主要な判断、仮定、専門家の意見への依拠。感応度や不確実性についても論じることが適切だろう。
- *手法* - 選定された手法の妥当性、その欠点と使用した理由。

- **変更** - システムやプロセスへの重要な変更、およびそうした変更の影響は開示の対象となりうる。
- **検証** - 結果とモデルに対するあらゆる検証は開示の対象となりうる。

3.9 リスクとソルベンシーの自己評価

リスクとソルベンシーの自己評価（ORSA）は国際的な義務が広がりつつある要件であり、多くの国の規制当局がそうした要件を自国の監督プランに織り込んでいるほか、いくつかの大手保険会社はそれが規制目的で義務づけられることに先駆けて内部 ORSA プロセスを実施している。保険監督者機構（International Association of Insurance Supervisor）は 2010 年 10 月に保険コア原則 16（“ICP16”）を採択したが、ORSA の要件はこの ICP16 の主要な要素の一つとなっている。

3.9.1 ORSA の主要要件

ORSA の論点は広範にわたっているが、下記は ICP16 で規定された主要要件のいくつかである。

- リスク管理の妥当性に対する定期的評価
- 現行および将来見通されるソルベンシー状態の妥当性に対する定期的評価
- 取締役会と経営陣が ORSA に責任を持つ
- 引受、信用、市場、オペレーショナル、流動性、およびグループ・メンバーシップのリスクをはじめとした全ての重要なリスクを含む
- 自社の事業経営に必要とされる財務リソースの決定
- リスク管理アクションは自己資本と財務リソースを考慮したリスク管理アクション
- 自己資本リソースの質の評価
- 事業を継続する能力の分析。そこには将来の財務ポジションと自己資本要件を満たす能力の予想が含まれる。

ORSA 本文書のセクション 3.5.5 では、ORSA のフォワードルッキングな観点に関する論点に触れた。

ORSA の正確な要件は現地規制に応じて国ごとに異なっており、上記要件は ORSA の一般的な達成の狙いを示唆したものに過ぎないことには留意することが重要である。

3.10 ERM 態勢の評価

状況によって、アクチュアリーは ERM 態勢の質に関して意見を述べるよう要請されることがある。以下の議論はこうした意見を形成するプロセスの一例を示すものである。

まずアクチュアリーは ERM 態勢のうちレビューに含まれるべき要素について受け取る側と合意する必要がある。本レポートの論点は、こうした要素のリストの決定に使われる。

その後、アクチュアリーは必要な詳細の範囲と分類のレベルに対して考えられる意見決定の階級 (scale) を聞き入れるかまたは、提案すべきである。下は、考えられる階級の一例である。ERM 態勢の実践のレビューでは、次のいずれかの評価が与えられるだろう。

- アドホック - 不完全であり、開発が不十分。根底にある ERM の目標が存在しないか、現行の管理態勢の開発では考慮されていない。
- ベーシック - 最低限のツールとシステム。低い洗練度。ERM は社外からの最低限の期待に応えることを目的としている。
- スタンダード - 枠組みは完全でツールは適合している。全領域における洗練度は平均的。全リスク領域で有能な執行能力がある。
- アドバンスト - ERM ツールとシステムに独自の付加価値要素がある。いくつかの主要なリスク領域において先進的で洗練された管理が行われている。

スコアに差を付けるため、ここではカテゴリ数を偶数にすることを推奨する。カテゴリ数が奇数のスコアリング・システムは、中間のカテゴリに不相応な数の結果が集中してしまう可能性がある。

評価の対象となる ERM 態勢の実践の各分野に対しては、別個のスコアが付けられるべきである。付属書類 D では、リスクの特定というリスク管理実践の一領域におけるスコアリングの例を示した。実践の例は、レビュー担当者をこうした特定の実践に縛り付けるのではなく、レビュアーを導くために示された。ERM 実践は常に変化していることから、評価プロセスに固定的な実践を含めると、文書の作成後に生まれた新たな実践が含まれずにプロセスが陳腐化してしまうおそれがある。

