

付録 G - 金融機関監督局 (OSFI) の最低継続資本剰余規制 (MCCSR) ガイドライン (2001 年 12 月)
(段落 9) : 根拠書類

1. 要旨

「金融機関監督局」(OSFI: the Office of Superintendent of Financial Institutions Canada) は、「最低保証付ファンド保険」(Seg Fund: Segregated Fund Investment Guarantee) の最低保証給付に関する構成要素である「最低継続資本剰余規制」(MCCSR: the regulatory Minimum Continuing Capital and Surplus Requirement) に対応する「ファクター型計算法」の開発を支援するため、金融コンサルティング会社(以下、「コンサルティング会社」という)を雇った。この構成要素は、「最低保証付ファンド保険」(Seg Fund) や他の類似の投資・保険商品に関する投資または収益率に関するリスクに対するものである。

「最低保証付ファンド保険」(Seg Fund) の最低保証リスクに対応する「最低継続資本剰余規制」(MCCSR) の構成要素は、各口数に応じてリスク量が決まるファンド資産や特別勘定資産の市場価格に対応する一連の「リスク・ファクター」を適用して決定される。「ファクター・テーブル」は、拡張型の確率検証の結果から開発され、「最低死亡保証給付」(GMDB: Guaranteed Minimum Death Benefits) や「最低生存保証給付」(GMMB: Guaranteed Minimum Maturity Benefits) を含む一定範囲の標準的な商品形態に対応するリスク要素を反映する。リスク要素には、以下のものが含まれる。: 「市場価額/保証価格」(MV/GV) の割合、資産分類、満期までの期間、管理費用・手数料、最低保証の将来支出現価を賄う危険保険料である。

「計算上の所要額」(TGCR: the Total Gross Calculated Requirement) に対応する「ファクター・テーブル」を構築するため、代入数値の決定には、コンサルティング会社が「金融機関監督局」(OSFI) に代わりプロジェクト・モデルを構築し、検証・分析を行うことが必要であった。コンサルティング会社は、2001 年 12 月の「最低継続資本剰余規制」(MCCSR) ガイドライン - 9 章を再確認し、適切な検証を提案した。

標準的な保険商品の将来収益率は、関連のある「二局面型局面転換対数正規過程」(RSLN2: the Regime-Switching Lognormal Process with Two Regime) の一連の確率的投資収益率シナリオの下でシミュレーションされた。モデルは、モンテカルロ・シミュレーションを用いて、各資産クラス毎に 10,000 本のシナリオを発生した。その他の全てのプロジェクト上の計算基礎(例えば、継続率、割引率等)は、決定論的である。

「ファクター型計算法」は、2000 年 12 月から実体的に変更はなく、『最低保証付ファンド保険 (Seg Fund) に関するカナダ・アクチュアリー会(CIA)タスク・フォース』(SFTF: Canadian Institute of Actuaries Task Force on Segregated Fund Investment Guarantees) (2000 年 8 月) の先駆的な作業に基づいている。しかしながら、いくつかの「ファクター・テーブル」は、標準的な保険商品に関するリスクをより適切に織り込むように拡張・変更された。参照について、主な変更点は本報告書の後半に記載する。全テーブルの記入事項は、広範囲にわたる検証の結果に基づき、95 パーセント点の「条件付きテイル期待値」(CTE: Conditional right-Tail Expectation) と連続性にある信頼水準で計算している。

本報告書は、適切な結果を提供する、計算基礎とモデルを証明する。最終的な「ファクター・テーブル」は、「最低継続資本剰余規制」(MCCSR) ガイドラインにある(付録を参照)。全ての計算を含む完全なモデルの出力データは、コンサルティング会社から「金融機関監督局」(OSFI) に 2001 年 8 月に Microsoft® Excel97 形式で提出された。

2. リスク・ファクター

「最低保証付ファンド保険」(Seg Fund)の最低保証リスクに対応する「最低継続資本剰余規制」(MCCSR)の構成要素は、カナダと非カナダの保険事業の両方を含む、変額保険や変額年金商品に関する全投資収益率まで拡張されている。「最低保証付ファンド保険」(Seg Fund)や同様のリスク性資産の市場価格に適用する「リスク・ファクター」には、投資収益率の最低保証の点で「最低継続資本剰余規制」(MCCSR)上の「計算上の所要額」(TGCR)を用いる。「計算上の所要額」(TGCR)が「バランスシート所要額」(TBSR)を設定することを考慮すれば、「最低資本の所要額」(純必要構成要素)は「計算上の所要額」(TGCR)と純責任準備金の間の差額と等しい(後に「金融機関監督局」(OSFI)はヘッジ取引や再保険取引による保証を承認した)。

「計算上の所要額」(TGCR)の計算基礎は、公布された「ファクター・テーブル」と一緒に「金融機関監督局」(OSFI)の「最低継続資本剰余規制」(MCCSR)ガイドライン - 9章で完全に証明されている。これは、以下に記載する5段階の「リスク・ファクター過程」である。

$$(1) \text{ 計算上の所要額 (TGCR) = 市場価格} \times [(A1 \times A2 \times B) + C + D]$$

「リスク・ファクター」は以下の通りである。

基本リスク・ファクター (A1) - 商品種類とファンドの資産分類に基づくリスク・ファクター

期間分散・調整ファクター (A2) - 満期が十分に分散している場合に、適用する調整ファクター

市場価格 / 保証価額 (MV / GV) と残存期間の調整ファクター (B) - 市場価額と保証価額の間関係、満期までの期間に対する調整ファクター

管理費用率 (MERs) ・調整ファクター (C) - 実績の「管理費用割合」(MERs : Management Expense Ratios) とリスク・ファクター開発時に仮定する「管理費用率」(MERs) の間の差を考慮する調整ファクター

危険保険料・調整ファクター - 最低保証給付の将来支出現価を賄う危険保険料を反映する調整ファクター

2001年に、限定的な形、厳格な測定方法の下で、「金融機関監督局」(OSFI)は、国外事業に関する投資収益率の最低保証という点で、保険会社が「最低保証付ファンド保険」(Seg Fund)の所要資本の設定に(個社の)内部モデル結果の使用を認めている。「金融機関監督局」(OSFI)による以前の書面での承認が必要である。認可申請や「金融機関監督局」(OSFI)が課す特定の規制は、この課題の対象外である。

(2) 2001年12月の主な変更点

譲渡責任準備金

ガイドライン B-3『未登録再保険会社』は、「最低保証付ファンド保険」(Seg Fund)に適用する。ガイドライン B-3の未登録再保険会社が保有する再保険貸は、再保険期間が最低保証の残存期間が同じであり、出再されたリスクに対応する責任準備金を上回る場合、出再された保険契約に関する「最低保証付ファンド保険」(Seg Fund)の最低保証リスクに対応する所要額を極小値ゼロまで削減することがある。

移行措置

純所要額の全額は2001年末に求められ、全体でゼロ未満でなくてはならない。

計算上の全所要額 (TGCR)

「計算上の所要額」(TGCR)を決定する「ファクター型計算法」は、以下のように表現される5段階過程である。

$$\text{計算上の所要額 (TGCR) = 市場価格} \times [(A1 \times A2 \times B) + C + D]$$

「リスク・ファクター」は、前段の「リスク・ファクター」で表記される。

管理費用率 (MERs) 全体

「ファクター・テーブル」の開発において仮定する「管理費用率」(MERs)は、商品種類でなく、ファンド分類により変化する。(年単位でベース・ポイント表示される)基本的な「管理費用割合」(MERs)は、「短期資金ファンド」110bp、「債券ファンド」200bp、「バランス型ファンド」250bp、「安定型株式ファンド」265bp、「安定成長型株式ファンド」280bp、「成長型株式」ファンド295bpである。

安定成長型株式ファンド

「安定成長型株式ファンド」の資産分類は、明確にモデル化されている。「安定成長型株式ファンド」の「リスク・ファクター」は、2000年12月時点で「安定型株式ファンド」と「成長型株式ファンド」の「リスク・ファクター」を53:47の比率で加重平均計算している。

第1ステップ - 基本リスク・ファクター (A1)

詳細な説明は、全商品種類に提供される。

「基本リスク・ファクター」(『テーブル1a』)には、最低保証給付を適用するファンドの解約時に、満期時の満期保証を支払う新種類の満期保証がある。この保証形態に関する将来支出現価は、投資収益率の逆境シナリオ時の予定解約(失効)率や予定契約者行動に対する感応度がきわめて高い。『効力発生時“in the money”解約』の数値は、「最低満期保証給付」(GMMB)に15%以上の効力発生“in the money”する(つまり、「市場価格/保証価格」(MV/GM)の割合が0.85より小さい)場合、解約権が100%行使されると仮定する。保険商品が「最低解約保証給付」(GMSB)を提供する場合、保険会社は、「最低解約保証給付」(GMSB)を支払う逆境シナリオ時に解約権の任意行使が期待される割合に従い、予定解約率と「効力発生時“in the money”」の解約率」の間で補完計算すべきである。

ファクター・テーブル1a - 低変動性の安定型株式ファンド

新しい資産分類として、「低変動性の安定型株式ファンド」が導入されてきた。「安定型株式ファンド」に分類される株式ファンドだけが、一定条件に合致する場合、「低変動性の安定型株式ファンド」の候補となる。「低変動性の安定型株式ファンド」の期待変動率は年15.5%以下でなければならない。保有株式のうち成長型に分類される株式は市場価額の20%以下でなければならない。その他の特定の分類も適用される。(例えば、「低変動性の安定型株式ファンド」は、相対的に大きな現金や確定利付資産を常に維持するか、利配収入を重視し、ファンドに自動的に再投資される株主還元や通常配当のある株式が大部分を占める。)

