

## 講演 2

大災害デリバティブと保険会社の  
リスクマネジメント

早稲田大学 商学学術院教授 森 平 爽 一 郎



○司会者 それでは、次に森平先生にお話しいただきます。森平先生は、テキサス大学オースチン校でファイナンスの Ph.D. を取られていらっしゃいまして、現在、早稲田大学大学院ファイナンス研究科教授でいらっしゃいます。保険研究所のメンバーでもありまして、森平先生は保険、それからファイナンス、その両方にまたがる分野、リスクといったものに計量的なアプローチも加えて、さまざまな研究をして、広く学会で活躍されています。

それでは、森平先生、よろしくお願いいたします。

○森平 ただいまご紹介にあずかりました森平でございます。

私は、保険のことは日本では留学する前はまったく知らなくて、1980 年にアメリカに留学いたしました。初めて保険をアカデミックに勉強する機会や世界があるのだということを知りました。ちょうどその頃は保険学とファイナンス理論がお互いに融合するという時期でありましたので、ファイナンス理論と保険学を一緒に勉強する機会に恵まれました。

本日は、保険会社にとって大災害リスク、とりわけ、大災害リスクの新しいリスク管理手法として、保険会社や再保険会社が資本市場を通じた統合的なリスク管理を行う手法としての大災害債券のことについてお話をしたいと思います。私がこうした問題に興味を持ったのは、留学中における大災害リスクについて勉強する機会があったことがきっかけです。1979 年に、アメリカペンシルバニア州、スリーマイル島の原発事故が起きました。博士課程学生のための保険学のゼミで、自然大災害や原発事故を保険会社や資本市場がどのように受け止めたかを実証したいろいろな文献を読んで、その研究概要を発表するという機会がありました。これまで、まさか原発事故が再度日本で起きると思いませんでしたけれども。

(シート 4) 本日は、まず大災害リスクは一体何かということをお話しします。それから、保険会社にとっての大災害リスクはどんな意味を持つのか、大災害リスクに対する、保険会社や規制当局の対応はいかなるものなのか。とりわけ、保険会社の ERM において、大災害デリバティブの持つ意味についてお話をしたいと思います。

(シート 5) ソルベンシー・マージンや最近の EU ソルベンシー II 規制では、保険会社は大災害リスクについても考えなければいけないといっています。

(シート 6・7・8) さらに、これらの大災害リスクは、保険会社が抱えるそのほかのリスク、つまり、保険引受、カウンターパーティ、デフォルト、信用リスクといったものとも相関があるから、相関の存在についても十分に考えて、あらかじめ必要な資本を積んでいなければならない

とっています。

(シート9) 大災害というと主に自然災害リスクを想定しますので、生命保険会社は関係ないと思うかもしれません。生命保険では大数法則が働くということを授業で教えます。つまり、生命保険を購入した契約者がどんな要因によって死ぬかは、人さまざまで、平時にあっては、契約者の死因に相関がないはずで。そうしたときに多くの人に生命保険を売れば、たとえば10万人に売ったとき、誰が死ぬかは保険会社はよくわかりません。ところが、何人死ぬかということとはほぼ確実にわかります。これが大数法則の直感的な考え方です。そういう意味では、生命保険会社というのはかなり良いビジネスをやっているわけです。なぜかというと、生命保険会社は最初に保険料をいただきますので収入が確定しています。その後、何人死ぬかということがわかっていけば、保険金支払いコストは大数法則によりほぼ確実です。そうしますと、収入から費用を引いた収益はほぼ確実になります。日本では、少なくとも戦後、保険金支払いリスクによって失敗している生命保険会社はないと思います。

ところが、生命保険会社は、必ずしも大数法則がよく効く世界に生きているわけではありませんし、生命保険証書に、テロと、戦争とか地震による死亡にたいしては保険金は払わないことがあるということをあらかじめ示しています。こうした災害が生じたときには、一斉に生命保険金の支払いを行わなければいけないからです。なぜならこれらのリスクは生命保険会社の存在の前提である大数法則を満たさないからです。ということは、今回の東日本大震災のときには保険金を支払わなくても良かったのです。しかしすべての生命保険会社は短期間に素早く保険金支払いに応じました。そういう意味で、生命保険会社にとっても地震や津波という大災害リスクがあるわけです。

(シート10) 生命保険会社にとっては、パンデミック（疫病の大流行）リスクが非常に重要です。この図の左上のグラフは1947年から2013年までの期間、35歳の男性と女性が36歳になるまで一年間の死亡率の推移を示したものです。図の下の方の線が女性、上の線が男性の死亡率を示しています。35歳男女という壮年であっても戦後間もないころの死亡率は非常に高かったのですが、1975年にかけての二十年間ぐらいで急激に下がっていることがわかります。

1980年以降の35歳男女の一年間死亡率を拡大して示したのが左下の図です。2011年に東日本大震災があり、35歳の男性と女性の死亡率が少し上がりました。しかし、この上昇度合いは、ほかの年に比べると極めて大きいというわけではありません。大数法則は十分働いています。

これに対し、図の右上を見てみましょう。これは70歳の女性と男性が次の76歳の誕生日を迎えるまでの一年間の死亡率の1947年から2013年までの推移です。1990年以降を拡大したところが右下の図です。確かにお年寄りの方が今回の震災で多く亡くなったといわれていますが、そのことが2011年の死亡率を見ると確認できます。しかし、ほかの年と比べて、それほどの上昇率ではありません。

右上の図にもどって1957年あたりのところの75歳男女の死亡率が急激に上昇していることに

注意してください。保険学の講義でこれが何を意味しているのかを社会人の学生さんたちに聞くのですが、今の若い方で正確に答えることができる人は保険会社の人でもまれです。実はこれはアジア風邪、香港風邪に由来する死亡率の上昇を示しています。アジア風邪というのは今でいう「鳥インフルエンザ」です。つまりパンデミックリスクです。インフルエンザ流行に関わる生命保険金支払いについては、もちろん免責になりません。

(シート 11) 保険会社にとって大災害リスクとはどんなものか、考えてみましょう。大災害リスクというのは、生じる確率は極めて小さいのです。たとえば百年に一回とか起きない出来事ですが、もし起きたら膨大な保険金の支払いが、いちどきに行われるというリスクです。こうした大災害リスクに対して生命保険会社は、通常、異常危険準備金を積み、それでも足りない部分は、再保険によって対処しています。

損害保険会社というのは、さまざまな自然災害リスクをカバーする保険を売っています。

(シート 12・13) こうしたものについて、最近では、再保険だけに依存するのではなく、大災害債券 (CAT 債: Catastrophes Bonds) といわれているものを発行し、大災害リスクの管理をしようとする動きが顕著になりつつあります。CAT 債の市場は再保険市場に比べますとまだまだ小さいのですが、最近はその重要性が認識されるようになっていきます。再保険が保険会社、再保険会社の間でのリスク移転を行っているのに対し、多様なリスクを保険会社と資本市場との間でリスク移転を行うという重要な特徴があります。

CAT 債は、ここに示したような七つのタイプのリスク、つまり、1) 米国のハリケーン、2) 米国の地震、3) 米国のその他のリスク、トルネード (竜巻) と山火、4) 欧州の暴風雨、5) 日本の地震と津波、6) 日本の暴風雨、それから、最後に、7) これら 1 から 6 までをいくつか組み合わせたものがあります。

日本においてもさまざまな形で CAT Bonds が発行されております。保険会社だけでなく、事業会社でもこうしたものを発行する動きがあります (言い換えれば保険に頼らない大災害リスクの管理です)。

(シート 15・16) 先ほどいいましたパンデミックリスクを、CAT 債を用いて、再保険会社がどのように処理しているかという実例を示しましょう。

この図の横軸は英国、イタリア、スイスとアメリカの死亡率を加重平均したものです。縦軸が三年満期の CAT 債の満期時の額面支払額です。この CAT 債は、スイス再保険会社 (Swiss Re) によって 2004 年に発行されました。発行額は 4 億ドル (約 400 億円) です。通常の信用リスクのない国債であれば満期がくれば約束した額面が償還されます。ところが、Swiss Re が発行した債券はでは、三年間の加重平均指数  $q$  の「最大値」が、基準となる 2002 年の死亡率の値  $q_0$  の 1.3 倍までであれば、額面 4 億ドルの元本が償還されます。ところが、最大死亡率が 1.3 倍を超えると額面償還額は少しずつ減少していきます。もし三年間の死亡率の最大値が基準年の 2002 年度の死亡率の 1.5 倍になると、4 億円の償還は行われません。この債券に投資をした投資家は

投資額をすべて失うことになります。一方、この債券を発行したスイス再保険会社は、発行時の資金4億ドルを安全な国債等で運用していますが、いったん死亡率の急激な悪化が生じたときには、一部あるいは全部の償還を行いません。そのかわりに、再保険金の支払いに充てることになります。