参考文献一覧

- Actuarial Standards Board (2004), Actuarial Standard of Practice No. 23 Data Quality
- Actuarial Standards Board (2012), Actuarial Standard of Practice No. 46 Risk Evaluation in Enterprise Risk Management
- American Academy of Actuaries (2013), Insurance Enterprise Risk Management Practices
- Bank for International Settlements, Developments in Modelling Risk Aggregation, October 2010.
- Bank for International Settlements (2013), Principles for effective risk data aggregation and risk reporting
- C. C. Heyde, S. K. (2007). What Is a Good External Risk Measure: Bridging the Gaps between Robustness, Subadditivity, and Insurance Risk Measures. Columbia University.
- Dowd, K. (2005). Measuring Market Risk. West Sussex, England: John Wiley & Sons, Ltd.
- Financial Services Authority (2008), Stress and Scenario Testing CP08/24
- Hardy, M. (2006). An Introduction to Risk Measures for Actuarial Applications. Society of Actuaries.
- Institute of International Finance. (2009). Reform in the Financial Services Industry: Strengthening Practices for a More Stable System.
- International Actuarial Association (2010), Note on the use of Internal Models for Risk and Capital Management Purposes by Insurers
- International Actuarial Association (2013), Stress Testing and Scenario Analysis
- International Actuarial Association (2008), Practice Note on Enterprise Risk Management for Capital and Solvency Purposes in the Insurance Industry
- Kaye, P. (2005). Risk measurement in Insurance: A Guide to Risk Measurement, Capital Allocation And Related Decision Support Issues. Casualty Actuarial Society Discussion Paper Program, 1-34.
- Kaye, P. (2005). Risk measurement in Insurance: A Guide To Risk Measurement, Capital Allocation And Related Decision Support Issues. Casualty Actuarial Society Discussion Paper Program, 1-34.

Milliman (2013), ORSA - An international requirement

P. Artzner, F. D. -M. (1999). Coherent measures of risk. *Mathematical Finance*, 9, 203-208.

PwC (2013), A Closer Look at Financial Services Regulation - Model risk mitigation and cost reduction through effective documentation.

S. S. Wang, V. R. (1997). Axiomatic characterisation of insurance prices. *Insurance: Mathematics and Economics*, 173-183

付属書類 A - コヒーレントの特性

特性を明示するため、次のように単純化した表記を行いたい。

- X と Y は 2 つの個別のポートフォリオ、あるいはリスク集合を示す
- Risk () は、選択したリスク計測関数

劣加法性 (Sub-additivity)

劣加法性とは、分散の概念であり、複数のリスクが組み合わさった場合、生じるリスク全体はそれによって増大せず、分散のおかげで実際には減る可能性があるという期待を説明するものである。劣加法性の特性は次のように定義される。

- 劣加法性: $\text{Risk}(X+Y) \leq \text{Risk}(X) + \text{Risk}(Y)$

単調性 (Monotonicity)

単調性とは、もしあるポートフォリオの価値がそれ以外のポートフォリオの価値を常に（いかなる状態においても）下回る場合、前者のポートフォリオのリスクは必ず後者のポートフォリオのリスクを下回ることを規定する公理である。単調性は次のように定義される。

- 単調性: 確率が $X \leq Y = 1$ の場合 $\rightarrow \text{Risk}(X) \leq \text{Risk}(Y)$

正斉次性 (Positive Homogeneity)

正斉次性とは、ポートフォリオの結果を一定量、縮小／拡大すれば、それによって生じるリスクは当初のリスクを同じ倍率で調整したものだけということを示す特性である。正斉次性は次のように定義される。

- 正斉次性: 定数 a に対し、 $\text{Risk}(aX) = a \text{Risk}(X)$

平行移動不変性 (Translation invariance)

平行移動不変性とは、無リスクのポートフォリオが「リスクー」なポートフォリオに加えられた場合、それはリスク全体の増加につながらず、反対にその減少につながるという状況を説明するものである。平行移動不変性は次のように定義される。