この資産分類の全ての株式ファンドには、『テーブル1b』、『テーブル2』、『テーブル3』、『テーブル4』を含む全計算に「安定型株式ファンド」の「リスク・ファクター」を用いる。

第2ステップ - 期間分散・調整ファクター (A2)

「期間分散・調整ファクター」の調整係数(『テーブル1b』)には、「最低解約保証給付」(GMSB)の商品種類が含まれる。より詳しく知りたい場合は、上記の を参照。

第3ステップ - 市場価額/保証価額 (MV/GV)・調整ファクターと残存期間・調整ファクター：状態リスク・ファクター (B)

「状態リスク・ファクター」のテーブルは、「基本リスク・ファクター」にある商品種類毎に『テーブル2』に記載する。

『テーブル2』で残存期間が特定される商品種類について、保険会社は、段落9-9「ファクター・テーブルの補間計算・推定計算」に記載する指示に従い、実際の残存期間リスクに基づく関連段落の関連数値間で補間計算することがある。期待残存期間を上回る直線推定計算は認めない。具体例として、補間計算の適用方法を記載する。

第4ステップ - 管理費用率 (MERs)・調整ファクター (C)

「管理費用率（MERs）・調整ファクター」（C）は、乗数要素でなく、加算要素である。調整係数は、次のように計算する。

$$C = g\left(\frac{\text{市場価額}}{\text{保証価額}}\right) \times (\text{実際の「管理費用率」(MERs)} - \text{予定の「管理費用率」(MERs)})$$

関数 $g\left(\frac{\text{市場価額}}{\text{保証価額}}\right)$ は、以下の公式で決定する。

$$g\left(\frac{MV}{GV}\right) = \left(a - b \times \frac{MV}{GV}\right)^3$$

上記の式で、「市場価額／保証価額」（MV/GV）は、最大値を 2.00 とするリスク評価対象の実際の「市場価額／保証価額」（MV/GV）の割合である。パラメーター a と b は、『テーブル 3』に従い商品種類、ファンド分類により変化する。

第 5 ステップ - 危険保証料・調整ファクター（D）

「危険保証料・調整ファクター」（『テーブル 4』）には、「最低解約保証給付」（GMSB）の商品種類が含まれる。さらに詳しく知りたい場合は、上記のを参照。

3. 標準的な商品

モデルには、カナダや米国の変額保険や変額年金で通常提供される「最低死亡保証給付」(GMDB)や「最低満期保証給付」(GMMB)に対応する多様な標準的な商品形態がある。「最低継続資本剰余規制」(MCCSR)ガイドライン(付録を参照)には、「リスク・ファクター」開発時に検証した保険契約を含む保証種類が記載されている。

米国の変額年金で通常提供される典型的な保証形態は、「投資金額保証」(満期90歳)、「ラケット」(年1回)、「ロールアップ」(年5%)という3種類の「最低死亡保証給付」(GMDB)である(集約的に、「米国型最低死亡保証給付」(U.S. GMDBs)という)。このような基本的な保証形態には多くの種類がある一方、こうした保険契約の「リスク・ファクター」は、内部モデルの検証や重要でない事業区分のある保険会社の指標として用いることができる。

4. 計算基礎

コンサルティング会社は、私有ソフトウェアを用いて、相関のある「二局面型局面転換対数正規過程」(RSLN2)で発生させた一連の確率的投資収益率シナリオの下で標準的な商品をシミュレーションした。モデルは、モンテカルロ・シミュレーションを用いて、各資産分類毎に 10,000 本のシナリオを発生させた。その他の全てのプロジェクト上の計算基礎(例えば、継続率、割引率等)は、決定論的である。

テーブル上の数値は、95%点の「条件付きテイル期待値」(CTE⁺: Conditional right-Tail Expectation)と連続性のある信頼水準で計算された。定義すれば、標本 CTE⁺(x%)は、「最低保証将来支出の純現在価値」(PVGB: the Net Present Value of Guaranteed Benefits Costs)を順位付けした(並べた)結果の下方テイル部分である(1-x)%の加重平均である。全く同じ全 10,000 本のシナリオを考慮するモンテカルロ・シミュレーションの下で、「条件付きテイル期待値」CTE⁺(95%)は、10,000 本のシナリオのうち 1~500 番目の現在価値の数値平均である。

キャッシュ・フロー・モデルは、収入は3ヵ月毎に生じ、支出は各保険年度にわたり一様に生じると仮定する。キャッシュ・フローは、各シナリオに従い実効金利年 6%で割引かれる(つまり、割引率は、ファンドの投資収益率と一緒に変化しない)。解約控除と税金は無視する。

(1) 継続率、ファンド乗換え、減額

保険契約異動(継続率)は、「一様分布の減少」(UDD: a uniform distribution of decrements)に従うと仮定し、関連する単一の減少額テーブルで計算される。死亡率は、「カナダ・アクチュアリー会(CIA)基本生命表」(1986~1992年、満年齢方式、国民表)に従うと仮定する。「リスク・ファクター」開発に適用する予定死亡率は、男性・女性それぞれの死亡による減少額を 60:40 の比率で合わせたもので、以下のページで(1,000倍して)テーブルに記載している。

解約率は、米国の「最低死亡保証給付」(GMDB)(満期 90 歳)型の商品形態で、年 10%の解約率を用いるのを除き、投資収益率に関係なく一定して年 8%を用いる。死亡以外の契約消滅は、解約率の変動として扱う。全保険契約は、保険契約期間の終了する満期で消滅すると仮定する。

カナダ・アクチュアリー会(CIA)基本生命表(1986~1992年、満年齢方式、国民表)

到達年齢 (満年齢方式)	CIA86~92 男性	CIA86~92 女性	評価死亡率 ×1000	到達年齢	CIA86~92 男性	CIA86~92 女性	評価死亡率 ×1000
50歳	3.85	2.74	3,406	70歳	30.07	17.47	25.030
51歳	4.29	2.98	3,766	71歳	33.11	19.36	27.610
52歳	4.78	3.23	4,160	72歳	36.43	21.46	30.442
53歳	5.31	3.51	4,590	73歳	40.07	23.80	33.562
54歳	5.91	3.82	5,074	74歳	44.05	26.41	36.994
55歳	6.58	4.17	5,616	75歳	48.39	29.32	40.762
56歳	7.31	4.55	6,206	76歳	53.14	32.56	44.908
57歳	8.12	4.97	6,860	77歳	58.31	36.16	49.450
58歳	9.02	5.44	7,588	78歳	63.96	40.17	54.444
59歳	10.00	5.96	8,384	79歳	70.11	44.64	59.922
60歳	11.09	6.54	9,270	80歳	76.81	49.60	65.926
61歳	12.29	7.18	10,246	81歳	84.10	55.12	72.508
62歳	13.61	7.90	11,326	82歳	92.03	61.25	79.718
63歳	15.06	8.70	12,516	83歳	100.64	68.05	87.604
64歳	16.66	9.58	13,828	84歳	109.99	75.60	96.234
65歳	18.41	10.57	15,274	85歳	120.12	83.97	105.660
66歳	20.33	11.67	16,866	86歳	131.10	93.24	115.956
67歳	22.44	12.89	18,620	87歳	142.97	103.49	127.178
68歳	24.75	14.26	20,554	88歳	155.80	114.81	139.404
69歳	27.29	15.78	22,686	89歳	169.64	127.31	152.708
				90歳	184.54	141.07	167.152

モデルでは、減額や投資選択枝間のファンド乗換えを考慮しない。現在のリスクにさらされる金額だけを考慮する(つまり、増額は無視する)。最低保証金額は、継続率を計算するため(金額平均方式でなく)件数平均方式で調整する。死亡と解約の両方による減少額は、全標本保険契

約の評価に用いられる（例えば、死亡率には、「最低満期保証給付」（GMMB）に対応する継続率の計算が含まれる）。

(2) 販売管理費 & 危険保険料

販売管理費（「管理費用率」（MERs））は、3 ヶ月単位で各期末にファンドから徴収される。販売管理費全額の 1/4 を計算に用いる。

$$1 - (1 - MER)^{\frac{1}{4}}$$

販売管理費は、下表で示すように、ファンドの資産分類によって変わる。「管理費用率」（MERs）は、年 1 回徴収され、課税適用後のベース・ポイントで表記される。計算上の目的で、年 10bp が、最低保証給付の将来支出現価を賄う危険保証料として利用されると仮定する。

ファンドの資産クラス	管理費用率
短期資金	110bp
確定利付資産	200bp
バランス型	250bp
低変動性の安定型株式	265bp
安定型株式	265bp
安定成長型株式	280bp
成長型株式	295bp

(3) 契約者行動

保証見直しがある場合、選択的な保証見直し権（投資収益率が好調な場合の保証見直し権を行使すると期待される保険契約者の割合）は 100%行使されると仮定する。「ファクター・テーブル」の開発に当り、保証価額に対する市場価額の割合が 115%と同じ、または、115%を上回るどんな場合も、（保証見直し権の行使を促すような）好調な投資収益率が生じていると見なす。保険年度で最大 2 回の保証見直しがあると仮定する。