ところが、実際、先ほどのグラフでお見せした1950年代に起きたような鳥インフルエンザの流行がおきることはほとんどないだろうといわれているのです。なぜかというと、医療技術が進歩し、新しい薬を大量かつ迅速に、また安価に製造出来る技術も整いつつあるといわれています。けれども、Swiss Re等の再保険会社は、毎年繰り返しこういう債券を世界中の投資家に対して発行しています。そのかわり、このCAT債券に投資をした投資家に対して、この場合であれば、三ヶ月ものUS-LIBOR（ほとんど信用リスクがない債券の利子とみなされます）に1.35%を上乗せした金利を毎年払うということになります。世界中の機関投資家、特にヘッジファンドなどがこうしたCAT債を購入しています。

（シート17）もう一つの事例をお話ししたいと思います。JA共済という非営利組織形態の保険会社があります。農協が運営している共済、保険会社です。実は農協は利益の1/3を金融で稼いでいます。皆さん、農協といいますと、農民のための組織ですから、農産物を売買して、その手数料を得ているのかと思いますけれども、利益の1/3は保険や銀行業務で稼いでいるのです。

JA共済は「建物更生共済むてき」という風水害や火災による損害をカバーする損害保険を売っています。しかし、この保険の特徴は、水害や火災のみならず、同時に地震や津波災害をもカバーします。私もさがみ共済という農協の準組合員になっています。この保険を買うためには、農協の組合員でないと買えないからです（農協は共同組合組織です）。

（シート18）JA共済はこの「むてき」という保険を売っていますが、大地震が起きたときの保険金支払いリスクを再保険を用いて管理をしています。それとともに、日本の地震や津波に対する保険金支払いに備えるために、MUTEKIという名前の大災害債券を、投資家に対して発行しています。

（シート19・20）JA共済はMUTEKI Limitedという特別目的会社をケイマン諸島につくりまして、全体で10億ドルの発行枠を持つ大災害債券、MUTEKIを発行しました。2008年5月にはその内の第一回発行で、3億ドル。つまりおおよそ300億円を調達いたしました。この債券の運用期間は2008年5月14日から2011年5月14日の三年間です。この債券を買った投資家は、百年に一回程度の確率で生じる地震があると、元本は全額棄損します。2011年3月11日に大震災が起きました。東日本大震災は千年に一度の確率で生じた地震でしたので、当然、この債券に投資をした投資家は投資額が全損になりました。

もし地震があつた二ヵ月後、つまり5月15日以降に起きていたら、投資家は3億ドルを満期に受け取って、なおかつLIBORプラス440bps、つまり4.4%上乗した金利を毎年受け取りました。

さらにこの MUTEKI という大災害債券には、特別条項がついていまして、2011 年 5 月 14 日の満期前にやや規模の小さい、五十年に一回の地震が起きると、さらに 3.5% 上乗せいたします。4.4% プラス 3.5% ですから、7.9% の高い金利がもらえます。その代わり、その後、百年に一回の規模の地震が起きれば、元本 300 億円は消し飛んでしまいます。

事実、東日本大震災が起きまして、この債券は破綻いたしました。ということは何をいっているかというと、JA 共済にとってはこの債券のデフォルトは悪いことではないのです。この大災害債券で調達をした 3 億ドルはほとんど国債で運用されておりますが、直ちにそれを売り、現金化し、「建物共済むてき」の保険金支払いに充てたのです。ですから、あの地震が起きたとき、資本市場で世界の国の国債の価格が下がりました。なぜかという、JA 共済などの生命保険会社が持っている国債を直ちに売って、保険金支払いに回すのではないかという憶測も大きな理由だったと思います。

(シート 21) JA 共済の大災害債券 MUTEKI の構造を説明しましょう。地震が起きると、携帯電話やスマートホンで警戒音が鳴りますけれども、このもとは強震ネット (K-net) によっています。

(シート 22) 図の右側に示すような地震計が日本国中に千数カ所ほど置かれています。それが黒い点です。地震が起きると、その情報が気象庁に送られ、それが各人の携帯に到着するシステムです。

(シート 23) その一方、JA 共済は図の赤い点で示されたところに多くの「建物共済むてき」を売っています (農村地帯というより、首都圏が主だということに注意してください)。

この赤い点のそれぞれに、JA 共済が販売している建物共済むてきの保険金支払額を勘案した重みを掛けて指数をつくります。それが日本地図の左側に示されています。

(シート 24) この指数の推移が図に示されています (実際の指数の値でなく、その考え方だけを示したのですが)。横軸の左端が発行時の 2008 年 5 月 14 日です。満期は三年後の 2011 年 5 月 14 日です。ところが、3 月 11 日にあの大地震が起きまして、この指数がぼんと上がりました。図の二つの横線の内の上を突き抜けました。したがって、額面を全額投資家に支払いしませんでした。投資家は全損です。実は CAT Bonds は、今まで数多く発行されていますが、全損になったのは今まで MUTEKI だけです。普通、世界各国の社債に投資すれば信用リスクがあって、社債のデフォルト率はどの国でももっと高いのです。しかし、CAT Bonds 市場ではこのとき初めて全損するという事態が起きました。一部棄損した CAT 債券でさえ数件です。これも自然災害で起きたのではなくて、リーマンショックのとき、リーマンが売りの相手側になっていたために、倒壊するとカウンター・パーティー・リスクがあるという形で CAT Bonds の価格が下がりましたけれども、今回はまさに自然災害で起きました。

(シート 30) JA 共済は MUTEKI という債券を発行していたのですが、これに投資をしていた投資家は全損したわけです。CAT 債は安全だという神話があったが、やはり全損するというよ

うなことがあるのだから、投資家はもうこりごりだ、こんなものは絶対買わないと思うかもしれません。しかし、JA 共済は 2011 年 3 月から約一年近くたって同じ内容の KIBOU という名前の CAT Bonds を再度発行しました。今回は、さすがに支払い金利はもっと高くなります。金利は米国国債の金利に 5 % から 16 % から 14 % 上乘せするという形になりました。しかし、即日完売です。日本では、東海、東南海、南海地震があるのではないか、東京の直下型地震があるといわれていますけれども、この債券は完売です。

(シート 32) こうした CAT 債の価格はどのように推移するのでしょうか。これは、スイス再保険会社が発表している CAT Bonds 指数の推移です。2009 年 5 月のリーマンショックで CAT 債の価格が急激な下落を示しました。これは、大災害債券の売り手であった投資銀行、特にリーマンが破綻するというリスクや買い手であった機関投資家の需要が減少することからです。しかし、その後指数は急激に回復しました。しかし、2011 年 3 月に大震災が起き、そのショックで価格指数全体も下落をしましたが、その後の回復はリーマンショック時よりも早かったのです。

(シート 33) CAT Bonds に投資をしたときのリスクをみましたが、そのリターンはどうなるか考えてみましょう。2002 年 1 月に 100 円、あるいは 100 ドルでもいいですが、多くの CAT 債に投資します。この図はその後の十年間で一体いくらになるかを示しています。約 2.2 倍になります。ということは、おおよそ年率 8 % で平均して価格が増加していることになります。CAT 債の破綻はごくわずかなのに対して、機関投資家にとっては、極めてよい投資先だということになります。この点を別の観点から確かめてみましょう。

(シート 36) これは 2010 年の第一四半期から 2012 年第二四半期までの、東日本大震災が生じたときを挟んで発行された 134 銘柄の CAT Bonds の発行時の LIBOR プラスアルファの金利の分布を示しています。リスクプレミアム金利は、平均すると大体 8 %、最低で 3 %、最高で 18 % になります。

(シート 37) ファイナンス理論では、「ハイ (ロー) リスク・ハイ (ロー) リターン」といいます。言い換えれば、リスクが低いのにリターンが高いことはありえないといえます。ところが、CAT 債市場では、「美味しい話、つまり、楽してもうかる機会」があるのです。今まで 1000 銘柄近くの CAT 債が発行されていて、たった一件しかデフォルトしていない。これは、社債に比べればすごくデフォルト率が低いのです。それにもかかわらず、平均して LIBOR プラス、平均して 8 % の金利を払うということになります。しかももっといいことは、多くの場合、ここの自然災害リスクと経済リスクがほぼ無相関です。そうしますと、ヘッジファンドのように世界中の金融資産に投資している人たちにとっては、CAT Bonds を買って全体のリスクを減らすことができます (分散投資の原理)。つまり、金融資産に集中投資をしている機関投資家にとって、CAT 債への追加投資は、分散投資によって、ポートフォリオ全体でのリスクを減らすことができるのです。この点は次の図に示されています。

