

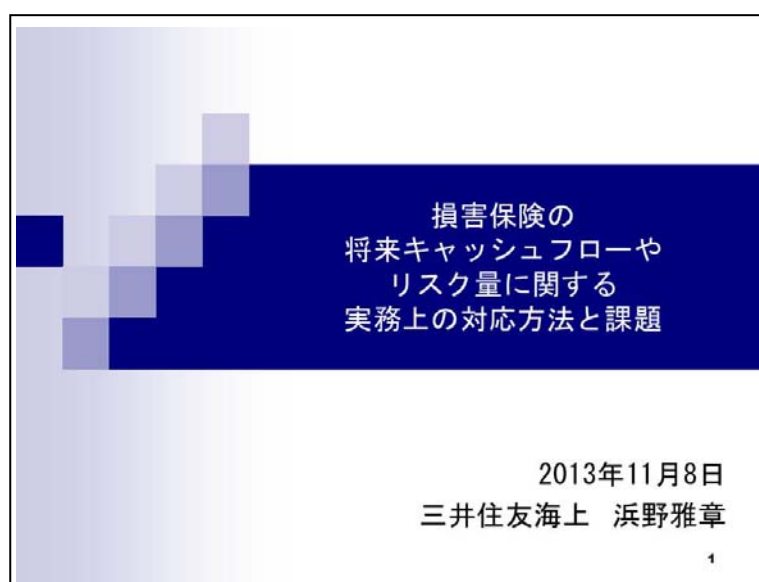
【プレゼンテーション】

## 損害保険の将来キャッシュフローやリスク量に関する 実務上の対応方法と課題

三井住友海上 浜野 雅章

平成 25 年度年次大会 平成 25 年 11 月 8 日（金）東京ステーションコンファレンス

【司会】三井住友海上の浜野さんからのプレゼンテーションをしていただきます。実務上の観点から、損害保険の将来キャッシュフローの推定やリスク量の計算に関する解説をしていただけるということで、非常に参考になる内容ではないかと思えます。それでは、浜野さん、よろしくお願いします。



【浜野】 三井住友海上の浜野です。よろしくお願いします。

本日は「損害保険の将来キャッシュフローやリスク量に関する実務上の対応方法と課題」というタイトルで、1時間でプレゼンテーションをしたいと思います。実務上の課題は、各社で本当に悩まれているところであり、いろいろな工夫をされているところだと思いますので、後半では、質疑応答や意見交換もさせていただけたらいいなと思っています。

## 【プレゼンテーションの概要】

- 「経済価値ベースのソルベンシー」や「国際会計基準における保険負債」などにおいては、保有契約から生じる将来の保険金のキャッシュフローや、保険金の将来変動を考慮したリスク量の計量化などの計算を行うこととなるが、実際に計算を行う際には、実務上、検討しなければならない課題も多い。
- 将来キャッシュフローやリスク量に注目し、例えば、
  - 損害率の実績データに基づく補正方法
  - 自社データが使用できない場合の対応方法
  - 工学的事故発生モデルがない巨大災害などをテーマに、実務上の対応方法や今後の課題を紹介する。

2

今日のプレゼンテーションの概要です。経済価値ベースのソルベンシーや国際会計基準の保険負債などを考えた場合に、保有契約から将来キャッシュフローを作っていくことが必要ですし、将来の変動を考慮してリスクを計量化することも必要となります。ところが、実際に計算しようと思ったときにはいろいろな課題が出てきます。そのような中で、本日は、主に損保の将来キャッシュフローやリスク量に注目して、例えば、①損害率の実績データが得られたあとにどのように補正をするのかという補正方法、②データが十分になく自社データが使用できない場合の対応方法、③主に巨大災害を中心とした工学的な災害事故発生モデルなどをテーマにして、課題や対応方法などを考えていきたい・紹介していきたいと思っています。

## 【なぜ経済価値ベースのソルベンシーなのか？】

- ソルベンシー基準は、  
「保険会社が、担っているリスクの量に比して、資本金・基金・諸準備金等の広義自己資本を十分に備えているかどうか」を判定する基準  
日本では平成8年の保険業法改正において導入された。  
ソルベンシー基準は、世界各国で導入されているが、近年、EUを中心に、このソルベンシー基準について、**経済価値ベースに改める動き**が活発になっている。
- 経済価値ベースのソルベンシー基準には、保険負債の計算やリスクの測定等に、**保険数理に関する事項が多数含まれており、アクチュアリーが専門的・技術的・実務的観点から、検討するに相応しいテーマであること**
- 保険会社を取り巻くリスクは、金融危機リスクや**巨大災害リスク等も顕在化**しており、ソルベンシー基準に関する検討が、これまで以上に急務になっていること
- 2011年5月24日、金融庁から「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」(第3回フィールドテストの結果の概要)が公表され、その中で、**金融庁と日本アクチュアリー会が連携して、実務的課題の検討を進めていく**との方針が示されたこと

3

最初に、経済価値ベースのソルベンシーが、なぜ今注目されているのかというところから入りたいと思います。そもそもソルベンシー基準というものは、会社が抱えているリスク量と対比をしたときに、広義の自己資本を十分に持っているかどうかを判定する基準で、日本では平成8年の保険業法の改正で導入されました。

当時、アメリカのリスク・ベースド・キャピタルを参考にしたと言われていまして、このような海外の制度を参考にして日本にも導入されたものです。その後、世界各国でこのような基準が導入されましたが、近年では、EUを中心に、ソルベンシー基準を「経済価値ベース」に改める動きが活発になってきています。

われわれはアクチュアリーとしても、このような「経済価値ベースのソルベンシー」を検討していくということになりますが、スライドではそのような検討をする意義を、簡単にまとめています。

一つ目は、経済価値ベースのソルベンシーを検討するにあたっては、保険負債の計算やリスクの計測・測定というところが大事ですが、その際に、保険数理に関する事項というものが多く含まれているので、アクチュアリーが専門的・技術的・実務的観点から検討するのにふさわしいテーマということなのです。

二つ目は、会社として、金融危機や巨大災害などに直面していて、そうしたリスクがすでに顕在化しているというような事例も出ているということです。つまり、絵にかいた餅ではなく、実際の実務の中で「どのように対処していくのか？」ということが、非常に大きな問題になっているということです。

三つ目は、2011年に金融庁と日本アクチュアリー会が連携をして実務的な課題の検討を進めていくという方針が示されたということです。当局とアクチュアリー会が連携する一連の流れの中で「特別課題ワーキング」というものが設置されていますので、本日のプレゼンテーションの内容は、そこでの検討結果を踏まえて、お話をさせていただいているという状況でもあります。

