



Canadian Life  
and Health Insurance  
Association Inc.

## 変額年金保険の責任準備金積立方法および ソルベンシー基準の在り方に関する提言

- 共同中間報告 -

2004年6月17日

米国生命保険協会 欧州ビジネス協会 カナダ生命/健康保険協会

## ． 背景

日本の変額年金保険市場は資産残高で1年半前の僅か5800億円から2004年3月末時点で3兆1千億円に達した。この急速な成長は、わが国における退職後資産運用商品の需要の強さをものがたるものである。また、保有件数では同じく2004年3月末で55万7千件に達し、変額年金保険が既にその有効な手段として日本の消費者に幅広く受け入れられていることを示している。

日本の変額年金保険は金融ビッグバンによる規制緩和がもたらした代表的なサクセスストーリーとなり、金融業界を活性化させた。変額年金保険資産の成長は海外からの直接投資の増加、雇用の拡大、個人投資家の株式投資促進、そして銀行、証券会社、投資顧問会社への新たな手数料収入機会の提供に貢献した。

しかしながら、複雑な元本保証変額年金保険が登場するに及んで、これら保証を履行するにあたっての基となる将来の金利・株式価格変動リスクを出来るだけ正確に把握できる適切な責任準備金積立方法の確立が要請されるに至っている。こうした中、昨今の我が国変額年金保険市場の急速な拡大に鑑みて、米国生命保険協会（ACLI）、欧州ビジネス協会（EBC）保険委員会、およびカナダ生命/健康保険協会（CLHIA）（以下、3協会という）では、変額年金保険の責任準備金およびソルベンシーの在り方についての共同提言を中間報告という形で取り纏めた。3協会では、本中間報告に対する関係各方面からの意見を反映した上で、2004年7月末を目途に、最終報告を取り纏める予定である。

この共同中間提言は、米国およびカナダにおける過去の経験・教訓、さらに現在の議論をふまえ、それらが如何に日本において反映されるべきが注意深く研究を重ねて策定された。この提言は全契約のキャッシュフローを予測する現実シナリオ（非リスク中立）テストによる確率論的方式に基づいている。その上で、責任準備金および必要資本額とも、悪化シナリオの分布に焦点を絞る統計方法である条件付テイルエクスペクテーション（CTE）を用いて決定している。この手法はカナダおよび米国で開発されたものであるが、提言に組み込まれた投資モデルやその他の前提条件については日本の経済状況に適合するよう調整している。この手法は実際の運用にあたってフォーミュラ方式やファクター方式よりも複雑になるが、我々3協会は当該方式の方がより消費者利益を増進させ、規制としても望ましいものと確信している。何故ならこの方式は変動する市場リスクや商品特性を反映した適切な責任準備金やソルベンシーの水準をより正確に導くことが出来るからである。

責任準備金および必要資本は高過ぎることも低過ぎることもなく、適切な水準に保たれることが重要である。そしてその水準は株式市場や金利市場の変動に合わせて動的な調節がなされるべきである。責任準備金や必要資本要件が低過ぎれば、保険会社の長期的財務健全性を損ない、契約者の資産がリスクにさらされる。一方、これらが不必要に高く設定されれば、資本効率の低下につながり、そのコストは保険料の引き上げか商品内容の抑制、もしくはそれらの組み合わせの形で消費者へと転嫁されてしまう。また、責任準備金とソルベンシー確保のための必要資本算定は、一貫したリスク計測手法に基づくべきである。

我々の共同中間報告で提案する方式は、金融市場の変動の下でも保険会社が適切な責任準備金と必要資本水準を導き、合理的なプライシングとリスクマネジメントを行うことを促進する。また、我々の提言は包括的な方法でより正確にリスクを捉え、動的な手法で責任準備金とソルベンシーの水準を結びつけ、契約者保護を確かなものとする。さ

らに、提言は不必要に高い水準の責任準備金や必要資本を排除し、保険会社の財務健全性を保ち、消費者に適切な価格設定と革新的な商品を提供し続けることを可能にする。

責任準備金における保守性は、リスク調整済期待値アプローチか CTE アプローチかのいずれかを使った確率論的アプローチによってもたらされる。前者は将来シナリオを生成する上で“最善（最も現実的な）予測”を用いず、前提条件自体に意図的に保守性を組み込むことで保守性を加える。結果として、リスク調整済期待値アプローチによるフォーミュラ方式やファクター方式では、資産の期待収益率などの前提条件を“最善予測”よりも低く設定し、主観的に保守性の水準を定める。

我々の提言では CTE 計算に基づいて適切なパラメーターを設定することで、保守性の程度を明瞭かつ透明性を以って設定できる。保険会社はまず投資モデル等に“最善予測”前提条件を用いた上で大量のシナリオから潜在的負債を計算し、一定の悪化シナリオのみを考慮することで保守性を導入する。例えば、CTE (60) と言えばシナリオの良い方 60% を捨象し、悪化 40% の平均を用いる。この特性ゆえ、CTE 統計手法においては過度の保守性に陥らぬよう、前提条件についてはもっとも現実的なものを使用することが重要である。

我々の提案する手法の主な特徴は以下のとおりである。

- 1) 保険料積立金、危険準備金限度額およびソルベンシー・マージンの水準を設定する方法として CTE 統計手法を用いる。一般勘定における最低保証のための保険料積立金水準については、CTE(60)からCTE(80)の範囲で任意に設定出来、かつ、定期的にこの範囲で変更が出来るものとする。また、変額年金保険のソルベンシー・マージン比率の分母における予定利率リスクについては、CTE(90)から最低保証に係る一般勘定保険料積立金額を除いた額とする。
- 2) 特別勘定における保険料積立金は収支残高の100%とする。
- 3) 以下のいずれかを選択出来るものとする。
  - ア. 一般勘定において、費用に対する収入の時間差を補うべく、新契約費の未償却分について資産計上もしくは負債側の圧縮を行う。同時に、一般勘定の保険料積立金算定においては、将来の新契約費償却原資を確保するために、その未償却分をキャッシュフローに織り込むものとする。
  - イ. 新契約費については発生主義でそのまま計上し、未償却分の認識はしない。一般勘定保険料積立金算定にあたっては、将来の未償却分をキャッシュフローとして織り込まない。
- 4) ソルベンシー・マージン比率算定上の分子については責任準備金のうち解約返戻金超過相当額、最低保証に係る一般勘定保険料積立金のうち CTE(60)超過額、及び危険準備金を含むものとする。
- 5) 責任準備金および必要資本額の決定にあたっては、不確実性に対する適切な安全性を見込んだ上で、将来事象を反映した前提条件を使用する。これら前提条件は個社および業界の最新の経験と一貫したものとする。
- 6) 計算においては制約を加えず、全キャッシュフローを収入として認識する。
- 7) 解約、途中引出等の契約者行動を明示的にモデル化する。
- 8) 保険料積立金、危険準備金とも再保険およびヘッジの効果を反映させる。