(シート 38) この図の、横軸はモルガン・スタンレーが発表している世界中の株に投資したと

きの指数で、縦軸が今いった CAT Bonds の指数を示しています。この図に 2002 年の 1 月から 2012 年 8 月までの月次リターンをプロットしてみると、相関がほとんどないのです。そうしますと、ファイナンスの理論を習った方はわかると思いますが、相関がゼロの商品であれば、期待リターンはもっと低くなければいけないのに、実際は 8% 以上の高いリターンが実現しているのです。なぜそうなのかということについて、多くの研究者が盛んに研究していますが、確定的な説明はできていないのが実情です。こうした不思議な現象をさして「大災害パズル CAT bond puzzle」と呼んでいます。

多分、行動経済学、あるいは行動ファイナンスに関するような知見でこれを説明せざるを得ないのでしょう。

(シート 41) あともう一つの災害を対象にした非常にユニークな大災害債券があります。日本の大きな保険会社が、以前は多く発行していたのですが、金商法ができてからこうしたものがほとんど売れなくなりました。私は東日本大震災以降、こうしたものが再度手軽な商品とし発行されるべきだと思っています。特に少額短期の保険会社にとっては、中小企業が直面する大災害リスクをヘッジする手段としては、従来保険会社が提供してきた損害保険に代わるとはいえないまでも、それを補完するものとしてよいのではないかと思います。

(シート 42) これは、日数カウント側の天候デリバティブといわれているものです。二つの例をお話ししたいと思います。

(シート 45) 沖縄で一番大きなサーファーショップだといっていますけれども、規模としては非常に小さい会社である「シーサー」という会社があります。この会社に対して琉球銀行が新しい形の保険、実際は大災害デリバティブを売りました。琉球銀行がこのデリバティブを自分で作るわけではありません。単に小売りするだけであります。このデリバティブの作り手であり、卸売りをするのは当時の東京海上火災です。

どういうデリバティブズかというと、2002 年 10 月 10 日から 2002 年 12 月 31 日までの約二ヵ月ちょっとの間、沖縄管区气象台統括地域で秒速 15 メーター以上の暴風雨になる日数が二日以上であれば、二日目から一日当たり一口あたり 208 万円の保険金をシーサーという会社は受け取ることができます。ただし、支払い上限額は一口 100 万円の支払いに対して保険金支払額は 1,040 万円、つまり五日分までということになります。シーサーはこれを一口 100 万円で買いました。販売額のうち 10% が琉球銀行に手数料と支払われます。銀行にとって手数料としては非常にいいビジネスです。

10 月から 12 月、本土では寒い時期ですから、サーフィンの好きな人たちは沖縄に行って楽しむとします。しかし、そこに秒速 15 メーターという暴風雨がくれば、宿泊のキャンセルがでて、この会社は多大な損害を被るかもしれません。もしものことを考えて、このデリバティブを購入したわけです。

(シート 47) こうしたデリバティブは、一時期、金融商品取引法が施行される以前までも非常

に盛んに行われまして、ありとあらゆる自然災害について（地震や津波を対象にするものは少なかったのですが）、こうしたデリバティブが発行されていました。たとえば漬け物屋さんとか木曾川下りの船の会社がこうした保険デリバティブを買ってきました。

ところが、金商法が施行された後、これを売る立場である銀行がちょっと難しい資格をとった人を説明のため窓口にならなければいけなくなりました。しかも、こういうデリバティブのリスクをよく知っている人が説明する人でないといけないということになりました。そうしたことは大事なことのようですが、コストを考えるととても引き合わないということで、銀行が一斉にこうした災害デリバティブの販売から手を引いてしまいました。

しかし、私は東日本大震災以降、日本の中小企業が直面するこうした多様な自然災害リスクをヘッジするためには、従来からの損害保険に加え、再度こうした形の保険を考えてもいいのではないかと思います。こうした保険を中小の保険会社が売って、もちろん大きな保険会社が売ってもいいと思いますが、それらを束ねて再保険市場にリスクを転嫁する、あるいは、すでに述べたような CAT Bonds を発行して、リスクを世界中に拡散するといった仕組みが必要ではないかと私は思います。それが ERM を今後進める場合における一つの非常に重要なツールになりますし、多くの人々、われわれ国民一人ひとりの命と健康を担保するような新しい仕組みになるのではないかと考えています。なかなか難しい問題があると思いますが、安倍内閣の国土強靱化計画において考えても良いスキームかと思っています。

また、東京海上などは、発展途上国においてこうした形の非常に安い日数カウント型のデリバティブを売っているようです。日本円で一口 500 円といった規模で台風の被害を農民の人にカバーするといったものを発行しているようです。発展途上国援助の一環として、日本政府がこうしたデリバティブの再保険を引き受けるといったことも、考えられると思います。

（シート 48）本日の私の話をまとめますと、保険会社がさまざまなリスクを引き受けてそれをプールすることにより、つまり分散投資をすることによりまして、リスク処理をしています。そして、それでカバーできないものに関しては、十分な異常危険準備金を積み、再保険や本日申し上げたような保険デリバティブによって、広くほかの人にそれを転嫁することによってリスク管理を行っているということになります。

保険会社自身のリスク管理は、個々のリスクを全社的な観点から見ようとする ERM を中心に展開するようになってきていますが、そのときにおいて大災害リスクをどう取り扱うかは非常に難しい仕事です。実は、大災害が起きる確率、そのものが不確実なのです（地震学者が自信がなくなったのはそうしたことです）。従来、経済学者はリスクを見積もるときに、確率を計算できればそれでよしとしたのですが、確率そのものが不確実であるという問題、こうしたものに今まであまり興味を持ちませんでした。不確実なものはリスクを見積もれば、そこで不確実性の処理は終わりだということになったのです。

シカゴ大学におりましたナイトという有名な経済学者がおりますが、ナイト的不確実性といわ



れたものがあります。それが大災害リスクにおいてプライシング、商品設計において重要になってきます。そういう意味では、こうした大災害債券の価値を決め、販売する場合、単にたとえば従来、伝統的なアクチュアリーだけではだめで、ファイナンスだけでもだめで、そうしたものを統合したアプローチというものが必要になってきているのではないかと思います。そうしたものをベースにして、先ほど私が最後に申し上げたような多様なリスクを分かりやすい形で、小口で処理できるような日数カウント型のデリバティブが今後日本にとって必要なのではないかと考えております。

(シート 49) ERM については、『統合リスクマネジメント』という本がありまして、英書で 600 ページぐらいあるのですが、私は一橋大学の米山先生とほかの若い方とこれの翻訳を三年ぐらいかけてやりました。なかなか難しい本なのですが、いわゆる保険経済学の立場から統合リスクマネジメントについて説明していますので、もしご関心がある方は読まれたらいいと思います。

また、数理的な側面、ERM というのはいろいろな側面がありまして、マネジメントフィロソフィー、つまり経営学の立場から保険会社の統合的なリスクをどう取り扱うかといった側面もありますし、前に申し上げたような経済学的なアプローチをする場合もありますが、数理的なアプローチも重要です。最近、統合リスクマネジメント、ERM に関する国際資格ができました。この国際資格の日本版もできました。その資格試験のために必要な参考文献としてこの本があります。大部でやや難しい本かもしれませんが、こうしたもので ERM の勉強について若い人がチャレンジされたいのではないかと思います。

時間が超過しましたが、私の話はこれで終わりたいと思います。ご清聴ありがとうございました。

○司会者 森平先生、どうもありがとうございました。保険とファイナンスの融合した分野の重要性をかなりビビッドな形で示していただいたと思います。

早稲田大学 産業経営研究所  
アカデミック・フォーラム  
環境の変化と保険会社の統合的リスクマネジメント(ERM)

# 大災害デリバティブと 保険会社のリスクマネジメント

2014年6月27日  
国際会議場 井深大記念ホール

早稲田大学商学大学院  
森平 爽一郎

森平 大災害リスクと保険会社ERM

1

シート 1

## 津浪(Tsunami) 大槌町

津浪のメカニズム NGJより

津浪 スリランカ NGJより



観光船 はまゆり <http://highlightphoto.com/?p=652>  
大災害(ERM)リスク

シート 2

## 福島第一原発事故

2011年3月21日午後4時10分、4号炉爆発



東京電力提供

大災害(CAT)リスク

シート3

## 今日の講演内容

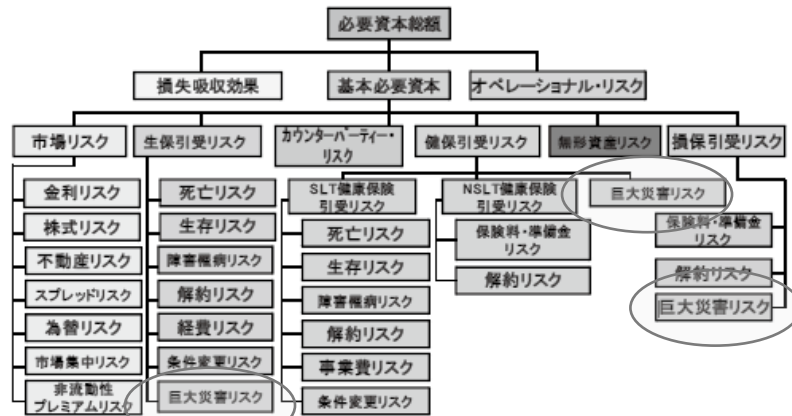
1. 大災害リスクとは？
2. 保険会社にとっての大災害リスク。
  1. 生命保険会社にとって。
  2. 損害保険会社にとって。
3. 大災害リスクに関するデリバティブズ
  1. 3つの実例を通して考えてみる。
    1. パンデミックリスクを対象とする大災害債券。
    2. 日本の地震を対象する大災害債券
    3. 冷夏リスク、台風リスクを対象にするイベントデリバティブ
4. まとめ