### 経済価値ベースの保険負債とは

収支相等の原則 収入 = 支出

任意の時点での収支相等式

過去の収入 + 将来の収入 = 過去の支出 + 将来の支出

過去の収入 - 過去の支出 = 将来の支出 - 将来の収入

①責任準備金 = 過去の収入 - 過去の支出  
= 一括払保険料 - 過去の保険金等の支出を既経過保険料で近似  
= 未経過保険料

②責任準備金 = 将来の支出 - 将来の収入

➡ 経済価値ベース

4

先ほどからキーワード的に「経済価値ベース」と言っていますが、次のスライドでは、ある意味、釈迦に説法のようなところもありますが、「経済価値ベースの保険負債というものは、どのような考え方に基づいているのでしょうか？」という話をしてみたいと思います。

元々、基本となる考え方は、保険料率の決定のときに使われている「収支相等の原則」です。これは、ご承知のように、収入と支出がうまく釣り合うように、保険料率が設定されるべきというものです。これを用いて実務の中でも保険料や料率を算出していると思います。

このような収支が均衡するような理想的な世界の中では、任意の時点でも収支相等が成り立っていると考えてみます。何を言っているのかといいますと、「過去の収入」と「将来の収入」を足した収入の総合計と、「過去の支出」と「将来の支出」を合わせた支出の総合計は、どの時点でも釣り合っているということです。そのような理想的な世界の中では、料率どおりに保険金が出ていくので、多分釣り合っているのだと思います。

考えます。

ここで、「過去」と書かれている部分を算式の左側に寄せて、「将来」と書かれている部分を右側に寄せてみると、「過去の収入 - 過去の支出」と「将来の支出 - 将来の収入」とが等しいという関係式が得られます。実は、スライドのアンダーラインを引いている、今導き出されたこの「式の値」は、概念的に「責任準備金」と呼んでもいいのかと思います。損保では、責任準備金というと「普通責任準備金」、更に言うと、「責任準備金 = 未経過保険料」というように思われている方も多いと思います。実際に「過去の収入 - 過去の支出」の式の値は、未経過保険料に近いという説明をこれから行ってみたいと思います。

例えば、保険期間1年の自動車保険で、払込方法が一括払の契約を考えてみてください。ある決算時点で「過去の収入」は何ですか？といったときには、領収済の一括払保険料になります。次に、難しいのは、「過去の支出」です。契約してから決算日までに「支出が行われたもの」を合計しましょうということになりますが、その際には、保険金データを取ってきたり、代理店手数料のデータを取ってきたり、社費のデータを取ってきたりと多くの作業が発生します。作業が少し難しい場合には、「過去の保険金等の支出」を、「経過期間に合わせて算出した既経過保険料」で近似してしまいたいと思います。そうすると、「過去の支出」は一括払保険料から既経過保険料を引いたものになるので、出てきた結果は「未経過保険料」になります。これは、われわれが普段イメージしている「責任準備金 = 未経過保険料」という概念にフィットすると思います。

このように理想的な世界の中では、「過去の収入 - 過去の支出」と「将来の支出 - 将来の収入」とが等しいのですが、実際には料率どおりに保険金が出ていくとは限りませんし、事業費も、おおむね予定どおりにだけでも、若干プラスマイナスの差異が出て予定どおりにはいきません。このため、現時点の状況を踏まえて、「将来の支出」を予想して、「将来の収入」も予想して、それを引いたもので「責任準備金」のようなものと考えてみましょうと考えます。実は、このようなものが、「経済価値ベースの保険負債」や「経済価値ベースの責任準備金」と言われているものなのです。

このため、われわれは何をしなければいけないのかといいますと、将来の支出であるアウトフローや将来の収入であるインフローをそれぞれキャッシュフローベースで予想して考えるということがポイントとなります。キャッシュフローが作成できたら、それを現在価値に割り引くための割引率を設定し、それによって、支出から収入を引いて経済価値ベースの責任準備金を計算することが求められているのではないかと思います。

このように、原理的には、経済価値ベースの保険負債というものはシンプルで、簡単な考え方に基づいています。しかしながら、具体的に計算する際には、次のスライドにあるように、多くの実務上の課題があるのではないかと思います。

### 【負債計算等における技術的な課題の例】

- 損害率の補正(料率改定の影響)
- トレンドの勘案、将来変動要素の考慮
- 発生保険金から支払保険金への変換
- 実績データが十分でない場合の損害率
- 第三分野保険の将来保険金の計算方法
- 保険事故発生率における極端な事象の取り扱い(大口ロスと一般ロスの境界)

▶ 本日は、代表的なものをいくつか紹介

5

一つ目の課題は、損害率の補正です。二つ目は、トレンドの勘案です。三つ目は、発生保険金から支払保険金への変換で、インカード・ベースのロスをペイド・ベースのロスに変換するためにはどうすればいいのか、ということです。四つ目は、実績データが十分ではない場合の損害率をどうするのか？五つ目は、第三分野の将来キャッシュフローとはどのように作成すればいいのか？第二分野と同じでいいのでしょうか？という問題です。六つ目は、損害率における極端な事象の取り扱いです。極端な事象を計量化する際に、どこまで計量化して、どこから先を割り切るのか？あるいは、一般ロスと大口ロスをどの値で切り分けるか？などという線引きの問題です。もちろんここに書かれている6個の課題だけではなく、さまざまな課題がありますが、今日はその中から代表的なものをいくつか紹介したいと思います。

### 【損害率の補正方法】

- **考え方の例: その1**  
自然災害や観測期間中の保有契約に占める長期契約のポートフォリオ変化の影響について、担保種目の特性や実績値の安定性等を考慮して、適当な取扱方法を決定する。
- **考え方の例: その2**  
IBNR備金を織り込んだ上で損害率を算出。  
IBNR備金の損害率への織り込みにあたっては、IBNR備金の計算単位と保険事故発生率の設定単位は一致していることが望ましい。
- **考え方の例: その3**  
実績データの観察期間内に、商品改定や料率改定を実施し、その改定幅が大きく、将来キャッシュフローの予測に用いる損害率の設定に大きな影響を与える可能性がある場合は、**適宜、実績損害率を補正**しておく必要がある。

6

最初に、損害率の補正方法に関して考え方の例をいくつか紹介します。一つ目は、「自然災害」や「長期契約におけるポートフォリオの変化影響」です。イメージ的には長期火災を考えていただければいいかと思えます。例えば火災保険を長期もので売ったときに、保険期間5年以内は、工場物件の契約もありますし、住宅物件の契約もあります。ところが、保険期間が20年や30年では、恐らく多くの会社では、住宅物件が多