我々はこれら全体をパッケージとすることが重要であると考えており、これを部分的に実施することは適切でないとする。

3 協会は、手法の監修および検討するモデルの一例として投資リターンシナリオを生成する経済モデルの構築を行う上での助言を Mercer Oliver Wyman Actuarial Consulting

Limited に仰いだ。モデルは確率論的モンテカルロシミュレーションを用いて 4 種類の運用資産それぞれについて 10,000 の年次リターンシナリオを発生させるものである。

経済モデルは現実世界の変額年金保険の将来キャッシュフロー予測を行うために設定されたものであり、オプションやその他デリバティブのプライシングを意図していない。モデルは日本および外国の金利・株価それぞれを過去の実績値から導いた共分散パラメーターにより統合される。実績値については直近の過去30 - 40年を使用しており、モデル内において整合性が確保されたリスク・リターンの枠組みの中で将来収益率推計を行った。パラメーターは一定の制約と判断を加えた最尤推定法に基づいている。

3 協会は数理コンサルティング会社ミリマンジャパンに委託し、モデルが発生させた 10,000 のシナリオについて、

- 1) 我々の提言の理解を促進するために詳細な感応度分析を行った。
- 2) 我々の提案する方式と、現在日本および米国において規制として正式に導入が検討されている方式およびカナダで現在導入されている方式との比較分析を行った。この比較分析は 10,000 のシナリオに対して責任準備金および必要資本がどのくらいの率で充足されるか、という方法に拠った。これによれば、我々の提言する方式は十分にシナリオをカバーすることが例証された。

3 協会加盟各社は、契約者保護と業界の財務安定性を確保するため、規制当局および他の日本社と協調して適切な責任準備金積立方法とソルベンシー基準の在り方を開発することを望んでいる。我々がここに提言する方式は、変額年金保険を今後とも日本の消費者にとって退職後資産運用のための合理的かつ革新的手段足らしめるものと確信している。

## ・ 評価方式

以下に 3 協会が適切と考える方式を示す。3 協会は各社のおかれた事業および財務状況に照らして、各社の計理人が合理的かつ適切と判断するその他の方式を妨げる意図はない。

### 1. 対象商品

最低保証のついた変額年金保険

### 2. 施行時期

2005 年度 (2005 年 4 月 1 日)以降の新契約

### 3. 将来収支分析

最低保証の付された変額年金保険契約については、契約時期に拘らず将来収支分析の対象とする。

### 4. 特別勘定資産の保険料積立金

特別勘定における保険料積立金は収支残高の 100%とする。

根拠: 保険業法施行規則 69 条 4 項第 3 号に拠る。

### 5. 一般勘定へのクレジット

以下のいずれかを選択することが出来るものとする。

ア. 一般勘定において、費用に対する収入の時間差を補うべく、新契約費の未償却分について資産計上もしくは負債側の圧縮を行う。同時に、一般勘定の保険料積立金算定においては、将来の新契約費償却原資を確保するために、その未償却分をキャッシュフローとして織り込むものとする。

イ. 新契約費については発生主義で計上し、未償却分の認識をしない。一般勘定保険料積立金算定にあたっては、将来の未償却分をキャッシュフローに織り込まない。

根拠: 上記アは我々が考える健全な会計基準および責任準備金積立方法の反映である。収入認識と費用認識を時間的に一致させることは会計上の重要な原則である。例えば、長期の収入を生み出すために行う主要なもしくは一時的支出は、しばしばその有効期間に亘って償却される。しかしながら、これは償却のための将来収入が充分確保される場合に限られる。この償却原資を確保するため、最低保証のための保険料積立金の将来費用には将来の償却費用を含むものとする。このメカニズムを通じて給付に対する場合と同じ確度で、新契約費の償却原資が確保されうる。

上記イは、後年度に繰り延べされない新契約費支出に応じたものである。しかしながらこの場合でも、解約控除と同額はソルベンシー・マージンに算入されるものとし、同比

率上はアと同様の結果をもたらす。このより保守的なアプローチを選択することは各社の任意である。

## 6. 最低保証に係る一般勘定保険料積立金

一般勘定保険料積立金は最低保証を確保し、新契約費の回収可能性を確保するため追加して積み立てられる。この額は確率論的シナリオに基づく投資モデルによって算出された大量のシナリオのうち悪化側の平均値として求められる。各シナリオに施す計算の概要は以下のとおり。

$$\text{シナリオ結果} = \text{給付の現在価値} + \text{費用の現在価値} - \text{収入の現在価値}$$

ここで

給付 = 特別勘定保険料積立金を超える最低保証給付の予測コスト。  
解約に伴い生じる損益を含む。

費用 = 未償却分新契約費用（償却を行う場合）および各年契約維持費用

収入 = 各投資シナリオに基づいて契約から生じる総収入

ここで保険料積立金額は、以下のとおり求められた CTE(60)と CTE(80)の範囲の中で任意に設定されるものとする。

$$\begin{aligned} \text{最低保険料積立金} &= \text{Max}[\text{CTE}(60), 0] \\ &= \text{悪化シナリオ 40\%の平均とゼロのいずれか大きい方} \\ \text{最高保険料積立金} &= \text{Max}[\text{CTE}(80), 0] \\ &= \text{悪化シナリオ 20\%の平均とゼロのいずれか大きい方} \end{aligned}$$

