

ERMの数理的側面の高度化について

あらた監査法人
鈴田 雅也
西原 立
濱村 文十



【鈴田】 本日、司会兼プレゼンターを務めさせていただきます、あらた監査法人の鈴田と申します。どうぞよろしくお願いいたします。

早速はじめたいと思います。本題は、「ERMの数理的側面の高度化について」というタイトルでございます。発表者は、あらた監査法人の、私、鈴田、および西原、濱村でございます。どうぞよろしくお願いいたします。

目次

ERM 数理的側面の高度化について

1. イントロダクション
2. 保険引受リスク(死亡・生存リスク)
3. 資産運用リスク
4. 中長期のリスク及び財務シミュレーション

2

目次をご覧ください。1 番目のイントロダクションは私が簡単に説明いたします。2 番目の保険引受リスクは、濱村から紹介します。また、資産運用リスクおよび中長期のリスク財務シミュレーションにつきましては、西原から説明いたします。そして、最後に私の方で、簡単なラップアップを行いたいと思います。

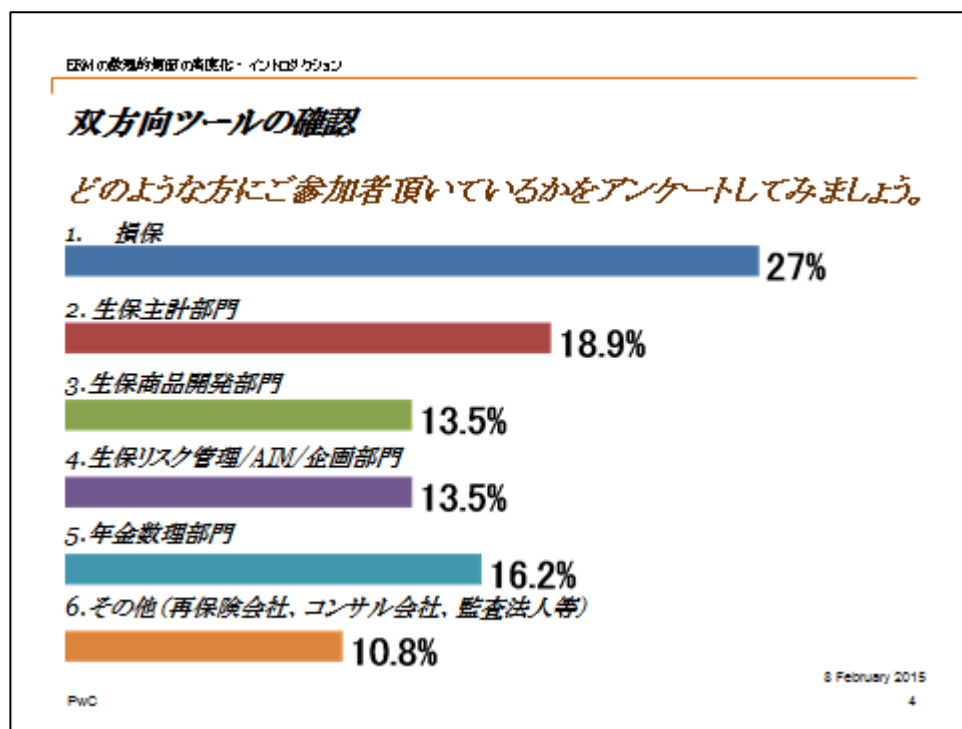
ERM 数理的側面の高度化 イントロダクション

PwC

3

まず初めに、双方向ツールを使ってアンケートを取ってみたいと思います。双方向ツールがお手元にある方だけで結構ですので、稼動確認を兼ねて、どのような方にご参加いただいているかというアンケートをさせて頂きます。1 番は、損保。2 番は、生保の主計部門。3 番は、生保の商品部門。4 番は、生保のリスク

管理ないしはALM、企画。5番は、年金数理部門。6番は、その他、再保会社やコンサル会社、監査法人等。それでは、よろしくお願いします。



結果を見てみますと、損保部門の方が3割ぐらいいらっしゃるのですね。主計が2割。あと15%ずつぐらい、という感じですね。

初めに少しお話しておきます。今回のプレゼンでは、なるべく業界共通な部分も含めてご説明しますが、私たちは生命保険のビジネスが多いものでして、少し生命保険に偏ったところがあるかもしれません。予めお含みおきください。

それでは続きまして、昨今、「ERMの高度化」ということが叫ばれておりますけれども、「アクチュアリーとして、どのように取り組んでいくのか」といったテーマに移っていきます。ご専門の方もいらっしゃると思いますが、少しもやもやとしている方も、いらっしゃるのではないかと考えております。

今回は非常に短い時間ですので、駆け足で幾つかのトピックスを紹介し、それが、皆様が今後またERMを考えるヒントになれば幸いと考えております。

本プレゼンテーションでは「ERM」というタイトルになっていますが、最近よく聞く言葉として、「ORSA」という言葉もあります。そこで、最近「ORSAとERMの包含関係はどう理解したらいいのか？」と質問されることがあります。

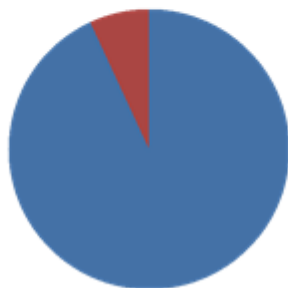
そこで、簡単なクイズをしたいと思います。ERMがORSAを含むのか、ないしは、ORSAがERMを含むのか。「ERMがORSAを含む」が1番。その逆が2番。いかがでしょうか。押してみてください。

クイズ1

ERMはORSAを含むか、ORSAがERMを含むのか？

1: ERMがORSAを含む

2: ORSAがERMを含む (ORSAレポートにERMを記載するため)



PwC

8 February 2015

5

①93%

はい、結果です。1番、93%。そうですね。答えは1番でございます。簡単に、今の問の説明をしますと、ここにあります通り、IAIS(保険監督者国際機構)のICP16および金融庁の改正監督指針のところでも、ERMというところの項目の中にORSAが含まれるような形で提示される、ということになっております。

概念整理

ERM (Enterprise Risk Management) はORSA (Own Risk and Solvency Assessment) を内包します。

ICP16 (2011年10月)	改正監督指針 (2014年2月)
16 Enterprise Risk Management for Solvency Purposes	II-3 統合的リスク管理
	II-3-1 意義
16.1 Risk Identification and Measurement	II-3-2 リスクの特定及びリスク・プロファイル
	II-3-3 リスクの計測
16.3 Risk Management Policy	II-3-4 リスク管理方針
16.11 - 16.15 Own Risk and Solvency Assessment	II-3-5 リスクとソルベンシーの自己評価

PwC

8 February 2015

6

また、よくある「ちょっと混乱」というところでは、ORSAレポートというものが統合的なリスク管理体制のヒアリングでありましたけれども、この中で、ORSAレポートの中にERMが入っているということがあります。したがって、ERMをORSAが包含しているように思われている方も、中には少しいらっ

しゃるかと思いますが、6番にあります通り、リスクとソルベンシーの自己評価を行う中で、その説明上、ERMという整理を3番で記載するよう整理がなされているということだけです。

皆さん、93%ですので、ご理解されていたかと思いますが。

ERMの成熟段階の高度化・インテグレーション

概念整理(続き)

ORSAレポートには、ソルベンシー評価の基礎となるERMの状況が記述されます。

- (1) 要旨(全体の取り纏め)
- (2) 経営戦略及びリスクに対する認識
- (3) ERMに関する組織体制**
- (4) リスク管理方針
- (5) リスクプロファイルとリスクの測定
- (6) リスクとソルベンシーの自己評価**
- (7) 経営への活用
- (8) ORSAの評価・検証

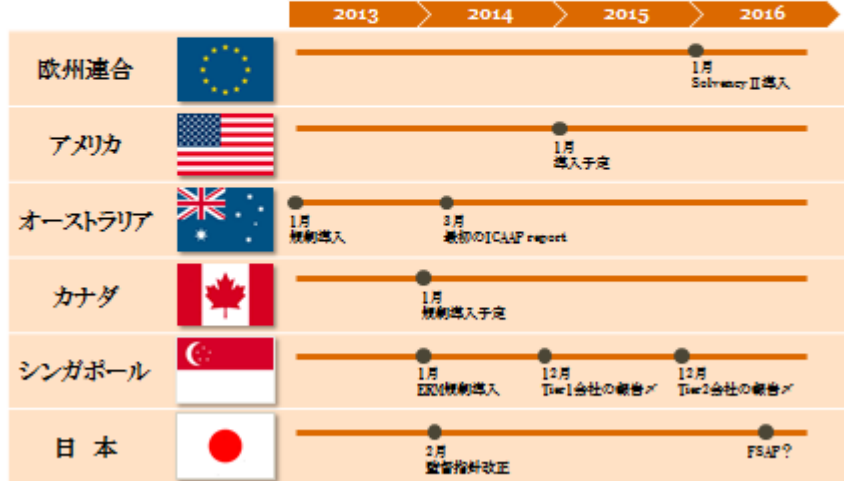
2014年の統合的リスク管理観勢のヒアリングで求められたORSAレポート項目

PwC 8 February 2015
7

続きまして、ORSAという話が出てきましたので、簡単に日本でのORSAの状況を整理したいと思います。こちらにあります通り、ORSA関連の規制状況は、各国ほぼ同じような形になっています。これは、FSAPの評価がIAISのICPを基に行われているということもありますので、足並みが大体そろっている、ということでございます。

各国等の状況

ICP (FSAP) の規律により各国内容に大きな差は見られない。



PwC

8

日本の状況

ORSA 規制導入は目前に迫っているテーマ

- 2012年にFSAP reportでORSA問題が取り上げられています。

....It should also provide more explicit guidance regarding the performance of **own risk and solvency assessment**.

FSAP report August, 2012

- 次のFSAPは2016年までに行われる予定であり、このタイミングまでに国際ルールを導入することが予想されます。

....FSB member jurisdictions **commit to lead by example by implementing international financial standards, undergoing an assessment under the IMF-World Bank Financial Sector Assessment Program (FSAP) every five years,**

Overview of Progress in the Implementation of the G20 Recommendations for Strengthening Financial Stability June, 2010

PwC

8 February 2015

9

日本の状況ですが、こちらにあります通り、日本の場合は、そのFSAPの評価というもの、2011年に行われたものが2012年8月に出ています。その中で、ORSAの問題も取り上げられています。また、下のところにあります通り、これは「5年ごとに評価を行う」というようになっていますので、2011から数えると次は2016年だろうということになります。そこで、「2016年のタイミングまでに、日本においても国際ルールを導入するというような動きがあるのではないか」と言われているところでございます。

FSAP評価とその後の対応状況

> ICP14(資産負債の評価:Partly Observed)

⇒ 計理人の実務基準の見直し(長期収支分析)、
経済価値ベースの負債評価の検討の進展

> ICP16(ソルベンシー目的のERM:Largely Observed)

⇒ 検査マニュアル、監督指針等の改定

> ICP17(資本十分性の評価:Largely Observed)

⇒ 経済価値ベースのソルベンシーの検討の進展

ORSA報告の要請

ORSA報告書

日本においても従来から経済価値ベースのソルベンシー基準についての導入が検討されてきており、また、2014年2月28日に公表された保険会社向けの総合的な監督指針(以下、「監督指針」)では「定期的にリスクとソルベンシーの自己評価を実施することが求められる。」とされている。

また、2014年6月30日には、金融庁では、試行的に保険会社に対してORSAのプロセスを文書化したORSAレポートの作成・提出を求めると共に、ヒアリングを実施し、その結果を取りまとめ、公表している。

続きまして、簡単に 2012 年 8 月に出了 F S A P の日本の評価について、その評価の状況と、その後の対応をまとめております。I C P 14 では、資産・負債の評価ということで、こちらは「Partially Observed」ということですので、「部分的にオーケー」ということで、少し厳しい評価だったのです。ちょっと、これは話が外れますので触るだけにしますけれども、計理人の実務基準の見直し、長期の将来収支シミュレーションを行うというような話が議論されているところだと思います。また、経済価値ベースの負債評価の検討の進展に向けた取り組みが行われているというところかと思ひます。

続きまして、I C P 16です。ソルベンシー目的のERMということで、こちらは「Largely Observed、おおむねオーケー」ということです。こちらにつきましても、行政の方で検査マニュアルおよび監督指針の改訂をしているところだということでございます。

また、I C P 17、こちらは資本の十分性の評価です。こちらも「おおむねオーケー」ということですが、ご承知の通り経済価値ベースのソルベンシーの検討が進展しているというところでございます。

さて、またひとつ皆様に伺おうと思っておりますが、行政が規制としてORSA導入を求めてきたりERMというような言葉が巷に駆け巡っている中なのですけれども、いろいろな会社で状況は様々だと考えております。そこで、アンケートとしまして、次の5択から、最も近いもの、当てはまるものを選択していただきたいと思っております。

ERMの数値的範囲の高度化・インロダクション

ケーススタディ ~ ERMの課題意識はさまざまのようです

- 1. ERM/ORSAは会社全体のフレームワークだが、リスク計測だけが主に先行している状況。**
- 2. リスク量は計算済みで、次にリスクアペタイトをどうするか、とっている状況。**
- 3. 自己のリスクと資本の管理の体制構築は、どこまでやれば許されるのだろうか？**
- 4. リスクカテゴリー毎に担当部署が縦割りで実施中。結局、リスク管理は誰が責任者なのか？ERMは誰が推進するのか？**
- 5. ガバナンスは作文、リスク計量は数字遊び、という発想の経営層がいないわけではない。**

