



Scottish Re™

---

証券化手法を用いた大規模災害の  
リスクマネジメントについて  
:生命保険証券を例として

アンドリュー・J・リンフォード  
アジア・パシフィック・リージョナル・ディレクター

## アジェンダ

---

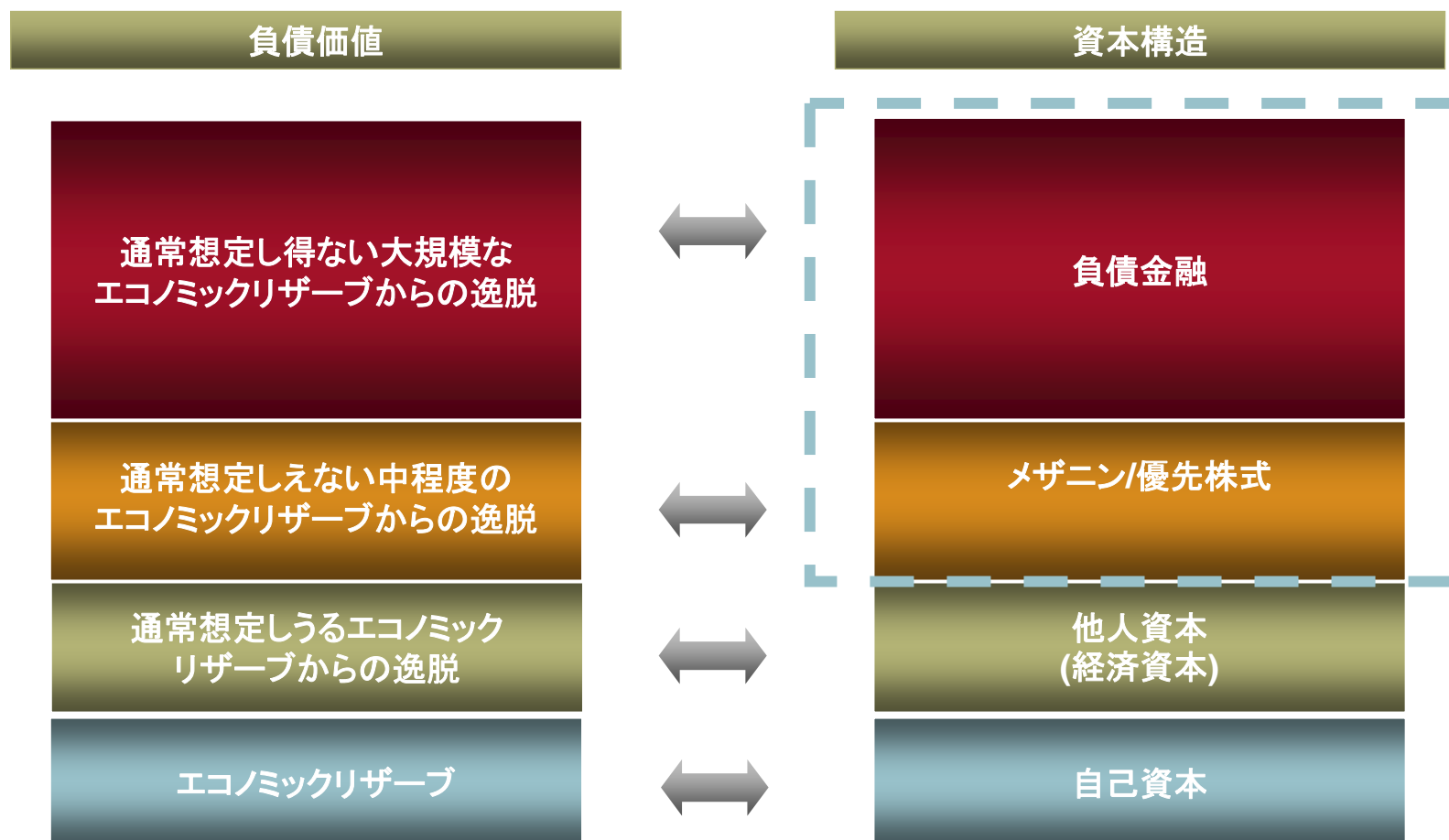
- 保険市場と資本市場の融合
- 主だった大規模災害の概観
- ケーススタディ: Tartan Capital

## 保険市場と資本市場の融合

- どんな保険者か？
  - 商品を提供する,それは ← セールス
  - 創造的に開発されたものである,その人的リソースを用いて。またそれは ← 商品開発/サービス
  - 契約に依存する,そして、それは以下のものに裏付けられている。 ← マーケティング/ブランディング
  - 資本. ← ファイナンス
- 銀行とはどう違うのか？
- どの分野が経営層の焦点となりえるか？
- 真の資本管理のエキスパートは誰なのか？？？

# 保険市場と資本市場の融合

- すべて資本でまかなうべきか？



## 証券化とは

- 証券化は近年に金融機関により開発された資本管理の重要なツールである。
  - 1970年代から1980年代にかけて銀行業界において開発された。
  - 典型的な証券化とは、特別目的金融会社に対して、将来、合理的にキャッシュフローの発生が予測される資産を売却する手法である。
    - ◆ 当該資産には住宅債権、自動車ローン債権、クレジットカード債権も含む。
    - ◆ 当該資産についてデフォルトリスクが必ずしも低率でなければならないことはないが、対象資産は特定化されるものでなくてはならない。
  - この後に、特別目的金融会社は、この将来キャッシュフローに裏づけされた証券を資本市場にて売却する。
    - ◆ 単一クラスによる供給: 全ての投資家は当該資産プールより生み出される金利収益を比例配分されて受け取る。
    - ◆ 多層クラスによる供給: 2つまたは3つのクラスまたはトランシェに分類化された証券には、おのこのリスク特性、キャッシュフローに見合った収益の配分がなされる。
  - 保険への適用は、資本制約からの解放または他の目的を持って行われる。