- 平行移動不変性: 特定量の B に対し、 $\text{Risk}(X+B) = \text{Risk}(X) - B$

これらの公理はとりわけ、複数のリスク尺度の特性を比較し、選択したリスク尺度の性格を理解するのに有用である。

付属書類 B - 一般的なリスク尺度

本付属書類では、定義、利点および欠点の観点から、3つの一般的なリスク尺度の概要を述べる。

標準偏差

- 定義 - 標準偏差とは分布の分散の平方根であり、平均からの分布のばらつきを計測したものである。分散は分布の第2の中心積率として知られている。
- 利点 - 標準偏差は計算が容易であり、知識を持った多くの人々が一般に理解可能である。標準偏差を使えばリスク尺度そのものについて啓蒙したり説明したりする時間が少なく済む。
- 欠点 - 標準偏差は単調性の基準を満たさず、分散は劣加法性の基準を満たさないことからコヒーレントなリスク尺度とは言えない。もう一つの欠点は、所与のモデル化されたリスク因数の分布の全てを説明するものではないという点である。リスク因数のモデル化のために選定された分布の標準偏差が同じでも、分布のその他の側面には極めて大きな違いがある可能性があり、それによってリスク・プロファイルへの見方も大きく異なってくることもありえる。分布の「テール」の形状を理解するには、歪度と尖度（第3と第4の中心積率）に関する情報が必要となるだろう。これは、リスク計測において、アクチュアリーがしばしば最大の関心を抱く領域である。

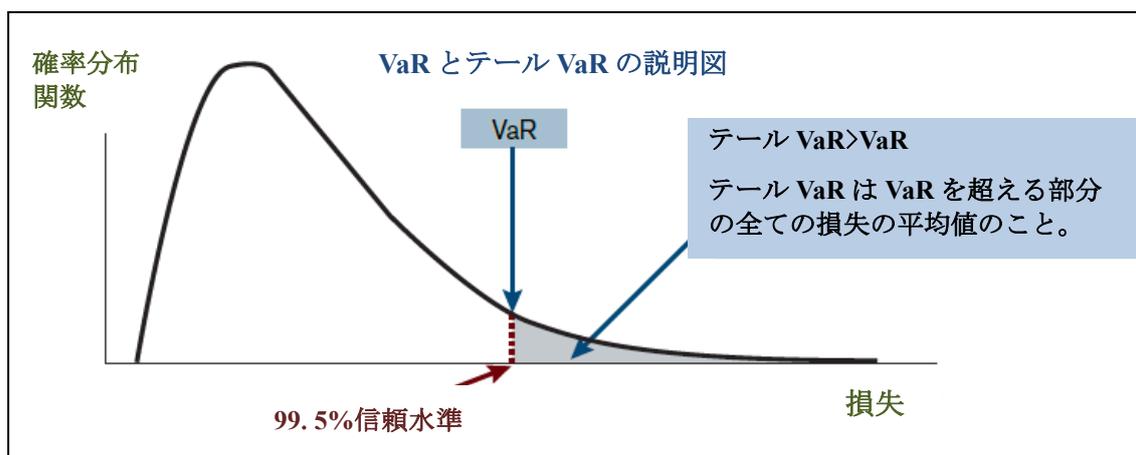
バリュアット・リスク

- 定義 - バリュアット・リスク、すなわち「VaR」尺度は、所定の損失分布のパーセンタイルを超えた部分の最小損失と定義されることが多く、換言すれば、所与の確率水準における分位点のことである。損失の発生可能性がある時間区間において、リスク分析の VaR 算定に用いられる所与のパーセンタイルは信用水準 α で表現され、それは一般に 95%か 99%に設定される。
- 利点 - VaR はよく知られた尺度であり、金融セクターで一般に活用されていることから、利害関係者に理解されやすい。VaR は直感によって理解しやすい尺度であり、専門用語を使わなくても、「我々は n 週間の期間において、 α の確率において最大 Y ドル以上の損失を被ることはない」というような説明ができる。また VaR の算定にはパラメトリック法、非パラメトリック法、モンテカルロ・シミュレーションといった様々な選択肢があり、近似的なシミュレーション結果を得るために一次感応度を用いるデルタ・ノーマル法のような概算法もある。
- 欠点 - VaR は劣加法性の公理を満たさないことから、コヒーレントなリスク尺度ではない。また VaR は分布の一点に限られた情報しか提供せず、特定の信頼水準を超えた分布領域の情報を提供しない。だが「テール」と呼ばれるこうした領域こそが一般にはリスク分析上、最も関心が払われるべき場所なのである。最後に、VaR は今日一般に普及している尺度であるものの、ユーザーから誤って解釈されていることがよくある。