PwC 8 February 2015
12

「ERM・ORSAは会社全体のフレームワークだが、リスク計測だけが主に先行してしまっています」という場合は1番を押してください。以下同様に、「リスク量は計算済みだが、次にリスクアペタイトをどうするかという議論がなされている、迷っている」というような場合は2番です。「自己のリスクと資本の管理の体制構築は、どこまでやれば許されるのか」というようなところで悩まれている場合は、3番をお願いします。「リスクカテゴリーごとに担当部署が縦割りで実施している」ということなので、結局、「リスク管理は誰が責任者なのか、また、ERMは誰が推進するのか、というようなところが不明確になっている」というような場合は4番です。続きまして、「ガバナンスは作文なのだろう。リスク計量というのは数字の遊びなのだろう」というような発想の経営陣がいらっしゃるというような場合は、5番です。

一つしか選べないので、本当は全部当てはまるものを選んでいただきたいところなのですが、最も当てはまるものとして、1から5まで選択肢を選んでいただけますでしょうか。

アンケート

貴社のERM/ORSAの主な課題は、どれが最もあてはまるでしょうか？

1. ERM/ORSAは会社全体のフレームワークだが、リスク計測だけが主に先行している状況。



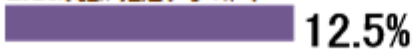
2. リスク量は計算済みで、次にリスクアペタイトをどうするか、とっている状況。



3. 自己のリスクと資本の管理の体制構築は、どこまでやれば許されるのだろうか？



4. リスクカテゴリ毎に担当部署が縦割りで実施中。結局、リスク管理は誰が責任者なのか？ ERMは誰が推進するのか？



5. ガバナンスは作文、リスク計量は数字遊び、という発想の経営層がないわけではない。

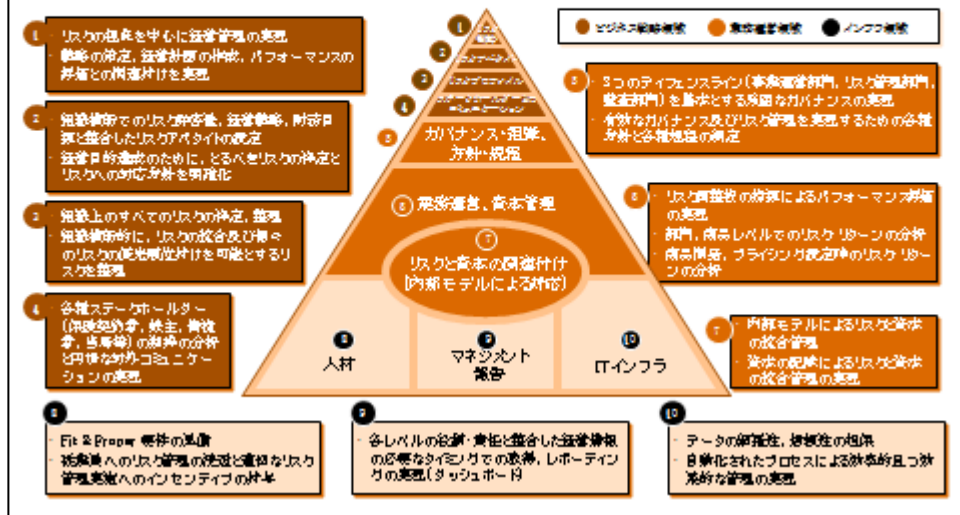


結果はこのとおり。分散しました。ちょっと私の予想と違うのですが、1番目の、「リスク計測だけが先行している」が22%とは、予想外に結構多いですね。また、2番目としまして、「リスク量は計算済み」、これが30%。結構多いですね。あと20%、10%、10%。分かりました。

「リスク計測だけが主に先行している」というところです。こちらはよくある整理なのですが、ERMを構成する10要素としてPwCでは、以下のように考え方を整理しています。ハンドアウトに含めていなかったと思いますが、すみません。

ERMを構成する10要素

ERMには戦略／業務運営／インフラの3領域があります。



基本的には上の方からリスクの戦略がありまして、それについて、リスクアペタイト、つまりどのようなリスクテイクの方針があるのかということから、取るべきそもそものリスクの整理をして、それから「リスクの許容度は、どうなのですか」と。実際のオペレーションの中では、設定されたリスクリミットに対して実際抱えるリスクをモニタリングすると。そのような形で整理するのが、よくある教科書的な整理なのです。

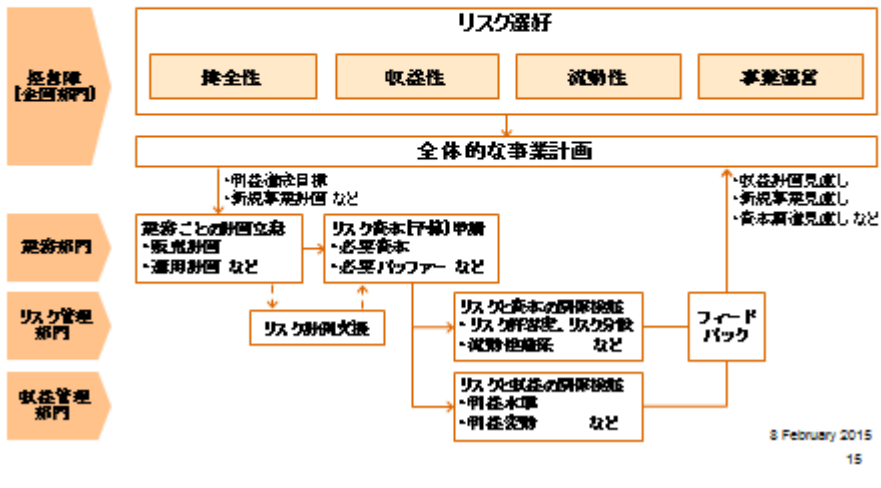
先ほどのアンケートで言いますと、「リスク計測の方が結構進んでいる」、また、「アペタイトをどうするか」と言っている状況が3割ある、という結果が出ていますので、ちょっと私の予想とは違っていました。

金融庁からも、ORSAレポートの公表などが夏に出ていたと思います。そのような中では、「かなり、各社のリスクの体制整備が進められている」というように記載されていたと思います。1, 2 番の回答が意外に多かった原因は、皆様がリスク管理部門の方ばかりではないためかもしれません。つまり、会社の中でのリスク部門では、「アペタイトの設定など、こういう議論はやっていて、もうちょっと先のところまで行っています」というような整理を社内的にも対外的にもされているところが多いのではないかと思います。けれども、まだ社内の実感としては、例えば、その商品部門や主計部門など、直接リスク管理ではないようなところのセクションの方からは、少し見えにくいのが実態なのかもしれませんね。

続きまして、こちらの結果にあります通り、「自己資本の管理体制構築は、どこまでやれば許されるのか」というところです。こちら22%、結構多いですね。こちらにつきましては、そもそも、その自己リスクの資本管理ですから、ここで、あえて、私は「許されるのか」という言葉を質問に使ったのがポイントです。そもそも、自分のことは自分で対応を考えるのが基本です。しかし、規制が入ってくると、「ここまで許してもらえるのでしょうか」というようなスタンスになってしまうところが多いのではないかと思います。

目指す姿に関する社内エンセンサス

リスクベースの事業計画の立案



ご承知の通りですけれども、リスクを中心とした事業計画としましては、まず初めに、その計画を立案して、それに対応するリスク状況等を勘案して、いわゆる、そのフィードバック・ループをした上で、どれだけのリスク許容度があるか、ないしは収益力があるかというところを勘案して計画を作っていく、ということが基本となってきます。ですので、このようなところで、実際には、もちろん規制の要件はあるのですが、その中で、いかに自分の会社で経営に活用できるような体制を構築するのか、ということがポイントかと思えます。

あとは、4番、5番ですけれども、「リスクカテゴリーごとに縦割りになっている」というところですね。こちらは12%。私は、この4番と5番も結構多いのかなと思っていました。4番ですと、基本的には、よくある整理でいきますと、基本的には、スライドの真ん中辺のところ、業務運営をERMの中で本当に実施していくという部分に関連します。実効あるリスク管理を実施するためには、そもそも、その担当部門が行うことは当然なのですが、「第2線」としてリスク管理部門でチェックをきちんとする。また、「第3線」と表現されますが、検査部門あるいは内部監査部門が、更なるチェックをするというような形で、2線、3線というようなチェック体制を構えるということが、グローバルスタンダードとなっております。

このような課題意識は、例えば今回の金融庁の監督指針の中でも出てきております。かなり「内部監査」という言葉が頻発していますので、行政も、そのようなところを重要視してきていると考えられます。

統合的リスク管理態勢に向けた課題

3年から5年、確率論的アプローチ...

監督指針(統合的リスク管理態勢関連) コメントの概要及びコメントに対する金融庁の考え方(抜粋)

コメント

ORSAに関する記載において、「例えば3年から5年間で」とあるが、この期間に関する記載はあくまでも例示であるとの理解で良いかを確認したい。(後略)

【前略】将来分析は、例えば複数年にわたる確率論的アプローチを必ずしも求めているのではなく、手段によらず、経営判断に役立つかどうか重要という理解でよろしいでしょうか。

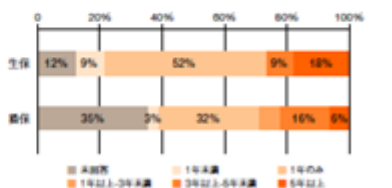
あらたに監査法人が今年行ったERM/ORSAサーベイは、中長期のリルベンシーについて課題があることを示しています。

- 内部モデルにおける将来リルベンシー評価は、1年間が52%(生保)
- 19%の会社のみが動的な経営者行動/契約者行動を考慮している回答
- 16%の会社のみが内部モデルにヘッジ戦略を考慮している回答

金融庁の考え方

将来にわたる財務の健全性を確保するためには、例示したような中長期的な視点で分析することは重要であると考えております。

意見の通りです。しかしながら、複数年にわたる確率論的アプローチは重要と考えております。



8 February 2015

16

各社のERM態勢の検討状況

金融機関が能動的にリスクを扱う形になるのは時間がかかるが先行している会社があるのも確か。

今回のヒアリングを通じて、損害保険会社に加え生命保険会社においても、リスク選好に基づくERMフレームワークの具体的な整備を実施ないしは検討を開始する社があり、ERM態勢の改善・充実に進展していることが確認できた。

統合的リスク管理態勢ヒアリングの実施とその結果概要について(2014年6月)

大手生保会社・損保会社等については、それぞれSIFIsと同様、...業界横断的な検証項目については、ベストプラクティスを念頭に置き、マクロブルーデンスの観点も含めた水平的レビューを実施する。

- 経営管理
- ...
- 統合的リスク管理及び資産運用
 - ✓ エンタープライズ・リスク・マネジメント(ERM)
 - ✓ リスクとリルベンシーの自己評価(ORSA)

金融モニタリング基本方針(2013年9月)

8 February 2015

また、監督指針の中にありました通り、3年から5年、確率論的アプローチという概念がクリアに問題意識として挙がっています。やはり、その将来の事業計画の中で、3年ないしは5年の長期の経済資本の状況も含めた管理ができていくのかというところを、行政の方でもかなり問題意識を持たれていると考えられます。

弊社でも、こちら、少し下の方に記載してはいますが、2014年の2月にORSA/ERMサーベイというものをやりました。行政の方でORSAサーベイを実施された時期に、ちょうどぶつかったのですけれども。その中で出てきた結果として、二つがクローズアップされました。一つは、「内部監査の重要性。各社

はこの部分が手薄である」という点。もう一つは、「その内部モデルにおける将来のソルベンシー評価の難しさ」。スライドの右下のグラフにありますとおり3年、5年という長期スパンで見ているわけではなくて、1年程度の将来ソルベンシーというような見方のところが結構多い、という結果も出ております。

このようなことから、いろいろと課題はたくさんあるのですが、このような中で、「どのような形で、その高度化を図っていったらいいのか」というところにつきまして、これから、保険引受リスク、運用リスク、および中長期財務シミュレーションについて、プレゼンターをボタンタッチして続けたいと思います。

では、濱村さん、お願いします。

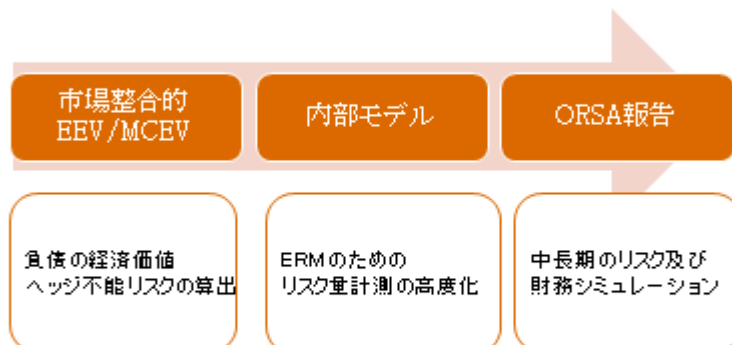


ERM 数理的側面の高度化 保険引受リスク(死亡・生存リスク)