## 保険の証券化

- 証券化により、元受保険会社ならびに再保険会社は他の手法よりも有利なコストで資本効率もしくは流動性を改善させることが可能となる。
  - 保険の証券化は他の金融機関により行われる証券化と多くの類似点を持つ。
    - ◆ 予測可能なキャッシュフローおよびデフォルトリスクを持った債権が特別目的金融会社に移転される。
    - ◆ 保険リンク証券 (Insurance-linked securities (“ILS”)) はこれらのキャッシュフローを基に資本市場へ売却される。
- 保険の証券化は次の重要な点において他の証券化手法と異なっている。
  - 証券化手法は保険リスクの新たな管理手法となりえる。
    - 資本市場は想定された保険損害を超えるリスクを負うこととなる。しかし、これは保険リンク証券への投資に限定される。

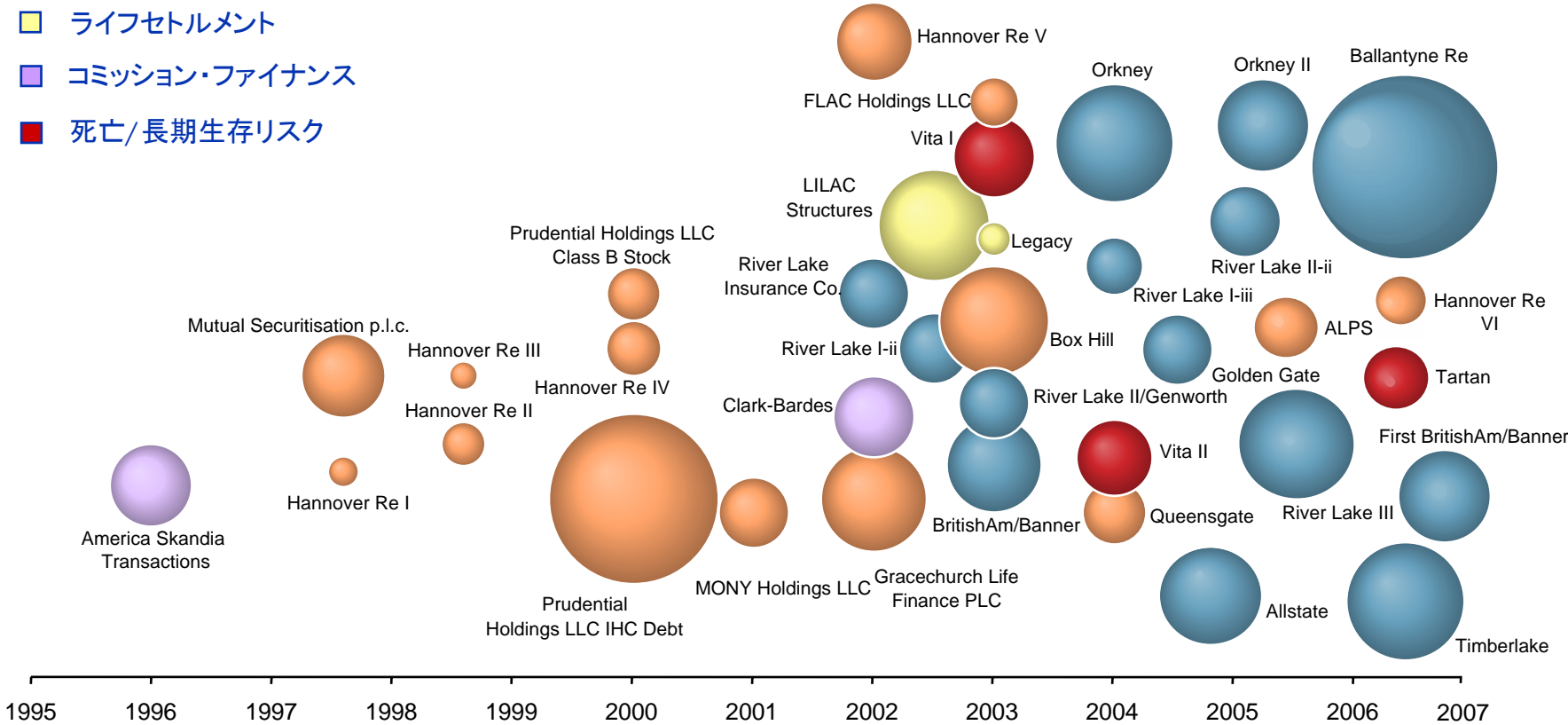
## 証券化の経済効果

---

- 低コストな金融機能の提供
  - 高コストな資本増強を回避させる。
  - 資本コスト全体を低減させる。
- バランスシートにおける流動性の加速
  - 従来の伝統的な“バイアンドホールド”戦略、すなわち保険リスクの裏支えとしての保険会社の資本活用に代わるものである。
  - 証券化により、保険会社はより効率的な資本活用が可能となる。
- 資本の多様化
- リスク移転
  - 倒産隔離された企業体(特別目的金融会社)を利用。
  - 保険リンク証券は一般的に原資産の出し手となる保険会社に遡及権は及ばない。