森平 大災害リスクと保険会社ERM

4

シート4

## EU ソルベンシーIIの枠組み ーソルベンシー必要資本ー



日本アクチュアリー会「経済価値ベースのソルベンシー規制に係る技術的検討: 諸外国の規制動向」、  
2013年8月 森平 保険会社ERM

5

シート5

## リスク・モジュール統合の相関行列

CorrSCR	SCR <sub>mkt</sub>	SCR <sub>def</sub>	SCR <sub>life</sub>	SCR <sub>health</sub>	SCR <sub>nl</sub>
SCR <sub>mkt</sub>	1				
SCR <sub>def</sub>	0.25	1			
SCR <sub>life</sub>	0.25	0.25	1		
SCR <sub>health</sub>	0.25	0.25	0.25	1	
SCR <sub>nl</sub>	0.25	0.5	0	0	1

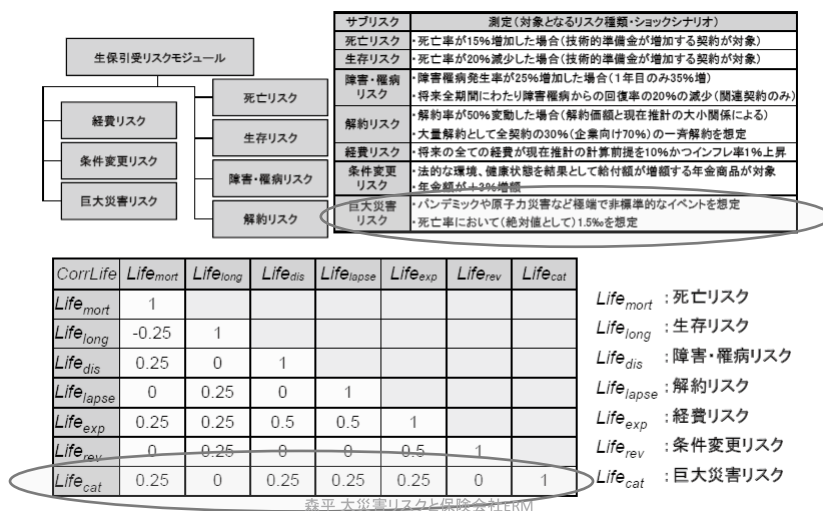
SCR<sub>mkt</sub> : 市場リスク  
 SCR<sub>def</sub> : カウンターパーティー・デフォルト・リスク  
 SCR<sub>life</sub> : 生保引受リスク  
 SCR<sub>health</sub> : 健保引受リスク  
 SCR<sub>nl</sub> : 損保引受リスク

森平 大災害リスクと保険会社ERM

6

シート6

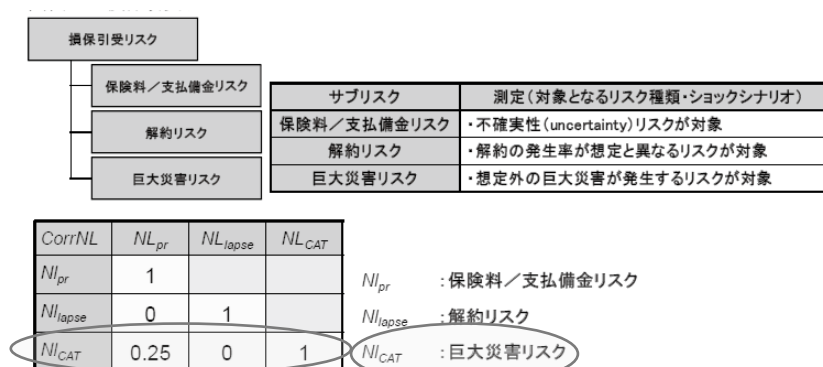
## 生保引受リスク・モジュール



7

シート7

## 損保引受リスク



8

シート8

# 生命保険会社にとってのリスク

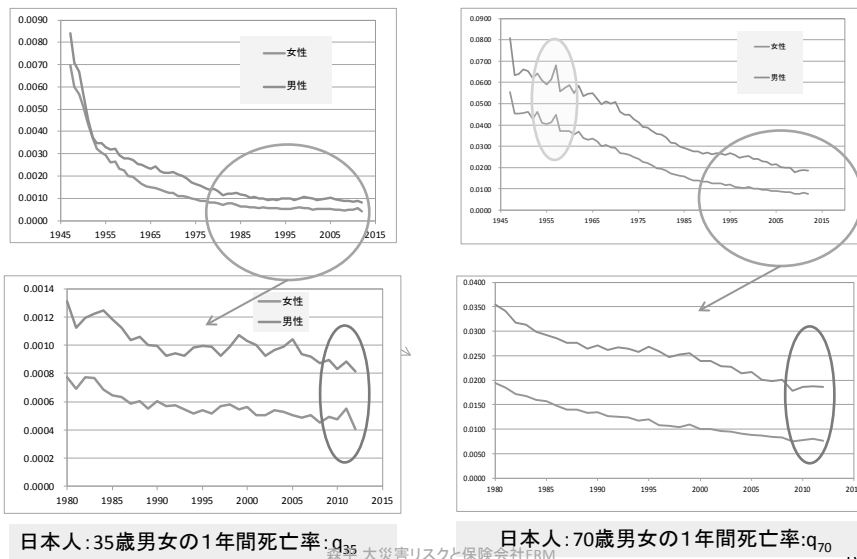
1. 死亡率の不確実性
2. 「大数法則」によって、死亡率の「変動」リスクはほぼ無視できる
  1. 互いに独立な死因による死亡
  2. 独立でない死因は「免責規定」によって無視できる。
3. これ等は条件は本当か？

森平 大災害リスクと保険会社ERM

9

シート 9

## 生命表から何を学ぶのか？ X歳年齢の1年死亡率推移:1947-2012



シート 10

## 損害保険会社にとってのリスク

1. 損害保険リスクには大数法則が成立するとは言えないものがある。とりわけ、
2. 大災害リスク
  1. 起きる確率は非常に小さいが、
  2. いったん生じれば莫大かつ緊急の保険金支払が必要になる。
3. 日本は様々自然災害リスクに直面している。
  1. 自然災害リスクの質と規模が変化している、例えば気候温暖化
  2. 人的な大災害のおそれが高まっている。
    1. 原発事故
    2. 大規模工場事故
    3. テロや戦争

森平 大災害リスクと保険会社ERM

11

シート 11

## 大災害債券(CAT債) (Catastrophes Bonds)

1. 利払あるいは元本の償還額が、大災害にリンクしている債券
2. (再)保険会社が保険引受リスクをヘッジする。

森平 大災害リスクと保険会社ERM

12

シート 12

## CAT債が対象にする主なリスク

1. 米国暴風雨(ハリケーン)
2. 米国地震
3. 米国その他のリスク(トルネード、山火事他)
4. 欧州暴風雨
5. 日本地震・津波
6. 日本の暴風雨(台風)
7. 多地域＋他種類のリスク(AU+NZの地震や台風、メキシコの地震や台風、南ヨーロッパの地震など)

最近では、長寿や死亡率リスクを対象にしたものも増加している

森平 大災害リスクと保険会社ERM

13

シート 13

## 日本におけるCATボンドの例

1. 1997年：東京海上、地震、1億ドル
2. 1999年：オリエンタルランド、地震、1億ドル
3. 2007年：三井住友会場、台風、1.2億ドル
4. 2007年：JR東日本、地震、2.6億ドル
5. 2008年：JA共済、地震、3.0億ドル(総枠10億ドル)
  1. 投資家への元本返済は100パーセント減額)