保険商品が選択的な保証見直し権を提供し、保険会社に権利行使率に関する信頼でき、適切な経験値ある場合、保険会社は、保証見直し権の権利行使に関する出現率に従い、「保証見直し権なし」と「保証見直し権あり」に関連する数値間で補間計算すべきである。適用する出現率には、適切な「安全割増」（MfAD：a Margin for Adverse Deviation）が含まれるべきである。「リスク・ファクター」の同様の補間計算を、「ファクター・テーブル」全部に用いなければならない。段落 9-9 にある『ファクター・テーブルの補間計算と推定計算』を参照。

（選択的または自動的な）保証見直し権を提供するが、保険契約が保証見直しができる期間外である（例えば、期間や年齢の限度を超える）保険商品について、リスク量は、保証見直し権がない場合のように評価すべきである。検証では、最終的な保険契約期間の上限を超えて 10 年間の最低保証給付の保証見直しはできない。

「最低解約保証給付」（GMSB）型の保険商品は、最低保証給付を付帯するファンドの解約時に最低満期保証金額を支払う。この保証種類に関連する将来支出現価は、逆境投資収益率シナリオでの予定解約（失効）率や予定契約者行動に対する感応度がきわめて高い。最低保証給付に 15%以上の効力発生“in the money”（つまり、「市場価格 / 保証価格」（MV/GV）の割合が 0.85 以下）する場合、効力発生“in the money”している保険契約は解約権が 100%行使されると仮定する。

保険契約が「最低解約保証給付」（GMSB）を提供する場合、保険会社は、「最低解約保証給付」（GMSB）を支払う逆境シナリオにおける契約消滅の変動性を通じて、解約権の行使に関する期待出現率に従い、基本的な予定解約率と『効力発生時“in the money”の解約率』に関連する数値間で補間計算すべきである。適用する出現率には、適切な「安全割増」（MfAD）があるべきである。

5. 投資収益率モデル

(1) 「局面転換対数正規過程」(RSLN: Regime-Switching Lognormal Process)

資産分類毎に構成する投資収益率は、以下のような月次の「二局面型局面転換対数正規過程」(RSLN2: the Regime-Switching Lognormal Process with Two Regime)に従うと仮定する。「二局面型局面転換対数正規」(RSLN2)モデルは、投資収益率過程は、2つの対数正規過程間で月次単位で無作為に転換すると仮定する。すなわち、対数収益率は通常どちらかの局面に確率分布する。どちらかの局面が出現するかの過程は、マルコフ過程は仮定した。すなわち、局面転換する確率は、過去の過程ではなく、現在の局面だけにより決まる。「局面転換対数正規」(RSLN)モデルは、「独立対数正規」(ILN: the Independent Lognormal)モデルの持つ一定の魅力的な簡略性と加工性を維持しながら、実績データに観察される極端な数値をより精密に織り込んでいる。これは、確率変動の形態をモデルに導入する最も容易な方法のひとつである。

投資収益率に対する「局面転換対数正規」(RSLN)モデルは、学術論文によく記載されている。特に、長期の変額年金の組込みオプションを評価する際の「局面転換対数正規」(RSLN)モデルに顕著な取扱いについて、マリー・R・ハーディー (Mary R. Hardy) による『長期株式収益率に対する局面転換対数正規モデル』(A Regime-Switching Lognormal Model of Long-Term Stock Returns) (北米アクチュアリー・ジャーナル (NAAJ: North American Actuarial Journal)、5版、2号、2001年4月)を参照。

(2) 調整に用いるデータ

月次の「トロント証券取引所 300種」(TSE300: Toronto Securities Exchange 300)の収益率データ(1956年1月~2000年12月)は、『最低保証付ファンド保険 (Seg Fund)に関するカナダ・アクチュアリー会 (CIA)タスク・フォース報告書』(2001年12月)の付録Bにある。この一連のデータが、『最低保証付ファンド保険 (Seg Fund)に関するカナダ・アクチュアリー会 (CIA)タスク・フォース報告書』(2000年8月)により、確率的株式収益率の調整に推奨されている。投資収益率モデルの検証に対する過去の検証期間は、1956年1月~1999年12月である(528個の指数価格、527個の対数収益率が観察された)。

(3) 検証

「トロント証券取引所 300種」(TSE300)の月次収益率の検証データ(1956年1月~1999年12月)について、「独立対数正規」(ILN)モデルと「二局面型局面転換対数正規」(RSLN2)モデルで以下の月次パラメーターを得た。両方の局面における「平均収益率」 μ_k と「標準偏差」 σ_k が、対数収益率に関連する正規分布であることを注意すること。「局面転換確率」 π_1 と π_2 は、過程の前段ではわからない、局面1と局面2になる長期の絶対的な(固定の)確率である。調整をしていない「独立対数正規」(ILN)モデルと「二局面型局面転換対数正規」(RSLN2)モデルについて、パラメーター推定値は最尤推定法を用いて得た。

平均収益率(年率)は、年率実効率で表記される資産に関する長期の期待収益率である。変動率(年率)は、対数収益率の標準偏差である。対数収益率の歪度は、0.912である(歪度係数ゼロは、確率分布の平均値に関して完全に左右対称を意味する)。

トロント証券取引所 300種 (TSE300) 収益率に対する独立対数正規 (ILN) モデルの月次パラメーター(1956年1月~1999年12月)

	平均収益率 μ	変動率	平均収益率 (年率)	変動率 (年率)	歪度
非検証対象 ILN	0.00814	0.04507	0.1161	0.1561	0
検証対象 ILN	0.00769	0.05401	0.1161	0.1871	0

『最低保証付ファンド保険 (Seg Fund)に関するカナダ・アクチュアリー会 (CIA)タスク・フォース報告書』(2000年8月)に概説する項目に従う。

トロント証券取引所 300 種 (TSE300) 収益率に対する二局面型局面転換対数正規 (RSLN2) モデルの月次パラメーター (1956 年 1 月～1999 年 12 月)

	平均収益率 μ_1	変動率 1	$1 \rightarrow 2$	平均収益率 μ_2	変動率 2	$2 \rightarrow 1$	1	2	歪度
RSLN2 コンサル会社	0.0124	0.0347	0.0375	$\Delta 0.0157$	0.0777	0.2108	0.8491	0.1509	$\Delta 0.591$
RSLN2 M.R.Hardy*	0.0123	0.0347	0.0371	$\Delta 0.0157$	0.0778	0.2101	0.8499	0.1501	$\Delta 0.589$

M.R.Hardy (NAAJ 2000 年 4 月) によるパラメーター推定値は、コンサルティング会社が得たパラメーター推定値と統計的に同じであり、実績収益率データの小さな誤差である。

「二局面型局面転換対数正規」(RSLN2) モデル上の期待収益率 (年率) と期待変動率 (年率) は、それぞれ 0.1159 と 0.1563 である。

3 種類のモデルに対する標本統計は、プロジェクト期間 30 年で仮定し、下表に記載する。『最低保証付ファンド保険 (Seg Fund) に関するカナダ・アクチュアリー会 (CIA) タスク・フォース報告書』(2000 年 8 月) では、「期間 1 年の累積収益率係数の平均値」を 1.10～1.20 範囲とすべきで、「期間 1 年の累積収益率係数の標準偏差」を 0.175 (年率) と同じか、それ以上にすべきとしている。

トロント証券取引所 300 種 (TSE300) 投資収益率の標本統計 (シナリオ 10,000 本)

	平均収益率 (年率)	変動率 (年率)	平均収益率 1 年累積ファクター	変動率 1 年累積ファクター
ILN	11.63%	15.65%	1.1163	0.1759
検証対象 ILN	11.63%	18.76%	1.1163	0.2114
RSLN2	11.77%	15.65%	1.1177	0.1826

様々な保有期間の累積収益率係数に対する「トロント証券取引所 300 種」(TSE300) の標本左辺テイルの (2.5%、5%、10% の信頼水準での) パーセント点は、以下に記載する。『カナダ・アクチュアリー会 (CIA) タスク・フォース』の統計検証は、「TARGET」と命名された。期待するように、調整をした「独立対数正規」(ILN) モデルと「二局面型局面転換対数正規」(RSLN2) モデルの両方は、(統計上の誤差を含む) 『カナダ・アクチュアリー会 (CIA) タスク・フォース報告書』(2000 年 8 月 1 日) が示す検証項目を充足する。

累積収益率係数に対するトロント証券取引所 300 種 (TSE300) の標本左辺テイルのパーセント点 (シナリオ 10,000 本)

	期間 1 年			期間 5 年			期間 10 年		
	2.5%	5%	10%	2.5%	5%	10%	2.5%	5%	10%
TARGET	0.76	0.82	0.90	0.75	0.85	1.05	0.85	1.05	1.35
ILN	0.81	0.85	0.90	0.82	0.92	1.04	1.01	1.18	1.41
検証対象 ILN	0.76	0.81	0.86	0.70	0.80	0.93	0.79	0.95	1.18
RSLN2	0.74	0.81	0.89	0.69	0.81	0.98	0.80	1.00	1.28

(4) パラメーター

各資産分類に対するモデルのパラメーターは、(Microsoft® Excel97 の Add-In にある Solver を用いて) 強制的に最尤推定法により、2000 年 12 月を含む実績月次収益率データにを適用して推定する。推定過程は、全ファンドが必ず同じ局面となる (つまり、局面転換が同時に起こる) ように、局面転換確率を強制する。これにより、資産分類間の相関が強調される。