根拠: 保険料積立金を CTE(60)から CTE(80)の範囲で設定することは国際的にも広く認められており、保守性を示す指標として客観的かつ透明で恣意が入る事を防ぐ。CTE 統計手法はシナリオの全部の平均ではなく、リスク分布の悪化側の平均を用いるため責任準備金のリスク計測に有効である。

我々は本提言においてあらゆるキャッシュフローを考慮することを提案する。この包括的なアプローチはより正確に実際の保険会社のリスクを反映する。純保険料のみ考慮するのでは責任準備金は不必要かつ恣意的に保守的になる。

## 6. 危険準備金

危険準備金はその限度まで一般勘定危険準備金 として積立てられる。その限度は以下のとおりとする。

CTE(90) から最低保証に係る一般勘定保険料積立金を除いた額  
危険準備金の最低積立額は各社が定める最低保証に係る純保険料の毎年の積立て額とする。

純保険料積立額がこの限度を超す場合（例：CTE（90）自体の額が低下）には直近の積立額を維持するものとし、以降の積立も次に定める新たな限度額までの取り崩しも行わ

ない。

危険準備金は以下の合計を超えない範囲の額で取り崩せるものとする。

- (a) 保証給付支払実績額
- (b) 最低保証に係る一般勘定保険料積立金の前年度からの増加額
- (c) ヘッジもしくは再保険により最低保証リスクが減少する場合、計理人が適切と判断するこれらヘッジおよび再保険の当期費用額
- (d) 計理人が適切と判断し、最低保証から生ずる剰余金を原資に契約者もしくは株主に配当として割り当てられた額

取り崩し額の上限は前年の危険準備金までとし、当年度の積立額は含まないものとする。

根拠: 危険準備金にかかる現行法令および業界慣習に拠る。危険準備金積立限度は各商品のリスク特性とリンクしていることが望ましい。

#### 8. 必要資本要件 (ソルベンシー・マージン比率)

変額年金保険のソルベンシー・マージン比率の分母における予定利率リスクについては、CTE(90)から最低保証に係る一般勘定保険料積立金額を除いた額とする。

比率算定上のマージン部分については以下を含むものとする。

- 1. 責任準備金のうち解約返戻金超過相当額
- 2. 最低保証に係る一般勘定保険料積立金のうち CTE(60)超過額
- 3. 危険準備金

ここで上記1の定義は以下のとおり。

$$\begin{aligned} \text{責任準備金} &= \text{特別勘定保険料積立金} \\ &+ \text{最低保証に係る一般勘定保険料積立金} \\ &- \text{一般勘定新契約費未償却分} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{解約返戻金相当額} &= \text{ア.特別勘定保険料積立金から解約控除を除いた額} \\ &\quad \text{イ.全期チルメル式による一般勘定と特別勘定の保険料} \\ &\quad \text{積立金合計額} \\ &\quad \text{のいずれか大きい方。} \end{aligned}$$

根拠: 海外諸国の基準と整合しており、分布中の悪化シナリオに対し現実的な対応モデルとなる。これにより、ソルベンシー・マージン比率 200%の資本水準で全シナリオの90%以上をカバーし、業界のより一般的な水準である 600 - 1,000%相当ではこれ以上のシナリオカバー率となる。最低保険料積立金 CTE(60)を超過する額は責任準備金中の余裕部分であり、剰余の性質を帯びている。従って当該部分は危険準備金としての扱いとして、ソルベンシー・マージン比率算定においてはマージンに算入されるのが適当である。

#### 9. 終身年金の生存保障リスク

責任準備金の1%の生存保障リスクについては実際に死亡率（生存率）に基づく年金支払が開始されるまで留保されるものとする。

根拠: 生存保障リスクは終身年金支払開始後に発生するものであり、それ以前にはリスク自体存在しない。現制度下では、変額年金保険の年金開始までの最低必要期間は10年となっており、このための原資を実際の選択が行われるよりも相当以前から積立てることは不必要に保守的である。

#### 10. 有効なリスクマネジメントの反映

責任準備金および必要資本要件のいずれにおいても、再保険やヘッジ等の手段によりリスクの減少が図られた場合は、これらは適宜その効果を反映するものとする。

根拠: 経済原則および責任準備金を適切に保つ原則と整合する。

#### 11. 割引率

責任準備金算定においてキャッシュフローの現在価値割引率は1.5%とする。

根拠: 標準責任準備金制度に拠る。

#### 12. 死亡率

1996年度生命表（年金開始後）を使用する。

根拠: 標準責任準備金制度に拠る。

#### 13. 解約率

各社は、計理人は合理的な予測の範囲内で、安全かつ出来る限り所要の経済条件を織り込んだ解約率の前提を使用するが出来るものとする。

根拠: 多様な商品種類および保証タイプに対応するには統一された単一の前提条件では対応が困難である。

以下は運用状況と保証の特徴に応じて変動する動的解約率の一例である。我々はこの例は、3協会中間提言による責任準備金および資本金水準がシナリオのうちどの位の率でカバーしうるかを例証する計算を行う目的に照らして、適切なものであると考えている。但し、この例は純粹に例示目的に過ぎず、唯一可能な選択肢ではない。この例と同程度かより適切なものがあることを否定するものではない。

基本解約率は当初2%と設定し、この率は契約期間が経過して解約控除が逡減するにつれて増加するという前提をおいた。また、解約控除期間が終了した年度では解約率は大きく上昇する、との仮定をとっている。さらに、解約控除期間終了後は契約者の解約意向は強まる、との前提を取っている。