# 現在までの生命保険証券化取引事例

- エンベデットバリュー証券化
- エクセスリザーブ証券化
- ライフセトルメント
- コミッション・ファイナンス
- 死亡/長期生存リスク





## 生命保險CAT債券

---

- 2003 Vita 1: Swiss Re \$400M
- 2005 Vita 2: Swiss Re \$362M
- 2006 Tartan: Scottish Re \$155M
- 2006 Osiris: Axa \$442M

## 世界の自然災害

1750年以降の自然災害による死亡者数ランキング (干ばつを除く)

1. 洪水	3.7 M	1931	Yangtze-Kiang River, China
2. 洪水	2 M	1959	N. China
3. 洪水	900K	1877	Huang He (Hwang Ho or Yellow) River N. China
4. 洪水	500K	1939	Hunan province China
5. 台風、洪水	3-500K	1970	Ganges Delta isles, Bangladesh
6. 地震	255-655K	1976	Tanashan (Tianjin) Earthquake- E. China (8.2)
7. 地震	300K	1850	Sichuan, China
8. 地震、津波	225K+	2004	Indian Ocean Earthquake (9.0) + SE Asia tsumani
9. 地震	200K	1927	Xining (Nanshan), China (8.3)
10. 地震、地すべり	200K	1920	Gansu (Kansu), China (8.6)

情報源: <http://www.geocities.com/dtmcbride/hist/disasters-war.html>

## 世界の伝染病

### インフルエンザ流行病による死者数

年度	病原菌	US	世界
1918-19	H1N1 - スペイン・インフルエンザ	500,000	21-50 M
1957-58	H2N2 - アジア・インフルエンザ	60,000	1 M
1968-69	H3N2 - 香港	40,000	750 K
1997-	H5N1, H9N2, H7N7, H7N2 H7N3 - Avian influenza (鳥インフルエンザ)	none	60

注意 1:ある資料においては1957－58年にかけて世界で4百万人のインフルエンザによる死亡例が報告されている。

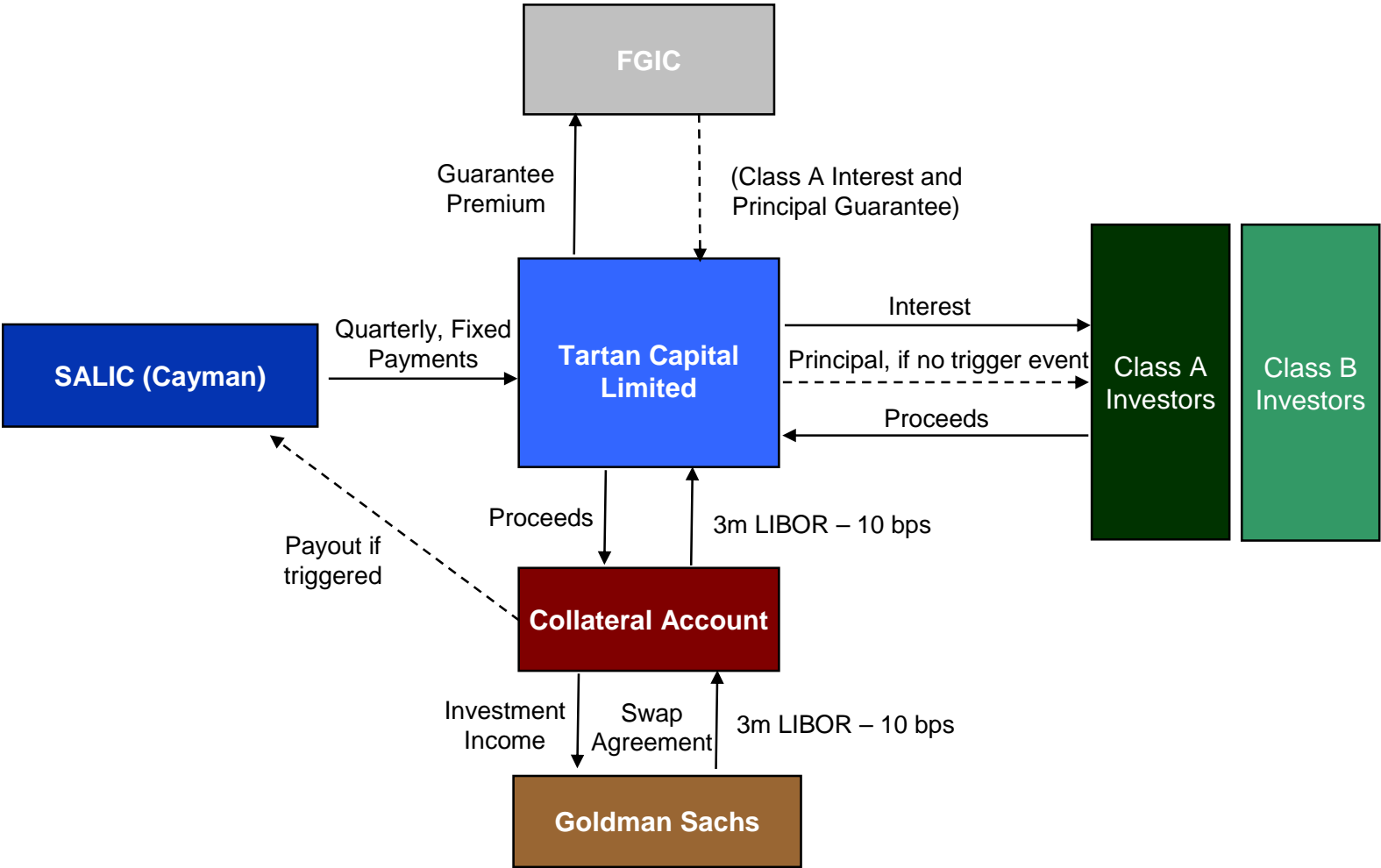
情報源: <http://www.geocities.com/dtmcbride/hist/disasters-war.html>