Solver Add-In の正確性は、推定初期値の感応度検証を通じて確認された。すなわち、ルーチンは、強制される最も合理的な初期値に対する対数尤度関数を最大化するパラメーターに対して Solver を実行する。

(1～7 の番号を振った) 各市場指数に対するパラメーター値を最終的に設定する際に、各資産分類に対するリスクの市場価格における連続性を維持するため、判断を適用する。実績月次デー

タの以下の開始日は、モデルのパラメーター推定値を用いた。

データ開始日

データ	種類	OSFI ファンド分類	開始日
S&P500 TR	U.S. Equity	Low Volatility Diversified Equity	1956年1月
TSE300 TR	Canadian Equity	Broad-Base Diversified Equity	1956年1月
MSCI-EAFE TR	International Equity	Low Volatility Diversified Equity	1969年12月
SBBI U.S. Small Co TR	U.S. Small Cap Equity	Intermediate Risk Equity	1956年1月
Aggressive Equity TR	High Risk Equity	Aggressive Equity	1980年12月 (a)
Bond TR	Bonds	Fixed Income	1960年12月 (b)
Money Market TR	Money Market	Money Market	1960年12月 (c)
Balanced TR	Canadian Balanced	Balanced	60%TSE300、40%債券
NASDAQ TR	U.S. Technology	Aggressive Equity (a)	1971年2月
Hang Seng TR	Foreign / Emerging	Aggressive Equity (a)	1980年12月

TR = Total Return (つまり、配当金・利息の再投資後の) 全収益率

(a) 約 20% : 80% の比率で市場間で分離すると仮定する Hang Seng TR と NASDAQ データ (1980 年 12 月 ~ 2000 年 12 月) から構築した仮定数値に MLE パラメーターを適用した判断に基づく。

(b) Scotia Capital Markets Universe と U.S. Variable Annuity bond markets (モーニング・スター社出所) に MLE パラメーターを適用した判断に基づく。

(c) 3 か月物 Treasury Bills と U.S. Variable Annuity money markets (モーニング・スター社出所) に MLE パラメーターを適用した判断に基づく。

様々な資産分類の投資収益率は、部分的に相関すると仮定する。投資収益率モデルは、高度に頑健な乱数と $N(0, 1)$ のマッピング・ルーチンを用いるモンテカルロ・シミュレーションにより発生させた 10,000 本の確率的シナリオを用いる。

確率的シナリオ発生装置は、ファンド収益率を得るのに「管理費用率」(MERs)を適用する各市場指数の収益率(つまり、管理手数料や他の手数料を控除前の各市場指数の収益率)を発生する。基本リスクの他の源泉は、考慮しない(つまり、ファンドは市場指数に手数料控除前は完全連動する)。

モデルは、ファンドが常に全額運用され(つまり、現金資産はなく)、債券利子や株式配当金は直ちに再投資されると仮定する。(モデルのパラメーターの推定に用いる)実績収益率データを現地通貨建てで示すならば、為替交換レートは無視する(つまり、為替交換レートは、独立して仮定する)。

確定利付資産(例えば、債券ファンド)に関する市場収益率のモデル化に「二極面型局面転換対数正規」(RSLN2)モデルを用いることは、「独立対数正規」(ILN)モデルよりも優れており、一般的に、より保守的な結果が得られることが確認されている。

「二局面型局面転換対数正規」(RSLN2)モデルの月次パラメーターは、以下のテーブルに記載する。平均収益率(μ)と標準偏差()は、各局面の対数収益率が正規分布に従うと仮定したものである。固定の確率 k (その前の局面がわからない場合に局面 k である固定の確率)に記載する。(ゼロ時点の)初期の局面は、固定の確率分布に従い無作為化する。全市場指数は同じ局面で始まる。

月次投資収益率の局面転換対数正規 (RSLN) モデル・パラメーター

		OSFI 投資ファンド 分類	μ_1	1	1 2	μ_2	2	2 1	1	2
S&P500	1	Low Volatility Equity	0.0121	0.0348	0.0410	0.0092	0.0687	0.2323	0.85	0.15
TSE300	2	Diversified Equity	0.0128	0.0348	0.0410	0.0169	0.0766	0.2323	0.85	0.15
MSCI-EAEF	3	Low Volatility Equity	0.0126	0.0321	0.0410	0.0119	0.0691	0.2323	0.85	0.15
Small Co	4	Intermediate Risk Equity	0.0138	0.0429	0.0410	0.0156	0.1060	0.2323	0.85	0.15
Aggressive	5	Aggressive Equity	0.0159	0.0515	0.0410	0.0225	0.1200	0.2323	0.85	0.15
Fix Income	6	Fixed Income	0.0055	0.0147	0.0410	0.0090	0.0275	0.2323	0.85	0.15
Money Mart	7	Money Market	0.0042	0.0086	0.0410	0.0085	0.0217	0.2323	0.85	0.15
NASDAQ		Aggressive Equity	0.0146	0.0437	0.0410	0.0204	0.1128	0.2323	0.85	0.15
Hang Seng		Aggressive Equity	0.0244	0.0669	0.0410	0.0304	0.1479	0.2323	0.85	0.15

バランス型ファンドの市場指数は、確率的に発生した累積収益率ファクターを TSE300 と債券ファンドで (60 : 40 の比率を仮定し) 平均して、シミュレーションした。ファンドは、望ましい資産配分を維持するため四半期毎にリバランスされると仮定している。

下表は「二局面型局面転換対数正規」(RSLN2) モデル、「独立対数正規」(ILN) モデルの下で (現地通貨での) いくつかの市場の (非厳格な) 最尤推定値を示す。

月次投資収益率のモデル・パラメーター - 最尤推定法

	日付		ILN		RSLN2							
	開始	終了	μ		μ_1	1	1 2	μ_2	2	2 1	1	2
S&P500	1956.01	2000.12	0.0092	0.0417	0.0120	0.0357	0.0362	0.0208	0.0758	0.3915	0.9153	0.0847
TSE300	1956.01	2000.12	0.0081	0.0454	0.0128	0.0347	0.0409	0.0156	0.0758	0.2039	0.8330	0.1670
MSCI-EAEF	1969.12	2000.12	0.0085	0.0412	0.0141	0.0277	0.0924	0.0097	0.0656	0.3017	0.7656	0.2344
Small Co	1956.01	2000.12	0.0110	0.0599	0.0167	0.0410	0.0446	0.0057	0.0935	0.1265	0.7392	0.2608
Bond	1960.12	2000.12	0.0056	0.0161	0.0044	0.0102	0.0097	0.0086	0.0253	0.0280	0.7433	0.2567
Money Mart	1960.12	2000.12	0.0047	0.0023	0.0035	0.0015	0.0109	0.0076	0.0020	0.0326	0.7498	0.2502
NASDAQ	1971.02	2000.12	0.0089	0.0618	0.0145	0.0437	0.0369	0.0184	0.1112	0.1755	0.8263	0.1737
Hang Seng	1980.12	2000.12	0.0128	0.0929	0.0275	0.0574	0.0540	0.0079	0.1240	0.0750	0.5816	0.4184

局面転換は、株式市場と高い相関があると仮定する。モデル化する資産分類の月次対数収益率は、下表の相関係数で占めすように、完全に (若しくは積極的に) 相関する。過去の相関は、1971年2月~2000年12月の月次対数収益率データから導いている。

各段階の最初に、単一の一様分布 $U^* = U(0, 1)$ の確率変数は、「局面転換基準」を導くように標本抽出される。過程が他の局面に移る場合、各投資ファンドの局面転換確率は、決定する一様分布 U^* と比較される。一度、現在の局面が設定されると、一連の相関のある正規分布 $N(0, 1)$ の確率変数は、月次の投資収益率を導くように発生される。

対象資産収益率の相関係数は、局面転換 (「静態的な局面転換」過程) とシミュレーションによる正規分布 (「投資収益率」過程) という2つのモデルから導く。株式の資産分類に対し同じ局面転換確率を用いると、静態的な局面転換過程の相関を最大化する「局面転換」を同時に強いる。

リスト上の最初の資産が、投資収益率の相関係数の設定を目的とした「模範市場指数」に選定されるため、市場指数の順序は重要である (ここでは、S&P500 が「模範市場指数」である)。各時点において、モデルは、どちらの相関係数表を適用するか決定するため、「模範市場指数」の状態 (局面) を見ている。「模範市場指数」が「局面 1」である場合、「局面 1」の相関係数表を適用し、その他の場合、「局面 2」の相関係数表を適用する。このように、モデルは、ストレスや逆境時に同時に動く市場の強い傾向をより正確に織り込む。

相関係数（模範市場指数が局面 1）

	S&P500	TSE300	MSCI-EAFA	Small Co.	Aggressive	Bond	Money
S&P500	1.00	0.56	0.35	0.58	0.73	0.56	0.09
TSE300		1.00	0.36	0.54	0.51	0.55	0.10
MSCI-EAFA			1.00	0.27	0.31	0.29	0.06
Small Co.				1.00	0.81	0.37	0.10
Aggressive					1.00	0.36	0.12
Bond						1.00	0.35
Money							1.00

相関係数（模範市場指数が局面 2）

	S&P500	TSE300	MSCI-EAFA	Small Co.	Aggressive	Bond	Money
S&P500	1.00	0.95	0.84	0.91	0.94	0.41	0.08
TSE300		1.00	0.87	0.89	0.95	0.58	0.03
MSCI-EAFA			1.00	0.85	0.82	0.44	0.09
Small Co.				1.00	0.93	0.54	0.06
Aggressive					1.00	0.66	0.07
Bond						1.00	0.20
Money							1.00

