経済価値に基づいた生命保険契約の評価*

鈴木 雅貴† 白須 洋子‡

概要

本稿では経済価値に基づく生命保険契約の評価モデルを概観する。近年におけるデリバティブ価格理論の急速な発展により、金融商品が持つ将来の様々なペイオフに対して、その合理的な経済価値を導出することが可能となった。一方、保険会社の財務情報に関して、その透明性および比較可能性を担保するような会計基準が模索される中、経済価値に基づく保険契約評価は、客観的かつ市場整合的なアプローチとして学術界のみならず実務および行政・監督サイドからも注目を浴びている。そこで、本稿では主にデリバティブ価格理論の生命保険契約評価への応用に焦点を当て、実務段階における適用可能性およびその問題点を整理する。また、この経済価値アプローチの導入が生命保険業界に与える影響を考察し、生命保険産業の健全な発展のために必要となる規制・監督手法の方向性について考察している。

1 はじめに

2004 年、国際会計基準審議会（International Accounting Standards Board：IASB）が国際財務報告基準（International Financial Reporting Standard：IFRS ）を発行し、企業のバランスシート評価に経済価値の概念が導入された。ここで、経済価値（あるいは公平価値）とは、IASB (2004) の定義によると「十分に知識・情報を持った市場参加者同士が、通常の取引において対象となる資産の交換あるいは負債の解消に応じる価格」を指している。そして、この IFRS は 2005 年以降 EU 域内の上場企業に適用されており、また EU 域外の企業に対しても EU 圏内の株式市場に上場している場合は、2009 年以降この IFRS が強制的に適用されることとなっている。一方、保険契約の評価・計上方法に関しては、IASB の前身である国際会計基準委員会（International Accounting Standards Committee：IASC）が 1997 年より議論を行ってきた。しかし、保険契約に関する会計慣行が各国によって大きく異なっていたため、IASB では段階的な措置（Phase I および Phase II）が取られることとなり、Phase I の結果となる IFRS 4（保険契約に関する項目）においては、当面現行の会計慣行に沿った手法が認められることとなった。そして、現在進行中の Phase II に

* 本稿の執筆にあたり、キャピタスコンサルティングの森本祐司氏及び慶応義塾大学吉野直行教授から非常に有益なコメントを戴いた。両者に対し記して感謝したい。また、本稿の内容は執筆者の個人的見解を述べたものであり、金融庁及び金融研究研修センターの見解を示したものではない。

† 金融庁金融研究研修センター専門研究員（一橋大学経済学研究科博士課程）、鈴木は一橋大学グローバル COE プログラムより金銭的支援を受けている。

‡ 金融庁金融研究研修センター特別研究員（青山学院大学経済学部）

おいては、最終的な会計基準を 2011 年に公表することを目標として、保険契約の評価に関して IFRS における他の金融商品の評価法との間に整合性が取られるように議論が進められている*1。

一方、保険監督者国際機構（International Association of Insurance Supervisors: IAIS）においても、保険会社の健全性に関する国際共通基準の策定が進められており、ここでも保険会社が抱えているリスクの評価に対して市場データとの整合性が求められている（IAIS (2005)）。また、欧州保険・年金監督者会議 (Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors: CEIOPS) においては保険監督制度の見直しが議論されており、EU 参加国共通の新たなソルベンシー・マージン規制としてソルベンシー II の策定が進められているところである。そして、このソルベンシー II でも CEIOPS (2006) および CEIOPS (2007) において、保険会社の経済的資本に対し経済価値に基づいた評価法の適用を求めている*2。いずれにしても、監督当局が保険会社の財務健全性を正確に把握し、またソルベンシー・マージン比率など保険会社の健全性に関する指標が意味を持つためには、保険会社の抱える資産・負債に関して客観性および比較可能性の高い評価が行われる必要があることは明らかであろう。

金融市場のグローバル化によって金融機関の海外進出が相次ぎ、また規制緩和等によって金融機関の業態による垣根がなくなりつつある昨今、金融機関の会計・監督基準に関する地域間および業態間での整合性が求められているのは当然の流れのように思われる。このような中、日本の保険業界および規制・監督当局にとっても、IFRS およびソルベンシー II への対応が急務となっている。一般に保険会社は資産の多くの部分を市場性のある金融商品によって運用しているため、これら金融商品の市場価格を用いることによって保険会社の資産サイドに関してはその経済価値を比較的容易に導出することができると考えられる。一方、保険会社の負債サイド、すなわち保険会社の発行した保険契約について、現時点では保険契約そのものが金融市場で頻繁に取引されているわけではないので、これを客観的に評価するためには何らかの合理的な経済モデルが必要となってくる*3。この点に関して、近年経済価値アプローチの生命保険契約への応用が注目されるようになった要因の一つに、Black and Scholes (1973) および Merton (1973) を始めとするデリバティブ価格理論の急速な進展が挙げられる。デリバティブ価格理論の本質的な目的は、客観性および市場整合性を極力保ちながら、デリバティブ契約が有する将来ペイオフの「合理的な」価値を導出することにある。この意味で、デリバティブ価格理論に基づく評価法は、上に挙げた経済価値の概念と極めて整合的である。したがって、生命保険契約に内在する様々なオプションに対してこのデリバティブ価格理論を適用していくことは、それが可能である状況において、生命保険会社の財務情報に高い透明性および比較可能性をもたらすと考えられる。そこで、本稿では特にデリバティブ価格理論を応用した生命保険契約の経済価値評価モデルに関して、これまでに得られた展開を概観する。

一方、一般の生命保険契約には様々なオプションが複雑に関係しており、純粋なデリバティブ価

*1 Phase II における IASB の議題に関しては、IASB (2007) を参照のこと。

*2 ここでいう経済的資本とは、企業が抱える様々なリスクの現在価値を指している。経済的資本に関しての詳細な議論は、例えば Matten (2000) を参照のこと。

*3 現存する保険契約の取引形態としては、再保険契約が一般的であろう。しかし、再保険契約の多くが相対取引であり、その取引頻度も必ずしも多いとはいえないため、再保険契約における引き受け価格が当該保険契約の客観的な価値を常に表しているとは言いがたい。

格理論だけを用いてそれらの経済価値が常に導出できるわけではない。特に、生命保険契約の持つペイオフを他の現存する金融商品を用いて複製できない場合、すなわち非完備市場の状況においては、デリバティブ理論が依拠する無裁定条件のみからその経済価値を一意に求めることは不可能となる。この場合、保険契約価値の導出には追加的な条件が必要となり、利用する評価モデルによっては最終的な結果に少なからぬ差異が生じることになる。しかし、保険契約価値の導出に際して多様なモデルを野放図に容認することになれば、経済価値アプローチの導入がかえって生命保険会社の財務情報の透明性・客観性および比較可能性を損なう結果となりかねない。この点で、経済価値アプローチの生命保険契約評価への応用に対して、何らかの統一した基準が必要となってくるだろう。そこで、本稿では経済価値に基づく様々な生命保険契約評価モデルに関して、実務段階における応用可能性およびその問題点について文献をサーベイすることにより整理していく。その後、経済価値アプローチの導入が生命保険業界に与える影響を考察し、保険産業全体の健全な発展のために必要な規制・施策の方向性についても考察していく。

これ以降における本稿の構成は次のようになっている。まず、第 2 節において生命保険契約の様々な評価モデルを、評価の対象となるリスクの種類別に概観し、それらの応用可能性および問題点を整理する。２－１節では、特に Unit-Linked 型保険と呼ばれる生命保険契約に焦点を当てて、資産価格の変動リスクと保険契約価値との関係性をみる[*4]。２－２節では、保険契約者の死亡および生存リスクを扱う。特に保険契約者全体の死亡率（生存率）がシステミックに変動する場合に、経済価値の概念が生命保険契約にどのように適用されるのかをみていく。２－３節は保険契約者による契約の早期解約リスクを取り扱う。ここでは、まず早期解約オプションが保険契約価値に与える影響を整理し、また保険契約者の解約行動に関する仮定によって、契約価値の評価モデルが大きく異なってくることをみる。２－４節では、日本の生命保険契約において一般的な Participating 型保険契約の評価モデルを概観し、保険会社による債務不履行の可能性と保険契約価値との関係性について整理する[*5]。続く第 3 節では、経済価値アプローチの導入が各生命保険会社および生命保険業界全体に与える影響を整理し、加えて生命保険会社への規制および監督に関する政策的なインプリケーションを考察する。最後に、第 4 節は本稿のまとめとなっている。

2　生命保険契約の価値評価

以下では、特に断らない限り、満期 $T(0 < T < \infty)$ をもち、満期までのある期間 $\tau(0 \leq \tau \leq T)$ において保険金等のペイオフ $\Psi(\tau)$ が支払われるような生命保険契約を考える[*6]。デリバティブ価

[*4] Unit-Linked 型の保険契約とは、当該保険に対してある基準ポートフォリオが定められており、保険満期時に支払われる保険金額（満期保険金額）が、満期時における基準ポートフォリオの価値によって決定されるような保険契約である。日本では、変額保険あるいは変額年金契約に相当する。

[*5] Participating 型の保険契約では、Unit-Linked 型のように明確な基準ポートフォリオが定められているわけではない。ここから、一般に保険会社の運用資産の価格と保険契約価値との間には乖離が発生し、場合によっては保険会社は保険契約に定められた債務を履行することができなくなる。日本においては有配当保険契約に相当する。

[*6] ただし、ペイオフの発生時期 τ やその時のペイオフ $\Psi(\tau)$ は、保険契約によって補償されているリスクの発生時期およびその際に実現したリスクの大きさに依存している。したがって、一般にこれらの変数は保険評価時点では値の確定していない確率変数となる。

格理論において、Harrison and Kreps (1979) のマルチンゲール・アプローチによると、上のようなペイオフを持つデリバティブ契約の t 期（$0 \leq t \leq T$）における価値は、あるリスク中立測度 $\tilde{\mathbb{P}}$ の下で

$$V(t) = \tilde{E}_t \left[\int_t^T e^{-\int_t^\tau r(s)ds} \Psi(\tau) d\tau \right], \tag{1}$$

と表すことができる[*7]。ただし、$\tilde{E}_t[\cdot]$ は t 期の情報集合で条件付けした、確率測度 $\tilde{\mathbb{P}}$ の下での期待値作用素を表し、$r(s)$ は s 期における瞬間的な安全資産の利子率を表している。本節では、（1）式で表された Harrison and Kreps (1979) のマルチンゲール・アプローチの、保険契約への応用に焦点を置いている。（1）式によると、生命保険契約の経済価値 $V(t)$ は、ペイオフの発生時期 τ やその際のペイオフ $\Psi(\tau)$ などを通じて、保険契約が補償しているリスクの種類（あるいはその確率分布）に依存することになる。そこで、本節では生命保険契約が補償する様々なリスクに対して、これらが従う確率過程を特定した場合に、当該保険契約の経済価値 $V(t)$ が（1）式によってどのように記述されるのかを見ていくことにする。

2.1 Unit-Linked 型保険契約

生命保険会社にとって最も大きなリスク要因のひとつに、保険会社の保有する資産の価格変動リスクがある。この資産価格の変動は、生命保険会社のバランスシートにおける資産サイドに直接的な影響を及ぼすとともに、保険契約価値（負債サイド）の変化を通じて、保険会社の運営に大きな影響を与えることになる。そこで、本小節では資産価格の変動リスクが保険契約価値に与える直接的な影響を分析するため、最低保証保険金額付き Unit-Linked 型保険契約を考える。Unit-Linked 型保険契約とは、保険満期時において保険契約者の受け取る保険金額（満期保険金額）が、あらかじめ定められた基準ポートフォリオの満期時における価値によって決定されるような保険契約である。ただし、一般的な Unit-Linked 型保険契約においては、何らかの最低保険金額（あるいは最低保証利回り）が保険会社によって保証されている場合が多い。このような最低保証保険金額付き Unit-Linked 型保険契約は、基準ポートフォリオを原資産とし、最低保証保険金額を権利行使価格としたコールオプションと見なすことができる。そして、この基準ポートフォリオと安全資産が取引されている場合、すなわち完備市場の状況下においては、両資産と保険契約との間の無裁定条件から当該保険契約の経済価値を一意に求めることができる[*8]。

[*7] ファイナンスの基本定理により、裁定機会が存在しないような状況下では、少なくともひとつのリスク中立測度の存在が保証されている。さらに、完備市場の設定の下では、リスク中立測度を一意に定めることができる（Harrison and Kreps (1979)、Harrison and Pliska (1981) および Delbaen and Schachermayer (1994) を参照)。