くて、工場物件の20年もの・30年ものというのは、多分ほとんどないのではないかと思います。

ここで、将来キャッシュフローを考えた場合に、決算基準日から5年以内のキャッシュフローには工場物件の保険金キャッシュフローに加えて、住宅物件のキャッシュフローも含まれますが、その先の10年後・20年後のキャッシュフローには住宅物件しか残っていないこととなります。そのように、時間の経過とともに保有している契約のポートフォリオの状況が変わっていってしまいます。そのときに、「火災保険の損害率は〇%で、将来予測にはこの損害率が使えます」というように、物件を問わずに一律適用して本当にいいのでしょうか？という問題が出てきます。

このように時間経過とともに契約ポートフォリオが変化するケースでは将来予測が難しくなります。同じように、自然災害の保険金については、来年発生する自然災害の保険金はある程度は予測できるのかもしれないけれども、10年後・20年後の自然災害はどのような水準の保険金として織り込めばいいのかが難しいです。

二つ目の例としては、損害率を算出する際のIBNRの織込方法です。IBNRの織込方法については、例えば自動車保険をイメージしていただくと、対人・対物・車両などに分けをして見積もることが多いのではないかと思います。一方で、将来キャッシュフローを見積もるときに使っている損害率は、対人や対物などに分けていますか？本来であれば、それらは一緒にすることが望ましいけれども、自動車保険一本で損害率設定をしたときに、何か問題は起こらないのでしょうか？という問題意識です。

三つ目は、観測期間です。損害率を設定する際には、よく「3年平均」や「5年平均」を使っていると思います。観測期間を長くすると損害率のぶれがなくなって安定しますし、真の損害率に近い統計値が得られるのではないかと思います。一方で、観測期間を長くしてしまうと、商品改定の影響や料率改定の影響に直面します。そのような場合には、一般論として言えば、「そういうものは、適宜、調整すれば良い」ということとなりますが、具体的には、「どうすれば料率改定の影響などを補正できるのか？」という話になります。

このように課題を挙げていくと、きりが無いのですが、本日は、例えば、「料率改定の影響をどのように調整するのか？」という点について紹介してみたいと思います。

**【料率改定の影響を考慮した損害率の補正方法】**

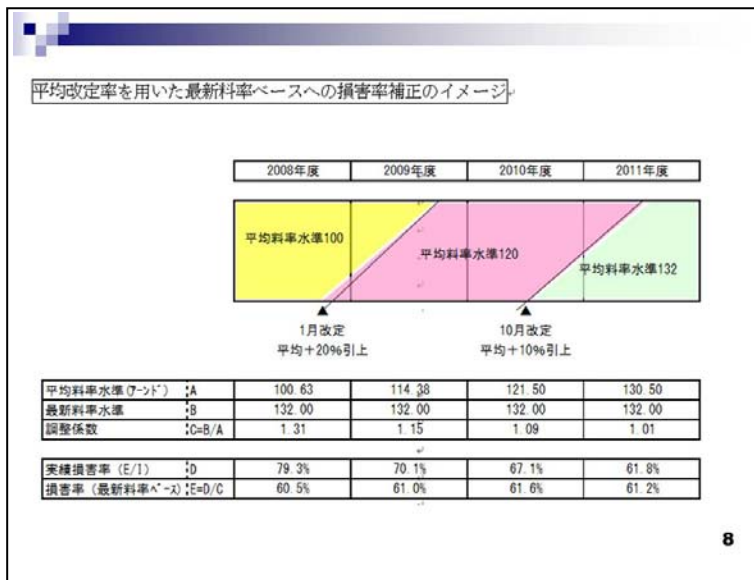
- 最も正確な補正方法としては、過去の実績データを個々の契約単位で設定し、契約毎に最新の保険料計算式で再計算を実施し、保険料を最新状態でそろえ、一方で個々の実績事故データに対して最新の「補償内容」に合わせて保険金を補正する方法が考えられる。
- しかしながら、多数の料率算出要素を採択している保険(例:自動車保険)の場合、取り扱うデータ・計算処理が膨大になり、システム開発の負担も大きく、また、実績保険金データを基に補償内容の拡大・縮小を正確に反映することが困難であるため(特に補償内容が拡大された場合の影響は「予測」にならざるを得ない)、実務的なハードルは極めて高いと考えられる。

そのため、実務的な対応のハードルの高さとデータ精度のバランスを考慮し、個々の会社において適切な手法を決定することが望ましい。

7

7ページのスライドです。ここでは、そもそも論のようなことを書いています。きちんとやれば、「契約1件ごとに料率改定の影響を剥がして最新料率ベースに保険料を変換し、保険金についても、最新の約款に基

づく補償内容に合わせて実績の保険金を修正してから、損害率を算出する」ということになります。しかしながら、そのようなことをやろうすると、データや計算処理が膨大になって、実務上は耐えられません。特に、補償内容の拡大・縮小を反映して保険金を修正することは、かなりの困難を極めると思います。そのような状況ですので、実際に計算するときには、実務対応のハードルの高さとデータ精度のバランスをうまく見てあげて、やり方を決めていくというのが良いのではないかと思います。



シンプルな例ですが、料率の平均改定率を使って損害率を補正する方法についてご説明します。ここでは、2008年度から11年度までの4年間について、2回料率改定が行われたとします。そのため、料率としては、100の契約もあるし、120の契約もあるし、132の契約もあります。事業年度単位に切ったときに、2008年度は、1月改定の料率改定の影響を受けている少しの契約（料率120）と、改定の影響を受けていない多くの契約（料率100）が混在しています。

ここで料率水準の面積の加重平均を取ることによって、2008年度については、平均料率を「100.63」と求めることができます。多くの契約が100で、料率改定の影響を受けた120の契約が少しだけあるので、下の三角のピンクの面積の分だけ料率改定によって保険料がアップしている部分なので、平均料率が100.63だというように面積の比で計算することができます。

同じように、2009、2010、2011年度についても平均料率を計算することによって、最新料率に戻すための係数を作ることができます。仮にこの期間で補償内容の商品改定がないとすると、保険金については実績を使うことができます。シンプルな計算例ですが、このスライドのように、最新料率に戻す調整係数を用いて損害率を補正するイメージを紹介させていただきました。

## 【トレンドを考慮した損害率の補正方法】

種目Aと種目Bの過去5年間の実績損害率から将来の保険金推定に適用する損害率を決定してください。

ここで予測にあたっては実績損害率にトレンドが認められるかどうかを考慮してください。

	2008年度	2009年度	2010年度	2011年度	2012年度	2013年度
種目A	45.40%	46.41%	49.65%	58.85%	61.62%	?
種目B	4.73%	36.30%	38.77%	33.94%	80.25%	?



