

変額年金の規制とリスク管理 1

2010.6.24 生命保険概論1
OLIS・ブルデンシャル・ジブラルタ生命保険基礎講座
明治大学 松山直樹

変額年金 (VA) に注目する背景

- 米国と日本で、近年最も営業上成功した生保商品
- 最低保証付変額年金 (VAGMB) の最低保証 (MGO: minimum guarantee option) は最も明瞭な内在オプション
- MGOに関する責任準備金規制は、確率論的な手法を採用 (⇒経済価値規制への第一歩)
- MGOのALMはヘッジを意味 (⇒ALMでのデリバティブ活用、多様な保険の内在オプション対応への第一歩)
- 北米の規制 (CTE) と日本の規制 (RAE) では評価モデルが大きく異なるが、海外との親子間再保険等により、日本の変額年金市場には、実質的に二種類の計算原理が関与 (⇒RM評価の論点に関連)
- デリバティブを用いたヘッジを活用した新しいVA再保険の登場
- 足元で相次ぐGMAB型VA事業撤退とVA再保事業撤退 (幸いにしてデフォルトは発生していない)

2

1. VAの商品構造とリスク

3

最低保証付変額年金 (VAGMB)

- 最低保証付変額年金 (VAGMB、略してVA) は、米国でヒットしたあと1999年に日本にも登場し、2002年の銀行窓販開始で飛躍的に販売が拡大
 - 典型的VAは一時払い商品 (SPVA) であり、以下の特徴
 - i. 保険料は、全額特別勘定 (SA) に投入 (販売手数料が控除されることも)
 - ii. 年金受取額が投資信託 (または自社ファンド) 運用成績から保険関係費用率 (含む最低保証コスト) + 運用関係費用率 (信託報酬等) を日々控除したものに比例して増減
 - iii. 死亡時や年金開始時の最低保証オプション (MGO) を保険関係費用収入の対価として一般勘定が引き受け
- ⇒契約者が保険会社に払い込む保険料は特別勘定投入額を意味する名目的なものにすぎない
- ⇒真の保険料は、「保険関係費用率 / 365 × 日々の特別勘定残高」の累計であり金額はボラタイル

4

類似商品 (EIA: 株価指数連動年金) との違い

- VAと言いながらEIAの記述になっている論文等が少なくない
- EIA (株価指数連動年金) では、
 - i. 保険料は一般勘定に投入
 - ii. 年金額が「株価指数収益率 × 弾性値 (< 1)」に従い増減
 - iii. 最低保証コストは明示的に徴収せず、「収益 × (1 - 弾性値)」で確保することもある (契約者側のコール売りで最低保証プットのコストをカバー)
- リスク管理上、VAとの最大の相違点は、原資産の性質の違い (インデックスなのか、現物 (投資信託) なのか) ⇒ヘッジに際してのトラッキングエラー / ベーシス・リスクの有無

5

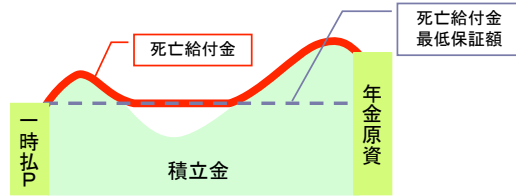
類似商品 (保証付き投資信託) との違い

- 保証構造の相違
 - i. 投資信託における最低保証は、「保証元本確保のための割引債 + コール」構造が一般的: $K e^{-rT} + C(K, T)$
 - ii. VAでは、「特別勘定 (保証のない投資信託等) + プットオプション (MGO)」の構造が一般的: $S_0 + P(K, T)$
- ⇒オプションが完全に複製できない場合、投資信託型 (i) の方が金利リスクおよび価格変動リスクに対しより頑健的
- VAでは死亡や解約といった非金融リスクが介在
 - VAのMGO価値は解約時非精算 (⇒VAでは解約の前提が大きな意味を持つ (後述))

6

基本的なMGO①(最低死亡保証:GMDB)

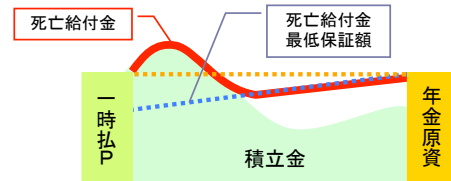
- 最も基本的なMGO:最低死亡給付保証(GMDB)
- 死亡時に一時払保険料相当額を最低保証



7

基本的なMGO②(最低生存保証:GMLB)