[*8] もちろん、以下で見るデリバティブ価格理論をそのまま応用するには、完備市場の他に、1）取引コストが存在しない、2）税金が存在しない、3）資産のポジションに関する制限がない、4）安全資産による資金貸借が可能、5）資産の連続的な取引が可能、といった追加的な条件の成立が前提となり、これらの条件が現実の金融市場において厳密に当てはまることは期待できない。したがって、以下のモデルを実務で応用する場合には、その結果があくまで近似的なものであることを認識することが何より重要であろう。例えば、Brennan and Schwartz (1979) では取引コストが存在する場合における、保険会社によるヘッジ戦略の精度をシミュレーションによって評価している。

Brennan and Schwartz (1976)、Boyle and Schwartz (1977) および Brennan and Schwartz (1979) は、経済価値に基づく生命保険契約の評価を行った先駆的文献である。これらは、Black and Scholes (1973) および Merton (1973) のオプション価格理論をそのまま応用して、最低保証保険金額付き Unit-Linked 型生命保険契約の経済価値を導出している。そこでは、まず基準ポートフォリオの価値が定数係数の幾何ブラウン運動に従うものと仮定している。

$$A(t) = A(0)\exp\left\{\left(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2\right)t + \sigma W(t)\right\}, \quad 0 \le t \le T. \tag{2}$$

ただし、μ および σ は各々基準ポートフォリオの瞬間的な期待リターンおよびボラティリティーで、$W(t)$ は現実の確率測度 $\mathbb{P}$ の下での標準ブラウン運動である。また、金融市場においては安全資産が取引されており、その利子率は時間を通じて一定（r）であるものと仮定する。ここで、満期における最低保証保険金額を $g > 0$ とすると、この最低保証保険金額付き Unit-Linked 型保険契約の満期保険金額は、

$$\Psi(T) = g + \max\{A(T) - g, 0\}, \tag{3}$$

と表される[*9]。(3) 式の右辺第 1 項は、満期 T において確実に支払われる保険金額（最低保証保険金額）であり、これは満期 T、額面 1 の割引債を g 単位保有していた場合の満期 T におけるペイオフに等しい。したがって、この最低保証部分の時点 t における経済価値 $Y(t)$ は、割引債との無裁定条件より

$$Y(t) = e^{-r(t-t)}g, \tag{4}$$

と表わされる。一方、(3) 式の右辺第 2 項は、$A(t)$ を原資産の価格、g を権利行使価格とするヨーロピアン・コールオプションの、満期におけるペイオフと見なすことができる。したがって、時点 t におけるこのコールオプションの価格を $Z(t, A(t))$ とおくと、市場における無裁定条件から、$Z(t, A(t))$ はよく知られた Black-Sholes-Merton の偏微分方程式

$$rZ(t, A(t)) = \frac{\partial}{\partial t}Z(t, A(t)) + rA(t)\frac{\partial}{\partial A(t)}Z(t, A(t)) + \frac{1}{2}\sigma^2 A(t)^2 \frac{\partial^2}{\partial A(t)^2}Z(t, A(t)), \tag{5}$$

に従うことになる。(5) 式と終点条件 $Z(t, A(T)) = \max\{A(T) - g, 0\}$ および境界条件 $Z(t, 0) = 0, \lim_{x\to\infty}[Z(t, x) - x] = 0$ から、$Z(t, A(t))$ を以下のように求めることができる。

$$Z(t, A(t)) = A(t)\Phi(d_+) - ge^{-r(T-t)}\Phi(d_-). \tag{6}$$

ただし、

$$d_\pm = \frac{\ln\frac{A(t)}{g} + (r \pm \frac{1}{2}\sigma^2)(T - t)}{\sigma\sqrt{T - t}},$$

[*9] 純粋な資産価格変動リスクが保険契約価値に与える影響を考察するため、特に断らない限り本小節では保険期間中の解約および被保険者の死亡等による保険金・解約返戻金の支払いは行われないものと仮定する。これらが、保険契約価値に与える影響に関しては、次小節以降に順次見ていくことになる。

で、$\Phi(\cdot)$ は標準正規分布の分布関数である。最後に、(4) および (6) 式より、当該 Unit-Linked 型生命保険契約の時点 t における経済価値 $V(t)$ は、時点 t における最低保証部分の価値 $Y(t)$ とヨーロピアン・コールオプションの価格 $Z(t, A(t))$ の総和として、

$$\begin{aligned} V(t) &= Y(t) + Z(t, A(t)) \\ &= e^{-r(t-t)}g + A(t)\Phi(d_+) - ge^{-r(T-t)}\Phi(d_-), \end{aligned} \tag{7}$$

と表わされる。

一方、Unit-Linked 型保険契約の評価を、Harrison and Kreps (1979) のマルチンゲール・アプローチを用いて導出しているのが、Delbaen (1990)、Bacinello and Ortu (1993a)、Persson (1993)、Aase and Persson (1994) および Ekern and Persson (1996) である。これらの論文では、Brennan and Schwartz (1976)、Boyle and Schwartz (1977) および Brennan and Schwartz (1979) と同様、基本的に定数係数の幾何ブラウン運動 (2) 式に従う基準ポートフォリオと、時間を通じて一定の利子率 r を支払う安全資産が金融市場に存在するものと仮定している[*10]。この場合、一般に満期において保険金 $\Psi(T)$ を支払う生命保険契約の t 期における価値は、(1) 式を用いて

$$V(t) = e^{-r(T-t)}\tilde{E}_t\left[\Psi(T)\right], \tag{8}$$

と表すことができる。特に、上記の最低保証保険金額付き Unit-Linked 型保険契約の t 期における価値は、(3) および (8) 式から

$$\begin{aligned} V(t) &= e^{-r(T-t)}\tilde{E}_t\left[g + \max\left\{A(T) - g, 0\right\}\right] \\ &= e^{-r(T-t)}g + \tilde{E}_t\left[\max\left\{A(T) - g, 0\right\}\right], \end{aligned} \tag{9}$$

と表される。また、リスク中立測度の下で、基準ポートフォリオの価値過程は以下のように表される。

$$A(t) = A(0)\exp\left\{\left(r - \frac{1}{2}\sigma^2\right)t + \sigma\tilde{W}(t)\right\}, \quad 0 \le t \le T. \tag{10}$$

ただし、$\tilde{W}(t)$ はリスク中立測度 $\tilde{\mathbb{P}}$ の下での標準ブラウン運動である。(10) 式と (2) 式を比較すると、$\tilde{\mathbb{P}}$ の下で基準ポートフォリオの瞬間的な期待リターンは安全利子率 r に一致し、一方でボラティリティー σ は元の確率測度 $\mathbb{P}$ の下でのそれに一致していることがわかる。以上から、(9) および (10) 式と $\tilde{W}(T) - \tilde{W}(t)$ の分布（平均 0、分散 $T - t$ の正規分布）を用いることで、当該保険契約の経済価値に関して (7) 式と同様の結果が得られる。

ここまでの議論は、前提として定数係数の幾何ブラウン運動 (2) 式に従う基準ポートフォリオと、時間を通じて一定の利子率 r を支払う安全資産の存在を仮定していた。このうち、前者の仮定に関しては、十分に分散された流動性の高いポートフォリオを考える限り、近似としては許

[*10] ただし、Bacinello and Ortu (1993a)、Persson (1993) および Aase and Persson (1994) では、安全資産の利子率が決定論的に変化する、すなわち利子率が時間 t のみの関数として表されるような状況下で、保険契約の経済価値を導出している。

容される範囲であるように思われる[*11]。一方後者について、特に保険期間が長期にわたるような生命保険契約の場合、保険期間中利子率が変化しない（あるいは利子率が時間 t のみの関数）というのは、非常に強い仮定であるように思われる。事実、生命保険会社におけるリスク管理の大きな割合が、利子率の変化に対応した資産負債管理（Asset Liability Management: ALM）に割かれていることを見ても、予期していない利子率の変動に関して生命保険会社が如何に大きな関心を払っているかが伺える。したがって、保険会社によるリスク管理との間に整合性を持たせるという意味でも、保険契約の評価モデルに利子率の確率的な変動を取り込むことが重要になってくるだろう。この点に関して、Bacinello and Ortu (1993b)、Bacinello and Ortu (1994) および Nielsen and Sandmann (1995) では、利子率の確率的変動を明示的に取り入れたうえで、Unit-Linked 型保険契約の評価を行っている。利子率が確率的に変動する場合であっても、完備市場の仮定が守られている限りリスク中立測度は一意に定まり、満期において保険金 $\Psi(T)$ を支払う Unit-Linked 型保険契約の t 期における経済価値は（1）式を用いて

$$V(t) = \tilde{E}_t \left[e^{-\int_t^T r(s)ds} \Psi(T) \right], \tag{11}$$

と表される[*12]。しかし、利子率の確率的変動を考慮に入れた場合、（11）式の期待値を計算することは一般的に困難である[*13]。そこで、Nielsen and Sandmann (1995) では、満期 T、額面 1 の割引債価格を基準財とした場合に、資産価格をマルチンゲールとするような確率測度（T-*Forward* Measure）をリスク中立測度の代わりに用いて、Unit-Linked 型生命保険契約の評価を行っている。この T-*Forward* Measure を用いると、（11）式を

$$\begin{aligned} \frac{V(t)}{D(t,T)} &= E_t^T \left[\frac{\Psi(T)}{D(T,T)} \right], \\ \therefore V(t) &= D(t,T) E_t^T \left[\Psi(T) \right], \end{aligned} \tag{12}$$

と書き換えることができる。ここで、$D(t,T)$ は満期 T、額面 1 の割引債の t 時点における価格で、（12）式では満期 T において割引債の価格が額面に一致する（$D(T,T)=1$）ことを用いている。また、（12）式における $E_t^T[\cdot]$ は t 期の情報集合で条件付けした、T-*Forward* Measure $\mathbb{P}^T$ の下での期待値作用素を表している。（12）式では、（11）式で期待値作用素の中に出現する利子率の積分に関する項が、t 期において観察可能な割引債価格 $D(t,T)$ に置き換わっている。したがって、（12）式では満期における保険金額 $\Psi(T)$ の、T-*Forward* Measure $\mathbb{P}^T$ の下での期待値を計算すればよく、これと t 期における割引債価格を掛けたものが当該保険契約の経済価値となる。

ここまでに得られた結果は、特に基準ポートフォリオの価格過程に関する仮定（2）式に大きく依存している。しかし、保険契約の基準ポートフォリオが流動性の低い、あるいは十分に分散され

[*11] ドリフトおよびブラウン運動の係数が定数でない場合であっても、それらがポートフォリオの価値のみに依存するような関数で表される場合においては、やはり完備市場の仮定が成立し、依然として（8）式による保険契約価値評価が可能である。

[*12] ただし、利子率の従う確率過程をどう記述するかによって、最終的な保険契約価値の結果は異なってくる。

[*13] Bacinello and Ortu (1993b) では、瞬間的な利子率が Ornstein-Uhlenbeck 過程に従う場合において、(11) 式の解析解を導出している。

ていないようなものである場合、外生的なショックに対してポートフォリオの価値が時間に関して非連続的に変化する可能性がある。また、よく言われているように株式ポートフォリオのリターンであっても、その経験分布は正規分布よりも裾野が厚くなっている。これらのことから、基準ポートフォリオ価値の時間に対する連続性およびリターンの正規性を仮定したモデルは、大きな外生的ショックに対するポートフォリオ価値の変動リスクを過小評価している可能性がある。このような観点から、Ballotta (2005) および Kassberger et al. (2008) では、時間に関して連続的な伊藤過程に非連続的な複合ポワソン過程を加えた以下の幾何レヴィ過程を、基準ポートフォリオの価値過程として採用し保険契約の価値評価を行っている[*14]。

$$A(t) = A(0)\exp\left\{\left(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2\right)t + \sigma W(t) + \int_0^t \int_{\mathbb{R}} z\left(N(dz, ds) - \lambda f_Z(dz)ds\right)\right\}. \tag{13}$$