9

同じように、実務上、悩ましいのは、トレンド適用の有無の判定です。ここでは非常にシンプルに、直線的に損害率が上がっている・下がっているなどの、「直線トレンドが認められるかどうか？」ということについて考えてみたいと思います。トレンドがあるかないのか悩ましいようなときに、どのような方法で判定すれば良いのか具体例で紹介してみます。

グラフにあるように、種目Aと種目Bでは、何となく二つの保険ともに、損害率が年々上がっているかのように見えます。種目Aは少しずつ上がっていています。種目Bはジグザグしていますが、急激に上がっているように、グラフ上では見えます。このときに、トレンドがある場合はトレンドを反映して将来予測に使用する損害率を決めることとします。予測したい2013年度の損害率は、トレンドによって上昇しているというベースで設定するのか、あるいはトレンドが認められないと思って5年平均の損害率を使うのか、どちらがよいのでしょうかという問題です。もちろん回帰分析をして、決定係数などを出してというようなやり方が、一般的だとは思いますが、ここでは、もう少し易しいやり方として、エクセルのトレンド関数と相関係数を使う方法を紹介します。最初にトレンド関数で2013年度の予測値を出してきて、次に事業年度と損害率との相関係数を出すことによって、その相関係数が一定の水準よりも高ければ「トレンドあり」としてトレンド関数の2013年度の予測値を採用するという方法です。

この例では、観測年数が5年の場合には、事業年度である2008年から2012の値と、各種目の損害率との相関係数が87.8%以上のときに「相関あり」というように判定します。種目Aについて計算すると、相関係数が95.9%なので「トレンドあり」となります。種目Bはジグザグしていましたが、相関係数は87.2%となって、微妙に87.8%に届かないので、「相関なし」と判定します。



	損害率					回帰直線			
	2008	2009	2010	2011	2012	2013予測値	相関係数	5年平均	3年平均
種目A	45.40%	46.41%	49.65%	58.85%	61.62%	65.85%	95.9%	52.4%	56.7%
種目B	4.73%	36.30%	38.77%	33.94%	80.25%	83.40%	87.2%	38.8%	51.0%

観測年数	相関ありの判断
5	87.8% 以上のとき相関あり
4	95.0% 以上のとき相関あり
3	99.7% 以上のとき相関あり

帰無仮説  $H_0: R = 0$  の下で、実績損害率と回帰分析の推定結果の相関関係を検定

$$T = \frac{\sqrt{n-2} \times R}{\sqrt{1-R^2}} > t_{n-2} \left( \frac{\alpha}{2} \right)$$

10

この「何年のときに何%以上」という値は、信頼水準を変えることによって変わってきますので、詳しくは統計学の「無相関の検定」の算式を参照ください。このスライドにおいてRは相関係数でαが信頼水準なので、t分布の自由度n-1の値から、Rについての方程式だと思って解いていただくと、「観測年数nが5であれば87.8%」という値を求めることができます。当然αを変えることによってこの結果は変わってきますので、会社に戻ってエクセルでt分布の値などを求めてご確認ください。

### トレンド有無の判断と適用値の計算方法

パターン	適用値の計算方法
A 過去実績にトレンドが定量的・定性的の両面で確認され、かつ、将来的にもトレンドが継続すると判断された場合	定量分析による「予測値」を適用値とする。
B 過去実績にトレンドが定量的・定性的の両面で確認されたが、将来的にトレンドが継続しないと判断された場合（あるいは不明な場合）	直近実績（必要に応じて誤差除去）を横ばいさせ、適用値とする。
C 過去実績にトレンドが確認されなかった場合	将来予測が困難であることから、過去数年間の実績の平均値または直近実績を適用値とする。

11

このような機械的な判定は、ある意味では大事なのですが、先ほどの算式を用いて定量的に「トレンドあり」というような結果が出ても、使えないケースもあります。例えば、定量的には、「トレンドあり」と判定されたとしても、定性面では、商品部門や損害サービス部門が、「なぜ損害率が上がっているか」などについて理由が全く分からないというケースがあります。そのような「たまたま上昇したのではないか？」というような場合には、次年度の将来発生保険金の予測に、トレンド適用をした損害率は多分使えないのだろうと思います。

11ページのスライドの表の「A」というところを見ていただくと、過去実績のトレンドが定量的にも認められて、定性的にも確認できると、トレンド適用した損害率を使うことはできると思います。

悩ましいのは「B」のようなケースで、数字上はトレンドが認められて定性面でも確認できたけれども、「このトレンドは何か一過性のもので、来年は多分ないのだよね」などという判断がされるようなときです。そのようなときには、例えば、直近の損害率をそのまま適用値として据え置くなどの方法もありかなと思います。もちろんそのようなケースでも、異常値の除去などの補正は必要です。

**【実績データが十分でない場合の保険事故発生率】**

実績データが十分でないケース		保険事故発生率の設定方法
1	既存商品からの商品改定の場合	既存商品の実績データをもとに、補償範囲の変更・料率改定影響等を補正して保険事故発生率を設定する。
2	新商品および保有件数が少ない商品 他の類似商品がある場合	同様の補償範囲やキャッシュフローパターンを持つ類似商品の実績データをもとに、当該新商品と類似商品のデータを合算したものから、保険事故発生率を設定する。 <u>当該新商品と類似商品とで、保険事故発生率に料率上の格差がある場合は必要に応じて補正する。</u>
3	上記に該当しない場合	料率設定上の基礎値（予定損害率、事故頻度、保険金単価等）と、少ない実績データとを組み合わせ、保険事故発生率を設定する。

12

実績データが十分でないケース		保険事故発生率の設定方法
4	大数の法則が働きの自然災害	工学的事故発生モデル等を使用して、保険事故発生率を設定する。
5	大数の法則が働きの自然災害以外 リスクを担保する商品	一般統計や料率設定時の基礎値などから、事故件数や1事故あたりの損害額などを求め、保険事故発生率を設定する。
6	共同保険の他社幹事契約や再保険（受再）	上記「保有件数が少ない商品」の場合と基本的な考え方は同様。
7	新設会社の各種商品	上記「新商品」の場合と基本的な考え方は同様。 なお、全社データ等により、類似商品の実績データが入手可能な場合には、補償範囲や料率上の格差等を補正して保険事故発生率を設定する。

13

同じように、実務上、悩ましいところでは、「データが十分でないケースで損害率をどのように設定するのか？」という問題です。12 ページや 13 ページのスライドでは、いろいろなケースで対応方法を整理しています。新商品の場合や、大数の法則が利かないような商品など、多くの例を載せていますので参照していただきたいと思います。今日は、その中から一つだけ、「他の類似商品がある場合」について説明します。12 ページのスライドの網掛部分です。当該商品の統計データはありませんが、他の類似商品がもうすでに発売していて、統計データが十分にあるケースが多いと思われます。このような場合には、「他の類似商品の損害率をそのまま持ってきて当該商品の将来予測にも使いましょう」ということが、行われているのではないかと思います。

