

# 利率の変化によるソルベンシーマージンの変化と ESR の必要性

Changes in solvency margin due to changes in interest rates and necessity of ESR

経営システム工学専攻  
18N7100011K 沢田裕紀

## 1 はじめに

(本研究における SM はすべてソルベンシーマージンを表す) 近年, 日本の保険会社における支払い余力を表す SM の評価方法は見直されつつある. 経済価値ベースの SM 評価は, 時価評価をするという点で従来のものより現状に沿った評価が可能になる等の利点があるが, 自由である分信頼性に欠ける, 監督当局が基準となる値を定めることができていない, 等が課題となっていて未だ解決の目処は立っていない. また, 一般には各社の内部モデルが公開されていないため, 研究も進行していないのが現状である.

そこで本稿では, 公開されている情報のみで資産と負債両方のモデル化を実行した保険会社を考え, 現行の SM 評価と経済価値ベースの SM 評価を単純な方法で比較することで, 現在の金利において適している評価方法や, 比較可能性に優れる経済価値ベースの SM の計算法について検証したいと考える.

## 2 日本の現行の SM 評価

現在日本で使用されている SM 評価は, 純資産や危険準備金等の諸準備金, その他有価証券差額の含み損益等の通常の予測を超えて発生するリスクに対応できる支払い余力を「SM 総額」として捉え, これを保険リスクや予定利率リスク, 資産運用リスク等の通常予測できる範囲を超える諸リスクを数値化して算出した「リスクの合計額」に 2 分の 1 を乗じた値で除して得られる健全性指標である.

$$SM \text{ 比率} = \frac{SM \text{ 総額}}{\text{リスクの合計額} \times \frac{1}{2}}$$

SM 比率の値が 200% を下回った場合, 保険会社の支払い余力もしくは健全性に懸念があるとされ, その未達状況に応じて監督当局が業務改善等の命令を発動する.

本研究では, 分子である SM 総額はイールドカーブを用いて再評価した債権時価 (資産) から責任準備金 (簿価として計算した負債) を引いた額とした. 分母で

あるリスクの合計額は本研究に関わるリスクのみを用いるため, 予定利率リスク, 国内債券についての資産運用リスク, 経営管理リスクの合計額とした. 予定利率リスク相当額は予定利率ごとの責任準備金に以下のリスク係数を乗じて計算する. 予定利率が 2% 以下の場合 0.01, 同 3% 以下の場合 0.2, 同 4% 以下の場合 0.4, 同 5% 以下の場合 0.6, 同 6% 以下の場合 0.8, 6% 越えは 1.0 とする.[?] 資産運用リスク相当額は, 国内債券資産残高に 2% のリスク係数を乗じた額, 経営管理リスク相当額は予定利率リスク相当額と資産運用リスク相当額の合計額に 2% のリスク係数を乗じた額とした.

## 3 経済価値ベースの SM 評価

本研究は EU のソルベンシー II をベースとして考察する. ソルベンシー II では保険会社における健全性は, 時価で評価した貸借対照表における資産から同じく時価で評価した負債を引いた値である純資産と計量化されたリスク量を比較することで評価される. 分子である SM 総額は, イールドカーブを用いて再評価した債権時価 (資産) から保険契約準備金 (時価として計算した負債) を引いた額とした. 保険契約準備金は最良推計値とリスクマージンの和であり以下の方法で求める.

### 1. 最良推計値

通常の責任準備金の計算における予定利率を金利に変更して収支の計算を行う. 責任準備金と同様に将来法を用いて各年度における支出と収入の差を全て合わせることで最良推計値とする.

### 2. リスクマージン

本研究におけるリスクマージンは資本コスト法を用いて以下の手順で計算を実行する.