- 契約者は常に資金需要を有するものの解約控除を受ける事は望まない。
- 保証額が特別勘定保険料積立金を下回る場合、解約して新たに契約した方が

より高い水準の保証を享受出来る

- 新たな特徴とより安い保険料の商品が購入出来る可能性がある
- 販売チャネル、とりわけ独立系代理店は高い販売時手数料体系により常に新契約募集機会を求めている

### 基本解約率

経過年数	解約率
1	2.0%
2	2.0%
3	2.0%
4	2.5%
5	3.0%
6	4.0%
7	5.0%
8	20.0%
9+	8.0%

解約実績は保証の価値に応じて変動するものとする。上表の基本解約率に保証の状況に応じて以下の係数を乗ずる。

以下の係数は保証に経済的価値がある（インザマネー）場合に適用する。

インザマネー係数:

$$\begin{aligned} \text{係数} &= \text{Max [50\%, 1-1.5 * (ITM\% - 10\%)] ITM\% > 10\% \text{ のとき} \\ &= 100\% \quad \text{上記以外} \end{aligned}$$

$$\text{ここで ITM\%} = \text{GMB/AV} - 1$$

すなわち、保証の経済的価値が特別勘定保険料積立金の10%以下の場合には係数による変化は受けない。この価値が10%超の場合、その超過部分が解約率に与える影響は減殺され、最高50%までの効果とする。

保証の経済的価値が無い（アウトオブマネー）場合同様の係数を用い、10%以上価値が減じている場合、解約率が上昇するよう作用させる。

アウトオブマネー係数:

$$\begin{aligned} \text{係数} &= \text{Min [150\%, 1-1.5 * (ITM\% + 10\%)] ITM\% < -10\% \text{ の時} \\ &= 100\% \quad \text{上記以外} \end{aligned}$$

#### 14. 契約の合算

原則として、全保有契約は制限無く合算されるべきである。

根拠：保険会社は異なる種類の商品および保証を提供することでリスク管理を行っている。異なる保険種類はある程度互いにリスクを相殺する。全契約のトータルリスクを正確に反映するために、契約は制限無く合算されなければならない。人為的な制約を持ち込めば、責任準備金に恣意的かつ不必要な保守性をもたらすことになる。

計算単位：収入および支出の現在価値は契約 1 件単位で計算する。但し、重要性の観点から同様の結果をもたらす場合は契約群団での計算も可能とする。（例：同一の保険種類、年齢、性別、収支残高の状況、ファンド構成）

マイナス値の取扱い：全契約の支出の現在価値から収入の現在価値を引いた計算はゼロを下限とする。すなわち、合算の結果現在価値が正の場合、当該額を最低保証に係る一般勘定保険料積立金額とするが、現在価値が負値となっても、保険料積立金はゼロとする。

#### 15. 投資モデル選択

全契約のキャッシュフローを予測する現実シナリオ（非リスク中立）テストングによる確率論的方式に基づき責任準備金および必要資本額を決定する CTE 統計手法においては、パラメーター推計を行うための過去の実績値の観察期間は、経済変動の循環の両極を捉えうるに十分な長さである必要がある。この十分な観察期間が、説得力ある将来シナリオ作成のための合理的なモデル策定を可能とする。これは悪化局面に着目する CTE 手法では特に重要な要件である。一般に、投資モデルは給付期間の最低 2 倍の長さに亘る過去の実績値を用いる。過去の実績値は、保守的にも過度に楽観的にも陥ることのないよう、悪化局面と良好局面の両方をカバーしていなければならない。

優れた投資モデルを開発することは複雑で容易ではないかもしれないが、新たな優れたモデルは常に開発され続けているため、特定の投資モデルを固定して責任準備金算定に使用することは適切でない。むしろ保険会社は、計理人が自社のリスクをより適切にあらわしていると考えるところの投資モデルを選択的に使用することを可能とするべきである。

## ．投資モデル例

3協会は、手法の監修および検討するモデルの一例として、資産の投資リターン・シナリオを生成する経済モデルの構築について Mercer Oliver Wyman Actuarial Consulting Limited に助言を仰いだ。以下に示す投資モデル例は局面転換および対数正規分布モデルを用いて開発、検証され、過去の実績値との適合をみて策定された。

我々はこの例示投資モデルが、3協会提言の中間提言による責任準備金および資本金水準がシナリオのうちどの位の率でカバーしうるかを例証する計算を行う目的に照らして、適切なものであると考えている。但し、このモデルに基づいて発生したいかなる数値も純粋に例示目的に過ぎない。また、この投資モデルは唯一可能な選択肢ではなく、我々の提言する基準に沿って開発されたものの一例である。このモデルと同程度かより適切なモデルもしくはカリブレーションがあることを否定するものではない。

また3協会は、もし何らかのフィードバックを受ければ、喜んでこの例を改定・改良し7月末に予定している最終報告に反映させたいと考えている。

### モデルの選択

株式投資リターンをシミュレートするに際して、2局面転換対数正規分布モデル（以下“RSNL2”）は負の歪度、正の尖度、“ボラティリティの集中傾向”といった特性から、よりシンプルなモデルと比較して著しく優れたモデルといえるが、債券ファンド（もしくはバランス型投資ファンドにおける債券投資部分）の投資リターンを計測するモデルとしてはあまり適したものではない。その理由は主に、局面が人為的に設定されるという特性と、転換モデルおよび収益率の前提条件がいかなる平均回帰も伴わない純粋マルコフ過程によるためである。

投資モデルの選択にあたって、互いに相関関係も持つ以下の7つの確率過程をシミュレートする。：

- 1．日本株式について円建ての TOPIX からパラメーター化される R S L N 2 モデル。
- 2．外国株式について外貨建て MSCI 国際インデックス-除く日本- からパラメーター化される R S L N 2 モデル。
- 3．日本債券 10年ものイールド
- 4．外国債券 10年ものイールド(例：米国債 10年もの);
- 5．日本債券ファンドリターン(円金利 10年もの関数);
- 6．外国債券ファンドリターン(外貨建金利 10年もの関数); および
- 7．為替レート(金利の関数)

現行の為替レートが以後不変であると仮定すれば、最後のプロセス(外国為替モデル)は不要である。この一見論拠のない仮定はつぎに掲げる見解のひとつ(または双方)が成り立つと考えれば、極めて合理的なものとなる。：

- ・(2004年5月を起点として)長期間で計測すれば、円は外国通貨(とりわけ米ドル)に対して一方的に上昇または下落することはない。
- ・為替レートの変動は、資産運用リターンにおける円資産リターンのボラティリティの前では無視しえるほど僅かな影響しか持たない。