- 代表的なGMLB(最低生存保証)は、一時払保険料相当額の年金原資保証(GMAB)
- GMDB+GMABが近年は基本型



8

エキゾチックなMGOの例(ラチェット型)

- MGOの行使価格が過去の原資産 X_t の最大値をモニターしながら $K \times i$ 単位(K は保証基準額)でラチェットアップ
- このときのMGOの行使時点 T でのペイオフは以下の式
 - $[X]$: X を超えない最大の整数
 - X_t : 原資産価格 ($0 \leq t \leq T$)
 - K : 最低保証基準額
 - i : ラチェットアップ割合の単位

$$\max \left\{ K + \left[\frac{\max(X_t, t \leq T) - X_0}{i \times X_0} \right] \times i \times K, -X_T, 0 \right\}$$

9

VAの典型的リスク構造①(Positive Feedback)

- 実質的保険料(保険関係費用)は、特別勘定残高比例で一般勘定が日々徴収する金額不均等な継続払い構造
- 保険関係費用のうちMGOオプション料は、特別勘定の運用実績が悪化し、in-the-moneynessが高まるほどオプション料が減少するポジティブ・フィードバック構造(i.e.「弱り目に祟り目」)
 - ⇒ 利益の内部留保だけでリスクを吸収する保険の伝統的リスクマネジメントは機能しにくい
 - ⇒ リスクの移転(ヘッジ・再保険)が不可欠
- 保険関係費用のうち予定事業費部分は、平準払い保険と類似の、新契約時販売手数料支出との期間ミスマッチが発生
 - ⇒ 特別勘定の運用実績悪化は事業費リスクにも波及

10

VAの典型的リスク構造②(ヘッジ困難性)

- MGOの原資産となる特別勘定資産は典型的には投信信託であり、以下のようなヘッジ困難性を容認
 - 旧商品では契約者が資産配分を自由にスイッチング可能なものも存在
 - インデックス投信におけるトラッキングエラーの存在
 - 市場でヘッジ不可能なアセットリスクの存在
 (例): 外国株式10%、国内株式15%、国内債券40%、新興国株式5%、新興国債券5%、外国不動産投信5%、外国債券(ヘッジ無)10%、外国債券(ヘッジ有)10%
- MGOの長期性・複雑性と保険リスク(死亡・解約)の関与等により金融市場における完全なヘッジは不可能

11

VAの典型的リスク構造③(解約への依存)

- VAでは解約率のプライシングや責任準備金への影響は極めて大きく、解約想定なしには保険数理的に成立しえない商品も多い
- これは、VAのMGO部分は無解約返戻金であり、解約益が見込めることによる
- MGOにおいてもインザマネーでの解約やアウトオブザマネーでの継続といった非経済合理的契約者行動が実際に観測されることが背景
- しかしながら、観測実績も乏しいため解約率モデルの信頼性は低く、リスクヘッジも困難なのが難点

12

VA契約者の解約行動の特徴

- VA販売チャネル(銀行)での適合性選別によりVA契約者の金融知識・経験は一般の保険よりも高い
- MGOではオプション価値そのものの評価は困難でも元本保証水準と特別勘定残高の比較によりITM/OTM判定は契約者にも容易
- 新契約費回収のため契約後数年間の解約控除があるため、控除期間中の解約が抑制され、控除期間明けに解約率が増加する傾向

13

VA解約モデルのポイント

- VAの解約モデルでは、①解約控除期間の反映、②生存保証型商品でのITM/OTMの反映が必要(⇒動的解約モデル)
- 契約者自身のMGO評価は困難であるため実務では構造型モデルはほとんど使われず、誘導型モデルが中心
- 実績データの不足により解約モデルの信頼性は低いためプライシングや責任準備金の評価等に用いる場合にはリスク調整(保守性確保)が必要になる
- しかしながら、ヘッジを行う場合にはヘッジエラー回避のため保守性よりもリアリティが求められ、プライシング用とは別のモデルが必要になることがある

14

VA解約率の規制上の要件例

- (例1)日本の標準Vで解約率を用いる場合の規制上の要件
 - i. ITM解約率<OTM解約率
 - ii. 解約控除期間内解約率<解約控除期間後解約率
 - iii. ITM解約率の保守性
 - iv. 実績との比較による検証
- (例2)カナダOSFIのMCCSRガイドライン(2001.12)
 - i. 原則的に年8%(一律)
 - ii. 米国GMDB型の商品は年10%(一律)
 - iii. GMSBでは15%以上インザマネーで解約率100%