ここで、$N(z, t)$ は強度 λ を持つ、ブラウン運動 $W(t)$ とは独立な斉時複合ポワソン過程、z は実際にジャンプが発生した場合におけるジャンプの大きさで、$f_Z(\cdot)$ はジャンプ幅の確率密度関数を表している。(13) 式で表わされた基準ポートフォリオの瞬間的な期待リターンは μ となり、一方ボラティリティーはブラウン運動に関するボラティリティー σ と複合ポワソン過程に関するもの（これは複合ポワソン過程の強度 λ およびジャンプ幅の分布 $f_Z(\cdot)$ に依存する）との合計となる。このように、基準ポートフォリオの価値過程に関するモデルを記述した上で、あとは (8) 式あるいは (11) 式に沿って保険契約の経済価値を評価していくことになる。Kassberger et al. (2008) では、基準ポートフォリオのリターンが、Normal Inverse Gaussian(NIG) 分布あるいは Meixver 分布に従うものとして評価された保険契約価値を、ジャンプ部分を含まない場合（(2) 式）における結果と比較している。ただし、ここで問題になるのは、基準ポートフォリオが (13) 式のようなジャンプ部分を含む過程に従う場合、一般に保険会社は当該保険契約の満期時における支払い保険金額を、基準ポートフォリオと安全資産のみを用いて完全に複製することができないことである。すなわち、非完備市場の状況となってしまうので、リスク中立測度は一意に定まらず、したがって (8) 式あるいは (11) 式から導出される当該保険契約の価値はリスク中立測度の選択に依存してしまうことになる。この点に関して、Ballotta (2005) では異なるリスク中立測度を採用した場合において、保険契約の経済価値にどの程度影響を与えるのかを分析し、結果として各々の値に少なからぬ差異が生じることを報告している[*15]。

これまで見てきたように、最も単純な Unit-Linked 型保険契約の価値評価においても、Harrison and Kreps (1979) のマルチンゲール・アプローチの有用度合いは、想定している資産価格過程に大きく依存することになる。比較的残存期間の短い保険契約であれば、基準ポートフォリオの価値過程を幾何ブラウン運動（(2) 式）と見なし、利子率も一定として、単純に Black-Scholes-Merton 公式（(6) 式）による評価を実行しても、生命保険会社の健全性に関してそれほど深刻な影響を与えることはないと考えられる。この場合、(2) 式におけるポートフォリオの

[*14] ただし、これらの論文は単純な Unit-Linked 型ではなく、一般の Participating 型保険契約に関してその契約価値を求めている。Participating 型保険契約の特徴に関しては、2-4 節を参照のこと。

[*15] Ballotta (2005) では、ジャンプ幅の確率密度関数 $f_Z(\cdot)$ として正規密度関数を用いている。

ボラティリティーσが正しい手続きによって推定されている限り、当該保険契約の評価に関して各保険会社の恣意性が働く余地もほとんどないと考えられる。しかし、中長期にわたる保険契約に関しては、利子率の確率的変動や大きな外生的ショックが生命保険契約の経済価値および生命保険会社の健全性に与える影響を考慮する必要性があるだろう。これらの追加的なリスクをモデルに内包すると、同一の保険内容であっても、採用するモデル（資産価格過程の記述やリスク中立測度の選択）の違いによって保険契約の価値評価が大きく異なってくるという、いわゆるモデル・リスクが発生する可能性がある。モデル選択に関する一致した見解が得られないときには、各保険会社の内部モデルによって当該保険契約を評価していく必要があるが、そのような場合においても、生命保険会社の健全性を担保するためには、考えられるいくつかのモデルをテストした上で最も慎重な結果を生み出したモデルを採用する、あるいはこのモデル・リスクに対して明示的なマージンを計上するといった対処が必要になるだろう。実際、現在 IASB で行われている議論の中では、不完備市場等の要因によってモデルあるいはパラメーターに関する不確実性が存在する場合に、これらに対するリスク・マージンを如何にして経済価値に反映させるかという点が大きな論点となっている。

2.2 死亡および生存リスク

資産価格の変動リスクと並び、被保険者の死亡・生存リスクに関しても、特に生命保険契約あるいは年金保険契約を評価するうえでは重要な要素を構成している。ここでいう死亡（生存）リスクとは、生命保険会社が被保険者の死亡時点を事前には知りえないため、最終的な保険金額（年金額）およびその支払い時期が保険会社の当初の予測とは異なってくることを指している。この場合、保険契約の価値を評価する際に、（1）式における保険金（年金）支払い時点τは確率変数となり、その分布は被保険者の年齢・属性等に依存する。ここでの注意点は、（1）式のように元の確率測度$\mathbb{P}$をリスク中立測度$\tilde{\mathbb{P}}$に変換し、その$\tilde{\mathbb{P}}$の下で将来のペイオフを評価しようとする場合、一般的にはペイオフの発生時期であるτの分布もこの測度変換の影響を受けるということである。したがって、保険会社などで実務上用いられている生命表等に基づいたτの分布（現実の統計データから得られる経験分布）と、リスク中立測度$\tilde{\mathbb{P}}$の下でのτの分布は基本的に異なるものである[*16]。

このように保険金支払い時点τの分布が測度変換の影響を受ける場合、（1）式に基づいた保険契約価値の評価はかなり複雑なものとなる。ただし、上で挙げた死亡リスクが各被保険者固有のショックとみなせる場合には、同じ年齢・属性を持つ多数の個人と同種の生命（年金）保険契約を締結することで、大数の法則により保険会社はこの死亡（生存）リスクを理論的には完全にヘッジできることになる。この場合、例えば$V(0)$を同一年齢および属性を有する多数の被保険者に対して発行された満期Tの生命保険契約（終身生命保険であれば$T=\infty$）価値の総計と見なせば、（1）式を

$$V(0) = \int_0^T \tilde{E}_0 \left[e^{-\int_0^u r(s)ds} \Psi(u) \right] p_x(u) du + \tilde{E}_0 \left[e^{-\int_0^T r(s)ds} \Phi(T) \right] q_x(T), \tag{14}$$

[*16] 日本の生命保険会社においては、日本アクチュアリー会が定めた標準生命表に基づく標準死亡率が用いられている。

と表すことができる[*17]。ここで $\Psi(t)$ および $\Phi(T)$ は、各々被保険者が時点 t で死亡した場合に支払われる死亡保険金額および満期 T まで生存した場合に支払われる満期保険金額を表し、また $p_x(t)$ および $q_x(t)$ は各々元の確率測度において、契約時点で年齢が x である被保険者が時点 t で死亡する確率および時点 t まで生存する確率を表している。同様に、評価したい保険が満期 T の有期年金保険契約（終身年金の場合は $T=\infty$）である場合、$\Theta(t)$ を時点 t における年金額とすれば、（14）式と同様の方法で当該年金保険契約の契約時点における経済価値 $\hat{V}(0)$ を

$$\hat{V}(0) = \int_0^T \tilde{E}_0 \left[e^{-\int_0^u r(s)ds} \Theta(u) \right] q_x(u) du, \tag{15}$$

と表すことができる。（14）式および（15）式によれば、まず各時点における保険（年金）金額の現在価値をリスク中立測度 $\tilde{\mathbb{P}}$ の下で評価し、それを元の確率測度 $\mathbb{P}$ における死亡（生存）確率でウェイト付けした加重平均を取れば、当該生命（年金）保険契約の契約時における経済価値が求まることになる。つまり（14）式および（15）式では、あらかじめ定められた（確率的でない）時点で発生するペイオフのリスク中立測度の下での経済価値と、現実の確率測度における各属性・年齢ごとの死亡率（生存率）に関する情報さえあれば当該保険契約の経済価値を導出できることになる。このうち前者に関しては前小節における議論がそのまま応用可能であり、一方後者に関しては例えば生命保険会社が参照する生命表に記載されている死亡率（生存率）が利用できるため、特にリスク中立測度 $\tilde{\mathbb{P}}$ の下での死亡率（生存率）の分布を知る必要はない。このような資産リスクと死亡リスクとの分離が許される根拠は、大数の法則が働く限りにおいて、先述したとおり保険会社は各被保険者固有の死亡（生存）リスクに関しては完全にヘッジできることにある。このとき、全被保険者のうち時点 $t(0 \leq t < T)$ で死亡するもの、および時点 t まで生存するものの割合は、各々生命表における $p_x(t)$ および $q_x(t)$ に一致するため、生命保険会社の抱える保険契約のうち各時点で保険金（年金）支払いが発生するものの割合は保険会社にとって確率変数ではなく既知の値となる。すなわち、生命保険会社の保険金（年金）支払いスケジュールは保険会社側が想定したとおりに進んでいくことになり、したがって保険ポートフォリオ全体で見た場合、保険会社にとって保険金（年金）支払い時期はもはや確率変数ではない。このことから、（14）式および（15）式において保険金（年金）支払い時点 τ の分布を期待値作用素の外に置くことが可能となるのである。

ここまでの議論は、死亡リスクに関して各被保険者固有のショックのみが存在するものと仮定していた。しかし、特に長期にわたる生命保険契約あるいは年金保険契約を考える場合には、被保険者全体の死亡率（生存率）が時間を通じて変化していく可能性を考慮する必要があるだろう。このような死亡率（生存率）のシステミックな変動リスクに関しては、大数の法則が適用されず、保険会社はいくら保険契約数を増加させてもこれをヘッジすることはできない。例えば、近年の先進諸国に見られる平均寿命の上昇は、年金保険契約を多く抱える保険会社にとっては大きなリスクになっている。この場合、契約締結時の生命表を用いて年金保険契約を評価していた保険会社は、将来の年金支払い金額を過小評価していたことになり、結果的に十分な準備金が積み立てられ

[*17] 表記を簡単にするため、本節では保険契約価値を契約時点（$t=0$）で評価する。もちろん、若干の記号の修正と、無条件期待値を各時点での条件付期待値に置き換えれば、以下の議論は任意の $t, (0 \leq t \leq T)$ においても成り立つ。

ていない可能性がある。したがって、特に長期にわたる生命（年金）保険契約の経済価値を評価するにあたり、生命保険会社は将来における死亡率（生存率）のシステミックな変動を十分に考慮する必要があるだろう[*18]。このような死亡率（生存率）のシステミックな変動リスクに対して、Milevsky and Promislow (2001)、Dahl (2004)、Biffs (2005)、Biffs and Millossovich (2006) および Dahl and Møller (2006) では、Duffie and Singleton (1997, 1999) による信用リスクの存在する債券の価格付けモデルを、生命（年金）保険契約の経済価値評価に応用している[*19]。

まず、契約時点において年齢が x である被保険者の、時点 t におけるリスク中立測度の下での瞬間的な死亡率を $\mu_x(t)$ とおくと、当該被保険者の死亡時点 τ_x の（リスク中立測度の下での）確率分布は

$$Q_x(t) \equiv \tilde{\mathbb{P}}\{\tau_x > t\} = \tilde{E}_0\left[e^{\int_0^t -\mu_x(s)ds}\right], \tag{16}$$

と表される。ここで、まずは被保険者が時点 $t(t>0)$ まで生存している場合に限り、時点 t において一回限りの保険金 X が支払われるような保険契約を考える[*20]。当該保険契約の契約時点での経済価値を $\bar{V}(0)$ とすると、$\bar{V}(0)$ の値は（1）および（16）式より

$$\bar{V}(0) = \tilde{E}_0\left[\mathbf{1}_{\{\tau_x>t\}}e^{-\int_0^t r(s)ds}X\right] = \tilde{E}_0\left[e^{-\int_0^t \{r(s)+\mu_x(s)\}ds}X\right], \tag{17}$$

と表すことができる[*21]。ただし、$\mathbf{1}_{\{\cdot\}}$ は指示関数を表している。（17）式から、保険期間中における被保険者の死亡リスクを考慮した場合、上記保険契約に適用される（リスク中立測度の下での）割引率は、各時点における利子率と被保険者の死亡率とを合計したものに等しくなる。さらに、利子率および保険金額の変動リスクと死亡率の変動リスクとの（リスク中立測度の下での）独立性を仮定した場合、（17）式は（16）を用いて

$$\bar{V}(0) = \tilde{E}_0\left[e^{-\int_0^t r(s)ds}X\right]\tilde{E}_0\left[e^{\int_0^t -\mu_x(s)ds}\right] = \tilde{E}_0\left[e^{-\int_0^t r(s)ds}X\right]Q_x(t), \tag{18}$$

と表すことができる。以上の議論から、例えば各時点 t において $\Theta(t)$ を支払うような満期 T の有期年金保険契約（終身年金の場合は $T=\infty$）の契約時点における価値 $\hat{V}(0)$ は、

$$\hat{V}(0) = \int_0^T \tilde{E}_0\left[e^{-\int_0^u r(s)ds}\Theta(u)\right]Q_x(u)du, \tag{19}$$

と表されることになる。ここで、（19）式における $Q_x(t)$ は、その定義から契約時点において年齢 x である保険契約者が、時点 t まで生存する（リスク中立測度の下での）確率である。したがって、（19）式は各時点における支払い年金額の経済価値を生存率でウェイト付けしたものであり、死亡率が確率的でない場合における年金保険契約の評価式（15）に対応している。