条件付きテール期待値（あるいは、テールバリュー・アット・リスク）

- 定義- 条件付きテール期待値、すなわち「CTE」、あるいはテールバリュー・アット・リスク（“TVaR”）とは、特定のパーセンタイル、あるいは信頼水準（ α ）を超えた領域の分布の平均値のことである。換言すれば、特定のパーセンタイル値 α によって定義された、閾値を超えた領域の損失期待値のことである。このリスク尺度は、テールバリュー・アット・リスク、テール条件付期待値、期待ショートフォールなど、さまざまな別名で呼ばれることもある。
- 利点- CTE は理論的整合性の全要件を満たしていることから、コヒーレントなリスク尺度である。CTE は分布の一点に焦点を合わせるものではなく、閾値を超えた領域の、つまりテールの値についての情報をもたらす。また、CTE は金融サービス業界で広く使われており、規制当局は必要準備金および必要自己資本の要件の決定に CTE を用いている。
- 欠点- CTE は 1 点の尺度ではなく、分布の全テールに関する情報が必要になることから、標準偏差と VaR と比べると計算が難しい。また、CTE は VaR よりも複雑であり、CTE のバックテストは、VaR のバックテストよりも著しくチャレンジングである。

下の図は、信頼水準 99.5% のリスク尺度としての VaR と TVaR の違いを示したものである。



出所: リスク尺度としての VaR とテール VaR についての CEA ワーキングペーパー、2006 年 11 月

上記のリスク尺度は保険会社が管理目的に活用するのみならず、規制の枠組みの中でも一般的に活用されている。

下の表はこれらのリスク尺度とその利点と欠点をまとめたものである。

表: さまざまなリスク尺度とその欠点についてのハイレベルなまとめ

リスク尺度	説明	利点	欠点
標準偏差	<ul style="list-style-type: none"> 平均からの分散を測定 	<ul style="list-style-type: none"> 計算が容易 一般に理解されやすい 	<ul style="list-style-type: none"> コヒーレントなリスク尺度ではない テール分布を重視せず、分布全般を説明しない
バリュアット・リスク	<ul style="list-style-type: none"> 予め決められた確率水準における分位点 	<ul style="list-style-type: none"> 知名度が高く普及している 様々な計算手法で算定可能 	<ul style="list-style-type: none"> コヒーレントなリスク尺度ではない 分布の一点の情報しか提供しない 間違った解釈がなされることもある
条件付きテール期待値 (テールバリュアット・リスク)	<ul style="list-style-type: none"> 一定のパーセンタイル値を超えた領域の分布の平均値 	<ul style="list-style-type: none"> コヒーレントなリスク尺度 分布の一点のみを対象としない 	<ul style="list-style-type: none"> 計算が上の2つより若干難しい 上の2つより若干複雑

付属書類 C - 統合の一般的な方法とその欠点

本付属書類では、統合の一般的な方法とその欠点の概要を述べる。

単純合算

最も単純なアプローチから始める。合算は、リスク・タイプ全体にわたり結果を統合する際に使用可能である。合算するということは全リスクの相関は 100%だと仮定することに等しく、分散によって便益を得られる可能性はないと考えていることになる。合算は単純なので、他のキャリブレーションも必要なく、エンドユーザーへの説明も容易である。この方法の欠点は、リスクのタイプ間の相互作用に関する情報がなく、現実には大きいかもしれない分散の便益の可能性を無視することである。

固定分散パーセンテージ

合算アプローチに似たアプローチが、分散因子を加算する、または全体のリスク尺度に調整を加える固定分散パーセンテージ法である。説明しやすいことに加えて、この方法は分散をある程度考慮に入れている。しかし、その結果は分散因子として選んだ値に大きく依存することになる。さらに、分散因子は恣意的で、分散の便益を得るための「トップサイドの調整」のように見えることもある。その結果、この方法の結果は極めて大きな主観性を孕むことになる。

分散共分散

より技術的なアプローチで、リスク統合の最も一般的な方法は、分散共分散行列を使うことである。分散共分散法は各リスク・タイプ間の相関を特定するというもので、こうしたペアワイズ相関によって、リスク間には計算された分散効果がもたらされる。この方法の実施はかなり容易であるほか、多くのエンドユーザーは相関概念の一般的な知識を持っていることから、結果を説明しやすい。