でも、少し注意していただきたいのは、類似商品と当該商品とで料率水準が違うケースです。そのような

ときには、そのままでは使えませんので、料率改定影響の補正と同じように、類似商品とその当該新商品との間の料率格差を考慮する必要があります。料率設定上どのような差異があるかを見たいうで、損害率を補正して使っていくことになります。

以上が、損害率の補正に絡む実務上の悩ましさと、解決に向けたアイデアです。プレゼンテーションの後半部分は、巨大災害にスポットを当てて見ていきたいと思います。

### 【巨大災害リスクに関する課題】

- 巨大災害と巨大災害リスクの定義
- 将来キャッシュフローへの織り込み方(地震・台風・水災)
- 工学的事故発生モデルの存在しない巨大災害の保険事故発生率等
- 巨大災害リスク間の相関

14

巨大災害については、「巨大災害の定義は何ですか?」、「巨大災害リスクはどのように定義すればいいでしょうか?」という、そもそも論のところで悩ましい課題に直面します。二つ目は、「キャッシュフローをどのように作るのか?」という話で、工学的事故発生モデルの使い方とも密接に絡む話です。三つ目は、そのようなモデルがない場合に、巨大災害の将来キャッシュフローや損害率をどのように設定すればいいのでしょうか? さらには巨大災害リスク間の相関係数はどのように設定すればいいのでしょうか?という問題です。

### 【巨大災害リスク】

「巨大災害」を低頻度高損害の保険事故のうち、会社のソルベンシー評価に与える影響の大きい災害と定義し、「事故発生の偶然性」や「外部環境による事故発生率の変化」により、「計測期間中の発生保険金」がその期待値として推定される値を超過し、結果として「純資産の著しい低下」を招くリスクを「巨大災害リスク」と定義する。

	巨大災害リスクの分類	定義・説明
1	大口保険金リスク	高額責任額での引受を行っている契約群において、大きな事故が年間1件ないし複数件発生するリスク。
2	集積リスク	同一の事象を原因とし、複数の契約から保険金が発生するリスク。 (保険金が発生する契約の範囲が、一般的に複数種目や複数事業拠点横断になるため、過去データによる統計的な分析ではリスク把握が難しいリスク)
3	その他の保険金変動リスク	経済や社会環境の変化等により、負債評価時点や契約引受時点で見込んだものより事故発生率が上昇するリスク。

15

最初に、「巨大災害リスクとは何ですか」という定義から見ていきます。ここに書かれているものは、何かに規定されているわけではないので、「一つの考え方」という形で捉えていただければと思います。今回のプレゼンテーションでは、「巨大災害」を「低頻度・高損害の保険事故のうち」、次が大事なのですけれども、「会社のソルベンシー評価に与える影響の大きい災害」と考えてみたいと思います。つまり、会社が抱えている商品のポートフォリオの状況によって、何が「巨大災害」か？ということが違うという立場を取っています。併せて、そのような災害が発生した結果、純資産の著しい低下を招くリスクを「巨大災害リスク」と考えてみましょう。

この定義は非常に抽象的なので、どのようなものが巨大災害リスクなのかについて三つぐらい紹介します。一つ目は「大口保険金リスク」です。賠償責任保険の大口ロスのようなものをイメージしていただければいいかと思います。二つ目は「集積リスク」ですが、これはまさに台風や地震などの自然災害をイメージしていただければいいかと思います。3番目が非常に悩ましいのですけれども、経済や社会環境の変化等によって損害率が急上昇し、それによって会社のソルベンシー評価に多大なる影響を与えるケースです。ここでは、そのようなときには「巨大災害リスク」と考える立場をとっています。しかしながら、最後の例は、一般保険リスクとの線引きが非常に悩ましいかと思います。

先ほど、会社によって巨大災害の範囲は違うという話をしました。例えば、古くから営業されていて、いろいろな商品売っている損害保険会社を考えてください。そのような会社の場合、スライドの「1. 大口保険金リスク」が巨大災害リスクに該当するというケースは少ないと思います。確かに1件の事故で、巨額なロスになることはありますが、再保険からの回収などを考慮すると、その会社の「ソルベンシーに影響を与えるような規模」のロスになることは、ほとんどないと思われます。また、スライドの3番に該当するロスは、一般保険リスクの範疇になるので、マルチラインで営業をされている古い保険会社では、スライドの2番の集積リスクである自然災害が一番大事な巨大災害になると言えます。このため、そのような会社では、従来から言われてきた「損保の巨大災害のメインは自然災害」というイメージとマッチするのではないかと思います。ただ、商品の中には、地震や台風のリスクを担保しないものもあり、そのような商品しか販売していない会社もあるので、そのような会社では、スライドの2番の集積リスクは巨大災害に該当しなくなります。ですので、単純に「巨大災害は自然災害」とするのではなく、「自分の会社では何が巨大災害なのか？」というところに戻って考えることが大切です。

**【工学的事故発生モデルがある場合・準用できる場合】**

巨大災害の発生保険金の将来キャッシュフローは、将来各年度のリスクカーブから計算される保険金の期待値により算出するのが基本的な考え方である。

地震・台風・水災に関する保険金の将来キャッシュフローについては、損害保険料率算出機構においてモデル(=「機構モデル」)を作成し、かつ、自社でそれを採用している保険種目については、機構モデルの保険金の平均値を使用する。

機構モデルのない保険種目については、火災保険等の機構モデルをもとに、当該保険種目の保険金への変換を行い、変換後の保険金の平均値を使用する。

リスクカーブ ( $R(x) = 1 - \text{分布関数}F(x)$ )  
で囲まれた面積が損害額の期待値

一般ロス  $\int_0^a xf(x)dx = \int_0^a R(x)dx - aR(a)$

巨大災害  $\int_0^a xf(x)dx = \int_0^a R(x)dx + aR(a)$

16



次は16ページです。ここでは、巨大災害の将来キャッシュフローの計算方法、特に保険金のベスト・エスティメイトの計算方法についてです。基本的な考え方としては、モデルなどからリスクカーブが得られているようなケースであれば、リスクカーブから保険金の期待値を計算して、ベスト・エスティメイトとすることで良いかと思います。その際に、損害保険料率算出機構のモデルを使い、モデルから出てきた結果を、当該種目にマッチするように変換し、補正された結果を使用することも、実務上は行われているのではないかと思います。