15

動的解約とMGO評価の留意点

動的解約率に関するFAQ

- 動的解約率モデルは観測値をもとにカプリレートされるので...
- リスク中立(Q測度)シナリオでは実確率(P測度)のもとで推定された動的解約率モデルが正しく機能しないのではないかと
- Q測度評価のもとでも動的解約率モデルはP測度シナリオでドライブすべきではないかと

⇒ これはアクチュアリーの中でもよくみられる誤解

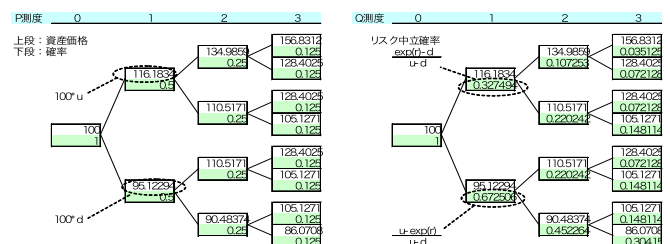
⇒ 実際、動的解約を含むMGO評価を、複製ポートフォリオ法(P測度)とリスク中立化法(Q測度)と比較してみると...

動的解約とMGO評価(例)

- 前提
 - i. 短期金利(r):2%/年(連続複利)
 - ii. 原資産の初期価格:100
 - iii. 期待収益率:5%/年(連続複利)
 - iv. ボラティリティ:10%
 - v. 最低保証:110(3年後満期保証のみ)
 - vi. 動的解約率: $\max(\text{原資産価格}-110, 0)/100$

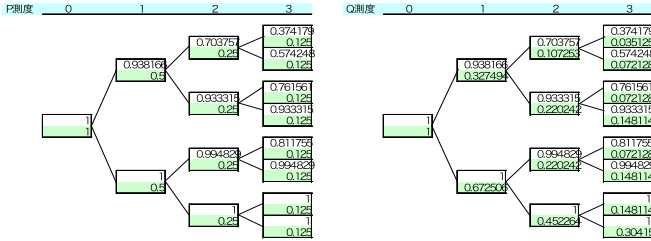
動的解約とMGO評価(例):資産価格ツリー

- 資産価格がとりうるバスの候補(ツリー)はPもQも同じ
- 各バスの確率がPとQで異なる(Qはダウンサイドに傾斜)
- 記号 $u=\exp(5\%+10\%)$, $d=\exp(5\%-10\%)$



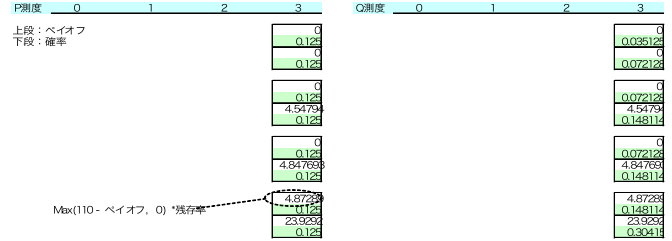
動的解約とMGO評価(例): 残存率ツリー

- 残存率パスは資産価格ツリーに依存して決まるためPもQも同じ
- 各パスの確率がPとQで異なる(Qはダウンサイドに傾斜)



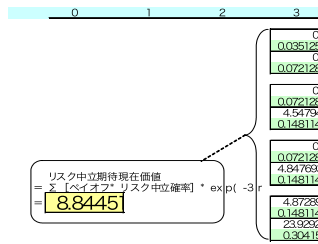
動的解約とMGO評価(例): 満期ペイオフ

- 満期ペイオフは資産価格ツリーに依存して決まるためPもQも同じ
- 各ペイオフの確率がPとQで異なる(Qはダウンサイドに傾斜)



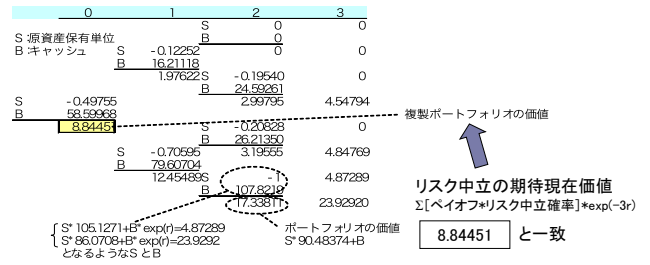
動的解約とMGO評価(例): リスク中立期待現価

- ペイオフをリスク中立確率(Q)で平均して期待現価を算出
- ここでは、資産価格も、資産価格からきまる解約率も、ペイオフにかかわる事象の確率が全てQに変換されている



動的解約とMGO評価(例): 複製ポートフォリオ

- ペイオフを複製する、原資産(売り)とキャッシュのポートフォリオを現実で構築可能
- リスク中立の期待現価は、この複製ポートフォリオ価値に一致
- 但し、解約も含め全事象の確率を全てQに変換しなければ一致しない!!