【濱村】 あらた監査法人の濱村と申します。

私の方からは、先程の話にありましたようにERMの高度化を考えていらっしゃる会社も多いと思いますので、「実際に高度化していく際に、数理的側面について、どのようなアプローチを取っていったらいいか」というところを、生命保険で特に重要なリスクであります保険引受リスクのうち、死亡リスク、生存リスクに絞ってお話しさせていただきたいと思います。

数理モデルの高度化 柔軟な全社的シミュレーションを目指して



8 February 2015
19

まず、リスクの話をする前に、現在一般的に開示されております市場整合的E E VやM C E Vについて、少しお話しさせていただきたいと思います。

日本でのEV開示の現状

EVの評価手法別開示状況 (2014年3月期)

手法	会社数
TEV	2社
市場整合的EEV	10社
MCEV	5社
合計	17社

市場整合的EEV・MCEV開示会社の保有契約価値の内訳

基準日	保有契約価値	保有契約価値内訳			
		確定給付年金 債務利益超過	オプション引当 金の引当価値	フリクショナル コスト	ヘッジ不能リスク に準る費用
2014年3月末	100億	144億	-21億	-4億	-19億
2013年3月末	100億	139億	-41億	-1億	-35億

ヘッジ不能リスク引当の計算方法の例

- 内部モデルを用いて計算(詳細は不明)
- ソルベンシーII QIS5の標準手法を元に計算(ストレス・ファクターはそのまま)
- 資本コスト率は2.5%が多い

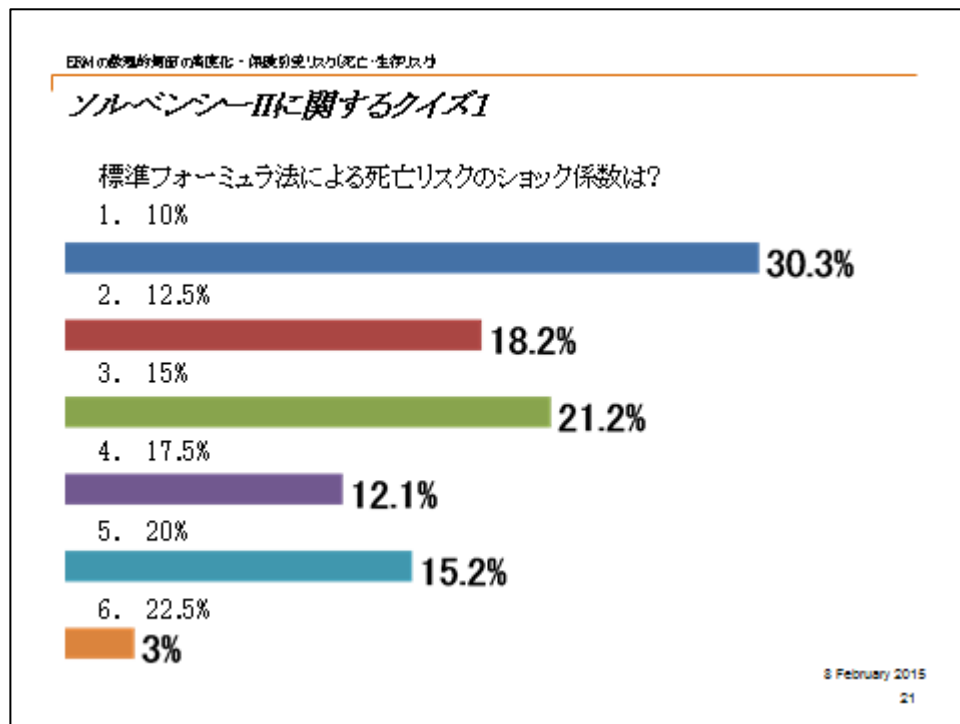
8 February 2015
20

日本での開示状況を、上段のテーブルに表示しております。直近2014年3月期の開示状況ですが、市場整合的E Vが10社、M C E Vが5社になっております。右側中段のテーブルですが、これは市場整合的E VとM C E Vで開示しておられます会社の合計数値につきまして、保有経済価値に対するヘッジ不能リスクの割合を表示しております。

「リスクの話で、何でM C E Vを持ち出すのか？」ということなのですが、ヘッジ不能リスク引当

は皆様もご存じの通り、資本コスト法で計算する場合は、保険リスクを計算に用いますので、リスク計測と共通点があるということになります。どのような計算方法をしているかを実際に見てみますと、ソルベンシーIIのQIS5の標準的手法を基に計算しているというところもございます。

ソルベンシーIIの話が出てきましたので、ここで少し、クイズをしたいと思います。ソルベンシーIIの標準的フォーミュラ法による死亡リスクショックの係数はどれでしょうか？ お願いいたします。



ERMの数理的範囲の高度化・保険別受取リスク(死亡・生存リスク)

ソルベンシーIIに関するクイズ1

標準フォーミュラ法による死亡リスクのショック係数は？

答え: 3) 15%

結論の背景 (CEIOPS-SEC-40-10 Solvency II Calibration Paper)

- QIS4 内部モデルを使用の21社の統計
 - 中央値: 22%
 - 四分位範囲: 13% - 29%
- QIS4 10% → 15%へ引き上げ
- QIS2 20% → QIS3/QIS4 10% → **15%**

論点

- 15%の根拠となる死亡リスクのモデルは何か?
- 前年齢で一律同じショック?

8 February 2015
22

こういう結果になりました。正解は3の15%でございます。どのような根拠でこのような結論になったかといいますと、まずQ I S 4では10%でした。内部モデルを使用している会社の統計を取ると、中央値が22%、四分位範囲（25パーセンタイルから75パーセンタイルの範囲）が13～29%でした。そこで、「10%ではちょっと低いね」という話で、15%に引き上げたということです。

ただ、論点としては、「その15%という死亡リスクのモデルは何か？」というところや、あとは、「年齢一律ショックで、本当にいいのか？」など、議論の余地があるところです。

生存リスクのショックも、ここに載せませんでしたけれども、いろいろ統計を取ったり、確率論的シミュレーションをしたり、そのようなことをやっているそうなのですが、最終的な係数がどのように出ているのか、本当にパラレルショックでいいのかなど、そのようなことについては、ちょっと不明瞭な点が多いということになります。

ERMの数理的範囲の高度化・保険料受取り(死亡・生存リスク)

ERM 内部モデルのためのリスク計測

Solvency IIの標準的手法を用いる際の考慮すべき事項

- 欧州の保険会社の経験値
- 日本/自社のリスクを反映していない → 内部リスク管理で使えるか?
- 単純化の仮定 → 内部リスク管理で使えるか?
- ショック係数が前提とするモデルが不明確 → リスクの定義が不明

↓

内部モデルのリスク計測

- リスク・ファクターの定義・モデル化
- 日本/自社の経験値をモデルに反映

8 February 2015
23

このように見てきますと、「ソルベンシーIIの標準的手法を、本当に自社のリスク計測に使うてよいのか？」という話になります。見てきた通り、欧州の保険会社の経験値でございますし、日本や自社のリスクも反映していない。また全社が使えるように簡便化してありますので、単純化の仮定も置いてあります。そもそも、どのような死亡リスクのモデルを仮定しているのかということも明確ではありません。課題としましては、自社の死亡リスクモデルを作る際には、死亡リスクの定義やモデル化をきちんとして、自社の経験値や日本特有のリスクを反映するという必要が出てきます。

死亡・生存リスク Solvency IIにおける定義

Solvency II Level 2 Text - Directive 2009/138/EC

・ リスクの定義 (死亡率・生存リスク関連)

- Mortality: the risk of loss, or of adverse change in the value of insurance liabilities, resulting from changes in **the level, trend, or volatility of mortality rates**, where an increase in the mortality rate leads to an increase in the value of insurance liabilities
- Longevity: the risk of loss, or of adverse change in the value of insurance liabilities, resulting from changes in **the level, trend, or volatility of mortality rates**, where a decrease in the mortality rate leads to an increase in the value of insurance liabilities.

* Catastrophe risk (extreme or irregular events) は別途

ボラティリティ・リスク

レベル・リスク

トレンド・リスク

8 February 2015

24

ここで、まず、高度化をするに当たり、初めに、そのリスクを定義しておかなければいけません。ソルベンシーIIにおけるリスクの定義を参照してみますと、このように死亡リスク、生存リスクには、ボラティリティリスク、レベルリスク、トレンドリスクという三つの要素からなるという考え方がとられています。これは一つの考え方ですけれども、一般的に受け入れられている考え方です。

死亡・生存リスク Solvency IIにおける定義

ボラティリティ・リスク (プロセスリスク)

- ・ 死亡率が確率変数であることに起因するリスク
- ・ 最良推定(平均)から”偶然”ずれてしまリスク

レベル・リスク

- ・ 最良推定死亡率が”本当の”死亡率と違うことに起因するリスク
- ・ 過去の統計などから推定した推計誤差などが要因

トレンド・リスク

- ・ 将来の死亡率の変化が、最良推計死亡率から乖離することに起因するリスク

8 February 2015

25

それぞれの定義を見てみます。まずボラティリティリスクです。これは、「死亡率が確率であることに起因するリスク」。つまり、死亡率は確率なので、たまたま偶然、ごく小さい確率で稀な数値が出てしまった、と

というようなリスクです。

次に、レベルリスクです。これは、「そもそも、その本当の死亡率というのは分からないのだけれども、本当だと思っていたものが実際は違っていた」というリスクになります。死亡率というものは過去の統計から推定しますので、そのような推定の誤差などが要因として出てきます。

最後に、トレンドリスクです。現在の死亡率は確からしい推定ができますが、将来時点の死亡率は現在の死亡率から変化することが予想されます。トレンドリスクは、死亡率が、時間経過に伴ってどのように変わっていくかの予測が確実でないことに起因するリスクになります。

ERMの数理的範囲の高度化・保険料受取リスク(死亡・生存リスク)

ボラティリティ・リスクの定義

リスクの定義

- ・死亡率が確率変数であることに起因するリスク
- ・最良推定(平均)から”偶然”ずれてしまうリスク

従来からの保険数理での考え方

- ・個々の死亡が独立同分布(i.i.d) → 中心極限定理により正規分布
- ・大数の法則により σ は0へ収束

リスクのモデル化で考慮すべき点

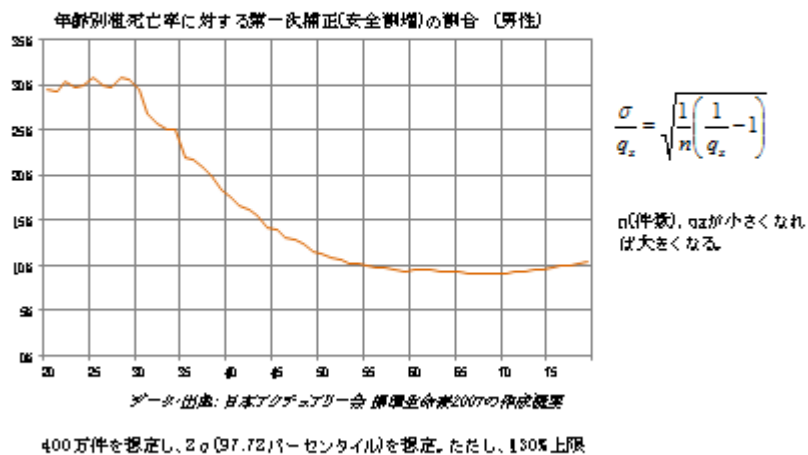
- ・他の2つのサブリスクに比べ数的に捕えやすい。
- ・ N が大きければ影響は小さい。一過性のリスク。
- ・現実ではi.i.dではない。(保険金額の大きさによる違い、不均質な保険集団)
- ・(ポアソン分布など)ファット・テールのモデルも考えられる。

8 February 2015
26

次に一つずつこれらのリスクを見ていきます。まずボラティリティリスクです。例えば従来の保険数理の考え方ですと、個々の死亡率は独立同分布(i.i.d)で、中心極限定理によって正規分布に収束します。ボラティリティは、母集団の数が大きくなるとゼロに収束するということになります。

リスクのモデル化で考慮すべき点は比較的簡単で、確率分布が分かっているならば数的に答えが出るので、件数が大きければ影響は小さくなります。また、一過性のリスクですので、今年たまたま悪い結果が出て、それはたまたまであって、また来年はいい数値が出るかもしれないということで、一過性のリスクです。ただ、伝統的な考え方ではi.i.dを仮定しておりますけれども、別のモデルも考えられ、集団としてファットテールのモデルも考えられるということになります。

標準生命表2007(死亡保険用)安全割増の水準



8 February 2015

27

ここで、身近な例として、標準生命表 2007 でどのようにリスクが反映されているのか、安全割増の中にどのようにリスクの割増が反映されているのかを見ているものです。これは、粗死亡率に対して安全割増が何%入っているかというところを、年齢別にグラフにしているものです。130%を頭打ちにしてありますので、130%を上限として10%弱のところまで年齢毎に異なっております。

これはまさに、ボラティリティリスクを反映しているという考え方なのですが、全体で400万件を想定していて、年齢別で件数を区切っているのです。このような高い数値になっているようです。仮に年齢合算でやった場合は件数が大きくなりますので、小さい値になります。実際、欧州では、ボラティリティリスクについては、件数が大きくなれば小さくなる事から分散可能と考え、例えば負債の経済価値の計算中のリスク・マージンには反映しないというような考え方もあるようです。

レベル・リスクの定義

リスクの定義

- ・ 最良推定死亡率が”本当の”死亡率と違うことに起因するリスク
- ・ 過去の統計などから推定した推計誤差などが要因

リスクのモデル化で考慮すべき点

- ・ 一過性ではなく、将来の期間に渡り影響する。
- ・ 要因は死亡率分布の現実と仮定の相違、パラメータの誤差

8 February 2015

28

次にレベルリスクですけれども、これは先ほど申し上げましたように、最良推定死亡率が真の死亡率と違うことに起因するリスクです。このリスクのモデル化で考慮すべき点は、一過性ではないということです。今の足元の死亡率が間違っているのであれば、将来の死亡率も全部間違っているわけですので、将来の期間にわたって影響します。要因としましては、例えば真の死亡率の分布が i.i.d から仮定した正規分布ではなくファットテールであったり、また、仮定した分布のパラメータが違っていたりすることに起因します。

レベル・リスクの計測手法の例

考え方

- ・ 最良推定死亡率がもし”真の”死亡率から99.5%乖離していると仮定したら
- ・ 真の死亡率はどこにあるのか?