ここでは、リスクカーブが得られたときに、スライドのX軸の「a」よりも小さいところを一般ロス、大きいところを巨大災害と考えてみます。そのとき、リスクカーブで囲まれた面積から、保険金の期待値を算出すれば良いことになります。

実際には、この「a」の決め方が難しいと思います。昨年度の年次大会では、損害保険料率算出機構の方が水災のモデルの話をされていて、一般ロスのリスクカーブと巨大災害のリスクカーブの交点から「a」を求める方法を説明されていました。2つのリスクカーブはどこかでは交わります。巨大災害はファットテールなので、リスクカーブも裾が厚いのですが、一般ロスの方はファットテールではないので、裾が薄くて、リスクカーブがすぐにゼロにいつてしまうということがあります。このため、どこかの点で一般ロスと巨大災害のリスクカーブが交わりますので、その交点のリスクカーブの値から、スライドの「R(a)」を求めることができます。このような、リスクカーブの交点から「a」を求める方法は簡便的で、実務的にも使いやすいと思います。なお、リスクカーブを作るのが難しい場合には、例えば再現年数が30年以上のもの、つまり、「経験値が全然ないような規模」のロスを経験した事例がないため、「どのようにして考えるのか」という点も含めて、多くの課題があると思います。

**【集積リスクの計測対象の例】**

同一の事象を原因とし、複数の契約から保険金が発生するリスク。 (保険金が発生する契約の範囲が、一般的に複数種目や複数事業拠点横断になるため、過去データによる統計的な分析ではリスク把握が難しいリスク)	国内自然災害(風水災・地震) テロ(国内) パンデミック(国内) 海外巨大災害
--	--

➡ (国内自然災害以外は) どのように計算すれば良い?

17

次に、集積リスクの計測対象の話をしたと思います。先ほど、集積リスクは台風や地震ですと言ったのですが、先ほどの定義に戻っていただくと、「会社のソルベンシー評価に影響を与えるもの」が巨大災害ですので、そのような観点で「集積リスクは何か？」を考えると、もう少し対象を広げて見てあげてもいいのではないかと思います。このため、このスライドでは「国内の台風や地震だけが集積リスクです」という風にはしてなくて、ここも会社によって違うとは思いますが、「国内のテロやパンデミックも、本当に計測対



象にしなくてもいいのでしょうか？」という考えに基づいて、これらを含めてこのスライドでは集積リスクの計測対象にしています。

さらに、「広く」考えると、「海外の巨大災害」も対象範囲に含めるかどうか、検討の余地があるのではと思います。当然、そこでは、会社のソルベンシーに与える影響とのバランスで、「含める」「含めない」を判断していけば良いのかなと思うのですが、仮に、テロ・パンデミック・海外巨大災害が、無視できないような規模のロスになりそうだななどという状況であれば、普段のリスク管理で使っている中からデータを集めて、計量化できないのでしょうか？という話を最後にしたいと思います。

集積リスクは、多くの場合で過去データによる経験値がないので、統計的な分析というのは非常に難しいものになります。このため、「保険会社用に誰かが決めた係数を乗じて算出する」という計測方法が考えられますが、天から係数が降ってくるなどということはありません。このため所定の係数がない場合には、標準シナリオを設定して、PMLを算出し、その結果からリスクを計測するという方法が、実務的には良いのではないかと思います。

## 集積リスク

集積リスクは、過去データによる統計的な分析ではリスク把握が難しいため、

保険料等に係数を乗じて算出する方法や、**標準シナリオを設定してPMLを算出する方法**

などにより計測することが望ましいと考える。

以下では「海外巨大災害」と「その他の集積リスク」に関して、計算例を挙げる。

18

## 海外巨大災害

現行の連結ソルベンシー・マージン基準における「外国巨大災害リスク相当額」の算出方法を準用してリスク計測する。

現行基準については、関連告示(平成23年金融庁告示第23号、平成8年大蔵省告示第50号など)を参照いただきたいが、リスク係数方式の場合の算出概要は次のとおり。

外国巨大災害リスク相当額(リスク係数方式の場合)

次に掲げる算式により計算した額とする。ただし、各地域における外国巨大災害リスク相当額計算基準額の合計額が国内巨大災害リスク相当額に0.1を乗じた額を下回る場合には、外国巨大災害リスク相当額の算出を要しない。

$$\text{外国巨大災害リスク相当額} = \sqrt{A^2 + B^2 + C^2 + D^2}$$

Aは、北アメリカにおける外国巨大災害リスク相当額計算基準額

Bは、ヨーロッパにおける外国巨大災害リスク相当額計算基準額

Cは、東アジア(日本を除く)における外国巨大災害リスク相当額計算基準額

Dは、上記以外の地域(日本を除く)における外国巨大災害リスク相当額計算基準額

ここで、AからDの外国巨大災害リスク相当額計算基準額は、地域ごとに、当該地域においてリスクを有する損害保険契約に係る責任準備金(未経過保険料)の額に0.15を乗じた額と、正味収入保険料の額に0.25を乗じた額のうちいずれか大きい額とする

19

ここでは、海外巨大災害やその他の集積リスクを計測するアイデアを紹介したいと思います。「データがない中でどうするのか？」という話ですが、海外巨大災害については、現行制度の中で「連結ベースのソルベンシー・マージン基準」というものがあります。スライドに書かれているように、地域をA・B・C・Dの4地域に分けます。北アメリカ、ヨーロッパ、日本を除く東アジア、その他の地域というように分けて、それぞれの地域でリスク量を計算し、2乗和のルート、つまり、斜めの長さでリスク統合をするという仕組みです。

このA・B・C・Dをどのように計算をするのかというところは、スライドの下の方を見てください。各地域の未経過保険料に0.15を乗じた値と、正味収入保険料に0.25を乗じた値のいずれか大きい額とあります。要するに、巨大災害が発生すると未経過保険料対比では15%相等の損害率のインパクト、正味収入保険料対比では25%の損害率のインパクトがあると思われ、両者の大きい値をリスク量とすることが、現行の連結ソルベンシー・マージン基準で採用されています。経済価値ベースのソルベンシー基準においてもこの係数で良いかどうかは検討の余地があるのかもしれませんが、まずはこの算式で試算してみることも大事かもしれません。地域別に保険料や未経過保険料を集計してきて、計算したら、どのくらいのリスク量になるのかやってみてください。