VAの典型的リスク構造④(一律料率)

- 最低保証料は、年齢・性別・保険期間によらず一律の簡易な料率構造、危険選択も職業告知のみで医的告知なし、が一般的
- ⇒ 伝統的商品とは異なる、死亡リスクに極めて寛容なスタンス(例えば60歳台と80歳台では死亡率に10倍近い開きもあるが...)
- ⇒ 契約者の年齢性別ポートフォリオが、保険関係費用算出時の想定値とかい離することも大きなリスクファクター

伝統的死亡保障とGMDBの比較

- 伝統的保険の死亡保障リスク(単位契約あたり)
 - 死亡リスクのrv: $X_i (i=1..n): i.i.d. (\sim X) \cdot (\text{死亡1, 生存0})$
 - $E[\sum X_i/n] = E[X]$, $V[\sum X_i/n] = V[X]/n$
 - nの拡大で分散は0に近づき $\sum X_i/n$ はE[X]に(確率)収束
- 変額年金の最低死亡保証(GMDB)のリスク(同上)
 - 死亡リスクのrv: $X_i (i=1..n): i.i.d. (\sim X) \cdot (\text{死亡1, 生存0})$
 - 市場リスクのrv: Y (死亡と独立) ... (GMDBの本源価値)
 - $E[Y \sum X_i/n] = E[X]E[Y]$, $V[Y \sum X_i/n] = E[Y^2]V[X]/n + (E[X])^2V[Y]$
 - nを拡大しても0に収束しない第二項が残るので...
 - 1. E[X]を小さく(→死亡リスクにより慎重であるべき)
 - 2. V[Y]を小さく(→市場リスクを抑制/ヘッジすべき)

VAの商品構造が生み出された背景

- 楽観的な金融市場環境のもとで投資信託の競合商品として登場したこと(当初は再保険会社も分散効果狙いで積極的に受再して後押し)
- 販売側からの投資信託類似の商品性の要請
- 特に日本では、販売(銀行)と製造(生保)の分離と、販売側(銀行)の顧客支配力の強さ(歪んだ力関係)
- 特に日本では、販売側が高齢者への販売に力点を置いたため適合性原則の観点から元本保証が強く求められたこと(⇒GMWB中心の米国よりも保証はおとなしいと見る向きもあるが(Moody's)、日本の低金利を踏まえれば元本保証は十分にchallenging)
- 会計や規制が経済価値と整合的ではないこと

25

VAの保険数理

26

実務におけるMGO評価の一般的モデル

- 死亡率に係わる部分は伝統的な保険数理の決定論的モデルを踏襲(大数の法則が前提)
- MGOは、死亡・生存により決定論的に定まる複数の行使日を持つブット・オプションの集合として評価
- MGO・オプション評価のために原資産(特別勘定)価格変動に確率論的モデルを導入する必要があるが、超長期であるため株式等のFatTailの再現性が論点
- 責任準備金規制主導でMGO評価のモデリングの議論が展開

27

内外の規制における二つのアプローチ

- リスク調整済み期待値(RAE)アプローチ(日本)
 - i. BS型のモデルセットアップ(Q測度的なもの)
 - ii. 価値(責任準備金)はリスク中立的評価、リスク(要求資本)はモデル・パラメータ変動による価値の変動で評価(規制上は固定値)
 - iii. リスク(要求資本)のみヘッジによる減殺可
- CTE(Tail-VaR)アプローチ(北米)
 - i. ファット・テイル型モデルがベース(P測度)→カリブレーション基準
 - ii. 価値(責任準備金)もリスク(要求資本)もCTEで評価し信頼区間で使い分け(モデル・パラメータは固定。カナダ要求資本:CTE(95)、カナダ責任準備金CTE(60~80)、米国要求資本CTE(90))
 - iii. 価値(責任準備金)もリスク(要求資本)もヘッジによる減殺可

28

RAEとCTE

- RAEの特徴
 - リスク管理手段との整合性が比較的高い
 - 本質的価値だけでなく時間的価値のリスク(パラメータ・リスク)を評価可能(ベガ・リスク、ロー・リスク)
 - ×BS型のモデルセットアップではファット・テイルの表現は困難
 - ×真に市場整合的なカリブレーションは困難
 - ×不完備なのでリスク中立期待値は唯一に決まらない
- CTEの特徴
 - ファット・テイルの反映が容易
 - 価値とリスクの評価を信頼区間で使い分ける簡便さ
 - ×本質的価値のリスクのみが評価対象
 - ×価値の意味付けが困難で市場整合的な価値評価はできない
 - ×モデルリスクが大きい