## ケーススタディ: Tartan Capital Limited

---

- スコティッシュ・リーは設立8年と比較的若い、生命再保険スペシャリストであり、アメリカにおいて最大の収入保険料を計上している。
- スコティッシュ・リー・グループはTartan Capital Limited を通じ大災害死亡リスク証券化商品を発行した。
  - スコティッシュ・リー・グループは本取引において3年間保証の2つのトランシェを得た。
  - 本取引により、スコティッシュ・リーはインデックスに基づくアメリカ国内の大災害に対するカバーを得た。
  - トランシェ毎に、トリガーレベルを超えた損失を各限度まで補償するものである。
- 将来の追加的潜在保証のために枠が設定される。
- 本取引を利用する保険会社のモチベーションには以下を含む。
  - 大規模災害による死亡保障インパクトの緩和
  - 証券化スキームを利用することにより、資本効率の向上目的を実現

# ストラクチャー図



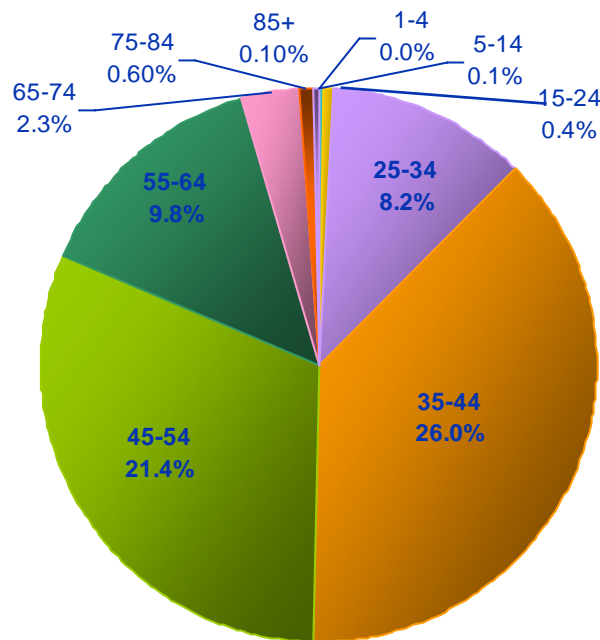
## プログラムの概要

	<u>クラス A債券</u>	<u>クラス B 債券</u>
発行者:	Tartan Capital Limited	Tartan Capital Limited
元本額:	\$75 mm	\$80 mm
期間:	3 年間	3 年間
トリガーレベル:	115%	110%
エクゾーションレベル:	120%	115%
金利スプレッド:	L + 19 bps	L + 300 bps
格付:	AAA/Aaa	BBB/Baa3

## インデックスの定義:年齢/性別

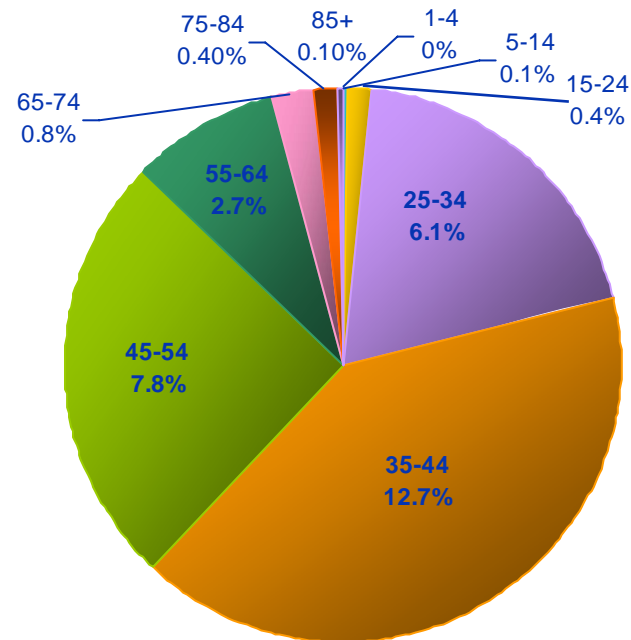
- インデックスの構成には下記の男女・年齢別の加重平均比率を採択した。

年齢構成: 男性



男性 = 全体の68.8%

年齢構成: 女性



女性 = 全体の31.2%

## インデックスの定義: 計算式

t年度の12月31日に終了する測定期間中のインデックス値は下記算式により定義される。:

$$\text{インデックス値}_t = \frac{\frac{1}{2} (q_t + q_{t-1})}{\frac{1}{2} (q_{2005} + q_{2004})} \times 100\%, \text{ ここで}$$