- 金利リスクは [?] よりキャッシュフローの現在価値と割引率が将来の全期間にわたって信頼水準 99.5% VaR の変化幅で一斉に上昇または下降した場合のキャッシュフローの現在価値との差である. またオペレーショナルリ

スクの式は養老保険を対象にした時  
 $SCR_{Op} = \min(0.3 \times BSCR, \max(0.04 \times Earn_{life}, 0.0045 \times TP_{life}))$  より求められる。  
 以上の和より、リスクであり SM 比率を求め  
 際の分母でもある SCR が求められる。

- (b) 将来の各年度において必要な資本の額に資本コスト率を乗じることで将来の年度別の資本コストを算出する。資本コスト率はソルベンシー II と同様の 6% を本研究でも採用する。
- (c) 将来の年度別の資本コストを金利で現在価値に直し合計した値がリスクマージンとなる。

## 4 シミュレーション

### 4.1 モデル保険会社 [?]

人口は定常状態、商品は 30 歳加入、保険料 10 年払い込み、40 歳満期、保険金 100 万円の養老保険のみ、保険料は期始払、保険金は死亡年度もしくは契約満了時期末払、使用した年齢別死亡率は厚生労働省の第 22 回生命表男性 [?] の数値であり、0 歳から 110 歳（生命表の最終年齢）の男子の死亡率をもとに、毎年年初に 10 万人の新生児が生まれ、この年齢となった全員が保険に加入するとした。このモデル会社は営業開始後 10 年経過時に、年末の責任準備金額、年初の収入保険料額、そして年末の保険料額は一定という定常状態となる。

### 4.2 金利・予定利率・保険料

本研究では金利として割引国債の期間利回り [?] を使用する。計測期間を日本銀行のゼロ金利政策導入の翌日（1999 年 2 月 16 日）から現在（2019 年 11 月 30 日）として期間平均金利を用いることで日本の低金利期間を考えた。また得られたそれぞれの期間平均金利を合わせて年平均を計算することで本研究では予定利率とした。この値を用いて年払保険料を考える。

4.1 の条件,[?] より

- $v = \frac{1}{1+i}$   $i$  = 予定利率
- 加入年齢  $x = 30$  保険期間  $n = 10$  保険金  $K = 100$  万円
- $x$  歳の生存数  $= l_x$   $x$  歳における死亡者数  $= d_x = l_x - l_{x+1}$  としたときの  
 死亡率  $q_x = \frac{d_x}{l_x}$  生存数  $p_x = \frac{l_{x+1}}{l_x}$
- $A_{x:\overline{n}} = vq_x + v^2_1q_x + \dots + v^n_{n-1}q_x + v^n_n p_x$

$$\bullet \ddot{a}_{x:\overline{n}} = 1 + vp_x + v^2_2p_x + \dots + v^{n-1}_{n-1}p_x$$

を用いると 養老保険の年払保険料  $P_{x:\overline{n}}$  は収支相当の法則より

$$P_{x:\overline{n}} = K \frac{A_{x:\overline{n}}}{\ddot{a}_{x:\overline{n}}}$$

より求めることが可能である。結果は表 1 となる。

表 1: 金利の期間構造と予定利率, 年払い保険料 (%)

計算期間	期間平均金利	予定利率	0.701
	1999.2.15- 2019.8.30		
1年	0.118	年払い保険料	96513.121
2年	0.183		
3年	0.268		
4年	0.379		
5年	0.480		
6年	0.581		
7年	0.693		
8年	0.816		
9年	0.925		
10年	1.015		

### 4.3 現行の SM 評価による負債額

現行の SM 評価による負債額は簿価評価による責任準備金と等しいので、4.2 と同様の条件を用いて、 $t$  年度の養老保険の責任準備金  ${}_tV(t=0 \sim 10)$  は将来法より

$${}_tV_{x:\overline{n}} = KA_{x+t:\overline{n-t}} - P_{x:\overline{n}}\ddot{a}_{x+t:\overline{n-t}}$$

$$({}_0V_{x:\overline{n}} = 0, {}_{10}V_{x:\overline{n}} = K)$$

として求められる。求めた値にそれぞれの年齢の生存者数  $l_{x+t}$  を乗じて、 $t=0 \sim 10$  まで合計した値が本研究で扱う現行の SM 評価による負債額となる。