29

CTEアプローチ

- CTEは条件付きテイル期待値あるいはテイルVaRともよばれる(1期間の)分位リスク尺度で、通常はシミュレーション法によって計測される
 - CTEは、VaRの潜在的弱点(分散効果の把握)を解消する代表的な整合的リスク尺度のひとつ
- $$\text{VaR}(\alpha) = \inf\{x \in \mathbb{R} : Fx(x) \geq \alpha\}$$
- $$\text{CTE}(\alpha) = E[X \mid X \geq \text{VaR}(\alpha)]$$

30

CTEアプローチで捕捉できないリスク

- CTEアプローチは、責任準備金評価から、その上の要求資本評価までを、同じモデルで信頼水準の使い分けによって計測
- この枠組みでは、デルタ・ガンマ(原資産価格変化リスク)は捕捉できるが、ベガ(ボラティリティー変化リスク)やロー(金利変化リスク)といったモデルパラメータリスクを捕捉する余地がない

31

CTEの計算方式(カナダ型と米国型)

- カナダ型;シナリオ(k)に対応する各年度(t)の税引き後損益 $S(k, t)$ の累計現在価値
 $P(k) = \sum S(k, t) \cdot \exp[-rt]$ の分布のCTE
 - 米国型;シナリオ(k)に対応する各年度(t)の税引き後法定サープラス $S(k, t)$ の現在価値の最低値
 $M(k) = \text{MIN}\{ S(k, t) \cdot \exp[-rt], t=1 \dots n \}$ の分布のCTE
- カナダ型は山高く谷深い損益パターンと平坦な損益パターンを同等に評価する可能性があり、確率過程のリスク尺度としては米国型が優れる

32

CTEの計算方式(個別方式と全体方式)

- 北米では、契約単位ではなく全保有契約のキャッシュフローからCTEを計算することが一般的(カナダのファクター・テーブル方式は例外)
- CTEの参照シナリオは契約単位での判定(個別方式)と全保有契約での判定(全体方式)で相違
- 全体方式では、既存契約のCTEが、他契約の異動(解約・新契約等)による参照シナリオ変化の影響をうける(→シミュレーションでは契約異動により参照シナリオが変化することに注意)
- 特にGMABで据え置き期間のばらつきが大きいほど、CTEの信頼水準が高いほど「個別方式」と「全体方式」の差異が拡大

33

CTEの個別方式と全体方式の差異(例)

- 前提: (一時払保険料=10000/件、GMDB+GMAB、保険関係費用・解約率=0、RSLN2モデルを使用)

	30歳20年	80歳10年	個別方式	全体方式	個別-全体
CTE(0%)	130.33	350.35	480.69	480.69	0.00
CTE(60%)	325.52	854.58	1,180.09	1,178.31	1.78
CTE(80%)	647.43	1,489.18	2,136.61	2,105.90	30.71
CTE(90%)	1,279.36	2,225.84	3,505.20	3,297.79	207.42
CTE(95%)	2,463.50	2,921.62	5,385.11	4,605.42	779.69
CTE(99%)	4,504.52	4,128.64	8,633.16	7,341.02	1,292.14

34

CTEへのヘッジ効果の反映

- カナダ(MCCSR)
 - OSFIが認定するヘッジ計画に基づき、将来保有するヘッジポジションの効果も含めCTEを削減可能
 - ヘッジ効果折込割合の最大値
 $= 0.5 \times (\text{ヘッジ無} - \text{ヘッジ有}) / \text{ヘッジ無}$
- 米国でもヘッジ効果による削減を認めており、ヘッジに内包されるリスク(不適合リスク、時間差リスク、オプション料変動リスク)を別途認識

35

CTEへのヘッジ効果反映の留意点

- CTEでは信頼水準を上げるほどヘッジ効果とヘッジコストの乖離が拡大
- ヘッジ効果がヘッジコストより著しく大きい場合は、ヘッジの実行により利益が発生する可能性
- ヘッジポジションを時価評価するなら、ヘッジ効果反映はダブルカウントになる可能性