[*18] ただし、現在日本の生命保険会社で用いられている生命表においても、観測された死亡率に数学的危険論による補整、あるいは生存リスク方向への補整が加えられる等、死亡率の変動リスクへの考慮がなされている。

[*19] これらのモデルは、先に被保険者の死亡率が従う確率過程を特定し、それと整合的な保険契約価値を導出していくという点で、金利の期間構造における短期利子率モデルに相当している。死亡率の変動モデルに関するその他のモデルについては、Cairns et al. (2006) およびその中にある参考文献を参照のこと。

[*20] ここで、保険金額 X は確率変数であってもよい。

[*21] Duffie and Singleton (1999) を参照。

一方、契約時点において年齢 x である契約者が、時点 t までに死亡する（リスク中立測度の下での）確率 $\tilde{\mathbb{P}}\{\tau_x \leq t\} = 1 - Q_x(t)$ の、時間 t に関する微分

$$P_x(t) \equiv \frac{\partial}{\partial t}\{1 - Q_x(t)\} = \tilde{E}_0\left[\mu_x(t) e^{\int_0^t -\mu_x(s)ds}\right], \tag{20}$$

は、直感的には時点 t において当該被保険者が死亡する確率として見ることができる。したがって、やはり資産価格の変動リスクと死亡率の変動リスクとの独立性を仮定すれば、上と同様の議論から満期 T の生命保険契約（終身生命保険であれば $T = \infty$）の契約時点における価値 $V(0)$ は、

$$V(0) = \int_0^T \tilde{E}_0\left[e^{-\int_0^u r(s)ds}\Psi(u)\right] P_x(u)du + \tilde{E}_0\left[e^{-\int_0^T r(s)ds}\Phi(T)\right] Q_x(T), \tag{21}$$

と表される。ここで $\Psi(t)$ および $\Phi(T)$ は、各々被保険者が時点 t で死亡した場合に支払われる死亡保険金額および満期 T まで生存した場合に支払われる満期保険金額である。このように、生命保険契約の評価に関しても、死亡率が確率的でない場合における生命保険契約の評価式（14）と同様の表現が得られることがわかる。

（19）式あるいは（21）式を用いて年金・生命保険契約の評価を行う際、被保険者の瞬間的な死亡率 $\mu_x(t)$ の過程をどのように記述するかが問題となるが、Milevsky and Promislow (2001)、Dahl (2004) および Dahl and Møller (2006) およびでは $\mu_x(t)$ がリスク中立測度の下で伊藤過程

$$\mu_x(t) = \mu_x(0) + \int_0^t \alpha(s, \mu_x(s))ds + \int_0^t \gamma(s, \mu_x(s))d\tilde{W}(s), \tag{22}$$

に従うものと仮定して、各種生命（年金）保険契約価値の評価を行っている。ここで、（22）式では特にドリフト項 $\alpha(t, \mu_x(t))$ をどのように記述するかによって、死亡率 $\mu_x(t)$ が一定のトレンドを持って推移するケース（幾何ブラウン運動）や平均回帰的になるケース（Ornstein-Uhlenbeck 過程）など、死亡率の推移に関してかなり柔軟な設定を置くことが可能である。一方 Biffs (2005) および Biffs and Millossovich (2006) ではより一般的に死亡率 $\mu_x(t)$ がジャンプ部分を含むレヴィ過程

$$\mu_x(t) = \mu_x(0) + \int_0^t \alpha(s, \mu_x(s))ds + \int_0^t \gamma(s, \mu_x(s))d\tilde{W}(s) + \sum_{0<s\leq t} \Delta\mu_x(s) \tag{23}$$

に従うものと仮定している。ただし、$\Delta\mu_x(t) \equiv \mu_x(t) - \mu_x(t_-)$ で、これは時点 t における死亡率の瞬間的なジャンプの大きさを表している。（23）式で表わされるような死亡率は、災害・戦乱やパンデミック等の稀なイベントにより、全保険契約者の死亡率 $\mu_x(t)$ がある将来時点においてジャンプする可能性を考慮したい場合に有用となる。

以上の議論では、被保険者の死亡率（生存率）が確率的に推移する場合であっても、これらが決定論的に推移する場合と同様の手法を用いて、当該保険契約の価値評価が可能であることを見てきた。ただし、ここではリスク中立確率の下での、被保険者の死亡時点 τ_x に関する確率分布 $Q_x(\cdot)$（あるいは同じことであるが死亡率 $\mu_x(t)$ のリスク中立確率の下での確率過程）が、あらかじめ与えられているものとして議論を進めてきた。しかし、保険会社にとって既知であるのは、せ

いぜい現実の確率測度における τ_x の分布（あるいは $\mu_x(t)$ が従う確率過程）であって、実際に生命保険会社が上の評価手法を行おうとする場合には、これらをリスク中立確率の下で評価し直す必要があるという、本小節の冒頭で挙げた問題が再浮上する。さらに、被保険者の死亡（生存）リスクを取引するような市場が現実に存在しない限り、そもそもリスク中立測度が一意に定まらないという問題も存在する。前小節でも指摘したとおり、不完備市場の設定下でリスク中立測度が一意に定まらない場合、Harrison and Kreps (1979) のマルチンゲール・アプローチではリスク中立測度のとり方によって当該保険契約の評価額が大きく変わってきてしまう可能性があり、ここに各保険会社の恣意性が働く余地が残ることになる。このような不完備市場の状況下において、Dahl and Møller (2006) および Hainaut and Devolder (2008) では、無差別価格法、すなわちある経済主体にとって特定の契約を引き受けるか否かが無差別となるような契約料を当該契約の価値とみなす手法、を生命保険契約に応用することを提唱している。しかし、この無差別価格法においても、リスクの引き受け手である保険会社の効用関数を特定化する明確な基準はなく、この意味でマルチンゲール・アプローチにおけるリスク中立測度の選択と同様、各保険会社の恣意性が働く余地は大きい。したがって、実際に死亡率（生存率）のシステミックな変動リスクを評価する際に、保険会社の恣意性を和らげるためには、死亡率（生存率）の推移モデルに関して生命保険業界内での共通した指針が存在していることが望ましい。さらに、生命保険会社の健全性を担保するために、死亡率（生存率）に関するモデル・リスクに対するマージンを計上させるといった、より慎重な対応が求められることになるだろう。

2.3　解約リスク

前小節までは、生命保険契約のペイオフの支払い時期 τ が（決定論的であれ確率的であれ）外生的に与えられているものとして議論を進めてきた。しかし実際の保険契約では、契約者に対して満期より前に保険契約を解約する権利が与えら得ていることが多い。この場合、各時点において当該保険契約が解約される否かは保険契約者の意思決定に委ねられており、この意味で保険契約のペイオフの支払い時期 τ は他の変数（例えば利子率）の影響を受ける内生変数となる。保険契約者による早期解約は、生命保険会社にとってペイオフの支払い時期が早まることを意味する。したがって、各保険会社は死亡保険金や満期保険金の支払準備に加え、早期解約にによって発生する解約返戻金を支払うだけの十分な準備金を、”各時点において”保有している必要がある。そして、この早期解約リスクの評価は、以降で見るとおり保険契約者の解約行動に大きく依存することになる。

まず、保険契約者が保険数理的な意味での合理性のみに基づいて早期解約の意思決定を行うものと仮定し、早期解約が可能な生命保険契約の経済価値評価を行っているのが Albizatti and Geman (1994)、Grosen and Jørgensen (1997)、Grosen and Jørgensen (2000)、Steffensen (2002)、Bacinello (2003) および Bacinello (2005) である。これらのモデルでは、各保険契約者は保険契約を続けた場合に得られる将来の受け取り保険金額の現在価値と、即座に保険契約を解約することで得られる解約返戻金とを比較し、後者が上回った場合に限り当該保険契約を解約することになる。この場合、早期解約が可能な生命保険契約の経済価値は、アメリカン・オプ

ションの評価法を用いることで求められる。ここで、満期 T において満期保険金 $\Psi(T)$ が支払われるような生命保険契約を考える。簡単のため、被保険者が満期前に死亡することによる死亡保険金は存在しないものとする。このとき、仮に早期解約のリスクを考慮しない場合における、当該保険契約の契約時点における経済価値 $V(0)$ は、(1) 式を用いて

$$V(0) = \tilde{E}_0\left[e^{-\int_0^T r(s)ds}\Psi(T)\right], \tag{24}$$

と表される[*22]。一方、保険契約者の解約行動の合理性を仮定した場合、早期解約リスクを考慮した場合における、当該保険契約の経済価値 $\hat{V}(0)$ は、

$$\hat{V}(0) = \sup_{0\leq\tau\leq T}\tilde{E}_0\left[e^{-\int_0^\tau r(s)ds}\Psi(\tau)\right], \tag{25}$$

となる。ただし、τ は保険契約者の解約時点を表す停止時刻で、$\tau < T$ のとき $\Psi(\tau)$ の値は解約返戻金額を表している。(25) 式において、保険契約者は自らにとって最も望ましい、すなわち保険契約価値 $\hat{V}(0)$ が最も高くなるような、解約戦略 τ を選択することになる。デリバティブ価格理論においては、早期解約を考慮しない (24) 式はヨーロッパ・オプション、早期解約を考慮に入れた (25) 式はアメリカン・オプションの評価式に対応する。よく知られているように、アメリカン・オプションの解析解を得ることは非常に困難であり、実際に (25) 式の評価は数値計算に頼らざるを得ない[*23]。しかし、(24) 式と (25) 式との関係から、明らかに

$$\Gamma(0) \equiv \hat{V}(0) - V(0) \geq 0, \tag{26}$$

となり、アメリカン・オプションの性質上この関係は任意の $t \in [0, T]$ について成り立っている ($\Gamma(t) \geq 0, \forall t \in [0, T]$)。すなわち、保険契約者による早期解約を考慮に入れた場合における当該保険契約の評価額 $\hat{V}(t)$ は、それを考慮に入れない場合の保険契約価値 $V(t)$ 以上の値をとり、両者の差額 $\Gamma(t)$ が早期解約の権利(解約オプション)を付加したことによる保険契約価値の増加分を表している。このことは、保険契約に早期解約を認めている場合、保険会社は $\Gamma(t)$ に対応する分だけ追加的に支払準備を有している必要があることを意味している。そして、Albizatti and Geman (1994) は満期保険金額および解約返戻金額があらかじめ定められた純粋な貯蓄型保険契約に関して、この解約オプションの評価を行っている。また、Grosen and Jørgensen (1997) および Bacinello (2005) では Unit-Linked 型保険契約について、Grosen and Jørgensen (2000) および Bacinello (2003) では一般の Participating 型保険契約について、各々解約オプションの価値を数値計算によって求めており、いずれにおいても解約オプションの価値が保険契約全体の経済価値に対して少なからぬ割合を占めることを示している。さらに、Steffensen (2002) は保険契約者による早期解約や保険料支払いの中断等、より一般的なペイオフ・スケジュールの変更オプションが与えられた保険契約に関して、その経済価値を導出している。

[*22] 前小節と同様、本小節においても表記を簡単にするために、保険契約の経済価値を契約時点において評価する。

[*23] ただし、Albizatti and Geman (1994) ではある与えられた時点のみにおいて解約が認められるような契約に関して、契約価値の解析解を導出している。

上の議論は、保険契約者の保険数理的な意味での合理的な解約行動を仮定して、当該保険契約の経済価値を求めていた。個々の保険契約者が解約に関して最適な意思決定を行う限り、(25) 式から生命保険会社が抱える保険契約全体の解約率は、利子率および保険金額（解約返戻金額）を決定する資産の価格（およびこれらの経路）にのみ依存されることになり、保険会社が保険契約の経済価値を導出する際もこれら金融資産の価格推移に関する情報があればよいことになる。しかし、Kuo et al. (2003)、Cox and Lin (2005)、Kim (2005a)、Kim (2005b) および Kagraoka (2005) による実証研究では、実際の保険契約者は必ずしも保険数理的な意味での最適な解約行動をとっていないことが示されている。このうち、Kuo et al. (2003) および Cox and Lin (2005) はアメリカの生命保険契約者の解約行動について分析し、利子率以外に経済成長率や失業率といったマクロ経済ファクターが、保険契約者の解約行動に有意な影響を与えていることを示している。また、Kim (2005a)、Kim (2005b) では韓国及びアメリカの生命保険契約ついて、やはり経済成長率や失業率が保険契約解約の大きな要因となっていることを示している。さらに、Kagraoka (2005) は日本の年金払い損害保険契約における保険契約者の解約行動について分析しており、日本においても失業率などマクロ変数の影響が大きいという結果を得ている[*24]。これら一連の実証研究の結果からは、保険契約者が保険の解約に関する意思決定をする際に、当該保険の数理的価値以外の要因が解約の大きな誘因となっていることが分かる[*25]。したがって、保険契約の経済価値を導出する際に早期解約オプションを考慮する場合、実際の保険契約者の解約行動に即した解約過程をモデルに取り入れる必要性がある。