当中間報告においては、我々は後者の見解を正当なものであるとの立場をとり、過去の実績については全て現地通貨で考察する。さらに、理論的に健全でありかつ分析のための時間制約という実際の側面から我々は次のアプローチを採用した。

- ・日本株式及び外国株式とも RSNL2方式を用いてモデル化する。
- ・ランダム成分は、一定の相関行列を持つ多変数正規分布に従って分布するものとする(相関係数は局面によって変化しない)。
- ・局面転換にかかわる過程については解釈の余地がある。この解釈によって複数の選択肢が考えられる(例えば、全てのマーケットで局面転換が同時に起こる、もしくはそれぞれ独立して起こるなど)。我々は、局面変換は完全ではないが強く相関を持っていると想定する。この手法の下では、それぞれのマーケットは互いに別の局面にあることが起こり得るが、各マーケットはそのうちの有力もしくは支配的マーケットによって規定された局面へ変わっていく傾向を強く持つ。
- ・RSNL2資産シナリオ生成においては、一様分布に従って当初の局面をランダムに設定する。
- ・市場金利は離散 Cox-Ingersoll-Ross 過程によってモデル化する。
- ・債券ファンドリターンは金利変化の関数としてモデル化される。

#### マーケット・データ

表 1 に示した資産種類について Pメジャー（自然確率、注 1）シナリオを作成した。パラメーターは過去の一定期間のデータをモデルにあてはめ、大まかな市場間の効率性が成立するように若干の主観的修正を加えた最尤推定法を用いて決定した。

表 1:シナリオモデルのための資産種類  
Table 1: Asset Classes for Scenario Modeling

Asset Class	Market Proxies	Historic Period	Notes	Scenario File
Japan LT Interest Rates	Japan 10-yr Government Bond Yields	1966.01 – 2004.02	(1)	JGB_10y.csv
U.S. LT Interest Rates	U.S. 10-year Treasury Yields	1966.01 – 2004.02	(1)	UST_10y.csv
Japan Equity	TOPIX Total Return Index	1964.12 – 2004.02	(3)	TOPIX.csv
Japan Fixed Income	Nomura BPI	1983.12 – 2004.02	(2)	NOMURA.csv
Foreign Equity	MSCI Kokusai ex Japan \$LOCAL	1969.12 – 2004.02	(3)	KOKUSAI.csv
Foreign Government Bond	U.S. Intermediate Government \$US	1966.01 – 2002.12	(2)	USITGVT.csv
Foreign Corporate Bond	U.S. Long-Term Corporate Bonds \$US	1966.01 – 2002.12	(2)	USLTCORP.csv

Foreign Fixed Income	65% USITGVT + 35% USLTCORP	1966.01 – 2002.12	–	USBOND.csv
----------------------	----------------------------	-------------------	---	------------

モデルの説明と注記

- 擬似乱数は the Mersenne Twister アルゴリズムを（注 2）用いて導いた。分散削減テクニックは用いていない。
- 株式のリターンは月次の RSNL2 による。ある月に各マーケットは異なった局面にある状態が発生しうるが、ひとたびそのような状態になると、局面はその後再び同調しようとする傾向を強く持っている。測定開始時の局面は一様分布に従ってランダムに設定される(57.24%のシナリオは局面 1 から始まる)。
- アセット・クラス間の相関関係は株式市場局面によって変化することはない。
- 許容誤差の範囲内で、RSNL2 の日本株式モデル(TOPIX)は我々が推奨するカリブレーション基準を満たしている。（カリブレーション基準の項参照）
- 市場指標の構成要因を合成することで(バランス型アセット・アロケーション等の追加シナリオも生成できる。

(1) 日本および外国国債金利は P メジャー（自然確率）での離散型 Cox-Ingersoll-Ross (“CIR”) 確率過程（注 3）によってシミュレートしている。

$$\begin{aligned} r_t &= [(1 - \alpha) \cdot r_{t-1} + \alpha \cdot \ell] + s \cdot \sqrt{r_{t-1}} \cdot Z_t \\ i_t &= [(1 - a) \cdot i_{t-1} + a \cdot t] + s \cdot \sqrt{i_{t-1}} \cdot Z_t \end{aligned}$$

$r_t$  と  $i_t$  はそれぞれ日本国債、米国債 10 年ものイールドを示す。 $Z_t$  と  $Z_t$  は相関を持ち平均ゼロで分散 1 の正規乱数である。パラメーター  $(\alpha, a)$  は平均回帰の強さを、 $(\ell, t)$  は長期ターゲットレートを示す。

CIR プロセスはシンプルではあるが、著しく小さいマイナス金利の出現確率、平均回帰、金利水準によるボラティリティ変化など、幾つかの魅力的な特性を有している。また、同一期間における複数の金利動向を表現することが出来る。この 2 つのプロセスにおける月次パラメーターは表 2 の通り。両者の相関は  $r=0.1245$  として表される。測定開始時点の値は 2004 年 2 月末時点の実績値とほぼ同水準である。

表 2：Cox-Ingersoll-Ross 金利の過程のモデル・パラメーター

Table 2: Model Parameters for Cox-Ingersoll-Ross Interest Rate Processes

	$a$	$t$	$s$	Starting Rate
--	-----	-----	-----	---------------

10-year JGB Yields	0.00595	3.346%	0.01158	1.24%
10-year UST Yields	0.00764	7.245%	0.01080	4.08%

(2) 固定金利資産(債券等)利回りは以下のとおり求まる。

$$r_t = b_0 \cdot (i_t + k) - b_1 \cdot (i_t - i_{t-1}) + s \cdot (i_{t-1})^g \cdot Z$$

ここで Z は標準正規乱数。モデルのパラメーターは表 3 の通り。

表 3：固定金利資産(債券ファンド)のモデル・パラメーター

Table 3: Model Parameters for Fixed Income (Bond Fund) Returns

	$b_0$	$k$	$b_1$	$s$	$g$
NOMURA	0.08333	0.00274	3.88760	0.14737	1.0
USITGVT	0.08333	0.00027	3.62348	0.03984	0.5
USLTCORP	0.08333	0.00584	5.58475	0.06530	0.5