複合ポアソン分布を仮定した例 (Henk van Broekhoven)

$$S = \sum_i S_i = \sum_i X_i \cdot (N_i / N) = X_i \cdot q_i^i$$

 $X_i \cdot q_i^i$: 保険金額と死亡率との積

Normal Power Approx. により正規分布で表現

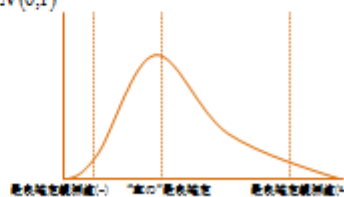
 $c_{obs}, \sigma_{obs}, \gamma_{obs}$: 観測値3次までのモーメント

$$\frac{S - c_{real}}{\sigma_{real}} = Z + \gamma_{real} \frac{(Z^2 - 1)}{6}, \quad c_{real} = f \cdot c_{obs}, \quad Z \sim N(0,1)$$

除算出

$$f = \left\{ \frac{\pm Z_{99.5\%} \sigma_{obs} + \sqrt{D}}{2c_{obs}} \right\}^2$$

$$D = \sigma_{obs}^2 \cdot Z_{99.5\%}^2 - 4c_{obs} \left(\frac{Z_{99.5\%}^2 - 1}{6} \cdot \sigma_{obs} \cdot \gamma_{obs} - c_{obs} \right)$$



参考: Henk van Broekhoven - Market value of liabilities mortality risk: A practical model

8 February 2015

29

レベルリスクの計測手法ですが、一例として、複合ポアソン分布を仮定した方法を挙げております。最良推定死亡率が、これは自分が正しいと予想している死亡率ですが、真の死亡率から 99.5%乖離（かいり）していると仮定したら、真の死亡率は、最良推定死亡率の分布の 99.5%点に存在するということになります。

ERMの業務時期間の高度化・保険料受取リスク(死亡・生存リスク)

トレンド・リスクの定義

リスクの定義

- ・ 将来の死亡率の変化が、最良推計死亡率から乖離すること起因するリスク

リスクのモデル化で考慮すべき点

- ・ 一般的に死亡率は改善傾向と考えられるため、生存リスクへ影響
- ・ 将来の死亡率の改善は長期的であり、その推計は難しく、ましてやその確率分布はさらに困難。

8 February 2015
30

最後に、トレンドリスクです。トレンドリスクは、名前の通り、将来の死亡率が変化していく中で、トレンドが初めに最良推定死亡率に変化を織り込んでいるのであれば、その織り込んでいる死亡率から、実際の将来の死亡率が乖離するリスクということになります。一般的に死亡率は改善傾向ですので、主に生存リスクに影響があります。死亡率の改善傾向は、年代や時代にもよりますし、かなり長期的なもので、その推定は難しく、ショックを計算するためには、トレンドの分布を仮定しなくてはいけないので、計測が難しいのですが、同時に影響も大きい要素になりますので、非常に重要な要素です。

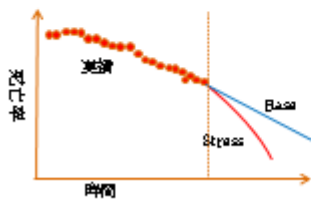
トレンド・リスク計測の論点

モデルの選択

- ・ 決定論的モデル vs 確率的モデル - 時系列分析
- ・ 確率的モデル - 一般的なモデルのメリット・デメリット
- ・ パラメータの推定 - 説明変数 (年齢 × 時間 + コーホート t)

代表的なモデル

Lee-Carter モデル
 Renshaw-Haberman モデル
 CBD モデル系
 p-spline



モデルの比較検証

- ・ 過去の経験値・最良推定死亡率との比較
- ・ 情報量基準による検証 - AIC, BIC等
- ・ バックテスト - 過去の死亡率トレンドを再現可能か?

8 February 2015

31

時間の関係で詳細は割愛しますが、トレンドリスクを計測するときの論点としましては、まず、どのようなモデルを選択するのか、ということです。代表的なモデルが複数ありますので、それらを研究して、どのようなメリット、デメリットがあるのかを把握することが必要です。

代表的なモデルとして、ここに四つ挙げております。まず Lee-Carter モデルが一番シンプルなモデルですが、年齢、時間のみでコーホートが考慮できないなど、単純なモデルでありますので、考えやすい反面、実際に使うにはちょっとシンプルすぎるかもしれません。2番めの Renshaw-Haberman モデルはコーホート効果が考慮できるように Lee-Carter モデルを高度化したモデルです。CBDモデル系は、Lee-Carter モデルと違いまして、隣接する年齢の死亡率が関数的な関係を持っておりまして、隣接する死亡率間で滑らかな曲線が描ける、がたがたにならない、という性質を持っています。P スプラインは決定論的モデルの代表的なものということになります。

このようにいろいろなモデルがありますが、どのモデルが実際にフィットして一番説明力があるのかなど、を次に比較検証していくこととなります。モデルの比較検証には、過去の経験値や最良推定等を用いて比較したり、AIC、BIC等の情報量基準によって説明変数が説明力を持っているかというところを検証していきます。バックテストなどを通して過去の死亡率、トレンドが再現可能であるかなどを検証します。

以上が、生存、死亡リスクにフォーカスした高度化の論点、アプローチを、少々具体的な事例に絞ってご紹介いたしました。

ERM 数理的側面の高度化 資産運用リスク

PwC

32

【西原】 あらた監査法人の西原です。よろしくお願いします。

ここからのセクションは資産運用リスクと、その資産運用リスクに非常に密接に結びついている財務的なシミュレーションの部分について、ご説明させていただきたいと思います。

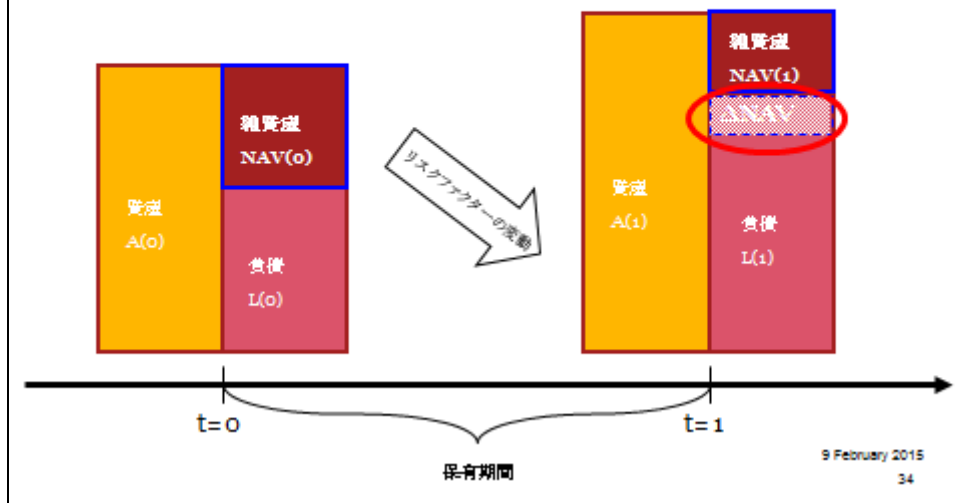
今日お話しさせていただく内容は、ただ一つです。基本的には回帰分析の話をしていきます。回帰分析は非常に簡単で、「それぐらい知ってます」ということだと思えるのですが、それほど簡単ではありません。「古くて新しい回帰分析」ということで、これからのアクチュアリーの方にも、相当程度深い回帰分析、多変量の回帰分析など、いろいろな局面で、数理的にもいろいろなことが求められるということを、少し掻い摘んでお話しさせていただきたいと思います。

お手元の資料を見ていただくと分かる通り、残り時間に比べてページ数が異常に多いということをお気づきかと思いますが、できるだけ全部話せるようにしていきたいです。

基本的な考え方

 ΔNAV

2時点の純資産(Net Asset Value: NAV)の変動をリスクととらえて計量化することが基本。



今、トータル・バランスシート・アプローチで計算されているリスク量については、もう、皆さん、ご覧の通り、「全てを時価評価して、リスクファクターを設定して、そのリスクファクターの1年間の変動に伴って時価が変動しますね。その時価の変動に伴って、純資産が毀損する部分がリスク量ですね」ということは、全てのリスクファクターにおいて同じです。死亡率も基本的には同じ。別に特段、定義において変わる必要はない。具体的な戦術としての計算手続きとしては変わるかもしれませんが、幾つかの前提を置く必要はありますけれども、基本的な考え方は同じということになるかと思います。

ですので、基本的なリスク量の計算は、資産運用リスクについては、今のバランスシート、特に NAV(ナブ) を計算して、リスクファクターを設定して、変動させて、1年後のナブを計算して変動を取ること (ΔNAV) を、何回も何回も繰り返せば、その上から悪いところを取ってくれば VaR VaR が出るということ、これが普通の定義です。

計測手続き

リスク量計測のためのシミュレーション(繰り返し計算)

具体的な手続き

手順	内容
①	評価時点における資産、負債を経済価値ベースで計測し、経済価値ベースの純資産価値を得る
②	資産運用の価格を変動させる要素(リスク・ファクター)の保有期間内の変動を予測する。
③	保有期間経過後の資産、負債を経済価値ベースで計測し、保有期間経過後の経済価値ベースの純資産価値を得る。
④	②から③を繰り返し保有期間経過後における経済価値ベースの純資産の分布を得る。
⑤	分布からリスク量(VaR99.5%)を得る。

9 February 2015

35

計測手続き

実務的な対応

資産運用リスク計測において必要な、保険契約の経済価値ベースの評価(保険契約価値)は、いくつかの取扱い方が実務として見られる。

保険契約の取扱い	
1. 保険契約価値は、リスクファクターの変動に伴って変動しない。	保険契約価値の変動から生じる損失は発生しない前提。資産サイドのみ資産運用リスクに取り入れる手法。
2. リスクファクターの変動に伴って、保険契約のキャッシュ・フローは変動しない。割引率のみが変動する	リスクファクターの変動に伴って変動する割引率を、固定の保険契約キャッシュ・フローに乗じることにより、各シミュレーションの保険契約価値を算出し、リスク量に取り入れる手法。
3. リスクファクターの変動に伴って、保険契約のキャッシュ・フローも変動させる。	シミュレーション等で発生させる将来時点のリスクファクターの値に従い、保険契約キャッシュ・フローを再計算し、適用する割引率も各シミュレーションから得られるものを使用するアプローチ。

9 February 2015

36

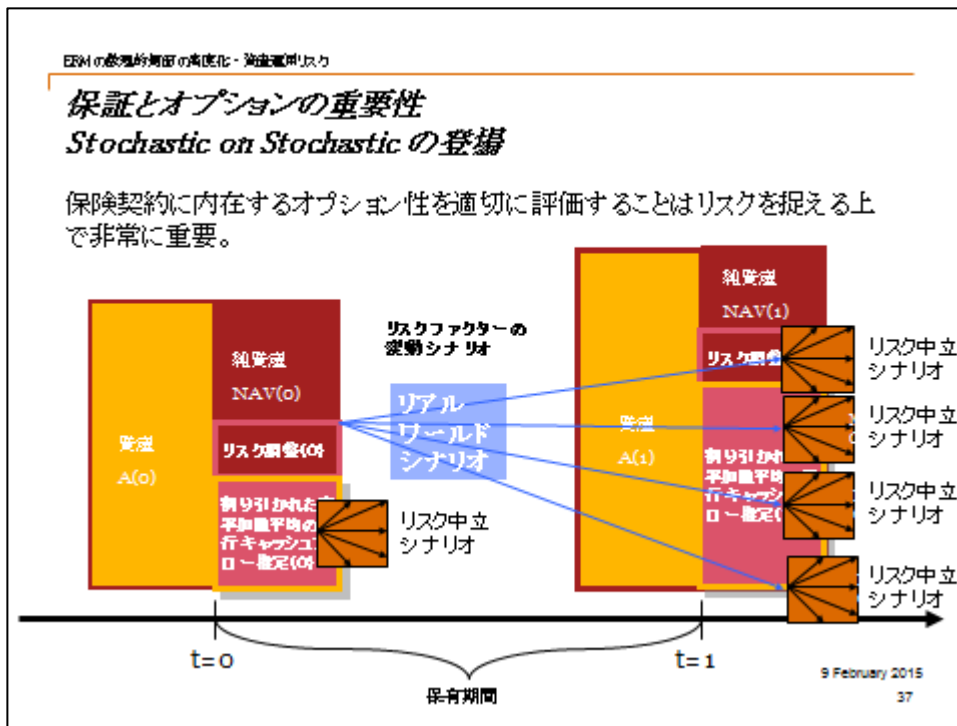
さて、「皆さんの会社で、これをどこまで忠実に資産運用で定義されていますか？」ということをお聞きしたいなと思います。よくある資産運用リスク計測における保険契約負債の取り扱いなのですが、この ΔNAV を計算するときの負債の取り扱いとしては、例えば1番ですけれども、「負債は一切無視します。資産サイドの分散共分散法だけで、VaRを定義して計算します」というような保険会社も多いかとは思いますが。