36

北米規制のファット・テイル型モデル

- カナダ ; RSLN2 (2局面転換対数正規)

$$\ln S_t/S_{t-1} \sim N(\mu_1, \sigma_1^2)$$

$$p_{1,2} \downarrow \uparrow p_{2,1}$$

$$N(\mu_2, \sigma_2^2)$$
 局面1または2にいる確率 π_1, π_2 は,

$$\pi_1 = p_{2,1} / (p_{1,2} + p_{2,1}), \pi_2 = p_{1,2} / (p_{1,2} + p_{2,1})$$
- 米国 ; SLV (Stochastic Log Volatility)

$$\ln(S_{t+1}/S_t) = (\mu(t)/12) + (\sigma(t)/\sqrt{12}) \times sZ_t$$

$$\mu(t) = A + B \cdot \sigma(t) + C \cdot \sigma^2(t)$$

$$\sigma(t) = \exp\{v(t)\}$$
- 上記のモデルに基づくカリブレーション基準を設定

37

株価収益率モデルのカリブレーション・ポイント (カナダ) / RSLN2

累積期間	2.5%ile	5%ile	10%ile
1年	0.76	0.82	0.90
5年	0.75	0.85	1.05
10年	0.85	1.05	1.35

38

株価収益率モデルのカリブレーション・ポイント (米国RBC) / SVLN (1955.12~2003.12)

累積期間	1年	5年	10年	20年
2.5%ile	0.78	0.72	0.79	—
5.0%ile	0.84	0.81	0.94	1.51
10.0%ile	0.90	0.94	1.16	2.10
90.0%ile	1.28	2.17	3.63	9.02
95.0%ile	1.35	2.45	4.36	11.7
97.5%ile	1.42	2.72	5.12	—

39

RSLN2の相関構造 (カナダSFTF2000)

- モデルに制限を設けて最尤推定
 - ① 全ての資産収益率をRSLN2で表現
 - ② 全ての資産は同時期に同局面にあり、同時に局面転換
 - 局面転換確率 P_{12}, P_{21} は全資産共通
 - 局面1と局面2の資産間相関係数を定義

40

RSLN2の論点 (1)

- 観測期間の選定
 - i. TSE300と比較しても、TOPIXでは観測期間によるパラメータの変化が大きい
 - ii. 推定パラメータ数が6個と多いため、推定に多量(長期間)のデータが必要
 - iii. カナダは少なくとも40年間の観測を求めているが、日本経済の構造変化やデータの品質(配当込みTOPIXはせいぜい20年)等を勘案すると疑問

41

RSLN2の論点 (2)

- RSLN2の資産間相関構造
 - i. RSLN2推計の前提と整合的な相関構造モデル導入の難しさ
 - ii. カナダ(SFTF2000)のような相関係数では、テイル部分の相関関係を表現できず、テイル重視というRSLN導入の意図を損なう可能性

42

SLVモデル(米国)

- i. $\ln(S_{t+1}/S_t) = (\mu(t)/12) + (\sigma(t)/\sqrt{12}) \times s_{Zt}$
- ii. ここで、平均年率対数収益率 $\mu(t)$ は年率ボラティリティ $\sigma(t)$ の2次式で次のように決定論的に表現される
- iii. $\mu(t) = A + B \cdot \sigma(t) + C \cdot \sigma^2(t)$
- iv. また、年率ボラティリティ $\sigma(t) = \exp[v(t)]$ は、以下のような対数ボラティリティを使って定義される
- v. $v(t) = \text{Max}\{v-, \text{Min}[v^*, v~(t)]\}$
- vi. $v~(t) = \text{Min}[v+, (1-\phi) \cdot v(t-1) + \phi \cdot \ln(\tau)] + \sigma v Zt$
- vii. ただし、この対数ボラティリティは以下のような制限範囲を設ける
- viii. 対数ボラティリティの下限: $v- = \ln \sigma-$
- ix. 対数ボラティリティの上限(乱数項加算前): $v+ = \ln \sigma+$
- x. 対数ボラティリティの絶対上限(乱数項加算後): $v^* = \ln \sigma^*$
- xi. 上式の二つの乱数項 s_{Zt} と vZt は、相関係数 $\rho = \rho(s_{Zt}, vZt)$ の2変数標準正規分布に従うものとする

43

SLVモデル(米国)つづき

- 決定すべきパラメータは11個!!
- τ : 長期のターゲットボラティリティ(年次)
- ϕ : 中心回帰の強さを表すパラメータ(月次)
- σv : 対数ボラティリティ過程の標準偏差(月次)
- ρ : 乱数項 s_{Zt}, vZt の相関係数
- A: $\mu(t)$ 式の定数項
- B: $\mu(t)$ 式の1次の係数
- C: $\mu(t)$ 式の2次の係数
- $\sigma(0)$: ボラティリティの初期値(年次)
- $\sigma-$: 最小ボラティリティ
- $\sigma+$: 最大ボラティリティ(乱数項加算前)
- σ^* : 最大ボラティリティ(乱数項加算後)