このような問題意識の下で、Schwartz and Torous (1989) のモーゲージ証券に対する評価モデルを、生命保険契約の経済価値評価に応用しているのが Reisman (2000) および Giovanni (2007) である。その基本的なアプローチは、はじめに保険契約者の瞬間的な解約率を

$$\pi(t) = F(t, x_1, x_2, \cdots, x_N), \tag{27}$$

とモデル化する。ただし、$x_i (i = 1, 2, \cdots, N)$ は利子率や資産価格に加え、保険契約者の解約行動に影響を与えると考えられる（失業率などの）状態変数を表している。(25) 式によるアメリカン・オプション・アプローチと異なり、(27) 式では保険契約者の解約行動を外生的に与えており、この意味で確率過程 $\pi(t)$ は保険契約の経済価値を導出する際に、前小節における被保険者の瞬間的な死亡率 $\mu_x(t)$ と同様の役割を果たすことになる。すなわち、リスク中立測度 $\tilde{\mathbb{P}}$ の下で当該契約者の解約時点 τ の確率分布を

$$Q(t) \equiv \tilde{\mathbb{P}}(\tau > t) = \tilde{E}_0 \left[e^{\int_0^t -\pi(s) ds} \right], \tag{28}$$

---

*24 ただし、Kagraoka (2005) では解約率に対する説明変数として、利子率が含まれていない。これは、サンプル期間中（1993 年〜2001 年）における日本の利子率が継続的に低下傾向にあり、この期間中は利子率そのものによる解約誘因が働かなかったことによるものと考えられる。

*25 ただし、これらの結果は保険契約者の広義の合理性を否定するものではない。事実、上に挙げた一連の研究において、失業率が解約行動の共通した要因となっていることを鑑みると、経済環境のマイナスショックに対して、個々の家計が流動性制約に直面していることが考えられる。すなわち、家計は一時的な資金不足に対して、保険の解約によってそれを補っている可能性が高い。

とおくことによって、前小節と同様の議論から、早期解約が可能な生命保険契約の契約時点における経済価値 $\breve{V}(0)$ は

$$\breve{V}(0) = \int_0^T \tilde{E}_0 \left[e^{-\int_0^u \{r(s)+\pi(s)\}ds} \pi(s)\Psi(u) \right] du + \tilde{E}_0 \left[e^{-\int_0^T \{r(s)+\pi(s)\}ds} \Psi(T) \right], \qquad (29)$$

と表されることになる。ただし、(24) 式および (25) 式と同様、$\tau < T$ のとき $\Psi(\tau)$ は τ 時点に早期解約した場合に支払われる解約返戻金額を、また $\Psi(T)$ は満期まで契約を保有した場合の満期保険金額を表している。前小節で議論した死亡リスクとの相違は、(29) 式からも分かるとおり、一般に契約者の解約行動は利子率やその他資産価格に依存するため、これらの変動リスクと解約リスクとの独立性を想定できない点にある。したがって、(21) 式のように契約者の解約確率を期待値作用素の外に置くことができず、一般に (29) 式の評価は (21) 式のそれと比較して遥かに複雑なものになる。さらに問題となるのは、(29) 式における全ての状態変数に対して、それをヘッジできるような金融資産が市場で取引されていない限り、モデルは非完備市場の設定となってしまうことである。しかし、状態変数の有力な候補である失業リスクや景気変動リスク等を完全にヘッジできるような金融資産が整備されている状況は、現実的には考えにくい。この場合、やはりリスク中立測度は一意に決定されず、リスク中立測度の選択によって (29) 式の結果が大きく左右される可能性が残ってしまうことになる。

以上のように、保険契約者が数理的な意味で合理的である場合を除き、生命保険契約における早期解約価値の導出は一般に複雑なものとなり、またその結果についても保険会社の恣意性を排除できない。さらに、保険契約者の解約行動に関する実証研究（特に日本の生命保険契約に関するもの）が非常に少なく、現在のところ解約行動をモデル化する際に必要なデータ自体が未整備の段階にある。このような中、やはり保険契約者が保険数理的な意味で合理的な解約行動をとることを仮定して、保険契約に内在する解約オプションの価値を評価していくことが、保険会社の健全性を担保するという意味では望ましいと考える。上で見たとおり、保険数理的な意味での合理的な保険契約者の仮定は、保険契約者が自分が保有する保険契約の価値が最も高くなるように、解約の意思決定を行うものと想定していることになる。逆に言うと、この場合において生命保険会社の保有すべき支払準備金額は最も大きくなり、この意味で (25) 式に沿った保険契約の経済価値評価は、解約オプションに対して最も慎重な見積もりを行っていることになる。したがって、保険契約者の解約行動に関して他に"妥当な"モデルが存在しない限り、アメリカン・オプション・アプローチによる保険契約評価は、客観性および生命保険会社の健全性の面からも優れていると考えられる[*26]。

[*26] 一方、森本 (2008) では解約返戻金が各時点における保険の経済価値と一致するような、保険の商品設計を提案している。このような解約返戻金の設定がなされている限りにおいて、保険会社は解約にともなうリスクを考慮する必要はなく、当該保険契約をあたかも早期解約のないもの（すなわちヨーロピアン・オプション）とみなして、その経済価値を導出すればよいことになる。

2.4 Participating 型保険契約

前小節までは、特に断らない限り単純な Unit-Linked 型保険契約を想定して議論を進めてきた。(3)式にあるように、Unit-Linked 型保険契約ではあらかじめ定められた資産（基準ポートフォリオ）の満期時における価格水準のみによって、最終的な保険金額が完全に決定されることになる。この意味で、Unit-Linked 型保険はプレーン型のコールオプションと同様のペイオフを有しており、その契約価値評価に関して Black and Scholes (1973) あるいは Merton (1973) におけるオプション価格理論をほぼそのまま応用することが可能であった。このことは、デリバティブ価格理論の保険契約への応用を扱っている文献の多くが、Unit-Linked 型保険を対象としている大きな理由の一つであると考えられる。しかし、その契約内容の簡潔性から、Unit-Linked 型保険契約は急速に成長している保険商品の一つではあるが、日本および多くの海外諸国の生命保険市場においては、依然として Participating 型と呼ばれる保険契約が契約全体の大半を占めている。この Participating 型保険契約では、契約期間中における生命保険会社の資産運用およびその他の利益が、契約者配当金として各契約者の保険口座残高に分配されていくことになる。したがって、Participating 型保険契約の最終的な保険金額は、保険会社が運用する資産の満期時における価格だけでなく、契約者配当を通じて、運用期間中における資産価格の推移にも依存することになる。この結果、Participating 型保険の経済価値も一般に資産価格が辿る経路に依存することになり、これが Participating 型保険の評価を複雑にしている大きな要因の一つとなっている。また、Participating 型保険契約では、Unit-Linked 型保険契約のように直接的なポートフォリオが定められているわけではなく、契約期間中における保険会社の資産運用の成否によって契約者配当、および最終的な保険金額が決められることになる。したがって、特に最低保険金額が保険会社によって保証されているような場合は、満期時における保険会社の保有資産額が最低保証保険金額に到達しない可能性が存在する。この場合保険会社は債務超過となり、保険会社がこれを何らかの形で穴埋めできないときには、当該保険契約は債務不履行に陥ることになる。この生命保険会社による債務不履行の可能性の存在は、Participating 型保険の経済価値導出を複雑にしているもう一つの大きな要因である。

まず、Participating 型保険契約に関する一般的なモデルの説明を行う。契約時点において、保険契約者は保険料 $V(0)$ を支払い、これを生命保険会社は十分に分散されたポートフォリオ（このポートフォリオの契約時点における価値を $A(0)$ とする）によって運用するものとする[*27]。一方、保険会社は受け取った保険料 $V(0)$ を保険契約者口座 $P(0)$ と配当準備金 $R(0)$ に振り分け、以降一定の契約者配当ルールにしたがって、資産の運用益を契約者口座および配当準備金に分配していくものとする。したがって、支払保険料 $V(0)$ と初期の契約者口座残高 $P(0)$ は必ずしも一致していない。表 1 は、この単純な設定における保険会社のバランスシートを表している。表 1 の左側は

[*27] 簡単のため、以下では保険契約者が契約時に一括して保険料を支払う、一時払い型の保険契約を想定している。また、資産価格の変動リスクが保険契約の経済価値に与える影響に焦点を当てるため、これ以降保険契約者の死亡リスクについては考慮していない。

資産	負債
$A(t)$	$P(t)$
	$R(t)$
$A(t)$	$A(t)$

表 1　上の表は Participating 型保険契約を引き受けた保険会社のバランスシートを表している。表の第 1 列は保険会社のバランスシートの資産サイドを表し、これは保険会社の保有する運用ポートフォリオの価値 $A(t)$ に等しい。一方、第 2 列は保険会社のバランスシートの負債サイドを表し、これは契約者口座残高 $P(t)$ および配当準備金 $R(t)$ から構成されている。

t 期における保険会社のバランスシートの資産サイドを表し、これは t 期における運用ポートフォリオの価値 $A(t)$ に等しい。一方、表 1 の右側は t 期におけるバランスシートの負債サイドを表し、これは t 期における契約者口座残高 $P(t)$ と、配当準備金 $R(t)$ から構成されている[*28]。

次に、Participating 型保険契約の経済価値導出において最も重要な要素となる、契約者配当について考える。満期 T までの一定の時点 $0 < t_1 < t_2 < \cdots < t_n = T$ において、保険会社は直前期の契約者口座に対して $r_p(t_i), (i = 1, 2, \cdots, n)$ の割合で配当を行うものとする。したがって、配当日において、契約者口座残高は

$$P(t_i) = (1 + r_p(t_i)) \cdot P(t_{i-1}), \quad i = 1, 2, \cdots, n \tag{30}$$

と更新されていくことになる。ここで、契約者配当ルール r_p に関して、例えば Grosen and Jorgensen (2000)、Jensen et al. (2001)、Prieul et al. (2001) および Chu and Kwok (2005)、では以下のような契約者配当ルールを考えている。

$$r_p(t_i) = \max\left\{ r_G, \delta\left(\frac{R(t_{i-1})}{P(t_{i-1})} - \gamma\right)\right\}. \tag{31}$$

ただし、r_G は契約者口座に対する最低保証利回り（あるいは予定利率）で、δ, γ は正のパラメーターである。(31) 式の配当ルールでは、直前期の配当準備金額 $R(t_{i-1})$ の契約者口座残高 $P(t_{i-1})$ に対する比率が目標水準 γ を十分に上回っている場合にのみ、最低保証利回り r_G を超えた契約者配当が支払われることになる。逆に保険会社の運用成績が悪く、契約者口座残高に対する配当準備金が十分に確保できない場合は、契約者には最低保証利回り r_G のみが支払われる。(30) および (31) 式から、当該保険の最終的な保険金額は、各期の契約者口座残高 $P(t)$ の変動を通じて、満期までに運用ポートフォリオの価値 $A(t)$ が辿った経路に依存することになる。一方、Bacinello (2001)、Bacinello (2003)、Miltersen and Persson (2003)、Ballotta (2005)、Bauer et al. (2006) および Zaglauer and Bauer (2008) では、配当ルールを

$$r_p(t_i) = \max\left\{ r_G, \eta\left(\frac{A(t_i)}{A(t_{i-1})} - 1\right)\right\}, \tag{32}$$

[*28] 保険会社に保険契約者以外から受託した資本（例えば株主資本）がある場合、$R(t)$ はこれらを含めた保険会社の広義の資本と見ることができる。この場合、保険会社は保険契約者からの保険料及び株主等から受託した資本を、同一のポートフォリオ $A(t)$ によって運用していることになる。

としている。ただし、η は正のパラメーター（Participating Rate）で、$0 < \eta < 1$ である。（32）式の配当ルールでは、生命保険会社の直前期における資産運用益 $A(t_i)/A(t_{i-1}) - 1$ が十分高い場合に限り、最低保証利回り r_G を超えた契約者配当が支払われることを意味している。（32）式の配当ルールは各期の資産運用益のみに依存しており、そのペイオフは Unit-Linked 型のそれに近いが、最終的な保険金額は $P(t)$ を通じてやはり $A(t)$ の経路に依存することになる。また、Ballota et al. (2005) ではより一般的に、各期の契約者配当が

$$r_p(t_i) = \max\left\{r_G, \frac{\eta}{i}\left(\frac{A(t_i)}{A(t_{i-1})} + \frac{A(t_{i-1})}{A(t_{i-2})} + \cdots + \frac{A(t_1)}{A(0)} - i\right)\right\}, \tag{33}$$