分散共分散法には2つの大きな欠点がある。1つは、ペアワイズ相関は線形であり、時間の経過に沿って、あるいはストレス事象に対応して変化することがないという点である。これは、リスクの統合において問題である。なぜなら、相関は時間と共に変化し、（我々がリスク計測を欲する状況である）ストレス時には異なった動きをすることが過去の経験から証明されているからである。第二の欠点は、分散共分散法では対象となる全ての内在するリスクの分布が楕円分布であると仮定しているが、平時に比べて非常に極端なイベント時に相関が高くなる傾向があるため、楕円分布と仮定することは適切ではないことが多々ある。

分散共分散の枠組みを用いるにあたっては、一般に用いられる相関行列において、通常いくつかの基準が満たされる必要がある。（左右対称性、値は 1 から -1 の間であること、対角成分が全て 1 といった）相関関数の通常の共通基準に加え、考慮すべき特性は行列の半正定値性（positive semi-definiteness）である。国際決済銀行の用語説明によれば、半正定値性は次のように説明される。

全ての $n \times 1$ ベクトル \mathbf{v} が

$$\mathbf{v}^T \mathbf{A} \mathbf{v} \geq 0$$

であるとき、

$n \times n$ 行列 \mathbf{A} は半正定値性を持つ。

ここで、 \mathbf{A} は線形相関行列、 \mathbf{v} は構成要素であるリスク尺度のベクトル、 \mathbf{v}^T は \mathbf{v} の転置行列である。

半正定値行列でないことの最も一般的な理由として、相関のある因子に対するエキスパートジャッジが恐らく内部的に一貫性を欠いていることが挙げられる。そのような行列を半正定値行列に変える数学的なテクニックはあるが、ペアワイズ相関係数の選択を再検討するのが良いだろう。

考慮すべき別のトピックとして、入れ子になった (nested) 相関行列を使う可能性が挙げられる。例えば 50 行列を行列のような大きな相関行列をパラメータ化し、結果を確実に半正定値とすることは、非常に時間がかかるチャレンジングな仕事となる可能性がある。全ての要素を反映するのに一つの行列を使うよりも、内在するリスクプロファイルの構造を反映する入れ子になった行列のグループを使う方が容易であり、パラメータの設定も容易である。

コピュラ

分散共分散法の欠点の多くを正す統合アプローチとして、非楕円分布と非線形の依存性を可能にするコピュラを用いる方法が挙げられる。コピュラはリスク・モデルの制作者が個別リスクをそれぞれの周辺確率分布を用いてモデル化することを可能にする関数である。結合確率分布は、最初にモデル化された周辺確率分布の結合（あるいは統合）を規定するコピュラ関数を用いることにより求められる。コピュラは多くの関数形式で表現可能であり、モデル化の対象となるリスクの依存構造の決定において極めて柔軟性が高い。コピュラの最大の欠点は、リスク計測プロセスにおいて、利害関係者に結果を発表する際に、コピュラが分かりにくく説明が難しいことである。さらに、コピュラを使うには、内在する各リスクの確率分布関数とコピュラ関数が推定され、キャリブレートされる必要がある。これらの個別モデルそのものが数学的に複雑であるため、こうした推定やキャリブレーションは新たなモデル・リスクやオペレーショナル・リスクを生む（そして演算リソースに負荷をかけてしまう）おそれにつながることが多い。

構造的モデリング

リスクを統合する別の方法として、リスク同士の繋がりを直接モデリングする方法がある。この種の方法では、それぞれのリスクを別々にモデル化し統合するのではなく、リスク・ドライバーが特定・モデル化され、リスク・ドライバー間の関係が直接反映される。このアプローチは、他のモデルとの組み合わせで用いられることが多い。