2番目、「リスクファクターの変動に伴って、保険キャッシュフローは一切変動しません。脱退もしない。死亡もしない。解約もしない。何もしない。そのままのポートフォリオが1年間スライドして、割引率だけ

が変動します」というように設定する保険会社も、あるかとは思いますが。

最後、三つめのところが多分一番正確な計算だと思いますけれども、「リスクファクターの変動に伴って、キャッシュフローも変化するし、割引率も変化します。全部考えた上で計算しましょう」という保険会社も、あるかとは思いますが。

ポイントは何かといいますと、「運用サイドの企画で、運用企画を立てている企画のセクションの考え方と、リスク管理が立てているリスクの計測のレポートがずれていると、どうなりますかね」というところですね。その辺りが、「経営としては、運用企画はかなり精緻にやっているのだが、リスク管理は結構シンプルにやっています」、または逆だったり、「そのようなことがないようにしないとイケませんね」というところは、一つポイントとしては述べておきたいと思います。



Stochastic on Stochastic 膨大な計算負荷

リスクファクターの
変動を表すリアル
ワールドシナリオ

100,000



保険契約価値評
価用のリスク中立
シナリオ

5,000

約3年

1本のシナリオあたり
の保険数理システム
による計算時間 5秒

ここからは少し生保固有の論点ですが、ご案内の通り、保険契約負債の時価評価に必要な「保証とオプションのコスト」を考慮すると、リスク中立シナリオも必要になります。いわゆる *stochastic on stochastic* の状況が発生するということになります。ですので、現状、膨大な計算負荷が発生する可能性がある。例えばリアルワールドのシナリオが10万本。大体1万や10万が一つのオーダーです。で、リスク中立シナリオが5,000本。これも、EVなどの実務ではよくある話ですね。1本あたり5秒で計算したとしても3年かかります。ですので、普通に計算すると、なかなかうまくいかない。

膨大な計算負荷 実際の事例

右は英国ブルーデンシャル社の事例

- 残余財産の分配に関するシミュレーション
- 正攻法では1つのランで7年
- 現時点からランオフまでの市場整合的な貸借対照表を計算
- ベースシナリオとストレスシナリオの2つのシナリオ
- 最小二乗モンテカルロ(後述)の手法により計算負荷を回避

Challenges facing Prudential in 2007

- In 2007, Prudential considered re-attributing its multi-billion inherited estate
- Assessment of future market-consistent balance sheets were needed to measure future financial strength on Pillar 2 basis
- Using a brute-force "nested stochastic" approach, a single run would take approximately 7 years (using a grid of 1,000 computers)
- Conventional Monte Carlo modelling is therefore unsuitable.

How Prudential overcame these challenges in 2007

- Looked for advanced modelling techniques giving:
 - Rapid calculation of market stresses to market-consistent balance sheet
 - Projection of Pillar 2 balance sheets
 - Runtime less than 7 years
- Least-Squares Monte Carlo (LSMC) chosen
- Alternatives
 - Closed-form solutions
 - Curve-fitting
 - Replicating Portfolios
- LSMC was best at modelling path-dependent nature of with-profits liabilities
 - Bonus declarations
 - Smoothing
 - Dynamic setting of EBR.

保険会社が直面している課題 正攻法では太刀打ちできない

課題

- ・ 数多くのシナリオに対して、経済価値ベースの保険契約評価や資産運用リスクを計測しなければならない。
- ・ 経営計画立案やORSA等で求められる複数年のシミュレーションでは、将来の各時点における、想定シナリオベースのリスク重算出が求められる。

解決策

- ・ ハードの性能を最大限向上させる。
- ・ 計算の手法を工夫し、計算負荷を低減させる

具体的手法

- ・ HPC技術(クラスターコンピューティング、GPUコンピューティング)
- ・ シミュレーション正攻法ではなく、精度の高い解析解を求める等の理論面での対応

9 February 2015

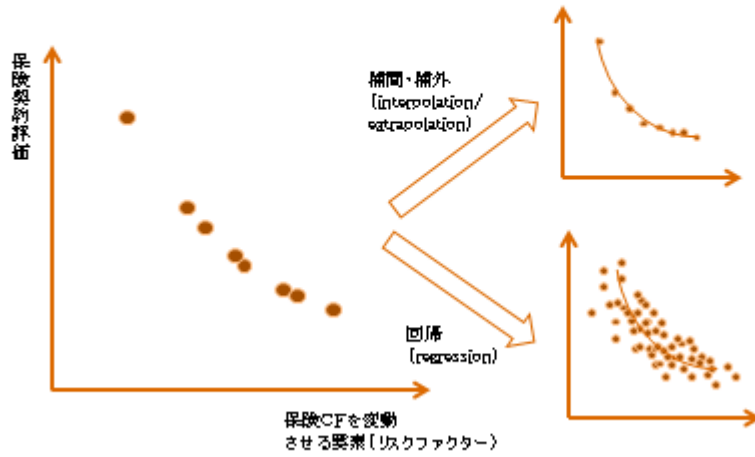
40

実際に、これは PrudentialUK の事例です。stochastic on stochastic の計算アプローチについて、2007年ぐらいに実際やろうとしました。先方も、ウィズ・プロフィット商品については、有配当が非常に重要な商品ですので、その部分について、きちんと保証とオプションの計算をしようと考えたら7年かかるということが分かりました。これでは全く機能しませんということで、基本的に、この Prudential UK の事例でいきますと、「最小二乗モンテカルロを選択しました」ということが、英国アクチュアリー会の発表に載っているものです。

ですので、今のその資産運用リスクを中心とするような、リスク計測のフレームワークを正攻法で計算するという事は、かなり無理があります。ですので、かなり工夫しないとイケません。これは、後半お話しするORSAの報告、3年から5年のキャピタルのプロジェクションにおいても状況は、私は同じだと思っています。

一つ一つを正確に計算することは、重要ではないとは言いませんけれども、それよりは大局観を掴むということが重要だと思います。ですので、解決策としては、ハードの性能を最大限向上させるということは、もちろん、システム部門にやっていただきましょう。これは、アクチュアリーとしては非常に重要なポイントになります。ただし、それだけでは不十分です。アクチュアリーとしては、計算手法をかなり改善して、高度化していきましようということが、皆さんに求められるということです。

近似的手法のアプローチ Interpolation and Regression

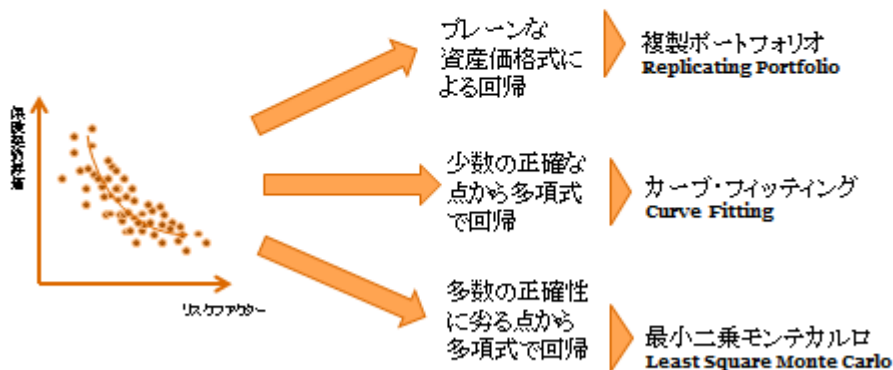


9 February 2015
41

ここでは、具体的な手法を少しだけご紹介します。基本的には恐らく二つしかないと思っています。一つは補完する。有限個の限られた点だけで、あとは結んでしまっ、残りの部分は補完するというのが一つ。もう一つは、回帰分析をするということになります。基本的には、それほど大きな違いはありません。その上の点の数ぐらいのことになります。想定している、このカーブの曲線が持つ変数の数と、あとは、今、実際求められている点の数の関係で、びたりと一致するといいますか、解が求められれば補完になりますし、変数の数の方が少なければ、点の方が多ければ、回帰になるという違いです。

回帰分析による手法 複数のアプローチ

現在の保険会社実務においては回帰分析による手法が主流

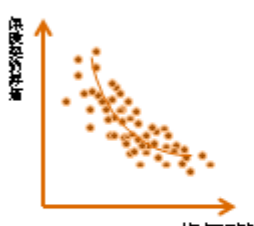


9 February 2015
42

その観点からいくと、今の保険会社の実務においては、右の三つの事例がよく出てきます。一つは、複製ポートフォリオ。負債の時価の式をプレーンな資産価格式で近似するというやり方。もう一つは、カーブフィッティング。少数の正確な点で点をプロットして、1個1個は正確なのだけれども数が少ないというもので回帰分析をするものが、カーブフィッティング。1個1個の点はちょっと雑に計算するのだけれども、たくさん計算するというものが最小二乗モンテカルロ。というように理解していただければいいかと思います。

ERMの数理的範囲の高次元化・資産運用リスク

回帰分析による手法 最小二乗モンテカルロ法が主流



- 正確性は落としても(=リスク中立シナリオの本数を減らしても)、数多くの点を計算する。
- 理論的な背景としては次の論文。アメリカンオプションの評価において用いられる手法。
“Valuing American Options by Simulation: A Simple Least-Squares Approach”(Longstaff and Schwartz [2001])
- 回帰分析を行う点の選択においては主観を排除し、ある区間において一様に選択する(ここがカーブ・フィッティングとは異なる点)

9 February 2015
43

ERMの数理的範囲の高次元化・資産運用リスク

回帰分析の数学的枠組み

$y = f(x)$

R_1, \dots, R_N : 分析対象の値が変動するファクター(リスクファクター)

$r_1(s), \dots, r_N(s)$: シナリオ s における各リスクファクターの値

$X_k(r_1, \dots, r_N)$: 基底となる関数

係数 β を回帰分析により求める:

$$\sum_{k=1, \dots, K} \beta_k X_k(r_1(s), \dots, r_N(s)) = y(s)$$

For scenarios $s = 1, \dots, S$ where $S \geq K$

9 February 2015
44

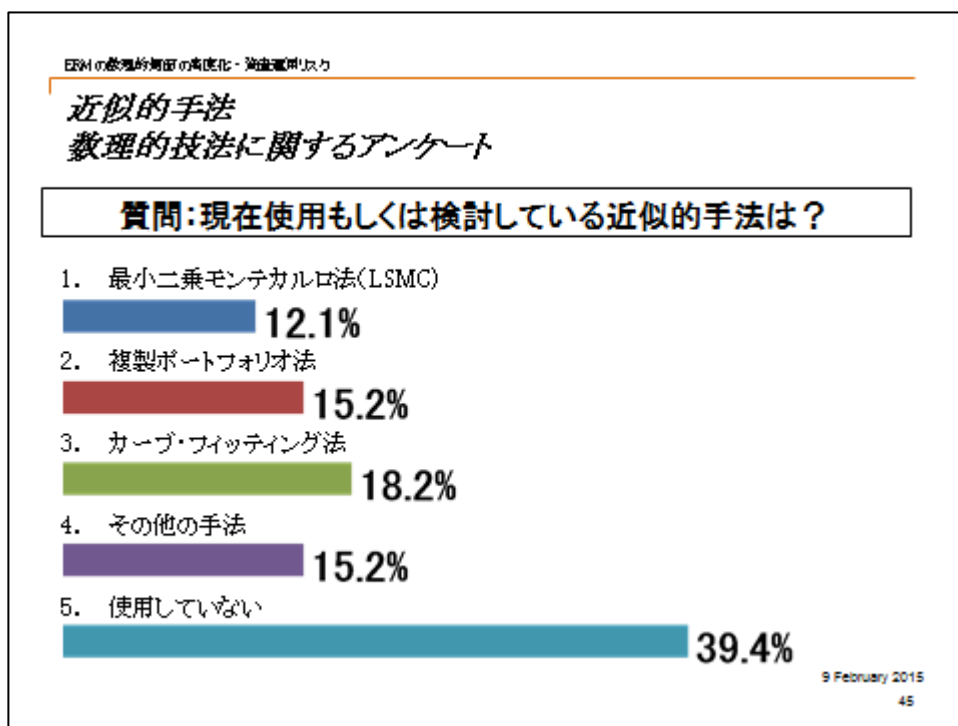
実際に、今、ソルベンシーII対応で多いものは、最小二乗モンテカルロです。それはなぜかといいますと、