$$q_t = \sum_x (W_{x,m} q_{m,x,t} + W_{x,f} q_{f,x,t})$$

$W_{x,m}$ は年齢群団xの男性構成比率

$W_{x,f}$ は年齢群団xの女性構成比率

$q_{m,x,t}$ はt年度における年齢群団xの男性死亡率

$q_{f,x,t}$ はt年度における年齢群団xの女性死亡率



## インデックスの定義: 損害額

インデックス値は連続する2年間の数値を用いて計算される。

インデックス値は米国疾病対策予防センター(CDC)により公表されたアメリカにおける年齢・性別構成による加重平均死亡率に基づく。

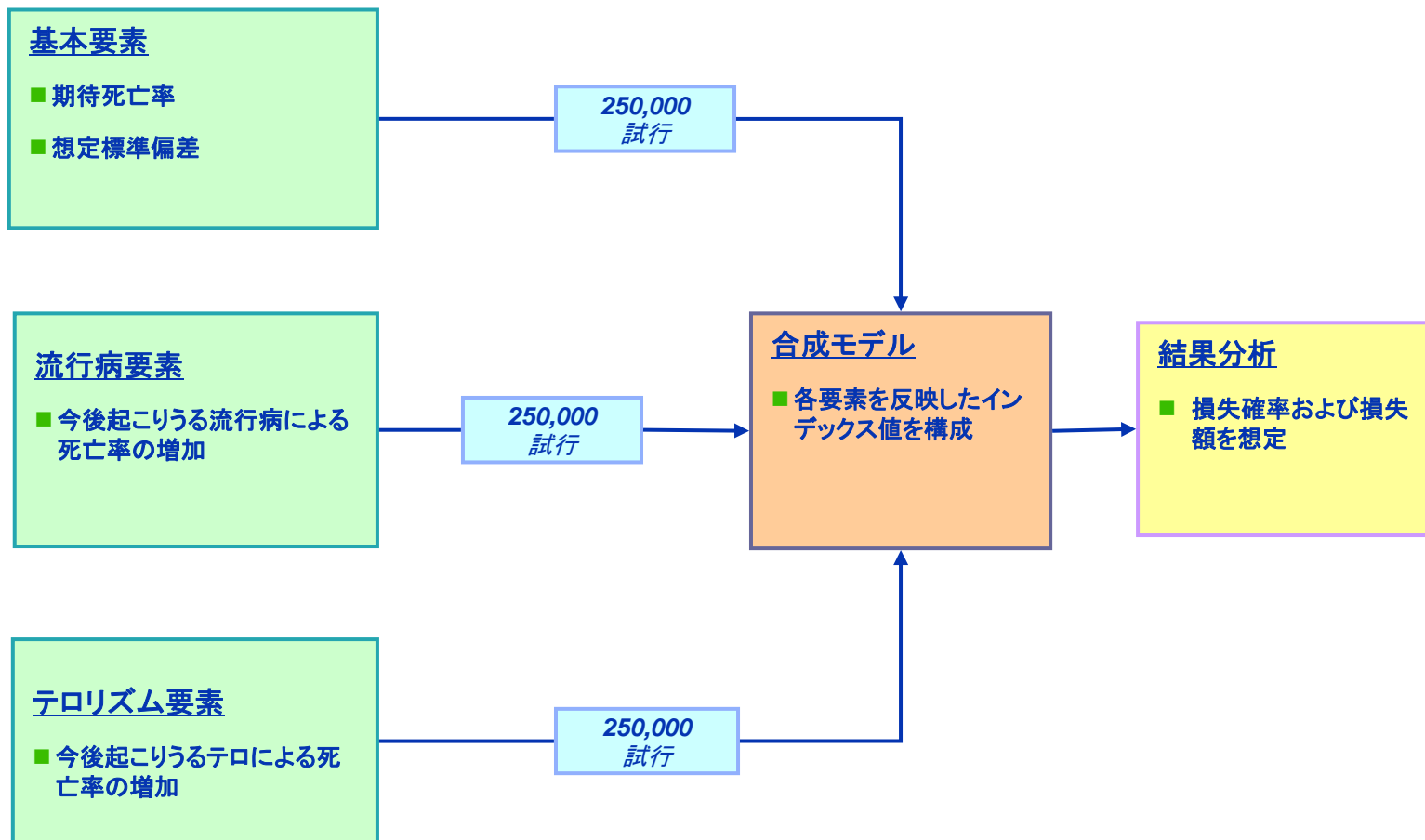
すべてのクラスにおいて、インデックス値がそれぞれのトリガーレベルを超過したとの報告を、計算代理人が提出したときをもってトリガーイベントが発生したとみなされる。

トリガーイベントが起きた場合には、元本の損失割合はエクゾーションレベルとトリガーレベル間における線形割合として下記の算式に基づき決定される。

$$\text{損失割合} = \frac{\text{インデックス値} - \text{トリガーレベル}}{\text{エクゾーションレベル} - \text{トリガーレベル}} \times 100\% \quad \text{ただし、損害割合は0\%未満または100\%超でないものとする。}$$

