

論文審査の結果の要旨

氏名 田中周二

本論文は、生命保険会社における資産負債の管理運営（ALM）をテーマとして、新しい数学モデルを構築し、モデルのシミュレーションを通じて生命保険と年金に関するリスク管理を全般的に論じたものである。

生命保険と年金の財政管理・運営は、保険料計算と並びアクチュアリー（保険数理人）が担う重要な職務である。そのため、従来は責任準備金評価が重要な課題とされてきた。しかし、生命保険・年金はキャッシュフローが超長期的であり、また死亡、脱退などの不確実性が内在している。伝統的な保険・年金数理では、金利、死亡率、脱退率などを一定として、保険料・責任準備金の計算を行ってきた。しかし、近年の金融自由化に伴い、様々な不確実性が現れ、伝統的な手法では対応できなくなった。1970年代のアメリカでは高金利となり、生命保険会社の契約が多数解約され、財務危機に陥った。また、1990年代の日本では証券価格が下落したが、一方で高い予定利率を保証していたため生命保険会社が相次いで破綻した。このため、不確実性を考慮したALM手法が必要となった。

本論文ではまず、1990年代までの米国の生命保険会社のソルベンシー概念とリスク管理手法を概観した後、米国で当時開発されたキャッシュフロー・テストなどのALM手法について解説している。

さらに、本論文では、これら従来のALM手法に対して、新しい生命保険会社における資産負債統合型のファイナンスモデルを提唱し（これは現在、田中・室町モデルと呼ばれている）、それに基づくALM手法についての研究を数値実験を軸として行った。本モデルの特徴は以下のような点にある。

1. 資産サイドでは国債・社債・株で運用するとしており、金利を含む市場リスク、債務不履行などの信用リスクを考慮している。社債の価格に対しては、ファイナンスにおけるモデルである誘導型信用リスクモデルを採用している。
2. 負債サイドにおいては、生命保険・年金を条件付き請求権として考え、死亡率・解約率・脱退率も金融状況に依存して変動する確率過程として定式化している。
3. 本モデルでは決算期における貸借対照表に注目しており、資産額・負債額の計算において時価評価会計を取り入れている。そのため、決算期における収益額の分布を数値実験により与えることができる。

なお、社債の評価については、ハザード確率に基づき個々の会社が債務不履行に陥る状態までもモデル化されているが、生命保険・年金契約に

については契約者が多数いるため大数の法則が満たされるとし、実際の支払い額は条件付き平均で与えられるとしている。また、短期無リスク金利、株価、社債のハザード率、死亡率、解約率、脱退率などはすべて時間依存型の拡散過程型の確率微分方程式で与えられている。

モデルそのものは、大きな確率微分方程式の系で与えられるので、ここでは資産サイドにおける金利とハザード率の方程式の形のみを与えておく。

$$\begin{aligned}dr(t) &= \mu_0(r(t), t)dt + \sigma_0(r(t), t)dZ_0(t) \\dh_j(t) &= \mu_j(r(t), h(t), t)dt + \sigma_j(r(t), h(t), t)dZ_j(t)\end{aligned}$$

$t > 0, j = 1, \dots, n$. ここで、 $r(t)$ が金利過程、 $h_j(t), j = 1, \dots, n$, が会社 j の債務不履行に関するハザード過程である。 $Z_j(t)$ はブラウン運動で、 $d\langle Z_i, Z_j \rangle(t) = \rho_{ij}(t)dt$ を満たすと仮定されている。

時価評価にあたっては、与えられた確率測度での単なる条件付き期待値ではなく、リスク中立確率測度の下での条件付き期待値を計算する必要がある。このため、単純なモンテカルロシミュレーションを用いることは出来ない。システムが巨大であるために、係数が一般の場合には、現在知られている数値計算手法ではリスク中立確率での期待値を効率的に行うことが難しい。このため、論文では、リスク中立確率下の期待値の公式が知られているガウス型の場合に数値実験を行っている。数値実験の結果、決算期における資産状況の確率分布はリスクとなる下方向には裾野が広がることを確認されている。これは会社の債務不履行の影響によるものであることが検討により確認されている。

論文ではさらにデュレーションなどの各種の古典的なリスク指標に基づく管理の評価をモデルに基づき行っている。

このように本論文では時価評価会計に耐える生命保険会社における ALM のモデルを提示し、数値実験による解析を行うと同時に、これまでの ALM 手法との比較検討が行われており、生命保険における ALM に対して新しい視点を与えており高く評価できるものである。

よって、論文提出者 田中 周二 は、博士（数理科学）の学位を受けるにふさわしい十分な資格があると認める。