森平 大災害リスクと保険会社ERM

14

シート 14



## 実例1 : Swiss Re(スイス再保険) 短期死亡率債券

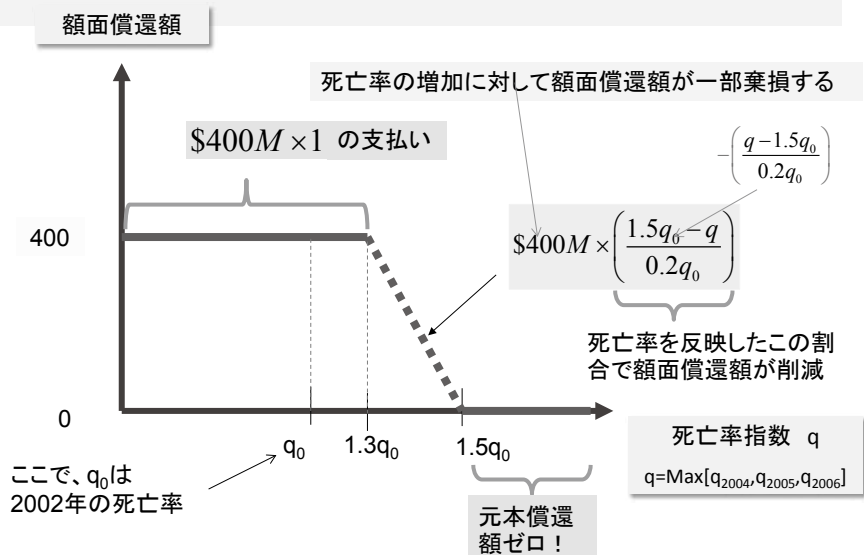
1. 2004年12月から2007年1月までの、満期3年のCat(astrophe)債券
2. 額面 \$400M, つまり、発行額
3. 利子支払い: 年1回、3ヶ月US\$LIBOR+1.35%
4. 投資家にとってのリスク: 年齢調整後、三年間の最大死亡率指数 $q$ がある一定水準を超えると額面償還額が削減される。
5. 死亡率指数はSwiss Reによって作成。EU4カ国死亡率指数の加重平均
  1. 重み: US(70%), UK(15%), Italy(5%), and Switzerland(2.5%)
  2.  $q = \text{Max}[q_{2004}, q_{2005}, q_{2006}]$
  3. ベース死亡率  $q_0 = 2002$ 年の水準

森平 大災害リスクと保険会社ERM

15

シート 15

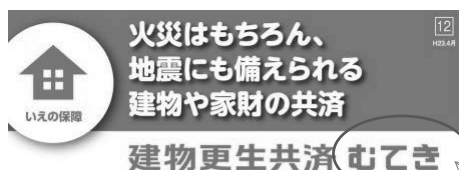
## Swiss Re死亡率債券 額面償還額



森平 大災害リスクと保険会社ERM

16

シート 16



JA共済

森平 大災害リスクと保険会社ERM

17

実例2: JA共済による建物更生共済「むてき(無敵?)」の証券化としてCAT債発行

シート 17

## JA共済 地震リスク証券化: 目的

全国共済農業協同組合連合会

- 本会では、建物更生共済を中心とした共済契約の引受を通じ、地震や台風などの自然災害に対する保障を契約者に提供しているため、大規模自然災害が発生しても経営の健全性を損なうことなく契約者の負託にこたえられるように、主に伝統的な再保険によって保有する自然災害リスクの移転を図っています。
- しかしながら、伝統的な再保険市場はひとたび世界的な大規模自然災害が発生すると、その後の再保険料の高騰、再保険会社の信用力低下、さらに再保険取引規模の縮小等が起こることがあります。
- そのため、この不安定性を補完し、安定的なリスク移転のポートフォリオを構築するために、本会はこれまでリスク移転方法の多様化を検討・実施してきており、今回の証券化もこの一端を担うものとして、平成15年の証券化に続いて実施しました。

森平 大災害リスクと保険会社ERM

18

シート 18

## JA共済 地震リスクの証券化

全国共済農業協同組合連合会

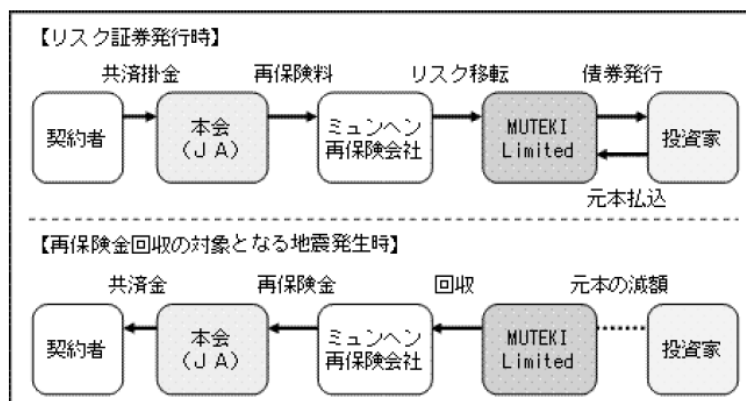
1. 発行体: MUTEKI Limited(ケイマン、SPC)
2. 最終的な受益者: 全共連
3. カウンターパーティー: ミュンヘン再保険(S&P格付: AA-)
4. 発行枠: 10億ドル(シェルフ・プログラム、今回は3億ドル)
5. 満期: 2008年5月14日から2011年5月14日(残存期間3年)
6. 格付: Ba2(ムーディーズ)
7. 利回り: LIBOR+440 bps、ドロップダウン・イベント発生後の追加リスクプレミアムは、更に350 bpsの上乗せ金利

森平 大災害リスクと保険会社ERM

19

シート 19

## JA共済 地震リスクの証券化

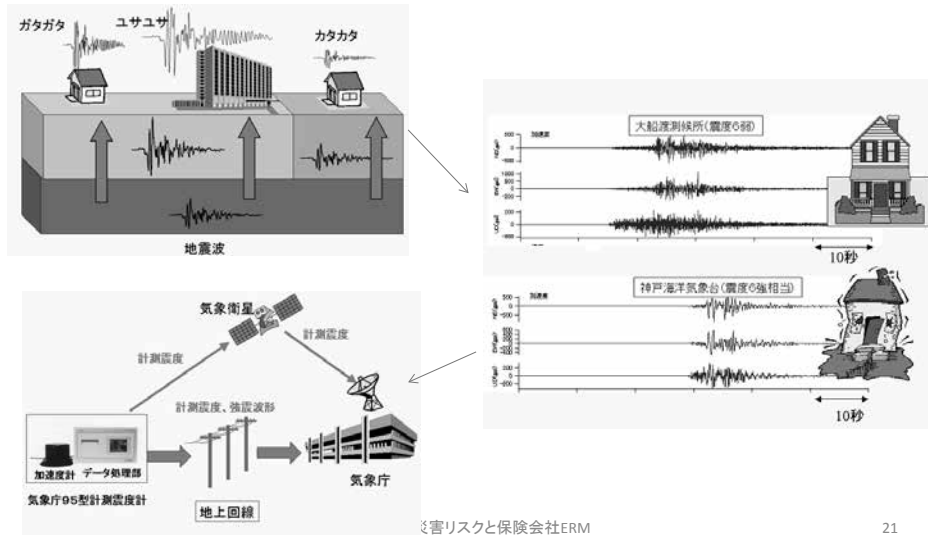


森平 大災害リスクと保険会社ERM

20

シート 20

## 強震ネット(K-net) 気象庁「強震観測のページ」を参照



大害リスクと保険会社ERM

21

シート 21

朝日新聞データベースから



森平 大害リスクと保険会社ERM

22

シート 22

## 指数の作成 MunichRE (ミュンヘン再保険会社) 資料より

- The Index Value is based on Peak Ground Acceleration (PGA), as measured by 1,034 Kyoshin-Net (K-NET) stations located throughout Japan
- For any Earthquake Event, the Index Value is calculated by the Event Calculation Agent using the following Index Formula:

$$I_i = 10,000 \times \sum_{j=1}^{1034} w_j \times g_{i,j}$$

Where:  $w_j$  = the weight of Calculation Location  $j$

$$g_{i,j} = \min \left\{ \frac{28.375111 \times (x_{i,j} - 0.05)^3}{6.2700602} \right\}$$

$$x_{i,j} = \max \left\{ \begin{array}{l} \text{PGA at Station } j \text{ due to event } i \\ 0.05 \end{array} \right\}$$

- The number resulting from the Index Formula is rounded to the nearest whole integer in order to obtain the Index Value
- If the Index Value exceeds the Attachment Index Value, linear reduction of principal (USD 300 mn) between Attachment Index Value and Exhaustion Index Value