投資収益率シナリオの標本（全体）の相関係数は下表に示す。わかるように、これらは、市場実績の相関係数にきわめて近い。

標本相関係数（月次対数収益率、シナリオ 10,000 本）

	S&P500	TSE300	MSCI-EAFA	Small Co.	Aggressive	Bond	Money
S&P500	1.00	0.75	0.61	0.74	0.84	0.52	0.02
TSE300		1.00	0.62	0.74	0.74	0.42	0.06
MSCI-EAFA			1.00	0.58	0.59	0.29	0.07
Small Co.				1.00	0.88	0.39	0.03
Aggressive					1.00	0.43	0.04
Bond						1.00	0.29
Money							1.00

実績相関係数（月次対数収益率データ、1971 年 2 月～2000 年 12 月）

	S&P500	TSE300	MSCI-EAFA	Small Co.	Aggressive	Bond	Money
S&P500	1.00	0.75	0.61	0.74	0.84	0.50	0.08
TSE300		1.00	0.60	0.74	0.75	0.39	0.08
MSCI-EAFA			1.00	0.53	0.57	0.28	0.06
Small Co.				1.00	0.88	0.39	0.04
Aggressive					1.00	0.43	0.10
Bond						1.00	0.24
Money							1.00

市場指数や様々な株式市場の標本投資収益率は、（現地通貨収益率でシミュレーションした）下表で導かれる。“Mean 1”と“StDev 1”は、それぞれ期間 1 年の累積収益率の「平均収益率」と「標準偏差」である。“Annual Mean”は、実行年率として示す資産に関する期待長期収益率である。“Annual Vol.”は、標本対数収益率の標準偏差（年率）である。

「二局面型局面転換対数正規」（RSLN2）モデルの標本統計値は、30 年のプロジェクト期間にわたり計算された。相関のある強制型の「二局面型局面転換対数正規」（RSLN2）モデルは、7 つの基本的な市場指数をシミュレーションによりプロジェクトする一方、独立モデルは、市場または資産分類の「最尤推定値」（MLE：Maximum Likelihood Estimate）パラメーターを用いて、各市場指数を別々にプロジェクトする。統計上の誤差内で、全標本統計値は、（パラメーターを投入した）対象確率分布の計算上の積率と一致する。

標本投資収益率の統計値

	MLEs を用いた ILN モデル を仮定する実績データ				相関のある RSLN2 「強制型」				MLEs を用いた 独立 RSLN2	
	Annual Mean	Annual Vol.	Mean1	StDev1	Annual Mean	Annual Vol.	Mean1	StDev1	Annual Mean	Annual Vol.
S&P500	12.84%	14.54%	1.128	0.164	12.63%	15.48%	1.127	0.169	12.87%	14.44%
TSE300	11.58%	15.73%	1.116	0.177	12.15%	17.17%	1.121	0.182	11.53%	15.78%
MSCI-EAFA	11.87%	14.27%	1.119	0.160	12.67%	15.42%	1.126	0.165	11.90%	14.27%
Small Co.	16.59%	20.75%	1.167	0.245	14.36%	20.75%	1.143	0.226	16.42%	20.84%
Aggressive					16.55%	25.22%	1.165	0.275		
Bond	7.12%	5.58%	1.072	0.060	7.70%	6.05%	1.077	0.065	6.95%	5.42%
Money Market	5.81%	0.80%	1.059	0.008	6.06%	4.15%	1.061	0.045	5.58%	0.84%
Balanced					10.30%	11.20%	1.103	0.121		
NASDAQ	13.85%	21.41%	1.138	0.247					13.74%	21.58%
Hang Seng	22.80%	32.18%	1.228	0.406					22.65%	32.23%

様々な保有期間にわたる「累積収益率係数」の確率的な「二局面型局面転換対数正規」(RSLN2)モデルに対する標本の左辺パーセント点(2.5%、5%、10%の信頼水準)は、以下である。

累積収益率係数の局面転換対数正規 (RSLN2) モデル標本パーセント点

	期間 1 年			期間 5 年			期間 10 年		
	2.5%	5%	10%	2.5%	5%	10%	2.5%	5%	10%
S&P500	0.79	0.85	0.92	0.83	0.94	1.08	1.07	1.27	1.55
TSE300	0.74	0.81	0.89	0.71	0.83	0.99	0.86	1.07	1.34
MSCI-EAFA	0.78	0.85	0.92	0.81	0.93	1.09	1.04	1.26	1.55
Small Co.	0.70	0.78	0.87	0.64	0.77	0.96	0.78	1.00	1.31
Aggressive	0.63	0.73	0.83	0.55	0.68	0.87	0.64	0.87	1.21
Bond	0.96	0.98	1.00	1.11	1.15	1.21	1.43	1.51	1.62
Money Market	0.98	1.00	1.01	1.12	1.15	1.19	1.40	1.45	1.52
Balanced	0.85	0.90	0.95	0.93	1.02	1.14	1.20	1.36	1.58

(5) モデルの当てはまりと選択

「二局面型局面転換対数正規」(RSLN2)モデルが、単純な「独立対数正規」(ILN)モデルよりも実績月次データによく当てはまることが既によく知っている(『局面転換対数正規モデルの長期株式収益率』(A Regime-Switching Lognormal Model of Long-Term Stock Returns)メアリー・R・ハーディー著(Mary R Hardy)、北米アクチュアリー・ジャーナル(North American Actuarial Journal)、5版、2号、2001年4月、TSE300とS&P500の議論についてを参照)。このことは、いくつかの方法で示すことができる。

モデルにさらにパラメーターを加えると、(固定数のデータ点を用いた)時系列の尤度関数(または、同等に、対数尤度関数)について必ず高い尤度を導く。しかしながら、このことは必ずしもよく当てはまること意味していない。尤度の増加は統計的に有意義でなくてはならない。さもなくば、もっと単純なモデルを使用すべきであろう(この場合、「独立対数正規過程」(ILN)モデルは「二局面型局面転換対数正規」(RSLN2)モデルに拡張された)。「シュワルツ・ベイズ基準」(SBC: Schwartz-Bayes Criterion)は、モデルを順位付けするために、パラメーターの個数と標本の大きさを考慮に入れた測定方法である。「シュワルツ・ベイズ基準」(SBC)の下で、

$\left[l_j - \frac{1}{2} k_j \log n \right]$ を最大化するモデルが、当てはまりの点で「優れている」として選択される(j^{th}

モデルについて、 l_j は対数尤度関数の数値であり、 k_j はパラメーターの個数を示し、 n は標本の大きさである)。

下表は、対数尤度関数の数値と様々な市場に対する「シュワルツ・ベイズ基準」(SBC)を示す。全ての場合で、(非強制の「最尤推定値」(MLE)パラメーターを用いた)「二局面型局面転換対数正規」(RSLN2)モデルが、「独立対数正規」(ILN)モデルよりもデータにはるかによく当てはまっている。尤度検証は、拡張型モデルを比較する別の選択項目をもたらす。この場合、現地通貨建ての全投資ファンドに対して(「独立対数正規」(ILN)モデルよりも)「二局面型局面転換対数正規」(RSLN2)モデルが支持されるだろう。

最尤推定値パラメーターを用いた選択項目（現地通貨建）

	データ点数	ILN		非強制型 RSLN2		強制型 RSLN2	
		対数尤度	SBC	対数尤度	SBC	対数尤度	SBC
S&P500	539	948.02	941.73	969.79	950.92	969.15	950.28
TSE300	539	901.38	895.09	938.11	919.24	938.02	919.15
MSCI-EAFA	372	658.69	652.77	690.17	672.41	688.59	670.84
US Small Co.	539	752.59	746.30	800.99	782.12	799.34	780.47
Bond	480	1300.50	1294.32	1376.39	1357.87	1362.83	1344.31
Money Market	480	2232.54	2226.37	2461.38	2442.86	1806.53	1788.01
NASDAQ	358	488.61	482.73	526.57	508.92	526.33	508.69
Hang Seng	240	229.69	224.21	249.31	232.87	247.39	230.95

6. リスク・ファクターの開発

「最低保証付ファンド保険」(Seg Fund)の最低保証給付に関する「ファクター・テーブル」の開発は、標本(代表)保険契約の確率モデルから導いた。各検証セル(投資選択枝と商品・保証形態の組合せ)は、単一の標本保険契約で構成された。さらに、各投資選択枝(ファンド)の確率結果の分析を別個に行った。したがって、「ファクター・テーブル」は、各ファンド分類と独立して開発された。

上述の単純化した方法は、実際の事業ポートフォリオの本当のリスク特性に重大な影響のある2つの問題を無視している。すなわち、単純化した方法は、満期特性(期間分散)と分散投資(ファンド分散)の潜在的なリスク低減効果を無視している。これらには、明示的(ファンド分散)と非明示的(期間分散)の追加的な調整係数を通じて適応した。

この段落の残りでは、「リスク・ファクター」の開発過程で最も重大な問題について論ずる。

(1) テーブル1 a - 基本リスク・ファクター(A1)

「最低継続資本剰余規制」(MCCSR)ガイドラインの『テーブル1a』は、「市場価格/保証価額」(MV/GV)=1と仮定する保証形態とファンド分類の各組合せに対応する、(市場価格に対する割合で表記する)「条件付きテイル期待値」 $CTE^+(95\%)$ の信頼水準での基本的な将来支出現価のリスク・ファクターである。将来支出現価は、継続率と金利を反映した現在価値で表記される。『テーブル1a』の「基本リスク・ファクター」は、会社全体でのファンド分散を考慮に入れるマクロ水準の調整を反映する。