となるようなケースを考えている。（33）式で表された契約者配当は、配当日以前に実現した保険会社の平均的な運用利率に依存しており、（32）式と比較してより滑らかな契約者配当の経路が実現することになる。

ひとたび契約者口座への配当ルールが特定されれば、あとは前小節までと同様の手法で、Participating 型保険契約の経済価値を求めることができる。例えば、保険契約者による早期解約を考えない場合、契約時点における Participating 型保険契約の経済価値（すなわち保険契約者の支払い保険料）$V(0)$ は（1）式を用いて、

$$V(0) = \tilde{E}_0\left[e^{-\int_0^T r(s)ds} P(T)\right], \tag{34}$$

と表わすことができる。Grosen and Jørgensen (2000)、Bacinello (2001) および Miltersen and Persson (2003) では、運用ポートフォリオ $A(t)$ の価値過程が幾何ブラウン運動（（2）式）に従い、また利子率 r が一定であるという想定の下で、（34）式の評価を行っている。また、Zaglauer and Bauer (2008) では利子率 r の変動リスクを考慮に入れて、（34）式を評価している。一方、保険契約者に早期解約が認められている場合、Participating 型保険契約の契約時点における経済価値は（25）式と同様に、

$$\hat{V}(0) = \sup_{0\le\tau\le T} \tilde{E}_0\left[e^{-\int_0^\tau r(s)ds} P(\tau)\right], \tag{35}$$

と表わされる*29。Bacinello (2003)、Prieul et al. (2001) および Bauer et al. (2006) では、契約者による早期解約の可能性を考慮した上で、シミュレーションによって（35）式から Participating 型保険の経済価値を数値的に求めている。ただし、Unit-Linked 型保険と異なり、Participating 型保険契約では保険契約者の受け取る最終的なペイオフがポートフォリオ価格の経路に依存する。したがって、（31）あるいは（32）式のように単純化された配当ルールを仮定した場合であっても、次元の問題からモンテカルロ・シミュレーションによる数値計算は時間およびコスト面での強い制約を受けることになる*30。この問題に対し、Jensen et al. (2001) では特別な配当ルール

*29 ただし、2-3 節で議論したとおり、（35）式が成り立つのは、保険契約者による解約行動の保険数理的な意味での合理性を仮定しているためである。また、簡単のため解約による特別な手数料は存在しないものと仮定している。したがって、保険契約者は解約時までに積み立てられた契約者口座残高 $P(\tau)$ をそのまま受け取ることができる。

*30 ただし、近年では複数の状態変数を持つアメリカン・オプションの評価に関して、いくつかの実用的なシミュレーション手法が開発されている。例えば Longstaff and Schwartz (2001) を参照。

（(31) 式）を仮定することにとって、シミュレーションにおける次元問題を解消している。(31) 式の配当ルールでは、直前期（$t = t_{i-1}$）において来期の配当金額（$r_p(t_i)$）はすでに確定しており、契約者は t_{i-1} 期において来期（t_i 期）の契約者口座残高を完全に予見できるため、配当日以外（$t \notin \{t_1, t_2, \cdots, t_n\}$）で解約を行うことは契約者にとって最適な行動ではないことになる。この性質を用いて、Jensen et al. (2001) は各配当日（$t \in \{t_1, t_2, \cdots, t_n\}$）における Participating 型保険の解約価値（解約返戻金 $= P(t_i)$）と、配当日以外の時点（$t \notin \{t_1, t_2, \cdots, t_n\}$）において Participating 型保険の契約価値 $\hat{V}(t)$ が従う偏微分方程式を用いて、各時点における $\hat{V}(t)$ の値を後ろ向きに求めている。また、Tanskanen and Lukkarinen (2003) ではより一般的な配当ルールを持つ Participating 型保険契約に対し、保険契約者による解約可能期日を配当日のみに制限することによって、Jensen et al. (2001) と同様の手法で各時点における経済価値を求めている。

ここまでの議論は、保険契約の満期 T あるいは解約日において、それまでに蓄積された契約者口座の残高が生命保険会社から保険契約者へ確実に支払われるという前提の下で、Participating 型保険の経済価値を（34）あるいは（35）式によって求めていた。しかし、Unit-Linked 型保険と異なり、Participating 型保険契約では満期（あるいは解約日）における保険会社の保有資産と保険契約のペイオフが完全に一致しないという問題がある。したがって、満期（あるいは解約日）において保険会社が満期保険金（解約返戻金）を支払うのに十分な資産を保有していない場合、当該保険契約は債務不履行に陥ることになる。この生命保険会社による債務不履行の可能性を Participating 型保険の経済価値に反映しているのが Ballotta (2005)、Ballota et al. (2005) および Chu and Kwok (2005) である。生命保険会社による債務不履行の可能性を考慮した場合、Participating 型保険契約の契約者が満期において保険会社から受け取る金額を $\Psi(T)$ とおくと、$\Psi(T)$ は

$$\Psi(T) = \begin{cases} P(T), & if \quad A(T) \geq P(T) \\ A(T), & if \quad A(T) < P(T) \end{cases}, \tag{36}$$

と表わされる[*31]。すなわち、満期 T において生命保険会社の保有資産 $A(T)$ が契約者口座残高 $P(T)$ を下回った場合、同じことだが満期において生命保険会社の配当準備金 $R(T)$ が負値となった場合、当該保険契約は債務不履行に陥ったものと見なし、保険契約者は唯一の債権者として保険会社の保有資産 $A(T)$ のみを受け取ることになる。また、(36) 式から、満期において保険契約者が保険会社から受け取る金額を、以下のように表わすことができる。

$$\Psi(T) = P(T) - \Lambda(T). \tag{37}$$

ただし、

$$\Lambda(T) \equiv \max\{P(T) - A(T), 0\}, \tag{38}$$

で、これは満期における保険会社の債務超過額を表している。ここから、債務不履行の可能性を考

[*31] 以下の議論では、債務不履行の可能性が保険契約価値に与える影響について焦点を当てるため、保険契約者による早期解約に関しては考慮しない。

慮した場合の、契約時点における Participating 型保険の経済価値 $\ddot{V}(0)$ は、

$$\begin{aligned}\ddot{V}(0) &= \tilde{E}_0\left[e^{-\int_0^T r(s)ds}\Psi(T)\right] \\ &= \tilde{E}_0\left[e^{-\int_0^T r(s)ds}P(T)\right] - \tilde{E}_0\left[e^{-\int_0^T r(s)ds}\Lambda(T)\right], \end{aligned} \tag{39}$$

と表わされる。(39) 式 2 行目の右辺第 2 項は、債務不履行が発生した場合に契約者残高 $P(T)$ から減額される金額 $\Lambda(T)$ の現在価値で、Ballotta (2005) においてデフォルト・オプションと呼ばれているものである。そして、(34) 式と (39) 式とを比較すると、生命保険会社による債務不履行を考慮した場合における Participating 型保険の経済価値 $\ddot{V}(0)$ は、それを考慮しない場合の契約価値 $V(0)$ よりも、このデフォルト・オプションの価値だけ小さくなることが分かる。これは、生命保険会社の視点で考えると、保険会社は最終的な債務超過額の分だけ満期における保険金支払いを免除されるわけであり、その分保険会社の当該保険に対する必要準備金額、すなわち $\ddot{V}(0)$ は小さくなるのである。そして、Ballota et al. (2005) および Chu and Kwok (2005) では利子率 r 一定の下、運用ポートフォリオ $A(t)$ の確率過程が幾何ブラウン運動 ((2) 式) に従うものとして (39) 式を評価している。また、Ballotta (2005) はより一般に運用ポートフォリオ $A(t)$ の確率過程が幾何レヴィ過程 ((13) 式) に従うものと仮定し、(39) 式の評価を行っている。

以上、Participating 型保険の経済価値評価モデルについて概観してきた。まず、Participating 型保険契約の場合、一般に保険契約のペイオフが生命保険会社の保有する資産ポートフォリオ価値の経路に依存するため、その評価は Unit-Linked 型保険契約と比較して格段に複雑となる。また、実際の市場で保険契約者に支払われる配当金は、各期における生命保険会社の運用パフォーマンスのほか、保険契約の特性・保険会社の財務状況あるいは保険会社に対する制度・規制など様々な要因と複雑に関係している。したがって、現在におけるコンピューター技術の進歩を考慮したとしても、Participating 型保険の経済価値にこれらの要因を全て反映させることは現実的でないように思われる。この点について、生命保険会社間における会計情報の比較可能性を担保するためにも、現実の契約者配当ルールをモデル化する際にどの程度の簡略化が認められるのかに関して、モデルの開示方法とともに何らかの統一した見解が求められるだろう。また、Participating 型保険の経済価値評価に関しては、デフォルト・オプションの扱いも問題となる。上で見たとおり、生命保険会社による債務不履行を考慮に入れない場合と比較して、それを考慮に入れた場合の方が Participating 型保険の経済価値は低くなる。ここから、保険会社はデフォルト・オプションを過大に計上することにより、見掛け上の負債を小さくすることができ、また Participating 型保険契約の保険料も小さく抑えることができる。このように、財務戦略および商品競争戦略の両面において、保険会社にはデフォルト・オプションを過大に計上する誘因が存在することになる。もちろん、このデフォルト・オプションの金額が適切に開示されている限りにおいて、生命保険会社の会計情報の利用者および (潜在的な者を含む) 保険契約者は、保険会社による債務不履行を考慮しながら保険会社間または保険商品間の比較を行うことが可能となる。しかし、そうでない場合には、会計情報の利用者に本来財務健全性の面で劣位に立つ保険会社があたかも健全であるかのような印象を与え、また保険契約者には将来履行される可能性の低い保険商品が競争力の高い商品であるか

のような錯覚を与える可能性がある。したがって、生命保険会社がデフォルト・オプションを計上する際には、その根拠となる各パラメーターの値および債務不履行の可能性等を同時に添付するなどして、利害関係者が保険会社間および保険商品間の適切な比較を行うことができるようにする必要があると考えられる。

3 経済価値ベースの導入による保険業界への影響と政策的インプリケーション

これまで、生命保険契約に内包された様々なリスクに関して、(1) 式で表されたデリバティブ価格理論に基づく評価モデルの応用可能性とその問題点を概観してきた。そこで見たとおり、生命保険契約の経済価値を求める際に、デリバティブ価格理論の応用が常に有用であるわけではない。特に、実在する金融市場で扱われていない種類のリスク（死亡率のシステミックリスクや解約リスクなど）を含む保険契約を評価する場合、モデルが非完備市場の設定となってしまうため、当該保険の経済価値を (1) 式を用いて一意に求めることはできなくなる。また、デリバティブ価格理論が応用可能なケースであっても、モデルで想定する確率過程の形状や各パラメーターの値によって、最終的に導出される経済価値が大きく異なる可能性も存在する。ただし、これらのモデル・リスクあるいはパラメーター・リスクについては、IASB の Phase II において考慮されることとなっており、具体的にはこれらの不確実性に対するリスク・マージンを考慮に入れた上での経済価値を計上させることになるようである。このように、実務への応用段階で発生する問題点に関していくつかの修正を加えつつも、やはり保険会社の抱える幅広い資産・負債に対して、経済価値による評価を適用させていくことが IASB の中長期的な基本方針であるように思われる。その一方で、最近（2008 年 11 月現在）の不安定な金融情勢を受けて、IASB は IFRS 導入企業に対して原則的な時価会計の適用を一時的に緩和する緊急措置を発表している[*32] [*33]。そこで、本節では経済価値アプローチによるバランスシート評価を導入した場合に考えられる、生命保険業界および各生命保険会社への影響を整理する[*34]。また、そこから得られるインプリケーションとして、生命保険産業の健全な発展のために必要となるであろう生命保険会社への規制および監督の方向性についても合わせて考察していく。

ところで、経済価値アプローチの導入に関して、保険業界には以前から慎重な姿勢が見られた。特に保険会社の負債サイド、すなわち保険契約価値の評価に関しては、各国・地域において保険契

[*32] IASB 発表の詳細な内容に関しては、以下のウェブページを参照のこと。http://www.iasb.org/News/Press+Releases/IASB+amendments+permit+reclassification+of+financial+instruments.htm