### 4.4 経済価値の SM 評価による負債額

最良推計値から求める。1 年の期間平均金利を  $i_1$ 、2 年の期間平均金利を  $i_2, \dots$  とし、それぞれの  $i$  から求める  $v$  を同様に  $v_1, v_2, \dots$  とする。生存率、死亡率は 4.2 と同じものを使用すると、

$$t \text{ 年度の支出} = K \times (v_{t-1}q_{x+t} + v_t^2q_{x+t} + \dots + v_t^{n-t}{}_{n-t-1}q_{x+t} + v_t^{n-t}{}_{n-t}p_{x+t})$$

$$t \text{ 年度の収入} = P_{x:\overline{n}} \times (1 + v_t p_{x+t} + v_t^2 p_{x+t} + \dots + v_t^{n-t-1}{}_{n-t-1}p_{x+t})$$

より最良推計値  $= \sum_{t=0}^{10} (t \text{ 年度の支出} - t \text{ 年度の収入})$  となる。また、リスクマージンは資本コストをそれぞれの期間に応じた期間平均金利で現在価値に直して足し合わせたものである。資本コストは  
 資本コスト = SCR (4.3.6 参照)  $\times$  0.06 (資本コスト率)  
 より求められるので  
 リスクマージン = 資本コスト  $\times \{v_1^{10} + v_2^9 + \dots + v_{10}\}$   
 となる。

## 4.5 資産

[?] と [?] をもとに、資産は以下のように計算した。

### 1. 債券部分

債券部分 = それぞれの年度における責任準備金を  
 予定利率で 10 年度末まで固定利で運用した際のク  
 ーポン総額と元本の和をそれぞれの年度における  
 期間平均金利で割り戻したものの和

これを上で用いた文字を使って表すと

$$\text{債券部分} = \sum_{t=0}^{10} {}_tV_{x:\overline{m}} \times (1 + ti) \times v_t^t$$

### 2. 当初自己資本

筆者が選んだ日本の生命保険会社 14 社のディス  
 クロージャー [?] を参考にして、それぞれの年度に  
 おける純資産と危険準備金の総資産に占める割合  
 を計算した。2015 年度から 2019 年度までの純資産  
 が総資産に占める割合は 6.6%、危険準備金が総資  
 産に占める割合は 1.3%であり、合計は 7.9%だった  
 ので本研究における当初自己資本の水準は 8%と  
 した。

以上の合計を資産とする。

## 4.6 現行の SM 評価によるリスク総額

4.2 より  $i < 0.02$  なので、

$$\text{予定利率リスク相当額 } R2 = \sum_{t=0}^{10} {}_tV_{x:\overline{m}} \times 0.01 \times i$$

$$\text{資産運用リスク相当額 } R3 = 0.02 \times \text{資産}$$

$$\text{経営管理リスク相当額 } R4 = 0.02 \times (R2 + R3)$$

以上の和よりリスク総額は求められる。

## 4.7 経済価値の SM 評価によるリスク総額

まず BSCR である金利リスクを求める際に必要な  
 99.5% VaR のキャッシュフローは、[?] より金利構造を修  
 正した最良推計値 (4.2 における  $v$  を  $v'$  に変えたもの)  
 を用いた。

表 2: 金利構造変換表

満期期間(年)	金利上昇	金利低下
1	70	-75
2	70	-65
3	64	-56
4	59	-50
5	55	-46
6	52	-42
7	49	-39
8	47	-36
9	44	-33
10	42	-31