(3) 株式マーケットのパラメーターは下記の条件による最尤推定法によって求められる。

・無条件下ボラティリティ(月次対数収益率の標準偏差) = 経験上のボラティリティ  
シャープレシオ = 0.2923

シャープレシオ  $y$  は次の算式で定義される。

$$y = \left( \frac{E[R_k] - r}{s_k} \right) = 0.2923$$

シャープレシオは 1964 年 12 月から 2004 年 2 月までの TOPIX トータル・リターン・インデックスによって決定されている。K 番目の市場インデックスにおいて、 $s_k$  は月次対数収益率の無条件年換算標準偏差(ボラティリティ)であり、 $E[R_k]$  は年換算レートで示される無条件平均値である。この計算において、リスクフリーレート  $r$  を 3.345% と仮定している。これは過去データを CIR パラメーターに基づいて求めた日本国債 10 年ものターゲット金利である。

#### 局面転換対数正規分布モデル

株式リターン・シナリオは RSLN2(月次)によって求められる。日本株式の RSLN2 パラメーターは 1964 年 12 月から 2004 年 2 月までの TOPIX トータル・リターン(月次)に基づいた最尤推定値である。測定開始時点での局面は平均不変確率  $p = 0.5724 = 0.5 \times (0.3241 + 0.8206)$  に従って、一様分布でランダムに決定する。

表 4 は RSLN2 パラメーターであり、表 5 は各パラメーターセットの対数尤度関数の値及び Schwartz-Bayes Criterion[注 4] である。平均値( $\mu$ ) 及び標準偏差( $\sigma$ ) は個々の局面の正規分布に対してのものである(すなわち、各局面のトータル収益率の対数は正規分布する)。p12 と p21 は条件付局面転換確率である。

外国株式(MSIC 国際除く日本外貨建て)について、最尤推定法 (MLE) による推定値とモデル・パラメーターとの差異は、前述のシャープレシオの制約による。両者間の差異は統計的に重要ではない。どちらの株式市場においても、RSLN2モデルは、固定された平均値と分散によるシンプルな対数正規分布モデルよりも、統計的に過去データにより適合[注5]している。

表4：RSLN2パラメーター(月次) 株式

Table 4: RSLN2 Parameters (Monthly) – Equity Markets

	$\mu_1$	$\sigma_1$	$\rho_{12}$	$\mu_2$	$\sigma_2$	$\rho_{21}$	$\pi_1$	$\pi_2$
TOPIX	0.00995	0.02687	0.04477	0.00324	0.05846	0.02147	0.32414	0.67586
KOKUSAI – MLE	0.01385	0.03199	0.04539	-0.02440	0.06836	0.23086	0.83571	0.16429
KOKUSAI	0.01190	0.03168	0.05062	-0.02779	0.06523	0.23148	0.82056	0.17944

表5：対数尤度関数 および Schwartz-Bayes Criterion の値

Table 5: Values for the Log Likelihood Function and Schwartz-Bayes Criterion

	Regime-Switching Lognormal		Lognormal	
	Log Likelihood	SBC	Log Likelihood	SBC
TOPIX	763.954	745.495	736.771	730.618
KOKUSAI – MLE	744.309	726.260	712.208	706.192
KOKUSAI	743.317	725.269		

## 相関

表6は合成シナリオモデル(株式リターンと市場金利)のための相関行列である。行列は相関正規サンプルを導くためのコレスキー分解の標準的手法によって分解される。

表6：合成シナリオモデルの相関行列

Table 6: Correlation Matrix for Integrated Scenario Model

	TOPIX	KOKUSAI	JGB_10	UST_10	NOMURA	USITGVT	USLTCORP
TOPIX	1	0.476	-0.058	-0.048	0.064	-0.064	-0.004
KOKUSAI	0.476	1	-0.119	-0.218	-0.069	-0.011	0.254
JGB_10	-0.058	-0.119	1	0.125	0.046	0.036	0.017
UST_10	-0.048	-0.218	0.125	1	-0.227	0.018	-0.006
NOMURA	0.064	-0.069	0.046	-0.227	1	0.354	0.409
USITGVT	-0.064	-0.011	0.036	0.018	0.354	1	0.648
USLTCORP	-0.004	0.254	0.017	-0.006	0.409	0.648	1

表 7A はパラメーター予測に用いた観察期間の月次対数収益率データに基づいた過去の相関係数である。10,000 の月次リターン・シナリオのサンプル相関係数は表 7B に示している。過去の観察期間から導かれた結果とシナリオに基づいて算出した結果に統計的に有意な差異はない。

表 7A：月次対数収益率に基づく相関係数実績

Table 7A: Historic Correlations Based on Monthly Log Returns

	TOPIX	KOKUSAI	NOMURA	USITGVT	USLTCORP
TOPIX	1	0.422	0.095	-0.001	0.031
KOKUSAI	0.422	1	0.049	0.123	0.286
NOMURA	0.095	0.049	1	0.305	0.325
USITGVT	-0.001	0.123	0.305	1	0.827
USLTCORP	0.031	0.286	0.325	0.827	1

表 7B：月次対数収益率に基づくサンプルシナリオの相関係数

Table 7B: Sample Scenario Correlations for the Monthly Log Returns

	TOPIX	KOKUSAI	NOMURA	USITGVT	USLTCORP
TOPIX	1	0.420	0.074	-0.011	0.028
KOKUSAI	0.420	1	0.060	0.126	0.289
NOMURA	0.074	0.060	1	0.245	0.269
USITGVT	-0.011	0.126	0.245	1	0.817
USLTCORP	0.028	0.289	0.269	0.817	1

### 標本抽出統計

表 8 は、10,000 のシナリオで標本抽出した投資リターンである。「ドリフト(Drift)」、「ボラティリティ (Volatility)」、「ゆがみ(Skew)」はそれぞれ年換算無条件平均値、年換算無条件標準偏差、月次対数収益率のゆがみである。「平均値(Mean)」は年間実効利率で表される、資産に対する 20 年トータル・リターンの平均である。「Stdev1」は、年間累計の無条件標準偏差である。