この 43 ページの真ん中のグリッドポイントに書いてあるアメリカのオプションの評価において用いられている、理論的なバックボーンがしっかりしたアプローチだからです。

更には、このカーブフィッティングをする場合に少数の点を選ぶときは、かなり主観が入ります。ですので、その主観の選び方によって、結局、VaR の数字に影響を及ぼすということになりますので、その主観性を排除するという意味でも、この最小二乗モンテカルロは、できるだけ主観を挟まないように、一様にリスクファクターを振らせて、点を求めて回帰を行うというプロセスをたどりますので、かなり機械的な操作で進めることができるということです。

ですので、この辺りを、かなり自動化できます。ほぼ自動化できるというプロセスですので、カーブフィッティングのような、その有限個の点を選択するという主観的なプロセスがない。そのようなことを主な理由として、主流になってきているということです。

ちょっと聞いてみたいと思います。皆さんの会社で使っている手法は、ありますか。すみません。時間がないので、ボタンをどうぞ。そろそろ残り 15 分。若干焦りぎみではありますが (汗)、よろしいでしょうか。皆さん、ご回答いただけましたでしょうか。

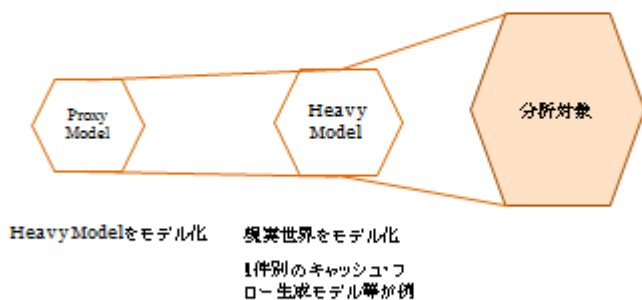


最小二乗モンテカルロも 12%あると。基本的には、40%ぐらいの方々は、まだ使用していないということだと思います。これが有用だということを少しお話ししたいと思います。

近似的手法

英国アクチュアリー会のWorking Paper (Proxy Model Working Party)

『Heavy Models, Light models and Proxy Models』



9 February 2015

46

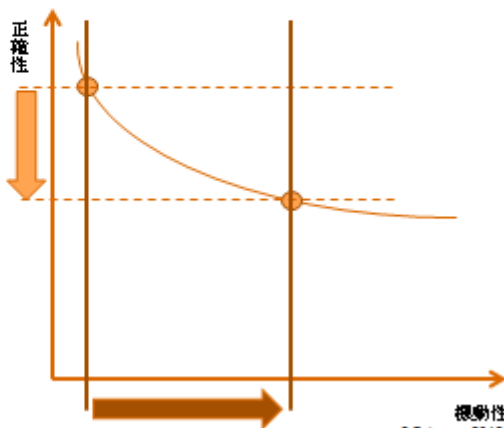
去年、英国のアクチュアリー会でも、そのプロキシモデル・ワーキング・パーティというのが立ち上がって、そのワーキング・ペーパーが2014年2月に報告されています。ここに書いてあるものは、「基本的には、プロキシモデルや複製ポートフォリオなどという概念は、分析対象に対して一見別の保険数理ソフトウェアで再現するようなヘビーなモデルを、そのヘビーなモデルをレプリケートするのがプロキシモデルですよ」という話をしてしています。

近似的手法

英国アクチュアリー会のWorking Paper (Proxy Model Working Party)

『Heavy Models, Light models and Proxy Models』

- 近似的手法を使用するのは事実上計算の実行が不可能な多数のシナリオの計算を実行するためだけではない
- 正確性を落としたとしても計算の機動性を上げたい場合も有用と考えられる。



9 February 2015

47

近似的手法

英国アクチュアリー会のWorking Paper (Proxy Model Working Party)

『Heavy Models, Light models and Proxy Models』

近似的手法の適用例として例示されている業務

- ・ 日次報告(リスク量等)
- ・ ストレステスト
- ・ シナリオテスト
- ・ リスクアペタイト、リスクリミット設定
- ・ 戦略立案におけるシミュレーション

9 February 2015

48

基本的には、正確性はやや落としたとしても機動性を上げたいというような計算のシチュエーションは、必ず皆さんの会社でも数多く出てくるはずで、特にORSA報告や3年から5年のプロジェクションをするときには、相当程度、負債評価がボトルネックになる可能性があります。

もちろん、これだけが全てのやり方ではありませんが、このワーキング・パーティの報告の中でも、「こういう局面では有用ですね」ということが書かれています。例えば、一つは日時の報告。日次でリスク量を把握していきたい、もしくは、週次でリスク量を把握していきたいというときに、全ての負債モデルを計算実行することは非現実的だという話から、あと、ストレス、シナリオテスト、リスクアペタイトの設定。リスクアペタイトの設定でも、「この辺りまで行けば、どうなるかな」ということを当てながら、何度もぐるぐる計算実行しないと、実際ぎりぎりリスクをどこまで取れるかということとは分かりません。

ということであれば、やはり、ある程度の計算のアジリティーが必要になってくる。それで、同じような観点でいくと、戦略立案もしくは中期経営計画の立案という局面では、非常に軽い計算ができるというところは非常に重要だ、というように報告がなされています。

近似的手法

英国アクチュアリー会のWorking Paper

『Heavy Models, Light models and Proxy Models』

近似式種類

複製多項式 (Replicating Polynomials)	基底関数として多項式を設定。カーブ・フィッティングや最小二乗モンテカルロ法はここに属する。
複製ポートフォリオ (Replicating Portfolio)	基底関数として資産価格を設定。
放射基底関数 (Radial Basis Functions)	基底関数として放射基底関数(その値が中心点からの距離のみに依存する関数)を用いる。
基数関数 (Commutation Functions)	伝統的な保険数理の基数関数を一般化したものを基底関数として用いる。

9 February 2015

49

近似的手法

英国アクチュアリー会のWorking Paper

『Heavy Models, Light models and Proxy Models』

コンピュータグラフィック(CG)等の画像処理の世界では、画像の再構成アルゴリズム等で放射基底関数等が用いられている。

$$g(x) = \sum w_i \Phi(\|x, x_i\|)$$

- Gaussian. This has the form $\phi(r) = e^{-\sigma^2 r^2}$
- Multi-quadric. This has the form $\phi(r) = \sqrt{1 + (\sigma r)^2}$
- Inverse Multi-quadric. This has the form $\phi(r) = 1/\sqrt{1 + (\sigma r)^2}$
- Thin plate splines. This has the form $\phi(r) = r^2 \ln(r)$

9 February 2015

50

最後は、ちょっとおまけです。これは、その英国アクチュアリー会の報告書の中に書いてある最後のポイントになっているものです。今までは、Replicating Polynomial、複製多項式や、Replicating Portfolio というものが出ていましたね。今、一つ、例えば、この Radial basis function という放射基底関数による近似ということが出てきています。これは、どこから着想を得ているかといいますと、コンピュータグラフィックスです。有限個の限られた点から画像を復元する、限られた情報から滑らかな画像を復元するということに、いろいろリーストスクエアなども使われておりますというところで、ここだけ、皆さん、これからの研究の

一つのネタとしてご提供したいと思います。

ERMの数理的側面の高次元化・高度運用リスク

近似的手法 数理的側面に関する追加コメント

- 回帰分析を行うデータポイント作成
 - リスク量計測等の用途を考え作成する必要がある(テールにおける正確性等の観点)
 - Stochastic on Stochasticの場合、各リアルワールドシナリオに対して、後続のリスク中立シナリオを生成するモデルのカリブレーションを実施し、リスク中立シナリオを生成することが求められる
- 回帰分析と言っても単純な回帰分析ではなく、ステップワイズ法等の回帰分析が求められる。
 - 現在の最小二乗モンテカルロの実務では高次、かつ交差項(xy のような異なるリスクファクターの積を含む項)も含む多項式で回帰することが一般的であり、シンプルな回帰分析ではない
- 「データへのあてはまりの良さ」がよいモデルの選択基準ではなく、「よい予測をするモデル」がよいモデルである。
 - 決定係数だけではなく、情報量基準(AIC等)を用いることが適切

9 February 2015
51

最後に、51 ページに記載しているものが回帰分析。このリストスクエアもカーブフィッティングも全て回帰分析ですので、「回帰分析をするというのは、そんなにたやすい仕事じゃありません」ということを、最後に一言だけ述べたいと思います。

例えば、「単回帰で普通 1 次式であれば簡単に終わります。それを多変数にした場合は、だんだん重たくなってきます。更に次数を上げたら、どうなりますか」というところです。2 次や 3 次、4 次、5 次などというようになっていったときに、「本当に回帰分析って、そんなに簡単に終わるんでしたっけ？」というところが、ポイントになってきます。

当然ですけれども、100 個の点があれば 101 次多項式を用いれば完璧に当てられます。それは、やっても意味がありません。オーバーフィッティングです。ですので、AIC などという情報量基準によって当てはめを行う必要があるということが、最後に書いてあるポイントになります。「データへの当てはまりの良さが、いいモデルじゃありません」ということは、最後に申し上げておきたいと思います。

ERM 数理的側面の高度化 中長期のリスク及び財務シミュレーション

PwC

52

私のプレゼンテーションの前半部分は、資産運用もしくは負債の近似式というところで、数理的な進展が、今、かなり見られているということのお話でした。後半は、中長期的な財務シミュレーションの文脈における数理的な手法というものについて、少しお話をしたいと思います。

ERMの数理的側面の高度化・中長期のリスク及び財務シミュレーション

中長期のリスク及び財務シミュレーション 健全性の視点

保険会社向けの総合的な監督指針(平成26年9月)	保険基本原則(ICP22)
<p>II-4-5 リスクとリルベンシーの自己評価</p> <p>II-4-5-2 リスクとリルベンシーの自己評価</p> <p>[1] (前略)</p> <p>保険会社は、リスクとリルベンシーの自己評価に当たっては、<u>中長期のリスク及び財務シミュレーション</u>に十分留意しているか。</p> <p>II-4-5-3 経営計画とリルベンシー評価</p> <p>[2] 保険会社は、経済状況の変化を含む将来起こりうる事象等の外因要因の変化を前提とした中長期的な事業影響を考慮し、将来の財務ポジションの予測を基礎するとともに、将来に必要な経済資本及びリルベンシー・マージン規模に基づく資本の要件の充足性を分析しているか。その際、<u>新規事業計画、兼営事業とオプショナルを含む商品設計や保険料率設定</u>、及び<u>商品販売見直し</u>を考慮し、将来の財務ポジションの予測と将来に必要な経済資本及びリルベンシー・マージン規模に基づく資本の要件の充足性の分析を行っているか。</p>	<p>[6.15.8] そのような推測的分析は、通常規模上の資本要件を決定するために用いるよりも異い、<u>健全性の確保のために必要なタイムラインが何年か、10年から20年</u>を要する。また、<u>新しい事業計画、新たな保険料率設定やオプショナル商品設計や保険料率設定</u>、および<u>商品販売見直し</u>を踏まえた予測については、規模上の要件において考慮されるよりも、さらに重視されるべきである。<u>保険会社の現在の保険資本額と将来の保険資本額に開く差額</u>は、推測的分析の主要な要素である。推測的分析が最も有意義であるためには、保険者は<u>経済状況の変化を含む、将来起こりうる事象等の外因要因の変化</u>を考慮すべきである。</p>

9 February 2015
53

何をお話しするかといいますと、「銀行業界でも同じことが起こっていますね。では、ちょっと銀行業界を見て、保険に適用できるものはないかということを確認してみましょう」ということが、今日の後半の話です。

なります。

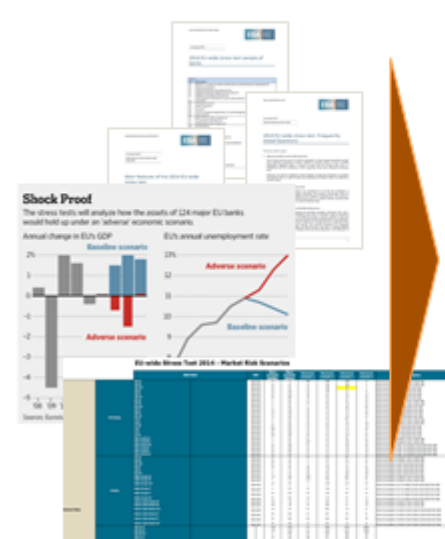
銀行業界もリーマンショックを契機として、2009年、10年ぐらいから、かなり、特に米国においてストレステスト等に関する規定が厳しくなっています。ストレステストがまさに、その銀行業界におけるソルベンシーと資本に対する規制になります。このような形で、CCARと呼ばれる包括的資本分析レビューが、米国の規制当局において求められている。これは、かなりグローバルなストレステストの基準をリードしているということになります。

今、2013年に至っては、EDTFと呼ばれる開示のタスクチームがFSBの傘下に設立されて、このストレステストに関するPillar III、開示について、かなり厳格に求められているものが、今の2013年の現状になっています。ですので、保険会社においても、どうなるかというところは、今後、行く末を見据えないといけませんという状況だと思います。

ERMの数値的範囲の高度化・中央銀行のリスク対応シミュレーション

ECBによるストレステスト

25行が不合格(2014年10月26日) ⇒ 追加資本の要請



概要

- 128行が対象。同一のシナリオを適用:
- シナリオは2本
 - ベースシナリオ
 - 悪化シナリオ
- 基準値Common Equity Tier 1 ratio (CET1):
 - ベースシナリオ: 8% (year-end 2014, 2015, 2016)
 - 悪化シナリオ: 5.5% (year-end 2016)