ここでいう計算代理人とはミリマン・リミテッドである。

# 数理モデル・アプローチ: 概観



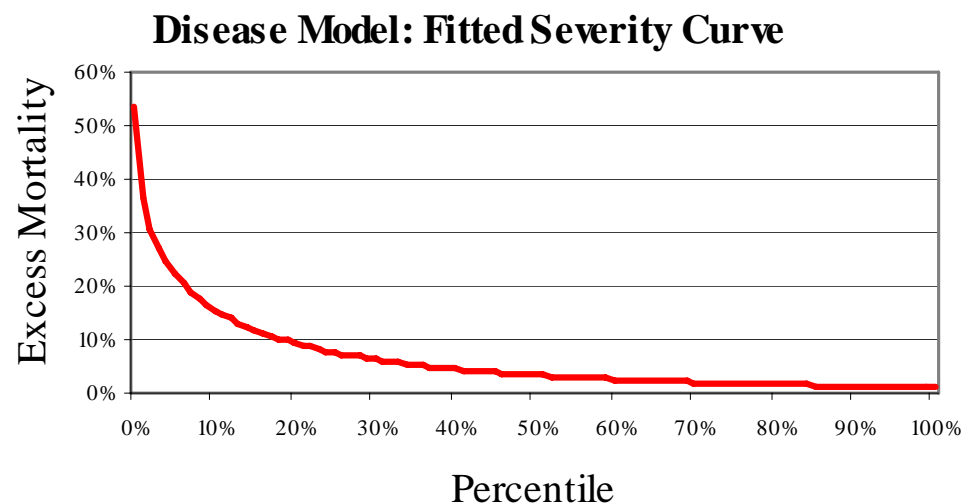
## 数理モデル・アプローチ: 流行病要素

---

- 流行病要素－伝染病の流行:
  - 発生頻度とその重度を過去の伝染病のデータよりそれぞれモデル化
  - 過去420年間に推定31回、つまり13.5年に一度の発生として、1年間における発生確率を7.4%とした2項分布モデルを作成
  - 過去100年間で4回のインフルエンザと1回のSARSの発生を仮定して、超過死亡率をモデル化
  - 使用データ:調整後1918-20年, 1918-20年, 1957-58年, 1968年, 1977年 および SARS 2003年
  - インフルエンザの重度データはアメリカにおける経験値に基づく。

## 数理モデル・アプローチ: 流行病要素

	パーセンタイル	モデル化重度	実態との乖離‰
<b>調整後1918-20</b>	0.0%	53.56%	2.9046
<b>1918-20</b>	3.2	26.55	1.4396
<b>1957</b>	27.4	6.92	0.3753
<b>2003 SARS</b>	51.6	3.23	0.1753
<b>1968</b>	75.8	1.78	0.0967
<b>1977</b>	100.0	1.08	0.0583



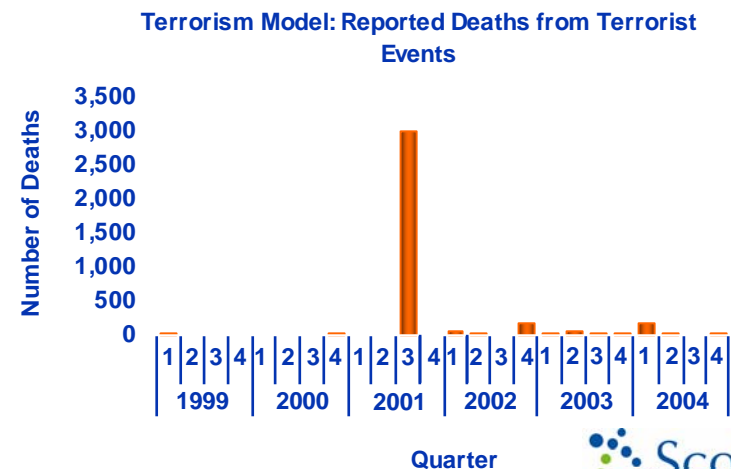
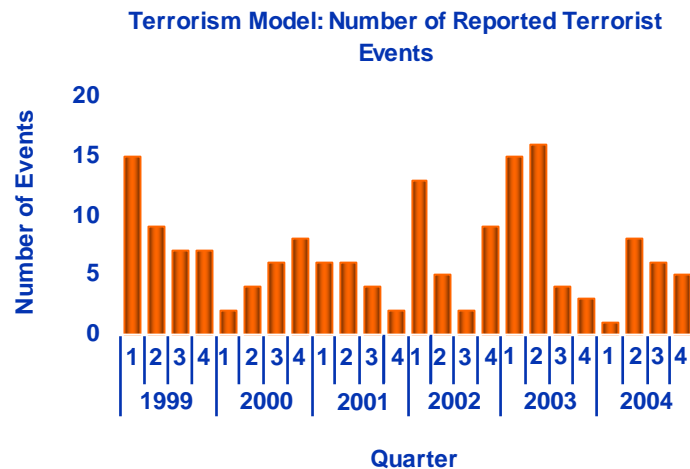
## 数理モデル・アプローチ:テロリズム要素

### 発生頻度:

- テロリズムの発生頻度は平均6.8件、標準偏差4.3の正規分布に従うと考えられる。
- これは1999年から2004年にかけて世界で発生した、アメリカ市民またはその資産にかかわる被害(イラクとアフガニスタンを除く)記録、合計163件のテロリズムを基としている。
- 1999-2003年のデータはアメリカ当局より、2004年のデータは国際テロに関する情報バンクとして2004年に設立された国際対テロリズムセンターのデータによる。

### 重度:

- 成功、失敗、全レベルでのエスカレート確率は上記に掲げたデータに指数分布をあてはめることによりモデル化している。



## 歴史的出来事のインデックスへの影響

- 複数の歴史的出来事により多数のアメリカ市民の犠牲者が発生した。
- これらの出来事の大半は債券のトリガーレベルに達するほどの死者数には至らなかった。
- これらの出来事の推定される被害規模は、各クラスにおけるそれぞれのトリガーレベルに達するべきであった。インデックスは各出来事の前年を基準に、当該年度の値を除いて推定値を算出している。