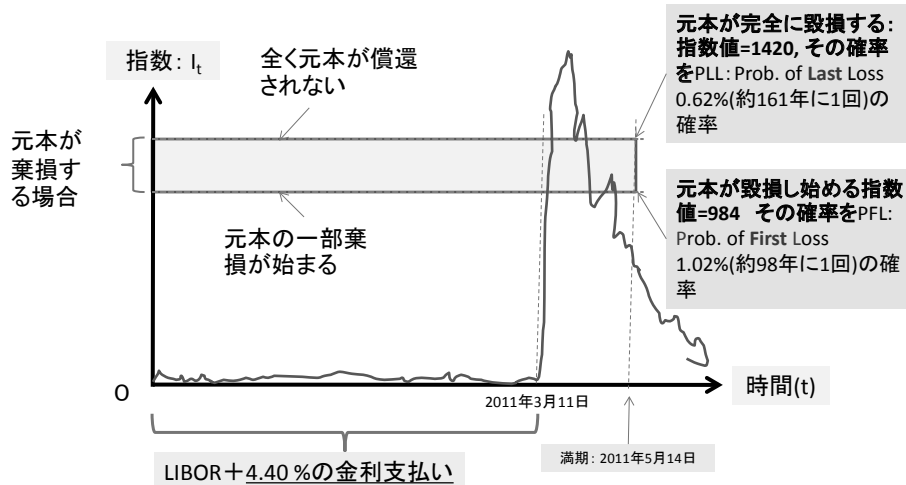


森平 大災害リスクと保険会社ERM

23

シート 23

## JA共済 地震リスク証券化 ケース1 100年に1回程度の震災が生じたとき

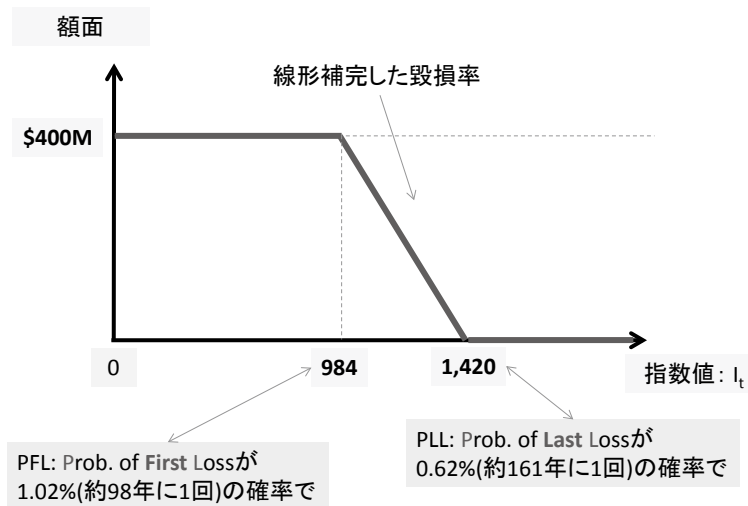


森平 大災害リスクと保険会社ERM

24

シート 24

## JA共済 地震リスク証券化 ケース1 指数値(横軸)とCAT債額面償還額 (縦軸)

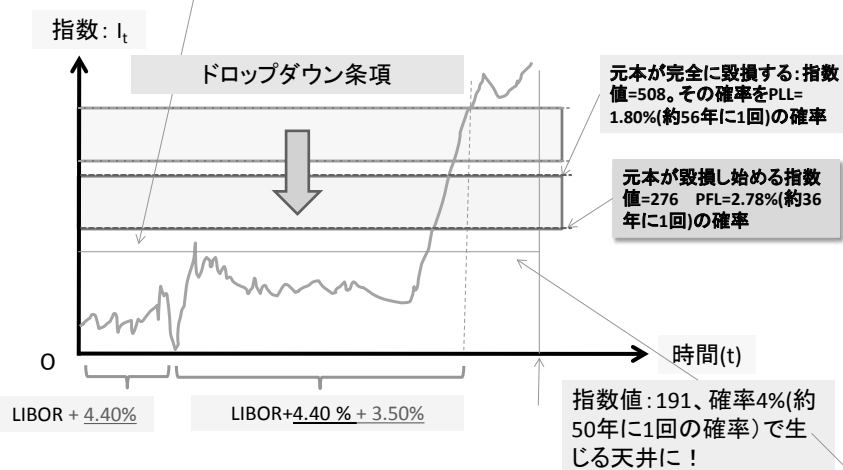


森平 大災害リスクと保険会社ERM

25

シート 25

## JA共済 地震リスク証券化 ケース2 50年に1回程度の震災が生じたとき

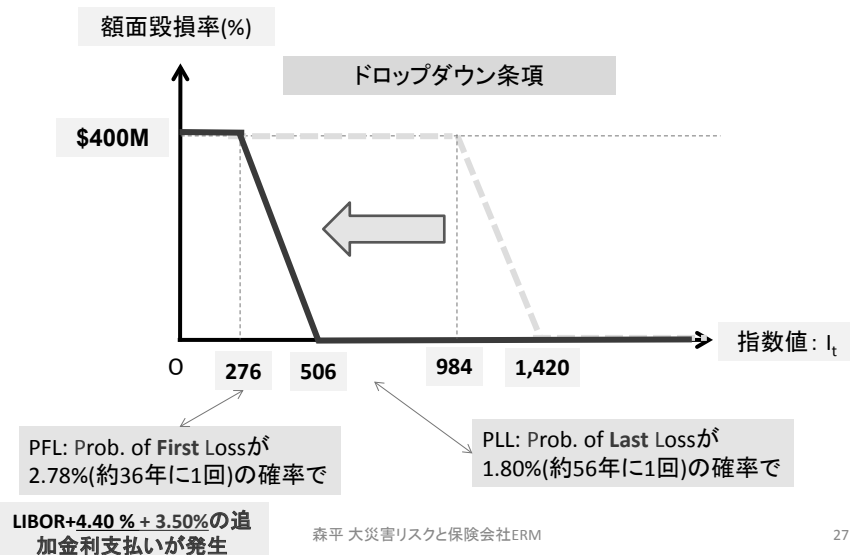


森平 大災害リスクと保険会社ERM

26

シート 26

## JA共済 地震リスク証券化 ケース2 指数値(横軸)とCAT債額面金額 (縦軸)



シート 27

## トリIGGER条項 一元本毀損が始まる条件

1. リスク指標型(ベースリスクが大きい、透明性、迅速性が高い)
  1. パラメトリック(Parametric): 被害の客観的尺度(震度・マグニチュード(地震)、風速(台風)、降雨量(風水害))に対応
  2. モデル(Model): 客観的な尺度+その他の条件を含む損害測定モデルの計算結果に対応
2. 損害額対応型(ベースリスクが小さい、透明性、迅速性に劣る)
  1. 指数(Index): 保険金支払額指数に対応。北米(PCS: Property Claim Services), 欧州暴風雨(PERILS)
  2. 実損(Indemnity): 被保険者の損害に対応

森平 大災害リスクと保険会社ERM

28

シート 28

## JA共済 地震リスク証券化 トリガー

1. MUTEKI Limitedの発行した債券は、日本国内全域で発生した地震の強震記録(K-net)をもとに、
2. 所定の方法で算出された指数が一定水準を超えた場合に元本減額の条件を満たすことになります。
3. 元本減額となりうる地震の規模は、概ね100年に1回程度の規模を想定していますが、
4. 25年に1回程度の規模の地震が発生した場合には、50年に1回程度の規模まで元本減額の条件が引き下がる「ドロップダウン条項」が付帯されています
5. 【参考】リスク証券によるカバーイメージ図

森平 大災害リスクと保険会社ERM

29

シート 29

## 2012年1月！ 「全共連」引き続き、「KIBOU(希望)」を発行！

1. 発行体(SPV:特別目的会社): Kibou Ltd. (Series 2012-1)
2. 最終的な受益者: 全共連
3. カウンターパーティー: Hannover Re (S&P格付: AA-)
4. 組成会社: GC Securities are arranger and bookrunner
5. **リスクモデリング会社:** AIR Worldwide発行枠
6. リスク対象: 強震ネットK-Netで測定される日本の地震
7. トリガータイプ: パラメトリック指数
8. \$300M10億ドル
9. 満期: 2012年1月14日から2015年5月14日(残存期間3年)
10. 格付: BB+( S&P)
11. 元本の毀損は、
  1. 指数が、1,050に達すると始まり、指数が1,150で全損。それ以前に、
  2. 指数が、270あるいはそれ以上に達することがあると、元本の毀損の開始と全損は、指数が490から590の水準に「ドロップダウン」する。
12. 利回り: Treasury money market funds + 5%, ドロップダウン・イベント発生後の追加リスクプレミアムは、更に9%の上乗せ金利

次のARTEMISを参照  
[http://www.artemis.bm/deal\\_directory/kibou-ltd-series-20121/](http://www.artemis.bm/deal_directory/kibou-ltd-series-20121/)