9 February 2015
56

ECBによるストレステスト マクロ経済モデルはNIGEMモデル

NIGEMモデルの特長

- DSGEモデル(動学的確率的一般均衡モデル)
- ほぼすべてのOECD加盟国を個別にモデル化(60の国と地域)
- 5,000以上の変数を含む
- IMF, OECD, BoE, ECB等で活用
- 各国のモデルの中核は、長期の生産を決定する生産関数、賃金物価、政府部門、消費、個人所得と財産、国際貿易と金融市場で構成
- モデルの推定式には、動的な誤差修正構造が入っているため、ショック状態から均衡状態に向けて徐々に調整を行うことが可能。調整速度は期待値によるモデル化、あるいは均衡からの距離に依存させることも可能。

9 February 2015
57

ちょうど10月にECBによるストレステストがありましたので、少しだけコメントしますと、シナリオは2本やっています。具体的に言うと、ベースシナリオと悪化シナリオの2本をやっています。この悪化シナリオなどを求めるために、どのようなモデルを使っているかといいますと、ECBはマクロ経済モデルを、ナイジェムというモデルを使ってモデル化をしています。ほぼ全てのOECD加盟国でモデル化をして、5,000以上の変数を含むような大規模なモデルを組んで、この2本のシナリオの方の1本、悪化シナリオ、ベースシナリオ、特に悪化の方を見ているということです。

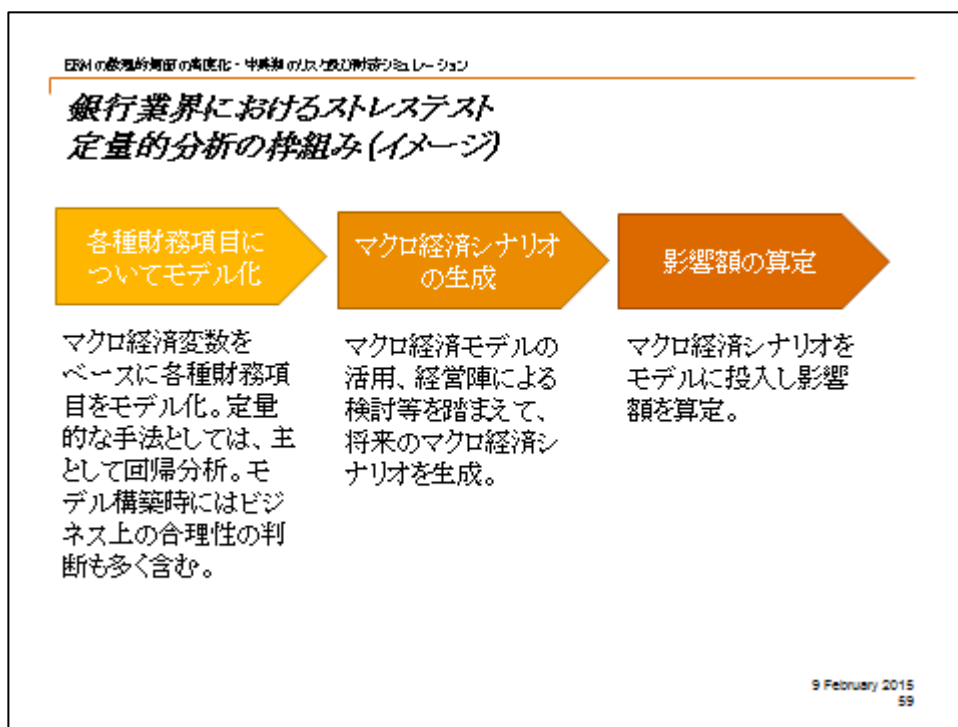
各国の規制当局によるマクロ経済ストレステスト シナリオ生成に用いられるモデル

監督当局	マクロ経済モデル マクロ経済シナリオ の生成手法	モデルの特徴
ECB	グローバルバクトル自己回帰モデル(CVAR)モデル	マクロ経済シナリオは1変数(5つの国・地域の成長、各国・地域固有の外国産出バクトル)と25変数を含むCVARモデルによって生成される。元のユーロ圏の11変数のうち8変数は同じグループにまとめられ、残り8変数はVECMモデルで個別にモデル化されている。
ECB/ EBA	実定経済学研究所世界モデル(NIGEM) (2014年度欧州銀行ストレステスト)	NIGEMは、英国のNational Institute of Economic and Social Research(NIESR)によって開発が定められている。各国の財政・金融政策が国際間で波及するメカニズムの分析や経済環境の変化の世界的影響を分析するために開発された世界経済モデルであり、特に先進国経済の相互作用を分析するために設計されている。モデルはForward Looking 型非線形構造を取り入れたニューケインジアンモデルであり、非線形性は総額では非線形であるが、徐々に調整されるように定められている。
FBI	景気拡張手法 (Emission approach)	景気拡張手法というのは、景気の衰退の景気拡張手法における最適時または特定の状況に反映する変数の係数ベクトルを生成し、景気拡張シナリオを生成することである。ここで、シナリオを決定するために、主要な影響となる変数として失業率が採用される。失業率を決定した後、失業、収入、およびアクティビティのパスに基づいて、他のマクロ経済変数のパスを決定する。
日本銀行	多変数自己回帰 (VAR)モデル (2012年度版)	金融システムレポート(2012年4月号)では、日本円の実質実効為替レート、実質GDP、GDPデフレ率、実質輸出金利、純輸出(TCPD)からなる5変数VAR(多変数自己回帰)モデルを用いている。そのうえで、実質GDPと純輸出のそれぞれに4%の確率で生じる負のショックを仮定している。
日本銀行	金融マクロ計量モ デル(FMM) (2012年度版)	FMMは、金融セクターとマクロ経済セクターの2部門からなる中規模・構造モデルである。FMMによって、金融・実定経済学のフィードバックが生み出す様々な現象を定量的に分析することが可能となった。FMMの最大の強みは金融セクターにある。銀行のリスク管理行動を現実的に明示してモデル化しており、その構造は世界でも数少ないものである。こうしたFMMは、特にマクロ・ストレス・テストに用いるものであり、金融システムの脆弱性やそのマクロ経済への影響を様々な角度から総合的に検証することができるとしている。

9 February 2015
58

皆さんの会社でも、多くの会社で、このようなマクロ経済モデルが使われているかと思いますが、この辺りも、これからはアクチュアリーとしては理解していかないといけない。少なくとも、外部のベンダーから購入したとしても中身は理解して、どのようなモデルなのかということは、きちんと経営に説明できないといけないと思います。

かなりナイブなモデルです。少し変えると変数がすぐ変わりますので、かなりモデルガバナンスとしてはきちんとかけていかないと、使用に際しては危険なモデルだと思います。あと、この辺りは日銀などこの FMM というモデルが、かなり詳細に開示していて、マクロモデルとしては非常に参考になるかと思いません。



銀行業界におけるストレステスト実務 各種財務項目のモデル化事例

『日本銀行のマクロ・ストレステストについて』(2014年10月)

項目	モデル
当期純利益	
資金利益	資金収益 - 資金費用
資金収益	貸出量 × 貸出金利
貸出量	
法人向け貸出量の伸び率	(定数) + 1.546 × 期待成長率 - 1.151 × (貸出金利 - インフレーション)の前年差(1期ラグ、過去1年平均) + 0.172 × 自己資本比率ギャップ(1期ラグ、過去1年平均) + 0.318 × 地価上昇率(1期ラグ、過去2年平均)
貸出金利	(定数) + 0.992 × 調達利回り - 0.029 × 貸出量ギャップ
資金費用	
調達量	(モデル化せず)
調達金利	(定数) + 0.644 × コールレート(1期ラグ、過去1年平均) - 0.043 × 自己資本比率ギャップ(1期ラグ、過去1年平均) + (イールドカーブ変化に伴う預金金利の変動分: 外性変数)

それで、銀行業界で何が行われているかということ、簡単にご説明しますと、基本的には回帰分析を行っています。イメージとしては、このような感じです。ちょうど先月、日銀から、日銀がやっているマクロ経済ストレステストに関する資料が出ましたので、そこからの引用です。

例えば、資金収益を計算するときの貸出量、与信の貸出量の伸び率などを、このような形でマクロ経済変数で回帰をすることによって、あとは、ここの変数に、それぞれシナリオを当てれば、ここの変数は出ますよね。このようなことを全ての財務項目において行うことによって、今、ストレステストを銀行業界はやっています。

回帰分析

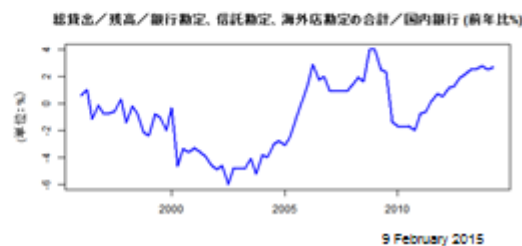
銀行における事例紹介(貸出金残高)

(データソース「日本銀行統計」)

銀行全体の貸出金残高



対前年比に変換



ですので、「回帰分析といっても、ただ、これを求めるためにも相当程度深い数理が必要になってきます」ということを、簡単に 61 ページから事例をお持ちしています。簡単にクイックでご説明しますが、これが銀行全体の貸出残高のグラフです。それを、少し定常性ということを考慮して、変換しました。対前年比に変換したグラフが 61 ページの下です。

銀行における事例紹介(貸出金残高)

マクロ変数による単回帰結果

説明変数	Intercept	Coefficient	R squared
X1 実質 GDP(前年同期比%)	-0.5340	-0.2711	0.0690
X2 GDP ギャップ	-0.9022	-0.0861	0.0033
X3 失業率	8.4594	-2.0916	0.2922
X4 中小企業月次景況観測景況判断指数: 全産業	0.5861	-0.0294	0.0030
X5 中小企業月次景況観測景況判断指数: 全産業 (前年同期比%)	-0.7052	-0.0431	0.0582
X6 日銀短観景況判断大企業: 製造業	-0.7271	0.0124	0.0104
X7 TOPIX(前年同期比%)	-0.7925	0.0126	0.0151
X8 USD/JPY	-6.2438	577.3078	0.1111
X9 USD/JPY(前年同期比%)	-0.7575	-0.0275	0.0161
X10 全国消費者物価指数 (前年同期比%)	-0.7897	0.9298	0.1352
X11 ジェット?日本国庫短期証券 3ヶ月	-1.7043	5.0506	0.1499
X12 ジェット?日本国庫短期証券 3ヶ月 (前年差)	-0.7898	-0.5544	0.0029
X13 JGB 10Y	-0.5328	-0.1567	0.0012
X14 JGB 10Y(前年同期差)	-0.7655	-0.0168	0.0000

銀行における事例紹介(貸出金残高) マクロ変数(1期ラグ)による単回帰結果

説明変数	Intercept	Coefficient	R squared
X15 実質 GDP(前年同期比%) L1	-0.6169	-0.1657	0.0259
X16 GDP ギャップ L1	-0.7754	-0.0075	0.0000
X17 失業率 L1	9.0007	-2.2177	0.3383
X18 中小企業月次景況観測景況判断指数: 全産業 L1	-1.0446	0.0061	0.0001
X19 中小企業月次景況観測景況判断指数: 全産業 (前年同期比%) L1	-0.7070	-0.0399	0.0496
X20 日銀短観景況判断大企業: 製造業 L1	-0.6898	0.0231	0.0364
X21 TOPIX(前年同期比%) L1	-0.7957	0.0149	0.0210
X22 USD/JPY L1	-6.4749	601.8142	0.1206
X23 USD/JPY(前年同期比%) L1	-0.7575	-0.0296	0.0187
X24 全国消費者物価指数 (前年同期比%) L1	-0.7357	1.1339	0.1664
X25 ゼットジャパン国庫短期証券 3ヶ月 L1	-1.7538	5.1882	0.1586
X26 ゼットジャパン国庫短期証券 3ヶ月 (前年差) L1	-0.7833	-0.2773	0.0013
X27 JGB 10Y L1	-0.6158	-0.0980	0.0005
X28 JGB 10Y(前年同期差) L1	-0.7967	-0.2254	0.0015

9 February 2015
63

このグラフを説明してくれるような変数を探しましょうということで、62 ページに書いてあるような 14 個の変数を準備しました。単回帰をやった結果が一番右で、アールスクエアは出ています。「1 期、ラグを取ってみましょう」ということで、ラグを取りました。それでも状況は、それほど変わりません。これは単回帰です。

銀行における事例紹介(貸出金残高) マクロ変数(2期ラグ)による単回帰結果

説明変数	Intercept	Coefficient	R squared
X29 実質 GDP(前年同期比%) L2	-0.7095	-0.0622	0.0036
X30 GDP ギャップ L2	-0.7036	0.0378	0.0006
X31 失業率 L2	8.9773	-2.2165	0.3491
X32 中小企業月次景況観測景況判断指数: 全産業 L2	-2.3074	0.0337	0.0038
X33 中小企業月次景況観測景況判断指数: 全産業 (前年同期比%) L2	-0.7170	-0.0379	0.0449
X34 日銀短観景況判断大企業: 製造業 L2	-0.6390	0.0354	0.0841
X35 TOPIX(前年同期比%) L2	-0.7914	0.0153	0.0221
X36 USD/JPY L2	-7.0885	666.1927	0.1480
X37 USD/JPY(前年同期比%) L2	-0.7586	-0.0158	0.0053
X38 全国消費者物価指数 (前年同期比%) L2	-0.7057	1.3329	0.2202
X39 ゼットジャパン国庫短期証券 3ヶ月 L2	-1.7916	5.2671	0.1634
X40 ゼットジャパン国庫短期証券 3ヶ月 (前年差) L2	-0.7611	0.0230	0.0000
X41 JGB 10Y L2	-0.7457	-0.0114	0.0000
X42 JGB 10Y(前年同期差) L2	-0.7521	0.0644	0.0001