『テーブル1a』は、市場価額=保証価額($MV=GV$)の場合の「リスク・ファクター」を提供するので、最低保証給付(つまり、死亡・満期・解約時の投資金額の利回り保証)を提供する商品形態を「保証割合」なしに表記する。この場合、実際の保証水準(例えば、投資金額の75%とか100%)は、現在の市場価額に対する割合として表記される将来支出現価の決定に無関係である。

(2) 会社全体のファンド分散

様々な対象資産分類が不完全相関するのであれば、投資対象(ファンド特性)の会社全体の混合は、最低保証給付の潜在的な将来支出現価を大きく低減させる。この削減は、消費者に提供する満期保証の形態に関係ない(つまり、「ファンド・バイ・ファンド」(Fund by Fund)や「ファミリー・ファンド」(Family of Funds))。

「計算上の所要額」(TGCR)上は、保険会社が最低保証給付リスクをセル(保証形態と資産分類の組合せ)にはめ込み、リスク計量する保険契約の特性(最も顕著には、「市場価格/保証価額」(MV/GV)の割合)に適切に基づくように「ファクター・テーブル」を適用することが必要になる。実務上は、この計算は各有効な保険契約に対し独立して行い、「条件付きテイル期待値」 $CTE^+(95\%)$ の信頼水準で保険契約の「計算上の所要額」(TGCR)を得る。この独立した評価の合計が、保険会社総計の「計算上の所要額」(TGCR)となる。

この過程は、實際上、ポートフォリオが保有する資産分類の完全相関を仮定するので、保険会社のリスク量を上げさに見積ることは明確であろう。理論的に正しい確率計算は、投資収益率と連続性のある保険契約毎に最低保証給付の将来支出現価をプロジェクトし、将来支出の毎年総計を割引計算して評価日時点の「バランスシート所要額」(TBSR)を決定する。

正しい方法の下で、確率シナリオは、異なる市場間の不完全相関を反映して、内部的に整合してはならない。債券と株式の収益率に明らかに正の相関があるが、最も高度に相関している市場(例えば、カナダや米国)では、ほとんどの最も逆境の環境で90%よりもはるかに低い相関係数を示す。債券市場と株式市場は相関がより小さい(約40%)なので、ある市場やセクターの損失は、他の市場の上昇で賄われることに理由が立つ。

ファンド分散の影響を理解するために、理論的な「条件付きテイル期待値」 $CTE^+(95\%)$ の「将来支出現価係数」(「保険会社総計」数値)を「計算上の全所要額」(TGCR)を適用して得た

「将来支出現価係数」（「加重平均」数値）と比較する。「計算上の所要額」（TGCR）の結果は、各資産分類の市場価額で加重した『テーブル 1a』の「リスク・ファクター」の単なる算術平均であることは、注意を要する。

「ファンド分散の影響」と名づけられた表は、下表に示す仮定上の業界平均の保険会社全体のファンド特性（2001年6月30日時点のカナダの個人向け「最低保証付ファンド保険」（Seg Fund）、出所：インベスター・エコノミック（Investor Economic））に対応する「計算上の所要額」（TGCR）の「加重平均」数値の割合として「保険会社総計」の結果を示している。

仮定上の業界平均のファンド特性

短期資金	確定利付資産	バランス型	安定型株式	安定成長型株式	成長型株式
4%	7%	28%	50%	4%	7%

ファンド分散の影響を「ファクター型計算法」の「計算上の所要額」（TGCR）に組み込む技術的に正しい方法は、個々の保険会社が実際のファンド特性に基づき「低減リスク・ファクター」を計算することである。しかしながら、適用に問題があり、監査が困難で、ごまかしやすい。代わりに、示唆する割合で非調整の『テーブル 1a』の「基本リスク・ファクター」を低減する、より実用的な方法を採用する。この方法の明らかな欠点は、実際のファンド特性に関係なく全保険会社に同じ低減をもたらすことである。たいていの「最低保証付ファンド保険」（Seg Fund）や「変額年金」（VA）は投資選択枝を揃えているので、これは大きな問題ではない。

保険会社全体のファンド分散の影響（低減リスク・ファクター）

最低死亡保証給付（GMDB）	
70歳満期、100%最低死亡保証	0.958
90歳満期、100%最低死亡保証	0.959
90歳満期、100%最低死亡保証、ラチェット（年1回）あり	0.926
90歳満期、100%最低死亡保証、ロールアップ（年5%）あり	0.948
10年満期、75%最低死亡保証	0.921
10年満期、100%最低死亡保証	0.935
10年満期、75%最低死亡保証、保証見直し・ラチェットあり	0.901
10年満期、100%最低死亡保証、保証見直し・ラチェットあり	0.919
最低満期保証給付（GMMB）、最低解約保証給付（GMSB）	
70歳満期、100%最低満期保証	0.974
10年満期、75%最低満期保証	0.953
10年満期、100%最低満期保証	0.946
10年満期、100%最低解約保証	0.953
10年満期、100%最低解約保証（15%以上元本割れ）	0.949
70歳満期、75%最低満期保証、保証見直し・ラチェットあり	0.924
70歳満期、100%最低満期保証、保証見直し・ラチェットあり	0.932
10年満期、75%最低満期保証、保証見直し・ラチェットあり	0.939
10年満期、100%最低満期保証、保証見直し・ラチェットあり	0.932
10年満期、75%最低解約保証、保証見直し・ラチェットあり	0.934
10年満期、100%最低解約保証、保証見直し・ラチェットあり	0.924
10年満期、75%最低解約保証、保証見直し・ラチェットあり（15%以上元本割れ）	0.931
10年満期、100%最低解約保証、保証見直し・ラチェットあり（15%以上元本割れ）	0.928

(3) 低変動性の安定型株式ファンド

「低変動性の安定型株式」（LVDE：Lower Volatility Diversified Equity）ファンドに適応するように、新しい資産分類が導入された。「安定型株式」（BBDE：Broad-Based Diversified Equity）に分類されるファンドのうち、特定条件に合致する場合、「低変動性の安定型株式」（LVDE）ファンドの候補となる。「低変動性の安定型株式」（LVDE）ファンドの期待変動率は、年15.5%以下でなければならず、「成長型株式」（AEE：Aggressive/Exotic Equity）に分類される株式の保有は全株式の市場価格の20%以下でなければならない。その他の特定項目も適用する（例えば、ファンドは相対的に大きい現金を常時維持し、通常株主配当は自動的に再投資される）。

この資産分類の全ファンドは、次の『テーブル 1b』、『テーブル 2』、『テーブル 3』、『テーブル 4』を含む「計算上の所要額」（TGCR）の全計算に「安定型株式」（BBDE）の「リスク・ファクター」を用いる。

将来支出現価を示す「基本リスク・ファクター」（安全割増を無視した最低保証給付の現在価値）は、「米国株式」（S&P500 TR）や「世界株式」（MSCI-EAFA）の投資収益率シナリオの結果に基づき「低変動性の安定型株式」（LVDE）ファンドについて開発された。最初に、「低変動性の安定型株式」（LVDE）の結果は、「市場価額/保証価額」（MV/GV）（これらを「低変動性の安定型株式」（LVDE）割合と呼ぶ）について、「条件付きテイル期待値」CTE⁺（95%）の信頼水準での「安定型株式」（BBDE）『テーブル 1a』の「基本リスク・ファクター」の割合として表記される。最後の「低変動性の安定型株式のリスク調整ファクター」（LVDE Adjustment Factor）は、ファンド種類により変化し、「米国株式」や「世界株式」の「低変動性の安定型株式」（LVDE）割合より高い数値を用い、0.025（「最低死亡保証給付」（GMDB））や 0.05（「最低満期保証給付」（GMMB））を乗じ切り上げ、「市場価額/保証価額」（MV/GV）割合 75%で保守的に導いた。

「低変動性の安定型株式」（LVDE）割合は、「市場価額/保証価額」（MV/GV）割合により大きく変化するが、最低保証給付に強く効力発生“in the money”する場合、影響はより少ない（つまり、「リスク・ファクター」はより高い数値となる）。「米国株式」と「世界株式」のファンド分類に対する「低変動性の安定型株式」（LVDE）割合の相違は大きくない。

「低変動性の安定型株式」（LVDE）のファンド分類に対する『テーブル 1a』の数値は、テーブルに示す「低変動性の安定型株式・調整ファクター」（LVDE Adjustment Factor）である「安定型株式」（BBDE）の「リスク・ファクター」を乗じて決定する。