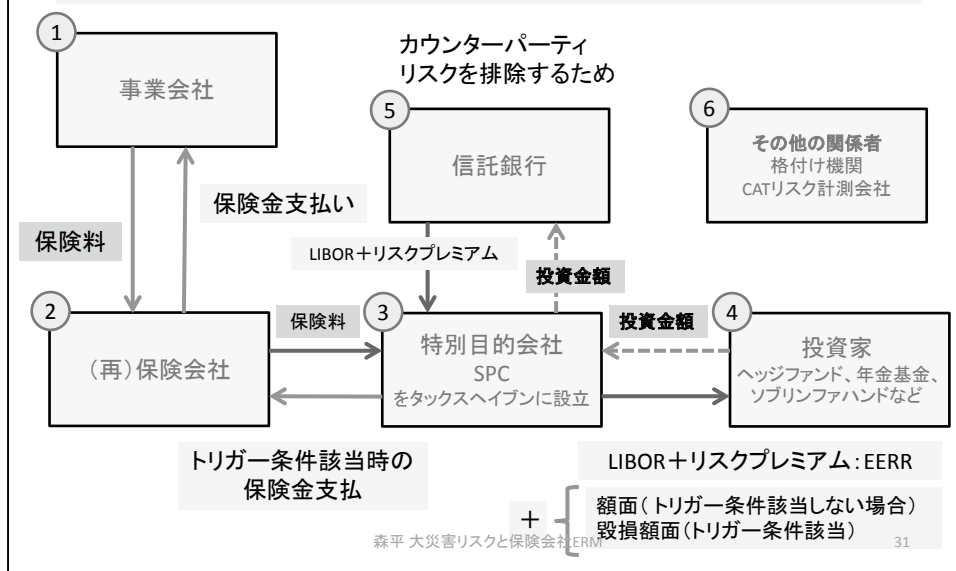
森平 大災害リスクと保険会社ERM

30

シート 30

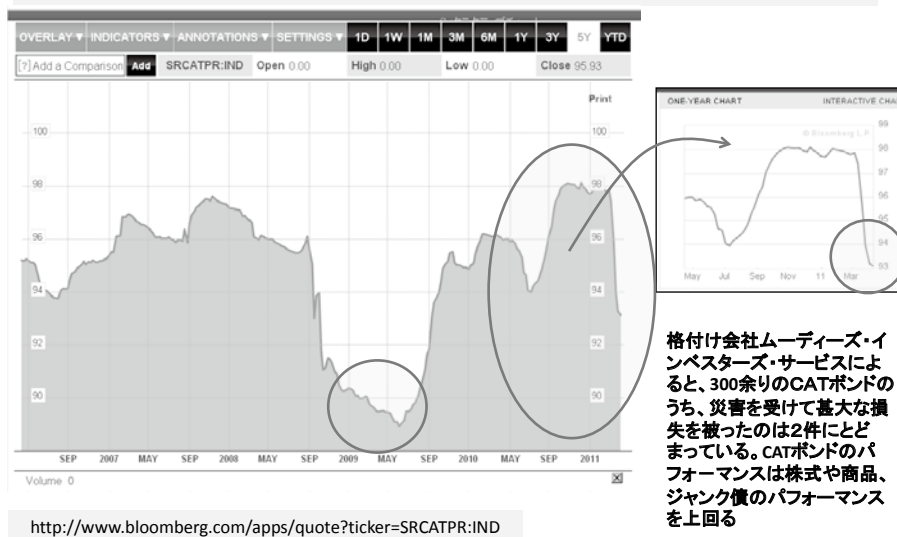


## CAT債の一般的な仕組み



シート 31

## スイス再保険 CATボンド価格リターン指数

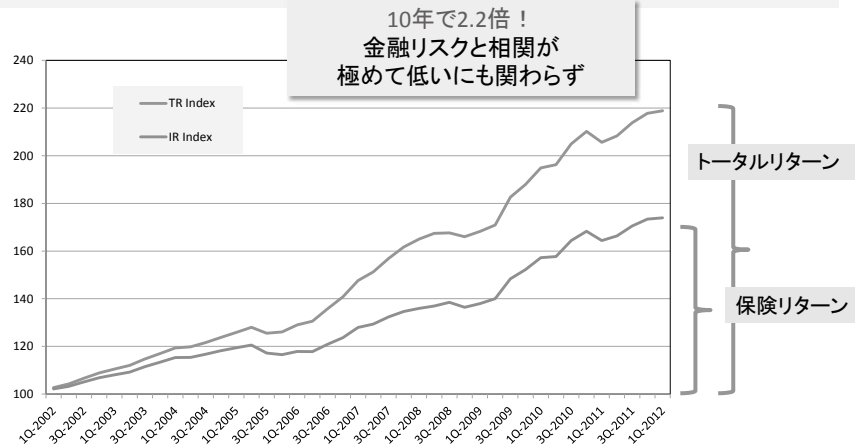


森平 大災害リスクと保険会社 ERM

32

シート 32

## Historical Lane Financial Insurance Return Index (LFIRI) 2002年に100ドルを投資、2012年第1四半期までの累積

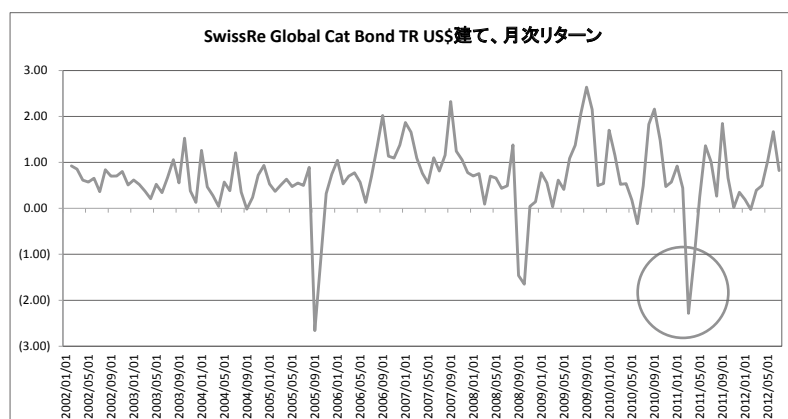


森平 大災害リスクと保険会社ERM

33

シート 33

## CAT債価格指数の月次リターン (SwissRe Global Cat Bond)

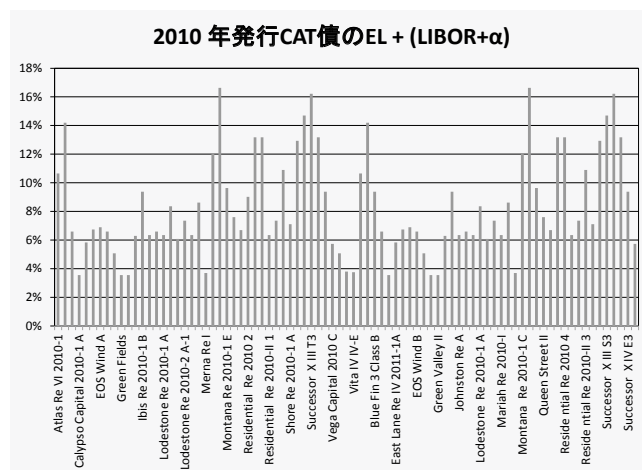


森平 大災害リスクと保険会社ERM

34

シート 34

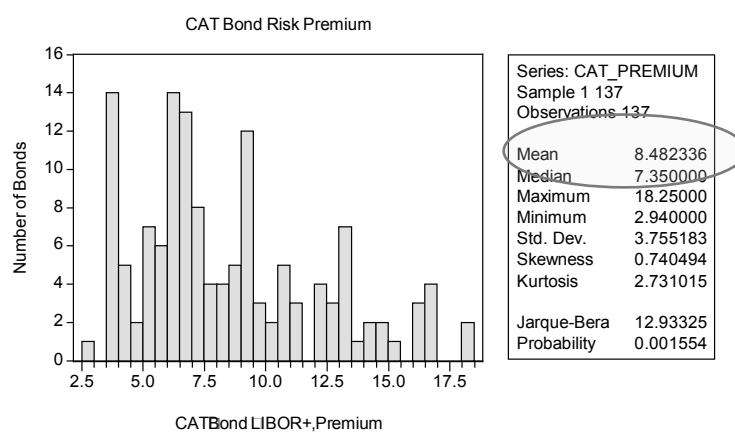
## 2010年発行94件のCAT債のリスク調整後期待損失 $EL^P + (LIBOR + \alpha)$



35

シート 35

## 2010/Q1から2012/Q2までの 137のCAT債LIBOR+ $\alpha$ % リスク・プレミアム



36

シート 36

## なぜCAT債が投資家にとって魅力的なのか？

1. 大災害イベントが生じる確率は小さい
2. 多くのタイプ(地震、風水害、竜巻、生命理数く)CATリスクに投資すると、リスクを分散することができる
3. 多額の金融資産(債券、為替、株、商品)に投資している投資家(年金基金、ヘッジファンド、投資銀行)にとって、金融リスクと自然災害リスクの相関はほぼゼロ(システムティックリスク $\beta$ )はゼロ！ それにもかかわらず
4. CAT債のリスクプレミアムは極めて高い！
5. おかしい！ CAPMを用いて考えてみよう