44

SLVの論点

- モデルの構造が極めて複雑であり、現時点では各社で独自に推定できるような、手法の標準化が困難
- 推定すべきパラメータが多いため、データの観測期間を長く取る必要がある(米国RBCのカリブレーションポイントでは1955年12月から2003年12月の48年分のデータを使用)⇒パラメータリスクが大きい

45

リスク調整済み期待値アプローチ(RAE)

- 市場整合的な「リスク調整」を施した期待値で評価
- RAEの論点
 - i. 非完備であるためリスク中立期待値は唯一には定まらない
 - ii. 真に市場整合的なパラメータの反映は一般の保険会社にとっては困難
 - iii. 非市場的なリスクも含まれるため完全な評価は困難

46

リスク調整の例

リスク調整とは(Wang変換の例)

観測された原資産収益率 x が $LN(\mu, \sigma)$ に従うとき

$$F(x) = \Phi\left(\frac{\log x - \mu}{\sigma}\right) \rightarrow F^w(x) = \Phi\left(\Phi^{-1}\left(\Phi\left(\frac{\log x - \mu}{\sigma}\right)\right) - \lambda\right) \\ = \Phi\left(\frac{\log x - \mu - \lambda\sigma}{\sigma}\right)$$

$$LN(\mu, \sigma) \rightarrow LN(\mu + \lambda\sigma, \sigma)$$

分布の期待値 μ が $\mu + \lambda\sigma$ に変換されるようなリスク調整を意味する

47

標準的方式の考え方

- 責任準備金は「期待給付現価ー期待収入現価」で算出
- リスク調整は原資産期待収益率(μ)⇒(r)標準利率(現行1.5%)
- 契約の残存は決定論的な保険数理モデルを利用
- 期待給付現価は総費用率(ε)相当の配当のある株式オプションのputと同様の構成
- 簡単のため解約率は想定しない(特に動的解約率を織り込む場合は解析式は得にくい)

48

標準的方式 (RAE)

- プレーンなGMDB+GMABの例
- 記号: 最低保証額: X 、総費用率: ε のうちMGOコスト部分: ε_1
- 期待収入現価

$$\sum_{t=0}^{n-1} \frac{d_{x+t}}{I_x} E(\bar{d}_{t+1/2}) + \frac{I_{x+m}}{I_x} E(\bar{a}_m)$$

ただし、
$$E(\bar{a}_r) = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon + r - \mu} S_0 \left\{ -e^{-(\varepsilon+r-\mu)T} \right\}$$

- 期待給付現価

死亡保証 $\sum_{t=0}^{n-1} \frac{d_{x+t}}{I_x} \cdot A_{t+1/2}$ 満期保証 $\frac{I_{x+m}}{I_x} \cdot A_m$

ただし、
$$A_T = e^{-rT} \cdot \left\{ X \cdot N(-d_2) - S_0 \cdot e^{(\mu-\varepsilon)T} \cdot N(-d_1) \right\}$$

$$d_1 = \frac{\ln(S_0/X) + (\mu - \varepsilon + \frac{\sigma^2}{2})T}{\sigma\sqrt{T}}, \quad d_2 = \frac{\ln(S_0/X) + (\mu - \varepsilon - \frac{\sigma^2}{2})T}{\sigma\sqrt{T}}$$

49

日本の責任準備金規制の負債評価

- 基礎率を販売時点の標準基礎率にロックイン(⇒経済価値ではない。捕捉するリスクは原資産の価格変化(デルタ・ガンマ)のみ)
- 標準的方式
 - i. リスク調整済み期待値アプローチ(μ を標準利率(1.5%)に調整したもの。割引率も同じ)を採用
 - ii. ボラティリティーは、株18.4%、円債3.5%、外株18.1%、外債12.1%
 - iii. 解析解(もしくは近似式)で「給付現価-収入現価」期待値を表現
- 代替的方式
 - i. リスク中立型のモンテカルロ法や北米型の手法も視野
 - ii. 期待収益率・ボラティリティーを違えた場合は、標準的方式の値と上下10%以上乖離しないこと