条件付きテイル期待値 CTE⁺（95%）信頼水準の低変動性の安定型株式（LVDE）割合

	LVDE 調整リスク・ファクター
最低死亡保証給付（GMDB）	
70 歳満期、100%最低死亡保証	0.825
90 歳満期、100%最低死亡保証	0.850
90 歳満期、100%最低死亡保証、ラチェット（年 1 回）あり	0.825
90 歳満期、100%最低死亡保証、ロールアップ（年 5%）あり	0.900
10 年満期、75%最低死亡保証	0.875
10 年満期、100%最低死亡保証	0.850
10 年満期、75%最低死亡保証、保証見直し・ラチェットあり	0.825
10 年満期、100%最低死亡保証、保証見直し・ラチェットあり	0.825
最低満期保証給付（GMMB）、最低解約保証給付（GMSB）	
70 歳満期、100%最低満期保証	0.500
10 年満期、75%最低満期保証	0.900
10 年満期、100%最低満期保証	0.900
10 年満期、100%最低解約保証	0.750
10 年満期、100%最低解約保証（15%以上元本割れ）	0.900
70 歳満期、75%最低満期保証、保証見直し・ラチェットあり	0.550
70 歳満期、100%最低満期保証、保証見直し・ラチェットあり	0.700
10 年満期、75%最低満期保証、保証見直し・ラチェットあり	0.900
10 年満期、100%最低満期保証、保証見直し・ラチェットあり	0.900
10 年満期、75%最低解約保証、保証見直し・ラチェットあり	0.750
10 年満期、100%最低解約保証、保証見直し・ラチェットあり	0.750
10 年満期、75%最低解約保証、保証見直し・ラチェットあり（15%以上元本割れ）	0.900
10 年満期、100%最低解約保証、保証見直し・ラチェットあり（15%以上元本割れ）	0.900

(4) テーブル 1b - 期間分散・調整ファクター（A2）

「リスク・ファクター」開発過程は、各セルに（単一の満期日の）1 件の保険契約で検証した。この「満期までの期間」が既存契約の平均的な「満期までの期間」を代表する場合、分散した満期から生じる期間分散（将来支出現価の低減）を織り込みそこなうだろう。分散した満期特性（時間的に散らばった満期）はよりも集中した満期特性よりも（満期保証の支払額という点で）リスクが低いことは理由が立つ。この段落では、満期日範囲にわたる期間分散に関するリスク低減の程度を数量化する分析を議論する。

長期の期間分散は、満期日範囲にわたり市場の周期を乗り切る保険会社の能力から生じる。最近の経験では、このような逆境経済周期は数年続くことがある。

追加的な検証では、単一（「ブレット」（Bullet））満期の片側 2 年の一様分布の満期の集合体（「バスケット」（Basket））に対して、基本となる単一（「ブレット」）満期のセルに関する将来支出現価（「条件付きテイル期待値」CTE+（95%）の信頼水準での「最低満期保証給付」（GMMB）の現在価値）の相違を考慮した。すなわち、満期分散モデルは、基本となる単一（「ブレット」）満期の相当するセルと満期までの期間の平均値が同じである。最低満期・解約保証とファンド分類の全組合せは、再確認された。

予想できるように、「分散特性」に関する将来支出現価の低減（つまり、安全割増を無視した）は、保証形態とファンド分類により変化する。短期資金や債券ファンドに対する将来支出現価に低減はないが、他の資産分類には多大な変化がある。特に、以下のページの「ファクター・テーブル」では、基本となる単一（「ブレット」）満期の結果に対する割合として、満期分散モデルに関する「条件付きテイル期待値」CTE+（95%）の信頼水準での最低保証の「将来支出の現在価値」（PVGB）で表記する年度間の期間分散を示す。「リスク・ファクター」は、最も近い 0.005 単位で概数表示し、上限を 1 とした。

テーブル 1b - 期間分散・調整ファクター

	短期資金	固定利付債	バランス型	安定型株式	固定成長型株式	成長型株式
最低満期保証給付（GMMB）・最低解約保証給付（GMSB）						
70 歳満期、100%最低満期保証	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.985
10 年満期、75%最低満期保証	1.000	1.000	0.960	0.935	0.935	0.940
10 年満期、100%最低満期保証	1.000	1.000	0.935	0.940	0.935	0.925
10 年満期、100%最低解約保証	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
10 年満期、100%最低解約保証（15%以上元本割れ）	1.000	1.000	1.000	0.965	0.955	0.960
70 歳満期、75%最低満期保証、保証見直し・ラチェットあり	1.000	1.000	0.965	0.920	0.905	0.855
70 歳満期、100%最低満期保証、保証見直し・ラチェットあり	1.000	1.000	0.940	0.905	0.890	0.895
10 年満期、75%最低満期保証、保証見直し・ラチェットあり	1.000	1.000	0.965	0.965	0.970	0.985
10 年満期、100%最低満期保証、保証見直し・ラチェットあり	1.000	1.000	0.985	0.990	1.000	1.000
10 年満期、75%最低解約保証、保証見直し・ラチェットあり	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
10 年満期、100%最低解約保証、保証見直し・ラチェットあり	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
10 年満期、75%最低解約保証、保証見直し・ラチェットあり（15%以上元本割れ）	1.000	1.000	1.000	0.975	0.975	0.990
10 年満期、100%最低解約保証、保証見直し・ラチェットあり（15%以上元本割れ）	1.000	1.000	0.990	0.990	1.000	1.000
最低年金受取保証給付（GMIB）						
最低年金受取保証	別途、保険会社が検証・モデル化しなければならない					

「安定型株式」（BBDE）に関する「リスク・ファクター」は、「低変動性の安定型株式」に分類されるファンドにも適用する。

(5) テーブル 2 - 市場価額 / 保証価額（MV / GV）と満期までの期間の調整ファクター（B）

「最低継続資本剰余規制」（MCCSR）ガイドラインの『テーブル 2』は、評価日時点の「市場価額」（MV：Market Value）と「保証価額」（GV：Guarantee Value）を考慮に入れる「調整ファクター」を示す。「リスク・ファクター」は、ファンド分類、保証種類、満期までの期間により変化する。検証された「市場価額 / 保証価額」（MV/GV）割合間の関係は、連続性がり安定的であるので、線形補間計算が適当である。実務上の理由で、「ファクター・テーブル」の限界を超える（つまり、「市場価額 / 保証価額」（MV/GV）= 0.25 を下回る、「市場価額 / 保証価額」（MV/GV）= 2.00 を上回る）線形推定計算を認める。

『テーブル 2』の「リスク・ファクター」は、「条件付きテイル期待値」CTE+（95%）の信頼

水準での「市場価額 / 保証価額」(MV/GV) = 1 (期間分散に関する調整係数前の『テーブル1』) である場合の「将来支出現価」(PVGB) に対する「市場価額 / 保証価額」(MV / GV) の関係に関する「将来支出現価」(PVGB) の割合として表記する。この割合は、市場価額 = 保証価額 (MV = LV) である 1 であると期待するが、このようにならない環境が 2 つある。第一に、非調整の『テーブル 1a』の「リスク・ファクター」は、下限が 0.01% である (これは、短期資金や債券の投資ファンド分類に関する一定の保証種類に影響する)。第二に、『テーブル 2』の「リスク・ファクター」は、満期までの期間 (3 年や >3 年) を考慮に入れている。『テーブル 2』の満期までの期間が『テーブル 1a』と異なる場合、「リスク・ファクター」は、リスク特性の明確な変化により 1.00 から大きくずれる。

(6) テーブル 3 - 管理費用率 (MERs) ・調整ファクター (C)

『テーブル 3』は、「管理費用率 (MERs : the Management Expense Ratio) ・調整ファクター」(C) に関する公式のパラメーター (a と b) を示す。この「リスク・ファクター」は、「最低継続資本剰余規制」(MCCSR) テーブル開発時に仮定する「管理費用率」(MERs) と、保険会社の実際の「管理費用率」(MERs) の相違を考慮に入れることを意味する。公式は次である。

$$C = g\left(\frac{MV}{GV}\right) \times \Delta$$

$$g\left(\frac{MV}{GV}\right) = \left(a - b \times \frac{MV}{GV}\right)^3$$

$$= [\text{Actual MER} - \text{Assumed MER}]$$

上述のように、「市場価額 / 保証価額」(MV / GV) は、計量するリスクに対する実際の「市場価額 / 保証価額」(MV / GV) 割合であり、最大値を 2.00 とする。パラメーター a と b は、商品種類とファンド分類により変化する。公式を適用すると、 は年率の十進法で表記しなければならない (つまり、「管理費用率」(MER) は、十進法で表記する年率のファンドに課する全手数料であるべきである)。

公式 (方法論とパラメーター) は、 と「市場価額 / 保証価額」(MV/GV) 割合の広く並ぶ数値に対する「条件付きテイル期待値」CTE+ (95%) の信頼水準での広範囲にわたる検証により開発された。「管理費用率」(MERs) 相違は、25bp 単位で増加し、 = -1% から +1% (年率) の範囲にわたる。

再確認における最初の測定項目は、「条件付きテイル期待値」CTE+95% (MER) に対する「条件付きテイル期待値」CTE+95% (MER+) の割合である。MER は、「リスク・ファクター」開発の対象となる基本的な「管理費用率」(MERs) である。分析は、「市場価額 / 保証価額」(MV/GV) の数値に対する が線形にきわめて近く、固定の に対する「市場価額 / 保証価額」(MV/GV) が非線形にきわめて近い割合を示す。

関数 $g(\cdot)$ は「市場価額 / 保証価額」(MV/GV) 割合を考慮に入れている。様々な候補が提案され、最小自乗法回帰によりパラメーターを当てはめた。公式の単純性を維持するため、パラメーターは 2 つのみを考慮した。以下で、X は「市場価額 / 保証価額」(MV/GV) 割合を代表する。

$$\text{線形} : g(X) = a + bX$$

$$\text{立方} : g(X) = (a + bX)^3$$

$$\text{指数} : g(X) = a + e^{-bX}$$

$$\text{線形アークタンジェント} : g(X) = a + b \cdot \text{ArcTan}(X)$$

$$\text{指数アークタンジェント} : g(X) = a + [\text{ArcTan}(X)]^b$$

保証種類とファンド分類の全組合せに対して優れている単一の候補となる公式はないが、立方の一群が全般的に最もよく適合する。「市場価額 / 保証価額」(MV/GV) が > 2.00、または、「市場価額 / 保証価額」(MV/GV) が < 0.25 である場合、このような数値は当てはめの過程でを考慮していないため、公式は不合理的結果を導くことがある。このように、「市場価額 / 保証価額」