[*33] ただし、これらの措置は、必ずしもこれまで見てきた経済価値アプローチと相反するものではない。経済価値に関する IASB の定義（第 1 節を参照）によると、経済価値とは資産・負債が持つある種の基礎的価値（ファンダメンタルズ）であり、これは常に市場における当該資産・負債価格（時価）と一致するわけではない。したがって、たとえば流動性の乏しい金融資産・負債契約を評価する際に、単純な市場価格ではなく、そのファンダメンタルズから見た理論価格を用いるというのは、経済価値アプローチの考え方とある意味で整合的である。

[*34] Jørgensen (2004) では、経済価値ベースの導入が、保険業界及び各保険会社に与える影響を、金融経済学者の視点から詳細に議論している。

約特有の会計慣行が存在し、これを改変することに対して依然慎重な態度がみられるようである。このことは、幅広い金融商品に対して経済価値による評価を求めた IFRS において、保険契約に関する項目（IFRS 4）については、当面現行の会計慣行が認められていることからも伺い知ることができる。また Dickinson and Liedtke (2004) のアンケート調査によれば、保険業界が経済価値アプローチの導入に慎重となっている最も大きな理由のひとつとして、経済価値アプローチの適用によって保険会社のバランスシートの変動性が大きくなり、保険業界全体への信頼性が損なわれる危険性があるという問題点が挙げられている。確かに、経済価値アプローチの下では金融市場における資産価格の変化を保険契約価値に随時反映させていくため、期間ごとに見た生命保険会社のバランスシートの変動性は、決定論的な評価法に基づく従来の会計手法のそれと比較して大きくなると考えられる。特に、現在のように金融市場全体が非常に不安定となっている状況下において、経済価値アプローチの適用は保険会社のバランスシートの変動性を著しく大きくさせることになる。しかし、保険契約の経済価値が、その定義どおり将来のペイオフを公正に評価した値である限り、各期における経済価値の変動はいづれかの時点で保険会社のバランスシートに反映されなくてはならない。この点に関して、経済価値アプローチに基づく評価法では、生命保険会社が有する資産・負債価値の変化を適時バランスシートに反映していくのに対し、従来の決定論的なアプローチでは、これを将来まで繰り延べていくことになる。すなわち、決定論的なアプローチに基づく評価法では、各期における金融資産価格の変化がバランスシートに十分に反映されないため、会計上の資産・負債評価額とその経済価値との乖離が時間を通じて広がっていく可能性が存在する。したがって、決定論的アプローチの下では、会計上非常に安定した財務内容を示していた生命保険会社が突然財務的破綻に陥る可能性が存在し、このような場合にはむしろ保険業界全体の会計情報に対する信頼性を損なってしまう危険性がある。一方、経済価値アプローチの下では、それが適切に運用されている限りにおいて、保険会社の会計情報には当該保険会社が現在置かれている財務的状況が正確に反映されることになり、結果的に保険業界全体への信頼性を向上させることにつながるものと考えられる。また保険監督上の観点からも、生命保険会社の財務危機を早期に発見し、生命保険業界あるいは金融市場全体のシステミックリスクを未然に防止するという意味で、経済価値アプローチの導入は非常に有用であると考えられる。

また、生命保険会社のバランスシートを資産と負債とで別個に見るのではなく、両者の差額である資本を中心にして考えた場合、経済価値アプローチの導入は必ずしも生命保険会社のバランスシートの変動性を増大させることにはならない。IASB の IAS 39 にあるように、生命保険会社を含む企業の幅広い資産に対して経済価値評価が求められている中、生命保険会社の負債に関しても経済価値の変化を反映した評価法を適用した方が、両者の差額である資本の変動性はかえって小さくなる可能性がある。実際、Ballotta et al. (2006) の Participating 型保険契約を用いたシミュレーション結果によると、保険契約評価に経済価値アプローチを用いた場合の方が、決定論的アプローチを用いた場合よりも生命保険会社の資本の変動性は小さく、また保険会社が財務的破綻に陥る確率も小さくなっている。しかも、Ballotta et al. (2006) の結果は保険会社が特別な ALM を行っていない状況下で得られたものであり、仮に保険会社によって適当な ALM が行われていたと仮定すると、両者の差異はさらに大きくなっていたものと思われる。このように、経済価値アプ

ローチの導入によって、生命保険会社のバランスシートには ALM の成果が直接的に反映されるようになるため、商品競争戦略および財務戦略上の観点から、経済価値アプローチが適用された保険会社には ALM、あるいはより広義での全社的リスク管理（Enterprise Risk Management: ERM）を徹底する誘因が発生することになる。したがって、経済価値アプローチの導入は各保険会社に自発的な財務規律を促し、生命保険業界全体の財務健全性を向上させることによって、結果的に国内生命保険会社の国際的な競争力を高めることにつながるものと考えられる。

一方経済価値アプローチの導入によって、保険会社だけでなく、生命保険業界の規制・監督当局もそれへの対応が求められることになる。前節までに見たとおり、生命保険契約（特に Participating 型保険契約）の経済価値は、各保険契約の商品設計および保険会社の意思決定に関する様々なパラメーターに依存している。一方、現実の生命保険業界においては、個別の保険契約および保険会社の経営・財務行動に対して、法律・規制等によって様々な制限が設けられていることが多い[*35]。しかし、Bacinello (2001) や Bauer et al. (2006) でも指摘されているとおり、保険契約の経済価値を導出する際にこれらのパラメーターは相互に強く関係しており、完全なるフリー・パラメーターではない。したがって、生命保険会社が経済価値アプローチによって保険契約を評価するためには、規制当局も各パラメーターに対して個別的に規制を設けるのでなく、これらパラメーター間の相互依存関係を十分把握し、経済価値アプローチと整合的な規制内容となっているかを確認する必要がある。逆にこれらの関係を考慮しないまま経済価値アプローチを導入した場合、当初は保険契約者の保護を意図して設けられたこれら各種の規制が、生命保険会社の経営・財務行動の自由度を低下させ、かえって保険会社の健全性に深刻な影響を与える可能性がある。

ただし、金融技術の発達によって生命保険の商品内容が複雑化し、また生命保険会社の資産運用・調達手段も多様化するなかで、生命保険業界の規制当局が保険契約価値に関係するあらゆるパラメーター間の複雑な相互依存関係を把握することは容易ではない。そこで、経済価値ベースの導入にあたっては、保険会社の商品競争戦略および財務戦略には一定の自由度を与えつつ、一方で保険会社の財務健全性を担保し保険契約者の利益を保護するためには、ソルベンシー・マージン基準による監督を行っていくことが現実的な路線であるように思われる。Grosen and Jørgensen (2000) および Kling et al. (2007) では、一般的な設定の下で、各パラメーターの値が生命保険会社の破綻確率に与える影響を分析しているが、それによると保険会社の自己資本比率は破綻確率を決定付ける最も大きな要因の一つとなっている。したがって、規制緩和で保険会社による商品および財務戦略上の自由度が高まったとしても、経済価値アプローチによって保険会社の引き受けたリスクが正しく評価され、それに対応する十分な資本が保険会社に蓄積されている限りにおいて、生命保険会社の財務健全性は十分に担保されるはずである。

また、ソルベンシー・マージン基準を用いた監督当局による早期是正措置の存在は、生命保険会社によるモラルハザードを防止する意味でも大いに有用となる。前節でみたとおり、特に Participating 型保険契約を発行した生命保険会社には、デフォルト・オプションの存在によって、

[*35] 例えば、日本の生命保険会社における Participating 型保険の最低保証利率（予定利率）は、金融庁が告示する標準利率に基づいて算定されている。また、保険会社の運用ポートフォリオや、契約者配当の分配等に関しても、保険業法等によって保険会社の自由度は実質的に制限されている。

よりリスクの高い財務戦略を採用する誘因が発生する。特に、経済価値アプローチの導入に際して生命保険会社の財務戦略に関する規制を緩和した場合、このような誘因の存在は生命保険会社および生命保険業界全体への信頼性を大きく損なう可能性が高い。しかし、リスクの高い財務戦略は保険会社の自己資本の変動性を増加させ、結果的に自己資本がソルベンシー・マージン基準に抵触する確率を高めることになる。この点で、ソルベンシー・マージン基準による早期是正措置の存在は、保険会社の資本の毀損幅を限定し、デフォルト・オプションの価値を低下させることによって、結果的に保険会社によるモラルハザードを緩和させる働きを持つことになる。実際 Grosen and Jørgensen (2002) によるシミュレーションでは、監督当局による早期是正措置の存在が、デフォルト・オプションの価値を低下させ、生命保険契約の経済価値を高めることが示されている。

以上をまとめると、次のようになる。まず、生命保険契約評価における経済価値アプローチの導入は、それが適切に運用される限りにおいて、各生命保険会社および生命保険業界全体への信頼を損ねる本質的な原因とはならない。むしろ、経済価値アプローチの導入は、生命保険会社のバランスシートの透明性および比較可能性を向上させることによって、各保険会社に自発的な財務・危機管理（ALM あるいは ERM）を促し、結果的に生命保険業界全体への信頼を高める結果になると考えられる。ただし、経済価値アプローチの導入が生命保険業界全体に対してプラスの影響をもたらすためには、生命保険業界の規制・監督当局にとっても新たな制度への対応が求められることとなる。特に、現存する生命保険会社への規制内容が、経済価値アプローチの概念と整合的なものとなっているかを十分に検討することは、新制度を円滑に導入するための必要不可欠なプロセスとなるだろう。また、経済価値アプローチの導入によって生命保険会社によるモラルハザードを生じさせないためには、ソルベンシー・マージン基準やそれに伴う早期是正措置など保険会社に対する監督手法に関しても、経済価値アプローチとの整合性が十分に考慮される必要があると考えられる。

4 終わりに

本稿では、経済価値に基づいた生命保険契約の評価モデル、特にデリバティブ価格理論を応用したモデルが、これまでに遂げてきた発展を概観してきた。生命保険契約が将来の様々な事象（あるいはリスク）に対する条件付き請求権の集合であることを考えれば、複雑なペイオフを持つ生命保険契約に関しても、デリバティブ価格理論を応用することによってその経済価値を導出することが理論的には可能である。もちろん、現実には生命保険契約が保証している全てのリスクに関して、対応する条件付き請求権が金融市場に存在しているわけではない。この場合、デリバティブ価格理論だけを用いて保険契約の経済価値を求めることはできないが、それでも他の経済モデルと組み合わせることによって、生命保険契約の合理的な価格を導出することは可能である。この意味で、生命保険契約の評価とデリバティブ価格理論を応用した経済価値アプローチとは、本来非常に相性が良いもののはずである。また、近年におけるデリバティブ価格理論の急速な発展と、それにともなう金融商品の多様化によって、現在では生命保険契約に内在するより多くのリスクに対して、その経済価値の導出が可能となっている。これらの点で、経済価値の概念を生命保険契約の評価に導入

する素地は既に整っているように思われる。

一方、生命保険業界全体にとっても、経済価値アプローチの導入によって得られるメリットは少なくない。国内の生命保険業界が産業として健全に発展していくためには、業界内における経済資源の効率的な分配が必要不可欠となる。しかし、この効率的な資源配分が実現するためには、各生命保険会社が置かれている財務状況に関する情報が、当該保険会社のステークホルダーに対して迅速かつ正確に伝達されることが条件となる。この点に関して、経済価値アプローチに基づいた会計情報は、変化する生命保険会社の財務状況を反映していくため、これを用いることによって各ステークホルダーも資源配分に関する合理的な意思決定を行うことが可能となる。すなわち、経済価値アプローチの生命保険契約への適用は、保険会社の会計情報に対する信頼性を高め、また会計情報の保険会社間における比較可能性を高めることによって、生命保険産業全体で見た資源配分の効率性を向上させることに繋がるのである。さらに、経済価値アプローチの導入は、会計情報の透明性および比較可能性の向上を通じて、各保険会社に自律的な財務規律を促すことになり、結果的に生命保険産業全体の安定的な発展をもたらすものと考えられる。

また、生命保険業界の規制・監督当局にとっても、経済価値アプローチの有用性は高い。前節でも見たとおり、生命保険会社によるモラルハザードを防止し、保険契約者の利益を保護するためには、保険会社の行動に対する何らかの規制あるいは是正措置の存在が必要となる。しかし、従来の決定論的なモデルを用いた会計情報では、規制・監督当局も保険会社が現在おかれている経済的状況を正確に把握することができないため、財務的な問題を抱える保険会社への迅速な対処が非常に困難となる。しかし、このように保険会社への対応が遅れた結果、保険会社の突発的な財務的破綻が生じ金融市場および実体経済へ深刻な影響を及ぼす可能性がある。この点に関し、経済価値アプローチに基づく会計情報を用いることによって、規制・監督当局は変化する生命保険会社の正確な財務状況を把握することができ、財務的問題を抱える保険会社に対して早期段階での措置を施すことによって、結果的にシステミックなリスクを未然に防止することが可能となるだろう。

最後に、経済価値アプローチで評価された会計情報が真に意味を持つためには、そこで用いられている理論モデル自体が、現実における保険会社および保険契約者の行動あるいは保険契約に関係する様々なリスクと整合的である必要がある。そして、想定されている理論モデルの妥当性を検証するためには、実証研究によってモデルと現実との整合性をテストしていくという作業が必要不可欠となる。しかし、現時点では日本の生命保険に関するデータ（少なくとも学術界において）に非常にアクセスし難い状況であり、有益な実証結果が蓄積されているとは言い難い。日本の生命保険産業の健全な発展のためにも、産業界と学術界が今以上に連携し、生命保険に関するデータの入手可能性を高め、またそれによる理論・実証研究の結果が保険業界に還元されていくことが強く望まれる。

参考文献

・ Aase, K. K. and S. Persson, 1994, "Pricing of Unit-Linked Life Insurance Policies," *Scandinavian Actuarial Journal*, 26-52.