また本研究における  $E_{\text{earn}}_{\text{life}}$  を新規保険料収入,  $TP_{\text{life}}$   
 を最良推計値とすると, 3 にある式を用いてオペレー  
 ショナルリスクを計算することが可能になる。

$$SCR_{\text{op}} = \min(0.3 \times BSCR, \max(0.04 \times \text{新規保険料収入}, 0.0045 \times \text{最良推計値}))$$

## 5 結果

### 5.1 現在の日本の金利

以上の計算を用いて日本の現在の金利状態における  
 両 SM 評価についてシミュレーションを実行した。なお  
 金利の変化による両 SM 評価を考察するため、金利を  
 0.5 倍と 1.5 倍した結果も使用する。両 SM 評価を表に  
 すると次のようになる。

表 3: 現行の SM 比率

	0.5倍	基準	1.5倍
資産	5,795.9	5,747.0	5,699.5
債券部分	5,366.6	5,321.3	5,277.3
当切資本	429.3	425.7	422.2
負債	5,302.4	5,302.4	5,302.4
責任準備金	5,302.4	5,302.4	5,302.4
A: 資産-負債 (ソルベンシーマージン)	493.5	444.5	397.1
B: リスク総額	109.9	109.9	109.9
予定利率リスク	0.4	0.4	0.4
資産運用リスク	107.3	106.4	105.5
経営管理リスク	2.2	2.1	2.1
ソルベンシーマージン比率(A/B)	4.5	4.1	3.7

表 4: 経済価値の SM 比率

	0.5倍	基準	1.5倍
資産	5,795.9	5,747.0	5,699.5
債券部分	5,366.6	5,321.3	5,277.3
当切資本	429.3	425.7	422.2
負債	5,522.1	5,463.9	5,405.5
最良推計値	5,495.0	5,411.3	5,329.0
リスクマージン	27.1	52.6	76.5
A: 資産-負債 (ソルベンシーマージン)	273.8	283.0	294.0
B: SCR(リスク総額)	59.4	116.4	169.9
BSCR	45.7	89.6	131.7
オペレーショナルリスク	13.7	26.9	38.2
ソルベンシーマージン比率(A/B)	4.6	2.4	1.7

それぞれの表の下にある SM 比率が本研究で求め  
 たかった値であり, 1 を基準として, この値が 1 より大き  
 いほど健全性が高いことを示すとす。

両 SM 評価を表で見比べると, SM 比率は変化に幅が  
 あるがどちらも金利の増加に対し減少していることが  
 わかる。しかしその中身は異なり, 現行の SM 評価では  
 資産の変化による SM の変化が大きな影響を与えてい  
 るが, 経済価値ベースによる評価では SM の変化ではな  
 く, リスクの変化が大きな影響を与えているといえる。

### 5.2 高金利状態

国債の金利を用いた結果では, 経済価値ベースの SM  
 評価では経営状態にやや不安を感じるものの, どちらも  
 基準を達成しているため, どちらの評価が現在の日本に  
 適しているかは判断しづらい。そこで, 過去金利が 3,4%

だった頃のデータを用いて再び計算を実行する。金利は1994年9月から1995年3月の割引国債の利回り[?]を利用する。計算を実行した結果は次のようになる。

表 5: 高金利の期間構造と予定利率, 年払い保険料 (%)

期間平均金利		予定利率	
計算期間	1994.9.1~1995.3.22	予定利率	4.259
1年	2.457	年払い保険料	79257.189
2年	2.936		
3年	3.415		
4年	3.771		
5年	4.066		
6年	4.333		
7年	4.484		
8年	4.515		
9年	4.549		
10年	4.584		

この金利に対して本研究で行った同様の計算を全て実行する。両 SM 評価を表にすると次のようになる。

表 6: 現行の SM 比率 (高)