歴史的出来事	各出来事のトリガーレベルに達するまでの倍数 <sup>1</sup>	
	クラス B	クラス A
• インフルエンザの流行 <sup>2</sup> (1918-20)	0.7x	1.0x
• 第二次世界大戦 <sup>3</sup> (1942-45)	2.1x	3.2x
• 朝鮮戦争 <sup>3</sup> (1950-53)	17x	25x
• ベトナム戦争 <sup>4</sup> (1968-69)	13x	20x
• AIDS (1995)	3.9x	5.8x
• 9月11日テロ(2001)	105x	158x

1) 実際の規模は年齢群団の実際の死者集中度合いによって異なる  
2) 1917～1920年の米国疾病対策予防センター(CDC)の歴史的データを使用して計算された指数値の29.6%上昇に基づく  
3) 米国兵の死者のみを含む、4年間の平均  
4) 米国兵の死者のみを含む、1968年と1969年の最悪の年を基にしている

## 歴史的な自然災害による死亡率

- 過去100年間において米国では多数の自然大災害が生じた。
- これらの自然災害は多額の物損を生じたが、そのような災害は債券のいかなるクラスに対しても元本損失を生じるような死者数は生じなかったと想定される。

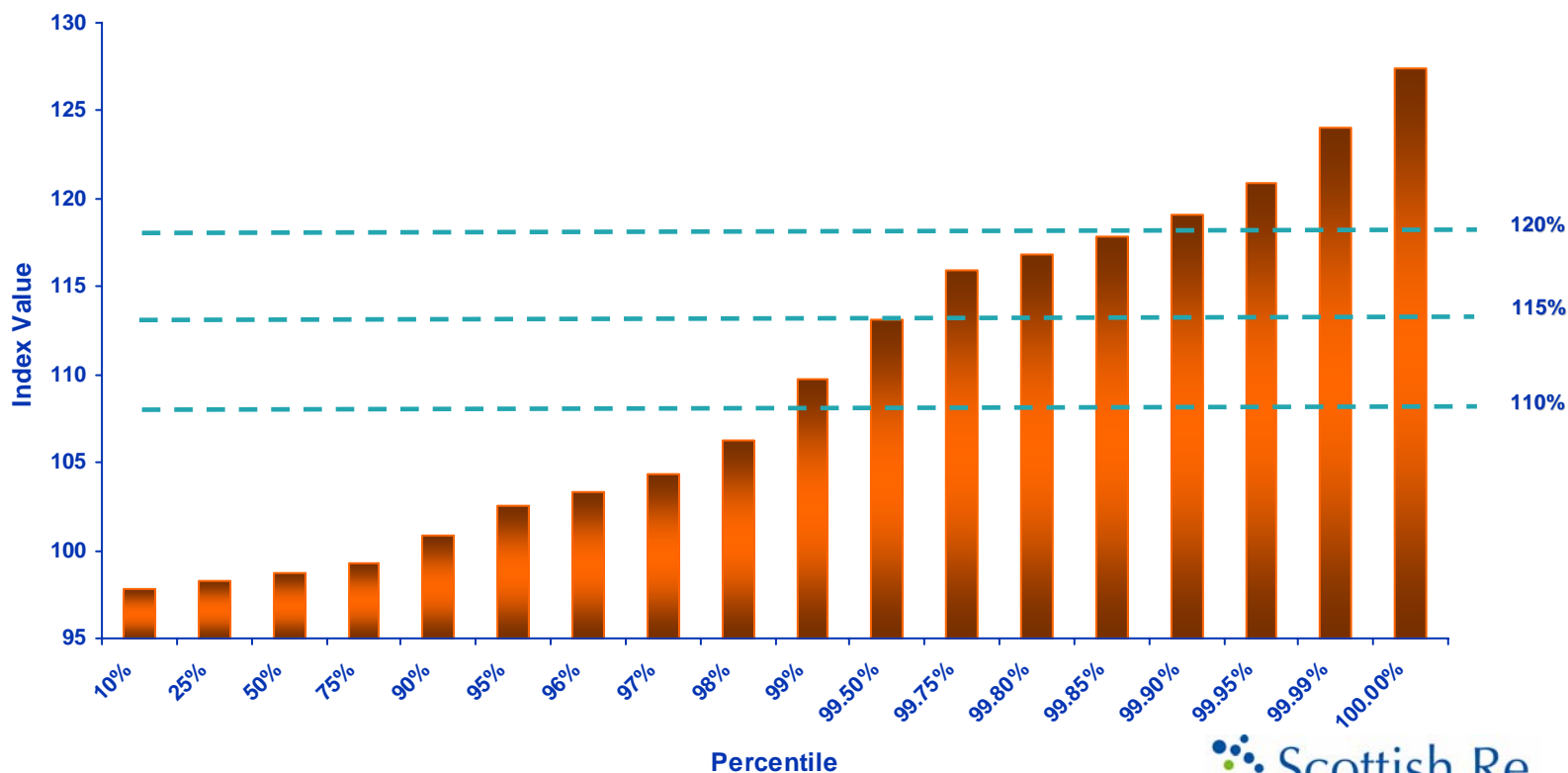
### 米国における近年の自然災害<sup>1</sup>

災害の種類	年度	死者数
• ハリケーン・カタリナ/リタ/ウィルマ	2005年	1,326
• 猛暑	1995年	670
• 竜巻	1984年	600
• 大雪	1983年	500
• 竜巻	1984年	328

出典: 世界保健機関(World Health Organization)、緊急事態データベース(Emergency Event Database)