月次対数収益率は正規分布していないことに注意されたい。(前述のモデル解説を参照)。従って、ドリフトやボラティリティを正規分布のパラメーターと解釈することは出来ない。

表 8：標本投資リターン

Table 8: Sample Investment Return Statistics

	Drift	Volatility	Skew	Mean	Stdev1
Japan Bond	2.58%	2.93%	0.36	2.35%	0.0225
Foreign Government Bond	5.72%	4.80%	0.12	5.52%	0.0442
Foreign Corporate Bond	5.89%	7.69%	0.04	5.75%	0.0700
Foreign Equity	5.62%	14.81%	-0.81	7.55%	0.1796
Japan Equity	6.61%	17.40%	-0.09	8.64%	0.1871

周辺分布結果及びカリブレーション基準

1年、5年、および10年超の保有期間での累積収益(グロス収益率、費用控除前)についての標本計算結果及び両極周辺分布(信頼係数 2.5%, 5%, 10%, 90%, 95% 及び 97.5%)を表9に示している。日本株式のカリブレーション基準は TOPIX データ (1964年12月～2004年2月)の RSLN2 MLEパラメーターに基づいて分析的に算出されている。許容誤差の範囲内で、10,000シナリオの統計結果はこれらの値に適合する。

カナダ・アクチュアリー協会 of 分離勘定投資の保証に関するタスクフォース[注6](カナダ株式 RSLN2を用いる TSX トータル・リターン・インデックス(1956年1月～1999年12月))及びアメリカ・アクチュアリー協会 of 生命保険会社の資本充実に関する小委員会[注7](米国株式 RSLN2を用いる S&P500のトータル・リターン・インデックス(1952年12月～2002年12月))によって開発されたカリブレーション基準を参考に示す。

表9 累積結果の分布

Table 9: Sample Percentiles for Accumulation Factors

	2.5%	5%	10%	90%	95%	97.5%
<b>Calibration Points: Japan Equity (RSLN2 Fit to TOPIX TR 1964.12 – 2004.02)</b>						
One Year	0.73	0.78	0.85			
Five Year	0.59	0.69	0.81			
Ten Year	0.59	0.72	0.90			
<b>Calibration Points: CIA Task – Canadian Equity (RSLN2 Fit to TSX TR 1956.01 – 1999.12)</b>						
One Year	0.76	0.82	0.90			
Five Year	0.75	0.85	1.05			
Ten Year	0.85	1.05	1.35			
<b>Calibration Points: AAA LCAS – U.S. Equity (RSLN2 Fit to S&amp;P500 TR 1952.12 – 2002.12)</b>						
One Year	0.76	0.83	0.90	1.34	1.41	1.47
Five Year	0.75	0.87	1.03	2.67	3.01	3.31
Ten Year	0.93	1.13	1.41	5.55	6.57	7.55
<b>Japan Bond</b>						
One Year	0.97	0.98	0.99	1.07	1.09	1.11
Five Year	1.02	1.03	1.04	1.28	1.35	1.42
Ten Year	1.10	1.11	1.13	1.57	1.71	1.87
<b>Foreign Government Bond</b>						
One Year	0.97	0.98	1.00	1.13	1.16	1.18
Five Year	1.07	1.10	1.14	1.60	1.71	1.82
Ten Year	1.27	1.32	1.39	2.39	2.68	2.97
<b>Foreign Corporate Bond</b>						
One Year	0.92	0.94	0.96	1.17	1.21	1.25
Five Year	0.97	1.02	1.08	1.71	1.86	2.02
Ten Year	1.15	1.22	1.31	2.59	2.96	3.35
<b>Foreign Equity</b>						
One Year	0.68	0.75	0.83	1.29	1.35	1.40
Five Year	0.52	0.63	0.76	2.20	2.47	2.73
Ten Year	0.49	0.62	0.80	3.66	4.40	5.17
<b>Japan Equity</b>						

One Year	0.73	0.78	0.85	1.32	1.41	1.50
Five Year	0.60	0.69	0.82	2.29	2.61	2.94
Ten Year	0.60	0.73	0.92	3.99	4.80	5.72

今後のステップ：為替レート変動

3協会は、フィードバックに基づいて、この例示投資モデルを改定し7月末に予定している最終報告に反映させる考えである。特に、我々はこの例示投資モデルは為替変動の潜在的インパクトを少なくとも次の二つの方法により説明する余地が残されていると考えている。一つは為替レートの変動を RSLN2パラメーターに組み込んで再適合させる方法である。二つ目としては、1) 現地通貨でパラメーターを推計し、2) シャープレシオを、単一のマーケットではなく、世界の株式マーケットに基づいて定義し、最後に3) このモデルを為替レートに再適合させる、方法である。

前者のアプローチに従いマーサー・オリバー・ワイマンは、RSLN2 最尤推定法パラメーターに基づく1971年1月から2004年2月までのMSCI国際（除く日本）インデックスに対して為替変動のもたらす潜在的インパクトの予備的分析を行ってみた。（ここで  $E[R]$  = 期待収益率（年間実効）、 $V$  = 無条件付変動率（年換算）、 $s$  = 月次対数収益率のゆがみ。）

\$LOCAL MLE:	$E[R] = 11.55\%$ ,	$V = 14.70\%$ ,	$s = -0.82$
\$US MLE:	$E[R] = 11.64\%$ ,	$V = 14.80\%$ ,	$s = -0.73$
YEN MLE:	$E[R] = 8.13\%$ ,	$V = 17.56\%$ ,	$s = -0.66$

以下の '\$LOCAL MODEL'(現地通貨ベース) は我々のモデルで使用した実際の値であり、(1969年12月から2004年2月のデータ) 期待収益率についてシャープレシオによる調整を施している。

\$LOCAL MODEL:	$E[R] = 7.67\%$ ,	$V = 14.77\%$ ,	$s = -0.81$
----------------	-------------------	-----------------	-------------