**その他の集積リスク**

**テロリスク**については、EUソルベンシーⅡにおける基準を参考に標準シナリオを設定し、試算を通じて影響検証を行ったうえで、必要な精緻化を図っていく。

(次ページ②は、所在地情報を市区郡単位でしか取得できない会社も相当数あると思われるため、計算方法を簡便化したもの)。

**パンデミック**についても、**新型インフルエンザ対策行動計画**などの公表資料から標準シナリオを設定し試算を通じて影響検証を行ったうえで、必要な精緻化を図っていく。

20

次に、「その他の集積リスク」で本日ご紹介するのは、テロとパンデミックです。テロについては、すでにEUソルベンシーⅡで標準シナリオを設定するやり方が示されているので、それを参考にしています。また、パンデミックについては、新型インフルエンザの対策行動計画が公表されているので、そこから標準シナリオを設定して、シナリオ分析のようなものができませんかという話です。

テロについては、例えば、日本国内でテロリスクを担保する火災保険に注目します。テロにやられたときにインパクトが大きいのは、保険種目としては火災保険だと思うので、ここでは、火災保険に限定しています。また、小さい物件の契約ではリスク量という視点では無視をしていいレベルと考えられるので、実務面を考慮して、中小規模の契約はリスクの計測対象から除いています。このため、保険金額の大きな契約だけ見てあげて、最初に、半径300m以内に集積する合計責任額が最大値となるような地域がどこかを把握します。例えば、それが「東京の〇〇の地域」などと判定されるので、そこに一定割合を掛けて、例えば50%をかけて、リスク量を算出します。市区郡や住所コードなどのデータは保有していると思うので、それらを

用いて地域別に保険金額を集計し、その最大値に掛け目の係数を掛けてリスク換算するというイメージです。なかなか、本当にそのような計算でいいのか？というようなことはあるのですが、このような方法でインパクトがどのくらいあるかということを見ておいてもいいのではないのでしょうか。

テロ	<p>標準シナリオとしては、日本国内におけるテロリスクを担保する火災保険の契約（中小規模の契約を除く）について、次の例のようなものが考えられる。</p> <p>①半径300メートル内に集積する合計責任額が最大値となる地域において、その合計責任額の一定割合（例：50%）が保険金支払となる。</p> <p>②集積する合計責任額が最大となる市区郡において、その合計責任額の一定割合が保険金支払となる。</p>
パンデミック	<p>標準シナリオとしては、次の例のようなものが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>平成21年2月の関係省庁対策会議「新型インフルエンザ対策行動計画」における想定シナリオを参考に、発症率や致死率等を設定して保険金や給付金を算出する。</li> </ul>

21

### 参考：一般保険引受リスク

EUソルベンシーIIにおけるリスク量は、前提条件

- ①コンバインドレシオは対数正規分布に従う
- ②コンバインドレシオの平均は「100%」

のもとで、リスク量 = 「99.5%VaRと期待値との差」としたもの

コンバインドレシオの変動状況に連動してリスク量を評価する必要がある。

EUソルベンシーIIのリスク係数	改良案
$\rho(\sigma) = \frac{\exp\left(N_{0.995} \cdot \sqrt{\log(\sigma^2 + 1)}\right)}{\sqrt{\sigma^2 + 1}} - 1$	$\rho = \frac{M \exp\left(N_{0.995} \sqrt{\log\left(\frac{S^2}{M^2} + 1\right)}\right)}{\sqrt{\frac{S^2}{M^2} + 1}} - M$
<p>コンバインドレシオの平均を100%とせず一般化した式</p>	<p>Mはコンバインドレシオの平均値 Sはコンバインドレシオの標準偏差</p>

22

同じように、パンデミックについてもなかなか標準的な方法はないのですが、ここでは新型インフルエンザの対策行動計画を参考にしてみます。スライドには載せていないのですが、最悪ケースでは、発症率が25%で、致死率が2%だったりするので、例えば、第三分野の医療保険などで保険金額を集計し、発症率を25%として保険金を計算します。致死率は死亡保障に関係するので、損保の場合はあまり関係ないと思われます。悩ましいのは、入院日数や通院日数です。しかしながら、対策行動計画の中に、会社を休む欠勤日数が表示されていたりするので、それを基に入院や通院時の保険金・給付金を計算する方法が考えられます。

最後のスライドでは、EUソルベンシーIIの一般保険リスクの係数の算式や、それを少し改良する式を紹介していますが、たしかこれは、昔の年次大会で話した記憶があるので、本日は割愛したいと思います。

このように、実務上、考えなければいけない課題は非常にたくさんあります。当然にして、課題は、本日紹介した範囲のものだけではなく、多岐にわたります。皆さんが普段、悩まれている各種事項に関して、「経済価値ベースにしたときに何が起こるのか？」という視点も踏まえて、社内の色々な関係部と連携して解決策を検討していくことが重要かと思えます。

特に、アクチュアリーとしては、経済価値ベースのような分野は、ある意味で、得意分野であるので、このような事項に積極的に関与して、実務上の課題を克服していくことが、われわれアクチュアリーに求められているのではないかと思います。

本日用意をしたスライドの説明は以上です。まだ時間がありますので、質問や意見などをいただきたいと思えます。なかなか大きい会場でたくさん集まっていられちゃいますので、言いにくいのかもかもしれません。また、難しい質問をされても、「答えはこれです」という良いアイデアを自分自身が持っていなかったりもするので、ご期待に沿えるのかどうかわかりませんが、質問や意見などをいただきたいと思えます。

【司会】 まだ時間に余裕がありますので、ご質問のある方は挙手をしていただけますでしょうか。

【質問者】 本日は大変貴重なご説明を、ありがとうございました。

巨大災害リスクについて大変興味を持っておりましてお話をお伺いしたいです。おそらくお答えづらい点かとは思いますが、2点ございます。例えばモデルがない場合に、PMLベースで計算して、責任準備金を見ていきたいと思いますという場合に、それをどのようにPMLから計算をしていくのかというところのお考えと、もう一つは、逆にモデルがあるような場合に、モデルがアップデートした場合、例えば大きく変わってしまいましたというところは、どのように評価をしていくべきなのかというところを、もしご意見がありましたら、お聞かせいただければと思います。

【浜野】 工学的モデルは「ある場合」と「ない場合」があります。「ない場合」が多かったりしますが、そうはいうものの、モデルがないようなリスクを扱っている商品の料率は作られていますよね。では、料率を作ったときに「どのような統計データを使ったのですか?」、あるいは場合によっては、少し言葉は悪いですが、「どのような割り切りをして算出したのですか?」というところがあると思えます。その資料をうまく使って確率分布のようなものを仮に作る事ができるとすれば、その確率分布から100年に1回や200年に1回にこのくらい水準のロスになるというPMLのような値を出せるのかもしれない。

もう一つは、大胆に割り切って、損害率の確率分布を、過去5年や10年の実績データから「対数正規分布に従う」という前提で作ってあげる方法です。この場合、対数正規分布のパラメーターにどの程度の信頼度があるかは分かりませんが、保険金の99.5%点などの値は算出できると思えます。