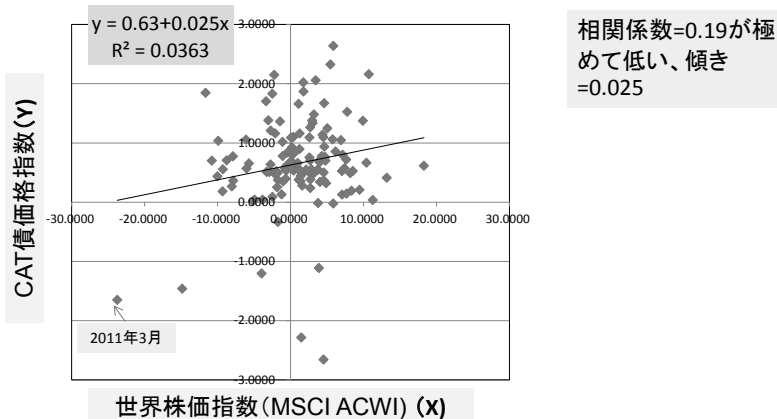
森平 大災害リスクと保険会社ERM

37

シート 37

## 世界株価指数(MSCI ACWI)とCAT債価格指数(SwissRe Global Cat Bond)

2002年1月から2012年8月までの月次リターン%の比較



森平 大災害リスクと保険会社ERM

38

シート 38

## CATボンド 発行データベース

### Catastrophe Bond & Insurance-Linked Securities Deal Directory

森平 大災害リスクと保険会社ERM

39

シート 39

## 1. CAT債のリスクプレミアムがなぜ高いのか？

1. 曖昧性回避(Ambiguity Aversion)
2. 近視眼的損失回避(Myopic Loss Aversion)
3. 選択バイアスと閾値行動(VaR)
4. 元本損失の“おそれ”
5. 固定的な学習費用

Bantwal and Kunreuther[2000], “A Cat Bond Premium Puzzle?” *Journal of Psychology and Financial Markets* 1 (1), 76–91

森平 大災害リスクと保険会社ERM

40

シート 40

## (大)災害デリバティブ

1. 日本の保険会社が自然災害リスクをデリバティブの形で引き受ける
2. 保険会社は、災害デリバティブリスクを、再保険によってヘッジする。

シート 41

### 日数カウント型の天候デリバティブズ:二つの事例



沖縄諸島:  
(株)シーサのための暴風雨デリバティブズ

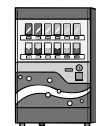


名古屋:  
ペンディングマシンサービス  
会社のための冷夏デリバティブズ(最高気温日数に関するコールオプション)



シート 42

### 実例3:冷夏デリバティブ (コールオプション)



1. 買い手: (株)パブリック・ベンド・サービス(名古屋)
2. ブローカー:名古屋銀行
3. オリジネータ:三井住友海上火災保険
4. 契約期間(T): 2006年6月20日から8月20日の62日間において
5. 保険金支払額( $g_0$ ):
  1. 名古屋地域(名古屋管区気象台)の
  2. 1日の最高気温が
  3. 行使日数であるセ氏30度未満の日数20日( $k=20$ )を上回る場合、
  4. 21日目から超過日数に応じて1日あたり( $g_0 = 13$ 万9千円を支払う。
6. 上限支払い額: 500万円(約36日分=上限56日-下限20日)。
7. 保険料( $C_0$ ):保険料は100万円(内1割は名古屋銀行への手数料)

森平 大災害リスクと保険会社ERM

43

シート 43

### オプションの用語では

- 原資産: 名古屋の日次最高気温が35℃以下の日数
- 契約期間:  $T=N=62$ 日
- 行使日数:  $k=20$ 日
- オプション
- ペイオフ: 一日あたり  $g_0 = 13$ 万9千円
- 行使価格:  $K = g_0 \times k = 139.000 \times 20$ 日=
- オプションタイプ: ヨーロピアン・コール

森平 大災害リスクと保険会社ERM

44

シート 44

## 実例4: 暴風デリバティブズ



1. 買い手: (株)シーサー(SEASIR Co.), 沖縄最大のダイビングショップ(訓練、宿泊、飲食店など).
2. ブローカー: 琉球銀行
3. 売り手: (株)東京海上火災
4. 保険
  1. 2002年10月10日から2002年12月31日までのあいだで
  2. 沖縄管区气象台統括地域で、秒速15メートル以上の暴風雨になる日(原資産) $X_T$ が
  3.  $k=2$  日以上あれば、
  4. 2日目から1日あたり保険金を $g_0=208$ 万円を、
5. 上限支払い額: 1040万円(5日分まで)を上限として支払う
6. 保険料( $C_0$ ): シーサーは2002年9月24日に保険料を $C_0=100$ 万円支払う。うち10%は琉球銀行への手数料支払い。

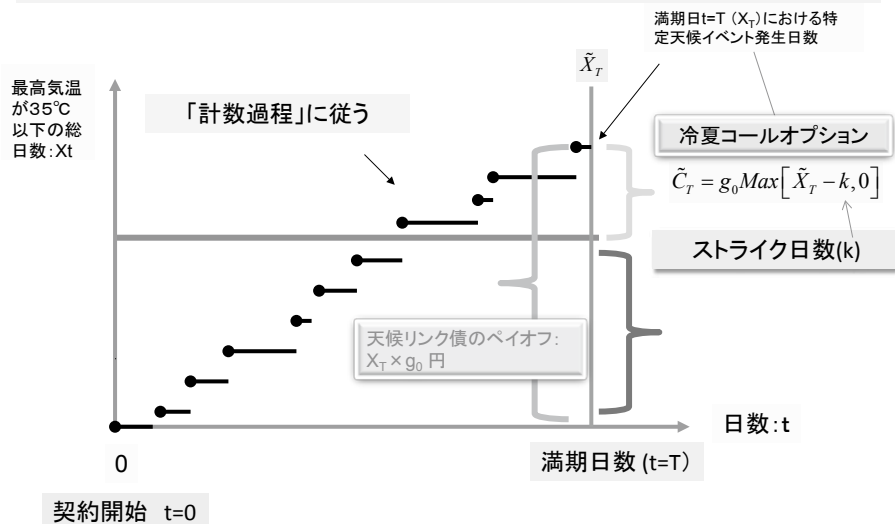


森平 大災害リスクと保険会社ERM

45

シート 45

## 日数カウント型 デリバティブの意味



森平 大災害リスクと保険会社ERM

46

シート 46



## 大災害を対象にした イベントデリバティブの可能性を探ろう

1. こうした「イベントデリバティブ」の販売は、買ってかなり好調であった。その理由は、
  1. 中小企業にとって、保険では十分対応出来ないリスクをヘッジできた。
  2. 銀行、とりわけ、地域金融機関にとって、
    1. リレーションシップ・バンキング、トータルコンサルティングの手段として、
    2. 銀行の収益性を高める一助として
2. 金融商品取引法の施行以降、販売は急速に減少
3. こうしたデリバティブを、地震、津波、風水害、その他の「大災害リスク」にも広げるような
  1. 立法、規制改革が必要
  2. 小規模短期保険会社にとっての利点
  3. 再保険や、これ等デリバティブのデリバティブの可能性

森平 大災害リスクと保険会社ERM

47

シート 47

## まとめ

1. 保険会社は、
  1. 多様なリスクを引き受けて、
  2. その多くをプール（分散投資）することにより、また
  3. 再保険や保険デリバティブによって他に転嫁することにより
  4. リスクマネジメント機能を提供してきた。
2. 保険会社自身のリスク管理は、個々のリスクを、全社的な観点から見ようとするERMを中心に展開するようになってきている。その時における
3. 大災害リスクの特徴と
4. 資本市場を通じた保険引受リスクが、大災害債券によって、
  1. どの様に処理されているのか？
  2. 大災害債券の構造
  3. 大災害債券パズルとはなにか？
  4. 今後の大災害債券のあり方。
  5. 日本の現状にあった大災害デリバティブの可能性について

森平 大災害リスクと保険会社ERM

48

シート 48

## 参考文献



- 第7章 なぜリスクは企業にとって高くつくのか？
- 第8章 リスクマネジメント戦略:二重性と大域性
- 第9章 損失発生後の投資決定と損失の測定
- 第10章 損失後資金調達—調達可能性と機能不全投資
- 第11章 損失後ロスファイナンス,流動性と債務再交渉
- 第12章 コンティンジェント・ファイナンス
- 第13章 コンティンジェント・レバレッジ戦略とハイブリッド負債
- 第14章 ヘッジングと保険
- 第15章 組織形態とリスクマネジメント:有限責任
- 第16章 事例研究:異常災害リスクの証券化

A.ドハーティ著、森平・米山訳、『統合リスクマネジメント』、中央経済社、2012年  
 伝統的なリスクマネジメントと新しい金融リスクマネジメントを融合し、統合リスクマネジメントという理論的フレームワークと基礎概念を提供。

シート 49

## 参考文献



P.スウィーティング他、松山他訳、『フィナンシャル ERM: 金融・保険の統合的リスク管理』、朝倉書店、2014年

ERM国際資格であるCERAの標準テキストの翻訳。ERMを支える数理手法について丁寧に説明

シート 50