	0.5倍	基準	1.5倍
資産	5620.4	5261.0	4944.1
債券部分	5204.1	4871.3	4577.9
当初資本	416.3	389.7	366.2
負債	責任準備金	4806.6	4806.6
	813.8	454.5	137.5
A: 資産-負債 (ソルベンシー・マージン)	143.9	137.1	131.1
B: リスク総額	予定利率リスク	37.0	37.0
	資産運用リスク	104.1	97.4
	経営管理リスク	2.8	2.7
ソルベンシー・マージン比率	5.7	3.3	1.0

表 7: 経済価値の SM 比率 (高)

	0.5倍	基準	1.5倍
資産	5620.4	5261.0	4944.1
債券部分	5204.1	4871.3	4577.9
当初資本	416.3	389.7	366.2
負債	5,834.7	5,344.3	4,881.3
	最長掛引値	5,606.3	4,964.0
	リスクマージン	228.4	380.3
A: 資産-負債 (ソルベンシー・マージン)	-214.3	-83.3	62.8
B: SCR(リスク総額)	412.1	655.2	826.3
	BSCR	380.7	633.9
	オペレーショナルリスク	31.4	31.4
ソルベンシー・マージン比率(A/B)	-0.5	-0.1	0.1

高金利状態にすることによって変化が大きくなり明確になった。全体で BSCR の値が最も大きく変化し、結果として経済価値ベースの SM 比率は、ステイプ化につれて上昇傾向にあるものの基準値を大きく下回った。高金利においては現行の SM 評価ではまだ安全だが、経済価値ベースの SM 評価では経営破綻リスクが大きいと異なる結果を示した。また金利の変化に合わせて両 SM 比率は逆の動きを示した。

## 6 おわりに

高金利のシミュレーションからわかるように、今後の日本の健全性評価に経済価値ベースの SM 評価は必要であるということが出来る。また、経済価値ベースの SM 評価の導入の注意点として、両 SM 評価が金利の変化によって逆の動きをすることが挙げられる。一概にどちら

が適しているといえない以上、日本の保険会社はどちらかに絞るのではなく、両評価を実行するべきである。

## 参考文献

- [1] 森本祐司 (2011),【全体最適】の保険 ALM. 金融財政事情研究会
- [2] 茶野努, 安田行宏 (2016), 経済価値ベースの ERM. 中央経済社
- [3] キャピタスコンサルティング, 森本祐司, 松平直之, 植村信保 (2017), 経済価値ベースの保険 ERM の本質. 金融財政事情研究会
- [4] 田中周二 (2018), 保険リスクマネジメント. 日本評論社
- [5] 二見隆 (1992), 生命保険数学 上巻. 生命保険文化研究所
- [6] 王美, 久保英也 (2014), 金利変化がソルベンシー I と SM 基準に与える影響. 日本保険学会
- [7] 植村信保 (2009), 保険会社経営の健全性確保について. 日本保険学会
- [8] 大塚忠義 (2012), 生命保険における経済価値に基づく保険料計算方式に関する考察. 生命保険論集
- [9] 「市場リスクの計測手法」  
[https://www.boj.or.jp/announcements/release\\_2009/data/fs](https://www.boj.or.jp/announcements/release_2009/data/fs)
- [10] 金融庁保険監督課,「ソルベンシー・マージン比率の算出におけるリスク係数算出方法の概要」  
<https://www.fsa.go.jp/singi/solvency/siryoku/20070209/06-4.pdf>
- [11] 金融庁,「ソルベンシー・マージン比率の算出基準等について」  
<https://www.fsa.go.jp/singi/solvency/siryoku/20070329.pdf>
- [12] 金融庁,「経済価値ベースのソルベンシー規制の導入に係るフィールドテスト」  
<https://www.fsa.go.jp/news/26/hoken/20150626-8/01.pdf>
- [13] 財務省,「国債金利情報」  
[https://www.mof.go.jp/jgbs/reference/interest\\_rate/](https://www.mof.go.jp/jgbs/reference/interest_rate/)
- [14] 厚生労働省,「第 22 回生命表」  
<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/life/22th/index>
- [15] 各社ディスクロージャー