## 最大インデックス値の分布

- 下のグラフは、3年の予測期間にわたる25万のモデルシナリオについて最大インデックス値の分布を示す。
- グラフの横軸はトリガー到達がわかりやすいように、分布のテール部分を強調している。





## Tartan Capital 期待損失分析

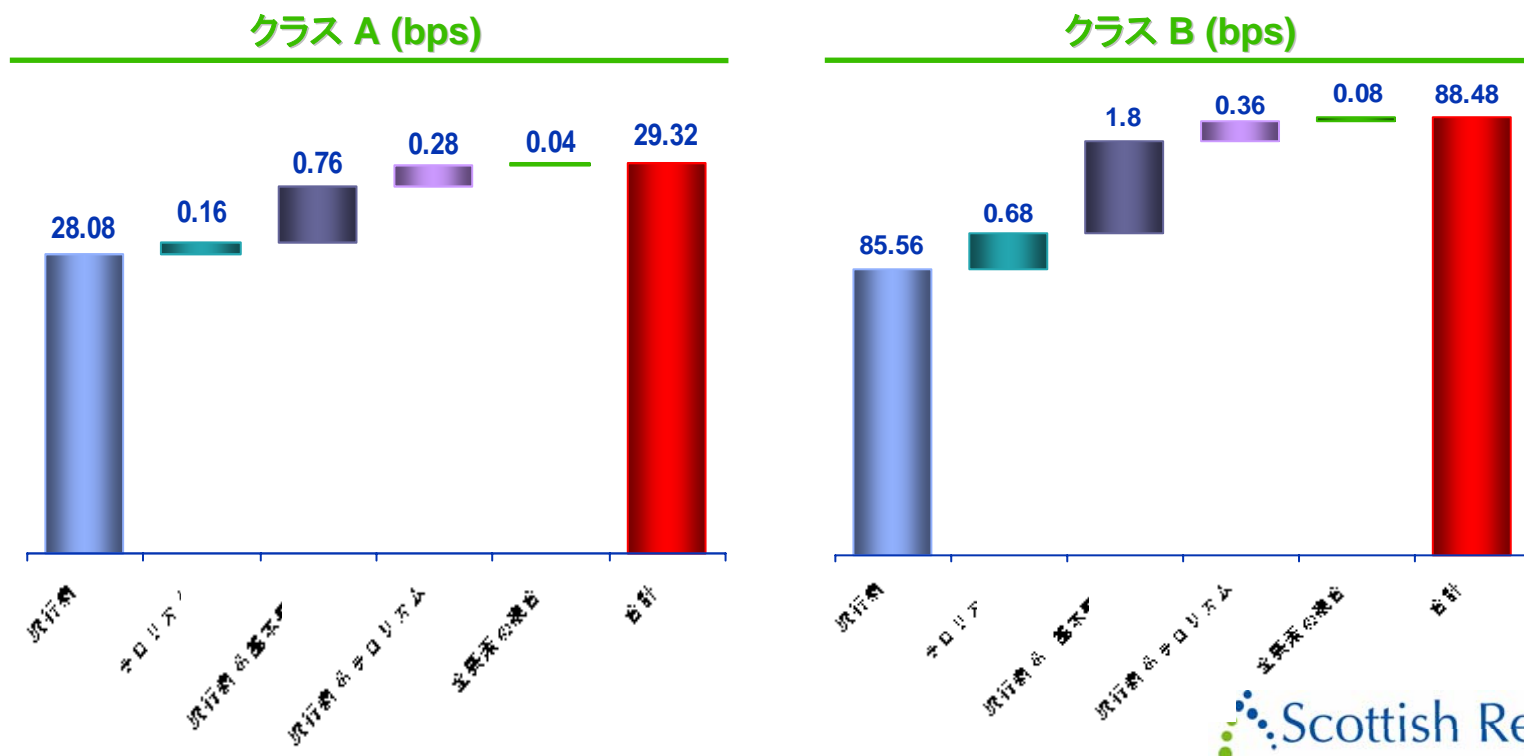
- 下記の表は3年間のリスク期間における、債券の元本損失の発生累積確率および、元本の損失割合の平均値を各クラスごとに示したものである。

	モデル分析の結果(bps)			
	リスク期間全体(3年)		1年間に換算	
	クラス A	クラス B	クラス A	クラス B
•トリガー到達確率	29 bps	88 bps	10 bps	29 bps
•エクゾーション確率	7 bps	29 bps	2 bps	10 bps
•推定期待損失	16 bps	54 bps	5 bps	18 bps

	損失累積確率(bps)		推定元本損失率		
	年度	クラス A	クラス B	クラス	% of 元本損失
•	1	0 bps	0 bps	A	53%
•	2	21 bps	62 bps	B	61%
•	3	29 bps	88 bps		

## トリガー到達確率の分析

- リスク期間全体でのトリガー到達確率はクラスA債券で29 bps、クラスB債券で88 bpsであった。下記のグラフはトリガー到達確率の原因別の寄与を示す。
- トリガーレベルに到達したシナリオの95%以上は流行病単独発生によるものであった。



## 留意事項

---

本資料はゴールドマン・サックス、ミリマン・リミテッド他により提供された資料を引用しています。しかし、いかなる誤謬についても著者の責任に帰します。



Scottish Re™

---

証券化手法を用いた大規模災害の  
リスクマネジメントについて  
:生命保険証券を例として

アンドリュー・J・リンフォード  
アジア・パシフィック・リージョナル・ディレクター