ただ、それは、「単にアクチュアリーが計算をして出てきた結果だから、それを使いましょう」というものではなくて、出てきた結果がリスク管理部門や経営者の納得感があるものかということも非常に大事です。併せて、レーティングをした商品部の納得感が得られるのかということもあります。仮にそれがあまりいい結果ではないということであれば、例えば、保有保険金額に一定の割合を掛けたものをリスク量とするなどの代替的な方法もあると思えます。

二つ目に質問をいただいた、工学的モデルのアップデートについては、データが新しくなって、モデルが改良されたり、計算方法が変わったりします。もっと言いますと、複数の会社で工学的モデルを扱っている専門の会社があって、A社とB社に同じデータを渡して計算してもらったのに、結果が全然違うなどという

ことも良くあるのではないかと思います。

急激にリスク量が変わってしまうということは、管理をする中でもやりにくいかと思いますので、非常に乱暴なやり方としては、旧モデルで行った場合の計算結果と、新モデルで行った場合の計算結果を足して2で割るなどということも、場合によってはあるのではないかと思います。

新モデルの方は、このような状況なので、信頼度が以前よりも増しているなどということが、何らかの定量的なデータや定性的な情報などで確認ができるのであれば、半々ではなくて70%を新モデル、30%を旧モデルの信頼度として計算する方法もあると思います。もし、お金に余裕があるのであれば、別のモデル会社に依頼して、算出された結果とも合わせてハイブリッド型の結果にする方法もあります。このように、加重平均を取るなり、足して2で割るなどして、工夫していただくと、急激に何かのパラメーターが変わって、計算結果にジャンプが起きて、会社全体を混乱に陥れるようなことは防げるのではないかと思います。

しかしながら、リスク量というのは、どうしても、経験値がないところの世界のものなので、それが例えば1,000億円という結果が出ることもあるし、1,200億円など出ることもあります。では、その差額の200億は何なのかということの説明しようと思ってもなかなか説明はできません。ですので、これらの工夫をしてみることも1個のアイデアかとは思いますが、普段のリスク管理の中でどのようにやっているのかということとの連携も大切だと思います。

【司会】 他にもどなたか、いかがでしょうか。少し時間が余っているので、では、私からご質問してもよろしいでしょうか。

### 【巨大災害リスク】

「巨大災害」を低頻度高損害の保険事故のうち、会社のソルベンシー評価に与える影響の大きい災害と定義し、「事故発生の偶然性」や「外部環境による事故発生率の変化」により、「計測期間中の発生保険金」がその期待値として推定される値を超過し、結果として「純資産の著しい低下」を招くリスクを「巨大災害リスク」と定義する。

巨大災害リスクの分類	定義・説明
1 大口保険金リスク	高額責任額での引受を行っている契約群において、大きな事故が年間1件ないし複数件発生するリスク。
2 集積リスク	同一の事象を原因とし、複数の契約から保険金が発生するリスク。 (保険金が発生する契約の範囲が、一般的に複数種目や複数事業拠点横断になるため、過去データによる統計的な分析ではリスク把握が難しいリスク)
3 その他の保険金変動リスク	経済や社会環境の変化等により、負債評価時点や契約引受時点で見込んだものより事故発生率が上昇するリスク。

15

15 ページの巨大災害リスクの分類の表ですけれども、一般的に内部モデル手法を取るような場合は、「巨大災害リスク」というようにいったときには、この「2. 集積リスク」を指すことが多く、小口分散化されたリスクと、その間に1番のような「大口保険金リスク」で3分類にするようなことが多いと思います。本日のスライドでは、「大口保険金リスク」を巨大災害リスクに分類されていますが、その背景などを教えていただきたいと思います。それが1点です。

もう1点は、「3. その他の保険金変動リスク」は、いわゆる「パラメーターリスク」を指されているのでしょうか、ということをお教えいただけますでしょうか。



【浜野】 元々、検討をする中で留意していたのは、このような「定義」のようなものを考えるときに、いろいろな損害保険会社でも耐えうるような「ベースとなっている基本的な考え方」のようなものが、何かないのか？という視点です。特別課題ワーキングで議論している中で出てきたものが、例えば、シンプルな例ですが、地震や台風のリスクを扱っていない、火災保険を売っていない損害保険会社があったとしましょう。そのような会社では、この15ページの「2. 集積リスク」は、ほとんどないのです。あったとしても、傷害保険で保険金額が集積をしているケースなどです。

そのときに、大きな保険金額の契約の引き受けをしていて、その契約で、巨大な事故が起きたときに、会社に与えるソルベンシーの影響が大きいケースも当然出てきます。このように、「2. 集積リスク」がほとんどない会社の場合には、大口保険金が発生するリスクを「巨大災害リスク」として見てあげないといけないのではないかという発想で、分類表では1番として挙げてみました。

「大口保険金リスク」を計量化するときには、実績データがなかったりするので、損保数理の教科書に載っている「複合ポアソン分布」を使うことが考えられます。つまり、事故件数がポアソン分布や、負の二項分布に従っていて、1事故あたり保険金は対数正規やガンマ分布などに従っているなどの前提条件でモデル化し、統計的なシミュレーションなどで元受ロスを作り、再保険のカバーを当てはめて正味ベースにするようなことを行えば、計算ができるのではないかということです。

「3. その他の保険金変動リスク」については、損害率が、高額の賠償責任保険の大口ロスの発生の影響で大きく変動するというケースを想定しているのではなく、例えば、取引信用保険のような、外部の環境が悪化して倒産する企業が増えて、ロスが急激に上昇したり、逆に環境が良くなってロスが下がったりする場合を想定しています。そのようなことを想定した場合に、過去の統計データから損害率や事故頻度などを分析して、そこで見てあげるということができますが、場合によっては、環境が少し悪化したときに、例えば帝国データバンクの倒産確率データに少し上乘せをして、保有契約に当てはめたときにロスがどうなるのかということを見たとえ、リスク量を把握するようなイメージです。そのようなものもイメージをして、リスク状況を見てあげないと、単に「損害率の過去データの振れからだけでリスク量を見る」というところだけでは、カバーしきれないようなケースがあったりなどするのではないかと思います。そのようなイメージで分類をしたものが15ページの表です。

【司会】 ありがとうございます。

【浜野】 先ほど説明の中でも触れましたが、マルチラインで営業をされていて、多くの契約量があり、統計データも豊富にある会社の場合には、多分、「1. 大口保険金リスク」や「3. その他の保険金変動リスク」が巨大災害リスクにヒットするようなケースは少ないと思います。

【司会】 他にいらっしゃいますでしょうか。

それでは、浜野さんのプレゼンテーションを終了とさせていただきます。どうもありがとうございました。