- Albizatti, M. and H. Geman, 1994, "Interest Rate Manegement and Valuation of the Surrender Option in Life Insurance Policies," *The journal of Risk and Insurance* 61, 616-637.
- Bacinello, A. R., 2001, "Fair Pricing of Life Insurance Participating Policies with Minimum Interest Rate Guaranteed," *Astin Bulletin* 31, 275-297.
- Bacinello, A. R., 2003, "Fair Valuation of a Guaranteed Life Insurance Participating Contract Embedding a Surrender Option," *The Journal of Risk and Insurance* 70, 461-487.
- Bacinello, A. R., 2005, "Endogenous Model of Surrender Conditions in Equity-Linked Life Insurance," *Insurance: Mathematics and Economics* 37, 270-296.
- Bacinello, A. R. and F. Ortu, 1993a, "Pricing Equity-Linked Life Insurance with Endogenous minimum Guarantees," *Insurance: Mathematics and Economics* 12, 245-257.
- Bacinello, A. R. and F. Ortu, 1993b, "Pricing Guaranteed Securities-Linked Life Insurance under Interest-Rate Risk," *Actuarial Approach For Financial Risks, Transactions of the 3rd AFIR International Colloquium*, 35-55.
- Bacinello, A. R. and F. Ortu, 1994, "Single and Periodic Premiums for Guaranteed Equity-Linked Life Insurance under Interest-Rate Risk: the Lognormal + Vasicek Case," In: L. Peccati and M. Viren, eds., *Financial Modelling*, Physica-Verlag, 1-25.
- Ballotta, L., 2005, "A Lévy Process-Based Framework for the Fair Valuation of Participating Life Insurance Contracts," *Insurance: Mathematics and Economics* 37, 173-196.
- Ballota, L., S. Haberman, and N. Wang, 2006, "Guarantees in With-Profit and Unitized With-Profit Life Insurance Contracts: Fair Valuation Problem in Presence of the Default Option," *The Journal of Risk and Insurance* 73, 97-121.
- Ballotta, L., G. Esposito, and S. Haberman, 2006, "The IASB Insurance Project for Life Insurance Contracts: Impact on Reserving Methods and Slvency Requirment," *Insurance: Mathematics and Economics* 39, 356-375.
- Bauer, D., R. Kiesel, A. Kling, and J. ruβ, 2006, "Risk-Neutral Valuation of Participating Life Insurance Contracts," *Insurance: Mathematics and Economics* 39, 171-183.
- Black, F. and M. J. Scholes, 1973, "The Pricing of Options and Corporate Liabilities," *Journal of Political Economy* 81, 637-659.
- Biffs, E., 2005, "Affine Processes for Dynamic Mortality and Actuarial Valuation," *Insurance: Mathematics and Economics* 37, 442-268.
- Biffs, E. and P. Millossovich, 2006, "The Fair Value of Guaranteed Annuity Options," *Scandinavian Actuarial Journal*, 23-41.
- Boyle, P. P. and E. S. Schwartz, 1977, "Equilibrium Prices of Guarantees under Equity-Linked Contracts," *Journal of Risk and Insurance* 44, 639-660.
- Brennan, M. J. and E. S. Schwartz, 1976, "The Pricing of Equity-Linked Life Insurance Policies with an Asset Value Guarantee," Journal of Financial Economics 3, 195-213.
- Brennan, M. J. and E. S. Schwartz, 1979, "Alternative Investment Strategies for the Issuers

of Equity Linked Life Insurance Policies with an Asset Value Guarantee," *The Journal of Business* 52, 63-93.

- Cairns, A. J. G., D. Blake, and K. Dowd, 2006, "Pricing Death: Frameworks for the Valuation and Securitization of Mortality Risk," *Astin Bulletin* 36, 79-120.
- CEIOPS, 2006, "Consultation Paper No.20 - Draft Advice to the European Commission in the Framework of the Solvency II Project on Pillar I Issues - Further Advice."
- CEIOPS, 2007, "QIS3 Technical Specification."
- Chu, C. C. and Y. K. Kwok, 2005, "Pricing Participating Policies with Rate Guarantees and Bonuses," working paper, Hong Kong University of Science and Technology.
- Cox, S. H. and Y. Lin, 2005, "Annuity Lapse Rate Modelling: Tobit or Not Tobit," technical report, Society of Actuaries.
- Dahl, M., 2004, "Stochastic Mortality in Life Insurance: Market Reserves and Mortality-Linked Insurance Contracts," *Insurance: Mathematics and Economics* 35, 113-136.
- Dahl, M. and T. Møller, 2006, "Valuation and Hedging of Life Insurance Liabilities with Systematic Mortality Risk," *Insurance: Mathematics and Economics* 39, 193-217.
- Delbaen, F., 1990, "Equity Linked Policies," *Bulletin Association des Actuaries Belges,* 33-52.
- Delbaen, F. and W. Schachermayer, 1994, "A General Version of the Fundamental Theorem of Asset Pricing," *Mathematische Annalen* 300,463-520.
- Dickinson, G. and and P. M. Liedtke, 2004, "Impact of a Fair Value Financial Reporting System on Insurance Companies: A Survey," *The Geneva Papers on Risk and Insurance* 29, 540-581.
- Duffie, D. and K. J. Singleton, 1997, "An Econometric Model of the Term Structure of Interest-Rate Swap Yields," *Journal of Fonance* 52, 1287-1321.
- Duffie, D. and K. J. Singleton, 1999, "Modelling Term Structure of Defalutable Bonds," *The Review of Financial Studies* 12, 687-720.
- Ekern, S. and S. A. Persson, 1996, "Exotic Unit-Linked Life Insurance Contracts," *The Geneva Papers on Risk and Insurance Theory* 21, 35-63.
- Giovanni, D. D., 2007, "Lapse Rate Modelling: A Rational Expectation," working paper, University of Aarhus.
- Grosen, A. and P. L. Jørgensen, 1997, "Valuation of Early Exercisable Interest Rate Guarantees," *The Journal of Risk and Insurance* 64, 481-503.
- Grosen, A. and P. L. Jørgensen, 2000, "Fair Valuation of Life Insurance Liabilities: The Impact of Interesr Rate Guarantees, Surrender Options, and Bonus Policies," *Insurance: Mathematics and Economics* 26, 37-57.
- Grosen, A. and P. L. Jørgensen, 2002, "Life Insurance Liabilities at Market Value: An Analysis of Insolvency Risk, Bonus Policy, and Regulatory Intervention Rules in a Barrier

Option Framework," *The Journal of Risk and Insurance* 69, 63-91.

- Hainaut, D. and P. Devolder, 2008, "Mortality Modelling with Lévy Processes, " *Insurance Mathematics and Economics* 42, 409-418.
- Harrison J. M. and D. M. Kreps, 1979, "Martingales and Arbitrage in Multiperiod Securities Markets," *Journal of Economic Theory* 20, 381-408.
- Harrison, J. M. and S. R. Pliska, 1981, "Martingales and Stochastic Integrals in the Theory of Continuous Trading," *Stochastic Processes and Their Applications* 11, 215-260.
- IAIS, 2005, "Toward a Common Structure and Common Standards for the Assessment of Insurance Solvency: Cornerstones for the Formulation of Regulatory Financial Requirements."
- IASB, 2004, "International Financial Reporting Standard 4 - Insurance Contracts."
- IASB, 2007, "Preliminary Views on Insurance Contracts," discussion paper.
- Jensen, B., P. L. Jørgensen, and A. Grosen, 2001, "A Finite Difference Approach to the Valuation of Path Dependent Life Insurance Liabilities," *The Geneva Papers on Risk and Insurance Theory* 26, 57-84.
- Jørgensen, P. L., 2004, "On Accounting Standards and Fair Valuation of Life Insurance and Pension Liabilities," *Scandinavian Actuarial Journal*, 372-394.
- Kagraoka, Y., 2005, "Modelling Insurance Surrenders by the Negative Binomial Model," working paper, Musashi University.
- Kassberger, S., R. Kiesel, and T. Liebmann, 2008, "Fair Valuation of Insurance Contracts under Lévy Process Specifications," *Insurance: Mathematics and Economics* 42, 419-433.
- Kim, C., 2005a, "Modelling Surrender and Lapse Rate with Economic Variables," *North American Actuarial Journal* 9, 56-70.
- KIm, C., 2005b, "Report to the Policyholder Behavior in the Tail Subgroups Project," technical report, Society of Actuaries.
- Kling, A., A. Richter, and J. ruβ, 2007, "The Interaction of Guarantees, Surplus Distribution, and Asset Allocation in With-Profit Life Insurance Policies," *Insurance: Mathematics and Economics* 40, 164-178.
- Kuo, W., C. Tsai, and W. Chen, 2003, "An Empirical Study on the Lapse Rate: The Conintegration Approach," *The Journal of Risk and Insurance* 70, 489-508.
- Longstaff, F. A. and E. S. Schwartz, 2001, "Valuing American Options by Simulation: A Simple Least-Squares Approach," *The Review of Financial Studies* 14, 113-147.
- Matten, C., 2000, *Managing Bank Capital: Capital Allocation and Performance Measurement*, 2nd edn, Wiley.
- Merton, R. C., 1973, "The Theory of Rational Option Pricing," *The Bell Journal of Economics and Management Science* 4, 141-183.
- Milevsky, M. A. and S. D. Promislow, 2001, "Mortality Derivatives and the Option to

Annuitise," *Insurance: Mathematics and Economics* 29, 299-318.
・ Miltersen, K. R. and S. Persson, 2003, "Guaranteed Investment Contracts: Distributed and Undistributed Excess Return," *Scandinavian Actuarial Journal*, 257-279.
・ Nielsen, J. A. and K. Sandmann, 1995, "Equity-Linked Life Insurance: A Model with Stochastic Interest Rates," *Insurance: Mathematics and Economics* 16, 225-253.
・ Persson, S. A, 1993, "Valuation of a Multistate Life Insurance Contract with Random Benefits," *Scandinavian Journal of Management* 9, s73-s86.
・ Reisman, H., 2000, "Valuation of Life Insurance Contracts with Surrender Options," working paper, Technion-Israel Institute of Technology.
・ Prieul, D., V. Putyatin, and T. Nassar, 2001, "On Pricing and Reserving With-Profits Life Insurance Contracts," *Applied Mathematical Finance* 8, 145-166.
・ Schwartz, E. S., and W. N. Torous, 1989, "Prepayment and the Valuation of Mortgage-Backed Securities," The Journal of Finance 44, 375-392.
・ Stanton, R., 1995, "Rational Prepayment and the Valuation of Mortage-Backed Securities," *The Review of Financial Studies* 8, 677-708.
・ Steffensen, M., 2002, "Intervention Options in Life Insurance," *Insurance Mathematics and Economics* 31, 71-85.
・ Tanskanen, A. J. and J. Lukkarinen, 2003, "Fair Valuation of Path-Dependent Participating Life Insurance Contracts," *Insurance Mathematics and Economics* 33, 595-609.
・ Zaglauer, K. and D. Bauer, 2008, "Risk-Neutral Valuation of Participating Life Insurance Contracts in a Stochastic Interest Rate Environment," *Insurance Mathematics and Economics* 43, 29-40.
・ 森本祐司, 2008, 「昨今の国際動向から保険商品を再考する」, 日本保険学界大会報告.