50

日本の必要資本規制(SM基準)リスク評価

- 標準的方式
 - i. 最低保証金額比例テーブル方式(GMXB種類ごと2%)
 - ii. 特別勘定責準が最低保証金額の1.1倍を上回るときは0
 - iii. 80~125%のトラック率等の所定の要件をみたすヘッジによるリスク削減可
- 代替的方式
 - i. 北米型の手法(CTE)も視野
 - ii. 保険料積立金と併せ概ね9割の事象をカバーする水準
 - iii. 代替的方式適用にあたっては13要件の充足が必要
 - iv. ヘッジによるリスク削減可(同上)

⇒新SM基準では実際の感応度に基づく手法に変更

51

代替的方式採用の13要件

- 独立したリスク管理部署の設置
- バックテスト、ストレステストの実施
- リスク管理への役員の関与
- リスク計測モデルの通常のリスク管理手続きへの組み込み
- リスク計測モデルの運営方針、管理、手続きの文書による明確化と遵守
- リスク計測に使用した要素の完全かつ適切な文書化
- ポートフォリオの過去の価格変動の説明
- ポートフォリオの構成変化の最低保証リスクに与える影響の把握
- 市場環境の最低保証リスクに与える影響の把握
- イベントリスク等の正確な把握
- バックテスト結果により最低保証リスクの正確な把握を証明
- リスク計測過程に対する年一回以上の内部監査、定期的外部監査実施
- リスク計測モデルの算出方法・結果、バックテスト、ストレステストの前提・結果の開示

52

VAのプライシングの留意点

- 標準責任準備金の法定基礎率と保険料(MGOコスト)計算の真の基礎率は必ずしも一致しない
- 伝統的な収支相等の原則の適用は、完全に市場整合的な基礎率を用いたとしても、完全にリスクヘッジされた場合のみ合理的
- 完全なリスクヘッジが不可能な現実を踏まえれば、収支相等よりも保守的なプライシング(収入期待現価 > 給付期待現価)が望ましい
- 資本で吸収するリスクとプライシングで吸収するリスクの切り分けが重要

53

VAのプライシングの留意点(2)

- プライシングにおける基礎率の保守性は、原資産価格変動(デルタリスク)のヘッジを前提に、特に金利変動(ロー)やボラティリティー変動(ベガ)のリスクの吸収に有効と考えられてきた
- しかしながら今回の金融危機はインプライド・ボラティリティーの大幅な高騰と金融緩和による金利低下を招き保守的プライシングによるリスクコントロールの限界を露呈

54

VAのプライシングの留意点(3)

- 保険関係費用(MGOコスト+事業費コスト)ならびに運用関係費用(特別勘定資産の信託報酬等)が原資産から日々控除される構造(有配当の原資産と同じ)であるため、収支相等原則にこだわるとMGOコスト決定にあたって循環参照が発生(何らかの収束計算が必要)

55

MGOコスト低減のための工夫(1)

- 特別勘定での年金支払い⇒オプション期間の長期化
- 特別勘定でのインデックス・ファンドの採用⇒トラッキングエラーリスクの低減
- 特別勘定資産の株式・外貨建て占率の引き下げ⇒ボラティリティー抑制
- 特別勘定でのボラティリティー・コントロールファンドの採用

56

MGOコスト低減のための工夫(2)

- ノックアウト条項の付与: 特別勘定残高が一定水準を下回った段階で一般勘定移行(給付確定)
 - 特別勘定でのCPPI運用(GMABの代替)
 - ・危険資産投資割合=定数×クッション($: W_t - Ke^{-r(T-t)}$)
 - ・クッションが0になった段階で一般勘定移行(給付確定)
- ⇒金融危機局面では大量の一般勘定移行(給付確定)が発生
- ⇒保険関係(最低保証料、事業費)収入の減少、商品魅力低下のリスクが顕在化

57

VAからのインプリケーション

- VA市場は過当競争の中で売り手の銀行主導で保険会社側のリスクが高まる形で拡大
 1. GMDB⇒GMIB⇒GMAB⇒エキゾチックGMAB・・・
 2. 原資産のリスク資産占率拡大(割高なコストとの見合いで)
 3. 銀行手数料の拡大
- 今回の金融危機を経てVA(特にGMAB)事業からの撤退が続出。また、再保険市場もヘッジコスト高騰で事実上機能停止
- これは、資本でのリスク吸収のみに頼る従来型の保険のビジネスモデルの市場リスクに対する脆弱性を示唆(∴市場リスクは会社の財務状況悪化局面で顕在化)
- 保険といえども市場リスクは何らかのリスク移転が必要であり、また何らかのリスク移転が可能な商品構造でなければならないということ

今回は、リスク尺度とVAのリスク管理について述べる

58