表：一般的な統合アプローチとその欠点のハイレベルなまとめ

統合アプローチ の名称	概要	欠点
単純合算	<ul style="list-style-type: none"> 全リスクの相関は 100%と仮定 使用が容易 エンドユーザーへの説明が容易 	<ul style="list-style-type: none"> リスク・タイプ同士の相互作用についての情報はもたらさない 分散によってもたらされるかもしれない便益を考慮しない
固定分散パーセンテージ	<ul style="list-style-type: none"> リスク・タイプ間の分散を考慮 使用が容易 エンドユーザーへの説明が容易 	<ul style="list-style-type: none"> 分散因子として選ばれた値に結果が大きく依存する 分散因子は恣意的に選ばれることが多い
分散共分散	<ul style="list-style-type: none"> 各リスク・タイプ間の相関を特定 全リスク・タイプ間の分散を考慮 使用が容易 エンドユーザーへの説明が容易 	<ul style="list-style-type: none"> ペアワイズ相関は線形で、時間が経過とともに変化しない 内在する全てのリスク分布は楕円分布と仮定
コピュラ	<ul style="list-style-type: none"> 全リスク・タイプの間での分散を考慮 柔軟で、様々な依存性の構造に使える。 各個別リスク・タイプのモデリングに柔軟性を与える 	<ul style="list-style-type: none"> 管理とキャリブレーションがより複雑 演算力が必要 技術畑以外の観衆への説明が困難 各リスク・タイプの周辺分布を特定する必要あり コピュラ関数形式を特定する必要あり
構造的モデリング	<ul style="list-style-type: none"> 直感的にアピールする 関係をより正確に反映できる可能性がある 	<ul style="list-style-type: none"> モデリングが複雑になる可能性がある 重大なジャッジメントが必要 パラメータ化が難しくなる可能性がある

付属書類 D - ある実践分野の評価例

本付属書類は、それが上級経営陣を起点にするものにしる、終点とするものにしる、上級経営陣の観点から見たリスク特定（Risk Identification）に関するものである。下の表は、リスク特定のプロセスを分類する際に用いられるであろう実践の考え得る例を記したものである。こうした例は主観的であり、最終的な分類ではなく、可能性を示すことを意図していることに留意されたい。

アドホック	ベーシック	スタンダード	アドバンスト
<p>1. 経営陣は自社の最大のリスクを「誰もが知っている」と断言する。しかし、調査してみると、個々の経営者は異なるリスクを挙げる。</p> <p>2. リスクを特定するプロセスがない。</p> <p>3. 経営陣の頭を占めているリスクは、主に最近問題になった論点である。</p>	<p>1. 経営陣は特定されたリスクのリストを持っている。</p> <p>2. リストは外部の情報源から引用されたものであり、社内で使っているものではない。</p> <p>3. リスクのリストは上級経営陣の責任範囲とマッチしていない。いくつかのリスクが複数の上級経営者の責任範囲のあいだで重複するか、どの経営者にも属していない。</p> <p>4. 上級経営陣と取締役向けの報告書に用いられているリスクのリストには、20以上のトップ・リスクが載っている。</p> <p>5. 上級経営陣の大半がリスト上のリスクを思い出せない。</p> <p>6. リスクのリストには多くのオペレーショナル・リスクがあるものの、一般的に保険会社に影響を与える主要な保険関連のリスクの一つ、またはいくつかを欠いている。</p>	<p>1. 経営陣は注意深くレビューした、そして／あるいは自らが創出した、トップ・リスクのリストを持っている。</p> <p>2. 上級経営陣の大半はリストの内容を全て覚えている。</p> <p>3. リスクのリスト項目は20未満である。</p> <p>4. 経営陣は取締役会との議論に用いる短いリストを特定している。</p> <p>5. リスクのリストには多くの情報ソースに見られるような、保険会社に影響を与える主要カテゴリーの全てが含まれている。また同社は最大級のリスクをいくつかの小部分に分けて別々に管理していることが多い。</p>	<p>1. 全ての標準的要素がある。</p> <p>2. 経営陣は特定されたリスクを定期的に再評価して更新するプロセスを有している。</p> <p>3. 予定された更新期日までに状況が変化した場合、経営陣はリスクのリストをアドホックに変更することを厭わない。</p> <p>4. ボトムアップのプロセスを用いている企業は、こうしたプロセスを崩壊させることなくトップダウンによる変更を組み込むことができる。</p> <p>5. トップダウンのプロセスを用いている企業は、組織の中からインプットを出せるようなプロセスも有している。</p>