この初期分析が示すとおり、我々のモデルでは完全に説明されていない為替レート変化がもたらす更なるボラティリティが存在する。（すなわち 14.8%ではなく 17.6% のボラティリティ。）このことは、現モデルの円リターンにより高い 17.56%のボラティリティを用いて RSLN2 パラメーターを適用すれば、モデルの精度はさらに高まることを示唆している。しかし、予測される変化は短期（1年以下）の下落が殆どとなり、変額年金保険の保証にとって重要な長期的結果について大きな変化が生じそうもないことも明らかである。その理由は以下の二つである。

第一に、RSLN2の パラメーターを我々のシャープレシオを用いてより高い17.56%のボラティリティで円モデルに再適合させても、より高い8.48%の期待収益率を用いることになるからである。我々の現行モデルはこれより低い期待収益率を用いている。（すなわち、8.13% の期待収益率に対し、現行は 7.67%）従って、我々のモデルは既に為替変動によるボラティリティの太宗を既に織り込んでいると言うことが出来る。

第二に、重要な点として、円リターンにはゆがみが少ない。（平均値に対してマイナスリターンとなるケースが少ない）局面1の期間は現行モデル82%に対し改良モデルでも86%である。

しかしながら、明示的な為替レートモデルを導入する2番目のアプローチが結果に著しい差異をもたらすかどうかは明らかではない。この疑問を明らかにするため、3協会は2番目のアプローチに基づいてこの例示投資モデルの改定を最終報告までに行う考えである。

\* \* \*

[1]これらのシナリオは現実的な（真の）確率測度（実際の、あるいはP測度とも呼ばれる）に基づいて生成されており、そこでは投資家は追加的リスクに見返りがあることを期待する。これらのモデルは「リスク」と「報酬」に関する主観的な関係によって特徴付けられ、典型的に過去データ分析と潜在的な将来の経験に関する専門家の判断を統合することによって導かれる。それらの主観的要素の存在にもかかわらず、そのようなモデルは、保険会社にとって非常に巨大な支出を要求する最悪のシナリオを含む、もっともらしい範囲の結果を示す現実の状況を反映した分析を可能にする。逆に、リスク中立確率測度（Q測度を意味する）は、複製の理論及び裁定不能価格決定原理に基づき説明される。リスク中立世界においては、全ての投資家は彼らのエクスポージャーを分散およびヘッジしており、それにより、将来想定される全ての状況において、既知のいくつかの結果が保証されている。したがって投資家は想定されるリスクに対して何ら報酬は要求せず、そしてすべての資産は（リスクがあるかないかに関わらず）リスクフリーレートに基づくリターンを示すことが期待される。オプションプライシングにおいては、Q測度は非常に重要なものであるが、この確率測度は現実世界の真の確率分布について我々に何も語ってはくれないことを認識しておくことが重要である。Q測度はプライシングと複製においてのみ適切であり、リスクのあるポートフォリオに対する将来のバリュエーション（真の結果）のプロジェクションを行う全ての試みは、適切な（そして必要なだけ主観的な）P測度に基づき行われなければならない。

[2] The Mersenne Twister は極めて高い周期性を持ち、良く記述された堅牢なアルゴリズムである。

[3] この金利モデルはキャッシュフロー予測のためののみあり、ALM戦略の一部として証券やデリバティブのプライシングに用いると不適切な結果が導かれる。

[4] SBCはデータ数の節約とモデル適合性の両者を反映することを企図している。一モデル内に変数をより多く含む事が対数尤度関数を悪化させることはないが、このことをもって高度にパラメーター化されたモデルがより好ましいとは言えない。他の条件が等しければ、よりシンプルなモデル(即ち少ないパラメーター)の方が好ましい。

[5] どんなケースにおいても、SBCはRSLN2モデルの方が高い数値結果となる。

[6] カナダ・アクチュアリー協会(分離勘定投資の保証に関するタスク・フォース)レポート(2002年3月)を参照。

[7] アメリカ・アクチュアリー協会の生命保険会社の資本充実にに関する小委員会が全米保険協会生存リスクへの資本充実にに関するワーキング・グループに提言した「最低保証(インデックス保証商品を除く)を持つ変額保険商品のRBC規制に対する提言」(イリノイ州シカゴ、2003年9月)を参照。

## 米国生命保険協会について

米国生命保険協会（American Council of Life Insurers: ACLI）は生命保険会社 390 社を会員とし、およそ 200 人のスタッフを抱える米国最大の保険業界団体です。協会の会員は生命保険・金融商品、退職所得保障商品の代表的なプロバイダーで個人・法人を対象にしたマーケットで事業を展開しています。協会員が保有する生命保険料・年金保険料は米国内全体で圧倒的過半数を占めています。米国生命保険協会は米国で事業を展開する法的責任準備金積立生命保険会社および共済保険会社の声を連邦・州の政策決定機関、保険局、法廷に対し代弁する機能を果たしています。協会に関する詳細情報は [www.acli.org](http://www.acli.org) をご覧ください。

## 欧州ビジネス協会について

欧州ビジネス協会（European Business Community: EBC）は欧州 13 カ国の在日商工会議所・ビジネス協会にとっての通商政策部門であり、1972 年に設立されて以来、欧州企業が日本で通商・投資を展開する上でのよりよい環境作りを目指し、活動を続けています。協会の会員は法人と個人を合わせ現在 3,000 を越しており、会員すべてが各国の商工会議所に所属しています。会員企業の中で約 360 社が、保険委員会をはじめとする協会の 27 の産業別委員会及び小委員会に直接参加をし、多岐にわたる産業セクターにおいて日本の商環境の改善を目的に努力を続けています。協会に関する詳細情報については [www.ebc-jp.com](http://www.ebc-jp.com) をご覧ください。

## カナダ生命保険/健康保険協会について

カナダ生命保険/健康保険協会（Canadian Life & Health Insurance Association Inc.: CLHIA）は 1894 年に設立され、生命保険会社、健康保険会社併せて 72 社が加盟しています。加盟社全体ではカナダ全土における生命保険、健康保険業界のおよそ 97%にあたり、国内の年金制度のおよそ三分の二を管理しています。カナダの生命保険会社及び健康保険会社は世界的に活躍しており、各社が受け取る保険料のうち 55%が海外から支払われています。協会についての詳しい情報については、[www.clhia.ca](http://www.clhia.ca) をご覧ください。