9 February 2015
64

では、「2 期、ラグを取りましょう」と。それでも、それほど変わりませんね。

銀行における事例紹介(貸出金残高) ステップワイズ法による結果

単回帰では説明力の低いモデルも、多変数に拡張することにより説明力は向上する。多変数の場合はステップワイズ法等を活用。

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	5.2023	1.6919	3.0748	0.0030
X1 実質 GDP(前年同期比%)	-0.4864	0.1075	-4.5243	0.0000
X5 中小企業月次景況観測景況判断指数: 全産業 (前年同期比%)	0.0585	0.0214	2.7322	0.0080
X8 USD/JPY	738.9917	123.2417	5.9963	0.0000
X17 失業率 L1	-1.1818	0.4488	-2.6334	0.0105
X31 失業率 L2	-1.6699	0.4400	-3.7955	0.0003
X34 日銀短観景況判断大企業: 製造業 L2	0.0304	0.0128	2.3745	0.0204

R Squared	Adjusted R Squared
0.7026	0.6760

9 February 2015
66

ここで何をやるかといいますと、ステップワイズという方法をやります。回帰分析の中でも、その変数を入れたり出したりすることをかなり自動的にやって、アールスクエアではちょっと適切ではないですけども、AIC等の情報量基準で見た場合の、この変数が寄与しているかどうかの判定で、本当に貢献しているのであれば採用する。あまり寄与していないのなら外す。そのようなことを、かなり機械的にやるというものを、ステップワイズという方法をやることによって、このような形で、この変数を使えばアールスクエアは0.7ぐらいまで改善するということです。その結果が、これです。

銀行における事例紹介(貸出金残高) ステップワイズ法による結果(過去データへの適合度)

総貸出/残高/銀行勘定、信託勘定、海外店勘定の合計/国内銀行(前年比%)



9 February 2015
67

67 ページに記載しているブルーの線が、先ほどお見せした対前年比の貸出量の変化率です。それに対して、今、ステップワイズで行った回帰分析の結果が、だいたい色の点々ということで、かなり合っていると。当然ですけれども、幾らでも変数を増やせば必ず合います。あとは、どこでビジネスジャッジメントを入れて、これが合理的かどうかということ判断するというプロセスは、必要にはなってきます。

ERMの業務的範囲の高度化・中長期のリスク耐性シミュレーション

銀行における事例紹介 収益予測のモデリング手法

より大きな計測単位(業界全体等)はマクロ変数との連動が高い可能性がある。そのような場合のモデリングアプローチの例。

単体による予測

$$\text{収益} = \text{銀行の貸出総額} \times \text{全例率}$$

業界全体の予測を組み込む

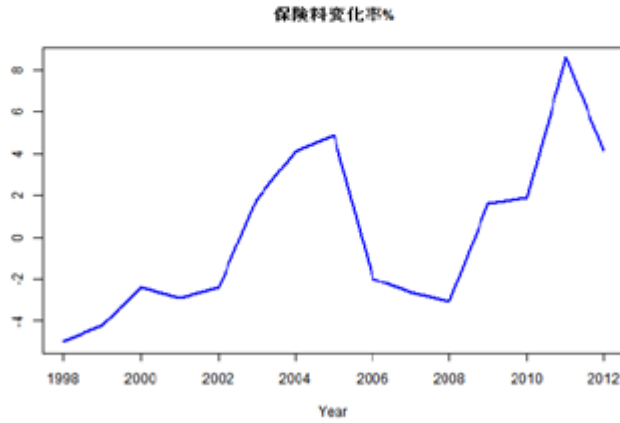
$$\text{収益} = \text{銀行全体の貸出総額} \times \text{分配} \times \text{本銀行の貸出シェア} \times \text{全例率}$$

9 February 2015
68

この分析は、このように使われているということです。これも、ORSAで新契約の獲得量を予想するときや推定するときなどの一つの材料にしていただければと思うのですが、自社の貸出量のデータだけではなくて、まずは業界全体を見てどうなのかということを見た上で、自社のシェアをかけて、自社の分に落とすということが、今の銀行の大きな実務ということです。

保険会社における事例紹介(収入保険料) データ

保険種別別収入保険料(生命保険協会データ)



9 February 2015
69

保険会社における事例紹介(収入保険料) マクロ変数による単回帰

単回帰

説明変数	説明	係数	標準誤差	t統計量	確率論的有意性
実質 GDP 成長率		0.0640	0.1214	0.5295	0.5926
家計最終消費支出の前年比		-0.0004	0.2245	-0.0139	0.1179
民間企業設備投資の前年比		0.0739	0.1144	0.6492	0.5094
輸出前年比		0.0516	0.0309	0.0041	0.9642
輸入前年比		-0.2197	0.1456	-0.0780	0.4793
失業率		-0.2905	1.9208	-0.0640	0.2530
全国消費者物価指数インフレ率		0.6190	3.9315	0.1567	0.4251
日経平均 225 変化率		0.1429	0.0170	0.0142	0.1190
日本国債短期証券 3ヶ月		1.5431	-8.4154	-0.1847	-0.4344
JGD 10Y		10.1556	-7.0517	0.3129	-0.5303
USDJPY 変化率		-0.1308	-0.1206	-0.0099	-0.3015
労働力人口		325.1274	-0.0487	0.6658	-0.8281

ラグ1

説明変数	説明	係数	標準誤差	t統計量	確率論的有意性
実質 GDP 成長率 L1		0.0639	0.1193	0.5399	0.5896
家計最終消費支出の前年比 L1		0.0255	0.1717	0.0085	0.9920
民間企業設備投資の前年比 L1		0.3420	-0.2193	0.1562	-0.8976
輸出前年比 L1		-0.2609	0.0701	0.0708	0.2661
輸入前年比 L1		0.1994	0.0120	0.0005	0.0231
失業率 L1		-17.4892	3.6621	-0.3392	0.5424
全国消費者物価指数インフレ率 L1		0.9792	4.3008	0.1233	0.3511
日経平均 225 変化率 L1		0.1722	0.0219	0.0241	0.1552
日本国債短期証券 3ヶ月 L1		1.3774	-5.5575	-0.1256	-0.3544
JGD 10Y L1		10.3162	-6.7950	0.4293	-0.6552
USDJPY 変化率 L1		-0.0774	-0.1387	-0.3642	-0.5515
労働力人口 L1		315.4113	-0.0471	0.5972	-0.7728

ラグ2

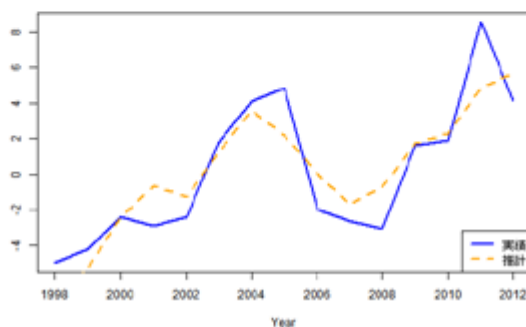
説明変数	説明	係数	標準誤差	t統計量	確率論的有意性
実質 GDP 成長率 L2		0.5996	-0.5538	-0.2260	-0.4775
家計最終消費支出の前年比 L2		0.8255	-0.7270	-0.1576	-0.3972
民間企業設備投資の前年比 L2		0.3197	-0.3090	0.3236	-0.5689
輸出前年比 L2		0.6165	-0.0841	0.1019	-0.3192
輸入前年比 L2		0.8006	-0.2417	0.2591	-0.5090
失業率 L2		-15.8561	3.3888	-0.3776	0.0096
全国消費者物価指数インフレ率 L2		-0.5518	-3.1141	0.0579	-0.2406
日経平均 225 変化率 L2		0.2394	-0.0683	0.2526	-0.5028
日本国債短期証券 3ヶ月 L2		0.0900	-2.5892	0.0215	-0.1466
JGD 10Y L2		7.8337	-1.6648	-0.4620	-0.6797
USDJPY 変化率 L2		0.2392	-0.0981	0.0968	-0.2947
労働力人口 L2		272.2196	-0.0496	0.3492	-0.5089

9 February 2015
70

保険会社における事例紹介(収入保険料) ステップワイズ法による結果

重相関 R	重決定 R2	補正 R2	観測数	係数	標準誤差	t	P-値
0.8878	0.7881	0.7304	15	245.2958	65.4809	3.7461	0.0002
				-0.0377	0.0095	-3.9638	0.0022
				1.3253	0.9984	1.3275	0.2112
				-0.0878	0.0549	-1.6000	0.1379

保険料変化率%



9 February 2015
71

それを同じように保険料で実施したものが、69 ページからのものです。同じようにステップワイズ回帰をやったときの計算結果を、71 ページに記載しております。これも、ご参考までにとということです。

中長期のリスク及び財務シミュレーション 保険会社における考えられる対応

保険会社の中長期のリスク及び財務シミュレーションにおいては、すべての項目を直接的に計算することはできないため、回帰分析的なアプローチが有用な場面も多いと考えられる。

- (マクロ経済モデル)
- 監督指針で明示されている「商品販売見通し」等
 - 経済環境等の前提条件と整合的な新契約前提
- 経済価値ベースの保険契約評価(LSMC等、資産運用リスクの項参照)
 - 将来時点の最低保証とオプションのコスト
- 資産時価
 - 保険契約価値と同様に資産時価にも多項式等による複製を行う
- 将来時点のリスク量算出

9 February 2015
72

ですので、今日、この 15 分間の中でお話しさせていただいた内容としては、「アクチュアリーのものからの計算ツールとしては、回帰分析は非常に重要なツールになる」ということです。ただし、「そんな簡単ではございません」ということです。情報量基準に対する深い理解、もしくは、ステップワイズということが本当にできるかどうかなど、テクニカルな話がいろいろ出てきます。

マクロ経済モデルについては、これをどうするかということは、ちょっと括弧書きにはしてはいますが、個人的には、アクチュアリーとしては、もしストレステストに使うのであれば必ず理解はしないとイケない。どのような挙動を示すのかという特性についても、理解はしないとイケないと思います。

あとは、先ほど申し上げた通り、監督指針で明示されている商品販売見通しを3年から5年で、ORSAのプロジェクトをやるといえるときに、かなり当てずっぽうにやることには無理があります。そうすると、ある程度の回帰分析的なことが必要になってきます、ということが二つめ。

当然、前段でお話した通り、経済価値ベースの保険契約評価を3年から5年のORSAのプロジェクトの中でやるには、一定の近似は必要ですね。更には、資産時価についても、3年から5年のプロジェクトをやるときに、ストレス下におけるボラティリティが非常に拡大した状況で資産サイドについてリスク量を計算するというのも、大変な仕事です。ですので、ここについても、一定の近似は行うことは可能かもしれません。

更に将来のリスク量ですね。B/Sだけではなくて、将来の3年から5年のリスク量を出すときはどうしますかというときに、回帰分析は、ひょっとすると有効かもしれません、というところです。

足早になりましたけれども、以上です。

【鈴木】 あと1分ということなので、簡単にまとめます。

結局、中長期財務シミュレーションのように、大局的に構築を考えていけないといけないという部分と、保険リスクのように、きめ細かな粒度で考えないとイケない部分がある。このような二つの要素も絡めながら、アクチュアリーとしては、やっていけないといけないのではないかと考えております。

実際、皆さんの中には先進的な取り組みを全社一丸となって進めている保険会社もありますし、縦割り主義のサイロベースになっていて、セクショナリズムでなかなか議論が進まないという会社もあるかもしれません。先ほどのアンケートで、「リスク計測だけが先行している」という会社が2割ぐらい、また、「アペタイトが次だ」と言っている会社が3割ぐらいありました。ビジネス戦略領域としてアペタイトが決定されてから、それにしたがってリスク管理のフレームやリスク計測が構築されるべき、という基本からすると、バラバラ感があることとなります。「結局、私たちは何をやっているのでしょうか？」と。「ということは、これは、まだ経営には使えていないのですよね」というような感じがしております。

冒頭もお話したとおり、実際、夏に出ました金融庁のORSAレポートのフィードバックでは、かなり前向きなコメントがあったかと思えます。ただ、これは、そのリスク管理部門の方々がヒアリングに答える中で、お化粧をしたような回答もあったのかもしれません。今回、社内のいろいろなセクションの方々がアンケートに回答頂いた結果の方が、本当の会社の実情を肌感覚で示しているのかもしれません。

これから、また、私たちアクチュアリーとしては、経営陣とコミュニケーションを密にして、リスク管理の高度化に取り組んでいけないといけないと思った次第でございます。

時間オーバーで、QAセッションが取れず、大変申し訳ございませんでした。ご清聴ありがとうございました。

以上