(MV/GV)は、適用に際し上限 2.00、下限 0.25 とせねばならない。

『テーブル 3』を注意深く再確認すると、一定の保証形態や「市場価額 / 保証価額」(MV/GV)割合 (0.25 \times 2.00) について、 $g(X)$ が負値となることがあることがわかる。特に、パラメーター a が負値となるため、高リスクのファンドに対する「最低死亡保証給付」(GMDB)種類のいくつかでこのことが生じる。最初に確認する際に、保険会社の実際の「管理費用率」(MERs)が「基本リスク・ファクター」開発時に仮定した「管理費用率」(MERs)を上回る場合(つまり、 >0 である場合)、このことがリスクに対する負値の調整係数に起因する反直観的な数値を導くように見える。すなわち、ファンドの成長に関して、「管理費用率」(MERs)が高いほど、より大きなプロジェクト上の最低保証給付の将来支出現価を導くべきである。これは正当な主張である一方、保証価額がファンドの収益率に基づき保証見直しやラチェットされる場合、一様に真理ではない。

この複雑な関係を理解するため、標準的な保険商品の検証は測定日時時点で 50 歳を考慮し、プロジェクト上「最低死亡保証給付」(GMDB)の将来支出現価は、生命表で仮定する高齢者についてはるかに大きいことを思い出すことは重要である。したがって、ファンドの成長を妨げることで、「管理費用率」(MERs)を高くすることで、ラチェットや保証見直しのある保険商品に対する保証価額を制限し、高齢時の(現在価値で測定される)プロジェクト上の将来支出現価を削減できる。

前述にもかかわらず、『テーブル 3』のパラメーターと関数 $g(\cdot)$ が示すように、プロジェクト上の将来支出現価と「市場価額 / 保証価額」(MV/GV)割合間の関係は、検証範囲外のの数値にうまく当てはまらないこともあると言わねばならない(つまり、「管理費用率」(MERs)には年 100bp よりはるかに大きい差異がある)。

(7) テーブル 4 - 危険保証料・調整ファクター

「最低継続資本剰余規制」(MCCSR)ガイドラインの『テーブル 4』は、「市場価額 / 保証価額」(MV/GV) = 1 と仮定する、保証形態とファンド分類の各組合せに対する(市場価額に対する割合として表記される)1%単位の「危険保証料・調整ファクター」を示す。危険保証料は、「条件付きテイル期待値」CTE⁺(95%)の信頼水準で計算され、継続率と金利を考慮に入れた現在価値で表記される。

『テーブル 1a』にあるように、『テーブル 1a』は市場価額 = 保証価額 (MV = LV)である場合の「リスク・ファクター」を提供するため、投資金額の最低保証給付(つまり、死亡・満期・解約時の投資金額と利回り保証)を提供する商品形態は、「保証割合」なしに表示する。この場合、実際の保証水準(例えば、投資金額の 75%とか 100%)は、現在の市場価額の割合で表示される「危険保証料・調整ファクター」の数値の決定に無関係である。

「リスク・ファクター」の開発過程で、個々の商品種類毎に商品形態が検証された。すなわち、単一の検証保険契約には単一の最低保証給付(死亡・満期・解約のどれか)がある。「ファクター型計算法」の「計算上の所要額」(TGCR)は市場にある死亡・満期・解約保証の幅広い組合せに適応せねばならないので、これは実用的な方法である。しかしながら、単一の保証種類(つまり、「最低死亡保証給付」(GMDB)とか「最低満期保証給付」(GMMB))に対し別個に開発された「リスク・ファクター」は、全体の保険商品に対する最低保証給付の将来支出現価を測定する(つまり、「最低死亡保証給付」(GMDB)と「最低満期保証給付」(GMMB)の両方)場合、必ずしも正しいわけではない。これは、次の段落でさらに議論する。

簡単な計算では、特に高リスクのファンド分類に対する、「最低死亡保証給付」(GMDB)や「最低満期保証給付」(GMMB)に相当する保証形態(例えば、10年満期の投資金額の 100%最低保証)について大きく異なる危険保証料を導くので、保証種類毎の『テーブル 4』の「リスク・ファクター」の開発過程には問題がある。

リスク計量に内部モデルを用いる保険会社について考慮する。「バランスシート所要額」(TBSR)は、ポートフォリオの最低保証給付の純将来支出現価に基づき、「条件付きテイル期待値」CTE⁺(95%)の信頼水準で設定される。(将来支出現価を賄う)危険保険料は、「最低死亡

保証給付」(GMDB)と「最低満期保証給付」(GMMB)の間に配分されないだろう。しかしながら、「最低継続資本剰余規制」(MCCSR)の「ファクター型計算法」を適用すると、『テーブル4』の「危険保証料・調整ファクター」が相当する最低保証形態と異なる場合、不適切な結果が得られる。保険会社は、「最低死亡保証給付」(GMDB)と「最低満期保証給付」(GMMB)の間に危険保険料を配分するよう最適化して、「最低継続資本剰余規制」(MCCSR)をごまかしてしまうだろう。

この問題を回避するため、「最低死亡保証給付」(GMDB)や「最低満期保証給付」(GMMB)に相当する保険商品に対する単一の「危険保証料・調整ファクター」は、各保証形態に対する将来支出現価(ファンド分散の調整係数で調整前の『テーブル1a』)で決定する加重で、個々の危険保証料の加重平均として計算した。事例として、「安定型株式」(BBDE)のファンド分類に対する、保証見直し・ラチェットのない、10年満期、100%最低保証の「最低死亡保証給付」(GMDB)と「最低満期保証給付」(GMMB)を考慮する。

安定型株式(市場価額/保証価額(MV/GV)=1)	最低死亡保証 基本型	最低満期保証 基本型	全 PVGB
将来支出現価(PVGB)	0.0187	0.1271	0.1458
全将来支出現価値(PVGB)に対する割合	12.81%	87.19%	
危険保険料(限界)	0.1248	0.0846	
テーブル4 = 危険保険料で加重平均			0.0897

7. その他の問題

「計算上の所要額」(TGCR)の基礎をなす検証は広範囲にわたる一方、大部分が説明されないままで、適用を通じて得られる実社会の結果の大きな偏りの源泉である3つの問題がある。これらのことは、以下で議論する。

(1) 総計

ほとんどの保険会社が「ファクター型計算法」を保険契約毎に適用し、結果を合計することは予想できる。実際には、「計算上の所要額」(TGCR)は、各リスクに対する「条件付きテイル期待値」CTE⁺(95%)を導く。「条件付きテイル期待値」CTE⁺(95%)の合計は、集合計算の「条件付きテイル期待値」CTE⁺(95%)より大きか、同じであるので、報告される総額は内部モデルで得られる総額を大きく上回るだろう(他の場合でも同じであろう)。

(2) 測定

「リスク・ファクター」の開発過程で、個々の保証種類毎に商品形態が検証された。方法はある幅広い最低保証給付の組合せに適用しなければならぬので、これは適切である。しかしながら、単一の保証種類に対して別個に開発された「リスク・ファクター」は、全体の保険商品の最低保証給付の将来支出現価を測定する場合、必ずしも正しいわけではない。この保守性の理由は上述した。すなわち、「条件付きテイル期待値」CTE⁺の合計は、集合計算の「条件付きテイル期待値」CTE⁺よりも大きいか、同じである。

保険会社が保険商品に「最低死亡保証給付」(GMDB)と「最低満期保証給付」(GMMB)の両方を提供する場合、「条件付きテイル期待値」CTE⁺(95%)の「最低死亡保証給付」(GMDB)と「最低満期保証給付」(GMMB)の「リスク・ファクター」は、最低保証給付を組合せた将来支出現価の「条件付きテイル期待値」CTE⁺(95%)に対して得られるものを上回る。(評価日時点の「将来支出現価」(PVGB)で測定される)最悪の5%部分を含むさらなる経験シナリオは死亡・満期・解約保証間で異なるので、これは理解できる。ある意味で、これは「保証形態の分散」である。いくつかの優れた分析によれば、「計算上の所要額」(TGCR)の「リスク・ファクター」について、10年満期の100%最低保証給付で約7.5%、10年満期の75%最低保証給付で約3.5%を大きめに見積っている。

(3) 債券ファンド

債券ファンドを含む、全資産分類の収益率は、月次の「二局面型局面転換対数正規過程」(RSLN2)モデルを用いてモデル化された。しかしながら、これは株式ファンドには適切であろうが、いくつかの基本的な仮定(特に、局面転換がマルコフ的であること)は高い再投資要素により収益率が明確に平均回帰する確定利付資産に用いるかどうか疑問がある。「二局面型局面転換対数正規」(RSLN2)モデルは、特にバランス型ファンドに対する、現実性のある選択枝(例えば、金利曲線の発生、債券ポートフォリオの価格設定、再投資・定期的なリバランスの反映)に関して、保守的であるか、または、積極的である。定義付けられた結論に達する前に、この分野のさらなる調査が必要である。

以上